Ansys Zemax OpticStudio 2025 R2

Ansys, Inc.
Southpointe
2600 ANSYS Drive
Canonsburg, PA 15317
ansysinfo@ansys.com
(T) 724-746-3304
(F) 724-514-9494

Release 2025 R2
July 2025

Ansys, Inc. and ANSYS Europe, Ltd. are UL registered ISO 9001:2015 companies

内容

1 文件选项卡（**The File Tab**）.....**34**
1.1. 镜头文件组（Lens File Group）.....35
1.1.1. 新建/打开/保存/另存为（New/Open/Save/Save As）.....35
1.1.2. 插入镜头(Insert Lens).....35
1.1.3. 文件比较器(File Comparator).....36
1.2. 存档文件组(Archive Group).....37
1.2.1. 创建存档文件（Create Archive）.....38
1.2.2. 加载存档文件（Load Archive）.....39
1.3. 项目目录组（Project Directory Group）.....42
1.3.1. 新建镜头项目/将镜头项目另存为（New Lens Project / Save Lens Project As）.....42
1.3.2. 转换为镜头项目（Convert to Lens Project）.....43
1.3.3. 转换为镜头文件（Convert to Lens File）.....44
1.3.4. 镜头项目设置(Lens Project Settings).....45
1.4. 导出文件组（Export Group）.....49
1.4.1. CAD文件（CAD Files）.....49
1.4.2. 点云(Point Cloud).....53
1.4.3. DXF/IGES图元文件(DXF/IGES Linework).....54
1.4.3.1. 导出2D DXF(Export 2D DXF).....54
1.4.3.2. 导出3D DXF(Export 3D DXF).....55
1.4.3.3. 导出IGES图元(Export IGES Linework).....55
1.4.4. Zemax黑盒文件(Zemax Black Box).....56
1.4.5. 加密膜层(Encrypted Coating).....58
1.4.6. 将降阶模型导出至Speos(Export Reduced Order Model to Speos).....59
1.4.7. 将光学设计导出至Speos（Export Optical Design to Speos）.....64
1.4.7.1. 表面和几何体(Surfaces and Geometries).....65
1.4.7.2. 导出准备（Preparation for Export）.....69
1.4.8. 导出至PanDao（Export to PanDao）.....70
1.5. 转换组(Convert Group).....74
1.5.1. 转换至非序列模式组(Convert to NSC Group).....74
1.5.1.1. 将序列模式表面转换为非序列模式物体(Converting sequential surfaces to non-sequential objects).....76
1.5.1.2. 例外和限制（Exceptions and Restrictions）.....78
1.5.2. 为OpticsBuilder做准备(Prepare For OpticsBuilder).....82
1.5.2.1. 序列模式转换步骤(Steps for conversion from Sequential Mode).....84
1.5.2.2. 非序列模式转换步骤(Steps for conversion from Non-Sequential Mode).....85
1.5.2.3. 自定义输入(User Inputs).....85
1.5.2.4. 绘图输入(Drawing Inputs).....85

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

1.5.2.5. 保存.ZBD文件(Save .ZBD File)....86
1.5.2.6. 转换错误(Conversion errors)....86
1.5.3. 转换文件格式(Convert File Formats)....88
1.5.3.1. 将INT Zernike转换成OpticStudio数据(INT Zernike to OpticStudio DAT)....88
1.5.3.2. 将INT网格转换为OpticStudio数据(INT Grid to OpticStudio DAT)....89
1.5.3.3. 将INT网格转换为OpticStudio GRD(INT Grid to OpticStudio GRD)....90
1.5.3.4. 转换Bitmap图片为OpticStudio数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT)....91
1.5.3.5. 转换OptiWave® F3d光束文件为OpticStudio ZBF(OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF)....92
1.5.3.6. 将ZRD或ZBF转换为TSV(Convert ZRD or ZBF to CSV)....93
1.5.3.7. 转换CODE V文件到OpticStudio文件(Convert CODE V to OpticStudio)....94
1.6. 分解组(Explode Group)....102
1.6.1. 分解Autodesk Inventor装配体文件(Explode Autodesk Inventor Assembly)....102
1.6.2. 分解Creo Parametric装配体文件(Explode Creo Parametric Assembly)....103
1.6.3. 分解CAD装配体文件(Explode CAD Assembly)....103
1.7. 退出按钮(Exit Button)....104
2 设置选项卡(The Setup Tab)....105
2.1. 系统组（设置选项卡）(System Group (the Setup Tab))....105
2.1.1. 系统选项(System Explorer)....106
2.1.1.1. 孔径（系统选项）(Aperture (System Explorer))....107
2.1.1.2. 视场(Fields)....112
2.1.1.3. 波长(Wavelengths)....126
2.1.1.4. 环境（Environment）....127
2.1.1.5. 偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))....134
2.1.1.6. 高级选项（系统选项）(Advanced Options (System Explorer))....150
2.1.1.7. 光线瞄准(Ray Aiming)....155
2.1.1.8. 材料库(Material Catalogs)....161
2.1.1.9. 非序列模式（系统选项）（Non-sequential （system explorer））....161
2.1.1.10. 命名过滤器(Named Filters)....165
2.1.1.11. 标题/注释(Title/Notes)....166
2.1.1.12. 文件(Files)....166
2.1.1.13. 单位（Units）....167
2.1.1.14. 成本估算（系统选项）（Cost Estimator （system explorer））....169
2.1.2. OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)....170
2.1.2.1. 地址栏(OpticStudio选项)(Address (OpticStudio preferences))....171
2.1.2.2. 颜色(Colors)....172
2.1.2.3. 编辑器(Editors)....173
2.1.2.4. 文件夹(Folders)....175
2.1.2.5. 常规（General）....179
2.1.2.6. 绘图（OpticStudio配置选项）（Graphics (OpticStudio preferences)）....181

2.1.2.7. 工具栏(Toolbar)....184
2.1.2.8. 快捷键(Shortcut Keys)....186
2.1.2.9. 消息窗口(Message Boxes)....191
2.1.2.10. 隐私(Privacy)....193
2.1.3. 缩放镜头(Scale Lens)....194
2.1.4. 自动保存(Autosave)....195
2.2. 程序模式组(Program Mode Group)....195
2.2.1. 序列模式用户界面(Sequential UI Mode)....196
2.2.2. 非序列模式用户界面....197
2.2.3. 切换用户界面模式(Switching UI Modes)....197
2.3. 编辑器组（设置选项卡）(Editors Group (Setup Tab))....201
2.3.1. 镜头数据编辑器(Lens Data Editor)....201
2.3.1.1. 数据列(Data Columns)....204
2.3.1.2. 序列模式表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces (lens data editor))....206
2.3.1.3. 表面属性(Surface Properties)....306
2.3.1.4. 求解类型（镜头数据编辑器）(Solve Types (lens data editor))....329
2.3.1.5. 镜头数据编辑器工具栏(Lens Data Editor Toolbar)....339
2.3.2. 非序列模式元件编辑器(Non-sequential Component Editor)....356
2.3.2.1. 非序列模式概述(Non-sequential Overview)....357
2.3.2.2. 非序列模式几何物体(Non-sequential Geometry Objects)....404
2.3.2.3. 非序列模式光源(Non-sequential Sources)....537
2.3.2.4. 非序列模式探测器(Non-sequential Detectors)....562
2.3.2.5. 物体属性（非序列模式元件编辑器）(Object Properties (non-sequential component editor))....579
2.3.2.6. 求解类型（非序列模式元件编辑器）(Solve Types (non-sequential component editor))....608
2.3.2.7. 非序列模式元件编辑器工具栏(NSC Editor Toolbar)....609
2.3.3. 视场数据编辑器（编辑器组）(Field Data Editor (Editors Group))....620
2.3.3.1. 视场向导（从"设置选项卡"访问）(Fields Wizard (from the Setup Tab))....620
2.3.4. 多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor)....620
2.3.4.1. 多重结构操作数（Multi-Configuration Operands）....622
2.3.4.2. 操作数属性（多重结构编辑器）(Operand Properties (multiple configuration editor))....631
2.3.4.3. 菜单选项(Menu Options)....631
2.3.4.4. 求解类型（多重结构编辑器）(Solve Types (multiple configuration editor))....632
2.3.4.5. 多重结构编辑器工具栏(Multi-Configuration Editor Toolbar)....633
2.3.4.6. 使用多重结构(Using Multiple Configurations)....638
2.3.5. 评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group))....641
2.3.5.1. 优化向导（从"设置选项卡"访问）(Optimization Wizard (from the Setup Tab))....642

2.3.5.2. 非序列模式优化向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Optimization Wizard (from the Setup Tab))....642
2.3.5.3. 非序列模式位图向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Bitmap Wizard (from the Setup Tab))....642
2.3.5.4. 非序列模式道路照明向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Roadway Lighting Wizard (from the Setup Tab))....642
2.3.6. 公差数据编辑器（从"设置选项卡"访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab))....643
2.3.7. 物体编辑器（编辑器组）(Object Editor (editors group))....643
2.3.7.1. 物体编辑器设置(Object Editor Settings)....646
2.3.7.2. 物体属性（物体编辑器）(Object Properties(object editor))....646
2.3.7.3. 物体特征树(Object Explorer Tree)....649
2.3.7.4. 物体查看器(Object Viewer)....652
2.3.7.5. 面属性(Face Properties)....653
2.3.8. 使用编辑器(Using the Editors)....654
2.3.8.1. 编辑器窗口操作(Editor Windows Operations)....654
2.3.8.2. 撤销、重做和恢复(Undo, Redo, and Recover)....655
2.3.8.3. 快速视图(Express View)....656
2.4. 视图组（设置选项卡）(System Viewers Group (the Setup Tab))....657
2.4.1. 截面图（设置选项卡、序列模式）(Cross-Section (Setup Tab, sequential))....657
2.4.2. 3D视图（设置选项卡、序列模式）(3D Viewer (Setup Tab, sequential))....657
2.4.3. 实体模型（设置选项卡、序列模式）(Shaded Model (Setup Tab, sequential))....658
2.4.4. Zemax元件制图（设置选项卡、序列模式）(Zemax Element Drawing (Setup Tab, sequential))....658
2.4.5. ISO元件制图（设置选项卡、序列模式）(ISO Element Drawing (Setup Tab, sequential))....658
2.4.6. CAD零件查看器（设置选项卡）(CAD Part Viewer (Setup Tab))....659
2.4.7. 物体编辑器（设置选项卡）(Object Editor (Setup Tab))....659
2.4.8. 非序列模式3D视图（设置选项卡非序列模式）(NSC 3D Layout (Setup Tab non-sequential))....659
2.4.9. 非序列模式实体模型（设置选项卡、非序列模式）(NSC Shaded Model (Setup Tab, non-sequential))....660
2.5. 诊断组(Diagnostics Group)....660
2.5.1. 系统检查(System Check)....660
2.5.2. 性能(Performance)....661
2.5.3. 生成错误光线(Create Error Ray)....662
2.5.4. 忽略追迹错误(Ignore Trace Errors)....662
2.5.5. OpticStudio错误代码（OpticStudio Error Codes）....662
2.6. 窗口控制组(Window Control Group)....667
2.6.1. 窗口置前(Bring to Front)....668
2.6.2. 窗口选项(Window Options)....668

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.6.2.1. 布局所有窗口(Dock All Windows)....669
2.6.2.2. 将所有窗口布局到单个工作区(Dock All Windows to Single Workspace)....669
2.6.2.3. 浮动所有窗口(Float All Windows)....669
2.6.2.4. 平铺所有窗口(Tile All Window)....670
2.6.2.5. 层叠所有窗口(Cascade All Windows)....670
2.6.2.6. 锁定所有窗口(Lock All Windows)....670
2.6.2.7. 解锁所有窗口(Unlock All Windows)....670
2.6.2.8. 关闭所有窗口(Close All Windows)....671
2.6.3. 布局新窗口(Dock New Windows)....671
2.7. 结构组(Configuration Group)....671
2.7.1. 热分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Thermal (Setup Tab Sequential UI Mode))....672
2.7.2. 共轭分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Conjugate (Setup Tab Sequential UI Mode))....672
2.7.3. 添加所有数据（设置选项卡序列模式用户界面）(Add All Data (Setup Tab Sequential UI Mode))....672
2.7.4. 多重结构编辑器（设置选项卡序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab, Sequential UI Mode))....673
2.7.5. 多重结构编辑器（设置选项卡非序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab Non-sequential UI Mode))....674
2.7.6. 下一个/上一个结构(Next/Previous Configuration)....674
3 分析选项卡（序列模式用户界面）(The Analyze Tab (sequential UI mode))....675
3.1. 视图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, sequential UI mode))....675
3.1.1. 横截面(Cross-Section)....676
3.1.2. 3D视图（3D Viewer）....677
3.1.3. 实体模型(Shaded Model)....681
3.1.4. Zemax元件制图（视图组）(Zemax Element Drawing (system viewers group))....683
3.1.5. ISO元件制图（视图组）(ISO Element Drawing (system viewers group))....686
3.1.6. CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, sequential UI mode))....687
3.2. 像质分析组(Image Quality Group)....688
3.2.1. 光线和光斑(Rays and Spots)....689
3.2.1.1. 单光线追迹(Single Ray Trace)....689
3.2.1.2. 光线像差（光线和光斑）(Ray Aberration (rays and spots))....691
3.2.1.3. 标准点列图(Standard Spot Diagram)....693
3.2.1.4. 光迹图(Footprint Diagram)....696
3.2.1.5. 离焦点列图(Through Focus Spot Diagram)....697
3.2.1.6. 全视场点列图(Full Field Spot Diagram)....698
3.2.1.7. 矩阵点列图(Matrix Spot Diagram)....699
3.2.1.8. 结构矩阵点列图(Configuration Matrix Spot Diagram)....700

3.2.1.9. 基点（光线和光斑）(Cardinal Points (rays and spots))....701
3.2.1.10. Y-Ybar图(Y-Ybar Drawing)....702
3.2.1.11. 渐晕图(Vignetting Plot)....703
3.2.1.12. 入射角 vs 像高(Incident Angle vs. Image Height)....705
3.2.2. 像差（像质分析组）(Aberrations (Image Quality Group))....706
3.2.2.1. 光线像差图（像差分析）(Ray Aberration (Aberrations))....706
3.2.2.2. 光程差(Opical Path Difference)....708
3.2.2.3. 光瞳像差(Pupil Aberration)....710
3.2.2.4. 场曲与畸变（Field Curvature and Distortion）....711
3.2.2.5. 网格畸变(Grid Distortion)....715
3.2.2.6. 轴向像差(Longitudinal Aberration)....718
3.2.2.7. 垂轴色差(Lateral Color)....719
3.2.2.8. 色焦移(Chromatic Focal Shift)....720
3.2.2.9. 赛德尔系数(Seidel Coefficients)....721
3.2.2.10. 赛德尔图(Seidel Diagram)....723
3.2.2.11. 全视场像差(Full-Field Aberration)....724
3.2.3. 波前(Wavefront)....729
3.2.3.1. 光程差（波前）(Optical Path Difference (Wavefront))....729
3.2.3.2. 波前图(Wavefront Map)....729
3.2.3.3. 干涉图(Interferogram)....731
3.2.3.4. 傅科分析（波前）(Foucault Analysis (Wavefront))....733
3.2.3.5. 对比度损失图(Contrast Loss Map)....735
3.2.3.6. Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)....737
3.2.3.7. Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)....743
3.2.3.8. Zernike Annular系数(Zernike Annular Coefficients)....747
3.2.3.9. Zernike系数 vs 视场(Zernike Coefficients vs. Field)....752
3.2.3.10. 全视场像差（波前）(Full-Field Aberration (Wavefront))....754
3.2.4. 点扩散函数(PSF)....754
3.2.4.1. FFT PSF....754
3.2.4.2. FFT截面图(FFT Cross Section)....758
3.2.4.3. FFT线/边缘扩散(FFT Line/Edge Spread)....759
3.2.4.4. 惠更斯PSF（Huygens PSF）....760
3.2.4.5. 惠更斯截面图(Huygens Cross Section)....763
3.2.5. MTF....764
3.2.5.1. 对比度损失图（MTF）(Contrast Loss Map (MTF))....764
3.2.5.2. FFT MTF....765
3.2.5.3. 离焦FFT MTF (FFT Through Focus MTF)....766
3.2.5.4. 表面FFT MTF(FFT Surface MTF)....768
3.2.5.5. FFT MTF vs 视场(FFT MTF vs. Field)....769
3.2.5.6. FFT MTF图(FFT MTF Map)....770

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3.2.5.7. 惠更斯MTF(Huygens MTF)....772
3.2.5.8. 离焦惠更斯MTF(Huygens Through Focus MTF)....773
3.2.5.9. 惠更斯表面MTF(Huygens Surface MTF)....775
3.2.5.10. 惠更斯MTF vs 视场(Huygens MTF vs. Field)....776
3.2.5.11. 几何MTF(Geometric MTF)....778
3.2.5.12. 离焦几何MTF(Geometric Through Focus MTF)....779
3.2.5.13. 几何MTF vs 视场(Geometric MTF vs. Field)....780
3.2.5.14. 几何MTF图(Geometric MTF Map)....782
3.2.6. RMS....783
3.2.6.1. RMS vs 视场(RMS vs. Field)....783
3.2.6.2. RMS vs 波长(RMS vs. Wavelength)....786
3.2.6.3. RMS vs 聚焦(RMS vs. Focus)....787
3.2.6.4. RMS视场图(RMS Field Map)....789
3.2.7. 圈入能量(Enclosed Energy)....790
3.2.7.1. 衍射（圈入能量）(Diffraction (enclosed energy))....791
3.2.7.2. 几何(Geometric)....792
3.2.7.3. 几何线/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread)....794
3.2.7.4. 扩展光源(Extended Source)....794
3.2.8. 扩展图像分析(Geometric Scene Analysis)....796
3.2.8.1. 图像仿真(Image Simulation)....796
3.2.8.2. 几何图像分析(Geometric Image Analysis)....802
3.2.8.3. 几何位图图像分析(Geometric Bitmap Image Analysis)....806
3.2.8.4. 光源分析（Light Source Analysis）....808
3.2.8.5. 部分相干图像分析(Partially Coherent Image Analysis)....810
3.2.8.6. 扩展衍射图像分析（Extended Diffraction Image Analysis）....816
3.2.8.7. 相对照度(Relative Illumination)....819
3.2.8.8. IMA和BIM文件查看器(IMA and BIM File Viewer)....820
3.2.8.9. 位图文件查看器(Bitmap File Viewer)....821
3.3. 激光和光纤组(Laser and Fibers Group)....822
3.3.1. 物理光学传播（Physical Optics Propagation）....823
3.3.2. 传播报告中的方向矩阵(Orientation matrix in Prop report)....828
3.3.3. 关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)....829
3.3.3.1. 衍射传播(Diffraction Propagation)....830
3.3.3.2. 引导光束(The Pilot Beam)....835
3.3.3.3. 相位数据的符号规约(Sign Conventions for Phase Data)....836
3.3.3.4. 在瑞利距离内部和外部传播(Propagating In and Out of the Rayleigh Range)....837
3.3.3.5. X和Y方向分开传播(Separation of X and Y Propagation)....838
3.3.3.6. 关于点间距和采样的注释(Comments about Point Spacing and Sampling)....839
3.3.3.7. 通过任意光学表面传播(Propagation Through Arbitrary OpticalSurfaces)....839
3.3.3.8. 通过非序列模式表面传播(Propagating Through Non-Sequential Surfaces)....840

3.3.3.9. 偏振计算(Accounting for Polarization)....840
3.3.3.10. 内存要求(Memory Requirements)....840
3.3.3.11. 定义初始光束(Defining the Initial Beam)....841
3.3.3.12. 使用随机值(Using Random Values)....848
3.3.3.13. 使用比例因子(Using the Scale Factor)....848
3.3.3.14. 表面特定设置(Surface Specific Settings)....848
3.3.3.15. 使用光线进行传播时的注意事项(Considerations When Using Rays to Propagate)....848
3.3.3.16. 计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)....849
3.3.3.17. 光束定量分析(Quantitative Beam Analysis)....850
3.3.3.18. 使用建议(Suggestions for Use)....854
3.3.3.19. 算法假设(Algorithm Assumptions)....855
3.3.3.20. 示例(Samples)....856
3.3.4. 光束文件查看器（Beam File Viewer）....857
3.3.5. 高斯光束(Gaussian Beams)....858
3.3.5.1. 近轴高斯光束(Paraxial Gaussian Beam)....859
3.3.5.2. 倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)....863
3.3.6. 光纤耦合(Fiber Coupling)....864
3.3.6.1. 单模光纤耦合(Single Mode Coupling)....865
3.3.6.2. 多模光纤耦合(Multi-Mode Coupling)....867
3.4. 偏振与表面物理组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential UI mode))....868
3.4.1. 偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group))....869
3.4.1.1. 偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)....869
3.4.1.2. 偏振光瞳图（Polarization Pupil Map）....870
3.4.1.3. 透过率(Transmission)....873
3.4.1.4. 相位像差(Phase Aberration)....875
3.4.1.5. 透射光扇(Transmission Fan)....876
3.4.2. 表面（Surface）....877
3.4.2.1. 矢高表(Sag Table)....877
3.4.2.2. 表面矢高(Surface Sag)....877
3.4.2.3. 表面曲率（Surface Curvature）....880
3.4.2.4. 表面斜率（Surface Slope）....883
3.4.2.5. 表面矢高截面图(Surface Sag Cross Section)....886
3.4.2.6. 表面曲率截面图（Surface Curvature Cross Section）....888
3.4.2.7. 表面斜率截面图（Surface Slope Cross Section）....891
3.4.2.8. 表面相位（Surface Phase）....894
3.4.2.9. 相位斜率（Phase Slope）....896
3.4.2.10. 表面相位截面图（Surface Phase Cross Section）....898
3.4.2.11. 相位斜率截面图（Phase Slope Cross Section）....900

3.4.3. 膜层（偏振和表面物理组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Coatings (polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential UI mode))....902
3.4.3.1. 反射率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))....902
3.4.3.2. 透过率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))....903
3.4.3.3. 吸收率 vs 角度（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))....904
3.4.3.4. 双向衰减 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))....905
3.4.3.5. 相位 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))....906
3.4.3.6. 相位延迟 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Angle(coatings, polarization and surface physics group))....907
3.4.3.7. 反射率 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Reflection vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....908
3.4.3.8. 透过率 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....909
3.4.3.9. 吸收率 vs 波长（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....910
3.4.3.10. 双向衰减 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....911
3.4.3.11. 相位 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....912
3.4.3.12. 相位延迟 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))....913
3.4.4. 衍射效率分析（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (sequential UI mode))....914
3.4.4.1. 衍射效率（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (sequential UI mode))....915
3.4.4.2. 效率 vs 角度(Efficiency vs. Angle)....916
3.4.4.3. 效率 vs 波长（序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (sequential UI mode))....917
3.4.4.4. 计算假设和限制(Calculation Assumptions and Limitations)....918
3.5. 报告组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, sequential UI mode))....919
3.5.1. 报告图(Report Graphic)....919
3.5.2. 表面数据报告(Surface Data)....921
3.5.3. 系统数据（System Data）....922
3.5.4. 分类数据（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, sequential UI mode))....922
3.5.5. 系统概要图(System Summary Graphic)....924

3.5.6. 基点（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Cardinal Points (Reports group, the Analyze tab, sequential UI mode))....924
3.6. 通用绘图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, sequential UI mode))....926
3.6.1. 一维通用绘图(Universal Plot 1-D)....926
3.6.2. 二维通用绘图(Universal Plot 2-D)....927
3.7. 应用分析组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, sequential UI mode))....930
3.7.1. 杂散光(Stray Light)....930
3.7.1.1. 鬼像发生器(Ghost Focus Generator)....930
3.7.1.2. YNI贡献(YNI Contributions)....932
3.7.2. 双目镜分析(Biocular Analysis)....933
3.7.2.1. 视场(Field of View)....933
3.7.2.2. 发散度/收敛度(Dipvergence/Convergence)....935
3.7.3. PAL/Freeform分析(PAL/Freeform)....938
3.7.3.1. 光瞳光焦图(Power Pupil Map)....938
3.7.3.2. 视场光焦图(Power Field Map)....940
3.7.4. 非序列模式光线追迹(NSC RayTracing)....942
3.8. 图形和文本窗口操作(Graphics and Text Windows Operations)....942
3.8.1. 工具栏按钮功能(Toolbar Button Functions)....943
3.8.2. OpticStudio的新绘图(OpticStudio’s New Graphics)....947
3.8.3. 动态叠加(Active Configuration)....953
3.8.3.1. 单位注意事项(Unit Considerations)....953
3.8.3.2. 工具栏按钮(Toolbar Button)....954
3.8.3.3. 叠加系列编辑器(Overlay Series Editor)....954
3.8.3.4. 编辑系列属性(Editing Series Properties)....955
3.8.3.5. 多个子绘图分析(Analyses with Multiple Subplots)....955
3.8.3.6. 第二Y轴叠加(Secondary Y-Axis Overlays)....957
3.8.3.7. 其它注意事项(Additional Notes)....958
3.8.4. 使用注释功能(Using the Annotation Feature)....959
3.8.4.1. 为3D布局添加注释(Annotating 3D Layouts)....960
3.8.5. 使用Windows剪贴板(Using the Windows Clipboard)....961
3.8.6. 使用平移和缩放(Using Pan and Zoom)....962
3.8.7. 终止长时间计算(Aborting Long Computations)....962
3.8.8. 打印窗口(Printing Windows)....962
3.8.9. 实体模型中突出显示的几何图形的偏移(Offset of highlighted geometries in Shaded Model)....964
4 分析选项卡（非序列模式用户界面）(The Analyze Tab (non-sequential UI mode))....966
4.1. 视图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))....966
4.1.1. 非序列模式3D视图(NSC 3D Layout)....967

4.1.2. 非序列模式实体模型(NSC Shaded Model)....969
4.1.3. CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode))....970
4.1.4. 物体编辑器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Object Editor (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode))....971
4.2. 光线追迹组(Trace Rays Group)....972
4.2.1. 单光线追迹（Ray Trace）....972
4.2.2. 光线追迹(Lightning Trace)....975
4.2.3. 特定光线比对（分析选项卡、非序列模式）(Critical Ray Tracer (analyze tab, non-sequential))....977
4.2.4. 非序列模式单光线追迹(NSC Single Ray Trace)....979
4.3. 探测器组(Detectors Group)....982
4.3.1. 探测器查看器(Detector Viewer)....983
4.3.2. 探测器工具(Detector Tools)....986
4.3.2.1. 导出极坐标探测器数据为IES/LDT光源文件(Export Polar Detector Data as IES/LDT)....986
4.3.2.2. 保存探测器数据文件(Save Detector Data)....987
4.3.2.3. 加载探测器数据(Load Detector Data)....987
4.3.2.4. 在探测器上回放ZRD(Playback ZRD on Detector)....988
4.4. 像质分析组（非序列模式）（Image Quality Group （non-sequential））....989
4.4.1. 非序列模式几何MTF(NSC Geometric MTF)....989
4.5. 光线追迹分析组(Raytrace Analysis Group)....990
4.5.1. 光线数据库查看器（Ray Database Viewer）....990
4.5.2. 路径分析(Path Analysis)....993
4.5.3. 序列选择器（Sequence Selector）....995
4.5.4. 光通量 vs 光谱分析(Flux vs. WaveLength Analysis)....1000
4.6. 偏振与表面物理组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential UI mode))....1001
4.6.1. NSC表面矢高(NSC Surface Sag)....1001
4.6.2. 膜层（偏振组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Coatings (polarization group, the analyze tab, non-sequential UI mode))....1005
4.6.2.1. 反射率 vs 角度（膜层、偏振组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization group))....1005
4.6.2.2. 透过率 vs 角度（膜层、偏振组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization group))....1006
4.6.2.3. 吸收率 vs 角度（膜层、偏振组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization group))....1007
4.6.2.4. 双向衰减 vs 角度（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization group))....1008
4.6.2.5. 相位 vs 角度（膜层、偏振组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization group))....1009

4.6.2.6. 相位延迟 vs 角度（膜层、偏振组）(Retardance vs. Angle (coatings, polarization group))....1010
4.6.2.7. 反射率 vs 波长（膜层、偏振组）(Reflection vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1011
4.6.2.8. 透过率 vs 波长（膜层、偏振组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1012
4.6.2.9. 吸收率 vs 波长（膜层、偏振组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1013
4.6.2.10. 双向衰减 vs 波长（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1014
4.6.2.11. 相位 vs 波长（膜层、偏振组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1015
4.6.2.12. 相位延迟 vs 波长（膜层、偏振组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization group))....1016
4.6.3. 衍射效率分析（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (non-sequential UI mode))....1017
4.6.3.1. 衍射效率（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (non-sequential UI mode))....1018
4.6.3.2. 效率 vs 角度（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Angle (non-sequential UI mode))....1020
4.6.3.3. 效率 vs 波长（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (non-sequential UI mode))....1022
4.7. 报告组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))....1024
4.7.1. 分类数据（报告组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, non-sequential UI mode))....1024
4.8. 通用绘图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))....1026
4.8.1. 新建一维通用绘图(New Universal Plot 1D)....1026
4.8.2. 新建二维通用绘图(New Universal Plot 2D)....1028
4.9. 应用分析组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))....1031
4.9.1. 道路照明(Roadway Lighting)....1031
4.9.2. 光源照度图(Source Illumination Map)....1032
5 优化选项卡（序列模式用户界面）(The Optimize Tab (sequential UI mode))....1035
5.1. 手动调整组(Manual Adjustment Group)....1035
5.1.1. 快速聚焦(Quick Focus)....1035
5.1.2. 快速调整(Quick Adjust)....1036
5.1.3. 滑块(Slider)....1037
5.1.4. 可视化优化器(Visual Optimizer)....1038
5.2. 自动优化组(Automatic Optimization Group)....1039

5.2.1. 评价函数编辑器（自动优化组）(Merit Function Editor (automatic optimization group))....1039
5.2.1.1. 优化操作数总结(Optimization Operands Summary)....1040
5.2.1.2. 分类优化操作数(Optimization Operands by Category)....1042
5.2.1.3. 按字母表顺序排列优化操作数....1107
5.2.1.4. 评价函数编辑器工具栏(Merit Function Editor Toolbar)....1156
5.2.2. 优化向导(Optimization Wizard)....1157
5.2.2.1. 优化函数类型（Optimization Function Types）....1158
5.2.2.2. 优化函数标准(Optimization Function Criteria)....1158
5.2.2.3. 优化函数参考点(Optimization Function Reference Points)....1159
5.2.2.4. 优化函数失真和配色(Optimization Function Distortion and Color)....1159
5.2.2.5. 光瞳积分设置(Pupil Integration Settings)....1159
5.2.2.6. 优化目标(Optimization Goal)....1161
5.2.2.7. 边界值(Boundary Values)....1161
5.2.2.8. 其他设置(Other Settings)....1162
5.2.2.9. 按钮功能(Button Functions)....1162
5.2.3. 执行优化(Optimize!)....1163
5.2.4. 移除所有变量(Remove All Variables)....1164
5.2.5. 设置全部半径变量(Set All Radii Variable)....1165
5.2.6. 设置全部厚度变量(Set All Thickness Variable)....1165
5.3. 全局优化组(Global Optimizers Group)....1165
5.3.1. 全局优化(Global Optimizer)....1166
5.3.2. 锤形优化(Hammer Optimizer)....1167
5.3.3. 玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group)....1169
5.4. 优化工具组(Optimization Tools Group)....1170
5.4.1. 寻找最佳非球面(Find Best Asphere)....1171
5.4.2. 非球面类型转换（Convert Asphere Types）....1172
5.4.3. 库存镜头匹配（Stock Lens Matching）....1173
5.4.4. 测试板拟合(Test Plate Fitting)....1176
5.4.5. 测试板列表（优化工具组）(Test Plate Lists (optimization tools group))....1178
5.5. 优化概述(Optimization Overview)....1179
5.5.1. 选择优化变量(Selecting optimization variables)....1180
5.5.2. 修改评价函数(Modifying the merit function)....1180
5.5.3. 操作数权重的注意事项(Notes on Operand Weights)....1181
5.5.4. 理解边界操作数(Understanding Boundary Operands)....1182
5.5.5. 执行优化(Performing an optimization)....1182
5.5.6. 定义复杂操作数(Defining complex operands)....1183
5.5.7. 优化变焦和多重结构镜头(Optimizing zoom and multi-configuration lenses)....1184
5.5.8. 优化公差灵敏度（优化概述）（Optimizing Tolerance Sensitivity （optimization overview））....1184

5.5.9. 用户自定义操作数（优化概述）（User Defined Operands （optimization overview））.....1185
5.5.9.1. 使用ZPL宏执行优化(Optimizing with ZPL Macros).....1185
5.5.9.2. 使用ZPLM宏改变镜头数据(Changes Made to the Lens from within the ZPLM Macro).....1186
5.5.9.3. ZPLM和默认评价函数（ZPLM and the Default Merit Function）.....1186
5.5.9.4. 使用ZOS-API编写的程序执行优化(Optimizing with programs written using ZOS-API).....1187
5.5.10. 优化建议(Suggestions for optimizing).....1188
5.5.11. 全局最优(The Global Optimum).....1188
5.5.12. 序列模式优化(Sequential Optimization).....1189
5.5.12.1. 默认评价函数的一些陷阱(Pitfalls with the Default Merit Function).....1189
5.5.12.2. 优化切趾类型的影响(Optimization with Apodized Beams).....1189
5.5.12.3. 优化MTF(Optimizing for MTF).....1189
5.5.12.4. 优化玻璃材料选择(Optimizing Glass Selection).....1191
5.5.12.5. 使用模型玻璃优化(Optimizing Using Model Glasses).....1191
5.5.12.6. 优化额外数据(Optimizing Extra Data).....1192
5.5.12.7. 用序列光优化非序列模式组下的物体(Optimizing Objects in a Non-sequential Group with Sequential Rays).....1192
5.5.12.8. 使用IMAE操作数优化(Optimizing with the IMAE Operand).....1192
5.5.12.9. 使用渐变折射率操作数(Using Gradient Index Operands).....1193
5.5.13. 全局优化(Global Optimization).....1193
5.5.13.1. OpticStudio全局优化功能(Global Optimization Capabilites of OpticStudio).....1194
5.5.13.2. 全局优化算法(The Global Optimization Algorithm).....1194
5.5.13.3. 锤形优化算法(The Hammer Optimization Algorithm).....1194
5.5.13.4. 全局优化中的玻璃选择(Global Optimization of Glass Selection).....1195
5.5.13.5. 使用玻璃替换(Using Glass Substitution).....1195
5.5.13.6. 限制玻璃的选择(Restricting Selected Glasses).....1195
5.5.13.7. 使用全局优化的建议(Suggestions for Using Global Optimizers).....1196
6 优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (non-sequential UI mode)).....1198
6.1. 手动调整组（优化选项卡、非序列模式）(Manual Adjustment Group (optimize tab, non-sequential)).....1198
6.1.1. 滑块（优化选项卡、非序列模式）(Slider (optimize tab, non-sequential)).....1198
6.1.2. 可视化优化器（优化选项卡、非序列模式）(Visual Optimizer (optimize tab, non-sequential)).....1199
6.2. 自动优化组（优化选项卡、非序列模式）(Automatic Optimization Group (optimize tab, non-sequential)).....1200
6.2.1. 评价函数编辑器（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Editor (optimize tab, non-sequential)).....1200
6.2.1.1. 非序列模式操作数(NSC Operands).....1200
6.2.2. 执行优化（优化选项卡、非序列模式） (Optimize! optimize tab, non-sequential).....1204

6.2.3. 评价函数向导（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential))....1204
6.2.3.1. 优化向导（从"设置选项卡"访问）(Optimization Wizard (from the Setup Tab))....1205
6.2.3.2. 位图向导（优化选项卡、非序列模式）(Bitmap Wizard (optimize tab, non-sequential))....1206
6.2.3.3. 高分辨率图像和探测器(High Resolution Images and Detectors)....1207
6.2.3.4. 道路照明优化向导（优化选项卡、非序列模式）(Roadway Lighting Wizard (optimize tab, non-sequential))....1207
6.2.4. 删除所有变量（优化选项卡、非序列模式）(Remove All Variables (optimize tab, non-sequential))....1208
6.3. 全局优化组（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential))....1209
6.3.1. 全局优化（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizer (optimize tab, non-sequential))....1209
6.3.2. 锤形优化（优化选项卡、非序列模式）(Hammer Optimizer (optimize tab, non-sequential))....1209
7 公差选项卡(The Tolerance Tab)....1210
7.1. 生产工具组(Production Tools Group)....1210
7.1.1. 成本估算器（生产工具）（Cost Estimator（production tools））....1211
7.1.1.1. Optimax®错误代码（Optimax® Error Codes）....1213
7.1.1.2. LaCroix®错误代码（LaCroix® Error Codes）....1215
7.1.2. 锁定设计(Design Lockdown)....1219
7.1.3. 特定光线生成器(Critical Rayset Generator)....1221
7.2. 公差分析组(Tolerancing Group)....1223
7.2.1. 公差数据编辑器(Tolerance Data Editor)....1223
7.2.1.1. 公差操作数（Tolerance Operands）....1224
7.2.1.2. 公差控制操作数（Tolerance Control Operands）....1243
7.2.1.3. 操作数属性（公差数据编辑器）(Operand Properties (tolerance data editor))....1248
7.2.1.4. 公差数据编辑器工具栏（Tolerance Data Editor Toolbar）....1248
7.2.2. 公差分析向导(Tolerance Wizard)....1251
7.2.3. 公差分析（Tolerancing）....1253
7.2.4. 公差脚本(Tolerance Scripts)....1259
7.2.5. 公差报告(Tolerance Summary)....1259
7.3. 快速公差分析组(Quick Tolerancing Group)....1260
7.3.1. 快速灵敏度（Quick Sensitivity）....1260
7.3.2. 快速成品率（Quick Yield）....1262
7.4. 公差数据可视化组(Tolerance Data Visualization Group)....1264
7.4.1. 公差数据查看器(Tolerance Data Viewer)....1265
7.4.2. 直方图(Histogram)....1266

7.4.3. 产出(Yield)....1267
7.5. 加工图纸和数据组(Manufacturing Drawings and Data Grou)....1269
7.5.1. ISO元件制图（加工图纸与数据组）(ISO Element Drawing (manufacturing drawings and data group))....1269
7.5.1.1. 成本估算器（加工图纸与数据组）....1273
7.5.2. Zemax元件制图（加工图纸与数据组）(Zemax Element Drawing (manufacturing drawings and data group))....1275
7.5.3. 矢高表(Sag Table)....1277
7.6. 公差概述(Tolerancing Overview)....1280
7.6.1. 基本步骤(The Basic Procedure)....1280
7.6.2. 使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type)....1281
7.6.3. 定义补偿器(Defining Compensators)....1281
7.6.4. OpticStudio如何进行公差分析计算(How OpticStudio Computes the Tolerance Analysis)....1281
7.6.5. 评估补偿器(Evaluating Compensators)....1282
7.6.6. 灵敏度分析(Sensitivity Analysis)....1282
7.6.7. RSS估算改变量(The RSS Estimated Change)....1283
7.6.8. 反灵敏度分析(Inverse Sensitivity Analysis)....1283
7.6.9. 蒙特卡罗分析(Monte Carlo Analysis)....1284
7.6.9.1. 正态统计分布(Normal Statistical Distribution)....1284
7.6.9.2. 均匀统计分布(Uniform Statistical Distribution)....1285
7.6.9.3. 抛物线统计分布(Parabolic Statistical Distribution)....1286
7.6.9.4. 用户自定义统计分布(User Defined Statistical Distribution)....1286
7.6.9.5. 蒙特卡罗分析方法讨论(Discussion of Monte Carlo Analysis Method)....1287
7.6.10. 蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting Rules for Monte Carlo Analysis)....1287
7.6.11. 使用公差脚本（Using Tolerance Scripts）....1288
7.6.11.1. 公差脚本命令(The Tolerance Script Commands)....1288
7.6.11.2. 公差脚本示例(Tolerance Script Example)....1295
7.6.12. 对多重结构（变焦）镜头进行公差分析(Tolerancing Multi-Configuration (Zoom) Lenses)....1296
7.6.13. 对包含求解的系统进行公差分析(Tolerancing with Solves)....1296
7.6.14. 使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite Surfaces)....1296
7.6.15. 排除公差结果中的问题(Trouble Shooting the Tolerance Results)....1297
7.6.16. 优化公差灵敏度（公差概述）(Optimizing for Tolerance Sensitivity (tolerancing overview))....1297
7.6.17. 公差分析的潜在问题(Pitfalls When Tolerancing)....1297
7.6.18. 总结（公差概述）(Summary (tolerancing overview))....1297
8 数据库选项卡(The Libraries Tab)....1298
8.1. 光学材料组(Optical Materials Group)....1298
8.1.1. 材料库（Materials Catalog）....1299

8.1.2. 使用材料库(Using Material Catalogs)....1300
8.1.2.1. 指定要使用的玻璃库(Specifying Which Glass Catalogs to Use)....1300
8.1.2.2. 编辑并查看玻璃库(Editing & Reviewing Glass Catalogs)....1300
8.1.2.3. 材料库数据说明(Description of Catalog Data)....1301
8.1.2.4. 创建新库(Creating a New Catalog)....1302
8.1.2.5. 复制或移动玻璃库文件(Copying or Moving Glass Catalog Files)....1303
8.1.2.6. 玻璃材料色散公式(The Glass Dispersion Formulas)....1303
8.1.2.7. 拟合折射率数据(Fitting Index Data)....1306
8.1.2.8. 拟合熔融数据(Fitting Melt Data)....1307
8.1.2.9. 定义透过率数据(Defining Transmission Data)....1308
8.1.2.10. 定义应力光学系数(Defining Stress Optical Coefficients)....1308
8.1.2.11. 显示机械数据....1309
8.1.2.12. 对气体和液体进行建模（使用材料库）(Modeling Gases and Liquids (using material catalogs))....1309
8.1.2.13. 快速查找材料(Finding a Glass Quickly)....1309
8.1.2.14. 玻璃库来源（Glass Catalog Sources）....1309
8.1.2.15. 废弃库的数据(Obsolete Catalog Data)....1314
8.1.2.16. AGF和BGF文件格式(The AGF & BGF File Formats)....1315
8.1.2.17. 定义色散数据的备选方法(Alternate Methods of Defining Dispersion Data)....1316
8.1.3. 材料分析(Materials Analysis)....1318
8.1.3.1. 色散图(Dispersion Diagram)....1319
8.1.3.2. 玻璃图(Glass Map)....1320
8.1.3.3. 无热化玻璃图(Athermal Glass Map)....1321
8.1.3.4. 内部透射率 vs 波长(Internal Transmittance vs. Wavelength)....1323
8.1.3.5. 色散 vs 波长(Dispersion vs. Wavelength)....1324
8.1.3.6. 渐变折射率截面图(Grin Profile)....1326
8.1.3.7. Gradium™折射率剖面(Gradium™ Profile)....1327
8.1.4. 材料工具(Materials Tools)....1328
8.1.4.1. 玻璃比较(Glass Compare)....1328
8.1.4.2. 玻璃拟合（Glass Fitting）....1329
8.1.5. 玻璃替换模板（材料工具）(Glass Substitution Template (materials tools))....1331
8.2. 库存镜头组(Stock Parts Group)....1333
8.2.1. 镜头库（Lens Catalogs）....1334
8.2.2. 创建个人镜头库（Make Private Lens Catalog）....1337
8.2.3. 测试板列表（库存镜头组）（Test Plate Lists （stock parts group））....1338
8.3. 设计模板组(Design Templates Group)....1340
8.3.1. 设计模板(Design Templates)....1340
8.4. 膜层组(Coatings Group)....1341
8.4.1. 膜层库(Coating Catalog)....1342
8.4.2. 膜层工具(Coating Tools)....1342

8.4.2.1. 编辑膜层文件(Edit Coating File)....1343
8.4.2.2. 重新加载膜层文件(Reload Coating File)....1343
8.4.2.3. 导出加密膜层（Export Encrypted Coating）....1344
8.4.3. 定义膜层(Defining Coatings)....1345
8.4.3.1. 编辑膜层文件(Editing the Coating File)....1346
8.4.3.2. 膜层文件数据语句(Coating File Data Syntax)....1346
8.4.3.3. MATE数据部分(The MATE Data Section)....1347
8.4.3.4. TAPR数据部分(The COAT Data Section)....1348
8.4.3.5. COAT数据部分(The COAT Data Section)....1350
8.4.3.6. 定义重复膜层层组(Defining Replicated Groups of Coating Layers)....1350
8.4.3.7. 定义简单理想膜层(Defining Simple Ideal Coatings)....1351
8.4.3.8. 加密数据部分(The ENCRYPTED Data Section)....1351
8.4.3.9. IDEAL数据部分(The IDEAL Data Section)....1352
8.4.3.10. IDEAL2数据部分(The IDEAL2 Data Section)....1352
8.4.3.11. TABLE数据部分(The COAT Data Section)....1352
8.4.3.12. 在膜层文件添加注释(Adding Comments to the Coating File)....1353
8.4.3.13. 对于膜层数据量的限制(Limits on the Amount of Coating Data)....1353
8.4.4. 关于膜层(About Coatings)....1354
8.4.4.1. 自带的默认材料和膜层 (Default Materials & Coatings Supplied with OpticsViewer)....1354
8.4.4.2. 指定表面上的膜层(Specifying Coatings on Surfaces)....1355
8.4.4.3. 作为标准量具的膜层(Coatings as Etalons)....1357
8.4.4.4. 优化膜层(Optimizing Coatings)....1358
8.4.4.5. 无膜层表面属性(Properties of Uncoated Surfaces)....1358
8.5. 散射组(Scattering Group)....1359
8.5.1. ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)....1360
8.5.2. 散射函数查看器(Scatter Function Viewer)....1362
8.5.3. 散射极坐标图(Scatter Polar Plot)....1365
8.6. 荧光散射组(Phosphors and Fluorescence Group)....1367
8.6.1. 新建光谱文件(Create Spectrum File)....1367
8.6.2. 查看光谱文件(View Spectrum File)....1368
8.7. 光源组(Sources Group)....1369
8.7.1. IES光源模型(IES Source Models)....1370
8.7.1.1. 下载IES文件(Download IES File)....1370
8.7.1.2. 将光谱光源文件(SDF)转换为IES(Convert Spectral Source File (SDF) to IES)....1371
8.7.2. SDF光源模型(Spectral Source Models)....1372
8.7.2.1. 转换为光谱光源文件(Convert to Spectral Source File)....1373
8.7.2.2. 合并光谱光源文件(Concatenate Spectral Source Files)....1374
8.8. 光源查看器组(Source Viewers Group)....1376
8.8.1. 光源配光曲线图（Source Directivity Plot）....1376

8.8.2. 光源极坐标图（Source Polar Plot）.....1377
8.8.3. 光源光谱图(Source Spectrum Plot).....1379
8.8.4. CIE 1931色品图(CIE 1931 Color Chart).....1380
8.8.5. CIE 1976色品图(CIE 1976 Color Chart).....1381
9 零件设计选项卡(The Part Designer Tab).....1383
9.1. 系统选项组（零件设计选项卡）(System Group (the part designer tab)).....1383
9.1.1. 零件设计(Part Designer).....1384
9.1.2. 文件（系统选项组、零件设计选项卡）(File (system group, the part designer tab)).....1384
9.1.3. 撤消 恢复(Undo Redo).....1385
9.1.4. 导入示例(Load Example).....1385
9.1.5. 编译所有(Build All).....1386
9.2. 脚本、草图、零件库、配置选项(Script, Sketch, and Gallery Modes, Project Preferences).....1386
9.2.1. 脚本模式(Script Mode).....1386
9.2.2. 草图模式(Sketch Mode).....1387
9.2.3. 零件库(脚本、草图、零件库、配置选项)(Gallery Mode (script, sketch, and gallery modes, project preferences)).....1388
9.2.4. 配置选项(Project Preferences).....1390
9.3. 插入组（零件设计选项卡）(Insert Group (the part designer tab)).....1391
9.3.1. 声明(Declaration).....1391
9.3.1.1. 参数(Parameter).....1391
9.3.1.2. 常量(Constant).....1392
9.3.2. 物体(Objects).....1392
9.3.2.1. 立方体(Cube).....1393
9.3.2.2. 圆锥体(Cone).....1393
9.3.2.3. 圆柱体(Cylinder).....1394
9.3.2.4. 复合抛物面聚光器(Compound Parabolic Concentrator).....1395
9.3.2.5. 矩形复合抛物面聚光器(Rectangular Compound Parabolic Concentrator).....1396
9.3.2.6. 椭圆体1(Elliptical Volume 1).....1397
9.3.2.7. 椭圆体2(Elliptical Volume 2).....1397
9.3.2.8. 镜头(Lens).....1398
9.3.2.9. 多边形(Polygon).....1399
9.3.2.10. 棱锥体（物体）(Pyramid (objects)).....1400
9.3.2.11. 键槽体(Slot).....1400
9.3.2.12. 球体（物体）(Sphere(objects)).....1401
9.3.2.13. 螺旋体(Spiral).....1402
9.3.2.14. 圆环体(Torus).....1403
9.3.3. 草图实体(Sketch Objects).....1403
9.3.3.1. 拉伸凸台(Prism/Extrusion).....1404
9.3.3.2. 拉伸棱锥（草图实体）(Pyramid (sketch objects)).....1404
9.3.3.3. 回转实体(Revolve).....1404

9.4. 操作选项组（零件设计选项卡）(Operations Group (the part designer tab))....1404
9.4.1. 形状（操作选项组、零件设计选项卡）(Shapes (operations group, the part designer tab))....1405
9.4.1.1. 矩阵阵列(编辑实体)(Array (shapes))....1405
9.4.1.2. 复制实体(Copy)....1406
9.4.1.3. 圆形阵列(Ring)....1406
9.4.1.4. 倒角(Chamfer)....1406
9.4.1.5. 圆角(Fillet)....1406
9.4.1.6. 释放内存(Free)....1406
9.4.1.7. 缩放实体(Scale)....1406
9.4.1.8. 着色实体（编辑实体）(Color (shapes))....1406
9.4.2. 平移/镜像（操作选项组、零件设计选项卡）(Translate (operations group, the part designer tab))....1407
9.4.2.1. 移动实体(Move)....1407
9.4.2.2. 旋转实体(Rotate)....1407
9.4.2.3. 镜像合并(Mirror)....1408
9.4.2.4. 反射(Reflect)....1408
9.4.2.5. 放置(Position)....1408
9.4.3. 布尔运算（操作指令组）(Boolean (operations group))....1408
9.4.3.1. 相加(Union)....1409
9.4.3.2. 相减(Difference)....1409
9.4.3.3. 重叠(Overlap)....1409
9.4.4. 光线（操作选项组、零件设计选项卡）(Ray (operations group, the part designer tab))....1410
9.4.5. 数学规则（操作选项组）(Math Syntax (operations group))....1410
9.5. 草图指令组(Sketch Group)....1411
9.5.1. 箭头工具(Arrow Tool)....1411
9.5.2. 直线工具(Line Tool)....1412
9.5.3. 曲线工具(Curve Tool)....1412
9.5.4. 弧线工具(Arc Tool)....1413
9.6. 搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab))....1413
9.7. 零件设计的使用(Using Part Designer)....1414
9.7.1. 开始(Getting Started)....1414
9.7.2. ZPO和ZSO(ZPO & ZSO)....1414
9.7.3. 创建一个零件物体(Building a Part Object)....1415
9.7.4. 创建草图(Creating a Sketch)....1415
9.7.5. 使用草图(Using a Sketch)....1416
9.7.6. 什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?)....1416
9.7.7. OpticStudio中显示和参数化的草图(Exposing & Parameterizing Sketches Within OpticStudio)....1418
9.7.8. 约束曲线(Constraining a Curve)....1418

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.7.9. 对点和弧线命名(Naming Points & Arcs)....1419
9.7.10. 零件库（使用零件设计）(Gallery Mode (using part designer))....1419
9.7.11. 命令（使用零件设计）(Commands (using part designer))....1420
9.7.12. 插入组（使用零件设计）(Insert Group (using part designer))....1421
9.7.12.1. 声明命令(Declaration Commands)....1421
9.7.12.2. 物体创建命令(Object Creation Commands)....1421
9.7.12.3. 草图实体命令(Sketch Object Commands)....1423
9.7.13. 操作选项组（使用零件设计）(Operations Group (using part designer))....1423
9.7.13.1. 形状(操作选项组、使用零件设计)(Shapes (operations group, using part designer))....1423
9.7.13.2. 平移/镜像（操作选项组、使用零件设计）(Translate (operations group, using part designer))....1424
9.7.13.3. 布尔运算（操作指令组、使用零件设计）(Boolean (operations group, using parts designer))....1425
9.7.13.4. 光线（操作选项组、使用零件设计）(Ray (operations group, using parts designer))....1425
9.7.13.5. 数学规则（操作选项组、使用零件设计）(Math Syntax (operations group, using part designer))....1426
9.7.14. 教程1：7单元格集群光学聚光镜（使用零件设计）(Tutorial 1: 7-Cell Cluster Concentrator Optic (using part designer))....1426
9.7.15. 教程2：（使用零件设计）从草图构建棱镜(Tutorial 2: Building a Prism from Sketches (using part designer))....1432
10 编程选项卡(The Programming Tab)....1439
10.1. ZPL宏组(ZPL Macros Group)....1439
10.1.1. 宏列表(Macro List)....1439
10.1.2. 编辑/运行(Edit/Run)....1440
10.1.3. 刷新列表（zpl宏组）(Refresh List (zpl macros group))....1442
10.1.4. 新建宏(New Macro)....1442
10.1.5. 宏帮助(Macro Help)....1443
10.2. 关于ZPL(About the ZPL)....1443
10.2.1. 简介（关于zpl）(Introduction (about the zpl))....1444
10.2.2. 创建ZPL宏(Creating ZPL Macros)....1444
10.2.3. ZPL概述(An Overview of ZPL)....1444
10.2.3.1. 赋值(Assignments)....1444
10.2.3.2. 关键字（zpl概述）(Keywords (an overview of zpl))....1445
10.2.3.3. 注释(Comments)....1445
10.2.3.4. 创建图形(Creating Graphics)....1446
10.2.4. 数值变量(Numeric Variables)....1446
10.2.5. 数组变量(Array Variables)....1446
10.2.6. 数值运算符(Numeric Operations)....1447
10.2.7. 数值逻辑运算符(Numeric Logical Operators)....1447

10.2.8. 字符串变量(String Variables).....1448
10.2.9. 字符串运算符（String Operations）.....1448
10.2.10. 字符串逻辑运算符(String Logical Operators).....1449
10.2.11. 数值函数（Numeric Functions）.....1449
10.2.12. 使用FICL()函数(Using the FICL() Function).....1466
10.2.13. 字符串函数(String Functions).....1466
10.2.14. 关键字（关于zpl）(KEYWORDS (about the zpl)).....1469
10.2.14.1. APMN、APMX、APTP、APXD、APYD(APMN, APMX, APTP, APXD, APYD).....1469
10.2.14.2. ATYP、AVAL(ATYP, AVAL).....1469
10.2.14.3. BEEP.....1469
10.2.14.4. BROWSE.....1469
10.2.14.5. CALLMACRO.....1470
10.2.14.6. CALLSETDBL.....1470
10.2.14.7. CALLSETSTR.....1470
10.2.14.8. COAT.....1471
10.2.14.9. COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON（关键字）(COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON (keywords)).....1471
10.2.14.10. COMPOSITEOFF（关键字）(COMPOSITEOFF (keywords)).....1471
10.2.14.11. COMPOSITEON（关键字）(COMPOSITEON (keywords)).....1471
10.2.14.12. CLOSE.....1471
10.2.14.13. CLOSEWINDOW.....1472
10.2.14.14. COLOR（关键字、关于zpl）(COLOR (keywords, about the zpl)).....1472
10.2.14.15. COMMAND.....1472
10.2.14.16. COMMENT（关键字、关于zpl）(COMMENT (keywords, about the zpl)).....1472
10.2.14.17. CONI.....1473
10.2.14.18. CONVERTFILEFORMAT.....1473
10.2.14.19. CONVERTIMAGETOGRID.....1473
10.2.14.20. COPYFILE.....1473
10.2.14.21. CURV.....1474
10.2.14.22. DECLARE.....1474
10.2.14.23. DEFAULTMERIT.....1474
10.2.14.24. DELETE.....1475
10.2.14.25. DELETECONFIG（关键字）(DELETECONFIG (keywords)).....1475
10.2.14.26. DELETEFILE.....1475
10.2.14.27. DELETEMCO（关键字）(DELETEMCO (keywords)).....1475
10.2.14.28. DELETEMFO（关键字）(DELETEMFO (keywords)).....1476
10.2.14.29. DELETEOBJECT（关键字）(DELETEOBJECT (keywords)).....1476
10.2.14.30. DELETETOL.....1476
10.2.14.31. EDVA.....1476
10.2.14.32. END.....1477
10.2.14.33. EXPORTBMP.....1477
10.2.14.34. EXPORTCAD（关键字）（EXPORTCAD (keywords)）.....1477

10.2.14.35. EXPORTJPG....1478
10.2.14.36. FINDFILE....1479
10.2.14.37. FLDX、FLDY、FWGT、FVDX、FVDY、FVCX、FVCY、FVAN....1479
10.2.14.38. FOR、NEXT....1479
10.2.14.39. FORMAT....1480
10.2.14.40. FTYP....1481
10.2.14.41. GCRS....1481
10.2.14.42. GDATE....1481
10.2.14.43. GETDENCUSER1D....1481
10.2.14.44. GETEXTRADATA....1482
10.2.14.45. GETGLASSDATA....1483
10.2.14.46. GETLSF....1483
10.2.14.47. GETMTF....1485
10.2.14.48. GETMTFUSER1D....1485
10.2.14.49. GETNSCMTF....1487
10.2.14.50. GETPSF....1487
10.2.14.51. GETSYSTEMDATA....1488
10.2.14.52. GETTEXTFILE（关键字）(GETTEXTFILE (keywords))....1490
10.2.14.53. GETVARDATA....1491
10.2.14.54. GETZERNIKE....1492
10.2.14.55. GLAS....1493
10.2.14.56. GLASSTEMPLATE....1493
10.2.14.57. GLENSNAME....1493
10.2.14.58. GLOBALTOLOCAL（关键字）(GLOBALTOLOCAL (keywords))....1494
10.2.14.59. GOSUB、SUB、RETURN和END(GOSUB, SUB, RETURN, and END)....1494
10.2.14.60. GOTO....1494
10.2.14.61. GRAPHICS（关键字）(GRAPHICS (keywords)))....1495
10.2.14.62. GTEXT....1496
10.2.14.63. GTEXTCENT....1496
10.2.14.64. GTITLE....1496
10.2.14.65. HAMMER（关键字）(SETTOL (keywords))....1496
10.2.14.66. IF-THEN-ELSE-ENDIF....1497
10.2.14.67. IMA....1498
10.2.14.68. IMAGECOMBINE....1498
10.2.14.69. IMAGEEXTRACT....1499
10.2.14.70. IMASHOW....1499
10.2.14.71. IMASUM....1499
10.2.14.72. IMPORTEXTRADATA（关键字）(IMPORTEXTRADATA (keywords))....1500
10.2.14.73. INPUT....1500
10.2.14.74. INSERT....1501
10.2.14.75. INSERTCONFIG....1501
10.2.14.76. INSERTMCO（关键字）(INSERTMCO (keywords))....1501
10.2.14.77. INSERTMFO（关键字）(INSERTMFO (keywords))....1501

10.2.14.78. INSERTOBJECT（关键字）(INSERTOBJECT (keywords))....1502
10.2.14.79. INSERTTOL....1502
10.2.14.80. LABEL....1502
10.2.14.81. LINE（关键字）(LINE (keywords))....1503
10.2.14.82. LOADARCHIVE....1503
10.2.14.83. LOADCATALOG....1503
10.2.14.84. LOADDETECTOR（关键字）（OADDETECTOR (keywords)）....1503
10.2.14.85. LOADLENS....1504
10.2.14.86. LOADMERIT（关键字）(LOADTOLERANCE (keywords))....1504
10.2.14.87. LOADTOLERANCE（关键字）(LOADTOLERANCE (keywords))....1505
10.2.14.88. LOCALTOGLOBAL（关键字）(LOCALTOGLOBAL (keywords))....1505
10.2.14.89. LOCKWINDOW....1505
10.2.14.90. MAKEFACETLIST....1506
10.2.14.91. MAKEFOLDER....1506
10.2.14.92. MODIFYSETTINGS（关键字）(MODIFYSETTINGS (keywords))....1506
10.2.14.93. NEXT....1518
10.2.14.94. NSLT....1518
10.2.14.95. NSTR....1519
10.2.14.96. NSTR2....1519
10.2.14.97. NUMFIELD....1520
10.2.14.98. NUMWAVE....1520
10.2.14.99. OPEN....1520
10.2.14.100. OPENANALYSISWINDOW....1521
10.2.14.101. OPTIMIZE（关键字）(OPTIMIZE (keywords))....1521
10.2.14.102. OPTRETURN....1522
10.2.14.103. OUTPUT....1522
10.2.14.104. PARM....1523
10.2.14.105. PARAXIAL（关键字、编程选项卡、关于zpl）(PARAXIAL (keywords, programming tab, about the zpl))....1523
10.2.14.106. PAUSE....1524
10.2.14.107. PIXEL....1524
10.2.14.108. PLOT....1524
10.2.14.109. PLOT2D....1526
10.2.14.110. POLDEFINE....1527
10.2.14.111. POLTRACE....1527
10.2.14.112. POP....1529
10.2.14.113. PRINT....1529
10.2.14.114. PRINTFILE....1530
10.2.14.115. PRINTWINDOW....1530
10.2.14.116. PWAV....1531
10.2.14.117. QUICKFOCUS（关键字）(QUICKFOCUS (keywords))....1531
10.2.14.118. QUICKSENSITIVITY（关键字）(QUICKSENSITIVITY (keywords))....1531
10.2.14.119. RADI....1532

10.2.14.120. RANDOMIZE....1532
10.2.14.121. RAYTRACE....1533
10.2.14.122. RAYTRACEX....1533
10.2.14.123. READ....1534
10.2.14.124. READ_LOCALE....1535
10.2.14.125. READNEXT_LOCALE....1536
10.2.14.126. READNEXT....1536
10.2.14.127. READSKIP....1537
10.2.14.128. READSTRING....1537
10.2.14.129. RELEASE....1538
10.2.14.130. RELOADOBJECTS....1538
10.2.14.131. REM, !, #....1538
10.2.14.132. REMOVEVARIABLES（关键字）(REMOVEVARIABLES (keywords))....1539
10.2.14.133. RESUMEUPDATES....1539
10.2.14.134. RENAMEFILE....1539
10.2.14.135. RETURN....1539
10.2.14.136. REWIND....1540
10.2.14.137. SAVEARCHIVE....1540
10.2.14.138. SAVEDETECTOR（关键字）(SAVEDETECTOR (keywords))....1540
10.2.14.139. SAVELENS....1541
10.2.14.140. SAVEMERIT（关键字）(SAVEMERIT (keywords))....1541
10.2.14.141. SAVETOLERANCE（关键字）(SAVETOLERANCE (keywords))....1541
10.2.14.142. SAVEWINDOW....1542
10.2.14.143. SCATTER....1542
10.2.14.144. SDIA....1542
10.2.14.145. SETAIM....1542
10.2.14.146. SETAIMDATA....1543
10.2.14.147. SETAPODIZATION....1543
10.2.14.148. SETCONFIG（关键字）(SETCONFIG (keywords))....1543
10.2.14.149. SETDETECTOR....1544
10.2.14.150. SETMCOPERAND....1544
10.2.14.151. SETNSCPARAMETER（关键字）(SETNSCPARAMETER (keywords))....1545
10.2.14.152. SETNSCPOSITION（关键字）(SETNSCPOSITION (keywords))....1545
10.2.14.153. SETNSCPROPERTY（关键字）(SETNSCPROPERTY (keywords))....1546
10.2.14.154. SETOPERAND（关键字）(SETOPERAND (keywords))....1554
10.2.14.155. SETSTDD....1555
10.2.14.156. SETSURFACEPROPERTY、SURP(SETSURFACEPROPERTY, SURP)....1555
10.2.14.157. SETSYSTEMPROPERTY、SYSP(SETSYSTEMPROPERTY, SYSP)....1562
10.2.14.158. SETTEXTSIZE....1566
10.2.14.159. SETTITLE....1566
10.2.14.160. SETTOL（关键字）(SETTOL (keywords))....1566
10.2.14.161. SETUNITS....1567
10.2.14.162. SETVAR....1567

10.2.14.163. SETVECSIZE....1567
10.2.14.164. SETVIG（关键字）(SETVIG (keywords))....1568
10.2.14.165. SHOWBITMAP....1568
10.2.14.166. SHOWFILE....1568
10.2.14.167. SOLVEBEFORESTOP....1569
10.2.14.168. SOLVERETURN....1569
10.2.14.169. SOLVETYPE....1569
10.2.14.170. STOPSURF....1572
10.2.14.171. SUB....1573
10.2.14.172. SURFTYPE....1573
10.2.14.173. 暂停更新(SUSPENDUPDATES)....1573
10.2.14.174. TELECENTRIC....1573
10.2.14.175. TESTPLATEFIT....1573
10.2.14.176. THIC....1574
10.2.14.177. TIMER....1574
10.2.14.178. TOLERANCE....1574
10.2.14.179. UNLOCKWINDOW....1575
10.2.14.180. UPDATE....1575
10.2.14.181. VEC1、VEC2、VEC3、VEC4....1575
10.2.14.182. WAVL、WWGT....1576
10.2.14.183. XDIFFIA....1576
10.2.14.184. ZBFCLR....1577
10.2.14.185. ZBFMULT....1577
10.2.14.186. ZBFPROPERTIES....1578
10.2.14.187. ZBFREAD....1578
10.2.14.188. ZBFRESAMPLE....1579
10.2.14.189. ZBFSHOW....1579
10.2.14.190. ZBFSUM....1580
10.2.14.191. ZBFTILT....1580
10.2.14.192. ZBFWRITE....1580
10.2.14.193. ZRDAPPEND....1581
10.2.14.194. ZRDFILTER....1581
10.2.14.195. ZRDPLAYBACK....1581
10.2.14.196. ZRDSAVERAYS....1582
10.2.14.197. ZRDSUM....1582
10.2.15. 示例宏1(Example Macro 1)....1582
10.2.16. 示例宏2(Example Macro 2)....1583
10.2.17. 从宏中调用宏(Calling a Macro from within a Macro)....1584
10.2.18. 从命令行运行宏(Running Macros from the Command Line)....1585
10.2.19. 使用ZPL宏求解（Using ZPL Macro Solves）....1585
10.2.19.1. 有关ZPL宏求解的重要注意事项(Important Considerations for ZPL Macro Solves)....1586
10.2.19.2. 列编号的整数代码（Integer Codes for Column Numbers）....1586

10.3. 字符串代码(String Codes)....1587
10.4. ZOS-API.NET应用程序组(ZOS-API.NET Applications Group)....1594
10.4.1. 自定义分析(User Analyses)....1594
10.4.1.1. OpticStudio包含的自定义分析(User Analyses Included with OpticStudio)....1594
10.4.2. 自定义扩展(User Extensions)....1595
10.4.2.1. OpticStudio包含的自定义扩展程序(User Extensions Included with OpticStudio)....1595
10.4.3. 交互扩展(Interactive Extension)....1595
10.4.4. 帮助系统（zos-api.net应用程序组）(Help System (zos-api.net applications group))....1596
10.4.5. ZOS-API语法帮助(zos-api.net应用程序组)(ZOS-API Syntax Help (zos-api.net applications group))....1597
10.5. ZOS-API.NET应用程序编译器组(ZOS-API.NET Application Builders Group)....1598
10.5.1. C#....1599
10.5.2. C++....1599
10.5.3. Mathematica....1599
10.5.4. MATLAB....1600
10.5.5. Python....1600
10.6. 关于ZOS-API(About the ZOS-API)....1601
10.6.1. 简介（关于zos-api）(Introduction (about the zos-api))....1601
10.6.2. 连接...(Get Connected...)....1601
10.6.2.1. 手动创建项目（使用Visual Studio）(Manually Creating a Project (Using Visual Studio))....1602
10.6.2.2. 自动创建项目（Visual Studio）(Automatically Creating a Project (For Visual Studio))....1608
10.6.3. IZOSAPI_Application TheApplication....1612
10.6.3.1. Void TheApplication.CloseApplication()....1612
10.6.3.2. LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus（只读）(LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus (Read Only))....1612
10.6.3.3. ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode（只读）(ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode (Read Only))....1612
10.6.3.4. 在应用程序级别使用IOpticalSystem(Working With IOpticalSystem at the Application Level)....1613
10.6.3.5. "Samples"文件夹(TheApplication.SampleDir)(The 'Samples' Folder (TheApplication.SampleDir))....1613
10.6.4. IOpticalSystem ThePrimarySystem....1614
10.6.4.1. 文件操作(File Operations)....1614
10.6.5. ISystemData TheSystemData....1615
10.6.5.1. ISDApertureData Aperture....1615
10.6.5.2. IFields视场(IFields Fields)....1617
10.6.5.3. IWavelengths波长(IWavelengths Wavelengths)....1618
10.6.5.4. ISDEnvironmentData Environment....1619
10.6.5.5. ISDPolarizationData Polarization....1619

10.6.5.6. ISDAdvancedData高级(ISDAdvancedData Advanced)....1620
10.6.5.7. ISDRayAimingData RayAiming....1621
10.6.5.8. ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs....1622
10.6.5.9. ISDTitleNotes TitleNotes....1623
10.6.5.10. ISDFiles Files....1623
10.6.5.11. ISDUnitsData单位(ISDUnitsData Units)....1624
10.6.6. 分析(Analysis)....1626
10.6.6.1. 启动分析(Starting an Analysis)....1626
10.6.6.2. 查看分析信息(Viewing Analysis Information)....1626
10.6.6.3. 更改设置(Changing Settings)....1627
10.6.6.4. 生成结果(Generating Results)....1628
10.6.6.5. 获取结果(Getting Results)....1628
10.6.7. 镜头数据编辑器（ILensDataEditor）(The Lens Data Editor(ILensDataEditor))....1632
10.6.7.1. ILDERow SurfaceType <XXX链接到序列模式表面(ILDERow SurfaceType <XXX link to Sequential Surfaces>)....1633
10.6.7.2. ISurfaceTypeSettings....1634
10.6.7.3. ILDERow"表面属性"(ILDERow 'Surface Properties')....1634
10.6.7.4. ILDETypeData TypeData....1634
10.6.7.5. ILDEDrawData DrawData....1635
10.6.7.6. ILDEApertureData ApertureData....1635
10.6.7.7. ILDEScatteringData ScatteringData....1636
10.6.7.8. ILDETiltDecenterData TiltDecenterData....1636
10.6.7.9. ILDEPhysicalOpticsData PhysicalOpticsData....1637
10.6.7.10. ILDECoatingData CoatingData....1638
10.6.7.11. ILDEImportData ImportData....1639
10.6.7.12. IeditorCell（镜头数据编辑器）(IeditorCell (the lens data editor))....1639
10.6.8. 非序列模式元件编辑器（INonSeqEditor）(The Non-sequential Component Editor (INonSeqEditor))....1640
10.6.8.1. INCERow ObjectType <XXX链接到NSC物体概述(INCERow ObjectType <XXXLink to Summary of NSC Objects>)....1641
10.6.8.2. INCETypeData TypeData....1642
10.6.8.3. INCEDrawData DrawData....1643
10.6.8.4. INCESourcesData SourcesData....1643
10.6.8.5. INCECoatScatterData CoatScatterData....1644
10.6.8.6. INCEScatterToData ScatterToData....1644
10.6.8.7. INCEVolumePhysicsData VolumePhysicsData....1644
10.6.8.8. INCEIndexData IndexData....1645
10.6.8.9. INCEDiffractionData DiffractionData....1645
10.6.8.10. INCECADData CADData....1646
10.6.9. 评价函数编辑器(IMeritFunctionEditor)(The Merit Function Editor (IMeritFunctionEditor))....1647

10.6.9.1. IMFERow MeritOperandType <XXX链接到优化操作数类型>(IMFERow MeritOperandType <XXXLink to Merit Operand Type>)....1648
10.6.9.2. 所有MeritOperandType可用的基础数据(undamental Data Available to all MeritOperandTypes)....1648
10.6.9.3. MeritOperandTypes的特殊数据(Data Specific to MeritOperandTypes)....1648
10.6.10. 公差数据编辑器（IToleranceDataEditor）(The Tolerance Data Editor (IToleranceDataEditor))....1649
10.6.10.1. ITDERow ToleranceOperandType <XXX链接到公差操作数类型(ITDERow ToleranceOperandType <XXXLink to Tolerance Operand Types>)....1649
10.6.10.2. 所有ToleranceOperandType可用的基础数据(Fundamental Data Available to All ToleranceOperandTypes)....1650
10.6.10.3. ToleranceOperandType的特殊数据(Data Specific to ToleranceOperandType)....1650
10.6.11. 多重结构编辑器(The Multi-Configuration Editor)....1650
10.6.11.1. IMCERow MultiConfigOperandType <XXX链接到多重结构操作数类 型>(IMCERow MultiConfigOperandType <XXXLink to Multiconfig Operand types>)....1652
10.6.11.2. 可用于所有MultiConfigOperandType的基础数据(Fundamental Data Available to all MultiConfigOperandTypes)....1653
10.6.11.3. MultiConfigOperandType的特殊数据(Data Specific to MultiConfigOperandType)....1653
10.6.11.4. 访问每个结构中的每个操作数单元格（值）(Visit Each Operand Cell (Value) in Each Configuration)....1653
10.6.12. IeditorCell（关于zos-api）(IeditorCell (about the zos-api))....1654
10.6.12.1. 获取IEditorCelL...(Get an IEditorCelL in the...)....1654
10.6.12.2. 可用于所有IEditorCell的基础值数据(Fundamental Value Data Available to All IEditorCells)....1655
10.6.12.3. 可用于所有IEditorCell的基础"求解"数据(Fundamental 'Solve' Data Available to All IEditorCells)....1655
10.6.13. IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools....1656
10.6.13.1. ISystemTool Tools.CurrentTool....1657
10.6.13.2. IGlobalOptimization OpenGlobalOptimization....1658
10.6.13.3. IHammerOptimization OpenHammerOptimization....1659
10.6.13.4. ICreateArchive OpenCreateZAR....1660
10.6.13.5. IRestoreArchive OpenRestoreArchive....1660
10.6.13.6. IExportCAD OpenExportCAD....1661
10.6.14. 自定义操作数(User Operand)....1662
10.6.15. 自定义分析(User Analysis)....1663
10.6.15.1. 初始化局部变量以访问自定义分析数据和设置(Initializing Local Variables to Access User Analysis Data and Settings)....1663
10.6.15.2. 设置 – 在运行时与用户交互(Settings – Interacting with the User at Runtime)....1663
10.6.15.3. If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)....1664

10.6.15.4. If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysis)....1664
10.6.16. 插件/扩展程序(Plug-In/Extension)....1666
10.6.17. 追迹大量光线（关于ZOS-API）(Tracing Large Numbers of Rays (About the ZOS-API))....1668
10.6.17.1. 批量光线追迹模式（关于ZOS-API）(Batch Ray Trace Modes (About the ZOS-API))....1669
11 STAR选项卡（The STAR Tab）....1676
11.1. 多物理场数据组（Multiphysics Data Group）....1677
11.1.1. 多物理场数据查看器（Multiphysics Data Viewer）....1677
11.1.2. 对称工具(Symmetry Tool)....1678
11.1.3. 多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）....1680
11.1.3.1. FEA/CFD数据要求(FEA/CFD Data Requirements)....1684
11.1.4. 拟合评估（Fit Assessment）....1687
11.1.5. 校准检查（Alignment Check）....1688
11.1.6. 元件刚体运动（Component RBMs）....1689
11.2. 数据概要组(Data Summary Group)....1691
11.2.1. 表面变形概要（Surface Deformation Summary）....1691
11.2.2. 表面变形选项(Surface Deformation Options)....1692
11.2.3. 体积数据概要（Volumetric Data Summary）....1692
11.2.4. 体积数据选项（Volumetric Data Options）....1693
11.3. 分析组(Analyses Group)....1693
11.3.1. 系统查看器（System Viewer）....1694
11.3.2. 性能分析（Performance Analysis）....1696
11.3.3. 二维变形图(2D Deformation Plot)....1699
11.3.4. 热折射率图(Thermal Index Plot)....1700
11.4. FEA拟合过程和RBM（FEA Fitting Process and RBMs）....1700
11.5. 关于节点权重（About Node Weights）....1702
11.6. 关于应力双折射（About Stress Birefringence）....1702
12 帮助选项卡（The Help Tab）....1704
12.1. 信息选项卡(Information Group)....1704
12.1.1. 关于OpticStudio(About)....1704
12.1.2. 许可证协议（License Agreement）....1705
12.1.3. License Utility....1705
12.1.3.1. 管理我的许可证（Manage my license）....1707
12.1.3.2. 借用许可证以供离线使用（Borrowing a license for offline use）....1707
12.2. 文档选项卡(Documentation Group)....1710
12.2.1. 帮助....1711
12.2.2. 帮助PDF(Help PDF)....1712
12.2.3. 脚本帮助(Scripting Help)....1713
12.2.4. 新功能(What's New)....1714
12.3. 实用工具选项卡(Utilities Group)....1715

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

12.3.1. 系统诊断(System Diagnostic)....1715
12.3.2. 功能查找(Feature Finder)....1716
12.4. Test Lab Group....1717
12.4.1. 实验功能（Feature Experiments）....1717
12.4.2. 用户调研（Research Surveys）....1717
12.5. 搜索栏（实用工具选项卡）(Search Bar (utilities tab))....1718
13 学习和支持选项卡（The Learning and Support Tab）....1719
13.1. 学习组（Learning Group）....1719
13.2. 支持组（Support Group）....1719
14 一般信息(General Information)....1720
14.1. 重要通知（Important Notice）....1720
14.2. 镜头设计参考(References on Lens Design)....1720
15 规约和定义(Conventions and Definitions)....1722
15.1. 当前结构(Active Configuration)....1722
15.2. 角放大率(Angular Magnification)....1722
15.3. 切趾(Apodization)....1722
15.4. 后焦距(Back Focal Length)....1722
15.5. 基面(Cardinal Planes)....1722
15.6. 主光线(Chief Ray)....1723
15.7. 坐标轴系(Coordinate Axes)....1723
15.8. 衍射极限(Diffraction Limited)....1723
15.9. 边缘厚度(Edge Thickness)....1723
15.10. 有效焦距(Effective Focal Length)....1724
15.11. 入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)....1724
15.12. 入瞳位置(Entrance Pupil Position)....1724
15.13. 出瞳直径(Exit Pupil Diameter)....1724
15.14. 出瞳位置(Exit Pupil Position)....1724
15.15. 视场角和高度(Field Angles and Heights)....1725
15.16. 光阑尺寸浮动(Float by Stop Size)....1726
15.17. 鬼像反射(Ghost Reflections)....1726
15.18. 玻璃(Glasses)....1726
15.19. 六边环(Hexapolar Rings)....1726
15.20. 像方空间F/#(Image Space F/#)....1727
15.21. 像方空间数值孔径（NA）(Image Space Numerical Aperture (NA))....1727
15.22. 镜头单位(Lens Units)....1727
15.23. 边缘光线(Marginal Ray)....1727
15.24. 最大视场(Maximum Field)....1727
15.25. 混合模式（Mixed Mode）....1727
15.26. 原生物体(Native Object)....1728
15.27. 非近轴系统(Non-Paraxial Systems)....1728

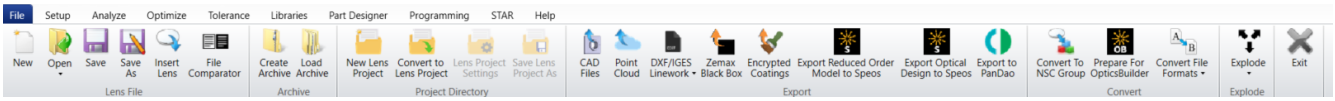
15.28. 非序列模式光线追迹(Non-sequential Ray Tracing)....1728
15.29. 归一化视场坐标(Normalized Field Coordinates)....1728
15.30. 归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates)....1730
15.31. 非序列模式....1731
15.32. 物方数值孔径(Object Space Numerical Aperture)....1731
15.33. 参数数据(Parameter Data)....1731
15.34. 近轴和傍轴光线(Paraxial and Parabasal Rays)....1731
15.35. 近轴像高(Paraxial Image Height)....1732
15.36. 近轴放大率(Paraxial Magnification)....1732
15.37. 近轴工作F/#(Paraxial Working F/#)....1732
15.38. 主波长(Primary Wavelength)....1732
15.39. 半径(Radii)....1733
15.40. 真实传播(Real propagation)....1733
15.41. RMS和P-V矢高误差（RMS and P-V Sag Errors）....1733
15.42. RMS矢高误差阈值（RMS Sag Error Threshold）....1733
15.43. 弧矢与子午(Sagittal and Tangential)....1734
15.44. 半直径(Semi-Diameters)....1734
15.45. 序列模式光线追迹(Sequential Ray Tracing)....1735
15.46. 特殊字符(Special Characters)....1735
15.47. 斯特列尔比(Strehl Ratio)....1735
15.48. 表面孔径(Surface Apertures)....1735
15.49. 系统孔径(System Aperture)....1735
15.50. 厚度(Thicknesses)....1735
15.51. 全内反射（TIR）(Total Internal Reflection (TIR))....1736
15.52. 总长(Total Track)....1736
15.53. 渐晕因子(Vignetting Factors)....1736
15.54. 虚拟传播(Virtual Propagation)....1738
15.55. 波长数据(Wavelength Data)....1738
15.56. 工作F/#(Working F/#)....1738

索引....1739

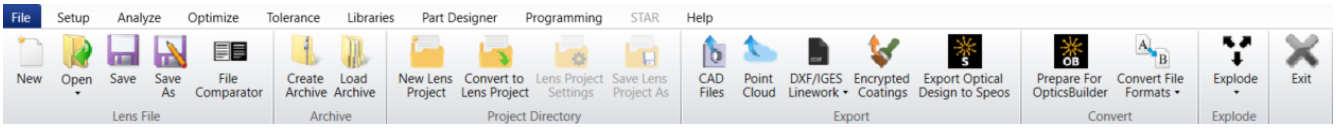
1: 文件选项卡（The File Tab）

文件选项卡（**The File Tab**）

此选项卡提供了OpticStudio序列模式用户界面所有文件的管理功能。



此选项卡提供了OpticStudio非序列模式用户界面所有文件的管理功能。



文件选项卡包含所有文件输入/输出功能，分为以下几组：

镜头文件组（**The Lens File group**） 包含所有正常的Windows文件管理任务，如打开文件，保存文件等。OpticStudio文件以或.ZMX格式存储，以及包含配置设置的相关.CFG文件，包含文件保存时所有打开窗口的设置数据的.SES或.ZDA文件。.ZDA文件除了设置信息，还包含保存的分析数据。.SES文件扩展程序用于旧版本的Zemax和OpticStudio，但与当前版本兼容。

存档文件组（**The Archive group**） 允许用户创建和打开OpticStudio存档文件。这些文件以.ZAR格式存储，包含了在另一台安装OpticStudio的计算机上打开该文件所需的所有文件。镜头设计使用的所有OpticStudio数据、玻璃库、膜层、CAD文件等文件都压缩到这个单一文件中，方便用户随着设计工作的进展轻松备份设计，或是把设计传递到另一台计算机。

项目目录组（**The Project Directory group**） 提供了针对镜头项目文件定制的标准Windows文件管理功能。有关镜头项目功能的完整描述，请参阅转换至镜头项目（Convert to Lens Project）。

导出文件组（**The Export group**） 用于访问OpticStudio中的所有导出功能，包括导出为ZMX、STEP、IGES、SAT和STL格式的CAD文件，以及导出为DXF和IGES图元图。

Zemax黑盒功能允许用户在镜头数据电子表格中加密一系列表面，这样在把电子表格交给其他OpticStudio用户时，不会泄漏设计本身的详细内容。这使用户可以将完全光线可追迹文件提交给客户或其他需要了解的同事，这些文件既可提供确切的光线追迹结果，又不暴露设计分类数据。

加密膜层功能是与薄膜膜层类似的功能，它允许将薄膜膜层的完整分类数据以加密格式导出，这样既可提供确切的光线追迹，又不暴露设计本身。

导出到Speos镜头系统工具可让用户创建当前光学系统的降阶模型，以用于Speos仿真。生成的模型包括光学系统的相关参数，以便在真实的环境中实现精确的光学传感器仿真。

导出至PanDao工具可创建一个供PanDao工具集（https://pandao.ch/）使用的.JSON文件，以帮助评估镜头制造方法对成本和性能的影响。

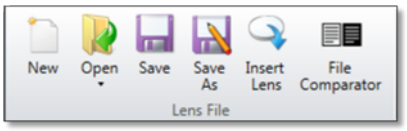
转换组（**The Convert group**） 允许用户在OpticStudio序列模式和非序列模式之间进行转换，也允许在原始格式和OpticStudio格式之间转换各种文件格式（如.MAT Matlab®、.INT干涉仪数据和.f3d OptiWave数据）。还可以把所有项目文件保存到项目目录，然后把系统封装到OpticsBuilder ZBD文件中。

分解组（**The Explode group**） 使用ZOF（Zemax物体格式）结构把各种格式的CAD装配体分解成单个零件。

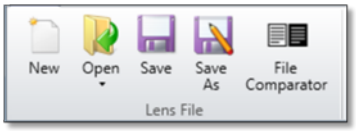
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

1.1. 镜头文件组（Lens File Group）

序列模式用户界面提供这些镜头文件组工具。



非序列模式用户界面提供这些镜头文件组工具。



这些工具提供标准Windows文件管理功能。"打开"图标不仅可打开"打开文件"对话框，而且还可打开最近使用的文件列表。

所有的OpticStudio镜头数据都保存在{文件名].zmx或{文件名}中，而且OpticStudio还可创建{文件名}.zda和{文件名}.cfg文件，允许任何打开的分析窗口以保存文件时的状态打开。

插入镜头图标可以将之前存储的镜头数据的表面数据插入到当前镜头文件中。

1.1.1. 新建/打开/保存/另存为（New/Open/Save/Save As）

镜头文件（Lens File）组提供标准的Windows文件管理功能。

新建（**New**）：清除现有的设计文件，并新建一个新文件。

打开（**Open**）：打开任何ZMX、ZAR、ZPRJ或ZBD文件。这其中包括设置为镜头项目的ZMX文件。"打开"下拉菜单显示近期打开的文件。

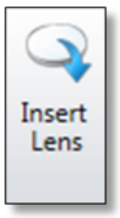
保存（**Save**）：使用当前文件名保存设计文件，覆盖旧版本。

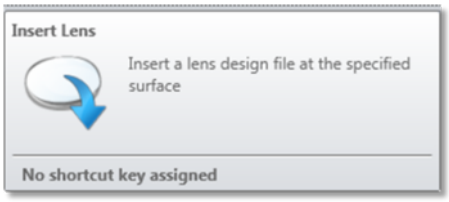
另存为（**SaveAs**）：使用新文件名保存一个设计副本，原始文件保持不变。您可以保存一个ZMX、ZAR或ZPRJ文件。所有OpticStudio镜头数据都保存在一个ZMX文件中，如果文件设置为镜头项目，则该文件包括镜头项目设置。注意，ZAR文件包含库和用户自定义数据，而ZPRJ旨在包含一个具有所有链接项目文件的镜头项目。

1.1.2. 插入镜头(Insert Lens)

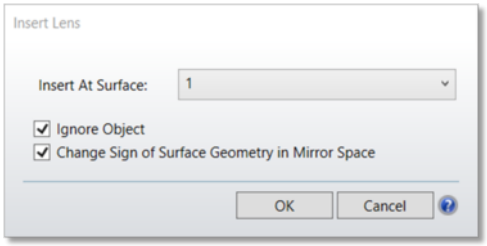
这一镜头文件组工具(Lens File Group Tool)仅在序列模式用户界面下可见。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.





将之前保存的镜头文件数据中的表面数据插入到当前的镜头文件中。这一选项类似于"打开"指令，但是当前的镜头数据不受影响，当选定了插入的镜头文件后，OpticStudio会提示输入该镜头插入到当前文件的面序号，以便在此位置处为这些新插入镜头数据（若干面）提供空间。

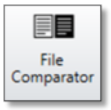


如果勾选"忽略物体"，则被插入镜头的物距将被忽略。

如果勾选"在反射面空间改变面的符号"这一选项，当被插入的镜头位于当前镜头的反射镜空间时，所有被插入镜头面的半径和厚度数据相反改变其正负号。如果被插入的镜头不在反射镜空间，即使勾选了这一选项，也不会有任何数据的符号改变。

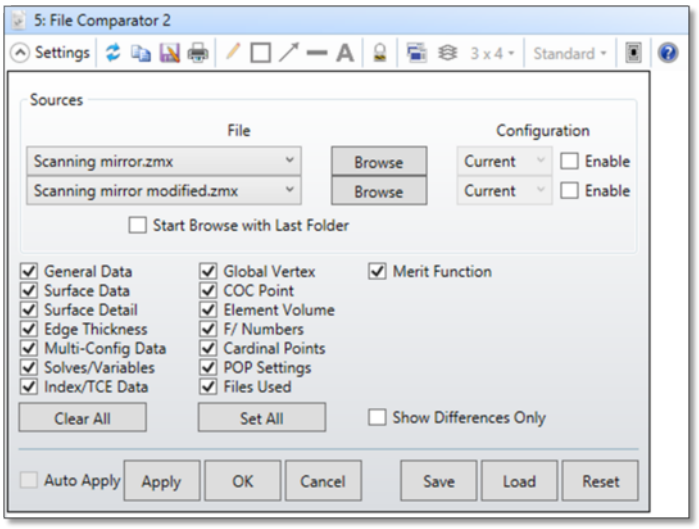
1.1.3. 文件比较器(File Comparator)

"文件比较器"用于比较两个相似的镜头文件，并排列出它们的数据参数。



文件比较器采用逐面比较的方式来比较两个不同的文件，或者比较同一文件或不同文件的两个结构。数据类别的格式非常类似于分类数据(Prescription Data)报告中所列的格式。文件比较器被通常用来比较透镜在优化前后的数据变化，或比较文件的不同版本。注意，所选的透镜文件不一定包含当前打开的透镜文件。

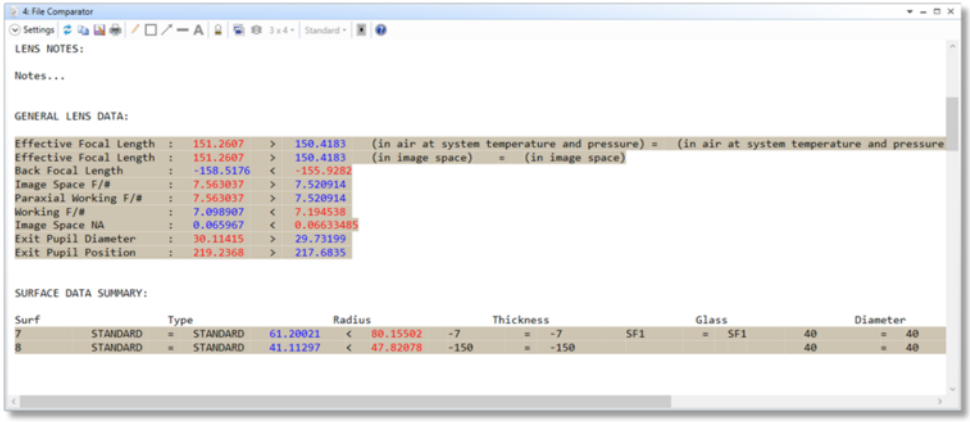
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



设置

当打开"文件比较器"，必须指定要比较的文件。注意：如果指定的是同一文件，则会在设置对话框底部发出以下警告"注意：同一文件/结构被选择用于比较。"如果确定是比较同一文件中的特定结构，则可以切换"结构"下的"启用"开关，以允许比较指定的相应结构。

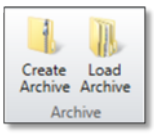
与"分类数据"报告中的"设置(Settings)"菜单相似，在比较之前可以从列表中选择或取消选择特定数据类别。在比较光学系统后，将高亮显示报告中存在差异的每行数据，以便快速评估数据。如果是比较数据的数值，将使用颜色编码有助于视觉效果。

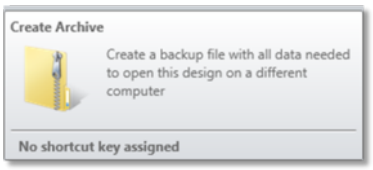


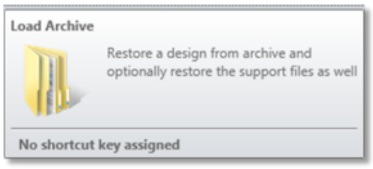
默认情况下，已选中"只显示差异(Show Difference Only)"复选框。在此模式下运行比较时，光学系统中具有相似信息的所有数据行将不报告显示，而只报告显示具有差异信息的数据行。

同其他分析一样，文件比较器允许您保存新的默认配置，只需在选中所需选项后选择"保存(Save)"即可。

1.2. 存档文件组(Archive Group)





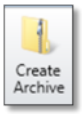


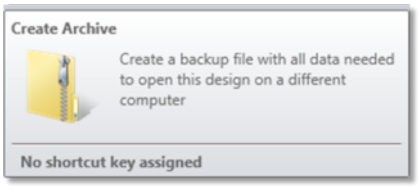
在OpticStudio中，"镜头"的主要文件采用了扩展名ZMX，同时也使用许多其它文件来定义光学设计的重要数据。这些文件包括玻璃库和梯度折射率数据库、膜层数据文件、用户自定义孔径文件、CAD格式文件、体散射和表面散射数据文件、外部定义的DLL文件、ZPL宏文件等等。这些数据文件的数量可能很多，并且这些文件可能存储在不同的文件夹中。因此将所有单独的文件进行备份和存档极不方便，且容易出错。如果需要通过电子邮件将某一镜头设计发送给同事，也会出现同样的问题。必须将这些文件全部收集在一起进行备份，然后才能存储或发送。要恢复全部设计和所有参考文件，也需要将所有文件恢复到对应的正确文件夹中，这样OpticStudio运行时才能找到这些文件。

此功能解决了这一数据备份和恢复问题。在备份过程中，系统会收集设计所使用的所有数据和文件，包括在创建备份存档文件时打开的所有分析窗口所使用的所有数据和文件，并将数据存储到单个存档文件中。OpticStudio Archive(ZAR)格式文件即是光学设计所有相关数据和文件完整备份的单文件解决方案。

存档就是将设计使用的所有文件的完整副本保存到ZAR文件中，不存储原文件夹的信息，仅保存文件的类型、名称和数据。例如，ZAR文件将包含设计使用的所有AGF玻璃库。当从ZAR文件恢复设计时，将创建AGF文件，并将此文件放到当前的玻璃库文件夹中。该功能允许将ZAR文件恢复到另一用户的计算机上，另一用户的电脑与创建ZAR所使用的电脑相比，可以有不同的硬盘和不同的玻璃库文件夹名称。

1.2.1. 创建存档文件（Create Archive）

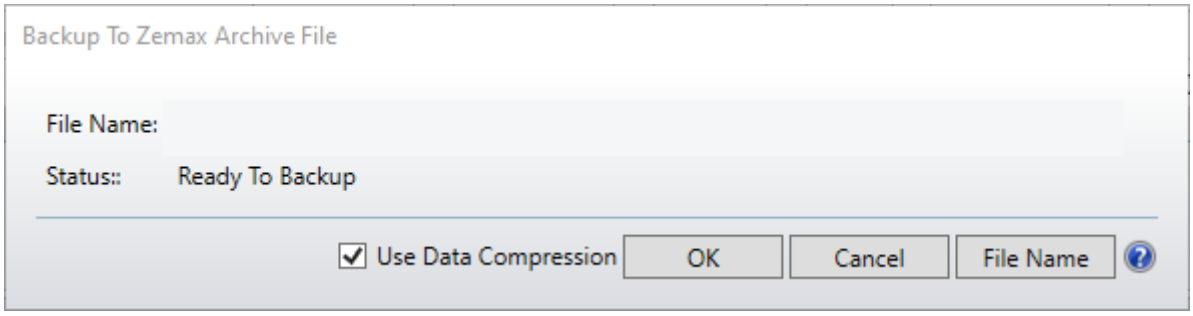




OpticStudio可处理两种存档文件格式（ZAR和ZPRJ）。ZAR存档包含未配置为OpticStudio镜头项目的ZMX文件，而ZPRJ存档则包含镜头项目及其所有链接文件。

当选择了"创建存档文件（Create Archive）"选项后，OpticStudio首先提示输入要创建的文件名，存档文件默认的是当前镜头的文件名，也可以给它另取一个任意有效的文件名，文件名称不需要与镜头文件名匹配。但是，如果对存档文件进行了重命名，则必须清楚一点，在恢复文件时使用的是原始镜头文件名。当选择文件名时，会出现包含"确认"、"取消"和"文件名"选项的对话框。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



选择"确认"将启用存档操作，选择"取消"将放弃存档。选择"文件名"为存档文件选择一个不同的名称。

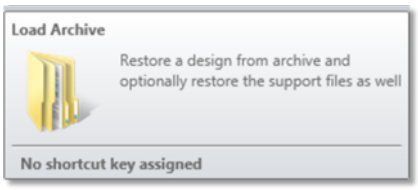
注意，创建存档文件的耗时取决于待备份文件的数量和大小以及是否要对它们进行数据压缩。OpticStudio使用的大多数文件大小适中，但某些文件（例如ZRD、光源光线DAT文件以及CAD文件）可能较大。如果其中某一文件的大小超过50.0MB，OpticStudio会提示用户是否继续将该文件备份至存档文件中，请注意，如果用户选择"否"，该文件将不会被存档，且无法从存档文件中恢复。这种情况下，必须要将该文件单独进行备份，因为该文件不会存储在存档文件中。

注意，ZAR存档不支持ZPRJ所支持的一些文件。例如，ZAR存档不存储与CAD装配体物体相关的单个部件文件（例如，参阅"CAD装配体：Autodesk Inventor、Creo Parametric（CAD Assembly: Autodesk Inventor, Creo Parametric）"）。建议对这些文件使用ZPRJ存档，但是在生成ZPRJ存档之前，需要使用转换为镜头项目功能将文件转换为镜头项目。否则，当向同事提供包含CAD装配体物体的存档文件时，必须要对这些部件文件分别单独备份，并与ZAR存档文件一起发送。

"创建存档文件"功能也支持压缩数据的选项。存档文件通过压缩数据可以生成较小的文件。旧版本的OpticStudio可能无法读取这些压缩文件。因此，使用数据压缩的选项可以被禁用，以便与旧版本的OpticStudio兼容。OpticStudio所使用的数据压缩算法旨在与将来的OpticStudio版本兼容，并以很小的开销提供相当好的压缩效果。但是，该算法通常不能提供最高级别的压缩效果。压缩功能不适用于ZRD文件，也不适用于大小超过50.0MB的任何母文件，因为这些大文件的压缩时间过长。

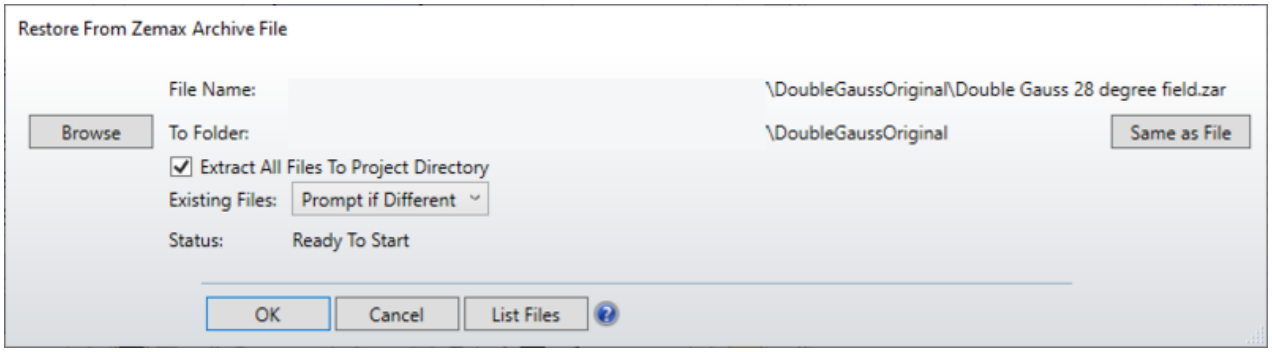
存档过程结束时会出现一个状态框，将报告错误或或过程是否完成。如果已成功完成，消息将显示"已完成"以及存储的文件数量。一旦生成了存档文件，就可以像其它数据文件一样，完成重命名、备份、发送等一系列文件操作。查看了提示信息后，按"关闭"以关闭存档功能。

1.2.2. 加载存档文件（Load Archive）

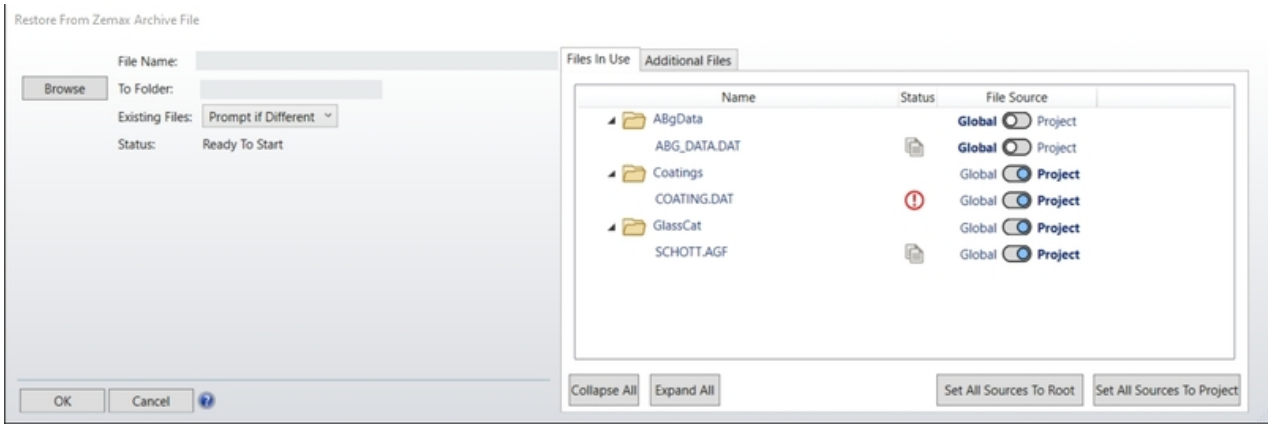


该功能加载先前创建的存档文件，并支持ZAR和ZPRJ存档格式。根据文件格式，OpticStudio将打开处理ZAR或ZPRJ的定制对话框。当选择该功能后，OpticStudio会提示您选择要恢复的文件。

当选择ZAR时，会显示以下对话框。



当选择ZPRJ时，OpticStudio会显示不同的对话框。该对话框如下所示。



注意，这两者有一些共同的功能，但不同的存档文件格式存在一些差别。

文件名（*File Name*）：要保存存档文件的文件名。

目标文件夹**（To Folder）：**此按钮供用户选择将存档文件恢复在哪个主文件夹。初始默认文件夹是存储存档文件的文件夹。不过，用户可以选择有读写权限的任何有效的文件夹。

对于ZAR文件，此文件夹是存储主镜头文件（ZMX）、配置文件（CFG）、Session文件（*.ZDA）和任何光线数据库（*.ZRD）文件的文件夹。根据OpticStudio文件夹选项所定义的，大多数其它文件（例如玻璃库（*.AGF）和动态链接库（*.DLL））都存储在当前OpticStudio所使用的文件夹中。可以通过激活如下所述的"将所有文件提取到项目目录"来更改此行为。

对于ZPRJ文件，此文件夹将被镜头项目用作项目目录文件夹。参阅转换至镜头项目（Convert to Lens Project）。

将所有文件提取到项目目录**（Extract All Files To Project Directory）：**此选项仅在加载ZAR存档文件时显示。当此复选框处于活动状态时，ZAR内容被转换为镜头项目。随附的文件存储在"目标文件夹"字段中选择的文件夹中，并作为项目文件链接到ZMX。如需了解有关镜头项目的更多信息，请参阅下方使用中的文件（Files In Use）和附加文件（Additional Files），以及转换为镜头项目（Convert to Lens Project）。

文件列表**（List Files）：**此选项仅适用于ZAR存档文件。其会打开一个窗口，列出ZAR存档文件中的所有文件、文件大小和日期。如果文件已压缩，则列出压缩的文件大小而不是原始文件大小。

现有文件**（Existing Files）：**此功能将告知OpticStudio在存档文件包含与现有文件发生同名时如何处理。这些处理选项有"全部覆盖"（在不警告和不保存原有文件的情况下，存档文件中的文件将覆盖同名的现有文件）、"全部忽略"（将保留同名的现有文件，并忽略存档文件中的同名文件）、"提示所有文件"（OpticStudio将对每一个重名文件询问是否覆盖或忽略处理）和"提示不同文件"（OpticStudio将提示对目标文件夹内重名但内容不同的文件进行覆盖或忽略处理）。

确定**（OK）：**开始从存档文件中恢复。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

取消（**Cancel**）：取消对存档文件的恢复并退出。

当完成恢复后，按"关闭"可关闭对话框。OpticStudio随后将立即加载刚恢复的ZMX文件。

"文件"选项卡及其选项

这两个选项卡仅在加载ZPRJ存档文件时显示。

使用中的文件（**Files In Use**）选项卡 显示镜头项目使用的文件，以及OpticStudio直接用于执行相关活动（如提取玻璃属性）的文件。在恢复ZPRJ存档文件时，文件源设置为"Project"的使用中的文件将保存在此文件夹中。文件源设置为"Root"的文件将按照OpticStudio文件夹选项所定义的保存。

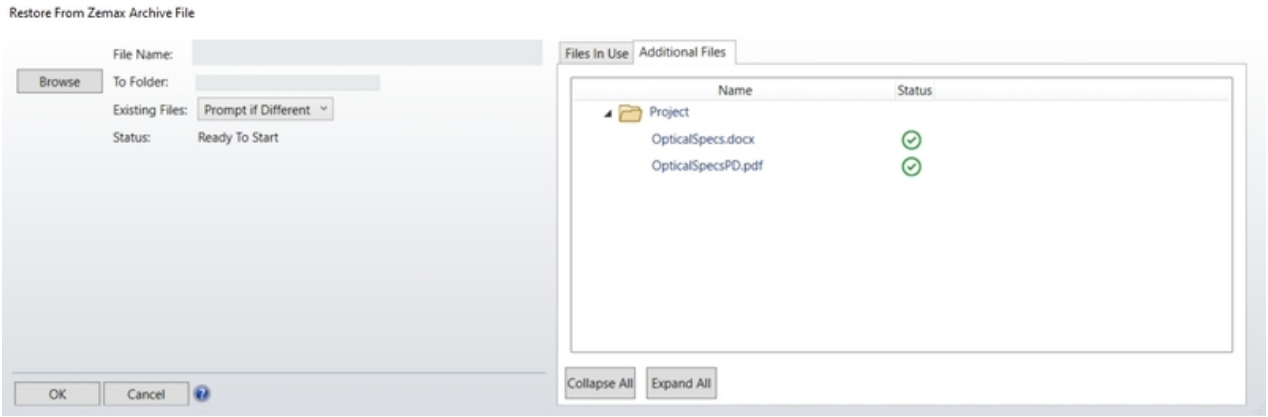
附加文件（**Additional Files**）选项卡 显示手动链接的文件。下面可以看到此选项卡的示例。注意，这些文件无法恢复到根目录，其将始终恢复到项目目录文件夹。有关如何手动链接文件的更多信息，请参阅镜头项目设置（Lens Project Settings）。

全部折叠（**Collapse All**）：单击此按钮时，所有文件夹将折叠，文件夹中的文件将不再显示。

全部展开（**Expand All**）：单击此按钮时，将展开所有文件夹，并显示文件夹中的所有文件。

将所有源设置为**Root（Set All Sources to Root）**：此选项仅在"使用中的文件"选项卡中可用。单击此按钮时，所有文件的文件源设置为"Root"。

将所有源设置为**Project（Set All Sources to Project）**：此选项仅在"使用中的文件"选项卡中可用。单击此按钮时，所有文件的文件源设置为"Project"。

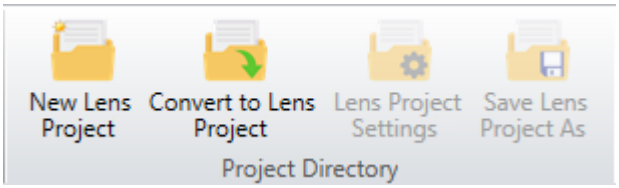


每个文件在状态栏中都有一个状态图标，将指针悬停在状态上将显示任何相关的消息，如下表所示。

状态	总体使用情况
	这表示未发现文件有任何问题。
	这表示文件存在于项目目录和根文件夹中，但包含相同的数据。
	这表示文件存在于两个位置，但具有不同的内容（文件不匹配），或从所选源中丢失。

1.3. 项目目录组（Project Directory Group）

序列模式用户界面和非序列模式用户界面提供这些项目目录组工具。



它们提供了针对镜头项目文件定制的标准Windows文件管理功能。

新建镜头项目（**New Lens Project**）图标可清除现有的设计文件，并在镜头项目文件夹中启动一个新的设计文件。

转换为镜头项目（**Convert to Lens Project**）使用新的名称保存镜头项目文件的副本，并保持原始文件不变。

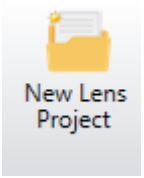
转换为镜头文件（**The Convert to Lens File**）将Zemax项目转换为Zemax镜头文件。

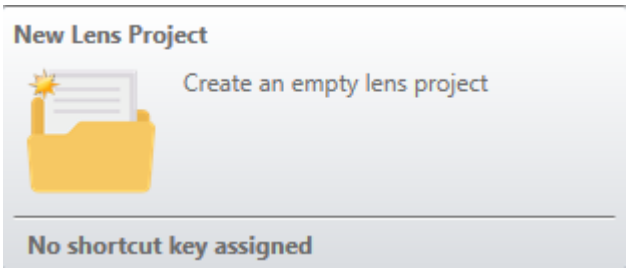
镜头项目设置（**Lens Project Settings**）允许您更改项目文件的加载位置，查看/添加/删除附加的链接文件，并从其它镜头项目中加载项目设置。

镜头项目另存为（**Save Lens Project As**）使用新的名称保存镜头项目文件的副本，并保持原始文件不变。

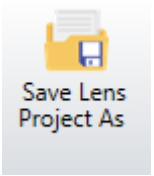
1.3.1. 新建镜头项目/将镜头项目另存为（New Lens Project / Save Lens Project As）

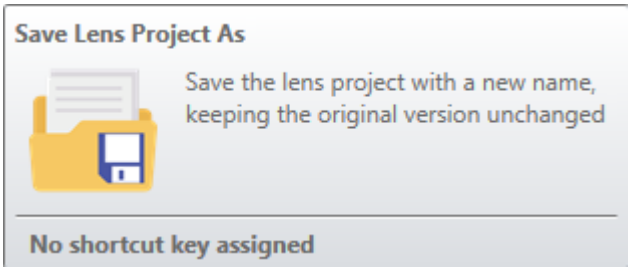
项目目录组提供了针对镜头项目文件定制的标准Windows文件管理功能。有关镜头项目功能的完整描述，请参阅转换至镜头项目（Convert to Lens Project）。





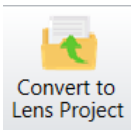
新建镜头项目（**New Lens Project**）：清除现有的设计文件，并在镜头项目文件夹中创建一个新文件。保存后，系统将要求您在点击新建镜头项目（New Lens Project）按钮时选择位置和文件名，并自定义镜头项目设置（Lens Project Settings）。

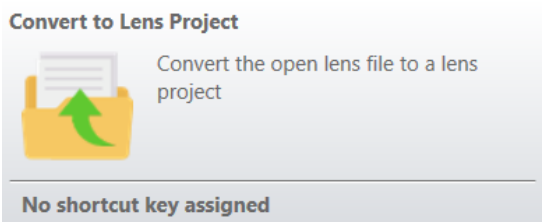




将镜头项目另存为（**Save Lens Project As**）：使用新的名称保存镜头项目文件的副本，并保持原始文件不变。您可以将镜头项目保存为ZMX文件类型。所有与镜头项目链接的项目文件将被复制到新选择的位置。保存后，您可以自定义镜头项目设置。

1.3.2. 转换为镜头项目（Convert to Lens Project）





ZMX文件可链接与您的镜头文件相关的支持文件，以构建OpticStudio镜头项目。转换为镜头项目功能可自动激活链接，并将ZMX文件集保存为镜头项目。链接的受支持文件可以存储在文件夹（Folders）中设置的"Root"文件夹中，也可以存储在镜头或ZMX文件所在的"Project"文件夹中。

使用该功能时，您需要选择用作项目目录文件夹的文件夹。选择文件夹后，OpticStudio可创建当前ZMX文件的副本作为新的镜头项目，并允许您在继续之前选择镜头项目设置（Lens Project Settings）。

选择所需的项目设置后，与项目相关的文件将按照所选设置保存在根或项目文件夹中。如果OpticStudio在项目文件夹中找不到文件，它将在文件夹中指定的"Root"位置查找。

使用OpticStudio镜头项目可以更轻松地跟踪与项目相关的所有数据。使用ZPRJ存档（参阅创建存档文件（Create Archive）），还可以轻松地将这些数据移动到其他位置或发送给其他OpticStudio用户。

下表列出了镜头项目支持的文件类型及其默认位置：

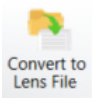
文件夹（**Folder**）（在 <Zemax> 文件夹内）	文件类型（**File type**）
ABg_Data/	.ABGF、.DAT
BlackBoxes/	.ZBB
Coatings/	.DAT、.ZEC、COATING.DAT
配置文件	.CFG
DLL/PhysicalOptics	.DLL
DLL/Sources/	.DLL

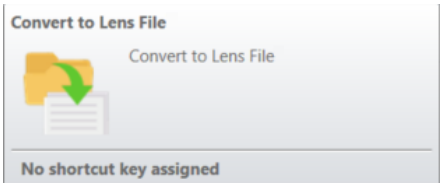
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

DLL/SurfaceScatter/	.DLL
Glasscat/	.AGF、.BGF、.GGD、.GRD、.IND、.TID、.ZTG、GLC.DAT、GRADIENT_9.DAT、SGRIN.DAT
Macros/	.ZPL
Objects/Apertures/	.UDA
Objects/CAD Files/	.IGS、.SAB、.SAT、.STEP、.STL、.STP、.ZAN、.ZEN、.ZOF
Objects/Creo Parametric Files/	.PRT
Objects/Grid Files/	.GRD
Objects/Inventor Files/	.IAM、.IPT
Objects/Phosphors and Fluorescence Files/	.ZAS、.ZES、.ZEX、ZQE
Objects/Polygon Objects/	.POB
Objects/Sources/EULUMDAT/	.LDT
Objects/Sources/ISENA	.IES、.DAT
Objects/Sources/Source Files	.CRS、.FFD、.RRD、.DAT、.SDF
Objects/STOP Files/	.ZST、.TXT
POP	.ZBF、.ZMM
Profiles/	.DAT
ScatterData/	.BSDF
Tolerance/	.TOP、.UDD

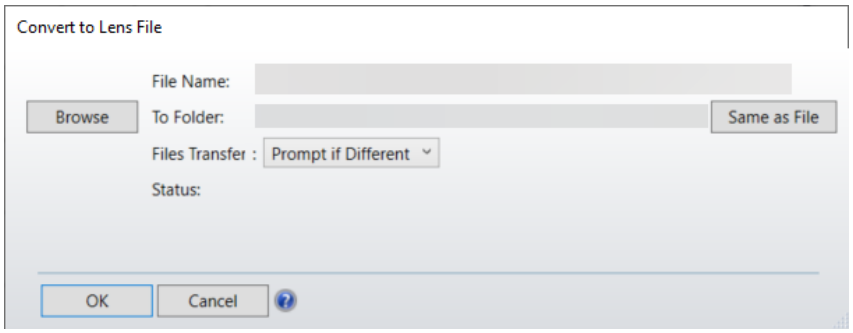
请注意，一些未列出的文件将被包括在内。例如，用于公差脚本的评价函数文件（.MF）包含在镜头项目中。请注意，MF文件只有在公差脚本引用它们时才会链接到镜头项目。对于未自动包含的不受支持的MF文件，您可以使用镜头项目设置窗口中的其它文件选项卡手动添加它们。此外，项目目录不支持EXE文件。因此，将项目目录文件从一台计算机传输到另一台计算机时，用户分析可能会失败。为避免这一问题，请手动将用户分析及其依赖项传输到另一台计算机的根文件夹。

1.3.3. 转换为镜头文件（Convert to Lens File）





镜头文件是一个ZMX文件，配置为在没有OpticStudio镜头项目功能的情况下发挥作用。"转换为镜头文件"功能在加载镜头项目文件后自动激活（参见转换为镜头项目）。该功能可让用户选择将配置为使用镜头项目功能的ZMX文件转换为不使用镜头项目功能的ZMX文件。使用该功能时，您需要点击"转换为镜头文件"按钮，显示以下对话框。



该对话框将显示以下选项/按钮：

文件名（**File Name**）：要转换的镜头文件的名称。

目标文件夹（**To Folder**）：镜头文件所在的文件夹。初始默认文件夹是存储项目镜头文件的文件夹。

文件传输（**Files Transfer**）：文件传输选项将有3个选项：

1. 提示是否存在不同：该选项为默认选项，会将文件复制到根文件夹，并提示用户是否覆盖或跳过目标文件夹中已存在同名但内容不同的文件。
2. 覆盖全部：该选项会将文件复制到根文件夹，并覆盖所有已存在的文件。
3. 提示每个文件：该选项会将文件复制到根文件夹，即使文件不存在，也要提示每个文件是覆盖还是跳过。

对于所有选项：

1. 项目文件将保留在项目文件夹中，用户需要手动清除。
2. 链接文件将被解除链接，并且不会以任何方式删除/清除/修改。

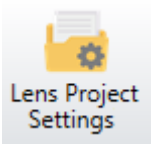
与文件相同（**Same as File**）：将"目标文件夹"选项设置为存储项目文件的默认文件夹。

浏览（**Browse**）：显示一个窗口，提示用户选择或输入保存镜头文件的文件夹名称。

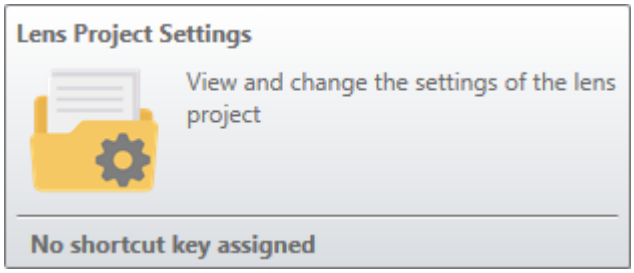
确定（**OK**）：开始转换至镜头文件。

取消（**Cancel**）：在不转换为镜头文件的情况下，退出对话框。

1.3.4. 镜头项目设置(Lens Project Settings)

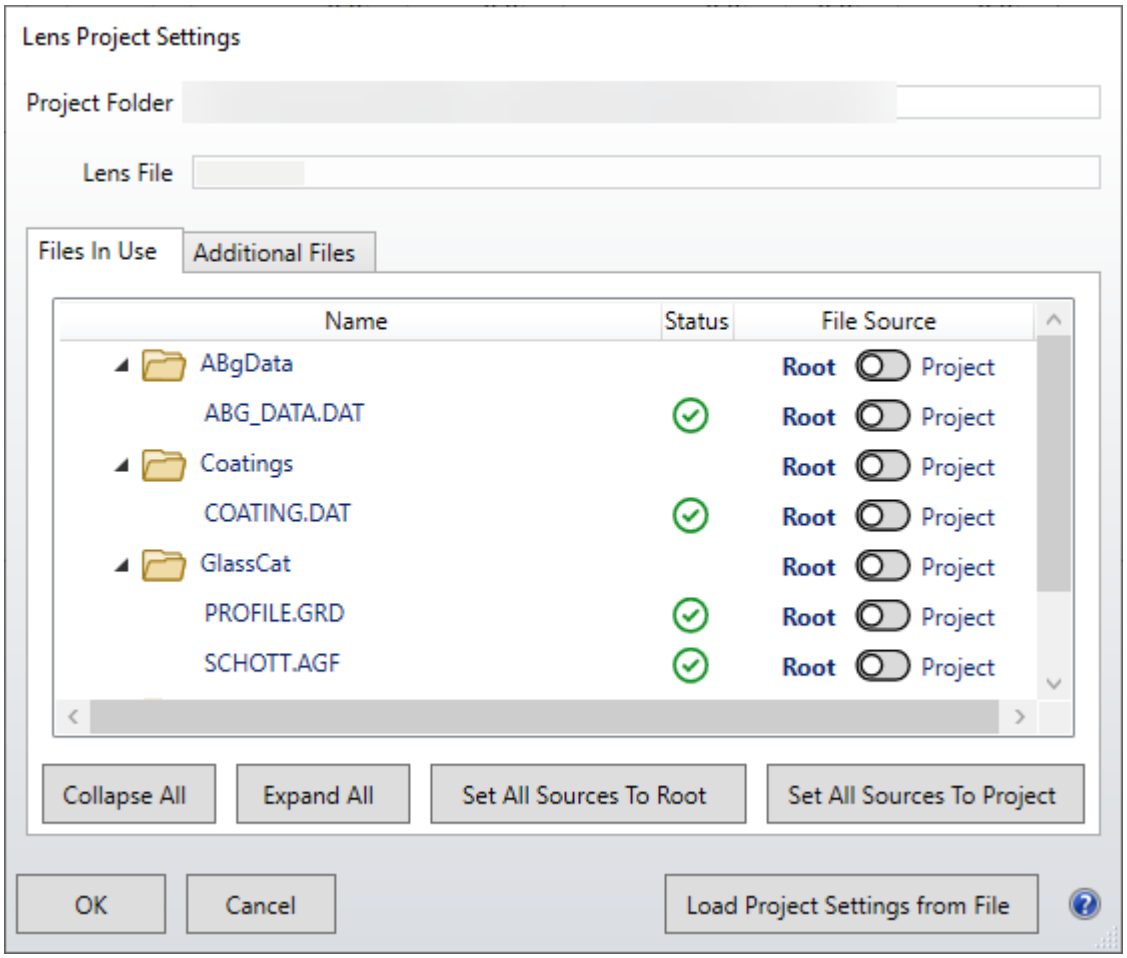


Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



镜头项目设置允许您更改项目文件的加载位置，查看/添加/删除附加的链接文件，并从其它镜头项目中加载项目设置。

当使用此功能时，OpticStudio会打开镜头项目设置窗口，以显示当前打开的镜头项目文件和项目目录文件夹。此外，当使用新建镜头项目(New Lens Project)、转换为镜头项目(Convert to Lens Project)以及镜头项目另存为(Save Lens Project As)时，也会显示该窗口。

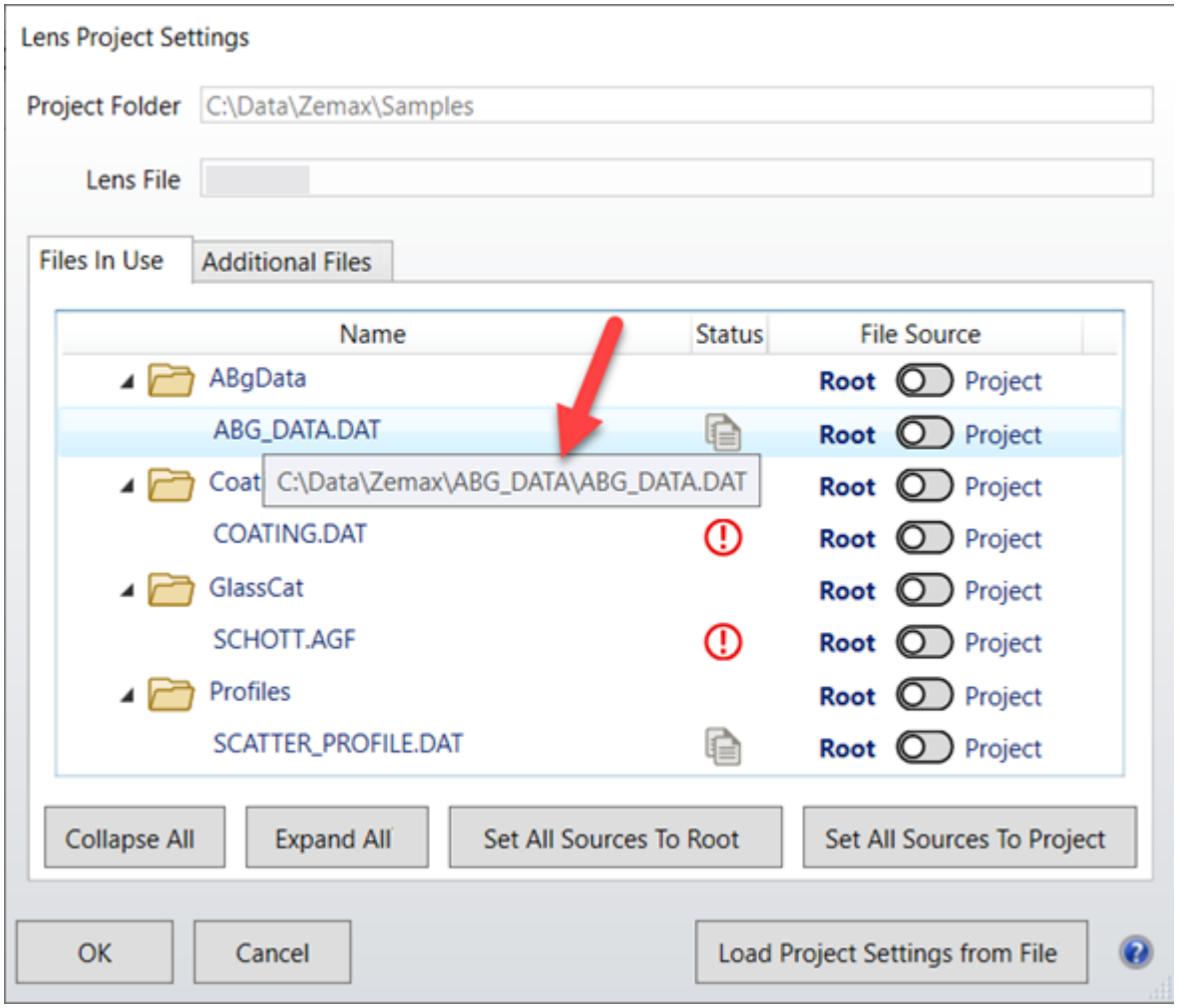


文件选项卡及其选项

使用中的文件**(Files In Use)**选项卡显示了镜头项目使用的文件，而且OpticStudio直接使用这些文件执行相关活动，例如提取玻璃属性。在这个选项卡中，您可以选择从哪个位置加载每个受支持的文件。文件源设置为"Project"的文件将从项目目录文件夹中加载。文件源设置为"Root"的文件将从OpticStudio文件夹(Folders)选项定义的根位置加载。

使用中的文件选项卡内部的文件树显示了加载的文件以及加载文件所在的文件夹。若要查看每个文件的完整路径，请将鼠标指针悬停在文件名上。OpticStudio将在提示信息中显示文件路径。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

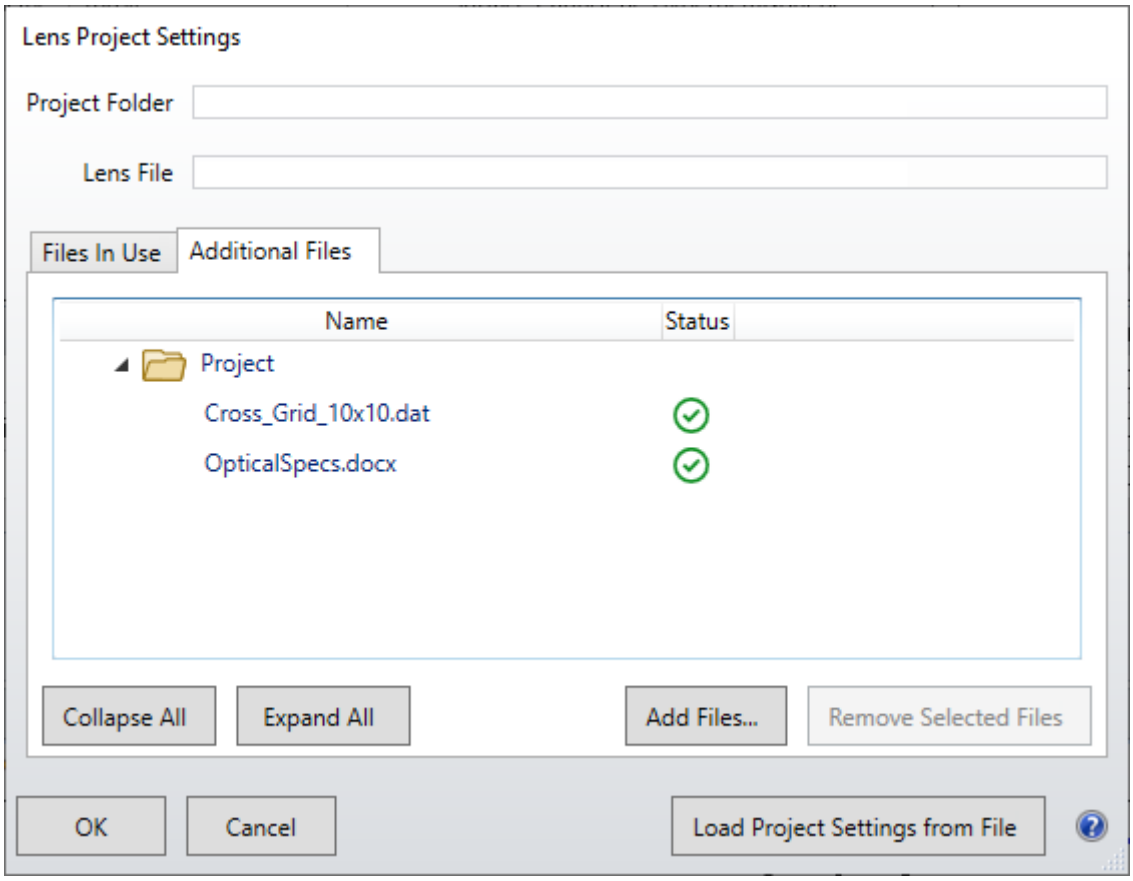


每个文件在状态列中都有一个状态图标，如果将鼠标指针悬停在状态上，将显示任何相关的消息，如下表所示。

状态	总体使用情况
	这表明没有在文件中发现问题。
	这表明该文件存在于项目目录和根文件夹中，但包含相同的数据。
	这表明该文件存在于两个位置，但具有不同的内容（文件不匹配），或者从选定源中缺失。

文件源列包括用于选择和自定义每个文件或文件夹加载位置的切换功能。注意，切换按钮将不会覆盖文件。如果需要，它会将文件复制到项目文件夹中。一旦用户单击确定(OK)按钮，对设置所做的任何更改都将生效。

附加文件**(Additional Files)**选项卡允许您手动链接或删除文件，并显示手动链接的文件。名称和状态列提供的信息与使用中的文件选项卡中的相同。它支持非OpticStudio文件类型，如.txt或.pdf文件。该选项卡的示例如下所示。注意，这些文件不能位于项目目录文件夹之外。在创建OpticStudio存档文件时将包含这些文件，并在加载存档文件时恢复这些文件。有关更多信息，请参阅创建存档文件(Create Archive)和加载存档文件(Load Archive)。



全部折叠**(Collapse All)**：单击此按钮时，将折叠所有文件夹，并且不显示文件夹中的文件。

全部展开**(Expand All)**：单击此按钮时，将展开所有文件夹，并显示文件夹中的所有文件。

设置所有源为**Root(Set All Sources to Root)**：此选项仅在使用中的文件选项卡中可用。单击此按钮时，所有文件的文件源设置为"Root"。

设置所有源为**Project(Set All Sources to Project)**：此选项仅在使用中的文件选项卡中可用。单击此按钮时，所有文件的文件源设置为"Project"。

添加文件**(Add Files)**：此选项仅在附加文件选项卡中可用。单击此按钮时，系统会提示您选择一个文件来链接到项目。

删除选定文件**(Selected Files)**：此选项仅在附加文件选项卡中可用。单击此按钮时，选定文件将与项目取消链接。

从文件加载项目设置**(Load Project Settings from File)**：单击此按钮时，OpticStudio会提示您选择另一个镜头项目。然后，它将选定项目的设置复制到OpticStudio的开放项目中。

确认**(OK)**：单击此按钮时，OpticStudio将应用和链接设置中选定的文件，并关闭窗口。

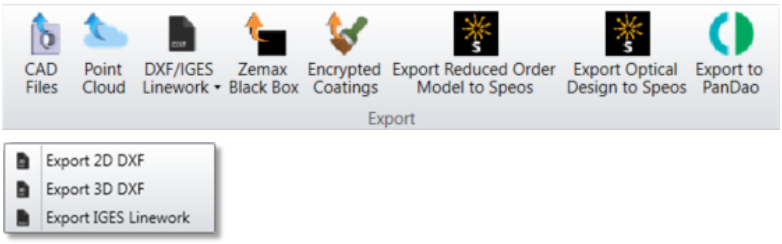
取消**(Cancel)**：单击此按钮时，OpticStudio将取消对设置所做的任何更改，并关闭窗口。将保留之前的设置。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

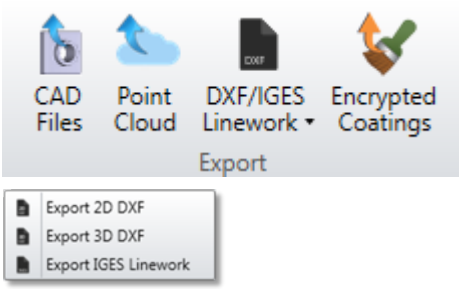
注意，当更改设置时，不会从项目目录文件夹中删除任何文件。这些文件只是将从当前文件中取消链接或卸载。如果需要，您需要删除这些文件。

1.4. 导出文件组（Export Group）

以下是序列模式用户界面下的导出文件组工具。

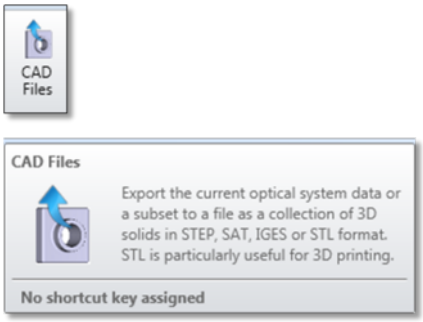


以下是非序列模式用户界面下的导出文件组工具。



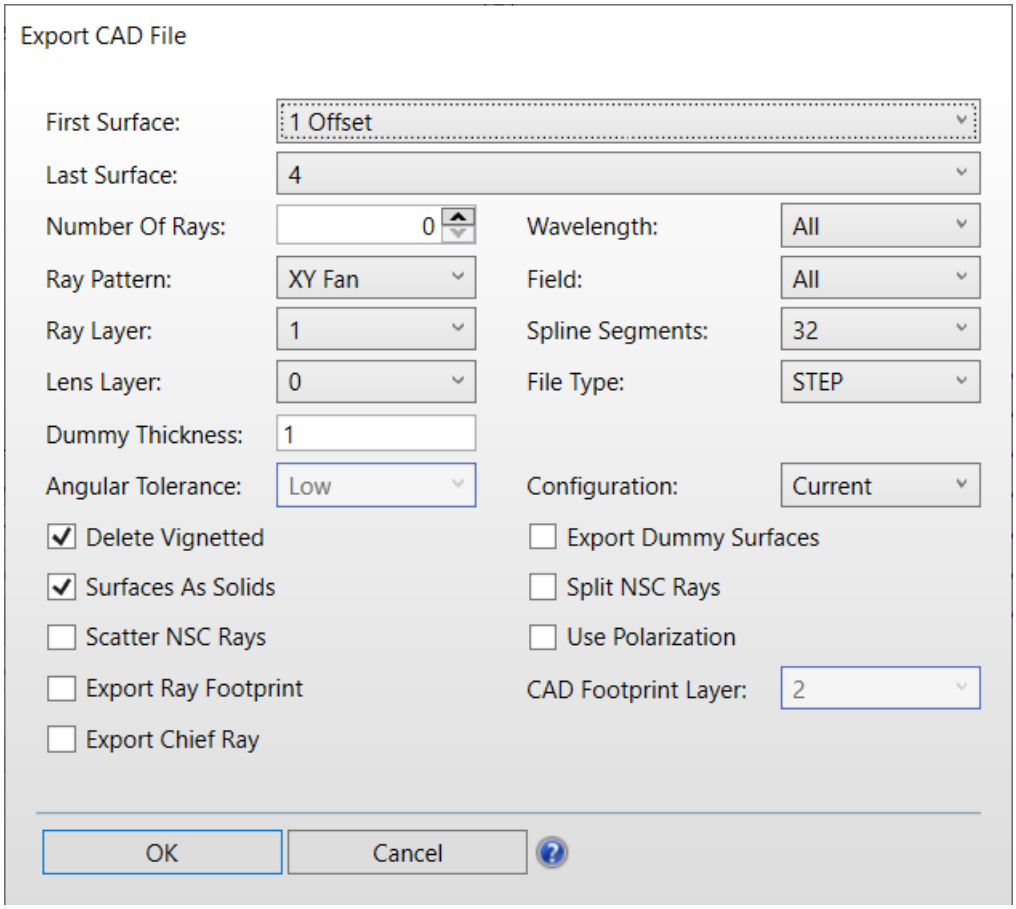
这组图标可用于导出ZMX文件（OpticStudio 21.3之前的OpticStudio默认镜头数据文件版本）、3D点云（采用.PCD格式）、STEP、IGES、SAT和STL实体CAD格式的数据，以及导出旧版CAD软件的DXF/IGES图元文件格式的数据。此外，它还可以将OpticStudio序列文件导出为"黑盒"文件，该文件可以作为光线追迹完美的文件提供给客户，但不允许用户看到设计数据。"加密膜层"也提供了相似的功能。导出到Speos镜头系统工具可让您创建当前光学系统的降阶模型，以用于Speos仿真。

1.4.1. CAD文件（CAD Files）



将当前镜头数据导出为IGES、SAT、STEP或STL等格式的3D文件。

若将OpticStudio设计结果发送给3D打印制造商时，立体光刻语言（STL）文件特别有用。



起始/终止面或物体（First/Last Surface or Object）：包含在导出数据中的面的区间范围。在非序列模式下，则指起始物体和终止物体。

波长（**Wavelength**）：所导出的用于光线追迹的波长编号。

视场（**Field**）：所导出的用于光线追迹的视场编号。

光线数量（**Number of Rays**）：用于追迹的光线数量。准确的含义取决于“光线样式”。当导出为STL格式时，不会导出光线，因为STL不支持线状实体。

非序列模式的光线分裂、非序列模式的光线散射、使用偏振（**Split NSC Rays, Scatter NSC Rays, Use Polarization**）：这些设置只能影响来自NSC光源的光线。如欲了解更多信息，请参见“非序列模式3D布局”中所述类似控件的详述。

光线样式（**Ray Pattern**）：选择要导出的光线集的类型。该控制项与3D布局图所定义的极其类似。“实体光束”选项使得导出的光束为光锥体，它表示的是光束的包络面，只有在序列模式下才提供“实体光束”选项，并且要求边缘光线都可追迹且无渐晕，即边缘光线落在任一表面上都不能形成散焦。非序列模式面不能导出实体光束。光线数必须至少是8才能导出实体光束，使用的光线数量越多，实体效果越平滑。

透镜/光线层（**Lens/Ray Layer**）：选择输出文件中用于放置透镜和光线数据的层数。

结构（**Configuration**）：用该选项来设定一个或多重结构在导出文件时一并导出。“当前”选项将导出当前的结构。若选 1、2或3等选项将导出所指定编号的结构。

“全部按文件导出”：该选项将导出所有的结构，且每个结构有独立的文件名，每个结构的文件名都以保存的文件名（点击“确认”后选择保存文件名）后缀“_config000x”来标明所属为“x”的结构编号。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

“全部按层导出”：该选项将所有的多重结构按各自独立的层导出在同一文件中。第一个结构将放在透镜层和光线层设置所设定的层中。其余结构将根据透镜层和光线层逐一递增来定位层。例如，如果透镜层为1，光线层为10，并且有3种结构，那么结构1将在第1层中提供镜头数据，在第10层中提供光线数据。结构2将分别在第2层和第11层中提供透镜和光线数据，结构3将分别在第3层和第12层中提供透镜和光线数据。

请注意，并非所有CAD软件都能从导出的文件中读取层信息。如果不支持层，请使用“全部按文件导出”而不是“全部按层导出”。

“立即全部”：该选项将一次导出全部结构在同一层中。OpticStudio不排除有重叠和冗余数据的导出。

文件类型（**File type**）：将输出文件格式类型选为STEP、IGES、SAT和STL格式之中的任一格式。

删除渐晕（**Delete Vignetted**）：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在导出数据中。

面作为实体（**Surfaces As Solids**）：该控件仅适用于序列模式下的表面，而不适用于NSC表面物体。如果选中该项，则玻璃材料两侧的面将构成一个封闭的实体。并非所有OpticStudio表面类型都可以构成实体，只有两侧表面具有相同的孔径形状，才能将表面导出为实体。例如，两侧表面都必须具有圆形孔径，或者两侧表面都必须具有矩形孔径。如果孔径类型不匹配，则表面将导出为单个表面。

请注意，如果启用此选项，起始表面可能与终止表面不同。如果出现这种情况，OpticStudio将默认导出整个透镜系统。如果要导出一个透镜，起始面应为前表面，终止面应为后表面。

导出虚拟面（**Export Dummy Surfaces**）：如果选中此项，将导出虚拟面。虚拟面是一种不反射、也不折射光线的表面。

虚拟厚度（**Dummy Thickness**）：虚拟面自动转换为实体时，虚拟面厚度以镜头单位为单位的距离。需要勾选“导出虚拟面”和“面作为实体”，该控件才可生效。

公差（**Tolerance**）：导出物体的近似精度，以镜头单位为单位。公差越小，精确度越高，但导出的文件越大，计算时间也越长。

角度公差（**Angular Tolerance**）：将STL选为文件类型时，该设置可用。它能控制CAD库使用的角度公差值，其允许在STL中更精确地表示有问题的物体。该选项有4个设置：低、中、高和精密。低值为默认设置。

样条段数（**Spline Segments**）：当样条实体导出时所使用的样条段数量。

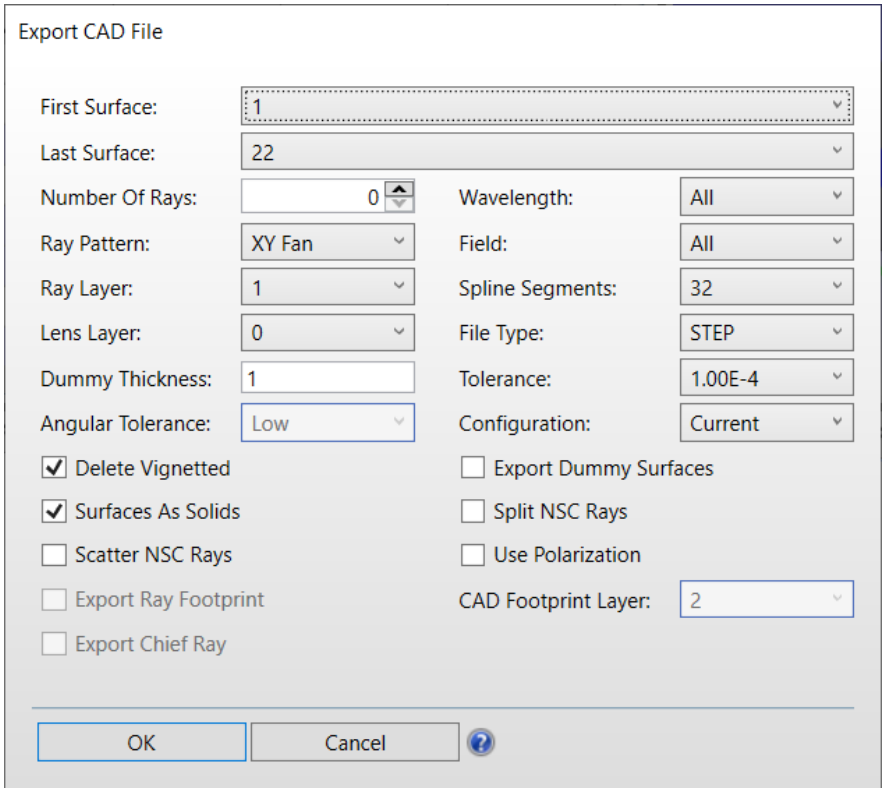
导出光迹（**Export Ray Footprint**）：这只对序列模式启用，并且在配置选项中启用了"使用Parasolid库"选项。如果选中，它将为选定的表面范围创建光迹。光迹将被导出为表面上的线体。"光线数量"和"光线样式"选项将被忽略。光线数量将在内部进行计算。如果每个视场有多个波长，那么将根据所有点集中最外层的点来计算光迹。如果存在渐晕，光迹将无法导出，除非渐晕是由机械孔径引起的。

CAD光迹层（**CAD Footprint Layer**）：当选中"导出光迹"时，该选项是启用的。选择输出文件中用于放置光迹数据的层数。

导出主光线（**Export Chief Ray**）：这个复选框对于序列模式是启用的，并且在配置选项中启用了"使用Parasolid库"选项。当选中时，它将导出每个选定波长和相应视场的主光线以及所选的光线样式和镜头CAD数据。导入的CAD装配体将包含一个格式为"ChieRay:Field#:Wave#"的元件名称，用于每个波长和相应的视场。

过滤器（**Filter**）：该输入文本框是为非序列模式启用的。通过在文本框中指定过滤字符串，您可以导出特定光线以及镜头CAD数据。如需了解有关过滤字符串使用的更多信息，请参阅过滤字符串（The Filter String）。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



一般注意事项（**General Points to Note**）：初始图形交换规范（IGES）是美国国家标准，旨在规范两个CAD程序之间的数据交换。 OpticStudio 目前支持IGES 5.3版本。

如欲了解有关IGES的更多信息，请联系U.S.Product Data Association, P. O. Box 3310, Gaithersburg, MD 20885-3310。STEP格式为ANS US PRO/IPO-200-203-1994定义的AP203，也是由美国产品数据协会提供。

OpticStudio 可导出五种类型的数据：

☒直线（**Lines**）：直线用于指示光线穿过光学系统的路径。在GRIN介质中，光线按一系列直线实体导出。STL格式不支持直线，因此不能导出光线。

☒表面（**Surfaces**）：表面可以是任意形状，包括用户自定义表面；这些面可以带有OpticStudio支持的所有孔径形状，包括用户自定义孔径。对于导出为样条的某些类型的表面（尤其是非球面和toroid面），其数据的精确度取决于所使用的样条点数；点数越多，精确度越高，但导出的数据文件越大，导出速度越慢。有关导出物体精确度限制的更多信息，请参见下面的详述。

☒透镜实体（**Lens Solid**）：透镜实体是前后两个表面封闭包含的非零体积的实体，其边缘区域由两表面的边缘拉伸构成。玻璃前后具有相似形状孔径（例如，两个表面都有矩形孔径）的大多数表面都可导出为透镜实体。

☒多面实体（**Faceted Solid**）：多面实体由一系列小三角体组合构成（例如棱镜或菲涅尔透镜）。其中非序列模式中的STL和POB物体可导出为多面实体。

☒参数实体（**Parametric Solid**）：某些非序列模式物体（例如Torus体），可以导出精确的NURBS实体。

OpticStudio可以导出所有序列模式面和非序列模式的物体。OpticStudio可在参照全局坐标基准表面的3D坐标系中导出所有表面和光线。

如果导出的面为实体，OpticStudio将导出序列模式的虚拟面作为这些薄实体，其前表面和后表面均为该面的形状，且厚度为定义的虚拟面厚度（以镜头单位计量）。反射面将根据反射面基底的设置导出。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

大多数NSC物体都可以精确导出，或者通过使用一个或多个基于样条的表面（类似于用于序列模式导出的面）导出。但某些物体（例如用户自定义物体）需要使用平滑表面的多面近似导出。增加这些物体的绘图精度，也会增加这些导出实体的精度。

STL即为多个小平面格式，并且所有STL表面或物体都可导出为多个小平面构建的近似实体。

此功能将提示输入保存导出数据的文件名和路径。默认文件路径为Objects文件夹，如OpticStudio配置选项的“文件夹（Folders）”章节中确定的。

导出数据的限制

OpticStudio 支持许多复杂的表面和物体类型。在OpticStudio中，可对这些形状精确建模，从而生成极高的数值精度来满足光线追迹和分析的需求。然而，许多OpticStudio支持的复杂光学形状在一些常用的CAD软件中并不支持，在常用的CAD软件中，只能用不太精确的IGES、STEP、SAT格式来替代。

还请注意，在材料"内部"设置的任何坐标断点面，例如创建棱镜，可能会导致导出错误。在这种情况下，建议的解决方法是将系统转换为非序列模式，然后将几何结构导出到CAD文件。

鉴于这一原因，OpticStudio要导出CAD文件，必须使用最为近似的CAD格式来模拟精确的面型。这些近似通常较好，但对于一些非常高精度的非球面面型，这些近似不足以精确用于光线追迹。这不是OpticStudio的限制。而是CAD数据交换格式的限制，即OpticStudio被要求导出为CAD格式数据的限制。极少情况下，有必要直接在CAD程序中构建复杂结构而不是使用OpticStudio导出功能。

对于具有表面孔径的系统，请注意，必须验证用户定义孔径（UDA）的导出，原因如下：

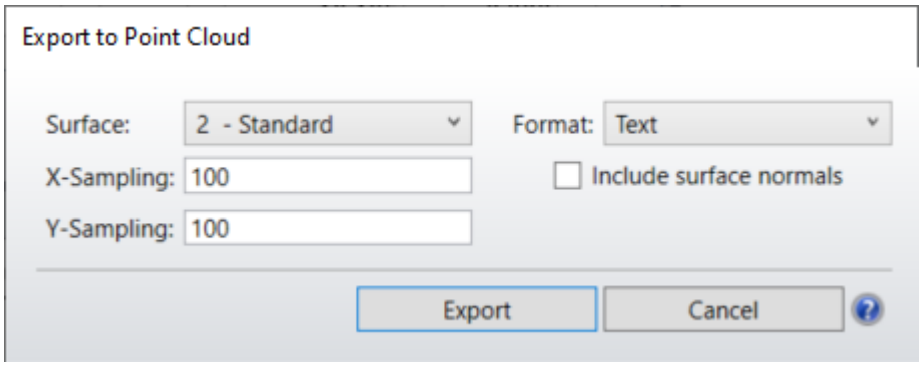
- 孔径定义的精度对于成功导出CAD非常重要。确保孔径边界形状正确形成。例如，应注意检查包含ARC命令的用户自定义孔径，其中点需要相交。OpticStudio无法判断CAD导出的精度要求是什么，因为它与CAD库有关。
- 某些孔径形状可能无法导出。例如，目前不支持Spider Obscurations。

从OpticStudio对面和物体的表示法转换到CAD文件格式表示法，总会在一定程度上损失精度。

1.4.2. 点云(Point Cloud)

此功能仅适用于Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版。

该功能可采用PCD格式将表面导出至3D点云。



设置：

表面**(Surface)** 将导出至3D点云的表面。

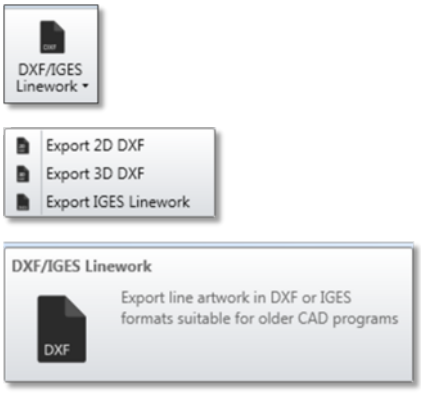
X-采样**(X-Sampling)** 表面在X轴上的采样点数。

Y-采样**(Y-Sampling)** 表面在Y轴上的采样点数。

格式**(Format)** 选择采用文本、二进制格式或压缩二进制格式导出。

包括表面法线**(Include surface normals)** 如果选中，则导出包括表面法线。

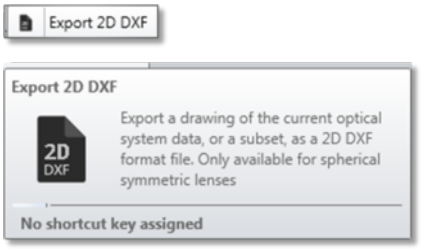
1.4.3. DXF/IGES图元文件(DXF/IGES Linework)



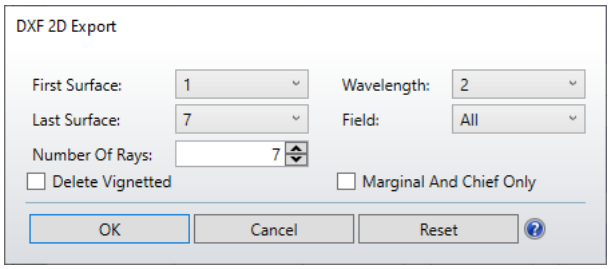
这组功能用于不能处理3D实体导出的早期版本的CAD程序。图元文件不能用于生产制造的目的，且只对有限的序列模式表面支持进行图元文件的输出。

除非对这些老的格式有迫切的需要，否则一般推荐使用导出CAD功能。

1.4.3.1. 导出2D DXF(Export 2D DXF)



以2D DXF格式文件导出当前的镜头数据。仅对球面对称系统的镜头适用。



起始面/终止面**(First/Last Surface)**：包含在导出数据中的面的区间范围。

波长**(Wavelength)**：所导出的用于光线追迹的波长编号。

视场**(Field)**：所导出的用于光线追迹的视场编号。

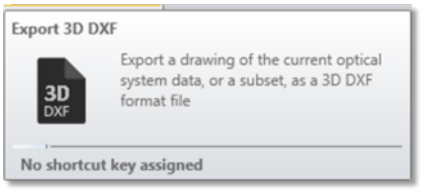
光线数量**(Number of Rays)**：包含在导出文件中所使用的光线数量。

删除渐晕**(Delete Vignetted)**：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在导出数据中。

仅边缘和主光线**(Marginal and Chief Only)**：仅绘制边缘和主光线，此设置覆盖其它光线设置。

此功能将会提示输入保存的文件名及导出数据的保存路径。默认的文件为EXPORT.DXF，置于<objects>\CAD文件夹中。不管选用什么样的扩展名，文件均为DXF格式。

1.4.3.2. 导出3D DXF(Export 3D DXF)



以3D DXF格式文件导出当前的镜头数据。这一功能与前一节描述的2D DXF导出功能相似。主要区别是3D DXF支持非旋转对称系统。

起始面/终止面**(First/Last Surface)**：包含在导出数据中的面的区间范围。

波长**(Wavelength)**：所导出的用于光线追迹的波长序号。

视场**(Field)**：所导出的用于光线追迹的视场序号。

径向段数**(Radial Segments)**：用于近似表示透镜形状的径向段的数量。数量越大，处理时间越长。

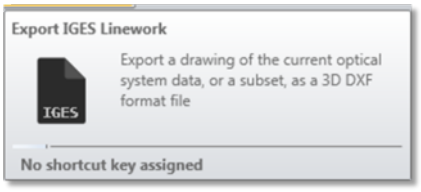
角段数**(Angular Segments)**：用于近似表示透镜形状的角度段的数量。数量越大，处理时间越长。

光线数量**(Number of Rays)**：用于追迹的光线数量。

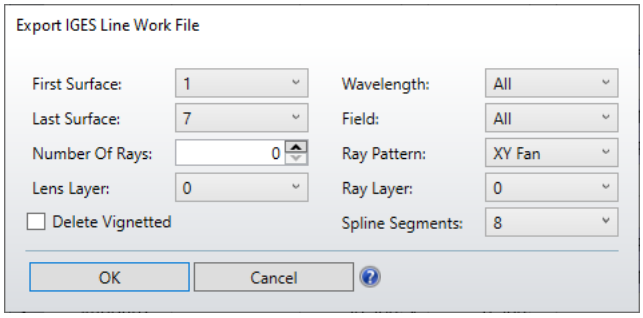
光线样式**(Ray Pattern)**：选择"XY扇形图"、"X扇形图"、"Y扇形图"、"环形"、"列表"、"随机"或"网格"，以表示要追迹的光线的样式。"列表"选项表明追迹的光线样式由用户自定义且列表在对应的文件中，参见"光线列表文件格式"以了解关于光线列表格式的更多信息。如果选择"列表"，则光线数量的设置被忽略。

(Delete Vignetted)：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在导出数据中。

1.4.3.3. 导出IGES图元(Export IGES Linework)



以IGES图形转换格式导出当前的镜头数据



起始面/终止面**(First/Last Surface)**：包含在导出数据中的面的区间范围。

波长**(Wavelength)**：所导出的用于光线追迹的波长序号。

视场**(Field)**：所导出的用于光线追迹的视场序号。

光线数量**(Number of Rays)**：用于追迹的光线数量。准确的含义取决于"光线样式"。

光线样式**(Ray Pattern)**：选择要导出的光线集的类型。该控制项与3D视图所定义的极其类似。

透镜/光线层**(Lens/Ray Layer)**：选择输出文件中用于放置透镜和光线数据的层数。

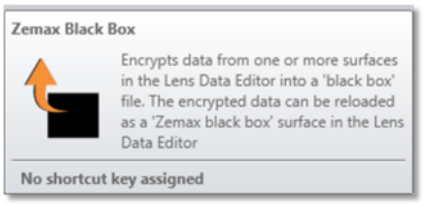
删除渐晕**(Delete Vignetted)**：如果选定，在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线将不包含在导出数据中。

样条段数**(Spline Segments)**：当样条实体导出时所使用的样条段数量。

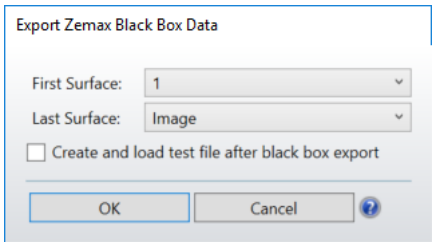
OpticStudio通过导出直线、球面的弧线以及样条等来表示每一面的面型和位置。OpticStudio并不导出透镜的"边缘"，对虚拟表面、玻璃表面以及反射镜面并无区分。

1.4.4. Zemax黑盒文件(Zemax Black Box)

这个导出工具只适用于序列UI模式。



这一功能可将镜头数据编辑器中的一个或多个表面的数据导出到"黑盒"文件中，该文件随后可应用到一个"黑盒"表面，在不泄露设计详情的情况下，重新导入OpticStudio。



起始面**(First Surface)**：要导出的表面区间的第一个面。

终止面**(Last Surface)**：要导出的表面区间的最后一个面。

复合表面的镜头文件由导出至黑盒(Export to Black Box)工具提供支持。

创建并加载**(Create and load...)**：如果勾选该选项，将修改当前文件，以便使用新建黑盒文件。强烈建议使用该选项确认黑盒能再现所需分析数据。

一般注意事项

在某些情况下，光学设计人员可能不愿公开其光学设计的详细信息，尤其是当设计工作耗费大量时间和成本，设计人员若为此获得补偿尚需最终客户对设计结果验证其是否达到技术要求之前。这时双方将陷入进退两难的困境，因为需要设计人员提交完整的ZMX文件给客户才能验证设计结果，但这样就会完全泄露设计本身的详细信息。该功能旨在此类情况下满足设计人员和最终客户双方的需求。

Zemax黑盒子是一个包含了若干个表面详细资料的加密文件。该文件包含OpticStudio通常与表面相关的大部分数据，如半径、厚度、孔径、坐标、色散和参数等。文件由拥有知识产权的设计人员原创，随后通常会作为完整"重现"的OpticStudio镜头文件的一部分发给最终客户。加密数据以"黑盒"的形式显示在镜头编辑器中，光线进出黑盒就如同原始表面和设计数据在镜头数据编辑器中一样精确，而详细的数据隐藏在黑盒中，用户不能查看和修改隐藏在其中的任何数据。

要创建黑盒文件，请先在镜头编辑器中高亮显示所需表面区间，然后在"文件"选项卡的"导出组"选择"导出黑盒"图标。表面区间也可在"导出黑盒数据"对话框控件中直接选择。唯一的其它选项是一个"在黑盒导出后创建和加载测试文件"的复选框。

强烈建议使用后一个选项，因为其允许确认黑盒通过正确创建，可产生相同的光线追迹和分析结果。"创建"选项将创建一个与原始文件同名，后缀为_BB的测试镜头文件。如果同名的测试文件已经存在，它将被新建的测试文件所覆盖。黑盒数据自身的文件是带有扩展名为.ZBB的文件，路径为<data>\BlackBoxes文件夹。该新建文件在镜头数据编辑器中的黑盒镜头表面引用，将替代编辑器中的原始表面数据。黑盒文件的文件名包括.ZBB扩展名，不能超过32个字符。

创建黑盒文件和测试重现文件后，建议使用存档功能来创建可发送给最终用户的单个存档文件。详见创建存档文件(Create Archive)。

有关黑盒表面的更多信息，请参阅黑盒透镜(Black Box Lens)。

黑盒数据结构经过精心设计，因此任何OpticStudio功能都无法读取或查询黑盒中各表面的时效数据。光线可以进入黑盒，可以使用其中定义的数据追迹光线，但任何功能都无法访问曲率、厚度、玻璃类型、非球面参量或其它数据。黑盒中的折射透镜使用原始文件中的全部色散数据建模，因此能够按任何波长"重现"。如果重现的波长超出色散数据的限制，则会出现错误信息。如果有光线在黑盒中渐晕或出现全反射(TIR)，则被视为"Raymiss"错误。注意，某些功能（例如，计算透镜重量的功能）无法访问黑盒数据，因此会对黑盒透镜表面返回无意义的结果。

布局图中，黑盒被绘制成一个圆柱体，其径向口径由创建黑盒时所选表面的第一面口径或所选表面中的最大口径的表面（两者取较大者）的净口径或半直径取值所决定。黑盒的长度与所选表面范围的总厚度相等。

导出到黑盒的数据类型有以下限制。

☒不能忽略指定范围的起始面或终止面。

☒如果起始面之前是偶数数量的镜面，终止面也必须如此。如果起始面之前是奇数数量的镜面，终止面也必须如此。起始面或终止面都不为镜面。可以将表面范围置于镜面空间，但是，只有当黑盒文件如同原始文件一样正确无误地置于偶数或奇数数量的镜面之后，才能看见重现效果。特别是，自动将镜面添加到系统的工具（添加反射镜(Add Fold Mirror)和生成双通系统(Make Double Pass)）不应与黑盒透镜一起使用，因为它们会生成不正确的结果而不会出现错误消息。

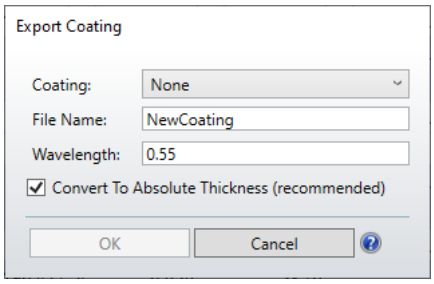
☒坐标断点面以及表面倾斜和偏心都是允许的，但是终止面的方位必须与起始面的方位一致，即起始面和终止面的局部坐标X、Y和Z必须平行，以及X和Y的偏心必须为0（由OpticStudio制定的精密容差来测试这两项限制）。

- 运行POP仿真时，Zemax黑盒表面前后的表面不能为坐标断点。注意，此限制仅在运行POP仿真时适用。
- 并非所有类型的表面都支持。非序列表面、双折射表面、近轴表面、还有那些使用外部数据的表面，如用户自定义的DLL表面以及网格矢高表面和一些其它特殊表面类型均不受支持。如果需要用到不支持的表面类型，请联系技术支持获得帮助。
- 光阑面可以是起始面或终止面，但不能在其中间。若要导出光阑面两侧的镜头数据，请使用两个或多个黑盒。在重现系统中可以使用任意多个黑盒表面。
- 如果黑盒内的表面使用了某种膜层，则这些膜层必须是非渐变的标准膜层或加密膜层（参见283页"导出加密膜层"）。不支持理想膜层和表格膜层。"导出黑盒"功能会自动将所有非加密的膜层转换为加密膜层。膜层名的修改将是在现有名称上加前缀"ZEC_"。例如，名为BB_AR_5的膜层将按名为ZEC_BB_AR_5的加密膜层文件导出。如果该文件已存在，其将在无警示的情况下，直接覆盖。加密膜层数据没有保存在ZBB文件中，在发送给最终用户时必须单独处理该数据。目前最简单可靠的方式是将黑盒透镜系统及其膜层数据压缩在存档（ZAR）文件中一并发送。
- 对有光焦度的所有表面必须设置孔径，以便使用时，黑盒文件能正确裁剪镜头孔径外的光线。对于可将净口径或半直径转化为孔径的工具，请查看镜头数据编辑器工具栏上的"将半直径转化为浮动孔径"，或者孔径也可以在编辑器中使用"属性检查器"的"孔径"选项卡来手动设置。
- 不支持用户自定义孔径的数据文件（.UDA）。
- 注意，在重现系统中，黑盒表面渐晕的所有光线都视为Ray Miss错误，该错误会导致某些功能不能与某些光学系统一起正常工作，例如具有中心遮光的望远镜。
- 需要访问特定表面数据的功能无法从黑盒文件重现与原始文件相同的结果。
- 只能导出当前结构的数据。相反，必须在多重结构系统中单独导出每个结构。在加载到重现系统时，如果需要对黑盒系统进行多重结构控制，则所用ZBB文件的文件名可在多重结构编辑器中使用MCOM操作数针对每个结构进行修改。
- 求解控制的所有数据均由其当前固定值取代。黑盒表面内不支持求解。如果选择"创建并加载"选项，可关闭现在在黑盒中引用数据的新建黑盒以外表面的求解。
- 不允许使用模型和表格玻璃，所有色散数据必须按当前的玻璃库定义。色散数据会自动从玻璃库中提取，并放入到黑盒文件中。渐变折射率表面例外，如下所述。
- 渐变折射率表面的折射率数据通常使用在黑盒中加密的参数数据定义。渐变5表面在转换为黑盒表面时，会以加密形式存储渐变多项式参数，但色散数据仍会在未加密的SGRIN.DAT文件中定义，该文件通常与OpticStudio一起安装。此外，使用在GLC.DAT文件中定义的色散数据的渐变6表面也在与OpticStudio正常安装的该文件中使用未加密数据。
- 黑盒中的表面目前不支持表面散射。
- 支持复合表面的镜头文件。

加密基于256位算法。用户应该在使用加密格式分发敏感数据之前，确定实施的加密是否能够为预期应用提供充分的安全保障。

1.4.5. 加密膜层(Encrypted Coating)

此功能可将单个膜层导出为Zemax加密膜层(ZEC)文件。



膜层**(Coating)**：要导出的膜层的名称。

文件名**(File Name)**：要创建的文件的名称。文件名不能包含任何路径或扩展名。文件将在当前膜层文件的文件夹中创建，并且会自动添加"ZEC"扩展名。

波长**(Wavelength)**：在系统温度和压强下的空气中测量波长，以微米为单位，用于定义膜层的厚度。仅在将膜层从光学厚度转换为绝对厚度时才使用此波长。

转换为绝对厚度**(Convert to Absolute Thickness)**：将针对膜层中的主波长定义的光学厚度（例如，四分之一波长厚度）转换为绝对厚度。为获得最大的安全保障，应选择此选项。如果膜层定义中保留了相对光学厚度，则加密膜层的最终用户可以通过更改设计波长来获取该膜层的某些属性。使用上面设置中的波长值可将主波长厚度转换为绝对厚度。

如果要导出的膜层以绝对厚度定义其涂层，其"波长(Wavelength)"字段和"转换为绝对厚度(Convert to Absolute Thickness)"复选框则无效。

一般注意事项

光学膜层设计人员和制造商通常不愿公布其膜层设计的详细信息。此功能允许以OpticStudio格式定义的膜层导出为单个加密文件。加密文件后，可以在不泄露膜层设计详细信息的情况下，向需要追迹光线以及对应用于特定光学系统的膜层进行分析的用户分发此文件。

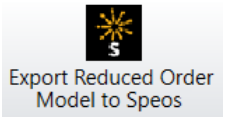
导出的膜层数据包含了可以准确再现膜层性能所需的所有材料、折射率、消光系数、色散和层数据。不使用近似值或列表。也不支持渐厚膜层、理想膜层或表格膜层。最多可以使用12种不同的材料和400层来定义要导出的膜层。

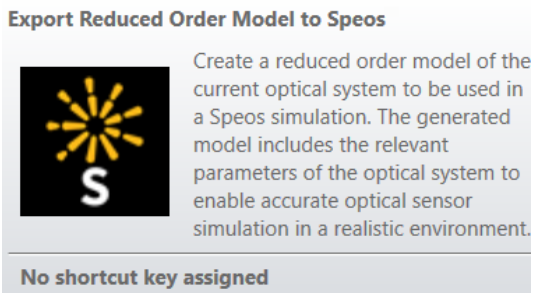
要使用加密膜层文件，请参阅"膜层文件(Coating File)"说明中的"加密数据部分(The ENCRYPTED data section)"。

加密基于256位算法。用户应该在使用加密格式分发敏感数据之前，确定实施的加密是否能够为预期应用提供充分的安全保障。

1.4.6. 将降阶模型导出至Speos(Export Reduced Order Model to Speos)

此导出文件组工具仅在序列模式用户界面(UI)中提供。





此功能可创建当前光学系统的降阶模型，以用于Speos摄像头仿真。生成的模型包括光学系统的相关参数，以便在真实的3D环境中实现精确的光学传感器仿真。

设置：

传感器宽度和传感器高度**(Sensor Width and Sensor Height)** 这些输入的单位为毫米。默认情况是：

$$2 \times \sqrt{(SemiDiamImage^2)/2}$$

跳过系统翻转**(Skip System Reversal)** 选中复选框后，导出程序将生成降阶模型，但将跳过所需的系统翻转。提供该选项是为了能够评估在导出程序执行自动翻转时没有正确翻转的系统。

(使用径向对称**(Use Radial Symmetry)** 对于轴对称系统，计算将使用R传感器采样。在复选框未选中时或者对于非对称系统而言，R传感器采样会被隐藏，X和Y传感器采样会显示。请注意，在光学系统不是轴对称而且用户需要使用X和Y传感器采样选项时，该复选框将变为灰色。

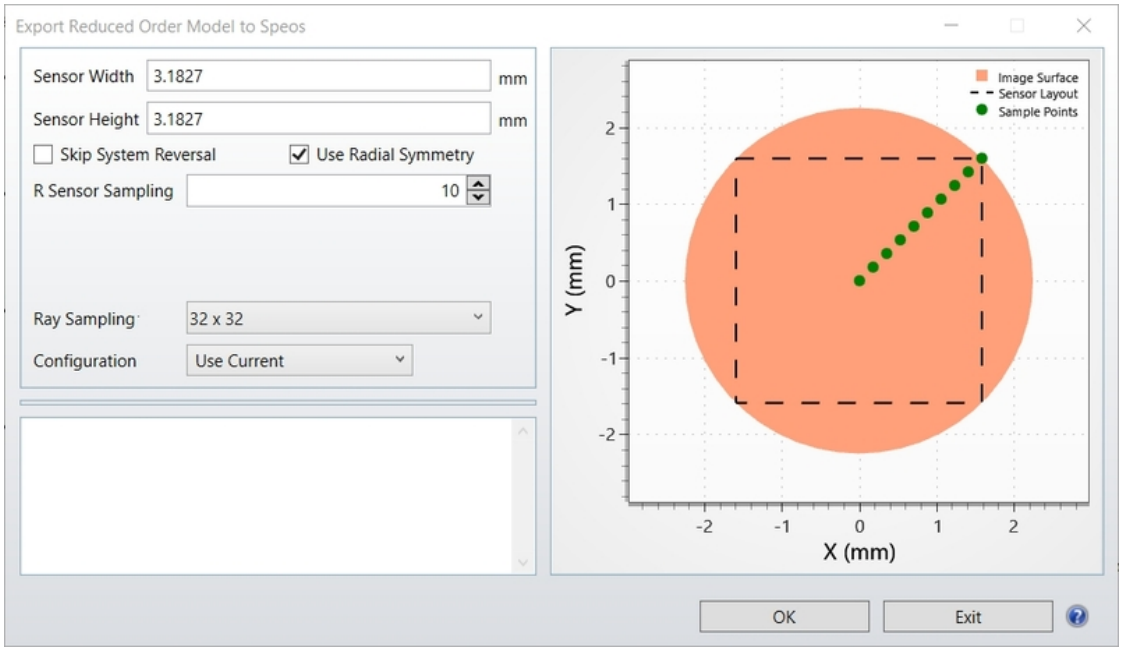
X和**Y**传感器采样**(X and Y Sensor Sampling)** 定义在没有径向对称或者针对非轴对称系统情况下采样时，将使用的传感器位置x和y方向上的采样数。

R传感器采样**(R Sensor Sampling)** 生成数据的图像空间中径向采样点的个数。

光线采样**(Ray Sampling)** 指定将用于计算传递给Speos的参数的光线采样网格。

结构**(Configuration)** 从多重结构操作数的下拉菜单中选择可用的结构来修改反向系统，选择的结构将是导出至Speos。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



错误

系统翻转失败 - 系统翻转失败时，在文本框中显示警告信息："镜头调整不成功。中止计算（按"帮助"按钮，获得进一步帮助）"。建议手动翻转系统。

光线追迹失败 - 如果光线追迹不成功，则会显示警告："光线追迹失败。中止计算（按"帮助"按钮，获得进一步帮助）"。建议手动翻转系统，并在翻转后检查净口径。

讨论

应使用适当的波长采样，因为Speos将频谱采样限制为OpticStudio中定义的波长。一般建议，用户应该在波长选项中输入至少两个波长。如果用户包含更多波长，只要边缘波长代表最大和最小工作波长，Speos结果就会更准确。

通常不支持厚度为负的旋转对称系统。如果在执行工具时检测到不对称的系统，建议用户检查原文件所在文件夹中生成的_adj文件。确保系统翻转成功，光线追迹从传感器到翻转系统中的物体。此外，如果光学系统中包含镜面、多配置控制数据、表面倾斜和离心或非标准表面，则导出程序可能无法在所有情况下正常工作。不支持无焦系统和具有STAR数据的系统。在使用STAR表面变形和体积数据时，用户应该在运行"将ROM导出至Speos"工具之前使用"多物理场数据加载器"删除数据。具有复合表面、坐标断点和虚拟表面的镜头文件由"导出至Speos镜头系统"工具提供支持。

> **注：** 确保在系统资源管理器中使用与要使用的Speos频谱相匹配的适当波长，特别是边界波长。

传感器映射可视化显示采用镜头单位标记的X-Y直角坐标轴（显示镜头单位 = 毫米的情况）。图像表面以等于图像净口径的半径显示。如果在镜头数据编辑器中为图像表面定义了另一个孔径，则图形应相应地更新。

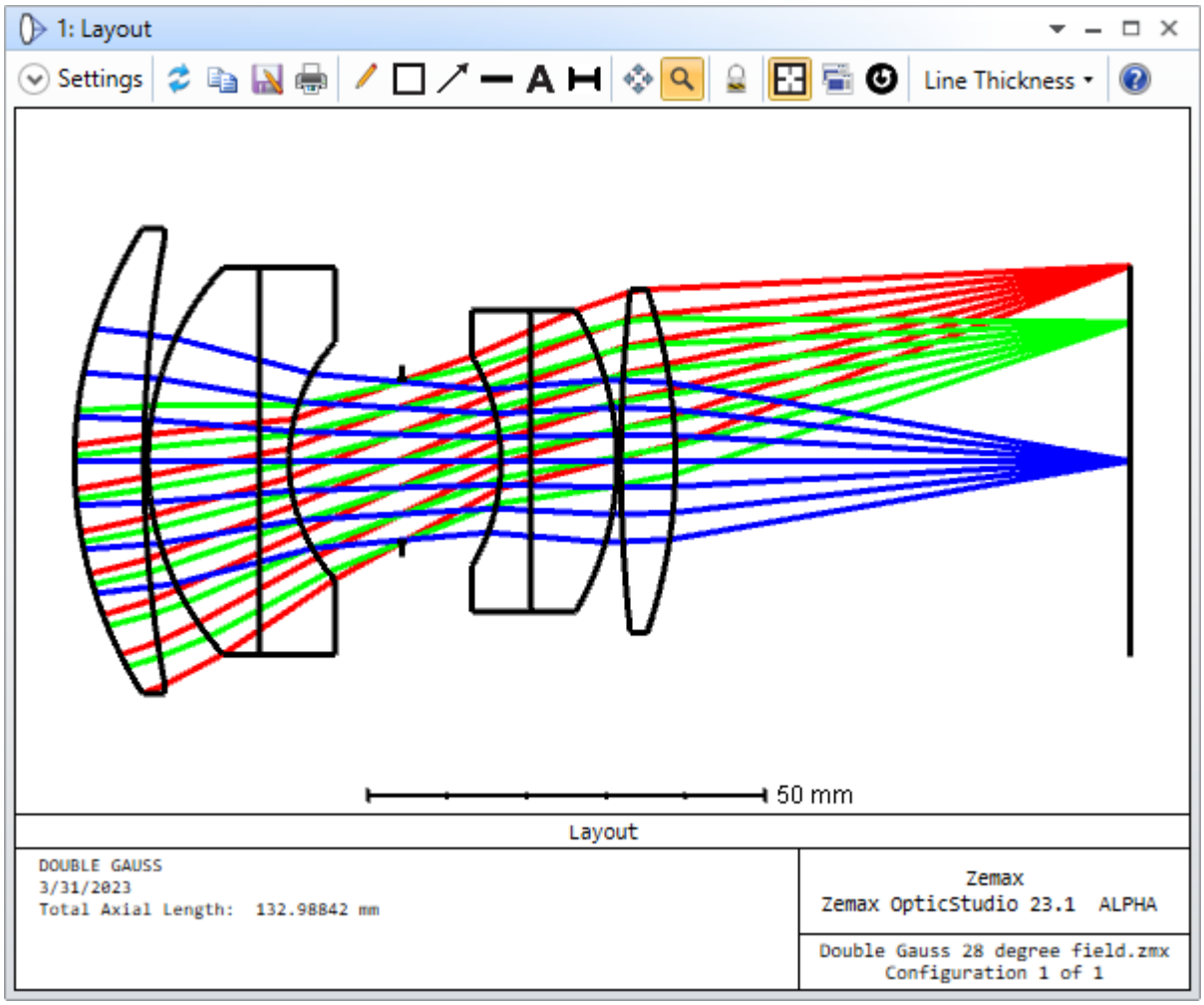
建议不要在图像表面之外采样。

当工具成功完成计算时，会打开一个文件对话框，以便将Speos畸变文件保存至磁盘。文件扩展名为.OPTDistortion。

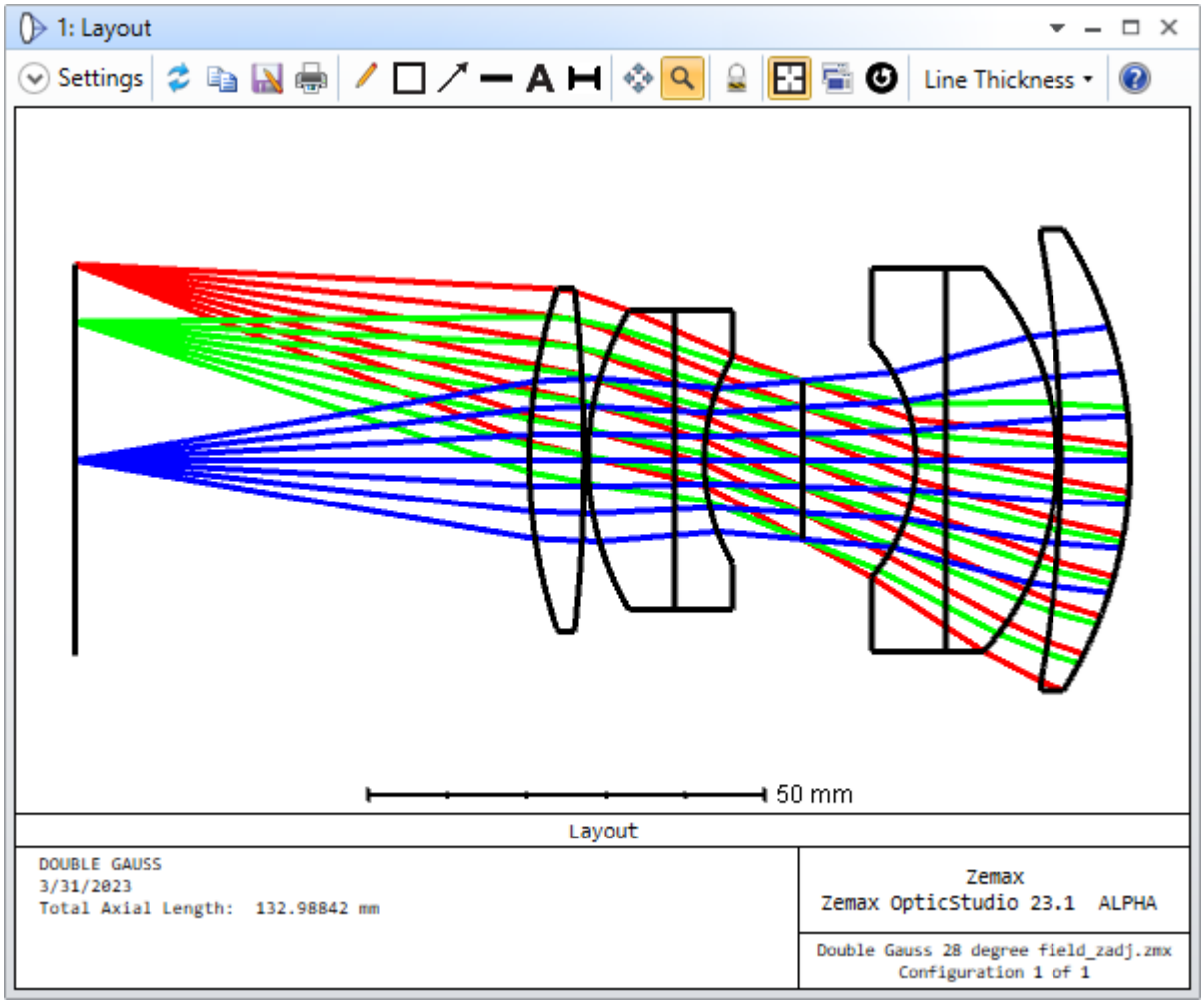
翻转系统，以便使用"跳过系统翻转"复选框：

要成功生成光学系统的降阶模型，系统必须进行反向光线追迹。导出程序包括一个自动系统翻转功能，允许OpticStudio将光线从图像传播到物体。

例如，自动翻转之前的双高斯示例文件是这样的：



翻转后的系统如下所示：



由于导出程序翻转算法及表面兼容性的限制，某些系统将无法正确翻转。为了帮助评估不能正确翻转的系统，用户可以手动翻转系统，然后通过激活"跳过系统翻转"复选框来禁用自动系统翻转。

手动翻转系统时，在该过程中使用的一些自动特性可能会由于其各自的限制而返回意想不到的结果。因此，建议确保这些步骤会产生正确的结果。建议采取以下步骤翻转系统：

1. 如果文件中有多个配置，则需要隔离所需的配置。
2. 在未选中所有复选框的情况下，运行"锁定设计"工具。
3. 如果"锁定设计"无法将各值设置为固定值，则手动为每个表面设置固定的半径、厚度、半直径和机械半直径。
4. 从图像前面的表面将厚度复制到物体。注意，OpticStudio可能会返回与无法找到坐标相关的错误。该错误可暂时忽略
5. 注释图像净口径。
6. （可选）在图像前的表面添加注释"Image - 1"，以便稍后比较。这是因为下一步不包括图像表面，物体表面将作为图像表面。
7. 从表面1到图像前面的表面运行"反向单元"工具。
8. 将物体的半直径和机械半直径设置为自动。

9. 如果倒数第二个表面为STOP，我们需要一些额外的步骤
   a. 复制STOP（倒数第二个）表面。系统应该有两个相同的表面，第一个是STOP。
   b. 将STOP的厚度设置为零，将两个相同的表面定位在同一个位置上。
   c. 将这些表面中的第二个（现在是倒数第二个表面，不应该是系统STOP）的净口径和机械半直径求解设置为自动。
10. 先通过将倒数第二个表面的所有属性复制到图像上来删除图像表面，然后删除倒数第二个表面。
11. 将孔径更改为"按光阑尺寸浮动"。
12. 打开字段编辑器，从工具栏运行"删除所有字段"。
13. 将字段类型设置为对象高度。
14. 使用字段向导生成所需的字段，其将步骤5中注释的图像净口径用作最大字段。此时应该没有错误。如果有任何地址，以确保OpticStudio可以追迹光线。
15. 在执行该过程之后，导出程序可以在激活"跳过系统翻转"复选框的情况下运行。默认的传感器大小将从最大字段值导出，并且可以手动修改。

1.4.7. 将光学设计导出至Speos（Export Optical Design to Speos）

“将光学设计导出至*Speos*”工具可从打开的OpticStudio文件收集数据，并将其保存为.ODX文件，该文件可导入Speos进行高级杂散光分析。.ODX文件可保存至工作镜头的文件夹中，名称相同，但扩展名为.ODX。同时还会保存一个包含导出信息的文本.LOG文件。

更多信息

如需从Speos的角度了解有关此工具的更多信息，请访问此链接：了解Ansys Zemax OpticStudio可以导出的对象（Understanding What Can Be Exported from Ansys Zemax OpticStudio）。

如需了解有关此功能的更多信息，请查看以下页面：

☒表面和几何体(Surfaces and Geometries) 在页面上 65
☒导出准备（Preparation for Export）

1.4.7.1. 表面和几何体(Surfaces and Geometries)

在Ansys Zemax OpticStudio (ZOS) 中，有两种建模模式可用于创建几何体。然而，Speos并不区分这些几何结构类型。以下信息可帮助您了解导出的内容：

序列模式**(Sequential Mode)**：在创建序列几何体时，光线会按照定义的序列从一个表面追迹到另一个表面。光线必须遵循清晰的路径。序列模式仅限于追迹每条光线的单一透射或反射路径，具体取决于使用的是折射元件还是反射元件。虽然序列模式适用于分析成像系统和无焦系统的性能，但它不适用于照明系统或杂散光和散射起重要作用的系统。

非序列模式**(Non-Sequential Mode)**：非序列几何体非常适合分析杂散光、散射和照明。在此模式下，光源、物体和传感器会按照光线从光源发射后与物体发生物理相互作用的顺序相遇。光线可能会多次与物体发生相互作用，也可能根本不会发生相互作用。在每个界面处，父光线可能会分裂成多条子光线，这些子光线会被透射、反射、吸收或散射。

OpticStudio序列(SEQ)和非序列(NSC)模式的光学系统将得到支持。从2025R2版本开始，将不支持混合模式。导出程序从LDE收集透镜形状数据并从NCE收集物体形状信息。还采集像面位置和孔径光阑。

表**1**：具有旋转对称性的支撑几何体

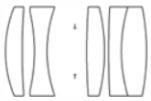
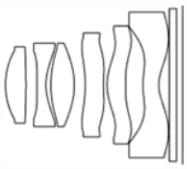
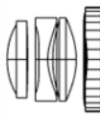
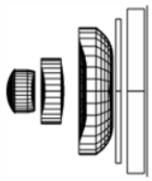
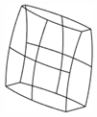
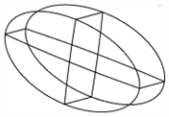
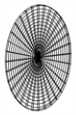
<table>
<tr><th colspan="2">Sequential Geometries</th><th colspan="2">Non-Sequential Geometries</th></tr>
<tr><td>• Even asphere
• Extended asphere
• Q-type asphere
• Standard</td><td>• Extended Odd Asphere
• Odd asphere
• STOP</td><td>• Annulus
• Even asphere lens
• Extended asphere lens
• Extended odd asphere lens</td><td>• Odd asphere lens
• Q-Type asphere lens surface
• Standard lens</td></tr>
<tr><td> 
Standard surfaces</td><td> 
Standard, Even Asphere and Extended Asphere surfaces</td><td>
Standard lenses</td><td> 
Standard lenses, Even Asphere lens, Com</td></tr>
<tr><td colspan="2">
Standard, Q-Type Asphere surfaces</td><td colspan="2"> 
Standard lenses, Compound lenses made of Q-Type As</td></tr>
</table>

表**2**：不具有旋转对称性的支撑几何体

Sequential Geometries		**Non-Sequential Geometries**	
• Extended polynomial • Biconic • Zernike Standard	• Zernike Fringe Sag • Biconic Zernike • Off-Axis Conic Freeform	• Extended polynomial • Biconic • Zernike Standard	• Ze • Bi • Of
 Extended Polynomial and Even Asphere surfaces	 Standard and Biconic surfaces	 Compound lenses made of Extended Polynomial and Aspheric surfaces	
 Standard and Biconic Zernike surfaces	 Zernike Standard Sag and Even Asphere surface	 Compound lenses made of Biconic Zernike and Standard surface	
 Off-Axis Conic Freeform surface	 Biconic Zernike and Standard surfaces with rectangular aperture	 Even Asphere and Biconic surfaces with elliptical aperture	
 Off-Axis Mirror	 Compound lens with rectangular aperture	 Extended Odd Asphere Lens with elliptica	

以下是对可以或不可以导出到Speos的表面和几何体的讨论：

膜层(Coatings)

膜层性能包括在导出文件中，以反射、透射和吸收的形式作为波长、入射角、偏振和方向（进入或退出材料）的函数。在有效波长范围内，每隔10纳米采样一次膜层性能。支持所有膜层类型。没有膜层的表面或面将按"光学抛光"材料导出。

导出程序收集大多数材料的材料数据：材料和库名称、色散和内部传输。不支持"扩展"和"Sellmeier 2"色散方程。不支持模型玻璃。不支持GRIN材料。

> 注**:** 所有边缘表面都将以相同的膜层导出。

镜面(Mirrors)

支持序列模式和非序列模式下的镜面。对于未涂覆膜层的镜面，假设其表面涂有一层厚铝膜（请参见材料(Material)）。涂层性能也将被导出。

如果镜面有基底（在序列模式下），则该表面将以实体的形式导出。如果没有基底，则将以表面的形式导出。

虚拟表面(Dummy surfaces)

SEQ模式下的虚拟表面（没有定义不影响光线的材料的表面）不包括在导出文件中。空物体（在非序列模式下）将不包括在导出文件中。

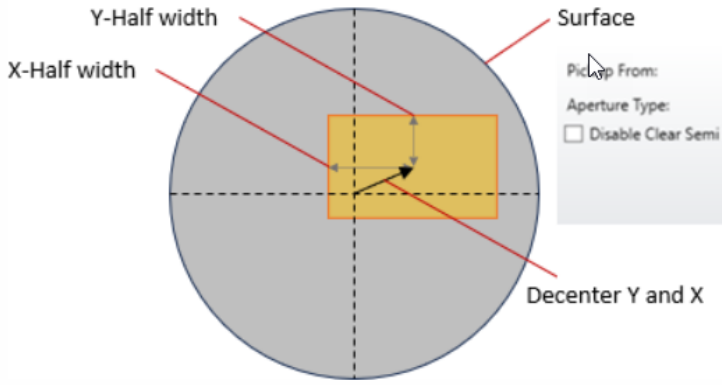
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

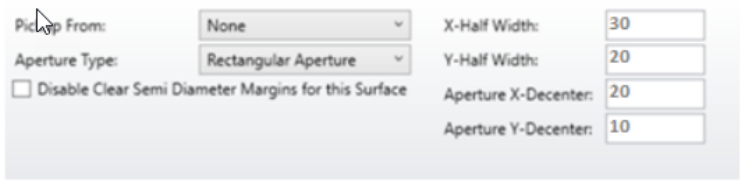
支持的孔径类型

您可以在ZOS中创建并导出具有表面定义孔径的透镜和表面。表面孔径用于处理渐晕的影响。孔径类型定义了光线通过的区域。在Ansys Zemax OpticStudio中，您可以为每个表面定义一个孔径。例如，一个透镜可能在前表面有一个孔径，在后表面有一个孔径。但是，为了确保*.ODX文件能够在Speos中成功导入，您需要遵守一些关键要素：

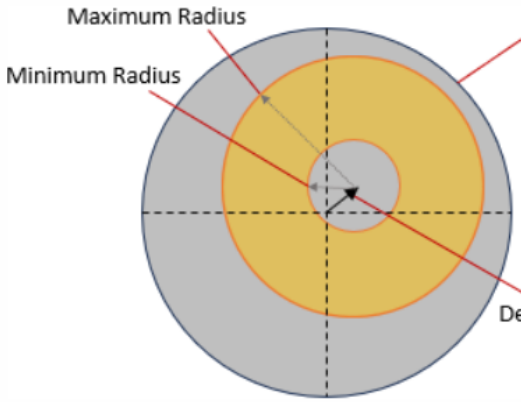
- 支持的孔径类型有矩形、椭圆形和圆形。
- 如果您在同一个几何体上在前表面创建一个孔径，在后表面创建一个孔径，则这两个孔径必须具有相同的光学孔径类型和参数。

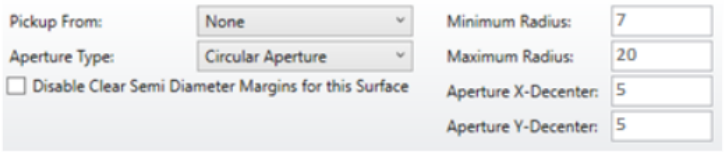
Rectangular





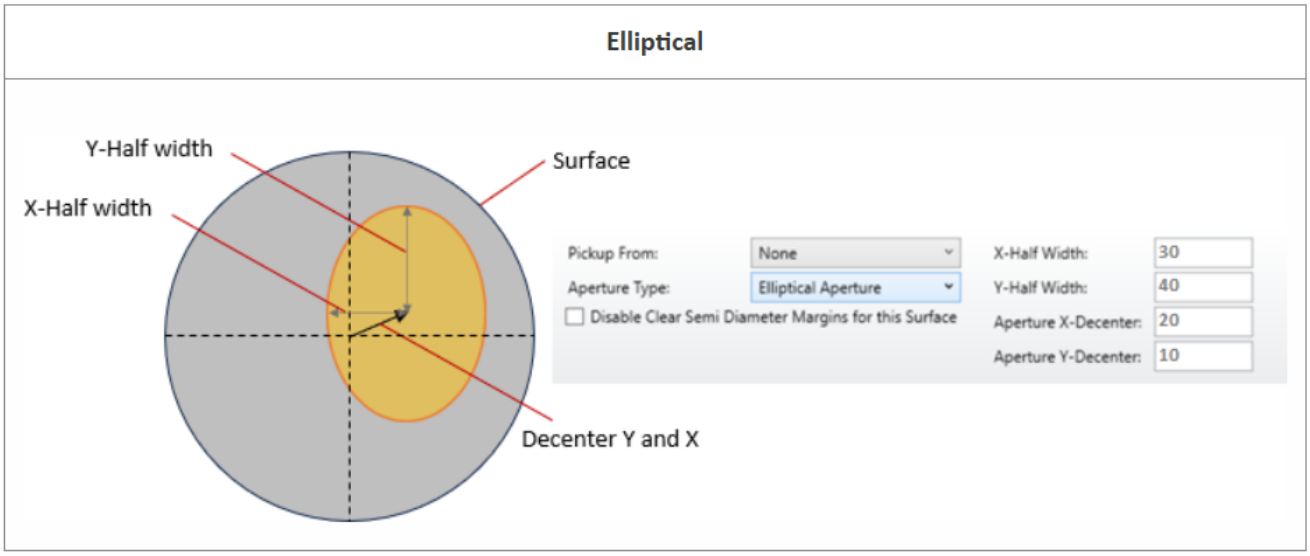
Circular





Important: Circular aperture with **Minimum Radius** > 0 is not compatible with annulus surface.

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



连续模式下的孔径光阑将按环面导出。内径（ID）将取自光阑面的"净口径"。外径（OD）假定为内径的3倍。环形面的中心将位于表面原点。在某些系统中，这可能会在环形面和镜头之间产生重叠。在这些情况下，应添加一个虚拟表面来定义孔径光阑。在非序列模式下，如果系统中存在环面，则将其导出，但在导出前不会自动将环面添加至系统。

Speos不接受尺寸小于0.01mm的物体。所有通光孔径、边缘和探测器宽度的最小值都应为0.01mm。此外，该规则也适用于像面。请确保将像面净口径固定为0.01mm以上的值。

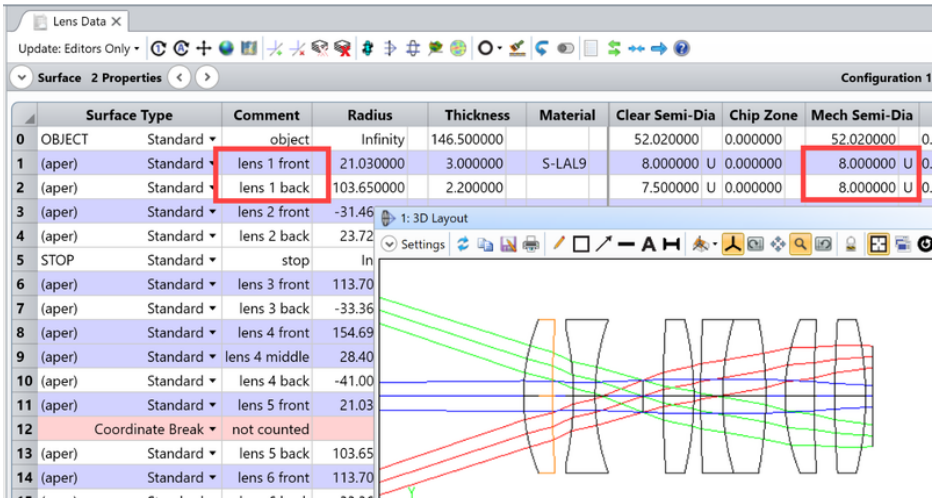
支持LDE(镜头数据编辑器(Lens Data Editor) 在页面上 201)中由3个表面组成的双胶合透镜。

> 注：当STOP表面定义在"空气中"的表面（即当表面没有材料，且前表面也没有材料）时，则忽略孔径参数，并将STOP表面导出为环形面。这对于所有孔径类型都有效。

1.4.7.2. 导出准备（Preparation for Export）

用户应该按以下方式准备OpticStudio的导出文件：

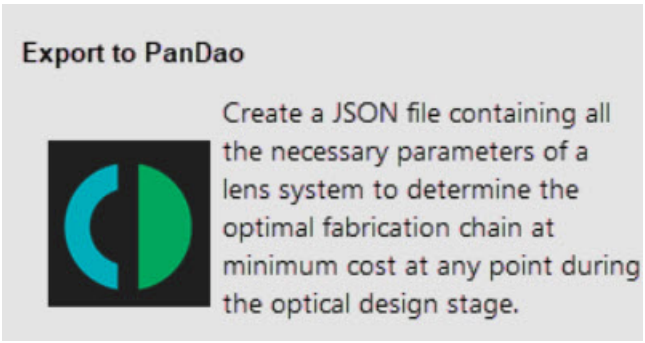
☒确保前后机械孔径相等。
☒将所有“浮动”孔径类型转换成“固定”类型。
☒删除LDE/NCE中的所有变量。
☒删除LDE/NCE中的所有求解。



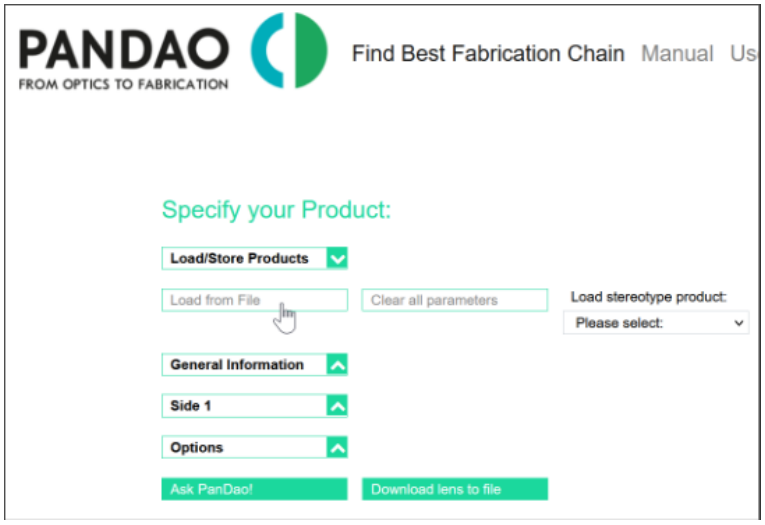
在SEQ模式下，可以使用“设计锁定”按钮，自动执行其中一些步骤。

1.4.8. 导出至PanDao（Export to PanDao）

此导出文件组工具仅在序列模式用户界面（UI）中提供。



导出至**PanDao**工具的说明 导出至PanDao工具先从OpticStudio文件收集光学数据，然后创建.JSON文件供PanDao网站使用。.JSON文件包含光学制造所需的信息，如边缘直径、净孔径直径、面型、镜头厚度和公差。PanDao网站可以帮助评估镜头制造方法对成本和性能的影响，并提出制造工艺建议。



设置（**Settings**） 导出至PanDao工具允许用户在"输出文件："下设置路径和文件名，如下文所示。"要导出的镜头"选项列出了在OpticStudio文件中自动检测到的单镜头和镜面。由于可能无法正确检测到所有光学元件，用户也可以通过"起始面"和"终止面"设置手动指定光学元件的起止面。窗口中还会显示日志，并显示导出的进度。

支持项（**Supported items**） 支持带有轴上孔径的镜面和单镜头。支持的表面类型有标准面、偶非球面、扩展非球面、奇非球面、扩展奇非球面以及*Q*型非球面。支持折射面和反射面。材料、机械半直径、净口径、厚度和半径值取自镜头数据编辑器。如果材料类型为MIRROR，那么若存在这些值，则将从表面的绘图属性中读取基面面型和厚度。

导出至*PanDao*工具可以使用公差数据编辑器(TDE）中的以下操作数：TWAV、TRAD、TCUR、TFRN、TTHI、TSDX|Y|R、TEDX|Y|R、TSTX|Y|R、TETX|Y|R、TIRX|Y、TIRR、TEXI和TEZI。元件倾斜和偏心（如TEDY或TETR）仅在应用于单个表面时才相关（在TDE中，Surf1=Surf2）。如果为表面定义了冗余操作数，则只使用TDE中的最后一个操作数。

对于球面，偏心和倾斜值是无法区分的。如果TDE中存在多个倾斜或偏心操作数，则导入至*PanDao*工具将选择列出的最后一个操作数。该工具通过检查是否存在非球面系数来检查所有支持的表面类型，以确定它们是否为球面。例如，系数均为零的偶非球面，该工具会将其识别为球面。

对于非球面，可以分别指定倾斜和偏心。如果TDE中存在冗余的操作数，则导入至*PanDao*工具将选择列出的最后一个倾斜操作数和最后一个偏心操作数。

此外，不仅可计算非球面性，而且还可将其纳入.JSON文件。

转换（**Conversions**） OpticStudio文件的数据必须转换为正确的PanDao.JSON文件格式。这些转换可能需要近似值，用户应该评估近似值对其系统是否有效。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

球面倾斜和偏心的转换（**Conversions of tilt and decenter for spheres**） 对于球面，倾斜和偏心是无法区分的。如果球面上存在偏心操作数，其将转换为如下所列的倾斜（以弧分为单位）。此外，TIRX和TIRY等倾斜操作数也需要转换成以弧分为单位的倾斜。

TDE中的操作数（球面）	**PanDao**语法	转换计算
TSTX|Y|R	偏心 α	60 （max － min）
TETX|Y|R	偏心 α	60 （max － min）
TIRX|Y	偏心 α	$\alpha = Arc\text{Tan}(\frac{\lvert \max - \min \rvert}{2D})\frac{180^\circ}{\pi}\frac{60'}{1^\circ}$ 其中 α 是以弧分为单位的倾斜，*max*和*min*是列出的**TIRX**或**TIRY**操作数的最大值和最小值，*D*是表面的净口径。
TSDX|Y|R	偏心 α	$\alpha = Arc\text{Tan}(\frac{\lvert \max - \min \rvert}{ROC})\frac{180^\circ}{\pi}\frac{60'}{1^\circ}$ 其中 α 是以弧分为单位的倾斜，*max*和*min*是列出的偏心公差操作数的最大值和最小值。
TEDX|Y|R	偏心 α	（TSDX|Y|R同上。）

非球面的倾斜和偏心转换

对于非球面，可以分别指定倾斜和偏心。

TDE中的操作数（球面）	**PanDao**语法	转换计算
TSTX|Y|R	偏心 α	60（max － min）
TETX|Y|R	偏心 α	60（max － min）
TIRX|Y	偏心 α	$\alpha = Arc\text{Tan}(\frac{\lvert \max - \min \rvert}{2D})\frac{180^\circ}{\pi}\frac{60'}{1^\circ}$ 其中 α 是以弧分为单位的倾斜，*max*和*min*是列出的**TRIX**或**TIRY**操作数的最大值和最小值，***D***是表面的净口径。
TSDX|Y|R	decenterSideShift β	（无需转换。）
TEDX|Y|R	decenterSideShift β	（无需转换。）

计算**TRAD**、**TCUR**和**TFRN**的**"**光焦度**"**

曲率半径公差转换成光圈值的方法如下。该计算使用球面边缘的矢高变化，这只对球面完全有效。对于非球面，计算应使用最佳拟合球面（BFS），以下所示的计算量可能过大，对于更极端的非球面形状，影响会更大。

TDE中的操作数	**PanDao**语法	转换计算
TRAD, Data = 0	光焦度 ϕ	$z_{\max}(r)=\frac{r^2/(ROC+\max)}{1+\sqrt{1-\frac{r^2}{(ROC+\max)^2}}}$ $z_{\min}(r)=\frac{r^2/(ROC+\min)}{1+\sqrt{1-\frac{r^2}{(ROC+\min)^2}}}$ $\phi=\frac{2}{\lambda_{test}}(z_{\max}(D)-z_{\min}(D))$ 其中 ϕ 是以光圈数为单位的离焦量，z（r）为球面的矢高，r为径向坐标，D为净口径，λ test为TWAV指定的波长，max和min为TRAD操作数。
TRAD, Data = 1	光焦度 ϕ	同上，但*max*和*min*被解释为ROC的百分比。
TCUR	光焦度 ϕ	同上，但*max*和*min*现在适用于曲率 = 1/ROC。
TFRN	光焦度 ϕ	ϕ = 2 （max － min） / λ test

计算**TIRR**、**TEXI**和**TEZI**的**"**不规则度**"**

从TIRR、TEXI和TEZI到P-V光圈的转换如下所示。对于TEZI，即采用镜头单位表示的RMS不规则度，我们假设该P-V是RMS的3.5倍。根据不规则度的形式，该估算可能不是很好，但它通常对表面上的Zernike项的复杂组合有效。

TDE中的操作数	**PanDao**语法	转换计算
TIRR	不规则度 χ	χ = |Largest of max or min|
TEXI	不规则度 χ	χ = max
TEZI	不规则度 χ	$\chi=\frac{2}{\lambda_{test}}3.5\max$

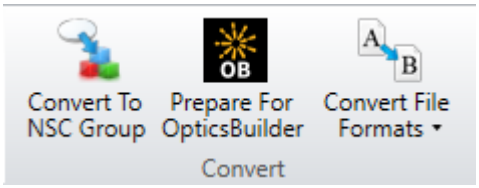
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

非球面性（**Asphericity**） 非球面性可测量表面与包含（或仅接触）非球面的球面之间的矢高偏离。"非球面性"值可以从去掉最小体积最佳拟合球面（BFS）的矢高图的P-V中提取。在评价函数编辑器中，可以使用DSAG操作数返回值。

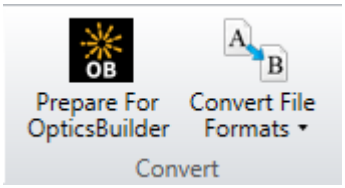
1.5. 转换组(Convert Group)

该组可用于访问"转换为NSC组"工具、"为OpticsBuilder做准备"工具以及各种文件转换实用工具。

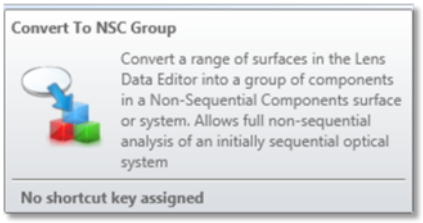
序列模式用户界面的转换组工具。



非序列模式用户界面的转换组工具。



1.5.1. 转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)

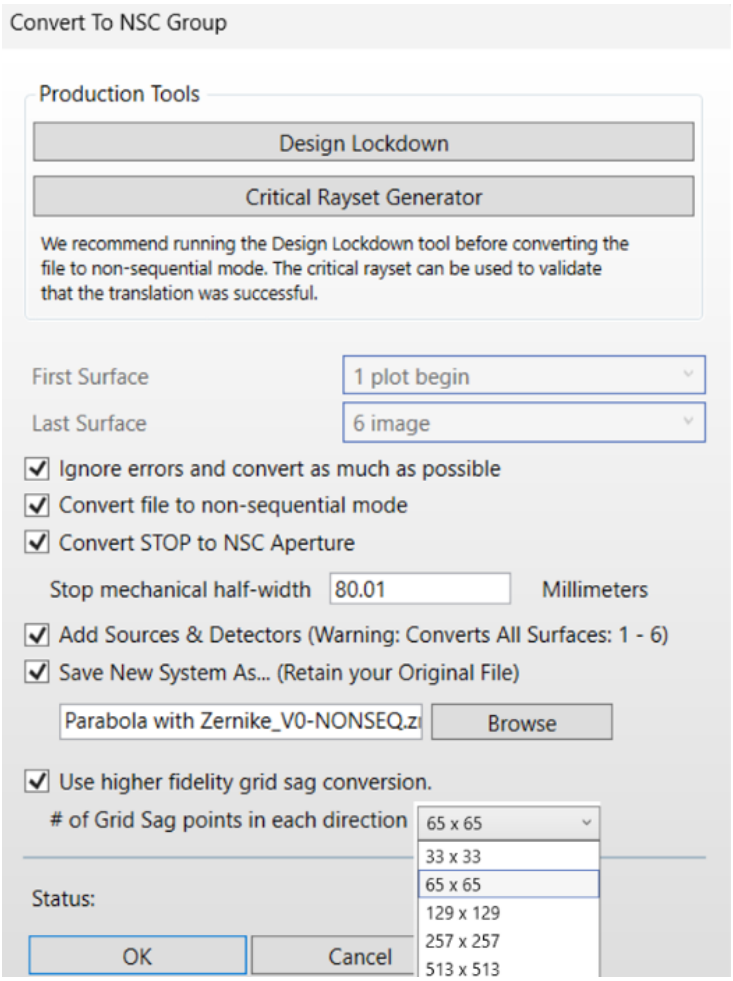


将镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的一系列表面转换为以下一种：

☒非序列模式元件(NSC)表面中的一组3D物体，用于在混合模式中追迹光线。有关非序列模式元件表面的更多信息，请参阅“非序列模式元件(Non-sequential Component)”，有关混合模式中非序列模式光线追迹的更多信息，请参阅“混合模式中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in mixed mode)”。

☒非序列模式中的新系统。有关非序列模式中非序列模式光线追迹的更多信息，请参阅“非序列模式中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in non-sequential mode)”。

如果转换为混合模式系统，推荐在转换表面的范围之前或之后插入虚拟表面，然后选择这些作为转换用的起始和终止面。 如果转换为“纯”非序列系统，则不需要虚拟表面。



锁定设计**(Design Lockdown)**：如需了解更多信息，请参阅“锁定设计(Design Lockdown)”。

特定光线生成器**(Critical Rayset Generator)**：参阅“特定光线生成器（Critical Rayset Generator）”章节了解更多信息。

起始面**(First Surface)**：此表面为转换至非序列模式元件的镜头组的第一个表面。

终止面**(Last Surface)**：此表面是镜头组要转换的最后一个表面。

忽略错误并尽可能多转换**(Ignore errors and convert as much as possible)**：如果选中此复选框，即使在转换过程中检测到错误或限制，也不会停止转换。选择此项很有用，即使有小部分系统因为出错不能转换，但通常大部分系统都能正常转换。

将文件从序列模式转换为非序列模式**（Convert file to non-sequential mode）**：如果选中此复选框，则会将所选范围的表面转换为“纯”非序列模式文件。

将光阑转换为非序列模式光阑：如果选中该选项，光阑面将被转换为环形孔径（或者环形）或非序列模式下的矩形孔径。如果光阑是物体，则禁用该选项（例如镜面或者镜头表面）。

光阑机械半宽：可以确定外径或宽度。

添加光源和探测器**（Add Sources & Detectors）**：如果选择该项，光源和探测器将自动添加到非序列模式文件中来代替序列模式文件中的光线源和像面。 在视场数据编辑器(Field Data Editor)中定义的序列模式视场将转换成非序列模式的光源物体。 每一个光源有一个对应的探测器，该探测器以像面对应的视场为中心。 注意，该设置将自动转换镜头数据编辑器中的所有面。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

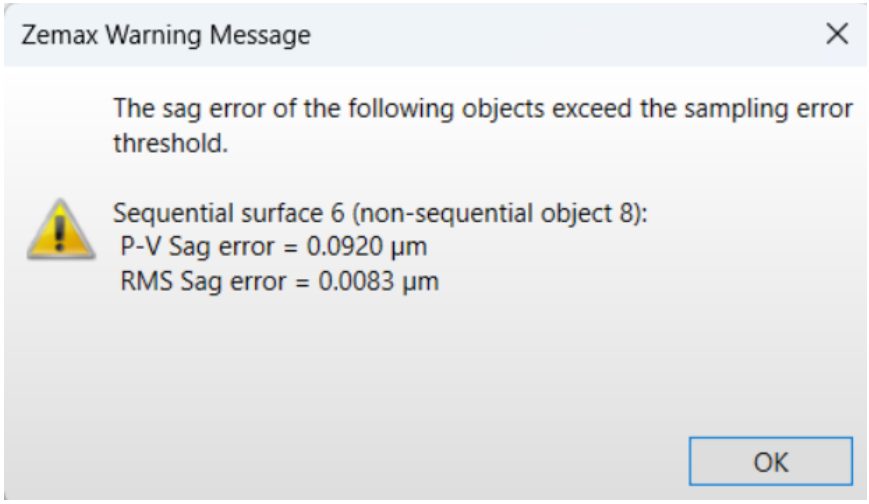
新系统另存为……(**Save New System As**…)（保留您的原始文件）：当系统被转换成非序列模式以后，它将被保存在一个新文件名下。 否则，当前文件将在内存中被新转换的非序列模式数据覆盖，并且如果保存了新文件，那么旧文件将被覆盖在磁盘上，无法恢复。默认的文件路径为“<the current file name>-NONSEQ.zmx”。默认路径与当前打开文件的路径相同。

使用更高保真度的网格矢高转换。每个方向的网格网格矢高点数：

本节为任何可转换为非序列网格矢高面物体的表面类型设置网格矢高点数。如需了解更多信息，请参阅网格矢高面（Grid Sag Surface）。

该选项默认选中。选中该选项后，用户可以从下拉菜单中选择表面转换分辨率（网格矢高点数）。默认值设置为65 X 65，用户可以选择从33 X 33到2049x2049的分辨率。非序列网格矢高面将设置为使用双三次插值。

单击确定（**OK**）后，一旦非序列模式转换器成功完成转换，如果RMS矢高误差（RMS Sag Error）超过定义的误差阈值（Error Threshold），将出现以下弹出窗口：



此警告窗口将以微米为单位显示网格矢高面物体中超出误差阈值的P-V和RMS矢高误差（P-V and RMS Sag Errors）。为获得最精确的转换，如果出现此消息，请考虑以更高的采样分辨率重复执行“转换至非序列模式组（Convert to NSC Group）”操作。此消息仅反映在非序列模式中转换为网格矢高物体的采样精度，不影响整个转换过程。无论是否收到此通知，转换都会成功。

请注意，如果未选中此选项，非序列网格矢高面仍将使用双三次插值，采样表面将以65x65的分辨率进行转换。在这种情况下，即使RMS矢高误差超过定义的误差阈值，也不会出现警告消息。

1.5.1.1. 将序列模式表面转换为非序列模式物体(Converting sequential surfaces to non-sequential objects)

此功能将镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的一系列序列模式表面转换为一组非序列模式元件。不要认为此功能可以完美地转换序列模式表面数据；在进行任何重要分析之前，请仔细检查非序列模式转换结果。请参见序列模式"特定光线生成器(Critical Rayset Generator)"工具和非序列模式"特定光线比对(Critical Ray Tracer)"工具。

该功能基于以下算法：

1. 首先，插入一个非序列模式元件表面和一个虚拟输出口表面。输出口的位置与定义范围内的最后一个表面重合。
2. 将表面范围转换为相应的NSC表面物体（对于独立表面和具有零基面厚度的反射镜）或NSC物体（对于材料介于两者之间的成对表面或具有非零基面厚度的反射镜）。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3. 坐标断点面被替换为具有等效旋转的空物体；随后的物体将引用空物体。
4. 然后删除原始表面。
5. 如果选中"将文件转换到非序列模式"框，则文件将置于非序列模式，并且删除选定范围之外的所有表面。
6. 如果选中"添加光源和探测器(Add Sources & Detectors)"选项，则视场数据编辑器(Field Data Editor)中的每个序列模式视场都将转换为非序列模式椭圆光源。 椭圆光源的参数计算基于序列模式视场位置和入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)。
7. 此外，使用点列图(Spot Diagram)分析，计算每个序列模式视场在图像表面的质心位置。 在这些质心位置插入矩形探测器，注释对应于每个视场编号。 矩形探测器的大小与选中"显示艾里斑(Show Airy Disk)"的点列图分析的默认显示宽度相同。

   a. 对于具有平像平面的有焦系统，每个视场点的矩形探测器位于同一XY平面（假设Z轴为光轴）。对于大多数系统，这些矩形探测器很小，在X&Y方向上分开，因此矩形探测器不会重叠。 如果探测器确实重叠，则将遵循嵌套规则（请参见"放置物体(Object Placement)"），且一些探测器并不一定能看到所有光线。 在这种情况下，用户需要手动调整探测器的位置，很可能是沿着光轴进行调整，使得探测器之间的距离超过系统选项(System Explorer)中的"胶合距离(Glue Distance)"。
   b. 虽然曲面图像表面不会转换为曲面探测器，但矩形探测器的位置是使用每个视场的质心处的表面矢高和法向角来计算的。
   c. 当在系统选项中选中"无焦像方空间(Afocal Image Space)"时，我们假设光线在镜头数据编辑器中的像面几乎是准直的。 这通常意味着RMS光斑尺寸（单位为um）较大，因此每个视场点的矩形探测器也较大，因此可能重叠。因此，无焦系统的矩形探测器将沿光轴略微偏移，偏移值略大于系统选项的"胶合距离"。 如果光线接近准直，此偏移不应显著改变结果。

8. 还添加了颜色探测器，位于矩形探测器之后。 它的偏移距离略大于系统选项中的"胶合距离"。 颜色探测器的大小由全视场点列图分析的默认显示宽度决定。
9. 有限共轭的有焦系统（物体不在无穷远处）也会在视场点源椭圆之前插入一个非活动DLL光源(Source DLL)"Lambertian Overfill"和一个滑动物体。DLL光源和滑动物体可用于测试系统的像质：

   a. DLL光源和滑动物体的大小由镜头数据编辑器中物体表面的净口径决定。
   b. DLL光源"Lambertian Overfill"将用Lambertian分布填充序列模式系统的第一个孔径。从DLL光源(Source DLL)到第一个孔径的距离由"目标距离(Target Distance)"参数定义。第一个孔径的直径由"目标直径(Target Diameter)"参数给出，请注意，该目标孔径必须是圆形的。 DLL光源的大小由"光源宽度(Source Width)"和"光源高度(Source Height)"参数给出，但与目标孔径不同，光源区域可能是椭圆形或矩形。对于非序列模式转换，DLL光源是方形的，因此它与滑动物体的尺寸匹配。
   c. DLL光源光线源于方形光源区域内的均匀空间分布。 在虚拟目标孔径周围拟合一个右圆锥体，然后从该锥体内的均匀角分布中随机选择光线方向。 由于圆锥体略大于目标孔径的椭圆横截面，因此光线可能会略微超出圆形目标孔径。因此，目标孔径最终会被过度填充，通常为充量适中。有关Lambertian过度填充DLL光源的更多信息，请参阅"DLL光源(Source DLL)"。

10. 如果"镜头数据编辑器"中的像面定义了材料，则会向非序列模式文件添加一个附加物体，该物体从序列模式像面的位置开始。 未定义该物体的后表面（因为像面始终是LDE中的最后一个表面），因此后表面的半径和净孔径从前表面拾取，厚度为1个镜头单元。

    a. 由于这个附加物体表示像面之后的材料，颜色探测器的放置变得不明确。 因此，如果像面定义了材料，则序列文件模式将转换为不具有DLL光源、滑动物体和颜色检测器的非序列模式。

11. 请注意，除非选中"新系统另存为..."选项，否则转换后的非序列模式文件将覆盖当前序列模式文件。 无法撤消该操作。

该功能不一定在所有情况下都能正常工作。在要转换的透镜表面范围之前和之后，可能需要插入一些具有小间距的附加虚拟表面。

有关转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)功能的例外和限制的更多信息，请参阅下一节。

1.5.1.2. 例外和限制（Exceptions and Restrictions）

对于将自动转换成非序列模式物体的序列模式表面，其类型和属性有一些限制。

表面类型

1. "转换为非序列模式"工具支持下列序列模式表面。这些表面将自动转换成等效的非序列模式表面：

   ☒双锥
   ☒双锥Zernike
   ☒二元面2
   ☒坐标断点
   ☒衍射光栅
   ☒偶次非球面
   ☒扩展非球面
   ☒扩展奇次非球面
   ☒扩展多项式
   ☒菲涅尔面
   ☒网格矢高
   ☒全息面1
   ☒全息面2
   ☒奇次非球面
   ☒离轴圆锥自由曲面
   ☒近轴
   ☒近轴XY
   ☒多项式
   ☒Q型非球面
   ☒幻灯片
   ☒标准面
   ☒倾斜面
   ☒Toroidal面
   ☒Toroidal全息图
   ☒Zernike Standard矢高

2. 所有其他表面类型都将转换成非序列模式网格矢高物体。有关该物体的更多信息，请参阅"网格矢高面"。表面矢高用64x64网格点自动采样，并转换成.GRD文件，存入用户数据文件夹<...\Zemax\Objects\Grid Files>。
3. 一些支持的表面包括在其他等效非序列模式表面中不受支持的参数。如果使用这些参数，则序列模式表面将转换成非序列模式网格矢高面物体。例如，如果在序列模式Toroidal面中使用Zernike项，它将转换成非序列网格矢高面物体。
4. 对于定义镜头前后表面的成对序列模式表面：

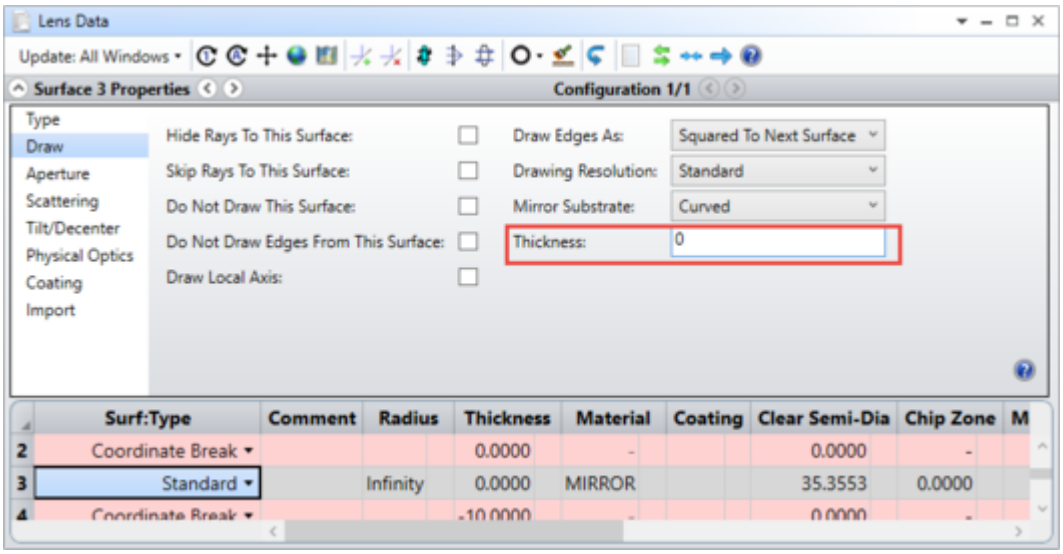
   a. 如果镜头前后表面组合不存在非序列等效，则前后表面将转换成非序列模式复合镜头物体的参考物体。有关该物体的更多信息，请参阅"复合镜头（Compound Lens）"。
   b. 如果表面有孔径，则孔径也将转换成复合镜头物体。有关该物体的更多信息，请参阅下一节关于孔径和"复合镜头"的说明。此规则的例外情况是，两个镜头组合采样了倾斜/标准、标准/倾斜或倾斜/倾斜，没有弧线。在这些情况下，如果两个表面都有圆形孔径（没有孔径离心），就会将其组合成一个圆柱体2。如果两个表面都有矩形孔径（没有孔径离心），就会将其组合成一个矩形体。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

c. 如果镜头的前后表面组合有非序列模式等效，但为序列模式表面定义的孔径类型或孔径参数不受其他等效非序列模式物体支持，转换器将把序列模式表面转换成复合镜头物体。例如，如果一个镜头的前表面为标准面，后表面为包含一个椭圆孔径的偶次非球面，将转换成复合镜头物体，而不是等效偶次非球面镜头物体（等效非序列模式物体）。有关该物体的更多信息，请参阅下一节关于孔径和"复合镜头"的说明。

5. 对于采用镜面材料的表面，衍射表面除外：

a. 如果基板厚度是零（在"表面属性>绘图"对话框中定义，如下图所示），OpticStudio将把镜面转换成等效非序列模式表面物体。支持标准面、Toroidal面、均匀非球面、双锥和双锥Zernike面。



b. 当基板厚度大于0时，支持点1-3中描述的相同表面。OpticStudio将把镜面转换成复合镜头物体，其厚度与基板厚度相同。如果镜面基板是平面，则镜面后表面将用标准平面物体表示。如果镜面基板是曲面，则复合镜头物体的后表面将与前表面具有相同的表面类型。更多信息，请参阅"复合镜头"。

c. 如果表面为均匀非球面，基板厚度大于0，带圆孔径且无孔径离心，OpticStudio会将镜面转换为环形非球面镜头，厚度等于基板厚度。最小的前后孔径由圆孔径的最小半径定义。

d. 离轴镜面物体的后表面是一个轴上球面，默认情况下，圆锥系数为零，曲率半径与前表面相同。因此当转换为非序列模式组时，序列模式系统中的镜面基板厚度值应选择足够大，以避免前后表面重叠导致形成无效的几何形状。

e. 使用"标准曲面"或"离轴圆锥自由曲面"定义的基板厚度非零的序列模式离轴反射镜将被转换为离轴反射镜对象。注意，这将改变基板的挤压方向。如果基板挤压方向必须必须与序列模式版本匹配，那么在转换后，用户需要用合适的复合镜头结构替换离轴反射镜对象。

6. 如果存在等效的非序列模式物体，则点1中所列的衍射表面将自动转换成非序列模式。如果不存在等效的非序列模式物体，或者如果要转换的衍射表面不在点1的列表范围内，则"转换为非序列模式"工具将按照点2-4的说明完成转换。因此，原始衍射表面将被转换成"网格矢高面"或彻底删除。在这种情况下，用户必须在转换后手动重建衍射表面。

   对于采用镜面材料的衍射表面，如果基板厚度为零（在"表面属性 > 绘图"对话框中定义，如下图所示），转换后等效非序列模式物体的厚度将设置成0.02mm。如果基板厚度大于0，转换后该值将被用作等效非序列模式物体的厚度参数。

7. 所有坐标断点面必须在元件之间，在"空气"中，而不是嵌入在镜头内部。这是正常使用情况。
8. 在选定范围内，起始面之前的表面和终止面都必须由具有统一折射率的"空气"构成。
9. 光阑面必须在起始面之前。如果勾选"将文件转换为非序列模式"复选框，则会删除此限制。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10. 图面不会自动转换成曲面探测器。参阅"将序列模式表面转换为非序列模式物体"一节，了解关于如何插入探测器的更多信息。

孔径（Apertures）

1. "转换为非序列模式"工具支持下列序列模式表面孔径（在"表面属性 > 孔径"对话框中定义）。这些孔径将自动转换成等效的非序列模式表面孔径：

   ☒环形
   ☒矩形
   ☒椭圆形
   ☒用户自定义

2. 非序列模式下的表面不能有超出表面半直径的孔径。如果序列模式表面的孔径超出其定义的半直径，则表面转换将不会成功，同时显示错误消息。
3. 转换中不支持遮阑。注意，序列遮阑通常仅在序列模式下有意义，因为它们表示遮挡光线的其他物体。
4. 对于定义镜头前后表面的成对序列模式表面：

   a. 前表面上的孔径也将定义后表面上的孔径，只要孔径类型定义为椭圆、矩形或用户自定义。
   b. 如果前表面包含环形或矩形孔径，孔径值将转换成矩形体物体的参数，以便在原生布尔的帮助下修剪非序列模式复合镜头物体。有关更多信息，请参阅复合镜头、矩形体和原生布尔。
   c. 如果前表面包含偏心环形、椭圆或矩形孔径，除了复合镜头物体，转换器还将插入偏心圆柱体物体、椭圆体物体或矩形体物体，用原生布尔物体将镜头修剪到指定孔径。有关更多信息，请参阅圆柱体、椭圆体、矩形体和原生布尔。
   d. 如果前表面包含具有非零最小半径的环形孔径，转换器将插入额外的圆柱体物体，以便用原生布尔物体删除中心体。有关更多信息，请参阅圆柱体和原生布尔。
   e. 如果前表面包含用户自定义孔径（UDA），转换器将插入一个"挤压"物体和一个"原生布尔"物体，将镜头修剪到指定孔径。要用UDA获得正确的非序列模式原生布尔物体，请确保在镜头数据编辑器的第二个面上使用"孔径拾取"。有关这些物体的更多信息，请参阅"挤压、原生布尔和圆柱体"。
   f. 参数转换：

      对于用户自定义孔径和椭圆孔径，根据序列模式表面的孔径定义（"表面属性>孔径"对话框），非序列模式复合镜头的净口径、延伸半直径和边缘半直径都具有相同的值。对于矩形孔径，序列模式表面的X半宽和孔径X偏心之和（"表面属性 > 孔径"对话框）将定义非序列模式复合镜头物体的半宽X和净半宽X；同样的规则适用于Y半宽和孔径Y偏心。

      如果前表面包含环形孔径，孔径对话框（"表面属性>孔径"对话框）中定义的孔径值（最大半径）将转换成非序列模式复合镜头的前表面净口径，无论镜头数据编辑器中的半直径值是多少。镜头数据编辑器中的延伸区与半直径（或最大半径，如果使用环形孔径）之和将转换成非序列模式复合镜头的Front Clear + Chip值。注意，如果上述和小于孔径对话框中的孔径最大半径，则Front Clear + Chip将具有与FrontClear相同的值。序列模式表面的机械半直径将转换成非序列模式复合镜头的前机械半直径。相同的转换将应用于后表面。

5. 对于采用镜面材料的表面：

   a. 在标准面、Toroidal面、偶次非球面、双锥和双锥Zernike镜面上定义的孔径（基板厚度为零）被转换成等效非序列模式物体。
   b. 标准镜面上的非环形孔径（基板厚度为零）通过OpticStudio自动创建的用户自定义孔径（UDA）进行转换。有关UDA的更多信息，请参阅"用户自定义孔径和遮阑"。
   c. 如果镜面有非零基板厚度（在"表面属性>绘画"对话框中定义），则将删除这些限制。复合镜头物体与圆柱体、矩形体、椭圆体或挤压物体以及原生布尔物体相结合，以创建所需的孔径镜面。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

有时，转换后的光线追迹结果不会产生与序列模式相同的结果。这种情况可能有如下解释：

- 如果某些表面具有中心遮阑或环形孔径，则某些光线可能不会在非序列模式组内追迹相同的光线。这很可能发生在具有遮阑孔径的望远镜中。在非序列模式表达中，主光线或不能穿过非序列模式组，或可能会采用完全不同的路径。
- 在非序列模式追迹中，恰好位于序列模式表面边缘的光线可能会错过表面，或到达镜头的外圆柱壁。因此，在转换为非序列模式组时，OpticStudio会让每个表面的直径略微增大。
- 对于在选定范围末端有凹面的系统，表面的边缘可能落在入口和/或出口之外，这将导致光线追迹错误。在转换之前，该解决方案可手动编辑入口/出口位置，或在选定范围之前和之后插入虚拟表面。
- 来自非序列模式光源物体的布局光线不像序列模式布局光线那样对称显示。 例如，追迹3条非序列模式布局光线未必会追迹一条主光线和两条边缘光线。 要比较非序列模式布局（或实体模型）与序列模式布局，请在序列模式布局设置中将光线图形修改为"随机"。
- 对于转换为具有光源和探测器的非序列模式的系统，如果像面是曲面，则非序列模式结果将与序列模式点列图略微不同。 这是因为可以在曲面上计算点列图，但插入在这个转换中的探测器是平面的。有关探测器的更多信息，请参阅"将序列模式表面转换为非序列模式物体"一节。
- 对于某些非常规系统，在自动转换成非序列模式的过程中，光源被放置在原生布尔物体的父物体区域内。自动转换光源获得的光线追迹结果将不正确，转换后必须手动调整非序列模式光源的位置。

在具有多种配置的系统中，具有一对一映射的操作数将被转换。 以下操作数列表在大多数情况下都受到支持：

- AICN
- CONN
- COTN
- CPCN
- CRVT
- CWGT
- GLSS
- LTTL
- MCSD
- MOFF
- MTFU
- NCOM
- NGLS
- NPAR
- NPOS
- NPRO
- PRAM
- PRWV
- SDIA
- SWCN
- TEMP
- THIC
- WAVE
- WLWT

所有未转换的操作数将用MOFF操作数替换，并将自动插入未转换操作数的简要介绍。光源和探测器将使用多个NPOS和NPAR定位，确保为每个视场正确放置椭圆光源，为每个图像位置正确放置矩形探测器和颜色探测

器。矩形探测器将放置在点列图的质心，而颜色探测器将放置在与序列模式图像平面顶点相同的位置。不支持非序列模式下的热拾取。

在具有公差数据信息的系统中，支持的操作数将在适用的情况下自动转换为其非序列模式对应的操作数。 下面是支持的操作数列表：

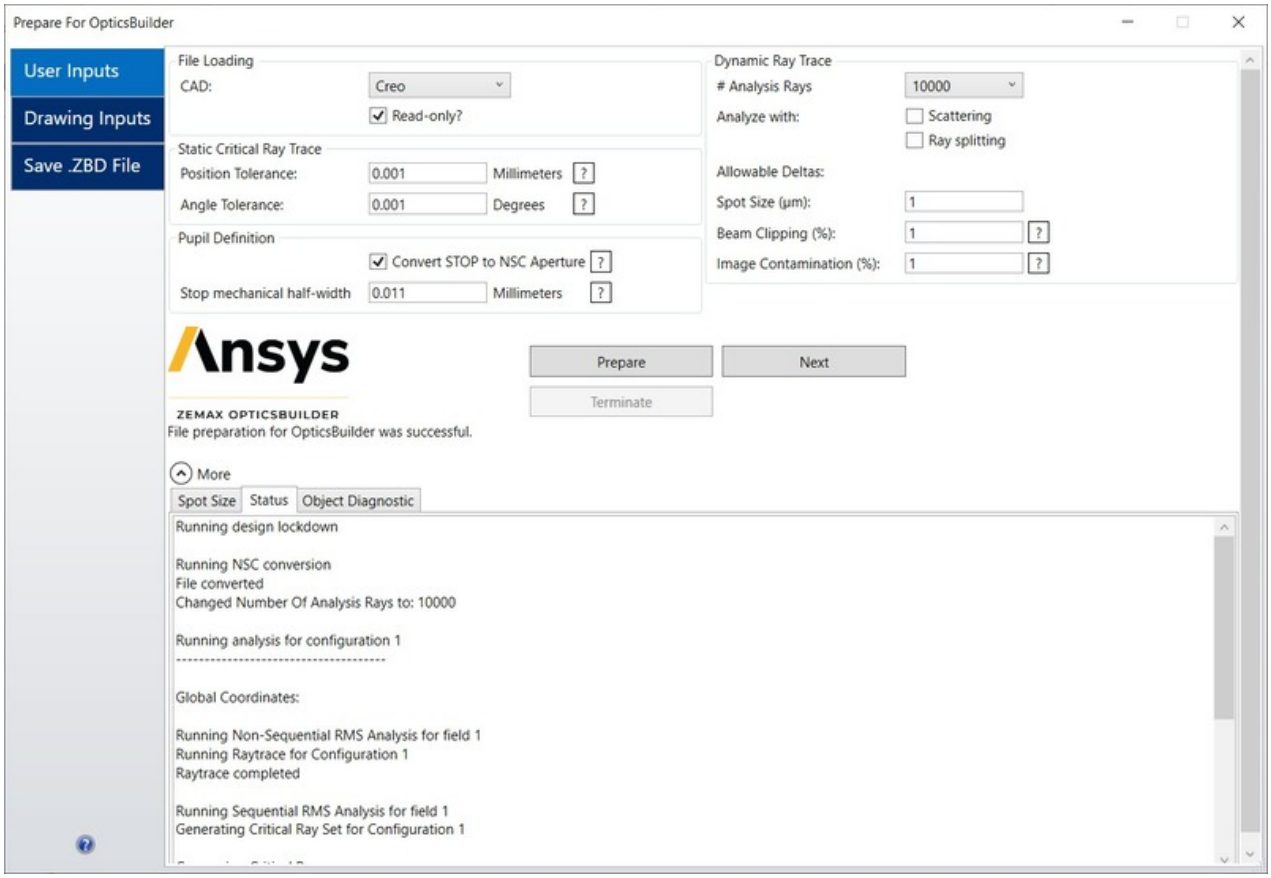
☒CMCO
☒COMM
☒SAVE
☒SEED
☒STAT
☒TABB
☒TEDX
☒TEDY
☒TETX
☒TETY
☒TETZ
☒TIND
☒TMCO
☒TNPA
☒TNPS
☒TOFF
☒TRAD
☒TSDX
☒TSDY
☒TSTX
☒TSTY
☒TTHI

所有未转换的操作数将替换为TOFF操作数和未转换操作数的简要介绍。 注意，序列模式下的一些常见公差分析功能在非序列模式下没有等效的功能或操作数，例如建模表面倾斜或表面不规则度。 因此，非序列模式不能通过Zernike剖面对楔形单元或表面不规则度进行公差分析。 任何具有TFRN操作数的平面都需要手动转换成适当的半径公差。 转换工具目前仅支持镜面或单镜头倾斜/偏心；任何对一个以上的单元有效的倾斜/偏心都需要在NSCE中用适当的参考物体和拾取进行手动调整。

有些序列模式操作数在转换到非序列模式后将不适用。例如，包含带有Zernike项的网格矢高表面的序列模式系统可以成功转换成非序列模式，但OpticStudio在转换过程中会更改表面表示。该表面将被重新采样并转换成新的网格矢高表面。因此，如果原始网格矢高表面的半径上存在公差，它将不再适用。

1.5.2. 为OpticsBuilder做准备(Prepare For OpticsBuilder)

"为OpticsBuilder做准备(Prepare For OpticsBuilder)"工具用于将OpticStudio系统打包为ZBD文件，该文件可以在OpticsBuilder中打开。有关此文件格式的更多信息，请参阅"保存.ZBD文件(Save .ZBD File)"部分。



为了正确转换光学系统，"为OpticsBuilder做准备"工具包括以下功能：

☒将文件从序列模式转换为非序列模式。为此，"为OpticsBuilder做准备"可以：

☒如帮助系统文件"将序列模式表面转换为非序列模式物体(Converting sequential surfaces to non-sequential objects)"所述，将序列模式表面转换为匹配的非序列模式物体。
☒进行检查以确保光线在转换后定位正确
☒进行检查以确保光线在转换后倾斜角度正确
☒确认转换后光斑尺寸变化保持在允许值以下
☒允许用户在从序列模式转换失败后打开并检查非序列模式文件

☒验证给定的非序列模式物体在OpticsBuilder中受到支持而且可以导出
☒为序列模式设计生成临界边界光线集
☒手动填充双胶合透镜、三片镜和四片镜的绘图数据
☒向ZBD文件添加注释，以供其他工程师参考
☒选择是否在光线追迹分析中启用散射和/或光线分裂
☒将允许的增量作为设计验收标准添加到OpticsBuilder

光阑机械半宽复选框可用于圆形和矩形孔径。如果表面属性孔径类型设置为"无"或圆形孔径，且相应的求解设置为固定，则该复选框将沿用机械半直径的值。如果机械半直径并不固定，则该值将设置为半直径值+0.01个镜头单位。有关其它用途，请参阅转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)

如果表面属性孔径类型设置为矩形孔径，则该复选框将沿用孔径X和Y半宽值中的最大值+0.01个镜头单位

状态选项卡显示了事件日志，以帮助在准备文件供OpticsBuilder使用时进行错误处理。

"为OpticsBuilder做准备"工具支持有焦和无焦系统。

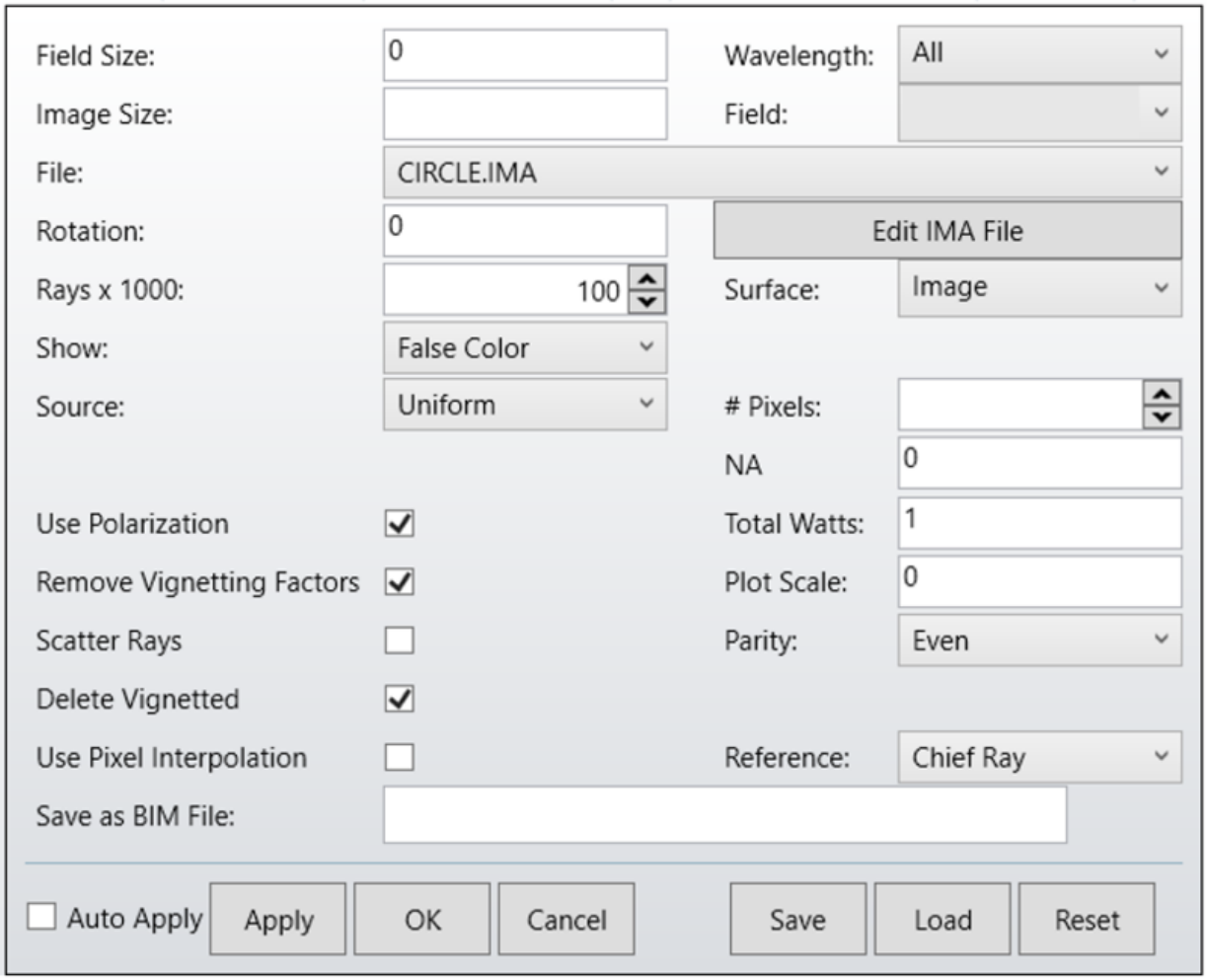
1.5.2.1. 序列模式转换步骤(Steps for conversion from Sequential Mode)

在序列模式中，光学元件是通过将多个无限薄的表面连接在一起而形成的，它们之间具有一定的厚度。为了在像Creo这样的CAD软件中正确表示这些元件，必须将这些表面转换为真实的3D物体。这可通过将序列模式文件转换为非序列模式系统来实现。

Prepare for OpticsBuilder将复制初始序列模式文件。在复制的文件中，锁定设计(Design Lockdown)工具将以默认设置运行。该工具执行的更改在帮助系统文件"锁定设计(Design Lockdown)"中列出。接下来，将使用"特定光线生成器(Critical Rayset Generator)"生成特定光线，并使用转换为非序列模式组(Convert to NSC Group)工具将文件转换为非序列模式。转换步骤（以及对面型的任何限制）可以在帮助系统文件"转换为NSC组(Convert to NSC Group)"中找到。

完成后，通过以下步骤将复制的文件与原始文件进行比较：

1. 从规格数据(Prescription Data)报告中提取序列模式文件的旋转和偏移矩阵，并将其与转换文件的非序列模式元件编辑器(Non-Sequential Component Editor)中的位置数据进行比较。
2. 在非序列模式文件中，一次将对一个视场执行光线追迹。每个光线追迹将有10,000条分析光线，并将使用自定义输入(User Inputs)部分中描述的设置。
3. 光线追迹结果将与序列模式文件中的光斑尺寸数据进行比较。这些数据将从几何图像分析(Geometric Image Analysis)工具中提取。几何图像分析工具将具有以下设置：



几何图像分析工具将循环通过每个视场。对于每个视场，像素大小将由非序列模式模型中探测器上X方向像素的数量确定。该值通常为250。图像大小将为非序列模式模型中探测器的X半宽乘以2得到。

1.5.2.2. 非序列模式转换步骤(Steps for conversion from Non-Sequential Mode)

在非序列模式中，PrepareforOpticsBuilder将通过复制初始文件开始转换过程。在复制的版本中，该工具将检查与目标CAD程序不兼容的任何物体。不兼容物体的完整列表可以在OpticsBuilder帮助系统中找到。

然后，将在复制的文件中执行光线追迹。结果将用作OpticsBuilder中的基线参考。其它用户输入将存储到ZBD文件，如"保存.ZBD文件(Save .ZBD File)"中所述。

1.5.2.3. 自定义输入(User Inputs)

使用自定义输入**(User Inputs)**部分表明名义系统性能允许的变化量。这些输入将用于在转换后（以及将系统传递给OpticsBuilder之前）将镜头文件的性能与ZBD进行比较。这些输入也将在Creo中用作机械工程师的绩效目标参考。

文件加载**(File Loading)**：选择非序列模式光线追踪设置。该光线追踪将存储在ZBD文件中，并加载到Creo中。如果选中"只读"复选框，则无法使用OpticsBuilder编辑ZBD文件，但可以使用CAD工具进行更改。如果选中"将光阑表面转换为硬孔径(Convert STOP Surface to Hard Aperture)"复选框，则在"镜头数据编辑器(Lens Data Editor)"中选择的光阑表面将转换为环形体。有关使用复选框进行分析的详细信息，请参见散射(Scattering)和光线分裂(Ray Splitting)。

允许的增量**(Allowable Deltas)**：选择准备过程中使用的分析光线数。选择光斑尺寸允许的变化量，单位为μm。"转换误差(Conversion errors)"中列出了导致光斑尺寸变化的一些典型原因。选择可接受的光束剪切量。光束剪切表示可接受的能量损失量，这种能量损失可能在添加机械封装时产生。最后，选择可接受的图像污染量。这表示杂散光或虚拟光线在探测器上产生的任何不良通量。

元件支持**(Component Support)**：选择将ZBD文件加载到哪个CAD软件中。

几何**MTF(Geometric MTF)**：选择是否在ZBD文件输出中包含MTF数据。选择最大采样频率。如果从序列模式转换，还可以选择采样点数。

特定光线追迹**(Critical Ray Trace)**：选择特定光线位置和角度的允许变化量。位置公差表示光线在原始文件和复制文件中的着陆位置之间允许的最大差异。位置通过镜头单位给出。角度公差将表示目标光线矢量与实际光线矢量之间允许的最大角度。单位为度。

准备**(Prepare)**：此按钮将启动将文件转换为ZBD格式的过程。

终止**(Terminate)**：此按钮将终止ZBD文件准备过程。

打开非序列模式文件**(Open Non-Sequential File)**：当转换失败或终止时，将出现此按钮。这将打开文件的非序列模式版本以供查看。

更多**(More)**：在本节中，可以看到转换的标准。在此，能够在原始文件和转换文件之间以图形方式比较逐场光斑大小。此外，无法转换的物体将列在"对象诊断"下。

1.5.2.4. 绘图输入(Drawing Inputs)

绘图输入**(Drawing Inputs)**标签里的值用于填写伴随CAD程序里的透镜图纸。这些图纸是在OpticsBuilder里选择生成镜头图纸**(Generate Lens Drawings)**后创建的。每个透镜面对都用屏幕顶部的带标记标签表达。只要选择的元件类型不是"单透镜"，就会在这个元件的后方创建一个标签，用于设定胶合属性。

注意：如果把"单透镜"声明成其他内容，如"双透镜或"三透镜"，不会发出出错消息。如果存在气隙，将在图纸创建过程中如实显示。随附的ISO 10110表显示了"双透镜"或"三透镜"参数布局。

对于序列模式，部分数据将从镜头数据编辑器和公差数据编辑器中预填。其他数据字段必须手工填写。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

对非序列模式模型，部分用于标准透镜和偶次非球面透镜的数据将从非序列模式组件编辑器预填。

1.5.2.5. 保存.ZBD文件(Save .ZBD File)

该选项卡用于将注释添加到ZBD文件中。这里通常用于列出任何版本数据。这些注释将附加到生成的文件中，并对其他工程师可见。

该步骤将最终确定并保存ZBD文件。必须单击此处的保存**(Save)**按钮，才能保存ZBD文件。

ZBD文件格式

ZBD文件可以在OpticStudio 20.1或更新版本以及OpticsBuilder中打开。在OpticStudio中打开ZBD文件时，将显示包含非序列模式模型的ZAR。ZBD文件将存储以下信息：

☒序列模式模型（如适用）
☒非序列模式模型
☒OpticStudio光线追迹基线结果
☒特定光线束（仅限序列模式模型）
☒材料属性
☒RMS光斑尺寸、光束剪切和图像污染的允许增量
☒光学绘制信息
☒光学公差分析值
☒光学膜层
☒任何机械几何结构（OpticStudio Professional的STEP、IGES、SAT和OpticStudio Premium的Native Creo）

1.5.2.6. 转换错误(Conversion errors)

在工具的用户输入**(User Inputs)**部分点击准备**(Prepare)**后，为OpticsBuilder做准备(Prepare For OpticsBuilder)可能会报告转换失败。这有助于工程师在传递文件之前更新文件并解决问题。可能会出现的错误消息有以下五种：

1. 错误：光斑大小在指定阈值内不匹配
2. 错误：CAD平台不支持物体
3. 错误：转换为非序列模式失败。打开非序列模式文件进行审查
4. 运行分析的错误：锁定设计未成功
5. 运行分析的错误：对象参考未设置为对象实例
6. 错误：光学元件数量与表面数量不匹配。

如果这些错误一直出现，最好是使用"转换至非序列模式组"工具手动转换该文件。然后，确保系统仍按预期运行，并从此处运行"为OpticsBuilder做准备"工具。

错误：光斑大小不匹配

该错误只出现在"序列模式"下。

在用户输入下，"允许的增量"部分允许规范光斑大小的允许变化。如果光斑大小有变化，大于用户设置的值，则会出现该错误。转换后光斑大小发生变化有几个原因，其中包括：

☒在"序列模式"下进行的光线追迹与在"非序列模式"下进行的光线追迹不同。两种模式之间的结果中会有一些噪声。
☒转换的"锁定设计"部分可能产生了导致光束被剪切的硬孔径。
☒当系统转换为"非序列模式"时，检测器可能放错了位置

☒如果系统非常大，则光斑大小增量就必须更大。增量采用微米表示，但如果系统的量级是米，则"1"的增量值太小。

通常可通过增加"光斑大小增量"来避免该错误。如果这样不行，请尝试在"为OpticsBuilder做准备"工具之外，手动运行"锁定设计"。观察系统的变化方式。

注意：无焦系统出现该问题的频率可能会更高。在这种情况下，光斑大量增量需要显著增加。一般而言，20-100微米适合无焦系统。

错误：CAD平台不支持物体

该错误只在"非序列模式"下出现。

在大多数情况下，当模型中的当前物体没有物理等效物时，就会出现该错误。不支持对象的一个明显示例是"用户定义的物体"。使用"用户定义的物体"时，OpticStudio通过外部DLL定义物体的几何结构。该信息无法读入外部机械设计程序，因此无法转换为ZBD文件格式。修复该错误的一种方法是将无效物体转换为"网格矢高面"或布尔物体。

错误：转换为非序列模式失败。打开非序列模式文件进行审查。

该错误只出现在"序列模式"下。

当模型的某些元件无法转换为非序列模式物体时，通常会导致该错误。"转换至非序列模式组"工具对表面或孔径类型有一些限制。"帮助系统"文件"例外和限制"中提供了这些限制的完整列表。

运行分析的错误：锁定设计未成功

该错误只出现在"序列模式"下。

"锁定设计"工具会将系统的所有理想化输入转换为实际制造输入。其中，半直径是固定的，任何模型玻璃类型都将转换为实际的玻璃。"锁定设计"可能会失败的原因有多种，因此在出现这种错误时，该工具还会尝试告诉您错误的来源。

运行分析的错误：对象参考未设置为对象实例

该错误只出现在"序列模式"下。

该错误在序列模式下是一个"无法确定物体坐标！"的错误。通常，在光线瞄准算法未找到STOP面时，会弹出该错误。这种情况很少见，但可能会出现在极为分散、倾斜或极为异常的系统中。转换过程中会出现这种错误，其很可能是"锁定设计"步骤出问题造成的。

如果在使用"为OpticsBuilder做准备"时出现该错误，请尝试手动将"锁定设计"应用于初始文件。检查看看是否出现该错误。如果出现，您可能需要手动更新光瞳偏移，以帮助光线追迹。

错误：光学元件数量与表面数量不匹配

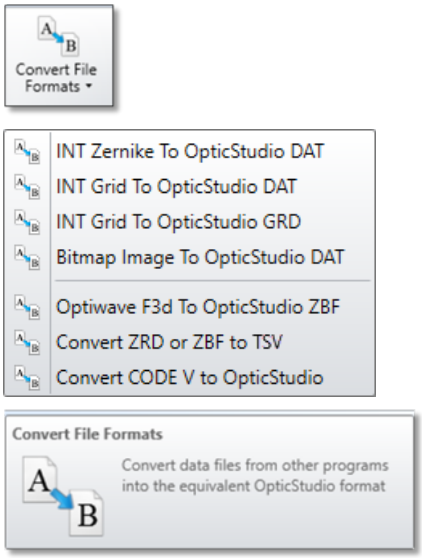
该错误只出现在"序列模式"下。

该错误通常说明，在文件的非序列模式版本中创建的对象多于序列模式版本中的表面。最典型的情况是，序列模式表面应用了孔径时，就会出现这种情况。"非序列模式"中的孔径不直接应用于对象的表面，而是由额外的吸收对象（通常是环面）表示。

一般来说，这个错误是微不足道的。如果这是转换中的唯一错误，其通常与输出（点列图、MTF等）无关。用户只需打开非序列模式系统，确认布局正确，然后重新运行"为OpticsBuilder做准备"工具。

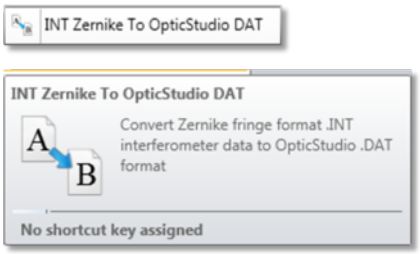
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

1.5.3. 转换文件格式(Convert File Formats)



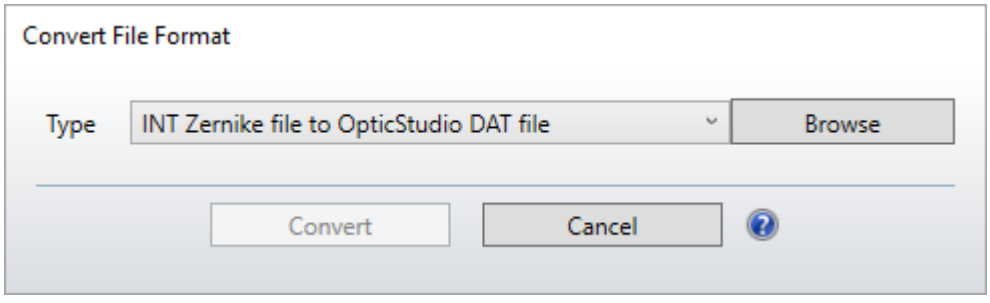
此功能既可将其它程序的数据文件转换为等效的OpticStudio格式，也可将OpticStudio数据转换为其它程序的格式。

1.5.3.1. 将INT Zernike转换成OpticStudio数据(INT Zernike to OpticStudio DAT)



INT文件格式被干涉仪制造商广泛用作数据导出格式。

转换后，可在"镜头数据编辑器>表面属性>Zernike矢高"或"Zernike相位序列模式面的导入设置"中导入这些文件。转换后的DAT文件中的Zernike系数单位与INT文件的单位相同。 此外，Zernike相位或矢高面还应位于光瞳平面位置，并且表面的净口径或半直径应与测试的表面或波前差的尺寸相当。这样可确保将相位正确添加到光学系统中。



文件**(Files)**：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。

浏览**(Browse)**：从某个其它文件夹中选择一个文件。

转换**(Convert)**：开始转换。在此过程中，任何转换错误都将产生报错信息。

.INT Zernike文件的文件格式如下：

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.要求有标题行。
<zerntype> <numterms> <datatype>
<value of Zernike 1 term>
<value of Zernike 2 term>
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以"!"符号开头。文件中不以"!"符号开头的第一行是标题行。所有.INT文件必须有一个标题行（最多可以包含80 个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。

<zerntype>定义Zernike格式（"ZRN"表示Zernike Standard，"ZFR"表示Zernike Fringe）。

目前，仅支持**Zernike Fringe(ZFR)**格式。

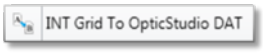
<numterms>指定文件中的Zernike项数。

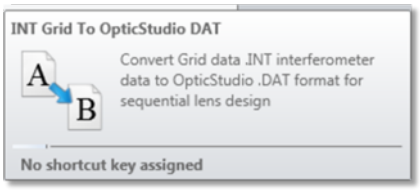
<datatype> 指定文件中存储的数据类型（"SUR"表示表面变形数据，"WFR"表示波前变形数据，"FIL"表示强度切趾过滤数据）。在将数据导入Zernike面时，OpticStudio不能区分三种不同类型的数据。

文件中的其余行包含所对应多项式（Zernike Standard或Zernike Fringe）的Zernike系数。

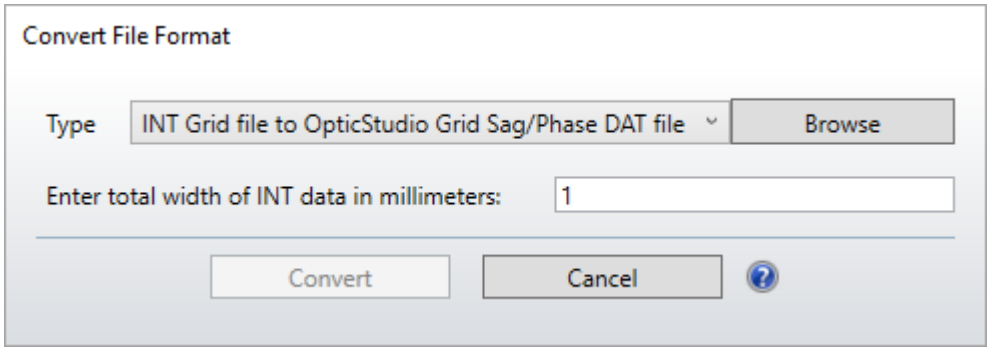
有关Zernike数据*.DAT格式的更多信息，请参阅"设置选项卡 >编辑器组 >镜头数据编辑器>表面属性"下的名为"导入(Import)"的帮助文件部分。

1.5.3.2. 将INT网格转换为OpticStudio数据(INT Grid to OpticStudio DAT)





INT文件格式被干涉仪制造商广泛用作数据导出格式。转换后，通过镜头数据编辑器工具栏的"导入工具"可将这些文件读入到"网格矢高"或"网格相位"等序列模式表面。



文件**(Files)**：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。

浏览**(Browse)**：从某个其它文件夹中选择一个文件。

转换**(Convert)**：开始转换。在此过程中，任何转换错误都将产生报错信息。

.INT网格文件的文件格式如下：

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.要求有标题行。
GRD <xsize> <ysize> <datatype> WVL <wavelength> SSZ <scalesize> NDA <nodatavalue>
XSC <xscale>
<data value 1> <data value 2> <data value 3> .........<data value n>
<data value n+1> ...
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以"!"符号开头。文件中不以"!"符号开头的第一行是标题行。所有.INT文件必须有一个标题行（最多可以包含80个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。对于网格文件，此行必须以"GRD"语句开头。

<xsize>用于指定x方向的网格点数，而<ysize>则用于指定y方向的网格点数。

<datatype> 指定文件中存储的数据类型（"SUR"表示表面变形数据，"WFR"表示波前变形数据，"FIL"表示强度切趾过滤数据）。OpticStudio不能区分三种不同类型的数据，具体要看数据是被导入网格矢高面还是网格相位面。

<wavelength>表示测量数据所使用的波长（以微米为单位）。<wavelength>值必须以"WVL"语句开头。

<scalesize>指定与一个波长变形相对应的输入数据值。<scalesize>值必须以"SSZ"语句开头。

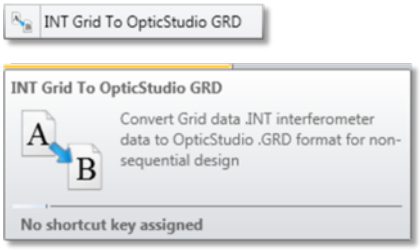
<nodatavalue>用于指定缺失数据的输入数据的值。入射到网格这些区域中的所有光线都已渐晕。此参数是可选参数。如果提供<nodatavalue>参数，则必须以"NDA"语句开头。

<xscale>表示x方向的网格大小与y方向的网格大小的比率。此参数是可选参数。如果省略此值，则默认值为1.0（对应为方形网格）。如果提供<xscale>参数，则必须以"XSC"语句开头。

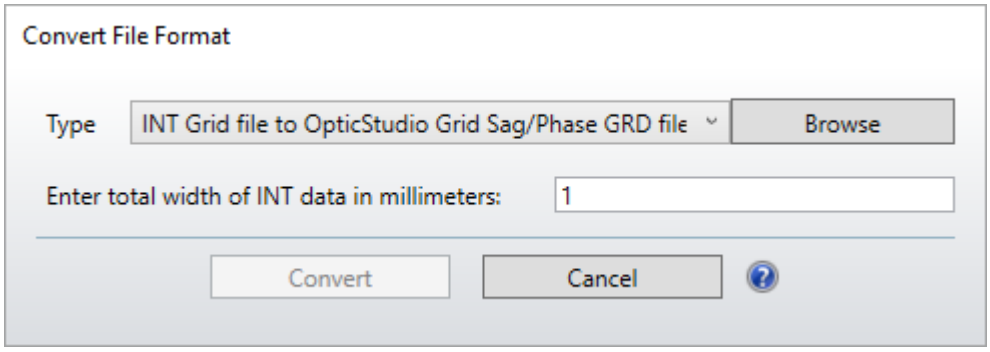
文件中的其余行是各网格点数据。总共有<xsize> *

<ysize>个点的数据输入。注意：此数据使用"自由格式"。因此，每行数据不一定与实际网格中的某一行数据对应。数据序列从网格的+y边缘开始，从-x到+x逐个列出。

1.5.3.3. 将INT网格转换为OpticStudio GRD(INT Grid to OpticStudio GRD)



INT文件格式被干涉仪制造商广泛用作数据导出格式。转换后，这些数据可以被读入到非序列模式的网格矢高物体中。



文件**(Files)**：要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。

浏览**(Browse)**：从某个其它文件夹中选择一个文件。

转换**(Convert)**：开始转换。在此过程中，任何转换错误都将产生报错信息。

.INT网格文件的文件格式如下：

```
! comment (optional)
! comment (optional)
Title line.要求有标题行。
GRD <xsize> <ysize> <datatype> WVL <wavelength> SSZ <scalesize> NDA <nodatavalue>
XSC <xscale>
<data value 1> <data value 2> <data value 3> .........<data value n>
<data value n+1> ...
```

文件开头可以有任意数量的注释行。所有注释行必须以"!"符号开头。文件中不以"!"符号开头的第一行是标题行。所有.INT文件必须有一个标题行（最多可以包含80 个字符）。文件中的下一行由各种参数组成，它们定义了文件的格式。对于网格文件，此行必须以"GRD"语句开头。

<xsize>用于指定x方向的网格点数，而<ysize>则用于指定y方向的网格点数。

<datatype> 指定文件中存储的数据类型（"SUR"表示表面变形数据，"WFR"表示波前变形数据，"FIL"表示强度切趾过滤数据）。OpticStudio不能区分三种不同类型的数据，具体要看数据是被导入网格矢高面还是网格相位面。

<wavelength>表示测量数据所使用的波长（以微米为单位）。<wavelength>值必须以"WVL"语句开头。

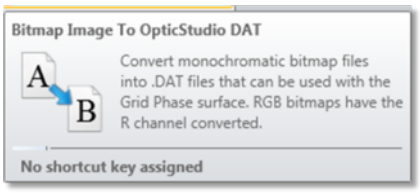
<scalesize>指定与一个波长变形相对应的输入数据值。<scalesize>值必须以"SSZ"语句开头。

<nodatavalue>用于指定缺失数据的输入数据的值。入射到网格这些区域中的所有光线都已渐晕。此参数是可选参数。如果提供<nodatavalue>参数，则必须以"NDA"语句开头。

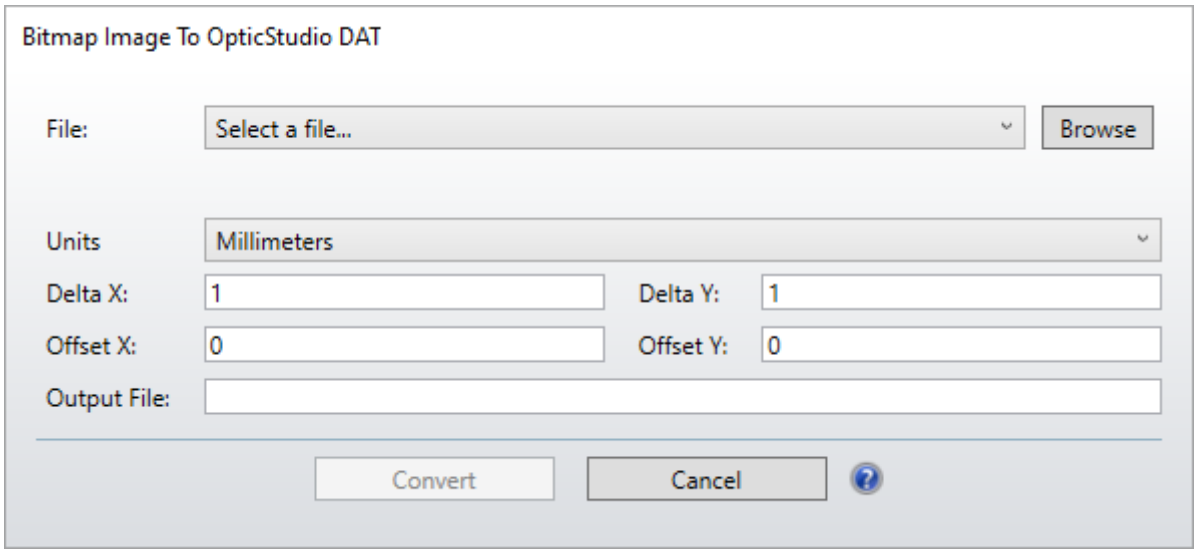
<xscale>表示x方向的网格大小与y方向的网格大小的比率。此参数是可选参数。如果省略此值，则默认值为1.0（对应为方形网格）。如果提供<xscale>参数，则必须以"XSC"语句开头。

文件中的其余行是各网格点数据。总共有<xsize>*<ysize>个点的数据输入。注意：此数据使用"自由格式"。因此，每行数据不一定与实际网格中的某一行数据对应。数据序列从网格的+y边缘开始，从-x到+x逐个列出。

1.5.3.4. 转换Bitmap图片为OpticStudio数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT)



将单色图像文件（.BMP、.JPG、.TIFF、.PNG等）转换为可用于网格相位面的.DAT文件。对于RGB图像，在转换中使用R通道。



文件**(Files)**：要转换的文件的位置和名称。在选定一个文件后，此工具将显示宽度和高度方向的像素数以及每通道灰度位数。

浏览**(Browse)**：为选择要转换的文件选择一个文件夹。

单位：表示图像的大小的特定单位。基于该特定单位表示的δX和δY值来转换图像。

δ**X**：以特定单位表示的X方向的单个像素间隔。δX乘以宽度方向像素数可确定网格相位面的宽度。

δ**Y**：以特定单位表示的Y方向的单个像素间隔。δY乘以高度方向像素数可确定网格相位面的高度。

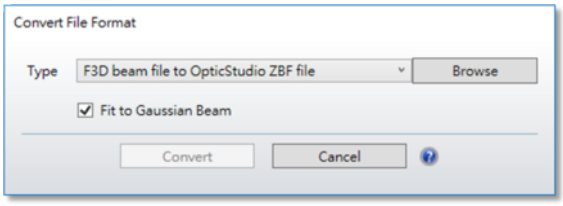
X轴偏移**(Offset X)**：以特定单位表示的图像X轴偏心。

Y轴偏移**(Offset Y)**： 以特定单位表示的图像Y轴偏心。

输出文件**(Output File)**：键入输出.DAT文件的完整路径。默认路径将自动索引到图像文件夹。注意：要将此文件用于网格相位面，必须将.DAT文件放到 Documents>Zemax>Objects>Grid Files文件夹下

1.5.3.5. 转换OptiWave® F3d光束文件为OpticStudio ZBF(OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF)

OptiWave F3D文件用于描述线性偏振电场或一般的偏振电场。这些文件可转换为供物理光学传播和部分相干图像分析功能使用的Zemax光束文件(ZBF)格式。



文件**(File)：** 要转换的文件名。下拉框中仅列出最近读取的文件夹中带有正确扩展名的文件。

浏览**(Browse)：**从某个其它文件夹中选择一个文件。

拟合成高斯光束**(Fit to Gaussian Beam)：**如果没有勾选，转换工具可以省略将高斯光束拟合到电场数据以估算引导光束属性的步骤。该引导光束的位置为0，且相位数据仅会参考到平面。

转换**(Convert)：** 开始转换。在此过程中，任何转换错误都将产生报错信息。

F3D文件格式包含3行头信息：

```
BCF3DCX 3.0
Nx Ny
xmin xmax ymin ymax
```

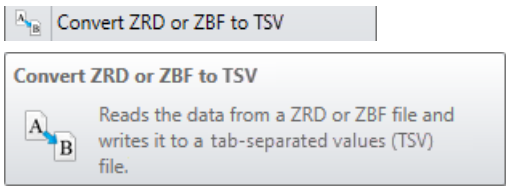
标识符BCF3DCX用于标识一个线性偏振光束文件。目前仅支持文件格式3.0版。

Nx和Ny整数值是各方向的数据点数。OpticStudio ZBF文件仅支持2的幂次方个点数，而F3D文件可以包含任何整数点数。如果Nx或Ny不是2的幂次方，则会对ZBF自动以零填补，以使数据点数大于最接近的2的幂次方。例如，如果F3D文件中有115个点，ZBF将包含128个点，在原始数据中央以零值补齐。

xmin、xmax、ymin和ymax等值用来定义光束的物理尺寸。所有这些值都必须以微米为单位。OpticStudio会将这些值换算为毫米，并使用毫米表示导出的光束尺寸大小。ZBF文件仅包含光束x和y方向的宽度，不含任何绝对位置。

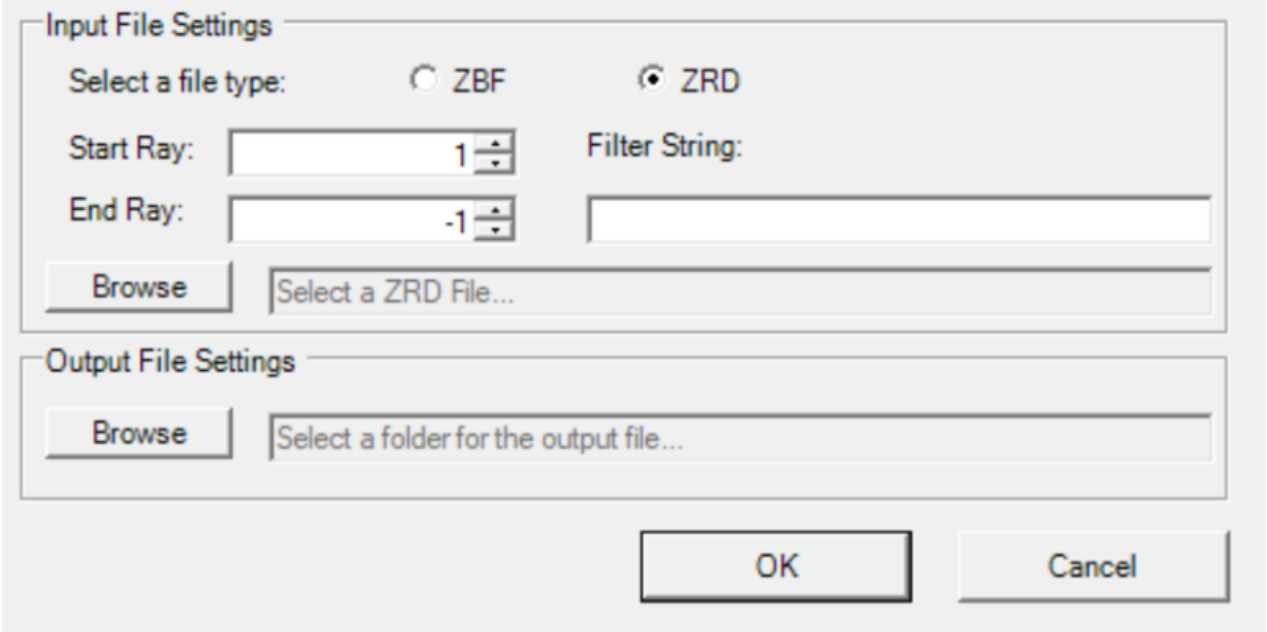
F3D格式不包含任何波长数据，所有电场相位数据均参考局部平面。OpticStudio会用高斯光束拟合电场数据，以估算OpticStudio中后续传播所需的引导光束属性，并将此数据存储到ZBF文件中。

1.5.3.6. 将ZRD或ZBF转换为TSV(Convert ZRD or ZBF to CSV)



仅OpticStudio的专业版和旗舰版提供该功能。

此功能从ZRD文件或ZBF文件读取数据，然后将其写入制表符分隔的文件。转换器接受二进制和基于文本的ZBF文件。输出文件包含与输入文件相同的数据，但采用与程序无关的格式重新组织，以便可以在任何后处理软件中使用。



选择一种文件类型**(Select a file type)**：使用此选项可选择要转换的文件类型 - ZRD或ZBF。

起始光线**(Start Ray)**：与ZRD文件一起使用，限制输出文件中的光线数量。使用此选项选择起始光线数量。

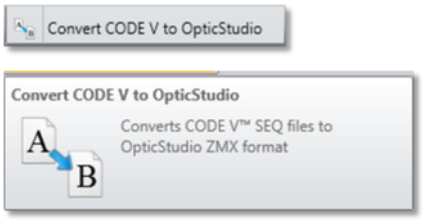
结束光线**(End Ray)**：与ZRD文件一起使用，限制输出文件中的光线数量。值为-1表示将选择文件中的所有光线。如需选择较小的子集，请使用介于1和文件中光线总数之间的任何正数。

过滤字符串**(Filter String)**：与ZRD文件一起使用，过滤输出中报告的光线类型。有关此设置将允许的值类型的更多信息，请参阅文件过滤字符串(The Filter String)。

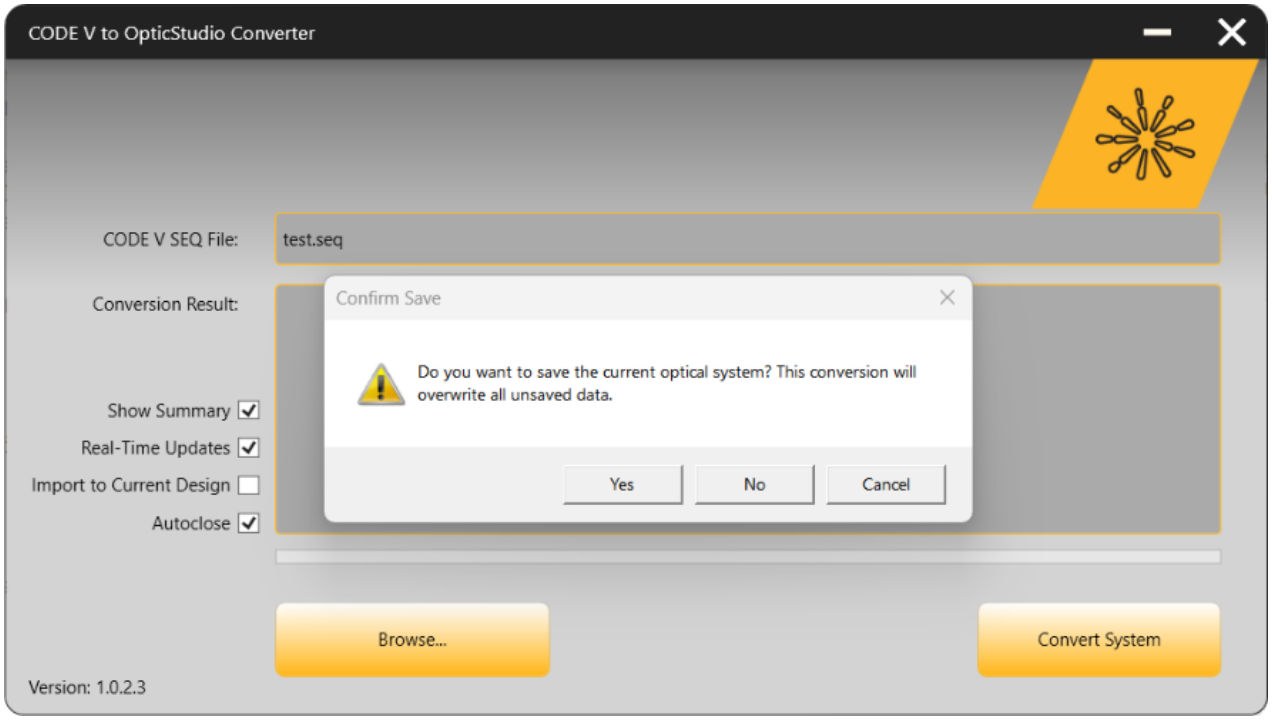
输入文件设置...浏览**(Input File Settings...Browse)**：用于查找要转换的文件。此搜索仅限于您已选择的文件类型。

输出文件设置...浏览**(Output File Settings...Browse)**： 用于选择文件将要放入的文件夹。默认文件夹选择是当前工作目录。

1.5.3.7. 转换CODE V文件到OpticStudio文件(Convert CODE V to OpticStudio)



选择该功能将调用一个自定义扩展。自定义扩展可用于将采用Code V生成的*.SEQ文件转换成可供OpticStudio读取的格式。首先会弹出一个界面，要求用户输入要转换的输入*.SEQ文件的名称。该名称必须包含找到文件所使用的完整路径；界面左下角的浏览（**Browse**）按钮可用于直接导航至包含该文件的文件夹，以便直接选择文件。



选择文件并开始转换过程后，将出现一个窗口，询问您是否要保存当前的光学系统。

自定义扩展转换选项（**User Extension Conversion Options**）

☒如果未选中显示概要（**Show Summary**），概要HTML文档将不会自动显示，但会被保存。如果选中显示概要，HTML概要将在转换完成后自动打开。

☒如果未选中实时更新（**Real-Time Updates**），则不会显示光学系统的实时更新。如果选中实时更新，将显示实时更新，反映镜头数据编辑器（LDE）、多重结构编辑器（MCE）和系统选项（System Explorer）中的更改。

☒如果未选中导入到当前设计（**Import to Current Design**），系统将从空白状态开始，并将所有选定的参数导入到新系统中。如果选中导入到当前设计，则导入的参数将附加到现有系统。

☒如果未选中自动关闭（**Autoclose**），转换器界面将保持打开。如果选中自动关闭，转换器界面将自动关闭。

ZMX文件会在转换过程结束时自动保存，默认保存位置设置为与转换后的Code V文件相同的文件夹。

在将非常普通的文件转换为复杂程度适中的文件时，自定义扩展的运行效果通常很好，但可能无法完全转换极为复杂的文件。转换功能目前支持的功能列表主要基于转换*.SEQ文件中所列的以下操作数：

支持**Code V**命令的列表

常规（**General**）	
!	注解行
LEN	新透镜数据初始化
GO	更新系统
RDM	替代曲率的半径模式

系统选项（**SYSTEM EXPLORER**）	
WL	要求波长以nm为单位
WTW	波长权重
REF	参考波长编号
TITLE、TIT	镜头系统标题
INI	设计者姓名的大写字母
EPD	入瞳直径
FNO	像空间光锥F/#
NAO	物空间数值孔径
DIM	强制变更单位
DDM	默认尺寸I-英寸、C-厘米、M-毫米
XIM	视场(Field)：X近轴像高（Field: X Paraxial Image Height）
YIM	视场(Field)：Y近轴像高(Field: Y Paraxial Image Height)
XAN	物空间的X角（度）
YAN	物空间的Y角（度）
XOB	视场(Field)：X物高(Field: X Object Height)
YOB	视场(Field)：Y物高（Field: Y Object Height）
XRI	视场(Field)：X实际像高(Field: X Real Image Height)
YRI	视场(Field)：Y实际像高（Field: Y Real Image Height）
WTF	视场权重
VLX	入瞳半径裁剪部分（-X方向）
VLY	入瞳半径裁剪部分（-Y方向）
VUX	入瞳半径裁剪部分（+X方向）
VUY	入瞳半径裁剪部分（+Y方向）

镜头数据编辑器（**LENS DATA EDITOR**）	
S	增量面指示器
SO	物面表面定义
SI	像面表面定义
STO	将表面指定为光阑面
INS	面插入（面的专用格式）
THI	厚度插入（面的专用格式）
RDY	半径插入（面的专用格式）

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

镜头数据编辑器（**LENS DATA EDITOR**）	
CUM	镜面基面背面曲率指示器
THM	镜面基板的厚度
SPH	球面面型
SPS	将面型设置为特殊形状 ZRN – Standard Zernike QBF – Q型非球面 QCN – Q型非球面 ZFR – Fringe Zernike
SCO	特殊表面操作数
GLA	玻璃插入（面的专用格式）
GL1	玻璃描述，表面1
GL2	玻璃描述，表面2
RMD	反射/折射模式指令
CIR	设置孔径半直径
ADX	X方向孔径偏心
ADY	Y方向孔径偏心
REX	矩形孔径的X向半宽
REY	矩形孔径的Y向半宽
SLB	给面加一个标签（在ZOS中：注解栏）
PIM	近轴像距离求解
CCY	面曲率控制（旋转对称）
THC	厚度结组控制
ADC	X轴关联组倾斜控制
BDC	X轴关联组倾斜控制
CDC	Z轴关联组倾斜控制
XDC	X关联组偏心控制
YDC	Y轴关联组偏心控制
CYL	Toroidal面
XTO	XToroid面
YTO	Y Toroid面
ASP	偶次非球面表面

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

镜头数据编辑器（**LENS DATA EDITOR**）	
A	4阶系数
B	6阶系数
C	8阶系数
D	10阶系数
E	12阶系数
F	14阶系数
G	16阶系数
H	18阶系数
J	20阶系数
CON	圆锥系数面型（通常后跟"K"操作数）
K	圆锥系数值（通常在操作数"CON"之后）
GRO	光栅级次
GRS	光栅间隔
GRT	光栅面型
DIF	指定衍射面型（2字命令）
HOE	全息面
HV1	第1结构点的类型
HV2	第2结构点的类型
HOR	全息衍射级次
HWL	结构波长（全息图）
HX1	第1结构点的X坐标
HX2	第2结构点的X坐标
HY1	第1结构点的Y坐标
HY2	第2结构点的Y坐标
HZ1	第1结构点的Z坐标
HZ2	第2结构点的Z坐标
HCT	多项式或全息图信息
HCO	非球面相位
HCC	全息图变量控制
DIF	2词操作数的第一部分（例如DIF GRT）
RET	坐标返回的求解：方位XYZ

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

镜头数据编辑器（**LENS DATA EDITOR**）	
GLB	全局坐标数据参考
ADE	X轴倾斜
BDE	Y轴倾斜
CDE	Z轴倾斜
XDE	X偏心
YDE	Y轴偏心
ZDE	Z轴偏心
BEN	镜面偏心和偏转
DAR	偏心并返回操作数

LIBRARIES	
PRV	自用玻璃库的起点端
PWL	自用玻璃库的波长
END	定制玻璃库的描述截止
HAR	哈特曼（Hartmann）色散公式
LAU	Laurent色散公式
GML	玻璃制造商Laurent色散公式
GMS	玻璃制造商Sellmeier色散公式
SLM	Sellmeier色散公式
CAU	柯西色散公式

多重结构编辑器	
ZOO	变焦位置
TIT	标题（按结构）
EPD	入瞳直径
FNO	F/#系统孔径值
CIR	环形孔径
ADE	X轴倾斜
BDE	Y轴倾斜
CDE	Z轴倾斜
XDE	X方向偏心
YDE	Y方向偏心

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

多重结构编辑器	
ZDE	Z方向偏移
THI	厚度
CUY	表面的曲率
WL	波长（不支持特定结构）
REF	主波长编号
WTW	波长权重
WTF	视场权重
XAN	物空间的X角（度）
XIM	视场(Field)：X近轴像高（Field: X Paraxial Image Height）
XOB	视场(Field)：X物高(Field: X Object Height)
XRI	视场(Field)：X实际像高(Field: X Real Image Height)
YAN	物空间的Y角（度）
YIM	视场(Field)：Y近轴像高(Field: Y Paraxial Image Height)
YOB	视场(Field)：Y物高(Field: Y Object Height)
YRI	视场(Field)：Y实际像高(Field: Y Real Image Height)
GLA	玻璃材料(Glass)
GL1	玻璃描述，表面1
GL2	玻璃描述，表面2
RMD	反射/折射模式指令
VLX	入瞳半径裁剪部分（-X方向）
VLY	入瞳半径裁剪部分（-Y方向）
VUX	入瞳半径裁剪部分（+X方向）
VUY	入瞳半径裁剪部分（+Y方向）

.SEQ文件的任何其它操作数都不能转换，因此必须小心确保已转换的输入文件的正确性。对转换.SEQ文件额外操作数的支持将在未来宏自定义扩展版本中添加。

注**:**

☒如果*.SEQ文件包含上面未列出的任何操作数，HTML报告中的转换完成 **-** 不支持**/**无法识别的命令**（Conversion Complete - Not Supported / Unrecognized Commands）**部分将显示一条消息，总结每个无法识别的操作数。

☒如果*.SEQ文件包含转换过程中失败的任何操作数，HTML报告中的转换完成**-**失败的命令（Conversion Complete - Failed Commands）部分将显示一条消息，总结每个失败的操作数。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

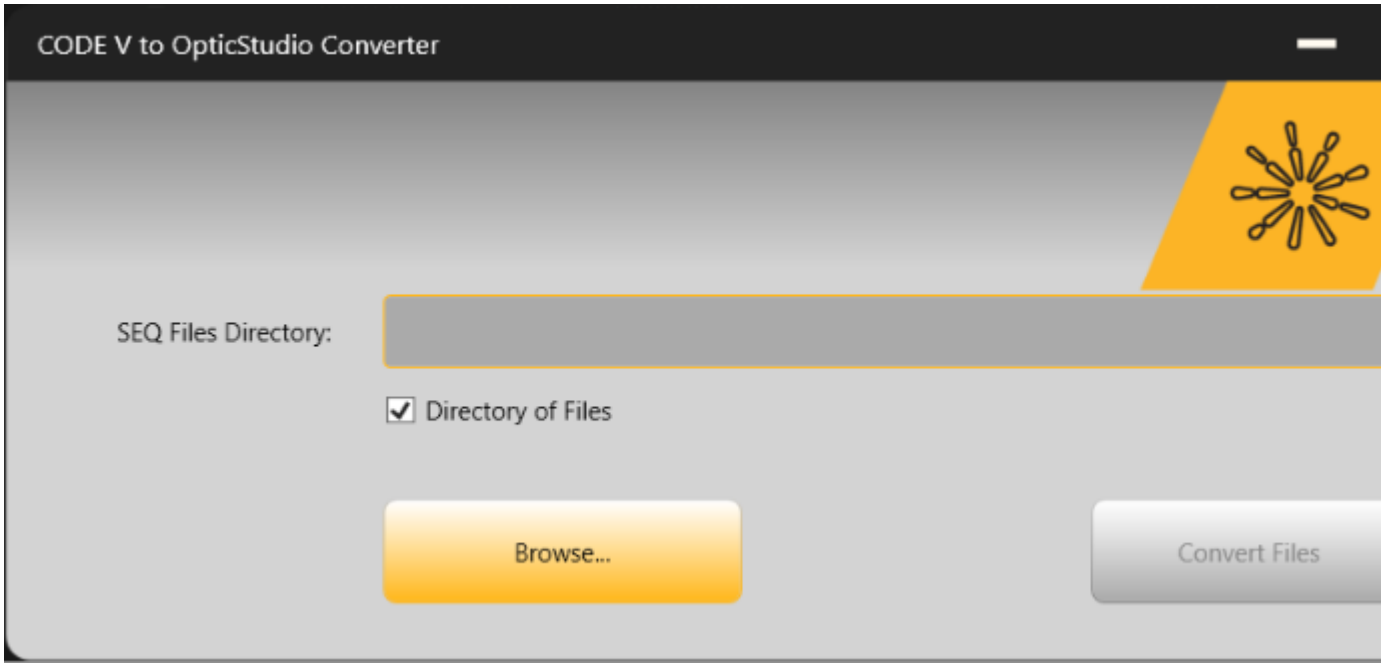
输入的*.SEQ文件必须符合一些基本要求才能转换，例如文件必须至少包含3个面（允许在OpticStudio中定义OBJECT、STOP和IMAGE面）。如果您发现*.SEQ文件中有任何不受支持的操作数，请通过www.ansys.com/support向Ansys客户支持空间（Ansys Customer Support Space）发送电子邮件。这将有助于我们增强对OpticStudio和转换器未来版本的转换支持。

孔径边界限制（**Aperture Boundary Limitation**）：孔径形状和边界条件的选择目前仅限于预定义的选项（例如，圆形、矩形），这可能会限制自定义形状的使用。这种限制是由于两种软件之间孔径堆叠顺序的差异造成的。在大多数情况下，最后定义的孔径将被转换成转换后的设计。对于Code V中的复杂孔径配置，用户可以考虑使用用户定义的孔径进行转换。

批量SEQ文件处理（Batch SEQ File Processing）

集成自定义扩展包括批处理功能，允许一次转换多个SEQ文件。这比作为自定义扩展运行要快得多，因为它不需要与OpticStudio GUI交互。要使用此功能，您需要从OpticStudio外部对其进行外部调用。该模式有两个选项：

1. 只需导航到`Documents\Zemax\ZOS-API\Extensions`下的Zemax目录，即可运行*CODEVConverter.exe*。运行该应用程序后，您将看到一个弹出窗口，要求您导航到SEQ文件或目录。要在转换单个SEQ文件或目录之间进行更改，只需取消选中或选中文件目录（**Directory of Files**）选项。

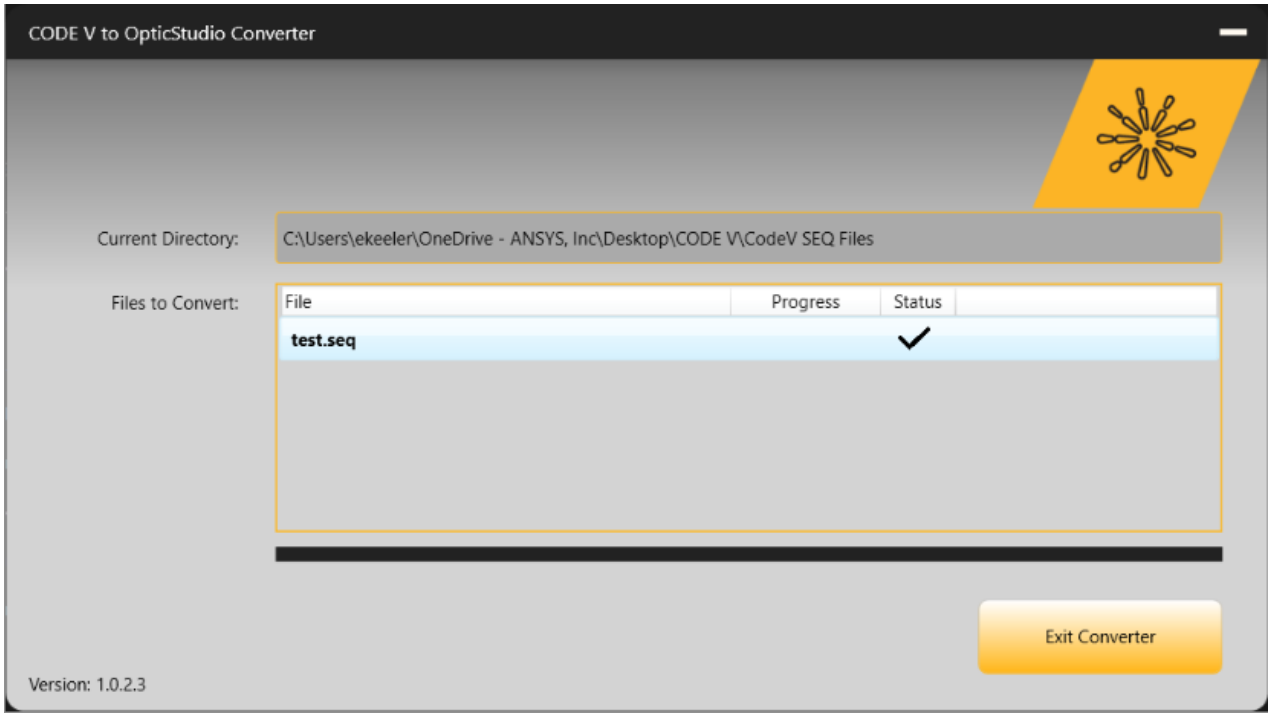


2. 使用Windows命令行，您可以将转换器作为自动脚本的一部分进行调用。转换器最多接受三个参数。第一个参数必须始终是`-convert`，后跟SEQ文件（带完整路径）或包含多个要转换的SEQ文件的目录路径。最后，如果您的计算机上安装了多个版本，最后一个可选参数可以指定您要使用的OpticStudio版本的程序文件目录。

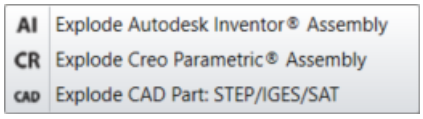
   以下是几个使用示例：

```
"CODE V Converter.exe" -converter "C:\CODE V Files\test.seq"

"CODE V Converter.exe" -converter "C:\CODE V Files"

"CODE V Converter.exe" -converter "C:\CODE V Files" "C:\Program Files\Ansys
Zemax OpticStudio 2024 R2.02"
```

转换后的文件（以及概要报告）将与SEQ文件保存在相同的目录中。如果从Windows命令行（或使用列出的参数）打开该工具，则转换完成后，它将自动关闭。每次转换都会报告其进度，并让您知道它是失败还是成功，如截图所示。



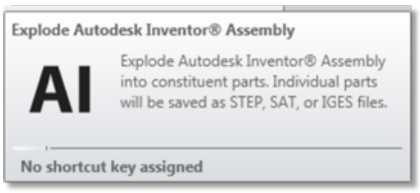
1.6. 分解组(Explode Group)



分解功能用于将CAD各种格式的装配体分解成能用ZOF（Zemax Object Format）结构表示的若干个独立的零件。

CAD装配体包含有STEP、IGES和STL等文件类型。

1.6.1. 分解Autodesk Inventor装配体文件(Explode Autodesk Inventor Assembly)



此工具可将Autodesk Inventor创建的装配体文件分解为单体零件及组件。该工具在功能上与从非序列模式元件编辑器工具栏中访问的"分解Autodesk Inventor装配体文件"中描述的工具相同。但该工具不要求已将装配体文件加载到非序列模式元件编辑器（NSCE）中。此外，在分解完装配体后，每个零部件文件都不会以导入的CAD对象的形式加载到OpticStudio中，但可以在"\Documents\Zemax\Objects\CAD Files"文件夹中找到。各零件体文件名称与CAD文件相同，但文件名后附加有_1、_2等编号。例如，对于CADAssembly.stl文件，将创建CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl等零件体。

1.6.2. 分解Creo Parametric装配体文件(Explode Creo Parametric Assembly)

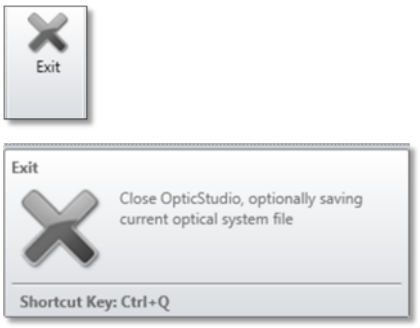
此工具可将使用Creo Parametric创建的装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能与非序列模式编辑器工具栏上的"分解Creo Parametric装配体文件"选项基本一致。但是，此工具不要求必须已将装配文件加载到非序列模式元件编辑器（NSCE）中。此外，在分解完装配体后，每个零件体文件都不会以CAD零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在"\Documents\Zemax\Objects\CAD Files"文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与CAD文件相同，但文件名后附加有_1、_2等编号。例如，对于CADAssembly.stl文件，将创建CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl等零件体。

1.6.3. 分解CAD装配体文件(Explode CAD Assembly)

此工具可将CAD装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能与非序列模式元件编辑器工具栏上的"分解CAD零件：STEP/IGES/SAT"选项基本一致。但是，此工具不要求必须已将装配文件加载到非序列模式元件编辑器（NSCE）中。此外，在分解完装配体后，每个零件体文件都不会以CAD零件对象的形式加载到编辑器中，但可以在"\Documents\Zemax\Objects\CAD Files"文件夹中找到这些零件体文件。各零件体文件名称与CAD文件相同，但文件名后附加有_1、_2等编号。例如，对于CADAssembly.stl文件，将创建CADAssembly_1.stl、CADAssembly_2.stl等零件体。

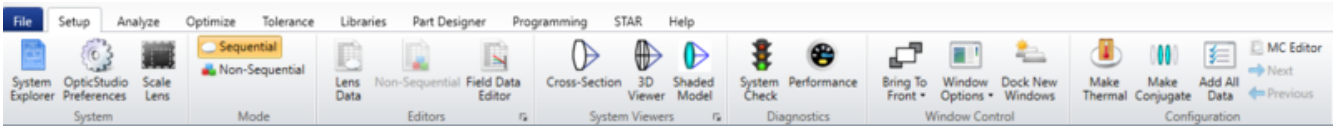
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

1.7. 退出按钮(Exit Button)

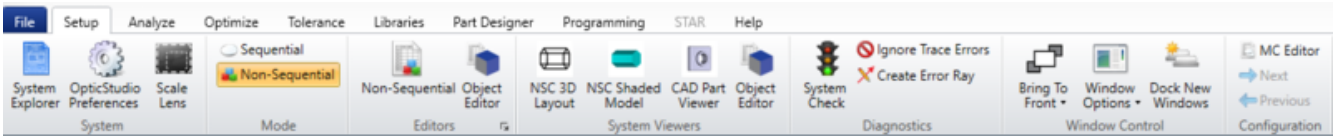


2: 设置选项卡(The Setup Tab)

这是序列模式用户界面(Sequential UI Mode)下的设置选项卡：



这是非序列模式用户界面(Non-sequential UI Mode)下的设置选项卡：



该选项卡用于访问OpticStudio的设置功能。该选项卡在您启动每个设计项目时使用，在初始设置后很少访问或根本不访问。

系统组**(The System Group)**将所有与基本系统设置相关的内容放在同一位置。通过OpticStudio配置选项（OpticStudio Preferences），您可以自定义OpticStudio安装、文件夹位置、快速访问工具栏等，并将这些设置保存到项目配置文件中。

模式组**(The Mode group)**用于指定您是以序列模式工作还是以非序列模式工作。

编辑器组**(The Editors group)**可访问用于按逐个表面（序列模式）或逐个对象（非序列模式）定义光学系统的电子表格。

视图组**(The System Viewers group)**允许访问用于查看光学系统本身的视图。

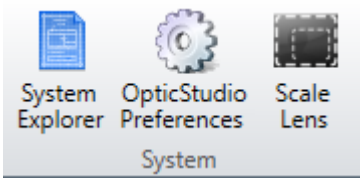
诊断**(Diagnostics)**允许您检查OpticStudio文件。系统检查(System Check)实用工具用于捕获许多常见的设置错误。

窗口控制**(Windows Control)**用于定义OpticStudio工作区中窗口的行为方式。窗口可以布局、自由浮动、平铺或层叠，也可在此处锁定或解锁。

结构**(Configuration)**可以在设计具有多个版本的情况下使用，这通常适用于变焦镜头、在一定温度范围内对镜头进行热分析、扫描镜头和带有移动部件的镜头。如果定义了多个结构，则结构组将显示在所有选项卡上。

2.1. 系统组（设置选项卡）(System Group (the Setup Tab))

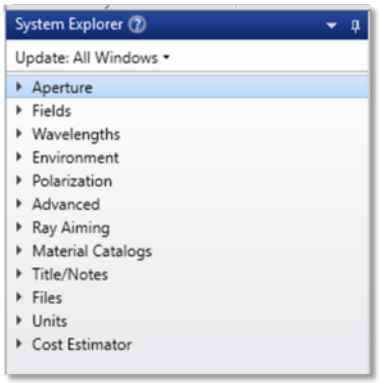
以下是系统设置工具。



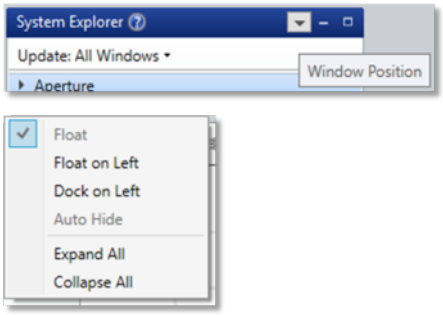
2.1.1. 系统选项(System Explorer)

系统选项(System Explorer)按钮位于设置选项卡的系统部分，包含OpticStudio项目中使用的大部分基本光学及机械定义。

系统选项主要用来按照整个系统定义有关透镜的数据，而不是单个表面或物体的数据。



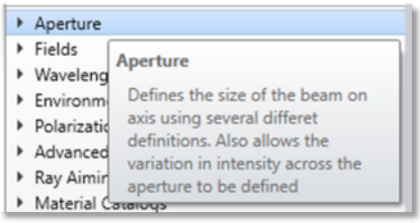
系统选项可停靠在用户界面的左侧。 停靠后，可固定系统选项以便随时查看，也可将其设置为自动隐藏，以便用户点击用户界面其它位置时，将其最小化。修改这些设置，可单击工具栏中的向下箭头，展开以下菜单来执行：



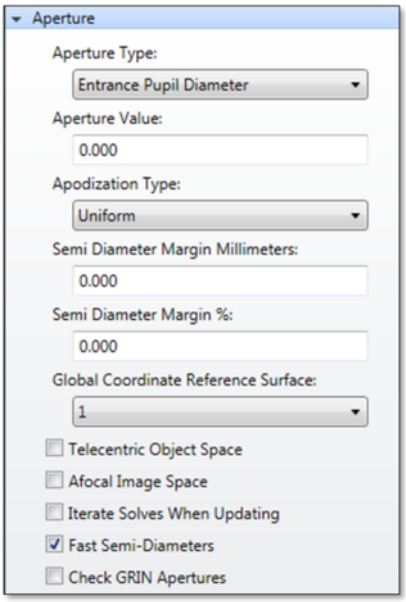
无论系统选项被固定还是自动隐藏，固定图标都会改变。这些选项只有在系统选项停靠时才可使用，而且停靠后，其工作也和其它停靠的分析窗口一样，也就是说，如果重叠，其它浮动窗口将覆盖停靠的系统选项。但也可通过工具栏下拉菜单将系统选项设置为独立的浮动窗口。

有关系统选项设置的更多信息，请参阅以下主题。

2.1.1.1. 孔径（系统选项）(Aperture (System Explorer))



在系统选项中可以设置孔径的特征。系统孔径(system aperture)定义通过轴上系统的光束尺寸大小。如果要设置系统孔径，需要定义系统孔径类型和系统孔径值。



2.1.1.1.1. 孔径类型(Aperture Type)

可用的系统孔径类型和相关的类型代码（ZPL宏使用）如下表中所定义。

孔径类型	代码	描述
入瞳直径 (Entrance Pupil Diameter)	0	从物空间看到的光瞳直径（以镜头单位表示）
像空间F/#(Image Space F/#)	1	像空间的无限共轭近轴F/#
物方空间数值孔径 (Object Space Numerical Aperture)	2	物空间边缘光线的数值孔径($NA = n \sin \theta_m$)，其中n为物体的折射率。
光阑尺寸浮动 (Float by Stop Size)	3	用光阑面的净口径或半直径定义。请注意，当选择此选项后，光阑面净口径的求解类型将被强制为"固定"。如果面是虚拟表面，则表面孔径将设置为"无"。如果面不是虚拟表面，则表面孔径将设置为"浮动孔径"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

近轴工作F/#(Paraxial Working F/#)	4	像空间定义的共轭近轴F/#。
物方锥角(Object Cone Angle)	5	物空间边缘光线的半角，单位为"度"，可超过90°。如果入瞳是虚的，即物到入瞳的距离为负，则不使用物方锥角。当使用物方锥角时，默认的光瞳面的"均匀"光线切趾分布指的是角度而不是平面。如果切趾类型设为"余弦立方(Cosine Cubed)"，那么光线在立体角中是均匀分布的，这就对应一个点光源，且在所有方向上都均匀辐射。请参阅"切趾类型(Apodization Type)"。此光线的设置分布可能与大锥角其它孔径类型的设置有显著的区别。

这些术语在"规约和定义(Conventions and Definitions)"中有更详细的定义。

如果选择了"物方空间NA(Object Space NA)"或"物方锥角(Object cone angle)"作为系统孔径类型的话，那么物方厚度必须小于无穷远。

上述类型中只有一种系统孔径类型可以被定义。例如，一旦定义了入瞳直径，那么所有其它孔径的定义都由该镜头数据来决定。

2.1.1.1.2. 孔径值(Aperture Value)

系统孔径值的含义取决于所选择的系统孔径类型。例如，若选择"入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)"作为系统孔径类型，那么系统孔径值就是用透镜单位表示的入瞳直径。 OpticStudio 同时使用系统孔径类型和系统孔径值来确定基本量的大小，如入瞳尺寸和各个组件的净孔径。

选择"光阑尺寸浮动(Float by Stop Size)"作为系统孔径类型是上述规律的唯一例外。如果选择了"光阑尺寸浮动"作为系统孔径类型，则光阑面的净口径或半直径（在镜头数据编辑器中设置）可用来定义系统孔径。

2.1.1.1.3. 切趾类型(Apodization Type)

均匀**(Uniform)** 表示光线均匀分布在入瞳上，模拟均匀照明。默认情况下，入瞳总是被均匀地照亮。

高斯**(Gaussian)** 表示在光瞳上振幅以高斯曲线形式变化。切趾因子表示光束的振幅作为径向光瞳坐标的函数的下降比率。光束振幅在光瞳中心归一化，而入瞳其他点的振幅由以下公式给出，

$$A(\rho) = e^{-G\rho^2}$$

其中G为切趾因子， ρ 为归一化光瞳坐标。如果切趾因子为零，那么光瞳照明是均匀的。如果切趾因子为1.0，那么光束振幅在入瞳边缘就会下降到1/e（即发光强度下降到$1/e^2$，大约为峰值的13%）。切趾因子可以是大于或等于0.0的任意数，但不建议采用大于4.0的值。这是因为如果光束振幅在入瞳边缘下降得太快，大多数计算将只对极少数光线进行采样，从而无法得出有意义的结果。

余弦立方**(Cosine cubed)** 模拟了点光源照在平面上的强度衰退特点。注意，余弦立方切趾只对点光源或与入瞳直径相比较更接近光轴的视场点有效。对于一个点光源，光线照在不同平面区域上的光线强度由以下公式给出

$$I(\theta) = (\cos\theta)^3$$

其中，

θ

为z轴与入瞳相交的光线的夹角，且光瞳中心的相对强度为1.0。转换为归一化光瞳坐标，并运用平方根得出入瞳坐标振幅切趾为

$$A(\rho) = \frac{1}{\left(1+(\rho\tan\alpha)^2\right)^{\frac{3}{4}}}$$

其中，

$$\tan\alpha$$

是z轴与边缘光线夹角的正切。OpticStudio使用入瞳位置和尺寸计算出

$$\tan\alpha$$

切趾因子不会在余弦立方切趾中用到。

如果孔径类型为"物方锥角(Object Cone Angle)"，则会用到一个稍微不同的切趾技术。切趾是通过仔细选择物方空间中光线的余弦来获得的。由此产生的分布在立体角（而非角度空间）中是均匀的。由锥角 θ 照亮的球面立体角⊠通过以下公式给出

$$\Omega = 2\pi(1-\cos\theta)$$

归一化径向光瞳坐标*p*与分数形式的立体角的关系为

$$p^2 = \frac{1-\cos\theta}{1-\cos\alpha}$$

其中， α 是系统孔径定义的最大锥角， θ 为光线与归一化光瞳坐标*p*之间的夹角。此切趾在定义锥角的任意位置可以得出均匀光线密度和每个立体角的光焦度。

用户自定义**(User Defined)** OpticStudio也支持任何表面上的用户自定义切趾，而不仅仅是在入瞳上。用户自定义表面切趾是通过"使用DLL的用户自定义表面切趾(User defined sarface apodization using DLLs)"中描述的用户自定义面型来实现的。

2.1.1.1.4. 切趾因子(Apodization Factor)

切趾因子用于确定光瞳中振幅衰减的速度。仅适用于高斯切趾类型。有关详细信息，请参阅"切趾类型(Apodization Type)"的前部分内容。 关于切趾的更多信息，可以在下面的知识库文章中找到：What Does the Term 'Apodization' Mean?

2.1.1.1.5. 半直径余量(Semi Diameter Margin)

在"自动"模式下，计算通过所有光线所需径向孔径的每个表面的净口径或半直径，而不需要任何修剪。

对于在边缘接触中或其附近紧密排列的元件的系统，将会产生不为精加工或安装提供任何间隙的表面光阑。通常情况下，光学表面只能在全径向孔径的某一部分内完成，一般在90%和98%之间，这取决于零件的尺寸。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

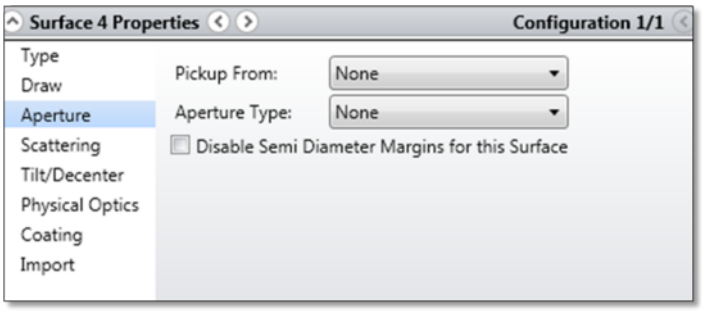
通过采用延伸区和机械半直径参数这一基本方法，可解决不可追踪的表面扩展问题。

参见镜头数据编辑器中数据栏部分的"延伸区(Chip Zone)"以获取帮助。

余量毫米**(Margin Millimeters)** 当半直径圆柱中的表面有一个自动解时，这种半直径余量控制允许指定一个额外的径向孔径作为一个固定的数值。默认值为零表示不保留任何余量。

余量百分比**(Margin %)** 这种半直径余量控制允许以百分比指定额外数值的径向孔径。默认值为零表示不保留任何余量，而余量5%表示在"自动"控制下的所有表面的半直径增加5%。最大允许余量是50%。

如果"百分比"和"毫米"的余量值都不为零，则先添加百分比，然后添加镜头单位余量。半直径余量不适用于光阑面。有一种可能是在面与面之间的基础上使半直径失效，而相应的控制复选框位于镜头设计编辑器中的"表面属性>孔径选项卡"：



2.1.1.1.6. 全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)

任意表面可以通过局部坐标的旋转和平移定义全局坐标。利用任意表面作为全局参考坐标，可计算得到其它任意表面的旋转矩阵和偏移向量。默认的全局参考面为1，但可以选择其它任意表面。有两种特殊情况。一种特殊情况是当物面处于无穷远处时，则不能将表面0作为参考面。另一种特殊情况是不能将坐标断点面设置为全局坐标参考面。所选择的表面用于确定全局坐标系的原点位置和方向。该参考面也用于定义3D视图上多个变焦位置的重叠点。

2.1.1.1.7. 远心物空间(Telecentric Object Space)

如果选中该复选框，OpticStudio将假设入瞳位于无穷远位置，不考虑光阑面位置。所有从物体表面射出的主光线都将与局部Z轴平行。选择该选项时，可以不使用光线瞄准以及用角度定义的视场点。为了获得最佳效果，使用远心模式时，请将光阑面设置到表面1。

2.1.1.1.8. 无焦像空间(Afocal Image Space)

如果选中此复选框，OpticStudio将以适合于光学系统的方式执行大部分的分析功能，该光学系统输出光线到像空间是名义上平行的。严格来说，术语"无焦"指光线在物空间和像空间都是平行的。然而，OpticStudio使用这一术语来描述输出光在像空间平行，且无论物空间光束是不是平行。为简便起见，说明书中使用术语"无焦系统(afocal mode)"表示选中无焦像空间，使用术语"有焦系统(focal mode)"表示无焦像空间未选中。

当使用无焦系统时，横向、纵向和MTF像差都以适合于无焦系统的单位计算。横向像差为与参考光线相关的角度函数（非长度单位）。纵向像差计算为以屈光度（米的倒数）为单位的离焦（而非以长度为单位的离焦）。MTF计算为每度多少周期而不是每个长度多少周期。这种单位的改变在每个分析功能的说明中不会都提到。当使用无焦系统时，用户应知道如果无焦系统被启用以有焦单位描述的分析窗口的设置会自动地变为无焦单位。无焦像差可以用各种单位测量，默认是毫弧度(miliradians)。

为了改变无焦单位的类型，请参阅 系统选项(System Explorer)部分的"无焦系统单位(Afocal Mode Units)"。

下表比较有焦系统和无焦系统的分析单位。

有焦单位和无焦单位比较

分析类型	有焦单位	无焦单位
横向像差	微米	毫弧度（或其它用户选择的角度单位）
MTF	每毫米周期数或每毫弧周期数	每角度单位周期数
场曲、纵向像差、散光	长度单位	屈光度（米的倒数）
衍射极限(Diffraction Limited)艾里斑半径	1.22 λ F（长度），其中F为F/#	1.22 λ / D（角度），其中D为出瞳直径

在无焦系统下测量的波前差（或光程差）与在有焦系统下测量的略有不同。对于无焦系统，光程差(OPD)的计算是与参考波长的主光线相垂直的参考平面相关的。如果光程差(OPD)是以出瞳作为参考（推荐这样设置的），那么无焦光程差(OPD)是在位于与像面相关的出瞳位置的平面上计算的。如果将光程差(OPD)参考设置为绝对，那么光程差(OPD)就会参考于像面位置。请注意，除非光束完美平行，否则无焦光程差(OPD)参考面位置的改变通常会改变光程差(OPD)的值。

有关光程差(OPD)参考的更多信息，请参阅系统选项中的高级选项部分的"光程差OPD(Reference OPD)"部分。

分析功能中有焦系统下计算的数据以长度为单位表示离焦，无焦系统下以屈光度为单位表示离焦。注意以屈光度为单位的正的离焦表示像面向透镜靠拢，单位为负表示像面远离透镜。由于这个原因，在相同基本像差下，当从有焦系统切换到无焦系统时，分析图将出现左右翻转。

除了单位变化以外，大多数的OpticStudio功能在有焦系统和无焦系统下一样准确。有些功能对于无焦系统没有意义，且如果尝试在无焦系统下分析时，会有错误提示或产生无意义的数据。要优化无焦系统，使用基于角度的默认评价函数，可以参考"选择优化类型 (Selecting the type of optimization)"。

2.1.1.1.9. 在更新时迭代求解(Iterate Solves When Updating)

镜头数据编辑器中的参数求解类型有时需要迭代以便精确地计算。通常这包括依靠光线追迹的曲率和厚度解。如边缘光线和主光线这样的特殊光线的追迹取决于光瞳的位置。当求解类型值改变时这些光瞳的位置可能改变，这就需要迭代。需要迭代的基本症状为在优化过程中评价函数的值增加或无规律地跳跃。

OpticStudio一般会探测迭代的需要。然而，如果OpticStudio不能自动地迭代时，选择此选项将在更新镜头数据时启动强制迭代所有解。迭代会降低计算速度，特别是在优化过程中，所以这个选项应该在需要时才打开。

2.1.1.1.10. 半直径快速计算(Fast Semi-Diameters)

OpticStudio计算"自动"净口径（或半直径）来估算在每个表面让所有视场点和波长的光线通过的净孔径。对于共轴系统，这个计算只要追迹每个视场和波长上的两条光线（上下边缘光线），就可精确地完成。对于共轴系统，OpticStudio默认对每个视场和波长只追迹这两根在渐晕光瞳"真正"子午面（对于该术语的定义，请参阅"弧矢和子午(Sagittal and tangential)"）上的光线，然后使用每个面上每根光线的径向坐标去计算所需的净口径（或半直径）。

对于一些非共轴系统，最后的估计可能不够精确。通常包括那些边缘和净孔径限制较紧的系统。对于这些系统，除了大量追迹渐晕光瞳中的光线以外，没有通用的办法来精确计算半直径。对于这样的系统，应该检查一下半直径的快速计算。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

OpticStudio将会按照要求迭代追迹许多光瞳边沿周围的边缘光线，以便精确地计算每个面的净口径（或半径），精度可达0.01%左右（5位有效数字）。

但是，当照明面积与表面跨度相比非常大时，则无法准确计算出具有硬边界条件的表面净口径（或半直径）。

具体的光线追迹和用于计算自动半直径值的迭代次数，取决于系统内的入瞳大小和位置。如果其他面被添加、删除或以修改系统入瞳的方式被修改，那么计算特定表面的半直径值可能会发生变化。

迭代速度很慢，因为OpticStudio需要不断地更新净口径（或半直径），尤其在优化时。因此，在计算半直径时，需要在速度和精度之间做出相应的权衡。对于轴向系统，OpticStudio只有在"半直径快速计算(Fast Semi-Diameters)"选项关闭时才使用速度较慢的迭代算法。

选择**(On)** 如果"半直径快速计算"选项被勾选，OpticStudio将只会按照要求追迹尽可能多的边缘光线，以便估计自动净口径（或半直径）时精度等于或优于0.01%。该算法开始对2根光线进行追迹，然后是4根、8根、16根光线等等，依此类推，直到净口径（或半直径）的值收敛到预期值的0.01%内。

这种选择方式主要为共轴系统设计。当对非共轴系统使用该选项时，必须小心谨慎，因为对边缘光线的追迹可能不足以精确估算自动半直径。如果没有检查"半直径快速算法"选项时，净口径（或半直径）值发生了巨大的变化，那么它应该是不受约束的。

未选择**(off)** 如果"半直径快速计算"选项关闭，OpticStudio将会追迹至少在渐晕光瞳周围的每个视场和波长上的32根光线，并且如果需要，将追迹更多光线，直到自动净口径（或半直径）估算到大约0.01%以内。这种追迹方法比较可靠，但是很慢，且只对于在非共轴系统的净口径（或半直径）值需要非常高的精度时才用。

OpticStudio使用的两种用于确定净口径（或半直径）的方法只对某些面是精确的，该面的最大尺寸通过边缘光线的径向坐标确定。这个方法对位于焦平面上的面不起作用。对于焦散面，精确的基于光线的净口径（或半直径）可以用点列图或轨迹分析来计算，然而这个精确水平可能永远不会需要，因为衍射效应显著时，光线不会被模拟。

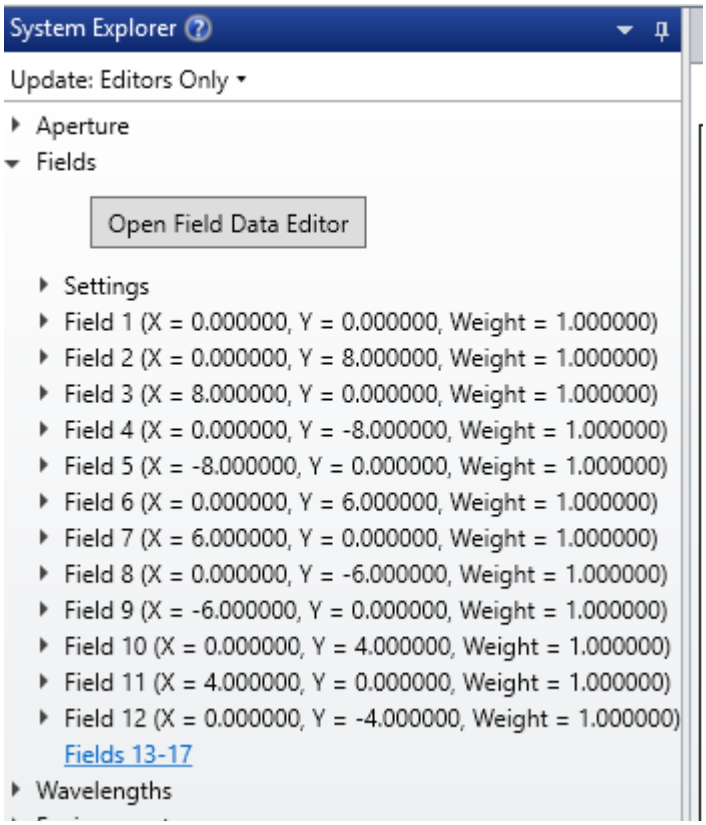
2.1.1.1.11. 检查渐变折射率元件口径(Check GRIN Apertures)

如果选中，这个设定会命令OpticStudio对所有面孔径渐晕检查渐变折射率光线追迹。介质内的每个渐变折射率元件追迹都会被检查以观察光线是否已经通过了前表面孔径的边缘。若是，那么光线是渐晕的。如果此设定未选中，那么光线可能传播到前表面上所定义的边缘的外面，只要光线通过了表面的孔径。

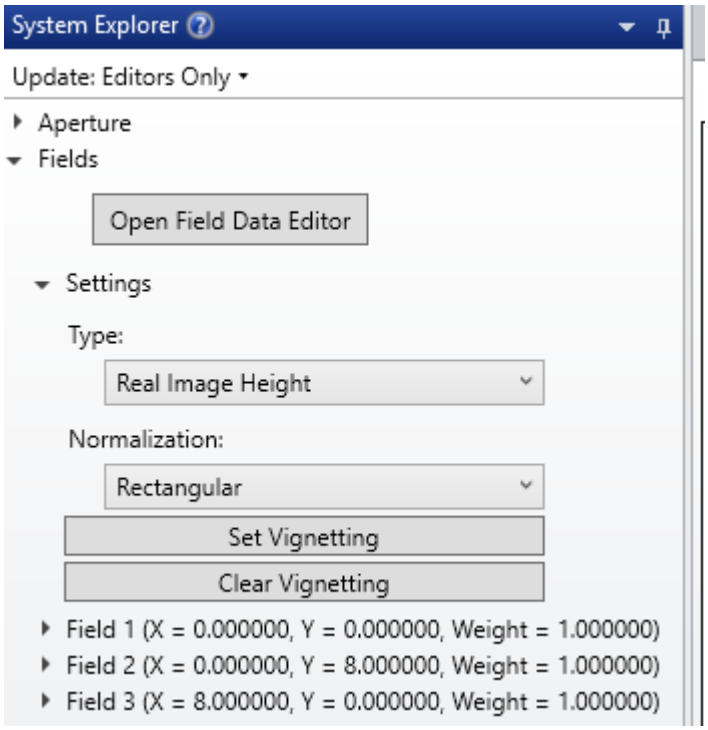
2.1.1.2. 视场(Fields)

在"系统选项"中可以展示视场数据并进行"视场"设置。如果用户习惯在编辑器环境下操作,也可用"打开视场数据编辑器(Open Field Data Editor)"按钮打开管理视场点的专用编辑器。

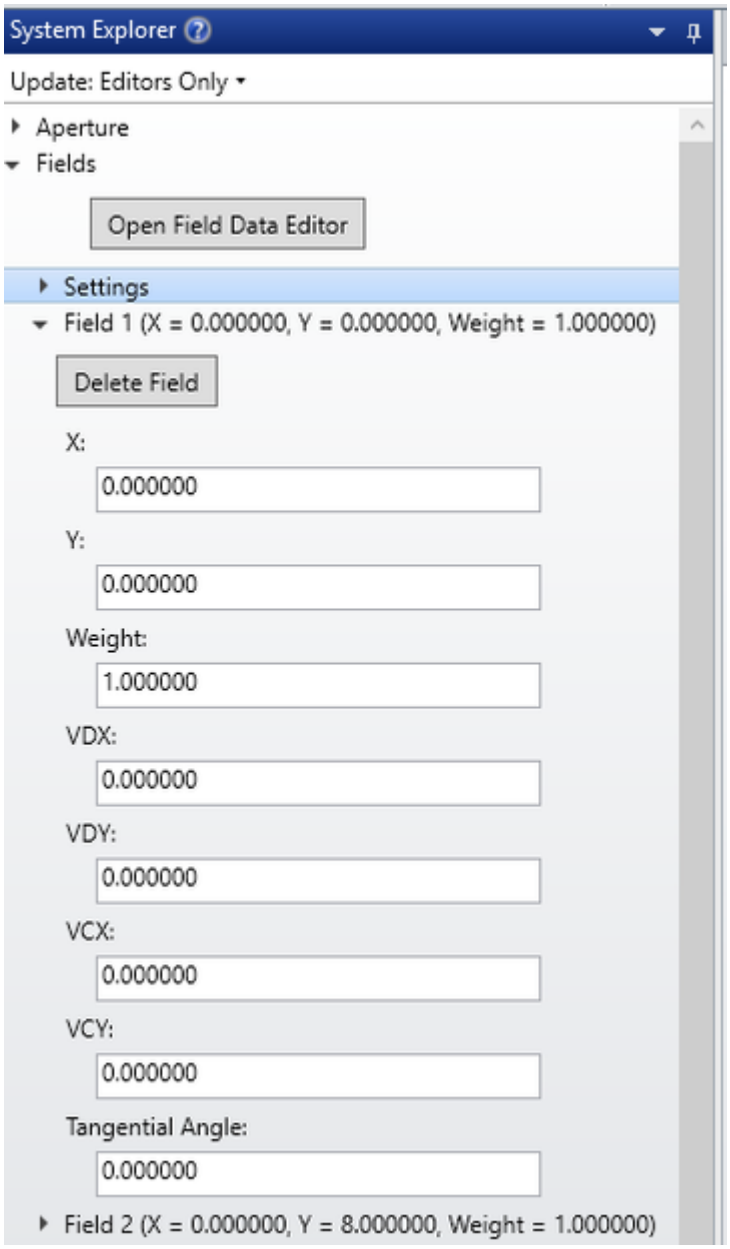
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



系统选项中提供的视场设置包括"类型(Type)"和"归一化(Normalization)"。"设置渐晕(Set Vignetting)"按钮可用于自动为全部场点计算渐晕因子。"清除渐晕(Clear Vignetting)"按钮删除全部场点的渐晕因子。



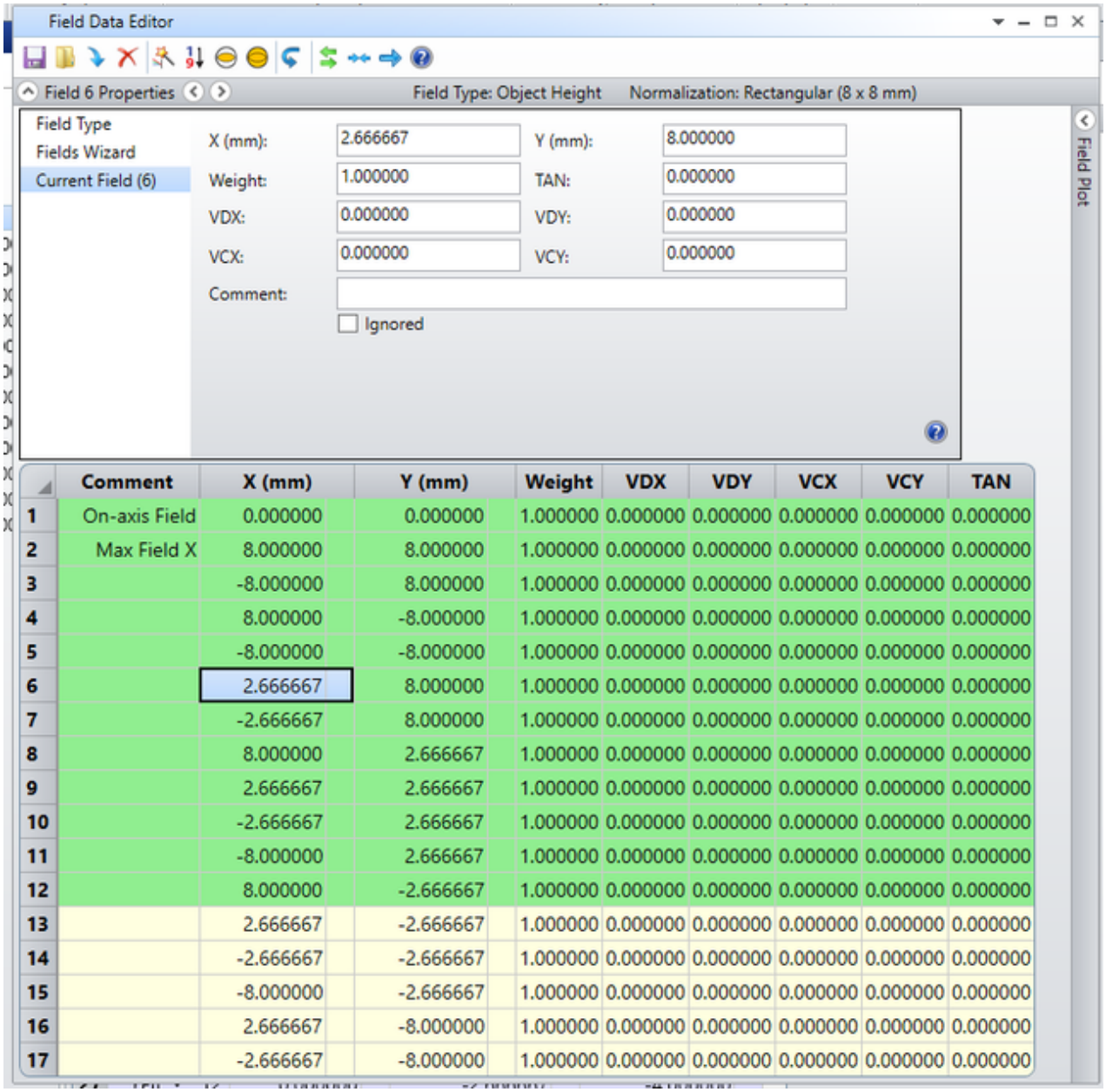
对于系统选项中的每个场点，下拉箭头打开仅对这个场点适用的选项。用"删除视场(Delete Field)"按钮可删除视场。可以指定X、Y、权重、VDX、VDY、VCX、VCY和正切角值。进一步了解每个值的意义，参阅下面的"当前视场(Current Field)"和"渐晕(Vignetting)"部分。



2.1.1.2.1. 视场数据编辑器(Field Data Editor)

通过双击系统选项中的"视场(Fields)"一栏或单击"打开视场数据编辑器(Open Field Data Editor)"按钮，可以访问视场数据编辑器。

视场数据编辑器包含与系统选项视场部分相同的信息和设置。它还包含一些工具，可以自动创建多个不同的视场分布，并转换为另外的视场类型。可用选项详细说明如下。

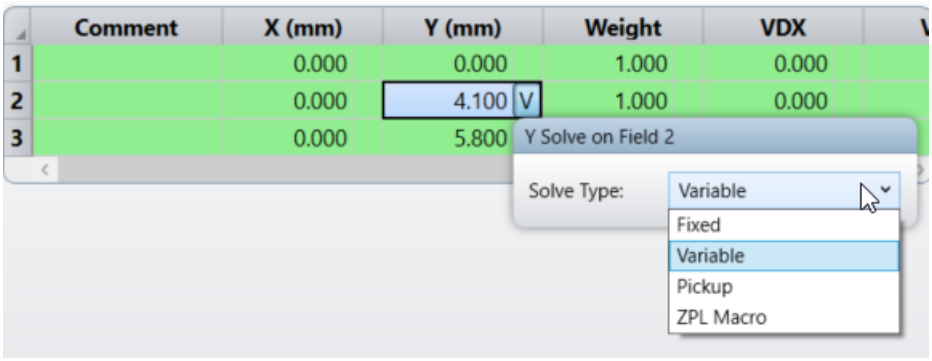


	Comment	X (mm)	Y (mm)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	Max Field X	8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		-8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5		-8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6		2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7		-2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8		8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9		2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10		-2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11		-8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
12		8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13		2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14		-2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15		-8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16		2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17		-2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Ansys Zemax OpticStudio各版本可提供的最大数量视场点为：专业版50个、旗舰版和企业版均2025个。

OpticStudio中的分析与视图能分别显示视场点或合并显示前12个视场点。视场数据编辑器(Field Data Editor)的前12个视场点用绿色显示，作为在任何图中选择"前12(First 12)"时，将使用哪些点的视觉提示。其余的视场点用黄色显示。

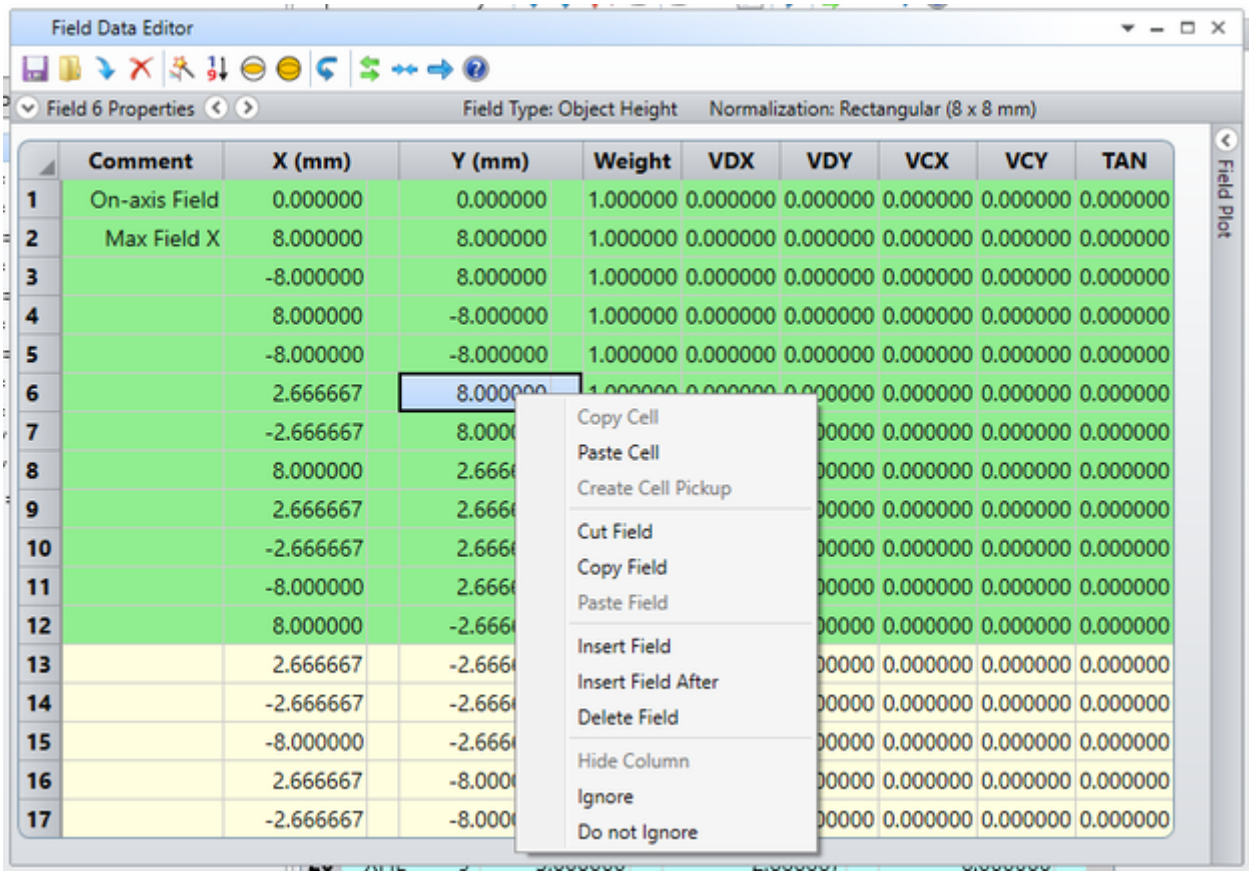
视场数据编辑器中的任何单元格都可以设置成变量(Variable)求解、拾取(Pickup)求解或ZPL求解。



注意：如果X向或Y向视场单元格被设置成变量，优化器将尝试在0和原始值的两倍间找到解。

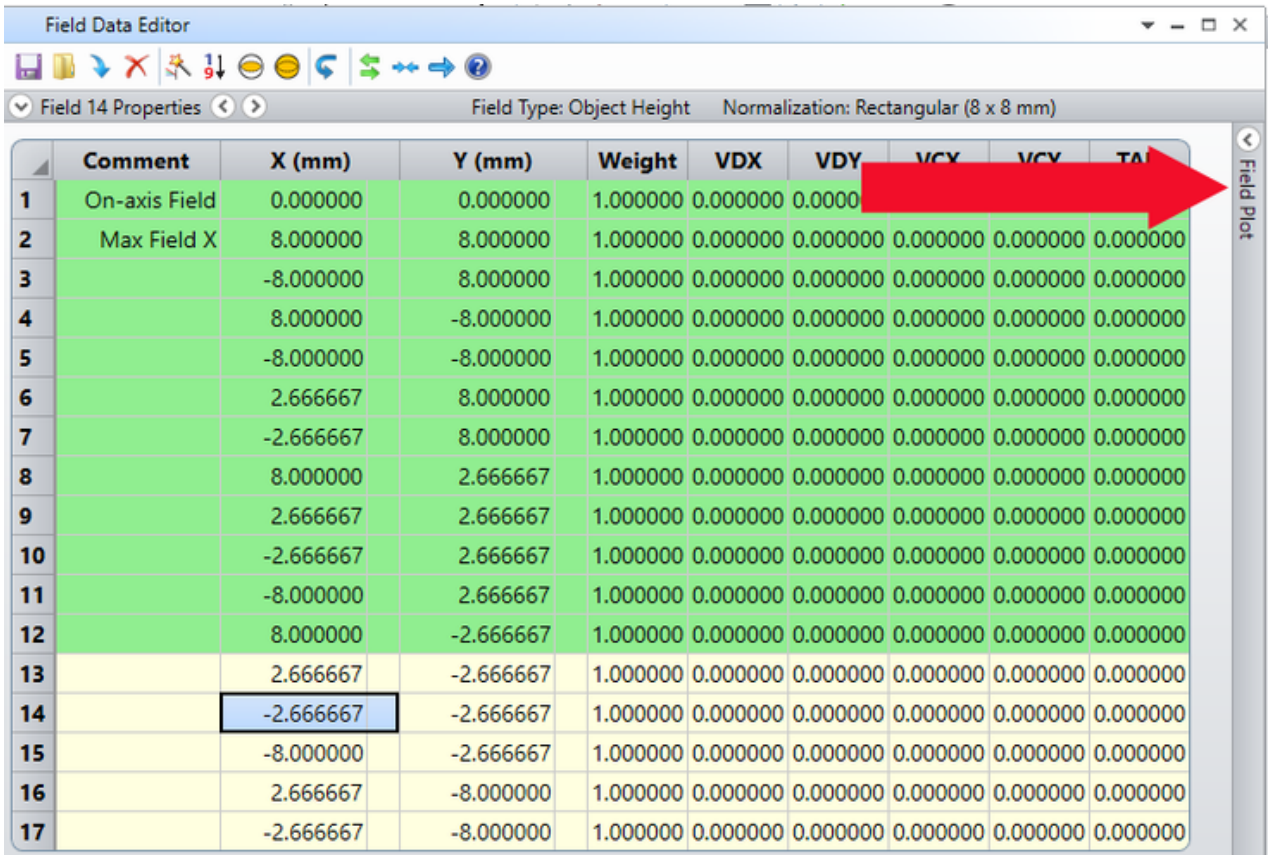
右键点击选定的单元格或行，将显示有以下选项的菜单：复制单元格(Copy Cell(s))、粘贴单元格(Paste Cell(s))、创建单元格拾取(Create Cell Pickup)、剪切视场(Cut Field)、复制视场(Copy Field)、粘贴视场(Paste Field)、插入视场(Insert Field)、后插入视场(Insert Field After)、删除视场(Delete Field)、隐藏列(Hide Column)、忽略(Ignore)、不忽略(Do not Ignore)。大部分这些操作适用于多选单元格或多选行的情况。

如欲进一步了解"忽略(Ignore)"功能，请参阅下面的"当前视场(Current Field)"部分。



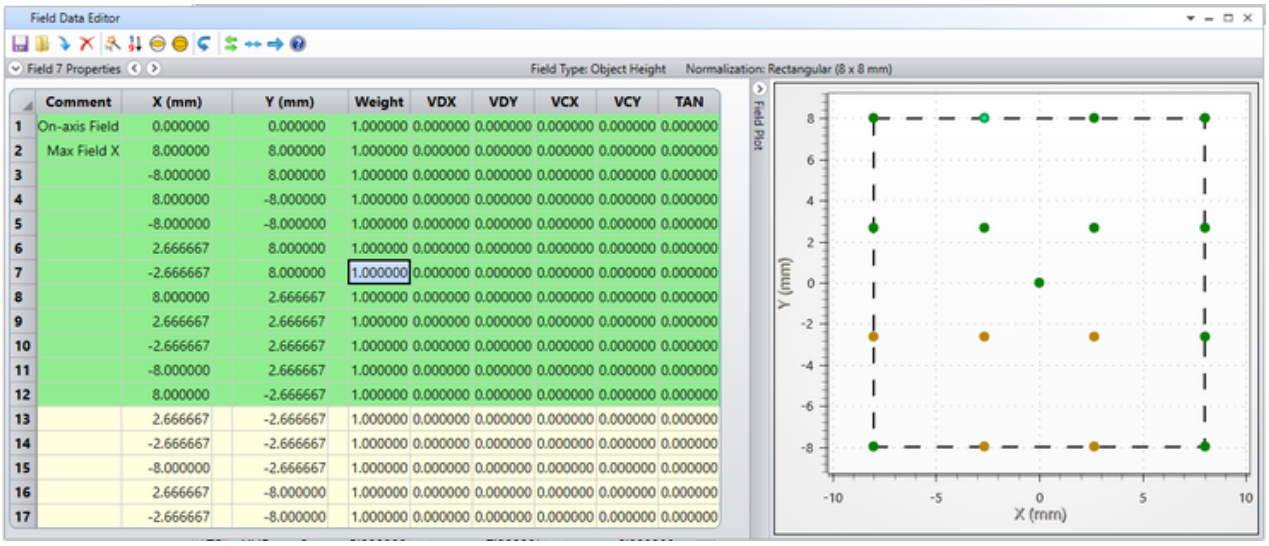
2.1.1.2.1.1. 视场图*(Field Plot)*

视场图可从视场数据编辑器右侧调出，如下所示。视场图显示当前配置下全部有定义的视场点的散点图。



	Comment	X (mm)	Y (mm)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.0000			
2	Max Field X	8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		-8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5		-8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6		2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7		-2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8		8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9		2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10		-2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11		-8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
12		8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13		2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14		-2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15		-8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16		2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17		-2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

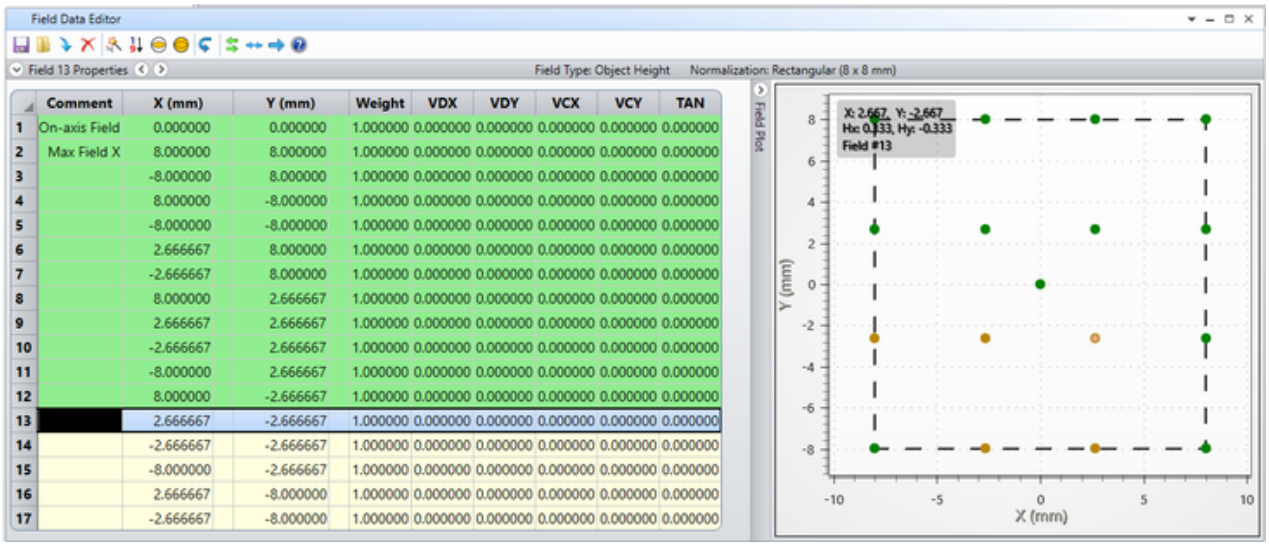
编辑器中的行是绿色的视场点，在视场图中用绿色显示。它们是在分析里或视图中选择了"前12(First12)"后要绘制的点。编辑器中的行是黄色的视场点，在视场图中用黄色显示。



	Comment	X (mm)	Y (mm)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	Max Field X	8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		-8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5		-8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6		2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7		-2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8		8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9		2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10		-2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11		-8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
12		8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13		2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14		-2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15		-8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16		2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17		-2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

虚线在散点图中显示的是视场归一化值的轮廓线。对矩形归一化，这条轮廓线是矩形。对径向归一化，这条轮廓线是环形。对径向归一化，所有位于轮廓线上的点有归一化的视场坐标，如Hx2 + Hy2 = 1。对矩形归一化，所有位于轮廓线左边上和右边上的点满足Hx = 1。所有位于轮廓线上边上和下边上的点满足Hy = 1。

将光标悬停在散点图上的一点上，散点图左上方将出现一个文本框，提供这个点的说明。在散点图上点击任何点，将高亮显示视场数据编辑器中的对应行。



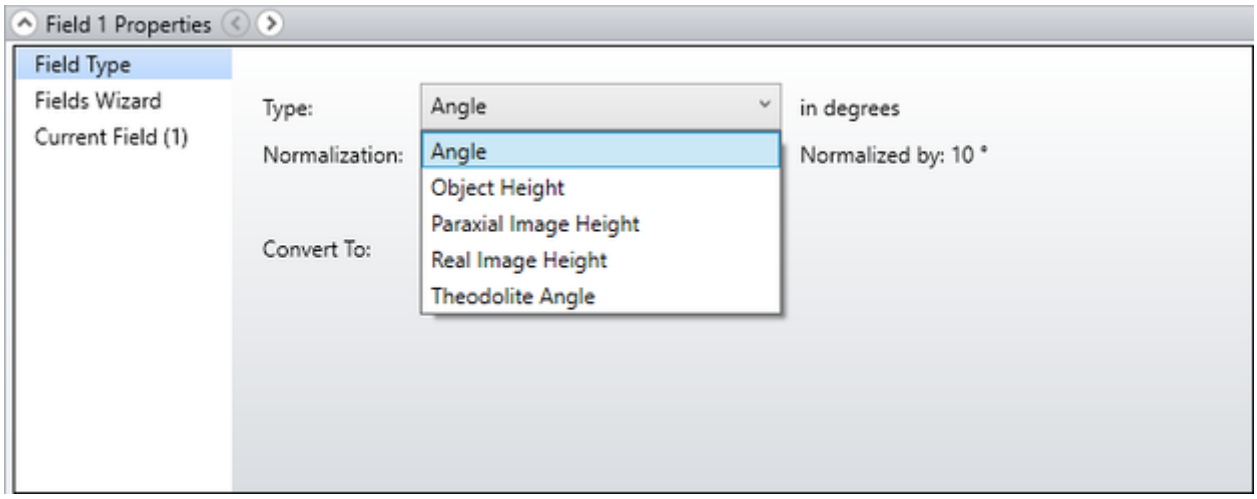
	Comment	X (mm)	Y (mm)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	Max Field X	8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		-8.000000	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5		-8.000000	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
6		2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
7		-2.666667	8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
8		8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
9		2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10		-2.666667	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
11		-8.000000	2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
12		8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
13		2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
14		-2.666667	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15		-8.000000	-2.666667	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16		2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
17		-2.666667	-8.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

点击左键并在活动图形范围内拖动，可选择图形区域进行放大。点击右键并在活动图形范围内拖动，可平移或偏移图形。右键点击活动图表区域，将显示"重置缩放比例(Reset Zoom)"选项。

2.1.1.2.1.2. 视场类型*(Field Type)*

"类型(Type)"下拉菜单可以确定视场点。现有的视场类型和相关的类型代码（用于ZPL宏文件）定义于下表中。

视场类型	代码
角度	0
物高	1
近轴像高	2
实际像高	3
经纬角	4



角度**(Angle)**视场角始终以度为单位。角度测量与物空间Z轴和物空间Z轴的近轴入瞳位置有关。正向视场角度是指该方向光线的正斜率，因此需要参照远处物体的负向坐标。

请注意，对于有限共轭系统，光线瞄准功能总是适用于光线的初始角。因此，对于启用光线瞄准功能且使用视场角作为视场类型的有限共轭系统，光线的初始角与系统选项中所设置的角度不同。

有关"当视场角大于90度时，如何处理视场角"的更多信息，请参阅"视场角和高度"。

物高**(Object Height)** 用镜头单位来测量。

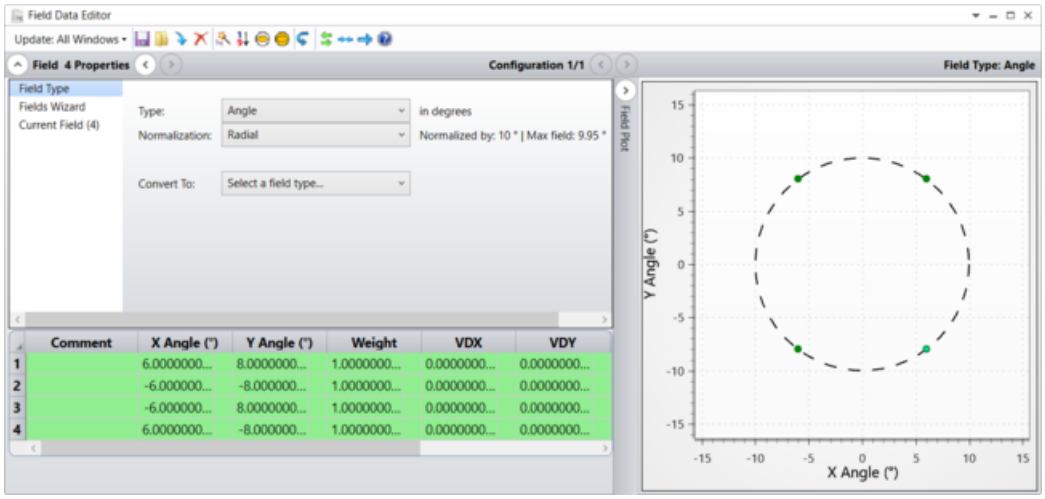
近轴像高**(Paraxial Image)** 用镜头单位来测量。当用近轴像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的近轴像面上的坐标。如果光学系统存在畸变，则实际的主光线位置会发生改变。

实际像高**(Real Image)** 以镜头单位表示。当用实际像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的实际光线坐标。

经纬角**(Theodolite Angle)** 方位角 θ 和仰角 ϕ 极角，以度为单位。 这些角度通常用于测量和天文学。经纬角 (θ , ϕ)和矩形角(θ_x , θ_y)之间的关系为

$\theta_x = \theta\ \theta_y = \arctan(\tan(\phi)/\cos(\theta))$

归一化**(Normalization)**



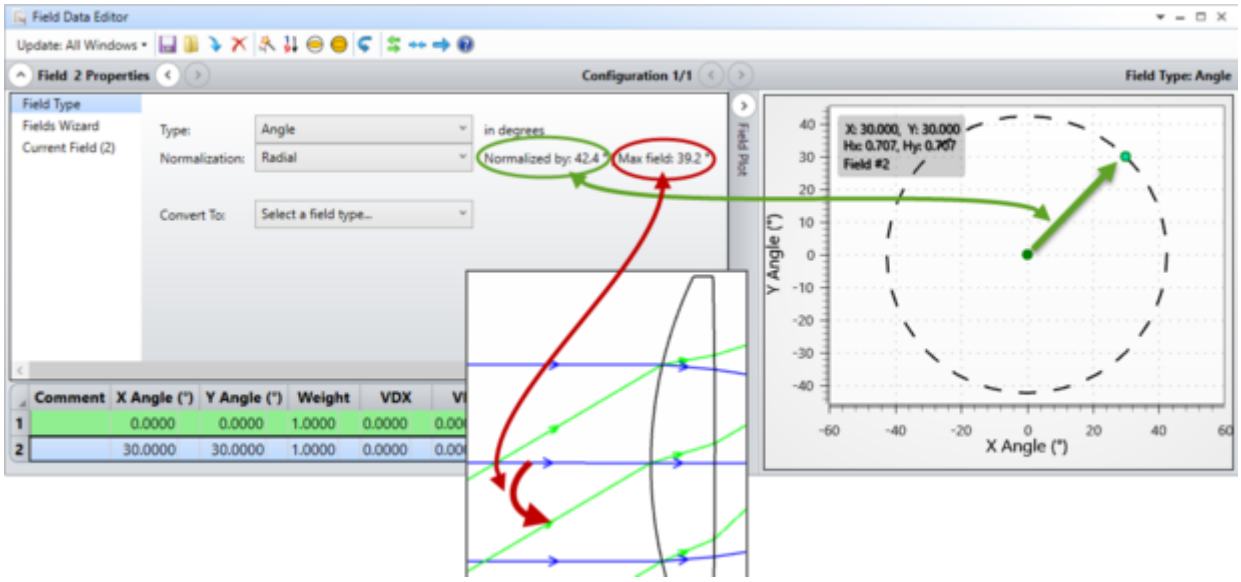
径向**(Radial)** 如果视场归一化为径向，那么归一化视场坐标表示单位圆上的点。这个称为最大径向视场的单位圆的半径，是根据视场坐标中距离原点最远的视场点的半径来确定的。然后最大径向视场用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。

关于视场角，最大视场角和OpticStudio用于归一化的最大径向角可能不相同。

☒最大视场角是定义的视场点相对于光轴向外张开的最大角。下图中可以看到，归一化设置旁的"最大视场(Max Field)"的值是39.2度。这一最大视场角仅供参考，任何其他OpticStudio计算中并不会用到。

☒OpticStudio也显示最大径向角。最大径向角是以视场坐标衡量，距原点最远的视场点的半径。下图中可以看到用42.4度值"归一"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



参见"归一化视场坐标(Normalized field coordinates)"，进一步了解归一化。参见"视场角与视场高度(Field Angles and Heights)"，进一步了解最大视场计算。

另请注意：如果在状态栏里选择了"最大视场"选项，将显示最大径向角（归一化角）。参见"通用(General)"进一步了解状态条。

矩形**(Rectangular)**如果视场归一化为矩形，那么归一化视场坐标表示单位矩形上的点。这个单位矩形的x和y方向的宽度称为最大x视场和最大y视场，这是通过所有x和y视场坐标的最大绝对值来定义的。然后最大x视场和最大y视场用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。

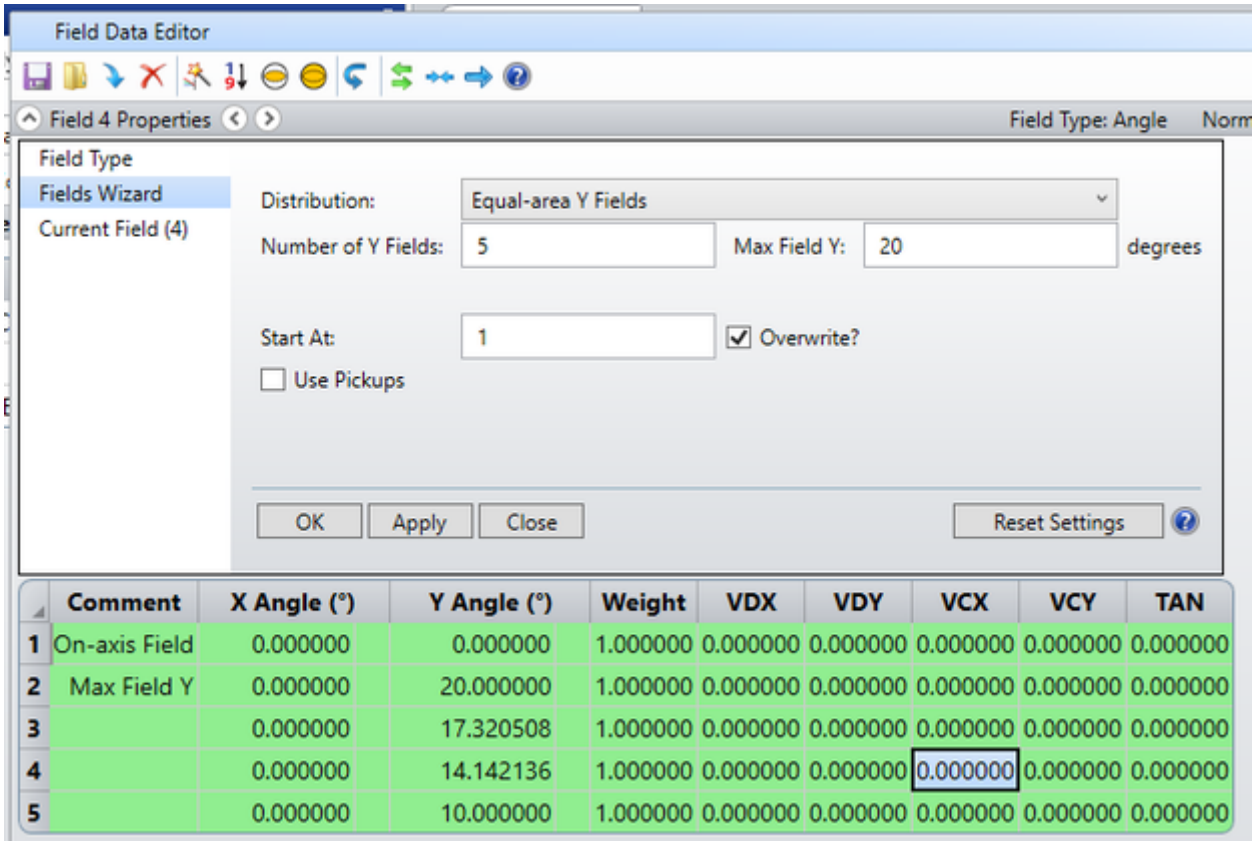
转换为**(Convert To)**

将存在的视场数据从当前视场类型转换为新的视场类型。例如，如果使用"角度"类型输入数据，转换为"物高"类型的话，则需将视场类型更改为"物高"，然后重新计算每个视场点的数据，这样每个视场的物理大小和位置都不会发生变化。

例外情况：不允许将无穷远物距的"物高"进行视场转换。如果在系统选项的孔径部分检查"无焦像空间"，那么在将视场转换到"实际像高"或"近轴像高"时，必须小心谨慎。无焦系统的像高将在系统的最后一个表面进行计算，如果这个表面靠近瞳点，则可能不会产生有效的结果。

2.1.1.2.1.3. 视场向导*(Fields Wizard)*

视场向导可自动创建视场分布。



	Comment	X Angle (°)	Y Angle (°)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	Max Field Y	0.000000	20.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		0.000000	17.320508	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		0.000000	14.142136	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
5		0.000000	10.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

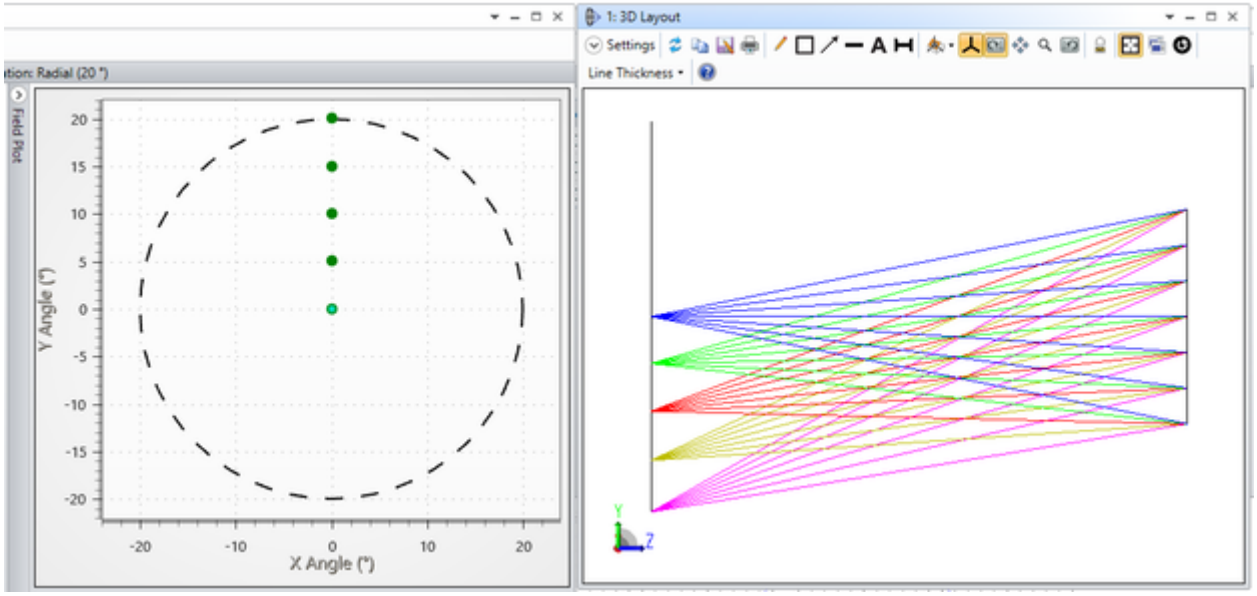
可用视场分布包括：

均等Y视场	利用定义的"最大视场Y(Max Field Y)"生成等距的Y视场
等面积Y视场	利用定义的"最大视场Y(Max Field Y)"生成等面积的Y视场
均等X视场	利用定义的"最大视场X(Max Field X)"生成等距的X视场
等面积X视场	利用定义的"最大视场X(Max Field X)"生成等面积的X视场
网格	利用定义的"最大视场Y"和"最大视场X"，创建具有最大Y视场和最大X视场的等距视场网格
均等径向视场	创建径向视场分布"臂数(Number of Arms)"指定视场分布中的径向臂数量。"视场数(Number of Fields)"指定每条臂的视场点数。每条臂的视场点等距。每条臂长度用"最大视场X"和"最大视场Y"控制，能生成椭圆形。 这一视场分布始终有一个点位于（X = 最大视场X，Y = 0），不论是否有臂与X轴重合。如果无臂与X轴重合，这个点的权重设置为0。 如果选择的"视场类型(Field Type)"是"角(Angle)"，按"视场角和高度(Field Angles and Heights)"说明的方式计算视场点。因此，当一个视场点不在X轴上或Y轴上，它的入射角将与在轴上的视场点不同，而且这种变形被体现在计算中。请注意：如果最大视场大于90°，将不能准确计算视场点。

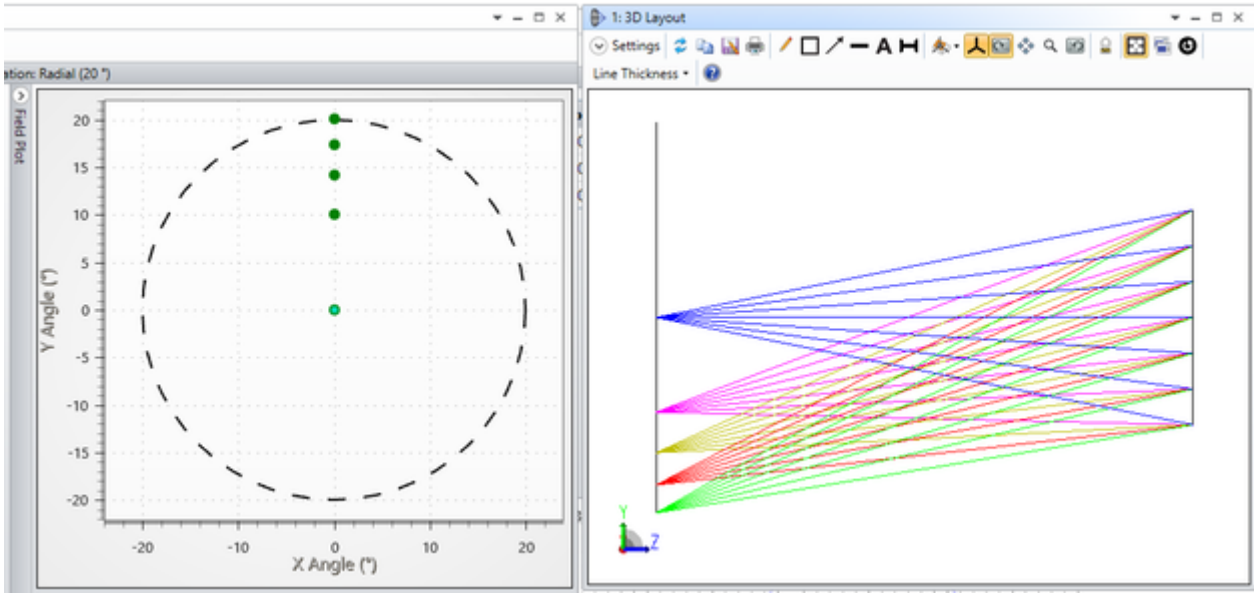
等面积轴向视场	创建一个与"均等轴向视场(Uniform Radial Field)"分布类似的轴向视场分布。这种情况下视场点在等积视场分布里沿每臂排列。 如果选择的"视场类型(Field Type)"是"角(Angle)"，按"视场角和高度(Field Angles and Heights)"说明的方式计算视场点。因此，当一个视场点不在X轴上或Y轴上，它的入射角将与在轴上的视场点不同，而且这种变形被体现在计算中。请注意：如果最大视场大于90°，将不能准确计算视场点。

所有生成的视场分布都以(0,0)为第一个视场点。

等距视场的定义是沿单条线均匀间隔的点：



等面积视场的定义是同心圆的半径等于场点值的y高度，故等面积：

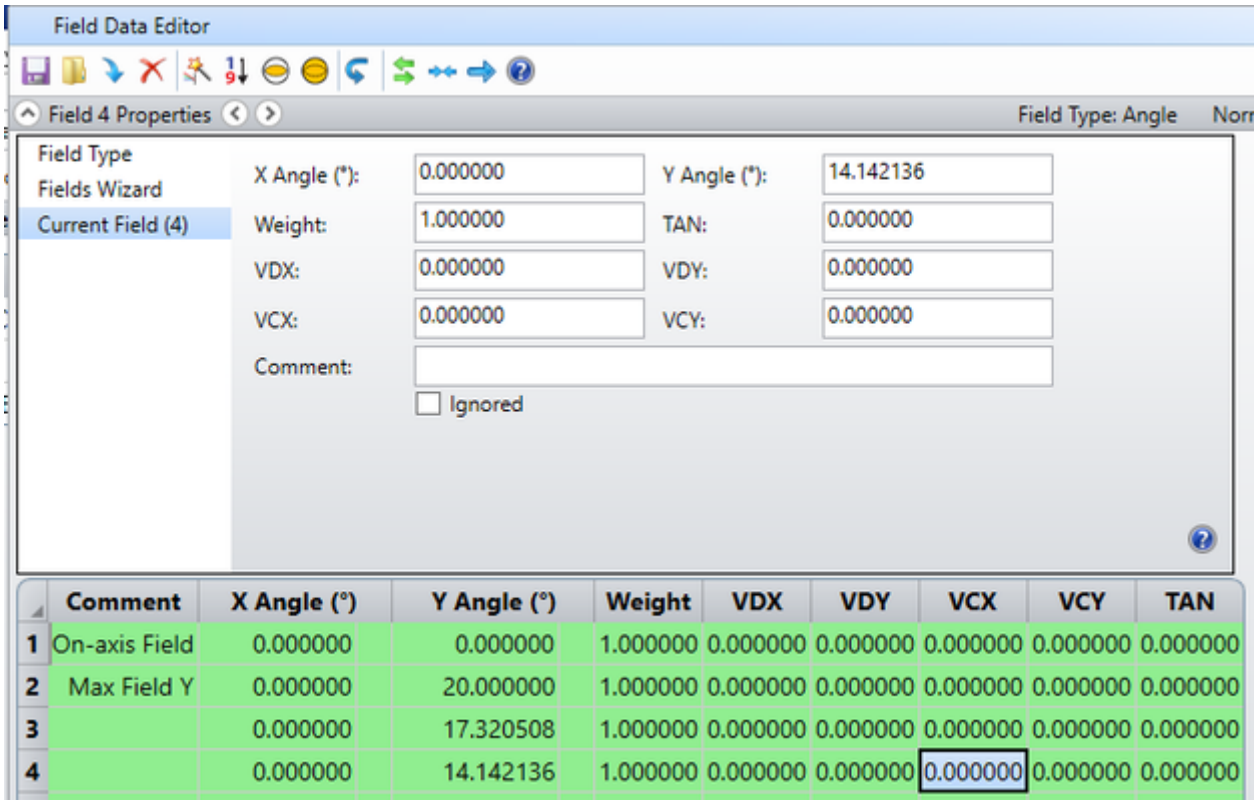


起始行**(Start At)** 该选项用于在视场数据编辑器中的特定位置添加视场向导创建的视场。

覆盖**(Overwrite)** 当创建新的视场分布时，请检查这个对话框来覆盖当前的视场点。注意：如果新的视场分布包含的视场少于当前定义的视场，那么将保留额外的视场。

使用拾取**(Use Pickups)** 当使用视场向导时，请检查这个对话框，以自动地对每个视场应用拾取。这些拾取的结果将参考最大视场。利用这个选项,可以通过更改最大视场值来更改整个视场模式的大小。

2.1.1.2.1.4. 当前视场（*Current Field*）



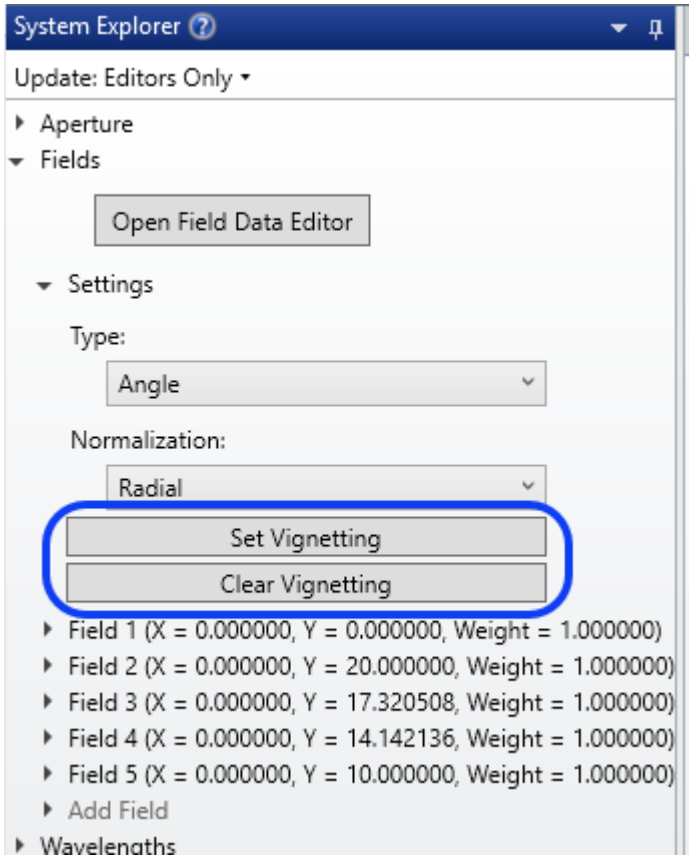
	Comment	X Angle (°)	Y Angle (°)	Weight	VDX	VDY	VCX	VCY	TAN
1	On-axis Field	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	Max Field Y	0.000000	20.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
3		0.000000	17.320508	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
4		0.000000	14.142136	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

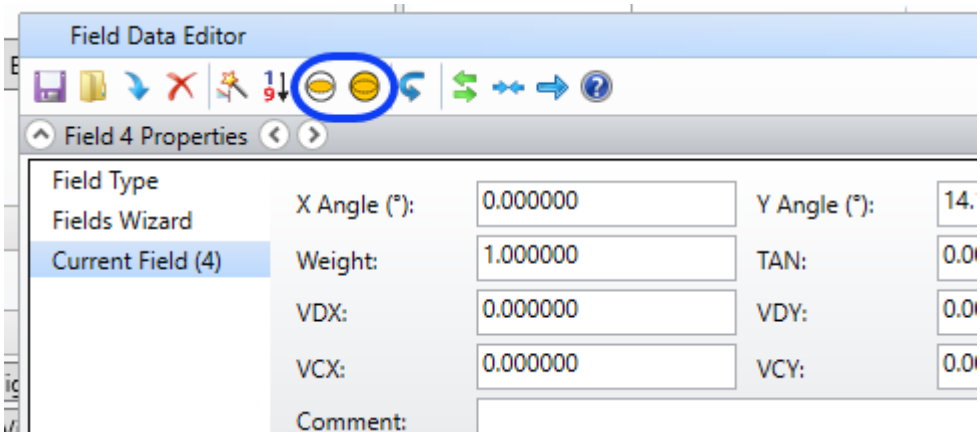
当前视场选项卡允许您编辑参数，该参数在视场数据编辑器（Field Data Editor）或系统选项（System Explorer）中可以找到。这些参数将显示在当前所选择的视场中，并表示为X和Y视场值、视场权重、渐晕因子和视场注释。

这些渐晕因子被定义为VDX、VDY、VCX、VCY和TAN。这些因子代表了x偏心、y偏心、x压缩、y压缩以及子午角。想了解更多关于渐晕的信息，请参阅"规约和定义（Conventions and Definitions）"下的"渐晕因子（Vignetting Factors）"。

2.1.1.2.1.5. 渐晕*(Vignetting)*

设置和清除渐晕功能可在系统管理器/视场/设置，以及视场数据编辑器工具栏中使用，如下所示。





设置渐晕**(Set Vignetting)** 重新计算基于当前镜头数据的每个视场的渐晕因子。渐晕因子(VDX、VDY、VCX、VCY)是用于描述不同视场位置的表面入瞳尺寸和位置的系数。如果系统中没有任何渐晕，则渐晕因子为零。 这些因子在"规约和定义"下的"渐晕因子"中进行了详细的说明。设置渐晕算法估算渐晕偏心和压缩因子，以便使光瞳顶部、底部、左侧和右侧边缘的四条边缘光线在每个面的孔径内都能通过。仅使用主波长。

清除渐晕**(Clear Vignetting)** 清除渐晕因子以恢复到默认值零。

算法通过发出经过光瞳的网格光束开始运算。在每个表面孔径的表面上，对光线进行测试，看它能否从指定的孔径内部通过。然后，使用通过所有表面的所有光线计算无渐晕光瞳质心。最后，使用迭代方法计算无渐晕光瞳的边缘，大约精确到0.001%。

这种算法不是在所有情况下均适用。对于设置渐晕算法失败的系统，需要手动调整渐晕因子。可以通过用追迹少量边缘光线方法来检测设置渐晕算法的精度。

请参见"规约和定义"下的"渐晕因子"。

2.1.1.2.1.6. 视场数据编辑器工具栏*(Field Data Editor Toolbar)*

视场数据编辑器工具栏中的按钮（从左到右）如下所示。

保存视场**(Save Fields)** 将当前的视场数据保存在一个*.FLD文件中。（OpticStudio在保存镜头文件时，自动将视场数据存储在镜头文件中。可选择保存一个单独的*.FLD文件。）将*.FLD文件保存到Zemax\Miscellaneous文件夹中。此文件是一个简单的文本文件，可在OpticStudio以外创建，保存在Miscellaneous文件夹中以备今后使用。文件格式先记载视场类型代码，然后记载每个视场点的数据：

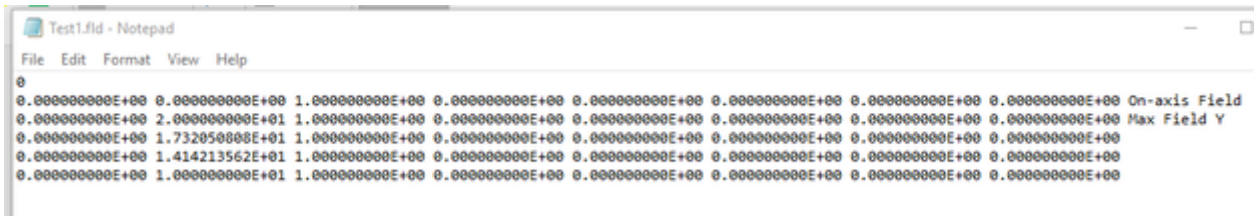
（视场类型代码）

X Y Weight VDX VDY VCX VCY TAN Comment

X Y Weight VDX VDY VCX VCY TAN Comment

X Y .....

每行的值用空格隔开。示例文件如下。



载入视场**(Load Fields)** 载入之前存储在*.FLD文件中的视场数据，当前的视场数据将会被删除。

插入视场**(Insert Fields)** 插入先前存储在*.FLD文件中的视场数据，选择要插入的视场数据和要插入的文件，当前存在的视场数据会被保留。

删除所有视场**(Delete All Fields)** 在视场数据编辑器中删除所有的视场数据。

视场向导**(Fields Wizard)** 打开"视场向导"工具栏，以最常见的要求设置视场数据编辑器， 之后便可编辑。

排列视场**(Sort Fields)** 按指定的顺序对视场进行排列。

设置所有渐晕**(Set All Vignetting)** 自动设置所有的渐晕因子。参考"渐晕"。

清除所有渐晕**(Clear All Vignetting)** 自动清除所有的渐晕因子。参考"渐晕"。

转到视场**(Go to Field)** 该工具查找并跳转到特定视场编号或书签。详情参阅"转到表面(Go to Surface)"。

切换快速视图**(Toggle Express View)** 打开和关闭快速视图。详情参阅快速视图(Express View)部分。

重置列序**(Reset Column Order)** 重置列顺序为默认设置（参见"编辑器(Editors)"）。

重置列宽**(Reset Column Widths)** 重置列宽为标准尺寸（参见"编辑器(Editors)"）。

自动列宽**(Automatic Width)** 分别设置每列的宽度，以充分显示其内容和标题。

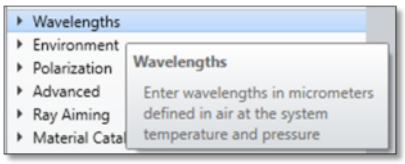
帮助**(Help)** 打开帮助系统。

2.1.1.2.1.7. 定义广角视场*(Defining Wide-Angle Fields)*

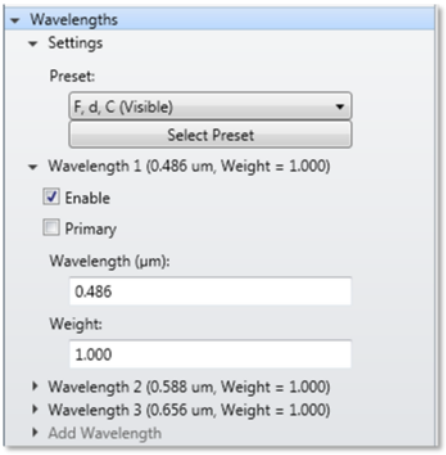
OpticStudio 假设轴上(0,0)物方空间视场位于光学系统的视场范围内。建议设置该视场时，将其定义为视场的中心。有时由于各种原因，可以将光学系统定义在离轴视场的中心。但要注意的是，如果通过系统无法追迹轴上(0,0)物方空间视场，则对于所有视场可能会出现光线追迹错误。在这种情况下，OpticStudio将在系统检查报告中发出错误，指出"光线失败(gut ray failed)"。如果发生这种情况，解决办法是重新定义系统，使轴上(0,0)视场靠近中心，或者至少在视场内。

对于许多广角系统，可能会需要光线瞄准(Ray Aiming) 在页面上 155。比如说，一个具有广输入角的系统可能会出现大量的光瞳像差，也可能会有偏移的入瞳。在这些情况下，需要更可靠的光线追迹计算。除了启动光线瞄准之外，用户可能还需要更新任何当前使用的DLL。具有简单迭代光线追迹程序的DLL（比如为us_itera.dll类型5找到的DLL）可能会追迹失败。这样可能导致接下来的错误信息：错误2。在这种情况下，DLL应当由原生表面代替，或者由对类型5具有更加集中计算的DLL代替。

2.1.1.3. 波长**(Wavelengths)**



系统选项中提供了波长(Wavelength)设置。



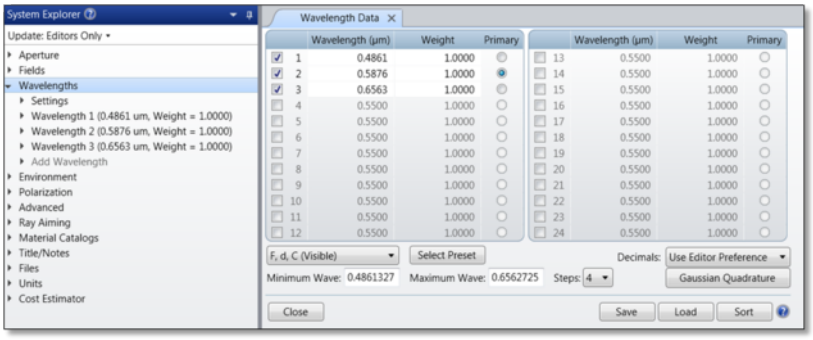
设置**(Settings)**：

"波长"对话框用于设置波长、权重和主波长。这些按钮不仅可用于激活和取消激活波长，而且还可用于分类、保存和加载数据。此外，常用波长表也包括在内。要使用列表中的条目，请选择所需的波长集并点击"选择预设"按钮。

波长数据始终参照当前系统温度和压强下的"空气"测量（以微米为单位）。默认的系统温度是20摄氏度，默认的气压是1.0个标准大气压。如果系统温度和/或压力修改，或是在多重结构操作数的控制之下，请确保根据新的空气温度/压力调整波长。更多详情，请参阅"规约和定义(Conventions and Definitions)"下的"波长数据(Wavelength data)"。

2.1.1.3.1. 波长数据编辑器(Wavelength Data Editor)

通过双击系统选项中的"波长"栏，可以访问波长数据编辑器。

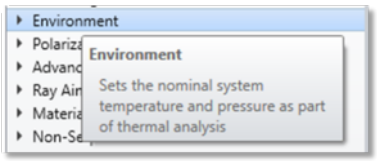


波长数据编辑器不仅包括与系统选项的波长部分相同的信息和设置，而且还包括使用高斯求积算法选择波长的按钮。此算法提供了一种用于优化受宽带源约束的光学系统的最有效的波长和权重选择方法。要使用这种方法，选择波长编号（从2到12的任何偶数），输入波长范围（以微米为单位），然后单击"高斯求积"按钮。此处使用的算法请参阅B.J.Bauman和H.Xiao合著的"Gaussian quadrature for optical design with non-circular pupil and fields, and broad wavelengths"，Proc.SPIE, Vol. 7652, p76522S-1 (2010)。有关此算法效率的详细信息，请参见标题为"对模型A广谱使用高斯求积"的知识库文章。

小数按钮用于设置显示波长和权重的小数位数。如果选择了使用编辑器配置选项，则所显示的小数等于OpticStudio选项中编辑器选项卡中的小数。如果选择了使用全局配置选项，则显示的小数由OpticStudio选项中的常规选项卡的有效数字设置控制。

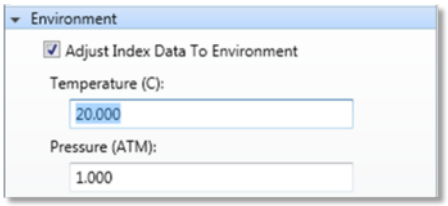
保存和加载按钮用于在独立于透镜数据的情况下存储和检索波长数据。文件格式是文本，该文本可以在OpticStudio之外编辑或创建。

2.1.1.4. 环境（Environment）



在系统选项中可设置"环境（Environment）"，此标签能定义系统温度和压力。注意波长总是以微米为单位，参考在系统的温度和压力中的"空气（air）"。如果系统温度和气压发生改变，应注意调整波长的定义以便匹配新环境。

更多信息请参阅"波长（Wavelengths）"和"热分析（Thermal Analysis）"。关于更多更改单个面的温度和压力的信息，请参阅"在单个结构中定义多个环境（Defining multiple environments within a single configuration）"。



设置：

根据环境调整折射率数据：如果设置了此选项，用于光线追迹的所有折射率数据会根据当前的系统温度与压强，在"原始"玻璃库中的数据基础上进行调整。有关详细信息，请参阅"折射率的计算（Index of refraction computation）"。个别面的压力和温度与系统的温度和压力不一样；对于这些面，折射率数据将会被调整以反映表面环境。

如果没选中，会直接使用玻璃库中的所有折射率数据，不会对温度、压力所定义的不同温度下的玻璃数据的差异作出调整。如果此选择框未被选中，且任意玻璃的参考温度与系统温度之差超过6摄氏度，则会在命令数据报告的折射率部分列出警告（参阅"命令数据（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）（Prescription Data （reports group, the analyze tab, sequential UI mode））"）。注意当折射率调整选择框未被选中时，系统的温度和压力分别设置为20摄氏度和1.0个标准大气压，因此所有的折射率数据必定与环境有关。

这儿极力推荐将"根据环境调整折射率数据（Adjust Index Data To Environment）"选择框选中"打开（on）"。只要所有的折射率数据都恰当地定义了，一直将此开关打开没有任何坏处。

温度（C）：系统温度，以摄氏度为单位。

压力（ATM）：系统气压，以标准大气压为单位。值为0.0表示真空，值为1.0表示海平面。

详述：

请注意，如果您通过STAR选项卡将多物理场数据加载到ZemaxOpticStudio，在加载数据之前先设置环境条件。OpticStudio会计算与材料周围环境相关的指数。STAR在拟合过程中将温度数据转换为指数时会将其包含在内。用户应在更改系统的温度或压力后删除体积数据并重新加载。

2.1.1.4.1. 光学系统的热分析(Thermal Analysis of Optical Systems)

温度和压力等环境因素会影响光学系统的性能。需要考虑三个主要因素。第一，玻璃的折射率取决于温度和波长；在空气中测量的相对折射率会随着压力的变化而变化。第二，玻璃会随温度的变化膨胀或收缩，这可以改变镜头的半径、厚度或其它尺寸。第三，镜头之间的间距可能会因为安装材料的膨胀和收缩而发生变化。

OpticStudio的热分析功能可以考虑到所有这些影响。通过考虑热效应，OpticStudio可以用来分析和优化任意特定温度或温度范围的设计。

色散公式给出的折射率参考了特定的温度和压力，通常为20或25摄氏度（取决于制造商）和1个标准大气压。此外，折射率数据按照惯例参考了空气中的温度和压力，这意味着空气具有统一的折射率。参考空气的折射率称为相对折射率。如果折射率是参考真空（确实具有统一折射率）的话，则该折射率称为绝对折射率。对于任何玻璃来说，这两种参考之间的不同是指波长、温度和压力不同。

热分析不支持复合堆叠中的表面。对于多重结构操作数CSDX、CSDY、CSTX、CSTY、CSTZ、CRVT和PRAM，复合组件面的热求解是禁用的。

2.1.1.4.1.1. 定义温度和压力(Defining Temperature and Pressure)

用于定义环境而提供的两个值：系统温度（以摄氏度为单位）和测量的气压（以标准大气压为单位）。这两个值可以在系统选项(System Explorer)的环境(Environment)部分下的对话框中设置。默认情况下，可以对光学系统中的所有表面应用任意的温度和压力。而且，也支持在同一系统中定义需要多个温度的光学系统。这对于在不同压力（如真空）或在温度比系统环境更低或更高的区域中含有透镜的光学系统来说，还是很有必要的。

2.1.1.4.1.2. 定义波长*(Defining Wavelengths)*

波长数据始终是参照系统温度和压力中的"空气"来测量的（以微米为单位）。默认的系统温度是20摄氏度，默认的气压是1.0个标准大气压。如果系统温度和/或压力被修改，或是在多重结构操作数的控制之下，请确保要根据新的空气温度/压力来调整波长。

波长数据在系统选项的"波长数据(Wavelength Data)"部分中输入；有关详细信息，请参阅"波长(Wavelengths)"。

2.1.1.4.2. 折射率的计算(Index of Refraction Computation)

OpticStudio始终使用相对折射率数据，而不使用绝对折射率数据。考虑相对折射率的一种方法是：在系统温度和压力下，无论波长是多少，都将"空气"（通过玻璃栏中的空白条表示）的折射率始终定义为精确的1.0。其它温度及压力下的空气及玻璃空间将相对于1.0进行归一化。

OpticStudio计算相对折射率数据需要执行几个步骤。计算各种玻璃每个波长的折射率的基本步骤有：

☒在玻璃的参考温度以及1.0大气压力下，将波长标度至空气中。
☒通过色散公式，计算玻璃在参考温度下的相对折射率。
☒计算空气在玻璃的参考温度下的折射率。
☒计算玻璃在玻璃的参考温度下的绝对折射率（相对于真空）。
☒计算玻璃在表面温度下的绝对折射率变化。
☒计算空气在系统温度及压力下的折射率。
☒计算玻璃在系统温度及压力下相对于空气的折射率。

玻璃在表面温度及压力下相对于空气在系统温度及压力下的折射率，是OpticStudio用于追迹光线的最终结果。使用这种方法，也可得出空气表面的折射率。也就是说，空气表面在与系统温度和压力不同的温度及压力下，折射率有点轻微的上下波动。例如，如果系统压力为1.0，将一个空气表面的压力设置为0.0，该空气表面的折射率则大约为0.99973。如果系统压力为0.0，大气空间压力为1.0，该表面的折射率则大约为1.00027。请记住，在将系统温度及压力下的空气定义为1.0时， 所有其它指数均为相对值。

还要注意的是，OpticStudio可通过将气压改为零，轻松建模真空使用的系统。如果只有一部分表面处于真空状态，就可在多重结构编辑器中使用TEMP和PRES命令进行设置。

对于玻璃的折射率，OpticStudio将使用色散公式以及存储在玻璃库中的数据。详情参见"材料库数据说明"。对于空气的折射率，OpticStudio将使用以下公式：

$$n_{air} = 1 + \frac{(n_{ref} - 1)P}{1.0 + (T - 15) \cdot (3.4785 \times 10^{-3})}$$

其中，

$$n_{ref} = 1 + \left[6432.8 + \frac{2949810\lambda^2}{146\lambda^2 - 1} + \frac{25540\lambda^2}{41\lambda^2 - 1} \right] 1.0 \times 10^{-8}$$

T为摄氏温度，P为相对气压（无量纲），λ为输入单位为微米的波长（在系统温度和系统压力下）。该空气折射率公式请参见F. Kohlrausch所著的Praktische Physik1968, Vol 1, page 408。玻璃的绝对折射率随温度的变化使用以下表达式计算：

$$\Delta n_{abs} = \frac{n^2 - 1}{2n}\left[D_0 \Delta T + D_1 \Delta T^2 + D_2 \Delta T^3 + \frac{E_0 \Delta T + E_1 \Delta T^2}{\lambda^2 - S_{tk}\lambda_{tk}^2}\right]$$

其中n为玻璃在参考温度下的相对折射率；ΔT为玻璃在相对于参考温度的温度下的变化（如果温度高于玻璃的参考温度，则ΔT为正数）；D_0、D_1、D_2、E_0、E_1和 λ_{tk}均为玻璃制造商提供的常数，用于表达玻璃的热性能；其中S_{tk}是 λ_{tk}常数的符号（即：如果 λ_{tk}为正数，则$S_{tk}=1$；如果 λ_{tk}为负数，则$S_{tk}=-1$）。这个适用于玻璃折射率变化的模型由Schott Glass Technologies公司研发。

必须在用于计算的玻璃库中提供这六个常数才有效。所有六个常数的默认值均为零，折射率将不变；因此，如果没有将热数据添加至玻璃库，则不考虑热效应。如果没有提供这六个常数，OpticStudio就无法计算任何玻璃类型的热折射率变化。但如果不提供这六个系数，就会提供一些近似值。详情参见"添加热折射率变化数据(Adding thermal index variation data)"部分。

2.1.1.4.2.1. 环境对渐变折射率、*MIL*数和模型玻璃折射率的影响*(Environmental Effects on Index for Gradient Index, MIL Number, and Model Glasses)*

OpticStudio仅部分考虑了环境对渐变折射率表面、MIL数玻璃，或模型玻璃的折射率的影响，这些指标只能通过折射率和阿贝数来描述。考虑到在系统温度和压力下周围空气的折射率发生了变化，利用这些方法将计算出的相对折射率进行了调整。但是，不会考虑这些玻璃的绝对折射率随温度和压力的变化，因为没有为这些玻璃类型定义任何的"dn/dT"数据。但是，可以使用多重结构编辑器手动定义多个环境之间属性的变化。

2.1.1.4.3. 定义多重温度和压力值(Defining Multiple Temperature and Pressure Values)

要在特定的温度和压力中分析或优化整个透镜，则需要在"环境"中描述的"通用数据"对话框中的"环境"选项卡中定义相关数据。然后假设所有的半径和厚度的数据都是在该温度下测量的，并且OpticStudio会相应地计算出折射率数据。然而，当必须在多个环境中对透镜进行分析或优化时，就要考虑到热分析特性的真实光焦度，如各种温度范围或不同高度（或两者都有）。这些透镜系统就会带来一些新的问题：

必须提供一种指定测量半径和厚度的标称温度的方法。

随着环境的变化，折射率、半径和厚度的变化也必须考虑在内。

必须考虑到安装材料的热效应。

有些表面可能处于某种温度或压力中，而另一些表面则可能处于不同的温度或压力中。

OpticStudio能胜任这项工作，尤其注重细节。设置多个环境透镜的基本方法是：

在一些标称温度和压力下定义透镜，这应该要在制造透镜的环境中进行的。将只在此温度和压力中指定所有的半径和厚度的数据。

现在使用多重结构功能定义其它结构（参阅"多重结构"）。在每个其它结构中，将指定温度和压力，并使用称为"热拾取求解"的特殊求解方式来调整每个结构的半径和厚度。用于控制温度和压力的多重结构操作数为TEMP和PRES。

TCE表示热膨胀系数。当玻璃元件改变温度后，由表达式L'=L(1+ α ΔT)给出的尺寸也会发生线性变化，其中L为线性尺寸，α为TCE，ΔT为温度的变化。当材料膨胀时，曲率半径也会变大。因此，玻璃表面的厚度和半径也会随温度呈线性变化。线性的假设仅仅是一个近似，但非常适合用于估算大多数材料和温度的范围。

除了玻璃库中的玻璃色散数据以外，还必须定义TCE系数。有关TCE数据的详细信息，请参阅"使用材料库"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.1.1.4.4. 定义考虑热效应的参数(Defining Which Parameters Consider Thermal Effects)

在多重结构编辑器中，有一种特殊的求解方式被称为热拾取。根据相对于"参考"结构的新结构的温度和压力，该拾取求解用来计算多重结构参数的新值。热拾取求解仅仅影响某些类型的多重结构值的数据，如下所述。

2.1.1.4.4.1. 曲率半径（CRVT）值(Radius of Curvature (CRVT) Values)

如果多重结构操作数为CRVT，那么根据名义结构的曲率、两个结构之间的温度差和该材料的TCE来计算此结构的表面曲率。

如果在玻璃库中指定了表面的玻璃类型（如BK7或F2），那么就使用库中的TCE。如果玻璃类型为空气（空白输入）或"反射镜"，那么有两种可能性：如果前一个表面玻璃类型为库玻璃，则使用该玻璃的TCE；否则，将使用在TCE列中输入的TCE值。这些规则有一个重要的后果：如果元件为双胶合透镜，则第一个面的TCE将为第一个玻璃的TCE，而第二和第三个表面的TCE将为第二个玻璃的TCE。OpticStudio忽略了在常见表面上引起的"压力"。此假设在较大的温度范围内可能是不准确的。被空气包围的镜面使用TCE列中的TCE，这里假设玻璃前面的镜面是用同样的玻璃制成，因此使用前面玻璃的TCE。

2.1.1.4.4.2. 厚度(THIC)值(Thickness (THIC) Values)

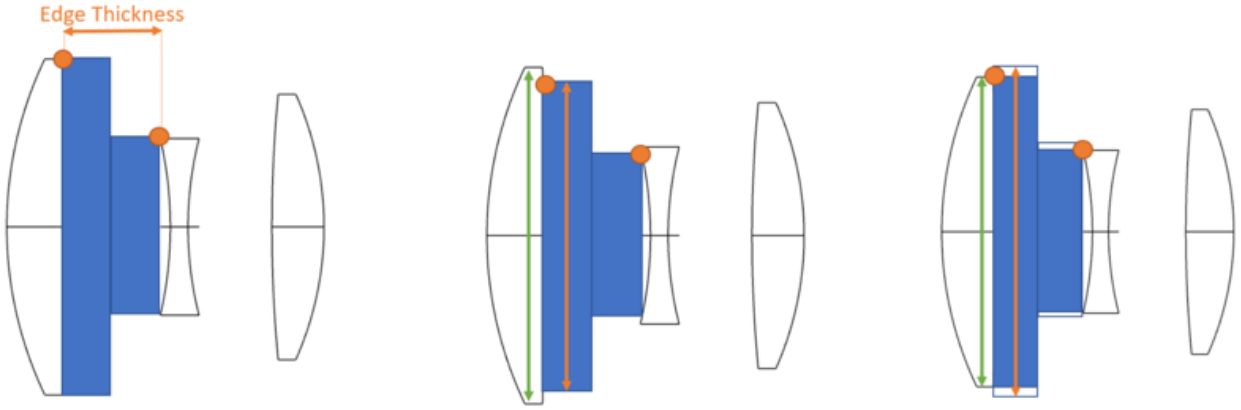
如果操作数为THIC，则有两种可能性。第一种如果表面由库玻璃构成，那么就使用该玻璃的TCE。否则，将使用在表面的TCE列中指定的TCE。TCE列用于输入用来制造安装材料的用户自定义的TCE数据。还有另一种可能：如果表面不是由库玻璃构成，那么应沿着从表面的边缘延伸到下一个表面的边缘的材料长度来计算热膨胀。由于材料是沿着边缘长度膨胀的而不是中心厚度，这样计算更准确。

请注意，每个表面的机械半直径决定了边缘厚度。

计算空气表面沿边缘厚度的热厚度膨胀的选项用于模拟机械安装座的膨胀，假定其接触点位于透镜边缘。OpticStudio还考虑了"安装座"的热径向膨胀（光学元件之间的空气间隙），与透镜机械半直径的热膨胀分开。使用在镜头数据编辑器中为空气表面定义的TCE计算安装座的径向和厚度扩展。名义上，假定垫片的径向尺寸等于透镜的机械半直径。随着温度的变化，透镜和垫片的直径会扩大，因此透镜上安装座的接触点会远离透镜的机械边缘（因为它们的TCE值通常不同）。这会影响THIC热膨胀计算 - 接触点径向位置的任何变化都会影响两个透镜之间的中心距。

OpticStudio通过以下两种方式之一处理这种情况。如果由于热膨胀，接触点的径向位置变得小于透镜的机械半直径，则在计算"边缘厚度"时，使用经热调整的安装径向尺寸。然而，如果情况正好相反，且安装径向接触点热膨胀至透镜机械半直径之外，则OpticStudio在计算"边缘厚度"时使用透镜机械半直径。这是为了防止安装接触点超出透镜物理尺寸的非物理情况。无论使用哪种方法，生成的"边缘厚度"值都将用于热厚度膨胀，然后传递到空气间隙的中心厚度上。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



有关更多信息和示例，请参阅知识库文章OpticStudio如何对光学安装座的热膨胀进行建模？(How does OpticStudio model the thermal expansion of optical mounts?)

因为沿边缘膨胀需要考虑相邻表面的半径变化，甚至对于值为0.0的TCE也会导致厚度发生变化（如果半径变化）。要关闭厚度的热膨胀，请不要使用值为0.0的TCE，而是完全删除热拾取求解。

2.1.1.4.4.3. 热参数值*(Thermal Parameter Values)*

参数值的热拾取求解属性取决于参数编号和表面类型。如果将参数解释为具有长度单位，则执行相应的缩放，就像前面描述的曲率半径一样。如果单位是长度的幂（如长度的平方或长度的倒数），则也执行相应的缩放。否则，热拾取求解忽略热效应，并拾取名义结构中的值。

2.1.1.4.4.4. 所有其他值*(All Other Values)*

所有其他值均为直接拾取求解，并且值与名义结构中的值相同。忽略热效应。

2.1.1.4.5. 在单个结构中定义多个环境(Defining Multiple Environments within a Single Configuration)

有时需要在不同的温度和压力中拥有光学系统的不同零件。请注意，这与多重结构之间不同环境中的整个系统不同。

表面组可以使用TEMP和PRES多重结构操作数来分配自己的温度和压力，即使只定义了一个结构。关键是每个TEMP和PRES操作数都可以为跟在多重结构编辑器后的所有操作数定义环境。编辑器中列出的最后一个TEMP和PRES操作数用于定义"全局"环境，这将适用于在多重结构编辑器中未列出的所有数据。

例如，假设一个光学系统模型需要表面1-5在20摄氏度的温度下，而表面6-10在50摄氏度的温度下。列出的第一个操作数应为TEMP（此叙述同样适用于PRES），用于定义50摄氏度的初始环境。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

表面6-10中所有的曲率、厚度、光学和机械半直径、延伸区、玻璃和其他值，都应该在TEMP操作数后面列出来。

然后，列表应以另一个TEMP操作数结束，这个操作数定义了20摄氏度的"全局"环境。在每个表面的各自温度（和/或压力）下对得到的系统进行评估。

请务必了解以下两个基本规则：

1. 跟在TEMP或PRES操作数后的所有多重结构编辑器操作数都是在该温度或压力中求解的。
2. 多重结构编辑器中列出的最后一个TEMP和PRES操作数，用于为所有其他镜头数据定义温度和压力，不管它们在或不在多重结构编辑器中。

到目前为止，设置一个复杂的多环境透镜的最重要的一步是仔细检查设置。执行此操作的两个最好的工具是报告中的折射率数据和多重结构数据表。此表列出了每种玻璃类型的温度和压力，以及热拾取关系。

检查每个参数的热拾取求解也是一个好的想法；应该至少手动去验证部分数据，以确保正在使用的温度范围和膨胀均正确。

2.1.1.4.6. 自动热设置(Automatic Thermal Setup)

一种用于热分析的自动设置透镜的工具，相关描述请参见"热分析(Make Thermal)"。

2.1.1.4.7. 添加TCE数据(Adding TCE data)

可以使用两种类型的TCE数据。对于使用在其中一个库（如Schott库中的BK7）中名为玻璃类型的表面，OpticStudio使用在库中指定的TCE数。有关热膨胀系数 α 的说明,请参阅，请参见"使用材料库"。

如果表面不使用库玻璃，则直接从镜头数据编辑器中的TCE列中提取TCE值TCE列是电子表格中的最后一列，在参数列的右侧。

以每摄氏度1E-06为单位来测量TCE。因此，可以将每摄氏度23.50 E-06的值作为23.5输入。在计算热效应时OpticStudio会自动考虑1E-6因子。

2.1.1.4.8. 对气体和液体进行建模（环境）(Modeling Gases and Liquids (environment))

一旦在玻璃库中定义了材料，OpticStudio将使用该材料指定的TCE，来确定使用该材料表面的半径热膨胀值、中心厚度和其他数据。但是，如果材料不是固体，而是气体或液体，那么通常热膨胀不是由材料的属性决定的，而是由安装材料的边缘厚度决定。

在这种特殊情况下，OpticStudio需要使用镜头数据编辑器中提供的TCE来定义安装材料的属性，而不是玻璃库中提供的TCE。这可以通过在玻璃库中设置"忽略热膨胀(Ignore Thermal Expansion)"开关来实现。

2.1.1.4.9. 添加热折射率变化数据(Adding Thermal Index Variation Data)

利用之前给出的多项表达式，随着温度、气压和波长而产生的折射率变化能为任何玻璃进行建模。该表达式需要六个系数来定义温度和波长，具体取决于绝对折射率的变化。通常情况下，对于用户所添加的材料来说，描述变化的这六个系数是不可用的。但是，大多数玻璃库中至少包含了一个随温度变化的折射率变化比率的线性近似值，该值称为dn/dT。如果唯一可用的数据为单个dn/dT，那么就可以假设一般表达式中所有系数（除 D_0 以外）的近似值都为零：

$$\Delta n_{abs} = \frac{n^2 - 1}{2n} [D_0 \Delta T]$$

这意味着D_0的合理的近似值由以下公式给出：

$$D_0 = \frac{2n}{n^2 - 1} \frac{dn}{dt}$$

需要计算D_0并输入到玻璃库中。在玻璃的参考温度下测量的中心波长的相对折射率是指数n的一个适当值。请之后务必要检查在不同波长和温度下计算的折射率值，以确保这个值是一个适当的近似值。要注意的是dn/dT值是绝对值，而不是相对值。

使用单个dn/dT值来估算D_0项只是一个粗略的近似。随温度变化的实际折射率在任何延伸的波长或温度范围内不可能是线性的。因此，当只使用单个dn/dT值时应需格外谨慎，并且有理由保持怀疑态度。

2.1.1.4.10. 优化无热化镜头(Optimizing Athermal Lenses)

要优化无热化镜头，首先要使用前面部分中所述的方法，来定义在各种温度下仿真镜头所需要的多重结构。然后，仅在名义结构中定义优化的变量。例如，假设名义结构为编号1，则可以使用每个曲率和厚度的热拾取求解方式来定义结构2、3和4。在名义结构变量中仅使用曲率和厚度。

另外，也可以优化镜头组之间的间隔材料的TCE。为此，需要设置镜头数据编辑器TCE列中的值的变量。

2.1.1.4.11. 热分析限制(Limitations of Thermal Analysis)

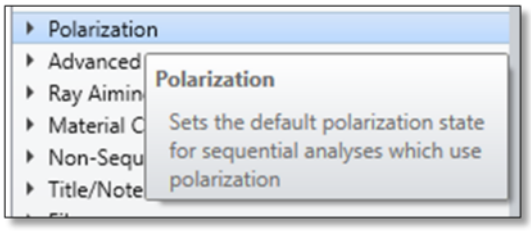
OpticStudio热分析功能的准确性存在多种限制。首先，应始终检查TCE数据在使用温度范围内的准确性。折射率数据系数也应与所用玻璃的制造商进行验证。

对于倾斜、偏心或其它非常规光学系统，热分析不一定能正常工作。当计算非对称元件上的边缘厚度位移时，会出现困难；例如，在两个相对倾斜的透镜之间。

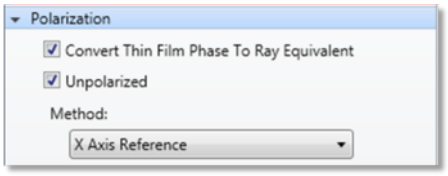
为Schott玻璃提供的热折射率和TCE数据来自Schott，他们表示，数据在-40至+80摄氏度的温度范围和0.435至0.644微米的波长范围内是准确的。数据可以外推到1.06微米，但准确性会降低。其它玻璃的数据按原样提供，但准确性范围不详。

由于热效应建模的复杂性，在关键应用中不应信任任何数据，并且所有计算、折射率值和TCE数据都应独立于OpticStudio进行验证。即使在上述指定的范围内使用Schott玻璃，情况也是如此。

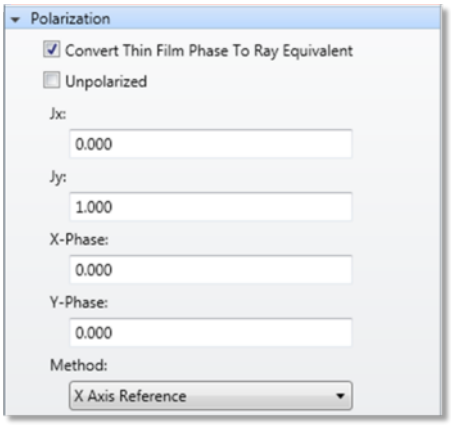
2.1.1.5. 偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))



在系统选项中可设置偏振功能。 本节中的控制项用于设置多个使用偏振光线追迹的序列模式分析计算中的默认输入偏振态。对于支持"使用偏振(Use Polarization)"开关以启用偏振光线追迹和切趾(apodization)的序列模式分析功能（如点列图(Spot Diagrams)和RMS vs 视场(RMS vs. Field)等）来说，这是设置初始偏振态的唯一方法。



当在系统选项中勾选了非偏振选项并且运行了偏振计算，例如选择了使用偏振的惠更斯PSF，然后通过系统分别追迹具有正交偏振(Jx,Jy) = (1,0)和(0,1)的两条光线，并在计算透过率时对强度求平均值。当对结果求平均值时，关于两种单独偏振的电场的信息将会丢失。



对于大多数（但不是所有）序列模式分析功能来说，当考虑菲涅尔衍射、膜层和体吸收影响时，偏振光线追迹仅用于决定光线的透射强度。光线强度会衰减并执行加权计算。忽略偏振相位像差和偏振的矢量性质。

有些功能考虑的不仅仅是透过率，还有单独的偏振光的直角矢量分量和偏振相位像差（这些偏振像差可以通过偏振相位像差图来计算；有关详细信息，请搜索"相位像差(Phase Aberration)"的帮助文件）。使用惠更斯PSF和PSF截面图、惠更斯MTF，以及惠更斯PSF的圈入能量都考虑了全偏振矢量和偏振相位像差。这些计算的过程是先分别计算偏振电场的Ex、Ey和Ez分量，然后对结果进行非相干求和。每个电场的直角分量引起的偏振相位像差，被认为是其它的相位像差。有关物理光学传播中考虑偏振的详述，请搜索帮助文件中的"考虑偏振(Accounting for polarization)"。

若要定义非序列模式光源的偏振态，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）(Object Properties (non-sequential component editor))中的"光源"部分

2.1.1.5.1. 将膜层相位转换为等效几何光线(Convert Thin Film Phase to Ray Equivalent)

如果选择此选项，OpticStudio会将由薄膜转换规则计算的偏振相位转换为沿着光线的相位。若未勾选该选项，则不会从场系数转换光线系数。建议的默认设置是将场薄膜相位转换为光线相位。

薄膜行业使用的是与光线追迹所需不同的相位规约。膜层规约通过假想平面波从膜层最外层传播至基面测量沿法向量的相位偏移。此规约意味着相位偏移在法向入射中最大，且对于较大入射角相位偏移约为入射角的余弦逐渐减少至零。OpticStudio在使用这些参考时调用 τ_s 和 τ_p 值"场"系数。

对于光线追迹，是沿光线方向测量光学相位提前或延迟的。OpticStudio直接追迹光线到基面位置，而忽略膜层厚度。这是因为在镜头数据编辑器中指定的表面之间的厚度是基面之间的厚度，同样忽略膜层。且假设膜层生长在表面之前的空间。因此正确计算光线的相位需要将电场反向传播到膜层开始的位置，并调整测量膜层相位所沿的方向为沿光线矢量方向（而非法向矢量方向）。OpticStudio在使用这些规约时调用 τ_s和 τ_p值"光线"系数。在计算反射面或计算表面膜层自动翻转的情形时，使用同样的计算方法来得到上述因子，且OpticStudio在所有情况下均会自动选择正确的因子。

2.1.1.5.2. 非偏振(Unpolarized)：

如果选中，则偏振值Jx、Jy、X-相位和Y-相位被忽略，这时会执行非偏振计算。非偏振计算用正交偏振的两条光线追迹并计算最终透过率的平均值。注意，非偏振计算比偏振计算所需的时间长，而偏振计算也比完全忽略偏振的计算所需的时间长。

OpticStudio的某些功能，例如优化操作数CODA，需要单独定义特定的偏振态。即使已选择了"非偏振(Unpolarized)"选项，这些功能也将会使用下面定义好的Jx、Jy、X-相位和Y-相位值。

2.1.1.5.3. Jx、Jy、X-相位、Y-相位：(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase):

这些值用于定义默认的输入偏振态，只有在用户未勾选非偏振(Unpolarized)时才可用。 偏振由四个数值进行定义：Jx和Jy表示X方向和Y方向中的电场大小，X-相位和Y-相位表示以度为单位的相位角。在内部，OpticStudio将电场向量归一化，使其具有统一的强度。有关如何将琼斯矢量转换为3D电场的重要详述，请参阅"定义初始偏振(Defining the initial polarization)"部分。

2.1.1.5.4. 方法（偏振）(Method (polarization))：

无论是否选中"非偏振"选项，此功能都可用。 根据光线矢量，选择定义S和P矢量的偏振方法。有关此功能的讨论，请参阅"定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)"。使用琼斯矢量来定义偏振：

$$J = \begin{bmatrix} J_x \\ J_y \end{bmatrix}$$

其中，Jx和Jy同时具有大小和相位值，并使用符号J（而非E）来区分2D琼斯矢量与3D电场矢量E。OpticStudio将指定的值*Jx*和*Jy*归一化大小为1，然后适当缩放强度（如果已经指定任何光瞳切趾）。因此，Jx和Jy的值是根据相对电场振幅来测量的。

假设光线矢量为K，它的X、Y和Z方向余弦为(l, m, n)。对于相对于Z轴平行传播的光线，即K = (0, 0, 1)来说，Z方向的电场为零，将琼斯矢量转换为电场也非常简单：Ex = Jx、Ey = Jy，且Ez = 0。

对于更普遍的光线，不能明确将琼斯矢量(Jx, Jy)转换为3D电场值(Ex, Ey, Ez)。由于将Jx和Jy的值解释为任何光线都没有意义，应该使用Jx值时Ey值保留为零，同时使用Jy值时Ex值保留为零。原因是由琼斯矢量(Jx = 1, Jy = 0)和(Jx = 0, Jy = 1)得到的E必须同时与K正交且矢量彼此正交。

OpticStudio可以让用户选择三种不同的方法来执行从J到E的转换。在每种方法中，矢量K是指光线矢量，Jx值为沿着矢量S的场，Jy值为沿着矢量P的场。请注意，K、S和P都必须为单位矢量并且彼此正交。三种方法为：

X参考轴(X Axis Reference) P矢量由K×X确定，且S = P×K，此方法为默认方法。

Y参考轴(Y Axis Reference) S矢量由Y×K确定，且P = K×S。

Z参考轴(Z Axis Reference) S矢量由K×Z确定，且P = K×S。

当物体在无穷远时，所选择的方法将改变不同视场的S和P的偏振方向，但来自同一视场的所有光线都将具有相同的偏振，因为所有光线都彼此平行。对于有限共轭，尤其是当物方数值孔径较大时，S矢量和P矢量方向将因光瞳中的不同光线而有所不同。无论选择哪个方法，追迹任意两束正交光线来计算透过率时，非偏振光的透射结果都不会受到影响。对于需要特定偏振的系统，特别需要注意检查从J到E场的转换是否得到预期的偏振光。

要查看详细的转换结果，请参阅偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)。

2.1.1.5.5. 偏振分析(Polarization Analysis)

光线追迹程序通常将光线视为纯粹的几何实体，其只有位置、方向和相位。例如，一条光线在表面上完全由射线截距坐标、方向余弦（定义光线与局部坐标轴形成的角度）和相位（确定沿光线的光程或光程差）来描述。

根据斯涅尔定律，在两种介质（如玻璃和空气）之间的边界上，会出现折射现象。通常会忽略界面上不影响光束方向的影响。这些影响包括电场的振幅及相位变化，这些变化取决于入射角、入射偏振以及两种介质的属性和界面的所有光学膜层。

偏振分析是常规光线追迹的扩展，主要考虑光学膜层、反射损耗和吸收损耗对光通过光学系统传播所产生的影响。

2.1.1.5.6. 偏振概念综述(Review of Polarization Concepts)

不能将《OpticStudio用户指南》用作偏振理论的教程。本文档涉及的主题非常广泛，将在其它资料中进行介绍。例如，可参阅Jean M. Bennett的"Polarization" 和John A. Dobrowski的"Optical Properties of Films and Coatings"，都发布在1995年出版的McGraw Hill《光学手册》第I卷中。

2.1.1.5.6.1. 电场矢量(The Electric Field Vector)

可以通过一个矢量来描述电场的振幅和偏振状态：

$$E = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{bmatrix}$$

其中，Ex、Ey和Ez均为复数。电场矢量必须正交于光线的传播矢量。在两种介质的边界上，某一视场的S分量和P分量，它们的电场透过率、反射率和相位均不同。该视场的S分量是沿入射平面正交轴的E的投影，而P分量的投影位于入射平面内。入射平面同时包含光线传播矢量和光线与表面交点处表面法向量。然后，将电场分为Es分量和Ep分量，这两个分量均为复数。当光线正入射于表面时，该视场的S分量和P分量之间的区别是不明显的。

请参阅标题为"当光线与表面正交时"的部分。

通过考虑S和P的透过率（如果表面为折射）或反射率（如果表面为反射）来计算通过边界后的电场。Opticstudio会计算反射系数和透射系数，但对光线传播只使用其中一个相应的系数。为简便起见，本讨论的其余部分将都使用术语透射和折射来表示。如果表面是一个反光面（即材料类型为MIRROR），则程序将自动使用反射系数。折射后的电场为

$$E_s' = E_s\tau_s$$

$$E_p' = E_p\tau_p$$

其中，透射系数 τ_s和 τ_p均为复数。计算Es和Ep投影后，会将它们分解成Ex、Ey和Ez电场矢量，且继续传播到下一个表面。透射系数的计算取决于入射介质的折射率、光学膜层（如果有的话）中每个膜层的折射率（可能是复数）和厚度以及基面的折射率（可能是复数）。该部分计算的详细信息在1995年出版的McGraw Hill的《The Handbook of Optics》第I卷中有讲到，此处将不再重复。

2.1.1.5.6.2. 视场 *vs* 光线相位规约*(Field vs. Ray Phase Conventions)*

薄膜行业使用的是与光线追迹所需不同的相位规约。膜层规约通过假想平面波从膜层最外层传播至基底测量沿法向量的相位偏移。此规约意味着相位偏移在法向入射中最大，且对于较大入射角相位偏移约为入射角的余弦逐渐减少至零。OpticStudio在使用这些参考时调用"场" τ_s值和 τ_p值系数。

对于光线追迹，是沿光线方向测量光学相位提前或延迟的。OpticStudio直接追迹光线到基底位置，而忽略膜层厚度。这是因为在镜头数据编辑器中指定的表面之间的厚度是基底之间的厚度，同样忽略膜层。且假设膜层生长在表面之前的空间。因此正确计算光线的相位需要将电场反向传播到膜层开始的位置，并调整测量膜层相位所沿的方向为沿光线矢量方向（而非法向矢量方向）。OpticStudio在使用这些规约时调用"光线" τ_s和 τ_p值系数。在计算反射面或计算表面膜层自动翻转的情形时，使用同样的计算方法来得到上述因子，且OpticStudio在所有情况下均会自动选择正确的因子。

OpticStudio的默认设置是将场系数转换为光线系数，并且在所有情况下都推荐使用该设置。但是，可能会禁用转换，请参阅系统选项中的偏振部分中的"将膜层相位转换为等效几何光线(Convert Thin Film Phase to Ray Equivalent) "。

2.1.1.5.6.3. 偏振椭圆*(The Polarization Ellipse)*

对于只与局部Z轴平行的光线，描述电场的偏振态的简便方法是忽略Ez分量，只考虑Ex分量和Ey分量。通过在笛卡尔图上绘制随时间移动一个周期的矢量(Ex,Ey)的端点时，描绘出的图可以是直线、圆形或者通常是椭圆。此曲线由长轴和短轴的长度来定义，并且长轴的角度与笛卡尔图上的X轴相关。注意到，在线性偏振的情况下，短轴的长度可能为零。对于圆形偏振，长轴和短轴的长度相同。

使用偏振椭圆时，请务必记住忽略Ez分量；这限制了光束中偏振椭圆的实用性，而这些光束几乎不沿局部Z轴平行。

2.1.1.5.6.4. 偏振术语的定义*(Definition of Polarization Terms)*

可以通过多种方法定义用于描述偏振光束的参数。所有表达式通常与入射角、波长和偏振方向有关。以下是OpticStudio及其定义常用的术语：

强度，I

强度是电场的各个分量的平方和，或者等于电场及其复共轭的点积：

$$I = E \cdot \grave{E}$$

其中，符号E⊠表示矢量E的复共轭。符号I的下标表示列出了哪个分量的强度，如Ix只表示x方向的强度。

相位，**P**

电场的任何一个分量的相位可以用arg函数计算，即arctan2（虚部/实部）。相位由以下公式给出

$$P = \arg(E)$$

符号P的下标表示列出了哪一个分量的相位，如Ps表示电场的S分量的相位。

通过介质的光程，τ

对于均匀介质，光程是沿着光线从前一个表面到当前表面的距离（以镜头单位表示）。注意，折射率是分开考虑的；因为它不是"光学"光程。对于渐变折射率介质，（用于计算内部吸收的）有效光程是实际光程积分除以介质的基本折射率（x=0、y=0、z=0处的折射率）。光程仅用于计算内部吸收。对于虚拟传播，光程将为负数。

每镜头单位的内部吸收，α

该因子考虑穿过玻璃时的内部吸收或体吸收。可以通过玻璃库中提供的数据来计算吸收。请参阅使用材料库(Using Material Catalogs)部分中的定义透过率数据(Defining Transmission Data)。

内部透过率，**IT**

可利用光程 τ 和内部吸收 α 来计算内部透过率：

$$IT = e^{-\alpha\tau}$$

传播相位因子，**pc**、**ps**

当光线从表面传播到表面时，根据以下公式计算电场旋转：

$$e^{i\theta},\ \theta = \frac{-2\pi\tau}{\lambda}$$

其中，τ 为光程，λ 在介质中进行测量。将传播因子写作角 θ 的余弦和正弦。将前一个表面的"E视场之后(E Field After)"乘以这些因子，可以得出当前表面的输入电场。OpticStudio对传播相位因子采用与负的虚折射率一样的负号规约，以表示膜层材料的吸收，详细内容请参见"在OpticStudio中定义膜层(Defining coatings in OpticStudio)"。

反射振幅，ρ

反射振幅是电场反射率的复数系数。它们是通过使用如上所述的场和光线相位规约对S偏振和P偏振计算的。

透射振幅，τ

透射振幅是电场透过率的复数系数。它们是通过使用如上所述的场和光线相位规约对S偏振和P偏振计算的。

反射强度，**Rs**、**Rp**

反射强度沿垂直于表面的方向测量。使用符号R来表示，并且始终为介于0和1之间的实数。反射强度可以通过反射振幅来计算，如下所示：

$$R = \rho^{*}\rho$$

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

透射强度，**Ts**、**Tp**

透射强度沿垂直于表面的方向测量。使用符号T来表示，并且始终为介于0和1之间的实数。透射强度可以通过透射振幅来计算，如下所示：

$$T = \tau^{*}\tau$$

吸收强度，**As**、**Ap**

吸收强度是电场的其中一种强度，它既不是透射强度也不是反射强度：

$$A = 1.0 - T - R.$$

双向衰减，**D**

双向衰减是指"两个衰减"，用于将S偏振光的强度损失与P偏振光的强度损失进行比较。双向衰减定义为：

$$D = \left| \frac{T_s - T_p}{T_s + T_p} \right|$$

膜层相位，**Ps**、**Pp**

对于S偏振和P偏振，它们的透射光束相位通常不同。相位由以下公式给出

$$P_s = \arg(E_s)$$

$$P_p = \arg(E_p)$$

延迟，**S**

对于透射，延迟为P偏振的相位减去S偏振的相位：

$$S = \arg(E_p) - \arg(E_s)$$

对于反射，延迟为P偏振的相位减去S偏振的相位，然后再加上 π ：

$$S = \arg(E_p) - \arg(E_s) + \pi$$

使用的不同规约应符合薄膜行业的国际惯例。

椭圆偏振（**Pxy**、**EM**、**Em**、**Ap**）

电场是一个三维矢量，可以写成：

$$\hat{E} = e^{iwt}\left(\hat{x}A_x e^{iP_x} + \hat{y}A_y e^{iP_y} + \hat{z}A_z e^{iP_z}\right)$$

其中(Ax, Ay, Az)是每个方向的振幅，(Px, Py, Pz)是每个方向的相位。

当需要考虑椭圆偏振时，我们需要将电场（E矢量）写到2D平面上。其中一种方法是旋转坐标，成为与光线方向垂直的平面上的参考。但是，不同光线的参考平面可能不同。因此，当计算椭圆偏振或琼斯矢量时，我们将E矢量投影到每个表面的局部xy平面。在"偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)"和"偏振光瞳图(Polarization Pupil Map)"工具中，数据就是这样计算的。注意，OpticStudio的这个规约意味着E矢量的z分量将减小，当读取椭圆偏振的参数时应特别注意。

通过将E矢量投影到xy平面上，我们可以将电场写为以下形式：

$$\mathrm{Re}\left(\hat{E}_{xy}\right) = \hat{x}A_x\cos\left(\omega t + P_x\right) + \hat{y}A_y\cos\left(\omega t + P_y\right) = \hat{x}E_x + \hat{y}E_y$$

通过下面的代数运算，可以得到椭圆偏振。

$$\frac{E_x}{A_x} = \cos(\omega t)\cos(P_x) - \sin(\omega t)\sin(P_x) \quad \text{...①}$$

$$\frac{E_y}{A_y} = \cos(\omega t)\cos(P_y) - \sin(\omega t)\sin(P_y) \quad \text{...②}$$

$$① \times \sin P_y - ② \times \sin P_x \Longrightarrow \frac{E_x}{A_x}\sin P_y - \frac{E_y}{A_y}\sin P_x = \cos\omega t \sin(P_x - P_y) \quad \text{...③}$$

$$① \times \cos P_y - ② \times cos\, P_x \Longrightarrow \frac{E_x}{A_x} cos\, P_y - \frac{E_y}{A_y} cos\, P_x = sin\, \omega t \sin(P_x - P_y) \quad \text{...④}$$

$$③ \times ③ + ④ \times ④ \Longrightarrow \boxed{\frac{E_x^2}{A_x^2} + \frac{E_y^2}{A_y^2} - \frac{2E_xE_y}{A_xA_y}\cos P_{xy} = \sin^2 P_{xy}}$$

其中Pxy = Px – Py，是电场的X分量和Y分量的相位差。

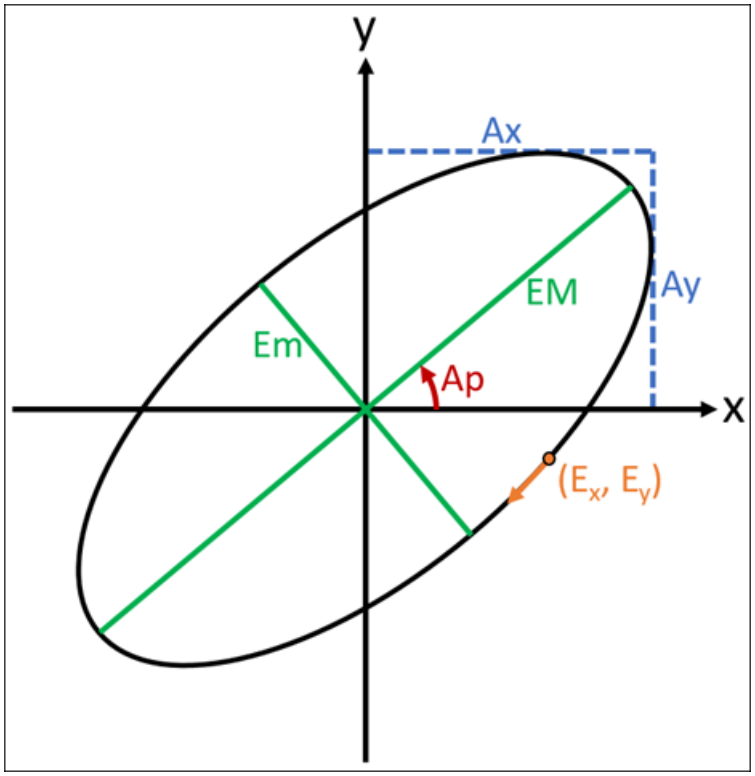
通过求解椭圆，可以得到它的长轴EM和短轴Em，以及长轴和局部x轴之间的夹角Ap。

$$E_M^2 = \frac{1}{2}\left(A_x^2 + A_y^2 + \sqrt{A_x^4 + A_y^4 + 2A_x^2A_y^2\cos 2P_{xy}}\right)$$

$$E_m^2 = \frac{1}{2}\left(A_x^2 + A_y^2 - \sqrt{A_x^4 + A_y^4 + 2A_x^2A_y^2\cos 2P_{xy}}\right)$$

$$\tan 2A_p = \frac{2A_xA_y}{A_x^2 - A_y^2}\cos P_{xy}$$

EM、Em、Ax、Ay、Ap、Ex和Ey项的示意图如下：



对琼斯矢量的注解

以上对椭圆偏振的讨论同样适用于琼斯矢量，写成以下形式。

$$\vec{J} = \begin{pmatrix} J_x \\ J_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_x e^{iP_x} \\ A_y e^{iP_y} \end{pmatrix}$$

有关琼斯矢量的更多信息，请参见定义偏振元件(Defining Polarizing Components)和定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)。

当光线与表面正交时

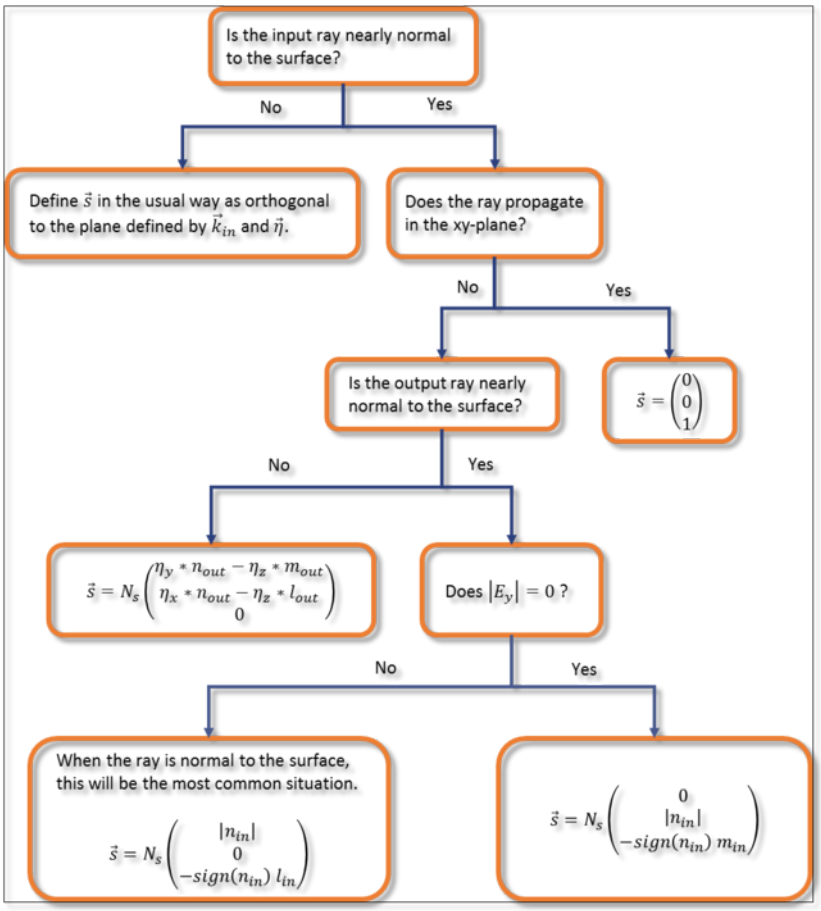
如果光线的传播方向与表面正交，则s偏振和p偏振之间的区别不明显。 原则上，我们可以自由选择互相正交和与光线传播方向正交的任意两个方向，并将它们标记为s偏振和p偏振。如果我们假设$\vec{k}_{in} = (l_{in}, m_{in}, n_{in,})$为输入光线的方向，

$$\vec{k}_{out} = (l_{out}, m_{out}, n_{out,})$$

为输出光线的方向，

$$\vec{\eta} = (\eta_x, \eta_y, \eta_{z,})$$

为表面的法线，那么ZOS将作出以下选择来定义s偏振：



当输入光线方向不太靠近表面法线时，我们使用 $\vec{s} = N_s \vec{\eta} \times \vec{k}_{in}$ 计算s矢量。然后p矢量为 $\vec{p} = \vec{k}_{in} \times \vec{s}$ 。

我们选择上面的

N_s

，以便

$\vec{s}$

始终归一化。 最后，选择

$\vec{p}$

要与

$\vec{s}$

和

$\vec{\eta}$

正交。 在上图中，要确定

$\vec{k}_{in}$

是否几乎与表面正交，应在检查

$\left|\vec{k}_{in} \cdot \vec{\eta}\right| - 1 \leq \varepsilon$

时使用

$\epsilon = 10^{-8}$

。 类似的检查还可以用来确定什么时候

$\vec{k}_{out}$

几乎与表面正交。

在大多数情况下（当光线不与表面正交时），

$\vec{s}$

和$\vec{p}$的方向取决于光线方向和表面的法线，但与光线偏振无关。 但是，如上述定义，

$\vec{s}$

和

$\vec{p}$

实际上取决于输入偏振，因为我们可以根据|Ey|是否为0作出不同的选择。

2.1.1.5.7. 定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)

使用单个分析设置，比如允许指定输入偏振的偏振光追迹设置（请参阅偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)）。使用琼斯矢量来定义偏振：

$$J = \begin{bmatrix} J_x \\ J_y \end{bmatrix}$$

其中，Jx和Jy同时具有大小和相位值，并使用符号J（而非E）来区分2D琼斯矢量与3D电场矢量E。OpticStudio将指定的值Jx和Jy归一化大小为1，然后适当缩放强度（如果已经指定任何入瞳切趾）。因此，Jx和Jy的值是根据相对电场振幅来测量的。

假设光线矢量为K，它的X、Y和Z方向余弦为(l, m, n)。对于相对于Z轴平行传播的光线，即K = (0, 0, 1)来说，Z方向的电场为零，将琼斯矢量转换为电场也非常简单：

$E_x = J_x$

,

$E_y = J_y$

,

$E_z = 0$

对于更普遍的光线，不能明确将琼斯矢量(Jx, Jy)转换为3D电场值(Ex, Ey, Ez)。由于将Jx和Jy的值解释为任何光线都没有意义，应该使用Jx值时Ey值保留为零，同时使用Jy值时Ex值保留为零。原因是由琼斯矢量(Jx = 1, Jy = 0)和(Jx = 0, Jy = 1)得到的E必须同时与K正交且矢量彼此正交。

OpticStudio可以让用户选择三种不同的方法来执行从J到E的转换。在每种方法中，矢量K是指光线矢量，Jx值为沿着矢量S的场，Jy值为沿着矢量P的场。请注意，K、S和P都必须为单位矢量并且彼此正交。三种方法为：

X参考轴(X Axis Reference)：P矢量由K×X确定，且S = P×K，此方法为默认方法。

Y参考轴(Y Axis Reference)：S矢量由Y×K确定，且P = K×S。

Z参考轴(Z Axis Reference)：S矢量由K×Z确定，且P = K×S。

当物体在无穷远时，所选择的方法将改变不同视场的S和P的偏振方向，但来自同一视场的所有光线都将具有相同的偏振，因为所有光线都彼此平行。对于有限共轭，尤其是当物方空间数值孔径较大时，S矢量和P矢量方向将因光瞳中的不同光线而有所不同。无论选择哪个方法，追迹任意两束正交光线来计算透射率时，非偏振光的透射结果都不会受到影响。对于需要特定偏振的系统，特别需要注意检查从J到E场的转换是否得到预期的偏振光。要查看详细的转换结果，请参阅帮助文件"分析选项卡(The Analyze Tab)"的"偏振(Polarization)"部分中的"偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)"。

2.1.1.5.8. 定义偏振元件(Defining Polarizing Components)

两种介质之间的任何边界都可以使一束光线发生偏振。但是，OpticStudio支持常规偏振设备的理想模型。可以作为序列模式光线追迹的特殊"琼斯矩阵"面型和非序列模式光线追迹的"琼斯矩阵"物体类型，来实现建模。琼斯矩阵可以根据以下矩阵来修改琼斯矢量（用于说明电场）：

$$\begin{bmatrix} E_x' \\ E_y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix}$$

其中A、B、C、D、Ex和Ey均为复数。在镜头数据和非序列模式元件编辑器中，OpticStudio提供了用于定义A实部和A虚部的单元格等。

琼斯矩阵设计用于法向入射光线。

请注意，电场的z分量并不是由琼斯矩阵面来定义的，这暗示假设光线为法向入射。电场的E分量必须满足边界条件：

$$\vec{k} \cdot \vec{E} = 0$$

其中，**E**是琼斯矩阵后的电场，**k**是光线矢量。OpticStudio将对Ez分量或Ex和Ey分量进行调整，这样**E**的大小不会增加。然而，这种调整可能需要减少**E**的大小，从而导致透射能量的相关损失。

这种调整也意味着非法向入射光线的输出偏振会偏离预期。如果OpticStudio只调整Ez，使输出偏振符合琼斯矩阵的定义，并且满足相关边界条件，那么E的大小就会增加。这就是为什么Ex和Ey分量也需要在转换后进行调整的原因。

可以使用琼斯矩阵定义各种偏振元件。例如，请参阅下表中的琼斯矩阵示例。数字格式为(a,b)，其中"a"值为实部，"b"值为虚部。

琼斯矩阵示例

分量	矩阵
零矩阵	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (1,0) \end{bmatrix}$

X分析仪	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
Y分析仪	$\begin{bmatrix} (0,0) & (0,0) \\ (0,0) & (1,0) \end{bmatrix}$
X方向的四分之一波片	$\begin{bmatrix} (0,1) & (0,0) \\ (0,0) & (1,0) \end{bmatrix}$
Y方向的四分之一波片	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (0,1) \end{bmatrix}$
X方向的二分之一波片	$\begin{bmatrix} (-1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (1,0) \end{bmatrix}$
Y方向的二分之一波片	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \\ (0,0) & (-1,0) \end{bmatrix}$
强度滤光片，25%透射	$\begin{bmatrix} (0.5,0) & (0,0) \\ (0,0) & (0.5,0) \end{bmatrix}$

2.1.1.5.9. OpticStudio使用偏振分析可进行的计算(What OpticStudio Can Compute Using Polarization Analysis)

OpticStudio可以生成R、T、A、D、P和S分量的图，来作为给定入射角的波长函数或给定波长的角度函数。有关详细信息，请参阅"分析选项卡"帮助文件中的"像质"部分。

使用"偏振光线追迹"功能，OpticStudio可以计算并以列表的格式显示通过系统追迹任何给定光线的偏振态的详细计算。其它功能直接计算偏振相关结果；有关详细信息，请参阅"分析选项卡"帮助文件中的"偏振与表面物理"部分。

2.1.1.5.9.1. 体吸收和体透射*(Bulk Absorption and Transmission)*

OpticStudio还可精确计算单条光线的透射率，或计算光瞳上的平均值。透射计算基于表面效应，例如根据比尔定律，可得出反射损耗和通过玻璃的体吸收：

$$t = e^{-\alpha\tau}$$

其中， α 为吸收系数， τ 为光通过玻璃的厚度。参数 α 通常取决于波长，单位是长度的倒数。参见使用材料库(Using Material Catalogs)部分中的定义透射率数据(Defining Transmission Data)。在OpticStudio的所有计算中都不考虑偏振效应。

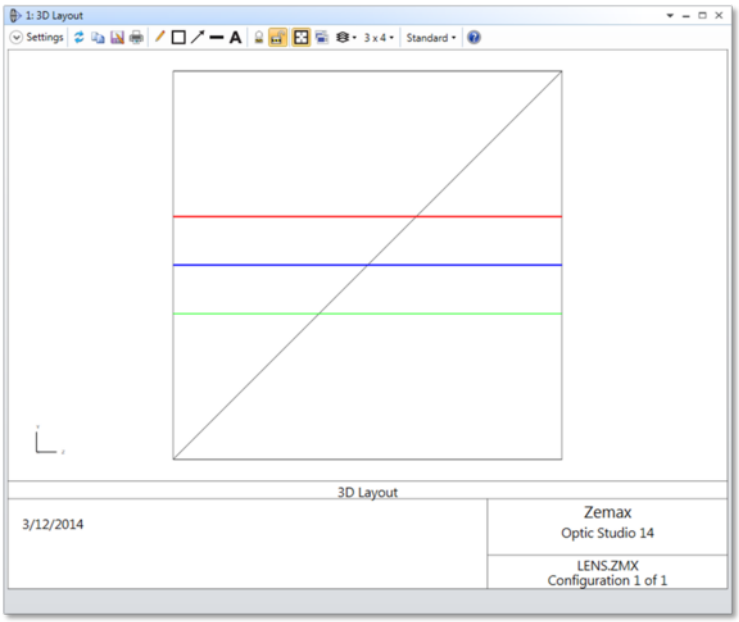
2.1.1.5.9.2. 对受抑全内反射进行建模*(Modeling Frustrated Total Internal Reflection)*

当光线传播通过玻璃到达界面时角度大于临界角，将发生受抑全内反射(FTIR)。如果将其它电介质（如另一块玻璃）放置得很近，但没有接触到界面，则一些光会穿过细缝传播，即使边界的折射不满足斯涅尔定律。反射光束和透射光束均会受到影响，这取决于缝隙的厚度。如果将缝隙厚度限制为零，则光就像没有边界一样会继续通过。如果将缝隙厚度限制为很大，超过零点几个波长，则几乎所有的光线都会被完全反射。

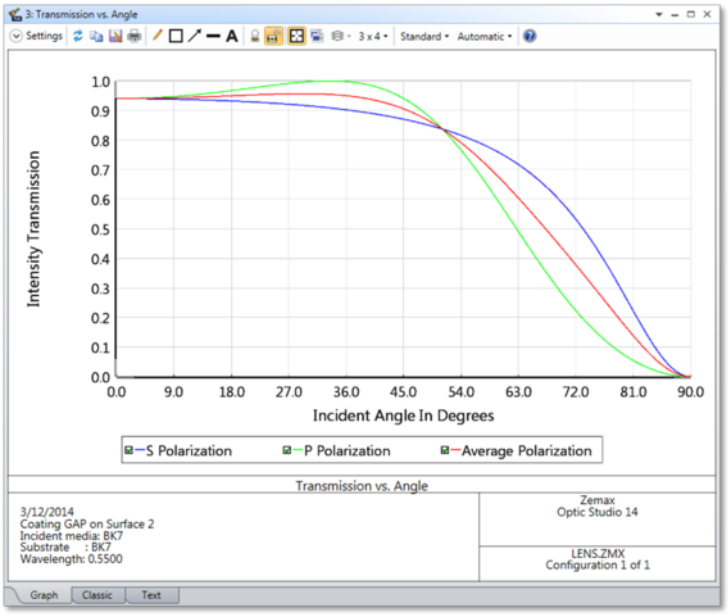
尽管这似乎是一种特殊情况，但已经将非常常规的模型整合到OpticStudio的偏振程序中，以便像对任何其它膜层问题一样去处理FTIR。关键是要定义膜层以反映这种情况。一种默认的膜层是GAP，将其定义为0.1波长的AIR，且折射率为1。使用Y-正切为1.0的倾斜面，并将膜层GAP放置在边界上可以得到以下系统，且该系统具有正确建模的偏振特性。注意，可以通过编辑本参考文件中"在OpticStudio中定义膜层(Defining coatings in OpticStudio)"部分提到的膜层文件来更改空气间隙。

将GAP膜层放置到位后，OpticStudio就可以计算出透射或反射偏振特性。

以下视图是透射中的FTIR分束器的一个例子。 两块玻璃块之间的倾斜面具有GAP膜层。



下图显示了透射FTIR分束器的透射和角度关系。



但是，用于其它目的（如计算系统透射、光扇图和优化）的光线追迹只能沿着透射路径继续传播。要对反射路径进行建模的话，需要将内部倾斜面的玻璃类型设置为"MIRROR"，且在倾斜面后面添加90度坐标断点面，并像往常一样更改剩余厚度的符号。

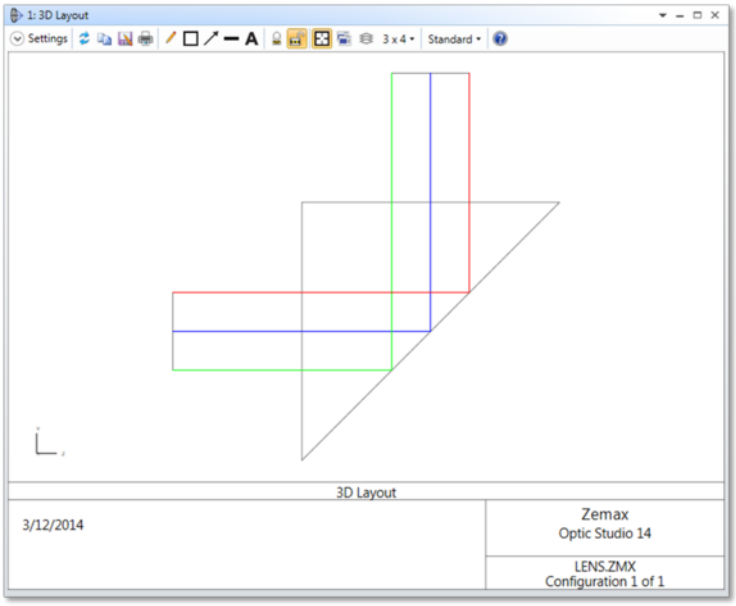
这种情况下的膜层现在需要被修改，以表示第二个介电块的存在，即使在透射路径上没有光线追迹；只存在反射路径。需要在膜层文件中定义一种新的膜层（在本例中称为FTIR），它看起来是这样的：

```
COAT FTIR
AIR .1
N15 1
```

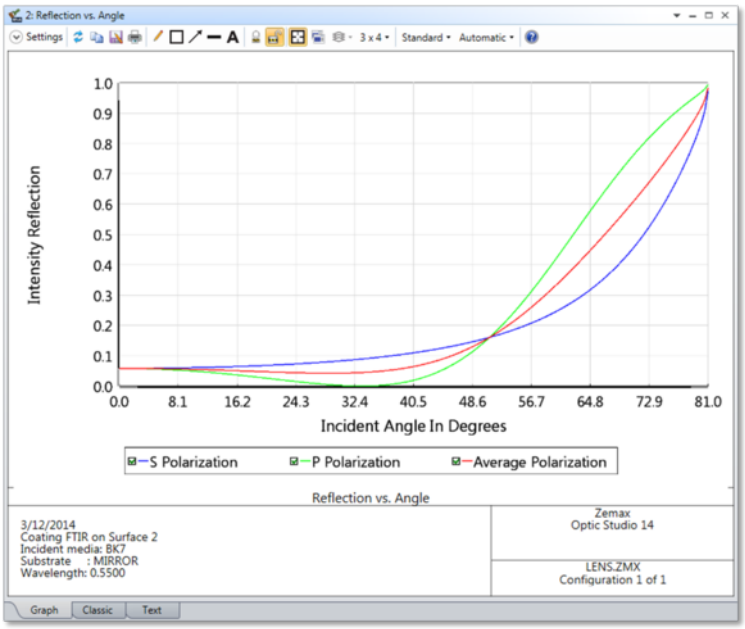
当把"膜层(coating)"应用到镜面之后，会将镜面看作气隙，后面是一块玻璃。请注意，可以通过在膜层文件中定义玻璃来对基底玻璃的折射率和色散进行详细建模；为简单起见，在这里使用N15表示。用于定义基底的最后材料N15的厚度无关紧要，因为在将基底应用到MIRROR时，OpticStudio始终假设它的另一半无限厚。由此产生的镜头图和反射图如图所示。对于任一系统模型，反射图和透射图完全相同。

最后注意到，也可以通过增加间隙厚度来对常规TIR进行建模。实质上，远远大于零点几个波长的距离相当于无限间隙。但是，在膜层文件中不能为倏逝波传播定义非常大的厚度，这是因为由于透射非常低而可能会产生"低于下限(underflow)"数值误差。一个波或者光学厚度为1通常已经足够。

以下视图是反射FTIR分束器的一个例子。 倾斜的"镜(mirror)"面具有FTIR膜层。



下图显示了反射FTIR分束器的反射和角度。



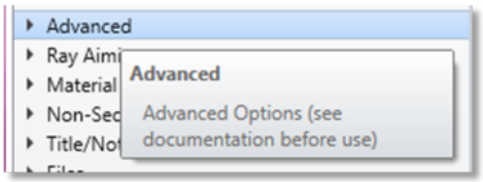
2.1.1.5.9.3. 偏振分析限制*(Limitations of Polarization Analysis)*

OpticStudio偏振分析功能存在几种限制。每当做出加工决策时，应仔细检查膜层文件中的数据以保证其准确性。此外，还应该将OpticStudio生成的反射和透射曲线提供给膜层制造商进行检查，以确保膜层作用达到预期的效果。

偏振光追迹算法通常不会返回某些表面类型的正确结果，如近轴面、衍射光栅、二元光学或菲涅尔表面。一般情况下，只有具有斯涅尔定律所描述的折射或反射表面，才具有所计算的有效偏振数据。尤其是当偏振算法假设光线保持在折射或反射后的入射平面时。这适用于常规折射光学场景（斯涅尔定律的条件），但对于衍射光学和"虚"表面（如近轴透镜）来说通常却不是如此。

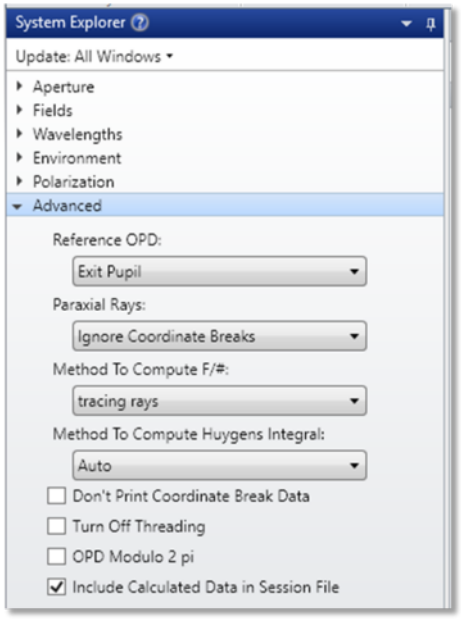
尽管考虑了表面效应（反射，透射系数），但没有考虑通过渐变折射率介质传播的偏振效应。因为通过渐变折射率介质传播的光线采用曲线路径，因此偏振矢量会以OpticStudio不考虑的方式进行旋转。

2.1.1.6. 高级选项（系统选项）(Advanced Options (System Explorer))



在系统选项中可以设置这些高级选项。

更改这些设置之前请先阅读本文档。



2.1.1.6.1. OPD参考(Reference OPD)

光程差(OPD)在光学设计计算中具有重要意义，因为OPD代表了成像的波前相位误差。与零光程差(OPD)的任何偏差都可能降低光学系统所形成的衍射像像质。

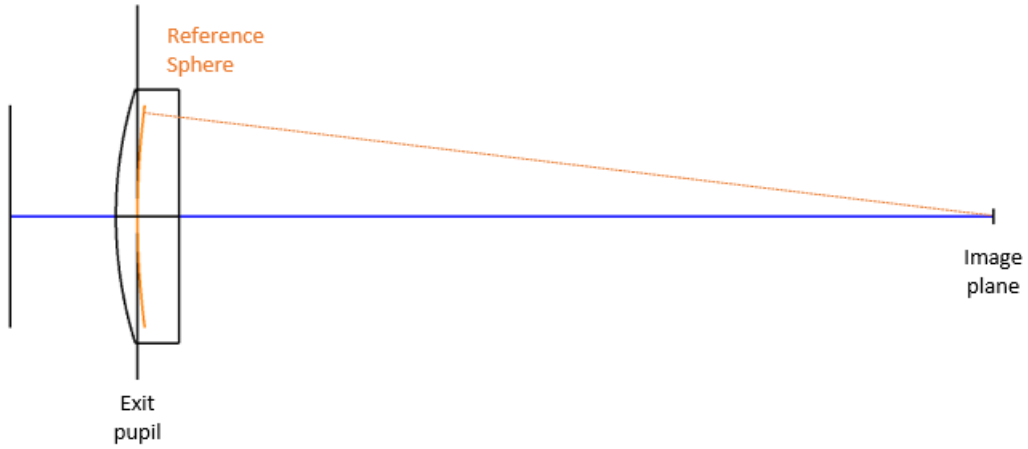
因为出瞳是光阑在像空间中的像，因此出瞳表示像空间中光束有清晰边界的唯一位置。出瞳处的照度，其振幅和相位通常是平滑变化的，并且零振幅和非零振幅区域之间有明显的界限。一种合理的假设是，当在出瞳处查看时，波前没有明显的衍射效应。如果光学系统中的所有面的通光孔径比受光阑限制并入射到每一孔径上的光束尺寸大，则这一假设基本上是对的。即使出瞳是虚拟的（这是常有的），出瞳仍然定义了像空间中光束自由衍射的唯一位置。

当波前从出瞳传播到像面时，光束外形在振幅和相位上变得复杂，并且由衍射效应产生的波前会扩展到整个空间。因此，为了精确地描述波前和像质，在出瞳上测量相位误差是唯一的，且非常重要。

2.1.1.6.1.1. 出瞳*(Exit Pupil)*

OpticStudio中默认使用出瞳作为计算光程差(OPD)的参考面。因此，对一条给定的光线计算光程差(OPD)时，可以通过光学系统追迹光线，一路到达像面，然后反向追迹回到位于出瞳处的"参考球面"。

下图展示一种单透镜。橙色表面代表出瞳处的参考球面。



光线（Wave,H_x,H_y,P_x,P_y）出瞳处的OPD可简单写为：

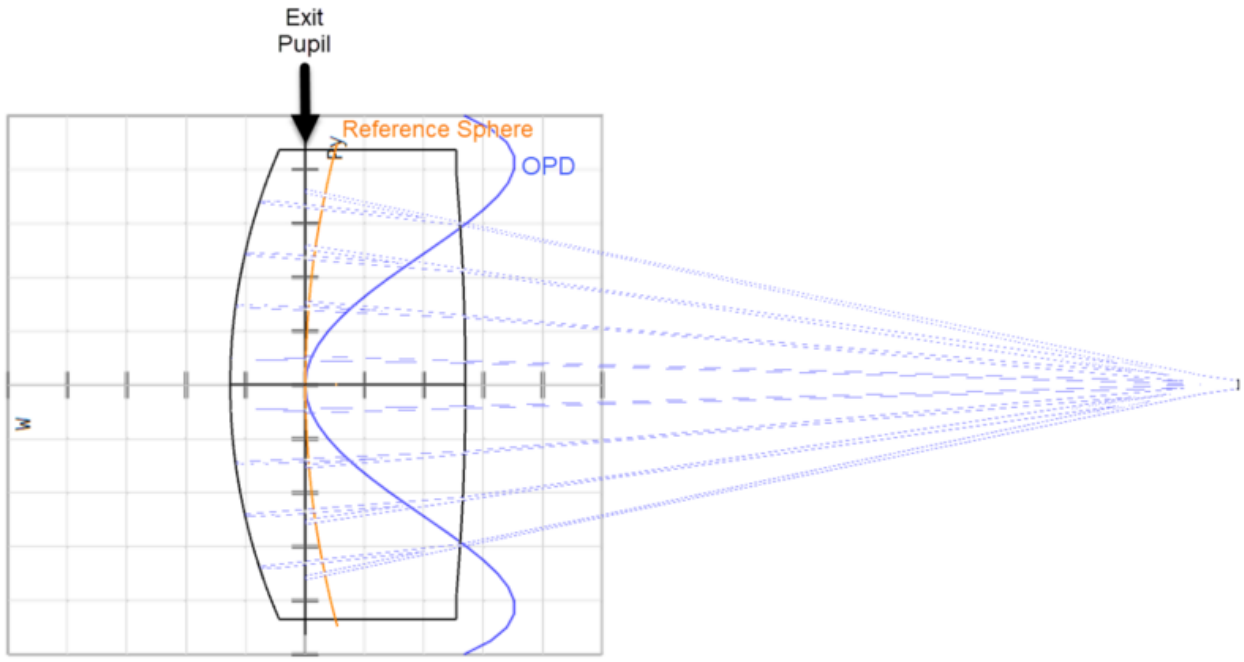
$OPD_{Exit\ Pupil} = OPD_{Absolute} + OPD_{Correction}$

$OPD_{Absolute} = OPTH_{(Surf=Object->Image\ Plane,\ Wave,Hx,Hy,0,0)} - OPTH_{(Surf=Object\ ->Image\ Plane,\ Wave,Hx,Hy,Px,Py)}$

$OPD_{Correction} = OPTH_{(Surf=Image\ Plane->Reference\ Sphere,\ Wave,Hx,Hy,0,0)} - OPTH_{(Surf=Image\ Plane->Reference\ Sphere,\ Wave,Hx,Hy,Px,Py)}$

其中，OPTH为光程。

在此面后得到的光程差(OPD)是有物理意义的相位误差，它对于如MTF、PSF和圈入能量等衍射计算是很重要的。这一点在下图中显示为蓝色。

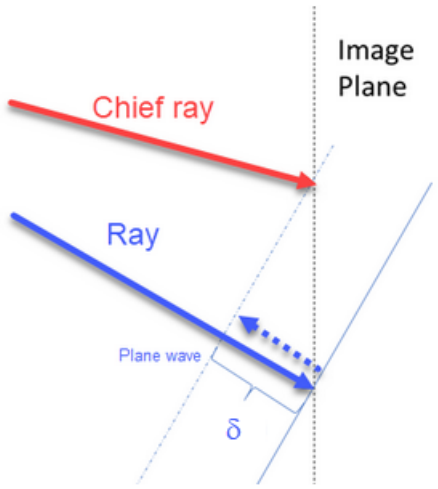


由光线向后追迹到出瞳而得到附加光程，从参考球面的半径中减去，得出光程差(OPD)的微小调整，称之为"矫正项"。此计算对于所有的实际情况是正确且需要的方法。

2.1.1.6.1.2. 无限*(Infinity)*

"无限"参考面假设出瞳位于很远的位置，以及光程差(OPD)矫正项用光线中的角度误差严格给定。

对于有焦系统（在未选中无焦像方空间(Afocal Image Space)选项时）而言，OPD即为所考虑光线与主光线之间、到像平面的光程差减去一个矫正项。矫正项定义如下：



如果OPTH是光程长度，OPD则可简单地写为：

OPD = OPTH (Surf=Image Plane, Wave,Hx,Hy,Px,Py) – OPTH(Surf=Image Plane, Wave,Hx,Hy,0,0) - Delta。

只有一种可能才使用这种设置：即在OpticStudio无法正确计算出有效的出瞳位置和大小的情况下。这发生在一些光阑面不能成像（实像或虚像）的不常见的光学中，或是一些出瞳和像面靠的太近而要精确计算出瞳的离轴系统中。除非有有十足的把握相信出瞳的计算是不正确的，否则 不能使用无限远的参考方法。

在主光线点处理多条光线的相干效果时，也可使用本设置。该OPD计算将所有相位值设置为通过该点的适当值。

请注意，对于无焦系统（在选中无焦像方空间选项时）而言，该选项无效。OPD计算相当于将OPD参考(Reference OPD)设置为出瞳(Exit Pupil)。

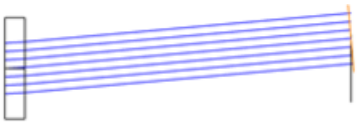
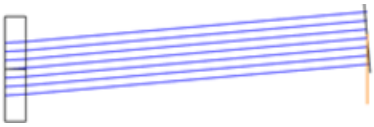
2.1.1.6.1.3. 绝对/绝对*2(Absolute/Absolute 2)*

"Absolute"和"Absolute2"参考面表示OpticStudio根本不能在光程差(OPD)计算中加上任何矫正项。OPD是指主光线与所考虑的光线之间到参考平面的光程长度之差。OPD则可简单地写为：

$OPD = OPTH_{(Surf=Reference\ Plane,\ Wave,Hx,Hy,0,0)} - OPTH_{(Surf=Reference\ Plane,\ Wave,Hx,Hy,Px,Py)}$

其中OPTH为光程长度。

☒对于聚焦系统，若未选中无焦像空间参考平面是像面，这是镜头数据编辑器的最后一个表面。Absolute和Absolute 2将使用相同的定义。
☒对于无焦系统，（若选中无焦像空间），Absolute和Absolute2之间的差异详见下表:

OPD参考(Reference OPD)：	绝对	绝对2
参考平面（用橙色）：	 在像面位置垂直于主光线的平面，与系统的出瞳位置无关。	 像平面

绝对选项是有用的，如果出瞳位置无法准确确定，可能是在非轴向系统的情况下。

2.1.1.6.2. 近轴光线(Paraxial Rays)

2.1.1.6.2.1. 忽略坐标断点(Ignore Coordinate Breaks)

对于非旋转对称系统，一般不定义近轴光线属性。出于这个原因，OpticStudio在默认情况下会忽略在追迹近轴光线时由于坐标断点而导致的所有倾斜和偏心。通过忽略倾斜和偏心，OpticStudio可以计算等效中心系统的近轴属性，即使对于非对称性的系统，这通常也是正确的方法。因此，对于忽略倾斜和偏心而导致与实际系统轴向近似合理的系统而言，强烈推荐使用默认设置"忽略坐标断点"。

2.1.1.6.2.2. 考虑坐标断点(Consider Coordinate Breaks)

在有些情况下可能需要"考虑坐标断点(Consider Coordinate Break)"。对于通过光栅的光线追迹，甚至近轴光线也需要考虑坐标断点；否则，光线不能满足光栅方程。此外，通过非序列模式物体的光线追迹也可能需要近轴光线考虑坐标断点。

2.1.1.6.3. F/#计算方法(Method to Compute F/#)

2.1.1.6.3.1. 追迹光线(Tracing Rays)

默认情况下，OpticStudio使用光线追迹来计算系统的近轴和工作F/#。有关详细信息，请参阅"近轴工作F/#"和"工作F/#"的定义。

对于有着非常大的F/#系统，光线追迹方法可能是不精确的，因为边缘光线和主光线之间非常小的夹角可导致修正错误，甚至小量的像差（如球差）都能显著地影响F/#的计算。由于这些原因，OpticStudio将限定最大的F/#为10,000。建议使用光线来计算F/#的所有系统，其F/#小于10,000。

2.1.1.6.3.2. 光瞳大小/位置(Pupil Size/Position)

模拟非常大的F/#的系统首选无焦模式。请参阅"无焦像空间(Afocal Image)"。根据需要，可以使用出瞳距离除以出瞳直径来计算F/#。当使用此选项时需要着重考虑几点。首先，OpticStudio不会去用光瞳方向或视场角去缩放F/#。其次，对于这些参数（参阅"出瞳直径(Exit pupil)"定义）所使用出瞳直径和位置是基于近轴值的。当存在显著光瞳像差的时，近轴值可能与实际的像差光瞳尺寸不一致。避免出现这种可能的最好方法是将光阑

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

放置在光学系统的末端（但在像面之前并使用光线瞄准（参阅"光线瞄准(Ray Aiming)"定义）并将孔径类型（参阅表面属性的孔径部分）设置为光阑尺寸浮动。当在无法追迹轴向视场且轴向F/#与实际F/#不同时，此选项也非常有用。

2.1.1.6.4. 惠更斯积分计算方法(Method to Compute Huygens Integral)：

这个选项的选择决定了在出瞳中使用什么相位参考来计算惠根斯积分。这不仅影响了惠更斯PSF分析的结果，也影响了其它一些基于部分惠更斯积分的计算，如惠更斯MTF、衍射环带能量和光纤耦合分析，以及一些评价函数的操作数，包括：DENC、DENF、FICL、MTHA、MTHS、MTHT和STRH。

请注意，其中一些只使用具有特定设置的惠根斯积分。请参阅特定分析或操作数的文档，以了解它何时依赖于惠根斯PSF。

2.1.1.6.4.1. 自动(Auto)

允许OpticStudio控制使用的相位参考来计算惠根斯积分。该标准基于对像面的出瞳距离、波长和像面大小的考虑。

2.1.1.6.4.2. 使用平面波(Force Planar)

覆盖OpticStudio的标准，以确定使用哪种相位参考来计算惠根斯积分，而不总是使用平面相位参考。此外，惠更斯积分将利用从出瞳传播到像面的平面波，在像平面的每个点上对波前的贡献进行代数求和。

2.1.1.6.4.3. 使用球面波(Force Spherical)

覆盖OpticStudio的标准，以确定使用哪种相位参考来计算惠更斯积分，而不总是使用球面相位参考。此外，惠更斯积分将利用从出瞳传播到像面的球面波，在像平面的每个点上对波前的贡献进行代数求和。

注意，如果在系统选项中的孔径部分中选择无焦像方空间，那么"计算惠更斯积分的方法"就会自动被设置为"使用平面波(Force Planar)"，没有可能进行修改。这是因为平面相位参考是唯一可以在无焦成像系统 中使用的参考。

2.1.1.6.5. 其他设置(Other Settings)：

2.1.1.6.5.1. 不打印坐标断点数据(Don't Print Coordinate Break Data)

如果选中，坐标断点面所选的数据将不会打印。使用此选项可缩短或简化一些文本列表，特别是在具有多个坐标断点面的系统中。支持的功能包括光线追迹列表，折射率数据和全局坐标数据。

2.1.1.6.5.2. 关闭线程(Turn Off Threading)

如果选中，OpticStudio不会将计算分解为多个计算线程。线程能使计算机用多个CPU或多核CPU去更快地计算结果。要关闭线程的唯一原因是内存不足以将计算分解为多个线程。这是一个主要的调试和诊断工具，并且通常应置于不选中的状态。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.1.1.6.5.3. OPD以2 π 取模(OPD Modulo 2 pi)

如果选中，所有的光程差(OPD)数据将作为OPD数据的小数部分被计算。所有OPD计算结果的返回值在- π 到+ π 或-0.5到+0.5个波长之间。这种计算OPD的方法可能已经应用到一些明确的问题。然而，也不鼓励使用，除非用户完全理解用这种方式计算OPD的意思和结果。

2.1.1.6.5.4. 计算数据保存于*Session*文件*(Include Calculated Data in Session File)*

如果选择该选项，则将在当前Session文件中高速缓存所有打开的分析窗口（序列模式）和/或所有探测器（非序列模式）的计算数据。

这将允许在加载镜头文件时恢复数据显著减少文件加载的时间 - 但增加了与镜头文件相关联的Session文件的大小。 请注意，该设置将覆盖OpticStudio配置选项中默认的"计算数据保存在Session文件"的设置。

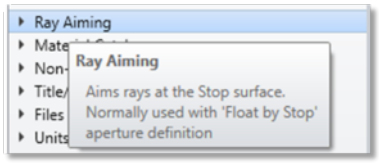
注意：并不是所有分析都支持在Session文件中高速缓存计算的数据。如果需要的是不支持的分析，请联系技术支持寻求帮助。

2.1.1.6.5.5. 公差数据保存于*Session*文件*(Include Tolerance Data in Session File)*

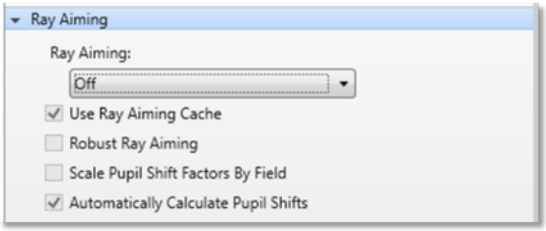
如果选择该选项，则将在当前Session文件中高速缓存公差数据。这将允许加载镜头文件时恢复数据，但同时也会增加与镜头文件相关联的Session文件的大小。请注意，本设置将覆盖OpticStudio配置选项中默认的"公差数据保存在Session文件"的设置。

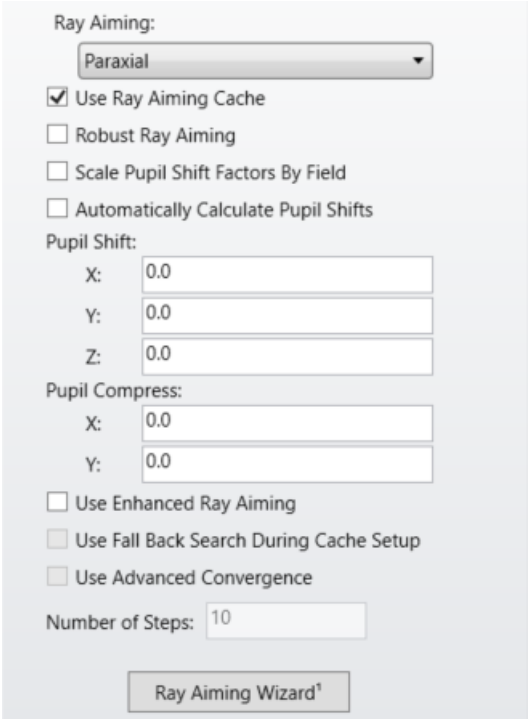
2.1.1.7. 光线瞄准(Ray Aiming)

光线瞄准(Ray Aiming)只在序列模式下可用。



系统选项中可设置光线瞄准功能。 这些控件可用于定义光线瞄准算法。





光线瞄准：

在OpticStudio中，光线瞄准是对光线追迹的一种反复算法，目的是为了找出对于给定的光阑尺寸正确通过光阑的物面光线。通常只有当出瞳"从物空间看到光阑的像"考虑像差、偏移或倾斜时，才需要光线瞄准。

关闭光线瞄准

如果光线瞄准关闭，OpticStudio将会使用轴上通过孔径设置确定的并在主波长计算的近轴入瞳尺寸和位置，来从物体表面发射光线。这表示OpticStudio忽略入瞳像差。对于具有中等视场角的小孔径系统，这是完全可以接受的。但是，对于某些系统（如F/#很小或视场角很大的系统），可能会有很大的入瞳像差。光瞳像差的两个主要影响是光瞳的位置会随视场角发生偏移，以及光瞳的边缘会发生变形缩放。

可以命令OpticStudio使用光线瞄准消除光瞳像差。使用光线瞄准后，每条光线追迹是迭代执行的，并且程序会调整物方空间的光线坐标或余弦，使光线能通过光阑面的正确位置。要确定光阑面的正确位置，必须计算光阑面半径。光阑面半径是通过在主波长上从物面中心到光阑面对边缘光线进行追迹来计算的。近轴或实际光线可以用在此追迹中来确定光阑面半径。

近轴光线瞄准

近轴光线被较好地规范，且近轴定义通常用于大多数的一级系统性能（如焦距、F/#和放大率），因此近轴光线也可以用来确定光阑尺寸。但是，对于那些有显著像差的光瞳来说，在近轴和实际光线光阑半径之间会有不同。这些系统会在实际光线和近轴光线系统孔径之间呈现出不同。例如，近轴物方数值孔径可定义为0.4，但实际光线的真实数值孔径可能是一个不同的值。

实际光线瞄准

对于由系统孔径定义的具有物空间属性的实际光线来说，可以使用实际光线来代替近轴光线去决定光阑的半径。注意，建立在光线瞄准基础上的实际光线在某些系统（如光阑位于焦散面中或位于实际光线不能对全部入瞳直径或数值孔径追迹处）中将不会有效。如果实际光线瞄准引起了这些问题，则需设置光线瞄准为近轴（而非实际）。此外，如果实际光线因全内反射或其它原因而无法追迹到光阑，OpticStudio将使用近轴光线来确定光阑半径，并在系统检查报告中包含对该效果的警告。注意，一旦确定了光阑半径，所有的光线都会被校准到光阑上的正确位置，不管近轴或实际光线是否被用来确定光阑的半径。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

虽然实际光线瞄准比近轴入瞳定位更精确，但在运行的时候，需要花费2-8倍的时间才能完成大多数的光线追迹。因此，只有需要时以及当近轴光线瞄准不考虑大多数光瞳像差时，才使用实际光线瞄准。

为确定系统中的入瞳像差量，关闭光线瞄准，然后查看光瞳像差曲线图。小于一定百分比的光瞳像差通常忽略不计。若系统中有较大的光瞳像差，则开启近轴光线瞄准，然后再查看光瞳像差曲线图。如果在开启近轴光线瞄准后仍然具有较大的光瞳像差，则更改为实际光线瞄准算法。 像差将减少至零或接近零。当然要注意的是，实际上光线瞄准不会消除光瞳像差，它仅仅只是减少了光瞳像差。

要排除实际光阑尺寸计算的任何不确定性，可将光线瞄准设为近轴或实际，然后将系统孔径类型设为"光阑尺寸浮动(float by stop)"。这会排除所有为确定光阑尺寸而对光线追迹的需要，并且实际和近轴光线将会被同时精确校准到实际光阑上。

对于有着虚拟光阑面的系统，例如目镜，有效光阑位置和尺寸可能是波长的函数。对于这些系统，可以使用多重结构功能分别处理每个波长和系统孔径的定义。

使用光线瞄准缓存：

如果选中，OpticStudio将缓存光线瞄准坐标，以便新光线追迹能利用先前光线瞄准结果进行迭代计算。使用缓存能显著加速光线追迹。但是，使用缓存也需要精确追迹主光线。对于主光线不能被追迹的某些系统来说，应关闭缓存。如果选择"增强型光线瞄准(Robust Ray Aiming)"，则将强制使用"使用光线瞄准缓存(Use Ray Aiming Cache)"。

增强型光线瞄准（慢）：

如果选中，OpticStudio将使用一种更可靠但速度较慢的运算来校准光线。只有在缓存器打开，光线瞄准也失败时，才选择该选项。除非光线瞄准缓存器打开，否则此开关不起作用。加强模式执行一个附加检查来确定现存的同一光阑面是否有多重光路，只有正确的一条被选中。这在大孔径、广角系统中是一个典型的问题，在这种系统的轴外视场也会出现一条通向光阑的虚拟路径，这会混淆光线瞄准迭代。

光瞳偏移

对一些广角或者高度倾斜或偏心的系统，若不帮助的话，光线瞄准功能将失效。因为是将近轴入瞳作为第一个估计值来追迹光线的。如果光瞳像差很严重，可能连第一个估计值都无法被追迹，更无法得到第二个更好的估计值，从而使算法中断 。

本方法为光瞳关于近轴光瞳偏移量提供了粗略的推测，并针对近轴光瞳进行了压缩。由三个偏移分量组成x、y和z；所有的测量值都以镜头单位为单位。还有两个压缩分量：x和y；这些是无量纲比例因子。这五个分量的默认值为零，可以通过修改这五个默认值来帮助算法寻找成功的光线瞄准初步估计。

这些偏移量可以改变近轴入瞳校准点的中心。偏移量z的正值表示校准点在近轴光瞳的右边；负值表示在左边。大多数广角系统中都是左移光瞳。所提供的光瞳偏移量z与所追迹的视场角呈线性比例，因此光瞳偏移指的是全视场光瞳的偏移量。所有偏移量用镜头单位表示。

自动计算光瞳偏移：

若选中，OpticStudio会自动计算出实际入瞳和近轴入瞳之间的位置差异，以确定光瞳偏移因子的值。当光线瞄准开启后将默认选中"自动计算光瞳偏移 (Automatically Calculate Pupil Shifts)"。如果不选中该选项，则需要手动设置光瞳偏移量X、 Y、Z。

如果光阑在物体的左侧，自动计算提供的信息不准确，且自动计算的偏移值为零。用户需要自己设置光瞳偏移。

以视场缩放光瞳偏移：

若选中，光瞳偏移量x和y也会随着视场缩放；否则，偏移量x和y会未经缩放地用于所有视场。所有偏移量用镜头单位表示。

光瞳压缩：

x和y的压缩值通过改变近轴入瞳的相对坐标来反复迭代。 值为零表示没有压缩量，值为0.1表示压缩了10%。当实际的光瞳比近轴光瞳小，且在近轴完整的光瞳大小下，光线追迹非常困难或不可能追迹的情况下，压缩值非常有用。

需要理解的是：光瞳偏移的精确值和压缩值其实并不重要。一旦第一条估算光线可以被追迹，光线瞄准算法将粗略地找到精确的光瞳位置。光瞳偏移值和压缩值只是光线瞄准的开始。实际上，光瞳偏移值和压缩值都无法改变入瞳的大小。通常，推测光瞳偏移值和压缩值是决定其合适值的可用方法。

使用增强光线瞄准：

选择后使用增强光线瞄准算法。对于使用标准光线瞄准算法或稳健光线瞄准算法难以处理的系统，尤其是广视场系统，这种算法在设计上更稳定，速度更快。

增强光线瞄准算法设计用于下列类型的系统：

☒必须在整个系统上追迹离轴光线的系统。
☒孔径类型为"按光阑尺寸浮动(Float By Stop Size)"、"入射光瞳直径(Entrance Pupil Diameter)"或"像空间F数(Image Space F/#)"的系统。
☒系统必须是下列类型之一：

1. 有限共轭和无限共轭，场类型设置为"角(Angle)"。
2. 有限共轭和无限共轭，场类型设置为"经纬角(Theodolite Angle)"。
3. 有限共轭，场类型设置为"物体高度(Object Height)"，光线角度小于90°。

在缓存设置中使用"回退搜索***(Fall Back Search)***"：

对于增强光线瞄准算法效果欠佳的特定离轴系统或非球面系统，这个选项可以用于改善增强光线瞄准算法。建议不勾选这个选项，除非光线瞄准遇到问题。

使用"高级收敛***(Advanced Convergence)***"：

这个选项可用于在基本上围绕z轴旋转的系统中改善增强光线瞄准算法，虽然也可以在其他类型的系统中改善光线追迹。建议不勾选这个选项，除非光线瞄准遇到问题。

步数：

在缓存设置过程中为增强光线瞄准选择步数。建议使用默省值(10)。更大步数可以提高稳定性，但会降低光线瞄准计算的速度。

光线瞄准向导：

参见光线瞄准向导(Ray Aiming Wizard)。

故障排除：

有时可能遇到可以观察到光线丛未填充光阑面或显示"不能确定物体坐标"和"不能找到产生所需像高的光线"等出错消息的情况。一般打开光线瞄准功能将解决这类出错消息。如果打开光线瞄准后，不能追迹最初的第一条猜测光线，回退选项可以搜索整个光线网格。光线网格需要一个尺度来设置网格点间的距离。这个尺度通过有光焦度的第一个面设置。

如果这个面的半直径是0，搜索尺度的最大值等于这个面的半径或入射光瞳的直径，以小者为准。注意：这主要是用于出于谨慎的检查，因为一个面同时拥有光焦度和0半直径的情况并不常见。

如果这个面的半直径非0，搜索尺度的最大值等于这个面的半径或这个面的半直径值的（一）倍数，以小者为准。

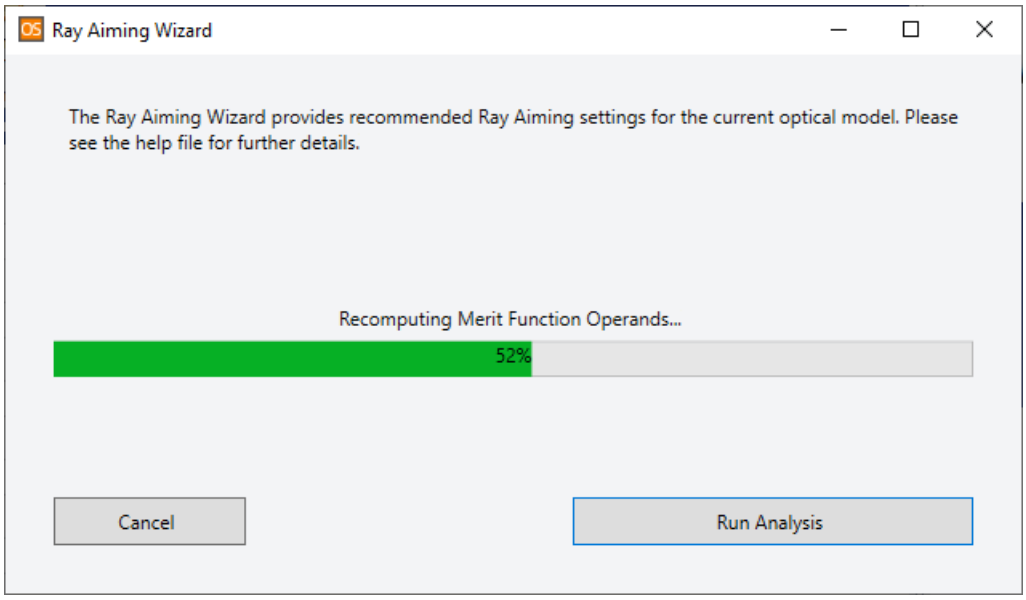
对有光焦度的第一个面应用固定半直径求解，可以辅助光线瞄准搜索。这样可以缩小搜索范围，帮助光线瞄准算法以更快速度收敛。即便在没有显示出错消息的情况下，对有光焦度的第一个面的有效半直径应用固定求解，也能显著加快系统更新速度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.1.1.7.1. 光线瞄准向导(Ray Aiming Wizard)

光线瞄准向导(Ray Aiming Wizard)针对当前加载光学模型使用哪些光线瞄准(Ray Aiming)设置提供了建议。该工具的输出显示推荐光线瞄准设置、用于提出建议的决策指标以及任何警告。光线瞄准向导的输出为文本窗口。

光线瞄准向导使用来自光瞳像差(Pupil Aberration)和均方根波前误差(RMS Wavefront Error)的信息（有关更多信息，参见RMS vs 视场(RMS vs. Field)）确定建议的光线瞄准设置。输出文本的决策指标(Decision Metrics)部分描述了提出这些建议的原因。



运行光线瞄准向导后，将生成文本报告。报告包含四个主要部分：

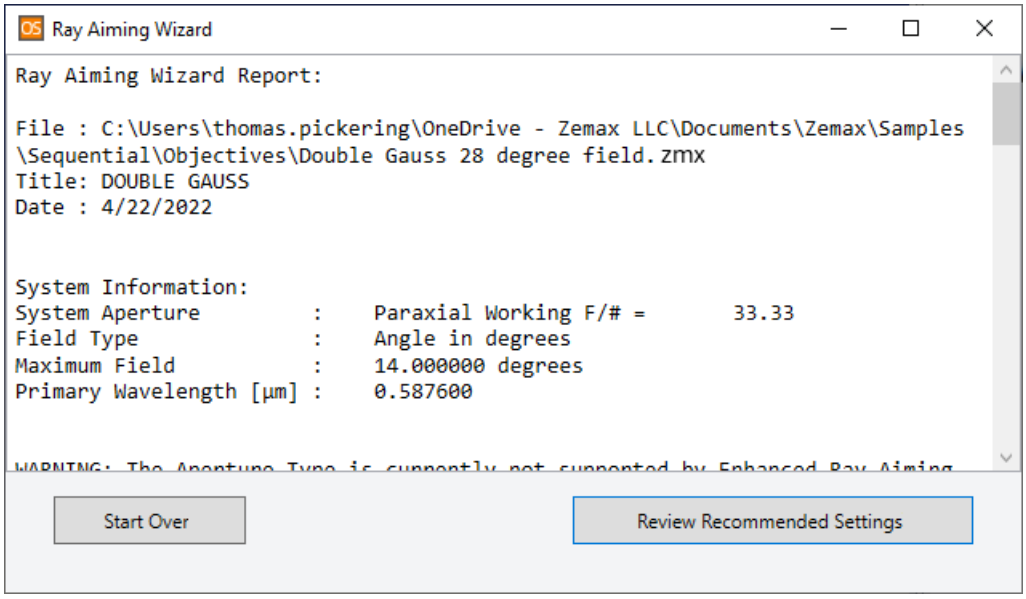
☒系统基本信息：文件名、系统孔径和视场设置。

☒推荐设置：光线瞄准设置的推荐列表。

☒决策指标：光线瞄准向导如何测试系统并找到建议设置的概要。

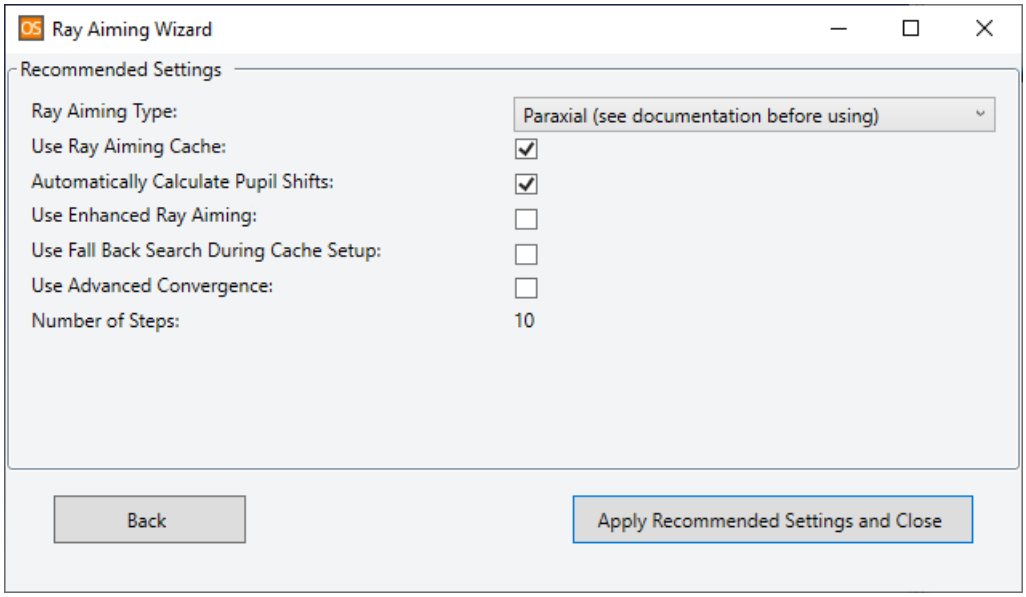
☒原始数据：用于做出上一部分所示的每个决策的数据。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



该工具仅使用根据主要系统波长计算的数据，无法为所有OpticStudio系统的系统选项中可用的所有光线瞄准选项提供建议。如果不支持系统或光线瞄准选项，则会显示警告。

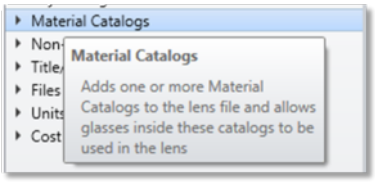
查看推荐设置后，可通过单击"应用推荐设置并关闭(Apply Recommended Settings and Close)"来应用建议。



讨论：

如果光线瞄准设置的组合不能解决意外的系统行为，例如分析结果不连续或光线缺失，则光线瞄准向导将不提供推荐设置。

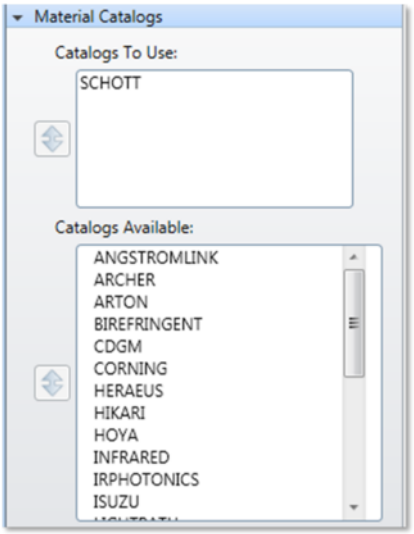
2.1.1.8. 材料库(Material Catalogs)



系统选项中提供了这些可用的材料库选项。要访问材料库，必须将其放置在玻璃库文件夹中（请参阅文件夹（Folders））。

有关更改材料库的更多信息，请参阅使用材料库(Using Material Catalogs)。

要设置默认材料库，请参阅系统OpticStudio配置选项窗口的 编辑器(Editors)部分，可从设置选项卡中访问。



设置**(Settings)**：

当前玻璃库**(Catalogs To Use)**

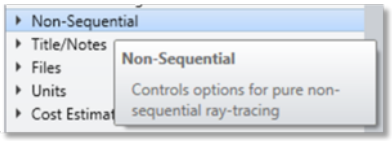
列出当前所使用的玻璃库的名称（不带文件扩展名）。

可用玻璃库**(Catalogs Available)**

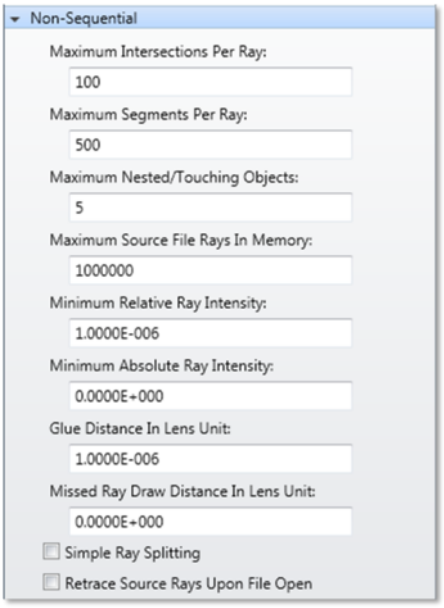
列出可用但当前未使用的玻璃库的名称。 可以使用箭头按钮在这些列表之间来回移动玻璃库。

请注意，这些材料库是指"玻璃库"，而不是软件早期版本中的"材料库"。

2.1.1.9. 非序列模式（系统选项）（Non-sequential （system explorer））



系统选项中提供了以下非序列模式功能。 此部分的控制项用于定义在非序列模式组中如何追迹光线。



2.1.1.9.1. 每条光线的最大交点数（Maximum Intersections Per Ray）：

此控件可用于定义一条光线在沿着初始的光源父光线到最终与物体的交点这一路径时，它与物体相交的次数。如果使用光线分裂，这一参数控制从父光线分裂出的子光线的最大数目。

在一些系统中，比如光源放在反射球内，反射良好没有明显的吸收，光线会来回反射，直到这一极限次数。光线能量最终也会消耗掉。这些系统实际上是不可能存在的，因为没有反射或者传播是没有能量损耗的，除非是在真空中传递。允许的最大交点数为4,000。

2.1.1.9.2. 每条光线的最大段数（Maximum Segments Per Ray）：

这是指每条发射光线的最大段数，而不是OpticStudio能够追迹的总段数。一段指光线从一个交点到下一个交点的光线路径的一部分。当光线由光源发出后，传播到第一个物体，由此形成1光线段。如果光线分为2条，每条就成为另一段（现共有3段）。如果这2条光线都进行光线分裂，则一共有7段。一般情况下，如果使用了光线分裂，段数增长会比光线和物体交点的数目要快，需要设置更大的数目。

必须明白从光源发出的每条光线能够达到的最大段数。如果最大段数为1,000，发射的光线为5,000条，OpticStudio可以保存500万段光线。所需的全部RAM大约为140字节乘以光线的最大段数。将段数设为100,000需要14Mb的RAM。因此，不要将最大值随便设得太大，OpticStudio最大允许200万。

请注意，即使是最小的区段个数，OpticStudio还是可以追迹上百万条光线。最大段数只是对于一根光线段数的限制。大多数的OpticStudio功能一次只使用一条光线，所以需要的RAM由最大段数决定，而不是追迹光线的数目。但是在实体模型显示时例外，此时必须留下足够的RAM去保存绘出的所有光源的所有段数。

2.1.1.9.3. 最大嵌套/密接（MaximumNested/TouchingObjects）：

此项定义了有多少个物体可以嵌套在另一个物体里面，骑跨或直接连接在另一个物体的上限。例如，如果物体3在2里边，2又在物体1里边，最大嵌套物体的数目就是3。这种情况还可以是任何数目的物体组，每组是3嵌套。这一限制应用于任一组物体中的所有嵌套，但在非序列模式组中可以有任意多组这样的物体。如果几

个物体共边，例如多面体与一个面相接，那么最大的嵌套数至少应设为与物体数目一样大，这些物体是指在空间中有一个共用的点。

2.1.1.9.4. 内存中的最大光源文件的光线数（Maximum Source File Rays In Memory）：

此参数为每个导入到内存中的光源文件物体设置了最大的光线数目。建议值设为1,000,000条光线；最小值设为5000条光线。有关此设置怎样影响内存用量和光线随机性的详尽描述，请参阅非序列模式光源参考文件中的"光源文件（Source File）"。

2.1.1.9.5. 最小相对光线强度(Minimum Relative Ray Intensity)：

当每条光线分裂时，能量就会减少。相对光强是对光线所携带能量和能够追迹的能量的最小限制。这个参数是一个小数，比如0.001，相对于由光源发出的起始光线强度。（如果所有光线具有相同的强度权重，则光线的起始强度为初始光焦度除以分析光线的数量。）一旦子光线的能量小于该相对能量，光线将终止。

2.1.1.9.6. 最小绝对光线强度（Minimum Absolute Ray Intensity）：

这一参数与最小相对光线强度很相似。只是它是用光源单位下的绝对强度表示，而不是相对于起始光线强度表示。如果为0，将忽略绝对光强阈值。每条光线的初始强度是由光源强度除以光源内分析光线的总数得到的。输出光线的数目（甚至是那些输出图中绘制的光线）都不会决定初始光线强度。

2.1.1.9.7. 用镜头单位表示的胶合距离（Glue Distance In Lens Units）：

当两个非序列模式物体粘在一起时，比如一个镜头与棱镜的某个表面粘接，数值舍入误差将会使光线追迹算法有时会检测到两个物体之间的微小距离。当物体在三维空间中旋转并且由于在电子表格编辑器中输入了有限大的数值使得彼此靠得很近时，此种情况也会发生。

胶合距离是指物体之间可以接合上的距离。很重要的一点是，如果物体间距与胶合距离太接近，物体就不会被分开。如果有意要使两个物体相接，那么物体间最大间距必须比胶合距离小很多倍。如果有意要使两个物体分开，那么物体间距要比胶合距离大很多倍。物体间距接近于胶合距离时，会产生不一致的光线追迹或者几何错误。这需要通过调整物体间距或者胶合距离来避免该情况。

胶合距离也决定了光线追迹的最小传播长度。如果光线与物体的交点与前一个交点的距离小于胶合距离，则忽略这一交点。

胶合距离也用于与一般曲面相关的光线追迹的公差。OpticStudio将会进行迭代，直到光线与表面截距解的误差小于胶合距离的五分之一。

大部分情况下，不需要对胶合距离进行调整。胶合距离不得小于1.0E-10且不能大于1.0E-03。

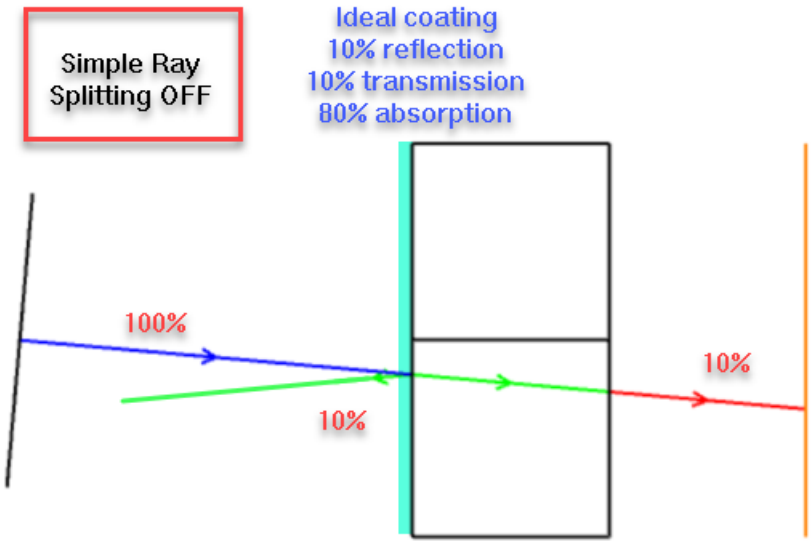
2.1.1.9.8. 镜头单位下错过光线的绘制距离（Missed Ray Draw Distance In Lens Unit）：

这一参数定义了绘制错过所有物体的光线时使用的线段长度。OpticStudio会绘制一段短的光线段来表示光线的传播方向。参数同样控制了光源指示器箭头的绘制大小。如果为零，在绘制错过光线和某些光源时，OpticStudio会选择此参数的默认值进行绘图。

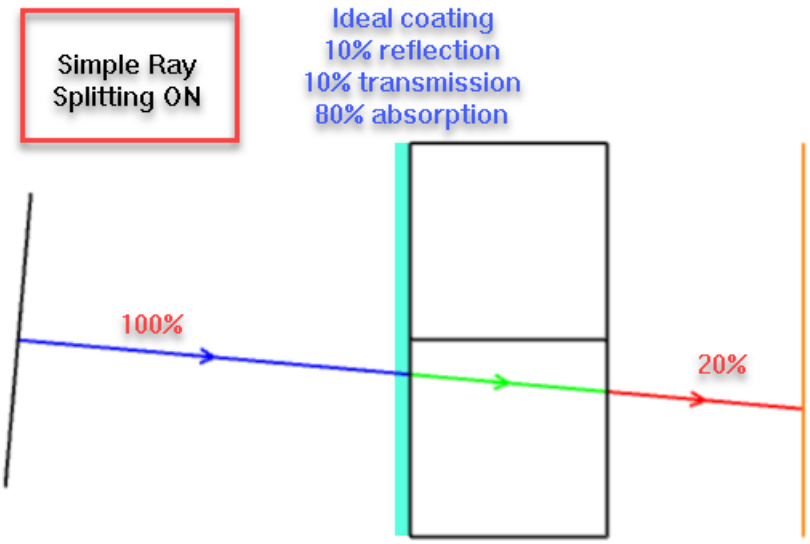
2.1.1.9.9. 简单的光线分裂（Simple Ray Splitting）：

当一条光线入射到折射边界时，通常一些能量会反射，另外一些能量会折射。有关更多信息，请参见"光线分裂（Ray splitting）"。

☒如果关闭简单的光线分裂（Simple Ray Splitting），那么反射和折射光线都会被追迹。每条光线会得到一部分能量，这与折射界面的反射和透射系数有关。



☒如果打开"简单的光线分裂"，那么反射和折射光线中的一个会被追迹，不会两者同时都追迹。如果部分光束在界面处被吸收，简单的光线分裂将仅考虑未吸收的光束，但将考虑到能量损耗。追迹反射还是折射光线是随机的，反射和透射系数可被认为是追迹该路径的相关概率。无论哪个路径被选中，反射或折射光线都会得到沿两条路径传播所需的全部能量。使用简单光线分裂的优点是只需要追迹很少的光线，因此计算速度更快。缺点是所追迹的光线包含的详细信息较少。



简单的光线分裂仅适用于折射表面，因为MIRROR表面不追迹透射的光线。

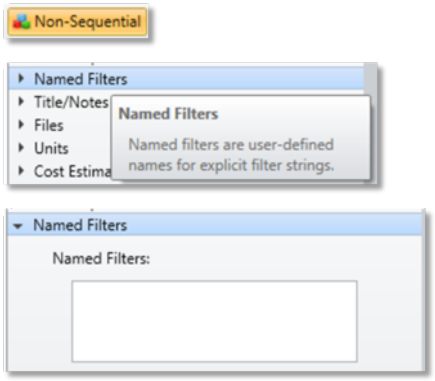
如果表面具有散射或衍射属性，入射光线可能依然分为多个区段，但仅适用于反射段或透射段。换言之，即使光线可能依然会根据定义的表面属性而分裂。分裂仅会在反射或透射路径中发生，但不会在两个路径中同时发生。

2.1.1.9.10. 文件打开时重新追迹光源的光线(Retrace Source Rays Upon File Open)：

如果选中，非序列模式光源的光线在文件打开时会重新追迹。这能自动刷新探测器窗口。

2.1.1.10. 命名过滤器(Named Filters)

命名过滤器仅在非序列模式下可用。

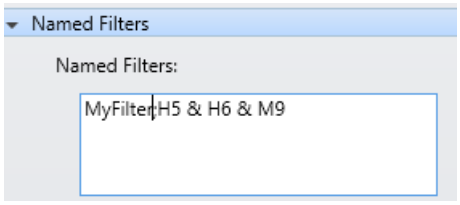


过滤器使用以下语法进行命名和定义：

```
filtername; filterstring
```

例如，以下语法将创建一个名为"MyFilter"的命名过滤器，该过滤器将选择同时照射物体5和6，但不照射物体9的光线：

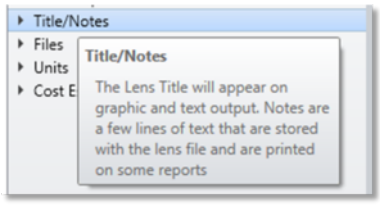
```
MyFilter; H5 & H6 & M9
```



然后可以在使用过滤器字符串的地方使用名称"MyFilter"，而不是显式字符串。

如需了解有关过滤字符串的更多信息，请参阅"过滤字符串"。

2.1.1.11. 标题/注释(Title/Notes)



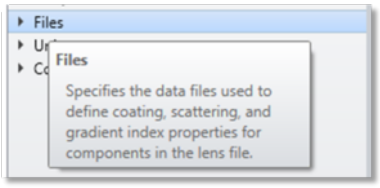
在系统选项中可以使用"标题/注释"字段。

设置：

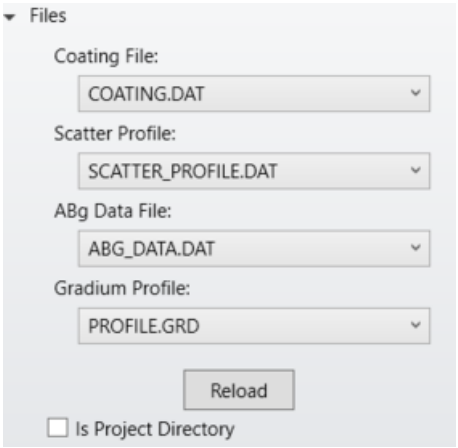
镜头标题**(Lens Title)** 镜头标题出现在图形和文字输出中。标题是通过将标题输入到所需位置得到的。

注释**(Notes)** 注释部分允许输入几行文字，它们与镜头文件存储在一起。

2.1.1.12. 文件(Files)



系统选项中提供了以下"文件"选项。 此功能用于选择OpticStudio目录中包含该镜头的相关数据的文件。



设置：

膜层文件**(Coating File)** 文件名在膜层文件夹下（参阅文件夹），包含膜层材料和透镜使用的每层定义。默认名称为COATING.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的膜层文件。

散射文件**(Scatter Profile)** 文件名在 <data>\Profiles目录下（参阅文件夹），包含镜头使用的散射表面特性。从非序列模式物体属性对话框的"散射"选项卡下，可以增加新的散射配置文件或删除原有散射配置文件。详见"膜层/散射选项卡(Coat/Scatter tab)"部分。默认名称为SCATTER_PROFILE.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的散射文件。

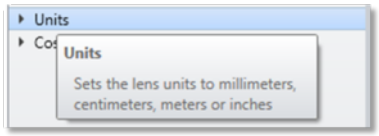
ABg数据文件**(ABg Data File)** 文件名在<data>\ABg_Data文件夹下（参阅文件夹），包含透镜使用的ABg数据定义。默认名称为ABG_DATA.DAT。如果需要的话，每个镜头文件使用一个独立的ABg数据文件。

渐变剖面**(Gradium Profile)** 文件名在玻璃库文件夹下（参阅文件夹）。包含渐变表面剖面数据。默认名称为PROFILE.GRD。关于渐变配置文件必须以扩展名GRD结尾。参见"GRADIUM™"

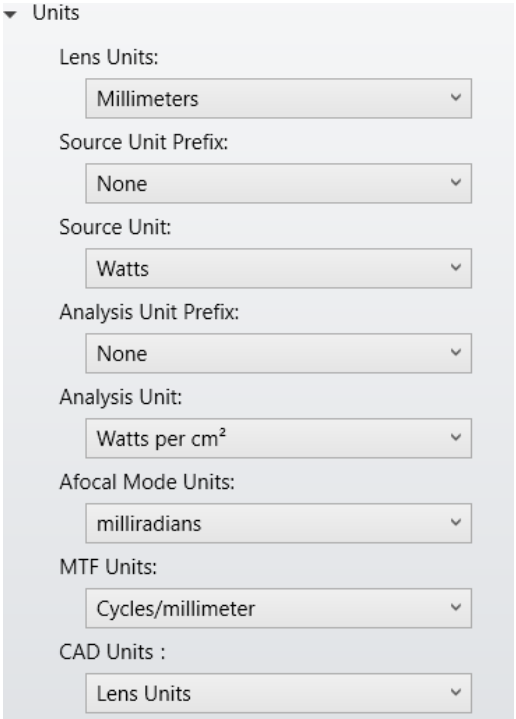
是否使用项目目录**(Is Project Directory)** 选择是否使用保存在项目目录下的文件。如果先创建项目目录，或是从项目目录加载文件，自动选择这个复选框。需要注意的是，"项目目录(Project Directory)"创建后，用户不能再手动取消（或勾选）该复选框。。

注意：更新OpticStudio的时候，上述全部文件都恢复为"默认"状态。因此强烈建议使用不同的文件名保存修改过的文件，以免丢失数据。

2.1.1.13. 单位（Units）



系统选项中提供了以下单位（Units）设置。



镜头单位**（Lens Units）：**

镜头单位定义了大部分电子表格编辑器中尺寸测量的单位。这些尺寸适用于半径、厚度、入瞳直径、非序列模式位置坐标以及其它许多OpticStudio的参数。

镜头单位有四种选择：毫米、厘米、英寸或米。

对于大多数图像分析功能，例如光扇图、点列图，显示的单位是微米，微米的符号是μm。"microns"这个概念在光学中经常用到。单位micron与micrometer（微米）的意思相同。波长也通常是用微米表示。镜头单位的选择不会影响这些波长单位。

光源单位**（Source Units）：**

光源单位定义了非序列模式光源的光通量（功率）或能量的测量单位。此设置只用于非序列模式元件编辑器（Non-sequential Component Editor）中定义的光源，以及用于在物理光学分析中定义光焦度和辐照度。光源单位可以是瓦特、流明或焦耳，单位前还可以加上前缀femto、pico、nano、micro、milli、kilo、mega、giga或tera。瓦特用来进行辐射度学分析，流明用于光度学分析，焦耳用于能量分析。辐射度学和光度学单位的不同在于，光度学单位是人眼对不同波长的响应。如需了解关于单位的更多信息，请参阅下一节中的列表。

分析单位**（Analysis Units）：**

分析单位定义了辐照度（辐射）或光照度（光度）的测量单位。该设置只影响探测器上显示的数据，该探测器采集非序列模式元件编辑器中定义的光源发出的光线。辐照度单位是瓦特/面积，面积用平方米、平方厘米、平方毫米、平方英尺或平方英寸表示。光照度单位为流明/面积。能量密度单位为焦耳/面积。支持的单位前缀有femto、pico、nano、micro、milli、kilo、mega、giga或tera。

以下是OpticStudio中辐射度学、光度学和能量单位的总结。

辐射度学、光度学和能量单位

辐射度学单位	光度学单位	能量单位
光通量	光通量	焦耳
瓦特	流明	
辐射强度	发光强度	强度
瓦特/球面度	流明/球面度=坎德拉	焦耳/球面度
辐射照度	光照度	辐射照度
瓦/平方米	流明/平方米=勒克斯=米-坎德拉	焦耳/平方米
瓦/平方厘米	流明/平方厘米=厘米-坎德拉	焦耳/平方厘米
瓦/平方毫米	流明/平方英尺=英尺-坎德拉	焦耳/平方毫米
瓦/平方英尺		焦耳/平方英尺
瓦/平方英寸		焦耳/平方英寸
辐射辉度	辉度	辐射辉度
瓦/球面度-平方米	流明/球面度-平方米	焦耳/球面度-平方米

在光学行业（以及OpticStudio）中一种不好的规约就是把两个完全不同的量都用术语"强度"表示。强度一般用在光学追迹应用和光学设计中，用来定义一条光线提供的能量，用瓦特或流明作为单位。强度也用在照明和辐射领域，但表示每单位球面度内的能量，单位为瓦/球面度或流明/球面度（坎德拉）。

OpticStudio通过关联每根光线的通量值来进行能量追迹，它与电场矢量的平方相等并与光线有关。当这条光线遇到探测器物体时，OpticStudio会计算像素的位置，进一步计算辉度（通量/面积），并通过计算像素的球面度来计算辐射强度（通量/立体角）。可以通过考虑OpticStudio所执行分析的性质来判断强度这两种用法的不同之处。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如需了解有关辐射度学和光度学单位的更多信息，请参阅"OpticStudio不能做什么？（What doesn't OpticStudio do?）"中提到的光学手册。

无焦模式单位（**Afocal Mode Units**）：

无焦模式单位可以是微弧度、毫弧度、弧度、弧度秒（1/3600度）、弧度分（1/60度）或度。如需了解有关无焦模式的更多信息，请搜索"无焦像方空间（Afocal Image Space）"的帮助文件。

MTF单位（**MTF Units**）：

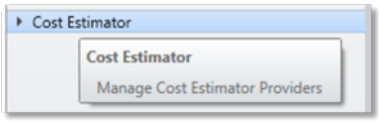
有焦系统的MTF单位可以是周期/毫米或周期/毫弧度。当使用周期/毫米时，MTF可用来计算像面上像空间的空间频谱。当使用周期/毫弧度时，MTF可用来计算物空间中的角度频谱。MTF单位的选择影响所有MTF计算式的单位，包括分析、优化和公差。在无焦模式下不用选择MTF单位，它通常使用的是周期/无焦模式的单位。

CAD单位（**CAD Units**）：

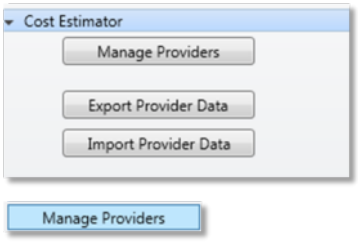
CAD单位定义了OpticStudio中所有CAD几何结构的测量单位。该设置决定了在使用Parasolid库执行任何操作时如何缩放几何结构。当在Parasolid中创建几何结构时，OpticStudio将考虑OpticStudio和Parasolid之间所有"接口"点的比例差异。任何导出的CAD文件都将使用指定的CAD单位创建，除了原生的Parasolid文件，后者始终以米为单位创建。

默认情况下，CAD单位将与镜头相同，因此在OpticStudio和Parasolid之间没有缩放几何结构。

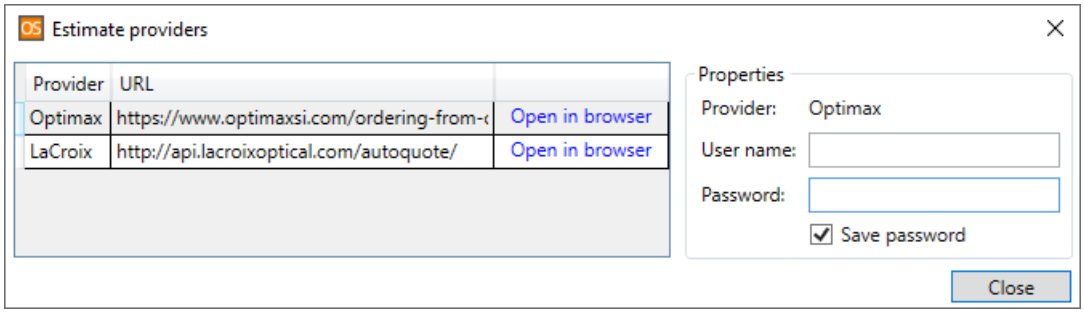
2.1.1.14. 成本估算（系统选项）（Cost Estimator （system explorer））



在系统选项（System Explorer）中可设置成本估算器（Cost Estimator）。



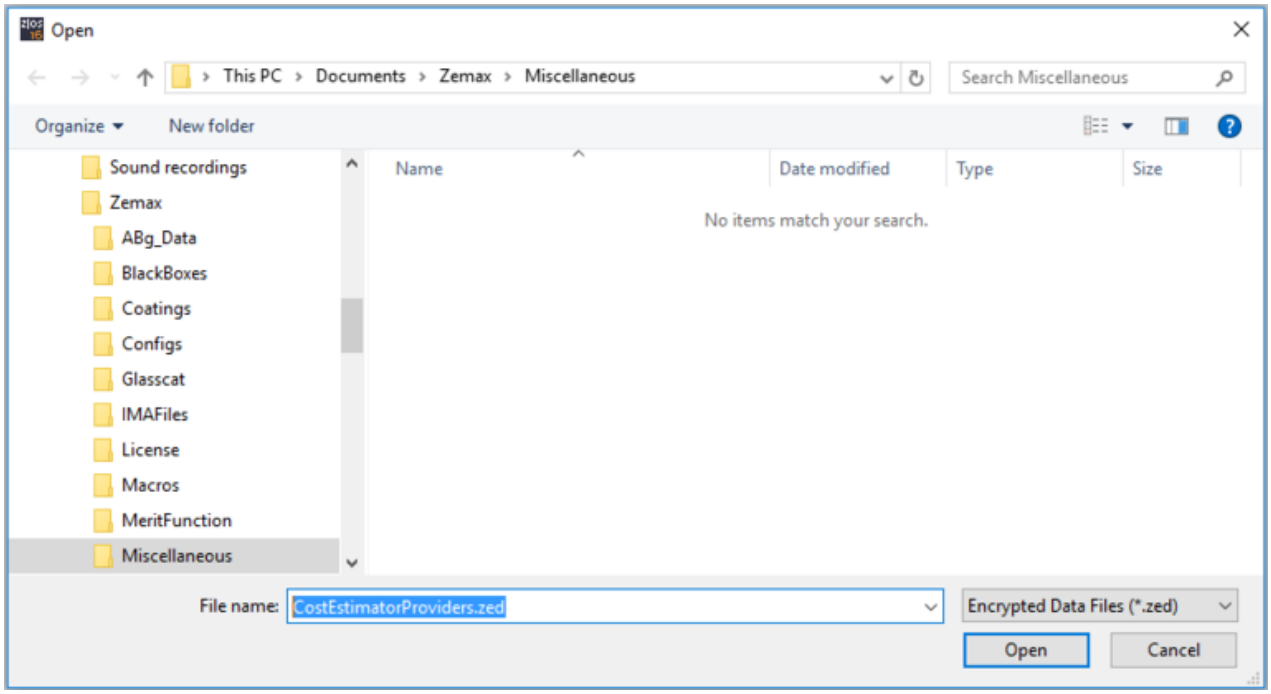
供应商管理（**Manage Providers Button**）：选择此按钮可打开估算供应商对话框，以编辑您的帐户信息以供成本估算供应商使用。



如果您还没有注册成本估算供应商的用户帐户，那么在OpticStudio中使用成本估算功能之前，请选择"在浏览器中打开"链接在默认Web浏览器中加载网站。为了保存不同OpticStudio会话之间的用户登录信息，请确保检查"保存密码"复选框。

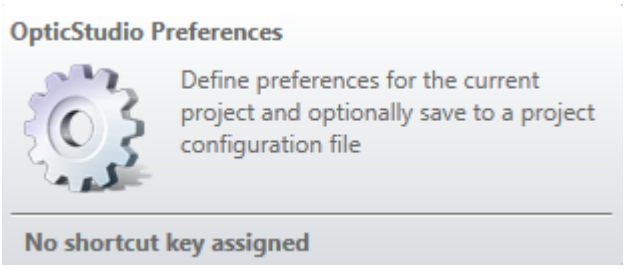
供应商导出数据按钮（**Export Provider Data Button**）：选择此按钮，能以加密文件格式导出供应商登录凭据，以便移植到其它计算机或与之信任的同事共享。

供应商导入数据按钮（**Import Provider Data Button**）：选择此按钮，可从之前从OpticStudio导出的加密文件中导入供应商登录凭据。



有关更多信息，请参阅"成本估算器（生产工具）（Cost Estimator（production tools）"。

2.1.2. OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)

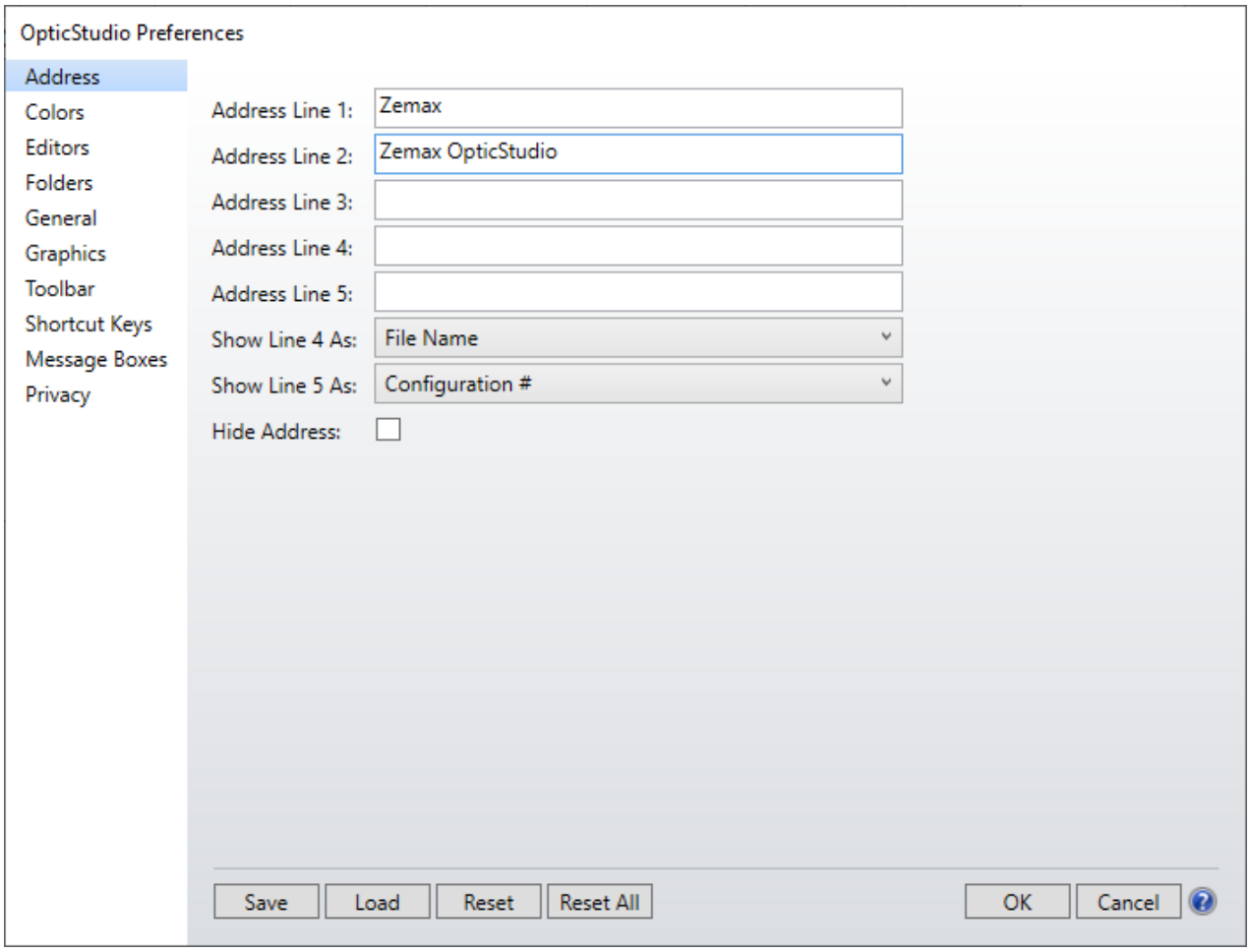


OpticStudio配置选项在设置(Setup)选项卡的系统(System)部分中可以找到。

OpticStudio配置选项按钮可打开一个窗口，用户可以在其中定义当前项目的配置选项，并保存到项目配置文件中。

2.1.2.1. 地址栏(OpticStudio选项)(Address (OpticStudio preferences))

在OpticStudio配置选项窗口中可以进行地址栏设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。这些设置决定了"地址栏(address)"如何显示。地址栏可用来显示用户定义文字，比如公司名称和图纸序号等。地址栏出现在大部分图形窗口的右下角。



设置：

地址行**1(Address Line 1)** 在address中显示的第一行文字。

地址行**2(Address Line 2)** 在address中显示的二行文字。

地址行**3(Address Line 3)** 在address中显示的第三行文字。

地址行**4(Address Line 4)** 没有选择文件名或变焦位置时，在address中显示的第四行文字。

地址**5(Address Line 5)** 没有选择文件名或变焦位置时，在地址框中显示的第五行文字。

显地址行**4**为**(Show Line 4 As)** 选择输入上述文本、镜头文件名称、结构#。

显示地址行**5**为**(Show Line 5 As)**选择输入上述文本、镜头文件名称、结构#。

隐藏地址**(Hide Address)** 如果被选中，则地址框不会显示。

按钮功能***(Button Functions)***

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio结构文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

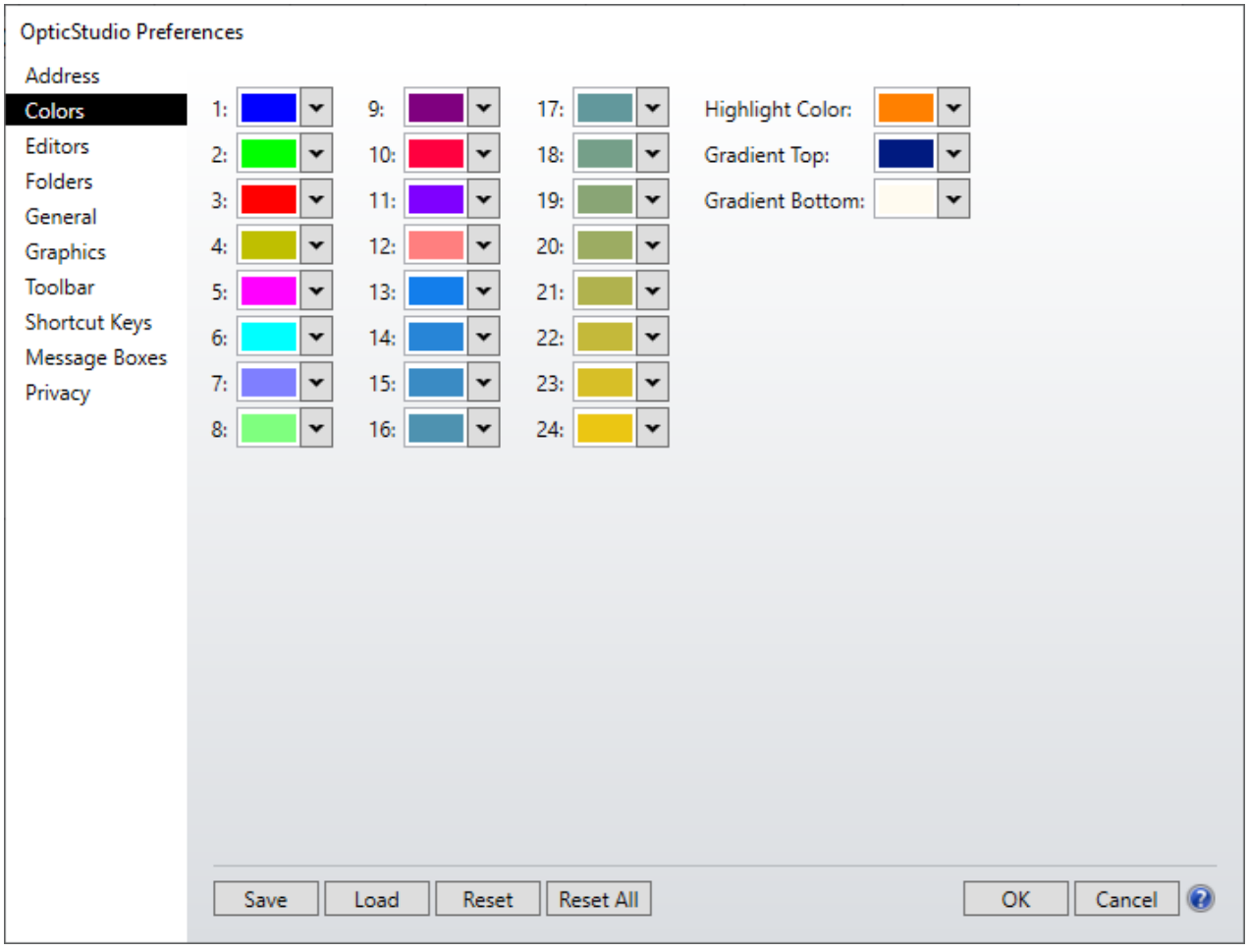
确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.2. 颜色(Colors)

在OpticStudio配置选项窗口中可以进行颜色设置，该窗口可以通过设置选项卡(Setup Tab)的系统(System)部分中的按钮来显示。

这些设置用来定义在不同的电子表格编辑器中，图形和背景颜色的使用。



设置**(Settings)**：

在画光线扇形图、点列图和其它图形时，使用不同的颜色来区分不同波长或视场的位置。例如，通常波长或视场1使用颜色1表示，视场或波长2使用颜色2表示，依此类推。当在电子表格编辑器中使用了定义的颜色时，OpticStudio将自动用白色来调配颜色以使文本变得更加清晰易读。

高亮颜色**(Highlight Color)** OpticStudio使用该颜色绘制当前LDE中的镜头表面，以及NSCE中选中的NSC物体。

顶部/底部渐变**(Gradient Top/Gradient Bottom)** 这些颜色被用来定义实体模型显示中的渐变背景填充颜色。

按钮功能***(Button Functions)***

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio结构文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

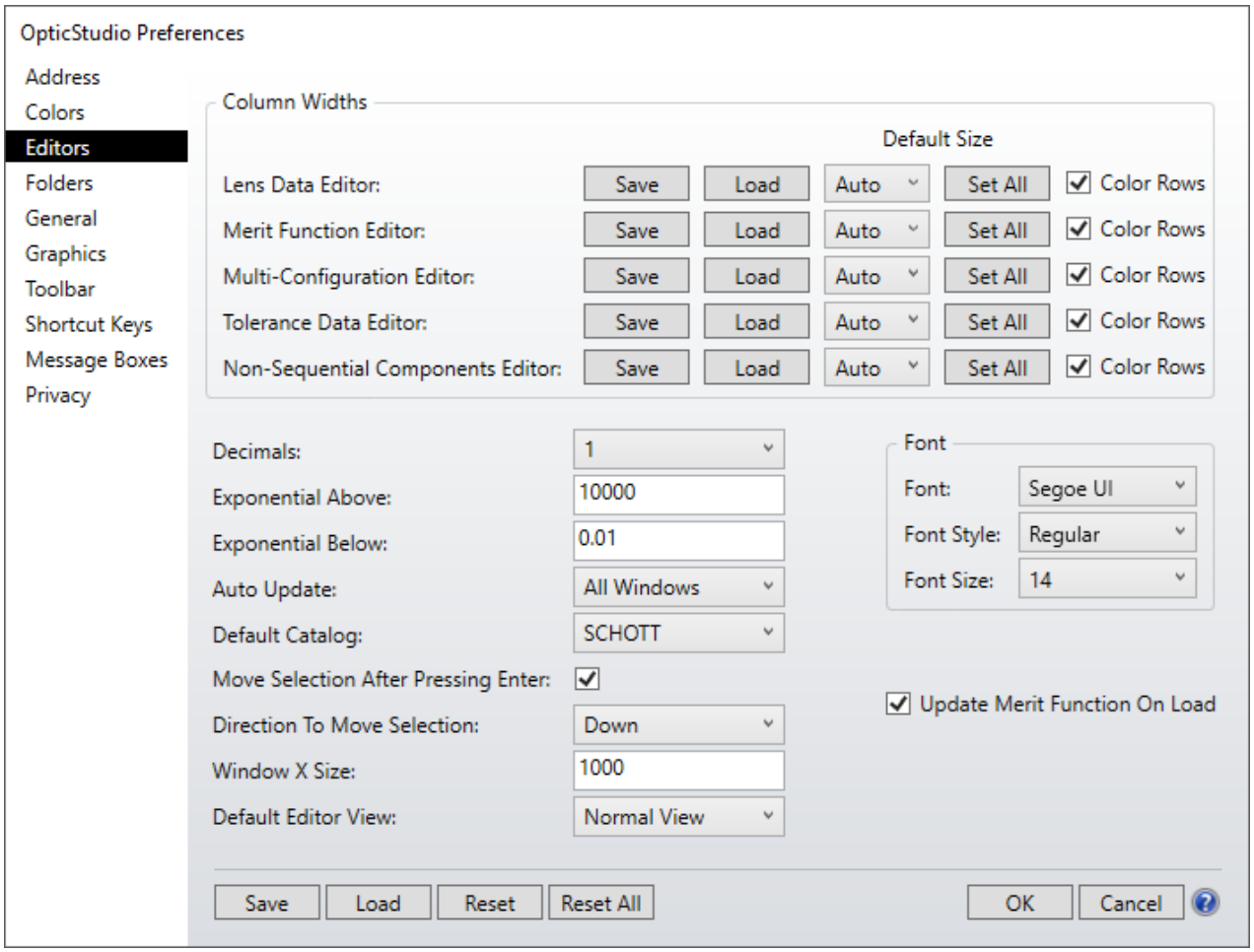
确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.3. 编辑器(Editors)

在OpticStudio配置选项窗口中可以进行编辑器设置，该窗口可以通过"设置"菜单的系统部分中的按钮来显示。

这些设置将决定表格式编辑器的特性。如果编辑器单元格尺寸太小，不能显示每个单元格的所有数据时，会用一个星号"*"来代替截断的数据。



单个编辑器设置：

保存**(Save)** 保存指定编辑器的当前宽度设置。

载入**(Load)** 重新加载指定编辑器的最后保存的宽度设置。

单元格大小**(Cell Size)** 指定编辑器中的单个编辑单元的字符宽度。

全部设定**(Set All)** 将用户选择的单元格大小应用到编辑器中的所有单元格。

行颜色**(Color Rows)** 如果选中，则在指定的编辑器电子表格中的列将分色显示。请参阅"行颜色"。

其他设置*(*

小数点精度**(Decimals)**此选项可设置在编辑器中显示的小数位数。选择"Compact"会改变显示的小数位数，以减小显示数字所需的空间。

以上/以下指数化**(Exponential Above / Below)**OpticStudio 按定点小数或指数（科学型）显示数值。如果数的绝对值是a（大于或等于"指数上"值）或b（非零但小于或等于"指数下"值），那么这个数值就按指数显示，否则按定点小数使用。

自动更新**(Auto Update)** 自动更新控制以何种方式、何时OpticStudio展现编辑器数据的更新。"从不(None)"选项表示瞳面、求解值和其它镜头数据只有在所需的数据窗口选择"更新(Update)"按钮打开时才会更新。这通常是出于性能方面的原因，或者是因为系统可能处于无效的中间状态，而大量的错误消息没有使其得到帮助。

如果系统包含多种组态：

1）在多重结构编辑器中进行更改时，由于系统没有更新，此更改不会在镜头数据编辑器中反映出来，包括处理多重结构编辑器时来覆盖系统值。

2）另一方面，当在镜头数据编辑器中更改时，此更改将反映在多重结构编辑器中。这并不是为了"隐藏"从接口中对系统的更改。

"更新"选项会在新数据输入到镜头编辑器或多重结构编辑器后进行更新。

"更新所有(Update All)"会在新数据输入时，使所有窗口都更新。

注意到，OpticStudio配置选项中的自动更新设置，设置了新的镜头文件的默认选项。通过在镜头数据编辑器工具栏中更改更新模式、非序列模式元件编辑器工具栏、多重结构编辑器工具栏或系统资源管理器，可以在任何打开的镜头文件中覆盖此设置。

默认库**(Default Catalog)** 使用默认玻璃库的名称。参阅"玻璃库"。

回车换行/换行方向**(Move Selection After Pressing Enter / Direction To Move Selection)** 在编辑器单元格中按下回车键后，该设置可指定选定相邻单元格。可用选项位：向下、向右、向上和向左。

窗口尺寸**(X)(Window X Size)** 当在浮动模式下打开时，"窗口尺寸(X)(Window X Size)"设置为编辑器窗口的默认尺寸。每个窗口的Y高度将自动设置为与窗口尺寸(X)保持特定的比率。

默认编辑器视图**(Default Editor View)** 选择编辑器的默认查看模式。新打开的编辑器将默认使用此处选择的视图。推荐的默认值是普通视图，因为此视图支持更多动态编辑器功能。有关详细信息，请参阅"快速视图"部分。

字体**(Font)**选择编辑器显示的字体、字形和大小。要更改基于图形分析窗口中的显示文本，请参阅OpticStudio配置选项的"图形"部分。要更改基于文本分析窗口中显示的文本，请参阅OpticStudio配置选项的"常规"部分。

加载评价函数时更新**(Update Merit Function On Load)** 控制OpticStudio更新评价函数编辑器数据的时间。

按钮功能***(Button Functions)***

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio结构文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio选项的一个或所有部分。

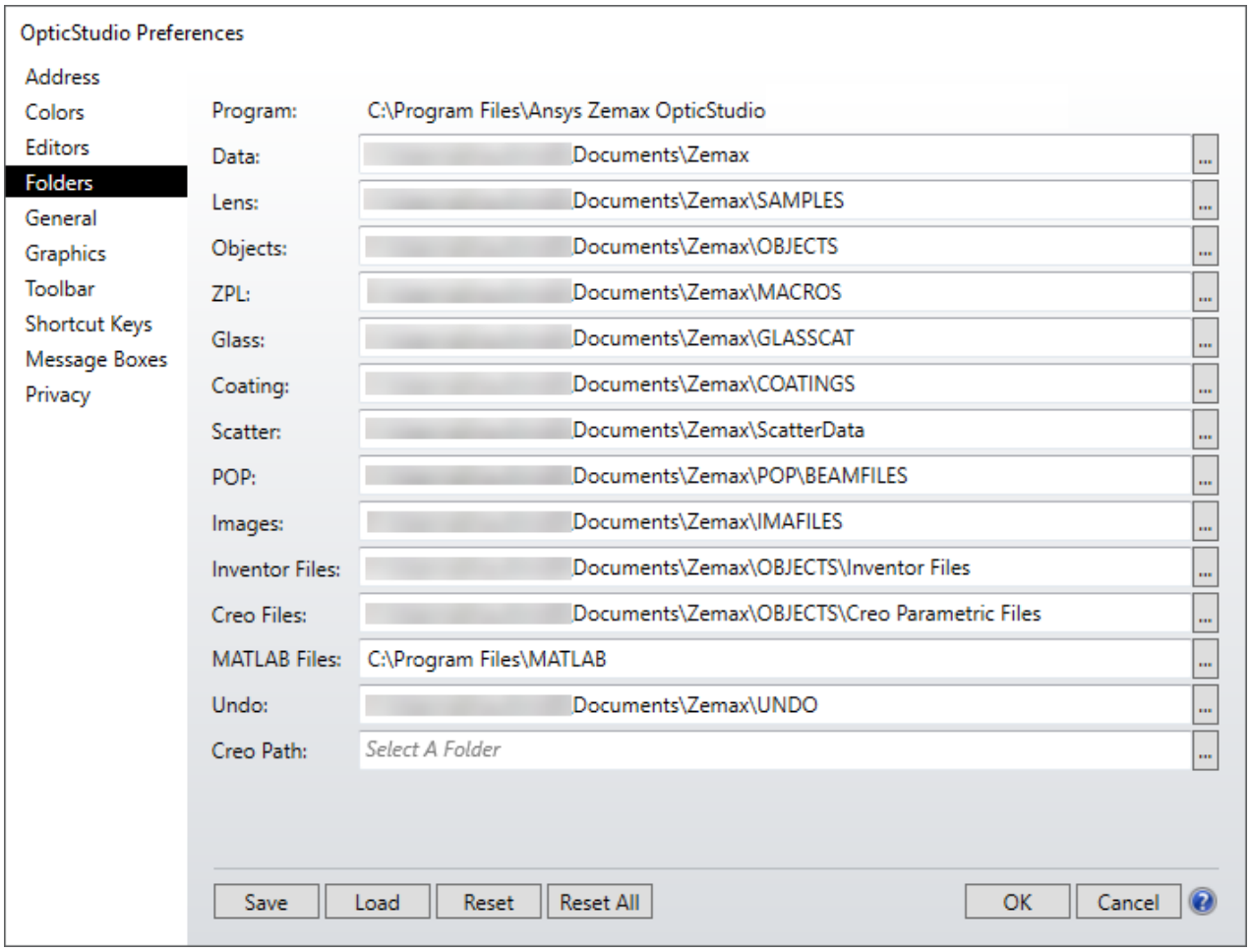
确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.4. 文件夹**(Folders)**

在OpticStudio配置选项(Project Preferences)窗口中可以进行文件夹(Folders)设置，该窗口可以通过设置选项卡(Setup Tab)的系统(System)部分中的按钮来显示。这些设置决定OpticStudio在何处放置和寻找某一类型文件。



文件夹的结构

OpticStudio使用两个主要的文件夹存储程序文件和数据。OpticStudio应用程序通常存储在程序文件夹C:\Program Files\ZemaxOpticStudio中。此文件夹取决于用户的安装，但通常不需要改变。这个文件夹叫做"Program"文件夹，并将其称为<program>。

其它用户数据文件、动态链接库(DLL)文件、OpticStudio扩展的可执行文件、许可证和结构信息，以及默认的OpticStudio示例文件都存储在第一次启动时选择的"根(root)"文件夹中OpticStudio。 OpticStudio将显示此根文件作为"Data"文件夹，并将其称为<data>。

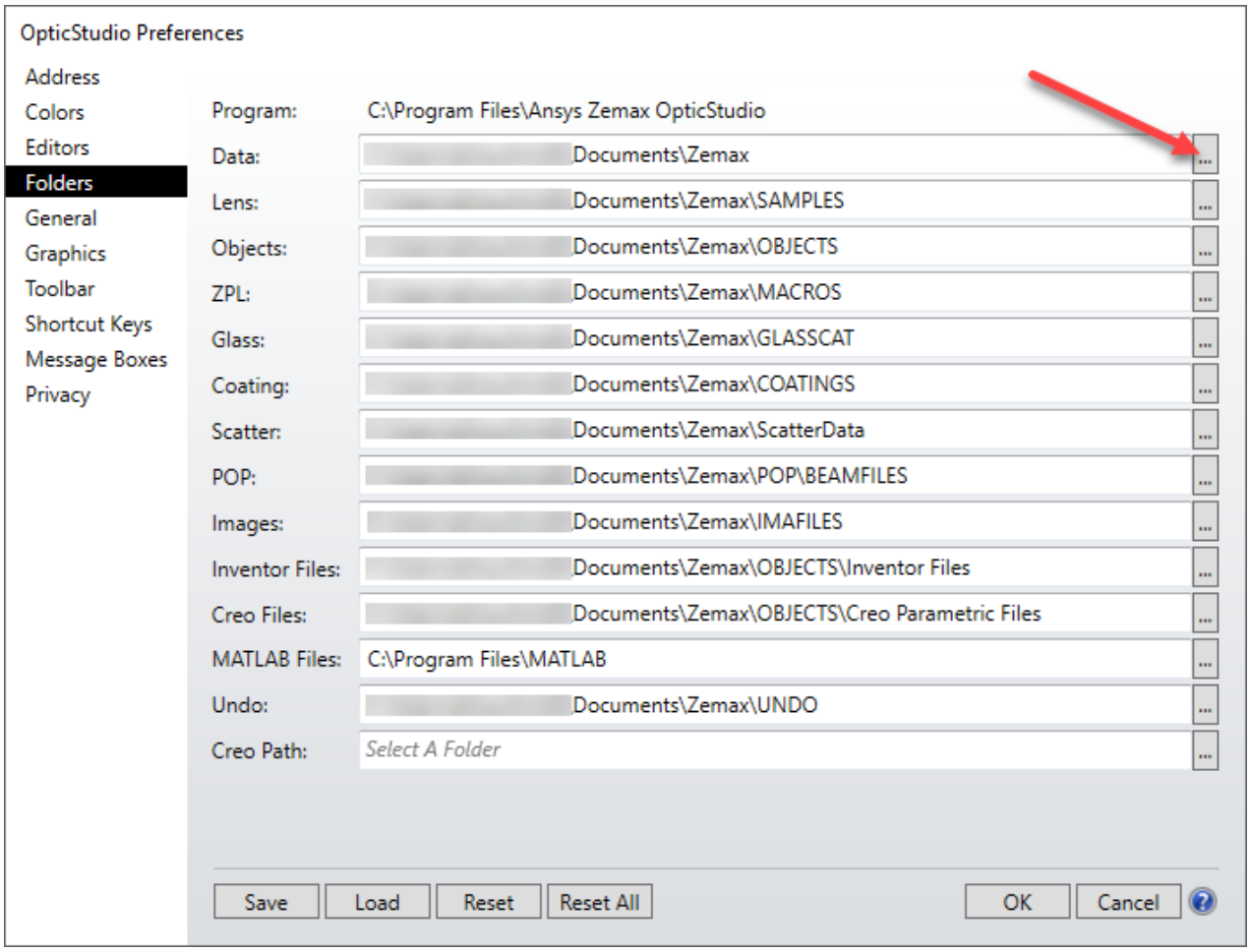
选择一个文件夹存储**OpticStudio**数据文件

当第一次启动OpticStudio时，它将在您的用户帐户的"Documents"文件夹中创建一个名为"Zemax"的文件夹。通常路径为C:\users\username\Documents\Zemax。使用这个文件夹可以方便访问，并且它是一个通常被大多数备份软件和公司IT部门选择备份的文件夹。对于OpticStudio云，<data>文件夹在默认情况下将被设置为"P:\Zemax\"。出于速度的原因，OpticStudio云的默认"Undo"文件夹被设置为本地虚拟机驱动"C:\Users\Mainframe2\Documents\Zemax\UNDO"。

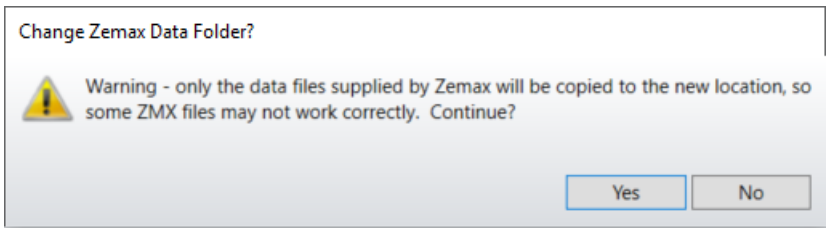
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

修改**<data>**文件夹位置

"..."按钮可用于浏览和选择所需的文件夹。



在选择了一个新文件夹之后，将得到以下提示：



正如以上信息所表明的那样，当您改变了<data>文件夹后，它将把Zemax提供的默认数据文件复制到新的文件夹中。它还将所有下面的单独文件夹的选择重新设置为新的<data>文件夹下的子文件夹。因此，如果您以前更改了这个列表中其它文件夹的位置（例如镜头、物体、ZPL...），您将需要再次更改它们。

修改单个文件夹位置

对于镜头、物体、宏、玻璃库、膜层、POP、图像、散射、CAD、MATLAB和撤消文件的文件夹，都可以在这些默认的属性页面中单独修改。"..."按钮可用于浏览和选择所需的文件夹。

请注意，如果默认的文件夹名称被修改了，那么使用OpticStudio新版本的任何更新的文件都不会自动地更新到新的文件夹中。由于这个原因，建议如果修改了文件夹名称，OpticStudio发布包含的任何文件（例如SCHOTT.AGF）均不会在修改的文件夹中使用。

<data>文件夹中能重新定位的文件夹

镜头**(Lens)** 镜头文件的文件夹。

物体**(Objects)** 非序列模式元件物体、光源、孔径和其它文件的文件夹。

ZPL ZPL宏文件的文件夹。宏文件也可以被放置在指定文件夹中的子文件里。

玻璃**(Glass)** 玻璃库文件的文件夹。

膜层**(Coating)** 膜层定义文件的文件夹。

散射**(Scatter)** 散射数据文件的文件夹。

POP(POP) POP ZBF光束文件的文件夹。

图像**(Images)** 图像仿真IMA、BMP、JPG和PNG文件的文件夹。

Inventor文件**(Inventor Files)** Autodesk Inventor *.IPT和*.IAM文件的文件夹。

Creo Parametric文件**(Creo Parametric Files)** Creo Parametric *.PRT和*.ASM文件的文件夹。

MATLAB文件**(MATLAB Files)** 安装了MATLAB可执行文件的文件夹。

撤销**(Undo)** 撤销镜头文件的文件夹。

Creo路径**(Creo Path)** 安装了PTC Creo Parametric可执行文件的文件夹。

<data>文件夹中无法重新定位的文件夹

如果更改了<data>文件夹，下面的文件夹将只包含ZEMAX附带的默认文件。如果您已经添加了自己的文件，则需要将它们手动移动到新<data>文件夹中正确的子文件夹中。

自动保存**(Autosave)** 这是一个定期自动保存文件的文件夹，以防OpticStudio意外关闭。

配置**(Configs)** 包含OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)配置文件和SNTLCONFIG.XML文件，用于允许对黑色USB网络许可证的访问。

DLL 动态链接库文件都提供了OpticStudio和添加用户定义的功能，以及OpticStudio扩展的可执行文件，这些文件都存储在这个文件夹内的DLL文件夹中。不能修改DLL文件夹的位置。

许可**(License)** 许可数据文件（包括支持日期信息）

ZOS_API：ZOS_API示例

按钮功能

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的配置。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.4.1. 按扩展名划分的文件类型（File Types by Extension）

下表列出了OpticStudio所使用的文件扩展名，以区别不同的文件类型。

按扩展名划分的文件类型

扩展名	描述

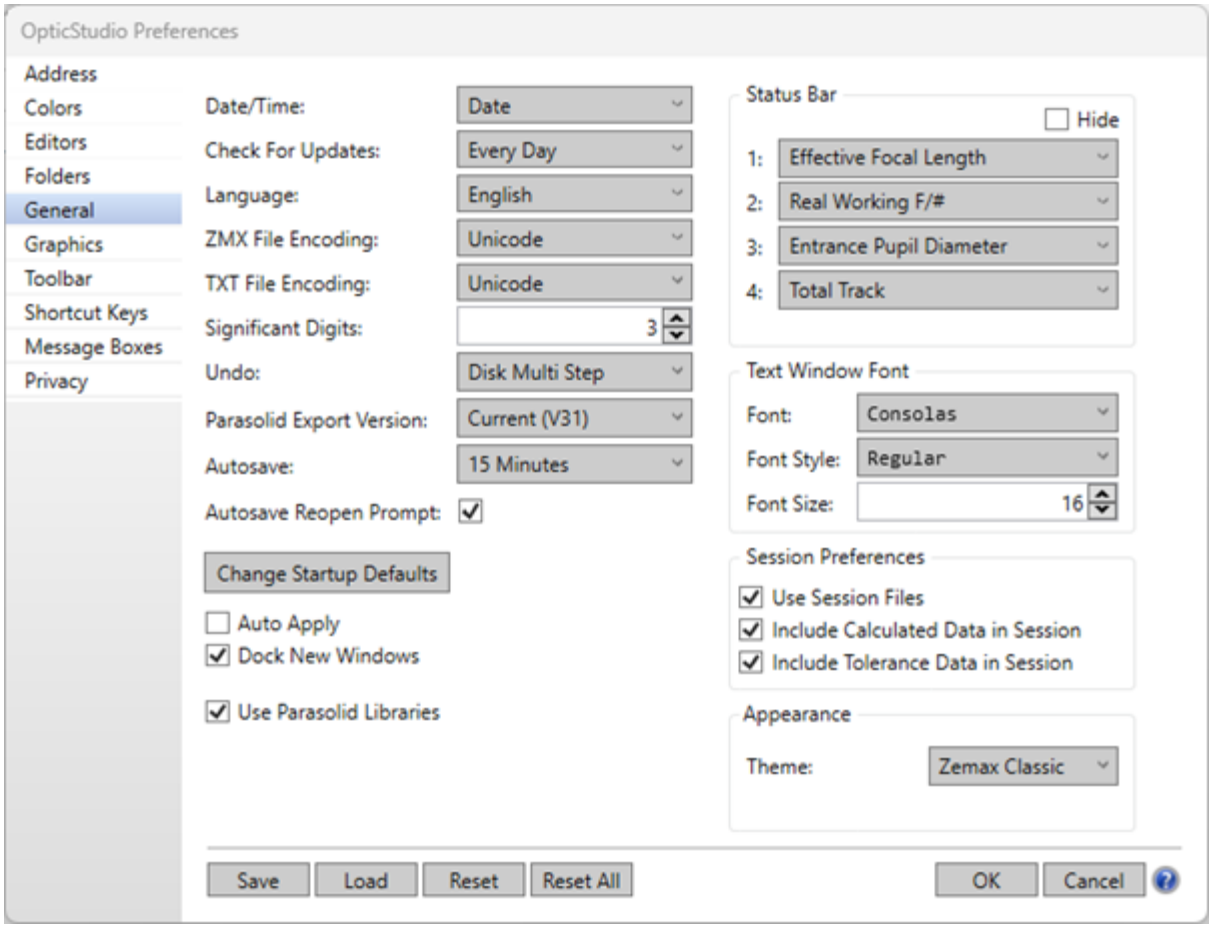
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

AGF	ANSI玻璃格式。这些文本文件包含了玻璃库的数据。使用文本格式便于在OpticStudio的新版本中添加数据。
ANN	注释文件。这种二进制文件存储了用户对OpticStudio图形的定义。
BGF	二进制玻璃格式。为了加快AGF文件的存取速度，OpticStudio将AGF文件转换为BGF文件，即玻璃库的特定版本二进制图像。
C	C语言源代码文件。
CFG	配置文件。OpticStudio.CFG是主配置文件，描述了在环境对话框中用户选定的选项。还有许多以CFG结尾的文件，如RAY.CFG，它包含了用户定义的光扇图。
DLL	动态链接库文件。这些文件是在运行时链接到OpticStudio中的外部编译程序。通常，DLL用于实现用户自定义表面、物体或其他功能。
EXE	可执行文件。这包含了主程序，OpticStudio.EXE，其他可执行程序以及OpticStudio使用的实用程序。
IGS、IGES	初始图形交换说明（IGES）文件。
IMA	图像文件，用于图像分析。
NOT	元件图注释文件。
POB	非序列模式物体中的多边形物体定义文件。
SES	这些文件是OpticStudio"session"文件，用于定义显示结构，并打开保存的每个ZMX镜头文件的窗口和设置。
STP、STEP	STEP文件是CAD格式的文件，用于描述实体模型数据。
TPD	测试样板数据文件。这些文件包括了由各光学装配商提供的测试样板列表，还被用于测试样板匹配数据。
ZBF	Zemax光束文件。这些文件用于物理光学传播（POP）功能。
ZAR	Zemax存档文件。包括*.ZMX镜头文件，以及单个存档文件中的所有相关文件。
ZDA	这些文件是OpticStudio"session"文件，用于定义显示结构，并打开保存的每个ZMX镜头文件的窗口和设置。
ZMF	ZMF是ZMX的编辑格式文件，用于定义库存镜头库中的镜头。
ZMX	ZMX文件用于存储镜头数据。ZMX文件是一个文本文件，它包含了完整的镜头描述，包括孔径、波长、分类数据和评价函数。ZMX文件可能不支持新功能。
ZPL	Zemax编程语言宏命令。
ZTD	Zemax公差数据。ZTD文件用于存储公差分析运行过程中创建的所有数据，并可以用公差分析功能读取。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.1.2.5. 常规（General）

这些常规（General）设置在OpticStudio配置选项（OpticStudio Preferences）窗口中可用，该窗口可以通过设置选项卡（Setup Tab）的系统部分中的按钮来显示。



设置：

日期/时间（**Date/Time**）选择“无”表示无日期或时间，选择“日期”仅表示日期，选择“日期/时间”表示在图和图形上同时显示日期和时间。

检查更新（**Check For Update**） 选择OpticStudio检查是否有新版本的OpticStudio更新的频率。更新版本可以从Ansys客户支持空间下载：www.ansys.com/support（下载中心部分）。OpticStudio需要活动的互联网连接才能检查更新。实用工具选项卡下的“检查更新（Check for Updates）”按钮可随时用于检查更新。

语言（**Language**） 可以选择英语、日语或中文。此设置可更改OpticStudio的用户界面语言。并非所有的功能都支持英语以外的语言。

ZMX文件编码（**ZMX File Encoding**） 为了支持除英语以外的用户界面语言，OpticStudio默认对大多数文件使用Unicode文件编码，包括ZMX文件。该控件允许使用ANSI（也称为ASCII）编码来编写ZMX文件。使用ANSI可以让OpticStudio的旧版本读取由OpticStudio更新的版本所创建的ZMX文件。但是，不建议使用OpticStudio旧版本来读取OpticStudio新版本的文件，因为新版本的数据格式可能与旧版本不完全兼容。通常，Session和CFG文件与OpticStudio旧版本文件不兼容。ANSI编码只能在界面语言为英语时使用。

文本文件编码（**TXT File Encoding**） 该设置可控制使用“保存文本”菜单选项（参见“文本窗口操作（Text windows operations）”）保存的文本数据是使用ANSI还是Unicode文件编码。有关Unicode文件编码的详述，

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

请参阅“ZMX文件编码（ZMX File Encoding）”。ANSI编码只能在界面语言为英语时使用。此处没有明确提及的任何文件类型都使用Unicode编码，除非另有说明。OpticStudio可以使用CONVERTFILEFORMAT ZPL关键字将任何文本文件从Unicode编码转换为ANSI编码，反之亦然。请参阅“CONVERTFILEFORMAT”。

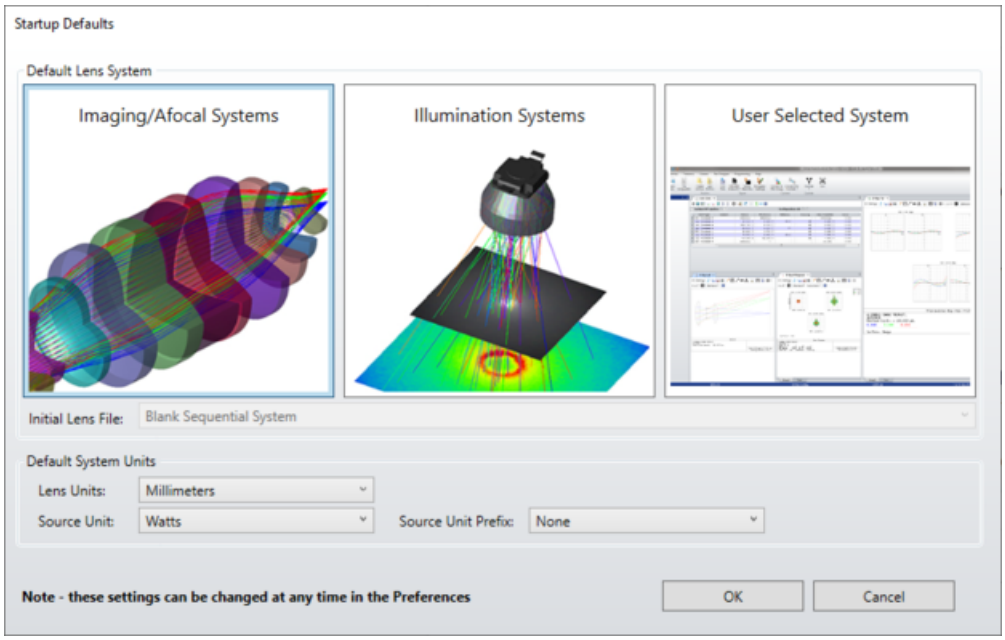
有效数字**（Significant Digits）** 控制了编辑器属性对话框和分析设置对话框中各值显示的位数。例如，如果将有效数字位数设置为“3”（默认值），且镜头数据编辑器中的表面孔径半径为1.2345，那么在属性>孔径（Properties > Aperture）对话框中显示的值将为1.23。

撤销**（Undo）** 撤销功能有三种可选状态：无、内存1步、磁盘多步。如欲了解更多详情，请参阅“使用编辑器（Using the Editors）”。

自动保存**（Autosave）** 自动保存的时间间隔。自动保存功能将会保存一个.ZMX文件，就像在撤销功能中概述的一样，会在指定的时间间隔内保存一个.ZDA文件。这些文件将保存到Autosave文件夹中。自动保存功能的详细信息可以在“自动保存（Autosave Functionality）”功能中找到。

自动保存重启提示**（Autosave Reopen Prompt）** 检测到自动保存文件时，确定OpticStudio是否显示自动保存对话框。如果提示符被禁用，该文件将仍然存在于“自动保存”文件中。

更改默认启动**（Change Startup Defaults）** OpticStudio的启动默认值由这些设置确定。



默认镜头系统设置：

- 如果选择“成像/无焦系统（Imaging/Afocal Systems）”，那么初始镜头文件将为空白序列模式系统。用户不能更改模板文件。
- 如果选择“照明系统（Illumination Systems）”，那么初始镜头文件将为空白非序列模式系统。用户不能更改模板文件。
- 如果选择“用户所选系统（User Selected Systems）”，那么初始镜头文件将为用户自定义文件。

默认系统单位：确定默认单位。

自动应用**（Auto Apply）** 该设置可确定各个分析窗口设置中的“自动应用”选项的默认设置（选中或关闭）。

布局新窗口**（Dock New Windows）** 在工作区，在停靠窗口和浮动窗口之间切换。

使用**Parasolid**库**（Use ACIS Libraries）** CAD物体的推荐库。取消本选项，将选择SMS库。

状态栏（**Status Bar**）这些设置可确定在OpticStudio状态栏中显示的值，或者确定是否隐藏状态栏。可以设置4个区域用来显示不同的数据，如有效焦距（EFL）、入瞳直径 （EPD）以及F/#等。

文本窗口字体（**Text Window Font**）用于基于文本分析窗口的字体类型、样式和大小，例如光扇图文本列表。要更改基于图形分析窗口中显示的文本，请参阅OpticStudio配置选项中的“图形（Graphics）”部分。要更改编辑器中显示的文本，请参阅OpticStudio配置选项中的“编辑器（Editors）”部分。

使用**Session**文件（**Use Session Files**） 如果选中，所有打开的窗口都将关闭，当加载新的镜头文件 时，新窗口将被打开并恢复到原始位置。如果取消选中，将加载文件但不更改打开窗口的布局。

计算数据保存于**Session**文件（**Include Calculated Data in Session**）该设置决定了如何将数据保存在Session文件中的默认设置。如果选中此项，则会在Session文件中缓存所有打开的分析窗口（序列模式）和/或所有检测器（非序列模式）中计算的数据。这将允许在加载镜头文件时恢复数据显著减少文件加载的时间 ——但增加了与镜头文件相关联的Session文件的大小 。注意，该设置只会影响默认行为，即在开始新设计时，是默认选择还是取消选择系统选项（System Explorer）中的类似命名设置。最终，系统选项的设置决定了是否将计算数据保存到任何具体ZMX文件的Session文件中。

注意：并不是所有分析都支持在Session文件中高速缓存计算的数据。如果需要的是不支持的分析，请联系技术支持，寻求帮助。

公差数据保存于**Session**文件（**Include Tolerance Data in Session**） 这决定了如何在Session文件中保存公差数据的默认设置。如果选中此项，则公差数据（显示公差分析的文本查看器）将缓存在Session文件中。这将在加载镜头文件时恢复数据。但是这会增加与镜头文件相关联的Session文件的大小。最终是系统选项设置决定是否将计算数据保存到任何具体ZMX文件的Session文件中。

主题（**Theme**）通过选择主题（**Zemax Classic**或**Dark**）自定义OpticStudio的外观。要应用新主题，在做出选择后重新启动OpticStudio。

按钮功能

保存（**Save**） 将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

加载（**Load**） 允许用户加载先前保存的配置。

重置/全部重置（**Reset/Reset All**） 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

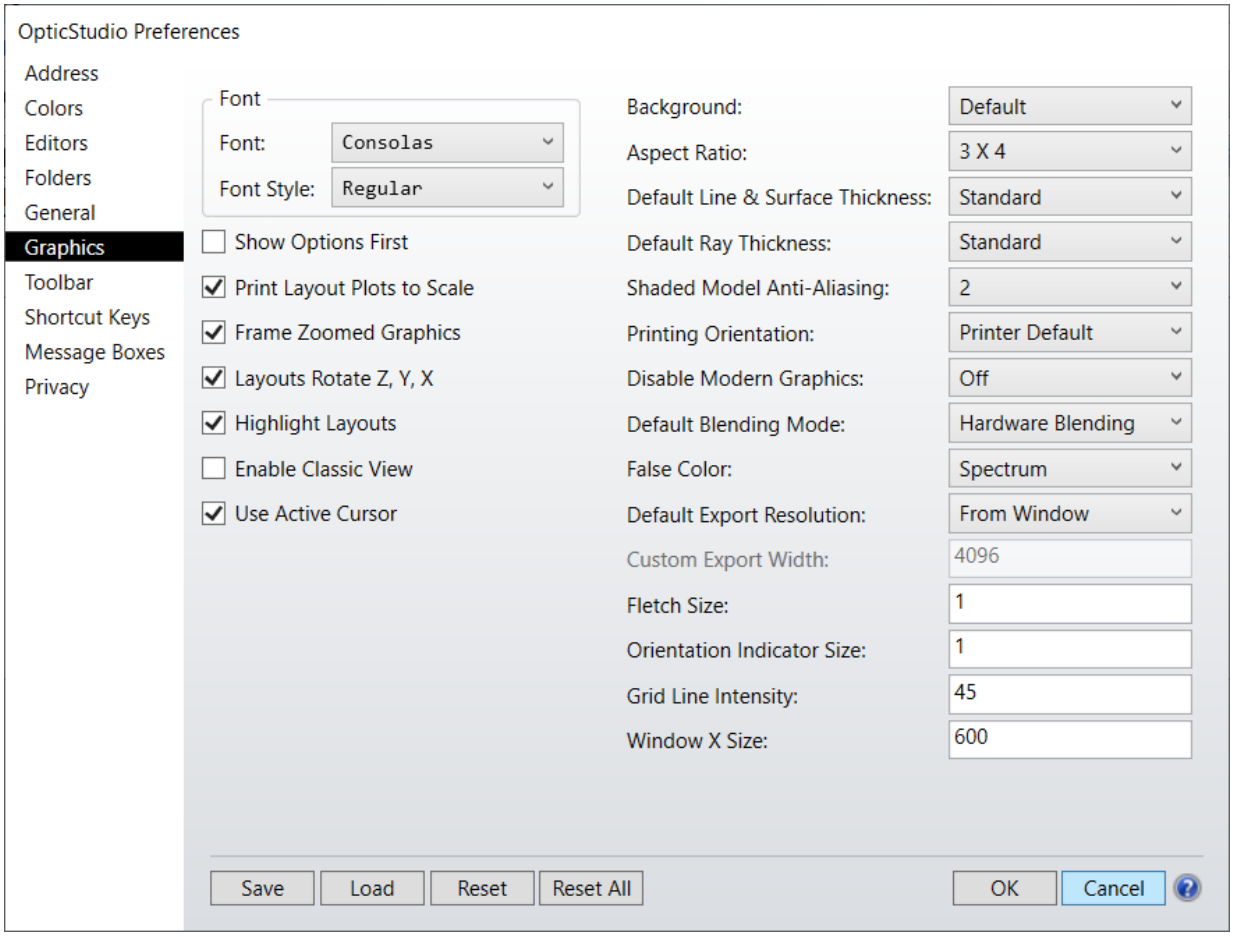
确定（**OK**） 关闭窗口在不保存的情况下执行更改。

取消（**Cancel**） 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.6. 绘图（OpticStudio配置选项）（Graphics (OpticStudio preferences)）

OpticStudio配置选项（OpticStudio preferences）窗口中可以进行图形（Graphics）设置，该窗口可以通过设置选项卡（Setup Tab）的系统（System）部分中的按钮来显示。这些设置决定了OpticStudio大部分图形窗口的大小、颜色和动作。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



设置

字体/字形（**Font/Font Style**） 可选择图形的字体名称和样式。

新建绘图时显示设置（**Show Options First**） 如果勾选此选项，在计算和显示任何分析图形或文字之前，将会出现设置框。

按比例打印视图（**Print Layout Plots to Scale**）自动调整打印图形的大小，使输出与系统的真实大小相匹配。

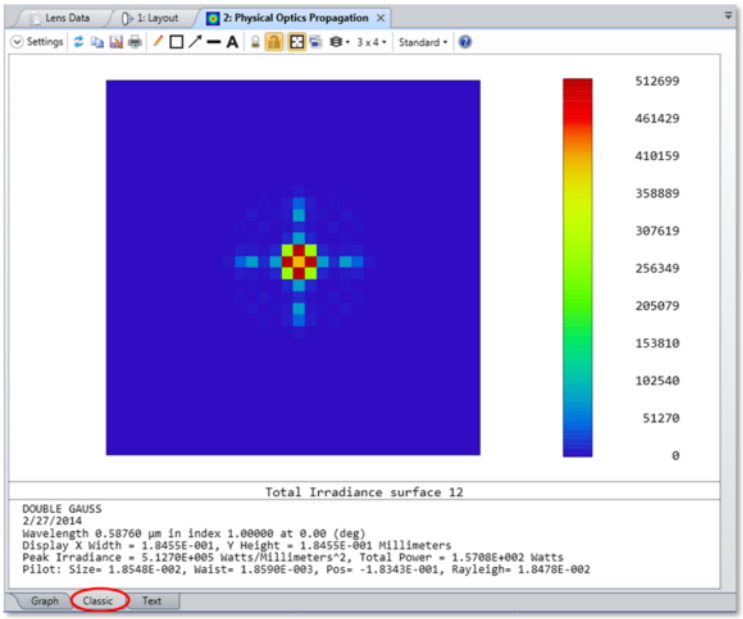
压缩绘图框架（**Frame Zoomed Graphics**） 如果选中，粘贴到剪贴板的压缩图形具有边框；否则，不会显示边框。

图形旋转**Z、Y、X**（**Layouts Rotate Z, Y, X**） 如果选中，所有3D视图输出会对显示的镜头进行旋转，首先是窗口坐标的Z方向，然后是Y方向，再是X方向。这与OpticStudio在顺序标志为0的情况下进行坐标断点变换的规定是一样的。如果不选择该选项，显示的透镜会先按窗口坐标的X方向旋转，然后是Y，最后才是Z。这与OpticStudio在顺序标志不为0的情况下进行坐标断点变换的规定是一样的。

高亮视图（**Highlight Layouts**） 如果选中，LDE、EDE中当前表面或NSCE中当前物体在所有打开的视图中会高亮显示。将光标在编辑器的每行之间移动，会使视图不断进行重画，以使选中的表面或物体高亮显示。突出显示的颜色通过颜色（Colors）选项卡进行设定。突出显示会使编辑器的运行速度减慢，因为图形不断地在重画。

启用经典视图（**Enable Classic View**） 此选项可启用某些分析窗口的额外“经典视图”。下例展示了OpticStudio中的示例文件“Double Gauss 28 degree field.zmx”中的物理光学传播窗口的经典视图。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



使用窗口光标（**Use Active Cursor**） 此设置可确定在创建新窗口时，是否开始使用窗口光标。

在视图中启用水印（**Enable watermark in Layouts**） 该设置在视图分析中启用水印。

在分析中启用水印（**Enable watermark in Analyses**） 该设置在OpticStudio分析中启用水印。

背景颜色（**Background**） 从这一下拉列表中可以选择图形窗口的背景颜色。

纵横比（**Aspect Ratio**） OpticStudio图形窗口的默认纵横比为3 x 4，这与标准纸为8.5 x 11英寸的打印机正好相配。而对于11 x 17英寸的打印机，纵横比为3 x 5就比较合适。4 x 3和5 x 3这两种纵横比的高度大于宽度。此选项决定了打印和屏幕显示的默认纵横比。通过修改下拉设置中的工具栏，可以使每个图形窗口拥有自己的纵横比。

默认线宽和表面厚度（**Default Line & Surface Thickness**） 此设置可以确定分析窗口中图形的默认线宽，以及视图中的默认表面厚度。请注意，此设置并不能控制视图中注释的线宽，它目前是固定的，无法修改。

实体模型平滑（**Shaded Model Anti-Aliasing**） 控制实体模型的平滑程度，其中值越高则图像越平滑，但渲染需要的时间可能会更长。

打印方向（**Print Orientation**） 控制是使用默认（Default）、最佳拟合（Best Fit）、纵向（Portrait）还是横向（Landscape）视图打印视图。“默认”视图使用当前打印机设置。“最佳拟合”使用绘图窗口的纵横比，纸张的可打印区域可确定是纵向还是横向能产生最佳拟合。

禁用现代图形（**Disable Modern Graphics**） 仅当计算机硬件不足以支持图形要求时才应更改此设置。选项包括关闭（Off）、视图（Layout Plots）、非视图（Non-Layout Plots）和所有图（All Plots）。如果选择“视图”或“所有图”，实体模型查看器将被禁用，因为它依赖于高级图形支持。

默认混合模式（**Default Blending Mode**） 设置实体模型查看器的默认混合设置。如需了解有关详细信息，请参阅工具栏按钮功能（Toolbar Button Functions）中的“混合（Blending）”定义。

默认导出分辨率（**Default Export Resolution**） 确定将分析和布局数据导出为图像文件时的默认分辨率。使用“默认导出分辨率”下拉菜单下的“从窗口（From Window）”选项，则使用屏幕分辨率保存窗口。从下拉列表中选择自定义（Custom）时，导出图像的大小由自定义导出宽度（或高度）和窗口的当前纵横比决定。

自定义导出宽度（**Custom Export Width**） 以像素为单位设置默认宽度，以便在使用自定义输出分辨率导出时将分析和布局数据保存为图像文件。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

假色（**False Color**）为所有带有假色显示的分析窗口设置色谱。Spectrum是默认设置，基于Jet颜色图。Viridis和Magma更适合灰度打印和色盲人群。

箭头尺寸（**Fletch Size**）决定各种视图中的箭头相关尺寸。默认值1.0将以默认尺寸画箭头，值为2.0时将以双倍普通大小画箭头，为0.5时将以一半尺寸画箭头。可使用0.0和100之间的任何一个值。

坐标轴尺寸（**Orientation Indicator Size**）决定了在各种视图上绘制的方向指针的相关尺寸。默认值1.0将以默认尺寸画出指针，值为2.0时将以双倍大小画指针，为0.5时将以一半尺寸画指针。可使用0.0和10.0之间的任何一个值，0值表示清除指针。

网格线宽（**Grid Lines Intensity**）指定0到255之间的任意整数来定义灰色网格线宽（如果显示）。值为0将会使网格线为纯白，值为255使网格线为纯黑。

窗口尺寸（**X**）（**Window X Size**）以像素为单位的图形和文字窗口默认X值。可以根据显示器大小和分辨率进行调整。

按钮功能

保存（**Save**）将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

加载（**Load**）允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置（**Reset/Reset All**）重置OpticStudio选项的一个或所有部分。

确定（**OK**）关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

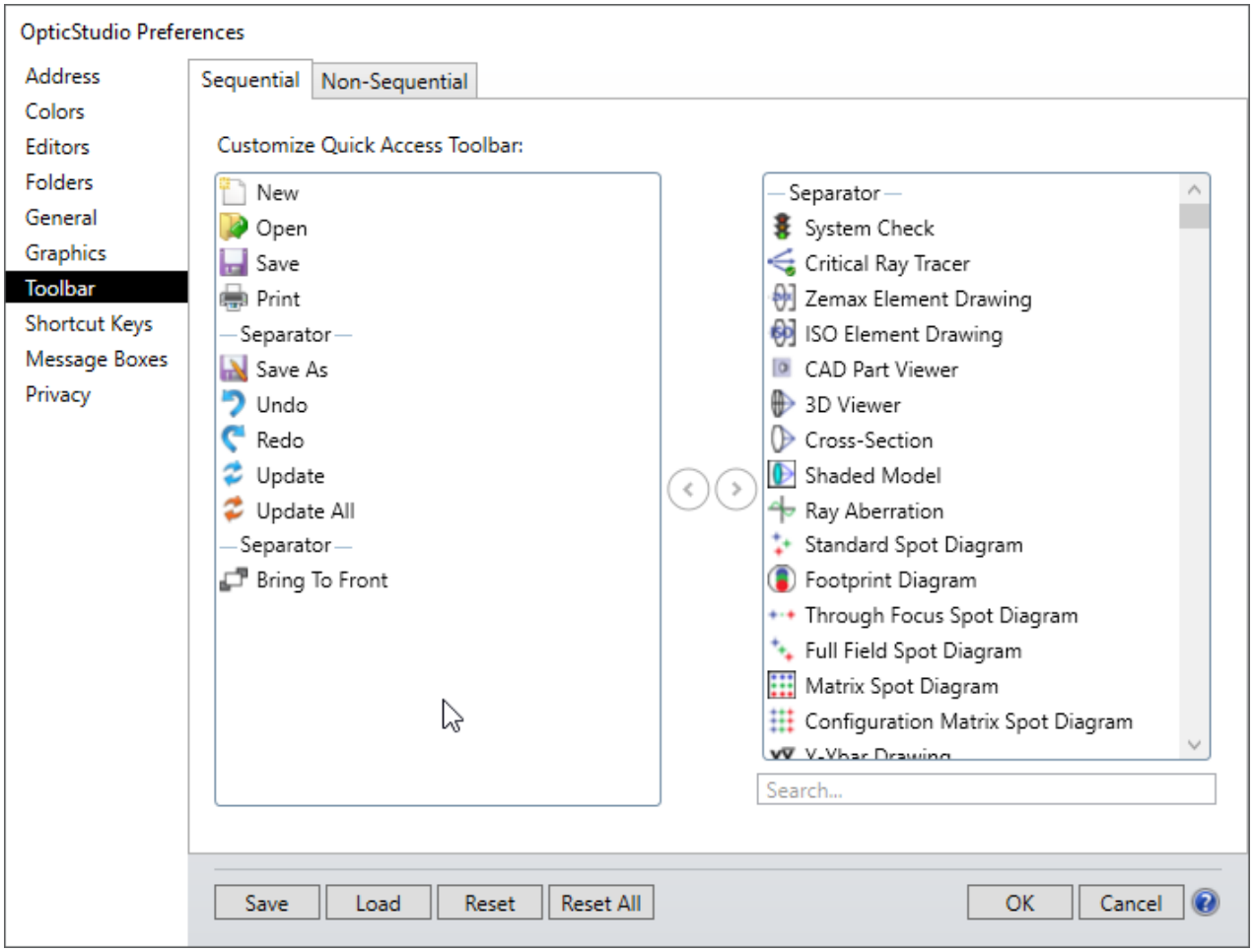
取消（**Cancel**）在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.7. 工具栏(Toolbar)

在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)窗口中可以进行工具栏设置，该窗口可以通过设置菜单的系统部分中的按钮来显示。

此设置可以让用户在显示快速访问工具栏中的分隔符后自定义图标。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

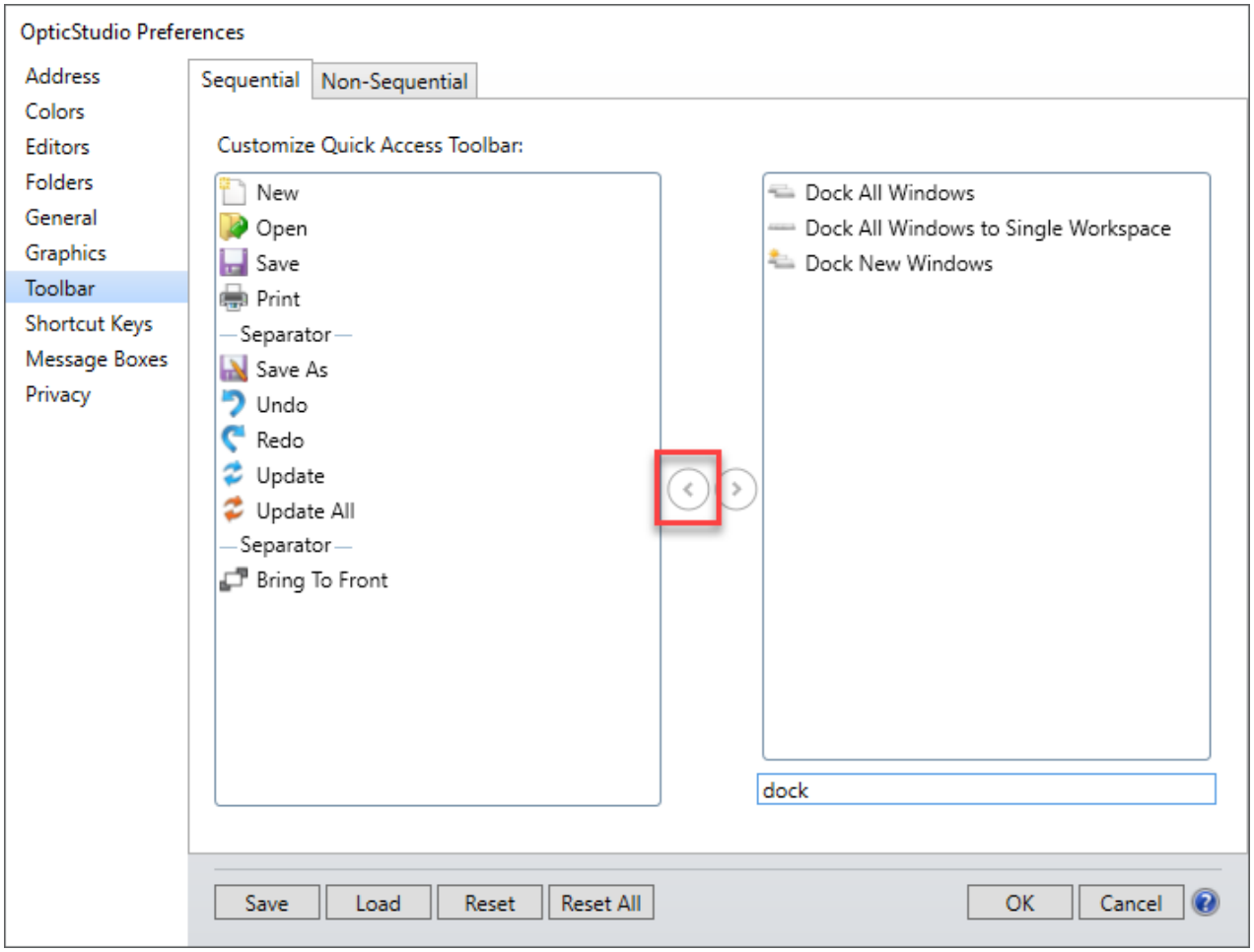


使用中心的左箭头和右箭头，将图标移动到快速访问工具栏并移开。

要在快速访问工具栏里添加新工具，首先选择序列模式(Sequential)或非序列模式用户界面(Non-sequential UI Mode)选项卡，单击右侧列出的一个项功能，然后使用左箭头将该功能移动到工具栏。

例如，输入"布局(dock)"来搜索"布局所有窗口(Dock All Windows)"工具。

点击该工具选择它，然后使用左箭头将其移动到工具栏：



同样，可以使用右箭头从工具栏删除功能。

按钮功能

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

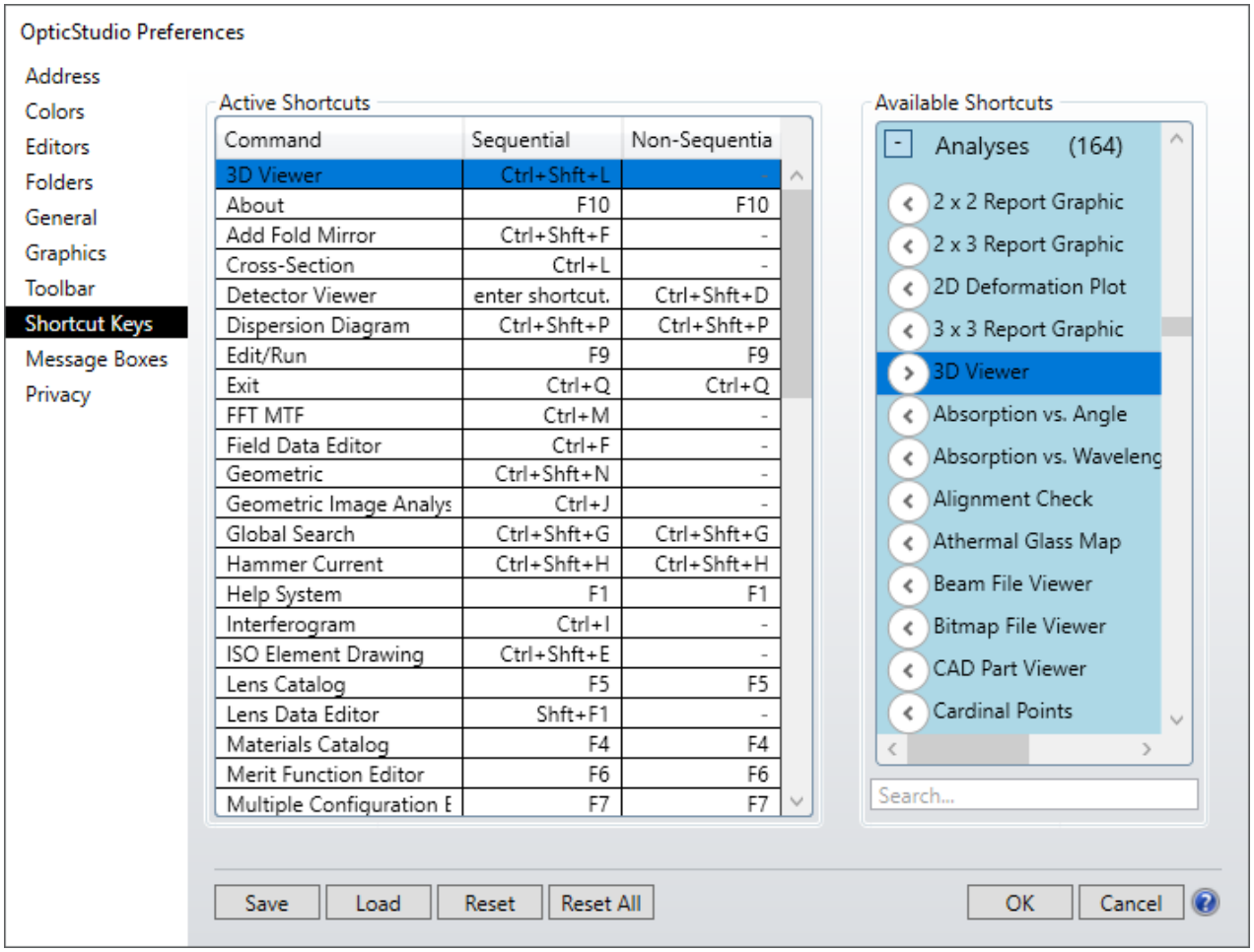
确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

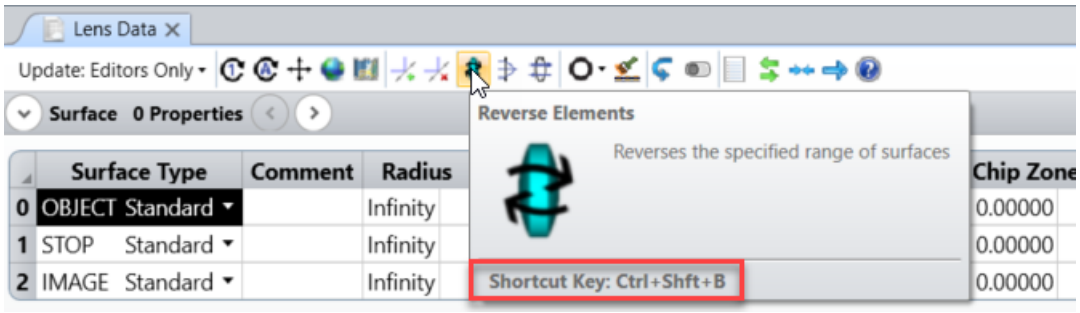
2.1.2.8. 快捷键(Shortcut Keys)

在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)窗口中可以进行快捷键(Shortcut Keys)设置，该窗口可以通过设置选项卡(Setup Tab)的系统(System)部分中的按钮来显示。此设置可以让用户查找并自定义快捷键。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



在鼠标停留在功能导航栏或编辑栏的任意图标上方时（如下所示），用户界面上将显示自定义的快捷键。



当前快捷键**(Active Shortcuts)**

以下是当前快捷方式的完整列表。

要更改快捷键，请单击命令的序列或非序列模式单元格，并输入快捷键的新组合。例如，要将3D视图的序列模式快捷方式更改为"F1"，只需按下"F1"键。要将其更改回"Ctrl+Shft+L"组合键，按正确的顺序输入这些键，并按Enter键。请注意，将会自动添加加号。

可选快捷键**(Available Shortcuts)**

点击可选快捷键名称旁边的添加或删除按钮，可以将其添加到当前快捷键列表中或从当前快捷键列表将其删除。

按钮功能***(Button Functions)***

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

加载**(Load)** 允许用户加载先前保存的结构。

重置/全部重置**(Reset/Reset All)** 重置OpticStudio配置选项的一个或所有部分。

确定**(OK)** 关闭窗口在不保存的情况下实施更改。

取消**(Cancel)** 在不实施任何更改的情况下，关闭窗口。

2.1.2.8.1. 默认快捷键总结(Summary of Default Shortcut Keys)

序列模式

Ctrl + A	切换到下一个结构
Ctrl + B	近轴高斯光束传播
Ctrl + C	复制
Ctrl + E	OpticStudio 元件制图
Ctrl + F	打开视场数据
Ctrl + G	展开并最小化系统选项边栏（即常规系统对话框）
Ctrl + H	分类数据
Ctrl + I	干涉图(Interferogram)
Ctrl + J	几何图像分析
Ctrl + K	网格视图
Ctrl + L	截面图（即2D视图）
Ctrl + M	FFT MTF
Ctrl + N	新建镜头文件
Ctrl + O	打开
Ctrl + P	打印
Ctrl + Q	退出
Ctrl + R	光扇图
Ctrl + S	保存
Ctrl + T	公差分析
Ctrl + U	更新当前窗口
Ctrl + V	粘贴
Ctrl + W	波长数据
Ctrl + X	剪切
Ctrl + Y	单光线追迹

Ctrl + Z	切换变量状态

Ctrl + Shift + A	切换到前一个结构
Ctrl + Shift + B	翻转元件
Ctrl + Shift + D	下一个非序列模式组编辑器
Ctrl + Shift + E	ISO元件制图
Ctrl + Shift + F	添加反射镜
Ctrl + Shift + G	全局搜索（即全局优化）
Ctrl + Shift + H	锤形优化
Ctrl + Shift + J	部分相干图像分析
Ctrl + Shift + K	实体模型（废弃）
Ctrl + Shift + L	3D视图
Ctrl + Shift + N	几何圈入能量（即几何包围能量）
Ctrl + Shift + O	执行优化
Ctrl + Shift + P	色散图
Ctrl + Shift + Q	快速聚焦
Ctrl + Shift + R	光程差(OPD)光扇图
Ctrl + Shift + S	标准点列图
Ctrl + Shift + U	全部更新
Ctrl + Shift + V	可视化优化器
Ctrl + Shift + X	系统数据报告
Ctrl + Shift + Z	Zernike Fringe系数

F1	帮助
F3	撤销
Ctrl + F3	重做
F4	材料库（即玻璃库）
F5	镜头库
F6	评价函数编辑器
F7	多重结构编辑器
F8	以前的附加数据编辑器；现已废弃
F9	编辑/执行ZPL宏
F10	关于

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Shift + F1	镜头数据编辑器
Shift + F2	公差数据编辑器
Shift + F3	非序列模式元件编辑器
Ctrl + Tab	下一个窗口

Ctrl + Shift + Tab	上一个窗口

非序列模式用户界面

Ctrl + A	切换到下一个结构
Ctrl + C	复制
Ctrl + D	非序列模式光线追迹
Ctrl + G	展开并最小化系统选项边栏（即常规系统对话框）
Ctrl + H	分类数据
Ctrl + L	3D视图
Ctrl + N	新建镜头文件
Ctrl + O	打开
Ctrl + P	打印
Ctrl + Q	退出
Ctrl + S	保存
Ctrl + T	公差分析
Ctrl + U	更新当前窗口
Ctrl + V	粘贴
Ctrl + W	波长数据
Ctrl + X	剪切
Ctrl + Z	切换变量状态

F1	帮助
F3	撤销
Ctrl + F3	重做
F4	材料库
F5	镜头库
F6	评价函数编辑器
F7	多重结构编辑器
F9	编辑/执行ZPL宏

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

F10	关于

编辑器

Ctrl + Left	将光标向左移动5列
Ctrl + Right	将光标向右移动5列
Ctrl + Up	将光标移动到第一行
Ctrl + Down	将光标移动到最后一行
Tab	将光标向右移动1列
Shift + Tab	将光标向左移动1列
Home	将光标移动到第一行，第一列单元格
End	将光标移动到最后一行，第一列单元格
Page Up	将光标移动到第一行，当前列单元格
Page Down	将光标移动到最后一行，当前列单元格

图形和分析窗口

Home	放大
End	缩小
Page Up	旋转视图
Page Down	旋转视图
Arrows	旋转视图或切换表面编号
Ctrl + Tab	下一个窗口

请注意下列快捷键是不可配置的。

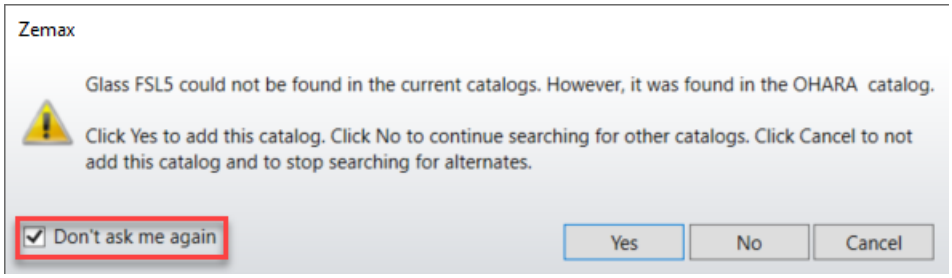
Ctrl + Alt + 1-9 选择第n个选项卡（使用0表示选项卡10）。 例如，开启"启用经典视图"的FFT分析中，有三个选项卡：1 = 现代，2 = 经典，3 = 文本。 在这种情况下，按Ctrl + Alt + 2组合键将选择"经典"选项卡。

Ctrl + Alt + Enter 切换设置

Ctrl + Alt + U 更新

2.1.2.9. 消息窗口(Message Boxes)

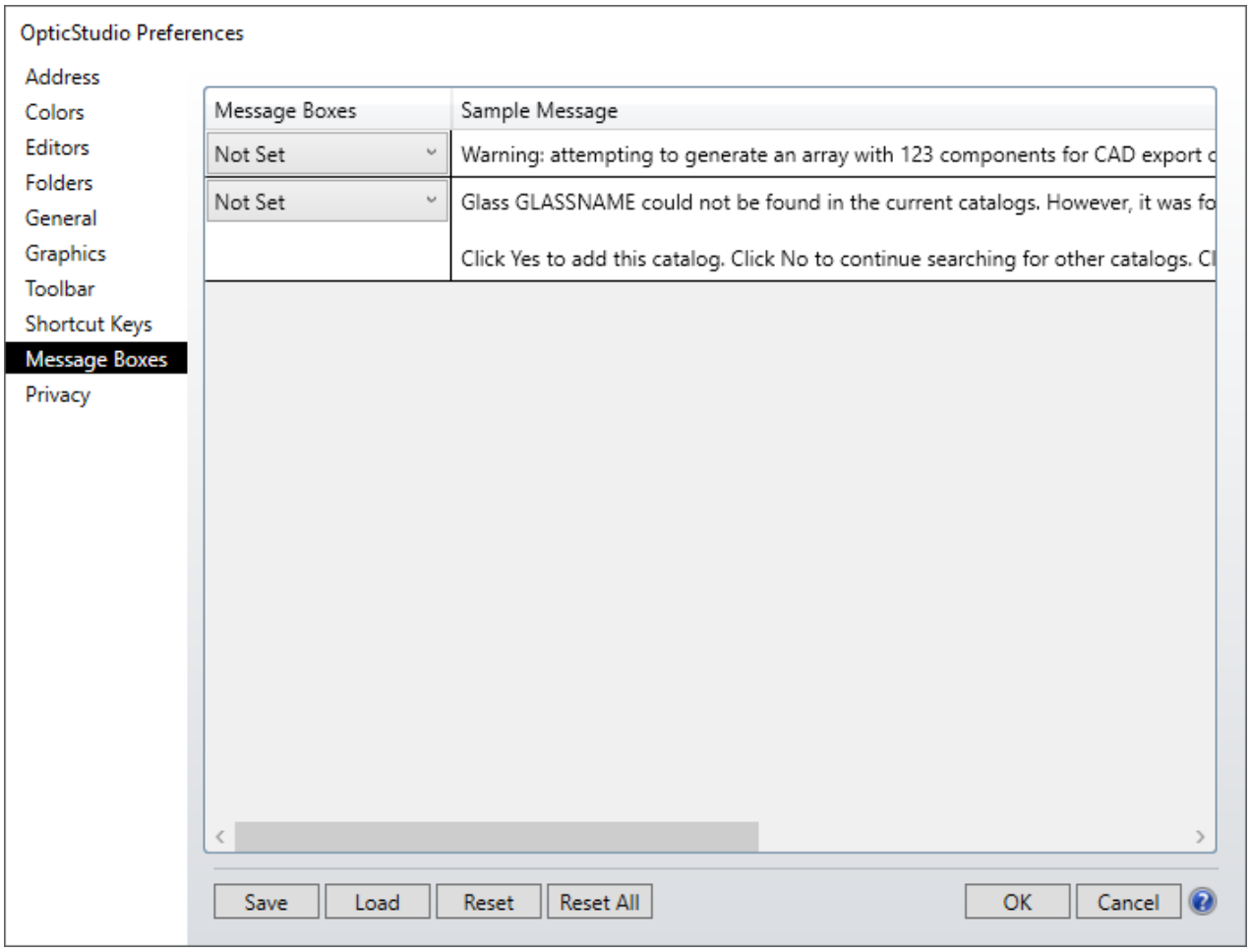
对于一些需要用户作出选择的信息（例如，是/否，重试/取消），这个配置选项可以让OpticStudio记住用户的选择项，并在以后始终默认选择该选项。 例如，假设您要在材料的镜头数据编辑器的材料列中输入一个名称，该材料不包含在系统选项的"当前玻璃库(Catalogs To Use)"部分中列出的任何库中。对于这种情况，在弹出提醒您要注意的问题的对话框中提供了"不再询问(Don’t ask me again)"选项：



如果您选择"不再询问"并点击"是(Yes)"，那么下次您在库中材料的镜头数据编辑器的材料列中输入一个名称时（这个库并不是系统选项的"当前玻璃库"部分中列出的任何库），包含材料的库将被自动添加到系统选项的"当前玻璃库"部分，无需您在结束时输入更多的内容。

请务必了解的是，系统选项只会记住对话框的响应（例如"是"），而不是选择的结果。换句话说，在上例中，在未来的情况下将自动选择包含该材料的第一个库**(first catalog)**，不一定是最初您选择"是"的原始信息中的库。

可以在"配置选项 > 消息窗口"中查看和更改这些设置：

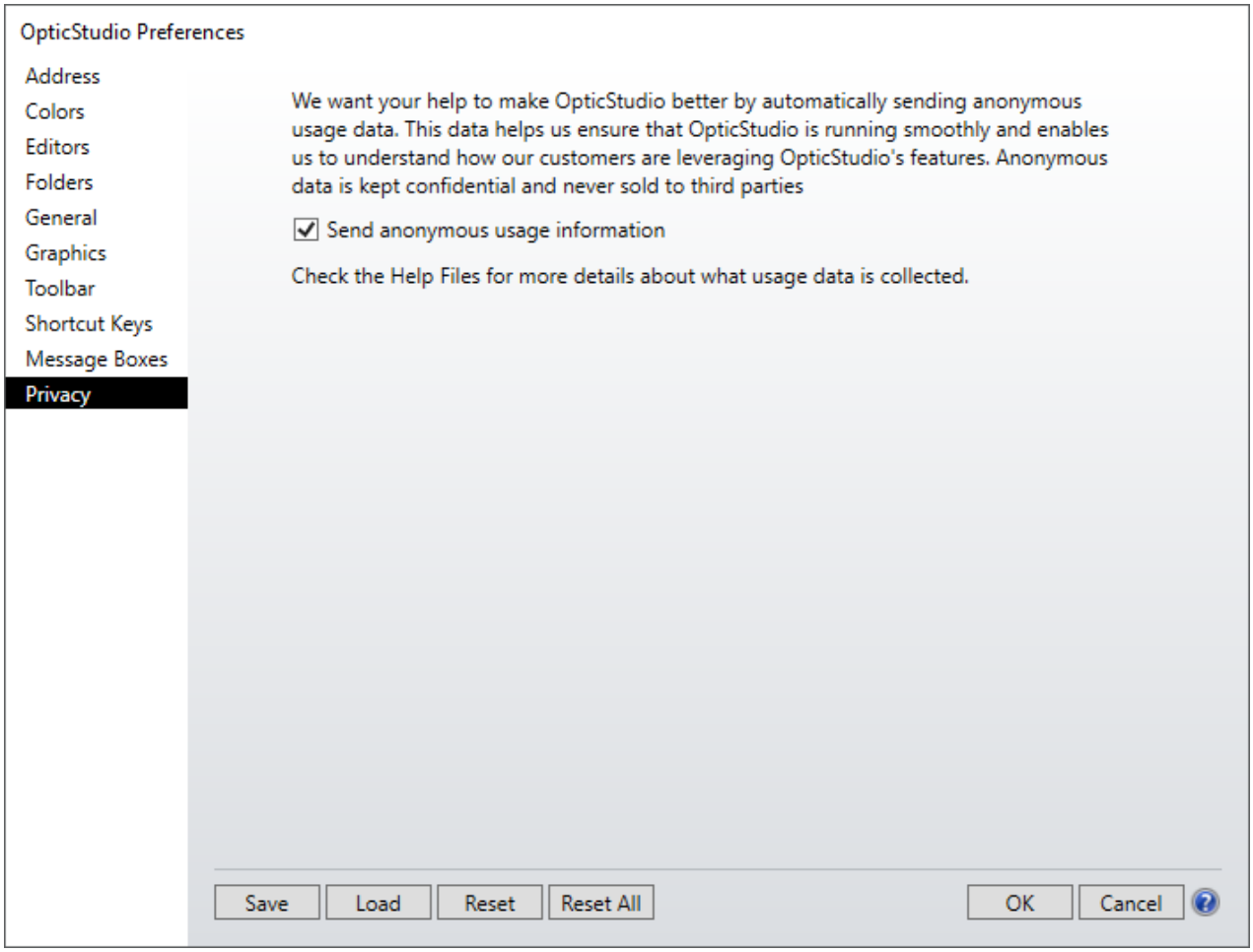


请注意，提供的示例信息仅作为提示，且消息窗口包含的细节不一定适用于您的当前系统。

2.1.2.10. 隐私(Privacy)

在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)窗口中可以进行隐私(Privacy)设置，该窗口可以通过设置选项卡(Setup Tab)的系统(System)部分中的按钮来显示。

该设置支持用户同意或拒绝向Zemax匿名发送使用信息。

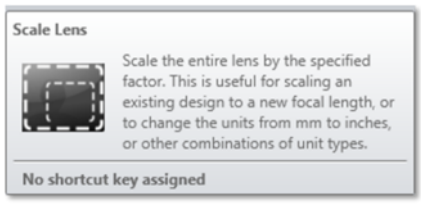


将采集下列数据：

☒Ansys Zemax OpticStudio版本（专业版、旗舰版或企业版）
☒OpticStudio启动的次数
☒总运行时间
☒崩溃次数
☒文件加载数
☒执行过的分析与工具类型
☒每个分析或工具的执行次数
☒每个分析或工具的总使用时间

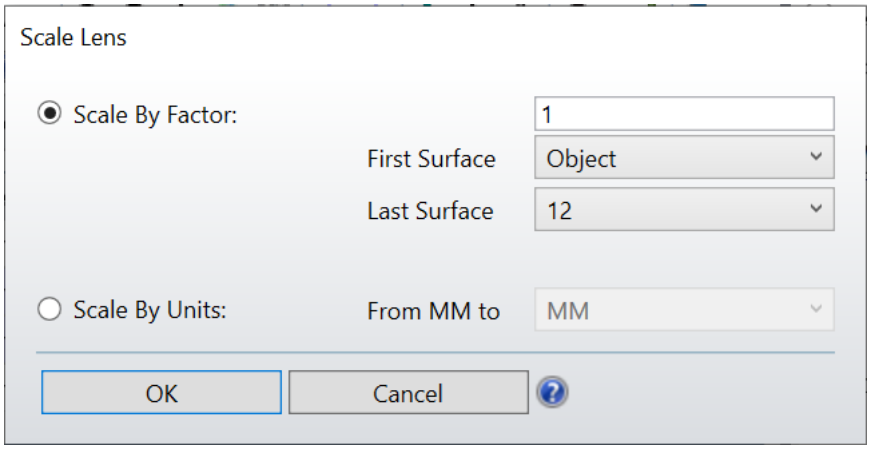
采集数据完全匿名，不会与您的姓名或许可证号关联。

2.1.3. 缩放镜头(Scale Lens)



在设置(Setup)选项卡的系统(System)部分提供了缩放镜头(Scale Lens)工具。

此功能可按一定的因子缩放整个镜头。例如，这对于将一个现成的设计缩放成一个有新焦距的设计很有用。波长不会缩放。缩放镜头功能也可以用于将单位由毫米转换成英寸，或其它组合的单位类型。



设置：

因子缩放**(Scale by factor)** 若选中，则直接输入缩放因子。

起始面**(First Surface)** 选择因子缩放时该范围的第一个表面。

终止面**(Last Surface)** 选择因子缩放时该范围的最后一个表面。

单位缩放**(Scale by units)** 若选中，则镜头用所选单位进行转换。

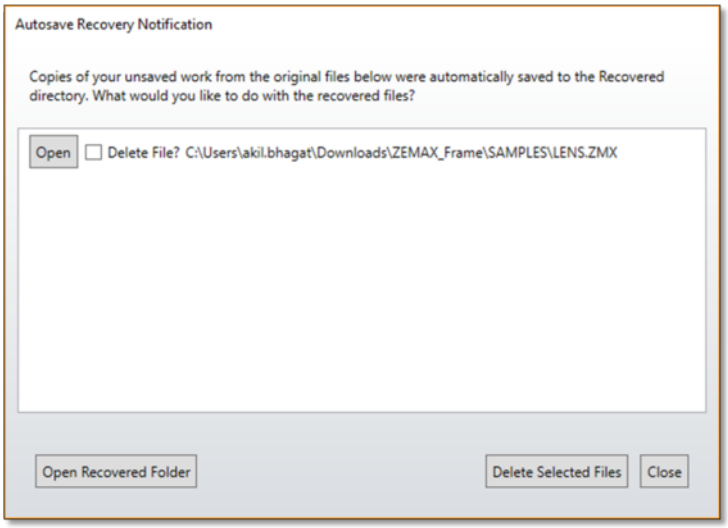
数据缩放是基于数据的度量单位执行的。如果比例因子是X，那么以长度镜头单位下测得的数据将根据因子X进行缩放。以镜头单位平方（如平方毫米）为单位测得的数据将按X的平方缩放。一些多项式系数（如那些偶次非球面），它们的单位在不同的项中有所变化，OpticStudio在缩放这些数据时会进行考虑。其它的参数（如圆锥常数）为无量纲的数，因此无法缩放。

OpticStudio 通常可以正确地缩放在镜头数据编辑器和非序列模式元件编辑器里的所有镜头数据。 OpticStudio 也能对评价函数编辑器、多重结构编辑器以及公差数据编辑器里的几乎所有的数据进行正确地缩放。

OpticStudio 不会尝试着去缩放某些类型的数据，尽管这些数据适用于缩放。这些例外是一些数据项，例如多重结构操作数PRAM和NPAR，它会改变表面或物体的常规参数数据，或用户定义DLL表面或物体的参数数据。如果需要，应手动缩放这些数据项。此外，OpticStudio不会尝试缩放CAD零件或CAD装配体的大小。如果需要，应在原始创建程序中缩放这些物体。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.1.4. 自动保存(Autosave)



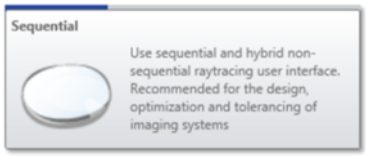
自动保存工具在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)指定的时间间隔内自动保存当前文件。自动保存的文件位于自动保存文件夹中，它在<Zemax数据文件夹>中可以找到。

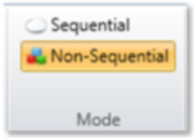
自动保存工具将使用由撤销设置保存的.ZMX文件的副本。 如果撤销设置为"None"，那么.ZMX和.ZDA文件都将在指定的时间间隔内被保存。当任意工具在运行时（如在优化过程中）都不会自动保存，相反，在工具完成运行后的一个时间间隔内会自动保存。

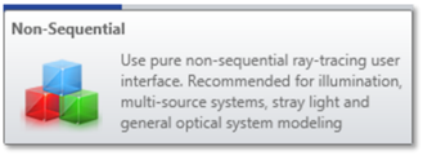
如果OpticStudio意外关闭，那么在下一次打开时，将会出现一个对话框告诉用户文件已自动保存。这个对话框可以在"OpticStudio配置选项>常规(OpticStudio Preferences>General)"中被禁用。 这个对话框将提供一些选择，如打开文件、删除文件、打开文件夹中被恢复文件，或者关闭对话框，并在开启OpticStudio时打开选择的文件。 除非用户彻底删除文件，否则它将永远保存在回收文件夹中。

2.2. 程序模式组(Program Mode Group)

在"设置"选项卡的系统部分可以找到"程序模式"按钮。这些按钮可选择用户界面和程序模式。





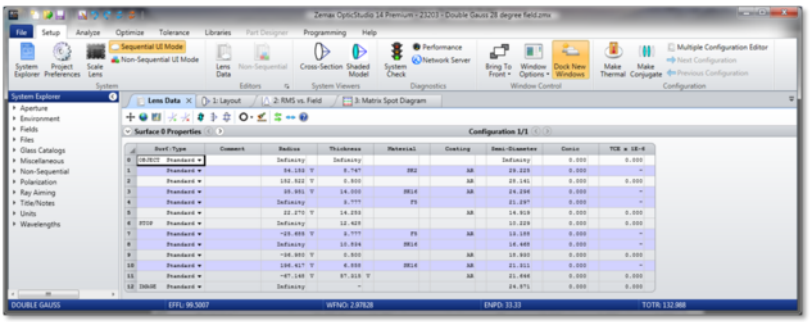


OpticStudio用户界面有两种不同的模式：序列模式和非序列模式。对于成像系统的设计、优化和公差分析，建议使用序列模式用户界面。而对于照明、多光源系统、杂散光和常规光学系统建模，建议使用非序列模式用户界面。

2.2.1. 序列模式用户界面(Sequential UI Mode)

在设置选项卡的系统部分可以使用序列模式用户界面按钮。 此按钮可启用序列和混合非序列模式光线追迹用户界面。

下面的截图取自序列模式用户界面下的OpticStudio序列物镜示例文件"Double Gauss 28 degree field.ZMX"：

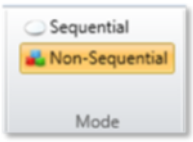


序列光学表面可很好地描述大多数成像系统，这意味着光线始终以严格的顺序从物面追迹到表面1，然后是2，3等等。每条光线以预定的顺序穿过每个表面，且仅穿过一次。例如序列模式下的光线永远不会从表面3追迹到表面9，然后再回到1。序列模式简单、便捷，且在许多重要的情况下非常有用和全面。

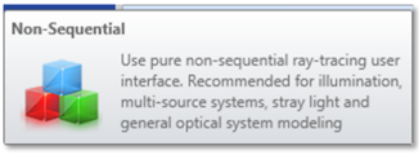
在序列模式下，所有程序功能都可以使用，包括在任意表面放置非序列组件。在这种模式下，OpticStudio追迹从物面到所有定义的表面和非序列组件的光线。这是设计成像系统或者其它需要优化、计算公差和进行详细像质分析的系统时推荐使用的模式。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

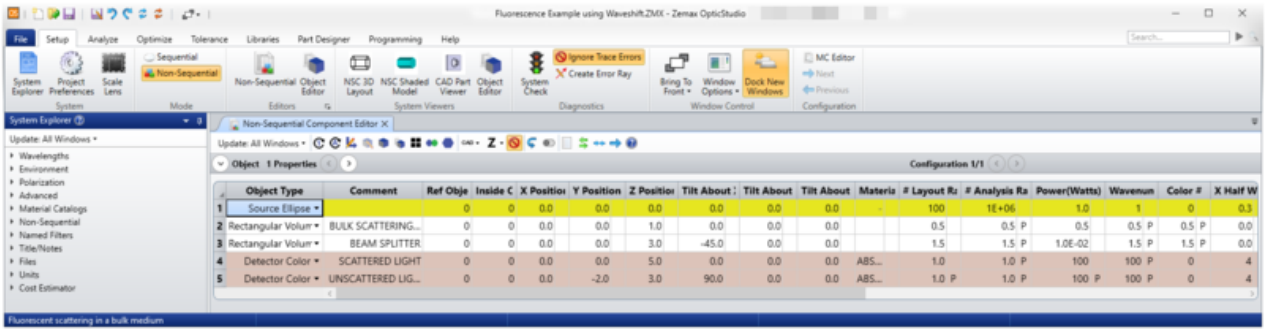
2.2.2. 非序列模式用户界面



在设置选项卡的系统部分可以使用非序列模式用户界面按钮。此按钮可启用纯非序列模式光线追迹用户界面。



下面的截图取自非序列模式用户界面中的OpticStudio非序列模式散射示例文件"Fluorescence Example.ZMX"：



非序列模式意味着光线以它们穿过各个物体或表面的实际物理顺序来追迹，而不一定以物体列于软件用户界面中的顺序追迹。注意，非序列模式追迹中的光线可能会反复地入射到同一物体上，且完全错过其它物体。一般而言，物体被光线击中的顺序取决于物体的几何形状以及输入光线的角度和位置。需要进行或最好进行非序列模式光线追迹的物体，主要包括：棱镜、导光管、透镜阵列、反射器和菲涅尔透镜。对于特定类型的分析，如杂散光或散射光效应，应在完全非序列模式的环境下有用。

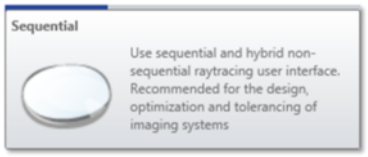
在非序列模式下，可多次更改用户界面和镜头数据，以简化下面这些系统的分析：

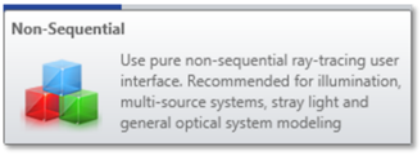
只使用第一个面，所有非序列模式物体放在一个非序列组中，这一组放在第一面上。不使用物面和像面。不使用镜头数据编辑器。使用非序列模式元件编辑器(NSCE)代替基本编辑器。不使用视场对话框。波长对话框仍被用来定义被追迹的波长。只追迹源于NSCE中放置的光源的光线。

为了简化用户界面，在菜单和按钮中把非序列模式下不使用的功能都清除了。这些功能包括光扇图(Ray fans)、MTF绘图、点列图(Spot diagrams)，以及其它很多只在序列模式光线追迹中存在的功能。非序列模式中的基本分析方式是追迹光线到一个或多个探测物体(Detector Object)。

2.2.3. 切换用户界面模式(Switching UI Modes)

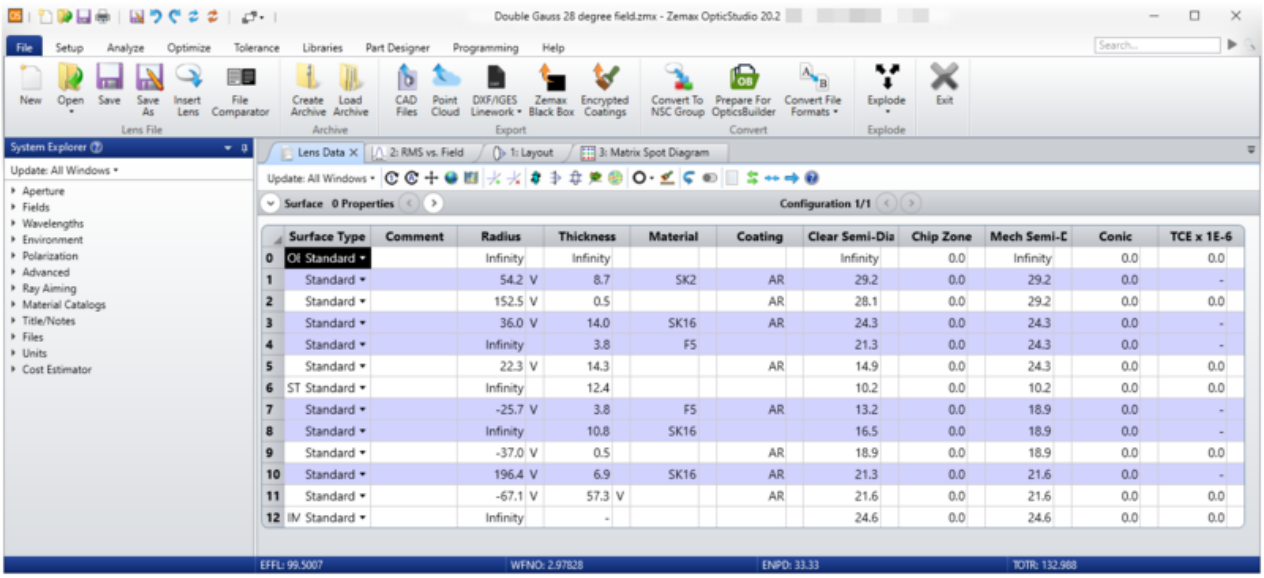
从序列模式转换到非序列模式



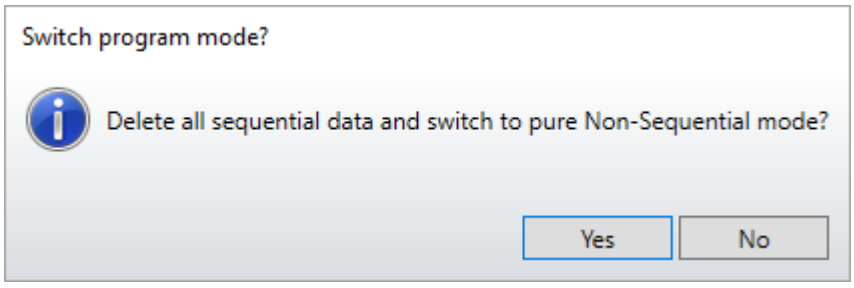


从序列模式转换到非序列模式，将导致所有序列数据被删除。

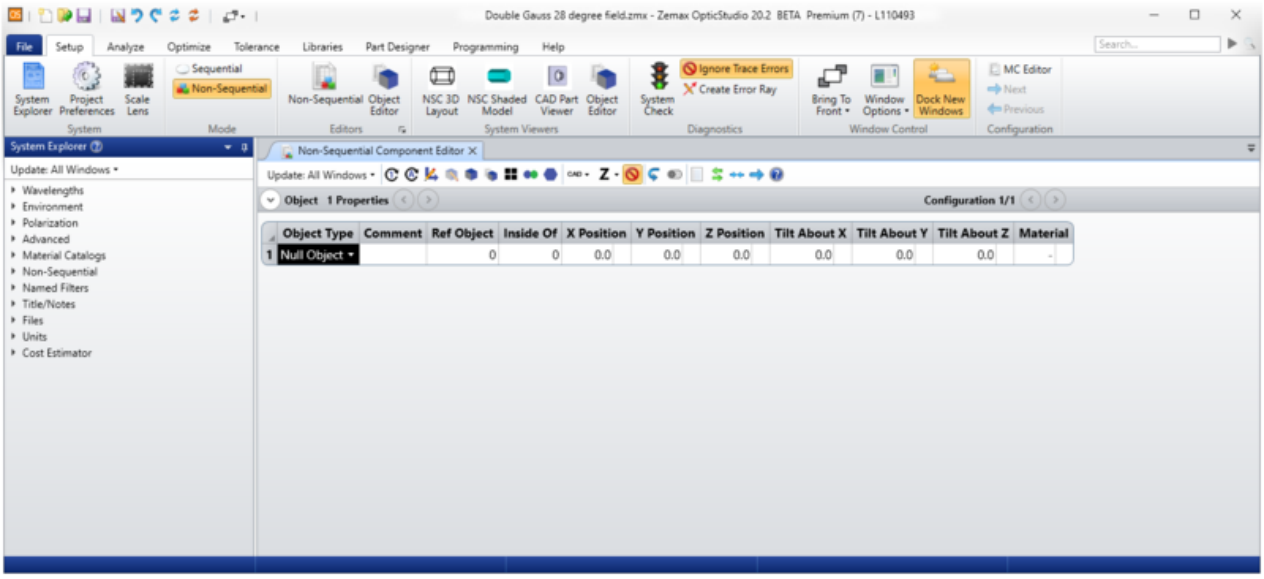
下面的截图通过OpticStudio序列模式物镜示例文件"Double Gauss 28 degree field.ZMX"获得：



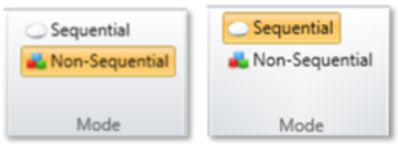
选择非序列模式用户界面：



这会将用户界面模式更改为非序列模式用户界面，在该模式下非序列模式元件编辑器可用，但镜头 数据编辑器不可用：

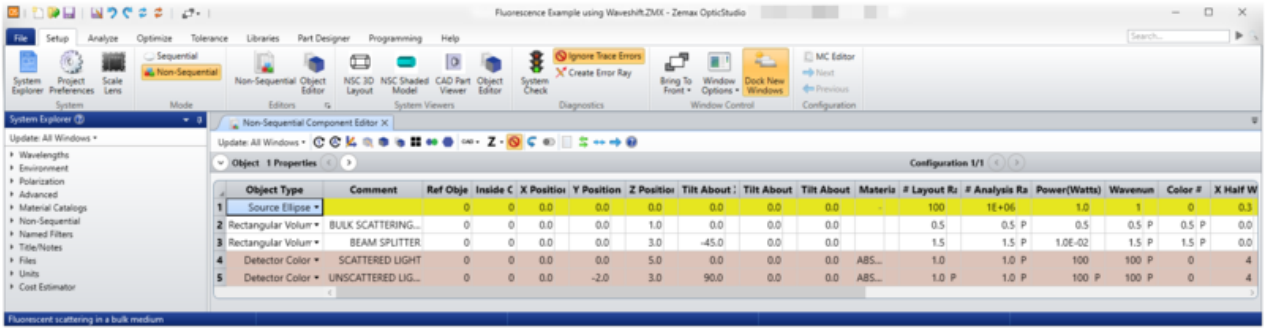


从非序列模式转换到序列模式

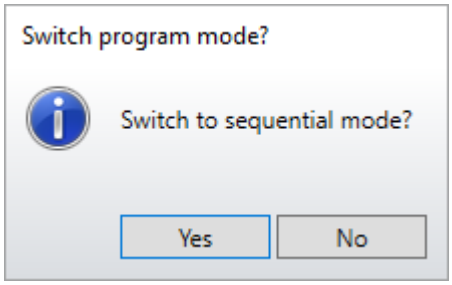


每次都可在不丢失数据的情况下，从非序列模式转换到序列模式。

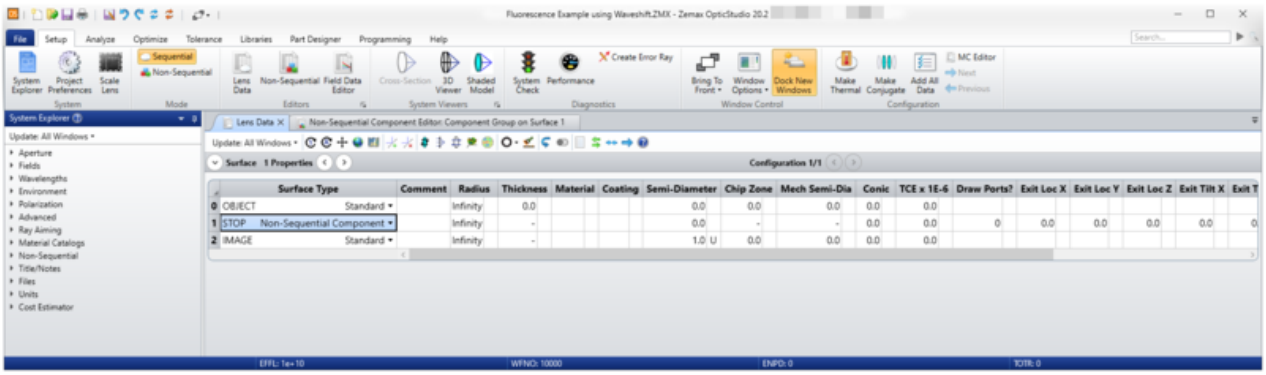
下面的截图是OpticStudio非序列模式散射示例文件"Fluorescence Example.ZMX"：



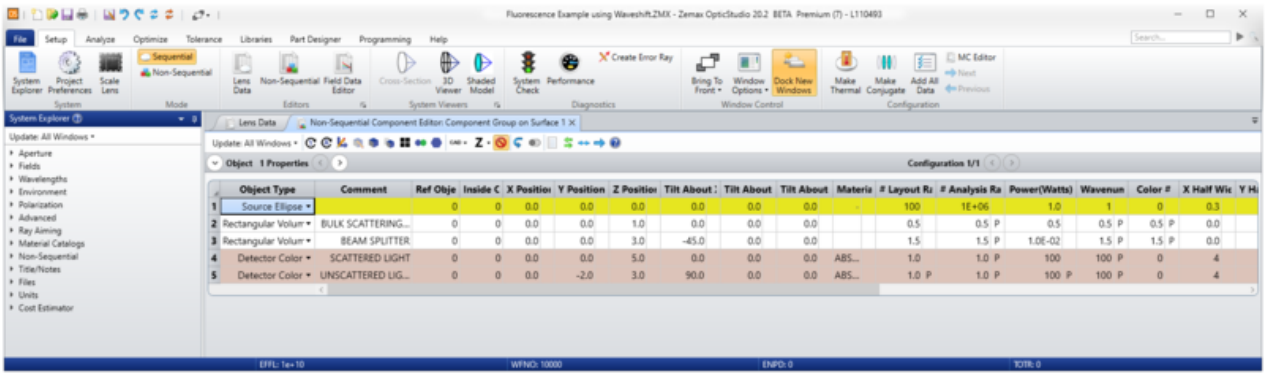
选择序列模式用户界面：



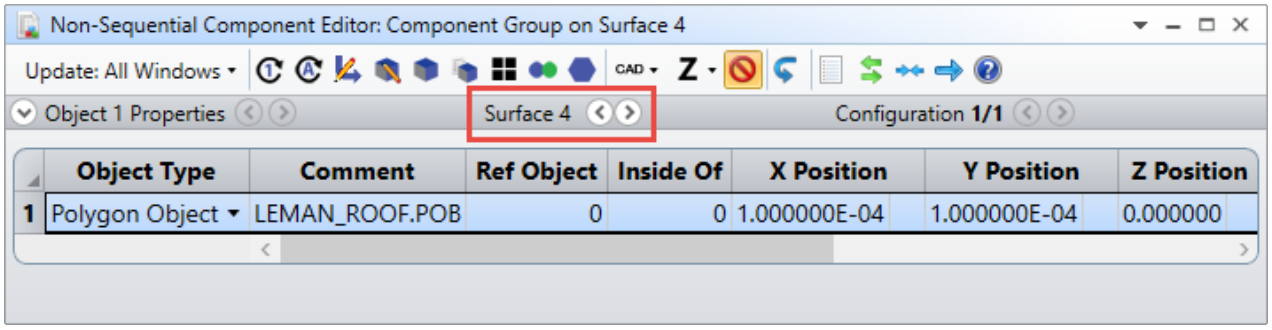
这会将用户界面模式更改为序列模式用户界面，在该模式下，镜头 数据编辑器可用：



如果在镜头数据编辑器中添加了一个非序列模式元件表面，则在序列模式下，也可使用非序列模式元件编辑器。

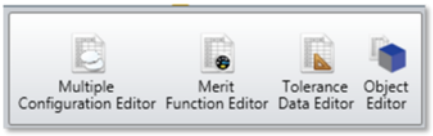


对于镜头数据编辑器中有多个非序列模式元件表面的系统来说，可以通过在非序列模式元件编辑器工具栏中使用表面编号箭头在非序列模式组之间切换。

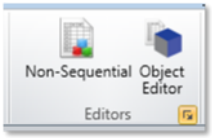


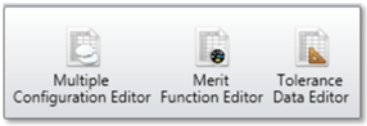
2.3. 编辑器组（设置选项卡）(Editors Group (Setup Tab))

以下是在（序列模式用户界面）设置选项卡中可以使用的编辑器。



以下是在（非序列模式用户界面）设置选项卡中可以使用的编辑器。



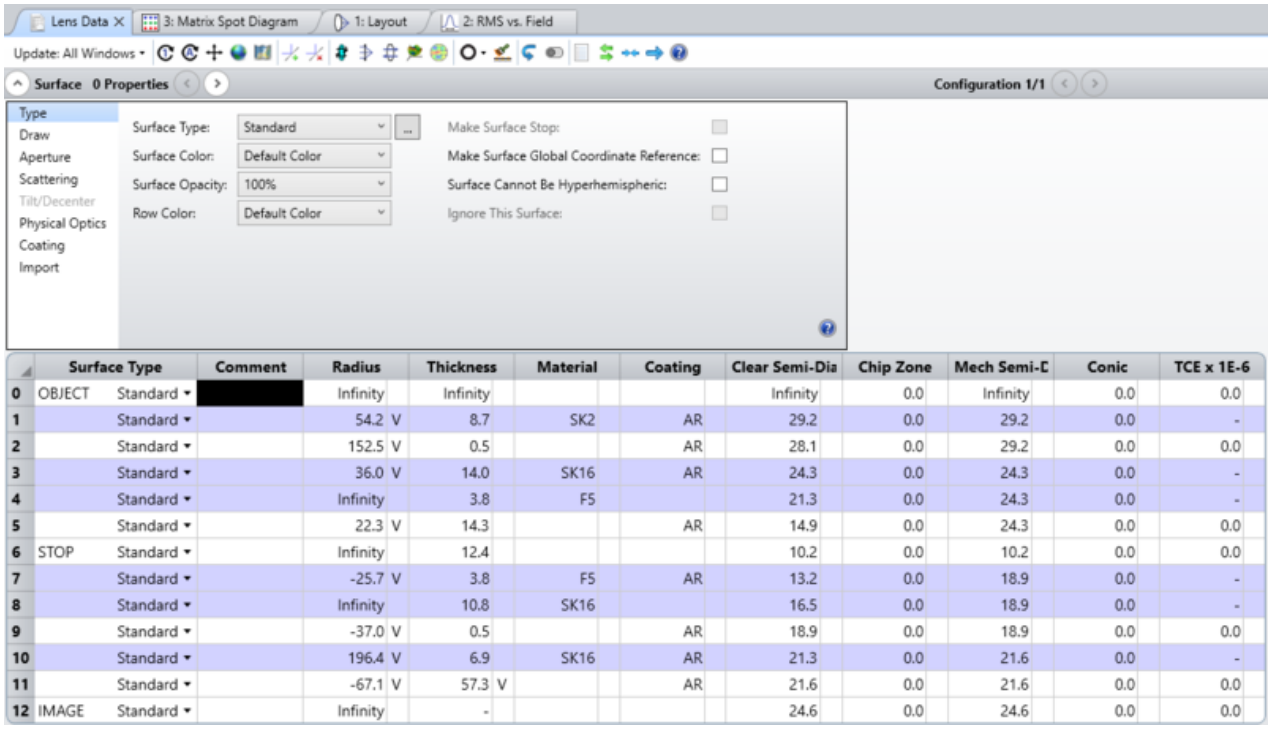


2.3.1. 镜头数据编辑器(Lens Data Editor)

"镜头数据编辑器"按钮位于"设置"选项卡的"编辑器"部分。镜头数据编辑器是需要输入大部分镜头数据的主要电子表格。该数据包括系统中每个表面的曲率半径、厚度和玻璃。

有关序列模式表面的列表，请参阅"序列模式表面（镜头数据编辑器）"部分。

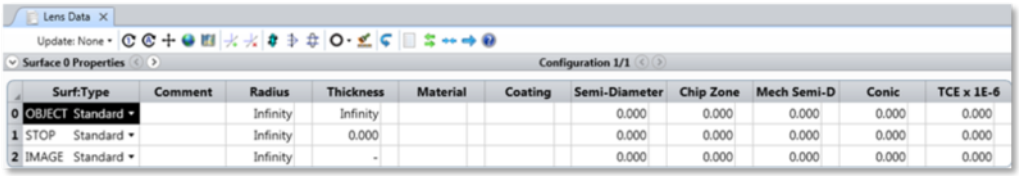
本节中的截屏通过OpticStudio序列模式物镜示例文件"Double Gauss 28 degree field.ZMX"获取。



	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5 V	0.5		AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0 V	14.0	SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity	3.8	F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3 V	14.3		AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP	Standard		Infinity	12.4			10.2	0.0	10.2	0.0	0.0
7		Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity	10.8	SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

单个透镜由两个表面（前面和后面）定义，物和像也都需要一个表面。该基本数据可以直接输入到电子表格中。显示镜头数据编辑器时，数据可通过在高亮显示的栏中输入所需的值输入到电子表格中。每列都做了数据类型标记，每行代表单个光学（也可能为虚拟）表面。光标键可将高亮显示的栏移动到所需的列。将光标连续向右或向左移动，可滚动显示，帮助访问数据的其它列，例如净口径或半直径、圆锥系数以及其值取决于表面类型的"参数"项。显示屏将从左至右或从右至左滚动。上页键和下页键可将滚动条移动到显示屏的最上边或最下边。当透镜表面的数量足够大时，如果需要，显示屏也可上下滚动。

注意：最初显示三个表面（除非已载入镜头）：物面、光阑面和像面：



	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diameter	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	STOP	Standard		Infinity	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	IMAGE	Standard		Infinity	-			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

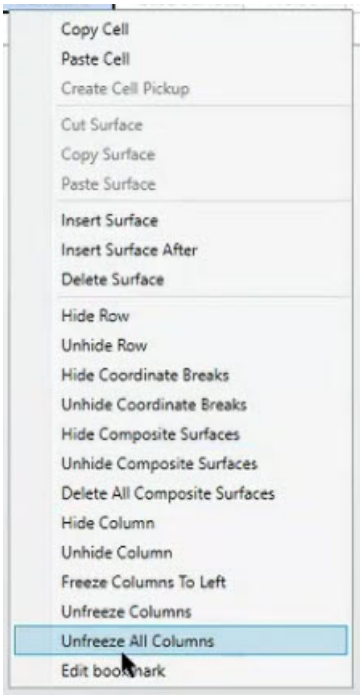
物面和像面是永久性的，不能删除，但可使用插入键和删除键插入或删除其它表面。不能在物面之前及像面之后插入任何表面。在这种情况下，"前面"指的是序号较小的表面，"后面"指的是序号较大的表面。就此而言，光线会按顺序到达各个表面。 OpticStudio 将物面作为零表面开始标号，一直到作为像面的最后一个表面。

要在电子表格中输入各值，请将光标移动到相应的单元格开始输入。要编辑当前显示的值，可以双击，也可按F2。编辑单元格内容后，可使用左/右光标键以及Home和End键在文本中导航。修改数据后，可以按任意光标键，可以单击任何其它单元格，也可以按Enter键完成修改。

还可以使用一些快捷键。要为当前值添加一个新值，请在数字前输入一个加号。例如，如果显示的数字为10，输入"+5"并按Enter键，可将其修改为15。也可使用"*"号和"/"。要减去一个值，请使用减号加空格。例如，输入"- 5"可以将17变成12。请注意，"-"和"5"之间有空格。如果没有输入空格，则程序会认为您正在输入一个新值，该值为负。输入"*-1"，将会修改数字的符号。

右键单击菜单选项：

右键点击选择的单元格或行，将出现一个提供下列选项的菜单：



复制单元格**(Copy Cells)** 将单元格数据复制到Windows剪贴板。

粘贴单元格**(Paste Cells)** 将单元格从Windows剪贴板粘贴到当前单元格。

创建单元格拾取**(Create Cell Pickup)** 选择并高亮显示单元格。

剪切表面**(Cut Surface)** 将单个表面或表面范围的所有数据复制到Windows剪贴板，然后删除该表面。

复制表面**(Copy Surface)** 将单个表面或表面范围的所有数据复制到Windows剪贴板。

粘贴表面**(Paste Surface)** 将单个表面或表面的所有数据从Windows剪贴板复制到多重结构编辑器中的当前光标位置。首先，必须使用前文所述的"剪切表面"或"复制表面"将数据复制到Windows剪贴板。

插入表面**(Insert Surface)** 用于在LDE中的当前行处插入新的行。表面类型为"关"，这意味着忽略表面。Insert键为此菜单选项的快捷方式。

插入后续表面**(Insert Surface After)** 用于在LDE中的当前行之后插入新的行。表面类型为"关"，这意味着忽略表面。Ctrl-Insert组合键为此菜单选项的快捷方式。

删除表面**(Delete Surface)** 用于删除LDE中的当前行。Delete键为此菜单选项的快捷方式。

隐藏行**(Hide Row)** 隐藏LDE中选中的行。

显示行**(Unhide Rows)** 显示LDE中选中的行。

隐藏坐标断点**(Hide Coordinate Breaks)** 隐藏LDE视图中选定的坐标断点。

显示坐标断点**(Unhide Coordinate Breaks)** 显示表格中任何选定的坐标断点。

隐藏复合表面**(Hide Composite Surfaces)** 隐藏从表格中选中的复合表面。

显示复合表面**(Unhide Composite Surfaces)** 显示LDE中任何选中的复合表面。

删除所有复合表面**(Delete All Composite Surfaces)** 删除LDE中所有选中或未选中的复合表面。

隐藏列**(Hide Columns)** 此选项用于隐藏选定列。

隐藏/显示列**(Unhide Columns)** 此选项用于显示选定列。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

将列冻结在左侧**(Freeze Columns To Left)** 当在较小的窗口中工作时，可以将列冻结在左侧，向右滚动将不断显示所选的冻结列。

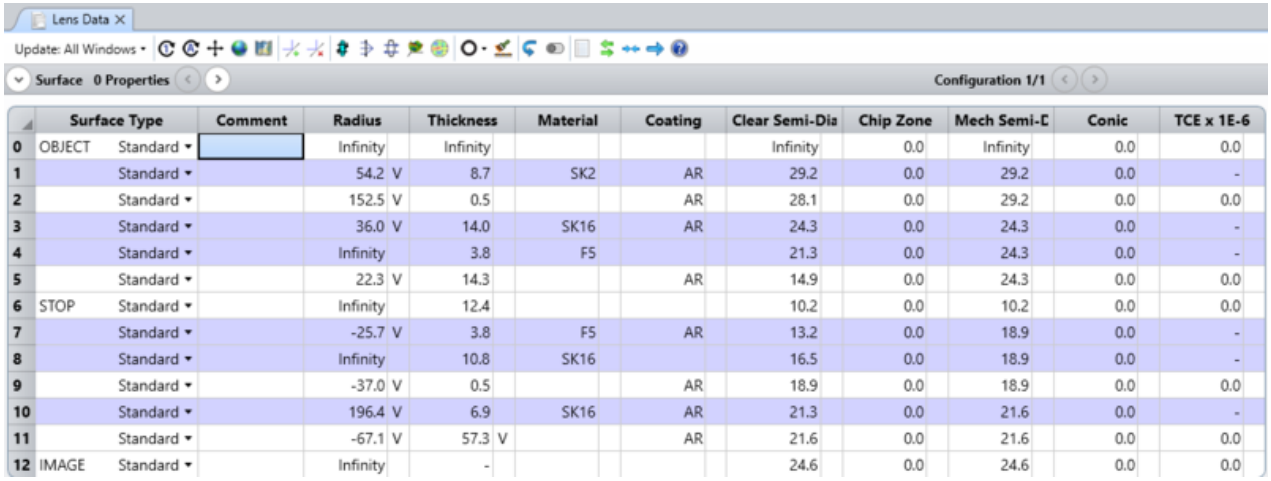
解冻列**(Unfreeze Columns)** 向右滚动时解冻所选列。

解冻所有列**(Unfreeze All Columns)** 向右滚动时，解冻所有选定列。

编辑书签**(Edit Bookmark)** 为所选单元格指定一个书签，用红色"大于"符号表示，该书签可以删除和更新。

2.3.1.1. 数据列(Data Columns)

下图是镜头数据编辑器中的数据。



	Surface Type		Comment	Radius		Thickness		Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity		Infinity				Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2	V	8.7		SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5	V	0.5			AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0	V	14.0		SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity		3.8		F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3	V	14.3			AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP	Standard		Infinity		12.4				10.2	0.0	10.2	0.0	0.0
7		Standard		-25.7	V	3.8		F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity		10.8		SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0	V	0.5			AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4	V	6.9		SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1	V	57.3	V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity		-				24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

2.3.1.1.1. 表面编号和类型(Surface Number & Type)

镜头数据编辑器的最左边一列表示每个表面的表面编号和类型。物面的表面编号为零，第一个表面为1，依此类推至像面。物体表面总是表面零点，像面总是最后一个表面，但是光阑面可以是任何表面。

一些附加信息会显示在表面编号旁边。当在表面上定义孔径时，OpticStudio将在表面编号旁边显示孔径"aper"符号。如果表面定义了表面倾斜/偏心数据，将显示"tilt/dec"符号。如果同时定义了孔径和倾斜/偏心数据，将显示"aper and tilts"符号。

要定义表面类型和其他属性，请参阅"表面属性对话框"。要定义光阑面，请参阅"使此表面为光阑"。有关定义表面孔径数据的信息，请参阅"孔径类型和其他孔径控制"。有关定义倾斜/偏心数据的信息，请参阅"表面倾斜/偏心选项卡"。

2.3.1.1.2. 注释（数据列）(Comment (data columns))

每一个表面都可以添加文本注释。注释列能够提高对透镜信息的可读性，对光线追迹没有任何影响。有一些分析功能也可以作为注释。可以隐藏整个注释栏，请参阅"选项"菜单说明。

2.3.1.1.3. 半径(Radius)

要输入或更改曲面的曲率半径，请将光标移至所需的单元格，然后输入新值。半径数据总是输入并显示在具有长度尺寸的镜头单位中。

2.3.1.1.4. 厚度(Thickness)

要输入或更改曲面的厚度，请将光标移至所需的单元格，然后输入新值。厚度数据始终输入并显示在具有长度尺寸的镜头单位中。表面的厚度是到下一个表面的距离。唯一没有使用的厚度是像面。

在反射镜面后厚度(Thicknesses)总会发生变化。在奇数个镜面后，所有的厚度应该为负。这个符号不受镜子的数量和坐标断点的制约，不能通过旋转坐标180度来规避。

2.3.1.1.5. 材料(Material)

通过在镜头数据编辑器的"材料"列中输入玻璃名称来指定用于每个表面的材料。输入的玻璃名称必须在当前加载的玻璃库之中。默认库是"Schott"库，也可以使用其他库。

若要使用多个玻璃库，或查看、编辑或追加玻璃库，请参阅"使用材料库"一节。要指定某个特定曲面为镜面，请使用玻璃名称"mirror"。

如果一个表面或物体的材料类型是MIRROR，并且没有指定膜层，则表面被认为涂有一层厚的铝膜，其折射率为0.7 - 7.0i。铝膜被定义为足够厚且没有光线可以通过膜层传播。这意味着该未涂覆膜层的镜面的反射率小于1，但反射率的准确值将取决于光线的偏振。

在输入新的玻璃名称时，可以将可选的"/p"命令追加到玻璃名称上，该选项将使OpticStudio更改前表面和/或后表面的曲率，以便为镜片元件保持恒定的光焦度。例如，如果玻璃类型已经是BK7，则在调整表面和表面的半径之后，输入新的玻璃类型"SF1/P"将使玻璃类型改变为SF1，以保持恒定的光焦度。 OpticStudio 会考虑前面和后面顶点的光焦度，以及修正由于镜头厚度引起的元件光焦度变化。如果透镜在空气中，则该算法会同时调整前面和后面曲率。如果前表面或后表面与另一个玻璃元件相邻，则仅调整与空气相邻表面的曲率。

2.3.1.1.6. 净口径或半直径(Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter)

计算（使用自动求解）所有光线通过所有视场点所需的径向净孔径的默认净口径或半直径。

可以输入任何值作为半直径，则输入的值将会被保留，并且在数值旁边出现"U"，表示半直径为用户定义的。有关使用净口径和半直径的信息，请参阅"半直径"。有关具有孔径的渐晕光线的更多信息，请参阅"表面属性"的"孔径"部分。

2.3.1.1.7. 延伸区(Chip Zone)

延伸区是基于净孔径建立的径向表面扩展区。这里的净孔径是根据净口径、半直径或圆形孔径定义的。 延伸区的表面曲率与净口径或半直径的曲率相同。延伸区不会改变半直径的值，而是基于该值建立，并且该区域是不可追迹的。在默认情况下，延伸区设置为零。延伸区功能可以通过常规系统范围变化的半径余量来补充。对于特定表面，可以禁用半径余量功能，有关详细信息，请参阅"半径余量"一章。

延伸区有三种求解方法：固定、拾取和ZPL宏。

2.3.1.1.8. 机械半直径(Mechanical Semi Diameter)

机械半直径(Mech Semi-Dia)根据镜片的机械边缘定义表面径向尺寸。默认情况下，它是使用自动求解计算的，作为净口径或半直径与延伸区的总和。

如果机械半直径大于该总和，则将该差值被模拟为平坦表面矢高恒定并等于延伸区外缘的值。当表面边缘绘制选项被定义为"方形"时，自动机械半直径径向延伸以明确定义镜片的方形边缘。除了自动，还有固定、拾取和zpl宏求解。

延伸区和机械半直径都是表面扩展，旨在为用户提供更大的灵活性，同时在净孔径之外产生光学机械特征。这些参数允许定义为适合加工的光学形状。

目前大多数没有有效偏心的旋转对称的表面类型支持延伸区和机械半直径。

由于机械半直径根据镜片的机械边缘定义表面径向尺寸，所以该值用于确定透镜的边缘厚度以及在进行热分析时边缘厚度将如何随温度而变化。

2.3.1.1.9. 圆锥系数(Conic)

圆锥系数可用于不同的表面类型。要输入或更改曲面的圆锥系数，请将光标移至所需的单元格，然后输入新的值。圆锥系数是无量纲的。有关如何定义圆锥曲面讨论，请参见"标准"部分。

2.3.1.1.10. TCE

TCE值是单位为1e-6/K的热膨胀系数。例如，在10K以上10mm厚的材料的膨胀可以计算为TCE * 1e-6 * 10K * 10mm。

OpticStudio目前使用TCE值来建模与温度范围无关的线性热膨胀。玻璃供应商提供的目录值通常是-30至+70摄氏度温度范围内的TCE，但OpticStudio将在任何温度范围内使用TCE值。

在玻璃目录中定义了材料后，OpticStudio将使用为该材料指定的TCE来确定使用该材质的曲面的半径，中心厚度和其他数据的热膨胀。但是，如果材料不是固体，而是气体或液体，则通常热膨胀不受材料特性支配，而是由安装材料的边缘厚度决定。

在这种特殊情况下，OpticStudio需要使用镜头数据编辑器中提供的TCE来定义安装材料属性，而不是玻璃目录中提供的TCE。这可以通过在玻璃库中设置"忽略热膨胀(Ignore Thermal Expansion)"开关来实现。

2.3.1.1.11. 其他参数(Other Parameters)

参数数据由额外数值组成，这些数值定义了某些表面类型的属性。有关参数数据的更多信息，请参阅序列模式表面（镜头数据编辑器）部分。

2.3.1.2. 序列模式表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces (lens data editor))

OpticStudio能够模拟许多类型的光学元件。这些包括传统的球形玻璃表面，加上非球面，toroid面、柱面等，OpticStudio也可以模拟衍射光栅、二元光学、菲涅耳透镜、全息图及其它表面。

由于OpticStudio支持大量的表面类型，用户界面的常规电子表格安排将很难使用。例如，对于没有衍射能力的表面，不需要有用于衍射级的列。为了使用户界面尽可能地整洁，OpticStudio使用了不同的表面类型来指示需要哪种数据来定义该类型的表面。

参数数据**(Parameter data)**

标准表面可以是由均匀的材料（如空气，镜子或玻璃）形成的平面，球形或圆锥形的非球面表面。所需的唯一参数是半径（可以是无穷大来产生一个平面），厚度、圆锥系数（默认零值表示球体）和玻璃类型的名称。

其它表面类型使用这些相同的基本数据以及其它值。例如，偶次非球面使用所有标准面列数据加上描述多项式系数的附加值。这些值被称为参数。要理解的参数值最重要的属性是其含义根据所选的表面类型而变化。例如，偶次非球面使用参数1来指定抛物面非球面项的系数。然而，近轴表面使用参数1来指定表面的焦距。这两种表面类型都使用参数1，但出于不同的目的，因为两种表面类型不会同时在同一表面上使用。

数据存储的共享简化了OpticStudio界面，并减少了运行程序所需的总内存。将标准面更改为某种其它表面类型后，OpticStudio将自动更改参数列上的列标题，以反映每个参数在表面上的作用。当您将光标从一个单元格移动到另一个单元格时，列标题将始终显示该单元格的用途。如果当前表面不使用参数列，则列标题将显示"未使用"。

2.3.1.2.1. 序列模式表面类型一览表(Summary Table of Sequential Surface Types)

OpticStudio 中可对平面、球面和圆锥面建模；所有这些表面类型组合都在标准面型的目录内。通过单击镜头数据编辑器中的表面类型列，可以选择其它表面模型。展开下拉菜单，会列出所有可用的表面类型。

用户自定义序列面

无论添加多少表面到中OpticStudio，似乎都需要添加另一种表面类型来解决特定的设计、建模或公差问题。如果问题所需的表面类型尚未包含在中OpticStudio，则可使用"用户自定义"中描述的"用户自定义"表面轻松添加新的表面类型。用户自定义表面通过编写定义曲面属性的软件来创建，然后将软件动态链接到中OpticStudio。

下表总结了OpticStudio支持的表面类型。最常见的表面类型是标准表面。对于未列出的类型，请参见"用户自定义"部分。

表面类型一览表

表面类型	描述
ABCD	使用ABCD矩阵来建模"黑盒子"
备用偶次面	可选择备选解决方案的偶次非球面
备用奇次面	可选择备选解决方案的奇次非球面
大气折射面	通过地球大气引起的折射
双锥	X和Y轴有独立的圆锥系数的非球面
双锥Zernike	有x、y和Zernike多项式项的双锥面
二元光学面1	使用230项多项式来定义相位
二元光学面2	使用径向多项式来定义相位
二元光学面3	双区域非球面和衍射面
二元光学面4	多区域非球面和衍射面
双折射输入/输出	用于建模单轴晶体；支持以普通或特别的模式追迹光线。还支持具有可变晶轴方向的双折射渐变材料
黑盒透镜	可对一系列OpticStudio表面进行建模，但是定义数据可对用户隐藏
切比雪夫多项式	基于切比雪夫多项式的自由曲面
共轭	在两点上定义具有理想成像的表面
坐标断点	支持旋转和偏心

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

三次样条	8个点旋转对称
菲涅尔柱面	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔面
数据	虚拟面可将额外数据值传递给UDS
衍射光栅	在标准面上刻有规则光栅
椭圆光栅1	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅
偶次非球面	标准面加多项式非球面项
扩展非球面	使用径向多项式来定义矢高
扩展三次样条	旋转对称最多拟合250点
扩展菲涅尔	在多项式面上的多项式菲涅尔面
扩展奇次非球面	使用径向功率的奇数项
扩展多项式	使用230项多项式扩展来定义矢高
扩展Toroidal光栅面	具有扩展多项式项的非球面环形光栅
过滤器	用具有任意函数的表面过滤或切趾光束
菲涅尔面	具有屈光力的平面
通用菲涅尔面	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
渐变1	有径向渐变折射率的材料表面
渐变2	有径向渐变折射率的材料表面
渐变3	有径向和轴向渐变折射率的材料表面
渐变4	有X、Y和Z渐变折射率的材料表面
渐变5	有色散模型及径向和轴向渐变折射率的材料表面
渐变6	有Gradient Lens公司的色散模型及径向渐变折射率的材料表面
渐变7	球形渐变剖面
Gradium™	有色散模型及轴向渐变折射率的材料表面
渐变9	NSG SELFOC透镜的色散模型及径向渐变折射率的材料表面
渐变10	有色散模型及Y渐变折射率的材料表面
渐变12	有色散模型及X、Y和Z渐变折射率的材料表面
网格渐变	由3D网格描述的渐变折射率表面
网格相位	由网格点描述的相位表面
网格矢高	由网格点描述的表面形状
全息面1	两点光学制造全息图
全息面2	两点光学制造全息图
不规则面	具有偏心、倾斜和其它变形的标准面

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

琼斯矩阵	可校正偏振状态的琼斯矩阵
小透镜阵列	一系列小透镜
非序列模式元件	通过3D表面和对象的集合追迹非序列光线
奇次非球面	标准面加多项式非球面项
奇次余弦	奇次非球面加余弦多项式项
离轴圆锥自由曲面	由XY多项式和旋转圆锥底描述的自由曲面。
光学制造全息	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图
近轴	可理想成像的薄透镜表面
近轴XY	在X、Y中具有不同的规格的薄透镜。
周期面	余弦形表面
多项式	在x和y中的多项式扩展
Q型非球面	基于Forbes多项式的非球面
Q型自由曲面	由一组正交的二维Q-多项式描述的自由曲面。
径向光栅	有径向相位分布的衍射光栅
径向NURBS	使用NURBS曲线来定义旋转对称表面
逆反射	逆向反射光线沿入射路径反射回去
幻灯片	可让点阵图充当过滤器的平面
标准面	包括平面、球体和圆锥体
超圆锥面	具有快速收敛的超圆锥非球面
倾斜面	在不改变坐标系时定义倾斜面
Toroidal	圆锥模型、非球面环形、圆柱体和增加的 Zernike项
Toroidal光栅	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
Toroidal全息图	具有两点光学制造全息图的Toroidal基面
Toroidal NURBS面	使用NURBS曲线来定义一个环形对称表面
TrueFreeForm™	自由表面可定义为矢高点网格上的双锥(Biconic)项、偶次非球面(Even Asphere)项、扩展多项式(Extended Polynomial)项和Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)项的组合
用户自自定	可使用任意用户定义的函数来描述表面的折射、反射、衍射、透射或渐变特性的一般表面
可变刻线距离光栅	可变刻线距离光栅表面
Zernike Fringe相位	使用37个Zernike Fringe多项式来定义相位
Zernike Fringe矢高	使用37个Zernike Fringe多项式来定义矢高
Zernike Standard相位	使用多达231个Zernike Standard多项式来定义表面相位

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Zernike Standard矢高	使用多达231个Zernike Standard多项式来定义表面矢高
Zernike Annular相位	使用多达80个Zernike Annular多项式来定义表面相位
Zernike Annular Standard矢高	使用多达80个Zernike Annular多项式来定义表面矢高
波带片	使用不同深度的圆环的菲涅尔波带片模型。

以下是表面类型的字母顺序列表，包括其相关的参数定义。

2.3.1.2.2. 分类序列模式表面类型(Sequential Surface Types by Category)

常规表面(Conventional Surfaces)

表面类型	描述
双锥	X和Y轴有独立的圆锥系数的非球面
双折射输入/输出	用于建模单轴晶体；支持以普通或特别的模式追踪光线。还支持具有可变晶轴方向的双折射渐变材料
黑盒透镜	一个可对一系列OpticStudio表面进行模拟的表面，但是定义的数据是隐藏的
共轭	在两点上定义具有理想成像的表面
坐标断点	支持旋转和偏心
衍射光栅	在标准面上刻有规则光栅
偶次非球面	标准面加多项式非球面项
扩展非球面	使用径向多项式来定义矢高
菲涅尔面	具有屈光力的平面
渐变1	有径向渐变折射率的材料表面
渐变5	有色散模型及径向和轴向渐变折射率的材料表面
渐变6	有Gradient Lens公司的色散模型及径向渐变折射率的材料表面
Gradium™	有色散模型及轴向渐变折射率的材料表面
渐变	NSG SELFOC透镜的色散模型及径向渐变折射率的材料表面
不规则面	具有偏心、倾斜和其它变形的标准面
小透镜阵列	一系列小透镜
光学制造全息	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图
周期面	余弦形表面
Q型非球面	基于Forbes多项式的非球面
标准面	包括平面、球体和圆锥体
倾斜面	在不改变坐标系时定义倾斜面

环面	圆锥模型、非球面环形、圆柱体和增加的 Zernike项
Toroidal光栅	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
波带片	使用不同深度的圆环的菲涅尔波带片模型。

衍射表面

表面类型	描述
二元光学面1	使用230项多项式来定义相位
二元光学面2	使用径向多项式来定义相位
二元光学面3	双区域非球面和衍射面
二元光学面4	多区域非球面和衍射面
衍射光栅	在标准面上刻有规则光栅
椭圆光栅1	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅
扩展Toroidal光栅面	具有扩展多项式项的非球面环形光栅
网格相位面	由网格点描述的相位表面
全息面1	两点光学制造全息图
全息面2	两点光学制造全息图
光学制造全息	有任意记录光波和椭圆基板的光学制造全息图
径向光栅	有径向相位分布的衍射光栅
Toroidal光栅	在一个圆锥形的圆环上的规则光栅
Toroidal全息图	具有两点光学制造全息图的Toroidal基底
可变刻线距离光栅	可变刻线距离光栅表面
Zernike Fringe相位	使用37个Zernike Fringe多项式来定义相位
Zernike标准相位	使用多达231个 Zernike标准多项式来定义表面相位
Zernike Annular相位	使用多达80个Zernike Annular多项式来定义表面相位

自由表面

表面类型	描述
双锥形	有x、y和Zernike多项式项的双锥面
切比雪夫多项式	基于切比雪夫多项式的自由曲面
三次样条	8个点旋转对称
菲涅尔柱面	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔面

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

椭圆光栅1	具有非球面项和多项式凹槽的椭圆光栅
椭圆光栅2	具有由倾斜平面形成的非球面项和凹槽的椭圆光栅
扩展三次样条	旋转对称最多拟合250点
扩展菲涅尔	在多项式面上的多项式菲涅尔面
扩展奇次非球面	使用径向功率的奇数项
扩展多项式	使用230项多项式扩展来定义矢高
扩展Toroidal光栅面	具有扩展多项式项的非球面环形光栅
广义菲涅尔面	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
网格渐变	由3D网格描述的渐变折射率表面
网格矢高面	由网格点描述的表面形状
奇次非球面	标准面加多项式非球面项
奇次余弦	奇次非球面加余弦多项式项
离轴圆锥自由曲面	由XY多项式和旋转圆锥底描述的自由曲面。
多项式	在x和y中的多项式扩展
Q型自由曲面	由一组正交的二维Q-多项式描述的自由曲面。
径向NURBS	使用NURBS曲线来定义旋转对称表面
超圆锥面	具有快速收敛的超圆锥非球面
Toroidal NURBS面	使用NURBS曲线来定义一个环形对称表面
Zernike Fringe矢高	使用37个Zernike Fringe多项式来定义矢高
Zernike Standard矢高	使用多达231个Zernike Standard多项式来定义表面矢高
Zernike Annular Standard矢高	使用多达80个Zernike Annular多项式来定义表面矢高

渐变折射率表面

表面类型	描述
渐变1	有径向渐变折射率的材料表面
渐变2	有径向渐变折射率的材料表面
渐变3	有径向和轴向渐变折射率的材料表面
渐变4	有X、Y和Z渐变折射率的材料表面
渐变5	有色散模型及径向和轴向渐变折射率的材料表面
渐变6	有Gradient Lens公司的色散模型及径向渐变折射率的材料表面
渐变7	球形渐变剖面
Gradium™	有色散模型及轴向渐变折射率的材料表面
渐变9	NSG SELFOC透镜的色散模型及径向渐变折射率的材料表面

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

渐变10	有色散模型及Y渐变折射率的材料表面
渐变12	有色散模型及X、Y和Z渐变折射率的材料表面
网格渐变	由3D网格描述的渐变折射率表面

理想表面

表面类型	描述
ABCD	使用ABCD矩阵来建模"黑盒子"
菲涅尔柱面	在多项式柱面上的多项式柱面菲涅尔面
扩展菲涅尔	在多项式面上的多项式菲涅尔面
菲涅尔面	具有屈光力的平面
通用菲涅尔面	在非球面衬底上的XY多项式菲涅尔面
全息面1	两点光学制造全息图
全息面2	两点光学制造全息图
不规则面	具有偏心、倾斜和其它变形的标准面
琼斯矩阵	可校正偏振状态的琼斯矩阵
近轴	可理想成像的薄透镜表面
近轴XY	在X、Y中具有不同的规格的薄透镜。
逆反射	逆向反射光线沿入射路径反射回去
幻灯片	可让点阵图充当过滤器的平面

专业表面

表面类型	描述
备用偶次面	可选择备选解决方案的偶次非球面
备用奇次面	可选择备选解决方案的奇次非球面
大气折射面	通过地球大气引起的折射
数据	虚拟面可将额外数据值传递给UDS
非序列模式元件	通过3D表面和对象的集合追迹非序列模式光线
用户自定义面	可使用任意用户定义的函数来描述表面的折射、反射、衍射、透射或渐变特性的一般表面
可变刻线距离光栅	可变刻线距离光栅表面

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.3. ABCD

ABCD表面为"黑盒子"光学系统建模提供了强有力的方法。如果您有一个镜头透镜（或一个完整的光学系统），它只是您想要建模的一部分，并且您没有各个零件的规格数据，在首次命令中您仍然可以对行为进行建模。

ABCD表面接受8个参数：Ax、Bx、Cx、Dx、Ay、By、Cy和Dy。这些被用于形成2*2的矩阵（一个用于x方向，一个用于y方向），用于在穿过表面时改变光线。出射光线与入射光线有关，关系如下

$$\begin{bmatrix} x' \\ \omega_x' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_x & B_x \\ C_x & D_x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \omega \end{bmatrix}$$

对于y零件具有相似的表达式。因为没有通过ABCD表面计算相位的可靠方法，如果透镜描述中存在ABCD表面，则不支持任何需要OPD数据的计算，如OPD扇形图MTF和Zernike系数。

ABCD表面的参数定义

参数#	定义
1	Ax
2	Bx
3	Cx
4	Dx
5	Ay
6	By
7	Cy
8	**Dy**

2.3.1.2.4. 备用偶次面(Alternate Even)

如果该表面是标准或甚至非球面表面类型的形式，则用于将光线跟踪到下一个光学表面的光线表面截距方程有两种解决方案。OpticStudio在绝大多数情况下，选择正确的解决方案。然而，在某些系统中，所谓的"特殊的"光线实际上意在与另一个"备用"解决方案的下一个表面相交。特殊的光线最有可能发生在掠射入射反射之后，其中光线仍沿相同的方向进行传播（光线矢量的Z分量不改变符号）。除了使用备用解决方案外，备用偶次面与偶次非球面模型相同。 OpticStudio 当使用备用偶次面时，可能无法正确计算光程差。

2.3.1.2.5. 备用奇次面(Alternate Odd)

如果该表面是标准或甚至非球面表面类型的形式，则用于将光线跟踪到下一个光学表面的光线表面截距方程有两种解决方案。OpticStudio在绝大多数情况下，选择正确的解决方案。然而，在某些系统中，所谓的"特殊的"光线实际上意在与另一个"备用"解决方案的下一个表面相交。特殊的光线最有可能发生在掠射入射反射之后，其中光线仍沿相同的方向进行传播（光线矢量的Z分量不改变符号）。备用奇次面模型与奇数非球面表面模型相同，但使用备用解决方案除外。 OpticStudio 当使用备用奇次面时，可能无法正确计算光程差。

2.3.1.2.6. 大气（Atmospheric）

该表面用于模拟在观察星形或点光源时通过地球大气层的折射效应。大气具有很小但非零的色散分布，此分布将倾斜项引入取决于波长的入射波阵面。 OpticStudio 使用基于以下出版物中所描述内容的模型：

P. K. Seidelmann, Ed., "Refraction - Numerical Integration", Section 3.281, Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, pp. 141-143, University Science Books, Mill Valley, 1992.

C. Y. Hohenkerk and A. T. Sinclair, NAO Technical Note 63, Royal Greenwich Observatory Science and Engineering Research Council, 1985.

该模型提供六个参数：光源的可观测天顶角（以度为单位）、观测器的海拔高度（以米为单位）、观测器的环境温度（以开尔文为单位）、观测器的大气压力（以毫巴为单位）、相对湿度（0.0和1.0之间的数字）、观测器的纬度（以度为单位）。

OpticStudio 计算所有定义波长的大气折射角（单位为弧度），然后从所有波长中减去主波长的折射量；从而使用主波长作为参考。如果要禁用参考主波长，请将"绝对值？（Absolute?）"标记设置为1。大气折射自身表现为OPD扇形图中的略微倾斜，或者与光线扇形图中的横向色差类似的略微主光线偏移。假设所有折射仅在y方向上发生。

这个表面模拟分色。为了模拟大气湍流，请使用网格相位面与外部提供的数据文件。有关网格相位面的信息，请参见"网格相位（Grid Phase）"。

大气折射表面的参数定义

参数#	定义
1	顶点
2	高度
3	温度
4	压力
5	湿度
6	纬度
7	绝对值

2.3.1.2.7. 双锥(Biconic)

除了圆锥常数和底半径在X和Y方向上可能不同外，双锥面类似于圆环面。双锥面允许直接给定Rx、Ry、Kx和Ky。双锥的矢高由下式给出

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)c_x^2 x^2 - (1 + k_y)c_y^2 y^2}}$$

其中

$$c_x = \frac{1}{R_x}, \qquad c_y = \frac{1}{R_y}$$

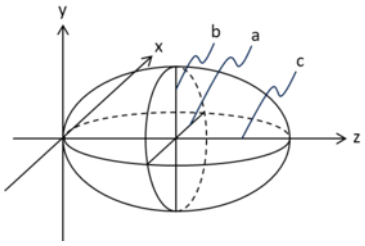
x方向的半径在参数1列中设置。如果设置为零，x半径被解释为无穷大。

使用双锥面对椭球体建模

椭球在x、y和z方向具有不同的半轴长度。如果"a"、"b"和"c"分别对应于沿x、y和z轴的半轴长度，则顶点沿z轴的椭球体由下式给出：

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{(z-c)^2}{c^2}=1$$

下图是椭球体的图像：



此公式可以转化为：

$$z=\frac{\frac{c}{a^2}x^2+\frac{c}{b^2}y^2}{1\mp\sqrt{1-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}}}$$

然后，通过比较双锥面的矢高公式，将半径和圆锥曲线从半轴长度转换为：

$$R_x=\frac{1}{c_x}=\frac{a^2}{c}$$

，

$$R_y=\frac{1}{c_y}=\frac{b^2}{c}$$

$$k_x=\frac{a^2-c^2}{c^2}$$

，

$$k_y=\frac{b^2-c^2}{c^2}$$

请注意，c、c_x和c_y是不同的参数。c参数是z方向的半轴长度，而c_x和c_y参数是x和y方向的曲率。

双锥面的参数定义

参数#	定义
1	R*x*
2	k*x*

2.3.1.2.8. 双锥Zernike(Biconic Zernike)

双锥Zernike面和双锥面类似，增加了添加X、Y和Zernike多项式变形的功能。双锥Zernike的矢高由下式给出：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x},\ c_y = \frac{1}{R_y}$$

Zi项是"Zernike Standard矢高"中描述的Zernike标准项。

参数0是外插标志。如果外插标志设置为0，则在归一化半径之外忽略Zernike项。如果外插标记设置为1，则无论光线落在表面的哪个位置（即使光线落在归一化半径之外），都会考虑Zernike项。x方向的半径和圆锥在参数1和2列中设置。如果半径设置为0，X方向的半径被解释为无穷大。参数3是Zernike项的最大个数，此值在0到210（包括）之间。参数4是用于Zernike多项式展开的归一化半径。

双锥Zernike面的参数定义

参数#	定义
0	外插
1	R*x*
2	k*x*
3	Zernike项数（最多210个）
4	归一化半径
13-28	*x*幂系数
29-44	*y*幂系数
45-254	Zernike Standard多项式系数

2.3.1.2.9. 二元面1（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Binary 1 (sequential surfaces, lens data editor))

二元光学，也称为相息图，和全息图类似。由于光线穿过光学表面的凹槽和细线，经过该表面的光波发生相位变化， OpticStudio 并不能直接建立波长级的凹槽模型，OpticStudio而是通过对表面局部表示的相位的提前或延迟来改变光线的传播方向。忽略了其他影响，例如效率或多级衍射。二元面的厚度可以为0，在表面上没有指数变化，后者二元面可以在表面的另一边可以有不同的介质。在这种情况下，材料的改变能够解释产生的折射和散射效应。二元面允许完全准确的多色光线和OPD追踪。

二元光学面1和扩展多项式面类似，除了代表经过整个光学表面的相位变化（而不是表面高度）的多项式。因此，二元光学面的系数是以弧度作为单位而不是镜头单位。二元光学面1的形状和偶次非球面的形状类似，支持高达16阶的平面、球体、圆锥曲线和多项式非球面。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

其中各项含义与偶次非球面模型中相同。有关完整的讨论，请参阅"偶次非球面(Even Asphere)"。二元光学面1根据扩展多项式为光线添加相位：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中N是级数中多项式系数的个数。Ai是第i个扩展多项式中的系数，M是衍射阶数。正如"扩展多项式"所描述的多项式是x和y的幂级数。Ai系数都是以弧度作为单位，（2 π 弧度相当于一个波长）。如果参数9是非零值，则在上述表达式中使用x和y坐标的绝对值来计算相位。"绝对"选项产生不同的不连续的相位剖面。

二元光学面1的参数定义

参数#	定义
0	M，衍射级数
1-8	α 1- α 8
9	绝对值？（参见讨论）
13	最大项数（不超过230）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-244	多项式项。

最大项数"用于指定在计算面型相位时使用的最大多项式项。这个数是用来加快光线追踪的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。例如，如果级数中要使用的最后一项为xy^3，项序数为13，那么在最大项数栏中指定"13"。注意项数是13，因为它是扩展多项式中的第13项（而不是编辑器中的第^{13}个参数）。

归一化半径会按比例缩放光线的X和Y交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以弧度为单位。对于不能用多项式很好描述的相位面型模拟，可参阅"网格相位(Grid Phase)"。

二元光学系数符号规则

了解二元光学表面相位系数符号规则非常重要。想象准直光束被一个无限薄二元光学表面聚焦。如果准直光束在二元光学的另一边变成聚焦的会聚光束，则边缘光线比轴射线的路径长度长。因此，二进制光学必须添加一个边缘射线的负路径长度。使用这个约定，正功率二元光学有一个负二次相位系数。虽然OpticStudio选择的符号规则是任意的，但就制造决策而言，了解公约是什么很重要。在设计制造之前，可以通过测试一些案例来验证软件使用的符号规则。

衍射表面

二元面1是衍射表面类别的一部分。衍射表面是相位建模的理想表面。

☒相位 ϕ 增加了光线的路径长度。

$$Optical\ Path = Optical\ Path + \frac{\lambda}{2\pi}\varphi$$

☒相位斜率实际上使光线弯曲

$$l' = l + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial\varphi}{\partial x}$$

$$m' = m + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial\varphi}{\partial y}$$

2.3.1.2.10. 二元面2（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Binary 2 (sequential surfaces, lens data editor))

二元光学，也称为相息图，和全息图类似。由于光线穿过光学表面的凹槽和细线，经过该表面的光波发生 相位变化， OpticStudio 并不能直接建立波长级的凹槽模型，OpticStudio而是通过对表面局部表示的相位的提前或延迟来改变光线的传播方向。忽略其他影响，例如散射、效率或多级衍射。二元面的厚度可以为零，整个表面的折射率没有变化，或者在表面的任一侧可能具有不同的介质。在这种情况下，由于材料变化引起的折射以及衍射效应将被考虑在内。二元面允许完全准确的多色光线和OPD追踪。

二元光学面2和扩展非球面类似，除了存在表示经过整个光学表面的相位变化（而不是表面高度）的附加多项式。因此，二元光学面的系数是以弧度作为单位而不是镜头单位。二元光学2表面的形状与偶非球面型相同；支持高达16阶的平面、球体、圆锥曲线和多项式非球面。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

其中各项含义与偶次非球面模型中相同。完整的讨论请参见"偶次非球面(Even Asphere)"。二元光学2面根据以下扩展多项式为光线添加相位：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中N是系列中多项式系数的数量，Ai是 ρ 的2次方的系数，它是归一化的径向孔径坐标，M是衍射级。第一个额外数据项是N，即项的数量，可以为零以排除所有二进制效应，或任何不超过240的整数（或 ρ^{480}项）。额外数据值2是归一化半径。额外的数据值3到242是系数。

二元光学面的参数定义

参数#	定义
0	M，衍射级数
1-8	α 1- α 8
13	最大项数（不超过240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15	ρ ^2上的弧度系数
16	ρ ^4上的弧度系数
17-254	ρ ^(2(n-14))上的弧度系数

"最大项数"用于指定在计算面型相位时使用的最大多项式项。这个数是用来加快光线追踪的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。例如，假设希望级数的最后一项是 ρ^{14}，也就是第7项多项式，那么在最大项数栏中指定"7"。请注意，项数值是7，因为它是多项展开式中的第7项（而不是编辑器中的第7个参数）。

归一化半径会按比例缩放光线的X和Y交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以弧度为单位。对于不能用多项式很好描述的相位面型模拟，可参阅"网格相位(Grid Phase)"。

二元光学系数符号规则

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

2.3.1.2.11. 二元面3(Binary 3)

二元光学面3和二元光学面2非常类似，两者主要的区别在于，二元光学面3支持两个同心径向区域，每个区域有独立半径，圆锥曲线和多项式非球面变形以及衍射相位数据。该表面被两个径向坐标A_1和A_2分成两个区域。内部径向区域从表面的中心延伸到径向坐标A_1。外部径向区域从A_1向外延伸。径向坐标A_2用于对外部区域的相位系数进行归一化处理，即使该表面可能延伸超过坐标A_2。除非可选的"break"参数设定为1，否则外部区域从内部区域偏移，以使表面矢高在区域边界上连续。 OpticStudio 要求$0 < A_1 < A_2$。

内部区域的表面矢高由以下表达式给出：

$$z_1 = \frac{c_1 r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_1)c_1^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_{1i} r^{2i}, \text{ for } r \le A_1$$

其中N是用户可以设置的非球面项的数量，如下所述。内区曲率c_1的值是镜头数据编辑器中指定的曲率半径的倒数。内区圆锥常数也在镜头数据编辑器的普通圆锥列中设置。使用不同系数和偏移值的类似表达式来定义外区表面矢高：

$$z_2 = z_o \frac{c_2 r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_2)c_2^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_{2i} r^{2i}, \text{ for } r > A_1$$

其中，z_o的取值是为了使表面在径向坐标A_1处，或者$z_o = z_1(A_1) - z_2(A_1)$（在计算$z_2$时，$z_o$的值临时设为0）的内外区域之间的边界连续。外区曲率半径（c_2值由此计算）和外区圆锥曲线在参数数据中设置如下所示。对于外部是平面的区域，半径设置为0。

内部和外部区域都具有衍射相位剖面，具有独立的系数。内区的相位由以下公式给出：

$$\Phi_1 = M_1 \sum_{i=1}^{N} \beta_{1i} \rho_1^{2i}, \text{ and } \rho_1 = \frac{r}{A_1}$$

其中N是系列中多项式系数的数量，β_{1i}是ρ_1的$2_{i次幂}$的系数，即归一化径向孔径坐标，M1为衍射阶。一个类似的表达式描述了外部区域的相位：

$$\Phi_2 = \delta_o + M_2 \sum_{i=1}^{N} \beta_{2i} \rho_2^{2i}, \text{ where } \rho_2 = \frac{r}{A_2}$$

相位偏移的作用与矢高偏移相似，定义如下

$$\delta_o = \Phi_1(1) - \Phi_2\left(A_1 / A_2\right)$$

（在计算Φ_2时，δ_o的值临时设置为0）。

注意，归一化半径A_2仅用于定义径向孔径，以归一化外部区域的相位系数。表面的外部区域以及相关的相位剖面可能会超出该值。

当区域边界交叉时，这个表面双重区域的性质会使得表面的相位的计算变得复杂。相位偏移值δ_o说明相位在区域边界上是连续的。这对于设计和目标分析很有必要，因为数百个光波的相位跳跃使得对现象的解释和分析变得困难。但是，这个相位偏移是人为设计的，在实际设计中必须考虑。为了获得最佳的成像性能，外部区域与内部区域应该同相。当内部和外部区域在边界处的相位差为波长的整数倍时，或者更大时，如果$\delta_o = J2\pi$，其中*J*是任意整数，则满足此条件。只要边界两侧的相位斜率略有不同，A_1的微小变化通常就能满足这一条件。为了简化边界条件，OpticStudio计算出sin δ_o并在参数7中设置为该值。然后使用边界优化函数的操作数PMVA将该值设为0，请注意，该值是根据相位数据计算得出的，不应由用户定义或设置为变量。

内部和外部区域之间的矢高差异可以通过两种方式来解释。如果"Break?"参数设置为0，则外侧的曲面沿局部z轴移动，使曲面在区域边界处连续。如果"Break?"设置为1，则外矢高由没有偏移的矢高方程定义，通常会导致矢高不连续。这种不连续性将导致OpticStudio无法减去OPD计算的大的不连续性。

二元光学面3的参数定义

参数#	定义
1	R2
2	k2
3	A1
4	A2
5	M1
6	M2
7	sin δ_o
8	Break?
13	最大项数N（最高至60个）
14、15、16、17	当N >= 1时，系数 α 11、 β 11、 α 21、以及 β 21。
18、19、20、21	当N >= 1时，系数 α 12、 β 12、 α 22、以及 β 22。
22、23、24、25等	如上模式以此类推，4个系数为一组推广到N组。

二元光学面系数符号规则***(Binary Optic Coefficients Sign Conventions)***

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

2.3.1.2.12. 二元面4(Binary 4)

二元光学4表面与二元光学2和3表面非常相似。主要的区别在于二元光学面4支持可变数量的同心径向区域，具有独立的径向尺寸、半径、圆锥曲线、衍射阶数、多项式非球面变形以及每个区域的衍射相位数据。用户

可以定义区域的数量、甚至非球面系数和相位系数，直到达到额外数据文件中允许的最大数量。（请参阅表面属性(Surface Properties)的导入(Import)部分）。每个区域需要4个值(孔径、半径、圆锥系数和衍射级数)以及可变数量的偶次非球面和二进制相位系数。总项数为$N_z*(4+N_a+N_p)$，其中N_z为区域数，N_a为非球面项数，N_p为相项数。总数不得超过242项。Nz必须在1到60之间；Na和Np必须在0和20之间。

该表面被划分成多个区域。第一个区域从顶点延伸到径向坐标A_1，第二个区域从A_1到A_2，并继续穿过最后一个区域。径向坐标也用于归一化各自区域内的非球面和相位系数。每个区域和原先区域有所偏移，以使表面矢高连续穿过区域边界。 OpticStudio 要求第一个区域的径向孔径大于0，之后的每一个区域必须大于前一区域

j区的表面矢高由以下表达式给出：

$$z_j(r) = \frac{c_j r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_j)c_j^2 r^2}} + \sum_{i=1}^{Na} \alpha_{ji} p^{2i} + z_o$$

注意c、k和α项对于每个区域都是唯一的。选择zo项，使表面在径向坐标A_{j-1}处的当前区域和先前区域之间的边界上连续，或者

$$z_o = z_{j-1}(A_{j-1}) - z_j(A_j)$$

（在计算z_j时，z_o的值临时设置为0）。归一化坐标p由r / A_j给出。

所有区域也可以具有衍射相位剖面（具有独立系数）。j区的相位由以下公式给出：

$$\Phi_j = \delta_o + M_j \sum_{i=1}^{Np} \beta_{ji} \rho_j^{2i}$$

其中N_p是系列中多项式系数的数量，β_{1i}是ρ_j的$2_{i次幂}$系数，ρ_j是归一化径向孔径坐标，M_j是衍射级数。

相位偏移的作用与矢高偏移相似，定义如下

$$\delta_o = \Phi_{j-1}(1) - \Phi_j\left(\frac{A_{j-1}}{A_j}\right)$$

（在计算Φ_j时，δ_o的值临时设置为0）。

注意，最外部区域的归一化半径仅用于定义径向孔径，以归一化外部区域的系数。表面的外部区域以及相关的相位剖面可能会超出该值。

当区域边界交叉时，这个表面双重区域的性质会使得表面的相位的计算变得复杂。相位偏移值δ_o说明相位在区域边界上是连续的。这对于设计和目标分析很有必要，因为数百个光波的相位跳跃使得对现象的解释和分析变得困难。但是，这个相位偏移是人为设计的，在实际设计中必须考虑。为了获得最佳的成像性能，外部区域与内部区域应该同相。当内部和外部区域在边界处的相位差为波长的整数倍时，或者更大时，如果$\delta_o = Q2\pi$，其中Q是任意整数，则满足此条件。只要边界两侧的相位斜率略有不同，A_j的微小变化通常就能满足这一条件。为了简化边界条件，OpticStudio计算每个区域边界的$\sin\delta_o$并在参数4中设置此值的平方和(SS)。然后使用边界优化函数的操作数PMVA将该值设为0。请注意，该值是根据相位数据计算得出的，不应由用户定义或设置为变量。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

二元光学面4的参数定义

参数#	定义
1	Nz
2	Na
3	Np
4	SS sin ☒
13	区域1的径向孔径。
14	区域1的曲率半径。
15	区域1的圆锥常数。
16	区域1的衍射级数。
下一个Na	区域1的非球面矢高系数。
下一个Np	区域1的相位系数。
Remainingterms	该模式继续以4+Na+Np个系数组为一组，推广到Nz组。

二元光学系数符号规则***(Binary optic coefficients sign conventions)***

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

2.3.1.2.13. 双折射入射和双折射射出(Birefringent In and Birefringent Out)

这对表面模拟了单轴晶体，例如方解石。这些类型的晶体由晶轴描述；它定义了材料的对称轴和两条色散曲线；一条定义"寻常光线"的折射率，另一条定义"非寻常光线"的折射率。根据光线的偏振态和光线与晶轴的角度，这些材料对光线会产生不同的折射。对于任意的实际光线，这些不同的折射情况可能产生两种不同的折射角，因此把它们称为双折射或双折射材料。关于双折射材料的详细情况，参见Saleh和Teich，WileyInterscience出版的《光子学基础》(Fundaments of Photonics)。这本书只简要介绍了这些材料和它们的追迹特性。注意：当光线传播接近平行于晶轴时，某些晶体材料（例如石英）可能会展现出一种OpticStudio无法模拟的光学现象。光学现象可以用琼斯矩阵表面来解释，参见"琼斯矩阵"。双折射入射/出射面可以是平面、球面、圆锥非球面或Toroida面。

OpticStudio还可以模拟晶轴方向随材料变化的单轴晶。OpticStudio也支持多种不同变化形式的多项式模型。有关更多信息，请参见"定义非均匀材料的晶轴(Defining the crystal axis for inhomogeneous materials)"。

双折射材料折射光线遵从斯涅尔定律，但介质中的有效折射率取决于入射光的偏振态和折射光线与晶轴的角度。寻常光线的折射遵从：

$$n\sin\theta = n_o\sin\theta'$$

其中下表"o"为寻常光线折射率。当然，这只是斯内尔定律。对于非寻常光线，折射定律是

$$n\sin\theta = n(\theta_w)\sin\theta'$$

这也是斯内尔定律，但双折射材料中的有效折射率是角度 θ w的函数，角度 θ w是晶轴矢量a^和折射波矢量k之间的角度。此外，射线矢量s^是指向能量传播方向的矢量（也称为坡印廷矢量），它不与波矢量k^在同一方向，而是与k^形成一个微小的角度。在各向同性介质中，k^和s^的方向相同，因此我们在设计大部分光学系统时，我们会追迹k^；但是在这种情况下，我们必须要了解光线矢量和波矢量的方向是不同的。角度 θ w定义为cos θ w = k⊠⊠。有效折射率的公式为：

$$\left(\frac{1}{n(\theta_w)}\right)^2 = \left(\frac{\cos\theta_w}{n_o}\right)^2 + \left(\frac{\sin\theta_w}{n_e}\right)^2$$

其中n_o是普通折射率，n_e是非寻常光线折射率。

k^和 *s*^之间的角度 α 定义为

$$\cos\alpha = \hat{k} \cdot \hat{s}$$

其中，

$$\tan\alpha = \frac{(n_e^2 - n_o^2)\tan\theta_w}{n_e^2 + (n_o\tan\theta_w)^2}$$

矢量*k*^和*s*^都与晶轴矢量*a*^共面。波矢量*k*^指向波前的法线方向，而*s*^指向能量传播的方向。OpticStudio使用*s*^的分量作为光线的方向余弦来进行光线追迹。

定义基面面型

双折射入射/出射面在形状上可以是平面、球体、圆锥非球面或Toroida面。默认的基面面型与由曲率半径和圆锥常数定义的标准表面（请参阅"标准面(Standard)"）相同。该标准基底称为形状0。目前能支持用户使用的还有形状1，它是和Toroidal面相同的表面（请参见"Toroida面"），但是非球面系数被限制为10次项并且不支持Zernike项。形状编号由参数6定义。

定义折射率

通常，OpticStudio使用玻璃库和玻璃名称来定义寻常光线的折射率。比如，将表面定义为双折射"入射面(in)"，然后输入方解石作为玻璃名称，这样就可以模拟出方解石。OpticStudio用这个名称来计算任意波长下的寻常光线折射率。

如果要计算非寻常光线的折射率，OpticStudio会在玻璃名称后加上"-E"，然后在玻璃库中搜索此材料。在方解石这个例子中，OpticStudio会在玻璃库中搜索"方解石-E"。若找到这个名称，则会将这个名称下的折射率应用到非寻常光线的折射率。若没有找到这个名称，则会发出错误提示。这个功能可以定义任何材料寻常光线和非寻常光线的折射率并在之后使用。

Opticstudio使用寻常光线的折射率进行大部分计算，比如EFL、EPD、F/#等等。非寻常光线的折射率仅用于追迹寻常光线。指示报告将列出寻常光线折射率和非寻常光线折射率，在使用此功能进行任何关键分析之前，应仔细检查这些数据。

定义均匀材料的晶轴

在介质中，均匀材料的晶轴方向不会发生改变。晶轴方向表示为与x、y和z轴所成的方向余弦，参数列宽为2、3和4。例如，若要定义沿x轴方向的晶轴则矢量为（1,0,0）。若要定义与表面顶点法线对齐并且沿着z轴的晶轴，则矢量值为（0,0,1）。注意："双折射入射(Birefringent In)"表面的坐标系是局部坐标系并且Opticstudio会在其中转换为单位矢量分量。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

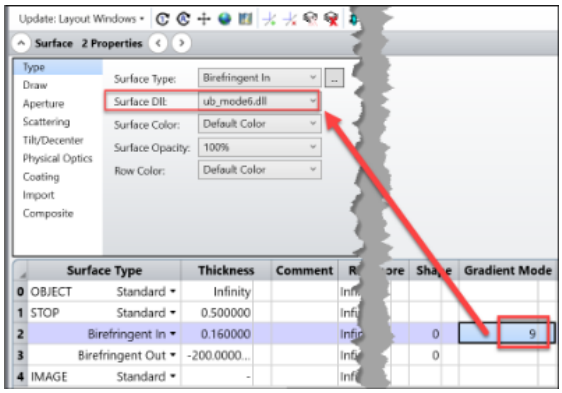
定义非均匀材料的晶轴

Opticstudio支持晶轴方向随着位置函数改变的双折射材料。关于用于模拟这些类型材料的方法的讨论，参见"Ray equation for a spatially variable uniaxial crystal and its use in the optical design of liquidcrystal lenses"，作者C. Jenkins, R. Bingham,K. Moore和G. Love，出自J. Opt.Soc.Am. A, Vol. 24, No. 7, pp2089-2096 (2007)。晶轴方向的变化通过几个多项式之一来定义。所用多项式的选择称为渐变模式，渐变模式由附加数据值1定义。下表定义了支持的渐变模式。

渐变模式多项式

表 **1:** 渐变模式多项式

渐变模式	***a***的定义
0	材料是均质的，则*a*由镜头数据编辑器上的参数进行定义
1	$a_x = \sum_{i=0}^{6} c_{xi} r^i,\ a_y = \sum_{i=0}^{6} c_{yi} r^i,\ a_z = \sqrt{1 - a_x^2 - a_y^2}.$
2	$a_z = 1 + \sum_{i=1}^{8} c_{zi} r^i,\ a_x = \frac{x}{r}\sqrt{1 - a_z^2},\ a_y = \frac{y}{r}\sqrt{1 - a_z^2}.$
3	$\theta = \sum_{i=0}^{8} p_i r^i,\ a_z = \sin\theta,\ a_x = \frac{x}{r}\cos\theta,\ a_y = \frac{y}{r}\cos\theta.$ If $\theta = 0$ then $\vec{a} = \{0, 1, 0\}.$ The angle θ is measured in radians.
4	$a_x = 0,\ a_y = \sum_{i=0}^{8} a_i y^i,\ a_z = \sqrt{1 - a_y^2}.$
5	$\theta = \sum_{i=0}^{8} p_i r^i,\ a_z = \cos\theta,\ a_x = \frac{x}{r}\sin\theta,\ a_y = \frac{y}{r}\sin\theta.$ The angle θ is measured in radians.
6	$\sin\theta = \sqrt{\frac{O^2(E^2 - (E - A\phi)^2)}{B(E - A\phi)^2}}$, where ϕ is the polar angle and $a_x = 0,\ a_y = \sin\theta,\ a_z = \cos\theta.$ The angle ϕ is measured in radians. This formula models a radial vortex phase profile, where O and E are nominally the ordinary and extraordinary indices and A and B are used to define the index gradient around the vortex.
7	$a_x = \sum_{i=0}^{16} c_{xi} r^i,\ a_z,\ a_y = \sqrt{1 - a_x^2 - a_z^2}.$
8	$a_x = 0,\ a_y = \sum_{i=0}^{4}\sum_{j=0}^{4} c_{2j2i} r^{2j}\left(\frac{z - z_0}{z_n}\right)^{2i},\ a_z = \sqrt{1 - a_y^2}.$

渐变模式	***a***的定义
9	用户自定义双折射。当镜头数据编辑器中的"渐变模式"值设置为9时，"表面属性"下的"类型"选项卡上会显示一个名为"表面DLL"的下拉列表。列表显示了\Zemax\DLL\Birefringence文件夹中所有可用的DLL。"用户自定义双折射"表面的代码结构与"用户自定义"表面类似。DLL\Birefringence文件夹中有两个示例代码"us_bire.cpp"和"ub_mode5.cpp"供参考。最后，请注意，如果源代码不包含DLL\Birefringence文件夹中的"userbire.h"头文件，编译将失败。 
-	今后我们还可能根据用户建议添加其他方程。

在使用表中的公式计算☒矢量的分量值之后 将该矢量归一化为单位矢量。应注意多项式系数定义的晶轴矢量值是有效实数，否则将不能成功定义晶体的状态。在渐变模式下，所有的多项式系数在每列的附加数据文件中有定义（参见表面属性的导入部分(the Import section of the Surface Porperties)）。

当用户使用非零渐变模式时，光在晶体里的传播路径通常为曲线。原因是*k*☒矢量和*D*☒矢量之间的角度不断变化导致有效折射率也在不断变化。光线追迹必须分段完成，并且光线追迹的准确性取决于所允许的最大步长大小。允许的最大步长大小称为"Delta T"，由附加数据值2定义。这种情况与渐变折射率玻璃非常相似。有关更多信息，请参阅"关于渐变折射率面型的最大步长大小(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"的讨论。

选择追迹光线***(Determining which ray is traced)***

如果模式设置为0或2，OpticStudio会追迹寻常光线。如果将模式设置为1或3，将追迹非寻常光线。该模式是镜头数据编辑器中的参数1。在序列模式下，OpticStudio不能同时追迹两条光线，但是只要在结构1中把模式设置为0，在结构2中把模式设置为1，就能很轻松地创建一个多重结构透镜。它能同时查看、优化或者设计两个光路。寻常光线的模式0和2之间的区别以及非寻常光线线的模式1和3之间的区别请看下一章的陈述。

当寻常光线和非寻常光线与表面垂直时***(When the ordinary and extraordinary ray are normal to the surface)***

当光线沿着晶轴传播时，寻常光线和非寻常光线之间基本没有区别。 对于这种情况，所有光线的折射率都和寻常光线的折射率相同。但是若要选择不同偏振模式下的追迹光线，寻常光线与非寻常光线之间的区别就显得很重要。 ZOS选择寻常光线为s偏振，非寻常光线为p偏振。

若光线沿着垂直于表面的方向传播，情况会变得更加复杂，因为s偏振和p偏振在这种情况下区别也是不明确。

有关ZOS如何处理这种不明确的情况，请参阅偏振术语的定义(Definition of Polarization Terms)中的光线垂直于表面的部分。

此外，因为方向

$\vec{s}$

与

$\vec{p}$

实际上取决入射光的偏振态，而且定义寻常光线偏振态和非寻常光线偏振态的轴也取决于入射光线的偏振态。所以沿着晶轴传播的光线将有两种偏振态，这造成了寻常光线和非寻常光线不同的偏振轴。 当考虑到模式数0或者1时，这可能会造成与直观现象不符的结果。 用户可以设计的系统有100%透射性能的输入光线，其偏振态为(1,0)或者(0,1)，但是偏振态为(1/sqrt(2)，1/sqrt(2))只有50%的透射性能。 在这种情况下，用户应使用多重结构来考虑寻常光线和非寻常光线。

考虑相位旋转***(Accounting for phase rotation)***

为了解释偏振光追迹的相位旋转，有两种极限情况需要考虑。从概念上讲，光束分解成有微小角度的寻常光线束和非寻常光线束。如果光束传播了一段很长的距离，寻常光线束和非寻常光线束将分离成两束不同的光束。但是若传播距离很短，两束光束会发生相干干涉并重组，从而产生一束（通常）旋转偏振态的光束。从概念上讲，这就像同时追迹寻常光线和非寻常光线，然后在通过双折射介质后相干重组。用户可以改变模式来选择模型，这样可以确定透射性质和偏振性质。

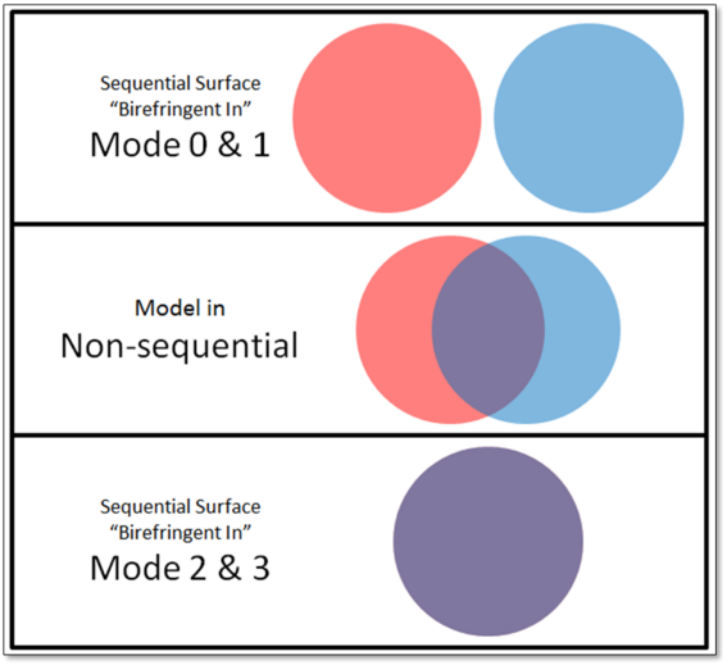
如果模式为0或1，则只追迹寻常光线或非寻常光线。这两种模式将非寻常光线和寻常光线分离成两束光束，未被追迹的光线将会缺少部分光线能量。使用模式0或1时将不能对偏振态旋转进行建模。对于透射计算，需要分别追迹两条光线并计算总能量使用模式0或1很难计算相位旋转的影响。

若模式为2和3，则寻常光线束和非寻常光线束之间的角度偏差非常小，以至于在感兴趣的区域中两条光束可以 被近似成一条光束。 如果模式标记为2，则追迹寻常光线，但是要考虑由于非寻常光线引起的相位旋转。如果模式为3，则追迹非寻常光线，并考虑由寻常光线引起的相位旋转对于模式2和3，没有能量缺失，并且光线的偏振态在双折射介质中匀速旋转。

为了用序列模式光线对双折射进行建模，OpticStudio必须假设寻常光线束和非寻常光线束要么完全重叠，要么完全不重叠。 对于非序列模式，这些限制将不存在。 非序列模式光线可用于同时模拟寻常光线束和非寻常光线束，并且会考虑重叠区域中的任何干涉。

下图显示了序列模式下"双折射入射"表面的模式0、1、2和3：

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



双折射表面的透射性质和其他性质***(Transmission and other properties of birefringent surfaces)***

当光在双折射介质中传播时，玻璃的折射率对于S偏振和P偏振是不同的。寻常光线的折射率是由垂直分量或S偏振光得到的，而有效折射率是由平行分量或P偏振光得到的。请注意，本文中提到的S和P偏振方向通常与涂层和菲涅耳表面效应计算中使用的方向不同。这里S和P指的是相对于晶轴的垂直和平行方向，而不是表面的法线矢量。包含折射光线和晶轴矢量的平面是平行平面；P矢量位于垂直于光线矢量的平面内。S矢量垂直于P矢量和光线矢量。

若要对双折射材料的偏振态进行分析，则需要做一些假设。如果模式为0，则追迹仅有S分量的寻常光线，所以P分量的透射系数将设置为0。如果模式为1，则追迹非寻常光线，因此将S分量设为0。这种技术可以让每条单独的光路有正确透射结果。但是，要得到总透射率，需要分析每一对双折射面的每一种可能的模式组合。如果系统中有2对双折射面，则需要4条单独的光线追迹；如果有3对双折射面，则需要8条追迹线，等等。

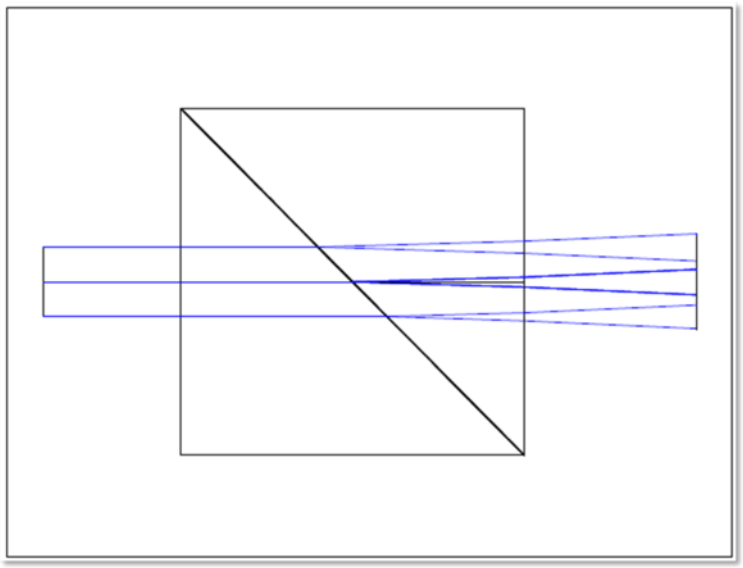
如果模式为2，则光线沿着寻常光线的光路传播，但寻常光线的折射率用于对电场的S分量进行相位旋转，而有效折射率（适当参考寻常光线方向）用于旋转电场的P分量。只需要1条追迹线就可以正确地模拟透射和相位旋转。如果模式为3，则光线遵循非寻常光线的光路传播，其和模式2的相位 旋转情况类似。

在模拟双折射介质中的体透射时，只考虑由寻常光线折射率数据定义的内部透射率。不支持任何二向色性。

Opticstudio示例文件

若用户需要双折射表面类型的示例，请参阅"<data>\Samples\Sequential\Birefringent prisms"文件夹。下面显示的是两个叠加的结构"Wollaston棱镜"示例文件。棱镜的两部分都是双折射材料并且晶轴互成90度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



双折射"入射"表面的参数定义

参数#	定义
0	晶轴绘制长度，0为不绘制。
1	模式，0、1、2或3。
2、3、4	X、Y和Z方向的余弦
5	近轴忽略。如果为1，则近轴光线忽略非寻常光线的折射率。
6	形状。如果形状不为零，则使用参数7-12来定义表面形状。
7	选择Toroidal面的旋转半径。
8 - 12	2阶到10阶的非球面系数。
13	渐变模式。如果为0，则材料是均质的。
14及以上	如果渐变模式 > 0，则参数14及以上用于定义渐变模式多项式。

双折射"出射"表面的参数定义

参数#	定义
0 - 5	未使用
6	形状。如果形状不为零，则使用参数7-12来定义表面形状。
7	选择Toroidal面的旋转半径。
8 - 12	2阶到10阶的非球面系数。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.14. 黑盒镜头（Black Box Lens）

提前用黑盒数据工具建立的Zemax Black Box （BB）文件，选择"导出Zemax黑盒数据（Export Zemax Black Box Data）"，可以用黑盒镜头表面回放。

如要加载BB文件，请将表面类型设置为"黑盒镜头（Black Box Lens）"，然后在镜头数据编辑器的"注释栏"中输入文件名，扩展名为ZBB。该文件必须放置在<data>\BlackBoxes文件夹中。 OpticStudio 将加载文件，解密文件中包含的分类数据，并在光线入射到该表面时，通过隐藏的分类数据对光线进行追迹。

如果镜头文件的第一个表面是BB表面，且物体处于无限共轭状态，则在BB表面前面插入一个虚拟标准表面。这样做的目的是简化 OpticStudio内部处理无限共轭系统的方式。BB前后的表面可采用任何玻璃库中定义的玻璃；但是不支持模型和表格玻璃。BB表面本身不能采用玻璃类型镜面。BB的厚度、孔径类型和孔径大小由ZBB文件中定义的数据自动设置，用户无法修改。物体和图像表面可以不采用BB表面。

可以使用翻转元件(Reverse Elements)在页面上344工具对黑盒镜头表面进行翻转。然而，在镜面系统中，只有在偶数或奇数个镜面之后正确配置文件时，黑盒镜头表面才能正常工作，就像原始文件的配置一样。

这意味着在黑盒镜头前手动添加镜面时应小心谨慎，因为这可能会导致光线被错误追迹，并且在没有错误信息提示的情况下显示错误结果。特别是，自动将镜面添加到系统的工具（添加反射镜(Add Fold Mirror) 在页面上342和生成双通系统(Make Double Pass)在页面上345）不应与黑盒镜头一起使用，因为它们会生成不正确的结果而不会出现错误消息。

使用黑盒表面时不被支持的功能

当使用BB表面时，并非所有分析功能都能在一定程度上为原始系统再现分析数据。其中包括必须修改单个表面数据才能完成分析的功能，例如热分析功能。此外，不支持需要进行大量逐面计算的分析功能，因为该分析功能无法生成与原始文件相同的分析数据。其中包括倾斜高斯光束（Skew Gaussian Beam）强烈建议ZBB数据的创建者验证ZBB最终用户感兴趣的计算与原始文件的计算一样有效，并就BB打算说明的镜头性能方面向最终用户提供指导。所有直接基于光线追迹的常见功能，如光线光扇、OPD光扇、点列图、MTF、PSF、图像分析和大多数其他分析功能都表现良好。

2.3.1.2.15. 切比雪夫多项式(Chebyshev Polynomial)

切比雪夫多项式曲面是一个由基本曲率半径和切比雪夫多项式序列描述的自由曲面。首先给出第一类一维切比雪夫多项式：

$$T_n(x) = \cos(n \cos^{-1}(x)) , \quad n = 0..\infty, \quad x \in [-1, 1]$$

作为参考，前十个切比雪夫多项式系数如下：

$T_0(x) = 1$

$T_1(x) = x$

$T_2(x) = 2x^2 - 1$

$T_3(x) = 4x^3 - 3x$

$T_4(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$

$T_5(x) = 16x^5 - 20x^3 + 5x$

$T_6(x) = 32x^6 - 48x^4 + 18x^2 - 1$

$T_7(x) = 64x^7 - 112x^5 + 56x^3 - 7x$

$T_8(x) = 128x^8 - 256x^6 + 160x^4 - 32x^2 + 1$

$T_9(x) = 256x^9 - 576x^7 + 432x^5 - 120x^3 + 9x$

$T_{10}(x) = 512x^{10} - 1280x^8 + 1120x^6 - 400x^4 + 50x^2 - 1$

通过使用系统的t_{ij}（*x,y*）基准形式，实现一个二维切比雪夫(Chebyshev)多项式的过渡：

$$t_{ij}(x,y) = T_i(x) \cdot T_j(y), \quad i,j = 0..\infty, \quad x \in [-1,1], \ y \in [-1,1]$$

在OpticStudio，x和y的最大阶数设置为14。任何函数都可以插值为切比雪夫多项式项的有限和：

$$f(x,y) = \sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{M} c_{ij} \cdot t_{ij}(x,y)$$

在单位区间上定义了二维切比雪夫多项式的参数。为了使插值对任意区间有效，我们使用归一化的

x/x_o

与

y/y_o

作为多项式的参数。

那么"矢高"或切比雪夫多项式曲面z坐标给出如下：

$$z = \frac{c(x^2+y^2)}{1+\sqrt{1-c^2(x^2+y^2)}} + x_0 y_0 \sum_{i=0}^{N}\sum_{j=0}^{M} c(i,j) \cdot T_i\left(\frac{x}{x_0}\right) \cdot T_j\left(\frac{y}{y_0}\right)$$

其中，c是表面的顶点曲率，

x_0

与

y_0

是归一化长度，而

$c(i,j)$

是归一化多项式系数

$c(i,j) = c_{ij}/(x_0 y_0)$

。

切比雪夫曲面在归一化半径X0和Y0之外未进行定义。在归一化半径之外入射到切比雪夫曲面的光线无法被追迹，并且会在切比雪夫曲面上形成渐晕。

切比雪夫多项式曲面的参数定义

参数#	名称	定义
1	X最大阶数	在横坐标最大多项式的阶数（整数，最多14）

2	Y最大阶数	在纵坐标最大多项式的阶数（整数，最多14）
3	标准化X长度	归一化长度 x_0 （正数，默认为1）
4	标准化Y长度	归一化长度 y_0 （正数，默认为1）
13-236	$c(i,j)$	归一化多项式系数， $c(i,j) = c_{ij}/(x_o y_o)$

2.3.1.2.16. 共轭(Conjugate)

共轭面是由两个用户指定的点定义的。 OpticStudio 固定用表面顶点作为参考点；定义共轭面的两个点是相对于这个顶点指定的。假设共轭面是一面镜子，那么共轭面总是完美的将一个点映射到另一个点上。尽管共轭面可以是任意的材料类型，但就其反射特性而言，还是很有用的。

如果两个点的z坐标都是正数或者都是负数，那么一个点所映射的图像是实像。在这种情况下，从一个点到表面上任意点的距离，再加上表面上任意点到第二点的距离，都是一个恒定的值。为了使表面具有唯一性，还需要一个额外的约束条件：表面必须通过局部坐标系的顶点。如果一个表面是反射面，那么一个点就是另一个点的共轭，所以叫共轭点。

如果z1和z2有相同的符号，那么这两个点所形成的面满足下列关系：

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}+\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}=\sqrt{x_1^2+y_1^2+z_1^2}+\sqrt{x_2^2+y_2^2+z_2^2}$$

请注意，面必须与点(0,0,0)相交。用该模型可以形成几种类型的表面。例如，将x和y设置为0，而两个z值分别对应球体的半径，可以形成球体。进而，通过将x和y设置为非零值，可以形成椭圆面。

如果z1和z2具有相反的符号，那么一个点所成的像是虚像。在这种情况下，从一个点到表面上任意点的距离，减去表面上任意点到第二点的距离，同样是恒定的。如实像的成像情况，其表面必须穿过局部坐标系的顶点。

如果z1和z2有相反的符号，那么这两点满足一下关系：

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}-\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}=\sqrt{x_1^2+y_1^2+z_1^2}-\sqrt{x_2^2+y_2^2+z_2^2}$$

请注意，面必须与点(0,0,0)相交。用该模型可以形成几种类型的表面。例如，将x和y的值设为0，两个z值设为相反值，那么就形成一个双曲线如果两个z值相等并非相反，这形成一个平面。

两个基准点的坐标可以在参数列表中指定，如下表示。z1和z2值可以为零。

共轭面的参数定义

参数#	定义

1	x1
2	y1
3	z1
4	x2
5	y2
6	z2

2.3.1.2.17. 坐标断点(Coordinate Break)

坐标断点面用于根据当前系统来定义新的坐标系。它通常是一个用来光线追迹的虚面。有六个参数用来描述新的坐标系：x-decenter、 y-decenter、tilt about x、 tilt about y、tilt about z、a flag，用这些来描述倾斜和偏心。坐标断点偏心在镜头单元中指定。坐标倾斜用度数来表示，符合右手定则。坐标断点总是与之前表面的坐标系相对应。

代替坐标断点的一种方法是使用表面倾斜和偏心，在"表面倾斜/偏心选项卡(Surface tilt/decenter tab)"可以了解相关细节信息。

顺序标记

倾斜和偏心的顺序很重要

如果顺序(other)标记设为零，OpticStudio首先在x轴和y轴上完成偏心（偏心是始终互相垂直，所以顺序不是很重要），然后沿局部x轴旋转（这样使y轴和z轴旋转至新的方向），然后沿新的y轴旋转（这样使x轴和z轴发生旋转），最后沿新的z轴旋转。

如果"顺序"标签为其他值，如整体(unity)，那么首先完成倾斜，按照局部x轴，然后是新的y轴，再然后是新的x轴的顺序去执行，最后再完成偏心。单个坐标断点可以取消之前的坐标断点，甚至是倾斜和偏心之后的坐标断点，所以"顺序"标记很重要。

当完成倾斜和偏心后，坐标断点就像是在坐标系中定向的一个平面。在新的坐标系中，坐标断点的厚度确定了下一个面的位置，与顺序标记(orderflag)无关。断点面是不能看到的，同时也不会是两种介质的分界处。该玻璃类型与前表面保持一致，同时OpticStudio显示玻璃名称为"-"，说明我们不能输入玻璃类型。坐标断点面本身不是一个镜面，同时也不是物体表面。

坐标断点面参数定义

参数#	定义
1	X偏心
2	Y偏心
3	X倾斜度
4	Y倾斜度
5	Z倾斜度
6	顺序

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.18. 三次样条(Cubic Spline)

三次样条曲面是由顶点子午面与曲面之间的距离表示的矢高值来描述的。样条曲面用于描述不寻常的校正器、车前灯和其他非标准光学表面，但由于样条的基本特性，很少用于成像应用。有关详述，请参阅"关于样条面的注释"。

三次样条曲面取八个值，分别在表面的净口径或者半直径的1/8、2/8...8/8八个点处取值，以此来表示矢高面。由于三次样条曲面是旋转对称的，所以这八个点必须要确定。尽管可以将净口径或半直径定义为超过表面的孔径大小，但是不能使用子集。用样条拟合引入的陡峭曲率是我们常常所求的。如果八个样点提供了一个粗糙的采样，那么请参考"扩展三次样条(Extended Cubic Spline)"。对于寻常的非旋转对称曲面，请参见"网格矢高(Grid Sag)"。

样条曲面的说明

三次样条是由曲线段分段拼接形成。在每个分段的界内，都有一个三次多项式来表示。描述每个线段的多项式系数由定义的线段边界的矢高值。系数由通过弧线穿过定点的边界条件来确定，其一阶和二阶导数在分段边界上是连续的。对于一个三阶样条函数，不可能要求高阶导数，例如三阶导数，在分段边界上是连续的。因此，样条的精度和实用性在高精度光学设计中很有限。

在某些不连续的结果中，通过样条来进行光线追迹的一个共同特点是粗糙或者带有噪声的光射线数据。这些光线追迹的不连续性是样条的基本限制，它们不会在OpticStudio中形成缺陷，也不会缺少数值精度。

高阶样条函数是存在的，所以在消除这种不连续性的时候，我们可以采用高阶样条函数和较少的线段这样一种方法。在极限计算中，这和在整个表面使用单个高阶多项式是一样的，可以参考"偶次非球面(EvenAsphere)"。高阶多项式连续而且可微，所以在精密的光学设计中占主导地位，而不是样条函数和NURBS。

关于样条函数的理论、性质、算法的相关精彩讨论，可以参考剑桥大学出版社(Cambridge University Press)出版的Numerical Recipes的C章节。

三次样条的参数定义

参数#	定义
1	1/8处的矢高
2	2/8处的矢高
3	3/8处的矢高
4	4/8处的矢高
5	5/8处的矢高
6	6/8处的矢高
7	7/8处的矢高
8	8/8处的矢高

2.3.1.2.19. 菲涅尔柱面(Cylinder Fresnel)

柱面菲涅耳面是一个多项式非球面柱面，并以独立的多项式非球面函数来定义菲涅尔透镜的性质。表面基面矢高由以下公式给出：

$$z_s = \frac{c_s y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_s)c_s^2 y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

上面的表达式用于计算射线与表面的截点。截点一旦找到，那么菲涅耳面的局部斜率将决定表面是折射或反射。菲涅耳鳞甲面的形状用独立系数来表示：

$$z_f = \frac{c_f y^2}{1+\sqrt{1-(1+k_f)c_f^2 y^2}} + \beta_1 y^2 + \beta_2 y^4 + \beta_3 y^6 + \beta_4 y^8 + \beta_5 y^{10} + \beta_6 y^{12} + \beta_7 y^{14} + \beta_8 y^{16}$$

注意，曲率（符号C）、圆锥常数（符号K）和所有多项式系数与基面矢高和菲涅耳部分表面无关。发生表面折射是因为菲涅耳矢高，而截点仅决定于基面矢高。

在镜头数据编辑器中可以指定基面矢高的半径，圆锥系数，多项式项。菲涅耳矢高术语指定为额外文件中的额外数据值（参见表面属性的导入部分）。然而，对于菲涅耳矢高，额外的数据文件使用的是曲率（半径的倒数），而不是半径。在下面的表中总结了所使用的参数以及额外的数据值。

柱面菲涅耳曲面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	α 1- α 8
13	最大非球面多项式项数，n。最大值为8。
14	菲涅耳曲面的y方向曲率（非半径），这个参数会影响表面的折射，而不会影响基面面型。
15	菲涅耳曲面的y方向圆锥常数。这个参数会影响表面的折射，而不会影响基面面型。
16	y^2的系数
17	y^4的系数
...	...
23	y^16的系数

"最大非球面多项式项数"用来指定计算菲涅耳矢高的最大多项式的项。这个数是用来加快光线追迹的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。与任何复杂的表面模型一样，需要特别注意评估这种模型的准确性和适当性，尤其是在加工决策方面。

因为没有可靠的方法去计算不是平面的菲涅尔面的相位，如果在镜头文件中存在基面是非平面的菲涅尔面，不支持任何需要OPD数据的计算，如OPD扇形图、MTF、Zernike系数的计算。

2.3.1.2.20. 数据（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Data (sequential surfaces, lens data editor))

数据面是一个虚拟面，在随后用户定义面（UDS）中，它将提供多达240个额外的数据值让用户定义。数据面一定要放在UDS前面，同时20个序列面可以用一个UDS表示。数据面旨在让大量用户可定义的值能够进行参数控制并得到优化，如网格数据点。该功能需要FIXED_DATA4 UDS DLL结构。

数据面参数定义

参数#	定义
13 - 252	额外数据值（高达240）

2.3.1.2.21. 衍射光栅（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Diffraction Grating (sequential surfaces, lens data editor))

衍射光栅表面可用于模拟直线光栅。光栅刻线平行于局部x轴。也可在光栅表面前后使用坐标断点模拟其它方向。对于平面光栅，光线经过光栅后按下列公式折射：

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d} = M\lambda T$$

其中d是光栅间隔（通常以微米为单位），θ2是折射角，θ1是入射角，M是衍射级次，λ是波长（通常以微米为单位），n_1和n_2是光栅前后面的折射率，T是光栅频率，以线/微米为单位。注意，M的符号规则是完全任意的。OpticStudio使用的定义是T（线/微米），而不是d（微米/线）。光栅面可以是平面、球面或二次曲面，光栅前的介质，以及光栅本身可以是空气、玻璃"镜面"或其它任意有效的玻璃类型。光栅可以用光栅线的y-间距（单位是线/微米，与系统单位无关）和衍射级次来描述。OpticStudio只模拟光路经过光栅后的偏折。而不支持其它特性的模拟，例如效率和相对透射率。如果光栅间隔太小（或T太大）以致不能满足光栅的关系式，系统会给出"光线错过表面(Ray missed surface)"的错误提示。

衍射光栅表面的参数定义

参数#	定义
1	每微米的光栅线数
2	衍射级次

2.3.1.2.22. 椭圆光栅1(Elliptical Grating 1)

椭圆光栅1面由一个具有多项式非球面项的椭圆面和带有刻线的光栅组合而成，光栅在顶点子午面的投影是一条直线（尽管表面本身通常不是一个平面）。光栅刻线平行于局部x轴，间隔可以是等间距，也可以由含有4项的多项式定义可变间距（最高至y^3）。也可在光栅表面前后使用坐标断点模拟其他方向。对于平面光栅，光线经过光栅后按下列公式折射：

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d} = M\lambda T$$

其中d是有效的光栅间距（总是以微米为单位），θ2是折射角，θ1是入射角，M是衍射级次，λ是波长（总是以微米为单位），n_1和n_2分别是光栅前后介质的折射率，T是每微米的刻线条数，即有效光栅频率。OpticStudio使用的定义是T（线/微米），而不是d（微米/线）。有效光栅频率T定义如下：

$$\frac{1}{T} = d_{eff} = \frac{1}{T_0} + \alpha y + \beta y^2 + \Gamma y^3 + \Delta y^4 + \varepsilon y^5$$

Y以镜头单位表示。

注意，在OpticStudio中，常数间距项以倒数形式定义，为了与其他光栅面保持一致。而高阶项是用关于y坐标的多项式来表示的。如果T等于零，则忽略光栅元件，可用来模拟不是光栅的椭圆非球面。

光栅面后的介质可以是空气、玻璃或是镜面。 OpticStudio 只模拟光路经过光栅后的偏折。不支持其它性能的模拟，如效率、相对透过率等。如果光栅间隔太小（或T太大）以致不能满足光栅的关系式，系统会给出"光线错过表面(Ray missed surface)"的错误提示。

椭圆光栅表面形状***(Elliptical Grating Surface Shape)***

该光栅的表面面型是一个具有多项式非球面项的椭圆面。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cu^2}{1 + \sqrt{1 - u^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中，

$$u^2 = a^2x^2 + b^2y^2$$

在这些表达式中，x、y和z是光线与表面交点的截距坐标，a、b和c是定义椭圆形状长短轴的系数，E表示的扩展多项式在"扩展多项式(Extended Polynomial)"部分有它的定义。

注意，在这个矢高表达式中，符号a、b和c的定义与其在标准表面中描述的符号名称的定义不一样。为了形成一个球形椭圆表面，a和b的值应该是相同的，等于1除以曲面的曲率半径，而c值应该等于曲率半径：

$$a = b = \frac{1}{R} = \frac{1}{c}$$

椭圆光栅面1的参数定义

参数#	定义
1	每微米中的光栅刻线数目，T0
2	衍射级次
3	a
4	b
5	c
6-10	α，β，Γ，Δ，ε
13	最大项数（不超过240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

15-254	多项式。

2.3.1.2.23. 椭圆光栅2(Elliptical Grating 2)

椭圆光栅面2与椭圆光栅面1非常相似。不同之处在于椭圆光栅面2是由基面和具有倾斜、平行、等间隔光栅刻线中的一组平面相交而成，基面是包含多项式非球面项的椭圆面。椭圆面与倾斜平面的交叉部分形成带有刻线的光栅，当投影到倾斜角为 θ_y（沿局部y方向上测量）的平面上时，刻线为直线。如果投影面不是平面，则刻线是曲线而不是直线。

光栅是由参数T定义的，T为刻线投影到倾斜的XY平面上时每微米的刻线条数（光栅频率）。它是形成刻线的各平面间间隔的倒数。衍射级次为M，椭圆基面由参数a、b、c和附加数据项定义，与所需的椭圆光栅定义参数一样。

光栅面后的介质可以是空气、玻璃或是镜面。 OpticStudio 只模拟光路经过光栅后的偏折。不支持其它性能的模拟，如效率、相对透过率等。如果光栅间隔太小（或T太大）以致不能满足光栅的关系式，系统会给出"光线错过表面(Ray missed surface)"的错误提示。该面的形状是具有附加多项式非球面项的椭圆面型，详见"椭圆光栅面面型(Elliptical Grating surface shape)"。

椭圆光栅面2的参数定义

参数#	定义
1	每微米中的光栅刻线数目，T0
2	衍射级次
3	a
4	b
5	c
6	θ y
13	最大项数（不超过240）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-254	多项式。

2.3.1.2.24. 偶次非球面(Even Asphere)

旋转对称多项式非球面是通过偏差球面（或由圆锥系数定义的非球面）的多项式展开式来描述的。偶次非球面模型仅用径向坐标的偶数次幂来描述非球面。这个模型使用基本曲率半径和圆锥系数。表面矢高定义为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

注意系数都有单位。系数在相应的参数栏中输入，如下表所示。

偶次非球面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	α 1 - α 8

2.3.1.2.25. 扩展非球面(Extended Asphere)

扩展非球面与偶次非球面相似，请参阅"偶次非球面(Even Asphere)"。但是，扩展非球面可以支持高达480次幂的非球面系数，而偶次非球面被限制在16次幂之内。并且在计算多项式系数的方法上有一些不同。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^{2i}$$

其中，第一项表达式与标准面一样，第二项是归一化坐标幂级数的求和。由于所有的系数 α_i，都是以镜头单位(lens units)表示的，因此使用的是归一化径向坐标 ρ 。参数项定义如下表：

扩展非球面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数。最大值为240。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15	ρ ^2的系数，以镜头单位表示。
16	ρ ^4的系数，以镜头单位表示。
17-254	多项式项。

"最大项数(Maximum term number)"用于指定计算表面矢高时使用的最大多项式项数。此数据是为了加速光线追迹计算，超过此数的项将被忽略。例如，假设希望级数的最后一项是 ρ_{14}，也就是第7项，那么在最大项数栏中指定"7"。请注意，项数值是7，因为它是多项展开式中的第7项。

归一化半径会按比例缩放光线的X和Y交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以镜头单位表示。对于不能用多项式很好描述的面型模拟，可参阅"网格矢高(Grid Sag)"或"用户自定义(User Defined)"。

2.3.1.2.26. 扩展三次样条(Extended Cubic Spline)

扩展三次样条面与三次样条面（参见"三次样条(Cubic Spline)"2）类似，主要的不同是扩展三次样条面允许有更多的项。扩展三次样条面支持4到240项。表面矢高用一列矢高点定义，这些点沿旋转对称形状的半径均匀分布。在半径0处的矢高点必须始终为0，这样就不需要在表格中输入此点。有关样条面限制的重要信息，请参阅"关于样条面的注释(Comments about spline surface)"。对于非旋转对称的样条面，请参阅"网格矢高(Grid Sag)"。

如果有一列描述光学面的矢高点（可能是非OpticStudio的第三方程序生成），而且希望把它们输入到OpticStudio中，可以使用表面属性对话框的导入(Import)部分。该功能在"附加数据(Etra Data)"中有相关的描述。

扩展三次样条面的参数定义

参数#	定义
13	最大样条点数（最大240）
14	沿半径方向各点间的步长尺寸，以镜头单位表示。
15	离顶点一个步长大小的距离处的矢高。
16-254	离顶点（n-14）个步长大小的距离处的矢高。

"最大样条点数"用于指定使用多少个点来定义面。该数在4到240之间。定义一个曲面至少需要4个点。

样条曲面可能会导致粗糙散乱的光线追迹结果。更常用且使模拟表面更平滑的办法是采用网格矢高面，它不要求局限于旋转对称系统，请参阅"网格矢高(Grid Sag)"。

2.3.1.2.27. 扩展菲涅尔(Extended Fresnel)

菲涅尔面用来模拟具有曲面折射（或反射）能力的平面。扩展菲涅尔面支持将平面、球面、圆锥曲面或多项式非球面作为基面，在基面上刻蚀平面、球面、圆锥曲面或多项式菲涅尔图形。这增加了该模型的灵活性。

表面矢高与偶次非球面相同：

$$z_s = \frac{c_s r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_s)c_s^2 r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

有关详细信息，请参阅"偶次非球面(Even Asphere)"部分。前面的表达式用于计算光线与表面的交点。一旦找到交点，通过局部的菲涅尔小面的斜率来确定该面的折射（或反射），这取决于菲涅尔小面的面型表达式Zf（见下文）和基面面型表达式Zs（见上文）。描述菲涅尔小面面型表达式实质上与偶次非球面的矢高表达式一样，即：

$$Z_F = \frac{c_F r^2}{1+\sqrt{1-(1+k_F)c_F^2 r^2}} + \sum_{i=0}^{n} \alpha_i r^{2i}$$

唯一的不同在于，如果n小于8，后一个表达式不必使用所有的8项。注意曲率（符号c），圆锥系数（符号k），所有的多项式系数（符号 α ）对基面矢高和表面上的菲涅尔部分都是独立的。在该面上的折射取决于基面矢高和菲涅尔矢高，而光线与表面交点只取决于基面矢高。面型这样设置的目的是模拟加工为曲面或加工为新的基面面型后再塑模成型为菲涅尔透镜。

基面的矢高半径、圆锥系数、各项多项式都在镜头数据编辑器（LED）中指定，就像偶次非球面一样。菲涅尔矢高项在附加数据文件中指定为附加数据值（参见表面属性的导入部分(Import)。然而，对于菲涅尔矢高附加数据文件使用的是曲率（曲率半径的倒数）而不是半径。下表中汇总了所用的附加数据值。

扩展菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	α 1 - α 8
13	最大非球面多项式项数，n。最大值为8。

14	菲涅尔面的曲率（不是半径）。该参数会影响该面的屈光能力，但不影响基面面型。
15	菲涅尔面的圆锥系数。该参数会影响该面的屈光能力，但不影响基面面型。
16	r^2的系数。
17	r^4的系数。
...	...
23	r^16的系数。

"最大非球面多项式项数(Maximum aspheric polynomial term number)"用于定义计算表面矢高时使用的最大多项式项数。提供此数据是为了加速光线追迹计算的速度，超过该数的项将被忽略。对于复杂的面型建模，应该特别注意评估模型的准确性和适用性，特别是考虑加工精度时。

因为没有可靠的方法去计算不是平面的菲涅尔面的相位，如果在镜头文件中存在基面是非平面的菲涅尔面，不支持任何需要OPD数据的功能，如OPD扇形图、MTF、泽尼克系数的计算。

2.3.1.2.28. 扩展奇次非球面(Extended Odd Asphere)

扩展奇次非球面与"奇次非球面(Odd Asphere)"中描述的奇次非球面相似。但是，扩展奇次非球面支持高达240个非球面系数，而奇次非球面仅限于8个。此外，在计算多项式系数的方法上有一些不同。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^i$$

其中，第一项表达式与标准面型一样，第二项是归一化坐标幂级数的求和。由于所有的系数 α_i，都是以镜头单位表示的，因此使用的是归一化径向坐标 ρ。附加数据项定义如下：

扩展奇次非球面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数。最大值为240。
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15	ρ ^1的系数，以镜头单位表示。
16	ρ ^2的系数，以镜头单位表示。
17	ρ ^3的系数，以镜头单位表示。
18-254	(n-14)^3的系数，以镜头单位表示。

"最大项数（Maximum term number）"用于指定计算表面矢高时使用的最大多项式项数。此数据是为了加速光线追迹计算，超过此数的项将被忽略。

2.3.1.2.29. 扩展多项式(Extended Polynomial)

扩展多项式面除了允许有更多的项外，与多项式面类似。该面也支持基底圆锥非球面再加上多项式非球面。表面矢高的形式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中，N为级数中多项式系数的总和，A_i为第i项扩展多项式的系数。该多项式只是在x、y方向的幂级数。第一项为x，接着是y，再接着是x*x、y*y、x*y等等。有2个1阶项、3个2阶项、4个3阶项，以此类推。最高阶为20，由此可创建最多230个多项式非球面系数。x和y等位置的数据值都会除以一个归一化半径，得到一个没有量纲的多项式系数。

例如，多项式展开式的第12项（附加数据项的第14个）是x^2y^2项的系数。系数A_i的所有系数都有单位，以镜头单位表示，如毫米或英寸。

扩展多项式面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数（不超过230）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-244	多项式项。

"最大项数(Maximum term number)"用于指定计算表面矢高时使用的最大多项式项数。此数据是为了加速光线追迹计算，超过此数的项将被忽略。例如，如果级数中要使用的最后一项为xy^3，项序数为13，那么在最大项数栏中指定"13"。注意项序数为13，因为它是多项展开式中的第13项。归一化半径会按比例缩放光线的X和Y交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以镜头单位表示。

2.3.1.2.30. 扩展Toroidal光栅面(Extended Toroidal Grating)

扩展Toroidal光栅面是Toroidal面，Toroidal光栅以及扩展多项式面的组合。Toroidal面是由定义在Y-Z平面上的曲线，绕一平行于Y轴并与Z轴相交的直线旋转而成的。最终的形状通过叠加扩展多项式来产生变形，最后，再将线性光栅置于该表面之上。定义于Y-Z平面上的曲线为：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

此曲线类似于偶次非球面的表面矢高公式，除了坐标参数是y（不是r）以外。随后这条曲线绕一根到顶点距离为R的轴旋转，距离R为旋转半径，可正也可为负。Y-Z面的曲率半径与标准面半径一样，在相同的半径输入栏中输入，而旋转半径在参数栏1中输入。用0表示在X方向为平面的柱面透镜，OpticStudio会把0认为是半径无穷大。

最后的表面可通过添加扩展多项式项数来修改：

$$Z = Z_{toroid} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中，N为级数中多项式系数的数目，A_i为扩展多项式第i项的系数。多项式是x、y的幂级数，第一项为x，接着是y，再接着是x*x、y*y、x*y等等。有2个1阶项、3个2阶项、4个3阶项，以此类推。最高阶为20，由此可创建最多230个多项式非球面系数。坐标值x和y除以归一化半径，所以多项式系数是无量纲的。

例如，多项式展开式的第12项（附加数据项的第14个）是x^2y^2项的系数。系数A_i的所有系数都有单位，以镜头单位表示，如毫米或英寸。

衍射光栅通过每微米线数及衍射级数来定义。这些值分别在参数栏2和3中定义。光栅线平行于局部x轴，且当投影到平面上时是均匀的。

扩展Toroidal光栅面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2	每微米的光栅刻线数
3	衍射级次
4-11	α 1- α 8
13	最大项数（不超过230）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-244	多项式。

"最大项数(Maximum term number)"用于指定计算表面矢高时使用的最大多项式项数。这个数是用来加快光线追踪的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。例如，如果级数中要使用的最后一项为xy^3，项序数为13，那么在最大项数栏中指定"13"。请注意，项数值是13，因为它是多项展开式中的第7项。归一化半径会按比例缩放光线的X和Y交点坐标，因此多项式的各项都是无量纲的且所有的系数都以镜头单位表示。

2.3.1.2.31. 过滤器(Filter)

过滤器表面使用自定义表面进行建模，请参阅"使用Dll的自定义表面切趾(User defined sarface apodization using Dlls)"中的描述。

2.3.1.2.32. 菲涅尔面(Fresnel)

菲涅尔面模型用于模拟一个平面（非平面菲涅尔透镜详见扩展菲涅尔面型描述），表面通过小尺度刻蚀获得类似球面（或可选为非球面）的外形。表面交点通过计算入射光线与平面的交点来确定。一旦平面交点找到以后，就按一般曲线来处理表面，用来使光线折射到后面的介质中去 。然而，这只是对真正菲涅尔透镜的一种近似。真正的菲涅尔透镜有刻线，可能会改变确切的交点。这里所用的模型对于有较细的刻线（刻线的深度相对于孔径来说很浅）的菲涅尔透镜是适用的。极端的菲涅尔透镜，例如被用在灯塔上的菲涅尔透镜，不能用该面型较好建模。曲率半径和圆锥系数（如果有）指定这些值的方法与标准面一样。参数值与偶次非球面模型完全相同；多项式非球面支持到16次 。

对其他类型的菲涅尔面型，参见面型"扩展菲涅尔面(Extended Fresnel)"和"广义菲涅尔面(Generalized Fresnel)"。

菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	α 1 - α 8

2.3.1.2.33. 广义菲涅尔面(Generalized Fresnel)

这种面表示的是在"菲涅尔面(Fresnel)"中描述的菲涅尔的广义面型。考虑到光线追迹，菲涅尔面的基本概念是表面基面面型与局部斜率无关。广义菲涅尔面使用多项式非球面基面模型，与偶次非球面中所描述"偶次非球面(Even Asphere)"的相通。表面矢高由以下公式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

其中各项含义与偶次非球面模型中相同。完整的讨论请参见相关部分。

一旦光线与表面相交，该面如同具有下述多项式扩展式描述的面型一样光线将发生反射或折射：

$$Z = \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中，N为级数中多项式系数的数目，A_i为扩展多项式第$i^{项}$的系数。多项式的各项与"扩展多项式(Extended Polynomial)"中描述的各项相同。决定该面反射或折射性质的只有扩展多项式项的渐变，而不是由该面的基面面型决定的。

该面的一个应用是对鳞甲面进行建模。例如，一个平面基面可能由一系列小的鳞甲平面组成，他们将光线反射或折射，就好像表面是倾斜的。此应用可以用一个平面基面和多项数系数中一个线性X或Y倾斜项来模拟它。

由于没有可靠的方法来计算通过非平面的菲涅尔面的相位，如果镜头描述中存在基面是非平面的菲涅尔面，则不支持如OPD扇形图、MTF、Zernike系数等任何需要OPD数据的计算。

注意系数都有单位。系数在相应的参数栏中输入，如下表所示。

广义菲涅尔面的参数定义

参数#	定义
1 - 8	α 1 - α 8
13	最大项数（不超过230）
14	归一化半径。所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标。
15-244	多项式。

"最大项数(Maximum term number)"用于指定计算表面矢高时使用的最大多项式项数。这个数是用来加快光线追踪的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。

2.3.1.2.34. 渐变1(Gradient 1)

该面具有和标准面一样的面类，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r1}r$$

其中，$r^2 = x^2+y^2$。要求指定四个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0、径向二次折射率n_{r2}以及径向线性折射率n_{r1}。注意n_{r2}和n_{r1}都有单位。

关于渐变折射率表面的最大步长的讨论***(Discussion on maximum stepsize for GRIN surfaces)***

最大步长大小是在沿局部z轴的镜头单位下测量的，用于确定以多少增量移动后重新计算渐变折射率量。 例如，如果Δt=0.1且系统单位为毫米，则将沿z轴每增加0.1毫米重新计算折射率。 因此，光线每穿过此渐变表面0.1mm就会折射一次。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。所要求的精确值取决于系统的数值孔径和系数的大小。要确定一个合适的步长，先从大的数值（在表面厚度的量级上）开始，然后计算点列图。观察RMS点列图光斑半径，然后按其值的2倍减少步长。如果点列图的RMS半径按很小的百分比变化，则新的步长可能足够小。否则，继续减小步长。尤其在最后的设计阶段，你可能还想再减小步长。使用太小的步长会降低光线追迹的速度，并且不能提高其精度，这没有必要。OPD追迹一般比光线追迹更慢，因此当检视OPD扇形图时可重复上述步骤。在设计过程中应该适时检查以确保步长合适。

对渐变折射率表面后面的面的限制***(Restriction on surfaces following GRIN surfaces)***

通过渐变折射率介质的光线追迹需要迭代以确定光线与渐变折射率表面后面的面的交点。因此，不是所有的表面都可以跟在渐变折射率表面的后面。若在渐变折射率表面后面的表面不被支持，则会显示一条错误信息。

渐变1的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr1

2.3.1.2.35. 渐变2(Gradient 2)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n^2 = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{r8}r^8 + n_{r10}r^{10} + n_{r12}r^{12}$$

其中，$r^2 = x^2+y^2$。要定义八个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变2表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nr6
6	nr8
7	nr10
8	nr12

2.3.1.2.36. 渐变3(Gradient 3)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3$$

其中，$r^2 = x^2+y^2$。要定义八个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变3表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nr6
6	nz1
7	nz2
8	nz3

2.3.1.2.37. 渐变4(Gradient 4)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{z1}z + n_{z2}z^2$$

要定义八个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0和上面等式中的其余六个系数。注意其中一些系数有单位。这种特殊的渐变折射率模型对于模拟一个具有柱面光焦度外形剖面的渐变折射率光学元件很有用。如果有足够的数据来计算系数，该模型对于光学元件的热渐变折射率建模也是有用的。

在进行近轴光线追迹时，线性横向项n_{x1}、n_{y1}被忽略不计。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变4表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nx1
4	nx2
5	ny1
6	ny2
7	nz1
8	nz2

2.3.1.2.38. 渐变5(Gradient 5)

渐变5表面面型与标准面的面型相同，外加x和y方向的"倾斜"项：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + x\tan(\alpha) + y\tan(\beta)$$

其中，c为曲率（半径的倒数），r为径向坐标（以镜头单位表示），k为圆锥系数，tan α 和tan β 为x和y中倾斜角的正切。注意，这与倾斜后的标准面并不是同一种面型，但只要曲率较小或倾角较小，它就接近于倾斜后的标准面。渐变5表面具有以下渐变折射率分布：

$$n_{ref} = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + n_{z4}z^4$$

其中，$r^2 = x^2+y^2$。要定义十个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0和上面等式中的其余六个系数以及两个倾斜项。注意其中一些系数有单位。

渐变折射率5模型的重要特点是该模型可以指定介质的色散属性。色散数据由用户定义且被存储在名为SGRIN.DAT的ASCII文件中。SGRIN.DAT的格式稍后会简短地进行介绍。

材料的名称在渐变折射率5的面型中的玻璃一栏中输入。如果玻璃一栏是空的，就可以忽略色散的影响。

为进行光线追迹，OpticStudio首先用前面公式计算得到的n_{ref}计算参考波长下的折射率。其它波长下的折射率的计算基于下面的Sellmeier公式的一般展开式：

$$n(\lambda)^2 = n(\lambda_{ref})^2 + \sum_{i=1}^{3} \frac{K_i(\lambda^2 - \lambda_{ref}^2)}{\lambda^2 - L_i}$$

其中，

$$K_i = \sum_{j=1}^{K_MAX} K_{ij}[n_{ref}]^{j-1},\ L_i = \sum_{j=1}^{L_MAX} L_{ij}[n_{ref}]^{j-1},\ \text{and } n_{ref} = n(\lambda_{ref})$$

系数K_{ij}和L_{ij}定义了材料的色散，由参数2-8（见下表）指定参考波长下渐变系数后，以确定折射率渐变分布。这种非常通用的色散模型几乎可以定义宽波带上任意的渐变折射率色散。参数K_MAX和L_MAX可以少至1项，为了更准确建模也可多到8项。

色散数据存储在<glass>文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）下的名为SGRIN.DAT的ASCII文件中。

SGRIN.DAT文件中有多个数据块，每个数据块有10行。文件格式如下：

```
MATERIALNAME
MIN_WAVELENGTH MAX_WAVELENGTH
REF_WAVELENGTH
K_MAX L_MAX
K11 K12 K13 ...K1K_MAX
K21 K22 K23 ...K2K_MAX
K31 K32 K33 ...K3K_MAX
L11 L12 L13 ...L1L_MAX
L21 L22 L23 ...L2L_MAX
L31 L32 L33 ...L3L_MAX
```

多种材料可以通过在同样的文件中增加另一个10行数据块的方法来定义，每个数据块之间没有空行。所提供的SGRIN.DAT文件包含了LightPath Technologies公司提供的描述渐变折射率材料的系数。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变5表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	nr2
4	nr4
5	nz1
6	nz2
7	nz3
8	nz4

9	tan α
10	tan β

2.3.1.2.39. 渐变6(Gradient 10)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_1 r^2 + n_2 r^4 + n_3 r^6 + n_4 r^8$$

n_x的值通过下式计算：

$$n_x = A_x + B_x \lambda^2 + \frac{C_x}{\lambda^2} + \frac{D_x}{\lambda^4}$$

对于n_0、n_1、n_2、n_3和n4有类似的表达式（但A、B、C、D的值不同），该表达式中 λ 的单位用纳米而不用微米。

色散数据由用户定义并保存在名为GLC.DAT的ASCII文件中。这个文件被保存在文件夹<glass>（参阅"文件夹(Folders)"）中。文件的第一行是文件版本格式说明符：

```
VERSION N
```

其中N是文件格式的版本号，当前为1。 OpticStudio 在读取旧的GLC数据文件时将忽略版本号，但是当前的版本号和格式适用于任何新创建的文件或者新增加的数据。剩余行包含21行数据块，这些数据定义了该表中每种材料的名称和数据，格式如下：

```
NAME A0
B0
C0
D0
A1
B1
etc... ending with D4
```

其中，第一行是材料的名称，可以采用任何小于10个字符长度的名称（不包含空格或引号等特殊的字符）。接下来的20行分别为A、B、C、D，从n_0到n_4的值。不允许存在空白行或者注释行。 OpticStudio 能够在GLC.DAT文件中读取多达25种不同材料的数据。

GLC.DAT文件中的色散数据是由Gradient Lens Corporation (GLC)公司（位于Rochester NY，(716)235-2620）提供的。如需了解有关材料特性的详细说明，请联系GLC。并不是所有由GLC提供的材料都包含在GLC.DAT文件中。GLC.DAT文件中包含了以下材料：ARS10、ARS20、ARS27和ARS31。

为了使用渐变6表面材料，要将表面类型更改为渐变6(Gradient 6)，然后在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的材料一栏输入合适的材料名称。

最大步长 Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变6表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt

2.3.1.2.40. 渐变7(Gradient 7)

该表面具有和标准表面一样的表面类型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + \alpha(r - R) + \beta(r - R)^2$$

其中，

$$r = \frac{R}{|R|}\sqrt{x^2 + y^2 + (R - z)^2}$$

坐标x、y、z是相对于顶点子午面来测量的常用坐标，R为在顶点处测量的同折射率等高线的半径。同折射率等高线是以z=R点为中心的球壳。起始的折射率n_0是在表面顶点处测量的折射率，而不是同折射率等高线中心处的折射率。这里要求有五个参数：最大步长Δt、基本折射率n_0、R、α和β。注意，α和β都有单位。

同折射率等高线半径R可以由透镜前表面和后表面的曲率半径单独定义。然而，当R值设为0时，OpticStudio假设同折射率等高线半径与前表面曲率半径相等。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变7表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	R
4	α
5	β

2.3.1.2.41. GRADIUM™

这种表面类型的模型镜头是由LightPath科技公司提供的库存渐变折射率毛坯制成的，面形与标准表面相同。毛坯具有轴向渐变折射率剖面，它描述了折射参考折射率作为玻璃毛坯内轴向位置的函数。定义透镜需要：毛坯内的起始位置，库存毛坯剖面的名称，当然还有半径和厚度。GRADIUM表面具有渐变折射率剖面，由下述多项式给出：

$$n = \sum_{i=0}^{11} n_i \left(\frac{z + \Delta z}{z_{max}} \right)^i$$

z坐标是到表面前顶点的距离，z_{max}是毛坯z坐标的最大值（通常也称为boule厚度(boule thickness)），该值Δz是沿着剖面"偏移"的距离。与OpticStudio中大多数其它的渐变折射率玻璃模型不同，GRADIUM表面只采用固定的预先定义的轴向分布系数。 所需的唯一设计参数是偏移值Δz。OpticStudio提供的可用的配置文件在ASCII文件PROFILE.GRD中可以找到。也可以通过将扩展名以GRD结尾的文件放在<glass>文件夹中（参见"文件夹(Folders)"）来定义其它配置文件。

要选择一个不同的配置文件，请参阅"GRADIUM折射率剖面(GRADIUM Profile)"。如需了解现有配置文件的列表，请参见"Gradium™折射率剖面(Gradium™ Profile)"。

GRADIUM配置文件格式

文件格式是由一系列的13行数据组成的块，格式如下：

```
PROFILE_NAME GLASS_FAMILY MAX_Z DENSITY UNUSED
n0
n1
...
n11
```

每个数据块以配置文件名称开始，可以是任何少于20个字符的有效ASCII名称。在同一行紧接着是玻璃材料名称，它必须是渐变5一节中所描述的SGRIN.DAT文件中定义的渐变折射率材料。玻璃材料名称可定义配置文件中的参考波长。该行最后一项是毛坯的最大z坐标。接着是12个多项式系数，从n0到n11。允许的最大剖面数值是100。

当OpticStudio进行光线追迹时，会计算表面局部z坐标（可能是负的）。然后加上偏移值来确定该坐标在剖面中的位置。

通常，所得到的值都是正值，且小于或等于最大z坐标，否则，会产生错误（参考下文有关"Capping"的讨论）。然后计算参考折射率。一旦计算出参考折射率后，所追迹波长处的折射率可使用在Gradient 5中描述过的方法进行计算。

参数3是前顶点处的参考波长折射率，该值可以在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中更改。当输入一个新的值后，OpticStudio计算合适的Δz，以产生指定的参考折射率。然而，Δz才是最重要的值。参考折射率不能被设为变量或一个多重结构操作数。注意，参考折射率指的是参考波长上顶点处的折射率，而参考波长是指在玻璃材料的定义文件SGRIN．DAT中定义的波长。它不一定是主波长。

此外，GRADIUM表面模型还支持用于公差分析的4个附加参数项：偏心X(Decenter X)、偏心Y(Decenter Y)、倾斜X(Tilt X)和倾斜Y(Tilt Y)。这四个项可建模一个不完全居中，也不完全平行于局部Z轴的轴向渐变。公差项通过重新定义轴向z坐标来改变轴向分布，具体如下：

$$z' = t_x(x - d_x) + t_y(y - d_y) + t_z z$$

其中，

$$t_z = \left[1.0 - t_x^2 - t_y^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

tx、ty、tz是单位矢量的系数，该单位矢量指向轴向渐变轴线，dx和dy是相对于分布开始处的偏心值，以镜头单位表示。如果tx和ty都为0，则dx和dy的值将不起作用（因为渐变是沿着z轴的），而tz的值为1。tx和ty决定

了（折射率）分布轴在x和y方向的斜率，其目的是对渐变轴线和透镜的机械轴线之间的轴向偏移公差进行建模。表达式是线性近似，只对渐近小的tx和ty有效。

当进行近轴光线追迹时，公差项dx、dy、tx和ty被忽略。

通常，只使用已定义的剖面范围。但是，在某些情况下，剖面可在单个或两个方向上同时被扩展，用来将额外的（非渐变）玻璃添加到（折射率）剖面的结束端，使得在厚透镜中也可以使用GRADIUM表面。这种技术叫做"捕获(Capping)"。在默认设置中，OpticStudio会关闭Capping，因此要求玻璃超过剖面限制尺寸的任何光线追迹过程都被标记为错误。在优化过程中，这将自动进行边界约束。为了去掉这种约束，Capping标记可以设置为1、2或3。默认值0表示毛坯被限制在分布长度（两端）以内。如果Capping标记是1，那么只有左边被限制（右边允许超出分布长度限制）。如果Capping标志是2，则只有右边被限制。如果Capping是3，则毛坯左、右边都不加以限制，且厚度和偏移值可以是任何值。分布开始前和结束后附加的材料被假定为均质玻璃，使得分布的两端分别有着相同的折射率和色散。如果在定义的端点上分布有斜率的话，此假设可能是不正确的，而事实常常如此。如需了解有关使用GRADIUM Capping开展设计的详细信息，请联系LightPath Technologies公司。

所有GRADIUM剖面都是成对定义的，有"正面(positive)"及"反面(negative)"两种剖面。轴向的反方向具有相同的剖面。当对双向透镜进行建模时，必须将一个剖面用于前向通过，而另一个剖面用于逆向通过。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

GRADIUM表面的参数定义

参数#	定义
0	boule厚度
1	Δt
2	Δz
3	n_ref
4	dx
5	dy
6	tx
7	ty
8	Capping

2.3.1.2.42. 渐变9(Gradient 9)

渐变9可用于模拟NSG America Inc.的SELFOC®材料，或任何有相似折射率变化的渐变折射率玻璃。渐变9表面面型与标准面的面型相同，外加x和y方向的"倾斜"项：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + x\tan(\alpha) + y\tan(\beta)$$

其中，c为曲率（半径的倒数），r为径向坐标（以镜头单位表示），k为圆锥系数，tan α 和tan β 为x和y中倾斜角的正切。注意，这与倾斜后的标准面并不是同一种面型，但只要曲率较小或倾角较小，它就接近于倾斜后的标准面。渐变9表面具有以下渐变折射率分布：

$$n = n_0\left[1.0-\frac{A}{2}r^2\right]$$

其中A和n_0是关于波长的函数：

$$A(\lambda) = \left[K_0+\frac{K_1}{\lambda^2}+\frac{K_2}{\lambda^4}\right]^2$$

$$n_0 = B+\frac{C}{\lambda^2}$$

这里，波长是以微米为单位的。色散数据由用户定义，并保存在名为GRADIENT_9.DAT的ASCII文件中。这个文件被保存在文件夹<glass>（参阅"文件夹(Folders)"）中。GRADIENT_9.DAT文件有多个数据块，每个数据块有6行。文件中的第一行是材料的名称，可以采用任何小于20个字符长度的名称（不包含空格或引号等特殊的字符）。下面5行分别是B、C、K0、K1和K2的值。数据块与数据块之间不允许有空白行。 OpticStudio 在GRADIENT_9.DAT文件中可以最多读取25种不同材料的数据。

GRADIENT_9.DAT文件中的色散数据是由NSG America,Inc.（Somerset,NJ，(732)469-9650）或由Corning,Inc.（Corning,NY，(607)974-4755）公司提供的。如需了解材料性能的详细信息，请与提供数据的制造商联系。这些制造商提供的所有材料并非都必需包含在GRADIENT_9.DAT文件中。以下是已包括在内的材料：NSG公司的SLS-1.0、SLS-2.0、SLW-1.0、SLW-1.8、SLW-2.0、SLW-3.0、SLW-4.0和SLH-1.8以及Corning公司的Corning-Grin。

为了使用渐变表面9材料，要将面型更改为渐变9(Gradient 9)，然后在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的材料一栏输入合适的材料名称。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变9表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	tan α
3	tan β

2.3.1.2.43. 渐变10(Gradient 10)

该面具有和标准面一样的面型，介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{y1}y_a + n_{y2}y_a^2 + n_{y3}y_a^3 + n_{y4}y_a^4 + n_{y5}y_a^5 + n_{y6}y_a^6$$

这里，y_a=|y|，||符号表示绝对值。这种形式的渐变折射率在平面y = 0处是不连续的，且关于y = 0面轴对称。如果玻璃类型为空白，则没有色散。在玻璃栏中可输入玻璃类型，输入的玻璃材料是在渐变5面型中定义过的渐变5材料。上面的公式定义了材料在参考波长处的折射率分布，在其它波长处的折射率根据渐变5表面中定义的色散模型计算得出。在进行近轴光线追迹时，线性横向项n_{y1}被忽略不计。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参见"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

渐变10表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt
2	n0
3	ny1
4	ny2
5	ny3
6	ny4
7	ny5
8	ny6

2.3.1.2.44. 渐变12(Gradient 12)

渐变12具有和标准面一样的面型，其中介质的折射率定义为

$$n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{x3}x^3 + \ldots + n_{x20}x^{20}$$

$$+ n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{y3}y^3 + \ldots + n_{y20}y^{20}$$

$$+ n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + \ldots + n_{z20}z^{20}$$

渐变12面型允许使用序列模式面型渐变5中定义的复杂的Sellmeier色散来指定色散属性。 通过渐变5表面使用的同一文件SGRIN.DAT来获得色散系数。

最大步长Δt的设定可以权衡光线追迹的速度与精度。 如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。也可参阅"渐变1"文档中的"对渐变折射率表面后面的表面的限制(Restrictions on surfaces following GRIN surfaces)"。

级次(Order)是在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中显示的最高多项式常数（x、y和z）的阶数，最大值为20。参数4-63将显示上述折射率表达式中定义的所有常数。没有在编辑器中显示的任何常数都假设为零。如果级次为零，则所有常数均为零，并且在镜头数据编辑器中只有基本折射率n0可用。

渐变12表面的参数定义

参数#	定义

1	Δt
2	级次。在镜头数据编辑器中显示的最高多项式常数（x、y和z）的阶数。 最大值为20，它将显示上述折射率表达式中定义的所有常数。 没有在编辑器中显示的任何常数都假设为零。如果级次为零，则所有常数均为零，并且在镜头数据编辑器中只有基本折射率（参数3）可用。
3	基本折射率n0
4、 5、 6	c_x1、c_y1、c_z1（一阶系数）
7、 8、 9	c_x2、c_y2、c_z2（二阶系数）
...	...
61-63	c_x20、c_y20、c_z20（二十阶系数）

2.3.1.2.45. 网格渐变(Grid Gradient)

此表面是圆形平面，折射率通过三维坐标中的网格进行定义。折射率数据由用户自定义，并存储在扩展名为.GGD的任意ASCII文件中。从表面属性(Surface Properties)对话框（参阅"表面类型(Surface Type)"）的类型(Type)选项卡中的"GGD文件(GGD File)"控制选项中选择文件名。折射率数据文件必须存储在<glass>文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。OpticStudio将使用三次立方样条曲线在GGD文件中定义的点之间进行插值计算。当所选的表面类型是网格渐变(Grid Gradient)时，根据指定的网格数据文件计算折射率，而不是镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的材料单元格。

GGD*文件最大大小*(GGD maximum file size)

GGD文件最大大小由以下公式确定：

```
limit = 6400*nx*(1 + ny + ny*nz)
```

在32位系统中，我们要求极限值小于10亿(1E9)，而在64位系统中，我们要求极限值小于40亿(4E9)。

GGD*文件格式*(GGD File Format)

文件分为两部分：第一行是标题，第二行是折射率和色散数据。标题包含关于文件内容和OpticStudio所使用的色散公式。数据部分将包含折射率数据、色散系数中的其中之一，或两者都包含。语法如下所示。

```
DISPERSION_FORMULA_IDENTIFIER NX NY NZ DX DY DZ
X Y Z n0 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10
.
.
.
```

在标题中，色散公式是一个字符串，它与"玻璃色散公式(The glass dispersion formulas)"当中所描述的色散公式相对应。色散公式标识符是已去掉空格的公式名称（如Sellmeier 3公式为Sellmeier3）。目前，仅支持在上述部分中列出的那些公式的公式名。NX、NY和NZ值分别为文件中x、y和z点的数量。这些值均必须大于5。DX、DY和DZ分别为点与点之间的x、y和z间隔。

在文件的主体部分，前三个值分别为x、y和z坐标。这些点在其范围内单调递增且均匀间隔。也就是说，在重复下一组x和y坐标之前，z应该从零增加至其最大范围。第一个折射率值为n0，代表折射率偏移，如果不需要可以将其设置为零。在根据给定的色散数据计算得出后，恒定的折射率偏移可应用于折射率。剩余值为色散系数，可以通过所选择的色散公式来定义折射率分布。例如，如果要定义Schott色散公式，可以使用从C1至C6的前六个系数，并将其余系数设置为零。还必须确保Schott是在文件标题中定义的色散公式标识符。如果想要仅使用偏移来定义折射率，那么选择一个没有统一项的色散公式（如Schott或Sellmeier 3公式），然后将所有色散系数设置为零。在这种情况下，通过色散关系计算的折射率将返回0，从而折射率由常数折射率偏移项严格定义。

最大步长大小为此表面类型的唯一参数。如需了解有关详细信息，请参阅"关于渐变折射率表面的最大步长的讨论(Discussion on maximum step size for GRIN surfaces)"。

对网格渐变面后的面的限制

不允许将以下表面之外的面直接放置在网格渐变表面之后。

☒偶次非球面
☒扩展多项式面
☒扩展非球面
☒扩展奇次非球面
☒渐变1-12
☒GRADIUM
☒网格渐变(
☒网格矢高面
☒不规则面
☒奇次非球面
☒标准面
☒倾斜面
☒环面
☒Q型非球面
☒用户自定义表面
☒Zernike Fringe矢高
☒Zernike Standard矢高

网格渐变表面的参数定义

参数#	定义
1	Δt

2.3.1.2.46. 网格相位(Grid Phase)

这个面与网格矢高面（参见"网格矢高(Grid Sag)"）几乎是一样的。关键的区别在于：

☒矢高的单位是以相位的弧度表示，而不是长度单位。
☒单位标志数据只用于缩放delx、dely和导数值。
☒面的形状是平面。
☒支持衍射级次。衍射级次是相位值的一个乘数。值为零将会"关闭(off)"相位的影响。将级数设为-1会使所有定义的相位值符号变为相反方向。

☒支持"剪切距离(shear diastance)"。参见下文的"使用剪切距离(Using the shear distance)"。

插值栏中可确定数据点之间使用的插值方法。使用0表示双三次样条插值，用1表示线性插值，用2表示像元化插值。对于插值方法0和1，相位和相位斜率应在整个表面上连续变化。当使用插值方法2时，网格相位面将具有明显的像素。相位改变根据各个像素来确定。相位斜率将根据.dat文件中显示的导数（dz/dx、dz/dy和d2z/dxdy）来确定。如果文件中每个点的导数值均为零，则OpticStudio将自动根据像素和相邻值估算导数。

网格矢高中其它文件格式的描述和一般信息都适用于网格相位。

使用剪切距离***(Using the shear distance)***

模拟大气扰动的一个方法是，使用具有外部大气建模程序生成的数据的网格相位面来模拟。精确的模拟可能需要多个面，使用具有不同相位数据的面来模拟长距离间隔的大气层。由于这些大气层之间有间隔，不同的视场角穿过大气层的不同部分，这取决于大气层之间的距离和光线的角度。这些面之间的间隔导致了依赖于视场的表面间横向剪切。

要模拟这个剪切，原则上可以在光学系统前放置多个相隔较远的网格相位面。实际上，这种效果不太理想，因为当通过一个网格相位面时，光线的弯折可能使光线完全错过入瞳。为避免这个问题，可以将网格相位面放在系统的入瞳上，然后就可以定义与实际相位层位置相对应的"剪切距离"。当光线追迹到网格相位面时（只考虑相位的话），如果网格相位面已经放在了剪切距离上，OpticStudio将调整光线坐标，以便与入射光线的坐标相符。通常情况下，剪切距离是负的，因为该距离是从表面到相位层的有效位置来测量的。如果剪切距离是零，则不会发生横向位移。

相位系数的符号规则***(Phase coefficients sign conventions)***

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

参数**#**	定义
0	衍射级次
1	剪切距离
2	插值方法。使用0表示双三次样条插值，用1表示线性插值，用2表示像元化插值。参见"双三次样条插值 vs 线性插值(Bicubic spline vs. linear interpolation) "。

2.3.1.2.47. 网格矢高(Grid Sag)

网格矢高面的面型是由基本平面、球面、圆锥非球面、多项式非球面或Zernike非球面加上由矢高值矩形阵列定义的附加矢高项来定义的。该面型是通过对矢高值进行线性或双三次样条插值后决定的。离散点处的矢高定义为：

$$Z_{ij} = Z_{base} + Z\left(x_i - xdec, y_j - ydec\right)$$

其中，

$$Z_{base} = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8}\alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N}A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

$$1 \le i \le nx,\ 1 \le j \le ny$$

这里，Z_i项为"Zernike Standard矢高"中所述的Zernike Standard项。delx和dely是x，y方向上网格点间的间隔，xdec和ydec是该选择的可选偏心坐标，nx和ny是每个方向上的网格点数目。且nx、ny的值不得小于5。用来定义Z_{base}的项与用来定义偶次非球面的项相同。注意，由网格点定义的矢高相对于由非球面基面面型定义的矢高而言可能是偏心的。可选项参数9和10是Zernike偏心项，用来定义Zernike表达式相对于表面顶点的偏心。OpticStudio 在计算该表面的近轴光焦度时，利用顶点曲率半径、非球面系数和网格点数据来计算有效近轴曲率。

导入网格数据

所有数据都必须在OpticStudio外部进行计算并制成表格，按适当的文件格式排列，然后再通过表面属性中的"导入（Import）"功能读取。正确的文件格式如下：

```
nx ny delx dely unitflag xdec ydec
z dz/dx dz/dy d2z/dxdy nodata
.
.
.
```

该文件的第一行包含7个值，用于定义x、y方向上的格点数目（整数型），x、y方向的增量（浮点型）（假设为正值，只考虑delx和dely的绝对值），表示数据单位的（整数型）标志：0表示毫米，1表示厘米，2表示英寸，3表示米。在x、y方向上格点相对于基面的偏心量（浮点型）。可以对当前镜头单位进行任意比例的缩放。注意矢高和全导数的值都是有量纲的，因此可以缩放，但是一阶导数是无量纲的，因此无法缩放。

该文件中剩余的nx*ny行包括四个数（浮点型）和一个整数（可选）。四个浮点值分别为：矢高、矢高的x导数、矢高的y导数、全导数d/dxdy。可选择的第五个数据项是一个整数标志，用于表示数据是否为无效数据。对于有效的测量数据，nodata标志应为零或空格。对于无效的数据，nodata标志应该为1。

如果nodata标志的值为1，则用0替换整行数据，且只使用矢高数据的基本部分进行计算。如果网格矢高表的所有数据项都不是数字，则将数据项替换成零。

文件中的第一个数据行与表面的左上角相对应，即由-x和+y极值定义的左上角。后面的每个点在整个面上按从左到右的顺序读取。读完nx个点后，读取第nx+1个点作为第2行的第一个值，以此类推，直到nx*ny个点都被读取完成。文件必须是以.DAT扩展名结尾（对NSC物体使用的文件，其扩展名必须以.GRD结尾）的ASCII格式。

对矢高数据点间的双三次插值进行平滑处理时必须用到导数值。这些值不用在线性插值算法上。如果文件中每个点的导数值（dz/dx、dz/dy和d2z/dxdy）都是零，那么OpticStudio会自动用有限差分法估算这些导数值。

网格矢高文件格式也支持注释行。任何以"！"字符开头的行都会被忽略。

双三次样条 ***vs*** 线性插值

可以使用这两种插值算法中的任一种算法计算表面上任意点上的矢高。默认使用双三次样条算法，并且提供了一种在矢高和其一阶导数上都平滑的插值。双三次样条是得到合理的平滑数据的首选算法。对于有噪声的伪随机数据，或有尖锐非连续的网格数据，双三次样条可能引起"插值过度(overshoot)"，这就意味着面数据的插值可能生成远离网格点的矢高点。对于这些情况，一个线性插值算法可以提供更加有用的结果。双三次样条或线性插值的选择被当作一个参数可由用户选择。

使用网格矢高的建议

有关样条面限制的重要信息，请参阅"关于样条面的注释(Comments about spline surface)"。要使用网格矢高面，首先将表面类型改成网格矢高。然后从表面属性对话框中的"导入(Import)"部分选择DAT文件名。数据将被载入内存，但并不显示在镜头数据编辑器中。不显示数据的原因在于点的数量可能相当的大。一旦网格文

件被载入，值就可通过使用表面数据报告(Surface Data Report)来检查。之后，数据被存储在镜头文件中，并且初始DAT文件被忽略。如果DAT文件必须改变，则需要在表面属性对话框中使用导入功能重新加载文件。

网格大小只受可用内存的限制。网格的每个点需要4个8字节的双精度值和1个I字节的值，或者总共33字节。一个225×225的栅格文件需要大约2Mb的内存。使用带有很多点的网格矢高面可能会降低文件编辑和读写的速度。加快编辑速度的一个方法是关闭OpticStudio中的"磁盘多步存储(disk multi step)"撤销功能。请参见"OpticStudio配置选项"（从设置选项卡）的"编辑器"部分。

双三次样条插值算法平滑到三阶，且在格点上有精确结果，对于合理平滑的表面面型一般不需要很大的网格文件。然而，与所有的低阶样条表面模型类似，网格矢高面可能永远不能建模接近高阶非球面的表面。因为没有分段数目合理的三阶多项式能精确地遵守高阶形状。网格矢高表面用于建模任意低阶面型，不会产生高阶波动。

网格矢高面在网格边缘外不做定义。网格区域外的光线追迹被当作光线丢失错误对待。最好将网格的有效数据部分设为比光线照射区域大一些。尤其不要将网格定义为与光束截面一样大。因为正好在网格边缘的光线不会按预期去追迹。

为了建模极度弯曲光学元件的网格矢高面，例如快速反射镜，最好使用基面曲率半径和圆锥系数来定义原始面形，然后用网格矢高数据定义与原始面型间的偏差，而不是用网格数据定义整个表面。原因是OpticStudio可以使用基面的曲率半径和圆锥系数去找到光线与表面交点的"初始估算值(first guess)"。然后使用附加网格矢高数据迭代出精确解。对OpticStudio来说，如果基面是平面，找到大角度入射光线与极度弯曲网格矢高面的交点不仅很困难，而且速度很慢。

GRIDSAMP.C，一个C语言程序的例子，位于<objects>\Grid Files文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。此示例程序显示了创建网格DAT文件的正确方法；例子中使用的是球面。此外，GRIDSAMP程序也显示了在只知道表面矢高公式的解析式时，怎样用有限差分来计算导数。

不能对网格数据进行优化和公差分析。

网格矢高面的参数定义

参数#	定义
0	插值方法。使用0表示双三次样条插值，1表示线性插值。请参阅"双三次方样条 vs 线性插值(Bicubic spline vs. linear interpolation)"。
1 - 8	α 1- α 8
9	Zernike X方向偏心，以镜头单位表示
10	Zernike Y方向偏心，以镜头单位表示
13	项数（最大231）
14	归一化半径。坐标由该值归一化。
15-245	Zernike多项式1-231的相应系数，以镜头单位表示。

2.3.1.2.48. 全息面1(Hologram 1)

全息面I可用来模拟光学构造的全息元件。全息面可以是平面、球面或圆锥面，且全息面之后的介质可以是空气或玻璃。玻璃也可以是"反射面(Mirror)"，以指定全息面是构造且用于反射。全息元件本身通过两个不同构造点的x、y、z坐标、构造波长和衍射级次来描述。全息元件根据下述方程对光程的偏离进行计算：

$$\hat{n} \times (r'_o - r'_r) = \left(\frac{m\lambda_p}{\lambda_c}\right)\hat{n} \times (r_o - r_r)$$

其中，$\hat{n}$是在光线交点处垂直于全息面的单位矢量，r_o是沿着第一条构造光束的单位矢量，r_r是沿着第二条构造光束的单位矢量，r'_r是沿着入射读出光束的单位矢量，r'_o为折射光线，λ_c和λ_p为构造波长和重现波长，*m*为衍射级次。*m*=0表示光线不偏离，而*m*的其它整数值表示较高的衍射级次。这里用到的符号引用自（1986年）Welford编写、Adam Hilger出版的《Aberrations of Optical System》一书。模拟全息面需要理解它的原理和特性，这超出了本参考手册的范围，建议用户在使用此功能前先参阅Welford的书及其它一些参考书目。

大多数全息元件的构造和使用都应用于透射或反射中。也有应用是先构造全息元件用于透射，然后把基底镀铝再用于反射。在这种特殊情况下，可以使用指定了负构造波长的全息面来模拟。尽管在这种情况下光线追迹是正确的，但OPD追迹将无法起作用。

默认情况下，OpticStudio只能模拟全息元件对光程的偏离影响。对于效率等其它属性，必须使用Volume Hologram?参数将表面设置为体全息图。

两束构造光束可用各自的点光源进行定义。点光源的x、y、z坐标是相对于全息面顶点坐标测量得到，以镜头单位表示。 OpticStudio 用两束构造光束的局部坐标和构造点数据来计算在光线与面交点处的单位矢量。构造波长的单位为微米。如果到点光源的距离大于1.0E+08镜头单位，则假设点在无限远处，且构造光束是该点发出的完美平面波。这种假设比简单输入大坐标值能获得更精确的OPD计算。

要将全息面1用作体全息图，请设置体全息图(Volume Hologram)? 这允许输入下列体全息图参数。

用两个指定的构造光束之间的干涉来定义全息面，假定构造光束无像差。可以使用一般方法来模拟有像差构造光束光学制造全息面，参见"光学制造全息(Optically Fabricated Hologram)"。

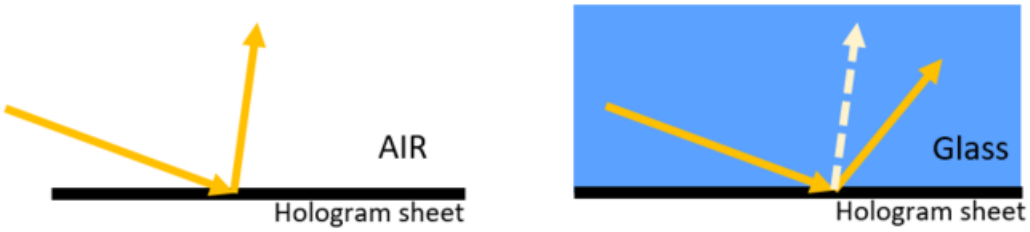
可以使用"光学制造全息"面对有像差构造光束形成的光学构造全息面进行模拟。

全息面1假设两束构造光从指定的构造点发散开来。由于构造光束光路可逆，因此也相当于两构造光束向构造点会聚。有些全息构造方法要求一束为会聚光而另一束为发散光。如需了解有关这类全息面的信息，请参考"全息面2(The Hologram 2 surface)"。

关于考虑全息面两侧材料折射率的注解

我们上面讨论的方程没有考虑全息表面两侧材料的折射率。 如果其中一条光线来自不同的材料，那么我们应该将它的单位矢量乘以光线所在位置的折射率。例如，如果全息图附加在折射率为ng并用于反射的玻璃上，那么我们应该将入射读出光束和折射光束写为$n_g r'_r$和$n_g r'_o$。这会由OpticStudio进行处理。但是，始终假设构造光束位于空气中，因为没有用于定义构造光束所在材料的折射率的参数。 假如全息图由非空气材料光学构造而成，构造波长应有效地从λ_c变为λ_c/n_g。

请注意，根据我们上面讨论的内容，当全息图两侧的材料折射率不同时，我们应该预期光线会衍射到不同的方向。这正是我们对光栅衍射的期望。 下面显示的是描述这个概念的草图。



全息面1的参数定义（参数14-21仅在参数13 ≠ 0时可用）

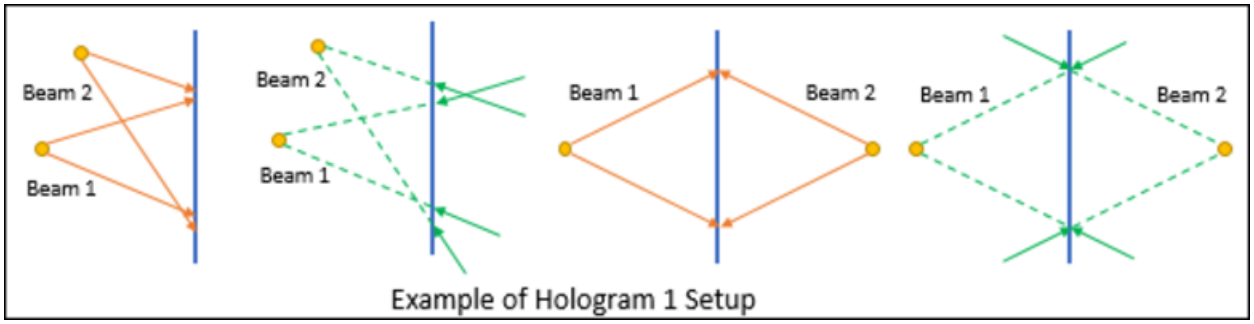
参数#	定义

1	第一束构造光束的X坐标，Construct X1
2	第一束构造光束的Y坐标，Construct Y1
3	第一束构造光束的Z坐标，Construct Z1
4	第二束构造光束的X坐标，Construct X2
5	第二束构造光束的Y坐标，Construct Y2
6	第二束构造光束的Z坐标，Construct Z2
7	构造波长，λ_c
8	衍射级次，m
13	体全息图？（用0表示False，用1表示True）
14	全息图厚度（仅用于效率计算而非光线追迹）
15	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1
16	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2
17	全息乳剂的平均折射率，n
18	折射率调制，dn
19	收缩率（用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率）
20	折射率偏移(Index Shift)（显影后平均折射率的变化）
21	考虑菲涅尔面(Fresnel)？（用0表示False，用1表示True）

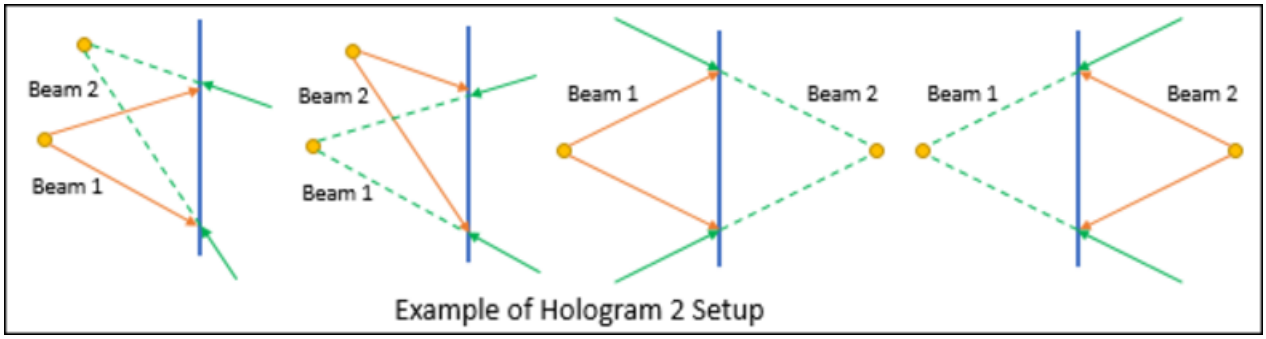
2.3.1.2.49. 全息面2(Hologram 2)

全息面2与全息面1非常相似。主要的不同之处是全息面1假设两束构造光束都是从构造点发散或会聚于构造点，而全息面2假设一束光会聚于构造点，而另一束光从另一构造点发散。由于光路可逆，哪束光是第一束、哪束光是第二束并不重要。全息面2与全息面1的参数数据是相同的。

下图解释了全息面1和2如何处理光束的会聚和发散。请注意，橙色光线代表发散光束，绿色光线代表会聚光束。我们可以看到全息面1将点光源视为都是发散的，由于光路可逆，这也等同于两个构造光束向构造点会聚的情况。另一方面，全息面2将两个点光源分别作为一个发散和一个会聚。由于光路可逆，哪个点光源是发散的或会聚的并不重要。



Example of Hologram 1 Setup



Example of Hologram 2 Setup

全息面2的参数定义（参数14-21仅在参数13 ≠ 0时可用）

参数#	定义
1	第一束构造光束的X坐标，Construct X1
2	第一束构造光束的Y坐标，Construct Y1
3	第一束构造光束的Z坐标，Construct Z1
4	第二束构造光束的X坐标，Construct X2
5	第二束构造光束的Y坐标，Construct Y2
6	第二束构造光束的Z坐标，Construct Z2
7	构造波长，λ_c
8	衍射级次，m
13	体全息图？（用0表示False，用1表示True）
14	全息图厚度（仅用于效率计算而非光线追迹）
15	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1
16	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2
17	全息乳剂的平均折射率，n
18	折射率调制，dn
19	收缩率（用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率）
20	折射率偏移(Index Shift)（显影后平均折射率的变化）
21	考虑菲涅尔面(Fresnel)？（用0表示False，用1表示True）

2.3.1.2.50. 不规则面(Irregular)

不规则面是在一个标准面形（平面、球面、或二次曲面）上附加偏心、倾斜、球差、像散和彗差等非球面偏差。这种面型主要用于公差分析算法中对标准面形不规则变化的模拟 。表面矢高定义为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + Z_s\rho^4 + Z_a\rho'^2_y + Z_c\rho^2\rho'_y$$

其中

$$\rho_x = \frac{x}{r_{max}},\ \rho_y = \frac{y}{r_{max}},\ \rho = \sqrt{\rho_x^2 + \rho_y^2},\ \rho'_y = \rho_y \cos\theta - \rho_x \sin\theta$$

r_{max}为镜头的最大径向孔径，通过表面的净口径或半直径值定义。系数Z_s、Z_a和Z_c分别表示在最大径向孔径处的球差、像散和彗差，以镜头单位表示。像散和彗差沿着与y轴成 θ 角（单位为度）的直线。

前面公式中的x、y坐标是偏心倾斜坐标系中的值，该偏心倾斜坐标系由x偏心、y偏心、x倾斜、y倾斜值定义。偏心的单位以镜头单位表示，倾斜的单位为度。倾斜和偏心值的使用与本章讲到的坐标断点面类似，但是，当光线追迹到该面之后，倾斜和偏心就不起作用了。光线追迹按以下法则进行：

表面偏心，绕x轴旋转，然后绕y轴旋转。

光线追迹到该面。

表面恢复，反向绕y轴旋转，再反向绕x轴旋转，最后反向偏心。

不规则面使用前七个参数定义偏心、倾斜和Z系数，使用第八个参数定义角度。除了倾斜角的单位为度之外，其它系数的单位均以镜头单位表示。

不规则面的参数定义

参数#	定义
1	X偏心
2	Y偏心
3	X倾斜度
4	Y倾斜度
5	Zs
6	Za
7	Zc
8	θ

2.3.1.2.51. 琼斯矩阵面（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Jones Matrix (sequential surfaces, lens data editor))

该表面主要用于定义任意偏振元件。表面形状始终为平面。琼斯矩阵可根据下列公式修改描述电场的琼斯向量：

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix}$$

其中A、B、C、D、Ex和Ey均为复数。关于琼斯矩阵的详细论述，可以参考"定义偏振元件(Defining polarizing components）"部分。只有偏振分析功能考虑这种表面类型的影响。该表面使用8个参数值，没有任何额外的数据值。

琼斯矩阵表面的参数定义

参数#	定义
1	Ar
2	Ai
3	Br
4	Bi
5	Cr
6	Ci
7	Dr
8	Di

2.3.1.2.52. 小透镜阵列(Lenslet Array)

透镜阵列的建模使用"使用DLL的透镜阵列"中描述的用户自定义表面执行。

2.3.1.2.53. 非序列模式元件(Non-sequential Component)

非序列模式元件表面的矢高与标准面的矢高相同。

此表面允许光线追迹一个或多个非序列模式物体。如需了解详细信息，请参阅"非序列模式概述(Non-sequential Overview)"。

2.3.1.2.54. 奇次非球面(Odd Asphere)

奇次非球面除了同时采用径向坐标r的偶次和奇次幂来描述非球面以外，与偶次非球面模拟偏差类似。矢高由下式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \beta_1 r^1 + \beta_2 r^2 + \beta_3 r^3 + \beta_4 r^4 + \beta_5 r^5 + \beta_6 r^6 + \beta_7 r^7 + \beta_8 r^8$$

注意系数都有单位。系数在相应的参数栏中输入，如下表所示。

参数#	定义
1 - 8	β 1 - β 8

2.3.1.2.55. 奇次余弦面(Odd Cosine)

奇次余弦面是奇次非球面的扩展，包含16个径向项以及最多6个附加余弦项。矢高由下式给出：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{16}\beta_i r^i + \sum_{i=1}^{m} A_i s^{P_i}\cos(B_i\theta + C_i)$$

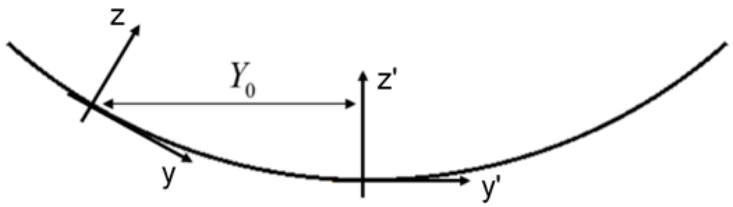
第一项是标准面（平面、球面或二次曲面）的矢高。第二项与奇次非球面的第二项相似，但系数的个数固定为16个。第三项支持m个余弦项，其中整数m必须在0和6之间（包括0和6）。坐标是归一化径向坐标，由s=r/R给出，其中R是用户自定义归一化半径。如果R是零或负数，则忽略余弦项。如果任一个B值不是整数，则该面的一阶微分可能不连续。系数 β_i 的单位取决于折射率i，系数 A_i 的单位是长度单位，以镜头单位表示。角度 θ 按弧度测量，且与表面上的x和y的坐标与下式相关：tan θ =y/x。

系数B是无量纲的，系数C的单位是弧度。系数在相应的附加数据栏中输入，如下表所示。

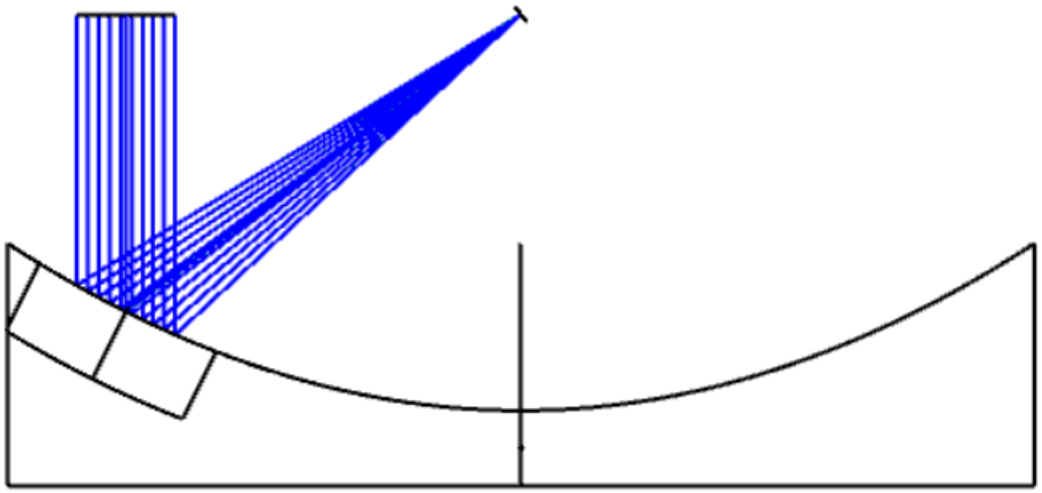
奇次余弦面的参数定义

参数#	定义
13 - 28	奇次非球面系数 β i。
29	余弦项的个数m，必须介于0和6之间。
30	归一化半径R，用于计算矢高公式余弦项中的坐标s。
31 - 54	矢高公式余弦项中的A、P、B和C项。

2.3.1.2.56. 离轴圆锥自由曲面（Off-Axis Conic Freeform）



离轴圆锥自由曲面是具有自由多项式项的离轴圆锥表面的和。表面的坐标系是偏心的，并向离轴圆锥的中心倾斜，如下图(y',z')坐标系所示。在离轴部件中心的表面上添加多项式自由曲面项。由这种表面形状定义的镜面的边缘平行于z'轴。



表面矢高可写为：

$$z(x,y) = -\frac{p^{3/2}}{q} + \frac{\kappa Y_0\sqrt{p - Y_{0^2}}}{q}y + \frac{R}{|qR|}\sqrt{p^3 - (2\kappa pY_0\sqrt{p(p - Y_{0^2})})y - (\kappa+1)p^2y^2 - pqx^2} + \sum A_{j,k}(\frac{x}{R_n})^j(\frac{y}{R_n})^k$$

其中：

$p = R^2 - \kappa Y_{0^2}$

$q = (\kappa+1)p - \kappa Y_{0^2}$

R是曲率半径，k是圆锥系数，Y_0是沿轴上圆锥的y轴测量的离轴距离，Rn是自由曲面多项式系数的归一化半径。位置坐标x和y在离轴坐标系中。

自由曲面多项式允许230项，直到Y^{20}。$A_{0,0}$项被省略了。系数是按总功率(j+k)递增，然后x^j功率递减的方式排列的，如下面的方程和表格所示。注意，多项式系数$A_{j,k}$是使用镜头单位，因为(x,y)坐标是无量纲的。

$$A_{1,0}\frac{x}{R_n}+A_{0,1}\frac{y}{R_n}+A_{2,0}\left(\frac{x}{R_n}\right)^2+A_{1,1}\frac{x}{R_n}\frac{y}{R_n}+A_{0,2}\left(\frac{y}{R_n}\right)^2+A_{3,0}\left(\frac{x}{R_n}\right)^3+A_{2,1}\left(\frac{x}{R_n}\right)^2\left(\frac{y}{R_n}\right)+\ldots+A_{1,19}\frac{x\,y^{19}}{R_n{}^{20}}+A_{0,20}\left(\frac{y}{R_n}\right)^{20}$$

Freeform term number	$j+k$	j	Coefficient	Polynomial
1	1	1	$A_{1,0}$	$\frac{x}{R_n}$
2	1	0	$A_{0,1}$	$\frac{y}{R_n}$
3	2	2	$A_{2,0}$	$\frac{x^2}{R_n^2}$
4	2	1	$A_{1,1}$	$\frac{x\,y}{R_n^2}$
5	2	0	$A_{0,2}$	$\frac{y^2}{R_n^2}$
6	3	3	$A_{3,0}$	$\frac{x^3}{R_n^3}$
7	3	2	$A_{2,1}$	$\frac{x^2\,y}{R_n^3}$
8	3	1	$A_{1,2}$	$\frac{x\,y^2}{R_n^3}$
9	3	0	$A_{0,3}$	$\frac{y^3}{R_n^3}$
10	4	4	$A_{4,0}$	$\frac{x^4}{R_n^4}$
...	...	...	...	...
229	20	1	$A_{1,19}$	$\frac{x\,y^{19}}{R_n^{20}}$
230	20	0	$A_{0,20}$	$\frac{y^{20}}{R_n^{20}}$

自由曲面系数在镜头数据编辑器中从参数13开始指定。

Parameter	Name	Description
13	Offset	The Y_o off-axis distance
14	Maximum Term ⌗	Maximum number of polynomial terms
15	Normalization Radius	The normalization radius of the polynomial terms
16-245	X1Y0, X0Y1, etc.	Coefficients of the polynomial terms

关于离轴圆锥自由曲面推导和设计示例的更多详细信息，请参阅：*Dmitry Reshidko*、*Jose Sasian*，"使用自由曲面设计非对称光学系统的方法"，*Proc.SPIE 10590*，*2017*年国际光学设计大会，*105900V*（*2017*年*11*月*27*日）。

2.3.1.2.57. 光学制造全息(Optically Fabricated Hologram)

在本章中其它部分讲到的全息面1、全息面2和Toroidal全息面用于定义光学构造的全息面，同时假设构造光学元件是"完美的"且在构造光束中没有引入像差。

光学制造的全息面具有极大的普遍性。全息面用3个OpticStudio镜头文件来定义：

1）重现文件，存放光学制造全息面。

2）光束l的构造文件。

3）光束2的构造文件。

在重现系统中进行光线追迹时，OpticStudio会自动调用两个构造系统来确定相关矢量，这些矢量用来定义重现系统中交点处的两条构造光束的干涉。这种定义全息元件(Hologram)的方法有几个很重要的优点：

1）构造光学元件完全可以是任意的，每一个构造文件都可以包括多个透镜、镜面或者甚至是其它的全息元件（OpticStudio可以模拟的任何对象）。因此，构造光束中引入的像差也可被充分考虑。

2）两个构造光学文件可以包括完全不同的光学元件。

3）在构造系统中设置的任何变量都可以通过操作数HLGV在多重结构编辑器中显示；允许同时对构造系统和重现系统进行循环优化。

定义基面面型

光学制造全息面基面面型可以是三种面型中的任意一种，由"形状"参数（参数0）定义：形状0 - 2是表面全息图，形状3 - 5是体全息图。

形状0：与"标准"相同，使用c和k。

形状1：与"椭圆光栅面型"相同，使用a、b、c和多项式项。

形状2：与"Toroidal光栅面"相同，使用c、k、和R。

形状3：与形状0相同，但为体全息图。

形状4：与形状1相同，但为体全息图。

形状5：与形状2相同，但为体全息图。

定义构造光学元件

要定义光学制造全息面，首先应该创建两个镜头文件分别用于照明和记录全息。在定义构造光学文件时有几个重要的规则必须要遵守：

1. 两个文件必须有相同的文件名，在文件名末加"_1"和"_2"。例如，对于一对构造光学元件来讲，"FAT_1"和"FAT_2"是有效的文件名。
2. 构造光学文件必须与重现镜头文件位于同一个文件夹下。
3. 两个构造光束发生干涉的表面必须是每一个文件中的光阑面。只有各自光阑面上的光线交点矢量才能决定全息图的特性。两个文件中光阑面的序号可以不同。
4. 在每一个构造文件中光阑面的类型必须是标准、椭圆光栅面或Toroidal光栅面。
5. 在每一个构造文件中只允许有一种结构。重现系统可以有多重结构。
6. 在每一个构造文件中只允许有一个视场点，尽管视场定义可以任意。不得使用渐晕因子。
7. 在每一个构造文件中只允许有一个波长，且构造文件中的波长必须一致。重现系统中的波长是任意的，而且可以与构造文件中的波长不同。
8. 每一个构造文件中的光线瞄准都必须开启。
9. 在每一个构造文件中系统孔径的类型都必须是"光阑尺寸浮动"。
10. 在构造文件中不允许有虚拟传播；所有光线的路径都必须是有物理意义的路径。

定义了构造光学文件之后，通过注释栏将文件名传递给OpticStudio。在重现系统中，全息面设为"光学制造全息"，该面的注释栏设为用于定义构造光学文件的文件名名称。例如，如果"FAB_1"和"FAB_2"是构造光学文件的名称，那么在注释栏中输入"FAB"。OpticStudio将自动给两个文件加上后缀"_1"和"_2"，并将自动读取两个构造光学文件。如果没有给出名称，将忽略该面的全息效应。

对构造和重现光学系统的优化

OpticStudio在重现系统中进行光线追迹时，对重现全息面面型有影响的任何变量（净口径或半直径，a、b、c或附加数据参数）都将自动复制到构造光学系统的光阑面上。这就是为什么要将构造和重现光学系统的光阑面设置成同一类型的原因，因此构造光束发生重叠的表面具有与重现表面相同的面型。

在构造光学系统中设置的任何变量在重现系统中都将自动成为变量，因此构造光学系统可以同重现系统中的任何一个或所有的变量一起进行优化。

当重现镜头文件保存时，构造光学文件也会自动地保存。

在构造系统中设置的任何变量都可以通过操作数HLGV在多重结构编辑器中显示，因此构造光学系统可以同重现系统中的任何一个或所有的变量一起进行优化。

当重现镜头文件保存时，构造光学文件也会自动地保存。注意，只保存当前结构中使用的构造文件。

当对构造系统和重现系统同时进行优化想要约束构造文件中的设计参数时，可以在重现系统评价函数中使用CMFV操作数以调用在每条构造光束中定义的评价函数。关于CMFV操作数的更多信息，可以参考"优化(Optimization)"一章。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

由于这个面使用了外部OpticStudio文件定义构造光束，因此不应该使用全局优化算法。可以使用其它的优化方法。

选择全息图类型

全息构造光束的干涉方法有两种：

1. 假设从各自的光源发出的两条构造光束均是发散或会聚的，或者
2. 假设从各自的光源发出的两条构造光束中一个是发散的，而另一个是会聚的。

假定数字1类似于全息面1的模型，而数字2类似于全息面2的模型。光学制造全息面支持两种形式的干涉。要选择全息面1类型，将参数1中的"全息图类型"设置成1，否则，将参数1中的"全息图类型"设置成2。全息图类型必须是1或2。

在大多数情况下，OpticStudio可以在默认"OPD模式"为零时正确计算通过全息面的OPD。然而，在某些特殊情况下，OpticStudio不能正确计算OPD。在这些情况中，用户必须手动设置OPD模式等于1、2、3或4来确定正确的OPD算法。正确的OPD模式与构造和重现系统的几何结构以及三个文件中镜面总数目有关。目前，还没有可靠的算法可以在所有情况下自动确定合适的OPD模式。如果计算出来的OPD明显是错误的，可以尝试0-4的每一个模式值，直到计算出来的OPD正确为止。

光学制造全息面的参数定义（参数7-12仅在参数0 = 3、4或5时可用；参数3-5取决于参数0的选择）

参数#	定义
0	形状
1	全息图类型（1或2）
2	衍射级次
3	曲率/a/曲率
4	圆锥系数/b/圆锥系数
5	未使用/c/旋转R
6	光程差模式（默认为0，手动设置为1-4）
7	全息图厚度（仅用于效率计算而非光线追迹）
8	全息乳剂的平均折射率，n
9	折射率调制，dn
10	收缩率（用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率）
11	折射率偏移(Index Shift)（显影后平均折射率的变化）
12	考虑菲涅尔面(Fresnel)？（用0表示False，用1表示True）
13	最大项数（最大240；仅形状1和4）
14	归一化半径（所有的光线交点都除以该数，以得到多项式中x和y的坐标；仅形状1和4）
15-254	多项式项（仅形状1和4）

2.3.1.2.58. 近轴（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Paraxial (sequential surfaces, lens data editor))

近轴表面可用作为理想化的薄透镜。近轴表面建模需要两个参数：焦距和OPD模式。焦距应该在空气（均匀折射率）中测量，虽然近轴模型也支持成像到非均匀折射率的介质。如果焦距为零，近轴透镜没有光焦度。OPD模式说明OpticStudio应如何为近轴透镜折射的光线计算光程差。尽管穿过近轴透镜的光线追迹已得到充分的定义（见下），正如下面的讨论，计算OPD的难度更大，尤其是在具有明显像差的情况下。

设置***OPD***模式

如果像差不严重，Mode = 0在大部分情况下速度极快且准确。如果Mode = 0，OPD计算基于通过追迹真实傍轴光线计算得到的共轭位置。这个选项对于有适度像差的轴向光学系统特别适合。

Mode = 1对每条光线被追迹的表面所造成的实际相位进行积分。Mode = 1的速度显著低于其它模式，但一般情况下是最准确的。如果光学空间里的像差在近轴透镜两侧都较大，近轴透镜OPD计算不能假设透镜在固定共轭位置上处理所有入射光线。对于这些系统，OPD模式应设置为1。Mode = 1也可用于检查其它模式是否是准确的。如果Mode = 1获得的OPD结果与另一模式的结果相同，则另一模式可以使用，只要它能大幅提高OPD的计算速度。

Mode=2假设在无限共轭上使用透镜，不管真实共轭情况如何。如果入射光束没有合理地平行，该选项将返回错误的结果。

Mode = 3与Mode = 0类似，使用的应是近轴光线而非真实光线。Mode = 3只对能用一阶光学理论准确描述的、具有适度像差的系统有效。

要获得最高的OPD计算准确度，近轴透镜的工作F/#应不得高于大约F/4，无论选择什么OPD模式。

要建模平行输出的系统，应考虑使用无焦像空间而非近轴透镜；请参见**"无焦像空间(Afocal Image Space)"**

近轴表面根据下列方程折射光线：

$$n'u_x' = nu_x - x\phi$$

$$n'u_y' = nu_y - y\phi$$

其中 ϕ 是表面光焦度，n是折射率，素数是表面像侧上的值，角度是用光线方向余弦计算的斜率。

$$u_x = \frac{l}{n}$$

$$u_y = \frac{m}{n}$$

近轴表面的形状为平面。

近轴表面的参数定义

参数#	定义
1	焦距
2	OPD模式

2.3.1.2.59. 近轴XY(Paraxial XY)

近轴XY表面类型与近轴表面相似，只是光焦度可以分别在X和Y方向上进行指定。因此，这个表面可以用作近轴圆柱形透镜或Toroidal透镜。定义近轴XY表面需要两个参数：X光焦度和Y光焦度。通过近轴XY表面的OPD使用近轴表面描述中的mode=1来进行计算。光焦度以镜头单位长度的倒数来进行测量，例如，如果镜头单位是毫米，则使用毫米的倒数来进行测量。参见"单位"。

近轴XY表面的形状为平面。

近轴XY表面的参数定义

参数#	定义
1	X光焦度
2	Y光焦度

2.3.1.2.60. 周期面(Periodic)

这一表面面型由下面的表达式来描述：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} - A\left[\frac{1}{4}[1+\cos(2\pi\alpha x)][1+\cos(2\pi\beta y)]-1\right]$$

这里A是用镜头单位表示的调制峰谷高度，α 和 β 分别为x和y方向的振动空间频率。注意该表达式是球面矢高加上余弦调制。该面的矢高在顶点处正好是0，且振幅是峰谷振幅。频率单位是镜头单位的倒数。

这一面型使用3个参数值，不使用附加数据值。

周期面的参数定义

参数#	定义
1	A
2	α
3	β

2.3.1.2.61. 多项式(Polynomial)

该表面模型的定义不使用基面曲率半径和圆锥系数。多项式表面的矢高定义为：

$$z = \gamma_1 x^2 + \gamma_2 x^4 + \gamma_3 x^6 + \gamma_4 x^8 + \gamma_5 y^2 + \gamma_6 y^4 + \gamma_7 y^6 + \gamma_8 y^8$$

另外一种更普遍的多项式面，参见"扩展多项式(Extended Polynomial)"。

多项式面的参数定义

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

参数#	定义
1 - 8	γ 1- γ 8

2.3.1.2.62. Q型非球面（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Q-Type Asphere (sequential surfaces, lens data editor))

Q型非球面是关于径向对称的、可以用多项式表达的非球面，与扩展多项式非球面（参阅"扩展非球面(Extended Asphere)"）类似。该表面支持Q型非球面的两个不同的变体，通常称为Qbfs和Qcon。非球面是正交的，可以用简化设计和制造的方式来描述表面的形状。

Qcon表面的描述可参见：G. W. Forbes, "Shape specification for axially symmetric optical surfaces," Opt.Express 15, 5218-5226 (2007), equations 2-3。

Qbfs表面的描述可参见：G. W. Forbes, "Manufacturability estimates for optical aspheres," Opt.Express 19, 9923-9942 (2011), equations 2.1-2.4。

与传统的非球面多项式相比，这些表面的数学计算相当复杂，此处不再论述详细信息。

下表中定义了该表面使用的附加数据项。

Q型非球面的参数定义

参数#	定义
13	类型。用0表示Qbfs，用1表示Qcon。
14	最大项数。最大值为100。
15	以镜头单位表示的归一化半径。通过算法使用该值来归一化径向坐标，与扩展非球面类似。
16	系数A0
17	系数A1
...	...
115	系数A99

2.3.1.2.63. Q型自由曲面(Q-Type Freeform)

Q型自由曲面可用一组正交多项式进行描述。这些也被称为2D Q-多项式，可用雅可比多项式表示，并具备有用的属性（详情请见下文）。这种参数化属性最初由Greg W. Forbes博士在"Characterizing the shape of freeform optics"一文中提出

这个面在极坐标中可用下面的矢高方程式描述：

$$z(\rho,\theta)=\frac{c\rho^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2\rho^2}}+\frac{\sqrt{1-kc^2\rho^2}}{\sqrt{1-(1+k)c^2\rho^2}}\left\{u^2(1-u^2)\sum_{n=0}^{N}a_n^0Q_n^0(u^2)+\right.$$

$$+\sum_{m=1}^{M} u^m \sum_{n=0}^{N} \left[a_n^m \cos(m\theta) + b_n^m \sin(m\theta) \right] Q_n^m(u^2) \Bigg\}$$

其中，c ≡ 基本圆锥曲线的曲率；k ≡ 圆锥系数，

$u = \frac{\rho}{\rho_{max}}$

，ρ_{max} ≡ 多项式的归一化半径，

Q_n^m

≡ 2D Q-多项式；

$a_n^m,\ b_n^m$

≡ 系数。

使用下列递推关系，Q-多项式可表示为雅可比多项式：

$$Q_n^m(x) = \frac{P_n^m(x) - g_{n-1}^m Q_{n-1}^m(x)}{f_n^m}$$

其中

$$Q_0^m(x) = \frac{P_0^m(x)}{f_0^m}$$

该

$g_n^m \ \& \ f_n^m$

系数通过对

$\langle P_n^m, P_n^m \rangle$

进行柯列斯基分解得到（详见上文提及的文献）。

$$P_n^m(x) = (-1)^n \frac{(2n)!!}{2(2n-1)!!} P_n^{\left(-\frac{3}{2},\ m-\frac{3}{2}\right)}(2x-1)$$

其中

$P_n^{(\alpha,\beta)}(v) \equiv$

n阶的雅可比多项式。

正如矢高方程式所示，阶数m = 0的多项式为径向对称。对于这个径向对称多项式，最大多项式径向幂等于2N + 4，其余情况等于2N + 1。除了正交性以外，这些多项式还具备如下属性：

$$\langle |\nabla\delta(u,\theta)|^2 \rangle = \sum_{m,n} \left[(a_n^m)^2 + (b_n^m)^2 \right]$$

其中 δ ≡ 矢高距基本圆锥曲线的法向距离。

上述方程左侧等于此法向距离的均方梯度。因此，多项式系数的平方和是衡量该面可制造性的良好指标。

该面的参数如下所示：

参数	名称	描述
1	X偏心	X方向的偏心
2	Y偏心	Y方向的偏心
3	最大多项式径向幂	最大多项式径向幂
4	标准半径	归一化项
13-244	a(m,n)/b(m,n)	多项式项

如果s_x ≡ X偏心，且s_y ≡ Y偏心：

$$\rho = \sqrt{(x - s_x)^2 + (y - y_s)^2}$$

而且

$$\tan(\theta) = \frac{y - y_s}{x - x_s}$$

2.3.1.2.64. 径向光栅(Radial Grating)

径向光栅面与衍射光栅面很相似（参见"衍射光栅(Diffraction Grating)"），除了光栅刻线具有径向对称性以外，光栅刻线间隔在整个面上是可变的，并且基面是偶次非球面形状（参见"偶次非球面(Even Asphere)"）。对于平面光栅，光线经过光栅后根据以下公式发生折射

$$n_2 \sin\theta_2 - n_1 \sin\theta_1 = \frac{M\lambda}{d}$$

其中d是光栅间隔（通常以微米为单位），θ_2是折射角，θ_1是入射角，M是衍射级次，λ是波长（通常以微米为单位），n_1和n_2是光栅前后面的折射率。径向光栅面根据下列等式允许d随表面而变化：

$$d(p) = A_0 + A_1 p^1 + A_2 p^{-1} + A_3 p^2 + A_4 p^{-2} \ldots$$

其中A_i系数的单位始终为微米，p是归一化的径向坐标，由以下公式定义：

$$p = \frac{r}{R}$$

其中r是表面的径向坐标，以镜头单位表示，R是用户自定义的归一化半径。光栅间隔d可以按两种方式来定义。常规的OpticStudio规定是沿着光栅在XY平面上的投影测量d，忽略其下任何表面的矢高或曲率。径向光栅面支持一种附加的"光栅模式(Grating Mode)"，其中d被认为是沿着局部面切面测量的。可在镜头数据编辑器的参数9中将光栅模式设为0或1。

注意，M的符号规则是任意的。光栅面可以是平面、球面、二次曲面或偶次非球面，光栅前的介质，以及光栅本身可以是空气、玻璃、"镜面"或其它任意有效的玻璃类型。OpticStudio只会模拟光栅改变光路，而不支持其它特性的模拟，例如效率和相对透射率。如果光栅间隔太小，以致于不能满足光栅条件，那么就会给出"光线错过表面(Ray missed surface)"这一出错提示。

径向光栅面的参数定义

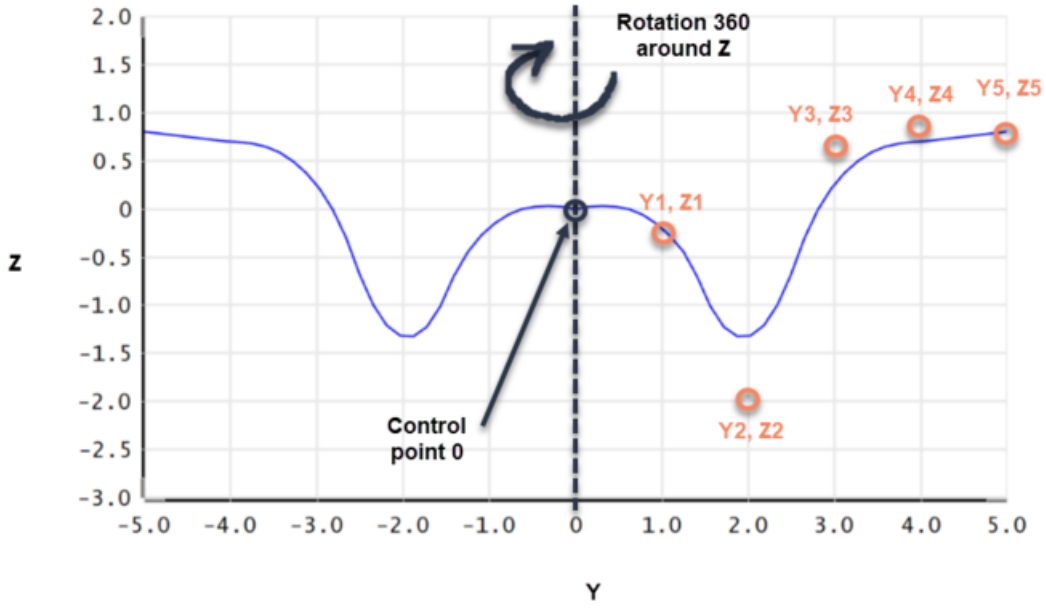
参数#	定义
0	衍射级次
1-8	偶次非球面系数 α 1 – α 8
9	光栅模式
13	最大项数
14	归一化半径
15	p^0系数
16	p^1系数
n	p^(n-15)系数

2.3.1.2.65. 径向NURBS(Radial NURBS)

NURBS是Non-Uniform Rational B-Spline（非均匀有理B-样条）的缩写。NURBS是一种很常见的曲线和曲面。关于NURBS的详细论述超出了本章的讨论范围，可以参考由Les Piegl和Wayne Tiller合著的《The NURBS Book》（第二版，Springer-Verlag出版，ISBN 3-540-61545-8）。

径向NURBS面由一系列加权控制点来定义。这些控制点定义一条从原点开始的曲线，该曲线位于YZ平面上，沿+Y方向。一旦定义了曲线，绕Z轴将该曲线旋转360度形成一个旋转图形。与样条曲面不同，NURBS曲面实际上不经过任何控制点，除了第一个和最后一个控制点以外。可以如下例所示。

每一个控制点都有一个正"y"坐标，一个"z"坐标（可正可负），以及权重"w"。第一个控制点总是位于y=0，z=0处（因为用户无法修改此控制点，因此将其定义为控制点0），所以曲线从表面顶点原点开始。接下来的控制点，从1到想要的最大点数目进行编号，编号大小沿+y方向单调向外延伸。为了确保样条拟合的数值稳定性，y值的间隔应该至少是1.0E-3镜头单位。当使用此表面设计成像系统时（其中波前差是一个重要指标），应将控制点1的z坐标设置为零，并将控制点1的y坐标设置为控制点2的y坐标的一小部分（在这种情况下，控制点2实际上是该曲面上关注的第一个点）；这样做可以避免在原点附近表面形状出现不连续性，否则可能会导致错误的波前差结果。



最初的权重都应该设置成1.0。权重越高，曲面越接近实际的控制点。权重越低，就意味着对曲面接近控制点的限制越少。有关权重对NURBS曲线影响的详细信息，请参考上面提到的参考资料。

定义的最后一个点的y值决定了表面的最大径向净孔径。这个值一般来讲应该是固定的，不应该是变量。在定义的曲线范围内，任何一条与表面无交点的光线都会出现"光线丢失(ray miss)"的错误信息而终止（追迹）。

使用NURBS描述的优点在于，它可以定义任何形状并进行可靠的追迹。对于不寻常的不能用多项式描述的非球面校正，可以用NURBS进行建模。

使用NURBS描述的缺点包括光线追迹的速度很慢，有时候很难找到合适的曲面控制点的起始值及权重。

该表面不使用任何参数栏。

径向NURBS面的参数定义

参数#	定义
13	控制点的数目。至少需要4个点，最多不能超过60个。
14	控制点1的y坐标。
15	控制点1的z坐标（矢高）。
16	控制点1的w（权重）值。
3n+11	控制点n的y坐标
3n+12	控制点n的z坐标（矢高）
3n+13	控制点n的w（权重）值

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.66. 逆反射(Retro Reflect)

逆反射是一个平面形状的面。如果面是由玻璃或空气制成，光线就根据斯涅尔定律按一般方法折射。如果面是由"镜面(Mirror)"制成，光线就不会按一般的方式反射，相反光线不发生偏折。就是说在后续的反向传播中，光线将沿着入射光路传播，即光线逆反射。

OpticStudio当像差很大（衍射极限的几百倍）并且光线入射到逆反射面上非常快（大约为F/2或更快）时，不能精确计算这个面上逆反射光线的光程差。因此，逆反射面只适用于慢光束和适当像差的情况。

这个面不使用任何参数值。

2.3.1.2.67. 幻灯片（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Slide (sequential surfaces, lens data editor))

该表面用来模拟平面BMP图像。BMP中的各个像素值用于定义表面的透过率。从表面属性对话框中的类型选项卡的"BMP图像"控件中选择文件名（参见"表面类型(Surface Type)"）。BMP图像文件必须位于<images>文件夹中（参见"文件夹(Folders)"）。

如果模式参数为0，则BMP图像外部的光线的透过率为0。如果模式参数为1，则这些光线的透过率为1。X半宽用于定义BMP的半宽，以镜头单位表示。BMP总是以表面的顶点为中心。可以根据BMP本身的纵横比来自动确定Y半宽，假定像素为正方形。如果纵横比大于零，那么这个值就定义了BMP中各个像素的高度与宽度纵横比。默认纵横比是1.0。

幻灯片的透过率是基于每个像素的RGB值和入射波长而定。由于RGB值与特定波长的光谱不对应，因此可以使用线性插值算法来估计BMP透过率。

限制：

软件对图像大小没有限制。但是，请注意，大图像可能会导致内存分配方面的问题（例如，在优化期间，要完成系统的多个副本，这将需要大量的空闲内存）。在实体模型中可以看到幻灯片图像，但显示的像素数有限，大的幻灯片图像可能无法正确绘制。

幻灯片表面的参数定义

参数#	定义
1	模式
2	X半宽
3	纵横比

2.3.1.2.68. 标准面(Standard)

球面是最常用的光学面型。球面的球心在当前的光轴上，球面顶点也在当前的光轴位置上。OpticStudio把平面当作球面的特例（曲率半径为无穷大的球面），同时把圆锥面也当作特例。标准面的"矢高"或z坐标值由下式给出

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}}$$

其中*c*是曲率（半径的倒数），*r*是以镜头单位表示的径向坐标，*k*为圆锥系数。其中圆锥系数小于-1时为双曲面，等于-1时为抛物线，在-1和0之间时为椭圆，等于0时为球面，大于0时为扁椭圆面。

关于圆锥系数的更多信息，请参阅"镜头设计参考(References on Lens Design)"。

标准面不使用任何参数值。

用标准面模拟椭圆面***(Modeling an ellipse with the standard surface)***

这里有几个较方便的公式可以把椭圆面的半长轴和半短轴的长度转化为使用半径和圆锥系数进行描述。如果"a"为长半轴长度，"b"为短半轴长度，则

$$\frac{1}{c} = R = \pm \frac{b^2}{a}$$

$$k = -\varepsilon^2 = -\left[\frac{a^2 - b^2}{a^2}\right]$$

请参阅"双锥体(Biconic)"查看在x和y上具有不同半直径的椭圆面。

用标准面模拟轴锥镜***(Modeling an axicon with the standard surface)***

标准面可以用于创建一个几乎完美的轴锥镜。如果$(1+k)c^2r^2>>1$，则标准面减化至

$$z = \frac{r}{\sqrt{-(1+k)}}$$

或$z = r\tan(\alpha)$，其中

$$\tan\alpha = \frac{1}{\sqrt{-(1+k)}}$$

且α是轴锥角，从XY平面到轴锥镜表面测量得到。要创建一个轴锥镜，从描述的角(α)计算圆锥系数值(k)，并使用任何小的值作为曲率半径。k的结果必须为负数。半径或曲率的确切值不重要，只要大约是小于轴锥镜径向孔径的三个或更高数量级。虽说某种意义上轴锥镜在原点无尖端时不完美，但这里表面顶点周围的区域将以某一半径圆形近似给出。这样表面在各个区域都是光滑的，事实上光线追迹也需要这样的特性。但是，近轴数据，例如有效焦距、近轴放大率和其它常见的一阶光学性质，它们对轴锥镜表面来说通常没有意义。尽管面的形状依然是圆锥非球面，但由轴锥镜形状得到的系统近轴特性不能代表整个光学表面。在这种情况下，只用曲率半径就不能很好地描述光学表面。

2.3.1.2.69. 超圆锥面(Superconic)

多项式非球面最普通的形式是在径向坐标r处使用幂级数展开来定义表面矢高，其中r定义为：

$$r^2 = x^2 + y^2$$

例如，在"偶次非球面(Even Asphere)"中描述的偶次非球面用的就是这样的扩展多项式。因为r与z坐标无关，展开式中的各项是投影到切平面上时顶点到该面上的点的距离。通常，非球面与切平面间的距离随径向孔径的增大而增大。距离增大时，幂级数展开式的参数r与切平面上的远离面上的点相对应。这使得展开式的收敛性很差。

Breault Research Organization的Alan Greynolds提出一种新的解决方案，即用表面顶点到定点距离的幂级展开。展开式表示为：

$$s^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

某一面由二次曲面方程开始：

$$kz^2 - 2Rz + x^2 + y^2 + z^2 = 0$$

这里，k是圆锥常数，R是曲率半径，归一化的幂级数展开式可以由下面的形式构成：

$$Az^2 - 2Bz + C = 0$$

常数定义为：

$$A = \frac{k}{R}$$

$$B = 1 + U_1 s^2 + U_2 s^4 + \ldots$$

$$C = \frac{s^2}{R} + V_1 s^4 + V_2 s^6 + \ldots$$

这里，U、V是确定非球面形状的系数。注意，如果所有的U、V项均为0，结果为标准圆锥曲面。如果A也是0，超圆锥面就变成球面。系数A，U_1和V_1一起形成笛卡尔椭圆。这些性质使得超圆锥面在系数优化时是稳定的。超圆锥面可以对需要很高次非球面项的面型进行建模。 OpticStudio OpticStudio可以用多达240项来模拟超圆锥面，在实际的设计中很少超过5项。

超圆锥面的参数定义

参数#	定义
13	最大项数。最大值为240，但通常为4-10。
14、15	U1和V1
16、17	U2和V2
...	...
252，253	U120和V120

2.3.1.2.70. 倾斜面(Tilted)

倾斜面是一个与x轴、y轴有一个角度的平面。面使用平面与x轴、y轴夹角的正切来轻松定义：

$$z = x\tan\theta_x + y\tan\theta_y$$

倾斜面使用前两个参数来定义x和y角度的正切。这种面对于实现物面和像面的倾斜以及定义棱镜上的倾斜面非常有用。倾斜面不会改变局部坐标系，因此不能用来定义反射镜，而要使用坐标断点面定义反射镜。

倾斜面的参数定义

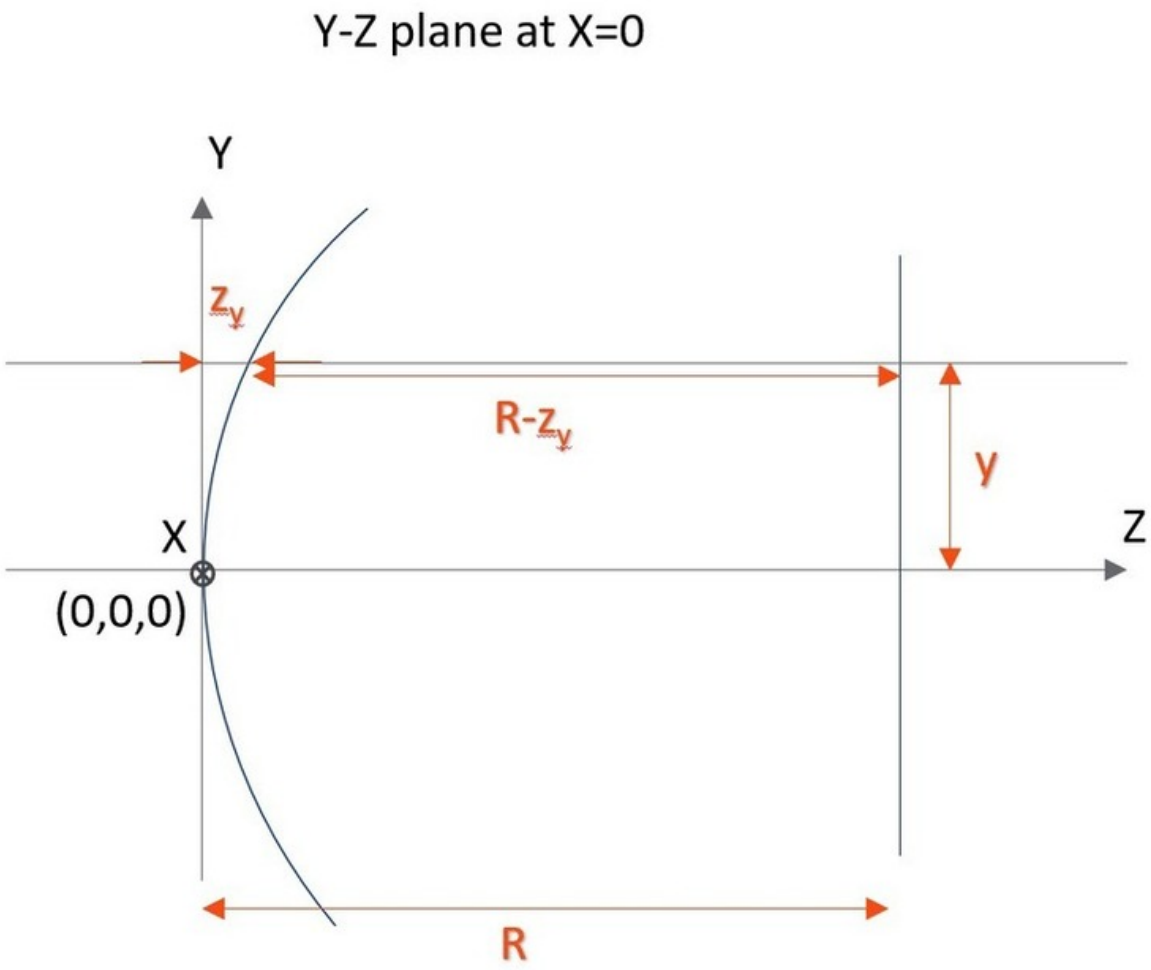
参数#	定义
1	tan (θ x)
2	tan (θ y)

2.3.1.2.71. Toroidal

Toroidal面由Y-Z平面内定义的一条曲线绕平行于Y轴且与Z轴相交的轴旋转而成。定义Toroidal面需要Y-Z平面中的基本曲率半径、圆锥系数和多项式非球面系数。Y-Z平面的曲线定义为：

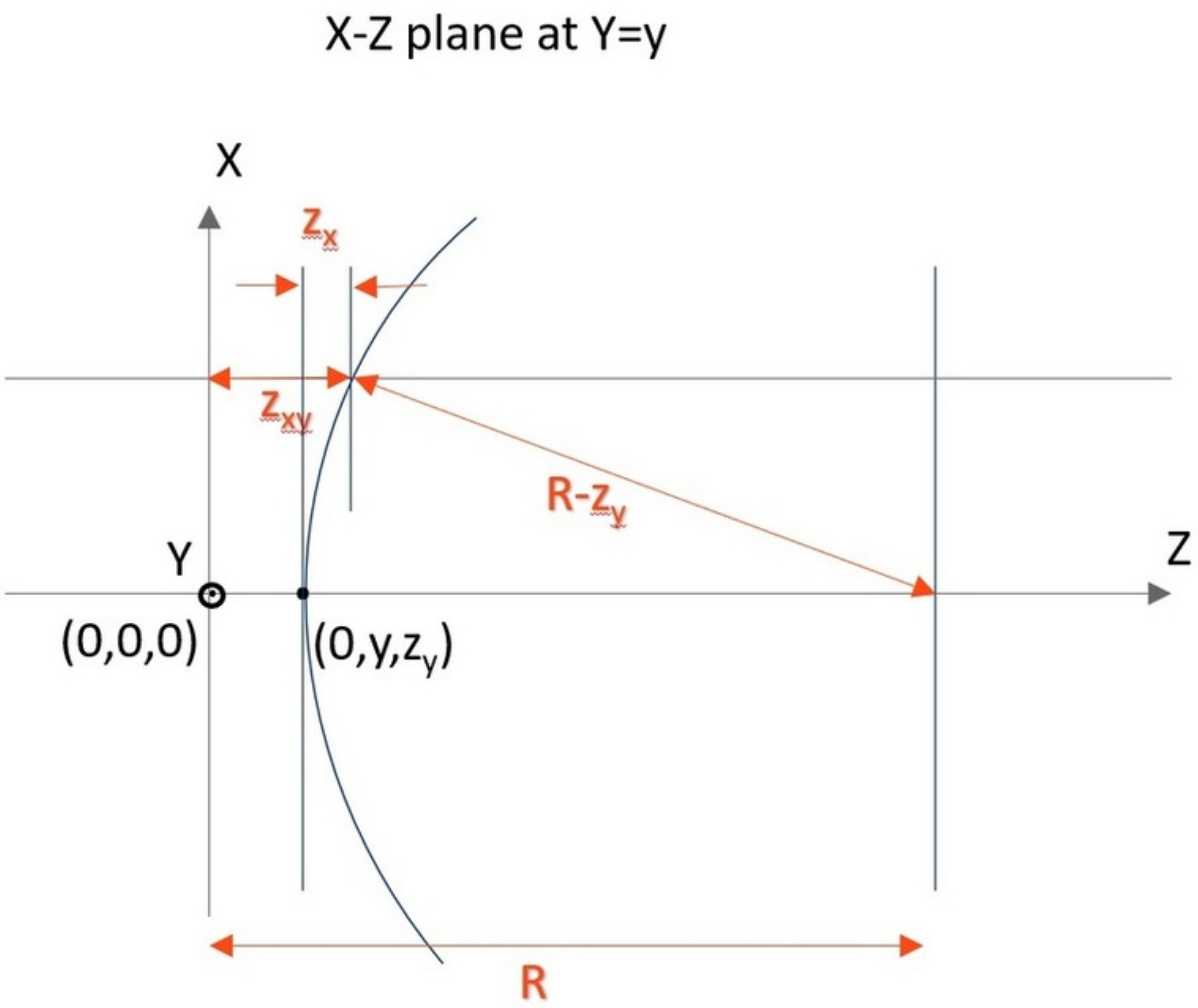
$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



这条曲线与偶次非球面矢高公式相似，只是这里省略了16次方项，且方程中的坐标变量为y，不是r。随后这条曲线绕一根到顶点距离为R的轴旋转，距离R为旋转半径，可正也可为负。Y-Z面的曲率半径与标准面半径一样，在相同的半径输入栏中输入，而旋转半径在参数栏1中输入。要建立一个在X方向上为平面的柱面透镜，只需在这里输0即可，OpticStudio将认为半径无穷大。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



$$z_x = (R - z_y) - \sqrt{(R - z_y)^2 - x^2}$$

$$z_{xy} = z_x + z_y$$

可以通过添加Zernike Standard矢高可选项来自动修改此表面：

$$Z = Z_t + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中z_t是基本表面矢高(toroidal sag)，Zernike Standard项在"Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)" 部分中有相关定义，可从镜头数据编辑器的导入(Import)部分输入。注意，如果Y-Z的半径被设为无穷大，就可以描述一个在x方向有光焦度但y方向没有光焦度的面，因此，圆柱可以朝任一方向放置。其它参数栏用于可选非球面系数，如下表所示。如果在X方向需要非球面系数，那么就可以用两个坐标断点面将Toroidal面绕Z轴旋

转。如果在X方向和Y方向同时需要不同的非球面，就可用本文件中描述的"双锥面(biconic)"、"多项式(polynomial)"和"扩展多项式(extended polynomial)"表面。

Toroidal面的参数定义

参数#	定义
0	外插
1	旋转半径，以镜头单位表示。
2-8	α1 - α7
13	项数。
14	归一化半径。坐标被该值归一化。
15-245	Zernike多项式1-231的相应系数，以镜头单位表示。

"项数"用于指定要在表面矢高计算中使用的最大Zernike多项式项数。这个数用于加快光线追迹的计算，超过该数的项被忽略。

Zernike多项式在单位圆上正交，因此归一化半径应该被设为某个半径，系数数据除以该半径后是归一化的。Zernike多项式在超过归一化半径时就开始迅速发散，因此需要注意光线不应在该半径外与面相交。尽管光线追迹法还有效，但数据就可能不准确。外插标志(extrapolate flag)可能被设为零，以忽略在打到归一化半径之外的光线的Zernike项。

2.3.1.2.72. Toroidal光栅(Toroidal Grating)

Toroidal光栅面与常规的Toroidal面相似，只是不支持非球面矢高项，且衍射光栅可以放在Toroidal面上。Toroidal光栅面通过Y-Z平面内的一条曲线绕平行于Y轴与Z轴相交的轴旋转来定义。Toroidal光栅面要用Y-Z平面内的基本曲率半径以及圆锥常数定义。Y-Z平面上的曲线定义为：

$$Z_{base} = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}}$$

这个曲线方程与标准表面矢高方程相似，只是坐标变量为y，而不是r。随后曲线绕与顶点距离为R的轴旋转。我们称这个距离R为旋转半径，可正也可为负。曲线Y-Z的半径与标准面的半径一样在表格编辑器的同一参数栏中输入。旋转半径在参数栏1中设定。如果要建立一个在X方向为平面的柱面透镜，只需在这里输0即可，OpticStudio将认为半径无穷大。

注意，如果Y-Z的半径被设为无穷大，就可以描述一个在x方向有光焦度但y方向没有光焦度的面，因此，圆柱可以朝任一方向放置。

衍射光栅通过每微米刻线线数和衍射级次进行定义。这些值分别在参数栏2和参数栏3中设定。光栅刻线设定为与局部X轴平行，并且当投影到平面上时间隔均匀。

有关带有非球面变形项的Toroidal光栅面，请参阅"扩展Toroidal光栅 (Extended Toroidal Grating)"。

Toroidal光栅面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径

2	每微米的光栅刻线数
3	衍射级次

2.3.1.2.73. Toroidal全息（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Toroidal Hologram (sequential surfaces, lens data editor))

Toroidal全息(Toroidal Hologram)面型类似于前面Toroidal面所描述的"Toroidal"。Y-Z平面的曲线定义为：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

半径、圆锥系数值和其它的参数值共同定义面型。附加数据值用来定义表面的全息特性。用来定义全息构造光束的项类似于前几节中描述的全息面1、全息面2中相应的各项。附加数据值1-6分别是光源1、2的x、y、z构造点，值7是构造波长，值8是重现衍射级M。

用两个指定的构造光束之间的干涉来定义全息，假定构造光束无像差。光学制造全息图可以用一般的方法来对有像差的构造光束形成的光学构造全息图进行模拟。

可以使用"光学制造全息"面对有像差构造光束形成的光学构造全息面进行模拟。

还有一个用作"标志(flag)"的第九个附加数据值，表示两束构造光束是会聚还是发散。如果两束构造光束都是会聚到构造点或从构造点发散出来的，则该标志值为+l。如果一束光束会聚另一束光束发散，那么标志值为-l。所有小于0的数都等同于-l，所有大于0的数都等同于+1。该标志值用于区分两种不同的情况，它是全息面l、全息面2之间唯一的不同之处。

要将Toroidal全息面用作体全息图，请将全息图(Volume Hologram?)参数设置为非零值。这允许输入体全息图参数。

有关Toroidal全息图的参数定义（参数23-30仅在参数22≠0时可用）

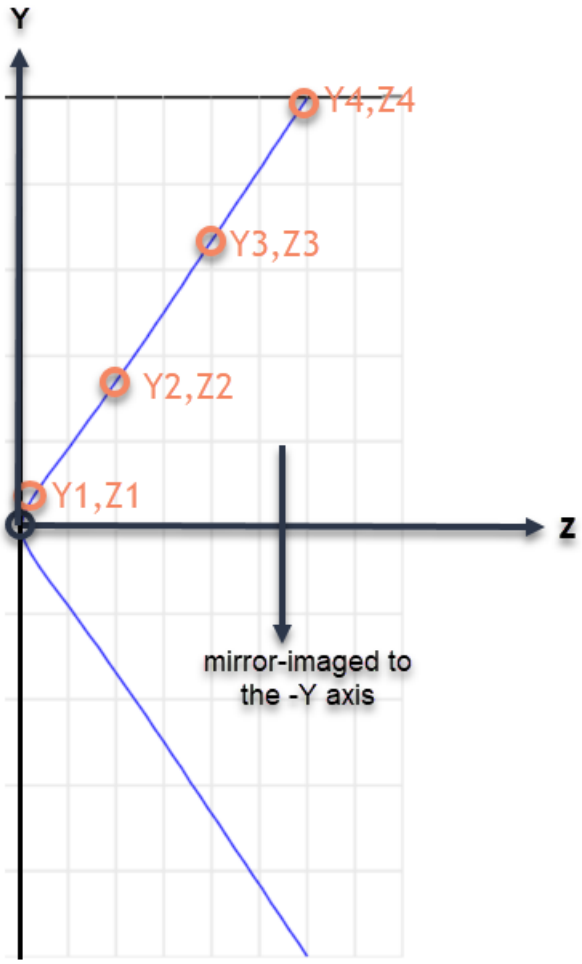
参数#	定义
1	旋转半径
2-8	α1 - α7
13	第一束构造光束的X坐标，常量X1
14	第一束构造光束的Y坐标，常量Y1
15	第一束构造光束的Z坐标，常量Z1
16	第二束构造光束的X坐标，常量X2
17	第二束构造光束的Y坐标，常量Y2
18	第二束构造光束的Z坐标，常量Z2
19	构造波长， λ_c
20	衍射级次， m
21	会聚/发散标志

22	体全息图？（用0表示False，用1表示True）
23	全息图厚度（仅用于效率计算而非光线追迹）
24	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1
25	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2
26	全息乳剂的平均折射率，n
27	折射率调制，dn
28	收缩率（用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率）
29	折射率偏移(Index Shift)（显影后平均折射率的变化）
30	考虑菲涅尔面(Consider Fresnel?)（用0表示False，用1表示True）

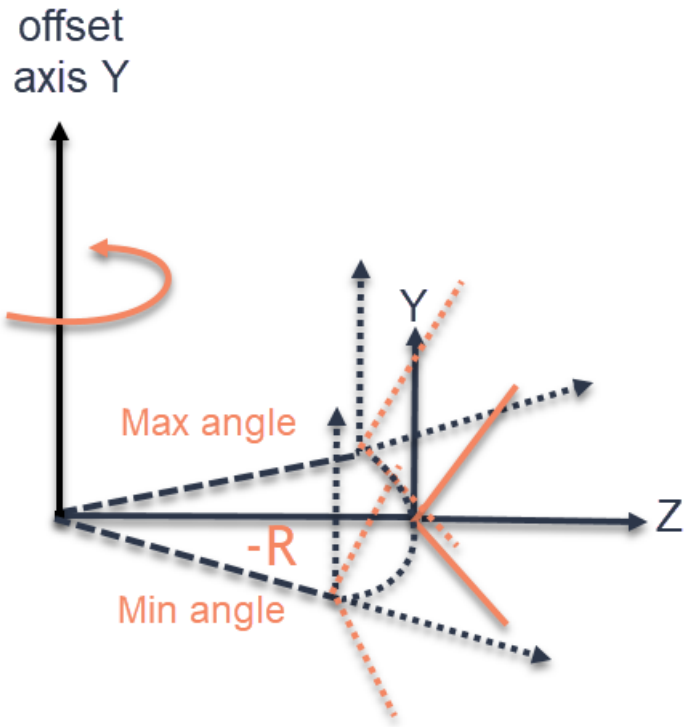
2.3.1.2.74. Toroidal NURBS面(Toroidal NURBS)

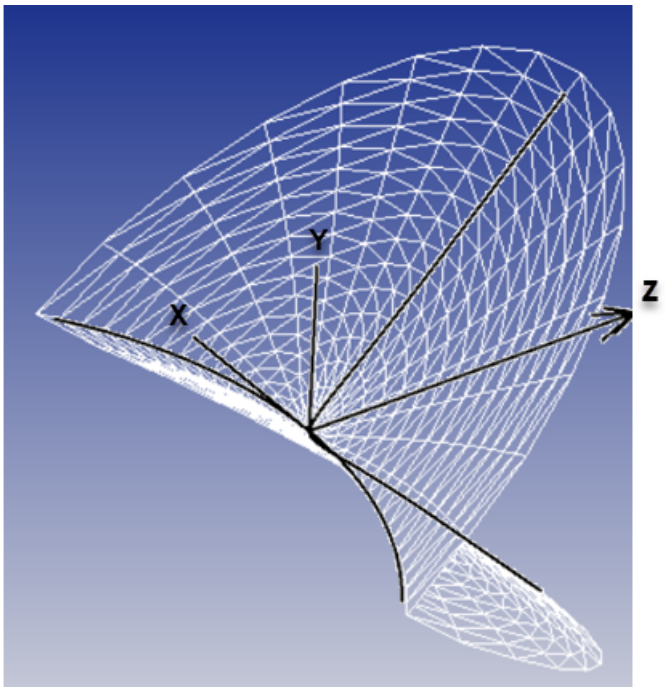
Toroidal NURBS面类似于径向NURBS面。关键的区别在于它不是绕Z轴旋转来形成一个表面；而是曲线与-Y轴成镜像，然后绕偏移的Y轴旋转形成一个Toric面。

偏移轴可以是+Z也可以是-Z方向，这取决于旋转半径的符号。如果旋转半径为0，则假定半径是无穷大，且面具有圆柱对称性。该表面的X宽度可以由旋转角度的范围确定，也可以由直接定义的-x和+x界限来确定；如果旋转半径是无穷大（它由零值来定义），则应该使用后一种方法。



Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.





Toroidal NURBS面的参数定义

参数#	定义
1	旋转半径
2	最小X值或角度
3	最大X值或角度

13	控制点的数目。至少需要4个点，最多不能超过60个。
14	控制点1的y坐标。
15	控制点1的z坐标（矢高）。
16	控制点1的w（权重）值。
3n+11	控制点n的y坐标
3n+12	控制点n的z坐标（矢高）
3n+13	控制点n的w（权重）值

2.3.1.2.75. TrueFreeForm™

仅Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供这项功能。

TrueFreeForm™表面类型可将自由表面定义为矢高点网格上的双锥(Biconic)项、偶次非球面(Even Asphere)项、扩展多项式(Extended Polynomial)项和Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)项的组合。该表面类型允许用户将这些项中的任何一个项添加到已定义的表面（通过转换工具"Make TrueFreeForm™"），并通过网格点选择器(Grid Point Selector)工具优化矢高点网格中的特定部分。

TRUEFREEFORM™表面的参数定义

参数#	定义
0	可变点数。这是通过网格点选择器工具设置为可变的网格矢高(Grid Sag)点的数量
1	X半径(X Radius)
2	X圆锥系数(X Conic)
3-10	偶次非球面(Even Asphere)项
11	Zernike X方向偏心，以镜头单位表示
12	Zernike Y方向偏心，以镜头单位表示
13	最大Zernike(Maximum Zernike)项
14	最大多项式(Maximum Polynomial)项
15	归一化半径
16 - 254	Zernike & 多项式(Zernike & Polynomial)项，Zernike项最先出现

"最大项数(Maximum term number)"可用于指定计算表面矢高时使用的最大Zernike或多项式项。这个数是用来加快光线追迹的计算，一旦超过这个数就会被忽略掉。

2.3.1.2.76. 用户自定义（User Defined）

用户自义定表面（UDS）是一种强大、灵活、快速的面型定义方法，用于定义OpticStudio中没有的表面。UDS的形状可以是任意的，可以表示折射、反射、衍射，可以任意改变光束的相位，后面可以是均匀介质或是任

意形态的渐变折射率介质。此外，UDS也可以任意切趾光束或衰减光束，或使用UDS定义用于偏振分析的任一电场或膜层数据。后者能使光束按照任意公式/光学系统中任一表面用户自定义表格实现部分透射。

该功能非常灵活的原因是，表面所有的性质都是用户在一个单独的C或C++程序中定义的，该程序通过Windows的动态连接库（DLL）功能实现与OpticStudio动态链接。DLL必须包含返回OpticStudio所需全部数据的函数，OpticStudio用这些数据进行绘图、光线追迹、计算折射角以及通过折射率和表面介质位置之间的函数确定渐变折射率介质的折射率。

DLL是汇编代码，由于OpticStudio传递给DLL一个指针，指向需要被计算的数据，因此UDS的速度非常快，几乎与OpticStudio本身的代码速度一样快（函数调用只会导致计算机少量负担）。

UDS功能强大，对UDS的使用有合理的代价。对UDS的使用要求用户配备适当的、能够产生兼容的32位Windows DLL（或64位，如果使用OpticStudio的64位版本）的程序编译器或开发工具。此外，假定用户会编写所需要的代码，更重要的是，要确保代码是可靠的并且没有bug。为了使速度最快，OpticStudio几乎不核对DLL返回的数据，因此调试UDS DLL很容易导致OpticStudio崩溃。

正因如此，OpticStudio技术支持所提供的支持服务仅限于确保UDS范例文件能够被正确执行。

UDS DLL

学习如何创建UDS DLL的最佳方法是，首先将示例DLL的源代码文件（以.C结尾的文件）复制到一个新的文件名中，编辑这个示例文件来满足您的需要，然后重新进行汇编产生一个新的DLL。DLL源代码中提供了一段很好的“boiler plate”，它是所有DLL共有的。

定义一个UDS DLL需要两个文件：一个诸如MY_SURF.C的C（或C++）源代码文件，一个名为USERSURF.H的头文件。只有C文件需要进行修改。C文件中定义了两个函数：第一个是“DLLMain”，用于（可选的）初始化DLL数据。另一个函数是“UserDefinedSurface5”，它一般对每个表面类型都要修改。早期版本的OpticStudio用户界面使用的函数名是“UserDefinedSurface、UserDefinedSurface2、UserDefined Surface3和UserDefinedSurface4”，这些名字仍然支持但已经被废弃了。新的DLL文件名应该使用“UserDefinedSurface5”。

OpticStudio传递给函数两个结构，这些结构在USERSURF.H文件中定义。这些结构是：

☒"USER_DATA"
☒"FIXED_DATA5"

USER_DATA

该数据结构包含：

☒光线x、y、z在平面上与曲面顶点相切。DLL必须迭代到真实的表面（或分析计算截距），并返回更新后的光线位置。
☒l、m、n在光线截距处的方向余弦
☒ln、mn、nn在要计算和返回的光线截距处的表面法线
☒其他数据如渐变折射率面的折射率、透射、光程

DLL必须在与表面交互后计算所有新的光线数据。

FIXED_DATA5

该数据结构主要包含DLL无法改变的数据，如编辑器中的所有表面数据，光线波长，偏振态等。光线偏振态和参数比率是DLL唯一可以修改的数据

此外，FIXED_DATA5还包含“类型（Type）”和“数（Numb）”参数，表示OpticStudio希望从指定的DLL调用中得到的数据。在UserDefinedSurface5函数中，这些参数是一个C“Switch-case”结构。“类型”是一个介于0-10之间的数（包含0和10）。

下面的表格中描述了“类型”码：

类型	**Zemax**需要**DLL**计算的数据

0	表面名称、径向对称状态以及渐变折射状态
1	参数栏的名称
2	附加数据栏的名称
3	表面矢高和其他矢高
4	近轴光线追迹至该表面并折射穿过该表面
5	实际光线追迹至该表面并折射穿过该表面，也包括透射和偏振数据（如果有的话）
6	渐变折射率传播过程中的折射率和一阶导数
7	用户初次选择表面类型时默认的数据
8	在需要时初始化DLL。包括分配DLL所需的静态内存，加载数据文件，或其它即时计算或初始化。每次加载DLL时都会调用此类型码。但是Zemax可以多次载入相同的DLL。例如，Zemax中每个分析窗口都会得到自己的镜头数据副本，在分析窗口每次更新时，每个副本将会载入并初始化DLL。Zemax可以同时（并行执行）更新多个分析窗口，因而多个DLL可以同时运行。因此，当Zemax多次加载DLL时，使用固定的文件名多次写入存储。 相同的文件在Zemax多次导入DLL时可以多次创建或写入。
9	在需要时终止DLL。包括释放已分配的内存或关闭数据文件。只有从表面中删除DLL或镜头被关闭时才调用此类型值。参阅上述类型码8的注释，了解Zemax00如何载入、初始化并立刻终止多个DLL。 DLL只有在终止前必须释放内存或进行其它的“清除”操作时才处理此类型码。
10	DLL中所使用的参数缩放比例和附加数据。比例因子储存在参考路径下的用户数据库（USER_DATA）中。

在DLL示例源代码文件中提供了大量的注释。可以在<data>\DLL\Surfaces文件夹中找到DLL文件，同时新的DLL文件也必须放在这个文件夹中。

折射和反射***UDS DLL（Refractive and reflective UDS DLLs）***

对于折射或反射，而非渐变或衍射的常规均匀表面，以文件US_STAND.C开始。它是US_STAND.DLL的源代码文件，而US_STAND.DLL是OpticStudio内置表面标准面的复刻。它的代码并不完全相同，而且运行速度比OpticStudio使用的方程稍慢，但在功能上是等价的。US_STAND.C包含一个一般的Snell法则的折射函数，也可用于反射。该DLL与所有的UDS DLL一样，提供矢高、光线交点方程、表面法线、光程和近轴折射功能。

渐变折射率***UDS DLL（Gradient index UDS DLLs）***

渐变折射率表面应该用US_CRIN 1.C作为初始点。除了返回标记表示该表面是渐变折射率类型，以及执行数据类型“6”用于返回给定的X、Y、Z的折射率和所有参数及附加数据以外，编码类似于US_STAND.C。还必须提供X、Y、Z方向的折射率的一阶导数。

对于渐变折射率UDS DLL，只要玻璃一栏是空白的，用于近轴光线追迹的折射率即为表面的前顶点（坐标（0,0,0）处的折射率。如果DLL的材料一栏中（在LDE的常规材料一栏）被指定了某种玻璃材料，那么近轴参考折射率就是根据玻璃库中的材料数据计算的。当使用渐变折射率DLL时，一般不需要甚至不建议指定玻璃的名称。只有当DLL基于玻璃库数据计算折射率偏移时，才需要指定玻璃的名称。

衍射***UDS DLL（Diffractive UDS DLLs）***

衍射光学元件与标准光学元件非常相似，除了通过相位导数（关于X、 Y）使得光线进一步偏移外，还需要修改光程来包含相位的变化。

一般，衍射光学元件的“折射”定义为：

$$l' = l + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial \varphi}{\partial x}$$

$$m' = m + \frac{\lambda}{2\pi}\frac{\partial \varphi}{\partial y}$$

这里，l和m都是方向余弦，计算Z方向余弦n，使得方向向量的大小归一，ϕ是以弧度表示的相位。

DLL例子：US_GRATE.DLL，通过复刻OpticStudio内建光栅面来说明衍射计算。

使用***DLL***的透镜阵列（***Lenslet arrays using DLLs***）

使用用户自定义表面可以很容易对透镜阵列进行建模。基本上，光线追迹可确定光线打到了阵列透镜的哪一部分，然后用该部分透镜的曲率来确定光线折射。示例源代码和DLL分别参考US_ARRAY.C和US_ARRAY.DLL。

使用***DLL***自定义表面切趾

DLL的实际光线追迹部分，类型码5，允许定义表面透射比。表面透射比必须是介于0.0到1.0之间的数字，并表示光线穿过该表面透射的相对强度。在本章中，透射意味着“光线继续”，因此对于反射表面，透射部分通常表示反射到下一个表面。

表面透射比可用于定义任意表面切趾。透射函数可以是任何一种基于光线坐标、方向余弦、表面参数或其它数据的公式；或者，该函数可以从查找表中或可在DLL中执行的任意其它方法获得。

不需要定义表面透射比。如果DLL没有定义透射比，OpticStudio假设它是1.0。无论表面透射比是多少，OpticStudio都将修改光线强度以考虑菲涅尔表面、膜层，以及进行偏振光线追迹时通常要考虑的体吸收效应。

如果OpticStudio不进行偏振光追迹，那么DLL定义的透射比只起衰减作用。与光瞳切趾不同，使用UDS定义的表面切趾可以放在光学系统任何地方的任何表面上。注意，对于是光线位置函数的切趾（大部分都是），不同视场会观察到不同的有效切趾。注意，该技巧可用来模拟任意中性密度过滤器或是透过率与波长有关的过滤器。

使用***DLL***定义偏振及膜层数据（***Polarization and coating data using DLLs***）

DLL的实际光线追迹部分，类型码5，允许直接定义透射及反射电场，或定义s及p方向的复反射及透射系数，基于DLL中可用的任何视场或膜层数据，包含光线余弦（Raycosines）、法向向量（normalvectors）、折射率（index）或其它用户自定义数据，或者可以在DLL中实现任何方法。视场和膜层数据不是必须定义的，如果DLL没有对这些数据进行定义的话，OpticStudio会使用表面默认算法。有关如何定义电场或膜层数据的源代码示例，请参见范例DLL US_OLARIZATION。

错误处理与***UDS***（***Error handling and UDS***）

如果DLL计算了一个有意义的结果，并且没有出现错误，则OpticStudio按内部约定返回0值。否则，DLL将返回-1。光线追迹时无论是近轴光线还是实际光线，例外情况是：如果光线与表面无交点，将返回表面序号；如果光线内全反射（TIR），那么返回的是表面序号的负数。OpticStudio使用这些错误代码为用户和各种OpticStudio功能提供有意义的诊断。

DLL示例（***Sample DLLs***）

我们提供了许多UDSDLL示例，它们可作为使用DLL之前的准备，也可以作为用于研究和修改的C语言源代码。编写DLL最简单的办法是寻找你所需要的DLL或用途最接近的DLL，然后按照需求复制和编辑C语言源代码文件。

下面的表格列出了可用的DLL以及每个DLL的简述。注意，尽管示例DLL已经测试过，且通常认为是可靠的，但仍然“按现状（as is）”提供。

“在下面的所有DLL描述中，c为曲率，k为圆锥系数，z为矢高坐标，r为径向坐标，ρ为归一化为表面半直径后的径向坐标，D为透射函数的对数（即D = -Log10（T），其中T为透过率）。必要时，应在相应的描述中指定其它参数。”

UDS DLL例子

DLL name	Description
QBFS, QCON	These two DLLs are an implementation of the surface types described in “Shape specification for axially symmetric optical surfaces”, G. W. Forbes, Optics Express Vol. 15(8) pp 5218-5226 (April 16, 2007).
US_ANAMR	Anamorphic asphere. This aspheric surface is defined by the following expression: $$Z = \frac{CxX^2 + CyY^2}{1 + \sqrt{1-(1+Kx)(Cx^2X^2)-(1+Ky)(Cy^2Y^2)}} + AR[(1-AP)X^2+(1+AP)Y^2]^2 + BR[(1-BP)X^2+(1+BP)Y^2]^3 + CR[(1-CP)X^2+(1+CP)Y^2]^4 + DR[(1-DP)X^2+(1+DP)Y^2]^5$$
US_ANASP	Annular aspheric surface. This surface is described in the paper "Annular surfaces in annular field systems" by Jose Sasian, Opt. Eng. 36(12) 3401-3403 (December 1997). This surface is similar to an odd aspheric polynomial, with a radial offset in the polynomial expansion to better model surfaces used in annular field systems.
US_APGXY	This DLL is a clone of the Zemax “Standard” surface type, with the added capability to modify the surface transmission. This surface defines an apodization function of the form $$T(x,y) = Exp\left(-2G_x\left(\frac{x}{R}\right)^2 - 2G_y\left(\frac{y}{R}\right)^2\right),$$ where R is the semi-diameter of the surface and x and y are the coordinates at which the ray intercepts the surface.
US_ARRAY	Models an n x m array of lenses, each of dimension H x W; all 4 parameters may be specified. The lenses are rectangular in outline but are “standard” in shape; that is, plane, spherical, or conic asphere. The number of lenses in each direction must be odd.

DLL名称	描述
US_ARRAYEVEN	模拟了n x m透镜阵列，每个透镜的维度为H x W；要指定4个参数。透镜具有矩形轮廓和“偶次非球面”面型，即平面、球面、二次非球面和径向多项式非球面。在每个方向上透镜的数目必须是奇数。
US_CYLAR	对垂直排列的n个柱透镜建模，每个透镜的高度均为H。这些透镜在YZ平面上是圆柱形或二次非球面。
US_DGCYL	对柱面上的衍射光栅建模，光栅刻线是沿表面的弧线（而不是沿切平面y坐标）的等距间隔。光栅刻线平行于圆柱的坐标轴。

US_DATASURFACE	此表面使用FIXED_DATA4结构，并且可以传递来自上一个数据表面的值。第一次加载此表面时，会读取上一个数据表面的附加数据值，说明在“数值”参数栏中读取了多少数据值，并且将这些值复制到EDE。它不会动态更新，仅用于说明对DLL中这些值的访问。
US_EAPERIODIC	此表面类似于偶次非球面，不过它含有一个附加项，描述矢高按正弦变化。这类变体非常适用于对不规则表面进行建模。表面的完整矢高表达式由以下公式给出： $$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8}\alpha_i\rho^{2i} - \frac{A}{2}\left[\cos\left(2\pi\omega_0 r+\phi_0\right)-\cos\left(\phi_0\right)\right]$$ 这里，参数c、k与 α 偶次非球面表面有相同的矢高公式。参数A表示正弦矢高扰动的振幅，以镜头单位表示。参数 ω_0 表示正弦矢高扰动的频率，以镜头单位的倒 数表示。参数 ϕ_0 表示正弦矢高的初始相位，以度为单位表示（该值在DLL内部转换为弧度，用于计算矢高）。
US_FILT1	此表面定义了一个切趾函数 $$T = 1.0 - \mathrm{Exp}(-G\rho^2)$$
US_FILT2	此表面定义了一个切趾函数，光学密度Dmax是从0到归一化径向坐标p1的距离，在p2处D线性变化为D=0，随后变成D=0。
US_FILT3	此表面定义了一个切趾函数 $$D = 0.5D_{max}(1.0+\cos\pi\rho)$$

US_FILT4	此表面定义了一个切趾函数： $T(r) = 1 \text{ if } r < R - \Delta R$ $T(r) = 1 \text{ if } r < R - \Delta R$ $T(r) = \frac{1 + \cos\left(\frac{\pi(r-(R-\Delta R))}{2\Delta R}\right)}{2} \text{ if } R - \Delta R < r < R + \Delta R$ 这里，r是径向坐标，R是孔径半径， Δ 如果提供的值是0，则将 Δ 值定义为0.001。该函数会产生一个便利的“软边缘（soft-edged）”孔径，适用于优化通过圆形孔径的透过率。
US_FILT5	此表面定义了一个切趾函数： $T(na) = 1.0 \text{ if } na < NA - \Delta$ $T(na) = 0.0 \text{ if } na > NA + \Delta$ $T(na) = 0.5\left(1 + \cos\left(\frac{(na - (NA - \Delta NA))\pi}{(2\Delta NA)}\right)\right)$ 这里，na是入射光线的数值孔径，NA是用户自定义参数， Δ 是定值0.001（但是该值可以在DLL源代码中编辑）。这种过滤器展示的是基于入射角而不是基于位置的光线切趾。na超过 $NA - \Delta$ 的值的光线会平稳地衰减到0。这使得优化更加简单、连续。

US_FILT6	此表面定义了一个切趾函数： $$T(x,y)=\left(\frac{1}{4}\right)(1+\sin(2\pi\alpha x))(1+\sin(2\pi\beta y))$$ 其中， α 与 β 分别对应正弦透过率在x、y方向上的空间频率。
US_FILT7	此表面对表面透过率进行切趾，通过附加数据编辑器中值的线性插值计算，附加数据编辑器中的值可以是表面径向坐标的函数，也可以是发生折射的表面局部Z轴与光线间夹角的函数。
US_FILT8	此表面可对软边缘的矩形孔径建模，“MaxX”及“MaxY”参数为矩形孔径的X及Y的半宽。透过率会在变化距离中平稳地从1变为0（变化距离是“DelX”和“DelY”到孔径边界距离的两倍）。该函数会产生一个便利的“软边缘”孔径，适用于优化通过矩形孔径的透过率。
US_GCYL	模拟带有渐变折射率介质的圆柱型表面，该渐变折射率（GRIN）介质在同心圆柱薄壳层中具有一常数折射率，以多项式表达的GRIN分布其中心在曲面的曲率中心，此DLL用于模拟光线沿着垂直于光纤轴向方向横穿光纤。
US_GRATE	模拟含有平行于X轴的光栅刻线的标准面，这些光栅刻线在切平面上沿Y方向等距间隔。它相当于Zemax“衍射光栅”表面的复刻；有不同的方法可用来测量光程长度，且通常不会造成光线追踪问题。目的是说明在Zemax UDS DLL中如何对衍射表面进行模拟
US_GRIN1	模拟二次GRIN介质。它相当于Zemax“渐变1”表面的复刻。该示例文件为了说明在Zemas UDS DLL中如何对GRIN表面进行模拟。
US_HOLOGRAM_KOGELNIK	该DLL建模了一个体全息图，也称为体布拉格光栅（Volume Bragg Grating），以下列论文为理论基础——Kogelnik, H.（1969）的*Coupled Wave Theory for Thick Hologram Gratings*。Bell System Technical Journal, 48, 2909-2947。它构建系统的定义方式类似于表面类型全息图1和全息图2。全息图的平均折射率、调制折射率和厚度等更多参数，被用来计算衍射效率。诸如收缩率和折射率变化在内的公差参数包括在可制造性分析中。了解有关如何使用此DLL的更多详情，请参阅知识库文章使用Kogelnik的方法模拟体全息光栅的衍射效率（Simulating diffraction efficiency of a volume holographic grating using Kogelnik’s method）。
US_IGRIN	带有色散的GRIN示例。

US_ITERA	此DLL是Zemax“标准”表面的复刻。除了它使用“dumb”迭 代查找交点（而非解析解来寻找交点）。此示例为了说明如何在只知道矢高表达式的前提下找到表面交点。绝大部分多项式非球面都需要此类型的迭代，因为不能用解析解来确定光线与表面交点。 注意：这个示例DLL中的迭代非常简单，可能无法处理入射角非常大的光线。在广角系统中使用时，DLL可能会出现以下错误消息：错误2（Error2）。在这些情况下，应使用更稳健的算法，比如US_STAND.DLL中给出的算法。
US_LUNE	模拟一个伦伯透镜，这是一个球透镜，材料是一个渐变折射率线性变化作为距离曲率中心的函数， $$n = \sqrt{2 - \left(\frac{r}{R}\right)^2}$$ 其中n为折射率，r为到球透镜曲率中心的距离，R为球透镜的半径。

US_MEMS	对微型机电系统（MEMS）（如数字反射镜装置（DMD））进行建模。MEMS由小矩形反射镜的2D阵列构成。反射镜可以有三个不同的倾斜角，绕着轴旋转使反射镜指向任意方向。这些反射镜的状态有三种情况，可以用寻址行、列来设置，或者对个别反射镜进行设置模拟想要的MEMS某一种状态。尽管这个模型是严格的几何模型，它仍然可以有效模拟由特定设备（针对个别反射镜的任意设置）反射的光线。该模型的参数有： Nx：X方向反射镜的数目 NY：Y方向反射镜的数目 Wx：X方向的总宽度，以镜头单位表示 Wy：Y方向的总宽度，以镜头单位表示 参数5、6和7（角度0、角度1和角度2）：状态为0、1或2时对应的反射镜角度 参数8（旋转角（Rot Angle））：反射镜绕z轴倾斜的旋转角 参数13（P标记）：如果是0，反射镜按行寻址；如果是1，按列；如果是2，按单个反射镜。 参数14（行1-15或列1-15或像素1-15）：行/列/反射镜1-15的状态 参数15（行1-15或列1-15或像素1-15）：行/列/反射镜16-30的状态 参数12+N：行/列/反射镜1+15*（N-2）-15*（N-1）的状态 旋转角绕局部Z轴有效旋转反射镜的倾斜面；初始倾斜面绕着局部X轴旋转。旋转角从+y轴顺时针方向测量。反射镜的角度沿旋转倾斜方向倾斜。 在参数中用3个基本的整数值来定义行/列/反射镜的状态。如果要确定用于任何一种MEMS逻辑状态的值，可以创建一个类似于下面的表格，它显示用于3行或3列或3个反射镜的值： 注意，参数的值由以下形式给出： $$Parameter\ Value = M_1 \cdot (3^0) + M_2 \cdot (3^1) + M_3 \cdot (3^2) + \ldots$$ 这里，M_1是第一行/列/反射镜的逻辑状态（0、1或2），M_2是第二行/列/反射镜的逻辑状态，以此类推。每个参数最多可定义15个行/列/反射镜的值。
US_MULTI_ZONE_ ASPHERE	该表面模拟了一系列环状偶次非球面区域。每个区域都有半径、圆锥系数、至12阶的偶次非球面系数以及那个区域的最大的径向孔径。可以支持共20个同心区域。每个区域都被偏移，这样在区域边界处面是连续的。
US_OFFST	偏移面。此表面模拟隐藏在表面内部的一段附加距离的光线传播。该传播距离对每一种波长都是独立的。它可以对每一种颜色通道具有独立聚焦性质的系统进行建模，例如数字投影仪。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

US_OGIVE	尖顶部（Ogive）面型。Ogive面与标准面一样，除了表面沿轴旋转有一定量的偏移以外。面矢高的形式为： $$Z = \frac{cr_g^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r_g^2}}$$ 其中， $$r_g = r_o + \sqrt{x^2+y^2}$$
US_POLARIZATION US_POLARIZATION2	这2个DLL显示如何定义电场或膜层。不同之处在于US_POLARIZATION基于数据结构FIXED_DATA2，而电场数据则通过成员double dbreserved[]进行交换。US_POLARIZATION2基于数据结构FIXED_DATA5，电场数据通过成员双Exr、Exi、Eyr、Eyi、Ezr、Ezi进行交换。
US_STAND	此DLL是Zemax“标准”面类型的复刻。它是最简单的DLL表面，并且是学习UDS DLL的一个很好的开始案例。
US_STAND2	此DLL是Zemax“标准”面类型的复刻，使用“UserDefinedSurface2”函数和结构定义。
US_ZERNIKE+MSF	模拟Zernike Standard矢高（Zernike Standard Sag）表面并描述额外的波纹术语。矢高图的偶次非球面部分定义为 $$Z = Z_1 + Z_2$$ $$Z_1 = \frac{cr^2}{1+\sqrt{\left(1-\left((1+k)c^2r^2\right)\right)}} + a_2r^2 + a_4r^4 + \cdots + a_{16}r^{16}$$ $$Z_2 = -\frac{A}{2}\left(\cos(2\pi\omega_0 r + \varphi_0) - \cos\varphi_0\right)$$ a_2、a_4 ..... a_{16}的长度单位是-1、-3……-15。A的单位是长度。ω_0的单位是长度的倒数。ϕ_0在输入时的单位是度数，但在上面的表达式中转换为弧度进行计算。 了解有关如何使用此DLL的更多详情，请参阅知识库文章构造评估和公差操作的中空间频率加工误差（Constructing mid-spatial frequency tooling errors for evaluation and tolerancing）。
Lumerical-metalens-xxxxxx	这个DLL可对超透镜元件建模。要使用此DLL，用户必须首先从Lumerical模拟并生成超透镜数据，然后将数据读入此DLL。输入文件可以是一对扩展名为.pmap和.aph的文件，也可以是一个扩展名为.h5的文件。输入文件应位于\Document\Zemax\DLL\Surfaces\文件夹中。要加载输入文件，我们只需在用户自定义表面的注释中键入文件名即可。如果输入的是一对文件（.pmap和.aph），则只需在注释栏中键入文件名即可。有关超透镜工作流程的更多指导，请参阅应用库文章超透镜工作流程——Ansys Optics。

r/c/m:	3	2	1	参数
	0	0	0	0
	0	0	1	1
	0	0	2	2
	0	1	0	3
	0	1	1	4
	0	1	2	5
	0	2	0	6
……				

编译示例

要为用户自定义的代码编译DLL，请参阅知识库文章如何编译用户自定义的DLL（How to compile a User-Defined DLL）。此外，还有一个基于Visual Studio C++的示例项目，位于{Zemax}\DLL\Surfaces\Solution\AllProjects\。

2.3.1.2.77. 可变刻线距离光栅(Variable Line Space Grating)

可变线距离光栅模拟的是一种具有直线但非均匀间隔的特殊光栅。在M.Hettrick和S.Bower合著的"Variable line-space gratings: new designs for use in grazing incidence spectrometers"《Applied Optics》Vol. 22, No. 24, p3921 (1983)中介绍了此光栅。此光栅用于在凹球面上成像。用会聚光束来照亮反射式光栅。光栅刻线平行于局部x轴，并且刻线在x-z平面内。只支持平面光栅，只对光栅用于反射的情况进行了测试（玻璃类型必须是"反射镜(MIRROR)"）。

尽管全息面可以用来模拟理想光栅，但事实上全息结构并不总能应用于各种场景。基于加工时的折衷考虑，光栅刻线是直线且平行的（与全息面刻曲线时的情况相反）。这样在光束中就引入了像差，在模拟该面型时要考虑此像差。

有五个参数可以用来描述该面型：M为重现装置上的衍射级次；L为凹形焦面的（正数）半径；cos(α_0)为入射光束与光栅平面夹角的余弦；cos(β_0)为反射光束与光栅面夹角的余弦；λ_0 为构造波长，在此波长上光栅将沿 β_0 角方向反射轴向光束。

光栅每微米的刻线频率为：

$$T = \frac{1}{\lambda_0}\left[\frac{L\cos\beta_0 - y}{\sqrt{y^2 + L^2 - 2Ly\cos\beta_0}} - \frac{L\cos\alpha_0 - y}{\sqrt{y^2 + L^2 - 2Ly\cos\alpha_0}}\right]$$

这里，y在整个光栅面上变化。可变刻线距离光栅使用5种面型参数，但不使用附加数据。

可变刻线距离光栅面型的参数定义

参数#	定义
1	M
2	L
3	cos (α _0)
4	cos (β _0)

5	λ_0

2.3.1.2.78. Zernike Fringe相位(Zernike Fringe Phase)

Zernike Fringe相位面型具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基面面型，再加上由Zernike Fringe系数定义的附加相位项。该表面矢高与标准面的公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光线发生偏离并增大光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模，也可用于某些全息图(Hologram)和二元光学面(Binary optics)的建模。面的相位定义为：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N为级数中的Zernike系数的个数，A_i是第i个Zernike Fringe多项式的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，ϕ为角向的光线坐标，M为衍射级次。这里的Zernike Fringe多项式在"Zernike Fringe系数"给出的表格中定义。OpticStudio 最多支持37项。系数A_i均以波长为单位，一个波长对应2π弧度。请注意，表面的相位与波长无关。而OpticStudio考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果外插标志设置为0，则在归一化半径之外忽略Zernike项。如果外插标记设置为1，则无论光线落在表面的哪个位置（即使光线落在归一化半径之外），都会考虑Zernike项。

请注意，Zernike Fringe相位面型描述了相位的变化（或是波前差），而不是直接描述表面的变形。如果你有表面变形形式的Zernike系数数据，该数据可用表面光度仪测出，请参阅"Zernike Fringe矢高(Zernike Fringe Sag)"。另可参阅"Zernike Standard相位(Zernike Standard Phase)"。

Zernike Fringe相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插
13	项数（最大37）
14	归一化半径。坐标被该值归一化。
15 - 51	Zernike多项式1-37的相应系数，以波长为单位。系数项在"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"文件中提供。

"项数(Number of terms)"用于定义计算相位时使用的最大Zernike多项式的项数。提供该数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。

Zernike多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在归一化半径外光线不应穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可以设为0以忽略超出归一化半径的光线的Zernike项。

Zernike Fringe相位系数符号规则

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

2.3.1.2.79. Zernike Fringe矢高

Zernike Standard矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加Zernike Standard系数定义的非球面项组成。表面矢高的形式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8}\alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N为级数中Zernike系数的个数，A_i是第i个Zernike Fringe多项式的系数，r是径向的光线坐标，单位为镜头单位。 ρ 为归一化的径向光线坐标， ϕ 为角向的光线坐标。Zernike项数使用参数9和10以偏离圆锥项和非球面项。这里的Zernike Fringe多项式在"Zernike Fringe系数"给出的表格中定义。 OpticStudio 支持前37项Zernike Fringe项。系数A_i均以镜头为单位，如毫米或英寸等。系数 α_i也是有单位的，且在"偶次非球面(Even Asphere)"表面类型一节中定义。如果外插标志设置为0，则在归一化半径之外忽略Zernike项。如果外插标记设置为1，则无论光线落在表面的哪个位置（即使光线落在归一化半径之外），都会考虑Zernike项。

请注意，Zernike Standard矢高面描述的是表面变形，而不是直接描述波前差。如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的OPD形式表示的Zernike系数数据，请参阅"Zernike Fringe相位"。另请参阅"Zernike Standard矢高"。

Zernike Standard矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插
1 - 8	α 1 - α 8
9	Zernike X方向偏心，以镜头单位表示
10	Zernike Y方向偏心，以镜头单位表示
13	项数（最大37）
14	归一化半径。坐标被该值归一化。
15 - 51	Zernike多项式1-37的相应系数，使用镜头单位。系数项在"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"文件中提供。

"项数"用于指定要在表面矢高计算中使用的最大Zernike多项式项数。这个数用于加快光线追迹的计算，超过该数的项被忽略。

Zernike多项式在单位圆上正交，因此归一化半径应该被设为某个半径，系数数据除以该半径后是归一化的。Zernike多项式在超过归一化半径时就开始迅速发散，因此需要注意光线不应在该半径外与面相交。尽管光线追迹法还有效，但数据就可能不准确。外插标志(extrapolate flag)可能被设为零，以忽略在打到归一化半径之外的光线的Zernike项。

2.3.1.2.80. Zernike Standard相位(Zernike Standard Phase)

Zernike Standard相位面型具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基面面型，再加上由Zernike Standard系数定义的附加相位项。该表面矢高与标准面的公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光

线发生偏离并增大光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模，Zernike Standard相位面也可用于某些全息图(Hologram)和二元光学面(Binary optics)的建模。面的相位定义为：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N为级数中的Zernike系数的个数，A_i是第i个Zernike Standard多项式的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，ϕ为角向的光线坐标，M为衍射级次。Zernike Standard多项式在""Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)在页面上743中提供的表格中定义。OpticStudio最多支持231项。系数A_i均以波长为单位，一个波长对应2 π 弧度。请注意，表面的相位与波长无关。而OpticStudio考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果外插标志设置为0，则在归一化半径之外忽略Zernike项。如果外插标记设置为1，则无论光线落在表面的哪个位置（即使光线落在归一化半径之外），都会考虑Zernike项。

请注意，Zernike Standard相位面型描述了相位的变化（或是波前差），而不是直接描述表面的变形。如果你有表面变形形式的Zernike系数数据，该数据可用表面光度仪测出，请参阅"Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)"。

Zernike Standard相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插
13	项数（最大231）
14	归一化半径。坐标被该值归一化。
15 - 245	Zernike多项式1-231的相应系数，以波长为单位。系数项在"Zernike Standard系数"文件中提供。

"项数(Number of terms)"用于定义计算相位时使用的最大Zernike多项式的项数。提供该数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。

Zernike多项式在单位圆上是正交的，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike多项式在超出归一化半径后快速发散，因此应该特别注意在归一化半径外光线不应穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可以设为0以忽略超出归一化半径的光线的Zernike项。

Zernike Standard相位系数符号规则

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

导入***Zernike***系数数据

如果需要，可以在OpticStudio外部计算Zernike系数，并以正确的文本格式排列，使用表面属性的"导入"功能读取。 正确的文本格式如下：

```
n
norm_rad
Z1
Z2
Z3
```

其中，n为所使用的Zernike项数，norm_rad为归一化半径，Z1-Zn为所导入的各个Zernike项。 文件需保存为.DAT扩展名，并保存在Zemax/Objects/Grid Files文件夹中。

2.3.1.2.81. Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)

Zernike Standard矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加Zernike Standard系数定义的非球面项组成。表面矢高的形式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8}\alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N为级数中Zernike系数的个数，A_i是第i个Zernike Standard多项式的系数，r是径向的光线坐标，单位为镜头单位。 ρ 为归一化的径向光线坐标， ϕ 为角向的光线坐标。Zernike项数使用参数9和10以偏离圆锥项和非球面项。Zernike Standard多项式在"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"中提供的表格中定义。OpticStudio 支持前231项Zernike Standard项。系数A_i均以镜头为单位，如毫米或英寸等。系数 α_i也是有单位的，且在"偶次非球面(Even Asphere)"表面类型一节中定义。如果外插标志设置为0，则在归一化半径之外忽略Zernike项。如果外插标记设置为1，则无论光线落在表面的哪个位置（即使光线落在归一化半径之外），都会考虑Zernike项。

请注意，Zernike Standard矢高面描述的是表面变形，而不是直接描述波前差。如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的OPD形式表示的Zernike系数数据，请使用Zernike Standard相位面型。

Zernike Standard矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插
1 - 8	α 1 - α 8
9	Zernike X方向偏心，以镜头单位表示
10	Zernike Y方向偏心，以镜头单位表示
13	项数（最大231）
14	以镜头单位表示的归一化半径。坐标值通过该值归一化。
15 - 245	Zernike多项式1-231上的相应系数，使用镜头单位。系数项在"Zernike Standard系数"文件中提供。

"项数"用于指定要在表面矢高计算中使用的最大Zernike多项式项数。提供该数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。

Zernike多项式在单位圆上正交，因此归一化半径应该被设为某个半径，系数数据除以该半径后是归一化的。Zernike多项式在超过归一化半径时就开始迅速发散，因此需要注意光线不应在该半径外与面相交。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可能被设为零，以忽略在打到归一化半径之外的光线的Zernike项。

另请参阅Zernike Standard相位面型定义中的"导入Zernike系数数据(Importing Zernike coefficient data)"部分。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.82. Zernike Annular相位（Zernike Annular Phase）

Zernike Annular相位面型具有与标准面面型（支持平面、球面、圆锥面）一致的基底外形，再加上由Zernike Annular系数定义的附加相位项。面矢高与标准面的公式相同。当光线通过该面型时附加的相位项使光线发生偏离并增加光程。该面型非常适合于具有可测量干涉数据的系统像差建模。ZernikeAnnular相位面也可用于模拟某些全息图（Hologram）和二元光学面（Binary optics）。面的相位定义为：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} 2\pi A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，N为级数中的Zernike系数的个数，A_i是第i个Zernike Annular多项式的系数，ρ为归一化的径向光线坐标，ϕ为角向的光线坐标，M为衍射级次。Zernike Annular多项式在"Zernike Annular系数"表格中定义。OpticStudio 最多支持231项。系数A_i均以波长为单位，一个波长对应2π弧度。请注意，面型的相位与波长无关。而OpticStudio考虑了基于被追迹波长的光程偏差。如果将"外插（Extrapolate）"标记设置为0，则归一化半径外和遮光比定义的环形区域外的Zernike项数都将被忽略，如果将"外插"标记设置为1，则在归一化半径外入射的光线会被考虑。无论"外插"标记如何设置，遮光半径以内的Zernike项数始终被忽略。遮光比是介于0.0和1.0之间无量纲数，用于定义相对于归一化半径的环形区域的大小。例如，如果归一化半径为10.0，则遮光比为0.3是指定义从3.0至10.0单位内为相位项环形区域。

请注意，Zernike Annular相位面型描述了相位变化（或是波前差），而不是直接描述表面变形。

Zernike Annular相位面型的参数定义

参数#	定义
0	衍射级次
1	外插
3	遮光（Obscuration）
13	项数（最大231）
14	归一化半径。坐标由该值归一化。
15 - 245	Zernike多项式1-231的相应系数，以波长为单位。系数项在文件"Zernike Annular系数（Zernike Annular Coefficients）"中提供。

"项数（Number of terms）"用于定义计算相位时使用的最大Zernike多项式的项数。提供该数据是为了加快光线追迹计算，忽略超过该数的项。 当前OpticStudio将项数限制为80项。 如果需要更多项，请通过Ansys客户支持空间或Ansys学习论坛将功能申请提交至支持团队：www.ansys.com/support。

Zernike多项式在单位圆上由遮光比定义的环形区域内正交，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。Zernike多项式在超出归一化半径和遮光比定义的环形区域后快速发散，因此应该特别注意在该区域外光线不穿过该表面。即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。外插标志可能被设为零，以忽略在打到归一化半径之外的光线的Zernike项。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.2.82.1. Zernike Annular相位系数符号规则(Zernike Annular Phase Coefficients Sign Conventions)

请参阅"二元光学面1(Binary Optic 1)"中对符号规则的讨论。

2.3.1.2.83. Zernike Annular Standard矢高（Zernike Annular Standard Sag）

ZernikeAnnularStandard矢高面是由与偶次非球面（支持平面、球面、圆锥面和多项式非球面）相同的多项式加上附加Zernike Annular系数定义的附加项组成。 面矢高的形式为：

$$z = \frac{c\,r^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8} a_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho,\ \varphi,\ \varepsilon)$$

其中，N为级数中Zernike Annular系数的个数，a_i为非球面多项式系数，A_i是第i个项式的系数，r是径向的光线坐标，单位为镜头单位。 ρ 为归一化的径向光线坐标， ϕ 为角向的光线坐标。 ε 为遮光比。

如果将"外插（Extrapolate）"标记设置为0，则归一化半径外和遮光比定义的环形区域外的Zernike项数都将被忽略， 如果将"外插"标记设置为1，则在归一化半径外入射的光线会被考虑。 无论"外插"标记如何设置，遮光半径以内的Zernike项数始终被忽略。 遮光比是介于0.0和1.0之间无量纲数，用于定义相对于归一化半径的环形区域的大小。 例如，如果归一化半径为10.0，则遮光比为0.3是指定义从3.0至10.0单位内为相位项环形区域。

请注意，Zernike Annular Standard矢高面型描述了表面变形，而不是直接描述波前差。 如果你有从干涉仪测量所得的以波长为单位的OPD形式表示的Zernike系数数据，请使用Zernike Annular相位面型。

Zernike Annular Standard矢高面型的参数定义

参数#	定义
0	外插
1-8	非球面系数（二阶至十六阶）
13	遮光（Obscuration）
14	最大项数
15	归一化半径。 坐标值通过该值归一化。
16 - 95	Zernike多项式1-80的相应系数，使用镜头单位。系数项在文件"Zernike Annular系数（Zernike Annular Coefficients）"中提供。

"项数"用于指定要在表面矢高计算中使用的最大Zernike多项式项数。 提供该数可以加速光线追迹计算，忽略超过该数的项。 当前OpticStudio将项数限制为80项。 如果需要更多项，请通过Ansys客户支持空间或Ansys学习论坛将功能申请提交至支持团队：www.ansys.com/support。

Zernike多项式在单位圆上由遮光比定义的环形区域内正交，因此归一化半径应该设为系数数据归一化后的半径。 Zernike多项式在超出归一化半径和遮光比定义的环形区域后快速发散，因此应该特别注意在该区域外光线不穿过该表面。 即使光线追迹算法有效，得到的数据也可能是不准确的。 外插标志可能被设为零，以忽略在打到归一化半径之外的光线的Zernike项。

2.3.1.2.84. 波带片(Zone Plate)

该面型用于建模菲涅尔波带板(Fresnel Zone Plate (FZP))。一个FZP包含一个折射面或反射面，在该面上切或刻有不同深度的环带。通常，刻线的间隔与波长相比较大，因此FZP是完全折射而无衍射的装置。环带的不同刻度在光束的不同环带上引入微小的相位变化，其原因在于光束通过材料的光程发生了变化。

通过改变表面的局部深度来建模FZP。忽视边缘效应，如光线与环带的边缘相交、边缘衍射。PZF通过每一个环带的归一化光学厚度来定义。各环带的间隔由固定半径确定，最多可以定义240个环带。使用三个参数值来定义环带：模式、 Δr和参考波长 λ_0。

如果模式是0，则步长不是内插(Interpolated)，各环带具有固定的光学厚度。这将导致相位步长不连续，就像楼梯一样。如果模式为1，则相邻环带间的光学厚度采用内插的方法。尽管相位是连续的，环带边界处相位的一阶微分通常是不连续的。"Δr"是相邻环带间的半径步长，采用镜头单位。"参考波长(reference wavelength)"是用于归一化光学厚度的波长，以微米为单位。例如，如果FZP定义了一个折射率为1.55的材料与折射率为1.00的空气之间边界，且参考波长为0.45微米，那么1波长的光学厚度对应的刻线深度为

$$T = \frac{\lambda_0}{n_2 - n_1} = \frac{0.45\mu}{0.55} = 0.818182\mu$$

如果指定的光学厚度为1.0，则这个厚度就是实际的刻线深度。 OpticStudio 为方便起见使用归一化的光学厚度。若想要指定一个在参考波长上引入半波相位的环带，只要输入0.5的光学厚度即可。在其它波长上，相位或大或小，取决于相邻两介质的色散。定义n个点的光学厚度，只要在附加数据文件的第一栏中指定 Δr：用 $r1$、$r2$、r3，直至r_n分开(请参阅"表面属性(Surface Properties)"对话框的"导入(Import)"部分)，其它各项在附加数据文件的第2到n+1栏中定义。

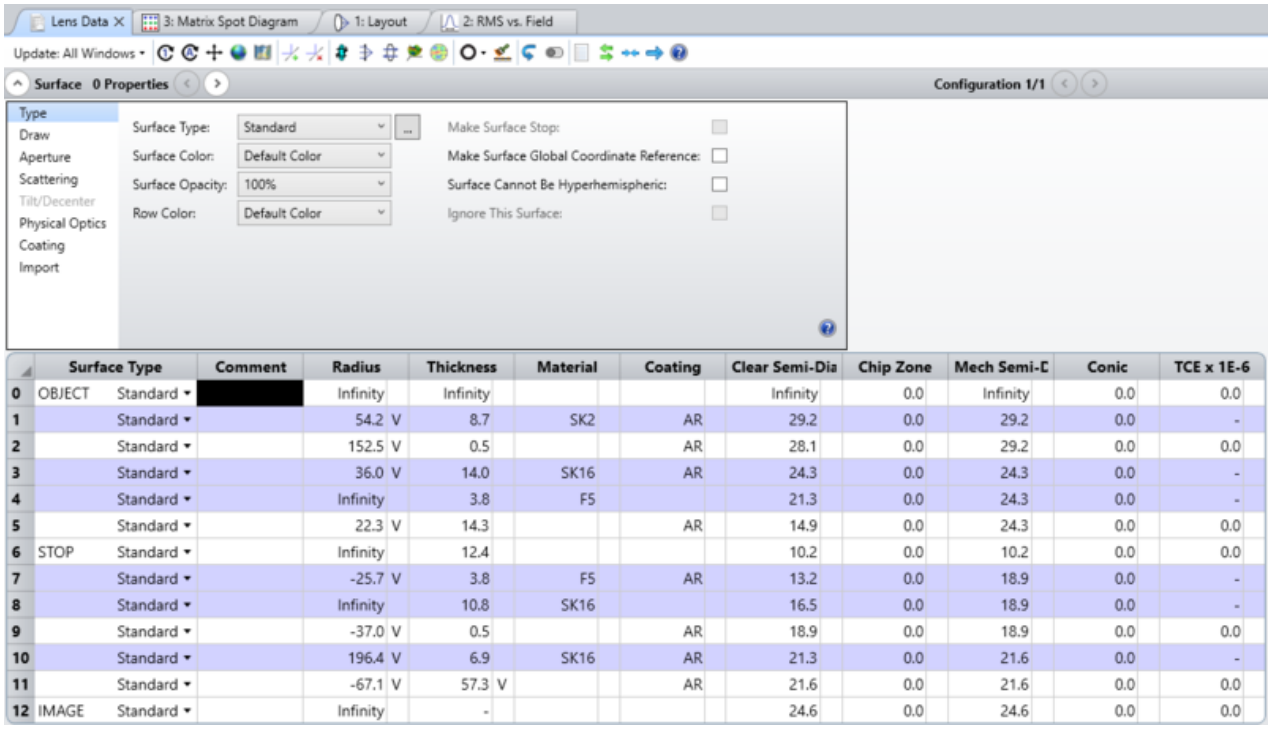
波带板面型的参数定义

参数#	定义
0	模式
1	Δr
3	参考波长
13	点数(最多240)
14	在Δr的光学厚度
15	在2Δr的光学厚度
16	在3Δr的光学厚度
n	在(n-13) Δr的光学厚度

2.3.1.3. 表面属性(Surface Properties)

单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上的"表面属性(Surface Properties)"栏中的下拉箭头展开"表面属性"对话框。 单击镜头数据编辑器的不同表面或者单击"表面属性"栏中的左/右箭头可以更改该对话框中显示的表面属性。 可以在该对话框中定义以下表面属性。

有关序列模式表面的列表，请参阅"序列模式表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces(lens data editor))"。



	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5 V	0.5		AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0 V	14.0	SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity	3.8	F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3 V	14.3		AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP	Standard		Infinity	12.4			10.2	0.0	10.2	0.0	0.0
7		Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity	10.8	SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

2.3.1.3.1. 类型（表面属性）(Type (surface properties))

表面类型选项在"表面属性(Surface Properties)"窗口的"类型(Type)"部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上方"表面属性"栏中的下拉箭头访问表面属性。

表面类型***(Surface Type)***

OpticStudio 可对平面、球面和圆锥面建模；所有这些表面类型组合都在标准面型的目录内。在"表面属性"对话框中显示了表面类型的列表，可从下拉列表中选择相应的表面类型。 OpticStudio 除了标准面型外，还支持其它许多不同的表面类型。如需了解有关这些类型的详细说明，请参阅"序列模式表面（镜头数据编辑器）(SEQUENTIAL SURFACES (lens data editor)) "。

在许多光学设计中，一般只用标准表面类型。

如果表面类型选择"用户自定义(User Defined)"，则表面的形状和光线追迹将在一个链接到OpticStudio的外部程序中定义，这个外部程序称为动态链接库(Dynamic Link Library)（即DLL）。该控件可以选择表面使用哪一个DLL。如需了解更多信息，请参阅"用户自定义(User Defined)"。如果表面类型为"幻灯片(Slide)"，则可将BMP图像应用到使用该控件选择的表面上。

表面颜色***(Surface Color)***

在默认情况下，在实体模型图(Shaded Model Layout)中，OpticStudio用绿色绘制反射面，用蓝色绘制折射面和虚拟表面。在"OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)"窗口的"颜色(Color)"设置中，可以任意选择实体模型图中表面绘制所用的颜色，且可以通过"设置(Setup)"选项卡的"系统(System)"部分中的按钮来显示。

表面透明度***(Surface Opacity)***

如果将透明度设置为100%，则在实体模型图中表面将会单色渲染，从外观来看，该表面将会完全遮盖住其它表面。如果透明度小于100%，则表面是部分透明的，透过部分遮盖的表面可以看到其它表面。

行颜色***(Row Color)***

该控件可以选择在镜头数据编辑器中表面的行颜色，默认情况下，玻璃表面、坐标间断、反射镜和近轴镜头是被编辑为有颜色的。任何表面可使用无颜色、默认颜色、或用户自定义颜色。用户自定义颜色在"颜色(Colors)"部分加以描述。也可取消行的颜色，请参阅"OpticStudio配置选项"中的"编辑器(Editor)"部分。可以将整个表格设置为默认颜色或不显示 任何颜色，请参阅"菜单选项(Menu Options)"。

使此表面为光阑***(Make Surface Stop)***

系统孔径(System Aperture)关系到整个系统的F/#、入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)、数值孔 径(Numerical Aperture)或光阑尺寸(Stop Size)。在特定的光学系统中，若已知该四个数值中的任何一个，都足以定义其余三个数值。系统孔径用来定义物方入瞳直径，进而用来入射所有光线。系统孔径始终是圆形的。光线经过各种表面口径入射后会发生渐晕。系统孔径只有一个，而表面孔径则可能有多个。

光阑面可以是系统中除了物面和像面以外的任何表面。要改变光阑面，选择"类型"选项卡，然后单击"使此表面为光阑(Make surface stop)"复选框，并按"确定(OK)"即可。然后该对话框消失，同时该表面将显示"STO"标签，而不再显示表面编号。如果该表面是物面、像面或已经是光阑面，则该控件将显示为灰色。

定义光阑面的关键在于入瞳与物面同轴。要使该条件得到满足，必须确保将光学系统中的光阑面放置在任一坐标间断、孔径遮光偏心、全息、光栅以及其它可以改变光轴的光学组件之前。如果系统关于光轴旋转对称，则这一限制就不适用。只有对于用某些表面使得光轴倾斜或偏心的系统，光阑面需放置在上述任何表面之前。如果坐标间断仅用在其它轴向系统中实现反射镜，那么即使光阑面放置在反射镜之后，也可以正确计算入瞳的位置。

在某些特定系统中，不能将孔径光阑放置在坐标间断之前。在这种情况下，必须使用光线瞄准。如需了解有关光线瞄准的知识，请参阅"光线瞄准(Ray Aiming) "。

设为全局坐标参考面***(Make Surface Global Coordinate Reference)***

可以在"表面属性"窗口的"类型"部分或"系统选项"的"其他(Miscellaneous)"部分中指定全局坐标参考表面。

任意表面可以通过局部坐标的旋转和平移定义全局坐标。利用任意表面作为全局参考坐标，可计算得到其它任意表面的旋转矩阵和偏移向量。默认的全局参考面为1，但可以选择其它任意表面。有两种特殊情况。一种特殊情况是当物面处于无穷远处时，则不能将表面0作为参考面。另一种特殊情况是不能将坐标间断面设置为全局坐标参考面。所选择的表面用于确定全局坐标系的原点位置和方向。该参考面也用于定义3D视图上多个变焦位置的重叠点。

如需了解更多信息，请参阅"全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)"。

表面不能是超半球面***(Surface Cannot Be Hyperhemispheric)***

OpticStudio 通常会检测一个面是否必须为超半球面（表面继续超过最大径向孔径并向所在球面的后顶点弯曲以填满多于半球的空间），以通过所有的光线。如果该选项被选中，则该表面是不允许变为超半球面。该开关应和浮动或环形孔径一同使用，以便任何所需孔径外的光线渐晕。

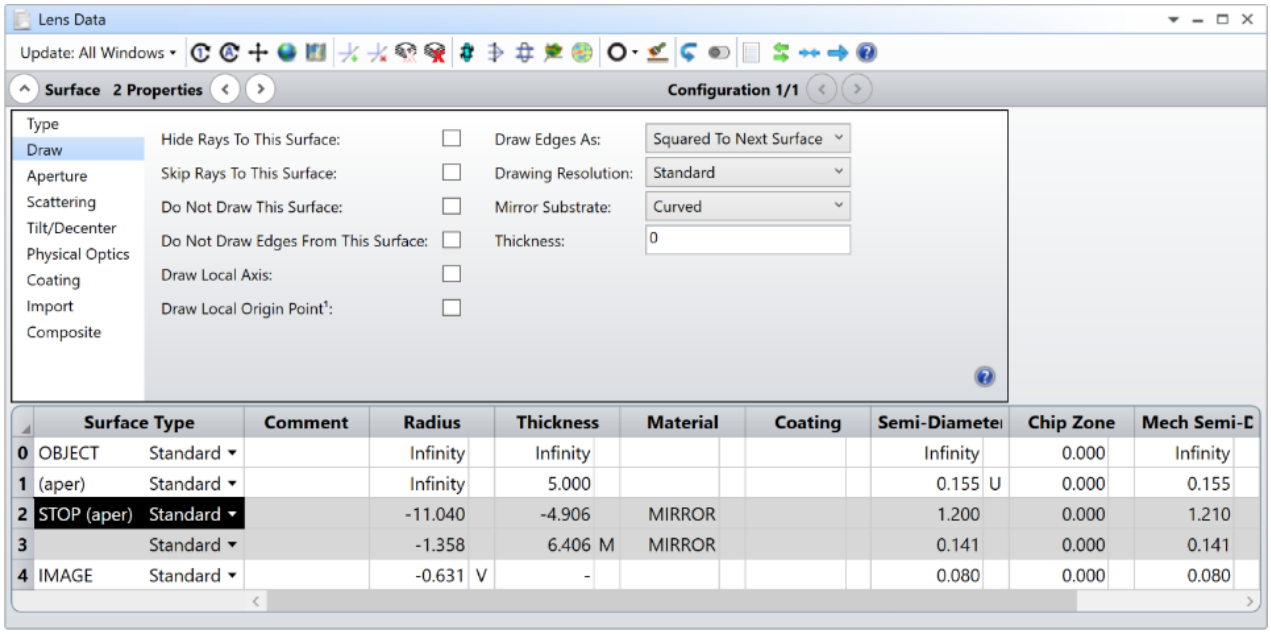
忽略此表面***(Ignore This Surface)***

如果选中该选项，则该表面在大多数情况下将会被忽略。光线追迹、分析、视图、优化、公差和大多数其它功能的结果都将不会考虑该表面，就好像该面已被删除。此功能的目的是完全忽略表面或一组表面，特别是多重结构镜头要求光线在某些结构中而不在其它结构中。使用多重结构操作数IGNR以改变每种结构的忽略表面设置。

当一个表面被忽略时，表面的所有特性都会被忽略，包括半径、厚度、玻璃、孔径、表面旋转和偏心、坐标间断数据和折射。然而，表面不是真的被删除了，因此不会对后续表面进行重新编号。被忽略的表面会保持其表面编号。有些功能是按照表面编号进行的，如点列图，它还可在被忽略的表面上计算出来。结果数据会用于其后续没有被忽略的第一个表面。有些功能通过表面基准列出某个表面的文本数据，它们仍会列出被忽略表面的数据，但其后没有被忽略的表面的数据会把被忽略的表面当作被删掉一样。

2.3.1.3.2. 绘图（表面属性）（Draw (surface properties)）

可以在"表面属性（Surface Properties）"窗口的"绘图（Draw）"部分选择如何绘制表面的设置。可以通过单击镜头数据编辑器（Lens Data Editor）上方的"表面属性"栏中的下拉箭头访问表面属性。



隐藏入射到该表面的光线（***Hide Ray To This Surface***）

如果选中该选项，则在各类布局图中不会绘制出该表面的光线。有关在虚拟面上隐藏光线的其他类似方法的更多信息，请参阅下文的"光线忽略（Skip Rays）"部分。

跳过入射到该表面的光线（***Skip Ray To This Surface***）

如果选中该选项，光线将跳过该表面。这意味着光线将从最后一个非坐标断点面起且该面的光线忽略未被选中，一直绘制到下一个非坐标断点面，并且该面的光线忽略未被选中。例如，如果表面3、4、5的"光线忽略"选项被选中，则光线将直接从表面2的坐标开始绘制到表面6的坐标，只要表面2、6不是坐标断点面。

光线忽略选项的目的是为了抑制光线射入虚拟面和从虚拟面出射。尽管这些在某些情况下很有用，但是如果忽略折射或衍射表面，则可能产生使人误解的布局图。因此，此项应只用于虚拟面。 OpticStudio 不会检查或验证具有"忽略光线"选项的表面实际上是否为虚拟面，所以在使用此功能时应注意。

不绘制此表面（***Do Not Draw This Surface***）

如果选中该选项，则该表面不会在布局图上绘制。

不绘制此表面的边缘（***Do Not Draw Edges From This Surface***）

如果选中该选项，则不会绘制从该表面到下一面的边缘。此功能使某些系统中的视图更简洁，特别是对于在光学面之间使用液体或其他非空气介质的系统。

绘制局部坐标轴（***Draw Local Axis***）

如果选中该选项，则在3D布局图上会绘制一个指示Z轴方向的箭头。箭头的大小由箭头的尺寸决定，请参阅"箭头尺寸（Fletch Size）"。

绘制局部原点（***Draw Local Origin Point***）

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如果选中，将绘制一个球面来表示3D视图和实体模型图中的局部原点位置。球面的尺寸由绘图窗口工具栏中"线厚度"设置下的"点"控件决定。它通过缩放来重新调节，以便在屏幕上总是显示为相似的尺寸。默认情况下，颜色将与表面颜色相似。选中复选框后出现的下拉菜单支持选择不同的颜色。

边缘绘制（***Draw Edges As***）

该设置控制连接两个面的边缘在各个布局图和元件图上绘制情况。通常该设置仅用于由径向净口径或半直径定义的环形孔径表面上边缘的连接。在其它情况下，使用简单方法通常比该部分描述的方法更简洁，或者根本不绘制所有边缘。可用的选项描述如下：

方形到下表面（**Squared To Next Surface**） 从当前较小的表面以放射状绘制出一平面到下一平面来配合较大表面的半径。表面的外边缘通过圆柱体成形以连接表面的外边缘。

锥形到下表面（**Tapered To Next Surface**） 当前表面和下一表面通过单个锥状体连接。

平面到下表面（**Flat To Next Surface**） 当前表面边缘的绘制以当净口径或半直径作为半径绘制圆柱体并延伸到与下一表面的交点。

目前，3D布局图、线框图、实体模型和立体模型图都不支持"平面到下表面（Flat To Next Surface）"的选项。可以使用"方形到下表面（Squared To Next Surface）"的方法来绘制已选择该设置的表面。

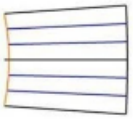
以下是三个简单单透镜这三种连接绘制选项的三个例子：

选项**1**：表面1：使用"方形到下表面"绘制表面边缘

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.71410
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405

选项**2**：表面1：使用"锥形到下表面"绘制表面边缘

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.00000
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405



选项**3**：表面1：使用"平面到下表面"绘制表面边缘（注意，该选项并非绘制而成，而是等同于红色虚线）

	Surf:Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-Dia
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			0.00000	0.00000	0.00000
1	STOP (aper)	Standard		-20.00000	10.00...	N-BK7		4.00000 U	0.00000	4.00000
2		Standard		-100.00000	26.95...			4.71410	0.00000	4.71410
3	IMAGE	Standard		Infinity	-			6.90405	0.00000	6.90405

绘制精度（***Draw Resolution***）

该设置控制在布局图和实体模型图中渲染表面的分辨率精度。选项有标准、中、高和精密（Standard,Medium, High and Presentation）。请注意，该设置可用于所有表面，甚至包括其可能不太适用的情况。此外，由于透镜的前表面设置可能影响后表面-反之亦然，所以建议在可能的情况下，透镜的前后表面都指定相同的设置。

镜面基底和厚度（***Mirror Substrate and Thickness***）

玻璃类型为"反射镜（Mirror）"的序列模式表面可以绘制成为薄面或者一个有基底的实体。基底的后表面可以是与局部Z轴垂直的平面，或是一个沿着实际镜面轮廓线的曲面。基底的厚度在表面的顶点处沿着局部Z轴测

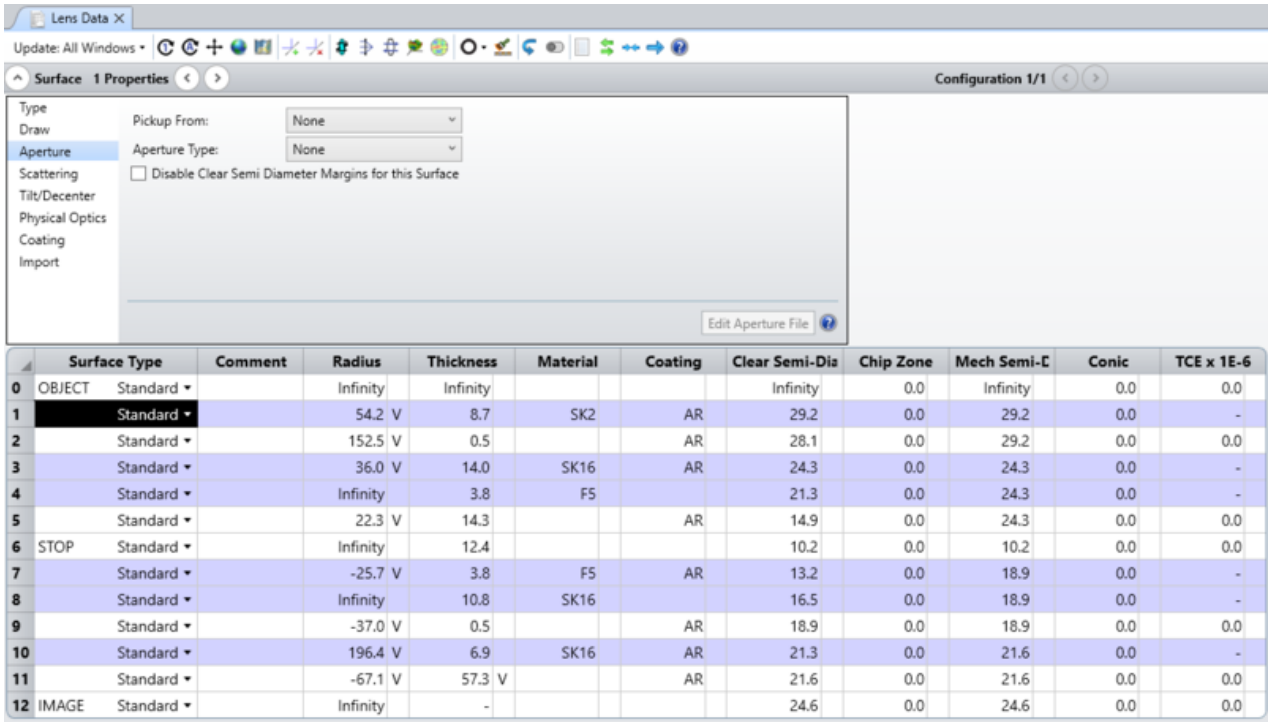
量，即使表面孔径是偏心或者用户定义也是如此。 OpticStudio 通过连接镜面和基底背面绘制基底边缘。所有的布局图均支持所有的表面和孔径类型。

在默认情况下，OpticStudio将镜面基底的背面绘制为曲面，厚度为表面净口径的4%或0.5个镜头单位（如果净口径为零）。如果将"镜面基底厚度（Mirror Substrate Thickness）"参数设置为零，则将使用默认厚度。

在某些（不是全部）结构中，镜面基底将不会绘制在镜面上。同样地，镜面基底也不会只绘制在被特定设置结构的镜面上。此外，也不会在任何结构中为Margin镜（玻璃背面为基底的镜面）的表面绘制镜面基底。要在某些结构（而不是其它）中绘制，可以使用多重结构操作数IGNR以忽视镜面表面而不是用GLSS将此表面从镜面改为玻璃或者空气。请参阅"添加和删除元件（Adding and removing elements）"。

2.3.1.3.3. 孔径（表面属性）(Aperture (surface properties))

可以在"表面属性(Surface Properties)"窗口中的"孔径(Aperture)"部分中设置每个表面的孔径数据。可以通过单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上方"表面属性(Surface Properties)"栏中的下拉箭头访问表面属性。



	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5 V	0.5		AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0 V	14.0	SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity	3.8	F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3 V	14.3		AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP	Standard		Infinity	12.4			10.2	0.0	10.2	0.0	0.0
7		Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity	10.8	SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

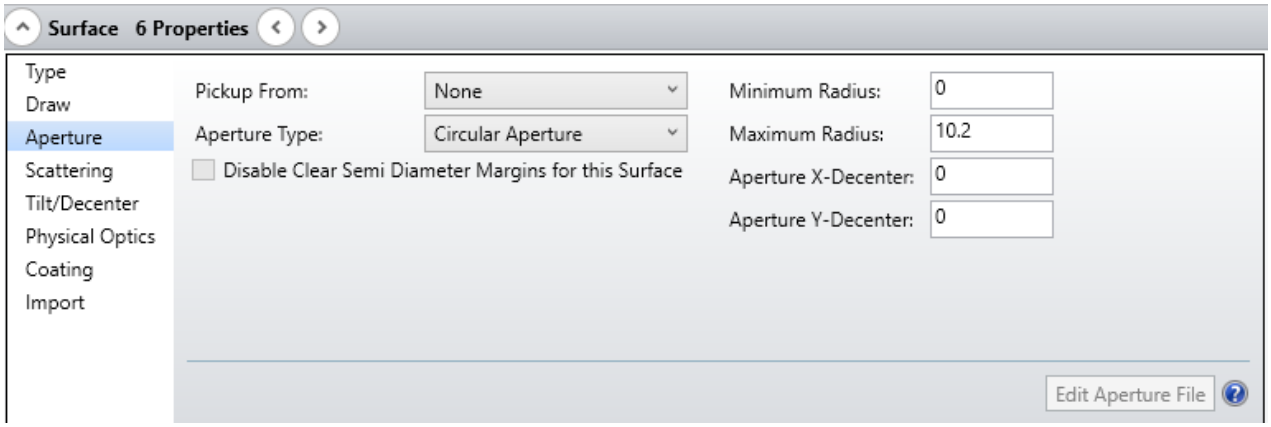
表面孔径用于处理渐晕的影响。孔径和遮阑类型分别用于定义通过或遮阑光线的区域。可以在指定光学元件上通过在所需位置插入厚度为零的虚拟面来描述多个孔径，然后在该表面上设置其它孔径。这对于构造复杂的孔径是非常有用的。此外，还可以在单个表面使用用户自定义孔径和遮阑功能同时定义多个孔径和遮阑，请查阅"用户自定义孔径和遮阑(User defined apertures and obscurations)"。

请注意，尽管在序列模式下允许执行此操作，但是定义表面孔径的范围超过了表面的净口径或半直径是没有任何实际意义的。 为此，如果表面孔径定义超过了表面的净口径或半直径，则在系统视图中可能无法正确地进行绘制。

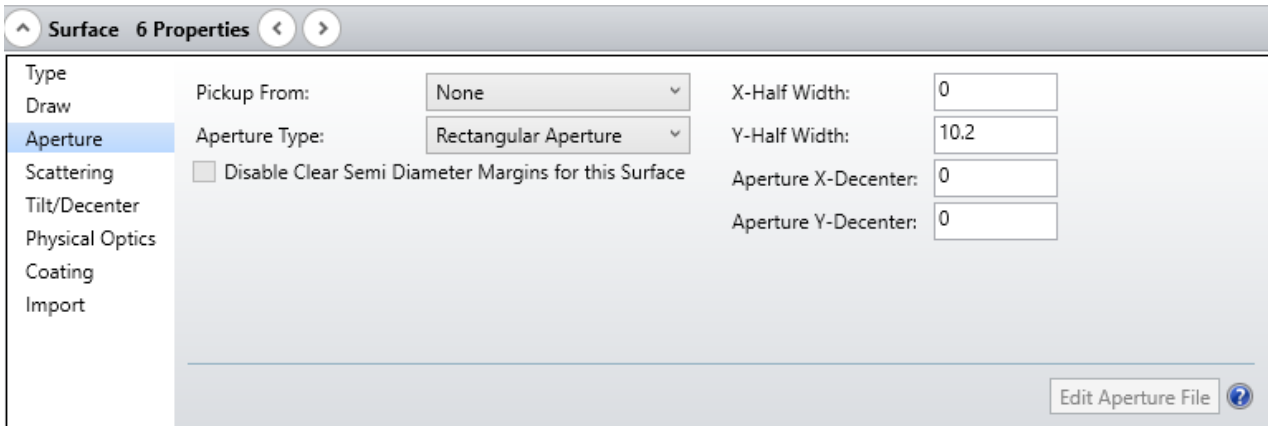
孔径类型*(Aperture Type)*

无**(None)** 当选择"无"（默认）作为孔径类型时，所有可被表面折射或反射的光线都可以通过。要将所有的孔径清除默认的状态，或者改变当前孔径类型，只需选择其它孔径类型即可。

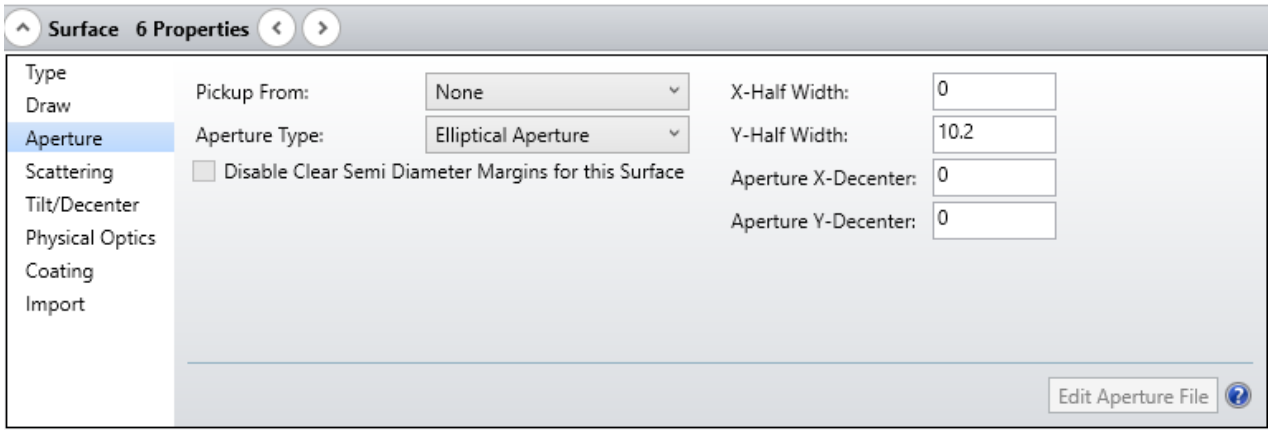
环形孔径/遮阑**(Circular Aperture/Obscuration)** 环形孔径是定义可以渐晕最小半径以内和最大半径以外的到达表面的所有光线的一个环形区域。如果光线在最小半径和最大半径之间，则允许光线通过。环形遮阑是对环形孔径的补充。



矩形孔径/遮阑**(Rectangular Aperture/Obscuration)** 矩形孔径是可以渐晕矩形区域以外的到达表面的光线的一个矩形区域，此区域按照在x和y坐标中的半宽定义。矩形遮阑是对矩形孔径的补充。

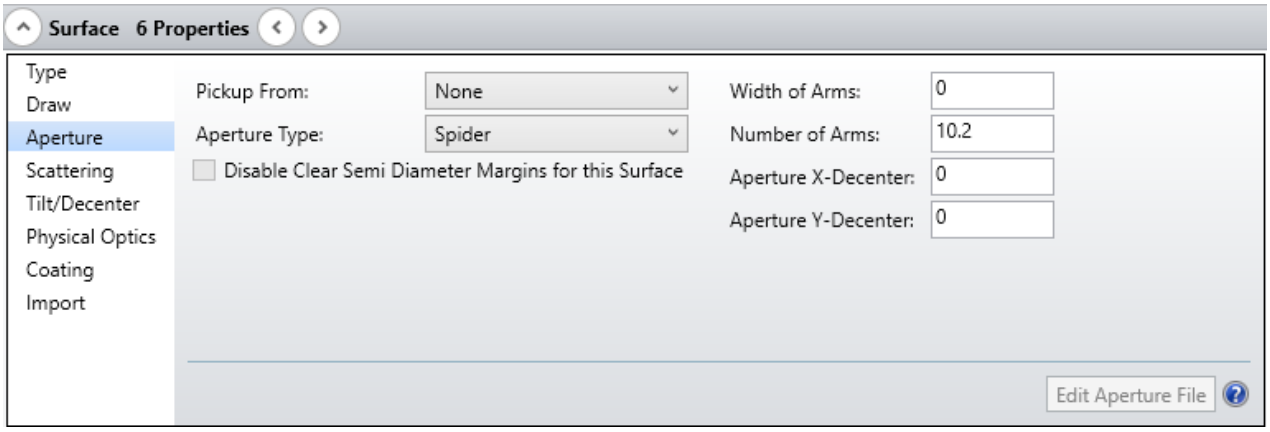


椭圆孔径/遮阑**(Elliptical Aperture/Obscuration)** 椭圆孔径是可以渐晕椭圆区域以外的到达表面的光线的一个椭圆形区域，此区域按照在x和y坐标中的半宽定义。椭圆遮阑是对椭圆孔径的补充。

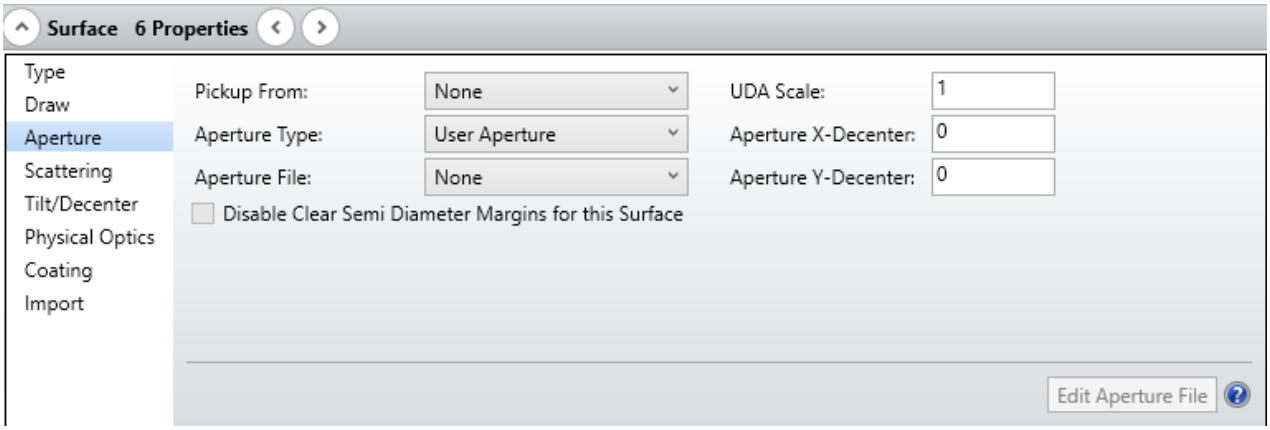


三角形**(Spider)** 三角形是由每个臂的宽度和臂的个数定义的。 OpticStudio 假设所有臂的宽度相同，并且以相等的径向角度间隔延伸。第一臂从径向零度开始，即沿局部正x轴方向。更复杂的三角形可以由在毗邻的虚拟表面上不同宽度、不等角度的臂构成。可以使用坐标断点面将三角形旋转到所需的任何角度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



用户孔径/遮阑**(User Defined Aperture/Obscuration)** OpticStudio支持通过一系列线段、弧、圆、多边形和矩形定义常规的用户指定孔径。孔径可以是以简单或复杂的方式闭合，并且可以定义多个孔径区域，这些区域为嵌套或非嵌套式。要定义用户自定义孔径或遮阑，则从孔径类型列表选择所需的类型（孔径或遮阑）。"孔径文件(Aperture File)"控件将列出所有可用的用户自定义孔径(UDA)数据文件。



UDA文件是文本格式的，可以用任何的文本编辑器创建和编辑。UDA文件存储在<objects>\Apertures文件夹（请参阅"文件夹(Folders)"）中。 按钮"编辑孔径文件(Edit Aperture File)"将会调用一个文本编辑器让用户编辑UDA文件。UDA文件需要保存，并更新镜头文件以便使该改变生效。UDA缩放(UDA Scale)是一个无量纲比例因子，用于缩放UDA文件中定义的孔径值。该控件无需修改UDA文件就可以缩放UDA中的孔径。详情请参阅下一部分中的"用户自定义孔径和遮阑(User defined apertures and obscurations)"。

浮动孔径**(Floating Aperture)** 浮动孔径与环形孔径类似，只是浮动孔径的最小半径总是为零，而最大半径总是等于表面的净口径或半直径。由于OpticStudio（在自动模式(automatic mode)下时）可以调整表面净口径或半直径的值，因此孔径的值随着净口径或半直径值"浮动"。当宏指令或外部程序使用OpticStudio追迹默认净口径或半直径以外的光线时，浮动孔径是很有用的，它可以将这些光线渐晕掉。注意，如果表面孔径被设置成"无"，且这个面并非虚拟面，把这个面上的净口径或半直径的求解类型从自动(Automatic)改成固定(Fixed)，将自动把表面孔径改成浮动孔径。

孔径偏心和拾取*(Aperture decenters and pickups)*

通过指定X-偏心或Y-偏心，或者X、Y同时偏心的方法，所有类型的孔径都可以偏离当前的光轴。偏心以镜头单位为单位。如果在多个表面上采用相同的孔径，则孔径的"拾取(Pickup From)"是一项非常有用的功能。可以从先前的任何表面拾取所需的孔径。

非平面上的孔径投影*(Aperture projection on non-plane surfaces)*

所有孔径都是由顶点的子午面向光学表面投影进行建模的。实际光线与表面交点的x、y坐标用来决定渐晕，z坐标被忽略。如果将孔径放在光学表面前的虚拟表面上，而不是直接放在曲面上，则对于陡峭的光学表面，可能会计算出不同的结果。只有在光线入射角很陡峭时才会发生这种情况。除非虚拟表面能更精确地代表系统的情况，通常最好将孔径直接放置在光学表面上。

2.3.1.3.3.1. 孔径类型代码和参数*(Aperture Type Codes and Parameters)*

不同类型的孔径可以为不同的目的使用两个可用孔径参数，如下表中所述。如需了解有关ZPL宏语言使用的代码，请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。

孔径类型、代码和参数用法

孔径类型和代码	**Param 1**	**Param 2**
无，0	-	-
环形孔径，1	最小孔径半径	最大孔径半径
环形遮阑，2	最小孔径半径	最大孔径半径
三角形，3	每个三角形臂的宽度	三角形臂数
矩形孔径，4	X-半宽	Y-半宽
矩形遮阑，5	X-半宽	Y-半宽
椭圆孔径，6	X-半宽	Y-半宽
椭圆遮阑，7	X-半宽	Y-半宽
用户孔径，8	-	-
用户遮阑，9	-	-
浮动孔径，10	-	-

2.3.1.3.3.2. 用户自定义孔径和遮阑*(User Defined Apertures and Obscurations)*

大部分情况下使用环形、矩形、椭圆孔径和遮阑就足够了。然而，有时需要一个更通用的孔径类型。

OpticStudio 支持通过一系列线段、弧、圆、多边形和矩形定义常规的用户指定孔径。孔径可以是以简单或复杂的方式闭合，并且可以定义多个孔径区域，这些区域为嵌套或非嵌套式。要定义用户自定义孔径或遮阑，则从孔径类型列表选择所需的类型（孔径或遮阑）。"孔径文件(Aperture File)"控件将列出所有可用的用户自定义孔径(UDA)数据文件。UDA文件是文本格式的，可以用任何的文本编辑器创建和编辑。UDA文件存储在<objects>\Apertures文件夹（请参阅"文件夹(Folders)"）中。UDC文件格式将在下一部分中介绍。

按钮"编辑孔径文件(Edit Aperture File)"将会调用一个文本编辑器让用户编辑UDA文件。UDA文件需要保存，并更新镜头文件以便使该改变生效。UDA缩放(UDA Scale)是一个无量纲比例因子，用于缩放UDA文件中定义的孔径值。该控件无需修改UDA文件就可以缩放UDA中的孔径。

*UDC*文件格式*(The UDC file format)*

UDC文件由一系列简单的文本命令组成，这些文本命令定义了孔径的边界形状。这些单独的形状称为实体。所有的UDA实体都被定义为在XY平面上。Z坐标由加载了UDA的表面矢高方程式确定。用于定义实体的命令包含三个字母助记符并跟随值，以UDA扩展名保存在文本文件中。文件名不能包含任何空格。

在实体定义中，所有空间坐标都以镜头单位为单位，且所有角度都以度为单位。请注意，坐标值和角度所需的数值精度取决于所定义的形状。在追迹光线穿过表面之前，应检查孔径的几何形状，并确保数值精度足以正确地形成边界形状。对于像ARC这样定义孔径的非线性部分的实体尤其如此。在下表中描述了现有的实体类型。

用户自定义孔径(UDA)实体

实体名称/语法	描述
ARC cx cy angle n	弧线。将一段弧线附加到当前端点。弧线的起点为当前端点，由前面的ARC或LIN命令定义。cx和cy值为弧线所在圆的中心。请注意，当前端点与cx和cy值定义弧线的半径。角度（以度为单位）定义弧长。在XY平面上顺时针方向为正角度。OpticStudio内部将弧线表示为一系列线段。参数n确定了为近似弧线所使用的线段数。推荐值为大约每6度为1段。最大允许值为64段。
BRK	中断。中断当前孔径定义，闭合任何先前定义的孔径。输入坐标： 0.0 0.0或 LIN 0.0 0.0 也将被解释为中断。
CIR cx cy radius n	圆。定义一个中心位于cx、cy上，具有指定半径的圆。 OpticStudio 将圆绘制为一系列的n段线段。n的最小值为8。n的最大值为64。如果n没有定义，则默认值为32。实际应用到光线的孔径是一个精确圆，与n值无关。
ELI cx cy rx ry angle n	椭圆。定义一个中心位于cx、cy的椭圆，在x和y方向具有指定径 向（半）宽度。OpticStudio 将椭圆绘制为一系列的n段线段。n的最小值为8。n的最大值为64。如果n没有定义，则默认值为32。实际应用到光线的孔径是一个精确椭圆，与n值无关。 参数"角度"（以度为单位）可用于将椭圆顺时针旋转到任何所需的位置。
LIN x y n or x y	直线。将线段从当前端点附加到指定的x、y坐标。使用BRK关闭一个由LIN命令形成的多边形。 OpticStudio 选择性将直线表示为一系列更短的线段，这在当直线位于陡峭的轮廓线时很有用。参数n确定为了构造总线所使用的线段数。如果n没有定义，则使用1段线段。 助记符LIN不是必须的；如果列出的两个坐标都没有助记符，则LIN被假设。这可以向前兼容OpticStudio的旧版本。
POL cx cy radius n angle	多边形。定义一个中心位于cx、cy上的"n"边正多边形，每个顶点到中心点具有指定的径向距离。POL命令可用来定义三角面、正方形、五边形、六边形和其它等边的多边形。多边形的第一点始于角 度0.0度（沿局部+x轴），并从此位置顺时针方向转动。参数"角度"（以度为单位）可用于将多边形旋转到任何所需的位置。允许的最大段数为64，允许的最小段数为3。
REC cx cy xhw yhw angle nx ny	矩形。定义一个中心位于cx、cy上的矩形，在x和y方向具有指定 半宽。参数"角度"（以度为单位）可将矩形顺时针方向旋转到任何所需的位置。可选参数nx和ny定义将要在x和y方向使用的段数。使用数量较多的线段可以更好地渲染在矩形孔径上陡峭弯曲的 非序列模式物面。
! comment	注释。忽略任何以!符号为开头的行，并且可作为注释放置在UDA 文件中。

多边形的结束通过BRK实体或LIN实体且同时将X和Y设为零来指定。因此，不能定义多边形具有位于(0,0)处的顶点，或者位于在原点坐标1.0E-06阶的公差距离内。如果必须在(0,0)处定义顶点，解决的方法是用一些非常小（但大于公差）的值来近似这些点，如(1.0E-05,0)。只要有一个坐标不为零，则这个点就被认为是一个顶点而不是多边形结束的标志。最后列出的多边形顶点会被连接到第一个点。请注意，由于最后的顶点将会自动接连到第一个顶点，因此不可以将最后的顶点定义为与第一点相同，这是多余的顶点。在同一个位置的四舍五入误差内定义多个点可能会导致在光学追迹和孔径渲染中出现错误。

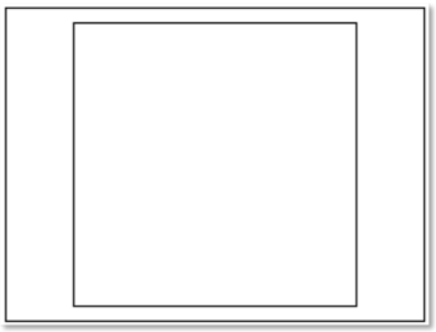
请注意，当实体LIN和ARC定义多边形，其以BRK定义结束，UDA的实体REC和CIR定义的"孤立"孔径不能连接到任何其它孔径实体。当使用LIN和ARC实体时，应将第一个实体定义为LIN，用于定义多边形的第一个点。可以通过BRK实体分别定义多个孔径。

在UDA文件中定义的最大线段数仅受限于可用内存。但是，在使用非常复杂的UDA数据文件时，光线追迹和渲染表面和物体的速度较慢。有关UDA示例，请参阅以下部分。

UDA示例

定义一个边长为20镜头单位的正方形，它的UDA文件如下所示：

```
LIN -10, -10
LIN -10, 10
LIN 10, 10
LIN 10, -10
BRK
```



注意，BRK表示多边形定义的结束，假设最后一个点与第一个点连接，从而定义正方形的最后一条边。可以使用单个REC命令定义与此相同类型的孔径：

```
REC 0 0 10 10 0
```

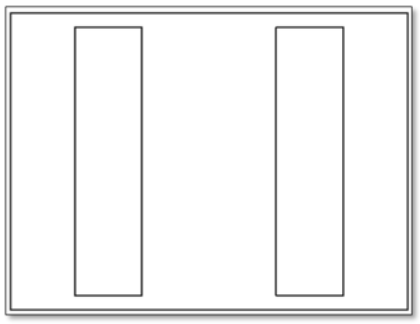
注意，REC命令不要求BRK命令定义孔径的结束。

可以通过单个BRK命令分开定义多个多边形。例如，要定义一个由两个狭缝组成的孔径，宽度为5镜头单位，且内侧间距10镜头单位，UDA文件如下：

```
LIN -10, -10
LIN -10, 10
LIN -5, 10
LIN -5, -10
BRK
LIN 10, -10
LIN 10, 10
LIN  5, 10
LIN  5, -10
BRK
```

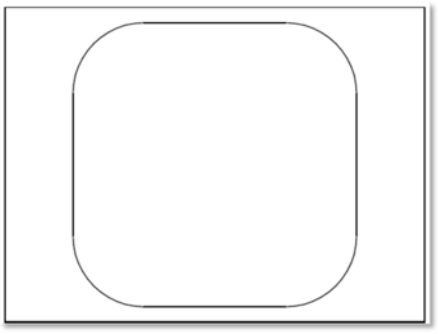
或者，相当于如下

```
REC -7.5 0 2.5 10 0
REC +7.5 0 2.5 10 0
```



要创建一个具有圆角的正方形，则可以同时使用ARC和LIN命令。以下是创建该正方形的UDA文件，每条边长为4镜头单位，且具有圆角。每个圆角由ARC与1镜头单位的半径和沿弧线的12段线段组成。

```
LIN -1 2
LIN 1 2
ARC 1 1 90 12
LIN 2 -1
ARC 1 -1 90 12
LIN -1 -2
ARC -1 -1 90 12
LIN -2 1
ARC -1 1 90 12
```



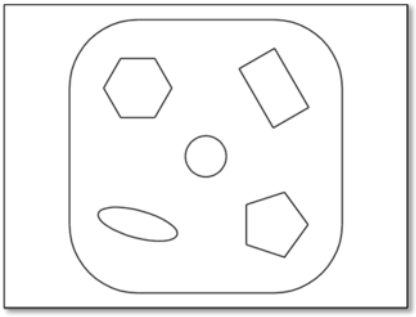
第一个LIN命令定义了左上角附近的起点。随后命令定义了该孔径的8个部分。注意，如果只定义单个孔径，则不需要BRK命令。

多个多边形也可以是嵌套的。如果光线与位于另一个多边形内的多边形中的点相交，则将该点视为在孔径外部。这项约定就可以在孔径内定义成遮阑的"孤岛"，反之亦然。嵌套的层数可以是任意的，每层紧接着点的内部/外部状态。

请注意，当定义多个多边形时，这些多边形可以时分开的或嵌套的。但是，它们都不能与相邻边界相交或共享。

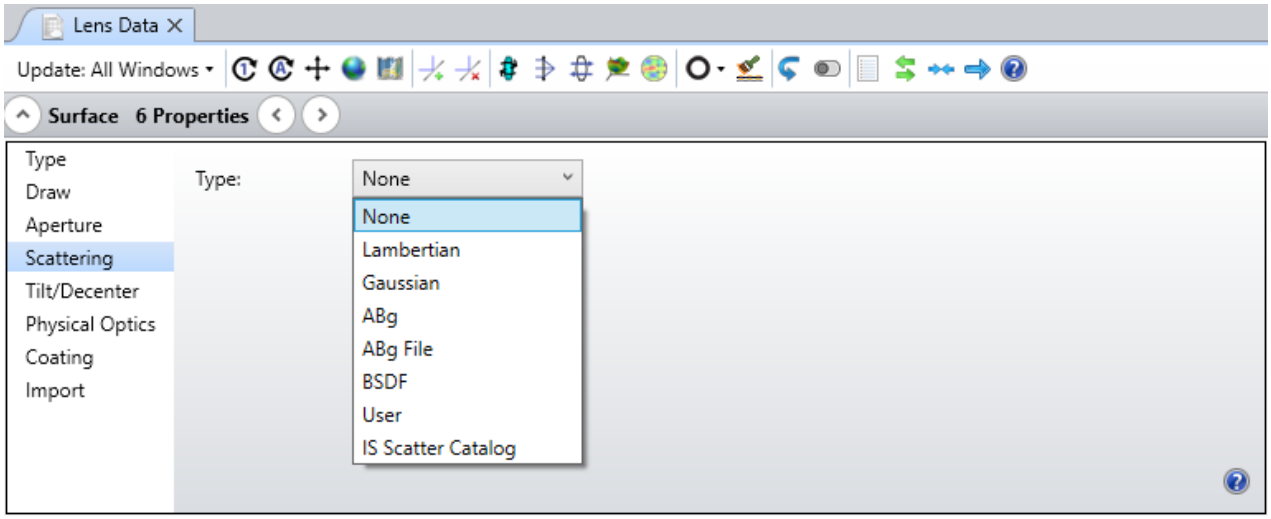
以下是具有前面示例中具有圆角的正方形UDA文件，其中内部嵌套了5个小子孔径：五边形、六边形、椭圆形、矩形和圆形。注意，不需要执行BRK命令来将REC、ELI、POL和CIR实体与ARC和LIN实体隔开，因为REC、ELI、POL和CIR都可定义独立孔径：

```
LIN -1 2
LIN 1 2
ARC 1 1 90 12
LIN 2 -1
ARC 1 -1 90 12
LIN -1 -2
ARC -1 -1 90 12
LIN -2 1
ARC -1 1 90 12
REC 1 1 .3 .5 -30
ELI -1 -1 .6 .2 15
POL 1 -1 .5 5 0
POL -1 1 .5 6 0
CIR 0 0 .3
```



2.3.1.3.4. 散射（表面属性）(Scattering (surface properties))

散射选项在"表面属性(Surface Properties)"窗口的"散射(Scattering)"部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上方"表面属性(Surface Properties)"栏中的下拉箭头访问表面属性。



通常，对于高度抛光的光学表面，在其表面折射或反射光方向周围的一个小的、近似圆锥角内都存在少量的散射光。表面散射属性用于对这些少量的散射光进行建模，分析散射对MTF或其它质量测量的影响。在OpticsStudio中，通过随机偏离一部分或所有光线的折射或反射角度对散射进行建模。

在OpticStudio中有两种完全不同的建模散射的方法：序列模式和非序列模式。

对于序列模式，建模散射时假设光线的角度偏离量很小。主要影响是，在像面上点列图或光斑图样是"模糊"的。序列模式散射不能用来对向后散射、广角散射（如朗伯(Lambertian)）或其它光线没有严格地沿着序列模式路径到达像面的散射进行建模。

对于非序列模式建模，可在任何角度范围发生散射，并且无论光线传播的方向如何，都可以正确追迹光线。在需要对不是序列模式光路中的表面散射进行建模时，非序列模式模型是较好的选择，如透镜卡座、挡板或其它物体的散射。有关这种散射建模方法的详细信息，请参阅"设置选项卡(Setup Tab)"帮助文件的"非序列模式元件编辑器(Non-sequential Component Editor)"部分下的"NSC光线追迹(NSC Ray Tracing)"。 如果系统为序列模式且唯一感兴趣的散射是光学表面的小规模粗糙度的小角度散射，并且只需要对因散射而导致像质变差进行分析时，则没必要使用OpticStudio的非序列模式元件功能对散射进行建模。

散射类型**(Scattering Types)**

依据概率分布函数定义散射模型。当OpticStudio散射一条光线时，将会选定一个新的传播方向。该方向通过使用概率函数以及一个或多个随机数来确定。所产生的效果是：当有大量光线追迹时，所产生的散射光线分布将接近于概率分布函数。有七个散射模型可供使用：无、朗伯、高斯、ABg、ABg文件、BSDF和用户自定义。下面总结了每个可用的散射模型，但是有关详细的技术说明，请参阅"散射(Scattering)"。

无**(None)** 默认散射模型为"无"，这意味着不发生散射。得到的光线为非散射或"镜面反射"光线（即使表面实际并非反射性）。双向散射分布函数(BSDF)（即单位入射辐照度的散射辐照度）为零。

朗伯**(Lambertian)** 在朗伯散射模型中，散射的光线投影矢量在单位圆的任何地方具有相同概率，而BSDF刚好为$1/\pi$。散射强度与法向矢量和散射的光线角度之间角度的余弦成比例。请注意，朗伯散射与光线入射角无关。大多数漫反射表面都近似朗伯模型。尽管在序列模式表面对话框中，朗伯也是可选的有效选项，但序列模式中使用该模型散射的光线只能沿前方任意方向传播，这导致光线以足够大的角度散射，从而不能正确地通过其余光学系统去传播。

高斯**(Gaussian)** 在高斯散射模型中，散射分布在方向余弦空间中旋转对称，无论镜面反射光线相对于表面法线成什么角度。 BSDF表达式（参阅"散射"）包含无量纲值σ，该值决定投影的平面上高斯分布的宽度。大于约5.0的值将得到近似朗伯的BSDF。因此，允许的σ最大值为5.0。

ABg模型**(ABg Model)** ABg散射模型是一种广泛用于定义BSDF的方法。在散射主要来源为随机各向同性表面粗糙度并且该粗糙度和所散射的光波长相比较小时，此散射模型通常是一个很好的模型。这些假设通常对抛光的光学表面有效。有关详细的技术说明，请参阅"散射(Scattering)"。

ABg文件**(ABg File)** ABg文件散射模型可用一组ABg配置文件定义表面的散射属性。在文本文件中指定了要使用的配置。文本文件必须有扩展名.ABGF，并且必须位于<data>\ABg_Data文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。ABGF文件中指定的所有配置必须在当前加载的ABg数据文件中定义（参阅"ABg数据文件(ABg Data File)"），并且所有配置必须使用大写字母定义（不考虑ABg数据文件中配置名称的大小写）。

BSDF BSDF散射模型可使用表格BSDF数据来定义表面的散射属性。数据通过文本文件提供。文件必须遵循标题为"Zemax Tabular BSDF data file format"的文章中所述的Zemax Tabular BSDF数据文件格式，（请查阅:

Zemax表格BSDF数据文件格式 - 知识库（Zemax Tabular BSDF data file format – Knowledgebase）），该文章可在OpticStudio知识库中找到。OpticStudio允许为反射率和折射率定义单独的BSDF数据。如果镜面反射光线反射或折射，则光线随后使用来自适当的输入文件中的数据进行散射。对于提供散射模型的文件，必须具有.BSDF扩展名（如介绍文件格式的文章中所示），并且必须位于<data>\Scatterdata文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。标题为"How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution"的知识库文章中已提供有关此模型及其用途的完整描述，OpticStudio网站上也提供了此文章。

用户自定义散射**(User defined scattering)** 可以通过动态链接库(DLL)这一外部程序对其它常规的表面散射进行定义。OpticStudio随附提供了示例DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的DLL。有关详细说明，另请参阅"关于DLL的注释(Comments about DLLs)"和 "散射 - 用户自定义散射(Scattering-User Defined Scattering)"。

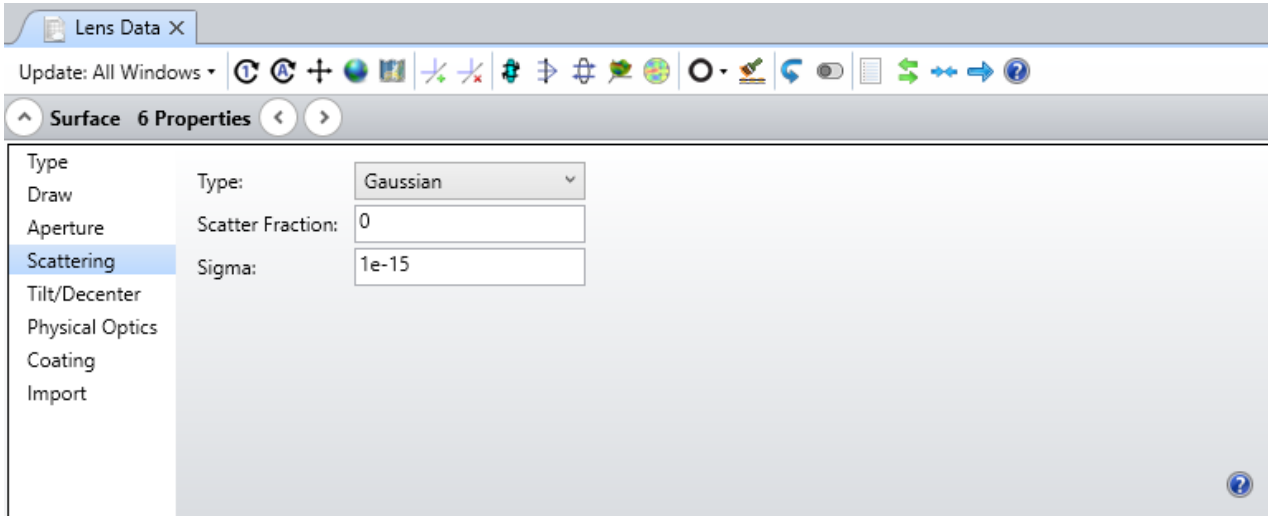
非序列模式ABg、ABg文件和BSDF散射模型可同时支持反射系数和折射系数，因为相等的序列模式散射表面不能同时反射或折射，所以序列模式散射模型仅使用其中一组系数。序列模式表面究竟是反射还是折射，取决于表面是镜面还是非镜面。

许多序列模式分析功能都具有"使用偏振(Use Polarization)"选项来考虑光线透射。当使用偏振时，所有散射光线的序列模式表面都应定义为具有小角度散射。小角度散射意味着光线仅在一定方向范围内散射，在此范围内不会显著地改变光线的偏振特性。此要求的原因是偏振透射只能对未散射光线进行计算。然后，将非散射偏振透射应用到实际散射光线中。此限制仅适用于序列模式系统。对于需要大角度散射和偏振分析的系统，请使用非序列模式元件功能，如"非序列模式概述(Non-sequential Overview)"中所述。

只有部分OpticStudio的分析功能使用散射数据。大多数功能都忽视表面散射，例如优化和布局图。使用散射数据的功能，如标准点列图、离焦点列图、全视场点列图、矩阵点列图、结构矩阵点列图、几何MTF、几何离焦MTF、几何MTFvs视场、几何MTF图、几何圈入能量、几何像分析功能，它们都具有"散射光线(Scatter Rays)"复选框。

散射分数

如果选择除了"无"、"ABg"或"ABg文件"以外的散射模型，则必须定义"散射分数(Scatter Fraction)"。此分数必须介于0.0（无光线散射）和1.0（每一条光线均散射）之间。对于ABg和ABg文件散射模型，由ABg参数确定散射分数，请参阅"定义ABg数据(Defining ABg data)"。

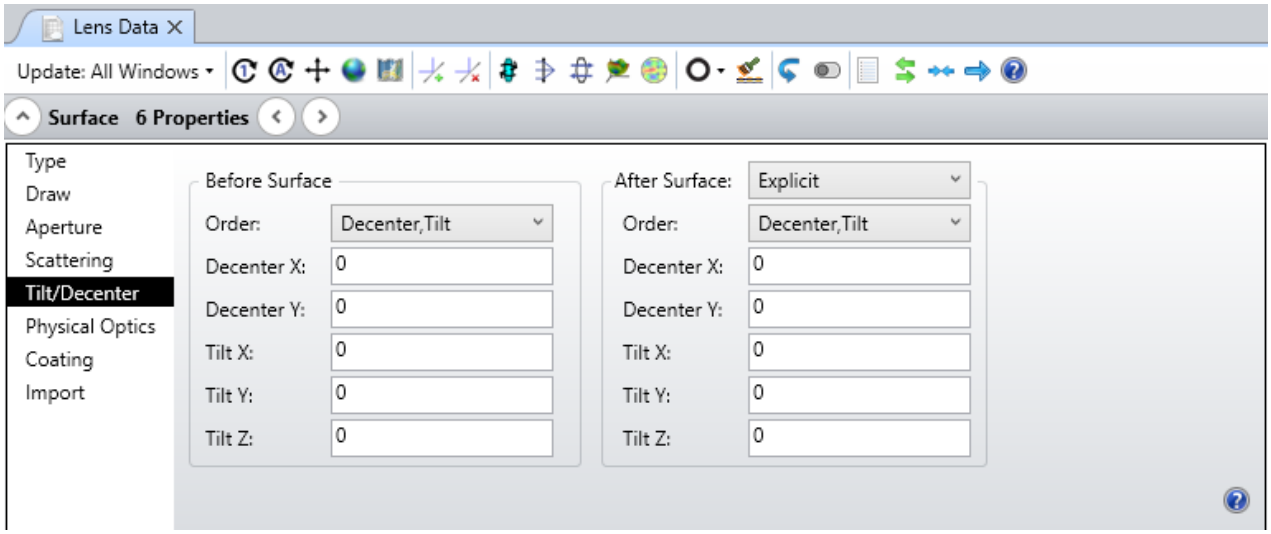


是否散射是由生成的介于0.0和1.0之间的一个随机数决定的。如果此随机数大于散射分数，则此光线不发生散射，反之，则发生散射。例如，如果散射分数为1.0，则光线始终是散射的。如果散射分数为0.0，则光线决不发生散射。如果散射分数为0.25，则平均四分之一的光线将发生散射。所有光线的能量都沿着随机产生的散射路径传播。

2.3.1.3.5. 倾斜/偏心(Tilt/Decenter)

表面倾斜和偏心选项在表面属性(Surface Properties)窗口的倾斜/偏心(Tilt/Decenter)部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上表面属性栏中的下拉箭头访问表面属性。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



表面倾斜和偏心允许当光线追迹到表面之前和之后，在坐标系中进行更改。具体应用包括将表面偏心并返回到原始坐标系，倾斜反射镜并再次倾斜以便跟随光束，倾斜表面以便对楔角进行建模等等。表面倾斜和偏心与坐标断点非常类似，因此显得其有一点冗余。有关坐标断点的详细信息，请参阅"坐标断点(Coordinate Break)"。可以将表面倾斜/偏心看作是坐标断点，后跟一个表面，再然后跟一个其它坐标断点。

表面倾斜和偏心不设置在坐标断点面上。然而，坐标断点面支持坐标返回求解，请参阅"使用坐标返回(Using the Coordinate Return)"。如果物体为无限共轭，则不允许在起始面之前设置表面倾斜和偏心。

使用表面倾斜和偏心的好处在于，它可以在镜头数据编辑器中消除"虚拟"坐标断点面。这样可以更清晰地显示一些用户关注的内容。使用表面倾斜和偏心的缺点在于，当前的操作执行不支持表面倾斜和偏心数据的优化。

可以按以下顺序完成表面倾斜和偏心操作：

面之前**(Before the surface)**，首先坐标系沿X轴偏心，沿Y轴偏心，然后围绕X轴倾斜，围绕Y轴倾斜，最后围绕Z轴倾斜。在右手坐标系中，以镜头单位为单位测量相对于各轴的偏心，以度数测量倾斜量。或者，可以选择先倾斜后偏心的顺序。在这种情况下，坐标系先围绕Z轴倾斜，围绕Y轴倾斜，然后围绕X轴倾斜，再沿Y轴偏心，最后沿X轴偏心。

面之后**(After the surface)**，可以按上述两种顺序中的任一顺序执行一系列相同操作。偏心和倾斜前后的值，以及它们的完成顺序都可以是独立的。但是，将倾斜和偏心后的值与之前表面倾斜和偏心值联系起来，通常更有用。可用选项如下：

a) 明确定义倾斜和偏心。

b) 拾取当前表面数据之前的值（典型应用于反射镜）。

c) 翻转当前表面数据之前的值（有时称为偏心/倾斜的返回值）。

d) 拾取先前表面数据之前的值。

e) 翻转先前表面数据之前的值（典型用于使一系列表面偏心）。

"表面之后(After Surface)"设置支持所有这些选项。翻转先前表面的值涉及：更改顺序，拾取目标表面的倾斜和偏心值以及翻转这些数值的符号。

通过倾斜和偏心前和后得到的坐标系将定义下一个表面的坐标系。表面的厚度是应用所有倾斜和偏心后的新坐标系中的厚度，沿Z轴得到测量结果。

使用坐标返回(Using the Coordinate Return)

通常能够非常方便地返回到先前表面的坐标系。可以在任何坐标断点面上使用坐标返回(Coordinate Return)功能来实现此目的。请注意，该表面必须是坐标断点面。使用坐标返回可在由坐标返回控制的任何数据上覆盖任何求解、变量或多重结构状态。要通过多重结构编辑器控制坐标返回求解，请参阅多重结构操作数(Multi-Configuration Operands)中的"CROR"。

坐标返回支持下列选项：

无**(None)**：此功能无效，且无法自动确定坐标断点倾斜和偏心。

仅方向**(Orientation Only)**：确定绕x、y和z轴倾斜，以便将坐标系的方向返回到原来的表面。不会对表面顶点的位置偏移作任何调整。

XY方向**(Orientation XY)**：确定绕x、y和z轴倾斜，以及沿x、y轴偏心，可将坐标系的方向和顶点偏移的x、y分量返回到原来的表面。不会对表面顶点的z轴位置偏移作任何调整。

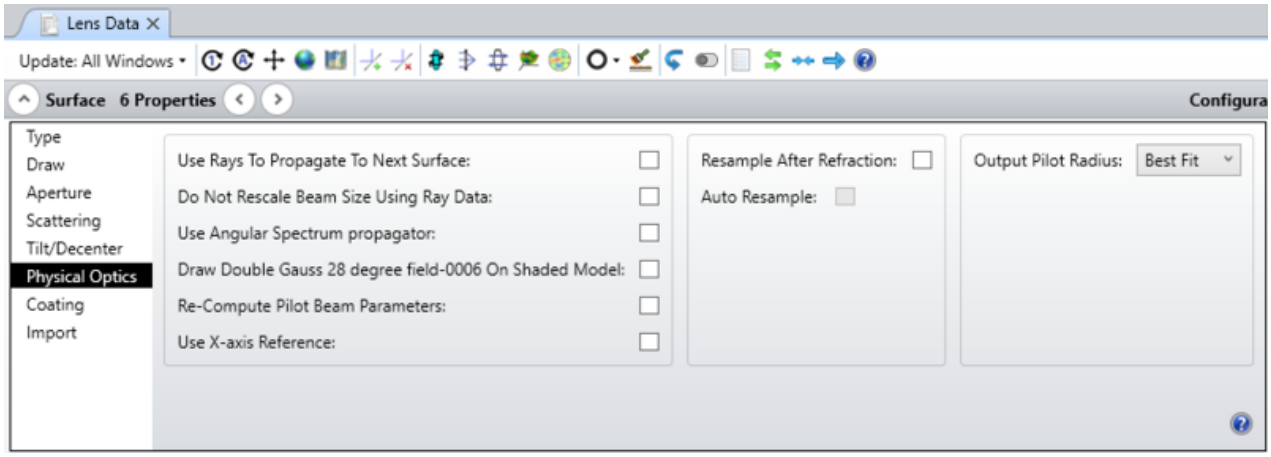
XYZ方向**(Orientation XYZ)**：确定绕x、y和z轴倾斜，以及沿x、y和z轴偏心，可将坐标系和顶点的方向返回到原来的表面。由于沿z轴的偏心是坐标断点上厚度的设置，因此后续表面的方向和位置与先前表面相同。

到表面**(To Surf)**：此项设置可控制将坐标系返回到先前指定表面。

有关坐标转换的更多信息，请参阅"坐标断点(Coordinate Break) "序列模式表面。

2.3.1.3.6. 物理光学**(Physical Optics)**

物理光学选项在"表面属性"窗口的"物理光学"部分设置 。在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上方的"表面属性"栏中点击下拉箭头，可访问表面属性。



用几何光线传播到下一表面***(Use Rays To Propagate To Next Surface)***

如果勾选，则不使用衍射传播算法将光束传播到下一个表面。相反，会将光线追迹到下一个表面，并将使用由此产生的光线传递函数传播光束并更新引导光束参数。非序列模式、双折射和渐变折射率表面都需要使用该功能。多个序列模式表面可能都已选择该选项，在这种情况下，光束将只使用光线传播通过所有表面向前传播。如果表面之间的距离小得衍射传播都不重要了，也可使用该功能一次通过多个表面传播来加速传播算法。默认情况下为不选择。如欲了解有关在光线聚焦的表面附近使用该功能的重要信息，请在帮助文件中搜索"使用光线进行传播时的注意事项(Considerations When Using Rays to Propagate)"。

别用几何光线数据缩放光束尺寸***(Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)***

在默认情况下，OpticStudio将使用光线网格确定畸变、拉伸、缩放或其它光束形状的变化。通过光栅传递光束就是一个很好的示例。光束将沿衍射方向压缩。但有时候这种计算会出错。其中一种情况是在光线网格进入焦散时，光线不再准确地表示光束，不应该将其用来确定光束的形状。如果OpticStudio在焦散线中检测到

光线网格，就会自动跳过这一步，但也存在不应该应用该算法的其它情况，而且该选项允许用户有选择地禁用该算法。

采用角谱算法***(Use Angular Spectrum Propagator)***

如果选择此选项，就会将角谱传播函数用于通过表面的传播，而不会将OpticStudio自动选择的传播函数用于该传播。只有光束大小在整个传播范围内不会明显改变时，才应该使用该选项。阵列宽度将使用角谱传播函数保持不变。默认情况下为不选择。

在实体模型上绘制**"**镜头文件名**-**表面**#"**图 ***(Draw "lens file name-surface #" on shaded model)***

如果选择此选项，显示名称的ZBF将绘制在表面位置的阴影模型视图上。该文件名与镜头文件名相同，4位数的后缀表示表面编号。这与自动保存的光束文件使用的命名惯例相同。如欲了解有关在每个表面保存光束文件的信息，请参阅"显示选项卡(Display Tab)"。如果选择该选项并且找到了正确的光束文件名，则不会绘制表面本身，只会绘制位于该表面的光束文件。因此，该选项最适合虚拟表面。绘制大型光束文件需要使用大量的内存，显示所要绘制的实体模型也很慢。

重新计算引导光束参数***(Re-Compute Pilot Parameters)***

一些表面会显著改变光束特征。针孔孔径就是一个很好的示例。光束通过该孔径后，其束腰尺寸、发散度和位置可能已发生明显变化，即使在技术层面上，针孔也不具有光焦度（实际上，这是几何光学和物理光学之间的核心区别）。通过针孔后，需要针对后续的准确传播重新计算引导光束参数。勾选该选项将调用一个算法，其可找到最符合实际光束的引导光束参数。

采用***X***轴参考***(Use X-axis Reference)***

在默认情况下，用来在任何表面生成传递函数的光线网格是定向的，使网格的Y轴与光束的Y轴对齐。在高度倾斜的系统中，选择该对齐方式可能并不适用。该选项允许正交选择网格对齐，例如其中网格的X轴与光束的X轴对齐的情况。

折射后重新采样***(Resample After Refraction)***

该控件允许在通过任何表面传播后更改光束的采样和宽度。如果选择此选项，则可以指定新的X、Y采样及光束宽度。请注意，如果光线用于通过表面传播，则可忽略该控件。另请参见以下"自动重新采样(Auto Resample)"。

自动重新采样***(Auto Resample)***

如果选择此选项，光束将自动重新采样。使用的算法首先会重新计算引导光束参数，如上文"重新计算引导光束参数 (Re-Compute Pilot Beam Parameters)"中所述。然后根据"关于点间距和采样的注释(Comments about Point Spacing and Sampling)"中所述的方程式设置X宽度和Y宽度。在X采样和Y采样中使用的点数不会改变。

输出引导光束半径***(Output Pilot Radius)***

输出引导光束在通过表面折射后用于参考光束的相位和其它属性。该控件可为输出引导光束的相位曲率半径定义计算方法。

最佳拟合**(Best Fit)** 根据通过表面的光线追迹选择最佳引导光束，这是推荐的设置。

更短**(Shorter)** 选择更短的引导X相位或Y相位半径。

更长**(Longer)** 选择更长的引导X相位或Y相位半径。

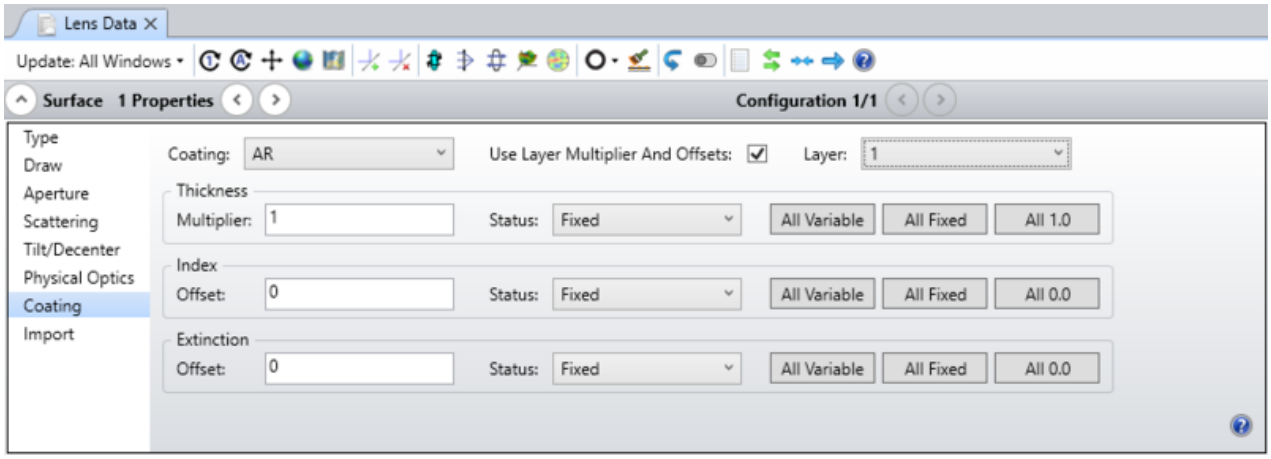
X和**Y(X and Y)** 明确选择引导X相位或Y相位半径。

平面**(Plane)** 选择在表面有束腰并具有无限相位半径的引导光束。

用户**(User)** 允许指定以镜头单位为单位的X半径和Y半径。用零值表示无限半径。

2.3.1.3.7. 膜层(Coating)

膜层选项在"表面属性(Surface Properties)"窗口的"膜层(Coating)"部分中设置。可以通过单击镜头数据编辑器(Lens Data Editor)上方"表面属性"栏中的下拉箭头访问表面属性。



"膜层"部分可选择加载到表面上的光学膜层。有关定义膜层的更多信息，请参阅"定义膜层(Defining coatings)"和"使用OpticStudio优化膜层(Optimizing coatings with OpticStudio)"。

该部分支持其它功能，能单独修改任一特定表面上定义的膜层厚度、折射率或消光，而不会改变膜层的基本定义。单个膜层的厚度可由一个无量纲参数"膜层缩放"成比例缩放。折射率和消光系数可被无量纲值偏移。注意，折射率的偏移对所有波长都是均匀的，不支持色散偏移。这些参数对于任一膜层和任一表面都是独有的，即使将相同膜层应用到多个表面也是如此。加密的膜层不支持此项功能。

膜层设置**(Coating Setting)**：

采用膜层缩放**(Use Layer Multipliers)** 如果取消此选项，则此表面禁用所有膜层缩放。膜层厚度通过膜层数据文件定义。如果选择此选项，则考虑使用膜层缩放。

膜层**(Layer)** 选择某一膜层去编辑或查看膜层缩放。

缩放因子**(Multiplier)** 所选膜层的无量纲比例因子。

状态**(Status)** 比例因子可以是一固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

折射率偏移**(Index Offset)** 对于选定膜层折射率实部的无量纲偏移。

折射率状态**(Index Status)** 折射率偏移可以是一个固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

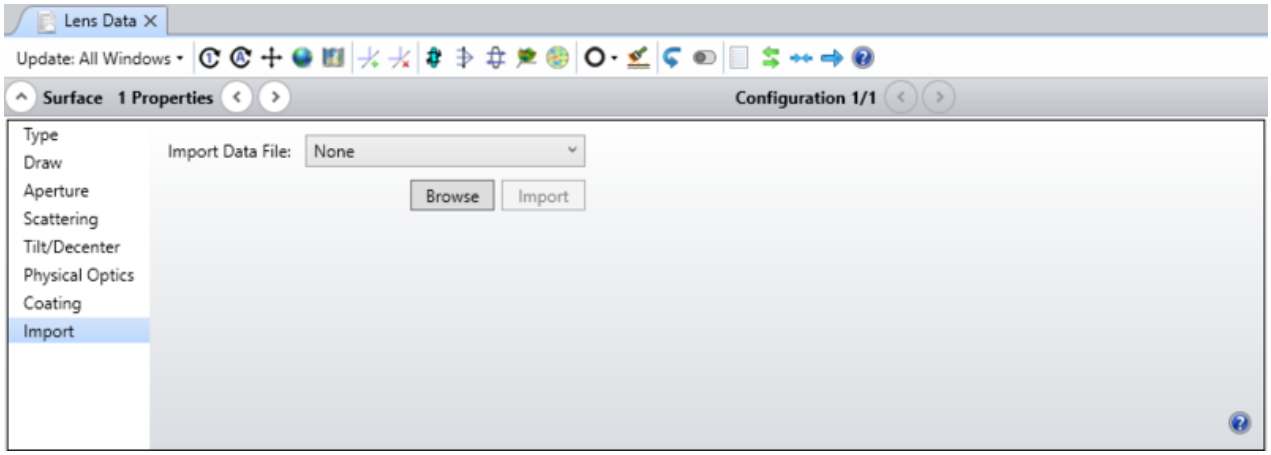
消光系数偏移**(Extinction Offset)** 对于选定膜层折射率虚部的无量纲偏移。

消光系数状态**(Extinction Status)** 消光系数可以是一个固定值、能用于优化的变量或是从先前膜层拾取的值。

使用这些按钮可以快速将所有比例因子和偏移量设置为固定值或可变状态，或者将比例因子和偏移值重置为默认未扰动值。

2.3.1.3.8. 导入（Import）

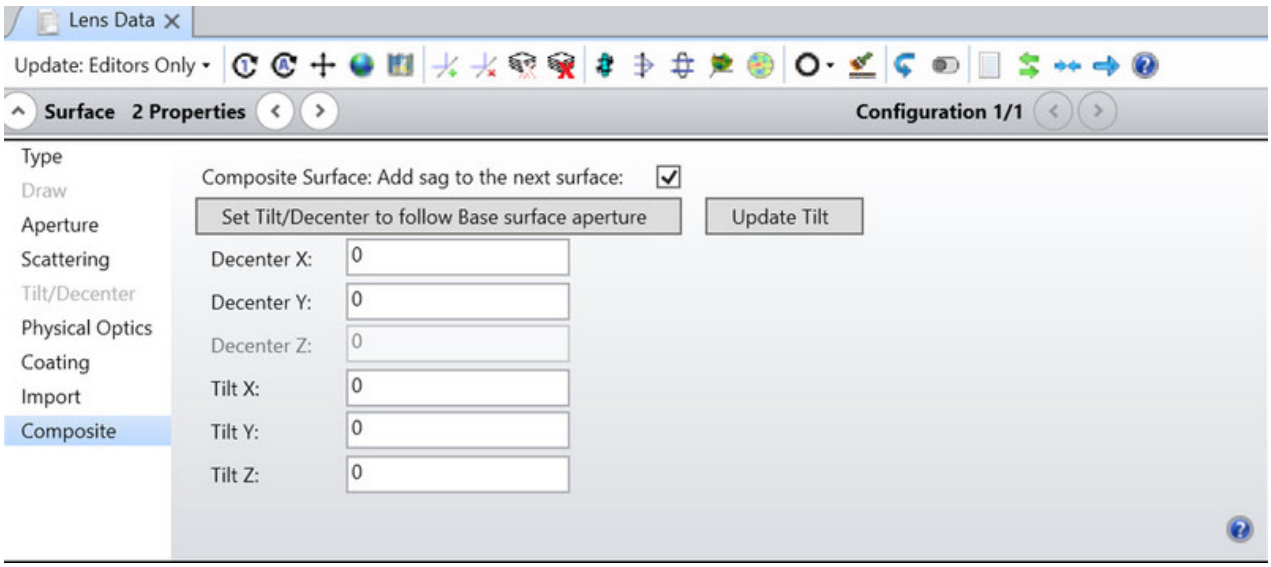
"表面属性（Surface Properties）"窗口的"导入（Import）"部分选项可用于导入附加数据文件。可以通过单击镜头数据编辑器（Lens Data Editor）上"表面属性"栏中的下拉箭头访问表面属性。



导入工具可用于从文件中加载附加数据值到附加数据表面，而不是直接输入数值。数据文件的扩展名必须为.DAT。文件中的数值数据必须与附加数据电子表格中显示的数值数据完全相同。文件格式是一列自由格式的数字，且文件扩展名必须为.DAT。使用此工具也可以导入网格矢高和相位表面数据。如需了解有关正确文件格式的说明，请参阅"导入网格数据（Import grid data）"。最初，OpticStudio会将.DAT文件保存在<data>文件夹中。（参阅"文件夹（Folders）"）。然而，在执行任一导入或数据输出操作后，将使用最近使用的文件夹。

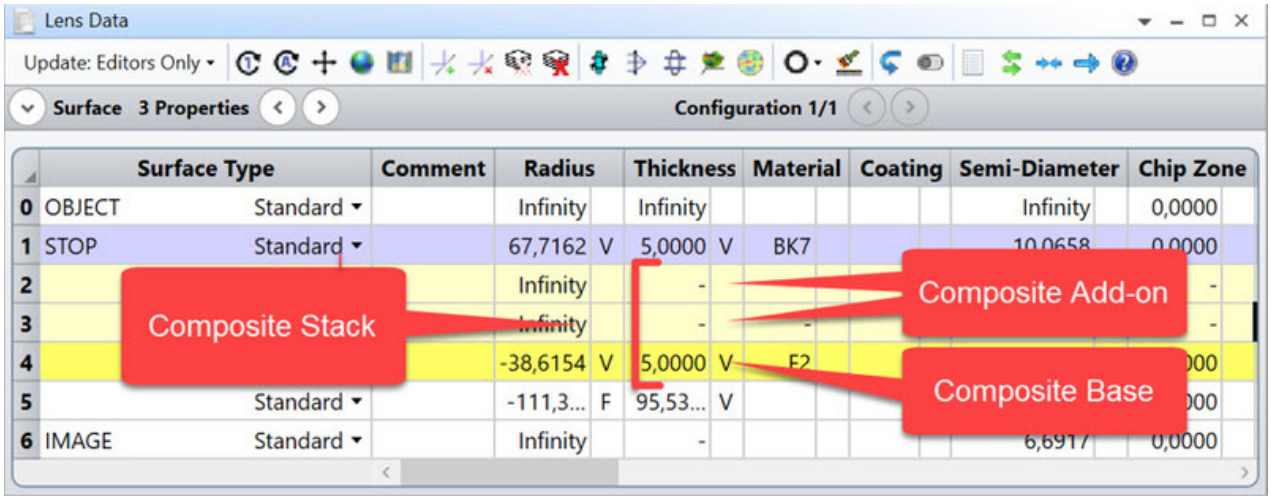
2.3.1.3.9. 复合表面(Composite Surface)

复合属性允许将大多数序列表面类型的矢高添加在一起，以创建一个总的或"复合"表面。

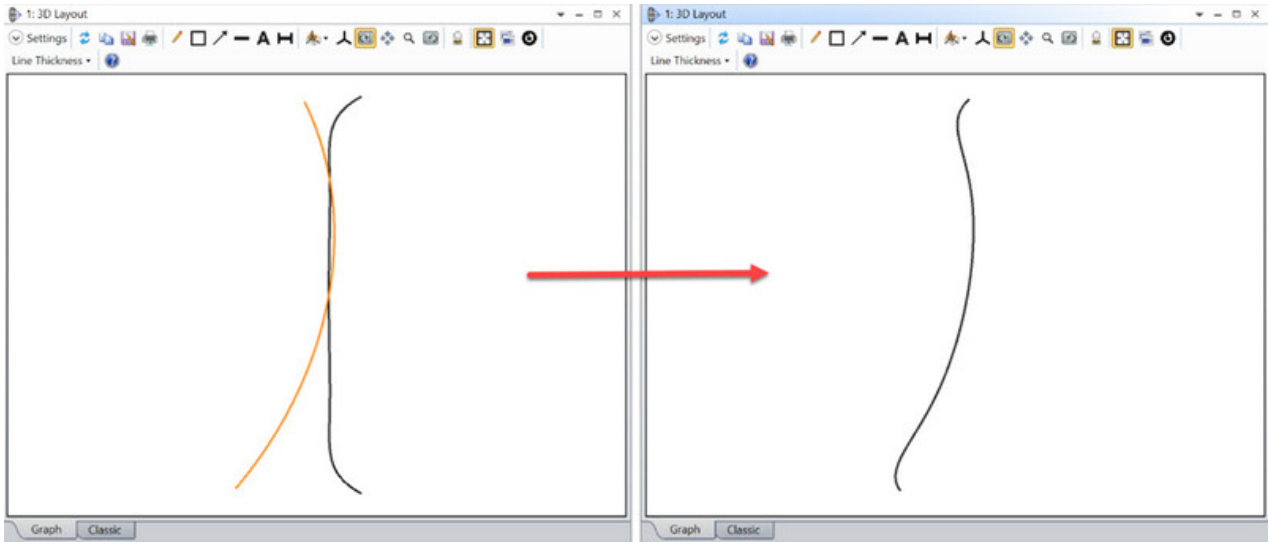


任意数量的表面都可以添加在一起（这些表面被称为"复合组件表面(Composite Add-on)"，或简称为"组件面(Add-on)"）。组件面的矢高轮廓将被添加到下一个组件面上，而总矢高最终将被添加到组件面之后的第一个非复合表面（被称为"复合基础表面(Composite Base)"，或简称为"基面(Base)"）上。然后，基面轮廓将是所有组件面轮廓及其轮廓的总和。由组件面和基面的总和产生的整体表面被称为"复合堆叠(Composite Stack)"，或简称为"复合(Composite)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



例如，将下面左侧的两个表面相加，可以创建右侧的复杂形状：



通过选中"复合表面：添加矢高至下一个表面"旁边的复选框，可以将表面变为复合组件面。当勾选时，表面的矢高被添加到LDE中随后的表面上。组件面行颜色被更改为浅黄色，基面行显示为深黄色。总矢高位于基面上，这是唯一参与光线追迹的表面；光线不会与用于创建最终形状的复合组件面相交。与标准的非复合表面类似，复合组件面的默认半直径基于光线入射位置计算值，但可以由用户设置值覆盖。如果在基面上设置了孔径，这将是整个复合表面的孔径。

复合表面：添加矢高至下一个表面**(Composite Surface: Add sag to the next surface)**：使表面成为复合组件面

设置倾斜/偏心遵循基面孔径**(Set Tilt/Decenter to follow Base surface aperture)**：自动填充倾斜和偏心值，以确保表面位于基面离轴孔径的中心（请参阅下面详细内容）

更新倾斜**(Update Tilt)**：自动更新倾斜值，以反映指定偏心的表面方向（请参阅下面详细内容）

X偏心**(Decenter X)**：相对于复合基面的表面X偏心

Y偏心**(Decenter Y)**：相对于复合基面的表面Y偏心

Z偏心**(Decenter Z)**：相对于复合基面的表面Z偏心

X倾斜**(Tilt X)**：相对于复合基面的表面X倾斜

Y倾斜**(Tilt Y)**：相对于复合基面的表面Y倾斜

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Z倾斜**(Tilt Z)**：相对于复合基面的表面Z倾斜

注意：为了使求和成为可能，添加的组件面矢高和基面矢高必须在相同的坐标系中。在这方面，倾斜值（如果有）总是相对于基面坐标系进行定义，或者在指定了偏心值时，相对于离轴孔径的中心进行定义。

复合组件面不能设置为停止孔径。组件面不参与光线追迹。复合组件面的矢高轮廓将被添加到以下辅助复合组件面或基面上。

组件面在布局和实体模型中不可见，只有由组件面和基面的总和产生的复合堆叠才可见。在未来的版本中，将实现用于组件面的可视化工具。Z偏心将定义每个组件面之间的视觉间距。在实现可视化工具之前，此属性将显示为灰色，并且对用户不可用。注意，Z偏心不影响系统的总长度。

可用作复合组件面和复合基面的表面类型是相同的。受支持的表面列在下表中，复合复选框对于所有其他表面类型不可用。

受支持的表面

☒双锥面(Bionic)

☒双锥Zernike(Biconic Zernike)

☒切比雪夫多项式(Chebyshev Polynomial)

☒三次样条(Cubic Spline)

☒偶次非球面(Even Asphere)

☒扩展非球面(Extended Asphere)

☒扩展三次样条(Extended Cubic Spline)

☒扩展奇次非球面(Extended Odd Asphere)

☒扩展多项式面型(Extended Polynomial)

☒网格矢高面(Grid Sag)

☒不规则面(Irregular)

☒奇次非球面(Odd Asphere)

☒奇次余弦面(Odd Cosine)

☒离轴圆锥自由曲面(Off-Axis Conic Freeform)

☒周期面(Periodic）

☒多项式(Polynomial)

☒Q型非球面(Q-Type Asphere)

☒Q型自由曲面(Q-Type Freeform)

☒径向NURBS(Radial NURBS)

☒标准面(Standard)

☒超圆锥面(Superconic)

☒倾斜面(Tilted)

☒环形面(Toroidal)

☒Toroidal NURBS面(Toroidal NURBS)

☒TrueFreeForm

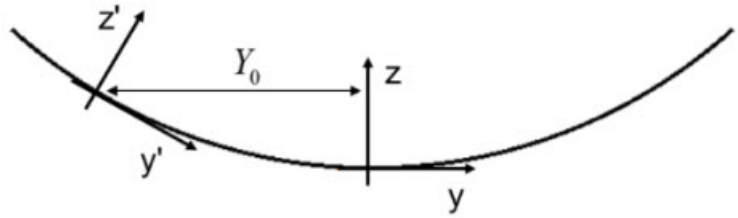
☒Zernike Fringe矢高(Zernike Fringe Sag)

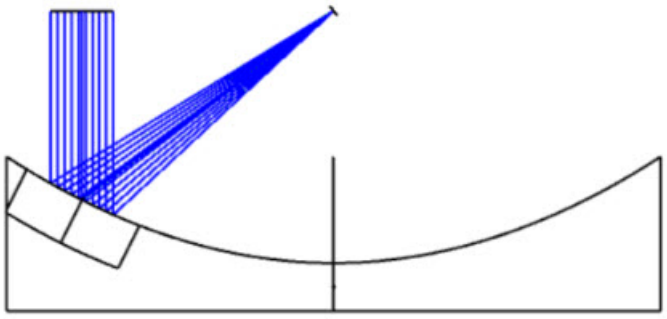
☒Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag)

☒Zernike Annular Standard矢高(Zernike Annular Standard Sag)

添加组件面离轴

当在基面上定义了离轴孔径后，用户可以使用"设置倾斜/偏心遵循基面孔径"按钮，将复合组件面定位在基面离轴孔径的中心。OpticStudio将在"复合"下自动填充倾斜和偏心值，以确保对齐。偏心与基面的顶点位置相匹配，如其"孔径"属性中所指定的。倾斜则与离轴孔径中心处的基面方向相匹配。如果存在，任何现有的倾斜/偏心值将被覆盖。





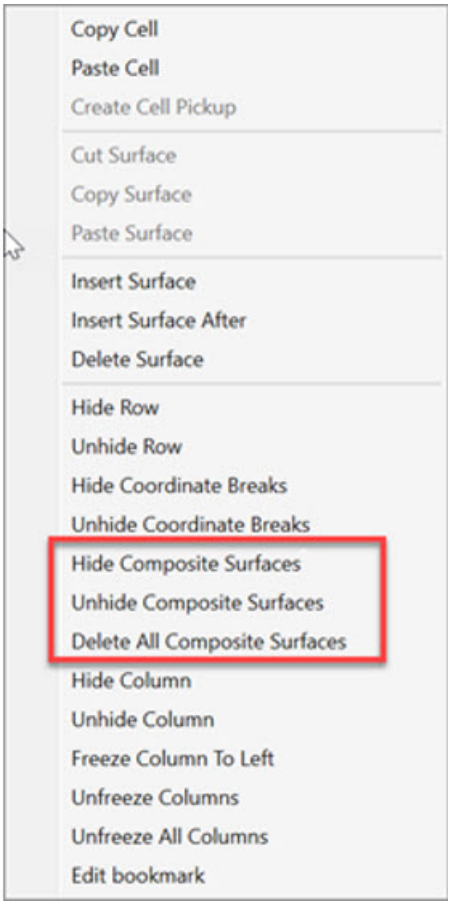
在手动指定偏心的情况下，"更新倾斜"按钮可用于自动填充倾斜值，以便组件面的方向与指定偏心处的基面方向相匹配。

如果复合堆叠中存在多个组件面，则所有组件面将根据LDE中最低组件面的复合属性中指定的倾斜和偏心进行堆叠。对于所有其他的组件面，其复合属性下的所有倾斜和偏心将是灰色的，因为组件面不能相对于彼此移动。在未来的版本中可能会删除此限制。

Z偏心在当前版本中是灰色的，但在未来的版本中是可用的，以便对组件面进行可视化

关于使用复合表面的通用解释：

为了避免让镜头数据编辑器看起来很杂乱，可以在镜头数据编辑器的右键菜单中选择删除、隐藏或取消隐藏复合组件面。



虽然复合表面本身（可被表示为用于光线追迹目的的复合基面）可像任何其他表面一样被OpticStudio处理，复合组件面不直接参与光线追迹。因此，这些表面的数据将不会出现在单光线追迹分析中。类似地，任何基于光线追迹数据的评价函数操作数都是不相关的，如果应用到组件面时，将返回零。

基面的全局坐标将被计算并显示在分类数据中，但这并不适用于复合组件面的全局坐标，其将位于相对于上面的偏心和倾斜指定的基面的坐标系中。

由于组件面在物理上与基面是一体的，因此对于组件面来说，TSDX或TIRY等公差操作数意味着组件面与基面之间的倾斜、偏心或滚动不对齐。

复合表面目前不支持文件选项卡中的"转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)"按钮，并且不能转换为非序列系统。

2.3.1.4. 求解类型（镜头数据编辑器）(Solve Types (lens data editor))

许多数据列（如半径和厚度）都支持一个或多个求解。求解函数可以主动调整数据的特定值。可对半径、厚度、材料、净口径或半直径、圆锥系数、参数和TCE值进行特定求解。要在单元格中设置求解类型(Solve Type)，请单击小单元格数据的右侧，从下拉列表中选择求解类型。某些求解类型需要输入额外的参数。

在所有数据列的"求解类型"下拉菜单中均有以下两个可用设置：

固定**(Fixed)** 关闭求解。

变量**(Variable)** 使参数成为可优化的变量，单击小单元格参数的右侧，并在"求解类型"下拉菜单中选择"变量"。或者，单击所要设置解的参数，按键盘上的Ctrl-Z键。Ctrl-Z键也可以移除参数变量的状态，就像切换功能一样。

使用建议***(Suggestions for use)***

求解功能是非常高效的，并且应在可能的情况下使用而不是只通过设置变量来优化系统。例如，通常在最后一个表面的曲率半径上设置求解来控制系统的有效焦距，这比通过明确优化焦距的效果要好很多。有关更多信息，请参阅"优化(Optimization)"。

2.3.1.4.1. 求解综述(Summary of Solves)

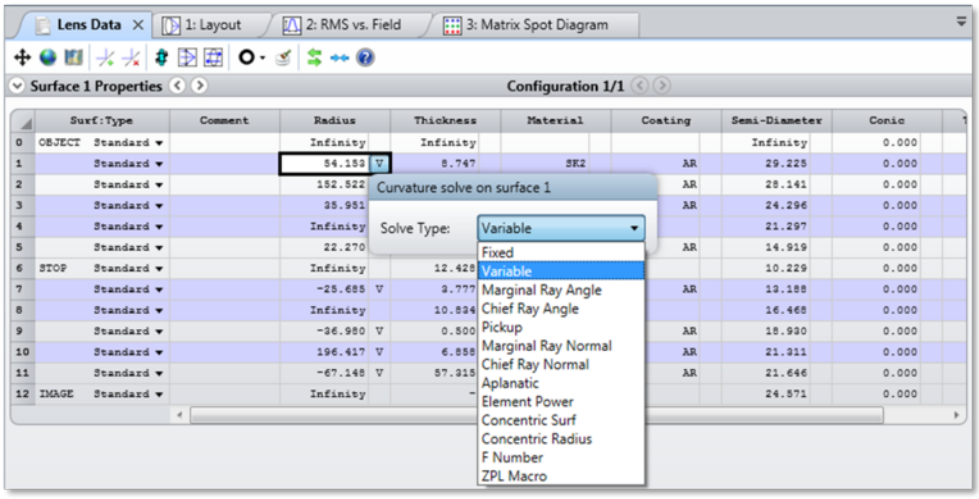
求解类型	参数1	参数2	参数3	参数4	代码	整数
曲率：固定						0
曲率：变量					V	1
曲率： 边缘光线角	角度				M	2
曲率：主光线角	角度				C	3
曲率：拾取	表面	比例因子		列	P	4
曲率： 边缘光线法线					N	5
曲率：主光线法线					N	6
曲率：等光程					A	7
曲率：元件光焦度	光焦度				X	8
曲率：同轴面	同中心的表面				S	9
曲率：同曲率中心	同心的表面				R	10
曲率：F/#	近轴F/#				F	11
曲率：ZPL宏	宏名称				Z	12
厚度：固定						0
厚度：变量					V	1
厚度： 边缘光线高度	高度	光瞳区域			M	2
厚度：主光线高度	高度				C	3
厚度：边缘厚度	厚度	径向高度（用零表示净口径或半直径）			E	4
厚度：拾取	表面	比例因子	偏移	列	P	5
厚度：光程差	OPD	光瞳区域			O	6
厚度：位置	表面	到表面的长度			T	7
厚度：补偿器	表面	表面厚度总和			S	8
厚度：曲率中心点	设置表面在曲率中心				X	9
厚度：光瞳位置	-	-	-	-	U	10

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

厚度：ZPL宏	宏名称				Z	11
玻璃固定						0
玻璃模型	折射率Nd	阿贝数Vd	Dpgf			1
玻璃拾取	表面				P	2
玻璃替换	玻璃库名称				S	3
玻璃偏移	折射率Nd偏移	阿贝数Vd偏移			O	4
净口径或半直径：自动						0
净口径或半直径：固定					U	1
净口径或半直径：拾取	表面	比例因子		列	P	2
净口径或半直径：最大值					M	3
净口径或半直径：ZPL宏	宏名称				Z	4
圆锥系数：固定						0
圆锥系数：变量					V	1
圆锥系数：拾取	表面	比例因子		列	P	2
圆锥系数：ZPL宏	宏名称				Z	3
参数：固定						0
参数：变量					V	1
参数：拾取	表面	比例因子	偏移	列	P	2
参数：主光线	视场	波长			C	3
参数：ZPL宏	宏名称				Z	4
TCE：固定						0
TCE：变量					V	1
TCE：拾取	表面				P	2

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.4.2. 曲率求解(Curvature Solves)



边缘光线角*(Marginal Ray Angle)*

透镜的有效焦距可以通过在像面前最后一面的曲率上设置近轴边缘光线角度求解进行控制。例如，假设一个透镜的入瞳直径是20mm，希望将有效焦距限定为100mm。这就要求从最后一面出射的边缘光线角度为-0.1（这个数是20除以2再除以100获得，负号表示光线是汇聚的或朝着像平面的方向传播）。请参阅"F数求解(Fnumber solve)"。

主光线角*(Chief Ray Angle)*

主光线角度求解与边缘光线角度求解方式相同，只是此处用近轴主光线来计算。主光线求解对于保持特定的放大率或保持平行准直是很有用的。在曲率单元格边出现的字母"C"，表示该表面的曲率是用主光线角度求解的。

拾取*(Pickup)*

曲率拾取求解使用其他表面的被缩放的值和数据值作为本目标面的曲率。拾取允许将变量结合在一起，并根据其它求解、编辑或优化的影响进行更改。另请参阅"限制(Restrictions)"。若要在ZPL宏中设置拾取求解，请参阅"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"。

当使用曲率拾取求解并在镜头数据编辑器中针对另一个表面的半径时，曲率上应用比例因子，而非曲率半径。比如，如果目标半径为2，曲率拾取中的比例因子为0.5，镜头数据编辑器中显示的计算值将是1/((1/2)*0.5) = 4。

边缘光线法线*(Marginal Ray Normal)*

此求解将使该表面垂直于近轴边缘光线。该表面也称为图像汇聚面。这些特殊表面不会产生球差和彗差。在曲率单元格边出现的字母"N"，表示该表面的曲率是用边缘光线法线角度求解的。

主光线法线*(Chief Ray Normal)*

此求解将使该表面垂直于近轴主光线。该表面也称为瞳孔汇聚面。这些特殊表面不会产生彗差、像散和畸变。在曲率单元格边出现的字母"N"，表示该表面的曲率是用边缘光线法线角度求解的。

等光程*(Aplanatic)*

此求解将使该表面与近轴边缘光线等光程。这些特殊表面不会产生球差、彗差和像散。在曲率单元格边出现的字母"A"，表示该表面的曲率是用等光程求解的。

元件光焦度*(Element Power)*

元件的光焦度由以下公式给出：

$$\varphi = c_1 (n_2 - n_1) + c_2 (n_3 - n_2) - c_1 (n_2 - n_1) * c_2 (n_3 - n_2) * \frac{t_2}{n_2}$$

此求解可调整c_2的值，来保证元件制定的光焦度。此求解将假设在两个相邻表面的第二个表面设置。如果表面的编号小于2，或者n_2和n_3在主波长相同，则忽略此求解。

同轴面*(Concentric Surf)*

此求解将调整该表面的曲率，使该表面与指定表面同轴心。指定表面必须在求解表面之前。在曲率单元格边出现的字母"S"，表示该表面的曲率是用同心面求解的。

同曲率中心*(Concerntric Radius)*

此求解将调整该表面的曲率，使该表面的曲率与指定表面关于同一个点是同心的。指定表面必须在求解表面之前。在曲率单元格边出现的字母"R"，表示该表面的曲率是用同心半径求解的。

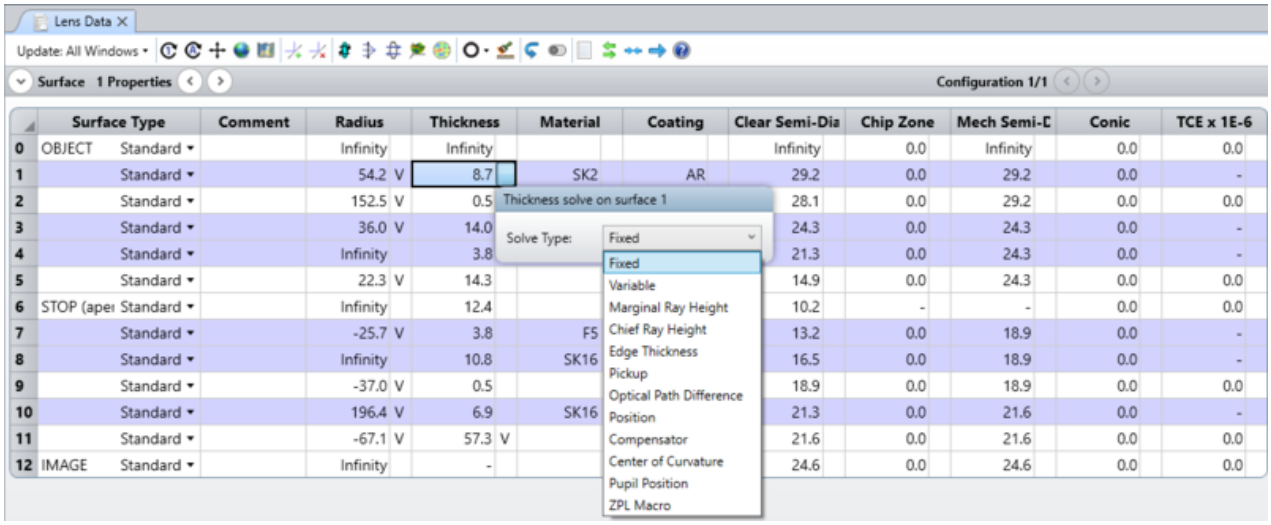
F数(F Number)

此求解将调整表面的曲率，使从该表面出射的边缘光线角是-1/2F，其中F是近轴的F/#。在曲率单元格边出现的字母"F"，表示该表面的解是用F/#求解的。

ZPL宏(ZPL Macro)

关于ZPL宏求解的完整说明，请参阅"使用ZPL宏求解(Using ZPL Marco solves)"。注意，曲率求解必须返回以曲率为单位表示的数据，即曲率半径的倒数。

2.3.1.4.3. 厚度求解(Thickness Solves)



边缘光线高度**(Marginal Ray Height)**

最常见的厚度求解是边缘光线高度求解，它可以使像平面位于近轴焦点处。要将像平面移动到近轴焦点处，单击像平面前最后一个面的厚度，并从求解类型(Solve Type)的下拉列表中选择 "边缘光线高度(Marginal Ray Height)"。由于边缘光线高度在近轴像面（假定为旋转对称系统）处高度为零（通过光轴），我们可以将这个最终厚度设置成使边缘光线高度为零处的点。默认高度值为零，然后单击"确定"退出窗口，求解将自动调整成合适的厚度。此计算仅使用主波长。

理论上，可以通过设置一个不为零的值（即第一个可选参数），作为边缘光线高度值来设置求解。请注意，任何表面都可以有边缘光线高度求解，并不仅仅是像面前的最后一个表面。"高度(Height)"是下一个表面子午面的边缘光线高度（同样不一定是像面）。注意，默认高度是在光线与子午面交汇的点进行测量的，而不是下一个表面的实际曲面。

第三个值"光瞳区域(Pupil Zone)"用于定义光线光瞳坐标。默认值为零，表示采用近轴光线。任何非零值表示采用一条实际的边缘光线。坐标值范围必须介于-1和1之间。这是Py坐标，或者y方向上的归一化入瞳坐标。此求解可用来限制一条特定光线，例如0.7区域的光线，从而使其在轴上的垂轴像差为零。在厚度单元格边出现的字母"M"，表示该表面的厚度是边缘光线高度求解的。

主光线高度**(Chief Ray Height)**

此求解与边缘光线高度求解类似，除了采用近轴主光线以外。此求解在确定光瞳平面处一个表面的位置时很有用。在厚度单元格边出现的字母"C"，表示该表面的厚度是主光线高度求解的。

边缘厚度**(Edge Thickness)**

此求解可用动态调整两个表面之间的距离，在指定径向孔径处保证两个表面之间的指定距离。这可防止在元件上产生负值或过于尖锐的边缘。在厚度单元格边出现的字母"E"，表示该表面的厚度是边缘厚度求解的。如果径向孔径设置为零，则使用当前的机械半直径。

拾取***(Pickup)***

厚度拾取求解使用一个来自其他表面和数据栏的缩放和偏移值作为目标表面的厚度。拾取厚度T由以下公式给出：T = O + S * V，其中V为源数据的值，S为比例因子，O为偏移量。另请参阅"求解限制(Solve restrictions)"。若要在ZPL宏中设置拾取求解，请参阅"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"。

光程差***(Optical Path Difference)***

此求解可以有效调整厚度以保证在指定光瞳坐标下特定的光程差。在出瞳面上测量光程差(OPD)，而不是在设置求解的表面上测量。需要设置的两个参数是主波长的光程差和用来评价光程差的光瞳区域。例如，为保证焦点位置，即实际边缘光线与实际主光线具有同样的光程，应在像面前的最后表面厚度上定义一个OPD求解。将光程差参数设置为零，光瞳区域设置为1.0。在厚度单元格边出现的字母"O"，表示该表面的厚度是OPD求解的。可以绘制一个OPD图形来验证在光瞳边缘上OPD是零。仅使用主波长，且仅考虑轴上视场。

位置***(Position)***

位置求解保证从指定参考面到当前面的"z"方向距离。如果参考面位于放置求解的表面之前，则从参考面到求解表面后一表面的厚度总和保持为指定值。如果参考面位于放置求解的表面之后，则从求解表面到参考表面的厚度总和保持为指定值。如果参考面与求解表面相同，则求解表面的厚度设置为求解长度值。

位置长度求解适用于将变焦镜头中部分长度保持为固定值。该求解也可用来满足总镜头长度的约束。另一种情况下，该求解可以取消优化变量和操作数，提高优化收敛性和速度。在厚度单元格边出现的字母"T"，表示该表面的厚度是总长位置求解的。

此求解假设所有在影响范围内的表面都在相同的坐标系中。

补偿器***(Compensator)***

厚度补偿器求解与位置求解非常类似。该求解保证该表面的厚度使其与另一"参考面"的厚度之和等于一个常量。该求解的保持条件用方程式表示如下T = S - R，其中S为两个表面的厚度总和，R为参考表面的厚度。参考面必须在求解表面的前面。

曲率中心***(Center of Curvature)***

此求解将调整表面的厚度，使该后一表面始终位于前一表面的曲率中心处。在厚度单元格边出现的字母"X"，表示该表面的厚度是曲率中心求解的。

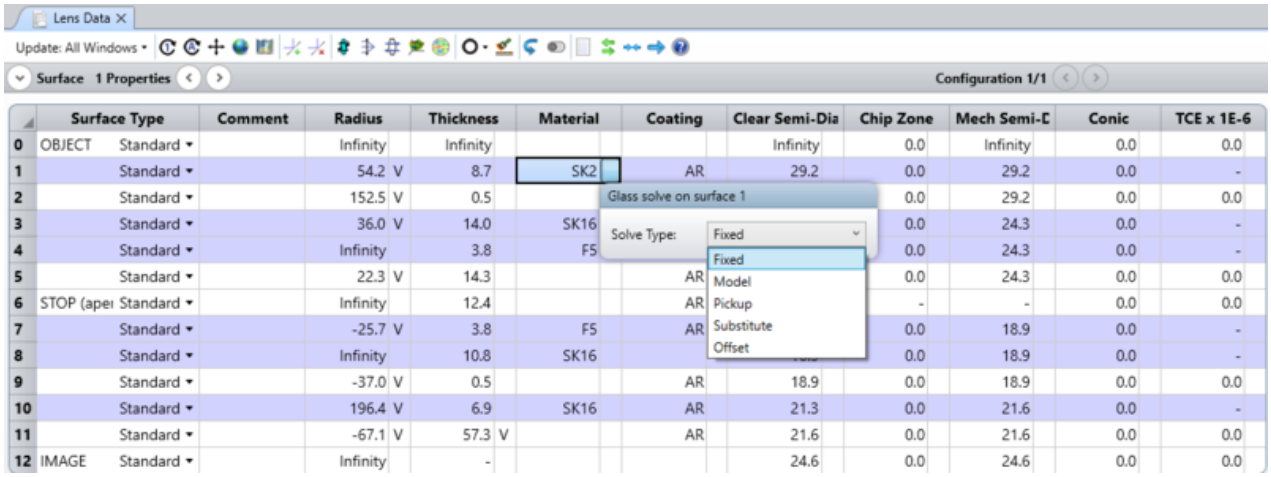
光瞳位置***(Pupil Position)***

此求解将下一表面放置在光瞳位置上来控制从当前表面折射后的光学空间。光瞳位置由围绕中心视场主光线的真实差分光线追迹决定。

ZPL宏(ZPL Macro)

关于ZPL宏求解的完整说明，请参阅"使用ZPL宏求解(Using ZPL Marco solves)"。

2.3.1.4.4. 材料求解(Material Solves)



	Surface Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1	Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2	Standard		152.5 V	0.5				0.0	29.2	0.0	0.0
3	Standard		36.0 V	14.0	SK16			0.0	24.3	0.0	-
4	Standard		Infinity	3.8	F5			0.0	24.3	0.0	-
5	Standard		22.3 V	14.3		AR		0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP (aper Standard		Infinity	12.4		AR		-	-	0.0	0.0
7	Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR		0.0	18.9	0.0	-
8	Standard		Infinity	10.8	SK16			0.0	18.9	0.0	-
9	Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10	Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11	Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

模型

"模型(Model)"材料的求解更像"变量(Variable)"半径/厚度的设定，而不是真的解。 OpticStudio 通过改变d光的折射率、阿贝数和部分色散数设定"模型"玻璃，以使玻璃的色散理想化。 使用"材料(Material)"列中的Ctrl-Z快捷键也可以将求解设置为"模型"。随后可采用标准的优化方法对模型玻璃数据值进行优化。

无限制的玻璃优化通常会导致采用折射率非常高的材料。这是因为要获得相同的光焦度，具有高折射率的表面（边界处折射率差值较大）所需的曲率比低折射率表面要小。而表面曲率越小，造成的像差就越小。

遗憾的是，高折射率的材料成本高昂、材质沉重、难以加工，而且可能易碎、易裂或容易沾染污渍或产生刮痕。而且，折射率超高的材料不一定存在；折射率达到1.9以上（针对可见光）的玻璃只有寥寥数种。阿贝数也限制在大约20到80的范围内。因此，在优化时必须将折射率和阿贝数限制在合理的范围内。此外，还必须将部分色散偏差也限制在相应的范围内。

即使优化时具有合理的限制，但模型玻璃方法仍具有的一个缺点是，优化参数和得到的折射率值可能与任何实际存在的玻璃不对应。另一个缺点是，由于是在d光（0.5875618微米）下实现理想化色散，因此模型玻璃方法仅在可见光内足够精确。但在可见光范围外，例如紫外和红外，使用模型玻璃会导致计算错误，因此这种情况下不应使用模型玻璃。

关于模型玻璃的更多信息，请参阅"使用模型玻璃(Using model glasses)"。

拾取***(Pickup)***

玻璃拾取求解使用其他表面中的值作为目标表面的玻璃。另请参阅"求解限制(Solve restrictions)"。

替换***(Substitude)***

与"模型(Model)"求解类似，"替换(Substitute)"设置与"变量(Variable)"半径/厚度设置类似，不是真正意义上的求解。如果将玻璃求解类型设置为"替换"，则在优化期间允许全局优化算法更改玻璃类型。

如果没有给出材料库名（即材料库字段为空），则可以从在"系统选项(System Explorer)"的"玻璃库(Glass Catalogs)"部分中，选择使用的所有库中来选择玻璃。如果提供了玻璃库名称（如Hoya），只有该材料库中的玻璃才会被选中。

为了防止在优化中只选择特定的玻璃，可以在"玻璃库"对话框中为所需避免的玻璃选择"排除替代(Exclude Substitution)"，或者使用玻璃替代模板；有关更多信息，请参阅"使用玻璃替换(Using glass substitution)"。

请注意，如果OpticStudio无法在满足玻璃替代模板要求的玻璃库中找到任何玻璃，则会将替代解决方案删除。

偏移***(Offset)***

当通过色散公式和玻璃库色散数据计算折射率时，偏移求解允许折射率和/或阿贝数发生少量变化。该求解主要用于公差分析。在计算以波长为函数的折射率时，使用折射率和阿贝数需要满足两个条件：

使用的最小波长大于0.3微米，最大波长小于2.5微米。

玻璃库中的色散数据必须介于0.4861327至0.6562725微米的波长范围之间。

如果满足上述两个条件，则折射率的变化量由基本折射率(Nd)和阿贝数(Vd)与偏移Nd和Vd的模型玻璃折射率差值计算。有关模型玻璃属性的详细信息，请参阅"模型(Model)"玻璃。在方程式中，折射率为：

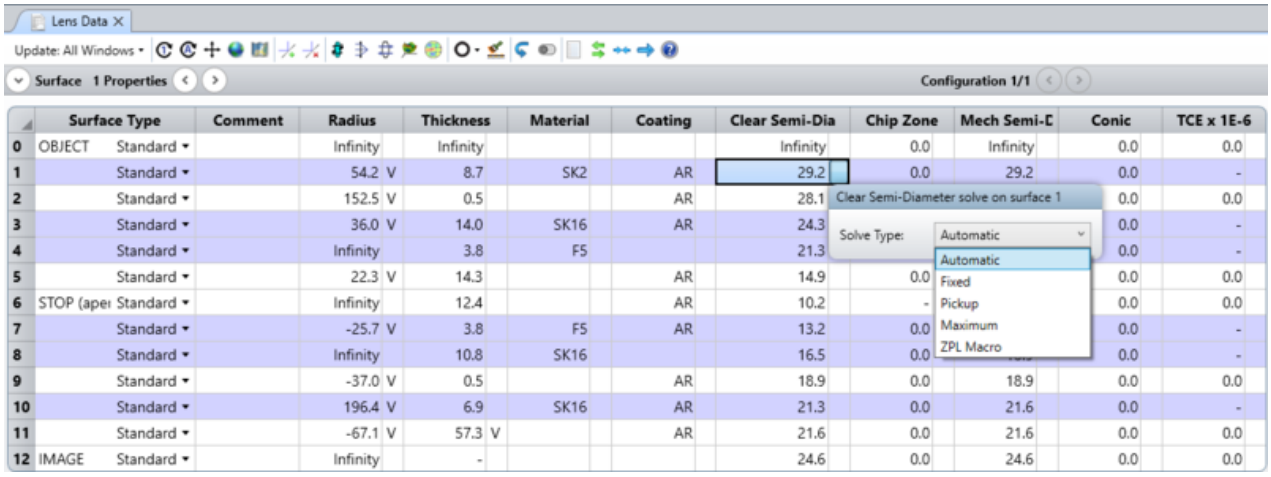
$$n = n_{base} + n(N_d + \Delta N_d,\ V_d + \Delta V_d,\ P_d) - n(N_d,\ V_d,\ P_d)$$

其中，函数n()为模型玻璃的函数。注意，此模型将在每个波长上加上不同的折射率偏移量。如果不满足上述列出的波长带条件，则将折射率偏移添加到所有基本折射率上：

$$n = n_{base} + \Delta N_d$$

在这种情况下，忽略阿贝数偏移。

2.3.1.4.5. 净口径或半直径求解(Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter Solves)



	Surface Type		Comment	Radius		Thickness		Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity		Infinity				Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2	V	8.7		SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5	V	0.5			AR	28.1			0.0	0.0
3		Standard		36.0	V	14.0		SK16	AR	24.3			0.0	-
4		Standard		Infinity		3.8		F5		21.3			0.0	-
5		Standard		22.3	V	14.3			AR	14.9	0.0		0.0	0.0
6	STOP (aper	Standard		Infinity		12.4			AR	10.2	-		0.0	0.0
7		Standard		-25.7	V	3.8		F5	AR	13.2	0.0		0.0	-
8		Standard		Infinity		10.8		SK16		16.5	0.0		0.0	-
9		Standard		-37.0	V	0.5			AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4	V	6.9		SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1	V	57.3	V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity		-				24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

自动***(Automatic)***

自动求解将计算通过所有视场点的所有光线所需的径向净口径的默认净口径或半直径。

拾取***(Pickup)***

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

半直径拾取求解使用其他表面所缩放的值和数据栏为目标表面的半直径。另请参阅"求解限制(Solverestrictions)"。若要在ZPL宏中设置拾取求解，请参阅"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"。

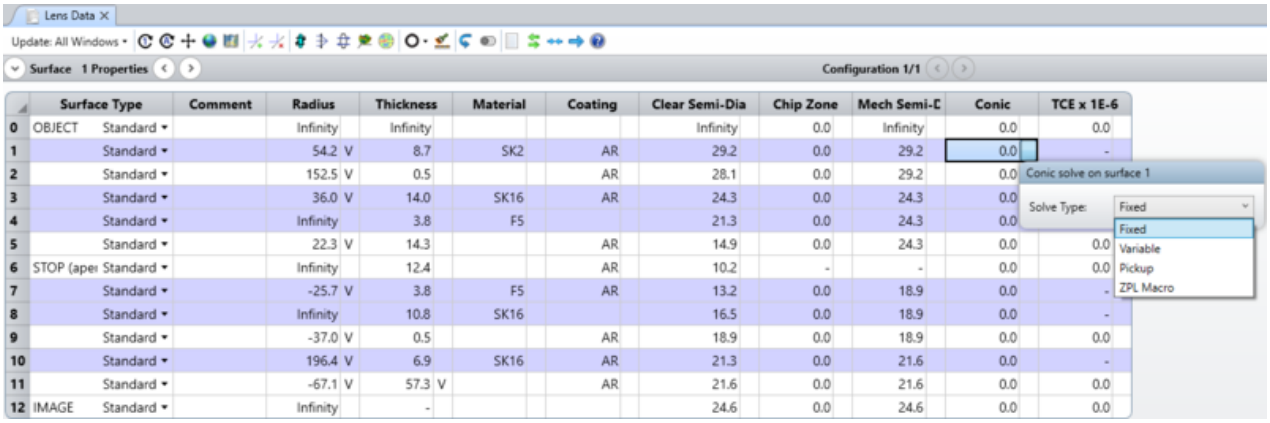
最大值***(Maximum)***

最大值求解是用来将半直径值设置为多重结构中所需的最大半直径。例如，有三个结构的变焦镜头在对于每个面采用自动求解时有三个不同的半直径。最大值求解将分别计算每种结构的半直径，然后使用其中的最大值。

ZPL宏(ZPL Macro)

关于ZPL宏求解的完整说明，请参阅"使用ZPL宏求解(Using ZPL Marco solves)"。

2.3.1.4.6. 圆锥系数求解(Conic Solves)



	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5 V	0.5		AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0 V	14.0	SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity	3.8	F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3 V	14.3		AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP (aper	Standard		Infinity	12.4		AR	10.2	-	-	0.0	0.0
7		Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity	10.8	SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

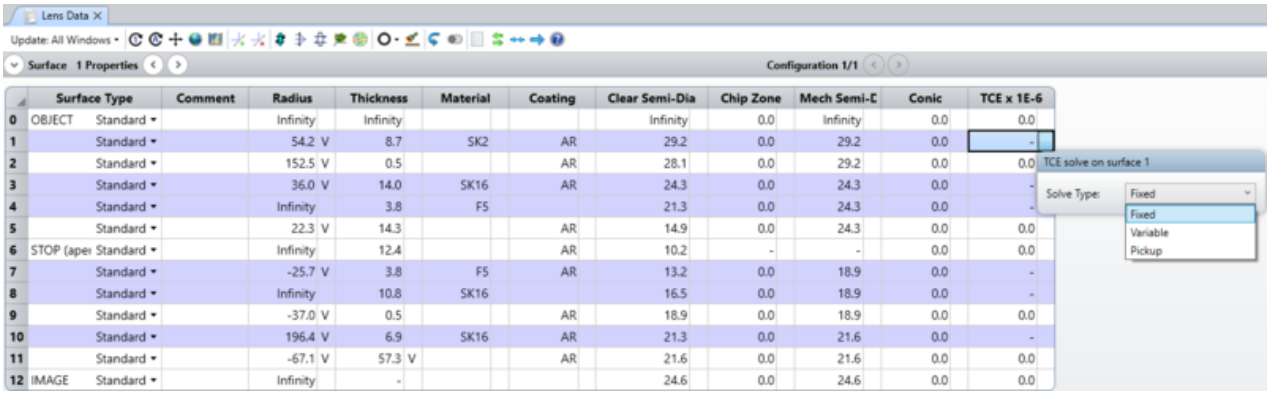
拾取***(Pickup)***

圆锥系数拾取求解使用其他表面所缩放的值和数据栏为目标表面的圆锥系数。另请参阅"求解限制(Solve restrictions)"。若要在ZPL宏中设置拾取求解，请参阅"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"。

ZPL宏(ZPL Macro)

关于ZPL宏求解的完整说明，请参阅"使用ZPL宏求解(Using ZPL Marco solves)"。

2.3.1.4.7. TCE求解(TCE Solve)

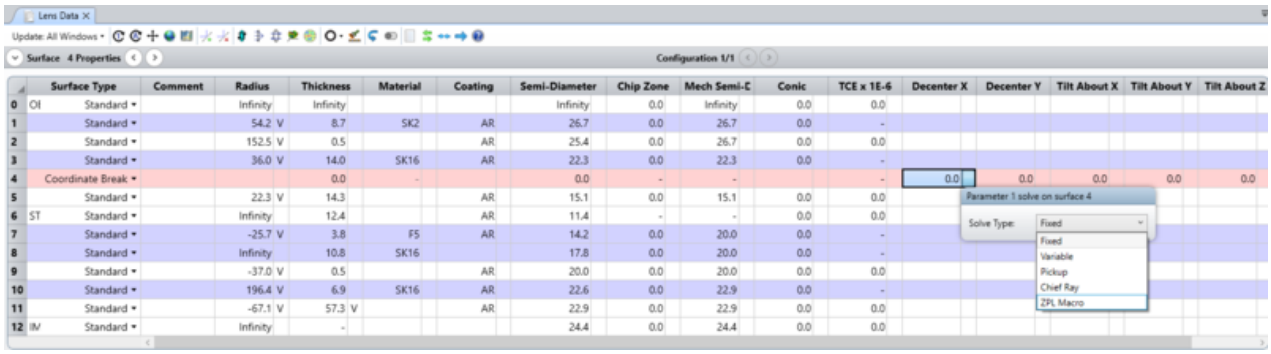


	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Clear Semi-Dia	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity			Infinity	0.0	Infinity	0.0	0.0
1		Standard		54.2 V	8.7	SK2	AR	29.2	0.0	29.2	0.0	-
2		Standard		152.5 V	0.5		AR	28.1	0.0	29.2	0.0	0.0
3		Standard		36.0 V	14.0	SK16	AR	24.3	0.0	24.3	0.0	-
4		Standard		Infinity	3.8	F5		21.3	0.0	24.3	0.0	-
5		Standard		22.3 V	14.3		AR	14.9	0.0	24.3	0.0	0.0
6	STOP (aper	Standard		Infinity	12.4		AR	10.2	-	-	0.0	0.0
7		Standard		-25.7 V	3.8	F5	AR	13.2	0.0	18.9	0.0	-
8		Standard		Infinity	10.8	SK16		16.5	0.0	18.9	0.0	-
9		Standard		-37.0 V	0.5		AR	18.9	0.0	18.9	0.0	0.0
10		Standard		196.4 V	6.9	SK16	AR	21.3	0.0	21.6	0.0	-
11		Standard		-67.1 V	57.3 V		AR	21.6	0.0	21.6	0.0	0.0
12	IMAGE	Standard		Infinity	-			24.6	0.0	24.6	0.0	0.0

拾取***(Pickup)***

TCE拾取求解使用其它表面的值作为目标表面的TCE值。另请参阅"求解限制(Solve restrictions)"。

2.3.1.4.8. 参数求解(Parameter Solves)



拾取

参数拾取求解使用来自其它表面和数据栏的缩放和偏移值作为目标表面的参数。拾取参数由以下公式给出：P’ = O + S * V，其中V为源数据的值，S为比例因子，O为偏移量。另请参阅"求解限制(Solve restrictions)"。若要在ZPL宏中设置拾取求解，请参阅"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"。

主光线

主光线求解仅适用于坐标断点面的前四个参数。当设置x或y偏心参数时，此求解将调整偏心量，使指定视场位置中指定波长的（零表示为主波长）主光线在坐标断点面上的x或y坐标分别为零。如果设置x倾斜或y倾斜参数，则调整倾斜角度，使出射主光线角度分别在y或x方向上为零。坐标断点面的顺序标记将确定参数调整的顺序，并且解可能不是唯一的。可以在光线追迹数据(Ray Trace Data)窗口（通过分析(Analyze)选项卡中的像质(Image Quality)部分的光线迹点(Rays & Spots)按钮访问）中查看输出的主光线坐标；这是验证该求解是否正确的一个好方法。这个解在光阑表面之前的表面设置求解且光线瞄准开启时不能使用（请参阅"光线瞄准(Ray Aiming)"）。

有时计算结果可能是一个很小但不为零的主光线角度或坐标值。这是由于非正交旋转不能由单次矩阵旋转"撤销"随意旋转而导致的。可以通过以下两种方法解决此问题：

1）尝试将"顺序"标记从1改为0或者0改为1，然后更新系统，查看哪种坐标系的转换效果更好。

2）使用两个相邻的坐标断点面并赋予相同的主光线求解。通过复制和粘贴整个坐标断点面可以轻松完成。第二个坐标断点通常使许多数量级的主光线接近于所需的零坐标或角度。

***ZPL*宏**

关于ZPL宏求解的完整说明，请参阅"使用ZPL宏求解(Using ZPL Marco solves)"。

2.3.1.4.9. 限制(Restrictions)

求解是从第一个表面到像面依顺序执行的，次序为：曲率、厚度、玻璃、净口径或半直径、圆锥系数、参数（从左到右）、TCE和附加数据值（从左到右）。由于此顺序，拾取求解可能只会从先前表面拾取值至目标表面，或在同一表面内将先前源列中的数据拾取至目标列。

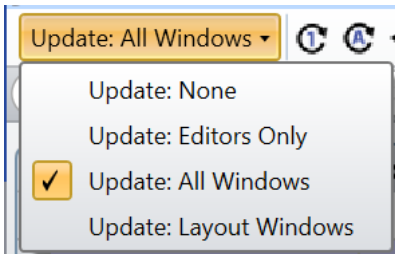
由于求解可能会影响入瞳位置，OpticStudio不支持将一些特定类型的解，如边缘光线高度求解或宏求解，设置在光阑面之前。这可以避免求解参数的不明确或错误设置，因为在光阑面之前设置求解的结果无法预测。当在最后一个表面设置边缘光线求解控制焦距时，将出现一个类似的问题，此时孔径定义必须是入瞳直径（而不是F/#）才可确保求解的唯一。

2.3.1.5. 镜头数据编辑器工具栏(Lens Data Editor Toolbar)

在镜头数据编辑器窗口的顶部提供有镜头数据编辑器工具栏。该工具栏可快速访问镜头数据编辑器的工具。

下面列出了镜头数据编辑器工具栏中的按钮。

2.3.1.5.1. 自动更新模式(Auto Update Mode)



控制OpticStudio以何种方式、何时展现编辑器数据的更新。"从不(None)"设置表示光瞳位置、求解和其它镜头数据编辑器数据不会更新，除非选中所需数据窗口中的"更新(Update)"按钮。这通常是出于性能方面的原因，或者是因为系统可能处于无效的中间状态，而使大量的错误消息没有使其得到帮助。

如果系统中包含多重结构：

1）当在多重结构编辑器(Multi-Configutation Editor)中更改数据值时，更改将不会反映在镜头数据编辑器中，因为系统并没有更新，包括多重结构编辑器对系统值覆盖的过程。

2）另一方面，当在镜头数据编辑器中更改数据值时，则将会反映在多重结构编辑器中。这并不能"隐藏"从界面对系统做出的更改。

"更新"选项会在新数据输入到镜头编辑器或多重结构编辑器后进行更新。

"更新所有(Update All)"会在新数据输入时，使所有窗口都更新。

2.3.1.5.2. 重新加载表面(Reload Surface)

如果适用，重新加载外部表面数据（如：UDA、渐变、非序列模式元件）。

2.3.1.5.3. 重新加载所有表面(Reload All Surfaces)

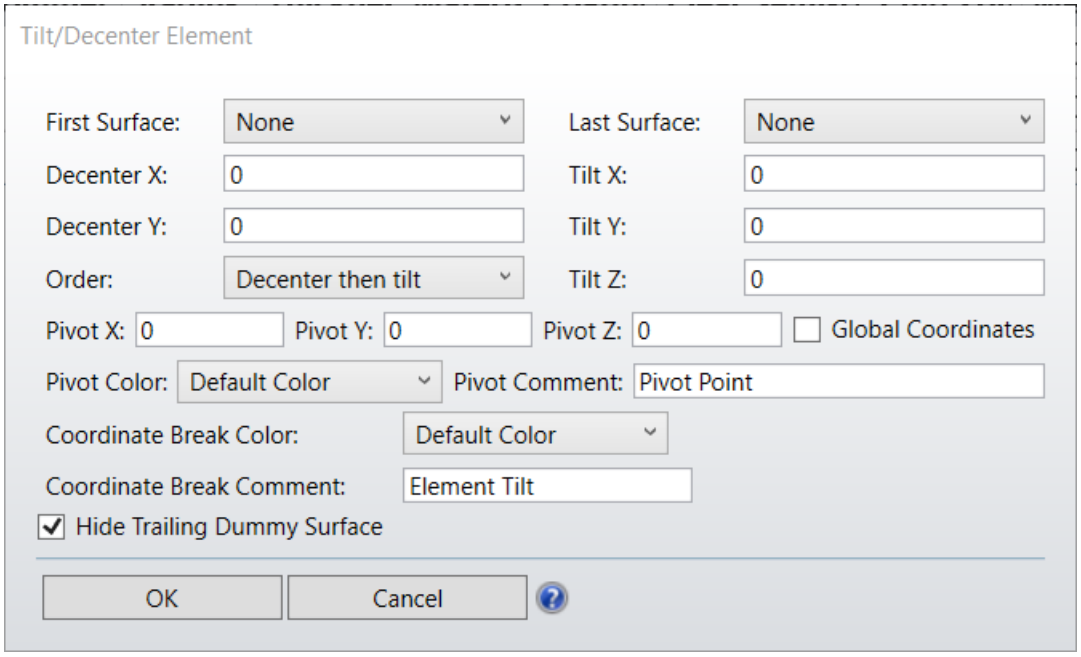
重新加载所有外部表面数据（如：UDA、渐变折射率、非序列模式元件）。

2.3.1.5.4. 倾斜/偏心元件(Tilt/Decenter Elements)

将倾斜和偏心添加到特定范围的表面。

此功能根据需要插入坐标断点和虚拟表面，以使单个表面或范围内表面倾斜/或偏心。有关坐标断点的更多信息，请参阅"坐标断点(Coordinate Break)"。

使用此工具时插入的坐标断点和虚拟表面的数量取决于所需的特定倾斜和偏心。



设置**(Settings)**：

起始面**(First Surface)** 此表面是镜头组要倾斜/偏心的第一个表面。

终止面**(Last Surface)** 此表面是镜头组要倾斜/偏心的最后一个表面。

偏心**X**、**Y(Decenter X,Y)** 以镜头单位表示的X和Y偏心。

倾斜**X**、**Y**、**Z(Tilt X, Y, Z)** 围绕X、Y和Z的旋转，以度为单位。

枢轴**X**、**Y**、**Z(Pivot X, Y, Z)** 旋转点的X、Y和Z坐标，以镜头单位表示。该点位于局部坐标或全局坐标中，由全局坐标复选框控制。

全局坐标**(Global Coordinates)** 如果选中，则枢轴点X、Y、Z在全局坐标中定义，如同在全局参考面中所定义。如果清除该选项（默认），则在起始面的局部坐标系中定义枢轴点X、Y、Z。

枢轴颜色**(Pivot Color)** 为插入的虚拟表面或坐标断点选择电子表格显示行颜色，以定位到旋转点。如果旋转点的局部坐标为（0, 0, 0），则不会插入枢轴表面。有关行颜色的描述，请参阅类型（表面属性）(Type (Surface Properties))。

枢轴备注**(Pivot Comment)** 定位旋转点所需的插入坐标断点面的备注字符。如果旋转点的局部坐标为（0, 0, 0），则不会插入枢轴表面。

顺序**(Order)** 先倾斜后偏心，或者先偏心后倾斜。

坐标断点颜色**(Coordinate Break Color)** 选择用于所插入的坐标断点面在编辑器表格中显示的行颜色。有关行颜色的描述，请参阅类型（表面属性）(Type (Surface Properties))。

坐标断点备注**(Coordinate Break Comment)** 所插入坐标断点面的备注字符。

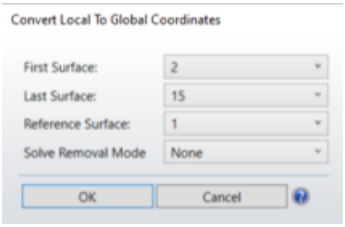
隐藏拖动的虚拟面**(Hide Trailing Dummy Surface)** 如果选择此选项，"跳过入射到该表面的光线(Skip Rays To This Surface) "和"不绘制此表面(Do Not Draw This Surface)"选项将对于后续插入的任何作为倾斜和偏心工具修改的一部分的虚拟面生效。有关更多信息，请参阅绘图（表面属性）(Draw (Surface Properties))。

请注意，倾斜/偏心元件工具会将"终止面"之后的坐标系恢复为"起始面"之前的原始坐标系。如果不需要将坐标系返回到之前的坐标系，则不建议使用倾斜/偏心元件工具。相反，请在需要更改坐标的位置插入坐标断点面。然后，可以稍后在坐标系中插入一个额外坐标断点面，并且可以使用坐标返回(Coordinate Return)返回到任何先前表面的坐标系。有关更多信息，请参阅倾斜/偏心(Tilt/Decenter)中的"使用坐标返回(Using the Coordinate Return)"。

2.3.1.5.5. 局部到全局坐标系**(Local To Global)**

从局部坐标系转换到全局坐标系。

此功能结合、修改和删除现有的坐标断点面，按要求使用相对于参考表面的单个偏心或旋转来定位一组表面。不修改表面的原始位置，只修改坐标偏心和旋转量。另请参阅全局到局部(Global To Local)。



设置：

起始/终止面**(First/Last Surface)** 可修改的表面范围。起始面必须在终止面之前。这两个表面均不是坐标断点面。

参考面**(Reference Surface)** 作为参考坐标和旋转的表面的序号。此表面必须在起始面之前。

此功能自动在公共参考坐标系中放置表面。一组表面由坐标断点或像面结尾的任何数量的表面定义。然后，通过三个坐标断点面相对于参考面定位每个表面组。第一个坐标断点将坐标系返回到参考面。第二个坐标断点使用x偏心、y偏心和厚度（z坐标）相对于参考面定位表面组。最后，第三个坐标断点将表面组旋转到正确的方向。在定义的表面范围内，每组三个坐标断点在每组表面之前。此工具的主要应用是相对于公共参考放置所有表面组，以进行公差或扰动分析。

如果任何表面厚度、忽略表面或某个范围内的任何坐标断点属性受多重结构编辑器控制，则不支持此功能。

求解取消模式**(Solve Removal Mode)** 当向LDE添加坐标断点时，取消求解：

☒选定表面的位置和旋转：移除所有表面的厚度解。移除所有坐标断点的倾斜/偏心/顺序解。这只适用于选定范围内的表面。

☒所有表面的所有解：移除LDE中所有表面的玻璃、圆锥、半直径、延伸区、曲率、TCE、厚度和参数。如果半直径没有设置为"固定"，那么在镜头数据编辑器中，它会被转换为"自动"。

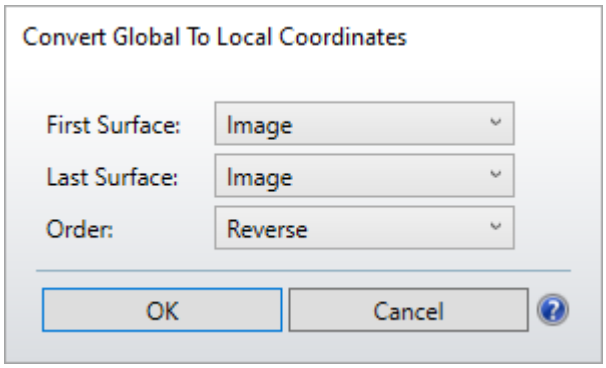
☒选定表面的所有解：如果表面是一个坐标断点或有一个表面倾斜/偏心后，在选定的范围将移除所有表面的解。

2.3.1.5.6. 全局到局部坐标系(Global To Local)

全局坐标系转换到局部坐标系。

此功能可以将所有连续坐标断点合并成单一的坐标断点。当将多个坐标断点放置在连续表面上时，可以将它们合并成单个坐标断点并具有相同结果。不修改表面的原始位置，只修改坐标偏心和旋转量。每一组表面都将参考前一组表面的局部坐标。连续坐标断点合并也可用于逆转由局部到全局坐标系工具执行的过程。另请参阅"局部到全局坐标系(Local To Global)"。

如果某个范围内的任何坐标断点属性受多重结构编辑器控制，则不支持此功能。



设置**(Settings)**：

起始/终止面**(First/Last Surface)** 可修改的表面范围。起始面必须在终止面之前。这两个表面均不是坐标断点面。

顺序**(Order)** 选择"前进(Forward)"表示使用偏心后倾斜的坐标断点；或者选择"翻转(Reverse)"表示使用先倾斜后偏心的坐标断点。有关顺序标记的更多信息，请参阅"坐标断点(Coordinate Break)"。

2.3.1.5.7. 添加反射镜(Add Fold Mirror)

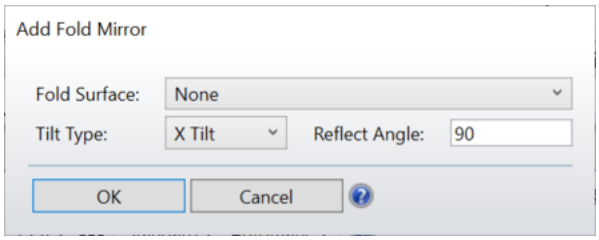
使指定表面成为反射镜，并插入所需的坐标断点使光束弯折。

此功能插入两个虚拟面，分别位于选定折转面的前面和后面。然后折转面变为镜面，并将新插入的两个相邻的表面设置为具有相应倾斜角的坐标断点面。第二个倾斜角设置为从第一个倾斜角拾取。最后，由于新的镜面，所有后续表面的厚度和曲率需更改符号。

如果选定的表面不是一个平面及空气中标准类型的虚拟面，则此功能可能不能提供有用的甚至正确的变换。在使用此功能之前，虚拟面应位于所需的反射镜位置。例如，要在两个相距100毫米的透镜中间插入反射镜，

应在两个透镜之间插入一个虚拟面，且两个表面距离虚拟面的距离均为50毫米。这样，此虚拟面就可以作折转面了。

此功能可能不适用于具有可改变任意之前表面参数或玻璃数据的多重结构操作数的镜头。



设置：

折转面**(Fold surface)** 选择用于成为折转面的表面。该选定表面应该为位于所需折转位置的虚拟面。

反射角**(Reflect angle)** 入射和反射光束之间的角度。

倾斜类型**(Tilt type)** 用于选择绕局部X轴或Y轴倾斜。

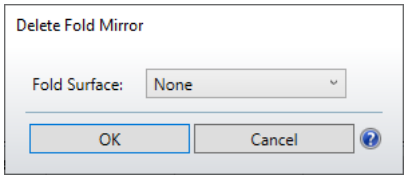
翻转反射镜后续表面的限制

插入一个镜面后，必须将后续所有表面翻转，等同于相同的光线追迹+Z变成-Z。对于大多数OpticStudio表面，这意味着改变曲率半径的符号或者改变任何其它决定表面矢高的参数的符号。对于用户自定义的表面，OpticStudio无法自动进行这种调整。同样，对于非序列模式组件(NSC)表面，OpticStudio也不能自动进行调整。通常，OpticStudio通过改变出射的Z坐标的符号并将所有组件绕Y轴旋转180度来翻转NSC表面。然而，如果NSC内部物体不是关其局部XZ和YZ平面对称，则此方法无效。因为物体的Z向宇称必须被修改，没有常规的方法可以对所有NSC物体进行此操作。

2.3.1.5.8. 删除反射镜（Delete Fold Mirror）

删除现有的反射镜，包括所有相邻的坐标断点。

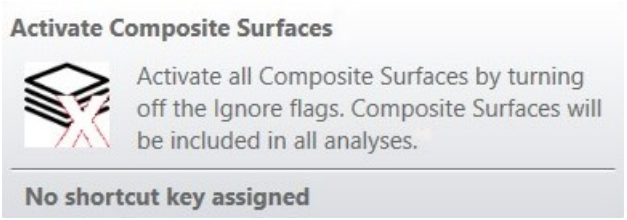
此功能可删除一个反射镜。如果此镜面之前是厚度为零的坐标断点，则此坐标断点也将被删除。如果此镜面之后是坐标断点且镜面厚度为零，则此坐标断点也被删除。所有被删除表面的厚度将根据需要添加到前一个表面上。所有后续表面和厚度将根据需要按照正确的符号规则自动翻转。有关翻转反射镜后续表面限制的详细信息，请参阅"添加反射镜（Add Fold Mirror）"。如果选定的表面不是平面及空气中标准类型的镜面，此功能可能提供不了有效甚至正确的转换。



设置：

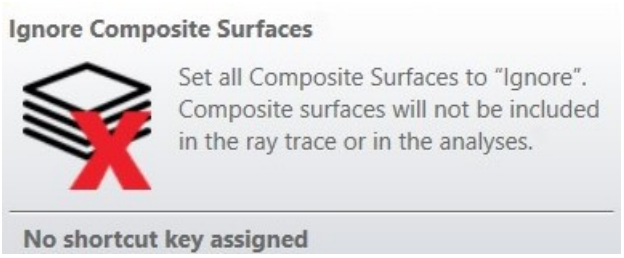
折转面（**Fold surface**）选择要删除的镜面。

2.3.1.5.9. 激活复合表面(Activate Composite Add-ons)



通过自动取消选中类型属性下的"忽略此表面(Ignore This Surface)"标记，激活镜头数据编辑器中定义的所有复合表面。将激活复合表面的矢高添加到其相应基面的矢高中。

2.3.1.5.10. 忽略复合组件表面(Ignore Composite Add-ons)



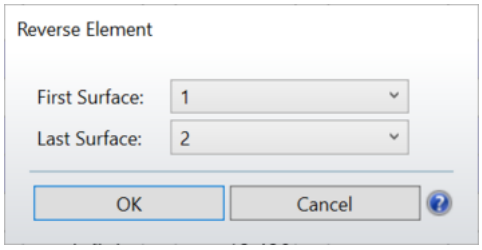
通过自动勾选"类型"属性下的"忽略此表面(Ignore This Surface)"标记，忽略镜头数据编辑器中定义的所有复合组件表面。将忽略复合组件表面的矢高添加到其相应基面的矢高中。

	Surface Type	Comment	Radius	Thickness	Material	Coating	Semi-Diamet	Chip Zone	Mech Semi-D	Conic	TCE x 1E-6
0	OBJE Standard		Infinity	Infinity			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
1	STOP Standard		92.847066 V	6.000000	BK7		15.000000 U	0.000000	15.000000	0.000000	-
2	Zernike Fringe Sag	composite 1	-30.716087	0.000000			0.000000	-	-	0.000000	0.000000
3	(aper Biconic	composite 2	-30.716087 V	3.000000	F2		15.000000 U	-	-	0.000000	-
4	(aper Standard	base surface	-113.961... M	97.798371 M			15.000000 U	0.000000	15.000000	0.000000	0.000000
5	IMAC Standard		Infinity	-			0.256932	0.000000	0.256932	0.000000	0.000000

2.3.1.5.11. 翻转元件(Reverse Elements)

翻转透镜元件或透镜组。

对于表面范围中包含镜面、坐标断点、多重结构控制数据、表面倾斜和偏心或者其他非标准面型表面的情况，此功能将无法正常使用。翻转可影响的数据求解会被删除。支持复合表面。仔细检查翻转后的系统以确认获得所需的结果。



设置***(Settings)***：

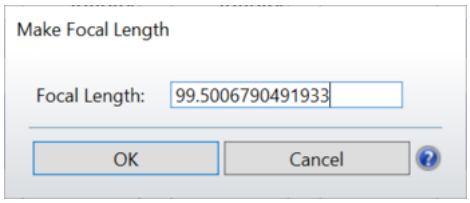
起始面**(First Surface)** 被翻转的镜头组中的第一个表面。

终止面**(Last Surface)** 被翻转的镜头组中的最后一个表面。

2.3.1.5.12. 按焦距缩放(Make Focal)

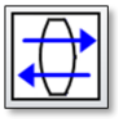
将镜头缩放到所需的焦距。

除了直接输入一个所需的焦距外，按焦距缩放与镜头缩放功能基本相似。整个镜头会被缩放到满足指定焦距值。



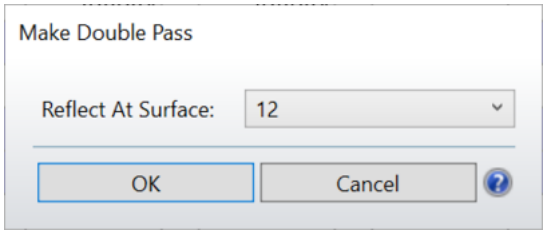
2.3.1.5.13. 生成双通系统(Make Double Pass)

在特定的表面创建第二通路以建立光线通过该光学系统反射回来的传播。



此功能通过在任一表面对系统进行反射，并适当使用拾取求解将所有选定表面之前的表面数据复制以生成双通系统。"在第几面反射"的表面则变成镜面。在该表面之后的所有表面数据都将丢失，使用拾取求解反射和复制此表面之间的所有表面数据以生成双通系统。

请注意，此功能将删除所有求解类型。



Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

设置：

在第几面反射**(Reflect At Surface)** 插入镜面且生成反射系统的表面

详述

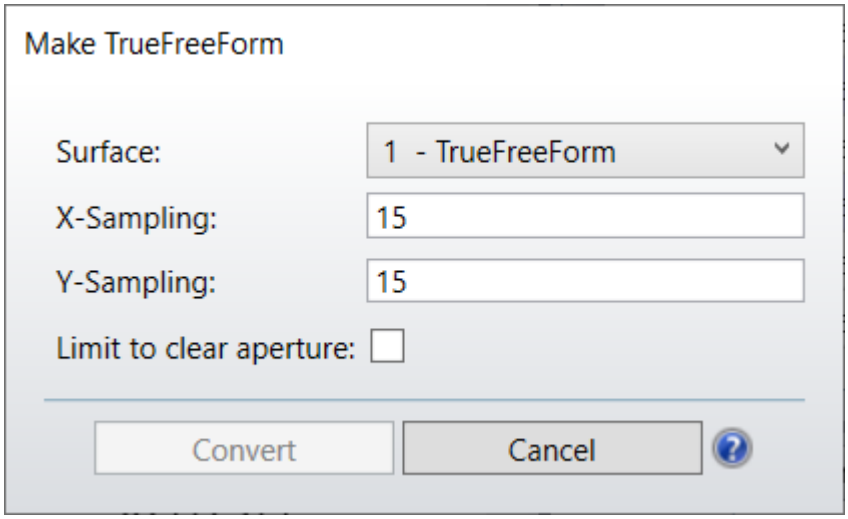
对于包含坐标断点或某些特殊表面类型，如非序列模式元件表面和渐变折射率表面的系统，此功能可能无法正常工作。多重结构内也不支持此功能。

2.3.1.5.14. 生成TrueFreeForm(Make TrueFreeForm)

此功能仅适用于Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版。

将表面转换为TrueFreeForm™。

该工具用于将现有表面转换为TrueFreeForm™表面类型，同时保留位于具有完全参数化支持的表面矢高点网格顶部的所有标准、非球面、多项式、双锥或Zernike项（请见"受支持的表面列表"）。在转换过程中，不具有完全参数化支持的受支持表面将作为矢高点网格进行采样。



设置(Settings)：

表面**(Surface)** 待转换为TrueFreeForm™的表面。

X-采样**(X-Sampling)** 表面X轴上的采样点数。

Y-采样**(Y-Sampling)** 表面Y轴上的采样点数。

限制在净孔径范围内**(Limit to clear aperture)** 如果选中，转换将限制在选定表面的净口径范围内。这对于几何体未定义或几何体不正常且在净孔径范围之外（例如在某些Zernike和非球面表面中）的表面非常有用，因为净孔径边缘处的表面矢高中的硬跳可能会导致不需要的样条曲线伪影。如果未选中，转换将不限于净口径的区域。这对于矢高精确定义到边长等于表面半直径两倍的正方形区域边缘的表面非常有用。

受支持表面列表：

具有完全参数化支持的表面

☒标准面

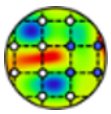
☒双锥X
☒双锥Zernike
☒偶次非球面
☒扩展偶次非球面
☒扩展多项式
☒多项式
☒Zernike Standard矢高

受矢高点网格支持

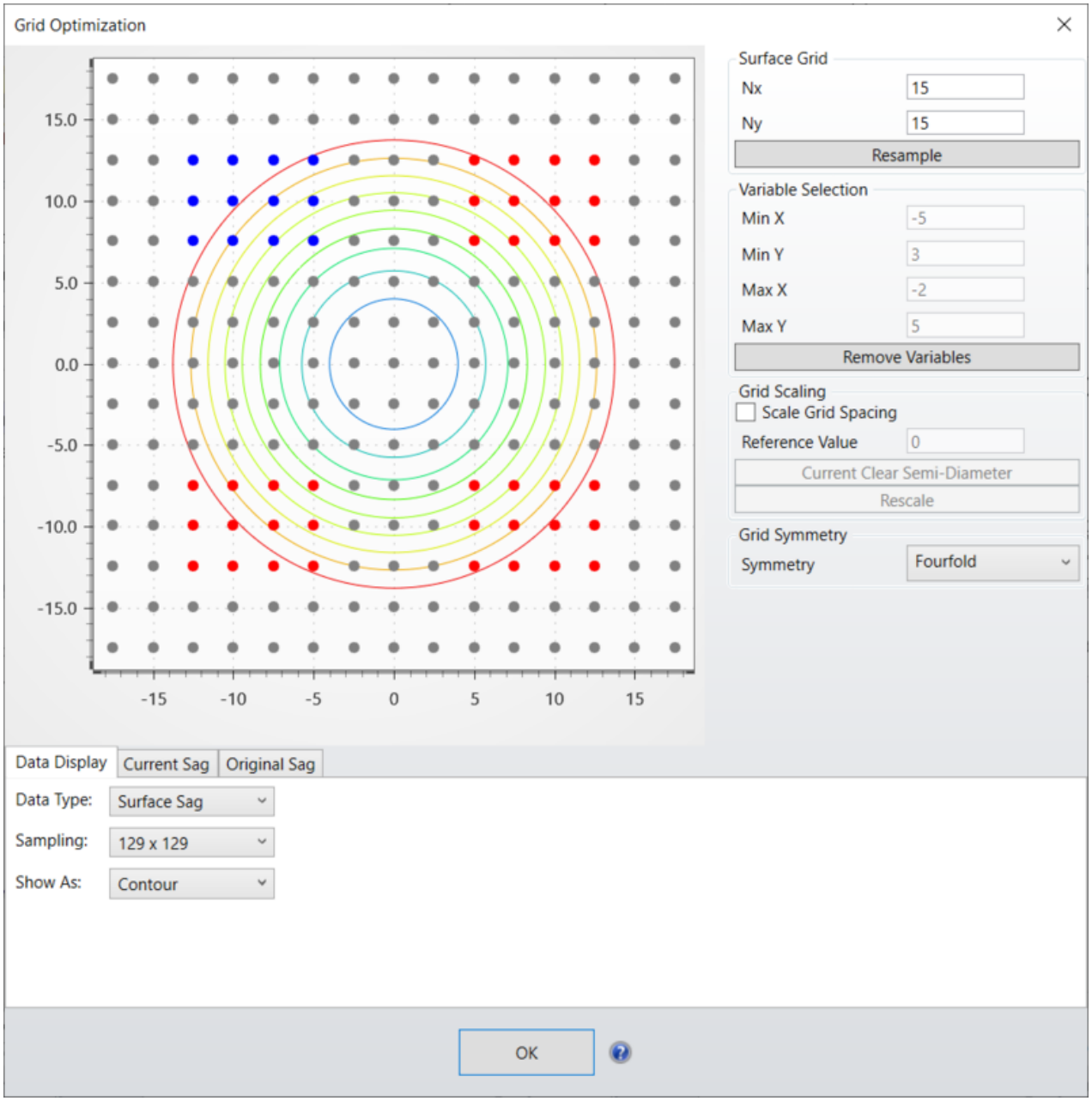
☒切比雪夫多项式
☒共轭
☒三次样条
☒扩展三次样条
☒扩展奇次非球面
☒网格矢高面
☒不规则面
☒奇次非球面
☒奇次余弦
☒周期面
☒Q型非球面
☒径向NURBS
☒超圆锥面
☒倾斜面
☒Toroidal面
☒Toroidal NURBS面
☒Zernike Annular矢高
☒Zernike Fringe矢高

2.3.1.5.15. 网格点选择器(Grid Point Selector)

打开网格点选择器(Grid Point Selector)，为TrueFreeForm™表面选择可变点。



该功能用于显示定义TrueFreeForm™表面的矢高点的网格。网格点选择器工具允许访问和控制TrueFreeForm™矢高网格，无需与矢高数据的外部文本文件交互（尽管仍支持网格矢高数据的数据导入功能）。在显示区域中，矢高点显示为灰点。一旦叠加在该网格上，还可以显示表面矢高数据或光迹数据。该工具还可用于重新采样或缩放矢高网格。



绘图区域**(PlotArea)**：在绘图区域内的物理单元中显示了网格点以及可选的附加数据。如果要从数据网格中选择变量，请单击并将鼠标从左上角拖动到右下角。如果要重置绘图区域中的缩放，请单击并向相反方向拖动鼠标。被选为变量的网格点将用蓝色突出显示，当有新的网格点子集被选为变量时，"变量选择(Variable Selection)"值将会更新。

表面网格：

Nx：X方向上的网格矢高点数。

Ny：Y方向上的网格矢高点数。

重新采样**(Resample)**：使用为Nx和Ny输入的值重新定义采样网格。这会更改矢高网格中点的分辨率或密度。请注意，由于TrueFreeForm使用点之间的插值，因此对网格重新采样可能会导致矢高分布发生微小变化。

变量选择：

最小**X**、最小**Y**、最大**X**、最大**Y(Min X, Min Y, Max X, Max Y)**：报告选定网格点变量子集的角落位置坐标。当用户选择将网格的新子集作为变量时，这些值会自动更新。报告的值为网格点位置（此类值无单位）。

移除变量**(Remove Variables)**：从网格点选择器中移除所有有效变量。

网格缩放(Grid Scaling)：

缩放网格间距**(Scale Grid Spacing)**：随着表面净口径的变化，启用自动网格间距缩放。

参考值**(Reference Value)**：网格间距根据净口径与参考值之比进行缩放。例如，如果净口径为2.2mm，参考值为2mm，网格间距将扩大2.2/2 = 1.1，即+10%。在接受更改之前（按下"重缩放(Rescale）"按钮），绘图区域(Plot Area)中的更改将不可见。该设置适用于TrueFreeForm表面具有浮动孔径且网格需要扩展或收缩以避免净孔径填充不足或过度填充的情况。

当前净口径：使用镜头数据编辑器中TrueFreeForm表面的净口径值填充"参考值"字段。

重缩放**(Rescale)**：应用对网格缩放的更改。

网格对称：

对称**(Symmetry)**：网格对称(Grid Symmetry)是指在优化过程中保持网格点的对称。网格对称包含4个选项。无(None)、左右对称(Left-Right)、上下对称(Up-Down)、四重对称(Fourfold)。选择网格对称后，对称点将显示为红色。

数据显示选项卡(Data Display Tab)：

数据类型**(Data Type)**：确定将哪些数据覆盖到矢高网格图上。默认选项为表面矢高，通过该选项可以显示TrueFreeForm表面的完整矢高分布（包括参数化和基于网格的矢高贡献）。或者，可以显示光迹图。

其它选项**(Other Options)**：如果数据类型选择"无"，则不显示其它选项。其它选项根据所选数据的类型决定如何计算该数据。如需了解有关表面矢高其它设置的更多信息，请参见帮助文件中的"表面矢高(Surface Sag)"一节。如需了解有关光迹图其它设置的更多信息，请参见帮助文件中的"光迹图(Footprint Diagram)"一节。

当前矢高选项卡(Current Sag Tab)：

显示矢高网格中每个数据点的当前矢高值。一旦对可变网格点执行了优化，这些值将与原始值不同。

导出**(Export)**：将当前网格矢高数据以OpticStudio的网格数据格式保存到.DAT文件。如果保存到网格文件目录（默认情况下，.....\Zemax\Objects\Grid Files\），则随后可通过表面属性>导入(Surface Properties > Import)读取该文件。

复制**(Copy)**：将当前选择的数据值复制到剪贴板。

重置当前网格值**(Reset Current Grid Values)**：将整个数据网格重置回原始值（Make TrueFreeForm工具生成的值或已导入网格文件中的值）。在对可变网格执行某些优化后，该选项变为可用。

原始矢高选项卡(Original Sag Tab)：

显示数据网格中的原始矢高值。如果TrueFreeForm矢高网格通过表面属性>导入(Surface Properties > Import)导入，则该选项卡将显示该导入的.dat文件中的矢高值。如果TrueFreeForm网格矢高通过Make TrueFreeForm工具生成，则该选项卡将显示该工具在初始表面转换中生成的值。

导出**(Export)**：将当前网格矢高数据以OpticStudio的网格数据格式保存到.DAT文件。如果保存到网格文件目录（默认情况下，.....\Zemax\Objects\Grid Files\），则随后可通过表面属性>导入(Surface Properties > Import)读取该文件。

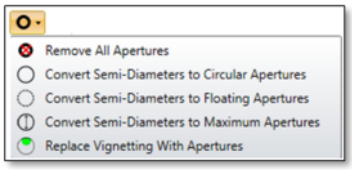
复制**(Copy)**：将当前选择的数据值复制到剪贴板。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.1.5.16. 孔径(Apertures)

在表面设置孔径。

下列工具可以通过孔径工具栏按钮(Aperture Toolbar Button)的下拉菜单访问。



2.3.1.5.16.1. 移除所有表面孔径(Remove All Apertures)

关闭所有表面孔径。此功能将所有表面孔径类型设置为"无"。注意，浮动孔径会自动添加到具有用户自定义净口径或半直径值的光焦度表面上，因此这些孔径不能被删除，有关更多信息，请参阅"半直径(Semi-diameters)"。

2.3.1.5.16.2. 将半直径转换为圆形孔径(Convert Semi-Diameters to Circular Apertures)

通过设置为净口径或半直径值的圆形孔径，将所有无表面孔径的面转换为固定净口径或半直径。同时，也可通过设置为净口径或半直径值的圆形孔径，将在净口径或半直径上支持拾取求解并具有浮动孔径的所有面转换为固定净口径或半直径。

该功能的主要目的是简化对渐晕效应的分析。对于大部分光学设计，在优化过程中最好使用渐晕因子。然而，渐晕因子只是一个近似值。该功能可将所有净口径或半直径转换成表面孔径。渐晕因子随后可能会被删除（该功能不会对此自动执行），并且光瞳可能会被过度填充，以查看光线真正通过系统的位置。

2.3.1.5.16.3. 将半直径转换为浮动孔径(Convert Semi-Diameters to Floating Apertures)

将所有没有表面孔径的表面转换为浮动孔径，其将在净口径或半直径值处渐晕。该功能与"将半直径转换为圆形孔径"非常相似，只不过没有使用固定圆形孔径，而是使用了浮动孔径。浮动孔径将表面的净口径或半直径设置为"自动"模式，并动态调整渐晕孔径，使其与净口径或半直径值匹配。注意，如果净口径或半直径是"固定"的，其将继续保持固定，而且所有的渐晕都将在每个表面指定的净口径或半直径上出现。

2.3.1.5.16.4. 将半直径转换为最大孔径(Convert Semi-Diameters to Maximum Apertures)

为了在所有结构中实现所有光线的无渐晕通过，可将所有没有表面孔径(surface apertures)的表面转换为净口径或半直径(semi-diameters)，并达到最大值。此功能的主要目的是在变焦透镜系统的所有表面上都设置足够大的孔径。请参阅"净口径或半直径求解(Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter Solves)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

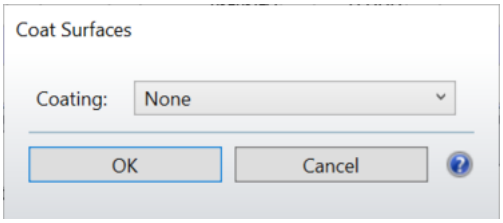
2.3.1.5.16.5. 以表面孔径替代渐晕系数*(Replace Vignetting With Apertures)*

删除所有的渐晕因子并设置表面孔径。此工具与OpticStudio中许多分析功能使用相同的算法，将渐晕因子替换为表面孔径。分析功能必须从定义的视场点之间追迹来自视场点的光线，这是因为渐晕仅对离散的视场点定义。此工具在检查OpticStudio是否正确进行这些转换时很有用，且便于删除渐晕因子。

2.3.1.5.17. 为所有表面添加膜层(Add Coatings To All Surfaces)

将所有指定膜层添加到具有空气-玻璃边界的所有表面。

将所有指定膜层添加到具有空气-玻璃边界的所有表面。如果选择此选项，则此工具会提示输入要应用的膜层名称。可以选择任一定义了的膜层名称或者选择"无(None) "以去除表面已有的膜层。所有定义了从玻璃到空气之间过度的表面都可以应用（或者移除）膜层。因此，此功能主要用于应用抗反射膜层。



设置：

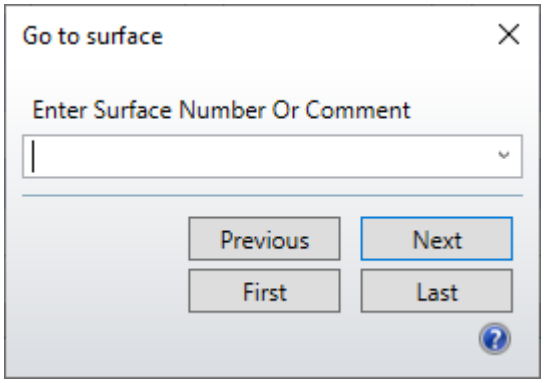
膜层**(Coating)** 选择将要应用到所有空气-玻璃界面的膜层。

2.3.1.5.18. 转到表面(Go to Surface)

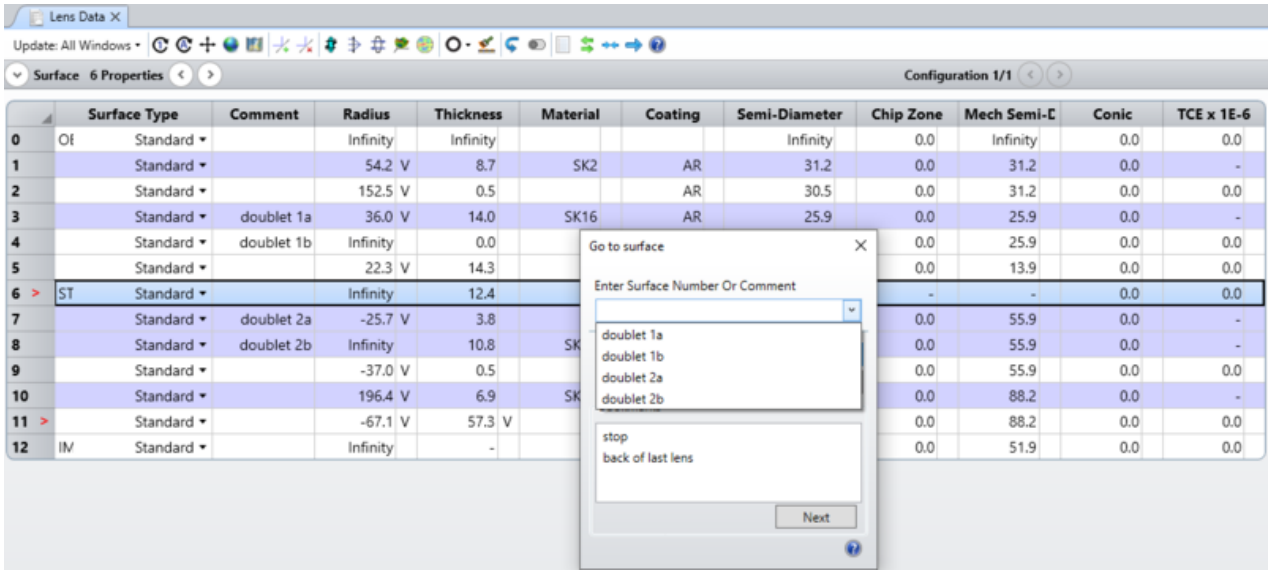
使用该工具可以快速跳转到指定的表面类型、编号、注释或书签。

转到表面类型、编号或注释**(Go to a surface type, number, or comment)**

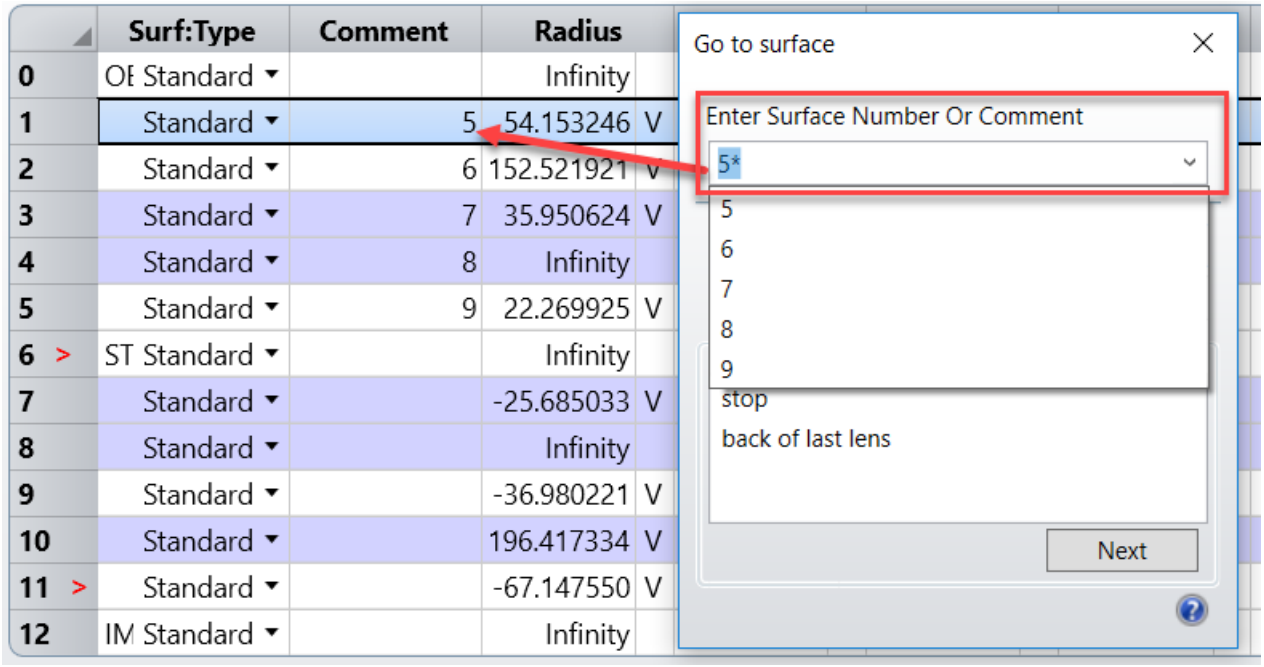
键入全部或部分表面名称、注释或表面编号，然后用上一个、下一个、第一个或最后一个按钮，跳转到编辑器的不同部分：



点击文本框中的向下箭头，展开编辑器中的当前表面注释列表。

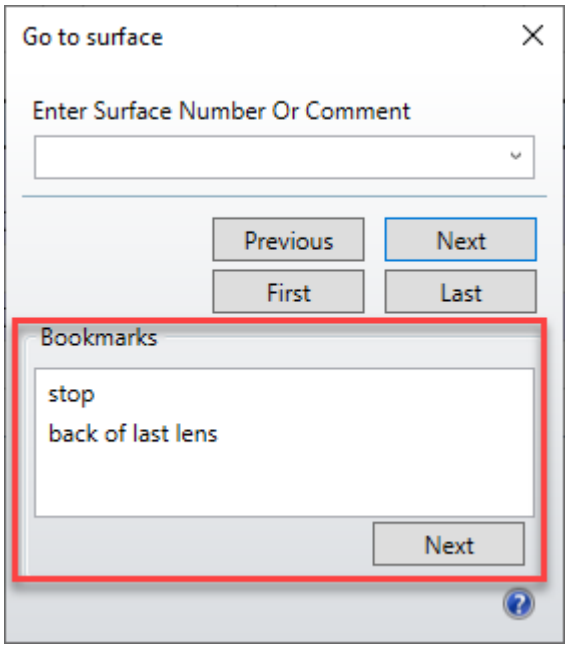


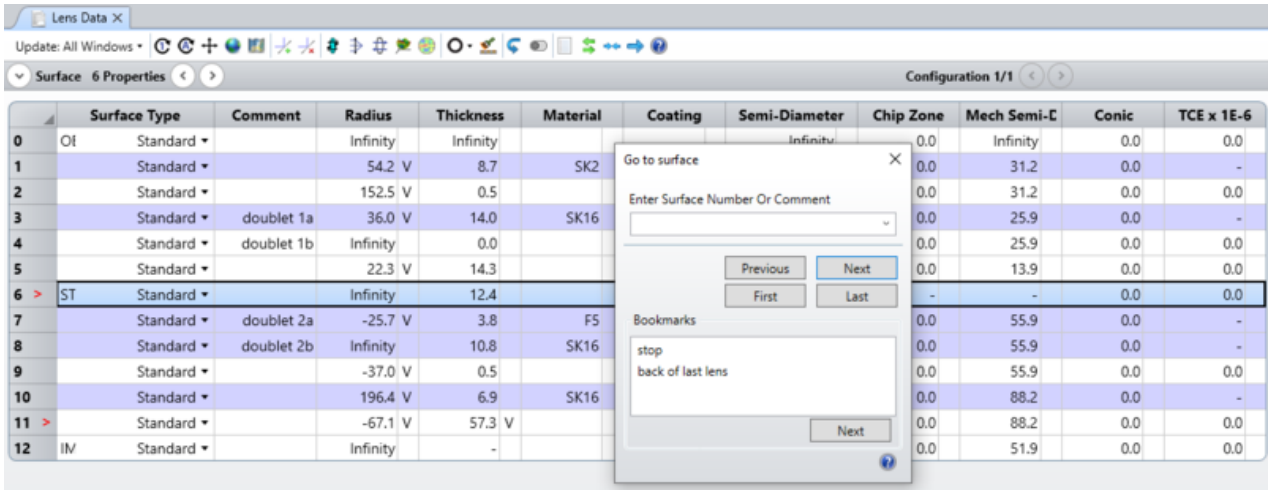
注意：如果搜索的注释只包含数字，则应在对话框中输入后添加*符号。



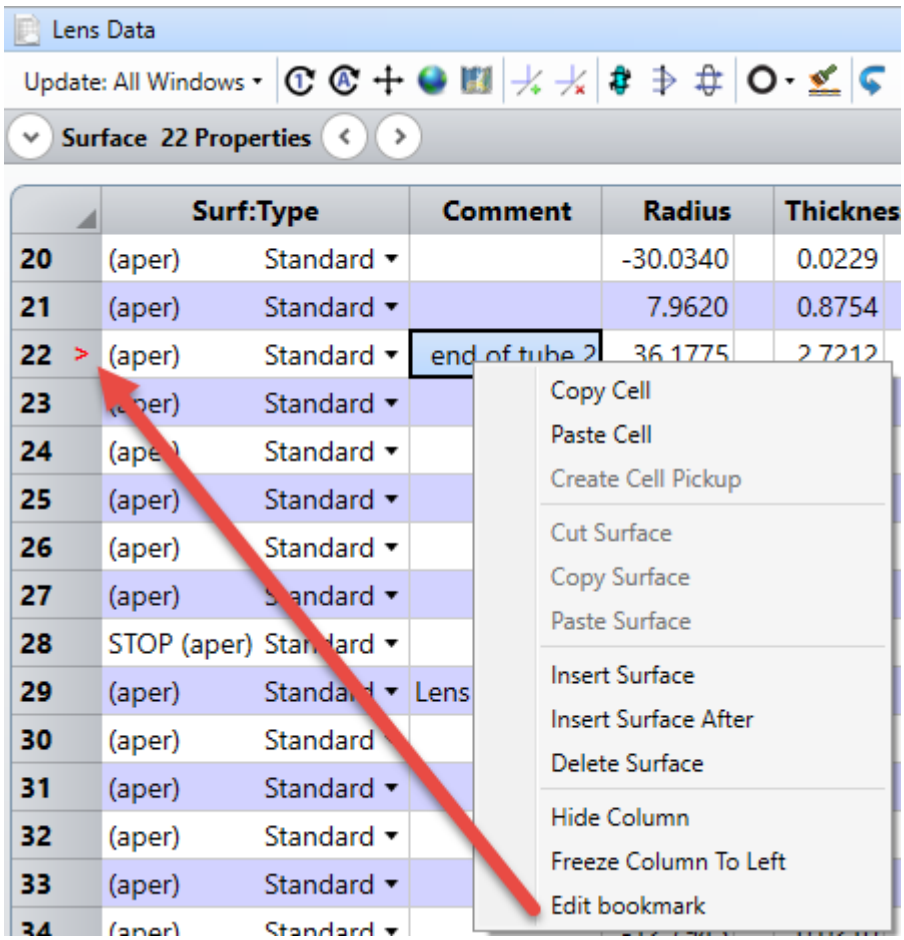
转到表面书签**(Go to a surface bookmark)**

书签是用于在编辑器中快速导航的组织工具。定义的书签列表显示在转到(Go To)对话框中。选择列表中的一个书签，使用"转到"按钮，跳转到编辑器的指定部分：

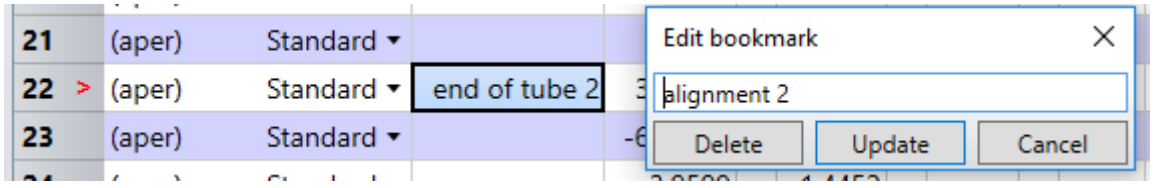




要添加或编辑书签，右键点击编辑器中的一行，然后选择"编辑书签"：



然后使用删除、更新或撤销按钮编辑书签：



2.3.1.5.19. 切换快速视图（镜头数据编辑器工具栏）(Toggle Express View (lens data editor toolbar))

此工具可以打开和关闭快速视图。有关更多信息，请参阅"快速视图(Express View)"部分。

2.3.1.5.20. 默认列序（镜头数据编辑器工具栏）(Reset Column Order (lens data editor toolbar))

将列序重置为默认设置。

2.3.1.5.21. 重置列宽（镜头数据编辑器工具栏）(Reset Column Widths (lens data editor toolbar))

将列宽重置为标准尺寸。

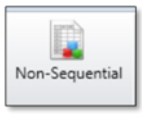
2.3.1.5.22. 自动列宽(Automatic Width)

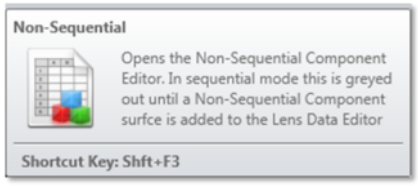
分别设置每列列宽，以便完全显示单元格内容和标题。

2.3.1.5.23. 帮助（镜头数据编辑器工具栏）(Help (lens data editor toolbar))

参考本功能的更多帮助信息。

2.3.2. 非序列模式元件编辑器(Non-sequential Component Editor)

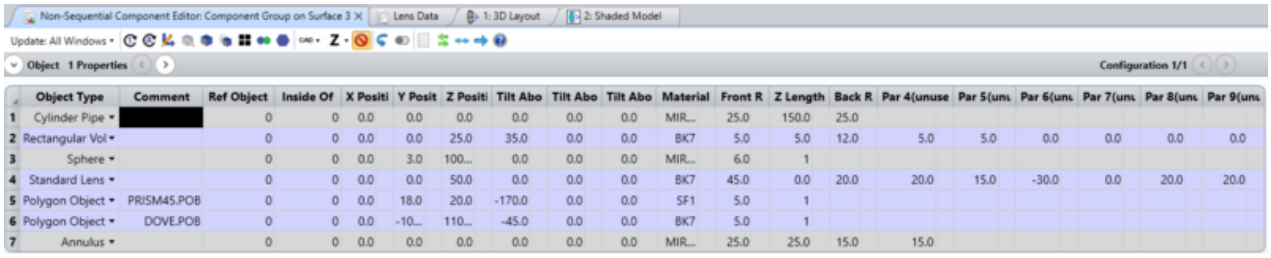




"非序列模式元件(NSC)"编辑器按钮位于设置(Setup)选项卡的编辑器(Editor)部分。

非序列模式元件编辑器与序列模式中的镜头数据编辑器非常相似，但它用于定义3D物体而不是表面。在非序列模式中，非序列模式元件编辑器可用于插入和删除物体，选择物体类型和属性，并设置求解和变量。如需了解有关更改UI模式的更多信息，请参阅程序模式(Program Mode)。非序列模式元件编辑器也可以在序列模式镜头数据编辑器中与非序列模式元件面型一起用于混合模式。

以下截屏取自OpticStudio非序列模式其它样本文件"Demo 1.ZMX"：



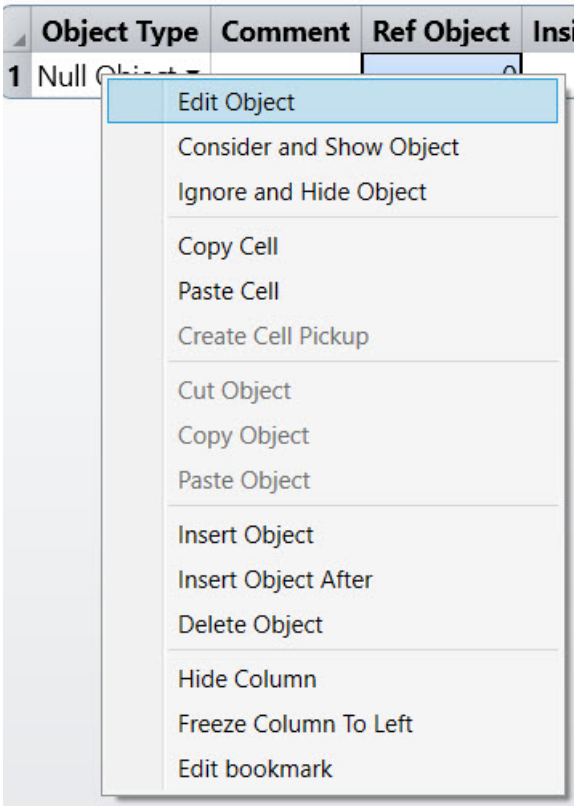
	Object Type	Comment	Ref Object	Inside Of	X Positi	Y Posit	Z Positi	Tilt Abo	Tilt Abo	Tilt Abo	Material	Front R	Z Length	Back R	Par 4(unuse	Par 5(uns	Par 6(uns	Par 7(uns	Par 8(uns	Par 9(uns
1	Cylinder Pipe		0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	MIR...	25.0	150.0	25.0						
2	Rectangular Vol		0	0	0.0	0.0	25.0	35.0	0.0	0.0	BK7	5.0	5.0	12.0	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	Sphere		0	0	0.0	3.0	100...	0.0	0.0	0.0	MIR...	6.0	1							
4	Standard Lens		0	0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.0	0.0	BK7	45.0	0.0	20.0	20.0	15.0	-30.0	0.0	20.0	20.0
5	Polygon Object	PRISM45.POB	0	0	0.0	18.0	20.0	-170.0	0.0	0.0	SF1	5.0	1							
6	Polygon Object	DOVE.POB	0	0	0.0	-10...	110...	-45.0	0.0	0.0	BK7	5.0	1							
7	Annulus		0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	MIR...	25.0	25.0	15.0	15.0					

在非序列模式元件编辑器中通过物体的光线追迹被称为非序列模式光线追迹。对于非序列模式中的非序列模式光线追迹（也被称为不带端口的光线追迹），可以使用非序列模式元件编辑器输入几乎所有需要的系统数据（除波长、玻璃库和膜层以外），而不需要使用镜头数据编辑器。对于混合模式中的非序列模式光线追迹（也被称为带端口的光线追迹），需要同时使用镜头数据编辑器和非序列模式元件编辑器来描述系统。如需了解有关这些非序列模式光线追迹方法的更多信息、以及有关从非序列模式物体的折射和反射、从非序列模式物体的衍射、以及非序列模式中的偏振和薄膜膜层的更多信息，请参阅非序列模式概述(Non-sequential Overview)。

右键单击菜单选项***(Right-Click Menu Options)***：

右键单击选择的单元格或行，将出现一个提供下列选项的菜单：复制单元格(Copy Cell(s))、粘贴单元格(Paste Cell(s))、创建单元格拾取(Create Cell Pickup)、剪切(Cut)、复制(Copy)、粘贴对象(Paste Object)、插入(Insert)、后插入视场(Insert Field After)、删除对象(Delete Object)、隐藏/显示(Hide/Unhide)、向左冻结列(Freeze Column To Left)和编辑书签(Edit Bookmark)。大部分这些操作适用于多选单元格或多选行的情况。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



2.3.2.1. 非序列模式概述(Non-sequential Overview)

以下各部分是OpticStudio非序列模式光线追迹概述。

大多数成像系统可以很好地用序列模式光学表面来描述，即光线严格按照顺序依次从物面到第1面、第2面、第3面等等。每条光线以预定的顺序穿过每个表面，且仅穿过一次。例如，序列模式下，光线追迹绝对不会从第3表面到第9表面，然后再回到第1表面。序列模式简单、数字运算快，在许多重要的光学设计中极为有用。

然而，有时非序列模式光线追迹是必须的。非序列模式是指光线按照实际物理顺序入射到不同物体或表面，而不是按定义的表面顺序进行光线追迹。在非序列模式光线追迹中，光线可能多次入射到同一物体上，也可能完全错过其它物体。光线入射到物体的次序对于每条光线来说各不相同，取决于物体的几何形状以及入射光线的角度和位置。适合进行非序列模式光线追迹的物体主要包括：棱镜、导光管、透镜阵列、反射器和菲涅尔透镜。特定类型的分析，例如杂散光或散射光效应分析，仅在完全非序列模式的环境下完成。

非序列模式光线追迹需要比序列模式光线追迹采用更通用全面的物体定义方法。一系列连续表面并不能充分描述大多数光学元件。例如，透镜不仅包括前后表面，还包括边缘以及为了装配而修平的外缘。当光线遇到这些表面时，会在这些序列模式表面光线追迹代码忽略的附加面上发生反射或折射，从而生成非连续的光路。还比如复杂棱镜，如潜望镜或屋脊棱镜，包含许多表面，光线可能以复杂的顺序通过这些表面，这些顺序取决于入射光线的角度和位置。

为了对这些类型的光学元件进行更为常规和准确的处理，就要用到三维实体模型，而不是二维表面。OpticStudio将这些3D物体称为非序列元件(非序列模式)组。非序列模式组中的光线追迹（也称为非序列模式光线追迹）包括以下功能：

☒定义或放置多个光源、物体和探测器。
☒确定实际的辐射度和光度学单位，包括瓦、流明、勒克斯、phot、footcandles及其它。
☒自动确定光线与物体相交的顺序。

☒自动确定反射、折射及全内反射(TIR)。
☒支持各种3D物体，包括衍射光学物体。
☒可对偏振光进行追迹和对任意的膜层进行分析计算。
☒散射统计模型，包括朗伯、高斯和ABg。
☒自动为效率分析进行光线分束。

如需了解有关设置非序列模式组、定义非序列模式组物体以及通过非序列模式组进行光线追迹的更多信息，请参阅下面的部分。

2.3.2.1.1. 使用非序列模式光线追迹的方法(Methods of Using NSC Ray Tracing)

OpticStudio支持使用两种不同的非序列模式光线追迹方法：

1. 对序列模式光学系统中的某一个非序列模式组进行光线追迹。这是混合模式中的光线追迹，需要入口和出口。
2. 对包括所有相关物体的某一个非序列模式组进行光线追迹。这是非序列模式中的光线追迹，不需要端口。

尽管两个方法中定义和放置非序列模式组的方法是相同的，但是一些细节，例如：怎样发射光线，怎样执行分析，如何确定能量的分布以及哪种方法适用于哪种类型的系统建模，都是有很大不同的。以下分别对带端口和不带端口的非序列模式进行说明。

混合模式中的非序列模式光线追迹（带有入口和出口）概述

此种方式通过一个非序列模式组追迹光线，作为其它序列模式光学系统的一部分。

当复杂物体是其它序列模式光线系统的一部分时，混合模式中的非序列模式光线追迹通常是最好的方法。此系统的一个例子是，光源光线以序列光路通过一个或几个传统的透镜之后，以非序列光路通过一个棱镜或导光管并照射到像面上。

此非序列模式光线追迹方法在光线进入或出射非序列模式组时需要使用端口。在下文关于如何在混合模式中使用非序列模式光线追迹的部分详细描述了端口。当使用端口时，光线从物面上已定义的视场位置出射，这些光线忽略NSC组中的光源和探测器物体。光线必须通过出口离开非序列模式组，然后继续通过序列模式光学系统中剩下的物体。

当使用分析功能如光扇图、点列图以及MTF时，只考虑通过端口进入和出射非序列模式组的光线。OpticStudio中所有常见的序列模式光学系统的数据，如视场位置及光瞳尺寸，决定了进入非序列模式组的光线的属性。所有常规的OpticStudio分析，如光扇图和点列图仍可以进行（尽管取决于非序列模式系统的属性，这些数据可能无意义）。

非序列模式（没有端口）中的非序列模式光线追迹概述

此种方式通过一个包含所有相关物体的非序列模式组进行光线追迹。

有些系统根本没有序列光路或部分，例如车前灯反射器、复杂导光管或常规照明系统。有时在对名义上的序列模式光学系统（如照相机镜头或望远镜）进行鬼像、杂散光以及散射光属性分析时，要把整个系统置于非序列模式组中，并要对整个模型进行非序列模式光线追迹。对于这类系统或分析，选用非序列模式中的非序列模式光线追迹会更好一些，它不需要混合模式中使用的端口。

此方法要求使用非序列模式光源发射光线。当不使用端口时，光线只从定义的非序列模式光源发射，并且这些光线将考虑非序列模式组中的探测器物体。

由于从NSC组中光源发射的光线不能通过出口离开，唯一可用的分析是用探测器物体测得的光线分布及能量。

虽然定义和放置无端口和有端口非序列模式组的方法是相同的，但是一些细节，例如：怎样发射光线，怎样执行分析，如何确定能量的分布以及哪种方法适用于哪种类型的系统建模，都会有很大的不同之处。以下分别对带端口和不带端口的非序列模式进行说明。

近轴数据和非序列模式光线追迹

在非序列模式光线追迹中没有近轴模式。当近轴光线追迹到非序列模式组件表面时，则以等效的实际光线代替其追迹。对于非序列模式系统来说，几乎所有的近轴数据如焦距及F/#都是无意义的。一些非序列模式系统在实际光线接近光轴时运行得如同光线为理想近轴光线一样好。然而，带有遮阑或物体仅有部分在光路中的非序列模式系统将无法正确预测任何近轴数据，因此对于这些系统来说，近轴数据应当被视为无意义。

在混合模式中定义非序列模式光源

3D视图和实体模型分析功能都能够同时显示来自序列模式入口的两条光线以及非序列模式元件编辑器中定义的任何光源。从入口进入的光线不与任何非序列模式探测器相互作用；从非序列模式光源发射的光线不会与入口、出口或非序列模式组之外定义的任何光学系统相互作用。

有时在同一个图上显示来自入口的序列模式光线（由系统选项中的系统孔径、波长和视场定义）和非序列模式光线（由非序列模式元件编辑器中的光源定义）是有用的，尤其是在杂散光分析中放置挡板时。但是，您也可以在非序列模式元件编辑器中将光源的布局光线数设置为零。因此，在3D视图和实体模型分析中将仅绘制序列模式光线。或者，还有一个非序列模式3D视图功能，它只显示在单个非序列模式组中定义的物体和光线。

2.3.2.1.2. 混合模式（带有入口和出口）中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in mixed mode (with entry and exit ports))

对于一组使用端口的非序列模式物体，完成光线追迹需要以下基本步骤：

1）在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中插入一个非序列模式组件表面，作为非序列模式组的入口。

2）非序列模式组件表面参数可用来定义非序列模式组的出口位置。

3）在与非序列模式组件表面关联的非序列模式组件编辑器中定义非序列模式组中的物体。

4）OpticStudio按顺序地追迹光线到入口，然后在非序列模式组内部进行非序列模式光线追迹，直到光线到达出口。

5）通过入口进入非序列模式组的光线不能分裂。请注意，在非序列模式下，需要光线分裂来追迹寻常和非寻常光线，以实现双折射。如果在非序列模式组中定义双折射材料，则无论双折射物体上的模式设置如何，光线将始终遵循普通路径。

非序列模式组件表面具有决定光线在何处射出非序列模式组的参数，如下所述。

入口

与平面、球面或圆锥非球面类似，非序列模式组件表面的位置通常也是在镜头数据编辑器中由其前一个表面来确定的。表面形状可以是超半球表面，从而允许接受4 π 立体角范围的光线。非序列模式组件表面是进入一组物体之后进行非序列模式光线追迹的入口。入口决定了光线进入非序列模式组的方式。任何物体都不要放置在接触或靠近入口的位置。如果物体接触或靠近入口，请考虑使用反向传播距离。

出口

在定义非序列模式组件表面时，需要使用9个参数：

绘制端口如果为0，表示不绘制端口；如果为1，表示绘制入口；如果为2，表示绘制出口；如果为3，表示同时绘制入口和出口。

出口**X(Exit Location X)** 相对于入口的出口x位置。

出口**Y(Exit Location Y)** 相对于入口的出口y位置。

出口**Z(Exit Location Z)** 相对于入口的出口z位置。

出口**X-**倾斜**(Exit Tilt About X)** 出口关于局部X轴的旋转。

出口**Y-**倾斜**(Exit Tilt About Y)** 出口关于局部Y轴的旋转。

出口**Z-**倾斜**(Exit Tilt About Z)** 出口关于局部Z轴的旋转。

顺序**(Order)** 如果顺序标记为0，则上述位置和倾斜按下列顺序完成：x偏心、y偏心、z偏心、绕全局z轴旋转、绕全局y轴旋转、绕全局x轴旋转。如果标记为非零值，则顺序相反。这与序列模式坐标断点表面使用顺序标志等于零时所遵循的约定相同。

逆向光线**(Reverse Rays)** 如果标记为0，则OpticStudio假设非序列模式组的作用与折射镜头相似。如果此标记为1，则OpticStudio假设非序列模式组的作用与反射镜类似。例如，如果光线进入非序列模式组，以相对于局部z轴的正方向追迹，并离开出口后仍以相对于局部z轴的正方向继续传播，则标记为0。如果光线与入射方向相反，则逆向光线标记应为1。

反向传播距离**(Back Propagation Distance)** 如果该距离大于零，则光线在进入非序列模式组件之前反向传播。反向传播距离的正值表示沿实际光线路径的相反方向传播。只允许正输入。

当使用原生布尔物体在混合模式下工作时，该距离可能很有用。请参阅原生布尔(Boolean Native)。

出口直径**(Exit Port Diameter)** 该参数以镜头单位表示。圆形出口的直径是由非序列模式组件表面之后表面的净口径或半直径 来定义的。注意，如果需要其它形状的孔径，可以在输出表面上设置任何其它孔径。

这些参数定义了相对于入口的出口的位置和尺寸。如果出口和入口的位置恰好重合，光线则直接射出非序列模式组，而不经过任何物体。这意味着出口位置z坐标不能为零。

非序列模式组件表面的玻璃栏也可用于定义非序列模式物体所在位置的"背景(background)"和介质的折射率。位于非序列模式组件表面后的表面与在坐标系中进行偏心和倾斜定向调整后的标准面一样。

注意，出口的位置与非序列模式组件表面后的表面位置相同，并且其在三维空间的位置由非序列模式组件表面的参数决定。不使用非序列模式组件表面的厚度，只使用位置和倾斜参数值。出口不应该放置在与入口相同的位置，或在其胶合距离内（参见"用镜头单位表示的胶合距离(Glue Distance In Lens Units)"）；否则入射非序列模式组的光线将迅速到达出口，且不与组内的任何物体相交。任何物体都不要放置在接触或靠近出口的位置。

光线追迹

捕捉光线输入*(Getting Rays In)*

一束光线从物面出发，以常规序列方式经过镜头，追迹到非序列模式组件表面。然后，光线进入与该面相关联的非序列模式组，并且开始进行非序列模式光线追迹。

当光线进入非序列模式组后，光线可能发生三种情况：

1）光线到达出口。

2）光线不到达任何物体。

3）光线到达组内的某一物体。

如果光线到达出口，则计算在出口处的光线坐标和方向余弦，然后，光线再次以序列方式通过其余的透镜表面。

如果光线没有到达任何物体，则光线追迹终止，且光线追迹功能在下一表面返回"光线丢失(ray missed)"报错信息（因为光线根本没有到达出口，出口往往是序列模式光线追迹部分的下一个表面）。

如果光线到达非序列模式组内的物体，则光线将反射、折射或全内反射(TIR)，或者被吸收，这取决于光线所到达物体的属性。通过入口进入非序列模式组的光线不能分裂。如果光线被吸收，则光线追迹终止并返回一个光线丢失的错误信息；否则，将会计算新光线坐标及方向余弦，并重复此过程，直到满足下列条件之一：

1）光线到达出口。

2）光线没有到达任何物体。

3）光线被吸收。

4）光线与物体相交的次数超过了所允许的最大数量（参阅"每条光线的最大交点数(Maximum Intersections Per Ray)"）。

第1、2和3种情形的处理方法如上所述。对于第4种情形，即使在技术层面上仍可追迹光线，但是为了防止光线无限循环地出现，应终止追迹，此时光线追迹返回光线丢失的错误。

捕捉光线输出*(Getting Rays Out)*

当光线到达出口时，将计算光线在出口坐标系的坐标和方向余弦，然后以序列追迹方式通过其余表面。如果后一表面是另一个非序列模式组件表面，则对于该组中所定义的物体，将重复上面的光线追迹过程。注意，非序列模式组中的光线不会"看见"另一个组中定义的物体，即使两个非序列模式组件在物理空间共享同一位置；并且，该光线也不会"看见"当前非序列模式组之外的其它表面。

2.3.2.1.3. 非序列模式（没有端口）中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in non-sequential mode (without ports))

对于一组无端口的非序列模式中的非序列模式物体，光线追迹需要执行下列基本步骤：

1. 在设置选项卡(Setup Tab)中将程序模式更改为非序列模式用户界面(Non-sequential UI Mode)。详细信息参见"非序列模式(Non-sequential Mode)"。
2. 在非序列模式元件编辑器(Non-Sequential Components editor)中插入光源、物体和探测器。

在非序列模式中没有入口和出口，而且不使用镜头数据编辑器。非序列模式元件编辑器包含定义系统所需的几乎所有信息，但系统选项(System Explorer)中定义了一些信息：

☒光线追迹所使用的波长（在系统选项的波长(Wavelengths)部分）
☒所用的玻璃库（在系统选项的材料库(Material Catalogs)部分）
☒使用的膜层文件（在系统选项的文件(Files)部分）

定义光源光线

为了追迹进入非序列模式组的光线，需要将一个或多个光源物体添加到非序列模式元件编辑器。OpticStudio支持点光源、矩形光源、椭圆光源、用户自定义光源和其它光源模型。每个光源物体都需要定义以下参数：

输出光线条数**(#Layout Rays)** 确定当创建视图时，有多少随机光线从光源发出。

分析光线条数**(#Analysis Rays)** 确定当执行分析时，有多少随机光线从光源发出。

光焦度（单位）**(Power (units))** 光焦度是光源在所定义的范围内的总光焦度。光焦度单位由系统光源单位确定。如需了解有关光源单位的详细信息，请参阅"单位(Units)"。

波数**(Wavenumber)** 波数用在对随机光线的追迹中。0表示多波长，此时系统根据波长数据对话框中定义的权重来随机选取光线波长。

注意，多个光源可以通过定义不同的光焦度和波数叠加，来创建正确的多波长光源。光源可以毫无限制地放置在任何位置（甚至在物体内部）。光线一旦发出，便开始非序列模式光线追迹。

当光线进入非序列模式组内部后，光线可能会发生以下两种情形：

1. 光线不到达任何物体。如果光线不到达任何物体，则该光线追迹终止。
2. 光线到达非序列模式组内的某个物体。如果光线到达物体，则光线发生反射、折射、全内反射(TIR)、散射、分束、衍射或被吸收，或者是其中几项的组合，这取决于所遇到物体的属性。

探测光线*(*

当光线到达探测器物体时，光线所入射的像素点也就确定了，并且总的像素能量随光线能量而增加。探测器可能具有吸收、反射、透射或者折射特性。

重复进行此过程，直到满足下列情形之一：

1. 光线没有到达物体。
2. 光线被吸收。
3. 光线与物体相交的次数超过了允许的最大数量。
4. 光线总的段数超过了系统允许的最大值。
5. 光线的相对或绝对能量低于最小阈值。

在系统选项的"非序列模式(Non-Sequential)"部分中定义了有关物体数量、光线段数和光线能量的限制。第1和2种情形的处理方法如之前所述。对于情形3、4和5，即使在技术层面上仍可追迹光线，但为了防止光线的无限循环，需终止追迹。可以通过探测器(Detectors)、光线追迹/探测器控件(Ray Trace/Detector Control)发射光线，以及重置探测器。

发射用于分析的光线

可以通过探测器(Detectors)、光线追迹/探测器控件(Ray Trace/Detector Control)发射光线，以及重置探测器。

2.3.2.1.4. 放置物体(Object Placement)

非序列模式元件编辑器(NSC Editor)支持规范放置物体。 在非序列模式元件组件中放置物体的规约和限制至关重要。物体可以放置在三维空间的任何位置，并且可以相对于任何其它物体位置进行放置，还可以将整个物体放置在其它物体内部，或与其它物体相邻。

有关不同物体类型的更多信息，请参阅非序列模式物体(Non-Sequential Objects)、非序列模式光源(Non-Sequentail Sources)和非序列模式探测器(Non-Sequential Detectors)部分。

坐标系

每个物体的位置由6个参数定义：x、y、z坐标，以及物体关于x轴、y轴和z轴的旋转。OpticStudio首先在x、y、z轴上偏心（由于偏心正交，因此前后次序对其没有影响），然后OpticStudio沿局部x轴旋转（这样使y轴和z轴旋转至新的方向），然后沿新的y轴旋转（这样使x轴和z轴发生旋转），最后沿新的z轴旋转。这与顺序标记为0的坐标断点面规约一致。从物体局部坐标向全局坐标的转换可以用下面的方程式来表示：

$$\begin{bmatrix} x_g \\ y_g \\ z_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{bmatrix}$$

，

其中下标g表示全局坐标，o为偏移量，l为物体局部坐标。矩阵R为旋转矩阵，它联系着局部与全局坐标的定位。这些方程式可以简洁的表示为G = O + RL，其中G为全局坐标矢量，O为偏移矢量，R为旋转矩阵，L为局部坐标矢量。有关旋转矩阵的更多信息，请参阅"全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)"，也可以逆转旋转顺序，请参阅"物体属性(Object Properties)"的"类型部分(Type section)"下的"使用全局XYZ旋转顺序(Use Global XYZ Rotation Order)"。

参考物体

通常，一个物体的位置和旋转以另一个物体作为参考是非常有用的。尤其当物体放置在某个物体组中，然后偏心或倾斜整个物体组时非常有用。

坐标所参考的物体称为"参考物体(reference object)"。默认的参考物体是物体0，即非序列模式组件表面的顶点。如果指定参考物体为编号大于零的正数，则物体的坐标以指定物体的位置和旋转作为参考。这是"绝对(absolute)"参考物体。

如果参考物体的编号是负数，则参考物体将通过当前物体编号加到负的参考物体编号上确定。这是"相对(relative)"参考物体。例如，如果物体8的参考物体是-3，则参考物体为5，因为8 - 3 = 5。相对参考物体在复制和粘贴物体组时非常有用。如果组中的所有物体都是相对于组内第一个物体的相对参考，这是最容易的。

当使用参考物体时，旋转和偏移矩阵将变成：

G' = O' + R'G

G' = O' + R'[O + RL]

G' = [O' + R'O] + [R'R]L

系统支持任意数量的坐标参考嵌套，所以物体9可以放在物体5的坐标系中，且物体5放在物体3的坐标系中。唯一的限制是在物体列表中，参考物体必须位于参考它的物体的前面。要修改参考物体，不需要手动重新计算物体的坐标和角度，请参阅"修改参考物体(Modify Reference Objects)"。

放置在内部、相邻、叠加

在"将光源放置在物体内部(Placing sources inside objects)"部分介绍了将光源放置在其它物体内部，以及使用"内部(Inside Of)"列的绝对值和相对值。

通过将某个物体放置到另一个物体内部、与其相邻或与其重叠，从而形成更复杂的物体。这种复杂物体的光线追迹属性取决于各个物体的位置和类型，以及他们之间是否接触或重叠。此处所说的接触是指在三维空间中一个物体的边界表面上的一个或多个点在三维空间的位置与另一个物体边界表面上的点相同。镜面物体可以随意放置，甚至可以与其它物体部分接触或完全置于其它物体内部，而不受任何限制。光线通常经过镜面反射后，再返回到光线先前所经过的任何介质。

用镜头单位表示的胶合距离

当两个非序列模式物体接触时，例如一个透镜与一个棱镜的某个表面接触，数值舍入误差将会使光线追迹算法探测到两个物体之间有微小距离。当物体在三维空间中旋转并且由于在电子表格编辑器中输入了有限数位的数值使得彼此靠的很近时，此种情况也会发生。

胶合距离是物体之间可视为相互接触的距离。重要的是如果物体间距与胶合距离太接近，物体就不会被视为分开。如果有意要将两个物体接触，则物体之间的最大间隔必须比胶合距离小很多倍。如果有意要将物体分开，则物体之间的间隔要比胶合距离大很多倍。物体之间的间隔接近于胶合距离时，会产生不一致的光线追迹或者几何错误。这需要通过调整物体间隔或者胶合距离来避免。

胶合距离也决定了光线追迹的最小传播长度。如果光线与物体的交点与前一个交点的距离小于胶合距离，则忽略这一交点。

胶合距离也用于与一般曲面相关的光线追迹的公差。OpticStudio将会进行迭代，直到光线与表面截距解的误差小于胶合距离的五分之一。

大部分情况下，不需要对胶合距离进行调整。胶合距离不得小于1.0E-10且不能大于1.0E-03。

嵌套物体限制

最大嵌套物体数限制可以通过用户自定义。此选项定义了物体之间相互内置的上限数。例如，如果可嵌套物体最大数为3，则表示物体3可以放置于物体2内部，且物体2同时置于物体1内部。可存在任意数量的物体组，每组嵌套3层物体。这个上限适用于任何物体集合中的总嵌套，但是在非序列模式组中可能有任意多组这样的集合。嵌套物体的最大数在"系统选项(System Explorer)"的"非序列模式部分(Non-Sequential section)"中设置。尽管最小设置为4，但是不要将嵌套物体设置的比系统模拟所需数量大，会占用很多内存。

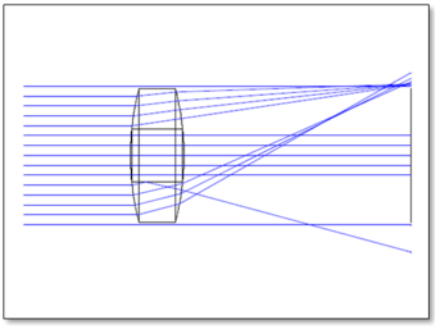
嵌套物体

由于OpticStudio必须记录光线所经过材料的折射率，所以折射材料的物体就更为复杂。简单的规则是：如果光线在空间内同一点入射多个物体，非序列模式元件编辑器列表中的最后一个物体决定该点所在的表面或材料属性。

如果光线在空间内同一点入射多个物体，非序列模式元件编辑器列表中的最后一个物体决定该点所在的表面或材料属性。

例如，如果一个衍射光栅透镜定义为物体1，而另一个由玻璃或空气制成具有相同厚度或半径的非衍射光栅透镜的物体2,置于物体1中；则入射物体1和物体2所在区域的光线就会表现为只入射物体2。

这就允许定义带有"孔(holes)"的物体或其它复合型物体。物体之间可以有一个或者多个的相交面、嵌套或者不嵌套、或部分重叠，以创建各种复合实体形状。



嵌套面

上面所定义的嵌套规则适用于折射或反射材料组成的实体。当有多个表面在空间中同一点存在时，一些特定的面也会产生"嵌套(nested)"。表面嵌套的规则与实体嵌套规则相似，但是表面不能折射。

实体嵌套的规则同样适用于实体表面嵌套：如果光线在空间中同一点入射多个物体，则非序列模式元件编辑器列表的最后一个物体将决定该点所在表面或材料的属性。

如果光线在空间中同一点入射多个物体，则非序列模式元件编辑器列表的最后一个物体将决定该点所在表面或材料的属性。

对于表面而言，当在光线交点处有多个表面时，需要考虑以下规则：

1. 列表中的最后一个表面决定表面的属性。
2. 如果列表中最后一个表面为镜面，则光线将反射。
3. 如果列表中最后一个表面为吸收面，则光线将被吸收。
4. 如果列表中最后一个表面既不是镜面也不是吸收面，则光线将忽略该表面。
5. 表面物体不能与立体物体具有共同的边界，除非该表面物体是反射型或吸收型，或者除非立体物体位于表面物体后面。在这种情况下，立体物体定义了共同边界的属性。
6. 仅标准表面物体可以有共同的边界，在将来的版本中，可能会加入支持其它表面类型的表面物体嵌套功能。

2.3.2.1.5. 从非序列模式物体折射和反射(Refraction and Reflection From NSC Objects)

所有的非序列模式物体允许在非序列模式元件编辑器(NSC Editor)中指定物体的材料（渐变折射率介质材料需单独定义，参阅"定义用于非序列模式光线追迹的渐变折射率介质(Defining GRIN media for non-sequential ray tracing)"）。物体的反射、折射和吸收属性取决于物体类型（无论是表面物体或立体物体）以及指定材料的名称。材料名称可以是空白、"MIRROR"、"ABSORB"，玻璃名称，表格玻璃名称，MIL数，或者模型玻璃。

没有定义材料**(No Material Defined)**

空白材料被认为其代表的折射率为1，它可能是也可能不是非序列模式空间的背景折射率（在镜头数据编辑器中通过NSC表面的折射率设置）。

MIRROR或**ABSORB(MIRROR or ABSORB)**

MIRROR类型材料表明物体反射所有入射光线。ABSORB类型材料表明物体吸收所有的入射光线。请注意，即使对非序列模式物体的表面应用反射膜层，ABSORB材料也会吸收所有入射光线。

如果一个表面或物体的材料类型是MIRROR，并且没有指定膜层，则表面被认为涂有一层厚的铝膜，其折射率为0.7 - 7.0i。铝膜被定义为足够厚且没有光线可以通过膜层传播。这意味着该未涂覆膜层的镜面的反射率小于1，但反射率的准确值将取决于光线的偏振。

按玻璃名称定义材料**(Material defined by a glass name)**

在玻璃库中定义均匀介质玻璃。有关更多信息，请参阅"指定要使用的玻璃库(Specifying which glass catalogs to use)"。

按表格玻璃定义材料**(Material defined by a table glass)**

要定义一个表格玻璃，请参阅"使用表格玻璃(Using table glasses)"。

按**MIL**数定义玻璃**(Material defined by MIL number)**

一个6位的MIL数，例如517642，可以用来定义一个近似的材料玻璃。有关MIL数玻璃的更多信息，请参阅"使用MIL数玻璃(Using MIL number glasses)"。

按玻璃模型定义材料**(Material defined by a glass model)**

玻璃模型使用3个独立项来定义一个典型的色散曲线。模型玻璃比MIL数玻璃更加灵活，但是不如实际的测量数据好。更多信息请参阅"使用模型玻璃(Using model glasses)"。

按材料定义物体属性**(Object properties by material)**

下表描述了物体的属性。

物体类型	材料为空或玻璃	材料为"MIRROR"	材料为"ABSORB"
立体	所有面均为折射面。	所有面均为反射面。	所有面均为吸收面。
表面	忽略物体。		
多边形物体（立体）	如果POB文件的某个面已标记为反射或吸收，则此面保持反射面或吸收面。折射面保持折射。	如果POB文件的某个面已标记为吸收，则此面保持为吸收面。所有其它面变为反射面。	如果POB文件的某个面已标记为反射，则此面保持为反射面。所有其它面变为吸收面。
多边形物体（表面）	忽略物体。	如果POB文件的某个面已标记为吸收，则此面保持为吸收面。所有其它面变为反射面。	如果POB文件的某个面已标记为反射，则此面保持为反射面。所有其它面变为吸收面。

反射型物体通常是面型物体，而不是体型物体。空的导光管也可以用一组平面反射器来建模。有些反射器封闭成一个体，其内部将看不见光线。例如，包括所有表面在均设置为反射的矩形以及球形立体。任何材料为"MIRROR"的物体均为反射。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

折射物体通常必须是一个封闭体。立体折射器包括透镜、棱镜、实体导光管。吸收物体可以是材料名称设置为"ABSORB"的面型物体或体型物体。多边形物体可以由面元组成，并且单个面元可以是折射面、反射面或吸收面。

2.3.2.1.6. 偏振和薄膜膜层(Polarization and Thin Film Coatings)

无论是考虑光线的偏振效应或者是忽略偏振，均可以对非序列模式下的元件进行光线追迹。光线的初始偏振态由光源属性决定，请参阅"物体属性(Object Properties)"的"光源(Sources)"部分。如果使用偏振光线追迹，将会在所有表面考虑光能的透射、反射和吸收，还会考虑体吸收情况。薄膜膜层会严重影响光学表面的透射和反射属性。表面最初没有膜层，但表面或表面组之后可能使用膜层。

接触表面的膜层

如果两个表面接触，例如放置两个45-45-90棱柱，以使一个棱柱的一个面与另一个棱柱接触，则可以在接触表面"之间"应用膜层。

为此，可使用上文中"放置物体"一节中介绍的相同约定来完成。规则是：非序列模式元件编辑器中列出的最后一个物体的接触表面的属性决定两个物体之间的接触面的属性。

例如，在经过排列构成的分光镜的两个棱柱间的接触面上放置金属膜层时，列出的第一个棱柱体的接触面应为"无膜层"，而列出的第二个棱柱体的接触面应该加上相应的薄膜膜层。这样无论光线从哪一侧入射到该接触表面，所应用的膜层都将是正确的膜层，并且可以准确计算光线透过率和/或反射率。注意，作为POB物体建模的棱柱的不同表面可以应用不同的膜层，因此某些表面可能使用减反膜层，而某些表面使用反射膜层。

2.3.2.1.7. 散射（非序列模式概述）(Scattering (non-sequential overview))

在任何光线与表面相交处均可能发生散射。散射属性的定义是针对物体上的每一面的。一个面是物体上一个或多个表面的集合，且该表面应用相同的光学属性。例如，对于单透镜，有3种面：前面、后面和其余所有面（包括边缘和边缘周围的方形面）。默认的散射模型是"无散射(No scattering)"，这意味着不发生散射。得到的光线为非散射或"镜面反射"光线（即使表面实际并非反射性）。

以下各部分描述的设置位于非序列模式物体属性(NSC Object Properties)的膜层/散射(Coat/Scatter)和散射路径(Scatter To)部分。

2.3.2.1.7.1. 散射分数和散射光线数(Fraction to Scatter and Number of Scatter Rays)

如果选择除了"无散射(No Scattering)"、"ABg"、"ABg文件"以外的散射模型，则必须定义"散射分数(Fraction to Scatter)"。此分数必须介于0.0（无光线散射）和1.0（每一条光线均散射）之间。对于ABg和ABg文件散射模型，由ABg参数确定散射分数，请参阅"定义ABg数据(Defining ABg data)"。

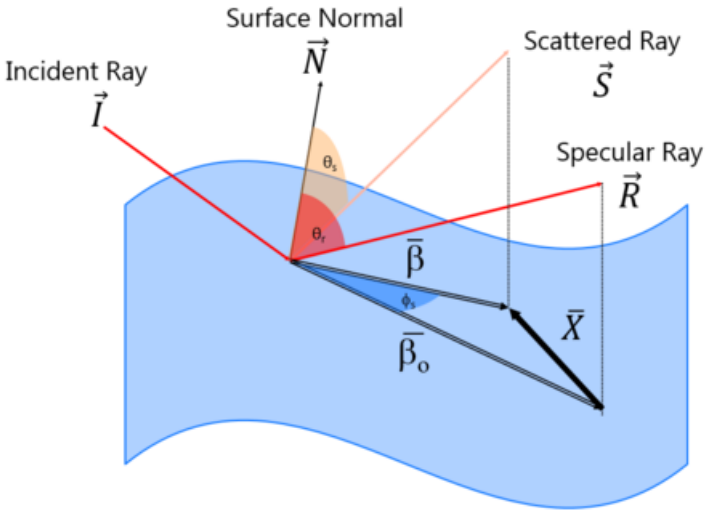
如果关闭光线分裂，是否发生散射是由产生0.0和1.0之间的单个随机数来确定。如果此随机数大于散射分数，则此光线不发生散射，反之，则发生散射。例如，如果散射分数为1.0，则光线始终是散射的。如果散射分数为0.0，则光线决不发生散射。如果散射分数为0.25，则平均四分之一的光线将发生散射。所有光线的能量都沿着随机产生的散射路径传播。如果关闭光线分裂，则不会影响散射光线的数量。

如果打开光线分裂，OpticStudio会将反射光线分裂成一条或更多的散射光线，同时还可能追迹反射光线。反射光线会接收到初始能量的一部分，其大小为(1.0-f)，其中f为散射分数。剩余的能量将会在一条或多条散射光线中平均分配。散射光线的数目决定产生多少条散射光线。例如，如果散射分数是1.0，反射光线则接收不到能量，并不会再进行追迹。所有能量都会平均分配到散射光线中。如果散射分数是0.0，没有散射光线被追迹，而反射光线保有所有初始能量。如果散射分数是0.25，并且散射光线数目为5，反射光线接收0.75的相对能量，

而每条散射光线的相对能量为0.05。如果散射光线的数目设定为0，则忽略散射分数，并且不存在散射。散射光线的最大数目是300，但是通常使用的值小得多。

2.3.2.1.7.2. 散射模型*(Scatter Models)*

依据概率分布函数定义散射模型。当OpticStudio散射一条光线时，将会选定一个新的传播方向。该方向通过使用概率函数以及一个或多个随机数来确定。所产生的效果是：当有大量光线追迹时，所产生的散射光线分布将接近于概率分布函数。下图定义了用于描述散射模型的向量。



在上图中：

☒法线向量N定义了表面在光线与表面交点处的方向

☒入射光线向量为I，

☒反射光线向量为R，

☒散射光线向量为S。

N、I、R和S均为单位向量。

反射光线向量可以是反射或折射光线的向量。为了简洁起见，图中所示光线为反射光线向量。

反射和散射光线向量在表面上的投影分别表示为 β_0和 β。这些投影不是单位向量，向量 β_0的幅度大小为 $\sin\theta_r$，向量 β 的幅度大小为$\sin\theta_S$，其中 θ_r和 θ_S分别是反射光线向量和散射光线向量与法线向量之间的夹角。

散射向量($\beta - \beta_0$)表示为X，并且如果|X|为0，散射和反射光线向量将一致。如何确定X要取决于所选择的散射模型。

向量 β_0和 β 的最大幅度是1.0。但是由于这些向量一般不能指向同一个方向，因此向量X的最大幅度可为2.0。向量X必须在投影平面的单位圆内得到向量 β。

2.3.2.1.7.3. 双向散射分布函数*(Bi-Directional Scatter Distribution Function)*

双向散射分布函数(BSDF)定义为每单位入射辐照度的散射辐射，或者

$$BSDF(\theta_i, \phi_i, \theta_s, \phi_s) = \frac{dL_s(\theta_s, \phi_s)}{dE_i(\theta_i, \phi_i)}$$

其中 θ 是从法线测量的，f是方位角，下标i和s分别表示入射和散射方向。注意，BSDF的单位是球面度的倒数。BSDF也可以定义为向量x的函数，而不是极坐标 θ 和f的函数。一般来说，BSDF是入射角和波长的函数。BSDF一词可以指代两个独立的函数，BRDF和BTDF，分别用于反射和透射分布。

在所有可能的散射角（半球）上对BSDF积分被称为总积分散射(TIS)，可定义为

$$TIS(\theta_i, \phi_i) = \iint BSDF(\theta_i, \phi_i, \theta, \phi)\cos\theta\sin\theta d\theta d\phi,$$

其中i表示入射方向。对于除了ABg以外的所有散射模型，将BSDF归一化得到TIS，等于"散射分数"参数。对于ABg模型，TIS必须小于1.0，而且TIS表示散射的总能量分数。假设所有剩余能量都经历了镜面反射。

2.3.2.1.7.4. 可用散射模型*(Available Scatter Models)*

有七种散射模型可供选择：无散射、朗伯 (Lambertian)、高斯(Gaussian)、ABg、ABg文件、BSDF和用户自定义。

以下各部分定义了每个可选的散射模型。

无散射(No Scattering)

对反射光线不做任何修改，BSDF为零且向量的大小

$\vec{x}$

为0。

朗伯散射(Lambertian Scattering)

对于朗伯散射，散射光线投影矢量

$\vec{\beta}$

在单位圆内等概率分布且BSDF为1/ π 。

散射光强与cos θ_s成正比。

注意，朗伯散射对于光线的入射角是相互独立的。大多数漫反射表面都近似朗伯模型。

高斯散射(Gaussian scattering)

高斯散射的形式为：

$$BSDF(\vec{x}) = Ae^{\frac{|\vec{x}|^2}{\sigma^2}}$$

其中A为归一化常数。所产生的分布在方向余弦空间旋转对称，不考虑反射光线与表面法线方向所成的角度。无量纲值 σ 决定投影的平面上高斯分布的宽度。大于约5.0的值将得到近似朗伯的BSDF。因此，允许的 σ 最大值为5.0。

ABg模型散射(ABg Model Scattering)

ABg散射模型是一种广泛用于定义BSDF的方法。在散射主要来源为随机各向同性表面粗糙度并且该粗糙度和所散射的光波长相比较小时，此散射模型通常是一个很好的模型。这些假设通常对抛光的光学表面有效。ABg BSDF由以下公式给出：

$$BSDF(\vec{x}) = \frac{A}{B + |\vec{x}|^g}$$

以下是对模型参数的约束：

A必须大于或等于0.0，B必须大于1E-12，除非g = 0.0。

如果g为0.0，则B可以为0.0。

如果A为0.0，将不发生散射。

如果g为0.0（注意，g可以取任意值，正值或负值，但是一般在0.0和3.0之间），则BSDF为常量：

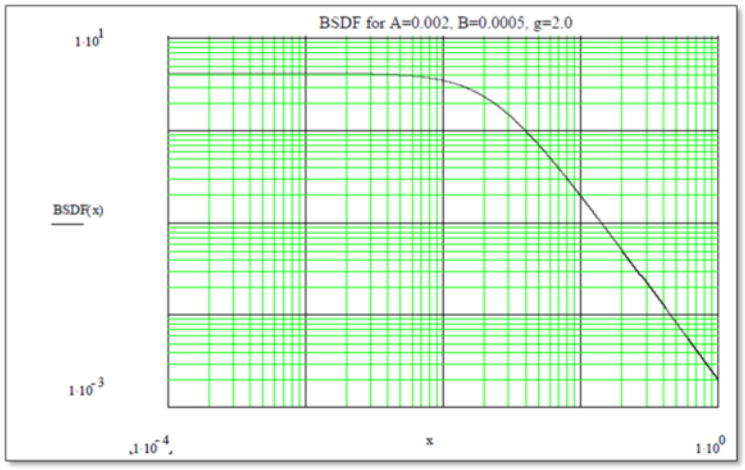
$$BSDF(\vec{x}) = \frac{A}{B + 1}$$

且所产生的散射是有效的朗伯散射模型。

对于高度抛光的表面（特别是当g >> 1.5且B << 1E-8时），散射到漫射角的功率与镜面反射功率相比可以忽略不计。这样做的结果是OpticStudio不能准确地判断较大角度的散射功率。这是由于具有高度抛光表面的系统的数值限制。

如果将A、B和g设置为相对平坦的BSDF曲线，则在数值上使用朗伯模型要快得多。

典型的ABg BSDF曲线如下图所示，其中参数A = 0.002，B = 0.005，g = 2.0。



ABg BSDF模型具有一些有趣的特性（当g不等于0时）：

当

$$|\vec{x}|^g \ll B$$

时，随着

$$|\vec{x}|$$

趋向于0，BSDF曲线变得平滑并趋向于A/B值。

当

$$|\dot{x}|^{g} \gg B$$

时，BSDF在log-log图中变成了一条直线，斜率为-g。

曲线的平坦和倾斜部分的转折点在

$$|\dot{x}| = \beta_t$$

，其中$\beta_t = 10^{\frac{\log B}{g}}$

定义***ABg***数据***(Defining ABg data)***

经常会出现这样的情况，一个光学系统中的多个物体使用相同的ABg数据。为了避免多次输入相同的数据，简化ABg数据编辑的任务，OpticStudio提供了一个ABg数据库。它可以直接在OpticStudio中编辑，请参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"。注意，为了使能量守恒，所定义的ABg数据必须在所有可能的散射角上的积分且总值必须小于1.0。

OpticStudio允许针对反射和折射分别定义ABg数据。如果反射光线发生反射或折射，接着该光线会使用合适的系数进行散射。在对话框控件中出现的ABg数据名称是在ABg散射数据文件中定义的。可以通过在"系统选项(System Explorer)"窗口的"文件 (Files)"部分中选择使用ABg数据文件。

OpticStudio首先确定是否将光线散射如"散射(Scattering)"部分所述 。如果光线发生散射，散射光线将随机产生。如果大量的光线发生散射时，会得到恰当的BSDF函数，从而可产生光线的方向。

有关使用源光谱(SourceColorspectrum)定义光源的散射模型的重要信息，请参阅"ABg数据的波长缩放(Wavelength scalling of ABg data)"。

ABg文件散射(ABg File Scattering)

ABg文件散射模型可用一组ABg配置文件定义表面的散射属性。在文本文件中指定了要使用的配置。文本文件必须有扩展名.ABGF，并且必须位于<data>\ABg_Data文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。ABGF文件中指定的所有配置必须在当前加载的ABg数据文件中定义（参阅"ABg数据文件(ABg Data File)"），并且所有配置必须使用大写字母定义（不考虑ABg数据文件中配置名称的大小写）。

ABGF文件的语法为：

```
Number of profiles Weights_Are_Absolute<optional> Profile_1_Name Profile_1_Weight
Profile_2_Name Profile_2_Weight
...
```

文件的第一行应包含1个或2个数字：第一个数字用于定义ABGF文件包含的ABg配置文件的数量，第二个数字（可选值）用于定义一个标记，该标记表示了为每个配置文件提供的权重是相对值还是绝对值。如果省略此标记或者将其设置为零，则配置文件权重为相对值；否则，配置文件权重为绝对值。在这两种情况下，都将每个配置文件的BSDF值乘以相应的配置文件权重，再全部相加。如果配置文件权重取为相对值，则将BSDF值总和除以权重总和，由此产生的散射分布对应于所定义的考虑权重后的配置文件总和。相反，如果配置文件权重取为绝对值，则不将BSDF值的总和归一化，由此产生的散射分布对应于配置文件的绝对值总和。在后一种情况下，由用户来确定根据指定ABg配置文件的绝对值总和得到的TIS结果对任何波长或者任何入射角不超过1。

该文件的其余行包含所需计算总和的每个ABg配置文件的名称和相应的权重。输入的配置文件名称应与ABg散射数据库（参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"）中出现的名称完全一致。每个配置文件都被视为在ABg散射模型下，（参阅"ABg模型散射(ABg model scattering)"）。因此,如果在ABg散射数据库中为配置文件定义了参考波长，那么配置文件的ABg数据可以通过波长缩放调整，并且每个配置文件的ABg数据将在两个点之间插入，其入射角度为最接近于散射光线的入射角。在对所有配置文件进行求和之前，首先对ABGF文件中指定的每个配置文件进行波长缩放调整，并进行入射角插值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

在ABGF文件中可以指定的最大配置文件数为20。如果需要增加此限制数量，请联系OpticStudio技术支持部门。

BSDF散射(BSDF Scattering)

BSDF散射模型可使用表格BSDF数据来定义表面的散射属性。数据通过文本文件提供。文件必须遵循标题为"Zemax Tabular BSDF data file format"的文章中所述的Zemax Tabular BSDF数据文件格式，请查阅: Zemax Tabular BSDF数据文件格式(Zemax Tabular BSDF data file format) - 知识库。

OpticStudio允许为反射率和折射率定义单独的BSDF数据。如果镜面反射光线反射或折射，则光线随后使用来自适当的输入文件中的数据进行散射。对于提供散射模型的文件，必须具有.BSDF扩展名（如介绍文件格式的文章中所示），并且必须位于<data>\Scatterdata文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。文件名可以包含的最大字符数（包括.BSDF扩展名）为60。

标题为"How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution"的知识库文章中已提供有关此模型及其用途的完整描述（参阅：如何使用表格BSDF数据来定义表面散射分布(How to use tabular BSDF data to define the surface scattering distribution) - 知识库(zemax.com)），OpticStudio网站上也提供了此文章。

用户自定义散射**(User Defined Scattering)**

可以通过动态链接库(DLL)这一外部程序对其它常规的表面散射进行定义。OpticStudio随附提供了示例DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的DLL。另请参阅关于DLL的注释(Comments About DLLs)。

定义物体以使用***DLL***定义的表面散射***(Defining an Object to use DLL Defined Surface Scattering)***

要使物体使用DLL定义的散射函数，从"物体属性(Object Properties)"对话框选择"用户自定义(User Defined)"散射类型，然后从"DLL名称(DLL Name)"框中列出的可用DLL散射函数中进行选择。

要查看每个DLL的输入和输出数据，请查阅：体散射、衍射、表面散射DLL的数据[]值。

DLL参数***(DLL parameters)***

每一个DLL参数可以使用多达6个用户自定义数值作为计算散射属性的参数。这些数值由DLL定义，且只能由DLL使用。

创建新的***DLL(Creating a new DLL)***

DLL必须包括两个函数：

☒UserScatterDefinition
☒UserParamNames

当光线散射时，OpticStudio会将表面上的局部x、y、z坐标、局部法向向量、局部反射光线向量、偏振数据和其它参数数据(parameter data)这些用户定义参数传递至UserScatterDefinition函数中。

然后，UserScatterDefinition确定下列数值：

☒光线是否真的散射
☒散射光线的方向余弦
☒光线的衰减（如果有的话）
☒可选的新电场矢量（如未提供该值，OpticStudio将做出合理猜测）
☒可选的BSDF和TIS，且如果使用重点采样的情况下（参阅"重点采样(Importance Sampling)"）

这些值将返回到OpticStudio并用于继续进行光线追迹。

如果提供了新的电场矢量，OpticStudio将执行附加检查。其将检查总后散射强度是否在10^-10的统一范围内。如果是，则OpticStudio认为该值已归一化。因此，OpticStudio将进行调整。其将观察预散射的强度，并将每个电场分量乘以该值的平方根，以实现非归一化。该"步骤"可确保电场是物理的，因为强度永远不会接近1。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

UserParamNames函数用来定义所有使用的参数名称。这些名称都会在"物体属性(Object Properties)"对话框的"膜层/散射(Coating/Scattering)"选项卡中显示。表面散射DLL(Surface Scattering DLLs)都必须存放在<data>\DLL\SurfaceScatter文件夹中。请参阅"文件夹(Folders)"。

注意当选择了用户自定义散射时，将会激活"散射分数(Fraction to scatter)"控件。只有允许散射部分的能量会发送到DLL。然而，DLL可以选择不发生散射光线（请参阅下一部分的DLL示例）。

有关详细信息，请参阅OpticStudio提供的示例表面散射DLL文件的源代码。

示例表面散射(Sample surface scattering)：TwoGaussian.DLL

表面散射示例TwoGaussian.DLL支持的散射模型为4个模型的叠加：镜面反射、朗伯以及2个独立的高斯模型。DLL使用参数数据定义散射能量的分数部分，其可以分别根据高斯Sigma 1、Sigma 2以及朗伯散射进行散射。如果有剩余的部分，则是镜面反射。要了解如何在DLL中实现此目的，请参阅OpticStudio中提供的TwoGaussian.c源代码。

示例表面散射(Sample surface scattering)：K-correlation.DLL

表面散射示例K-correlation.DLL支持按照K-correlation分布的散射模型，如Michael G-Dittman撰写的文章"K-correlation power spectral density & surface scatter model"中所述(Proc. of SPIE Vol. 6291, 62910R, 2006)。DLL输入包括表面粗糙度（以微米为单位）、特征表面波长（乘以2 π）和BSDF的对数斜率。有关详细信息请参阅OpticStudio知识库中标题为"如何通过K-correlation分布对表面散射模型进行建模(How to Model Surface Scattering via the K-correlation Distribution)"的文章。可以将OpticStudio中提供的源代码文件K-correlation.c作为示例文件。

示例表面散射(Sample surface scattering)：RI_BSDF.DLL

表面散射示例RI-BSDF.DLL支持模型使用列表数据来定义一个表面的散射属性。可以将此DLL视为老旧的方式。任何希望通过表格输入数据来定义散射的用户都应使用内置的BSDF散射模型（参阅"BSDF散射(BSDF scattering)"）。

2.3.2.1.7.5. 薄板散射*(Thin Window Scattering)*

选择此选项后，光线仅当进入散射体时（即从空气中进入玻璃时）才发生反射式散射，并且仅在离开散射体时（即从玻璃进入空气时）才发生透射式散射，否则光线将沿着反射光线(specular ray)光程传播。此选项通常用于对测量散射数据的薄散射体进行建模，即选择了BSDF散射模型。

在薄散射体中测量反射式或透射式散射时，反射(BRDF)和透射(BTDF)测量包含散射体中的所有散射光程。由于每一组数据（BRDF或BTDF）均包含所有真实散射光程，因此在使用OpticStudio对散射进行建模时需要合并这些光程。因此，选择"薄板散射(Thin Window Scattering)"选项时，仅在从散射体中反射或透射时才发生散射。

2.3.2.1.7.6. 如何有效对散射进行建模*(How to Model Scattering Efficiently)*

通过追迹大量光线来找到入射到目标物体上相对较小数目的散射光线，如探测器。有两种方法可以提高散射分析的效率。

第一种方法是根据散射分布对光线进行散射，但是仅在光线向相关物体传播时才追迹光线。此方法可通过定义物体的"散射路径(Scatter To)"列表来执行。散射路径模型适用于大角度散射（如朗伯散射(Lambertian scatter)），此相关物体从散射表面看时包含相对大的角度。

第二种方法是始终向相关物体散射光线，然后对该方向上的光线能量进行归一化，来说明实际在该方向散射光线的几率。此方法被称为"重点采样(Importance Sampling)"。如果散射角度小或相关物体从散射表面看时包含相对较小的角度，则重点采样方法通常优于散射路径模型方法。

散射路径列表***(The Scatter To List)***

散射路径功能通过忽略那些没有直接向相关物体传播的被散射光线来加速散射分析速度。散射路径列表和考虑物体列表(Consider Objects list)非常相似（参阅"使用考虑物体列表定义光程(Defining paths using the Consider Objects list)"）。散射路径列表是一系列以空格隔开的物体序号。只在光线与列出的物体中的一个或散射光线的物体相交时，才会追迹散射光线。例如，假设物体2以"3 4"定义散射路径列表。如果一条光线从物体2发生散射，只有当光线与物体2、3或4相交时，它才会被追迹。注意，任意其它的物体被忽略，所以散射光线会忽略没有明确列出（或散射物体本身）的任意物体，即使该物体直接位于散射点和列出的散射物体之间。

选择散射路径列表中的物体时，不能保证被散射的光线将被追迹到此物体。被散射的光线一般是基于入射光线到达物体的散射特性（参阅物体属性(Object Properties)的"散射路径(Scatter To)"部分）。OpticStudio会产生散射光线，然后忽略那些没有与任一所列物体相交的光线。这个方法不能保证一条光线向所列出的物体散射。但是，可以扩大散射光线数目，参阅"散射分数 和散射光线的数量(Fraction to scatter and number of scatter rays)"来提高光线向所需方向散射的可能性。

关闭"散射路径(Scatter To)"功能，将列表清空。在这种情况下，所有被散射的光线被追迹。散射路径列表和考虑物体列表的关键区别就是散射路径列表只应用于被散射的光线，而考虑物体列表应用于反射光线和散射光线。

重点采样***(Importance Sampling)***

重点采样通过选择所需方向上的散射光线来加快散射分析。要确定被散射光线的方向，需要通过位置、大小和极值来定义一个目标球体。目标球体的位置是通过选择一个物体编号来定义的。目标球体将被放置在所选择物体的原点。可以使用任何物体类型，包括空物体(Null Object)。尺寸参数定义了目标球体的半径，以镜头单位表示。极值参数可用来定义从散射点看去的目标球体的最大立体角，以球面度为单位。如果从散射点看去，目标球体的立体角超过了极限值，此时重点采样将不会用于该散射光线。下面将讨论此功能的作用。

当光线从表面散射时，计算从散射点看去的目标球体的方向和对向立体角。光线的方向是随机地从这个立体角内以等概率发出的。这将是散射光线的方向。注意，此方向不依赖于表面的双向散射分布函数(BSDF)。

由于无需考虑BSDF即可确定光线方向，因此光线所携带的能量必须进行修改，才得到正确的光线追迹结果。散射光线所携带的能量取决于表面的BSDF和TIS，关系如下：

$$E' = E\frac{BSDF}{TIS}\Omega\cos\theta$$

其中，E是使用重点采样之前分配给散射光线的能量，E′是朝着目标球体追迹的光线能量，Ω是从散射点看去的目标球体的立体角，θ是局部法向与散射光线之间的夹角，而BSDF和TIS是一般的散射函数和总积分散射（参阅"双向散射分布函数(Bi-Directional Scatter Distribution Function) "）。注意，仅当BSDF在目标球体的立体角中保持均匀时，此能量的重归一化才精确。如果Ω与BSDF的变化相比较大，能量的归一化就不精确。因此，可能需要定义一个极限值。如果目标球体与散射点距离足够近，以致Ω超出极限值，则不能对该散射光线进行重点采样。

针对每个物体最多可定义6个独立的目标球体。如果选中一条散射光线，使用第一个目标球体。如果选中两条散射光线，则使用前两个目标球体，以此类推，直至选中6条散射光线。如果选中6条以上的散射光线，第七条和接下来的光线就根据BSDF进行散射，不采用重点采样。能量的归一化是复杂的，而且当散射光线数目与目标球体的数目不相等时，容易产生统计错误。要获得最快最准确的结果，请使用与目标球体数目相等的散射光线数。

2.3.2.1.7.7. 体散射***(Bulk scattering)***

物体体散射方法在物体属性窗口的"体散射"一节中设置。 体（体积）散射可对光线通过实体物体传播时的随机散射进行建模。OpticStudio支持3种实体物体体散射模式：无体散射、角度散射和DLL定义散射。

无体散射

如果选择无体散射，光线将在不散射的情况下通过实体传播。

角度散射

角度散射使用一个简单的模型来模拟实体内的散射。光线在介质中传播x距离的综合散射概率通过以下公式计算得出：

$$p(x) = 1.0 - e^{-\mu x}$$

，其中

$$\mu = \frac{1}{M}$$，

符号M是平均自由路径，以镜头单位表示。请注意，随着x的增加，光线发生散射的概率逐渐接近1.0。在0.0~1.0之间随机选取一个值赋予上述公式并求解出x，然后会生成具有正确统计信息的随机生成路径长度。如果该路径长度大于光线传播到下一个与物体交汇点的距离，就不会发生散射。否则，沿光线传播方向的某一具体位置，光线将发生散射。

一旦位置确定，就可以通过选择新光线方向来对散射进行建模。对于角度散射，需要选定一个随机角度，以便新光线方向均匀分布在与当前光线方向成一定角度的圆锥体内。圆锥体的半角是模型的其中一个参数，该参数应在0.0~180.0度之间取值。当角度为180.0度时，光线将在任一方向上随机发生散射。一旦光线发生散射，OpticStudio将自动调整偏振矢量并随机处理散射光线的相位。

DLL定义的散射

如果角度散射模型不能满足要求，可通过称为动态链接库(DLL)的外部程序定义更复杂的体散射函数。OpticStudio中提供了DLL示例及其源代码。使用合适的编译器可轻松创建新DLL。另请参阅"关于DLL的注释(Comments About DLLs)"。

定义物体以使用**DLL**定义的体散射

如果要使物体使用DLL定义的体散射函数，请从物体属性对话框中选择体散射选项卡，然后选择模型："DLL定义的散射"。所提供的DLL函数随后将在"DLL:"控件中列出。

要查看每个DLL的输入和输出数据，请查阅：体散射、衍射、表面散射DLL的数据[]值(Data[] values for Bulk Scatter, Diffraction, Surface Scatter DLLs)。

DLL参数

每一个DLL参数可以使用0到16个用户自定义数值作为计算介质属性的参数。这些参数由DLL定义并且只能在DLL中使用。

创建新的***DLL***

DLL必须包括两个函数：

☒UserBulkDefinition
☒UserParamNames

当光线追迹通过使用DLL定义的体散射物体时，OpticStudio会将当前沿光线方向的传播长度、不同光线数据值以及用户定义的其它参数数据传递给UserBulkDefinition函数。然后UserBulkDefinition函数需要确定光线是否会在沿传播长度的某个点发生散射。如果光线将发生散射，则UserBulkDefinition必须确定以下数值：

光线发生散射的位置、光线的新方向余弦、光线的衰减、如果有可选的新电场矢量（如未提供该值，OpticStudio将做出合理猜测）

这些值将返回到OpticStudio并用于继续进行光线追迹。UserParamName函数用于定义所有已使用参数的名称。这些名称将显示在物体属性对话框的体散射选项卡中。体散射DLL必须放在<data>\DLL\BulkScatter文件夹中。请参阅"文件夹(Folders)"。

示例体散射：Poly_bulk_scat.DLL

示例体散射文件poly_bulk_scat将散射概率定义如下：

$$P(\theta) = \sum_{i=0} c_i \theta^i$$

其中，θ为散射光线针对非散射光线方向的极角。OpticStudio提供源代码文件poly_bulk_scat.c将作为示例文件。

示例体散射：Henyey-Greenstein-bulk.DLL

Henyey-Greenstein体散射模型将散射概率定义如下：

$$P(\theta) = \frac{1 - g^2}{4\pi(1 + g^2 - 2g\cos\theta)^{\frac{3}{2}}}$$

其中，θ为散射光线针对非散射光线方向的极角。参数g可为-1~0.9999之间的任何值。如果g的输入值小于-1，则g设置为-1。如果g的输入值大于0.9999，则g设置为0.9999。如果|g|的输入值小于1.0e-4，则g设置为1.0e-4。OpticStudio提供源代码文件Henyey-Greenstein-bulk.c作为示例文件。

示例体散射：Rayleigh.DLL

瑞利体散射(Rayleigh bulk scattering)模型根据瑞利准则(Rayleigh theory)将非偏振输入光束的散射概率定义如下：

$$P(\theta) = \frac{3\left(1 + (\cos\theta)^2\right)}{8\lambda^4}$$

其中，θ为散射光线相对于非散射光线方向的极角，λ为波长。DLL的输入为参考波长（即与平均路径输入值相关的波长）和透射（在各个发生散射的时刻允许损失的能量）。如欲了解更多详情，请参阅OpticStudio知识库中标题为"体散射与瑞利模型(Bulk Scattering with the Rayleigh Model)"一文。OpticStudio提供源代码文件Rayleigh.c作为示例文件。

示例体散射：Mie.DLL

米氏体散射模型根据米氏理论(Mie theory)定义散射概率。OpticStudio中使用的算法摘自Craig F. Bohren和Donald R. Huffman所著的《小颗粒对光的吸收和散射》(Absorption and Scattering of Light by Small Particles)，（约翰·威利父子出版公司，1983年）一书。DLL的输入包括颗粒指数、颗粒大小（单位为微米）以及颗粒密度（单位为cm-3）。如欲了解更多详情，请参阅OpticStudio知识库中标题为"如何利用米氏模型仿真大气散射(How to simulate atmospheric scattering using a Mie model)"一文。源代码文件未随OpticStudio一起发布。

示例体散射：Phosphor.DLL

荧光体散射模型是指可以同时发生荧光和散射的荧光材料。特定波长范围内（定义为"蓝色"）的光可进入应用DLL的介质，而且该光也可转换为其它波长（即经受荧光）或仅为体散射。当输入光线经受荧光时，所产生的光会以相同的概率发射成180度的锥角（即输入光线根据角度散射模型进行"散射"）。当输入光线通过荧光散射时，它会根据米氏分布(Mie distribution)进行散射。荧光（或不在"蓝色"波长范围内的任何其它输入光）也可根据米氏分布散射。DLL的输入包括荧光的平均自由路径、定义"蓝色"波长范围的波长范围，以及与米氏分布相关的粒子参数等。如欲了解更多详情，请参阅OpticStudio知识库中标题为"使用荧光对白色光源进行建模(Modeling a White Light Source using a Phosphor)"一文。源代码文件未随OpticStudio一起发布。

2.3.2.1.8. 从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC Objects)

一些非序列模式物体具有一个或多个衍射表面：如衍射光栅、二元面1和二元面2物体。这些物体根据光栅周期或相位以及衍射级次和波长对光线进行折射或反射和衍射。对于任意光线，如果追迹光线的衍射级次不满足光栅方程，则该光线的能量将沿零级次路径折射或反射。

所有衍射非序列模式物体均支持用于定义从物体衍射的"级次(order)"的参数。此级次被称为"主(primary)"衍射级次。通过入口进入非序列模式组的序列模式光线将只沿主级次衍射。

如果光线分束关闭，则从非序列模式光源发出的光线只将沿主级次衍射。如果光线分裂开启，则可以通过物体属性(Object Properties)对话框的"衍射(Diffraction)"选项卡上的设置控制衍射。此选项卡包括用来按级次分束光线的可选设置：允许同时追迹多个衍射级次。

请注意，偏振光线追迹算法通常不会返回某些表面类型的正确结果，如近轴面、衍射光栅、二元光学或菲涅尔表面。有关更多信息，请参阅"偏振分析限制(Limitations of Polarization Analysis)"。

当前模式不允许在软件内部计算每个级次的效率。可以根据物体属性中的衍射部分中的设置定义效率。这些效率包括在此非序列模式物体的衍射面发生的任何菲涅尔损失，此类损失程度应在系统范围内。

有关衍射的更多信息，请参阅"物体属性(Object Properties)"中的"衍射(Diffraction)"部分。

2.3.2.1.9. 相干长度建模(Coherence Length Modeling)

默认情况下，OpticStudio中的非序列模式下物体可以是纯单色光源，或者可以通过追迹多个单色光波长来建模复色光。在物理意义上，没有任何一个光源是单色光源。单色光源更切合实际的模型需要考虑光源发光的波长范围。较为方便的参数是相干波长，其定义如下：

$$\Delta x = \frac{c}{\Delta f}$$

其中，Δx是以镜头单位定义的相干长度，c是光波在真空中的速度，Δf是光源发光的频率范围，又称为带宽。更为方便的表示是用相干长度来表示光源的波长范围：

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{\Delta x}$$

使用该表达式，容易计算出随着光线的传播，光程（相位）的变化情况。

OpticStudio通过：

$$\pm\frac{\Delta\lambda}{2}$$

范围内随机选取用于计算光程（并且进而计算出相位）的波长来进行建模。OpticStudio按均匀分布选取随机波长。从同一光源发出的两条光线的光程差越大，两条光线之间的相位差就越大；这意味着相干效应，表现如条纹可见度将减小。

实际上，OpticStudio使用中心波长进行光线追迹。随机化波长仅用于计算相位的相干长度的影响。所以，只有通过相干计算才能表示相位的退化。为了关闭相干退化,可以将相干长度设置为一个很大的数或0。为了使光源完全不相干，可以将相干长度设置为很小的非零数。

2.3.2.1.10. 定义用于非序列模式光线追迹的渐变折射率介质(Defining GRIN Media for Non-sequential Ray Tracing)

任何一个封闭的实体物体可以由均匀的材料组成（默认假设）或由渐变折射率介质组成。非序列模式物体使用的所有渐变折射率材料都可在称为动态链接库(DLL)的单独程序中进行定义。OpticStudio提供了许多DLL，并附有源代码。使用合适的编译器，也可以轻松创建新的DLL。另请参阅"关于DLL的注释(Comments About DLLs)"。

2.3.2.1.10.1. 定义渐变折射率材料物体(Defining an Object to be of Gradient Index Material)

为了创建一个具有渐变折射率材料组成的物体，从"物体属性(object properties)"对话框中选择"渐变折射率(GRIN)"选项卡，然后选择"使用DLL定义渐变折射率介质(Use DLL defined GRIN media)"。然后在"DLL:"控件中列出了可用的渐变折射率材料。

2.3.2.1.10.2. 渐变折射率物体最大步长大小的详述(Discussion on Maximum Step Size for GRIN Objects)

最大步长大小可决定并权衡光线追迹的速度和准确度。所需精确值取决于折射率变化的速率以及所需的计算准确率。如果最大步长尺寸过大，光线追迹结果将出现较大的错误，并且某些光线会错过本该照射到的物体，反之亦然。

2.3.2.1.10.3. 渐变折射率DLL参数(GRIN DLL Parameters)

每一个DLL参数可以使用0到12个用户自定义数值作为计算介质属性的参数。这些参数由DLL定义并且只能在DLL中使用。

2.3.2.1.10.4. 创建新的渐变折射率*DLL(Creating a New GRIN DLL)*

DLL必须包括两个函数：

```
UserGrinDefinition
UserParamNames
```

当追迹光线通过一个渐变折射率介质时，OpticStudio会向UserGrinDefinition函数传递光线当前的x、y和z位置（在物体的局部坐标系中），波长和其它用户自定义的参数数据。UserGrinDefinition函数需要计算以下四个值：

n□折射率□
n * dn/dx□折射率乘以其在x方向的导数□
n * dn/dy □折射率乘以其在y方向的导数□
n * dn/dz□折射率乘以其在z方向的导数□

将这四个值返回到OpticStudio并且通过渐变折射率介质用于追迹光线。

UserParamNames函数用来定义所有使用的参数名称。这些名称出现在"物体属性(Object Properties)"对话框的"渐变折射率选项卡(GRIN tab)"中。渐变折射率DLL必须放在<data>\DLL\GradientIndex文件夹。请参阅"文件夹(Folders)"。

*2.3.2.1.10.5. CAD*物体和*Grid_Gradient DLL(CAD Objects and the Grid_Gradient DLL)*

Grid_Gradient DLL基于折射率数据的三维阵列，并且本质上与应用此渐变折射率的物体处于同一坐标系。这对于CAD物体而言尤为重要，强烈建议CAD物体的原点设置在前表面。还应该注意，CAD表示的精确度是光线追迹准确性的限制因素。如果可能，建议使用原生OpticStudio物体。

2.3.2.1.10.6. 示例渐变折射率*DLL(Sample GRIN DLLs)*

如需检查每个DLL的输入和输出数据，请检查：渐变折射率DLL的Data[]值(Data[] values for Gradient Index DLLs)。

OpticStudio提供了下列示例渐变折射率DLL。

DLL名称	描述
GRIN1	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = N_0 + N_{r1}r + N_{r2}r^2$ 与序列模式Gradient1表面类型类似。此示例DLL还支持阵列dx和阵列dy值，用来定义一个渐变折射率变化，其在指定的间隔上是周期性的。此选项用于渐变折射率透镜阵列。如果阵列dx和阵列dy值均为零，则渐变不是周期性的。

GRIN2	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n^2 = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{r8}r^8 + n_{r10}r^{10} + n_{r12}r^{12}$ 与序列模式Gradient2表面类型类似。
GRIN3	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3$ 与序列模式Gradient3表面类型类似。
GRIN4	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{z1}z + n_{z2}z^2$， 与序列模式Gradient4表面类型类似。
GRIN5	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + n_{z4}z^4$ 与序列模式Gradient5表面类型类似，但不相同。注意，在此渐变折射率模型中没有色散（不取决于波长）。
GRIN6	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0 + n_1r^2 + n_2r^4$ ，其中 $n_x = A_x + B_x\lambda^2 + \frac{C_x}{\lambda^2} + \frac{D_x}{\lambda^4}$ ，适用于所有的三个值 n_x 与序列模式Gradient6表面类型类似。

GRIN9	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0\left[1.0-\frac{A}{2}r^g\right]$ 其中A和 n_0 均为波长的函数： $A(\lambda) = \left[K_0+\frac{K_1}{\lambda^2}+\frac{K_2}{\lambda^4}\right]^2$ $n_0 = B+\frac{C}{\lambda^2}$ 与序列模式Gradient9表面类型类似，具有附加参数"g"，此值在序列模式Gradient9表面固定为2.0。注意，g不应小于1.0，因为在这种情况下，折射率导数在r = 0处未定义。
GRIN10	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = n_0+n_{y1}y_a+n_{y2}y_a^2+n_{y3}y_a^3+n_{y4}y_a^4+n_{y5}y_a^5+n_{y6}y_a^6$ 其中，$y_a = \|y\|$，||符号表示绝对值。这种形式的渐变折射率在平面y = 0处是不连续的，且关于y = 0面轴对称。与序列模式Gradient10表面类型类似，但没有色散模型。
GRADIUM	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = \sum_{i=0}^{11} n_i\left(\frac{z+\Delta z}{z_{max}}\right)^i$ 与序列模式GRADIUM表面类型类似。此示例DLL要求色散数据始终在名为SGRIN.DAT的文件中，并要求轴向分布数据始终在名为PROFILE.GRD的文件中，以及这两个文件始终位于<Glass>文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。

Grid_Gradient	根据具有GGD扩展名的文本文件中提供的数据定义渐变折射率介质，与序列模式网格渐变表面类型类似。请注意，此DLL需要比序列模式等效项更高的采样。如果此DDL给出的结果与序列模式下同一系统的结果不同，请先减小最大步长的值。如果较小的步长不能解决差异，请增加GGD文件中定义的采样率和点数量，直到仿真结果相等。 如果出现错误信息"无效的渐变折射率介质"，则计算出的折射率是无意义的，例如，折射率为负数。当GGD文件中的数据点数量太稀疏时，可能会发生这种情况。在这种情况下，可以增加GGD文件中的采样率和数据点数。 如需了解有关GGD文件格式的更多信息，请参阅"网格渐变(Grid Gradient)"。
TORUS	定义渐变折射率介质，其折射率公式为： $n = N_0 + N_{r2}t^2$ 其中，t是到定义渐变折射率的Toroidal对称性的旋转轴的距离。其中一个定义参数为Torus半径。Torus半径是从物体上的坐标z =0.0到定义Torus的旋转轴的位置的距离。

2.3.2.1.11. 定义在衍射表面分裂光线的DLL(Defining DLLs for Ray Splitting at Diffractive Surfaces)

任何衍射表面均通过衍射级次可以将来自非序列模式光源的光线分裂，从而能对多个衍射级次进行同步追迹。可以通过动态链接库(Dynamic Link Library (DLL))外部程序来定义有多少光线发生分裂，每一个衍射级次上的能量是多少。OpticStudio提供了大量DLL，并带有源代码。使用合适的编译器，也可以轻松创建新的DLL。另请参阅"关于DLL的注释(Comments About DLLs)"。

2.3.2.1.11.1. 定义物体以使用衍射DLL(Defining an Object to use the Diffraction DLL)

为了用DLL创建衍射物体，从"物体属性(Object Properties)"对话框中选择"衍射(Diffraction)"选项卡，然后选择"根据DLL函数分裂(Split by DLL function)"。在"DLL:"控件中列出了可用的DLL函数。

2.3.2.1.11.2. 衍射DLL参数(Diffraction DLL Parameters)

每个DLL都可以用0到12个用户自定义数据值作为计算衍射表面属性的参数。这些数值由DLL定义，而且仅供DLL使用。

2.3.2.1.11.3. 创建新的衍射DLL（Creating a New Diffraction DLL）

DLL必须包括两个函数：

```
UserDiffraction
```

`UserParamNames`

当光线追迹通过一个衍射表面时，OpticStudio将目前光线的x、y、z坐标（位于物体的局部坐标系中）、波长、目前被追迹的衍射级次以及用户自定义的光线指定数据和参数数据传递到UserDiffraciton函数。然后函数UserDiffraciton需要计算每个衍射级次的相对能量，并将其值返还至OpticStudio。OpticStudio将光线向具体的衍射级次折射或者反射，并且将入射光能由DLL计算出的指定分数分配给所产生的光线。如果新的子光线有足够的能量，则对该光线进行光线追迹。

衍射DLL格式也支持作为DLL选项计算光线的所有输出属性，包括：方向余弦、电场偏振矢量和透射能量。如果DLL也计算这些属性，则DLL必须设置一个标记用于显示这些值返回到OpticStudio，用于后续的光线追迹。有关此功能的文档，请参阅示例DLL。

如需检查每个DLL的输入和输出数据，请检查：体散射、衍射、表面散射DLL的Data[]值（Data[] values for Bulk Scatter, Diffraction, Surface Scatter DLLs）。

UserParamNames函数用于定义所有使用的参数名称。这些名称出现在"物体属性（Object Properties）"对话框的"衍射（Diffraction）"选项卡中，有关此功能的使用方法，请参阅示例DLL。衍射DLL必须位于<data>\DLL\Difractive文件夹中。请参阅"文件夹（Folders）"。

下列DLL随位于{Zemax}\DLL\Diffractive\中的安装程序一起提供。其功能描述如下：

diff_samp_1.dll 该DLL随源代码diff_samp_1.cpp一起提供。它提供了一个创建简单一维光栅的示例。

Diff2DSample.dll 该DLL随源代码Diff2DSample.cpp一起提供。它提供了一个创建简单二维光栅的示例。

Grid_rect_windows.dll 该DLL模拟了一个二维光栅，其假设在掩模上有一个矩形孔径（窗口）的网格。窗口的大小是可以调节的。衍射效率根据标量衍射理论进行计算。该DLL需要旧版Zemax OpticStudio的旗舰版订阅许可证，或者需要Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版或企业版许可证。

hologram_kogelnik.dll 该DLL计算全息图的衍射。衍射效率通过Kogelnik理论进行计算。该DLL现在已被弃用，因为该函数是在内置的全息面1和全息面2表面中实现的。该DLL需要旧版Zemax OpticStudio的旗舰版订阅许可证，或者需要Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版或企业版许可证。

srg_blaze_RCWA.dll、**srg_GridWirePolarizer_RCWA.dll**、**srg_step_RCWA.dll**、**srg_step2_RCWA.dll**、**srg_step3_RCWA.dll**、**srg_trapezoid_RCWA.dll**、**srg_trapezoid2_RCWA.dll**、**srg_user_defined_RCWA.dll** 这些DLL可模拟一维光栅。衍射效率通过RCWA算法进行计算。不同的DLL提供不同的参数模型来创建每个周期的光栅形状。如需了解更多信息，请参阅标题为采用RCWA方法模拟表面起伏光栅的衍射效率（Simulating diffraction efficiency of surface-relief grating using the RCWA method）知识库文章。这些DLL需要旧版Zemax OpticStudio的旗舰版订阅许可证，或者需要Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版或企业版许可证。

Lumerical_RCWA_dynamic_link.dll 该DLL已被弃用，并且由lumerical-sub-wavelength-dynamic-link.dll替代。

lumerical-sub-wavelength.dll 该DLL可正确模拟输出衍射光线的强度和偏振态。用户可以在下列文章中找到有关如何导出该.JSON文件并将其导入Zemax OpticStudio的更多详细信息：Lumerical亚波长模型：介绍和数据生成 – Ansys Optics（Lumerical Sub-wavelength Model: Introduction and Data Generation – Ansys Optics）和Lumerical亚波长模型：Zemax OpticStudio中的使用方法 – Ansys Optics（Lumerical Sub-wavelength Model: Usage in Zemax OpticStudio – Ansys Optics），如需查看该文章，请访问Ansys Optics网站。该DLL需要Ansys Zemax OpticStudio的专业版、旗舰版或企业版许可证。注意，不支持旧版Zemax OpticStudio。

lumerical-sub-wavelength_dynamic_link.dll 与此同时，还需要在同一台PC上安装一个Lumerical FDTD的副本，以便该DLL可以调用Lumerical进行计算。Lumerical版本需要2023 R1或更高版本。该DLL替代先前发布的Lumerical_RCWA_dynamic_link.dll。用户可以在Zemax技术支持网站上的"Lumerical RCWA和Zemax OpticStudio之间的动态工作流程（Dynamic workflow between Lumerical RCWA and Zemax OpticStudio）"这篇文章中，找到有关如何使用该DLL的更多信息和示例。该DLL需要Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版或企业版许可证。注意，不支持旧版Zemax OpticStudio。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.1.12. 光线分裂(Ray Splitting)

通常情况下，当光线入射到一个表面时，部分能量被反射，部分能量被透射，还有一部分能量被吸收，这都取决于表面的属性。光线分裂使用了OpticStudio可以计算反射和折射光路，然后继续对反射和折射光线进行光线追迹的功能。OpticStudio也支持随机选择反射或折射路径而不是同时选择两条路径，请参阅"简单的光线分裂(Simple Ray Spliting) "。从其它折射表面反射的光线一般称为鬼像反射。

当一条光线分裂后，通常每条"子光线"将入射到其它物体，并且该光线又可以进行分裂，如此重复下去。当许多光线与物体相交后，总的光线数目就变得非常大，因此必须在光线追迹中设置控制条件，使得计算能够最终结束。

可以通过多种方式限制光线分裂：

光线与物体相交的最大交点数目：该控件可定义光线沿光路从来自光源的父光线开始到最后一条光线与物体相交点，光线与其它物体相交的交点数。

光线段的最大数目：一条光线段是指光路中从一条光线与物体相交点到下一条光线与物体相交点之间的部分。当光线从光源发出，传播到第一个物体，由此形成1光线段。如果光线分为2条，每条就成为另一段（现共有3段）。如果这两条光线都进行光线分裂，则一共有7段。通常情况下，光线段数增长的越快，则需要设置比光线和物体相交点数大很多的值。

最小相对光线强度：当每条光线分裂时，能量就会减少。相对光强是对光线所携带能量和能够追迹的能量的最小限制。这个参数是一个小数，比如0.001，相对于由光源发出的起始光线强度。一旦子光线的能量小于该相对能量，光线将终止。

最小绝对光线强度：这一参数与最小相对光线强度很相似。只是它是用系统光源单位下的绝对强度表示，而不是相对于起始光线强度表示。如果该值为0，则绝对阈值强度被忽略。每条光线的初始强度总是由光源强度除以光源总分析光线数量给出。即使是对于那些绘制在视图上的光线，视图光线的数量也不用于确定射线的初始强度。光源单位在系统的"常规(General)"对话框的"单位(Units)"选项卡中定义。有关详细信息，请参阅"光源单位(Source Units)"。

在"系统选项(System Explorer)"的非序列模式（系统选项）(Non-Sequential(system explorer))部分中定义了所有这些设置。

光线分裂和偏振

由于精确的反射和透射计算需要偏振信息，所以只有在进行偏振光线追迹时，才可以进行光线分裂。

可以关闭光线分裂，在这种情况下，在折射界面上始终发生透射路径，除非光线发生全内反射；如果表面为镜面，则始终采用反射路径。

下图显示了当光线分裂之后可能的光线路径。图中只绘制了一条输入光线。

当使用光线分裂时，如果最小相对光线能量设置的很低，则需要追迹的光线数量会变得很大。例如，对入射玻璃立方体的光线进行光线追迹，该玻璃体每个表面都有50%的膜层，相对光强设置为0.01，将会产生大约256条光线段。如果将相对光强设置为1E-8，对于进入玻璃体内部的每条光线进行光线追迹则会产生2.7亿条光线段！对于具有相对较低反射率的系统（如AR膜层光学系统），由于反射路径的光强衰减的非常快，则不会产生很多的光线段。此外，建议适当地将相对光线透射率设高，大约在0.001左右，直到模型能顺利运行并且需要更详细的结果后再更改。

由于总的光线数目非常大，所以3D视图可能会变得非常混乱。一种减少绘制光线数量的方法是使用"过滤"字符串减少绘制的光线数量，请查阅"过滤字符串(The filter string)"。

2.3.2.1.13. 全部结合在一起(Putting It All Together)

对于非序列模式光线追迹、偏振、散射以及光线分裂功能，当决定光线分布和探测能量时，将这些属性结合使用，则会显示出它们的优越性。全部考虑这些效应的顺序如下：

1. 1.首先对光线入射的物体界面进行计算。
2. 2.如果表面是反射的或光线全内反射，则选取反射路径。

否则

1. 1.如果光线分裂开启，则同时确定反射和折射路径。
2. 2.如果光线分裂关闭，则选择折射路径。
3. 3.如果开启散射，则光线被散射。
4. 4.调整光线强度和偏振矢量。
5. 5.光线继续传播到下一个物体表面。

在绘制非序列模式物体和光线的3D视图以及其它特性分析功能中，可以通过随机产生的光线中看出光源、光线分裂和散射的影响。也可以在这些视图中选择打开或关闭光线分裂和光线散射以单独显示其影响。这些视图有助于从定性分析查看光源、物体、散射、鬼像和其它反射的影响。

要想精确定量计算所设置探测器位置的能量分布，通常需要计算比定性分析视图更多的光线数量。这就是为什么在光源参数列表中单独定义输出光线数和分析光线数的原因。

2.3.2.1.14. 光线追迹控件(The Ray Trace Control)

光线追迹控件用于发射和追迹光线，用于定义光源、物体和探测器的分析。光线追迹控件各选项定义如下所述。

有关更多信息，请参阅帮助文件的"分析选项卡(Analyze Tab)"中的"光线追迹(Ray Trace)"工具。

2.3.2.1.15. 光线数据库（ZRD）文件(Ray Database(ZRD)Files)

通过选中"保存光线(Save Rays)"并在提供的编辑框中输入拓展名为.ZRD的文件名可以保存光线数据供后续分析。也可以使用评价函数(Merit Function)中的NSRD操作数进行保存。当追迹光线时，光线数据被保存在指定的文件中。由于访问硬盘的速度（相对）较慢，所以存储光线数据将会大大减慢光线追迹的速度。但是，通常情况下进行一次光线追迹是很方便的，然后对所产生的数据结果进行多重分析。可以在视图上绘制ZRD数据库包含的光线，而不是追迹新光线；有关详细信息，请参阅非序列模式3D视图。

OpticStudio提供三种不同的ZRD文件格式，每种格式都提供了文件大小、压缩和数据内容等各种组合内容。所有ZRD文件格式都为二进制格式，以尽可能紧凑的保存文件。

所有**ZRD**文件格式都使用相同的文件扩展名**"ZRD"**。三字母格式名称仅用来区分文档中的格式，而不是作为文件扩展名。

以下是三种不同的可用ZRD文件格式：

未压缩的完整数据(Uncompressed Full Data(UFD)) - 以非压缩格式表示光线追迹的所有数据。如果用于读写ZRD文件的外部程序，可以使用此格式。UFD格式会使得文件变得非常大，同时也会使读写速度变得很慢。有关UFD格式的详细说明，请参阅"ZRD未压缩的完整数据(UFD)格式(The ZRD Uncompressed Full Data Format(UFD))"。

压缩的基本数据(Compressed Basic Data(CBD)) - 此格式用于存储全部数据的一部分，包括唯一状态、等级、入射物体、父项、xybin、lmbin、x、y、z信息以及强度。为节省磁盘空间，仅将光线坐标和强度存储为浮点型（32位），而不采用常规的双精度（64位）。尽管不是将方向余弦明确地存储在文件中，但在读取文件时会

根据x、y、z坐标自动重新创建方向余弦。CBD文件将会动态压缩，使其不适合在OpticStudio外部执行读/写操作。CBD格式会使得文件变得很小，从而使得写入速度变得非常快。通常情况下，CBD格式文件的大小只有UFD格式文件的10%左右。请注意，在读取ZRD文件时，此格式内丢失的数据不能用于后续分析。

压缩的完整数据(Compressed Full Data(CFD)) - 以压缩格式表示光线追迹的所有数据。为节省磁盘空间，会将所有双精度数据转换为浮点精度，但在其他所有方面此格式包含光线追迹的所有数据，包括偏振、折射率、相位和其它数据。此格式文件的大小只有UFD格式文件的20%左右（如果不使用偏振）和35%左右（如果使用偏振）。

请注意，对于保存压缩的基本数据和压缩的全部数据操作，只有当设置每条光线的光线段最大为65536时才可以完成。如果超过这个限制，将会显示错误信息。此种情况下只能使用未压缩的完整数据。

*2.3.2.1.15.1. ZRD*格式和版本号（*ZRD Format And Version Numbers*）

ZRD文件包含版本号和格式编号。当读取文件时，OpticStudio将检查这一版本号。OpticStudio会在读取文件时自动将旧版本文件转换为当前版本文件。当前版本号为2003。格式编号0表示UFD格式，10000表示CBD格式，20000表示CFD格式。版本号和格式编号加在一起并存储在文件中的第一条整数记录中，因此第一个整数将为2003表示UFD格式，12003表示CBD格式，22003表示CFD格式的ZRD文件。

*2.3.2.1.15.2. ZRD*未压缩完整数据（*UFD*）格式（*The ZRD Uncompressed Full Data Format（UFD）*）

文件中第一条记录是一个单精度32位整数，表示ZRD文件的版本号和格式数字。文件中第二条记录是一个单精度32位整数，表示剩下记录中的最大可能的光线段数目。实际光线段数一般小于或等于这个数。

文件的剩下部分包括一个32位整数，表示后续的光线段数，先是这些光线段数，然后是另一个32位整数，表示下一条记录中的光线段数，以此类推，直到文件结尾。单光线段由一个"C"结构进行描述，格式如下：

```
typedef struct
{
unsigned int status;
int level;
int hit_object;
int hit_face;
int unused;
int in_object;
int parent;
int storage;
int xybin, lmbin;
double index, starting_phase;
double x, y, z;
double l, m, n;
double nx, ny, nz;
double path_to, intensity;
double phase_of, phase_at;
double exr, exi, eyr, eyi, ezr, ezi;
double optical_path_w, optical_path_lu;
int order_x, order_y;
} RAYPATH;
```

更多详细信息请参阅"关于数据结构存储器封装的注释（Comments on Data Structure Memory Packing）"。

下面将对每一个数据项进行详细说明。

status：位标记表示光线的状态。标记（整数符号）是：终止：1，反射：2，折射：4，散射：8，衍射：16，鬼像：32，从前一个物体的衍射：64，从前一个物体的散射：128，光线段有致命错误：256，体散射：512。

level：光线段和原始光源之间的光线段数目。这是积累的光线与物体相交的交点数。

hit_object：与光线相交的物体编号。如果该值为0，光线将不与任何物体相交。对于0段而言，此值为源光线段物体编号。

hit_face：与光线相交的面编号。只有在hit_object不为0时，才有效。

in_object：光线在其内部传播的物体编号。通常情况下，该值决定了光线所通过介质的折射率。该值为0意味着处在"背景介质（background media）"内部。

parent：光线起源的（之前）光线段。如果该值为0，表明光线从原始的光源发出。注意，同一个父光线可能有一个以上的子光线；但是对于每一个光线只能有一个父光线。父光线的光线段数目通常小于子光线的段数目。

storage：OpticStudio用于索引的临时缓存区。只有光线段为0，这个整数才是光线波长编号。有关实际波长值，请参阅下面的nx。其它光线段可能包含无意义的数据。

xybin、lmbin：光线入射的探测器物体上的像素编号。其中xybin是空间数据，lmbin是角（强度）数据。

index：介质的折射率数据。但该值并不能对渐变折射率介质进行完整描述。starting_phase：光线开始时所具有的初始光程。这通常是由光线分裂时衍射光栅所引起的。

x、y、z：光线交点的全局坐标。

l、m、n：全局坐标中光线的方向余弦。但该值并不能对渐变折射率介质进行完整描述。

nx、ny、nz：全局坐标中物体在交点处的法向量。只有当光线段为0，nx的值存储射出光线的波长值。

path_to：光线段的物理光程（非光程）。请注意，该值有时与光线数据库查看器中显示的"光程（PathTo）"不同。光线数据库查看器中显示的光程始终是光线段的物理光程。ZRD文件中的path_to数据不是体散射产生光线段时的物理光程，而且未交于其末端的任何物体时，此时光线段的"Hit"和"Face"均为0。如果在这种情况下需要光线段的物理光程，用户可以在光线数据库查看器中查看，或直接从光线段及其父光线段的（x，y，z）位置数据计算。

intensity：光线段的强度。

phase_of：物体的相位。这是由光栅、全息面和其它相位修改面添加的等效光学相位光程，以镜头单位表示。

phase_at：光线的累积总相位（以2*pi为模）。该值包括光线传播累积的相位以及由施加相位的物体（如光栅等）引入的相位。该值不包括膜层引起的相位，通常将膜层引起的相位视为"相位像差（phase aberration）"。该值只能在探测器表面进行计算。请注意，考虑到光线落在像素中心的偏移，此处报告的相位已进行了调整。在某些情况下，平面波（即光线）需要向前传播一点才能到达像素中心，而在其他情况下，需要向后传播一点才能到达像素中心。

exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi：在全局x、y和z坐标中电场的实部和虚部。如果光线追迹不使用偏振，则这些值将都为零。

ZRD UFD格式可能会发生变化。但是，OpticStudio会自动将旧格式转化为当前格式。注意，每个光线段的结构大小是232字节。如果对100,000条光线追迹，每条光线平均有50个段，那么所产生的文件大小约为100,000 x 50 x 208 bytes = 1Gb。这样文件可以迅速变得非常大，所以在决定将光线数据保存到数据文件之前，需要认真考虑限制光线段的数目。使用过滤字符串限制所存储的光线交点数据，可以大大减少写入文件的数据量。

ZRD文件包括一个数据交互块。例如，如果对3条光线进行光线追迹，每条光线分别有5、7、9个光线段，此时ZRD文件中的格式如下：

```
4 bytes: version
```

```
4 bytes: maximum number of segments possible, will be 9 or larger in this example
4 bytes: 5 (the number of segments in ray 1)
208 bytes x 5 (the segment data for ray 1)
4 bytes: 7 (the number of segments in ray 2)
208 bytes x 7 (the segment data for ray 2)
4 bytes: 9 (the number of segments in ray 3)
208 bytes x 9 (the segment data for ray 3)
```

有关OpticStudio对ZRD文件处理的信息，请参阅"光线数据库查看器（The Ray Database Viewer）"。

关于数据结构存储器封装的注释（***Comments on Data Structure Memory Packing***）

请注意，Windows中典型的"C"结构使用8个字节封装边界。这个封装意味着2字节单元被排列在一个2的整数倍的存储地址中，4字节单元被排列在4的整数倍的存储地址中，8字节单元被排列在8的整数倍存储地址中。这种封装方式提高了读取内存的速度，但是在结构上可能产生了许多小间断。这就是为什么结构尺寸要稍微比所有单元的字节总大小要大的原因。

2.3.2.1.16. LightningTrace控件(The LightningTrace Control)

设置完自定义光源、物体和探测器后，使用LightningTrace控制发射和追迹特定离散网格的光线进行分析。LightningTrace控制各选项定义如下所述。

有关更多信息，请参阅帮助文件中"分析选项卡(Analyze tab)"中的"光线追迹(Lightning Trace)工具"。

2.3.2.1.17. 光线数据库查看器(The Ray Database Viewer)

光线数据库查看器可以读取以前存储的ZRD文件，并且用文本格式显示数据。有关创建ZRD文件的信息，请参阅前一小节内容。

有关更多信息，请参阅帮助文件的"分析选项卡(Analyze tab)"中的"光线数据库查看器(The Ray Database Viewer)"分析工具。

2.3.2.1.18. 探测器查看器(The Detector Viewer)

探测器查看器以图形或文本格式展示探测器上的数据。有关光线追迹至探测器记录数据，请参阅"光线追迹控件(The Ray Trace Control)"。

有关更多信息，请参阅帮助文件中"分析选项卡(Analyze tab)"中的"探测器查看器(Detector Viewer)"工具。

2.3.2.1.19. 过滤字符串(The Filter String)

只显示具有某些特定属性的非序列模式光线或数据会比较方便。例如，当开启散射以及光线分裂功能时，如果追迹许多光线，则视图会变得非常混乱。过滤字符串可以定义一个“测试”，在绘制和显示光线之前，光线必须通过该测试。过滤字符串的语法包含标记之间的逻辑运算，用来显示光线中的某段是否与非序列模式组中的物体相交、错过、反射、折射、散射、衍射或鬼像反射。还有支持数值参数的“扩展(Extended)”标记。下表介绍了支持的标记。

过滤字符串标记(FILTER STRING FLAGS)

标记	描述

{#n1} (Complex Filter String)	将光线集限定为满足(Complex Filter String)条件所定义的前[n1]条光线。 注意，(Complex Filter String)可以是任意标准的过滤字符串，并且是可选项；如果省略，则选择前[n1]条光线。 [n1]可以是任意正整数值。 [n1]值无效将导致出现未定义的效果。
{#n1-n2} (Complex Filter String)	将光线集限定在光线[n1]到光线[n2]（包括）范围内，满足 (Complex Filter String)所定义的条件。 请注意，(Complex Filter String)可以是任意标准过滤字符串，并且是可选项；如果忽略，则选择光线[n1]-[n2]。 请注意，{#1-n2}(Complex Filter String)与{#n2}(Complex Filter String)用法相同。 [n1]可以是任意正整数值。[n2]可以是大于或等于[n1]的任意正整数值。 [n1]或[n2]值无效将导致出现未定义的效果。
{@n1} (Complex Filter String)	将光线集限定为满足(Complex Filter String)条件所定义的每个核心每条路径的前[n1]条光线。 只有在对PAF文件使用光线追迹控件时，才能应用此过滤字符串。通过使用“保存路径数据”选项选择PAF文件。 注意，(Complex Filter String)可以是任意标准的过滤字符串，并且是可选项；如果省略，则选择前[n1]条光线。 [n1]可以是任意正整数值。 [n1]值无效将导致出现未定义的效果。
_n	过滤字符串以下划线“_”开头，后跟一个由路径分析功能定义和使用的整数代码；请参阅“路径分析(Path Analysis)”。

~nnnmmm...[#]	光线路径过滤字符串。此过滤字符串用于选择光线段遵循明确路径的光线分支。第一个物体编号定义了光源物体，后续依次为每个与光线相交的物体，按相交顺序排列。每个物体编号的定义必须采用三位整数，需要时可以在前面加0。光线离开光源物体7，然后依次与物体18，物体9相交，最后终止或不与任何其他物体相交，则可使用过滤字符串“~007018009”定义。多余定义一个物体编号没有意义；例如，如果光线与镜头9的前表面相交，然后与物体9的后表面相交，此时只需在过滤字符串定义中列出一个009即可。 可以选择使用#符号终止过滤字符串，表明任何最初遵循此路径的光线段被选中。这使得与不同物体相交的光线，或者不与任何物体相交的光线，在列出的最后一个物体后仍被选中。 任意一个过滤字符串的最大物体数为50。
$nnmm...[#]	光线路径过滤字符串替代结构。这相当于上面的“~”过滤字符串，除了使用两位代码，而不是使用物体编号的三位代码以外。如果物体的数量小于100，则选择该结构更方便。
Bn	光线在物体n内部体散射。如果n值是0，则来自任一物体的体散射光线段将对此测试返回True。
Dn.f	光线与物体n及其面f相交后衍射，也支持Dn。请参阅En.f。
En.f	父光线段从物体n和它的面f衍射，也支持En。当开启光线分裂时，从衍射元件分裂的光线段，次序编号不等于0时才设置此标记。
Fn.f	父光线段从物体n和它的面f散射，也支持Fn。当开启光线分裂时，从散射表面分裂的光线段才设置此标记。反射光线段无法开启此标记，只有散射光线段可以开启。如果n值是0，则来自任一物体的散射光线段将对此测试返回True。
Gn.f	父光线段从物体n和它的面f鬼像反射，也支持Gn。当开启光线分裂时，从折射物体反射的光线段才设置此标记。如果n值是0，则来自任一物体的鬼像光线段将对此测试返回True。
Hn.f	光线与物体n及其面f相交，也支持Hn。要测试一条光线是否与物体相交，标记格式为Hn.f。例如，如果要测试光线是否与物体5相交，则将标记设置为H5。请参阅Ln.f。
Jn.f	与Gn.f类似，除了鬼像反射点前的所有光线段强度都设置为0，也支持Jn。允许探测器查看器只能查看鬼像能量，而不是直接入射能量，即使在后来光线从其它物体鬼像反射也是如此。零强度值仅影响探测器查看器，而不影响光线数据库查看器或视图。

Ln.f	光线最后与物体n及其面f相交，也支持Ln。要测试光线分支的最后一个光线段是否与物体相交，标记格式为Ln.f。例如，如果光线分支的最后一段与物体5相交，则将标记设置为L5。请参阅Hn.f。
Mn.f	光线错过了物体n及其面f，也支持Mn。要测试一条光线是否错过物体，标记格式为Mn.f。例如，要测试光线是否错过物体15，则将标记设置为M15。
On	光线从编号n的光源发出。O0（即“O”表示原点，“0”表示零）表示选取所有的光源。
Rn.f	光线与物体n及其面f相交后反射，也支持Rn。标记R7将测试光线是否与物体7相交后反射。请参阅Gn.f。请注意，这不能用于过滤反射光线路径，以防光线在与物体相交后分裂。如果光线与物体4相交并分裂，则标记R4将同时考虑透射和反射路径。有关仅在光线分裂时考虑反射路径的过滤字符串，请参阅Gn.f。
SEQ[a:b]	SEQ[a:b]过滤字符串允许从序列向导（Sequence Wizard）工具的所有序列列表中选择特定范围的序列。a和b是可选的正整数，取值范围从1到N，其中N是已定义序列的总数。请注意，b应大于或等于a。过滤字符串“SEQ[:]”返回所有生成的序列，而“SEQ[:b]”则检索列表中的前b个序列。在定义范围内的自定义命名序列也包括在内。 注：过滤字符串“SEQ[:]”会返回序列选择器（Sequence Selector）工具中的前100条序列，而“SEQ[:b]”则会检索列表中的前b个序列，其中b必须小于100。
Sn.f	光线与物体n及其面f相交后散射，也支持Sn。ZRD文件中列出了此测试“S”标记，表示光线在与物体相交的点散射。另请参阅Fn.f和X_SCATTER。
Tn.f	光线进入物体n及其面f后透射（折射），也支持Tn。标记T4将测试光线在与物体4相交后是否在物体4上发生折射。请注意，这不能用于过滤透射光线路径，以防光线在与物体相交后分裂。如果光线与物体4相交并分裂，则标记T4将同时考虑透射和反射路径。有关仅在光线分裂时考虑反射路径的过滤字符串，请参阅Gn.f。
Wn	光线使用波长n。如果n值是0，则任一波长光线对该测试将返回True。注意，此过滤字符串只测试从光源发出光线的初始波长。如果使用波长偏移（请参阅物体属性的体散射部分），则波长可能会在传播过程中发生变化。

X_AXYG(n.f,v)	光线与物体n及其面f在局部x-y平面中的入射角（以度为单位）大于v。这个角度不考虑传播方向，关于+y方向测量。如果光线没有与物体n及其面f相交，则这个标记为False。也支持X_AXYG(n,v)。
X_AXYL(n.f,v)	光线与物体n及其面f在局部x-y平面中的入射角（以度为单位）小于v。这个角度不考虑传播方向，关于+y方向测量。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_AXYL(n,v)。
X_AXZG(n,v)	光线与物体n在局部x-z平面中的入射角（以度为单位）大于v。这个角度不考虑传播方向，关于+z方向测量。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。
X_AXZL(n,v)	光线与物体n在局部x-z平面中的入射角（以度为单位）小于v。这个角度不考虑传播方向，关于+z方向测量。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。
X_AYZG(n.f,v)	光线与物体n及其面f在局部y-z平面中的入射角（以度为单位）大于v。这个角度不考虑传播方向，关于+z方向测量。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_AYZG(n,v)。
X_AYZL(n.f,v)	光线与物体n及其面f在局部y-z平面中的入射角（以度为单位）小于v。这个角度不考虑传播方向，关于+z方向测量。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_AYZL(n,v)。
X_DIFF(n.f,xo,yo)	该过滤字符串可获得从物体n或n.f（n=物体编号，f=面编号）衍射，且衍射级次为xo和/或yo（含）的光线。如果n.f=*，过滤字符串将返回衍射级次为xo和yo的任何光线。如果xo = *，过滤字符串将返回在n.f（或n.f = *时的任何位置）处衍射，且衍射级次为yo的任何光线。如果yo = *，过滤字符串将返回在n.f（或在n.f = *时的任何位置）处衍射，且衍射级次为xo的任何光线。如果所有的n.f、xo和yo都等于*，过滤字符串将返回在任何物体上以任何级次衍射的任何光线。请注意，它必须支持object和object.face格式。例如，X_DIFF(n,xo,yo)和X_DIFF(n.f,xo,yo)。
X_EXT(n,b)	光线段是在父光线刚好与物体n相交b次后从双折射界面生成的非寻常光。要应用此过滤字符串，需搜索与物体n相交b次的父光线段，并且仅考虑该特定父光线段的子光线段。如果任何父光线段均没有与物体n相交b次，则过滤字符串返回False。另请参阅X_ORD。

X_GHOST(n.f,b)	光线段鬼像反射b次，并至少与物体n及其面f相交一次。如果n是0，则任何有b次鬼像反射的光线段将通过该测试。例如，要仅考虑所有二次鬼像（来自父鬼像光线段的鬼像光线），使用X_GHOST(0,2)。 X_GHOST不会考虑最后是全内反射的鬼像光线段，尽管全内反射的光线也被认为是鬼像。例如，如果一个三次鬼像光线离开一个表面，与另一个表面相交，然后在第二个表面发生全内反射。X_GHOST(0,3)将不会包括这个光线段，因为该段最后发生全内反射，并且没有光线终止（光线反射并继续传播）。该光线段会被包括在过滤字符串X_GHOST(n,4)中，因为光线是发生第四次鬼像（在全内反射点）。这是人为地让OpticStudio如此定义光线段以及鬼像光线计数。在所有情况下，如果测试的b值足够高，则所有鬼像光线都可以找到。注意，从折射表面全内反射的光线被认为是鬼像，但从镜面表面反射的光线不是鬼像。 另请参阅Gn.f。也支持X_GHOST(n,v)。
X_GHOSTN(n.f,n1,n2)	该过滤字符串将返回在n.f处出现n1到n2次（包含首尾值）鬼像的光线。如果n2=0，则过滤字符串返回在n.f处刚好出现n1次鬼像的光线。
X_HIT(n.f,b)	光线段刚好与物体n及其面f相交b次。 另请参阅Hn.f、X_HITS、X_HITFACE和X_HITFACE2。也支持X_HIT(n,v)。
X_HITS(n1,n2)	如果n2为零：光线与任何物体相交至少n1次。 如果n2不为零，则光线与物体相交的次数介于n1到n2（包含首尾值）之间。
X_HITFACE(n,f)	光线段与物体n的面f相交。另请参阅Hn.f、X_HIT和X_HITFACE2。
X_HITFACE2(n,f,b)	光线段与物体n的面f相交b次。另请参阅Hn.f和X_HIT。
X_IAGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的绝对强度大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_IAGT(n,v)。
X_IALT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的绝对强度小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_IALT(n,v)。
X_IRGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上相对于初始强度的强度大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_IRGT(n,v)。
X_IRLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上相对于初始强度的强度小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_IRLT(n,v)。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

X_LGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射x光线方向余弦大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_LGT(n,v)。
X_LLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射x光线方向余弦小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_LLT(n,v)。
X_MGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射y光线方向余弦大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_MGT(n,v)。
X_MLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射y光线方向余弦小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_MLT(n,v)。
X_NDIF(#)	该过滤字符串可获得具有#次衍射的光线。#必须为整数。
X_NGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射z光线方向余弦大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_NGT(n,v)。
X_NLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部入射z光线方向余弦小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_NLT(n,v)。
X_ORD(n,b)	光线段是在父光线刚好与物体n相交b次后从双折射界面生成的寻常光。要应用此过滤字符串，需搜索与物体n相交b次的父光线段，并且仅考虑该特定父光线段的子光线段。如果任何父光线段均没有与物体n相交b次，则过滤字符串返回False。另请参阅X_EXT。
X_SCATTER(n.f,b)	光线段从父光线上散射b次，并至少与物体n及其面f相交一次。如果n为零，任何从父光线散射b次出来的子光线段将通过测试。例如，要只考虑第一代散射光线，使用X_SCATTER(0,1)。此过滤字符串只用于测试从ZRD文件中列出的父光线或者“F”标记上发生的散射光线。另请参阅Sn.f和X_SCATTERF。也支持X_SCATTER(n,b)。
X_SCATTERF(n.f,b)	在父光线与物体n相交b次后，光线段在物体n及其面f上发生散射。要应用此过滤字符串，需搜索与物体n相交b次的父光线段，并且仅考虑该特定的父光线段。如果任何父光线段均没有与物体n相交b次，则过滤字符串返回False。例如，当只考虑在父光线段第三次与物体5相交后被散射的光线（即光源发出的光线之前已经与相同的物体相交两次），使用X_SCATTERF(5,3)。另请参阅Fn.f和X_SCATTER。也支持X_SCATTERF(n,b)。
X_SEGMENTS(n1,n2)	如果n2为零：光线具有n1或更多光线段。 如果n2不为零，则光线的段数介于n1到n2（包含首尾值）之间。

X_SEQ(n1.f1,n2.f2,..n#,f#)	该过滤字符串将显示遵循指定n1.f1、n2.f2……n#,f#序列的光线。其中，n#为物体编号，f#为对应的面编号。过滤字符串支持衍射级次，例如，X_SEQ(2,4.1/(2,*),4.2)将返回从光源2发出，在物体4的面1衍射（衍射级次xo=2、yo=无），并以物体4的面2结束的光线。
X_TIR(n.f,v)	该过滤字符串将返回在物体n或物体表面n.f进行v次全内反射的光线。也支持X_TIR(n,v)。
X_WAVERANGE(n.f, a, b)	光线已经与物体n及其面f相交过，并且其波长介于a到b微米（包含首尾值）之间。也支持X_WAVERANGE(n,a,b)。
X_WAVESHIFT(i,j)	光线在体散射时偏移，从波长i变为波长j。
X_XGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部x坐标大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_XGT(n,v)。
X_XLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部x坐标小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_XLT(n,v)。
X_YGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部y坐标大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_YGT(n,v)。
X_YLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部y坐标小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_YLT(n,v)。
X_ZGT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部z坐标大于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_ZGT(n,v)。
X_ZLT(n.f,v)	光线在物体n及其面f上的点的局部z坐标小于v值。如果光线没有与物体n相交，则这个标记为False。也支持X_ZLT(n,v)。
Z	光线有严重错误。

除了O、G、E和F标记外，所有的标记都表示在与下标“n”表示的物体相交后光线段的情况。G、E和F标记表示父光线段与物体“n”相交，因而产生的子光线分别为鬼像、衍射或散射。O标记表示从光源物体“n”所发出的光线。W标记表示波长编号为“n”的光线。形式为X_***(n,v)的标记需要两个数字参数，并分别在括号内用逗号隔开，否则会发出语法报错信息。

每个标记值都要对每条光线追迹进行评估，而且标记会被指定一个TRUE或FALSE的值。标记可以单独使用，或者与逻辑操作数结合。逻辑操作数通常在两个逻辑标记上作运算（NOT例外，只需右侧的一个标记），支持下列逻辑操作数：

&：逻辑AND。&符号两边的标记必须同时为TRUE，AND的运算结果才会返回TRUE。

|：逻辑OR。如果任意一个标记为TRUE，OR运算返回TRUE。

^逻辑Exclusive OR (XOR)。如果任意一个标记为TRUE（但不能都是），XOR运算返回TRUE。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

! 逻辑NOT。如果右边标记为FALSE，则返回TRUE，反之亦然。

括号可以用来界定运算的优先级。

2.3.2.1.19.1. 过滤字符串示例（*Filter String Examples*）

要仅选择交于物体7的光线，过滤字符串应为：

H7

要仅选择交于物体7及物体9的光线，过滤字符串应为：

H7 & H9

要选择a）交于物体7及物体9，但不从物体6反射；或者b）错过物体15的光线，过滤字符串应为：

（H7 & H9 & !R6） | M15

如果只要选取交于物体3、4或7而产生鬼像的光线，过滤字符串应为：

G3 | G4 | G7

要仅选择光线以入射角小于10度角入射平坦物体5，且该物体法向向量沿局部+z轴，过滤字符串应为（注意cos（10）=0.984808）：

X_NGT（5, 0.984808）

注意，只有光线交于标志X_NGT中指定的物体才能使标志为True。

要仅选择交于物体5且错过物体6的前50条光线，过滤字符串应为：

{#50}（H5 & M6）

要在第10条光线到第20条光线中选择交于物体5且错过物体6的光线，过滤字符串应为：

{#10-20}（H5 & M6）

选择正好照射到以下物体的前100条光线。面序号：3.0、4.1、4.2、5.1、5.2、7.1、7.2、8.0，过滤字符串将是：

{#100} X_SEQ（3.0, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 7.1, 7.2, 8.0）

过滤字符串会检查基本语句错误，如括号不匹配，但并非所有的语句错误都会检查和报告出来。满足过滤字符串测试的光线数据可能较少，甚至可能是零。OpticStudio仍会对定义光源的光线进行光线追迹（根据配置光线参数（layout rays parameter）），但是只有部分通过过滤的光线会被储存、显示、绘出。如果光线数据被储存，过滤字符串也能应用于光线数据库文件，请参阅"光线追迹控件（Ray Trace Control）"。由于过滤字符串与动态和静态窗口结合使用，因此OpticStudio不会在插入或删除物体的同时自动对过滤字符串参数进行重新编号。

详述：

过滤字符串的长度限制为260个字节。注意，这是"拓展（expanded）"过滤字符串的限制，包括内置的所有已命名的过滤字符串。

例如，如果输入一个"_1 | _2"过滤字符串，则插入路径分析字符串时可能会导致字符串被截断。

Filter string = "_1 | _2"。

软件将通过以下方式解析路径分析：

_1="X_SEQ（2.1,2.2,3.1,3.2,4.1,4.2）"（35字符）

_2="X_SEQ（2.1,2.2,3.1,3.2,3.3,5.1,5.2,6.0）"（45字符）

因此，过滤字符串将是35 + 45 = 80字符。

2.3.2.1.20. 保存和加载探测器数据(Saving and Loading Detector Data)

在执行光线追迹后，探测器物体将会保存关于探测器上能量入射的数据。此数据可以在探测器上使用探测器查看器（参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"）通过"重现"ZRD文件（参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"）来重新创建。重新创建探测器数据的另一种方法是，在执行光线追迹后将数据存储到文件中，然后将探测器数据加载到探测器物体上。在"保存探测器数据(Save Detector Data)"和"加载探测器数据(Load Detector Data)"中介绍了保存探测器和加载探测器数据的功能。

探测器数据文件格式**(Detector Data File Format)**

探测器数据文件用于存储矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体的能量数据。这些不同探测器类型的文件扩展名分别为DDR、DDC、DDP和DDV。所有文件类型的二进制文件格式包含一个标头结构，后面是指示数据如何生成的32位整数以及探测器中每个像素的一个数据块。

请注意，当在其它程序中读取探测器数据文件时，在最后一个整数型单元(i_data)和第一个双精度单元(d_data)之间会出现4字节的差距。有关更多详细信息，请参阅"ZRD未压缩完整数据格式(UFD)(The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD))"的"关于数据结构存储器封装的注释(Comments on Data Structure Memory Packing)"部分。

标头块格式***(Header Block Format)***

标头块使用以下格式（在C语句中）：

```
int version, type, lens_units, source_units, source_multiplier;
int i_data[50];
double d_data[50];
```

版本：当前版本为1004。未来的OpticStudio版本可能会随着格式的更改使用不同的版本号，但OpticStudio是可以识别旧版本的，并在加载数据时自动进行转换。格式中任何未定义的数据值都会保留，用于将来的格式扩展，也可能被忽略。

类型：1、2、3或4分别表示矩形探测器物体、颜色探测器物体、极坐标探测器物体和体探测器物体。

lens_units：0、1、2或3分别表示毫米、厘米、英寸或米。

source_units：0、1或2分别表示瓦、流明或焦耳。

source_multiplier：0到9分别表示光源单位乘数femto到Tera。

i_data：特定探测器类型的整数数据（参阅下文）。

d_data：特定探测器类型的双精度数据（参阅下文）。

矩形探测器和颜色探测器物体的数据：

i_data[0]、i_data[1]：x像素的数量、y像素的数量。

i_data[2]、i_data[3]：入射到空间探测器的光线数、入射到角度探测器的光线数。

d_data[0]、d_data[1]：探测器的x半宽、探测器的y半宽。

d_data[2] - d_data[5]：角向x最小值、x最大值、y最小值、y最大值。

极坐标探测器物体的数据：

i_data[0]、i_data[1]：极向像素的数量、角向像素的数量。

i_data[3]：入射到探测器上的光线数。

d_data[0]、d_data[1]：探测器上的最大角度、探测器的径向尺寸。

体探测器物体的数据：

i_data[0] - i_data[2]：x、y和z方向像素的数量。

d_data[0] - d_data[2]：分别为x、y和z方向的探测器半宽。

光线追迹方法

标头和光线数据块之间的32位整数，它定义了光线追迹数据的来源。相关值的含义如下：

0：未设置。这表明该文件是在早于Detector File Version 1004版的OpticStudio版本中生成的。

1：Lightning追迹(Lightning Trace)

2：非序列模式光线追迹

-1：无数据(No Data)

数据块格式***(Data Block Format)***

定义了标头数据并写入文件之后，还会写入数据结构。为探测器上的每一个像素写入一个数据块。数据结构的文件格式取决于探测器类型，如下所示。

矩形探测器物体的数据结构：

double inc_int_pos, inc_int_ang, coh_real, coh_imag, coh_amp;

这些数据结构分别是位置空间中的非相干光通量、角度空间中的非相干光通量，以及位置空间中的相干实部振幅、虚部振幅和总振幅。

颜色探测器物体的数据结构：

double pos_P, pos_X, pos_Y, pos_Z, ang_P, ang_X, ang_Y, ang_Z;

前四个数据结构是位置空间功率、三色值中X、Y和Z值以及角度空间中与此对应的4个值。

极坐标探测器物体的数据结构：

double unused1, unused2, unused3, unused4, ang_P, ang_X, ang_Y, ang_Z;

前四个数据结构未使用，之后的数据分别是角向空间功率，三色值中X、Y和Z的值。

体探测器物体的数据结构：

double inc_int_pos, inc_absorbed_flux, unused1, unused2, unused3;

这些数据结构分别是非相干入射光通量、吸收光通量以及三个未使用的值。

像素排序***(Pixel Ordering)***

对于矩形探测器和颜色探测器物体，1号像素在左下角(-x,-y)处，后续的像素首先在+x方向的列上移动，然后通过行向上移动。

对于极坐标探测器物体，1号像素从零极角开始，后续像素沿+x轴零度的径向臂向前移动到最大极角。下一个像素再次从零极角开始，并沿第一方位角的径向臂继续递增。该模式重复地沿方位角方向的每一个径向臂移动。

对于体探测器物体，1号像素在探测器-Z侧的第一个平面的左下角(-x,-y)，后续的像素首先在+x方向的列上移动，然后向上穿过第一个平面的行(+x,+y)。下一个像素在下一个Z平面的左下角(-x,-y)，该模式继续通过所有Z平面移动。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.1.21. 多面体的特别注意事项(Special Considerations for Faceted Objects)

从数学层面上看，光线追迹通过多面体通常情况下是简单直接的，但有一个主要的例外，当光线"正好"入射到两个相邻的切面的公共边时，应该如何处理这一特殊情形。在这种情况下，"正好"意味着在计算机的数值精度限度之内。在所有光线追迹算法中，OpticStudio使用了双精度64位数，这将会产生12位小数的精度。但是，由于频繁使用了平方根以及其它数学运算，很多计算的实际精度会稍微偏低。

最常见的难题是对于一个屋脊棱镜、角隅棱镜或者多面菲涅尔透镜的光线追迹，其中一个公共边正好沿入射光束的x轴或y轴。由于光线正好入射到两个切面的边，而每一个面又有不同的法向向量，这样反射或折射的属性就变得含糊不清。

在实际中，不可能存在无限明显的边。所以，OpticStudio所用的解决方法是将入射到两个相邻而法向向量不同的切面的边上、又位于胶合距离之内的光线吸收掉。被吸收的光线将终止追迹，其能量将被丢弃。

这一问题通过下面这些方法也可以得到解决：

对于序列模式光线追迹，将物体的光轴沿X或Y方向移动微小的距离，从而使得光线在某个时刻只"看到"一个切面。通常情况下，偏移大约1e-6个镜头单位（如果镜头单位为毫米，则位移1纳米）就足够了。

对于非序列模式光线追迹，要么移动物体使之与序列模式光线追迹类似，要么使用具有随机光线分布的光源。有时，一条光线入射到切面边缘的胶合距离内，此时光线能量将被吸收，但是被吸收的总能量应当很小。

一般而言，使用随机生成的光线束，如成像分析或杂乱点列图中使用的那样，将会消除这种问题。

注意，由于制造的局限性和物理光学干涉效应的存在，任何实际的屋脊棱镜或角隅棱镜均不能在一个很小的距离内"正确地"反射或折射光线。

2.3.2.1.22. 非序列模式的DLL

OpticStudio支持若干种不同类型的DLL，用于扩展非序列模式部分的功能，包括用于光源、渐变折射率介质、衍射和散射的DLL。

为了创建一个用户自定义的DLL光源，需要一个可以产生于64位Windows兼容DLL的编译器或开发工具。此外，假定用户会编写所需要的代码，更重要的是，要确保代码是可靠的并且没有bug。为了最大限度提高速度，OpticStudio对DLL返回的数据执行很少的错误检查，因此有bug的DLL可以使OpticStudio崩溃。

正因为如此，对关于DLL使用的技术支持进行了严格限制，仅验证所提供的示例文件能够正常运行。

2.3.2.1.22.1. 非序列模式DLL的结构(Structure of a Non-Sequential DLL)

非序列模式DLL使用一种数据结构(data[])，它允许我们在DLL和OpticStudio之间来回传递特定的值。通过data[]结构传递的项的示例包括：波长、电场信息、方向余弦值等。

不同类型的非序列模式DLL将以不同的方式利用data[]结构。在下面的页面中，您将找到有关此内容的更多信息。

学习使用不同类型的DLL的最好方法是研究一个现有的DLL。OpticStudio中提供的DLL示例包括扩展文件以及关于数据格式的注释，参阅任何示例源代码文件以查看具体例子。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.1.22.1.1. 体散射、衍射、表面散射DLL的Data[]值(Data[] values for Bulk Scatter, Diffraction, Surface Scatter DLLs)

下表列出了非序列模式体散射、衍射和表面散射DLL的可用data[]：

	表面散射	衍射	体散射
data[0]	传递的数据数组中（双精度）值的总数量	传递的数据数组中（双精度）值的总数量	传递的数据数组中（双精度）值的总数量
data[1]	反射光线的x位置	x位置	x位置
data[2]	反射光线的y位置	y位置	y位置
data[3]	反射光线的z位置	z位置	z位置
data[4]	反射光线的x余弦，在输出中，它是散射光线	x余弦	x余弦
data[5]	反射光线的y余弦，在输出中，它是散射光线	y余弦	y余弦
data[6]	反射光线的z余弦，在输出中，它是散射光线	z余弦	z余弦
data[7]	x法线	x余弦面法线	波长，以μm为单位
data[8]	y法线	y余弦面法线	折射率
data[9]	z法线	z余弦面法线	非散射光程
			如果data[9]比随机生成的散射位置长，则DLL应该对光线进行散射。
			如果data[9]比随机生成的散射位置短，则不应该发生散射！
data[10]	初始值为0	波长，以μm为单位	初始值为0
	如果DLL对光线进行散射，则data[10]返回1。		如果DLL对光线进行散射，则data[10]返回1。
	如果DLL返回全偏振数据，则data[10]返回2。		如果DLL返回全偏振数据，则data[10]返回2。
data[11]	每单位长度的毫米数（毫米使用1.0、英寸使用25.4、厘米使用10.0、米使用1000.0）	折射面时使用0，反射面时使用1。如果data[31]=1或2，可以由DLL进行设置	每单位长度的毫米数（毫米使用1.0、英寸使用25.4、厘米使用10.0、米使用1000.0）
data[12]	相对能量（由DLL计算并返回）	逼近侧折射率	相对能量（由DLL计算并返回）
data[13]	入射介质折射率	出口侧折射率	添加到光线的输出相位

data[14]	基面介质折射率	当前追迹的级次	对话框中的平均光程值
data[15]	0为反射，1为折射，2为散射函数查看器	起始级次	对话框中的角度值
data[16]	用作种子的随机值	停止级次	用作种子的随机值
data[17]	波长，以μm为单位	每单位长度的毫米数（毫米使用1.0、英寸使用25.4、厘米使用10.0、米使用1000.0）	胶合距离...不要散射比该值更短的距离
data[18]	通常为0	用作种子的随机值	
	//以下特性仅用于重点采样		
如果data[18]	为-1时，ZEMAX请求DLL计算总积分散射(TIS)，而非散射光线矢量。计算出TIS后，返回data[18]中的TIS。如果DLL无法计算TIS和BSDF，则忽略data[18]，保持值不变。然后，ZEMAX将调用通常的散射算法，而不使用重点采样。		
如果data[18]	为-2时，ZEMAX请求DLL计算BSDF，而非散射光线矢量。计算出BSDF后，返回data[18]中的BSDF。如果DLL无法计算BSDF，则忽略data[18]，保持值不变。然后，ZEMAX将调用通常的散射算法，而不使用重点采样。BSDF通常取决于ZEMAX已选择追迹的反射光线和散射光线。ZEMAX已选择的散射光线存储在下面的data[30]-data[32]中。		
data[19]	为1，如果光线已进行了体散射		
data[20]	入射Ex实部	入射Ex实部	入射Ex实部
data[21]	入射Ex虚部	入射Ex虚部	入射Ex虚部
data[22]	入射Ey实部	入射Ey实部	入射Ey实部
data[23]	入射Ey虚部	入射Ey虚部	入射Ey虚部
data[24]	入射Ez实部	入射Ez实部	入射Ez实部

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

data[25]	入射Ez虚部	入射Ez虚部	入射Ez虚部
	以下特性仅用于重点采样，请参阅上面的详述		
data[30]	散射光线x余弦	相对能量（由DLL计算并返回）	
data[31]	散射光线y余弦	如果DLL返回相位和相位导数，flag = 1；如果是完全输出光线，flag = 2；仅当DLL设置data[31] = 1或2时，才需要计算data 32-34	
data[32]	散射光线z余弦	添加到光线的输出相位	
data[33]		相对于x的相位导数	
data[34]		相对于y的相位导数	
		仅当DLL设置data[31] = 2时，才需要计算data 35-45	仅当DLL设置data[10] =1或2时，才需要计算data 35-37
data[35]		输出x余弦	输出x余弦
data[36]		输出y余弦	输出y余弦
data[37]		输出z余弦	输出z余弦
	如果DLL设置data[10]= 2，则需要计算data 40-45		仅当DLL设置data[10] = 2时，才需要计算data 40-45
data[40]	输出Ex实部	输出Ex实部	输出Ex实部
data[41]	输出Ex虚部	输出Ex虚部	输出Ex虚部
data[42]	输出Ey实部	输出Ey实部	输出Ey实部
data[43]	输出Ey虚部	输出Ey虚部	输出Ey虚部
data[44]	输出Ez实部	输出Ez实部	输出Ez实部
data[45]	输出Ez虚部	输出Ez虚部	输出Ez虚部
data 46-99		保留给将来使用	
data[50]	传递参数的最大数量		
data[51]	来自用户的输入参数1	来自用户的输入参数1	来自用户的输入参数1
data[52]	来自用户的输入参数2	来自用户的输入参数2	来自用户的输入参数2
...直到data[50 + maxdata]	其中maxdata = int(data[50])	其中maxdata = int(data[0])	其中maxdata = int(data[0])
data[100]-data[129]		为数据字符串参数保留的数据块（240字节）	

data[130]-data[199]		为DLL数据的建议路径保留的数据块（560字节）	
		65表示数据文件名，265表示数据路径TCHAR = 2字节，130表示数据文件名/8 = 16.25，取30，530字节表示路径/ 8 = 66.25，取70	
data[200]-data[249]	为数据字符串参数保留的数据块（400字节）		
data[200]		传递参数的最大数量	
data[201]		来自用户的输入参数1，反射	
data[202]		来自用户的输入参数1，透射	
data[203]		来自用户的输入参数2，反射	
data[204]		来自用户的输入参数2，透射	
...直到data[200 + maxdata+1]		其中maxdata = int(data[200])	
data[250]-data[299]	为DLL数据的建议路径保留的数据块（400字节）		

2.3.2.1.22.1.2. 渐变折射率DLL的Data[]值(Data[] values for Gradient Index DLLs)

下表列出了渐变折射率DLL的可用data[]：

	渐变折射率
data[0]	传递的数据数组中（双精度）值的总数量
data[1]	反射光线的x位置
data[2]	反射光线的y位置
data[3]	反射光线的z位置
data[4]	波长，以μm为单位
data[5]	每单位长度的毫米数（毫米使用1.0、英寸使用25.4、厘米使用10.0、米使用1000.0）
data[6]	n（由DLL计算并返回）

data[7]	n * dn/dx（由DLL计算并返回）
data[8]	n * dn/dy（由DLL计算并返回）
data[9]	n * dn/dz（由DLL计算并返回）
data[10]	来自用户输入的参数1
data[11]	来自用户输入的参数2
...直到data[maxdata]，其中maxdata = int(data[0])	

2.3.2.1.22.1.3. 光源DLL的Data[]值(Data[] values for Source DLLs)

下表列出了光源DLL的可用data[]：

	光源
data[0]	传递的数据数组中（双精度）值的总数量
data[1]	x（由DLL计算并返回）
data[2]	y（由DLL计算并返回）
data[3]	z（由DLL计算并返回）
data[4]	l（由DLL计算并返回）
data[5]	m（由DLL计算并返回）
data[6]	n（由DLL计算并返回）
data[7]	相对强度（由DLL计算并返回）
data[8]	光源在内部的物体的折射率
data[20]	波长，以μm为单位
data[21]	每单位长度的毫米数（毫米使用1.0、英寸使用25.4、厘米使用10.0、米使用1000.0）
data[22]	随机数种子
data[30]	来自用户输入的参数1
data[31]	来自用户输入的参数2
...直到data[maxdata]，其中maxdata = int(data[0])	

2.3.2.1.22.2. 额外的DLL资源(Additional DLL Resources)

如欲了解DLL的总体概况，请参阅知识库文章OpticStudio中的自定义DLL：用户定义表面、物体及其它DLL类型概览(Custom DLLs in OpticStudio: An overview of user-defined surfaces, objects, and other DLL types)。

如欲更好地了解序列DLL，请查看用户自定义(User Defined)。

若要为用户自定义代码编译DLL，请参阅知识库文章如何编译用户定义的DLL(How to compile a User-Defined DLL)。

若要调试用户自定义DLL，请参阅知识库文章如何调试DLL或EXE(How to debug a DLL or EXE)。

由于Zemax Support不提供DLL调试服务，因此与其他用户就该主题进行联系会非常有用。为此，请访问我们的DLL论坛：DLL|Zemax社区。

2.3.2.1.22.3. 在非序列模式的用户自定义*DLL*中生成随机数*(Random Number Generation in user-Defined DLLs for NSC)*

在非序列模式中，使用OpticStudio安装附带的许多DLL都需要在DLL内部生成随机数（通常允许蒙特卡罗抽样分布）。在所有需要生成随机数的DLL中（以下提供了完整列表），OpticStudio使用Mersenne Twister演算法生成这些数（有关该算法的说明，请参阅http://en,wikipedia.org/wiki/Mersenne_Twister）。在OpticStudio中使用的实现方案基于标准MT19937算法，该算法使用32位字节长度。

OpticStudio安装附带的DLL列表使用的Mersenne Twister演算法如下：

体散射**(Bulk Scattering)**

☒bulk_samp_1.dll
☒Mie.dll
☒Phosphor.dll
☒poly_bulk_scat.dll
☒Rayleigh.dll

衍射**(Diffractive)**

☒diff_samp_1.dll

光源文件**(Source File)**

☒fiber1.dll

表面散射**(Surface Scattering)**

☒Gaussian_XY.dll
☒K-correlation.dll
☒Lambertian.dll
☒TwoGaussian.dll

我们强烈建议用户创建在非序列模式下使用的DLL，若该DLL需要使用随机数，可简单地使用Mersenne Twister演算法实现，或者写入自己的32位随机数生成器，而不是使用标准Windows API函数产生随机数。这是因为随机数产生函数是16位的，意味着它只能用来生成2^16=65,536个唯一的随机数。因此，当在非序列模式中追迹数百万条光线时，使用此随机数产生函数可以生成许多重复的数，从而导致数据"结块"。

2.3.2.2. 非序列模式几何物体**(Non-sequential Geometry Objects)**

OpticStudio中非序列模式物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球形、圆柱以及其它基本形状。也包括复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、Toric面、环形体(Toruses)及其它光学元件。这些物体的反射、透射和吸收属性都是由物体的材料决定的。

如需了解有关这些物体的反射、折射和吸收特性的详细信息，请参阅"使用材料库(Using Material Catalogs)"和"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"部分。

每种非序列模式物体的类型如下表所述，并在后续部分中进行详细介绍。注意，这些基本物体可以组合在一起形成更为复杂的几何体。如需了解有关将物体内置或邻接的信息，请参阅"非序列模式概述(Non-sequential Overview)"的"放置物体(Object Placement)"部分。

如需了解有关光源和探测器的信息，请参阅"非序列模式光源(Non-Sequential Sources)"和"非序列模式探测器(Non-sequential Detectors)"部分。

如果有未列出且所需的物体，请发送电子邮件给技术支持人员，建议将新的物体类型添加到OpticStudio中。

2.3.2.2.1. 非序列模式物体概要(Summary of NSC Objects)

OpticStudio中非序列模式物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球形、圆柱以及其它基本形状。 也包括复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、Toric面、环形体(Toruses)及其它光学元件。这些物体的反射、透射和吸收属性都是由物体的材料决定的。

物体	描述
环形非球面透镜	一个环形体，一个面上具有非球面。
环形轴锥透镜	一个环形透镜，将一个非球面的截面关于一个偏心Z轴扫描。
环形体	由两个倾斜的椭圆环形平面形成的体。
环形面	中间具有一个椭圆孔的椭圆平面。
阵列	此物体基于"主物体"创建相同物体组成的3D平行四边形阵列。
环形阵列	此物体可基于"主物体"创建相同物体组成的环形阵列。
非球面	一个表面，具有一个锥形基底以及偶次和奇次径向多项式幂表示的非球面项。
非球面2	和非球面类似，并支持更复杂的孔径类型。
轴锥面	一个轴锥面，通过绕z轴旋转一个球面弧形成。
双锥透镜	圆形或矩形透镜，其前后面的X方向和Y方向上分别具有独立的曲率和圆锥系数。
双锥面	在X方向和Y方向具有不同的曲率和圆锥系数的曲面，在特殊情况下，局部可以是超半球面。
双锥Zernike透镜	具有标准前面和双锥Zernike后面的透镜。
双锥Zernike面	具有双锥Zernike形状的表面。该表面支持椭圆形、矩形和用户自定义孔径，并且双锥和Zernike项可以是分别偏心的。
二元面1	一个标准透镜在前表面具有二元面1相位剖面。二元面1相位剖面是X-Y多项式。
二元面2	一个标准透镜在前表面具有二元面2相位剖面。二元面2相位剖面是径向r的偶次幂多项式。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

二元面2A	一个偶次非球面透镜（前后表面）在前表面具有二元面2相位剖面。二元面2相位剖面是径向r的偶次幂多项式。
布尔CAD	一个非常普通的物体，由其它CAD物体的布尔组合而成。
原生布尔	一个非常普通的物体，由其它OpticStudio原生物体的布尔组合而成。
CAD装配体文件：Autodesk Inventor	Autodesk Inventor装配体文件的动态链接。
CAD装配体文件：Creo Parametric	Creo Parametric装配体文件的动态链接。
CAD零件Autodesk Inventor	Autodesk Inventor零件的动态链接。
CAD零件Creo Parametric	Creo Parametric零件的动态链接。
CAD零件STEP/IGES/SAT	以STEP、IGES 或SAT格式从CAD程序中导入的物体。
CAD零件STL	在STL格式定义的一般多边形物体，通常从CAD程序导出。
CAD零件OpticStudio零件设计	使用OpticStudio零件设计创建的物体。
CPC	复合抛物面聚光器(CPC)。CPC可以为空心或实心。
CPC矩形	一个具有矩形对称性，以及单独的X和Y孔径和容限角的CPC。
复合透镜	一个非常普通的镜头物体，支持前面和后面不同的表面和孔径。
圆锥体	圆锥体的一部分，由两个点即r和z首先确定一条线段，然后绕局部z轴旋转形成。
圆柱管	具有锥度的圆柱面形。
圆柱体	具有锥度的圆柱体，端封闭。
圆柱管2	两端倾斜的圆柱面。
圆柱体2	端面倾斜的圆柱体。
衍射光栅	一个标准透镜的正前面具有衍射光栅，其栅距为常数或变量。
双层BEF膜	理想化双亮度增强膜表面。
椭圆	椭圆平面。
椭圆体	一个椭圆形体（或壳）。该形状是一个锥形圆柱体，具有椭圆形截面。
偶非球面透镜	旋转对称透镜，在前后表面都具有最多16次项的非球面。
扩展奇次非球面透镜	在前后表面具有扩展奇次非球面的透镜。
扩展多项式透镜	在前后表面具有扩展多项式面的透镜。
扩展多项式面	具有扩展多项式形状的表面。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

挤压物体	通过挤压用户自定义孔径形成的实体。
切面表面	在平面多边形切面上的标准表面。
自由曲面Z	通过一条曲线绕Z轴旋转形成一个壳状物体或实体透镜。曲线由沿Z轴的点定义。
菲涅尔1	一个真实的菲涅尔透镜，可以是盘状或圆柱状，有许多构造参数定义。
菲涅尔2	一个理想菲涅尔透镜，形状为圆形或矩形，其中一个面是理想化菲涅尔透镜物体，其表达式为在一个圆锥非球面基项上加上径向或圆柱多项式非球面项。
网格矢高透镜	一个透镜，具有标准前表面和网格矢高后表面。
网格矢高透镜2	一个具有表格矢高前表面和后表面的透镜。
网格矢高面	一个由表格矢高点定义的表面。
六边形透镜阵列	一个具有六边形对称性的透镜阵列。
全息透镜	前表面为光学虚拟全息图的圆形或矩形实体。
全息表面	表面上具有光学虚拟全息图的圆形面或用户自定义平面、圆锥面、球面或非球面。
琼斯矩阵	一个椭圆形平板物体，支持8个ABCD参数，可以用来对中性密度的滤光片、偏光镜、旋转器和其它任意琼斯矩阵型物体进行建模。
透镜阵列1	具有弯曲后表面的矩形透镜阵列物体。此物体可以具有衍射特性。
透镜阵列2	具有弯曲的前表面和后表面的矩形透镜阵列物体。
微机电系统（MEMS）	一个小平面（采用"MIRROR"材料制成）的阵列，其中各个面都可以围绕3个方向中任意一个倾斜。各个面可以按行、列或单独的微元来处理。
空物体	一种不存在的物体。当将新物体插入非序列模式元件编辑器，并且用于占位符时，这是默认设置类型。
奇次非球面透镜	一个旋转对称透镜，在前后表面都具有最多12阶偶次和奇次幂非球面。
离轴反射镜	一个圆锥形反射镜，具有离轴孔径。
近轴透镜	一个理想的平面，类似具有分别的光焦度的薄透镜。
多边形物体	用户自定义常规多边形物体，可以是开放或闭合的，并且可以是折射、反射或吸收面，或者这些类型的面的混合面。
Q型非球面表面	基于Forbes多项式的非球面。
光线旋转器	可以将入射的光线旋转到两个方向的理想元件。
矩形锥	由3个矩形表面组成的角锥。
矩形	由宽度和高度定义的矩形。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

矩形管	一种四边的盒型物体。
矩形管光栅	一种四边的盒型物体，在侧面具有光栅。
矩形屋脊	由两个矩形表面以一定角度形成的屋脊。
矩形Torus面	矩形Torus面的一部分,末端开放。
矩形Torus体	矩形Torus体的一部分，末端封闭组成一个体。
矩形体	封闭的六面体。
矩形体光栅	一种六面体，在侧面具有衍射光栅。
幻灯片	一种彩色的RGB文件，可以是BMP、JPG或PNG格式。可以将幻灯片缩放到任何尺寸和纵横比，并且可以作为光源的滤光片以创建彩色图像光源。
球体	一种球体。
标准镜头	由五个表面定义的透镜物体，具有两个标准面、两个平边和一个圆柱形外边。
标准面	具有与OpticStudio标准面相同形状的表面（平面、球面、圆锥非球面或超半球面）。
扫描物体	一个面或体，通过将另一个物体截面绕任意轴旋转一个角度形成。
表格化多面体径向	一个多面体，由一个表格的坐标点关于局部z轴旋转生成的多面体。此物体类型可以用来定义表面或体。
表格化多面体径向	一个多面体，由一表格的坐标点绕一个平行于局部y轴生成的多面体。此物体类型可以用来定义圆柱形或Toroidal面。
表格化菲涅尔径向	一个平滑的菲涅尔透镜。由一表格的坐标点形成。这与表格表格化多面体径向物体非常类似，除表面是平滑面而不是切面以外。另请参阅菲涅尔物体。
Toroidal全息图	在前后表面具有Toroidal非球面，以及在前表面具有全息图的圆形、椭圆形或矩形透镜。
Toroidal透镜	在前后表面具有Toroidal非球面的圆形、椭圆形或矩形透镜。
Toroidal面	具有Toroidal非球面形状的矩形表面。
Toroidal面奇次非球面	具有Toroidal非球面形状的矩形表面。包括最多y8的偶次非球面项。
Torus面	Torus面的一部分,末端开放。
Torus体	Torus体的一部分,两端封闭，形成一个体。
三角锥	由3个三角形组成的角。
三角面	由平面中的3个点定义的三角形。
用户自定义物体	由用户提供的DLL定义的物体。

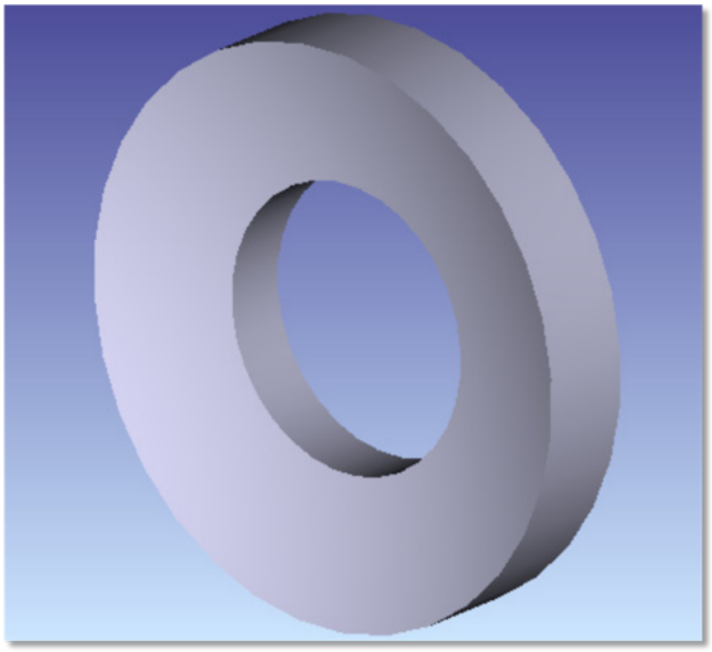
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Wolter面	在x射线望远镜中使用的径向对称的壳状物体。
Zernike面	由径向非球面和标准Zernike多项式矢高项定义的表面。

下面的概要列表中介绍了各种非序列模式物体类型，并在以下各部分进行详细的介绍。注意，这些基本几何物体可以组合构成更复杂的几何体。有关将物体放置在另一个物体内部或邻接的信息，请参阅"放置物体(Object Placement)"。

如果有未列出且所需的物体，请发送电子邮件给技术支持部门，建议将新的物体类型添加到OpticStudio中。

2.3.2.2.2. 环形非球面透镜(Annular Aspheric Lens)



环形非球面透镜是一个环形实体，前后表面具有一个16阶偶次非球面多项式的圆锥非球面，相当于偶次非球面透镜物体。有关偶次非球面多项式的说明，请参阅"偶次非球面透镜(Even Asphere Lens)"。

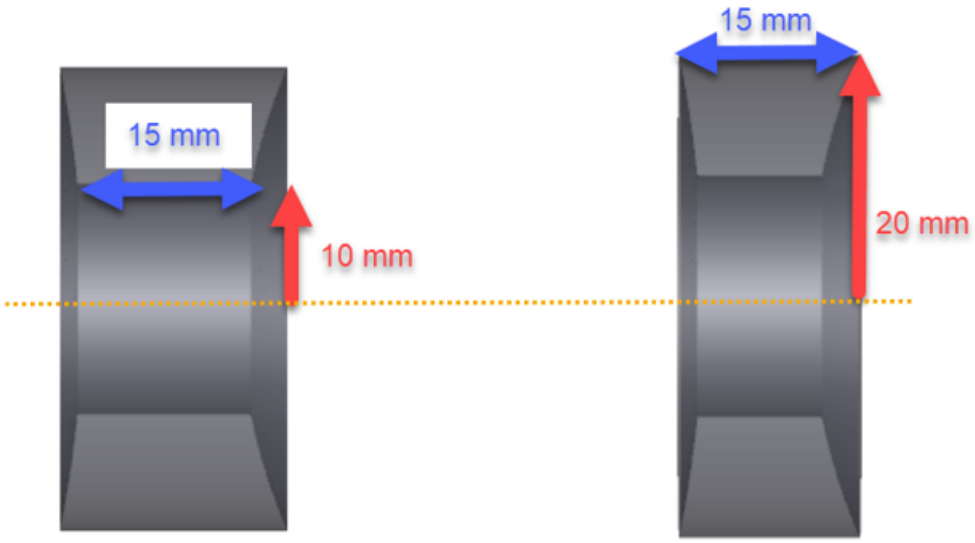
环形由最小和最大径向孔径定义，前后表面可能有所不同。非球面后面通过在指定的径向孔径测得的厚度与前面偏移开，该厚度可能是零。

这种厚度称为"厚度孔径"，其用于定义物体厚度的径向距离。

例如，下图显示了环形非球面透镜的两个横截面，其中前表面最大径向孔径 = 后表面最大径向孔径 = 20mm，前表面最小径向孔径 = 后表面最小径向孔径 = 10mm。

☒如果厚度孔径 = 10mm，则在10mm的径向距离处定义物体厚度。
☒如果厚度孔径 = 20mm，则在20mm的径向距离处定义物体厚度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



为了向后兼容此物体的原始定义，后表面的参数在前表面参数之前列出来。

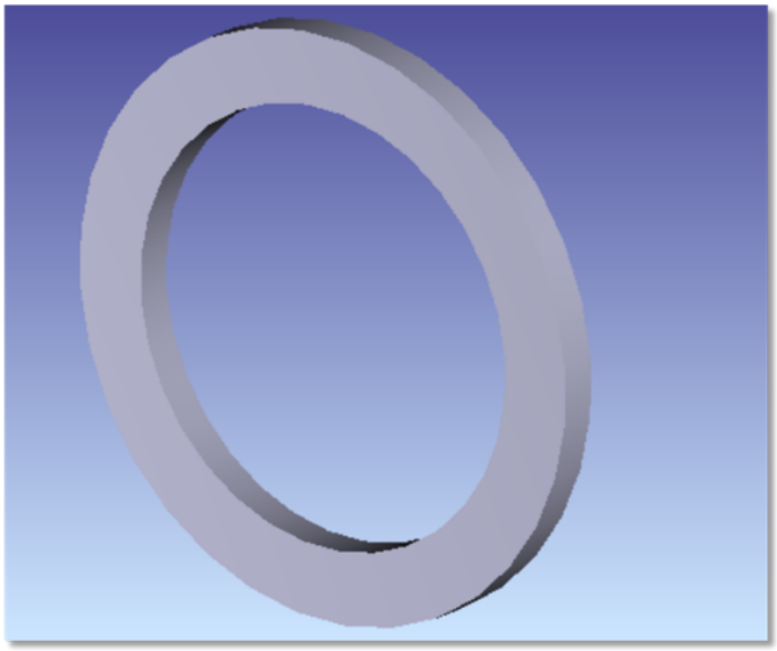
下面是对此物体的一些限制：所有的孔径必须为正数，每个面的最大孔径必须大于该面上的最小孔径，并且如果一个面的最小孔径为零，则另一个面的最小孔径也必须为零。

物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面最小径向孔径	前表面	1
2	前表面最大径向孔径	前表面	1
3	后表面最小径向孔径	后表面	2
4	后表面最大径向孔径	后表面	2
5	厚度孔径	侧面	0
6	后表面曲率半径	后表面	2
7	后表面圆锥系数	后表面	2
8	厚度（在厚度孔径处测得）	侧面	0
9 -16	后表面的偶次非球面系数 α 1至 α 8	后表面	2
17	前表面曲率半径	前表面	1
18	前表面圆锥系数	前表面	1
19 - 26	前表面的偶次非球面系数 α 1至 α 8	前表面	1
27	透镜前侧边缘的径向孔径。	侧面	0
28	透镜后侧边缘的径向孔径。	侧面	0

面编号：外侧连接"最大"孔径的面为面0、前表面为面1、后表面为面2，内侧连接前后表面的"最小"孔径为面3。

2.3.2.2.3. 环形轴锥透镜(Annular Axial Lens)



环形轴锥透镜通过将一个双非球面透镜的截面绕平行于截面对称轴的偏心旋转轴旋转扫描来定义。截面包括两个非球面，每个非球面都是多项式非球面。截面与偶次非球面透镜有相同的形状，请参阅"偶次非球面透镜(Even Asphere Lens)"。但是，截面可以沿着径向偏心。定义参数包括：

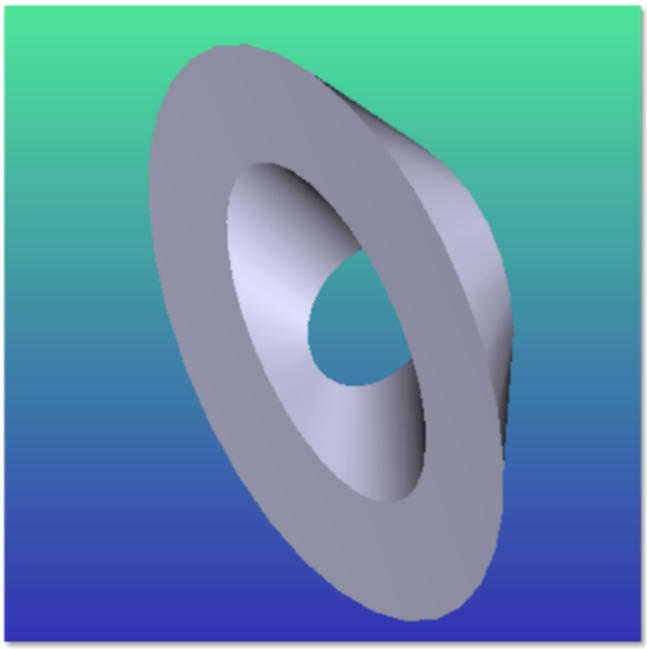
参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径，用零表示平面。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	后表面的曲率半径，用零表示平面。	后表面	2
4	后表面的圆锥系数。	后表面	2
5	截面的厚度。厚度必须足够大，使得该部分的边缘厚度至少是中心厚度的0.001倍。	外面	0
6	截面的径向孔径。	内面	3
7	从局部Z轴到截面对称轴的旋转半径。其值必须大于参数6定义的横截面径向孔径的1%。	外面	0

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8	透镜孔径内截面的偏心。正偏心表示截面的轴沿径向向外移动，负偏心表示将轴沿径向向内移动。	NA	NA
9	未使用。	NA	NA
10-17	前表面系数。 α 1至 α 8。	前表面	1
18-19	未使用。	NA	NA
20-27	后表面系数。 α 1至 α 8。	后表面	2

面编号：外侧连接"最大"孔径的面为面0、前表面为面1、后表面为面2，内侧连接前后表面的"最小"孔径为面3。

2.3.2.2.4. 环形体(Annular Volume)



环形体包括倾斜的前后环形椭圆面，之间以一个轴向距离分隔。前后表面最小和最大坐标值在XY平面上测得。这些坐标在前后参考平面形成一个椭圆。通过连接前后椭圆形而形成的内部和外部的椭圆锥是环形体的内侧和外侧面。然后在x和y方向按指定角度倾斜前后倾斜面。每个面的边缘形状由倾斜面和环形椭圆锥相交的部分定义。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	未使用	NA	NA
3	前表面最小x坐标。	前表面	1
4	前表面最小y坐标。	前表面	1
5	后表面最小x坐标。	后表面	2
6	后表面最小y坐标。	后表面	2

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

7	前表面最大x坐标。	前表面	1
8	前表面最大y坐标。	前表面	1
9	后表面最大x坐标。	后表面	2
10	后表面最大y坐标。	后表面	2
11	沿局部Z轴的长度。	外面	0
12	前表面x倾斜角度（以度为单位）。	前表面	1
13	前表面y倾斜角度（以度为单位）。	前表面	1
14	后表面x倾斜角度（以度为单位）。	后表面	2
15	后表面y倾斜角度（以度为单位）。	后表面	2

面编号：外侧连接"最大"孔径的面为面0、前表面为面1、后表面为面2，内侧连接前后表面的"最小"孔径为面3。

2.3.2.2.5. 环形面(Annulus)

环形面是一个椭圆形平面，表面形状由4个参数定义：

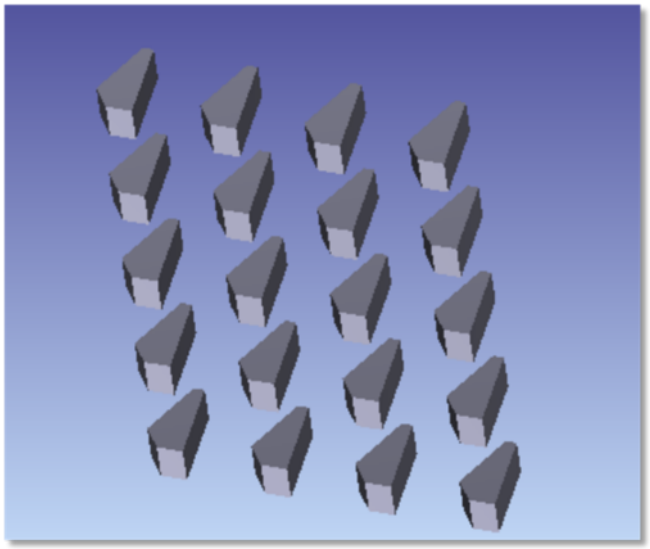
参数#	描述	面名称	面#
1	X方向最大半宽。	所有面	0
2	Y方向最大半宽。	所有面	0
3	X方向最小半宽。	所有面	0

4	Y方向最小半宽。	所有面	0

环形面完全位于局部XY平面内。如果最小半宽设为0，则平面上不存在"孔"，所以光线在最大半宽范围内的任意一处均相交。此时，环形面与椭圆面相似。

参考坐标在环形面的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.6. 阵列（非序列模式几何物体）(Array (non-sequential geometry objects))



这个物体是相同物体的集合，基于单个"父"物体，沿着三维阵列排列。每个阵列元件与父物体的功能相同，就像一个父物体的副本放在每个阵列位置上。阵列的3个轴不需要正交，可以由用户自定义，请参阅下面的详述。与使用复制工具创建的等效系统（请参见"阵列物体(Replicate Object)"）或者使用由小透镜1和小透镜2物体支持的类似物体阵列相比，阵列物体一般追迹速度更快，内存效率也更高。阵列物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	父物体#。在NSC编辑器中，父物体必须在阵列物体之前。	NA	NA
2-4	X’、Y’和Z’方向的阵列元件数	NA	NA
5-7	X’、Y’和Z’方向的元件间距，以镜头单位表示。有关非均匀间距的信息，请参阅其详述。	NA	NA
8-10	阵列的X’轴方向余弦。	NA	NA
11-13	阵列的Y’轴方向余弦。	NA	NA
14-16	阵列的Z’轴方向余弦。	NA	NA

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

17-19	元件绕X、Y和Z方向倾斜，以度为单位。注意，这些倾斜是绕"法线"局部X、Y和Z轴倾斜，而不是用户自定义X’、Y’和Z’轴。	NA	NA
20	绘制极限。如果每个方向的元件数量乘积(Nx x Ny x Nz)超过绘制极值，则将不会绘制单独的阵列元件。取而代之的是，将绘制一个接近阵列大小的简单框。此功能主要用于在元件数量很大时，加快阵列物体的渲染速度。 请注意，边界框的大小基于阵列元件之间的距离以及封装阵列父物体的球面半径。在父物体高度不对称（例如，长而薄）的情况下，封装球面的半径可能非常大，由此产生的边界框尺寸可能远大于物理阵列的实际尺寸。	NA	NA
21	绘制边界	NA	NA
22-30	非线性间距系数，请参阅下面的详述。	NA	NA
31-33	X’、Y’和Z’方向的最大阵列尺寸。这些值不是由用户设置的。而是在间距系数和定义的元件数目的基础上计算出来的。当优化非线性间距系数时，可能会使用优化操作数NPGT、NPLT和NPVA限制阵列的整体尺寸。这些参数值中指出的最大尺寸是在每个方向上从第一个阵列元件到最后一个阵列元件的中心之间的间距，不考虑单个阵列元件的尺寸大小。	NA	NA

父物体可以是任意的物体类型，除了光源、探测器或其它阵列物体。如果勾选了父物体的"物体作为探测器(Object Is A Detector)"复选框，则在阵列元件中将忽略这一属性。要创建光源阵列，请参阅"物体属性(Object Properties)"中的"光源(Sources)"设置。

原则上，在三个方向的阵列元件的个数可以是任何数量，但是非常大的阵列可能需要大量的计算时间或计算机内存去完成光线追迹或渲染（有关消除渲染大阵列的设置，请参阅参数20和21）。

阵列元件在一个三维的网格上排列，其中网格的轴不必是通常的正交XYZ轴。X'、Y'和Z’轴默认为法线正交局部坐标轴方向，但是可以通过指定的这些轴的方向余弦来定义轴的任何非平行方向。元件的阵列位置是用参数ijk（i表示X’、j表示Y’、k表示Z’）并根据以下表达式计算得到：

$$\vec{r} = \begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix}$$

其中，

$$\begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_x & Y_x & Z_x \\ X_y & Y_y & Z_y \\ X_z & Y_z & Z_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i\delta_x \\ j\delta_y \\ k\delta_z \end{bmatrix}$$

Xx、Xy、Xz值是定义X’轴（参数8、9和10）的余弦，Y’和Z’也以同样的方式定义，Δ_1值是沿轴向的元件间距（参数5、6和7）。请注意，方向余弦向量一般会自动归一化。一旦阵列元件被定位，即可执行关于X、Y和Z轴的局部旋转，方法与通常的坐标旋转相同（参阅"放置物体(Object Placement)"）。

三个方向上的Δ_1值用来定义元件阵列的均匀间距。然而也可以利用参数22-30来定义非均匀间距。沿X’方向的阵列元件的位置通常被定义为：

$$x_i = \Delta_1 i + \Delta_2 i^2 + \Delta_3 i^3 + \Delta_4 i^4$$

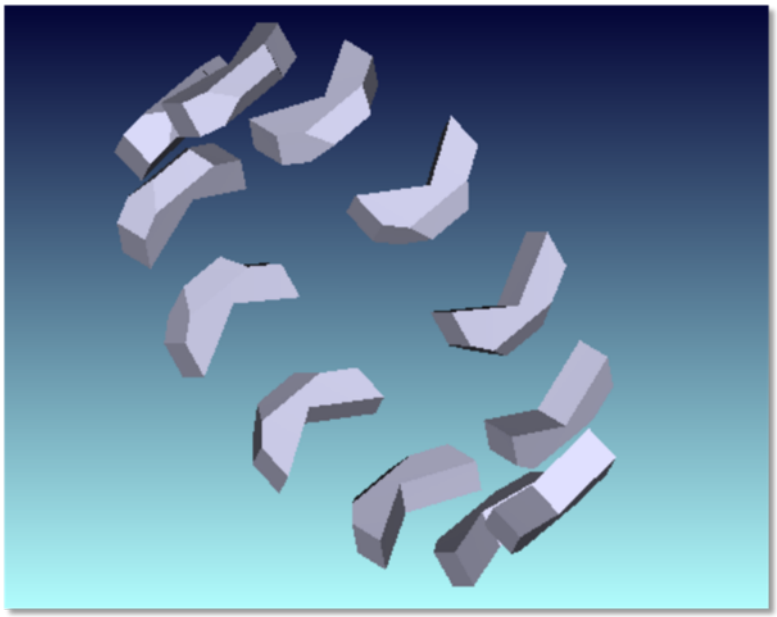
其中，Δ_1为均匀间距（X’、Y’和Z’方向分别由参数5、6、7定义），参数"i"从0变化到n_x-1（n_x为X’方向上的元件数量），系数Δ_k是以镜头单位测量的第k阶项。如果任何一个Δ_k系数都不为零，则阵列间距是非均匀的。Y’和Z’方向上也有类似的表达式和系数集。任何两个相邻元件之间的净间距不能为负。注意，非线性系数的定义必须使得元件之间的间距不能改变符号，因为符号的更改可能会使阵列向后翻转折叠。

阵列物体的大部分属性可以用父物体定义。例外是可以使用"光线忽略此物体(Rays Ignore This Object)"和"不绘制物体(Do Not Draw Object)"设置来区分阵列物体和父物体。所有其它属性，包括表面定义、材料、膜层、散射、衍射或渐变折射率属性，与父物体的定义相同，阵列物体的设置将会被忽略。如果不需要父物体，可使用父物体上的"光线忽略这个物体"和"不绘制物体"设置（参阅"类型选项卡(Type tab)"和"绘制选项卡(Draw tab)"）完成操作。即使不绘制父物体或不追迹光线，阵列物体仍然会被创建并被光线追迹。注意，光线到达一个阵列物体时将报告到达的父物体编号，而不是阵列物体编号。因此，当用ZRD文件、优化操作数或者过滤字符串时，用来参考光线数据的物体编号应该是父物体编号。

在其它物体内部或外部嵌套阵列物体时，可应用常用嵌套规则。有关更多信息请参阅"嵌套物体(Nesting volumes)"。但是，在NSC编辑器中放置的是父物体，而不是阵列物体，这就决定了该如何使用嵌套规则。具体而言，如果将某阵列物体嵌套到另一个外部物体的内部，则在编辑器中，父物体必须在此外部物体之后。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.7. 环形阵列(Array Ring)



这个物体是相同物体的集合，基于单个父物体以环形或弧形排列。每个阵列元件与父物体的功能相同，就像一个父物体的副本放在每个阵列位置上。相比于通过复制父物体到每个元件位置所创建的等价系统，环形阵列物体一般追迹速度更快，内存利用效率更高。环形阵列物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	父物体#。在NSC编辑器中，父物体必须在阵列物体之前。	NA	NA
2	模式编号。	NA	NA
3	阵列元件数，N。	NA	NA
4	环形或参考球面的半径R，以镜头单位表示。	NA	NA
5-9	参数α、β、γ、δ和ε。当这些参数是角度时，单位为度。	NA	NA

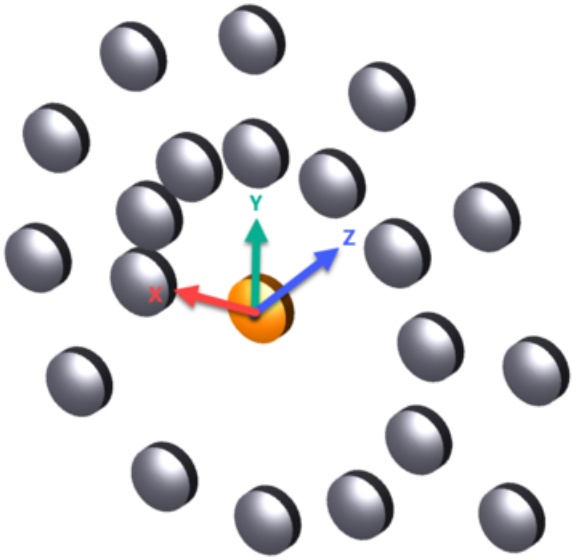
父物体可以是任意的物体类型，除了光源、探测器以外。如果勾选了父物体的"物体作为探测器(Object Is A Detector)"复选框，则在阵列元件中将忽略这一属性。要创建光源阵列，请参阅"物体属性(Object Properties)"中的"光源(Sources)"设置。

原则上，阵列元件的个数可以是任何数量，但是非常大的阵列可能需要大量的计算时间或计算机内存去完成光线追迹或渲染。

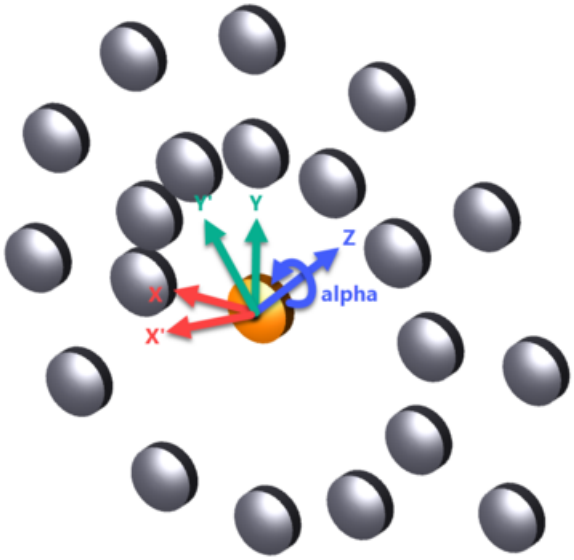
阵列元件以环形（或弧形）方式排列。可以通过两种方法定义阵列元件的位置，即通过模式标记进行定义。模式0可在平面上创建环形物体。模式1可在参考球面上创建环形物体。下述是用于放置每个阵列元件的两种模式：

模式**0(Mode 0)**：此模式的草图基于示例文件"Zemax\Samples\Non-sequential\Geometry Creation\Ring Array Example 2- Spiral of Archimedes.ZMX"

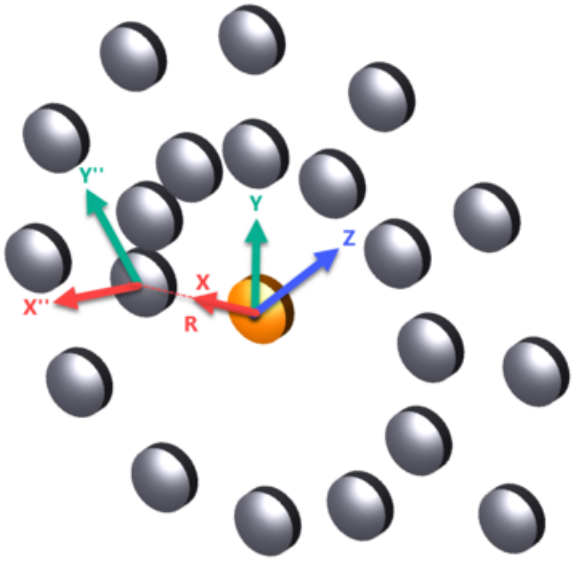
先将父物体放在环形阵列的顶点。



其次按 α 角度绕阵列的局部+Z轴旋转物体。

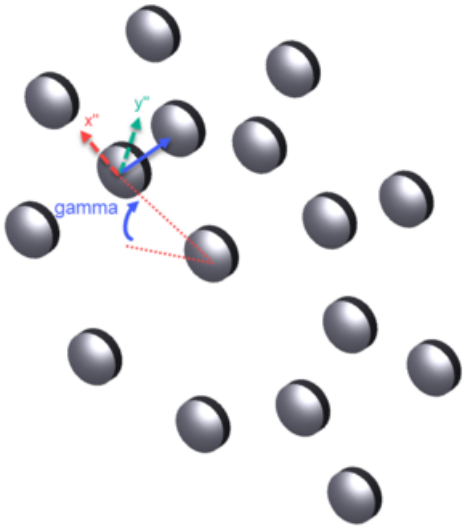


然后按距离R沿阵列局部+X轴移动物体。



最后按 γ 角度绕阵列局部Z轴旋转物体。这是阵列中第一个元件的位置。

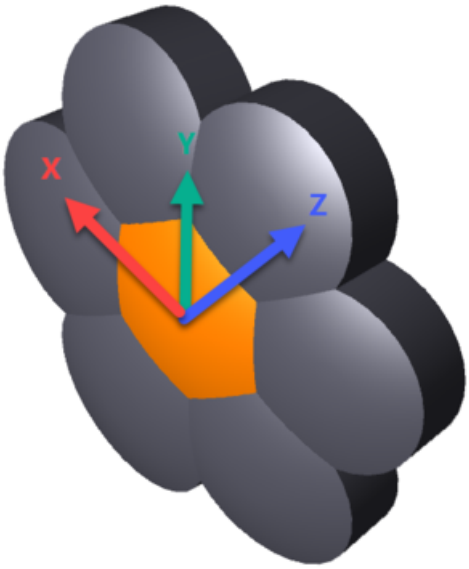
请注意，下图展示了35度的 γ 值，而示例文件"Ring Array Example 2- Spiral of Archimedes.ZMX"的 γ 值为0度。区别只是为了进行演示。



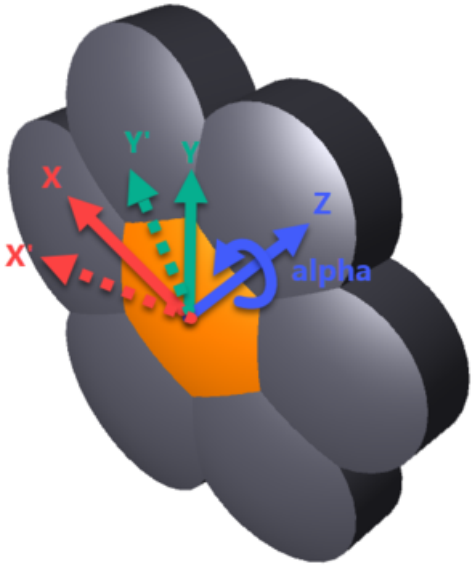
后续阵列元件按角度 δ /N沿Z轴进一步旋转。阵列元件"k"的角位置由以下公式给出： θ = γ + k* δ/N。其中，k是0至N-1之间的值。对于一个完整的环， δ 为360度。模式0也可以用来形成阿基米德螺旋线(Spiral of Archimedes)，其中将R替换为R + k* β * δ/N，其中 β 为镜头单位/度。 ε 值也可以用来定义k* δ/N每经过360度时R的步长的变化，以镜头单位表示。通常，当 β 或 ε 不为零时，光线追迹的速度将非常慢，因为阵列的对称性已被破坏。

模式**1(Mode 1)**：此模式的草图基于示例文件"Zemax\Samples\Non-sequential\Geometry Creation\Ring Array Example 1- Fly's Eye Array.ZMX"

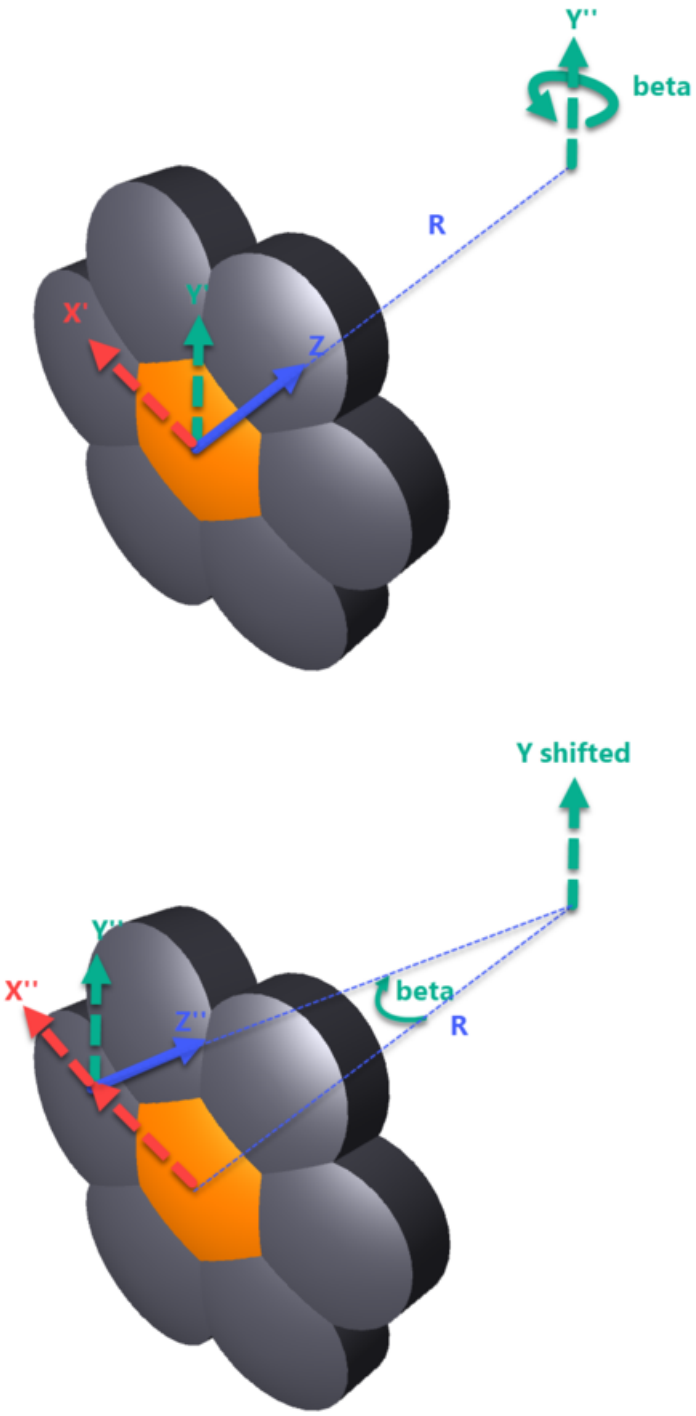
先将父物体放在环形阵列的顶点。



其次按 α 角度绕阵列的局部+Z轴旋转物体。

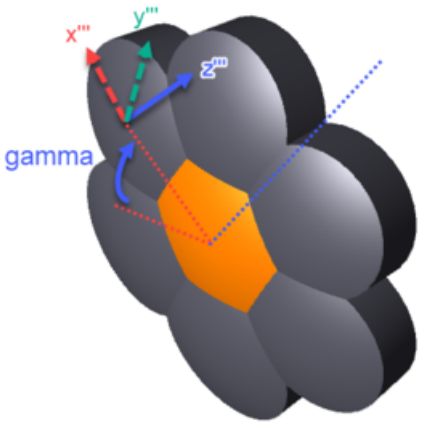


然后按 β 角度沿与阵列局部Y轴平行的轴旋转物体，即在局部+Z方向按R距离移动物体，使阵列元件的局部Z点朝向半径为R的球面中心（或远离中心，如果半径R为负数）。此处使用的角度 β 的符号规约是该 β 角度始终为正，并且物体始终朝向局部+X轴旋转，无论半径R是正还是负。



最后按 γ 角度绕阵列局部Z轴旋转物体。这是阵列中第一个元件的位置(k = 0)。

请注意，下图展示了30度的 γ 值，而示例文件"Ring Array Example 1- Fly's Eye Array.ZMX"的 γ 值为0度。区别只是为了进行演示。



后续阵列元件按角度 δ /N沿Z轴进一步旋转。

阵列中各个元件的位置可以用以下等式进行计算：

$$X_i = radius \cdot \sin(\beta) \cdot \cos\left(\frac{(i-1)\cdot 2\pi}{\#\ of\ elements}\right)$$

$$Y_i = radius \cdot \sin(\beta) \cdot \sin\left(\frac{(i-1)\cdot 2\pi}{\#\ of\ elements}\right)$$

$$Z_i = radius \cdot (1-\cos(\beta))$$

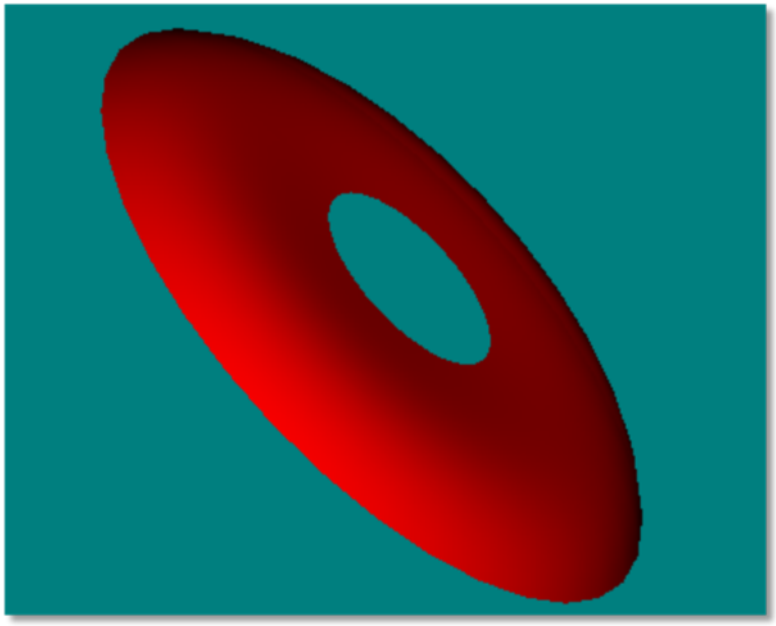
对于两种模式，要形成一个完整的环形， δ 应为360。较小的 δ 值将形成物体的弧形阵列。较大的 δ 值可能会导致元件叠加，从而创建无效的几何形状。 γ 角度是指绕Z轴从环形和弧形的起点开始"计数"。

环形阵列物体的大部分属性可以用父物体定义。例外是可以使用"光线忽略此物体(Rays Ignore This Object)"和"不绘制物体(Do Not Draw Object)"设置来区分环形阵列物体和父物体。所有其它属性，包括表面定义、材料、膜层、散射、衍射或渐变折射率属性，与父物体的定义相同，阵列物体的设置将会被忽略。如果不需要父物体，可使用父物体上的"光线忽略这个物体"和"不绘制物体"设置（参阅"类型选项卡(Type tab)"和"绘制选项卡(Draw tab)"）完成操作。即使不绘制父物体或不追迹光线，阵列物体仍然会被创建并被光线追迹。注意，光线到达一个阵列物体时将报告到达的父物体编号，而不是阵列物体编号。因此，当用ZRD文件、优化操作数或者过滤字符串时，用来参考光线数据的物体编号应该是父物体编号。

在其它物体内部或外部嵌套阵列物体时，可应用常用嵌套规则。有关更多信息请参阅"嵌套物体(Nesting volumes)"。但是，在NSC编辑器中放置的是父物体，而不是阵列物体，这就决定了该如何使用嵌套规则。具体而言，如果将某阵列物体嵌套到另一个外部物体的内部，则在编辑器中，父物体必须在此外部物体之后。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.8. 非球面(Aspheric Surface)



非球面由以下矢高方程式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i r^i$$

其中，c是表面曲率，k是圆锥系数，r是径向坐标，α项是非球面系数。此表面支持最小和最大径向孔径；因此可以定义环形面。注意，等式中奇次项和偶次项均可定义，最多可以使用240个系数。

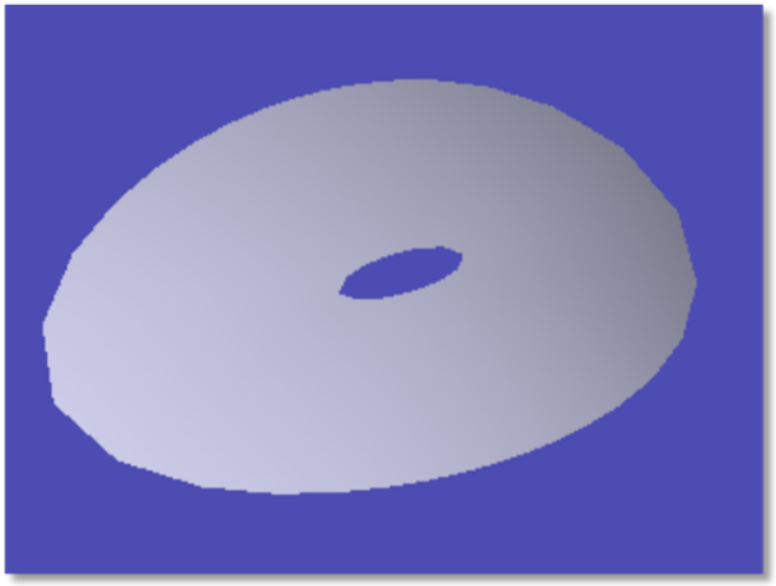
以下参数用于定义该非球面：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
5-6	未使用。	所有面	0
7	用于非球面展开式的项数。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0
8-249	多项展开式的α系数。	所有面	0

面编号：所有面为面0。

该物体支持用户自定义孔径，请参阅"用户自定义孔径(User defined apertures)"。有关其它孔径形状选项，请参阅"非球面2(Aspheric Surface 2)"。

2.3.2.2.9. 非球面2(Aspheric Surface 2)



此表面与上述的非球面相似，新增了对椭圆或矩形偏心环孔径的支持。以下参数用于定义该非球面：

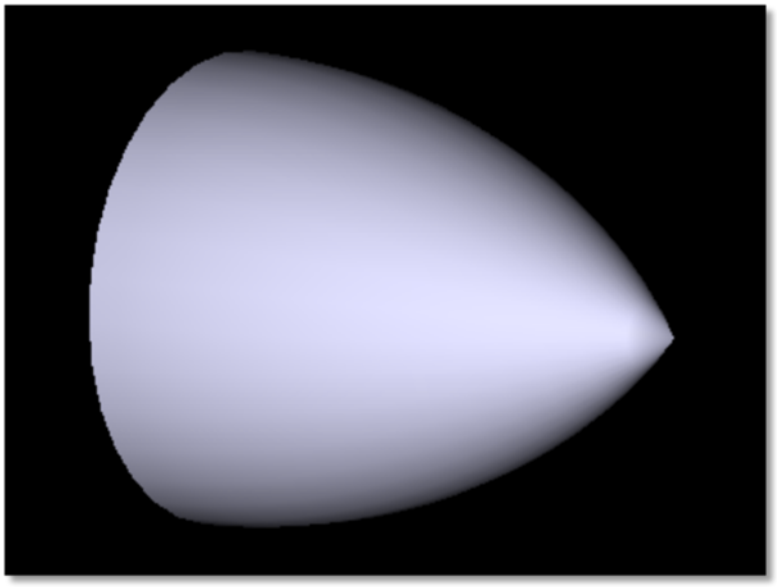
参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数k。	所有面	0
3	最大X方向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最大Y方向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
5	最小X方向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
6	最小Y方向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
7	X方向孔径偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
8	Y方向孔径偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
9	"是矩形(Is Rectangle)"标记。用0表示椭圆形对称，用1表示矩形对称。	所有面	0
10-11	未使用。	所有面	0
12	用于非球面展开式的项数。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

13-249	多项展开式的 α 系数。	所有面	0

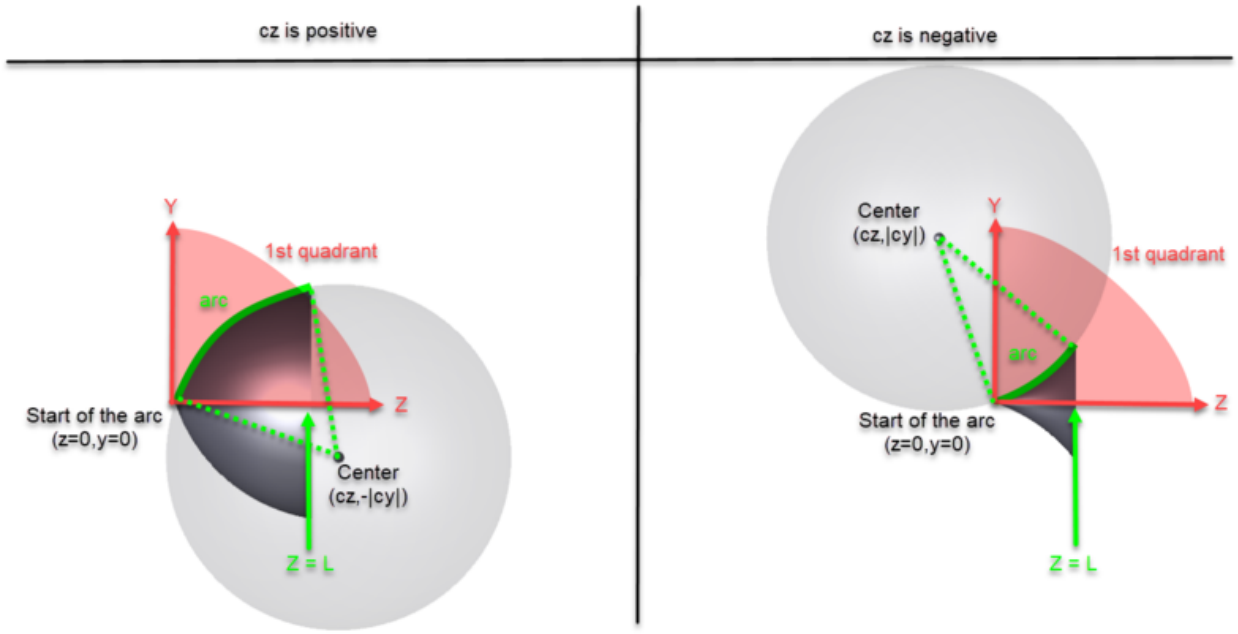
面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.10. 轴锥面(Axicon Surface)



可以使用多种类型的轴锥面。普通的多项式类型可以使用非球面进行模拟（参阅"非球面(Aspheric Surface)"）。

轴锥面物体使用一种不同的方法定义物体的外形。轴锥面通过YZ平面内的一段圆（弧）定义。弧由三个点定义。弧的起始点为(z=0, y=0)。弧的圆心在用户定义的坐标上(cz, cy)。弧的终点在z = L处，其中L是用户自定义的参数，对应轴锥面沿Z轴方向的长度。表面是通过将此弧绕Z轴旋转而成的。如果cz是正数，取cy的绝对值的负值，在第一象限的部分弧用来定义表面。如果cz是负数，取cy的绝对值，在第一象限的部分弧用来定义表面。

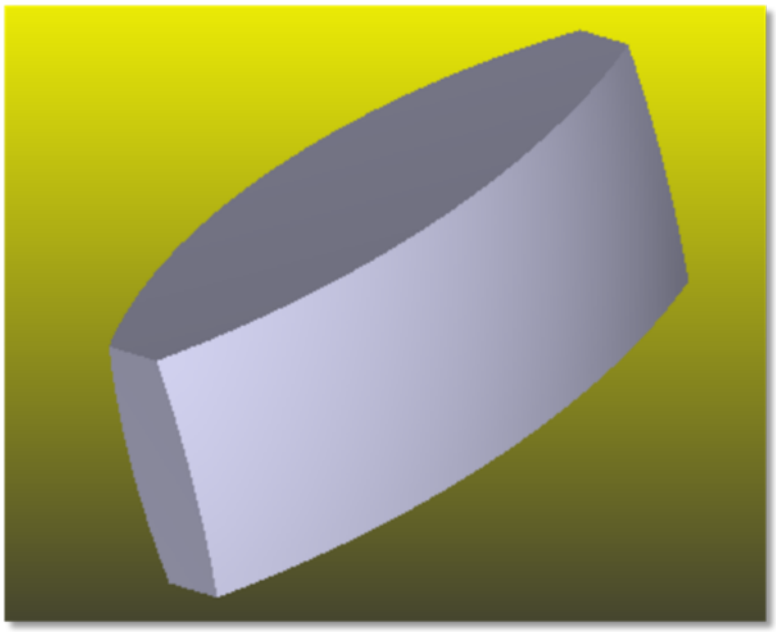


以下参数用来定义轴锥面：

参数#	描述	面名称	面#
1	轴锥面沿局部z轴的长度。	所有面	0
2	在YZ平面测量的弧的圆心的z坐标。	所有面	0
3	在YZ平面测量的弧的圆心的y坐标。	所有面	0

面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.11. 双锥透镜(Biconic Lens)



除了圆锥常数和底半径在X和Y方向上可能不同外，双锥透镜类似于超环面透镜。双锥透镜允许对前、后表面分别指定Rx、Ry、Kx和Ky。双锥面的矢高可用下式表示：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}}$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

与

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

双锥透镜由以下参数定义：

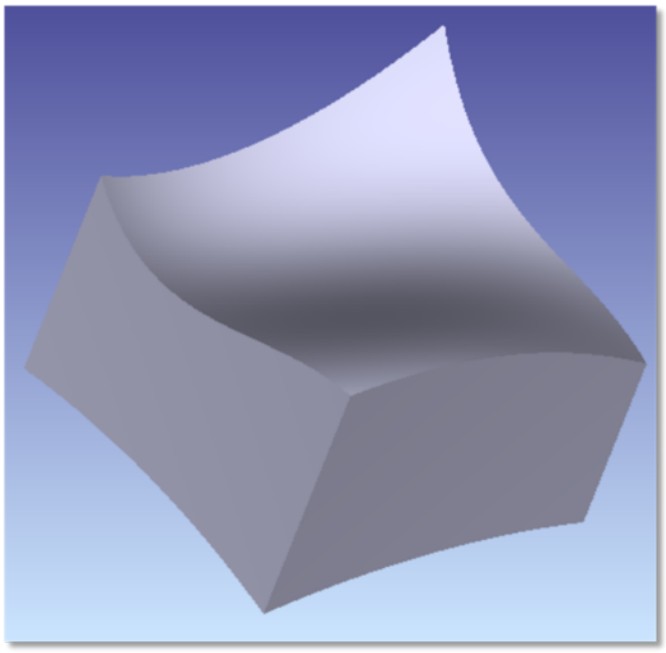
参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则此值用作y方向半高。	NA	NA

2	透镜物体的x半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	NA	NA
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	前表面在XZ平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设XZ曲率为零。	前面	1
7	前表面在YZ平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设YZ曲率为零。	前面	1
8	前表面的X方向圆锥系数。	前面	1
9	前表面的Y方向圆锥系数。	前面	1
10	后表面在XZ平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设XZ曲率为零。	后面	2
11	后表面在YZ平面的基本曲率半径。如果此值为零，则假设YZ曲率为零。	后面	2
12	后表面的X方向圆锥系数。	后面	2
13	后表面的Y方向圆锥系数。	后面	2

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.12. 双锥Zernike透镜(Biconic Zernike Lens)



双锥Zernike透镜的形状为矩形或椭圆形，前表面具有标准面型，后表面具有双锥Zernike面型。后表面由以下矢高方程描述：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

与

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

Rx和Ry是x和y方向的曲率半径值，k_x和k_y是x和y方向的圆锥常数， α 项是x非球面系数， β 项是y非球面系数，N是该系列中Zernike系数的个数，A_i是第^{i}个Zernike标准多项式的系数，*r*是径向坐标，以镜头单位表示， ρ 是归一化的径向坐标，即角度坐标。在"Zernike Standard系数"中提供的表格定义了Zernike Standard多项式。

以下参数用于定义双锥Zernike透镜：

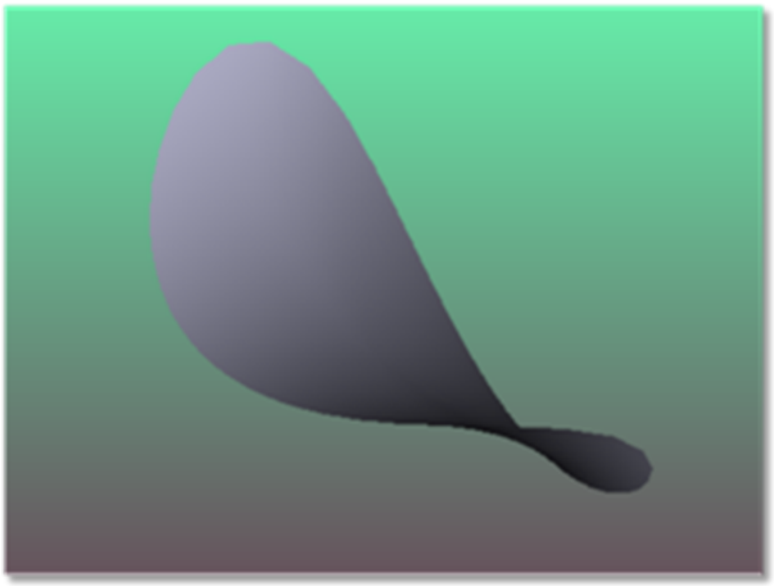
参数#	描述	面名称	面#
1	透镜在y方向的径向高度，以镜头单位表示。	NA	NA

2	X半宽度，以镜头单位表示。如果此参数为负，透镜的外边界将是一个径向尺寸等于径向高度的圆。如果此参数为正，则透镜的外边界为矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界为椭圆形。	NA	NA
3	透镜的中心厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	前表面曲率半径。用零表示平面。	前表面	1
7	前圆锥常数。	前表面	1
8-9	X/Y方向后表面的半径。用零表示平面。	后表面	2
10-11	X/Y方向后表面的圆锥系数。	后表面	2
12	标准Zernike项的数量。	NA	NA
13	Zernike项的归一化半径。	NA	NA
14-29	x方向非球面系数。	后表面	2
30-45	y方向非球面系数。	后表面	2
46-249	Zernike Standard系数。	后表面	2

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.13. 双锥面(Biconic Surface)



除了圆锥常数和底半径在X和Y方向上可能不同外，双锥面类似于圆环面。双锥面允许直接给定Rx、Ry、Kx和Ky。双锥面的矢高可表示为：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}}$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

与

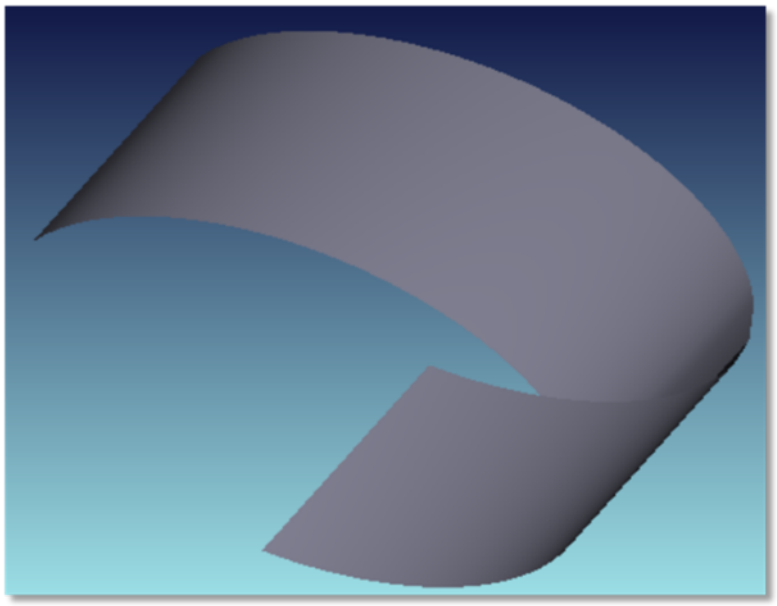
$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

双锥面由以下13个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	XZ平面中的基本曲率半径。如果此值为零，则假设XZ曲率为零。	所有面	0
2	YZ平面中的基本曲率半径。如果此值为零，则假设YZ曲率为零。	所有面	0

3	X方向圆锥度。	所有面	0
4	Y方向圆锥度。	所有面	0
5-6	最大X/Y孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
7-8	最小X/Y孔径，以镜头单位表示。如果参数"是矩形？(Is Rectangle?)"为零，则这些参数将被忽略。	所有面	0
9-10	未使用。	所有面	0
11	"是矩形？"标记。如果为零，生成的曲面形状将具有椭圆形边界。如果不为零，生成的曲面将具有矩形边界。	所有面	0
12	"顶点过高？(Is Top Hyper?)"标记。如果为零，最大Y孔径将位于曲面的非超半球部分。如果不为零，该面的最大Y孔径将具有超半球性质。如果"是矩形？"参数为零，如果Y方向圆锥度小于或等于-1.0，如果最大Y孔径小于零，或者如果XZ基本半径不为零，则忽略此参数。	所有面	0
13	"底部过低？(Is Bot Hyper?)"标记。如果为零，最小Y孔径将位于曲面的非超半球部分。如果不为零，该面的最小Y孔径将具有超半球性质。如果该表面为椭圆，如果Y方向圆锥度小于或等于-1.0，如果最小Y孔径大于零，或者如果XZ基本半径不为零，则忽略此参数。	所有面	0

2.3.2.2.14. 创建超半球面(Making a Hyperhemispheric Surface)



双锥面也可以用来创建一个超半球圆柱面，但只有在下列条件下：

1）将Rx和Kx设置为零。

2）如果"是矩形？(Is Rectangle?)"标记设置为1（即表面边缘为矩形）。

3）Ky值大于-1。

对于在顶部为超半球面的表面，将Y方向的最大孔径设为正值且将"顶点过高？(Is Top Hyper?)"标志设为统一。

对于底部为超半球面的表面，将最小Y孔径设置为负值并将"底部过低？(Is Bot Hyper?)"标志设为统一。

表面在顶部和底部可能同时是超半球面，但是目前仅对Rx = 0.0的情况适用。如果顶部和底部均为超半球面，实际的Y方向的最大孔径由以下公式给出：

$$y^2 = \frac{R_y{}^2}{1 + k_y}$$

在这种特殊情况下，将生成超半球圆柱体。

面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.15. 双锥Zernike面(Biconic Zernike Surface)

双锥Zernike面的形状为矩形或椭圆形，或者可以是由用户自定义孔径定义的形状。表面由以下矢高方程描述：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}} + \sum_{i=1}^{16} \alpha_i x^i + \sum_{i=1}^{16} \beta_i y^i + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}$$

与

$$c_y = \frac{1}{R_y}$$

Rx和Ry是x和y方向的曲率半径值，k_x和k_y是x和y方向的圆锥常数， α 项是x非球面系数， β 项是y非球面系数，N是该系列中Zernike系数的个数，A_i是第^{i}个Zernike标准多项式的系数，*r*是径向坐标，以镜头单位表示， ρ 是归一化的径向坐标，即角度坐标。Zernike Standard多项式在"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"中提供的表格中定义。

该曲面还分别支持双锥面和Zernike项上的可选X和Y偏心。双锥偏心适用于双锥矢高和单个x和y非球面系数，而Zernike偏心仅适用于Zernike项。

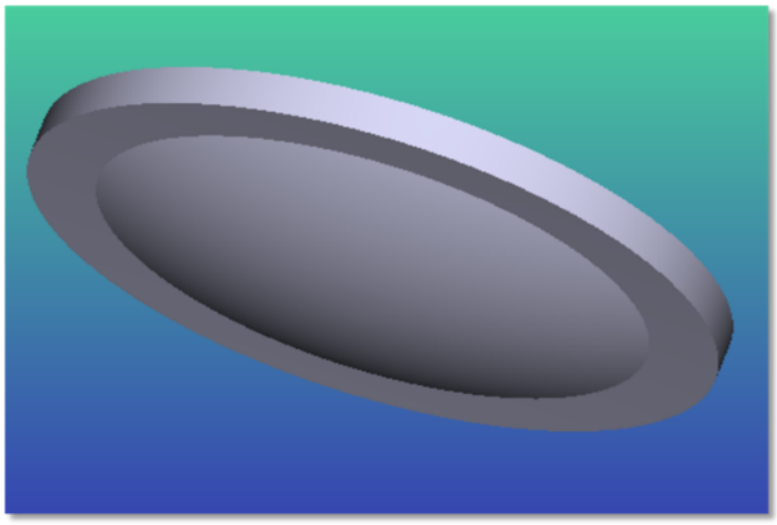
以下参数用于定义双锥Zernike面：

参数#	描述	面名称	面#

1-2	X和Y半宽度，以镜头单位表示。如果任一值小于零，则孔径形状将为椭圆形；否则，孔径为矩形，除非对表面应用用户自定义孔径。	所有面	0
3-4	曲率的Rx和Ry半径。用零表示平面。	所有面	0
5-6	Kx和Ky圆锥常数	所有面	0
7-8	双锥X和Y方向偏心。	所有面	0
9-10	Zernike X和Y方向偏心。	所有面	0
11	标准Zernike项的数量。	所有面	0
12	Zernike项的归一化半径。	所有面	0
13	未使用。	NA	NA
14-29	x方向的非球面系数 α 。	所有面	0
30-45	y方向非球面 β 系数。	所有面	0
46-245	Zernike Standard系数。	所有面	0

面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.16. 二元面1（非序列模式几何物体）(Binary 1 (non-sequential geometry objects))



二元面1物体是一个前表面上有与二元面1表面类型相似的衍射光学相位剖面的标准透镜。二元面1相位剖面根据以下扩展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中N是级数中多项式系数的个数，M是衍射级，A_i是扩展多项式中的第^{i}个系数。多项式是归一化坐标x和y中的幂级数，如"扩展奇次非球面透镜(Extended Odd Asphere)"中所述。系数A_i以弧度为单位（2 π 弧度为一个波长）。

参数定义如下：

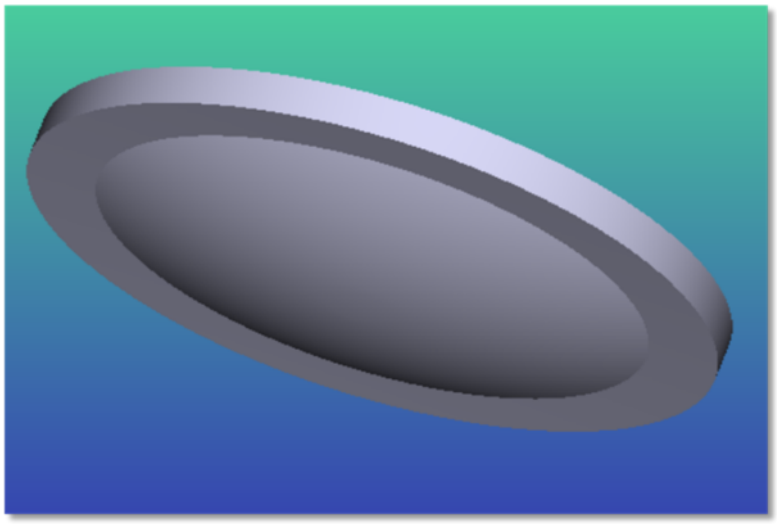
参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	镜头前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	镜头的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	镜头后侧边缘的径向孔径。	后表面	2
10	衍射级M。	前表面	1
11	归一化半径。x和y坐标被标准化为该值。这使得所有系数都以弧度为单位。	前表面	1
12	最大项数。	前表面	1
13-242	多项式项的系数值。	前表面	1

如果前表面制成超半球，则该物体无法正确衍射光线。另请参阅二元面2物体。

关于衍射物体的重要信息，请参阅"从NSC物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，侧面表面为面0。

2.3.2.2.17. 二元面2（非序列模式几何物体）(Binary 2 (non-sequential geometry objects))



二元面2物体是一个前表面上有与二元面2表面类型相似的衍射光学相位剖面的标准透镜。二元面2相位剖面根据以下扩展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中N是级数中多项式系数的个数，A_i是 ρ 的^{2}次方的系数， ρ 是归一化的径向孔径坐标。A_i的系数均以弧度为单位（2 π 弧度相当于一个波长）。

参数定义如下：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	镜头前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	镜头的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	镜头后侧边缘的径向孔径。	后表面	2
10	衍射级M。	前表面	1
11	归一化半径。x和y坐标被标准化为该值。这使得所有系数都以弧度为单位。	前表面	1
12	最大项数。	前表面	1
13-242	多项式项的系数值。	前表面	1

如果前表面制成超半球，则该物体无法正确衍射光线。另请参阅二元面1物体。

关于衍射物体的重要信息，请参阅"从NSC物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，与所有其它表面为面0。

2.3.2.2.18. 二元面2A(Binary 2A)

二元面2A物体在前后表面上有一个偶次多项式非球面，且其前表面带有一个与二元面2表面类型相似的衍射光学相位剖面。偶次非球面矢高公式为：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{12} \alpha_i r^{2i}$$

二元面2A物体由这些面的两个面型组成，间隔一个厚度。

二元面2A相位剖面放置在前表面，并根据以下扩展多项式将相位加到光线上：

$$\Phi = M\sum_{i=1}^{N} A_i \rho^{2i}$$

其中，N是系列中多项式系数的数量，A_i是 ρ 的$2i^{次方}$的系数，它是归一化的径向孔径坐标A_i系数为一个波长。

参数的定义如下：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大径向孔径。	NA	NA
2	透镜的中心厚度。	侧面	0
3	前表面的净孔径	前表面	1
4	后表面的净孔径	后表面	2
5	前表面曲率半径。	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

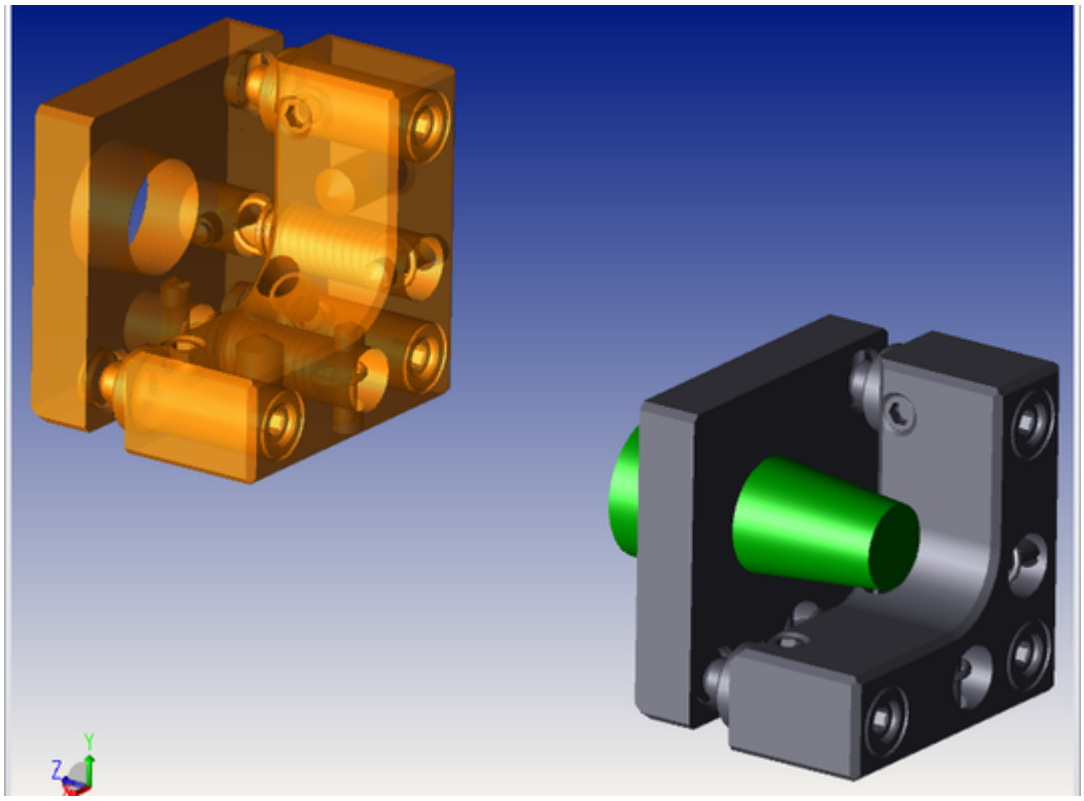
6	前表面圆锥系数k。	前表面	1
7-18	前表面系数 α 1 – α 12。	前表面	1
19	后表面曲率半径。	后表面	2
20	后表面圆锥系数k。	后表面	2
21-32	后表面系数 α 1 – α 12。	后表面	2
33	衍射级M。	前表面	1
34	归一化半径。x和y坐标被标准化为该值。这使得所有系数都以弧度为单位。	前表面	1
35	最大二元相位项数。	前表面	1
36-235	多项式项的系数值。	前表面	1

注意**(Note)**：如果净孔径1或净孔径3（参数3和参数4）等于零，则径向孔径表示对应表面上的净孔径。如果净孔径1和/或净孔径2大于零，则径向孔径具有与边缘1和/或边缘2的相同行为（例如，在二元面2中），以创建平面并表示透镜前侧边缘的径向孔径。

另请参见二元面1和二元面2物体。关于衍射物体的重要信息，请参阅"从NSC物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。参考坐标是前表面的中心。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.19. 布尔CAD(Boolean CAD)



布尔CAD物体通过对其它物体进行的一系列布尔运算进行定义。布尔CAD物体可通过添加、减去以及与其它CAD物体相交而形成非常通用的形状。例如，可以通过导入镜头卡座的STEP文件，然后从卡座中减去圆柱体体积来创建一个带孔的镜头卡座。通过对其它物体执行连续的布尔运算，可以创建许多复杂的物体。

有关OpticStudio中原生物体的布尔运算，请参阅原生布尔(Boolean Native)物体。除非父物体是导入的CAD零件，否则使用原生布尔物体进行光线追迹的效率比布尔CAD物体要高多达10倍。

布尔运算是通过将每个组件物体转换为一个基于NURBS表示法的物体进行的，然后进行一系列的布尔连接和组合操作形成最后得到的物体。为此，布尔CAD物体具有与"导入"物体相同的注意事项；有关导入物体的更多注解，参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT)"。从具有高精度表示法的OpticStudio原生物体转换为NURBS表示法时，可能会损失一些精度；这不是OpticStudio的局限，而是NURBS表示任意曲面时所固有的局限。通常，可以根据需要使用下面描述的"样条"和"公差"参数提高精度。当需要极高光学精度时，用户应验证布尔CAD物体是否追迹到合适的精度。

布尔CAD物体通过22个参数定义和一个字符串定义所需的布尔运算：

参数#	描述	面名称	面#

1	样条可控制从OpticStudio格式转换为NURBS格式时用来将样条拟合到非球面的点数。样条值为整数代码，其中0 = 4个点，1 = 8个点，2 = 16个点，3 = 32个点，4 = 64个点，5 = 128个点，6 = 256个点。样条设置越高，一些物体的精度越高，但代价是创建物体、渲染和光线追迹的速度较慢。	NA	NA
3	模式。模式可控制设置时间和光线追迹速度之间的平衡。对快速设置时间和较慢光线追迹使用模式1，对适中的设置时间和适中的光线追迹使用模式2，对慢速设置时间和快速光线追迹使用模式3。通常在分析设置过程中使用模式1，为分析追迹大量光线使用模 式3。	NA	NA
4-6	X、Y、Z体元编号。体元的名称源于"体像素(volume pixels)"。体元是一个三维矩形，定义了一些由输入物体占据的全部体积的比例。体元技术允许通过预先计算哪些物体、或物体的哪些部分位于所指定体元内而快速追迹光线。进入体元空间的光线可能只与全部体元内的某些子集相交；因此只需检查这些体元，以查看光线与物体是否可能相交。体元数量越大，设置时间越长，但光线追迹越快。通常需要做一些试验才能确定最佳体元数量。如果没有其它明显更好的值，则使用5表示三个值。	NA	NA
7-12	未使用。	NA	NA
13-22	用于定义物体A、B和C等的物体编号。请参阅下面的详述。	NA	NA

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

定义父物体

参数13-22用于定义哪些"父"物体将被组合。参数13用于定义哪个物体是物体A，参数14用于定义哪个物体是物体B，等等。没有必要定义比布尔运算所需物体更多的物体。如果只有两个物体需要组合，则只需定义物体A和物体B。任何未使用的物体可以将其物体编号设置为零。在NSC编辑器中，所有已定义的物体必须在布尔CAD物体之前。已定义物体的列表应始终从物体A开始，然后接着是物体B等等，例如将物体A的物体编号设置为零，接着后续在列表中定义一个非零的物体编号，这样的做法是无效的。父物体不能是光源或者探测器。

布尔运算

一旦所有的父物体被定义，布尔运算就由"注解(Comments)"栏中设置的"控制字符串(Control String)"定义，格式如下：

object oper object [oper object]...

"object"参数是一个字母，例如A、B或C，与所定义的物体对应。"oper"是一个单字符运算符。支持下列运算符（在逻辑示例中介于物体A和B之间）：

+ 将两个物体组合起来（逻辑A OR B）。

- 从第一个物体中减去第二个物体（逻辑A AND NOT B）。

& 计算两个物体的交集（逻辑A AND B）。

^ 生成一个物体的一部分，该部分属于某个物体或其它物体的一部分，但不同时属于两个物体（逻辑A XOR B）。

$ 从第二个物体中减去第一个物体（逻辑NOT A AND B）。以下是一些控制字符串的示例：

A+B

E+A-B-C

F+B&E-A

所有的运算符都按从左到右的顺序执行。没有圆括号等次序优先级。每个布尔运算的执行都以其运算符左边的先前运算结果为基础，运算符右侧列出的物体是第二个参数。注意，$运算符可以用于从第二个物体中减去第一个物体。这对于组合物体、然后从第三个物体中减去该组合很有用。例如，要创建物体(A - B)，然后从物体C中减去这个组合，就可以用到"A - B $ C "。

放置物体

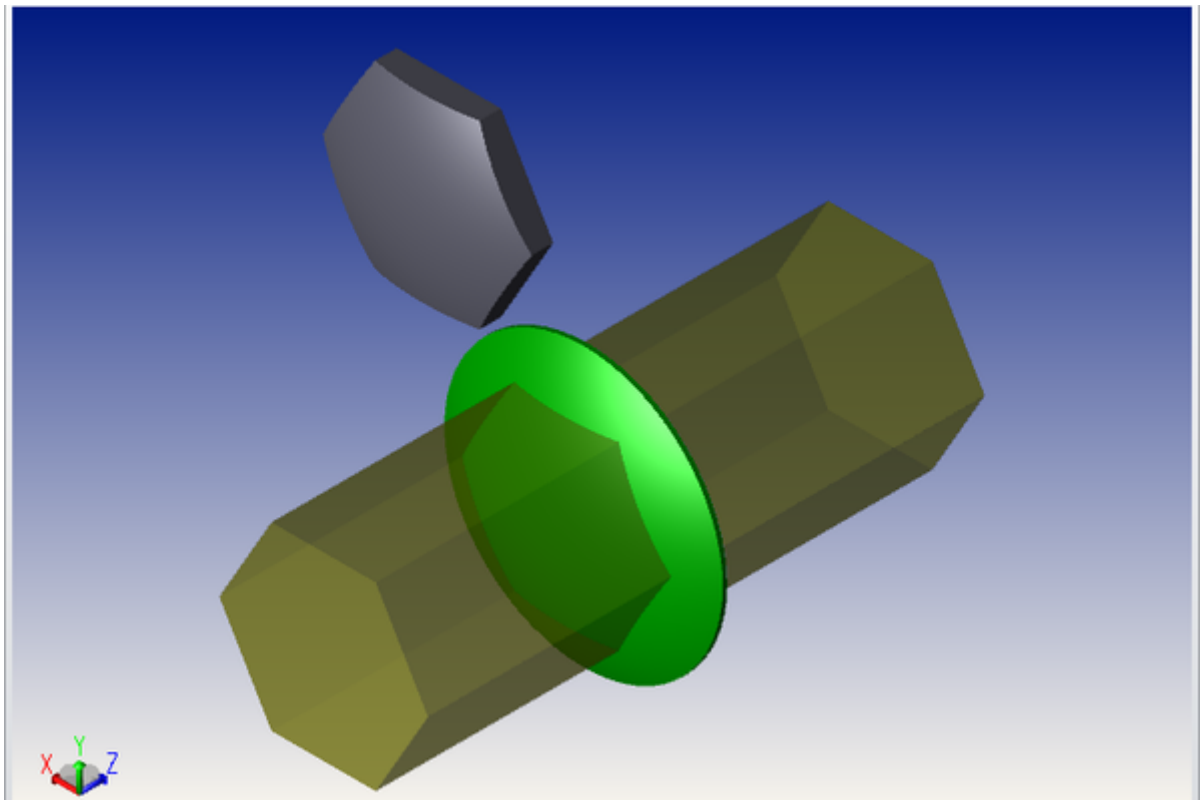
所得到的物体的局部坐标系与控制字符串中所列的第一个物体的局部坐标系相同。全局物体位置和方向按照与所有NSC物体相同的方法通过物体位置和倾斜参数来设置。

如果不需要父物体，可使用父物体上的"光线忽略这个物体"和"不绘制物体"设置（参阅"类型选项卡(Type Tab)"和"绘制选项卡(Draw Tab)"）完成操作。即使不绘制父物体或不进行光线追迹，布尔CAD物体仍然会被创建。

布尔CAD物体的面编号和性质通过父物体的面编号和性质定义。来自父物体的所有面属性都被复制到布尔CAD物体相应的面上。要查看任一物体的每个面，可以使用NSC物体查看器（参阅"NSC物体查看器(NSC Object Viewer)"）。任何物体编号唯一的表面总数都会受到限制，有关详细信息，请参阅"物体表面(Object faces)"。

布尔CAD物体一个典型的优点是得到的物体仍然是由父物体参数性质定义的。改变任何一个父物体参数也将改变布尔CAD物体。如果不需要此功能，可以将布尔CAD物体导出为IGES或STEP文件（有关CAD导出的更多信息，请参阅"CAD文件(CAD Files)"），再使用"CAD零件：STEP/IGES/SAT物体"（参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT)"）进行导入，然后即可以删除父物体。

2.3.2.2.20. 原生布尔(Boolean Native)



原生布尔物体类似于布尔CAD物体，但它使用了更有效的光线追迹算法。有关定义父物体、布尔运算和放置物体的更多信息，请参阅"布尔CAD(Boolean CAD)"。与布尔CAD物体不同，原生布尔物体不会将每个组件物体转换为基于NURBS的曲面表达，而是使用父物体的原生几何形状。出于这个原因，使用原生布尔物体的光线追迹通常比布尔CAD物体更快（多达10倍）且更准确。

通过原生布尔物体进行光线追迹：

当光线追迹到原生布尔物体时，光线会被追迹到父物体，而且软件会在光线追迹上执行布尔逻辑运算。它首先使用父物体的多面表达（即通过使用"物体属性 > 绘图(Object Properties > Draw)"下的"绘制分辨率(Drawing Resolution)"生成的三角形），寻找光线物体相交的"接近初步估算值(close first guess)"。然后迭代到精确解。

这意味着光线追迹依赖于通过父物体的光线追迹。如果光线没有正确地追迹或错过父物体，则光线将无法正确地追迹原生布尔物体。有关绘制分辨率的更多信息，请参阅绘图（物体属性、非序列元件编辑器）(Draw (object properties, non-sequential component editor))的"关于绘制分辨率与边界区域的注释"部分。

渲染：

原生布尔物体的渲染是通过将原生布尔转换为NURBS格式来实现的。但是光线追迹不使用这种方法。原生布尔物体使用原生父几何形状进行光线追迹。

光线追迹速度

如果父物体是CAD物体或不是OpticStudio中的原生物体，则原生布尔物体的光线追迹速度不会比布尔CAD物体更快。

此外，如果原生布尔物体由大量父物体构建而成，那么光线追迹的速度可能不会比使用布尔CAD物体的速度快。这是因为光线仍然需要追迹所有父物体并考虑布尔几何运算。因此，如果需要组合许多物体，嵌套物体

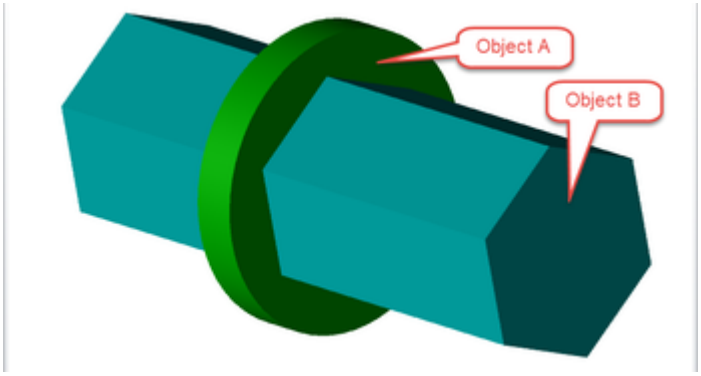
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

可能会比使用原生布尔物体更快地进行光线追迹。有关嵌套物体的更多信息，请参阅"放置物体(Object Placement)"。

将光源放置在原生布尔物体中

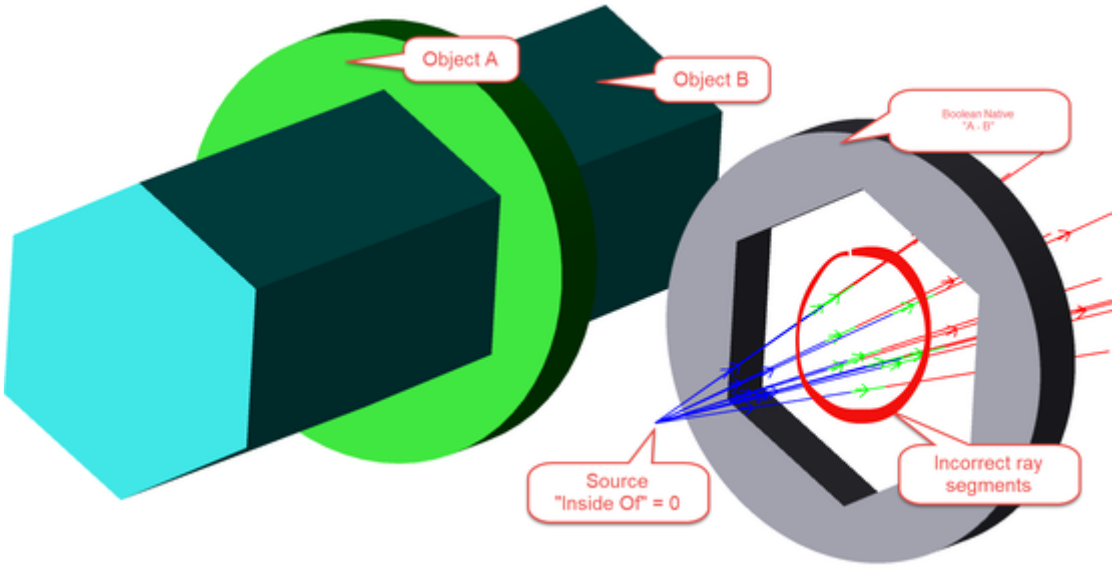
可以使用"在内部(Inside Of)"参数将光源放置在原生布尔物体内部。然而，与布尔CAD物体不同，它必须考虑父物体的位置。这是因为原生布尔物体使用父物体的原生几何形状，而不是将每个组件转换为基于NURBS的曲面表示。

如果光源从原生布尔物体内部开始，则光线将通过父物体（相对于原生布尔物体的局部坐标放置）的几何形状进行追迹。因此，如果光线从父物体的区域内开始，"在内部(Inside Of)"参数应设置为原生布尔物体编号（而不是父物体编号）。这也适用于负空间。例如，请看下图所示的物体A与物体B，以及布尔运算A – B：



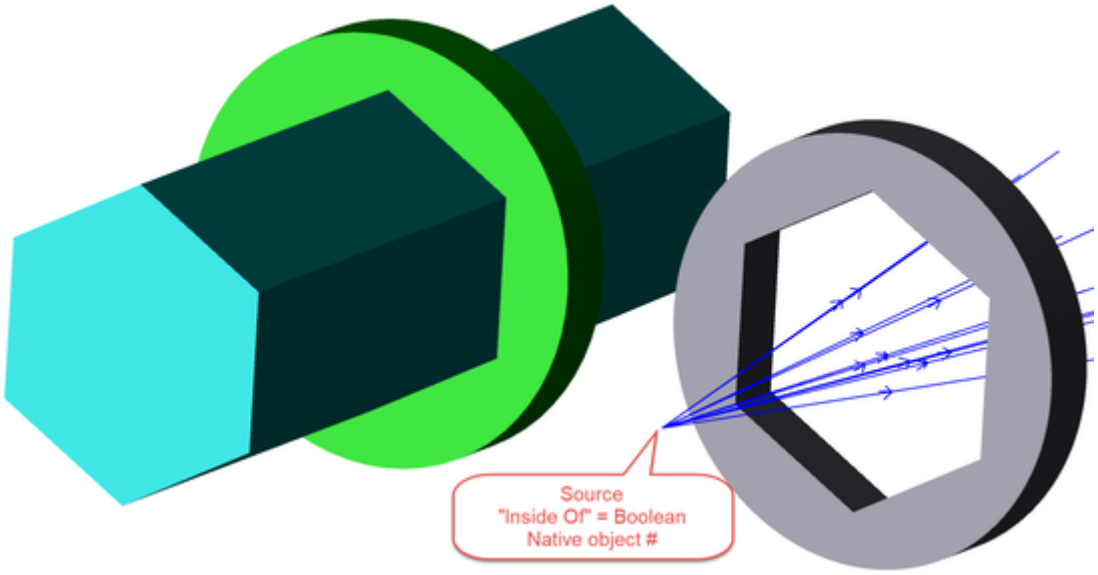
假设需要将光源放置在物体B区域内的某个位置。即使布尔运算是从物体A中减去物体B，光源的"在内部(Inside Of)"参数应设置为原生布尔物体编号，并且原生布尔物体周围的区域为空气。必须考虑父物体A与B的完整几何形状，因为在光线追迹中使用的是完整几何形状。

必须考虑物体B的完整几何形状，即使父物体与原生布尔物体不在同一个局部坐标系中。这是因为父物体几何形状是相对于原生布尔物体的局部坐标系重新创建的。例如，参见下图，所示为不考虑物体B的完整几何形状时的光源放置：



光源物体的"在内部(Inside Of)"值设置不正确，因此光线在应被视为空气的区域中被错误地分割成区段。

下图显示了相同的示例系统，但"在内部(Inside Of)"值被正确设置为原生布尔物体的编号。



将"在内部(Inside Of)"值设置为原生布尔物体编号时，光线会正确地通过六边形开口传播，而没有上图中显示的区段。

为确保将光源正确放置在原生布尔物体中，我们建议对父物体和原生布尔物体使用相同的全局坐标系。一旦对光源进行定位并对系统进行了定义，父物体可以移动到目标区域之外的不同区域，或被隐藏和忽略。有关忽略和隐藏物体的右键单击选项，请参阅"编辑器窗口操作(Editor Windows Operations)"。有关忽略物体的更多信息，另请参阅"物体属性 > 类型 > 光线追迹设置(Object Properties >Type > Ray Trace Settings)"；有关隐藏物体的更多信息，请参阅"物体属性 > 绘图(Object Properties > Draw)"。

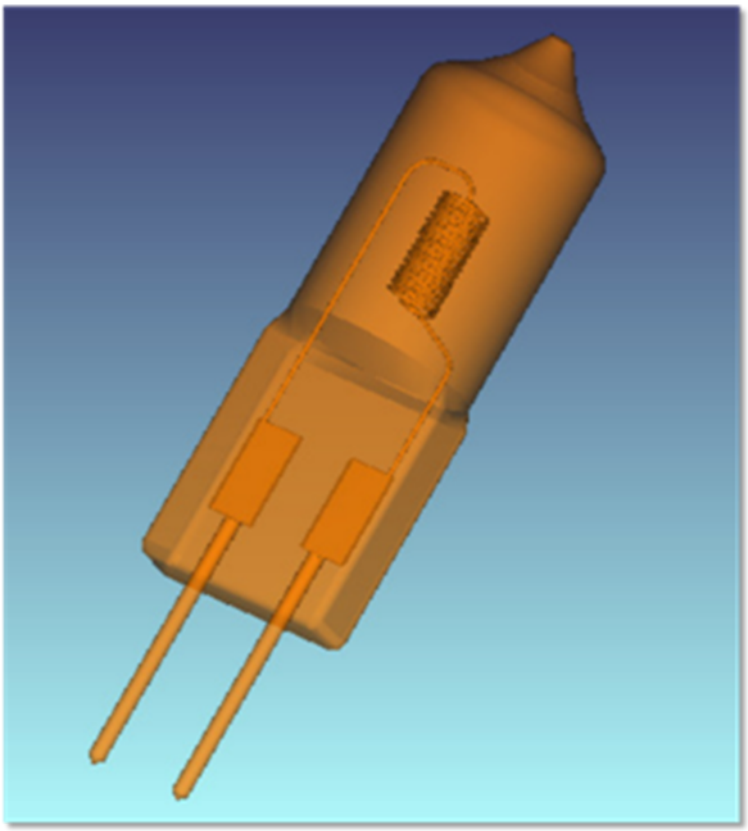
在混合模式中工作

当使用原生布尔物体在混合模式中工作时，必须考虑父物体的位置。如果父物体接触或围绕输入端口，则必须使用反向传播距离，以便光线不会从父物体内部开始。

以下参数用于定义原生布尔物体：

参数#	描述	面名称	面#
1	从OpticStudio格式转换为NURBS格式时用来将样条拟合到非球面的点数。因为原生布尔物体使用原生父几何形状进行光线追迹，所以只有其它CAD几何形状使用时（例如，用于渲染、导出为CAD文件、用于扫描或布尔CAD物体等），才需要此样条参数。 该值为整数代码，其中0 = 4个点，1 = 8个点，2 = 16个点，3 = 32个点，4 = 64个点，5 = 128个点，6 = 256个点。样条设置越高，一些物体的精度越高，但代价是创建物体和渲染的速度较慢。	NA	NA
5-14	用于定义物体A、B和C等的物体编号。有关定义父物体、布尔运算和放置物体的更多信息，请参阅"布尔CAD(Boolean CAD)"。	侧面	0

2.3.2.2.21. CAD装配体：Autodesk Inventor、 Creo Parametric (CAD Assembly: Autodesk Inventor, Creo Parametric)



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供这项功能。

这些物体分别为Autodesk Inventor和Creo Parametric中定义的装配体提供一个动态链接。必须安装Autodesk Inventor才能使用CAD装配体：为Autodesk Inventor装配体文件(*.iam)提供动态链接的Autodesk Inventor物体。必须安装Creo Parametric才能使用CAD零件：为Creo Parametric装配体文件(*.asm)提供动态链接的Creo Parametric物体。所有装配体文件以及构建每个装配体的所有单个零件文件(Autodesk Inventor：*.ipt；Creo Parametric：*.prt)必须存储在适当的文件夹中，这些文件夹可能是用户定义的；请参见"文件夹(Folders)"。请注意，在创建包含装配体物体的设计存档时，不包括构建每个装配体的单个零件文件（见"备份存档文件(Backup To Archive File)"）。

在默认情况下，装配体文件将按单个物体读取，因此只能为装配体中的所有零件分配一组光学属性。如果该文件之前已经在OpticStudio的设计中使用，并且在"保存CAD装配体/零件属性(Save CAD Assembly/Part Properties)"选项中保存了该文件设计的光学属性，则该文件可能已经被定义了这些光学属性（见在"编辑"下"存CAD装配体/零件属性"）。如果是这种情况，则可以从文件中读取这些属性，并可以在新设计中将这些属性分配给物体。但是，此操作不是强制的，可以根据需要将新光学属性分配给新设计的文件。从文件中读取OpticStudio光学性能的选项将在首次加载文件时显示，此时用户可决定适当的操作步骤。

OpticStudio支持将装配体分解回其组成零件的功能，允许将光学属性分配给装配体文件各个零件。当文件首次加载到OpticStudio中时，还会显示将装配体文件分解为单个零件的选项。如果首次加载时未选择该选项，随后可通过在非序列模式组件编辑器的工具菜单下选择"分解Autodesk Inventor装配体(Explode Autodesk Inventor Assembly)"或"分解Creo Parametric装配体(Explode Creo Parametric Assembly)"（具体取决于选定的物体）来选择该选项。如果要激活相应的工具，光标必须位于包含CAD装配体物体所在的行的某个位置。如欲了解更多详情，请参见"分解Autodesk Inventor装配体"或"分解Creo Parametric装配体"。

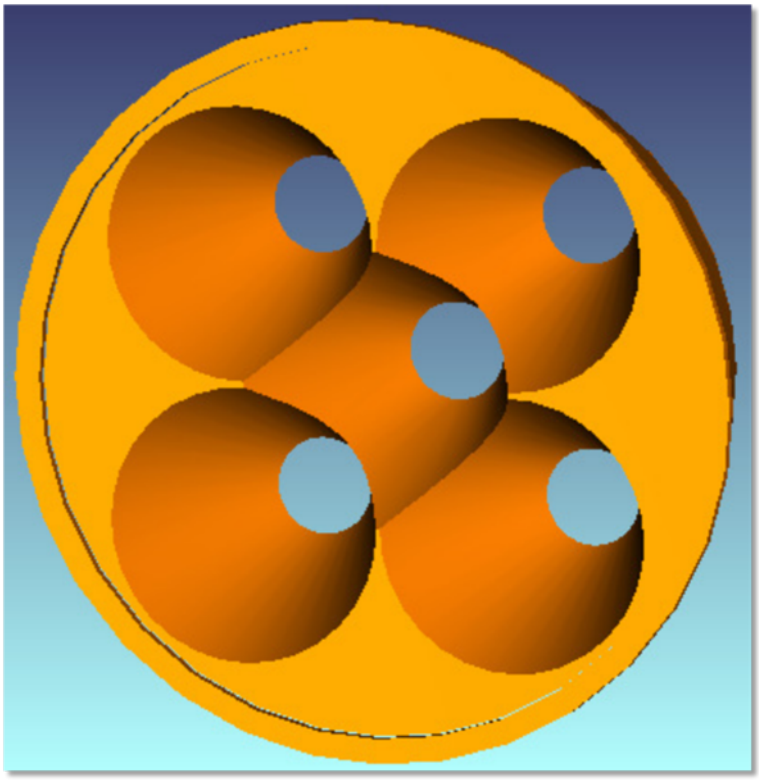
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

分解装配体文件时，创建的每个零件的格式均为CAD零件：STEP/IGES/SAT物体"（参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT"）。因此，不能在OpticStudio中修改装配体文件的各个零件。如果需要修改各个零件，应使用相应的CAD零件物体将各个零件读入OpticStudio中（参阅"CAD零件：AutoDesk Inventor"和"CAD零件：Creo Parametric"）。

唯一与CAD装配体物体相关联的参数是"分解？(Explode?)"标记（参数1）。请注意，手动修改"分解？"参数，实际上不会改变物体的状态。该参数仅供参考，让OpticStudio知道何时查找由相应工具提取并在编辑器中引用的分解零件。如果未分解装配体尚，该标记为0；如果已分解装配体，该标记设置为1。在使用相应工具将此标志设置为1后，就无法重新组合装配体，只能手动删除与零件对应的物体。如果要分解尚未分解的装配体，请使用"分解Autodesk Inventor装配体"或"分解Creo Parametric装配体"中所述的工具。

使用CAD装配体：Creo Parametric和CAD装配体：Autodesk Inventor物体不需要用户执行任何特殊操作：OpticStudio将在默认模式下自动打开相应的创建程序，这就意味着应用程序将不会出现在用户显示器上，但是用户的任务管理器列表中可以看到该进程。只要OpticStudio在运行，就允许此进程运行，以确保OpticStudio和创建程序之间的通信始终畅通。OpticStudio关闭后，在默认模式下运行的创建程序将自动关闭。

2.3.2.2.22. CAD零件：AutoDesk Inventor、Creo Parametric (CAD Part: AutoDesk Inventor, Creo Parametric)



这些物体分别为Autodesk Inventor和Creo Parametric中定义的零件提供了一个动态链接。必须安装Autodesk Inventor才能使用CAD零件：为Autodesk Inventor零件文件(*.ipt)提供动态链接的Autodesk Inventor物体。必须安装Creo Parametric才能使用CAD零件：为Creo Parametric零件文件(*.prt)提供动态链接的Creo Parametric物体。所有零件文件必须存储在用户定义的适当文件夹中，请参见"文件夹"。

一旦读入，该物体可能具有光学属性，如膜层、玻璃以及应用的散射功能等，然后像任何其它光学组件一样会被光线追迹。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如果该文件之前已经在OpticStudio的设计中使用，并且在"保存CAD装配体/零件属性(Save CAD Assembly/Part Properties)"选项中保存了该文件设计的光学属性，则该文件可能已经被定义了这些光学属性（请参见在"编辑"下"保存CAD装配体/零件属性"）。如果是这种情况，则可以从文件中读取这些属性，并可以在新设计中将这些属性分配给物体。但是，此操作不是强制的，可以根据需要将新光学属性分配给新设计的文件。从文件中读取OpticStudio光学性能的选项将在首次加载文件时显示，此时用户可决定适当的操作步骤。

零件的尺寸将通过OpticStudio读入，在参数列下可直接显示在非序列模式组件编辑器(NSCE)中。用户可通过从物体属性对话框的Autodesk Inventor或Creo Parametric选项卡（具体取决于选定的零件）中选择尺寸来确定要在NSCE中显示的尺寸（见"Autodesk Inventor零件选项卡"和"Creo Parametric零件选项卡"）。对于CAD零件：Creo Parametric物体，列出的尺寸包括全局尺寸（即模型级）以及为零件定义的特征级参数，即用于解析定义零件几何体的所有参数。

OpticStudio将确定在Autodesk Inventor或Creo Parametric（"创建程序"）中创建零件时使用的系统单位，并将在OpticStudio中的镜头单位与这些系统单位不同时将发出警告。然后，OpticStudio会缩放输入零件，使其尺寸与采用给定镜头单位的尺寸吻合。但是，与零件关联的尺寸值（即NSCE中显示的那些值）不会被缩放，但会始终采用创建程序的系统单位保留。为了避免潜在的混淆和错误，强烈建议用户尽可能将OpticStudio镜头单位和创建程序的系统单位设置一致。

由于尺寸名称直接取自创建程序，因此对名称的任何修改都应在创建程序中完成。尺寸名称的最大限制为50个字符。如果超过该字符限制，OpticStudio会发出警告并将尺寸名称截断为50个字符。

首次将零件加载到OpticStudio中时，不会显示任何尺寸。随后选择在NSCE中显示的任何尺寸（通过物体属性对话框中创建程序的零件选项卡）均可在OpticStudio中修改，与修改内建的OpticStudio物体类似。必要时，修改后的零件随后可采用创建程序的格式（即*.ipt或*.prt）保存在文件中。所保存文件的名称可与原始零件的名称相同（从而覆盖原始文件），也可使用新名称。

与零件关联的尺寸值可定义为优化变量，可置于多配置控制下，并可在容差分析过程中扰动或用作补偿器，就如同内建OpticStudio物体的任何其它参数一样。此外，也可用常规方式对零件的位置和倾斜进行优化与容差。

如何加载**CAD**零件：

使用CAD零件体：Creo Parametric和CAD零件：Autodesk Inventor物体不需要用户执行任何特殊操作：OpticStudio将在默认模式下自动打开相应的创建程序，这就意味着应用程序将不会出现在用户显示器上，但是用户的任务管理器列表中可以看到该进程。只要OpticStudio在运行，就允许此进程运行，以确保OpticStudio和创建程序之间的通信始终畅通。OpticStudio关闭后，在默认模式下运行的创建程序将自动关闭。

请注意，在OpticStudio中加载CAD零件：Creo Parametric物体时，该零件不应该在任何其它应用中打开。

在任何情况下，都必须确保修改OpticStudio内部零件所需的OpticStudio和创建程序之间的不间断通信。

2.3.2.2.23. CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT)

可以通过IGES、SAT或STEP格式导入物体。CAD程序通常支持所有这些文件格式。此外，导入物体也可使用SAB格式（Parasolid CAD数据库原生格式，请参见"导入物体和SAB文件"）。一旦导入，物体便可能具有光学属性，如应用的膜层、玻璃以及散射功能等，然后像任何其它光学组件一样会被光线追迹。

如欲导入物体，请将物体类型设置为"CAD零件：STEP/IGES/SAT"，然后从下拉列表中选择文件名，或将文件名放在注释栏中。文件必须位于<objects>\CAD Files文件夹中（参见"文件夹"），扩展名为IGS、IGES、SAT、STP、STEP或SAB。注释栏中的文件名必须包括扩展名。

以下参数主要用于CAD零件物体类型。

参数#	描述	面名称	面#

1	缩放：此无量纲参数可缩放整个导入实体。导入后，OpticStudio会自动尝试缩放导入实体的尺寸以匹配OpticStudio中的当前尺寸；此比例因子在转换后也适用。	NA	NA
2	模式：模式可控制创建时间和光线追迹速度之间的平衡。对快速设置时间和较慢光线追迹使用模式1，对适中的设置时间和适中的光线追迹使用模式2，对慢速设置时间和快速光线追迹使用模式3。通常在分析设置过程中使用模式1，为分析追迹大量光线使用模 式3。	NA	NA
3-5	X、Y、Z体元编号：体元的名称源于"体像素(volume pixels)"。体元是一个三维矩形，定义了一些由输入物体占据的全部体积的比例。体元技术允许通过预先计算哪些物体、或物体的哪些部分位于所指定体元内而快速追迹光线。进入体元空间的光线可能只与全部体元内的某些子集相交；因此只需检查这些体元，以查看光线与物体是否可能相交。体元数量越大，设置时间越长，但光线追迹越快。通常需要做一些试验才能确定最佳体元数量。如果没有其它明显更好的值，则使用5表示三个值。	NA	NA
6-8	未使用。	NA	NA

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9	分解？(Explode?)：该参数说明是否已将物体分解为其组成零件（针对表示装配体文件的物体）。请注意，手动修改"分解？"参数，实际上不会改变物体的状态。该参数仅供参考，让OpticStudio知道何时查找由相应工具提取并在编辑器中引用的分解零件。如果未分解物体，该标记为0；如果已分解物体，则该标记设置为1。一旦通过适当的工具将标记设置为1，就无法重新组合物体，只能手动删除与组成零件对应的物体。要分解尚未分解的导入物体，请使用"分解CAD零件：STEP/IGES/SAT"中所述的工具。	NA	NA

导入物体和SAB文件

从IGES、STEP或其它格式文件导入CAD物体时，数据必须转换为OpticStudio内部物体的表现形式。该转换仅需执行一次，然后就可使用转换后的文件。这将大大加速导入物体的加载。转换后的文件名是原始文件名，后缀是扩展名SAB。例如，如果原始导入文件为MyObject.IGS，创建的SAB文件将为MyObject.IGS.SAB。导入物体所用文件的名称将改为转换后的文件名。如果原始文件需要超过2.0秒的时间才能完成读取和转换，或者如果比例因子为1.0，则OpticStudio会自动将导入的文件转换成SAB格式的文件。如果比例因子不需要是1.0，首先将比例因子设置为1.0，然后在文件转换成SAB格式后，可将比例因子调整为所需的值。多个ZMX文件使用同一个SAB物体时，该限制可避免SAB物体发生意外缩放。

建议保留原始CAD文件，即便OpticStudio会使用SAB文件也不例外。这样，在必要时可重新生成SAB文件。可禁用该功能，请参阅"类型选项卡"下的"将导入文件转换为SAB文件"。

导入物体的注解**(Comments about imported objects)**

使用导入物体的优势在于：任何形状的实体在OpticStudio中或许都要进行光线追迹。对可以导入以及可进行光线追迹的物体形状、复杂性或数量没有任何限制。可在单个文件中导入多个物体。使用导入物体的不利条件在于光线追迹的速度，在某些情况下，还有光线追迹的精度。有关导入物体的重要注意事项，请参阅以下详述。可替代导入物体的其它方式，请参阅"用户自定义物体"。

导入物体的光线追迹精度**(Ray tracing accuracy for imported objects)**

并不是所有类型的表面形状都可使用CAD文件格式（如IGES、SAT和STEP）支持的表现形式以适当的精度进行光线追迹。对于CAD表示的平面、球面和圆柱面，如果操作得当，则可获得极高精度，充分满足光学精度光线追迹需求。然而，更高阶的形状通常没有CAD格式的原生表现形式。例如，具有r^16形式多项式项的非球面，可能没有CAD格式的等效表现形式。CAD程序通常使用分段样条接近该形状，其通常使用多个低阶多项式分段拟合表面。通常使用多个三阶或四阶多项式接近表面。这对于机械设计而言可能足矣，但无法满足光学精度的光线追迹需求，此时必须知道表面光波长的微分尺寸。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

在OpticStudio中对高光学精度表面进行建模并按CAD文件导出，然后按CAD文件导入进行后续光线追迹时，可能会出现该问题。按CAD样条导出原生OpticStudio非球面时，可能会损失零件的光学精度。更多相关信息，请参阅"导出数据的限制"。

对于非成像光学器件，CAD表现形式的精度一般足够了；但对于成像系统而言，必须小心验证导入的CAD零件是否非常精确地诠释了所需的形状。注意，OpticStudio使用约为1E-12的相对内部光学精度进行光线追迹。大部分CAD物体的表现形式比这个数字要大很多倍。

导入物体的光线追迹速度**(Ray tracing speed for imported objects)**

采用CAD格式导入球面透镜等简单物体时，光线追迹速度比导入相同形状的原生OpticStudio物体慢。导入物体的光线追迹速度，主要取决于实体形状在导入文件中的有效表现形式。借助OpticStudio可以导入的CAD格式支持各种实体和表面实体类型，可用几乎无限数量的方式表示同一物体。例如，一个物体的高效表现形式只使用少量的样条表面，而该物体的低效表现形式则可能会使用数百个较小的样条表面。尽管从机械建模角度来看，两种表现形式可能都有效，而且所带来的实体相同，但样条表面数量更多的表现形式将显著降低光线追迹的速度。唯一的补救方法是返回CAD文件源，看能否生成更高效的表现形式。

导入物体的限制**(Limitations on imported objects)**

并非所有可能有效的CAD格式文件都能导入，OpticStudio只能导入实体。直线或表面无法导入。导入OpticStudio前，壳体必须转换为薄实体。实体必须使用没有孔或缝隙的连续外表面简单闭合。不许使用内表面或面。由多个接触或叠加实体体积组成的实体无法进行光线追迹，多个不接触的体积可以。包含无法导入的有效实体的文件，可发送给技术支持人员检查，但无法保证OpticStudio可兼容所有可能的CAD格式实体类型和文件。

☒并非所有可能有效的CAD格式文件都能导入，OpticStudio只能导入实体。
☒直线或表面无法导入。

☒导入OpticStudio前，壳体必须转换为薄实体。

☒实体必须使用没有孔或缝隙的连续外表面简单闭合。

☒不许使用内表面或面。

☒由多个接触或叠加实体体积组成的实体无法进行光线追迹，

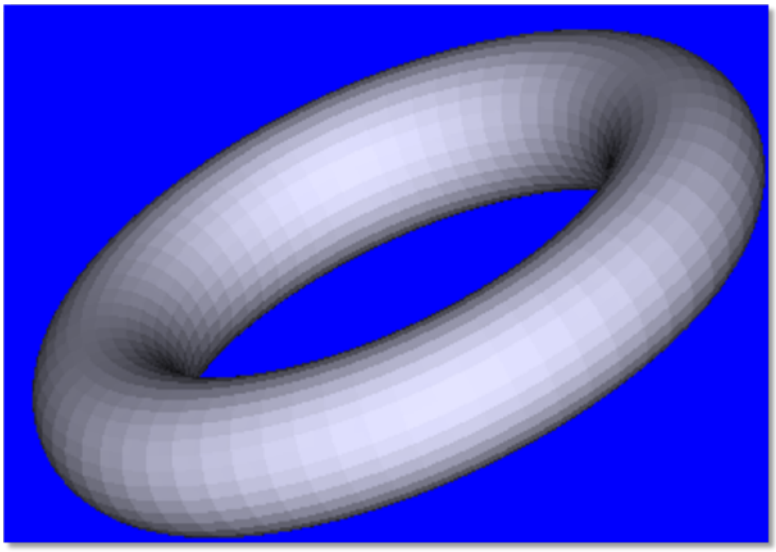
☒多个不接触的体积可以。

☒ACIS数据库不支持尺寸超过约1×10^{4}的实体。改变镜头单位可避免出现这种情况。例如将镜头单位从毫米改为米。

☒包含无法导入的有效实体的文件，可发送给技术支持人员检查，但无法保证OpticStudio可兼容所有可能的CAD格式实体类型和文件。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.24. CAD零件：STL (CAD Part: STL)



STL物体是常规用户自定义物体。它可以用来定义开放的多边形表面或闭合的多边形实体，如棱镜或其它实体。STL物体格式基于一系列3D三角形。该格式得到了机械CAD程序的广泛支持。同时支持STL文件格式的文本和二进制变体。如欲了解详细信息，请参阅下面的"定义STL物体"部分。另请参阅"用户自定义物体(User Defined Object)"、"多边形物体(Polygon Object)"以及"CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT)"。

顶点或多面体的总数没有固定限制。

在STL物体类型的"注释"栏中引用了STL文件名。例如，如果STL文件myobject.STL位于<objects>\CAD Files文件夹（见"文件夹"），请在NSC编辑器的STL物体类型的注释栏中指定"myobject.STL"。

参考坐标是局部坐标(0,0,0)，构成物体的多边形可以放在相对于参考点的任何位置。一些STL导出的实施只允许将物体放置为所有顶点坐标均为正的状态。OpticStudio无需这样做，其可将三角形顶点导入到3D空间的任何位置。

支持将STL物体用作探测器，请参阅"物体作为探测器"。当将STL物体用作探测器时，如果选中"快速光线追迹（见"类型选项卡"），则OpticStudio将会更改在STL文件中定义的三角面的顺序，以加速光线追迹。如果未勾选"快速光线追迹"，则不修改三角面的顺序，这会降低光线追迹速度，但会保留在STL文件中定义的三角面的原始顺序。

STL物体需要定义两个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。STL文件中的所有顶点乘以该参数。	NA	NA

2	用于表示STL文件是定义实体还是定义表面的标志。如果"是实体？"参数为零，则OpticStudio假设STL文件定义开放的表面。光线必须从此类表面反射或吸收；不允许折射。如果"是实体？"参数为非零值，则OpticStudio假设STL文件定义闭合体。该实体可以反射、折射或吸收。	NA	NA

面编号：所有面为面 0。

定义**STL**物体**(Defining STL Objects)**

STL格式得到了机械CAD程序的广泛支持，可描述任何物体。可按一系列三角面建模物体并将三角面的全局顶点写到文件中。STL格式适用于鳞甲面物体，而对于平滑的弯曲物体（如透镜），STL是一种某些非成像系统可以接受的精度的近似。

STL文件还有二进制和文本格式：OpticStudio支持这两种格式。

要使用STL物体，请将物体类型选为"STL物体，然后在STL物体行的注释栏中输入文件名（无STL扩展名）。STL文件必须放在<objects>\CAD Files文件夹中（参阅"文件夹"）。

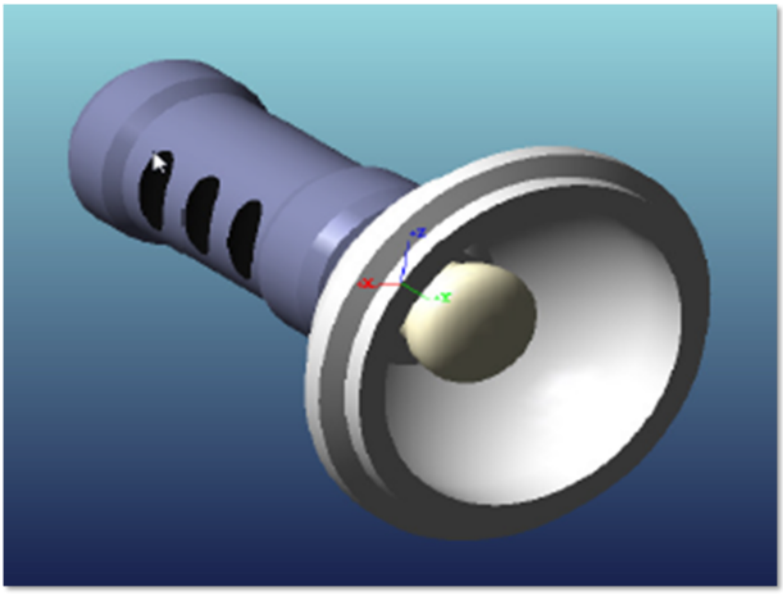
STL物体中三角面的最大数量

对于STL物体可以包含的三角面数量，有上限。也就是250万个三角形。如果您的计算机RAM较小，那么上限由计算机所能够提供的真实或虚拟RAM的大小决定。每个三角面需占用大约100字节的内存。但是，OpticStudio通常会同时保留多份镜头数据，因此，OpticStudio需要为每个三角面保留500字节的RAM，这是常识。一个有2000个三角面的物体需要大约1Mb的可用RAM。另一个更实际的限制是计算机速度；如果三角面的数量变得很大，OpticStudio的速度将显著降低。

STL文件示例

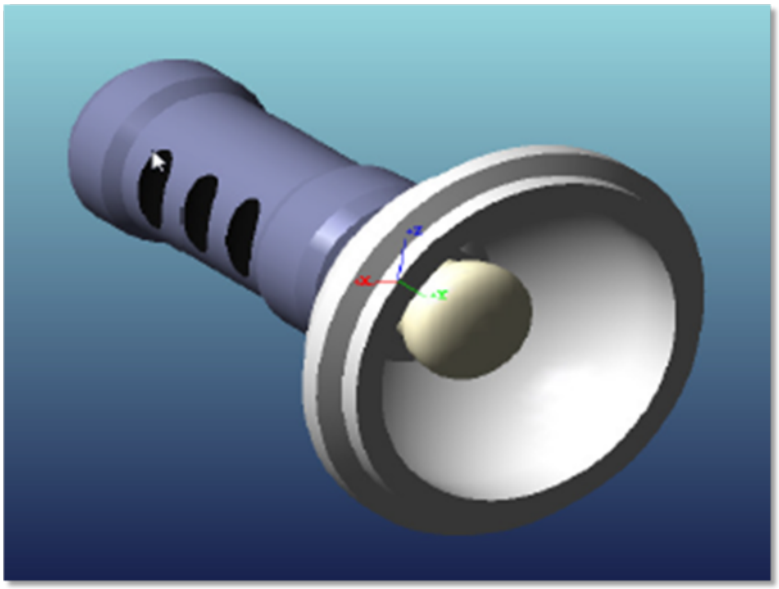
<objects>\CAD Files文件夹中包含多个STL文件示例（参阅"文件夹"）。

导出到**3D**打印机



在向3D打印制造商发送OpticStudio设计时，立体平板印刷语言(STL)特别实用。此外，有些制造商还可以接受STEP导出文件。

2.3.2.2.25. CAD零件：OpticStudio零件设计(CAD Part: OpticStudio Part Designer)



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供这些功能。

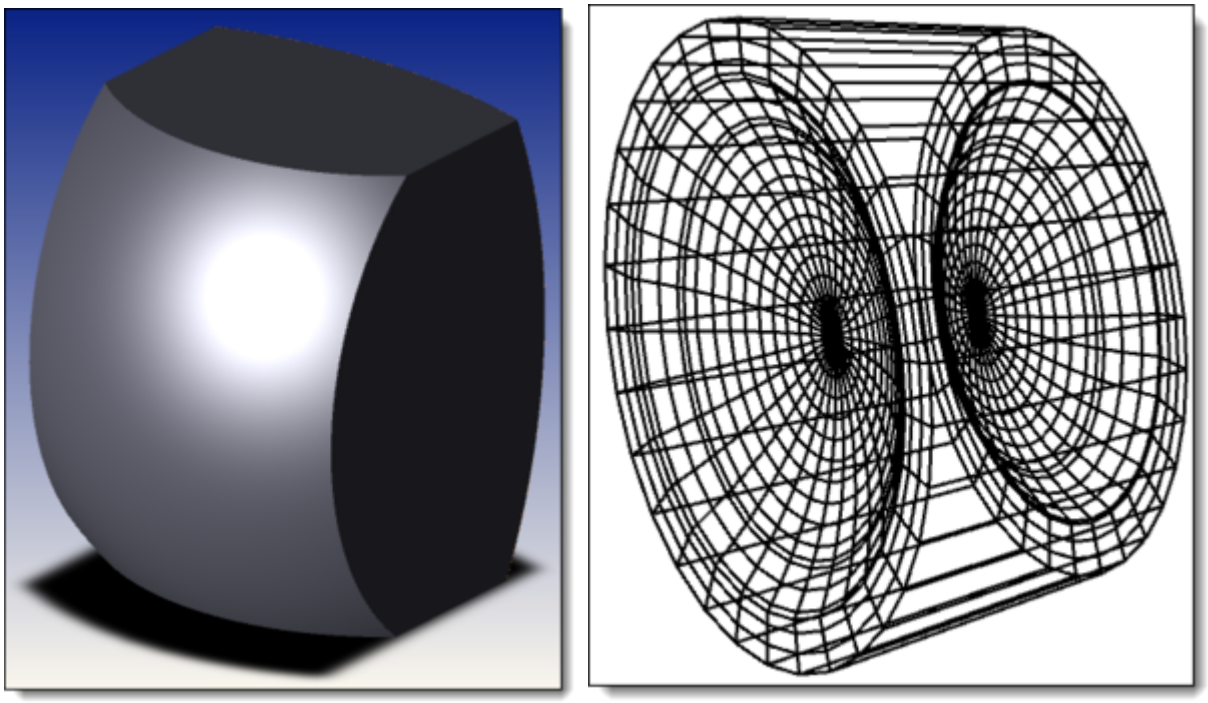
零件设计对象(Part Designer Object)是使用OpticStudio零件设计创建的实体。使用"零件设计"，可创建各种复杂参数的零件。"零件设计对象"的唯一参数是该零件显示的参数。

在使用"零件设计对象"之前，请在"零件设计"中加载文件，以确保准确无误。为了最大限度提高性能，在编辑器中使用该零件时，只执行有限的错误检查。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

请注意，对于显示的草图点，可将任何切点转换为与曲线点的偏移量。如欲了解有关"零件设计"的完整说明，请参阅"零件设计"的程序文档。

2.3.2.2.26. 复合透镜(Compound Lens)



复合透镜(Compound Lens)物体是一种非常通用的透镜物体，它支持前表面和后表面的不同表面和孔径。它支持圆形和矩形孔径。可为圆形孔径定义延伸区和机械平面区。

复合透镜物体基于两个父表面物体。父表面物体包括：标准面(Standard Surface)、非球面(Aspheric Surface)、Q型非球面(Q-type Asphere Surface)、Toroidal面(Toroidal Surface)、Toroidal奇次非球面(Toroidal Odd Asphere)、Zernike面(Zernike Surface)、双锥面(Biconic Surface)、双锥Zernike面(Biconic Zernike Surface)、扩展多项式面(Extended Polynomial Surface)和网格矢高面(Grid Sag Surface)。

复合透镜物体有**7**种面：

0表示侧面(Side Face)：透镜的侧面。如果孔径形状为圆形，但前后表面的大小不同，则边缘将呈锥形。请注意，矩形孔径不支持锥形边缘。

1表示前表面(Front Face)：前表面的净孔径。

2表示后表面(Back Face)：后表面的净孔径。

3表示前延伸区(Front Chip Zone)：前表面的延伸区。如需了解更多信息，请参阅"延伸区(Chip Zone)"。

4表示前平面(Front Flat)：前表面的机械平面区。如需了解更多信息，请参阅"机械半直径(Mechanical Semi Diameter)"。如果孔径形状为矩形，则不支持该面。

5表示后延伸区(Back Chip Zone)：后表面的延伸区。

6表示后平面(Back Flat)：后表面的机械平面区。如果孔径形状为矩形，则不支持该面。

关于边界（半直径）和有效性的注释：

复合透镜需要对其参数，即半直径进行严格验证，以确保其有效性。

如果表面为非旋转对称，则其不支持该表面上的机械平面区。

如果前表面或后表面为非旋转对称，则其不支持锥形边缘。

当孔径为圆形（为矩形(Is Rectangular)=0）且前表面和后表面的表面为旋转对称时，复合透镜物体支持锥形边缘。当前支持标准表面和非球面类型。

为了使验证规则尽可能简单，所有参数验证都会在编辑器列中从左往右进行。

例如，前净(Front Clear)将推动前净+延伸(Front Clear + Chip)和前边缘(Front Edge)的验证，而前净+延伸(Front Clear + Chip)将推动前边缘(Front Edge)和所有后表面(Back)参数的验证。

关于将网格矢高表面物体用作其中一个父物体的注释

当复合透镜的其中一个父物体为网格矢高表面物体时，复合透镜的孔径大小将自动缩放，使其不大于该网格文件的大小。

CAD导出的限制

将复合透镜物体导出为CAD物体时，存在一定的相关限制。有关CAD交换的更多信息，请参阅"CAD文件(CAD Files)"。这些限制包括：

- CAD导出不支持延伸区和机械平面区。这些分区将与前表面或后表面组合。
- 如果要定义具有机械平面区的圆形孔径，请将前/后边缘半径(Front/Back Edge Radius)设置为大于前/后延伸半径(Front/Back Chip Radius)。生成的平面区使用均匀采样样条曲线建模。请注意，在某些极端情况下，样条曲线可能无法准确捕捉从延伸区到机械平面区的过渡。这将导致实体模型中的表示以及任何导出的CAD文件中出现一些错误伪影。

与布尔物体一起使用的限制

当将复合透镜物体用作布尔CAD(Boolean CAD)或原生布尔(Boolean Native)物体的父物体时，有一些限制。有关这些用例的更多信息，请参阅"CAD文件(CAD Files) "和" 布尔CAD(Boolean CAD)"。这些限制包括：

- 如果将复合透镜物体用作布尔CAD物体的其中一个父物体，则无法为延伸区和机械平面区指定不同的膜层/散射属性。有关这些属性的更多信息，请参阅"膜层/散射(Coat/Scatter)"。注意：该限制不适用于原生布尔(Boolean Native)物体。原生布尔物体保留延伸区和机械平面区膜层/散射属性。
- 如果将复合透镜物体用作布尔CAD物体或原生布尔物体的其中一个父物体，则物体查看器(Object Viewer)将不会显示延伸区和机械平面区的膜层/散射属性。注意：然而对于原生布尔物体，光线将正确解释延伸区和机械平面区的膜层/散射属性。

以下参数用于定义复合透镜物体：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	前/后表面#(Front/Back Surface #)：用作前表面和后表面的父物体编号。请注意，在非序列模式元件编辑器中，父物体编号必须在复合透镜物体编号之前。	所有面	所有面
3	厚度(Thickness)：复合透镜的中心厚度。	侧面	0

4	为矩形？(Is Rectangular?)：指示复合透镜的孔径形状是圆形还是矩形的标志。0表示圆形，1表示矩形。	侧面	0

#4之后的参数不同，具体取决于为矩形(Is Rectangular?)标记（参数#4）。

当孔径形状为圆形时（为矩形？(Is Rectangular?)= 0），参数为：

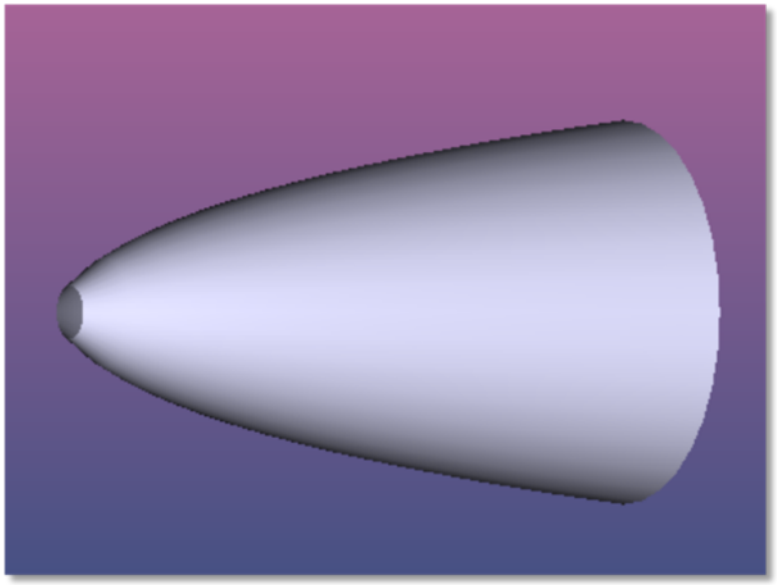
参数#	描述	面名称	面#
5	前净(Front Clear)：前表面的净口径孔径。	前表面、前延伸区	1、3
6	前延伸(Front Chip)：前表面的延伸区半直径。该参数应大于或等于前净口径(Front Clear Semi-Diameter)。	前延伸区、前平面	3、4
7	前边缘(Front Edge)：前表面的机械平面半直径。该参数应大于或等于前延伸半直径(Front Chip Semi-Diameter)。	前平面	4
8	后净(Rear Clear)：后表面的净口径孔径。	后表面、后延伸区	2、5
9	后延伸(Rear Chip)：后表面的延伸区半直径。该参数应大于或等于后净口径(Back Clear Semi-Diameter)。	后延伸区、后平面	5、6
10	后边缘(Back Edge)：后表面的机械平面半直径。该参数应大于或等于后延伸半直径(Back Chip Semi-Diameter)。	后平面	6
11-14	未使用	NA	NA

15	镜像空间？(Mirror Space?)：指示透镜是否在镜像空间中定义的标志。当镜像空间？(Mirror Space?)为1时，透镜沿局部-z方向扩展。这与序列模式下在奇数个镜像后定义透镜的方式相同。该标志在从序列模式转换为非序列模式时使用，通常不需要在用户手动定义的物体中使用。	NA	NA

当孔径形状为矩形时（为矩形？(Is Rectangular?)= 1），参数为：

参数#	描述	面名称	面#
5-6	X半宽、Y半宽(X Half Width, Y Half Width)：从透镜中心到x和y方向上其最外边缘的半宽度。矩形孔径不支持锥形边缘，因此该设置适用于前表面和后表面。	前平面、后平面	3、5
7-8	前X净、前Y净(Front X Clear, Front Y Clear)：从前表面的透镜中心算起的延伸区半宽度。该参数应小于或等于X/Y半宽(Half Width X/Y)。	前表面、前延伸区	1、3
9-10	未使用		
11-12	后X净、后Y净(Rear X Clear, Rear Y Clear)：从后表面的透镜中心算起的延伸区半宽度。该参数应小于或等于X/Y半宽(Half Width X/Y)。	后表面、前延伸区	2、5
13-14	未使用	NA	NA
15	镜像空间？(Mirror Space?)：指示透镜是否在镜像空间中定义的标志。当镜像空间？(Mirror Space?)为1时，透镜沿局部-z方向扩展。这与序列模式下在奇数个镜像后定义透镜的方式相同。	NA	NA

2.3.2.2.27. 复合抛物面聚光器(CPC)(Compound Parabolic Concentrator (CPC))



CPC由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	Z = 0时的径向孔径a。	侧面	0
2	最大接收角 θ，以度为单位。	侧面	0
3	沿局部Z轴的长度L。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	"是实体？(Is Volume?)"标记。	侧面	0
7	体折射率。	侧面	0

CPC物体用于将光线从物体的一端汇聚、传送到另一端。其中只有那些与局部Z轴夹角小于接受角的线可以通过CPC；其余光线将被反射回来。此类型的CPC是"基本CPC(Basic CPC)"，在W. T. Welford和R Winston合著的"High Collection Nonimaging Optics"Academic Press出版（1989年）中进行了详细介绍。

如果"是实体？(Is Volume?)"标记为零，那么物体为空心壳。否则，物体是一个闭合的实体。如果CPC是闭合实体，则它是由折射材料制成。该材料的参考折射率可以在参数7中输入。

此折射率称为"体折射率(Volume Index)"，用于重新调整接收角度（通过斯涅尔定律），CPC材料需要考虑在内。

折射接收角的计算，

θ_R

，公式是：

$$\theta_R = \arcsin\left(\frac{\sin(\theta_A)}{n_v}\right)$$

其中 θ_A

是接收角，

n_v

是体折射率。

该折射接收角将用于确定CPC形状和最大长度。这意味着体折射率可控制CPC的形状。

体折射率不能自动拾取CPC所使用材料的折射率。光线的折射率是由材料的折射率决定的。大多数情况下，用户需要选择一个波长，并确定CPC材料在该波长下的折射率。可以将该折射率作为CPC的"体折射率"进行输入。CPC的形状和接受角将会与其建模使用的材料相匹配。

CPC物体长度的最大值由以下公式给出：

$$L = \frac{a(1+\sin\theta)}{\tan\theta\sin\theta}$$

过长的长度将被截取为该最大值。CPC上的径向坐标点以轴向z坐标为函数，由以下二次方程的正实根给出：

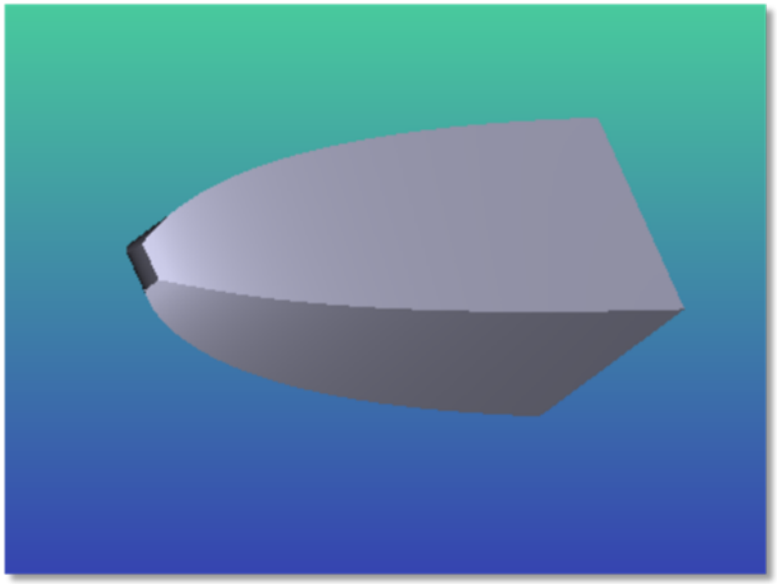
$$C^2r^2 + 2(CSz + aP^2)r + (z^2S^2 - 2aCQz - a^2PT) = 0$$

其中

$$c = \cos\theta,\ S = \sin\theta,\ P = 1+S,\ Q = 1+P,\ \text{and}\ T = 1+Q$$

接收角范围必须在0.0至89.0度之间，包含0.0度和89.0度。面编号：前表面为面1，后表面为面2，外侧面为面0。

2.3.2.2.28. CPC矩形(CPC Rectangular)



此物体与CPC（参阅"复合抛物面聚光器(CPC)(Compound Parabolic Concentrator (CPC))"）类似，但其是矩形对称而不是径向对称。有关定义CPC方程的详细信息，请参阅该物体的描述。

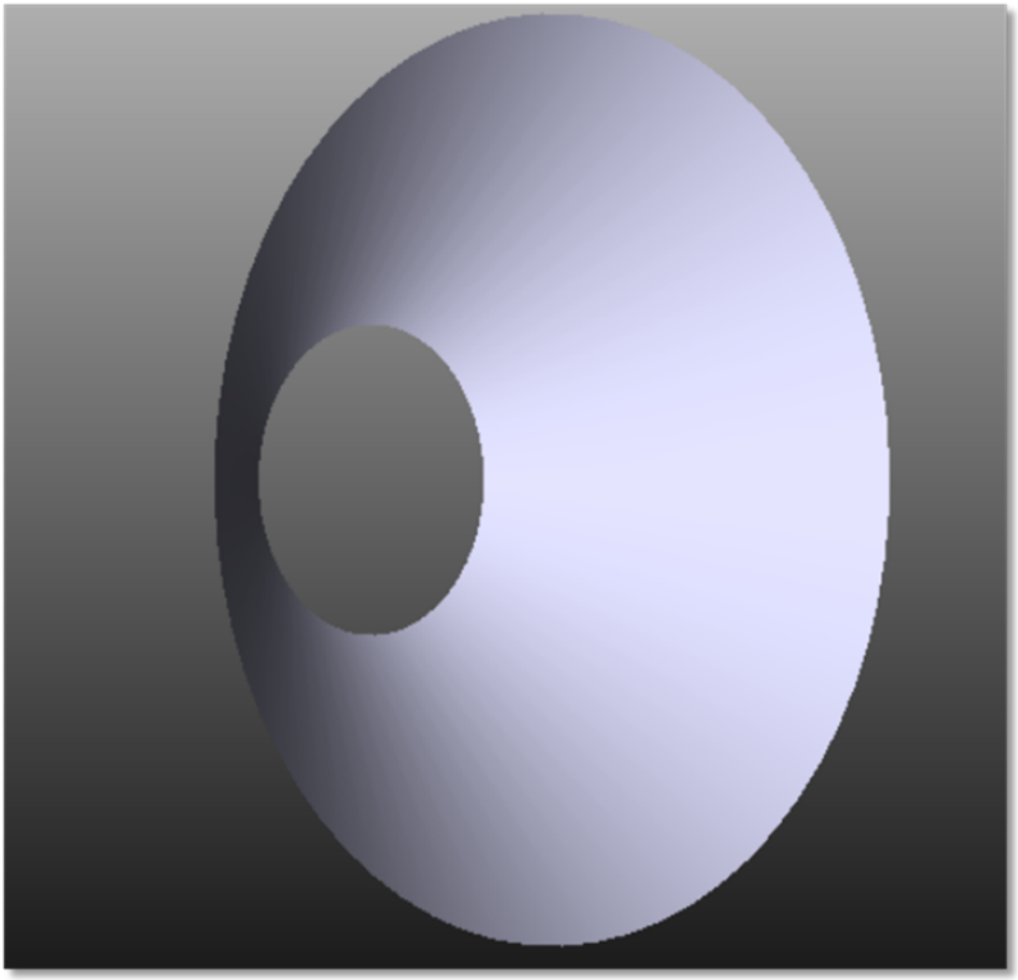
CPC矩形由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	z = 0处x方向的半孔径。	侧面	0
2	最大的x方向接收角，以度为单位。	侧面	0
3	z = 0处y方向的半孔径。	侧面	0
4	最大的y方向接收角，以度为单位。	侧面	0
5	沿局部Z轴的长度。	侧面	0
6	"是实体？(Is Volume?)"标记。	侧面	0
7	体折射率。	侧面	0

接收角范围在0.0至89.0度之间，包含0.0度和89.0度。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，外侧面为面0。

2.3.2.2.29. 圆锥体(Cone)



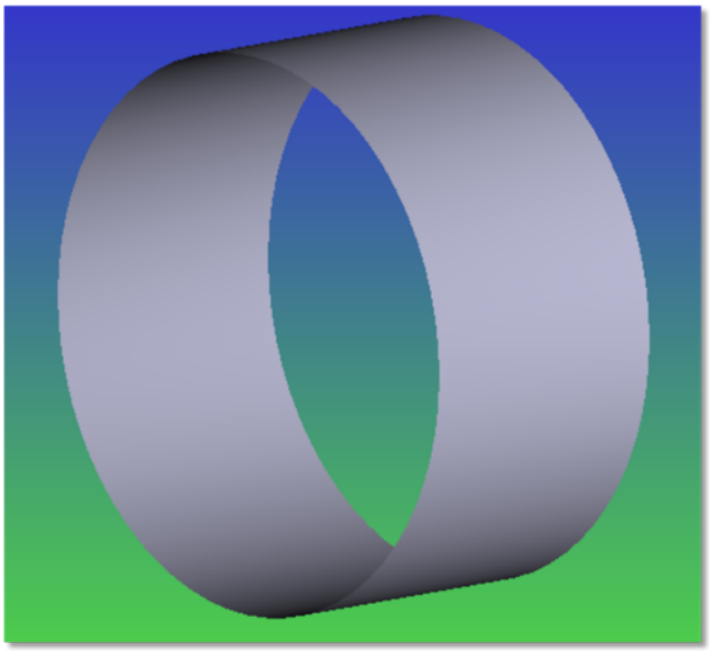
圆锥体由以下4个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	第一个点的z坐标。	所有面	0
2	第一个点的径向坐标。	所有面	0
3	第二个点的z坐标。	所有面	0
4	第二个点的径向坐标。	所有面	0

以上点所定义的线段绕z轴旋转，从而形成圆锥体的一部分。此物体可用于定义环形或圆形外形（如果两个z坐标相等的话）或圆柱面（如果两个r坐标相等的话）。因此，圆锥体对于环面或柱面管型物体而言是多余的。圆锥体物体可以是创建菲涅尔透镜的原型。

参考坐标系位于局部(0,0,0)点，用于定义圆锥体的点可以放在相对于参考点的任意位置。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.30. 圆柱管(Cylinder Pipe)



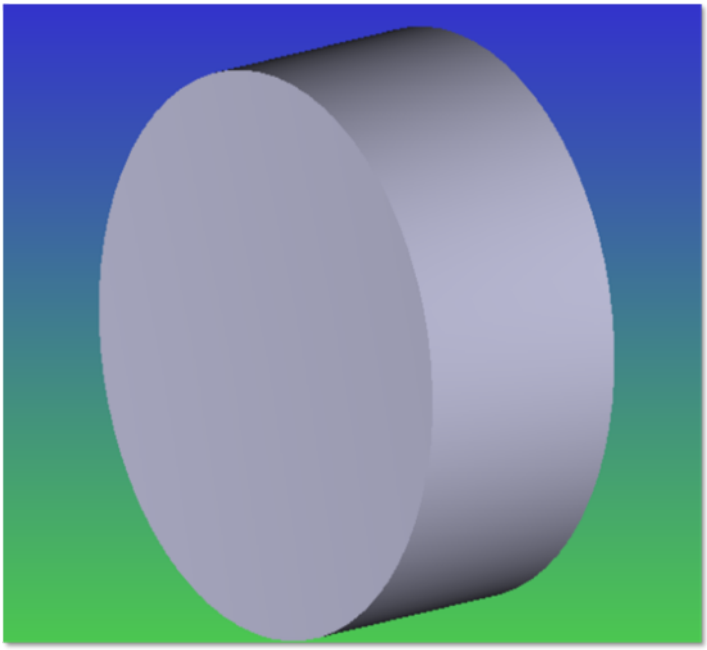
圆柱管是由3个参数定义的旋转对称表面：

参数#	描述	面名称	面#
1	前面环形孔径半径。	所有面	0
2	圆柱体沿局部Z轴的长度。	所有面	0
3	后面环形孔径半径。	所有面	0

此物体通常用于定义反光管。参考坐标是前孔径中心。面编号：所有面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.31. 圆柱体(Cylinder Volume)



圆柱体是由以下3个参数定义的旋转对称体：

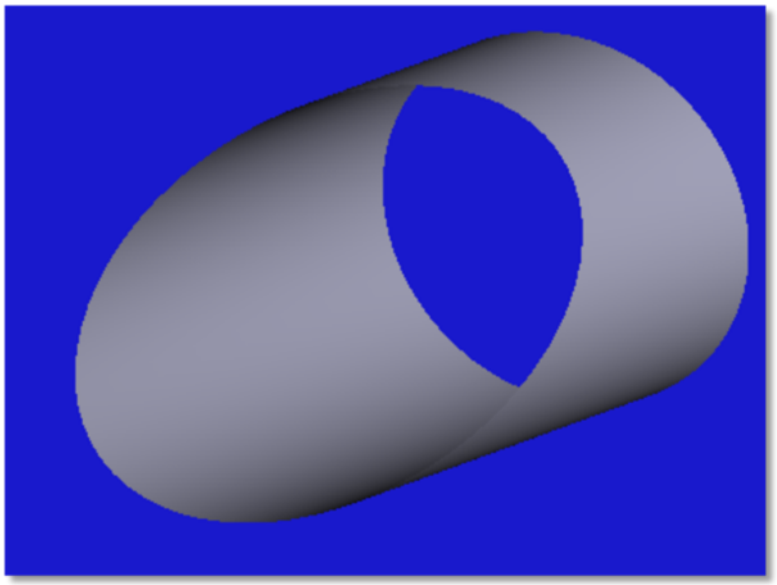
参数#	描述	面名称	面#
1	前面环形孔径半径。	前面	1
2	圆柱体沿局部Z轴的长度。	侧面	0
3	后面环形孔径半径。	后面	2

此物体与圆柱管很相似，除了包括前后表面以形成一个封闭的实体。由于此物体是一个封闭的实体，可以反射、折射或吸收光线。

参考坐标是前孔径的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.32. 圆柱管2(Cylinder 2 Pipe)



圆柱管2是由4个参数定义的旋转对称表面：

参数#	描述	面名称	面#
1	圆柱体的半径。	所有面	0
2	圆柱体沿局部Z轴的长度。	所有面	0
3	前表面沿y方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
4	后表面沿y方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
5	前表面沿x方向的倾角，以度为单位。	所有面	0
6	后表面沿x方向的倾角，以度为单位。	所有面	0

参考坐标是前表面的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.33. 圆柱体2(Cylinder 2 Volume)

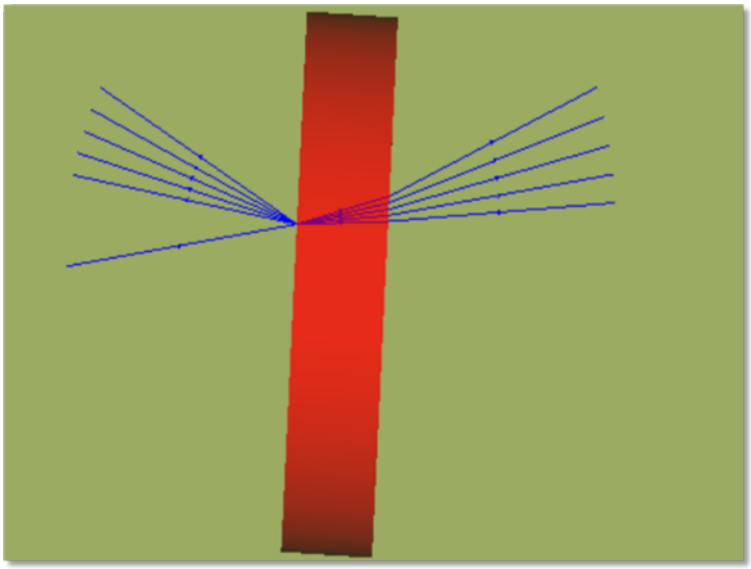
圆柱体2是由以下参数定义的旋转对称体：

参数#	描述	面名称	面#
1	圆柱体的半径。	NA	NA
2	圆柱体沿局部Z轴的长度。	侧面	0

3	前表面沿y方向的倾角，以度为单位。	前表面	1
4	后表面沿y方向的倾角，以度为单位。	后面	2
5	前表面沿x方向的倾角，以度为单位。	前表面	1
6	后表面沿x方向的倾角，以度为单位。	后面	2

此物体与圆柱管2很相似，除了包含前后表面以形成一个封闭的实体以外。因为物体是一个封闭的实体，可以反射、折射或吸收光线。参考坐标是前孔径的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.34. 衍射光栅（非序列模式几何物体）(Diffraction Grating (non-sequential geometry objects))



衍射光栅是在其中一个表面带有衍射光栅的标准镜头。对于矩形衍射光栅，请参阅"透镜阵列1(Lenslet Array 1)"。

参数1-9与"标准镜头(Standard Lens)"物体的定义相同：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1

4	镜头前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	镜头的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的净口径或半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	镜头后侧边缘的径向孔径。	后表面	2

衍射光栅由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
10	前表面的光栅频率（以线/微米为单位）。请参阅下面的参数12。	前表面	1
11	前表面的衍射级次。	前表面	1
12	光栅公式。如果此公式值为零，光栅是具有参数10定义的光栅频率的常量间距线性光栅。如果此公式值为"1"，则光栅频率（以线/微米为单位）由后述公式定义。	前表面	1
13-16	光栅频率计算公式的系数。 这些系数只有在当公式值 = 1时才可用。	前表面	1

如果光栅公式值为"1"，则光栅频率（以线/微米为单位）由以下公式定义：

$$t = t_0 + t_1 y + t_2 y^2 + t_3 y^3 + t_4 y^4$$

其中，t_0由参数10定义，其它系数由参数13-16定义。

假设光栅由平行于局部x轴的等间隔光栅组成。光栅频率是沿y方向每微米的线数，投影在表面上。

如果衍射前表面为超半球面，则此物体不能正确地衍射光线。关于衍射物体的重要信息，请参阅"从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.35. 双层BEF膜(Dual BEF Surface)

双层BEF膜(Dual Brightness Enhancement Film(BEF))是一种理想的表面，它可以根据光线的偏振态反射和透射不同振幅的光线。此表面始终是一个矩形平面，而且不具有任何材料、膜层或散射函数。可以在各向同性的均匀介质中嵌套该表面。如果光线分裂或偏振关闭，则该表面不会产生任何光学效应。否则，可以将任何入射光线分裂成透射光线和反射光线。透射和反射强度系数由参数3-6定义，并且具有不同的X和Y偏振光，其中X和Y方向在表面坐标系中定义。X偏振光的透射率和反射率不能超过1，并且相同限制也使用与Y偏振光。

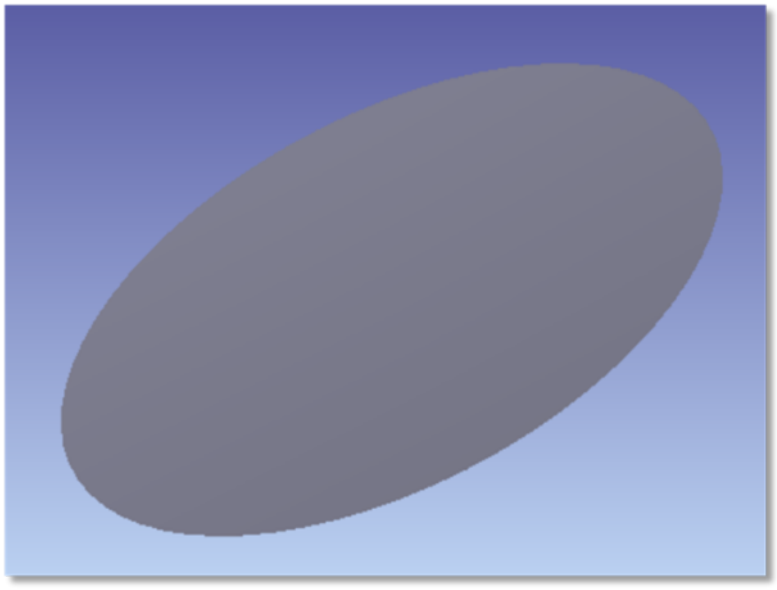
当我们设置反射X=1时，未沿X方向的分量将通过物体双层BEF膜，偏振矢量与传播方向正交。它会被传播。

请注意，反射和透射电场均必须与其光线矢量保持正交，因此对于某些入射角、偏振态、系数值的组合，以及透射和/或反射光线能量可能不会守恒。如果透射能量或反射能量大于入射能量，OpticStudio会调整入射强度的能量大小。在极少数情况下，透射和反射能量的总和可能不会遵循能量守恒定律。此物体由以下6个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽。	所有面	0
2	Y半宽。	所有面	0
3	X方向反射	所有面	0
4	Y方向反射	所有面	0
5	X方向透射	所有面	0
6	Y方向透射	所有面	0

面数：所有面为面0。

2.3.2.2.36. 椭圆(Ellipse)



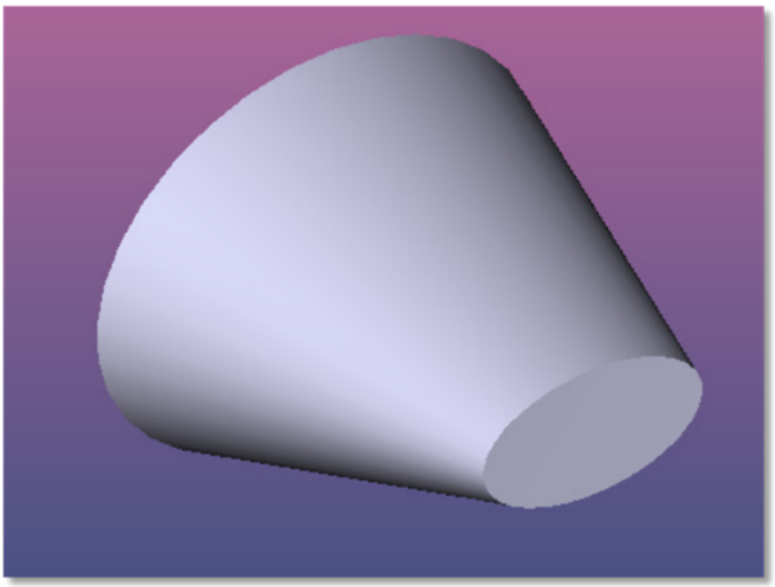
椭圆是由以下2个参数定义的椭圆形平面：

参数#	描述	面名称	面#
1	X方向最大半宽。	所有面	0
2	Y方向最大半宽。	所有面	0

整个椭圆均位于局部XY平面内。此物体可以看成大多数普通环面的特殊情况。参考坐标是椭圆的中心。

面编号：所有的面均为面0。

2.3.2.2.37. 椭圆体(Elliptical Volume)



椭圆体是具有以下参数定义的椭圆形截面的锥形体或表面：

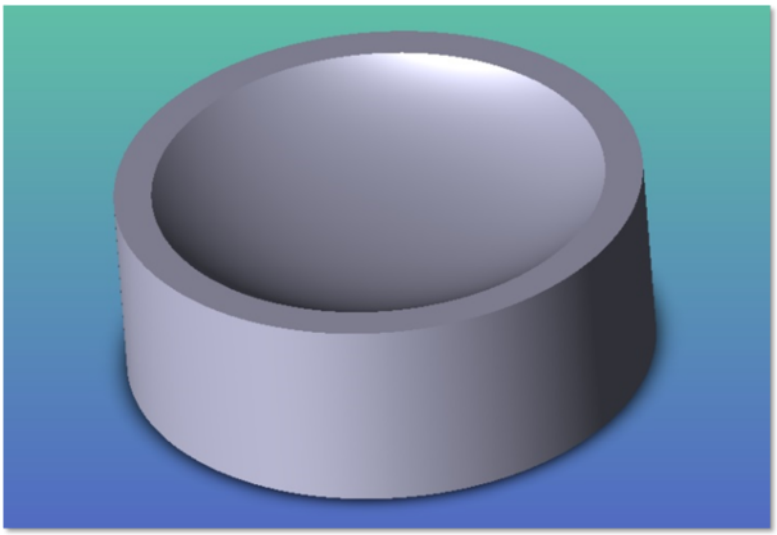
参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的x半宽。	前表面	1
2	前表面的y半宽。	前表面	1
3	后表面的x半宽。	后表面	2
4	后表面的y半宽。	后表面	2
5	圆柱体沿局部Z轴的长度。	侧面	0
6-7	未使用。	NA	NA
8	"是实体？(Is Volume?)"标记。用1表示成为封闭的实体，用0表示成为壳。 如果使用0，则半宽参数与父物体相关联，而不是面1和2。	NA	NA

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

此物体类似于圆柱管和实体。请注意，此物体可能是空壳或封闭实体，具体取决于"是实体？"标记。

参考坐标是前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.38. 偶次非球面透镜(Even Asphere Lens)



偶次非球面透镜物体由5个独立部分构成：

1. 偶次非球面形状的前表面。
2. 偶次非球面形状的后表面。
3. 前表面净孔径与前表面边缘之间的环形。
4. 后表面净孔径与后表面边缘之间的环形。
5. 连接透镜前后表面边缘的锥形圆柱面。

偶次非球面形状由以下公式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

与偶次非球面表面有相同的矢高公式。

所有的物体外形由以下27个参数定义：

参数#	描述	面名称	面编号
1	前表面的净孔径的净口径。	前表面	1
2	透镜的中心厚度。	NA	NA
3-4	未使用。	侧面	0
5	前表面曲率半径。	前表面	1
6	前表面圆锥系数k。	前表面	1

7-14	前表面系数 α 1 – α 8。	前表面	1
15	后表面曲率半径。	后表面	2
16	后表面圆锥系数k。	后表面	2
17-24	后表面系数 α 1 – α 8。	后表面	2
25	透镜前侧边缘的径向孔径。	侧面	0
26	后表面的净孔径的净口径。	后表面	2
27	透镜后侧边缘的径向孔径。	侧面	0

参考点为透镜前表面的中心。

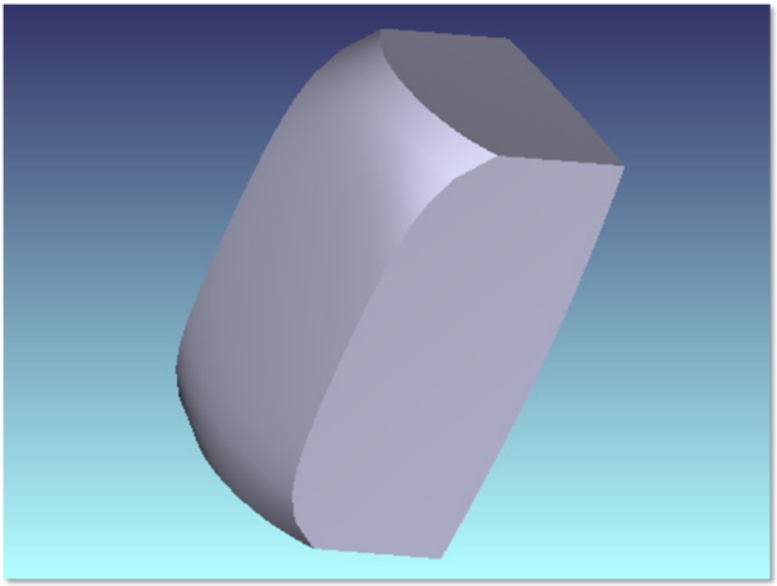
*面编号：

面1 = 前表面，

面2 = 后表面，

面0 = 其它所有表面（透镜边缘，净孔径与边缘孔径之间的区域）

2.3.2.2.39. 扩展奇次非球面透镜(Extended Odd Asphere Lens)



扩展奇次非球面形状由以下方程定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \rho^i$$

其中，N为序列中多项式系数的项数， α_i为第i个扩展多项式的系数。由于使用归一化径向坐标 ρ ，系数 α_i都是以镜头单位(lens units)表示。每个表面多项式的最大阶数为118。

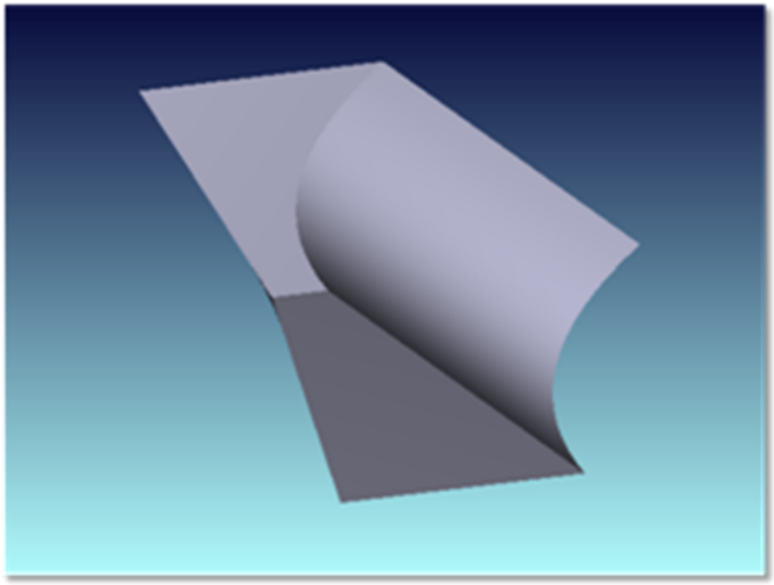
扩展奇次非球面透镜物体由两个此类表面并间隔一定厚度构成。物体形状由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形或椭圆形，则使用此值作为y方向半高。	NA	NA
2	x半宽，以镜头单位表示。如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	NA	NA
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4	前表面曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	前表面	1
5	前表面的圆锥系数k。	前表面	1
6	前表面归一化半径。	前表面	1
7	前表面的扩展多项式项数。	前表面	1
8	后表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	后表面	2
9	后表面的圆锥系数k。	后表面	2
10	后表面归一化半径。	后表面	2
11	后表面的扩展多项式项数。	后表面	2
12 - 129	前表面多项式系数（最多118项）	前表面	1
130-247	后表面多项式系数（最多118项）	后表面	2

参考坐标是前表面的中心。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.40. 扩展多项式透镜(Extended Polynomial Lens)



扩展多项式面型由以下公式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} A_i E_i(x, y)$$

其中N为序列中多项式系数的项数，A_i为第i个扩展多项式的系数。多项式为x和y的幂级数。第一项为x，接着是y，再接着是x*x、y*y、x*y等等。有2个1阶项、3个2阶项、4个3阶项，以此类推。最高阶为20，由此可创建最多230个多项式非球面系数。x和y等位置的数据值都会除以一个归一化半径，得到一个没有量纲的多项式系数。

如果满足下列条件，则使用转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)工具将扩展多项式序列模式表面转换为扩展多项式透镜对象：

☒扩展多项式序列模式表面必须把材料(Material)设置成具有指定厚度的反射镜(MIRROR)。
☒孔径必须是圆形、椭圆形、矩形或用户自定义孔径(UDA)。

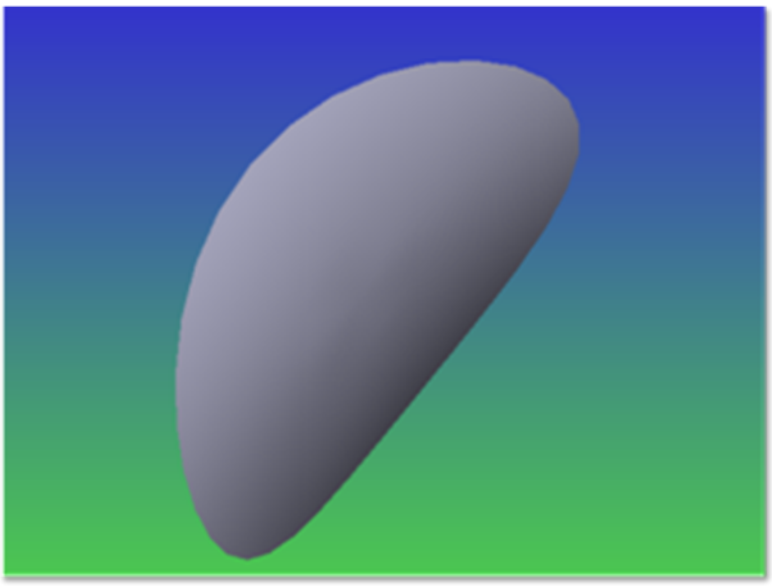
扩展多项式透镜物体由两个此类表面并间隔一定厚度组成。整个物体形状由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则将此值作为y方向半高。	NA	NA
2	透镜物体的x半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	NA	NA

3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	前表面曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	前表面	1
7	前表面的圆锥系数k。	前表面	1
8	前表面归一化半径。	前表面	1
9	前表面的扩展多项式项数。	前表面	1
10	后表面的曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	后表面	2
11	后表面圆锥系数k。	后表面	2
12	后表面归一化半径。	后表面	2
13	后表面的扩展多项式项数。	后表面	2
14-247	前后表面的多项式系数（总共最多234项）。 后表面的系数在前表面的最后一个系数之后开始。	前表面和后表面	1和2

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.41. 扩展多项式面(Extended Polynomial Surface)

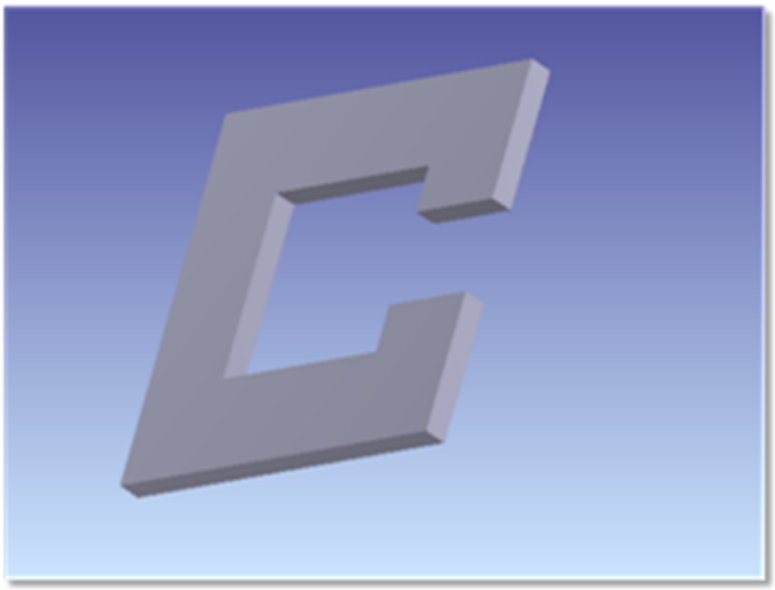


此物体与扩展多项式透镜物体非常相似。此物体是只有一组扩展非球面系数的薄壳表面，而不是一个实体。此物体由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	表面的径向高度。此物体支持用户自定义孔径形状，请参阅"用户自定义孔径(User defined apertures)"。	所有面	0
2	曲率半径。	所有面	0
3	圆锥系数k。	所有面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	归一化半径。	所有面	0
7	扩展多项式项数（最多242项）	所有面	0
8-249	扩展多项式系数。	所有面	0

参考坐标在表面的中心。面编号：所有面均为面0。

2.3.2.2.42. 挤压物体(Extruded)



挤压物体是用户自定义的孔径被挤压形成一个实体。任何一个用户自定义孔径文件都可以用于创建挤压物体。有关用户自定义孔径的信息，请参阅"用户自定义孔径和遮阑(User defined apertures and obscurations)"。

挤压是沿Z轴的，并且物体的前后表面可以单独和变形地缩放。后表面也可以相对前表面进行偏心。

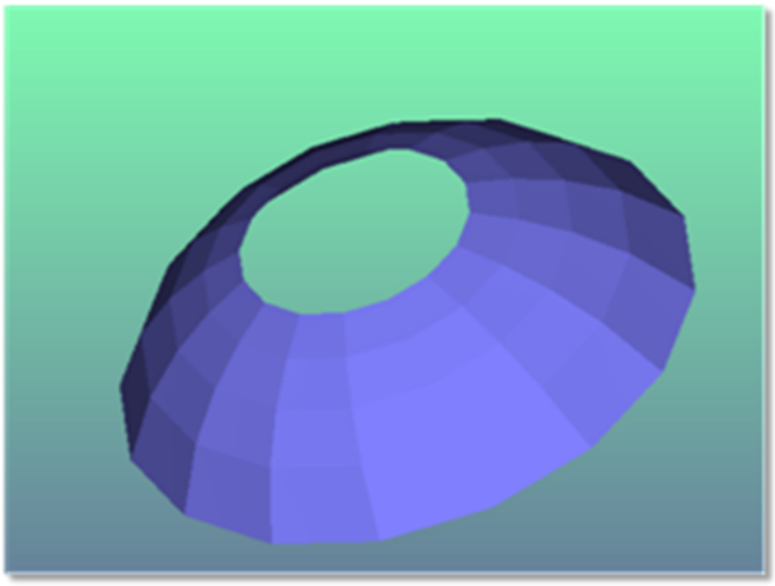
将用户自定义孔径文件名称放置在注释栏中。使用以下附加参数：

参数#	描述	面名称	面#

1	前后表面之间沿Z轴的长度。	侧面	0
2	前表面的X方向比例因子。	前表面	1
3	前表面的Y方向比例因子。	前表面	1
4	后表面的X方向比例因子。	后表面	2
5	后表面的Y方向比例因子。	后表面	2
6	后表面的X方向偏心。	后表面	2
7	后表面的Y方向偏心。	后表面	2

参考坐标在前表面的原点。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.43. 鳞甲面(Faceted Surface)



鳞甲面是形成多边形平面的标准面型。使用以下附加参数：

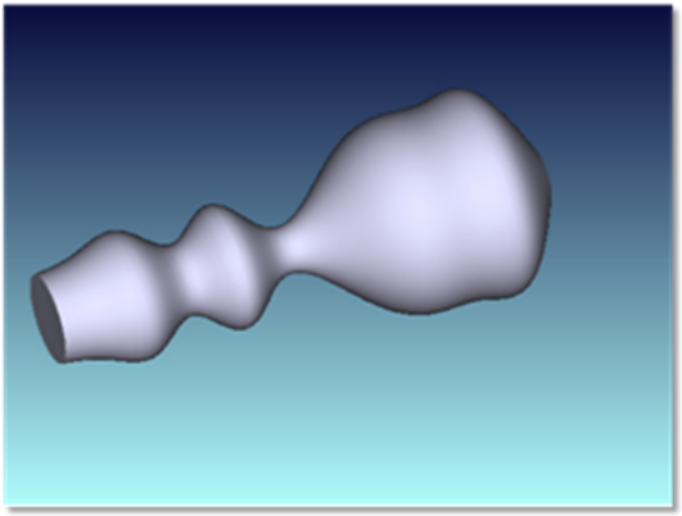
参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。	所有面	0
2	圆锥系数。	所有面	0
3	形状；用0表示环形，用1表示椭圆形，用2表示矩形，用3表示柱面。	所有面	0
4-5	对于形状0，这些参数都是最小和最大径向孔径；否则，全部都为X/Y半宽。	所有面	0

6-7	用于将表面形成多边形的面元数量。	所有面	0

用于将表面形成多边形的面元数量。

参考坐标在前表面的原点。所有面均为面0。

2.3.2.2.44. 自由曲面Z



一个自由曲面Z物体是通过在YZ平面上绘制一系列的点而形成的一条三次样条曲线，然后将此曲线绕Z轴旋转从而形成一个实体或壳。自由曲面Z物体由两个参数和一个用户所选择的点的数量定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	定义点的数量。这是用于定义YZ平面上曲线的坐标对的数量。最小数为5，最大数为124。	NA	NA
2	用于表示得到的物体是实体还是空壳的标记。如果"是实体？(Is Volume?)"一栏参数设置为零，则OpticStudio假设形状为空壳。在这种情况下，不添加任何"端帽(end caps)"标记。如果物体为实体，则添加"端帽"标记，如果第一个或最后一个点的y坐标为零，则可能会关闭实体）。	NA	NA
3-250	成对的YZ曲线的坐标值。	NA	NA

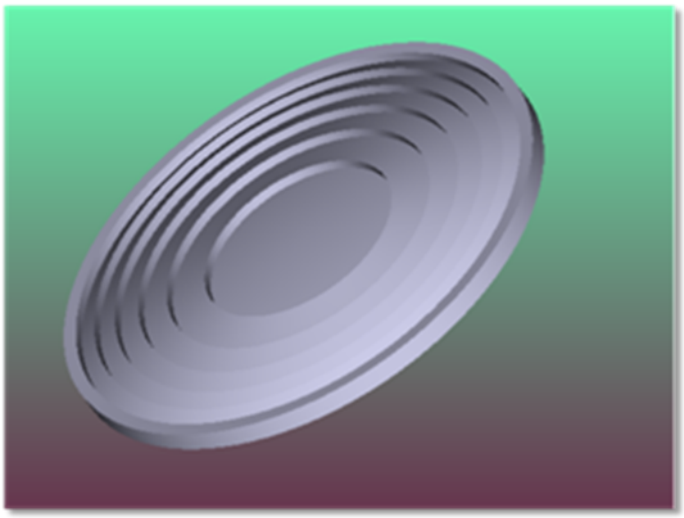
第一个点的Z坐标必须是零。不允许有Z值小于或等于先前点的Z值。当创建样条曲线时，应始终采用Y值的绝对值。

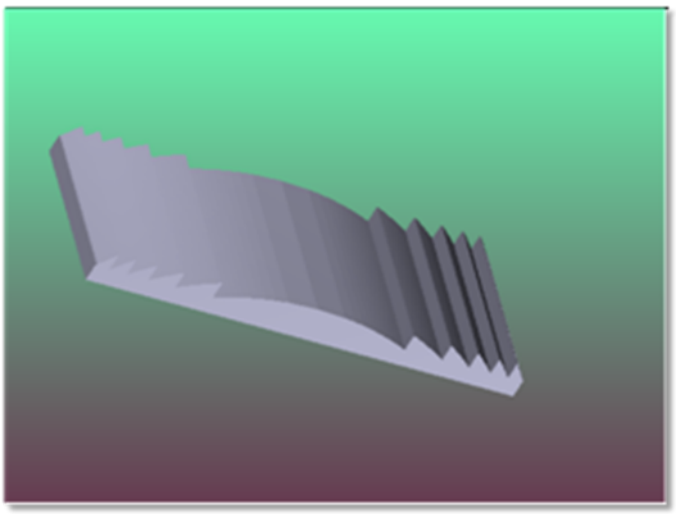
定义了一个特殊的优化操作数来给自由曲面Z物体的形状提供边界约束，请参阅"FREZ"了解更多信息。

使用此工具可以大大简化在样条曲线中插入和删除点，请参阅非序列模式元件编辑器工具栏(Non-Sequential Component Editor toolbar)工具栏的"自由曲面Z工具(Freeform Z Tools)"。

参考点为镜头前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.45. 菲涅尔面1(Fresnel 1)





该物体是普通的径向对称或柱面立体菲涅尔透镜，通过模拟菲涅尔面的详细外形而形成。理想的菲涅尔透镜（即忽略菲涅尔面结构上的细节，这样可以提高光线追迹的速度），请参阅"菲涅尔2(Fresnel 2)"物体。

基面面型是平盘状（如果径向）或矩形（如果柱面对称）。基面的一个表面包含了径向或矩形面，以此定义产生了带有光焦度的菲涅尔剖面。剖面由径向平面（如果使用了亚面元，即指一系列平面）构成，其端点由以下与偶次非球面相似的矢高表达式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

然而，为了生成菲涅尔透镜，每个面都必须沿z轴进行刚好足够的偏移，使得所有的面都由对于中心顶点的相同的Z坐标开始。这样使得透镜"折叠(collapsed)"为一个相对小的几何体 。OpticStudio使用以下16个参数自动生成菲涅尔面：

参数#	描述	面名称	面#
1	径向高度。这是透镜的最大径向孔径（如果径向对称），或者为y半高（如果柱面对称）。	NA	NA
2	X半宽。这是透镜的半宽（如果柱面对称）。如果此参数为零，则生成旋转对称透镜。	NA	NA
3	+深度/-频率。如果此参数为正，则它对应于每个刻线的深度，以镜头单位表示。如果此参数为负，则它对应于刻线的频率。例如，值为-2.0，表示沿透镜径向的单位长度上有2条刻线。如果定义刻线深度，则刻线的径向位置通常会发生变化；如果定义刻线频率，则刻线深度将会有所不同。对于定义刻线深度的这种情况，OpticStudio自动计算指定刻线深度改变的矢高的精确径向坐标。此计算可以使用迭代搜索来完成。	前表面	1
4	齿距（度）。齿距是"非活动"面（这些面名义上与局部z轴平行）与z轴所成的角度。齿距始终径向向外，无论齿距角是正还是负。通常，在菲涅尔模型中加入一定的倾斜度，从而使得建模零件更容易实现。	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

5	厚度。以镜头单位表示的菲涅尔透镜厚度。此值可以为正或负；但是，必须使得透镜厚度的绝对值大于最深的刻线深度；否则，会生成非实体的菲涅尔面，而且不会发出警告或错误消息。	侧面	0
6	半径。基本曲率半径。这是1与上述矢高表达式中的"c"值的比值。	前表面	1
7	圆锥系数。圆锥系数。上述矢高表达式中的"k"圆锥系数对于双曲线小于-1，对于抛物线小于-1，对于椭圆在-1和0之间，对于球面小于0，对于扁椭球面大于0。	前表面	1
8-15	r的径向偶次幂项的系数。注意，当r没有归一化时，它是具有单位的。	前表面	1
16	亚面元的数量。该值越大，刻线形成的近似曲面就越光滑。亚面元数为1时，可产生水平刻线，该值越大，产生的曲面就越平滑，但会降低光线追迹速度。亚面元的最大数为20。	前表面	1

由于此物体是一个封闭的实体，可以反射、折射或吸收光线。

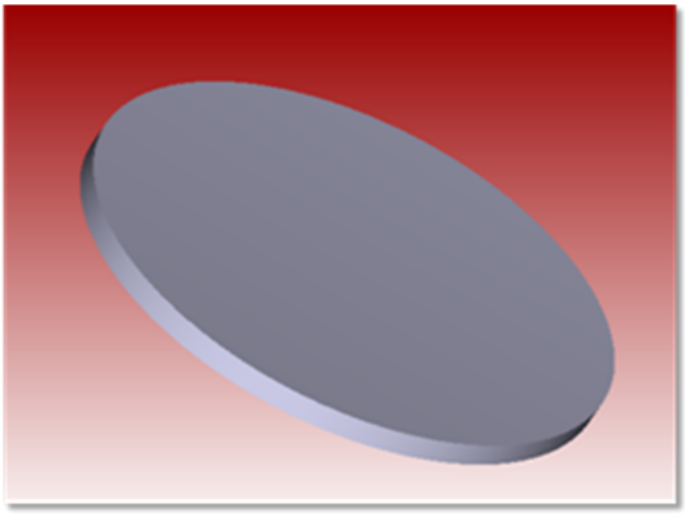
参考坐标为透镜具有菲涅尔面的那一侧的中心顶点。如果半径或非球面项产生了负矢高值，则必须将菲涅尔面平移以保证整个物体位于非序列模式组内部。如果输入口在透镜内部，则会产生不正确的光线追迹结果。

请注意，当使用深度参数生成每个刻线时，在刻线结束后将最终齿距返回到参考平面，从而始终满足所需的深度要求。 当使用频率参数时，齿距会在刻线的所需点开始，使得刻线总宽度与所需频率相匹配。此外，在最外侧刻线中不适用齿距。 换句话说，在菲涅尔透镜的外边缘不会有"非活动"面。

面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.46. 菲涅尔面2(Fresnel 2)



此物体为理想菲涅尔透镜。与菲涅尔1不同，该透镜中，将菲涅尔面近似为无限小，并且为了计算光线与物体的交点，可以将其忽略掉。与序列模式光线追迹(sequential ray tracing) 中的理想菲涅尔面不一样（参阅"菲涅尔(Fresnel)），此物体不会增加或减去任何光线的相位。

该物体的基面面型为平盘状或矩形。基面的前表面由径向或者柱面菲涅尔透镜组成。其径向剖面由与偶次非球面具有相同的矢高表达式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

如果菲涅尔面为柱面，则剖面只与y坐标有关，具有上述类似的偶次多项式：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

菲涅尔透镜可以定义成径向状或柱状，而与基面面型无关。如果需要，可以在矩形基面定义径向状菲涅尔面或在径向状基面上定义柱状菲涅尔面。

菲涅尔面2物体由以下14个参数定义：

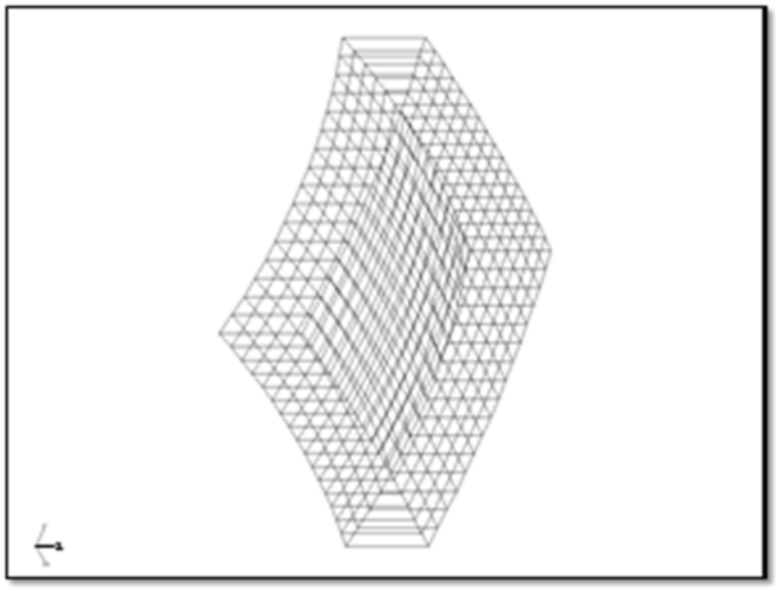
参数#	描述	面名称	面#
1	径向高度。这是透镜的最大径向孔径（如果径向对称），或者为y半高（如果柱面对称）。	NA	NA
2	X半宽。这是透镜的半宽（如果柱面对称）。如果此参数为零，则生成旋转对称透镜。	NA	NA

3	厚度。以镜头单位(lens units)表示的菲涅尔厚度。该值必须为正数。	侧面	0
4	是圆柱体?如果将此标志设置为零，则菲涅尔面为径向面；否则，菲涅尔面为柱状。	侧面	0
5	半径。基本曲率半径。这是1与上述矢高表达式中的"c"值的比值。	前面	1
6	圆锥系数。上述矢高表达式中的圆锥系数"k"。	前表面	1
7-14	r的径向偶次幂项的系数，如果将"是圆柱体"标志设置为零，否则为y的径向偶次幂项的系数。注意，当y和r都没有归一化时，这些系数都具有单位。	前表面	1

由于此物体是一个封闭的实体，可以反射、折射或吸收光线。

参考坐标为透镜具有菲涅尔面的那一侧的中心顶点。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.47. 网格矢高透镜(Grid Sag Lens)



网格矢高透镜是一个前表面为标准面，后表面为网格矢高面的实体。标准面型在"标准(Standard)"中描述。网格矢高面在"网格矢高(Grid Sag)"中描述。

网格矢高透镜物体使用以下参数：

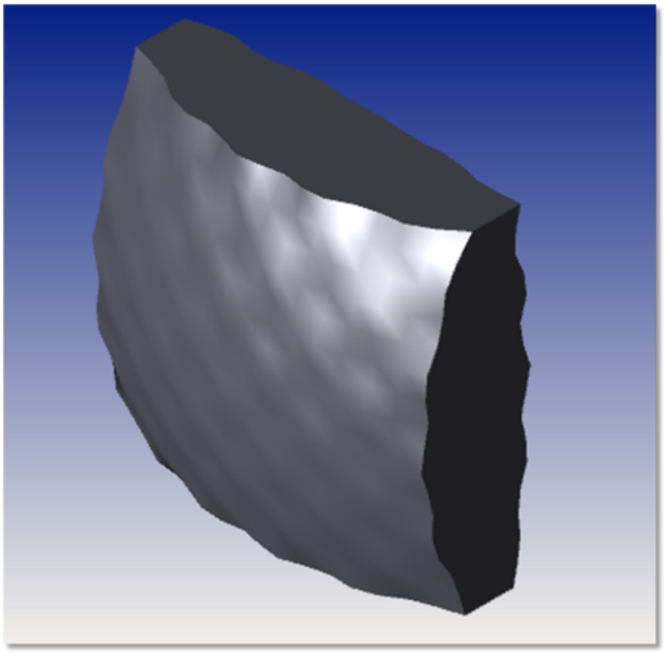
参数#	描述	面名称	面#
1	x半宽，以镜头单位表示。请参阅下面的详述。	NA	NA
2	y半宽，以镜头单位表示。请参阅下面的详述。	NA	NA
3	前表面曲率半径，以镜头单位表示。	前表面	1
4	前表面圆锥系数，以镜头单位表示。	前表面	1
5	沿轴方向的透镜厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
6	插值。用0表示双三次方插值，用1表示线性插值。请参阅"双三次方样条 vs 线性插值(Bicubic spline vs. linear interpolation)"。	NA	NA
7	后表面曲率半径，以镜头单位表示。	后表面	2
8	后表面圆锥系数。	后表面	2
9-16	后表面非球面系数 α i。	后表面	2
17-18	X-和Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在GRD文件中定义的任何偏心值，如下所述。	NA	NA

如果x和y半宽均为零，透镜形状为矩形，由GRD文件中的数据决定其大小。如果x半宽为零，y半宽的绝对值不为零，但小于GRD文件中数据的大小，则这部分就是正方形（如果y半宽大于零）或者圆形（如果y半宽小于零）。如果x和y半宽都不为零，而且两个半宽的绝对值小于GRD文件中数据的大小，则这个部分是矩形（如果两个半宽都是正数）或椭圆（如果其中一个半宽为负数）。

实际的逐点矢高数据是由一个适当格式的文件定义的，它的扩展名为GRD。文件格式在"导入网格数据(Importing grid data)"中定义。必须将网格数据文件存放在<objects>\Grid Files文件夹（请参阅"文件夹(Folders)"）中。没有路径的文件名，放在非序列模式元件编辑器的注释栏中。

参考坐标是前表面的中心。面编号：侧面为面0，前表面为面1，后表面为面2。

2.3.2.2.48. 网格矢高透镜2



网格矢高透镜前/后是可以支持在前后表面有两个网格矢高面的实体。如需了解有关序列模式网格矢高面型的详细描述，请参阅序列模式表面"网格矢高(Grid Sag)"。将网格矢高文件中提供的数据应用到每个面的非球面基面的顶部。基面面型通过曲率半径、圆锥系数和8个非球面系数定义（最多16阶用于定义偶次非球面几何形状）。每个面的网格数据可以在X和Y中相对于该面的非球面基面的偏心。在对基面进行任何倾斜或偏心后再应用此偏心。

网格矢高透镜前/后物体使用以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	x半宽，以镜头单位表示（参阅下面的详述）。	NA	NA
2	y半宽，以镜头单位表示（参阅下面的详述）。	NA	NA
3	前表面曲率半径，以镜头单位表示。	前表面	1
4	前表面圆锥系数。	前表面	1
5-12	前表面非球面系数 α i。如需了解有关详细信息，请参阅网格矢高(Grid Sag)。	前表面	1
13	前表面插值标记，用于指定在计算位于任何任意点的表面矢高的数据时网格部分使用的插值方法：用0表示双三次方插值，用1表示线性插值。	前表面	1

14	前表面在X轴偏心，以镜头单位表示。	前表面	1
15	前表面在Y轴偏心，以镜头单位表示。	前表面	1
16	前表面围绕X轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
17	前表面围绕Y轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
18	前表面围绕Z轴倾斜，以度为单位。	前表面	1
19	前表面顺序标志，用于定义是在偏心之前还是之后应用倾斜（类似序列模式下的坐标断点面的顺序标记）。	前表面	1
20-21	网格数据的前表面X-和Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于倾斜和偏心非球面基面的偏心。可以将偏心值添加到GRD文件中定义的任何偏心值（这也适用于倾斜和偏心的基面）。	前表面	1
22	沿轴方向的透镜厚度，以镜头单位表示。该值用于定义从前表面的名义表面顶点（即在倾斜和偏心之前）到后表面的名义表面顶点的厚度。	侧面	0
23	后表面曲率半径，以镜头单位表示。	后表面	2
24	后表面圆锥系数。	后表面	2
25-32	后表面非球面系数 α i。如需了解有关详细信息，请参阅网格矢高(Grid Sag)。	后表面	2
33	后表面插值标记，用于指定在计算位于任何任意点的表面矢高的数据时网格部分使用的插值方法：用0表示双三次方插值，用1表示线性插值。	后表面	2
34	后表面在X轴偏心，以镜头单位表示。	后表面	2

35	后表面在Y轴偏心，以镜头单位表示。	后表面	2
36	后表面围绕X轴倾斜，以度为单位。	后表面	2
37	后表面围绕Y轴倾斜，以度为单位。	后表面	2
38	后表面围绕Z轴倾斜，以度为单位。	后表面	2
39	后表面顺序标志，用于定义是在偏心之前还是之后应用倾斜（类似序列模式下的坐标断点面的顺序标记）。	后表面	2
40-41	网格数据的后表面X-和Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于倾斜和偏心非球面基面的偏心。可以将偏心值添加到GRD文件中定义的任何偏心值（这也适用于倾斜和偏心的基面）。	后表面	2

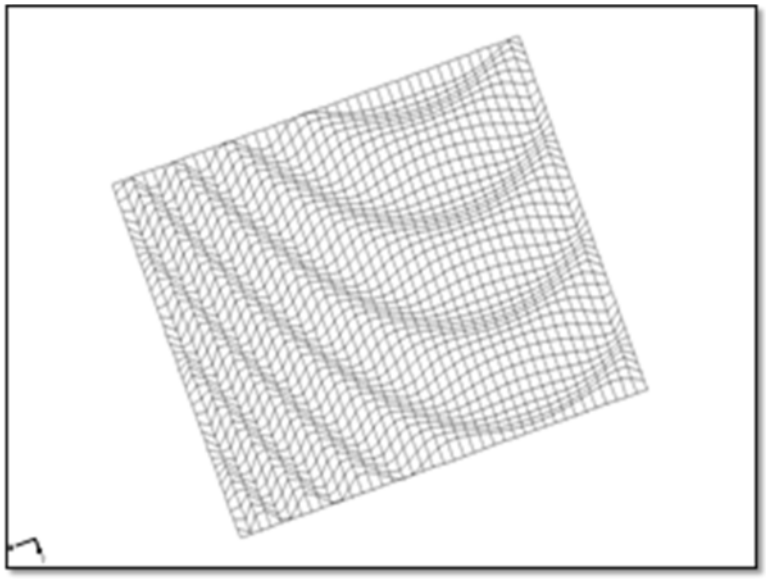
如果x和y半宽均为零，透镜形状为矩形，由GRD文件中的数据决定其大小。如果x半宽为零，y半宽的绝对值不为零，但小于GRD文件中数据的大小，则这部分就是正方形（如果y半宽大于零）或者圆形（如果y半宽小于零），如果x和y半宽都不为零，而且两个半宽的绝对值小于GRD文件中数据的大小，则这个部分是矩形（如果两个半宽都是正数）或椭圆（如果其中一个半宽为负数）。

实际的逐点矢高数据是由一个正确格式的文件定义的，它的扩展名为GRD。文件格式定义请参见帮助文件的"网格矢高"序列模式表面一节中的"导入网格数据(Importing grid data)"。必须将网格数据文件存放在<objects>\Grid Files文件夹中。可以通过NSC的"物体属性(Object Properties)"对话框上的组合框指定文件名（不包含路径）。

参考坐标在前表面的中心。面编号：侧面为面0，前表面为面1，后表面为面2。

在创建网格矢高透镜2物体时，应格外小心，以避免创建前后表面发生重叠的几何形状。由于厚度参数、前/后基面几何形状以及前/后矢高网格的复杂组合，OpticStudio可能不会对一些无效的几何形状发出警告信息。在这些情况下，只能在光线追迹期间检测到错误。

2.3.2.2.49. 网格矢高面(Grid Sag Surface)



网格矢高面是面型由文件列出的矩形点阵列定义的物体。此表面面型与序列模式网格矢高面类似，尽管不支持Zernike项。有关序列模式网格矢高面型的详细描述，请参阅"网格矢高(Grid Sag)"。

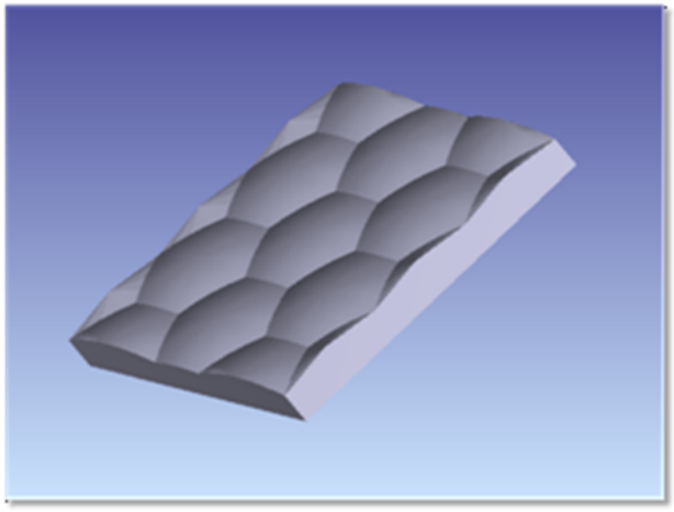
网格矢高面物体使用以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	插值：用0表示双三次方插值，用1表示线性插值。请参阅"双三次方样条 vs 线性插值(Bicubic spline vs. linear interpolation)"。	所有面	0
2	曲率半径，以镜头单位表示。	所有面	0
3	圆锥系数。	所有面	0
4-11	非球面系数 α i。	所有面	0
12-13	X-和Y-偏心值，以镜头单位表示。这是网格数据相对于非球面基底的偏心。可以将偏心值添加到在GRD文件中定义的任何偏心值，如下所述。	所有面	0

实际的逐点矢高数据是由一个正确格式的文件定义的，它的扩展名为GRD。文件格式在"导入网格数据(Importing grid data)"中定义。必须将网格数据文件存放在<objects>\Grid Files文件夹中（参见"文件夹(Folders)"）。没有路径的文件名，放在非序列模式元件编辑器的注释栏中。

面编号：整个表面为面0。

2.3.2.2.50. 六边形透镜阵列(Hexagonal Lenslet Array)



六边形透镜阵列物体可模拟一个矩形体，其前表面由一个六边形偶次非球面透镜的阵列组成。为了创建此矩形，需要在边缘两侧添加部分六边形透镜。偶次非球面矢高表达式与偶次非球面透镜物体的矢高表达式相同（请参阅"偶次非球面透镜(Even Asphere Lens)"）。后表面为平面，此物体使用以下参数：

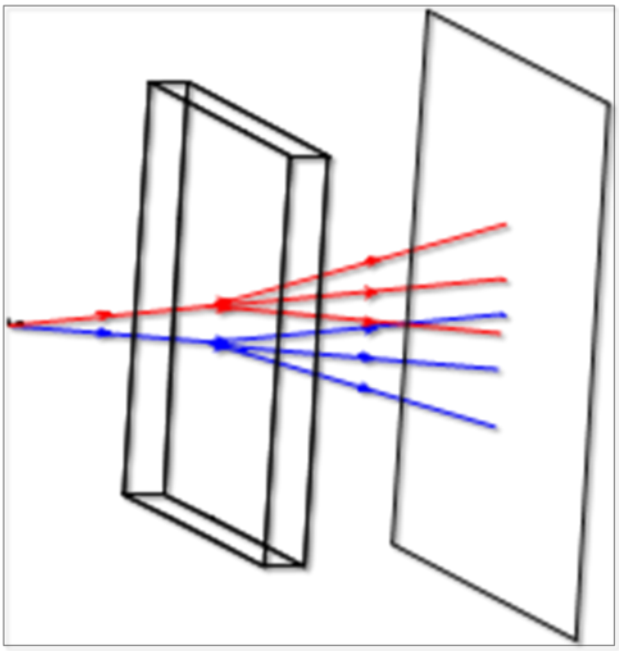
参数#	描述	面名称	面#
1	列数（必须为奇数正整数）。	前表面	1
2	行数（必须为奇数正整数）。	前表面	1
3	绘制为平面：如果将此参数设置为1，则透镜阵列的前表面将被绘制为平面。OpticStudio使用此平面作为光线追迹的第一估计，然后叠代计算实际的弯曲阵列表面。这可以缩短渲染时间，但如果光线在物体的前表面以较大角度入射，则不得使用此参数。	NA	NA
4	宽度：单个六边形透镜的全宽，以镜头单位表示。	前面	1
5	厚度：透镜列阵的厚度，沿+z轴从透镜列阵中心顶点到后平面进行测量。	侧面	0
6	半径：每个透镜列阵的曲率半径，以镜头单位表示。	前面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

7	圆锥系数(Conic)：每个透镜的圆锥系数。	前面	1
8-15	r的幂的非球面系数。	前表面	1

参考坐标是前表面的中心。面编号：侧面为面0，前表面为面1，后表面为面2。

2.3.2.2.51. 全息透镜(Hologram Lens)



此物体是一个理想的光学构造全息，类似于全息面1和全息面2序列模式面模型。全息透镜是一实体，其形状可以是圆形或矩形。前后表面可以是平面、球面或圆锥非球面。全息面位于前表面。另请参阅全息表面(Hologram Surface)。

通过将VolumeHologram?参数设置为1，该物体也也可用作体全息图。这并不会影响光线的偏离，但它可以用于计算效率。同样，物体的全息图厚度(Hologram Thickness)参数不会影响物体的几何形状，只会影响效率。

衍射级次只能是0或1。如果物体具有材料MIRROR，则终止透射光线。如果对象设置为体全息图，则对象属性(Object Properties)中的衍射选项卡(Diffraction tab)不可用。

为了计算体全息图的效率，必须在光线追迹控件(Ray Trace Control)中选择使用偏振(Use Polarization)。如果选择分裂NSC光线(Split NSC Rays)，则忽略衍射级次参数，并从0阶和1阶计算效率。

全息物体由以下参数进行定义（参数20-27仅在参数19=1时可用）：

参数#	描述	面名称	面#
1	透镜物体的径向高度，以镜头单位表示。如果透镜是矩形，则使用此值作为y方向半高。	NA	NA

2	透镜物体的x半宽，以镜头单位表示。如果值为零，则透镜是圆形，否则透镜是矩形。	NA	NA
3	透镜的中心厚度，以镜头单位表示。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	半径1(Radius 1)：前表面的半径。	前面	1
7	圆锥系数1(Conic 1)：前表面圆锥常数。	前面	1
8	半径2(Radius 1)：后表面的半径。	后面	2
9	圆锥系数2(Conic 2)：后表面的圆锥常数。	后面	2
10	全息图类型：用1表示全息图类型1（两个光源都会聚/发散）或用2表示全息图类型2（一个光源会聚，另一个光源发散）。有关更多信息，请参阅全息面1和全息面2。	前面	1
11	衍射级次：可以在物体属性 衍射选项卡(Diffraction tab)中指定多个级次，请参阅 从NSC物体衍射 (Diffraction from NSC Objects)。	前面	1
12	构造波长：用于制造全息的波长（以微米为单位）。	前面	1
13-18	相对于全息前表面顶点的结构点的X、Y和Z坐标，以镜头单位表示。	前表面	1
19	体全息图？：（用0表示False，用1表示True）。	前面	1
20	全息图厚度：仅用于效率计算而非光线追迹。	前面	1
21	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1。	前表面	1
22	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2。	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

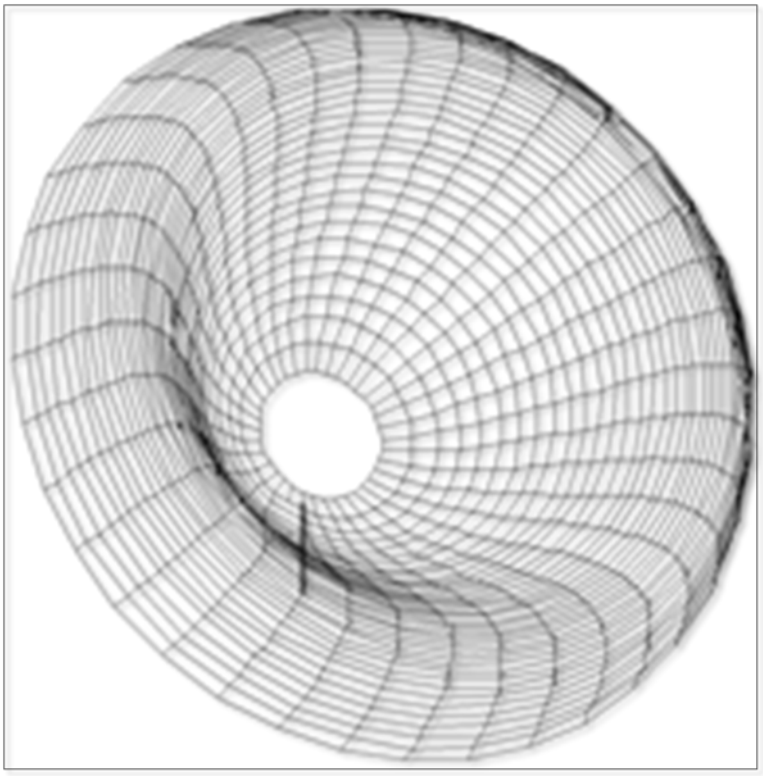
23	全息乳剂的平均折射率，n。	前表面	1
24	折射率调制，dn。	前表面	1
25	收缩率(Shrinkage)：用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率	前面	1
26	折射率偏移(Index Shift)：显影后平均折射率的变化。	前表面	1
27	考虑菲涅尔面(Fresnel)?：用0表示False，用1表示True。	前面	1

由于此物体是闭合体，因此它可以是空气，可以发生反射、折射或吸收。如果级次为零或光线在全息边界内部全反射，则不计算任何全息衍射。

有关衍射物体的重要信息，请参阅从NSC物体衍射(Diffraction from NSC objects)。

参考坐标是前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.52. 全息表面(Hologram Surface)



此物体是一个理想的光学构造全息，类似于全息面1和全息面2序列模式面模型。全息面是表面，其形状可以是圆形或用户自定义形状。表面可以是平面、球面、圆锥曲面和/或多项式非球面。另请参阅全息透镜(Hologram Lens)。

此表面形状由以下矢高方程式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i r^i$$

其中，c是表面曲率，k是圆锥系数，r是径向坐标，α项是非球面系数。此表面支持最小和最大径向孔径；因此可以定义环形面。注意，多项式中含奇偶项，并且可使用多达225个系数。此面型与非球面表面(Aspheric Surface)物体的形状相似。

通过将VolumeHologram?参数设置为1，该物体也也可用作体全息图。这并不会影响光线的偏离，但它可以用于计算效率。同样，物体的全息图厚度(Hologram Thickness)参数不会影响物体的几何形状，只会影响效率。有关非序列模式体全息图物体的完整描述，请参阅全息透镜(Hologram Lens)。

全息面由以下参数进行定义（参数18-25仅在参数17=1时可用）：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。	所有面	0
5-6	未使用。	NA	NA
7	全息图类型：用1表示全息图类型1（两个光源都会聚/发散）或用2表示全息图类型2（一个光源会聚，另一个光源发散）。有关更多信息，请参阅全息面1和全息面2。	所有面	0
8	衍射级次：可以在物体属性 衍射选项卡(Diffraction tab)中指定多个级次，请参阅 从NSC物体衍射(Diffraction from NSC Objects)。	所有面	0
9	构造波长：用于制造全息的波长（以微米为单位）。	所有面	0

10-15	相对于全息前表面顶点的结构点的X、Y和Z坐标，以镜头单位表示。	所有面	0
16	用于非球面展开式的项数（最多225项）。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0
17	体全息图？(Volume Hologram?)：用0表示False，用1表示True	所有面	0
18	全息图厚度：仅用于效率计算而非光线追迹。	所有面	0
19	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1。	所有面	0
20	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2。	所有面	0
21	全息乳剂的平均折射率，n。	所有面	0
22	折射率调制，dn。	所有面	0
23	收缩率(Shrinkage)：用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率	所有面	0
24	折射率偏移(Index Shift)：显影后平均折射率的变化。	所有面	0
25	考虑菲涅尔面(Fresnel)?：用0表示False，用1表示True	所有面	0
26-249	多项展开式的 α 非球面系数。	所有面	0

面编号：所有面为面0。此物体支持用户自定义孔径。

2.3.2.2.53. 琼斯矩阵（非序列模式几何物体）(Jones Matrix (non-sequential geometry objects))

琼斯矩阵是一个椭圆形的平面，其形状由2个参数确定，其偏振的透射/反射属性由8个"ABCD"参数确定：

参数#	描述	面名称	面#
1	X方向最大半宽。	所有面	0

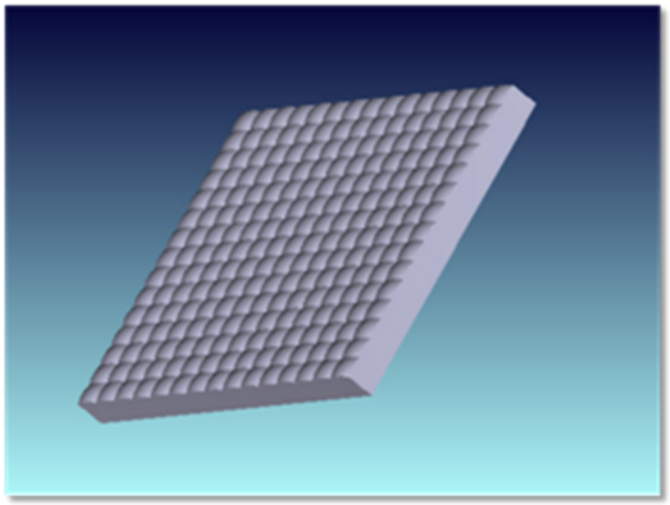
2	Y方向最大半宽。	所有面	0
3-4	A实部(Ar)和A虚部(Ai)	所有面	0
5-6	Br和Bi	所有面	0
7-8	Cr和Ci	所有面	0
9-10	Dr和Di	所有面	0

整个椭圆均位于局部XY平面内。

琼斯矩阵可以用来对中性密度滤光片、偏振片和旋光器进行建模。有关琼斯矩阵参数的说明，请参阅"定义偏振元件(Defining polarizing components)"。

参考坐标是椭圆的中心。面编号：所有面为面0。该物体支持用户自定义孔径，请参阅"用户自定义孔径(User defined apertures)"。

2.3.2.2.54. 透镜阵列1(Lenslet Array 1)



透镜阵列可以兼容OpticStudio的更旧版本。先创建单个透镜，然后使用阵列物体创建一个阵列，是使光线追迹更快的一种更高效的方法；有关详细信息，请参阅" 阵列(Array) "。

透镜阵列1物体由一个矩形几何体阵列组成，每个矩形几何体前面为平面，后面为曲面。后面可以是平面、球面、圆锥曲面，也可以是多项式表示的非球面，又或者是球面、圆锥曲面或多项式表示的非球Toroid面。该形状可针对透镜中心偏心。Toroidal面由YZ平面上的曲线定义，该曲线随后绕平行于Y轴的轴旋转，但位移距离为R；称之为旋转半径。

如果后面为旋转对称，则径向剖面由矢高表达式定义，矢高表达式与偶次非球面表面相似。

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

如果后面为一个Toric面，则剖面只在y坐标上用相同的表达式描述：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

其中c为YZ平面上曲率半径的倒数。

前后表面也可以是一个衍射光栅。假定光栅由平行于局部x轴的等间距线组成。光栅频率是沿y方向每微米的线数，投影在表面上。

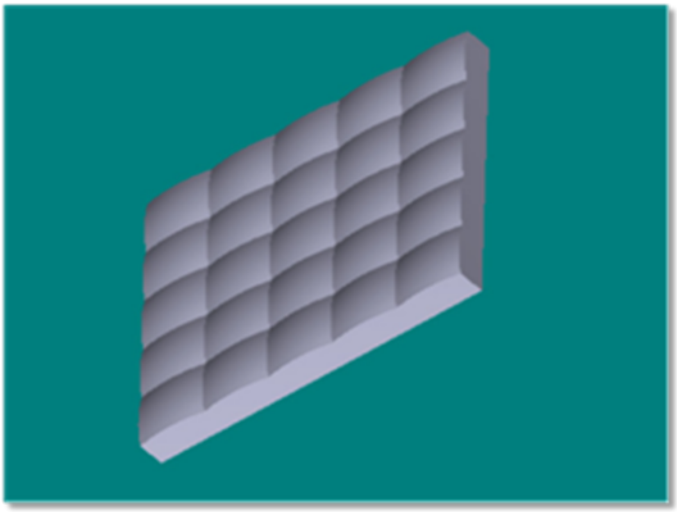
透镜阵列1由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	每个透镜的X半宽，以镜头单位表示。	NA	NA
2	每个透镜的Y半宽，以镜头单位表示。	NA	NA
3	每个透镜阵列沿局部Z轴的厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	每个透镜的曲率半径，0表示平面。	后面	2
7	每个透镜的圆锥系数。	后面	2
8	"是Toric面"标志；如果将该标志设置为零，则透镜表面旋转对称，否则为toroidal面。	后面	2
9	每个透镜的旋转半径（如果透镜表面为Toric面）。	后面	2
10	前后面上的光栅刻线频率（以刻线/微米为单位），请参阅参数24。	NA	NA
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅"衍射选项卡(Diffraction tab)"。	NA	NA
12-19	非球面系数1-8。	后面	2
20-21	弯曲后面的x偏心和y偏心。	后面	2

22-23	x和y轴的透镜阵列数目。如果透镜总数很多，通常先使用单个透镜（将参数22和23都设置为等于1）然后使用阵列物体创建透镜阵列，速度会更快。与使用大量透镜元件相比，阵列物体方法更强大，使用的内存更少，而且加载和追迹的速度通常会更快。请参阅"阵列(Array)"。	后面	2
24	发生衍射的面。该值必须为1（前面）或2（后面）。	NA	NA

注意，如果将旋转半径设置为0，则会产生柱面透镜。参考坐标是前面的中心。面编号：外边缘面为面0，前平面为面1，弯曲的后面为面2，内边缘面为面3（这些面都是在透镜阵列内，偏心透镜面相交时形成的侧面）。

2.3.2.2.55. 透镜阵列2(Lenslet Array 2)



透镜阵列可以兼容OpticStudio的更旧版本。先创建单个透镜，然后使用阵列物体(Array Object)创建阵列是使光线追迹更快的一种更有效方法；有关详细信息，请参阅" 阵列(Array) "。

透镜阵列2物体由矩形体阵列组成，每个矩形体都具有弯曲的前表面和后表面。面型可以选择平面、球面或圆锥非球面。

透镜阵列2由以下参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	每个透镜的X半宽，以镜头单位表示。	NA	NA

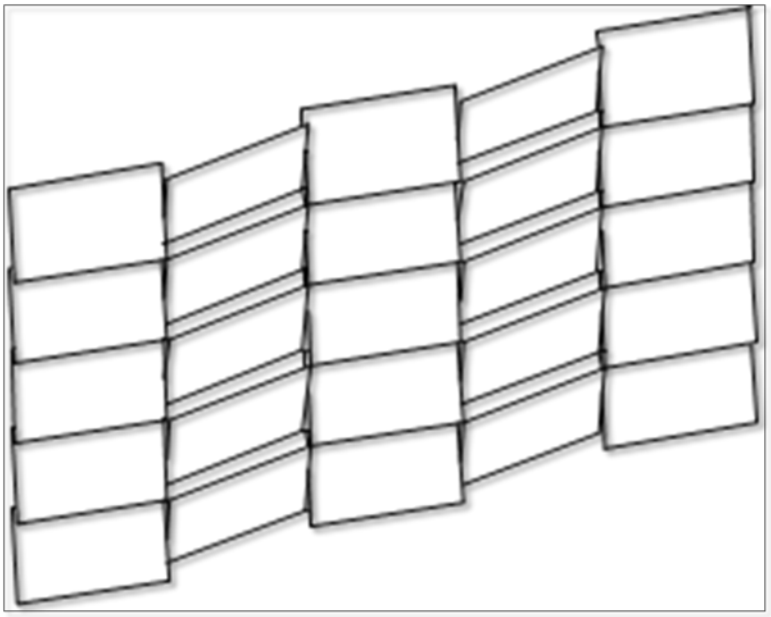
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2	每个透镜的Y半宽，以镜头单位表示。	NA	NA
3	每个透镜阵列沿局部Z轴的厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	每个透镜的前表面的曲率半径，用零表示平面。	前面	1
7	每个透镜的前表面的圆锥系数。	前面	1
8	每个透镜的后表面的曲率半径，用零表示平面。	后面	2
9	每个透镜的后表面的圆锥系数。	后面	2
10-11	x和y轴的透镜阵列数目。如果阵列总数很大，通常使用单个透镜（将参数10和11同时设置为等于1），然后使用阵列创建透镜的阵列速度会更快。与使用大量透镜元件相比，阵列物体方法更强大，使用的内存更少，而且加载和追迹的速度通常会更快。请参阅"阵列(Array)"。	NA	NA

参考坐标在前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.56. 微机电系统(Micro Electro Mechanical System (MEMS))



此物体可模拟微机电系统(MEMS)。MEMS由小矩形反射镜（通常称为像素）的阵列构成。镜面可以沿三个角度的任意角度倾斜，围绕轴旋转的三个角度可以使镜面指向任何方向。可按照需要，打开或关闭一行、一列或控制单个镜面，可对MEMS所处的任何状态进行建模。有时候，此类型的器件也被称为数字微镜器件(DMD)。以下参数用于定义MEMS：

参数#	描述	面名称	面#
1	每行横向的X像素数。	所有面	0
2	每列纵向的Y像素数。	所有面	0
3	阵列的整个X宽度，以镜头单位表示。X像素宽等于X宽度除以X像素数。	所有面	0
4	阵列的整个Y宽度，以镜头单位表示。Y像素宽等于Y宽度除以Y像素数。	所有面	0
5-7	状态为0、1或2时的像素倾斜角。如果参数8为零，则元件围绕X轴倾斜。当+X轴朝向页面/背离观察者时，倾斜角值为正则表示元件在Y-Z平面内逆时针方向倾斜。	所有面	0
8	围绕Z轴的旋转角度（像素围绕此轴倾斜）。在X-Y平面的逆时针方向旋转（如果Z轴朝向页面外/指向观察者）。	所有面	0

9	P-标记。如果此值为0，则像素按行进行处理。如果此值为1，则像素按列进行处理；如果此值为2，则像素按单个进行处理。	所有面	0
10	用于定义行、列或像素的状态的整数值，如下所述。	所有面	0

MEMS物体中的元件从左下角（在MEMS物体的局部坐标系的(-X,-Y)象限中）开始编号，像素编号为1。像素编号首先在+X方向沿列递增，然后在+Y方向沿行递增。

可以将MEMS器件的每个元件设置为角度0、角度1或角度2。然后，元件可以处于状态0、1或2。

每个元件的状态在参数列中设定。参数10控制元件1-15。参数11控制元件16-30等。

"P-标记"列控制元件的类型。如果P-标记=0，则参数10的值将控制行1-15。如果P-标记=1，则参数10值将控制列1-15。如果P-标记=2，则参数10值将控制单个像素1-15。

在指定元件数量和P-标记值后，参数列的标题将会改变。会将参数10标记为"像素1-15"。会将参数11标记为"像素16-30"等，直到达到MEMS器件中的元件总数。

可以在每个参数列中输入一个数，用来指定各个元件的状态。

要生成用于控制元件状态的数量，应列出每个元件的所需状态（0、1或2）。然后，将该列表看作是以3为基底的数。将数转换为以10为基底的数，并在相应的参数列中输入该值。在方程式中：

值=（元件1的状态）*3^0+（元件2的状态）*3^1+（元件3的状态）*3^2+（元件4的状态）*3^3+...+（元件15的状态）*3^{14}

例如，假设MEMS器件具有1 x 5个像素。将P-标记设定为2，这样将处理单个像素。角度0 = 0、角度1=5和角度2 = -5 与状态0、1和2相对应。

在这种情况下，像素从-Y像素开始编号。因此，像素编号自上而下为：

(5, 4, 3, 2, 1)

假设"顶部"像素（在+Y方向）的倾斜为+5 "底部"像素（在 – Y方向）的倾斜为-5。然后 倾斜值为：

(+5 +5 0 5 5 像素的状态将为：(1, 1, 0, 2, 2)

将该列表看作是基3中的数，可以获得：11022

将数从基3转换为基10：

$11022_3 = (1 * 3^4) + (1 * 3^3) + (0 * 3^2) + (2 * 3^1) + (2 * 3^0)$

$= \mathbf{116_{10}}$

然后，在参数10列中输入值116（标记为"像素1-15"）。

像素从+Y方向开始并向下移动，然后将在角度

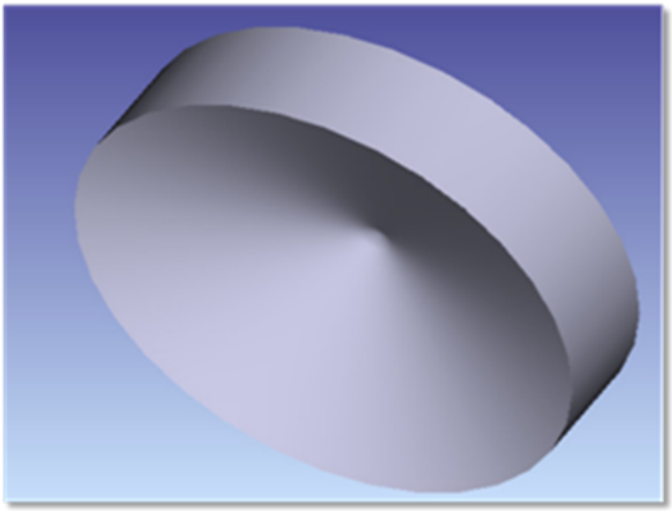
(+5 +5 0 5 5 采用像素。

由于OpticStudio处理元件的方式，可处理元件的总数不能超过大约3750。如果P-Flag=0，将MEMS器件限制为3750行。如果P-Flag = 1，将MEMS器件限制为3750列。如果P-Flag = 2，将MEMS器件限制为3750像素。

2.3.2.2.57. 空物体(Null Object)

不存在的物体。可以将它用作其它物体的占位符（先占据空间位置）或参考点。参考坐标为局部坐标(0,0,0)。

2.3.2.2.58. 奇次非球面透镜(Odd Asphere Lens)



奇次非球面形状由以下公式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{12} \alpha_i r^i$$

与奇次非球面非常类似（有4个额外项）。奇次非球面透镜物体由两个奇次非球面构成，通过一厚度隔开。所有的物体外形由以下32个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大径向孔径。	NA	NA
2	透镜的中心厚度。	侧面	0
3-4	未使用。	NA	NA
5	前表面曲率半径。	前表面	1
6	前表面圆锥系数。	前表面	1
7-18	前表面系数 α 1 – α 12。	前表面	1
19	后表面曲率半径。	后表面	2
20	后表面圆锥系数。	后表面	2
21-32	后表面系数 α 1 – α 12。	后表面	2
33	透镜前侧边缘的径向孔径。	侧面	0

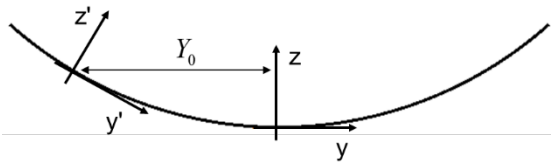
34	后表面的净孔径的净口径。	后表面	2
35	透镜后侧边缘的径向孔径。	侧面	0

参考坐标是前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.59. 离轴反射镜（Off-axis Mirror）

离轴反射镜是具有离轴矩形或椭圆孔径的反射镜。该物体的前表面是一个离轴圆锥曲面，相当于离轴圆锥自由曲面序列模式表面。后表面是和前表面具有相同偏移的圆锥面。

离轴偏移参数定义距离Y_0。这是从具有y和z轴的父形状的顶点到具有y'和z'轴的离轴物体的顶点的距离。距离Y_0沿y轴进行测量。



孔径形状是使用形状（Shape）参数选择的，在离轴部件顶点前表面的子午面中进行定义。

向前表面的形状添加自由曲面项的方法，与向离轴圆锥自由曲面添加的方法相同。有关自由曲面项及其计算的更多信息，请参阅离轴圆锥自由曲面（Off-Axis Conic Freeform）。

如果满足下列条件，则使用转换至非序列模式组（Convert to NSC Group）工具将离轴圆锥自由曲面序列模式表面转换成离轴反射镜物体：

☒离轴圆锥自由曲面序列模式表面必须把材料（Material）设置成具有指定厚度的反射镜（MIRROR）。
☒孔径必须为圆形、椭圆形、矩形或用户自定义孔径（UDA）。
☒在相同条件下，标准序列模式表面也将转换为离轴反射镜对象。请注意，如果孔径离轴，这可能会导致基板边缘在转换过程中发生变化。（在顺序模式下，基板边缘将平行于母表面的Z轴，但在非顺序模式下，基底边缘则将平行于离轴孔径中心的修改后的Z轴（Z'））。

以下参数用于定义离轴反射镜物体：

参数#	描述	面名称	面#
1	物体的X半宽。	NA	NA
2	物体的Y半宽。	NA	NA
3	物体的中心厚度。	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6	孔径形状：1表示椭圆形，2表示矩形。	NA	NA
7	前表面的曲率半径。	前表面	1
8	前表面的圆锥系数。	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9	后表面的曲率半径。	后表面	2
10	离轴偏移，Y_0。	NA	NA
11	最大多项式项，必须是0-238之间的值。	NA	NA
12	多项式项的归一化半径。	NA	NA
13-249	多项式项。	NA	NA

参考坐标是前表面的中心。面编号：侧面为面0，前表面为面1，后表面为面2

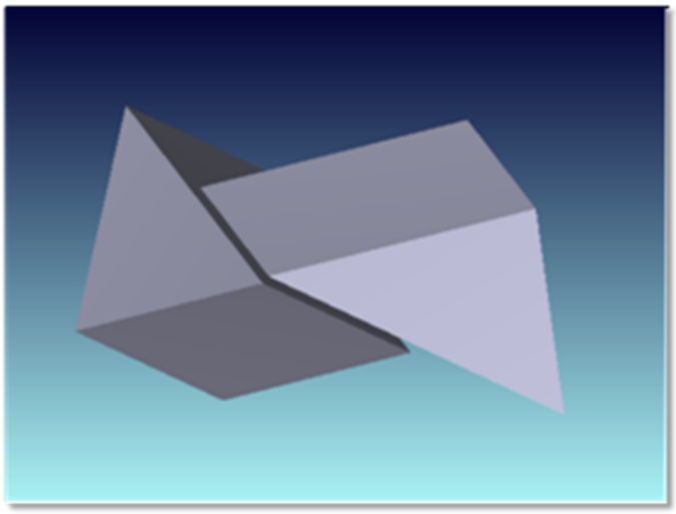
2.3.2.2.60. 近轴透镜(Paraxial Lens)

近轴透镜是表面具有单独的X和Y焦距的理想化薄透镜。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	X/Y半宽。用正数表示矩形形状，用负数表示椭圆形状。	所有面	0
3-4	X/Y方向焦距，在空气中测量，以镜头单位表示。	所有面	0

可以将此物体放置在空气中，或者将其完全或部分放入均匀或渐变折射率介质内部。在折射期间不改变光线的光程或相位，因此在估算光线的正确相位时不要用近轴透镜。此理想化部件不能计算折射的偏振效应。如果偏振效应很重要，则应谨慎使用此物体，尤其是当透镜任一侧的光线相对于法线夹角较大时。

2.3.2.2.61. 多边形物体(Polygon Object)



多边形物体是很常用的用户自定义物体。它可以用来定义一部分具有反射、其余部分具有折射或吸收特性的非闭合多边形表面或闭合的多边形实体。多边形物体是通过将一系列3D三角形顶点坐标放置在扩展名为POB

的文件进行建模的。有关更多详细信息，请参阅"定义多边形物体(Defining Polygon Objects)"。可以将任何多边形物体用作探测器，如"物体作为探测器(Objects as detectors)"中所述。

顶点或多边形的总数没有固定限制。在多边形物体类型行的"注释"列中会引用POB文件名。例如，如果将POB文件myobject.POB保存在<objects>\Polygon Objects文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"），则需在非序列模式元件编辑器的多边形物体类型行中的注释列中指定"myobject.POB"。多边形物体使用以下两个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。POB文件中的所有顶点乘以该参数。	NA	NA
2	用于表示POB文件是定义实体还是定义表面的标记。如果"是实体？"参数为零，则OpticStudio假设POB文件定义开放的表面。如果"是实体？"参数设置为非零的任何值，则OpticStudio假设POB文件定义闭合实体。	NA	NA

有关通过多面体追迹光线的限制信息，请参阅"多面体的特别注意事项(Special considerations for faceted objects)"。有关用于创建作为探测器的POB文件的工具，请参见"创建多边形物体(Create Polygon Object)"中所述。

参考坐标是局部坐标(0, 0, 0)，构成物体的多边形可以放在相对于参考点的任何位置。面编号：每个面都具有在POB文件中定义的面编号，请参阅下文了解详细信息。

定义多边形物体

多边形物体是在3D空间中由一系列三角面构成的用户自定义物体。三角面已在文本文件（扩展名为POB）中定义（用于多边形物体）。如果需要，可以为多边形的每个面或一组面分配唯一的面编号。任何物体编号唯一的表面总数都会受到限制，有关详细信息，请参阅"物体表面(Object faces)"。

多边形物体形成的闭合体不得包含任何内表面。每个面都必须在物体的外部，以便定义实体的内部和外部之间的边界。要使物体具有胶合边界（如分光镜），可以使用两个或多个单独的多边形物体，然后将它们相互接触放置在一起。有关将物体相互接触放置在一起的更多信息，请参阅"将物体放置在其它物体内部、或与其他物体相邻或重叠"。

可以使用任何文本编辑器创建和编辑文件格式。文件包含一系列数据行。每行以一个字母或符号开头，后跟该符号对应的数据。支持的符号及其含义的定义如下。

注释符号：**!**

符号"!"用于定义注释行。

语法：

! Any comment here

示例：

! A dove prism

面名称符号：**C**

可以使用C命令定义的面的名称。

语法：

C facenumber "any name here"

示例：

C 0 "All faces"

面名称用于在物体对话框中显示物体的各个面的名称。注意，名称必须加引号。此命令为可选命令。

不可见符号：**I**

可以将不需要绘制的顶点连线（如位于同一平面的两个相邻三角形之间的线）标记为不可见。要使两个顶点不可见，可以使用符号"I"后跟两个顶点编号。将不绘制标记顶点间的任何连线。

这只会影响3D视图，严格来说可增强多边形物体绘制的美观性。

语法：

I v1 v2

示例：

I 7 9

注意，顶点编号必须为整数。编号之间用空格隔开。必须在以不可见顶点为参考定义的任何三角面或矩形之前使用I命令。

顶点符号：**V**

顶点用符号"V"定义，后跟顶点编号以及顶点的x、y和z坐标。

语法：

V number x y z

示例：

V 1 -1.0 -1.0 0.0

注意，顶点编号必须为整数，x、y和z坐标为浮点数。编号之间用空格隔开。

三角形符号：**T**

三角形通过连接3个顶点定义。

语法：

T vertex1 vertex2 vertex3 isreflective face

顶点编号必须为之前在文件中定义的整数顶点。"isreflective"标记为-1表示表面吸收，为1表示表面反射，或为0表示表面折射。使用此标记可以使同一多边形物体或面中的一些三角面变成反射，使其它三角面变成折射或吸收。但是，在使用多边形物体的布尔运算所生成的物体中不考虑isreflective标记。

face的值定义了三角形所属的面编号。如果省略面编号；则假设为面0。

示例：

T 1 2 3 0 2

这将定义连接顶点1、2和3的折射三角面，属于面2。

矩形符号：**R**

矩形通过连接4个顶点定义；在其它情况下，它们与三角面非常类似。在内部，OpticStudio将矩形转换成2个三角形。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

语法：

R vertex1 vertex2 vertex3 vertex4 isreflective face

顶点编号必须为之前在文件中定义的整数顶点。顶点的顺序不是任意的，它们必须按连续的顺时针或逆时针顺序列出，而不是"蝶形领结"顺序。不是所有由四个顶点构成的多边形都可以形成闭合的矩形；对于更复杂的形状，应使用多个三角面命令完成。"isreflective"标记为-1表示表面吸收，为1表示表面反射，或为0表示表面折射。使用此标记可以使同一多边形物体或面中的一些矩形变成反射，使其它矩形变成折射或吸收。但是，在使用多边形物体的布尔运算所生成的物体中不考虑isreflective标记。

face的值定义了矩形所属的面编号。如果省略面编号；则假设为面0。

示例：

R 1 2 3 4 1 0

这将定义连接顶点1、2、3和4形成的反射矩形，属于面0。

多边形物体中的最大三角面数量

对多边形物体可以包含的三角面数量没有固定的上限。上限由计算机所能够提供的实际或虚拟RAM的大小决定。每个三角面需占用大约100字节的内存。但是，OpticStudio通常会同时保留多份镜头数据的副本，因此，一个好的经验法则是，OpticStudio需要为每个三角面保留500字节的RAM。一个有2000个三角面的物体需要大约1Mb的可用RAM。另一个更实际的限制是计算机速度；如果三角面的数量变得很大，OpticStudio的速度将显著降低。

POB文件示例

以下是定义立方体折射材料的POB完整文本文件。文件包含在示例

CUBE.POB中。立方体的所有8个面都属于面0。

```
! A cube
! front face vertices
V 1 -1 -1 0
V 2 1 -1 0
V 3 1 1 0
V 4 -1 1 0
! back face vertices
V 5 -1 -1 2
V 6 1 -1 2
V 7 1 1 2
V 8 -1 1 2
! Front
R 1 2 3 4 0 0
! Back
R 5 6 7 8 0 0
! Top
R 4 3 7 8 0 0
! Bottom
R 1 2 6 5 0 0
! Left side
R 1 4 8 5 0 0
! Right side
R 2 3 7 6 0 0
```

8个"V"命令定义了立方体的8个顶角的顶点坐标。6个"R"命令定义了立方体的6个面。注意，面的宽度为2个单位，且将后表面顶点的z坐标定义为2个单位；因此，形状是一个非常完美的立方体。所有坐标都相对于物体参考点定义；在本例中，参考点是前表面的几何中心。如果将参考点设置在立方体的中心，应将顶点定义更改为：

V 1 -1 -1 -1

V 2 1 -1 -1

V 3 1 1 -1

V 4 -1 1 -1

V 5 -1 -1 1

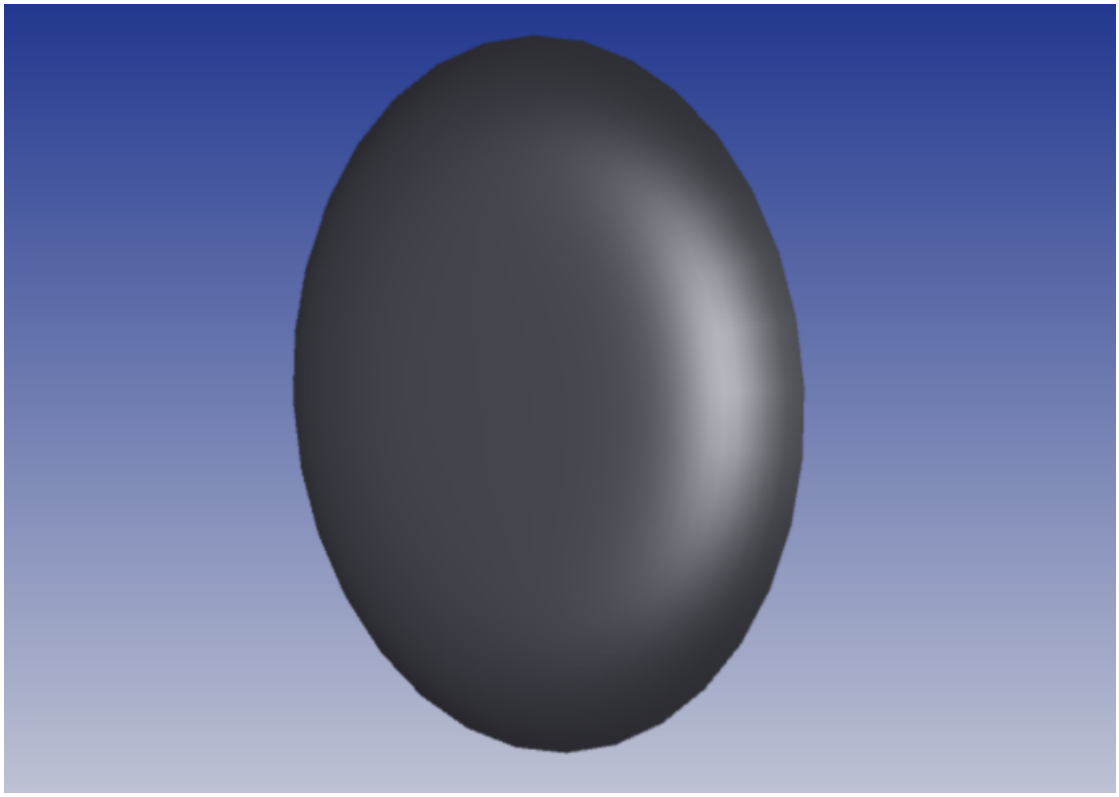
V 6 1 -1 1

V 7 1 1 1

V 8 -1 1 1

有关更多示例，请参阅<objects>\Polygon Objects文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）中由OpticStudio提供的POB文件。

2.3.2.2.62. Q型非球面（非序列模式物体）(Q-Type Asphere Surface (non-sequential objects))



Q型非球面是一个镜像对称非球面。这个物体支持Q型非球面的两种不同变体：Qbfs和Qcon。如需进一步了解这个面的数学原理，请参见序列模式Q型非球面。

项数(#Terms)和表面类型(Surface Type)参数不能设置成优化的变量。如果这两者中的任一参数被设置为变量，只要打开局部优化工具(Optimize!)，它们将变成固定(Fixed)。

下列参数用于定义Q型非球面：

参数#	描述	面名称	面#

1	曲率半径。负的半径值代表向负Z轴有凹面，正的半径值代表向正Z轴有凹面。用零代表无限半径。	所有面	0
2	圆锥系数。	所有面	0
3	净口径到最大净孔径。	所有面	0
4	净口径到最小净孔径。该值必须为正数。如果非零，该值将在面上形成一个"孔"。	所有面	0
5	表面类型。0代表Qbfs，1代表Qcon。	所有面	0
6	归一化半径。在计算非球面分布时，用这个值归一化径向坐标。	所有面	0
7	A系数数量。（必须是2到100之间的值）	所有面	0
8-107	系数A0 – A99	所有面	0

参考坐标在表面的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.63. 光线旋转器(Ray Rotator)

光线旋转器是用于旋转所有入射光线的虚拟器件。该物体是具有椭圆或矩形形状的平面。在光线与旋转器的交点处，将会创建"光线"坐标系。此光线坐标系的X、Y和Z方向最初与旋转器的局部X、Y和Z方向平行，光线坐标系以光线交点中心（而非表面顶点）作为坐标中心点。

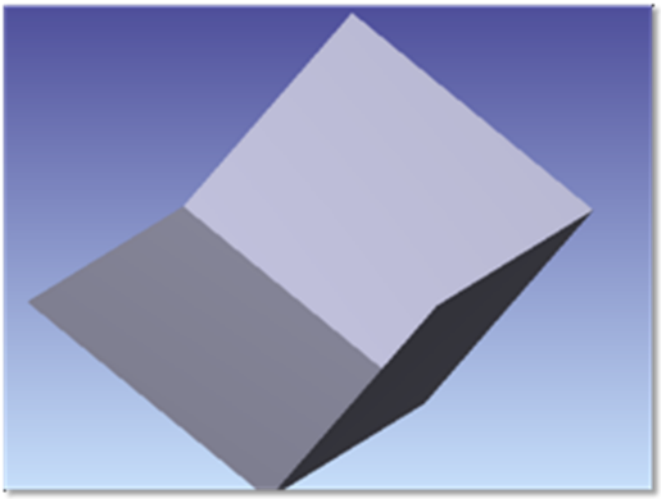
接着入射光线的方向余弦绕光线坐标系的Z轴旋转，旋转方向使用右手定则。此Z轴旋转同时也将光线坐标Y轴旋转了相同的角度。随后，光线围绕第一次Z轴方向旋转后所产生的新的光线坐标Y轴进行旋转。如果光线为偏振光线，则还会旋转偏振矢量。注意，光线的位置不会被修改；只会修改光线的方向余弦。

旋转器物体不会折射、吸收、衰减、改变光程或相位，或者以其它方式修改光线的任何属性，只改变光线的方向以及任何相关电场数据的方向。如果将材料设置为"镜面(MIRROR)"，则此物体会反射光线，并在反射后进行旋转。由于相位和光程未被修改，且此物体不保留波前相位，因此只能对在光线旋转之后的光束执行非相干计算。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1-2	X/Y半宽。用正数表示矩形形状，用负数表示椭圆形状。	NA	NA
3-4	Z/Y方向旋转角度（以度为单位）。	NA	NA

2.3.2.2.64. 矩形锥(Rectangular Corner)



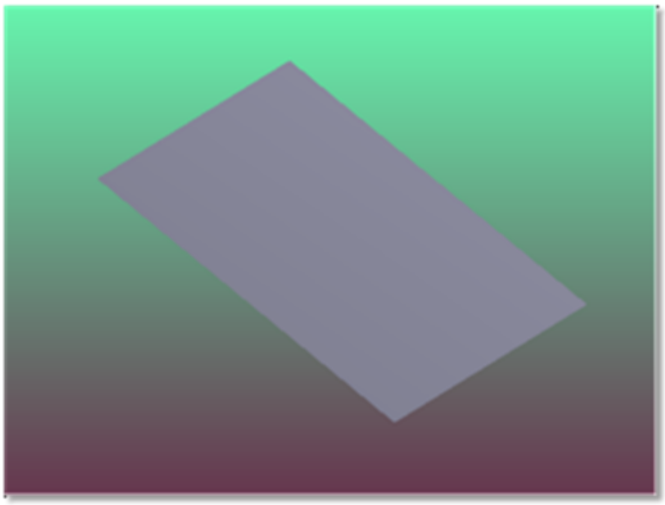
矩形锥由1个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	正方形的全宽。	所有面	0

矩形锥由以90度角相交的3个正方形组成。各个正方形在正XY、XZ和YZ平面处对齐。每个正方形的尺寸为X * X。

参考点为3个正方形的交点。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.65. 矩形(Rectangle)



矩形是由2个参数定义的平面：

参数#	描述	面名称	面#

1	X半宽。	所有面	0
2	Y半宽。	所有面	0

矩形是放置在局部XY平面内，位于局部Z = 0的平面。

参考点为矩形的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.66. 矩形管(Rectangular Pipe)

矩形管由9个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	开放的前表面的X半宽。	所有面	0
2	开放的前表面的Y半宽。	所有面	0
3	沿局部Z轴的矩形管的Z长度。	所有面	0
4	开放的后表面的X半宽。	所有面	0
5	开放的后表面的Y半宽。	所有面	0
6-7	前表面X、Y倾角（以度为单位）。	所有面	0
8-9	后表面X、Y倾角（以度为单位）。	所有面	0

矩形管是4面围成的框。前表面和后表面都是开放的。通常，将此物体用作矩形光管。参考点为非闭合前表面的中心。面编号：所有面为面0。

此外，请参阅矩形体对象的"关于倾斜面的注释(Comment about tilted faces)"。

2.3.2.2.67. 矩形管光栅(Rectangular Pipe Grating)

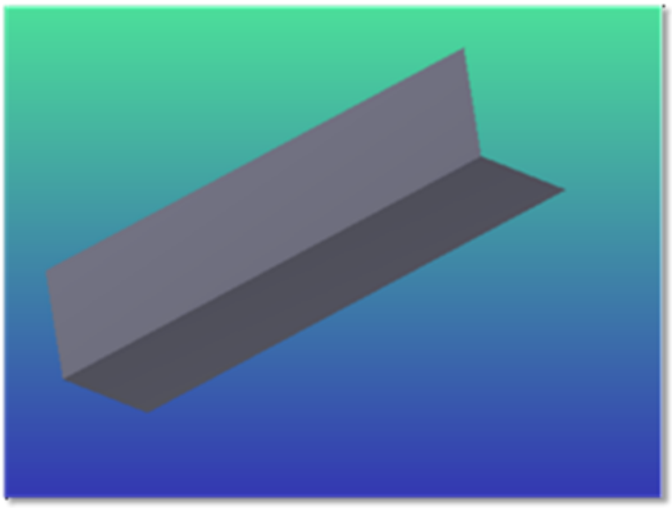
此物体的形状与矩形管形状相同，并使用相同的前9个参数。但是，矩形管光栅在所有四个面中添加了线性衍射光栅。增加了另外两个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	开放的前表面的X半宽。	所有面	0
2	开放的前表面的Y半宽。	所有面	0
3	沿局部Z轴的矩形管的Z长度。	所有面	0
4	开放的后表面的X半宽。	所有面	0
5	开放的后表面的Y半宽。	所有面	0
6-7	前表面X、Y倾角（以度为单位）。	所有面	0
8-9	后表面X、Y倾角（以度为单位）。	所有面	0
10	侧面的光栅刻线频率（以刻线/微米为单位）。	所有面	0
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅"衍射选项卡(Diffraction tab)"。	所有面	0

光栅由垂直于局部z轴的等距刻线构成，落在四个面的每个面上。光栅频率为沿z方向的刻线/微米；向下投影到XZ或YZ平面上。注意，在矩形管的所有四个面上都存在光栅。参考点为开放的前表面的中心。

关于衍射物体的重要信息，请参阅"从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.68. 矩形屋脊(Rectangular Roof)



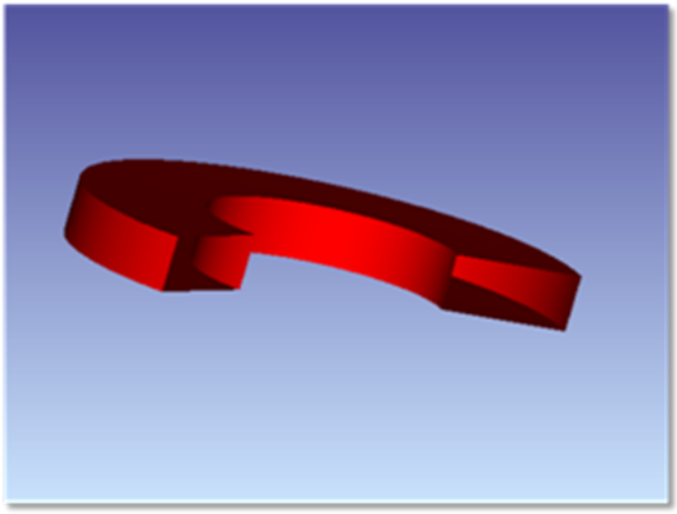
使用3个参数定义矩形屋脊：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽。	所有面	0
2	Y半宽。	所有面	0
3	两个矩形之间的角度。	所有面	0

矩形屋脊由在某个角度相交的两个矩形组成。

参考点是两个矩形面交线的中点。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.69. 矩形Torus面(Rectangular Torus Surface)



矩形Torus面是通过围绕移位轴旋转矩形形成的表面。围绕移位轴的旋转可以超过360度；也可以旋转小于360度，形成非闭环。另请参阅用来对折射实体Torus形状进行建模的矩形Torus体的详述。

矩形Torus面由6个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	Torus面的外半径，Rout。	所有面	0
2	Torus面的内半径，Rin。	所有面	0
3	Torus面的起始角，θ1。	所有面	0
4	Torus面的终止角，θ2。	所有面	0
5	Torus面的厚度，Ty。	所有面	0

矩形位于YZ平面，且中心为x = 0、y = 0、z = (Rout+Rin)/2。矩形的此位置与旋转角度θ = 0相对应。围绕Y轴的旋转角度必须满足以下条件：

$0 \leqslant \theta_1 \leqslant \theta_2 \leqslant 360$

此外，其它限制为Rout > Rin > 0且Ty > 0。参考坐标为旋转轴的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.70. 矩形Torus体(Rectangular Torus Volume)

该物体除了Torus面的端部闭合以形成实体以外，基本上与矩形Torus面相同。这允许物体由折射材料制成。有关详细信息，请参阅矩形Torus面的描述。

参数#	描述	面名称	面#
1	Torus面的外半径，Rout。	侧面	0
2	Torus面的内半径，Rin。	侧面	0
3	Torus面的起始角，θ1。	侧面	0
4	Torus面的终止角，θ2。	侧面	0
5	Torus面的厚度，Ty。	侧面	0

面编号：起始角所在的端面为面1，终止角所在的端面为面2，所有其它面的编号都是面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.71. 矩形体(Rectangular Volume)

$$\tan\theta_x = \frac{\hat{x}\cdot\hat{n}}{\hat{z}\cdot\hat{n}}$$

$$\tan\theta_y = \frac{\hat{y}\cdot\hat{n}}{\hat{z}\cdot\hat{n}}$$

使用9个参数定义矩形体：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的X半宽。	前表面	1
2	前表面的Y半宽。	前表面	1
3	实体沿局部Z轴的Z长度。	侧面	0
4	后表面的X半宽。	后表面	2
5	后表面的Y半宽。	后表面	2
6	前表面X倾角（以度为单位）。	前表面	1
7	前表面Y倾角（以度为单位）。	前表面	1
8	后表面X倾角（以度为单位）。	后表面	2
9	后表面Y倾角（以度为单位）。	后表面	2

矩形体通常是6面实体。但是，可以通过将一个或多个参数设置为零来创建各种形状，如锥形和楔形实体。

在对矩形体执行布尔运算或以CAD格式导出矩形体时，任何宽度小于所设定的导出允许公差值的面，都将会被移除。

参考点为前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

关于倾斜面的注释

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

前后表面的倾斜操作如下：

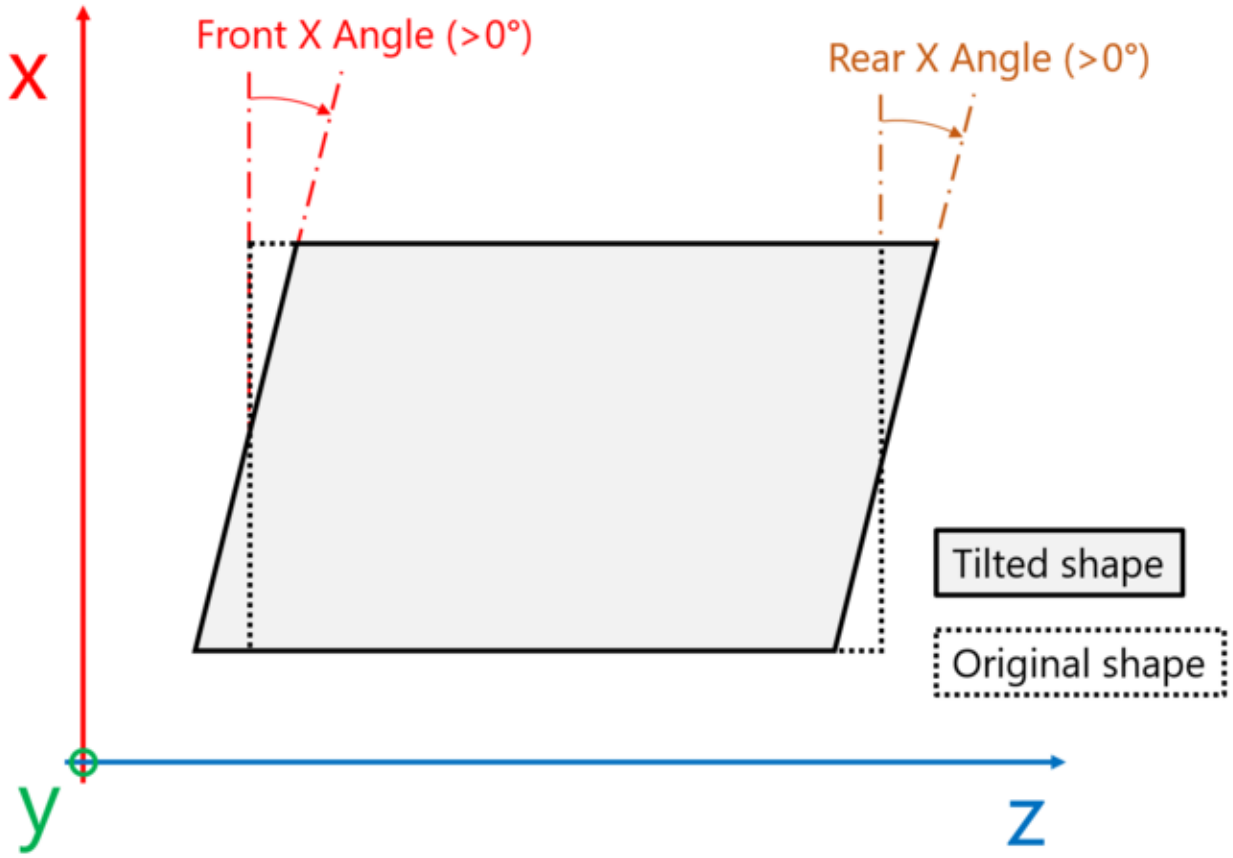
$$\tan\theta_x = \frac{\hat{x}\cdot\hat{n}}{\hat{z}\cdot\hat{n}}$$

$$\tan\theta_y = \frac{\hat{y}\cdot\hat{n}}{\hat{z}\cdot\hat{n}}$$

其中， θ_x和 θ_y是倾角X和Y，n是前表面或后表面的法向量，x、y、z是矩形体物体局部XYZ轴的单位向量。

在OpticStudio中，参数6和8（前X角和后X角）分别使表面围绕Y轴倾斜，从而形成X轴和表面之间的角度。参数7和9（前Y角和后Y角）分别使表面围绕X轴倾斜，从而形成Y轴和表面之间的角度。倾斜的枢轴点位于表面顶点，如下图所示。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



请注意，如果前表面和后表面的X半宽不相同，且沿前表面或后表面的Y方向倾斜，则侧面的四个角不再共面。这将形成形状奇怪的实体，OpticStudio对其进行建模会使用两个三角面来代替侧面，类似沿对角线处有一折痕。如果前表面和后表面的Y半宽不同且在任一面有沿X方向的倾斜，则会发生类似的情况。尽管在这些情况下不会发出错误信息，但应仔细研究所得到的物体模型，以确认生成所需的形状。

2.3.2.2.72. 矩形体光栅(Rectangular Volume Grating)

此物体的形状与矩形体形状相同，并使用相同的前面9个参数。但是，光栅版本在物体的四个面添加了线性衍射光栅：上面、下面、左面和右面。在前表面和后表面没有任何光栅。增加两个额外参数10和11：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的X半宽。	前表面	1
2	前表面的Y半宽。	前表面	1
3	实体沿局部Z轴的Z长度。	侧面	0
4	后表面的X半宽。	后表面	2
5	后表面的Y半宽。	后表面	2
6	前表面X倾角（以度为单位）。	前表面	1
7	前表面Y倾角（以度为单位）。	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8	后表面X倾角（以度为单位）。	后表面	2
9	后表面Y倾角（以度为单位）。	后表面	2
10	侧面的光栅刻线频率（以刻线/微米为单位）。	侧面	0
11	衍射级次。可以指定多个级次，请参阅"衍射选项卡(Diffraction tab)"。	侧面	0

光栅由垂直于局部z轴的等距刻线构成，落在四个面的每个面上。光栅频率为沿z方向的刻线/微米；向下投影到XZ或YZ平面上。注意，矩形体的所有四个面上都存在光栅。参考点为前表面的中心。

关于衍射物体的重要信息，请参阅"从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC objects)"。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.73. 幻灯片（非序列模式几何物体）(Slide (non-sequential geometry objects))

幻灯片是以BMP、JPG或PNG格式图形文件定义的RGB彩色幻灯片。

幻灯片使用以下参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	以镜头单位表示的图像的宽度。	所有面	0
2	像素纵横比，定义为高度/宽度。大多数BMP文件使用的像素纵横比值为1.0。幻灯片的高度将由像素数、幻灯片宽度和像素纵横比确定。	所有面	0

要向幻灯片导入图片，请将物体类型设置为"幻灯片"并从下拉菜单中选择文件名，或在注释栏中放置带有扩展名的文件名。文件必须存放在<ZEMAX/IMAFiles>文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"），扩展名为BMP、JPG或PNG。注释栏中的文件名必须包含扩展名。

通过将光源放置在幻灯片物体后面来对辐射情景进行建模。例如，要对朗伯辐射情景进行建模，可以将矩形平行光源（参阅"矩形光源(Source Rectangle)"）放置在幻灯片后面，然后将幻灯片的散射属性设置为朗伯散射（参阅"散射(Scattering)"）。

幻灯片使用相同算法计算透过率，如"幻灯片(Slide)"中所述。面编号：所有面为面0。

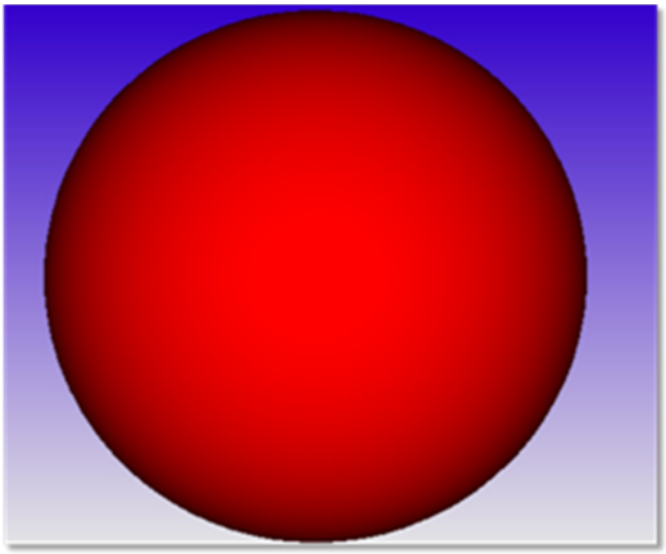
在将幻灯片物体往探测器上成像时，必须注意对图形文件充分采样。根据采样定理，1个图形文件像素必须由至少2个探测器像素构成。

限制：

软件对图像大小没有限制。但是，请注意，大图像可能会导致内存分配方面的问题（例如，在优化期间，要完成系统的多个副本，这将需要大量的空闲内存）。在实体模型中可以看到幻灯片图像，但显示的像素数有限，大的幻灯片图像可能无法正确绘制。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.74. 球面（非序列模式几何物体）(Sphere (non-sequential geometry objects))



球面由两个参数定义：

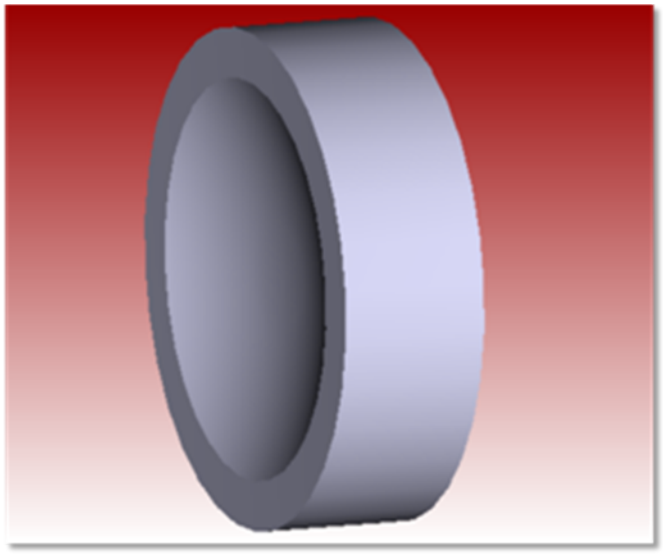
参数#	描述	面名称	面#
1	球面的半径。	所有面	0
2	用于表示球面是实体还是空壳的标记。如果"是实体？(IsVolume?)"一栏参数设置为零，则OpticStudio假设球面定义为空壳。光线必须从此类表面反射或吸收；不允许折射。如果"是实体？(Is Volume?)"一栏参数设置为非零的任何值，则OpticStudio假设球面为闭合体。该实体可以反射、折射或吸收。	所有面	0

该物体也可以被用来建模气泡。通过将球面放置在玻璃实体内部，并将材料类型设置为空（空气）或描述气体的已定义玻璃名称，即可完成对气泡的建模。

参考点为球面的中心。

面编号：所有面编号为面0。

2.3.2.2.75. 标准镜头(Standard Lens)



标准镜头是由OpticStudio标准面构成的镜头。标准面可以是平面、球面、圆锥非球面或超半球面。标准镜头包含5个独立的部分：

1. 标准面形状的前表面。
2. 标准面形状的后表面。
3. 前表面的净孔径和前表面的边缘之间的环带。
4. 后表面的净孔径和后表面的边缘之间的环带。
5. 连接镜头的前后表面边缘的圆柱面（可能是锥形圆柱面）。

所有5个表面可以折射、反射或吸收光线，取决于材料特性。

以下9个参数用于定义标准镜头：

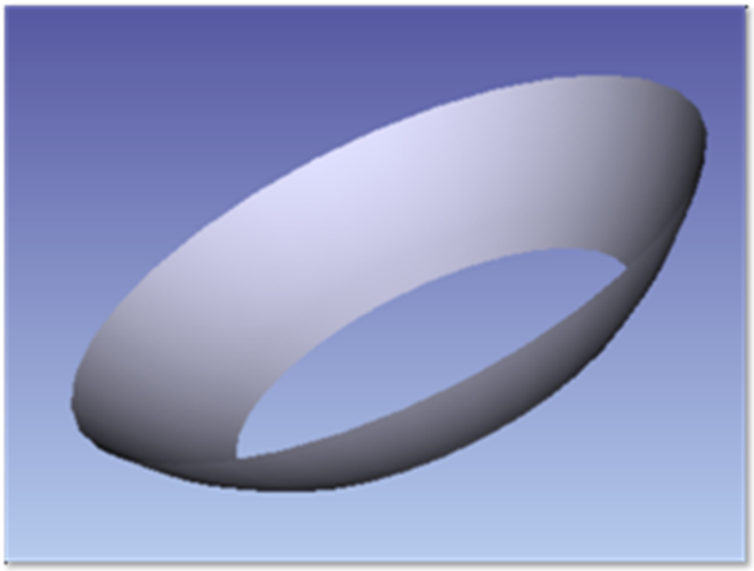
参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面净孔径的净口径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	镜头前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	镜头的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8	后表面净孔径的净口径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	镜头后侧边缘的径向孔径。	后表面	2

参考点为透镜前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.76. 标准面(Standard Surface)



标准面物体与OpticStudio序列模式下的标准面非常类似。标准面包括平面、球面、圆锥非球面、以及超半球球面和非球面。

标准面使用以下4个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。使用0表示无限（平面）。	所有面	0
2	圆锥系数。	所有面	0
3	净口径到最大净孔径。使用负值可生成超半球面矢高点。	所有面	0
4	净口径到最小净孔径。该值必须为正数。如果大于零，则此值会在表面中生成"孔"。	所有面	0

表面围绕局部z轴旋转对称。

如果半径为负，则表面是朝向负z轴的凹面。如果半径为正，则表面是朝向正z轴的凹面。

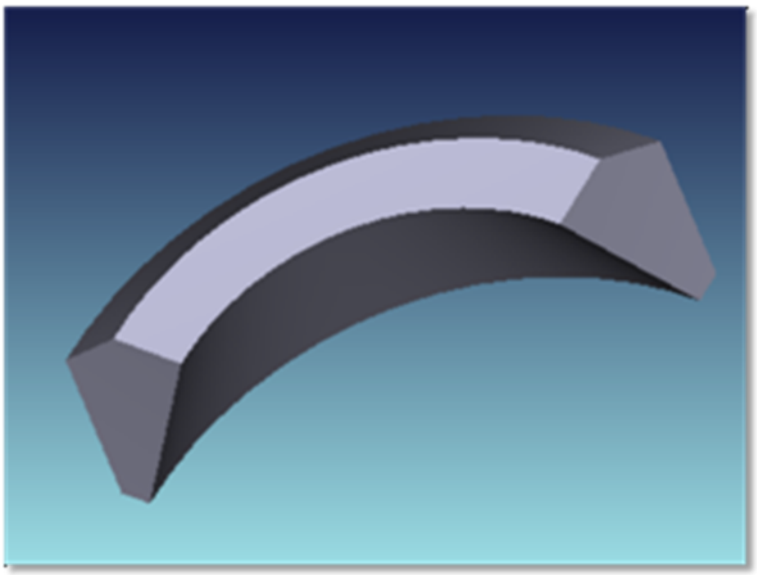
如果净口径为负，则表面将变成超半球，且开口端的径向孔径等于净口径的绝对值。

表面可以反射或吸收光线。

参考点为表面的中心。面编号：所有面为面0。此物体支持用户自定义孔径，请参阅"用户自定义孔径(User defined apertures)"。

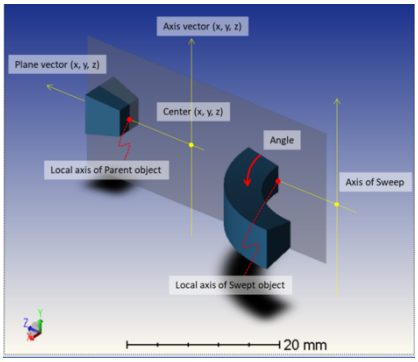
如需了解受支持的具有更复杂孔径形状的类似面型，请参阅"非球面2(Aspheric Surface 2)"。

2.3.2.2.77. 扫描物体(Swept Object)



扫描物体的创建方式是扫描围绕任意轴旋转的父物体的截面，形成新的形状。父物体可以是任何表面或实体。父物体与"切片"平面相交形成父物体截面。切片平面由旋转轴以及从该旋转轴指出的矢量共同定义。所得到的截面可以从-360度扫描到+360度，限制条件是角度的绝对值必须至少为0.1度。扫描对象按下列参数定义：

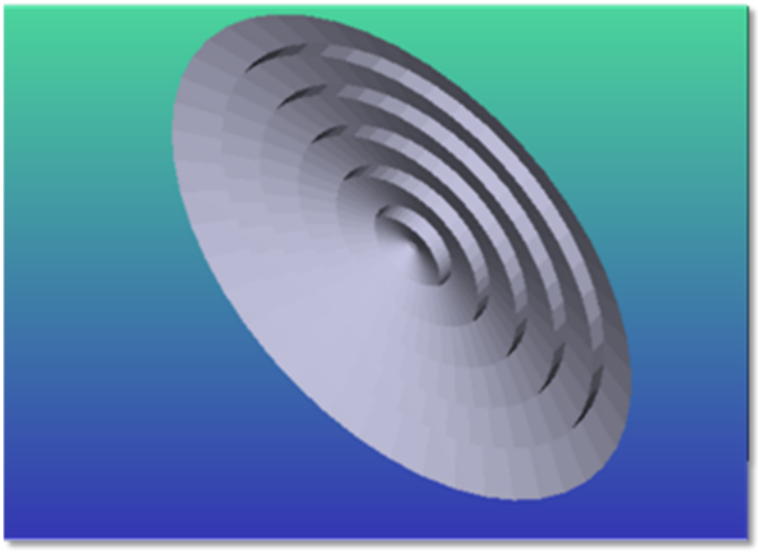
扫描物体使用9个参数来定义两个向量和一个中心点。下面是以图表形式说明几何形状的示意图。



参数#	描述	面名称	面#
1	父物体编号。在编辑器中，该编号必须处于扫描物体编号之前。	NA	NA

2 - 4	未旋转、未移位父物体坐标系中的中心x、y及z坐标。这些数据定义位于旋转轴上的点。	NA	NA
5 - 7	父物体坐标系中的轴x、y及z方向余弦。这些余弦被归一化，以确定沿旋转轴指向的矢量。旋转轴不能与物体相交，否则将生成无效实体。通常情况下，这种情况不会自动检测，而且也没有任何警告。	NA	NA
8 - 10	父物体坐标系中的平面x、y和z方向余弦。这些余弦被归一化，以确定从旋转轴指出的矢量。将切片平面定义为包含旋转轴和平面矢量的平面。注意，平面矢量不能与切片平面正交，但可以位于该平面内。平面矢量不能与旋转轴矢量平行。	NA	NA
11	扫描角度（单位：度）。扫描从平面开始。	NA	NA
12	端面选项。用0表示不形成任何端面，用1表示仅形成第一个端面，用2表示仅形成第二个端面，用3表示同时形成两个端面。如果扫描角度为360度，则在不考虑该设置的情况，不会 形成任何端面。如果扫描角度小于360度，而且将"是实体？"判断标记设置为非零值，之后会忽略端面设置，自动添加这两个端面。	NA	NA
13 - 15	未使用。	NA	NA
16	判断是否为实体(Is Volume?)：如果所得到的形状为闭合体，应将该参数设置为1；否则，物体就为壳体，而且应该将该参数设置为0。	NA	NA

2.3.2.2.78. 表格化多面体径向(Tabulated Faceted Radial)



表格化物体根据在文件中定义的坐标建模。文件必须保存在<objects>\Tabulated Objects文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"），扩展名为TOB。坐标表示多面体的起点和终点。旋转图形通过在某些角度范围内复制指定数量的多面体而生成。旋转轴为局部Z轴。

TOB文件格式为两个数据列，用一个或多个空格，或者一个或多个制表符分隔。示例TOB文件如下：

```
1.5 3.5
2.2 4.5
3.0 5.5
3.0 6.0
0.0 6.0
```

每对数据的第一个数字为局部Y坐标。此值必须为零或正数。每对数据的第二个数字为局部Z坐标。第一对数据后面的每对值代表"区域"。如果有6对数，则物体有5个区域。每个物体最多有246个区域。如果需要更多区域，可以使用多个物体。 最后一行语法必须为"0.0*n*"，其中*n*为最后列出的z坐标。 在上例中，最后一行为"0.0 6.0"这一行数据。

OpticStudio将为每个区域生成一个近似于平滑表面的多面体。多面体可以涵盖由起始角和终止角定义的完整周期的任何一小部分。要生成完整的旋转图形，应将起始角设置为0.0度，将终止角设置为360.0度。两个角均必须为零或正数，且小于或等于360.0度。

可以单独为每个区域指定在此角度范围内生成的多面体数量；因此，在第一个区域可能有40个多面体，在第二个区域可能有80个多面体，在第三个区域可能有50个多面体等。如果多面体数量随区域不同而变化，则可能会在零件中形成小的间隙，且这些间隙将会产生几何误差。如果间隙很小，则可以忽略触发这些误差的光线；有关更多信息，请参阅"光线追迹控件(The Ray Trace Control)"。

用于定义物体的参数为：

参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。TOB文件中的所有顶点乘以此参数。	所有面	0

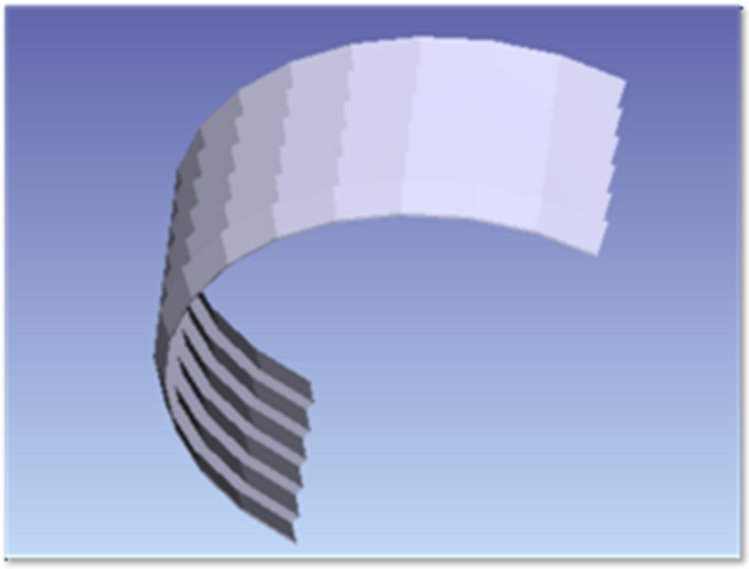
2	用于表示TOB文件是定义实体还是定义表面的标记。如果"是实体？"参数为零，则OpticStudio假设TOB文件定义开放的表面。光线必须从此类表面反射或吸收；不允许折射。如果"是实体？"参数设置为非零的任何值，则OpticStudio假设TOB文件定义闭合实体。该实体可以反射、折射或吸收。	所有面	0
3	起始角。TOB定义的坐标开始旋转的角度，以度为单位。	所有面	0
4	终止角。TOB定义的坐标结束旋转的角度，以度为单位。	所有面	0
5	区域1多面体。第一个区域的起始角和终止角之间的多面体数量。	所有面	0
6	区域2多面体。第二个区域的起始角和终止角之间的多面体数量。	所有面	0
4+n	区域n多面体。 第n个区域的起始角和终止角之间的多面体数量。	所有面	0

如果对"是实体？"标记一栏进行了设置，则TOB文件必须定义将在旋转后为闭合体的物体，这需要将物体完整旋转360.0度。通过TOB文件定义的完全闭合体可以用来近似模拟菲涅尔透镜的多面体。

面编号：所有面为面0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.79. 表格化多面体Toroid(Tabulated Faceted Toroid)



表格化物体根据在文件中定义的坐标建模。文件必须存放在<objects>\Tabulated Objects文件夹中（参阅"文件夹"），扩展名为TOB。坐标表示切面的起点和终点。旋转图形通过在某些角度范围内复制指定数量的切面而生成。旋转轴与局部Y轴平行且有一定的偏移量，偏移量为R。如果将半径（R）设置为零，则将生成圆柱对称的表面，而不是Torus面。

TOB文件格式为两个数据列，用一个或多个空格，或者一个或多个制表符分隔。采样TOB文件就像这样：

```
1.5 3.5
2.2 4.5
3.0 5.5
3.0 6.0
```

每对数据的第一个数字为局部Y坐标。此值可以为负数、零或正数。每对数据的第二个数字为局部Z坐标。第一对数据后面的每对值代表"区域"。如果有6对数，则物体有5个区域。每个物体最多有246个区域。如果需要多个区域，可以使用多个物体。

OpticStudio将为每个区域生成一个近似于平滑表面的面元。切面可以涵盖由起始角和终止角定义的完整周期的任何一小段。要生成完整的旋转图形，应将起始角设置为-180.0度，将终止角设置为180.0度。两个角的绝对值均必须小于或等于180.0度。

可以单独为每个区域指定在此角度范围内生成的切面数；因此，在第一个区域可能有40个切面，在第二个区域可能有80个切面，在第三个区域可能有50个切面等。

用于定义物体的参数为：

参数#	描述	面名称	面#
1	比例因子。TOB文件中的所有顶点乘以此参数。	所有面	0

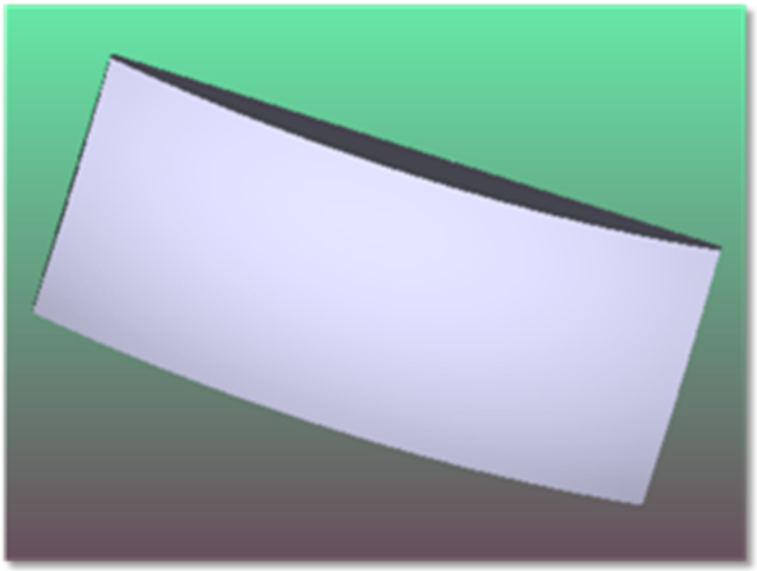
2	旋转半径。如果为正，则旋转轴为正局部Z方向，在YZ平面中与局部Y轴平行。如果为负，则旋转轴为负局部Z方向，在YZ平面中与局部Y轴平行。如果为零，则生成圆柱体。在半径为零的特殊情况下，将忽略切面个数这一参数（因为使用单个切面可以对平面进行完美建模），并将起始角和终止角定义为镜头单位下的起始和终止x坐标。	所有面	0
3	起始角。开始旋转TOB定义的坐标的角度（以度为单位），除非旋转半径为零；在这种情况下，起始角定义镜头单位下的起始x坐标。	所有面	0
4	终止角。终止旋转TOB定义的坐标的角度（以度为单位），除非旋转半径为零；在这种情况下，终止角定义镜头单位下的终止x坐标。	所有面	0
5	区域1切面。第一个区域的起始角和终止角之间的切面个数。	所有面	0
4+n	区域n切面。第n个区域的起始角和终止角之间的切面个数。面编号：所有面为面0。	所有面	0

2.3.2.2.80. 表格化菲涅尔径向(Tabulated Fresnel Radial)

此物体与表格化多面径向物体几乎相同。主要区别在于径向对称表面是平滑面，而不是鳞甲 面。此外，点最大数目扩大至50,000。

有关此类型的物体和多面体文件格式的描述，请参阅"表格化多面体径向(Tabulated Faceted Radial)"。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.81. Toroidal全息（非序列模式几何物体）(Toroidal Hologram (non-sequential geometry objects))



Toroidal全息由矩形、圆形或椭圆形透镜构成，透镜前后表面可能具有Toroidal非球面属性、在前表面是光学制造全息。Toroidal面通过YZ平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离Y轴为R的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14} + \alpha_8 y^{16}$$

其中c为YZ平面上曲率半径的倒数。

前面的全息图以类似于全息图1(Hologram 1)和全息图2(Hologram 2)序列模式中表面模型的方式定义。

通过将VolumeHologram?参数设置为1，该物体也可用作体全息图。这并不会影响光线的偏离，但它可以用于计算效率。同样，物体的全息图厚度(Hologram Thickness)参数不会影响物体的几何形状，只会影响效率。有关非序列模式体全息图物体的完整描述，请参阅全息透镜(Hologram Lens)。

Toroidal全息由以下参数进行定义（参数34-41仅在参数33=1时可用）：

参数#	描述	面名称	面#
1	y方向的透镜径向高度。	NA	NA
2	X半宽：如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	NA	NA
3	沿局部Z轴的透镜厚度。	侧面	0

4-5	未使用。	NA	NA
6、7、8	前表面的旋转半径、曲率半径和圆锥常数。	前表面	1
9-14	前表面的y光焦度系数。	前表面	1
15、16、17	后表面的旋转半径、曲率半径和圆锥常数。	后表面	2
18-23	后表面的y光焦度系数。	后表面	2
24	全息图类型：用1表示全息图类型1（两个光源都聚焦/发散）或用2表示全息图类型2（一个光源聚焦，另一个光源发散）。有关更多信息，请参阅全息面1和全息面2。	前表面	1
25	衍射级次：可以在物体属性 衍射选项卡(Diffraction tab)中指定多个级次，请参阅 从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC Objects)。	前表面	1
26	构造波长：用于制造全息的波长（以微米为单位）。	前表面	1
27-32	相对于全息前面顶点的结构点的X、Y和Z坐标，以镜头单位表示。	前表面	1
33	体全息图？(Volume Hologram?)：（用0表示False，用1表示True）	前表面	1
34	全息图厚度：仅用于效率计算而非光线追迹。	前表面	1
35	构造光束1在全息图外看到的折射率，n1。	前表面	1
36	构造光束2在全息图外看到的折射率，n2。	前表面	1
37	全息乳剂的平均折射率，n。	前表面	1
38	折射率调制，dn。	前表面	1
39	收缩率：用0表示无收缩，否则为厚度比例，例如0.98是2%的收缩率	前表面	1

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

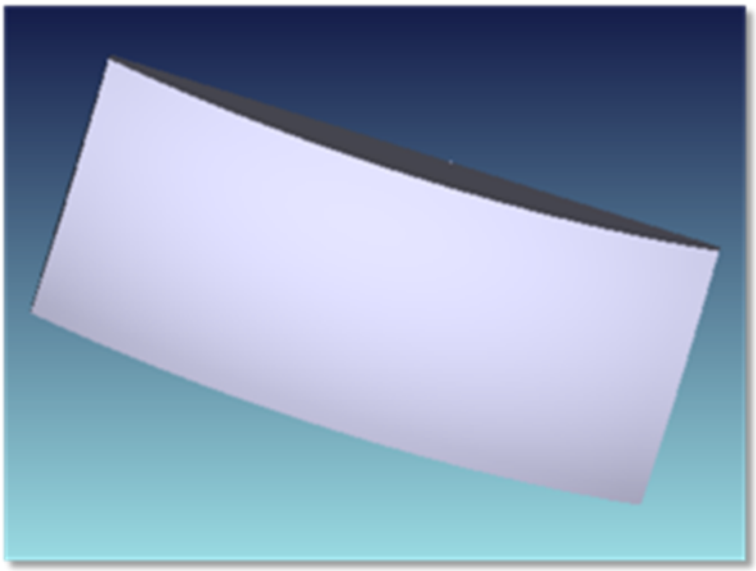
40	折射率偏移(Index Shift)：显影后平均折射率的变化。	前表面	1
41	考虑菲涅尔面(Consider Fresnel?)：（用0表示False，用1表示True）	前表面	1

要使任意4半径无限大；可以将值设置为零。注意，如果将旋转半径设置为零，结果为柱面透镜。如果级次为零或光线在全息边界内部全反射，则不计算任何全息衍射。

有关衍射物体的重要信息，请参阅从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC objects)。

参考坐标是前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.82. Toroidal透镜



Toroidal全息由矩形、圆形或椭圆形透镜构成，透镜前后表面可能具有Toroidal非球面属性、在前表面是光学制造全息。Toroidal面通过YZ平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离Y轴为R的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

其中c为YZ平面上曲率半径的倒数。

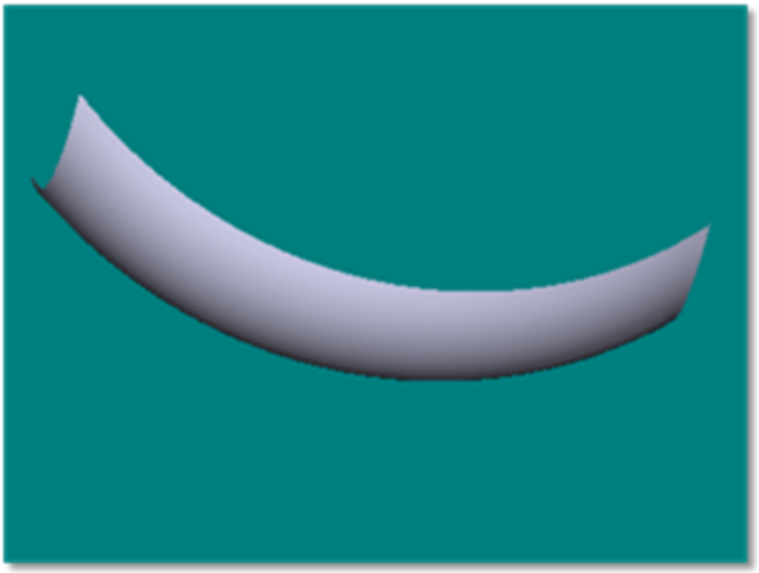
Toroidal面由23个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	y方向的透镜径向高度。	NA	NA

2	X半宽。 如果此参数为零，则透镜的外边界是圆形，并且径向尺寸等于径向高度。 如果此参数为正，则透镜的外边界是矩形。 如果此参数为负，则透镜的外边界是椭圆形。	NA	NA
3	厚度	侧面	0
4-5	未使用。	NA	NA
6、7、8	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	前表面	1
9-14	表面的y光焦度系数。	前表面	1
15、16、17	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	后表面	2
18-25	表面的y光焦度系数。	后表面	2

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。参考坐标在前表面的中心。面编号：面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

2.3.2.2.83. Toroidal面



Toroidal面由矩形表面组成，表面可能具有Toroidal非球面形状。Toroidal面通过YZ平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离Y轴为R的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。YZ平面的曲线定义如下：

$$z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12} + \alpha_7 y^{14}$$

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

其中c为YZ平面上曲率半径的倒数。

Toroidal面由14个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽度，以镜头单位表示。	所有面	0
2	以镜头单位表示的Y半宽。	所有面	0
3 - 4	未使用。	所有面	0
5、 6、 7	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	所有面	0
8 - 14	表面的y光焦度系数。	所有面	0

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。

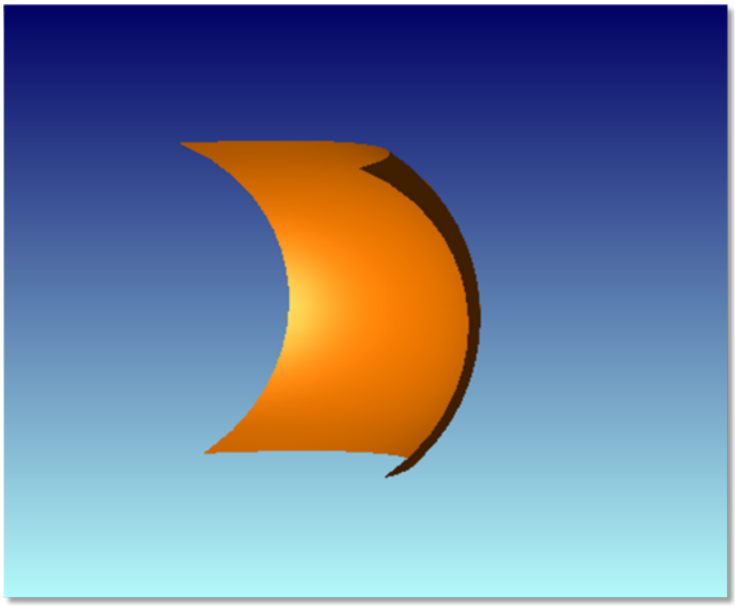
参考坐标在前表面的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.84. Toroidal面奇次非球面(Toroidal Surface Odd Asphere)

Toroidal面奇次非球面由矩形表面构成，表面可能具有Toroidal非球面形状。Toroidal面奇次非球面与Toroidal面类似，但仅包括最多y^8的奇次非球面项。Toroidal面通过YZ平面的曲线进行定义，通过将该曲线围绕平行且距离Y轴为R的旋转轴旋转形成。旋转半径可自己定义。此表面的YZ平面中的曲线定义如下：

$$Z = \frac{cy^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y + \alpha_2 y^2 + \alpha_3 y^3 + \alpha_4 y^4 + \alpha_5 y^5 + \alpha_6 y^6 + \alpha_7 y^7 + \alpha_8 y^8$$

其中c为YZ平面上曲率半径的倒数。



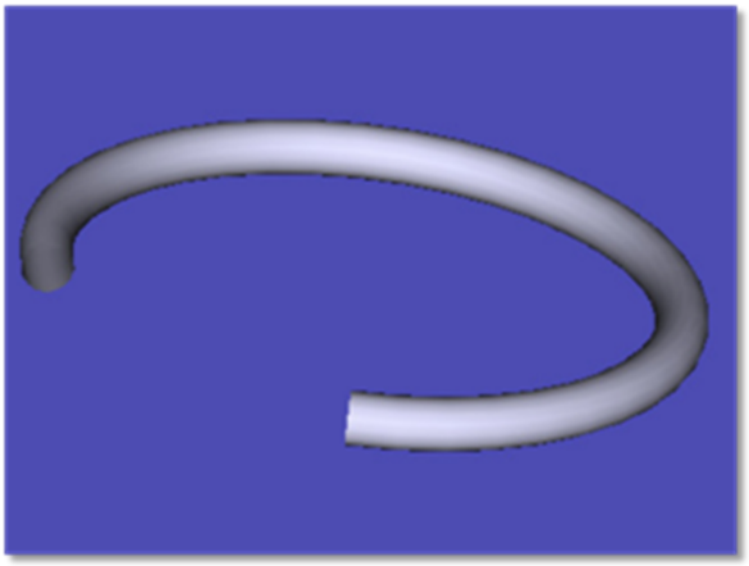
表面由13个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽，以镜头单位表示。	所有面	0
2	以镜头单位表示的Y半宽。	所有面	0
3 - 4	未使用。	所有面	0
5、 6、 7	表面的旋转半径、曲率半径和圆锥系数。	所有面	0
8 - 15	表面的y光焦度系数。	所有面	0

要使旋转半径或曲率半径无限大，可以将值设置为零。如果将旋转半径设置为零，请注意建模结果为柱面。

参考坐标在前表面的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.85. Torus面(Torus Surface)



Torus面是围绕移位轴旋转的圆环。围绕移位轴的旋转可能超过整个360度；或360度以内的其它角度。此物体可以用来对光纤或弯曲光管进行建模。另请参阅用来对折射实体Torus形状进行建模的Torus体(Torus Volume)的详述。

Torus面由4个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	围绕旋转轴Y的旋转半径，R。	所有面	0
2	圆的半径，r。	所有面	0
3	Torus面的起始角， θ1。	所有面	0
4	Torus面的终止角， θ2。	所有面	0

圆位于YZ平面，且圆的中心为x = 0、y = 0和z = R。圆的此位置与旋转角 θ = 0相对应。围绕Y轴的旋转角度必须满足以下条件：

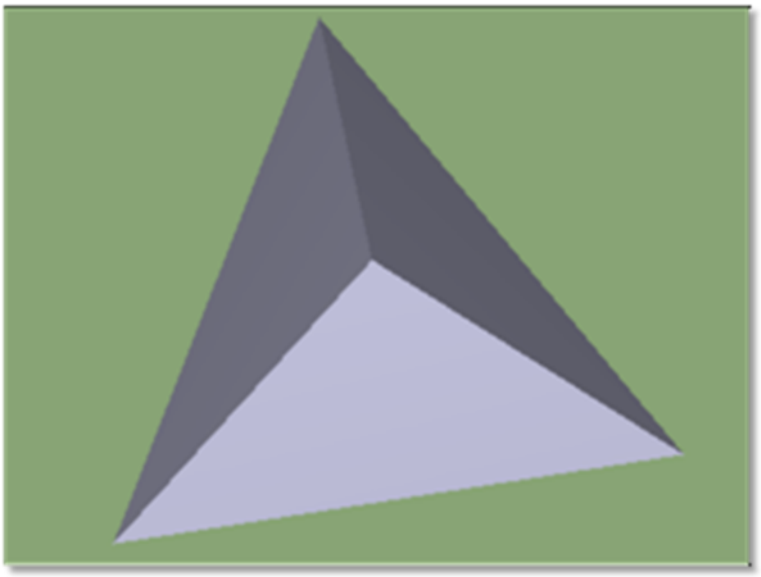
$0 \leqslant \theta_1 \leqslant \theta_2 \leqslant 360$

此外，还限制R > r；否则，将不会生成闭合体或平滑表面。参考坐标为旋转轴的中心。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.86. Torus体(Torus Volume)

此物体除Torus面的端部闭合以形成实体以外，基本上与Torus面相同。因此允许对物体折射材料进行定义。如需了解详细信息，请参阅Torus面(Torus Surface)的描述。面编号：起始角所在的端面为面1，终止角所在的端面为面2，所有其它面的编号都是面0。

2.3.2.2.87. 三角锥(Triangular Corner)



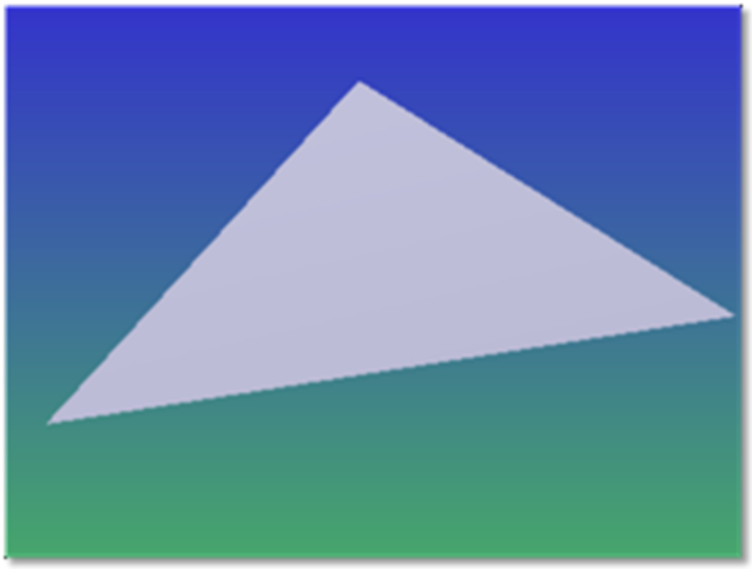
三角锥由1个参数定义：

参数#	描述	面名称	面#
1	三角面短边的全宽。	所有面	0

三角锥由在90度相遇的3个三角面定义。在正XY、XZ和YZ平面中对齐三角面。每个表面都是一个45-45-90三角面，其中两个短边由参数1的长度指定。

参考点为3个三角面接触的点。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.88. 三角面(Triangle)



三角面由XY平面中的3个点定义，总共使用6个参数：

参数#	描述	面名称	面#
1	顶点1的X坐标。	所有面	0
2	顶点1的Y坐标。	所有面	0
3	顶点2的X坐标。	所有面	0
4	顶点2的Y坐标。	所有面	0
5	顶点3的X坐标。	所有面	0
6	顶点3的Y坐标。	所有面	0

参考点(0, 0, 0)为坐标原点，并不是三角面的一部分；取决于为顶点给出的值。面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.89. 用户自定义物体

可以通过多种方法创建用户自定义物体。对于由简单多边形构成的物体（如由多个平面构成的棱镜或其它形状），请参阅"多边形物体(Polygon Object)"。用户自定义物体也可以在外部CAD程序中定义，然后将其导入OpticStudio，请参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT"和"CAD零件：STL"。此外，还有适用于渐变折射率介质（"定义渐变折射率介质用于非序列模式光线追迹"）、表面散射属性（"散射"）、体散射属性（"体散射"）和衍射（"定义DLL用在衍射表面分裂光线"）的其它用户自定义方法。

本部分中所述的用户自定义物体的创建方法涉及到用户提供的外部程序的使用，称为动态链接库或DLL。使用DLL（而不是上面列出的方法）定义物体的优点如下：

☒使用DLL定义物体通常比从CAD程序导入物体的光线追迹速度快，而且数值精度更高。
☒与只具有平面的多边形物体不同，可以在一个物体中组合任意数量的复杂的弯曲面型。
☒物体可以具有反射和折射曲面的混合，并且面名称由用户自定义。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

☒DLL描述为固有参数，这意味着物体是在修改任何定义属性时重新动态生成。这允许进行交互设计、修改以及优化。
☒支持包括对复振幅反射和透射系数的详细控制，用户可以自定义膜层数据。膜层数据可以随光线位置、余弦或物体坐标不同。

在DLL中包含了物体的完整定义。DLL可计算下列数据：

☒计算有关物体的基本数据，如判断是实体还是空壳，以及所有使用参数的名称。
☒确定组成物体形状的三角面列表。这些三角面用于渲染物体并且为光线追迹提供"第一 次猜测结果"。
☒准确计算光线与表面交点。实际上，OpticStudio已经包含此代码的大部分算法；DLL只需找到准确的光线与表面交点并给出非常接近的结果。OpticStudio可以处理非序列模式光线追迹、嵌套、折射、反射、衍射、光程和散射等的逻辑计算。
☒物体使用由用户自定义的膜层数据（如果需要）。DLL或OpticStudio可以计算膜层数据。
☒在第一次创建物体时用于各种自由参数的起始"安全"数据。

DLL必须包含两个函数：

☒UserObjectDefinition
☒UserParamNames

调用UserObjectDefinition函数以创建组成物体形状的三角面列表。OpticStudio对三角面执行非序列模式光线追迹以确定近似交点位置（如果需要）。在找到近似交点后，再次调用UserObjectDefinition函数以确定确切的交点。这项功能是通过所有采样物体DLL光源文件中提供的迭代过程来实现的。单个物体可以包含多个复杂的曲面，且每个曲面都拥有自己的函数定义和迭代过程。

了解使用物体DLL的最好方法是学习现有的DLL，并根据需要进行修改。OpticStudio提供的示例DLL包括有关数据格式和DLL函数的大量文档和注解；请参阅其中的示例物体代码文件作为 练习。

所有物体**DLL**都必须存放在**<program>\DLL\Objects**文件夹中。

面编号：所有面都具有用户自定义面编号。

如果您需要用户自定义物体DLL，但不希望自己编写DLL，请联系OpticStudio技术支持获取可满足自定义需求的DLL开发报价。

示例物体**DLL**

OpticStudio提供了以下示例物体DLL和源代码。

示例物体**DLL**

CoatingSample 矩形表面，在x和y方向具有用户自定义尺寸。此示例DLL显示了如何实现用户自定义膜层数据。在半径为"a"的圆的外部，此矩形的透过率为1.0，且用户自定义值在圆内。

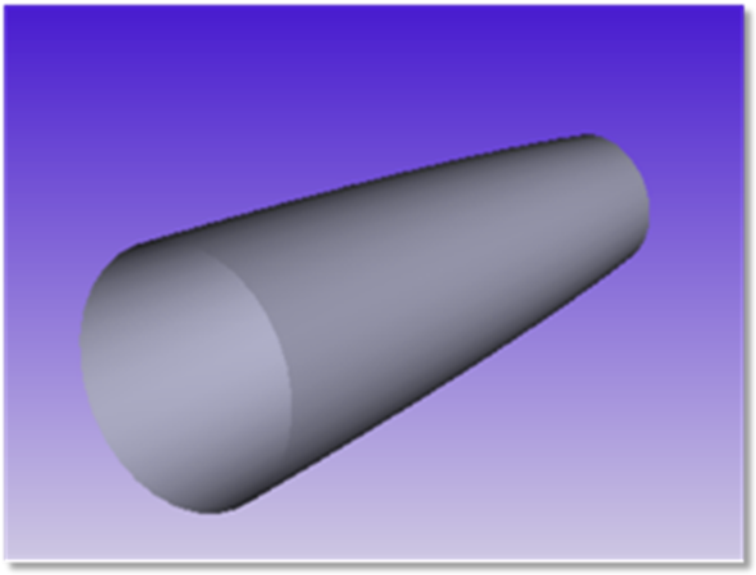
EllipticalVolume 椭圆形实体，在x、y和z方向具有用户自定义尺寸。此DLL演示了如何创建组成近似物体形状的三角面列表，对物体表面命名，以及任意表面描述函数和精确的光线-表面迭代。

HalfCylinder半圆柱体，具有用户自定义半径和长度。此DLL演示了如何创建组成近似物体形状的三角面列表，对物体表面命名，以及任意表面描述函数和精确的光线-表面迭代。

DiffractionGrating在正面有简单线性光栅的矩形体，在x、y方向和长度上具有用户自定义尺寸。此DLL演示了如何定义衍射物体。任何追踪到正面的光线将调用物体属性>衍射下定义的相关衍射DLL（例如"diff_samp_1.DLL"）。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.2.90. Wolter面



Wolter面是由以下参数定义的径向对称壳物体：

参数#	描述	面名称	面#
1	沿Z轴的长度。	所有面	0
2	Z = 0的径向孔径，R0。	所有面	0
3	以度表示的角度。	所有面	0
4-7	Z^2、Z^3、Z^4和Z^5的多项式系数。	所有面	0

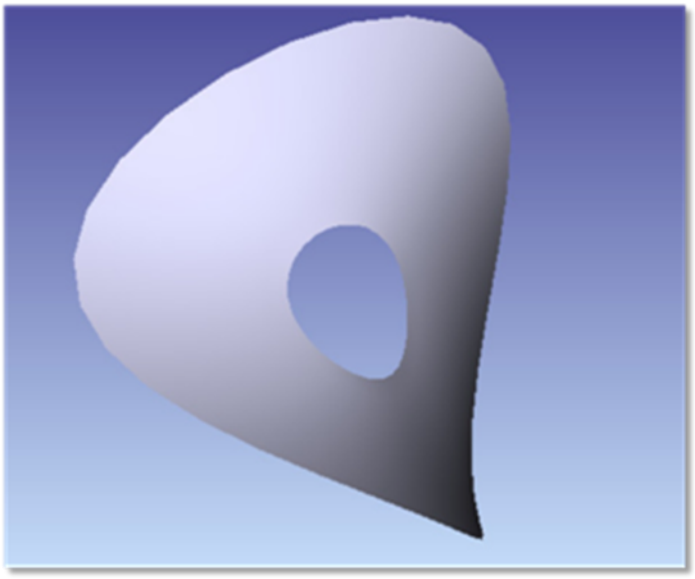
物体在Z = 0开始，并在指定长度结束。

Wolter面通常用于X射线望远镜光学器件。此表面为空壳，且可以嵌套在其它壳内。壳具有一个半径，即由以下表达式给出的z坐标的函数：

$$R^2(z) = R_0^2[1 + 2z\tan\theta + a_2z^2 + a_3z^3 + a_4z^4 + a_5z^5]$$

面编号：所有面为面0。

2.3.2.2.91. Zernike面



Zernike面由以下矢高方程式定义：

$$z = \frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{8}\alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^{N} A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

其中，c为表面的曲率，k为圆锥系数， α 项为非球面系数，N为级数中Zernike系数的数目，A_i为第*i*个Zernike Standard多项式的系数，r为以镜头单位表示的径向坐标， ρ 为（可选偏心）归一化径向坐标，⊠为（可选偏心）角坐标。Zernike Standard多项式在"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"中提供的表格中定义。此表面支持最小和最大径向孔径；因此可以定义环形面。

以下参数用于定义Zernike面：

参数#	描述	面名称	面#
1	曲率半径。如果此值为零，则假设曲率为零。	所有面	0
2	圆锥系数k。	所有面	0
3	最大径向孔径，以镜头单位表示。此外，此孔径还可用于对Zernike多项展开式中使用的径向坐标归一化，除非最小径向孔径为负，请参阅下文。	所有面	0

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

4	最小径向孔径，以镜头单位表示。此值可以为零。如果此值为负，则将最小径向孔径设置为零，并将参数的绝对值用作归一化半径。此功能允许归一化半径与最大径向孔径不同。	所有面	0
5-6	Zernike项相对于非球面基面的偏心，以镜头单位表示。	所有面	0
7-14	偶次径向非球面系数 α 。	所有面	0
15	Zernike多项式1-231上的相应系数，使用镜头单位。系数项在"Zernike Standard系数"文件中提供。	所有面	0
16-246	Zernike系数。	所有面	0

面编号：所有面为面0。该物体支持用户自定义孔径，请参阅"用户自定义孔径(User defined apertures)"。

2.3.2.3. 非序列模式光源(Non-sequential Sources)

光源包括点、椭圆、矩形、实体、数据文件和用户自定义类型。可以将任何光源放置在任何物体内部，或者不放置在任何物体内，但不能同时放置在物体内部或外部（光源不能跨越物体边界）。

2.3.2.3.1. 非序列模式光源总结(Summary of NSC Sources)

衍射光源	具有定义的UDA的远场衍射图样的光源。
二极管光源	具有独立X/Y分布的二极管阵列。
光源**DLL**	由用户提供的外部程序定义的光源。
椭圆光源	可以从虚拟光源点发射光线的椭圆形表面。
EULUMDAT光源文件	由EULUMDAT格式文件中的灯数据定义的光源。
灯丝光源	螺旋灯丝形状的光源。
光源文件	已在文件中列出其光线的用户自定义光源。
高斯光源	具有高斯分布的光源。
IESNA光源文件	由IESNA格式文件中的灯数据定义的光源。
导入光源	由导入物体的形状定义的光源。
物体光源	由其它物体的形状定义的光源。

点光源	辐射成圆锥形的点光源。圆锥可以是零宽度，或者扩展到完整球面（如果需要）。
径向光源	基于任意强度 vs 角度数据的样条拟合的径向对称光源。
光线光源	与方向余弦相一致的点光源。
矩形光源	可以从虚拟光源点发射光线的矩形表面。
管光源	圆柱管形状的光源。
双角光源	光线由矩形或椭圆形表面发射到在X和Y方向具有不同角度的圆锥体区域。
圆柱体光源	形状为具有椭圆形截面的圆柱体的体光源。
椭球体光源	椭圆体形状的光源。
矩形体光源	形状为矩形的体光源。

2.3.2.3.2. 适用于所有光源物体的参数(Parameters Common to All Source Objects)

所有光源类型物体的参数1至5都具有相同的定义。这些参数为：

参数#	定义
1	输出光线条数(# Layout Rays)：确定当创建布局图时，有多少随机光线从光源发出。
2	分析光线条数(# Analysis Rays)：确定当执行分析时，有多少随机光线从光源发出。
3	光焦度（单位）(Power (units))：光焦度是光源在所定义的范围内的总光焦度。光焦度单位由系统光源单位确定。有关详细信息，请参阅"光源单位(Source Units)"。
4	波数(Wavenumber)：波数用在对随机光线的追迹中。0表示多波长，此时系统根据波长数据编辑器中定义的权重来随机选取光线波长。
5	颜色数(Color#)：绘制来自此光源的光线时要使用的线条颜色。如果为零，则将选择默认颜色。其它参数都具有光源类型特定的含义，如在以下部分中所述。

2.3.2.3.3. 将光源放置在物体内部(Placing Sources Inside Objects)

在默认情况下，OpticStudio假设将一个光源放在非序列模式组的全局介质中。然而，既可将光源完全放在任何实体内部，也可将其完全放在任何数量的嵌套实体内部。在非序列模式元件编辑器中，光源物体必须放在光源之前。将光源正确放在实体物体内部需要两个步骤：

1)必须正确设置光源位置和大小，以便所有光线都从物体内部发出。这就意味着光源不能延伸至其所放置的物体之外。

2)必须使用光源"内部(Inside Of)"数据栏定义放置光源的物体。定义放置光源的物体有两种方法：通过绝对参考或相对参考。

如果在"内部"数据栏中指定了大于零的正数，则光源位于指定物体的内部。这就是"绝对"参考。如果"内部"物体数为负，则光源位于该物体的内部，该物体的数量可通过将当前物体数加上"内部"物体的负数得出。这是"相对"参考。

例如，如果"内部"值在光源物体8上为负，则必须将光源放在物体5内部，因为8 - 3 = 5。在复制粘贴多个光源和物体组时，相对参考非常有用；如果该组中的所有光源和物体都将相对参考用于该组中的第一个物体，这就是最简单的。

如果将光源放在一个位于第二个物体内部的物体中，则第一个物体必须在其"内部"数据栏中定义第二个物体数。如果有多个层面的嵌套物体，则每个物体必须在"内部"数据栏上定义已将其放在其内部的物体。所有这些嵌套定义可以是绝对的、相对的，也可以是二者混合的。

在NSCE中，必须在其中放置光源的所有物体之后列出光源。

2.3.2.3.4. 添加新光源类型(Adding New Source Types)

如果未列出所需的光源，请联系技术支持人员，建议将新的类型添加到OpticStudio。一些简单的光源（如朗伯面）可以通过任一种光源类型辐射到朗伯散射表面进行模拟。许多其他物体也可用作探测器，如可以将任何多边形物体用作探测器。有关更多详细信息，请查阅用于用户自定义光源的光源DLL和光源文件。

2.3.2.3.5. 衍射光源(Source Diffractive)

衍射光源使用夫琅禾费衍射理论计算孔径中的波前，然后使用此波前为其生成的光线提供一组方向余弦。光线起始坐标的空间分布在孔径中随机分配。为所有光线分配相同的强度值。将这些值的总和归一化为光源总能量（由参数3定义）。孔径由在"物体属性"窗口的"类型"选项卡中选择的UDA文件定义；孔径的缩放也可以在此处定义。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	采样：定义采样的整数值。输入1表示32x32网格点采样，最大输入为9表示8192x8912网格点采样。

夫琅禾费衍射（**Fraunhofer Diffraction**）

有关夫琅禾费衍射理论的简短描述，请参阅"夫琅禾费衍射"。有关此光源的更多详细讨论，请参阅知识库文章"衍射光源物体(The Source Diffractive object)"。有关采样问题的重要信息，请参阅"关于FFT方法和采样问题的详述"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此光源类型。

物体是探测器时像元大小的注释

对于大多数物体，可以点击"物体属性 > 绘图 > 绘制分辨率"来编辑像元大小。对于STEP/IGES/SAT CAD文件，像元大小由"物体属性 > CAD"中的弦公差参数控制（有关更多信息，请参阅"弦公差"）。对于STL文件，像元由文件中定义的三角定义决定，无法更改。

2.3.2.3.6. 二极管光源(Source Diode)

二极管光源模型可以用来定义一个二极管、二极管的一维阵列和二极管的二维阵列。

参数为：

	α_x	G_x	α_y	G_x
Object Type	X-Divergence	X-SuperGauss	Y-Divergence	Y-SuperGauss
Source Diode	0.0000000000	1.0000000000E-02	0.0000000000	1.0000000000E-02

W_x	s_x	H_x	W_y	s_y	H_y
X-Width	X-Sigma	X-Width Hx	Y-Width	Y-Sigma	Y-Width Hy
0.0000000000	0.0000000000	1.0000000000E-02	0.0000000000	0.0000000000	1.0000000000E-02

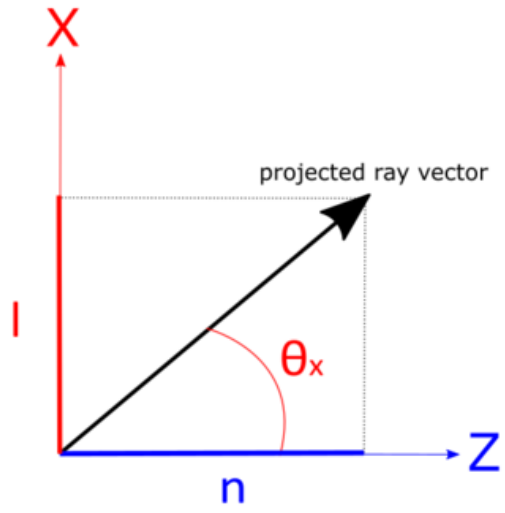
角度分布：

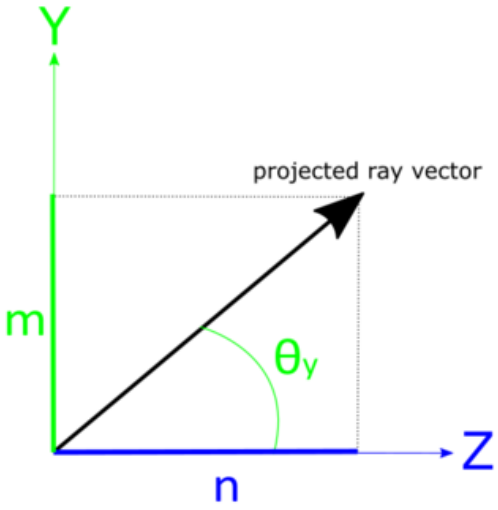
每个二级管都具有由以下公式给出的强度分布：

$$I(\theta_x, \theta_y) = I_o e^{-2\left(\left(\frac{\theta_x}{\alpha_x}\right)^{2G_x} + \left(\frac{\theta_y}{\alpha_y}\right)^{2G_y}\right)}$$

其中

☒θ x在XZ平面测量，作为投射光线矢量相对于z轴的角度。θ x为角度（以度为单位）。
☒θ y分别在YZ平面测量，作为投射光线矢量相对于z轴的角度。θ y为角度（以度为单位）。





☒l、m和n为光线矢量的方向余弦。
☒其中，α x和α y为用户自定义XZ和YZ发散角（以度表示），

☒Gx为X方向的"超高斯"因子，下标值Y相应的定义与此类似类似。注意，如果Gx为1.0，则生成典型的高斯分布。Gx和Gy均必须同时大于或等于0.01且小于或等于50.0。Gx（X超高斯因子）可使用超椭圆函数来更改光源二极管的角度分布。

如何从 θ_{fwhm}定义 α_x？

大多数激光二极管制造商指定远场发散角作为半能量分布全宽处的角度 θ_{fwhm}。

对于真实的高斯分布($G_x = 1$)，应将方程式的左边设置为$1/2\ I_0$，将 θ_y设置为零，用½ θ_{fwhm}代替 θ_x，然后对由以下公式给出的 α_x进行求解：

$$\alpha_x = \frac{\theta_{fwhm}}{\sqrt{2\ln(2)}}$$

或者

$$\alpha_x = (0.8493218)\theta_{fwhm}$$

例如，具有 θ_{fwhm}的二极管在x方向为10度， α_x的值将为8.493218度。类似转换也适用于y方向。

注意，从这个模型中所使用的理论分布可以得出的角度范围是无限的。由于大于90度的极角是没有意义的，因此OpticStudio将重新对值采样，直到找到一个物理上可信的角度。当高斯参数指定角度宽度变大时，这可能导致与方位对称分布间明显的差异。

空间分布

☒点/线/矩形区域

如果像散项为零，则光线从一个点，或从一条线或者从一个矩形区域发出。

光线光源点的空间分布由以下公式给出：

$$I(x,y) = \begin{cases} I_0 e^{-2\left(\left(\frac{x}{s_x}\right)^{2H_x} + \left(\frac{y}{s_y}\right)^{2H_y}\right)} & |x| < W_x \text{ and } |y| < W_y \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

其中

☒sx以镜头单位进行测量，

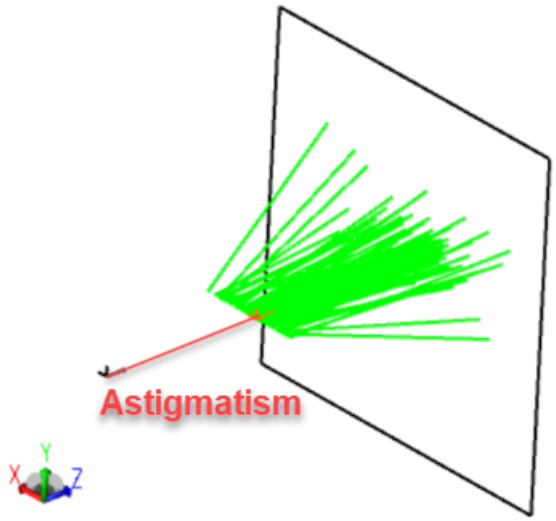
☒Hx为X方向的"超高斯"因子，下标值Y相应的定义与此类似。注意，如果Hx为1.0，则生成典型的高斯分布。Hx和Hy均必须同时大于或等于0.01。

如果像散项不为零，则忽略所有空间分布项。

☒像散

如果定义了像散项，则空间分布项全部被忽略。此值必须为正数，并且表示从XZ分布测量处沿局部Z轴的距离。在Z = 0的局部XY平面，所得到的光线图形为方向沿局部X轴的直线。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



X/Y方向的二极管个数 - X/Y方向的二极管间距，以镜头单位表示。

如果需要多个二极管，则可以定义x方向个数，y方向个数、 δ x和 δ y间距。将会在x和y方向围绕局部坐标原点对称放置二极管。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	像散：XZ分布的偏移距离，以镜头单位表示。
7	以度表示的X发散角(α x)。
8	X超高斯因子(Gx)。
9	以度表示的Y发散角(α y)。
10	Y超高斯因子(Gy)。
11-12	X/Y方向的二极管个数。
13-14	X/Y方向的二极管间距，以镜头单位表示。
15	发射光线的矩形区域的X半宽(Wx)，以镜头单位表示。
16	X方向空间分布的高斯宽度(sx)。
17	X方向空间分布超高斯因子(Hx)。
18	发射光线的矩形区域的Y半宽(Wy)，以镜头单位表示。
19	Y方向空间分布的高斯宽度(sy)。
20	Y方向空间分布超高斯因子(Hy)。

使用**LightningTrace**

光源的角分布使用光源的X和Y发散角（参数7和9）以及X和Y超高斯因子（参数8和20）进行计算。忽略光源的大小和空间分布。因此，下列输入参数对LightningTrace结果不会产生任何影响：像散（参数6）；光源的X和Y半宽（参数15和18）；空间分布的X和Y高斯宽度（参数16和19）；X和Y空间分布超高斯因子（参数17和20）。

此外，LightningTrace不会考虑此光源的阵列参数（11-14）；无论阵列参数值怎样，光源默认为单个二极管（除非在"光源"选项卡下另有定义）。如果必须对二极管阵列进行建模，则应通过"物体属性"对话框的光源选项卡下的"阵列类型"选项定义阵列。

2.3.2.3.7. 光源DLL(Source DLL)

尽管OpticStudio提供了许多类型的内置光源，但有时对光源进行建模的最好方法是定义算法来生成具有所需属性的光线。

此外，OpticStudio还支持用户自定义光源作为光线列表；请参阅光源文件详述。

要使用程序定义光源，必须在Windows动态链接库(DLL)中编写和编译生成随机光线的算法。OpticStudio提供了大量DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的DLL。另请参阅"关于DLL的注解"。

光源**DLL**参数

每个DLL参数都可以使用0到30之间的用户自定义数据值，作为光源属性计算的参数。这些数值由DLL定义，且只能由DLL使用。

创建新的光源**DLL**

DLL必须包括两个函数：UserSourceDefinition UserParamNames

当从DLL建模的光源发射光线时，OpticStudio会将光源参数、波长和其它数据传递到UserSourceDefinition函数。然后，使用UserSourceDefinition函数计算下列值：

x、y、z：光线的起始坐标

l、m、n：光线的起始方向余弦

i：光线的初始相对强度（请参阅下面的"关于光源DLL相对强度的注解"）

这些值会返回到OpticStudio，用于启动光线追迹。UserParamNames函数用于定义所有已使用的参数的名称。这些名称显示在非序列模式元件编辑器的光源DLL物体的参数列中。

要查看每个DLL的输入和输出数据，请查阅：光源DLL的Data[]值。

了解使用光源DLL的最好方法是学习现有的DLL，并根据需要进行修改。OpticStudio提供的示例DLL包括各种数据格式的文档和注解；参见任何示例源代码文件，以查看具体例子。

必须将所有光源**DLL**放置在**<data>\DLL\Sources**文件夹中。

关于光源**DLL**相对强度的注解

当OpticStudio追迹由DLL生成的光线时，光线的初始能量由光线总能量给出，总能量按照进行分析的光线数量平均分配，按相对权重进行缩放。为此，必须设置由DLL计算的光线的相对强度，以使所需的所有分析光线的所有相对强度的平均值为1.0。注意，应将分析光线的数量作为参数传递到DLL。需要满足此条件，因为OpticStudio在生成光线和追迹任何光线之前无法归一化所有要追迹的分析光线。

对于DLL，归一化光线的首选方法是将所有光线的相对强度设置为1.0，然后根据光源的所需概率分布选择光线。此方法意味着选择的光线（具有位置和方向余弦）越多，则与其相对应的能量越多。执行此操作的方法很简单，并且涉及在整个空间和方向空间中整合光源，并使用归一化积分和均匀随机数生成器确定光线。示例DLL FIBER1介绍了该方法。

另一种方法是使用非统一光线权重。该方法首先需要DLL计算所需的全部光线，然后在内部归一化光线以生成平均权重1.0。该方法在概念上比较简单，但通常效率不高。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此光源类型。

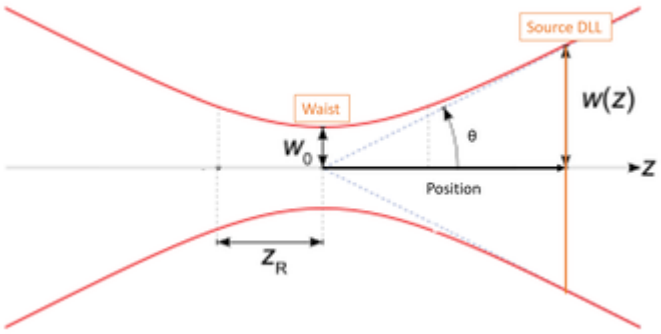
示例光源**DLL**

OpticStudio提供了以下示例光源DLL和源代码。

此DLL和源代码（如果提供）都在<Zemax\DLL\Sources>文件夹中。

CONE.DLL	
描述	用户自定义参数
此DLL类似于Lambertian_Overfill DLL，但存在两个主要区别：1）光源分布和角分布的所有区域都把均匀角度分布和余弦（朗伯）角度分布适当地考虑在内；2）用户可根据内外锥角和起始与终止时钟角，指定关注区域。指定关注区域时，DLL将缩放发射到关注区域的光线强度，同时保留空间分布和角度分布，犹如发射了光线的完整2 π 半球。这允许用户有效地将光线的均匀分布或朗伯分布追迹到远离光源法向轴的小区域。有两种分布可供选择（由分布列控制）： ☒朗伯分布(data = 0) ☒均匀半球分布(data = 1) 锥角参数应在0°到90°之间，时钟角参数应在0°到360°之间；外锥角90°和时钟终止角360°代表2 π 半球。时钟角从+x轴开始，逆时针旋转，背向观测者，朝向光源。	☒光源宽度、高度：定义发射光线的椭圆或矩形区域。 ☒矩形光源？ ° 0表示椭圆 ° ≠0表示矩形 ☒分布： ° 0表示朗伯 ° 1表示均匀 ☒内外锥角：0 - 90度 ☒时钟起始角和终止角：0 - 360度 ☒比例因子
FIBER1.DLL	
描述	用户自定义参数
一种平面光纤模型。 光线从半径为R的平面发出。强度分布由以下公式给出： $I(r) = A + Br^2 + C r^4$， 其中， $0.0 <= r <= R$. 确定光线起始位置后，光线从表面发射到圆锥体，圆锥体的数值孔径取决于径向坐标： $NA(r) = D + Er^2 + Fr^4$ 在由数值孔径定义的角锥体内部，光线分布是均匀的。	☒R：光纤半径 ☒A，B，C：定义强度分布的系数 ☒D，E，F：定义数值孔径(NA)的系数
GaussianSource.dll	
描述	用户自定义参数

此DLL模拟高斯光束。它用光束束腰、光束位置和M^2因子定义光线的空间分布和角度分布。真实束腰定义为 $w_0^{Real} = \sqrt{M^2}\, w_0$ 发散度等于 $\theta_0^{Real} = \sqrt{M^2}\frac{\lambda}{\pi w_0}$ 光源强度的空间分布由以下公式给出： $I(r) = I_0 exp\left(-\frac{2r^2}{\left(w_0^{Real}\right)^2}\right)$ 光源强度的角度分布由以下公式给出： $I(\theta) = I_0 exp\left(-\frac{2\theta^2}{\left(\theta_0^{Real}\right)^2}\right)$ 该DLL没有考虑光源介质的折射率。此DLL的最新版本可在社区中找到：DLL（光源）：非序列模式像散高斯（您必须登录与受支持的许可证关联的账户，才能查看此页面）。	☒束腰（半径）：基本束腰半径 ☒位置：$Z_{SourceDLL}$ - 光源DLL局部坐标中的Z_{waist}。 ☒如果$Z_{SourceDLL} < Z_{waist}$，则位置<0 ☒如果$Z_{SourceDLL} = Z_{waist}$，则位置=0 ☒如果$Z_{SourceDLL} > Z_{waist}$，则位置>0 ☒M^2：光束质量因子
LAMBERTIAN_OVERFILL.DLL	
描述	用户自定义参数
这个DLL使用户能够将发出的满足朗伯分布的光线传播到一个虚拟的圆形孔径，并使光线充满这个孔径。 光线在椭圆或矩形区域内以空间均匀分布发射。虚拟目标孔径与直圆锥对应，其顶点在光源区域的某一位置。 从圆锥内均匀的角分布中选择方向作为光线方向，光线强度与圆锥的立体角成正比。圆锥体略大于目标孔径的椭圆截面，因此一些位于目标孔径外的光线可能会被终结。通常来说光线填满目标孔径内某个合适的尺寸。 使用朗伯强度分布时，统计分布可能略有偏差。这是因为给定锥角的概率取决于偏离局部Z轴的角度，因此重新瞄准光线以使用不同的标称指向矢量，将导致精度稍微降低。当光源的空间尺寸趋于0或目标距离增加到无穷大时，朗伯强度分布收敛到正确的解。用户应避免使用具有朗伯分布的过大光源和近目标距离。在使用朗伯强度时，要获得更准确的统计分布，应使用Cone.dll。	☒光源宽度、高度：定义发射光线的椭圆或矩形区域。 ☒矩形光源？ ° 0表示椭圆 ° ≠0表示矩形 ☒目标直径：目标的直径 ☒目标距离：Source DLL到虚拟孔径的距离 ☒分布类型： ° 0表示均匀球体 ° 1表示均匀半球 ° 2表示朗伯
SkewRaysCircular.dll	

描述	用户自定义参数
这个DLL发送倾斜光线，在非序列模式下建模高斯光束传播。倾斜光线是高斯光束的有效和准确表示，可用于快速优化最佳焦点或最小化像差。它是Paul Colbourne的用户自定义表面的非序列模式等效：使用倾斜光线建模高斯光束。 光源DLL将表示理想的高斯光束。如下面的示意图所示，在给定波长下，高斯光束可以使用如下任一组参数进行描述： ☒光束束腰w_0和束腰相对于光源DLL位置的位置。 ☒光束发散角 θ 和束腰相对于光源DLL位置的位置。 ☒光源DLL位置处的光束大小w(z)和光束发散角 θ 。  所有这些参数都由以下方程连接： ☒光束束腰与光束远场发散角 θ 和波长 λ 关联。 $$\omega_0 = \frac{\lambda}{\pi \ tan\theta}$$ ☒光束相对于束腰的Z位置可通过光束束腰和光束半径 ω 来计算： $$Z = Z_r\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1}$$ 其中Z_r是瑞利长度。瑞利长度定义为： $$Z_r = \frac{\pi\omega_0^2}{\lambda}$$ 请注意，波长不按这个DLL中的起始介质的折射率缩放。	定义？**(Definition?)**：可以是1、2或3。根据flag值1、2或3，它将使用下列定义之一。如果定义？不是1、2或3，将设置为1。 如果定义？= 1 ☒**1.**束腰（半径）以镜头单位表示 ☒**1.**位置以镜头单位表示。该位置表示光源DLL相对于束腰位置的位置。 ☒位置：$Z_{SourceDLL}$ - 光源DLL局部坐标中的Z_{Waist}。 ☒如果$Z_{SourceDLL} < Z_{Waist}$，则位置 < 0 ☒如果$Z_{SourceDLL} = Z_{Waist}$，则位置 = 0 ☒如果$Z_{SourceDLL} > Z_{Waist}$，则位置 > 0 如果定义？= 2 ☒**2.**角（度）：远场发散角 ☒**2.**位置以镜头单位表示。该位置表示光源DLL相对于束腰位置的位置。 ☒位置：$Z_{SourceDLL}$ - 光源DLL局部坐标中的Z_{Waist}。 ☒如果$Z_{SourceDLL} < Z_{Waist}$，则位置 < 0 ☒如果$Z_{SourceDLL} = Z_{Waist}$，则位置 = 0 ☒如果$Z_{SourceDLL} > Z_{Waist}$，则位置 > 0 如果定义？= 3 ☒**3.**角（度）：发散角 ☒**3.**尺寸（半径）以镜头单位表示。光源DLL位置处的光束大小。

2.3.2.3.8. 椭圆光源(Source Ellipse)

椭圆光源是可以发射光线的椭圆形（和可选环形）平面。尽管发出光线的每个原点都位于均匀分布的椭圆形的表面，但光线方向的分布可以是下列任何情况之一：

a）所有光线似乎都是从相对于光源的任何位置放置的点发出。此点的位置在下面的参数列表中定义。使用这种模式时，光源类似成像的点光源。

b）光线以余弦分布发出，

$$I(\theta) \approx I_0(\cos\theta)^{Cn}$$

其中指数Cn可以是0到100之间的任何值（包括非整数值），θ为从局部表面法线测量的角度。指数Cn越大，分布就变得越窄。如果Cn = 1.0，分布为朗伯分布。

注意，此分布围绕局部z轴旋转对称。

c)光线以高斯分布发出，

$$I(l, m) \approx I_0 e^{\{G_x l^2 + G_y m^2\}}$$

其中l和m是光线在X和Y轴方向的方向余弦，Gx和Gy是系数。此结构可以用于定义在X或Y方向不同的远场图形。Gx和Gy越大，分布在各自方向变得越窄。

光线分布的性质由参数值定义。如果Cn、Gx和Gy都为零，则所有光线似乎都是从虚拟点光源发出。如果Cn为1.0或更大，则将生成余弦分布（不考虑如何设置光源距离或Gx或Gy）。如果Cn为零，但Gx和Gy为非零，则将生成高斯分布。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	X半宽：x半宽，以镜头单位表示。
7	Y半宽：y半宽，以镜头单位表示。
8	光源距离：沿局部z轴从虚掩发光点到光源物体位置的距离。此值可以是正数或负数。如果为零，则光线平行。如果为正数，则虚掩发光点在物体后面。只有当Cn、Gx和Gy均为零时考虑。
9	余弦指数：余弦项的幂。这是上述余弦分布表达式中的Cn。当此参数不为零时，光线余弦不支持Sobol采样。
10	高斯Gx：高斯分布中的X项。如果Cn不为零，可以忽略。当此参数不为零时，光线余弦不支持Sobol采样。
11	高斯Gy：高斯分布中的Y项。如果Cn不为零，可以忽略。当此参数不为零时，光线余弦不支持Sobol采样。
12	来源X：发出光线的点的X坐标。如果光源距离为零，则光源X参数为平行光线光束的X方向余弦。只有当Cn、Gx和Gy均为零时考虑。
13	来源Y：发出光线的点的Y坐标。如果光源距离为零，则光源Y参数为平行光线光束的Y方向余弦。只有当Cn、Gx和Gy均为零时考虑。

14	最小X半宽：最小x半宽，以镜头单位表示。使用大于零且小于X半宽的值定义环形区域。当此参数不为零时，光线坐标不支持Sobol采样。
15	最小Y半宽：最小y半宽，以镜头单位表示。使用大于零且小于Y半宽的值定义环形区域。当此参数不为零时，光线坐标不支持Sobol采样。

使用**LightningTrace**

如果光源是以成像的点光源进行建模的，则X和Y半宽（参数6和7）以及光源X和光源Y值（参数12和13）都可用于计算光源的角分布；否则，这些参数不会对LightningTrace结果产生任何影响。光源的大小和空间分布被忽略，因此LightningTrace将最小X和Y半宽（参数14和15）视为零。请注意，LightningTrace不能对平行输入光束进行建模；如果光源距离（参数8）、余弦指数（参数9）以及X和Y高斯项（参数10和11）都为零，则LightningTrace将为光束返回零光通量。

2.3.2.3.9. EULUMDAT光源文件（Source EULUMDAT File）

此光源是由真实灯具的实测光数据定义的，文件格式为特定格式（通常称为EULUMDAT格式）。文件扩展名必须为LDT，且必须将文件放置在<data>\Ob- jects\Sources\EULUMDAT文件夹中（参阅“文件夹”）。

> 注：当使用.ldt文件时，光源配光曲线图仅支持均匀间隔的数据。

尽管LDT文件通常包含灯的总光通量，但要与其它OpticStudio光源模型保持一致，灯具的总光通量是可由用户自定义的参数。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅“适用于所有光源物体的参数”。

使用**LightningTrace**

LightningTrace完全支持此光源类型。

2.3.2.3.10. 灯丝光源(Source Filament)

可以将灯丝光源看作是螺旋形状卷绕的细金属丝。线圈在沿全局Z坐标长度"L"上旋转"N"次。线圈的半径由"R"定义。光线从螺旋线上随机的点处沿随机方向发出。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	以镜头单位表示的长度"L"。
7	以镜头单位表示的半径"R"。

8	线圈数"N"（无量纲）。N可以是分数甚至负数，用于翻转螺旋的旋转方向。

螺旋的轴和长度L的方向都是沿Z轴。

使用**LightningTrace**

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，半径（参数7）和线圈数（参数8）值都不会对LightningTrace结果产生任何影响，灯丝长度（参数6）对结果的唯一影响是将LightningTrace网格的中心定位在灯丝的轴心。

2.3.2.3.11. 光源文件（Source File）

光源文件中光线的坐标、余弦和强度都是在用户提供的文件中进行定义的。必须将包含光线数据的文件名称放置在物体的注解列中。文件扩展名可以是DAT、SDF或TM25RAY，而且必须将文件放在<data>\Objects\Sources\Source Files文件夹中（参见"文件夹"）。推荐使用SDF或TM25RAY扩展名，只在需要向后兼容的情况下，才支持DAT。文件格式可以为文本或二进制，两种格式都在下文进行了介绍。

扩展名为CRS的特定光线也可以用作光源文件对象。 有关详细信息，请参见特定光线生成器中的讨论。

参数如下：

参数**#**	定义
1-5	请参见"所有光源物体通用的参数"。
6	随机？：如果设置为零，则通常按照文件所列顺序追迹光线。如果设置为非零，当读取文件，或NSC编辑器中光源物体的任何参数发生变化和更新光源时，则可以随机选择一次光线顺序。随机功能只有在文件中的光线总数小于内存中保存的光源光线的最大数时才可用。超过保存在内存中的光源光线的最大数的文件由于文件太大而无法保存在内存中，并且无法随机化。如下所述，按照要求应部分读取这些大文件。保存在内存中的光源光线的最大数是用户自定义参数；请参阅"内存中的最大文件型光源的光线数"。
	对于参数**7**、**8**和**9**，显示的数据仅基于从光源文件读取的分析光线条数，可以小于文件中的光线总数。

7	能量/流明在文件中：该参数值仅供参考，在读取文件时由OpticStudio设置，用户不应更改或设置。如"二进制光源文件格式"中的定义，本场的行为对于"光通量专用"格式和"光谱颜色"格式而言是不同的。对于光通量专用格式文件：本参考值是总能量，采用由文件中的光线定义的当前光源单位表示。只考虑对分析的光线数执行此能量计算。如果当前光源单位为光度单位（流明），则应将光源文件中的能量（以瓦为单位）转换为在参数4值中为光源文件定义的单色波长的光度单位。注意，如果光源为多波长，则没有办法将能量（以瓦为单位）转换为流明，因为波长是随机分配的，如在"所有光源物体通用的参数"中所述。如果光源为多波长，则可以将本参数设置为零。每条光线的实际能量由上面的参数3（追迹光线的数量）定义，每条光线的相对能量在光源文件中定义。对于光谱颜色格式文件：每条光线的波长在文件中定义，而且，无论非序列模式元件编辑器中的波长参数如何设置，这些波长都将用于追迹。即使此光源为多色光源，能量/流明值仍将有效，并且在文件中定义的实际光通量和波长用于确定当前光源单位下的总能量。
8-9	这些值仅供参考，在读取文件后由OpticStudio设置，且用户不得更改或设置。这些参考值是光源的最小和最大波长（以微米为单位）。对于光谱颜色格式文件，这些值从文件中读取。对于仅通量格式文件，这些值由为光源定义的系统波长或颜色光谱（如果有）确定。请参阅"定义光源颜色和光谱含量"。

文本与二进制格式文件

目前，允许文本文件的最大光线数为1,000,000。如果在文本光源文件中定义的光线数超过1,000,000，则OpticStudio将自动把文本格式文件转换为二进制格式文件。将采用".OLD"扩展名重命名原始文件，并将使用与原始文件相同的名称创建新二进制SDF文件。转换完成后，可以选择保存或删除旧文件。即使追迹数十亿条光线，执行此转换可节省磁盘空间（二进制文件的大小只有文本文件的约30%）、加载时间（二进制文件读取速度比文本文件快约20倍）和系统内存（可以将大的二进制文件保留在磁盘上，因此需要很少的RAM）。

> 注：TM25RAY不支持文本格式。

光源文件物体的内存要求

对于文本和二进制格式文件，如果要追迹的光线总数小于内存中的光源光线最大数，则OpticStudio将光线存储在系统内存中以最大限度提高速度。这需要为每条光线提供大约32字节的内存，或者对于1,000,000条光线最多需要32Mb的内存。如果光线的总数大于内存中的光源光线的最大数，OpticStudio将光线数据保存在磁盘上，并根据需要读取文件。这需要较少的内存，并允许OpticStudio追迹大量的光线，光线数量只由系统文件存储容量限制。保存在内存中的光源光线的最大数是用户自定义参数；请参阅"内存中的最大文件型光源的光线数"。

关于选择光线数量的限制

在使用光源文件时，对输出光线和分析光线的数量值存在限制：

- 分析光线的数量必须等于或大于输出光线的数量。将分析光线的数量设置为在NSC编辑器中输入的两个数字中的较大值。

- 分析光线和输出光线的数量不得超过在文件中定义的光线数量。

二进制光源文件格式

二进制光源文件包含标题结构，格式如下：

```
typedef struct
{
int Identifier; // Format version ID, current value is 1010
unsigned int NbrRays; // The number of rays in the file
char Description[100]; // A text description of the source
float SourceFlux; // The total flux in watts of this source
float RaySetFlux; // The flux in watts represented by this Ray Set
float Wavelength; // The wavelength in micrometers, 0 if a composite
float InclinationBeg, InclinationEnd; // Angular range for ray set (Degrees)
float AzimuthBeg, AzimuthEnd; // Angular range for ray set (Degrees)
long DimensionUnits; // METERS=0, IN=1, CM=2, FEET=3, MM=4
float LocX, LocY,LocZ; // Coordinate Translation of the source
float RotX,RotY,RotZ; // Source rotation (Radians)
float ScaleX, ScaleY, ScaleZ; // Currently unused
float unused1, unused2, unused3, unused4;
int ray_format_type, flux_type;
int reserved1, reserved2;
} NSC_RAY_DATA_HEADER;
```

数据类型float、int和unsigned int都是32位类型。标识符定义文件格式，目前为1010。尽管OpticStudio仅以当前格式写入文件，但OpticStudio通常还可以读取旧格式。OpticStudio只使用NbrRays、DimensionUnits、ray_format_type和flux_type参数。忽略其它数据。

NbrRays定义的文件中的最大有效数为40亿（4,000,000,000条光线）。超过此数字可能会导致OpticStudio读取数据文件出现问题。对于仅通量格式，ray_format_type必须为0；对于光谱颜色格式，ray_format_type必须为2（下面定义了两种格式）。不支持其它格式类型。当且仅当ray_format_type为0，则flux_type为0表示瓦，为1表示流明。对于光谱颜色格式，光通量必须以瓦为单位，波长必须以微米为单位。下面定义了在光线结构中使用的光通量和波长的值和单位。

请注意，使用光谱颜色格式时，无论怎样定义系统波长，**OpticStudio**将始终以文件中定义的波长追迹光线。

标题后面紧跟NbrRays光线结构。光线结构格式取决于光线格式类型。对于仅通量格式，光线结构为：

```
typedef struct
{
float x, y, z;
float l, m, n;
float flux;
} FLUX_ONLY;
```

对于彩色光谱颜色格式□光线结构为□

```
typedef struct
{
float x, y, z;
float l, m, n;
float flux, wavelength;
} SPECTRAL_COLOR;
```

OpticStudio可以读取仅通量格式或光谱颜色格式。当根据光线追迹数据生成光源文件时，OpticStudio仅使用光谱颜色格式（参阅"光线数据库查看器"部分中的"保存物体n上的光线"有关详述）。

> 注**:** 上面介绍了DAT和SDF文件的数据格式。用户可参考标准文档ANSI/IES TM-25-20，了解TM25RAY格式。

文本光源文件格式

文本光源文件包含一行标题数据，其中仅具有的两个整数，结构如下：

number_of_rays dimension_flag

number_of_rays表示文件中的光线的总数。dimension_flag为0表示米，为1表示英寸，为2表示厘米，为3表示英尺，为4表示毫米。

文件中的剩余行的格式如下：

x y z l m n intensity wavelength

假设以"!"符号为开头的任何行都为注释行，且将其忽略。可以使用文本格式在单个文件中定义任意数量的光线。但是，如果光线的数量超过1,000,000，OpticStudio会在第一次打开光源文件物体的文件时会自动将文件转换为二进制格式。有关该转换的详述，请参见"文本与二进制格式文件的比较"。但如果波长参数为可选，将始终以定义的、以微米为单位的波长追迹光线，而且光源文件将按二进制文件格式详述中的光谱颜色格式所述处理。

光源文件中的强度归一化

每条光线可以具有不同的相对强度。如果每条光线的相对强度值不是1.0，则会发生归一化，如下所述。

当第一次将光源文件加载到内存时，会将每条光线的强度进行相加，然后归一化到平均强度。如果将光源的总通量定义为一定数量（以瓦为单位），则可以追迹一部分光线，并且其强度将生成近似值，但并不完全是总通量。生成任意部分的光线都需要归一化为所需的总光通量的近似值。

读取**TM-25**光线文件

从Zemax OpticStudio 2024 R2开始，OpticStudio将支持读取和写入TM-25光线文件，其扩展文件名为".tm25ray"。数据格式按标准文档ANSI/IES Tm-25-20定义。数据格式可支持偏振多波长，但不强求。如果文件不包含波长或偏振数据，OpticStudio将使用"物体属性">"光源"部分指定的用户设置。请注意，并非TM-25标准的所有格式都支持。在将无效文件加载至OpticStudio中时，不仅会显示一条错误消息，而且还会导出相应的日志，文件名为"sourcefilename.tm25ray.log"，所在的文件夹与TM-25源文件相同。

写入**TM-25**光线文件

如果TM-25光线文件从OpticStudio导出，则会为每条光线添加相位和电场数据。如果用户需要将文件加载回OpticStudio，进一步进行相干分析或偏振分析，这很实用。请注意，如果在光线追迹过程中没有勾选"使用偏振"，或者如果原始ZRD文件未包含偏振数据，则不会添加偏振信息。

对于自行解析光线文件的用户，相位和电场数据按每条光线8个以上的数据添加，如下所示。

"phase"、"phase_dbl_err"：该数据的意义与在光线数据库文件（.ZRD）中使用的starting_phase相同。数据以光程为单位，单位为μm。要获得以弧度为单位的数据，用户只需将该值乘以"2*pi/波长"即可，其中波长的单位为μm。用户只需读取"phase"，即可使用。或者，用户可以将这两个数据都按"double"类型读取，然后将其相加，以提高准确性。

"exr"、"exi"、"eyr"、"eyi"、"ezr"、"ezi"：该数据的意义与光线数据库文件（.ZRD）中同名数据相同。

另请参见"ZRD未压缩完整数据格式（UFD）（The ZRD Uncompressed Full DataFormat(UFD)）"

读取**TM-25**光线文件（光谱注意事项）

在Zemax OpticStudio中，每条光线都必须具有辐射通量（瓦）和波长。如果TM-25文件没有这些数据，我们首先尝试从现有数据中恢复辐射通量和/或波长。如果我们无法恢复数据，我们可以通过不同的方式使用系统设置。更多信息请参见下表。

	有三刺激值中的**Y**值（光通量）	有三刺激值中的**X**值和**Z**值	有辐射通量	有波长	处理
1	是	是	否	否	不支持，因为存在三刺激值X、Y、Z意味着背后可能存在任意光谱，我们无法恢复它。
2	是	否	否	否	我们只有三刺激值Y值，也就是光通量。通过查找发光函数，我们可以使用系统波长将三刺激值Y值转换为辐射通量。
3	是	任何	是	否	我们不能仅靠辐射和光通量的数据来确定波长。在这种情况下，我们将使用辐射通量和下降光通量。
4	是	任何	否	是	通过三刺激值Y值和波长值的计算，并查找发光函数，我们可以得到辐射通量数据。
5	否	否	是	否	我们有辐射通量，但没有波长。我们将使用系统波长。
6	任何	任何	是	是	我们获得了所有需要的数据（辐射通量和波长）。

读取**TM-25**光线文件（偏振）

在Zemax OpticStudio中，偏振以电场的形式保存，电场是三维空间中的复矢量(Ex, Ey, Ez)。当导出TM-25光线文件时，我们将它们转换为Stokes参数，以便其他软件可以读取。导出Stokes参数的方式是，长轴将始终位于Stokes参数定义所在的局部坐标的x轴上。在程序中，它们的计算方法如下。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

1. 在全局坐标下计算偏振椭圆长轴矢量
   $\hat{a}_0$
   。
2. 在全局坐标下定义
   $\hat{a}_2$
   为光线矢量。
3. 在全局坐标下计算短轴矢量
   $\hat{a}_1 = \hat{a}_2 \times \hat{a}_0$
   。
4. 在长轴
   $E_{major} = \vec{E} \cdot \hat{a}_0 = A_x e^{j\phi_x}$
   上投射电场。
5. 在短轴
   $E_{\mathrm{minor}} = \vec{E} \cdot \hat{a}_1 = A_y e^{j\phi_y}$
   上投射电场。
6. Stokes参数计算如下所示

$$S(E) = \frac{\varepsilon_0 c}{2} \begin{pmatrix} A^2{}_x + A^2{}_y \\ A^2{}_x - A^2{}_y \\ 2A_x A_y \cos(\phi_x - \phi_y) \\ 2A_x A_y \sin(\phi_x - \phi_y) \end{pmatrix}$$

虽然在Zemax OpticStudio中，我们为局部坐标选择了长/短轴。这个局部坐标实际上可以是任意的，因为长轴数据是写在TM-25上的，任何其他软件都可以找到正确的局部坐标来恢复全局坐标。当加载TM-25时，从Stokes参数恢复到三维空间的电场如下所示

1. 计算偏振通量：

$$S_p = \sqrt{S^2{}_1 + S^2{}_2 + S^2{}_3}$$

2. 在[0,1]中生成随机数rd。
3. 如果
   $rd > \quad S_p / S_0$
   ，
   随机化一个偏振态。
4. 如果
   $rd \leq \quad S_p / S_0$
   ，
   则偏振椭圆上的电场计算如方程式所示

$$E(S) = \begin{pmatrix} A_x e^{i\phi_x} \\ A_y e^{i\phi_y} \end{pmatrix} = \sqrt{\frac{2}{\varepsilon_0 c}} \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{S_0 + S_1}{2}} \\ \sqrt{\frac{S_0 - S_1}{2}}\, e^{-a\tan 2(S_3, S_2)} \end{pmatrix}$$

5. 从TM-25光线文件加载全局坐标偏振椭圆长轴矢量
   $\widehat{M}$
   。

6. 由E(S)计算Ap如下所示，
   $$\tan 2A_p = \frac{2A_xA_y}{A^2_x - A^2_y}\cos P_{xy}$$
   $$P_{xy} = \phi_x - \phi_y$$
   集
7. 通过绕光线方向
   $\hat{a}_z$
   以角度Ap旋转
   $\widehat{M}$ ，
   在全局坐标中获得局部x轴
   $\hat{a}_x$ 。
8. 注意，我们已经在全局坐标中有了局部z轴
   $\hat{a}_z$ ，
   也就是光线方向。
9. 在全局坐标下计算局部y轴矢量
   $$\hat{a}_y = \hat{a}_z \times \hat{a}_x$$
10. 在全局坐标下计算电场
    $$\vec{E} = \begin{pmatrix} a_{xx} & a_{yx} & a_{zx} \\ a_{xy} & a_{yy} & a_{zy} \\ a_{xz} & a_{yz} & a_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} ES_x \\ ES_y \\ 0 \end{pmatrix}$$
    上述恢复可用于任何遵循标准文档的TM-25光线文件。注意，如果TM-25光线文件是由Zemax OpticStudio生成的，由于它准确地保存了电场(Ex,Ey,Ez)，我们将不使用Stokes参数的数据，但为了方便，我们只加载这些电场数据。

光线文件中的数据准确性

当在OpticStudio中进行光线追迹时，位置、方向、光通量等光线数据都以双精度浮点格式保存。但是，在导出光线文件（包括DAT、SDF和TM25RAY）时，这些数据以单精度浮点格式保存。因此，如果我们在系统中间保存数据，重新加载并回复，结果可能总是不同的。这种差异非常小，除非用户通过查看文本数据或从宏、操作数或API中检索原始系统和重现系统之间的数据，仔细比较每个像素的确切值，否则不会注意到这种差异。

使用**LightningTrace**

光源的角分布通过在第一次读取文件后为光源创建远场图来确定。此图存储在位于与光源文件相同的文件夹的FFD文件中。该映射使用光源中的所有光线创建，因此随机值（参数6）不会对LightningTrace结果产生任何影响。光源的大小和空间分布被忽略。

2.3.2.3.12. 高斯光源(Source Gaussian)

高斯光源是近似从点光源发出的光线，具有高斯分布。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	光束大小：强度为1比e^2处的光束半径，以镜头单位表示。

7	位置：从光线的发散角虚掩发光点到光源平面位置的距离。如果为零，则光线平行。正数位置值代表明显的发散点位于负Z方向上，与光源平面的顶点相关。

使用**LightningTrace**

光源的角分布通过使用光束大小（参数6）和位置（参数7）计算光源的远场发散角来确定。但是，光束的物理大小由未使用的光束大小给出，这是因为光源的大小和空间分布被忽略。

2.3.2.3.13. IESNA光源文件(Source IESNA File)

此光源是由以文件中的特定格式，根据北美照明工程学会(IESNA)的光度数据的标准电子传输文件格式（IESNA91、IESNALM-63-95或IESNALM-63-02）定义的灯具实测光数据。请注意，文件必须是A或C类型，不支持B类型。文件扩展名必须为IES，且必须将文件放置在<objects>\Sources\IESNA文件夹中（参阅"文件夹"）。尽管IES文件通常包含灯的总光通量规格，但要与其它OpticStudio光源模型保持一致，灯总光通量应为用户自定义参数。

读取.IES文件时，OpticStudio有最高1000径向像素点（IES约定中的垂直角）和999角度像素点（IES约定中的横向角）。如果加载的.IES文件分辨率高于这一限制，OpticStudio将返回错误提示。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace完全支持此光源类型。

2.3.2.3.14. 导入光源(Source Imported)

此光源的形状由导入的数据文件（IGES、STEP或SAT格式）定义。除了要定义光线的起始位置和方向以外，光源实体没有任何属性。光线在物体上方的区域的空间中均匀分布。光线的角分布由以下公式给出：

$$P(\theta) = (\cos\theta)^x$$

其中 θ 为从指向实体外部的局部表面法线测量的角度，x为介于0.0和400.0之间的用户自定义参数。如果x = 0.0，光线在半球中在所有方向均以相等概率发出。如果x = 1.0，为朗伯分布。如果x >= 400.0，光线始终与表面正交。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	缩放。此无量纲参数可缩放整个导入实体。导入后，OpticStudio会自动尝试缩放导入实体的尺寸以匹配OpticStudio中的当前尺寸；此比例因子在转换后也适用。

7	未使用。
8	余弦因子：上面介绍的余弦幂指数"x"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此光源类型。

2.3.2.3.15. 物体光源(Source Object)

物体光源是根据任何其它"父"物体创建具有大小和形状的光源。可以使用非序列模式元件编辑器中的任何现有物体定义物体光源的形状，包括用户自定义和布尔物体。父物体属性的任何更改都将动态影响物体光源的光线的分布。父物体形状用于确定光线的起始位置和方向。光线在物体上方的区域的空间中均匀分布。光线的角分布由以下公式给出：

$$P(\theta) = (\cos\theta)^x$$

其中 θ 为从指向实体外部的局部表面法线测量的角度，x为介于0.0和400.0之间的用户自定义参数。如果x = 0.0，光线在半球中在所有方向均以相等概率发出。如果x = 1.0，为朗伯分布。如果x >= 400.0，光线始终与表面正交。

为了获得最好效果，父物体应为实体。如果父物体为表面，则光线可以从表面的一侧或两侧辐射，取决于究竟如何定义父物体。

可以通过两种方法防止离开光源的光线立即触碰父物体。第一种方法是将物体光源设置为忽略所定义的父物体。这可以让光线忽略父物体，直到光线离开光源以后（参阅"定义忽略物体列表"）。第二种方法是定义一个比弦公差大的预传播距离，但同光线与光源本身相互作用之前可有效传播的距离相比，该距离很小（参阅"光源选项卡"）。如果要求光线与光源实体相互作用，且光源为空心或凹面，使得光线离开物体的某个部分可能会在触碰任何其它物体之前触碰光源体另一个部分，则后一种方法非常有用。

可以将物体光源与父物体分开放置。要在父物体上叠加物体光源，应将物体光源的参考物体设置为父物体（参阅"参考物体"），并将位置和倾斜值保留为零。

参数如下：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	父物体#。用于定义光源形状的整数物体编号。此物体编号必须在非序列模式元件编辑器中物体光源的物体编号之前。
7	弦公差：弦公差确定光线的起点位置精确度，并影响光源渲染效果。要从光源渲染或追迹光线，OpticStudio会将导入的文件转换为近似形状的三角面的列表。公差是光源的单个三角面和实际表面之间的最大允许距离，以镜头单位表示。如果将公差设置为较小的值，可以添加多个三角面以获得更准确的渲染，但可能会降低速度并需要更多内存。默认值为零将使用与物体大小相关的弦公差，足以满足大多数目的。
8	余弦因子：上面介绍的余弦幂指数"x"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此光源类型。

2.3.2.3.16. 点光源(Source Point)

点光源由点发出光线形成圆锥体。锥角可以是介于0和180度之间的任何值（这将辐射成一个完整的球体）。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	锥角：以度表示的半锥角。

使用**LightningTrace**

LightningTrace完全支持此光源类型。

2.3.2.3.17. 径向光源(Source Radial)

径向光源由平面、矩形或椭圆形形状发射光线形成半球体。光线在此半球体中的分布是围绕局部z轴对称的，并由三次样条拟合任意强度与角度数据定义。点的数量可以是介于5和181（包含）之间的任意整数。角度范围在指定的点数之间平均划分。每个点的数据都是光源的远场测量中与该点相对应的角度的相对强度。提供的数据会拟合三次样条。根据样条拟合生成的光线在光源远场中遵循正确的分布。

但是，请注意，如果没有提供充分的输入数据点来描述区域中的变化，则样条拟合可能无法正确描述光源在这些区域中强度急剧的变化。一个常见的示例是接近光源的角分布边界（即最小和最大角度值），如果任一这些边界的相对强度是光源的最大强度的很大一部分；则由于只有边界外部的强度为零，进而可能会导致样条拟合将无法充分表示边界处的光源强度，导致出现很大的不连续性。

参数如下：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	X半宽：x半宽，以镜头单位表示。如果小于零，则发射区将为椭圆形。
7	Y半宽：y半宽，以镜头单位表示。如果小于零，则发射区将为椭圆形。
8	以度表示的最小角度。此值必须介于0.0和89.9之间。
9	以度表示的最大角度。此值必须介于最小角度加上0.1和90.0之间。
10	点数必须介于5和181之间（包含）。
11+	法线的每个角度的相对强度数据。

使用**LightningTrace**

输入数据采用的光源的角分布（参数8、9、10、11+）。忽略光源的大小和空间分布，因此X和Y半宽（参数6和7）不会对LightningTrace结果产生任何影响。

2.3.2.3.18. 光线光源(Source Ray)

光线光源由点沿指定方向余弦发射光线。此光源可用于调试，如使用方向余弦重新创建引起几何误差的光线。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6-8	余弦：光线的局部X、Y和Z方向余弦。这些参数都是自动归一化。
9	随机种子：如果不为零，则随机数生成器使用指定值重新生成种子。这允许随后随机生成相同的光线，但可能会重新生成属性，如在启用体散射或表面散射时。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此光源类型。

2.3.2.3.19. 矩形光源(Source Rectangle)

矩形光源是从虚拟光源点发出光线的矩形平面。其参数与椭圆光源参数相同，但光源的形状是矩形，而不是椭圆形。

使用**LightningTrace**

请参阅"椭圆光源"下的描述。

2.3.2.3.20. 管光源(Source Tube)

管光源与圆柱体光源类似，除光线只从管表面（而非整个实体）发出以外。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	以镜头单位表示的长度"L"。
7	以镜头单位表示的半径"R"。

管的轴和长度L的方向都是沿Z轴。

管光源的局部原点位于管前表面的中心。

使用**LightningTrace**

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，半径值（参数7）不会对LightningTrace结果产生任何影响，管长度（参数6）对结果的唯一影响是将LightningTrace网格的中心定位在管的轴心。

2.3.2.3.21. 双角光源(Source Two Angle)

双角光源是具有椭圆形或矩形形状的平面，可以发射光线。发射每条光线的原点位于具有均匀分布的光源的表面。光线的角分布在角度空间中为均匀分布或均匀投影到遥远的平面。角分布也可以是矩形或椭圆形，每个方向都具有不同的最大半角度。

只使用两个正交角度来描述光源分布会限制可能的能量分布，因为没有明确定义在中间方位角发生的情况。为此，只有在角度小于大约60度，并且仅当X和Y角度之间的纵横比不超过约4比1时才可使用此光源模型。好的做法是使用极探测器测试产生的能量分布，以确认在此模型中使用近似值进而产生所需的分布。

用于定义此光源的参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	X半宽：x半宽，以镜头单位表示。
7	Y半宽：y半宽，以镜头单位表示。
8	以度表示的X半角：XZ平面中的光线的圆锥体半角。最大89度。
9	以度表示的Y半角：YZ平面中的光线的圆锥体半角。最大89度。
10	空间形状：用0表示矩形，用1表示椭圆形。
11	空间形状：用0表示矩形，用1表示椭圆形。
12	均匀角：用0表示遥远投影平面上的均匀辐照度，或用1表示角度空间中的均匀度。

使用**LightningTrace**

光源的角分布根据X和Y半角值（参数8和9）、角形状值（参数11）和均匀角值（参数12）确定。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X和Y半宽值（参数6和7）和空间形状值（参数10）不会对LightningTrace结果产生任何影响。

2.3.2.3.22. 圆柱体光源(Source Volume Cylinder)

圆柱体光源是在XY平面中由椭圆形状形成的3D实体，即沿Z轴双向拉伸。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源实体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。圆柱体内部的点满足以下关系：

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2+\left(\frac{Y}{W_y}\right)^2\le 1,\ \text{and}\ \left(\frac{Z}{W_z}\right)^2\le 1$$

其中，W是指X、Y和Z的半宽。

参数为：

参数#	定义
1-5	请参阅"适用于所有光源物体的参数"。
6	X半宽：x半宽，以镜头单位表示。
7	Y半宽：y半宽，以镜头单位表示。
8	Z半宽 z半宽，以镜头单位表示。

使用**LightningTrace**

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y和Z半宽值（参数6-8）不会对LightningTrace结果产生任何影响。将LightningTrace网格的中心定位在圆柱体的中心，上述参数6-8将会对LightningTrace结果产生影响。

2.3.2.3.23. 椭球体光源(Source Volume Ellipse)

椭球体光源是在XY、XZ和YZ平面中由椭圆形状形成的3D实体。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源实体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。椭圆内的点满足以下关系：

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2+\left(\frac{Y}{W_y}\right)^2+\left(\frac{Z}{W_z}\right)^2\le 1$$

其中，W是指X、Y和Z的半宽。

在其他情况下，这些参数与圆柱体光源的参数相同。

使用**LightningTrace**

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y和Z半宽值（参数6-8）不会对LightningTrace结果产生任何影响。将LightningTrace网格的中心定位在椭圆体的中心，上述参数6-8将会对LightningTrace结果产生影响。

2.3.2.3.24. 矩形体光源(Source Volume Rectangle)

矩形体光源是在XY、XZ和YZ平面中由矩形形状形成的3D实体。光源实体的中心位于物体的局部原点。光线从光源实体内部的任何地方以随机方向发出，并且光线位置概率和光线方向概率都是均匀的。矩形内部的点满足以下关系：

$$|X|\le W_x,\ |Y|\le W_y,\ \text{and}\ |Z|\le W_z$$

其中，W是指X、Y和Z的半宽。

在其他情况下，这些参数与圆柱体光源的参数相同。

使用**LightningTrace**

光源的角分布是均匀的，即同点光源相同。光源的大小和空间分布被忽略。因此，X、Y和Z半宽值（参数6-8）不会对LightningTrace结果产生任何影响。将LightningTrace网格的中心定位在矩形体的中心，上述参数6-8将会对LightningTrace结果产生影响。

2.3.2.4. 非序列模式探测器(Non-sequential Detectors)

本节介绍OpticStudio中可用的探测器类型。

2.3.2.4.1. 非序列模式探测器概要(Summary of NSC Detectors)

颜色探测器	拥有任意数量像素的平面矩形探测器。此探测器可以记录并显示由三刺激响应定义的非相干照明数据。此外，此探测器还可以准确记录并显示照明的颜色。
极坐标探测器	球面的一部分或完整的球面，用于收集角分布（远场）强度数据。可以将通过此探测器收集的数据导出到光源数据文件，如IESNA和EULUMDAT。
矩形探测器	拥有任意数量像素的平面矩形探测器。此探测器可以记录并显示非相干、相干、点扩散函数、偏振和其它数据。从所提供的分析功能来看，这是一类最强大的探测器，但它仅限于平面矩形形状。
面探测器	在径向和角方向上具有任意数量像素的圆形或环形探测器。表面可以遵循平面、球面、圆锥非球面或非球面形状。面探测器只能记录非相干照度数据。
体探测器	在局部x、y和z方向上具有任意数量体元的矩形体。可以将体探测器嵌套在任何其它物体内部或跨越任何其它物体。此外，还可以叠加多个体探测器，光线穿过各个体元照射到所有体探测器上。
物体作为探测器	可以将任意形状的大多数物体用作探测器来记录非相干照度数据。

有关更多信息，请参阅这些探测器类型的以下详细描述。

2.3.2.4.2. 颜色探测器物体(Detector Color Object)

颜色探测器物体存储非序列模式光源光线照射物体的能量和三色（可见光颜色）数据。产生的数据分布可以在位置空间或角度空间中针对非相干光线进行查看。该物体可以选择性地针对所有照射其上的非序列模式光源光线存储光谱分布（参见"类型"选项卡下给出的"记录光谱数据"的说明）。如果将材料分别设置为"MIRROR"、空白或"ABSORB"，则颜色探测器物体可能为反射、透射或吸收。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#

1	X半宽。以镜头单位表示的x宽。	所有面	0
2	Y半宽。以镜头单位表示的y宽。	所有面	0
3	X像素数。沿x方向的像素数（参阅下面的详述）。	所有面	0
4	Y像素数。沿y方向的像素数（参阅下面的详述）。	所有面	0

参数5-9仅用于定义在实体模型图上显示探测器的方式：

参数#	描述	面名称	面#
5	数据类型：选择0表示辐照度，选择1表示强度。选择光度单位之后，则这些选项为光度单位下的等效量。有关选择单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。	所有面	0
6	颜色：选择0表示灰阶，选择1表示反灰阶，选择2表示伪色，选择3表示反伪色，选择4表示真彩。	所有面	0
7	平滑度：平滑量。该算法在"探测器查看器(The Detector Viewer)"中进行了介绍。	所有面	0
8	缩放：选择0表示线性，选择1表示Log-5，选择2表示Log-10，选择3表示Log-15。如果将颜色设置为4表示真彩，则忽略此选项。	所有面	0
9	图形缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器之间设置共同比例非常有用。如果此值不超过显示的最大值，则可以将其忽略。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#

10	仅在前。如果此标记为0，则光线可能在前表面或后表面照射到探测器。如果此标记为1，则忽略来自后面的光线，并错过探测器。在考虑任何材料之前，须应用"仅在前"标记。 例如，带有标记设置为1和镜面材料的探测器将反射来自前面的光线，并忽略来自后面的所有光线。"后"面是朝向局部正z轴的一面。	所有面	0
11	未使用。	NA	NA
12-15	最小和最大x和y方向角（以度为单位）。这些设置用于在显示强度时控制探测器对探测器上某个角度入射光线的灵敏度。在x和y方向默认设置为-90.0度至+90.0度，这样可以显示照射到探测器的所有光线的角度数据。假设角度范围的设置涵盖一部分可能的入射角，以定义角度范围之外照射到探测器的光线将仅在显示强度时被忽略。	所有面	0
16	偏振标记。如果此标记为0，则探测器忽略入射光线的偏振，并考虑所有入射光线。如果此标记为1、2或3，则探测器将只考虑分别沿局部X、Y和Z方向偏振的光线的分量，并将沿这些方向的电场的相位作为光程的一部分。如果此标记为4、5或6，则探测器将只考虑分别沿X和Y、X和Z及Y和Z方向偏振的光线的分量，并忽略电场的相位。如果此标记为7、8或9，则探测器将只考虑分别沿局部X、Y和Z方向偏振的光线的分量，并将忽略沿这些方向的电场的相位。	所有面	0

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

17	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为4、5或6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于1、2和3。例如，使用值1可以将一条1瓦的光线分成两条0.5瓦光线，而使用值4将创建两条1瓦光线。使用的值是否正确，取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出该决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在非序列模式元件编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的分析(Analysis)菜单中查看任何探测器上存储的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择"无"，则将显示探测器上目前存储的数据；否则，将使用选定光线数据库中存储的数据重新生成所显示的图像。如欲了解更多信息，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"。对于OpticStudio的32位版本，X或Y像素的最大数为5000；对于OpticStudio的64位版本，X或Y像素的最大数为6000。

有关辐辐照度、强度和光通量等术语的定义和单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。

关于颜色探测器像素编号的注解

对于颜色探测器，像素从1（矩形的左下角(-x,-y)）开始编号。像素编号首先沿+x方向增加，然后在+y方向上移一行，最后再从-x边缘重新开始。对于具有nx×ny像素的探测器，在底部行的像素编号从1增加至nx，然后在底部上方作为下一行，像素编号从nx+1增加至2nx，直至到达右上角(+x,+y)的最后一个像素（编号为nx*ny）。说明像素编号的另一种方法是x折射率变化最快，然后y折射率其次。

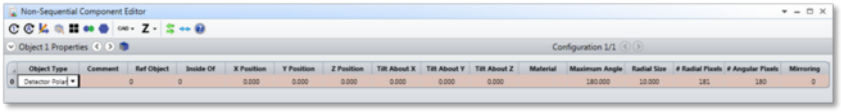
关于像素插值的注解

请参阅"类型选项卡(Type tab)"下的"像素插值(Pixel Interpolation)"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace可用于查看该探测器上的辐照度分布，而不是强度分布。使用LightningTrace时，只可通过极探测器物体来获得强度分布（参阅"极探测器物体(Detector Polar Object)"）。LightningTrace不考虑偏振（因此对于参数16，将不使用偏振标记），且不可利用入射光线的对称性（因此对于参数17，将不使用镜像标记）。LightningTrace使用的插值算法不依赖于在物体属性(Object Properties)对话框类型(Type)选项卡下的"使用像素插值(Use Pixel Interpolation)"选项，因此该选项不会对LightningTrace结果产生任何影响。

2.3.2.4.3. 极探测器物体(Detector Polar Object)



极探测器物体存储非序列模式光源光线照射物体的能量和三色（可见光颜色）数据。可以在角度空间中查看非相干光线生成的数据分布。如果将材料分别设置为"MIRROR"、空白或"ABSORB"，则极探测器物体可以是反射、透射或吸收。

物体形状是近似位于物体坐标中心的球面的一部分的鳞甲面。尽管探测器只记录角向数据，但探测器容量必须足够大，以包含所有目标光线，并且探测器的大小是用户自定义参数。极探测器物体跨越角度空间，且零极角以探测器物体局部Z轴为中心。极角可以是介于1到180度（这将形成一个完整的球面）之间的任何角度。探测器仅考虑光线到达探测器所形成的角度，而不是光线到达探测器的位置。方位角由以下公式定义：

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

其中，零角度表示沿+x轴，角度沿逆时针方向增加，直到360度。方位角始终跨越360度。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	最大角。最大极角（以度为单位）。必须介于1到180度之间。	所有面	0
2	径向尺寸。探测器的径向尺寸，以镜头单位表示。	所有面	0
3	径向像素数。沿极角方向的像素数。必须介于10到721之间。	所有面	0
4	角度像素数。沿方位角方向的像素数。必须介于12到720之间，且必须为4的倍数。	所有面	0

5	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为4、5或6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于1、2和3。例如，使用值1可以将一条1瓦的光线分成两条0.5瓦光线，而使用值4将创建两条1瓦光线。使用的值是否正确，取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出此决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在非序列模式元件编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的分析(Analysis)菜单中查看任何探测器上存储的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择"无"，则将显示探测器上目前存储的数据；否则，将使用选定光线数据库中存储的数据重新生成所显示的图像。有关更多信息，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"。

有关辐照度、强度和光通量等术语的定义和单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。

导出极探测器数据

可以将存储在极探测器上的强度数据导出为光源文件。请参阅"导出极探测器数据作为光源文件(Export Polar Detector Data as Source File)"。

关于极探测器像素编号的注解

对于极探测器，像素从1（位于零方位角的极中心）开始编号，像素编号沿极方向增加，直到像素np（其中np为极像素的数量）。像素np+1是从0度方位角以逆时针方向递增的第一方位角的零极角开始，像素编号沿此方位角臂增加，直到2*np。下一个像素编号为2*np+1，即再次从该方位角的零极角开始，再沿着下一个方位角臂继续递增。表明像素编号的另一种方法是极角折射率变化最快，然后方位角折射率其次。

关于像素大小的注解

第一个像素沿着零方位角，具有从0度到.5*增量度的径向尺寸，其中增量为<# Radial Pixels>/<Radial Size>。

之后的像素从(np-2+.5)*增量到(np-1+.5)*增量。

最后的像素从(np-1+.5)*增量到(np-1)*增量。

结果就是第一个和最后的径向像素角度大小为其它像素的一半。

比如，对于1.5度的最大角，径向像素为10，增量为1.5/9=1.667

-像素1的范围为[0 , 0.1667/2]°

-像素2的范围为[0.1667/2 , 0.1667x(1+1/2)]°

-像素3的范围为[0.1667x(1+1/2) , 0.1667x(2+1/2)]°

.....

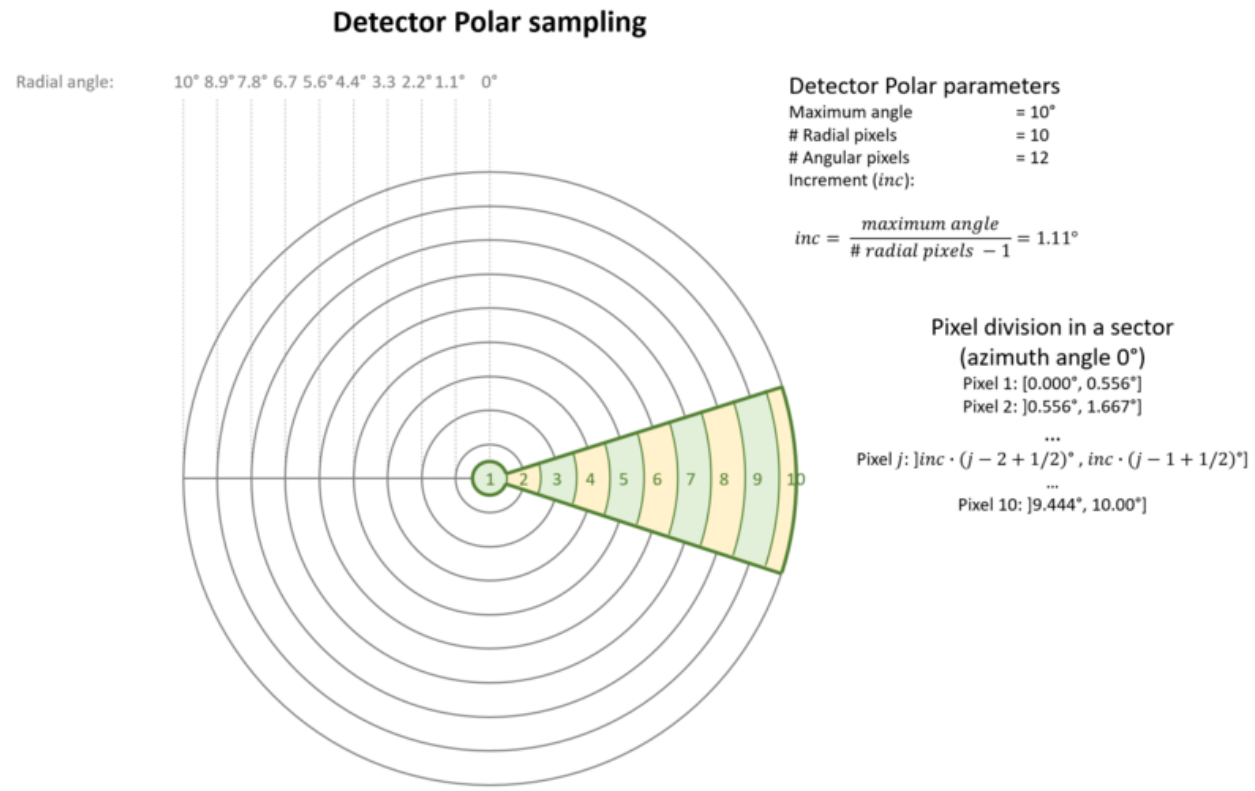
-像素8的范围为[0.1667x(6+1/2) , 0.1667x(7+1/2)]°

-像素9的范围为[0.1667x(7+1/2) , 0.1667x(8+1/2)]°

-像素10的范围为[0.1667x(8+1/2) , 0.1667 x 9]°

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

采样在下图中进行了展示：



关于像素插值的注解

请参阅"类型选项卡(Type tab)"下的"像素插值(Pixel Interpolation)"。

使用**LightningTrace**

不能使用LightningTrace来利用入射光线中的对称性，因此对于参数5，将不使用镜像标记。LightningTrace使用的插值算法不依赖于在物体属性(Object Properties)对话框类型(Type)选项卡下的"使用像素插值(Use Pixel Interpolation)"选项，因此该选项不会对LightningTrace结果产生任何影响。最后，为了避免混淆，当使用LightningTrace结果来照射此探测器时，将忽略探测器的180度径向边界附近的任何强度数据。

2.3.2.4.4. 矩形探测器物体(Detector Rectangle Object)

矩形探测器物体存储非序列模式光源光线到达探测器物体的能量数据。所得到的数据分布可视为空间或角度域中的非相干光，也可视为空间相干辐照度或相位，或作为点扩散函数的相干辐照度。如果将材料分别设置为"MIRROR"、空白或"ABSORB"，则矩形探测器物体属性可以是反射、透射或吸收。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽。以镜头单位表示的x宽。	所有面	0

2	Y半宽。以镜头单位表示的y宽。	所有面	0
3	X像素数。沿x方向的像素数（参阅下面的详述）。	所有面	0
4	Y像素数。沿y方向的像素数（参阅下面的详述）。	所有面	0

参数5-9仅用于定义在实体模型图上显示探测器的方式：

参数#	描述	面名称	面#
5	数据类型：选择0表示非相干辐照度，选择1表示相干辐照度，选择2表示相干相位，选择3表示辐射强度，选择4表示位置空间辐射度，选择5表示角度空间辐射度。选择光度单位之后，则这些选项为光度单位下的等效量。有关选择单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。	所有面	0
6	颜色：选择0表示灰阶，选择1表示反灰阶，选择2表示伪色，选择3表示反伪色。	所有面	0
7	平滑度：平滑量。该算法在"探测器查看器(The Detector Viewer)"中进行了介绍。	所有面	0
8	缩放：选择0表示线性，选择1表示Log-5，选择2表示Log-10，选择3表示Log-15。	所有面	0
9	图形缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器之间设置共同比例非常有用。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#

10	仅在前。如果此标记为0，则光线可能在前表面或后表面照射到探测器。如果此标记为1，则忽略来自后面的光线，并错过探测器。在考虑任何材料之前，须应用"仅在前"标记。 例如，带有标记设置为1和镜面材料的探测器将反射来自前面的光线，并忽略来自后面的所有光线。"后"面是朝向局部正z轴的一面。	所有面	0
11	PSF模式波数。如果为0，则相干辐照度显示为每个像素单独检测到的相干数据。这是默认值，也是最合适的选择，如果探测器很大，并且目的是观察远离焦点的光束，例如由干涉仪的两束重叠光束产生的条纹等。如果波数等于波长数，则每个像素的相干数据是入射到探测器上的所有光线的惠更斯积分，从而得到衍射惠更斯点扩展函数。使用PSF模式时，探测器的宽度应该是少数波长，这不仅允许足够的像素分辨率看到衍射结构，而且还会避免在应用于大面积时惠更斯模型固有的混叠伪影。辐照度归一化，使总功率等于探测器上的总非相干功率。只要入射到探测器上的光线覆盖足够宽的角度范围，使在探测器尺寸范围内产生相消干涉，这就能给出准确的结果。如果入射光线差不多都是平行的，那这种归一化就不会给出准确的结果，而且PSF模式不应该用于此目的。如果使用PSF模式并且探测器布置在另一个物体内，例如一块玻璃内，则探测器的"内部"值应该用于指示探测器浸入哪个物体内。	所有面	0
12-15	最小和最大x和y方向角（以度为单位）。这些设置用于在显示角度空间中的辐射强度或亮度时，控制探测器对探测器上某个角度入射光线的灵敏度。在x和y方向默认设置为-90.0度至+90.0度，这样可以显示照射到探测器的所有光线的角度数据。如果角度范围设置为涵盖一小部分可能入射角，则只为角度空间显示中的辐射强度和辐射度忽略在定义范围之外的角度照射到探测器的光线。	所有面	0
16	偏振标记。如果此标记为0，则探测器忽略入射光线的偏振，并考虑所有入射光线。如果此标记为1、2或3，则探测器将只考虑分别沿局部X、Y和Z方向偏振的光线的分量，并将沿这些方向的电场的相位作为光程的一部分。如果此标记为4、5或6，则探测器将只考虑分别沿X和Y、X和Z及Y和Z方向偏振的光线的分量，并忽略电场的相位。如果此标记为7、8或9，则探测器将只考虑分别沿局部X、Y和Z方向偏振的光线的分量，并将忽略沿这些方向的电场的相位。	所有面	0
17	镜像标记。镜像允许探测器利用入射光线的对称性。会将到达探测器的任何光线分成若干部分，并且将光线的每个部分复制到探测器的对称镜像中。如果将镜像标记设置为0，则探测器不使用镜像功能。如果将镜像标记设置为1，则探测器将假设入射光线存在左右对称。如果将镜像标记设置为2，则探测器将假设入射光线存在上下对称。如果将镜像标记设置为3，则将有左右和上下镜像。也可以将镜像标记设置为4、5或6；除了不能按比例缩小光线的强度以节省能量以外，这些值分别类似于1、2和3。例如，使用值1可以将一条1瓦的光线分成两条0.5瓦光线，而使用值4将创建两条1瓦光线。使用的值是否正确，取决于光源生成的光线是否可以按比例缩小去反映对称性，并且只有用户自己可以做出此决定。请注意，如果使用镜像标记，但照度和光学器件实际上不以预期方式对称，则可能会产生错误的数据。	所有面	0

可以通过在非序列模式元件编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的分析(Analysis)菜单中查看任何探测器上存储的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择"无"，则将显示探测器上目前存储的数据；否则，将使用选定光线数据库中存储的数据重新生

成所显示的图像。如欲了解更多信息，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"。对于OpticStudio的32位版本，X或Y像素的最大数为5000；对于OpticStudio的64位版本，X或Y像素的最大数为6000。

为每条射入探测器的光线存储四个数据项：

光线的非相干强度。通过到达相应像素处的光线计数器递增的形式来记录能量。用光线总强度除以像素面积可以得出辐照度（以光通量/面积为单位）。

光线在角度空间中的非相干强度。这种能量的存储方式是：增加与光线在角度空间中击中的像素相对应的计数器。光线强度除以像素所代表的立体角的总和，等于每个立体角的通量强度。

光线的相干虚实振幅。振幅是光线强度的平方根，而相位则由参考光源到空间分布像素中心的总光程长度决定。通过分离光线的虚实两部，可仿真大量光线之间的干扰。如果极化标志为1、2或3，则还将考虑极化效应引起的相位；请参见上面针对参数16的讨论。

有关辐照度、强度和光通量等术语的定义和单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。

关于相干数据计算的注解**(Comments on coherent data computations)**。

光的传播与干涉通常具有粒子及波的属性。光线可视为是粒子的表示，而衍射干涉（如衍射PSF）则可视为是波的表示。

对于非序列模式分析，OpticStudio使用光线追踪来确定光路和能量分布。OpticStudio计算光线的相位，这允许计算一些干涉和衍射效应。但重要的是，用户要了解模型做出的假设，以及这些假设如何影响结果的准确性。

光线照射探测器时，OpticStudio通过使用照射了参考像素中心的光线的强度和相位来计算电场的虚实两部。然后，针对照射到同一像素的多条光线，对实部和虚部进行求和。OpticStudio也会对每个像素的强度进行求和（振幅平方）。

由于已考虑相位，因此部分光线会对其它光线产生相长干涉，而其它光线将产生相消干涉。这使得OpticStudio能够模拟各种效果，例如干涉仪（剪切或以其它方式）中的条纹，或来自各级的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线传播到的其它区域。同样，出现相消干涉时，许多光线的振幅总和的平方会人为、非物理地增加光束的能量。OpticStudio不能确定能量会去何处（或者来自哪里）因此，在不增加假设的前提下无法保证相干辐照度计算中的能量守恒。OpticStudio可以执行两种不同假设中的一种：将探测器上的相干功率归一化，以匹配非相干功率，或使用每个像素的非相干功率，按到达每个像素处相干光线的比例来确定相干功率。使用哪种方法主要看探测器上的像素数量，以及"归一化相干功率"复选框的设置（参见"物体属性对话框"）。

如果探测器只定义了一个像素，或者"归一化相干功率"复选框关闭，则计算每个像素的相干辐照度，方法是将入射到该像素上的每条光线的虚实两部相加，计算这一总和的大小，然后除以该像素上所有入射光线的振幅之和的平方，最后再将该比率与像素上的非相干辐照度相乘。

每条射线n的电场可写成

$$E_n = A_n e^{i\varphi_n} = A_n \cos\varphi_n + iA_n \sin\varphi_n$$

其中A_n是振幅，φ_n是相位。

不归一化时，有N条入射光线的像素上的相干辐照度I_{coh}可写为

$$\mathrm{Re}[\,E_{coh}\,] = \sum_{n=1}^{N} A_n \cos\varphi_n$$

$$Im[E_{coh}] = \sum_{n=1}^{N} A_n \sin\varphi_n$$

$$S_{amp} = \sum_{n=1}^{N} A_n$$

$$I_{coh} = I_{inc} \cdot \frac{\{Re[E_{coh}]^2 + Im[E_{coh}]^2\}}{(S_{amp})^2}$$

其中n从1到N，N是入射到像素上的光线数。

这种方法使得已计算的相关辐照度在零数值和非相干辐照度范围内变化。但在这种情况下无法准确确定真正的相干辐照度，因为在上文所述的相长干涉和相消干涉的情况中，光线模型具有局限性。具体来说，我们不知道该计算过程中损失的能量会传播到哪里。

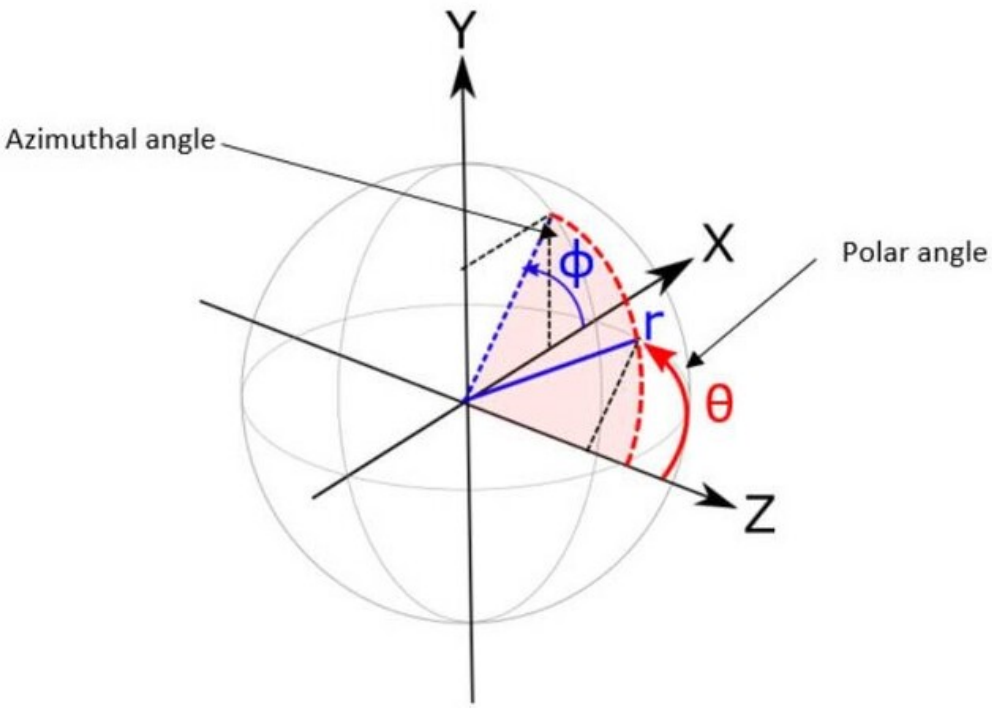
如果探测器有多个像素，而且"归一化相干功率"复选框处于开启状态，然后可通过光线数据计算相干辐照度，方法是逐像素对振幅的虚实两部进行开方并求和，然后对整个探测器的总相干辐照度进行重新归一化，使其等于入射到探测器上的非相干辐照度。

有了所提供的两种方法，问题自然就出现了：哪种方法正确？如果其中一种方法一直是正确的，那就不需要归一化相干功率（Normalize Coherent Power）开关。一般规则很简单。如果一个或多个光源的所有非相干功率落在同一探测器上，则应开启"归一化相干功率"开关。这是默认设置。例如，两平面波干涉后在整个探测器上出现由许多条纹形成的正弦条纹图样的情况。所有能量都呈现在探测器上，但波前干涉导致能量落在暗条纹上的光线需要重新定向到同一探测器上相邻的明亮条纹处。相反，当两束完全平行的光束相遇后，会产生一条明亮或黑暗（或介于两者之间）的条纹，此时应关闭"归一化相干功率"开关。在这种情况下，设置一个干涉仪，在一个探测器上产生一条暗条纹，在另一个探测器上产生一条亮条纹：从物理上讲，能量永远不会沿着暗路径传播，但光线无法事先知道这一点。请注意，在这种情况下（即使是使用推荐的设置），明亮的条纹不仅将只显示一半的实际功率-光线无法产生功率，而且相干功率计算仍然限制在非相干能量之上。从物理上讲，在暗边缘损失的能量会导向亮边缘，而且同样，光线也无法确定这一点。可能在某些情况下，这两种相干功率计算方法都无法获得正确的结果。这些情况完全超出了光线模型的范围，OpticStudio不应该用于针对这些系统的物理光学执行重要分析。

一定要知道，OpticStudio认为所有的光源都是相互相干的，并且对于在光线的起始坐标位置为零的光线相位而言，无论在哪里，都是如此。这通常限制了干涉分析对单波长光源的有效性。多波长光源不能正确建模用于相干分析，因为所有的光线，无论其波长如何，都是相干求和的。可以定义光线的初始相位和光源的相干长度。参见"相干长度建模"和"光源选项卡"。

关于探测器矩形角分形的注解

为了将能量分成角度空间像素，OpticStudio从极坐标计算X和Y角度。极坐标定义如下：



光线的径向角相对于物体的局部z轴进行测量，然后投射到物体的局部XY平面上，以计算X角和Y角。X角和Y角的计算，以度为单位，如下图所示：

$$\text{X angle} = \theta \cos\varphi = |\cos^{-1} n| \times \frac{l}{\sqrt{1-n^2}}$$

$$\text{Y angle} = \theta \sin\varphi = |\cos^{-1} n| \times \frac{m}{\sqrt{1-n^2}}$$

其中，l、m、n为入射光线相对于探测器局部坐标的方向余弦。

注意，这些角度与在其它情况下使用的笛卡尔XZ和YZ角度略有不同，特别是在使用复合倾斜时。参见"场角和场高"，了解笛卡尔角方法的示例。

关于矩形探测器像素编号的注解

对于矩形探测器，像素从1（矩形的左下角(-x,-y)开始编号。像素编号首先沿+x方向增加，然后在+y方向上移一行，最后再从-x边缘重新开始。对于具有nx×ny像素的探测器，在底部行的像素编号从1增加至nx，然后在底部上方作为下一行，像素编号从nx+1增加至2nx，直至到达右上角(+x,+y)的最后一个像素（编号为nx*ny）。说明像素编号的另一种方法是x折射率变化最快，然后y折射率其次。

例如，9 × 9像素的探测器编号如下:

73	74	75	76	77	78	79	80	81
64	65	66	67	68	69	70	71	72
55	56	57	58	59	60	61	62	63
46	47	48	49	50	51	52	53	54
37	38	39	40	41	42	43	44	45
28	29	30	31	32	33	34	35	36
19	20	21	22	23	24	25	26	27
10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9

关于像素插值的注解

参见"物体属性>类型"选项卡下的"像素插值"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace只能用于查看该探测器上的非相干辐照度分布（由探测器数据类型的"非相干辐照度"和"位置空间辐照度"选项给出），不能用于查看相干辐照度或强度。使用LightningTrace时，只可通过极探测器物体来获得强度分布（参阅"极探测器物体(Detector Polar Object)"）。LightningTrace不考虑偏振（因此对于参数16，将不使用偏振标记），且不可利用入射光线的对称性（因此对于参数17，将不使用镜像标记）。Lightning-Trace使用的插值算法不依赖于在物体属性(Object Properties)对话框类型(Type)选项卡下的"使用像素插值(Use Pixel Interpolation)"选项，因此该选项不会对LightningTrace结果产生任何影响。

关于参数偏振标记

当光线到达矩形探测器时，我们根据光线的光路计算几何相位，光路是传播距离乘以每一段的折射率，以及一些特殊组件（如光栅）添加的额外相位。在计算相干辐照度结果时，我们将使用强度和该几何相位进行干涉计算。

然而，当在光线跟踪对话框中勾选"使用偏振"时，OpticStudio中的每条光线还有电场数据。参数极化不为0时，我们将用电场的数据代替强度和相位。下表显示了在不同的设置下如何考虑光线和相位的强度。

偏振	幅值	相位
0	Sqrt（光线强度）	几何相
1	|Ex|	Arg(Ex)
2	|Ey|	Arg(Ey)
3	|Ez|	Arg(Ez)
4	|Ex+Ey|	几何相
5	|Ex+Ez|	几何相
6	|Ey+Ez|	几何相
7	|Ex|	几何相
8	|Ex|	几何相
9	|Ex|	几何相

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.4.5. 面探测器物体(Detector Surface Object)

面探测器物体存储非序列模式光源光线到达探测器物体的能量数据。可以将生成的数据分布看作是非相干光线的辐照度。如果将材料分别设置为"MIRROR"、空白或"ABSORB"，则面探测器物体属性可以是反射、透射或吸收。

面探测器物体的面型与非球面物体的面型相同。有关面型定义公式的信息，请参阅"非球面(Aspheric Surface)"。

定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	半径：曲率半径，以镜头单位表示。如果为零，则将生成平面基面。	所有面	0
2	圆锥：圆锥系数。请参阅"非球面(Aspheric Surface)"，查看面型公式。	所有面	0
3	最大孔径：最大径向尺寸，以镜头单位表示。	所有面	0
4	最小孔径：最小径向尺寸，以镜头单位表示。如果此值大于零，则将创建环形探测器。	所有面	0
5	A区区数：角区域的数量，Na。请参阅下面的"关于三角面探测器的注解(Comments about detector triangles)"。	所有面	0
6	R区区数：径向区域的数量，Nr。见下面"关于三角形探测器的注解"。	所有面	0

参数7-11仅用于定义实体模型图上的面探测器的外观：

参数#	描述	面名称	面#
7	数据类型：选择0表示非相干辐照度，选择1表示非相干光通量。	所有面	0
8	颜色：选择0表示灰阶，选择1表示反灰阶，选择2表示伪色，选择3表示反伪色。	所有面	0

9	未使用。	NA	NA
10	缩放：选择0表示线性，选择1表示Log-5，选择2表示Log-10，选择3表示Log-15。	所有面	0
11	最大缩放：选择最大值以归一化要显示的颜色；这对于在多个探测器之间设置共同比例非常有用。	所有面	0

其余参数为：

参数#	描述	面名称	面#
12	仅在前。如果此标记为0，则光线可能在前表面或后表面照射到探测器。如果此标记为1，则忽略来自后面的光线，并错过探测器。在考虑任何材料之前，须应用"仅在前"标记。例如，带有标记设置为1和镜面材料的探测器将反射来自前面的光线，并忽略来自后面的所有光线。"后"面是朝向局部正z轴的一面。	所有面	0
13	用于非球面展开式的项数。如果此项不大于最高级次非零系数，则光线追迹速度更快。	所有面	0
14-249	多项展开式的 α 系数。请参阅"非球面(Aspheric Surface)"，查看面型公式。	所有面	0

可以通过在非序列模式元件编辑器的探测器查看器上选择探测器，或者在非序列模式的分析(Analysis)菜单中查看任何探测器上存储的信息。探测器查看器还包含用于显示任何之前保存的光线数据库数据的选项。如果光线数据库选择"无"，则将显示探测器上目前存储的数据；否则，将使用选定光线数据库中存储的数据重新生成所显示的图像。如欲了解更多信息，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"。

为每条射入探测器的光线存储一个数据项：光线的非相干强度。通过到达相应像素处的光线计数器递增的形式来记录能量。用光线总强度除以像素面积可以得出辐照度（以光通量/面积为单位）。

有关辐照度、强度和光通量等术语的定义和单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。

关于三角面探测器的注解

OpticStudio使用一系列三角面来表示曲面面型。存在Nr径向区域和Na角向区域。可以同时使用这两个参数来定义Nr*Na个多边形区域。通常可以将每个区域分为两个三角面，因此三角面像素的总数为2*Nr*Na。但是，如果最小孔径（上述参数4）为零，则最内侧径向区域仅具有Na个三角面，而不是2 * Na个三角面。在这种情况下，三角面的总数为2 * Nr * Na - Na。选择三角面坐标的算法会试图让每个三角面的面积大致相同，但无法保持各个三角面的面积完全不变。每个三角面的角都将位于由半径、圆锥系数和非球面系数定义的非球面上。三角面是平面，如果表面不是平面，则三角面不完全位于表面上。

关于面探测器像素编号的注解

三角面是用于记录辐照度和光通量数据的单个像素。像素在连续径向区域中进行编号。像素1从最内侧径向区域中的角度零开始。最开始的2 * Na个像素（或如果最小孔径为零时，仅Na个像素）按照围绕z轴逆时针方向对第一个环形区域进行编号。像素编号在接下来的2 * Na个像素的第二个径向区域中的角度零继续开始，直到所有的径向区域完成编号。

如果选择"快速光线追迹"（参阅"类型选项卡(Type tab)"），OpticStudio会更改三角面的顺序，以加速光线追迹。如果取消选择"快速光线追迹"，则不更改三角面的顺序，这会降低光线追迹速度，但仍保留上述编号顺序。

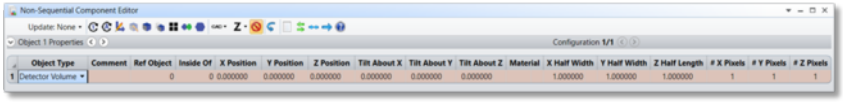
关于面探测器文本数据的注解

面探测器物体使用一系列三角面来近似表示能够探测光通量和辐照度的曲面。如果要显示探测的数据，需要将三角面转换成方形像素。这种转换将在显示探测数据时自动完成，其将显示为伪彩色图、灰度图或截面图。选中的方形像素数量经过调整，以提供合理的显示分辨率，并将根据三角面的数量而变化。面探测器物体的文本列表将列出X、Y、Z、R以及角度数据，还有每个像素的光通量和辐照度值。X、Y和Z值为每个三角面探测器中心的坐标。R值为每个三角面探测器的中心到物体顶点的距离。角度值为投影在XY平面上、与每个三角面探测器中心所成的角度（以度为单位）。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此探测器类型。

2.3.2.4.6. 体探测器物体(Detector Volume Object)



体探测器物体用于存储非序列模式光源光线通过单个体元的入射和吸收能量数据。可以将得到的数据分布看作是入射光通量、吸收光通量或每单位体积的吸收光通量。体探测器可以是透明的，或者由任何有效材料制成。还可以将体探测器嵌套在其它物体内部或跨越其它物体。体探测器内部的物体属性可以为折射、反射、吸收或具有渐变折射率，或者具有定义的表面散射属性或体散射属性。

体探测器物体的形状为矩形实体。定义参数包括：

参数#	描述	面名称	面#
1	X半宽。物体的中心位于局部坐标原点。	NA	NA
2	Y半宽。	NA	NA
3	Z半长。	NA	NA
4	X像素数。X方向的体元数。体元总数为nx * ny * nz。	NA	NA

5	Y像素数。Y方向的体元数。	NA	NA
6	Z像素数。Z方向的体元数。	NA	NA

当程序处于非序列模式或混合用户界面模式时，可以通过单击分析(Analysis)选项卡中的探测器查看器(Detector Viewer)按钮，查看存储在任何探测器上的信息。在使用光线数据库中之前保存的数据时，体探测器物体的数据不可用。在非序列模式探测器查看器上查看体探测器数据的同时按左右箭头键，将循环查看所有Z-切面。

有关更多信息，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"。

为每条通过每个像素的光线存储两个数据项：以光源为单位的光线入射光通量，以及以像素为单位的吸收光通量。入射光通量是当光线进入体元时的光通量。在特定体元中开始的光线段将不会增加该体元的入射光通量，因为只有穿入体元的光线才被计入射光通量增量。吸收光通量与光线通过体元的的路径长度、以及光线通过的材料的吸收系数有关。 请注意，总吸收光通量只考虑物体中的吸收，而不考虑物体膜层中的吸收。

可以将体探测器嵌套在其它非序列模式物体类型内部。例如，要测量圆柱形玻璃棒中的吸收光通量，将玻璃棒放置在体探测器内，然后在棒物体上设置棒的玻璃类型。如果玻璃类型具有与材料相关联的吸收系数，则体探测器将会记录通过玻璃棒的光线的部分通量。

有关辐照度、强度和光通量等术语的定义和单位的更多信息，请参阅"分析单位(Analysis Units)"。

关于体探测器像素编号的注解

对于体探测器，像素从第一个z-平面（在物体的-z侧）形成的矩形的左下角开始编号为1。像素编号在此z-平面首先沿+x方向增加，然后在+y方向上移一行，最后再从-x边缘重新开始。对于具有nx×ny×nz像素的探测器，第一个z-平面的像素编号在底部行从1增加至nx，然后在底部上方作为下一行，像素编号从nx+1增加至2nx，直至到达右上角(+x,+y)的像素（编号为nx*ny）。然后，像素编号继续到下一个z-平面，再次从左下角开始增加。说明像素编号的另一种方法是x折射率变化最快，其次是y折射率，最后是z折射率。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此探测器类型。

2.3.2.4.7. 物体作为探测器(Objects as Detectors)

大多数物体都可以设置为探测器。这包括具有平面的物体，例如多边形、STL和矩形体物体。不支持的物体：光源、探测器和非物理物体（例如光线旋转器、滑块...）

要使这些物体中的任何一个作为探测器，请从"物体属性"对话框的"类型"选项卡中选择"物体作为探测器"。一旦物体被设置为探测器，探测到的强度将被显示在实体模型(Shaded Model)显示器上和探测器查看器窗口的文本列表中。探测器将在实体模型上显示的配色方案，也可以在"物体属性"对话框中选择。默认情况下，选择的颜色代表辐照度，但也可能代表总光通量。

设置为探测器的物体只能显示非相干强度。用于绘制物体的每个单独的三角面可以变成单个像素。可以将到达像素的所有光线进行相加得到总强度。每当从探测器控制对话框中清除所有探测器时也会清除物体探测器。

作为探测器来使用的POB文件创建工具，参见"创建多面体(Create Polygon Object)"中所述。

关于常规物体作为探测器的像素编号的注解

按照定义多边形的顺序对像素进行编号，没有任何描述像素排序的通用方法。对于这些物体，可能需要一些实验来确定确切的像素排序方法。

关于常规物体作为探测器文本数据的注解

探测器查看器分析中显示的对于作为探测的一般物体的文本数据格式，与探测器表面物体的文本数据格式相同。请参阅面探测器物体部分中的"探测器表面文本数据的注释"。

使用**LightningTrace**

LightningTrace不支持此探测器类型。

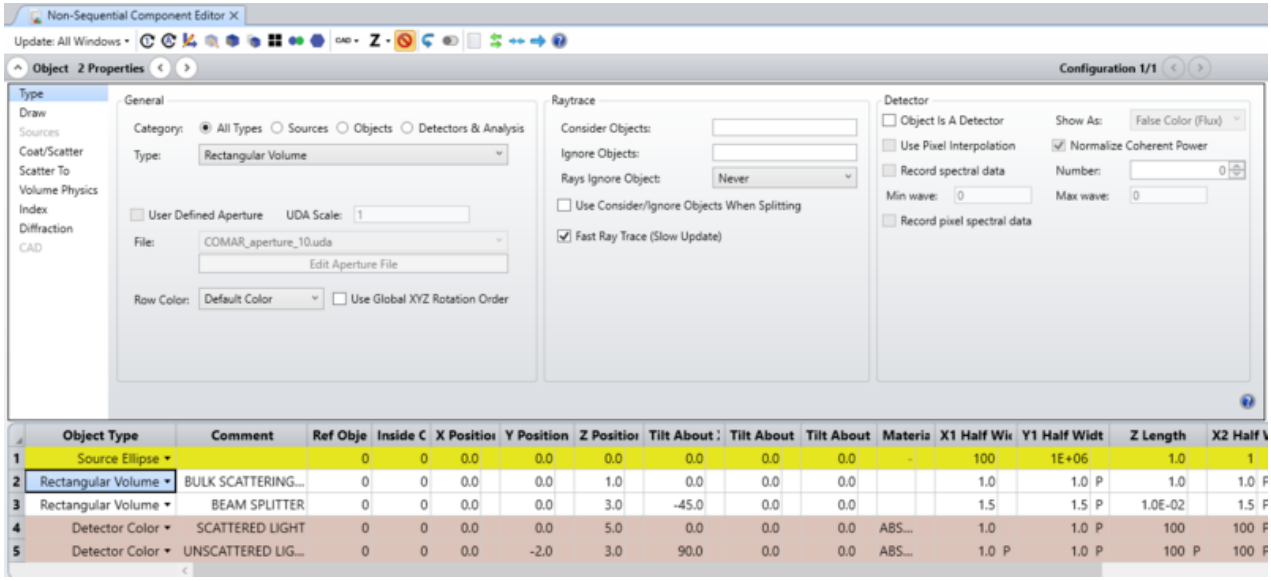
物体是探测器时像素大小的注释

对于大多数物体，可以在"物体属性 > 绘制 > 绘制分辨率"中更改像素大小。对于STEP/IGES/SAT CAD文件，像素大小由"物体属性 > CAD"中的参数弦公差控制。有关详细信息，请参阅"弦公差"。对于STL文件，像素由文件中定义的三角形决定，不能更改。

2.3.2.5. 物体属性（非序列模式元件编辑器）(Object Properties (non-sequential component editor))

单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头展开"物体属性"对话框。 可以通过单击非序列模式元件编辑器中的不同物体，或者通过单击"物体属性"栏中的左/右箭头更改该对话框中显示的不同物体属性。可以在此对话框中定义以下物体属性。

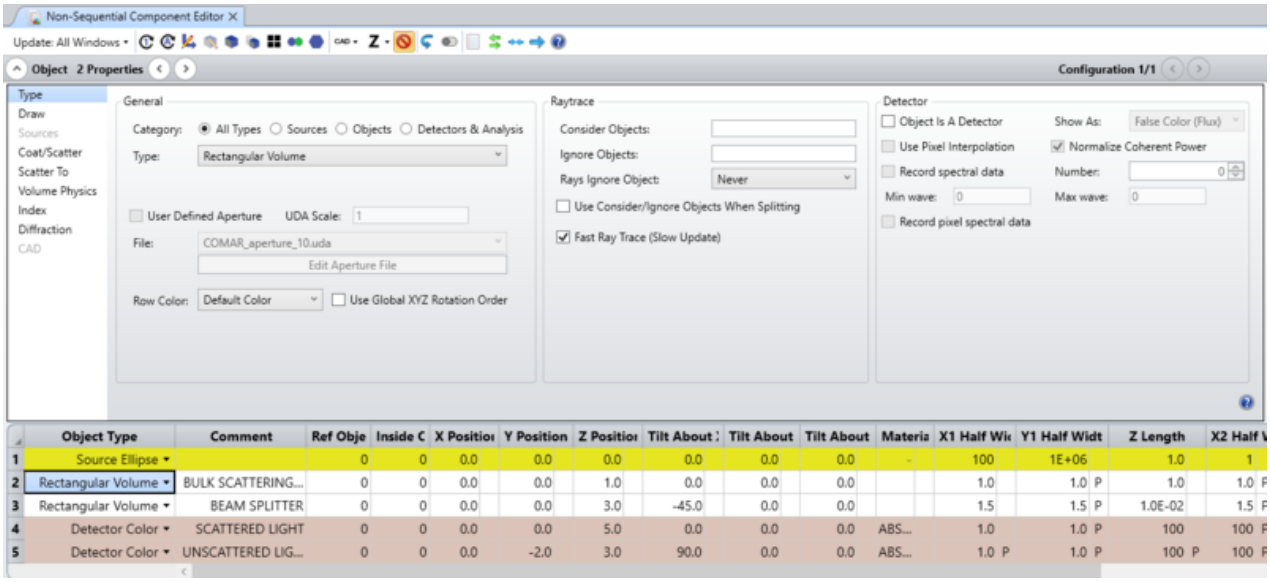
以下截屏取自OpticStudio非序列模式散射文件"Fluorescence Example.ZMX"。



2.3.2.5.1. 类型（对象属性、非序列模式元件编辑器）(Type (object properties, non-sequential component editor))

物体类型选项在"物体属性(Object Properties)"窗口的"类型(Type)"部分中设置。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头访问物体属性。

以下截屏取自OpticStudio非序列模式散射文件"Fluorescence Example.ZMX"。



"类型"部分支持以下控件：

2.3.2.5.1.1. 常规设置*(General Settings)*

类型**(Type)** 用于选择常规物体类型，如球形、椭圆形、矩形或其它类型。

有关不同物体类型的更多信息，请参阅非序列模式物体、非序列模式光源和非序列模式探测器。

数据文件**(Data File)** 如果物体类型由外部文件定义（如多边形物体），则可以在此处选择文件名。

用户自定义孔径**(User Defined Aperture)** 如果选择此选项，则将使用用户自定义孔径(UDA)文件定义物体的范围。并非所有物体都支持此功能。 可以将用户自定义孔径(UDA)放置在一些非序列模式表面物体上。必须将UDA文件放置在<objects>\Apertures文件夹中（参阅"文件夹"）。为序列模式表面精确定义UDA的介绍，请参阅"用户自定义孔径和遮阑"。

文件**(File)** 如果选择用户自定义孔径，则可以从此控件选择孔径文件的名称。

UDA缩放**(UDA Scale)** UDA缩放为无量纲比例因子，对UDA文件中定义的孔径进行缩放 。

编辑用户孔径**(Edit User Aperture)**此按钮将调用文本编辑器，让用户能够编辑所选UDA文件。为了使更改生效，需要保存UDA文件并重新加载物体。

行颜色**(Row Color)** 此控件可在非序列模式元件编辑器中选择物体的行颜色。默认情况下，物体由玻璃、"MIRROR"或"ABSORB"材料制成，并对光源和探测器进行颜色编码。任何物体都可以使用或不使用颜色、默认颜色或用户自定义颜色。可禁用行的着色，请参阅"系统配置选项(Project Preferences)"的"编辑器"部分。

使用全局**XYZ**旋转命令**(Use Global XYZ Rotation Order)** 如果选择此选项，物体倾斜的旋转规定是先围绕X轴旋转，然后依次围绕Y轴和Z轴旋转。如果取消选择此选项，将首先围绕Z轴旋转，然后依次围绕Y轴和X轴旋转。后者ZYX顺序与序列模式中坐标断点面顺序标记为零时执行的次序相同。请注意，使用ZYX顺序旋转与先围绕X轴转，然后围绕"新的"Y轴旋转，最后围绕"新的"Z轴旋转完全相同。另请参阅放置物体(Object Placement)部分中的"坐标系"说明。

2.3.2.5.1.2. 光线追迹设置*(Ray Trace Settings)*

考虑物体**(Consider Objects)** 通常情况下，光线在非序列模式组内按照明确定义的合理路径进行传播。例如，在光管中安装多个透镜后，打到第5个透镜的光线可能接着触碰到第4个透镜或第6个透镜；或者可能触碰光管本身。如果已知光线将要相交的可能物体列表，且此列表中的物体数比物体总数要少，则可以通过告知OpticStudio只考虑光线可能会触碰的部分物体来获得更高效的光线追迹速度。

如果将"考虑物体"字段留空（默认值），则光线离开此物体后可能会到达任何物体，并且OpticStudio会使用自己的内部算法来确定实际光线相交的物体。

要指定当光线离开物体后可能会触碰的部分物体，请列出物体编号，用空格分隔。例如，要指定光线在离开物体后可能会触碰物体4、6或23，可以在"考虑物体"数据字段中输入字符串"4 6 23"。注意，通常应在列表中包含物体自身的物体编号。当插入或删除新物体时，OpticStudio将自动更新此表。可以列出的最大物体数为10。如果光线可能会触碰10个以上的不同物体，请将此字段留空。使用0表示出射处的物体编号。

如果您不能确定光线离开任何物体后要触碰的物体，请将此字段留空。如果已列出的物体是光线能够有效触碰的部分物体，则该次光线追迹只能测试光线是否会与列出的物体相交。这意味着，如果列表中没有明确包含当光线离开当前物体后可能会触碰的所有可能物体，则将会产生不正确的光线追迹结果。如果光线可以离开物体，且再次触碰同一物体，则该物体的考虑物体列表必须明确列出本身作为可能物体之一。例如，如果光线触碰物体5可以折射或反射，并再次触碰物体5，则必须在物体5的考虑物体列表中列出物体编号5（如果已定义考虑物体列表）。

请注意，同时定义"考虑物体"和"忽略物体"列表没有任何意义。如果同时定义两个列表，则"考虑物体"列表的优先级高于"忽略物体"列表。

忽略物体**(Ignore Objects)** 忽略物体列表用于定义当光线离开任何物体后应忽略的物体。此功能对于光源物体的一个常见应用是忽略它们所定义的物体，从而使得光线不会立即与位于光线发出位置的物体交汇。

如果将"忽略物体"字段留空（默认值），则光线离开此物体后可能会触碰任何物体，并且OpticStudio会使用自己的内部算法来确定实际触碰的物体。

要指定当光线离开物体后可能不会触碰的物体，请列出物体编号，用空格分隔。例如，要指定光线在离开物体后应忽略物体5和7，可以在"忽略物体"数据字段中输入字符串"5 7"。注意，通常不得在列表中包含物体本身的物体编号。当插入或删除新物体时，OpticStudio将自动更新此表。可以列出的最大物体数为10。使用0表示光线出射处的物体编号。

请注意，同时定义"考虑物体"和"忽略物体"列表没有任何意义。如果同时定义两个列表，则"考虑物体"列表的优先级高于"忽略物体"列表。

光线忽略物体**(Rays Ignore Object)** 此控件具有三个可用的设置：从不、总是和开始。

☒从不：从不忽略物体，并且光线将始终与物体交汇。

☒总是：光线将从不与物体交汇。如果仅为渲染或参考目的而包含物体，则光线追迹速度将更快（如果选择此选项），因为OpticStudio不会计算该物体与光线相交情况。如果光线实际可以与物体相交，则选择此选项可能会导致不正确的光线追迹结果，因为光线通过物体传播就像它不存在一样。

☒开始：此设置意味着在从光源初始发射时光线将忽略物体，但在光线与任何其它物体交汇后，将不再忽略物体。这对于接近光源位置的物体非常有用，但光源光线已经考虑物体的影响。使用"开始"可以让光线初始忽略近距离物体，但随后在与其它某些物体首次交汇后考虑物体。

光线分裂时使用考虑/忽略物体**(Use Consider/Ignore Objects When Splitting)** 如果选择此选项，则当光线分裂为子光线时将只考虑与在"考虑物体"列表中列出的物体的相交点，或者只忽略"忽略物体"列表中列出的物体。如果取消选择此选项，将检查所有可能的物体交点。请参阅"使用考虑物体列表定义光程(Defining paths using the Consider Objects list)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

快速光线追迹（慢速更新）**(Fast Ray Trace (Slow Update))**在光线追迹速度和创建特定物体的内部表示所花费的时间之间存在权衡。这些物体包括大多数非径向对称的非球面、toroid面、用户自定义物体，以及其它不存在径向对称和精确光线追迹解的物体类型。这个设置的默认值是选中的，这意味着物体的光线追迹速度会更快，但更新速度会变慢。对于许多非球面透镜，光线追迹速度将比"快速追迹(Fast Trace)"快10到50倍。由于更新设置较慢而导致在"非序列模式元件编辑器(NSC Editor)"中编辑对象参数变得单调乏味是关闭"快速追迹"的唯一原因。可以在编辑参数时关闭该开关，然后在编辑完成后再次检查该开关。注意，此开关只影响上述物体类型。

2.3.2.5.1.3. 探测器设置*(Detector Settings)*

物体作为探测器**(Object Is A Detector)**如果选择此选项，则光线照射物体将使与物体相关联的探测器的能量增加。请注意，选择"物体作为探测器"后，用于在实体模型中打开或关闭阴影平滑的选项不会起作用。请参阅"物体作为探测器(Object as Detectors)"。

显示为**(Show As)**此控件可选择用于表示实体模型上探测器的物体的颜色样式。按光通量着色将会根据物体每个区域的总入射光能量进行着色。按辐照度着色将通过每个区域的光能量对每个区域进行着色。只有物体作为探测器才能使用此功能。

使用像素插值**(Use Pixel Interpolation)**如果选择此选项（推荐设置），将会在相邻像素之间分摊光线照射矩形探测器上的像素的能量。根据像素内光线到达的位置，将能量的数值分配给每个像素。如果光线到达像素的正中心，则会将其100%的能量分配给该像素。如果光线到达像素边缘的附近，则会与边缘附近的像素（如果有）共享其能量。像素插值可消除像素的突变的边缘响应，并且通常会生成噪声较少的视图和更流畅的优化。如果探测器使用PSF模式，则不使用像素插值。

归一化相干功率**(Normalize Coherent Power)**当光线照射探测器后，OpticStudio通过使用照射了参考像素中心的光线的强度和相位来计算电场的实部和虚部。然后，针对照射到同一像素的多条光线，对实部和虚部进行求和。OpticStudio也会对每个像素的强度进行求和（振幅平方）。

由于已考虑相位，因此部分光线会对其它光线产生相长干涉，而其它光线将产生相消干涉。这使得OpticStudio能够模拟各种效果，例如干涉仪（剪切或以其它方式）中的条纹，或来自各级的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线传播到的其它区域。以类似方式，当相长干涉发生时，人为地调整许多光线的振幅总和并非物理地增加了光束的能量。OpticStudio不能确定能量会去何处（或者来自哪里），因此，在不增加假设的前提下无法保证相干辐照度计算中的能量守恒。

OpticStudio可以执行两种不同假设中的一种：将探测器上的相干功率归一化，以匹配非相干功率，或使用每个像素的非相干功率，按到达每个像素处相干光线的比例来确定相干功率。

如果一个或多个光源的所有非相干功率落在同一探测器上，则应开启"归一化相干功率"开关。这是默认设置。例如，两平面波干涉后在整个探测器上出现由许多条纹形成的正弦条纹图样的情况。所有能量都呈现在探测器上，但波前干涉导致能量落在暗条纹上的光线需要重新定向到同一探测器上相邻的明亮条纹处。相反，当两束完全平行的光束相遇后，会产生一条明亮或黑暗（或介于两者之间）的条纹，此时应关闭"归一化相干功率"开关。

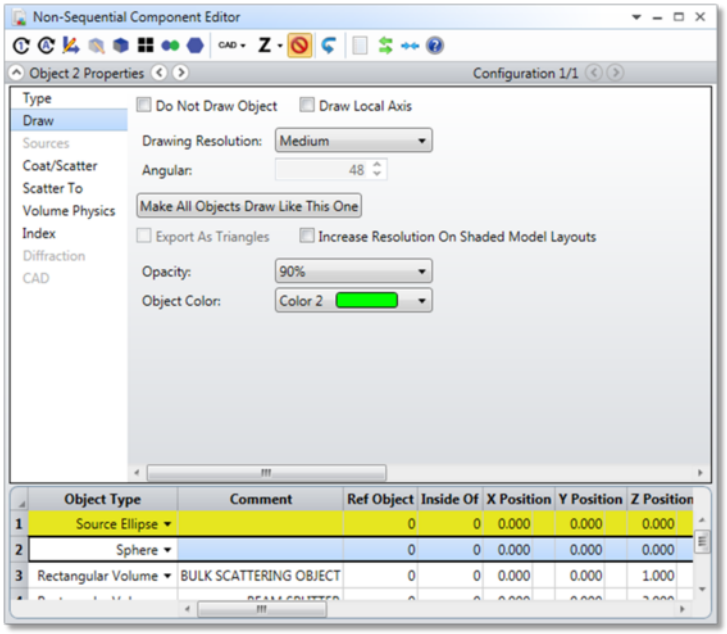
请参阅"关于相干数据计算的注解(Comments on coherent data computations)"。

记录光谱数据**(Record Spectral Data)**此选项仅可用于颜色探测器物体，且只有Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版才提供该选项。如果勾选，则将会记录照在探测器上的所有光线的光谱分布。会将分布记录到指定数量的波长段中，通过输入的"数字"指定。只会记录波长介于输入的"最小波长"和"最大波长"之间（并包含最大最小值）的光线；这些输入应以微米为单位。记录光谱分布后，可以使用探测器查看器的"显示为"对话框中的"光通量 vs 波长"选项进行绘制（参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"）。如果选择该选项，则将会为记录的分布计算显色指数(CRI)和相关色温(CCT)。CRI和CCT值将显示在探测器查看器上（如果选择"光通量 vs 波长"选项），并且可以使用NSDE操作数在评价函数中得出（参阅"优化-概述(Optimization - Overview)"）。

记录像素光谱数据**(Record Pixel Spectral Data)** 此选项仅在勾选"记录像素光谱数据"后可用。如果勾选，每一个像素的光谱分布数据都被记录到指定波长段中。波长段的个数以及大小在记录光谱数据当中进行了定义。每个像素的光谱分布一旦被记录，就可计算得到X/Y质心以及X/YRMS半径，这些信息可以显示在探测器查看器的光束信息选项卡中，也可以通过评价函数NSDE操作数来返回。

2.3.2.5.2. 绘图（物体属性、非序列模式元件编辑器）(Draw (object properties, non-sequential component editor))

物体绘图设置在"物体属性"窗口的"绘图"部分中定义。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。



绘图选项用于设置与绘制每个非序列模式物体相关的选项。该选项卡支持以下控件：

不绘制物体**(Do Not Draw Object)** 如果选择此选项，将不会在视图上绘制物体。光线将仍然表现为通过此处的物体。此控件用于从视图中删除包围其它物体的物体，使得内部物体变得更加清晰。

绘制局部轴**(Draw Local Axis)** 如果选择此选项，将会在3D视图上绘制局部x、y和z轴。绘制的x和y轴的长度是"丢失光线绘制距离"长度的一半，请参阅"镜头单位下错过光线的绘制距离"。z轴是此长度的两倍。坐标指示的顶点为局部顶点。

绘图精度**(Drawing Resolution)** 用于选择标准、中、高、精密或自定义。这些选项可以提高绘图精度，但相应的计算时间也越长。不同物体为不同目的使用的绘图精度，取决于物体的对称性。"自定义"设置用于在"绘图精度"控件下的编辑控制中指定用户自定义分辨率。

在实体模型视图上提高分辨率**(Increase Resolution On Shaded Model Plots)** 如果选择此选项，在生成实体模型视图时可以临时提高绘图精度。尽管这样可以生成更美观的图形，但却需要占用更多的时间和内存。为了节省时间和内存，可以禁用此选项。

所有物体按照该物体设置绘制**(Make All Objects Draw Like This One)** 按此按钮会将绘图设置复制到所有物体中。

透明度**(Opacity)**: 如果将透明度设置为100%，则在实体模型图上将物体渲染为纯色，该物体可能将视图中的其它物体完全遮挡。如果透明度低于100%，则物体部分透明，从而允许通过部分透明物体看到其它物体。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

物体颜色**(Object Color)** 此控件用于选择在实体模型显示器上用来绘制物体的颜色。

以三角形面导出**(Export As Triangles)** 如果选择此选项，会将以三角镶嵌面的形式导出物体到CAD格式文件，而不是平滑物体。此功能仅用于CAD格式导出无法正常工作时的解决方法。不推荐勾选该设置。

关于绘图精度和边界区域的注解

OpticStudio使用绘图精度设置来创建围绕每个物体的"边界区域"。此区域用于快速确定光线是否足够接近可能与其相交的物体。如果光线不穿过边界区域，OpticStudio认为光线将不触碰任何物体。为此，如果将绘图精度设置过低，则光线可能会错过物体。对于这些极少数情况，可以提高绘图精度以确保光线触碰物体。

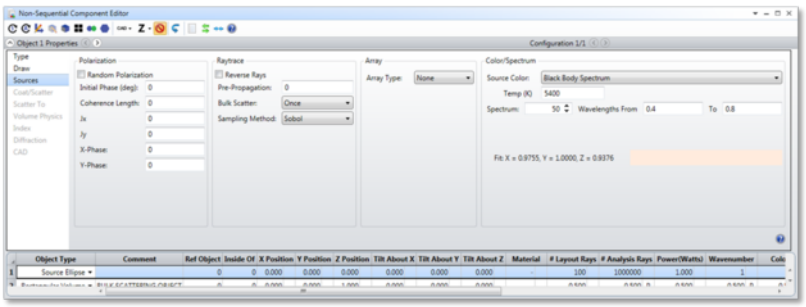
没有必要将绘图精度设置的过高，因为这会降低光线追迹和渲染的速度，而不会提高准确性！

重要的是，请注意绘图精度设置仅用于渲染视图上的物体，对于某些物体，则用于提供"初步估计"的光线与物体交点处位置。为了准确追迹光线，可以使用迭代来找到确切的交点。可以为光线追迹准确地对OpticStudio的所有物体的实际表面形状进行建模；光线追迹的准确性不受绘图精度限制，只要绘图精度足够提供充分的初步估计。

对于包括布尔运算CAD物体和其它非原生物体在内的CAD物体，绘制分辨率为一种名叫"弦公差"的不同设置，位于物体属性>CAD设置中。有关弦公差的更多详情，请参阅"物体属性>CAD(Object Properties > CAD)"了解更多信息。有关原生与非原生物体之间区别的更多信息，请查看"原生物体(Native Object)"定义。

2.3.2.5.3. 光源(Sources)

物体光源选项在"物体属性(Object Properties)"窗口的"光源(Source)"部分中设置。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。



光源部分用于定义光源物体的属性，其中包括偏振态、相干长度、以及从非序列模式光源发射的光线的初始相位、位置及方向。有关重要信息，请参阅"定义初始偏振(Defining the initial polarization)"。该选项卡支持以下控件：

偏振

随机偏振**(Random Polarization)** 如果勾选此选项，光源将随机发射偏振光。如果取消勾选此选项，可以使用此部分中的其它控件定义偏振态。

初始相位**(Initial Phase)** 光线的初始相位（以度表示），360度等于光程的一个波长。此设置仅影响依赖于光线相位的相干光线计算。

相干长度**(Coherence Length)** 光线传播的长度（以镜头单位表示），该长度内的相位已知。有关相干长度影响的详细信息，请参阅"相干长度建模(Coherence length modeling)"。

Jx、**Jy(Jx, Jy)** 分别为局部x和y方向的电场的振幅。

X-相位、**Y-**相位**(X-Phase, Y-Phase)** 分别为局部x和y方向的电场的相位（以度为单位）。

光线追迹

逆向光线**(Reverse Rays)**选择此选项，可以反转每条光线的方向余弦。此选项也可以用于反转光源中光线的初始方向。（如有）应在考虑预传播距离后完成反转光线。

预传播**(Pre-Propagation)** 在通过非序列模式物体开始实际光线追迹之前光线传播的距离，以镜头单位表示。预传播将光线的起点沿光线方向余弦向前或向后移动。此功能用于在一个位置定义光线，但在不同位置沿光线路径开始光线追迹；例如，在光源附近物体的前面或后面。预传播距离可以通过考虑传播长度来更改光线的初始相位和电场。如果选择逆向光线选项，则预传播在逆向光线之前发生。

体散射**(Bulk Scatter)** 通常，如果通过具有体散射介质的物体传播光线，则光线可能会在介质内散射多次。这是默认的"多次"选项。如果选择"一次"选项，则光线的每个分支只能体散射一次。请注意，如果光线在散射之前分裂，则每条子光线可能会散射，因为每个子分支都是第一次散射。如果选择"从不"选项，则从该光源发出的光线将不会发生任何散射。此控件可用于对荧光进行建模。另请参阅物体属性窗口的"体散射"部分。

采样方法**(Sampling Method)** 可用选项为随机和Sobol。一旦光源模型的参数被定义，便可模拟离开光源随机生成的光线。但是，并非总是希望得到真正的随机。原因是随机数往往不能均匀分布在采样参数空间（如果采样的数量很小）。随机数可以组合在一起，从而在采样空间留下相对较大的差距。在实践中，这意味着需要大量光线才能获得足够的采样，以产生各种平滑的光线。Sobol采样广泛使用看似定性随机，但实际上是精心选择分布以便最佳"填充"以前未采样空间的一种采样算法。 有关随机和Sobol采样的优点和缺点的详述，请参阅"随机 vs Sobol采样(Random vs Sobol sampling)"。

阵列

阵列类型**(Array Type)** 此功能用于生成相同光源的阵列，所有光源都具有与"父"光源相同的属性。根据阵列类型，可以使用"光源"选项卡中的其它参数来定义阵列元素的数量和阵列的大小。支持的阵列类型为：

矩形：此阵列可用于在局部X和Y方向生成具有均匀间隔的1D直线或2D的光源阵列。可用的选项包括X和Y方向的光源数量，以及沿每个方向的光源间隔（以镜头单位表示）。任一方向的光源的最小数量为1，最大数量为2000。光源在父物体位置的第一(x)列和第一(y)行从1开始编号。每个后续的光源沿第一行的每一列进行编号，直至达到x方向的光源的数量。将下一个光源放置在下一行的第一列中，然后再次沿该行的每一列继续编号，直至放置所有光源。

圆形：此光源阵列是以父光源坐标作为中心的一个圆。光源在以镜头单位表示的指定径向坐标中以角度等距分布。第一个光源在XY平面上为0度，光源围绕圆以逆时针方向（俯视-Z轴）放置，直至放置所有光源。

六边形：此阵列是等距的光源圆环阵列。第一个"环"位于父光源的位置，并将第一个光源放置在此位置。第二个环包含6个光源，等角度间隔，在XY平面上+90度开始放置第二个光源，光源围绕第二环所在的圆以逆时针方向（俯视-Z轴）放置，直至放置所有6个光源（光源编号为2至7）。第三个环包含12个光源，第四个环包含18个光源，样式依此类推，直至到达最后一个环。最多支持20个环。间隔参数为相邻环之间的径向间隔。

六角形：此类型形成具有六角对称性的阵列。第一个"环"包含一个位于父光源位置的光源。第二个"环"包含6个光源，以六角形样式围绕中心光源放置。第三个"环"包含12个光源，放置在第二个环的外部，样式依此类推，直至到达最后一个环。最多支持20个环。间隔参数为六角形区域的整个高度，即同一列中光源之间的垂直间隔。此阵列的编号规定为从最左侧（-x坐标）列的底部（-y坐标）为1开始，然后在最左侧列向上移动，最后从位于右边的下一列的底部开始，沿该列向上移动。样式依此类推，直至到达位于最右侧列中的顶部光源。

对于光源的所有阵列，如果光源的总数超过10,000，则不绘制光源物体。将光源的参数设置（如输出光线条数、分析光线条数和光焦度）应用到阵列中的每个光源中。例如，能量为1瓦光源的3 x 3阵列将产生9瓦。

颜色/光谱

光源颜色、光谱和波长从/到**(Source Color, Spectrum, and Wavelengths From/To)** 这些设置用于选择为光源生成光谱模型的方法。 可以通过多种方法对光源的光谱内容进行建模。光源可以是单波长，也可以涵盖某些可见光谱区域来表示复合颜色，如橙色或白色。可用光源颜色模型如下所述。

系统波长：如果选择此选项，将使用系统波长对话框中定义的单波长的波长。系统波长在"波长"中进行了描述。定义系统波长后，用于光线追迹的波长通过光源使用的波数来定义。波数是非序列模式元件编辑器中所

有光源使用的其中一个参数。有关完整描述，请参阅"适用于所有光源物体的参数(Parameters common to all source objects)"。这是光源颜色的默认设置，也是使用系统波长的唯一设置。

CIE 1931三刺激值XYZ：此光源颜色模型可以使用通常给出的名为X、Y和Z的三个CIE三刺激值来定义光源的颜色。有关生成的光谱来表示所需颜色的重要信息，请参阅"光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm)"。请注意，尽管Y值通常表示光源的整体亮度（以流明为单位），但在定义光源颜色时，OpticStudio不以此目的而使用Y值。可以单独设置光源的光焦度或亮度；有关完整描述，请参阅"适用于所有光源物体的参数"。OpticStudio在内部会将XYZ值归一化为1流明，用于计算光谱。

CIE 1931色坐标xy：此光源颜色模型基本上与上述XYZ模型相同，除使用归一化色坐标以外。OpticStudio将xy值转换为XYZ值，然后按照"光谱拟合算法"中所述的步骤执行。

CIE 1931 RGB（饱和）：将RGB值转换为CIE XYZ坐标，并且随后用于计算光谱的方法与用于计算CIE 1931三刺激值的方法相同。注意，RGB颜色是完全饱和的RGB颜色，这意味着8位阶(128, 128, 128)的颜色（如灰色）对于最大亮度(256,256,256)已饱和，且将显示为白色。灰色和白色，或者任何深色和浅色的颜色光谱没有差别，只要保持相对色值。

等能光谱：这可以在整个指定波长范围内以指定的离散波长编号生成等能光谱。

D65白光：定义X = 0.9505，Y = 1.0000，Z = 1.0890，即计算机显示器上的D65白色。

色温：根据温度（以开尔文为单位）计算XYZ三刺激值，以生成与指定温度的黑体相同的颜色，并且按照如上所述为CIE 1931三刺激值计算光谱。注意，这不是真正的黑体光谱，但光谱拟合可生成与该温度的黑体相同的颜色。

黑体光谱：根据温度（以开尔文为单位），这可以在指定的波长范围内生成真正的黑体光谱。此颜色模型并不局限于可见光谱。

光谱文件：此颜色模型可以从文件中读取波长值和权重。有关文件格式的详细信息，请参阅"定义光谱文件(Defining a spectrum file)"。

CIE 1976色坐标u’v’：此光源颜色模型基本上与上述XYZ模型相同，除使用归一化u’和v’色坐标以外。OpticStudio将u’和v’值转换为XYZ值，然后按照"光谱拟合算法"中所述的步骤执行。

请注意，对于除系统波长、等能光谱、黑体光谱和光谱文件以外的所有光源颜色设置，光谱必须拟合以表示选定的颜色。请参阅"光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm)"。

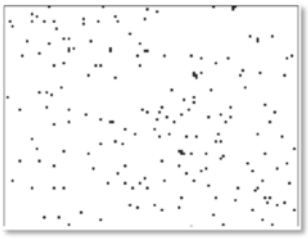
2.3.2.5.3.1. 随机 *vs Sobol*采样*(Random vs Sobol Sampling)*

一旦光源模型的参数被定义，便可模拟离开光源随机生成的光线。此过程包括生成随机数，以该值的一定比例来表示起始坐标的值和光线的方向余弦。注意，起始坐标描述近场光源属性，而方向余弦表示远场属性。

但并非总是希望得到真正的随机。原因是随机数往往不能均匀分布在采样参数空间（如果采样的数量很小）。随机数可以组合在一起，从而在采样空间留下相对较大的差距。在实践中，这意味着需要大量光线才能获得足够的采样，以产生各种平滑的光线。

一种解决方案是使用看似定性随机，但实际上精心选择分布以便最佳"填充"以前未采样的空间的一种采样算法。一种广泛使用的算法是称为Sobol采样的伪随机采样算法。有关此算法的详述，请参阅Press、Flannery、Teukolsky和Vetterling合著的由剑桥大学出版社出版的《Numerical Recipes》。

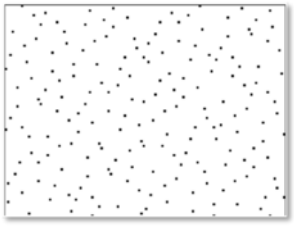
下图显示了两个矩形光源的近场光线样式。此处显示的第一种光线样式使用随机采样。注意，分布没有任何明显的周期性伪迹。



一些光线彼此非常接近，而其它相对大的区域则不包含任何光线。在实践中，这将在探测器上生成"噪声"辐照度分布，因为一些像素将包含一条或两条光线，而其它像素将不包含任何光线，即使光源采样均匀。

对于随机光线，信噪比(SNR)大约由N / sqrt(N) = sqrt(N)给出，其中N为每像素的光线数。对于具有许多像素的大型探测器，可能需要大量的光线才能获得较高的信噪比。例如，假设在均匀光源的最佳情形下，具有10,000个像素的探测器将需要大约1亿条光线才能获得信噪比100。对于更实际和现实的光学系统，光线数量越少，获得的信噪比就越低。

下图显示了使用Sobol伪随机采样网格在相同探测器上追迹相同数量的光线的情形。注意，如果光线分布越均匀，则差距相对较少且彼此非常接近的光线越少。随着追迹的光线的数量增加，光线会始终选择探测器上位于已经追迹的光线之间的点，从而使得分布更精细且更均匀。由于这已超出本文讨论的范围，因此使用Sobol采样的信噪比大约接近于N，而不是sqrt(N)。对于上例中的10,000个像素，只需要追迹大约100万条光线就可获得信噪比100，效率提高了100倍。



Sobol算法有两个缺点。第一，有时光线分布中存在人眼可以察觉到的细微伪迹。

对于某些光学系统，如果采样太低，则这些伪影可以显示在探测到的辐照度中作为假的伪周期结构。第二，使用Sobol算法生成的光线始终相同。

追迹M条光线，然后追迹M条以上光线，将会生成与追迹第一组M条光线完全相同的结果；而追迹2M条光线将生成不同的结果。这就是为什么当在视图上绘图时使用Sobol采样的光源将始终追迹完全相同的光线的原因。要获得不同光线的唯一方法是同时追迹大量的光线。尽管如此，使用Sobol采样一般可以使用比随机采样更少的光线产生更快的收敛。

并非所有光源模型都需要或支持Sobol采样。如果光源模型不支持Sobol采样，则此控件将显示为灰色。一些光源模型仅为生成的光线的某个部分提供Sobol采样，如光线起始坐标处，而非光线的其它部分，如光线起始方向余弦处。对于支持Sobol采样（无论是为生成光线的某个部分还是所有部分）的所有光源，当第一次将此方法添加到系统后，它将是光源的默认采样方法（如光源选项卡中给出）。

2.3.2.5.3.2. 光谱拟合算法*(The spectrum fitting algorithm)*

OpticStudio无法追迹非单波长"光线"。每条追迹的光线都必须拥有唯一的波长，这样才可以准确计算折射率、反射率、透射率、体吸收率、衍射率以及其它效应。为此，必须通过离散波长的光谱来表示不是单波长的光源。

重要的是要了解给定的光源复合颜色（如浅蓝），潜在的单波长光谱不是唯一的。具有相同三刺激值的加权离散光谱数量是无限的。在使用三刺激值或其等效值定义光源的颜色时， OpticStudio必须计算表示该颜色的相应光谱。得出离散波长，并进行相应加权，然后进行追迹。

用户控制生成光谱需要3个输入：最小波长、最大波长和波长编号。OpticStudio将生成所定义范围的均匀间隔单波长波长的光谱。例如，如果最小波长为0.500，最大波长为0.700，且使用5个波长，则选择的波长将为0.500、0.550、0.600、0.650和0.700（在OpticStudio中，所有波长均以微米为单位）。OpticStudio将计算每个波长的XYZ响应，并确定每个波长的最佳加权以生成所需的整体XYZ颜色。由此生成的"最佳拟合"XYZ三刺激值将显示在输入的光谱下方。此外，将会显示最佳拟合颜色的等效RGB颜色以供参考。当使用拟合生成所需的XYZ颜色时，最小和最大波 长必须介于0.380和0.830微米之间，这是光线可视范围的实际程度，并且三色刺激Y响应不为零。

请注意，最佳拟合XYZ值可能与所需的值不同。如果光谱中的波长少于两个，或者如果波长范围不足够宽，或者如果无法表示所需的XYZ值，则有可能会发生这种情况。在后一种情况下，这通常是因为XYZ值不是实际值且不在CIE色度图上的可见区域内 - 例如三刺激值(1, 1, 18)与任何可见颜色不对应。

在确定光谱后，OpticStudio将从光谱值中随机选择要追迹的波长，然后根据通过拟合过程确 定相对权重进行加权。要查看在拟合中实际使用的波长和权重，请使用"分类数据报告"中所述的分类数据报告。

2.3.2.5.3.3. 定义光谱文件*(Defining a spectrum file)*

光谱文件为文本格式，扩展名为*.SPCD，并放置在<objects>\Sources\Spectrum Files文件夹中（参阅"文件夹"）。文件用于描述光源颜色模型中的用户自定义光谱。文件格式为数字对，格式如下：

```
# comment <optional>
wavelength1 weight1
wavelength2 weight2
etc...
```

波长值以微米为单位，且必须以升序列出。权重值以无量纲相对能量单位表示。至少可以定义3对数据点，但不得超过200对数据点。

2.3.2.5.3.4. 如何从光谱中选择光线*(How rays are selected from the spectrum)*

定义光谱后，OpticStudio将根据每个波长的相对权重从光谱中随机选择波长。相对权重是另一波长的两倍的光线通常被追迹两次，因此将追迹另一波长的两倍数量的光线。如果波长的相对权重很低，则要追迹的波长的光线将更少，并且这可能会导致对该波长相关的数据的采样不够充分（噪声越多）。

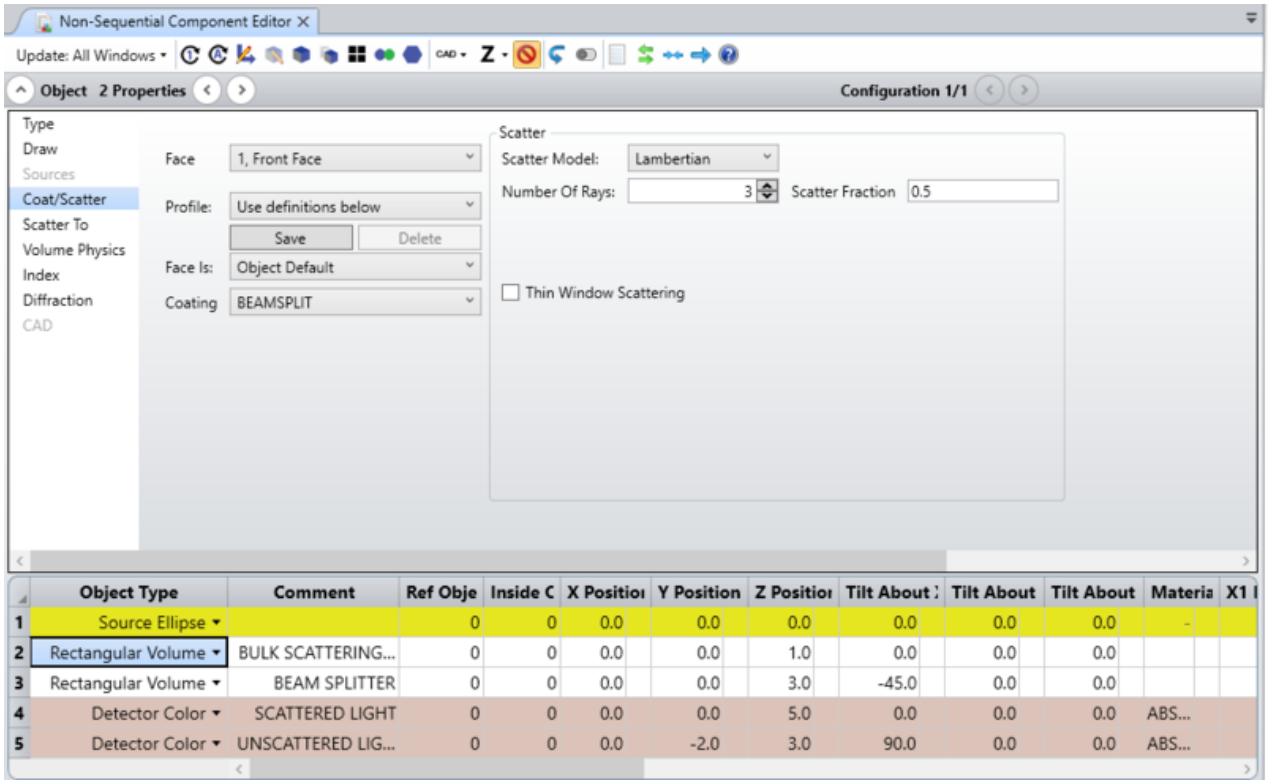
如果光源单位为瓦或焦耳，则每条光线具有相等光通量（或能量），并且追迹的所有光线的总光通量将完全等于光源的总光通量。但是，如果光源单位为流明，则情况可能会有所不同。要正确计算检测到的光线的真实颜色，OpticStudio必须根据光源的光谱分布将光线单位从流明转换为瓦。每根光线将被分配到同样瓦特的能量，再在系统中进行光线追迹。给定光线到达探测器后，再用光线的波长将光线单位转换回流明。由于光线的数量是固定的，并且光线波长是随机选择的，因此总光通量（以流明为单位）不会与为光源指定的值完全相同。一般来说，如果追迹合理数量的光线，则总流明将非常接近定义的光源流明值。

2.3.2.5.3.5. 通过光源颜色模型使用*ABg*散射*(Using ABg scattering with source color models)*

有关ABg系数缩放的重要信息，请参阅"ABg数据的波长缩放(Wavelength scaling of ABg data)"。

2.3.2.5.4. 膜层/散射(Coat/Scatter)

物体膜层和散射选项在"物体属性"窗口的"膜层/散射"部分中设置。可以通过单击NSC编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头访问物体属性。



"膜层/散射"部分支持以下控件：

面**(Face)** 将要设定属性的面。对于导入的CAD物体，请参阅"物体属性"窗口的"CAD"部分。 面是物体中使用相同光学属性的一个或多个表面的集合。例如，对于单透镜，有3种面：前表面、后表面和其余所有面（包括边缘和边缘周围的方形面）。在这种情况下，可以应用三种不同的膜层；如果透镜的所有面都使用膜层，针对每个面组各应用一个膜层。请注意，可以在一个面编号中组合多个表面，并且同一面组中的所有表面都具有相同的光学属性。有效的面编号为0至50，尽管大多数物体具有4个以下的面。

配置文件**(Profile)** 配置文件是一系列与应用到物体表面的镀膜和散射模型数据有关的设置。假设光学系统中的多个物体都是同一材料制成，且具有相同的膜层和散射属性。可以一次键入数据，然后将其保存到描述，而不是为每个物体和面键入相同的数据。保存后，任何其它物体面都可以使用相同描述。配置文件存储在文件中，该文件名在"系统选项"的"文件"部分中指定；有关详细信息，请参阅"散射配置文件"。如果此物体需要唯一设置，则选择"使用下列定义"来编辑散射参数。如果已选择配置文件，则将禁用膜层和散射数据框，因为此面的膜层数据已由选定的配置文件定义。但是，这个设置还是会被显示出来。

保存**(Save)** 保存当前散射设置作为新的配置。按此按钮将会提示输入新配置文件的名称。

删除**(Delete)** 从散射配置文件中删除当前选择的配置文件。

面为**(Face Is)** 此设置控制面是折射、反射还是吸收。可以使用下列选项：

☒"物体默认"表示面为折射、反射还是吸收，取决于在NSC编辑器中定义的材料类型。

☒"反射"是指面始终反射，光的透射部分被忽略。"反射"假设表面涂覆有厚铝层，折射率为0.7-7.0i（在0.55um时）。假设铝层足够厚，没有光线穿过铝层。

☒"吸收"是指面始终吸收。

膜层**(Coating)** 要应用到具有选定面编号的表面的膜层名称。膜层在系统膜层文件中定义；有关更多信息，请参阅定义膜层(Defining Coatings)。

偏振和镀膜

无论是考虑光线的偏振效应或者是忽略偏振，均可以对非序列模式下的组件进行光线追迹。光线的初始偏振态由光源属性确定，请参阅"物体属性"的"光源"部分。如果使用偏振光线追迹，将会在所有表面考虑光能的透射、反射和吸收。还会考虑体吸收情况。薄膜会严重影响光学表面的透射和反射属性。表面最初没有镀膜，但表面或表面组之后可能使用膜层。

接触表面的膜层

如果两个表面接触，例如放置两个45-45-90棱柱，以使一个棱柱的一个面与另一个棱柱接触，则可以在接触表面"之间"应用膜层。

为此，可使用上文中"放置物体"一节中介绍的相同约定来完成。规则是：NSC编辑器中列出的最后一个物体的接触表面的属性决定两个物体之间的接触面的属性。

例如，在经过排列构成的分束器的两个棱柱间的接触面上放置金属薄膜时，列出的第一个棱柱体的接触面应该"不加膜层"，而列出的第二个棱柱体的接触面应该加上相应的薄膜膜层。这样无论光线从哪一侧入射到该接触表面，所应用的膜层都将是正确的膜层，并且可以准确计算光线透射率和/或反射率。注意，作为POB物体建模的棱柱的不同表面可以应用不同的膜层，因此某些表面可能使用增透膜层，而某些表面使用反射膜层。

2.3.2.5.4.1. 散射模型*(Scattering Models)*

依据概率分布函数定义散射模型。当OpticStudio散射一条光线时，将会选定一个新的传播方向。该方向通过使用概率函数以及一个或多个随机数来确定。所产生的效果是：当有大量光线追迹时，所产生的散射光线分布将接近于概率分布函数。有七个散射模型可供使用：无、朗伯、高斯、ABg、ABg文件、BSDF和用户自定义。下面总结了每个可用的散射模型，但是有关详细的技术说明，请参阅散射(Scattering)。

无散射**(No Scattering)** 默认散射模型为"无散射"，这意味着不会发生散射。得到的光线为非散射或"镜面反射"光线（即使表面实际并非反射性）。双向散射分布函数(BSDF)（即单位入射辐照度的散射辐照度）为零。

朗伯**(Lambertian)** 在朗伯散射模型中，散射的光线投影矢量在单位圆的任何地方具有相同概率，而BSDF刚好为$1/\pi$。散射强度与法向矢量和散射的光线角度之间角度的余弦成比例。请注意，朗伯散射与光线入射角无关。大多数漫反射表面都近似朗伯模型。尽管在序列模式表面对话框中，朗伯也是可选的有效选项，但序列模式中使用该模型散射的光线只能沿前方任意方向传播，这导致光线以足够大的角度散射，从而不能正确地通过其余光学系统去传播。

高斯**(Gaussian)** 在高斯散射模型中，散射分布在方向余弦空间中旋转对称，无论镜面反射光线相对于表面法线成什么角度。 BSDF表达式（参阅"散射"）包含无量纲值σ，该值决定投影的平面上高斯分布的宽度。大于约5.0的值将得到近似朗伯的BSDF。因此，允许的σ最大值为5.0。

ABgABg散射模型是一种广泛用于定义BSDF的方法。在散射主要来源为随机各向同性表面粗糙度并且该粗糙度和所散射的光波长相比较小时，此散射模型通常是一个很好的模型。这些假设通常对抛光的光学表面有效。有关详细的技术说明，请参阅散射。

ABg文件**(ABg File)** ABg文件散射模型可用一组ABg配置文件定义表面的散射属性。在文本文件中指定了要使用的配置。文本文件必须有扩展名.ABGF，并且必须位于<data>\ABg_Data文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。ABGF文件中指定的所有配置必须在当前加载的ABg数据文件中定义（参阅"ABg数据文件(ABg Data File)"），并且所有配置必须使用大写字母定义（不考虑ABg数据文件中配置名称的大小写）。

BSDF BSDF散射模型可使用表格BSDF数据来定义表面的散射属性。数据通过文本文件提供。文件必须遵循标题为"Zemax Tabular BSDF data file format"的文章中所述的Zemax Tabular BSDF数据文件格式，（请参阅: Zemax表格BSDF数据文件格式 - 知识库（Zemax Tabular BSDF data file format – Knowledgebase）），该文章可在OpticStudio知识库中找到。OpticStudio允许为反射率和折射率定义单独的BSDF数据。如果镜面反射光线反射或折射，则光线随后使用来自适当的输入文件中的数据进行散射。对于提供散射模型的文件，必须具有.BSDF扩展名（如介绍文件格式的文章中所示），并且必须位于<data>\Scatterdata文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）。

标题为How to Use Tabular Data to Define the Surface Scattering Distribution的知识库文章中已提供有关此模型及其用途的完整描述，OpticStudio网站上也提供了此文章。

用户自定义散射**(User defined scattering)** 可以通过动态链接库(DLL)这一外部程序对其它常规的表面散射进行定义。OpticStudio随附提供了示例DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的DLL。另请参阅关于DLL的注释(Comments About DLLs)。

2.3.2.5.4.2. 散射分数和散射光线数*(Fraction to Scatter and Number of Scatter Rays)*

如果选择除了"无散射(No Scattering)"、"ABg"、"ABg文件"以外的散射模型，则必须定义"散射分数(Fraction to Scatter)"。此分数必须介于0.0（无光线散射）和1.0（每一条光线均散射）之间。对于ABg和ABg文件散射模型，由ABg参数确定散射分数，请参阅"定义ABg数据(Defining ABg data)"。

如果关闭光线分裂，是否发生散射是由产生0.0和1.0之间的单个随机数来确定。如果此随机数大于散射分数，则此光线不发生散射，反之，则发生散射。例如，如果散射分数为1.0，则光线始终是散射的。如果散射分数为0.0，则光线决不发生散射。如果散射分数为0.25，则平均四分之一的光线将发生散射。所有光线的能量都沿着随机产生的散射路径传播。如果关闭光线分裂，则不会影响散射光线的数量。

如果打开光线分裂，OpticStudio会将反射光线分裂成一条或更多的散射光线，同时还可能追迹反射光线。反射光线会接收到初始能量的一部分 ，其大小为(1.0-f)，其中f为散射分数。剩余的能量将会在一条或多条散射光线中平均分配。散射光线的数目决定产生多少散射光线。例如，如果散射分数是1.0，反射光线则接收不到能量，并不会再进行追迹。所有能量都会平均分配到散射光线中。如果散射分数是0.0，没有散射光线被追迹，而反射光线保有所有初始能量。如果散射分数是0.25，并且散射光线数目为5，反射光线接收0.75的相对能量，而每条散射光线的相对能量为0.05。如果散射光线的数目设定为0，则忽略散射分数，并且不存在散射。散射光线的最大数目是300，但是通常使用的值小得多。

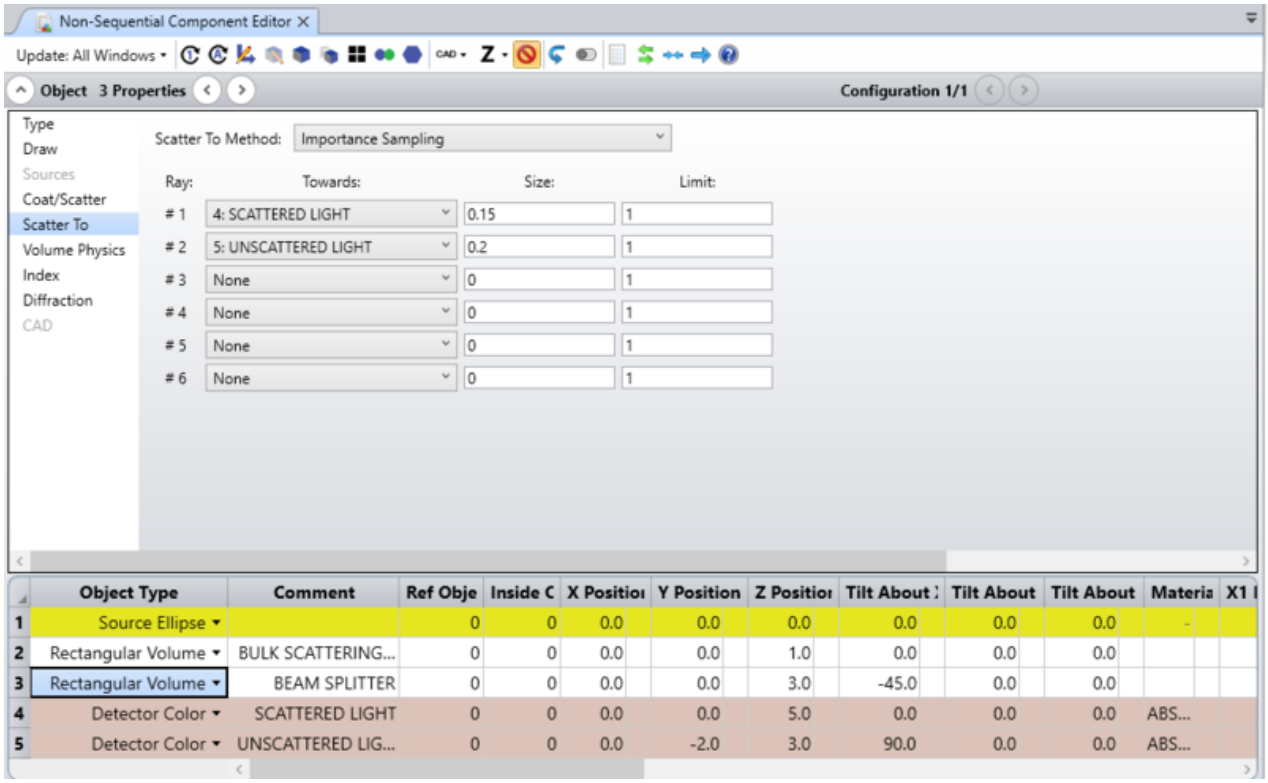
2.3.2.5.4.3. 薄板散射*(Thin Window Scattering)*

选择此选项后，光线仅当进入散射体时（即从空气中进入玻璃时）才发生反射式散射，并且仅在离开散射体时（即从玻璃进入空气时）才发生透射式散射，否则光线将沿着反射光线(specular ray)光程传播。此选项通常用于对测量散射数据的薄散射体进行建模，即选择 了BSDF散射模型。

在薄散射体中测量反射式或透射式散射时，反射(BRDF)和透射(BTDF)测量包含散射体中的所有散射光程。由于每一组数据（BRDF或BTDF）均包含所有真实散射光程，因此在使用OpticStudio对散射进行建模时需要合并这些光程。因此，选择"薄板散射(Thin Window Scattering)"选项时，仅在从散射体中反射或透射时才发生散射。

2.3.2.5.5. 散射路径(Scatter To)

物体"散射路径模型"在"物体属性(Object Properties)"窗口的"散射路径(Scatter To)"部分中设置。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。



通过追迹大量光线来找到入射到目标物体上相对较小数目的散射光线，如探测器。有两种方法可以提高散射分析的效率。

第一种方法是根据散射分布对光线进行散射，但是仅在光线向相关物体传播时才追迹光线。此方法可通过定义物体的"散射路径(Scatter To)"列表来执行。散射路径模型适用于大角度散射（如朗伯散射(Lambertian scatter)），此相关物体从散射表面看时包含相对大的角度。

第二种方法是始终向相关物体散射光线，然后对该方向上的光线能量进行归一化，来说明实际在该方向散射光线的几率。此方法被称为"重点采样(Importance Sampling)"。如果散射角度小或相关物体从散射表面看时包含相对较小的角度，则重点采样方法通常优于散射路径模型方法。

2.3.2.5.5.1. 散射路径列表*(The Scatter To List)*

散射路径功能通过忽略那些没有直接向相关物体传播的被散射光线来加速散射分析速度。散射路径列表和考虑物体列表(Consider Objects list)非常相似（参阅"使用考虑物体列表定义光程(Defining paths using the Consider Objects list)"）。散射路径列表是一系列以空格隔开的物体序号。只在光线与列出的物体中的一个或散射光线的物体相交时，才会追迹散射光线。例如，假设物体2以"3 4"定义散射路径列表。如果一条光线从物体2发生散射，只有当光线与物体2、3或4相交时，它才会被追迹。注意，任意其它的物体被忽略，所以散射光线会忽略没有明确列出（或散射物体本身）的任意物体，即使该物体直接位于散射点和列出的散射物体之间。

选择散射路径列表中的物体时，不能保证被散射的光线将被追迹到此物体。被散射的光线一般是基于入射光线到达物体的散射特性（参阅"散射(Scatter)"）。OpticStudio会产生散射光线，然后忽略那些没有与任一所列物体相交的光线。这个方法不能保证一条光线向所列出的物体散射。但是，可以扩大散射光线数目，参阅"散射分数和散射光线的数量(Fraction to scatter and number of scatter rays)"来提高光线向所需方向散射的可能性。

关闭"散射路径(Scatter To)"功能，将列表清空。在这种情况下，所有被散射的光线被追迹。散射路径列表和考虑物体列表的关键区别就是散射路径列表只应用于被散射的光线，而考虑物体列表应用于反射光线和散射光线。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.5.5.2. 重点采样*(Importance Sampling)*

重点采样通过选择所需方向上的散射光线来加快散射分析。要确定被散射光线的方向，需要通过位置、大小和极值来定义一个目标球体。目标球体的位置是通过选择一个物体编号来定义的。目标球体将被放置在所选择物体的原点。可以使用任何物体类型，包括空物体(Null Object)。尺寸参数定义了目标球体的半径，以镜头单位表示。极值参数可用来定义从散射点看去的目标球体的最大立体角，以球面度为单位。如果从散射点看去，目标球体的立体角超过了极限值，此时重点采样将不会用于该散射光线。下面将讨论此功能的作用。

当光线从表面散射时，计算从散射点看去的目标球体的方向和对向立体角。光线的方向是随机地从这个立体角内以等概率发出的。这将是散射光线的方向。注意，此方向不依赖于表面的双向散射分布函数(BSDF)。

由于无需考虑BSDF即可确定光线方向，因此光线所携带的能量必须进行修改，才得到正确的光线追迹结果。散射光线所携带的能量取决于表面的BSDF和TIS，关系如下：

$$E' = E\frac{BSDF}{TIS}\Omega\cos\theta$$

其中，E是使用重点采样之前分配给散射光线的能量，E′是朝着目标球体追迹的光线能量，Ω是从散射点看去的目标球体的立体角，θ是局部法向与散射光线之间的夹角，而BSDF和TIS是一般的散射函数和总积分散射（参阅"双向散射分布函数(Bi-Directional Scatter Distribution Function) "）。注意，仅当BSDF在目标球体的立体角中保持均匀时，此能量的重归一化才精确。如果Ω与BSDF的变化相比较大，能量的归一化就不精确。因此，可能需要定义一个极限值。如果目标球体与散射点距离足够近，以致Ω超出极限值，则不能对该散射光线进行重点采样。

针对每个物体最多可定义6个独立的目标球体。如果选中一条散射光线，使用第一个目标球体。如果选中两条散射光线，则使用前两个目标球体，以此类推，直至选中6条散射光线。如果选中6条以上的散射光线，第七条和接下来的光线就根据BSDF进行散射，不采用重点采样。能量的归一化是复杂的，而且当散射光线数目与目标球体的数目不相等时，容易产生统计错误。要获得最快最准确的结果，请使用与目标球体数目相等的散射光线数。

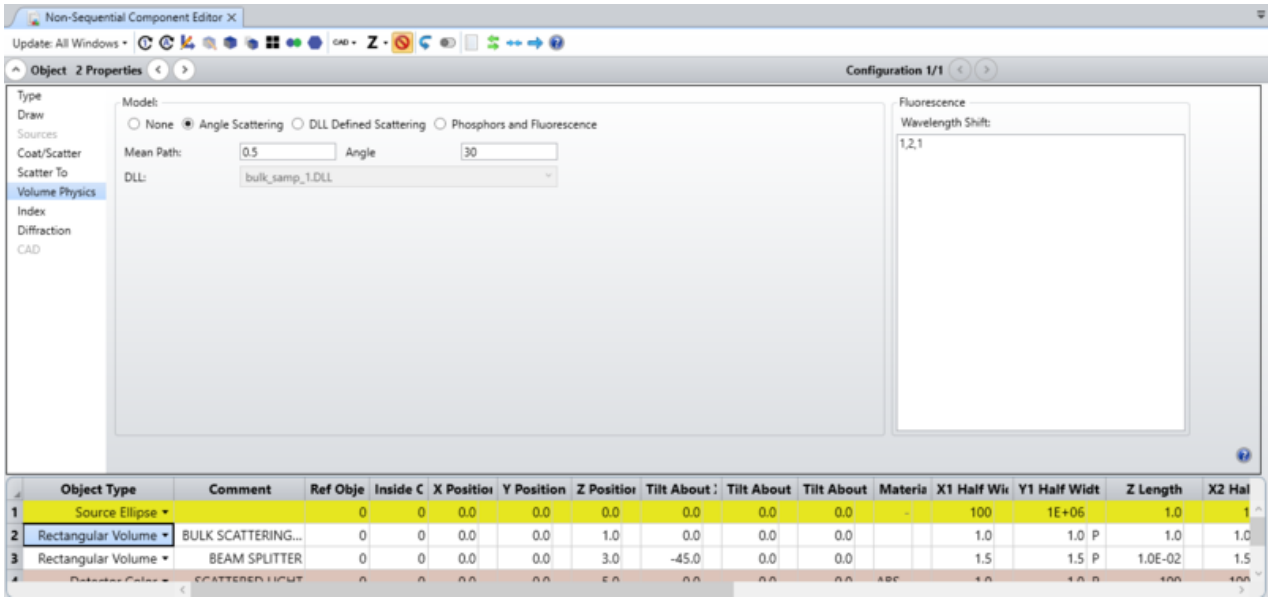
关于用户自定义散射模型中重点采样的注意事项

虽然重点采样可以与用户自定义的散射模型一起使用，但它必须在用户自定义的散射模型中指定。这在用户自定义的散射模型Lambertian.DLL和K-correlation.DLL示例中进行了演示。另一个用户自定义的散射模型Gaussian_XY.DLL和TwoGaussian.DLL不支持重点采样。

2.3.2.5.6. 体散射(Volume Physics)

物体体散射方法、波长漂移和鳞光/荧光设置在"物体属性"窗口的"体散射"部分中定义。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。要设置从给定光源发出的光线可以体散射一次还是多次，请参见"物体属性"的"光源"部分。

以下截屏取自OpticStudio非序列模式散射样本文件"Bulk Scatter.ZMX"：



体（体积）散射可对光线通过实体物体传播时的随机散射进行建模。OpticStudio支持4种实体物体体散射模式：无体散射(No Bulk Scattering)、角度散射(Angle Scattering)、DLL定义散射(DLL Defined Scattering)以及磷光和荧光。

无

如果选择无体散射，光线通过实体传播时不会发生散射。

2.3.2.5.6.1. 角度散射*(Angle Scattering)*

平均光程：发生的散射间的平均光程，以镜头单位表示。

角度：光线散射的角锥范围，以角度为单位。

有关角度散射模型的更多信息，请参阅帮助文件的"非序列模式概述"部分中的"体散射(Bulk scattering)"。

*2.3.2.5.6.2. DLL*定义的散射*(DLL Defined Scattering)*

平均光程：发生的散射间的平均光程，以镜头单位表示。

角度：光线散射的角锥范围，以角度为单位。

DLL：定义散射函数的DLL的名称。

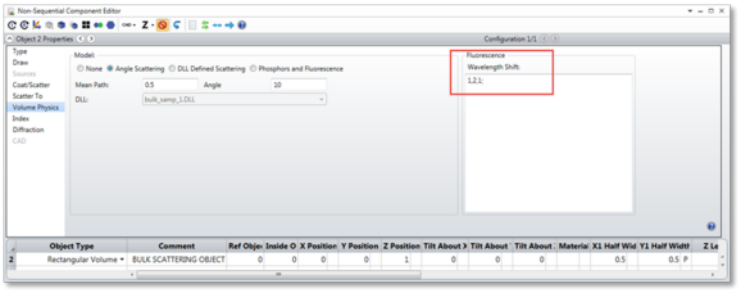
其它参数值：这些用于定义要传递到DLL的参数。要构建这些参数变量或根据多重结构进行控制，请使用NPRO操作数；有关详细信息，请参阅帮助文件的"优化概述"部分中的"NPRO"操作数。

有关DLL散射模型的更多信息和示例，请参阅帮助文件"非序列模式概述"部分中的"体散射"。

2.3.2.5.6.3. 波长偏移*(Wavelength Shift)*

波长偏移控件允许定义体散射过程中的波长转换。该功能主要用于荧光建模。要控制一束光线可体散射的次数，请参阅"物体属性"的"光源"部分。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



语法为"in,out,prob"，其中"in"为输入波长编号，"out"为输出波长编号，"prob"为追迹入射波长时出现该偏移的相对概率。可以使用分号分隔来定义多个转换。 可以为同一输入波长定义仅相对于其它波长偏移的概率值。 此外，当使用光源颜色模型（而非系统波长）时不支持波长偏移。

以下是一些示例：

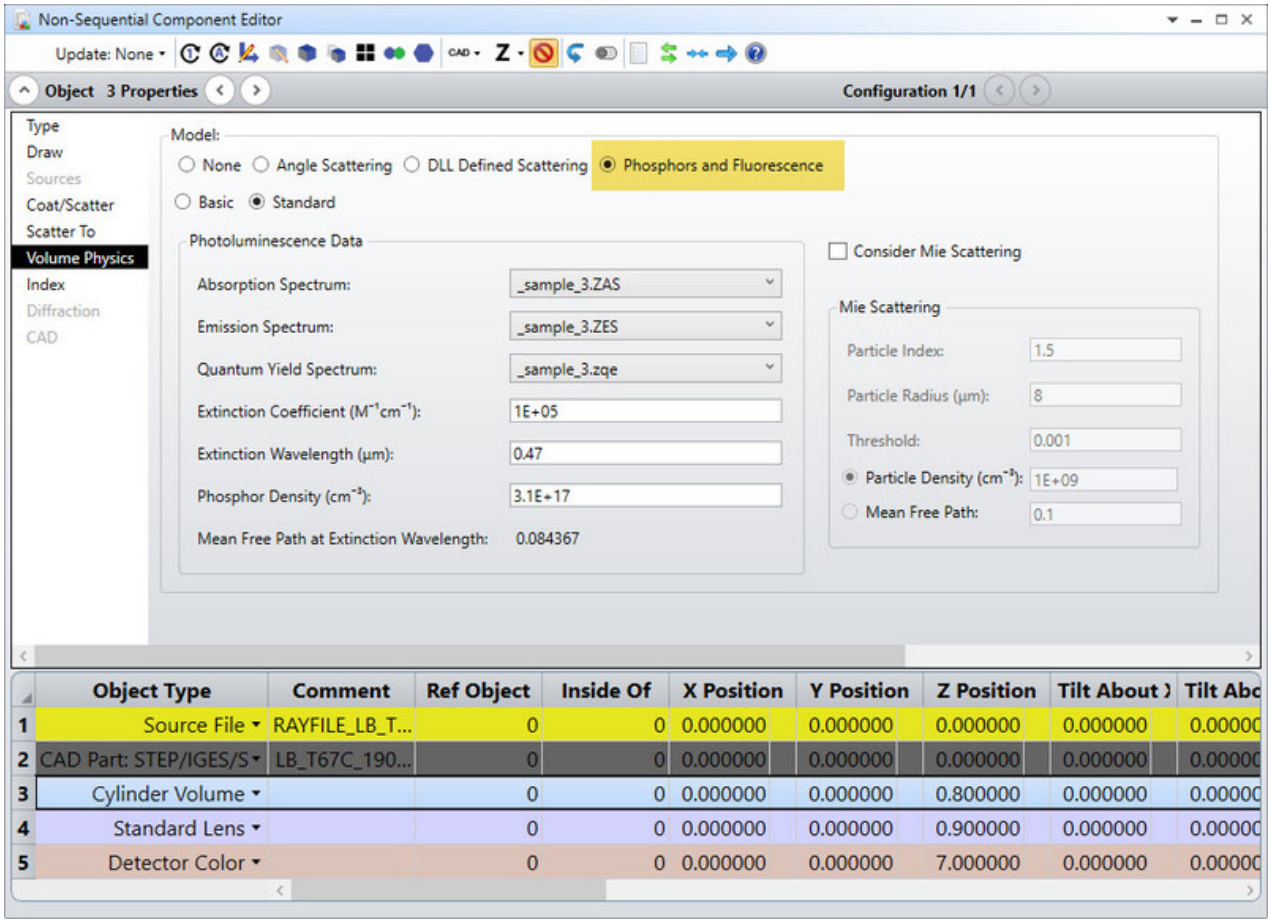
- 示例1：输入的单波长(#1)将偏移至另一个单波长(#2)："1、2、1.0"。
- 示例2：输入的单波长(#3)将偏移至波长#4或#5的相对概率为6.0至1.5："3、4、 6.0；3、5、1.5"。
- 示例3：输入的单波长(#1)将偏移至波长#2的概率为50%，偏移至波长#3的概率为40%，剩余10%的概率将保持在输入波长下："1、2、50.0；1、3、40.0；1、1、 10.0"。
- 示例4：波长#2和#3同时偏移至波长#5的概率为100%："2、5、1.0；3、 5、1.0"。
- 示例5：波长#1偏移至波长#2，且如果再次发生体散射，波长将偏移至波长#4和#5的概率分别为50%："1、2、1.0；2、4、50.0；2、5、50.0"。

2.3.2.5.6.4. 磷光和荧光（*Phosphors & Fluorescence*）

仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供该功能。

光致发光是某些光学活性分子在较长波长下光吸收、向下转换和再发射的现象。此功能通过使用吸收、发射和量子效率光谱数据来模拟此现象，这些数据以文本文件的形式提供。光致发光模型可以选择性地结合Mie体散射模型使用来对散射材料内含的光致发光材料进行建模。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



要在非序列模式下将光致发光模型应用到物体，请打开"物体属性窗口>体散射选项卡"，选择磷光和荧光选项。有两种光致发光模型：基本与标准。这两种方法都在下面进行了表述，但是在多数情况下都建议使用标准模型；基本模型只支持向后兼容。下面讨论中描述了标准模型。基本模型的描述也可以在下方题为"基本模型"的小节中找到。

标准模型

这些设置被分为两个部分，分别控制光致发光和实体中的Mie散射行为。

光致发光数据

吸收光谱、发射光谱和量子效率光谱（Absorption Spectrum, Emission Spectrum, and Quantum Yield Spectrum）：参见"光谱文件"中的小节。

消光系数（Extinction Coefficient）：指定消光波长下的消光系数。作为一个比例因子，将任意单位的吸收光谱转化为与波长相关的消光系数。单位是Molar^{-1}cm^{-1}（L*mol^{-1}*cm^{-1}）。

消光波长（Extinction Wavelength）：用户指定的消光系数的消光波长。这个波长必须介于吸收光谱中定义的最小波长和最大波长之间。单位是微米。

密度（Density）：光致发光粒子的密度，以cm^{-3}为单位。粒子类型（染料分子、量子点等）应与消光系数中用于定义摩尔的类型相同。

消光波长处的平均自由程（Mean Free Path at Extinction Wavelength）：在用户指定的消光波长上，根据输入参数值和吸收光谱计算的光致发光平均自由程，以镜头单位（lens units）表示。

与波长有关的光致发光平均自由程是由消光系数决定的，

$\epsilon(\lambda)$

反过来，消光系数则依赖于吸收光谱，

$A_{meas}(\lambda)$

.以任意波长计算的消光系数为：

$$\epsilon(\lambda) = \frac{\epsilon(\lambda_x)}{A_{meas}(\lambda_x)} A_{meas}(\lambda)$$

其中，

λ_x

为消光波长。平均自由程，

$l(\lambda)$

，对任意波长入射光的平均自由程由以下公式计算：

$$l(\lambda) = [\epsilon(\lambda) * c * \ln(10)]^{-1}$$

其中

ϵ

为消光系数，c为荧光物质的摩尔浓度（mol/L），由用户提供的密度转换而来。

光谱文件

光谱文件必须同时在吸收光谱和发射光谱的下拉菜单中设置。此外，还必须为量子效率光谱设置光谱文件。

吸收光谱

吸收光谱$A(\lambda)$, 表示 一个光子被吸收的概率。与输入和透射强度有光：

$$I_{transmitted} = I_{incident} 10^{-A(\lambda)}$$

吸收光谱在.ZAS文本文件中定义，该文件存储在 <..\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files>中。此文件包含用于定义吸收光谱的双精度浮点波长和概率值。

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
wavelength probability
```

文件标题指定文件中数据对的数量和波长单位标记（用0表示微米，用1表示纳米）。吸收光谱至少必须包含5个波长。如果光线的波长落在吸收光谱范围的外部，则它就不会被吸收且只会进行Mie散射。

发射光谱

发射光谱是光致发光发射的光子强度光谱，单位为光子数/秒。此光谱用于计算光线的发射特定波长的概率光谱。根据此概率光谱，任何向下转换光线都是概率分配的新波长。

ZES文件存储在<...\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files>中，其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的值的网格：

```
!comment
#_emission_wavelengths #_incident_wavelengths wavelength_unit_flag
incident_wavelength_1 ... incident_wavelength_n
emission_wavelength_1 relative_power_1 ... relative_power_n
emission_wavelength_2 relative_power_1 ... relative_power_n
```

注意，一些光源使用光谱辐射通量的单位来定义发射光谱，而有些则使用光子通量。OpticStudio使用后者来定义发射光谱。使用发射光谱时，确保单位是光子数/秒。

如果定义了5种或更少的入射光波长，则将 使用线性插值法插入中间值。如果定义超过5种入射光波长，则将使用 三次样条插值法进行插值。如果只使用一种入射光波长，则该波长适用于所有入射光波长。

发射光谱必须至少包含5种发射波长。

光线只能漂移至比其原始波长更长的波长。

量子效率光谱

用户提供的量子效率光谱

$$Q(\lambda),$$

是下转换过程的效率，但不考虑向下转换对光线强度的影响。当使用量子效率光谱时，OpticStudio通过量子效率乘以入射和发射波长的比值来计算波长偏移对强度的影响，即所谓的斯托克斯位移：

$$I_{emitted} = I_{absorbed} Q(\lambda_{in}) \frac{\lambda_{in}}{\lambda_{emitted}}$$

ZQE文件存储在路径<...\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files>中，其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的双精度数值对：

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
wavelength yield
```

请注意，如果在ZQE文件中只列出一个效率值，则将其用于所有波长。

激发光谱

在OpticStudio 18.9版本中，为了更清晰同时更符合行业标准，模型中的激发光谱选项已停用，取而代之的是量子效率光谱。这里提供了关于激发光谱的文档，为保持完整性，也在本页的其余位置提供。

激发光谱除了与包括更改波长对光线强度的影响外，与量子效率光谱类似。它是用于定义与波长相关效率因子F有关的效率光谱：

$$I_{emitted} = I_{incident} F(\lambda_{incident})$$

在OpticStudio 18.9版本中，无论是激发光谱还是量子效率光谱都必须提供。请注意，OpticStudio对激发光谱的定义不同于其他一些文件，其他定义可以交换激发光谱和吸收光谱。

激发光谱保存为ZEX文件，存储在路径 <...\Documents\Zemax\ Objects\Phosphors and Fluorescence Files>中。其中包含用于为不同入射光波长定义多个发射光谱的双精度数值对：

```
!comment
#_of_points wavelength_unit_flag
Incident_wavelength conversion_efficiency
```

如果在ZEX文件中只列出一个效率值，则将其用于所有波长。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

所有效率值应为1或更小。将效率值设置为大于1可能会导致无法在系统中保存能量。

如果光线被吸收，但其波长落在激发光谱范围之外，其通量将被设置为零并终止。

Mie散射

在标准光致发光模型中，使用"考虑Mie散射"开关可以考虑或忽略Mie散射。

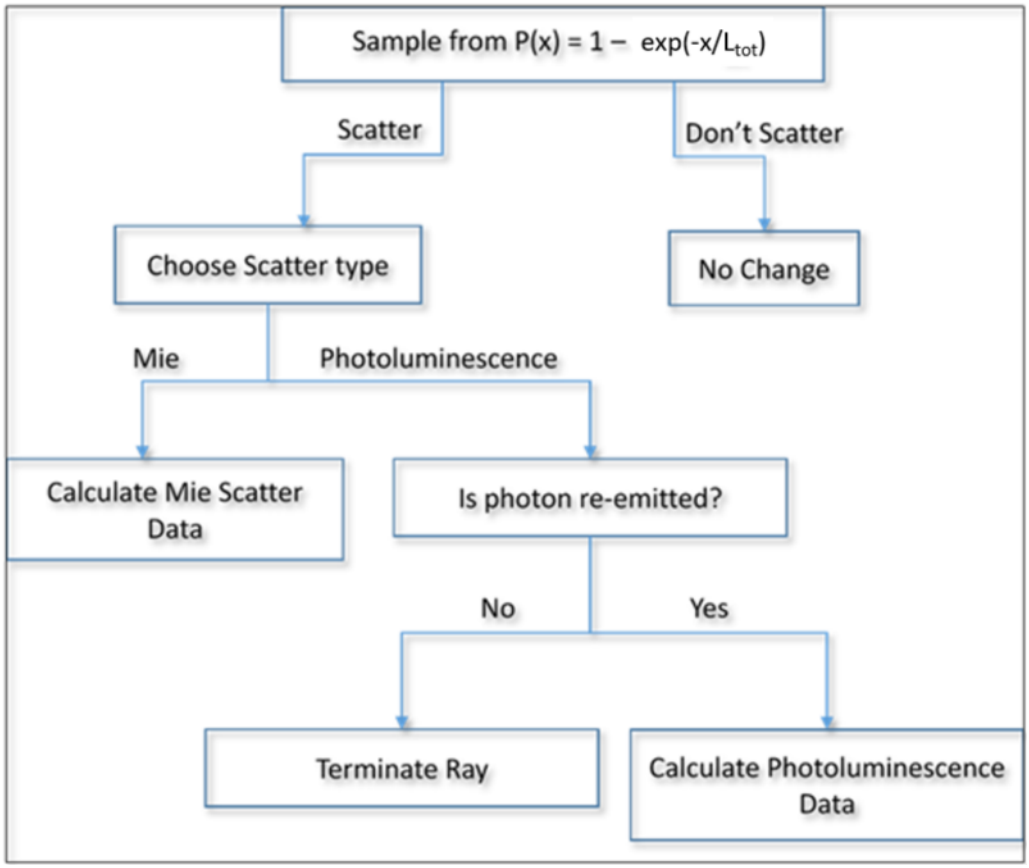
粒子折射率、颗粒半径、阈值和颗粒密度都是在Mie.dll散射算法中定义的相同参数。有关更多信息，请参阅知识库的文章如何利用Mie模型仿真大气散射（How to simulate atmospheric scattering using a Mie model）。

平均自由程：Mie散射事件之间的平均路径，以镜头单位表示。该参数可直接输入Mie散射平均自由程中，作为从颗粒密度值中计算Mie平均自由程的替代方法。

散射计算

光致发光和Mie散射参数的结合，可以模拟含有荧光或磷光物质的散射（或非散射）材料。

当光线通过光致发光材料时，有4种可能的结果：可以发生Mie散射、进行光致发光被吸收而不被重新发射，或不发生变化。实际发生的结果由以下流程图给出：



其中：

$$L_{Tot} = \begin{cases} L_{Mie}L_{PL}/(L_{Mie}+L_{PL}) & If\ "Consider\ Mie\ Scattering"\ is\ enabled \\ L_{PL} & Otherwise \end{cases}$$

L_{tot}是总的平均自由程，L_{Mie}是Mie平均自由程，L_{PL}是光致发光平均自由程。通过一个在0和1之间均匀分布的随机数r来得到散射类型。如果$r < L_{tot}/L_{PL}$，则光线进行光致发光。否则进行Mie散射。如果输入波长的量子效率

不为零，则光子重新发射。在这种情况下，从发射光谱中得到波长概率。否则，通过非辐射通道光子损失。在这种情况下，光线被终止。

如果光线进行光致发光并没有被终止，它将会在一个完整球体的任意随机方向上重新发射，独立于入射光方向。

如果光线进行的Mie散射，被散射到给定方向的概率是由Mie参数决定的，而不是随机的。

基本模型

基本模型可向后兼容，但推荐用户使用标准模型，因为标准模型中Mie散射和光致发光使用的是独立的平均自由程。

基本模型的设置除了不使用独立的光致发光平均自由程计算以外与标准模型类似。在基本模型中，光线发生光致发光的概率完全由Mie散射参数决定。如果光线的波长在吸收光谱范围内，并且发生体散射，那么它就会一直发生光致发光，同时也不可能经历Mie散射。

此外，基本模型中吸收光谱$A(\lambda_{in})$,的使用与标准模型中不同。它被定义为吸收进来的光子的概率。在基本模型中它作为强度辐射的比例因子。因此，当在基本模型中使用量子效率光谱时，下转换光线的强度为：

$$I_{emitted} = I_{incident}\, A(\lambda_{in})\, Q(\lambda_{in}) \frac{\lambda_{in}}{\lambda_{downconverted}}$$

备注

只要每个事件满足上述条件，单根光线就可经历光致发光多重波长偏移。

光致发光模型仅适用于其光谱由系统波长对话框定义的光源。其光谱使用另一种方法（黑体，三刺激数据等）定义的光源将不经历波长漂移。

一般情况下，光致发光对光线具有偏振影响，且此模型将在发生散射事件后随机产生偏振光。某些光致发光分子会显示荧光各向异性，在这种情况下荧光交互的结果是部分偏振光。但是，目前不支持此功能。如果这是您建模工作中的一种重要现象，请通过Ansys客户支持空间或Ansys学习论坛将功能申请提交至支持团队：www.ansys.com/support。

尽管在物理意义上可以发生光子上转换，但该模型并不是设计用于仿真此类效应。如果这种现象对于您的工作很重要，请通过Ansys客户支持空间或Ansys学习论坛将功能申请提交至支持团队：www.ansys.com/support。

2.3.2.5.7. 折射率(Index)

物体折射率设置在"物体属性"窗口的"折射率"部分定义。可以通过单击NSC编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。

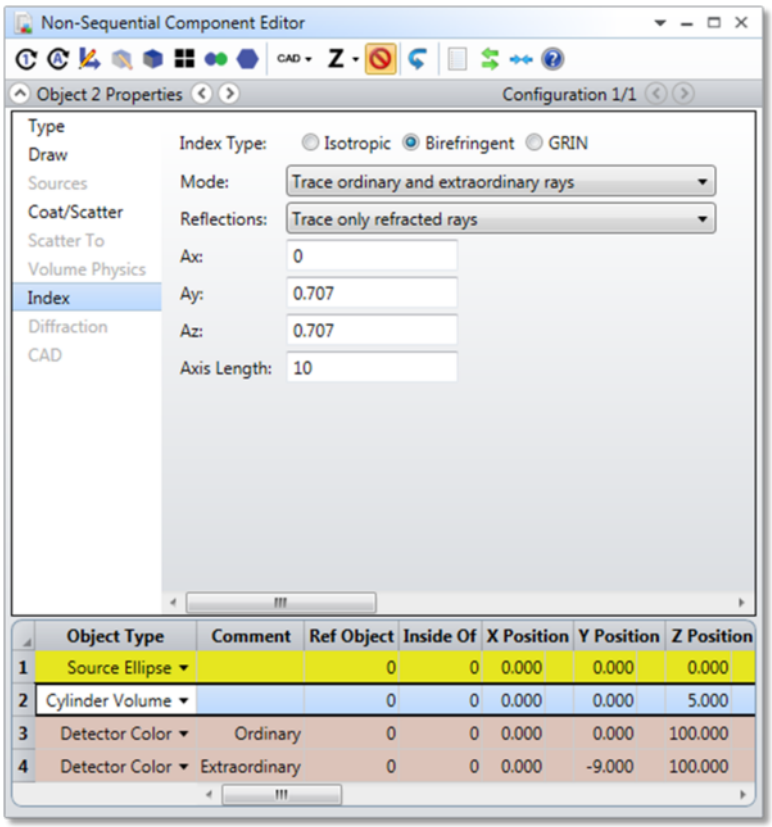
该部分主要针对各向同性、双折射或渐变折射率材料制成的物体定义折射率类型。

2.3.2.5.7.1. 各向同性类型(Isotropic Types)

忽略双折射，对各向同性介质物体进行建模，其折射率定义与实体材料相关。

2.3.2.5.7.2. 双折射类型(Birefringent Types)

双折射类型用于定义单轴各向异性材料（如方解石）实体的双折射属性。



设置：

模式**(Mode)** 此控件用于选择实际追迹的光线。使用此设置不会更改能量的分布，未追迹光线所分配到的能量会显示在"能量损失（阈值）"总和中。 可以追迹寻常光线或非寻常光线，或者同时追迹两种光线。波片模式沿寻常光线的路径追迹能量，但非寻常光线传播中也伴随着电场，并且总电场将通过寻常和非寻常方向的不同折射率旋转相位。

反射**(Reflections)**此控件可用于确定将要追迹的光线是折射光线还是反射光线，或者两者皆有。注意，该控件会将在表面上全反射(TIR)的光线视为反射光线。

Ax/Ay/Az 物体局部坐标中的单轴晶体方向矢量的无量纲分量。这些坐标可定义介质对称轴的方向。在内部，将坐标归一化为统一的大小。如果所有三项都为零，则使用方向为(0,0,1)。

轴长度**(Axis Length)** 在视图上绘制的晶体轴的长度，以镜头单位表示。零表示不绘制晶体轴。

除非同时开启偏振和光线分裂，否则双折射被忽略。如果忽略双折射，则介质类似各向同性介质，其折射率由与实体相关的材料定义。如果考虑双折射，则与物体相关联的材料定义"寻常"折射率。 "非寻常"折射率由其名称通过将"-E"附加到寻常材料名称后来定义。例如，如果物体材料名称为CALCITE，则非寻常材料名称必须为CALCITE-E。如果在当前玻璃库中找不到两种材料的名称，可能会发出错误信息。如果将材料定义为表玻璃或模型玻璃，非寻常和寻常折射率将被设置为相同的值，且介质不能有效双折射。

如果光线触碰到的界面为入射介质或基底介质（或两者），其中介质为各向同性，则最多可以分开计算四条光线:两条用于鬼像反射，两条用于折射。在各种方向上，都可能会存在单独的寻常和非寻常光线。寻常光线承载与平面（包含传播方向和晶轴矢量）正交的部分电场，而非寻常光线承载位于该同一平面的电场。如果传播光线的介质为各向同性，则为方便起见会将寻常和非寻常光线合并成一条光线（如双折射物体的鬼像反射），因为在这种情况下能量会沿同一路径传播。

尽管OpticStudio中双折射介质的非序列模式和序列模式模型之间存在重大区别，但有关双折射介质本身的详述适用于两种模型。有关详述，请参阅"双折射输入和双折射输出"。

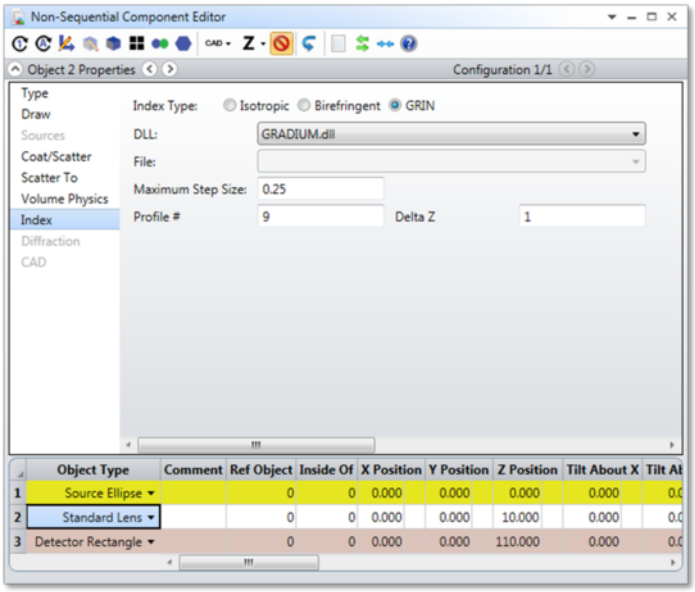
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

双折射介质也可以不是渐变折射率介质或使用体散射，位于介质边界处也可能不是折射或散射光线。双折射介质不支持光线分裂。不能将光源放置在双折射介质内部。

请注意，非序列模式下的双折射需要打开光线分裂才能工作，这在混合模式下是不允许的。在混合模式系统中，如果将双折射材料定义在NSC组中，则无论双折射物体选择何种模式，光线都将沿着寻常路径。

2.3.2.5.7.3. 渐变折射率类型*(GRIN Types)*

渐变折射率类型用于定义实体材料为渐变折射率的属性。



设置：

DLL要使用的DLL的名称。非序列模式物体使用的所有渐变折射率材料都可在称为动态链接库(DLL)的单独程序中进行定义。OpticStudio提供了大量DLL，并附有源代码。使用合适的编译器，也可以轻松创建新的DLL。

最大步长**(Maximum Step Size)**要在分段光线追迹中使用的最大步长。最大步长大小可决定并权衡光线追迹的速度和准确度。所需精确值取决于折射率变化的速率以及所需的计算准确率。如果最大步长尺寸过大，光线追迹结果将出现较大的错误，并且某些光线会错过本该照射到的物体，反之亦然。

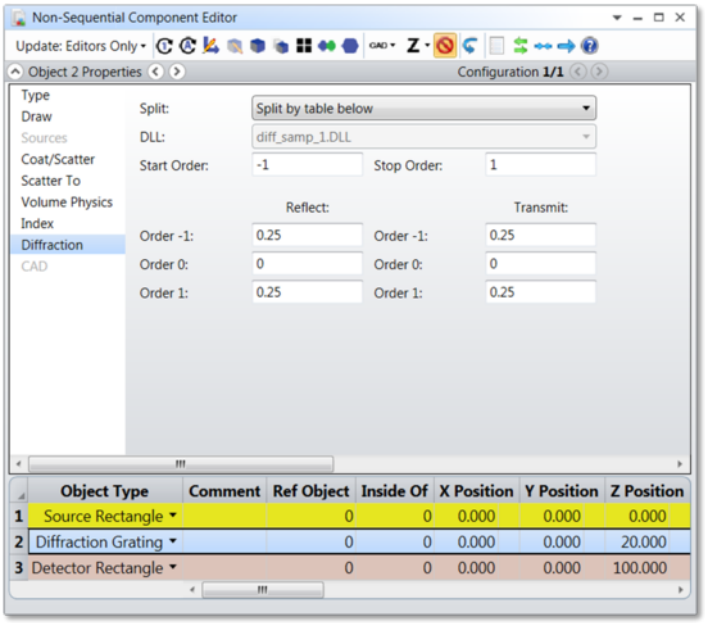
其他选项**(Remaining controls)**每个DLL参数都可以使用0到12之间的用户自定义数据值，作为介质属性计算的参数。这些数值由DLL定义，且只能由DLL使用。

要使这些参数成为变量或根据多重结构进行控制，请使用NPRO操作数；有关详细信息，请参阅多重结构操作数(Multi-Configuration Operands)。

有关定义渐变折射率介质的更多信息，请参阅定义用于非序列模式光线追迹的渐变折射率介质(Defining GRIN Media for Non-sequential Ray Tracing)。

2.3.2.5.8. 衍射（物体属性、非序列模式元件编辑器）(Diffraction (object properties, non-sequential component editor))

在物体属性(Object Properties)窗口的"衍射(Diffraction)"栏定义物体衍射设置。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问物体属性。



此栏用于定义衍射面属性和光线的分裂方式。

设置：

不按级次分裂**(Don't split by order)** 不在表面上分裂光线。只追迹用物体参数定义的级次，所有透射能量都进入这一个级次。

按以下表格分裂**(Split by table below)** 在一系列整数级次上追迹用户定义的光线数量。对于反射光线和透射光线（如有），用户在表格中定义每个级次的能量分数。为了保存能量，定义的能量分数的和不应大于1.0。起始/终止级次是起始级次编号和终止级次编号。这些编号决定了表格中有效单元格的数量。级次限制必须为±300（包含首尾值）。每次可显示40级次。

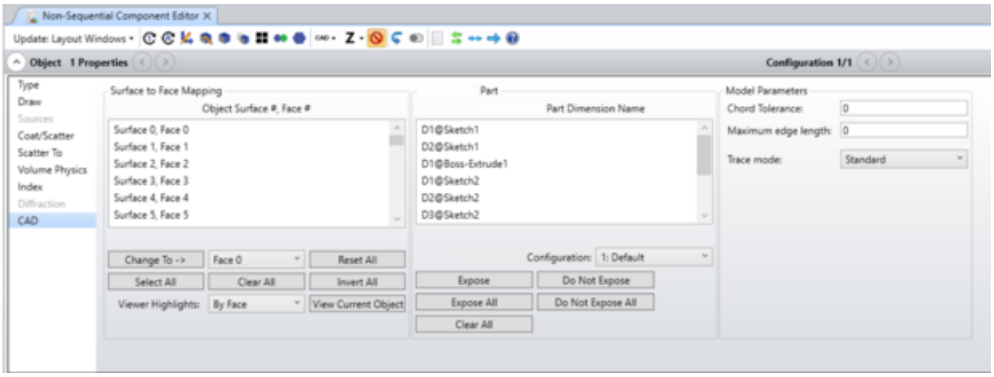
根据**DLL**函数分裂**(Split by DLL function)** 任何衍射面都可以按级次分裂从非序列模式光源发出的光线，以便同时追迹多个衍射级次。通过单独程序动态链接库(DLL)，可以在外部定义分裂的光线数量和每个级次的能量大小。OpticStudio提供了大量DLL，并带有源代码。可以使用合适的编译器轻松创建新的DLL。

起始/终止级次是起始级次编号和终止级次编号。这些编号决定了表格中有效单元格的数量；以及调用DLL计算输出光线属性的次数。级次限制必须为±300（包含首尾值）。如果在混合序列/非序列模式下使用用户定义物体，不允许分裂光线，只使用起始级次定义光线追迹使用的衍射级次。

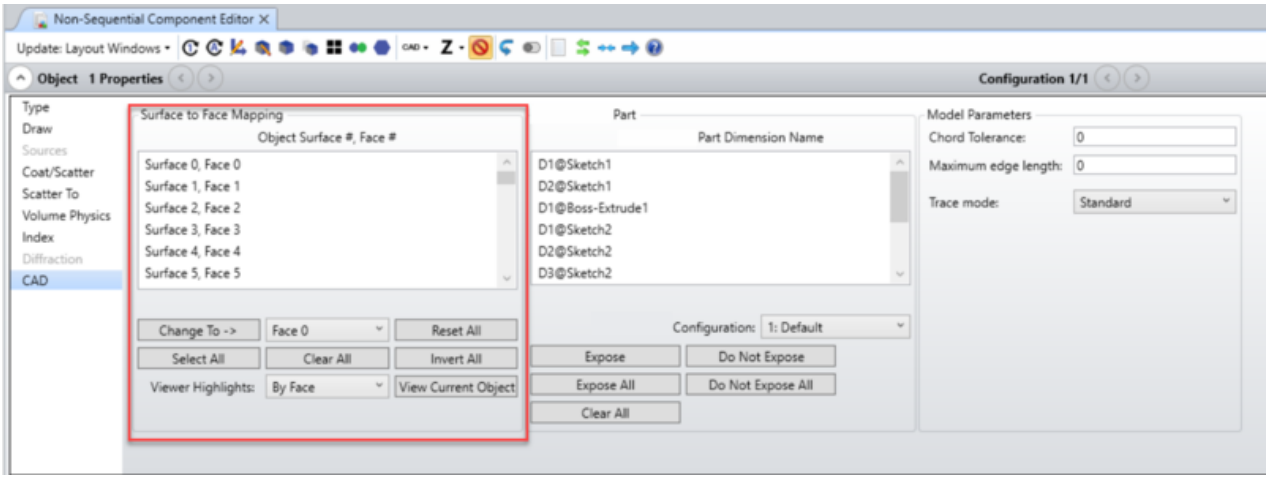
其余控件用于定义要传递给DLL的参数。参阅"创建新的衍射DLL(Creating a new Diffraction DLL)"。DLL可以用0到40个用户自定义数据值作为计算衍射表面属性的参数。这些数值由DLL定义，而且仅供DLL使用。要让这些参数可变或受多重结构的控制，则使用NPRO操作数；详情请参阅"NPRO"。

2.3.2.5.9. CAD

导入CAD物体、导入光源、布尔CAD物体、原生布尔和扫描物体都使用"物体属性"对话框的CAD部分。可以通过单击非序列模式元件编辑器上方"物体属性"栏中的向下箭头，可访问"物体属性"。



表面至面的映射



这部分的控件用于将面编号分配给在导入的CAD格式文件中定义的各个表面。面编号分配存储在名称与导入的CAD文件相同的文件中，扩展名为*.ZAN。例如，如果原始文件为SlottedBlock.SLDPRT，创建的文件随后将为SlottedBlock.SLDPRT.ZAN。ZAN文件存储在{Zemax}\Objects\CAD Files文件夹中。如果物体定义改变，将自动重新生成ZAN文件。

请注意，未选中"OpticStudio配置选项 > 常规（OpticStudio Preferences > General）"中的"使用Parasolid数据库"选项时，面编号分配将储存在文件中,但可能会有所不同。这是因为面的编号和顺序可能不同，主要取决于使用的CAD数据库。

创建新的ZEN/ZAN文件时，会使用以下逻辑：

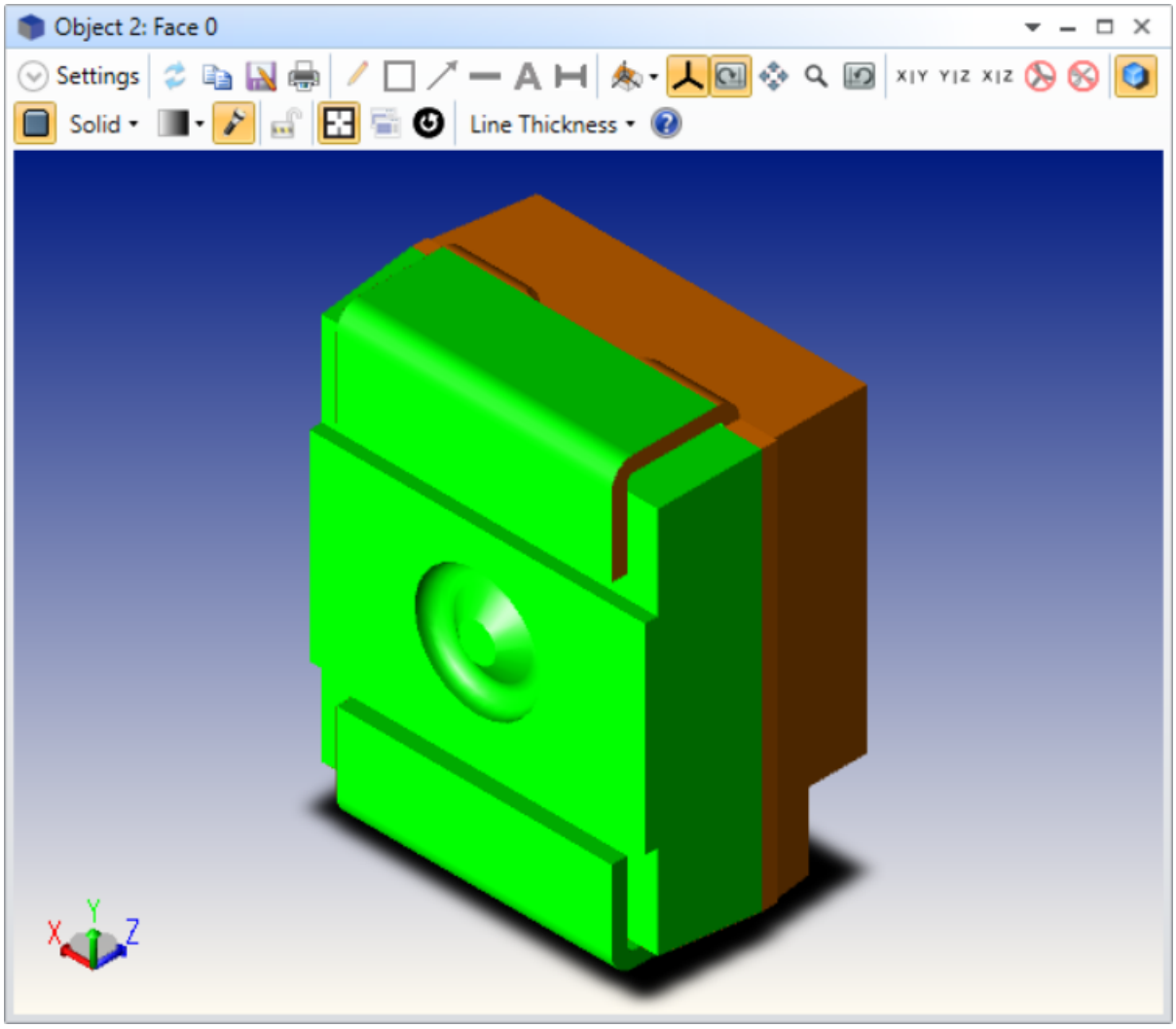
☒可使用表面0到表面50（具有编号在0到50之间的面）创建所有的新ZEN/ZAN文件，随后编号超过50的表面默认为编号为0的面。

☒如果有ZEN而没有ZAN文件，ZEN文件将会复制到新建的ZAN文件中。

☒如果有ZAN而没有ZEN文件（当选择降级到较早CAD数据库时），ZAN将会复制到新建的ZEN文件中。

☒如果ZEN文件在"表面模式"中提供有"使用单个表面"的选项，则创建ZAN文件时，所有表面都将默认为一个面。

物体表面#、面#（**Object Surface #, Face #**） 该控件可选择所需的表面编号。如果通过选项卡底部的"查看物体"按钮打开查看器，则更改该控件中的选择项，将会更新非序列模式物体查看器。以下截图取自样本部件"LB_T67C_190608_GEOMETRY.STEP"，在"物体查看器"中选择了面0。注意，一次可以选择多个表面。这允许使用"重新命名->"按钮同时选择并重新编号表面组。选择表面的另一种方法是点击"非序列模式物体查看器"中的表面。



重新命名->面#（**Change To-> Face #**） 按"更改"按钮可将高亮显示的表面编号改为选定的面编号。

全部重置（**Reset All**） 自动将所有表面重新编号为默认值。在默认情况下，为每个表面分配了一个唯一的面编号，从0开始到所支持面的最大数。为所有剩余表面分配面编号0。

全选（**Select All**） 选择所有表面。

全部清除（**Clear All**） 取消选择所有表面。

全部翻转（**Invert All**） 翻转选择和未选择的表面。

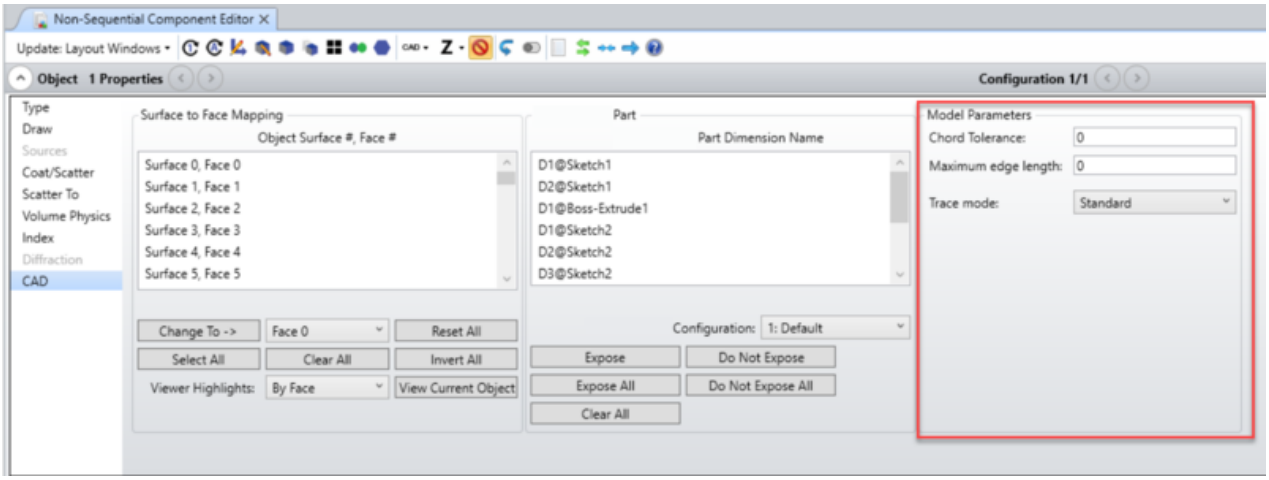
高亮显示（**Viewer Highlights**） 将非序列模式物体查看器设置为以红色高亮显示所有选定的表面或面。注意，如果为多个表面分配同一个面编号，则按面高亮显示，将会显示面编号相同的所有表面。

查看当前物体（**View Current Object**） 打开非序列模式物体查看器

要更改OpticStudio最初确定唯一表面的数量并设置默认面编号的方式，请参阅"CAD部件：STEP/IGES/SAT"。如果物体是Autodesk Inventor部件或Creo Parametric部件，则这也是找到相关控件的位置。

模型参数

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



弦公差（**Chord Tolerance**）：该设置会影响物体的渲染。它执行的功能与OpticStudio原生物体的绘制分辨率非常相似。为了渲染物体，OpticStudio会生成一系列近似物体形状的三角面。公差是物体的单个三角面和实际表面之间的最大允许距离，以镜头单位表示。将公差设置越小，添加的三角面就越多，获得的渲染也就更准确，但可能会降低速度并增加所需的内存。

此外，该设置也可用于为光线物体拦截点定位提供"初估值"。因此三角形越小，初估值就越接近正确的解决方案，OpticStudio也更可能收敛至正确的交汇点。

默认值0将使用与物体大小相关的弦公差，足以生成将快速渲染的物体形状的粗略近似。

用于绘制位于物体模型和3D视图中的物体形状的弦公差值，是模型参数中指定用于光线追迹的弦公差值的100倍。这将实现更加精准的光线追迹，从而可为布局窗口提供更高的性能。调整最大边，将会提高显示窗口的分辨率。

最大边缘长度：每个三角形任意边的最大长度。

追迹模式：

☒标准 - 这是默认模式；光线可追迹至小面模型，然后使用一种迭代方法收敛至底层NURBS几何体的实际交点；光线反射/折射基于交点的表面法向。

☒平面 - 光线只能追迹至三角形，而且反射/折射是基于三角面法向。

☒实体 - 光线只能追踪至三角形，而且反射/折射是基于三角形顶点的插值法向（类似于在实体模型中使用法向插值计算光照的方法）。

☒内核 - 将内建的光线追迹器用于Parasolid数据库。请注意，该方法速度极慢，但精度很高，并且可作为参考。这是唯一一种不依赖物体切面的模式。

详述CAD数据库：

在默认情况下，OpticStudio将使用Parasolid数据库。该设置位于"设置...配置选项...常规...使用Parasolid数据库"下。

如果未勾选该设置，OpticStudio将使用SMS数据库，而且模型参数部分的一些设置也将不同。该部分不包含以下两个设置：最大边长度和追迹模式。但包含下列设置：

表面公差（**Surface Tolerance**）：该参数与弦公差类似，即建模库在尝试将3D物体及表面的内部表示与CAD文件中的定义相匹配时使用的输入。但在这种情况下，弦公差只是三角形表面和曲面之间的最大允许增量。对于不同类型的表面表示，表面公差的含义也不同。如果OpticStudio无法读取CAD模型，请尝试将表面公差更改为从1到4的不同整数值。该输入的默认值为0，在许多情况下都适用，只需针对具体部件控制该值即可。将该值更改为1、2或3，可将公差减少1、2或3个数量级，这可能会为导入提供更高的准确度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

例如，布尔CAD物体使用表面公差参数在创建物体期间，在实际物体和NURBS表示之间设置最大表面偏差。在该特定示例中，允许的输入值为0、1、2或3，对应的最大偏差分别为1.0E-4、1.0E-5、1.0E-6和1.0E-7镜头单位。将公差整数设置过高，并将相应的长度公差设置过低，可能会导致布尔CAD物体变形。原生布尔使用CAD设置，弦公差和表面公差设置主要针对布局和导出。它不将其用于光线追迹。

合并表面（仅适用于布尔**CAD**物体）：勾选时，如果类似表面与布尔CAD物体结合，这些面将融合成一个统一的面。如果取消勾选，面将保持独立。

表面模式（**Surface Mode**）：表面模式设置可确定OpticStudio在导入物体上将面编号分配给各表面的方式。一些CAD程序创建的数据文件所提供的小表面比光学分析实用的多得多。例如，在CAD文件中可以通过数百个小表面来描述简单的柱面，而对于光学分析，只能将两三个不同的光学属性应用于整个物体。与其将光学属性分配给大量表面中的每一个，还不如将单个面编号分配给所有表面来组合表面更方便，其可形成物体的连续平滑部分。支持下列表面模式，可为这种编号方法实现自动化：

☒采用单个表面：使用整个物体的单个表面。为所有表面分配面编号0。

☒采用法向矢量角：物体的所有部分，如果其边缘沿非零长度曲线相交，而且其沿接触曲线的法向矢量在用户自定义的角度公差范围内平行，则分配一个共同的表面编号。角度公差由面角定义。这种模式允许控制表面编号的精确程度。如果将面角设置为较大值（如180），则接触的所有表面都将共享一个共同的编号。面角越大，唯一表面就越少。

☒采用所有表面：定义物体的所有表面均进行了唯一编号。该模式会生成数量最多的唯一表面。

☒采用先前定义的表面：保留在导入文件中定义的表面编号。一些CAD文件（如OpticStudio创建的文件）具有已经定义的表面编号。如果OpticStudio识别到表面编号，就会使用这些表面编号。如果OpticStudio没有检测到表面编号，则表面将针对表面模式（等于'使用法向矢量角'）进行编号。

☒每个物体使用一个表面：CAD文件中定义的每个单独的物体的所有部分都会分配一个共同的表面编号。当通过单个CAD文件定义多个物体时，该选项对于将一个属性应用到每个物体的所有部分而言非常有用。

☒在任何情况下，唯一面编号的数量都不能超过OpticStudio支持的面的最大数量，目前为51。超过最大限值的所有面都将重新编号为面0。如需目视确认面编号，请参阅"非序列模式物体查看器"。

面角（**Face Angle**）：上述"使用法向矢量角"使用的角，以度为单位。

*2.3.2.5.9.1. Autodesk Inventor*零件*(Autodesk Inventor Part)*

此部分中的控件用于确定应向OpticStudio显示（暴露）可以进行修改的Autodesk Inventor零件的尺寸。只有Inventor零件（参阅CAD零件：AutoDesk Inventor）使用此工具。

设置*(Settings)*：

Inventor零件尺寸名称**(Inventor Part Dimension Name)** 此控件用于选择所需的尺寸。请注意，一次可以选择多个尺寸。一旦选择一组尺寸，可以将其全部暴露给OpticStudio（进行修改）或不暴露（并因此锁定）。在将尺寸暴露给OpticStudio后，短语"EXPOSED:"将出现在尺寸名称的前面。

iPartFactory编号**(iPartFactory Number)** 此控件确定OpticStudio将要读取的Autodesk Inventor零件(.IPT)文件的iPart。

暴露**(Expose)** 将选定尺寸暴露给OpticStudio。然后，这些尺寸的值将出现在非序列模式元件编辑器(NSCE)的参数列中。

不暴露**(Do Not Expose)** 不向OpticStudio暴露任何选定尺寸。将不再暴露之前暴露的任何尺寸。

全部暴露**(Expose All)** 将所有零件尺寸暴露给OpticStudio。

全部不暴露**(Do Not Expose All)** 不向OpticStudio暴露任何零件尺寸。

全部清除(Clear All) 清除所有选择项，

2.3.2.5.9.2. Creo Parametric零件(Creo Parametric Part)

此部分中的控件用于确定应向OpticStudio显示（暴露）可以进行修改的Creo Parametric零件的尺寸；尺寸包括用于定义零件几何解析的参数。只有Creo零件（参阅"CAD零件：Creo Parametric"）使用此工具。

设置***(Settings)***：

Creo零件尺寸名称(Creo Part Dimension Name) 此控件用于选择所需的尺寸。请注意，一次可以选择多个尺寸。一旦选择一组尺寸，可以将其全部暴露给OpticStudio（进行修改）或不暴露（并因此锁定）。在将尺寸暴露给OpticStudio后，短语"EXPOSED:"将出现在尺寸名称的前面。

族表实例**(Family Table Instance)** 此控件确定OpticStudio将要读取的Creo Parametric零件(.PRT)文件的族表中的实例。

暴露**(Expose)** 将选定尺寸暴露给OpticStudio。然后，这些尺寸的值将出现在非序列模式元件编辑器(NSCE)的参数列中。

不暴露**(Do Not Expose)** 不向OpticStudio暴露任何选定尺寸。将不再暴露之前暴露的任何尺寸。

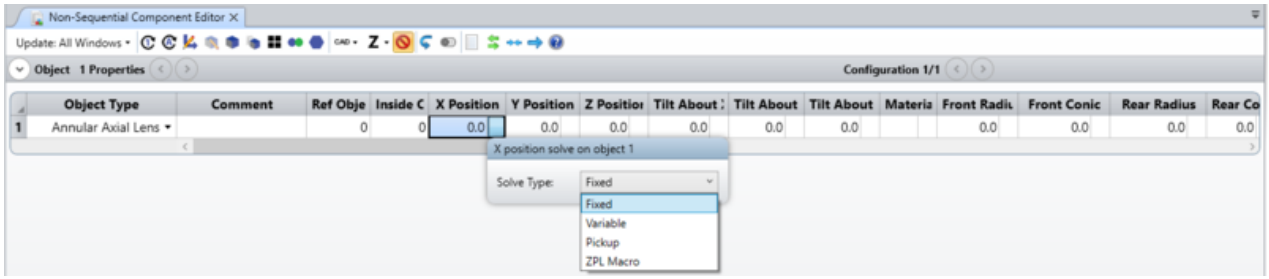
全部暴露**(Expose All)** 将所有零件尺寸暴露给OpticStudio。

全部不暴露**(Do Not Expose All)** 不向OpticStudio暴露任何零件尺寸。

全部清除**(Clear All)**清除所有选择项，即取消选择所有尺寸。

2.3.2.6. 求解类型（非序列模式元件编辑器）(Solve Types (non-sequential component editor))

非序列模式元件编辑器中的大部分数据列都支持求解。求解函数可主动调整特定值。可以在位置、倾斜、材料和其它参数值中指定求解。要在单元格中设置求解类型，请单击小单元格的数据右侧，并从下拉列表中选择求解类型。某些求解需要额外的参数。



求解设置**(Solve Settings)**：

固定**(Fixed)** 关闭求解。

变量**(Variable)**要使参数成为可优化的变量，请单击小单元格的参数右侧，并在"求解类型"下拉菜单中选择"变量"。或者，单击参数，并按键盘上的Ctrl-Z键。Ctrl-Z键也可以移除变量状态，就像切换功能一样。

拾取**(Pickup)** 拾取求解使用其它物体和列中的值作为目标物体的值。 只有光源物体是前一个物体，或者光源物体是同一个物体和光源参数列是目标列的左侧时才允许对参数进行拾取求解。

ZPL宏(ZPL Macro) ZPL宏求解调用用户自定义ZPL宏确定求解值。任何可在宏中计算的数值都可以返回到调用求解宏的编辑器中。有关ZPL宏语言的信息，请参阅"ZPL概述"和"使用ZPL宏求解"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.7. 非序列模式元件编辑器工具栏(NSC Editor Toolbar)

在"非序列模式元件编辑器"选项卡的顶部提供了非序列模式元件编辑器工具栏。该工具栏提供了用于快速访问非序列模式元件编辑器的工具。

下面列出了非序列模式元件编辑器工具栏中的按钮。

2.3.2.7.1. 重载物体(Reload Object)

重新加载用于定义当前物体的数据文件。 只有部分物体才使用数据文件。

这将重新加载、重新创建自上一次加载镜头文件以来所更改的外部数据文件定义的物体。通常，如果另一个应用程序已修改定义数据文件，则该选项用于刷新POB或STL物体。

2.3.2.7.2. 重载所有物体(Reload All Objects)

重新加载所有基于数据的物体的数据文件。

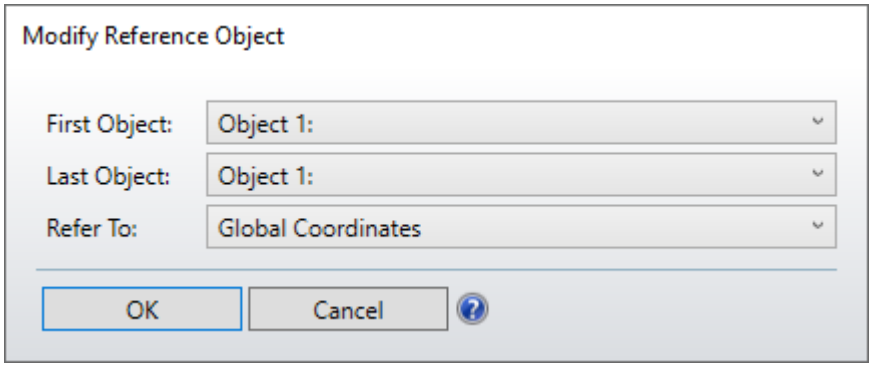
将重新加载和重新创建在编辑器中列出的所有物体。 另请参阅"重载物体(Reload Object)"。

2.3.2.7.3. 调整参考物体(Modify Reference Object)

该工具用于任何单个物体或物体范围的参考物体。修改物体的位置和旋转角度以保留其当前位置和方向。有关参考物体的更多信息，请参阅"放置物体(Object Placement)"中的"参考物体(Object Placement)"部分。

该工具的工作原理是通过计算相对于所需的参考物体的x、y和z位置，以及围绕x、y和z轴的倾斜来保持每个物体的全局位置。由于计算机的精度有限，因此在参考位置中进行多次更改可能会出现少量错误。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



设置：

起始/终止物体**(First/Last Object)**用于定义要修改的物体的范围的第一个和最后一个物体。将会修改指定范围内的所有物体。

参照**(Refer To)**定义新的参考物体。修改由第一个和最后一个物体设置定义的范围内的所有物体，以使用新的参考物体。选定的参考物体必须在选定的第一个物体之前。

在多重结构系统中当前不支持"调整参考物体"，其中参考物体位置在多重结构编辑器中进行定义。

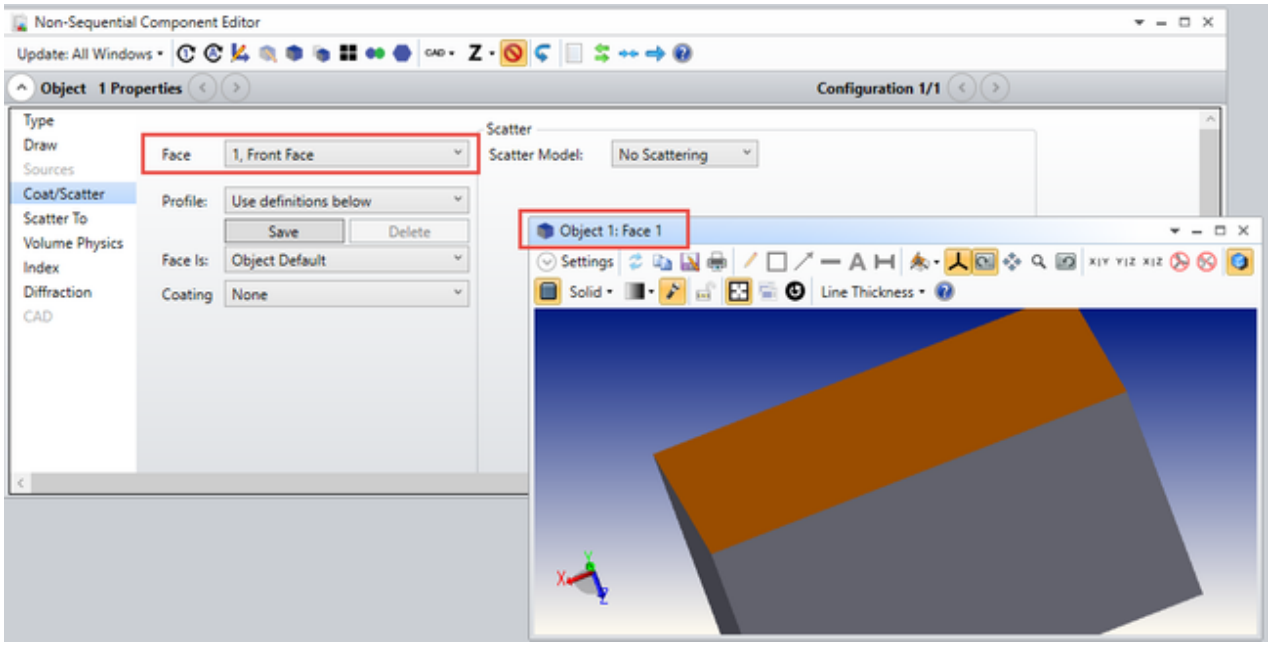
2.3.2.7.4. 编辑物体数据文件**(Edit Object Data File)**

如果物体由ASCII文本文件定义，如多边形物体(POB)，则此菜单选项可用。如果选择此选项，将调用文本编辑器编辑定义数据文件。编辑并保存文件后，选择"重新加载物体(Reload Object)"在OpticStudio中更新信息。

2.3.2.7.5. 查看当前物体**(View Current Object)**

查看单个物体。

此分析窗口是非序列模式实体模型的简化版本，用于一次查看一个物体。标题栏将根据当前选定的表面数进行更新。选择不同表面的方法是直接点击物体表面。一旦表面被选中，它将以橙色高亮显示。在"物体属性>膜层/散射"对话框中，选中的表面也会与选中的表面一起更新。



2.3.2.7.6. 物体编辑器（非序列模式元件编辑器工具栏）(Object Editor (nsc editor toolbar))

在类似CAD环境中编辑物体。

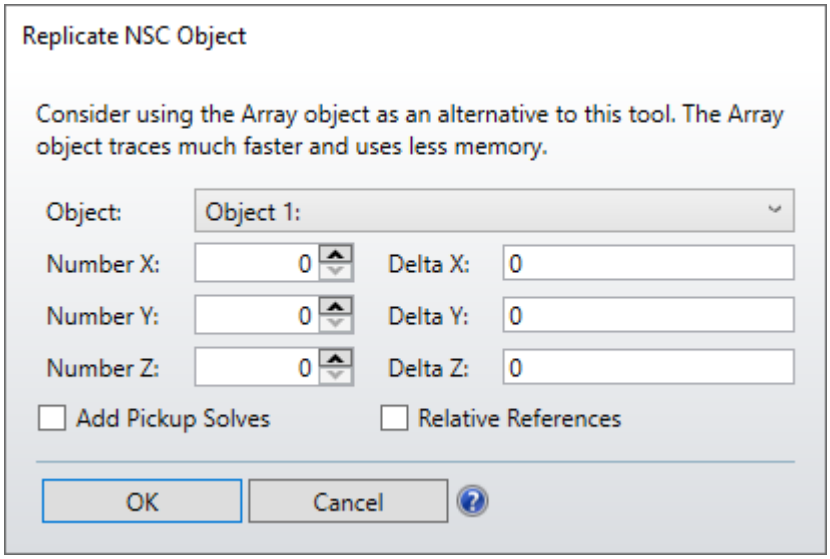
有关更多信息，请参阅物体编辑器。

2.3.2.7.7. 阵列物体(Replicate Object)

复制x、y和z阵列上的选定物体。

此功能可以生成现有物体的多个副本。每个副本可以按不同量进行偏移，以创建相同物体的阵列。将原始物体放置在阵列的中心，并且所有复制的物体都参考原始物体的位置和方向。通常，此工具的另一个更好的选择是阵列物体，另请参阅"阵列"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



设置**(Settings)**：

物体**(Object)** 要复制的物体。

X、**Y**、**Z**方向个数**(Number X, Y, Z)** X、Y和Z方向的阵列中的物体总数。

X、**Y**、**Z**方向间隔**(Delta X, Y, Z)** 沿各个方向的间隔时间。

增加拾取求解**(Add Pickup Solves)** 如果选择此选项，所有复制的物体将从原始物体拾取参数值。

相对参考**(Relative References)** 如果选择此选项，所有复制的物体将使用原始物体的相对参考；否则，将使用绝对参考。请参阅"参考物体"。

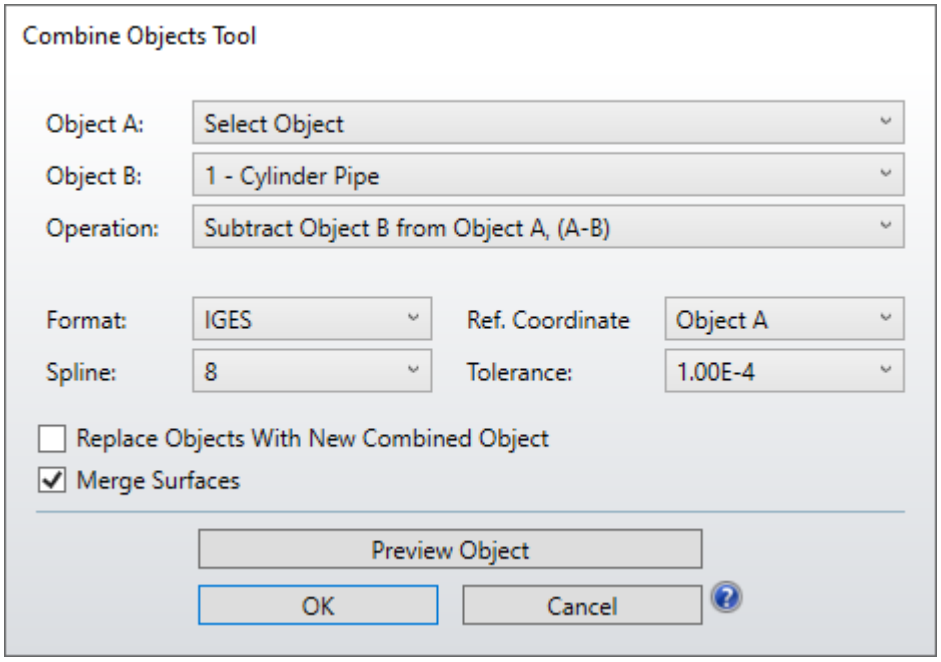
2.3.2.7.8. 合并物体(Combine Objects)

对任何两个物体执行布尔运算处理，如AND、OR和XOR。

该合并物体工具的工作原理是，通过对两个选定物体运用布尔运算来"修剪"重叠区域，以形成新的单个物体。然后，以选定CAD格式导出新物体，如IGES或STEP。最后，可以有选择地导入新物体进行光线追迹。有关导入CAD物体的更多信息，请参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT)"。以STL格式导出物体时，OpticStudio会使用STL物体类型导入新的物体。有关STL物体的描述，请参阅"CAD零件：STL(CAD Part: STL)"。

通过将每个元件物体转换为基于NURBS的表示执行布尔运算，然后执行一系列修剪和合并布尔运算以生成结果物体。为此，布尔CAD物体具有与导入CAD物体相同的注意事项；有关详述，请参阅"关于导入CAD物体的注解"。从OpticStudio本地的高精度表示形式转换为NURBS表示形式可能会降低一部分精度；这不是OpticStudio的限制，但在任意表面的NURBS表示形式中是固有的。通常，可以根据需要使用上面介绍的样条和公差参数增加精度。当需要极高的光学精度时，用户应验证布尔物体追迹是否达到适当的精确性。

当需要最高可能的光线追迹精度时，合并物体的另一种方法是创建用户自定义物体。有关更多信息，请参阅"用户自定义物体(User Defined Object)"。



设置***(Settings)***：

物体**A**、**B(Object A, B)** 要合并的第一个和第二个物体。

操作**(Operation)** 定义要对选定物体执行的布尔运算。

物体的交集：两个物体同时包含的区域。

物体的合集：任一物体包含的区域。

其中一个物体：由任何一个物体，但不能是同时两个物体包含的区域。

从物体A中减去物体B：物体A的部分，不是物体B的部分。

从物体B中减去物体A：物体B的部分，不是物体A的部分。

格式**(Format)** 用于保存生成的物体的文件格式。

样条**(Spline)** 此设置可定义要用于每个非球面的样条点的数量。通常，样条点的数量越多，得到的结果越准确，但文件更大，并且光线追迹和物体创建的速度越慢。此设置不会对不属于非球面的物体产生任何影响。

参考坐标**(Ref. Coordinate)** 此设置可定义合并物体命名用的坐标系。如果选择全局，则将相对于NSC坐标系的原点定位物体。如果选择物体A或B，则将分别相对于物体A或B的局部坐标系定位物体。

公差**(Tolerance)** 以镜头单位表示的尺寸公差。一些格式使用公差参数来定义表示形式的准确性。通常，公差值越小，得到的结果越准确，但文件更大，并且光线追迹和物体创建的速度越慢。

用新生成的物体取替原物体**(Replace Objects With New Combined Object)** 如果选择此选项，在创建物体后，将会使用新创建的物体取代选定的物体A和B。如果取消选择此选项，将会创建物体，但不会自动导入到NSC编辑器。

预览物体**(Preview Object)** 如果按此按钮，将会显示使用指定设置创建的物体的实体模型显示。可以旋转和缩放此实体模型显示，以便直观验证创建的形状是否正确。

2.3.2.7.9. 创建多面体(Create Polygon Object)

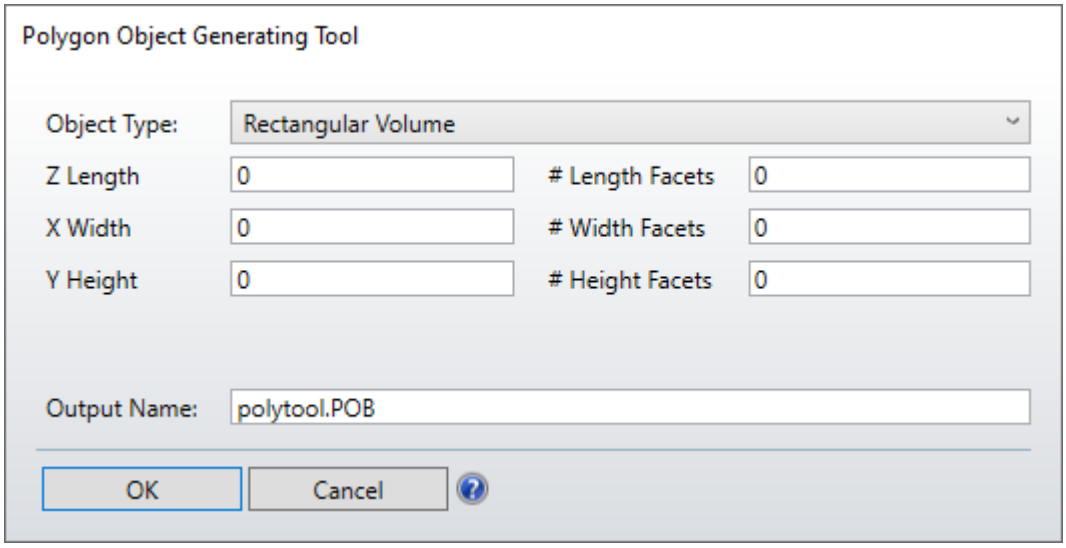
创建可以用作探测器物体的共同形状的多边形物体。

创建简单的形状作为通常可以直接使用文本编辑器的POB文件。但是，通常可以用于创建具有大量鳞甲面的物体探测器，如在每侧具有数百个鳞甲面的立方体。如果物体具有多个鳞甲面，可以轻松使用此工具创建POB文件。

要创建POB文件，从列表中选择物体类型，设置相应的参数，输入要创建的文件的名称，然后单击"确定"。注意，文件名不得包含路径，但应包含扩展名POB。该工具会自动将POB文件放置在<objects>\Polygon Objects文件夹中（请参阅"文件夹(Folders)"），供非序列模式编辑器随时使用。

在一切多边形物体中，特定方向上的小面数量可以由用户设置。可以对参数进行调整，以避免几何结构错误、控制绘画分辨率以及多边形物体作为探测器，使用时的像素数量。

有关POB物体的信息，请参阅"多边形物体(Polygon Object)"。有关使用物体作为探测器的信息，请参阅"物体作为探测器(Objects as Detectors)"。有关POB格式的信息，请参阅"定义多边形物体(Defining Polygon Objects)"。要使用现有OpticStudio物体之间的布尔运算创建物体，请参阅"合并物体(Combine Objects) "。



设置***(Settings)***：

物体类型(**Object Type**) 要创建的物体的类型。

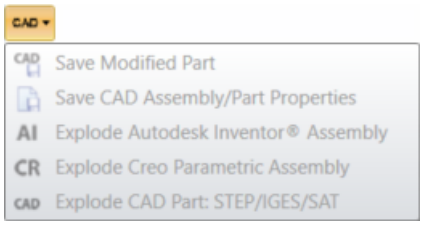
参数**(Parameters)** 每个物体类型的物体数据。

输出名称**(Output Name)** 要创建的POB文件的名称。

2.3.2.7.10. CAD工具(CAD Tools)

用于处理在机械CAD软件包中创建的物体的各种工具。

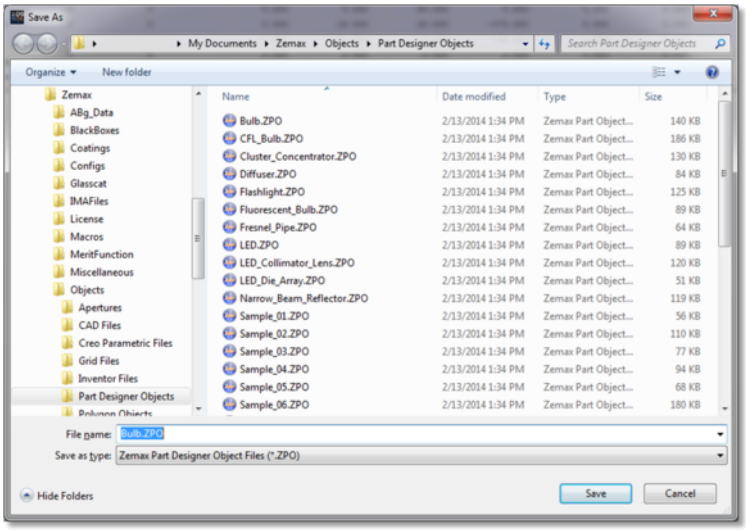
在CAD工具栏按钮的下拉菜单中列出了以下工具。 该功能的可用性取决于NSC编辑器中的物体。



2.3.2.7.10.1. 保存修改的零件*(Save Modified Part)*

此选项可以将由特定外部程序最初创建的物体保存回到创建程序格式的文件。该选项支持的特定程序是Autodesk Inventor（用于"CAD零件：Autodesk Inventor"物体）、Creo Parametric（用于"CAD零件：Creo Parametric"物体）以及OpticStudio零件设计工具（用于"CAD零件：OpticStudio零件设计工具"物体）。

通常，只有随后在OpticStudio中修改原始物体后才需要将物体保存回到创建程序格式的文件。因此，对于Autodesk Inventor和Creo Parametric，此选项仅适用于零件文件（分别为*.IPT、*.PRT和*.SLDPRT文件）。可以使用与原始物体相同的文件名保存修改的物体，从而覆盖原始 文件或保存到一个新文件。



2.3.2.7.10.2. 保存*CAD*装配体/零件属性*(Save CAD Assembly/Part Properties)*

此选项可以将在OpticStudio中分配给特定外部程序最初创建的物体的光学性能，保存回到创建程序格式的文件。该选项支持的特定程序是Autodesk Inventor（用于"CAD装配体：Autodesk Inventor"和"CAD零件：Autodesk Inventor"物体）和Creo Parametric（用于"CAD装配体：Creo Parametric和"CAD零件：Creo Parametric"物体）。

在Autodesk Inventor中，将光学性能保存在"iProperties"对话框的"自定义"选项卡下。在Creo Parametric中，将光学性能另存为"注释说明"，位于零件或装配体的"模型树"下（只要在"模型树过滤器"菜单下选择"显示注释"即可）。在Autodesk Inventor中，光学性能的名称以单词"OpticStudio"为开头，而在Creo Parametric中，"注释说明"的名称以字母"Z"为开头（在后一种情况下，完整的光学性能不是由说明名称（而是由注释文本）给出）。

保存在创建程序中的信息对该程序没有任何意义，但仅供参考。但是，如果随后将同一文件加载到其它OpticStudio设计，则OpticStudio可以从该文件读取性能信息，并用于将光学性能分配给新的OpticStudio设计中的物体。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.7.10.3. 分解*Autodesk Inventor*装配体文件*(Explode Autodesk Inventor Assembly)*

此工具可将Autodesk Inventor创建的装配体文件分解为单体零件及组件。此工具的功能介绍与"分解Autodesk Inventor装配体文件"中介绍的内容一致，且可以从"文件"选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列模式元件编辑器（NSCE）的装配体文件，加载方法是通过CAD装配体文件：Autodesk Inventor物体（参阅"CAD装配体文件：Autodesk Inventor"）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到OpticStudio作为CAD物体（参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT"）。

如果选中"删除CAD装配体文件：Autodesk Inventor"复选框，则将从NSCE中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由导入的CAD物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中，且已将其"分解？"标记设置为1。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅"绘图选项卡(Draw tab)"），且设置为光线以忽略物体（参阅"类型（表面属性）(Type (surface properties))"）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

如果选中"从所有构成零件获取OpticStudio属性"复选框，则此选项将读取之前使用"保存CAD装配体文件/零件属性"工具已保存各个零件的所有光学性能。

在将零件文件加载到OpticStudio后，可以修改每个零件的光学性能，就像使用任何内置物体。因此，此工具允许在OpticStudio中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。

由于将每个零件文件加载到OpticStudio作为导入的CAD物体，因此无法在OpticStudio内部对其进行修改。如果需要修改零件，应将每个零件加载到OpticStudio，方法是通过CAD零件：Autodesk Inventor物体（参阅"CAD零件：AutoDesk Inventor"），而不是在装配体文件中进行加载，然后进行分解。

2.3.2.7.10.4. 分解*Creo Parametric*装配体文件（*Explode Creo Parametric Assembly*）

该工具可将使用Creo Parametric创建的装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与"分解Creo Parametric装配体文件"中介绍的内容一致，且可以从"文件"选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经通过CAD装配体加载到非序列模式元件编辑器(NSCE)的装配体文件：Creo Parametric物体对象（见"CAD装配体：Creo Parametric"）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到OpticStudio中，作为CAD物体（参见"CAD零件：STEP/IGES/SAT"）。

如果选中"删除CAD装配体：Creo Parametric"复选框，则将从NSCE中删除父装配体文件，编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由一个CAD零件：STEP/IGES/SAT物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中，且已将其"分解？"标记设置为1。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅"绘图选项卡"），并针对光线设置，以忽略物体（参阅"类型选项卡"）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

如果选中"从所有构成零件获取OpticStudio属性"复选框，则该选项将读取之前使用"保存CAD装配体文件/零件属性"工具已保存各个零件的所有光学性能。

在将零件文件加载到OpticStudio后，可以修改每个零件的光学性能，就像使用任何内置物体一样。因此，该工具允许在OpticStudio中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应具有不同的属性。

由于每个零件文件都按CAD零件加载到OpticStudio中：STEP/IGES/SAT物体，因此它们不能在OpticStudio内部修改。如果需要修改零件，每个零件都应通过CAD零件加载到OpticStudio中：Creo Parametric物体（参见"CAD零件：Creo Parametric"），而不是加载到装配体文件中，然后对其进行分解。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.2.7.10.5. 分解CAD零件：STEP/IGES/SAT(Explode CAD Part: STEP/IGES/SAT)

此工具可将CAD装配体文件分解为单个零件体。此工具的功能介绍与"分解CAD装配体文件"中介绍的内容一致，且可以从"文件"选项卡进行访问。但是，此工具只能用于分解已经加载到非序列模式元件编辑器（NSCE）的装配体文件，加载方法是通过CAD物体（参阅"CAD零件：STEP/IGES/SAT"）。此外，在分解装配体文件后，可以将每个零件文件加载到OpticStudio作为导入的CAD物体。

如果选中"删除父物体"复选框，则将从NSCE中删除父装配体文件，在编辑器中只保留单个零件文件（每个零件均由导入的CAD物体表示）。否则，父装配体文件将保留在编辑器中。但是，在这种情况下，无法将父装配体文件设置为绘图（参阅"绘图选项卡"），且设置为光线以忽略物体（参阅"类型选项卡"）。因此，只有构成零件才会影响设计的性能。

在将零件文件加载到OpticStudio后，可以为每个零件文件分配唯一的光学性能，如同使用任何内置物体。因此，此工具允许在OpticStudio中突出装配体文件的相应特征，且装配体文件的不同零件均应拥有不同的特性。

2.3.2.7.11. 自由曲面Z工具(Freeform Z Tools)

适用于自由曲面Z物体的工具。

自由曲面Z物体的构成方法是，通过YZ平面中的一系列点绘制一个三次样条曲线，然后围绕Z轴扫描此曲线，以构成实体或壳。自由曲面Z物体通过两个参数和用户可选择数量的定义点定义：

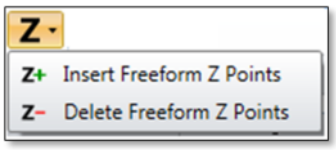
1：定义点的数量。这是用于定义YZ平面上曲线的坐标对的数量。最小数为5，最大数为124。

2：用于表示得到的物体是实体还是空壳的标记。如果"是实体？(IsVolume?)"一栏参数设置为零，则OpticStudio假设形状为空壳。在这种情况下，不添加任何"端帽(end caps)"标记。如果物体为实体，则添加"端帽"标记，如果第一个或最后一个点的y坐标为零，则可能会关闭实体）。

3-250：成对的YZ曲线的坐标值。

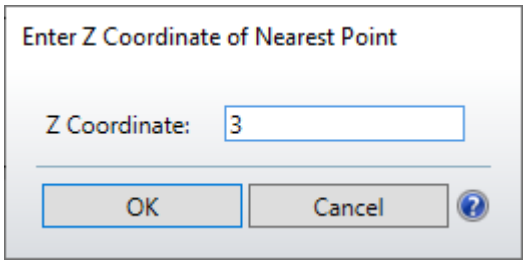
第一个点的Z坐标必须是零。不允许有Z值小于或等于先前点的Z值。当创建样条曲线时，应始终采用Y值的绝对值。定义了一个特殊的优化操作数来给自由曲面Z物体的形状提供边界约束，请参阅"FREZ"了解更多信息。参考点为镜头前表面的中心。面编号：前表面为面1，后表面为面2，所有其它表面为面0。

在自由曲面Z工具栏按钮的下拉菜单中列出了以下工具。 该功能的可用性取决于非序列模式元件编辑器中的物体。



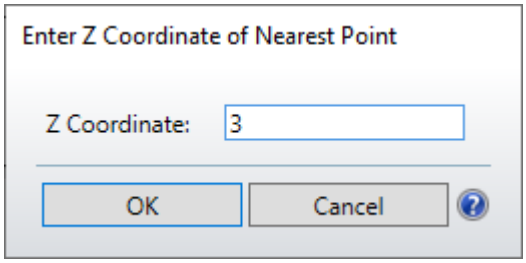
这两个工具用于在定义自由曲面Z物体的点的列表中插入或删除一个点。

2.3.2.7.11.1. 插入自由曲面*Z*点*(Insert Freeform Z Points)*



插入工具可定义将要通过在工具对话框中输入的Z坐标插入的点的位置。Z坐标必须大于0，小于当前最大Z坐标，而且不能等于（在整体物长1.0E-05内）任何现有的Z坐标。Y坐标可根据当前物体形状自动计算。如果点的总数超过允许的最大数，则该工具将不插入点。

2.3.2.7.11.2. 删除自由曲面*Z*点*(Delete Freeform Z Points)*



删除工具可定义要通过在工具对话框中输入的Z坐标删除的点。确定并删除最接近所输入的Z坐标的现有点。如果剩余点的总数小于5，则此工具将不删除点。

2.3.2.7.12. 忽略追迹错误(Ignore Trace Errors)

如果启用此选项，可以暂时忽略由输出光线触发的光线追迹错误消息。

2.3.2.7.13. 转到物体(Go to Object)

使用该工具可以快速跳转到指定的物体类型、编号、注释或书签。详情参阅"转到表面"。

2.3.2.7.14. 切换快速视图（NSCE工具栏）(Toggle Express View (MCE Toolbar))

此工具可以打开和关闭快速视图。有关更多信息，请参阅"快速视图(Express View)"部分。

2.3.2.7.15. 更新文件列表(Update File Listings)

重新加载可用文件列表。

2.3.2.7.16. 重置列序（非序列模式元件编辑器工具栏）(Reset Column Order (nsc editor toolbar))

将列序重置为默认设置。

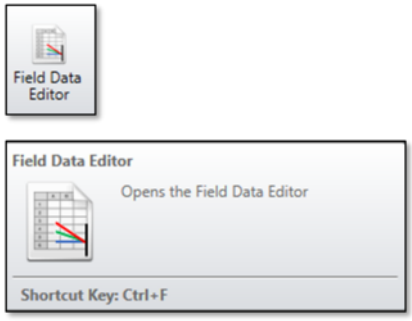
2.3.2.7.17. 重置列宽（nsc编辑器工具栏）(Reset Column Widths (nsc editor toolbar))

将列宽重置为标准尺寸。

2.3.2.7.18. 帮助（nsc编辑器工具栏）(Help (nsc editor toolbar))

参考本功能的更多帮助信息。

2.3.3. 视场数据编辑器（编辑器组）(Field Data Editor (Editors Group))

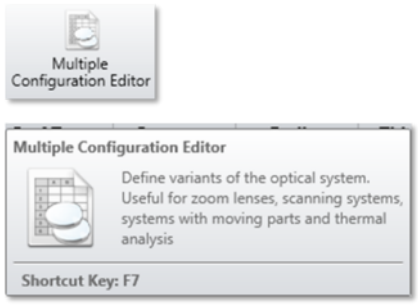


参阅视场的设置，在"系统组（设置选项卡）(System Group (the Setup Tab))中的"系统选项(System Explorer)"部分。

2.3.3.1. 视场向导（从"设置选项卡"访问）(Fields Wizard (from the Setup Tab))

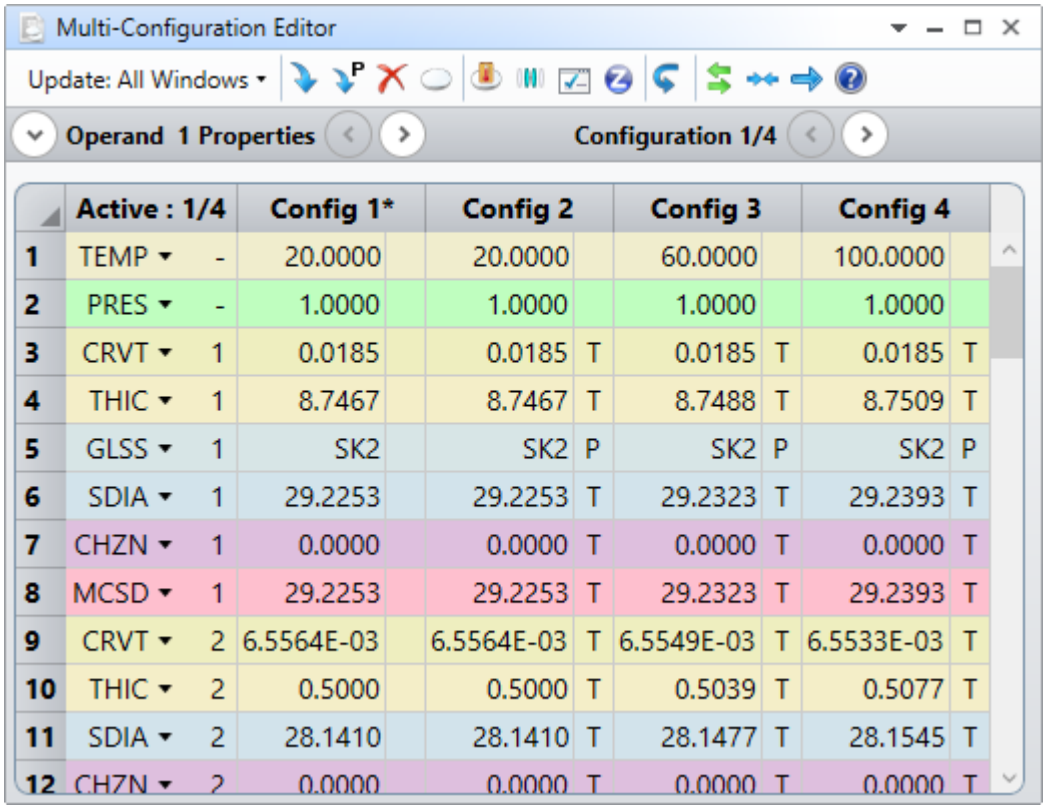
请参阅"视场"部分下的"视场数据编辑器"中的视场向导。

2.3.4. 多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor)



"多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor)"按钮位于"设置(Setup)"选项卡的"编辑器(Editors)"部分，与"镜头数据编辑器(Lens Data Editor)"非常类似。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



	Active : 1/4		Config 1*		Config 2		Config 3		Config 4	
1	TEMP	-	20.0000		20.0000		60.0000		100.0000	
2	PRES	-	1.0000		1.0000		1.0000		1.0000	
3	CRVT	1	0.0185		0.0185	T	0.0185	T	0.0185	T
4	THIC	1	8.7467		8.7467	T	8.7488	T	8.7509	T
5	GLSS	1	SK2		SK2	P	SK2	P	SK2	P
6	SDIA	1	29.2253		29.2253	T	29.2323	T	29.2393	T
7	CHZN	1	0.0000		0.0000	T	0.0000	T	0.0000	T
8	MCSD	1	29.2253		29.2253	T	29.2323	T	29.2393	T
9	CRVT	2	6.5564E-03		6.5564E-03	T	6.5549E-03	T	6.5533E-03	T
10	THIC	2	0.5000		0.5000	T	0.5039	T	0.5077	T
11	SDIA	2	28.1410		28.1410	T	28.1477	T	28.1545	T
12	CHZN	2	0.0000		0.0000	T	0.0000	T	0.0000	T

OpticStudio支持用于多重结构中对光学系统进行定义、分析和优化的一般功能。 OpticStudio使用某种替代方法定义多重结构。结构可以按同一参数的不同值进行区分。例如，在变焦镜头中，各种元件之间的间距可能采用多个值。结合使用每组值即可形成一个结构。

有关更多信息，请参阅"使用多重结构(Using Multiple Configurations) "帮助文件

在"多重结构编辑器(MCE)"中，可同时插入、删除结构和操作数。此外，还可以使用Insert键和Delete键添加和删除新的操作数行。在保存镜头文件时，将自动保存在MCE中输入的数据。

设置：

操作数类型**(Operand Type)** 在行中列出了操作数。 在第一列的单元格中列出了操作数类型。

可以通过点击下拉箭头，然后从多重结构操作数列表中进行选择或通过在单元格中输入操作数名称来更改操作数。 可以通过右键点击菜单或使用键盘上的Insert/Delete键插入/删除操作数。

有关多重结构操作数的完整描述，请参阅"使用多重结构"。 默认操作数为"MOFF"，表示未使用的操作数，并且可以用于输入注解。

多重结构功能的一种应用是设计可使用或不使用存在的某些元件操作的系统。这可以通过使用"忽略此表面(Ignore This Surface)"功能轻松处理，该功能使用操作数IGNR忽略不同结构中的不同表面。

结构**(Configuration)** 在列中列出了结构。 可以通过工具栏中的Insert/Delete按钮插入/删除结构。

当前结构**(Active Configuration)** 在第一列的标题中表示的当前结构。 具有当前结构的列的标题还在结构编号的附近列出了"*"。 要设置当前结构，双击要选择的结构的顶部的列标题。 还可以通过标题栏中的上一个/下一个结构箭头，或者使用快捷键Ctrl-A键和Shift-Ctrl-A键更改当前结构。

其它数据**(Other Data)** 要编辑单元格的内容，将光标移动到该单元格，然后键入新数据。

有关转换为非序列模式操作数的更多信息，请参见"转换至非序列模式组(Convert to NSC Group)"。

2.3.4.1. 多重结构操作数（Multi-Configuration Operands）

要更改操作数类型，双击类型列。随即将出现一个对话框，可以在其中更改多重结构操作数的类型和数量。

下表也汇总了操作数：

类型	编号**1**、**2**、**3**	描述
AFOC	忽略	无焦像空间（Afocal Image Space）模式。有关更多信息，请搜索“无焦像空间”的帮助文件。
AICN	表面、物体	Autodesk Inventor零件的iPartFactory编号。有关详细信息，请搜索“Autodesk Inventor零件（Autodesk Inventor Part）”的帮助文件。
APDF	忽略	系统切趾因子。另请参阅APDT。
APDT	忽略	系统切趾类型。用0表示无，用1表示高斯，用2表示余弦立方。另请参阅APDF。
APDX	表面#	表面孔径X-偏心。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。
APDY	表面#	表面孔径Y-偏心。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。
APER	忽略	系统孔径（System aperture）值如果系统孔径类型为光阑尺寸浮动（float by stop size），则这是光阑面的净口径或半直径。另请参阅SATP。
APMN	表面#	表面孔径最小值。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。此同一操作数也可用于控制所有表面孔径类型的第一个参数，如矩形和椭圆形孔径的X-半宽。但是，请注意，如果表面孔径类型为用户孔径或用户遮阑，则此操作数不可用于控制UDA缩放。
APMX	表面#	表面孔径最大值。表面必须拥有定义的孔径（非半直径）。此同一操作数也可用于控制所有表面孔径类型的第二个参数，如矩形和椭圆形孔径的Y-半宽等。

APTP	表面#	表面孔径类型。整数值指示孔径类型为0-10分别表示无、圆形孔径、圆形遮阑、三角形、矩形孔径、矩形遮阑、椭圆孔径、椭圆遮阑、用户孔径、用户遮阑和浮动孔径。
CADX	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的x偏心。
CADY	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的y偏心。
CATX	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的x倾斜。
CATY	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的y倾斜。
CATZ	表面#	表面倾斜/偏心中面之后的z倾斜。
CAOR	表面#	面之后的表面倾斜/偏心顺序。用0表示偏心然后倾斜，或用1表示倾斜然后偏心。
CBDX	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的x偏心。
CBDY	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的y偏心。
CBTX	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的x倾斜。
CBTY	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的y倾斜。
CBTZ	表面#	表面倾斜/偏心中面之前的z倾斜。
CBOR	表面#	面之前的表面倾斜/偏心顺序。用0表示偏心然后倾斜，或用1表示倾斜然后偏心。
CHZN	表面#	延伸区（Chip Zone）。
CONN	表面#	圆锥系数。
COTN	表面#	要应用到表面的膜层的名称（如果有）。
CPCN	表面、物体	Creo Parametric零件的族表实例编号。有关详细信息，请搜索“Creo Parametric零件（Creo Parametric Part）”的帮助文件。
CROR	表面#	坐标返回方向。用0表示无，用1仅表示方向，用2表示XY方向，用3表示XYZ方向。有关详细信息，请搜索“使用坐标返回（Using the Coordinate Return）”的帮助文件。
CRSR	表面#	坐标返回表面。有关详细信息，请搜索“使用坐标返回（Using the Coordinate Return）”的帮助文件。
CRVT	表面#	表面的曲率。
CSDX	表面#	复合表面在X方向上的偏心值

CSDY	表面#	复合表面在Y方向上的偏心值
CSP1	表面#	曲率求解参数1。
CSP2	表面#	曲率求解参数2。
CSTX	表面#	复合表面在X方向上的倾斜值
CSTY	表面#	复合表面在Y方向上的倾斜值
CSTZ	表面#	复合表面在Z方向上的倾斜值
CWGT	忽略	结构的总体权重。此数字只有相对于其它结构中的权重才有意义。
FCMM	视场#	视场注释。
FLTP	忽略	视场类型。用0表示角度（以度为单位），用1表示物高，用2表示近轴像高，用3表示实际像高，用4表示经纬角度。
FLWT	视场#	视场权重。
FTAN	视场#	子午角TAN。
FVAN	视场#	渐晕因子VAN。 该命令已被废弃。请参阅FTAN。
FVCX	视场#	渐晕因子VCX。
FVCY	视场#	渐晕因子VCY。
FVDX	视场#	渐晕因子VDX。
FVDY	视场#	渐晕因子VDY。
GCRS	忽略	全局坐标参考面。
GLSS	表面#	玻璃。
GPEX、GPEY	废弃	废弃
GPJX	忽略	全局琼斯偏振矢量分量Jx。
GPJY	忽略	全局琼斯偏振矢量分量Jy。
GPIU	忽略	全局偏振态为“非偏振（is unpolarized）”；如果偏振态为非偏振，则为1，否则状态为偏振。
GPPX	忽略	全局偏振态相位x。
GPPY	忽略	全局偏振态相位y。
GQPO	忽略	用于默认评价函数中高斯求积（Gaussian Quadrature）光瞳采样的遮阑值。有关更多详细信息，请参阅“选择光瞳积分方法”。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

HOLD	忽略	将数据保存在多重结构缓冲区中，但没有其它作用。用于临时关闭一个操作数，而不会丢失相关数据。
HLGV	表面#、文件#、变量#	全息图变量。表面#必须为光学制造的全息表面。文件#可指定构造文件1或2。变量#可指定将在构造文件中链接的变量编号。一旦选择了变量编号，HLGV操作数数值将自动更新为构造文件中变量参数的当前值。如果变量不存在，则操作数将返回0。请注意，这是一个链接，而不是一个只读设置；更改HLGV操作数数值将会改变构造文件中的相关参数。 要在构造文件中查找变量编号，请打开分类数据（Prescription Data）分析并转到“求解和变量数据（SOLVE AND VARIABLE DATA）”部分。列表中的第一个变量是1，第二个是2，依此类推。 此外，MCE工具栏中还有一个工具，可以自动为构造文件中定义的所有变量添加HLGV操作数。有关更多信息，请参阅“添加全息图变量（Add Hologram Variables）”。有关表面的更多信息，另请参阅“光学制造全息图（Optically Fabricated Hologram）”。
IGNR	表面#	忽略此表面（Ignore This Surface）状态。用0表示考虑表面，用1表示忽略表面。有关详细信息，请搜索“忽略此表面”的帮助文件。如果为同一表面定义IGNR和IGNM操作数，则只有在多重结构编辑器中列出的最后一个操作数才会应用于该表面。
IGNM	起始面、终止面	用于设置表面范围的“忽略此表面”状态。用0表示考虑表面，用1表示忽略表面。有关详细信息，请搜索“忽略此表面”的帮助文件。如果为同一表面定义IGNR和IGNM操作数，则只有在多重结构编辑器中列出的最后一个操作数才会应用于该表面。

IGTO	来自行的TDE操作数，后行被忽略	忽略从第一个公差操作数到最后一个公差操作数的所有公差操作数。 使用0考虑该操作数，使用1忽略该操作数
LTTL	忽略	镜头标题。将字符串长度限制为32个字符。
MABB	表面#	模型玻璃阿贝数。
MCHI	忽略	计算惠更斯积分的方法（有关更多信息，请参阅系统选项（System Explorer）的高级（Advanced）部分）。用0表示自动，用1表示平面波，用2表示球面波。
MCOM	表面#	表面注释。
MCSD	表面#	机械半直径。
MDPG	表面#	模型玻璃dPgF。
MIND	表面#	模型玻璃折射率。
MOFF	忽略	未使用的操作数，可用于输入注释。
MTFU	忽略	MTF单位。用0表示周期/毫米，用1表示周期/毫弧度。
NCOM	表面、物体	用于修改非序列模式元件编辑器中非序列模式物体的注释。将字符串值长度限制为32个字符。
NCOT	表面、物体、面#	用于修改非序列模式元件编辑器中非序列模式物体的每个面上的膜层。
NGLS	表面、物体	非序列模式元件编辑器中非序列模式物体的材料类型。
NPAR	表面、物体、参数	用于修改非序列模式元件编辑器中非序列模式物体的参数列。
NPOS	表面、物体、位置	用于修改非序列模式元件编辑器中非序列模式物体的x、y、z、x倾斜、y倾斜和z倾斜位置值。x、y、z、x倾斜、y倾斜和z倾斜的位置标记分别为介于1和6之间的整数。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

NPRO	表面、物体、属性	用于修改非序列模式物体的各种属性。属性是一个整数值，用于表示控制的数据： 1 - 在物体编号内 2 - 参考物体编号 3 - 不绘制物体（0 = 否，1 = 是） 4 - 光线忽略物体（0 = 从不，1 = 一直，2 = 开始） 5 - 使用像素插值（0 = 否，1 = 是） 201-212 - 用户自定义渐变折射率参数 301-340 - 用于反射的用户自定义衍射参数（*当用于ZOS和Lumerical之间的动态链接时，参数对应为本节末尾的表格） 351-390 - 用于透射的用户自定义衍射参数 401-416 - 用户自定义体散射参数 481、482 - 体散射平均自由路径和角度参数。 500 - 介质为双折射。用0表示False，用1表示True。 501 - 双折射模式。用0-3分别表示寻常和非寻常光线、仅寻常光线、仅非寻常光线和波片模式。 502 - 双折射反射。用0表示折射和反射光线， 用1仅表示折射光线，用2仅表示反射光线。 503-505 - 双折射晶体轴方向x、y和z。
OPDR	忽略	改变OPD参考。 用0表示绝对，1表示无限，2表示出瞳（推荐），3表示绝对2。
PAR1	表面#	参数1。废弃，使用PRAM代替。
PAR2	表面#	参数2。废弃，使用PRAM代替。
PAR3	表面#	参数3。废弃，使用PRAM代替。
PAR4	表面#	参数4。废弃，使用PRAM代替。
PAR5	表面#	参数5。废弃，使用PRAM代替。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

PAR6	表面#	参数6。废弃，使用PRAM代替。
PAR7	表面#	参数7。废弃，使用PRAM代替。
PAR8	表面#	参数8。废弃，使用PRAM代替。
PRAM	表面、参数	参数值。此操作数可控制任何参数。有关详细信息，请搜索“参数数据（Parameterdata）”的帮助文件。
PRES	忽略	气压，以标准大气压为单位。用0表示真空，用1表示正常气压。有关详细信息，请搜索“环境（Environment）”的帮助文件。
PRWV	忽略	主波长编号。
PSCX	忽略	X光瞳压缩。用于光线瞄准；有关详细信息，请搜索“光线瞄准（Ray Aiming）”的帮助文件。
PSCY	忽略	Y光瞳压缩。用于光线瞄准；有关详细信息，请搜索“光线瞄准（Ray Aiming）”的帮助文件。
PSHX	忽略	X光瞳偏移。用于光线瞄准；有关详细信息，请搜索“光线瞄准”的帮助文件。
PSHY	忽略	Y光瞳偏移。用于光线瞄准；有关详细信息，请搜索“光线瞄准”的帮助文件。
PSHZ	忽略	Z光瞳偏移。用于光线瞄准；有关详细信息，请搜索“光线瞄准”的帮助文件。
PSP1	表面#	参数求解参数1（拾取表面）。此操作数需要2个数值参数：表面编号和参数编号。
PSP2	表面#	参数求解参数2（比例因子）。此操作数需要2个数值参数：表面编号和参数编号。
PSP3	表面#	参数求解参数3（偏移）。此操作数需要2个数值参数：表面编号和参数编号。

PUCN	忽略	用于从前一个结构拾取值的范围。如果提供正整数结构编号，则将根据指定的结构编号拾取PUCN操作数下的所有值。如果结构值为负，则将使用负拾取。如果结构编号为零，则PUCN操作数下的值将不具有应用的拾取值。注意，可以使用两个PUCN操作数定义要拾取值的范围的开始和结束。所有指定的结构编号必须小于为结构提供的PUCN数据。
PXAR	表面#	物理光学设置“采用X轴参考（Use X-axis Reference）”（有关详细信息，请搜索“表面特定设置（Surface specific settings）”的帮助文件）。用0表示否，1表示是。
RAAM	忽略	光线瞄准。用0表示关闭，用1表示近轴，用2表示实际。
SATP	忽略	系统孔径类型。用0表示入瞳直径（Entrance Pupil Diameter），用1表示像空间F/#，用2表示物空间NA，用3表示光阑尺寸浮动，用4表示近轴工作F/#，用5表示物方锥角。也可参见APER。
SDIA	表面#	净口径或半直径。
SDRW	表面#	修改“不绘制此表面（do not draw this surface）”标记。用0表示绘制，用1表示不绘制。
SRTS	表面#	修改“跳过入射到该表面的光线（skip rays to this surface）”标记。用0表示绘制光线，用1表示跳过光线。
STPS	忽略	光阑面编号。可以通过为每个结构指定一个整数参数将光阑移动到任何有效的表面编号（不包括物面和像面）。
TCEX	表面#	热膨胀系数。
TELE	忽略	物空间中的远心，0表示没有，1表示有。
TEMP	忽略	温度，以摄氏度为单位。有关详细信息，请搜索“环境（Environment）”的帮助文件。
THIC	表面#	表面厚度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

TSP1	表面#	厚度求解参数1。有关详细信息，请搜索“参数求解（parameter solves）”的帮助文件。
TSP2	表面#	厚度求解参数2。有关详细信息，请搜索“参数求解（parameter solves）”的帮助文件。
TSP3	表面#	厚度求解参数3。有关详细信息，请搜索“参数求解（parameter solves）”的帮助文件。
UDAF	表面#	用户自定义孔径文件。表面必须使用用户自定义孔径或用户自定义遮阑孔径类型。有关详细信息，请参阅“表面属性（Surface Properties）”的“孔径（Aperture）”部分。
WAVE	波长#	波长。
WLWT	波长#	波长权重。
XFIE	视场#	X-视场值。
YFIE	视场#	Y-视场值。

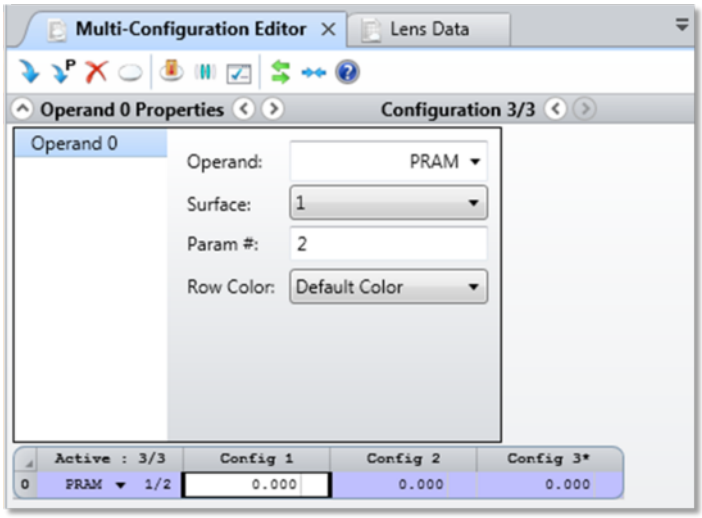
Lumerical属性	**AZOS**属性	**MCE**属性	注意
Period_x	周期X	301	
Period_y	周期Y	302	
N_neg			用于RCWA仿真中指定基底和包层材料；应该匹配AZOS中的配置。
N_pos			
	最大阶次X	303	
	最大阶次Y	304	
	Link Lumerical	305	
p1_user_1	p1 user1	306	用户属性以pN开始，其中N=1..35。后面可以是任何标签，例如p1_my_param。
p2_user_2	p2 user2	307	
...			
p35_user_max	p35 usermax	340	

2.3.4.1.1. 关于定义字符串的操作数的注释(Comment About Operands that Define Character Strings)

当使用定义字符串值的操作数时，如LTLT、NCOM和其它操作数，将字符串长度限制为32个字符。

2.3.4.2. 操作数属性（多重结构编辑器）(Operand Properties (multiple configuration editor))

可以通过单击多重结构编辑器上方"操作数属性"栏中的向下箭头展开"操作数属性"对话框。 通过单击多重结构编辑器中的不同表面，或者通过单击"操作数属性"栏中的左/右箭头可更改该对话框中显示的操作数属性。可以在此对话框中定义以下操作数属性。



操作数类型**(Operand Type)**：可以通过点击下拉箭头，然后从多重结构操作数列表中进行选择或通过在单元格中输入操作数名称来更改操作数。如果操作数需要任何其它数据，可以在此处输入。 请参阅多重结构操作数表。

行颜色**(Row Color)**：选择电子表格中每行的颜色为默认颜色或不选择颜色。可以在操作数类型对话框的行颜色设置中单独设置每行的颜色。

2.3.4.3. 菜单选项(Menu Options)

可以通过右键单击操作数或单元格访问多重结构菜单选项。

设置：

复制单元格**(Copy Cells)** 将单元格数据复制到Windows剪贴板。

粘贴单元格**(Paste Cells)** 将单元格从Windows剪贴板粘贴到当前单元格。

剪切操作数**(Cut Operands)** 将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到Windows剪贴板，然后删除操作数。首先，必须使用下列任一种方法选择操作数或操作数的范围：

使用鼠标：单击要选择的第一个操作数。按住鼠标左键，并拖动鼠标光标以覆盖所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。如果只需选择单个操作数，则在要选择的操作数上，按住鼠标左键并拖动光标向上或向下拖动鼠标直到选择了两个操作数，然后将鼠标移回到所需的操作数上即可。

使用键盘：将光标移动到所需操作数所在行的任意单元格。然后，按住Shift键，同时向上或向下移动光标，直到选定所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。要只选择一个操作数，从所需的操作数向上或向下移动鼠标直到选择了两个操作数，然后将光标移回到所需的操作数。

复制操作数**(Copy Operands)** 将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到Windows剪贴板。要选择单个操作数或一系列操作数，请参阅上文"剪切操作数"下方的讨论。

粘贴操作数**(Paste Operands)**将单个操作数或操作数范围的所有数据从Windows剪贴板复制到多重结构编辑器中的当前光标位置。首先，必须使用前文所述的"剪切操作数"或"复制操作数"将数据复制到Windows剪贴板。

插入操作数**(Insert Operand)** 用于在表格中的当前行处插入新的行。新操作数的类型为"关"，这意味着忽略操作数。Insert键为此菜单选项的快捷方式。

插入后续操作数**(Insert Operand After)**用于在表格中的当前行之后插入新的行。新操作数的类型为"关"，这意味着忽略操作数。Ctrl-Insert组合键为此菜单选项的快捷方式。

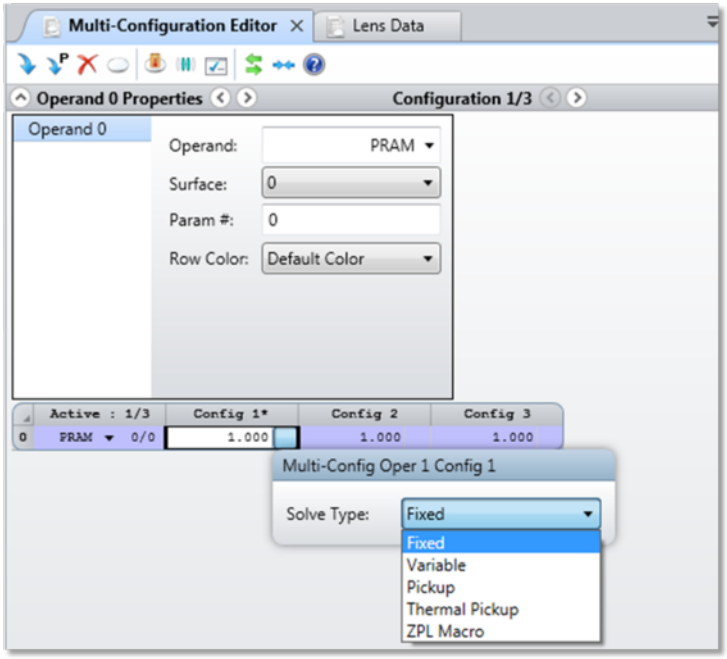
删除操作数**(Delete Operand)** 用于删除表格中的当前行。Delete键为此菜单选项的快捷方式。

隐藏/显示行**(Hide/Unhide Rows)** 此选项用于隐藏或显示选定行。

隐藏/显示列**(Hide/Unhide Columns)** 此选项用于隐藏或显示选定列。

2.3.4.4. 求解类型（多重结构编辑器）(Solve Types (multiple configuration editor))

要在单元格中设置求解类型，请单击小单元格的数据右侧，并从下拉列表中选择求解类型。



求解设置**(Solve Settings)**：

固定(Fixed) 关闭求解，使得多重结构编辑器中的值不更改。

变量(Variable) 此选项仅适用于数值操作数。如果状态为"可变"，则优化算法可能会在优化过程中调整值。

替换**(Substitute)** 此选项仅适用于材料操作数。如果将材料状态设置为"替换"，则全局优化算法可能会选择其它材料。或者，可以指定用于替换的特定玻璃库。将可选库的名称的长度限制为40个字符。有关玻璃替换的更多信息，请参阅"使用玻璃替换"。

拾取**(Pickup)** 假设有三个结构，且在两个结构中，其中一行（如THIC或GLSS）的值需要是同一个值。可以使用该操作数的其中一个结构的拾取求解来确保值始终相同。要设置拾取求解，双击要设置求解的行和结构。将出现一个对话框，用于定义求解类型、目标结构和操作数，以及比例因子和偏移。将新的单元格值定义为：new_value = target_value*scale+offset。注意，target_value可以是多重结构编辑器中的任何其它单元格，只要目标结构和操作数的数量分别小于或等于当前结构和操作数的数量。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

热拾取**(Thermal Pickup)**此拾取求解用来根据相对于"参考"结构的新结构的温度和压强计算多重结构参数的新值。热拾取求解仅影响某些类型的多重结构值的数据，包括曲率半径和厚度(THIC)。有关详细信息，请参阅热分析。

ZPL宏(ZPL Macro) ZPL宏求解调用用户自定义ZPL宏确定求解值。任何可在宏中计算的数值都可以返回到调用求解宏的编辑器中。有关ZPL宏语言的信息，请参阅ZPL概述和使用ZPL宏求解。

2.3.4.5. 多重结构编辑器工具栏(Multi-Configuration Editor Toolbar)

在"多重结构编辑器"窗口的顶部提供了多重结构编辑器工具栏。该工具栏提供了用于快速访问"多重结构编辑器"的工具。

下面列出了多重结构编辑器工具栏中的按钮。

2.3.4.5.1. 插入结构(Insert Configuration)

在当前光标位置指示的结构中插入一个新结构。

2.3.4.5.2. 插入拾取结构(Insert Configuration with Pickups)

在当前光标位置指示的结构中插入一个新结构，并插入拾取求解，从第一个结构中拾取相关值。

2.3.4.5.3. 删除结构(Delete Configuration)

删除由当前光标位置指示的当前结构。这将会删除该结构包含的列和所有数据。

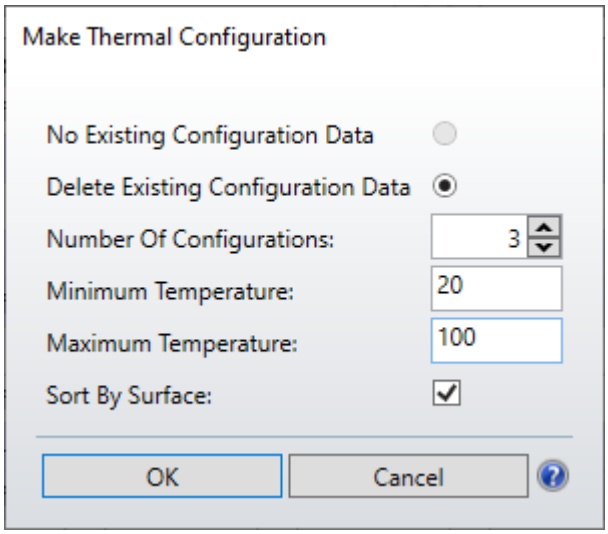
2.3.4.5.4. 单结构(Make Single Configuration)

删除所有多重结构数据，保留镜头作为单结构系统，而在使用此工具时结构仍为当前结构。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.4.5.5. 热分析(Make Thermal)

在不同温度下设置设计的多重结构，以允许分析性能的热变化。



设置***(Settings)***：

此工具用于在设置多重结构热分析时执行大量的繁琐工作。将会出现一个对话框，用于设置结构的数量，以及最低和最高温度。此外，还会显示一些选项，用于删除或保留现有的多重结构数据，并按表面对数据进行排序，而不是按操作数类型进行默认排序。请务必阅读并了解OpticStudio中的热分析工作原理。有关更多信息，请参阅"热分析(Thermal Analysis)"和"热分析限制(Limitations of thermal analysis)"。

如果选择"删除现有结构数据"选项，则将在当前温度和压强下创建1个名义结构。然后，定义其它结构以涵盖指定的温度范围。如果要求创建3个结构，则将创建1个名义结构（结构1），然后按照相等增量创建3个涵盖指定温度范围的结构，总共4个结构。假设空气压强与标称压强相同。

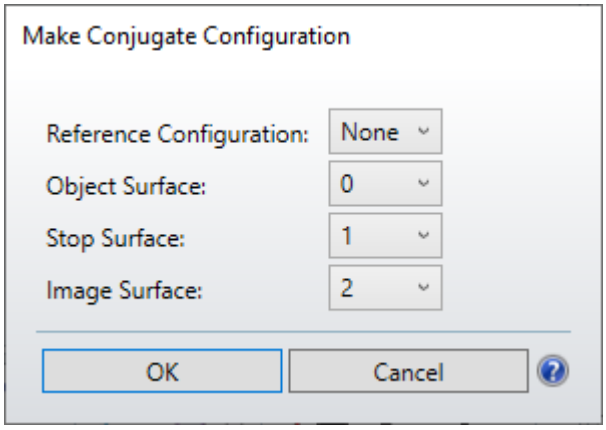
如果选择"使用现有的n个结构作为名义结构"选项，则将使用现有的MCE数据创建名义结构。该工具将自动为热建模通常所需的其它数据添加新操作数，如玻璃曲率、净口径或半直径、参数和附加数据值。在此模式下，结构的总数将由名义结构的数量乘以新结构的数量，然后加上原始名义结构的数量来确定。

对于受温度效应影响的每个半径、厚度、玻璃、净口径或半直径、参数和附加数据值，将通过TCE拾取求解插入相应的操作数。好的工程做法是始终仔细检查此自动热设置工具的结果，以确保没有忽略任何重要的参数。

2.3.4.5.6. 共轭(Make Conjugate)

创建部分光学系统，用来对两个共轭面之间的成像进行建模作为新的结构。 此功能用于评估或优化设计的任意两个表面之间的光学系统的性能。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



该工具将创建光学系统子系统，用来对两个共轭面之间的成像进行建模作为新的结构。此功能用于评估或优化不一定是物面和像面的两个平面之间的光学系统的性能。通过在参考结构中定义的物面、光阑面和像面编号来定义子集系统。如果不存在任何多重结构数据，则将创建两个结构：名义结构和子结构。如果已经存在多重结构数据，则可以使用任何结构或所有结构作为参考结构。如果选择单个参考结构，则将添加一个新结构。如果选择所有结构，则结构的总数将增加一倍，因为将会为现有的每个结构创建一个子结构。

根据需要通过添加多重结构操作数来创建子结构，以便相应更改系统孔径类型、大小、光阑位置、视场数据、厚度、曲率、非球面数据和其它数据。忽略表面功能（参阅"忽略此表面"）用来删除与子结构不相关的表面。此功能将针对如何构建子系统作出以下假设：

将系统孔径设置为"光阑尺寸浮动"，并将新光阑的半直径设置为参考结构中表面的当前半直径。

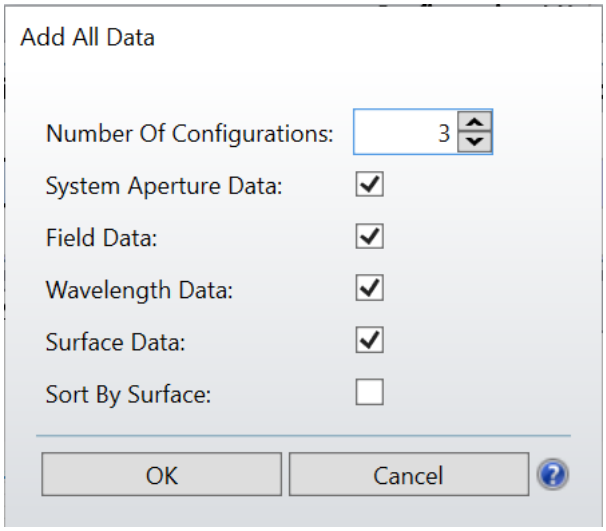
将视场类型设置为物高，并将视场值设置为参考结构中指定物面的主波长主光线坐标。

在多重结构操作数的控制下放置参考结构中的原始物面和像面，允许这些表面采用子系统物面和像面的正确形状。为此，目前的原始和子系统物面和像面必须为标准表面类型。

这些假设可能不会在所有情况下都是正确的。应仔细检查由此产生的子共轭系统的有效性。

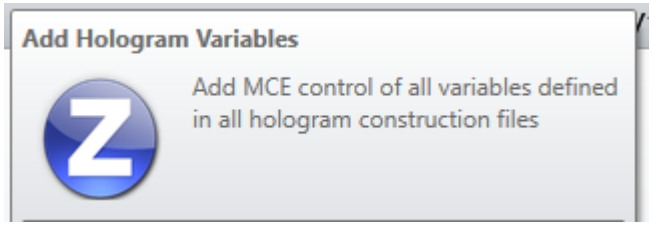
2.3.4.5.7. 添加所有数据(Add All Data)

添加系统中按数据类型细分的当前所有数据。



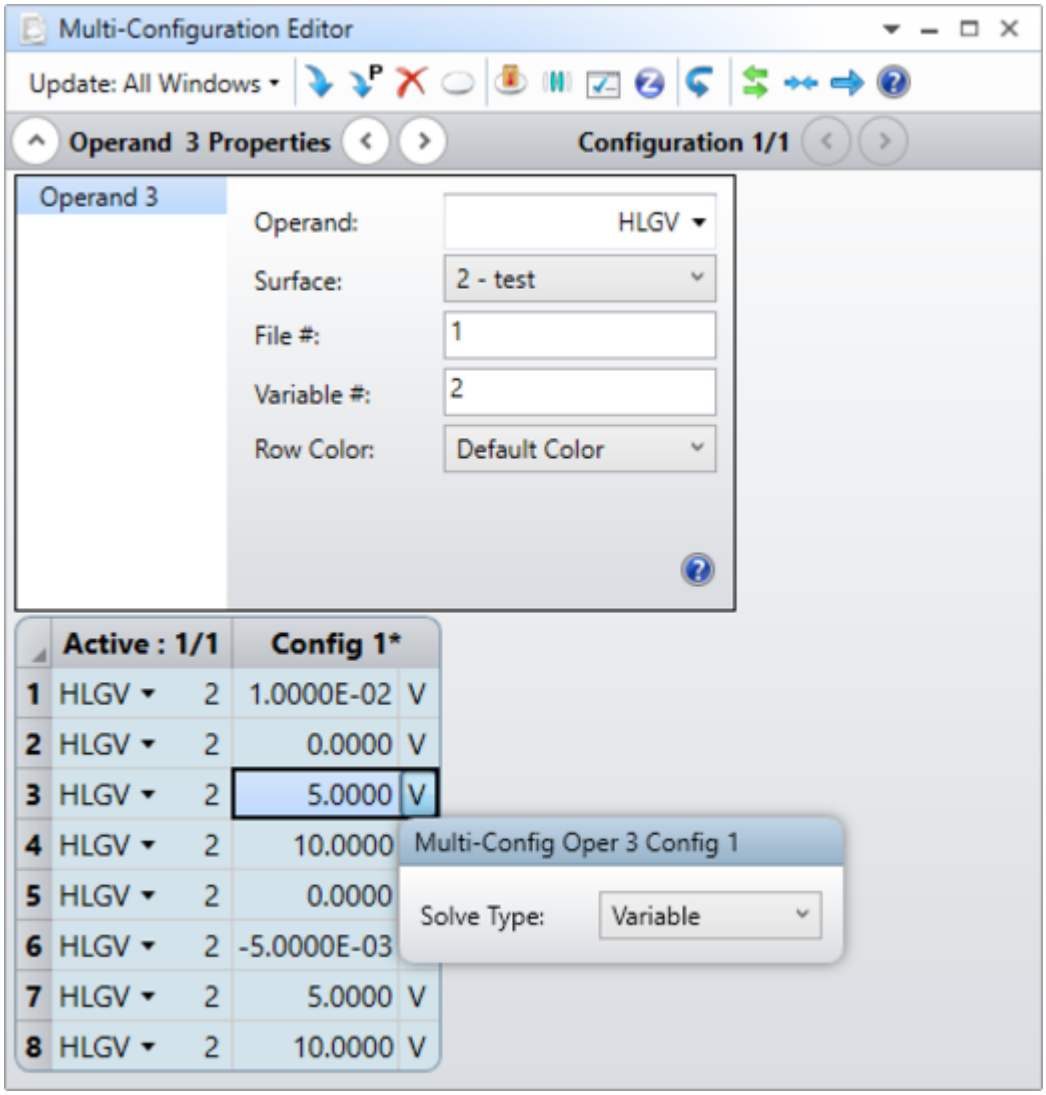
此工具可以将系统中的当前所有数据添加到多重结构编辑器(MCE)。这不需要手动添加多个数据项。对于某些系统，删除不需要的数据比插入需要的数据更容易。

2.3.4.5.8. 添加全息图变量(Add Hologram Variables)



当镜头数据编辑器中至少有一个光学制造全息图(OFH)表面时，可见添加全息图变量工具。带有OFH表面的文件称为回放文件，它需要两个构造文件。"添加全息图变量"工具在构造光学文件中查找变量，并将它们作为多重结构编辑器中的HLGV（全息图变量）操作数添加到回放文件中。

HLGV操作数上的变量求解可以开启或关闭，因此构造光学器件可以与回放系统中的变量同时优化。



有关回放和构造光学文件的更多信息，请参阅"光学制造全息图"。有关HLGV操作数的更多信息，请参阅"多重结构操作数"。

2.3.4.5.9. 转到操作数(Go to Operand)

使用该工具可以快速跳转到指定的操作数类型、编号或书签。详情参阅"转到表面"。

2.3.4.5.10. 切换快速视图（MCE工具栏）(Toggle Express View (MCE Toolbar))

此工具可以打开和关闭快速视图。有关更多信息，请参阅"快速视图(Express View)"部分。

2.3.4.5.11. 重置列序（多重结构编辑器工具栏）(Reset Column Order (multi-configuration editor toolbar))

将列序重置为默认设置。

2.3.4.5.12. 重置列宽（多重结构编辑器工具栏）(Reset Column Widths (multi-configuration editor toolbar))

将列宽重置为标准尺寸。

2.3.4.5.13. 帮助（多重结构编辑器工具栏）(Help (multi-configuration editor toolbar))

参考有关当前功能的更多帮助信息，（此帮助按钮与上下文相关）。

2.3.4.6. 使用多重结构(Using Multiple Configurations)

OpticStudio支持用于多重结构中对光学系统进行定义、分析和优化的一般功能。多重结构用于设计变焦镜头，或者优化在不同波长中测试和使用的镜头，或者在各种结构中使用的光学系统，仅举以上几例。与其它OpticStudio功能类似，还可以集成多重结构。但是，如公差分析，需要更加小心并多加运用才能更加熟练。

OpticStudio使用某种替代方法定义多重结构。结构可以按同一参数的不同值进行区分。例如，在变焦镜头中，各种元件之间的间距可能采用多个值。结合使用每组值即可形成一个结构。

2.3.4.6.1. 第一步(The First Step)

到目前为止，最重要的步骤是首先使用普通的OpticStudio模式定义一个结构。好的做法是首先从最复杂的结构开始。如果所有结构都具有相同数量的元件，则可以选择其中任何一个结构。定义基本结构后，应定义属于第一个结构的变体新结构。尚不需要优化第一个结构，您可以稍后优化整个结构。

从设置选项卡打开多重结构编辑器。显示的表格就是多重结构编辑器(MCE)。可以同时插入和删除结构（列）和操作数（行）。可以使用Insert键和Delete键添加或删除新的操作数行。每当保存镜头文件时，将自动保存在MCE中输入的数据。

请参阅设置选项卡的编辑器部分中的多重结构编辑器。

2.3.4.6.2. 定义结构数量(Defining the Number of Configurations)

可以通过使用"插入(Insert)"或"删除(Delete)"工具栏按钮插入或删除结构，来更改编辑器中显示的结构的数量。

一个镜头文件中允许的最大结构数为160。如果试图使用用户界面或宏来超出这一限制，OpticStudio将发出错误警告：

该版本支持*160*个结构。

如果试图在ZOSAPI中使用多重结构编辑器功能InsertConfiguration()或AddConfiguration()来超出这一限制，这些功能将返回真实的布尔运算，但不会添加新结构。在后一种情况下，我们建议调用多重结构编辑器中的NumberOfConfiguration属性，以追迹当前系统中定义的结构总数，从而手动确保不会违反这一限制。

2.3.4.6.3. 定义每个结构(Defining Each Configuration)

要定义多重结构操作数，通过单击"多重结构编辑器"的第一列中的向下箭头展开操作数的列表。 单击您要选择的操作数的名称。 通过单击操作数（多重结构编辑器）属性工具栏中的向下箭头展开操作数属性，并在必要时输入其它操作数数据。

例如，假设您要为表面5的厚度输入多个值。假设您想要三个不同的结构。使用工具栏中的"插入"按钮插入2个新的结构。单击第1行中最左边的列。从操作数类型的下拉列表中选择"THIC"。在"操作数属性"对话框中，选择"5"表示表面编号。现在，在每个结构列表中，在该结构中输入所需的厚度。

2.3.4.6.4. 忽略表面(Ignoring Surfaces)

多重结构功能的一种应用是设计可使用或不使用存在的某些元件操作的系统。这可以通过使用表面属性(Surface Properties)的"类型(Type)"部分中所述的"忽略此表面(Ignore This Surface)"功能轻松处理。可以通过多重结构操作数IGNR忽略不同结构中的不同表面来控制忽略表面设置。

2.3.4.6.5. 更改结构(Changing Configurations)

要执行任何分析，像平常一样进行操作即可。程序将为所有计算和图形使用当前结构。请参阅多重结构编辑器中的"当前结构"定义。要更改结构，请在多重结构编辑器上双击要更改的结构的顶部的列标题。也可以使用快捷键Ctrl-A键和Shift-Ctrl-A键。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.3.4.6.6. 通过多重结构优化(Optimization with Multi-Configurations)

OpticStudio可以像优化常规表格数据一样优化多重结构数据。要生成多重结构参数变量，请将光标放置在参数上，然后按Ctrl-Z键。这是设置为变量的快捷操作；再次按Ctrl-Z键将取消设置为变量。调用优化时，优化将自动计算新的变量。您可以定义任意数量的多重结构变量。

选择要优化的某个（或全部）结构，请从评价函数编辑器打开优化向导。根据用户选择，OpticStudio将为一个或所有可用结构构建相应的评价函数。使用CONF操作数指定执行优化的结构数。此特殊操作数可以更改当前评价函数求值过程所针对的结构数。这意味着在CONF操作数后面定义的所有操作数都将与新的结构相关。可以在操作数序列中多次使用CONF操作数来对各种参数进行求值。

边界约束和其它用户输入的优化操作数在多重结构评价函数中进行求解，因此约束以及操作数只在定义的结构中执行。例如，如果CONF 1操作数后跟各种操作数（如EFFL或REAY），将只能在结构1中对这些操作数进行求值。要在结构2中强制对相同的操作数进行求值，需要在CONF 2操作数下重复使用相同的操作数。

此系统的优点是在不同结构中可以输入不同操作数，或者同一操作数输入不同的目标值和权重。缺点是需要将在多个结构中应用的操作数复制到各个结构。

2.3.4.6.7. 组织多重结构评价函数的建议(Suggestions for Organizing Multiple Configuration Merit Functions)

可以通过两种不同的方法组织多重结构评价函数。第一种方法是在默认评价函数的每个CONF组内添加用户自定义操作数：

CONF 1

User operands for configuration 1...

Default operands for configuration 1...

CONF 2:

User operands for configuration 2...

Default operands for configuration 2...

CONF 3:

...etc.

另一种方法是创建默认评价函数，然后在评价函数的顶部添加所有用户操作数，以便将它们全部放置在一个地方：

CONF 1

User operands for configuration 1...

CONF 2

User operands for configuration 2...

CONF 3

User operands for configuration 3...

etc...

DMFS

CONF 1

Default operands for configuration 1...

CONF 2

Default operands for configuration 3...

CONF 3

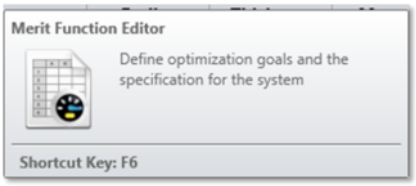
Default operands for configuration 3...

etc...

这两个评价函数将完成相同的工作，但第一种方法的执行速度更快，因为降低了在结构之间切换所用的时间。第二种方法更容易编辑和维护。注意，应在用户自定义操作数后面使用DMFS操作数。可以将此操作数用作标记，从而使得在重构默认评价函数时，可将其追加到DMFS操作数后面，并且也不会丢失用户输入的操作数。

请注意，如果对多重结构更改了视场角、视场高度、波长值或权重，则应重建默认评价函数。构建默认评价函数时，它使用每个结构的数据来确定追迹的光线和相应的加权。

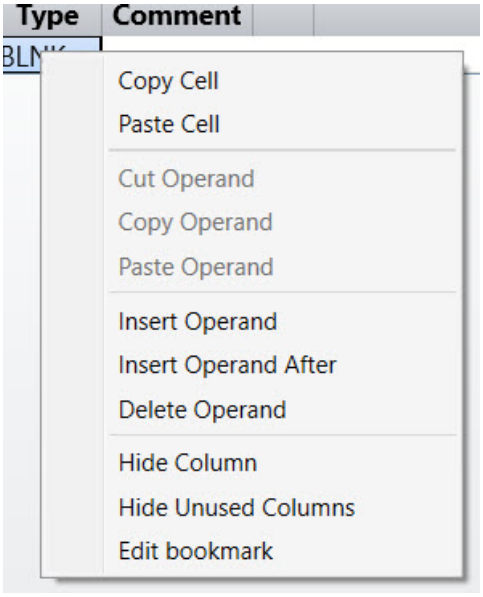
2.3.5. 评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group))



请参阅"优化选项卡"的"自动优化"部分下的"评价函数编辑器（自动优化组）(Merit Function Editor (automatic optimization group)"

右键单击菜单选项***(Right-Click Menu Options)***：

右键单击选择的单元格或行，将出现一个提供下列选项的菜单：复制单元格(Copy Cell(s))、粘贴单元格(Paste Cell(s))、创建单元格拾取(Create Cell Pickup)、剪切(Cut)、复制(Copy)、粘贴操作数(Paste Operand)、插入(Insert)、后插入视场(Insert Field After)、删除操作数(Delete Operand)、隐藏/显示(Hide/Unhide)和编辑书签(Edit Bookmark)。大部分这些操作适用于多选单元格或多选行的情况。



2.3.5.1. 优化向导（从"设置选项卡"访问）(Optimization Wizard (from the Setup Tab))

请参阅"优化选项卡"的"自动优化"部分下的"优化向导"。

2.3.5.2. 非序列模式优化向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Optimization Wizard (from the Setup Tab))

请参见"优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (Non-sequential UI Mode))"的"自动优化(Automatic Optimization)"部分下的"非序列模式优化向导(Non-sequential Optimization Wizard)"

2.3.5.3. 非序列模式位图向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Bitmap Wizard (from the Setup Tab))

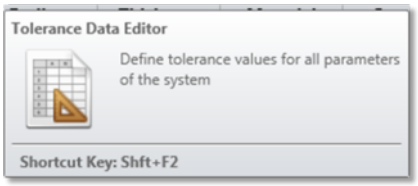
请参见"优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (Non-sequential UI Mode))"的"自动优化(Automatic Optimization)"部分下的"位图向导(Bitmap Wizard)"

2.3.5.4. 非序列模式道路照明向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Roadway Lighting Wizard (from the Setup Tab))

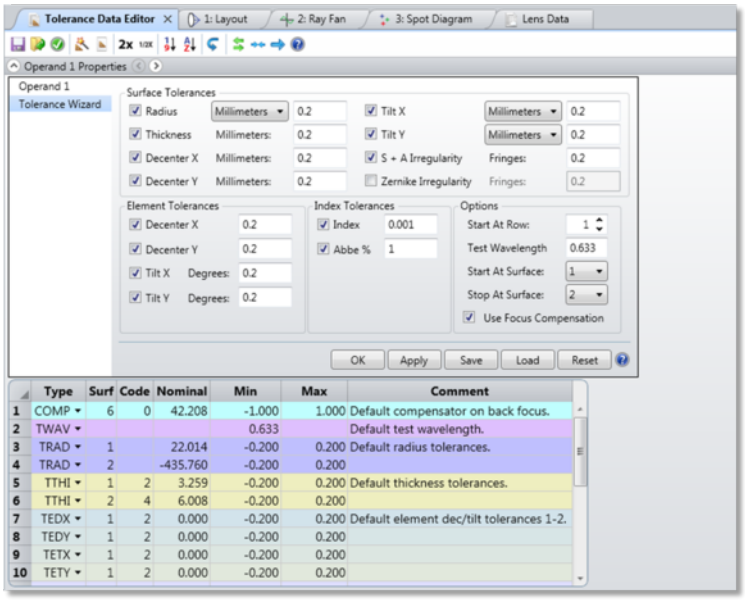
请参见"优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (Non-sequential UI Mode))"的"自动优化(Automatic Optimization)"部分下的"道路照明向导(Roadway Lighting Wizard)"

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

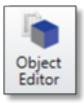
2.3.6. 公差数据编辑器（从"设置选项卡"访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab))

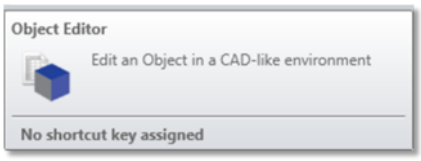


公差数据编辑器用于定义、修改和查看系统公差值。请参阅"公差选项卡(The Tolerance Tab)"下的"公差数据编辑器(Tolerance Data Editor)"。



2.3.7. 物体编辑器（编辑器组）(Object Editor (editors group))



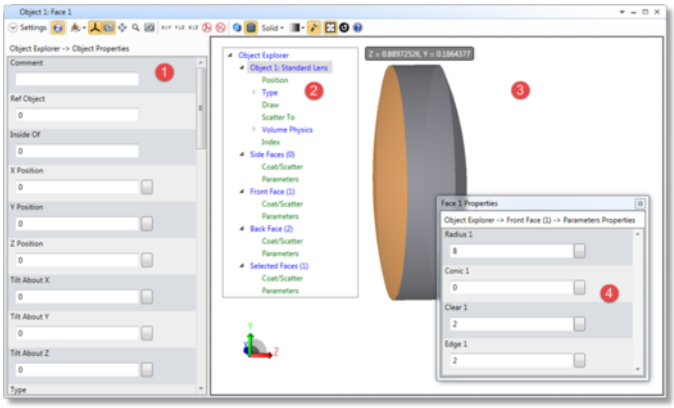


物体编辑器是一种可以查看和编辑物体属性的交互工具。 在非序列模式元件编辑器列和"物体属性"中也提供了物体编辑器中的所有信息。

可以通过以下方式打开物体编辑器：

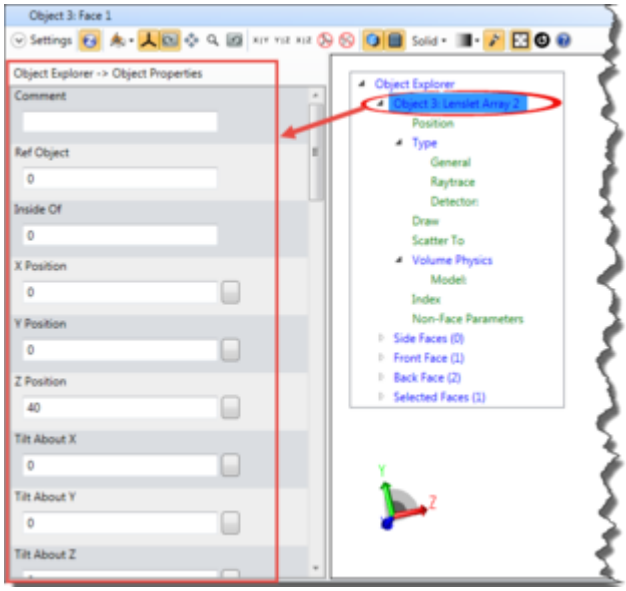
☒设置选项卡 > 编辑器 > 物体编辑器
☒分析选项卡 > 视图 > 物体编辑器
☒非序列模式元件编辑器工具栏
☒右键单击非序列模式元件编辑器 > 编辑物体中的物体

物体编辑器包含四个独立的部分：（1）"物体属性"窗格，（2）物体特征树，（3）物体查看器，及（4）"面属性"窗口：

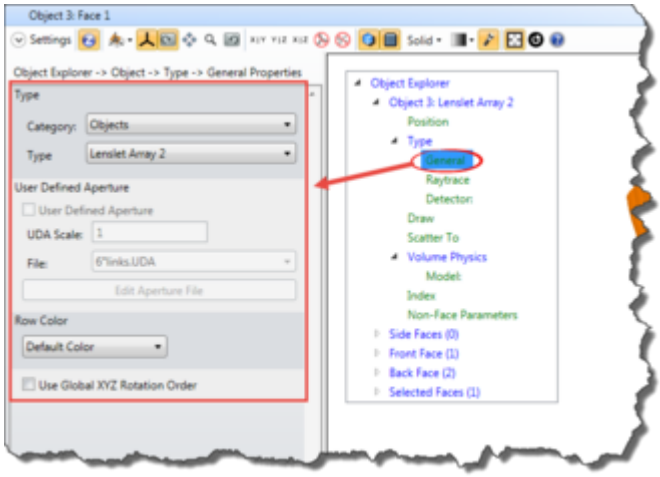


在物体编辑器左侧的滚动窗格（参阅上面截图中的1号窗格）中列出了物体属性。 这些属性与非序列模式元件编辑器 > 物体属性中的属性相同，但此处已经按照类别和面编号对其进行排列。 物体属性窗格中的字段取决于在物体特征树中选择的标题（参阅上面截图中的2号窗格）。

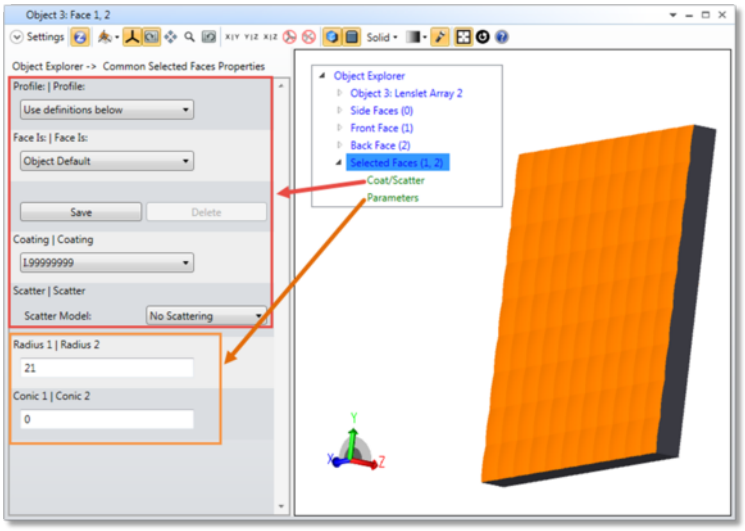
物体特征树列出了物体名称和面作为单独的标题。选择物体特征树中的物体名称可显示与该物体相关联的所有属性：



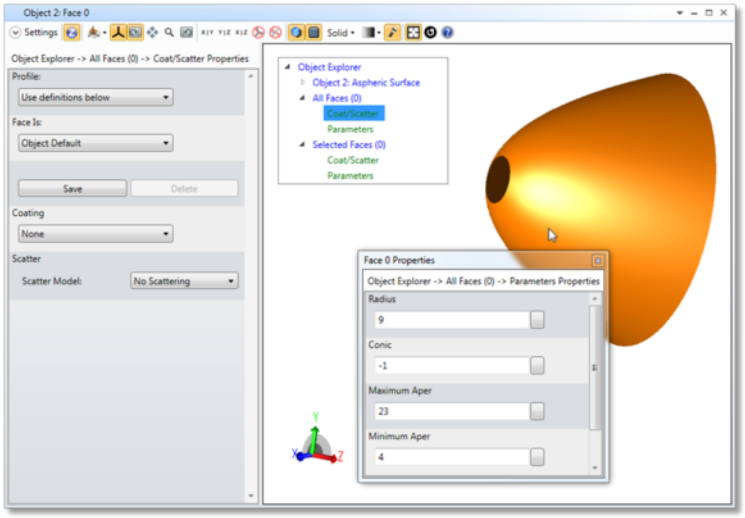
选择其中一个副标题只显示"物体属性"窗格中的属性。例如，以下为透镜阵列中的类型 > 常规设置：



可以在物体查看器上选择多个面以显示其共同属性和参数。 有关更多信息，请参阅" 物体查看器 "部分： 以下是示例，显示了透镜阵列的前面和后面的属性：

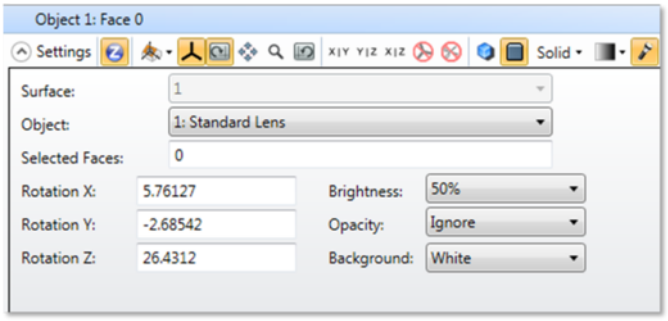


此外，可以通过单击物体查看器打开多个"面属性"窗口。 有关更多信息，请参阅"面属性"部分：



2.3.7.1. 物体编辑器设置(Object Editor Settings)

要展开物体编辑器的设置，单击工具栏中的"设置"图标：



表面**(Surface)** 包含非序列模式物体组的非序列模式元件表面。此设置仅适用于在镜头数据编辑器中至少包括一个非序列模式元件表面的序列模式系统。 如果系统处于纯非序列模式，则将会禁用此表面，并设置为面1。

物体**(Object)** 选择要在物体编辑器中打开的物体。 下拉菜单包含非序列模式元件编辑器中所有物体的列表。如不想通过展开设置来更改选定的物体，可以使用键盘Ctrl+左/右箭头键滚动非序列模式元件编辑器中的其它物体进行设置。

选定面**(Selected Faces)** 此选项可更新以显示当前在物体查看器上选择的某个面或多个面。 要选择物体面，左键单击物体查看器上的面。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）部分。

绕**X**轴旋转**(Rotation About X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Y**轴旋转**(Rotation About Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Z**轴旋转**(Rotation About Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

亮度**(Brightness)** 可以控制图像的亮度变化。

透明度**(Opacity)** 若选项为"忽略"，会忽略透明度值，并将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体；若选项为"考虑"，会根据物体属性（非序列模式元件编辑器）>绘制设置中的定义绘制半透明表面和物体。

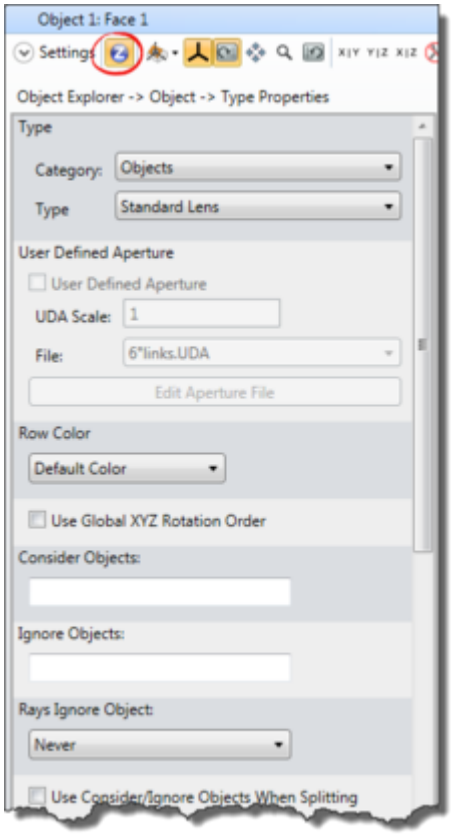
背景（**Background**） 选择背景颜色。

有关工具栏按钮和功能的更多信息，请参阅"工具栏按钮功能"的实体模型工具栏部分。

2.3.7.2. 物体属性（物体编辑器）(Object Properties(object editor))

可以通过单击"设置(Settings)"旁边的工具栏按钮展开和最小化"物体属性"窗格。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



在更改其中一个设置后按键盘上的"Enter"键，将会更新物体查看器和任何其它打开分析中的物体，包括非序列模式元件编辑器。

按键盘上的"Tab"键接受设置，并将设置关注点移至下一个字段。

"物体属性"窗格显示后（参阅上面的截图），根据物体特征树(Object Explorer Tree)中的选择显示相应的属性。如果选择物体特征树中的主标题，则物体的所有属性都将显示在"物体属性"窗格中。 如果选择物体特征树中的副标题，则将限制显示的物体属性项数，只显示与选定标题相关的属性。

在物体特征树中的"物体"名称下（如："物体1：标准镜头(Object 1: Standard Lens)"），有下列副标题：

- 位置(Position)： 非序列模式元件编辑器中的列的第一部分，包括物体的注解、参考物体、"内部(inside of)"标记、XYZ位置和XYZ倾斜。 有关这些字段的更多信息，请参阅放置物体(Object Placement)的"坐标系(Coordinate System)"和"参考物体(Reference Objects)"部分
- 类型(Type)： 物体类型、任何所需的数据文件、光线追迹设置和任何适用的探测器设置。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）(Object Properties (non-sequential component editor))的"类型"部分
- 绘图(Draw)： 确定物体在3D视图和实体模型查看器中的显示方式。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"绘图 "部分
- 光源(Sources)： 设置光源物体的偏振、光线追迹、阵列和光谱属性。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"光源"部分
- 散射路径(Scatter To)： 选择物体"散射路径"方法和相关设置。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"散射路径"部分
- 体散射(Volume Physics)： 物体体散射方法、波长偏移和鳞光/荧光设置。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"体散射"部分

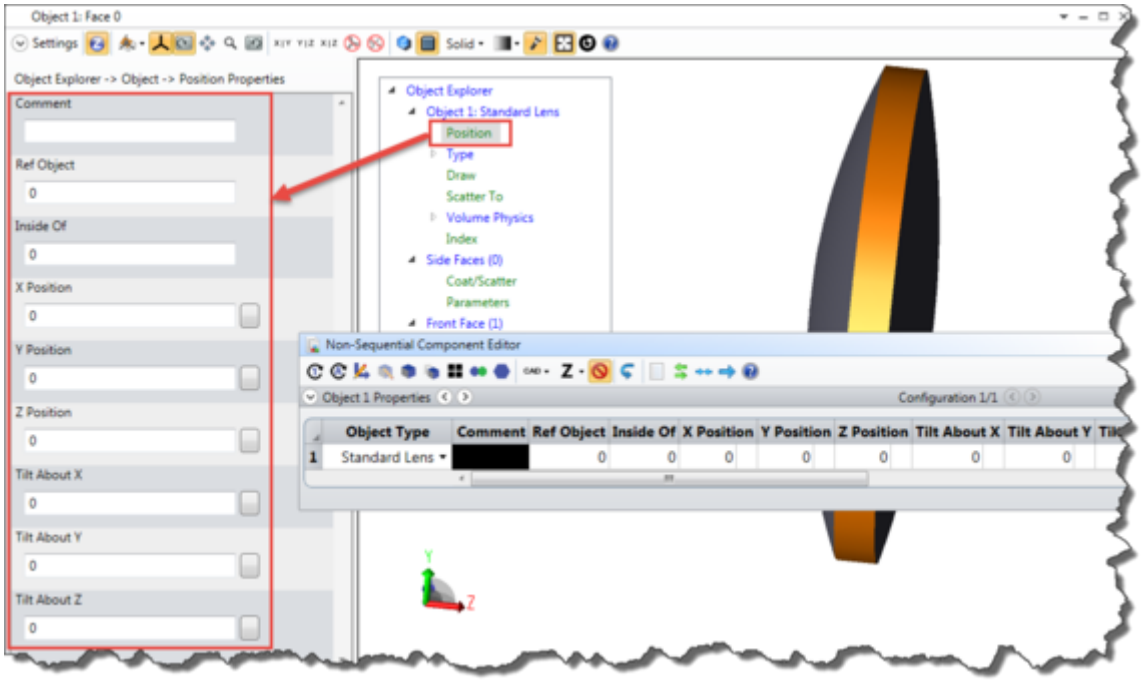
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

☒折射率(Index)： 将物体折射率设置为各向同性、双折射或渐变折射率。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"折射率"部分

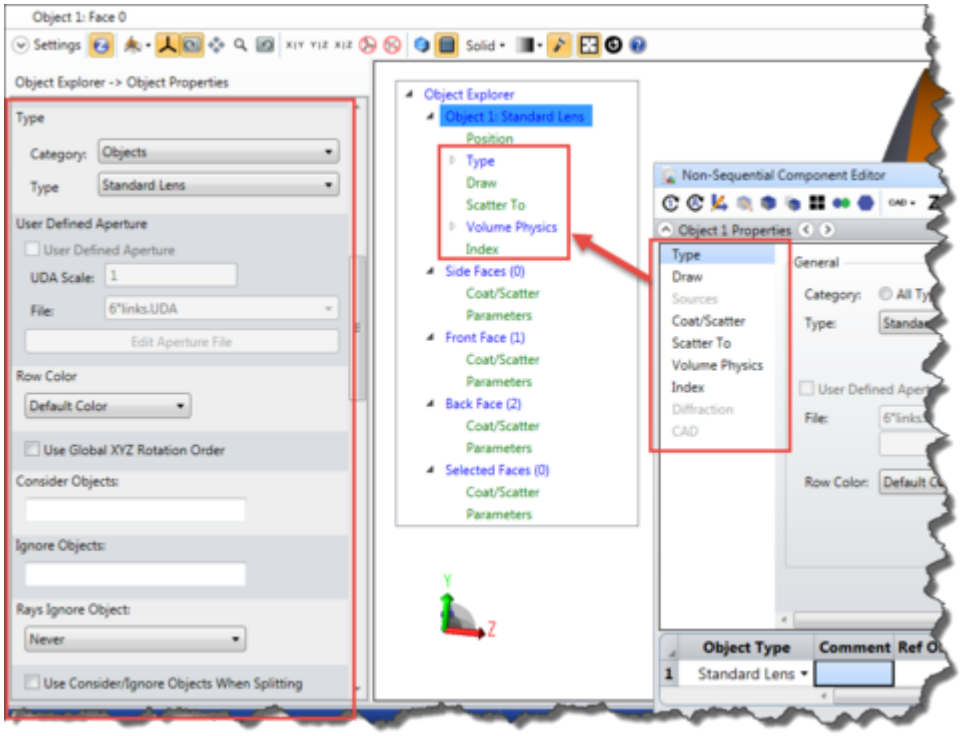
☒衍射(Diffraction)： 定义衍射表面的属性和光线的分裂方式。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"衍射"部分

☒CAD： 导入的CAD物体、光源导入物体、布尔CAD物体和具有其它CAD设置的扫描物体。 有关更多信息，请参阅物体属性（非序列模式元件编辑器）的"CAD"部分

以下截图显示了"物体1：标准镜头 > 位置"设置。 "物体属性"窗格中的设置与非序列模式元件编辑器的列中的设置相同：



标题"物体1：标准镜头"下的其余设置与"非序列模式元件编辑器 > 物体属性"中的可用设置相匹配，如下面的截图所示。 但是，您可能会注意到，在标题"物体1：标准镜头"下未列出"膜层/散射"设置，因为它们与单个面相关联。 有关更多信息，请参阅下一部分"物体特征树 "。



2.3.7.3. 物体特征树(Object Explorer Tree)

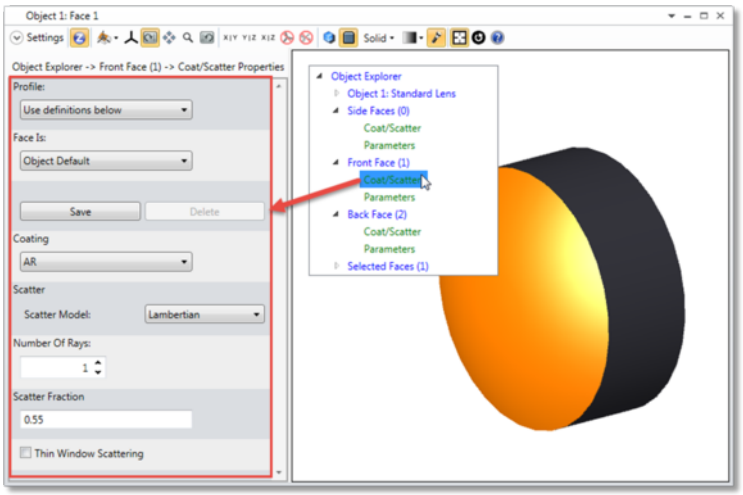
物体特征树在物体查看器上始终可见。

可以通过左键单击标题名称旁边的箭头展开或折叠树中的每个标题。 此外，可以使用键盘上/下键滚动标题，使用左/右键折叠/展开标题。

在前一部分"物体属性"中解释了物体名称下的标题，但在每个面标题下还具有其它的膜层/散射和参数标题。

"膜层/散射"设置可确定物体面的膜层和散射文件。 有关这些设置的更多信息，请参阅物体属性文档中的"膜层/散射"部分。

左键单击前面（1）下的膜层/散射标题，可显示前面（1）的膜层和散射设置：

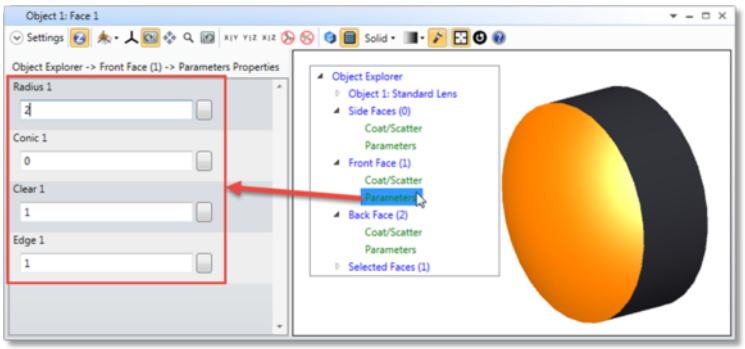


由于"膜层/散射"设置与特定面相关联，因此在物体名称下方未列出此标题，并且它对于每个面都是重复的。同样，大多数物体参数与特定面相关联，因此每个面也具有"参数"标题。 要查看与物体面相关联的参数，请参阅每个非序列模式几何物体和非序列模式探测器的描述结尾部分的表。

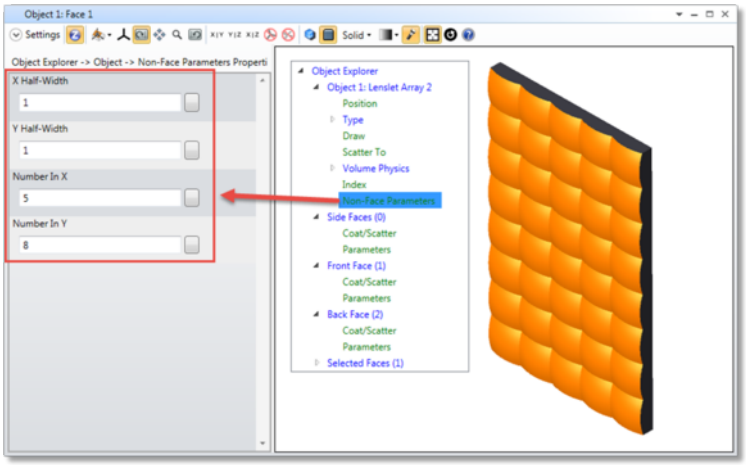
例如，以下是标准透镜物体的参数表：

参数#	描述	面名称	面#
1	前表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	前表面	1
2	前表面的圆锥系数。	前表面	1
3	前表面通光孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	前表面	1
4	镜头前侧边缘的径向孔径。	前表面	1
5	镜头的中心距厚度。	侧面	0
6	后表面的曲率半径。使用零表示无穷大（平面）。	后表面	2
7	后表面的圆锥系数。	后表面	2
8	后表面净孔径的半直径。使用负值可生成超半球面矢高点。	后表面	2
9	镜头后侧边缘的径向孔径。	后表面	2

根据上表，标准透镜参数半径1、圆锥系数1、净孔径1和边缘1都与物体的前面（1）相关联。 因此，如果标准透镜在物体编辑器中，左键单击以选择物体特征树>前面（1）>参数标题将只显示与前面（1）相关联的参数：



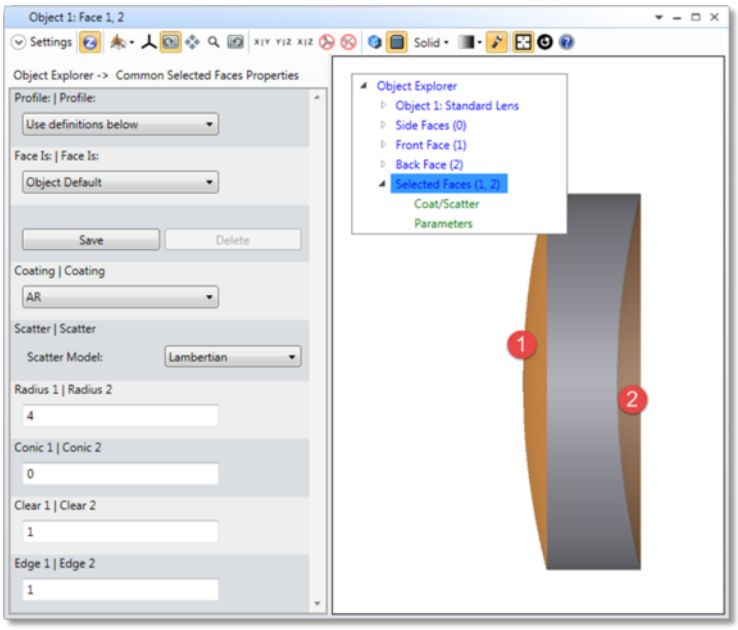
有些物体具有不包含参数的面，且这些面将不会有"参数"标题。 例如，透镜阵列1的内面（3）不具有任何参数。 此外，有些参数与物体面不相关联，且这些参数属于"非面参数"。示例如下： 举个例子：



物体特征树中的最后一个标题是"选定面（编号）"，且此标题会更新以显示物体查看器中的选定面。 在上面的截图中，选择面1，因此将此标题更新为"选定面（1）"。

此外，可以在物体查看器中选择多个面（请参阅下一部分的说明），且此标题将会相应更新。 例如，如果选择标准透镜的前表面和后表面，标题将为"选定面（1,2）"。

"选定面"标题特别有用，因为可以一步更改所有选定面的膜层/散射设置和所有常用参数。 在下面显示的截图中，将标准透镜的前面和后面的半径设置为4：

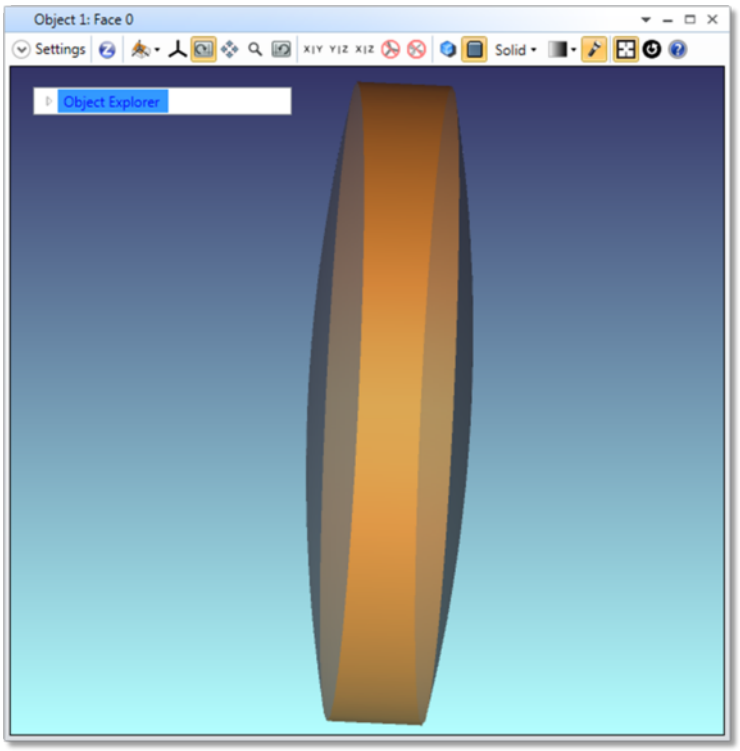


请注意，针对选定面所显示的物体属性仅显示第一个面的属性。 例如，假设前表面半径为4和后表面半径为10，则在物体查看器中可同时选择两个面。 尽管它们的半径不同，但物体属性窗格在显示选定面（1,2）>参数时只会显示半径4。 在"半径1|半径2"设置中键入4可将两个半径同时设置为4，因此会将后面的半径更改为4。 但是，如果后面的半径使用拾取求解，则它将保持不变。

2.3.7.4. 物体查看器(Object Viewer)

物体编辑器的"物体查看器"部分会显示当前选择的物体，并且与实体模型非常类似。 有关工具栏按钮和功能的更多信息，请参阅"工具栏按钮功能"的实体模型工具栏部分。 用户可以在物体查看器上旋转并缩放物体，并单击不同的面以查看其相关属性。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



可以使用下列鼠标功能：

左键单击面 - 仅选择该面（将取消选择任何其它面）

Ctrl+左键单击面 - 切换面选择并选择多个面（其它面选择将保持不变）

Alt+左键单击面 - 仅选择该面，并跳转至物体特征树中的面标题

右键单击面 - 打开显示特定面参数的浮动窗口（参阅"面属性"）

双击不起任何作用

当物体查看器有关注点时可以使用以下键盘功能：

左/右箭头键 - 围绕X轴旋转

上/下箭头键 - 围绕Y轴旋转

PgUp/PgDown - 围绕Z轴旋转

Home/End键 - 放大/缩小

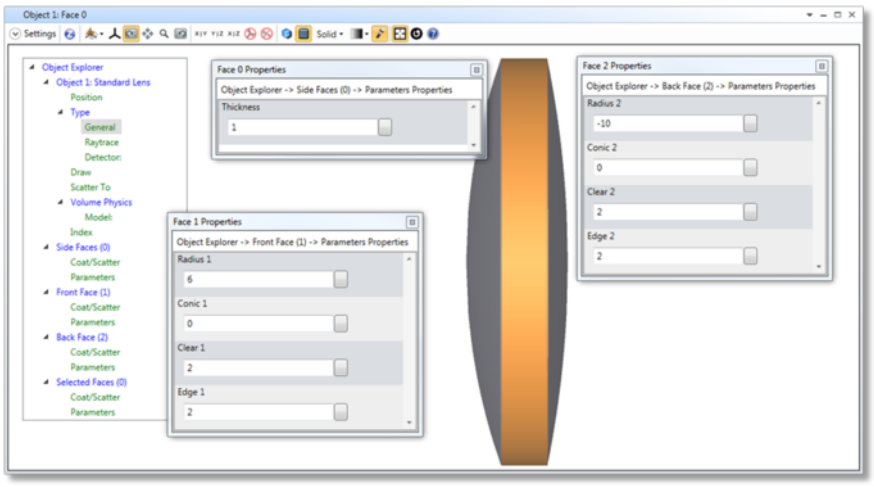
如果在"物体属性>绘图"设置中选择"不绘制物体"设置，将从所有视图中隐藏物体，但在物体编辑器中仍可见。

请注意，在物体查看器中不支持光源物体，但光源物体属性仍将显示在物体属性窗格和物体特征树中。

2.3.7.5. 面属性(Face Properties)

右键单击物体查看器上的面可打开浮动窗口，并显示特定面参数：

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



可以为物体的每个面打开"面属性(Face Properties)"窗口。 如果已最小化物体属性窗格，则此选项特别有用。"面属性"窗口只显示面参数。

2.3.8. 使用编辑器(Using the Editors)

2.3.8.1. 编辑器窗口操作(Editor Windows Operations)

编辑器窗口主要用于输入透镜和评价函数数据。每个编辑器都类似于电子表格，具有行和列。行和列的交叉形成一个单元格。如果编辑器为当前窗口（带有高亮显示标题栏），则将会高亮或以反色显示一个单元格。此单元格称为当前单元格，并且它拥有所谓的输入"对象"。单元格的反转颜色称为光标，尽管它不是通常意义上的光标。

具有输入对象意味着会将在键盘上输入的所有数据发送到当前单元格。控制命令（如光标键或控制键组合）则是直接发送到主窗口。要修改当前单元格中的数据，键入新数据，完成后按回车键。

要将增量值添加到单元格，键入一个加号，并键入增量值，然后按回车键。例如，要将12更改为17，只需键入"+5"，然后按回车键。也可以使用"*"乘号和"/"除号。要减去一个值，键入一个减号和一个空格，然后键入要减去的值。需要键入一个空格来区分减号和输入的负数。

要修改单元格的一部分内容而无需重新键入整个值，双击该单元格，或者单击该单元格，然后按F2功能键。然后，可以使用光标左键，光标右键、Home键和End键在单元格内进行浏览以便于编辑。还可以使用鼠标来选择并替换部分文本。对单元格中的数据作出更改后，按回车键将完成编辑，并将光标保留在该单元格中。按上箭头键或下箭头键也可以完成编辑，并相应地移动光标。按Tab键或Shift-Tab键将完成编辑，并向右或向左移动光标。

要复制（粘贴）单元格值，右键单击并从右键单击菜单中选择"复制单元格"（或"粘贴单元格"），或者使用Ctrl+C（或Ctrl+V）键盘快捷键。这可以复制（或粘贴）单元格值的完整精度，即使只显示几个数字。

要在镜头数据编辑器、非序列模式元件编辑器或多重结构编辑器中的任何单元格上快速创建拾取求解，首先将光标移动到您想要从中拾取值的单元格。 右键单击并选择"复制单元格"，或者使用Ctrl+C键盘快捷键。 然后，右键单击目标单元格，并选择"创建单元格拾取"，或者使用Ctrl+Alt+V键粘贴从复制单元格拾取求解的复制值。 请注意，如果在复制和粘贴操作之间插入或删除表面或物体，则结果可能无效。

要选择整行，可以单击行号，或者使用键盘快捷键，然后在选择行中的任意单元格时按Shift+右箭头键。 要选择多行，可以单击行号并拖动鼠标，或者使用键盘快捷键，然后在选择一行时按Shift+上/下箭头键。 可以按

照与复制和粘贴单个单元格相同的方式复制和粘贴整行。请注意，在OpticStudio的不同版本之间不支持复制和粘贴行。

要终止编辑任何单元格，请按Esc键。

按向左、向右、向上和向下光标键可以相应地移动光标。在按住Ctrl键的同时按向左、向右、向上和向下键将在相应方向移动一次显示一页的编辑器。还可以使用Tab键和Shift-Tab键向右和向左移动光标。

按Page Up和Page Down键可以移动光标一次显示一页。按Ctrl+Page Up键和Ctrl+Page Down键可以将光标移动到当前列的顶部和底部。按Home键和End键可以将光标分别移动到第一列第一行和第一列最后一行。按Ctrl+Home键和Ctrl+End键可以将光标分别移动到最后一列的第一行和最后一行。

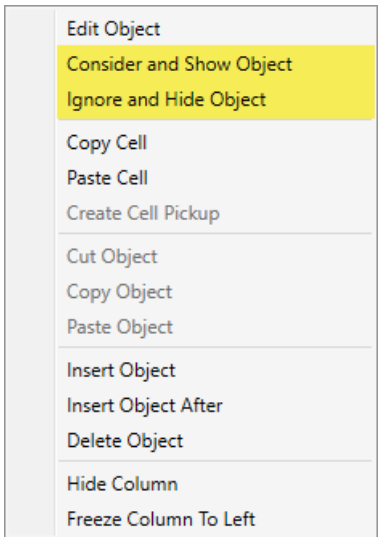
所有编辑器都支持调整列宽。要更改列的大小，请将标题区域中表格的顶部行中的鼠标指针直接放置在其中一个垂直列分隔线上。当鼠标指针变为调整大小图标后，按住鼠标左键，然后向左或向右将列宽拖动到所需的大小。

在非序列模式元件编辑器中选择一条或多条线并点击右键时，会出现两个选项：

考虑并显示物体**(Consider and Show Object)**：在物体属性的类型中将"光线忽略物体(Rays Ignore Object)"设置为"从不(Never)"，并在物体属性的绘图中不勾选"不绘制此物体(Do Not Draw Object)"。

忽略并隐藏物体**(Do Not Draw Object)**：将"光线忽略物体(Rays Ignore Object)"设置为"总是(Always)"，并勾选"不绘制此物体(Do Not Draw Object)"。

注意，对于光源，"光线忽略物体(Rays Ignore Object)"是禁用的。因此，这两个右击选项的设置只会切换不绘制此物体(Do Not Draw Object)"复选框。



2.3.8.2. 撤销、重做和恢复(Undo, Redo, and Recover)

在OpticStudio中，撤销功能有三个可选状态：无(None)、每一步都存储(Memory 1 Step)和磁盘多步存储(Disk Multi Step)。撤销状态在"OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)"对话框的"编辑器(Editors)"部分中设置，如"设置选项卡(The Setup Tab)"中所述。

撤销：无

如果将撤销功能状态设置为无，则不支持任何撤销功能。在没有足够的系统内存或磁盘空间的计算机上使用此选项来支持撤销功能。

撤销：每一步都存储

OpticStudio 在每次编辑或优化之前和之后将当前镜头的副本存储在内存中。如果选择撤销，则当前镜头与前一个镜头交换。如果选择重做(Redo)，则再次交换镜头，系统会保存每一步操作。

在出现意外编辑时，可使用每一步都存储撤销功能恢复镜头，或者在优化后将镜头恢复到之前状态。但是，只支持一步撤销。此选项的优点是速度快；将之前镜头保存在内存中的速度非常快。

撤销：磁盘多步存储

OpticStudio 在每次编辑或优化后将当前镜头的副本存储在磁盘上的ZMX文件中。这些存储的镜头文件用来实现无限多步撤销功能，这样允许恢复对镜头所作的任何更改或系列更改。在出现意外编辑后，可使用撤销功能恢复镜头，或者在优化后将镜头恢复到之前状态，或者甚至在进行重大更改后也可以如此。

要恢复对镜头所作的更改，请从OpticStudio主工具栏中选择"撤销"按钮。可以执行任意次数的撤销，恢复到加载镜头文件后第一次进行编辑的状态。重做功能可恢复上一次撤销。

OpticStudio 将撤销文件的文件夹保留在<data>\Undo文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。每次保存文件、打开新文件或OpticStudio正常终止后，会自动删除撤销文件。如果OpticStudio异常终止、操作系统出现故障、计算机断电或任何其它原因而使镜头数据丢失，OpticStudio都可以通过还原上一次撤销文件来恢复丢失的数据。OpticStudio启动时，会进行检查以查看是否存在任何撤销文件。由于这些文件是在正常终止过程中被删除，因此存在撤销文件表示前一个异常终止。 OpticStudio 将发出警告信息，并显示用于恢复上一个撤销文件的选项。如果已恢复，应使用新的文件名立即保存此文件，因为镜头不会存储旧的文件名。

撤销功能会稍微降低编辑器(Editors)的操作速度，因为在每次编辑后都会执行保存操作。保存不会降低光线追迹或优化的速度，只会降低编辑镜头数据的速度。

如果同时运行多个OpticStudio会话，则每个会话都拥有自己的撤销文件。但是，要从崩溃或异常程序终止恢复，将需要运行相同数量的OpticStudio会话来恢复所有文件。例如，如果OpticStudio的2个会话正在运行，且电源出现故障，则OpticStudio的第一个新的会话将能够恢复之前的第一个Session文件。将需要启动OpticStudio的第二个会话来恢复之前的第二个Session文件。

2.3.8.3. 快速视图(Express View)

在快速视图下工作的选项适用于所有主要编辑器（镜头数据编辑器、非序列模式组件编辑器、视场数据编辑器、多重结构编辑器、评价函数编辑器、公差数据编辑器）。可以使用编辑器工具栏中的"切换快速视图"开关来激活。也可以在"OpticStudio配置选项> 编辑器 > 默认编辑器视图"中设置全局默认首选项。

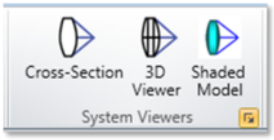
普通视图启用所有编辑器功能，而快速视图仅启用基本功能以最大限度提高速度。功能的减少使速度大幅提高，因此功能不会改变。

一般情况下，快速视图下缺少的功能是那些涉及编辑器"动态"方面的功能。在快速视图中不可用或表现不同的一些功能包括：

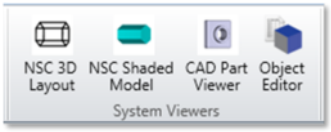
- 属性对话框是模态的，这意味着它们在OpticStudio窗口前打开，必须先关闭它们才能访问界面的其余部分。
- 不支持在视图或3D查看器中动态高亮显示表面或物体。
- 智能列显示被禁用，这意味着所有列（例如LDE里的参数列）始终可见。列或行都不能隐藏。
- 列不能重新排序。工具栏中的"重置列序"按钮被禁用。
- 列宽不能自动调整。工具栏中的"重置列宽"和"自动列宽"按钮被禁用。
- 字符串条目的自动填充建议被禁用（例如，评价函数编辑器中对操作数名称的自动填写建议）。
- 在快速视图中不能编辑书签。但是，您仍然可以使用转到(Go To)工具跳转到带有书签的任何行。
- 在快速视图中更改DMFS的操作数时，优化向导中的默认评价函数"起始"行不会自动更新。相反，需要手工指定"起始"行。

2.4. 视图组（设置选项卡）(System Viewers Group (the Setup Tab))

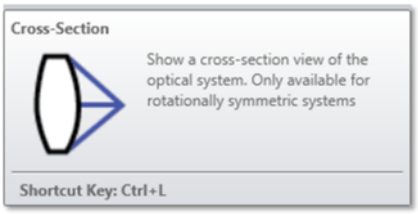
以下是在（序列模式用户界面）设置选项卡中可以使用的系统查看器



以下是在（非序列模式用户界面）设置选项卡中可以使用系统查看器

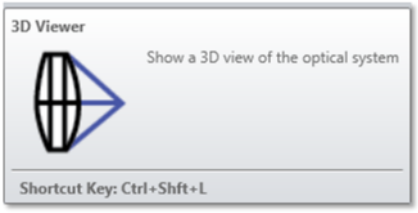


2.4.1. 截面图（设置选项卡、序列模式）(Cross-Section (Setup Tab, sequential))



请参阅截面图(Cross Section)。

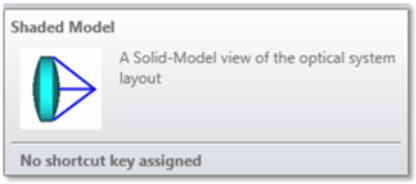
2.4.2. 3D视图（设置选项卡、序列模式）(3D Viewer (Setup Tab, sequential))



请参阅3D视图(3D Viewer)。

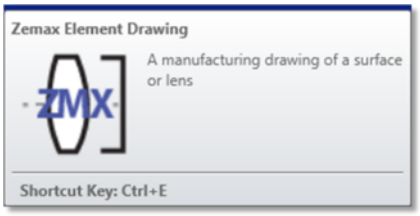
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

2.4.3. 实体模型（设置选项卡、序列模式）(Shaded Model (Setup Tab, sequential))



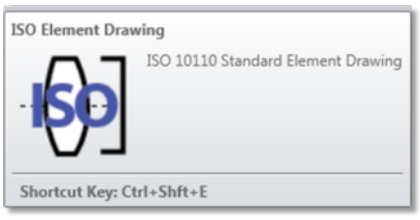
参见实体模型(Shaded Model)。

2.4.4. Zemax元件制图（设置选项卡、序列模式）(Zemax Element Drawing (Setup Tab, sequential))



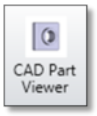
请参阅Zemax元件制图(Zemax Element Drawing)。

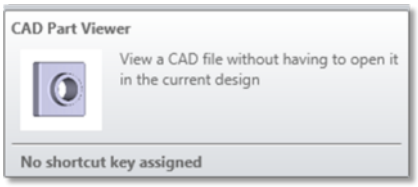
2.4.5. ISO元件制图（设置选项卡、序列模式）(ISO Element Drawing (Setup Tab, sequential))



请参阅ISO元件制图(ISO Element Drawing)。

2.4.6. CAD零件查看器（设置选项卡）(CAD Part Viewer (Setup Tab))



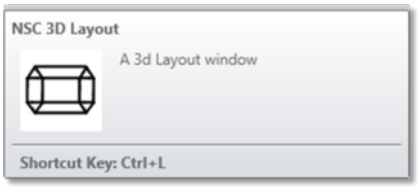


请参阅CAD零件查看器（序列模式）(CAD Part Viewer (Sequential Mode))或CAD零件查看器（非序列模式）(CAD Part Viewer (Non-Sequential Mode))。

2.4.7. 物体编辑器（设置选项卡）(Object Editor (Setup Tab))

参见"物体编辑器"。

2.4.8. 非序列模式3D视图（设置选项卡非序列模式）(NSC 3D Layout (Setup Tab non-sequential))



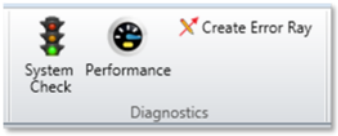
请参阅非序列模式3D视图(NSC 3D Layout)。

2.4.9. 非序列模式实体模型（设置选项卡、非序列模式）(NSC Shaded Model (Setup Tab, non-sequential))

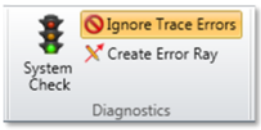
参见非序列模式实体模型(NSC Shaded Model)。

2.5. 诊断组(Diagnostics Group)

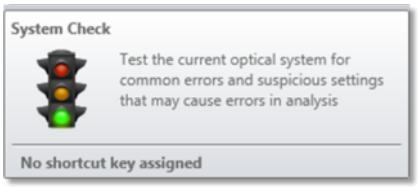
以下是在序列模式用户界面下设置选项卡中提供的诊断工具：



以下是在非序列模式用户界面下设置选项卡中提供的诊断工具：

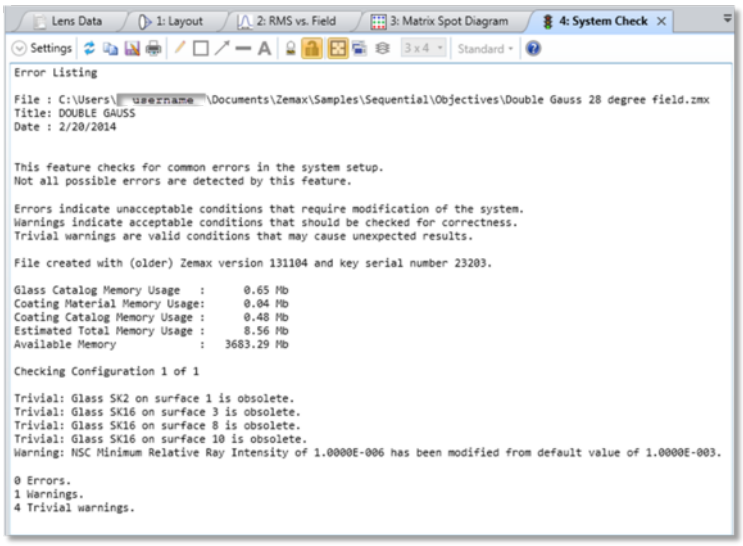


2.5.1. 系统检查(System Check)



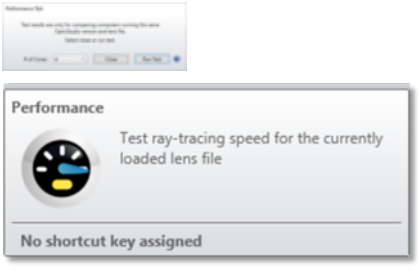
"设置(Setup)"选项卡的"诊断(Diagnostics)"部分中提供了"系统检查(System Check)"工具。该工具将在单独的窗口中生成有关透镜系统的数据。

以下系统检查使用OpticStudio序列模式物镜采样文件"Double Gauss 28 degree field.ZMX"生成：

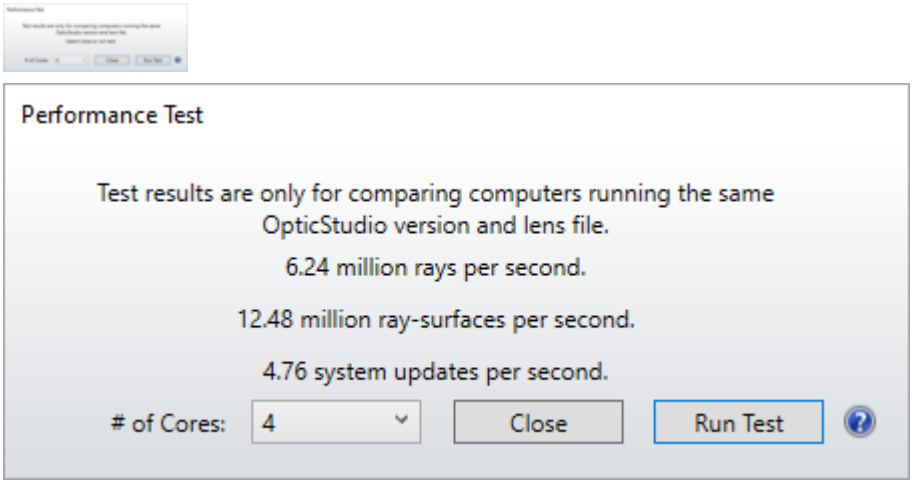


本报告将测试当前光学系统是否存在常见错误和可疑设置，其可能会导致分析错误。该特性不检查所有可能的错误。每个检测到的潜在问题可能会报错，也可能会发出警告。应将错误看作系统设置的严重缺陷，应对其进行纠正。警告不太严重，说明应该检查相关情况并验证相关设置是否正 确。

2.5.2. 性能(Performance)



设置选项卡的"诊断"部分中提供了"性能测试"工具。性能测试对当前加载的镜头文件的每秒光线-表面的数量以及系统每秒更新次数进行检查。

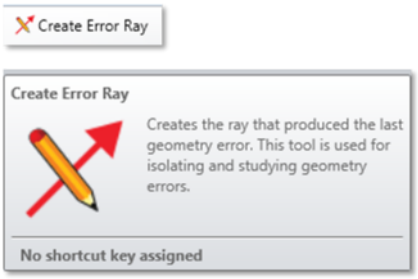


每秒光线-表面的性能数量是通过当前光学系统追迹大量的随机倾斜光线进行测量，然后除以光线的数量，再乘以在过去的时间（以秒为单位）追迹的表面的数量。

系统每秒更新次数通过执行多次系统更新，然后将更新的次数除以系统执行更新所经历的时间（以秒为单位）。系统更新包括重新计算光瞳位置、视场数据（如光线瞄准坐标）、透镜孔径、折射率、求解以及在进行任何光线追迹之前必须对透镜执行的其它基本检查。

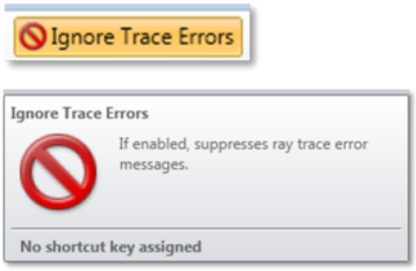
速度可能会有很大不同，取决于系统处理器、时钟速度和透镜复杂性。

2.5.3. 生成错误光线(Create Error Ray)



此工具用于隔离和分析几何误差。有关几何误差的更多信息，请参阅"能量损耗"。每当显示几何误差时（不只是检测到的误差），都会保存光线起始坐标和余弦。可以使用这些起始值生成一条光源光线（参阅"光源光线(Source Ray)"）来复制含有错误的光线。如果使用此工具，光线追迹时光源本身的显示数目和分析数目都将被设置为0。新的光源光线将会被添加到物体列表中，新的光源是生成的几何误差光线。

2.5.4. 忽略追迹错误(Ignore Trace Errors)



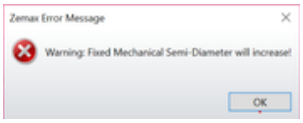
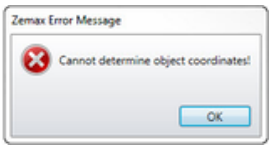
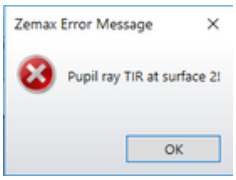
如果选择此选项，（如果检测到）也不报告在非序列模式组内发生的光线追迹错误。这些错误包含物体在非序列模式组中可能的放置不当。但是，在某些系统中，可能已经正确定义物体位置，但偶尔仍会产生错误消息。

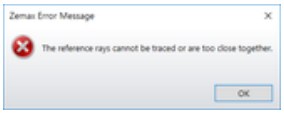
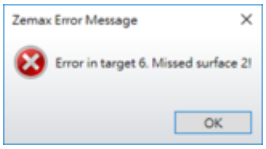
选择此选项将关闭这些错误消息报告。

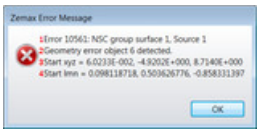
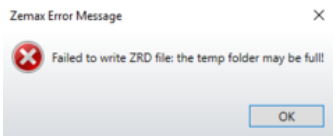
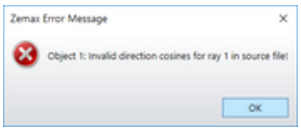
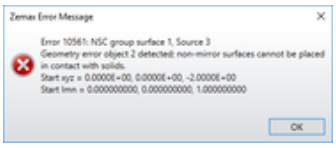
2.5.5. OpticStudio错误代码（OpticStudio Error Codes）

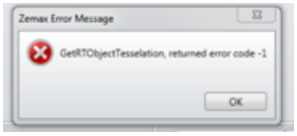
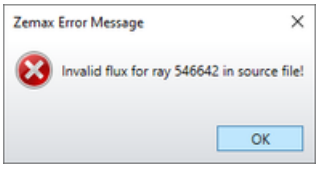
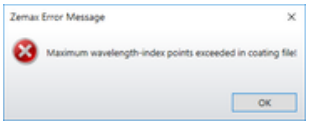
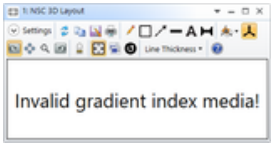
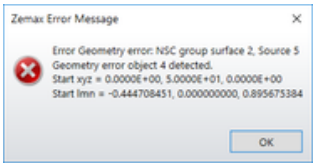
下表是OpticStudio产生的错误代码列表。该列表并不详尽，如果出现了这里没有列出的错误，请通过Ansys客户支持空间或Ansys学习论坛将功能申请提交至支持团队：www.ansys.com/support。

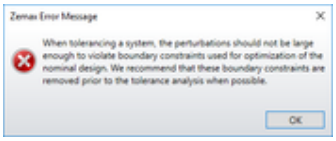
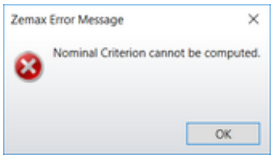
类别	代码或错误消息	何时发生？	如何解决？

序列模式	固定机械半直径将增大 	在计算评价函数或进行优化时，出现这条错误消息。通常发生在文件包含多种热分析配置时。净口径将因热膨胀而增大，净口径值将超过机械半直径的固定值。	一般情况下，必须在多重结构编辑器中添加MCSD操作数，然后再对机械半直径开展热分析
序列模式	无法确定物体坐标! 	这个错误消息表示软件未成功找到来自物体平面的光线来填充光阑面。	可以采取下列几种方法来解决此问题： ☒考虑打开光线瞄准（在系统选项 > 光线瞄准下） ☒如果您使用黑盒或非序列模式组件，最简单的解决方法是将光阑面移动到元件之前
序列模式	表面的光瞳光线TIR 	当光线无法找到特定表面上的交点时，显示此错误消息。它可能不是TIR。	可能是软件无法成功追迹光线到光阑面。
序列模式	"可用内存不足！"	当OpticStudio无法分配足够的可用内存来执行计算时，出现这个笼统的错误消息。	尝试关闭其他程序或窗口，或者更好的做法是向计算机添加更多RAM。一些分析（如物理光学传播）包含有关内存要求的更多详细信息，请参阅内存要求（物理光学传播）。
序列模式 > PSF > FFT	可用内存不足！尝试较低的采样值	当可用的连续内存不足时，	使用较低的采样值
序列模式 > PSF > 惠更斯	可用内存不足！尝试较低的光瞳采样值	当可用的连续内存不足时，	使用较低的光瞳采样值

序列模式 > 物理光学传播	传播算法返回错误14：无法追迹传播到面1的引导光线 	在物理光学传播中传播光束时，出现此错误消息。这意味着该软件无法将引导光线追迹到下一个表面。这可能是因为下一个表面（这里的面2）距离过远，表面的曲率半径过小。下一个表面上的阵列采样不正确。	这通常发生在光束束腰与系统的第一个元件距离过远的时候。光束尺寸将由于衍射而增大，并且系统的孔径内没有足够的采样点。 要解决此问题，可以使用下列方法。它们可能未必全部适用： ☒将输入光束定义修改为像散高斯（Astigmatic Gaussian）。它支持设定束腰的"位置（Position）"。这样传播可以从第1个面开始，避免长距传输。在长距传输之前为波束设置足够的安全宽度。考虑使用"角谱（Angular Spectrum）"。
序列模式 > 物理光学传播	参考光线无法被追迹或彼此过于靠近。 	使用物理光学传播时出现此错误消息。 通常，问题的原因是无法为所有表面进行追迹的主光线。	了解有关如何解决此问题的更多详情，请转到设置 > 系统检查。
序列模式 > 评价函数		在使用TRAC等操作数的评价函数中追迹光线，并且无法追迹到图像时，将出现此错误消息。 目标编号是指评价函数编辑器中的行编号。	要进行故障排除，可以使用布局查看器和单光线追迹（在分析 > 光线和光斑下）工具。例如，可能是在面的边缘存在高度陡峭的矢高。 解决方法可以是在视场数据编辑器中使用"设置渐晕"，或在评价函数编辑器中使用SVIG操作数。
序列模式 > 公差分析	Tol操作数1：TEDX 2 3无效 无法倾斜/偏心由多重结构参数控制的元件 尝试添加虚拟表面，以隔离多重结构参数与倾斜范围 	在多重结构系统中进行公差分析时，出现此消息。TE**操作数在元件周围添加坐标断点。当有多重结构编辑器时，该软件不进行这项操作。	解决办法是在元件周围创建坐标断点，以便能够倾斜和偏心元件，然后使用TU**操作数。

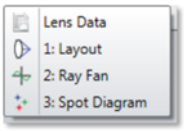
非序列模式	错误10561 几何错误，检测到物体... 	在非序列模式下进行光线追迹时，出现此错误消息。	该几何错误表明，在设计某个部分，OpticStudio不能确定如何追迹光线。关于查找几何错误的建议，请参阅知识库文章如何查找几何错误：第一部分。
非序列模式	没有足够的光线段 没有足够的交点 	在非序列模式下进行光线追迹时，出现此错误消息。	有关更多信息，请参阅知识库文章"没有分配足够的光线段来追迹所有可能的光线路径"的意思是什么？
非序列模式	指定的最大嵌套物体有过多交点！ 	当嵌套物体（共享相同空间的物体）的数量大于系统选项 > 非序列模式下定义的最大嵌套/密接数时，出现该消息	修改"系统选项>非序列模式"下定义的"最大嵌套/密接数"
非序列模式	ZRD文件写入失败：临时文件夹可能已满！ 	ZRD文件在永久保存之前先临时保存：在ZRD文件最终完成之前，它存放在标准的Windows临时文件夹中。此消息表明Windows临时文件夹可能已满。	以下几点可以提供帮助： ☒清空Windows临时文件夹 ☒更改Windows临时文件夹的位置 ☒修改设置（系统选项 > 非序列模式），减小ZRD文件的总体大小。
非序列模式	物体：光源文件中光线1的方向余弦无效！ 	当光源文件中特定光线的方向不正确时，出现此消息	打开光源文件以解决此问题
非序列模式	错误10561 检测到几何错误...：非镜面表面不能与实体接触。 	当非镜面表面与实体接触时，出现此消息。该软件无法正确定义重叠表面的属性	解决办法是移动表面或将其设置成镜面

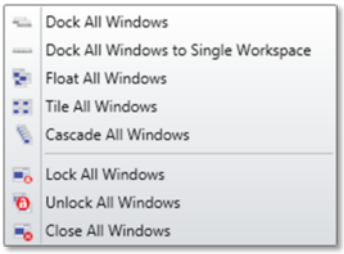
非序列模式	GetRTObjectTesselation：返回错误代码-1 	出现此消息的原因有很多： 1.内存或硬盘不足。检查内存或硬盘的状态。 2.系统包含CAD部件，从CAD部件转换成OpticStudio物体时发生问题。	解决办法是取消选中物体属性>类型下的"将导入文件转换为ZOF（Convert Imported Files To ZOF）"。
非序列模式	光源文件中光线...的通量无效！ 	光源文件中的光线通量不正确时，出现此消息。它可以是零通量。	打开光源文件以解决此问题。可以使用Python脚本来解决这个问题。登录以访问此代码。注意，这可能表明光源数据不正确。要了解关于Python的更多信息，请查看我们的Python入门文章。
序列/非序列模式	超出膜层文件中的最大波长指数点！ 	如果达到膜层文件中每种材料120个波长（色散）点的限制，则会出现此消息。请参阅帮助文件的"对于膜层数据量的限制"部分。	修改膜层文件中的材料定义，避免超过此限制
序列模式和非序列模式	无效梯度折射率 	在为梯度折射率材料计算折射率发生问题时，出现此错误消息。	
混合模式	几何错误：运行NSC光线追迹工具以了解更多信息 	在混合模式下进行光线追迹时，出现此消息	该几何错误表明，在设计某个部分，OpticStudio不能确定如何追迹光线。关于查找几何错误的建议，请参阅知识库文章如何查找几何错误：第一部分。
CAD导出	0 	导出到CAD文件时，出现此错误消息。"错误0"是导出失败时CAD库返回的一般错误。	一个原因可能是CAD库难以处理元件的小厚度

公差分析	在对系统开展公差分析时，扰动不应大到违反用于优化标称设计的边界约束。我们建议，尽可能在进行公差分析之前删除这些边界约束。 	在使用评价函数或带有评价函数的用户脚本对系统开展公差分析时，出现此消息。评价函数包含MNEA、OPGT等边界约束，这些约束可能为公差分析后的系统提供较低的评价函数，即系统含有公差误差。	解决方法是检查评价函数，通常需要进行修改。边界约束通常不适用于公差分析。
公差分析	无法计算名义评价标准 	在运行公差分析时，出现此消息。软件无法评估此标准。	解决办法是检查为什么无法计算此标准。可能是无法追迹某些光线。 - 在公差分析之前检查系统是否已经修复（无变量、无多余的求解、孔径设置为"光阑尺寸浮动"）。 - 创建一个评估此标准的评价函数，尝试重现问题。

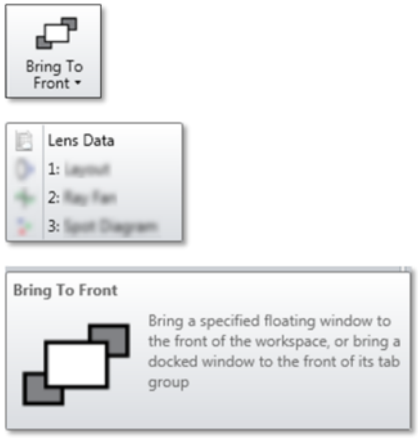
2.6. 窗口控制组(Window Control Group)

"设置 "选项卡中提供了以下窗口控制工具：





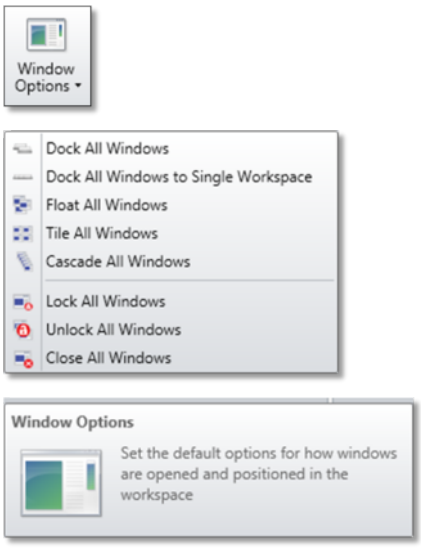
2.6.1. 窗口置前(Bring to Front)



设置选项卡的窗口控制(Window Control)部分中提供了窗口置前工具。

选择"窗口置前(BringToFront)"会显示所有打开窗口的下拉菜单列表。 可以选择列表中的任何窗口，并将其置于工作区的前面。

2.6.2. 窗口选项(Window Options)



设置选项卡的"窗口控制"部分中提供了"窗口选项"按钮。

以下是窗口显示选项，用于设置如何在工作区中打开并定位窗口的默认选项。

布局所有窗口**(Dock All Windows)** 将所有窗口布局到工作区。 请注意，这可能会在工作区中创建多个窗格。

将所有窗口布局到单个工作区**(Dock All Windows to Single Workspace)** 在工作区的单个窗格中布局所有窗口。

浮动所有窗口**(Float All Windows)** 使所有窗口在工作区中相互独立浮动。

平铺所有窗口**(Tile All Window)** 将所有窗口在工作区中平铺排列。

层叠所有窗口**(Cascade All Windows)** 在工作区中层叠所有窗口。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

锁定所有窗口**(Lock All Windows)** 防止更新所有打开的窗口。通常用于生成参考数据。

解锁所有窗口**(Unlock All Windows)** 解锁所有打开的窗口，以便于更新。

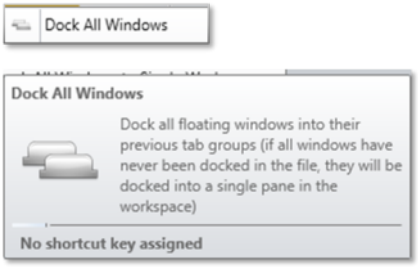
关闭所有窗口**(Close All Windows)** 关闭工作区中所有打开的窗口。

工作区**(Workspace)** 工作区是包含所有布局窗格的用户界面区域。

窗格**(Pane)** 窗格是工作区的一个区域，其中包括一个或多个分析/编辑器窗口作为选项卡。

布局**(Docked)** 布局意味着将分析/编辑器窗口固定到工作区或窗格。如果未布局，则窗口是"浮动的"。浮动窗口不能用作窗格，即包括多个选项卡。

2.6.2.1. 布局所有窗口(Dock All Windows)

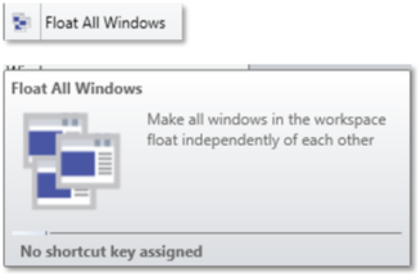


将所有窗口布局到工作区。 请注意，这可能会在工作区中创建多个窗格。

2.6.2.2. 将所有窗口布局到单个工作区(Dock All Windows to Single Workspace)

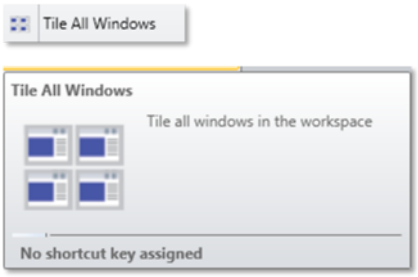
在工作区的单个窗格中布局所有窗口。

2.6.2.3. 浮动所有窗口(Float All Windows)



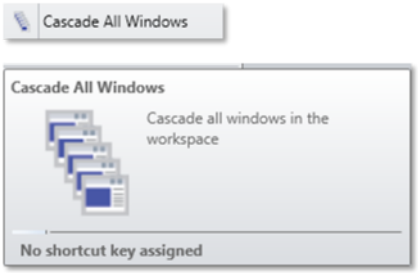
使所有窗口在工作区中相互独立浮动。

2.6.2.4. 平铺所有窗口(Tile All Window)



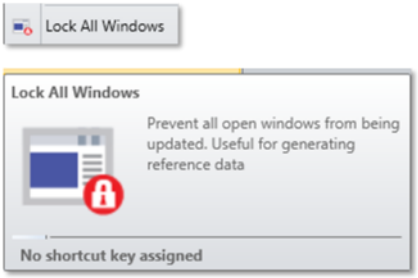
平铺所有窗口将所有窗口在工作区中平铺排列。

2.6.2.5. 层叠所有窗口(Cascade All Windows)



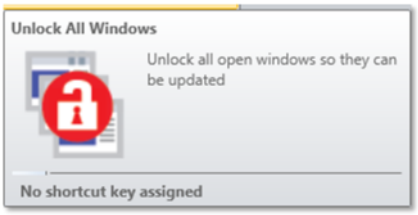
在工作区中层叠所有窗口。

2.6.2.6. 锁定所有窗口(Lock All Windows)

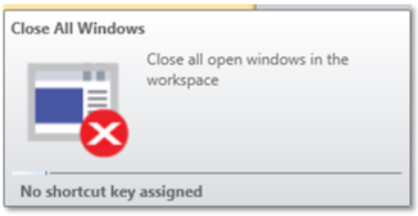


防止更新所有打开的窗口。通常用于生成参考数据。

2.6.2.7. 解锁所有窗口(Unlock All Windows)



2.6.2.8. 关闭所有窗口(Close All Windows)



关闭工作区中所有打开的窗口。

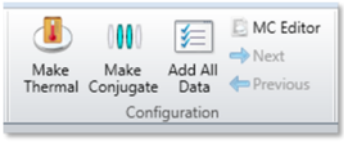
2.6.3. 布局新窗口(Dock New Windows)

设置选项卡的"窗口控制"部分中提供了"布局新窗口"按钮。

此工具可在工作区中切换布局窗口和浮动窗口。

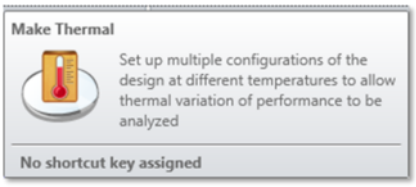
2.7. 结构组(Configuration Group)

设置选项卡中提供了以下结构工具。（序列模式用户界面）：



设置选项卡中提供了以下结构工具。（非序列模式用户界面）：

2.7.1. 热分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Thermal (Setup Tab Sequential UI Mode))

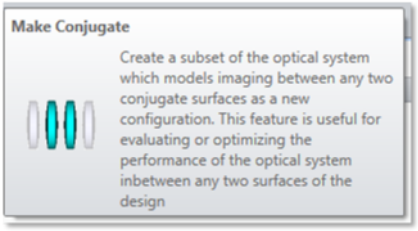


"热分析"按钮位于"设置"选项卡的"配置"部分。

请参阅"多重结构编辑器"（位于"设置选项卡"的"编辑器"部分）下"多重结构编辑器工具栏"中的"热分析"按钮。

2.7.2. 共轭分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Conjugate (Setup Tab Sequential UI Mode))

设置选项卡的"结构"部分中提供了"共轭分析"按钮。



请参阅"多重结构编辑器"（位于"设置选项卡"的"编辑器"部分）下"多重结构编辑器工具栏"中的"共轭分析"按钮。

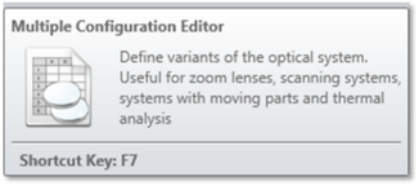
2.7.3. 添加所有数据（设置选项卡序列模式用户界面）(Add All Data (Setup Tab Sequential UI Mode))

设置选项卡的"多重结构"部分中提供了"添加所有数据"按钮。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

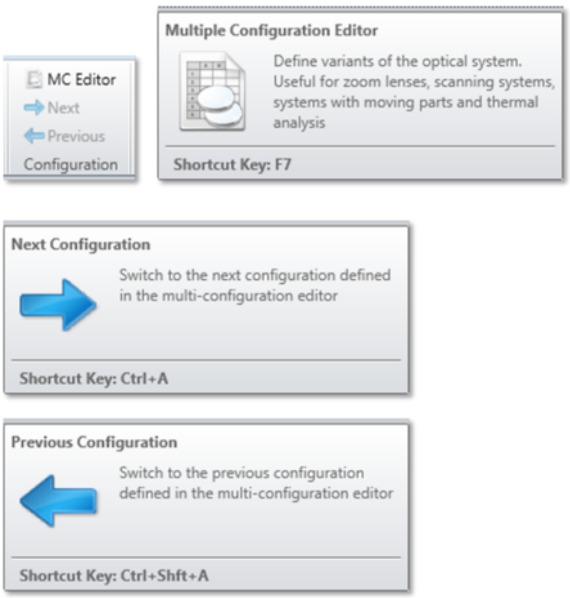
2.7.4. 多重结构编辑器（设置选项卡序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab, Sequential UI Mode))

设置"选项卡(Setup Tab)"的"多重结构(Configuration)"部分中提供了"多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor)"按钮。



请参阅位于"设置选项卡"的"编辑器(Editors)"部分中的"多重结构编辑器"。

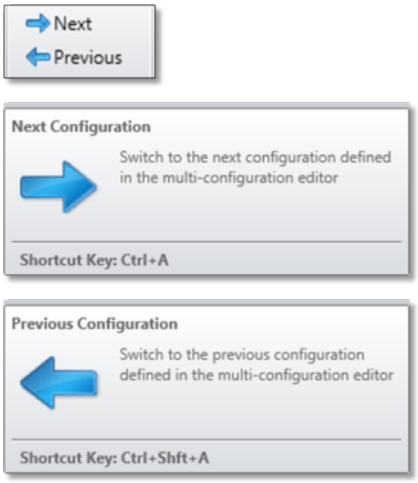
2.7.5. 多重结构编辑器（设置选项卡非序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab Non-sequential UI Mode))



此结构工具可在（设置选项卡非序列模式用户界面）中使用：

2.7.6. 下一个/上一个结构(Next/Previous Configuration)

下一个结构(Next Configuration)和上一个结构(Previous Configuration)按钮位于设置选项卡(Setup Tab)的结构(Configuration)部分。

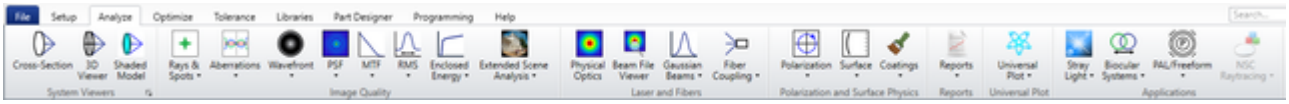


这些按钮可将当前结构(Active Configuration)更改为在多重结构编辑器中定义的下一个或上一个结构。

请参阅位于设置选项卡的编辑器部分中"多重结构编辑器"下的"当前结构"。

3: 分析选项卡（序列模式用户界面）(The Analyze Tab (sequential UI mode))

分析选项卡（序列模式用户界面）



该选项卡用于访问序列模式下OpticStudio的所有分析功能。几乎所有的成像系统设计都是在这种模式下完成的。分析功能提供了广泛需求的详细性能数据。分析功能不会更改基础设计，但会提供设计的诊断信息，用于指导任何所需的更改。

视图组**(The System Viewers group)**允许访问用于查看光学系统本身的视图。

像质分析组**(The Image Quality group)**用于访问成像和无焦系统设计中使用的所有分析，包括光线追迹数据、像差数据、波前、点扩散函数等。

激光和光纤组**(Lasers and Fibers group)**用于访问激光系统特定功能，如简单的高斯光束分析、物理光学和光纤耦合计算。

偏振和表面物理**(Polarization and Surface Physics)**用于计算单个表面上薄膜膜层的性能、衍射效率、作为偏振函数的整体系统性能以及表面矢高、相位和曲率的绘图。

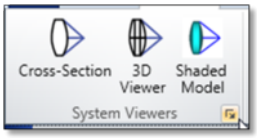
报告组**(Reports group)**提供用于演示的文本分析。

通用绘图**(Universal Plots)**允许您在需要时创建自己的分析功能。

应用程序（**Applications**）显示应用程序特定分析功能，如双目系统分析、自由形式和渐变多焦镜头分析，还可访问OpticStudio的完整非序列模式功能。

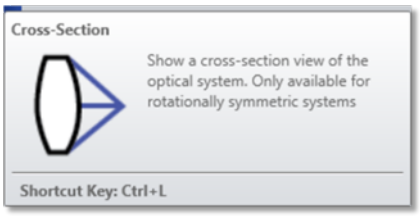
如果镜头使用多重结构，还会显示结构组（参见"设置选项卡(Setup Tab)"）。

3.1. 视图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, sequential UI mode))



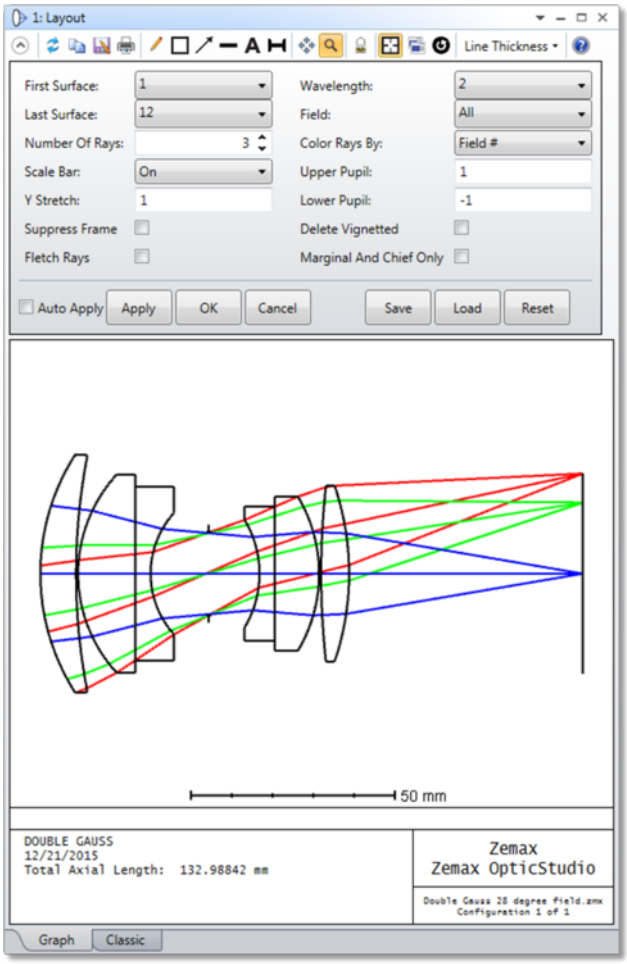
这些选项可为查看透镜和元件提供多种方式。

3.1.1. 横截面(Cross-Section)



这是透镜的YZ截面图。有"绘图"视图和"经典"视图可供选择，如果已打开"经典"视图，可在视图框左下角处进行切换。

可在"设置(Setup)"选项卡>"系统配置选项(OpticStudio Preferences)">"绘图(Graphics)">"启用经典视图(Enable Classic View)"中打开或关闭"经典"视图。



如果使用坐标断点、支撑杆遮阑、遮阑偏心、X角度、全息图或破坏透镜旋转对称性的其它属性，则此功能不可用。请使用3D视图替代。如果光线错过某表面，则不会在发生错误的表面上绘制这些光线。如果光线被全反射，则光线将会被绘制直至出错位置所在的表面，但不会越过该表面。追迹失败的光线部分可以通过使用"光线追迹"功能来进行详细评估。

起始面**(First Surface)** 绘图的第一个面。

终止面**(Last Surface)** 绘图的最后一个面。

波长**(Wavelength)** 显示任意波长光线或所有波长。

视场**(Field)** 可以显示任意或者所有视场位置。

光线数**(Number of Rays)** 用于为每个定义的视场指定要绘制的子午光线的数量光线将沿光瞳光扇方向均匀分布，除非已指定切趾。此参数可以设定为零。

比例尺**(Scale Bar)** （在"绘图"视图中）如果比例尺设置为"开"，则会在窗口的底部显示比例尺。当视图放大或缩小时，将自动调节比例尺。

比例因子**(Scale Factor)** （在"经典"视图中）如果比例因子设定为零，则将选择"充满边框"，它将对所绘制的各个表面区域进行缩放，以填充绘图页面。如果输入数值，则将以"实际"尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子为1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印镜头的实际尺寸。如果比例因子为0.5，则将按照镜头的一半比例进行打印。

Y拉伸**(Y Stretch)** Y方向相对扩大。此控件对绘制纵横比很大的系统很有用。如果值为负数、0或1，则忽略此设置。

光瞳上限**(Upper Pupil Limit)** 用于绘制光线的最大光瞳坐标。

光瞳下限**(Lower Pupil Limit)** 用于绘制光线的最小光瞳坐标。

仅边缘和主光线**(Marginal and Chief Only)** 仅绘制边缘和主光线，此设置覆盖其它光线设置。

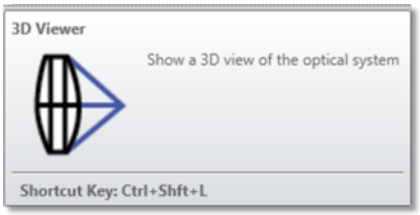
光线颜色**(Color Rays By Select)** 通过选择"视场#(Field #)"可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择"波长#(Wave #)"以区分不同波长的光线，选择"结构#(Config #)"以区分不同结构的光线，以及选择"波长(Wavelength)"模拟可见光谱中的波长颜色。

压缩框架**(Suppress Frame)** 取消绘制窗口底部边框，以便为视图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

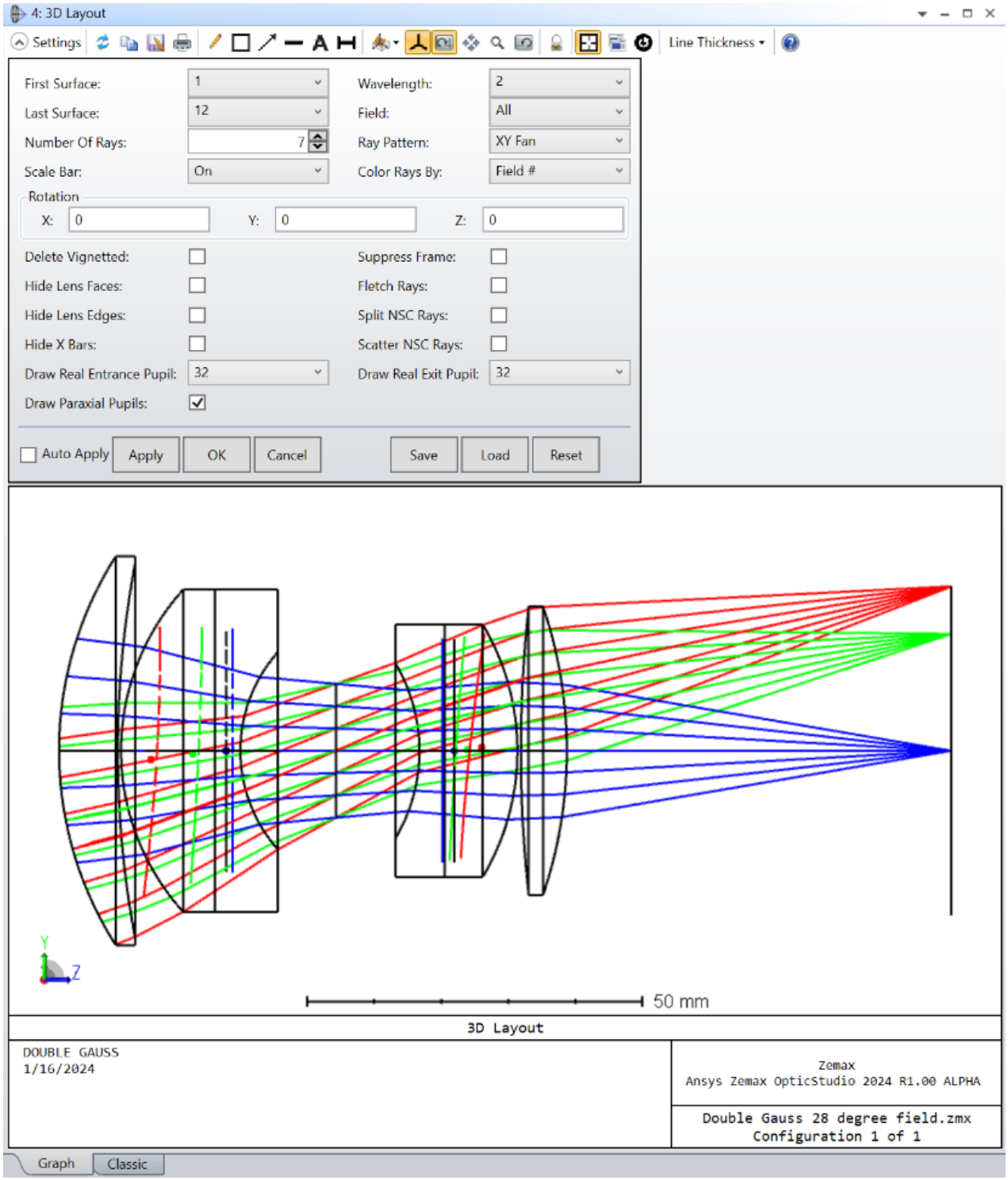
删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选中，任何渐晕表面被遮挡的光线，均不会被绘制。

光线箭头**(Fletch Rays)** 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

3.1.2. 3D视图（3D Viewer）



绘制镜头系统的3D视图。此算法可绘制镜头的3D线框图。有"绘图"视图和"经典"视图可用，如果已打开"经典"视图，可在视图框左下角处进行切换。可在"设置（Setup）"选项卡>"OpticStudio配置选项（OpticStudio Preferences）">"绘图（Graphics）">"启用经典视图（Enable Classic View）"中打开或关闭"经典"视图。



起始面（**First Surface**） 所要绘制的第一个表面。

终止面（**Last Surface**） 所要绘制的最后一个表面。

波长（**Wavelength**） 显示任意波长光线或所有波长。

视场（**Field**） 可以显示任意或者所有视场位置。

光线数（**Number of Rays**） 用于定义在每个指定的视场和波长中，所显示的光线的数量。光线将沿光瞳的光扇方向均匀分布，除非已指定切趾，或者当选择的"光线样式"为"环形"时，则沿该光环的外缘均匀分布。此参数可以设定为零。如果"光线样式"设定为"列表"，该选项将被忽略。

光线样式（**Ray Pattern**） 选择"XY扇形图"、"X扇形图"、"Y扇形图"、"环形"、"列表"、"随机"或"网格"，以表示要追迹的光线的样式。"列表"选项表示要追迹的光线可由用户自定义，用户可自行在文件中列出需要追迹的光线列表；有关光线列表格式的信息，请参阅下面的"详述"。如果选择"列表"，则光线数量的设置被忽略。

比例尺（**Scale Bar**） （在"绘图"视图中）如果比例尺设置为"打开"，则会在窗口的底部显示比例尺。当视图放大或缩小时，将自动调节比例尺。

比例因子（**Scale Factor**） （在"经典"视图中）如果比例因子设定为零，则将选择"充满边框"，它将对所绘制的各个表面区域进行缩放，以填充绘图页面。如果输入数值，则将以"实际"尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子为1.0，则将在打印机（而不是显示器）上打印镜头的实际尺寸。如果比例因子为0.5，则将按照镜头的一半比例进行打印。

隐藏镜头面（**Hide Lens Faces**） 如果选中此选项，则不绘制镜头面，仅绘制镜头边缘。此选项很有用，因为某些复杂系统在绘制所有表面后看起来很杂乱。

隐藏镜头边（**Hide Lens Edges**） 如果选中此选项，则不绘制镜头的外孔径。此选项对为3D视图提供2D"截面"外观很有用。

此选项不适用于用户自定义的孔径和遮阑。

隐藏**X**方向线框（**Hide X Bars**） 如果选中此选项，则不绘制镜头面的X轴部分。此选项在选中"隐藏镜头边"，但不选中"隐藏镜头面"时很有用。

绕**X**轴旋转（**Rotation About X**） 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Y**轴旋转（**Rotation About Y**） 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Z**轴旋转（**Rotation About Z**） 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

光线颜色（**Color Rays By**） 对于序列模式光线，选择"视场#"可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择"波长#"以区分不同波长的光线，选择"结构#"以区分不同结构的光线，以及选择"波长"模拟可见光谱中的波长颜色。对于非序列模式光线，选择"视场#"可使用不同颜色以区分不同光源编号发出的光线，除非光源已分配有用自户定义的颜色。

压缩框架（**Suppress Frame**） 取消绘制窗口底部边框，以便为视图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

删除渐晕（**Delete Vignetted**） 如果选中，光线在任何表面产生渐晕时均不会被绘制。

结构（**Configuration**） 当存在多重结构时，该选项被激活。选择"所有"可显示所有结构，选择"当前"仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

X、**Y**、**Z**偏移（**Offset X, Y, Z**） 当存在多重结构时，该选项被激活。在同一绘图中同时显示多重结构时，不同结构间的X、Y和Z方向的偏移量以镜头单位表示。此选项仅在绘制"所有"结构时起作用。

光线箭头（**Fletch Rays**） 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

非序列模式光线分裂（**Split NSC Rays**） 如果选中，则非序列模式光源的光线在与表面的交点处将以统计方式进行分裂。从入口（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

非序列模式光线散射（**Scatter NSC Rays**） 如果选中，则非序列模式光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生散射。从入口（混合模式中）进入的光线不会受此设置的影响。

绘制近轴光瞳（**Draw Paraxial Pupils**） 如果选中，则根据入瞳和出瞳的位置和直径，将近轴入瞳和出瞳绘制为中心有黑点的黑圈。（请参阅ENPP、EPDI、EXPP、EXPD）。近轴入瞳用实线绘制。近轴出瞳用虚线绘制。线宽和点大小遵循布局中其它表面的相同设置。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

绘制真实入瞳（**Draw Real Entrance Pupil**） 如果未关闭，则根据真实光线追迹，将每个视场的真实入瞳绘制为多边形轮廓（实线）和中心点。所选序号为多边形轮廓的采样。轮廓是物空间中光阑面边缘的图像。中心点是物空间中光阑面中心的图像。曲线和点的颜色遵循每个视场光线的相同设置。线宽和点大小遵循布局中表面的相同设置。请注意，此选项需要"光线瞄准"处于打开状态，并受渐晕因子设置的影响。

绘制真实出瞳（**Draw Real Exit Pupil**） 与"绘制真实入瞳"相同，但绘制的是真实出瞳（图像在像空间中），用虚线绘制，而非真实入瞳（图像在物空间中）。

详述

在键盘中按左、右、上、下键、上页键或下页键可旋转显示画面，以提供不同的观察角度。

坐标轴（**The orientation indicator**） 为创建视图，OpticStudio可将旋转光学模型的3D坐标投影到2D平面上。从概念上讲，光学模型首先在非旋转的三维空间中渲染，其中+z方向朝右，+y方向朝上，而+x方向指向电脑屏幕（背离观察者）。

所有表面和几何体的坐标和取向均根据全局坐标参考面（在"表面属性对话框"中设置）定义。

此3D模型随后根据设置中所指定的"绕X轴旋转"、"绕Y轴旋转"和"绕Z轴旋转"值旋转（有关旋转顺序的信息，请参阅（"绘图（OpticStudio配置选项）（Graphics （OpticStudio Preferences））"）。

然后将生成的3D模型投影到2D平面上，只需沿水平方向绘制z坐标，沿垂直方向绘制y坐标即可；忽略x坐标。

为了直观定义模型的方向，绘图的左下角显示了坐标轴（经典视图中）。此坐标轴包含沿全局坐标参考面的+x、+y和+z轴方向伸展的3条直线。这3条直线随绘图旋转而旋转。如果3D坐标轴的坐标直线均在绘图平面中，且从绘图平面伸展出来（指向观察者），则使用黑色绘制。如果坐标轴直线从绘图平面进入电脑屏幕（背离观察者），则使用灰色绘制这些直线。

光线错误（**Ray errors**） 如果光线错过某个表面，则不会在发生错误的表面上绘制这些光线。如果光线被全内反射，则光线将会被绘制直至出错位置所在的表面，但不会越过该表面。追迹失败的光线部分可以通过使用"光线追迹"功能来进行详细评估。这些注释仅适用于序列模式物面的光线，不适用于非序列模式光源的光线。

结构数据（**Configuration data**） 在绘制所有结构时，可以分别从x、y和z方向在各个结构之间添加偏移值。如果需要，偏移值可以都为零。如果偏移值为零，将叠加所有结构；否则，这些结构都将根据指定偏移值彼此分离显示。注意：所有偏移值均根据全局坐标参考面位置进行定义。全局坐标参考面可在"系统选项"的"其他"部分下的选项进行定义。如果所有偏移值为零，则所有结构均在全局坐标参考面重叠显示。

Raylist文件格式（**Raylish File Format**） 如果选择"列表"作为光线样式，则要追迹的光线将在一个特定文件中被定义。文件名必须是RAYLIST.TXT，并且文件必须位于<data>\Miscellaneous文件夹下。文件格式为ASCII，并且支持两种不同的光线定义方式，即隐式和显式。隐式格式文件中的每条直线包含两个数，分别表示归一化光瞳坐标的p_x值和p_y值。在每个特定的视场和所选的波长下，追迹这些指定光线。

示例：按以下数值定义四条边缘光线：

0.0 -1.0

0.0 1.0

-1.0 0.0

1.0 0.0

显式格式文件中的EXPLICIT一词后跟x、y、z、l、m、n和波长编号；其中x、y和z是光线起始坐标，l、m和n是光线方向余弦，而波长编号是一个表示要使用的波长的整数编号。所有坐标都在物空间中。如果物距是无限的，则空间坐标相对于表面1。如果物体不在无穷远处，则此坐标相对于表面0。在这两种情况下，光线都是从物方介质折射到表面1。如果使用显式格式，将忽略视场和波长设置，仅追迹文件中列出的光线。

示例：沿Y轴与Z轴平行的波长1、2和3这三条光线定义如下：

EXPLICIT

0.0 -5.0 0.0 0.0 0.0 1.0 1

0.0 +0.0 0.0 0.0 0.0 1.0 2

0.0 +5.0 0.0 0.0 0.0 1.0 3

真实入瞳/出瞳的限制（**Limitation of Real Entrance/Exit Pupils**） 注意，这两个选项有以下限制。

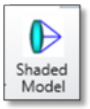
（1）光线瞄准必须处于打开状态。

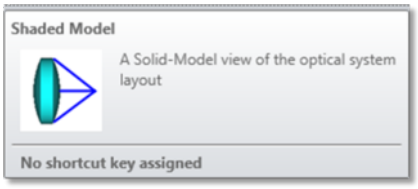
（2）忽略表面孔径。在计算真实光瞳时，假设光线总能通过表面，除非发生光线丢失或TIR情况。

（3）在转换视场类型时，即使转换前和转换后的视场点相同，光瞳位置也可能不同。这是因为光瞳计算基于归一化视场坐标（Hx、Hy）中的扰动光线，这取决于视场设置。

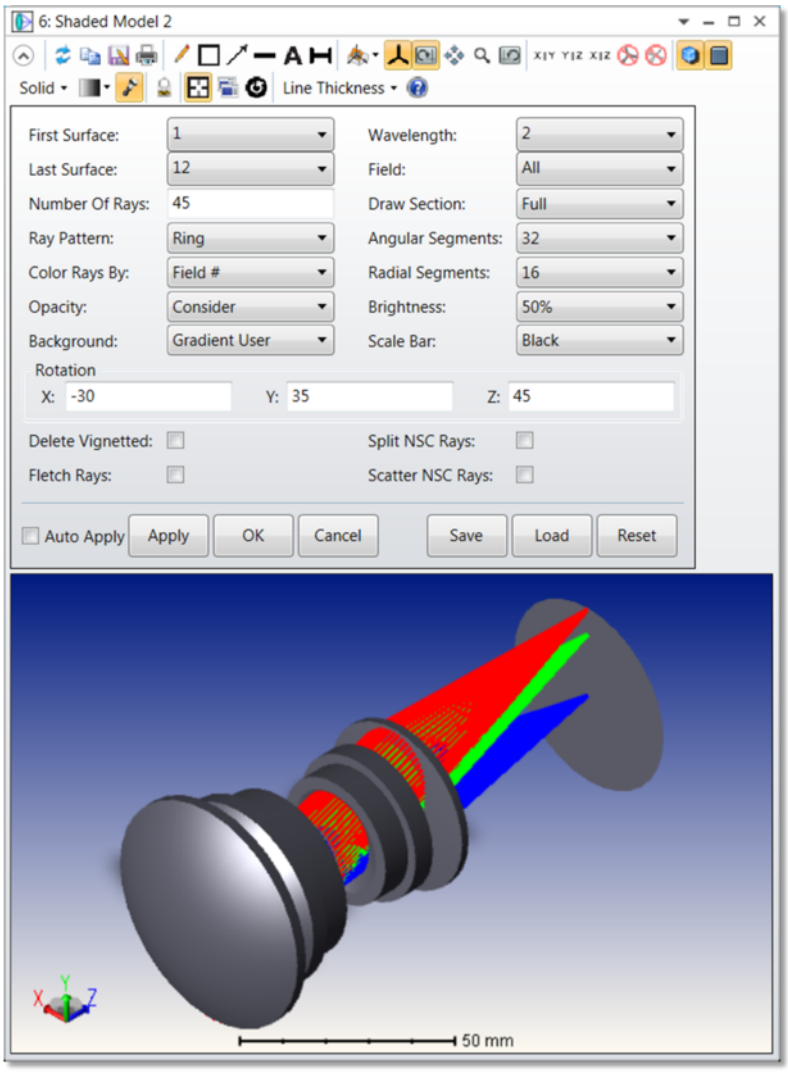
（4）此功能不适用于高度远心系统，在该系统中，光瞳通常位于很远的位置，且计算数值不稳定。

3.1.3. 实体模型(Shaded Model)





绘制透镜的着色实体模型图。



在渲染超过1,200,000像素的非序列模式探测器物体时，为了使所需计算机内存总量合理，系统不会显示单个像素值的数据。

有关"实体模型"工具栏的更多信息，请参阅"工具栏按钮功能(Toolbar button functions)"。

起始面**(First Surface)** 绘图的第一个面。

终止面**(Last Surface)** 绘图的最后一个面。

波长**(Wavelength)** 显示任意波长光线或所有波长的光线。

视场**(Field)** 显示任意或者所有视场位置的光线。

光线数**(Number of Rays)** 用于定义在每个指定的视场和波长中，所显示的光线的数量。光线将沿光瞳的光扇方向均匀分布，除非已指定切趾，或者当选择的光线样式(Ray Pattern)为环(Ring)时，则沿该光环的外缘均匀分布。此参数可以设定为零。如果"光线样式"设定为"列表"，该选项将被忽略。

Draw Section 选择"完整"以完整绘制单个透镜元件。"3/4"、"1/2"和"1/4"选项只能绘制此元件的相应比例部分，并会显示透镜内部剖切视图。此选项仅作用于序列模式表面数据，不影响非序列模式物体。

光线样式**(Ray Pattern)** 选择"XY扇形图"、"X扇形图"、"Y扇形图"、"环形"、"列表"、"随机"或"网格"，以表示要追迹的光线的样式。"列表"选项表明追迹的光线样式由用户定义且列在对应的文件中，有关光线列表格式的信息，请参阅下面的"详述"。如果选择了"列表"，则光线数量的设置被忽略。

比例尺**(Scale Bar)** 比例尺可以设置为黑色、白色或关闭。当实体模型放大或缩小时，将自动调节比例尺。

角段数**(Angular Segments)** 用于近似表示透镜形状的角度段的数量。数量越大，处理时间越长。

径向段数**(Radial Segments)** 用于近似表示透镜形状的径向段的数量。数量越大，处理时间越长。

绕**X**轴旋转**(Rotation About X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Y**轴旋转**(Rotation About Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Z**轴旋转**(Rotation About Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

光线颜色**(Color Rays By)** 对于序列模式光线，选择"视场#"可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择"波长#"以区分不同波长的光线，选择"结构#"以区分不同结构的光线，以及选择"波长"模拟可见光谱中的波长颜色。

对于非序列模式光线，选择"视场#"可使用不同颜色以区分不同光源发出的光线，除非光源已分配了用户自定义颜色。

背景（**Background**） 选择背景颜色。

透明度**(Opacity)** 若选项为"忽略"，会忽略透明度值，并将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体；若选项为"考虑"，会根据表面和物体属性设置对话框中的设置绘制半透明表面和物体；若选项为"全部50%"，会覆盖定义的透明度，并对所有物体使用50%的透明度。

亮度**(Brightness)** 可以控制像面的整体亮度变化。

删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时均不会被绘制。

结构**(Configuration)** 当存在多重结构时，该选项被激活。选择"所有"可显示所有结构，选择"当前"仅显示 当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

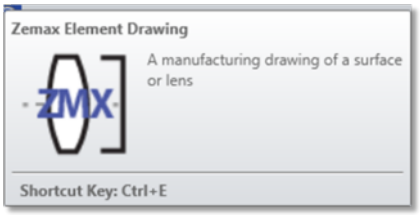
X、**Y**、**Z**偏移**(Offset X, Y, Z)** 当存在多重结构时，该选项被激活。在同一绘图中同时显示多重结构时，不同结构间的X、Y和Z方向的偏移量以镜头单位表示。此选项仅在绘制"所有"结构时起作用。

光线箭头**(Fletch Rays)** 如果选中，每条光线上将绘制小箭头，以指明光线传播方向。

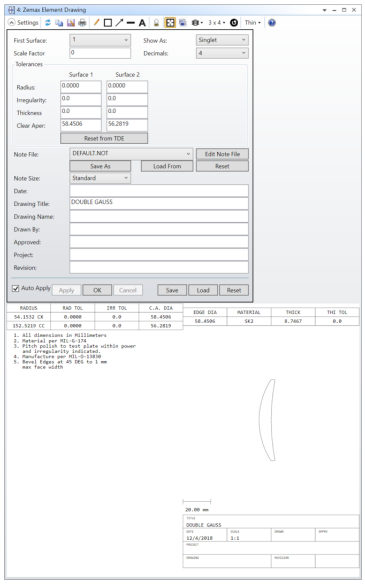
非序列模式光线分裂**(Split NSC Rays)** 如果勾选，则非序列模式光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生分裂。从入口进入的光线不会受此设置的影响。

非序列模式光线散射**(Scatter NSC Rays)** 如果选中，则非序列模式光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生散射。从入口进入的光线不会受此设置的影响。

3.1.4. Zemax元件制图（视图组）(Zemax Element Drawing (system viewers group))



该功能用于生成适合在光学车间生产使用的表面、单透镜、双胶合透镜或三胶合透镜元件的 机械图纸。



起始面**(Surface)** 要绘制的元件的第一个面。

显示为**(Show As)** 可选择"表面"、"单片"、"双胶合"或"三片"。

比例因子**(Scale Factor)** 如果比例因子设置为零，则将选择"填充画面"并按比例缩放绘制元件，以填充元件制图的右半部分。如果输入数值，则将以"实际"尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子设为1.0，则元件将以实际尺寸绘制在打印机（而不是显示窗口）中。如果比例因子设为0.5，则将按照实际尺寸一半的比例绘制元件。

小数点**(Decimals)** 数值使用的小数位数。点击"Reset all but surface, show as, and titles"按钮重新设置所有显示数字的格式。

半径**(Radius)** 指定表面的半径公差值。

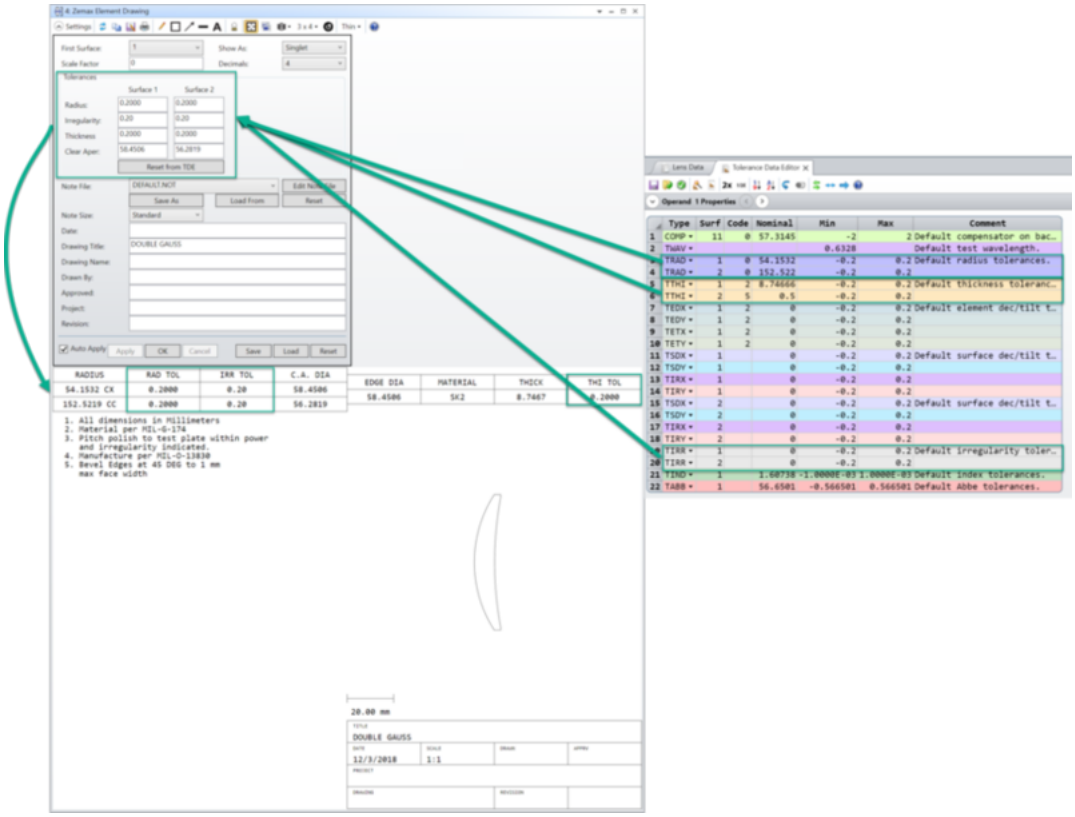
不规则度**(Irregularity)** 指定表面的不规则度公差值。

厚度**(Thickness)** 指定表面的中心厚度公差值。

净孔径**(Clear Aper)** 指定表面的净孔径。

从**TDE**重置**(Reset from TDE)** 从公差数据编辑器读取指定表面的半径、不规则度和厚度公差数据。

从公差数据编辑器操作数TRAD、TIRR和TTHI读取数据，并取公差最小值和最大值之间的最大绝对值。



备注文件名**(Note File Name)**ASCII文件的名称，该文件包含要添加至元件图纸的备注部分中的备注内容。由于数字1需要用于单位规格而保留，因此备注应始终以数字2开始。

编辑备注文件**(Edit Note File)** 单击此按钮将调用Windows记事本编辑器，该记事本编辑器可用于修改所选择的备注文件。

另存为/载入自**(Save As/Load From)** 这两个按钮可以保存或重新加载所有元件制图设置栏中显示的设置。数据将以二进制格式保存，扩展名为ELE。

重置所有除了**...(Reset all but...)**如果点击此按钮，将重置指定表面的所有默认公差和孔径，但当前表面、显示为和文本标题将保持不变。

备注字体大小**(Note Font Size)** 可选择标准、中、小或精细。所有选项按照字体大小降序排列。"备注字体大小"设置仅影响在绘图上所做备注文件大小。字体越小，能显示的备注文件就越大。

日期**(Date)** 如果留空，则将使用默认的日期格式。如果输入了文本，则会使用该文本。

绘图标题**(Drawing Title)** 该输入栏可以输入任何用户自定义的文本。默认为镜头标题。

绘图名称**(Drawing Name)** 所有输入栏都可以输入任何用户自定义的文本。输入栏没有默认值。

审核

修订

制图

项目

讨论**(Discussion)** 点击"保存"按钮可以将元件制图的设置保存在指定的镜头文件中。与大部分分析功能不同的是，元件制图功能会分别保存每个表面的所有设置。例如，在已经保存了表面1的备注和公差的情况下，输入表面3的新备注和公差然后保存。此时如果需要重新调用任意表面的设置，则只需将表面编号更改为指定表

面，然后点击"加载"按钮即可。如果匹配到之前保存过的表面，则该表面的设置将显示。该功能可以为多元件系统重新生成复杂的图纸提供便利。

元件制图功能的一个重要特征是可以加载不同的备注文件，并将它们放置于图纸中。默认的备注文件"DEFAULT.NOT"是一组通用的备注文本，实际情况中很少直接使用。然而，用户可以对备注文件进行修改（它们是文本文件，可以使用任何文本编辑器进行修改），并使用不同的文件名保存。例如，用户可能希望为其所设计的每种光学元件类型生成一个.NOT文件，然后在进行元件制图时加载最合适的备注文件。NOT文件必须位于<data>\Miscellaneous文件夹下（请参考"文件夹(Folders)"）。

如果备注文件的第一行以数字1开始，OpticStudio将打印所提供的备注文件，且不包含默认备注。如果备注文件的起始内容是任何其它符号，则第一个默认备注为"1) All dimensions in millimeters"或是当前系统使用的任何镜头单位。如果需要使用默认备注，请从备注编号2开始输入所需的备注。备注文件中的换行和空格将按照原样复制到元件制图上。

每当生成新的元件制图或点击"重置"按钮时，默认设置将重新生成。默认公差取自公差数据编辑器。最小/最大公差范围中的最大值将用作默认公差值。例如，如果公差操作数TTHI的厚度公差为-.03、+.05，则默认公差值为0.05。这里只考虑TTHI、TRAD和TIRR公差。如果不能生成合适的默认值，则公差将设置为零。需要注意的是，所有公差的输入栏都可以输入文本；可以根据任何要求进行编辑。

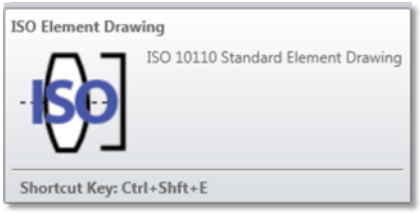
使用样板测量表面得到的牛顿环公差（以光圈值为单位）与曲率半径公差之间的转换关系可由下式快速计算：

$$\#\ \text{fringes} = \frac{\Delta R}{\lambda}\frac{\rho^2}{R^2}$$

其中，ΔR为半径误差，λ为测试波长，ρ为径向孔径，R为曲率半径。该公式为表面曲率很小时的近似公式。更多信息请参考《Malacara, Optical Shop Testing, J. Wiley & Sons, Inc》。

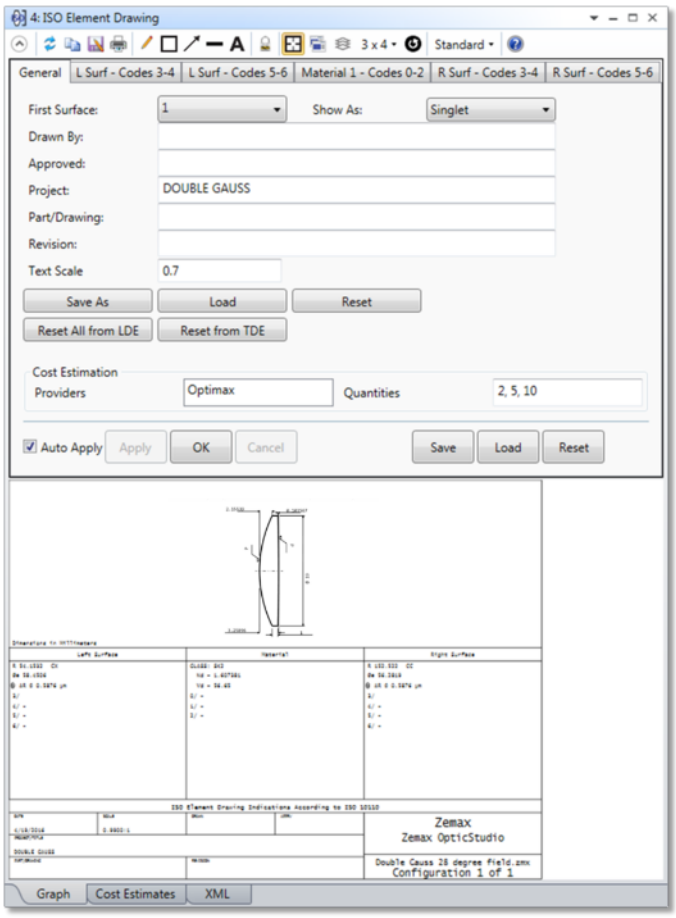
特殊字符**(Special characters)**可以在公差文本栏中插入并编辑一些有用的特殊字符。这些符号的输入语法为：按住键盘上的Alt键并在数字键盘上键入对应的4个数字。常用的字符有：±-Alt0177、μ-Alt0181、®-Alt0174、© - Alt0169。

3.1.5. ISO元件制图（视图组）(ISO Element Drawing (system viewers group))



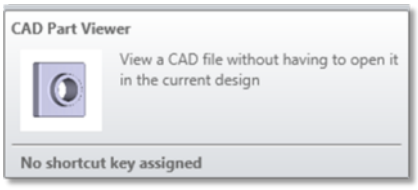
此功能可绘制适合在光学车间生产中使用的表面、单镜头或双胶合镜头元件的ISO 10110类型图。

有关更多信息，请参阅公差选项卡(Tolerance Tab)中的"ISO元件制图（加工图纸与数据组）(ISO Element Drawing (manufacturing drawings and data group))"。



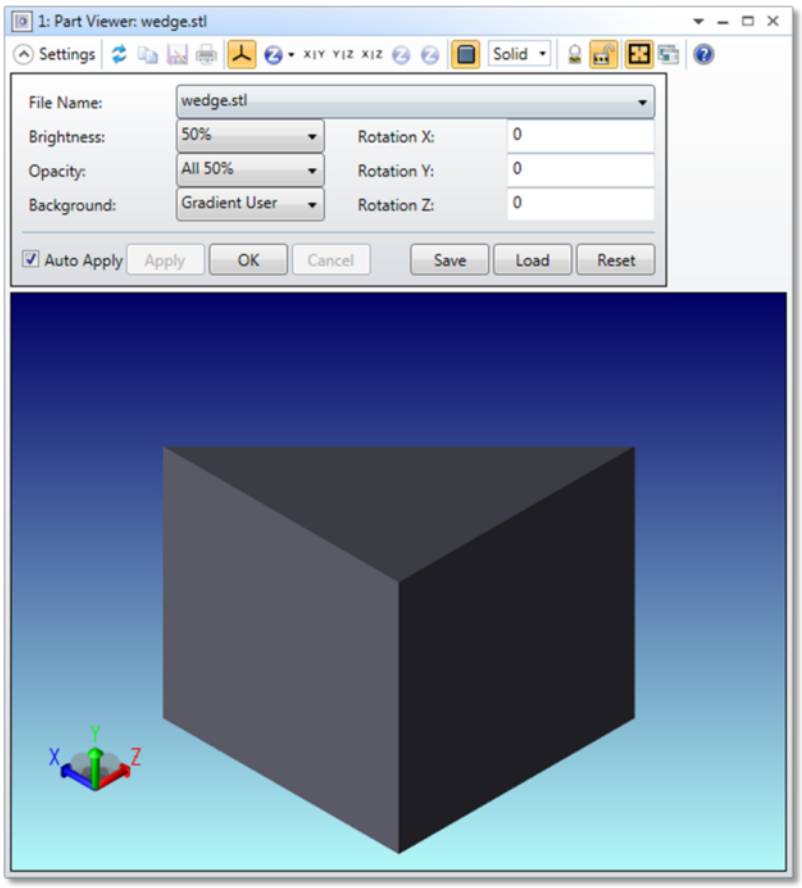
对于"ISO元件制图(ISO Element Drawing)"，设置(Setup) > 配置选项(Project Preferences) > 绘图(Graphics)菜单下的"新建绘图时显示(Show Option First)"设置是被禁用的。

3.1.6. CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, sequential UI mode))



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供这项功能。

根据CAD格式文件的定义绘制零件或装配体的实体模型图



文件名**(File Name)** 选择要绘制的CAD零件文件。

亮度**(Brightness)** 该控件可改变图像的亮度。

透明度**(Opacity)** 该选项为"忽略"，就会将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体，如果选项为"全部50%"，就会绘制部分透明的物体。

背景**(Background)** 选择背景颜色。

绕**X**轴旋转**(Rotation About X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Y**轴旋转**(Rotation About Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

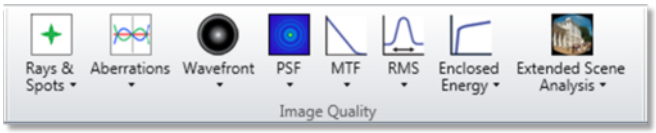
绕**Z**轴旋转**(Rotation About Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

详述

要改变观察角度，可以使用鼠标或光标键旋转物体。选择Autodesk Inventor（*.ipt、*.iam或Creo Parametric（*.prt、*.asm）文件时，文件将自动转换为STEP或IGES文件，以供查看。

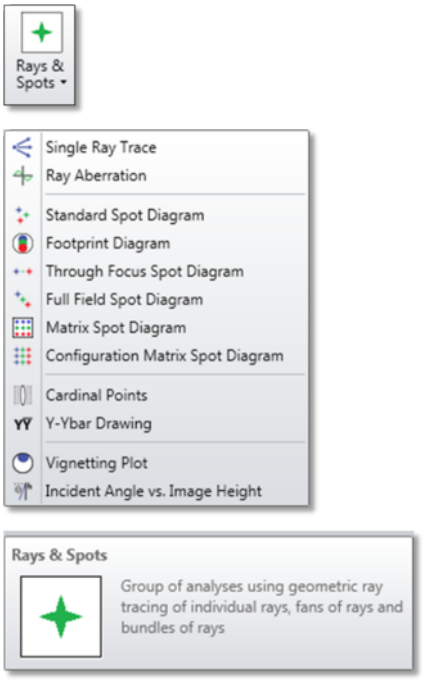
3.2. 像质分析组**(Image Quality Group)**

图像质量（分析选项卡、序列模式）



这提供了分析镜头设计性能和图像质量的方法。

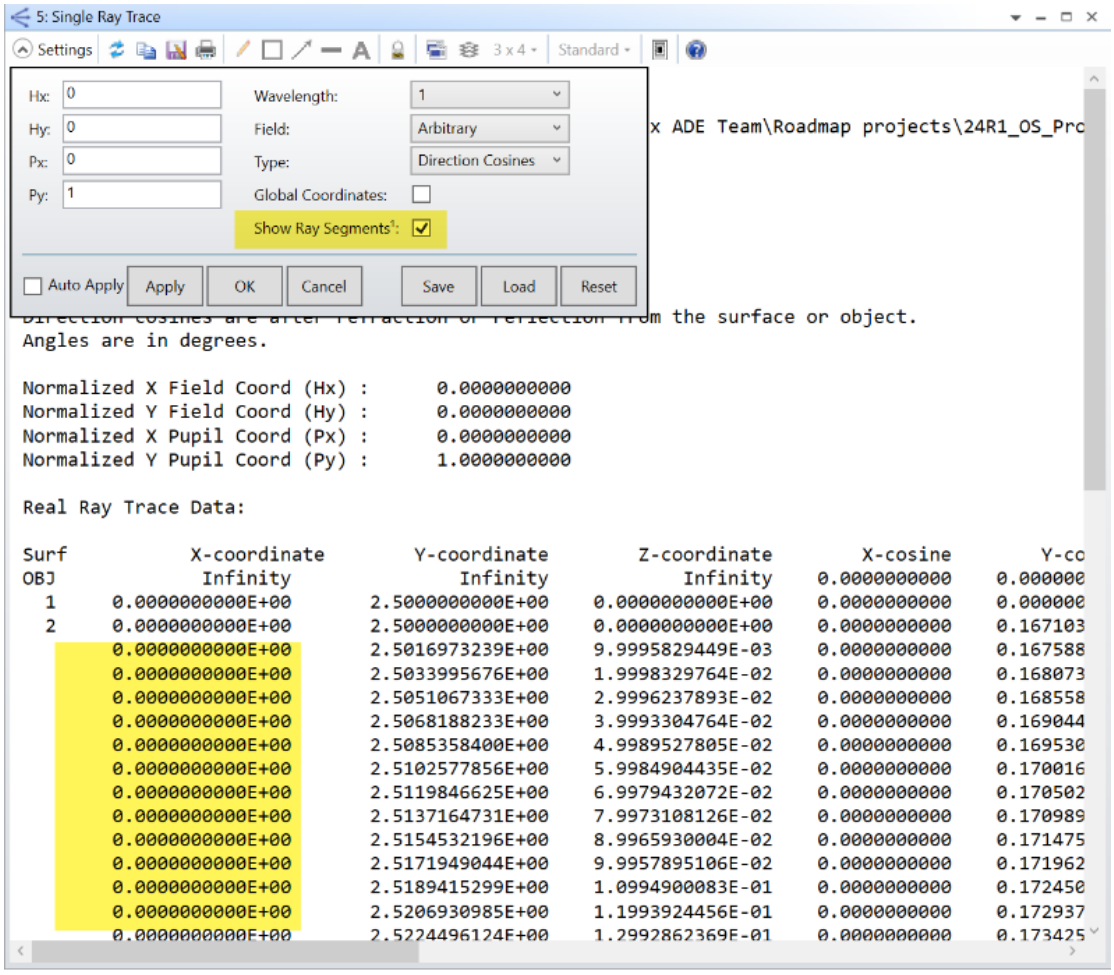
3.2.1. 光线和光斑(Rays and Spots)



对单光线、光扇、光线束使用几何光线追迹的分析组。

3.2.1.1. 单光线追迹(Single Ray Trace)

单光线的近轴追迹和实际追迹。



Hx 归一化x-视场坐标。值应介于-1到1之间。有关归一化坐标的说明，请参见"规约和定义"一章。

Hy 归一化y-视场坐标。值应介于-1到1之间。

视场**(Field)**选择特定视场或"任意"视场，并在"Hx"和"Hy"中输入值。如果选择特定视场，则"Hx"和"Hy"控件会变灰。

波长**(Wavelength)** 要追迹的光线的波长编号。

Px 归一化x-光瞳坐标。值应介于-1到1之间。有关归一化坐标的说明，请参见"规约和定义"一章。

Py 归一化y-光瞳坐标。值应介于-1到1之间。

全局坐标**(Global Coordinates)** 如果选中，除子午角以外，将给出在全局坐标而非局部坐标中的所有光线追迹数据。

类型**(Type)**：从下方选项中选择一种：

☒若选择"方向余弦(Dir Cosines)"，会在每个表面上显示光线的方向余弦；方向余弦值是光线与指定轴所形成角度的余弦值（x方向余弦是光线与x轴所形成角度的余弦值，依此类推）。

☒若选择"子午角(TangentAng)"，会在每个表面上显示光线所形成角度的正切值；子午角是x（或y）方向余弦与z方向余弦的比值。

☒若选择"Ym, Um, Yc, Uc"，会显示近轴边缘光线和主光线的相交/子午角值。如果选择"Ym, Um, Yc, Uc"选项，则忽略Hx、Hy、Px、Py和全局坐标设置。

显示光线段**(Show Ray Segments)**：如果选中该选项，并且系统中存在参数"渐变模式"为非零值的双折射入射表面，则将显示渐变双折射区域内的光线段数据。

结果：

该功能将在每个表面显示真实和近轴光线坐标。

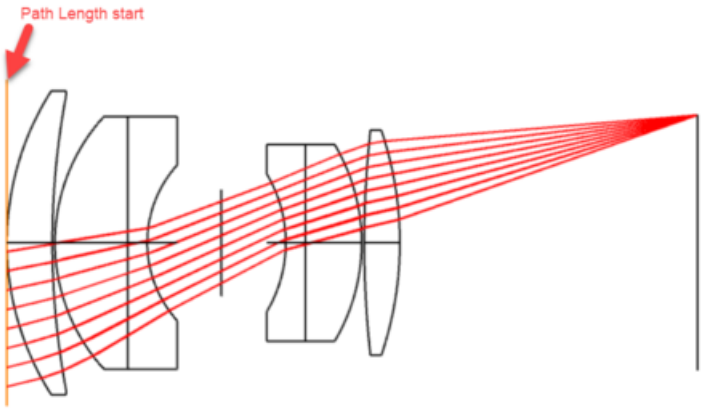
☒显示的第一组数据是实际光线数据。显示的值是光线与表面交点的坐标（位于表面局部坐标或全局坐标系中）。方向余弦（或子午角）是光线在表面中经折射后的值。

☒第二组数据与第一组数据一样，但这组数据是近轴光线数据。子午角始终是相对于局部Z轴计算的；不管全局坐标设置如何都是如此。

详述：

如果类型为"方向余弦(Dir Cosines)"，则还会显示光程和入射角。

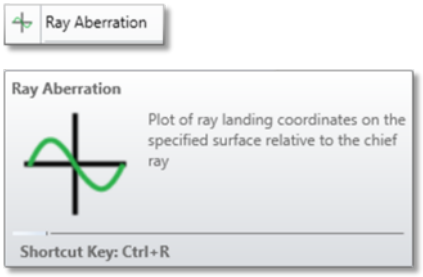
☒光程代表从前一表面到正在考虑的表面的光程。注意，光程可能为负值。对于有限共轭，光程沿物体点发出的光线测量。对于无限共轭（物体为无穷大），光程由与表面1顶点处的局部Z轴正交的平面测量得到。

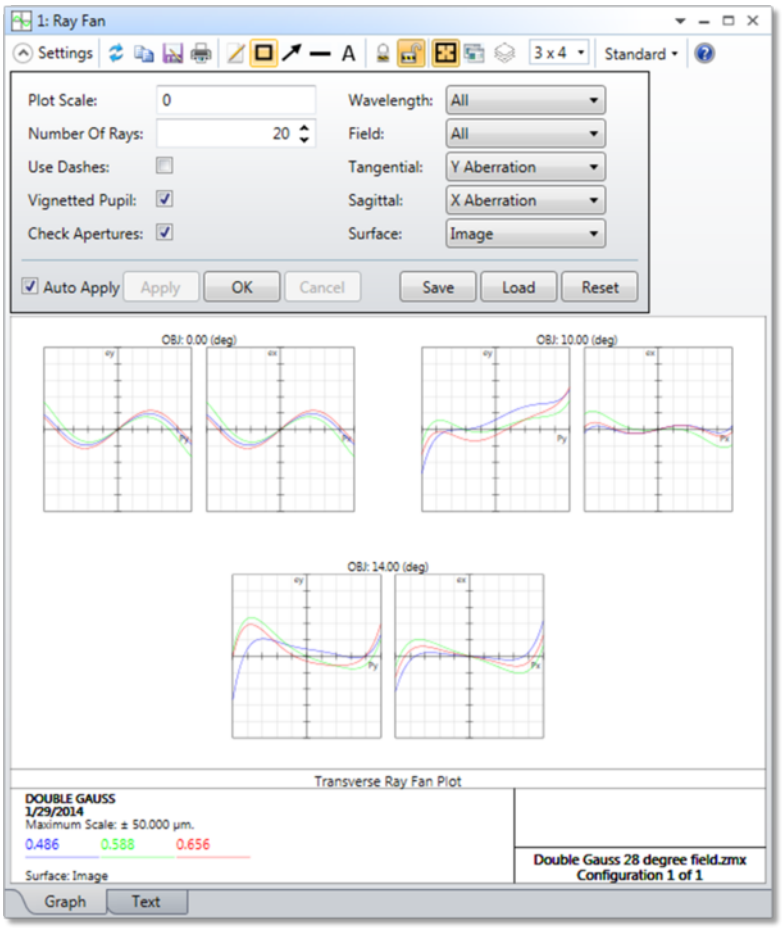


☒"Angle in"为入射角。请注意对于坐标断点面，"Angle in"数据是表面旋转之前光线相对于局部XY平面的入射角。而"X/Y/Z法线(X/Y/Z-normal)"数据是该坐标断点面按其参数旋转后的法线数据。

3.2.1.2. 光线像差（光线和光斑）(Ray Aberration (rays and spots))

显示光线像差随光瞳坐标变化的函数图。





绘图比例**(Plot Scale)** 设置绘图的最大垂直比例尺。光扇图的最大缩放是以微米为单位，光程差图的最大缩放是以波数为单位，光瞳像差图的最大缩放是以百分比为单位。此设置将覆盖图形缩放的自动选择值。输入零则为自动缩放。

光线数**(Number of Rays)** 在原始图形每一侧追迹的光线数量。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

子午**(Tangential)** 选择用于绘制子午光扇图的像差分量。由于子午光扇图随y光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的y分量。

弧矢**(Sagittal)** 选择用于绘制弧矢光扇图的像差分量。由于弧矢光扇图随x光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的x分量。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

检查孔径**(Check Apertures)** 选择是否检查光线通过所有表面孔径。如果选中，将不会绘制未穿过表面孔径的光线。如果取消选中，则在Z轴上画一条额外的水平线，表示光圈未被检查，且光线穿过整个区域。

渐晕光瞳**(Vignetted Pupil)** 如果选中，光瞳轴将根据未渐晕光瞳进行缩放，此时此数据将反映系统中的渐晕情况。如果取消选中，则光瞳轴将缩放至存在渐晕的光瞳。

表面**(Surface)** 选择要评估的光扇所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅下文"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

详述**(Discussion)**

子午光扇图可显示随光线y光瞳坐标变化的垂轴像差的x或y分量。默认选项为绘制像差的y分量。但是，由于垂轴像差为矢量，因此这并不能完全描述像差。OpticStudio在绘制y分量时，图中标记为EY，绘制像差的x分量时，图中标记为EX。

图形底部显示纵轴比例尺。被描绘的数据是光线与表面交点坐标和主光线与表面交点坐标之间的差值。子午光扇是随y光瞳坐标变化时的光线（与表面交点处）x或y坐标与主波长主光线（与表面交点处）x或y坐标之间的差值图。弧矢光扇是随x光瞳坐标变化时的光线x或y坐标与主光线x或y坐标之间的差值图。每张图的横轴比例尺都是归一化的入瞳坐标，可以为PX或PY。

如果显示"所有"波长，则绘图将参考主波长主光线。如果是单波长，则将使用选定波长的主光线作为参考。因此，在单波长和多波长显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

由于光线像差为矢量，同时包含x和y分量，因此光线像差扇形图并不能完全描述像差，尤其在像面发生旋转或系统以其它方式进行非旋转对称时更是如此。同样，光扇代表的只是沿两"薄片"到达光瞳的光束而不是在整个入瞳上的像差。光线光扇图的主要目的是确定系统中存在何种像差；不能完全描述系统性能，尤其对于非旋转对称性的系统更是如此。

在中间面上的结果评估

OpticStudio 运用假设来计算除像面之外的中间面分析结果。这些假设适用于大部分情况，但在某些情况下，此处描述的用于分析中间面的方法可能并不适用，包括需要进行光线瞄准的系统。出于分析目的，所有对所描述透镜的更改，都是在拷贝原始镜头数据基础上进行的，因此原始镜头数据不会有任何变化。

如果视场类型为实际像高或近轴像高，则针对无限或有限共轭系统的视场类型将分别更改为视场角或物高。在对未更改的系统进行计算时，视场角与高度分别对应于主波长主光线视场角和高度。

如果所选的中间面在光阑面之前，则OpticStudio将移动光阑面移至现有表面1之前的虚拟空间（可能为发散空间）。除非系统孔径的定义为物方数值孔径或锥角，否则系统孔径将更改为入瞳直径，且孔径值被设置为等于针对原来光阑位置计算得到的原始近轴入瞳直径。请注意，此假设可能并不适用于需要进行光线瞄准的系统。如果选定的表面在光阑面之后，则不对系统孔径或光阑面定义进行任何更改。

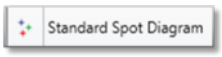
然后删除在选定面之后的表面。新像面的玻璃设定与选定面的玻璃设定相同。

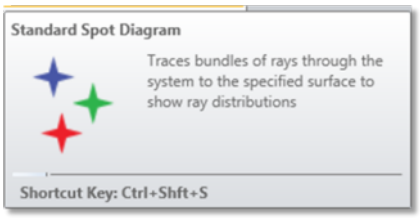
如果光线从指定表面折射后是聚集于焦点上，那么大多数分析功能对于有焦模式系统的结果计算更有用。例如，仅当在该表面的（可能是虚拟的）焦点处测量OPD时，OPD图通常是有用的诊断工具。其它需要形成临时像面的功能包括PSF、MTF和衍射圈入能量。对于这些需要使用临时像面的功能，新像面将设定为标准平面。选定面的厚度将进行近轴边缘光线高度求解，以便使新像面放在选定面的近轴焦点处。然后在此新创建的中间像面处继续进行分析计算。请注意，相应的计算分析是在光线通过选定面折射后形成的近轴焦点处进行的。如果中间系统处于无焦模式，则不执行这种近轴焦点的转换。

有关无焦模式的更多信息，请参阅系统选项中孔径部分的"无焦像空间"。

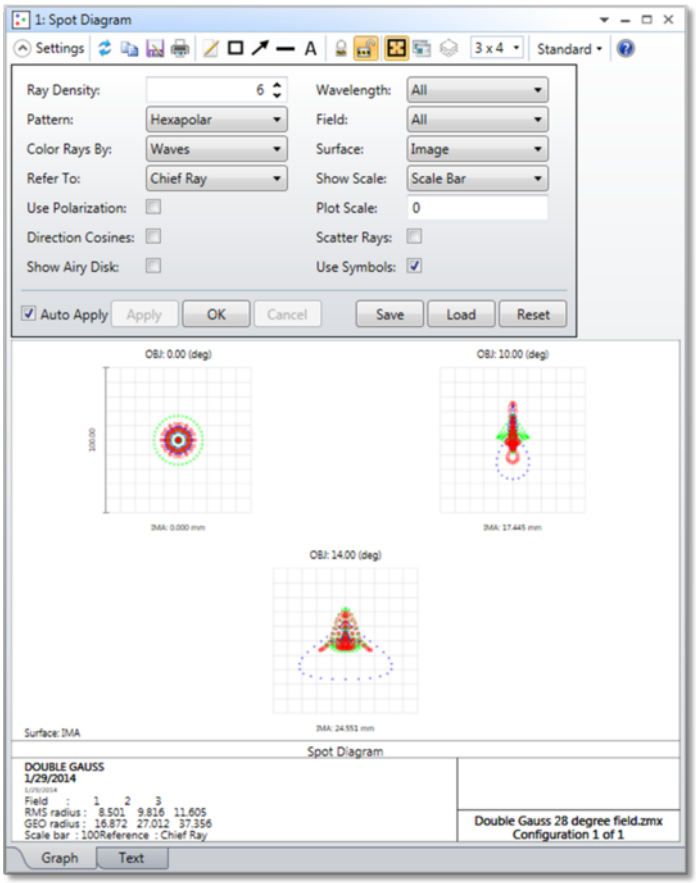
针对其他一些分析功能，不另做调整使光线聚焦在新像面上而直接在中间面上进行数据评估，其分析结果会更有用。这些功能包括各种点列图、光迹分析、几何圈入能量、线/边缘扩展函数和扩展光源圈入能量。

3.2.1.3. 标准点列图(Standard Spot Diagram)





在光学系统中追迹光线束至特定表面，从而显示该表面上的光线分布图。



图样**(Pattern)** 图样可以是六边形、方形或杂乱的形状。这些选项是指光线出现在光瞳平面中时形成的图样。如果需要，可通过让透镜明显离焦来查看图样。杂乱点列图是由伪随机光线生成的，可消除矩形或六边形图样等典型点列图中的对称伪像。如果指定光瞳切趾，图样将产生畸变，以便提供正确的光线分布信息。没有可供使用的"最佳"图样；每种图样的点列图都具有不同的特征。

参考**(Refer To)** 点列图默认参考真实主光线。假设主光线是"零像差"点，可计算图底部列出的（在详述部分所定义的）RMS和GEO光斑半径。但是，此选项允许选择其它参考点。质心是根据所追迹光线的位置平均值定义的。中心通过使正负x和y方向的最大光线误差相等来定义。顶点是根据选定面上的局部坐标0,0定义的。如果系统是在无焦模式下，则使用主光线参考而非顶点参考。

显示比例**(Show Scale)** "比例尺"是默认设置。若选择"方形(Square)"，将绘制一个以参考点为中心的方框，其宽是参考点到最远光线的距离的两倍。若选择"十字(Cross)"，将绘制一个通过参考点位置的十字。

"圆(Circle)"设置可用于绘制一个以参考点为中心的圆。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

表面**(Surface)** 选择要评估的点列图所位于的表面。此选项对评估中间像面或渐晕十分有用。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置显示的最大缩放尺寸（以微米为单位）。若设置为零，将生成一个默认比例。

离焦间隔**(Delta Focus)** 仅当选择离焦点列图时才使用"离焦间隔"选项。

对于有焦系统，离焦间隔是指点列图之间的Z轴间隔（以微米为单位）。对于无焦系统，离焦间隔是指点列图之间的光焦度间隔（以屈光度为单位）。

每个视场位置将显示五个点列图。离焦将提供-2、-1、0、1和2倍的离焦间隔。

光线密度**(Ray Density)** 指定要追迹的六边环数量（如果选择六边形或杂乱图样），或者（选择矩形图样时）沿宽和高的光线数量。追迹的光线数量越多，RMS光斑半径的准确性越高，但计算时间会增加。第一个六边环中有6条光线，第二个六边环中有12条光线，第三个六边环中有18条光线，依此类推。光线密度最小值是3。

使用标注**(Use Symbols)** 如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的非点标注。这可以帮助区分各种波长。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

散射光线**(Scatter Rays)** 如果选中，光线将在统计上散射到已定义散射属性的光线与表面的交点上。请参阅"表面散射设置（Surface scattering settings）"。

艾里斑**(Airy Disk)** 如果选中，将在各光斑周围绘制显示艾里椭圆大小的椭圆环。艾里斑半径是1.22倍的波长（如果是多波长，则使用主波长）乘以系统的F/#；通常取决于视场位置、光瞳方向和可能渐晕的光线（在无法追迹边缘光线的情况下）。

方向余弦**(Direction Cosines)** 如果选中，显示的数据将是光线的方向余弦，而不是光线的空间坐标。x方向数据将是光线的x方向余弦，y方向数据将是y方向余弦。此外，还将提供像面坐标作为参考点方向余弦。方向余弦是无量纲的。

结构**(Configuration)** 选择"所有"可一次显示所有结构的数据，也可以选择要显示的一个结构，或者选择"当前"，则仅显示当前结构。如果选择"所有"，并且已定义有焦和无焦模式结构，则"结构"设置会自动重置为"当前"。

光线颜色**(Color Rays By)** 通过选择"视场#(Field #)"可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择"波长#(Wave #)"以区分不同波长的光线，或选择"结构#(Config #)"以区分不同结构的光线，以及选择"波长(Wavelength)"模拟可见光谱中的波长颜色。

详述

光线密度的最大值基于所显示的视场数量、所定义的波长数量和可用内存。离焦点列图将追迹的光线数是标准点列图上最大光线数量的一半。

绘图上列出的每个视场点的GEO光斑半径是从参考点（参考点为下列三者之一，主波长主光线、追迹的所有光线的质心或点集群的中心）到距离参考点最远的光线的距离。换言之，GEO光斑半径是以参考点为中心且包含所有光线的圆的半径。

RMS光斑半径是均方根径向尺寸。先对所有光线中每条光线和参考点之间的距离计算均方值，然后计算平方根。由于RMS光斑半径的计算取决于每条光线，因此其为光线传播提供了一个大致概念。GEO光斑半径仅提供关于距离参考点最远的一条光线的信息。

有关X和Y RMS光斑半径的信息，请参阅点列图的"文本"中的列表。

艾里斑半径是1.22倍的波长（如果是多波长，则使用主波长）乘以光束的F/#，通常取决于视场位置和光瞳方向。这是均匀照亮的圆形入瞳的第一个艾里斑暗环半径。可以选择绘制艾里斑，以了解绘图的规模。例如，如果所有光线都完全在艾里斑内，则此系统通常被视为"衍射极限"。如果RMS光斑半径明显大于艾里斑半径，则此系统不是衍射极限。衍射极限系统性能阈值取决于所使用的标准。对于系统是否为衍射极限这一问题，不存在绝对边界条件。如果系统照度不均匀或者使用渐晕消除了某些光线，则显示的艾里斑不能准确表示衍

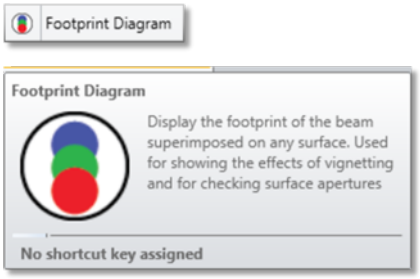
射暗环的形状或大小。 OpticStudio 不能在点列图上绘制渐晕光线，也不能在计算RMS或GEO光斑半径时使用它们。

OpticStudio可根据波长权重因子和光瞳切趾（如果有）生成光线网格。权重值最大的波长将使用"光线密度"选项所设定的最大网格尺寸。权重值较低的波长将使用较少光线的网格，以保持图中内容表示的正确性。如果指定切趾，光线网格也会产生畸变，以保持正确的光线分布。点列图上注明的RMS光斑半径考虑了波长权重和切趾因子。但是，该值只是根据实际追迹的光线对RMS光斑半径进行估算的值。对于某些系统，此估值不是很准确。

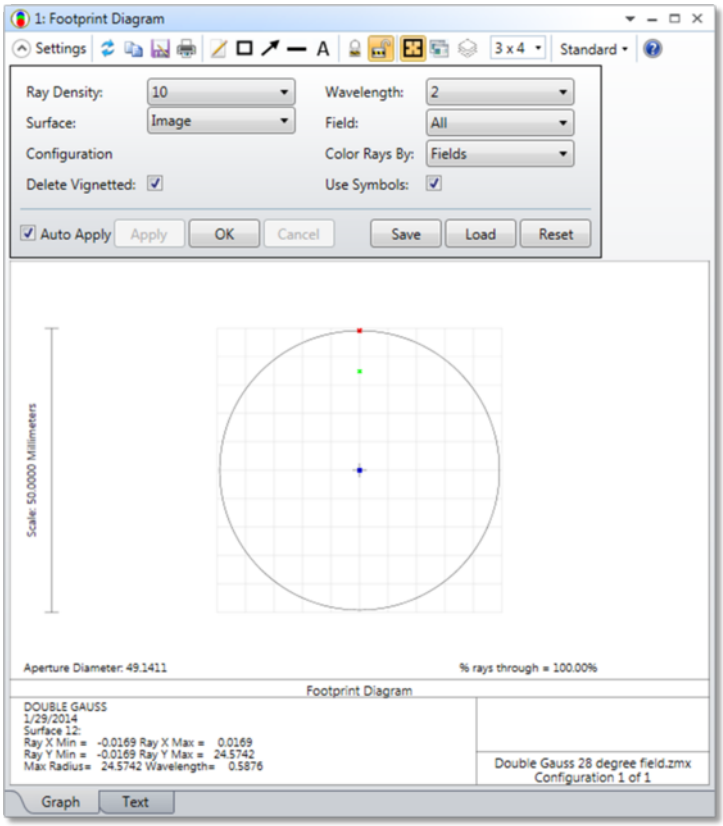
每个点列图下面都显示了参考点与像面的交点坐标。如果指定非像面表面，则这些坐标是参考点与该表面的交点坐标。由于可以选择参考点作为质心，这种方法可方便地确定质心坐标。如果系统使用的是无焦模式，则会提供与局部Z轴有关的像面坐标（以弧度为单位）。

在绘图窗口中，可使用左/右光标键更改表面编号并重新计算数据。

3.2.1.4. 光迹图(Footprint Diagram)



显示叠加在任何表面上的光束的光迹。用于显示渐晕效应以及检查表面孔径。



光线密度**(Ray Density)** 定义穿过半个光瞳追迹的光线数；若设置为10，将追迹21 x 21光线网格。

"环形(Ring)"选项可根据每个视场和波长追迹光瞳边缘四周的360条边缘光线。"环形"选项将自动确定未渐晕的边缘光线 的径向坐标，以模拟任何表面的光束形状，但在光束射入焦散面时，将产生错误的结果。

表面**(Surface)** 显示光迹图所分析的表面。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选中，则不绘制被后续表面渐晕的光线。被先前表面渐晕的光线不会被绘制。

使用标注**(Use Symbols)** 如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的非点标注。这可以帮助区分各种波长。

结构**(Configuration)** 选择"所有(All)"可显示所有结构，选择"当前(Current)"仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

光线颜色**(Color Rays By)** 通过选择"视场#(Field #)"可使用不同颜色以区分不同视场位置的光线，或选择"波长#(Wave#)"以区分不同波长的光线，选择"结构#(Config#)"以区分不同结构的光线，以及选择"波长(Wavelength)"模拟可见光谱中的波长颜色。

详述

此功能将先绘制表面形状，然后在该表面上叠加光线网格。如果表面没有孔径，则显示一个圆形表面形状，并且径向净孔径值使用净口径或半直径值。否则，将显示孔径的形状。表面孔径始终居中显示在框架中，即使实际表面上的孔径是偏心的也是如此。如果表面上有遮阑，将绘制遮阑以及根据净口径或半直径定义的圆形孔径。如果在不同结构中修改了选定表面的表面孔径，并且已选择多个结构，则仅绘制第一个结构的孔径。

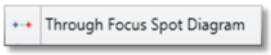
光线网格尺寸由光线密度参数指定，并且光线可以来自任何或所有视场，使用任何或所有波长。不会绘制被所示表面之前的表面渐晕的光线。如果选中"删除渐晕(delete vignetted)"，则不绘制被此表面或后续表面渐晕的光线，否则将绘制这些光线。如果选择任何系统光瞳切趾，则会对光线切趾。如果光线密度(Ray Density)不是"环形"，则会以光线百分比形式列出所示光线数除以所发射光线总数的值。

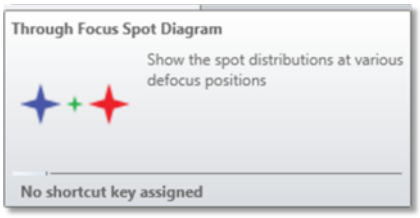
在绘图窗口中，可使用左/右光标键更改表面编号并重新计算数据。

关于光迹图中光线通过百分比和几何图像分析效率的注解

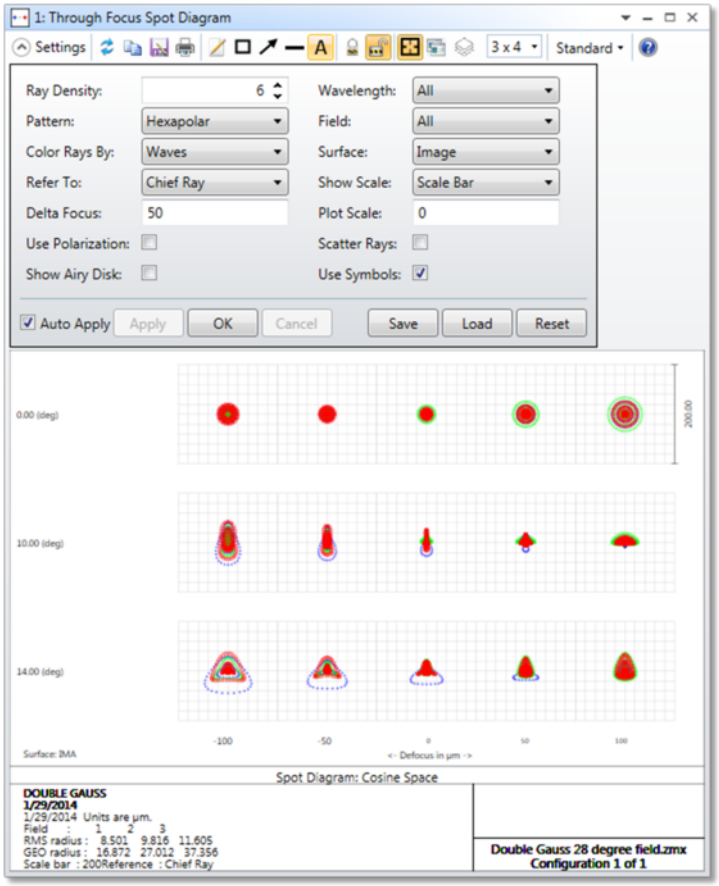
比较这两个值时应该小心谨慎。出于一些原因，用户可以发现这两个值之间存在差异。以下是观察到差异的一些可能原因。

3.2.1.5. 离焦点列图(Through Focus Spot Diagram)





按照焦平面的偏移量显示点列图。



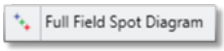
大部分选项与"标准点列图(Standard Spot Diagram)"的选项相同。

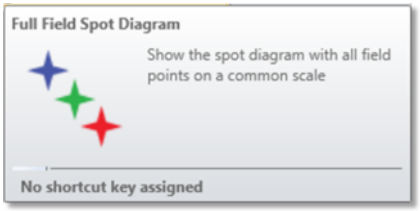
离焦范围**(Delta Focus)**：仅当选择离焦点列图时才使用"离焦间隔"选项。对于有焦系统，离焦间隔是指点列图之间的Z轴间隔（以微米为单位）。对于无焦系统，离焦间隔是指点列图之间的光焦度间隔（以屈光度为单位）。每个视场位置将显示五个点列图。离焦将提供-2、-1、0、1和2倍的离焦间隔。离焦范围单位是微米。对于某些系统，默认离焦间隔可能过小，不能改变点列图结构。

详述

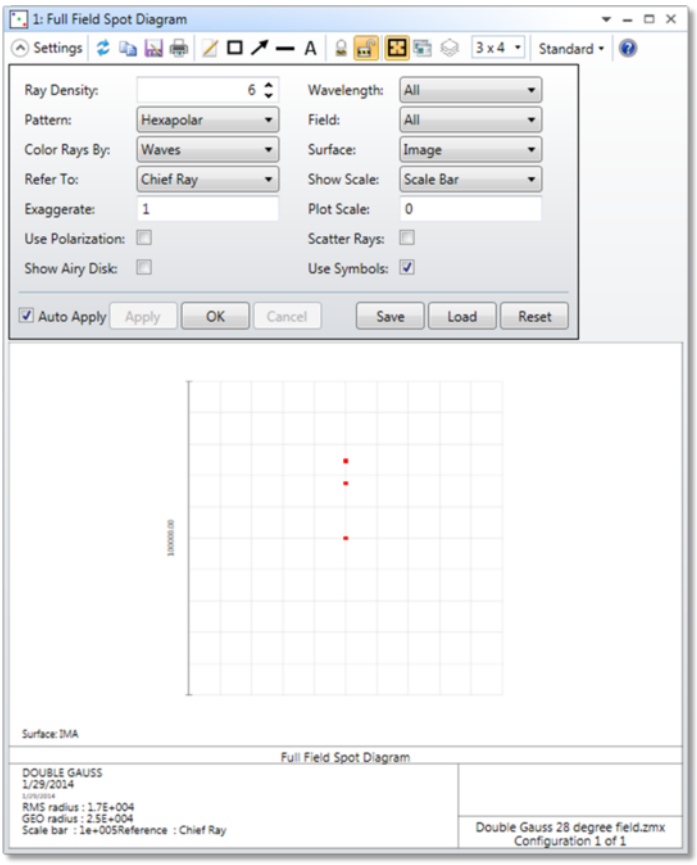
离焦点列图对估算像散或分析最佳焦点或焦深很有用。不支持"方向余弦"选项。

3.2.1.6. 全视场点列图(Full Field Spot Diagram)





在同一缩放图中显示所有视场点的点列图。

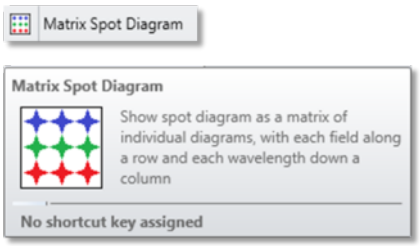


大部分选项与"标准点列图(Standard Spot diagram)"的选项相同。

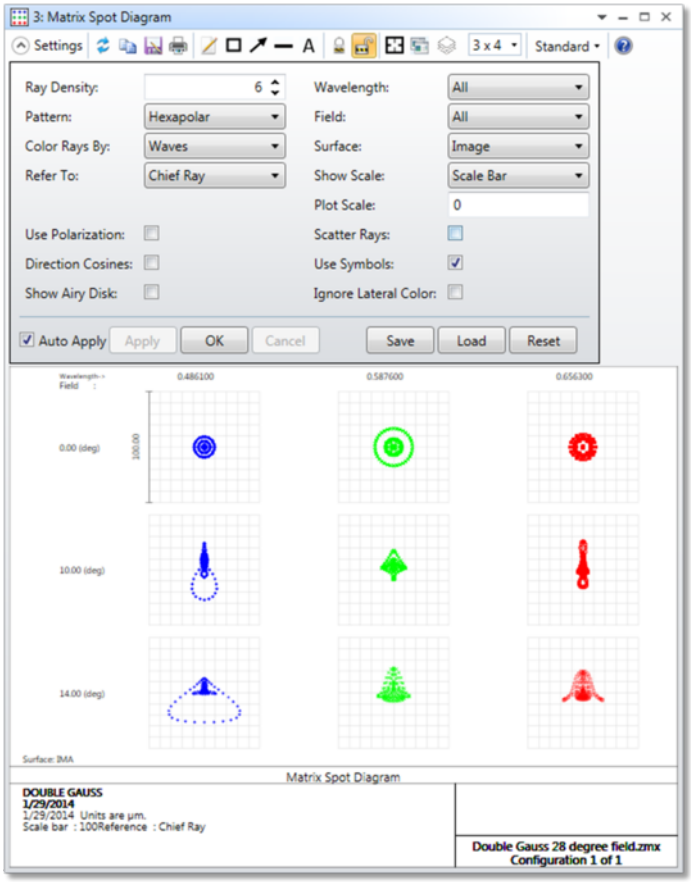
放大**(Exaggerate)** 此无量纲因子可放大垂轴像差，以使点列图结构更清晰，但使用此功能时明显存在固有畸变。如果选择"主光线"作为参考点，则将使用视场位置1的主光线。

详述 除了绘制同一参考点（而不是每个视场位置的单独参考点）的所有相关光斑以外，"全视场"点列图类型与"标准"类型相似。这样可以表现光斑相对于其它视场点的外观。例如，可以使用此方法确定是否可以分辨两个紧挨着的像点。如果光斑半径比总视场尺寸小，则"全视场"点列图类型不太适用，因为此时每个视场的光斑比光斑之间的距离小得多。要增加光斑的细节，请为放大设置输入一个因子。

3.2.1.7. 矩阵点列图(Matrix Spot Diagram)



将单个点列图集合形成点列图矩阵，矩阵的行(Row)为不同视场，矩阵的列(Column)为不同波长。

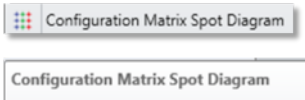


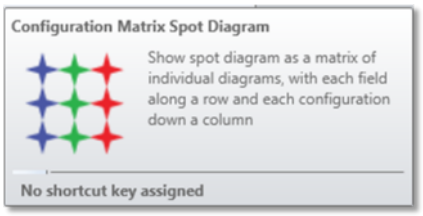
除了增加以下选项以外，矩阵点列图的选项与标准点列图的选项相似。

忽略垂轴色差**(Ignore Lateral Color)** 如果选中此选项，将使每个点列图都单独参考每个视场和波长的参考点。此选项可有效忽略垂轴色差的效果，从而移置每个波长的参考点。

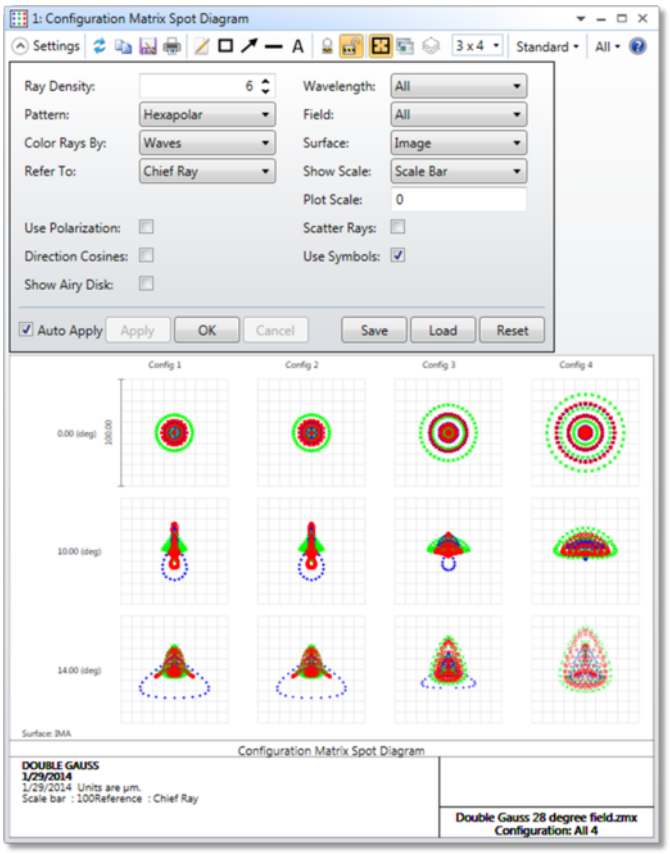
详述**(Discussion)** 矩阵图便于区分与波长有关的像差的分量。

3.2.1.8. 结构矩阵点列图(Configuration Matrix Spot Diagram)





将单个点列图集合形成点列图矩阵，矩阵的行(Row)为不同视场，矩阵的列(Column)为不同结构。

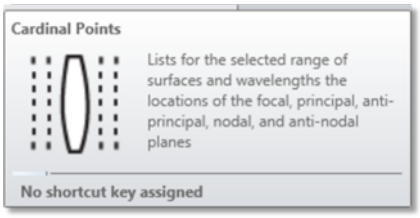


结构矩阵点列图的选项与标准点列图的选项相似。

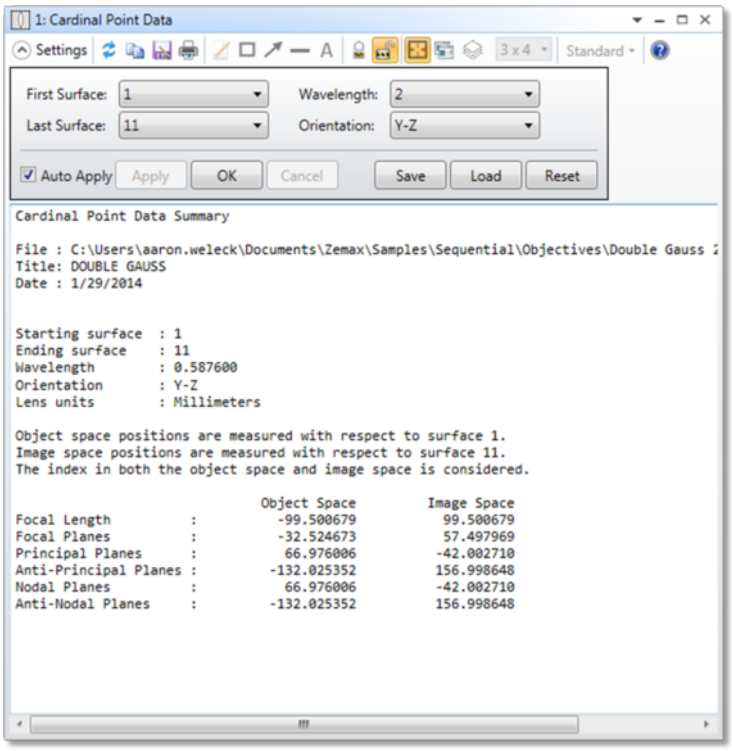
详述

结构矩阵图便于区分与结构相关像差的分量。沿绘图左侧列出视场位置；如果显示多重结构，并且在多重结构定义中视场变化是其中一部分，则仅列出最后一个结构的视场位置。

3.2.1.9. 基点（光线和光斑）(Cardinal Points (rays and spots))



选定表面范围，同时选定波长后，可使用此功能计算以下各面位置，如：主平面、节点平面、反节点平面和焦平面。针对任何定义的波长以及X-Z或Y-Z方向进行计算。



起始面**(First Surface)** 要计算基点数据的一组面中起始面的编号。

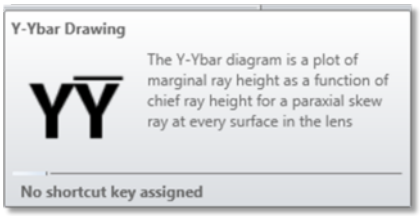
终止面**(Last Surface)** 要计算基点数据的一组面中终止面的编号。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长的编号。

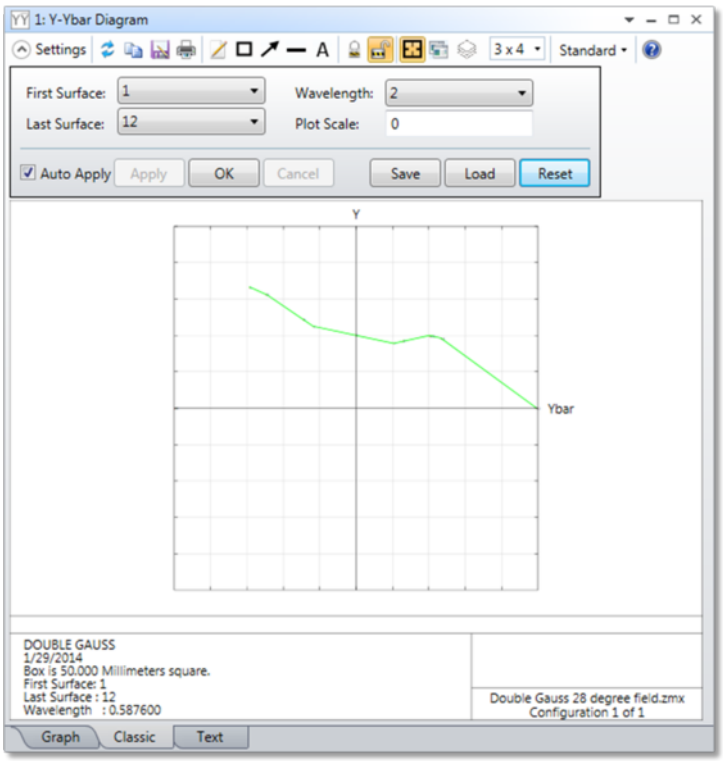
方向**(Orientation)** 计算基面位置使用的方向。

详述**(Discussion)** 如果选定的表面范围中包含坐标断点或非中心光学表面，则此功能返回的结果可能不可靠。

3.2.1.10. Y-Ybar图(Y-Ybar Drawing)



Y-Ybar图是镜头中每个表面近轴倾斜光线的边缘光线高度与主光线高度的关系图。



起始面**(First Surface)** 要绘制数据的第一个表面。

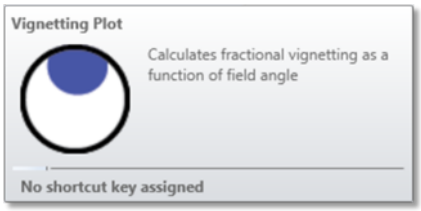
终止面**(Last Surface)** 要绘制数据的最后一个表面。

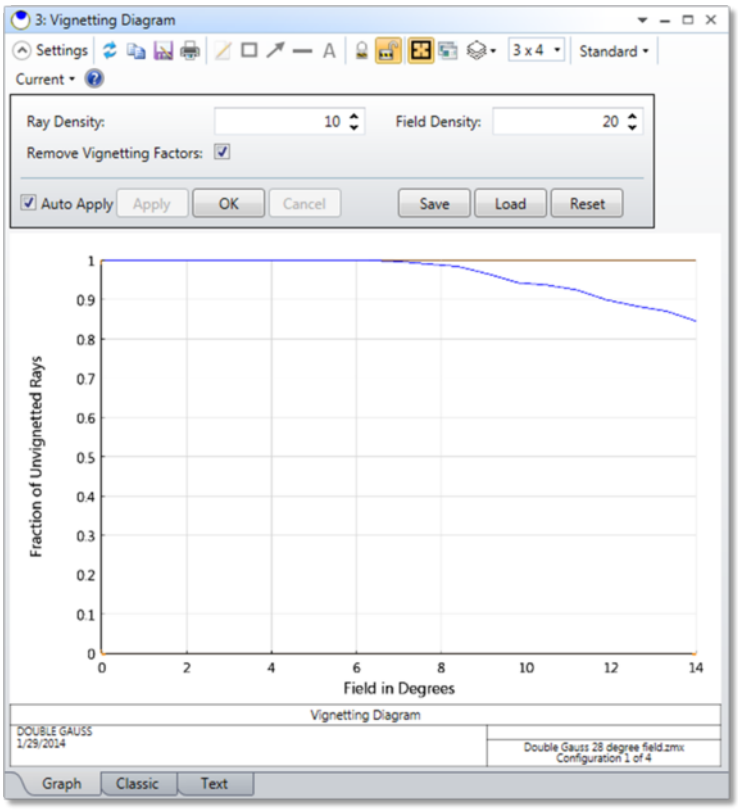
波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置最大绘图比例。绘图始终显示在一个方框中；默认的比例是最大横向光线坐标。输入零表示自动比例。

3.2.1.11. 渐晕图(Vignetting Plot)

按视场角函数计算渐晕分数。此功能适用于旋转对称的透镜和视场，因为本次计算中仅使用主波长的正y视场角。这是一种几何计算。





光线密度**(Ray Density)** 光线密度指定要追迹的光线数量。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。若光线密度为n，OpticStudio将在每个视场点追迹(2n+1)x(2n+1)光线网格。光线密度最小值是5。

视场密度**(Field Density)** 视场密度是指零度和指定的最大视场角之间的点数量，在该角度计算渐晕，对中间值进行插值。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)** 渐晕分数是指所有穿过系统遮阑和孔径入射到入瞳并到达像面的光线的百分比，归一化至相对光瞳面积。该功能生成的图形按视场位置函数显示渐晕分数。如果使用的光线过少，则结果可能不准确。在具有许多孔径和较大视场角的系统中，尤其如此。

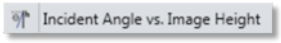
导致出错的光线（例如错过表面的光线或全内反射的光线）视为渐晕光线。

另请参见"相对照度(Relative Illumination)"。

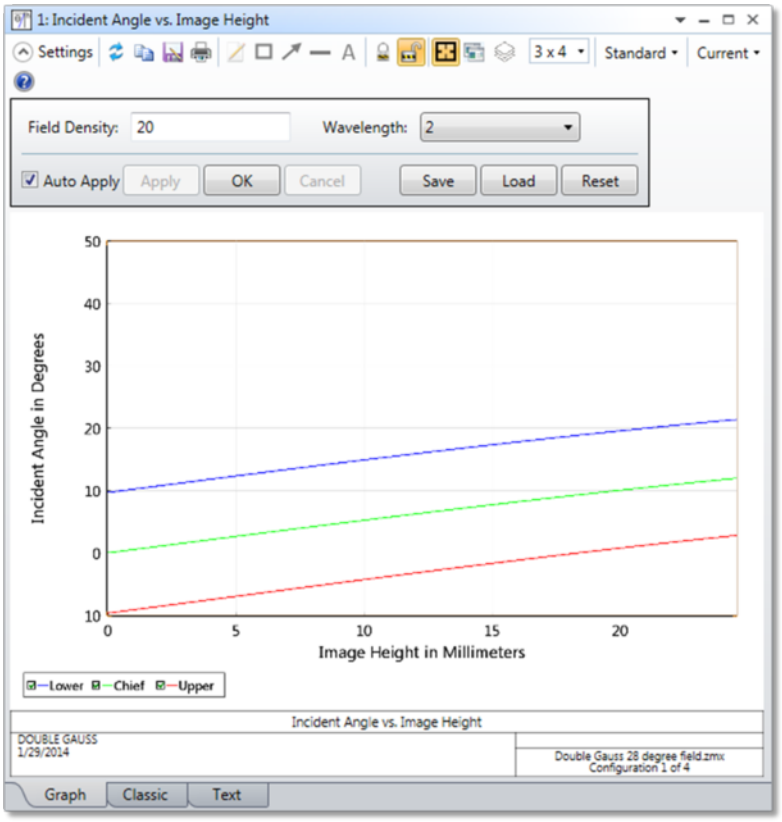
关于渐晕因子的注解

渐晕因子可确定从不同视场点看到的光瞳尺寸和形状（完整详述参见"渐晕因子"）。由于该分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点位置的光线，因此建议别使用渐晕因子。如果选中"除去渐晕因子(Remove Vignetting Factors)"（默认），则在本计算中，任何定义的渐晕因子均自动替换为表面孔径。在光线过度填充光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是光学器件孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，请取消勾选"除去渐晕因子"复选框。之后，OpticStudio将使用最接近的已定义视场来确定用于任意视场点的渐晕因子。

3.2.1.12. 入射角 vs 像高(Incident Angle vs. Image Height)



该功能主要根据像高函数计算上下边缘光线及主光线在像面上的入射角。



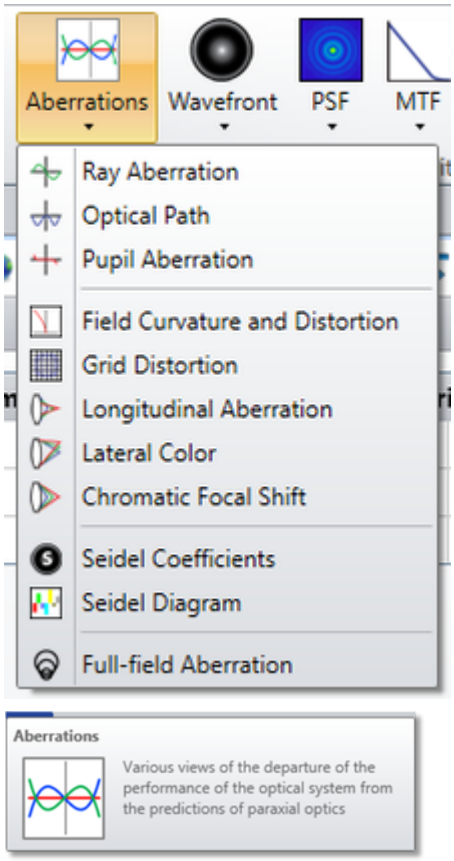
视场密度**(Field Density)** 从0到最大+y视场坐标的视场点数。

波长**(Wavelength)** 用于分析的波长编号。

详述**(Discussion)** 该功能可追迹三条光线：入瞳底部的一条光线、主光线和入瞳顶部的一条光线。计算这三条光线各自随视场坐标从0变化为最大+y视场时的像面（假设为平面）入射角（有正负之分）。此外，还可计算基于主光线y轴截距坐标（表示）的像高。随后，该功能将会根据最终像高函数绘制三个所得的角度图（或以文本形式列出）。

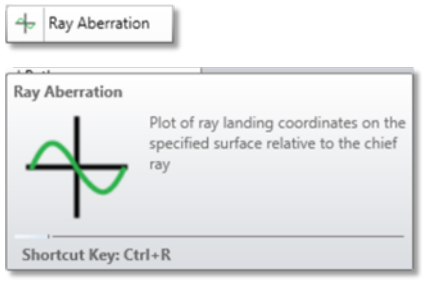
该功能仅适用于无渐晕的旋转对称性系统，并且可能不会针对其它类型的系统产生有意义的结果。

3.2.2. 像差（像质分析组）(Aberrations (Image Quality Group))

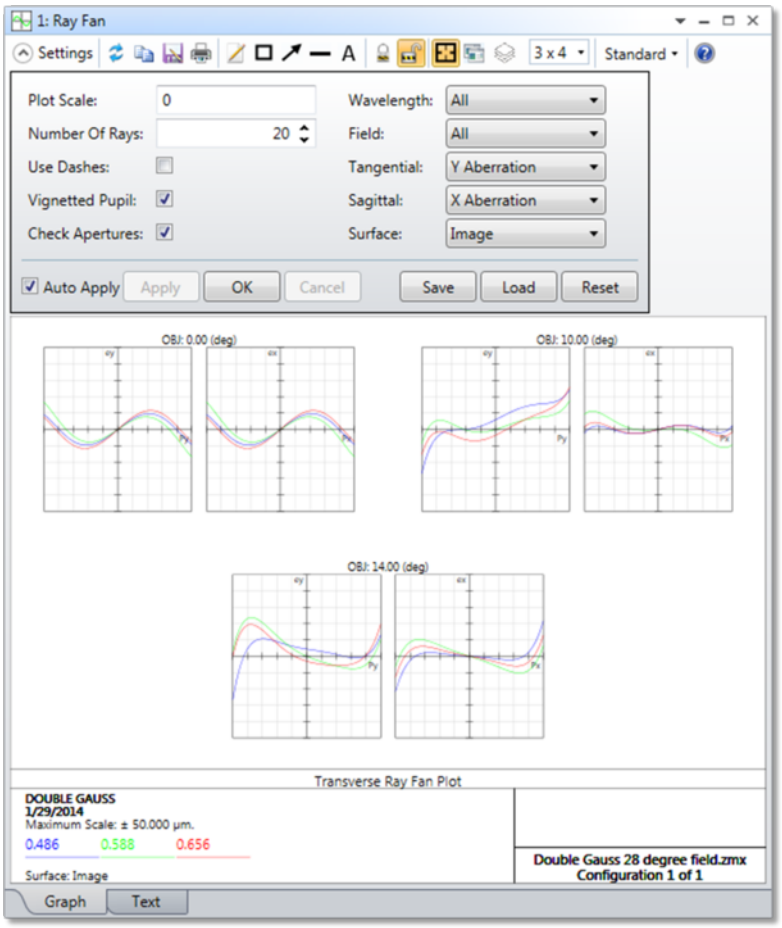


通过多种光学像差图表，查看与近轴光学系统性能的偏离。

3.2.2.1. 光线像差图（像差分析）(Ray Aberration (Aberrations))



显示光线像差随光瞳坐标变化的函数图。



绘图比例**(Plot Scale)** 设置绘图的最大垂直比例尺。光扇图的最大缩放是以微米为单位，光程差图的最大缩放是以波数为单位，光瞳像差图的最大缩放是以百分比为单位。此设置将覆盖绘图比例的自动选择值。输入零则为自动缩放。

光线数**(Number of Rays)** 在原始图形每一侧追迹的光线数量。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

子午**(Tangential)** 选择用于绘制子午光扇图的像差分量。由于子午光扇图随y光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的y分量。

弧矢**(Sagittal)** 选择用于绘制弧矢光扇图的像差分量。由于弧矢光扇图随x光瞳坐标变化，因此默认为绘制像差的x分量。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

检查孔径**(Check Apertures)** 指定是否检查光线是否通过所有表面孔径。如果选中，将不会绘制未穿过表面孔径的光线。

渐晕光瞳**(Vignetted Pupil)** 如果选中，光瞳轴将根据未渐晕光瞳进行缩放，此时此数据将反映系统中的渐晕情况。如果取消选中，则光瞳轴将缩放至存在渐晕的光瞳。

表面**(Surface)** 选择要评估的光扇所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

详述**(Discussion)**

子午光扇图可显示随光线y光瞳坐标变化的垂轴光线像差的x或y分量。默认选项为绘制像差的y分量。但是，由于垂轴光线像差为矢量，因此这并不能完全描述像差。OpticStudio在绘制y分量时，图中标记为EY，绘制像差的x分量时，图中标记为EX。

图形底部显示纵轴比例尺。被描绘的数据是光线与表面交点坐标和主光线与表面交点坐标之间的差值。子午光扇是随y光瞳坐标变化时的光线（与表面交点处）x或y坐标与主波长主光线（与表面交点处）x或y坐标之间的差值图。弧矢光扇是随x光瞳坐标变化时的光线x或y坐标与主光线x或y坐标之间的差值图。每张图的横轴比例尺都是归一化的入瞳坐标，可以为PX或PY。

如果显示"所有"波长，则绘图将参考主波长主光线。如果是单波长，则将使用选定波长的主光线作为参考。因此，在单波长和多波长显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

由于光线像差为矢量，同时包含x和y分量，因此光线像差扇形图并不能完全描述像差，尤其在像面发生旋转或系统以其它方式进行非旋转对称时更是如此。同样，光扇代表的只是沿两"薄片"到达光瞳的光束而不是在整个入瞳上的像差。光扇图的主要目的是确定系统中存在何种像差；不能完全描述系统性能，尤其对于非旋转对称性的系统更是如此。

在中间面上的结果评估

OpticStudio运用假设来计算除像面之外的中间面分析结果。这些假设适用于大部分情况，但在某些情况下，此处描述的用于分析中间面的方法可能并不适用，包括需要进行光线瞄准的系统。出于分析目的，所有对所描述透镜的更改，都是在拷贝原始镜头数据基础上进行的，因此原始镜头数据不会有任何变化。

如果视场类型为实际像高或近轴像高，则针对无限或有限共轭系统的视场类型将分别更改为视场角或物高。在对未更改的系统进行计算时，视场角与高度分别对应于主波长主光线视场角和高度。

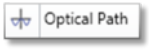
如果所选的中间面在光阑面之前，则OpticStudio将移动光阑面移至现有表面1之前的虚拟空间（可能为发散空间）。除非系统孔径的定义为物空间数值孔径或锥角，否则系统孔径将更改为入瞳直径，且孔径值被设置为等于针对原来光阑位置计算得到的原始近轴入瞳直径。请注意，此假设可能并不适用于需要进行光线瞄准的系统。如果选定的表面在光阑面之后，则不对系统孔径或光阑面定义进行任何更改。

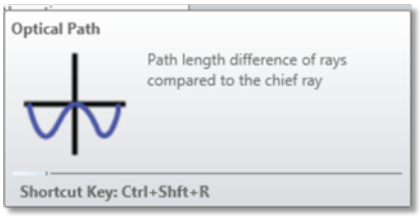
然后删除在选定面之后的表面。新像面的玻璃设定与选定面的玻璃设定相同。

如果光线从指定表面折射后是聚集于焦点上，那么大多数分析功能对于有焦模式系统的结果计算更有用。例如，光程差图通常是一种有用的系统检查分析，但必须在焦面（可能为虚焦点）处进行光程差测量才是有用的分析。其它需要形成临时像面的功能包括PSF、MTF和衍射圈入能量。对于这些需要使用临时像面的功能，新像面将设定为标准平面。选定面的厚度将进行近轴边缘光线高度求解，以便使新像面放在选定面的近轴焦点处。然后在此新创建的中间像面处继续进行分析计算。请注意，相应的计算分析是在光线通过选定面折射后形成的近轴焦点处进行的。如果中间系统处于无焦模式，则不执行这种近轴焦点的转换。有关无焦模式的更多信息，请参阅"无焦像空间(Afocal Image Space)"。

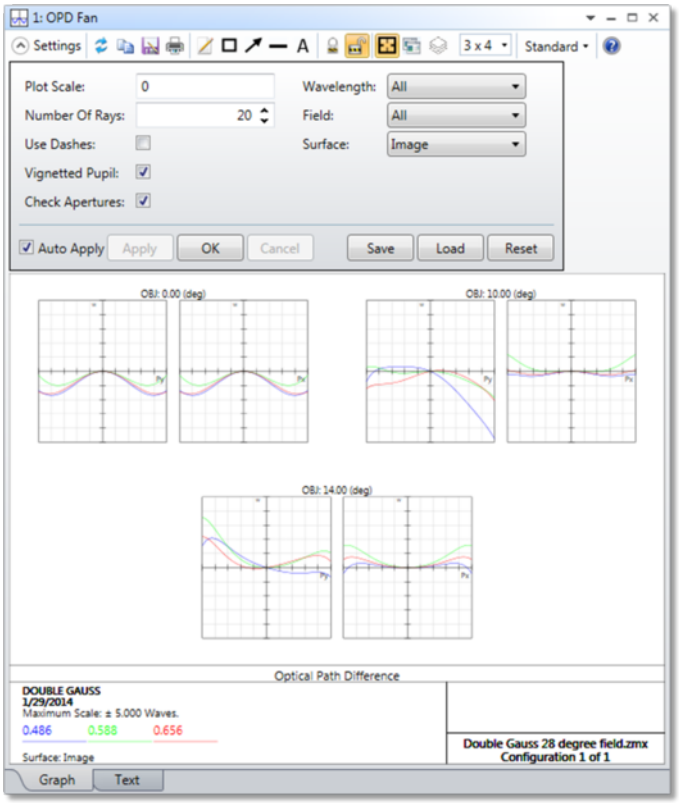
针对其他一些分析功能，不另做调整使光线聚焦在新像面上而直接在中间面上进行数据评估，其分析结果会更有用。这些功能包括各种点列图、光迹分析、几何圈入能量、线/边缘扩展函数和扩展光源圈入能量。

3.2.2.2. 光程差(Opical Path Difference)





显示随光瞳坐标变化的光程差。



这些选项与光线像差扇形图的选项相同，不同的是"子午"和"弧矢"的唯一选项为光程差(OPD)，因为光程差是一种标量。

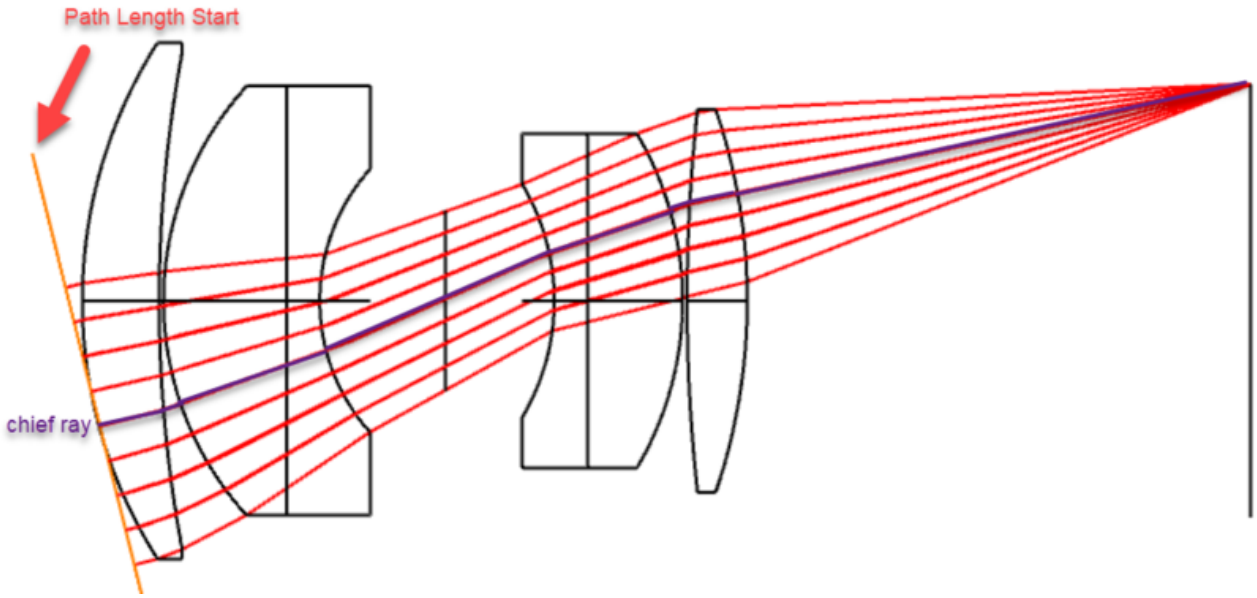
详述

垂直轴比例尺在图形底部给出。标绘的数据为光程差，它是光线的光程和主光线光程的差值。一般情况下，此计算也会回溯引用到系统出瞳位置处光程之间的差值。如需了解更多信息，请参见OPD参考(Reference OPD)。每个图形的水平比例尺都是归一化的入瞳坐标。

如果显示"所有"波长，那么基于参考球面和主光线的主波长将参考该图。但是，由此得出的OPD值是以波长为单位的每个对应波长。如果是单波长，则将使用选定波长的参考球面和主光线作为参照。因此，在单波长和多波长显示之间切换时，非主波长的数据通常会发生变化。

对于无限共轭，在起始面的主光线交点处定义平面相位参考。这个平面参考方向与主光线垂直；波前是平面波，相位零点是任意的。光程长度起始于这个平面相位参考。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



在中间面上的结果评估

OpticStudio 运用假设来计算除像面之外的中间面分析结果。这些假设适用于大部分情况，但在某些情况下，此处描述的用于分析中间面的方法可能并不适用，包括需要进行光线瞄准的系统。出于分析目的，所有对所描述透镜的更改，都是在拷贝原始镜头数据基础上进行的，因此原始镜头数据不会有任何变化。

如果视场类型为实际像高或近轴像高，则针对无限或有限共轭系统的视场类型将分别更改为视场角或物高。在对未更改的系统进行计算时，视场角与高度分别对应于主波长主光线视场角和高度。

如果所选的中间面在光阑面之前，则OpticStudio将移动光阑面移至现有表面1之前的虚拟空间（可能为发散空间）。除非系统孔径的定义为物方数值孔径或锥角，否则系统孔径将更改为入瞳直径，且孔径值被设置为等于针对原来光阑位置计算得到的原始近轴入瞳直径。请注意，此假设可能并不适用于需要进行光线瞄准的系统。如果选定的表面在光阑面之后，则不对系统孔径或光阑面定义进行任何更改。

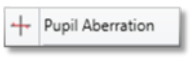
然后删除在选定面之后的表面。新像面的玻璃设定与选定面的玻璃设定相同。

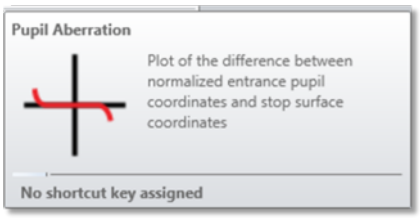
如果光线从指定表面折射后是聚集于焦点上，那么大多数分析功能对于聚焦模式系统的结果计算更有用。例如，仅当在该表面的（可能是虚拟的）焦点处测量OPD时，OPD图通常是有用的诊断工具。其它需要形成临时像面的功能包括PSF、MTF和衍射圈入能量。对于这些需要使用临时像面的功能，新像面将设定为标准平面。选定面的厚度将进行近轴边缘光线高度求解，以便使新像面放在选定面的近轴焦点处。然后在此新创建的中间像面处继续进行分析计算。请注意，相应的计算分析是在光线通过选定面折射后形成的近轴焦点处进行的。如果中间系统处于无焦模式，则不执行这种近轴焦点的转换。

有关无焦模式的更多信息，请参见系统选项(System Explorer)孔径部分的"无焦像空间(Afocal Image Space)"。

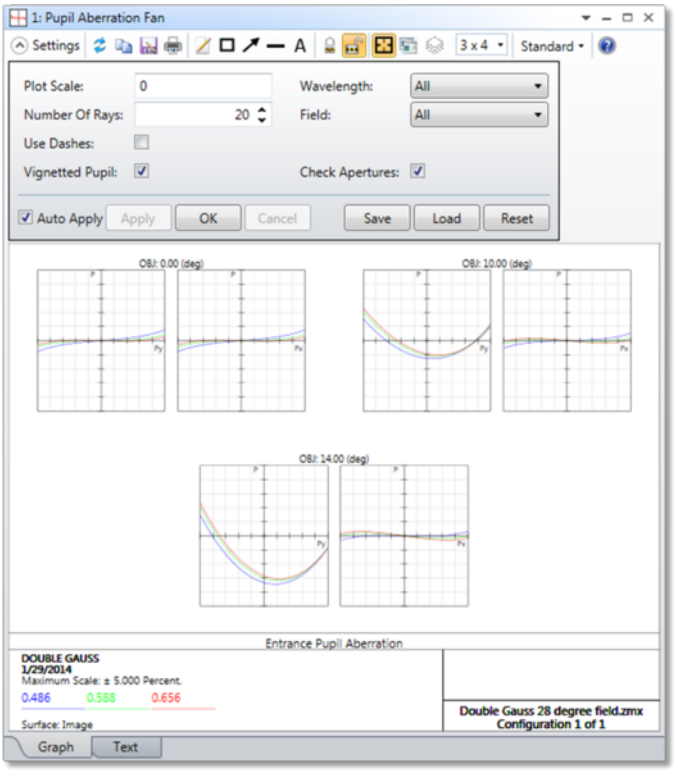
针对其他一些分析功能，不另做调整使光线聚焦在新像面上而直接在中间面上进行数据评估，其分析结果会更有用。这些功能包括各种点列图、光迹分析、几何圈入能量、线/边缘扩展函数和扩展光源圈入能量。

3.2.2.3. 光瞳像差(Pupil Aberration)





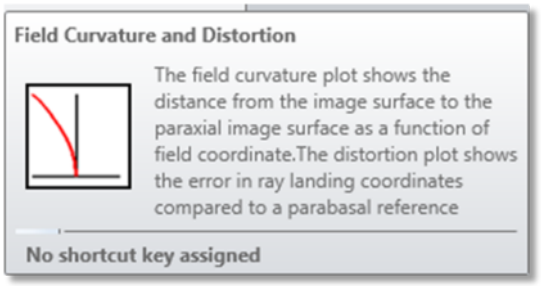
显示入瞳畸变随光瞳坐标的变化曲线。



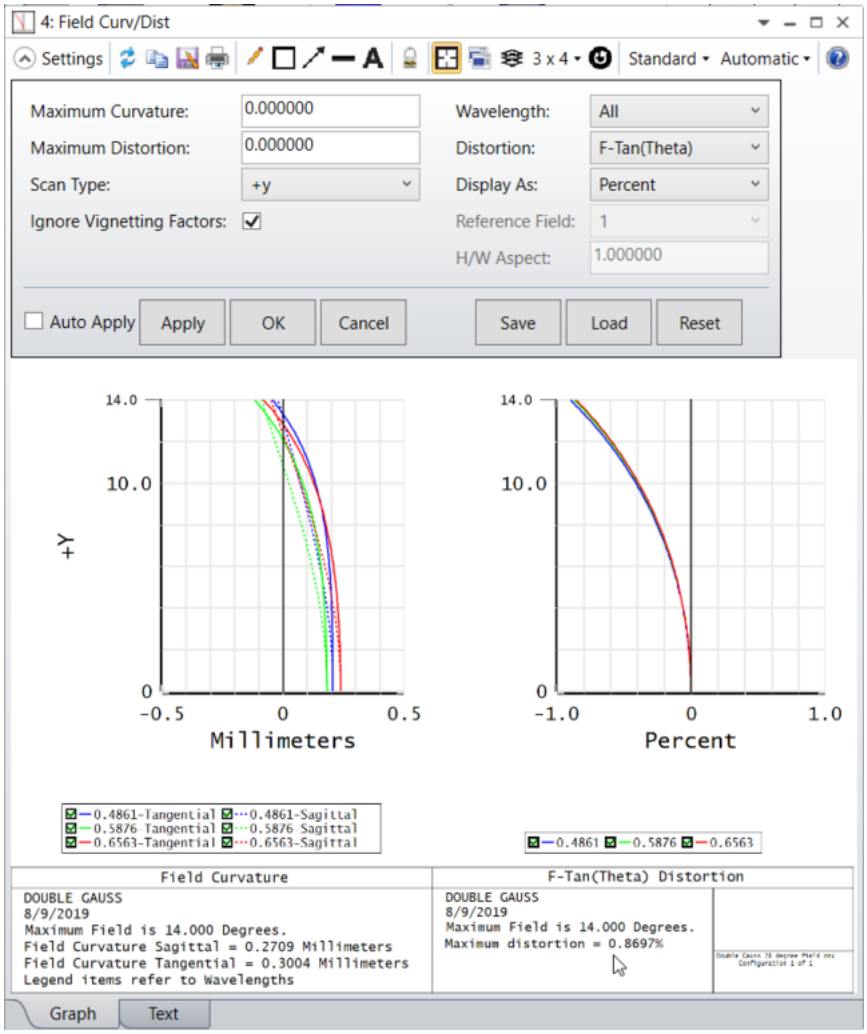
该选项与光线像差扇形图的选项相同，不同的是"子午"和"弧矢"只有一个选项即"光瞳像差"，因为"光瞳像差"是标量。"表面"选项仅允许为"像面"，因为始终是在光阑面计算得到此数据。

详述 将入瞳像差定义为光阑面上的实际光线交点与轴上主波长近轴光线交点之间的差值，以该差值占近轴光阑半径百分比的形式表示。如果最大像差超出数个百分比，则可能需要使用光线瞄准（参阅"光线瞄准"），使物空间的光线正确填充光阑面。如果打开光线瞄准功能，入瞳像差将变为零（或很小的剩余值），这是因为光线追迹算法会考虑到畸变。使用此方法可检查光线瞄准功能是否正常。此处使用的光瞳像差定义并不完整，或者与其它定义不一致。此功能的唯一目的是，对是否需要使用光线瞄准提供参考。

3.2.2.4. 场曲与畸变（Field Curvature and Distortion）



显示场曲和畸变图。



最大曲率（**Max Curvature**）定义场曲图的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零则为自动缩放。

最大畸变（**Max Distortion**）定义畸变图的最大缩放比例。输入零则为自动缩放。

波长（**Wavelength**）计算中将使用的波长编号。

使用虚线（**Use Dashes**）选择实线或虚线以区分不同的曲线。 该设置仅适用于"经典视图"（如果在"配置选项"的"绘 图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

忽略渐晕因子（**Ignore Vignetting Factors**）请参阅"详述"部分。

畸变（**Distortion**）选择"F-Tan（theta）"、"F-Theta"、"校准F-Theta"或"SMIA-TV"畸变。有关详细信息，请参阅"详述"部分。

显示为（**Display As**）选择是将畸变显示为百分比还是绝对长度。

扫描类型（**Scan Type**）选择+y、+x、-y或-x视场扫描方向。

参考视场（Ref. Field） 参考视场位置。参见 此处的详述部分.

H/W纵横比（**H/W Aspect**） 如果比值为1，则将选择方形视场。如果系统不是对称系统，则输出图像可能不是方形的，但物方视场是方形的。如果H/W纵横比大于1，则"高度"或"y"视场将按照纵横比放大。如果此纵横比小于1，则"高度"或"y"视场将按照纵横比压缩。纵横比是"y"视场高度除以"x"视场宽度。纵横比仅影响输入视场；图像纵横比是由光学系统成像属性决定的。见此处的"SMIA-TV畸变"。

详述（**Discussion**）：

☒场曲：

场曲图显示像面到近轴像面的距离随视场坐标的变化曲线。计算场曲的方法是在+/-Y向（或+/-X向）上的半扇图上采样。对视场里的每个采样点，OpticStudio根据X向和Y向上的近轴光线追迹，确定近轴焦平面的Z坐标（见矢高与正切），然后将这个Z坐标与系统像面上的Z坐标对比。子午数据是在子午面（YZ）中沿Z轴测量的从像面到近轴像面的距离。弧矢数据是在与子午平面正交的平面中测量的上述距离变化数据。绘图纵坐标零点代表轴上视场，纵坐标顶端表示最大视场（角度或高度）。

默认情况下，视场扫描沿+Y视场扫描。如果选择"+X"或"-X"，则视场扫描沿X方向扫描，此时子午曲线表示XZ平面数据，而弧矢曲线是YZ平面数据。

场曲图中零视场并非始终从零开始绘制。原因是此绘图显示像面到近轴像面的距离，像面不一定恰巧与近轴像面重合。如有离焦，则两个表面会偏移，因此成为场曲数据。

☒畸变：

（以百分比为单位）被定义为实际主光线减去参考光线高度，除以参考光线高度后再乘以100，公式为：

$$\text{Distortion} = 100 \times \frac{y_{chief} - y_{ref}}{y_{ref}}$$

其中所有高度都是像面定义处（此数据不是指近轴像面）的径向坐标。参考光线高度的计算方法是，先追迹很小视场高度的真实光线，再按需缩放结果。即使对那些不能用近轴光线追迹很好地描述的系统，该一般化的计算方法也能够计算出合理的畸变值。对于F-Tan（theta）畸变，旋转对称性系统近轴焦平面处的非畸变光线的参考高度由以下公式给出

$$y_{ref} = f\tan\theta$$

其中f是焦距，θ是在物方视场角。注意：此参考光线高度对视场角度不小于90度的光学系统毫无意义。如果使用此功能分析视场角度大于89度的系统，则计算出来的最大视场角度将局限于89度。

F-Theta畸变不使用正切关系，而是使用透镜焦距乘以主光线的物方视场角度后所得的高度。角度作为视场高度时，所谓的F-Theta高度才在无穷远入射系统中才有意义。近轴焦面的非畸变光线的参考高度由以下公式给出

$$y_{ref} = f\theta$$

其中f是焦距， θ 是在物方视场角。F-Theta可用于像高需要与扫描角度成线性关系的扫描系统中。

校准畸变（无论是F-Tan（theta）或F-Theta）与其它畸变定义相似，不同之处是使用"最佳拟合"焦距，而非系统焦距。校准畸变可测量参考像高和实际像高之间的偏差，并选择最佳f值减小畸变，而无需受限于根据系统焦距定义线性比例这一规则。最佳拟合焦距选择的是用数据最佳拟合后的焦距，而非系统焦距，尽管最佳拟合焦距通常与系统焦距值接近。此功能的文本选项卡中列出了所使用的校准焦距。

定义校准畸变的其中一个影响是，在零视场角度产生非零畸变。出现非零畸变的原因可通过校准畸变有限的定义方式得到合理解释。定义校准畸变（以百分比为单位）的公式是

$$\text{Distortion} = 100 \times \frac{y_{chief} - y_{ref}}{y_{ref}}$$

对于小角度视场，在所有合理的光学系统中，可使用ychief = f θ 很好的描述y主光线的实际坐标，使用yref = f’ θ 很好的描述参考光线坐标，其中f’是校准焦距，因此接近零视场的畸变的公式是

$$\text{Distortion} = 100 \times \frac{y_{chief} - y_{ref}}{y_{ref}} = 100 \times \frac{f\theta - f'\theta}{f'\theta} = 100 \times \frac{f - f'}{f'}$$

这里的畸变值为非零值，当满足下面条件时为零畸变

$$f = f$$

因此通常情况下，校准畸变在轴上是非零的。这并不意味着像高不是零，而是针对近轴参考光线和实际光线坐标人为选择的焦距不同。注意：近轴畸变百分比并不显著，因为视场本身在零视场角度就接近零。

对于非旋转对称性系统，畸变很难定义，并且显示的数据可能没有意义。因为如果系统不是旋转对称性的，则没有一个数字能够适当描述一个视场点的畸变。请参阅"网格畸变（Grid Distortion）"。

严格地说，场曲/畸变图仅对物面和像面均为平面的旋转对称性系统有效。但是，OpticStudio使用广义的场曲/畸变概念为某些（而非全部）非旋转对称性系统提供了合理的结果。在针对非旋转对称性系统或物面和/或像面为非平面的系统解读这些数据时，应小心谨慎。

默认情况下，OpticStudio在计算场曲/畸变图时会忽略渐晕因子。渐晕因子可以改变光阑面上的主光线位置，这将导致主光线不再通过光阑面中心。

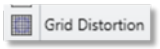
使用实际像高作为视场类型时计算畸变

如果视场类型是实际像高，则不能使用此处介绍的方式计算畸变。因为在使用实际像高时，OpticStudio会迭代追迹每一条主光线，以找出射到所需像面坐标的精确物方空间角度。由于最终会对应到所需的像面坐标，因此像高与视场坐标呈线性关系。从而迭代间接地消除了畸变。出于此计算目的，OpticStudio会将视场类型由实际像高自动更改为视场角。然后选择每个定义视场点的视场角度，以生成相同的实际像高坐标。使用此方法，可保留线性偏差，并可正确计算畸变。如果光学系统不是轴对称系统，从实际像高转换为视场角度可能会导致非预期结果，因为视场角度扫描方向和实际像坐标方向可能不再共面，并且在解释结果时应小心谨慎。建议评估畸变时，对于非轴向系统，转而使用视场角度或物高，而非实际像高。

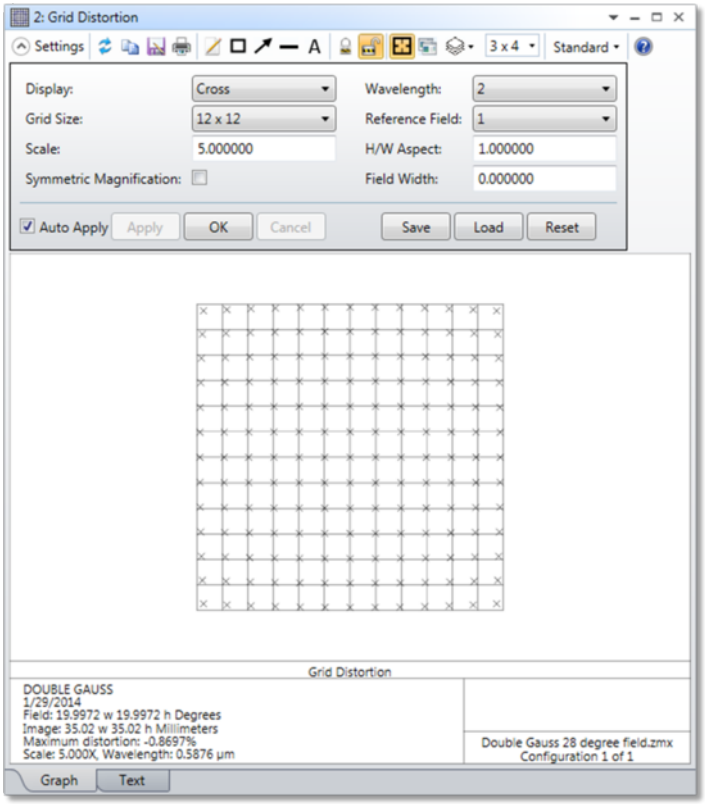
中心遮阑系统注解

畸变算法在一定程度上取决于对傍轴光线的追迹，在存在中心遮阑的情况下，畸变模型可能产生非物理结果。使用几何位图图像分析来交叉检查在存在中心遮阑的情况下是否正确计算了畸变。

3.2.2.5. 网格畸变(Grid Distortion)



这个工具能显示一组网格主光线的位置，以表示畸变状况。



显示(Display)选择"十字标记(Cross)"代表用十字标记表示主光线交点，选择"矢量(Vector)"则会绘制出一个箭头，箭头方向从理想像点指向实际主光线像点。

网格尺寸**(Grid Size)** 网格的尺寸。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

参考视场**(Ref. Field)** 参考视场位置。请参阅"详述"。

缩放**(Scale)**如果比例因子不是1.0，则畸变网格上的"x"点将根据指定的比例因子进行缩放。比例因子可以是负数，这会改变畸变的方向，让正负号改变。

H/W纵横比**(H/W Aspect)** 如果比值为1，则将选择方形视场。如果系统不是对称系统，则输出图像可能不是方形的，但物方视场是方形的。如果H/W纵横比大于1，则"高度"或"y"视场将按照纵横比放大。如果此纵横比小于1，则"高度"或"y"视场将按照纵横比压缩。纵横比是"y"视场高度除以"x"视场宽度。纵横比仅影响输入视场；图像纵横比是由光学系统成像属性决定的。

对称放大**(Symmetric Magnification)** 如果勾选该选项，则需要将X放大率与Y放大率设置为相同的。此选项可使畸变结果参考对称性预测坐标网格，而非畸像(Anamorphic)预测网格。

视场宽度**(Field Width)** "x"视场全宽（与视场单位相同）。如果当前视场类型是实际像高，OpticStudio会将视场高度临时更换为视场角，并且"视场宽度"值将以角度单位表示。请参阅"使用实际像高作为视场类型时计算畸变(Computing distortion when using real image height as the field type)"。

详述：

此功能可显示或计算网格主光线的坐标。在无畸变的系统中，像面上的主光线坐标与视场坐标呈线性关系：

$$\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix}$$

其中，xp和yp是相对于像面参考点的预测像面坐标，而fx和fy是物面上相对于参考点的线性坐标。如果光学系统的视场定义是角度(Angle)，则fx和fy是视场角的正切值（视场坐标必须是线性坐标，因此使用角的正切而非角度）。为计算ABCD矩阵，OpticStudio会从以参考视场位置为中心的附近区域追迹一组光线。通常，参考视场位置为视场中心。OpticStudio允许选择用于参考的视场位置。

默认情况下，OpticStudio会把物方矩形网格视场的四个角落位置设为最大的径向(radial)视场值。如果使用角度定义视场时，由于物高与视场角的正切值呈线性关系，因此视场全宽的计算如下式所示：

$$\theta_{wide} = 2\tan^{-1}\left[\frac{\sqrt{2}}{2}\tan\theta_r\right]$$

其中，θ_r是最大径向视场角（也就是位于矩形网格四个角落位置的视场角）。

OpticStudio会利用极小视场角在像空间中的光线坐标来计算ABCD矩阵。使用ABCD矩阵的好处是允许坐标旋转。如果像面旋转了，比如物空间y坐标需同时对应到x与y像坐标，则ABCD矩阵将会自动考虑旋转。网格畸变图显示了线性网格，以及在与网格同一个线性视场坐标系统下真实主光线的交点位置（用一个"X"符号表示）。

如果光学系统不是旋转对称性系统，则畸变的方向通常也不会仅保持在径向方向。畸变是一个矢量，并且必须使用矢量的大小来计算总畸变。

在此功能的文本报告中，列出了通过以下公式定义的预测像面坐标、实际像面坐标和"畸变百分比"

$$P = 100\% \frac{R_{distorted}}{R_{predicted}}$$

其中

$$R_{real} = \sqrt{(x_r)^2 + (y_r)^2}$$

$$R_{predicted} = \sqrt{(x_p)^2 + (y_p)^2}$$

与

$$R_{distorted} = \sqrt{(x_p - x_r)^2 + (y_p - y_r)^2}$$

下标r和p分别是真实以及预测的像面坐标，位置的基准是相对于使用者指定的参考视场在像面上的位置。由于R_{real}和$R_{predicted}$的值始终是正值，在此定义下所生成的P的值始终为正值。但它仍是区分"正"畸变和"负"畸变的常用概念。为区分正负畸变，在R_{real}小于$R_{predicted}$时，P的符号会更改为负号。

请注意，网格畸变图并没有直接把文字报告的内容显示出来。光线坐标其实是绘制在物空间的网格上的。在绘制畸变图时，这个工具会用逆转换把像空间坐标的偏移转换回物空间（对矢量$[x_p\ y_p]$和$[x_r\ y_r]$使用矩阵$[A\ B;\ C\ D]^{-1}$）。此转换可引入旋转和拉伸/挤压，因此可能导致网格畸变图看起来与直接利用文本选项卡中的数据绘图有较大差别。此外，如果定义的"缩放"系数不为1，则由此带来的拉伸也会引入差别。通常缩放系数的定义是为了将畸变值放大，以便于更好的观察。

转换回物空间是必须的，因为我们要把光线坐标画在物空间的网格上。这些黑色网格代表的是物空间坐标上的主光线，然后用[AB;CD]矩阵（详见上方说明）来计算这些主光线在像空间上的预测坐标。网格畸变图中的蓝色十字标记代表实际主光线的物空间坐标。因此，不论是文字输出报告中的预测坐标还是真实像空间坐标，都没有直接地显示在网格畸变图中。

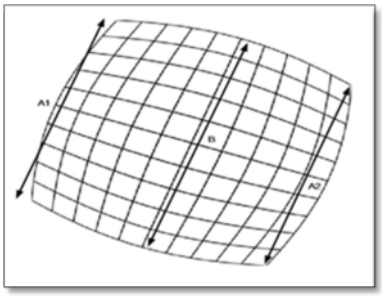
注意：此广义畸变定义可能不适用于所有情况，并且应谨慎使用这些结果。

SMIA-TV畸变

此功能的文本报告中也列出了另一个畸变测量值，即标准移动成像架构TV(SMIA-TV)畸变(Standard Mobile Imaging Architecture TV)。SMIA-TV畸变定义如下

$$P_{TV} = 100\% \frac{A - B}{B}$$

其中A = 0.5*(A1+A2)，A1、A2和B都是在矩形视场（如图所示）中的三对点之间测量的距离。



A代表像面视场左边上下两个角落以及右边上下两个角落之间的距离，而B代表x像面视场中心的上下两点之间的距离。如果这6个点有任何一个无法追迹，则SMIA-TV畸变将会被列为零。

网格畸变限制

如果视场类型是实际像高，OpticStudio将无法以前文所描述的方法计算畸变。相反为了计算，OpticStudio会将视场类型由实际像高自动转换为视场角。如需了解更多信息，请参阅"场曲与畸变(Field Curvature and Distortion)一节中的"使用实际像高作为视场类型时计算畸变(Computing distortion when using real image height as the field type)"。

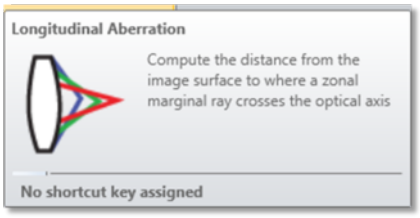
如果视场单位为角度且最大角度大于或等于90度，则无法计算网格畸变。此限制是由于预测像高与物方空间的视场角切线成正比这一假设所造成的。当视场角度超过90度时，使用切线不能正确预测线性像高。

网格畸变图方位与视场单位取向一致，因此+y方向与视场单位的+y视场坐标方向相对应（参阅"视场(Fields)"）。有时指向上可能与点列图或其它基于像空间单位指向所绘制的分析图结果有所不同。

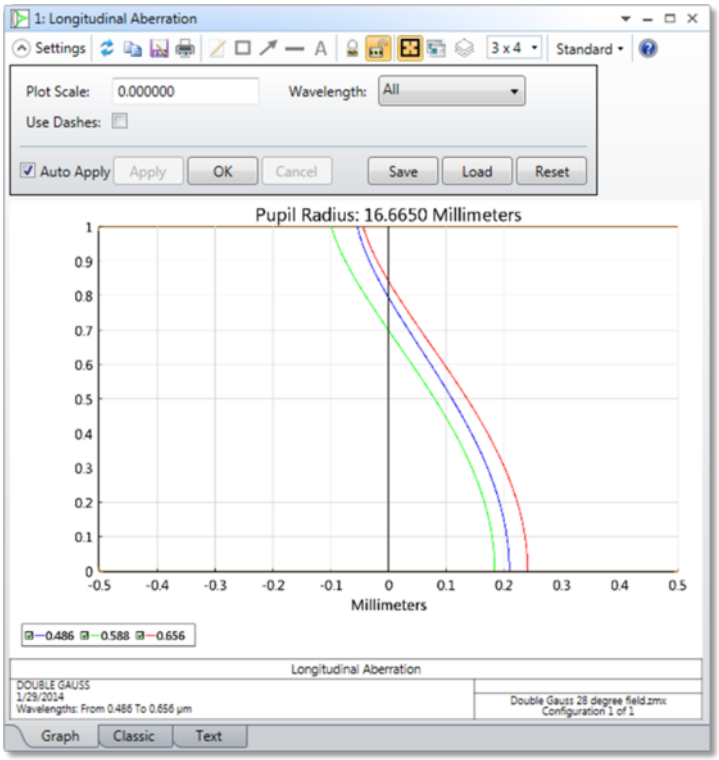
中心遮阑系统注解

畸变算法在一定程度上取决于对傍轴光线的追迹，在存在中心遮阑的情况下，畸变模型可能产生非物理结果。使用几何位图图像分析来交叉检查在存在中心遮阑的情况下是否正确计算了畸变。

3.2.2.6. 轴向像差(Longitudinal Aberration)



显示每个波长不同光瞳高度光线的轴向像差。



绘图比例**(Plot Scale)** 定义图形的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零为自动缩放。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

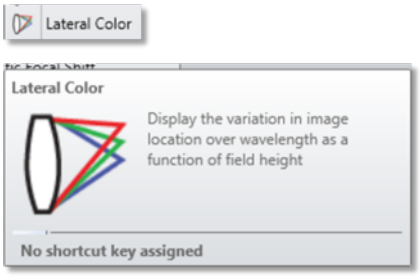
使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

详述**(Discussion)** 此功能计算的是从像面到环带边缘光线"聚焦"位置的距离或从像面到与环带边缘光线与光轴相交位置的距离。仅对轴上视场不同区域环带子午光线进行计算。绘图底部代表轴上，绘图顶部表示最大入瞳半径。分析图纵轴为无量纲量，因为绘图中最大入瞳半径始终被归一化为1。分析图横轴单位以镜头单位为

单位，表示从像面到光线与光轴相交点的距离。对于无焦系统，横轴表示的是使光线平行所需的屈光度（光焦度单位）。

由于轴向像差是根据像面到光线与光轴交点的距离定义的，因此对于非旋转对称性系统，此功能生成的数据可能毫无意义。在解读非旋转对称性系统的分析图时应格外注意。

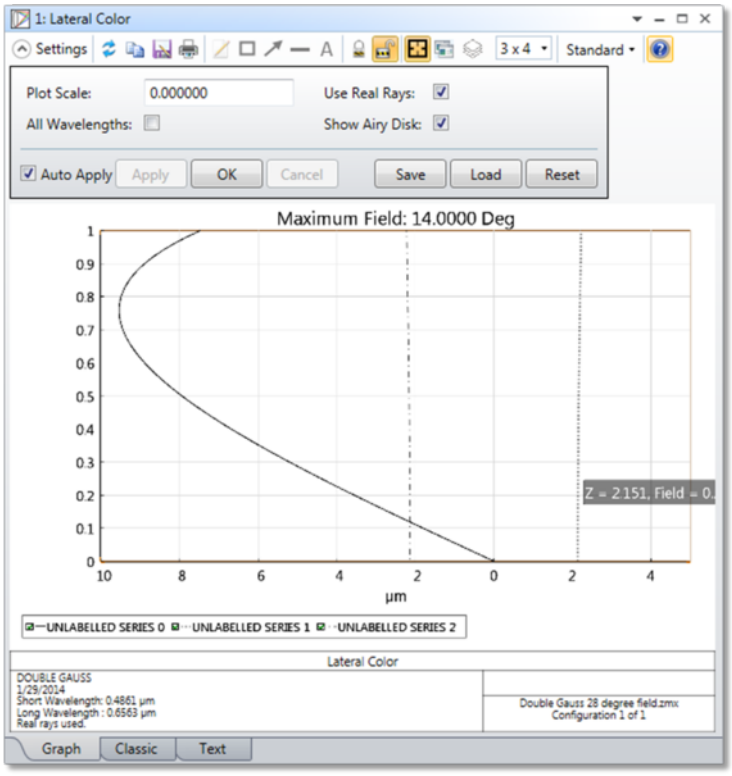
3.2.2.7. 垂轴色差(Lateral Color)



将垂轴色差显示为场高函数。

对于有焦系统，垂轴色差是两个极端波长（单位是镜头单位）的主光线截距之间的y距离。

对于无焦系统，这是两个极限波长主光线之间的角度，单位是无焦模式单位。



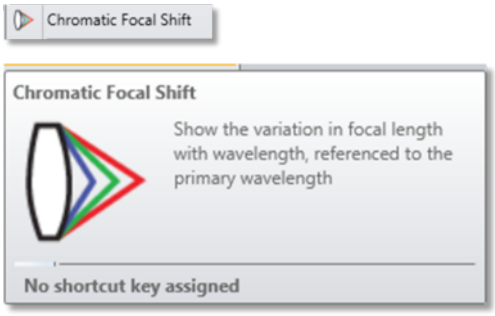
图形缩放**(Plot Scale)**定义图形的最大缩放比例（以镜头单位为单位）。输入零表示自动执行。

使用真实光线**(Use Real Rays)**如果选中，则使用真实光线，如果不选中，则使用近轴光线。

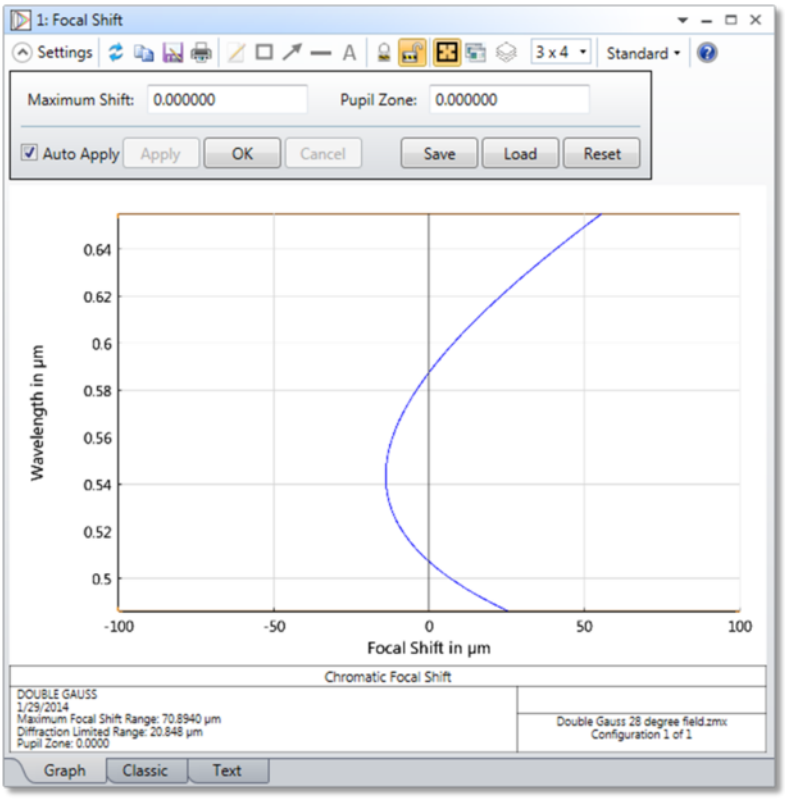
所有波长**(AllWavelengths)**如果选中，则显示所有定义波长的数据。每个波长都将参考主波长。如果未选中，则使用最短波长光线和最长波长光线的差值。参见详述。

显示艾里斑**(Show Airy Disk)** 如果选中，则会在参考线的任意一侧绘制位于主波长位置的艾里斑半径，以表明艾里斑范围。

3.2.2.8. 色焦移(Chromatic Focal Shift)



相对主波长焦点的后焦距偏移。



最大偏移**(Maximum Shift)**分析图横坐标最大范围（以镜头单位为单位）。分析图纵坐标比例是根据所定义波长的范围设定的。输入零为自动缩放。

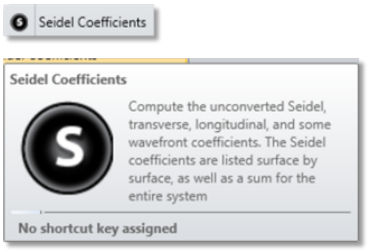
光瞳区域**(Pupil Zone)**计算后焦点所使用的光瞳径向区域。默认值为零，表示将使用近轴光线。介于0和1之间的值表示在入瞳的相应区域使用真实边缘光线。1表示在光瞳边缘或全孔径位置。

详述**(Discussion)**此绘图描述了相对于主波长的后焦距偏移的情况。在绘制每个波长时，都需计算像方空间中该颜色边缘光线焦点的偏移距离。偏移距离是在与像面前一表面相同的介质（玻璃或空气）中计算得出的。此绘图对非近轴系统可能没有意义。

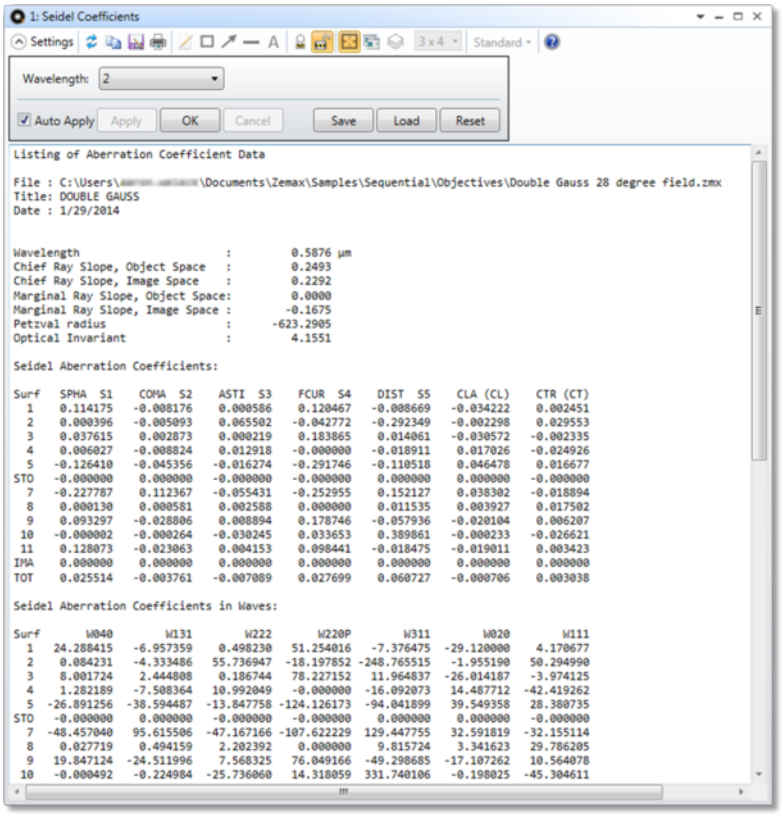
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

设置最大偏移范围将覆盖原来的默认比例。单位为镜头单位。整个绘图始终参考主波长近轴焦点。根据公式 $4\lambda F^2$可计算衍射极限焦深，其中F是工作F/#，而 λ 是主波长。

3.2.2.9. 赛德尔系数(Seidel Coefficients)



显示（未转换的、垂轴和轴向的）赛德尔以及波前像差系数。




```
Listing of Aberration Coefficient Data

File : C:\Users\[redacted]\Documents\Zemax\Samples\Sequential\Objectives\Double Gauss 28 degree field.zmx
Title: DOUBLE GAUSS
Date : 1/29/2014


Wavelength                    :         0.5876 µm
Chief Ray Slope, Object Space :         0.2493
Chief Ray Slope, Image Space  :         0.2292
Marginal Ray Slope, Object Space:       0.0000
Marginal Ray Slope, Image Space :      -0.1675
Petzval radius                :     -623.2905
Optical Invariant             :        4.1551

Seidel Aberration Coefficients:

Surf   SPHA  S1    COMA  S2    ASTI  S3    FCUR  S4    DIST  S5    CLA (CL)    CTR (CT)
  1    0.114175  -0.008176    0.000586    0.120467  -0.008669  -0.034222    0.002451
  2    0.000396  -0.005093    0.065502  -0.042772  -0.292349  -0.002298    0.029553
  3    0.037615    0.002873    0.000219    0.183865    0.014061  -0.030572  -0.002335
  4    0.006027  -0.008824    0.012918  -0.000000  -0.018911    0.017026  -0.024926
  5   -0.126410  -0.045356  -0.016274  -0.291746  -0.110518    0.046478    0.016677
STO   -0.000000    0.000000  -0.000000  -0.000000    0.000000    0.000000  -0.000000
  7   -0.227787    0.112367  -0.055431  -0.252955    0.152127    0.038302  -0.018894
  8    0.000130    0.000581    0.002588    0.000000    0.011535    0.003927    0.017502
  9    0.093297  -0.028806    0.008894    0.178746  -0.057936  -0.020104    0.006207
 10   -0.000002  -0.000264  -0.030245    0.033653    0.389861  -0.000233  -0.026621
 11    0.128073  -0.023063    0.004153    0.098441  -0.018475  -0.019011    0.003423
IMA    0.000000    0.000000    0.000000    0.000000    0.000000    0.000000    0.000000
TOT    0.025514  -0.003761  -0.007089    0.027699    0.060727  -0.000706    0.003038

Seidel Aberration Coefficients in Waves:

Surf       W040        W131        W222       W220P        W311        W020        W111
  1   24.288415   -6.957359    0.498230   51.254016   -7.376475  -29.120000    4.170677
  2    0.084231   -4.333486   55.736947  -18.197852 -248.765515   -1.955190   50.294990
  3    8.001724    2.444808    0.186744   78.227152   11.964837  -26.014187   -3.974125
  4    1.282189   -7.508364   10.992049   -0.000000  -16.092073   14.487712  -42.419262
  5  -26.891256  -38.594487  -13.847758 -124.126173  -94.041899   39.549358   28.380735
STO   -0.000000    0.000000   -0.000000   -0.000000    0.000000    0.000000   -0.000000
  7  -48.457040   95.615506  -47.167166 -107.622229  129.447755   32.591819  -32.155114
  8    0.027719    0.494159    2.202392    0.000000    9.815724    3.341623   29.786205
  9   19.847124  -24.511996    7.568325   76.049166  -49.298685  -17.107262   10.564078
 10   -0.000492   -0.224984  -25.736060   14.318059  331.740106   -0.198025  -45.304611
```

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

详述

OpticStudio将计算未转换的赛德尔系数、垂轴、轴向和一些波前系数。赛德尔系数以及整个系统的赛德尔总和将按表面顺序列出。列出的系数包括球差(SPHA, S1)、彗差(COMA, S2)、像散(ASTI, S3)、场曲(FCUR, S4)、畸变(DIST, S5)、轴向色差(CLA, CL)和垂轴色差(CTR, CT)的系数。单位通常与系统选项中的镜头单位相同，但以波数为单位测量的系数除外。

这些计算仅对完全由轴对称球面、圆锥面、二阶或第四阶非球面构成的系统有效，且计算准确。这些系数的计算是通过近轴光线得到的，而对于包含坐标断点面、光栅面、近轴面或其它非径向对称表面的系统，近轴

光线不能充分描述整个系统。具体而言，这些计算支持的表面类型有标准面、偶次非球面、奇次非球面、扩展非球面和扩展奇次非球面。

每个表面和系统整体的垂轴像差系数被一一列出。包括垂轴球差(TSPH)、垂轴弧矢慧差(TSCO)、垂轴子午彗差(TTCO)、垂轴像散(TAST)、垂轴Petzval场曲(TPFC)、垂轴弧矢场曲(TSFC)、垂轴子午场曲(TTFC)、垂轴畸变(TDIS)、垂轴轴向色差(TAXC)和垂轴倍率色差(TLAC)的系数。垂轴像差是以系统镜头单位为单位。在光线几乎准直的光学空间中，垂轴像差系数可以很大，这些系数在这些光学空间中几乎没有意义。

Petzval半径是**Petzval**总和的倒数，定义如下：

$$\frac{1}{R_p} = -n_m \sum_{i=1}^{m} \frac{n_i - n_{i-1}}{n_i n_{i-1} R_i}$$

其中ni-1和ni分别是表面i之前和表面i之后的折射率。Ri是表面i的曲率半径。nm是像面的折射率。m是像面的表面编号。

在计算Petzval半径时，会将物空间和像空间的折射率的绝对值都考虑进去。此计算中忽略物面和像面半径。

可计算以下轴向像差系数，包括轴向球差(LSPH)、轴向弧矢彗差(LSCO)、轴向子午彗差(LTCO)、轴向像散(LAST)、轴向Petzval场曲(LPFC)、轴向弧矢场曲(LSFC)、轴向子午场曲(LTFC)、轴向畸变(LDIS)、沿轴轴向色差(LAXC)和轴向倍率色差(LLAC)。轴向像差是以系统镜头单位为单位。在光线几乎准直的光学空间中，轴向像差系数可以很大，这些系数在这些光学空间中几乎没有意义。

波前系数包括球差(W040)、慧差(W131)、像散(W222)、Petzval场曲(W220P)、畸变(W311)、轴向色差离焦项(W020)、垂轴色差倾斜项(W111)、弧矢场曲(W220S)、中间场曲(W220M)和子午场曲(W220T)的系数。所有波前系数均以出瞳边缘的波长单位为单位。各种像差系数根据下表相互关联。n’和u’值分别是系统最后一面的折射率和近轴边缘光线角。有关赛德尔像差系数的含义和公式推导的详述，请参阅Welford 的《Aberrations of Optical Systems》、Smith的《Modern Lens Design》或O' Shea的《Elements of Modern Optical Design》。有关参考书目的列表，请参阅"镜头设计参考(References on Lens Design)"。

名称	赛德尔	波	描述	横向	轴向
球差	S_1	$\frac{S_1}{2}$	球差	$-\frac{S_1}{2n'u'}$	$\frac{S_1}{2n'u'^2}$
彗差	S_2	$\frac{S_2}{2}$	弧矢	$-\frac{S_2}{2n'u'}$	$\frac{S_2}{2n'u'^2}$
			子午	$-\frac{3S_2}{2n'u'}$	$\frac{3S_2}{2n'u'^2}$
像散	S_3	$\frac{S_3}{4}$	从子午到弧矢焦点	$-\frac{S_3}{n'u'}$	$\frac{S_3}{n'u'^2}$

场曲	S_4	$\frac{S_4}{4}$	高斯到Petzval	$-\frac{S_4}{2n'u'}$	$\frac{S_4}{2n'u'^2}$
	S_3+S_4	$\frac{S_3+S_4}{4}$	高斯到弧矢	$-\frac{(S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{S_3+S_4}{2n'u'^2}$
	$2S_3+S_4$	$\frac{2S_3+S_4}{4}$	高斯到中间	$-\frac{(2S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{2S_3+S_4}{2n'u'^2}$
	$3S_3+S_4$	$\frac{3S_3+S_4}{2}$	高斯到子午	$-\frac{(3S_3+S_4)}{2n'u'}$	$\frac{3S_3+S_4}{2n'u'^2}$
畸变	S_5	$\frac{S_5}{2}$	畸变	$-\frac{S_5}{2n'u'}$	$\frac{S_5}{2n'u'^2}$
轴向色差	C_L	$\frac{C_L}{2}$	已定义的极端波长之间测量的色差(参考所选波长)。	$-\frac{C_L}{n'u'}$	$\frac{C_L}{n'u'^2}$
垂轴色差	C_T	C_T		$-\frac{C_T}{n'u'}$	$\frac{C_T}{n'u'^2}$

赛德尔系数很容易与波前像差相关：

$S_1 = 8\ W_{040}$

$S_2 = 2\ W_{131}$

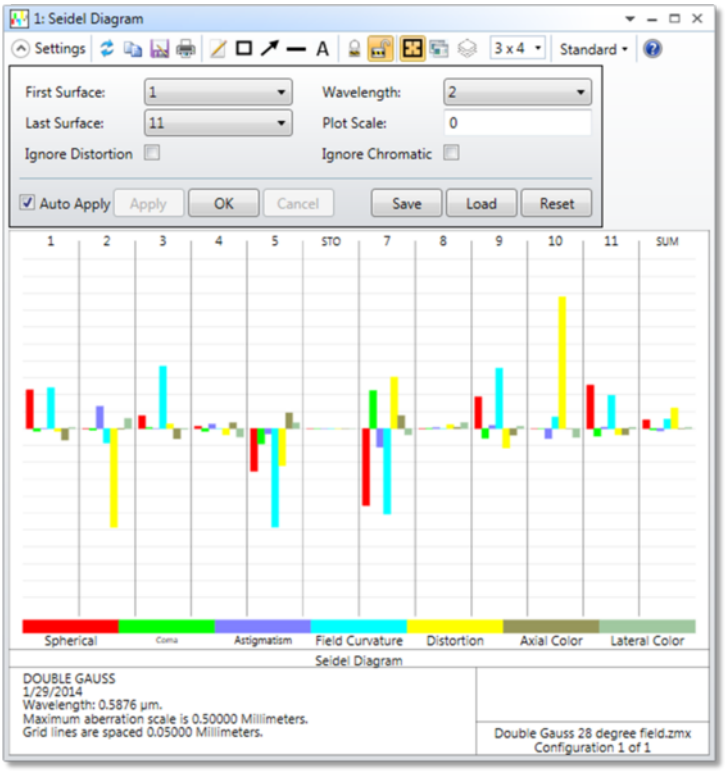
$S_3 = 2\ W_{222}$

$S_4 = 4\ W_{220} - 2\ W_{222}$

$S_5 = 2\ W_{311}$

3.2.2.10. 赛德尔图(Seidel Diagram)

以柱状图形式显示赛德尔原始像差系数。



起始面/终止面**(First/Last Surfacev)** 要显示的表面范围。总和是选定面的范围总和。不显示像面。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

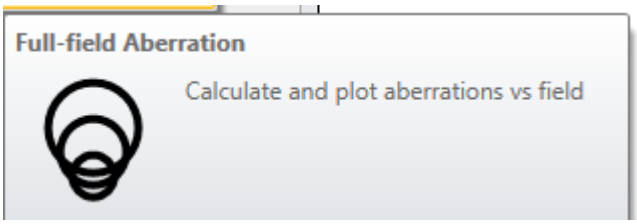
绘图比例**(Plot Scale)** 设置图形的最大缩放比例（以 镜头单位 为单位）。输入零为自动缩放。

忽略畸变**(Ignore Distortion)** 如果选中，则不显示畸变数据。

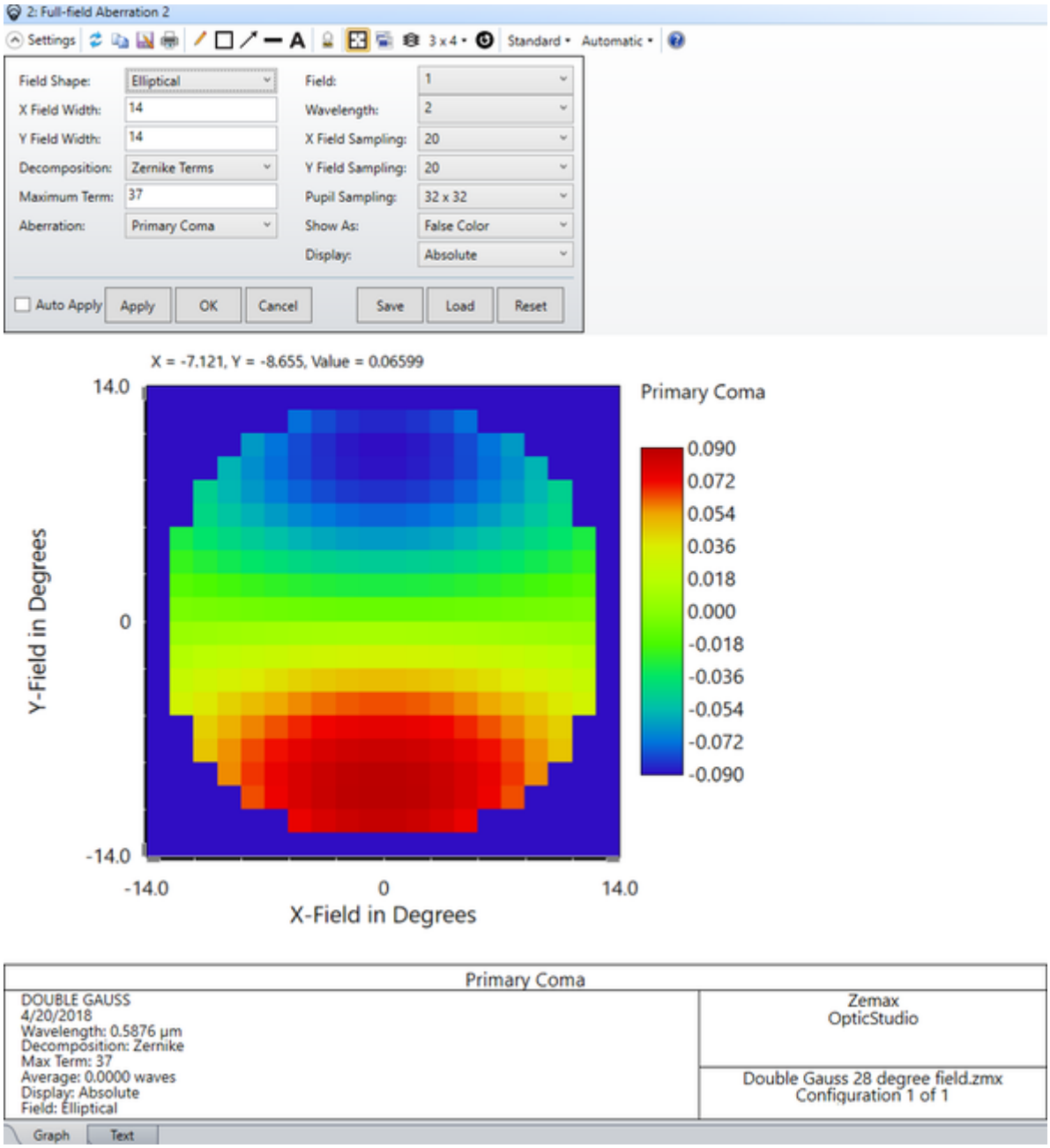
忽略色差**(Ignore Chromatic)** 如果选中，则不显示轴向和垂轴色差数据。

详述**(Discussion)** 原始赛德尔系数以及选定面的范围总和将按表面顺序显示。有关赛德尔系数的详细信息，请参阅"赛德尔系数(Seidel Coefficients)"

3.2.2.11. 全视场像差**(Full-Field Aberration)**

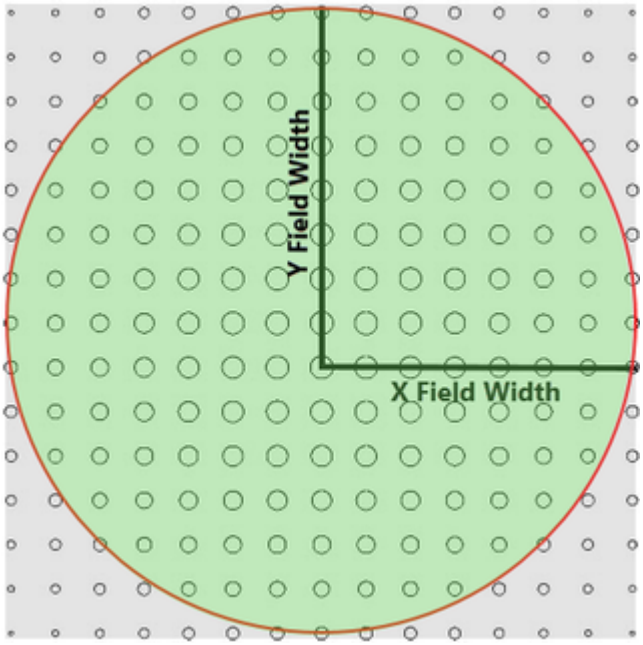


全视场像差分析将显示全视场下的Zernike系数。如欲了解更多信息，请参阅以下"详述"部分。



视场**(Field)** 视场采样网格以指定编号的视场为中心。

视场形状**(Field Shape)** 为矩形(Rectangular)或椭圆(Elliptical)形。如勾选椭圆，不对指定X视场宽度和Y视场宽度定义的椭圆以外的数据进行计算。在下面的示例中，不进行计算的数据用灰色区域表示。



波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

X视场宽度**(X Field Width)**和**Y**视场宽度**(Y Field Width)** X或Y方向网格采样一半的视场值。单位与当前视场数据编辑器(Field Data Editor)中视场的单位一致，为角度或镜头单位。

如果当前视场数据编辑器中的视场类型为经纬角(Theodolite Angle)，则X/Y视场宽度分别为方位/高度角(Azimuth/Elevation angle)，单位为度。

X视场采样和**Y**视场采样**(X Field Sampling** and **Y Field Sampling**)：在X和Y中分别采样视场点的个数。

分解**(Decomposition)** 当前只有一个选项，即Zernike项(Zernike Terms)，且波前利用Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficient)分析进行分解。在"Zernike Standard系数"中提供的表格定义了Zernike Standard多项式。将来可能会添加不同的分解选项。

最大项**(Maximum Term)** 分解时需要考虑的最大项数。可指定的最大项数为231项。

像差**(Aberration)** 指定视场内所要绘制的像差。可显示离焦、初级像散、初级慧差或指定的Zernike项。使用Z4、Z5、..., Z8代表Zernike项，像差通过以下各式计算：

☒离焦 = Z4
☒初级像散：

☒大小 = sqrt (Z5^2 + Z6^2)
☒角度 = (1/2)*atan2(y = -Z5 , x = -Z6)

☒初级彗差：

☒大小 = sqrt (Z7^2 + Z8^2)
☒角度 = atan2(y = -Z7 , x = -Z8)

其中，atan2是C语言的库函数，表示(y/x)的反正切值但适用于所有的像散组合。

为什么在像散和慧差角度定义中都包含了负号？

OpticStudio绘制Zernike像差是为了使之"看起来"像（点列图中所展示的）垂轴像差（transverse aberrations）。

垂轴像差是由波前的导数所定义的：

Ex = - (R/n) (dW/dx)

Ey = - (R/n) (dW/dy)

其中R是出瞳到像面的距离，n是像面前介质的折射率，W是波前。角度中的负号就来源于此。

对于像散，负号并不重要，因为其图标绘制成一条线。但是，我们仍旧在角度定义中加入负号，为了使像散与慧差定义保持一致。

对于慧差，负号很重要，因为像差使光线都向一边倾斜。OpticStudio将慧差的图标绘制为"锥角(cone)"，以便与点列图中显示的慧差形状一致。

注意：计算中使用的atan函数是atan2(x,y)，该函数利用了两个变量的符号。

注意：计算中使用的atan函数是atan2(x,y)，该函数利用了两个变量的符号。

光瞳采样**(Pupil sampling)** 指定系数拟合时使用的光瞳密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

显示**(Display)** 可选择绝对值(Absolute)、相对值(Relative)、或平均值(Average)。绝对值显示了没有其它改动的选定像差值。相对值显示了减去所选采样点的平均值之后的选定像差值。平均值显示了选定点的指定像差的平均值。

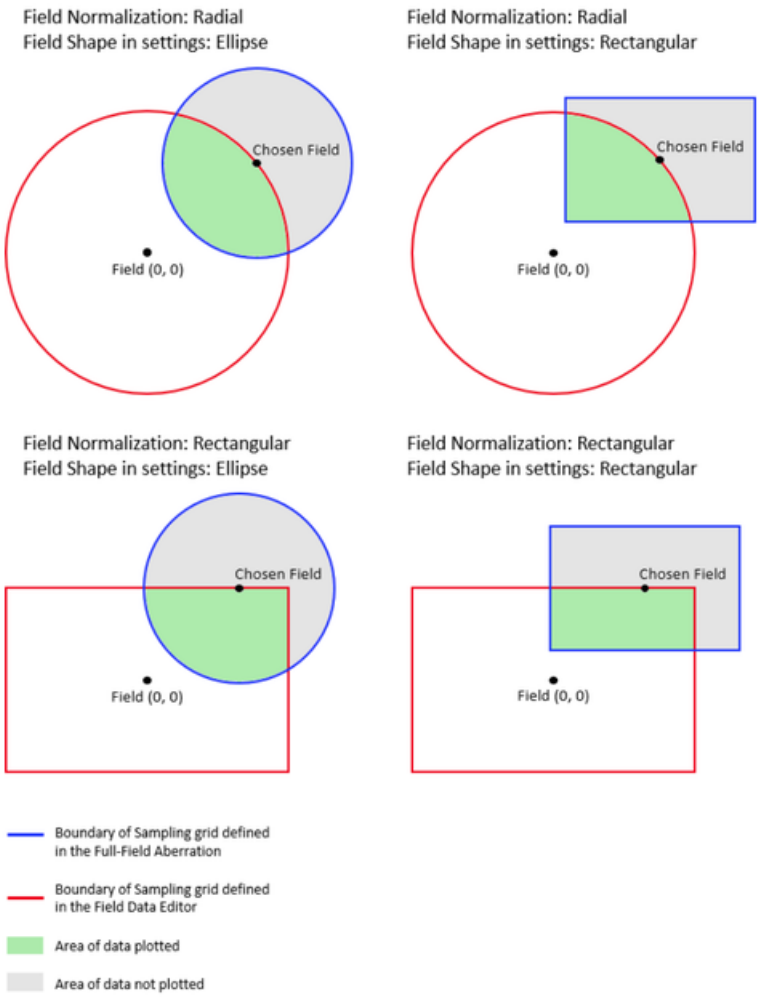
初级像散和初级慧差是向量（由于是使用不止一个Zernike项来表示），因此对于显示选项为相对值和平均值的响应是不同的。当选择显示为图标以及同时选择像差为向量时，勾选平均值时是对向量中的每一项分别进行平均值计算。同样，相对值的计算也是向量中的每一项减去各自的平均值。例如：如果选择显示的初级像散(Primary Astigmatism)（使用Z5和Z6进行的计算），当选择显示平均值时计算的是使用Z5的平均值和Z6的平均值得到的结果。当选择显示为绝对值时，也是每个采样点的Z5减去Z5的平均值，每个采样点的Z6减去Z6的平均值。

显示为**(Show As)** 可选择图标(Icons)、灰阶(Grey Scale)、反灰阶(Inverse Grey Scale)、伪彩色(False Color)、反伪色(Inverse False Color)。选择图标可展示像差的大小和方向（如果有方向的话），在注释区显示图标的比例。注意，图标仅显示像差的绝对值。其它的选项可显示像差大小的负值，但不能显示像差的方向。（并不是所有像差信息都包含方位信息。）

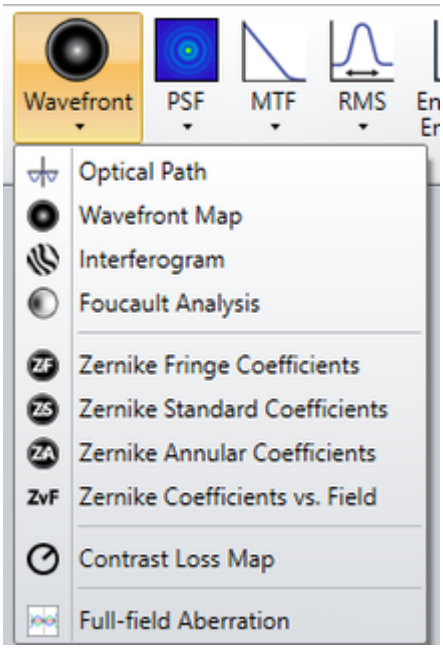
详述

全视场像差可用来显示不同视场位置的具体像差。这个分析工具尤其对校正某一视场下含有自由曲面面型系统的像差十分有用。

注意，不对落在视场数据编辑器定义的归一化视场边界之外的采样点数据进行绘制。下面是以"指定视场"点为中心的全视场像差图的示例。

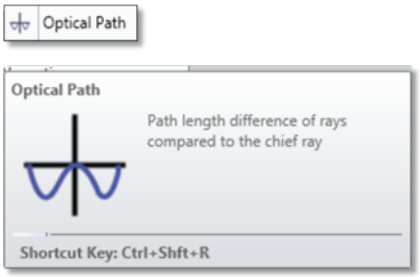

Field Normalization: Radial
Field Shape in settings: Ellipse
Chosen Field
Field (0, 0)
Field Normalization: Radial
Field Shape in settings: Rectangular
Chosen Field
Field (0, 0)
Field Normalization: Rectangular
Field Shape in settings: Ellipse
Chosen Field
Field (0, 0)
Field Normalization: Rectangular
Field Shape in settings: Rectangular
Chosen Field
Field (0, 0)
Boundary of Sampling grid defined in the Full-Field Aberration
Boundary of Sampling grid defined in the Field Data Editor
Area of data plotted
Area of data not plotted

3.2.3. 波前(Wavefront)



查看并分析由光学系统产生的波前

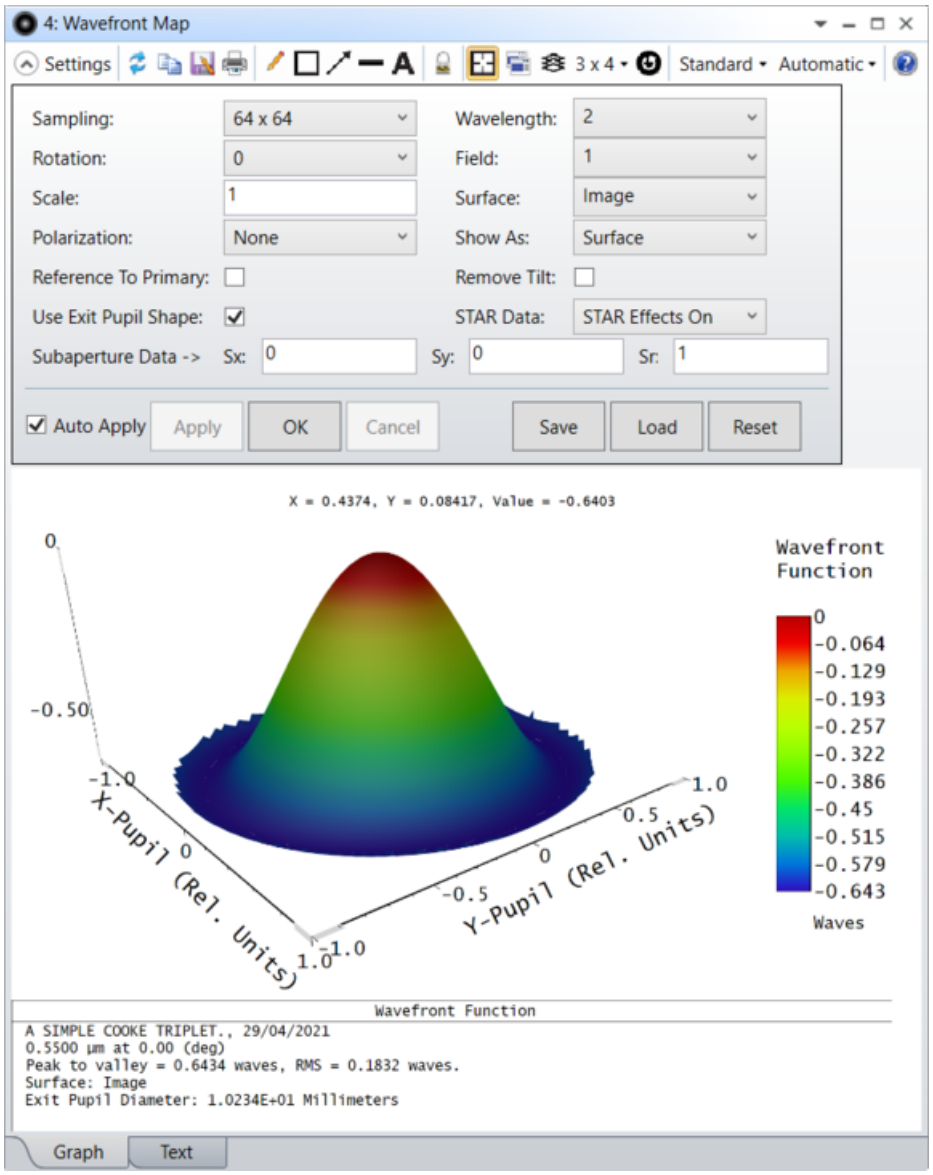
3.2.3.1. 光程差（波前）(Optical Path Difference (Wavefront))



显示随光瞳坐标变化的光程差。详见"光程差(Optical Path Difference)"。

3.2.3.2. 波前图(Wavefront Map)

显示光瞳上的波前误差。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间也会增加。

旋转**(Rotation)** 旋转指定了为便于查看表面图而旋转的方式；可旋转0、90、180或270度。

缩放**(Scale)** 比例因子用于覆盖程序为表面绘图自动设置的纵轴比例。比例因子可大于1以便在垂直方向拉伸图形，或小于1以便压缩图形。

偏振**(Polarization)**如果选择无，则忽略偏振。如果选择"Ex"、"Ey"或"Ez"，则由指定电场分量的偏振效应产生的相位会添加至光程差中。如果偏振相位超过一个波长，则波前图可能会因为没有执行相位"展开"而显示2 π的突变。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

参考主光线**(Reference To Primary)** 默认情况下，波前像差参考所使用波长的参考球面。如勾选此选项，则使用主波长参考球面。换言之，若选中此框,将使数据展示垂轴色差的效果。

使用出瞳形状**(Use Exit Pupil Shape)** 如果选中，光瞳的形状将失真，以显示从特定视场的像点观察到的出瞳的大概形状。该形状以光束在X和Y光瞳方向的F/#为依据。如取消勾选此选框，无论出瞳实际上会出现何种程度的失真，图形都将按比例缩放至环形入瞳坐标。

STAR数据**(STAR Data)** STAR效应开启显示启用STAR效应的波前图。差别显示启用STAR效应并除去原始波前误差的波前图。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩图作为显示选项。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

去除倾斜**(Remove Tilt)**如果选中，将从数据中移除线性X和Y倾斜。此选项相当于使光程差数据以质心为参考。

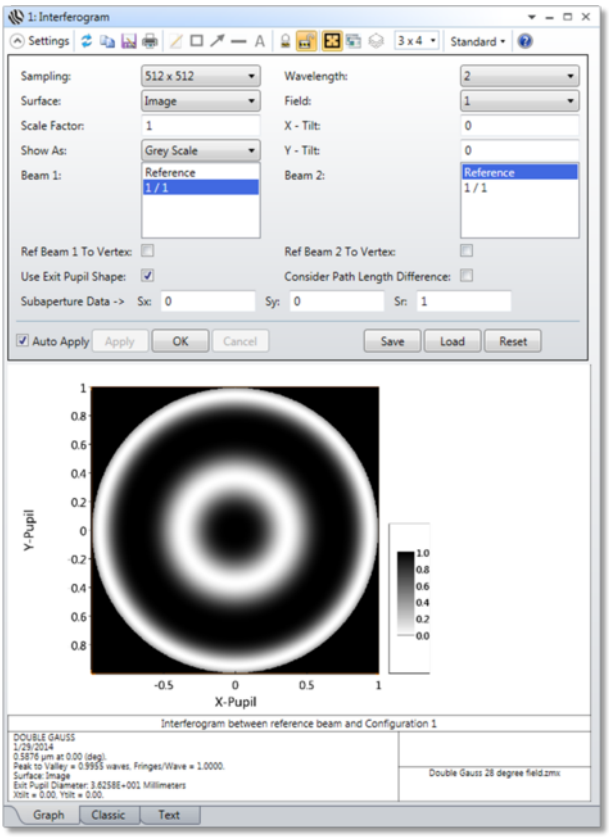
等高线格式**(Contour Format)** 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。

子孔径数据：**Sx**、**Sy**、**Sr(Subaperture Data: Sx, Sy, Sr)** 定义为其计算波前数据的光瞳子孔径。有关详细信息，请参见"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"。

详述**(Discussion)** 另请参见干涉图功能。有关RMS波前误差的详细信息，请参见RMS vs 视场(RMS vs. Field)中"关于RMS波前计算的注解(Comments about RMS wavefront computations)"一节。

3.2.3.3. 干涉图**(Interferogram)**

生成并显示干涉图



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间也会增加。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

比例因子**(Scale Factor)** 决定光程差(OPD)为一个波长的条纹数量。有利于对双通干涉仪建模（即对双通系统使用比例因子2）。

显示为**(Show As)** 选择等高线、灰度或伪彩色图作为显示选项。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

X倾斜**(X-Tilt)** 使用比例因子后，要在x方向添加的倾斜条纹的数量。

Y倾斜**(Y-Tilt)** 使用比例因子后，要在y方向添加的倾斜条纹的数量。

光束**1(Beam 1)** 为干涉图选择第一条光束。请参阅"详述"。

光束**2(Beam 2)** 为干涉图选择第二条光束。请参阅"详述"。

参考光速到顶点**(Ref Beam To Vertex)** 一般情况下，OpticStudio会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。仅当比例因子为1.0时，才能使用此功能。

使用出瞳形状**(Use Exit Pupil Shape)** 如果选中，光瞳的形状将失真，以显示从特定视场的像点观察时出瞳的大概形状。该形状以光束在X和Y光瞳方向的F/#为依据。如取消勾选此选框，无论出瞳实际上会出现何种程度的失真，图形都将按比例缩放至环形入瞳坐标。

如果光束1是"参考"光束，则使用光束2的所在结构确定光瞳形状，反之则使用光束1所在结构来确定。如果光束1和光束2由不同的结构定义，则使用光束1的形状，并且不会去判断这些光瞳的形状是否相同。如果两种结构的光瞳形状不同，则此功能不能准确预测干涉图。

考虑光程差**(Consider Path Length Difference**如果未勾选，则假设两束光的中心相位为零后计算干涉图，这将导致中心是"暗"条纹。不会尝试确定两条光束相对于彼此的相位。

如果勾选此选项，则会考虑每一结构光束中的主光线的总光程差。此设置将改变整个干涉图的相位，但不会改变条纹图样的形状。例如，如果光程差正好是波长的一半，则暗条纹将变为亮的，亮条纹将变为暗的。即使这些条纹不在像面中，也用到物面到像面的主光线的光程。仅当各个结构中条纹所在的平面距离各自结构的像面距离相同时，此假设才有效。如果选择参考光束而非某一结构中的光束，则假设参考光束的光程为零。

轮廓格式**(Contour Format)** 轮廓格式字符串。有关轮廓格式字符串语法的详述，请参见"轮廓格式字符串(The Contour Format String)"。

子孔径数据：**Sx**、**Sy**、**Sr(Subaperture Data: Sx, Sy, Sr)** 定义为其计算干涉图数据的光瞳子孔径。 请参阅"子孔径计算(Subaperture computations)"，以了解详细信息。

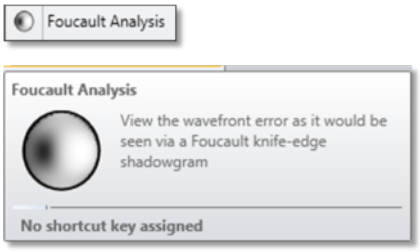
详述**(Discussion)**

通过计算两张光瞳图（光束1和2各一张）实现此功能，两张图各对应于一束光线。两张光瞳图的相位（或光程差）相减，然后随x和y光瞳坐标变化选择性地加上某些线性相位以模拟倾斜条纹。每一光束可以是任一结构中计算的光程差，也可以是光程差为零的"参考"光束。

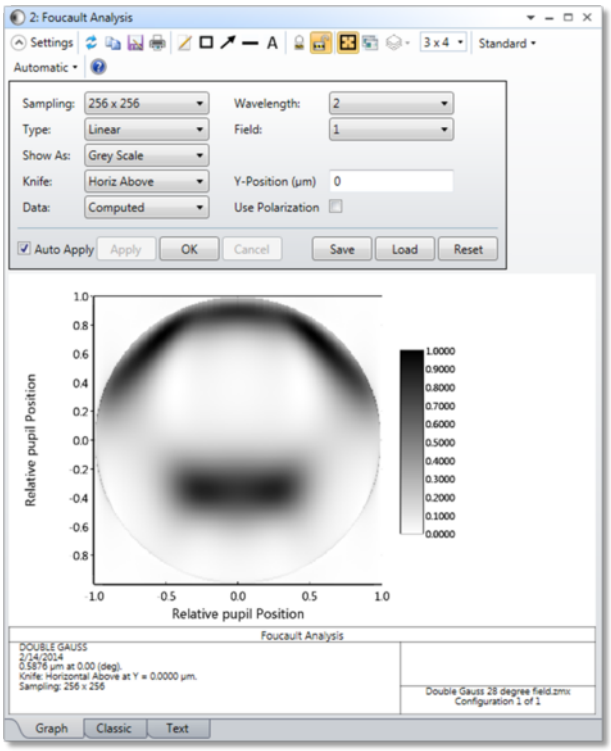
通过使用两个结构的系统对两个光程建模可以模拟干涉仪，然后计算两个结果光束的干涉图即可。此方法的准确性受限于某些简化假设：

☒忽略两条光束之间的所有垂轴漂移或放大率差别，假设这些光瞳完全叠加在出瞳位置。
☒忽略所有透射率差值；假设光瞳任一点的两个光程差值强度相等，相位可以相减以生成净相位差。

3.2.3.4. 傅科分析（波前）(Foucault Analysis (Wavefront))



生成并显示傅科刀口阴影图。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间也会增加。

类型**(Type)** 选择"线性"或"对数"数据显示类型。

显示为**(Show As)** 选择"表面"、"等高线图"、"灰阶"、"伪色图"或"横截面"作为显示选项。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

行/列**(Row/Column)** 在为"显示为"选择"截面图"后，此控件可定义要显示的行数或列数。

刀口**(Knife)** 选择"水平线上"、"水平线下"、"垂直向左"或"垂直向右"。"垂直向左"刀口可阻挡刀口位置坐标左侧焦点附近的所有光线；即朝向负x坐标方向。"垂直向右"刀口可阻挡刀口位置右侧的所有光线。"水平线上"刀口可阻挡刀口位置上方的所有光线，"水平线下"刀口可阻挡刀口位置下方的所有光线。左、右、上、下是指像面局部坐标系的-x、+x、+y和-y方向。

位置**(Position)** 刀口相对于主光线的位置（以微米为单位）。根据选择的是X还是Y刀口，假设坐标是X还是Y坐标。

数据**(Data)** 可以选择计算的阴影图、参考阴影图或两者数据差。更多信息请参考下文中的"详述"。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。进一步了解如何定义偏振态和分析功能如何使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

参考**(Reference)** 位图参考图像文件的名称。

偏心**X/Y(Decenter X/Y)** 参考阴影图像相对于计算阴影图像的X或Y偏心。单位与参考阴影图像全宽或全高有关。例如，若"X偏心"为0.25，则参考图像将相对于计算图像偏移参考图像全宽的25%。

X/Y缩放**(Scale X/Y)** 参考阴影图像像素相对于计算阴影图像像素之间的X或Y比例因子。

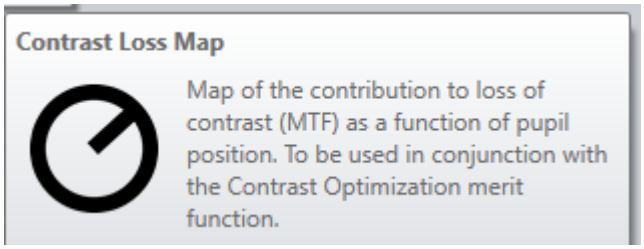
详述**(Discussion)**

此功能可模拟在像面上放置X或Y方向的刀口边缘；然后计算渐晕光束传播回近场后的结果阴影图。计算方法包括通过FFT方法计算焦点处基于衍射的复振幅PSF；然后通过模拟刀口将一部分复振幅渐晕，并将其余的复振幅传播回近场。这样计算的阴影图在此功能中被称为"计算"阴影图。

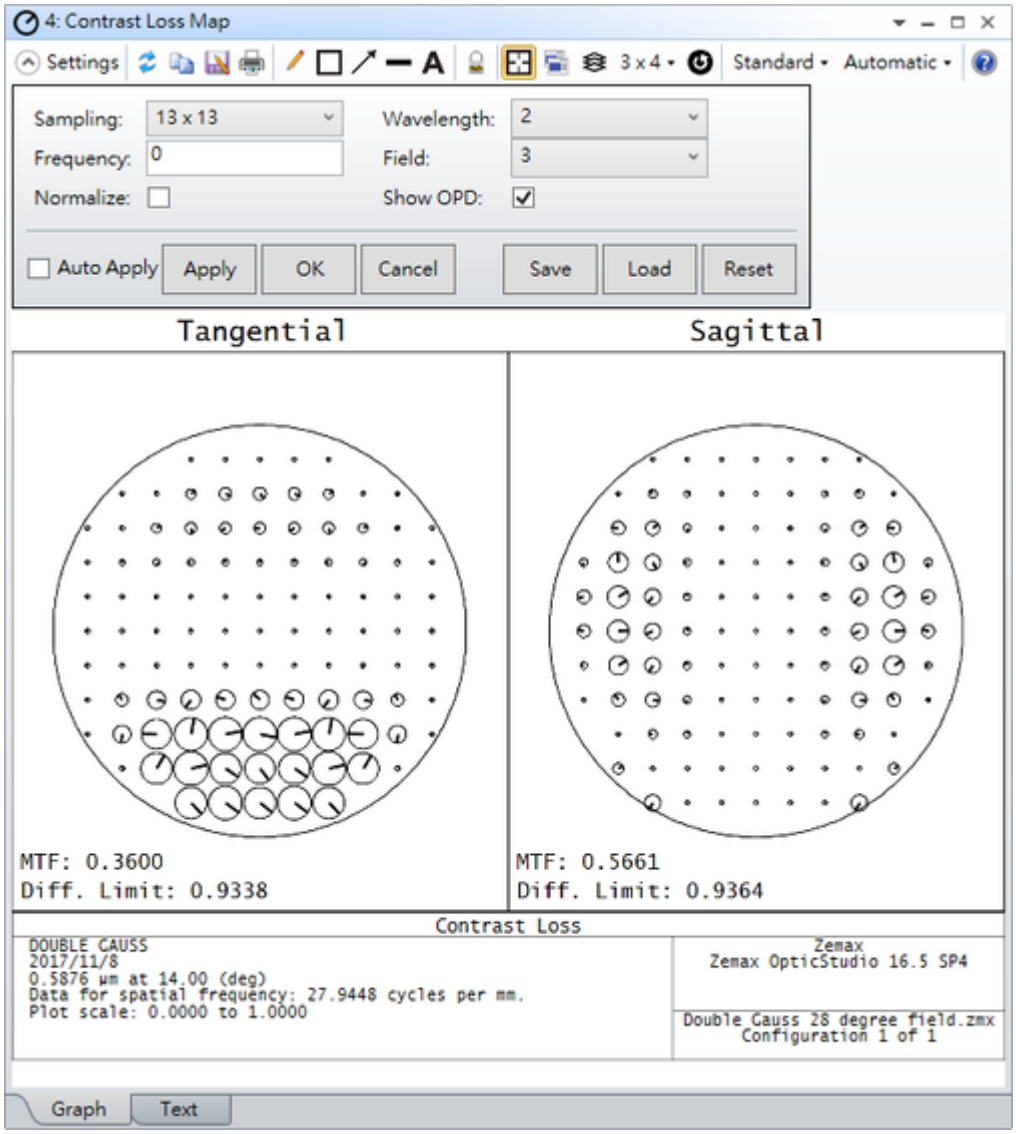
此功能还允许导入位图文件作为参考或已测量的阴影图。可以显示参考阴影图以便检查方向。

可以显示计算阴影图和参考阴影图之间的差异。OpticStudio计算两者之间的RMS差值，并且此RMS差值可以使用FOUC操作数进行优化，如"优化(Optimization)"一章所述。若优化RMS差值，可对产生测量阴影图的光束中的像差进行量化。在计算两者之间的数据差时，必须同时指定这两个图像正确重叠。x/y偏心和x/y缩放控件可用于指定这两个图像。

3.2.3.5. 对比度损失图(Contrast Loss Map)



该功能使用Moore-Elliott方法让光瞳上的对比度损失显现出来。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的网格的尺寸。

频率**(Frequency)**针对其绘制数据图的空间频率（请参阅"MTF单位"）。为零时，频率将设置为所选视场和波长截止频率的5%。

归一化**(Normalize)**如果选中该复选框，则所有圆都都将按比例缩放，以便图中的最大值以允许的最大圆大小显示。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 对其执行计算的视场编号。

显示光程差**(Show OPD)**如果选中该选项，波前信息将使用小指示器显示在绘图中。请参阅以下详述。

详述

该功能使用Moore-Elliott方法，以特定空间频率显示整个光瞳的对比度损失。对比度损失分布将表明光瞳中的哪个区域对不良MTF贡献最大，可用于更好地评估所需的修改，从而提高光学性能。对于光瞳上的每个采样点，将显示一个带有可选小指示器的圆，以显示对比度损失量和波前信息。

每个圆的大小代表光瞳中该位置对比度损失的大小。对比度损失为1时最大，对比度损失为0时最小。

对于对比度损失图上的每个采样光瞳点(px, py)，OpticStudio共追迹5条光线：指定视场的主光线；对于矢状图，来自指定视场的两条光线指向光瞳坐标（px+δ/2、py）与（px-δ/2、py）；对于切线贴图，来自指定视场的两条光线指向光瞳坐标（px、py + δ/2）与（px、py - δ/2）。

δ由所选的频率设置和截止频率确定。如欲了解有关δ的更多信息，请参阅"优化MTF"中的Moore-Elliott方法。

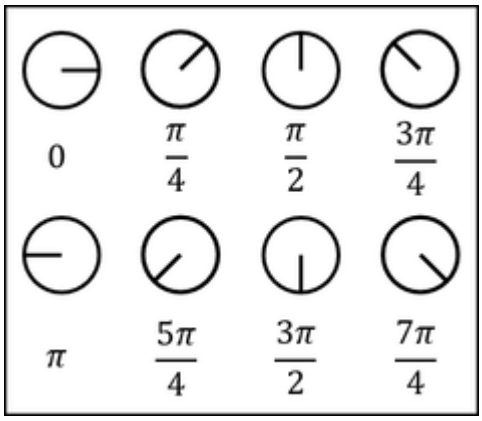
然后根据上面指定的两条光线计算矢状对比度损失，如下所示：

$$\text{Contrast Loss} = 0.5\left(1-\cos\left[\phi_1\left(P_x+\frac{\delta}{2},P_y\right)-\phi_2\left(P_x-\frac{\delta}{2},P_y\right)\right]\right)$$

其中ϕ1和ϕ2是两条光线相对于主光线的光程差，单位为度。 一个非常相似的方程适用于切向对比度损失，不同之处在于ϕ1和ϕ2是针对光线（px、py + δ/2）和（px、py - δ/2）进行计算的。对比度损失1表示对比度已完全丧失，对比度损失0表示实现了衍射限制性能。

请注意，如果其中一个采样光线光瞳坐标在单位圆之外，则无法计算该点的数据，并且在该光瞳位置的图上没有圆显示。例如，光瞳点的矢状对比度损失（px、py）=（1、0）而且δ0.1：两条采样光线将分别为（0.9、0）和（1.1、0），后者位于单位圆之外。

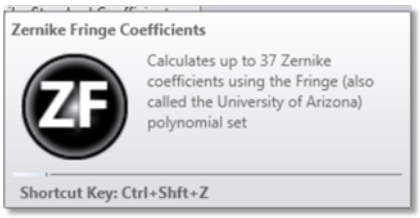
如果选中显示光程差**(Show OPD)**选项，波前信息将显示为一个小指示器：对于光瞳坐标上的每个点，将计算两条光线的平均光程差（ϕ1+ϕ2）/2，并取模2p。该值将确定指示器的方向，如下所示。当OPD为零时，指示器指向+X方向，并随平均OPD的增加而逆时针旋转。



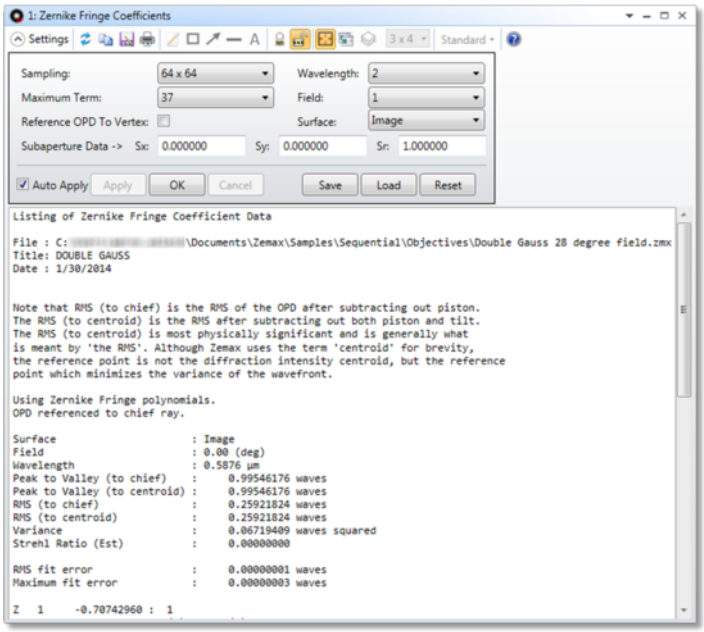
请注意，所选频率下的MTF和衍射限制MTF也会在切线和矢状图上报告，以供参考。该值的计算方式与FFT MTF分析相同，使用光瞳采样128 x 128。如果系统像差太严重而无法通过128 x 128光线的网格对MTF进行良好采样，则会显示错误消息"无法计算MTF"。

请注意，在某些情况下，图上的最大对比度损失可能非常小，因此，可能不容易推断出光瞳上的对比度损失量级。在这种情况下，用户可以选中归一化**(Normalize)**选项，其可缩放所有圆，以便图中的最大值以允许的圆的最大尺寸显示。勾选该选项时，"绘图比例：0到xx"消息将显示在注释区域，其中xx是图中最大的对比度损失值。

3.2.3.6. Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)



使用Fringe多项式（又称为"University of Arizona"多项式）计算Zernike系数。系数以波长为单位。



采样**(Sampling)** 指定用于计算系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

请注意，采样是在均匀网格上进行的。如果这些光线没有在评估表面上均匀采样，则结果将不正确。请参阅下文详述内容中的"采样"部分。

最大项**(Maximum Term)** 指定要计算的最大Zernike系数。可指定的最高项数为37项。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

参考顶点计算**OPD(Ref OPD To Vertex)**一般情况下，OpticStudio会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。如果"表面"设置为"图像"，则OPD参考(Reference OPD)设置将确定评估数据的位置。

子孔径数据：**Sx**、**Sy**、**Sr(Subaperture Data: Sx, Sy, S)** 定义为其计算Zernike数据的光瞳子孔径。请参阅"子孔径计算(Subaperture computations)"，以了解详细信息。

详述

此功能可显示单独的Zernike系数以及峰谷值、RMS、方差、斯特列尔比(Strehl ratio)、RMS拟合残差和最大拟合误差。

在参考平均值时，波前差的RMS值 σ 可定义为

$$\sigma^2 = \bar{W}^2 - \bar{W}^2$$

其中W是波前差，

$$\bar{W}^2$$

是均方差，

$$\bar{W}$$

以及是平均波前差。RMS实际可以使用多种不同的方式来计算。如果忽略平均波前项，则RMS"参考零"结果。此计算可直接得到的平方根，

$$\bar{W}^2$$

但很少使用。

如果从所有波前相位值中减去平均波前值（绝对相位参考没有物理意义），则RMS"参考平均值"。

通常，RMS将进一步参考可最小化RMS的倾斜和偏移的参考球面。这相当于不仅减去平均值（即piston项），还减去x和y平均倾斜。这是有道理的，因为倾斜会使衍射图像质心位置偏移，但不会对像质产生任何影响。为了简便，OpticStudio将此参考点称为"质心"，但该参考点通常只是接近衍射图像质心位置，而不是完全在此位置上。大多数时候，RMS被视为参考质心的RMS平均值，始终是三个数中（指参考零、参考平均值和参考质心）的最小值。

Zernike RMS计算所使用的W值是通过计算每条光线与参考球面交点的相位测量到的"原始"光程差值。参考球面以主光线与像面的交点为中心，其半径等于"出瞳位置"长度（参阅"出瞳位置(Exit pupil position)"）。此方法不考虑参考球面中心位置因慧差改变所造成的细微影响。因此，基于Zernike的参考质心的RMS波前结果可能与RMS分析功能的计算结果略有不同；有关更多信息，请参阅RMS vs 视场(RMS vs. Field)中"关于RMS波前计算的注解(Comments about RMS wavefront computations)"。

采样

用于拟合Zernike系数的波前由在归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates)中均匀分布的光线网格进行采样。

☒当光线瞄准(Ray-Aiming)关闭时，光瞳坐标实际上是在物空间中入瞳位置(Entrance Pupil Position)的表面上定义的。

☒当光线瞄准打开时，光瞳坐标在STOP表面上定义。

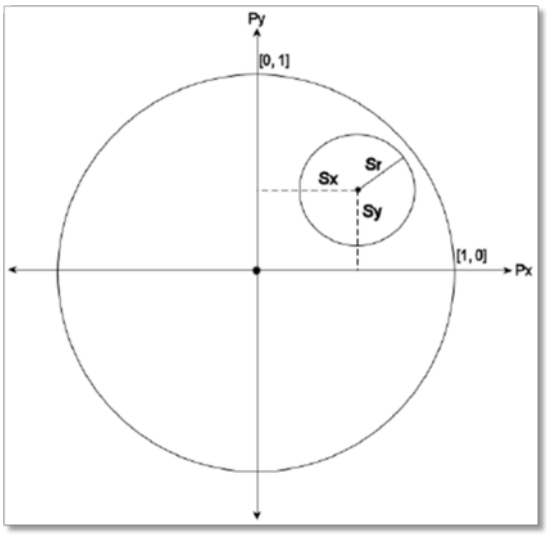
因此，除非STOP表面与图像表面完全重叠，否则采样的光线很少在图像表面上均匀分布。

了解这一点很重要，尤其是在直接测量图像表面的波前时。例如，这就是Shack-Hartmann波前传感器在平面上测量波前的方式。如果是这种情况，请将STOP表面设置为与图像表面完全相同的位置，打开光线瞄准，并将系统选项中的参考OPD(Reference OPD)设置为绝对2。

子孔径计算

默认情况下，将为整个光瞳确定Zernike多项式。子孔径值Sx、Sy和Sr允许仅根据光瞳的圆形子孔径部分计算Zernike数据。子孔径是归一化半径为Sr的圆形区域，与完整光瞳中心的偏离由归一化坐标Sx和Sy决定。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



三个子孔径数据值（Sx、Sy和Sr）都是相对于完整归一化光瞳单位圆的无量纲参数。通过以下公式可提供全孔径和子孔径归一化光瞳坐标之间的转换：

$$P_x = S_x + S_r \times F_x$$

与

$$P_y = S_y + S_r \times F_y$$

其中Fx和Fy表示子孔径坐标，Px和Py表示全孔径坐标。

斯特列尔比近似公式

通过以下近似公式使用参考质心的RMS来计算斯特列尔比：

$$S = e^{(2\pi\sigma)^2}$$

此近似公式对所得斯特列尔比超过0.10的单波长计算有效。

此功能最多可计算37项Zernike项。所使用的特定Zernike项不是标准正交项，而是光瞳边缘有统一大小的归一化项。去掉了展开式中的某些高阶项降低总项数，被选择保留的剩余项可支持高阶球差的准确拟合。此组特定Zernike多项式有时被称为"Fringe"或"University of Arizona"表示法。更正式更通用的多项式集是"标准(Standard)"表示法，有时被称为"Born & Wolf"或类似的"Noll"表示法，在"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"功能中介绍了此表示法。

下表定义了Zernike Fringe多项式。角度 ϕ 是从局部+x轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ 。

Zernike Fringe多项式

项	$Z(\rho, \varphi)$
1	1

2	$\rho\cos\varphi$
3	$\rho\sin\varphi$
4	$2\rho^2-1$
5	$\rho^2\cos2\varphi$
6	$\rho^2\sin2\varphi$
7	$\left(3\rho^2-2\right)\rho\cos\varphi$
8	$\left(3\rho^2-2\right)\rho\sin\varphi$
9	$6\rho^4-6\rho^2+1$
10	$\rho^3\cos3\varphi$
11	$\rho^3\sin3\varphi$
12	$\left(4\rho^2-3\right)\rho^2\cos2\varphi$
13	$\left(4\rho^2-3\right)\rho^2\sin2\varphi$
14	$\left(10\rho^4-12\rho^2+3\right)\rho\cos\varphi$
15	$\left(10\rho^4-12\rho^2+3\right)\rho\sin\varphi$

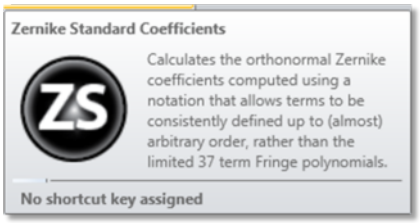
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

16	$20\rho^6 - 30\rho^4 + 12\rho^2 - 1$
17	$\rho^4 \cos 4\varphi$
18	$\rho^4 \sin 4\varphi$
19	$\left(5\rho^2 - 4\right)\rho^3 \cos 3\varphi$
20	$\left(5\rho^2 - 4\right)\rho^3 \sin 3\varphi$
21	$\left(15\rho^4 - 20\rho^2 + 6\right)\rho^2 \cos 2\varphi$
22	$\left(15\rho^4 - 20\rho^2 + 6\right)\rho^2 \sin 2\varphi$
23	$\left(35\rho^6 - 60\rho^4 + 30\rho^2 - 4\right)\rho \cos\varphi$
24	$\left(35\rho^6 - 60\rho^4 + 30\rho^2 - 4\right)\rho \sin\varphi$
25	$70\rho^8 - 140\rho^6 + 90\rho^4 - 20\rho^2 + 1$
26	$\rho^5 \cos 5\varphi$
27	$\rho^5 \sin 5\varphi$
28	$\left(6\rho^2 - 5\right)\rho^4 \cos 4\varphi$
29	$\left(6\rho^2 - 5\right)\rho^4 \sin 4\varphi$

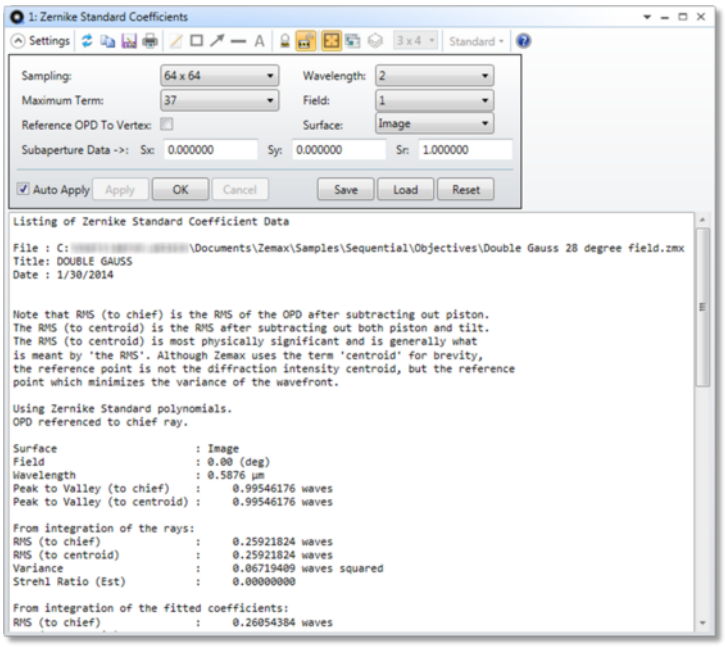
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

30	$(21\rho^4-30\rho^4+10)\rho^3\cos3\varphi$
31	$(21\rho^4-30\rho^4+10)\rho^3\sin3\varphi$
32	$(56\rho^6-105\rho^4+60\rho^2-10)\rho^2\cos2\varphi$
33	$(56\rho^6-105\rho^4+60\rho^2-10)\rho^2\sin2\varphi$
34	$(126\rho^8-280\rho^6+210\rho^4-60\rho^2+5)\rho\cos\varphi$
35	$(126\rho^8-280\rho^6+210\rho^4-60\rho^2+5)\rho\sin\varphi$
36	$252\rho^{10}-630\rho^8+560\rho^6-210\rho^4+30\rho^2-1$
37	$924\rho^{12}-2772\rho^{10}+3150\rho^8-1680\rho^6+420\rho^4-42\rho^2+1$

3.2.3.7. Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)



计算使用下文中定义的表示法计算的正交Zernike系数：请参阅R. Noll"Zernike polynomials and atmospheric turbulence", J. Opt.Soc.Am., Vol. 66, No. 3, p207 (1976)。该表示法允许将项数统一定义为（几乎）任意阶项数，而非有限的37项Fringe多项式。该系数采用光波单位提供。



采样**(Sampling)** 指定用于系数拟合的光瞳密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

请注意，采样是在均匀网格上进行的。如果这些光线没有在评估表面上均匀采样，则结果将不正确。请参阅以下详述中的"采样"部分。

最大项**(Maximum Term)** 指定要计算的最大Zernike系数。可指定高达231的任意值。

波长**(Wavelength)** 用于计算的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

参考顶点计算**OPD(Ref OPD To Vertex)**一般情况下，OpticStudio会参考主光线的光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中该选项，会根据主光线与像面顶点的偏差将倾斜加入光束。该选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，前提是通过主光线偏差描述倾斜的假设有效。

表面**(Surface)** 选择要评估的数据所在的表面。这对评估中间图像很实用。请参阅"评估中间表面上的结果(Evaluating results at intermediate surfaces)"。如果"表面"设置为"图像"，则OPD参考(Reference OPD)设置将确定评估数据的位置。

子孔径数据**Sx**、**Sy**、**Sr(Subaperture Data: Sx, Sy, Sr)** 定义计算Zernike数据的光瞳子孔径。请参阅"子孔径计算(Subaperture computations)"，了解详细信息。

详述**(Discussion)**

该功能与"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"功能相似，但使用的编号方案略有不同，展开式中更多项数用于拟合，这些项为正交归一化项，并且没有一项跳过。有关某些重要详情，请参阅"Zernike Fringe系数"说明。

Zernike多项式最通用的表示方式形式如下

$$R_n^m(\rho)e^{im\theta} = \begin{cases} R_n^m(\rho)\cos m\theta \\ R_n^m(\rho)\sin m\theta \end{cases}$$

多项式的径向部分由n和m两个指标定义。n指标定义径向幂次的阶数，所以n值为5表示最大径向幂次为5的所有多项式。一旦选择n，m只允许有特定的值；n + m必须是偶数，且0 ≤ m ≤ n。有关Zernike Standard多项式的详细信息，请参阅Born和Wolf 撰写的"光学原理"，参见第1章或上面列出的Noll参考。这些数据项都是标准正交项，因此各项系数的大小为各项的RMS贡献值。

该功能在拟合系数旁列出了公式；整个表有231项，太过冗长，这里无法一一列出。下面列出前28项。角度 ϕ 是从局部+x轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ 。

Zernike Standard多项式

项	$Z(\rho,\varphi)$
1	1
2	$\sqrt{4}\,\rho\cos\varphi$
3	$\sqrt{4}\,\rho\sin\varphi$
4	$\sqrt{3}\,(2\rho^2-1)$
5	$\sqrt{6}\,(\rho^2\sin 2\varphi)$
6	$\sqrt{6}\,(\rho^2\cos 2\varphi)$
7	$\sqrt{8}\,(3\rho^3-2\rho)\sin\varphi$
8	$\sqrt{8}\,(3\rho^3-2\rho)\cos\varphi$
9	$\sqrt{8}\,\rho^3\sin 3\varphi$
10	$\sqrt{8}\,\rho^3\cos 3\varphi$
11	$\sqrt{5}\,(6\rho^4-6\rho^2+1)$

12	$\sqrt{10}\left(4\rho^4-3\rho^2\right)\cos 2\varphi$
13	$\sqrt{10}\left(4\rho^4-3\rho^2\right)\sin 2\varphi$
14	$\sqrt{10}\,\rho^4\cos 4\varphi$
15	$\sqrt{10}\,\rho^4\sin 4\varphi$
16	$\sqrt{12}\left(10\rho^5-12\rho^3+3\rho\right)\cos\varphi$
17	$\sqrt{12}\left(10\rho^5-12\rho^3+3\rho\right)\sin\varphi$
18	$\sqrt{12}\left(5\rho^5-4\rho^3\right)\cos 3\varphi$
19	$\sqrt{12}\left(5\rho^5-4\rho^3\right)\sin 3\varphi$
20	$\sqrt{12}\,\rho^5\cos 5\varphi$
21	$\sqrt{12}\,\rho^5\sin 5\varphi$
22	$\sqrt{7}\left(20\rho^6-30\rho^4+12\rho^2-1\right)$
23	$\sqrt{14}\left(15\rho^6-20\rho^4+6\rho^2\right)\sin 2\varphi$
24	$\sqrt{14}\left(15\rho^6-20\rho^4+6\rho^2\right)\cos 2\varphi$

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

25	$\sqrt{14}\left(6\rho^6-5\rho^4\right)\sin 4\varphi$
26	$\sqrt{14}\left(6\rho^6-5\rho^4\right)\cos 4\varphi$
27	$\sqrt{14}\,\rho^6\sin 6\varphi$
28	$\sqrt{14}\,\rho^6\cos 6\varphi$

采样

用于拟合Zernike系数的波前由在归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates)中均匀间隔的光线网格采样。

☒当光线瞄准(Ray-Aiming)关闭时，光瞳坐标实际上在物空间入瞳位置(Entrance Pupil Position)的表面上定义。

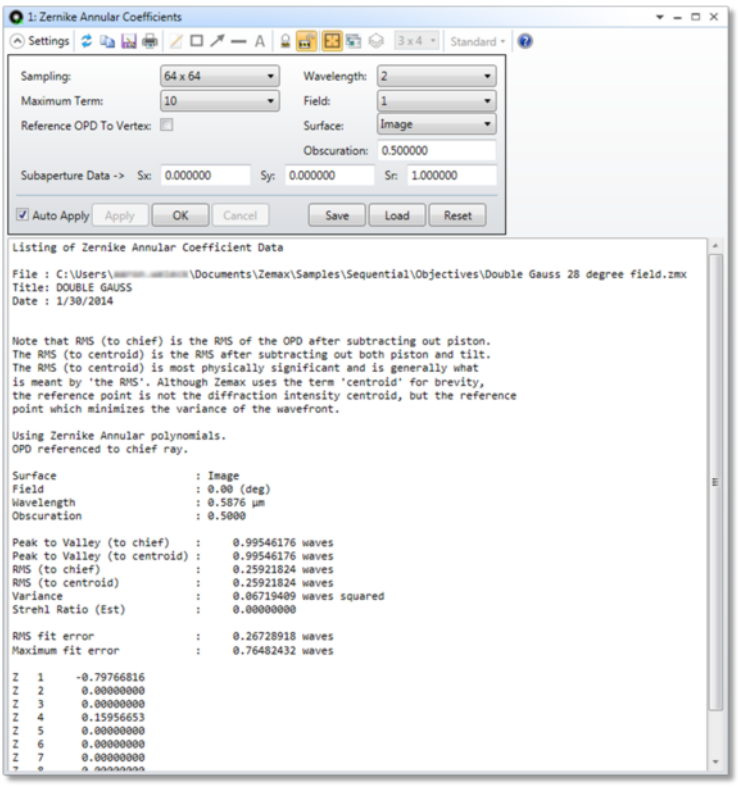
☒当光线瞄准打开时，光瞳坐标在STOP表面上定义。

因此，除非STOP表面与图像表面完全重叠，否则采样光线在图像表面上的间隔很少均匀。

了解这一点很重要，尤其是在直接测量图像表面的波前时。例如，这就是Shack-Hartmann波前传感器在平面上测量波前的方式。如果是这种情况，请将STOP表面设置为与图像表面完全相同的位置，打开光线瞄准，并将系统选项中的参考OPD(Reference OPD)设置为绝对2。

3.2.3.8. Zernike Annular系数(Zernike Annular Coefficients)

使用以下文章中所定义的表示法计算正交归一的Zernike系数：请参阅R. Noll"Zernike polynomials and atmospheric turbulence", J. Opt。Soc.Am., Vol. 66, No.3, p207 (1976)；光瞳为环形光瞳，有关说明，请参阅V. N. Mahajan "Zernike annular polynomials for imaging systems with annular pupils", J. Opt。Soc.Am., Vol. 71, No.1, p75 (1981)。系数以波长为单位。感谢英国宇航技术中心(UK Astronomy Technology Centre)的Brett Patterson帮助我们开 发此功能。



采样**(Sampling)** 指定用于计算系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

请注意，采样是在均匀网格上进行的。如果这些光线没有在评估表面上均匀采样，则结果将不正确。请参阅下文详述内容中的"采样"部分。

最大项**(Maximum Term)** 指定要计算的最大Zernike系数。可指定的最大项数为231项。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

参考顶点计算**OPD(Ref OPD To Vertex)**一般情况下，OpticStudio会参考主光线计算光程差，这实际上减去了波前相位中的倾斜。对于干涉仪，有时需要保留波前倾斜。选中此选项会将倾斜（基于主光线与像面顶点的偏差）加入到光束中。此选项仅适用于其主光线与表面顶点相当接近的视场位置，且前提是通过主光线偏差所描述的倾斜有效。

遮阑**(Obscuration)** 环形光瞳的遮阑比例 ε 。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。如果"表面"设置为"图像"，则OPD参考(Reference OPD)设置将确定评估数据的位置。

子孔径数据：**Sx**、**Sy**、**Sr(Subaperture Data: Sx, Sy, S)** 定义为其计算Zernike数据的光瞳子孔径。请参阅"子孔径计算(Subaperture computations)"，以了解详细信息。

详述**(Discussion)**

此功能与"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"功能相似，不同的是光瞳可以是环形而非圆形。有关重要信息，请参阅该详述以及上面的引文。光瞳的环形性质是参数 ε 定义的，公式是

$$\varepsilon = \frac{R_{inner}}{R_{outer}}$$

其中$R_{内}$和$R_{外}$是环形光瞳的内半径和外半径。当 ε 为零时，环面是圆形，Annular和Standard Zernike多项式相同。当 ε 大于零时，Annular Zernike多项式与Standard Zernike多项式不同。仅当拟合Annular多项式并忽略环形区域外的非渐晕波前光线时，OpticStudio才追迹环形区域中的光线。

Annular多项式通常过于复杂，没有列到文本输出窗口中，此处列出了前22项。角度 ϕ 是从局部+x轴开始按逆时针方向测量的角度。径向坐标是归一化的无量纲参数 ρ 。

Zernike Annular多项式

项	$Z(\rho,\varphi,\epsilon)$
1	1
2	$\frac{2\rho\cos\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2}}$
3	$\frac{2\rho\sin\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2}}$
4	$\frac{\sqrt{3}\ (1+\epsilon^2-2\rho^2)}{\epsilon^2-1}$
5	$\frac{\sqrt{6}\ \rho^2\sin 2\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4}}$
6	$\frac{\sqrt{6}\ \rho^2\cos 2\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4}}$
7	$\frac{2\sqrt{2}\ \rho\left(-2-2\epsilon^4+3\rho^2+\epsilon^2\left(-2+3\rho^2\right)\right)\sin\varphi}{\sqrt{(\epsilon^2-1)^2(1+\epsilon^2)\left(1+4\epsilon^2+\epsilon^4\right)}}$

8	$\frac{2\sqrt{2}\ \rho\left(-2-2\epsilon^4+3\rho^2+\epsilon^2\left(-2+3\rho^2\right)\right)\cos\varphi}{\sqrt{\left(\epsilon^2-1\right)^2\left(1+\epsilon^2\right)\left(1+4\epsilon^2+\epsilon^4\right)}}$
9	$\frac{2\sqrt{2}\ \rho^3\sin 3\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6}}$
10	$\frac{2\sqrt{2}\ \rho^3\cos 3\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6}}$
11	$\frac{\sqrt{5}\left(1+\epsilon^4-6\rho^2+6\rho^4+\epsilon^2\left(4-6\rho^2\right)\right)}{\left(\epsilon^2-1\right)^2}$
12	$\frac{\sqrt{10}\ \sqrt{\frac{\left(\epsilon^2-1\right)^4\left(1+\epsilon^2+\epsilon^4\right)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+4\epsilon^6+\epsilon^8}}\ \rho^2\left(3+3\epsilon^6-4\rho^2+\epsilon^2\left(3-4\rho^2\right)+\epsilon^4\left(3-4\rho^2\right)\right)\cos 2\varphi}{\left(\epsilon^2-1\right)^3\left(1+\epsilon^2+\epsilon^4\right)}$
13	$\frac{\sqrt{10}\ \sqrt{\frac{\left(\epsilon^2-1\right)^4\left(1+\epsilon^2+\epsilon^4\right)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+4\epsilon^6+\epsilon^8}}\ \rho^2\left(3+3\epsilon^6-4\rho^2+\epsilon^2\left(3-4\rho^2\right)+\epsilon^4\left(3-4\rho^2\right)\right)\sin 2\varphi}{\left(\epsilon^2-1\right)^3\left(1+\epsilon^2+\epsilon^4\right)}$
14	$\frac{\sqrt{10}\ \rho^4\cos 4\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8}}$
15	$\frac{\sqrt{10}\ \rho^4\sin 4\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8}}$

16	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho\cos\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}$ ，其中 $E=\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^2(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}{1+9\epsilon^2+9\epsilon^4+\epsilon^6}}$ ，和 $Q=3+3\epsilon^8-12\rho^2+10\rho^4-12\epsilon^6(\rho^2-1)+2\epsilon^4(15-24\rho^2+5\rho^4)+4\epsilon^2(3-12\rho^2+10\rho^4)$.
17	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho\sin\varphi}{(\epsilon^2-1)^3(1+4\epsilon^2+\epsilon^4)}$ 其中， E和Q是在上面第16项中定义的。
18	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho^3\cos3\varphi}{(\epsilon^2-1)^4(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}$ ，其中 $E=\sqrt{\frac{(\epsilon^2-1)^6(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}{1+4\epsilon^2+10\epsilon^4+20\epsilon^6+10\epsilon^8+4\epsilon^{10}+\epsilon^{12}}}$ ，和 $Q=4+4\epsilon^8-5\rho^2+\epsilon^2(4-5\rho^2)+\epsilon^4(4-5\rho^2)+\epsilon^6(4-5\rho^2)$.
19	$\frac{-2\sqrt{3}\,(E)(Q)\,\rho^3\sin3\varphi}{(\epsilon^2-1)^4(1+\epsilon^2)(1+\epsilon^4)}$ ，其中 E和Q是在上面第18项中定义的。
20	$\frac{3\sqrt{3}\,\rho^5\cos5\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8+\epsilon^{10}}}$
21	$\frac{3\sqrt{3}\,\rho^5\sin5\varphi}{\sqrt{1+\epsilon^2+\epsilon^4+\epsilon^6+\epsilon^8+\epsilon^{10}}}$

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

22	$\frac{\sqrt{7}\left(1+\epsilon^6-12\rho^2+30\rho^4-20\rho^6-3\epsilon^4\left(-3+4\rho^2\right)+3\epsilon^2\left(3-12\rho^2+10\rho^4\right)\right)}{\left(\epsilon^2-1\right)^3}$

采样

用于拟合Zernike系数的波前由在归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates)中均匀分布的光线网格进行采样。

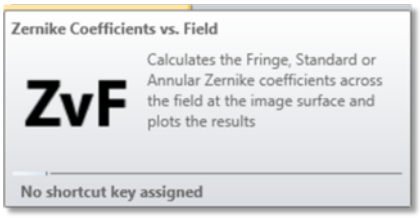
☒当光线瞄准(Ray-Aiming)关闭时，光瞳坐标实际上是在物空间中入瞳位置(Entrance Pupil Position)的表面上定义的。

☒当光线瞄准打开时，光瞳坐标在STOP表面上定义。

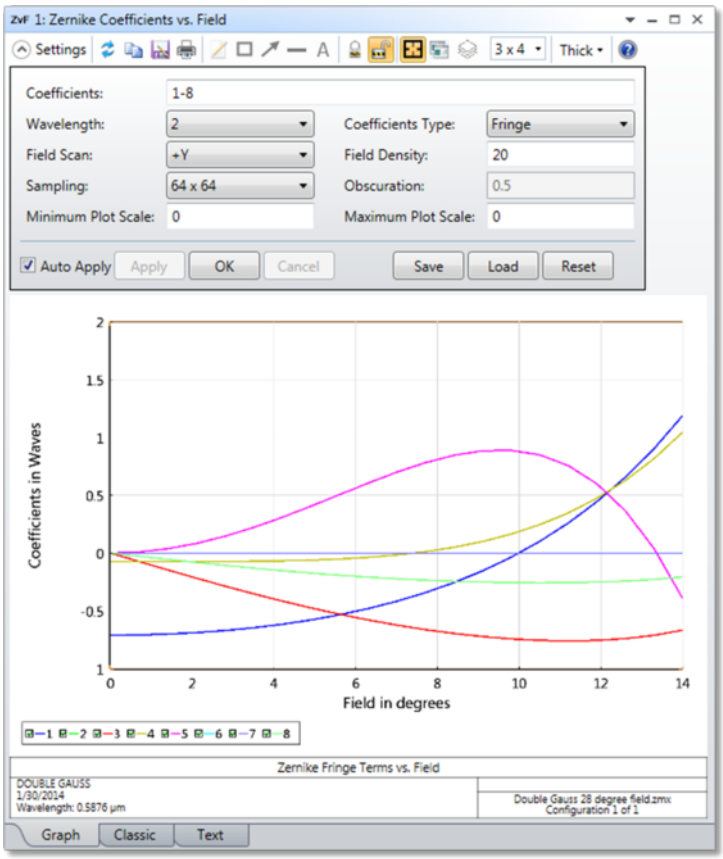
因此，除非STOP表面与图像表面完全重叠，否则采样的光线很少在图像表面上均匀分布。

了解这一点很重要，尤其是在直接测量图像表面的波前时。例如，这就是Shack-Hartmann波前传感器在平面上测量波前的方式。如果是这种情况，请将STOP表面设置为与图像表面完全相同的位置，打开光线瞄准，并将系统选项中的OPD参考(Reference OPD)设置为绝对2。

3.2.3.9. Zernike系数 vs 视场(Zernike Coefficients vs. Field)



计算像面处的Fringe、Standard以及Annular Zernike系数随视场变化的曲线并绘制结果。



系数**(Coefficients)** 以空格或逗号分隔的单调递增的整数列表，这些整数代表与Fringe、Standard或Annular Zernike多项式中的项相对应。对于项范围，使用短划线分隔范围中的第一项和最后一项。注意：当"系数类型"选项设置为"Fringe"时，最大项数是37；如果设置为"Standard"或"Annular"，则允许使用231项。如果使用零，则绘制所有系数。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

系数类型**(Coefficients Type)** 选择相应选项以绘制Fringe、Standard或Annular Zernike多项式。

视场扫描**(Field Scan)** 选择相应选项以计算正X或Y、负X或Y视场方向的Zernike项。

视场密度**(Field Density)** 计算"视场"对话框中定义的最大和最小视场之间的每个Zernike项所使用的视场点数。

采样**(Sampling)** 用于系数拟合的光瞳网格采样密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

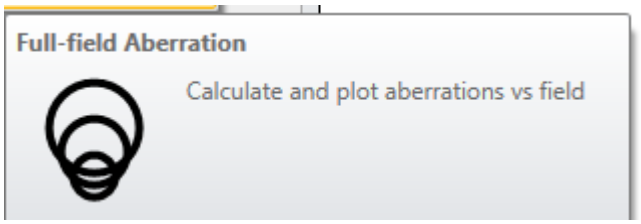
遮阑**(Obscuration)** 环形光瞳的遮阑比例。

最小/最大绘图比例**(Minimum/Maximum Plot Scale)** y轴上显示的值的范围。若为"0"，表示OpticStudio将选择默认值。

详述

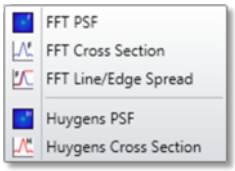
随+y、-y、+x或-x视场变化显示Zernike Fringe、Standard或Annular系数。可以使用逗号或空格分隔的整数列表选择要显示的特定项或项范围。只需使用短划线分隔要显示的第一项和最后一项即可定义范围。例如，若列表为1, 5-7，将绘制Zernike第1项以及第5项至第7项。有关一组完整的Fringe系数，请参阅"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"。有关一组完整的Standard系数，请参阅"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"。应当注意的是，计算时需忽略渐晕因子的效应。有关遮阑比例的完整说明，请参阅"Zernike Annular系数(Zernike Annular Coefficients)"

3.2.3.10. 全视场像差（波前）(Full-Field Aberration (Wavefront))



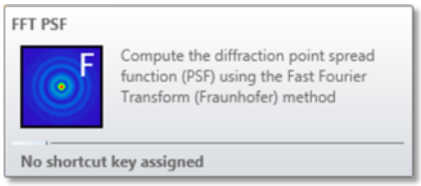
计算并绘制全视场下的像差图。更多信息请参阅"全视场像差(Full-Field Aberration)"部分。

3.2.4. 点扩散函数(PSF)

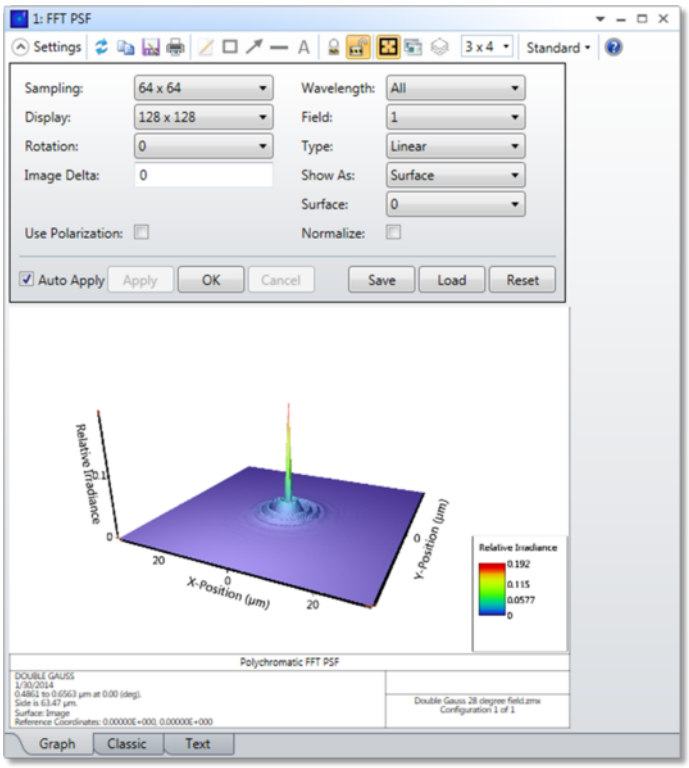


使用各种算法计算镜头点扩散函数(PSF)。

3.2.4.1. FFT PSF



使用快速傅里叶变换(FFT)算法计算衍射点扩散函数 (PSF)。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64，等等。虽然更高的采样率会产生更准确的数据，但计算时间会增加。

显示**(Display)** 表示生成绘图显示时将绘制哪部分计算数据。显示网格可以是从32 x 32到两倍采样网格尺寸的任意大小。显示大小越小，显示的数据越少，但放大率越高，可见性越好。此控件不会对文本显示产生任何影响。

旋转**(Rotation)** 旋转指定了为便于查看的表面图的旋转方式；可以是0、90、180度，也可以是270度。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

类型**(Type)** 选择"线性"（强度）、"对数"（强度）、"相位"、（有正负符号振幅的）"实部"或（有正负符号振幅的）"虚部"。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩色图作为显示选项。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

像面采样间距**(Image Delta)** 像方各点之间的delta距离（以微米为单位）。如果为零，则使用默认间隔。如果为负值，则像面采样间距设置为允许的最大值，且使用全采样网格。查看"详述"，了解详情。

归一化**(Normalize)** 如果选中，会把峰值强度归一化为统一。如果未选中，峰值强度将归一化为无像差PSF（斯特列尔比(Strehl ratio)）的峰值。

表面**(Surface)** 选择要评估的点扩散函数所位于的表面。这对于评估中间图像非常实用。请参见"评估中间面上的结果(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

详述**(Discussion)**

使用FFT算法计算点扩散函数速度很快，但其中包含了一些假设，这些假设并非始终成立。惠更斯算法虽然计算速度较慢，但更为通用，包含的假设较少，参阅"惠更斯PSF(Huygens PSF)"中提供的详细说明。

FFT PSF计算所使用的假设

FFT PSF可计算视场中单个点光源在光学系统中形成的衍射图像的强度。在与参考波长入射主光线垂直且将主光线作为中心的假想平面上计算的强度。多波长计算中使用主波长作为参考波长，或在单波长计算中使 用单波长作为参考波长。由于假想平面与主光线垂直，且不是像面，因此在主光线入射角度不为零时计算的FFT PSF结果过于乐观（会得到更小的PSF）；这通常是包含倾斜像面的系统、广角系统、异常出瞳系统或非远心系统会出现的情形。

FFT算法做出的其它主要假设有，像面位于光束的远场。这意味着仅当像面很接近所有光线的几何焦点时，计算的PSF才准确；或者换言之，横向光线像差不能过大。虽然没有硬性限制，但如果横向像差超过几百个波长，则计算可能不准确。注意：即使波前差很小的系统也可以有很大的横向光线像差；例如，仅沿一个方向会聚光线的柱面透镜。在此情况下，非聚焦方向的横向像差与光束直径近似。在这些情况下，惠更斯PSF方法也可以提供更准确的结果。

对于大多数透镜，相比前面提到的假设来说不太重要的假设是应用了标量衍射理论。不考虑光线的矢量性。这一点在接近或小于F/1.5（在空气中）的快速系统中很重要。标量衍射理论在F/#值很小时预测的结果（较小PSF）过于乐观。

如果系统的主光线与像面几乎垂直（角度可能小于20度），出瞳像差是可以忽略的，且横向光线像差合理，则FFT PSF是准确的，并且速度通常比惠更斯PSF方法快得多。

如果存在疑虑，应采用这两种PSF方法进行比较。深入理解用户环节的这些假设和计算方法，对于辨别可能损坏准确性的情况非常重要。

关于**FFT**方法和采样问题的详述

FFT PSF算法利用了衍射PSF与光学系统出瞳处的波前复振幅的傅里叶变换相关这一事实。先在出瞳处对光线网格计算振幅和相位，再进行FFT，然后计算衍射图像强度。

在光瞳上的采样网格尺寸与衍射图像上的采样周期两者间选择一个折衷方案。例如，要减少衍射图像的采样周期，必须增加光瞳的采样周期。为此，"拉伸"光瞳采样网格，以使其填满光瞳。此过程意味着光瞳中的点实际将减少。

随着采样网格尺寸增加，OpticStudio将调整光瞳网格以增加光瞳上的点数，同时使衍射图像的采样更密集。网格尺寸每次翻倍后，光瞳采样周期（光瞳中两点之间的距离）各维度将按2的平方根减少，像面采样周期各维度也将按2的平方根减少，衍射图像网格宽度将以2的平方根为因子增加（因为每个维度中有两倍的点数）。所有比率都是近似比，并且对大网格是接近正确的。

尺寸拉伸参考于32 x 32网格。将32 x 32网格中的点放在光瞳上，并对光瞳中的点进行追迹。对于该网格尺寸，计算衍射像面两点之间默认距离的公式是

$$\Delta = \lambda F\left(\frac{n-2}{2n}\right)$$

其中F是工作F/#（与像空间F/#不同），是最短定义波长，而n是网格中的点数。因子-2是因为光瞳不在网格中心（因为n是偶数），而是偏移了n/2 + 1。分母中的2n是由于后面描述的零填充。

对于大于32 x 32的网格，网格在光瞳空间中的默认拉伸系数为

$$\sqrt{2}$$

采样密度每次会翻倍。像空间采样的通用公式是

$$\Delta = \lambda F\left(\frac{n-2}{2n}\right)\left[\frac{32}{n}\right]^{1/2}$$

像面数据网格的总宽度是

$$W = 2n\Delta$$

由于拉伸光瞳网格会减少光瞳中的采样点数，因此有效网格尺寸（表示实际追迹光线的网格尺寸）比采样网格小。有效网格尺寸将随采样增加而增加，但不如采样增加得快。下表总结了各种采样密度值的近似有效网格尺寸。

点扩散函数计算的默认有效网格尺寸

采样网格尺寸	近似有效光瞳采样
32 x 32	32 x 32
64 x 64	45 x 45
128 x 128	64 x 64
256 x 256	90 x 90
512 x 512	128 x 128
1024 x 1024	181 x 181
2048 x 2048	256 x 256
4096 x 4096	362 x 362
8192 x 8192	512 x 512

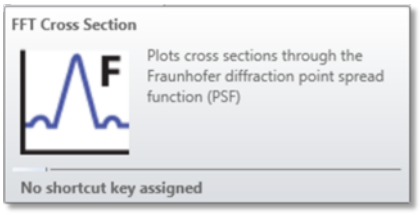
采样也是波长的函数。上文详述仅对计算所使用的最短波长有效。如果计算是多波长计算，则会调整较长波长，以使用较小的有效网格。所使用的比例因子是波长比。在为宽波长段系统选择采样网格时，应考虑这个问题。对于多波长计算，短波长得到数据比长波长的数据更准确。对于FFT PSF相位、实部和虚部数据类型，多波长平均值没有实际意义，并且如果用户选择所有波长，OpticStudio会将波长选项设置为主波长。

如果需要不同的采样距离，可以手动选择像面采样间距 Δ。如果像面采样间距为零，则OpticStudio会使用上述间隔和采样网格。如果像面采样间距大于零，则OpticStudio会调整光瞳采样以生成所需像面采样间距大小。实际拉伸量取决于网格尺寸、像面采样间距、定义的波长、各视场和波长的F/#值以及出瞳的纵横比。如果像面采样间距设置得过小，则无法留下足够的光瞳采样点；如果像面采样间距过大，则光瞳网格无法遍布整个出瞳宽度。OpticStudio已控制这两种情况，在出现这些情况时，系统会发出错误消息。如果像面采样间距小于零，则OpticStudio根本不会拉伸光瞳。这样可最大程度地扩大像坐标中的PSF范围，并使用光瞳中全网格的光线，但采样的空间分辨率不会增加，因为像面采样间距会因采样增加几乎保持不变。

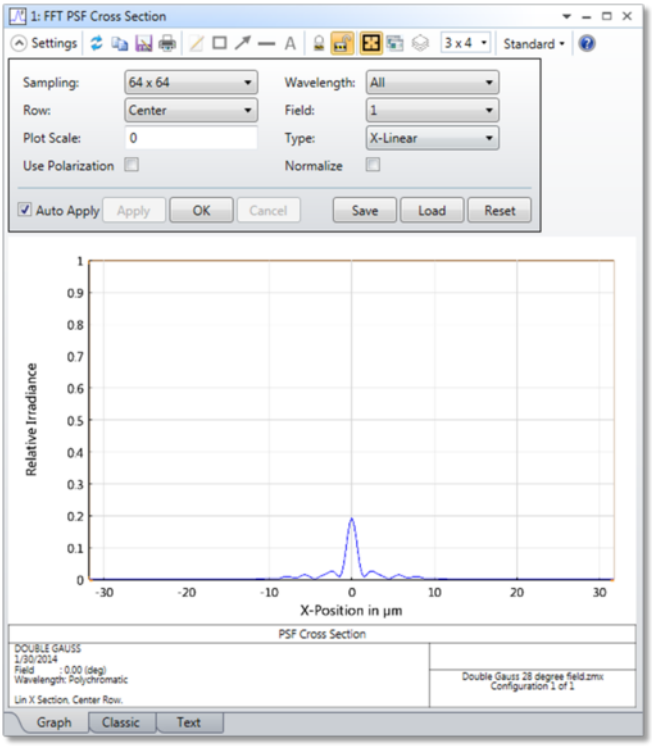
在指定采样后，OpticStudio会在所谓的"零填充"过程中使阵列尺寸翻倍。对于32 x 32采样，这意味着OpticStudio会使用64 x 64网格的中心部分。因此，衍射点扩散函数将分布在64 x 64大小的网格上。像空间中的采样始终是光瞳采样的两倍。零填充可减少混叠现象。

FFT算法的本质是在光瞳空间坐标中完成计算。因此，旋转像面不会影响计算的PSF的方向。PSF的X和Y方向与入瞳中光线的X和Y方向对应，但与像的X和Y空间方向不是始终相同的。要在像空间坐标中计算PSF，请参阅"惠更斯PSF"

3.2.4.2. FFT截面图(FFT Cross Section)



此功能通过衍射PSF绘制截面图。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64，等等。虽然更高的采样率会产生更准确的数据，但计算时间会增加。

行/列**(Row/Col)** 要显示的行或列。对于32 x 32采样，有64行和64列（请参阅FFT PSF功能的详述部分）。是使用某行还是某列取决于"类型"设置。默认"中心"将显示PSF的中心，其并非始终为PSF峰值。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置最大横轴缩放（以微米为单位）。输入0，表示自动缩放。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

类型**(Type)**选择X或Y截面图类型，可以是线性、对数、相位、实部或虚部。X截面被称为行，Y截面被称为列。

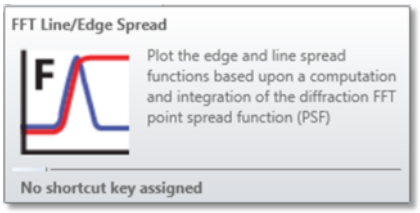
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

归一化**(Normalize)**如果选中，会把峰值强度归一化为一。如果没有选中，峰值强度将归一化为无像差PSF（斯特列尔比）的峰值。

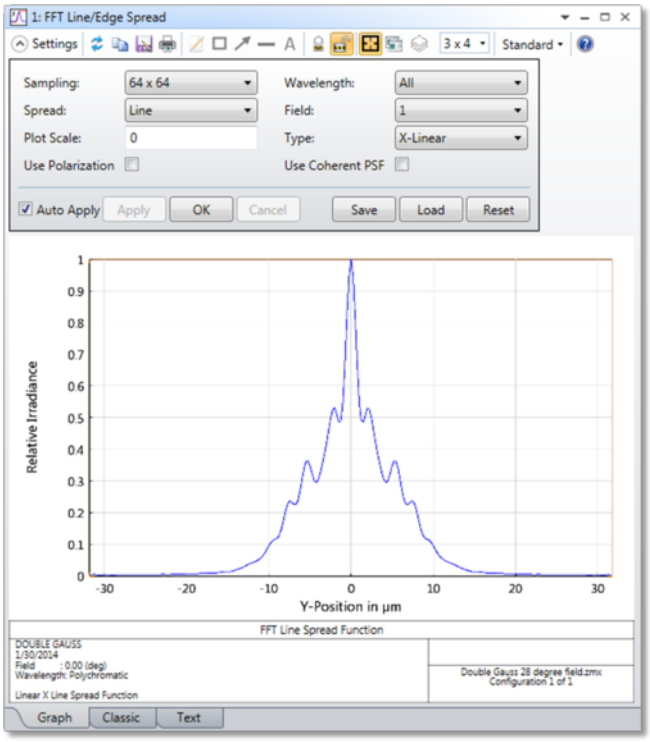
详述**(Discussion)**截面图是直接由PSF数据获取的。由于PSF是直接由出瞳上的相位计算得到的，因此坐标系的方向在各类情况下不一定都正确。构成正x或y的数据与像空间坐标中显示的数据可能不一致，例如点列图。

注意：另请参阅FFT PSF的详述部分。这些注解同样适用于该特性。

3.2.4.3. FFT线/边缘扩散(FFT Line/Edge Spread)



此功能可根据衍射FFT PSF的计算和对其积分绘制边缘或线扩散函数。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64，等等。虽然更高的采样率会产生更准确的数据，但计算时间会增加。

扩散**(Spread)** 选择线或边缘扩散函数。

图形缩放**(Plot Scale)** 设置横轴最大缩放（以微米为单位）。输入0，表示自动缩放。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 应针对其执行计算的视场编号。

类型**(Type)** 选择X或Y方向的类型，可以是线性强度或对数强度。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

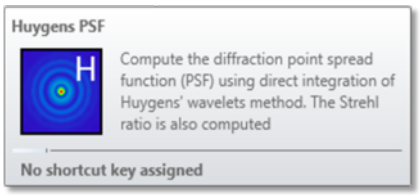
使用相干**PSF(Use Coherent PSF)** 如果勾选，则假设相干照明情况下进行的计算。如果未勾选，将视为非相干照明结果。

详述

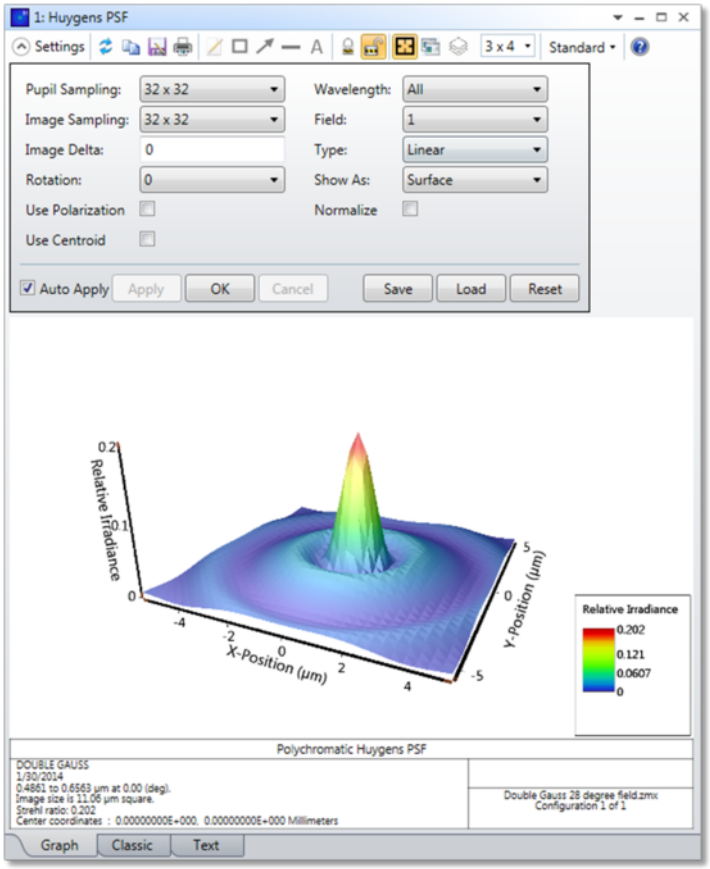
线响应函数（或线扩散函数，LSF）是线物体成像的截面图。边缘扩散函数(ESF)是边缘（半无限平面）所 成像的截面图。X或Y方向是指线或边缘的方向。X方向代表线或边缘与X轴平行。Y方向代表线或边缘与Y轴平行。LSF和ESF是根据FFT PSF积分计算的。另请参阅"几何线/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread)"

注意：另请参阅FFT PSF的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

3.2.4.4. 惠更斯PSF（Huygens PSF）



利用惠更斯子波算法直接积分计算衍射PSF。此外，还可计算斯特列尔比。



光瞳采样（**Pupil Sampling**） 选择要追迹的光线网格的尺寸进行计算。采样密度越高，结果越准确，但计算时间也越长。

像面采样（**Image Sampling**）计算衍射强度的像面网格尺寸。该采样值加上像面采样间距，可确定所显示区域的大小。

像面采样间距（**Image Delta**）像面网格中各点之间的距离（以微米为单位）。用零表示默认网格间隔。

旋转（**Rotation**）旋转指定了表面图旋转的角度；可以是0、90、180或270度。

波长（**Wavelength**）用于计算的波长编号。

视场（**Field**） 计算中应使用的视场编号。

类型（**Type**） 选择线性（强度）或对数（强度）。对数缩放范围为10至50。还提供了实部振幅、虚部振幅和相位（以度为单位）。有关线性和复振幅之间关系的更多内容,请参阅下面的详述部分。

结构（**Configuration**）选择"所有"，可对所有结构中每个波长的PSF执行相干叠加计算；也可选择"当前"或任何单个结构。注意：这是各个结构中同一波长的相干叠加，然后是针对不同波长所产生的PSF的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须完全相同。请参阅"多重结构操作数概要"中的CWGT和WLWT。此外，该相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择"所有"，并且已定义有焦和无焦模式结构，则"结构"设置会自动重置为"当前"。

归一化（**Normalize**） 如果选中，会把峰值强度归一化为一。如果没有选中，峰值强度将归一化为无像差PSF（斯特列尔比）的峰值。

显示为（**Show As**）选择表面、等高线、灰度或伪色图作为显示选项。"真彩"（True Color）选项可通过将波长转换为最接近的RGB等效值，并计算所有波长的和来创建PSF的RGB色彩表现。真彩表现的准确性受计算机显示器渲染色彩的RGB方法限制，而且可能无法准确呈现单色色彩。如果"类型"是非线性选项，则不能使用"真彩"选项。注意：选择"真彩"，需要重新计算数据，因为其将通过单独的方法进行计算。在其它显示选项中进行选择，无需重新计算。

使用偏振（**Use Polarization**）如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）（Polarization （system explorer））"。

使用质心（**Use Centroid**）如果勾选，则绘图将以几何像的质心为中心。如果未勾选，则绘图将以主光线为中心。

详述

考虑衍射效应的其中一种方法是，假设波前图上的每个点都是有振幅和相位的完美点光源。其中每个点光源都发出球形"子波"，有时被称为"惠更斯子波"（因惠更斯最先提出该模型而得名）。波前在空间中传播时的衍射是发出的所有球形子波的干预或复数和产生的。

要计算惠更斯PSF，可以通过光学系统发射光线网格，每条光线都表示具体的振幅和相位子波。像面所有点的衍射强度均为所有子波复数和的平方值。该方法可针对像面网格上的各点计算PSF。在图形以及文本列表中都报告了中心坐标，如果选择"使用质心"，则中心坐标由光束的几何质心定义，而如果没有选择"使用质心"，则中心坐标对应于用于计算PSF的视场点的主光线。图形总是以这些中心坐标为中心的，例如：坐标（n/2+1）、（n/2+1），其中n是像空间网格中的点数。旋转对称系统的数据输出将以点（n/2、n/2+1）为中心保持对称。此外，无论是否选择"使用质心", OpticStudio都会一直计算惠更斯PSF本身的中心坐标与质心之间的位移，这是由PSF的二阶矩分析确定的。该位移在文本列表中报告为质心偏移量。然后，在文本列表中将中心坐标和质心偏移量的总和报告为质心坐标。

像面采样间距值可确定像空间网格的点间距。如果指定了零值，则使用默认网格间距。默认像面采样间距的计算公式是：

$$\Delta = \frac{\lambda F}{\sqrt{n_p}}$$

其中n_p是光瞳空间网格中的点数，λ是设置中选择的波长，而F则是工作F/#。如果"波长"设置为"所有"，λ则为最大波长。只要n *（像面采样间距）范围中包含整个PSF宽度，像面采样间距尺寸的精确值就不重要。

与FFT PSF不同，OpticStudio在主光线截点位置计算与像面相切的虚平面上的惠更斯PSF。注意：虚平面与表面的法线（而非主光线）垂直。因此，惠更斯PSF将计算由像面倾斜、主光线入射角度或这二者导致的像面局部倾斜。

惠更斯算法将计算光束沿像面传播时衍射像不断变化的形状。如果相对于传入光束而言，像面是倾斜的，则该效应很重要。惠更斯PSF算法的另一个优势是：用户可以选择任何网格尺寸和间距。这样，即使F/#或波长不同，也可直接比较两个不同镜头的PSF。

惠更斯PSF唯一的不足是速度。与FFT算法相比，直接积分速度较慢（有关详细信息，请参阅上一部分）。计算时间取决于光瞳网格尺寸的平方乘以像面网格尺寸的平方，再乘以波长数。OpticStudio可计算系统所具有的对称性。在多种CPU计算机上，惠更斯PSF会自动将所提供的所有处理器用于实现最高速度。

构建惠更斯PSF时，通常使用平面参考来计算相位。在可以假设光线来自远处光瞳以及我们所关注的像面区域尺寸很小时，该参考效果很好。因此，可将来自光瞳的每条光线作为平面波处理。平面波在平面上的相位是恒定的，因此在平面波入射到像面单个像素的中心时，其相位只是光线的相位加上从平面波到像素的距离的2p/l倍。然后相干叠加所有平面波，将得到惠更斯PSF，每个平面波代表单条光线。

但是，如果像面较大，则从光瞳中任何给定光线到每个像素的距离可能会发生明显的变化，因此无法使用平面波近似。这可通过计算从出瞳到像面中心的距离并计算从出瞳到像面拐角的距离来确定。如果这两个距离差值超过l/4，平面波近似将无法很好的表示系统，因为存在不可忽视的像面相位弯曲。在这种情况下，OpticStudio将改用球面波进行相位参考。这样做会增加惠更斯PSF的计算时间，因为我们必须计算每个像素的相位而且不能再假设与像素坐标之间的线性关系，但可为像平面上具有明显像差的系统提供更为精确的PSF计算。对此，平面波参考通常会导致有噪声的结果。偶尔使用球面波参考，会将惠更斯PSF的适用性扩展至各种系统，例如将其用于为计算机生成的全息图建模等。

在默认情况下，OpticStudio会使用上述标准，自动确定在出瞳位置是使用平面相位参考，还是使用球面相位参考进行惠更斯积分。

但要覆盖系统的该设置，请为"计算惠更斯积分的方法（Method to Compute Huygens Integral）"选项修改系统选项的选择（参见设置选项卡>系统组>系统选项>高级）。

线性PSF（以通量为单位）与复振幅（定义为"实PSF + i*虚PSF"，单位为视场或平方根（通量））之间的基本关系为线性PSF =（实PSF）^2 +（虚PSF）^2。线性量、实量和虚量的惠更斯求和都是单独累加的，因此它们的值在光瞳和图像采样时的收敛速度可能略有。

请注意，如果使用多波长PSF，线性PSF类型将使用基于波长的因子"wFactor"。该因子的目的对多波长PSF的不同波长贡献进行加权。wFactor为：

$$\omega Factor = \omega_{multi} * \omega_{wave} * \left(\frac{\lambda_{\min}}{\lambda_{used}}\right)^2$$

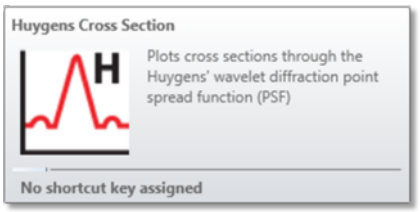
而ω-multi是由多重结构编辑器中的CWGT操作数的值给出的，ω-wave是波长设置中的波长权重。

关于多结构间偏振和**PSF**叠加的注解

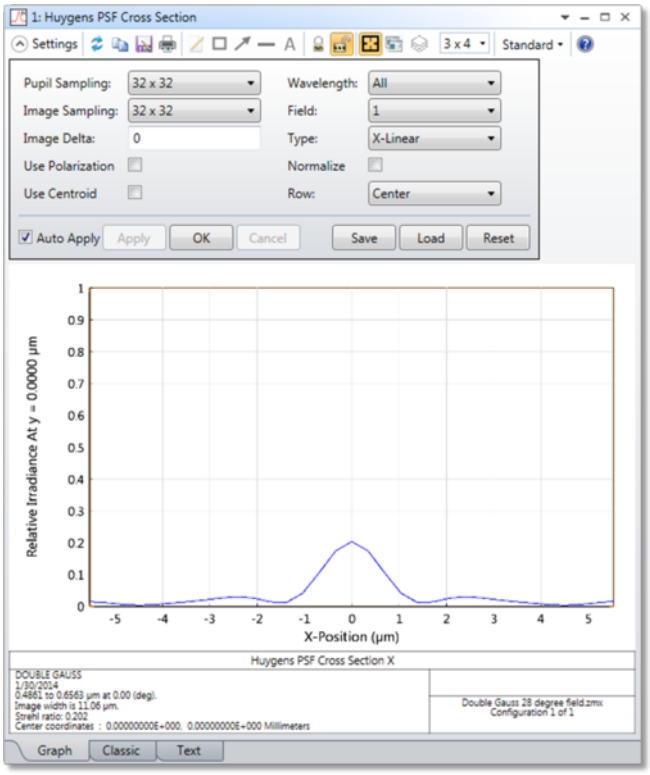
如果不同结构的光束为正交强偏振，要让惠更斯PSF结果准确无误，就必须考虑输入偏振。应该关闭系统选项中的"非偏振"设置并应在惠更斯PSF属性中打开"使用偏振"。有关系统选项中偏振设置的更多信息，请参见"偏振（系统选项）（Polarization （system explorer））"。

如果在惠更斯PSF设置中勾选"使用偏振"但在系统选项中勾选了"非偏振"，则惠更斯PSF结果可能会不准确。如果通过这些设置针对多个结构进行PSF求和，OpticStudio将计算每个结构的平均偏振传输，并将得到的能量分配给透过光场的x分量。由于手动将结构产生的能量设置为这种状态，因此它们将在惠更斯PSF中相干求和。但正交偏振光束不应该相干干扰，因此，如果不同结构的光束为正交强偏振，则该结果将不准确。为了防止这种情况的发生，应该关闭系统选项中的"非偏振"设置，以便使用正确的偏振光束输入。

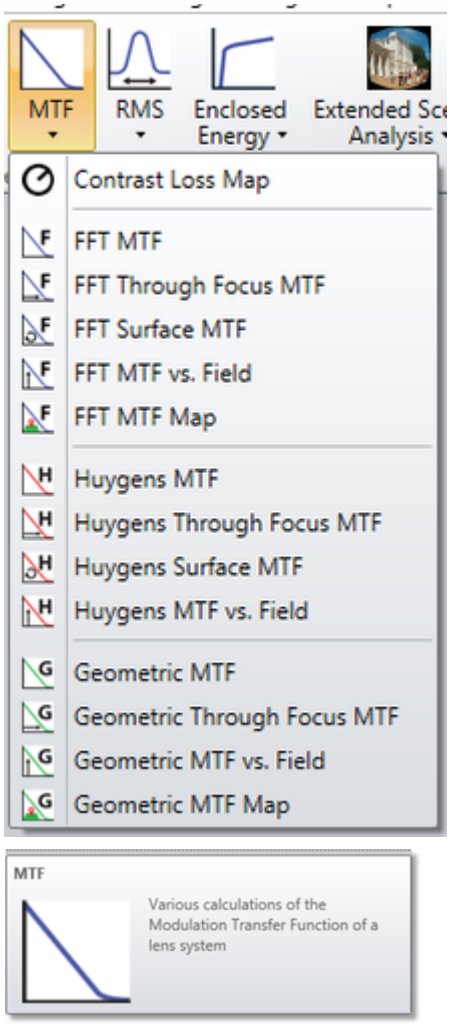
3.2.4.5. 惠更斯截面图(Huygens Cross Section)



利用惠更斯子波算法直接积分计算衍射PSF。此外，还可计算斯特列尔比。此功能与"惠更斯PSF"非常相似，不同之处在于数据被绘制为截面图。

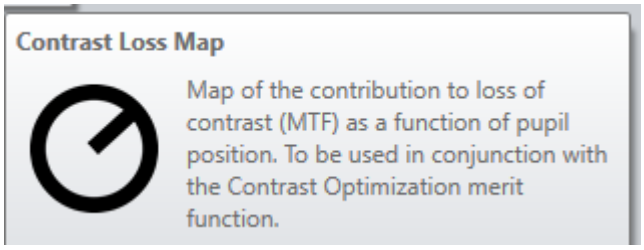


3.2.5. MTF



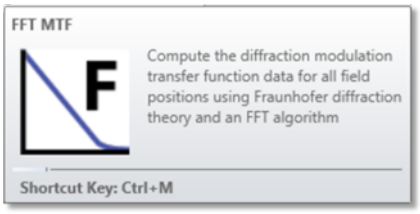
针对透镜系统的调制传递函数(MTF)的各种计算

3.2.5.1. 对比度损失图（MTF）(Contrast Loss Map (MTF)

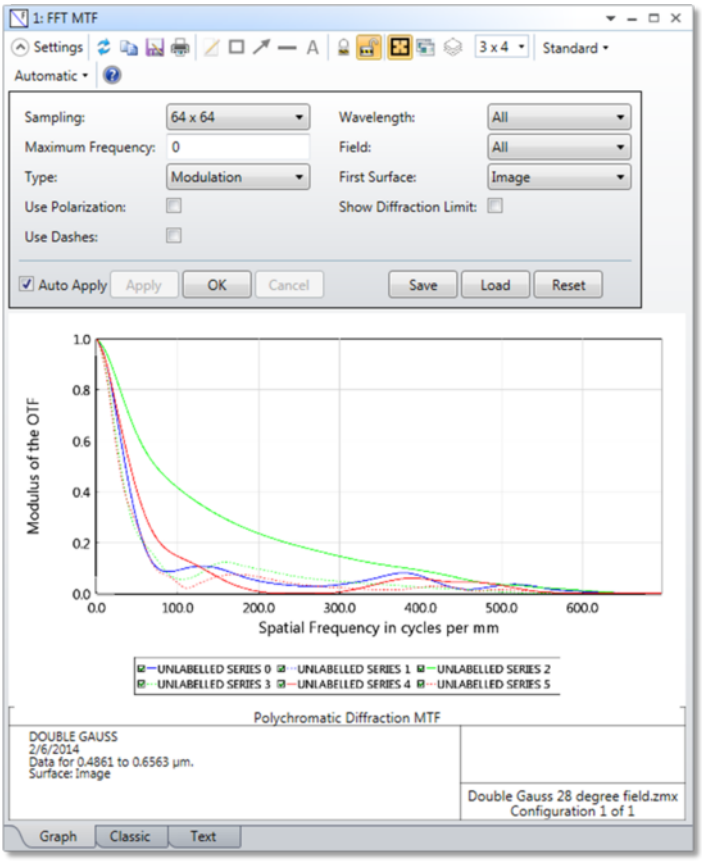


该功能使用Moore-Elliott方法让光瞳上的对比度损失显现出来。如欲了解更多信息，请参见"对比度损失图(Contrast Loss Map)"。

3.2.5.2. FFT MTF



使用FFT算法计算所有视场位置的衍射调制传递函数（MTF）数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

显示衍射极限**(Show Diffraction Limit)** 选择是否显示衍射极限数据。

最大频率**(Max Frequency)** 指定所绘制的最大频率（参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

类型**(Type)** 选择"调制"、"实部"、"虚部"、"相位"或"方波响应"。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)**选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

表面**(Surface)**选择要评估的MTF所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

详述**(Discussion)**

注意：参阅FFT和惠更斯PSF的讨论章节。这些注解同样适用于此功能。

衍射MTF计算基于光瞳数据的FFT。MTF结果是随正弦波物空间频率变化的调制值，也可选择计算实部、虚部、相位或方波响应。与对正弦波目标响应的其它绘图不同，方波MTF是对特定频率的方波目标的调制响应。可使用以下公式根据MTF数据计算方波响应值：

$$S(v) = \frac{4}{\pi}\left[\frac{M(v)}{1} - \frac{M(3v)}{3} + \frac{M(5v)}{5} - \frac{M(7v)}{7} \ldots\right]$$

其中S(v)是方波响应值，M(v)是正弦曲线调制响应值，而v是空间频率。

对于有焦系统，任一波长的截止频率等于波长分之一乘以工作F/#，OpticStudio会针对弧矢和子午响应分别计算每个视场各波长的工作F/#。此计算将得到准确的MTF数据，即使对于失真和色差畸变系统也是如此，例如包含柱面或光栅的系统。

对于无焦系统，截止频率等于出瞳直径除以波长。

随着采样增加，光程差(OPD)峰谷值和OPD最大斜率的减少，横向光线像差减少，衍射计算更准确。如果光瞳的光程差峰谷值过大，则波前采样过于粗糙，并会出现混叠(aliasing)。混叠将导致数据不准确。 OpticStudio将尝试检测何时出现混叠，并会发出相应的错误消息。但是，OpticStudio不能自动检测采样在各种情况下何时过低，尤其在波前相位上斜率很大时更是如此。

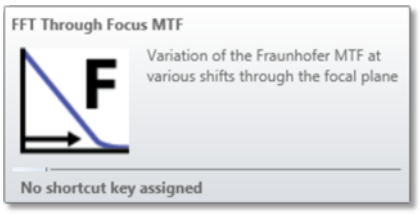
基于FFT算法的MTF假设结果对于余弦空间出瞳上光线（合理）均匀分布的情形是准确的。某些系统（例如极快的离轴反射镜）的出瞳有显著拉伸，因此基于FFT的MTF不准确。对于这些系统，应使用惠更斯MTF。有关更多信息，请参阅"惠更斯MTF(Huygens MTF)"。

当光程差的波数较大（例如超过10个波数）时，使用几何MTF来代替衍射MTF可能更好。对于像差显著的系统，几何MTF很准确，在空间频率较低时更是如此（在像差较大时，高频率MTF会迅速降低）。如果显示衍射极限曲线，则该曲线将显示参考视场位置的无像差对应结果；请参阅"衍射极限(Diffraction limited)"。

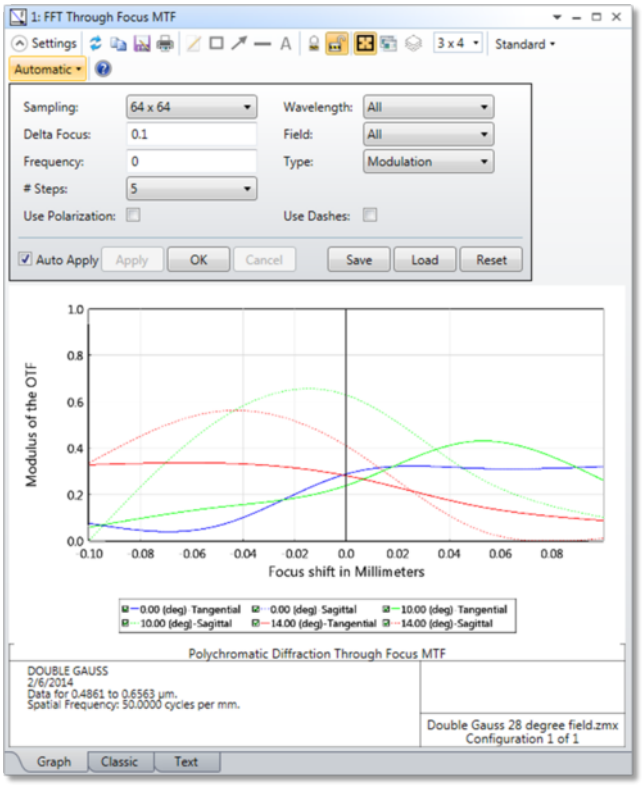
在像空间中，MTF绘图的空间频率绘图比例是以周期/毫米为单位，在物空间中是以周期/毫弧度为单位（参阅"MTF单位(MTF Units)"）。在像空间中可计算MTF（以周期/毫米为单位），因此在确定物空间的空间频率响应时需要考虑系统的放大效应。

FFT算法的本质是在光瞳空间坐标中完成计算。因此，旋转像面不会影响计算的MTF的方向。子午响应对应于沿物空间X轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿物空间Y轴方向的周期性目标图像。这不同于"几何MTF"和"惠更斯MTF"的约定。

3.2.5.3. 离焦FFT MTF (FFT Through Focus MTF)



计算指定频率下离焦变化的FFT调制传递函数数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

离焦范围**(Delta Focus)** 对于有焦系统，离焦范围是指绘图时±Z轴的范围以镜头单位表示。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时±光焦度范围（以屈光度为单位）。

频率**(Frequency)** 指定绘图数据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

步长数**(# Steps)** 计算数据的焦平面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在文本输出中，每个选定的视场点位置的101个点基于"步长数"计算的数据点，从平滑样条曲线采样。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

类型**(Type)** 选择"调制"、"实部"、"虚部"、"相位"或"方波响应"。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

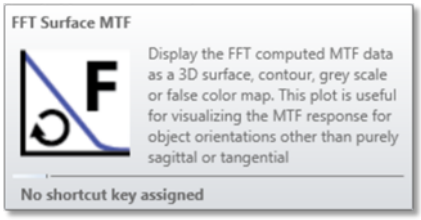
使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

详述**(Discussion)**

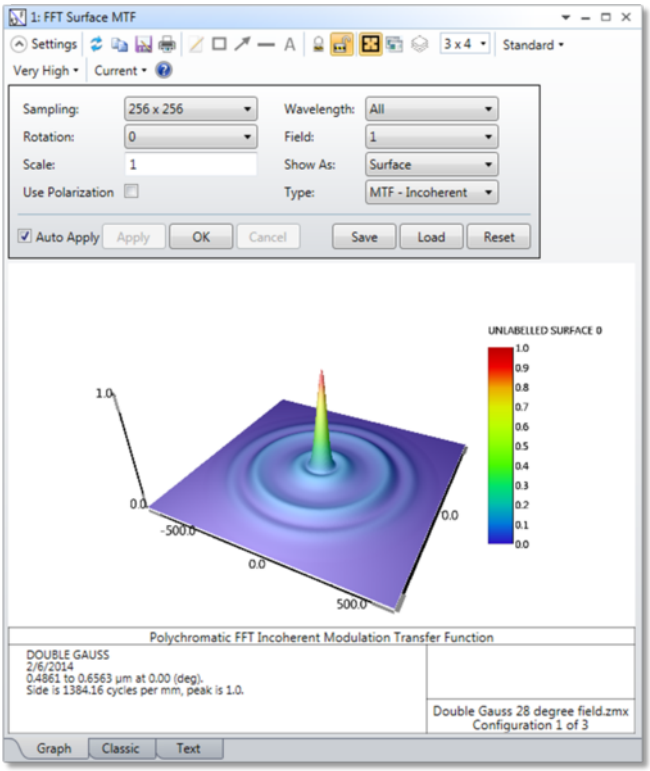
本分析使用了速度较快的FFT MTF计算算法。这与MTFA操作数使用的算法（参数Grid = 0）相同。因为这个分析工具使用了一个稍微不同的FFT计算版本，所以结果可能与FFT MTF中显示的不同。

请参阅"FFT MTF"以了解详细信息

3.2.5.4. 表面FFT MTF(FFT Surface MTF)



以三维表面图、等高线图、灰阶或伪色图显示FFT MTF数据。此绘图有助于查看物方各个方向的MTF响应值，比单纯的弧矢或子午图更直观。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64，等等。虽然更高的采样率会产生更准确的数据，但计算时间会增加。

旋转**(Rotation)** 为方便查看表面图而指定的旋转方式；可为0、90、180或270度。

缩放**(Scale)** 比例因子将覆盖程序为表面绘图自动设置的纵轴比例。通常，该值应设置为1。比例因子可大于1以便在垂直方向拉伸图形，或小于1以便压缩图形。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

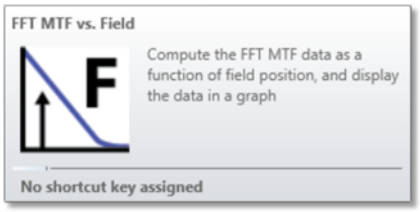
视场**(Field)** 视场编号可确定应计算的定义视场位置。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪色图作为显示选项。

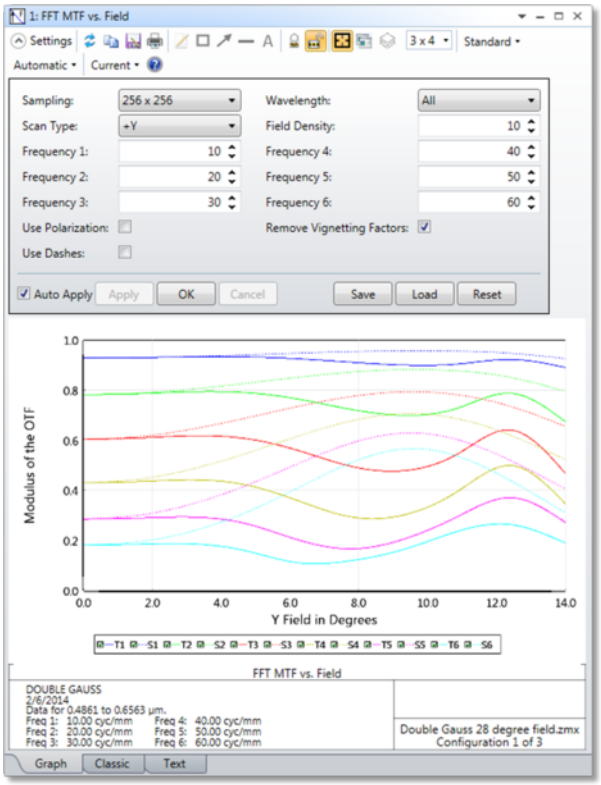
类型**(Type)** 选择非相干或相干光学传递函数的调制值、实部或虚部。如果生成文本列表且要求提供实部或虚部，则将同时列出实部或虚部以保持完整性。

详述**(Discussion)** 常规MTF绘图只是MTF表面图的两个垂直截面图。此绘图主要用作定性分析。有关详细信息，请参阅"FFT MTF"。

3.2.5.5. FFT MTF vs 视场(FFT MTF vs. Field)



计算随视场位置变化的FFT MTF数据，并使用图表显示这些数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率**1-6(Frequency 1-6)** 图中数据所依据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

视场密度**(Field Density)** 视场密度是指零度和最大视场（计算MTF和内插中间值的视场）之间的点数量。最多允许100个视场点。

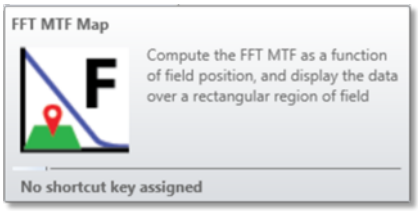
扫描类型**(Scan Type)** 选择+y、+x、-y或-x视场扫描方向。

详述**(Discussion)** 请参阅"FFT MTF"以了解详细信息。此功能可根据定义的最大径向视场坐标绘制MTF随视场高度变化曲线图。

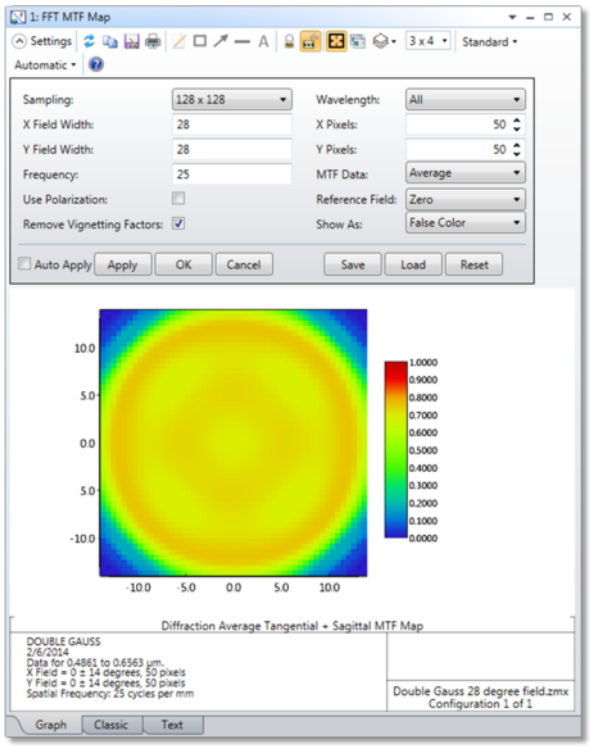
关于渐晕因子的注解

渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳尺寸和形状（完整详述参见"渐晕因子"）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中"除去渐晕因子(Remove Vignetting Factors)"（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子均自动替换为表面孔径。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是光学器件孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选"除去渐晕因子"选框。之后，OpticStudio使用最接近的已定义视场确定任意视场点要使用的渐晕因子。

3.2.5.6. FFT MTF图(FFT MTF Map)



计算随视场位置变化的FFT MTF数据，并在矩形视场区域上显示这些数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

X或**Y**视场宽度**(X or Y Field Width)** X或Y视场宽度（以视场单位为单位）。这是全宽或全高，而不是半宽或半高。如果使用视场类型为角度，则在物空间中视场单位为度，否则视场单位与镜头单位相同。

频率**(Frequency)** 针对其绘制数据图的空间频率（请参阅"MTF单位"）。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号，或者对多波长MTF使用"所有"选项。

X或**Y**像素**(X or Y Pixels)** 计算各自方向的MTF所使用的像素数。请注意，像素的大小由像素的数目和视场的宽度确定；不要求像素必须为方形。为了便于显示，假设MTF的计算结果将位于单个像素的整个区域上，而实际上则是在单个像素的中心计算的MTF。

MTF数据**(MTF Data)** 选择要显示的子午、弧矢、平均、最小或最大MTF。

参考视场**(Reference Field)** 此选项可选择绘图中心相对应的视场编号。如果选择"零"，则使用(0,0)视场坐标作为绘图中心。

显示为**(Show As)** 选择灰阶或伪色图作为显示选项。

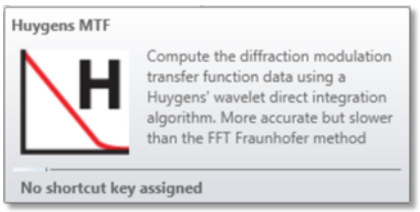
除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)** 请参阅"FFT MTF(FFT MTF)"以了解详细信息。此功能可计算二维网格上每个视场点的MTF。如果总点数较大，则计算时间可能会很长。另请参阅"几何MTF图(Geometric MTF Map)"。

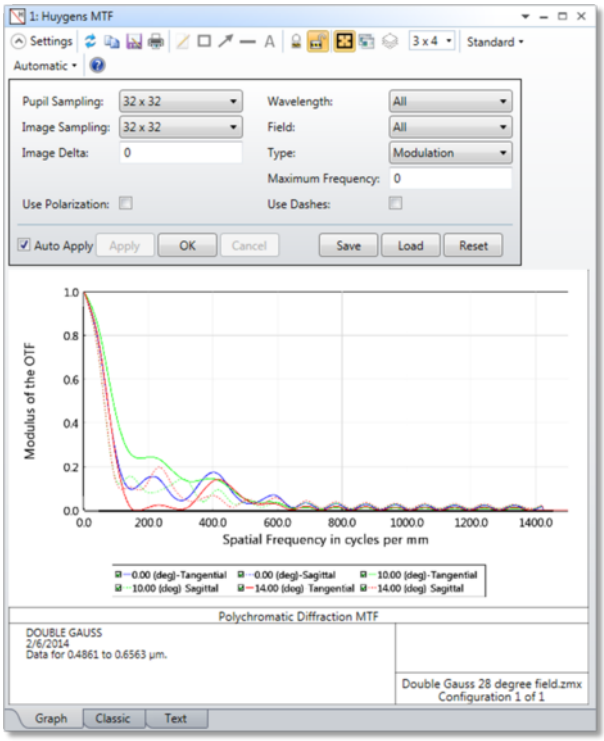
关于渐晕因子的注解

渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳尺寸和形状（完整详述参见"渐晕因子"）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中"除去渐晕因子(Remove Vignetting Factors)"（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子均自动替换为表面孔径。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是光学器件孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选"除去渐晕因子"选框。之后，OpticStudio使用最接近的已定义视场确定任意视场点要使用的渐晕因子。

3.2.5.7. 惠更斯MTF(Huygens MTF)



使用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数(MTF)数据。



光瞳采样**(Pupil Sampling)** 选择要追迹的光线网格的尺寸，以执行计算。更高的采样密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。

像面采样**(Image Sampling)** 计算衍射强度的像面网格尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算MTF的PSF的大小。另请参阅"惠更斯PSF"。

像面采样间距**(Image Delta)** 像面网格中各点之间的距离（以微米为单位）。用零表示默认网格间隔。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

结构**(Configuration)**选择"所有"，可根据所有结构中每个波长的PSF的相干叠加来计算MTF，也可选择"当前"或任何单个结构。注意：MTF由PSF计算，PSF是各个结构中同一波长的相干叠加，其后是针对不同波长所产生的PSF的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须完全相同。请参阅"多重结构操作数概要"中的CWGT和WLWT。此外，该相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择"所有"，并且已定义有焦和无焦模式结构，则"结构"设置会自动重置为"当前"。

波长**(Wavelength)**计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中应使用的视场编号。

类型**(Type)**选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

最大频率**(Max Frequency)** 要显示的最大频率，单位与MTF单位相对应（参见"MTF单位(MTF Units)"）。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。进一步了解如何定义偏振态和分析功能如何使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio首选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

详述**(Discussion)**

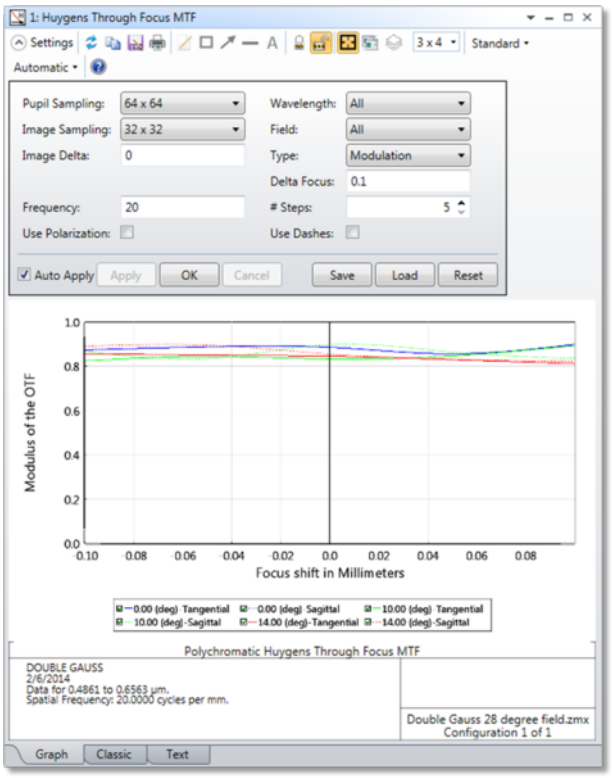
请参阅惠更斯PSF的详述部分。这些注解同样适用于此功能。

惠更斯MTF可计算惠更斯PSF的FFT。"像面采样"和"像面采样间距"的设置与惠更斯PSF的相关设置相同，因此先进行惠更斯PSF计算是有用的（参阅"惠更斯PSF"）。由于是在像方空间坐标中执行PSF转换，子午响应对应于局部像面坐标y方向的空间频率，弧矢响应对应于x方向的空间频率。此外，惠更斯MTF不取决于光线在近轴光瞳中所处的位置。因此，在适合计算惠更斯PSF的系统中也可以对MTF进行计算，包括有入射端口和出射端口的非序列模式系统（使用参考光线的其它衍射算法在这种情况下就不能计算MTF），以及系统中多个非序列模式子孔径所形成的瞳孔或图像叠加的情况。具有极端出瞳畸变（例如极快离轴反射器）的系统也可以使用惠更斯方法进行处理。

惠更斯算法的本质是在像方空间坐标中完成计算。因此，旋转像面会影响计算的MTF的方向。子午响应对应于沿像方空间X轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿像方空间Y轴方向的周期性目标图像。这不同于"FFT MTF"的约定。

3.2.5.8. 离焦惠更斯MTF(Huygens Through Focus MTF)

使用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数(MTF)数据，并将数据显示为离焦范围函数。



光瞳采样**(Pupil Sampling)**选择要追迹的光线网格的尺寸进行计算。采样密度越高，结果越准确，但计算时间也越长。

像面采样**(Image Sampling)** 在其上计算衍射像强度的点网格的尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算MTF的PSF的大小。另请参阅"惠更斯PSF"。

像面采样间距**(Image Delta)** 像面网格中各点之间的距离（以微米为单位）。用零表示默认网格间隔。

结构**(Configuration)**选择"所有"，可根据所有结构中每个波长的PSF的相干叠加来计算MTF，也可选择"当前"或任何单个结构。注意：MTF由PSF计算，PSF是各个结构中同一波长的相干叠加，其后是针对不同波长所产生的PSF的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须完全相同。请参阅"多重结构操作数概要"中的CWGT和WLWT。此外，该相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择"所有"，并且已定义有焦和无焦系统结构，则"结构"设置会自动重置为"当前"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中应使用的视场编号。

类型**(Type)** 选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

最大频率**(Max Frequency)** 要显示的最大频率，单位是MTF单位（参见"MTF单位"）。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)**选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

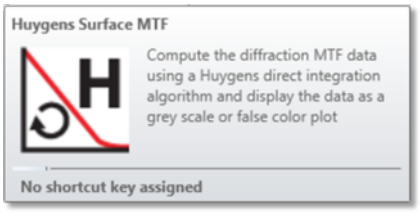
离焦范围**(Delta Focus)**对于有焦系统，离焦范围是指绘图时±Z轴的范围（单位为镜头单位）。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时±光焦度范围（以屈光度为单位）。

频率**(Frequency)** 针对其绘制数据图的空间频率（请参阅"MTF单位"）。

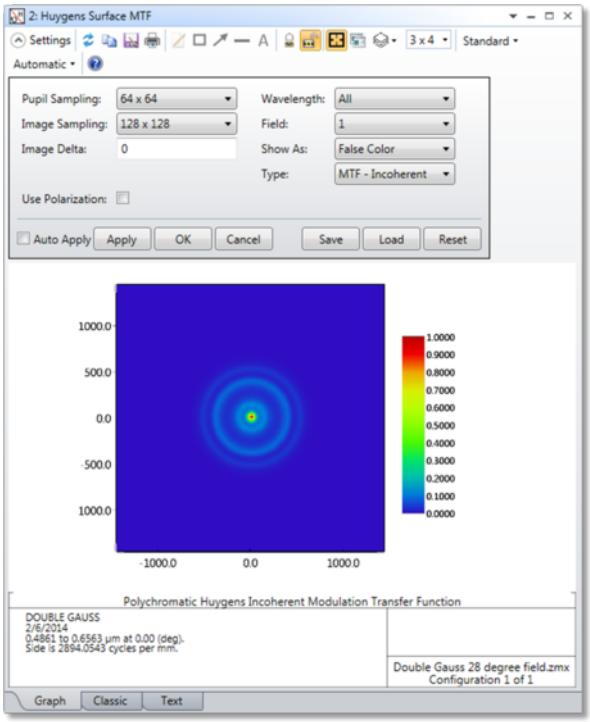
步长数**(# Steps)** 计算数据的焦面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在文本输出中，每个选定的视场点位置的101个点基于"步长数"计算的数据点，从平滑样条曲线采样。

详述**(Discussion)**该功能与惠更斯MTF功能（参见"惠更斯 MTF"(Huygens MTF)）非常相似。

3.2.5.9. 惠更斯表面MTF(Huygens Surface MTF)



用惠更斯直接积分算法计算衍射调制传递函数(MTF)数据并将数据显示为灰度图或伪色图。



光瞳采样**(Pupil Sampling)**选择要追迹的光线网格的尺寸进行计算。采样密度越高，结果越准确，但计算时间也越长。

像面采样**(Image Sampling)** 在其上计算衍射像强度的点网格的尺寸。该采样值与像面采样间距共同确定了用于计算MTF的PSF的大小。另请参阅"惠更斯PSF"。

像面采样间距**(Image Delta)** 像面网格中各点之间的距离（以微米为单位）。用零表示默认网格间隔。

结构**(Configuration)**选择"所有"，可根据所有结构中每个波长的PSF的相干叠加来计算MTF，也可选择"当前"或任何单个结构。注意：MTF由PSF计算，PSF是各个结构中同一波长的相干叠加，其后是针对不同波长所产生

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

的PSF的非相干叠加。因此，在所有结构中，每个已定义的波长必须相同。可以使用波长和结构权重，但波长值必须完全相同。请参阅"多重结构操作数概要"中的CWGT和WLWT。此外，该相干叠加还假设像面在所有结构中均位于相同位置。如果选择"所有"，并且已定义有焦和无焦系统结构，则"结构"设置会自动重置为"当前"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中应使用的视场编号。

类型**(Type)** 选择要显示的数据；目前只有调制一个选项。

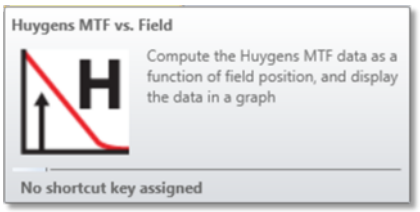
使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。进一步了解如何定义偏振态和分析功能如何使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

显示为**(Show As)**选择灰度或伪色图作为显示选项。

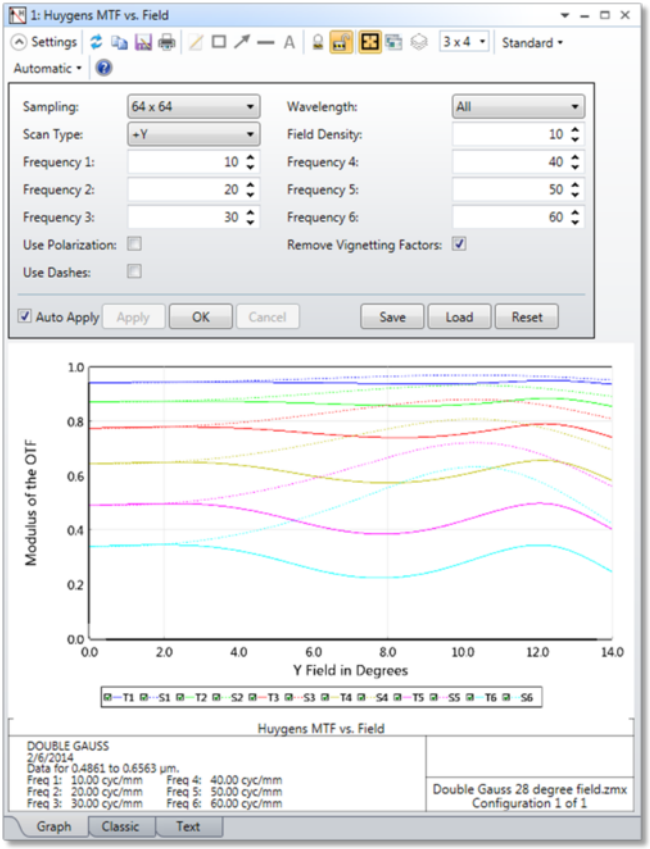
类型**(Type)**选择非相干或相干光学传递函数的调制值、实部或虚部。如果生成文本列表而且要求提供实部或虚部，则将同时列出实部或虚部以保持完整性。

详述**(Discussion)** 该功能与惠更斯MTF功能（参见"惠更斯 MTF"(Huygens MTF)）非常相似。

3.2.5.10. 惠更斯MTF vs 视场(Huygens MTF vs. Field)



计算随视场位置变化的惠更斯MTF数据，并使用图表显示这些数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间也会增加。

频率**1-6(Frequency 1-6)** 图中数据所依据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

波长**(Wavelength)** 用于计算的波长编号。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio首选项"的"绘 图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

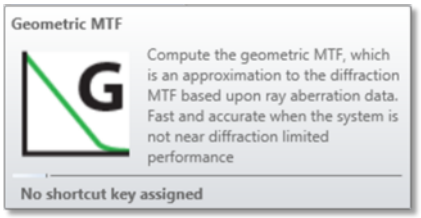
除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

视场密度**(Field Density)** 视场密度是指零度和最大视场（计算MTF和内插中间值的视场）之间的点数量。最多允许100个视场点。

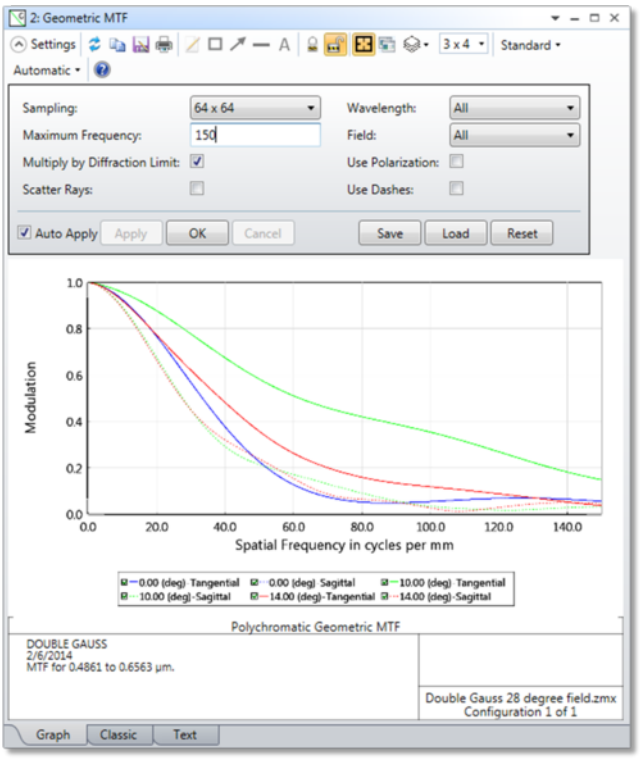
扫描类型**(Scan Type)** 选择+y、+x、-y或-x视场扫描方向。

详述**(Discussion)** 此功能与"FFT MTF vs 视场(FFT MTF vs. Field)"非常相似，不同的是计算MTF使用的是惠更斯方法而非FFT方法。有关惠更斯MTF方法的详细信息，请参阅"惠更斯MTF(Huygens MTF)"。

3.2.5.11. 几何MTF(Geometric MTF)



计算几何MTF，即基于光线像差数据的衍射MTF近似值。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率**(Frequency)** 指定绘图数据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

乘以衍射极限**(Multiply by Diffraction Limit)** 勾选后，将乘以衍射极限MTF以调整几何MTF，从而为具有较小像差的系统得出更真实的结果。应经常使用。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态以及通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

散射光线**(Scatter Rays)**如果选中，光线将在统计上散射到已定义散射属性的光线与表面的交点上。参阅"散射（表面属性）(Scattering (surface properties))"

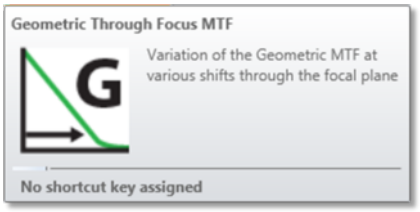
使用虚线**(Use Dashes)**选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

详述**(Discussion)**

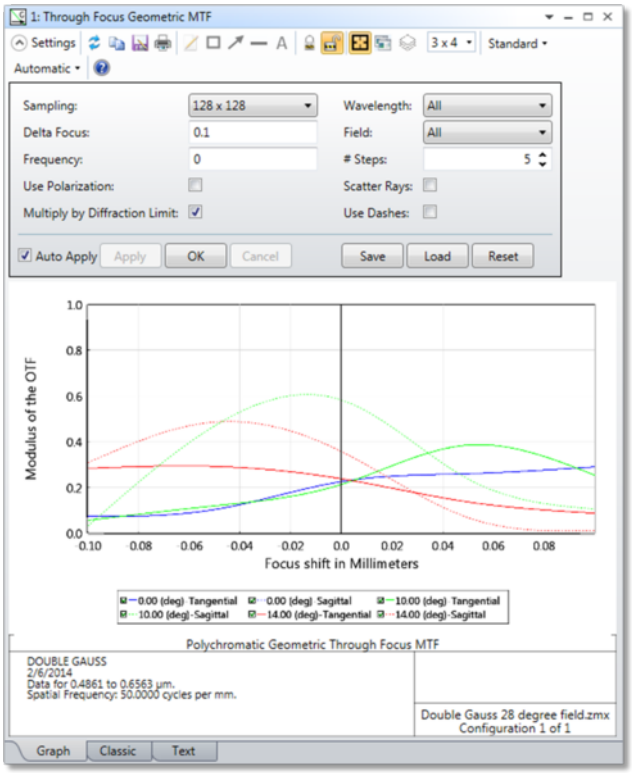
如果系统不接近衍射极限，则几何MTF是衍射MTF的很好的近似值。使用几何MTF的主要优势是，像差较大（有过多波数）的系统也可以准确计算出衍射MTF。对于像差较大的系统，几何MTF在低空间频率下也很准确。

几何算法的本质是在像空间坐标中完成计算。因此，旋转像面会影响计算的MTF的方向。子午响应对应于沿像空间X轴方向的周期性目标图像，弧矢响应对应于以沿像空间Y轴方向的周期性目标图像。这不同于"FFT MTF"的约定。

3.2.5.12. 离焦几何MTF(Geometric Through Focus MTF)



计算指定空间频率下的离焦几何MTF数据。



采样**(Sampling)**用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

离焦范围**(Delta Focus)**对于有焦系统，离焦范围是指绘图时±Z轴的范围（单位为镜头单位）。对于无焦系统，离焦范围是指绘图时±光焦度范围（以屈光度为单位）。

频率**(Frequency)** 指定绘图数据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

步长数**(# Steps)** 计算数据的焦面数量。通过已计算的点绘制平滑曲线。步长数越多，准确度越高，但计算时间也会更长。在文本输出中，每个选定的视场点位置的101个点基于"步长数"计算的数据点，从平滑样条曲线采样。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

乘以衍射极限**(Multiply by Diffraction Limit)** 勾选后，将乘以衍射极限MTF以调整几何MTF，从而为具有较小像差的系统得出更真实的结果。应经常使用。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

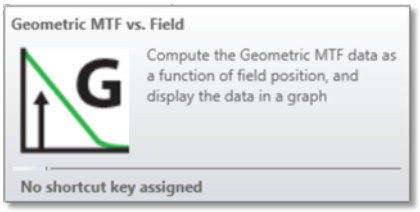
有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

散射光线**(Scatter Rays)**如果选中，光线将在已定义散射属性的光线与表面的交点处进行统计散射。请参阅"散射（表面属性）(Scattering (surface properties))"。

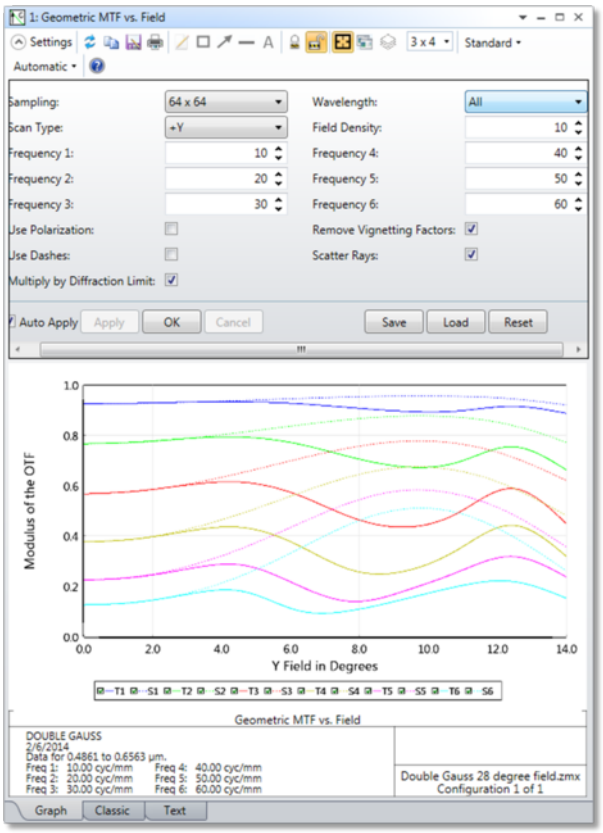
使用虚线**(Use Dashes)**选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在OpticStudio配置选项的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

详述**(Discussion)** 请参阅"几何MTF(Geometric MTF)"以了解详细信息。

3.2.5.13. 几何MTF vs 视场(Geometric MTF vs. Field)



计算随视场位置变化的几何调制传递函数数据。



设置**(Settings)** 这些设置与"FFT MTF vs 视场"功能的设置相同，但增加了"散射光线"功能，以及是否根据衍射极限调整的选项。

采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

频率**1-6(Frequency 1-6)** 图中数据所依据的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。

有关如何定义偏振态以及通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

使用虚线**(Use Dashes)**选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在OpticStudio配置选项的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。参见下文详述部分中关于渐晕因子的注解。

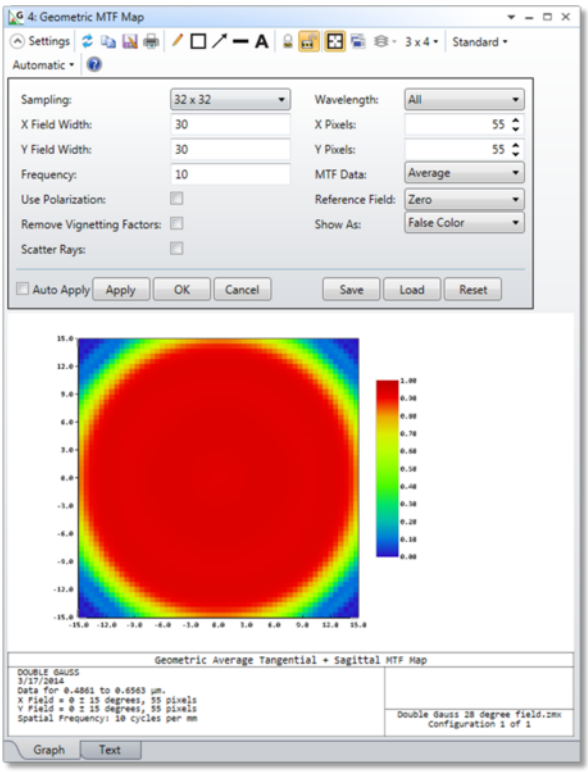
视场密度**(Field Density)** 视场密度是指零度和最大视场（计算MTF和内插中间值的视场）之间的点数量。最多允许100个视场点。

扫描类型**(Scan Type)** 选择+y、+x、-y或-x视场扫描方向。

详述**(Discussion)** 此功能与"（衍射）MTF vs 视场"功能几乎一致，不同的是使用几何MTF而非基于衍射的MTF

3.2.5.14. 几何MTF图(Geometric MTF Map)

计算随视场位置变化的几何调制传递函数数据，并在矩形视场区域上显示这些数据。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

X或**Y**视场宽度**(X or Y Field Width)** X或Y视场宽度（以视场单位为单位）。这是全宽或全高，而不是半宽或半高。如果使用视场类型为角度，则在物空间中视场单位为度，否则视场单位与镜头单位相同。

频率**(Frequency)** 指定绘图数据的空间频率（参见"MTF单位(MTF Units)"）。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态以及通过分析功能如何使用偏振的信息，参见"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号，或者对复色光GMTF使用"所有"选项。

X或**Y**像素**(X or Y Pixels)** 计算各自方向的GMTF所使用的像素数。请注意，像素的大小由像素的数目和视场的宽度确定；不要求像素必须为方形。为了便于显示，假设GMTF的计算结果将位于单个像素的整个区域上，而实际上则是在单个像素的中心计算的GMTF。

MTF数据**(MTF Data)** 选择要显示的子午、弧矢或平均GMTF。

参考视场**(Reference Field)** 此选项可选择绘图中心相对应的视场编号。值0指的是物体的中心（hx = 0、 hy = 0）、即使那里没有定义视场点。

显示为**(Show As)** 选择灰阶或伪色图作为显示选项。

散射光线**(Scatter Rays)** 如果选中，光线将在已定义散射属性的光线与表面的交点处进行统计散射。参阅"散射（表面属性）(Scattering (surface properties))"

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。参见"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)** 请参阅"几何MTF(Geometric MTF)"以了解详细信息。此功能可计算二维网格上每个视场点的GMTF。如果总点数较大，则计算时间可能会很长。参见"FFT MTF图(FFT MTF Map)"。

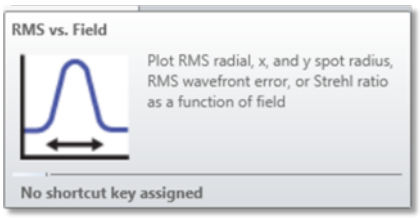
关于渐晕因子的注解**(Comment about vignetting factors)**

渐晕因子用于确定从不同视场点看到的光瞳尺寸和形状（完整详述参见"渐晕因子"）。由于此分析功能需要追迹未定义具体渐晕因子的任意中间视场点处的光线，因此不建议使用渐晕因子。如果选中"除去渐晕因子(Remove Vignetting Factors)"（默认），则在此计算中，任何定义的渐晕因子均自动替换为表面孔径。在光线充满光瞳的情况下，表面孔径方法通常比渐晕因子方法更加准确。两种方法得出的数据可能不同。在某些情况下，特别是当使用渐晕因子定义源光束的形状而不是光学器件孔径时，可能需要使用已定义的渐晕因子。在这种情况下，取消勾选"除去渐晕因子"选框。之后，OpticStudio使用最接近的已定义视场确定任意视场点要使用的渐晕因子。

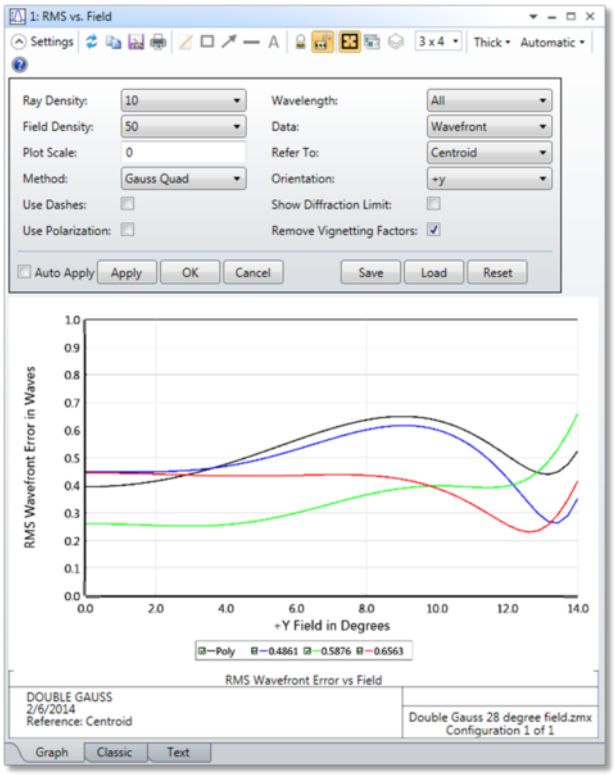
3.2.6. RMS

显示随视场、波长、离焦等变化的均方根(RMS)函数图

3.2.6.1. RMS vs 视场(RMS vs. Field)



显示RMS光斑半径（径向、X和Y方向）、RMS波前差或斯特列尔比随视场角度变化的函数图。



光线密度**(Ray Density)** 如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为20，这足以满足计算高达40阶的光瞳像差的需求。如果方法为矩形阵列，则光线密度用于指示网格大小。忽略圆形入射光瞳外的光线。有关详细信息，请参阅"详述(Discussion)"部分。

视场密度**(Field Density)** 视场密度是指零度和指定的最大视场角度（用来计算RMS/斯特列尔比，通过插值计算中间值）之间的取点数量。最多允许100个视场点。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置最大纵轴缩放比例。输入零则为自动缩放。

方法**(Method)** 选择高斯求积(GQ)或矩形阵列(RA)。请见"关于RMS计算方法的注解(Comments about RMS computation methods)"。

数据**(Data)** 选择波前差、光斑半径、x轴方向光斑半径、y轴方向光斑半径或斯特列尔比。斯特列尔比仅适用于单波长计算，可使用第206页的"斯特列尔比近似公式"中所述方法进行计算。对于多波长斯特列尔比，请参阅"惠更斯(Huygens PSF) PSF(Huygens PSF)"。

参考**(Refer To)** 选择主光线或质心。对于单波长计算，将指定波长用作参考。对于多色计算，将主波长用作参考。两种参考都减去了波前piston项。质心参考模式还减去了波前倾斜项，其将得到较小的RMS值。

方向**(Orientation)** 选择+y、-y、+x或-x视场方向。注意，数据只计算到选定方向上已定义的最大视场。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

波长**(Wavelength)** 若选择"所有"，则显示每个波长的数据以及多波长计算结果；若选择任一波长，则显示单波长数据；若选择"仅多波长"，则仅显示多波长数据；若选择"多波长除外"，则显示全部单波长数据，而不显示多波长数据。只能对单波长计算斯特列尔比。

显示衍射极限**(Show Diffraction Limit)** 如勾选，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于RMS半径，x光斑或y光斑，假设衍射极限为轴上工作F/#乘以波长（如果是多波长，则是主波长）的1.22倍。忽略因视场F/#变化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用0.8，对于RMS波前，使用0.072波数。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；"衍射极限"的实际含义可能有多种解释。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer)) 在页面上134偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)**

此功能可计算随各波长视场角度变化的RMS误差或斯特列尔比。

关于**RMS**计算方法的注解

提供两种不同算法：高斯求积(GQ)或矩形阵列(RA)。对于GQ，所追迹光线按放射状图样排列，使用最小光线数和最佳权重评估RMS。有关该方法的说明，请参阅G. W. Forbes编写的"Optical system assessment for design: numerical ray tracing in the Gaussian pupil"(J. Opt.Soc.Am. A, Vol. 5, No. 11, p1943 (1988)。尽管此方法很有效，但如果某些光线因表面孔径被遮挡，此算法也不准确。要在有表面孔径的系统中计算RMS波前数据，需要使用RA方法以及大量光线才能确保足够准确。有关更多信息，请参阅"选择光瞳积分方法(Selecting the pupil integration method)"。

关于**RMS**波前计算的注解

对于RMS波前计算，OpticStudio始终会减去参考球面。

☒在参考质心时，OpticStudio会计算偏移、倾斜的参考球面。减去平均值的RMS波前差的计算公式如下：

$$W_{RMS}^{2} = \sum_{i=1}^{n}\frac{1}{w_n} \times \sum_{i=1}^{n}\left(W_n^{2} \cdot w_n\right) - \left[\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{W_n} \times \sum_{i=1}^{n} W_n \cdot w_n\right]^{2}$$

其中W_n是光瞳给定点的OPD，而w_n是光瞳给定点的权重。有关校正方法的说明，请参阅M. Rimmer编写的"Analysis of Perturbed Lens Systems"(Applied Optics Vol. 9, No. 3, p533 (1970)。这种原始的、未校正的OPD值不能说明图像质心位置由于任何彗差而可能导致的偏移。因此，在参考主光线时，该方法比RMS波前计算更准确。由默认评价函数计算RMS波前参考的质心时将采用同样的方法。

☒当参考主光线时，参考球面是以主光线-像面交点为中心的球面。

☒如果进行了多波长计算，则同时对所有光瞳进行所有波长的RMS多波长计算。RMS多波长按如下公式计算：

$$W_{RMS,poly} = \sqrt{\frac{\sum\sum OPD_{i,j}^{2} * w_{i,j}}{\sum\sum w_{i,j}}}$$

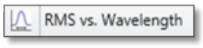
其中，

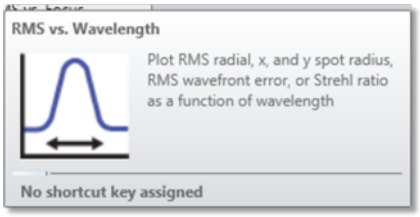
- $OPD_{i,j}$为各波长各光线的光程差。OPD值将是一个不同的值，取决于参考（质心、主光线）。

- $w_{i,j}$为各波长各光线的权重。
- *i*是每条光线的视场和光瞳位置的索引。
- *j*是追迹每条光线使用的波长的索引。

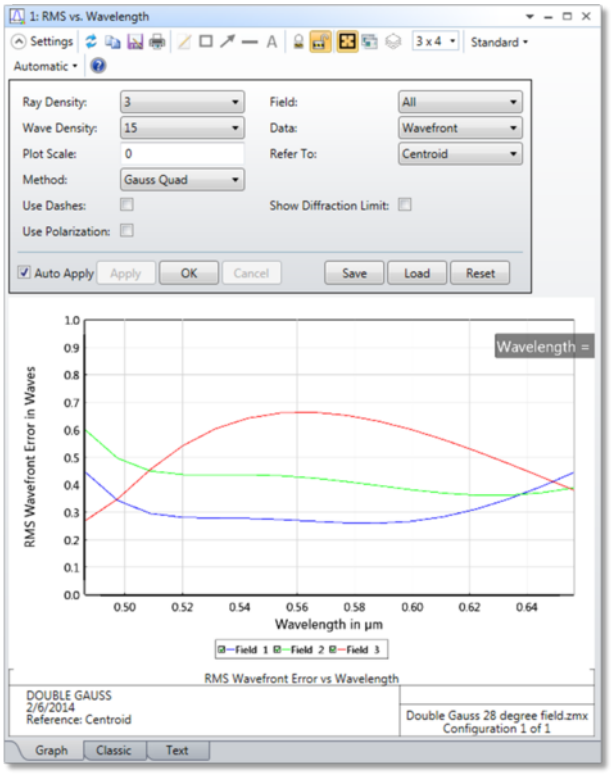
同样，在由默认评价函数计算未被选中的RMS波前"忽略垂轴色差"时可使用相同的方法，因为所有波长都将参考为主波长生成的参考球面。

3.2.6.2. RMS vs 波长(RMS vs. Wavelength)





显示RMS光斑半径（径向、x方向和y方向）、RMS波前差或斯特列尔比随波长变化的函数图。



光线密度**(Ray Density)** 如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为20，这足以满足计算高达40阶的光瞳像差的需求。如果方法为矩形阵列，则光线密度用于指示网格大小。忽略圆形入射光瞳外的光线。有关详细信息，请参阅"详述(Discussion)"部分。

波长密度**(Wave Density)** 波长密度是指最小和最大定义波长（用来计算RMS/斯特列尔比，中间值通过插值得到）之间的取点数量。最多允许100个点。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置图形纵轴最大缩放。零表示自动缩放。

方法**(Method)** 选择高斯求积(GQ)或矩形阵列(RA)。请见"关于RMS计算方法的注解(Comments about RMS computation methods)"。

数据**(Data)** 选择波前差、光斑半径、x轴方向光斑半径、y轴方向光斑半径或斯特列尔比。

参照**(Refer To)** 选择主光线或质心。两种参考点都减去了波前piston项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的RMS值。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

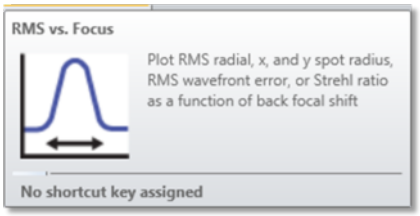
视场**(Field)** 若选择"所有"，可显示所有视场的数据，若选择一个视场，可显示单个视场的数据。

显示衍射极限**(Show Diffraction Limit)** 如果选中，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于RMS半径，x光斑或y光斑，假设衍射极限为轴上工作F/#乘以波长（如果是复色光，则是主波长）的1.22倍。忽略因视场F/#变化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用0.8；对于RMS波前，使用0.072波数。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；"衍射极限"的实际含义可能有多种解释。

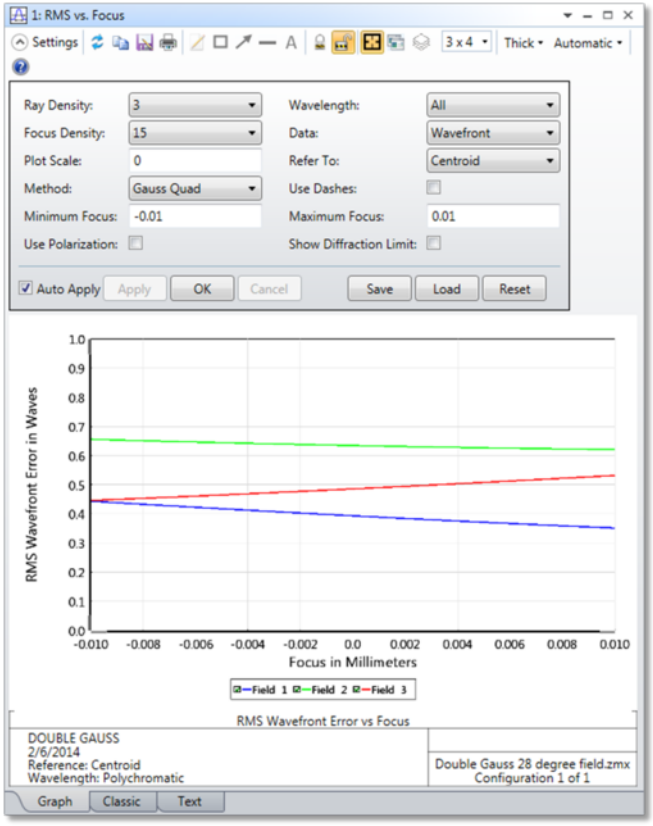
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

详述**(Discussion)** 此功能可计算随各视场位置的波长变化的RMS误差或斯特列尔比。此计算方法与"RMS vs 视场"中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。波长范围由波长对话框中定义的最小和最大波长决定。

3.2.6.3. RMS vs 聚焦(RMS vs. Focus)



显示RMS光斑半径（径向、X和Y方向）、RMS波前差或斯特列尔比随焦点位置变化的函数图。



光线密度**(Ray Density)** 如果方法为高斯求积，则光线密度用于指定要追踪的径向光线数。追踪的光线越多，精度就越高，但计算时间也会增加。最大值为20，这足以满足计算高达40阶的光瞳像差的需求。如果方法为矩形阵列，则光线密度用于指示网格大小。忽略圆形入射光瞳外的光线。有关详细信息，请参阅"详述(Discussion)"部分。

焦点密度**(Focus Density)** 焦点密度为计算RMS/斯特列尔比并插入中间值的指定最小和最大焦点偏移之间的点数。最多允许100个点。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置图形纵轴最大缩放。零表示自动缩放。

方法**(Method)** 选择高斯求积(GQ)或矩形阵列(RA)。请见"关于RMS计算方法的注解(Comments about RMS computation methods)"。

数据**(Data)** 选择RMS波前误差、RMS光斑半径、RMS X方向、RMS Y方向或斯特列尔比。斯特列尔比仅适用于单波长计算，并使用"斯特列尔比近似"中描述的方法计算。对于多波长斯特列尔比，请参阅"惠更(Huygens PSF)斯PSF(Huygens PSF)"。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参考**(Refer To)** 选择主光线或质心。对于单波长计算，将指定波长用作参考。对于多波长计算，将主波长用作参考。两种参考都减去了波前piston项。质心参考模式还减去了波前倾斜项，其将得到较小的RMS值。

波长**(Wavelength)** 若选择"所有"，可显示多波长计算的数据；若选择任一波长，可绘制单波长数据。

最小焦点**(Min Focus)** 要绘制的最小离焦值。对于有焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为屈光度。

最大焦点**(Max Focus)** 要绘制的最大离焦值。对于有焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为屈光度。

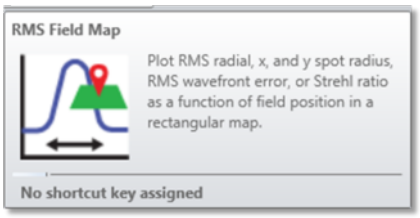
显示衍射极限**(Show Diffraction Limit)** 如果选中，则在图表上将绘制表示衍射极限响应的横线。对于RMS半径、x或y，假设衍射极限为1.22乘以工作F/#乘以轴上波长（如果是多波长，则是主波长）。忽略因视场F/#变

化导致的衍射极限变化；在绘图范围中使用一个值。对于斯特列尔比，使用0.8，对于RMS波前，使用0.072波数。这些仅仅是出于方便而采用的近似指标；"衍射极限"的实际含义可能有多种解释。

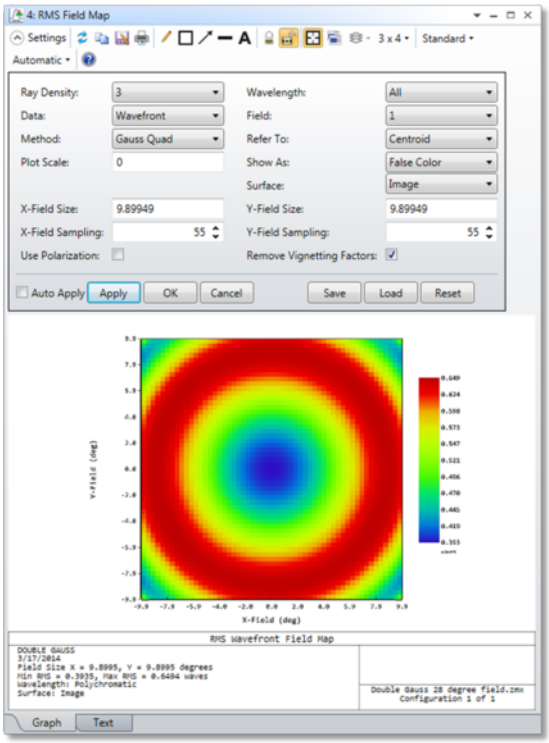
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

讨论**(Discussion)** 该功能用于计算作为各视场位置焦点位置变化函数的RMS误差或斯特列尔比。此计算方法与"RMS vs 视场"中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。OpticStudio将指定焦移量添加到像面前一个表面的厚度值中。如果光学系统的镜面数是奇数，此表面的厚度值通常是负数，因此负离焦值会使像面远离最后一个元件。对于镜面数量是偶数的系统，负离焦值会使像面靠近最后一个元件。

3.2.6.4. RMS视场图(RMS Field Map)



显示RMS光斑半径（径向、x方向和y方向）、RMS波前差或斯特列尔比随视场变化的函数图。



光线密度**(Ray Density)** 如果采样方法为高斯求积，则光密度将指定要追迹的径向光线的数目。追迹的光线越多，准确性就会越高，但计算时间也会增加。最大值为20，这足以满足计算高达40阶的光瞳像差的需求。如果方法为矩形阵列，则光线密度用于指示网格尺寸。忽略圆形入射光瞳外的光线。有关详细信息，请参阅"详述(Discussion)"部分。

数据**(Data)** 选择波前差、光斑半径、x方向光斑半径、y方向光斑半径或斯特列尔比。如果所选方法是矩形阵列，则粗略估算的PTV也可作为其中一个"数据"选项。注意：PTV仅仅取决于光瞳中的两个点，因此如果不依靠多采样和较长的计算时间，则很难获得准确的PTV。对于"斯特列尔比"和"PTV"，需要选择单个波长；不支持多波长计算。

方法**(Method)** 选择高斯求积(GQ)或矩形阵列(RA)。请见"关于RMS计算方法的注解(Comments about RMS computation methods)"。

绘图比例**(Plot Scale)** 设置图形纵轴最大缩放。零表示自动缩放。

波长**(Wavelength)** 若选择"所有"，可显示多波长数据；若选择任一波长，可显示单波长数据。只能对单波长计算斯特列尔比和PTV波前值。

视场**(Field)** 选择参考视场。矩形视场将以选定视场点为中心。

参照**(Refer To)** 选择主光线或质心。两种参考点都减去了波前piston项。质心参考还减去了波前倾斜项，质心参考将得到较小的RMS值。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩图作为显示选项。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

等高线格式**(Contour Format)**等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。

X/Y视场大小**(X/Y Field Size)** X或Y方向的半视场宽度（以视场单位为单位）。注意：此视场以上文"视场"设置中选定的参考视场为中心。

X/Y视场采样**(X/Y Field Sampling)** 数据采样所使用的X或Y方向的点数。

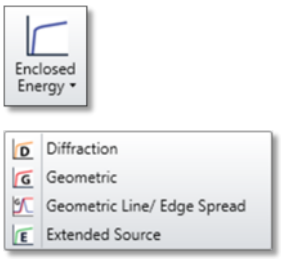
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。

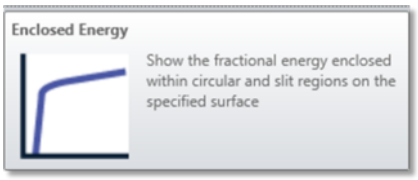
有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"P偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。请参阅"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)** 此功能可计算随视场位置变化的RMS误差或斯特列尔比。此计算方法与"RMS vs 视场"中介绍的方法相同；请参阅该部分查看详述信息。

3.2.7. 圈入能量**(Enclosed Energy)**

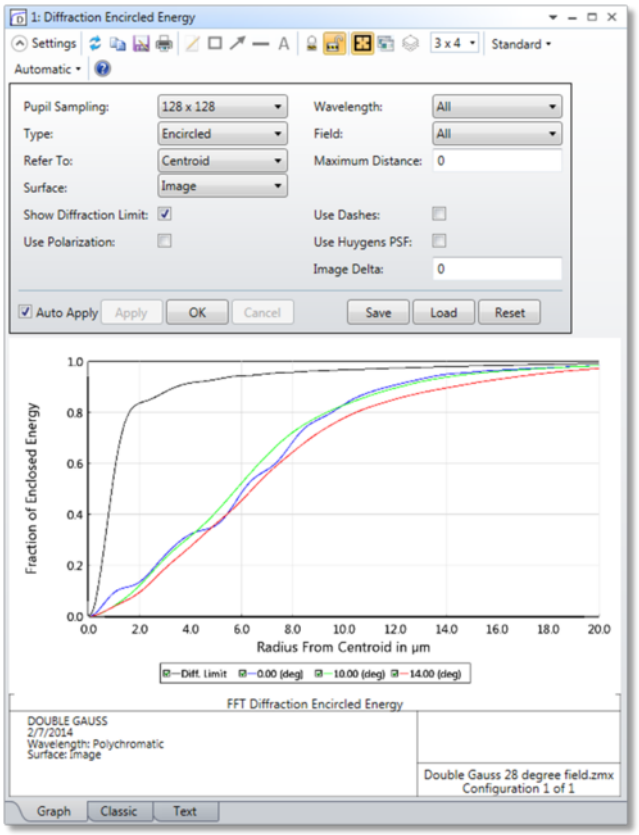




显示指定表面上包围在圆内或缝区域内的能量百分比。

3.2.7.1. 衍射（圈入能量）(Diffraction (enclosed energy))

圈入能量图。这代表圈入总能量的百分比，它是到主光线或点物体图像质心的距离的函数。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

类型**(Type)** 此分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅X、仅Y或方形内。

最大距离**(Maximum Distance)** 输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要选择默认缩放选项，请输入零。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参照**(Refer To)** 选择"主光线"、"质心"或"顶点"作为参考点。顶点参考像面上的坐标(0, 0)。当所有被选择的视场上的衍射图像位于顶点的最大距离范围内时，这个选项只返回有意义的数据。选择顶点后，OpticStudio不能检测采样密度是否足够，因此应仔细设置足够大的采样密度，以获得准确的结果。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

显示衍射极限**(Show Diffraction Limit)** 如果选中，计算并显示衍射极限结果。请参阅下面的详述。

使用惠更斯**PSF(Use Huygens PSF)** 如果选中，使用更准确但速度更慢的惠更斯PSF方法计算PSF。如果像面倾斜或主光线不靠近像面法向，应一直使用该选项。

像面采样**(Image Sampling)** 如果勾选"使用惠更斯PSF"，该控件为用户提供可选的图像采样网格。默认设置下，选择每个方向上比光瞳采样网格大2倍的网格。

像增量**(Image Delta)** 该控件选择面网格上的点间距，单位为微米。用零表示默认像增量。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

详述**(Discussion)**

参阅FFT和惠更斯PSF的讨论章节。这些注解同样适用于此功能。

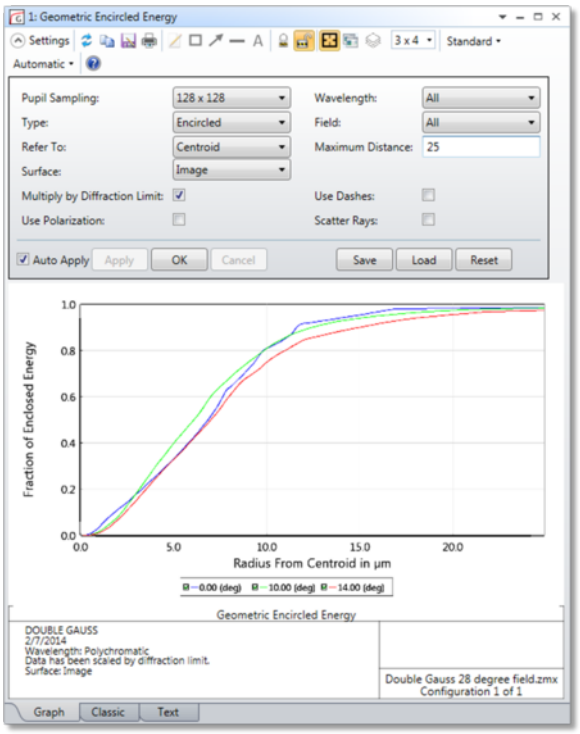
衍射圈入能量计算的准确度受限于光程差的大小和斜率以及使用的采样密度。如果采样密度不足，OpticStudio将发出错误消息，提示数据不准确。要提高准确度，应提高采样密度或降低光程差。如果显示衍射极限曲线，则该曲线将显示参考视场位置的无像差对应结果（请参阅"规约和定义(Conventions and Definitions)"一章中的"衍射极限(Diffraction limited)"）。

对于低光程差系统，在距离像质心较远的PSF中可能存在有限能量。对于这种系统，无论是在短距离（在艾里半径内）还是长距离上，准确追迹能量的计算难度都很大。当使用低采样密度时，这些情况下结果的误差较大。对于这种系统，一般需要较高的采样密度，才能在整个PSF范围上获得准确结果。

仅X和仅Y选项分别计算y轴或x轴上[-y,y]或[-x,x]范围内的PSF部分能量，它以选定的参考点为中心。例如，x值为10微米的仅X圈入能量代表x轴20微米范围内的部分能量，它以参考点为中心、且在另一方向上为无穷大。

3.2.7.2. 几何**(Geometric)**

使用光线与像面交点计算圈入能量。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

类型**(Type)** 此分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅X、仅Y或方形内。

最大距离**(Max Distance)** 输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要选择默认缩放选项，请输入零。

使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。

参照**(Refer To)** 选择主光线、质心、顶点或中心作为参考点。中心是圈入所有光线交点的最小圆的中心坐标。

表面**(Surface)** 选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。请参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

乘以衍射极限**(Multiply by Diffraction Limit)** 如勾选，OpticStudio按（通过轴对称艾里斑计算得到的）衍射极限曲线理论值对几何数据进行缩放，从而估算衍射圈入能量的近似值。计算遮阑或不对称的光瞳衍射极限函数的唯一方法是，执行精确的衍射计算，在此情况下，应使用衍射圈入能量工具。衍射极限近似法仅适用于具有未遮阑光瞳、像面合理旋转对称和视场角适中的系统，因为近似法会忽略视场F/#变化。

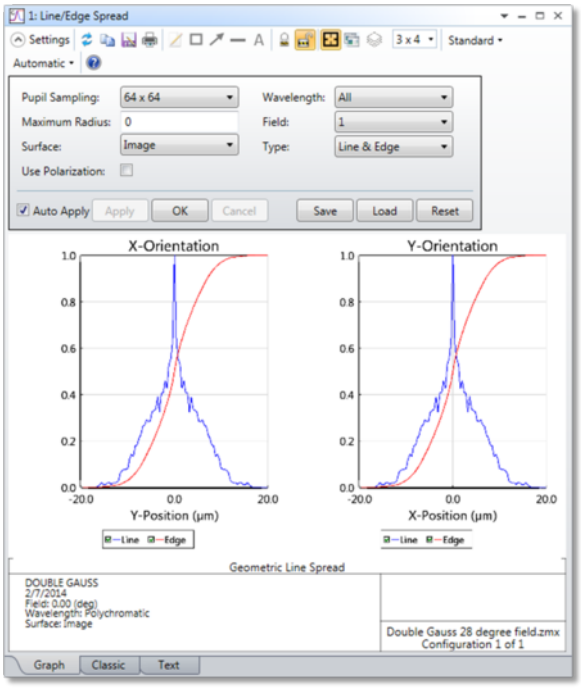
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

散射光线**(Scatter Rays)** 如果选中，光线将在已定义散射属性的光线与表面的交点处进行统计散射。请参阅"表面散射设置（Surface scattering settings）"。

详述**(Discussion)** 仅X和仅Y选项将计算包含加上或减去相对于主光线或质心指定距离的光线所占百分比。如果显示10微米的尺度，则圈入区域将跨越20微米（且在另一轴的方向为无限大）。如果系统接近衍射极限，那么几何圈入能量不是一种很好的性能评估分析工具。

3.2.7.3. 几何线/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread)

计算线物体和边缘物体的几何响应。



采样**(Sampling)** 用于进行光瞳采样的光线网格的尺寸。采样可以是32x32、64x64等。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间会增加。

最大半径**(Max Radius)** 输入的最大半径将覆盖默认缩放。单位是微米。要选择默认缩放选项，请输入零。

表面**(Surface)**选择要评估的数据所位于的表面。此选项对评估中间图像十分有用。参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

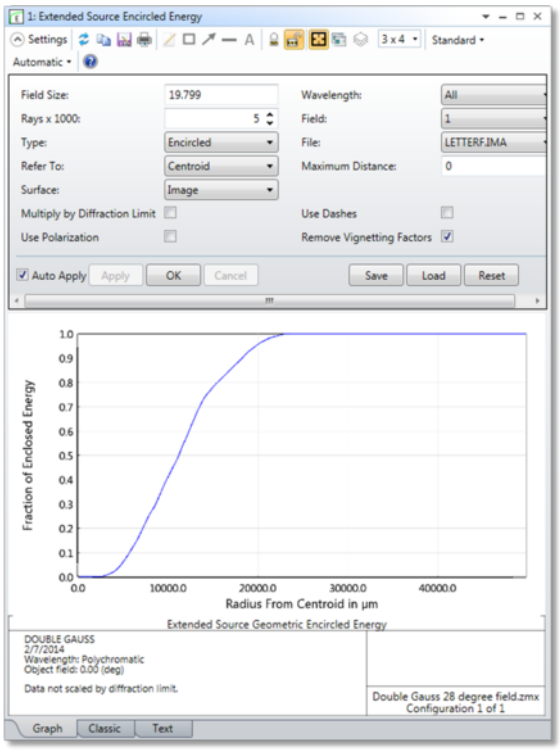
类型**(Type)** 类型选项指定图表上显示的数据："线&边缘"、"仅线"或"仅边缘"。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振状态以及如何通过分析功能使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

详述**(Discussion)** 线响应函数（或线扩散函数，LSF）是线物体成像的截面图。边缘扩散函数(ESF)是边缘（半无限平面）所成像的强度图样的截面图。X或Y方向是指线或边缘的方向。X方向代表线或边缘与X轴平行。Y方向代表线或边缘与Y轴平行。零坐标是参考的主射线。这是一种几何计算。参见"几何线/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread)"

3.2.7.4. 扩展光源(Extended Source)

使用扩展光源计算圈入能量，与几何图像分析功能相似。



视场大小**(Field Size)** 该值定义了视场坐标中方形图像文件的全宽，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。

光线**x 1000(Rays x 1000)** 本设置确定了将被追迹的光线的近似值。追迹的光线数量大约是指定数值的1000倍。光线数量为近似值的原因是图像中像素上的光线分布必须均匀。例如，如果图像文件有1500个像素，则将至少追迹1500条光线，即使将数值选为1也是如此。每个波长上的光线分布与波长权重成比例。

类型**(Type)** 该分析类型选项指定了圈入能量的计算方法；可为圈入（径向）、仅X、仅Y或方形内。"仅X轴"和"仅Y轴"选项有时被称为"分裂"选项，对应于裂缝扩展包含的能量占比。

还有针对X或Y分布的选项，它们显示了x或y方向的能量分布。后两个选项还可报告几何半峰全宽。X或Y分布是指在一个方向窄，一个方向无限宽的像素上的能量总量。

参照**(Refer To)** 选择"主光线"、"质心"或"面顶点"作为参考点。

表面**(Surface)** 选择要评估的数据所位于的表面。该选项对评估中间图像十分有用。请参见"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

乘以衍射极限**(Multiplyby Diffraction Limit)** 如勾选，OpticStudio按（通过轴对称艾里斑计算得到的）理论衍射极限曲线对几何数据进行缩放，从而估算衍射圈入能量的近似值。OpticStudio使用的衍射极限曲线基于未遮阑的圆形光瞳计算的。计算遮阑光瞳衍射极限函数的唯一方法是，执行精确的衍射计算，在此情况下，应使用衍射圈入能量功能。衍射极限近似法仅适用于具有未遮阑光瞳和适度视场角的系统，因为近似法会忽略视场F/#变化。仅在"类型"为"圈入"时，此选项才可用。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 图像文件可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如条形图）可移动至视场中的任何位置。

文件**(File)** .IMA图像文件的名称。此文件必须位于<images>文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。有关IMA文件格式的完整说明，请参阅"几何图像分析"功能中的详述部分。

最大距离**(Max Distance)** 输入的值将覆盖默认缩放。单位是微米。要选择默认缩放选项，请输入零。

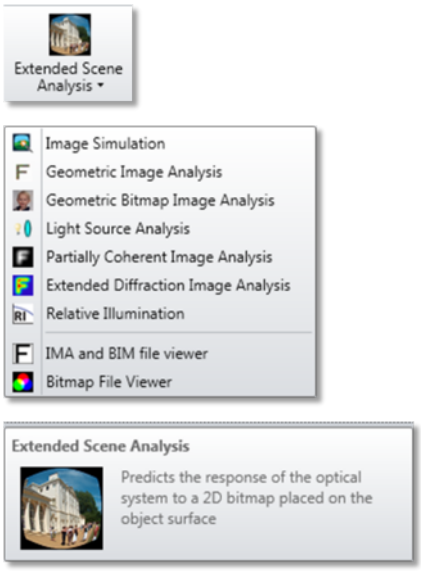
使用虚线**(Use Dashes)** 选择实线或虚线以区分不同的曲线。该设置仅适用于"经典视图"（如果在"OpticStudio配置选项"的"绘图"选项卡中选择"启用经典视图"，则可对其进行选择）。

除去渐晕因子**(Remove Vignetting Factors)** 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

详述**(Discussion)** 仅X和仅Y选项将计算包含加上或减去相对于主光线或质心指定距离的光线所占百分比。如果显示10微米的尺度，则圈入区域将跨越20微米（且在另一轴的方向为无限大）。如果系统接近衍射极限，那么几何圈入能量不是一种很好的性能评估分析工具。

有关扩展光源建模和IMA文件格式的详细信息，请参阅"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"功能的详述。

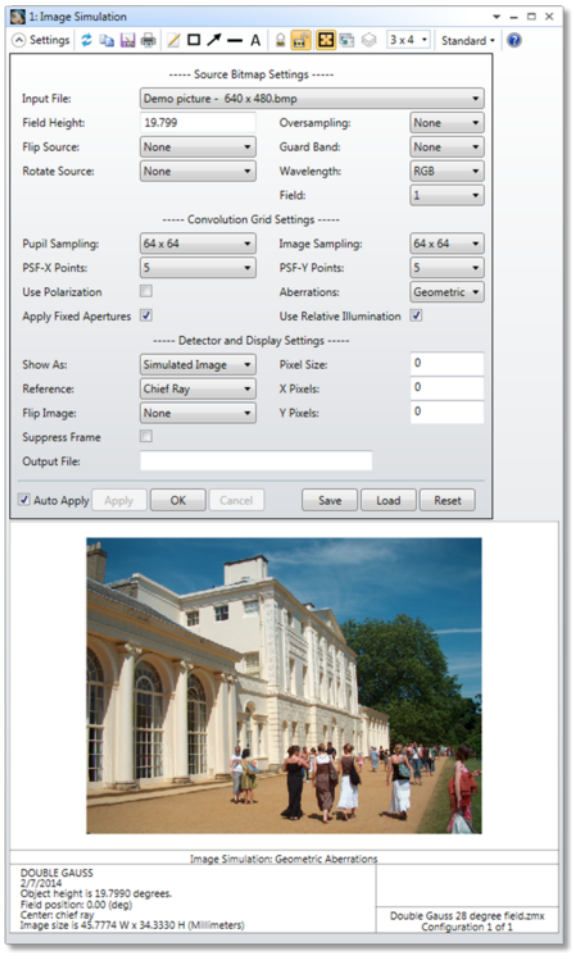
3.2.8. 扩展图像分析(Geometric Scene Analysis)



通过将二维图片放在物面上来评价光学系统像质。

3.2.8.1. 图像仿真(Image Simulation)

该功能通过卷积具有点扩散函数阵列的光源位图文件来仿真成像。考虑的效应包括衍射、像差、畸变、相对照度、图像方向和偏振。



光源位图设置

输入文件**(Input File)** 光源位图文件名。文件可为BMP、JPG、PNG、IMA或BIM文件格式。关于IMA和BIM文件格式的说明，请参见"IMA格式(The IMA format)"和"BIM格式(The BIM format)"。输入文件存储在<images>文 件夹（请参阅"文件夹(Folders)"）中。IMA和BIM文件每个方向的像素必须大于1，但不超过8,000，而BMP、JPG和PNG文件每个方向的像素则必须大于1，不超过16,000。

视场高度**(Field Height)** 该值定义视场坐标中光源位图y轴的全高，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前视场定义（分别为高度或角度）。如果视场类型为"实际像高"，则视场类型会针对该分析自动更改为"近轴像高"(Paraxial Image Height)。这可避免像面实际像高掩盖图像畸变的问题。在应用过采样、安全宽度或旋转后，将视场高度应用于结果位图。

过采样**(Oversampling)** 过采样通过将一个像素复制成2个、4个或更多相同的相邻像素，增加光源位图的像素分辨率。本功能旨在增加每个视场单位的像素数。只要任何方向的最大像素数不超过16,000，每次就以2为因子应用过采样，直至达到指定的过采样为止。该极值仅适用于过采样功能，对输入文件不适用。在考虑光学系统的效应之前将过采样应用于图像。

翻转光源位图**(Flip Source)** 翻转光源位图可以左右翻转或上下翻转，也可以上下左右同时翻转。翻转光源位图应该在考虑光学系统任何效应之前执行。

安全宽度**(Guard Band)** 该功能通过重复倍增像素数，增加光源位图的像素分辨率。这种倍增只对分析有效，原始位图文件保持不变。这会使原始图像周围产生黑色的"安全宽度"。该功能旨在增加每个视场单位的像素数，同时在所需图像周围增加一个区域。如果点扩散函数与光源位图视场尺寸相比较大，则该功能特别实用。只要任何方向的最大像素数不超过16,000，每次就以2为因子应用安全宽度，直至达到指定大小。该极值只对安全宽度适用，对输入文件不适用。应该在考虑光学系统的效应之前将安全宽度应用于光源位图。

旋转光源位图**(Rotate Source)** 旋转光源位图。应该在考虑光学系统的效应之前将旋转应用于光源位图。

波长**(Wavelength)** 如果选择"RGB"，则三个波长将定义为0.606、0.535和0.465微米，分别对应红、绿、蓝；无论当前波长定义如何，都是如此。如果选择"1+2+3"，则使用波长数据栏中当前定义的波长1、2和3。为波长3使用光源位图的红色通道，为波长2使用绿色通道并为 波长1使用蓝色通道。无论使用该选项定义什么波长，显示的图像都将为RGB格式。对于特定单波长选项（例如6），将对波长4、7、10以及13等使用B（蓝色）通道图像。将针对波长5、8、11以及14等使用G（绿色）通道图像。将针对波长6、9、12以及15等使用R（红色）通道图像。

通常忽略波长权重。生成最终图像的颜色权重仅取决于光源位图的颜色振幅和光学系统的相对透射。例外情况是，在使用单色IMA文件时，所选波长是"1+2+3"，定义了3个波长。只在这种情况下使用波长权重定义相对颜色权重。

视场**(Field)** 光源位图可以任何已定义的视场位置为中心。生成的图像随后以该视场位置为中心。

网格卷积设置

光瞳采样**(Pupil Sampling)** 光瞳空间中用于计算PSF网格的网格采样。

像面采样**(Image Sampling)** 光源位图空间中用于计算PSF网格的网格采样。

PSF X/Y点数**(PSF X/Y Points)** X/Y方向上用于计算PSF的视场点数。为这些网格点之间的视场点使用内插的PSF值。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。进一步了解如何定义偏振态和分析功能如何使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

应用固定孔径**(Apply Fixed Apertures)** 如果选中，在此计算中所有未定义孔径的具有光焦度的表面都将被修改为具有当前净口径或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不执行这种修改，光线就可通过超出所列净口径或半直径的表面，在视场高度超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致误导性照明，这种情况一般出现在图像边缘。

使用相对照度**(Use Relative Illumination)** 如果选中，则使用"相对照度"中所述的计算加权视场各点的光线，以便正确考虑出瞳弧度和实体角的效应。如果使用该功能，计算通常更准确，但速度较慢。请注意，如果可以通过系统追迹到像面的光线太少，则认为相对照度为零，结果可能是不准确的。用户可以通过使用默认设置的相对照度分析来检查结果是否发生这种情况。如果不勾选，计算将使用主光线确定整体强度。注意，如果无法追迹主光线，当这个选项被选中时，则认为相对照度为零。如果不能追迹主光线，请尝试勾选"使用相对照度"。

像差分析**(Aberrations)** 若选择"无"，将忽略像差；若选择"几何"，则只考虑光线像差；而且若选择"衍射"，则将使用惠更斯PSF为像差建模。如果选择"衍射"，在像差十分严重，无法准确计算衍射PSF时，该分析可能会自动转换至"几何"。请参阅下面的"详述"。

探测器与显示设置

显示为**(Show As)** 若选择"仿真图"、"输入位图"，可查看输入位图（包括过采样、安全宽度和旋转的效果），若选择"PSF网格"，可查看在视场中计算的所有PSF函数。请参阅下面的"详述"。

参考**(Reference)** 选择以下光斑中心的参考坐标：主光线、面顶点或主波长主光线。即使只选择了某个其它波长，后一个选项仍然选择主波长主光线。

压缩框架**(Suppress Frame)** 如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

X/Y像素**(X/Y Pixels)** 用于所探测图像的像素数量。使用0作为默认值，即光源位图中的像素数。

像素大小**(Pixel Size)** 仿真图的像素大小（方形）。对于有焦系统，单位为镜头单位。对于无焦系统，单位为余弦值。使用0作为默认值，该值根据光学系统放大率针对光源位图的中心像素计算得出。注意：默认值的计算纯粹基于光线；如果视场高度非常小，致使几何图像小于PSF，这将得到小到不合理的像素/探测器。

翻转图像**(Flip Image)** 可以左右翻转或上下翻转，也可以上下左右同时翻转。

输出文件**(Output File)** 如果提供以BMP、JPG或PNG扩展名结尾的文件名，则仿真图将保存到指定的文件中，放在<images>文件夹下（参见"文件夹"）。

详述：

图像仿真算法由以下计算图像外观的步骤构成。

- 对光源位图应用过采样、旋转和安全宽度功能（如果已选择这些选项）。
- 计算点扩散函数(PSF)的"网格"。网格覆盖整个视场，描述由位图和视场大小设置共同定义的视场上选定点的像差。此外，PSF网格还包含偏振及相对照度的效应。
- 在修改后的光源位图中，对每个像素内插计算PSF网格。在每个像素位置，用修改后的光源位图卷积计算有效的PSF，以确定有像差的位图图像。
- 随后缩放和拉伸得到的图像位图，体现探测出的图像像素大小、几何畸变和垂轴色像差。

这个算法最重要的环节是计算PSF网格。"PSF X/Y点数"设置可确定在视场各方向计算PSF的方法。使用PSF为像差建模有以下三种不同的方法："衍射"、"几何"和"无"。"衍射"方法是使用惠更斯PSF（有关详细信息，请参阅"惠更斯"）。

惠更斯PSF可为几乎所有光学系统的衍射效应准确建模，但速度比基于点列图积分的几何PSF慢。如果像差严重（对于该功能，阈值是衍射极限的20倍），也无法准确计算惠更斯PSF。图像仿真算法可检测到何时无法计算惠更斯PSF，并可根据需要自动转换至几何PSF。该转换是针对每个视场和波长独立完成的，因此在选择"衍射"的情况下，仍可对视场的一部分有衍射极限，另一部分有严重像差的成像系统准确建模。如果为像差类型选择"无"，则PSF网格是一个delta函数阵列，并且不会考虑除垂轴色差和畸变以外的像差。

在PSF计算中将考虑相对照度和（可选）偏振。在计算的视场点之间平滑内插PSF网格，可在修改过的输入位图中估算每个像素位置的PSF。然后使用光源位图对所得到的PSF进行卷积计算，以生成含有像差的图像。使用的PSF网格点越多，仿真准确度越高，但计算时间也就越长。

如果像面不是平面，则像差和畸变都是根据图像曲面计算的，并且仿真图将投影到XY平面上，这将忽略像面z轴坐标。假设像素在投影面上是方形。

归一化输出图像以使该图像的亮度峰值与输入图像相同，从而决定输出图像的亮度。如果未勾选"使用相对照度"，主光线必须可追迹，才能确立整个图像的相对照度。

仿真图显示为向下观察图像平面的局部负Z轴时所显示的样子。

默认像素大小和图像大小

如果参数"像素大小"设置为0，采用如下方法计算默认值。

1. 计算视场空间的像素大小，即（视场高度）/（位图Y方向像素数量）。注意：视场空间像素大小的单位取决于"视场类型"。
2. 从视场空间中心像素的右上角和左下角追迹光线并获取光线在图像平面上的坐标。
3. 然后根据图像平面的光线坐标，计算图像平面的默认像素大小，如下图所示。

Source Object: Trace rays from center pixel diagonals.

$$\mathbf{P}_{upper} = (x_c + 0.5\Delta x, y_c + 0.5\Delta y)$$
$$\mathbf{P}_{lower} = (x_c - 0.5\Delta x, y_c - 0.5\Delta y)$$

The resulting coordinates at the image plane determine the default image pixel size.

$$Pixel\ size\ _{(default)} = \frac{\sqrt{2}}{2}\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$$

其中xc和yc是设置中视场所定义的视场坐标，☒和☒是第1步中计算的像素大小。

图像仿真结果的底部文本中显示的图像大小等于x方向和y方向像素大小与像素数量的乘积。关于x方向和y方向的像素数量，见"X/Y像素"的说明。

使用建议

仿真的准确性最终始终受限于输入图像的分辨率。如果光学系统的分辨率足够高，则光源位图的离散像素特性可能会很明显。仿真图中的阶梯式边缘可证明这一点。过采样功能可减少这些效应，但需要更长的计算时间。

如果视场较大，则PSF通常比单个像素的区域小。很多PSF计算可能会在这种情况下得到一个等效的delta函数，用一个像素表示整个PSF。在此类情况下，忽略像差或至少从衍射计算转换至几何PSF计算，计算速度会大幅提升。

如果放大率或视场小得足以生成一个与PSF大小相当的图像，或者甚至比PSF更小的图像，则可能需要使用安全宽度(Guard Band)功能。原因是PSF卷积是基于光源图像像素完成的。如果PSF比像方空间的输入位图大，由于较大的PSF的影响，卷积会丢失原始位图外的"扩散"。安全宽度功能可在原始图像周围添加黑色区域，其可用于显示PSF产生的扩散。

目前最重要的判断方式是"显示为"设置下的"PSF网格"。最好先看看PSF网格，并确认其是否显示了良好采样的数据，然后再计算仿真图。

有关使用视场角的注解

视场高度可决定光学系统所识别的输入位图的物理尺寸。例如，如果使用一个30x30像素的输入位图，并且视场高度是2.0 mm（假设视场是根据物高定义的），则每个像素表示一个66.67微米的区域。如果之后通过40度全视场（使用视场角度）的系统使用相同的输入位图，则可将"视场高度"设置为"40"，覆盖整个视场。每个像素现在表示一个1.33度的方形。使用视场角度定义物体视场的难点是，视场角度单位原本就是变形的。与Y角度为10度时相比，Y角度为80度时，X轴方向的角表示不同的张角。如果是使用视场角度，并且视场相当宽（在任何方向都超过40度），则说明扩展物体的结果时应特别注意。

有关OpticStudio视场角用途的准确定义，请参见"视场角和高度"。

有关使用近轴和实际图像高度的注解

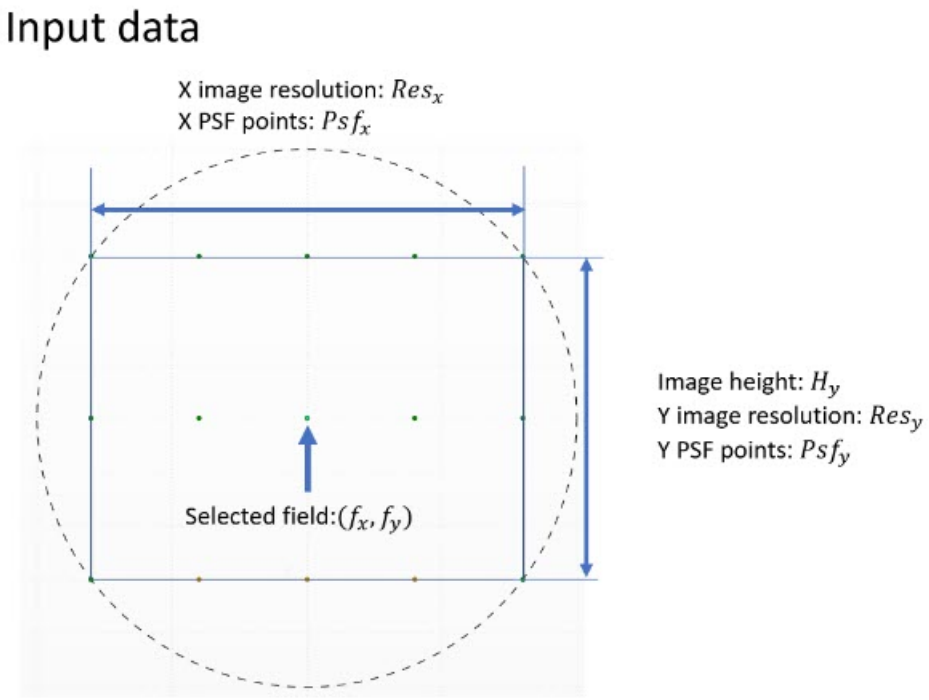
注意：如果视场是由像高定义的，则视场高度将决定像方空间（而非物方空间）中的物体大小。视场高度始终以定义视场所使用的单位为单位，因此在使用像高作为视场类型时，视场高度决定像方空间中的输入位图高度。物方空间中的光源大小则由视场高度除以透镜放大率这一公式决定。

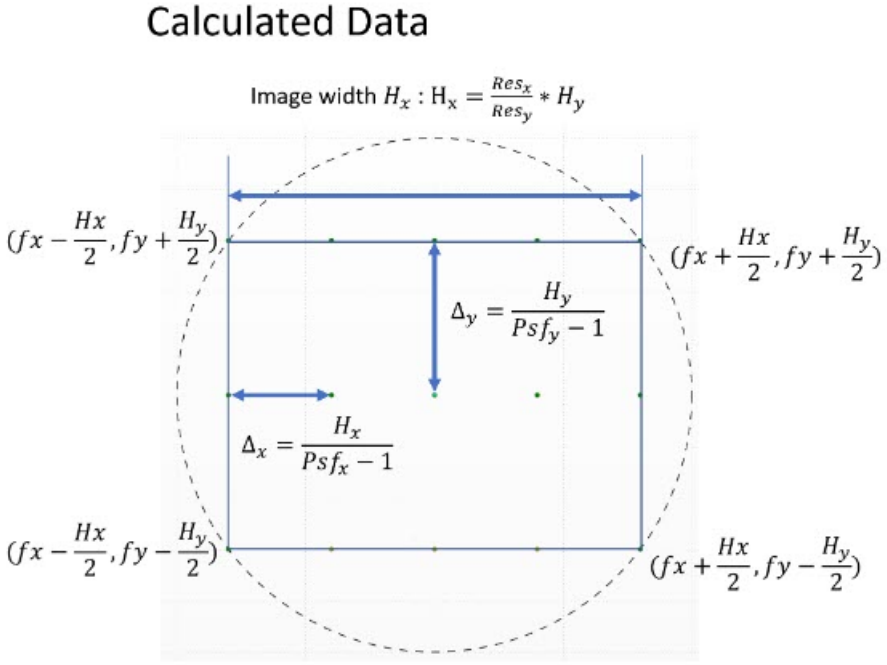
在使用近轴像高时，系统放大率失真（如果有）在仿真图中会被掩盖。在使用实际像高时，所有形式的畸变都会被掩盖。因此，该功能将使用近轴像高定义视场，即使选择实际像高，也是如此。

但是，建议既不使用实际图像高度，也不使用近轴图像高度。而是对有限共轭系统使用物高，对无限共轭系统使用视 场角，因为这些视场类型可明确定义像方空间中的物体大小和方向。

从对象侧生成PSF网格。它类似于视场向导中的网格分布类型。不同之处在于像素编号的最小值为1，中心坐标为分辨率的一半。当计算每个网格点的PSF时，PSF以该网格点的主光线为中心。

生成PSF网格所需的数据如下：





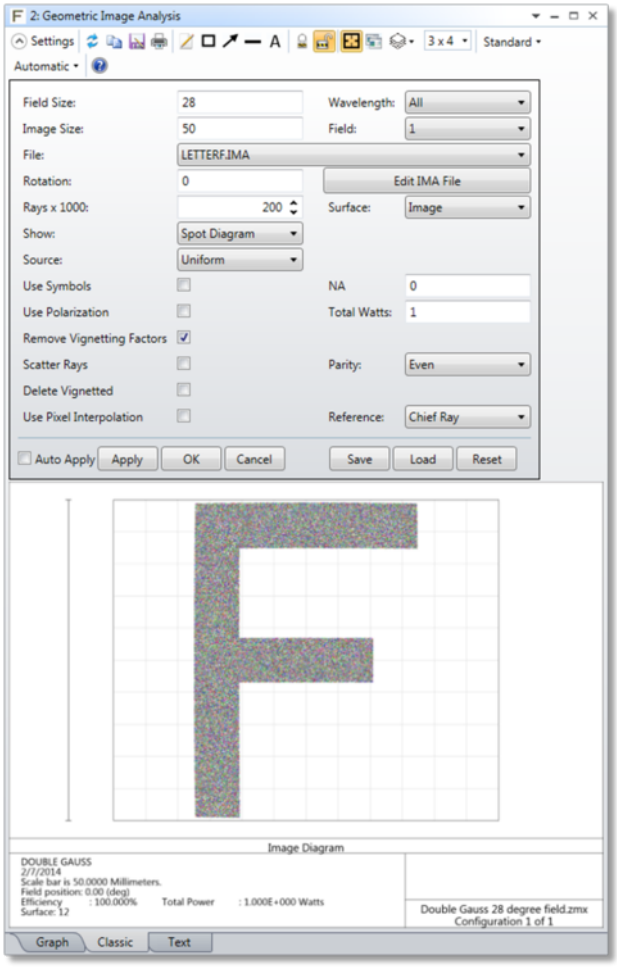
畸变注意事项

图像仿真中的畸变算法在一定程度上取决于对傍轴光线的追迹，在存在中心遮阑的情况下，畸变模型可能产生非物理结果。此外，当物体处于无穷远时，畸变算法会在或非常接近90度的视场角处产生一些非物理伪影，这意味在物方空间无焦。使用几何位图图像分析来交叉检查在存在中心遮阑的情况下是否正确计算了畸变。

3.2.8.2. 几何图像分析(Geometric Image Analysis)

几何图像分析功能有很多应用。此功能可用于对扩展光源建模、分析有效分辨率、表示成像对象的外观以及直观呈现图像旋转概念。图像分析还可用于估算多模光纤耦合效率。

注意：图像仿真功能更适合评估高分辨率的拍摄场景。



视场大小**(Field Size)** 此值定义了视场坐标中方形图像文件的全宽，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。注意：在使用"视场角"作为视场类型时，矩形IMA文件本身就是失真的；有关详细信息，请参阅下面的详述。

图像大小**(Image Size)** 如果将"显示"选作"点列图"，则此值可设置图像上叠加的比例尺的大小。该值不会影响图像实际大小。图像大小是根据物体缩放比例以及系统的放大率和像差设置的。为查看所需图像部分，默认值可能不恰当。

如果将"显示"选作任何其它选项，则此值可设置捕获光线所使用的探测器的大小。落在图像大小以外的光线将被忽略，并且不包含在检测到的总光线数中，以免降低计算得到的光线效率。

图像翻转**(Parity)**"正"设置将使物体保持在物空间中沿着负Z轴时所呈现的外观。"图像翻转"可设置为"反"，此选项可从上到下反转物体。

旋转**(Rotation)**可以设置为任何角（以度为单位）。实际上，此算法会在追迹光线之前旋转物体，例如将条形目标由子午方向切换至弧矢方向。

光线**x 1000(Rays x 1000)**此设置确定了将被追迹的光线的近似值。追迹的光线数量大约是指定数值的1000倍。光线数量为近似值的原因是图像中像素上的光线分布必须均匀。例如，如果图像文件有1500个像素，则将至少追迹1500条光线，即使将数值选为1也是如此。每个波长上的光线分布与波长权重成比例。

显示**(Show)** 选择表面、等高线、灰阶或伪彩色图作为显示选项。

点列图模式的更多注意事项：与所需最大内存量始终是nx*ny像素的其它模式不同，点列图模式的内存要求随所追迹光线的数量呈线性调整。因此，OpticStudio不会在点列图模式下缓存分析数据。因此，使用点列图模式时GIA设置如有更改，都会完全重新计算GIA数据。

光源**(Source)** 光源可以是均匀的或朗伯型。均匀设置会为光线均等加权。朗伯设置根据光线与物面的局部法线形成的角度的余弦为光线加权。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态以及通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

散射光线**(Scatter Rays)**如果选中，光线将在统计上散射到已定义散射属性的光线与表面的交点上。请参阅"表面散射设置（Surface scattering settings）"。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 图像文件可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如条形图）可移动至视场中的任何位置。结果图像将以此视场位置的主光线坐标为中心。

文件**(File)** .IMA或.BIM图像文件的名称。此文件必须位于<images>文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。请参阅"详述"部分，以查看IMA和BIM文件格式的完整说明。

编辑**IMA**文件**(Edit IMA File)**按下此按钮将调用Windows记事本编辑器，它允许对当前选择的IMA文件进行修改。如果文件类型为BIM，则此按钮将被禁用。

表面**(Surface)** 在其上评估光线的表面编号。默认值为像面。也可选择其他表面，例如，显示某个光学面上的光迹图。

像素**#(#Pixels)** 选定图像尺寸的宽度的像素数。如果"点列图"是显示图像数据的方法，则不使用此值。

NA数值孔径(NA)阈值。如果为零，则忽略此功能。如果输入大于0的数，则忽略数值孔径大于指定数的所有光线。

总功率**(Total Watts)** 光源辐射进入光学系统入瞳的总功率（以瓦特为单位）。使用此通量可根据相对像素值和总效率归一化检测到的功率。

图形缩放**(Plot Scale)** 对于伪色图和灰阶图，此值可定义最大缩放范围。

使用标注**(Use Symbols)**如果选中此选项，将为每个波长绘制不同的非点标注。这可以帮助区分各种波长。仅在"点列图"是显示图像数据的方法时，才使用此值。

参考**(Reference)** 选择以下光斑中心的参考坐标：主光线、面顶点或主波长主光线或质心。当使用主波长选项时，即使只选择了某个非主光线波长，系统仍会选择主波长的主光线。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时均不会被绘制。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

使用像素插值**(Use Pixel Interpolation)** 如果选中，光线能量在相邻像素中心之间的分布会根据光线落点与像素中心的距离而定。对于像素比光斑尺寸小的图像，使用此功能可产生更平滑更准确的结果。如果未选中，则将光线的所有能量仅放到照射到的像素中。如果像素比光斑尺寸大，则不应使用像素插值功能。将"显示"设置为"点列图"时该选项没有作用。

保存为**BIM**文件**(Save As BIM File)** 如果提供以BIM扩展名结尾的文件名，并且"显示"未设置为"点列图"，则将输出图像保存到指定文件，并放到<images>文件夹下（参阅"文件夹"）。

详述**(Discussion)**

OpticStudio支持三种不同的文件格式。其中两种格式以IMA扩展名结尾，一种格式以BIM扩展名结尾

IMA格式(IMA format)

有两种不同的IMA文件格式，一种是文本格式，一种是二进制格式。不管使用哪种文件格式，文件都必须以IMA扩展名结尾。OpticStudio会自动区别这两种类型的文件格式。

文本图像文件是以.IMA扩展名结尾的文本文件。文件顶部是一个表示文件大小的数字（以像素为单位）。剩余各行和各列都包含像素数据，每个像素使用一个字符。所有IMA文件必须是方形，使用n x n像素定义。例如字母"F"的7 x 7表示形式如以下IMA文件所述：

```
7
0111110
0100000
0100000
0111100
0100000
0100000
0100000
```

注意：文件以单一条目"7"开头，后面是回车符。然后有7行，每行7列，并且每行以回车符结束。各列均不使用空格或任何其它字符分隔。图像文件必须是方形。OpticStudio会尝试分配足够的内存来保存图像文件，并会在没有足够内存时报告错误。

每个像素的"强度"可以是0到9之间的任何数字。每个像素将生成的光线数量与此值成正比。值为0的像素不能发出任何光线。

二进制IMA文件格式比文本格式更复杂，并且二进制IMA文件不能使用文本编辑器进行编辑。但是，二进制IMA文件更强大。二进制IMA文件中的每个像素均使用无符号字节表示，这意味着强度有256个"灰阶"等级。此外，还可向每个波长分配一个单独的像素图。因此，可以对很现实的照片（如扩展光源）建模。

二进制IMA文件格式需要使用3个16位标头值。第一个16位值是一个有符号整数，必须等于零。第二个16位有符号整数是像素图宽度（以像素为单位），可以是1到8000之间的任何数。第三个16位有符号整数是像素图数量，相当于文件中表示的颜色（或波长）数量。

例如，50x50图像的3色二进制像素图包含6字节的标头（0、50和3），后面是颜色1的2500字节，然后依次是颜色2的2500字节，颜色3的2500字节，总共7506字节。每种颜色的数据存储到每行的各列中（列指数比行指数变化得快）。

BIM格式(IMA format)

IMA格式的缺点是，最多支持256个灰阶等级。BIM格式是二进制双精度浮点文件格式，可有效地使灰阶数量变为数兆。BIM格式包含以下二进制值：

1个32位整数，表示x像素数nx。

1个32位整数，表示y像素数ny。

后面是n*n个64位双精度浮点值，表示相对强度。第一个像素在左下角，剩余像素沿x轴方向按行列出。

目前，nx和ny值必须相同，否则将发出错误消息。

有关使用视场角的注解**(Comments on using field angles)**

有关图像仿真视场角的注解也适用于此功能。有关完整详述，请参阅"有关使用视场角的注解(Comments on using field angles)"。

有关使用近轴和实际图像高度的注解**(Comments on using paraxial and real image height)**

有关图像仿真的近轴和实际图像高度的注解也适用于此功能。有关完整详述，请参阅"有关使用近轴和实际图像高度的注解(Comments on using paraxial and real image height)"。

如何选择光线进行分析（**How rays are chosen for analysis**）

可在像素单元格内的坐标中随机选择每个像素所生成的光线。此外，还可以为每个光线随机选择入瞳坐标。像素和圆形近轴入瞳上的光线分布是一致的（如果使用光线瞄准，则可能会出现一些光瞳畸变）。对于文本IMA文件，每个像素所生成的光线数量等于像素强度乘以波长数量乘以光线密度。可随机选择每条光线使用的与波长权重成正比的波长。对于二进制IMA文件，从每个像素生成的光线数量与光线密度乘以强度系数（相对于256）成正比。

通过按比例分离物体结构，可以在许多应用中使用相同的图像文件。例如，样例图像文件"letterf.ima"包含一个定义大写字母F的7x7像素网格。物体比例可以依次设置为1mm、0.1mm、0.01mm，以便体会在不需要更改IMA文件的情况下，光学系统可以解析多小的F字符。

注意：如果视场是由像高定义的，则视场大小将决定像空间（而非物空间）中的物体大小。视场大小始终以定义视场所使用的单位为单位，因此对于像高，视场大小决定像高。物体大小则是由视场大小除以透镜放大率这一公式决定的。

选择视场位置还可以为像质分析提供极大的灵活性。例如，可以在几个视场点测试字母F图像文件，以便了解视场像差是否会严重影响分辨率。将物体比例设置为字母高度，图像将以选定视场点的主光线交点为中心。

默认情况下，光源是一个均匀的发光体。这里的均匀是指光线均匀发射到入瞳中。产生的所有光线均落在入瞳中，并且所有光线加权均等。由于随机选择的光线波长与波长权重成正比，因此不需要外加波长权重。对于视场小、物距大的系统，通常首选均匀设置。还可以将光源定义为朗伯，按余弦因子对所有光线加权。在确定输入光线权重后，定义的任何光瞳切趾（参阅"切趾类型(Apodization Type)"）将进一步修改输入光线权重。

效率百分数的定义依据为

$$\%E = \frac{\sum W_i}{\sum W_j}$$

其中，总和i是已经过删除渐晕处理的所有光线的总和，j总和是已发射的所有光线的总和。如果选中"使用偏振(Use Polarization)"复选框，效率计算将考虑光学系统中的渐晕、光源分布、波长权重以及反射和透射损耗。如果选择"点列图"作为"显示"选项，则效率百分比将包含所有未渐晕光线。其它显示选项将渐晕超出探测器大小范围的光线。因此，如果光线落在探测器区域外，点列图显示与其它显示的效率百分比是不同的。

计算多模光纤的效率**(Calculating efficiency of multi-mode fibers)**

OpticStudio有一种算法可精确计算耦合进单模光纤的效率，有关详细信息，请参阅"光纤耦合效率(Fiber Coupling Efficiency)"。此外，也可参阅"计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)"。

为估算多模光纤的耦合效率，可以使用几何逼近。将一个圆形孔径置于像面上或是像面前，且有适当的最大径向孔径表示纤芯尺寸。然后将NA（可参考前文）设置为光纤可接受的最大NA。然后可以通过对在指定的NA中通过中心孔径的光线求和来计算百分比效率。纤芯折射率为n_i，外包层折射率为n_o的典型多模光纤的NA为

$$NA = \sqrt{n_i^2 - n_o^2}$$

文本输出**(Text output)**

如果在图像分析窗口的菜单栏上选择"文本"选项将生成并显示一个列出光线数据的文本文件。如果将"显示"选项设置为"点列图"则此文件将提供9列数据。第一列是序列模式光线编号。第二列和第三列是x和y视场坐标（度数或物高）。第四列和第五列是归一化光瞳坐标Px和Py。第六列是整数波长编号。第七列是光线权重，具体取决于光源属性。第八列和第九列是相对于参考光线的图像坐标（以镜头单位为单位）。

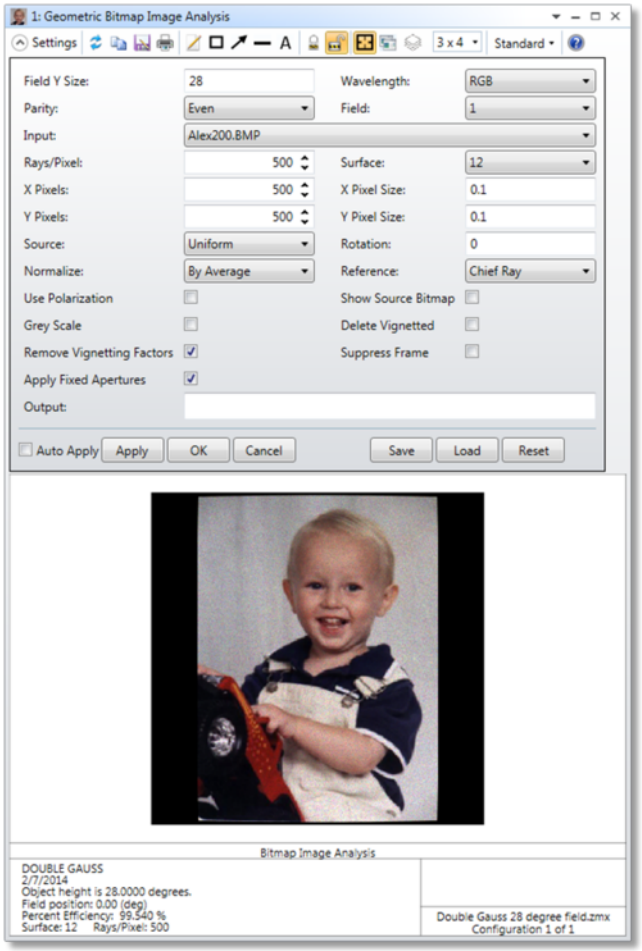
如果不将"显示"选项设置为"点列图"，则文本显示将列出每个像素的加权光线计数。从-x、-y左下角像素开始向上列出y列像素。使用"Esc"键可终止持续时间过长的图像分析计算。

3.2.8.3. 几何位图图像分析(Geometric Bitmap Image Analysis)

"图像仿真(Image Simulation)"功能通常比该功能优越，在远离图像的中间面上需要使用仿真图除外。

该功能将RGB位图文件作为光源，根据光线追迹数据创建RGB彩色图像。该功能有很多应用，可用于对扩展光源建模、分析有效分辨率、显示畸变、表示成像物体的外观、直观呈现图像旋转概念、显示光迹图、指定一些名称。

该功能完全基于几何光线追迹。位图图像分析功能使用标准BMP、JPG和PNG文件作为光源图像，有关详细信息，请参阅详述内容



视场**Y**大小**(Field Y Size)** 该值定义了视场坐标中方形图像文件的全宽，它可以使用镜头单位或度数，具体取决于当前的视场定义（分别为高度或角度）。

图像翻转**(Parity)**"正"设置将使物体保持在物方空间中俯视负Z轴时所呈现的外观。图像翻转可设置为"反"，该选项可从上到下反转物体。

旋转**(Rotation)**可以设置为任何角（以度为单位）。实际上，此算法会在追迹光线之前旋转物体，例如将条形目标由子午方向切换至弧矢方向。

光线/像素**(Rays/Pixel)**本设置可确定在每个光源图像像素及每个颜色通道上所追迹的光线数。如果在640x480的3色图像上选择10条光线/像素，通常将追迹9,216,000条光线。

X像素**(X-Pixels)** 探测器X方向的像素数。

Y像素**(Y-Pixels)** 探测器Y方向的像素数。

X像素大小**(X-Pixel Size)** 在X方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位或使用无焦模式时以无焦单位为单位）。

Y像素大小**(Y-Pixel Size)** 在Y方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位或使用无焦模式时以无焦单位为单位）。

光源**(Source)** 光源可以是均匀的或朗伯型。均匀设置会为光线均等加权。朗伯设置根据光线与物面的局部法线形成的角度的余弦为光线加权。

归一化**(Normalize)** 可按像素强度峰值或像素强度平均值归一化图像。使用像素强度峰值可均等缩放所有像素，因此强度最高的像素可确定图像的整体亮度。如果信噪比较低，使用此方法通常会产生很暗的图像。使用像素强度平均值可均等缩放所有像素，直至亮度平均值等于原始位图图像亮度。此方法的缺点是，某些像素过饱和，因此会在显示最大亮度时被裁剪。

使用偏振**(Use Polarization)**如果选中，则将考虑偏振。进一步了解如何定义偏振态和分析功能如何使用偏振，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

灰度**(Grey Scale)** 如果选中，将计算每个探测器像素的RGB强度平均值，以生成一个灰度检测图。虽仍将根据光源位图的相对RGB强度追迹光线，但在显示检测到的图像时将丢失所有颜色信息。

波长**(Wavelength)** 如果选择"RGB"，则会定义3个波长：0.656、0.587.和0.486微米分别对应红、绿、蓝；不管当前波长定义如何都是如此。如果选择"1+2+3"，则使用波长数据栏中当前定义的波长1、2和3。如果定义的系统波长少于三个，选项"1+2+3"将恢复为"RGB"选项。对波长3使用光源位图的红色通道，对波长2使用绿色通道，对波长1使用蓝色通道。无论使用此选项定义的波长为多少，显示的图像都将为RGB格式。另请注意，如果在波长小于波长数据栏中定义的3个波长的系统中使用该选项，则定义的最高波长将用于"填充"剩余的通道。对于特定波长选项（例如1、2、3等），将 使用B、G或R通道图像；对于大于3的波长，始终使用R通道。

视场**(Field)** 光源图像可以任何已定义的视场位置为中心。这使得较小的目标（例如条形图）可移动至视场中的任何位置。结果图像随后将以该视场位置的主光线坐标为中心。

输入**(Input)** BMP、JPG或PNG光源图像文件的名称。该文件必须位于<images>文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。

表面**(Surface)** 在表面上评估光线的表面编号。

显示光源位图**(Show Source Bitmap)**如果选中，将绘制光源位图，并且不追迹任何光线。在绘制光源位图时，忽略光线数、像素数和像素大小。该功能可用于检查光源位图的外观，以及验证OpticStudio是否正确读取位图文件。

输出**(Output)** 将检测到的位图写入到的BMP、JPG或PNG文件的名称。检测到的位图的大小由已定义的x和y轴像素的数目确定；但为确保输出位图文件中的纵横比正确，x和y轴像素的大小必须相同。文件名称必须以BMP、JPG或PNG扩展名结尾，且不提供任何路径名。该文件将在不发出警告的情况下被创建或覆盖，并将被放置在<images>文件夹中（参见"文件夹"）。

参考**(Reference)** 选择以下光斑中心的参考坐标：主光线或面顶点。

删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选定，将不会绘制在光线追迹过程中被任一表面渐晕的光线。

压缩框架**(Suppress Frame)** 如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，将自动除去渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

应用固定孔径**(Apply Fixed Apertures)** 如果选中，在此计算中所有未定义孔径的具有光焦度的表面都将被修改为具有当前净口径或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不进行此更改，那么光线将可以通过超出所列净口径或半直径的表面，在视场Y尺寸超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致错误的照明，一般发生在图像的边缘。

详述

另请参阅"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"，该功能与之十分相似。

有关视场单位的注解

Y视场高度可确定光学系统可查看的光源文件的物理尺寸。例如，如果使用一个50H x 100W像素的光源文件，并且Y视场高度是2.0mm（假设视场是根据物体或图像高度定义的），则每个像素表示一个0.040mm x 0.040mm的区域，并且光源位图将覆盖一个2.0mm高4.0mm宽的区域。

注意：如果视场是由像高定义的，则Y视场高度将决定像空间（而非物空间）中的物体大小。Y视场高度始终以定义视场所使用的单位为单位，因此在使用像高作为视场类型时，Y视场高度决定像空间中的光源位图高度。物空间中的光源大小则由Y视场高度除以透镜放大率这一公式决定。在使用近轴像高时，仿真图上放大率失真的情况（如果有）会被掩盖。在使用实际像高时，所有形式的畸变都会被掩盖。因此，如果选择了实际像高，该功能将自动切换到近轴像高定义视场。不建议使用实际或近轴像高定义，而是使用物高或视场角，因为这些视场类型可明确定义像空间中的物体大小和方向。

光线选择和追迹

可在光源像素单元格内的坐标中随机选择每个像素所生成的光线。此外，还可以为每个光线随机选择入瞳坐标。如果不定义光瞳切趾，像素上的光线分布是均匀的，入瞳上的光线分布也是均匀的。

在生成光线后，将追迹光线，直至追迹到选定面。如果光线已渐晕或发生错误，则忽略光线。否则，需确定光线落到接收探测器上的像素，并在相应的颜色通道中将光线强度添加到探测器的二进制计数中。

在追迹所有光线后，可根据每个探测器像素的归一化计数创建RGB图像。效率百分数的定义依据为

$$\%E = \frac{\sum W_i}{\sum W_j}$$

其中，总和i是已经过删除渐晕处理的所有光线的总和，j总和是已发射的所有光线的总和。如果选中"使用偏振(Use Polarization)"复选框，效率计算还包括考虑光学系统中的反射和透射损耗，以及光线误差。需考虑渐晕超出探测器范围的光线。

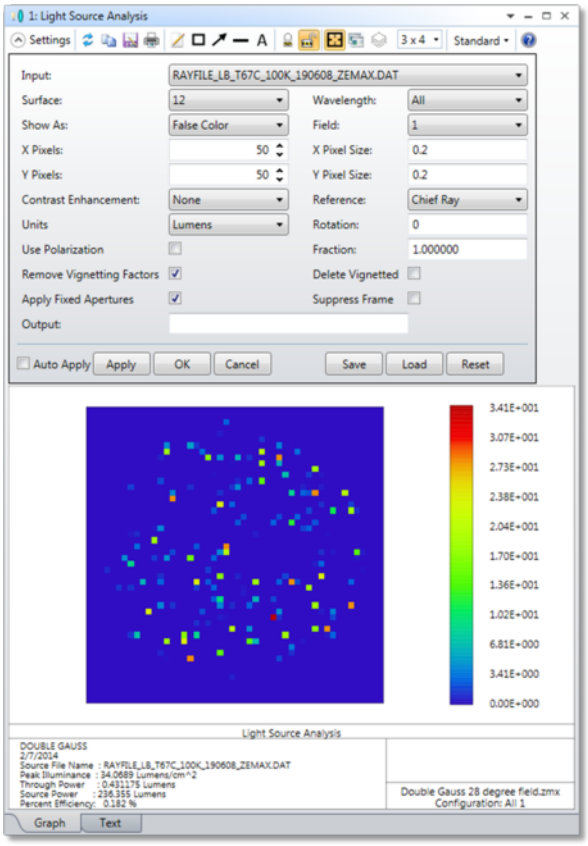
该功能将在所有可用处理器之间自动分割计算，以便提供最快运行速度。还可使用透镜的对称性加快光线追迹计算。使用"Esc"键可终止持续时间过长的图像分析计算。

3.2.8.4. 光源分析（Light Source Analysis）

仅Ansys Zemax OpticStudio专业版和旗舰版提供此功能。

此功能基于追迹一系列光源发出的光线创建图像。就像"光源文件"中介绍的"非序列模式光源文件"对象所使用的光线一样，这些光线由DAT或SDF光源文件（仅支持二进制格式光线文件）定义。

此功能严格基于几何光线追迹。有关详细信息，请参阅"详述"。



输入（**Input**） DAT、DAT或TM25RAY光源文件的名称。有关此文件格式的完整说明，请参阅"光源文件"。

表面（**Surface**） 在其上评估光线的表面。

波长（**Wavelength**） 追迹DAT文件的光线所使用的波长。 这些光线可以是单波长，也可以基于定义的波长和权重。如果使用SDF文件，则无论系统波长如何设置，将始终使用在文件中指定的波长。

显示为（**Show As**） 为强度显示选择"灰阶"或"伪彩"。如果选择"流明"作为单位，则还支持"真彩"选项。

视场（**Field**） 光源坐标系位于的视场位置。这是物面上的物体点位置，可定义DAT、SDF或TM25RAY输入文件中的光线的原点。

X/Y像素（**X/Y Pixels**） 探测器X/Y方向的像素数。

X/Y像素大小（**X/Y Pixel Size**） 在X/Y方向测量的每个探测器像素的大小（以镜头单位为单位）。

增强对比度（**Contrast Enhancement**） 默认情况下，不会对数据进行缩放。如果启用"增强对比度"，则会对像素数据应用非线性加权函数，以放大明暗度不强的像素。这对于提高对图像细节的显示非常有效，但是，由于图像中的较暗的区域会比实际显得更为明亮，所以看起来有一定的误导性。

参考（**Reference**）此控件可定义选定分析面上的探测器原点。可以使用选定视场的主波长的主光线或面顶点定义探测器中心。

旋转（**Rotation**） 此控件可在追迹光线之前，旋转+Z轴的整个光源光线列表。角度的单位为度，并且在XY平面中逆时针旋转。

单位（**Units**） 为辐射度分析选择"瓦"，为光度分析选择"流明"。注意：仅在使用流明为单位时，才支持"真彩"显示（对于"显示为"）。

比例（**Fraction**） 仅追迹文件中该比例的光线。如果比例小于1.0，则随机选择文件中要追迹的光线，但对于给定比例，在一个分析中随机选择的光线与下一个随机选择的光线相同。在追迹的光线数少于文件中定义的数量时，此功能很有用。

使用偏振（**Use Polarization**） 如果选中，将使用偏振光追迹数据来计算透过率。由于光源光线文件中没有存储任何偏振数据，因此将随机分配偏振。

删除渐晕（**Delete Vignetted**） 如果选中，光线在任何表面产生渐晕效果时均不会被绘制。

压缩框架（**Suppress Frame**） 如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

移除渐晕因子（**VignettingFactors**） 如果选中，将自动移除渐晕因子。请参考"关于渐晕因子的注解（Comment about vignetting factors）"。

应用固定孔径（**Apply Fixed Apertures**） 如果选中，在此计算中所有未定义孔径且具有光焦度的表面将被修改为具有当前净口径或半直径值的环形孔径。如果在孔径定义中不进行此更改，那么光线将可以通过超出所列净口径或半直径的表面，在视场Y尺寸超出视场点定义的视场时更是如此。这将导致错误的照度，一般发生在图像的边缘。

输出（**Output**） 将检测到的位图写入到的BMP、JPG或PNG文件的名称。检测到的位图的大小由已定义的x和y轴像素的数目确定；但为确保输出位图文件中的纵横比正确，x和y轴像素的大小必须相同。文件名称必须以BMP、JPG或PNG扩展名结尾，且不提供任何路径名。此文件将在不发出警告的情况下被创建或覆盖，并将被放置在<images>文件夹中（参见"文件夹"）。

详述（**Discussion**）

此功能可在序列模式光学系统追迹复杂光源的光线。使用纯光通量DAT文件或全光谱SDF文件或TM25RAY文件对光源建模，如"光源文件"下的非序列模式一章所述。仅支持二进制格式光线文件。

非序列模式光源文件可以包含从空间任意点开始的光线、按任何方向传播的光线以及根据任何波长定义的光线。序列模式光线追迹并不完全支持这种做法，因此需要做出一些假设。

首先，假设物面上的指定视场点是光线文件中所有光线的原点，并且光源坐标系的+Z轴与物面+Z轴平行。可以使用旋转角设置围绕此原点旋转光源光线。由于光源光线可以有非零起始Z坐标，因此光线可以从实际物面之后或之前开始传播。本功能假设起始面距离物面足够远，不存在传播起点在第一个表面之后的光线。

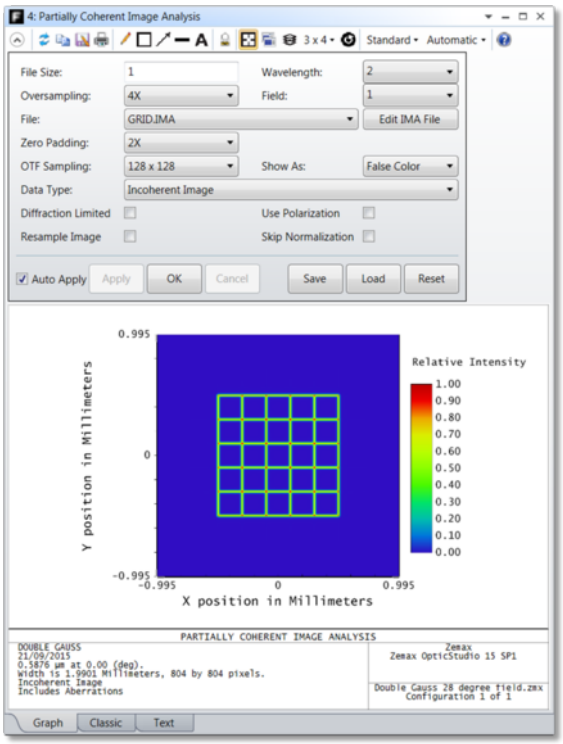
其次，可以超出入瞳限制追迹朝光学系统传播的光线。只要光线是可追迹的，即使光线超过入瞳的正常接受区域，光线也会继续通过序列模式系统。这就是为什么使用"应用固定孔径"功能很重要的原因；否则，对于可以超过序列固定孔径大小追迹的光线，可以一直追迹到探测器。

使用"Esc"键可终止持续时间过长的图像分析计算。

3.2.8.5. 部分相干图像分析(Partially Coherent Image Analysis)

此功能在计算图像外观时会考虑光学系统的衍射和像差，以及部分相干的照度。此方法将考虑有限通带以及真实光学系统在成像时会产生的其它衍射相关效应。此功能可为位图图像定义的场景计算相干、非相干或部分相干的衍射图像。对于完全非相干分析使用"图像仿真"功能通常更好。

此图像分析功能使用IMA/BIM文件描述要成像的物体。请参阅"IMA格式"和"BIM格式"。



文件大小**(File Size)**在像空间测量的文件所定义区域的全宽（以镜头单位为单位）。注意：IMA和BIM文件始终是方形。此功能还支持ZBF文件子集，有关详细信息，请参阅详述内容。

过采样**(Oversampling)** 设置文件像素过采样所依据的因子。此选项可增加文件的有效分辨率，而无需定义新文件。如果原始文件的像素数是奇数，则过采样将使像素数变为偶数，因为过采样值都是偶数。

零填充**(Zero Padding)**通过对文件像素添加零强度值，确定计算衍射图像的区域的实际大小。此方法可增加所显示衍射图像的大小，而无需更改无像差图像的大小；这样可研究从完美图像位置衍射的能量。

如果原始IMA文件的像素数目是奇数，为使文件数据居中，可使用零填充法生成偶数像素数目。像素数目将为2*n-1，其中n是原始像素数目。如果原始文件的像素数是奇数，则修改的图像将有2*n像素。

零填充仅影响IMA和ZBF格式文件，对BIM格式文件无效。

OTF采样**(OTF Sampling)** 在光瞳中进行采样的网格尺寸；网格越大，系统OTF的表示准确度也会越高。此功能不会影响衍射图像大小，只影响预测频率响应的准确性。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶、伪彩图、x截面图或y截面图作为显示选项。有关截面图的信息，请参阅"使用X/Y截面图计算MTF"。

数据类型**(Data Type)** 选择非相干像、相干像、原图像、非相干传递函数、相干传递函数或原图像转换。

对于部分相干计算，选择部分相干图像（大部分相干或大部分非相干）或者部分相干PSF或gamma。有关部分相干图像计算的完整详述，请参阅"计算部分相干图像"。

有关相干传递函数和此计算的限制的信息，请参阅下面的详述。

Gamma 相干函数的复杂度形式。

Alpha 相干函数复杂度使用的缩放参数。

分数**(Fraction)** 计算部分相干图像时要考虑的PSF和/或Gamma函数中圈入能量的分数。

衍射极限(Diffraction Limited) 如果选中，将忽略像差。仍会考虑孔径。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

视场**(Field)** 视场编号，表示计算其光学传递函数的视场位置。

文件**(File)** IMA、BIM或ZBF图像文件的名称。IMA和BIM文件必须位于<images>文件夹下，而ZBF文件必须位于<pop>下（参阅"文件夹(Folders)"）。

有关支持的文件格式的完整说明，请参阅"详述"部分。

编辑**IMA**文件**(Edit IMA File)** 按下此按钮将调用Windows记事本编辑器，它允许对当前选择的IMA文件进行修改。不能直接编辑BIM和ZBF文件。

等高线格式**(Contour Format)** 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。等高线已使用相对强度单位定义。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

重新采样像面**(Resample Image)** 如果选中，将对最终像面重新采样，以便模拟有限分辨率的探测器所记录的像面。下面的控件可用于定义重新采样。此功能仅适用于相干像、非相干像、原图像以及部分相干的空间域像。

跳过归一化**(Skip Normalization)** 如果选中"跳过归一化"，则不执行归一化计算。数据显示以瓦特/镜头单位为单位。

X/Y方向个数**(Number X/Y)** 对图像重新采样所使用的X和Y方向像素数。

X/Y方向间隔**(Delta X/Y)** 对图像重新采样所使用的像素的宽度/高度。在有焦模式下，间隔值以镜头单位为计量单位。在无焦模式下，间隔值以无焦模式单位为计量单位。

X/Y偏心**(Decenter X/Y)** 重新采样探测器相对最终图像的X/Y轴偏心。单位是重新采样的间隔像素。例如，若X偏心为+0.5，则重新采样探测器将相对最终图像向右偏心X方向间隔值一半的距离。

输出文件**(Output File)** 如果输入文件是ZBF文件，并且选择完全相干或非相干像作为数据类型，则生成的复振幅可以保存到使用此控件指定其名称的ZBF文件中。如果将输出文件名称留空，则不保存任何文件。无需提供任何路径名称，因为文件将保存到 <pop> 文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。要保存ZBF文件，必须设置零填充以生成一个总像素数，此值应为2的幂数，因为ZBF文件格式需要此设置。

详述

此功能可计算扩展光源的复杂衍射图像属性。计算中包含的方法基于傅里叶光学，有关说明和详细信息，请参阅Joseph Goodman编写的"傅里叶光学介绍(Introduction to Fourier)"，McGraw-Hill出版(1968)。有关相干成像理论的更多详细信息，请参阅Jack Gaskill编写的"线性系统、傅里叶变换和光学(Linear Systems, Fourier Transforms)"，John Wiley出版(1978)。有关相干和非相干成像以及其它傅里叶光学理论的更多信息，请参阅这些参考信息。用户在使用此功能得出重要结论之前，必须了解此方法包含多种重要假设。

文件大小参数决定着光学系统像空间中输入文件的全宽。有关IMA格式的详细信息，请参阅"IMA格式"。有关BIM文件格式的详细信息，请参阅"BIM格式"。有关ZBF文件格式的详细信息，请参阅"OpticStudio光束文件(ZBF)二进制格式"和"OpticStudio光束文件(ZBF)文本格式"。

注意：此功能与几何图像分析功能不同，其中文件大小定义"视场"空间的大小和形状，空间可以是物方空间或像空间。对于此功能，输入文件可定义像空间中的理想图像。IMA或BIM文件中的数据值被视为以相对辐射照度（而非振幅）的单位为单位。ZBF文件以相对复振幅的单位为单位。

关于使用**IMA**文件格式的注解

虽然IMA文件便于定义简单形状，但手动创建的文件的分辨率通常过低，无法呈现衍射图像中的大量细节。过采样选项通过增加分辨率纠正了这个问题：增加像素数目，按需复制每个像素的数据以生成分辨率更高的相同形状。使用2倍过采样时；"F"字母文件的IMA图像变成一个14 x 14网格：

```
00111111111100
00111111111100
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00111111110000
00111111110000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
```

注意：形状是相同的，只是在每个方向都有2倍采样数。图像宽度不受影响；现在"像素"宽度是半宽，并且各方向有2倍"像素"数。

由于衍射效应会模糊和扩展理想图像，因此超出IMA文件限制增加显示区域大小是可取的。为此可使用"零填充"选项。此选项通过添加定义IMA文件"像素"的零强度值增加IMA文件大小 。使用2倍零填充时的"F"字母文件如下所示：

```
0000000000000
0000000000000
0000000000000
0000111110000
0000100000000
0000100000000
0000111100000
0000100000000
0000100000000
0000100000000
0000000000000
0000000000000
0000000000000
```

图像大小和形状是相同的，但定义了某些能量现可衍射到的附加区域。注意：新图像的宽度根据零填充因子增加但图像"F"部分的宽度是相同的。如果原始文件的像素数是奇数与此示例字母"F"的像素数相同，则零填充后像素数仍是奇数以保持"中心"像素这一概念。如果n是奇数，则总像素数是2*n-1，如果n是偶数，则总像素数是2*n，其中n是原始像素数。使用二进制IMA文件格式时，零填充功能不可用。

过采样和零填充功能可以一起使用，但阵列大小将迅速变得很大。对于8倍过采样、4倍零填充并且原始像素大小为12 x 12的情况，结果阵列将变为384 x 384，OpticStudio在内部会进一步零填充至512 x 512，以实现变换。

关于使用**ZBF**文件格式的注解

对此功能使用ZBF文件格式时，注意只考虑无偏振光束的复振幅。ZBF文件中的其它数据与此功能无关，包括引导光束数据、波长和像素大小。如果ZBF文件各方向的像素数目不等，文件尺寸是二维当中较大的一方，则需零填充使文件变为方形。不使用ZBF文件中定义的像素大小。在此使用ZBF文件格式只是为了便于说明复振幅，因此无需使用大多数针对物理光学分析的功能。

在使用ZBF文件为输入文件执行非相干像分析时，可通过计算各点实部和虚部值的平方和来计算数据强度。相位信息因此丢失，这对于非相干成像是正确的。结果图像是一个实值强度图像。在执行相干像分析时，可使用ZBF文件中定义的复振幅。

光学传递函数算法

在定义输入图像后，可将图像变换为频率空间，在乘以OTF后，可将其变换回位置空间。实施傅里叶方法做出的主要假设是，OTF不随图像区域范围变化（要避免使用此假设，请参阅"图像仿真"）。

这意味着根据图像大小定义的视场很小，足以使图像中所有点的OTF都相同。用户必须小心确保所定义图像区域比视场像差的变化率小。OpticStudio会计算选定视场点的OTF，并会假设此OTF在图像覆盖的整个区域中都有效。

鉴于此假设，不会在预测图像中显示畸变，因为只有视场的OTF变化才能引入畸变。要查看畸变效应或其它"大视场"效应，请参阅"图像仿真"。

注意：此功能擅长计算部分相干光线下的小图像的详细图像数据，而"图像仿真"功能擅长计算大缩放比例图像或非相干光线的图像数据。

因此，在将结果与扩展衍射图像分析进行比较时应小心。在扩展衍射图像分析中，通过检查相应的选项可以考虑失真。此外，当"视场类型"为"真实图像高度"时，即使选择了"真实图像高度"，扩展衍射也将使用近轴图像高度来定义视场。部分相干图像分析不会为真实图像的高度做这个切换。

关于相干光学传递函数的注解

此计算做出的另一假设包含在计算相干光学传递函数所使用的方法中。假设相干光学传递函数是复光瞳函数：

$$H(f_x, f_y) = P(\lambda d_i f_x, \lambda d_i f_y)\, e^{iKW(\lambda d_i f_x, \lambda d_i f_y)}$$

其中H是复杂OTF，d_i是光瞳到图像的距离，f_x和f_y是空间频率，P是光瞳函数（可确定光瞳的相对透射率，在光瞳以外时此值为零），W是波前差函数。此近似计算对广泛的光学系统有效。有关相干成像理论发展的更多信息，请参阅Gaskill 或Goodman提供的参考信息。

此功能还会考虑因表面孔径（通过其它表面孔径对光学传递函数的影响来考虑那些孔径）造成的像面渐晕。在计算衍射图像后，将消除在像面上定义的孔径以外的所有能量。如果像面有定义孔径，则像面孔径未渐晕部分的能量比例将在分析的文本版本中进行报告。

计算部分相干图像

前面的详述适用于完全非相干或完全相干光照度。部分相干成像更复杂。有关OpticStudio对部分相干光照度建模使用的方法说明，请参阅B. Saleh和M. Rabbani编写的"在空间和频率域中通过模态扩展模拟部分相干成像(Simulation of partially coherent imagery in the space and frequency domains and by modal expansion)"，《应用光学》期刊出版，第2770页(1982)。

在部分相干情况下，衍射图像的计算公式是：

$$I_i(\vec{r}) = \iint \sqrt{I_0(\vec{r}_1)}\sqrt{I_0(\vec{r}_2)}\,\gamma(\vec{r}_1-\vec{r}_2)\,h^*(\vec{r}-\vec{r}_1)\,h(\vec{r}-\vec{r}_2)\,d\vec{r}_1 d\vec{r}_2$$

其中，

$I_i(\vec{r})$

是图像的辐照度。$I_0(\vec{r})$是像空间中物体的无像差、无衍射图像的辐照度，$\gamma(\vec{r})$是像空间中的复相干度，

$h(\vec{r})$

是像空间中的复点扩散函数，符号*表示复共轭。位置矢量

$\vec{r}$

在像空间中包含x和y分量。假设函数

$h(\vec{r})$

在所计算图像的整个区域中是不变量，这与完全相干和非相干情况下做出的假设相同。

完全相干或完全非相干光照度与部分相干光照度之间的主要区别在于以下函数

$(\vec{r})$

，此函数可定义物体照度任两点之间的相干度。是对称函数针对所有

$\gamma(\vec{r})$

，其值都在0到1之间。

$\vec{r}$

对于完全非相干成像，

$\gamma(\vec{r}) = \delta(\vec{r})$

其中

$\delta(\vec{r})$

是狄拉克delta函数。对于完全相干成像，

$\delta(\vec{r}) = 1$

针对所有

$\vec{r}$

。在使用这两个极值时，可实际简化上面的通用成像等式。对于部分相干情况，不能轻松简化，因此部分相干计算通常比完全相干或非相干计算慢得多。

要加快部分相干图像计算的速度，可以采用两种不同的算法来解决上面的成像积分问题。这两种算法可供用户自行选择。如果选择"大部分非相干"方法，则此算法假设函数

$\gamma(\vec{r})$

的空间宽度比所计算图像的宽度小。如果选择"大部分相干"方法，则此算法假设函数

$\gamma(\vec{r})$

的空间宽度大，或者至少堪比图像的宽度。实际的计算速度取决于

$h(\vec{r})$

和

$\gamma(\vec{r})$

这两个函数的大小和结构，以及函数

$I_0(\vec{r})$

。根据经验法则，如果

$\gamma(\vec{r})$

超过20%的图像宽度，则"大部分相干"方法的速度更快。对于任何特定情况，可能都需要做一些实验才能确定较快的方法。这两种算法都是多线程的，将会自动并行运行任意数量的可用CPU以最大限度地提高计算速度。目前支持的

$\gamma(\vec{r})$

两种不同函数形式。高斯形式是：

$$\gamma(\vec{r}) = e^{\left(\frac{r\cdot t}{\alpha^2}\right)}$$

正弦形式是：

$$\gamma(\vec{r}) = \mathrm{SINC}\left(\frac{x}{\alpha}\right)\mathrm{SINC}\left(\frac{y}{\alpha}\right)$$

其中

$$\mathrm{SINC}(x) = \left(\frac{\sin\pi x}{\pi x}\right)$$

"大部分相干"和"大部分非相干"方法都可加快计算速度，只需假设各种函数的有限宽度会显著影响最终图像即可 。此有限宽度由此函数和名为"比例"的用户定义参数定义。此参数是

$$h(\vec{r})$$

和

$$\gamma(\vec{r})$$

函数中的总能量中重要部分的比例。OpticStudio将使用定义比例确定这些函数表示的空间维度。比例越接近1，计算速度越慢。通常，建议使用介于0.90和0.96之间的值。若使用大于0.96的值，可能会显著增加计算量，但对最终图像几乎没有影响。有两个附加"数据类型"选项可用于部分相干计算。"部分相干测试：PSF"将显示部分相干图像计算所使用的衍射PSF（这是函数的强度）

$$h(\vec{r})$$

。各种采样和图像宽度设置都会影响PSF所使用的采样。在将任何部分相干图像视为准确图像之前，应计算PSF以确认PSF的采样是否足够。至少应在PSF非零部分的宽度上显示10个点，才能提供充足的采样。数据类型"部分相干测试：Gamma"将显示函数

$$\gamma(\vec{r})$$

的量值。

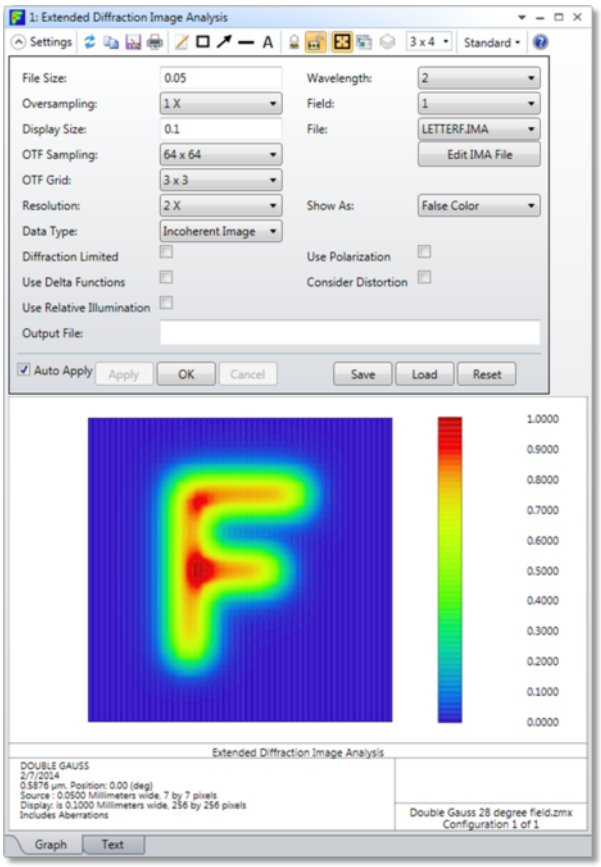
使用**X/Y**截面图计算**MTF**

"显示为"选项支持"X截面图"和"Y截面图" 选项。这些选项可计算同一个完整的衍射图像，但之后仅针对X轴和Y轴分别绘制图像列或图像行的单个截面图。这些截面图旨在显示条形目标图像的有效MTF。通过确定截面图的最大和最小相对强度，可评估MTF。为减少边缘效应，应设置分析参数，以在截面图上提供至少5个妥善定义的峰值。计算MTF需要在强度数据中查找第二个峰值与之后的局部峰值之间的所有点的最小和最大强度。仅考虑这两个峰值内的数据，可略微减少边缘效应。评估的MTF的常用计算公式是(Imax-Imin)/(Imax+Imin)。最后，请注意，如果使用条形目标，则结果MTF是方波，而非正弦波调制。

3.2.8.6. 扩展衍射图像分析（Extended Diffraction Image Analysis）

“图像仿真”功能通常比此功能优越。

扩展衍射图像分析功能与“部分相干图像分析”相似，不同的是光学传递函数（OTF）可能会随图像视场变化，并且照度必须是完全相干或非相干的。此功能使用IMA/BIM文件描述需成像的物体。请参阅“IMA格式”和“BIM格式”。



文件大小（**File Size**） IMA文件所定义区域的全宽（以镜头单位为单位）。注意：IMA文件始终是方形。此控件不能设置结果图像的大小；该值是由“显示大小”定义的。

文件尺寸参数决定光学系统像空间中IMA文件每个像素的大小。注意，这与几何图像分析功能是不同的，在几何图像分析功能中，IMA文件定义了“视场”空间的尺寸和形状。对于当前分析，IMA文件定义了像空间中的理想图像形状。如果文件尺寸是0.1mm，则对于此7 x 7像素的图像，每个像素宽为14.286微米。

过采样（**Oversampling**） 设置IMA文件像素过采样所依据的因子。此选项可增加IMA文件的有效分辨率，而无需定义新IMA文件。如果原始IMA文件的像素数是奇数，则过采样将使像素数变为偶数，因为过采样值都是偶数。

显示大小（**Display Size**） 此选项可定义显示图像的宽度（以镜头单位为单位）。

OTF采样（**OTF Sampling**） 在光瞳中进行采样的网格尺寸；网格越大，系统OTF的表示准确度也会越高。网格越大，生成的最大显示大小也越大（参阅下文详述内容）。

OTF网格（**OTF Grid**） OTF计算的网格尺寸。OTF网格越密集，OTF随图像视场变化的计算越准确，但使用的内存越多，并且计算速度越慢。

分辨率（**Resolution**） 此乘数可在最终图像中生成更多点，同时使显示大小固定不变，但需要使用更多内存。

显示为（**Show As**） 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

数据类型（**Data Type**） 选择“非相干像”或“相干像”。有关相干传递函数和此计算的限制的信息，请参阅“关于相干光学传递函数的注解”。

衍射极限（Diffraction Limited） 如果选中，将忽略像差。仍会考虑孔径。

使用 δ 函数（**Use Delta Functions**） 如果选中，假设IMA文件中的每个像素表示一个 δ 函数。此方法可用于检查点光源（如星星）的成像。如果未选中，则假设整个像素是一个发光的方形区。

如果选中“使用δ函数”，则很难在计算中直观发现混淆效应。因此，强烈建议在设置文件大小、显示大小和采样参数时不选中此选项。在为这些设置确定适当的值后，可按需选中“使用δ函数”。

文件（**File**） 图像文件的名称。此文件必须位于<images>文件夹下（参阅“文件夹（Folders）”）。有关文件格式的描述，请参阅“IMA格式”和“BIM格式”。

编辑**IMA**文件（**Edit IMA File**） 按下此按钮将调用Windows记事本编辑器，它允许对当前选择的IMA文件进行修改。BIM文件不能这样编辑。

波长（**Wavelength**） 计算中将使用的波长编号。

视场（**Field**） 视场编号，表示图像的中心视场位置。

轮廓格式（**Contour Format**） 轮廓格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见“等高线格式字符串（The Contour Format String）”。等高线已使用相对强度单位定义。

使用偏振（**Use Polarization**） 如果选中，则将考虑偏振。

有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅“偏振（系统选项）（Polarization (System Explorer)）”。

考虑畸变（**Consider Distortion**） 如果选中，将在构成图像外观时考虑真实和近轴光线畸变。

输出文件（**Output File**） 如果提供名称，则将结果图像的复振幅保存到使用指定名称的ZBF文件中。文件将保存到<pop>文件夹下（参阅“文件夹（Folders）”）。请参阅“Zemax光束文件（ZBF）二进制格式”。

使用相对照度（**Use Relative Illumination**） 如果选中，则使用“相对照度”中所述的计算加权视场的OTF，以便正确考虑出瞳弧度和实体角的效应。

详述（**Discussion**）

此功能可在考虑光学传递函数（OTF）随视场变化的情况下根据扩展光源计算复杂衍射图像属性。“部分相干图像分析”中的大部分详述也适用于此功能。下面介绍不同之处。

衍射图像的形成可被视为滤波或卷积过程。假设根据函数“A”描述理想、无像差、无衍射的图像，此函数将描述随光学系统像空间中的空间坐标变化的图像振幅。使用系统PSF（以“P”表示）卷积此函数（参阅“FFT PSF”）将生成最终图像“I”：

$$I(x,y) = A(x,y) \otimes P(x,y)$$

其中表示法

$$A \otimes P$$

表示卷积A和P。对此等式使用傅里叶变换方法可从空间滤波视角产生成像过程：

$$i(f_x,f_y) = a(f_x,f_y) \times o(f_x,f_y)$$

其中i、a和o是空间频率域中的I、A和P变换形式。函数o被称为光学传递函数（OTF）；就像一个过滤器一样，可调整图像空间频率分量的振幅和相位。

“扩展衍射图像分析”功能消除了“部分相干图像分析”功能的一个主要假设：即OTF是视场的常量，使用函数A表示。只需每次将光源IMA文件视为一个像素，并对一个像素计算傅里叶变换值，即可实现此假设。一个像素变换值乘以与该像素对应的OTF。然后计算空间频率空间中所有像素的总和，最终过滤的像素变换值之和通过傅里叶变换计算可构成最终图像。

计算IMA文件各像素的OTF较慢，实际上也不需要计算该值，因为任何小得合理的视场的OTF不会迅速改变。作为替代方案，此功能可计算覆盖视场的OTF网格，然后使用插值方法计算每一个像素的有效OTF值。OTF网格尺寸越大，结果越准确，但计算时间越长，使用的内存越多。

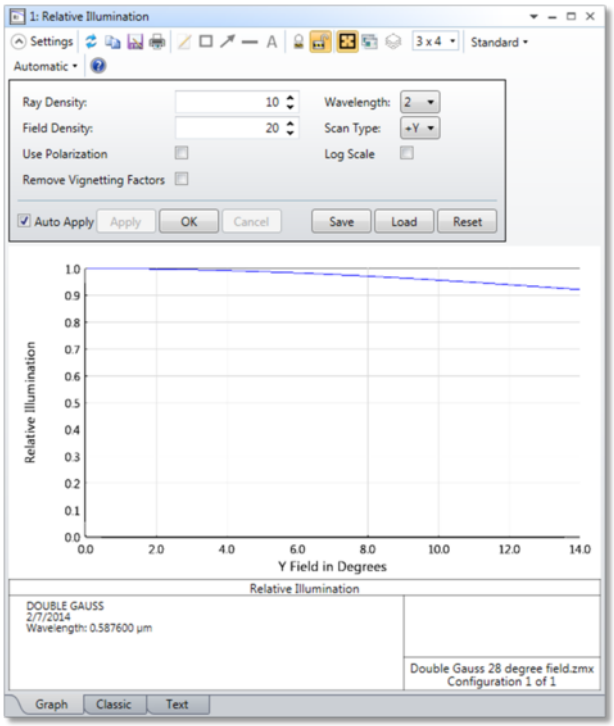
要求每个图像像素的光瞳上的OPD值在一定的变化范围内。光瞳每像素的OPD值的广泛范围抑制了计算，并将返回错误消息。

此功能需要使用大量RAM。若OTF网格尺寸为n x n，则OpticStudio实际要存储n*n+1个OTF：网格上的n*n个OTF加上1个OTF可作为图像频率分量之和。OTF本身是一个双精度点的复数值阵列。OpticStudio会自动对OTF网格执行零填充操作以实现准确采样。如果OTF采样是64 x 64，则单个OTF是128 x 128，最多可使用256k的RAM（128 x 128 x 2 x 8字节）。若OTF网格为5 x 5，则总大小达26*256k = 6.5Mb。对于128 x 128采样和9 x 9网格，所需RAM为82Mb。

因此，在将结果与部分相干图像分析进行比较时应小心。

3.2.8.7. 相对照度(Relative Illumination)

"相对照度"分析可计算均匀朗伯场景的径向视场坐标变化的相对照度。此功能还可以计算有效F/#。



光线密度**(Ray Density)** 对出瞳照度积分所使用的光线阵列一侧的光线数量。若值为10，将追迹大约10 x 10 x pi /4或78条光线。更高的光线密度可得出更准确的结果，但要以更长的计算时间为代价。光线密度最小值是5。

视场密度**(Field Density)** 径向视场坐标上要计算其相对照度的点的数量。视场密度越大，生成的曲线越平滑。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则考虑偏振。有关如何定义偏振态以及如何通过分析功能使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"。

除去渐晕因子**(Vignetting Factors)** 如果选中，则自动除去渐晕因子。请参阅"FFT MTF vs 视场"说明中的"关于渐晕因子的注解(Comment about vignetting factors)"。

波长**(Wavelength)** 选择用于计算的波长。相对照度是单波长实体。

扫描类型**(Scan Type)** 选择+y、+x、-y或-x视场扫描方向。

对数缩放**(Log Scale)** 如果选中，将显示对数缩放而非线性缩放。

详述**(Discussion)**

此功能可计算随径向y视场坐标变化的相对照度(RI)。RI被定义为像面单位区域的照度强度，可归一化为视场中照度最大的点的照度（可能不在轴上）。计算需考虑切趾、渐晕、孔径、图像和光瞳的像差、F/#变化、色差、像面形状、入射角以及（可选）假设无偏振光的偏振效应。有关此方法基于的计算说明，请参阅M. Rimmer, "Relative illumination calculations", Proc.SPIE Vol. 655, p99 (1986)。发布的方法经扩展包括切趾、透射、偏振和非平面像面效应。计算方法假设以下条件都成立：

1. 1.物体场景是水平均匀的朗伯面。
2. 2.像面是物面的合理共轭面（即图像），因此物面的小光斑发出的光线可在像面上形成光斑图像。可存在像差，但光线应合理分布到像面上。
3. 3.出瞳不能过于接近像面。如果F/#大于0.1并且光线像差比出瞳距离小，则符合此条件。
4. 4.余弦空间像差不能过大以致在角空间中形成焦散面。角空间中的焦散面是指，入瞳不同部分的光线在像空间中的角度均相同。要检查这一点，请使用点列图功能中的"方向余弦(Direction Cosines)"选项（参阅"标准点列图(Standard Spot Diagram)"分析）。

通过对从图像点看到的出瞳有效区域积分，可计算相对照度。可使用图像余弦空间中的均匀网格在方向余弦空间中进行积分。

注意：RI计算通常不会生成余弦四次方曲线，因为所谓的余弦四次方"定律"实际是一种基于有光阑面的薄缓无像差透镜的近似。对于更通用的透镜，包括远心、像差或渐晕透镜，可以使用投射的实体角度或从图像位置看到的出瞳有效区域的积分计算RI，并且此计算不会生成简单的余弦四次方曲线。如果系统违背了计算假设，将显示错误消息，并且不会计算RI。

有效**F/#(Effective F/#)**

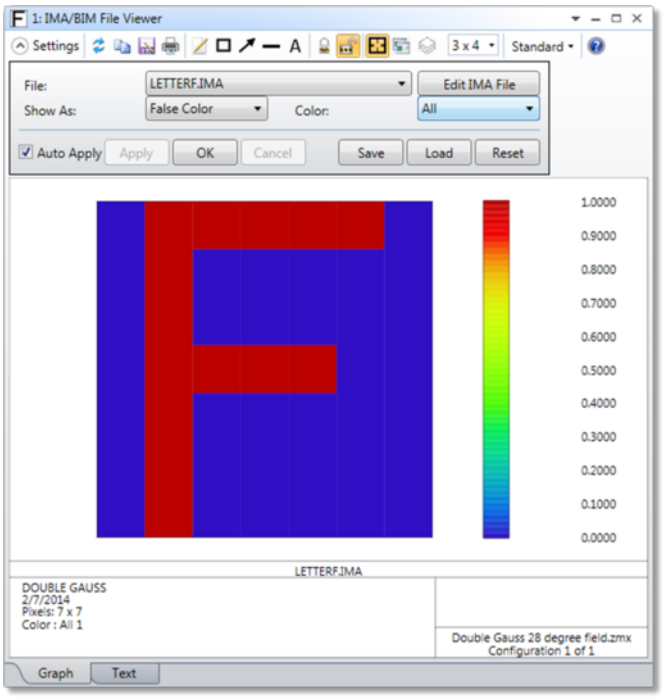
相对照度数据的文本列表还包含有效F/#的数据。有效F/#是具有100%透过率和圆形出瞳的完美光学系统为提供与所评估系统相同的图像照度所需要的F/#。有效F/#的计算公式是：

$$E = \sqrt{\frac{\pi}{4A}}$$

其中A是为系统透过率加权的余弦空间中光瞳的投射实体角度区域。有效F/#是一个有用的指标，可用于比较不同光学系统所形成的图像的亮度，因为该指标会考虑RI，并且不依赖于孔径形状。有关更多信息，请参阅"F-Number and the radiometry of image forming optical systems with non-circular aperture stops," R. Siew, Proc. of SPIE Vol. 5867 (2005)。

3.2.8.8. IMA和BIM文件查看器(IMA and BIM File Viewer)

此功能可显示IMA/BIM文件。请参阅"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"，了解IMA/BIM文件详述。



文件**(File)** .IMA或.BIM图像文件的名称。此文件必须位于<images>文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。请参阅"详述"部分，以查看IMA和BIM文件格式的完整说明。

显示**(Show)** 选择表面图、等高线图、灰度或伪色图作为显示选项。

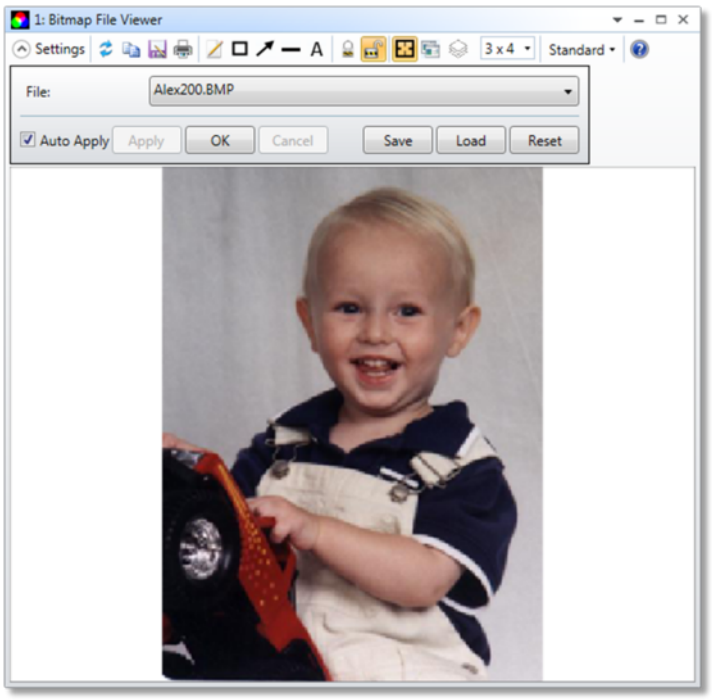
颜色**(Color)** 如果选定文件是二进制IMA文件，则此控件可用于选择要显示的颜色通道。

编辑**IMA**文件**(Edit IMA File)** 按下此按钮将调用Windows记事本编辑器，它允许对当前选择的IMA文件进行修改。如果文件类型为BIM，则此按钮将被禁用。

详述**(Discussion)** 所有输入值均归一化为相对强度1.0，以便于显示。请参阅"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"，了解IMA/BIM文件详述。

3.2.8.9. 位图文件查看器**(Bitmap File Viewer)**

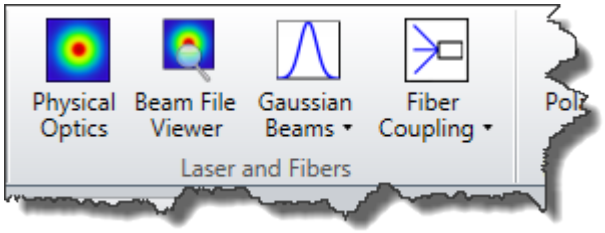
此功能可显示未经任何处理的JPG、BMP和PNG格式的图像文件。



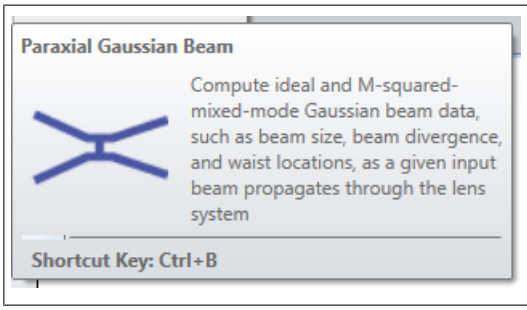
文件**(File)** BMP、JPG或PNG图像文件的名称。此文件必须位于<images>文件夹下（参阅"文件夹(Folders)"）。

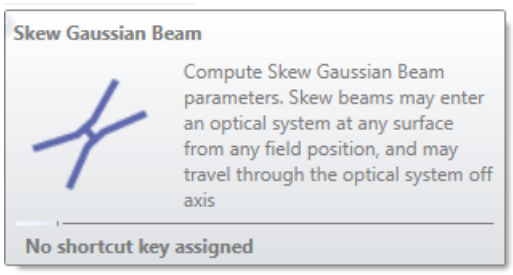
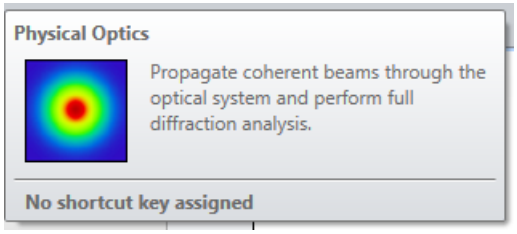
3.3. 激光和光纤组(Laser and Fibers Group)

激光和光纤（分析选项卡、序列模式）



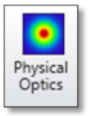
激光和光纤组包含三种传播激光的不同模式。这里做一个极为简化的总结：

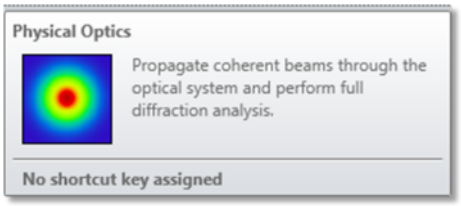
	如果系统是旋转对称的，便可利用近轴光线数据计算高斯光束参数。忽略像差和坐标断点。

	倾斜高斯光束采用真实光线传播理想的倾斜高斯光束。它解释了坐标断点和像散，但没有解释高阶像差。使用的核心框架与引导光束的物理光学传播一样。
	物理光学传播以二维复杂阵列的形式传播任意相干光束。考虑像差和坐标断点。同时传播引导光束，以便辅助真实光束的传播。

如果系统是旋转对称的，便可利用近轴光线数据计算高斯光束参数。忽略像差和坐标断点。

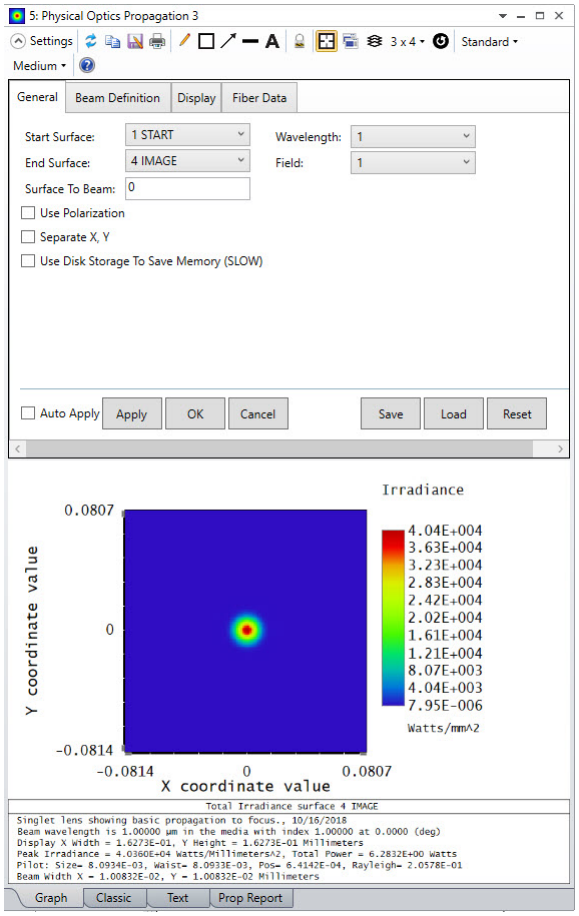
3.3.1. 物理光学传播（Physical Optics Propagation）





该功能经过光学系统传播任意相干光束。对于这一功能的完整描述，请参见"关于物理光学传播（About Physical Optics Propagation）"

对于包含非序列模式组的系统，物理光学传播功能结果通常不准确，详情见"通过非序列模式表面传播（Propagating Through Non-sequential Surfaces）"。为了得到最精确的结果，可将非序列元件组替换为等价的序列元件组。



常规选项卡（**General Tab**）

起始面（**Start Surface**） 初始光束的起始表面。光束将在起始面之前的光学空间中开始传播。

入瞳可用作起始面。如果系统是物方空间远心系统，即便选择入瞳，也会将表面1用作起始面。

起始面不能是Zemax黑盒表面。

终止面（**End Surface**） 结束传播的表面。光束将在进入终止面的光学空间后结束传播。

起始面不能是Zemax黑盒表面。

波长（**Wavelength**） 用于光束的波长数。

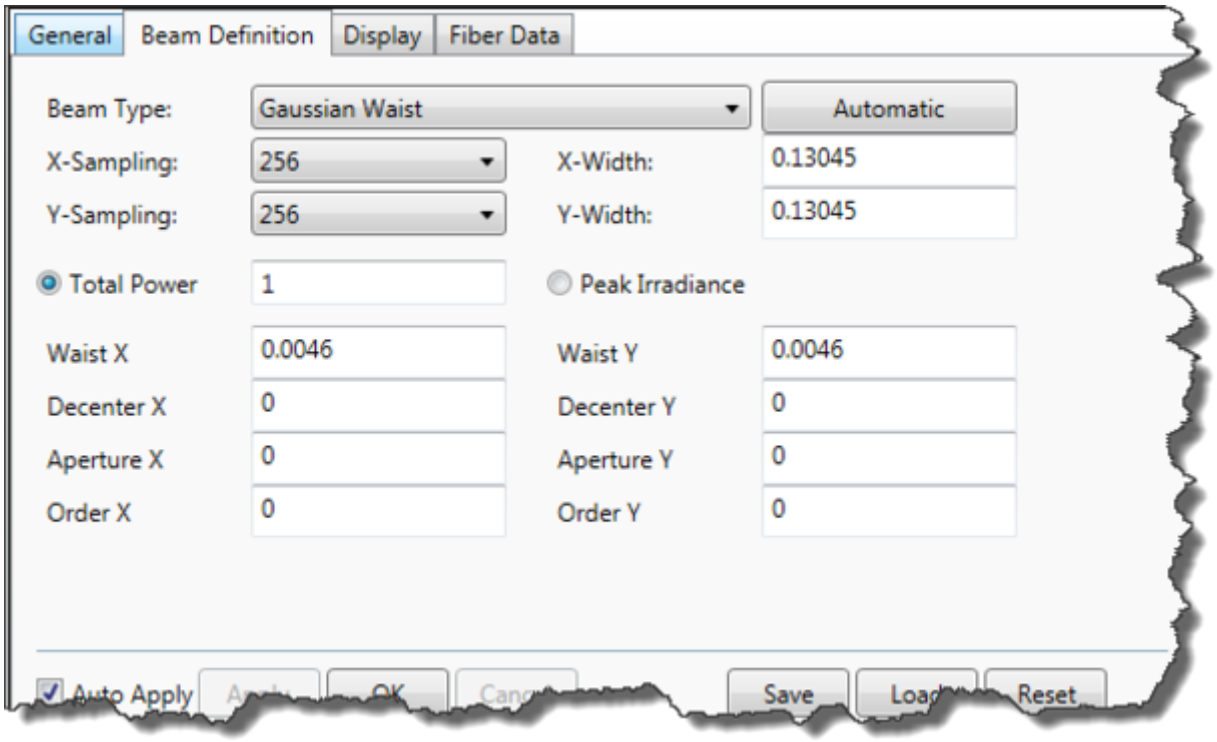
视场（**Field**） 用于对准初始光束的主光线视场数。

表面到光束（**Surf to Beam**） 从起始面到起始光束位置的距离，单位为镜头单位。如果光束从表面左侧开始，则该值为负。

使用偏振（**Use Polarization**） 如果选中，将传播两个光束阵列，X偏振和Y偏振各一个。如果初始光束由一个.ZBF文件定义，则偏振详情将始终基于文件中保存的信息设置。如果在"偏振（系统选项）"下的系统选项（System Explorer）中选择"非偏振"并勾选"使用偏振"，则不仅会传播两束正交偏振的光束，而且还会对输出进行平均化。这两束光束不能相干求和，因此输出的任何复杂视场数据都（例如实部、虚部或相位数据）将设置为零。

分离**X**、**Y**（**Separate X, Y**） 如果选中，将会独立传播X方向和Y方向。如果光束为像散或者光学设备为圆柱形或Toroidal，这可提高采样效率。见"X和Y方向分开传播（Separation of X and Y Propagation）"。注意，计算非对称光束M^2值时，必须勾选该选项。参见"光束宽度和M的平方"。

使用磁盘保存内存（**Use Disk Storage To Save Memory**） 参见用于讨论的"内存需求（Memory Requirements）"。



光束定义选项卡（**Beam Definition Tab**）

X-、Y-采样（X- Y- Sampling） 用于光束采样的点数。

X-、Y-宽度（X- Y- Width） 由阵列表示的初始区域宽度，单位为镜头单位。参见下方的Auto。

自动（**Auto**） 按下该按钮，将计算最佳的X-、Y-宽度值，以便在瑞利范围内外的光束间保持数量大致相同的像素。参见"关于点间距和采样的注释（Comments about Point Spacing and Sampling）"。

类型（**Type**） 参见详述和"定义初始光束（Defining the initial beam）"。

文件（**File**） 参见详述和"定义初始光束"。

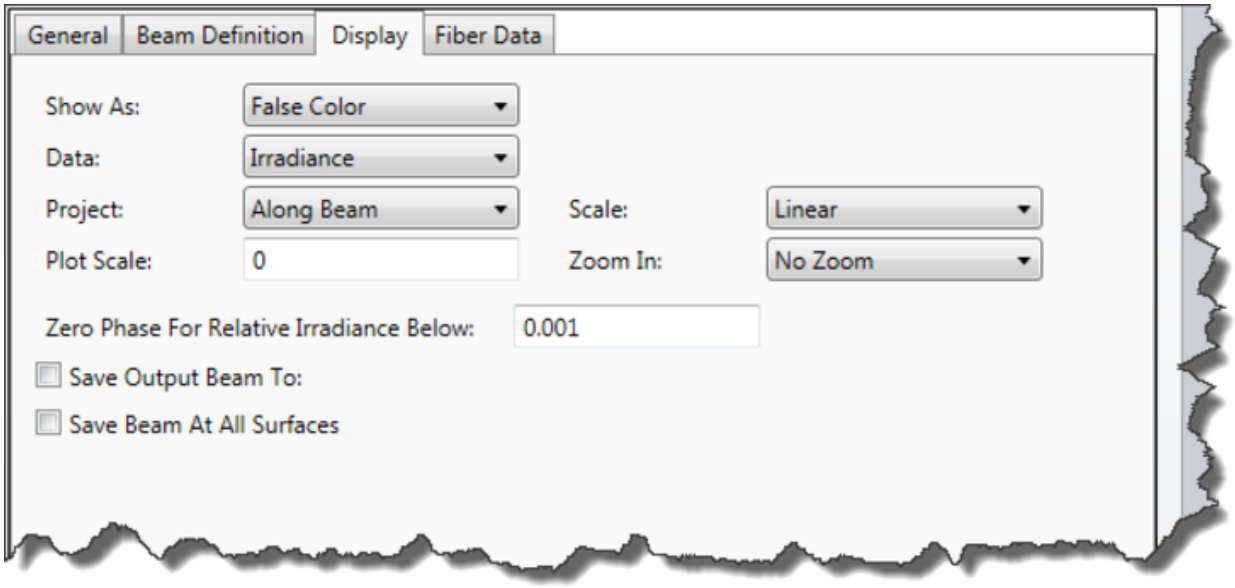
峰值照度（**Peak Irradiance**） 初始光束的峰值照度，以单位面积的功率表示。可以与总功率互换。

总功率（**Total Power**） 初始光束的总功率。可以与峰值照度互换。

从文件读取功率（**Read power from file**） 如果光束类型是文件，则按下该按钮会读取选中文件的功率和峰值照度。

参数（**Parameters**） 不同初始光束类型需要不同的参数来定义分布。这些参数名称和参数值将随光束类型的设置而改变。详细信息见"定义初始光束"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



显示选项卡**（Display Tab）**

显示为**（Show As）** 选择表面、等高线、伪彩、灰阶、截面、圈入、方形或分裂显示。注意，圈入能量是半径的函数，方形和分裂宽度为半宽。

行/列**（Row/Column）** 如果为"显示为"选择了截面，则该控件将选择要查看的行或列。

数据**（Data）** 选择照度（单位面积的光束功率）、传递函数强度或传递函数相位。Ex和Ey分别表示光束的X-和Y-偏振分量。传递函数值仅为最后一个表面的传递强度和相位，主要用于调试和分析POP结果。对于相位数据设置，即便在光束能量仅在Y方向时的情况下，"相位"也总是Ex相位。

数据可以显示为图形，也可以显示为文本。请选择分析图最下面的"图形"或"文本"选项卡来更改视图。除"图形"或"文本"输出之外，还有传播报告（Prop Report）。传播报告列举了各项不同数据，涉及所使用的传播算法参数、传播结果的方向矩阵，以及表明是否在结果中检测到潜在错误的警告。

缩放**（Scale）** 选择数据线性或对数缩放。对数缩放仅应用于有关图形（非文本）显示的照度数据。

投影**（Project）** 光束可从以下任一角度观察：沿光束（这是沿着引导光束使用的主光线的）、沿法线或沿表面的局部Z方向。注意，ZBF光束文件数据总是"沿光束"。参见以下关于光束投影的注释。

将输出光束保存至**（Save Output Beam To）** 如果选中而且提供了文件名，光束在最后一个表面的复振幅就会写入一个文件中。该文件可使用光束类型控制按照起始光束读回。OpticStudio会将扩展名"ZBF"添加至所提供的文件名中。ZBF文件保存在<pop>文件夹下（参阅"文件夹（Folders）"）。

保存所有表面的光束**（Save Beam At All Surfaces）** 如果选中，光束文件将保存在从起始面到终止面（使用物理光学传播器）的每个表面上。此外，还必须检查将输出光束保存至（Save Output Beam To）"选项并提供文件名。各个表面的光束文件将根据所提供的文件名命名，后缀为表面编号。

如果在"常规选项卡"中选择了"使用偏振"，而输入光束为非偏振（例如，在"系统选项偏振（系统选项）"输入中没有提供特定的偏振态），则会针对两个正交光束的每个光束提供单个表面光束文件，这两个正交光束将传播，用于建模非偏振光束。为了区别这两个光束，还将为文件名增加额外的后缀。

例如，如果输出文件名是"MyBeamData.ZBF"，假如没有选择"使用偏振"，或者在系统选项中选择了"使用偏振"但未指定输入偏振态，则第12个表面的光束文件名为"MyBeamData_0012.ZBF"。如果选择"使用偏振"，并且在系统选项中没有指定具体偏振态，则在上述案例中将会基于第12个表面生成两个光束文件，分别命名为"MyBeamData_0012_1.ZBF"和"MyBeamData_0012_2.ZBF"。ZBF文件保存在<pop>文件夹中（参见文件夹（Folders））。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

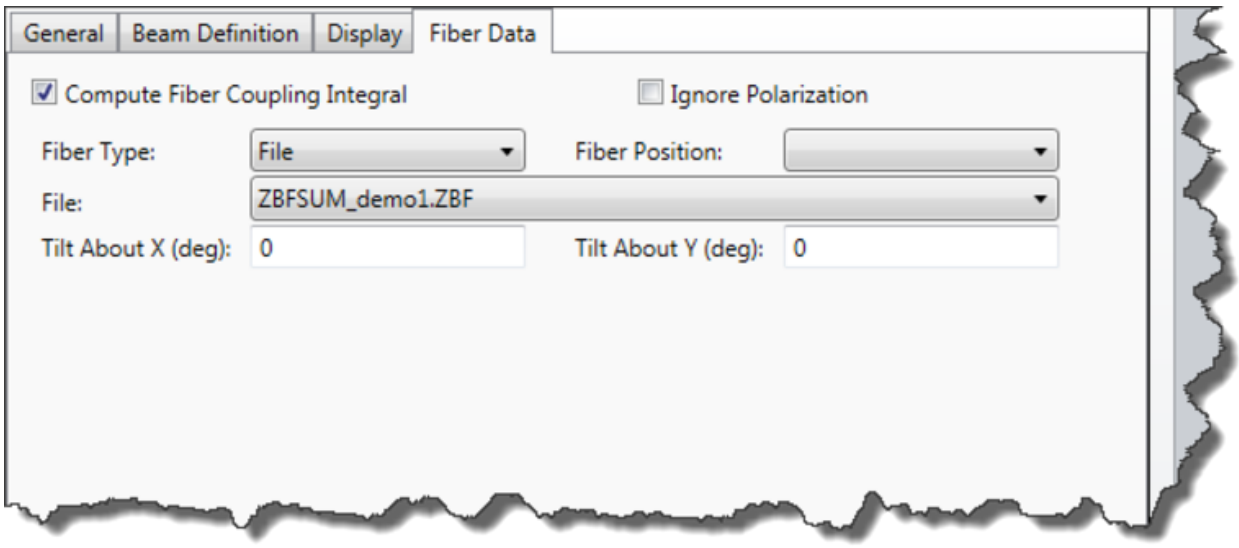
零相位照度阈值（**Zero Phase For Relative Irradiance Below**） 照度极小时，相位值无意义。计算接近零照度（相对于光束中的峰值照度）数据点的相位角，会生成噪声图以及列出无意义数据的文本。该值为数据点的相对照度设置了较低限值，其可用于计算相位。相对照度小于该值的数据点，相位值为0。

绘图比例（**Plot Scale**） 如果为零，则伪彩图、灰阶图和截面图上的垂轴缩放将设置为最大数据值，或者对于对数图而言，则设置为10的次幂。否则，最大垂轴缩放将设置为归一化值。如果生成了对数图，则最大缩放值设置为大于绘图缩放值的10的次幂。

相位图总是从-pi扩展至pi。

等高线格式（**Contour Format**） 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见"等高线格式字符串（The Contour Format String）"。等高线定义所用的单位与所显示的数据相同。

放大（**Zoom In**） 放大光束的显示区域。这对于从所显示的光束数据中消除一些保护带非常实用。



光纤数据选项卡（**Fiber Data Tab**）

计算光纤耦合积分（**Compute Fiber Coupling Integral**） 如果勾选，则将使用该选项卡上的光纤数据计算光纤耦合效率。否则，将不执行光纤耦合计算。参见"计算光纤耦合效率"。

忽略偏振（**Ignore Polarization**） 如果勾选，光纤模式将为非偏振，即便光束本身就是偏振的也是如此。如果不勾选并且光束是偏振的，则将针对两个正交偏振单独计算光纤耦合重叠积分，而且结果会结合起来，产生整体耦合效率。参见"定义光纤模式（Defining the Fiber Mode）"。

X/Y倾斜（度）（**Tilt About X/Y （deg）**） 光纤模式各轴相对于光束的倾斜度。光纤模式的相位将改成线性倾斜，与倾斜角成正比。

光纤类型（**Fiber Type**） 选择光纤模式。参见"计算光纤耦合效率"。

文件（**File**） 选择DLL文件或者数据文件描述光纤模式。参见"计算光纤耦合效率"。

参数（**Parameters**） 不同的光纤类型需要用不同参数来定义模式。这些参数的名称和值都会随光纤类型设置的改变而改变。

光纤位置（**Fiber Position**） 接收光纤的中心可参考表面顶点或主光线。入射的POP光束参考主光线位置和角度。

详述

关于物理光学传播的完整描述，请参见"关于物理光学传播（About Physical Optics Propagation）"

有关光束投影的注释

这种分析可计算光束在主光线与表面相交的点与主光线相切的平面上的照度和相位。平面的方向矩阵可以通过传播报告确定。光束折射入或者反射出终止面后，将显示照度或相位数据。代表光束中心的主光线通常将以非零入射角与表面相交，表面法线通常与局部Z轴成一定夹角。使用"显示"选项卡中的"投影"选项，光束数据将会沿光束、沿法线或沿局部Z轴显示。后两个选项的应用方式是：根据光束与所需投影的夹角的余弦以独立的方式沿局部X和Y方向来拉长光束。

光束本身总是由与主光线垂直的坐标系中的数据阵列表示。为此，与按文件形式保存并可使用光束文件查看器查看的同一光束相比，通过该特性投射到表面上的光束可以拉长，参见"光束文件查看器（Beam File Viewer）"。

OpticStudio中的光束总是以所选视场和波长的主光线为中心。所以光束文件中的数据主要针对主光线进行定位。

光束文件中心点的坐标是：（nx/2+1、ny/2+1）。

分析窗口可能包含某些以下数据：

- 显示X宽度/Y高度：光束阵列在最后一个表面的宽度和高度，单位是镜头单位。
- 峰值照度：单位面积能量的最大照度。要设置能量和面积单位，请查看"单位"。
- 总光焦度：光束的总光焦度。设置能量单位，请查看"单位"。
- 引导光束数据（Pilot Beam Data）：引导光束数据包括径向光束尺寸、光束束腰和瑞利范围。如欲了解引导光束的详细信息，请参阅"引导光束（The pilot beam）"。
- 光斑宽度：用二阶矩法计算的X、Y光斑宽度。参见"光束宽度和M的平方（Beam Width and M-Squared）"。
- 光纤耦合（Fiber Coupling）：如果勾选"计算光纤耦合积分"，则将计算并显示光纤耦合效率。系统效率是从起始表面传输到在此计算光纤耦合效率的表面的光束功率的占比。接收器效率是光束模式（可耦合在光纤模式中）中功率的占比。总耦合效率是这两个数的乘积。如欲了解更多详情，请参见"计算光纤耦合（Computing Fiber Coupling）"

提供高采样支持

OpticStudio用户界面允许针对光束提供的最高X-及Y-采样为16,384。但通过ZOS-API可以获得更高的采样支持，最高可达1,073,741,824 * 1,073,741,824像素（可用RAM允许）。如欲了解更多详情，请在ZOS-API语法帮助中参见I_Analyses界面的'RunHighSamplingPOP'。

3.3.2. 传播报告中的方向矩阵(Orientation matrix in Prop report)

这就是我们计算传播报告中列出的方向矩阵的方式。

相关语法定义如下：

- x(n)：表示经过表面n之后光束x轴的单位矢量。
- y(n)：表示经过表面n后之后光束y轴的单位矢量。
- k(n)：表示经过表面n之后主光线的单位矢量。
- N(n)：表示表面n中法向量的单位矢量。
- s(n)：单位矢量。这在最终旋转矩阵中没有使用。

在表面0处，我们计算x(n)和y(n)，如下所示：

- S(0)=归一化((0,1,0)×k(0))
- y(0)=归一化(k(0)×s(0))
- x(0)=y(0)×k(0)

除表面0外，我们计算x(n)和y(n)，如下所示：

- s(n)=归一化(y(n-1)×N(n))
- y(n)=归一化(s(n)×k(n))
- x(n)=y(n)×k(n)

POP中的旋转矩阵由x、y、k作为列矢量组成。注意，矢量x、y、k应该相对于表面的局部坐标。在计算表面n之前的旋转矩阵时，应使用x(n-1)、y(n-1)、k(n-1)，但应相对于表面n的局部坐标。

3.3.3. 关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)

介绍

物理光学传播非常复杂，在使用这该功能前，建议用户阅读并理解这部分内容。

几何光学是基于光线追迹的光学系统模型，光线是一种虚拟线，可作为代表具有恒定相位的表面的法线，该表面称为波前。光线和波前都可以用来表示光束。然而，光线和波前的传播方式不同。光线传播是沿着直线的，并且光线之间不会相互干涉；然而波前传播则会发生自相干涉。因此，光线传播模式和波前传播模式是光束在通过自由空间或者光学元件传播的两种表示方式。光线追迹模式速度快、灵活，并且对于大部分的光学系统建模都非常有用。然而，光线追迹模式不适合模拟某些重要的效应，主要为衍射效应。

OpticStudio也具备基于光线追迹的衍射计算，例如衍射MTF或者PSF。这些衍射计算做了一些简单的近似：所有重要的衍射都是源于出瞳到像面这一区间。这种方法有时候称为"一步近似"。光线追迹用于从物空间开始传播光束，通过所有的光学元件和介质空间，一直到像空间的出瞳。利用光线在出瞳处的分布，包括透射振幅和累积的光程差(OPD)计算的相位，形成复振幅波前。然后，再通过一步近似，利用衍射计算将复振幅波前传播到近焦处。

几何光学和一步近似对于大部分传统光学设计是很有用的，这些系统中光束不会聚焦到除最终像面外的任何位置。然而，这种模型在以下几个重要的情况下会出现问题：

- 当光束聚焦到中间焦点，特别是接近截断光束的光学元件处（光线本身不能正确预测近焦位置处的光场分布）。
- 当远离焦点处的衍射效应受到关注时（光线在振幅和相位上保持均匀，波前则会改变振幅和相位）。
- 当光束是准直的，并且传播距离很远（准直的光线不管传播多远都还是准直的，然而实际光束会发生衍射或者发散）。

物理光学是通过波前传播对光学系统进行建模。光束由一系列离散点列阵表示，类似于利用离散采样的光线追迹法对几何光学系统进行分析。整个阵列可传播通过光学表面间的自由空间。在每一个光学表面处，则计算得到一个传递函数，将光束从光学表面的一侧转移到另一侧。物理光学模型允许对任意相干光束进行非常详细的研究，包括：

- 高斯光束或者任意形式的高阶多模激光束（光束可用户自定义）。
- 光束可以沿着任意视场点传播（斜光束）。
- 光束的振幅、相位、强度均可在光学系统中的任一表面计算。
- 有限透镜孔径产生的影响，包括空间滤波器，均可建模。
- 通过任何光学元件传播的精确计算OpticStudio可以通过光线追踪建模，包括使用复合曲面的透镜系统。

物理光学模型通常比传统光线追迹更精确地预测远离焦面的光束的详细振幅和相位结构。然而，物理光学传播分析也有局限性：

- 物理光学分析通常比几何光学分析更慢；
- 由于整个光束阵列必须一次性保存在计算机内存里面，所以对于大采样阵列需要很大的运行内存。
- 采样限制了光束像差建模的精确度。对于大像差系统，建议使用几何光学分析。

下面的章节将会总结物理光学传播算法和正确使用OpticStudio中这个功能的信息。

支持多个处理器

OpticStudio中物理光学传播进程设计在多核计算机中可使用。具有两个或者多个CPU的计算机执行物理光学传播功能快于单个CPU的计算机。

3.3.3.1. 衍射传播(Diffraction Propagation)

一些现有的文献有对衍射传播进行详细描述，读者能够很好地理解衍射传播的理论和方法。

OpticStudio的物理光学分析方法基于的主要参考文献如下：

Goodman, Joseph W.，《傅立叶光学导论》，摘自McGraw-Hill，纽约(1968)。

Lawrence, George N.，"光学建模"，摘自《应用光学与光学工程》第11卷，R. R. Shannon 和J. C. Wyant主编，《学术》，纽约(1992)。

这里仅总结与OpticStudio中使用物理光学传播功能相关的材料。

3.3.3.1.1. 如何表示电场(Representation of the Electric Field)

电场在三维坐标系下表示为：

$$\vec{E}(x,y,z) = E_x\hat{x} + E_y\hat{y} + E_z\hat{z}$$

其中E值始终是复数

$\hat{x}$

，

$\hat{y}$

与

$\hat{z}$

值是笛卡尔单位矢量。 OpticStudio的坐标系中光束主要沿着局部Z轴传播。Z轴用于表示光束与每个光学空间中的参考主光线对齐，因此该Z轴通常与用于定位光学器件的镜头数据编辑器所定义的Z轴不同。因为光束沿着局部Z方向传播，所以第一个近似是忽略E_z分量。由于电场必须始终与光线传播方向垂直，所以在需要时可以从其他数据重建E_z之后将有所描述。

通过跟踪沿着X轴和Y轴的电场分量，可以研究由偏振引起的影响，例如透射和反射损耗、偏振像差，当然还有光束的偏振态。如果不考虑偏振效应，则电场的Y分量可能被忽略，从而提高计算速度。

3.3.3.1.2. 菲涅尔数(The Fresnel Number)

$$F_n = \frac{2}{\lambda}\left[\sqrt{Z^2 + A^2} - Z\right]$$

菲涅尔数是物理光学建模中很实用的概念。严格地说，菲涅尔数的定义仅适用于有限延展的无像差旋转对称光束。

然而，这个概念对于一些没有达到这一标准的情况也适用。菲涅尔数取决于光束的直径、波前相位的曲率半径，以及到期望的电场复振幅的观察点的距离。从概念上说，菲涅尔数是从光束中心到边缘的环形"菲涅尔区"的数量。菲涅尔区是从观察点看到的相位变化 π 的径向区域。

$$F_N = \frac{A^2}{\lambda Z}$$

完美准直光束的菲涅尔数计算公式如下：

$$F_N = \frac{2}{\lambda}\left[\sqrt{Z^2 + A^2} - Z\right],$$

上式中*Z*大于*A*则可取近似值：

$$F_N = \frac{A^2}{\lambda Z},$$

其中*A*是光束的径向尺寸，*Z*是从光束到观察点的距离。菲涅尔数随着*Z*值增大而减小。

非准直的光束，概念是相同的。若观察点在焦点附近时，汇聚光束的菲涅尔数将非常小。由于在焦面上没有相位到达 π 的区域，理想的球面光束汇聚点处的菲涅尔数为零。随着观察点离开焦面，菲涅尔数随之增加。

近场和远场**(Near and Far Field)**

如果菲涅尔数很小，小于1时，则光束在观察点处相对于当前光束被称为"远场"。如果菲涅尔数大于1，则光束在观察点处相对于当前光束被称为"近场"。

从光束的当前位置到计算菲涅尔数的观察点的传播时，考虑近场和远场是很重要的，而不是仅考虑光束的严格位置关系。例如，光束在光学系统出瞳处通常称为近场，因为远场位于焦点处。然而，如果散焦很小，从焦点到略微偏离焦点观察点的短传播可能是近场传播。

近场或者远场传播将决定衍射传播方法的选择。

3.3.3.1.3. 角谱传播(Angular Spectrum Propagation)

众所周知，平面波在各向同性介质中传播时仍然保持平面波。

平面波可以表示为

$e^{i\vec{k}\cdot\hat{z}}$

其中，

$\vec{k}$

是波矢量，振幅为(2 π)/ λ，

$\hat{z}$

是局部z方向。矢量

$\vec{k}$

沿着光束传播方向与波前垂直。

法线方向的方向余弦分别是：α、 β 和 γ， $\alpha^2+\beta^2+\gamma^2=1$，

则平面波可表示为：

$$e^{\frac{i2\pi}{\lambda}(\alpha x+\beta y+\gamma z)}$$

下面回顾下傅里叶变换和傅里叶逆变换：

$$FF[A]=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}[A]e^{-i2\pi(x\xi+y\eta)}dxdy$$

$$FF^{-1}[A]=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}[A]e^{i2\pi(x\xi+y\eta)}d\xi d\eta$$

令G = FF[E]，也就是说，G是电场E的傅里叶变换。然后定义：

$$E(x,y)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}G(\xi,\eta)e^{i2\pi(x\xi+y\eta)}d\xi d\eta$$

因此，电场看作是具有方向余弦传播的一组平面波的积分。

$$\alpha=\lambda\xi,\ \beta=\lambda\eta,\ \text{and}\ \gamma=\sqrt{1-(\lambda\xi)^2-(\lambda\eta)^2}$$

消除 γ，使得平面波近似是相对于Z轴以小角度传播（更多信息请参阅"算法假设(Algorithm Assumptions)"），平面波的方程可表示为：

$$e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}\sqrt{1-\alpha^2-\beta^2}}\approx e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}}e^{\frac{-i\pi z(\alpha^2+\beta^2)}{\lambda}}$$

项

$$e^{\frac{i2\pi z}{\lambda}}$$

只是一个通常被忽略的相位传播项。取决于 α 和 β 的项是平面波在自由空间中的传递函数。定义 $\rho^2=\xi^2+\eta^2$，则平面波传递函数可表示为：

$$G(\xi,\eta,z)=G(\xi,\eta,0)e^{-i\pi\lambda z\rho^2}$$

为了将电场从一个平面传播到另一个平面，电场需要进行傅里叶变换，应用平面波传播算法，然后对得到的分布进行傅立叶逆变换。这些操作可以通过定义平面到平面(PTP)运算符来说明：

$$E(x,y,z_2)=PTP[E(x,y,z_1),(z_2-z_1)]$$

其中，

$$PTP(E, \Delta z) \equiv FF^{-1}[T(\Delta z)FF[E]]$$

并且

$$T(\Delta z) = e^{-i\pi\lambda\Delta z\rho^2}$$

请注意，传递函数T(Δz)具有单位幅度和复相位。如果

λ Δz ρ ^{2}很小，则该相位在频域G中从点到点的变化缓慢。但是如果 λ Δz ρ ^{2}很大，则该相位变化迅速。如果有限阵列中相邻点之间的相位变化超过约

$$\pi/2$$

，则相位变得模糊，并且发生称为混叠的现象。由于这个原因，如果传播距离相当短或者如果光束几乎准直，则角谱方法工作得非常好。尽管衍射理论对于任何传播距离都是准确的，但是当光束由有限大小的离散点阵列表示时，如果角谱传播算法的相位在点之间变化太快，则不能精确地表示光束的相位。

当使用角谱传播算法时，电场的相位相对于平面进行测量。正相位表示相对于平面，波前沿局部+z轴方向先于平面波，而与传播方向无关。

当菲涅尔数量很大时，角谱传播算法很有用。也包括光束传播短距离这种重要情况。然而当光束发散（也就是 ρ）很小时，角谱传播算法对于传播大的距离也很有效。一个好的经验法则是，如果光束没有明显改变尺寸，可以使用角谱传播算法。为了传播具有小菲涅尔数的且尺寸变化明显的光束，需要单独的理论和数值方法。

3.3.3.1.4. 菲涅尔衍射(Fresnel Diffraction)

对于小菲涅尔数的情况，菲涅尔衍射理论比较适用。有关完整的讨论和推导，请参阅引言中给出的Goodman的参考资料。菲涅尔理论中的关键假设要求被计算的光场不太接近初 始场。也就是说，如果z2 – z1= Δz，当 Δz很大，z_2处的电场推荐用这种计算方法。另一种说法是，光束不能太快分开。非常快的F/#光束不能用菲涅尔衍射理论精确建模（关于这些近似值的更多信息，请查看帮助文件中的"算法假设(Algorithm Assumptions)"）。

在菲涅尔区域，电场分布由下式给出：

$$E(x_2, y_2, z_2) = \left[\frac{e^{ikz}}{i\lambda\Delta z}\right] q(r_2, \Delta z) \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} E(x_1, y_1, z_1)\, q(r_1, \Delta z)\, e^{-\frac{i2\pi}{\lambda\Delta z}(x_1x_2+y_1y_2)} dxdy$$

其中，

$$q(r, \Delta z) = e^{(i\pi r^2)/(\lambda\Delta z)}$$

上述表达式中的每个项都有一个实用的物理解释。起始项表明，随着光束传播，相位沿着z轴变化，就像前面介绍的平面波一样。幅度也随着距离线性减小，或者强度(E * E)为 二次方下降。

称为二次方相位因子的表达式q(r, Δz)表示该相位是以半径为Δz的球体为参考的（严格地说，它是一个抛物线，但我们已经在菲涅尔开发中假设r2<< Δz）。

这是一个非常有用的属性，所有的电场只需要表示相对于参考球面的相位差。这显著减少了精确定义光束相位所需的采样点数量。当使用菲涅尔传播算法时，电场的相位相对于参 考球面测量，该参考球面的半径等于其到束腰的距离。这与高斯光束的相位曲率半径不相同。正相位表示相对于参考球面，波前沿局部+z轴向前，而与传播方向无关。

q(r, Δz)的另一个重要特性是随着Δz变大，q(r, Δz)在相位上变化得更慢。

这与T(Δz)算法相反，随着Δz变大，相位快速变化。

因此，菲涅尔数较小时菲涅尔衍射是很有用的。

3.3.3.1.5. 选择正确的传播算法(Selecting the Correct Propagator)

OpticStudio将在菲涅尔数较大时自动选择角谱传播算法，而菲涅尔数较小时则自动选择菲涅尔传播算法。有些情况下，角谱传播算法是比菲涅尔更好的选择，并且OpticStudio支持表面特定选项来选择角谱传播算法，而不是选择默认算法（菲涅尔传播算法）。

3.3.3.1.6. 夫琅禾费衍射(Fraunhofer Diffraction)

在菲涅尔衍射表达式中，如果Δz非常大，那么可以忽略q(r, Δz)。这产生了夫琅禾费衍射表达式，如下：

$$E(x_2, y_2, z_2) = \left[\frac{e^{ikz}}{i\lambda\Delta z}\right]\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} E(x_1, y_1, z_1)\, e^{-\frac{i2\pi}{\lambda\Delta z}(x_1x_2+y_1y_2)}dxdy$$

或者

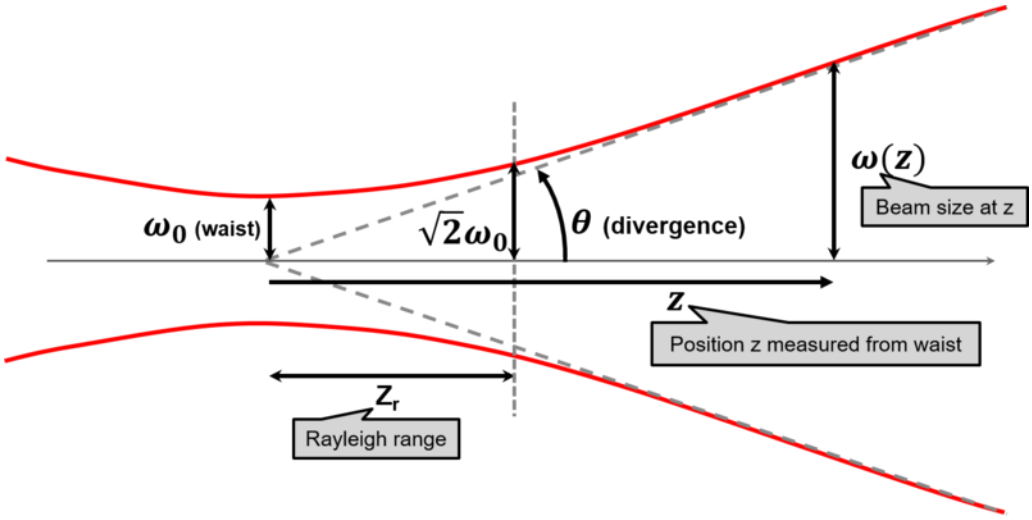
$$E(x_2, y_2, z_2) = FF\left(E(x_1, y_1, z_1)\right)$$

其中省略了相位和幅度因子。远场分布只是近场分布的傅立叶变换的缩放版本。夫琅禾费衍射只有在菲涅尔数几乎为零时才有效。

OpticStudio中基于光线的衍射特征，例如衍射MTF和PSF，假定为夫琅禾费衍射。这就是为什么OpticStudio无法计算焦点过远的基于光线的衍射MTF或PSF。夫琅禾费假设未在OpticStudio中的物理光学传播算法所使用，这里为了完整性而进行介绍。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3.3.3.2. 引导光束(The Pilot Beam)



束腰为 ω_0的高斯光束，瑞利范围由下式给出：

$$Z_r = \frac{\pi\omega_0^2}{\lambda}$$

光束的相位曲率半径是距束腰的距离z的函数：

$$R(z) = z + \frac{z_r^2}{z}$$

从上式可以看出，z=0时瑞利半径无限大，在$z = z_r$时半径达到最小值$2z_r$。当z逼近无限时，瑞利半径渐近逼近无穷大。高斯光束轴向的相位由Gouy偏移定义，如下：

$$\theta(z) + \tan^{-1}\left(\frac{z}{z_r}\right)$$

例如，在瑞利距离处，轴向相位是 $\pi/4$。光束的大小也是该距离的函数：

$$\omega(Z) = \omega_0\left[1 + \left(\frac{z}{z_r}\right)^2\right]^{1/2}$$

注意远距离时光束的大小会线性增大。光束的发散角由下式给出：

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\omega_0}{z_r}$$

考虑到通过采样离散的点来数值化表示光束的问题，如果使用的点的间距恒定，当传播距离到离束腰很远的位置时，光束将扩展到列阵的边缘之外。因此，远离束腰时，点间距与z成正比进行坐标线性扩展是最好的。然而，在束腰附近时，光束尺寸不会减小到零，而 是保持合理的常数大小，在这种情况下，恒定值采样是最

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

方便的。 这种折衷的采样系统，在束腰附近使用恒定的采样间距，在距束腰较远处使用线性缩放的采样间距。

之前开发的衍射理论并没有对正在传播的电场定义任何特定的形状或形式，算法在很大程度上独立于电场分布。然而，采样的问题依然存在。计算（甚至定义）具有不规则孔径或不存在孔径的任意像差光束的菲涅尔数字也是不切实际的。

出于这个原因，使用引导光束(pilot beam)来辅助物理光学传播算法来确定选择哪种传播算法。引导光束是理想的高斯光束，具有束腰、光束尺寸、相位半径和相对z位置。初始参数通过对初始光束分布进行高斯方程拟合生成。然后，引导光束从表面依次传播。在每个表面计算新的光束参数，例如新的束腰、相位半径或位置。然后使用引导光束的特性来确定实际光束分布是在瑞利范围之内还是之外，以及使用哪类传播算法是合适的。

光束穿过孔径（如小孔）之后，可能需要重新计算引导光束的参数，后续帮助文件中会有叙述。

与近轴高斯光束比较

虽然引导光束是理想高斯光束，但它与近轴高斯光束工具不同。引导光束由真实光线传播，这些光线被称为探测光线。关于探测光线的更多详细信息，请参考"通过任意光学表面传播(Propagation Through Arbitrary Optical Surfaces)"。使用探测光线能体现所有状况，即通过非理想光学传播的状况。

另一方面，近轴高斯光束在传播光束时仅使用近轴数据。因此，使用引导光束得到的结果与使用近轴高斯光束得到的结果略有不同。即便是在无折射的空气传播中也存在这种差异，此时这些真实光线的斜率与绝对线性的近轴光线稍微不同。当光束速度快时，这种差异会变得显著。有关高速光束的限制信息，请参阅"算法假设(Algorithm Assumptions)"。

3.3.3.3. 相位数据的符号规约(Sign Conventions for Phase Data)

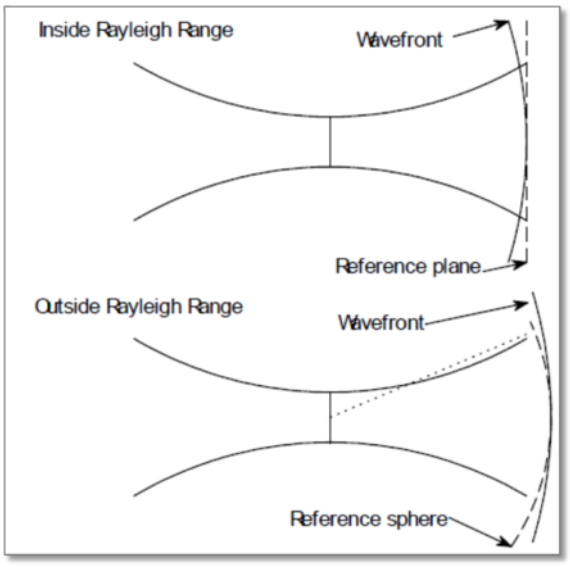
当使用DLL文件、光束文件构建光束或执行相位匹配至关重要的光纤耦合计算时，理解相位符号规约是非常重要的。

如前几节所示，当光束接近准直时，角谱传播算法效果最好，而菲涅尔理论在光束发散时效果最好。当使用角谱传播算法时，电场的相位是相对于平面的。

一旦光束传播到瑞利范围，则使用菲涅尔传播算法，电场的相位参考于球面，球面半径是引导光束(pilot beam)从束腰到当前位置的距离。

相位的符号是正的，如果波前在参考面"右侧"，即为局部Z轴正方向。对于在瑞利范围内沿z轴正向传播的光束，相位斜率是负的，因为波前在参考平面的左边。刚好在瑞利范围之外时，相位斜率是正的，因为波前现在在参考球面的右边。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



因此，在沿z轴正向传播的情况下，当从瑞利范围内部向外部传播时，电场的相位的斜率将从负"翻转"至正。

例如，对于高斯光束，在束腰位置，参考平面的相位均为零。如果光束在束腰正向传播到刚好进入瑞利范围内，则光束中心的相位将变为 π /4弧度，这是由给出的Gouy位移。

$$\varphi = \tan^{-1}\left(z / z_r\right)$$

.光束的相位半径将变为瑞利距离的两倍。由于弯曲的波前相位是相对于平面测量的，所以随着径向孔径的增加，波前相位相对于波前的中心负值越来越大。

假设现在光束传播一小段距离，那么现在引导光束(pilot beam)刚好在瑞利范围的远端，相位将在中心处保持 π /4弧度，但参考其半径为到束腰的距离的球面，同时该距离也是这种情况下的瑞利范围。由于参考球面的半径小于波前的曲率，所以现在光束的相位斜率将"翻转"，而且随着径向孔径的增大而逐渐增大。

最后，随着波束进一步传播超过瑞利距离，相对于参考球面的相位将趋于恒定的 π /2弧度（Gouy偏移的极限值）。

光束的两种表示方式是等效的，但在构造或比较不同光束时，必须注意考虑适当的相位参考面。

3.3.3.4. 在瑞利距离内部和外部传播(Propagating In and Out of the Rayleigh Range)

本节中使用的命名规范来自本帮助文件中前面引用的来自Lawrence的参考文献。

前文表明，使用PTP算法可以很好地模拟短距离传播。该算法能够使得样本间距保持不变。

当光束已经在引导光束(pilot beam)的束腰时，使用菲涅尔传播算法是最方便的，并且该电场在远离束腰的位置相对于参考球面也是比较理想的。出于这个原因，菲涅尔传播算法也称为束腰到球面算法(WTS)。

$$E\left(x_2, y_2, z_2\right) = \mathrm{WTS}\left[E\left(x_1, y_1, 0\right), z_2\right]$$

其中，

$$WTS(E,\ \Delta z) \equiv \left[\frac{1}{i\lambda z_2}\right] FF^s[q(r_1, z_2)E],\ s = \frac{z_2}{|z_2|}$$

$$\Delta x_2 = \frac{\lambda|z_2|}{n_x \Delta x_1}\text{, and } \Delta y_2 = \frac{\lambda|z_2|}{n_y \Delta y_1}$$

其中nx和ny是阵列x和y方向上的点数。最后两个表达式在应用运算符后产生新的线性缩放采样间距。反向运用则产生球面到束腰(STW)算法：

$$STW(E,\ \Delta z) \equiv q(r_1, z_2) FF^S[i\lambda z_2 E]$$

采样间距也有类似的变化。有四种可能的传播情况需要考虑：

☒II：从瑞利范围内部到内部传播
☒IO：从瑞利范围内部到外部传播
☒OI：从瑞利范围外部到内部传播
☒OO：从瑞利范围外部到外部传播

所有这些情况都可以通过PTP，WTS和STW算法的适当组合来表示：

☒II(z1, z2) = PTP(z2 - z1)
☒IO(z1, z2) = WTS(z2 - z0)PTP(z0 - z1)
☒OI(z1, z2) = PTP(z2 - z0)STW(z0 - z1)
☒OO(z1, z2) = WTS(z2 - z0)STW(z0 - z1)

其中z0是引导光束束腰的位置，z1是光束起始位置，z2是光束终止位置。

3.3.3.5. X和Y方向分开传播(Separation of X and Y Propagation)

对于旋转对称光学系统，适合采用单个旋转对称引导光束(pilot beam)传播方法。当光束是存在像散或变形时，或系统中有圆柱形或Toroidal光学元件时，则将光束在X和Y方向分开传播是更有效的建模方式。通过在物理光学传播分析设置窗口的"常规选项卡"中选中"分离X、Y(Separate X, Y)"可实现X和Y方向分开传播。

如果X和Y方向是分开传播的，将会有两个引导光束，X和Y方向各一个。相位参考在X和Y方向也是不同的。用"双球(bispherical)"面代替球面作为参考面，双球面矢高公式如下：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - c_x^2 x^2 - c_y^2 y^2}}$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x},\ c_y = \frac{1}{R_y}$$

引导光束的相位半径、束腰、位置、瑞利范围、发散角在X和Y方向上都是不同的。独立地在X和Y方向传播光束，会降低计算效率，所以这个选项最好在必要时才使用。

注意，当选中"分离X、Y"时，POP将在X和Y方向上保持各自的相位参考。这一点通常能够在光束具有明显不对称性时提高准确度。选中该选项时并没有为真实光线传播生成单独网格；然而，网格中X和Y方向的点距将在传播期间独立变化。

3.3.3.6. 关于点间距和采样的注释(Comments about Point Spacing and Sampling)

虽然阵列点n_x和n_y的总数保持不变，但阵列大小和点间距Δx和Δy将随着光束传播而变化。如果阵列宽度在束腰处相对于束腰尺寸非常大，那么穿过束腰的采样点则相对较少。这将导致远离束腰处的阵列尺寸更小，此时光束尺寸上具有相对大量的采样点。相反，如果阵列尺寸在束腰处较小，则在远离束腰位置处，阵列尺寸会变大，因此对于光束只有很少的采样点。请参阅"使用建议(Suggestion for Use)"，了解如果采样网格相对于光束尺寸过大或过小可能出现的问题。这种反比关系用于衍射建模的傅立叶变换理论是非常必要的，但使用起来常常不方便。前面的章节给出了描述点间距变化的精确方程。

在光束靠近束腰位置良好采样和远离束腰位置良好采样之间显然存在权衡。可以证明，为了在束腰位置和远离束腰处实现相对于光束尺寸的大致均匀的采样，在X和Y方向上的束腰处的阵列尺寸应该为：

$$X = \omega_{0x}\sqrt{\pi n_x},\ Y = \omega_{0y}\sqrt{\pi n_y}.$$

物理光学分析功能的设置窗口有一个"自动(Auto)"按钮，它将使用此公式来设置初始阵列宽度。

有关更多信息，请参见"关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)"。

3.3.3.7. 通过任意光学表面传播(Propagation Through Arbitrary OpticalSurfaces)

到目前为止，所述的方法是对于光束在各向同性介质的空间中传播的。然而，对实际光学系统，往往需要考虑通过诸如透镜和孔径等光学元件传播光束的情况。

在物理光学分析中，很难做到对任意形状的表面直接进行衍射传播。困难在于表示平面或球面相位参考阵列中离散点的复振幅。当光束入射到曲面上时，光束的不同部分沿着局部z轴与表面在不同的点相交。

为了避免这个问题，用引导光束(pilot beam)的特性来产生一组光线，用于表示入射在表面上的波前。这组光线称为探测光线(Probing Rays)，将采用传统的几何光学方式通过光学表面进行追迹。然后使用每条光线的路径长度、位置和角度像差来重建经过表面之后的引导光束和复振幅信息。探测光线组主要将光束传播通过表面。

探测光线组可以用来确定：

- 对于引导光束的表面光焦度，以及出射后的光束方向；
- 表面上的偏振相位和振幅的透射情况；
- 任何表面孔径（或光线错误）引起的表面渐晕。请注意，没有定义严格孔径的表面将会通过整个光束而不会产生渐晕，与系统孔径设置无关；
- 相位像差；
- 光束的变形及其非线性拉伸和压缩（畸变）。

利用探测光线的方式，可通过单个表面或同时通过多个表面将光束传播。这是一种非常理想的情况，因为对于很难用物理光学传播建模的光学元件组，可使用几何光学来将光束在其中传播。这些元件包括高度倾斜的表面和渐变折射率透镜等等。使用光线追迹法一次对多个表面进行传播也会提高分析效率。一些特殊表面（如ABCD矩阵面）和某些类型的菲涅尔面则根本不能够进行POP分析，因为POP无法计算这些表面的有效相位。如果这些特殊表面类型存在，POP将无法正常进行，此时OpticStudio会发出警告。

注意：不要在物理光学传播系统中对材料应用零厚度值，否则将产生不准确的POP计算。

3.3.3.8. 通过非序列模式表面传播(Propagating Through Non-Sequential Surfaces)

在OpticStudio中，对非序列模式元件(NSC)表面进行物理光学分析是一个难题。非序列模式表面上有大量的非连续元件，导致入射光束可能不会入射到所有或任何这些元件上，或者光束的一部分从其余部分分裂出来入射到元件上，或者任何其他可能性。POP使用的菲涅尔传播方法不适用于计算包括任意非序列模式表面的传播效应。

有限的几种情况下，POP可以用来通过非序列模式表面传播光束，并且分析结果具有一定可信度。情况如下：

- 非序列模式表面是单个透镜或反射镜

- 具有有效序列光路和相对于光束尺寸较大孔径的棱镜；

即使在这些情况下，POP也只能使用光线追迹来模拟非序列模式表面赋予光束的有效相位，因而无法实现衍射传播的分析。出于这个原因，只应使用POP通过薄非序列模式表面传播的相对较慢的光束。在相信对非序列模式表面进行物理分析的传播结果之前，务必仔细检查POP结果。

3.3.3.9. 偏振计算(Accounting for Polarization)

如果选择偏振模式，OpticStudio将使用偏振光线追迹来确定所有探测光线的特性和相应的传递函数。偏振光线追迹可以模拟光薄膜对光束的透射或反射时的相位和振幅影响。

OpticStudio假定电场的Ex和Ey部分考虑了光束中任何给定阵列点的所有能量。然而，Ez分量是偏振光线追踪所必需的。OpticStudio根据电场E必须垂直于传播方向向量k这一条件来重新创建Ez分量。根据引导光束(Pilot Beam)的特性以及光束的相位误差来计算矢量k。Ex和Ey电场被重新归一化，用以表示正确的光束强度。在偏振传播后，重新归一化Ex、Ey分量，用来保持Ez分量上的能量，然后舍弃前一步的数据，继续传播。

3.3.3.10. 内存要求(Memory Requirements)

几何光学光线追迹通常只需要很少的内存(RAM)，因为每条光线都可以从物面到像面进行追迹，不受其他光线的影响独立传播。物理光学要求更高，因为整个光束必须同时存储。OpticStudio使用8字节"双精度"浮点数来存储光束数据。因为电场振幅是一个复数，每个阵列位置上实际有16个字节。以下是传播算法各个模块运行时对应的内存需求：

任务	内存要求
存储非偏振光束	每个网格点需要16个字节
存储偏振光束	每个网格点需要32个字节
计算表面转移探测射线组	每个网格点需要56个字节
	对于一些特殊的面型，例如近轴面和双折射面，会需要额外的数据，每个网格点可能需要高达90个字节

例如，通过常规折射表面传播的非偏振光束，2048x2048的采样需要约288Mb的内存。OpticStudio目前支持的最小阵列尺寸为32 x 32，32位版本的OpticStudio最大阵列尺寸为8192 x 8192，64位版本的OpticStudio最大阵列尺寸为16,384 x 16,384。OpticStudio要求采样是2的整数次幂；例如32、64、128、256等。

如果没有足够的内存可用，则可以使用本地硬盘驱动器进行临时存储。如果选中"使用磁盘存储器来存储"(Use Disk Storage To Save Memory)选项，OpticStudio会将表面传输阵列（每个网格点56个字节）存储在磁盘的临时

文件。虽然这节省了大量的RAM，但分析速度要慢得多。通常，使用磁盘存储选项会使分析速度减慢10到20倍。如果计算机没有足够的内存，它可能会自动将数据"分配"到硬盘。这将允许计算继续进行，但速度比有足够RAM计算的速度慢数百甚至数千倍。

32位版本的Windows不允许OpticStudio分配超过3.0 Gb的RAM，并且在很多情况下，实际限制要低得多，具体取决于计算机具有多少实际RAM。这个限制是由Windows强制的，而不是OpticStudio。OpticStudio和Windows都可以使用64位版本，允许使用超过3.0 Gb的内存。对于复杂的POP计算，强烈建议使用64位Windows和OpticStudio。

3.3.3.11. 定义初始光束(Defining the Initial Beam)

物理光学传播功能的设置允许用户对许多选项进行设置，包括定义初始光束、采样、表面范围和视场位置等所需的参数。

X向和Y向采样确定了用于采样光束的点的数量。采样值越大，计算结果通常更精确，但需要更长的计算时间和更大的RAM要求。

X和Y宽度以镜头单位表示。宽度越大，光束非零强度部分周围的空白空间就越多。这个空间被称为"保护带(Guard Band)"，在光束周围存在足够的空间是至关重要的。当光束引入像差时，这些空白空间为光束的扩展提供了空间。如果光束的某些部分太靠近阵列的边缘，它们会产生"混叠(Alias)"并反射回光束，从而降低计算结果的准确性。

初始光束可以是以下任何类型：高斯束腰、高斯发散角、高斯尺寸+发散角、像散高斯、平顶、文件、DLL或多模。以下各节详细讨论了每种光束类型。

光束可以在任何表面之前的光学空间中，沿任何指定视场位置的主光线传播。光束的起始位置也可以通过"表面到光束(Surf To Beam)"设置偏离起始表面的距离，该设置在物理光学传播(Phyiscal Optics Propataion)分析的常规(General)设置选项卡中。 然后光束继续传播至结束表面。

3.3.3.11.1. 高斯束腰(Gaussian Waist)

高斯束腰光束可以是任意阶的被截断或是偏心的厄米-高斯(Hermite-Gaussian)光束，表达式如下：

$$E(x,y) = E_0 T(x,y) G_l\left[\frac{\sqrt{2}(x\text{-}dx)}{\omega_{0x}}\right] G_m\left[\frac{\sqrt{2}(y\text{-}dy)}{\omega_{0y}}\right]$$

其中

$$G_i(u) = H_i(u)\exp\left(\frac{-u^2}{2}\right)$$

$H_i(u)$是阶次i的Hermite多项式函数。值得注意的是，阶次在x和y方向是分别定义的。x的阶次由整数l定义，y的阶次由整数m定义。如果l和m都为零，则生成简单的"高斯"TEM(0,0)光束。通过修改阶次值可以生成更高阶的模式。例如，当l = 1且m = 2时，则产生TEM(1,2)模式。如需了解关于厄米-高斯(Hermite-Gaussian)光束的详细讨论，请参见Saleh,B.E.A和Teich,M.C.的《光子学基础》(Saleh,B.E.A.,and Teich,M.C., Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons，NewYork(1991))。如果阶次设置高于30，软件会将其设置为0，用于防止过长的计算时间。

dx和dy值用于设置光束偏心。透过率函数T(x，y)可用于（可选）使用有限大小的孔径对光束进行截断。透过率函数定义如下：

$$T(x,y) = 1, \text{ if } \left(\frac{x\text{-}dx}{A_x}\right)^2 + \left(\frac{y\text{-}dy}{A_y}\right)^2 \le 1 \text{ and } T(x,y) = 0$$

其它情况下：

Ax和Ay是截断光阑的孔径大小值。如果Ax或Ay为零，则不使用截断光阑的孔径。在截断光阑的孔径边缘附近使用平滑函数来减少与像素有关的误差。平滑函数通过截断光阑的孔径内像素的面积来对像素振幅进行加权。截断光阑的孔径对接收光纤模式的建模非常有用，它通常比芯径大15%。

在设置框中设置E_0值，以获得峰值辐照度（单位面积上的光功率）或总光束功率。

用束腰来定义光束，随着光束从束腰往前传播，光束通常会发散，光斑尺寸也随之变大。请参阅下面的高斯角(Gaussian Angle)和高斯尺寸+发散角(Gaussian Size+Angle)。

3.3.3.11.2. 高斯角(Gaussian Angle)

用高斯发散角定义的可选择偏心的基模TEM(0,0)光束，其束腰尺寸由在空气中测量的远场发散半角（以度为单位）决定。OpticStudio根据指定的发散角来计算束腰。束腰由下式给出：

$$\omega_0 = \frac{\lambda}{\pi \tan\theta}$$

值得注意的是，角度是以度为单位的发散角半角，并且波长不由起始介质的折射率缩放。如果x和y方向的角度值不同，则会生成椭圆光束。光束定义在束腰位置。

3.3.3.11.3. 高斯尺寸+发散角(Gaussian Size+Angle)

高斯尺寸+发散角光束是通过光束尺寸（而不是束腰）和远场发散半角（以度为单位）来定义的可偏心TEM(0,0)模式的光束，其尺寸和角度均是指空气中测量的数值。OpticStudio使用特定的光束大小和发散角来计算光束束腰、位置和相位。束腰的计算公式如下：

$$\omega_0 = \frac{\lambda}{\pi \tan\theta}$$

值得注意的是，角度是以度为单位的发散角半角，并且波长不由起始介质的折射率缩放。如果产生的光束束腰大于指定的光束尺寸（理论上是不可能的），束腰值将用于光束尺寸。然后使用以下公式来计算光束相对于束腰的z位置：

$$Z = Z_r\sqrt{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1}$$

其中z_r是瑞利范围。如果光束的x和y方向值不同，则可能会生成一个具有环形相位的椭圆光束。

3.3.3.11.4. 像散高斯(Astigmatic Gaussian)

像散高斯光束由X向和Y向的光束束腰值以及X向和Y向的束腰位置定义，是可偏心的TEM(0,0)模式光束。光束束腰位置是从当前光束位置（从起始表面定义并且计算时考虑了任何非零的表面到光束值）到X和Y光束束腰的距离（如果束腰在当前光束位置的左边，则结果为负数）。

值得注意的是，像散高斯光束在功能上与上述高斯尺寸+角度光束定义是相同的。像散高斯光束选项可简单地用于代替高斯尺寸+角度定义的光束，用于已知光束束腰和束腰位置的应用，而不是光束尺寸和远场发散角。

3.3.3.11.5. 平顶光束(Top Hat)

平顶光束定义可偏心的均匀振幅光束，定义式是：

$$E(x,y) = E_0 \text{ if } \left(\frac{x-dx}{w_x}\right)^2 + \left(\frac{y-dy}{w_y}\right)^2 \le 1 \text{ and } E(x,y) = 0 \text{ if } \left(\frac{x-dx}{w_x}\right)^2 + \left(\frac{y-dy}{w_y}\right)^2 > 1$$

其中设置框中，E_0表示峰值辐照度(单位面积的光功率)或光束的总功率。

3.3.3.11.6. 文件（定义初始光束）(File (defining the initial beam))

光束可以在以正确格式用户自定义的文件列表中定义。列表的数值必须是二进制或文本格式并从磁盘读取。该文件必须以ZBF作为后缀（Zemax Beam File）。如果选择"保存输出光束到：(Save Output Beam To:)"选项，则二进制格式与OpticStudio写出的格式相同。Ex和Ey值的定义是，Ex*Ex+Ey*Ey以瓦特为单位。如果选择了"使用偏振(Use Polarization)"选项，那么偏振的信息将始终基于保存在.ZBF文件中的信息进行设置。如果单位标记提示光束的单位与当前镜头单位不同时，则光束在读入OpticStudio时会自动缩放到当前镜头单位。

所有**Zemax**光束文件**(Zemax Beam File)**必须放置在**<pop>**文件夹中（有关详细信息，请在帮助文件中搜索**"**文件夹**(Folders)"**）。

OpticStudio中的光束始终以所选视场和波长的主光线为中心。因此，光束文件中的数据应该相对于主光线进行定位，之后用于光束对准。光束文件中心点的坐标是：（nx/2+1、ny/2+1）。OpticStudio要求nx和ny的值为2的整数幂；例如32、64、128、256等。其最小采样为32，而32位版本的OpticStudio的当前最大采样为8192，64位版本的OpticStudio为16,384。光纤耦合数据在读取光束时被忽略，且如果光纤耦合不在输出上计算，则数据将为零。值得注意的是，光纤总耦合效率是接收效率和系统效率相乘的结果。第一个数据点位于-x，-y角处，首先沿着X列传播。光束输入时忽略瑞利距离，并由OpticStudio自动重新计算。存储在ZBF文件中的波长值根据光束当前所在介质的折射率缩放。

如果在系统选项中定义的波长与ZBF文件中定义的值不同，则ZBF文件中的波长将被忽略，光束将以系统选项中指定的波长传播。在这种情况下，在物理光学传播设置的光束定义选项卡会显示警告信息。

*3.3.3.11.6.1. Zemax*光束文件（*ZBF*）二进制格式*(Zemax Beam File (ZBF) Binary Format)*

ZBF二进制文件格式定义如下。所有整数都是4个字节，所有双精度都是8个字节。

1整数□格式版本号□当前为1。
1整数□x方向采样数(nx)。
1整数□y方向采样数(ny)。
1整数□"是否偏振(is polarized)"标记□0表示非偏振□1表示偏振。

1整数□Unit(单位)□0表示毫米□1表示厘米□2表示英寸□3表示米。
4整数□当前未使用的□可以为任何值。
1双精度□x方向各点之间的间距。
1双精度□y方向各点之间的间距。
1双精度□x方向相对于引导光束束腰的z位置。
1双精度□x方向引导光束束腰的瑞利距离。
1双精度□x方向的引导光束束腰□单位为镜头单位。
1双精度□y方向相对于引导光束束腰的z位置。
1双精度□y方向引导光束的瑞利距离。
1双精度□y方向的引导光束束腰□单位为镜头单位。
1双精度□当前介质光束波长□单位为镜头单位。
1双精度□当前介质的折射率。
1双精度□接收器效率。如果不计算光纤耦合则为零。
1双精度□系统效率。如果不计算光纤耦合则为零。
8双精度□当前未使用的□可以为任何值。
2*nx*ny双精度□。Ex值。
如果偏振□则2*nx*ny Ey值仅次于Ex值。

Ex和Ey值的定义是：Ex*Ex + Ey*Ey以瓦特为单位。

*3.3.3.11.6.2. Zemax*光束文件（*ZBF*）文本格式*(Zemax Beam File (ZBF) text format)*

ZBF文本文件格式的定义如下。第一行必须是单个字符"A"，后面紧跟指定的其他数据值。

A：表示一个文本文件。

版本：格式版本号，当前为1。

nx：x方向采样数。

ny：y方向采样数。

ispol："是否偏振(is polarized)"标记，0表示非偏振，1表示偏振。

单位：0表示毫米，1表示厘米，2表示英寸，3表示米。

未使用的1：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的2：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的3：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的4：当前未使用的，可以为任何值。

dx：x方向各点之间的间距。

dy：y方向各点之间的间距。

zx：x方向相对于引导光束束腰的z位置。

Rx：x方向引导光束的瑞利距离。

wx：x方向的引导光束束腰，单位为镜头单位。

zy：y方向相对于引导光束束腰的z位置。

Ry：y方向引导光束的瑞利距离。

wy：y方向的引导光束束腰，单位为镜头单位。

lambda：当前介质光束波长，单位为镜头单位。

折射率：当前介质的折射率。

re：接收器效率。如果不计算光纤耦合则为零。

se：系统效率。如果不计算光纤耦合则为零。

未使用的1：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的2：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的3：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的4：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的5：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的6：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的7：当前未使用的，可以为任何值。

未使用的8：当前未使用的，可以为任何值。

点1的Ex实部值；

点1的Ex虚部值；

点2的Ex实部值；

点2的Ex虚部值；

等等...主要针对2*nx*ny Ex值；

如果偏振，则仅次于2*nx*ny Ey值。

Ex和Ey值的定义是：Ex*Ex + Ey*Ey以瓦特为单位。

3.3.3.11.7. 动态链接库(DLL)

要使用外部程序定义光束，使用用户定义的参数数据计算初始复电场的算法必须写入并编译为Windows动态链接库或DLL文件。OpticStudio提供了带有源代码的示例DLL文件。研究现有的DLL是了解DLL如何用于定义光束振幅和相位的最佳方法。可以使用合适的编译器轻松创建新DLL。

3.3.3.11.7.1. 光束DLL参数(Beam DLL Parameters)

每个DLL可使用0~8之间的用户自定义数据值作为计算光束属性的参数。这些值由DLL定义且仅供DLL使用。当选择DLL作为光束类型时，可以在设置框中直接输入或编辑这些值。

3.3.3.11.7.2. 创建新的光束DLL(Creating a New Beam DLL)

DLL必须包括两个函数： UserBeamDefinition UserParamNames

使用DLL初始化光束时，OpticStudio将源参数、波长和其他数据传递给UserBeamDefinition函数。UserBeamDefinition函数则需要计算电场值。将这些值返回到OpticStudio并用于生成光束阵列。DLL还返回引

导光束的值，包括在x和y方向上的束腰尺寸、位置和瑞利距离。如果所有这些引导光束的值都是零，OpticStudio会根据电场数据自动拟合引导光束参数。

UserParamNames函数用来定义所有使用的参数名称。这些名称出现在"设置"对话框上。

学习使用光束DLL的最好方法就是模仿和学习现有的DLL。OpticStudio DLL示例中提供了包括广泛的文档和数据格式的注释，请参见示例源代码文件中的任何示例。

所有光束**DLL**文件必须放置在**<program>\DLL\PhysicalOptics**文件夹下。

3.3.3.11.8. 多模光束(Multimode)

多模光束由任意数量的其他光束的总和组成。这些光束可以相干也可非相干叠加，存在多个选项可供用于尺度缩放、随机化以及改变光束各自的相位。多模光束的总和在用户定义的文本文件中进行定义。该文件的扩展名必须以ZMM为后缀(Zemax Multi Mode)。

所有**ZMM**文件必须放置在**<pop>**文件夹下（有关详情，请搜索帮助文件中的**"**文件夹**(Folders)"**）。

ZMM文件使用简单命令语法来定义多模光束。"主(master)"光束最初在整个光束上设置为零幅度。单个分量的光束按照ZMM文件中定义的顺序生成。然后，将ZMM文件中定义的每个光束与主光束进行相干或非相干叠加。叠加后的模式，相干或者非相干，由COHERENT和INCOHERENT命令控制。默认求和模式是COHERENT。下面介绍所有可用的ZMM命令。

3.3.3.11.8.1. !,注释(!,Comment)

任何数据在"!"符号之后会被忽略。注释行可以通过以"!"为行首来使用。"!" 符号使得空行也可以被忽略。

3.3.3.11.8.2. 相干(COHERENT)

将光束叠加模式设置为相干。语法为：

COHERENT

通过对两个光束的实部和虚部进行逐点叠加来计算任意两个光束的相干和。计算生成的光束的相位取决于各分量的矢量和。除非使用了INCOHERENT命令，否则所有后续光束叠加都是相干的。

另见INCOHERENT。请注意，COHERENT属于默认的叠加模式。

3.3.3.11.8.3. 动态链接库(DLL)

DLL命令根据用户定义的DLL文件定义一个光束，然后将其与总光束相加。语法为：

DLL weight DLL_NAME param1 param2 param3 ...

请注意，数据值由空格隔开。与同一ZMM文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。权重值可能为负值，详细信息请参阅帮助文件中的"使用随机值(Using random values)"。DLL_NAME是DLL文件的名称（不包含扩展名）。DLL文件必须放置在正确的文件夹中，详情请参阅"DLL"。其他值完全按照DLL参数定义。不支持参数的缩放，因为无法预先掌握DLL参数的维度和用途。

DLL_NAME注释

请注意，当前DLL的文件名不允许有空格。如果DLL文件名内含空格，请删掉空格或使用别的字符替换。例如，要在ZMM文件中使用Laguerre光束，用户应前往文件夹\Zemax\DLL\PhysicalOptics\，并将文件名"Laguerre beam.dll"改为"Laguerre_beam.dll"。然后可使用下列语法

DLL 0.2 Laguerre_beam 0.0 0.0 0.00259 90

同时注意，此限制也将在后续移除。

3.3.3.11.8.4. GW

GW命令定义一个高斯束腰光束，然后将其叠加到总的光束上。语法为：

GW weight waistx waisty decenterx decentery aperturex aperturey orderx ordery

请注意，数据值由空格隔开。与同一ZMM文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。权重值可能为负值，详细信息请参阅帮助文件中的"使用随机值(Using random values)"。其他值与高斯束腰的定义完全相同，请在帮助文件中搜索"高斯束腰(Gaussian Waist)"以获取相应描述。垂轴数据值（例如束腰和孔径大小）可以由POP光束定义(Beam Definition)选项卡内缩放。相关详细信息，请在帮助文件中搜索"使用比例因子(Using the scale factor)"。

3.3.3.11.8.5. 非相干*(INCOHERENT)*

将光束叠加模式设置为非相干。语法为：

INCOHERENT

任意两个光束的非相干和的计算方法是：叠加逐个点的强度，取平方根来确定振幅，并将组合光束的实部设置为该振幅、将虚部设置为零。所有的相位信息，包括光束的像差信息，在执行非相干叠加时都会丢失。因此在使用该命令时要多加小心。在不使用COHERENT命令的情况下，所有后续光束总和均为非相干。另请参阅COHERENT。请注意，COHERENT属于默认的叠加模式。

3.3.3.11.8.6. 相位*(PHASE)*

PHASE命令将任何后续定义的光束都乘以由所定义的相位角确定的复因子。语法为：

PHASE angle

or

PHASE RANDOM

角度以度为单位，可以是任何值。如果角度设置的关键字是RANDOM，则相位在-180和180度之间随机选择。请注意，生成的随机角度取决于所使用的随机种子值，请在帮助文件中查找"使用随机值(Using random values)"以了解详细信息。所有随后定义的光束在被添加到主光束之前都乘以得到的复因子。

3.3.3.11.8.7. 平顶光束*(TH)*

TH命令定义了一个平顶光束(Top Hat)。其语法为：

TH weight waistx waisty decenterx decentery

请注意，数据值由空格隔开。与同一ZMM文件中的其他光束相比，权重值定义该光束的无量纲相对功率。权重值可能为负值，详细信息请参阅帮助文件中的"使用随机值(Using random values)"。其他值与平顶光束的定

义完全相同，可在帮助文件中搜索"平顶光束"。垂轴数据值（例如束腰和孔径大小）可以由POP光束定义(Beam Definition)选项卡内缩放。相关详细信息，请在帮助文件中搜索"使用比例因子(Using the scale factor)"。

3.3.3.12. 使用随机值(Using Random Values)

某些光束命令使用的权重值可能是负值，这意味着为光束分配随机权重。随机权重范围在0.0到权重绝对值之间。例如，如果权重是-2.0，则为权重分配0.0到2.0之间的随机值。

PHASE RANDOM命令使用随机数生成器计算随机相位。

在给定相同的初始"种子(seed)"值的情况下，所使用的随机值始终相同。随机数生成器的种子值可用户自定义获得，并且是多模光束类型的参数1。使用不同的种子值生成不同的、随机但可重复的光束。

3.3.3.13. 使用比例因子(Using the Scale Factor)

能够在不改变ZMM文件中定义的基础数据的情况下，方便地对光束进行缩放。多模光束类型的参数2与POP光束设置(Settings Beam Definition)选项卡上定义是一样的，称为"比例(scale)"。该值如果不是零，将用于缩放文件中所有光束的截面数据。

3.3.3.14. 表面特定设置(Surface Specific Settings)

OpticStudio每个表面都支持这些与物理光学传播相关的设置：

用几何光线传播到下一表面(Use Rays To Propagate To Next Surface)

别用几何光线数据缩放光束尺寸(Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)

采用角谱算法(Use Angular Spectrum Propagator)

在实体模型上绘制"镜头文件名-表面#"图 (Draw "lens file name-surface #" on shaded model)

重新计算引导光束参数(Re-Compute Pilot Beam Parameters)

采用X轴参考(Use X-axis Reference)

折射后重新采样(Resample After Refraction)

自动重新采样(Auto Resample)

输出引导光束半径(Output Pilot Radiu)

有关这些设置的更多信息，请参阅镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中"表面属性(Surface Properties)"的"物理光学(Physical Optics)"部分。

3.3.3.15. 使用光线进行传播时的注意事项(Considerations When Using Rays to Propagate)

当使用"用几何光线传播到下一个表面(Use Rays To Propagate To Next Surface)"时，POP算法必须首先将波前转换为一组代表光束的光线，然后利用光线追迹后续所有打开此选项的表面。一旦到达没有打开此选项的表面，光线必须转换回光束。如果光线在该表面位置聚焦，则光线不能准确地进行转换回光束，因为这些光线不足以代表焦点附近的衍射光束。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

解决方案是使用一个额外的表面（通常是虚拟面）来传播距离焦点一定距离的光线（至少一个瑞利距离），然后在传播至虚拟面结束使用"用几何光线(Use Rays)"选项。以此可以准确地将光线转换为波前，使得光束传播可以继续进行，即使虚拟传播到焦点时，这样的操作也是必要的。

3.3.3.16. 计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)

物理光学传播算法可以用于计算光纤耦合效率。OpticStudio同时支持基于光线的耦合计算方法，详细信息请参阅帮助文件"光纤耦合效率(Fiber Coupling Efficiency)"章节。

光纤耦合接收效率被定义为光纤和光束复振幅之间的归一化重叠积分：

$$T = \frac{\left| \iint F_r(x,y)\,W'(x,y)\,dxdy \right|^2}{\iint F_r(x,y)\,F_r'(x,y)\,dxdy \iint W(x,y)\,W'(x,y)\,dxdy}$$

其中$F_r(x，y)$是描述接收光纤复振幅的函数，W(x，y)是描述耦合到光纤中光束复振幅的函数，’符号表示复共轭。

请注意，这些函数都是复数值，所以这是一个相干的重叠积分。传播偏振光束时，光纤耦合接收器效率仅分别使用复杂值电场的y-或x-分量，针对光束的x和y偏振部分单独计算。光纤耦合接收器总效率随后给予光束的x-和y-偏振部分的功率，通过x-和y-偏振纤维耦合接收器效率之间的权重平均进行计算。

当光束模式与光纤模式所有点的振幅和相位完全匹配时，能实现最大耦合效率(T = 1.0)。模式形状或相位的任何偏差都会使T的值降至1.0以下。光学像差通常会引起相位偏差，从而降低耦合效率。额外的系统耦合效率损失可能由于孔径使得系统存在渐晕造成，或由于空气-玻璃边界反射造成的损失及体吸收等因素造成能量损失。这些损失会降低系统效率。光纤的总耦合效率是系统效率与接收效率的乘积。

3.3.3.16.1. 积分计算的位置(Where the Integral is Computed)

前面定义的光纤耦合接收器效率积分是有效的，可以在光学系统的任何地方计算：包括光纤所在的位置、远离或靠近光纤的某个位置等。主要要求是：光纤模式函数描述计算积分点位置的光纤模式，其始终是"端"面（搜索"物理光学"帮助文件的"分析"选项卡部分，以获得分析选项列表，其中包括端面和光纤模式的规范）。如果端面表示接收光纤所在位置的光束，则光纤模式参数必须对应于接收光纤位置的模式。如果端面距离光纤10毫米，则必须选择光纤模式参数来定义距离光纤10毫米的模式。

3.3.3.16.2. 定义光纤模式(Defining the Fiber Mode)

光纤模式可以是高斯或平顶函数，也可以由DLL或数据文件来定义。这允许描述非常常见或任意的光纤模式，包括多模、有像差或任意振幅和相位的光纤。光纤模式可以使用与定义初始光束相同的选项来定义。有关更多信息，请参阅"定义初始光束(Defining the Initial Beam)"。

如果光束是非偏振的，则光纤模式也不是偏振的，并且只有光纤模式X方向的电场分量E用于重叠积分。如果光束是偏振的，那么光纤模式可以是偏振的，也可以是非偏振的。如果在物理光学传播设置中勾选了光纤数据(Fiber Data)选项卡上的"忽略偏振(Ignore Polarization)"设置，则光纤模式为非偏振的，X方向的电场分量E用于计算偏振光束中X方向场和Y方向场的耦合效率。如果"忽略偏振"未被选中，则X和Y方向的耦合效率单独计算，然后组合在一起产生整体耦合效率。

3.3.3.16.3. 偏心和倾斜(Decenters and Tilts)

偏心和倾斜参数对确定偏心/倾斜光纤的光纤耦合效率来说是非常有用的。

X/Y偏心值以镜头单位为单位，可以在物理光学传播(Physical Optics Propagation)设置框的光纤数据(Fiber Data)选项卡上定义。 这些值使得光纤模式偏心。偏心值将在终止面处使列阵的光纤模式中心偏离。出于这个原因，偏心值应该足够小，使得大部分模式的能量在终止面的阵列宽度/高度内。

倾斜值以度为单位。光纤的倾斜相当于向光纤模式添加线性相位偏移。相位偏移与光纤倾斜和模式宽度/高度成正比。

值得注意的是，如果终止面位于接收光纤位置（通常为近焦点），则光纤的倾斜会引起相位倾斜。如果终止面远离光纤，则光纤的倾斜会引起该模式的偏心。因此，必须非常仔细设置倾斜和偏心；仅在对相对于光纤位置计算重叠积分（在终止面）有一定程度了解后使用倾斜/偏心值。

3.3.3.16.4. 选择接收光纤的位置(Choosing the Location for the Receiving Fiber)

接收光纤模式可以以入射光束主光线或者终止面顶点为中心。在后一种情况下，光纤模式的偏心量等于入射主光线在终止面上的x和y坐标，并且光纤倾斜以与局部Z轴对齐而不是与主光线对齐。

3.3.3.17. 光束定量分析(Quantitative Beam Analysis)

有许多不同的方法来分析光束。OpticStudio可以计算总功率、峰值辐照度、圈入能量、质心位置、光束宽度、M2因子和各种均方根(RMS)值。由于需要计算大量的数据，因此某些数据值只能通过POPD优化操作数获得。有关详细信息，请搜索"POPD"的帮助文件。以下章节中的表达式仅为x方向坐标，但y方向也有类似的表达式。

3.3.3.17.1. 光束坐标和引导光束的属性(Beam Coordinates and Pilot Beam Properties)

大多数显示在POP功能输出窗口中的基本光束数据，也可以从POPD操作数中获得。

3.3.3.17.2. 峰值辐照度和总功率(Peak Irradiance and Total Power)

峰值辐照度是光束中任意点的单位面积的最大功率。辐照度的单位是光源单位每镜头单位的平方。有关详细信息，请在"系统选项(System Explorer)"中"设置(Settings)"选项卡的帮助文件中搜索"单位(Units)"。总功率是对整个光束辐照度的积分。

3.3.3.17.3. 质心位置(Centroid Locations)

光束的质心由下式给出：

$$c_x = \frac{\int xI(x,y)\,dxdy}{\int I(x,y)\,dxdy}$$

其中I(x，y)是光束的辐照度。

3.3.3.17.4. 光束宽度和M的平方(Beam Width and M-Squared)

以下用于定义光束宽度和M平方的方法和理论基础来自A.E.Siegman，并且适用于所有光束，无论是高斯或非高斯、相干或不相干。

任意光束的二阶矩被定义为：

$$\sigma^2_x = \frac{\int (x - c_x)^2 I(x,y)\,dxdy}{\int I(x,y)\,dxdy}$$

其中c*x*是前面定义的质心坐标。光束宽度（这里定义为在1/e^{2}强度处的光束半径）则是$W_x = 2\,\sigma x$或者是二阶矩的两倍。

在主轴方向上的光束宽度由下式给出：

$$\bar{W}_x = \sqrt{2}\left\{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2) + \gamma\left[(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4(\sigma_{xy}^2)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$\bar{W}_y = \sqrt{2}\left\{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2) - \gamma\left[(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4(\sigma_{xy}^2)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right\}^{\frac{1}{2}}$$

其中，

$$\gamma = \mathrm{sgn}(\sigma_x^2 - \sigma_y^2) = \frac{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}{|\sigma_x^2 - \sigma_y^2|}$$

值得注意的是，光束宽度将随着光束传播而改变，因此有相对于束腰尺寸的光束z坐标的函数。光束尺寸的最小值是$W_x(0)$。其他位置的光束宽度由下式给出，

$$W_x^2(z) = W_x^2(0) + M_x^4\left(\frac{\lambda z}{\pi W_x(0)}\right)^2$$

其中M_x是光束的参数特征。M平方因子定义表达式如下：

$$M_x^2 \cong \left(\frac{\pi}{\lambda z}\right) W_x(0) W_x(z). \text{for } z \to \infty$$

关于不对称光束的注释

由于M数值的平方计算依赖于导向光束的瑞利长度，对于非对称光束传播，在计算M数值的平方时必须勾选POP分析设置中的"分离X，Y"。如果不勾选"分离X，Y"，那么导向光束在X方向和Y方向上的参数是相同的，且每个方向上的M数值的平方不能完全解释光束分布的不对称性。

3.3.3.17.5. 波前差和RMS光束偏差(Wavefront Error and RMS Beam Deviations)

通过适当设置POPD操作数，可以计算任意光束辐照度或相位变化的平均值、RMS或峰谷值(PTV)。

3.3.3.17.6. 圈入能量（定量光束分析）(Encircled Energy (quantitative beam analysis))

圈入能量是指中心参考主光线、光束质心或表面顶点，包含在指定半径r的圆中的总能量或能量的分数。按照定义，该分数总是在0和1之间：

$$f = \frac{\int_0^r I(r)\,dr}{\int_0^\infty I(r)\,dr}$$

圈入能量的变化可计算特定能量分数时的径向坐标。

3.3.3.17.7. Wigner分布的二阶矩(Second Order Moments of the Wigner Distribution)

通过使用光束空间和角向方差扩展的Wigner分布函数二阶矩，可以描述在近轴光学系统中任何像散光束的传播[1]：

$$F(x,\ y,\ \theta_x,\ \theta_y)$$

让我们介绍一下垂轴半径矢量的符号

$$\mathbf{r} = \chi_1 \mathbf{e}_x + \chi_2 \mathbf{e}_y$$

，光线方向矢量为

$$\boldsymbol{\Theta} = \vartheta_1 \mathbf{e}_x + \vartheta_2 \mathbf{e}_y$$

正交单位矢量e_x、e_y点沿着x和y方向，光束传播沿着z轴。光线方向矢量Θ被定义为近轴光束传播矢量**k**的角向垂轴投影，即$\mathbf{k}_t = k\Theta$。在任何垂轴位置z处，空间、角向或混合的二阶矩可以表示为[2]：

$$\left\langle \chi_\nu^k \chi_\upsilon^q \vartheta_\nu^m \vartheta_\upsilon^n \right\rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(\chi_\nu - \langle \chi_\nu \rangle\right)^k \left(\chi_\upsilon - \langle \chi_\upsilon \rangle\right)^q \left(\vartheta_\nu - \langle \vartheta_\nu \rangle\right)^m \left(\vartheta_\upsilon - \langle \vartheta_\upsilon \rangle\right)^n F(\mathbf{r}, \boldsymbol{\Theta})\, d\chi_1 d\chi_2 d\vartheta_1 d\vartheta_2$$

这里指数(ν，υ = 1, 2)和*k*、*q*、*m*和*n*是正整数，使得*k* + *q* + *m* + *n* = 2。

微分定义为：

$d\chi_1\, d\chi_2 = dxdy$　并且　$d\vartheta_1\, d\vartheta_2 = d\theta_x d\theta_y$。

在任何给定位置*z*处的POP复振幅函数**E**(**r**; *z*)足以计算Wigner分布函数的所有矩[4]。

光束的光功率被认为是Wigner分布函数的零阶矩。这也是所有高阶矩的归一化因素。在OpticStudio中，给定位置z处的功率可利用POP复振幅函数**E**(**r**; *z*)计算：

$$P = \iint_{-\infty}^{\infty} |\mathbf{E}(\mathbf{r};z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

空间和角向的一阶矩（质心）如下式(ν , υ = 1, 2)：

$$\langle \chi_\nu \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} \chi_\nu |\mathbf{E}(\mathbf{r};z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

$$\langle \vartheta_\nu \rangle = \frac{-i\lambda}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(E_\nu \frac{\partial E_\nu^*(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\nu} - E_\nu^* \frac{\partial E_\nu(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\nu} \right) d\chi_1 d\chi_2$$

这里 λ 是波长，复振幅函数是：$\mathbf{E}(\mathbf{r};z) = E_1(\mathbf{r};z)\mathbf{e_x} + E_2(\mathbf{r};z)\mathbf{e_y}$ 。

空间二阶矩使用公式[2]计算：

$$\langle \chi_\nu^2 \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} (\chi_\nu - \langle \chi_\nu \rangle)^2 |\mathbf{E}(\mathbf{r};z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

$$\langle \chi_\nu \chi_\upsilon \rangle = \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} (\chi_\nu - \langle \chi_\nu \rangle)(\chi_\upsilon - \langle \chi_\upsilon \rangle) |\mathbf{E}(\mathbf{r};z)|^2 d\chi_1 d\chi_2$$

角向二阶矩使用公式[3]计算：

$$\langle \vartheta_\nu^2 \rangle = \left(\frac{\lambda}{2\pi} \right)^2 \frac{1}{P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{\partial E_\nu(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\nu} \right|^2 d\chi_1 d\chi_2 - \langle \vartheta_\nu \rangle^2$$

$$\langle \vartheta_\nu \vartheta_\upsilon \rangle = \left(\frac{\lambda}{2\pi} \right)^2 \frac{1}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\partial E_\nu(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\nu} \frac{\partial E_\upsilon^*(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\upsilon} + \frac{\partial E_\upsilon(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\upsilon} \frac{\partial E_\nu^*(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\nu} \right) d\chi_1 d\chi_2 - \langle \vartheta_\nu \rangle \langle \vartheta_\upsilon \rangle$$

空间和角向的二阶矩混合计算式如下 (ν , υ = 1, 2) [4]：

$$\langle \chi_\nu \vartheta_\upsilon \rangle = \frac{-i\lambda}{2P} \iint_{-\infty}^{\infty} \left(E_\nu \frac{\partial E_\upsilon^*(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\upsilon} - E_\nu^* \frac{\partial E_\upsilon(\mathbf{r};z)}{\partial \chi_\upsilon} \right) \chi_\nu d\chi_1 d\chi_2 - \langle \chi_\nu \rangle \langle \vartheta_\upsilon \rangle$$

请注意，POPD的返回值实际上为二阶矩的平方根。

这些可以通过POPD操作数的数据27、28和29以及辅助参数Xtr1结合实现。

	"Xtr1"参数			
数据	**0**	**1**	**2**	**3**

27	$\langle x^2 \rangle$	$\langle \theta_x^2 \rangle$	$\langle x\theta_x \rangle$	$\langle x\theta_y \rangle$
28	$\langle y^2 \rangle$	$\langle \theta_y^2 \rangle$	$\langle y\theta_y \rangle$	$\langle y\theta_x \rangle$
29	$\langle xy \rangle$	$\langle \theta_x\theta_y \rangle$		

参考资料：

1. G. Nemes, A. E. Siegman, "Measurement of all ten second-order moments of an astigmatic beam by the use of rotating simple astigmatic (anamorphic) optics," JOSA A, Vol. 11, p. 2257-2264 (1994).
2. ISO 11146-3, Lasers and laser-related equipment – Test methods for laser beam widths, divergence angles and beam propagation ratios – Part 3: Intrinsic and geometrical laser beam classification, propagation and details of test methods (2005).
3. A. E. Siegman, "Defining the effective radius of curvature for a nonideal optical beam," IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 27, p.1146-1148 (1991).
4. C. J. R. Sheppard, K.G. Larkin, "Focal shift, optical transfer function, and phase-space representations", JOSA, Vol. 17, p. 772-779, (2000).

3.3.3.18. 使用建议(Suggestions for Use)

该功能经常需要对取样、宽度和表面特定设置进行一些试验（见上文），以便获得良好、准确的结果。请记住以下使用建议：

为初始光束定义适当的宽度。最佳初始宽度几乎总是通过宽度控件旁边的"自动(Auto)"按钮计算并使用的，并强烈建议使用此控件。请注意，如果宽度太大，那么光束横截面上没有足够的点来产生足够的采样；如果宽度太小，会发生混叠(Aliasing)。如果光束束腰比任何表面（包括初始光束）处的波长小，POP结果可能不准确，请参阅"算法假设(Algorithm Assumptions)"。

始终通过将分析窗口中的终止面**(End Surface)**设置为起始面**(Start Surface)**序号来检查初始光束，并观察光束尺寸是否与所选阵列宽度相符。

使用足够的采样。当保护光束(Guard Beam)的尺寸相对于光束的非零幅度部分增大时，具有非零数据的点的数量将减少。可能需要增加采样以确保有足够的点对光束进行采样。

如果系统中有圆柱形或Toroidal光学元件，或者光束本身是像散的或变形的，请使用光束定义选项卡上的"分离X、Y(SeparateX, Y)"。X向和Y向分开传播极大地减少了精确采样所需的采样数，因为其使用了参考双球面而不是参考球体，并且双球面能够更有效地拟合变形的光束。

如果结果看起来难以置信，那么通过光学系统一次传播一个表面来调试传播过程，并分析结果的可信度。通常这个过程中会突出显示算法计算失败的表面。通常情况下，某些表面（如渐变折射率光学元件或高度倾斜的表面）最好通过光线追踪来处理。对于这些表面，请选择"用几何光线传播到下一个表面(Use Rays To Propagate To Next Surface)"选项。

想象一下波长为1.0微米（0.001mm），阵列宽度为64mm，采样点为64 x 64点的大直径光束，点之间间隔是1.0mm。现在想象光束通过焦距为100.0mm的准直透镜。焦点附近的采样间隔由下式给出：

$$\Delta x_2 = \frac{\lambda |z_2|}{n_x \Delta x_1}$$

这产生了0.0015625的新采样间隔和0.1mm的总宽度。为了在保持阵列宽度不变的情况下减小焦平面中的样本间距，必须增加$n_x \Delta x_1$的乘积。由于采样间隔是阵列宽度除以点数，因此点数和初始阵列宽度都必须加倍。如果像差非常大以致光束尺寸在焦平面上的阵列宽度的一个数量级以上，则阵列宽度必须增加。请注意，焦平面中的阵列宽度由下式给出：

$$n_x \Delta x_2 = \frac{\lambda |z_2|}{\Delta x_1}$$

增加阵列宽度可以通过增加点数来完成，同时保持初始阵列宽度不变。

值得注意的是，可以在任何表面手动调整光束采样和宽度。

有关在任何表面调整光束大小的信息，请参阅"表面特定设置(Surface specific settings)"。

请注意，光束质量将在终止面上折射或反射后计算。用户不应指定零厚度表面材料为物理光学传播做分析。

3.3.3.19. 算法假设(Algorithm Assumptions)

在用于物理光学建模的模型和算法中有很多数值近似。在某些情况下，其中一些假设会限制结果的准确性。主要假设如下：

角谱和菲涅尔衍射传播算法都是在光束"不太快"的情况下开发的。如果光束的F/#太低，两种理论都不能准确预测正确的衍射结果。随着传播通过瑞利范围边界，传播算法理论中的误差将表现为数据的不连续性，准确度的损失无法精确量化（如果OpticStudio可以精确量化误差，那么我们可以将其加以校正，以获得更精确的理论）。如果高斯引导光束束腰变得小于波长，OpticStudio将在传播报告中提示警告。一般来说，这是一个很好的规范，可以用来限制POP的准确性。与波长相比束腰较小的高斯光束（例如光纤）基本上可以看作是辐射到球体中的点光源。对于这种情况，光线模型是完全可以接受的。换句话说，不要将POP用于快速光束系统（小F数系统）！基于光线和基于POP的计算结果之间的巨大差异表现在非常慢（大F数系统）的衍射光束中，而不是快速光束，所以在OpticStudio中使用基于光线的计算方法可以对快速光束进行建模。具体而言，在光束快而衍射效应不明显的系统中，使用基于光线的光纤耦合算法而不是POP来获得快速、准确的结果，这适用于几乎所有光纤耦合系统。

标量衍射理论应用。忽略电场的矢量性质。对超高速光束，标量衍射理论无效，应谨慎对待结果。请注意，除了对近焦点处高速光束的传播以外，通常几何光线追迹都适用。尽管标量衍射理论的准确性没有确切的界限，但对于比F/1更快的光束，用标量理论建模准确度就不高了。正如前面的段落所解释的，这个限制是另一个不使用POP来分析高速光束的原因。

忽略表面结构的衍射效应。光栅、二元光学元件和钻石切削表面(diamond turned surfaces)具有复杂的微观表面结构，可显著影响局部电场，这种情况可能会，也可能不会影响光束传播。注意，单纯的光线追迹也忽略了表面结构，但已被证明非常有用并且能准确对这些元件进行建模分析。由光线追迹可充分建模的任何表面，使用物理光学传播也有很好的效果，因为光线追迹可用于计算在表面处的传递函数。

POP算法通常将电场分成两个局部正交的光束，用于参考电场相位的引导光束属性也沿这两个正交方向进行计算。如果光束入射到光学表面上，并且入射平面不与这些方向的投影对准，并且具有衍射光焦度(Diffractive Power) 的光学表面也不与这些投影方向对准的话，则POP算法不能准确预测衍射之后的电场，预测的光束看起来会有轻微的旋转。这种误差通常只有在光束入射极大倾斜的衍射光栅上，光栅衍射弯曲光束明显时才可

以观察到（即衍射级数为0，将描述与所知衍射级数明显不同的光路）。这些类型的系统通过传统的光线追迹能够很好地模拟。如果光束旋转明显，则不应该使用POP算法分析。

进行偏振光束分析时，光束输入和光纤模式（如果有的话）应该包含偏振电场数据。对于非偏振或随机偏振的输入光束，OpticStudio传播并计算两个正交偏振光束的平均值。 类似地，如果要进行偏振光束分析，并且使用ZBF文件或DLL来定义输入光束或光纤模式，但文件中或DLL中不包含偏振数据，则OpticStudio将通过非偏振数据创建偏振光束。所使用的方法是设定振幅和相位相等的两个正交的偏振电场，归一化并保持光束的总功率不变。此举允许系统进行偏振光束分析，包括光束经过膜层、界面和体介质(Bulk Media)时的情况。

3.3.3.20. 示例(Samples)

在OpticStudio中，许多示例文件展示了一些应用以及如何正确使用物理光学建模功能。这些文件位于<data>\Samples\Physical Optics文件夹中。这些文件描述也列在下方。由于物理光学传播所涉及的计算量很大，其中一些文件需要花费一些时间来计算和显示结果。

3.3.3.20.1. 自由空间传播(Free Space Propagation)

示例文件"Basic Propagation"举例说明了光束在自由空间中传播的情况。在表面1上高斯(Gaussian)光束的束腰半径是0.1mm。波长选择为 π 微米，因此瑞利范围为10.0毫米。在1个瑞利范围的距离位置，光束的尺寸扩大了

$\sqrt{2}$

，而且峰值辐照度下降到0.5。在2个瑞利范围的距离位置，峰值辐照度下降到0.2。在3个瑞利范围内，辐照度降低到0.1。

值得注意的是，使用Opticstudio厚度通常为负值的符号规则，光束可能会虚拟地向后传播。选择LDE中的任何表面作为"终止面(End Surface)"，将显示该面上的光束强度。注意，沿轴的光束相位具有正确的Gouy偏移。

3.3.3.20.2. 针孔孔径(A Pinhole Aperture)

示例文件"Pinhole Aperture"举例说明了空间滤波器。第一个透镜形成一个像差图像，可以通过选择终止面为表面5来观察该图像。表面6具有小孔光阑，其仅允许光束的中心部分通过。第二个镜头可以将光束准直。在表面10上可以看到空间滤波的光束。以下事项需要注意：

到达端面10的总能量下降到0.12w。针孔越小，到达端面的总能量越低。由于针孔的孔径会改变光束的属性，因此必须重新计算导航光束参数。注意在表面6上设置了（孔径）这个选项。

3.3.3.20.3. 透镜阵列(A Lens Array)

示例文件"Lenslet Array"使用用户自定义表面DLL文件"US_ARRAY.DLL"创建一个7x7矩形透镜阵列。焦距为100.0毫米，向导光束束腰将

聚焦为10微米。然而，透镜阵列形成多个焦点，要查看所有的汇聚光斑，需要高采样，以便可以看到所有汇聚光斑都没有混叠(Aliasing)。注意，可观察到光束强度降低并有明显向外扩展的像差。由于微透镜是矩形孔径，因此也可以在衍射图像点列中看到矩形结构。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3.3.3.20.4. Talbot成像(Talbot Imaging)

Talbot Imaging是指光束传播时物体形成了自身图像的性质。随着光束传播，物体在相位和幅度调制中都被还原出来。示例文件"Talbot Imaging"的表面1上有用户自定义孔径，其由20个矩形狭缝组成，类似光栅。传播20毫米时，展示了光栅的相位反转后Talbot图 像。再传播20毫米时，展示了光栅的恢复图像。由于光栅的尺寸有限，图像并不完美。值得注意的是，光栅中心附近的区域具有良好的图像效果。

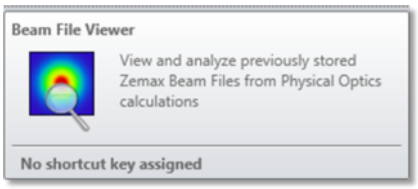
3.3.3.20.5. 菲涅尔透镜(Fresnel Lens)

示例文件"Fresnel Zone Plate Lens"举例说明了由同心环组成的孔径的聚焦能力。选择环形间距以阻挡来自每个其他菲涅尔区域的光束，

使得在200.0mm的距离处，从所有区衍射的光重构在一起并发生干涉。重构后的干涉图样在轴上产生明亮的聚焦点；光线追迹无法预测的效果。该文件还说明了菲涅尔波带片和焦点之间几个平面的光束强度，并注意由波带片边缘干涉引起的同心波纹。

由于OpticStudio没有多区域圆形孔径，通过在几个表面中的每一个表面上放置一个环形遮光环来创建波带片，并使得所有表面位于同一位置。"用几何光线传播到下一个表面(Use Rays To Propagate To Next Surface)"选项，可用于加速光束通过所有孔径表面的计算。

3.3.4. 光束文件查看器（Beam File Viewer）

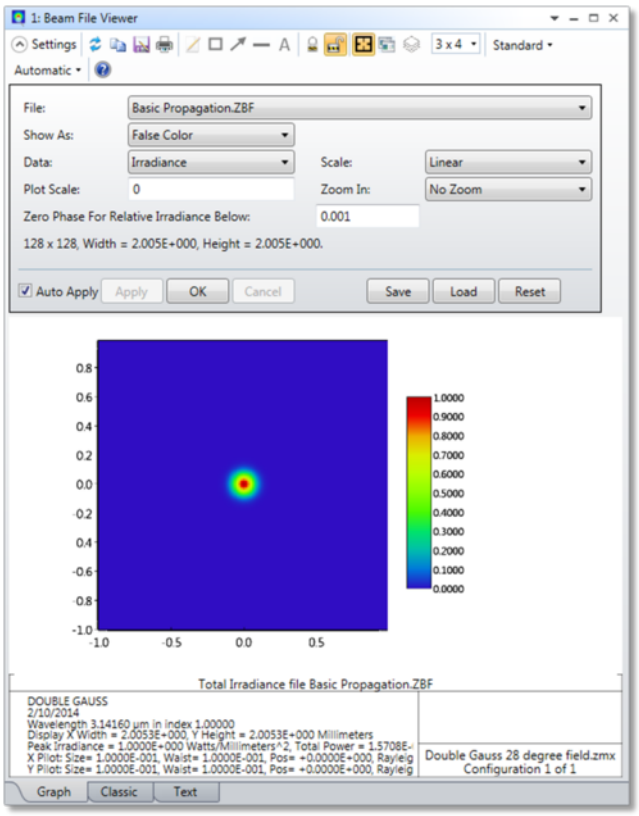


此功能可以查看和分析之前存储的Zemax光束文件（ZBF）。

这些文件可以是用户自定义的，也可以是由物理光学传播（Physical Optics Propagation）分析生成的。

另请参阅"关于物理光学传播（About Physical Optics Propagation）"部分。

关于ZBF文件格式的信息，请参阅"Zemax光束文件（ZBF）二进制格式（Zemax Beam File （ZBF） binary format）"。



可用设置为物理光学传播提供的设置的一部分。

为快速浏览仅按表面编号区别的一系列文件，请使用左右光标键。

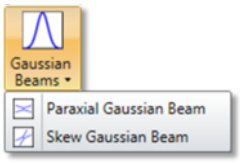
说明（**Description**） 使用此功能的主要优势是光束一旦经过光学系统后进行传播，可以使用上述物理光学传播（Physical Optics Propagation）功能，然后对光束文件进行分析和查看，不需要重新传播光束。每个表面的光束文件可以通过选择物理光学传播功能设置中的"保存所有面的光束（Save Beam At All Surfaces）"来生成。

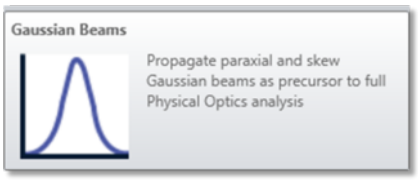
请参阅"关于光束投影的注释（Comments about beam projection）"部分。

ZBF文件保存在<pop>文件夹下（参阅文件夹（Folders））。

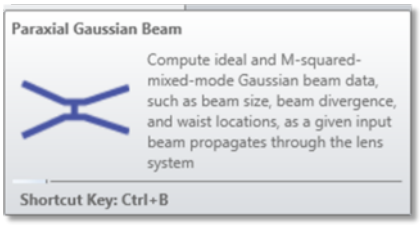
详述如果Zemax光束文件中的任何一条引导光束束腰宽度参数设置为0，则光束文件查看器（Beam File Viewer）将从原始电场数据中计算出引导光束参数。在此过程中，它将对所述数据应用全局相位偏移，以获得更准确的拟合。

3.3.5. 高斯光束(Gaussian Beams)



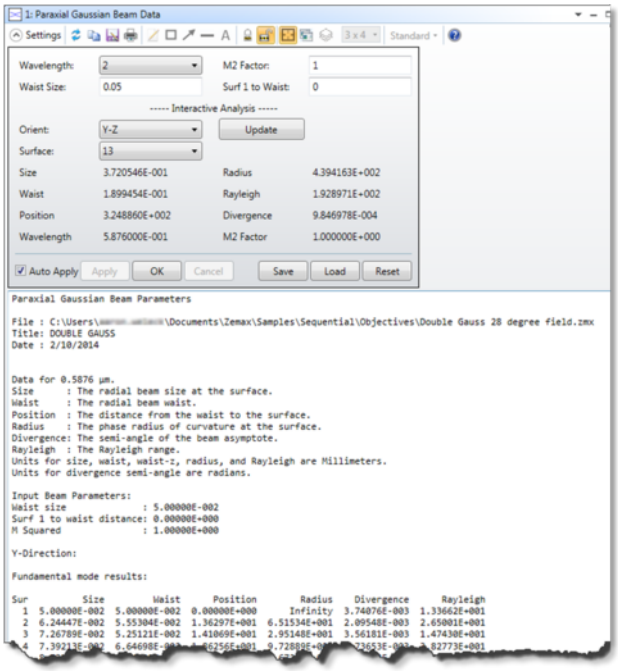


3.3.5.1. 近轴高斯光束(Paraxial Gaussian Beam)



使用Arnaud (1)给出的子午面中的两条近轴光线来计算旋转对称高斯光束的传播和变换。第一束光线以对应于束腰的距离平行于光轴。另一束光线从束腰所描述的平面的中心开始，并以等于光束发散角的角度进行传播。近轴高斯光束仅限于轴上简单的像散系统。

如需了解其它传播光束分析功能，请参阅"倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)"和"物理光学传播(Physical Optics Propagation)"。



波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

M2因子**(M2 Factor)** M平方质量因子，用于模拟理想、有像差或混合模式的高斯光束。详见说明部分。

束腰尺寸**(Waist Size)** 用镜头单位表示的物空间中的嵌入（完美TEM00模式）束腰径向尺寸。

表面**1**到束腰**(Surface 1 to waist)** 从表面1（不是物面）到束腰位置的距离。

当束腰在表面1的左边时，这一参数为负。

更新**(Update)** 定义各种输入光束参数后，单击"更新"将立即追迹指定的高斯光束，并在对话框中显示常规的结果。

方向**(Orient)** 选择对话框中显示的结果的方向。

☒Y-Z将在Y方向显示结果，因此在Y-Z平面中。

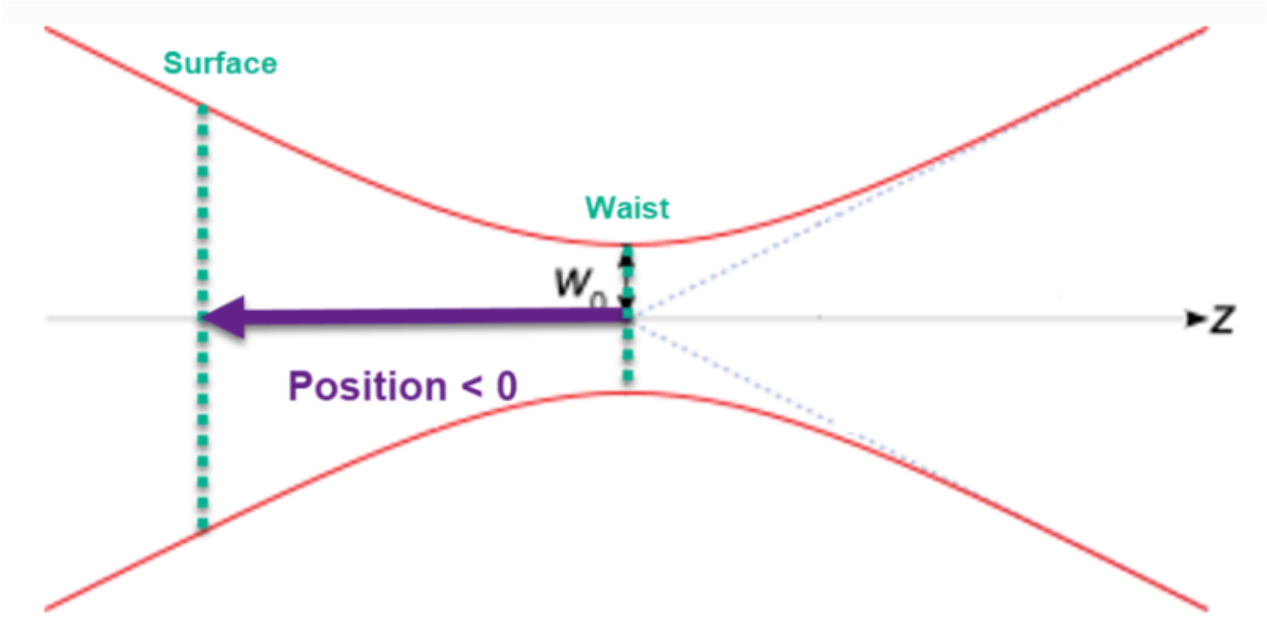
☒X-Z将在X方向显示结果，因此在X-Z平面中。

表面**(Surface)** 从下拉列表中选择在对话框中显示结果的表面。

详述**(Discussion)**

当给定的入射光束传播通过透镜系统时，本功能可计算出理想的和含有M2混合模式的高斯光束数据，例如光束尺寸、发散角和束腰位置。

请注意，位置数据报告了相对于高斯光束束腰的表面位置，因此负数值表明光束束腰位置位于所考虑表面的右边。



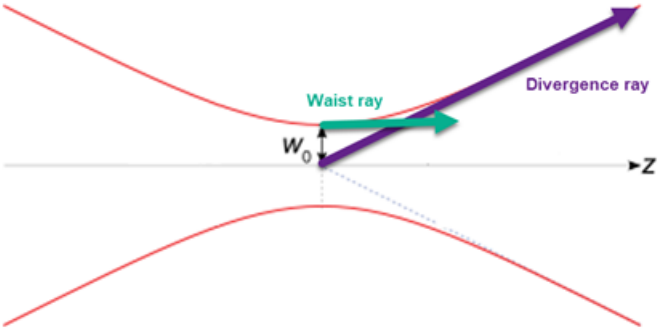
本说明是对高斯光束传播理论的简要介绍，有关高斯光束传播的更多详细信息，请参考说明的末尾处提到的文章。

总而言之，在简单像散的假设下，近轴高斯光束特征基于方程来传播和变换高斯光束，其中的项仅由两条近轴光线的高度和斜率组成。

这些近轴光线是：

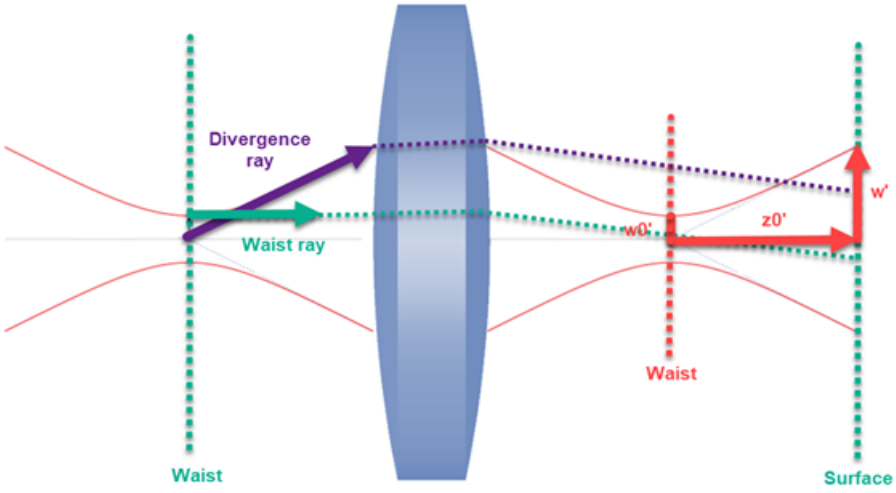
☒近轴束腰光线（与束腰处的输入光束相切）。在束腰处，近轴束腰光线由其高度y_w和方向v_w定义：v_w:y_w = waistv_w = 0

☒近轴发散光线（在无穷远处与输入光束相切）。在束腰处，近轴发散光线由其高度y_d和方向v_d定义：v_d:y_d = 0v_d = divergence



通过在X-Z平面和Y-Z平面中传播这2条近轴光线，可以计算任意表面的近轴高斯光束特性：

$$\omega' = (y_d'^2 + y_w'^2)^{1/2},$$
$$z_0' = (y_d' v_d' + y_w' v_w')/(v_d'^2 + v_w'^2),$$
$$\omega_0' = (y_w' v_d' - v_w' y_d')/(v_d'^2 + v_w'^2)^{1/2}.$$



其中：

- w'是光束尺寸
- z_0'是束腰位置
- w_0'是束腰
- y_w'和v_w'是近轴束腰光线在表面的高度和方向
- y_d'和v_d'是近轴发散光线在表面的高度和方向

如需了解有关高斯光束传播的更多信息，请参阅以下参考之一：

- (1) J. A. Arnaud, "Hamiltonian Theory of Beam Mode Propagation," in Progress in Optics, Vol. 11, E. Wolf, Ed. (North-Holland, Amsterdam, 1973).
- (2) A. E. Siegman, Lasers, University Science Books (1986), R. Herloski, S. Marshall, and R. Antos, "Gaussian beam ray-equivalent modeling and optical design"
- (3) Applied Optics Vol. 22, No. 8 p1168 (1983), M. W. Sasnett and T. F. Johnston, Jr., "Beam characterization and measurement of propagation attributes", Proc. SPIE Vol. 1414, p21 (1991)。

☒(4) A. E. Siegman, "New developments in laser resonators", Proc.SPIE Vol. 1224, p2 (1990)。

此分析的局限性**(Limitations of the Analysis)**

高斯光束是理想化的"完美"光束，这就限制了使用高斯光束分析的系统范围。此方法适用于以下情况：

1. 系统的像差在传播光束的区域周围可以忽略不计。因为高斯光束参数的计算基于近轴光线数据，其结果在大像差系统和不能用近轴光学理论解释的系统中是不可靠的。平面折叠反射镜不会使结果无效，但是倾斜和偏心的组件会使结果无效。
2. 系统和光束只是像散的。传播光束的方程隐含地在x和y中没有交叉相关性。

这一功能忽略所有的孔径，并假设高斯光束在系统所有透镜孔径中很好地传播。

如需了解离轴简单的像散高斯传播，请参阅"倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)"。

如需了解更多的常规光束传播分析功能，请参阅"物理光学传播(Physical Optics Propagation)"。

高斯光束概论**(Overview of Gaussian Beams)**

高斯激光光束由束腰尺寸、波长和物空间位置来描述。实际上，高斯光束是可以逼近但绝不可能达到的理想化光束。但是，实际激光光束可以通过具有理想特征和质量因子M2的"嵌入"高斯光束来很好地描述。M2可定义嵌入高斯模式的相对光束尺寸和发散角。M2的理想值是1，但实际激光的M2通常大于1。

此功能需要对初始输入嵌入光束属性和M2值进行定义。输入嵌入光束通过相对表面1（注意这不是物面，而是物体后的第一个面）的输入束腰位置和在此位置的束腰径向尺寸进行定义。OpticStudio之后将通过透镜系统传播此嵌入光束，每个表面的光束数据都被计算出来并显示在输出窗口中。OpticStudio计算X和Y方向的高斯光束参数。

默认光束参数**(Default Beam Parameters)**

OpticStudio默认束腰尺寸为0.05个镜头单位（不管镜头单位是什么），并且表面1到束腰距离为0。当然这意味着束腰就在表面1上。默认值可以通过单击"重置(Reset)"按钮来恢复。当计算并显示默认值后，可以输入其它的束腰尺寸和位置，并重新追迹新的高斯光束。

传播嵌入光束**(Propagation the Embedded Beam)**

一旦初始束腰和位置参数建立后，OpticStudio将通过系统追迹这一嵌入光束，并计算出径向光束尺寸、最细的径向束腰、相对于束腰的表面坐标、光束相位曲率半径、半发散角以及系统各表面的瑞利范围。OpticStudio在生成的文本列表上将这些参数分别称为尺寸(Size)、束腰(Waist)、束腰Z(Waist Z)、半径(Radius)、发散角(Divergence)和瑞利(Rayleigh)。

所有参数单位都是镜头单位，除了半发散角用弧度表示之外。嵌入高斯光束参数可以用下面的标准公式计算出来。

瑞利范围z_r可定义为：

$$z_r = \frac{\pi\omega_0^2}{\lambda}$$

相位曲率半径可定义为：

$$R(z) = z + \frac{z_r^2}{z}$$

其中z是到光束束腰的距离。任意z处的径向光束尺寸为：

$$\omega(z) = \omega_0\left[1+\left(\frac{z}{z_r}\right)^2\right]^{1/2}$$

其中 ω_0为光束束腰。光束的发散角由下式给出：

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\omega_0}{z_r}$$

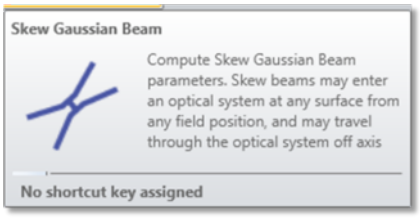
最后，Gouy偏移为高斯光束中心的相位：

$$\varphi = \tan^{-1}\frac{z}{z_r}$$

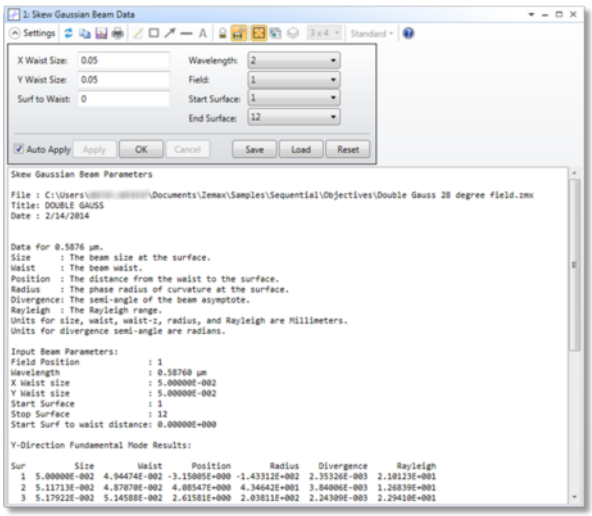
质量因子**(The Quality Factor)**

对于理想的嵌入高斯光束，上述所有结果都是正确的。对于有像差的混合模式的光束，Siegman在基本高斯光束模型的基础上进行了扩展。该方法使用了一个叫做光束质量因子的项，通常用M2表示。M2因子可看成是"乘以衍射极限"数，总是比1大。M2因子通过将嵌入高斯模式的光束尺寸和发散角缩放M倍，来确定真实的像差高斯光束的尺寸。注意，瑞丽范围和相位半径不能根据M缩放，但嵌入模式值可根据M缩放，如Siegman的定义。通常确定激光光束采用M2，而不是M，虽然实际上采用M对光束尺寸进行缩放。M2因子必须测量精确。如果M2因子设为1，即默认值，OpticStudio会计算上面提到的TEM00数据。如果M2大于1，OpticStudio会计算嵌入高斯光束参数和缩放数据。

3.3.5.2. 倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)



计算倾斜高斯光束参数。倾斜光束可以从任意视场位置入射到光学系统的任一表面，可以离轴传播。倾斜高斯光束参数可以通过实际光线进行计算，并且需考虑像散，但无需考虑高阶像差。另请参阅"近轴高斯光束"和"物理光学传播"。



X束腰尺寸**(X Waist Size)** 用镜头单位表示的"起始面"之前的空间中光束束腰的x方向径向尺寸。

Y束腰尺寸**(Y Waist Size)** 用镜头单位表示的"起始面"之前的空间中光束束腰的y方向径向尺寸。

表面到束腰**(Surface to waist)** 从"起始面"到束腰位置的距离。当束腰在起始面左边时，这一参数为负。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

起始面**(Start Surface)** 光束传播开始的表面。

终止面**(End Surface)** 光束传播结束的表面。

详述**(Discussion)**

有关高斯光束重要的背景知识，请参阅"近轴高斯光束"。

当给定的入射光束传播通过透镜系统时，此功能可计算出理想倾斜高斯光束数据，例如光束尺寸，发散角和束腰位置。光束不仅限于旋转对称系统轴上的光束，对任意角度的光束都可以追迹到光学系统中的任何位置。

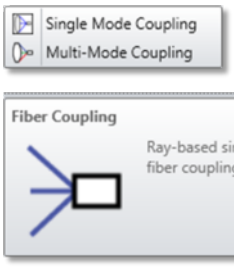
光束最初根据起始面之前的光学空间中X和Y方向的束腰尺寸进行定义。视场和波长设置可用来定义通过光学系统追迹的主光线。此主光线在整个传播过程中是倾斜高斯光束的轴。

x和y方向最初是按入瞳方向定义的。相对于主光线的+y方向被定义为，从入瞳主光线坐标指向坐标为Px=0,Py=1的入瞳边缘光线坐标的矢量。Px=1,Py=0边缘光线可定义+x方向。有关归一化光瞳坐标的详述，请参阅"归一化光瞳坐标"。

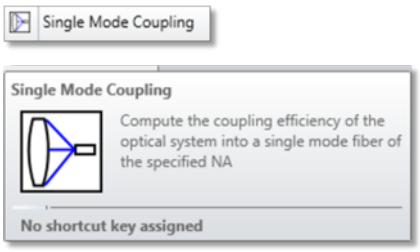
当主光线通过光学系统传播时，系统也会传播两条边缘光线，使用这两条边缘光线可定义每个光学空间的+x和+y方向。x和y方向列出的所有数据都是在此移动坐标系中测量的。

对于包含非序列元件组的系统，倾斜高斯光束功能的结果通常是不准确的。为了得到最精确的结果，可将非序列元件组替换为等价的序列元件组。

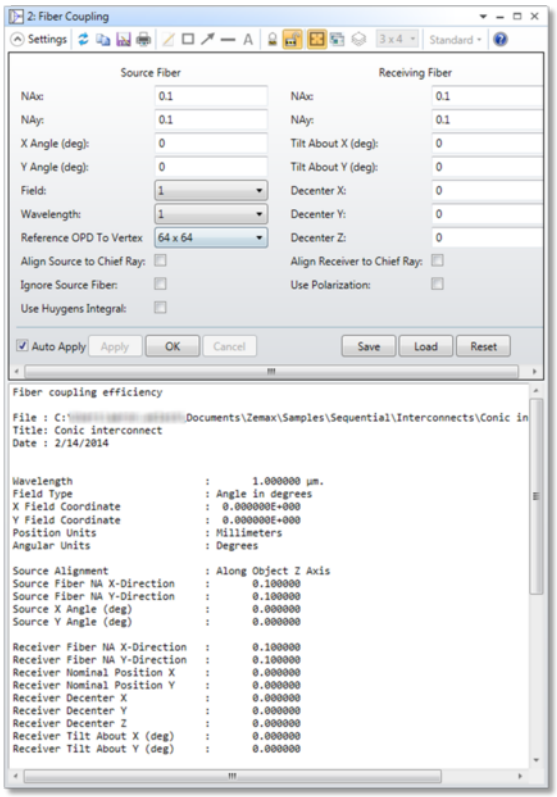
3.3.6. 光纤耦合**(Fiber Coupling)**



3.3.6.1. 单模光纤耦合(Single Mode Coupling)



此功能可计算单模光纤耦合系统的耦合效率。有关多模光纤耦合，请参阅"计算多模光纤效率(Calculating efficiency of multi-mode fibers)"。另请参阅"计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)"。



源光纤设置**(Source Fiber Settings)**

数值孔径**x/y(NA x/y)** 源光纤分别在物空间xz平面和yz平面的数值孔径。这是n乘以强度为$1/e^2$的点处的发散半角的正弦值。

X角度、**Y**角度**(Xangle，Yangle)**源光纤在物空间的旋转角度，单位为度，从源光纤的名义方向测量。X角度是在XZ平面上测得的角度，Y角度是在YZ平面上测得的角度。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

采样**(Sampling)** 数值积分时使用的网格尺寸。

源光纤对准主光线**(Align Source to Chief Ray)**若未选中，光纤方向沿物体z轴取向，以视场点为中心。若选中，光纤中心轴指向视场点的主光线方向。

忽略源光纤**(Ignore Source Fiber)**若选中，那么使用系统选项的孔径设置中指定的切趾类型和值来照亮光瞳。所有计算都要参考入射到入瞳上的总能量。

接收光纤设置**(Receiving Fiber Settings)**

数值孔径**x/y (NA x/y)** 接收光纤分别在像空间xz平面和yz平面的数值孔径。这是n乘以强度为$1/e^2$的点处的发散半角的正弦值。

关于**X**、**Y**旋转**(Tilt About X，Y)**接收光纤在像空间的旋转角度，单位为度，从接收光纤的名义方向测量。如果X和Y方向都指定了旋转，则先围绕X旋转再围绕Y旋转。注意，旋转是绕特定轴进行，所以绕X旋转就会靠近或远离Y轴。旋转在下述的XYZ偏心之后进行。

偏心**XYZ(Decenter XYZ)** 接收光纤在x/y/z方向的线性偏移，单位为镜头单位，从接收光纤的名义位置开始测量。偏移是在上述的XY旋转之前进行的。

接收光纤对准主光线**(Align Receiver to Chief Ray)** 若未选中，光纤在像面XY坐标(0.0, 0.0)上；若选中，光纤将在x和y上重新定位，以主光线与像面的交点位置为中心。在任一情况下，接收光纤都将沿像空间z轴取向，除非使用上面的控件旋转。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅"偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer))"。

使用惠更斯积分**(Use Huygens Integral)** 若选中，惠更斯PSF就会用于在接收光纤处的光束建模。计算惠更斯PSF比直接的基于光线的积分（如果此选项未选中）要慢许多。但是，有些情况需要完整的惠更斯PSF。在这些情况下，一般波前有严重的缺失或非连续性。建议不要勾选此选项。如果快速的光线积分不能精确地计算，光纤耦合将会是零并且会发出一个警告，提醒转换到惠更斯算法。

详述**(Discussion)**

此功能计算高斯型模式的单模光纤的耦合效率。有关多模光纤耦合，请参阅"计算多模光纤效率(Calculating efficiency of multi-mode fibers)"。有关光纤耦合更详细且更灵活的物理光学分析，请参阅"计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)"。

光纤耦合效率是基于双光纤模型或单光纤模型计算得到的。在双光纤模型中，来自源光纤的光线将充满或过度充满光学系统的入瞳。未被入瞳接收的能量丢失了，从而降低了总体效率。如果需要，在单光纤模型中可以忽略源光纤，此时将相对于进入入瞳的能量计算效率；效率进而随系统切趾变化（参见"切趾类型(Apodization Type)"）。

系统效率(S)是由入瞳收集的在考虑到渐晕和透射率（如果使用偏振）的情况下通过光学系统的能量总和，除以源光纤发射的能量总和：

$$S = \left[\frac{\iint_E t(x,y) F_s(x,y)\, dxdy}{\iint F_s(x,y)\, dxdy} \right]^2$$

其中*Fs*是源光纤的振幅函数，分子上的积分只在光学系统整个入瞳上进行，*t(x,y)*是光学系统的振幅透射函数。透射率由体吸收和光学膜层决定（如果偏振被选中）。如果源光纤被忽略，则分母上的积分只在整个入瞳上进行，如果有系统切趾，则*Fs*函数由该切趾决定。

光学系统的像差引起了相位差，这会影响到光纤的耦合。当会聚到接收光纤的波前模式与波前所有点的光纤在振幅和相位上的光纤模式完全吻合时，可以得到最大的耦合效率。使用数学运算可将此数据定义为光纤和波前振幅之间的一个归一化的重叠积分：

$$T = \frac{\left| \iint F_r(x,y) W'(x,y)\, dxdy \right|^2}{\iint F_r(x,y) F_r'(x,y)\, dxdy \iint W(x,y) W'(x,y)\, dxdy}$$

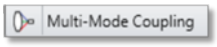
其中*Fr(x,y)*是描述接收光纤复振幅的函数，*W(x,y)*是描述光学系统出瞳波前复振幅的函数，符号’代表它们为复数共轭。注意，这些函数都是复数，所以它是一个相干重叠积分。

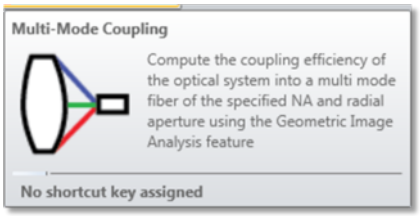
T的最大可能值是1，如果光纤振幅和相位与波前的振幅和相位之间有任何不匹配，这个值就会下降。

OpticStudio计算S和T的数值。全部的功率耦合效率是这几个数值的乘积。理论的最大耦合效率也可以计算出来；这个值是在忽略像差影响，但考虑渐晕、透射率和其它振幅不匹配的情况下得到的。

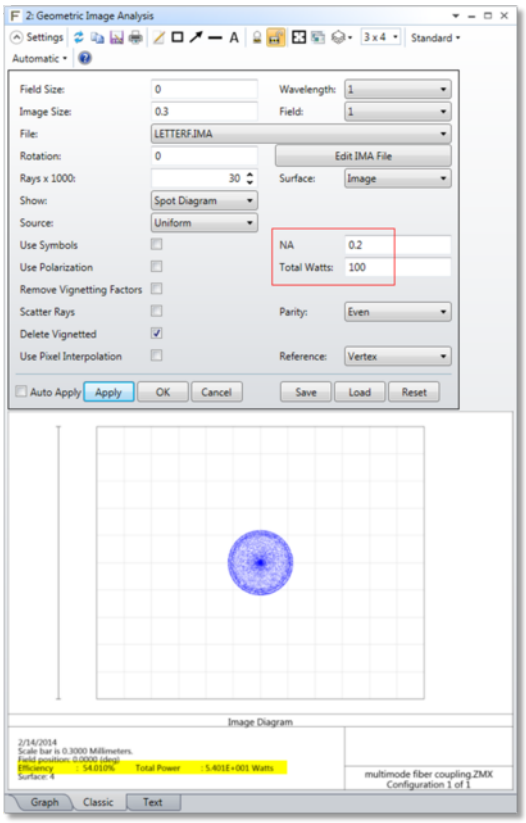
请注意，单模光纤耦合工具无法考虑分配给像面的材料。如需考虑接收光纤折射率的效应，请改用POP。

3.3.6.2. 多模光纤耦合(Multi-Mode Coupling)





使用"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"功能的NA设置，计算指定NA和径向孔径的多模光纤的光学系统耦合效率。

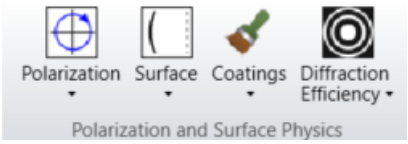


OpticStudio有一种算法可精确计算耦合进单模光纤的效率，有关详细信息，请参阅"光纤耦合效率(Fiber Coupling Efficiency)"。此外，也可参阅"计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling)"。

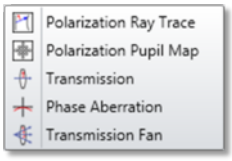
为估算多模光纤的耦合效率，可以使用几何逼近。将一个圆形孔径置于像面上或是像面前，且有适当的最大径向孔径表示纤芯尺寸。然后将NA（可参考前文）设置为光纤可接受的最大NA。然后可以通过对在指定的NA中通过中心孔径的光线求和来计算百分比效率。纤芯折射率为n_i，外包层折射率为n_o的典型多模光纤的NA为

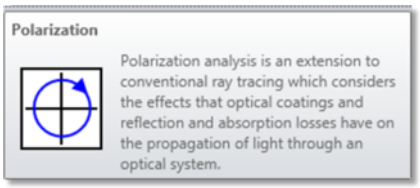
$$NA = \sqrt{n_i^2 - n_o^2}$$

3.4. 偏振与表面物理组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential UI mode))



3.4.1. 偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group))

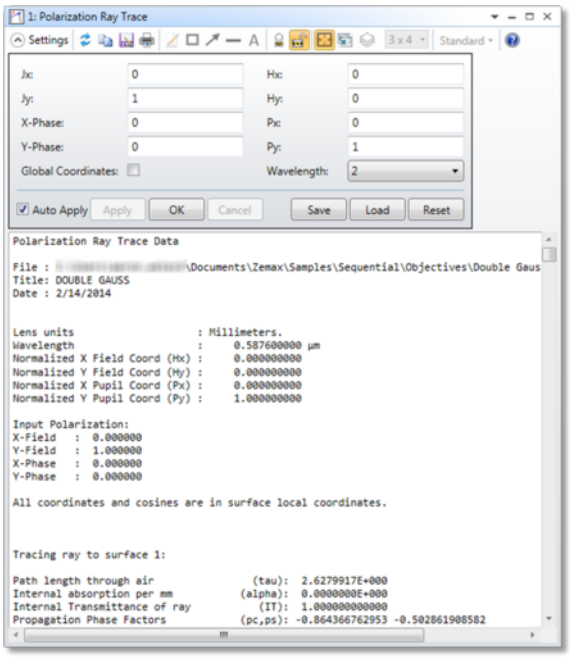




有关偏振计算的更多信息，请参阅手册中的"偏振分析(Polarization Analysis)"。

3.4.1.1. 偏振光线追迹(Polarization Ray Trace)

偏振光线追迹功能可生成一个文本窗口，显示单光线的所有偏振数据。



Jx、Jy(Jx, Jy) 琼斯电场。请参阅"定义初始偏振(Defining the initial polarization)"

X、Y相位(X, Y Phase) 琼斯电场X、Y分量的相位（以度为单位）。

Hx 归一化x-视场坐标。该值应介于-1至1之间。

Hy 归一化y-视场坐标。该值应介于-1至1之间。

Px 归一化x-光瞳坐标。该值应介于-1至1之间。

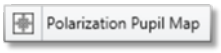
Py 归一化y-光瞳坐标。该值应介于-1至1之间。

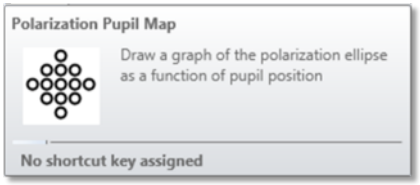
波长**(Wavelength)** 要追迹的光线的波长编号。

全局坐标**(Global Coordinates)** 如果选中，所有坐标和余弦数据都将在全局坐标（而非局部坐标）中提供。

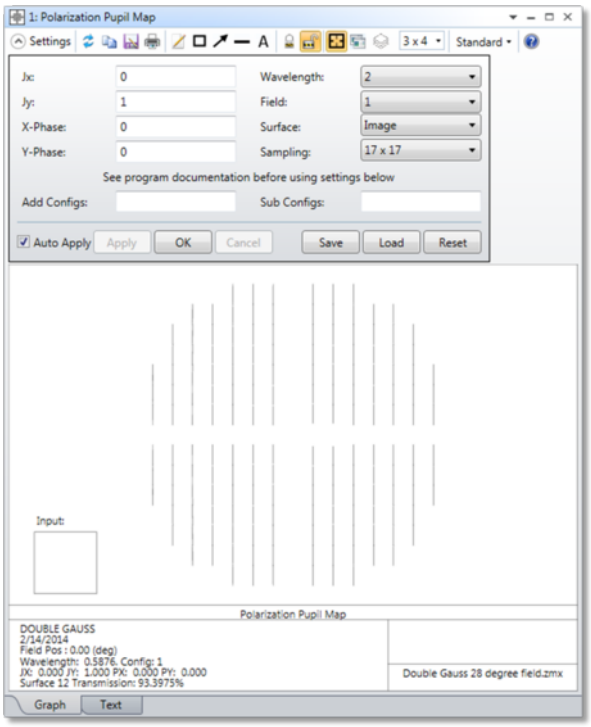
详述**(Discussion)** 该功能可将OpticStudio计算的所有数据制成表格，以便执行偏振光线追迹。请参阅"偏振分析(Polarization Analysis)"。

3.4.1.2. 偏振光瞳图（Polarization Pupil Map）





生成偏振椭圆随光瞳位置变化的图形。此图可帮助显示偏振随光瞳的变化。此功能还可用于计算使用其他结构（例如双折射偏振分光镜和干涉仪）的干涉光程建模的系统的透过率。



Jx、Jy（Jx, Jy） 琼斯电场。请参阅“定义初始偏振（Defining the Initial Polarization）”

X、Y相位（X, Y Phase） 琼斯电场X、Y分量的相位（以度为单位）。

波长**（Wavelength）** 要追迹的光线的波长编号。

视场**（Field）** 要追迹的光线的视场位置编号。

表面**（Surface）** 显示数据的表面。数据是通过指定表面折射后的数据。

采样**（Sampling）** 光瞳中采样的网格尺寸。

干涉相加结构**（Add Configs）**

干涉相减结构**（Sub Configs）** 如果将“干涉相加结构”和“干涉相减结构”设置留空，将计算单结构（在窗口顶部下拉菜单中选择，“当前”为默认设置）的偏振椭圆和透射，并且不考虑干涉效应。要对结构之间的干涉建模，请参阅下面的详述。

详述

偏振光瞳图包含两个选项卡：图形和文本。

图形选项卡展示了偏振椭圆。偏振椭圆是当光波在一个周期内传播时根据电场矢量追迹到的光线外形的表现形式。椭圆大小由光线透过率决定，通常随光瞳位置变化。有关偏振分析的更多信息，请参阅“偏振分析（Polarization Analysis）”。

分析窗口下方显示了透过率值。该值为设置内所选视场、波长与表面场景下的偏振光束透过率。透过率值的计算包含Ez。每个光束强度由Ex^2+Ey^2+Ez^2计算得出，依据结果平均数展示透过率。

文本选项卡展示了所计算的数据。文本将列出“Px”、“Py”、“Ex”、“Ey”、“强度”、“相位”和“方向”等值的大小。

- Px和Py是指归一化光瞳x坐标和y坐标。
- Ex和Ey为电场x方向分量和y方向分量。Ex和Ey都是复数。Ex = Exr + i Exi，其中Exr是Ex的实部，Exi是Ex的虚部。此处列出的值是振幅的大小，即sqrt(E*E)。Ex振幅 = sqrt(Exr^2+Exi^2)，Ey振幅 = sqrt(Eyr^2+Eyi^2)

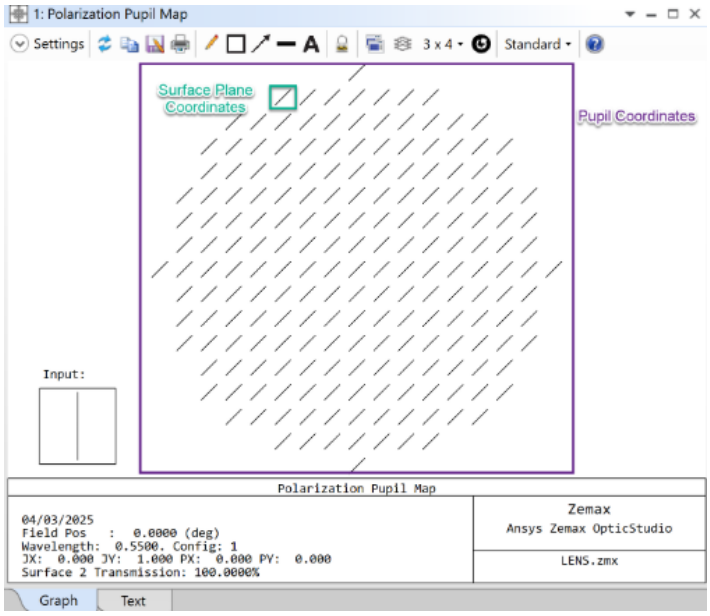
☒电场强度通过Ex^2 + Ey^2计算得出。假设Ez=0！

☒相位是Ex和Ey相位之间的相位差，以度为单位。请注意，如果电场的X或Y分量为0，则该分量的相位始终为0；这会影响Ex和Ey之间报告的相位差。

☒偏振椭圆长轴的方向角，以度为单位。

注意：偏振光瞳图假定光线接近平行于z轴，并且仅使用电场的Ex和Ey分量计算偏振椭圆。如果光线相对于z轴的角度很大，则此近似将无效。

此外，必须注意的是，为了保持成像系统（光束经常会聚焦）的准确性，偏振光瞳图会引用光瞳坐标系和局部图像（或任何选择的表面）平面坐标。如果我们想要评估光束不同部分的偏振如何变化，光瞳坐标是必要的，它是整体形状（大符号）的基础系统，而表面平面坐标是单个较小偏振椭圆的坐标。



对于两个结构之间的干涉建模

某些光学系统需要使用多个结构才能对完整的光束进行建模。最常见的示例是偏振分光镜使用单轴晶体分离正交偏振的入射电场。通常，这些分光镜对正交轴方向使用2个晶体，

每个晶体需要一个寻常光线追迹结构和一个非寻常光线追迹结构，因此这些系统总共需要4个结构才能对所有光线光程建模。

通过这些系统计算其透过率很复杂。如果单入射光线分为4条单独的光线，每个结构使用一条，则每条光线将承载一部分电场和能量。光线追迹不依赖于其它结构中的其它光线，这属于光线的基本特性。因此如果每条光线单独传播，则每条光线都将承载某部分电场。如果在两个或更多的结构中光线光程叠加，则必须考虑每条光程的相干叠加。

由于已考虑相位，因此部分光线会对其它光线产生相长干涉，而其它光线将产生相消干涉。这使得OpticStudio能够模拟各种效果，例如干涉仪（剪切或以其它方式）中的条纹，或来自各级的衍射光栅的干涉。但计算相干辐照度会涉及到一些假设。在物理学中，相消干涉是指能量已传播到非光线传播到的其它区域。同样，当相长干涉发生时，对许多光线的振幅总和求平方值会人为地、以非物理的方式增加光束的能量。OpticStudio不能确定能量会去何处（或者来自哪里），因此，在不增加假设的前提下无法保证相干辐照度计算中的能量守恒。

对于偏振光瞳图，可计算每个偏振分量的相干辐照度，只需对每条光线偏振分量的实部和虚部求和，计算该和的数量平方值，然后除以该像素的所有入射光线的偏振分量的相干振幅和的平方值，最后将此比率乘以该偏振分量的非相干辐照度。 这种方法使得计算出的相干辐照度在零数值和非相干辐照度范围内变化。但在这

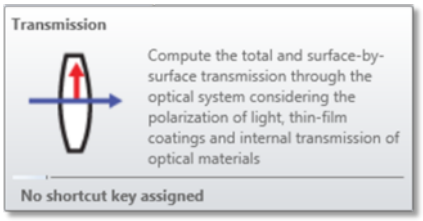
种情况下无法准确确定真正的相干辐照度，因为在上文所述的相长干涉和相消干涉的情况中，光线模型具有局限性。具体来说，在此计算中并不知道传播能量损失的位置。

为解决此难题，“干涉相加结构”和“干涉相减结构”可支持用户指定进行相干求和的结构。在“干涉相加”结构中将追迹所有光线，并且电场是相干求和值。在“干涉相减”结构中也会追迹所有光线，并且这些值是单独的相干求和值。作为相干求和的一部分，OpticStudio确定因“干涉相减”结构中光线之间的相消干涉而损失的能量值。此能量随后将被添加到“干涉相加”结构中，然后确定总透过率。要列出多个结构，请使用空格分隔结构编号。例如要将结构1和结构2定义为“干涉相加”结构，请输入“1 2”。

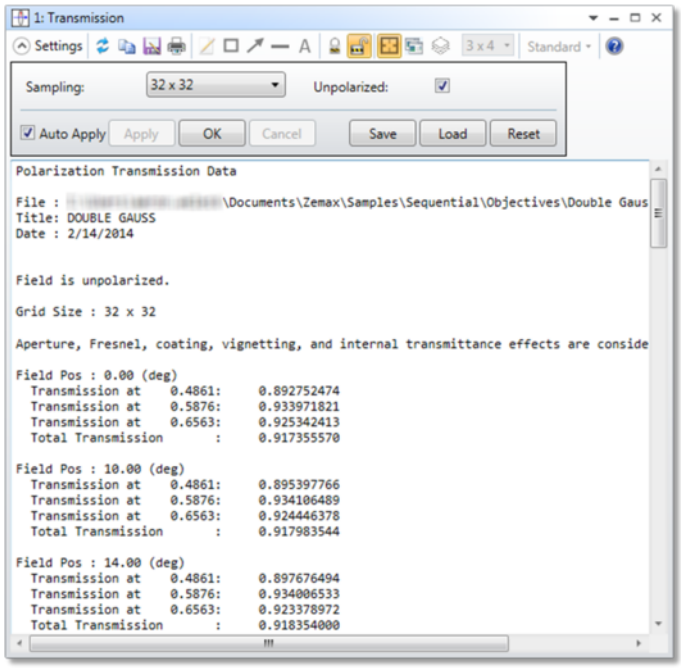
对于需要两个或更多结构（寻常和非寻常）才能追迹所有光束的双折射系统分析，此功能特别有用。这些计算也适用于其它系统，但在信任任何计算结果之前应特别小心。如果定义“干涉相加”和“干涉相减”结构时未反映光束实际干涉方式，则此功能可能会生成无意义或易于误解的结果。

除了相干添加多个结构以外，双折射系统还为用户提供了以下选择：通过使用寻常或非寻常折射率计算光线方向，然后考虑寻常光和非寻常光之间的相位差来追迹通过系统的光线。对于波片系统以及寻常光束和非寻常光束在很大程度上相重叠的其它系统，此功能很有用。有关更多详细信息，请参阅“双折射（Birefringent）”中的详述。

3.4.1.3. 透过率(Transmission)



在考虑偏振效应情况下，计算光学系统的综合透过率以及每个表面的透过率。



Jx、**Jy** 琼斯电场。请参阅"定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)"。

X、Y相位(X, Y Phase) 琼斯电场X、Y分量的相位（以度为单位）。

采样**(Sampling)** 指定光瞳密度。网格尺寸越大越准确，但计算时间会增加。

无偏振**(Unpolarized)** 如果选中，将忽略电场定义并执行无偏振计算。

详述**(Discussion)**

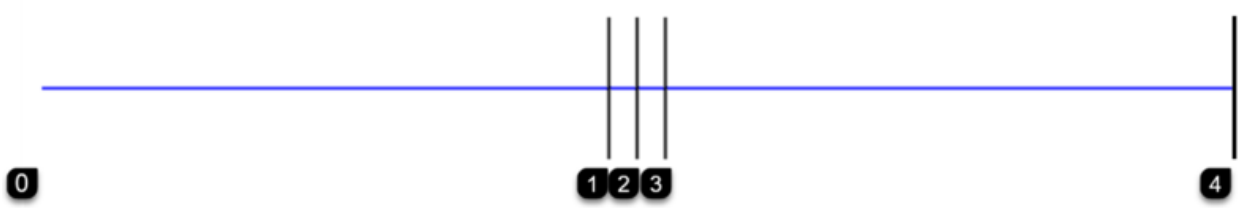
此功能会针对每个视场位置和波长将指定偏振的光学系统的综合透过率制成表格。透过率将被计算为百分比数，如果没有吸收、反射或渐晕损失，则使用100%作为透过率。透过率计算会考虑渐晕因子、因孔径或遮阑所导致的渐晕、因光线追迹错误所导致的光线剪裁、表面菲涅尔反射或膜层损失以及因吸收所导致的体内透射。

此外，针对每个视场和每个波长的表格也显示了主光线的相对透过率("Rel. Tran")和总透过率("Tot.Tran")。

相对透过率可用于计算特定表面的透过率，而总透过率可用于计算所有表面直至并包括特定表面的透过率。这可以确定严重表面损失出现在何处。

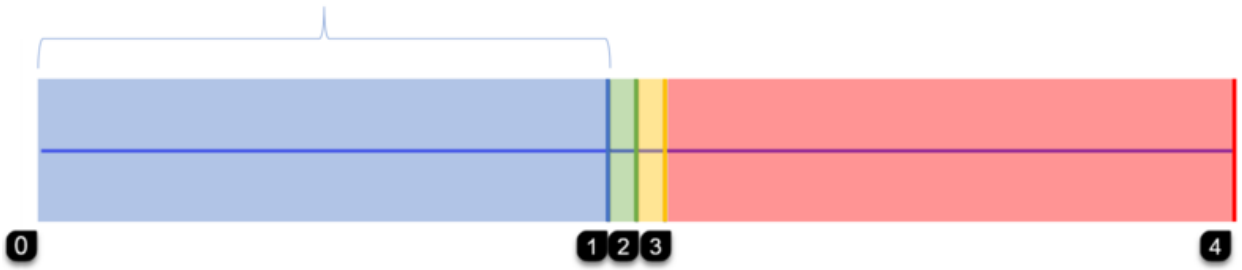
在计算表面（表面N）的相对透过率时，将考虑前面材料的透过率，以及界面处膜层的透过率。换言之，相对透过率将报告前面材料的整体透过率(surf N-1)和当前膜层的透过率(surf N)。如需了解更多详细信息，请参见下图。

考虑具有一个物体(surf 0)和四个额外平面的系统。表面编号如下。



对于此分析，表面1的相对透过率计算直接在表面0的界面之后开始，并在表面1的界面之后直接结束。

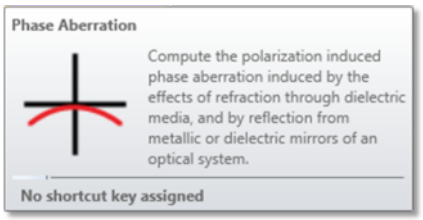
相对透过率(surf n) = 材料厚度(surf n-1) + 膜层(surf n)



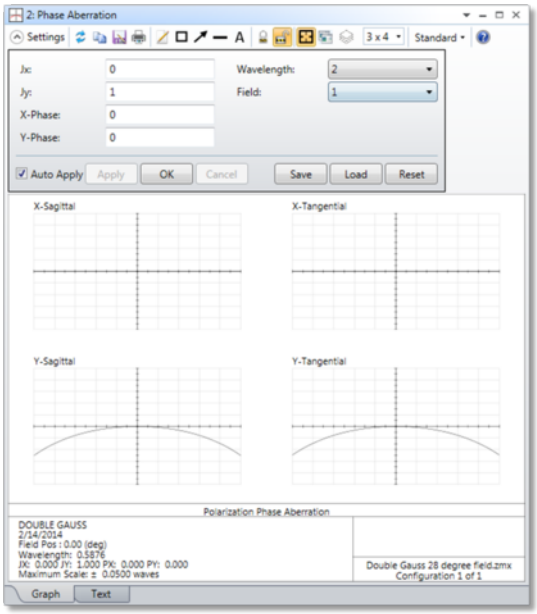
Surf #	Relative transmission value
Surf 1	Thickness (Surf 0) + coating (Surf 1)
Surf 2	Thickness (Surf 1) + coating (Surf 2)
Surf 3	Thickness (Surf 2) + coating (Surf 3)
Surf 4	Thickness (Surf 3) + coating (Surf 4)

另请参见"相对照度(Relative Illumination)"。

3.4.1.4. 相位像差(Phase Aberration)



计算光学系统的偏振引起的相位像差。



Jx、**Jy**琼斯电场。请参阅"定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)"

X、**Y**相位**(X, Y Phase)**琼斯电场X、Y分量的相位（以度为单位）。

波长**(Wavelength)** 要追迹的光线的波长编号。

视场**(Field)** 要追迹的光线的视场位置编号。

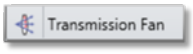
详述**(Discussion)**

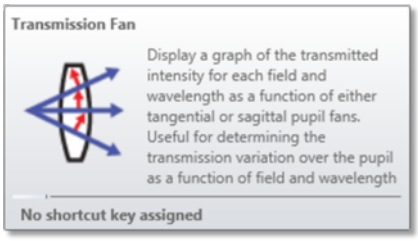
偏振相位像差是由电介质的折射效应以及金属或介质镜的反射引起的。此功能计算像空间中指定视场位置和波长的偏振相位差，以电场矢量的X和Y方向作为入射瞳坐标的函数。像差被定义为电场在一个方向上的相位变化，例如X或Y，作为光瞳位置的函数。例如，如果主光线在X方向的电场是(0.7+0.7i)（注意，电场值是复杂的），并在光瞳的其他点的电场在X方向是(-0.7 + 0.7i)，那么这些点之间的偏振相位像差是四分之一波（相位Ex从45度变化到135度，或四分之一波）。请注意，这与Ex和Ey电场之间的相位差完全不同，后者描述了偏振状态（例如线性或圆形等）。关于Ex和Ey之间的相位差，请参阅"光焦度光瞳图(Power Pupil Map)"。

与通常的OPD图一样，偏振相位像差以主光线为参考。然而，在某些情况下，主光线相位无法在两个方向上同时确定。例如，在轴对称系统中，如果入射偏振在Y方向上是线性的，则主光线在X方向上的强度为零，因此X相位是不确定的。对于光瞳中的其他光线，通常存在轻微的偏振旋转，因此在X方向上的电场会产生有效的相位角。为了避免相位的这种不连续性，OpticStudio在主光线的两侧平均两条光线，以插入主光线相位。在某

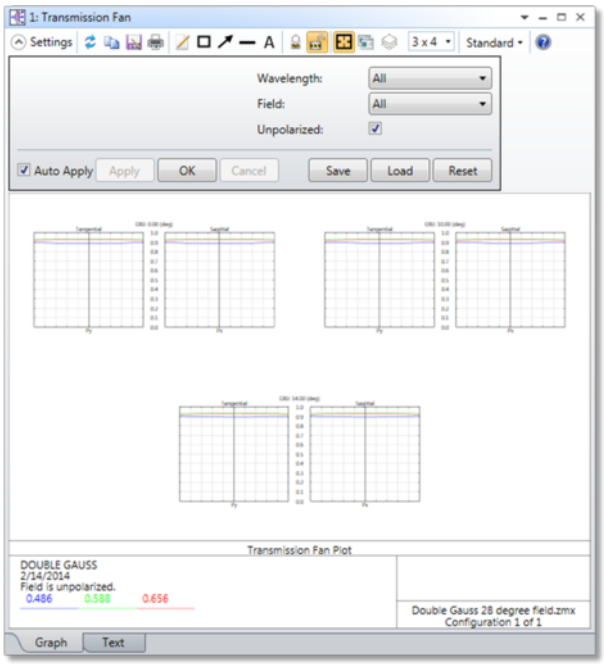
些情况下，即便使用这种平均技术，问题也仍然可能出现。在所有情况下，相位数据仍然有效，因为如果强度为零，相位像差对像质没有影响。

3.4.1.5. 透射光扇(Transmission Fan)





生成每个视场和每个波长随子午或弧矢光扇变化的透射强度图。



Jx、**Jy** 琼斯电场。请参阅"定义初始偏振(Defining the Initial Polarization)"。

X、**Y**相位**(X, Y Phase)** 琼斯电场X、Y分量的相位（以度为单位）。

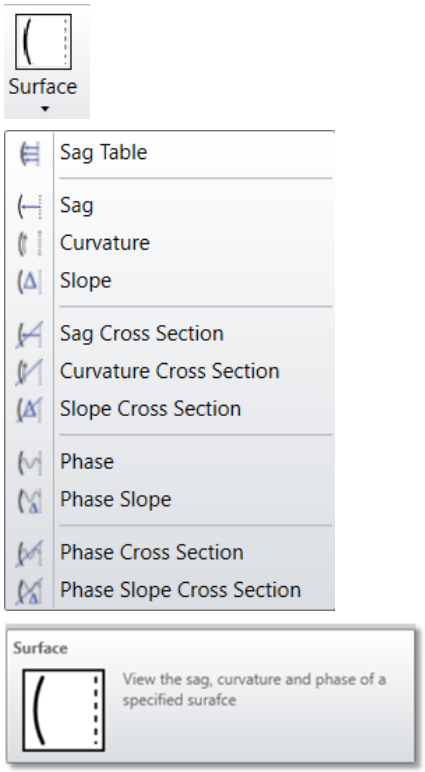
波长**(Wavelength)** 要追迹的光线的波长编号。

视场**(Field)** 要追迹的光线的视场位置编号。

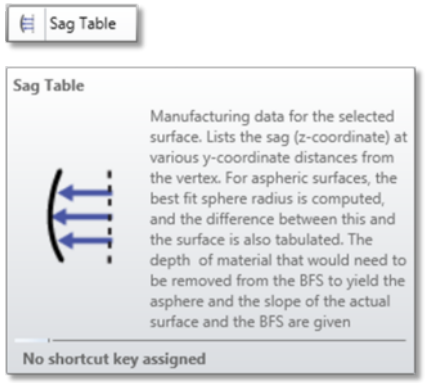
无偏振**(Unpolarized)** 如果选中，将忽略电场定义并执行无偏振计算。

详述**(Discussion)** 偏振光透射光扇图很有用，可确定随视场和波长变化的光瞳透射变化数据。请参阅"偏振分析(Polarization Analysis)"。

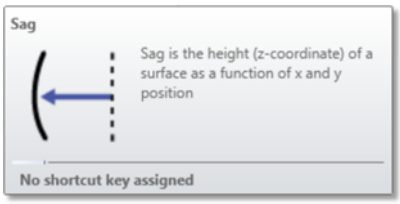
3.4.2. 表面（Surface）



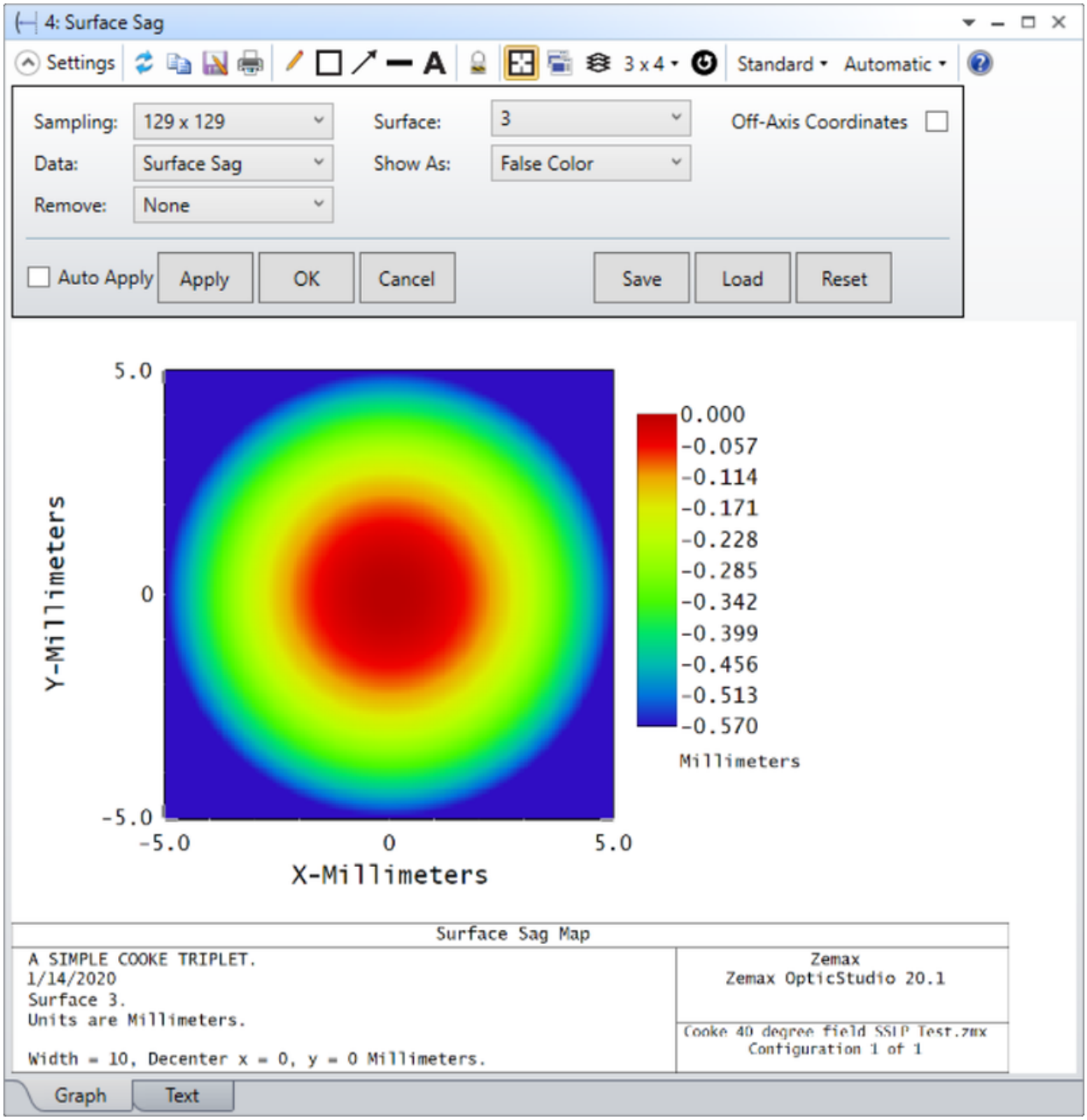
3.4.2.1. 矢高表(Sag Table)



3.4.2.2. 表面矢高(Surface Sag)



将表面矢高显示为2D彩色或等高线图，或显示为3D表面图。



采样**(Sampling)** 使用的网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

等高线格式**(Contour Format)** 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参阅下面的"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。等高线已使用镜头单位定义。

表面**(Surface)** 将计算和显示矢高的表面编号。

数据**(Data)** 选择表面矢高。

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰度或伪彩图作为显示选项。

轴外坐标**(Off-Axis Coordinates)** 当勾选此选项后，绘图将考虑表面的"表面属性(Surface Properties)"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

此选项不支持在面顶点有倾斜项的面，如倾斜面类型。

移除**(Remove)** "移除"选项包含以下移除选项："无(None)"、"基本半径(Base Radius)"、"最佳拟合球面(Best Fit Sphere)"、"基本矢高(Base Sag)"或"复合矢高(Composite Sag)"。

如果选中"基本半径"，则将从当前矢高中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准(Criterion)"。"标准"部分将对移除最佳拟合球面的选项进行说明。

如果选择"基本矢高"，分析显示：

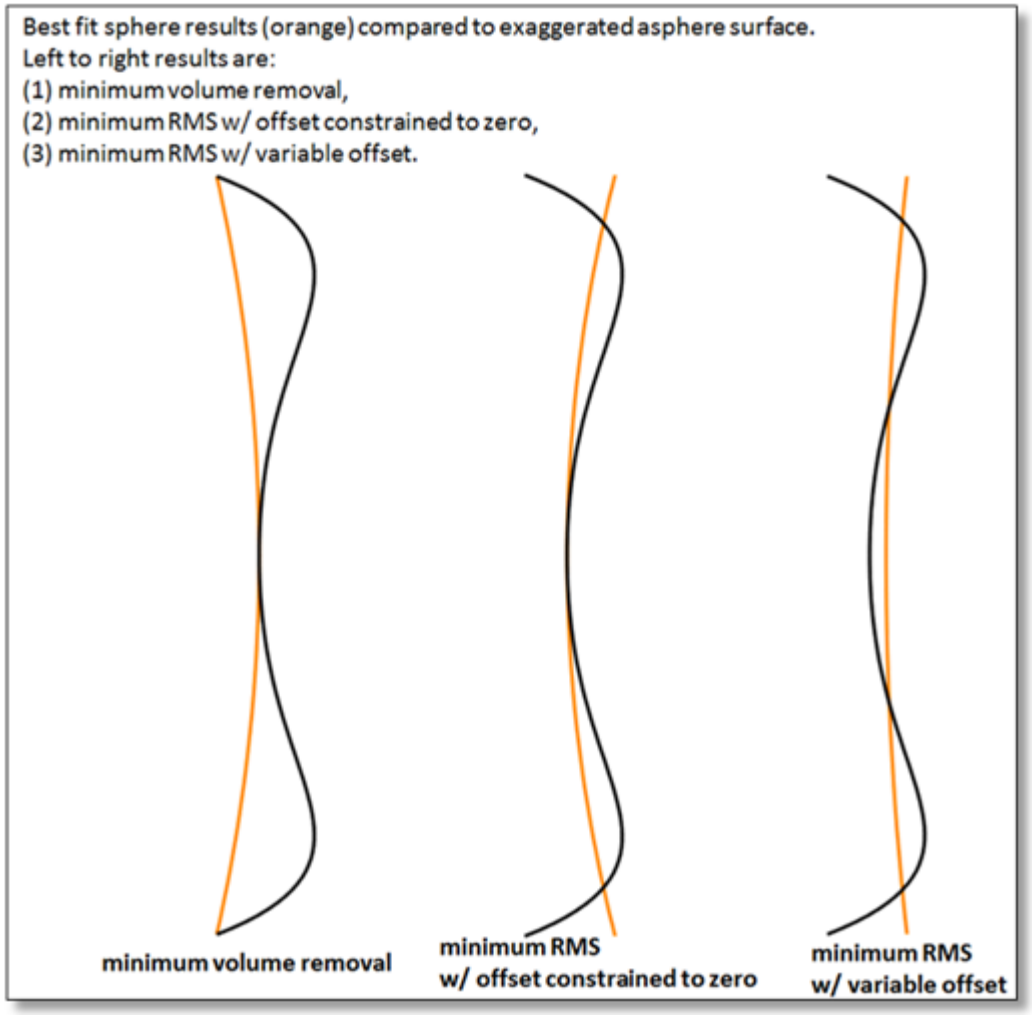
☒如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于可视化由FEA数据引起的矢高的微小变化。

☒如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于可视化添加到复合基面的复合组件面分布。

如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面。

标准**(Criterion)** 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积(Minimum Volume)"、"RMS，无偏移(RMS, no offset)"、"RMS，有偏移(RMS, with offset)"选项。选中"最小体积"时会显示一个标记为"翻转方向(Reverse Direction)"的新的复选框。翻转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

下图更清晰地展示了这一点：



详述**(Discussion)**：该功能用于说明表面上存在的任何孔径的大小和形状；即使孔径已偏离中心。对XY平面点的均匀网格计算矢高，并且矢高的Z值为显示值。

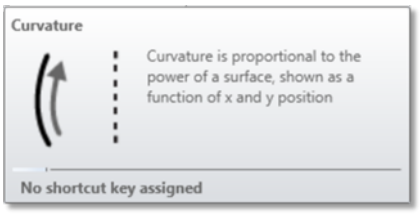
另请参阅下面介绍的"表面相位(Surface Phase)"功能。

等高线格式字符串

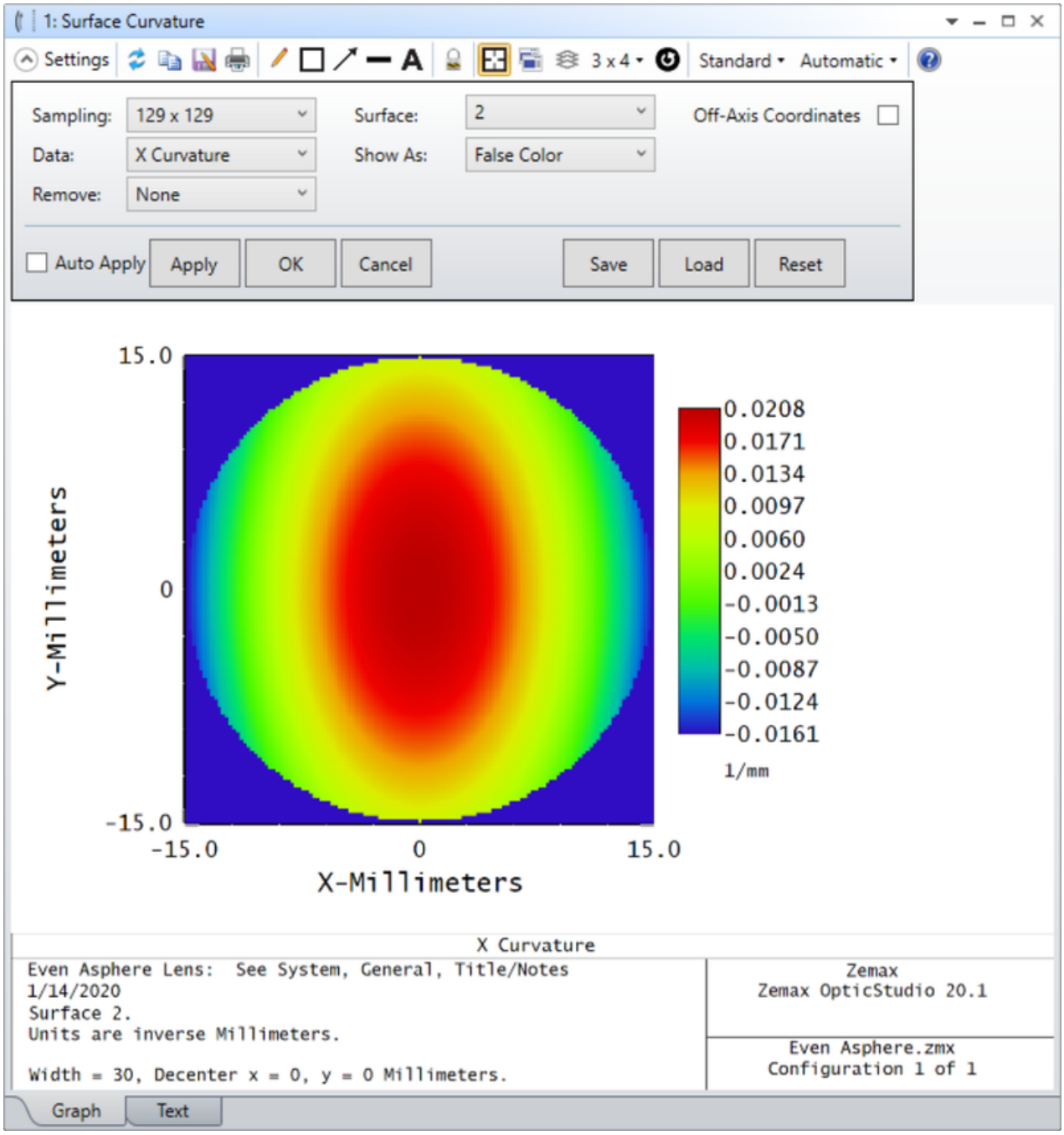
等高线格式字符串允许控制等高线图的外观。

如果留空，则选择默认等高线间隔。如果输入单个值，则将等高线间隔设定为该值。例如，如果输入0.05，则等高线间隔为0.05。如果输入以空格分隔的多个值，则仅绘制这些等高线。例如，如果输入"0.80.50.2"，则仅绘制这三条等高线。如果指定等高线设置导致要绘制的等高线过多，将选择默认等高线数量。

3.4.2.3. 表面曲率（Surface Curvature）



将表面的子午、弧矢、x曲率或y曲率显示为2D彩色或等高线图，或显示为3D表面图。



采样（**Sampling**） 使用的网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

等高线格式（**Contour Format**） 等高线格式字符串。该选项仅在选中"显示为（Show As）"下的"等高线（Contour）"时才会出现。有关等高线格式字符串语法的详述，请参见"等高线格式字符串（The Contour Format String）"。等高线已使用镜头单位定义。

表面（**Surface**） 将计算曲率的表面编号。

数据（**Data**） 选择子午、弧矢、x或y曲率或模量。模量被定义为曲率矢量的最大长度。

显示为（**Show As**） 选择表面图、等高线图、灰阶等级或伪彩图作为显示选项。

轴外坐标（**Off-Axis Coordinates**） 如果选中，绘图将考虑表面的"表面属性（Surface Properties）"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

移除（**Remove**） "移除"选项包含以下移除选项："无（None）"、"基本半径（Base Radius）"、"最佳拟合球面（Best Fit Sphere）"、"基本矢高（Base Sag）"或"复合矢高（Composite Sag）"。

如果选中"基本半径"，则将从当前曲率中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准（Criterion）"。"标准"部分将对"移除最佳拟合球面"的选项进行说明。

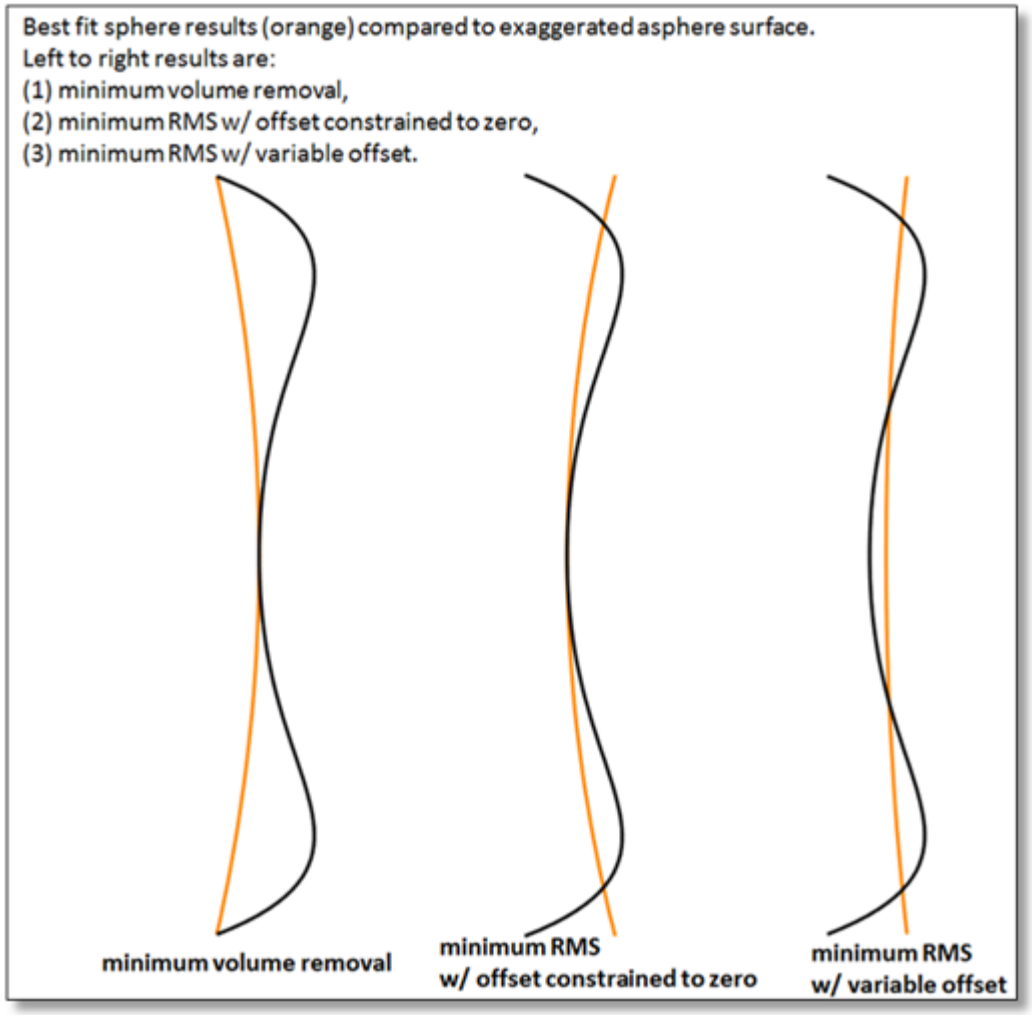
如果选择"基本矢高"，分析显示：

- 如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于将FEA数据引起的矢高的微小变化可视化。
- 如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于可视化添加到复合基面的复合组件面分布。

如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面

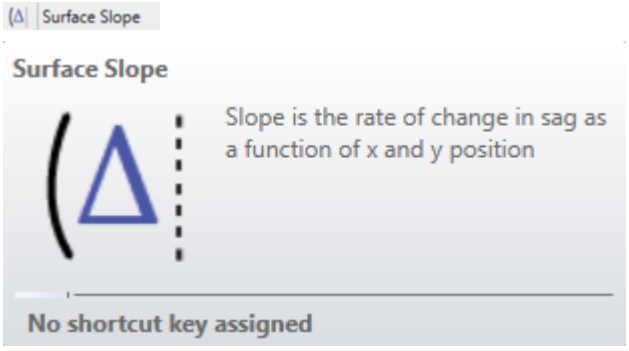
标准（**Criterion**） 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积（Minimum Volume）"、"RMS，无偏移（RMS, no offset）"、"RMS，有偏移（RMS, with offset）"选项。选中"最小体积"时，会显示名称为"翻转方向（Reverse Direction）"的另一个复选框。翻转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

下图更清晰地展示了这一点：

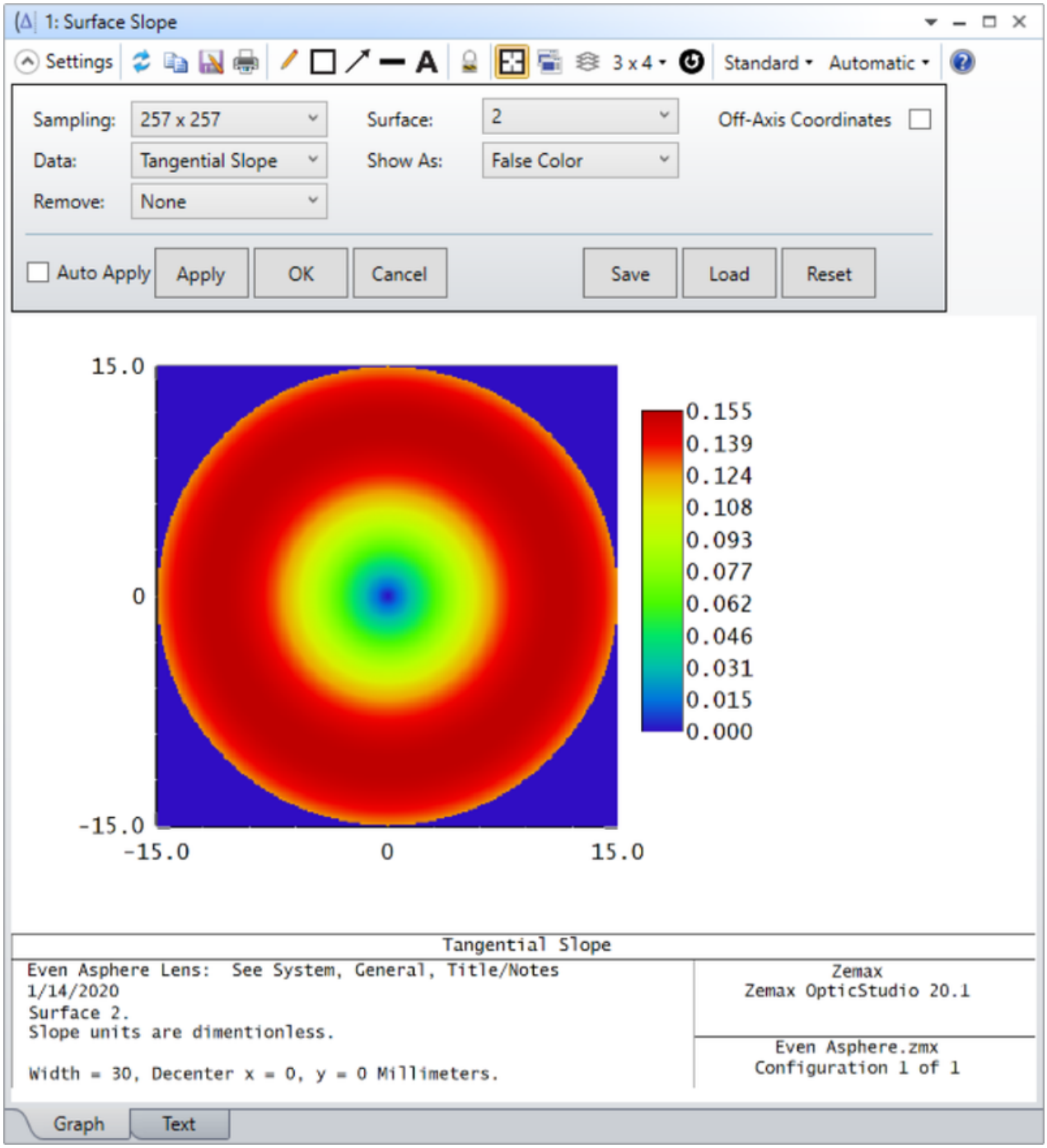


详述（**Discussion**） 该功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。

3.4.2.4. 表面斜率（Surface Slope）



将表面的子午、弧矢、x斜率或y斜率显示为2D彩色或等高线图，或显示为3D表面图。



采样（**Sampling**） 使用的网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

等高线格式（**Contour Format**） 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参阅下面的"等高线格式字符串（The Contour Format String）"。等高线已使用镜头单位定义。

表面（**Surface**） 将计算和显示斜率的表面编号。

数据（**Data**） 选择子午、弧矢、X或Y斜率或模量。模量被定义为斜率向量的最大长度。

显示为（**Show As**） 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩图作为显示选项。

轴外坐标（**Off-Axis Coordinates**） 当勾选此选项后，绘图将考虑表面的"表面属性（Surface Properties）"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

移除（**Remove**） "移除"选项包含以下移除选项："无（None）"、"基本半径（Base Radius）"、"最佳拟合球面（Best Fit Sphere）"、"基本矢高（Base Sag）"或"复合矢高（Composite Sag）"。

如果选中"基本半径"，则将从当前斜率中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准（Criterion）"。"标准"部分将对"移除最佳拟合球面"的选项进行说明。

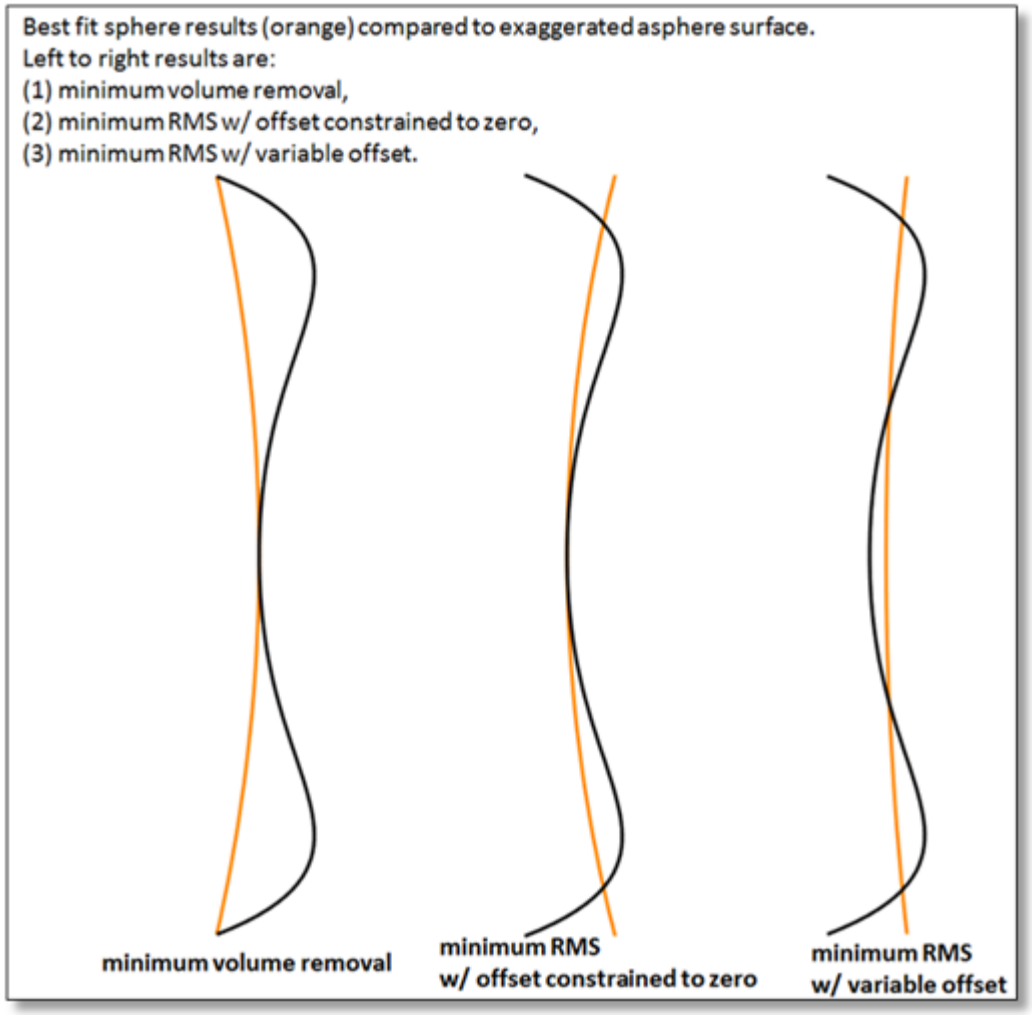
如果选中"基本矢高"，则会显示分析结果：

- 如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于查看由于FEA数据引起的微小矢高变化。
- 如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于可视化添加到复合基面的复合组件面分布。

如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面

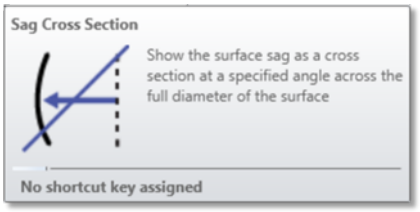
标准（**Criterion**） 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积（Minimum Volume）"、"RMS，无偏移（RMS, no offset）"、"RMS，有偏移（RMS, with offset）"选项。选中"最小体积"时会显示标记为"反转方向"的另一个复选框。反转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

下图更清晰地展示了这一点：

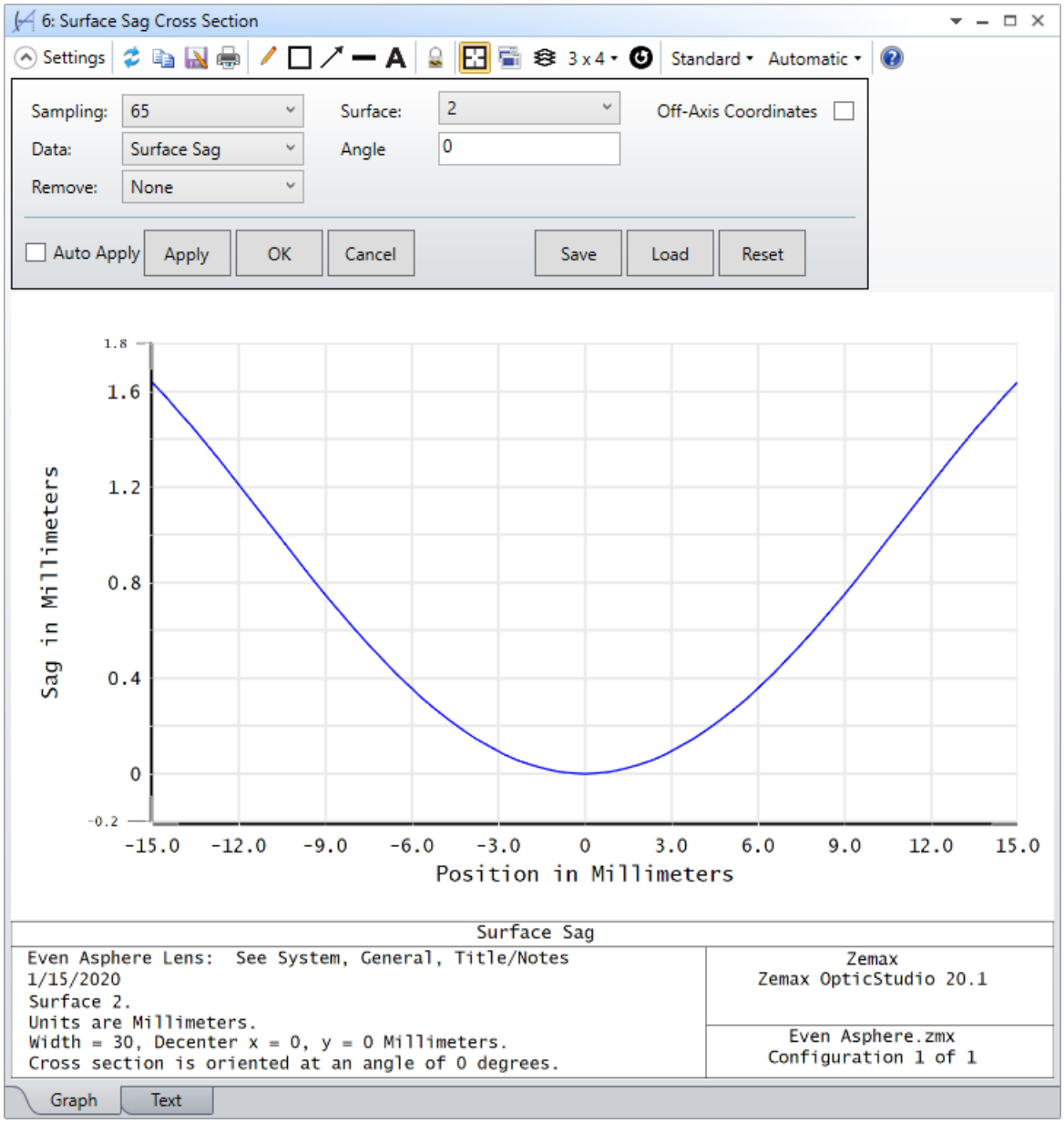


详述（**Discussion**） 该功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。

3.4.2.5. 表面矢高截面图(Surface Sag Cross Section)



将表面矢高显示为截面图。



采样**(Sampling)** 采样可以是33、65等。

表面**(Surface)** 计算并显示矢高的表面编号。

数据**(Data)** 选择表面矢高。

角度**(Angle)** 选择相对于截面图局部x轴的方向角（以度为单位）。

轴外坐标**(Off-Axis Coordinates)** 当勾选此选项后，绘图将考虑表面的"表面属性(Surface Properties)"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

移除**(Remove)** "移除"选项包含以下移除选项："无(None)"、"基本半径(Base Radius)"、"最佳拟合球面(Best Fit Sphere)"、"基本矢高(Base Sag)"或"复合矢高(Composite Sag)"。

如果选中"基本半径"，则将从当前矢高中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准(Criterion)"。"标准"部分将对移除最佳拟合球面的选项进行说明。

如果选择"基本矢高"，分析显示：

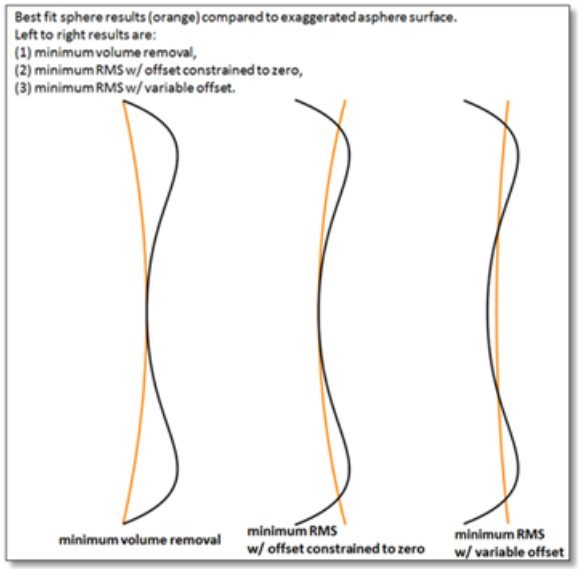
☒如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于可视化由FEA数据引起的矢高的微小变化。

☒如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于可视化添加到复合基面的复合组件面分布。

如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面。

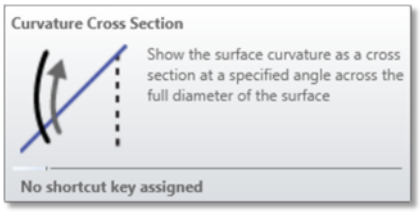
标准**(Criterion)** 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积(Minimum Volume)"、"RMS，无偏移(RMS, no offset)"、"RMS，有偏移(RMS, with offset)"选项。选中"最小体积"时会显示另一个标记为"翻转方向(Reverse Direction)"的复选框。翻转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

下图更清晰地展示了这一点：

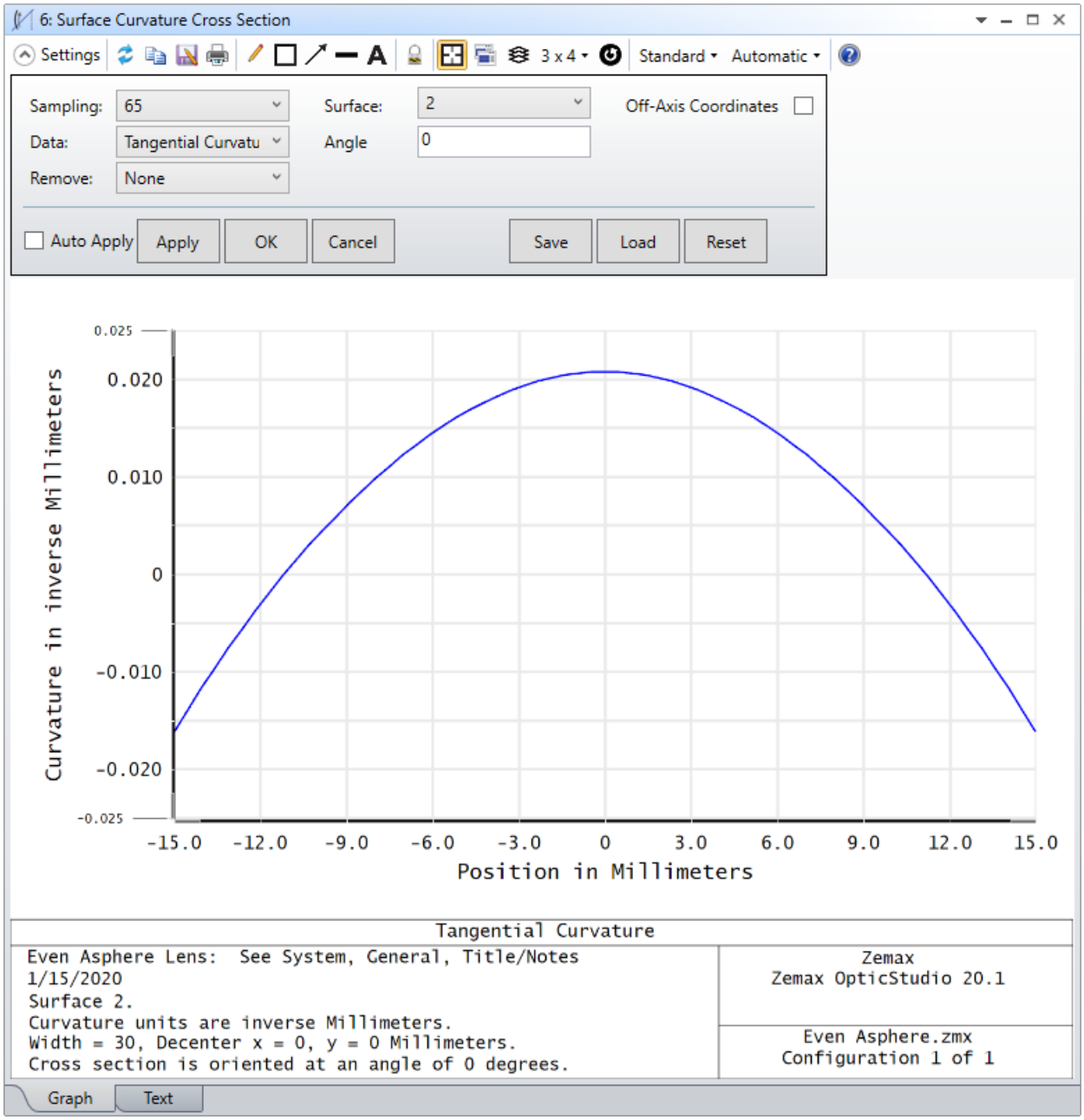


详述**(Discussion)** 此功能可计算整个表面通光口径或直径上的表面矢高截面图。另请参阅"表面相位截面图(Surface Phase Cross Section)"功能。

3.4.2.6. 表面曲率截面图（Surface Curvature Cross Section）



将表面曲率显示为截面图。



采样（**Sampling**） 采样可以是33、65等。

表面（**Surface**） 将计算和显示曲率的表面编号。

数据（**Data**） 选择子午、弧矢、X、Y或模量。模量被定义为斜率向量的最大长度。

角度（**Angle**） 选择相对于截面图局部x轴的方向角（以度为单位）。

轴外坐标（**Off-Axis Coordinates**） 如果选中，绘图将考虑表面的"表面属性（Surface Properties）"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

移除（**Remove**） "移除"选项包含以下移除选项："无（None）"、"基本半径（Base Radius）"、"最佳拟合球面（Best Fit Sphere）"、"基本矢高（Base Sag）"或"复合矢高（Composite Sag）"。

如果选中"基本半径"，则将从当前曲率中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准（Criterion）"。"标准"部分将对"移除最佳拟合球面"的选项进行说明。

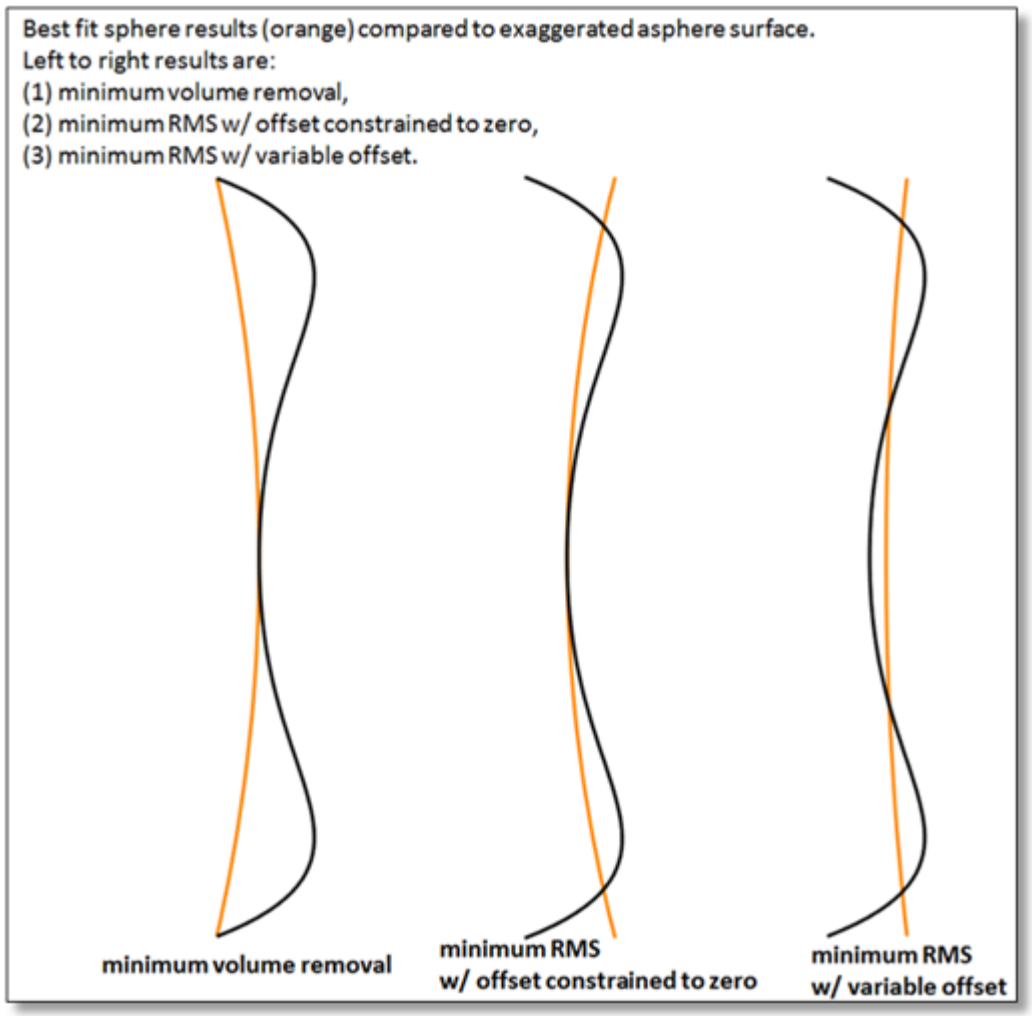
如果选择"基本矢高"，分析显示：

- 如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于查看由于FEA数据引起的微小矢高变化。
- 如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于可视化添加到复合基面的复合组件面分布。

如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面

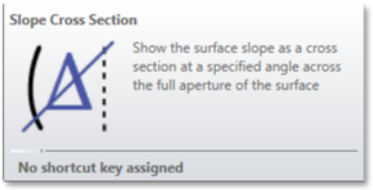
标准**（Criterion）** 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积（Minimum Volume）"、"RMS，无偏移（RMS, no offset）"、"RMS，有偏移（RMS, with offset）"选项。选中"最小体积"时，会显示名称为"翻转方向（Reverse Direction）"的复选框。翻转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

下图更清晰地展示了这一点：

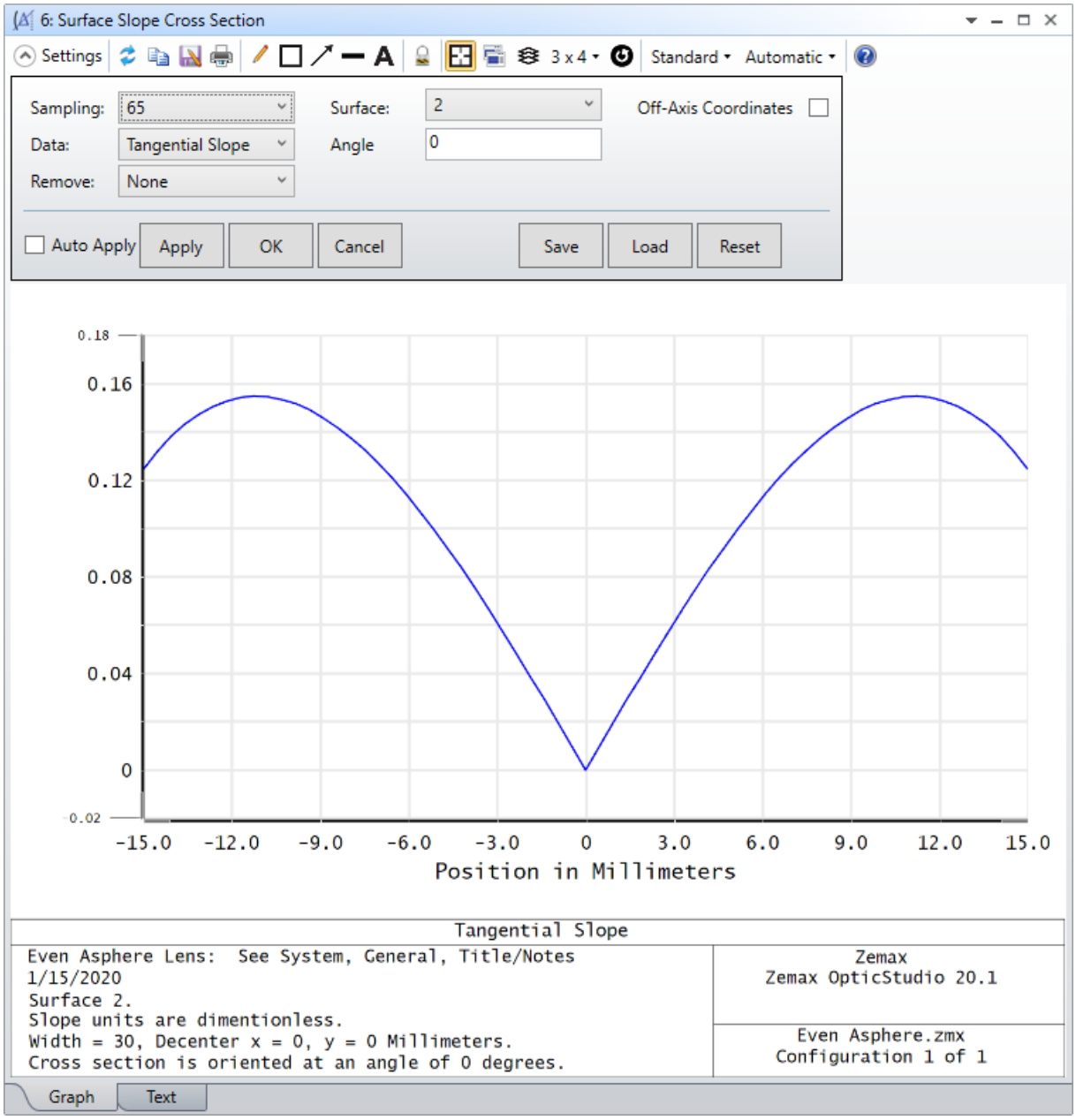


详述（**Discussion**） 此功能可计算整个表面通光口径或直径上的表面曲率截面图。另请参阅"表面矢高截面图（Surface Sag Cross Section）"功能。

3.4.2.7. 表面斜率截面图（Surface Slope Cross Section）



将表面斜率图显示为截面。



采样（**Sampling**） 采样可以是33、65等。

表面（**Surface**） 用于计算斜率显示的表面编号。

数据（**Data**） 选择子午、弧矢、X或Y斜率或模量。模量被定义为斜率矢量的最大长度。

轴外坐标（**Off-Axis Coordinates**） 当勾选此选项后，绘图将考虑表面的"表面属性（Surface Properties）"中定义的任何孔径。用于矢高计算的坐标系将以离轴零件的顶点为原点。

该选项的有效孔径为：圆形孔径、矩形孔径、椭圆形孔径、用户孔径和浮动孔径。

移除（**Remove**） "移除"选项包含以下移除选项："无（None）"、"基本半径（Base Radius）"、"最佳拟合球面（Best Fit Sphere）"、"基本矢高（Base Sag）"或"复合矢高（Composite Sag）"。

如果选中"基本半径"，则将从当前斜率中减去表面的基本曲率半径，并报告差值。

如果选中"最佳拟合球面"，则另一个选项将显示为"标准（Criterion）"。"标准"部分将对"移除最佳拟合球面"的选项进行说明。

如果选中"基本矢高"，则会显示分析结果：

☒如果将STAR数据应用于表面，则将显示应用了STAR效应的表面与原始表面之间的矢高差。这有助于查看由于FEA数据引起的微小矢高变化。

☒如果表面是复合基面或组件面，则将显示任何复合组件面（包括其上方的表面）的矢高分布之和。这有助于查看添加到复合基面的复合组件面分布。

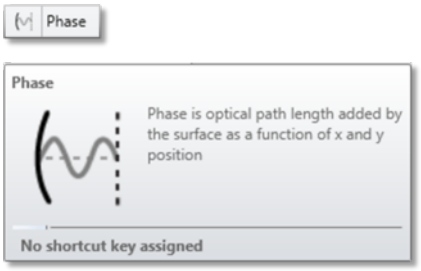
如果选择"复合矢高"，则分析将显示所考虑的表面的矢高分布，忽略添加到其上的任何复合组件面

标准**（Criterion）** 选中"移除最佳拟合球面"时会出现"标准"选项，并提供"最小体积（Minimum Volume）"、"RMS，无偏移（RMS, no offset）"、"RMS，有偏移（RMS, with offset）"选项。选中"最小体积"时会显示标记为"翻转方向"的另一个复选框。翻转方向用于更改最佳拟合球面曲率半径上的符号。例如，这将导致凹形最佳拟合球面，而不是凸形最佳拟合球面。这些选项用于指示将从表面中减去最佳拟合球面的位置。

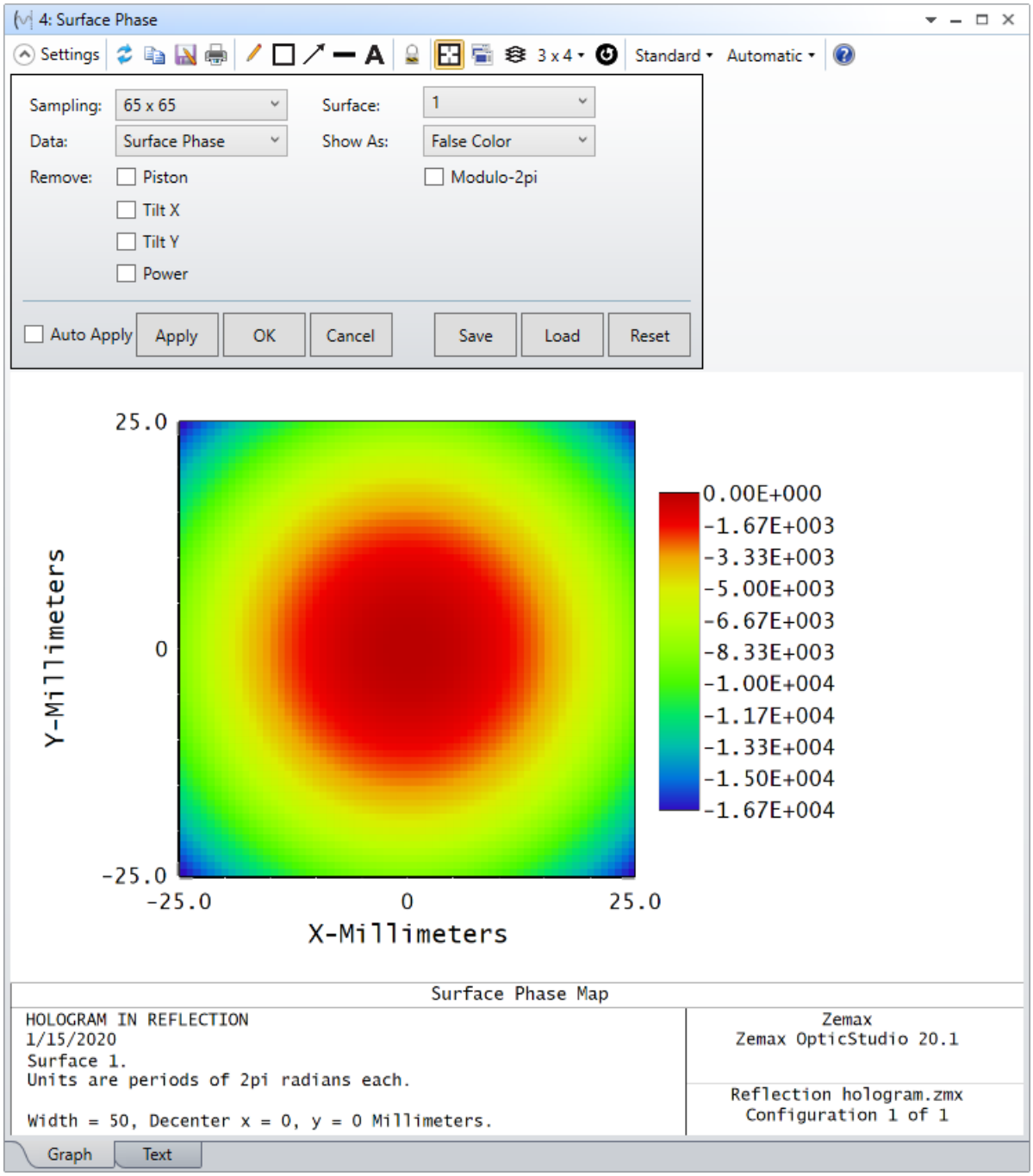
下图更清晰地展示了这一点：

详述**（Discussion）** 此功能计算表面的全净直径或直径上的表面斜率横截面。

3.4.2.8. 表面相位（Surface Phase）



将表面相位显示为2D彩色等高线图，或显示为3D表面图。



采样（**Sampling**） 使用的网格尺寸。采样可以是33×33、65×65等。

等高线格式（**Contour Format**） 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参阅下面的"等高线格式字符串（The Contour Format String）"。等高线按周期定义；每个周期的相位改变量为2 π 。

2pi取余（**Modulo-2pi**） 如果选中，则每当绘图的相位改变达到2 π 时，它将重新启动相位图。该选项将绘制2 π 区域的位置。

该计算假设相位剖面是单调的，远离中心，并且相位中不包含超过一个2 π 相同整数倍的相位半径入口。

表面（**Surface**） 为其计算相位显示的表面编号。

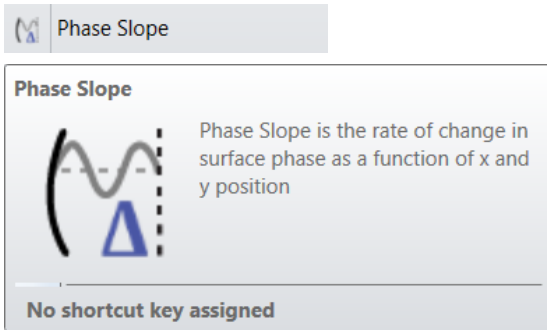
数据（**Data**） 选择表面相位。

显示为（**Show As**） 选择表面、等高线、灰度或伪色图作为显示选项。

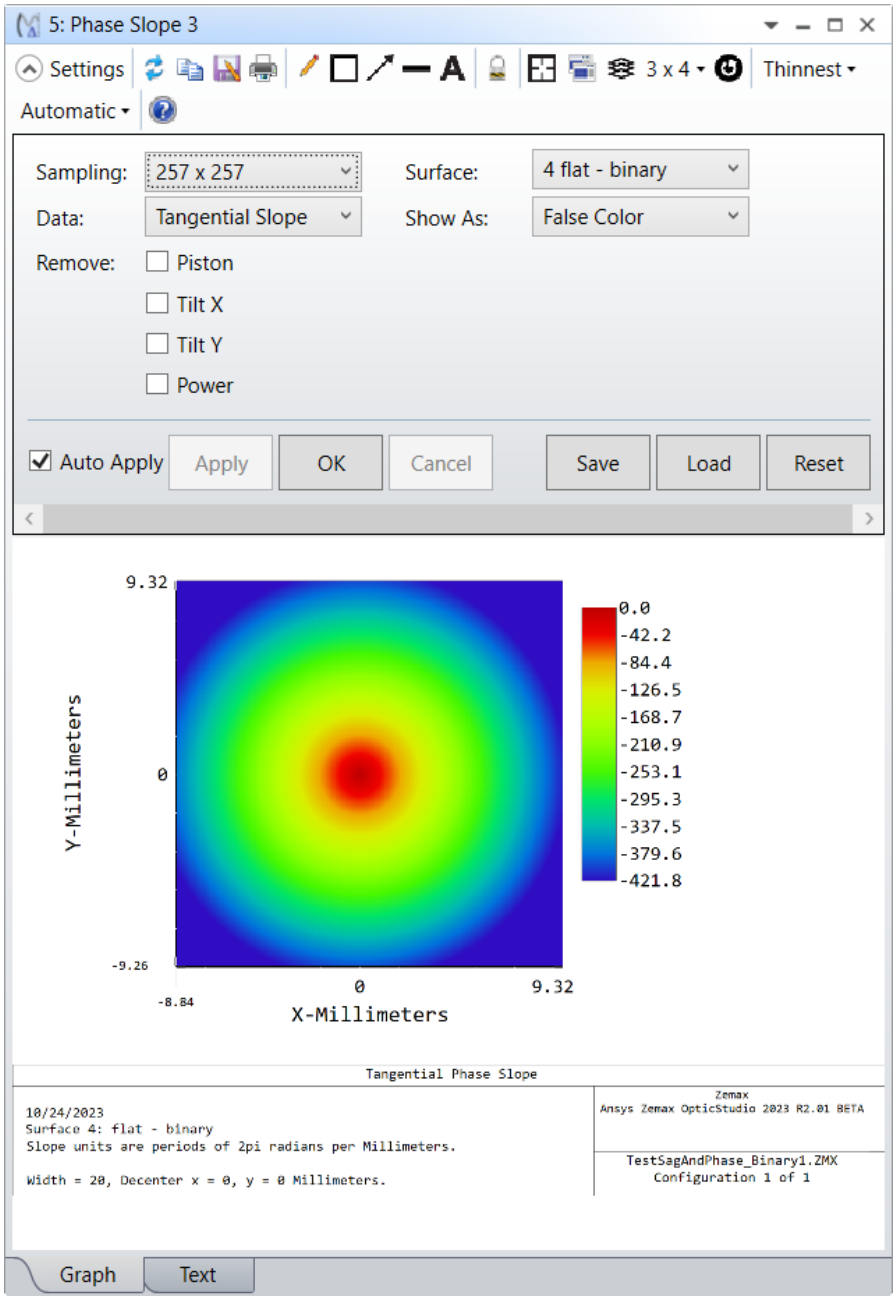
移除（**Remove**） 移除选择提供移除"Piston"、"Tilt X"、"Tilt Y"和"Power"的选项。这些项使用Zernike分解计算。

详述（**Discussion**） 该此功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。对XY平面点的均匀网格计算相位，并且相位值为显示值。此功能以周期为单位对相位进行定义；因此一个周期代表2 π的相位变化。未给光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。另请参阅上文介绍的"表面矢高"功能。

3.4.2.9. 相位斜率（Phase Slope）



将相位表面斜率显示为2D彩色或等高线图，或显示为3D表面图。



采样（**Sampling**） 使用的网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

等高线格式（**Contour Format**） 等高线格式字符串。关于等高线格式字符串语法的介绍，请参阅等高线格式字符串（The Contour Format String）。等高线按周期定义；每个周期的相位改变量为2 π。

2pi取余（**Modulo-2pi**） 如果选中，则每当绘图的相位改变达到2 π时，它将重新启动相位图。该选项将绘制2 π区域的位置。

表面（**Surface**） 为其计算相位显示的表面编号。

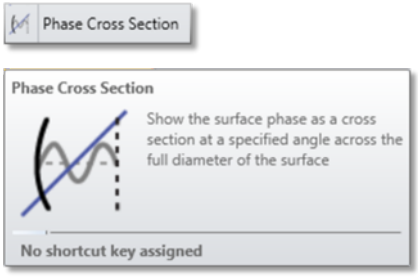
数据（**Data**） 选择斜率计算的方向：子午斜率、弧矢斜率、X斜率、Y斜率或模量。模量被定义为斜率矢量的最大长度。

显示为（**Show As**） 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩图作为显示选项。

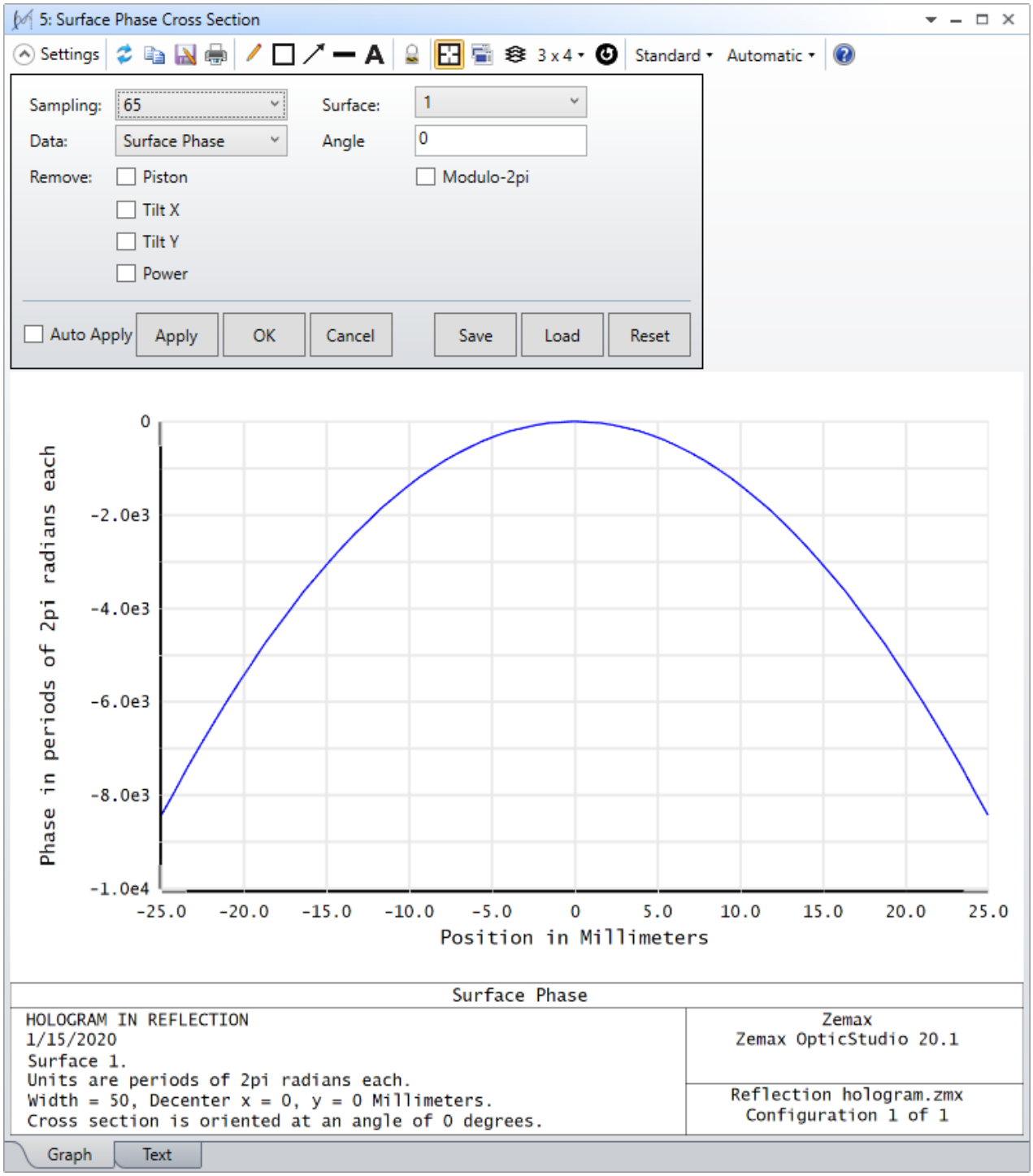
移除（**Remove**） 移除选择提供移除"Piston"、"Tilt X"、"Tilt Y"和"Power"的选项。这些项使用Zernike分解计算。

详述（**Discussion**） 该此功能说明了表面上存在的任何孔径的尺寸和形状；即使孔径已偏离中心。对XY平面点的均匀网格计算相位斜率，并且相位斜率值为显示值。此功能定义了主波长上的相位斜率，单位为每个镜头单位2 π 弧度。未给光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。

3.4.2.10. 表面相位截面图（Surface Phase Cross Section）



将表面相位图显示为截面。



表面（**Surface**） 为其计算矢高显示的表面编号。

数据（**Data**） 选择表面相位。

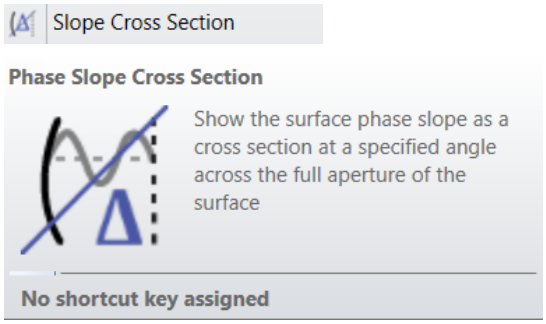
角度（**Angle**） 选择相对于截面图局部x轴的定向角度（以度为单位）。

移除（**Remove**）移除选择提供移除"Piston"、"Tilt X"、"Tilt Y"和"Power"的选项。这些项使用Zernike分解计算。

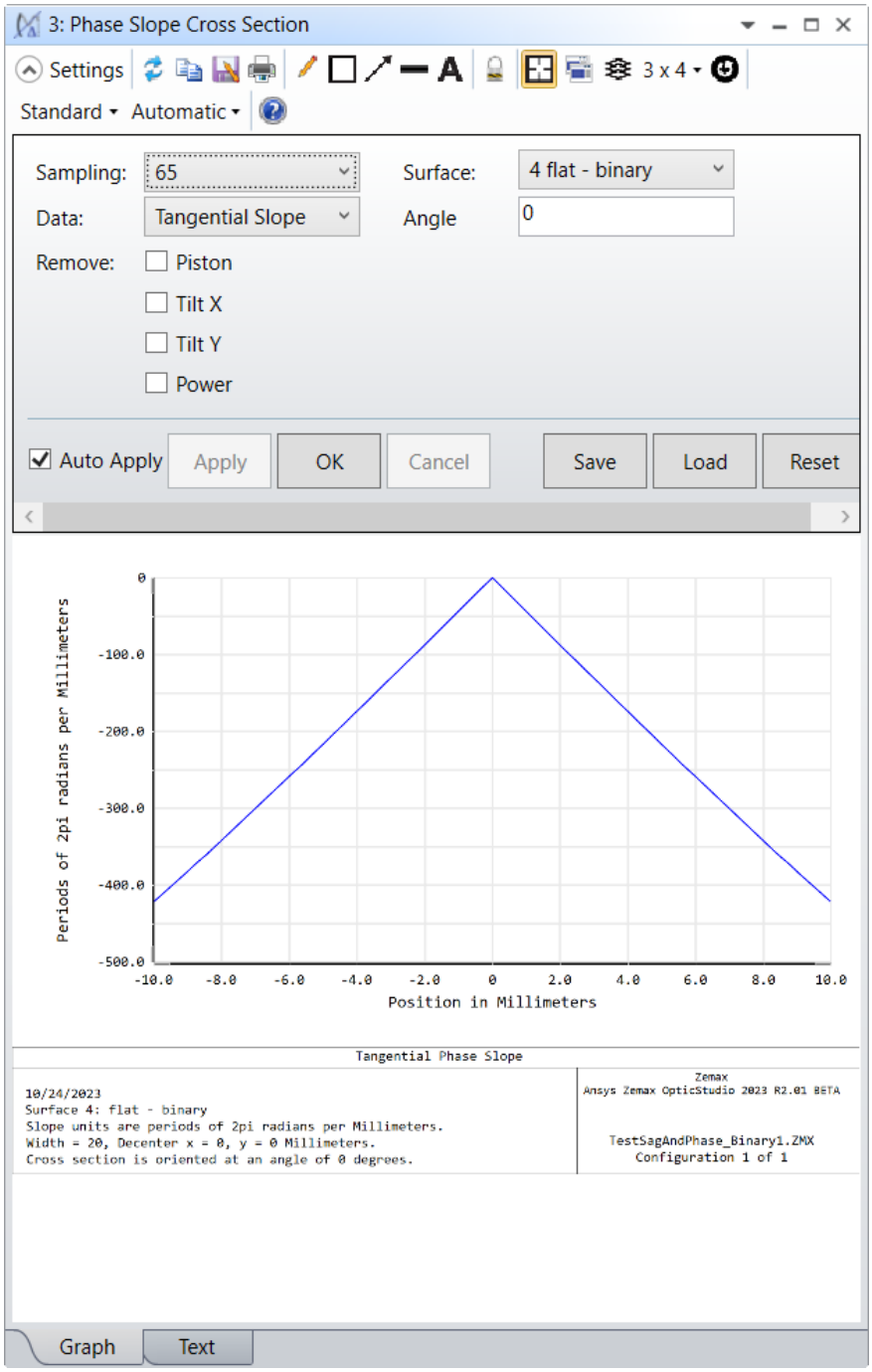
2π取余（Modulo-2π） 如果选中，则每当绘图的相位改变达到2π时，它将重新启动相位图。该选项将绘制2π区域的位置。该计算假设相位剖面是单调的，远离中心，并且相位中不包含超过一个2π相同整数倍的相位半径入口。

详述（**Discussion**） 此功能可计算表面的全净口径或直径上的表面相位截面。此功能以周期为单位对相位进行定义；因此一个周期代表2π的相位变化。未给光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。另请参阅上文介绍的"表面矢高截面图"功能。

3.4.2.11. 相位斜率截面图（Phase Slope Cross Section）



将表面相位图显示为截面。



采样（**Sampling**） 使用的网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

表面（**Surface**） 为其计算相位显示的表面编号。

数据（**Data**） 选择斜率计算的方向：子午斜率、弧矢斜率、X斜率、Y斜率或模量。模量被定义为斜率矢量的最大长度。

角度（**Angle**） 设置用于横截面的时钟角度。值为0选择X-Z平面。值为90度选择Y-Z平面。

移除（**Remove**）移除选择提供移除"Piston"、"Tilt X"、"Tilt Y"和"Power"的选项。这些项使用Zernike分解计算。

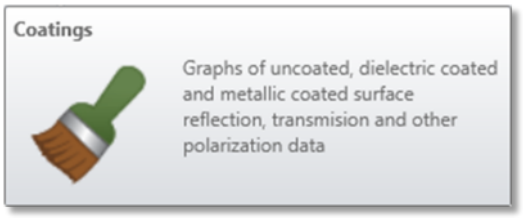
详述（**Discussion**）

此功能可计算表面的全净口径或直径上的表面相位截面。此功能定义了相位斜率，单位为每个镜头单位2p弧度。图形部分将在孔径顶点处显示（0,0），包括离轴孔径。文本数据的X和Y坐标相对于表面顶点给出。

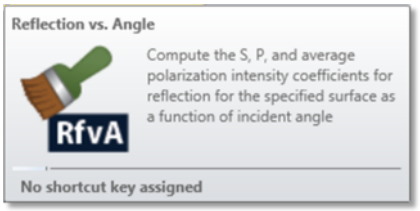
未给光线分配相位变化的表面（例如标准面），将在表面相位显示屏的每个地方显示零相位。

3.4.3. 膜层（偏振和表面物理组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Coatings (polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential UI mode))

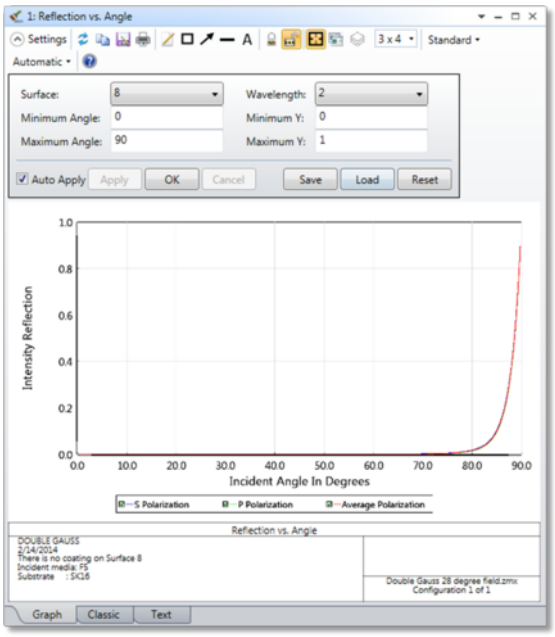
有关膜层计算的更多信息，请参阅"偏振分析(Polarization Analysis)"。



3.4.3.1. 反射率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))



计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的反射强度系数随入射角的变化关系。



最小角**(Min Angle)** 图表的最小入射角。指图表横坐标的左边缘。

最大角**(Max Angle)** 图表的最大入射角。指图表横坐标的右边缘。

最小**Y(Min Y)** 图表的最小Y值。指图表纵坐标的下边缘。

最大**Y(Max Y)** 图表的最大Y值。指图表纵坐标的上边缘。

表面**(Surface)** 表面编号，用于定义要使用的界面。

物体**(Object)** 如果为非序列模式元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

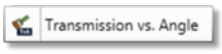
面**(Face)** 面编号，用于定义表面为非序列模式元件表面时要使用的界面。

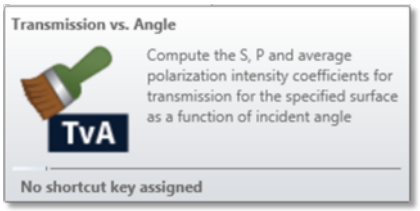
波长**(Wavelength)** 所要使用的波长编号。

翻转方向**(Reverse Direction)** 如果选定表面为非序列模式元件表面，则选中此选项将翻转入射介质和基面。

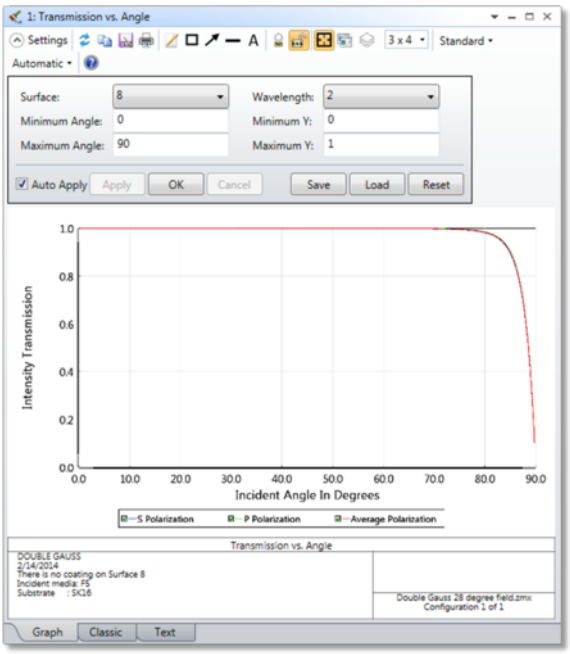
详述**(Discussion)**：入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.2. 透过率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))





计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的透射强度系数随入射光角度的变化关系。

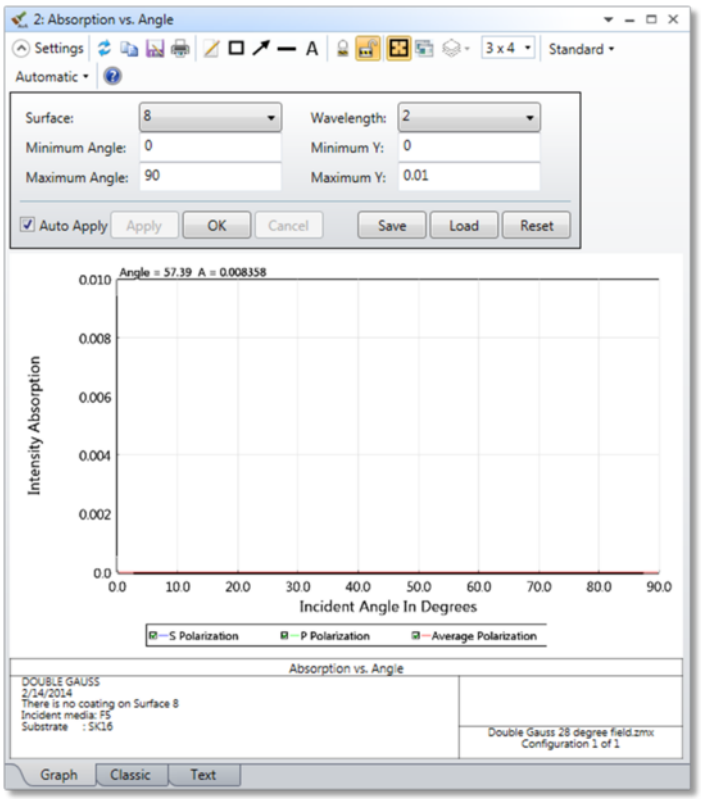


请参阅"反射率 vs 角度(Reflectivity vs. Angle)"了解设置信息。

详述**(Discussion)** 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.3. 吸收率 vs 角度（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))

计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的吸收强度系数随入射角的变化关系。

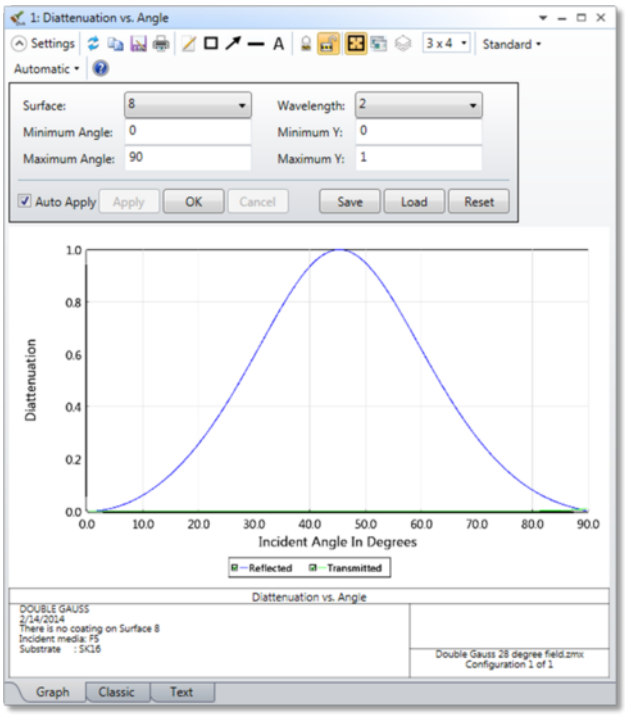


请参阅"反射率 vs 角度(Reflectivity vs. Angle)"了解设置信息。

详述**(Discussion)** 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.4. 双向衰减 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))

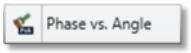
计算给定表面下，反射双向衰减及透射双向衰减随入射角的变化关系。

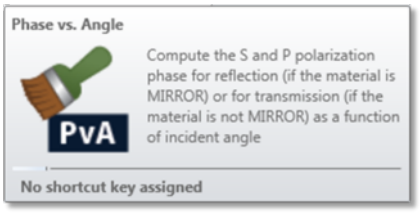


请参阅"反射率 vs 角度(Reflectivity vs. Angle)"了解设置信息。

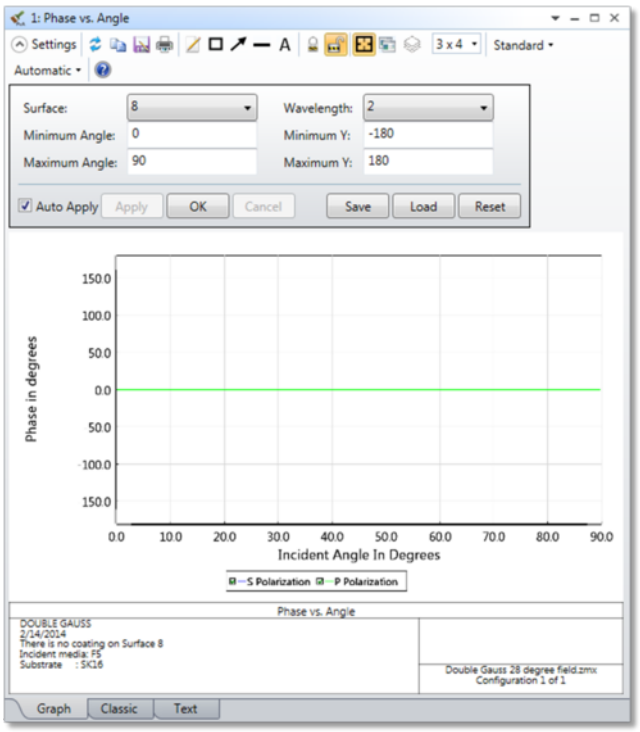
详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.5. 相位 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group))





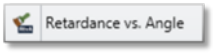
对于序列模式表面，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射角的变化关系。对于非序列模式物体，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果材料为镜面）或透射相位（如果材料为非镜面）随入射角的变化关系。



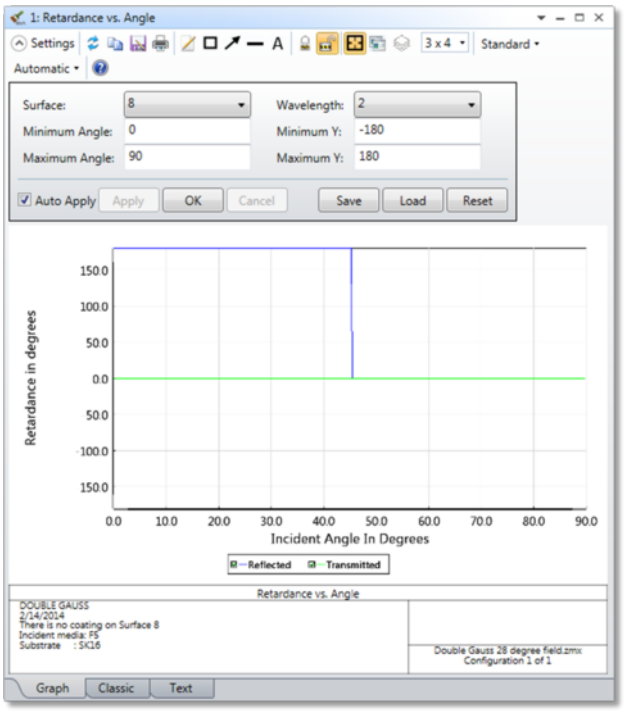
请参阅"反射率 vs 角度(Reflectivity vs. Angle)"了解设置信息。

详述**(Discussion)** 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.6. 相位延迟 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Angle(coatings, polarization and surface physics group))



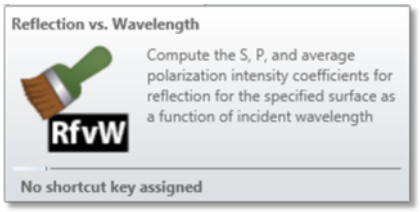
计算特定表面下，相位延迟随入射角的变化关系。



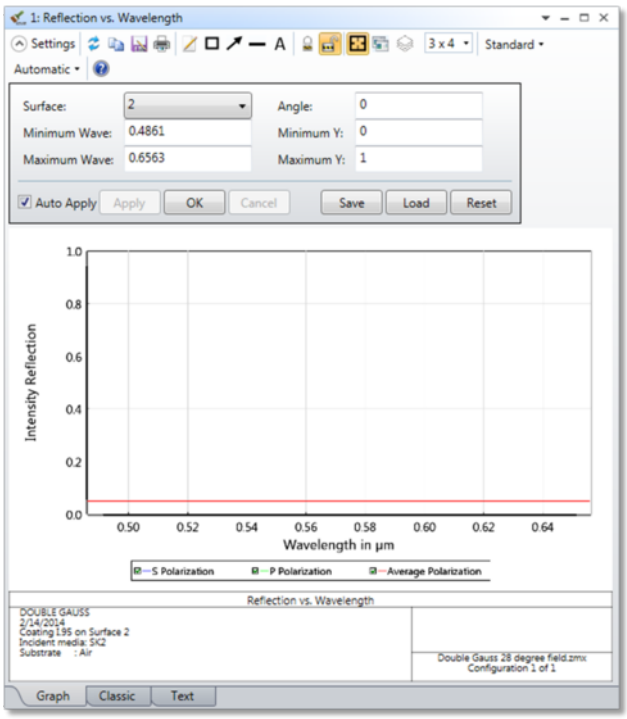
请参阅"反射率 vs 角度(Reflectivity vs. Angle)"了解设置信息。

详述 入射角在指定表面之前的介质内进行测量。

3.4.3.7. 反射率vs波长（膜层、偏振与表面物理组）(Reflection vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))



计算特定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的反射强度系数随入射波长的变化关系。



最小波长**(Min Wave)** 图表的最小波长。指图表横坐标的左边缘。

最大波长**(Max Wave)** 图表的最大波长。指图表横坐标的右边缘。

最小**Y(Min Y)** 图表的最小Y值。指图表纵坐标的下边缘。

最大**Y(Max Y)** 图表的最大Y值。指图表纵坐标的上边缘。

表面**(Surface)** 表面编号，用于定义要使用的界面。

物体**(Object)** 如果为非序列模式元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

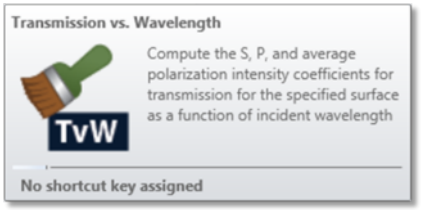
面**(Face)** 面编号，用于定义表面为非序列模式元件表面时要使用的界面。

角度**(Angle)** 要使用的入射角（以度为单位）。

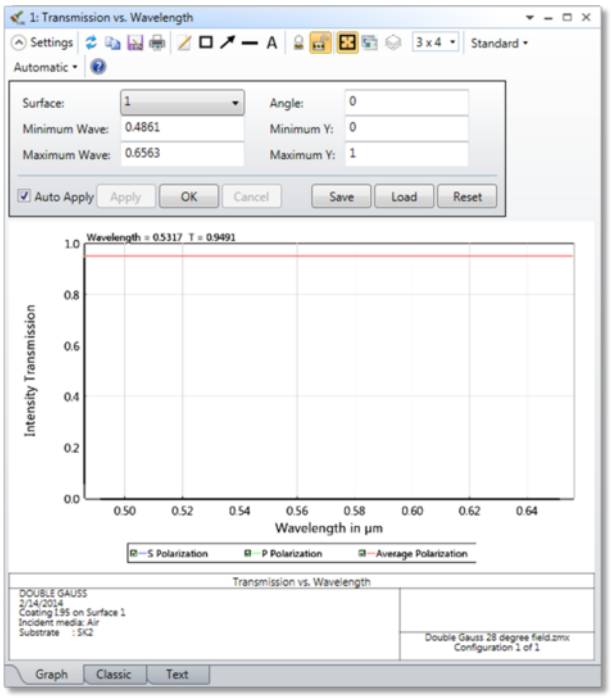
翻转方向**(Reverse Direction)** 如果选定表面为非序列模式元件表面，则选中该选项将翻转入射介质和基面。

详述**(Discussion)** 请参阅"偏振分析(Polarization Analysis)"。

3.4.3.8. 透过率 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))



计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的透射强度系数随入射波长的变化关系。

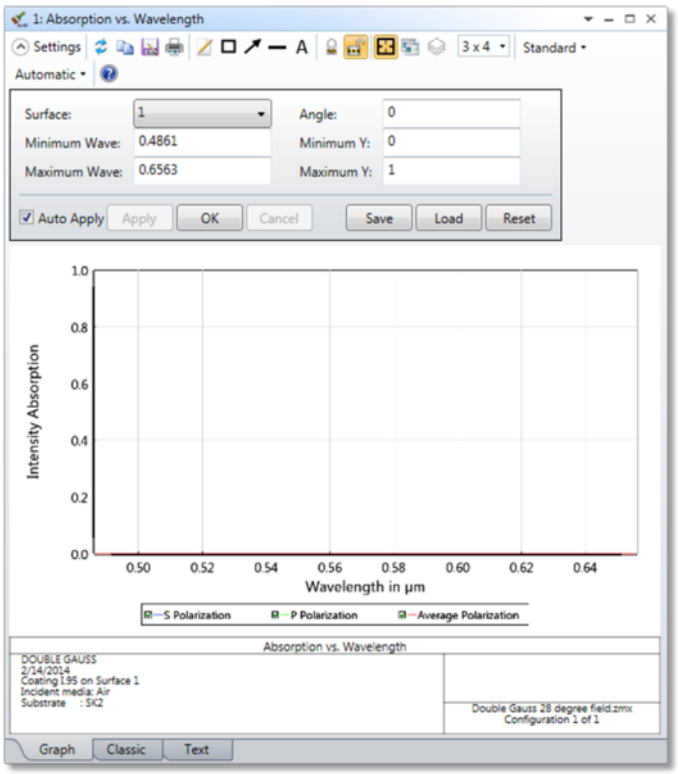


有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

详述**(Discussion)** 请参阅"偏振分析(Polarization Analysis)"。

3.4.3.9. 吸收率 vs 波长（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))

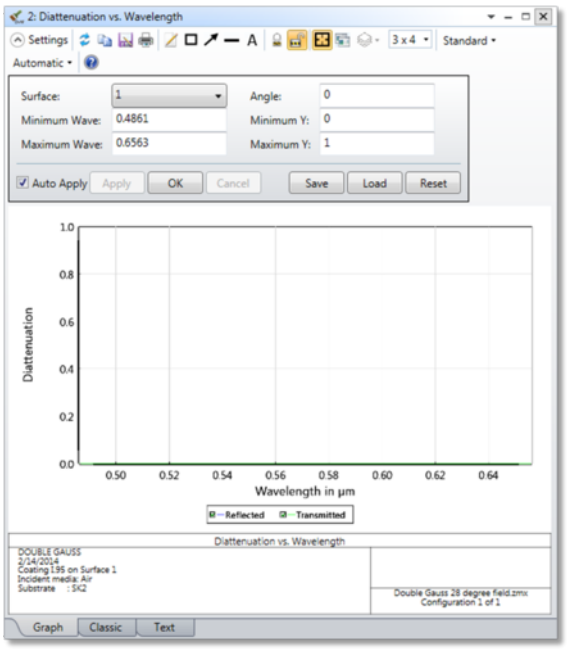
计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的吸收强度系数随入射角的变化关系。



有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

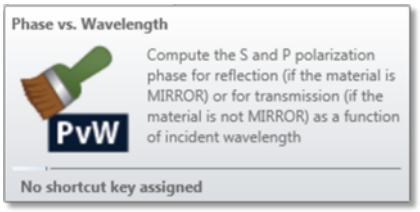
3.4.3.10. 双向衰减 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))

计算给定表面下，反射双向衰减及透射双向衰减随入射波长的变化关系。

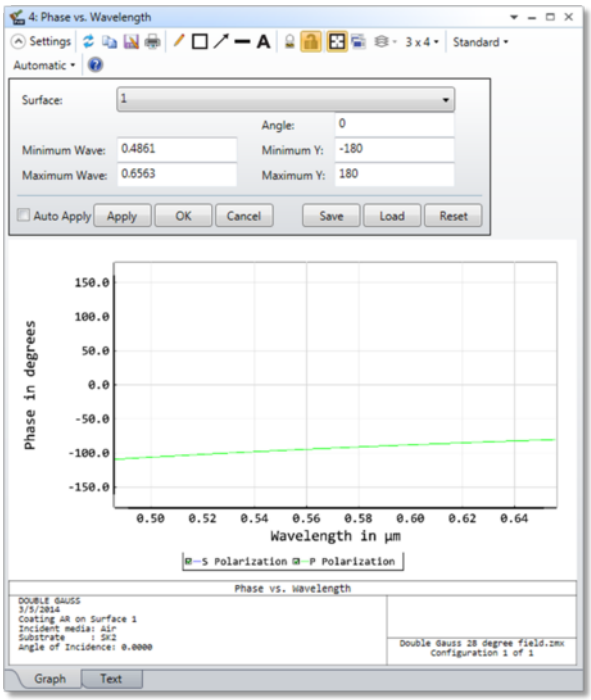


请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"了解设置信息。

3.4.3.11. 相位 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))

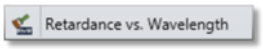


对于序列模式表面，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射波长的变化关系。对于非序列模式物体，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射波长的变化关系。

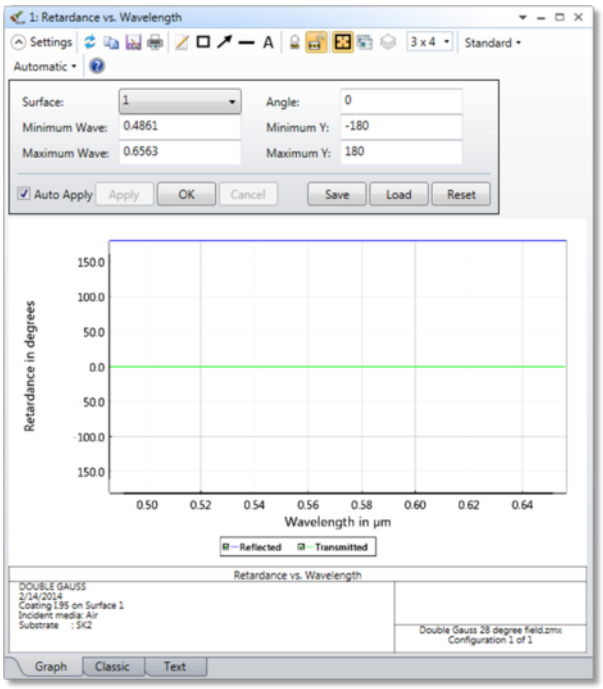


有关设置方面的信息，请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength"。

3.4.3.12. 相位延迟 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group))

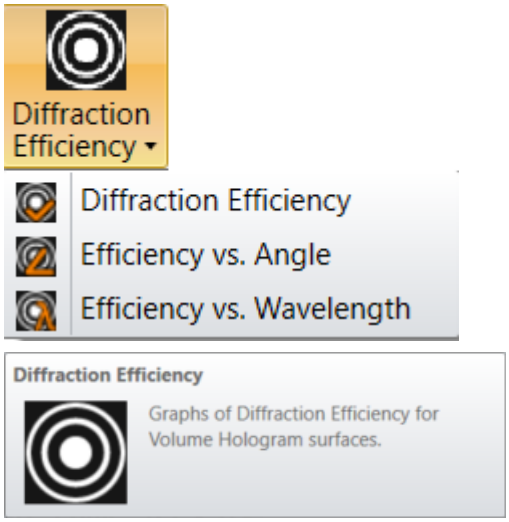


以入射波长函数形式计算特定表面的相位延迟。



请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"了解设置信息。

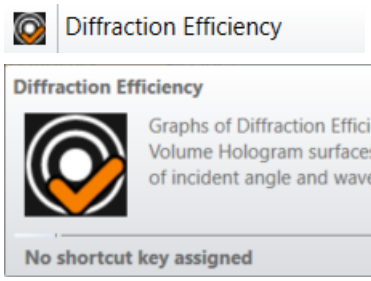
3.4.4. 衍射效率分析（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (sequential UI mode))



序列模式体全息图表面的衍射效率图。这些均使用厚全息图的Kogelnik近似方法计算得到。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和约束条件(Calculation assumptions and limitations)。衍射效率通过追迹从物体到指定表面的光线并计算透过率来确定。被追迹光线的偏振状态通过系统选项...偏振(System Explorer...Polarization)中的设置决定。

当全息面1(Hologram 1)、全息面2(Hologram 2)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和光学制造全息(Optically Fabricated Hologram)等表面类型设置为体全息图时，这些分析可与它们一起使用。有关如何设置体全息图参数的详细信息，请参阅相应的表面类型帮助文件。

3.4.4.1. 衍射效率（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (sequential UI mode))

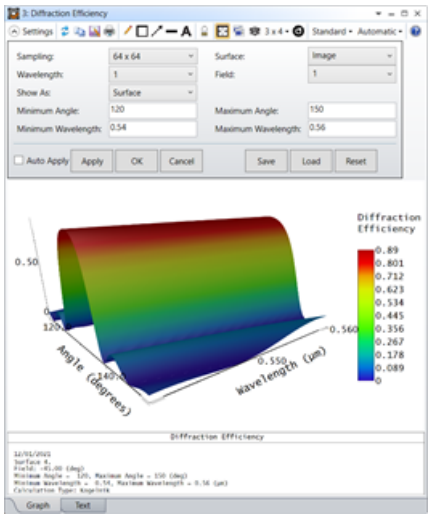


使用厚全息图的Kogelnik近似方法绘制的体全息图表面衍射效率与入射角和波长的函数关系图。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。衍射效率通过追迹从物体到指定表面的光线并计算透过率来确定。被追迹光线的偏振状态通过系统选项...偏振(System Explorer...Polarization)中的设置决定。

在考虑衍射效率时，可以针对入射角和波长对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

视场类型(Field Type)必须是系统选项(System Explorer)中的角度(Angle)。在分析过程中，视场的Y值可变，X值固定不变。

该分析可以使用全息面1(Hologram 1)、全息面2(Hologram 2)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和光学制造全息图(Optically Fabricated Hologram)表面类型，只要将它们设置成体全息图。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的表面(Surface)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 使用的采样网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

表面**(Surface)** 选择要评估衍射效率的表面。

波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长编号。

视场**(Field)** 选择系统选项中定义的用于分析的视场。

显示为**(Show As)** 选择显示选项。

最小角**(Minimum Angle)** 主光线的最小入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，最小角度在内部设置成所选视场的Y值的99%。

最大角度**(Maximum Angle)** 主光线的最大入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，最大角度在内部设置成所选的视场的Y值的101%。

最小波长**(Minimum Wavelength)** 入射光线的最小波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都设置成零，最小波长在内部设置成所选波长的99%。

最大波长**(Maximum Wavelength)** 入射光线的最大波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都设置成零，最大波长在内部设置成所选波长的101%。

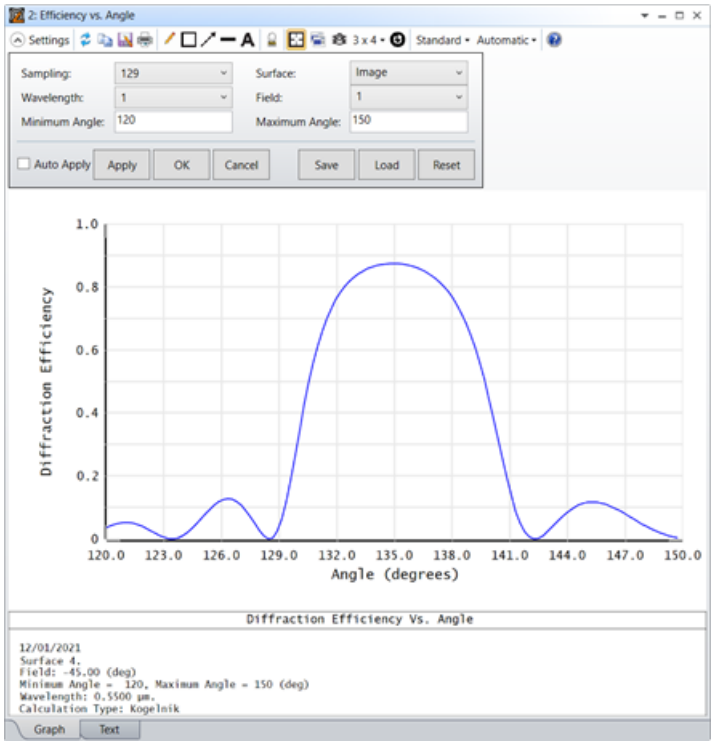
3.4.4.2. 效率 vs 角度(Efficiency vs. Angle)

在对厚度全息图使用Kogelnik近似方法时，体全息图表面衍射效率与入射角函数关系图。如需了解有关计算方法的更多信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。衍射效率通过追迹从物体到指定表面的光线并计算透射率来确定。被追迹光线的偏振态通过系统选项...偏振(System Explorer...Polarization)中的设置决定。

通过研究衍射效率，可以对入射角对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

视场类型(Field Type)必须是系统选项(System Explorer)中的角度(Angle)。在分析过程中，视场的Y值可变，X值固定不变。

该分析可以使用全息图1(Hologram 1)、全息图2(Hologram 2)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和光学制造全息图(Optically Fabricated Hologram)表面类型，只要将它们设置成体全息图。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的表面(Surface)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 使用的采样点数。采样点数可以是33、65等。

表面**(Surface)** 选择要评估衍射效率的表面。

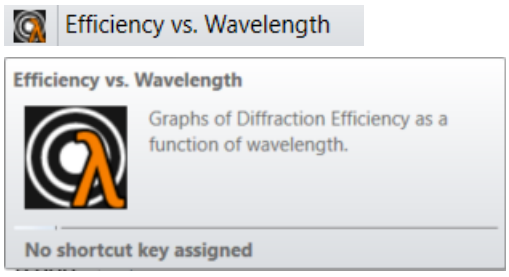
波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长编号。

视场**(Field)** 选择系统选项中定义的用于分析的视场。

最小角度**(Minimum Angle)** 主光线的最小入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，最小角度在内部设置成所选视场的Y值的99%。

最大角度**(Maximum Angle)** 主光线的最大入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，最大角度在内部设置成所选的视场的Y值的101%。

3.4.4.3. 效率 vs 波长（序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (sequential UI mode))

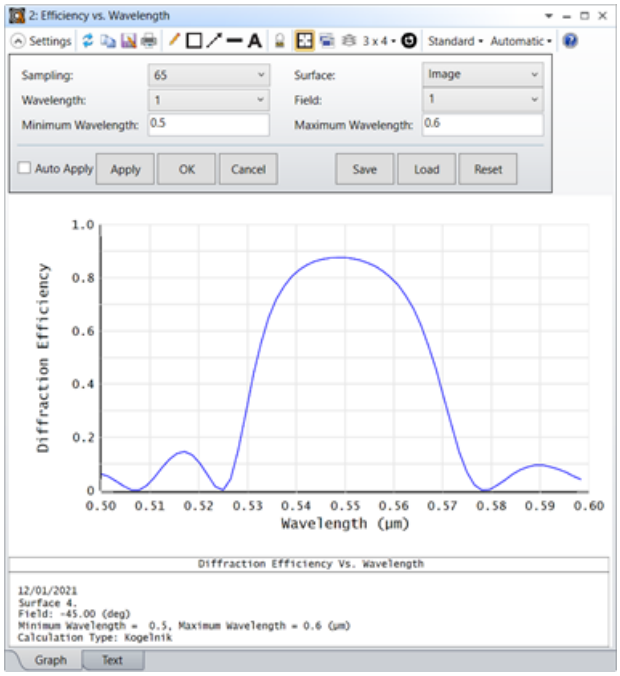


在对厚度全息图使用Kogelnik近似方法时，体全息图表面衍射效率与波长的函数关系图。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。衍射效率通过追迹从物体到指定表面的光线并计算透过率来确定。被追迹光线的偏振态通过系统选项...偏振(System Explorer...Polarization)中的设置决定。

考虑衍射效率，可以对波长对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

视场类型(Field Type)必须是系统选项(System Explorer)中的角度(Angle)。

此分析可以使用全息图1(Hologram 1)、全息图2(Hologram 2)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和光学制造全息图(Optically Fabricated Hologram)面类型，只要将它们设置成体全息图。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的表面(Surface)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 使用的采样点数。采样可以是33、65等。

表面**(Surface)** 选择要评估衍射效率的表面。

波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长编号。

视场**(Field)** 选择系统选项中定义的用于分析的视场。

最小波长**(Minimum Wavelength)** 入射光线的最小波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都等于零，则最小波长将在内部设置成所选波长的99%。

最大波长**(Maximum Wavelength)** 入射光线的最大波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都等于零，则最大波长将在内部设置成所选波长的101%。

3.4.4.4. 计算假设和限制(Calculation Assumptions and Limitations)

根据选择计算衍射效率的方法，对所有结果和分析都有不同的假定和限制。以下内容对每个现有方法都进行了简短总结并提供了一些进一步的参考。目前，Kogelnik方法是默认的，而且也是所提供的唯一方法。

Kogelnik方法

使用Kogelnik方法计算衍射光线的电场，可确定体积全息图的衍射效率。与其它方法相比，该方法有一定的优势，因为它可精准预测体相光栅的0阶及1阶效率，但全息图的厚度过薄或折射率调制过大时，这一精度会降低。

构造期间，全息图表面的n1和n2参数必须小心设置为全息图外构造光束1和2能见到的折射率。

Kogelnik方法的一些限制有：

☒与全息图的平均折射率相比，折射率调制不能太大。根据以往经验，反射全息图为dn/n < 0.16，透射全息图为dn/n < 0.06。

☒假定全息图很厚，这样输入光线的能量将直接转换为0阶波或衍射的1阶波。根据经验，确保这一点的条件是：

$$\frac{2\pi\lambda d}{n\Lambda^2} > 10$$

☒全息图上只能有一组条纹。不允许多路复用。

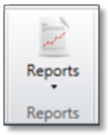
☒全息材质假定为各向同性。不允许使用双折射材料。

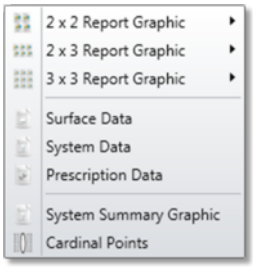
阅读以下论文，了解更多详情：

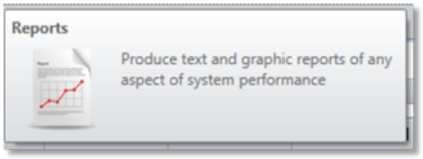
☒Kogelnik, H."Coupled wave theory for thick hologram gratings"，Bell Syst.Tech.J. 48, 2909-2947(1969)

☒Cheng, H.和Tian, X.，"An advanced ray-tracing model for multi-color holographic optical elements"，Proc.SPIE 11188；Holography, Diffractive Optics, and Applications IX，1118817(2019)

3.5. 报告组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, sequential UI mode))

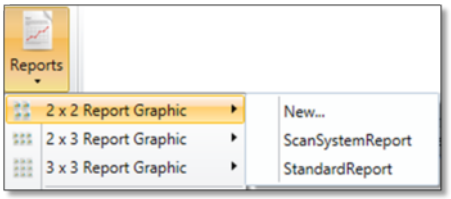




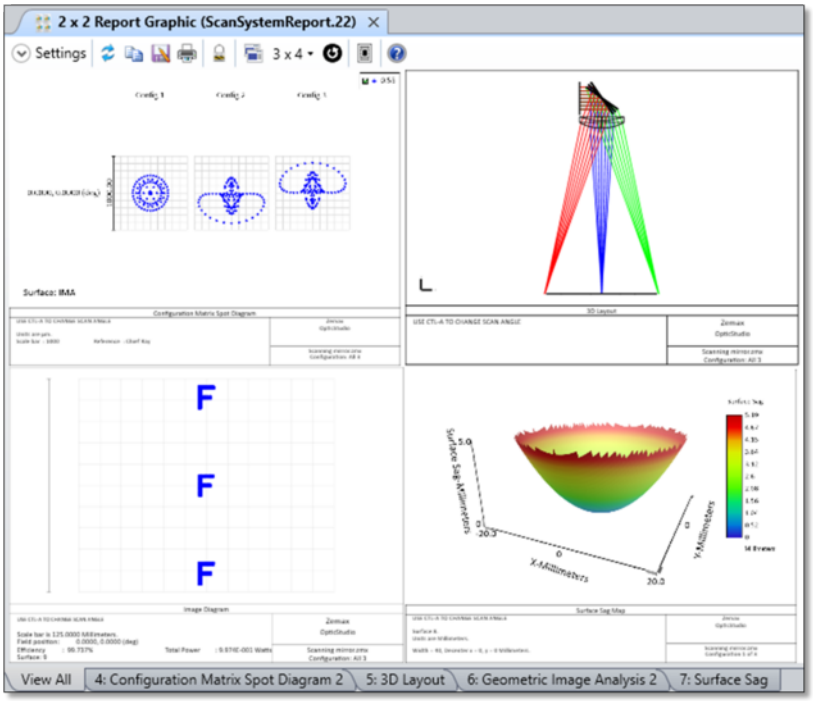


3.5.1. 报告图(Report Graphic)

报告图功能可生成一个图表窗口，可同时显示4、6或9种分析。



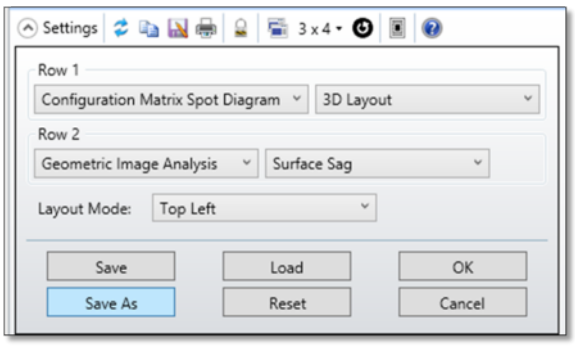
此功能的主要优势是，可将多种分析结果展示在同一页面上，从而创建适当的报告概要、档案文件或宣传资料，并且每个报告都可以自定义和保存，以便根据不同文件轻松生成报告。生成2x2报告使用扩展名.22进行保存，2x3报告的扩展名为.23，而3x3报告的扩展名为.33。



设置

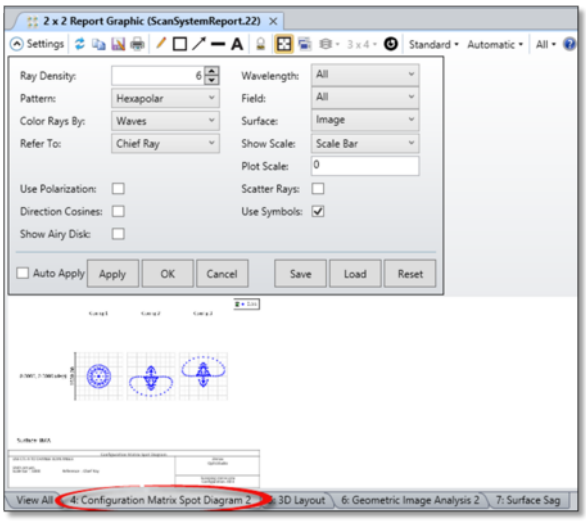
报告图窗口中有下拉菜单，用于选择各位置的绘图和文本分析内容。 要将某个分析图选入报告图，并不需要在单独的窗口中进行设置。

要使用用户自定义名称保存报告，请选择设置中的"另存为(Save as)"。报告名称随后将显示为菜单选项，以便快速重新生成报告。

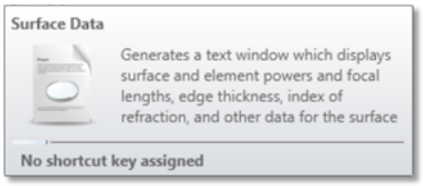


此外，布局图模式支持自定义图像排列方式。选项包括"顶部左对齐"、"居中对齐"和"簇状对齐"。

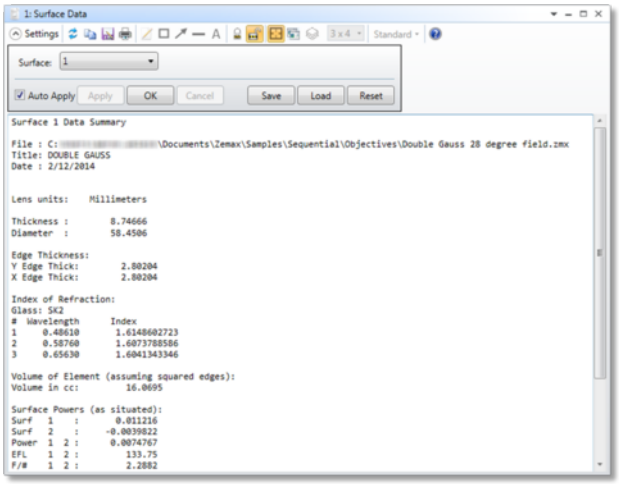
要在报告图中更改个别分析的设置，请单击窗口底部相应的选项卡。这样可访问每个分析的设置和工具栏。



3.5.2. 表面数据报告(Surface Data)



显示表面数据。



表面显示数据所位于的表面的编号。

详述

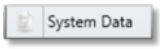
此功能可生成一个文本窗口，显示表面的指定数据。数据包括表面和元件光焦度和焦距、边缘厚度、折射率以及其它表面数据。

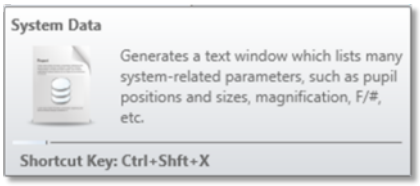
如果表面的玻璃类型是"模型(model)"玻璃，则OpticStudio将列出根据模型玻璃参数计算的每个定义波长的折射率。还将列出在当前加载的玻璃库中"最佳拟合玻璃(Best Fit Glass)"的名称，即折射率在均方根(RMS)上与模

型玻璃最接近的玻璃的名称。具体而言，OpticStudio将使用色散公式计算模型折射率和实际玻璃折射率之间差值的平方和作为折射率误差。此总和基于已定义的波长。折射率误差是针对当前玻璃库的每种玻璃计算的，具有最低RMS折射率偏差的玻璃将被指定为最佳拟合玻璃。

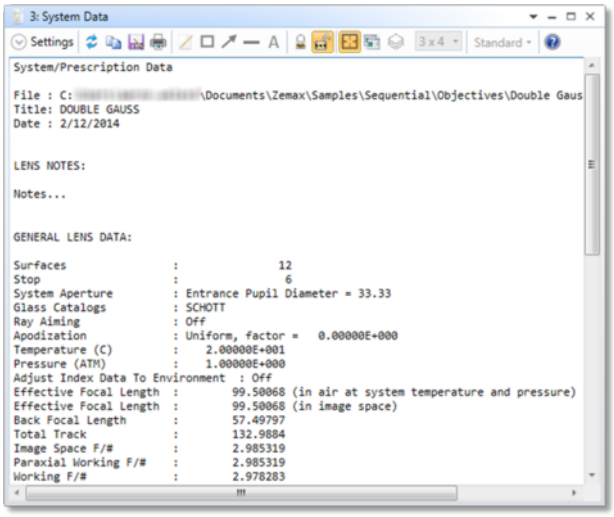
注意：最佳拟合玻璃的阿贝数(V)可能与模型玻璃不同，这是因为对模型玻璃色散取近似值造成的。由于折射率是物理意义参数，因此使用折射率只是做出玻璃选择。从模型玻璃更改为真实"固定(fixed)"玻璃时，可使用相同的算法做出选择。关于模型玻璃的更多信息，请参阅"使用模型玻璃(Using model glasses) "。

3.5.3. 系统数据（System Data）



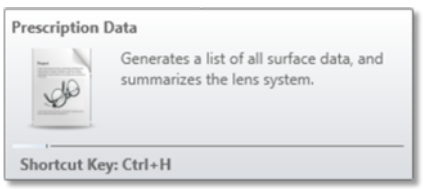


显示系统数据。

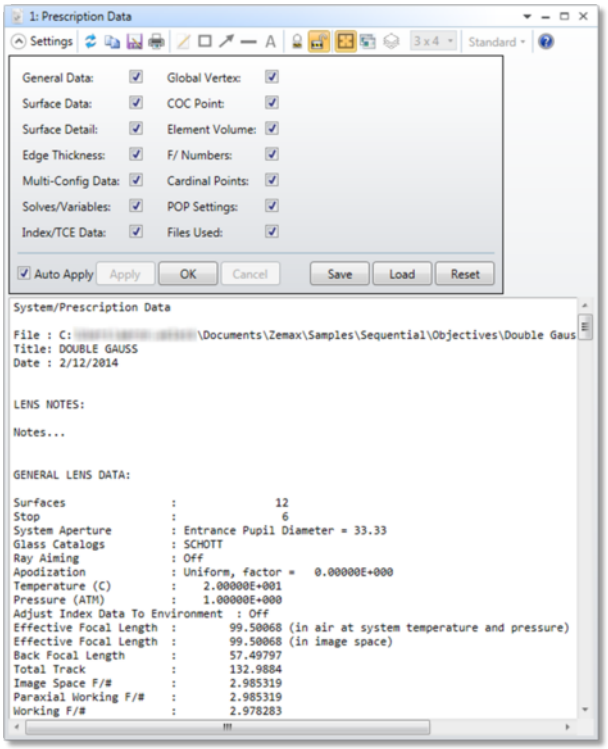


详述**(Discussion)**该特性可生成一个文本窗口，其中会列出许多与系统相关的参数，例如光瞳位置和大小、放大率和F/#等。

3.5.4. 分类数据（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, sequential UI mode))



此功能可生成一个包含所有表面数据的列表，并汇总镜头系统数据。此功能可用于打印输出镜头数据编辑器的内容。



通用数据**(General Data)** 包括F/#、光瞳位置、放大率等。

表面数据**(Surface Data)** 表面类型、半径、厚度、玻璃、净口径或半直径、圆锥系数。

表面细节**(Surface Detail)** 表面参数数据。非序列模式组中列出了全部非序列模式物体数据。

边缘厚度**(Edge Thickness)** 每一表面的X和Y边缘厚度。

多重结构数据**(Multi-Config Data)** 多重结构操作数数据列表。

求解/变量**(Solves/Variables)** 求解的类型、数据和变量。

折射率数据**(Index Data)** 每个波长/表面的折射率和TCE数据。

全局顶点**(Global Vertex)** 顶点的全局坐标和每个表面的旋转矩阵。有关此数据的详细讨论，请参阅"全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)"。

曲率中心**(Center Of Curvature)** 旋转对称面曲率中心的全局坐标。表面的半径、位置和方向将用于确定顶点曲率中心。这个点的位置在校准时十分有用。

元件体积**(Element Volume)** 元件体积（以cc为单位）、密度和质量。请参见下文。

F/数(F/Numbers) 列出适用于每个视场位置和波长组合的 工作F/#。

坐标点**(Cardinal Points)** 列出焦点、主平面、反主平面、节点和反节点的位置。

POP设置(POP Settings) 列出每个表面在物理光学传播(Physical Optics Propagation)功能中所使用的参数设置。

文件被使用**(Files Used)** 列出光学系统模型所使用的全部文件，包括玻璃数据、宏、扩展编程、CAD文件、DLL文件等。

详述**(Discussion)** 此报告将列出规格数据、折射率、全局坐标、元件体积等。它适用于描述镜头规格。

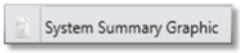
有关计算元件体积的注解

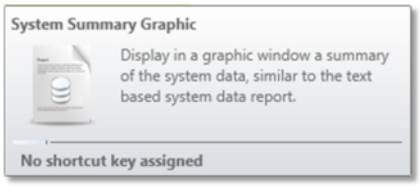
当OpticStudio计算圆形边缘的球面或平标准面元件体积时，将假设直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"向上折成直角"。对于此种常见情况，体积计算结果是精确的。

对于其它可能包含非球面、椭圆形、环形或矩形孔径和/或偏心孔径的元件，将使用数值积分技术，以生成精确度约为0.1%的近似体积。如果表面为旋转对称，则直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"折成直角"。否则，直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"逐渐变厚"。如果报告的体积为零，表示该算法将无法计算出足够精确的体积。如果孔径类型不同，或者具有不同的尺寸或偏心，就会出现这种情况。

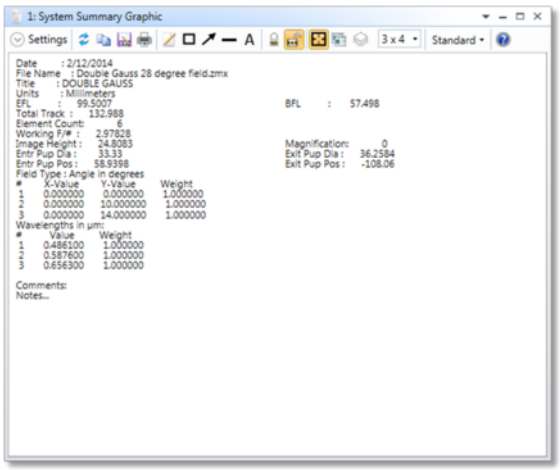
计算元件密度时，会从玻璃库中检索某品类玻璃的密度（以g/cm³为单位）。对于渐变折射率表面，OpticStudio假设密度是3.6 g/cc，此估算可能并不准确。

3.5.5. 系统概要图(System Summary Graphic)



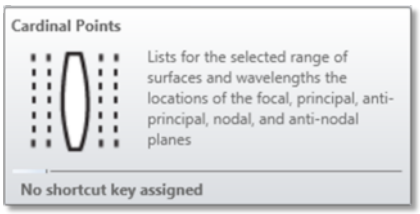


在图表窗口中显示系统数据摘要，与文本系统数据报告类似。

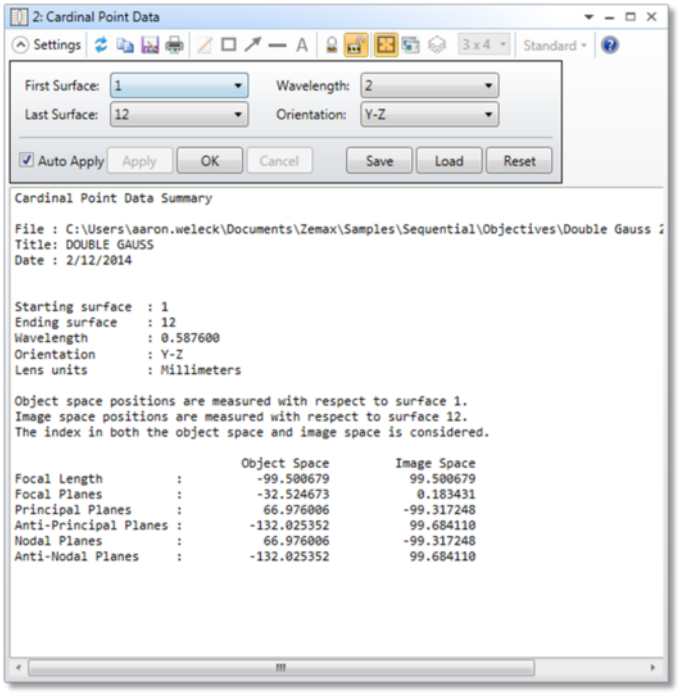


详述**(Discussion)**本图主要用于在报告图4或图6功能的页面中显示系统数据概要；如"报告图4/6(Report Graphics 4/6)"所述。

3.5.6. 基点（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Cardinal Points (Reports group, the Analyze tab, sequential UI mode))



此功能可列出选定表面范围和波长的镜头基面数据，如：焦平面、主平面、反主平面、节点平面、反节点平面的位置。针对任何定义的波长以及X-Z或Y-Z方向进行计算。



起始面**(First Surface)** 基点数据计算使用的起始面的编号。

终止面**(Last Surface)** 基点数据计算使用的终止面的编号。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长的编号。

取向**(Orientation)** 选择计算YZ平面还是XZ平面中的基点数据。

详述**(Discussion)**术语基面（有时称为基点）是指一些特殊共轭位置，在这些位置上，物面和像面具有特定的放大率。基面包括：

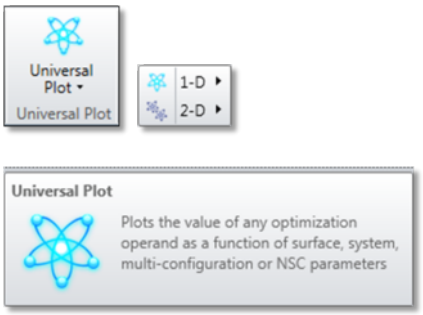
☒主平面，此处横向放大率为+1
☒反主平面，此处横向放大率为-1
☒节点平面，此处角放大率为+1
☒反节点平面，此处角放大率为-1
☒焦平面，像方空间焦平面的放大率为0，物方空间焦平面的放大率为无限。

除焦平面外，基面彼此共轭，换言之，像方空间主平面与物方空间主平面共轭，其它基面以此类推。如果透镜在物方空间和像方空间内的折射率相同，则节点平面与主平面重合。

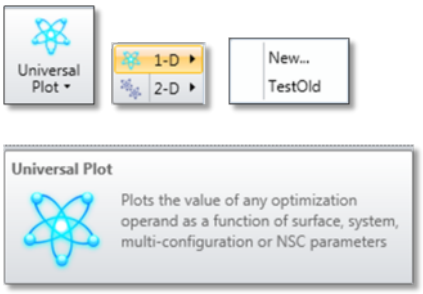
物方空间平面是从起始面测量，像方空间平面是从终止面测量。注意：像平面（或终止面）的材料会影响基点数据计算。

如果指定表面范围中包含坐标断点或非中心光学面，则此功能返回的结果可能不可靠。

3.6. 通用绘图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, sequential UI mode))



3.6.1. 一维通用绘图(Universal Plot 1-D)



显示为图形或文本，以另一个参数的函数的形式列出任意优化函数操作数的值。另请参阅二维通用绘图(Universal Plot 2-D)。

自变量**X**设置

选择表面、系统、多重结构或非序列模式数据作为自变量。

选择要用作自变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长数据、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于非序列模式数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为自变量参数的表面编号。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择非序列模式数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值**(Start/Stop Value)** 自变量的起始和终止范围。

步长数**(# of Steps)** 起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。

因变量**Y**设置

操作数**(Operand)**用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为"Merit"项也被包含在内。如果选择系统评价函数，则可以通过"行"选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行**(Line)** 作为因变量函数的优化操作数（当"操作数"列表中选择"Merit"时）。

Int1/Int2选定操作数的Int1和Int2值。对话框将显示Int1和Int2值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

最小/最大绘图比例**(Min/Max Plot Value)** 因变量（Y）函数绘图的最小值和最大值。如果这两个值均为零，则将选择默认比例。如果任何一个值不为零，则该绘图的Y范围将为指定的最小值到指定的最大值。如果数据不在指定范围内，则这些数据可能会在数据框边界以外绘图。

图形标题**(Plot Title)** 任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新通用绘图**(Save As New Universal Plot)** 这会将当前设置保存在由用户指定的一维通用绘图(UPL)文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。

尽管"浏览"窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio只能识别存放在<data>\Miscellaneous文件夹中的文件（参阅"文件夹(Folders)"）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在"一维通用绘图"菜单选项内，以供快速重新创建图形。

从**...**载入**(Load From)**这将从以前保存的一维通用绘图(UPL)文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述**(Discussion)**

可使用任何优化操作数的值作为单个系统、表面或多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为30 lp/mm的弧矢调制传递函数(MTF)作为镜头组偏心的函数（可成为公差分析的一个有效诊断方法）。由于MTFS操作数会计算弧矢MTF，因此通用绘图可以生成此类图形或文本列表。请参阅"优化操作数(Optimization Operands)"，获取可用优化操作数的列表。镜头组偏心由相关坐标断点面上的参数1或2定义，参数1和2同时列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成许多不同的图表，在自变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

由于很多优化操作数接受Hx和Hy值来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为1，然后设置Hx = 0并且Hy = 1，最后选择Y视场1作为自变量，以绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

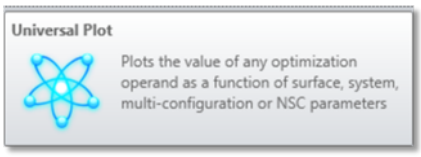
某些独立操作数（例如DIFF和SUMM），若从"操作数"列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才会被定义。如果需要DIFF之类独立操作数的计算结果，应从"操作数"列表中选择"Merit"函数，再在"行"中单独选择DIFF操作数。

在选择由多重结构操作数控制的自变量时，请注意，多重结构操作数将覆盖对自变量所做的更改。因此，OpticStudio也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

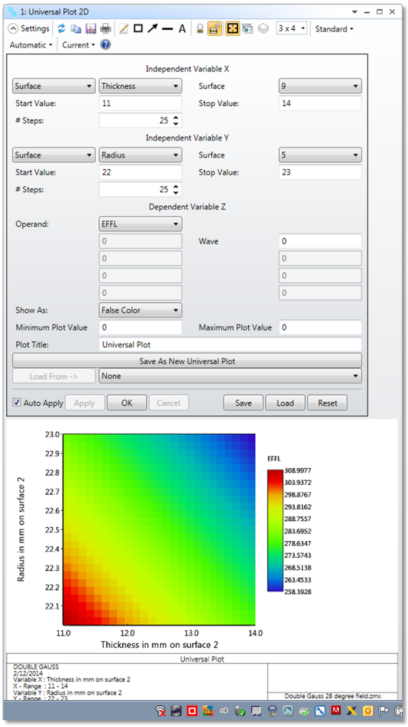
如果计算耗时过长，按下退出键(Esc)将终止分析。

请注意，鉴于通用绘图分析对系统数据的副本同样有效，因此，控制用户界面的宏命令（例如CLOSEWINDOW、WINL()和GETT()）无效，且不可在通用绘图中使用ZPLM操作数来调用宏。

3.6.2. 二维通用绘图**(Universal Plot 2-D)**



显示为图形或文本，以两个其它参数的函数的形式列出任意优化函数操作数的值。另请参阅"一维通用绘图 (Universal Plot 1-D)"。



自变量**X**或**Y**设置

选择表面、系统、多重结构或NSC数据作为自变量。

选择要用作自变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长数据、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于非序列模式数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为自变量参数的表面编号。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择非序列模式数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值**(Start/Stop Value)** 自变量的起始和终止范围。

步长数**(# of Steps)** 起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。最小值是2。

因变量设置**(Dependent Variable Settings)**

操作数**(Operand)**用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为"Merit"项也被包含在内。如果选择系统评价函数，则可以通过"行"选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行**(Line)** 作为因变量函数的优化操作数（当"操作数"列表中选择"Merit"时）。

Int1/Int2选定操作数的Int1和Int2值。对话框将显示Int1和Int2值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

显示设置**(Display Settings)**

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩色图作为显示选项。

轮廓格式**(Contour Format)**轮廓格式字符串。有关轮廓格式字符串语法的详述，请参见"轮廓格式字符串(The Contour Format String)"。

最小/最大绘图比例**(Min/Max Plot Scale)** 这些选项可定义Z方向缩放显示的最小值和最大值范围。如果值正好设置为零，则将选择默认值。要定义零值，请使用很小的数值，例如1.0E-20。如果定义的绘图比例值不能将结果数据包含在内，则绘图将以裁剪、充满或以其它方式显示，从而导致数据显示失真。这些设置不会对表面或等高线绘图产生任何影响。

图形标题**(Plot Title)** 任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新通用绘图**(Save As New Universal Plot)** 这会将当前设置保存在由用户指定的二维通用绘图(UP2)文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。尽管"浏览"窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio只能识别存放在<data>\Miscellaneous文件夹中的文件（参阅"文件夹(Folders)"）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在"通用绘图"菜单选项内，可供快速重新创建绘图。

从**...**载入**(Load From)**这将从以前保存的二维通用绘图(UP2)文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述**(Discussion)**

可使用任何优化操作数作为两个系统、两个表面或两个多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为30 lp/mm的弧矢调制传递函数(MTF)作为镜头组X和Y偏心的函数（可成为公差分析的一个有效诊断方法）。由于MTFS操作数会计算弧矢MTF，因此二维通用绘图可以生成此类图形或文本列表。请参阅"优化操作数(Optimization Operands)"，获取可用优化操作数的列表。镜头组的X和Y偏心由相关坐标断点面上的参数1和2定义，参数1和2均列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成许多不同的图表，在自变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

由于很多优化操作数接受Hx和Hy值来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为1，然后设置Hx = 0并且Hy = 1，最后选择Y视场1作为自变量，以绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

某些独立操作数（例如DIFF和SUMM），若从"操作数"列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才会被定义。如果需要DIFF之类独立操作数的计算结果，应从"操作数"列表中选择"Merit"函数，再在"行"中单独选择DIFF操作数。

在选择由多重结构操作数控制的自变量时，请注意，多重结构操作数将覆盖对自变量所做的更改。因此，OpticStudio也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

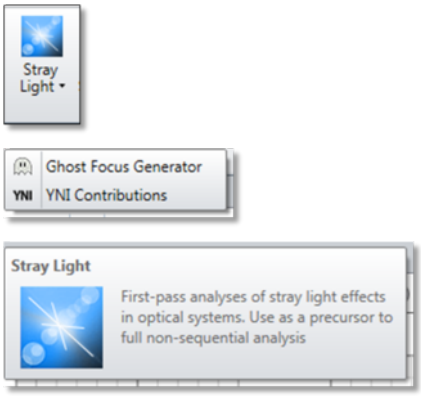
如果计算耗时过长，按下退出键(Esc)将终止分析。

请注意，鉴于通用绘图分析对系统数据的副本同样有效，因此，控制用户界面的宏命令（例如CLOSEWINDOW、WINL()和GETT()）无效，且不可在通用绘图中使用ZPLM操作数来调用宏。

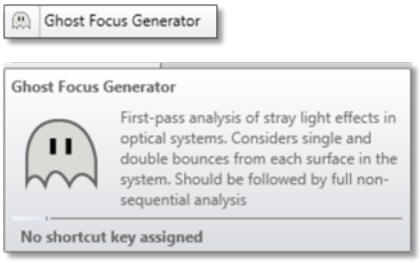
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3.7. 应用分析组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, sequential UI mode))

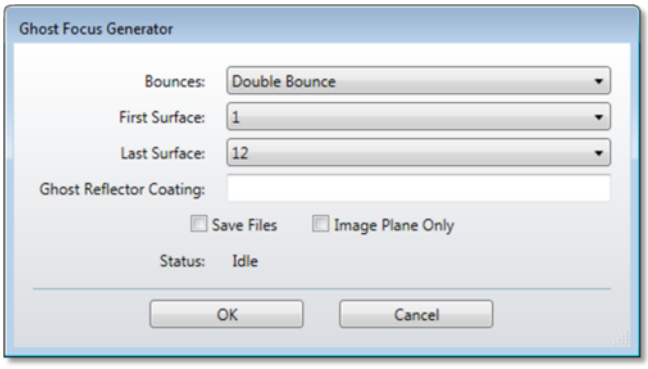
3.7.1. 杂散光(Stray Light)



3.7.1.1. 鬼像发生器(Ghost Focus Generator)



鬼像分析。如需了解有关鬼像的更多说明，请参阅"鬼像反射(Ghost reflections)"。



反射**(Bounces)** 选择单次反射或二次反射分析。

起始面**(First Surface)** 考虑反射的起始面。

终止面**(Last Surface)** 考虑反射的终止面。

保存文件**(Save Files)** 如果选中，则将计算鬼像光线追迹所使用的文件进行保存。

仅像面**(Image Surface Only)** 如果选中，在计算二次反射鬼像时仅显示像面的数据。

鬼像反射膜层**(Ghost Reflector Coating)** 输入膜层名称（如果有），可应用于模拟鬼像从折射光改变为反射光的表面。例如，如果将1%反射膜层应用于所有光学面，则输入膜层名称"I.99"，结果将生成一个反射1%能量的表面。这样有助于使用偏振透射分析准确计算鬼像总能量（如果需要）。此示例使用理想膜层，如果膜层模型中已适当定义了基面，则真实膜层也可用作鬼像膜层。在使用偏振光线追迹和透射功能查看所生成和保存的鬼像文件时，此功能可计算详细的透过率数据，请参阅"透射(Transmission)"。

详述**(Discussion)**

对于包含坐标断点面或某些特殊表面类型（如非序列模式组件表面）的系统，此功能可能无法正确工作。使用时仅考虑当前结构。为实现此分析的目的，将关闭无焦模式。

此功能可生成从当前镜头规格数据衍生的镜头文件。生成的文件经过设置可让指定表面反射光线，而非折射光线。然后将新建反射面之前的光学系统部分进行复制，以便光通过这部分光学系统往后传播。此分析旨在检查从任何光学面反射的光线是否会在其它组件上或在焦平面附近形成"鬼像"像面。这些效应对高能激光系统的影响很大，其中聚焦反射会损坏光学系统。同时，鬼像像面也会降低对比度。该功能支持单次以及二次反射。

OpticStudio的非序列模式中的鬼像分析也可以替代该功能。如需了解有关详细信息，请参阅"非序列模式-概述(NSC-OVERVIEW) "。

对于每个鬼像系统，将列出近轴边缘光线高度、近轴光线F/#和轴上实际光线RMS光斑半径，还将指出可能发生内部聚焦的玻璃表面。对于像面，在进行二次反射鬼像分析时，还将提供近轴边缘光线和主光线高度、像面到鬼像的距离以及鬼像系统的有效焦距(EFL)。

生成的镜头文件将存储在名为GHfffsss.ZMX的文件中，并且这些镜头文件可以打开，以供更多分析使用。fff是第一个鬼像表面的编号，而sss是第二个鬼像表面的编号。例如，GH007002.ZMX是一个二次反射鬼像分析文件，依次在表面7和表面2上反射光线。对于单次反射鬼像，只有fff编号是非零值。

虚拟表面（未定义折射率范围的表面）和镜面不作为候选反射面，但唯一例外的是像面。即使像面上没有折射率变化，也将被视为潜在的第一个反射面。

并非所有鬼像反射结构都可以追迹，偶尔会出现有关全内反射面或完全缺光表面的问题。可能需要打开和修改GHfffsss.ZMX文件，才能进行详细分析。

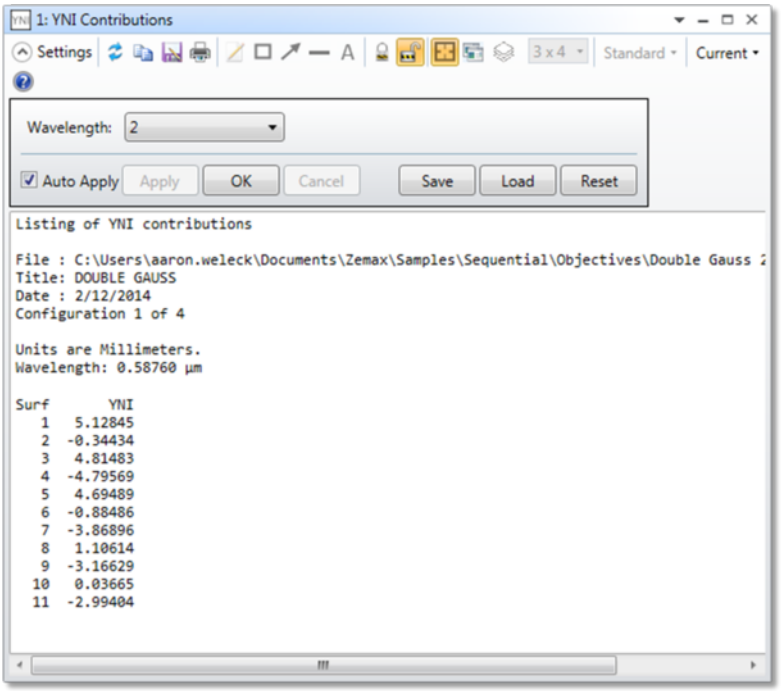
如果第一个反射面在光阑之前，则入瞳位置也将无法得到正确的计算。在开始生成鬼像分析之前，您可以通过以下步骤轻松解决此问题（仅出于分析鬼像的目的）：

1. 记录入瞳位置和直径。
2. 在表面1上创建虚拟表面。
3. 为这个新的虚拟表面提供一个厚度，将其设置为所记录入瞳位置值的负值。
4. 使虚拟表面成为光阑面，将入瞳直径设置为所记录的入瞳直径。
5. 仅对有限共轭有效，增加物面厚度，使增加量等于虚拟表面的厚度。

这些步骤将在物空间中为您提供一个真实的入瞳，并且在光阑面之前的表面上反射光时，将正确追迹光线。对于一般复杂的系统，鬼像分析已非常复杂，因此在解释此分析结果时需格外注意。

3.7.1.2. YNI贡献(YNI Contributions)

此功能可列出每一表面近轴YNI值，与该表面的Narcissus贡献成正比。



波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

详述**(Discussion)** 在序列模式中，YNI贡献分析和YNIP操作数可提供表面Narcissus贡献的一阶近似。

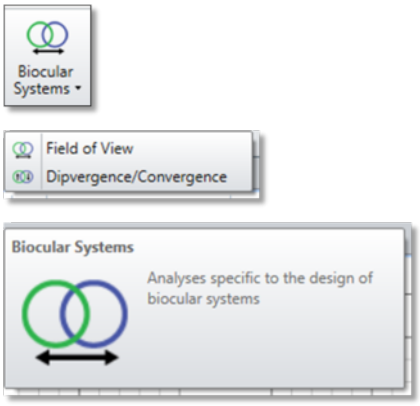
每个表面的YNI贡献为近轴边缘光线高度乘以折射率再乘以光线在表面入射角的积，通过Surf定义表面序号，Wave定义波长序号。该量与指定表面的Narcissus贡献相关。

以下方程式显示了系统中单个表面的轴上图像的冷回波。Narcissus强度与所有折射表面的冷回波的总和成正比。因此，如果要降低Narcissus强度，就需要YNI值尽可能大。

$$C = \frac{\epsilon M}{\pi(4 yni f\,\#)^2}$$

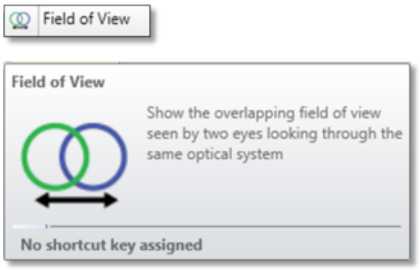
有关详述，请参阅"Narcissus: reflections on retroreflections in thermal imaging systems"，《Applied Optics》Vol. 21, No. 118, p3393 (1982)。

3.7.2. 双目镜分析(Biocular Analysis)

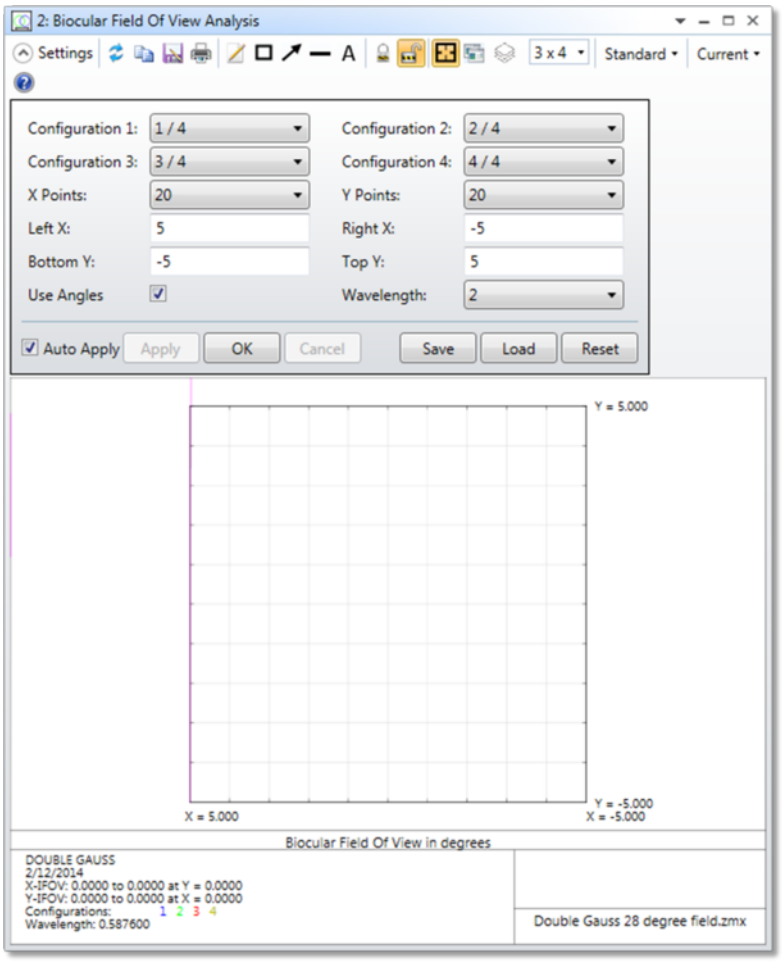


双目镜系统分析，即双眼可通过同一光学系统查看以便观察像面投影。

3.7.2.1. 视场(Field of View)



显示最多四个结构的视场。在使用此功能前，请参阅有关重要假设的详述。



结构**(Config)1**、**2**、**3**、**4** 选择显示视场数据的结构。

X-点数**(X Points)**、**Y-**点数**(Y Points)** 定义各方向使用的点数。

最左/最右**(Left/Right) X** 左右极值，以视场单位为单位。

最上/最下**(Top/Bottom) Y** 上下极值，以视场单位为单位。

使用角度**(Use Angles)** 如果选中，视场单位是度，否则单位是方向余弦。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

详述

此功能的主要用途是双目系统分析，即双眼可通过同一光学系统查看以便观察像面投影。此功能可显示最多四个结构的视场。视场(Field of View)在这一节内容中表示从光阑面（而非物面）发射光线的角度，这些光线在传播到像面的过程中始终未发生渐晕。

为了计算无渐晕视场，OpticStudio忽略光阑前的全部面，从光阑中心发出光线。这种方法基于一个假设，即光阑无论位于系统内任何位置，主光线都穿过光阑中心。因此OpticStudio从光阑中心（XYZ坐标(0,0,0)）发出光线。从光阑面到像面追迹光线格栅。在最小扫描角和最大扫描角间选择这个光线格栅的初始LMN方向余弦（在设置中用Left X，Right X，Bottom Y和Top Y定义）。对于未发生渐晕的光线，OpticStudio记录这条光线在方向余弦空间里的最大延伸（L值和M值）。一旦光线发生渐晕，记录对应的方向余弦坐标并在图上显示。

总之，这项分析的作用相当于为光阑后的全部光学系统绘制多配置渐晕图。它从光阑追迹主光线，报告在多大展角上这条主光线发生渐晕。视场的计算方法是在各结构下以各种角度追迹主光线。如果主光线穿过全部

孔径，图上与此角度对应的点将位于相应配置的闭合曲线内侧。各结构将生成闭合曲线，代表该结构的视场限。迭代执行光线追迹，确定主光线发生渐晕的具体角度。

为实现此功能，做出以下所有假设：

- 视场可以角度（以度为单位）或方向余弦表示。角度/余弦是按照光阑上的主光线与局部Z轴的夹角测量得到的。将忽略光阑面之前的表面。
- 假设像面是眼睛看到的像所在的位置。每个选定的结构应代表单个（通常为偏心）眼球位置。
- 应设置眼球位置为偏心的，以使像面X、Y坐标在所有结构中可以表示相同的像面光源点。例如，如果像面光源是CRT，则像面坐标点(x = 1, y = 2)应在所有结构中，都对应于CRT上的同一物理位置。
- 所有表面的孔径都应固定，以便渐晕视场以外的光线。

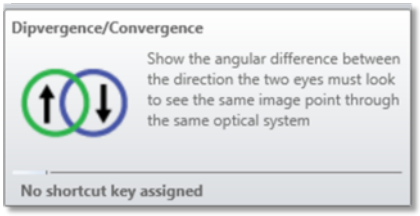
单位：

- 如果视场单位是余弦，则绘图在余弦空间中是线性的，并且Z方向余弦将根据X和Y方向余弦确定。
- 如果视场单位是角度，则主光线的方向余弦将根据X和Y视场角度使用以下公式确定

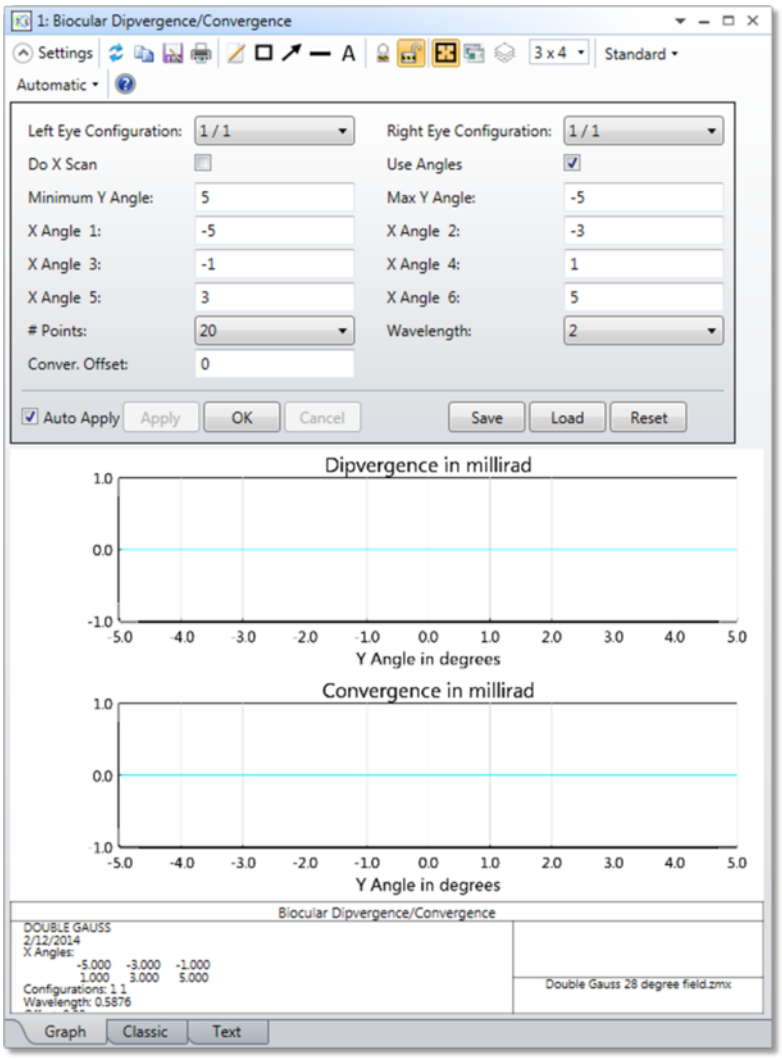
$$\tan(\theta_x) = \frac{l}{n},\ \tan(\theta_y) = \frac{m}{n},\ l^2 + m^2 + n^2 = 1$$

其中l、m和n分别是X、Y和Z方向余弦。

3.7.2.2. 发散度/收敛度(Dipvergence/Convergence)



显示双目分析的发散度和收敛度。



左眼结构**(Left Eye Config)** 定义用作左参考眼的结构。

右眼结构**(Right Eye Config)** 定义用作右眼的结构，其发散度和收敛度参考左眼确定。

进行**X**扫描**(Do X Scan)** 如果选中，则绘图扫描跨越X方向视场，否则扫描跨越Y方向视场。

使用角度**(Use Angles)** 如果选中，视场单位是度，否则单位是方向余弦。

最小/最大角/余弦**(Min/Max Angle/Cosine)** 设置X或Y方向的扫描限制，单位为余弦空间或度。请注意，限制不需要对称，最小值不需要小于最大值。

X/Y角度/余弦**1-6(X/Y Angle/Cosine 1-6)** 如果选中"进行X扫描"，则最多可选择显示6个Y角度/余弦偏移值。如果未选中"进行X扫描"，则最多可选择显示6个X角度/余弦偏移值。如果要关闭一个或多个偏移值，请将该值设置为-99。

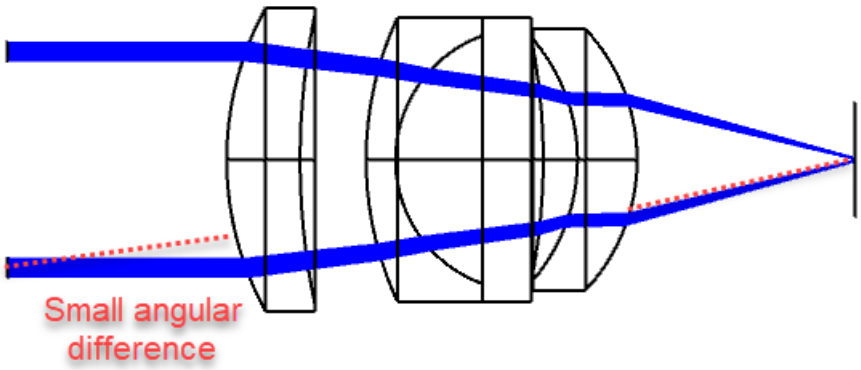
点数**(#Points)** 整个扫描中要使用的点数。

波长**(Wavelength)** 计算中将使用的波长编号。

收敛度偏移**(Convergence Offset)** 从计算的收敛度值中减去该值。这仅允许显示与所需值的偏差。

详述**(Discussion)**

当用双眼通过双目透镜观察时，双眼注视的方向之间通常需要存在一个较小的角度差，才能看到相同的图像点。



☒垂直（向上/向下）角度称为发散度。
☒水平左右角度称为收敛度或发散。

- 收敛度是指眼睛注视着观察者头部前方的一个公共点，因此，当两个眼睛位置的主光线向透镜移动并远离观察者头部时，主光线会收敛度在一起。
- 发散是指两条主光线在向透镜传播时发散，就像要看到头部后面的虚拟图像点一样。
- 从计算角度来看，收敛度和发散实际上是一回事。OpticStudio遵循通常惯例，即收敛度为正值，发散为负值；因此，在随后的讨论中，将只使用"收敛度"一词，但应了解，如果收敛度为负值，则其正确的叫法为发散。通常，收敛度比发散更容易被人接受，且两种像差可能有不同的规范。

发散度和收敛度的单位均为毫弧度，视觉系统的典型极限约为1.0毫弧度。

通过追迹左眼结构中的参考光线，对视场中的给定点进行计算。然后在右眼结构中追迹相同角度的主光线。通常，右眼光线不会像左眼参考光线那样精确地落在像面的X、Y坐标上。OpticStudio对右眼追迹进行迭代，直至找到与左眼参考光线交点坐标匹配的主光线。得到的右眼主光线通常会在垂直方向和水平方向上与左眼形成一定角度，这些角度分别为发散度和收敛度。

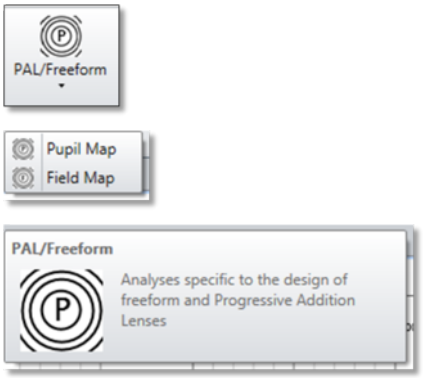
为实现此功能，做出以下所有假设：

☒视场可以角度（以度为单位）或方向余弦表示。
☒假设像面是眼睛看到的像所在的位置。每个选定的结构应代表单个（通常为偏心）眼球位置。
☒应设置眼球位置为偏心的，以使像面X、Y坐标在所有结构中可以表示相同的像面光源点。例如，如果像面光源是CRT，则像面坐标点(x = 1, y = 2)应在所有结构中，都对应于CRT上的同一物理位置。
☒所有表面的孔径都应固定，以便渐晕视场以外的光线。

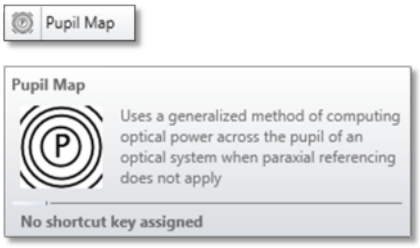
请注意，左眼和右眼主光线都必须通过所有表面且无误差和渐晕，这样计算才有效。如果两条光线均不追迹，则不会返回该视场的数据。结构之间的视场重叠对于设置适当的最小/最大扫描值非常有用，请参阅"视场(Field of View)"确定视场重叠。

右眼所需的迭代可能会失败。这通常会在不存在解或者发散度/收敛度太大以至于算法变得不稳定的情况下发生。失败的迭代通常会在绘图中显示为间隙。

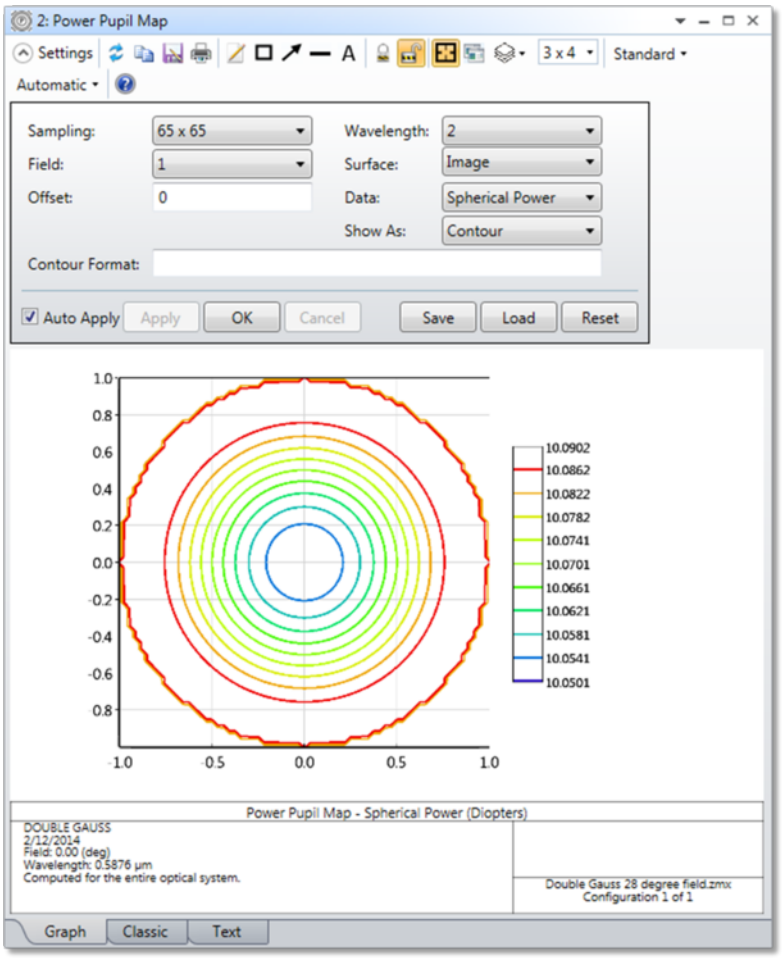
3.7.3. PAL/Freeform分析(PAL/Freeform)



3.7.3.1. 光瞳光焦图(Power Pupil Map)



此功能可计算随光瞳位置变化的光焦度或有效焦距。另请参阅"视场光焦图(Power Field Map)"。



采样**(Sampling)** 分析中使用的矩形网格的尺寸。

视场**(Field)** 计算中使用的视场编号。

偏移**(Offset)** 添加至计算数据的用户自定义偏移值。

波长**(Wavelength)** 分析中使用的波长编号。

表面**(Surface)** 带有光焦度的最后一个表面。将系统作为一个整体计算光焦度和EFL数据时，最多可包括此表面的折射率进行计算。请参阅下面的详述。

数据**(Data)** 要计算的数据。选项包括球面光焦、柱面光焦、最大光焦、最小光焦、子午光焦、弧矢光焦、Y方向光焦、X方向光焦和像散光焦（X轴减Y轴），上述均以屈光度为单位；或以镜头单位表示的X与Y方向的有效焦距(EFL)。

显示为**(Show As)** 选择表面、等高线图、灰阶或伪彩图等作为显示选项。此外，还提供横跨X轴或Y轴方向的视场扫描。

等高线格式**(Contour Format)** 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参阅下面的"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。

详述**(Discussion)**

此功能可计算随光瞳坐标变化的光焦度或焦距。将光学系统作为一个整体确定光焦度或焦距时，可包括任意表面的折射率。所使用的方法是，追迹光瞳内各点中心参考光线周围的实际光线环。使用光线数据确定每个光瞳位置的焦距。再用此焦距计算镜头光焦度，以屈光度（米的倒数）为单位。通常情况下，焦距随方向变

化而变化。通过追迹光线环，可以确定参考光线周围光焦度或焦距的平均值、最大值和最小值。根据此数据，可以计算多种类型的光焦度。注意：根据这些项的不同用途，此功能使用的定义可能会有所不同。

可根据光线环的平均光焦度确定球面光焦度。最大和最小光焦度是光线环得出数据的极值。柱面光焦度被定义为最大光焦度与最小光焦度之差。注意：使用此定义时，柱面光焦度值始终是正值。对于柱面，报告的有效焦距值是最大焦距和最小焦距之差。对于像散有效焦距，报告的值是X方向焦距和Y方向焦距之差。

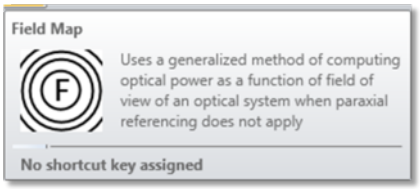
此功能还可用于计算子午方向或弧矢方向的光焦度。在此，子午方向的平面包含物方空间中的主光线和局部坐标z轴。弧矢方向与子午方向正交。此外还可以计算Y方向和X方向光焦度。这些方向是根据入瞳的局部坐标方向定义的。像散光焦度被定义为X方向光焦度和Y方向光焦度之差。

表面设置应定义所测定透镜部分有光焦度的最后一个表面。建议将此设置手动设为正确的值，而不使用默认的"像面"设置。因为这样可以使用精确的光线追迹计算光焦度，并且最准确的数据是从最后一个光焦面折射后直接产生的光线数据。如果光线穿过透镜传播的距离很长，OpticStudio可能无法正确解析某些模棱两可的情况。

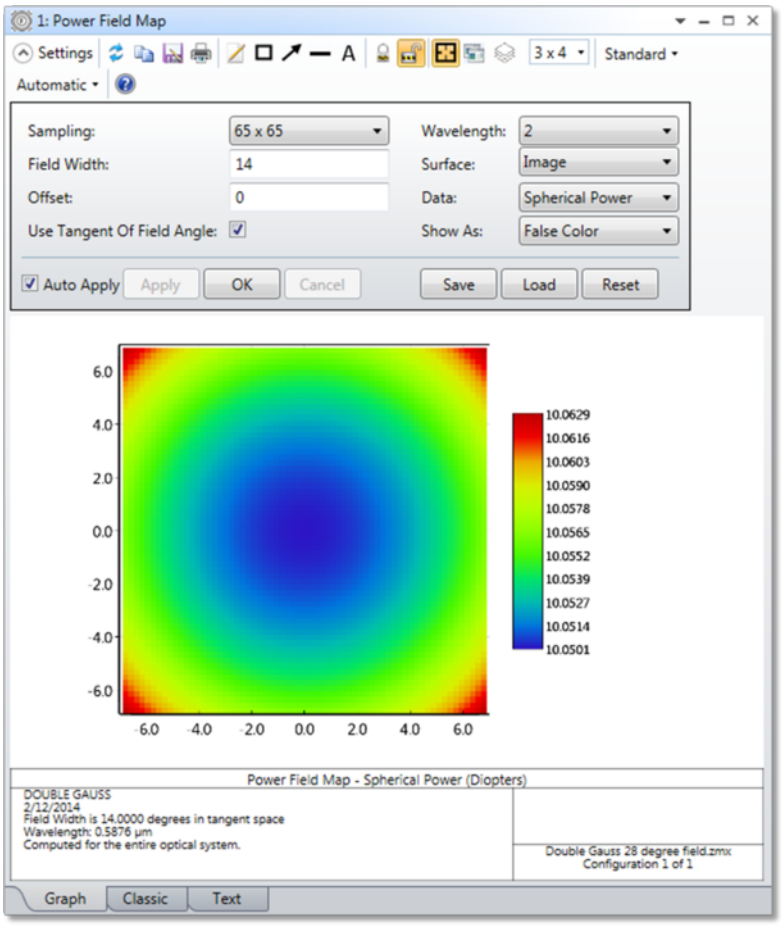
例如，当光线接近平行时，由于有限的计算精度，投影焦点可以很容易地从系统的前面翻转到后面。高的有效焦距（例如10000）可能表明这种情况。

"偏移"值是用户自定义添加到所有计算数据中的值。此功能可用于评估相对于某些用户自定义的参考值的偏差。

3.7.3.2. 视场光焦图(Power Field Map)



此功能可计算随视场位置变化的光焦度或有效焦距。此功能的常见应用是渐变多焦镜头(Progressive Addition Lens, PAL)的球面和柱面光焦度的分析。另请参阅"光瞳光焦图(Power Pupil Map)"。



采样**(Sampling)** 分析中使用的矩形网格的尺寸。

视场宽度**(Field Width)** 视场全宽（以视场单位为单位）。

偏移**(Offset)** 添加至计算数据的用户自定义偏移值。

波长**(Wavelength)** 分析中使用的波长编号。

表面**(Surface)** 带有光焦度的最后一个表面。将系统作为一个整体计算光焦度和EFL数据时，最多可包括此表面的折射率进行计算。请参阅下面的详述。

使用视场角正切值**(Use Tangent of Field Angle)** 如果选中，并且视场类型是角度（以度为单位），则显示的数据空间分布与视场角正切值（而非视场角）成正比。

数据**(Data)** 要计算的数据。选项包括球面光焦、柱面光焦、最大光焦、最小光焦、子午光焦、弧矢光焦、Y方向光焦、X方向光焦和像散光焦（X轴减Y轴），上述均以屈光度为单位；或以镜头单位表示的X与Y方向的有效焦距(EFL)。

显示为**(Show As)** 选择表面、等高线图、灰阶或伪彩图等作为显示选项。此外，还提供横跨X轴或Y轴方向的视场扫描。

等高线格式**(Contour Format)** 等高线格式字符串。有关等高线格式字符串语法的详述，请参阅下面的"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。

详述**(Discussion)**

此功能可计算随视场坐标变化的光焦度或焦距。将光学系统作为一个整体确定光焦度或焦距时，可包括任意表面的折射率。所使用的方法是，追迹视场各点主光线周围的实际光线环。使用光线数据确定每个视场位置

的焦距。再用此焦距计算镜头光焦度，以屈光度（米的倒数）为单位。通常情况下，焦距随入瞳中的方向变化而变化。通过追迹光线环，可以确定光瞳周围光焦度或焦距的平均值、最大值和最小值。根据此数据，可以计算多种类型的光焦度。注意：根据这些项的不同用途，此功能使用的定义可能会有所不同。

可根据入瞳的平均光焦度确定球面光焦度。最大和最小光焦度是光瞳的极值。柱面光焦度被定义为最大光焦度与最小光焦度之差。注意：使用此定义时，柱面光焦度值始终是正值。对于柱面，报告的有效焦距值是最大焦距和最小焦距之差。对于像散有效焦距，报告的值是X方向焦距和Y方向焦距之差。

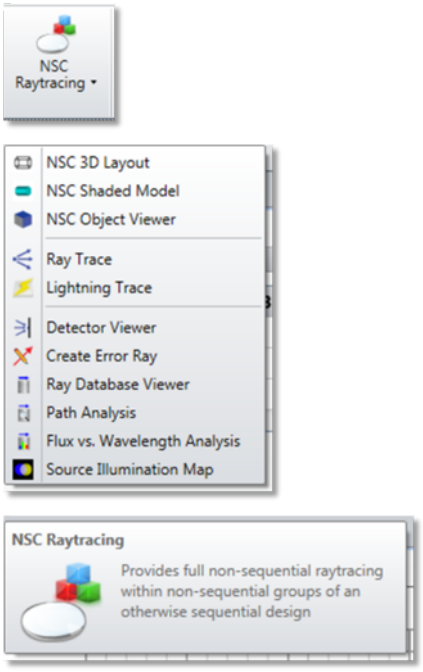
此功能还可用于计算子午方向或弧矢方向的光焦度。在此，子午方向的平面包含物空间中的主光线和局部坐标z轴。弧矢方向与子午方向正交。此外还可以计算Y方向和X方向光焦度。这些方向是根据入瞳的局部坐标方向定义的。像散光焦度被定义为X方向光焦度和Y方向光焦度之差。

表面设置应定义所测定透镜部分有光焦度的最后一个表面。建议将此设置手动设为正确的值，而不使用默认的"像面"设置。因为这样可以使用精确的光线追迹计算光焦度，并且最准确的数据是从最后一个光焦面折射后直接产生的光线数据。如果光线穿过透镜传播的距离很长，OpticStudio可能无法正确解析某些模棱两可的情况。

"偏移"值是用户自定义添加到所有计算数据中的值。此功能可用于评估相对于某些用户自定义的参考值的偏差。

要针对特定光焦度优化透镜，请参阅POWF优化操作数。

3.7.4. 非序列模式光线追迹(NSC RayTracing)

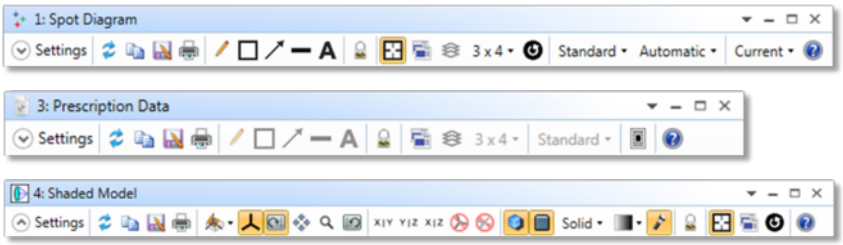


3.8. 图形和文本窗口操作(Graphics and Text Windows Operations)

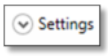
OpticStudio有多种分析窗口，每种窗口都有不同的工具栏和右键菜单选项。 本节将说明不同的工具栏功能和交互选项。

3.8.1. 工具栏按钮功能(Toolbar Button Functions)

下面是不同分析窗口工具栏的截屏：



下面是所有工具栏图标及其相关功能的列表：



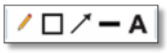
设置**(Settings)** 打开分析设置的窗口。

更新**(Update)** 使用编辑器中的当前值刷新分析窗口

复制**(Copy)** 将数据复制到剪贴板

另存为**(Save As)** 将数据另存为图像文件

打印**(Print)** 打印此窗口



注释**(Annotate)** 有关详细信息，请参阅"使用注释功能(Using the annotation feature)"。"注释"下的项目包括：

编辑**(Edit)** 允许对注释进行扩展编辑

方框**(Box)** 在图形窗口内绘制方框

箭头**(Arrow)** 绘制终点有方向箭头的线段。

线**(Line)** 在图形窗口内绘制一条线段

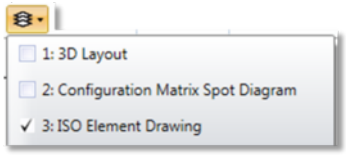
文本**(Text)** 在图形窗口内提示输入并绘制文本。

窗口锁定/窗口解锁**(Lock/Unlock)** 如果选择窗口锁定，则窗口将转换为"静态"窗口，不能更改其中的数据。锁定窗口中的内容可以被打印，复制到剪贴板或保存到文件中。此功能的应用是比较不同镜头文件的结果。一旦窗口被锁定，窗口内容将不再更新，因此可以对随后加载的任何新镜头文件进行分析，并与锁定窗口的结果做比较。一旦窗口被锁定，在解锁之前，窗口内容无法被更新。

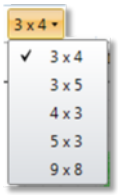
窗口光标**(Active Cursor)** 当光标位于显示图的"活动"区域时，选中窗口标题栏中的窗口光标后，可显示光标当前指向位置的坐标值。在大多数XvsY类型的绘图上，显示值的含义都很明显。在某些绘图（例如三维布局图）上，显示图像是三维物体在二维平面上的投影。如果旋转像面，投影图像呈现的窗口光标显示值将为无意义的坐标数据。并非所有绘图都支持窗口光标。默认情况下，窗口光标处于"关闭"状态，但可以点击选择此选项

打开和关闭。创建新绘图窗口时，可以将窗口光标设置自动启用或关闭，在"设置选项卡(Setup Tab)"中"OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)"的"绘图(Graphics)"菜单内可进行此设置。

窗口复制**(Clone)** 此选项可打开一个新窗口，其设置和显示数据均与当前窗口相同。此功能可实用地根据原始窗口中的设置创建新窗口。复制的窗口在创建后与任何其它窗口一样，可以独立于原窗口进行更新，或更改设置。

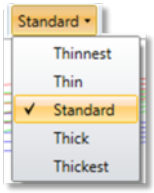


动态叠加**(Overlay)** 提供所有已打开图形窗口的列表。可以选择其中任何窗口，以便叠加为当前显示数据。叠加功能很有用，可比较两个相似的绘图或布局图，以检测细微改变量。

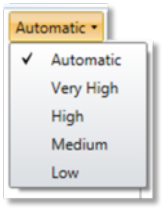


纵横比**(Aspect Ratio)** 可以选择的纵横比包括3 x 4（高x宽）、3 x 5、4 x 3或5 x 3等，第一个值是默认值。后两个值的高度比宽度大。可以在"设置选项卡"中"OpticStudio配置选项"设置的"绘图"菜单上设置默认纵横比。

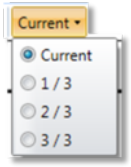
重置缩放比例**(Reset Zoom)** 将缩放比例重置为原始设置。



绘图线宽**(Line Thickness)** 设置分析窗口绘图线宽



分辨率**(Resolution)** 定义当前绘图的分辨率。 此选项很有用，可在调整窗口大小时，控制绘图的可读性。 要使小窗口更易于阅读，请使用较低的分辨率。

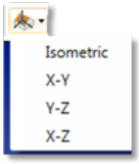


结构**(Configuration)** 设定显示哪个结构。 仅当有多重结构，并且分析设置中没有结构选项时，才显示此工具栏图标。

自动换行**(Word Wrap)** 文本根据窗口宽度自动换行。对于非常大的文件，还可以提高滚动浏览速度。

帮助**(Help)** 通过该按钮获取更多帮助

实体模型查看器控件



相机视图**(Camera View)** 调整相机方向，以在等轴测视图或平面视图中查看物体。

显示坐标轴**(Show Axis)** 显示坐标轴方向

鼠标控件选项**(**鼠标控件选项**)**

旋转**(Rotate)** 使用鼠标左键拖拽以自由旋转物体。

平移**(Pan)** 使用鼠标左键拖拽以上/下/左/右平移模型。

缩放**(Zoom)** 使用鼠标左键拖拽以选择矩形缩放区域。

平摇**(Roll)** 使用鼠标左键拖拽以在平面内转动模型。

其它相机控件**(Additional Camera Controls)** 除使用下拉菜单中的相机控件选项以外，还可以使用鼠标和/或键盘手动操纵相机。

鼠标中键点击和拖拽**(Middle mouse click + drag)** 平移相机

鼠标滚轮**(Mouse-wheel)** 缩放相机

向左箭头键和向右箭头键**(Left & Right Arrow Keys)** 顺时针或逆时针旋转整个场景

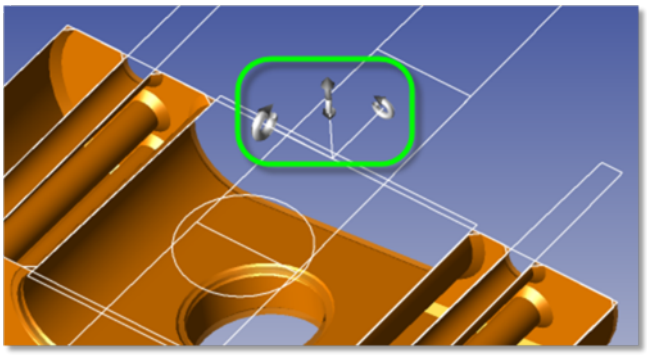
向上箭头键和向下箭头键**(Up & Down Arrow Keys)** 沿X轴旋转物体

上页和下页键**(Page Up & Page Down Keys)** 沿Y轴旋转物体

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

剖切面**(Cutting Planes)** 沿 X/Y、Y/Z或X/Z方向启用剖切面。

使用剖切面时，将打开剖切轴操纵器。这些操纵器允许旋转和平移剖切面。

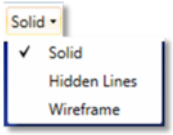


隐藏剖切轴**(Hide Cutting Axes)** 隐藏剖切轴操纵器。

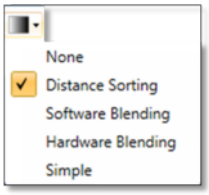
隐藏剖切面**(Hide Cutting Plane)** 隐藏剖切面的显示，但使其保持激活状态。

显示阴影**(Drop Shadow)** 基于当前照射位置对光学系统绘制阴影。

阴影着色**(Shaded)** 设定开启或关闭平滑阴影。



渲染选项**(Render Options)** 在"实体渲染"、"隐线图"和"网格图"之间更改渲染选项



透明渲染**(Blending)**渲染半透明物体的选项。 这些选项完全基于物体颜色和透明度，仅适用于实体模型视图。

无**(None)** 所有物体均绘制成完全不透明。

按距离排序**(Distance Sorting)** （默认值）所有物体先按相机的Z轴距离进行排序，然后一次性计算透明度。 这样可能导致发生物体重叠，或者较远物体部分遮挡较近物体的现象。 此方法在许多情况下都有效，并且渲染速度较快。

软件透明渲染**(Software Blending)** 使用基于软件的Painter算法完成所有透明渲染。 此方法很准确，但渲染速度慢。

硬件透明渲染**(Hardware Blending)**使用硬件辅助的一次性深度剥离算法完成透明渲染。 此方法对简单场景有效并具有较快的渲染速度，但不能处理多层透明渲染。

简单**(Simple)** 使用"网格门"形式的采样方法进行透明渲染。 此方法速度十分快，但不能处理复杂情况下的多层透明渲染。

采光渲染**(Use Lighting)** 采光渲染开关切换。

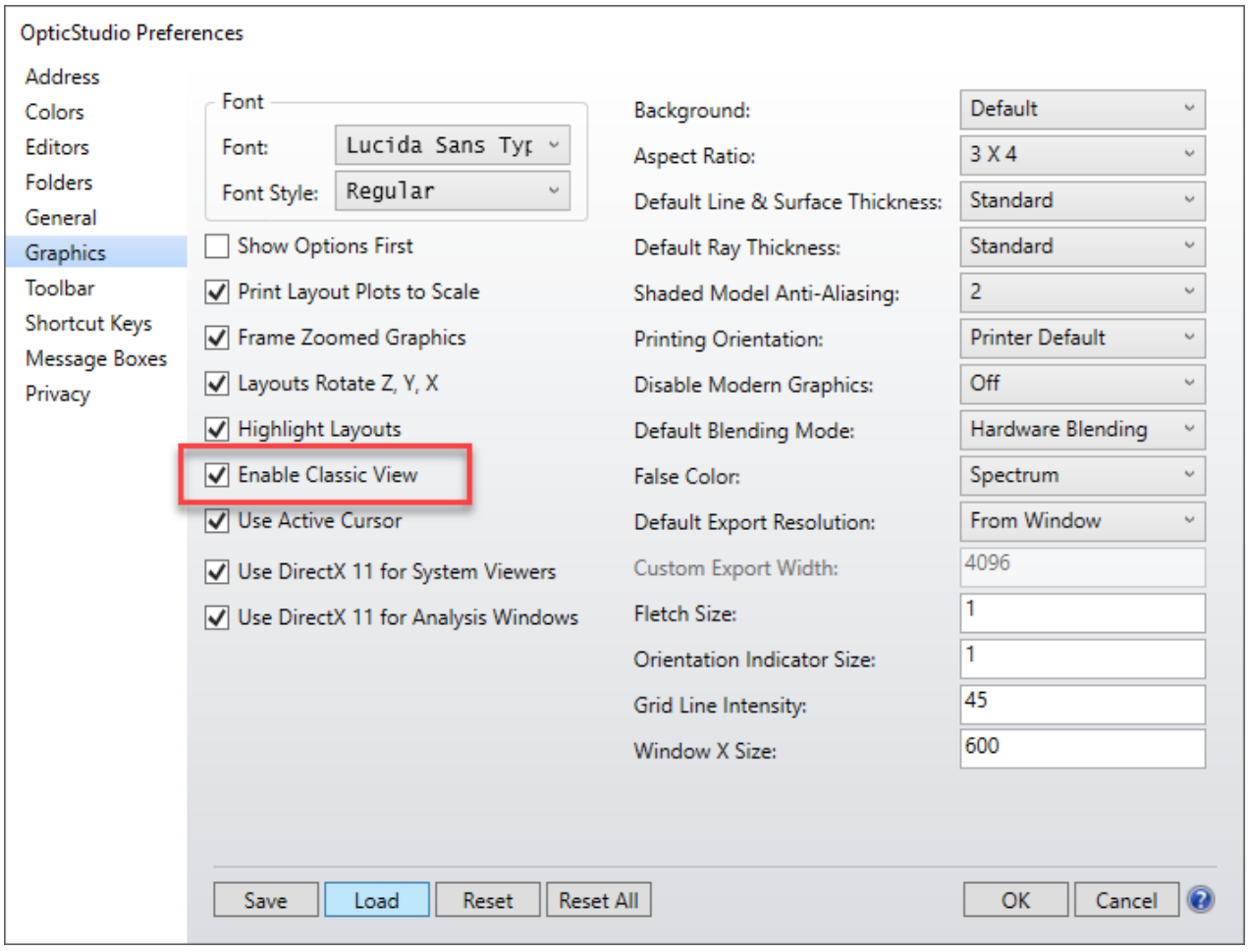
3.8.2. OpticStudio的新绘图(OpticStudio’s New Graphics)

OpticStudio中的某些分析具有新的绘图显示格式，被称为LightningChart。这些图表有新功能，包括交互轴和可直接在绘图中添加数据标记。

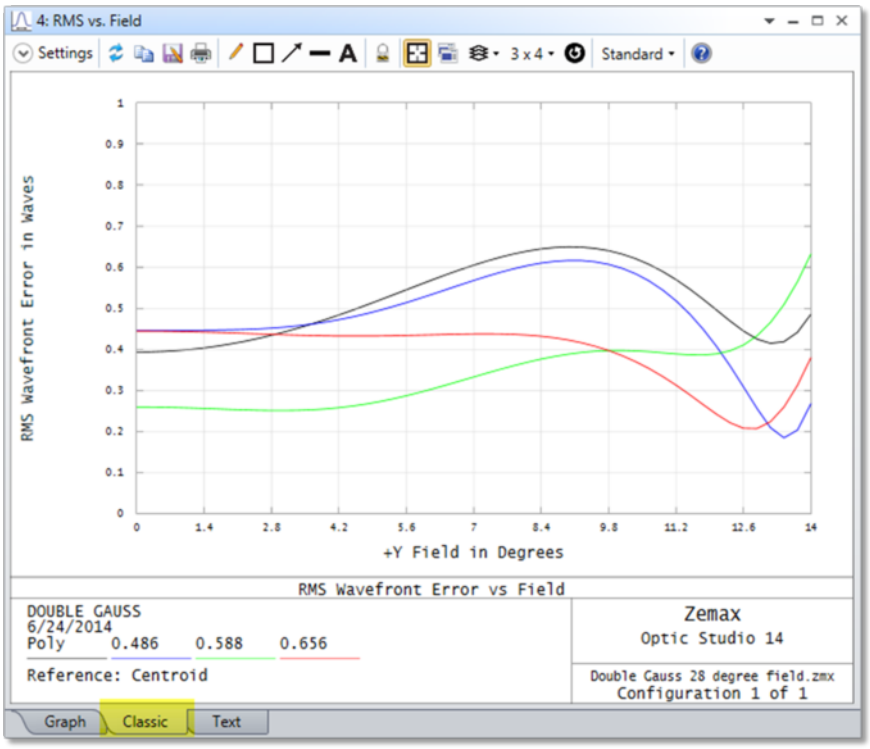
经典绘图

您仍可查看经典分析图表，与OpticStudio早期版本中的图表显示并无差别。

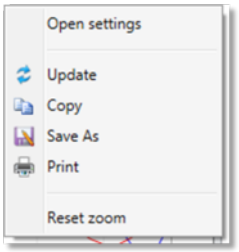
为此，请在"OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)"的"绘图(Graphics)"部分选中"启用经典视图(Enable Classic View)"设置：



选中"启用经典视图"将启用LightningChart分析底部的"经典"选项卡，如下图所示：



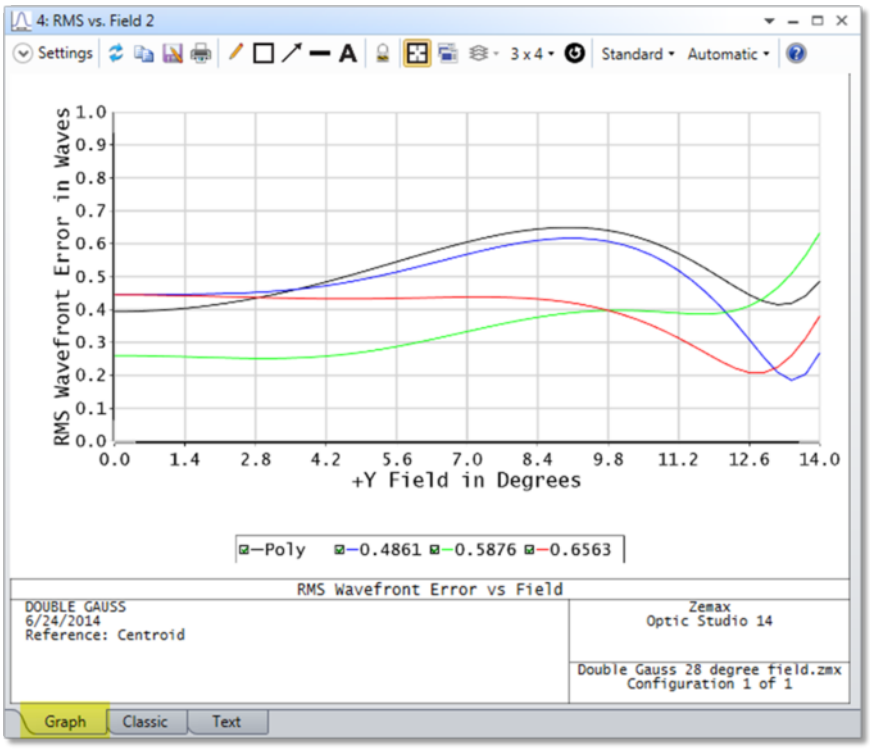
右键单击经典图可调用以下菜单。 此右键菜单中所列出工具的功能与分析工具栏中其相应的按钮功能相同：



注意：对于没有更新为LightningChart格式的分析图表，"经典"选项卡不可用。

LightningChart

对于已更新绘图的OpticStudio分析项，"绘图(Graph)"选项卡将以LightningChart格式显示数据。



与**LightningChart**工具栏的差异

注意：经典绘图工具栏与LightningChart工具栏之间有两大差异：

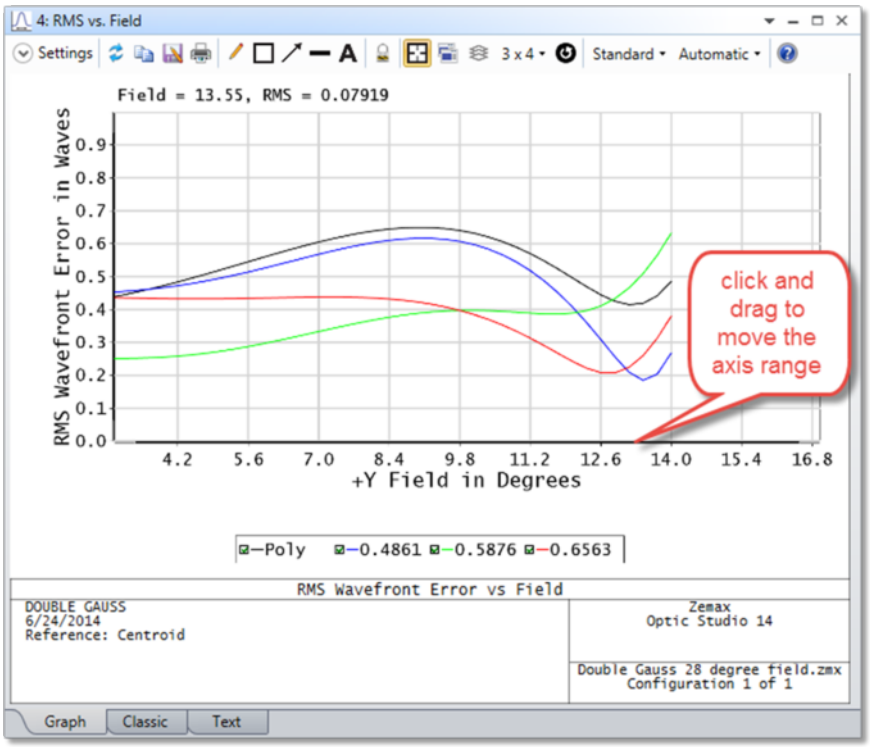
动态叠加按钮在LightningChart工具栏中处于"非激活"状态。此功能仅适用于经典图。

用户可以设置LightningChart分辨率。 此功能可定义当前绘图的分辨率，对调整窗口大小时控制绘图的可读性很有用。对于小窗口，请使用较低分辨率。

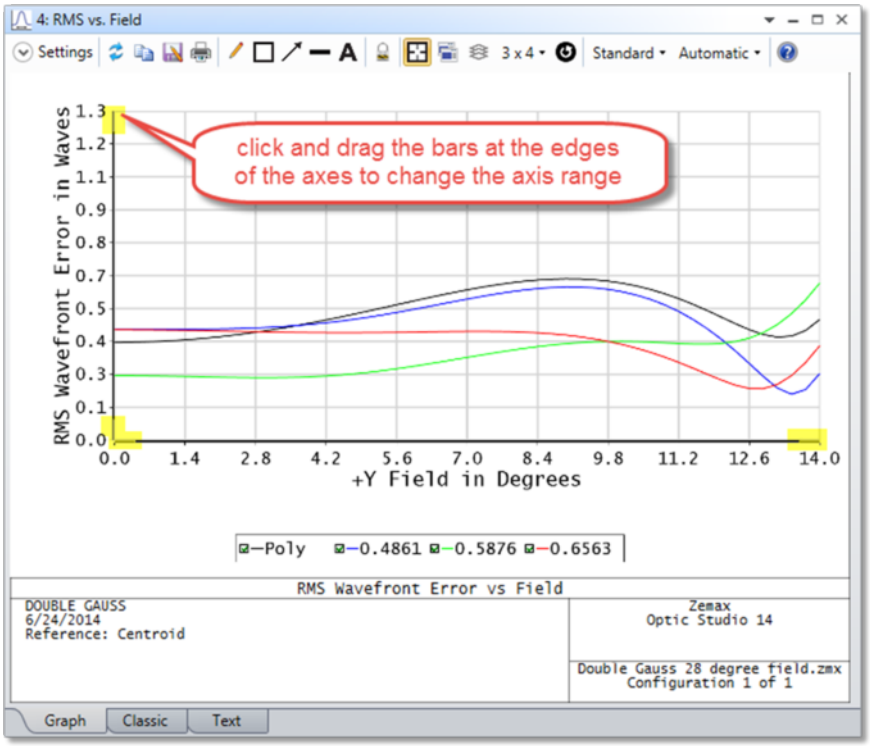
交互功能

LightningChart还包含交互功能。

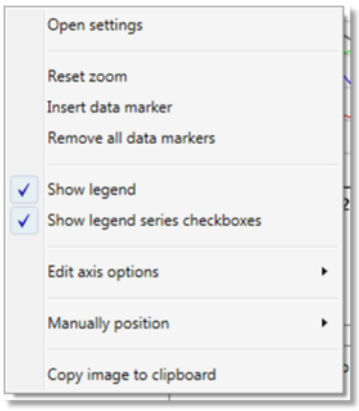
单击并拖拽轴上任意位置可移动显示数据范围：



单击并拖拽坐标轴边缘的灰色滑动条可增加或减少显示数据的范围：



右键单击经典图可调用以下菜单。

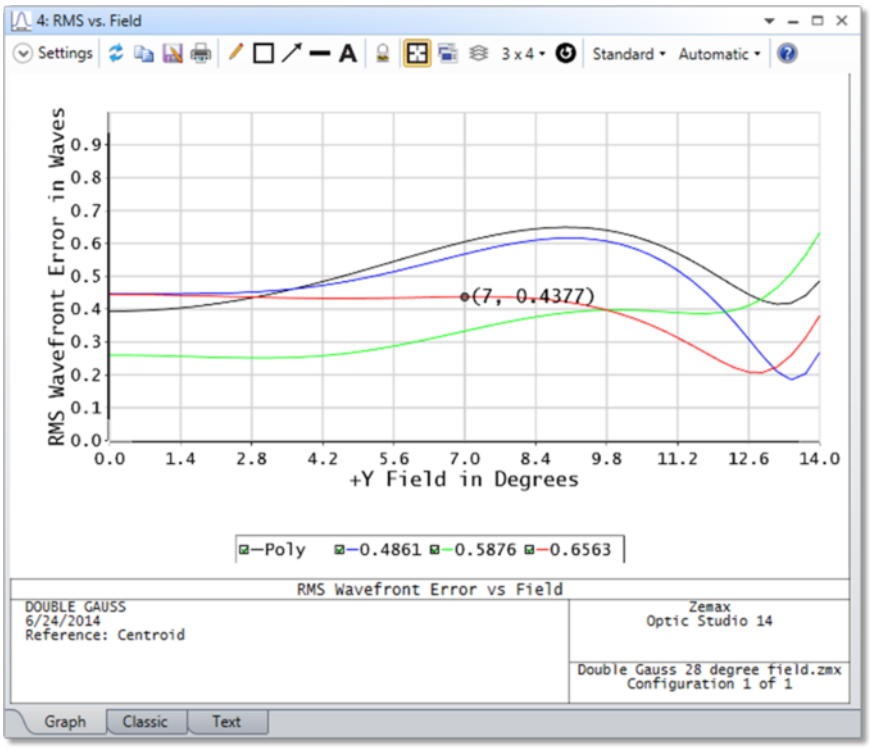


数据标记

添加数据标记**(Insert Data Marker)** 如果用户右键单击绘制出的线条，将启用此选项，此选项可在图中添加带有数据标签的标记。

清除所有数据标记**(Remove all Data Markers)** 从图中清除所有数据标记。

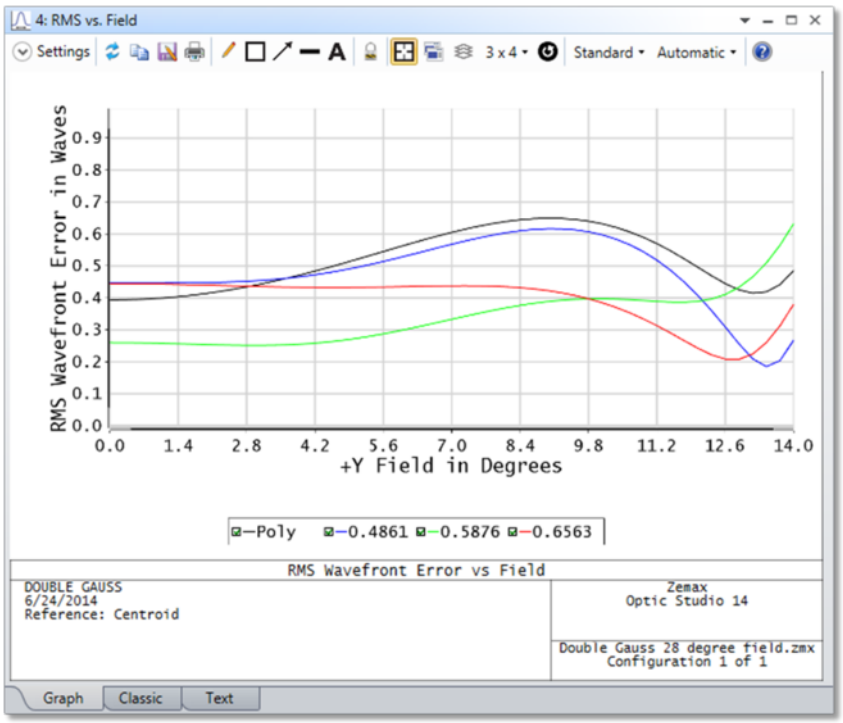
在图中添加数据标记后，用户可以沿绘制线单击并拖拽移动标记。 允许的数据标记位置可与计算的数据点直接绑定。计算的数据点之间没有插值，因此如果将图表放大得超出这些数据点的分辨率范围，则允许的数据标记位置间隔会变得粗略。

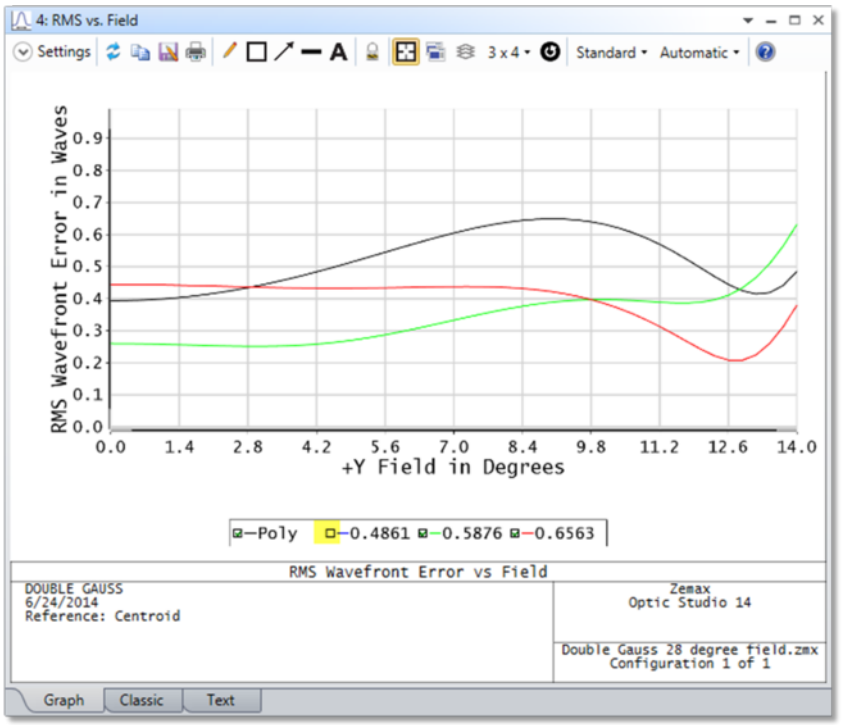


图例选项

显示图例**(Show Legend)** 选中"启用"将显示图例。选中"关闭"将隐藏图例。

显示图例序列复选框**(Show Legend Series Checkboxes)** 此功能允许用户显示和隐藏不同图例系列时，只需单击图例各系列旁的复选框即可：

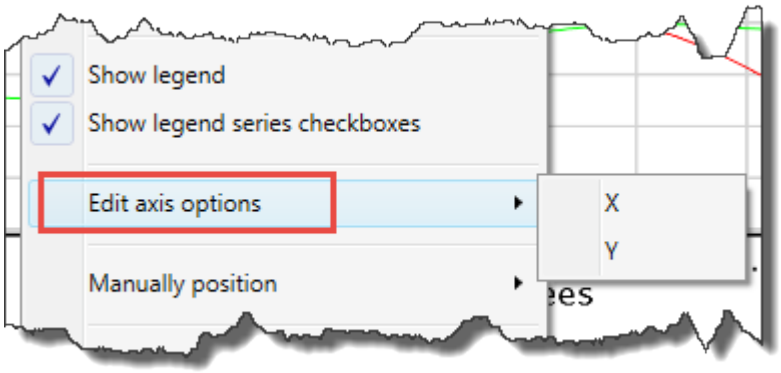




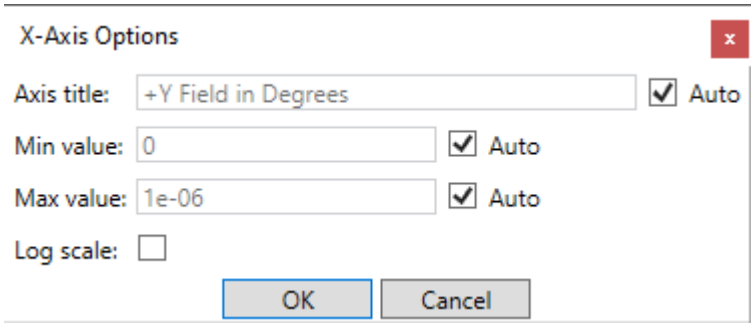
手动选项**(Manually Position)** 用户可通过单击和拖拽为图例手动定位。

坐标轴选项

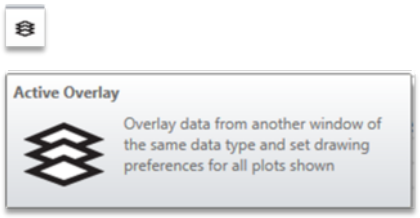
默认情况下，图表坐标轴可自动缩放，自动添加标题，但用户可以自定义这些设置，只需单击"编辑坐标轴选项"...X或Y：



取消选中"自动"选项可启用标题和最小/最大值：



3.8.3. 动态叠加(Active Configuration)



支持动态叠加的图表大多是XY曲线图，例如FFT PSF截面图和几何MTF，以及点列图系列的光迹图和矩阵点列图。动态叠加功能使您能够结合其它绘图中的系列数据，并在现有分析窗口的数据系列旁绘制这些数据。从其它分析窗口中引入的数据系列被称为"叠加系列(Overlay Series)"。在叠加到支持动态叠加的图表中时，叠加的数据和坐标轴仍是交互的。

3.8.3.1. 单位注意事项(Unit Considerations)

仅当单位可兼容时，才可把数据系列叠加到一个图表中。要在主Y轴上叠加数据，目标图和叠加数据之间的X和Y轴单位必须相同。要使用第二Y轴叠加，叠加数据的X轴单位必须与目标图的相应单位兼容。

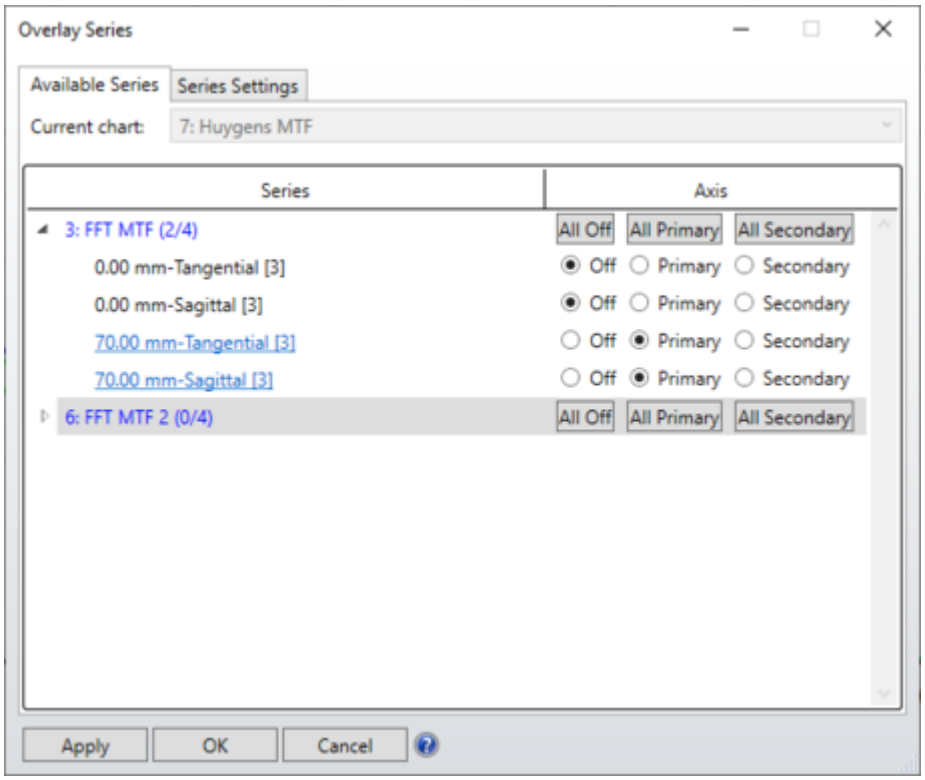
例如，要将另一分析的数据系列叠加到使用主Y轴的PSF截面图上，叠加系列的Y轴必须是没有单位的表示值，因为PSF截面图Y轴上的相对辐射照度是无单位的量。此外，在此示例中，X轴单位必须是当前的像差单位（例如，如果不在无焦模式下，单位为微米）。

3.8.3.2. 工具栏按钮(Toolbar Button)

要编辑叠加到绘图上的数据系列，请选择叠加系列按钮。如果此按钮已禁用，则原因是此绘图不支持叠加系列，或者可能没有打开的其它窗口为此窗口提供叠加系列。此外，叠加系列也可以通过"添加/删除叠加系列(Add/remove overlay series)"图上的右击文本菜单项进行访问。

3.8.3.3. 叠加系列编辑器(Overlay Series Editor)

在允许编辑叠加系列的对话框内，将列出当前OpticStudio会话中可以被叠加到当前选定图表中的所有可用数据系列：



"系列"标题下左侧的树结构显示了按"分析/子绘图/系列(Analysis/Subplot/Series)"层次结构组织的单位兼容的叠加数据系列。对于只有一个子绘图的分析，树结构中没有子绘图节点。

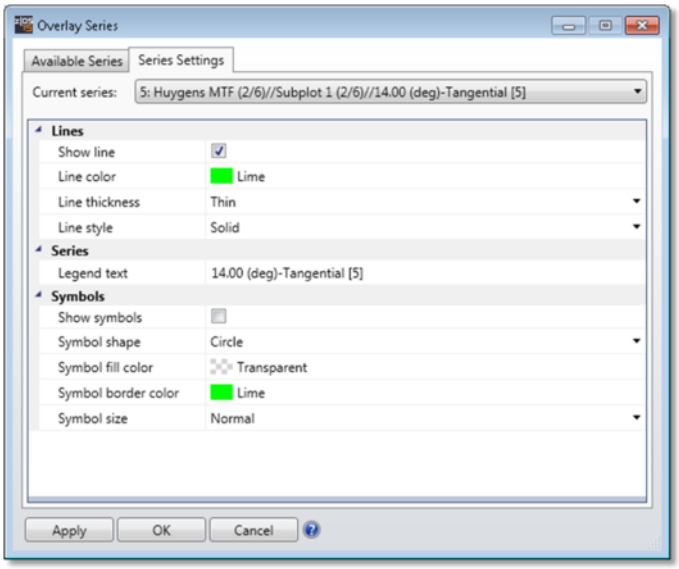
每个分析和子绘图的标题都将附加一个字符串"(*M*/*N*)"，其中*M*是被选择叠加到图表上的元件下的系列数，而*N*是该元件下可以被叠加的系列总数。每个系列标题默认附加字符串"[*m*]"，其中*m*是提供源快速提示的窗口号。如果有多个子绘图，则附加"[*m.n*]"，其中*m*是窗口号，而*n*是子绘图编号。

"全部关闭(All Off)"、"只显示主要的(All Primary)"和"只显示第二的(All Secondary)"按钮允许您在树结构的分析或子绘图节点下快速启用和关闭选项。

要查看图表上的叠加系列，可以选择"应用(Apply)"按钮，这样可使模式对话框窗口保持打开状态，以便您继续编辑；也可以选择"确定(OK)"按钮，以便应用叠加并关闭对话框窗口。最后，如果要恢复到上一组应用的叠加系列改变量，请选择"取消(Cancel)"。

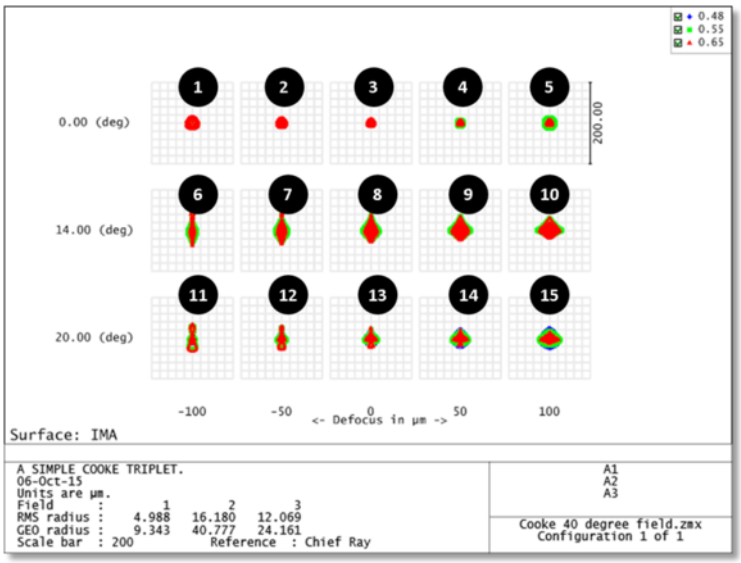
3.8.3.4. 编辑系列属性(Editing Series Properties)

每个叠加系列的属性都可以在"系列设置(Series Settings)"选项卡上进行编辑。对系列属性做出的更改将在下次选择"应用(Apply)"或"确定(OK)"按钮后显示。

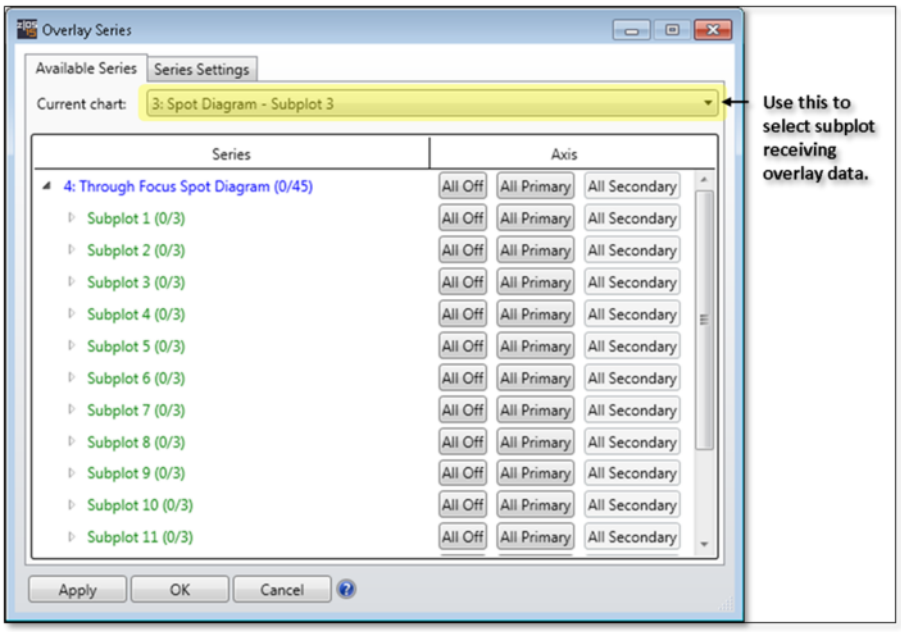


3.8.3.5. 多个子绘图分析(Analyses with Multiple Subplots)

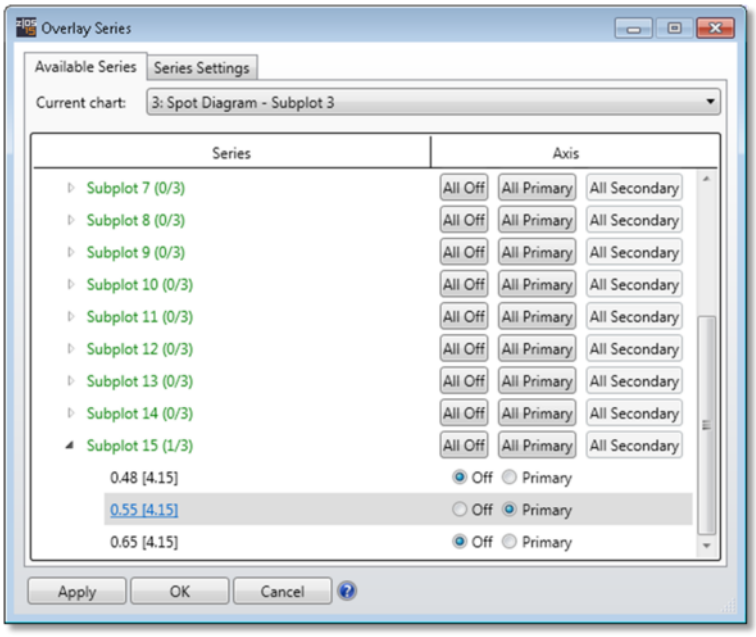
对于有多个子绘图的图表，可分别为每个子绘图进行叠加处理。这一点适用于含有源叠加数据以及接收叠加数据的图表。子绘图按从左到右、从上到下的顺序编号，如下所示。

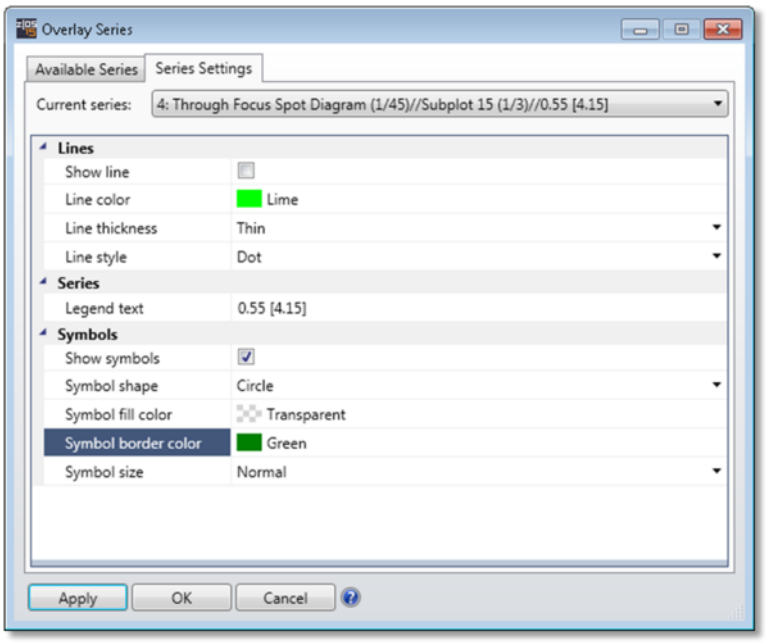


例如，如果要将此绘图（离焦点列图）叠加到标准点列图上，可从点列图中打开"叠加系列(Overlay Series)"对话框，然后开始选择将接收叠加数据的点列图的第一个子绘图。为此，可使用"当前图表(Current Chart)"下拉列表。

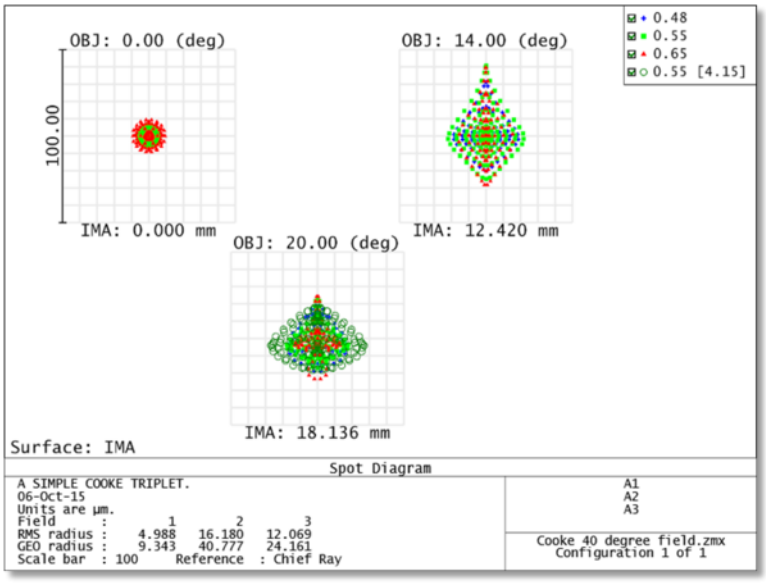


例如，假设我们要添加离焦点列图的子绘图15中的第二个系列，并将其设置为以绿色圆圈显示。此系列选项和系列设置选项卡如下所示：





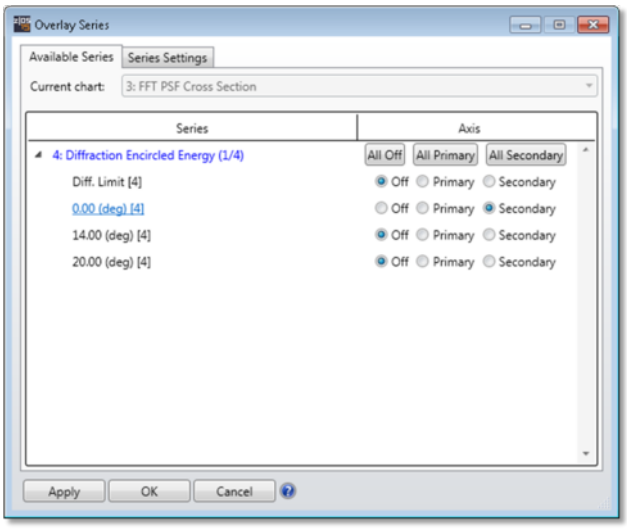
生成的图如下所示：



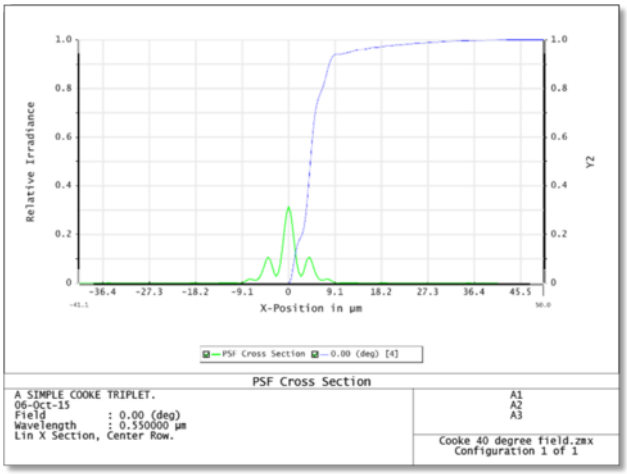
3.8.3.6. 第二Y轴叠加(Secondary Y-Axis Overlays)

为提高使用叠加系列的灵活性，XY曲线图可以叠加第二Y轴的数据系列。这在叠加系列数据的比例与目标绘图数据有较大差异，或者叠加系列数据的单位与目标绘图数据不同时尤为有用。

例如，假设我们要将衍射圈入能量图叠加到FFTPSF截面图上。在FFTPSF截面图中，叠加系列选项如下所示：



结果绘图如下：



第二Y轴的默认标签是"Y2"。通过右键单击文本菜单"编辑坐标轴选项->Y2 (Edit axis options -> Y2)"，可按需编辑标签。在同一菜单中，还可自定义第二Y轴的最大值和最小值。

3.8.3.7. 其它注意事项(Additional Notes)

☒默认情况下，叠加系列数据的线条绘制比原始数据细50%。此设置可在"叠加系列(Overlay Series)"对话框的"系列设置(Series Settings)"选项卡中进行自定义。

☒当绘图上有叠加系列时，工具栏上的"动态叠加(Active Overlay)"按钮将高亮显示：

☒对于第二坐标轴叠加系列，Y2轴只能有一个类型的单位与之相关。为第二Y轴的绘图选择单位不兼容的叠加系列，将导致第二Y轴的所有现有的叠加系列被移除。

☒有叠加系列的绘图在启用蒙特卡罗叠加的公差计算期间处于打开状态时，普通叠加系列将被移除，并且仅分析窗口原有系列应用蒙特卡罗叠加。

☒如果之前有普通叠加系列但之后已使用蒙特卡罗采样系列叠加的窗口已解锁，则普通叠加系列将返回到绘图中。如果常规叠加系列的源窗口仍处于锁定状态，则显示的数据来自上一次蒙特卡罗采样。要返回名义叠加数据，需要对此叠加数据的源窗口解锁并更新，然后需要更新使用叠加的窗口。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

☒在滑块(Slider)或可视化优化器(Visual Optimizer)更新期间，叠加系列数据不能与分析窗口原有的系列数据同步更新。这是因为不同的分析以不同的速度运行，并且如果叠加分析数据在窗口更新时不可用，则系列数据将变为空数据集。在叠加数据的源窗口更新后，您可以手动刷新叠加数据的目标窗口，此时更新数据会正确显示。

3.8.4. 使用注释功能(Using the Annotation Feature)

使用用户自定义线、箭头、方框和文本备注来注释绘图窗口的方法有多种。其中一种是在分析窗口工具栏中单击相应的图标（方框、箭头、线、文本或测量）。 要绘制线，请选择"线"图标，然后单击线的起始位置，并按住鼠标左键，将十字准星拖至线的终止位置，接着松开鼠标键。可使用相似的过程绘制箭头或方框。

要将文本添加到窗口中，请单击"文本"图标，在窗口中单击某点，将显示一个文本输入对话框。键入所需文本，然后单击"确定"，输入的文本将添加到窗口中。

为更精确地控制线和文本的确切位置，以及控制文本字体和添加更复杂的注释，请单击窗口工具栏中的"编辑"图标。此操作将调用注释编辑器，其中包含文本编辑器和多个按钮。其中还有一个启用或禁用绘图注释的复选框。

文本编辑器可用于定义要应用于绘图的注释。 可支持多个命令，每个命令都有特定语法：

TEXT "string" x y angle scale color

TEXT命令将在x和y所指定的位置编写双引号中的文本内容，angle指定角度（以度为单位），scale指定文本尺寸，字体是固定的。字体颜色由color整数参数控制，此颜色与实体模型背景颜色列表中的颜色序号相对应。例如，要使文本变为红色，请使用3作为颜色值。

坐标使用归一化单位，其中绘图左边缘的坐标是x=0.0，右边缘的坐标是x=100.0，下边缘的坐标是y=0.0，上边缘的坐标是y=100.0。原点位于左下角。"角"值以度为单位。

scale参数单位可以是任意单位。angle、scale和color值均可不被定义，在此情况下，使用默认值。 注意：color参数适用于所有注释，并均保持一致。

LINE x1 y1 x2 y2 color

LINE命令将在x1、 y1到x2、 y2两点内绘制线段。有关X和Y的单位和坐标系信息，请参阅TEXT命令说明。

ARROW x1 y1 x2 y2 SIZE color

ARROW命令将绘制一个从x1、 y1指向x2、 y2的单头箭头。有关X和Y的单位和坐标系信息，请参阅TEXT命令说明。如果Size是1.0，或省略此参数，则按默认尺寸绘制箭头。要缩放箭头大小，请使用任何其它浮点值表示大小值。例如，Size为2.0，表示箭头大小是默认大小的两倍；值为0.5，表示箭头大小是默认大小的一半等等。

BOX x1 y1 x2 y2 color

BOX命令将绘制一个对角从x1、y1到x2、 y2的方框。有关X和Y的单位和坐标系信息，请参阅TEXT命令说明。

MEASURE x1 y1 x2 y2 scale color

MEASURE命令将在x1、y1到x2、y2两点内绘制测量线，并显示线长（以系统单位为单位）。文本尺寸根据scale定义；如果scale参数加倍，测量文本值的大小也会翻倍。

注释对话框上还有多个按钮：

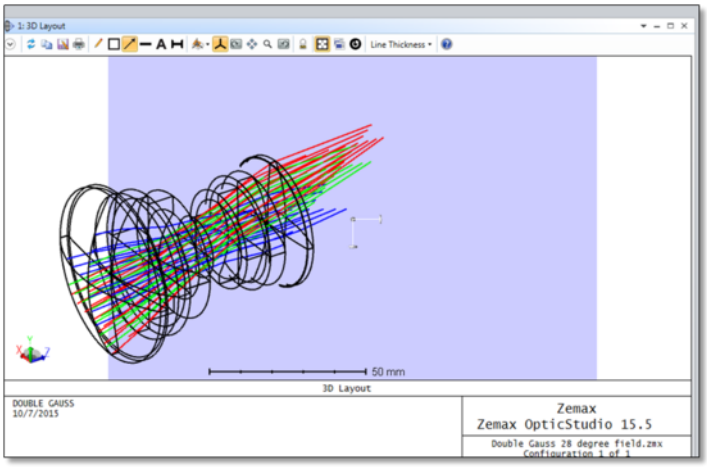
☒确定**(OK)**：确认显示的注释并退出。
☒取消**(Cancel)**：恢复回上一次注释并退出。
☒保存**(Save)**：打开"另存为"类型框，可在其中指定文件名。将注释保存到用户命名的文件中。
☒加载**(Load)**：打开"加载："类型框，可在其中选择要加载的文件名。加载的文件包含要使用的注释。
☒重置**(Reset)**：清除编辑缓冲区。

在经典绘图中同样具有类似的注释添加功能。主要的区别在于经典绘图内不支持颜色的使用，并且"测 量(Measure)"功能也不可用。示例语句如下：

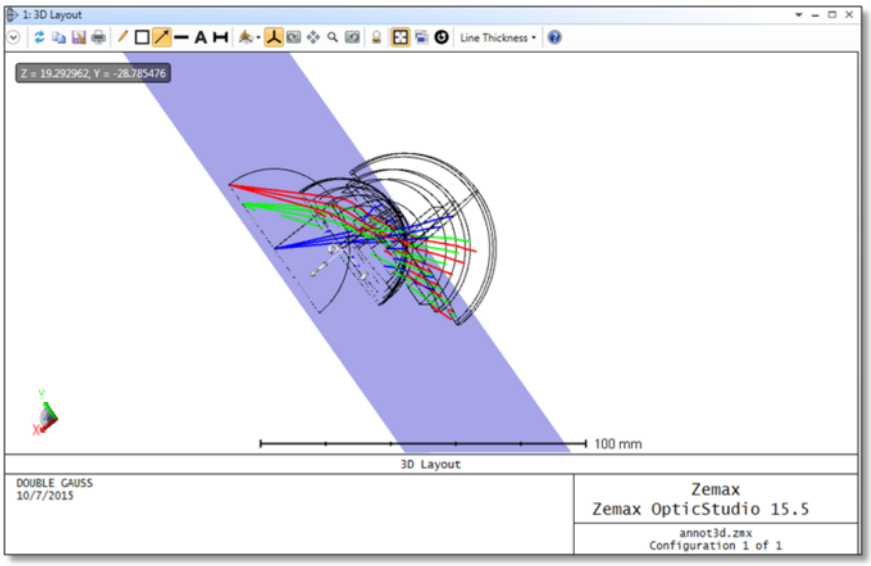
```
TEXT "string" x y angle x-scale y-scale
LINE x1 y1 x2 y2
ARROW x1 y1 x2 y2 size
BOX x1 y1 x2 y2
```

3.8.4.1. 为3D布局添加注释(Annotating 3D Layouts)

定义3D布局图窗口（3D视图、实体模型等）的注释稍微有些复杂，因为必须指定三维空间的确切位置和方向。为明确定义注释，需在添加新注释时在视图中插入一个临时剖面。此剖面最初是与当前相机视图垂直的，但可任意移动和旋转（注释平面是浅蓝色的）：



在设置注释平面位置和方向时，如果旋转视图以使视图与注释平面不再垂直，将便于用户观察。



注释平面中心的双向箭头小部件可使平面沿轴平移，而圆形箭头小部件可使平面围绕相关轴旋转。在这两种情况下，要处理平面，请左键单击小部件，并在按住按钮的同时左右移动鼠标。在注释模式处于激活状态时，还有以下几种内置的鼠标行为：

☒右键单击注释上的任意位置，将使视图重新以该点为中心，并使相机垂直于注释平面。
☒在按住Shift键的同时右键单击，并左/右拖动鼠标可控制注释平面的深度（即沿其法线平移平面）。
☒在按住Ctrl键的同时右键单击，并左/右拖动鼠标可顺时针/逆时针旋转视图。
☒在按住Ctrl和shift键的同时右键单击，并上/下/左/右移动鼠标可自由旋转视图（与默认旋转行为一致）。

只要选择其中一个注释模式（方框、箭头、线、文本或测量），注释平面就会保持激活状态。 要退出注释模式，请单击当前注释模式图标、按"退出(Escape)"键或者单击其中一个相机模式图标（例如"旋转(Rotate)"、"平移(Pan)"等）。

以上定义的所有二维注释都有与之对应的三维注释；虽然注释格式相似，但需要几个额外参数：

TEXT3D "string" x y z ux uy uz rx ry rz angle scale color

TEXT3D命令将在x、y和z所指定的位置编写双引号中所有文本。 方向由ux、uy和uz（上向矢量）、rx、ry和rz（右向矢量）以及angle参数定义。 scale定义文本尺寸，而color定义字体颜色；可用颜色与上面TEXT命令所述的相同。 angle、scale和color值均可不定义，在此情况下，将使用默认值。 注意：在所有命令格式中，单位、坐标系和颜色参数命令都是相同的。

LINE3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 color

LINE3D命令将在x1, y1, z1到x2, y2, z2两点内绘制线段。

ARROW3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 vx vy vz size color

ARROW3D命令将绘制一个从x1, y1, z1指向x2, y2, z2的单头箭头。 在与vx、vy和vz所定义矢量垂直的平面中绘制箭头。 如果size是1.0，或省略此参数，则按默认尺寸绘制箭头。要缩放默认箭头大小，请使用任何其它浮点值表示大小值。例如，size为2.0，表示箭头大小是默认大小的两倍；值为0.5，表示箭头大小是默认大小的一半，等等。

BOX3D tlx tly tlz trx try trz blx bly blz color

BOX3D命令将绘制一个左上角在tlx, tly, tlz，右上角在trx, try, trz，左下角在blx, bly, blz的矩形。

MEASURE3D x1 y1 z1 x2 y2 z2 vx vy vz scale color

MEASURE3D命令将在x1, y1, z1到x2, y2, z2两点内绘制测量线，并显示线长（以系统单位为单位）。 文本和刻度线在与vx、vy和vz所定义面垂直的平面中进行定义。 文本尺寸根据scale定义；如果scale参数加倍，测量文本的尺寸也会翻倍。

3.8.5. 使用Windows剪贴板(Using the Windows Clipboard)

剪贴板是Windows中最有用的功能之一。剪贴板是绘图和文本的"储备区"。使用剪贴板的好处是，所有Windows程序文件均可通过剪贴板导入或导出。

由于OpticStudio主要用于生成绘图和文本数据，因此OpticStudio仅支持导出到剪贴板。在将所需数据复制到剪贴板后，其它应用程序（例如文字处理程序、绘图编辑器或桌面系统）可轻松获得这些数据。

要将OpticStudio绘图和文本放到剪贴板中，请选择所需绘图或文本窗口，然后从工具栏选择复制按钮。看似没什么变化（数据传输极快），但此数据现在可用于其它应用程序。

要将剪贴板数据用于文档处理程序，请运行该应用程序，并从该应用程序的"编辑(Edit)"菜单中选择"粘 贴(Paste)"。有关详细信息，请参阅该应用程序的相关文档。

将OpticStudio绘图用于其它应用程序的另一种方法是截屏，创建整体或任一窗口的BMP图像。要以BMP图像形式捕获整个屏幕显示，请使用键盘上的Print Screen截图按钮（此按钮随键盘变化）。要捕获单一窗口显示，请选择该窗口，并按Alt-Print Screen键。在捕获图像后，通常可使用Ctrl-V键或"编辑"、"粘贴"按钮将图像粘贴到其它应用程序中，具体取决于应用程序。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

3.8.6. 使用平移和缩放(Using Pan and Zoom)

任何绘图窗口都可以平移（向左、向右、向上和向下滚动）或缩放（放大）。要激活平移和缩放功能，请选择任意OpticStudio绘图窗口，然后在窗口的任意位置单击并按住鼠标左键1/2秒。光标将从箭头变为十字。现在向下、向右拖动鼠标，以定义一个覆盖所需放大区域的大小的矩形。现可松开鼠标左键。选定区域将放大以填充此窗口，同时保持绘图的纵横比。

通过滚动鼠标滚轮也可以实现缩放。

通过右键单击并按住鼠标（对于分析窗口）或滚轮单击并按住鼠标（对于实体模型和非序列模式元件查看器），然后移动鼠标，可实现平移。仅在缩放绘图后才允许平移。

要将绘图恢复为原始尺寸，请右键单击分析窗口，并选择"整屏显示"。

3.8.7. 终止长时间计算(Aborting Long Computations)

某些OpticStudio工具可能需要相对较长的运算时间。例如，局部优化、全局优化和公差分析工具的运行时间可从几秒钟到数天。要终止运行这些工具，可以单击显示的"终止(Terminate)"按钮。在单击"终止"按钮后，OpticStudio可正常退出计算，并重新控制主程序。通常，这些计算结果不可用，也不会显示。

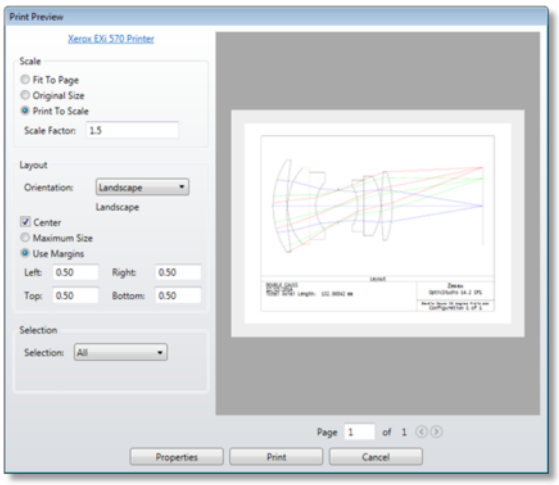
在某些环境下，某些分析功能（例如MTF和像质分析功能）将长时间运行。例如，复杂的MTF网格或像质分析的光线密度计算需要较长时间。但是，分析功能不会显示状态框或终止按钮，因为分析功能直接在窗口中显示其输出。因此，可使用键盘命令"退出(Escape)"终止长时间的分析计算。此功能没有等效的鼠标操作，只能使用Escape键。

Escape键将终止MTF、PSF、圈入能量和其它衍射计算。如果按下Escape键，将重新控制主程序（可能需要1秒或2秒钟），并且窗口中显示的数据无效。对于像质分析功能，Escape键将终止新的光线追迹，但系统会在结果不完整的情况下显示已追迹的光线，并且这些光线的数据是正确的。

3.8.8. 打印窗口(Printing Windows)

帮助文件的"设置(Setup Tab)"选项卡部分的"配置选项(OpticStudio Preferences)"内"绘图(Graphics)"部分包含按比例打印视图的设置以及默认的打印方向设置。

此外，任何分析窗口的工具栏中的打印机图标均可调出"打印预览(Print Preview)"对话框窗口。 在该对话框中，您可以配置所需的打印机、缩放和页面范围等选项。 打印快捷键也可打开"打印预览"窗口，默认情况下，此快捷键为"Ctrl+P"。



高级设置**(Advanced Settings)**

使用左上角的选定打印机名称的链接，或者单击"属性 (Properties)"按钮，可选择所需的打印机以及高级打印机驱动程序设置。 请注意，高级设置对话框上的"打印(Print)"按钮不会真正进行打印，而只是接受新设置并关闭对话框。

取向**(Orientation)**

取向用于控制以纵向还是横向模式打印输出。 有四个选项：

1. 默认**(Default)** – 使用打印机高级设置中的当前值。
2. 自动调整**(Automatic)** – 根据纸张尺寸和所选缩放模式，确定最合适的打印方式。
3. 纵向**(Portrait)**
4. 横向**(Landscape)**

取向选择框的下方将会显示计算的方向（在选择"默认"或"自动"时非常有用）。

最大尺寸**(Maximum Size)**

当"使用边界(Use Margin)"允许用户手动指定四个边界时，"最大尺寸(Maximum Size)"将使用打印机驱动报告的最小边界。边界设置以英寸为单位，无论是文本还是图形窗口，此设置都将影响打印结果。

缩放**(Scaling)**

缩放决定绘图如何缩放以适合输出页面。 请注意，所有缩放选项都同等应用于两个轴（即保持一定的纵横比）。 目前有三个选项：

1. 适合页面**(Fit To Page)** – 充分利用单个页面上尽可能多的空间。
2. 原始尺寸**(Original Size)** – 试图按照当前显示在屏幕上的输入文本或绘图的准确尺寸（而不是预览窗口中的尺寸）进行打印。
3. 按比例打印**(Print To Scale)** （仅适用于视图）- 视图将基于镜头单位，以1:1的比例进行打印。

"居中(Center)"选项用于调整绘图，使其位于打印页面中间，而非左上角。

选择**(Selection)**

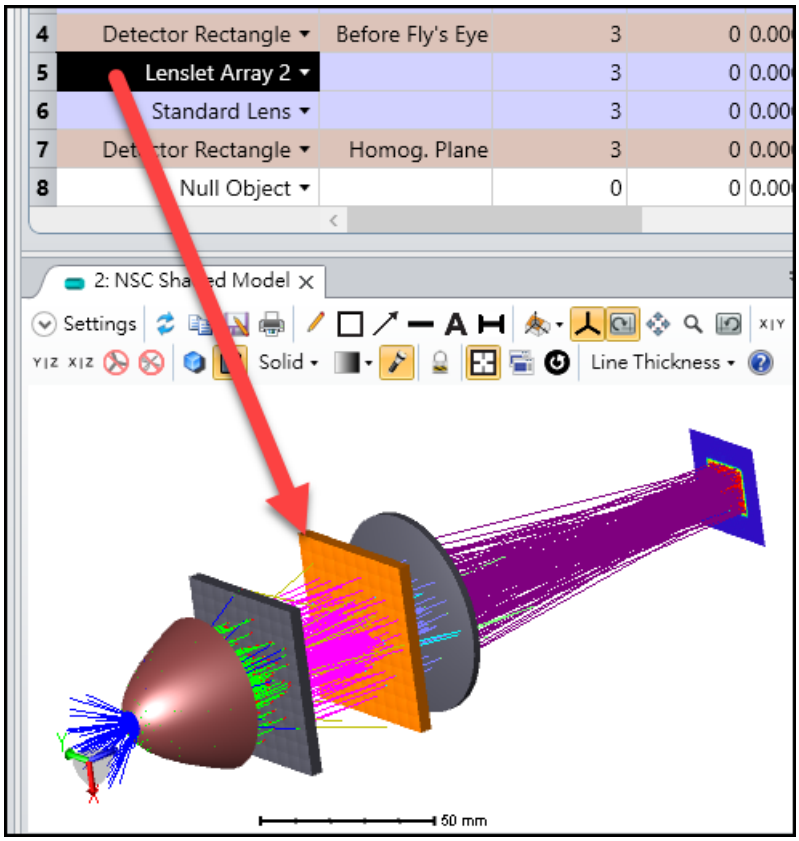
有多个选项可用于选择要打印哪些可用页面。 请使用右下角的预览页面控件来决定要打印哪些页面，然后从以下选项中进行选择：

1. 所有**(All)**
2. 范围**(Range)** - 用于选择要打印的连续页面范围，从x到y。
3. 当前**(Current)** - 仅打印当前预览页面。

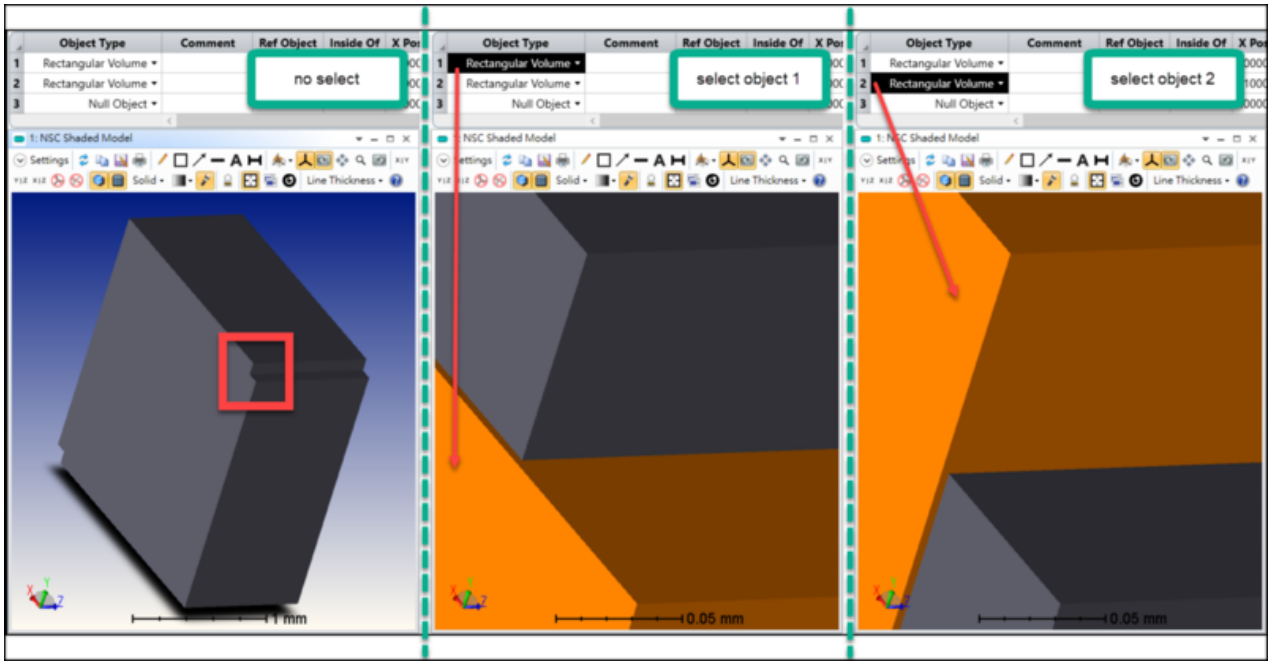
4. 选定**(Selected)**（仅适用于文本）- 仅打印当前选定的分析文本。 请注意，只有在打印文本时，在打开打印对话框之前已选择了文本段落的情况下，此选项才可用。

3.8.9. 实体模型中突出显示的几何图形的偏移**(Offset of highlighted geometries in Shaded Model)**

对于序列模式下的实体模型或非序列模式下的非序列模式实体模型，当在编辑器中选择一个表面或物体时，相关的几何形状将突出显示。



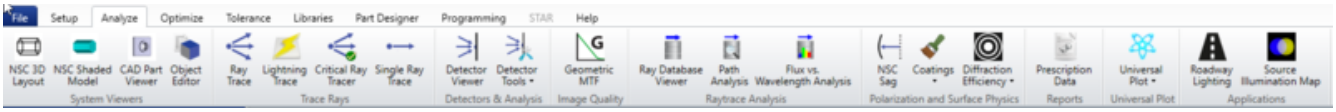
选择一个表面或物体时，它在实体模型或NSC实体模型中的表达将略微偏移，以便更轻松地从重叠的两个几何形状中区分突出显示的几何形状。



注意，这只是为了可视化，无法精确量化偏移量。如果不需要这种效果，请不要在编辑器中选择该表面或物体，以便在实体模型或NSC实体模型中查看更准确的几何形状。相反，我们可以在镜头数据编辑器或非序列元件编辑器中，通过"物体属性>绘图(Properties > Draw)"为该表面或物体分配颜色。

4: 分析选项卡（非序列模式用户界面）(The Analyze Tab (non-sequential UI mode))

分析选项卡（非序列模式用户界面）(Analyze Tab (Non-sequential UI Mode))



该选项卡用于访问非序列模式下OpticStudio的分析功能，该模式适用于大多数照明、照度、杂散光设计等。分析功能提供了广泛需求的详细性能数据。分析功能不会更改基础设计，但会提供设计的诊断信息，用于指导任何所需的更改。

视图组**(The System Viewers group)** 允许访问用于查看光学系统本身的视图。

光线追迹**(Trace Rays)**使用综合非序列模式光线追迹引擎或一种称为LightningTrace™的更快近似方法启动光线追迹，如果光源可以近似为点光源，则该方法将会非常有用。

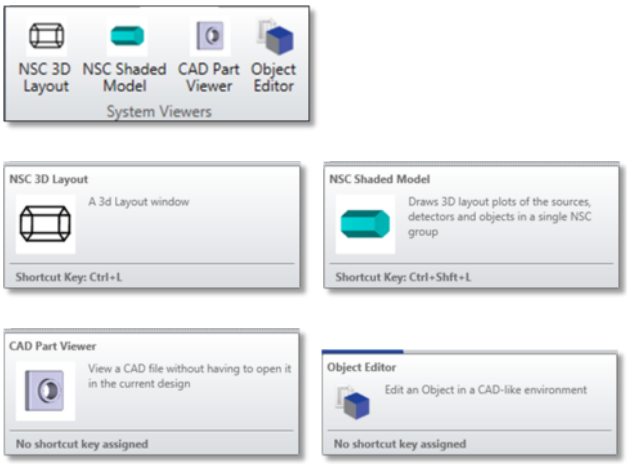
探测器与分析**(Detectors & Analysis)**和光线追迹分析组**(Raytrace Analysis groups)**能够分析之前的光线追迹。

偏振**(Polarization)**用于计算物体各个面上薄膜膜层的性能以及衍射效率。

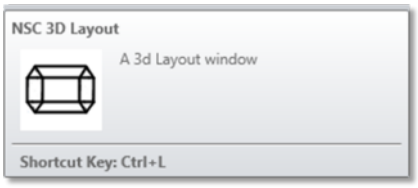
通用绘图**(Universal Plots)**允许您在需要时创建自己的分析功能。

应用程序**(Applications)**显示应用程序特定分析功能，例如道路照明分析(Roadway Lighting Analysis)。

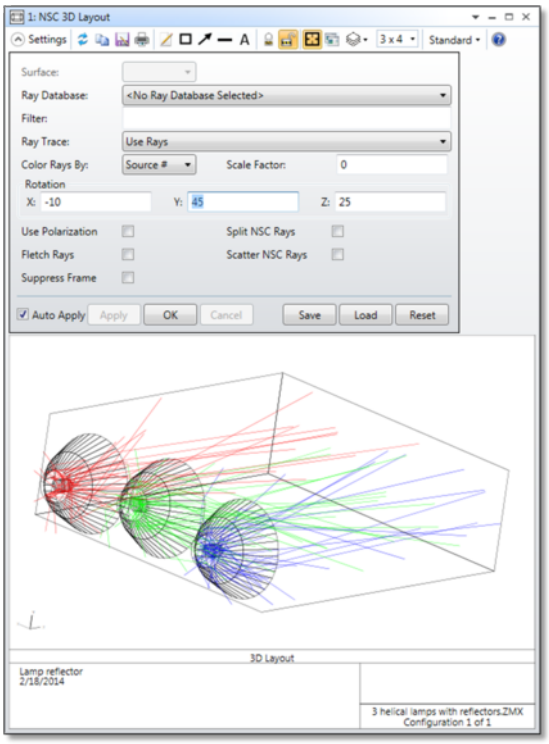
4.1. 视图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))



4.1.1. 非序列模式3D视图(NSC 3D Layout)



绘制出单个非序列模式组中的光源和物体的3D视图。



光线箭头**(Fletch Rays)** 如果勾选，则将在每条光线上绘制箭头，以指明光线传播方向。

分裂光线**(Split Rays)** 如果勾选，则非序列模式光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生分裂。从入口进入的光线不会受此设置的影响。

散射光线**(Scatter Rays)** 如果勾选，则非序列模式光源的光线将按统计概率在光线和表面的交点处产生散射。从入口进入的光线不会受此设置的影响。

使用偏振**(Use Polarization)** 如果勾选，则将考虑偏振。有关如何定义偏振态和通过分析功能如何使用偏振的信息，请参阅系统选项的"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"部分。

压缩框架**(Suppress Frame)** 取消绘制窗口底部边框，以便为视图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

结构**(Configuration)** 选择"所有(All)"可显示所有结构，选择"当前(Current)"仅显示当前结构，也可以选择任意组合的其它结构。

光线颜色**(Color Rays By)** 选择"光源#(Source #)"可区分从不同光源追迹的光线（除非用户自定义了该光源的颜色），选择"波长#(Wave #)"可区分不同波长的光线，选择"结构#(Config #)"可区分不同结构的光线，选择"波长(Wavelength)"可将波长颜色近似为可见光光谱中的颜色，选择"分段#(Segment #)"可区分不同分段的光线（光线离开点光源之后与物体表面相交的次数）。

表面**(Surface)** 在混合模式下选择要查看的非序列模式元件表面。在纯非序列模式中，此选项将显示为灰色。

比例尺**(Scale Bar)** 显示或隐藏视图中的比例尺。

绕**X**轴旋转**(Rotation About X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Y**轴旋转**(Rotation About Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Z**轴旋转**(Rotation About Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

沿**X**、**Y**、**Z**轴偏移**(Offset X,Y,Z)**不同结构显示的X、Y和Z方向的偏移量（单位与镜头单位相同）。仅在绘制"所有"结构时才会起作用。

光线追迹**(Ray Trace)** 如果选择默认选项"使用光线(Use Rays)"，则使用常规光线追迹绘制图中的光线，追迹的光线数目由非序列模式组中定义的所有光源的"输出光线条数(# Layout Rays)"参数值确定。

如果勾选任意一个"使用LightningTrace(Use LightningTrace)"选项，则会在图中绘制LightningTrace网格上的光线（请参考"LightningTrace控件(The LightningTrace Control)"）。网格光线将以"4X"光线采样和"低（1倍）"边缘采样进行绘制（如果网格光线的总数超出绘图中可以渲染的光线总数，则OpticStudio会自动将光线采样降低为"低（1倍）"）。

当选中"使用LightningTrace - 真彩色(Use Lightning Trace - True Color)"，则绘图中每根光线的颜色使用三刺激值确定（如果三刺激值为零，则光线颜色为黑色）。

当选中"使用LightningTrace - 平均波长(Use Lightning Trace - Average Wavelength)"，则绘图中每根光线的颜色根据发射光线的光源决定；光线的颜色为光源发出所有光线的波长的平均值。

过滤**(Filter)** 如果不输入指令，则会绘制所有光线。否则仅绘制满足过滤字符串定义的光线。如需了解有关过滤字符串语法的详细信息，请参考"过滤字符串(The filter string)"。

所使用的过滤字符串的名称将显示在视图的右下角。如果使用的是路径过滤，则可通过按空格键来增加路径编号及其相关的过滤器。在按住Ctrl键的同时按空格键会减少路径的编号，如果再同时按住Shift键则会将路径编号以10为间隔增加或减少。如需了解更多信息，请参阅"路径分析(Path Analysis)"。

光线数据库**(Ray Database)** 如果不进行选择，新的光线将被追迹并显示。如果选中一个ZRD数据库文件，则只显示数据库包含的光线。无论哪种情况，如果存在过滤字符串，都会被应用于其中。通常情况下，从大型数据库中直接读取光线要比重新追迹这些光线的速度更快。使用光线数据库的另一个优点是在数据库被替换之前，光线始终是相同的。OpticStudio不能识别所选光线数据库的光线是否符合当前显示的镜头；因此选择ZRD文件时需要格外注意是否与当前显示的透镜数据相匹配。有关ZRD文件的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。

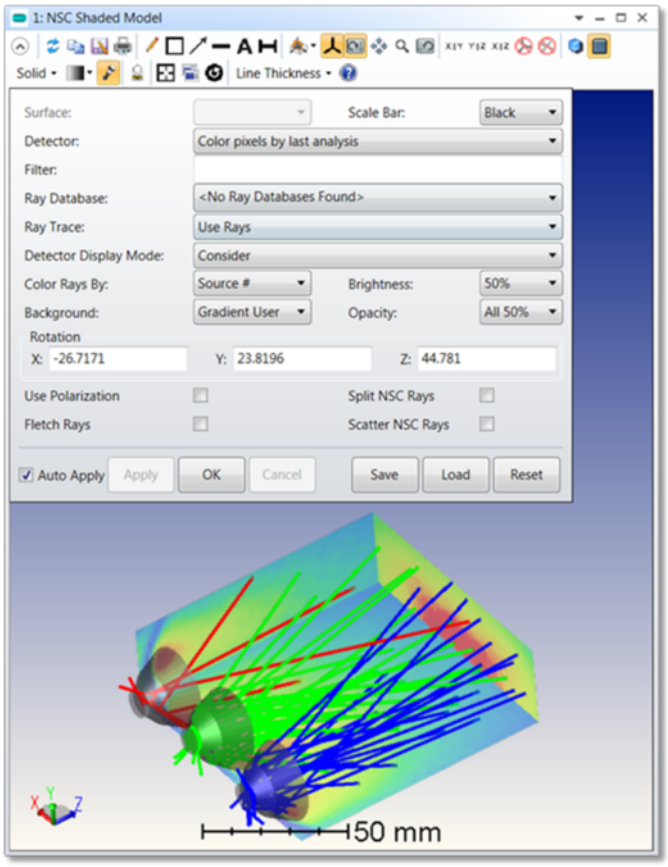
详述**(Discussion)**

上述设置与3D视图中对应的设置十分相似。然而，此功能仅适用于绘制单个非序列模式组中的物体，而且仅适用于追迹和绘制在这个组中定义的光源所发出的光线。

如果想要使表面部分透明，请参考"表面属性中的类型选项卡(Surface properties type tab)"。

4.1.2. 非序列模式实体模型(NSC Shaded Model)

绘制非序列模式组中元件的实体模型表示。



该分析功能的选项设置非常类似于非序列模式三维布局图和实体模型中的选项。

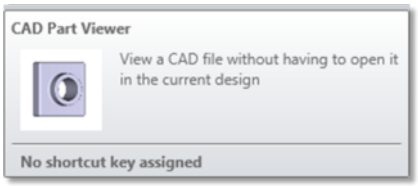
两个附加的功能是：

探测器**(Detector)**：这一选项可允许探测器的物体颜色以最后一次分析追迹结果决定或以视图上的光线颜色决定。探测器可以选择伪彩色或黑白图显示，也可以选择显示相干强度或其它探测器查看器所支持的选项。详细信息请参考"探测器"。

探测器显示模式**(Detector Display Mode)**：这一选项可将所有探测器设置为同一比例。对于矩形或面探测器，任何数据类型都将根据需要转换为非相干或相干辐照度。颜色探测器的数据类型将转换为辐照度。物体探测器的数据类型将根据需要转换为光通量或辐照度。

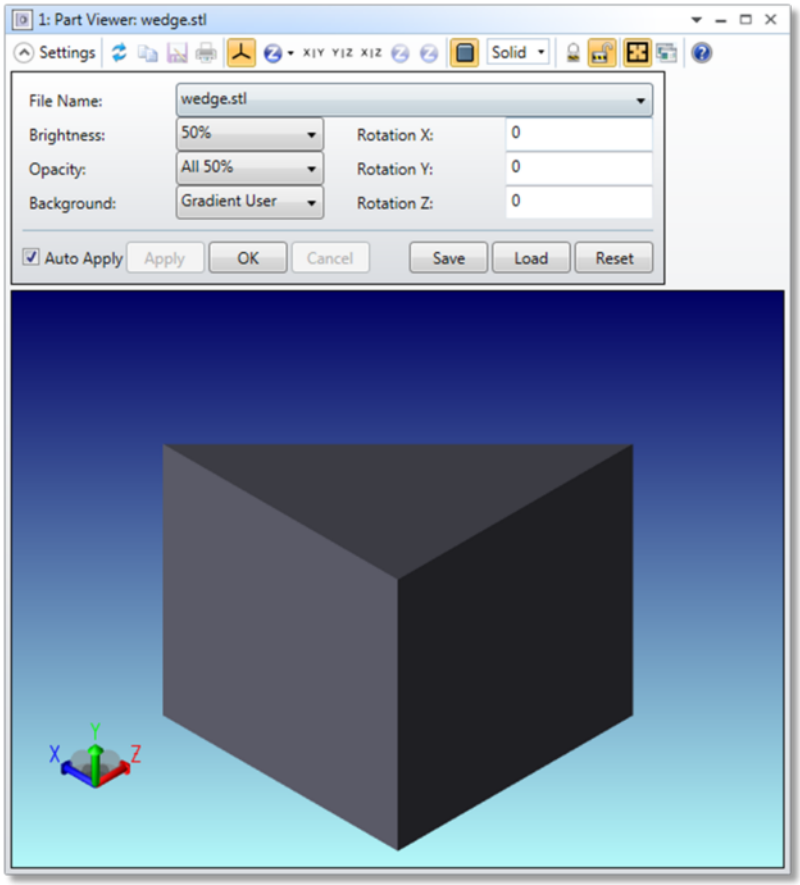
探测器显示为伪彩图或黑白图时，探测器将忽略对数标尺和最大标尺选项。注意，"考虑(Consider)"选项会使用每个物体的设置。

4.1.3. CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode))



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供这项功能。

根据CAD格式文件的定义绘制零件或装配体的实体模型图



文件名**(File Name)** 选择要绘制的CAD零件文件。

亮度**(Brightness)** 该控件可改变图像的亮度。

透明度**(Opacity)** 该选项为"忽略"，就会将所有表面和物体绘制为不透明表面和物体，如果选项为"全部50%"，就会绘制部分透明的物体。

背景**(Background)** 选择背景颜色。

绕**X**轴旋转**(Rotation About X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

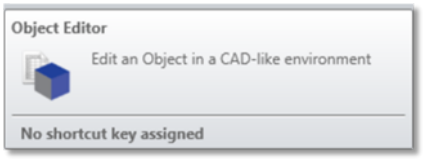
绕**Y**轴旋转**(Rotation About Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

绕**Z**轴旋转**(Rotation About Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

详述

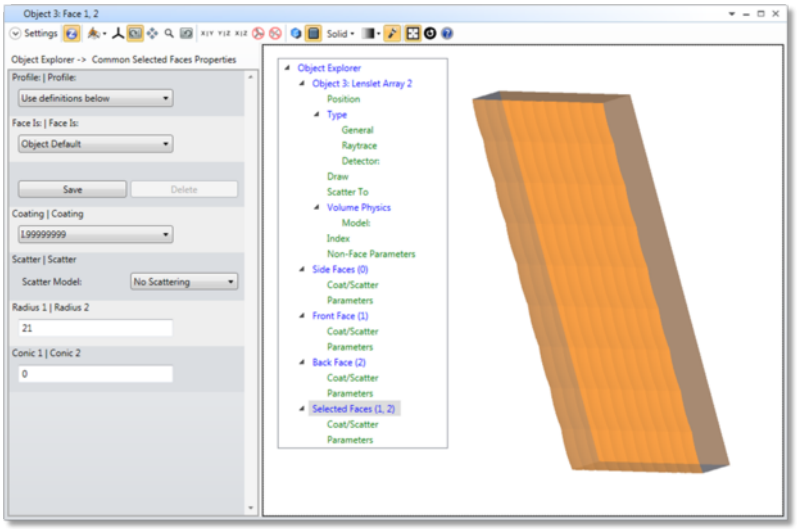
要改变观察角度，可以使用鼠标或光标键旋转物体。选择Autodesk Inventor（*.ipt、*.iam或Creo Parametric（*.prt、*.asm）文件时，文件将自动转换为STEP或IGES文件，以供查看。

4.1.4. 物体编辑器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Object Editor (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode))



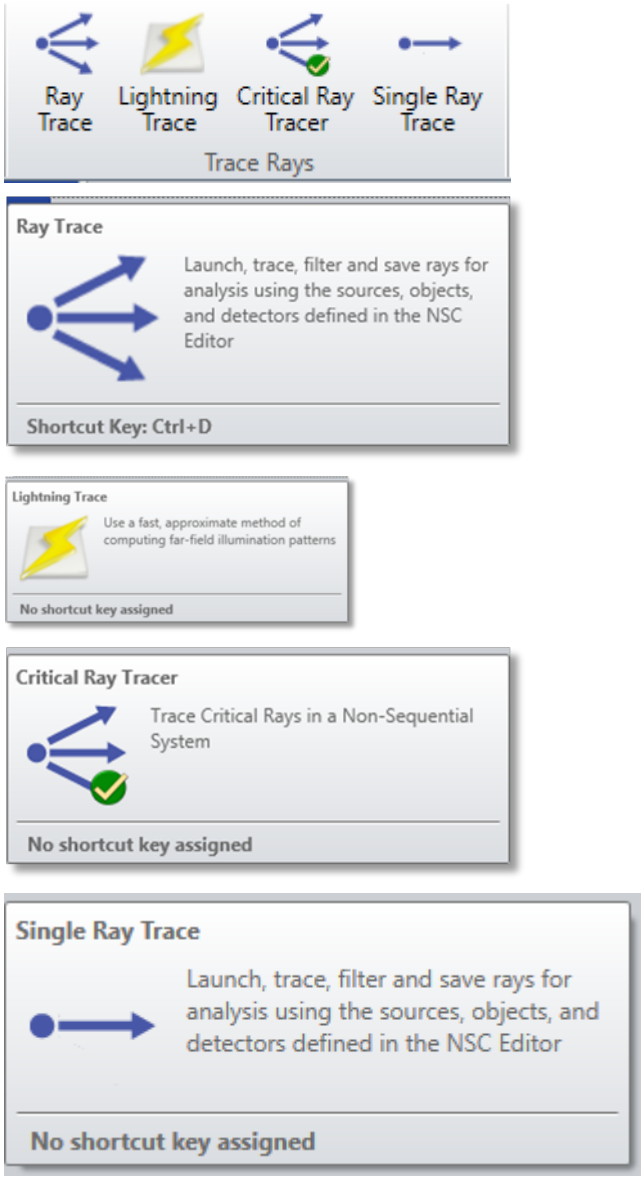
有关物体编辑器（编辑器组）的文档可以在设置选项卡中找到。

物体编辑器是一种可以查看和编辑物体属性的交互工具。 物体编辑器中的所有信息也可以在非序列模式元件编辑器和物体属性中找到。

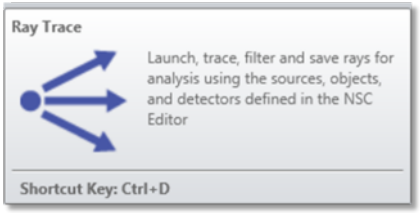


详细信息请参考"设置选项卡"中的"物体编辑器（编辑器组）"文档。

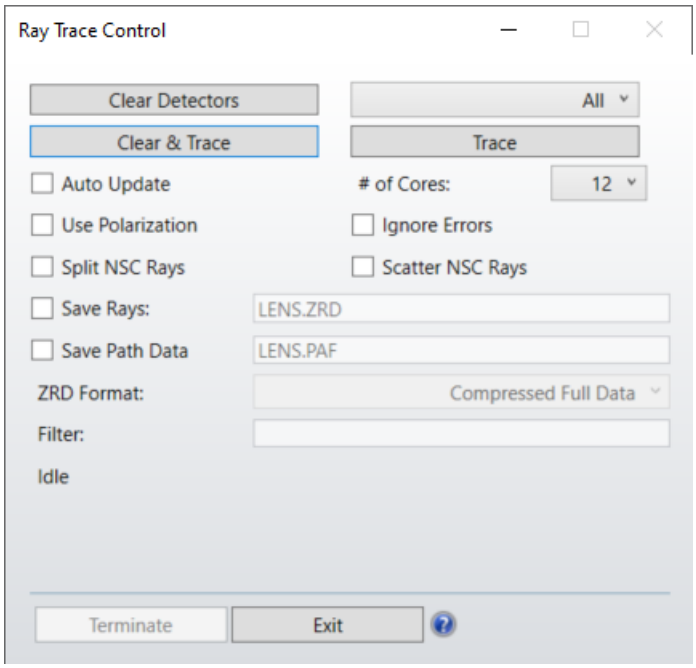
4.2. 光线追迹组(Trace Rays Group)



4.2.1. 单光线追迹（Ray Trace）



光线追迹控件用于发射和追迹光线，用于定义光源、物体和探测器的分析。光线追迹控件各选项定义如下所述。



清空探测器（**Clear Detectors**） 选择清空“全部（All）”或任何一个特定的探测器。这样会将探测器全部像素上的能量重置为零。

清除并追迹（**Clear & Trace**） 清除所选探测器上的数据，并开始追迹光线。详细信息请参考“清空探测器”和“追迹”设置。

追迹（**Trace**） 开始追迹所有自定义光源发出的光线。追迹开始之后，只有“终止（Terminate）”和“自动更新（Auto Update）”选项可用。有关启动光线追迹的其它效应，请参考下方“讨论”。

自动更新（**Auto Update**） 如果选中，所有探测器将周期性更新，以便监控追迹进度。

内核数目（**# CPU's**） 选择为执行光线追迹任务分配的CPU数量。即使在单CPU的计算机上也可以选择多个内核，在这种情况下，单CPU将分时执行多个并发计算任务。默认情况下为操作系统检测到的处理器数量。使用更多的CPU可以加快计算速度，但是需要的内存也会显著增加。如果OpticStudio显示内存不足的错误，或者开始使用硬盘作为内存缓存，则需要减少所使用的CPU数量。

使用偏振（**Use Polarization**） 如果选中，则在确定光线的能量、反射、透射、吸收、薄膜和镀膜影响时将考虑偏振效应。如果“光线分裂”被选中，则“使用偏振”将自动选中，因为光线分裂需要考虑偏振效应以提高准确性。

有关OpticStudio如何使用偏振的详细信息，请参考系统选项中的偏振（系统选项）。

非序列模式光线分裂（**Split NSC Rays**） 如果选中，光线在交界面处将根据“光线分裂”中定义的属性分裂光线。

非序列模式光线散射**（Scatter NSC Rays）** 如果选中，光线在交界面处将根据界面的散射属性散射光线。

忽略错误**（Ignore Errors）** 如果选中，光线追迹产生的错误将被忽略，并且出现任何错误都不会中止光线追迹。使用此功能应当注意的是，错误可能表明追迹的系统存在严重问题。然而就算是某些性能出色的系统偶尔也会出现少数光线追迹失败的情况，这是由于有限的计算精度及其它小问题导致的。如果光线追迹结束后报告的“能量损耗（错误）”显示的功率远小于所有定义光源的总功率时，则可以安全地忽略这些触发错误的光线。详细信息请参考“能量损耗”。

保存光线**（SaveRays）** 如果选中，光线数据将以指定文件名进行保存。文件名应该带有正确的扩展名（ZRD、DAT、SDF或TM25RAY），且不包含文件夹名称。另请参考“字符串”和“将光线数据保存到文件”。

保存路径数据**（Save Path Data）** 如果选中，路径数据将以指定文件名保存为PAF文件。PAF文件包含相同的信息，而且路径数据可以更快地从PAF文件中保存和加载。目前，PAF文件只能在路径分析工具中使用。在光线追迹过程中，生成的PAF会忽略过滤选项。

过滤器**（Filter）** 此选项仅在选中“保存光线”时可用。如果字符串输入不是空白，则所定义的过滤字符串将应用于每一束追迹的光线上，并将过滤后的光线保存到文件中。只有经过字符串过滤后的光线才会被保存。这会显著降低需保存的数据量，因此减小保存的文件大小。有关字符串语法的详细信息请参考过滤字符串。

详述**（Discussion）**

在执行蒙特卡罗光线追迹时，有一些需要重点注意的事项。当清空探测器时，每个像素上记录的所有能量计数都会重置为零。点击“追迹”按钮之后，OpticStudio会根据非序列模式元件编辑器所列光源的分析光线条数追迹相同数目的光线。每个光源都有对应的功率，并且以瓦特或其它单位表示（请参考“分析单位”）。从给定光源中发出的每根光线的初始强度为该光源的总功率除以分析光线的条数。例如，总功率为1瓦的光源追迹1,000,000条光线，则每条光线具有的初始功率为1.0E-06瓦。

如果光线追迹过程在所有光线完成追迹之前中止，则探测器物体中列出的总功率和峰值功率会计算得不准确，尽管已追迹的光线的分布是准确的。光线追迹不支持暂停和恢复功能，因此一旦光线追迹被中止，再次点击追迹将开始全新的光线追迹。

如果清空探测器后按下“追迹”按钮，则光线追迹过程完成，如果这时再次按下“追迹”按钮，则所有探测器将会显示两次追迹叠加后的总功率结果。由于光源可以随时被添加、删除或修改，因此OpticStudio无法准确地统计两次清空探测器操作之间进行的光线追迹的次数。

为了准确计算功率，在每次运行光线追迹之前都应清空探测器，并且不要在追迹过程中中止追迹。

将光线数据保存到文件

如果选中“保存光线”选项，则会将某些或所有追迹的光线数据保存到文件中。所保存数据的类型取决于这里输入的文件扩展名。

如果文件扩展名是.ZRD，则会保存完整（或经过字符串过滤）的光线数据。此光线数据文件将保存在与追迹的镜头文件路径相同的文件夹中。在OpticStudio中，ZRD格式文件用于在光线数据库查看器中查看光线数据（参阅“光线数据库查看器”）。有关ZRD格式的详细信息请参考“光线数据库（ZRD）文件”。

如果扩展名是.DAT、.SDF或.TM25RAY，则入射到特定物体（可选择过滤）的光线会被保存为一个光源文件。这一文件格式为光源文件物体（参考“光源文件”）。

如使用光源文件格式，则文件名必须为n-filename.DAT或n-filename.SDF的形式，其中n是特定物体的编号且为整数。在这种情况下，系统会创建filename.DAT、filename.SDF或filename.TM25RAY（已移除n-部分），文件中包含所有入射到编号为n的物体的光线数据。

例如，文件名“11-ReferenceObject.DAT”会将所有照射到物体11的光线保存到“ReferenceObject.DAT”文件中。文件将被存放在<objects>\Sources\Source Files文件夹中（请参考“文件夹”）。如果文件扩展名为.DAT，则会使用旧版的“仅光通量”格式存储光线数据，并且波长数据将会丢失。

如果一条光线路径与一个物体上的多个面相交，则与一个面相交的每个光线段将在源文件中生成一条单独的光线。

这将生成更小的文件，建议仅在单波长源的情况下使用。如果文件扩展名为.SDF，则会使用新版的“光谱颜色”格式存储光线数据，并且存储每条光线的波长数据。有关光源文件格式的详细信息请参考“二进制光源文件格式”。

保存光线会显著降低计算速度，因为将数据写入文件会比光线追迹慢很多。

此外，如果一条光线路径与一个物体上的多个面相交，则与一个面相交的每个光线段将在源文件中生成一条单独的光线，从而增加文件大小。因此，应该仅在需要将光线数据用于后续分析时，才使用保存光线功能。

如果选中“保存路径数据”选项，则路径/光程数据将保存到PAF文件中。此文件类型不支持其他功能，只保存用于提取路径信息的数据子集，如每条路径的光线数（分支路径）、光线照射到物体的顺序以及路径光通量。

能量损耗

在对某些非序列模式系统进行追迹时，并非每条光线都能成功追迹。当光线追迹因错误而中止后，与该光线相关联的能量称为“能量损耗”。能量损耗的单位与光源能量单位相同（请参考“光源单位”）。有多种原因可以使特定光线追迹被中止：

- 如果光线在追迹过程中能量下降至最小能量阈值以下，则这条光线的追迹会中止。

最小相对和绝对能量阈值在“非序列模式（系统选项）（Non-sequential (system explorer)）”中有详细说明。

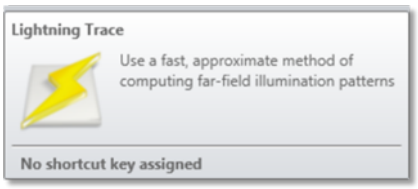
光线追迹控件会报告由于阈值设置而产生的能量损耗。

-有时几何误差或舍入误差会导致光线追迹无法继续进行。几何误差通常是由成型不良的实体或不合适的物体嵌套所导致的。当某个表面的迭代失败或者无法计算膜层数据时，有可能造成一些光线的入射点和折射数据计算有误。当光线经过物体的交点、嵌套层或线段数量达到所设定的最大值时，光线追迹同样会报错并中止。光线追迹控件会将这类错误造成的损耗显示在能量损耗中。

-当光线入射到物体边缘时，有可能由于局部反射和/或折射的计算错误造成追迹中止。如果光线入射点与物体边缘或多个物体的交界面上法线非平行的点的距离在一定阈值内，则认为光线入射至物体的边缘处。对于大多数物体，阈值距离近似于以镜头单位表示的胶合厚度。在沿着多面体的边缘方向上，阈值距离近似为胶合厚度（此数值为无量纲数）乘以多边形面的边数。请注意，光线入射点与部件边缘距离非常近时，无论如何也无法给出准确的物理解释；光线在实际物体上的入射点与边缘距离为几个波长之内时，会对入射的所有光能量发生衍射（或散射）效应。当光线错过所有物体，或者被膜层吸收、体透射或被探测器吸收时，会中止光线追迹。OpticStudio在处理所有这些吸收光线时，不会将这些光线的能量视为能量损耗，因此不提示错误或报告，这是因为我们已知这些能量被系统吸收或传播到系统之外，这些能量在系统计算范围之内，因此不属于能量损耗。

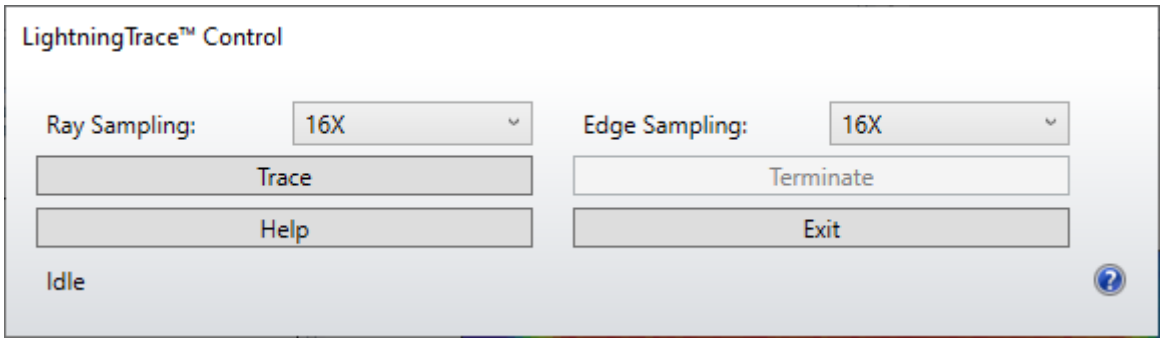
如果能量损耗的比例较小，则可以忽略能量损耗。即使是精心设计的精确光学模型，偶尔也会出现伪光线追迹错误。那些入射点在部件的边缘或多部件衔接处而被吸收的光线，通常只是系统总能量中的很小一部分。如果能量损耗异常偏高，则需要检查设置（请参考“最小相对光线强度”）和物体几何形状。如需进一步研究几何错误，请参考“错误光线工具（Create Source Ray From Last Geometry Error Tool）”。

4.2.2. 光线追迹(Lightning Trace)



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供该功能。

LightningTrace控件用于启动和追迹来自离散网格的特定光线组，以使用定义的光源、物体和探测器进行分析。对话框中的各控件定义如下所述。



光线采样**(Ray Sampling)** 用于定义光线发射的初始网格的采样。

边缘采样**(Edge Sampling)** 用于定义网格解析物体边缘的精度的采样。

追迹**(Trace)** 开始追迹来自所有定义的光源的网格光线。在开始光线追迹之前，所有探测器将自动清空（即所有探测器上的全部像素的能量值重置为零）。

详述

此功能使用一种高级光线插值算法（正在申请专利），可在无需追迹数百万条光线的情况下，迅速估算出照度分布。这一功能的目标是快速地近似分析出光线分布，相比使用传统的光线追迹（请参阅"光线追迹控件(The Ray Trace Control)"），LightningTrace可以大幅提高照明系统建立初始结构及优化设计的速度。

使用LightningTrace时，每个定义的光源都会发射并追迹特定的光线组。发射光线的方向沿着光源定义的网格方向。网格的分辨率由光线采样输入定义，其分辨率介于"低（1倍）"到"1024倍"之间（请注意，网格尺寸翻倍时，网格光线的数量会是之前的四倍）。从每个网格发射的所有光线都会从对应光源的中心位置发射。因此，LightningTrace忽略了每个光源的大小和空间分布，并描述光源的远场分布情况。

当光线追迹通过系统，OpticStudio会自动更新网格光线，以确保在有足够数量的光线从光源发出，通过每个物体并最终射到任意探测器上。用户可以通过边缘采样输入来控制光线射到物体边缘时网格的细化精度。该输入同样介于"低（1倍）"和"1024倍"之间。

离开网格的光线将按照通常的方式进行追迹。然而网格光线只会沿反射光线的路径前进，不支持光线的分裂和散射效应。在追迹网格光线时，也不会考虑偏振效应。最后，每个光源的总体颜色（例如三刺激值）在光线追迹过程中会被保留，远场发散角根据颜色的不同而产生的变化也将会被保留，但光源的光谱分布会被忽略，网格光线的追迹将使用光源的平均波长。

LightningTrace分析使用的初始网格光线（在OpticStudio做任何自动细化前就生成的网格）可以在非序列模式3D视图和非序列模式实体模型中查看（请参阅"非序列模式3D视图(NSC 3D Layout)"和"非序列模式实体模型(NSC Shaded Model)"）。需要注意的是，网格发射出的每条光线的强度并不是不变的；光线在任意角方向上的强度由光源在对应区域的远场强度确定。

LightningTrace的分析结果可以在矩形探测器、颜色探测器和极坐标探测器物体上进行观察（请参阅"非序列模式探测器(NSC Detectors)"一章）。若要在以上任何探测器中观察分析结果，则探测器必须是系统中的终端探

测器（即光线在照射到探测器之后，不再与任何其它物体作用），或者探测器的材料必须设置为"吸收(ABSORB)"。此外，在查看矩形探测器或颜色探测器物体上的结果时，只有空间数据是可用的。角度数据可以使用极坐标探测器物体获得。观察结果可以根据通常的方式在探测器查看器（请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"）中查看。

LightningTrace支持几乎所有光源。但是，LightningTrace不支持通过光源DLL、导入光源和光源物体定义的光源。这是因为这些光源的尺寸和空间分布对系统设计很重要。因此LightningTrace不适合模拟包含这类光源的系统。如果系统包含LightningTrace不支持的任何光源类型，则不能使用LightningTrace分析该系统。

使用建议

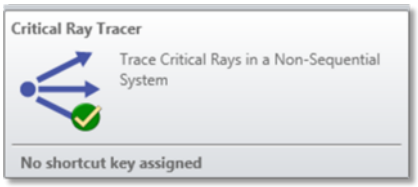
LightningTrace的主要优势是速度快。由于只追迹网格分布的光线，追迹通过系统的光线数量通常远小于常规光线追迹时使用的光线数量。对于网格间隙的区域，系统使用一种先进的光线插值算法来计算网格光线在该区域的结果。因此，LightningTrace只能近似描述系统性能，在某些案例中，LightningTrace的追迹结果可能会产生伪像（例如许多噪点）。产生噪点的常见例子是在对称的光学系统（例如轴上）中使用LightningTrace，探测器结果显示多个像素存在异常。然而对于大多数照明系统而言，使用LightningTrace的近似结果是有效的。在这些系统中，使用LightningTrace进行光线追迹和优化（可通过操作数NSLT实现，请参阅"优化操作数(Optimization Operands)"）的速度要比常规光线追迹快一个数量级以上。

当所有光源的尺寸和空间分布对于系统设计不重要时，LightningTrace在这类系统中表现出色，在这类系统中，一般光源本身的空间尺寸足够小或者光源距离接下来的光学元件足够远。例如，LightningTrace非常适合模拟包含尺寸非常小且远场分布较为复杂的LED光源的系统。因此，LightningTrace对于设计LED照明系统来说是非常理想的工具，例如建筑照明或街道/道路照明系统（有关设计道路照明系统辅助工具的详细信息，请参阅"道路照明(Roadway Lighting)"）。

LightningTrace不适合用于特定照明系统（在这些系统中，光源会成像到探测器上），或者其光源尺寸和空间分布非常重要的系统（例如LED准直器或光束扩束器）。此外，对于包含匀光器（或其它散射元件）的系统，或含有显著色散（例如衍射光栅产生的色散）的系统，LightningTrace得到的结果并不准确。最后，LightningTrace不能模拟光学系统中完美的平行光束。以上所述系统在设计中都应使用常规光线追迹。

对于适合使用LightningTrace的系统（例如LED照明系统）而言，LightningTrace为用户提供了一个快速直观的工具，可以方便地查看设计结果。对于这些系统，LightningTrace能够有效地与可视化优化器（参阅"可视化优化(Visual Optimization)"）一起使用，以便在设计时实时观察不同输入引起的系统性能的变化。当设计接近目标后，应使用更为可靠的常规光线追迹分析，以验证LightningTrace的分析结果。

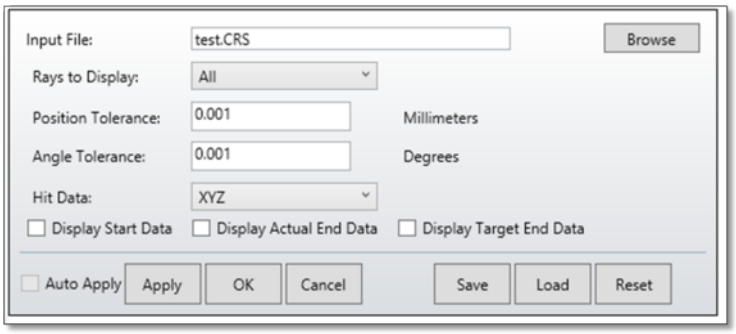
4.2.3. 特定光线比对（分析选项卡、非序列模式）(Critical Ray Tracer (analyze tab, non-sequential))



此Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供此功能。

特定光线比对工具可从包含"特定"光线的ASCII文件中读取用于非序列模式系统追迹的光线数据，并提供数据输出表格指明每根光线是否完整地穿过系统完成追迹，以及每根光线的位置和方向余弦是否在文件提供的某

些公差目标值范围内。此工具可以让工程师验证序列模式下的设计在经过非序列模式下的修改后，其序列模式下的原始性能没有受到影响。



输入文件**(Input File)** 该文件包含所需追迹的特定光线。 默认设置下，特定光线比对会在当前目录中查找以" – PROD.CRS"为结尾的文件。 如果无法找到该文件，则会在当前目录中搜索以" – PRODNONSEQ.CRS"为结尾的文件。 如果该类文件也无法找到，则会使用当前目录中的第一个CRS文件。

光线显示**(Rays to Display)**选择"所有"则显示所有光线，选择"失败光线"则仅显示追迹失败的光线，选择"通过光线"则仅显示通过的光线。

位置公差**(Position Tolerance)** 目标光线位置和实际光线的位置之间所允许的最大差值，单位为镜头单位。

角度公差**(Angle Tolerance)** 目标光线的矢量方向和实际光线的矢量方向的夹角所允许的最大差值，单位为度。

数据显示**(Hit Data)** 选择"XYZ"显示XYZ坐标数据，选择"LMN"显示LMN数据，或者选择"XYZ & LMN"显示XYZ和LMN数据。

显示起始数据**(Display Start Data)** 显示光线的初始数据。

显示实际中止数据**(Display Actual End Data)** 显示终止段的光线数据。

显示目标中止数据**(Display Target End Data)** 显示光线在初始序列模式系统中记录的中止数据。

详述

通常来讲，光学系统首先在序列模式下进行设计，然后转换至非序列模式以便添加封装结构以及用于减少杂散光的结构。 特定光线比对功能可用于分析这些修改对系统的影响。 输入到特定光线比对中是一个CRS格式的文件，它包含一系列特定光线在起始处的位置和方向以及目标终点处的位置和方向。 输入特定光线比对功能的输入CRS文件最好遵循由序列模式中的特定光线生成器(Critical Rayset Generator)生成的文件格式。 有关此文件格式的详细信息，请参阅"特定光线生成器"中的详述。 光线将以输入文件中给定的起始位置和方向发射，并通过当前系统追迹。 根据光线是否以目标方向到达目标位置作为评判光线通过/失败的标准。

特定光线比对功能会输出一个通过/失败结果表格，表格上包括每条光线的通过/失败结果以及光线终止时到达的物体。 光线通过视场点、波长和光线标记来定义，其中包括：

- 主光线
- 边缘光线
- 网格光线
- 环形光线
- Y轴上非主光线或边缘光线的一部分光线
- X轴上非主光线或边缘光线的一部分光线
- X轴和Y轴上非主光线或边缘光线的一部分光线
- 光线列表中的一部分光线

用户可以选择显示光线起始位置和方向、目标结束位置和方向以及实际结束位置和方向这些附加数据。输出列表中的第一行包括通过光线所占百分比以及失败光线所占的百分比。

为了确定光线通过还是失败，特定光线比对功能会在目标坐标值XYZ处以给定的倾斜量插入一个探测器。如果光线在其它物体上终止或者没有在任何物体上终止，则此光线将被判定为失败。如果光线落在所插入的探测器上，但是实际落点的XYZ坐标值或在探测器上的方向不满足用户指定的公差时，此光线将被判定为失败。如果光线未在任何表面上终止，则终点物体为0。 如果光线终止于所插入的探测器上，则终点物体为"目标位置"。 仅当光线落在正确的探测器上，并且XYZ坐标值和光线的方向处于用户指定的公差之内时，光线被判定为通过。

如果用户修改系统波长，使得没有一条光线的波长与文件中的匹配，则特定光线比对功能会报告错误消息并中止分析。 当系统中存在多重结构时，则使用当前结构进行分析。在光线列表中所标注的光线，其视场点列以"NA"表示。

错误将被忽略。 不使用偏振、光线分裂和散射。

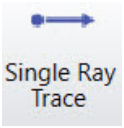
光线的数目受限于（最大视场数）*（最大波长数）*（最大光线数）^2 = 127008条。 如果文件中包含更多的光线，则会报告错误消息并且中止计算。

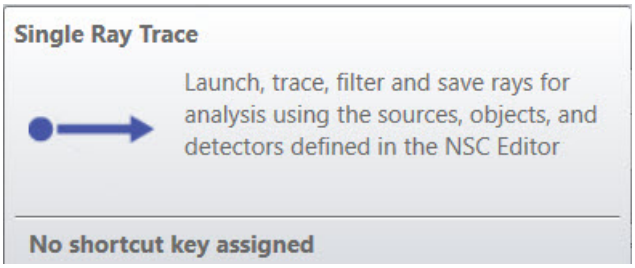
使用.CRS文件作为光源文件物体(Source File Object)

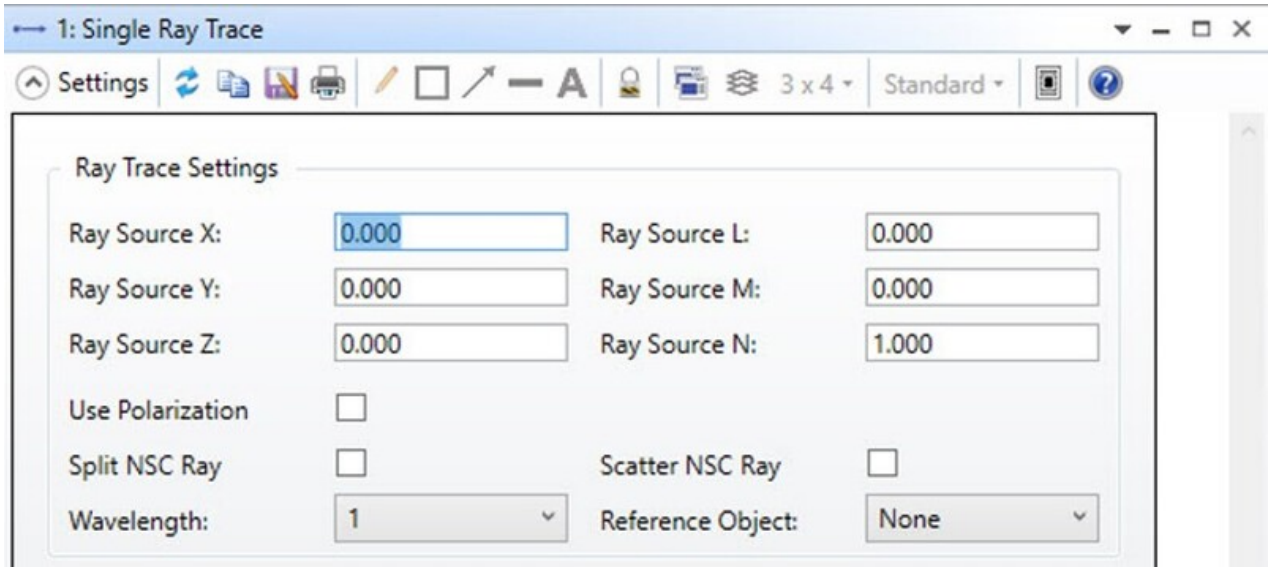
在非序列模式中光源文件(Source File)物体可以读取特定光线文件。 这可以使特定光线光源和其它任何光源文件一样进行追迹和分析。

4.2.4. 非序列模式单光线追迹(NSC Single Ray Trace)

逐条光线的分析和可视化。







光线追迹设置**(Ray Trace Settings)：**

光线源**X/Y/Z(Ray Source X/Y/Z)** 光线的初始x/y/z坐标。

光线追迹**L/M/N(Ray Trace L/M/N)** 相对于x/y/z的光线的初始方向余弦。

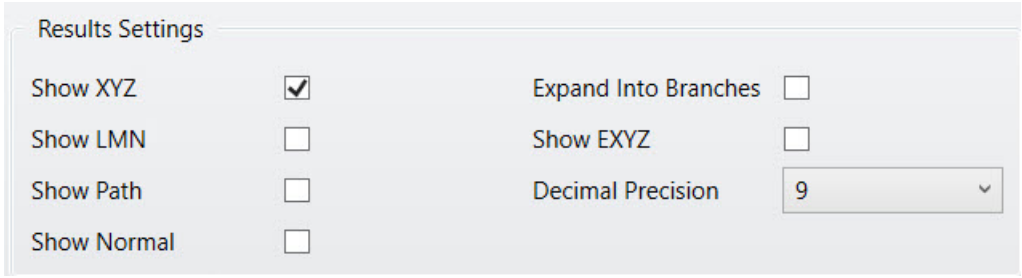
使用偏振**(Use Polarization)** 如果选中，则在确定光线的能量、反射、透射、吸收、薄膜和镀膜影响时将考虑偏振效应。如果"光线分裂"被选中，则"使用偏振"将自动选中，因为光线分裂需要考虑偏振效应以提高准确性。

非序列模式光线分裂**(Split NSC Ray)** 如果选中，光线将根据界面的光线分裂属性进行分裂。

非序列模式光线散射**(Scatter NSC Ray)** 如果选中，光线在交界面处将根据界面的散射属性散射光线。

波长**(Wavelength)** 表示用于单光线追迹的系统波长的波长序号。

参考物体**(Reference Object)** 如果选中一个物体，则光线的x/y/z坐标和l/m/n角将被引用到选中物体的局部顶点。



结果设置**(Results Settings)：**

显示**XYZ(Show XYZ)** 如果选中，则会显示光线与物体交点的全局X、Y、Z坐标。

显示**LMN(Show LMN)** 如果选中，则会显示光线的全局L、M、N方向余弦。

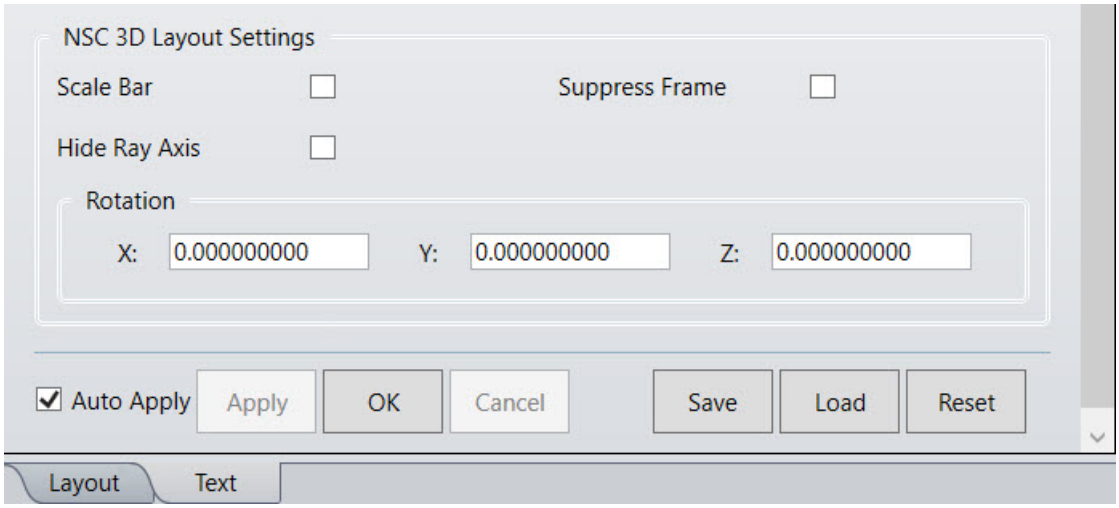
显示路径**(Show Path)**如果选中，则会在基础光线段上显示光程长度（以镜头单位表示）。这是物理长度而不是光程长度。OpticStudio也会显示相位（以弧度为单位），但只显示入射到探测器表面上的光线段。

显示法线**(Show Normal)** 如果选中，则会显示光线与物体交点处物体表面的全局Nx、Ny、Nz法向分量。

显示分支路径**(Expand into Branches)** 如果选中，则会展开数据表的每个分支，显示光线从光源发射到中止的完整路径。

显示**EXYZ(Show EXYZ)** 如果选中，则会显示全局X、Y、Z方向上的电场。

小数精度**(Decimal Precision)** 在文本输出中显示的小数位数。



非序列模式**3D**视图设置**(NSC 3D Layout Settings)：**

比例尺**(Scale Bar)** 显示布局图中的比例尺。

压缩框架**(Suppress Frame)** 取消绘制窗口底部边框，以便为视图本身留出更多空间。不会显示比例尺、地址栏或其它数据。

旋转**X**轴**(Rotation X)** 镜头绕X轴旋转的角度（以度为单位）。

旋转**Y**轴**(Rotation Y)** 镜头绕Y轴旋转的角度（以度为单位）。

旋转**Z**轴**(Rotation Z)** 镜头绕Z轴旋转的角度（以度为单位）。

结果**(Results)：**

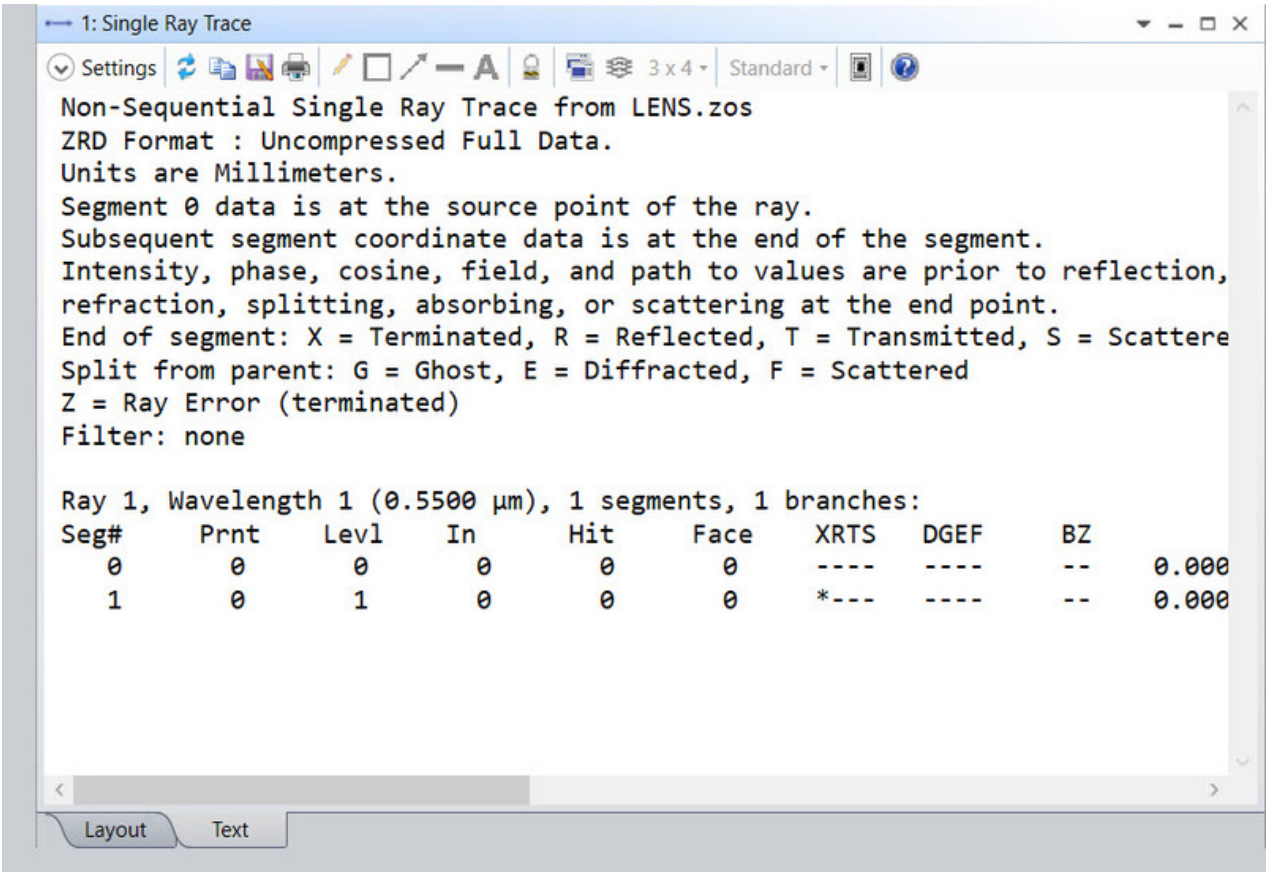
该功能允许在不影响原始系统的情况下，对非序列模式中的单光线进行光线追踪。非序列模式单光线追迹能够逐条分析和可视化光线，以研究非序列模式光学系统中的光线传播。

非序列模式单光线追迹工具使用与光线数据库查看器(Ray Database Viewer)相同的格式，以确保一致性和熟悉度。

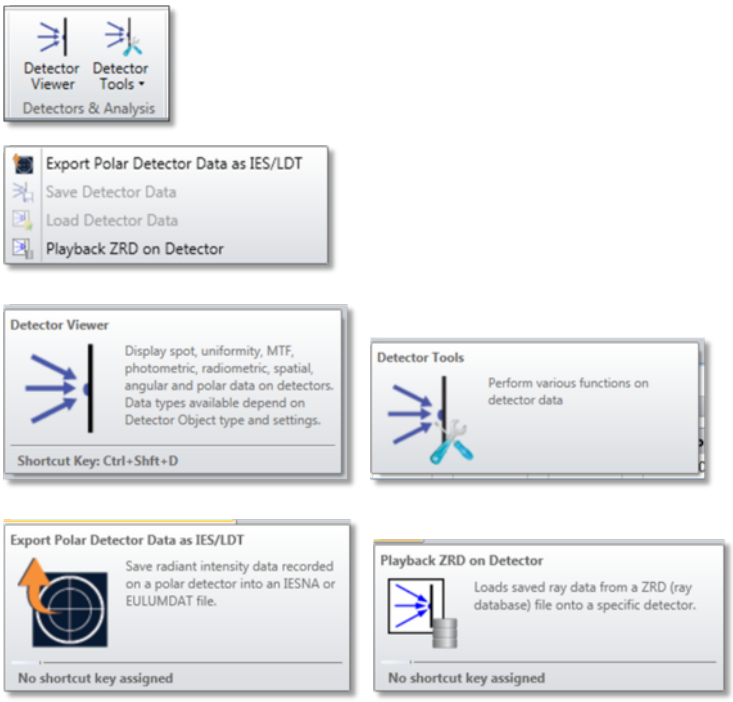
详述**(Discussion)：**

在查看输出时，光线段0数据位于光线的源点，随后的光线段坐标数据位于光线段的末端。光线段数值的强度、相位、余弦、视场和路径先于端点处的反射、折射、分裂、吸收或散射。

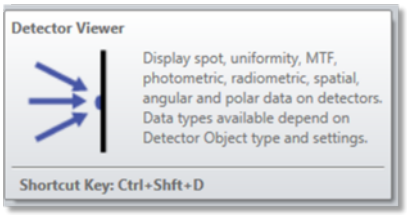
光线的基本信息包括波长、段数和分支数。数据按光线段序号排列，包括：parent、level、in、hit、face、XRTS、DGEF和BZ。



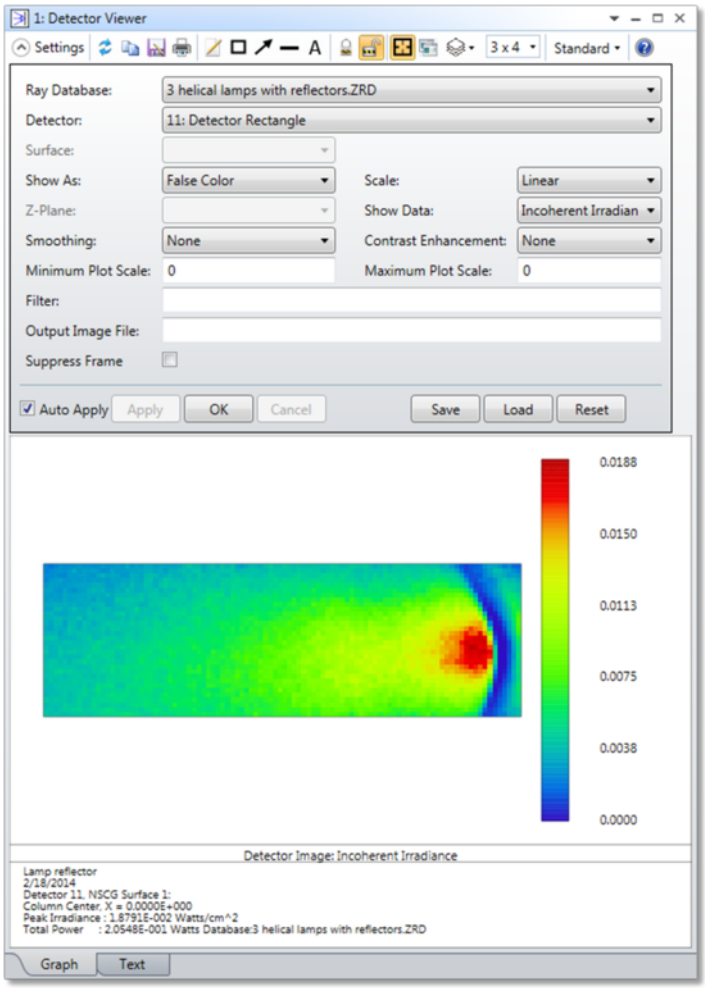
4.3. 探测器组(Detectors Group)



4.3.1. 探测器查看器(Detector Viewer)



探测器查看器以图形或文本格式展示探测器上的数据。有关光线追迹至探测器记录数据，请参阅"光线追迹控件(The Ray Trace Control)"。



表面**(Surface)** 选择非序列模式表面编号。在非序列模式模式中始终为1。

探测器**(Detector)**选择探测器物体。如果当前窗口以文本形式显示，则该选项提供额外一个选项用来累加所有探测器数据。

显示为**(Show As)**可以选择显示灰阶、伪色、行或列截面图。颜色探测器物体支持光通量vs波长图，只有在为探测器选择了"记录光谱数据"选项（参阅"类型选项卡(Type tab)"下的描述）时才可用。极坐标探测器物体还支持圆或半圆配光曲线图，它将在角度坐标下将探测到的能量归一化显示出来。请注意，在探测器查看器的经典视图（只有在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)的图形(Graphics)选项卡下选择"启用经典视图(Enable Classic View)"后才会显示）下显示的配光曲线数据看起来会比在图形视图下显示的相同数据更流畅，因为在经典视图的计算数据点之间应用了样条插值计算（图形视图不支持样条插值，因为这样的后处理提供的内容可能比计算数据中实际存在的内容更详细）。所有模式的文本显示中均不支持显示截面图数据。

关于几何**MTF**的详述

探测器查看器中的几何MTF已弃用。非序列模式几何MTF取代了该功能。

行/列**(Row/Column)** 选择要在截面图中显示的行或列。如欲了解面探测器物体，请参阅"关于面探测器物体的注解(Comments regarding Detector Surface objects)"。

角度**(Angle)** 极坐标探测器物体支持在不同线性截面角下显示圆形或半圆形配光曲线图。此角度用于定义在数据中取截面的平面角度，其中该角度参考探测器的局部x正半轴。

仅显示配光曲线图时，"角度"选项会变为"Angle(s)"，并且支持同时显示以逗号分隔的多个角度的数据。

例如，列出的角度可能是0、45、90、135。随后所有角度的数据会显示在同一个图中。最多可列出5个角度。

Z-平面**(Z-Plane)** 此选项仅在使用体探测器物体时使用。Z-平面选项用于选择显示体探测器的指定截面上的数据。体探测器中Z-平面的数量由Z方向的像素数决定。此外，文本版本的探测器查看器还支持"全部"选项，以显示所有截面的内容，以及所有体元中心坐标和数据的表。在查看体探测器数据的同时按左右箭头键，将循环查看所有Z-平面。

平滑度**(Smoothing)** 平滑算法通过对相邻像素中的数据求平均值来降低因采样不足而造成的噪声。每个像素的数据将替换为相邻所有像素数据的平均值。平滑度参数可以指定平均算法执行的次数。

请注意，对极坐标探测器的数据进行平滑处理时，在对每个像素的最近邻像素进行平均后，整个探测器上的所有像素都会进一步缩放，以保留原始功率值。

显示数据**(Show Data)** 请参阅下面的"讨论"获取重要信息。

光线数据库**(Ray Database)** 如果选择"无"，则会使用探测器中当前存储的光线数据。否则会使用以前保存的光线数据库数据。

过滤**(Filter)** 可使用过滤字符串来筛选出特定属性的光线。该选项仅在使用光线数据库时可用。有关过滤字符串语法的信息，请参阅"过滤字符串(The filter string)"。

缩放**(Scale)** 选择线性或对数标尺。请参阅下文中的"最大/最小图形缩放"。

最大/最小图形缩放**(Max/Min Plot Scale)** 如果输入非零值，则数据将按照指定的最小和最大数据范围显示。如果最大/最小缩放范围值都是零，则系统将使用默认标尺。

如果缩放（参见以上）选项为对数，则会忽略最小图形缩放设置。如果最大图形缩放设置大于零，那么系统将使用下一个更大的以10为底的幂作为最大的对数标尺。

增强对比度**(Contrast Enhancement)** 默认情况下，不会对数据进行缩放。如果启用"增强对比度"，则会对像素数据应用非线性加权函数，以放大明暗度不强的像素。这对于提高对图像细节的显示非常有效，但是，由于图像中的较暗的区域会比实际显得更为明亮，所以看起来有一定的误导性。该选项只支持颜色探测器和矩形探测器，且不使用对数坐标。

输出图像文件**(Output Image File)** 如果提供了文件名，则探测得到的图像将保存在文件中。文件名中应该包括完整路径，否则默认路径将与IMA文件相同。文件扩展名应为BMP、JPG或PNG。如果系统无法识别输入的文件扩展名，则会默认使用JPG格式。只有颜色探测器和矩形探测器物体支持此选项。导出的图像是探测器上全分辨率的图像（不是电脑显示器上的尺寸），并且图像在垂直和水平方向上的像素数量与探测器的相同。但

是，系统默认将导出的图像中的像素设置为方形。因此如果所设置的探测器的像素不是方形的，输出图像的纵横比会出现畸变。

压缩框架**(Suppress Frame)** 如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。极坐标探测器不支持此功能。

讨论

当探测器记录了光线数据或当光线存储在光线数据库中后，"显示数据(Show Data)"选项可以设置为以下几种形式：

非相干辐照度**(Incoherent Irradiance)**：这是每个区域作为探测器空间位置函数的非相干功率。照射到同一像素上的每条光线的辐照度将会叠加，并且叠加过程不考虑光线相位的影响。使用光度而非辐射度为单位时，此选项将变为"非相干照度(Incoherent Illuminance)"。

相干辐照度**(Coherent Irradiance)**：这是每个区域作为探测器空间位置函数的相干功率。照射到同一像素的每条光线的复振幅相加，并考虑每条光线的相位，分别追迹光线的实部和虚部。计算最终振幅的平方，以得出相干辐射通量。使用光度而非辐射度为单位时，此选项将变为"相干照度(Coherent Illuminance)"。

相干相位**(Coherent Phase)**：相干辐照度中使用的复振幅总和的相位角。

辐射强度**(Radiant Intensity)**：随探测器上的入射角变化的单位立体角（以球面度为单位）上的辐射通量。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为"照度强度(Luminous Intensity)"。

辐亮度（位置空间）**(Radiance (Position Space))**：随探测器上的空间位置变化的单位面积单位立体角（以球面度为单位）上的辐射通量。由于不能同时显示角度空间和位置空间中的变化，因此该图等同于非相干辐照度图，区别在于所有数据均除以2pi。请注意，无论探测器实际从哪个角度范围收集光线，这一缩放计算假设探测器在半球范围内收集数据。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为"亮度"。

辐亮度（角度空间）**(Radiance (Angle Space))**：随探测器上的入射角变化的单位面积单位立体角（以球面度为单位）上的辐射通量。由于不能同时显示角度空间和位置空间中的变化，因此该图类似于辐射强度图，区别在于所有数据均除以对应像素面积和对应像素中心的角度余弦的乘积。使用光度而不是辐射度为单位时，此选项将变为"亮度"。

入射光通量**(Incident Flux)**：对于体探测器，入射光通量为进入每个像素的光通量，测量单位与光源单位相同（瓦、流明或焦耳）。

吸收光通量**(Absorbed Flux)**：对于体探测器，吸收通量为每个像素所吸收的光通量，测量单位与光源单位相同（瓦、流明或焦耳）。

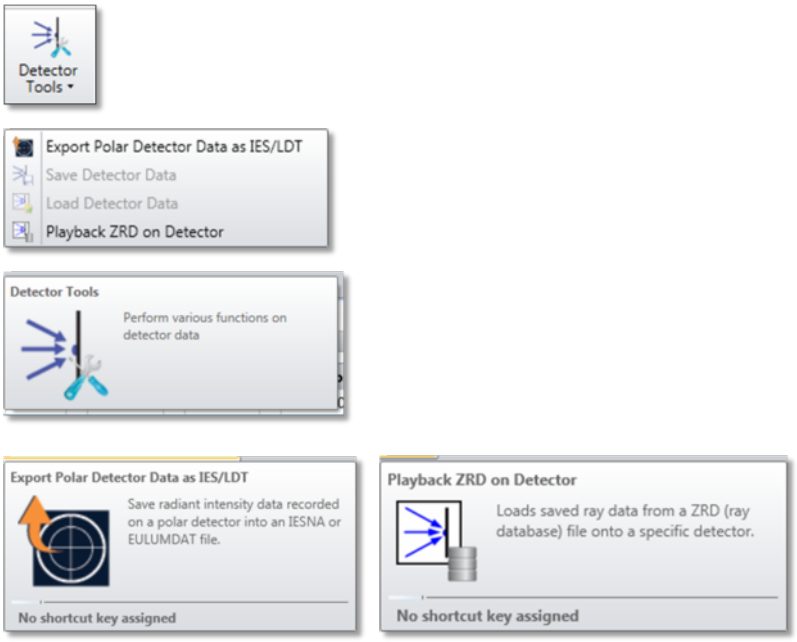
吸收光通量/体积**(Absorbed Flux/Volume)**：对于体探测器，吸收光通量/体积是每个像素（测量单位为透镜单位的立方）所吸收的光通量，以光源单位测量（瓦、流明或焦耳）。

光通量**vs**波长**(Flux vs. Wavelength)**：使用颜色探测器物体时，探测器入射光通量的光谱分布。数据将以柱状图的形式显示。如果要获取有关任意物体（不是颜色探测器）的光谱分布，可使用光通量 vs 波长分析（参阅"光通量 vs 波长(Flux vs. Wavelength) "）。

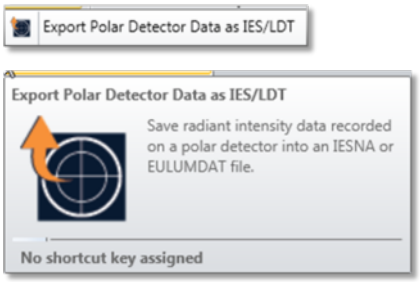
当探测器查看器正在查看矩形探测器或颜色探测器中的数据时，将显示查看器下方的"光束信息(Beam Info)"选项卡。该选项卡显示探测器上光束的摘要信息，其中包括：

- X和Y方向上的光束质心
- RMS光束半径
- X和Y方向上RMS光束宽度

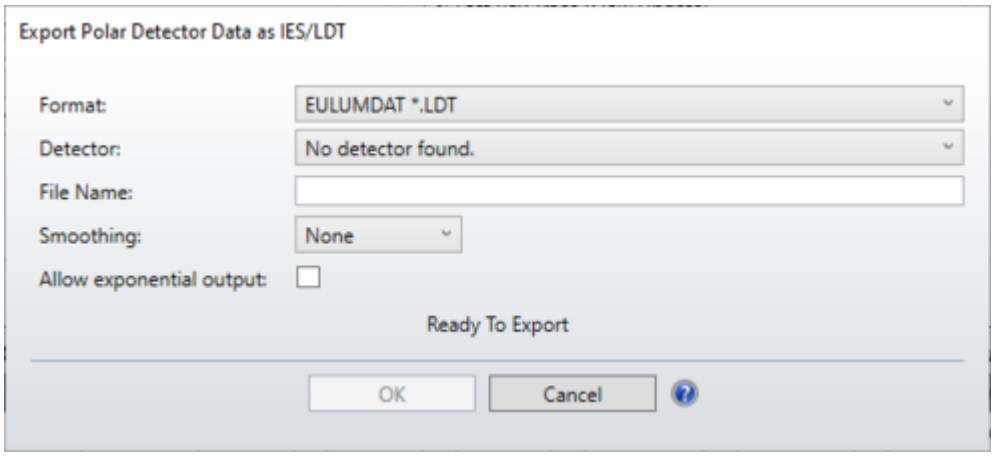
4.3.2. 探测器工具(Detector Tools)



4.3.2.1. 导出极坐标探测器数据为IES/LDT光源文件(Export Polar Detector Data as IES/LDT)



将极坐标探测器中记录的光强数据保存为IESNA或EULUMDAT文件。



格式**(Format)** 可以用IESNA或EULUMDAT格式保存数据。如需了解有关OpticStudio所支持的IESNA格式的更 多信息，请参阅"IESNA光源文件(Source IESNA File)"。如需了解有关OpticStudio所支持的EULUMDAT格式的更多信息，请参阅"EULUMDAT光源文件(Source EULUMDAT File)"。

探测器**(Detector)** 需要保存光强数据的极坐标探测器的物体编号。

文件名**(File Name)** 要保存文件的文件名。IESNA文件将会保存在<objects>\Sources\IESNA文件夹中，而EULUMDAT文件将会保存在<objects>\Sources\EULUMDAT文件夹中。如需了解有关<objects>文件夹的更多信息，请参阅"文件夹(Folders)"。

平滑度**(Smoothing)** 处理数据时使用的平滑程度。如需了解平滑度算法，请参阅"探测器查看器(The Detector Viewer)"中的描述。

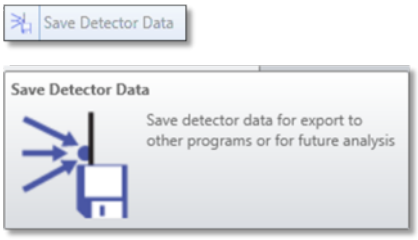
允许指数输出**(Allow exponential output)**：如果勾选，OpticStudio将以指数（科学）表示法显示数字数据。

说明**(Description)**

极坐标探测器物体中记录的光强数据可以保存为光度数据的常用文件格式，例如描述真实灯具光度数据的文件格式。这些数据仅表示出射光的角度分布；如需了解更多信息，请参阅"极坐标探测器物体(Detector Polar object)"。

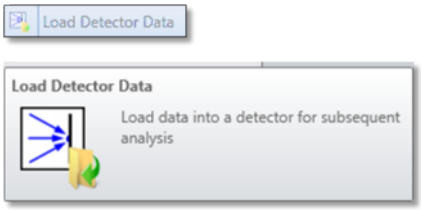
请注意，IESNA格式需要范围为0到90度或0到180度的极角数据。因此建议只在极坐标探测器的最大角定义为90或180度时使用此工具。否则OpticStudio会发出警告，并将90或180度内缺失的极角数据补充为0。

4.3.2.2. 保存探测器数据文件**(Save Detector Data)**



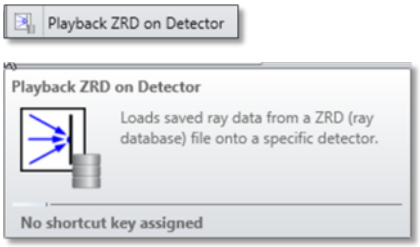
保存编辑器中当前选择的探测器的数据。仅支持矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体。存储的文件格式和数据取决于每种探测器类型，不同的扩展名DDR、DDC、DDP和DDV用于表示不同的文件格式。有关文件格式的信息请参阅"保存和加载探测器数据(Saving and Loading Detector Data)"。

4.3.2.3. 加载探测器数据**(Load Detector Data)**

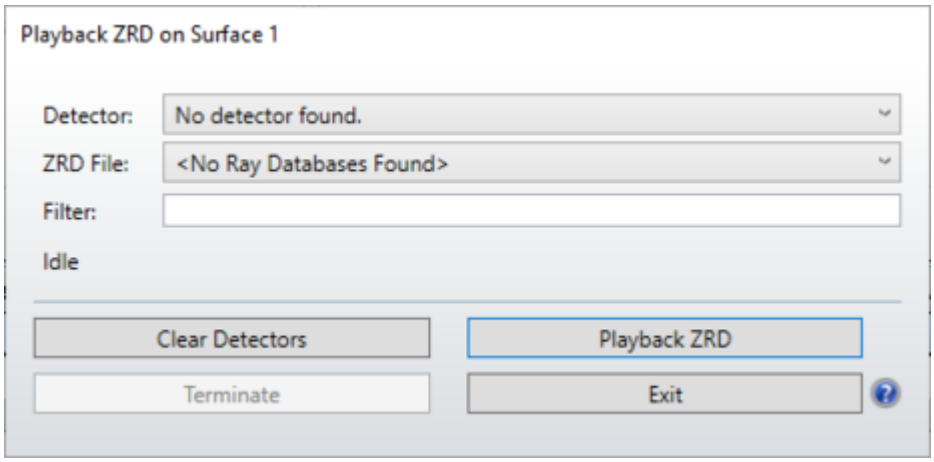


将之前保存的DDR、DDC、DDP或DDV文件中的数据加载到当前在编辑器中选择的探测器查看器上。如果文件中的探测器大小、角度范围、像素数量或其它属性与目标探测器不符，则系统会自动修正探测器设置以匹配导入的数据。如果存储的数据的单位与当前探测器的单位不符，则系统会报错，并且不会修改探测器设置。有关文件格式的信息请参阅"保存和加载探测器数据(Saving and Loading Detector Data)"。

4.3.2.4. 在探测器上回放ZRD(Playback ZRD on Detector)



将保存的光线数据库数据重新加载到探测器上。



探测器**(Detector)** 既可将数据加载到单个探测器上，也可同时将其加载到所有探测器上。

ZRD文件**(ZRD File)** 要重新加载到探测器上的光线数据库(ZRD)文件名称。

更多信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件"。

过滤器**(Filter)** 在文件中用于隔离特定光线的（可选）过滤字符串。

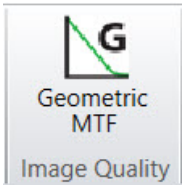
更多信息，请参阅"过滤字符串(The Filter String)"。

详述**(Discussion)**

光线追迹结果经常会保存为光线数据库(ZRD)文件，以便进一步分析。使用该工具，可将已保存的ZRD文件的结果重新加载到系统中的特定探测器上或所有探测器上。可使用相应的ZPL关键字(ZRDPLAYBACK)将ZRD文件重新加载在宏命令中。随后，使用该关键字，可以使用过滤字符串，作为后处理的一个环节筛选保存至ZRD文件的数据。

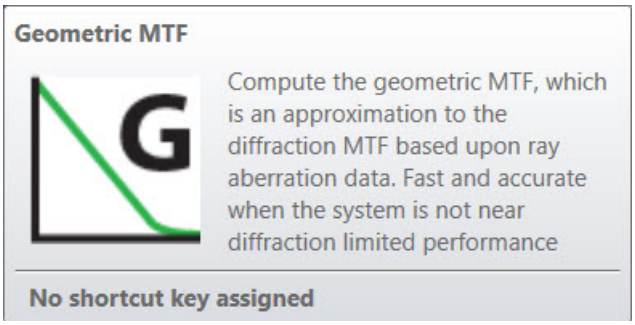
更多信息，请参阅"ZRDPLAYBACK"。

4.4. 像质分析组（非序列模式）（Image Quality Group（non-sequential））



像质分析组（**Image Quality group**）可访问非序列模式几何MTF分析。

4.4.1. 非序列模式几何MTF(NSC Geometric MTF)



该功能可让用户在非序列模式下计算探测器上的几何调制传递函数(MTF)。该算法使用探测器上的辐照度空间分布来计算探测器上两个垂直方向（即探测器的X和Y轴）的几何MTF。请注意，非序列模式下的几何MTF始终以周期/毫米计算，无论系统选项中选择的MTF单位如何。

几何MTF的计算会考虑探测器上收到的所有光线，不只是系统中单个光源的光线。因此，如果在非序列模式系统中包含可能遮挡光线的机械元件（用于透镜支架或其它封装）或非序列模式系统允许光线产生分裂或散射，那么在非序列模式中计算的几何MTF结果可能与序列模式下的结果不同。过滤字符串可以应用于光线数据库文件，以说明特定光源的影响。如需了解更多信息，请参阅过滤字符串(The Filter String)。

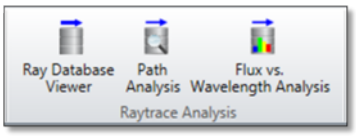
注意，不支持PSFwave#未设置为0的矩形探测器。当探测器设置了PSFwave#时，每个像素的数据是入射到探测器上的所有光线的惠更斯积分。因此，得到的探测器分布与惠更斯PSF有关，非序列模式几何MTF无效。

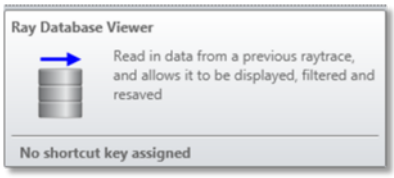
最大空间频率**(Maximum Spatial Frequency)**指定用于计算的最大空间频率。如果设置为0，则最大空间频率为当前像素尺寸的Nyquist采样频率。如果X和Y像素尺寸不同，则将使用较小的Nyquist频率。如果用户输入的频率大于Nyquist频率，则在输入Nyquist频率后显示的结果无效。

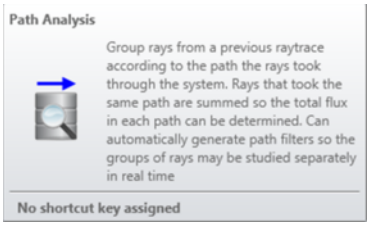
关于采样的详述**(Discussion about sampling)**对于超出衍射极限的系统，为了获得准确的非序列模式几何MTF，需要在探测器上设置足够的采样。通常，如果探测器具有513x513像素，则探测器尺寸约为光斑尺寸的10倍就足够了。注意，建议使用奇数个像素。用户应该调整空间采样，直到非序列模式几何MTF没有明显变化为止。

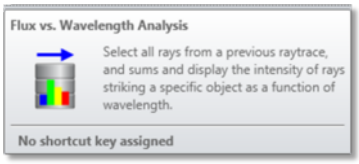
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

4.5. 光线追迹分析组(Raytrace Analysis Group)

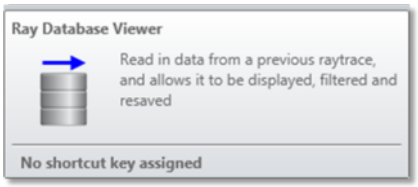




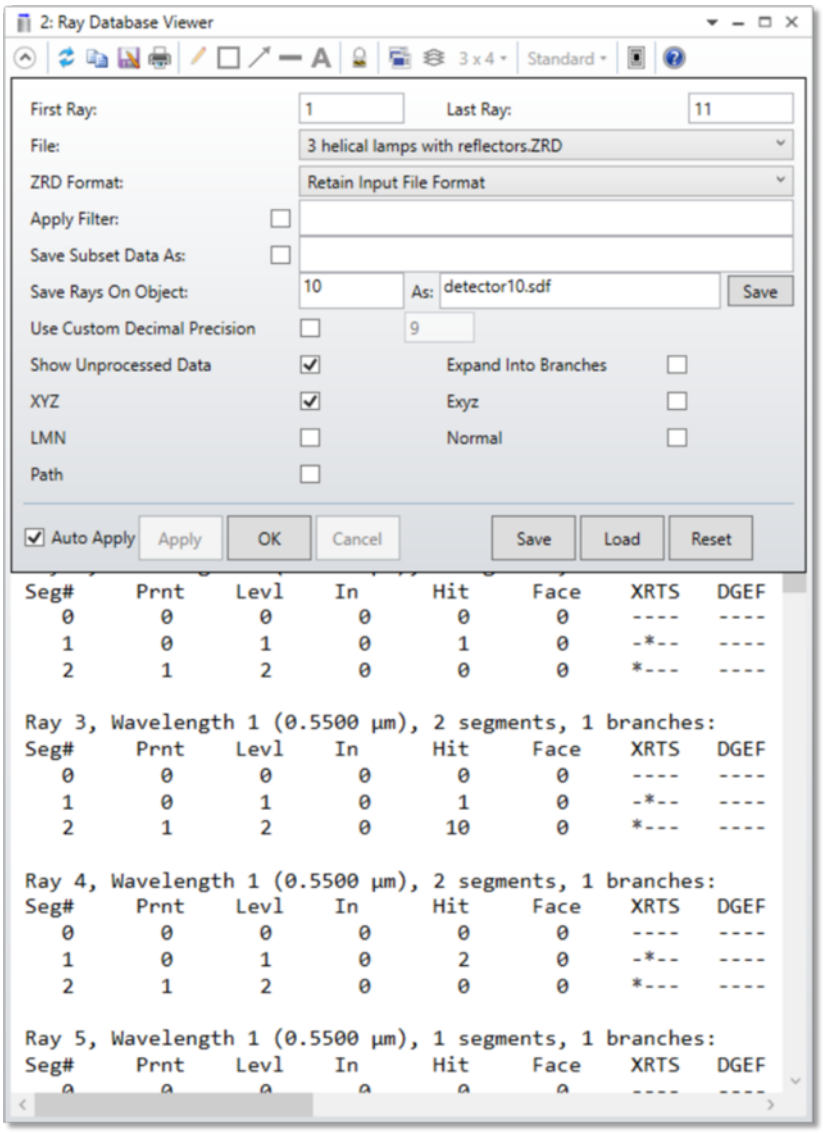




4.5.1. 光线数据库查看器（Ray Database Viewer）



光线数据库查看器可以读取以前存储的ZRD文件，并且用文本格式显示数据。有关创建ZRD文件的信息，请参阅前一小节内容。



文件（**File**）要使用的ZRD文件的文件名。OpticStudio会查找当前镜头系统保存的文件夹，并且列出在此目录下找到的所有扩展名为ZRD的文件。

显示完整数据（**Show Unprocessed Data**） 如果选中，则每条追迹光线的完整数据表都会显示。

显示分支路径（**Expand into Branches**） 如果选中，则会展开数据表的每个分支，显示光线从光源发射到中止的完整路径。

XYZ 如果选中，则会显示光线与物体交点的全局X、Y、Z坐标。

LMN 如果选中，则会显示光线的全局L、M、N方向余弦。

法线（**Normal**） 如果选中，则会显示光线与物体交点处物体表面的全局Nx、Ny、Nz法向分量。

路径（**Path**） 如果选中，则显示用单位波长表示的光程（OPL）、以镜头单位为单位的光程、物理长度（"路径到"）和相位。OpticStudio也会显示相位（以弧度为单位），但只显示入射到探测器表面上的光线段。

Exyz 如果选中，则会显示全局X、Y、Z方向上的电场。

第一条光线/最后一条光线（**First/Last Ray**）要显示的第一条和最后一条光线的编号。该控件常用于限制显示数据的长度。如果需要将数据的一个子集保存为新的ZRD文件，则只包含该范围内的光线数据。在最后一条光

线的编号可以定义为-1，用来表示其为文件中的最后一条光线。但如果当前最后一条光线的编号已经是-1，则文本输出会中止。

使用过滤字符串（**Apply Filter**） 如果选中，则可以通过输入过滤字符串来减少显示数据的数量。过滤字符串也用于确定哪些数据子集将保存到新的ZRD文件中。有关过滤字符串的语法信息，请参阅"过滤字符串（The filter string）"。

保存为子集数据（**Save Subset Data As**） 如果选中，则通过过滤字符串筛选的数据采用ZRD格式，以指定的文件名保存。文件名应以扩展名ZRD为结尾，不提供路径。保存路径将与当前镜头文件相同。为了防止意外覆盖子集数据文件，该控件在每次保存之后会自动"取消选中"。

ZRD格式（**ZRD Format**） 当选中"保存为子集数据"时，该控件选择的格式将用于创建的ZRD文件。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库（ZRD）文件（Ray database （ZRD） files）"。

保存光源文件**"n"**为（**Save Rays on Object "n" As**） 如果使用该功能，则照射到指定编号物体并且通过字符串筛选（如果有）的光线段将被保存到指定名称的二进制光源文件中。请注意，光线的位置数据以全局坐标保存。该文件随后会用作光源文件。有关光源文件格式的信息，请参阅"光源文件（Source File）"。文件名应该以扩展名DAT（对于仅包含单波长数据的光通量）或TM25RAY（对于多波长数据）为结尾，不提供任何路径。文件夹保存路径为 <objects>\sources\Source Files。

只保存第一条光线/最后一条光线设置范围内的光线。如果想要保存所有ZRD文件中照射到特定物体的光线，可以设置第一条光线为1，最后一条光线为任意大于ZRD文件中的光线总数的整数。如果光线总数超过1000，则光线数据库报告中将不会显示单独光线数据，以便加快处理速度。如要查看文本列表，可以再次点击文本窗口菜单栏中的"更新"按钮。第二次更新将会显示文本数据，这是因为在每次保存之后都会自动取消选中"保存物体上的光线"选项。

详述

光线数据库查看器的文本显示可能会非常长，因此最好使用第一个/最后一个控件和过滤字符串来限制显示的数据量。

一般情况下未经处理的完整光线列表看起来如下所示（为简便起见，已移除某些列）：

Ray 1, Wavelength 1 (1.0000 µm), 81 segments, 35 branches:

Seg#	Prnt	Levl	In	Hit	Face	XRTS	DGEF	BZI	X	Y	Z	Intensity	Comment
0	0	0	0	0	0	----	----	---	0.000000000E+00	-2.000000000E+01	0.000000000E+00	1.000000000E+00	Source 1:
1	0	1	0	2	1	----	*---	---	0.000000000E+00	-1.647346115E+01	2.000000000E+01	1.000000000E+00	
2	1	2	2	2	2	--*-	--*-	---	0.000000000E+00	-1.650842667E+01	2.200000000E+01	9.997462481E-02	Diffraction Order X: -2
3	2	3	0	5	0	--*-	----	---	0.000000000E+00	-1.682475853E+01	3.400000000E+01	9.997462481E-02	Transmitted
4	3	4	0	4	0	*---	----	---	0.000000000E+00	-1.685112000E+01	3.500000000E+01	9.997462481E-02	Transmitted
5	1	2	2	2	2	--*-	--*-	---	0.000000000E+00	-1.637563515E+01	2.200000000E+01	9.997460246E-02	Diffraction Order X: -1
6	5	3	0	5	0	--*-	----	---	0.000000000E+00	-1.548944950E+01	3.400000000E+01	9.997459501E-02	Transmitted
7	6	4	0	4	0	*---	----	---	0.000000000E+00	-1.541560078E+01	3.500000000E+01	9.997459501E-02	Transmitted
8	1	2	2	2	2	--*-	--*-	---	0.000000000E+00	-1.624153709E+01	2.200000000E+01	4.998722970E-01	Diffraction Order X: 0
9	8	3	0	5	0	--*-	----	---	0.000000000E+00	-1.412561417E+01	3.400000000E+01	4.998722970E-01	Transmitted
10	9	4	0	4	0	*---	----	---	0.000000000E+00	-1.394928741E+01	3.500000000E+01	4.998722970E-01	Transmitted
11	1	2	2	2	2	--*-	--*-	---	0.000000000E+00	-1.610427856E+01	2.200000000E+01	9.997420013E-02	Diffraction Order X: 1

"Seg#"为光线段编号，其值从0连续增加到光线产生的总光线段数。

"Prnt"为基准光线段编号，用来表示特定光线段是由之前哪段光线段产生的。例如，光线段4的基准段是光线段3，光线段3的基准段是光线段2，光线段2的基准段是光线段1。光线段0是光源光线段，起始坐标表示点光源的位置。通过这种方式，任何光线段都可以追迹回光源。

"Levl"表示对于某个光线段而言，与光源之间有多少个光线段距离。对于光线段4，需通过4个光线段追迹回光源。

"In"表示光线段所穿过的物体的编号。

"Hit"表示在光线段末尾照射到的物体的编号。从光源发出的第一条光线段照射到的物体编号是0，因为此处列出的XYZ坐标是此条光线段的起始坐标，不是终点坐标。对于所有其它光线段，XYZ坐标和其它数据是取自光线段"击中"物体时，光线段末尾处的数值。如果照射到的物体编号为0，那么代表此条光线会错过所有物体，并且会被中止。

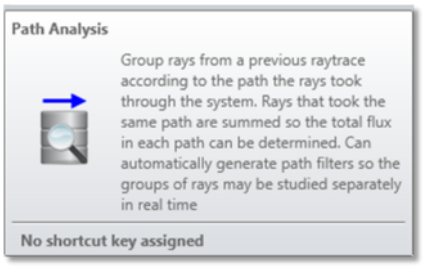
"Face"表示光线段照射到的表面编号。如果表面编号为0，则表示光线照射到编号为0的表面（例如镜头的侧边）或表面不适用于物体类型，比如说光源。

"XRTS DGEF BZI"用来方便快捷地说明光线段当前的状态。X、R、T、S、D和B分别表示中止、反射、透射、散射、衍射和体散射。所有这些符号均表示光线段末端照射到物体时发生的情况。G、E和F分别表示基准光线段在"击中"物体后，出现鬼像、衍射和散射现象，因此有此类符号代表上述情况发生在该光线开始处。符号Z表示此条光线出现错误且会被中止追迹，符号I表示全内反射（Total Internal Reflection）。请注意，任何光线段都可能发生多种状况。

"注解"显示一系列有用的信息，包括衍射事件发生时的衍射顺序。

显示的其它数据包括光线段尾的全局XYZ坐标、与光线段尾与物体相交处物体表面的全局法线矢量坐标、光线强度、物体注解，以及其它可能存在的扩展数据。其中，物体注解包括了光线段当前位于哪一个物体内部、光线是否在物体内部发生体散射，以及是否在体散射期间改变了光线的波长（有关体散射时波长的改变请参考"体散射选项卡（Bulk Scatter tab）"）。

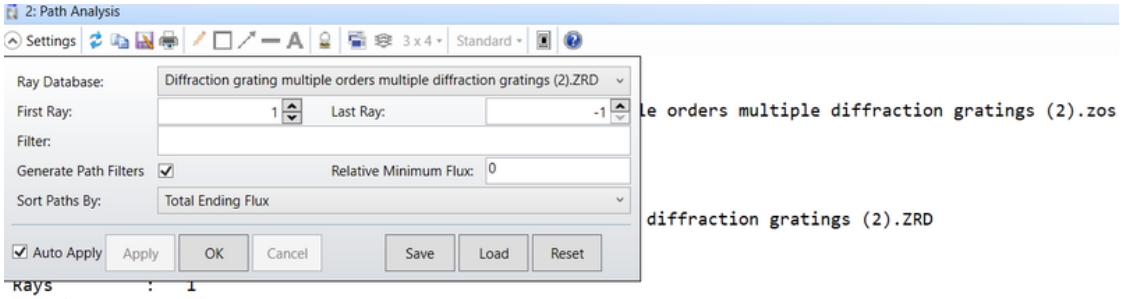
4.5.2. 路径分析(Path Analysis)



仅Ansys Zemax OpticStudio旗舰版和企业版提供此功能。

该功能可以根据光线通过系统的路径对光线数据库文件中的光线进行分组。具有相同物体面序列的光线被分组在同一路径中，并且它们的通量被加在一起以确定路径的总光通量。

请注意，路径分析使用n.f格式报告序列，其中n是物体编号，f是面编号。此功能也支持自动生成路径过滤字符串，帮助用户分别研究每组光线。




```
le orders multiple diffraction gratings (2).zos

diffraction gratings (2).ZRD

Rays      :   1
Branches  :   35

  Path#       Flux Out        %        Branches  Sequence
1     1   4.99872E-01    49.9872              1  1.0, 2.1/(0,*), 2.2, 5.0, 4.0
      2   9.99746E-02     9.9975              1  1.0, 2.1/(-2,*), 2.2, 5.0, 4.0
      3   9.99746E-02     9.9975              1  1.0, 2.1/(-1,*), 2.2, 5.0, 4.0
      4   9.99742E-02     9.9974              1  1.0, 2.1/(1,*), 2.2, 5.0, 4.0
      5   9.99738E-02     9.9974              1  1.0, 2.1/(2,*), 2.2, 5.0, 4.0
      6   1.89952E-03     0.1900              1  1.0, 2.1/(2,*), 3.1/(4,*), 3.2, 6.0
      7   1.89952E-03     0.1900              1  1.0, 2.1/(1,*), 3.1/(3,*), 3.2, 6.0
      8   1.89952E-03     0.1900              1  1.0, 2.1/(2,*), 3.1/(3,*), 3.2, 6.0
      9   1.89952E-03     0.1900              1  1.0, 2.1/(2,*), 3.1/(5,*), 3.2, 6.0
     10   1.89952E-03     0.1900              1  1.0, 2.1/(1,*), 3.1/(4,*), 3.2, 6.0
```

光线数据库**(Ray Database)** 选择光线数据或路径文件进行分析。

第一条光线/最后一条光线**(First/Last Ray)** 选择光线范围。如要使用所有光线，请将第一条光线(First ray)设置为1，最后一条光线(last ray)设置为-1。

过滤字符串**(Filter)** 请参阅过滤字符串。PAF文件的过滤字符串必须在光线追迹期间指定，且不能在这里应用。

添加路径字符串**(Generate Path Filters)** 如果选中，将自动生成所有可能路径的路径字符串。

光通量相对阈值**(Relative Minimum Flux)** 相对光通量是一个分支的光束在中止时的能量相对于其出射时的起始能量的比例 。如果该比例小于指定的阈值，则会将此分支添加到"未分类"的路径分组中。

路径排序依据**(Sort Paths By)** 指定路径的排列方式。可用的选项包括总光通量、照射到的物体数量、分支的数量、最后照射到的物体、唯一照射到的物体的数量、平均光程长度、衍射事件的数量。

详述**(Discussion)**

此功能读取所选ZRD文件中的所有光线或某些子集，并且根据指定的过滤字符串（如果有）筛选光线。然后，路径分析工具提取每条光线分支的路径序列，以根据其路径序列对其进行分组。路径序列表示光线与给定物体表面交汇的顺序。例如，屏幕截图中的路径1的顺序如下：1.0、2.1/(0,*)、2.2、5.0、 4.0。该序列表明，光线分支从光源1开始出射，进行传播并与物体2的面1交汇；在该面的x方向上产生衍射级数0，"*"表示y方向不产生衍射阶数；然后光线分支与物体2的面2交汇，继续与物体5的面0交汇，并终止于物体4的面0。

在一条路径序列中允许出现的最大物体数量是100个。如果路径中的物体交点数量超过这一最大限量，则这些路径都被视为包含相同路径部分。

所有含有相同路径序列的分支会被分为一组。并且对于含有相同路径序列的所有分支，会计算路径结束时的总光通量（始终以瓦为单位，无论光源单位是什么）。所有可能的路径会按照路径排序依据部分中的描述以表格的形式列出并进行排序。在列表中包括路径#、输出光通量、相对光通量输出（相对所有输入光线的总光通量的百分比）、相同路径的分支的数量以及路径序列。

光线分支不包含在任何路径（由于相对光通量阈值或路径的数量超出最大值，当前为10,000条的分支）会被添加到"未分类"的路径分组中。

路径分析工具一次只能分析一个ZRD文件，但是可以打开很多路径分析窗口。

如果选中"添加路径字符串"，那么此功能将会为每条定义的路径创建路径过滤字符串，路径1的过滤字符串命名为_1，路径2的命名为_2，以此类推。这些路径字符串可能在之后的分析（这类分析支持使用字符串分离所选路径）中使用。这些路径字符串在路径编号前不能加0。例如，不应该使用_02代替_2。此处生成的路径字符串会自动保存在镜头文件中。

在查看非序列模式3D视图、非序列模式实体模型或探测器查看器的绘图时，有如下快捷键可以快速加载路径字符串：按下空格键可以使路径字符串编号递增，例如从1到2，或者从5到6等等）。按下Ctrl+空格键可以使路径字符串编号递减。或者，在按住shift键的同时按空格键可以使路径字符串编号以10为间隔递增或递减。

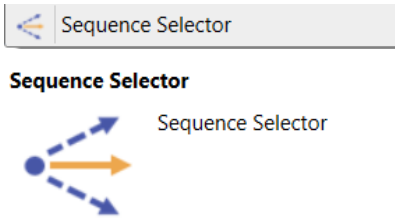
路径字符串也可以和其它过滤字符串一起使用（无论是明确的还是命名字符串）。例如，"_7＆G11"是一个有效的过滤字符串，它可以筛选出特点路径下物体11发出的鬼像光线。 更多信息，请参阅过滤字符串(The Filter String)和命名字符串(Named Filters)。

注意**(Note)** 路径字符串_n不包括执行路径分析时使用的过滤字符串。路径字符串_n仅通过选择那些遵循明确路径的光线分支来筛选光线。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

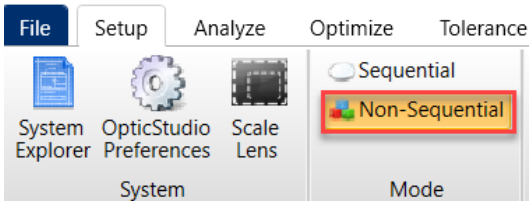
4.5.3. 序列选择器（Sequence Selector）

序列选择器生成持久的NSC序列来追迹、过滤和分析遵循特定光程的光线。序列在各种分析工具中都是持久的。

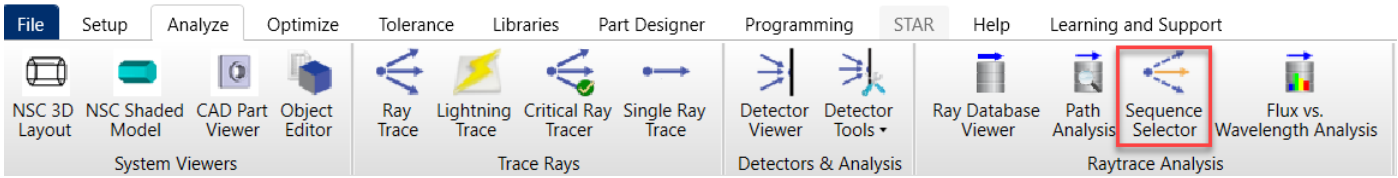


> 注：仅Ansys Zemax OpticStudio旗舰版和企业版提供序列选择器功能。

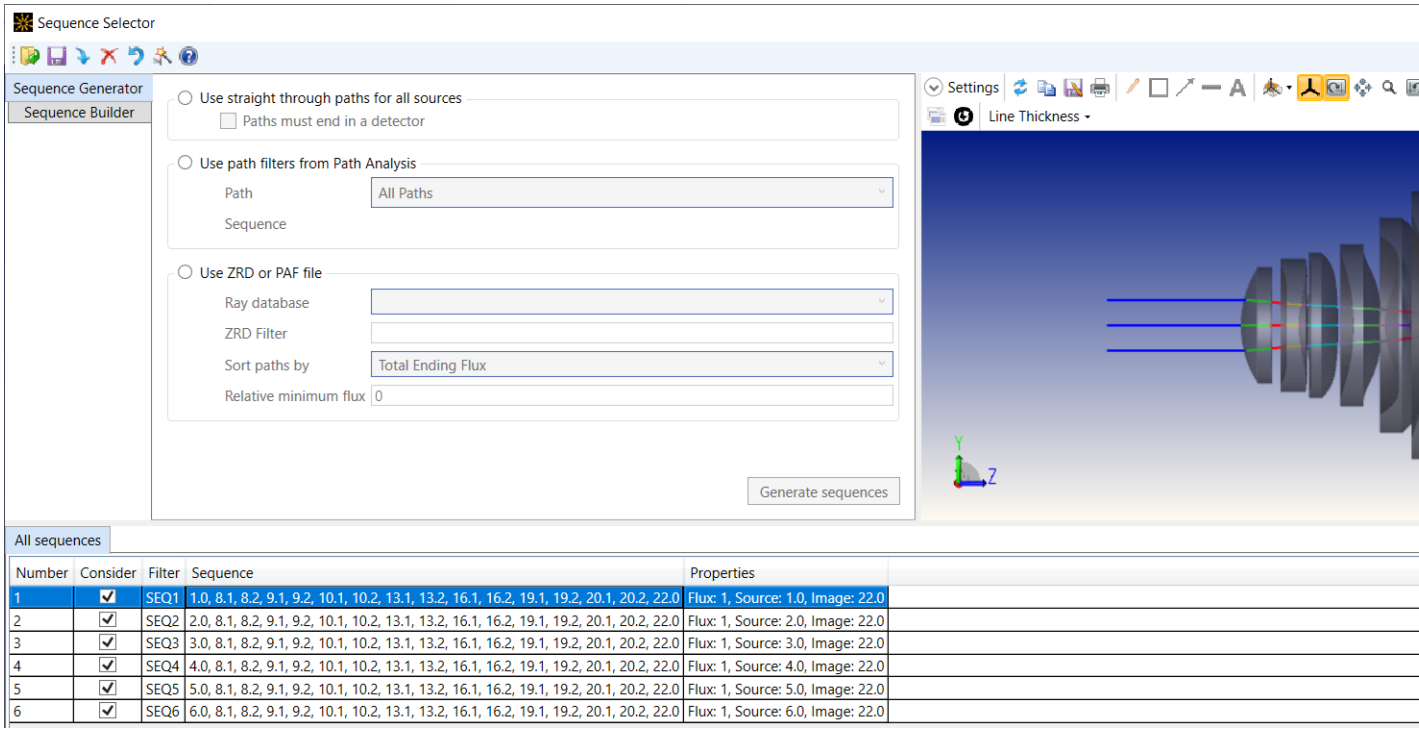
要激活序列选择器功能，首先要选择非序列（Non-Sequential）模式，该模式可在设置（Setup）选项卡的模式组（Mode Group）中找到：



序列选择器功能位于分析（Analyze）选项卡内的光线追迹分析组（Raytrace Analysis Group）中：



每条光线沿其路径传播时，都遵循物体表面、光源或探测器的序列。此功能有助于识别唯一的序列，并为每个序列分配一个序列过滤器，用户可以更改该过滤器以轻松识别重要序列。这些持久序列过滤器允许用户在各种分析中使用它们，保存序列数据库，并在以后检索。与路径分析工具生成的路径不同，序列在整个系统中保持不变，其旨在使用户能够进行复杂的光线追迹分析。



设置（Settings）

序列选择器包含两个选项卡：序列生成器（**Sequence Generator**）和序列构建器（**Sequence Builder**）。

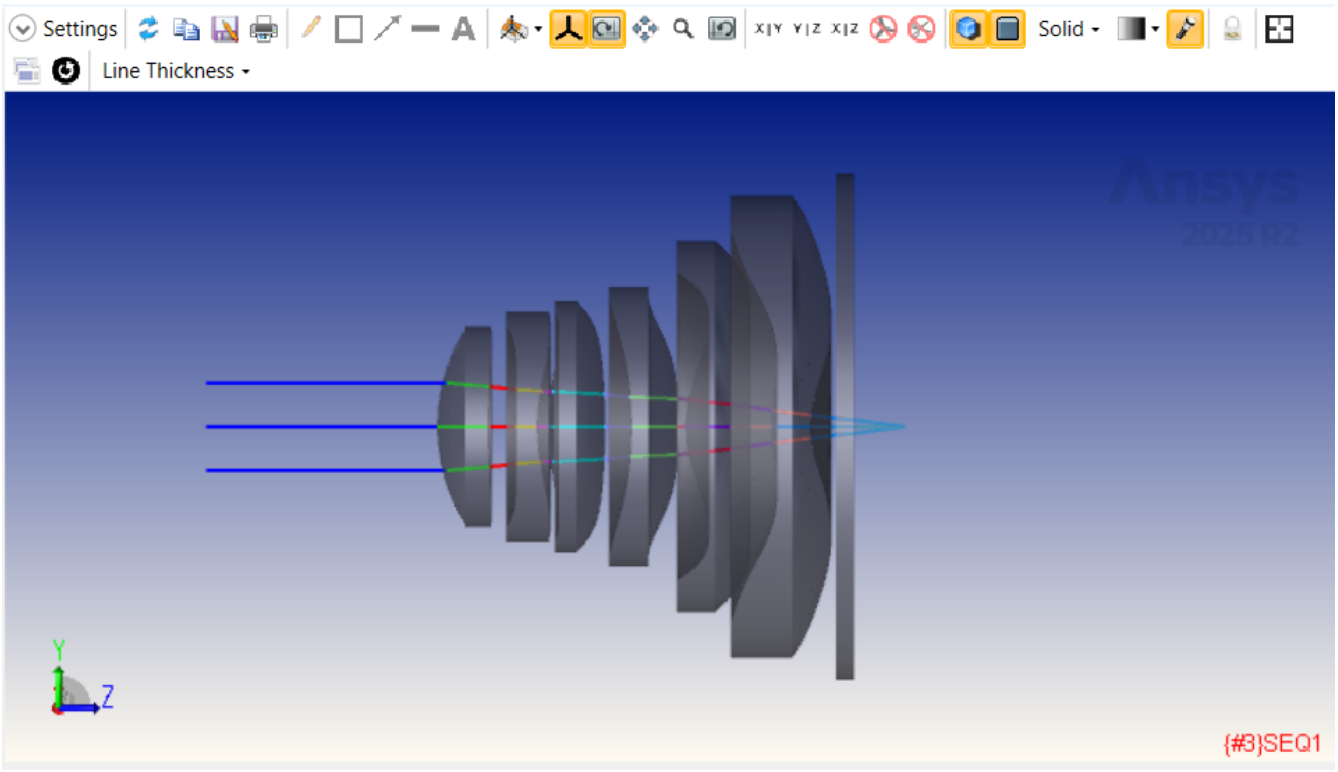
1.序列生成器（**Sequence Generator**）：

序列生成器生成NSC序列来追迹、过滤并分析遵循特定光程的光线。它提供三种主要方法来创建序列：对所有光源使用直通路径（**Use Straight Through Paths For All Sources**）以及使用**ZRD**或**PAF**文件（**Use ZRD or PAF File**）。在给定时间只能使用一种方法来生成序列。

生成序列（**Generate sequence**）：点击后，生成的序列将显示在所有序列列表（**All Sequence List**）中。

所有序列列表（**All sequences list**）：本节包含可用于分析的生成序列列表。选择该复选框将启用支持分析中的序列。用户可以编辑序列过滤器。每个序列的详细信息和属性也显示在此列表中。

嵌入式布局图（**Embedded Layout Plot**）为选定序列显示几条光线，以增强序列的可视化。目前，该工具不支持同时选择和显示多个序列。此外，请注意视图会在后台使用视图光线来显示序列，除非序列是使用“使用ZRD或PAF文件”方法从ZRD文件生成的。在这种情况下，当选择ZRD时，它将使用ZRD中的光线。



用户可以通过点击“所有序列”面板中的特定序列，在视图中显示光线。请注意，一次只能选择一个序列进行可视化。有关更多详细信息，请参阅非序列模式实体模型（NSC Shaded Model）。

对所有光源使用直通路径

对所有光源使用直通路径：选中并点击生成序列（**Generate Sequences**）后，将为每个光源生成一个唯一的SEQ#过滤器，其中包含光线的直通序列。在此任务期间，不会激活散射、偏振或分裂。

路径必须以探测器结束：此选项仅适用于使用直通路径方法。如果启用，生成的序列将以光源为起点，以探测器为终点。如果禁用，将生成所有序列，无论光线是否在探测器处停止传播。Ansys建议在探测器中使用**ABSORB**材料，以确保光线在探测器中终止。

> 注：当用户首次运行该工具时，“所有序列”面板会自动预加载“对所有光源使用直通路径”选项，并默认选中“路径必须以探测器结束”。如果首次打开工具时未预加载任何序列，则表明在无散射或偏振的条件下，没有找到到达探测器的有效序列

使用路径分析中的路径过滤器生成

该选项允许用户使用路径分析工具已经生成的路径来生成序列。只有在启用“生成路径过滤器”设置的情况下运行路径分析时，该选项才可用；否则，该选项默认为禁用。

路径（**Path**）显示导入的路径过滤器列表。用户可以从列表中选择单个路径，或从下拉菜单中选择“所有路径”、“前**3**个路径”、“前**5**个路径”或“前**10**个路径”。

序列（**Sequence**）显示从下拉菜单中选定的单个路径对应的序列。

选择路径后，用户可以点击“生成序列”按钮来生成序列。

使用**ZRD**或**PAF**文件

该选项用于高级序列过滤。使用带有过滤字符串的ZRD文件可以进行有针对性的过滤，只保留所需的序列。请注意，PAF文件允许生成序列，但不支持过滤，因为该功能依赖于路径分析作为中间步骤。

使用**ZRD**或**PAF**文件（**Use ZRD or PAF file**）：读取选定文件中的光线，并根据用户选择的选项生成序列。

光线数据库（**Ray Database**）选择光线数据或路径文件进行分析。

过滤器（**Filter**）请参阅过滤字符串（The Filter String）。可以使用用户自定义的过滤字符串对ZRD文件进行预过滤。请注意，PAF的过滤器不适用。请参阅光线追迹（Ray Trace）。

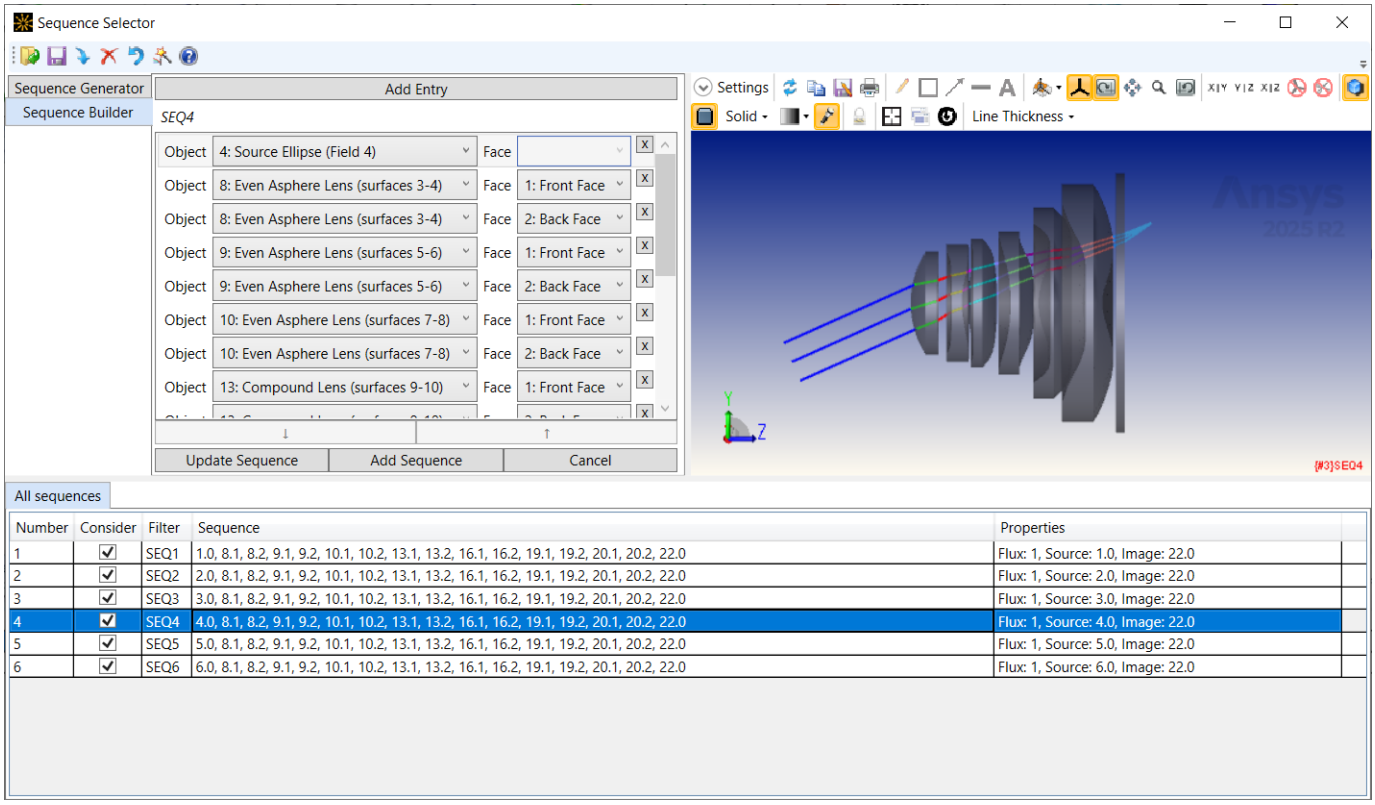
光通量相对阈值（**Relative Minimum Flux**）：相对光通量是一个分支的光束在中止时的能量相对于其出射时的起始能量的比例。如果此值小于指定的最小值，则将该分支添加到未分类的总和中，因为它不是特定的，所以不会生成序列。

路径排序依据（**Sort Paths By**）指定序列的排列方式。使用此选项生成的所有序列都会根据排序方式选项列出。可用的选项包括总光通量、照射到的物体数量、分支的数量、最后照射到的物体、唯一照射到的物体的数量、平均光程长度、衍射事件的数量。

生成序列（**Generate Sequence**）：点击后，生成的序列将出现在所有序列列表（**All Sequence List**）中。

2.序列构建器（**Sequence Builder**）：

序列构建器选项卡是一个可视化和交互工具，可帮助用户轻松创建或修改序列，如下图所示。

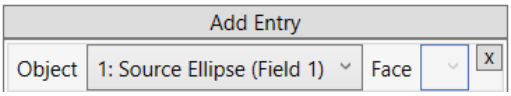


要修改序列，用户可以从“所有序列”面板中选择该序列，然后右键单击并选择“编辑序列”，或者在“序列生成器”选项卡中双击所选序列。所有物体及其对应的面都将显示在序列构建器面板中。面板中的每个对象都可以修改或删除，其关联的面也可以相应更新。

用户可以通过在序列构建器面板中手动添加单个物体和面来创建新序列。

请注意，重复序列不能添加到序列列表中。如果新建或修改的序列与“所有序列”面板中的现有条目相匹配，则不允许执行该操作，并会出现警告。

添加（**Add**） 点击后，一个新的物体类型行将添加到当前选定行下方的序列面板中。然后可以从下拉菜单中选择单个物体及其对应的面。



上移（**Move Up**） 此按钮（↑）将把当前序列面板中选定的面行上移一行。

下移（**Move Down**） 此按钮（↓）将把当前序列面板中选定的行下移一行。

更新序列（**Update Sequence**）此按钮将更新“所有序列”面板中已修改的序列。

添加序列（**Add Sequence**）此按钮将构建的序列作为新序列添加到“所有序列”面板中。

取消（**Cancel**）此按钮将取消序列构建器面板中当前选定的序列。

详述（Discussion）

序列选择器使用预定义的**SEQ#**格式（其中#为数字）或用户自定义名称创建序列过滤器。创建用户自定义过滤器时，必须遵循某些命名约定，以避免与现有的过滤器规则发生冲突。名称必须以大写或小写字母开头。在首字母之后，过滤器名称可以包含字母、数字或下划线。

有一些命名限制必须遵守。

☒过滤器名称不能以字母X开头（例如**Xpath_2**），
☒也不能由单个大写字母后跟数字组成（例如**A1**或**H123**）。
☒名称**Z**也受到限制（例如，不接受**Z**，但**Z_1**是允许的）。
☒此外，用户自定义的过滤器名称不能遵循默认序列名称的格式（即**SEQ<n>**），除非将过滤器恢复为其原始名称。例如，**SEQ3**可以重命名为**Path_3**，然后再恢复为**SEQ3**。

当生成新序列时，下一个可用的#将用于按数字顺序生成SEQ#。一旦序列被删除，SEQ#过滤器将可用于下一个生成的序列。

生成的序列在后台使用相同的**X_SEQ**过滤器字符串。例如，如果给定序列5为1.0、3.1、3.2、4.1、4.2、5.0、6.1、6.2、7.0。SEQ5或给定的过滤字符串将等于X_SEQ（1.0、3.1、3.2、4.1、4.2、5.0、6.1、6.2、7.0）。请注意，该工具在任何情况下都不会影响路径分析生成的_#过滤器。

SEQ#过滤器可在启用过滤器字符串（Filter String）字段的任何地方使用，例如以下分析：

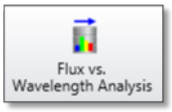
☒非序列模式3D视图（NSC 3D Layout）
☒非序列模式实体模型（NSC Shaded Model）
☒光线追迹（Ray Trace）
☒探测器查看器（Detector Viewer）
☒探测器工具（Detector Tools）> 在探测器上回放ZRD（Playback ZRD on Detector）
☒几何MTF（Geometric MTF）
☒光线数据库查看器（Ray Database Viewer）
☒路径分析（Path Analysis）
☒光通量 Vs 波长分析（Flux Vs WaveLength Analysis）

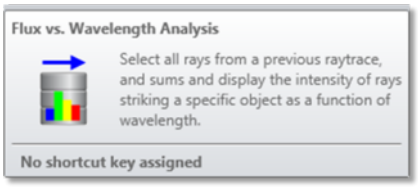
此外，序列有自己的过滤器SEQ，这与X_SEQ过滤器不同。有关SEQ过滤器的完整说明，请参阅过滤器字符串（The Filter String）文档。

☒用户调研（Research Surveys）

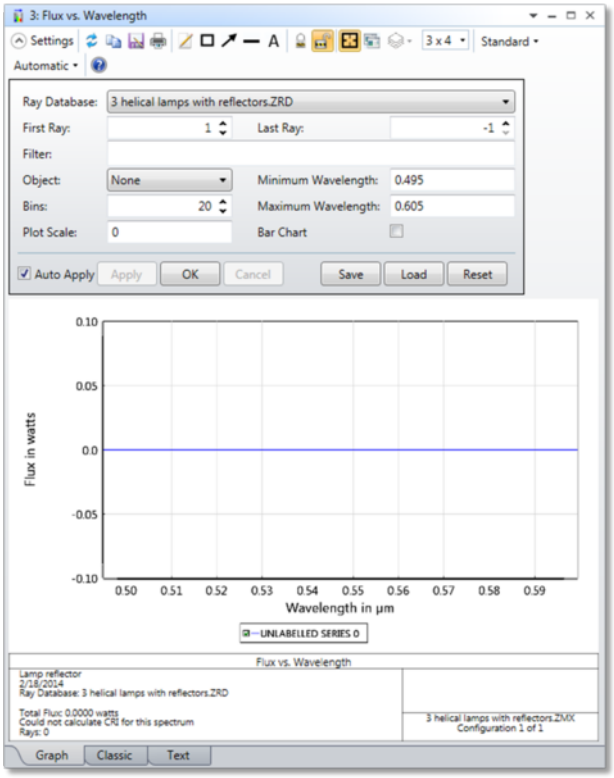
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

4.5.4. 光通量 vs 光谱分析(Flux vs. WaveLength Analysis)





此功能选取ZRD或SDF光线数据库文件中的所有光线，并且根据波长的函数将照射到特定物体上的光强求和。



光线数据库**(Ray Database)** 选择现有的ZRD或SDF文件进行分析。

第一条光线/最后一条光线**(First/Last Ray)** 选择光线范围。如要使用所有光线，请将第一条光线(First ray)设置为1，最后一条光线(last ray)设置为-1。

过滤**(Filter)** 过滤字符串。请参阅"过滤字符串"。

物体**(Object)** 光线照射到的物体。必须选择特定物体，任何照射到物体的光线段的光强都会根据相关波长进行求和。

波长段**(Bins)** 由于光线的波长是离散的，所以每个波长的光强总和必须在有限的带宽之内。该设置选项决定了会使用多少个波长段来涵盖最小波长到最大波长这一范围。

最小/最大波长**(Minimum/Maximum Wavelength)** 最小波长和最大波长。该波长范围之外的光线将被忽略。

绘图比例**(Plot Scale)** 图表的最大标尺。使用零时为默认比例。

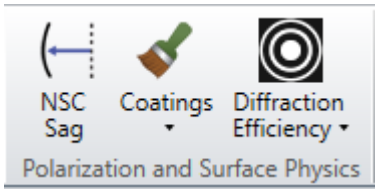
柱状图**(Bar Chart)** 如果选中，数据将以柱状图的形式显示。 该选项只应用于经典(Classic)视图中，可以在OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)中的绘图（OpticStudio配置选项）(Graphics (OpticStudio Preferences))部分中选择开启。 点击"光通量 vs 波长(Flux vs Wavelength)"截图底部的"经典(Classic)"选项卡来查看柱状分析图。

详述**(Discussion)**

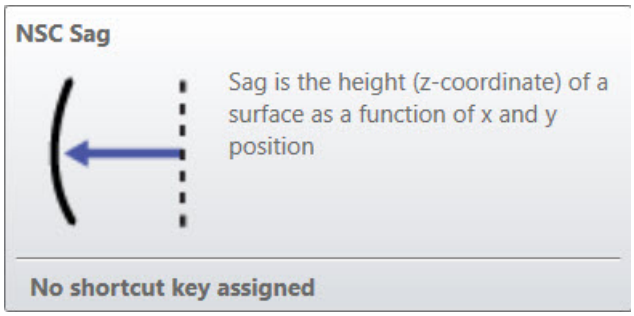
由于每条光线段的波长是离散的，而且波长仅由光线数据库文件中的光线决定，所以该图表可以呈现出大量数据"尖峰"一样的噪声形状。为了最大限度地减小计算的噪声，追迹光线的数量应该较大，同时使用较少的波长段。

为了减少噪声，也可以使用平滑处理。将每条光线的能量进行平滑，来填补相邻两波长段之间的间隙。

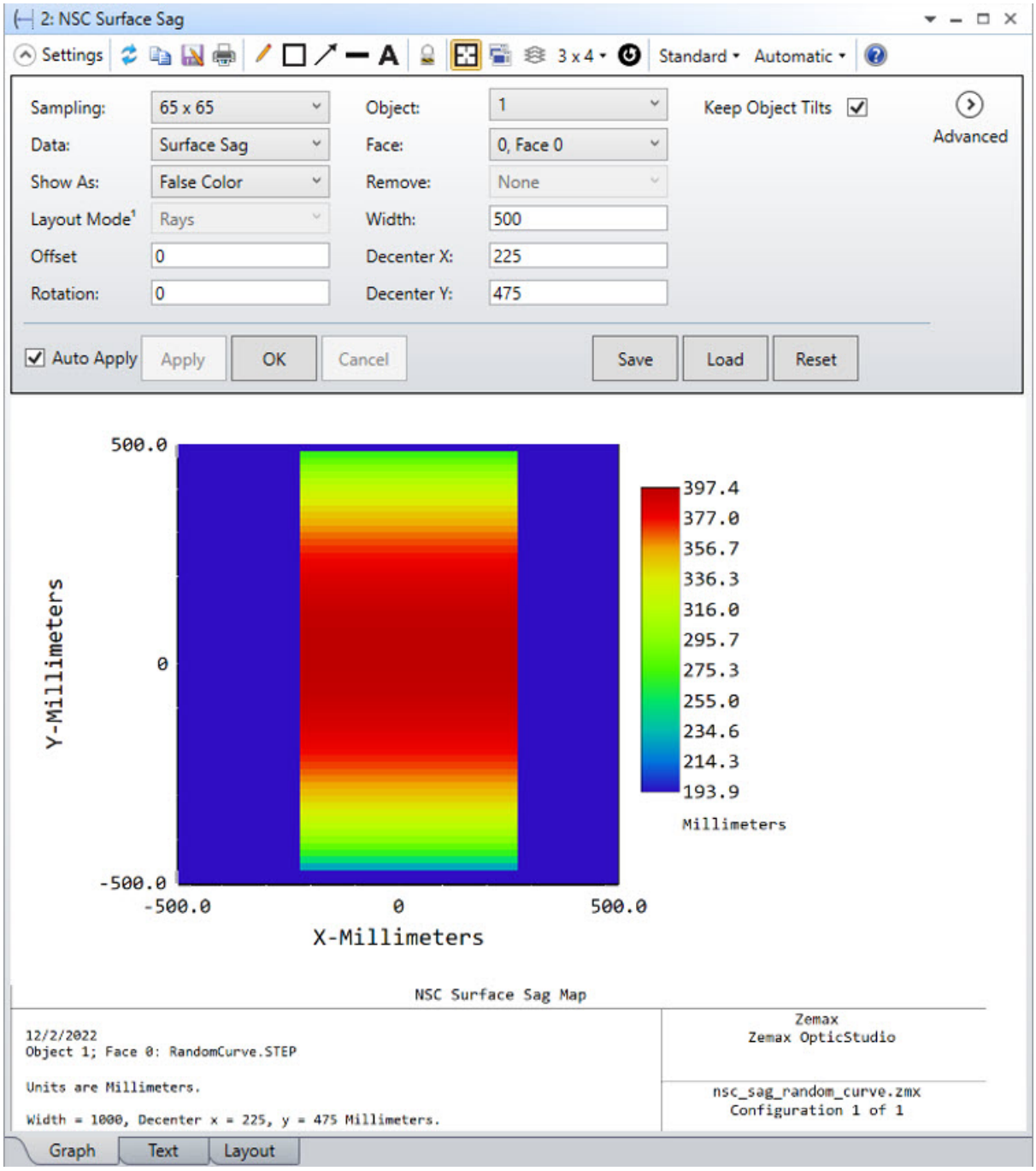
4.6. 偏振与表面物理组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential UI mode))



4.6.1. NSC表面矢高(NSC Surface Sag)



表面矢高有助于评估每个表面的可制造性、形状和复杂性。该功能支持NSC光线追迹，以计算非序列模式元件编辑器(NCE)中存在的物体指定面的矢高值。



设置**(Settings)**

采样**(Sampling)**：选择此选项设置矢高图的分辨率，当选择"移除选项最佳拟合球面"时，可以提高结果的准确性。

数据**(Data)**：该功能仅支持本版本的表面矢高数据。

移除**(Remove)**：此下拉菜单中有多个可用选项，它们是：

☒无***(None)***：生成结果时将执行无矢高移除。
☒基本半径***(Base Radius)***： 移除球面的矢高值，其半径等于被测物体面的半径。这将从矢高分布中移除。

☒最佳拟合球面***(Best Fit Sphere)***：此选项根据最佳拟合球面(BFS)标准，将球面添加并拟合到被测物体面。然后将其从矢高分布中移除，有关详细信息，请参阅表面矢高(Surface Sag)的"标准"部分。

☒平均矢高***(Average Sag)***：此选项将计算被测物体面的平均矢高，然后将其从矢高分布中的所有值中移除。

☒最小矢高***(Minimum Sag)***：此选项计算被测物体面的最小矢高，并将其从矢高分布中的所有值中移除。

矢高偏移**(Sag Offset)**：矢高值将与所选矢高偏移值一起显示，单位为镜头单位。

旋转**(Rotation)**：该值是用于测量矢高分布的探测光线的z轴倾斜角度（以度为单位）。当"显示为"设置设置为"横截面Y"或"横截面X"时，设置中的此选项可用于对表面上不同角度的切片进行采样。

宽度**(Width)**：此框自动填充为矢高图的宽度（以镜头单位为单位显示）。当更改"物体"或"面"下拉菜单时，此值基于物体面的物理尺寸。

注意，某些物体（如CAD物体）不受支持，用户必须调整矢高图的宽度，以兼容不受支持的物体。

注意，在选择应用了用户自定义孔径(UDA)的物体面时，自动值可能会过大，调整该值将提高矢高图的分辨率。

物体**(Object)**：在下拉菜单中，您可以从非序列模式中选择要分析的物体编号。

面**(Face)**：在下拉框中，这表示所选测量物体的指定面。

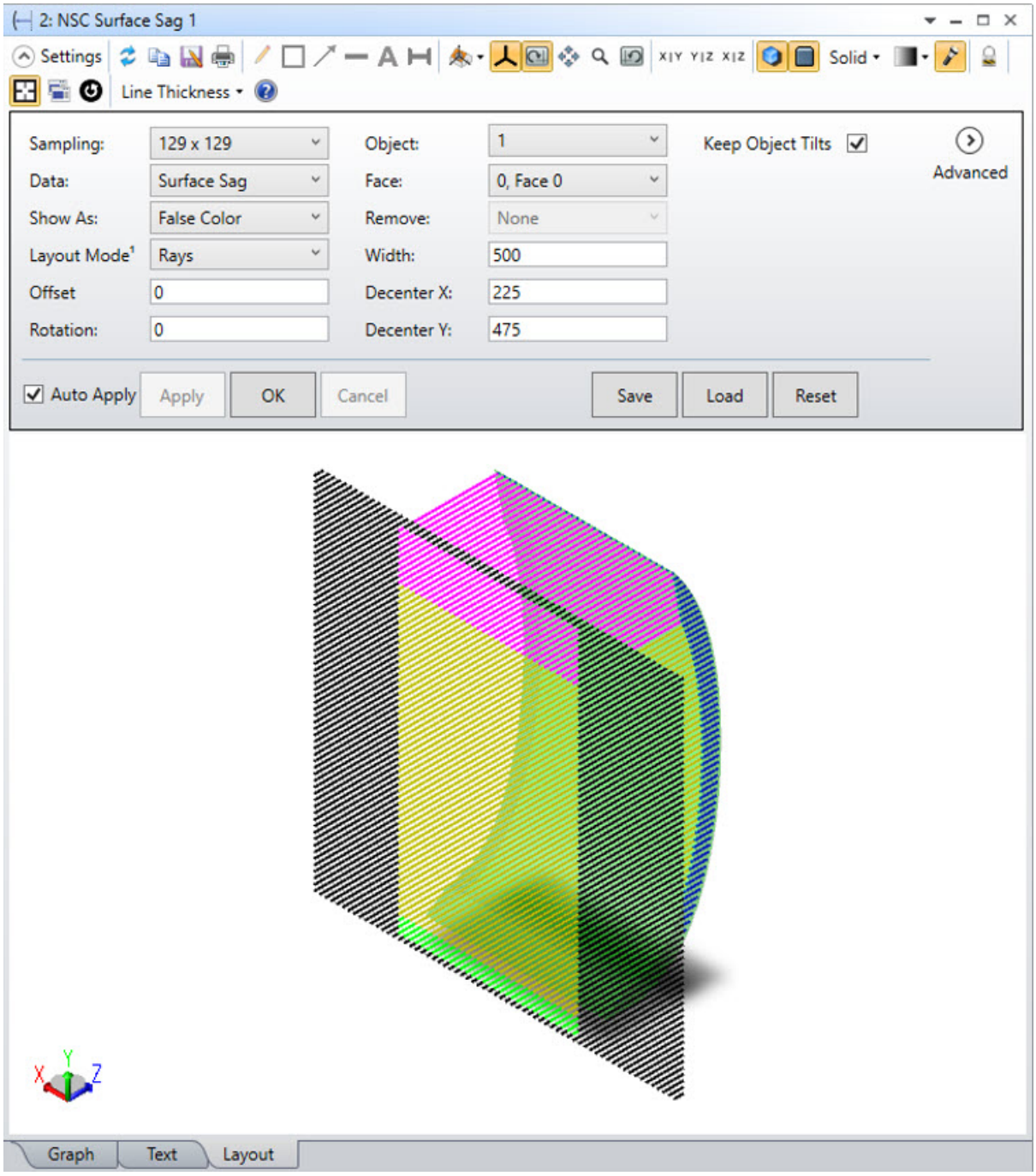
显示为**(Show As)**：允许选择在结果中生成的图形输出。选择"横截面Y"或"横截面X"将只给出基于被测物体面的结果。使用"移除最佳拟合球面"，无论选择哪种选项，都可以使用完整的矢高分布。

如果选择两种横截面模式以外的选项，图形结果将显示在"文本选项卡"中显示的矢高值的方阵。

X和**Y**偏心**(X and Y Decenter)**：X和Y的位移将显示在对应的框中，以镜头单位为单位。这些值与用于测量矢高分布的探测光线有关，该矢高分布表示被测物体面顶点的偏心。

保持物体倾斜**(Keep Object Tilt)**：默认情况下，未勾选此设置，但如果勾选"保持物体倾斜"设置，它将保留来自LDE的物体的原始x和y倾斜。这可确保在计算矢高时，将矢高图数据中的倾斜纳入考虑。当未勾选时，探测光线与物体处于相同的方向；因此，在计算矢高时不考虑倾斜。

视图选项卡**(Layout tab)**：包含视图选项卡是为了可视化输出，如果需要，其还可以用于矢高分析的故障排除。



详述**(Discussion)**

在均匀方形网格点（或横截面模式的均匀线）上计算矢高，并且矢高值为显示值。该功能利用非序列模式光线追迹来计算矢高值。此光线追迹方法的有用之处在于，能够可视化给定物体表面如何通过分析进行采样。这种可视化可以通过布局选项卡访问，其中显示了被测量的零件以及探测光线的表示。

例如，对于复杂的文件，相关物体可能已应用UDA，在试错类型的方法中使用视图选项卡会非常有用，通过这种方法手动更改宽度、X偏心和/或Y设置，直到探测光线能够正确地采样相关表面。

需要重点注意的是，在使用非序列模式光线追迹方法的基础上，有几点需要考虑，特别是关于最佳拟合球面移除选项，请参阅下面的BFS限制。

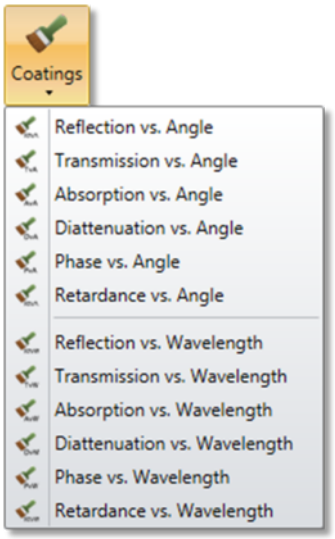
BFS限制(BFS Limitations)：

同时，该分析中采用的光线追迹方法具有测量任意物体面轮廓的能力，但也存在一定的相关限制；尤其是在拟合测量数据时。一个关键点是，当尝试将球面拟合到任何矢高分布（无论选择哪个BFS标准）时，采样都是一个关键参数。这是由于其对矢高数据的最终分辨率有影响，这些数据点是唯一可以用于告知拟合流程的信息。

在设置采样以获得BFS半径的可接受解方面，这取决于表面的几何形状（具有较高斜率值的轮廓通常需要较高的采样来解决）以及所需的解的准确度，这两者都取决于用户和系统。用户应确保被测表面的BFS半径在达到较高采样值时正确收敛。

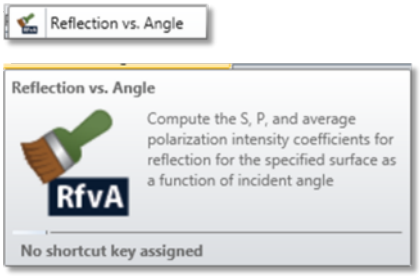
同样需要重点注意的是，在RMS拟合模式中，光线的方形网格用于对表面轮廓进行采样。这与拟合球面和被测表面的几何形状形成对比，因此数据将指向轮廓的中心，对结果影响更大。

4.6.2. 膜层（偏振组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Coatings (polarization group, the analyze tab, non-sequential UI mode))

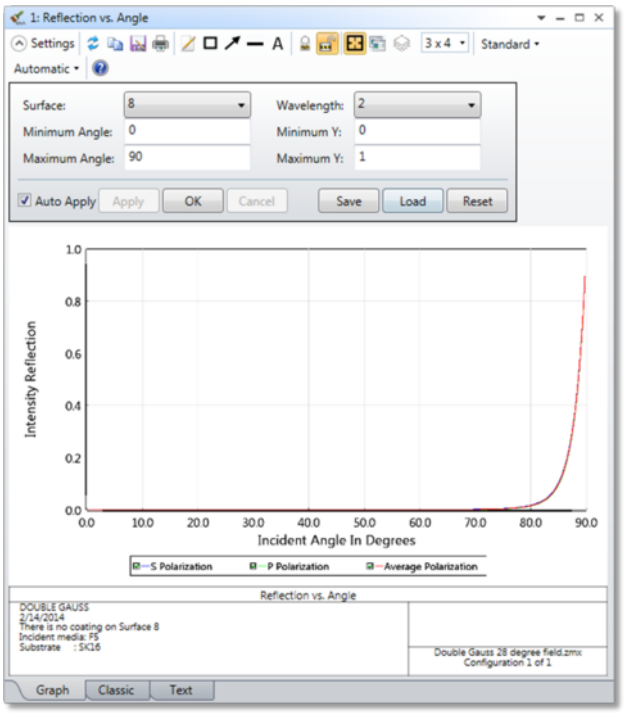


有关膜层计算的更多信息，请参阅偏振（系统选项） 一节，以及数据库选项卡中关于膜层一节。

4.6.2.1. 反射率 vs 角度（膜层、偏振组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization group))



计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的反射强度系数随入射角的变化关系。



最小角**(Min Angle)** 图表的最小入射角。指图表横坐标的左边缘。

最大角**(Max Angle)** 图表的最大入射角。指图表横坐标的右边缘。

最小**Y(Min Y)** 图表的最小Y值。指图表纵坐标的下边缘。

最大**Y(Max Y)** 图表的最大Y值。指图表纵坐标的上边缘。

表面**(Surface)** 表面编号，用于定义要使用的界面。

物体**(Object)** 如果为非序列模式元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

面**(Face)** 面编号，用于定义表面为非序列模式元件表面时要使用的界面。

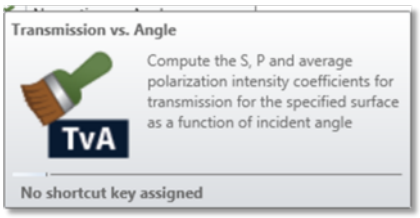
波长**(Wavelength)** 所要使用的波长编号。

翻转方向**(Reverse Direction)** 如果选定表面为非序列模式元件表面，则选中此选项将翻转入射介质和基面。

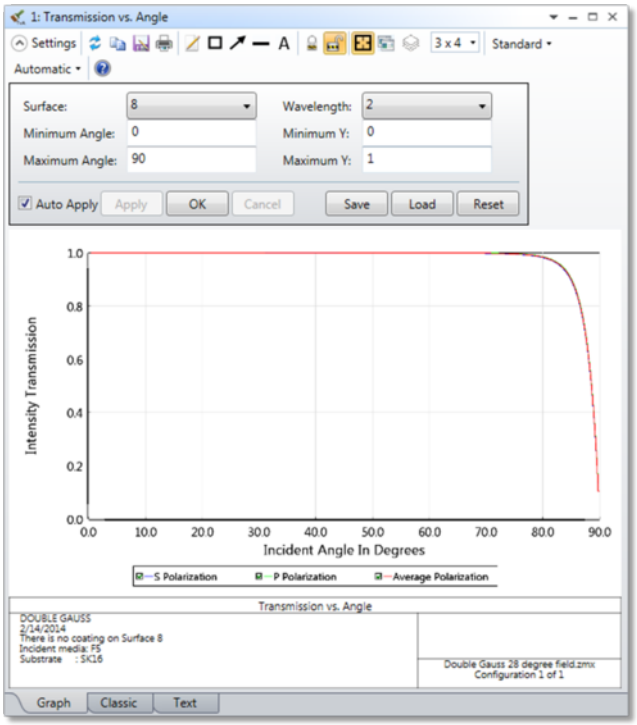
详述**(Discussion)**

在非序列模式下，默认入射介质为空气。分析是在物体/面的基础上完成的。无法确定一个物体的面的所有区域是否与另一物体I的面的所有区域接触。要更改入射介质，请使用"内部(Inside Of)"标记。

4.6.2.2. 透过率 vs 角度（膜层、偏振组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization group))

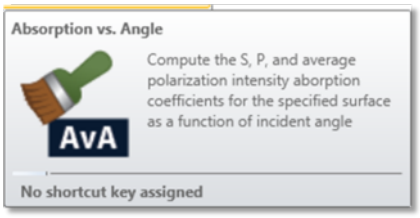


计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的透射强度系数随入射光角度的变化关系。

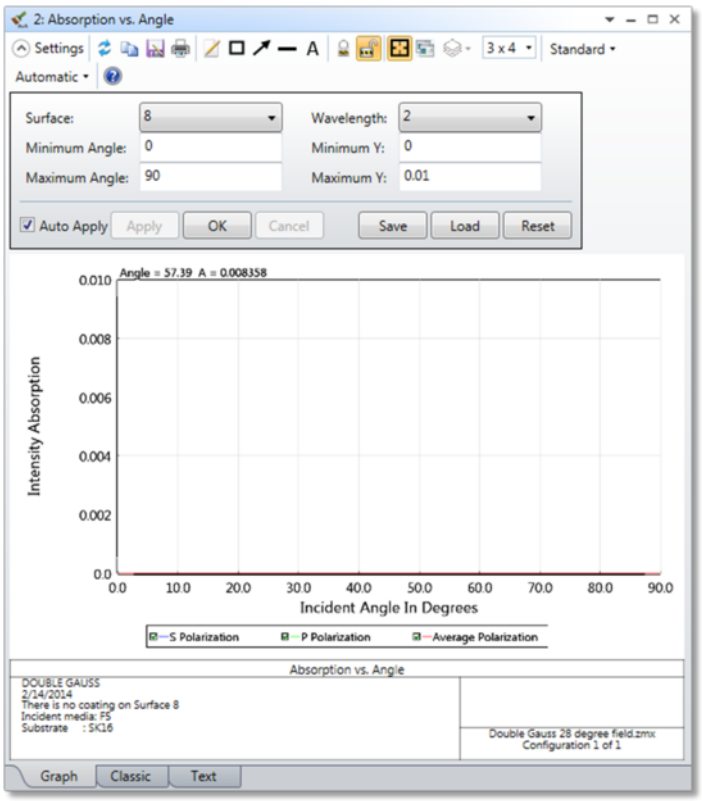


有关参数设置，请参阅"反射率 vs 角度(Reflection vs. Angle)"。

4.6.2.3. 吸收率 vs 角度（膜层、偏振组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization group))



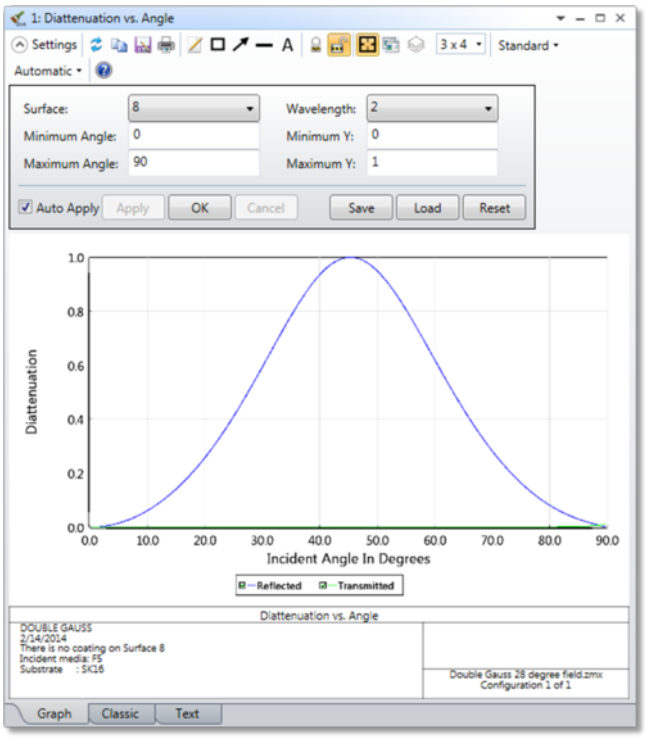
计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的吸收强度系数随入射角的变化关系。



有关参数设置，请参阅"反射率 vs 角度(Reflection vs. Angle)"。

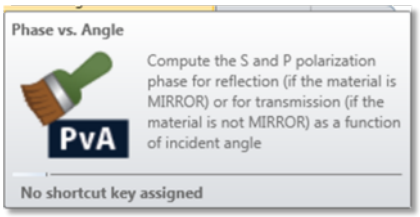
4.6.2.4. 双向衰减 vs 角度（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization group))

计算给定表面下，反射双向衰减及透射双向衰减随入射角的变化关系。



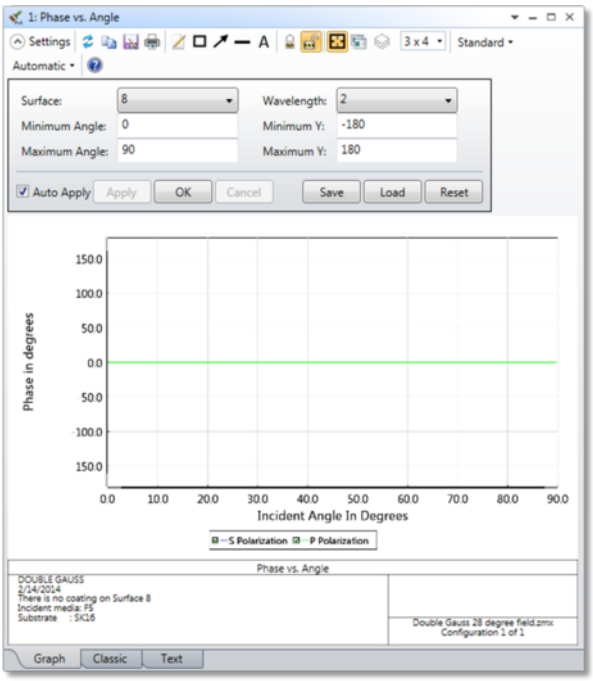
请参阅"反射 vs 角度(Reflection vs. Angle)"了解设置信息。

4.6.2.5. 相位 vs 角度（膜层、偏振组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization group))



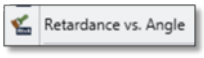
对于序列模式表面，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射角的变化关系。对于非序列模式物体，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果材料为镜面）或透射相位（如果材料为非镜面）随入射角的变化关系。

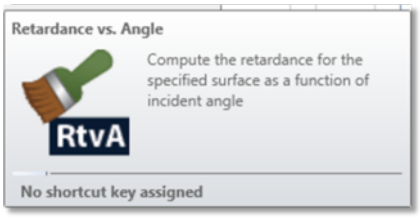
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



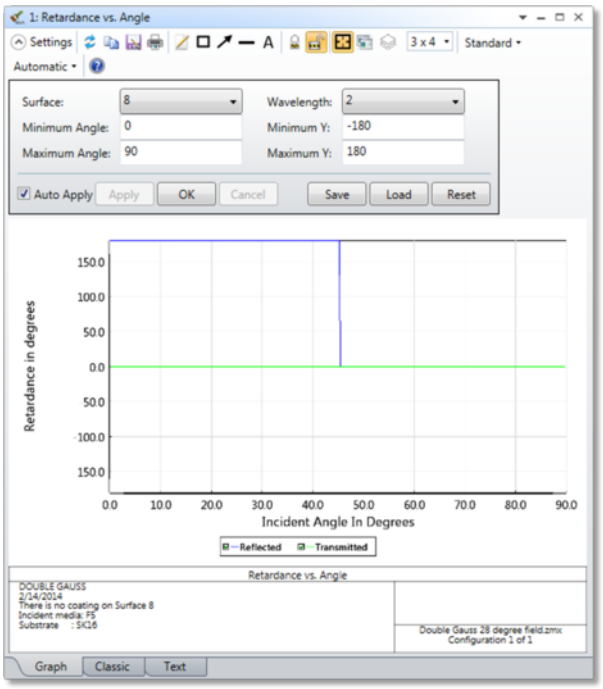
有关参数设置，请参阅"反射率 vs 角度(Reflection vs. Angle)"。

4.6.2.6. 相位延迟 vs 角度（膜层、偏振组）(Retardance vs. Angle (coatings, polarization group))



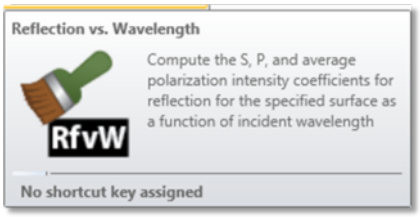


计算特定表面下，相位延迟随入射角的变化关系。

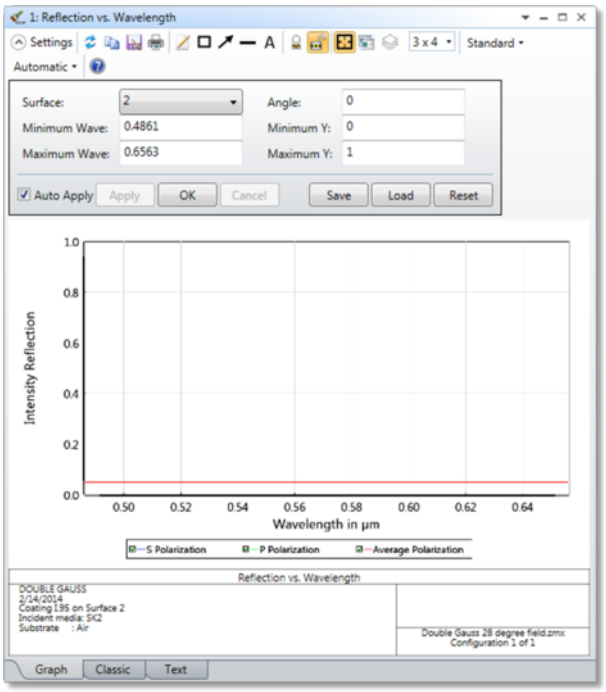


请参阅"反射 vs 角度(Reflection vs. Angle)"了解设置信息。

4.6.2.7. 反射率 vs 波长（膜层、偏振组）(Reflection vs. Wavelength (coatings, polarization group))



计算特定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的反射强度系数随入射波长的变化关系。



最小波长**(Min Wave)** 图表的最小波长。指图表横坐标的左边缘。

最大波长**(Max Wave)** 图表的最大波长。指图表横坐标的右边缘。

最小**Y(Min Y)** 图表的最小Y值。指图表纵坐标的下边缘。

最大**Y(Max Y)** 图表的最大Y值。指图表纵坐标的上边缘。

表面**(Surface)** 表面编号，用于定义要使用的界面。

物体**(Object)** 如果为非序列模式元件表面，该参数定义所需要分析物体的物体编号。

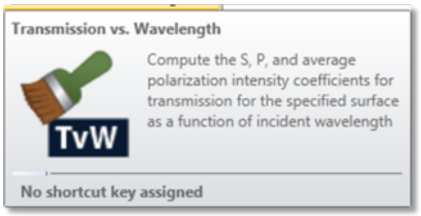
面**(Face)** 面编号，用于定义表面为非序列模式元件表面时要使用的界面。

角度**(Angle)** 要使用的入射角（以度为单位）。

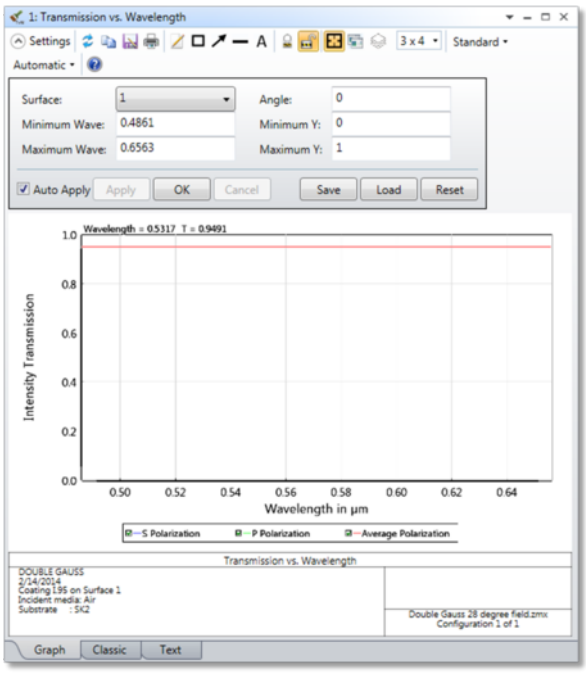
翻转方向**(Reverse Direction)** 如果选定表面为非序列模式元件表面，则选中该选项将翻转入射介质和基面。

详述**(Discussion)** 请参阅"偏振（系统选项）"一节。

4.6.2.8. 透过率 vs 波长（膜层、偏振组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization group))



计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的透射强度系数随入射波长的变化关系。

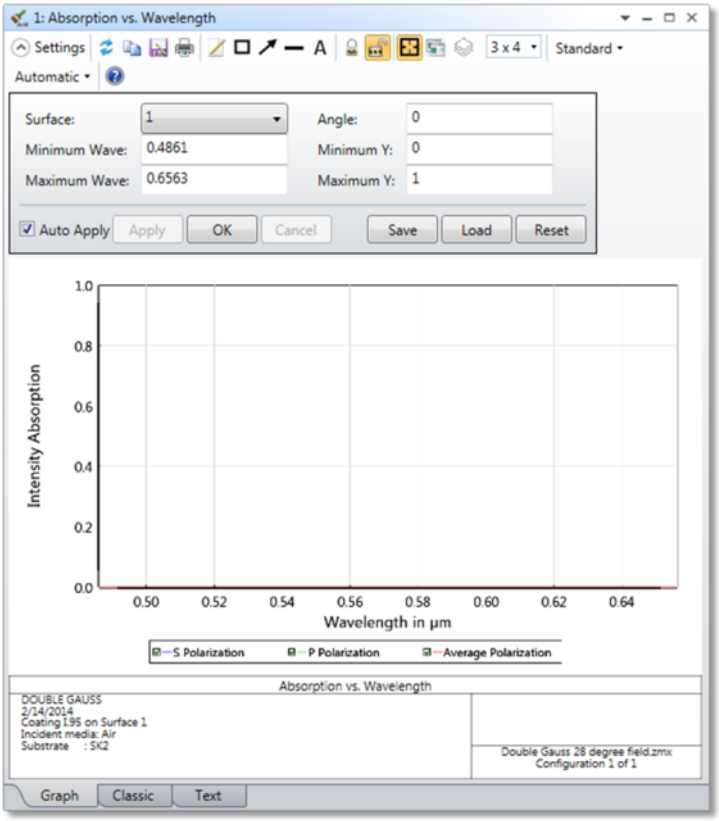


有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

详述 请参阅"偏振（系统选项）"一节。

4.6.2.9. 吸收率 vs 波长（膜层、偏振组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization group))

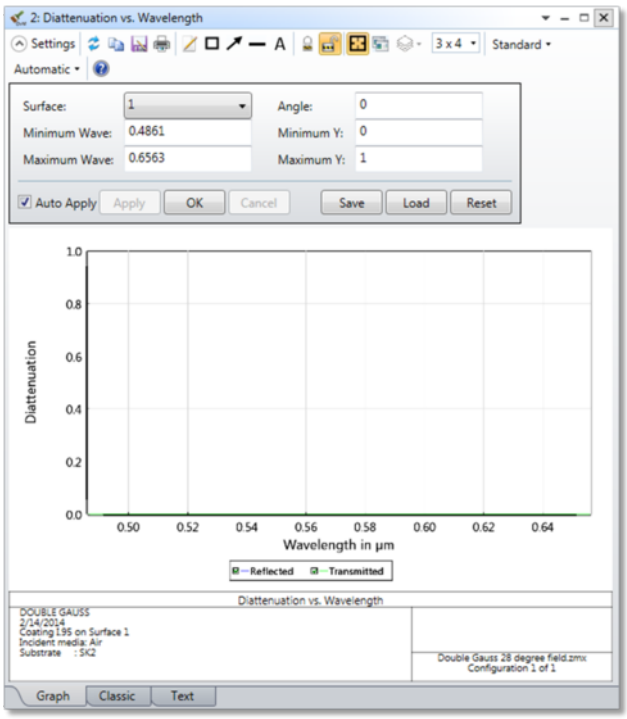
计算给定表面下，S、P偏振光及平均偏振光的吸收强度系数随入射角的变化关系。



有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

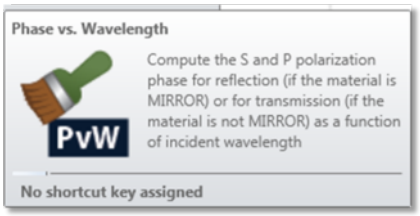
4.6.2.10. 双向衰减 vs 波长（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization group))

计算给定表面下，反射双向衰减及透射双向衰减随入射波长的变化关系。

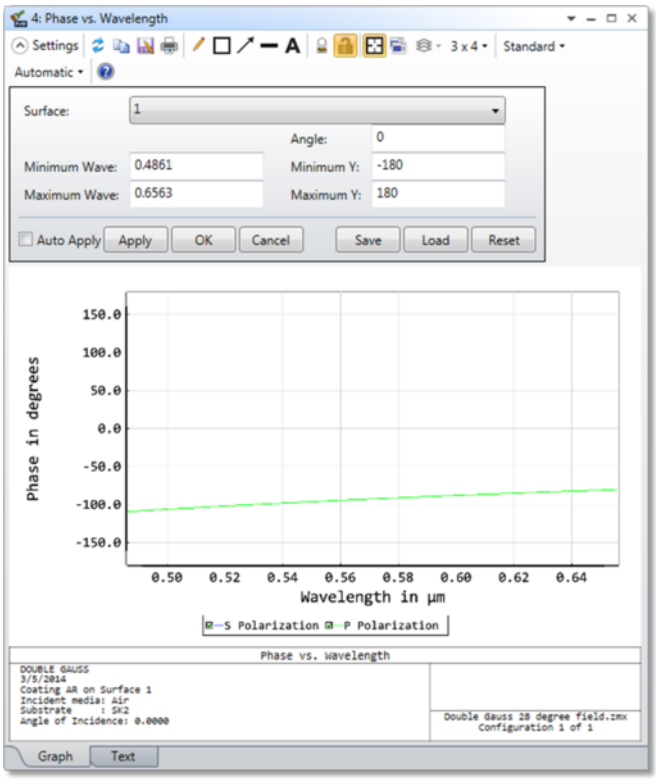


请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"了解设置信息。

4.6.2.11. 相位 vs 波长（膜层、偏振组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization group))

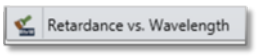


对于序列模式表面，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射波长的变化关系。对于非序列模式物体，此功能计算S偏振光和P偏振光的反射相位（如果玻璃为镜面）或透射相位（如果玻璃为非镜面）随入射波长的变化关系。

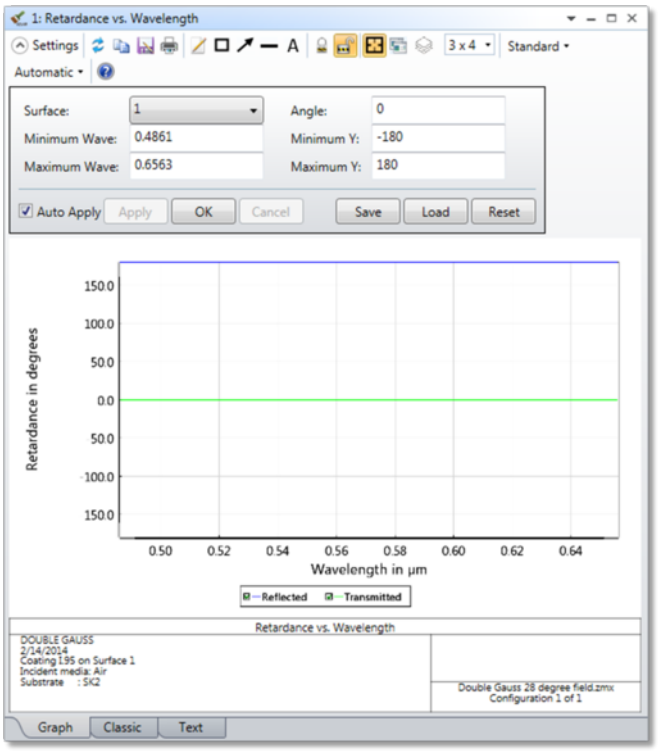


有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

4.6.2.12. 相位延迟 vs 波长（膜层、偏振组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization group))

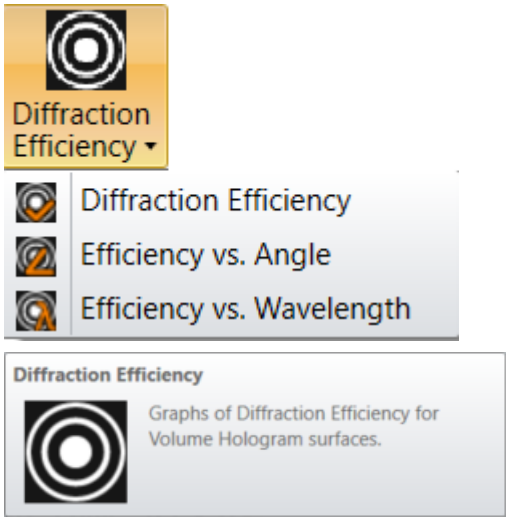


以入射波长函数形式计算特定表面的相位延迟。



有关参数设置，请参阅请参阅"反射率 vs 波长(Reflectivity vs. Wavelength)"。

4.6.3. 衍射效率分析（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (non-sequential UI mode))

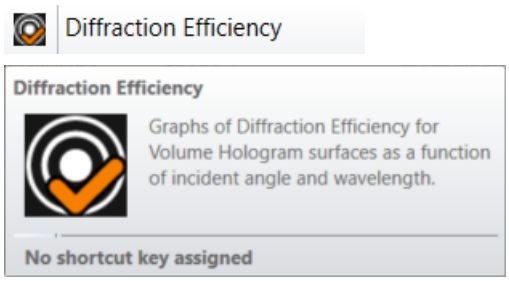


非序列模式体全息图物体的衍射效率图。这些均使用厚全息图的Kogelnik近似方法计算得到。衍射效率通过追迹从物体到指定表面的光线并计算透过率来确定。非序列模式分析中的计算假设和约束条件(Calculation assumptions and limitations)与序列模式中的完全相同。

如果要进行计算，需要创建选定全息图物体的副本，并测量衍射后的光线的能量。在分析窗口中报告选定扫描范围内的结果。

当全息透镜(Hologram Lens)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和全息表面(Hologram Surface)等物体类型设置为体全息图时，这些分析可与它们一起使用。有关如何设置体全息图参数的详细信息，请参阅相应的物体类型帮助文件。

4.6.3.1. 衍射效率（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (non-sequential UI mode))

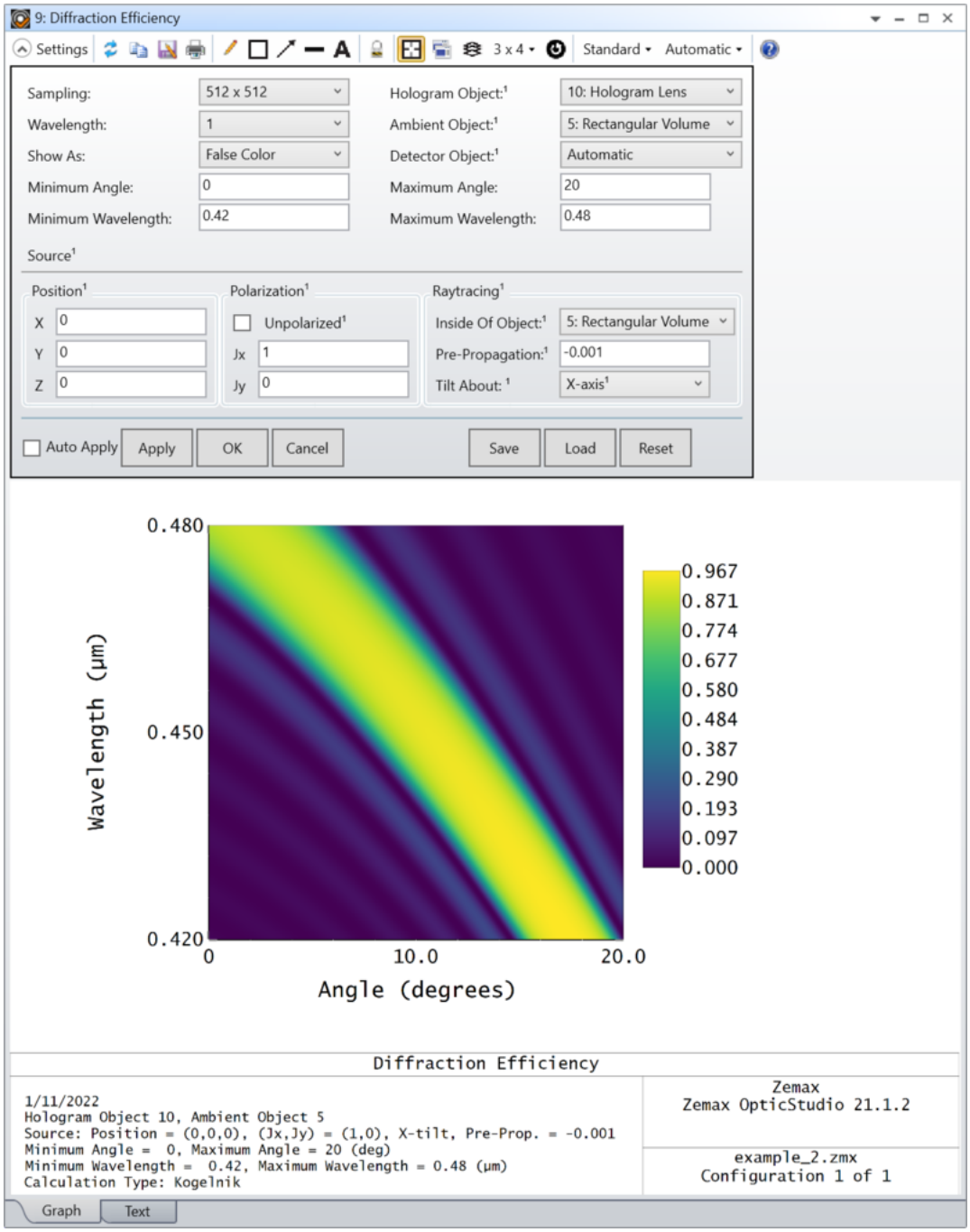


使用厚全息图的Kogelnik近似方法绘制的体全息图物体衍射效率与入射角和波长的函数关系图。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。

在考虑衍射效率时，可以针对入射角和波长对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

如果要进行计算，需要创建具有以下设置的选定全息图物体的副本并测量衍射后的光线的功率。在分析窗口中报告选定扫描范围内的结果。

该分析可在全息透镜(Hologram Lens)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和全息表面(Hologram Surface)物体类型设置为体全息图时与其一起使用。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的物体(Object)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 使用的采样网格尺寸。采样可以是33x33、65x65等。

波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长数。

显示为**(Show As)** 选择显示选项。

全息图物体**(Hologram Object)** 选择待测量衍射效率的全息图物体。

环境物体**(Ambient Object)** 如果全息图物体的衍射面正好与另一个物体重叠，则必须在此处选择另一个物体。默认情况下，该选项设置为无(None)。

探测器物体**(Detector Object)** 选择探测器物体。默认条件下该选项设置成自动(Automatic)。

最小角度**(Minimum Angle)** 主光线的最小入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，则最小角度将在内部设置为-0.01。

最大角度**(Maximum Angle)** 主光线的最大入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，则最大角度将在内部设置为0.01。

最小波长**(Minimum Wavelength)** 入射光线的最小波长，单位为微米。如果最小波长和最大波长都设置成零，最小波长在内部设置成所选波长的99%。

最大波长**(Maximum Wavelength)** 入射光线的最大波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都设置成零，最大波长在内部设置成所选波长的101%。

位置**X/Y/Z(Position X/Y/Z)** 测试光线相对于全息图物体的位置。该选项允许在全息图物体上不同位置测试衍射效率。

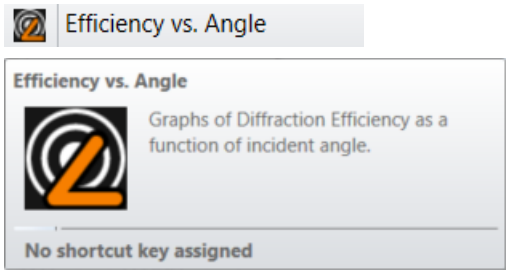
偏振：非偏振**/Jx/Jy(Unpolarized/Jx/Jy)** 选择测试光线的偏振。

物体内部**(Inside of Object)** 如果测试光线始于物体内部，则必须在此处选择该物体。

预传播**(Pre-propagation)** 选择光线起始位置。选择该选项时，应确保光线的起始位置与全息表面不重叠或在全息表面后方。这个选项在功能上与物体属性(Object Properties)中的光源(Sources)参数作用相同。默认条件下是胶合距离(Glue Distance)的1,000倍。

倾斜**(Tilt about)** 选择测试光纤将要旋转的轴。

4.6.3.2. 效率 vs 角度（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Angle (non-sequential UI mode))

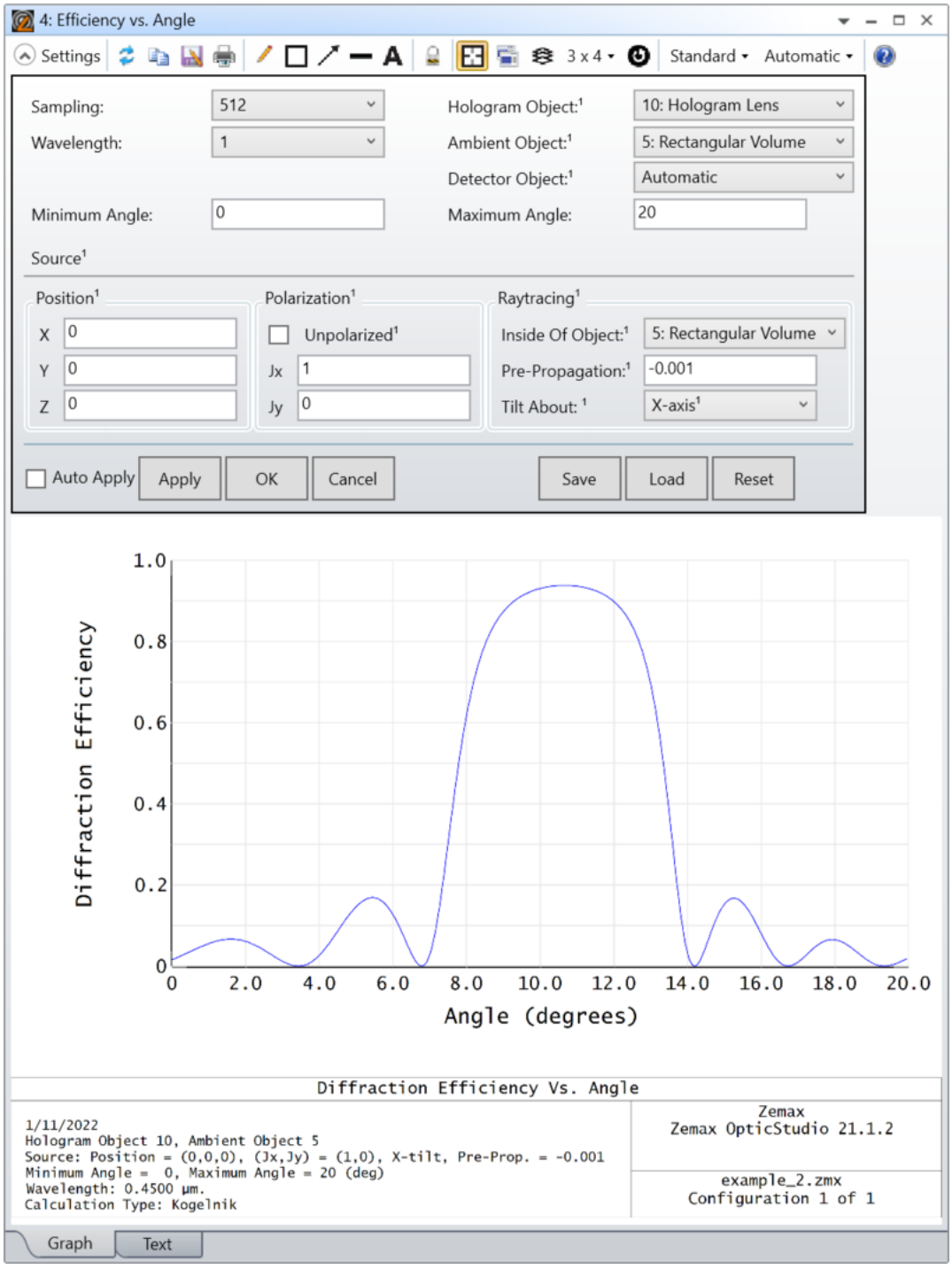


基于厚全息图使用Kogelnik近似方法绘制的体全息图物体随入射角变化的衍射效率图。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。

通过研究衍射效率，可以对入射角对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

如果要进行计算，需要创建具有以下设置的选定全息图物体的副本并测量衍射后的光线的功率。在分析窗口中报告选定扫描范围内的结果。

该分析可在全息透镜(Hologram Lens)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和全息表面(Hologram Surface)物体类型设置为体全息图时与其一起使用。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的物体(Object)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 所用采样网格的大小。采样可以是33x33、65x65等。

波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长数。

全息图物体**(Hologram Object)** 选择待测量其衍射效率的全息图物体。

环境物体**(Ambient Object)** 如果全息图物体的衍射面正好与另一个物体重叠，则必须在此处选择该另一个物体。默认条件下该选项设置成无(None)。

探测器物体**(Detector Object)** 选择探测器物体。默认条件下该选项设置成自动(Automatic)。

最小角度**(Minimum Angle)** 主光线的最小入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，则最小角度将在内部设置为-0.01。

最大角度**(Maximum Angle)** 主光线的最大入射角，单位为度。如果最小角度和最大角度都等于零，则最大角度将在内部设置为0.01。

位置**X/Y/Z(Position X/Y/Z)** 测试光线相对于全息图物体的位置。该选项允许在全息图物体上不同位置测试衍射效率。

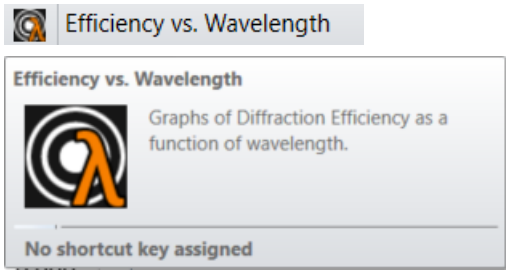
偏振：非偏振**/Jx/Jy(Polarization: Unpolarized/Jx/Jy)** 选择测试光线的偏振。

物体内部**(Inside of Object)** 如果测试光线始于物体内部，则必须在此处选择该物体。

预传播**(Pre-propagation)** 选择光线的起始位置。选择该选项时，应确保光线的起始位置与全息表面不重叠或在全息表面后方。这个选项在功能上与物体属性(Object Properties)中的光源(Sources)参数作用相同。默认条件下是胶合距离(Glue Distance)的1,000倍。

倾斜**(Tilt about)** 选择测试光纤将要旋转的轴。

4.6.3.3. 效率 vs 波长（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (non-sequential UI mode))

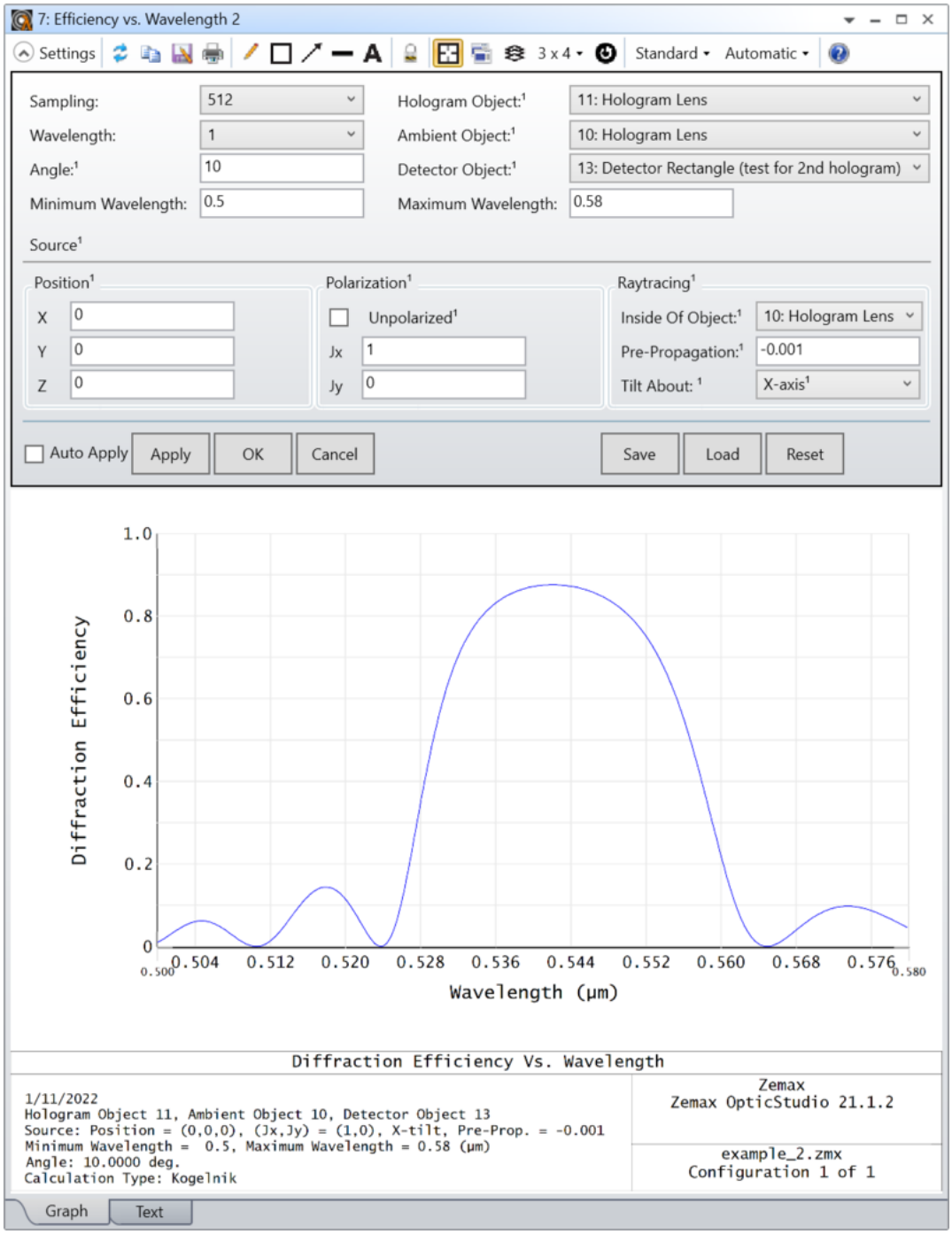


在对厚度全息图使用Kogelnik近似方法时，体全息图物体的衍射效率与波长的函数关系图。有关计算方法的详细信息，请参阅计算假设和限制(Calculation assumptions and limitations)。

考虑衍射效率，可以对波长对全息图的影响进行高级分析和全面理解。

如果要进行计算，需要创建具有以下设置的选定全息图物体的副本并测量衍射后的光线的功率。在分析窗口中报告选择扫描范围内的结果。

该分析可以使用全息透镜(Hologram Lens)、Toroidal全息图(Toroidal Hologram)和全息面(Hologram Surface)物体类型，只要将它们设置成体全息图。有关如何设置体全息图参数的详细说明，请参阅相应的物体(Object)类型帮助文件。



采样**(Sampling)** 所用采样网格的大小。采样可以是33x33、65x65等。

波长**(Wavelength)** 选择系统选项中定义的用于分析的波长数。

全息图物体**(Hologram Object)** 选择待测量其衍射效率的全息图物体。

环境物体**(Ambient Object)** 如果全息图物体的衍射面正好与另一个物体重叠，则必须在此处选择另一个物体。默认条件下该选项设置成无(None)。

探测器物体**(Detector Object)** 选择探测器物体。默认条件下该选项设置成自动(Automatic)。

角度**(Angle)** 选择主光线入射角，以度为单位。默认条件下该选项设置成0。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

最小波长**(Minimum Wavelength)** 入射光线的最小波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都设置为零，则最小波长将在内部设置为选定波长的99%。

最大波长**(Maximum Wavelength)** 入射光线的最大波长，以微米为单位。如果最小波长和最大波长都设置为零，则最大波长将在内部设置为选定波长的101%。

位置**X/Y/Z(Position X/Y/Z)** 测试光线相对于全息图物体的位置。该选项允许在全息图物体的不同位置上测试衍射效率。

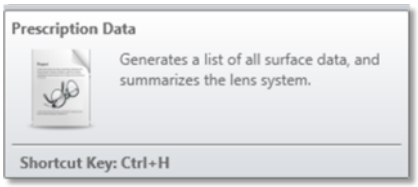
偏振：非偏振**/Jx/Jy(Unpolarized/Jx/Jy)** 选择测试光线的偏振。

物体内部**(Inside of Object)** 如果测试光线始于物体内部，则必须在此处选择该物体。

预传播**(Pre-propagation)** 选择光线的起始位置。选择该选项时，应确保光线的起始位置与全息表面不重叠或在全息表面后方。这个选项在功能上与物体属性(Object Properties)中的光源(Sources)参数作用相同。默认情况下是胶合距离(Glue Distance)的1,000倍。

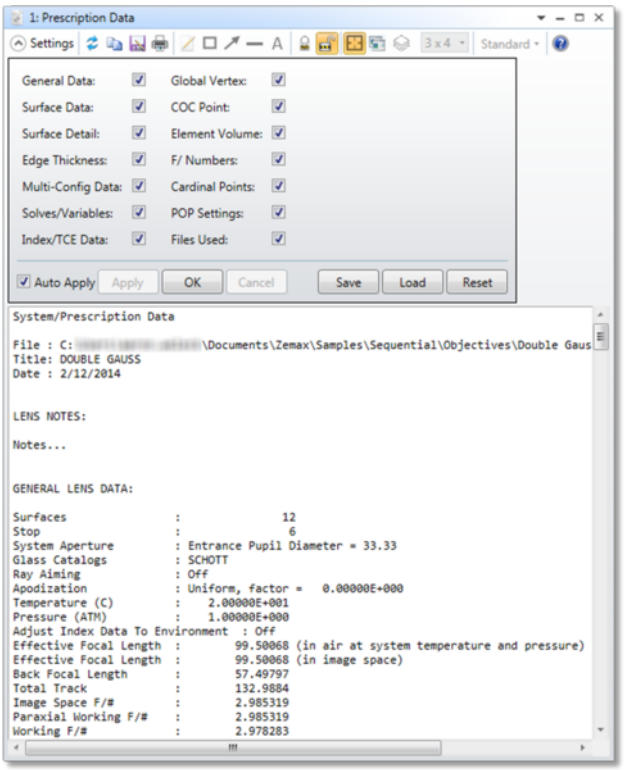
倾斜**(Tilt about)** 选择测试光纤将要旋转的轴。

4.7. 报告组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))



4.7.1. 分类数据（报告组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, non-sequential UI mode))

此功能可生成一个包含所有表面数据的列表，并汇总镜头系统数据。此功能可用于打印输出镜头数据编辑器的内容。



通用数据**(General Data)** 包括F/#、光瞳位置、放大率等。

表面数据**(Surface Data)** 表面类型、半径、厚度、玻璃、净口径、半直径、圆锥系数。

表面细节**(Surface Detail)** 参数数据表面。非序列模式组中列出了全部非序列模式物体数据。

边缘厚度**(Edge Thickness)** 每一表面的X和Y边缘厚度。

多重结构数据**(Multi-Config Data)** 多重结构操作数数据列表。

求解/变量**(Solves/Variables)** 求解的类型、数据和变量。

折射率数据**(Index Data)** 每个波长/表面的折射率和TCE数据。

全局顶点**(Global Vertex)** 顶点的全局坐标和每个表面的旋转矩阵。有关此数据的详细讨论，请参阅"全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)"。

曲率中心**(Center Of Curvature)** 旋转对称面曲率中心的全局坐标。表面的半径、位置和方向将用于确定顶点曲率中心。这个点的位置在校准时十分有用。

元件体积**(Element Volume)** 元件体积（以cc为单位）、密度和质量。请参见下文。

F/数(F/Numbers) 列出适用于每个视场位置和波长组合的 工作F/#。

坐标点**(Cardinal Points)** 列出焦点、主平面、反主平面、节点和反节点的位置。

POP设置**(POP Settings)** 列出每个表面在物理光学传播分析(Physical Optics Propagation)功能中所使用的参数设置。

文件被使用**(Files Used)** 列出光学系统模型所使用的全部文件，包括玻璃数据、宏、扩展编程、CAD文件、DLL文件等。

详述**(Discussion)** 此报告将列出规格数据、折射率、全局坐标、元件体积等。它适用于描述镜头规格。

有关计算元件体积的注解

当OpticStudio计算圆形边缘的球面或平标准面元件体积时，将假设直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"向上折成直角"。对于此种常见情况，体积计算结果是精确的。

对于其它可能包含非球面、椭圆形、环形或矩形孔径和/或偏心孔径的元件，将使用数值积分技术，以生成精确度约为

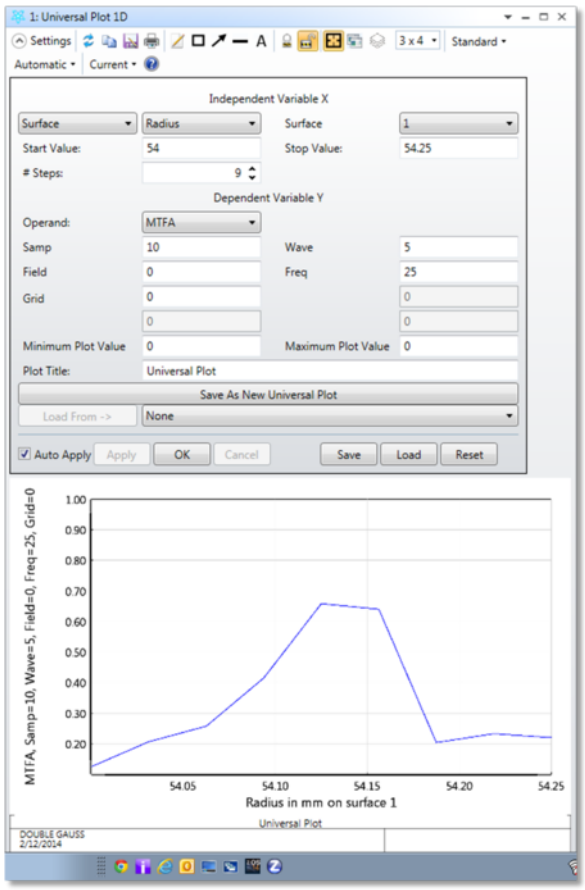
0.1%的近似体积。如果表面为旋转对称，则直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"折成直角"。否则，直径较小的表面边缘将根据较大表面的净口径或半直径"逐渐变厚"。如果报告的体积为零，表示该算法将无法计算出足够精确的体积。如果孔径类型不同，或者具有不同的尺寸或偏心，就会出现这种情况。

计算元件密度时，会从玻璃库中检索某品类玻璃的密度（以g/cm^3为单位）。对于渐变折射率表面，OpticStudio假设密度是3.6g/cc，此估算可能并不准确。

4.8. 通用绘图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))

4.8.1. 新建一维通用绘图(New Universal Plot 1D)

显示为图形或文本，以另一个参数的函数的形式列出任意优化函数操作数的值。另请参阅"新建二维通用绘图...(New Universal Plot 2D...) "。



自变量**X**设置

选择表面、系统、多重结构或非序列模式数据作为自变量。

选择要用作自变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长数据、切趾因子、温度和压强。对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于NSC数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为自变量参数的表面编号。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择非序列模式数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值**(Start/Stop Value)** 自变量的起始和终止范围。

步长数**(# of Steps)** 起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。

因变量**Y**设置**(Dependent Variable Y Settings)**

操作数**(Operand)** 用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为"Merit"项也被包含在内。如果选择系统评价函数，则可以通过"行"选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行**(Line)** 作为因变量函数的优化操作数（当"操作数"列表中选择"Merit"时）。

Int1/Int2 选定操作数的Int1和Int2值。对话框将显示Int1和Int2值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4 选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

最小/最大绘图比例**(Min/Max Plot Value)** 因变量（Y）函数绘图的最小值和最大值。如果这两个值均为零，则将选择默认比例。如果任何一个值不为零，则该绘图的Y范围将为指定的最小值到指定的最大值。如果数据不在指定范围内，则这些数据可能会在数据框边界以外绘图。

图形标题**(Plot Title)** 任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新通用绘图**(Save As New Universal Plot)** 这会将当前设置保存在由用户指定的一维通用绘图(UPL)文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。尽管"浏览"窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio只能识别存放在<data>\Miscellaneous文件夹中的文件（参阅"文件夹(Folders)"）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在"一维通用绘图"菜单选项内，以供快速重新创建图形。

从**...**载入**(Load From)** 这将从以前保存的一维通用绘图(UPL)文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述

可使用任何优化操作数的值作为单个系统、表面或多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为30 lp/mm的弧矢调制传递函数(MTF)作为镜头组偏心的函数（可成为公差分析的一个有效诊断方法）。由于MTFS操作数会计算弧矢MTF，因此通用绘图可以生成此类图形或文本列表。请参阅"优化操作数(Optimization Operands)"，获取可用优化操作数的列表。镜头组偏心由相关坐标断点面上的参数1或2定义，参数1和2同时列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成许多不同的图表，在自变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

由于很多优化操作数接受Hx和Hy值来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为1，然后设置Hx = 0并且Hy = 1，最后选择Y视场1作为自变量，以绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

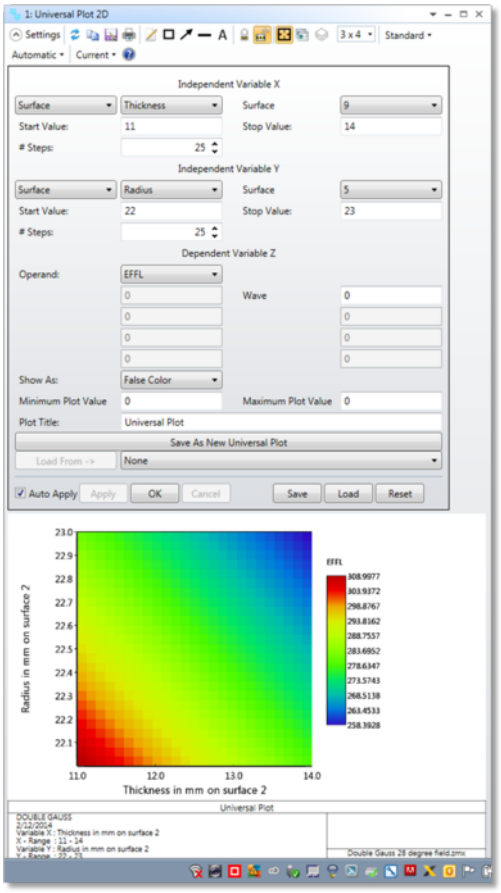
某些独立操作数（例如DIFF和SUMM），若从"操作数"列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才会被定义。如果需要DIFF之类独立操作数的计算结果，应从"操作数"列表中选择"Merit"函数，再在"行"中单独选择DIFF操作数。

在选择由多重结构操作数控制的自变量时，请注意，多重结构操作数将覆盖对自变量所做的更改。因此，OpticStudio也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

如果计算耗时过长，按下退出键(Esc)将终止分析。

4.8.2. 新建二维通用绘图**(New Universal Plot 2D)**

显示为图形或文本，以两个其它参数的函数的形式列出任意优化函数操作数的值。另请参阅"新建一维通用绘图...(New Universal Plot 1D...)"。



自变量**X**或**Y**设置

选择表面、系统、多重结构或非序列模式数据作为自变量。

选择要用作自变量的参数。如果选择表面参数，则可用选项包括半径、曲率、厚度、圆锥系数和参数值。对于系统参数而言，这些选项包括系统孔径、视场和波长数据、切趾因子、温度和压强。

对于结构数据，将列出所有多重结构操作数。对于非序列模式数据，将列出物体位置和参数数据。

如果参数与表面关联，则表面编号栏内的数字为自变量参数的表面编号。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择非序列模式数据，则此处数字将为物体编号。

起始值/终止值(Start/Stop Value)

自变量的起始和终止范围。

步长数(# of Steps)

起始值和终止值（含）之间值的数量，用于计算因变量函数值。最小值是2。

因变量设置

操作数(Operand)用作因变量函数的优化操作数。当前系统评价函数作为"Merit"项也被包含在内。如果选择系统评价函数，则可以通过"行"选项选择整个评价函数或任何特定操作数的值。

行(Line)

作为因变量函数的优化操作数（当"操作数"列表中选择"Merit"时）。

Int1/Int2选定操作数的Int1和Int2值。对话框将显示Int1和Int2值的缩写名，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

Data1-Data4

选定操作数的数据值。对话框将显示这些值的列标题名称，以帮助识别需要提供的数据。如果编辑控件变灰，则选定操作数不使用该值。

显示设置

显示为**(Show As)** 选择表面图、等高线图、灰阶或伪彩色图作为显示选项。

轮廓格式**(Contour Format)** 轮廓格式字符串。有关轮廓格式字符串语法的详述，请参见"轮廓格式字符串(The Contour Format String)"。

最小/最大绘图比例**(Min/Max Plot Scale)** 这些选项可定义Z方向缩放显示的最小值和最大值范围。如果值正好设置为零，则将选择默认值。要定义零值，请使用很小的数值，例如1.0E-20。如果定义的绘图比例值不能将结果数据包含在内，则绘图将以裁剪、充满或以其它方式显示，从而导致数据显示失真。这些设置不会对表面或等高线绘图产生任何影响。

图形标题**(Plot Title)** 任何输入的文本均将作为图形或文本列表的标题。

保存为新通用绘图**(Save As New Universal Plot)** 这会将当前设置保存在由用户指定的二维通用绘图(UP2)文件中。可以输入任何可以作为有效文件名的名称。尽管"浏览"窗口允许将文件保存在任何文件夹中，OpticStudio只能识别存放在<data>\Miscellaneous文件夹中的文件（参阅"文件夹(Folders)"）。

保存设置后，文件名将以选项的形式显示在"通用绘图"菜单选项内，可供快速重新创建绘图。

从**...**载入**(Load From)** 这将从以前保存的二维通用绘图(UP2)文件中加载设置，该文件由按钮右边的下拉列表指定。

详述

可使用任何优化操作数作为两个系统、两个表面或两个多重结构值的函数，绘制对应的函数图，或创建对应的文本列表。

例如，需要空间频率为30 lp/mm的弧矢调制传递函数(MTF)作为镜头组X和Y偏心的函数（可成为公差分析的一个有效诊断方法）。由于MTFS操作数会计算弧矢MTF，因此二维通用绘图可以生成此类图形或文本列表。请参阅"优化操作数(Optimization Operands)"，获取可用优化操作数的列表。镜头组的X和Y偏心由相关坐标断点面上的参数1和2定义，参数1和2均列在可用表面组参数中。

由于此功能可以生成许多不同的图表，在自变量或因变量的设置上均没有智能默认值。这些值需要在设置对话框中谨慎提供。如果无法计算优化操作数，将显示错误消息，并且不会生成图形。

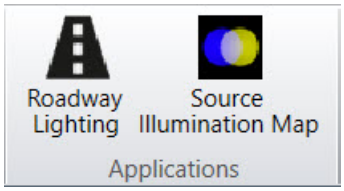
由于很多优化操作数接受Hx和Hy值来定义计算的视场点，因此这些操作数可能会要求将视场数设置为1，然后设置Hx = 0并且Hy = 1，最后选择Y视场1作为自变量，以绘制操作数与视场的函数图表。可以按照类似技巧绘制波长函数的图形。

某些独立操作数（例如DIFF和SUMM），若从"操作数"列被选中时，是没有意义的，因为仅在用作评价函数的一部分时，这些操作数才会被定义。如果需要DIFF之类独立操作数的计算结果，应从"操作数"列表中选择"Merit"函数，再在"行"中单独选择DIFF操作数。

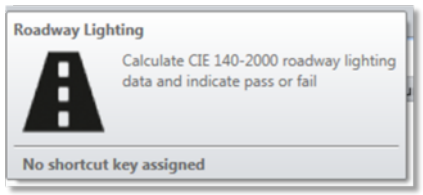
在选择由多重结构操作数控制的自变量时，请注意，多重结构操作数将覆盖对自变量所做的更改。因此，OpticStudio也会自动更改多重结构操作数上的相应数据。

如果计算耗时过长，按下退出键(Esc)将终止分析。

4.9. 应用分析组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, non-sequential UI mode))

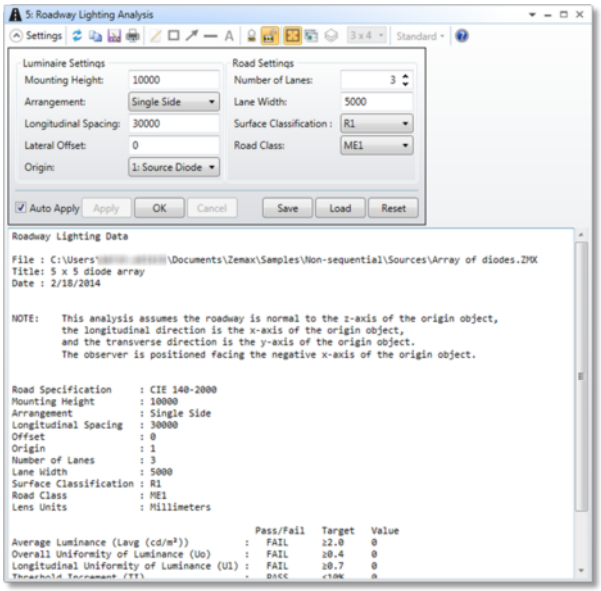


4.9.1. 道路照明(Roadway Lighting)



适Ansys Zemax OpticStudio专业版和旗舰版提供此功能。

计算CIE 140-2000道路照明数据。



安装高度**(Mounting Height)** 从道路到灯具原点的距离，以镜头单位表示。

布置**(Arrangement)** 灯具的布置。可选择单侧、双侧或错列。

纵向间隔**(Longitudinal Spacing)** 沿着道路的方向上灯具之间的间隔，以镜头单位表示。对于单侧和双侧的布置方式，该参数为道路同一侧上两相邻灯具之间的间隔。对于交错布置，该参数为位于道路两侧上的相邻灯具之间沿道路方向的间隔。因此，在错列布置方式下，道路的同侧相邻灯具的间隔应为该参数的两倍。

横向偏移**(Lateral Offset)** 灯具的横向偏移距离，以镜头单位表示。这是灯具相对于道路边缘的横向距离。该参数可以是正数或负数。

原点**(Origin)** 表示灯具坐标系统原点的物体。

车道数**(Number of Lanes)** 道路上的车道数。

车道宽度**(Lane Width)** 每条车道的宽度，以镜头单位表示。

表面分类**(Surface Classification)** 路面分类。该参数用来表示路面的反光程度。目前支持R1、R2、R3和R4。

道路等级**(Road Class)** 道路等级。该参数表示通过道路所需的规格。当前支持ME1、ME2、ME3A、ME3B、ME3C、ME3D、ME4A、ME4B、ME5、ME6、CE0、CE1、CE2、CE3、CE4和CE5。

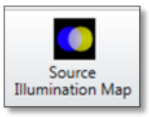
详述**(Discussion)**

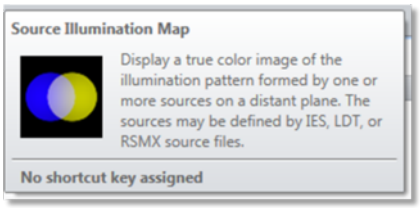
该功能根据CIE 140-2000"道路照明计算"标准计算道路照明数据。该计算可以快速检验灯具是否通过道路等级所需的规格。虽然所有设置都是以系统单位来定义的，但该计算得到的结果在每个规格中都是以米和流明为单位的。

该分析功能有两种使用方法。第一种使用方法是通过*.IES或*.LDT文件分析现有灯具的远场强度分布。在这种情况下，需要将远场数据文件指定为原点物体，OpticStudio在计算中将只考虑此光源。第二种使用方法是使用用户定义光源和几何形状与道路系统相关联，并且系统中不应存在任何其它物体或探测器。OpticStudio会追迹来自所有定义的光源，并且根据远场强度计算数据。两种方法中均假设原点物体的局部x轴为纵向方向（沿着道路方向），局部y轴为横向方向（横跨道路）。请注意，一些IES/LDT文件中的数据是在假设不同的灯具方向下进行定义的。确保在使用此分析前确认光源方向，如有必要可旋转光源。

该功能还具备优化灯具以通过这些规格标准的能力。详细信息请参阅"非序列模式道路评价函数工具"。

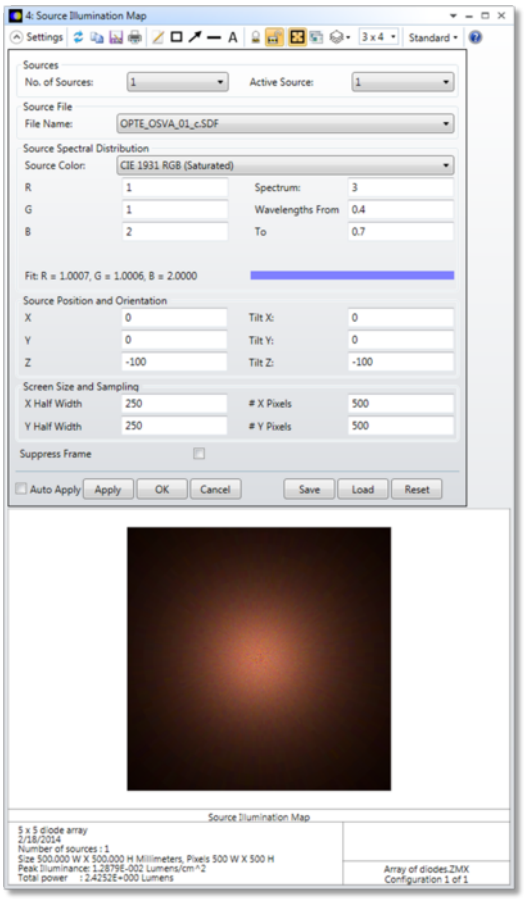
4.9.2. 光源照度图(Source Illumination Map)





此Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供此功能。

将一个或多个光源形成的照度图案显示为真彩图像。这些光源可以由IES、LDT或LDT光源文件定义。



光源数**(No. of Sources)** 要显示的光源的数量。可以是1到8之间的任意数字。

当前光源**(Active Source)** 随后输入的数据（文件名、光谱分布、位置和方向）定义的光源编号。

光源文件设置

文件名称**(File Name)** 需要进行数据显示的IESNA、EULUMDAT、RSMX或SDF文件的名称。

光源光谱分布设置

光源颜色**(Source Color)** 用于定义当前光源的光谱分布模型。共有十个选项可用于定义光源颜色模型，在"定义光源颜色和光谱(Defining the color and spectral content of sources)"部分有所阐述。

X、Y、Z；x、y；R、G、B；Temp(K)；u'v' 六个模型需要输入额外参数来对当前光源的颜色进行定义。应当根据所选模型输入适当的参数（例如：CIE 1931三刺激值XYZ模型中的X、Y、Z值）。对于系统波长、等能光谱、D65白光或光谱文件模型无需输入额外参数。对于需要输入额外参数的模型（除黑体光谱以外），OpticStudio必须进行拟合才能确定相应的光谱（D65白光模型也需要进行拟合）。关于拟合算法的更多详情，请参阅 "光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm)"。

光谱**(Spectrum)** 用于定义当前光源光谱分布的波长数量。当使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

波长从**(Wavelengths From)** 用于定义当前光源光谱分布的最小波长（以微米为单位）。当使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

到**(To)** 用于定义当前光源光谱分布的最大波长（以微米为单位）。当使用系统波长或光谱文件模型时，用户无需使用此选项（尽管在后一种情况中，需要从光谱文件中读取适当的参数值）。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

光谱文件**(Spectrum File)** 包含当前光源光谱数据的文件名称。该选项仅在使用光谱文件模型时可用。更多文件格式的信息，请参阅物体属性(Object Properties)内光源(Source)部分的"定义光谱文件(Defining a spectrum file)"。

光源位置和方向设置

X；Y；Z 当前光源的全局X、Y和Z位置，以镜头单位表示。屏幕的全局位置始终是(0,0,0)。

X-倾斜**；Y-**倾斜**；Z-**倾斜**(Tilt X; Tilt Y; Tilt Z)** 当前光源的全局X、Y和Z倾斜，以度为单位。

屏幕尺寸和采样

X、Y半宽**(X, Y Half Width)** 屏幕的X和Y半宽，以镜头单位表示。

X、Y像元数**(# X, Y Pixels)** 屏幕上X和Y方向上的像素数量。

压缩框架**(Suppress Frame)** 如果选中，将不会绘制框架，整个窗口将用于显示图像。

详述

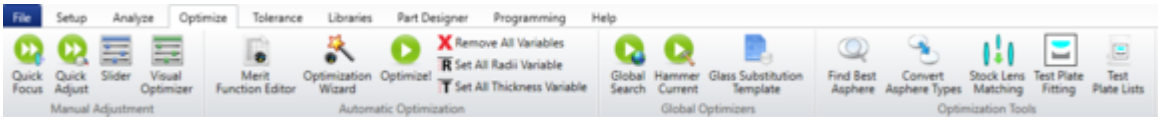
该分析功能可以模拟多个光源（最多8个）发出的光通量在屏幕上形成的真彩图像。相应的光源文件中保存了屏幕上每个像素在每个空间角上的远场发光强度数据，以确定每个像素上接收到的光通量。由于该分析只考虑光源的远场分布，因此会忽略包含在SDF文件中的空间光源数据（IES或LDT文件中不存在空间数据）。

需要模拟的光源总数由"光源数"确定。通过"当前光源"来输入指定光源的光源属性。并且每个光源都使用特定文件来定义。此外，每个光源都具有独一无二的光谱分布以及独一无二的全局位置和方向。如果为特定光源选择一个SDF文件，则光源的光谱分布设置会变为灰色。在这种情况下，光源的颜色信息由SDF文件直接提供。

屏幕的全局位置始终是(0,0,0)，而且屏幕的全局方向始终沿着Z轴方向，也就是说屏幕法向量的方向余弦为(0,0,1)。屏幕的尺寸和采样率分别由参数"X/Y半宽"和"X/Y像元数"决定。

光源文件必须保存在<data>\Objects\Sources\文件夹中；IES文件、LDT文件和SDF文件必须分别保存在IESNA子文件夹、EULUMDAT子文件夹和光源文件子文件夹中（请参阅"文件夹"）

5: 优化选项卡（序列模式用户界面）(The Optimize Tab (sequential UI mode))



此选项卡提供了OpticStudio的优化工具。

手动调整组**(Manual Adjustment Group)**包含一系列功能，允许用户手动调整设计以获得所需性能。

自动优化组**(Automatic Optimization group)**用于访问评价函数编辑器，这是在OpticStudio中定义系统性能规范的方式。优化向导允许用户按照最常见的要求（包括最小光斑、最佳波前差、最小角度偏差）快速生成评价函数，然后根据用户的具体要求编辑评价函数。

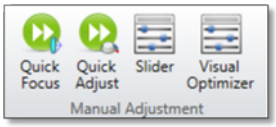
全局优化**(Global Optimization)**用于两个主要场景：在设计流程（全局）开始时，生成设计表格以开展进一步分析；以及在初始优化（锤形）后，详尽改进当前设计。

优化工具组**(Optimization Tools group)**执行一系列优化后功能，如寻找最佳非球面或在当前设计中更换镜头用于库光学元件。该组仅在序列模式下可用。

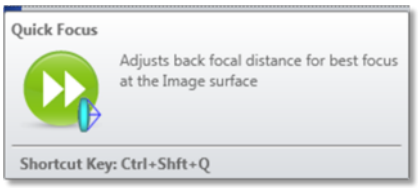
有关优化的更多信息，请参阅优化概述(Optimization Overview)。

5.1. 手动调整组(Manual Adjustment Group)

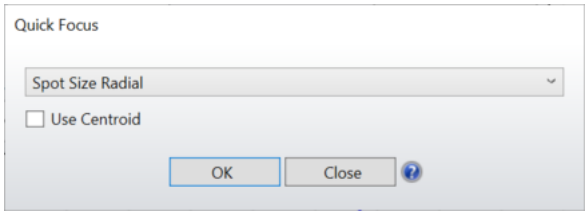
以下是手动优化工具。



5.1.1. 快速聚焦(Quick Focus)



快速聚焦(Quick Focus)按钮在优化选项卡(Optimize Tab)的手动调整组(Manual Adjustment)部分。快速聚焦通过调整后焦距获得最佳聚焦的位置。也可参考"快速调整(Quick Adjust)"。



设置***(Settings)***：

光斑半径**(Spot Size Radial)** 聚焦到光斑均方根(RMS)半径最佳的像面上。

仅**X**方向光斑尺寸**(Spot Size X Only)** 聚焦到x方向光斑尺寸RMS半径最佳的像面上。

仅**Y**方向光斑尺寸**(Spot Size X Only)** 聚焦到y方向光斑尺寸RMS半径最佳的像面上。

波前差**(Wavefront Error)** 聚焦到波前差RMS最佳的像面上。

使用质心**(Use Centroid)**所有计算参考图像质心，而不是主光线。这个选项会使计算稍慢一些，但更适合于彗差占主导的系统。

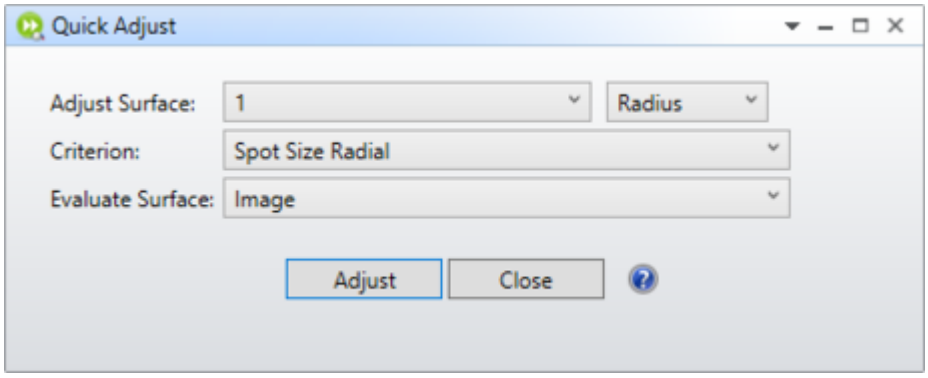
详述***(Discussion)***：

此功能通过调整像面之前的一个表面的厚度，使得RMS像差最小。注意，对于非轴对称系统，快速聚焦工具只有在所有视场中可以追迹主光线时才有效。

上面列举了几种不同的RMS计算方法。"最佳聚焦"位置取决于所选择的标准。RMS一般通过定义视场、波长和权重计算整个视场的多波长的平均值。

5.1.2. 快速调整(Quick Adjust)

快速调整(Quick Adjust)按钮在优化选项卡(Optimize Tab)的手动调整组(Manual Adjustment)部分。调整任何一个面的半径或厚度，以在后续任意面上达到最佳的垂轴或角光线聚焦。参阅"快速聚焦(Quick Focus)"。



设置***(Settings)***：

调整面**(Adjust Surface)** 选择要调整的表面。

半径/厚度**(Radius/Thickness)** 选择要调整的半径(Radius)或厚度(Thickness)。

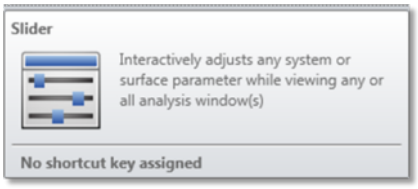
标准**(Criterion)** 选择最佳聚焦标准。所有的标准都用像面质心作为参考。

评价面**(Evaluate Surface)** 选择在哪个面上计算标准。注意，角度标准是在折射进指定面后计算的。

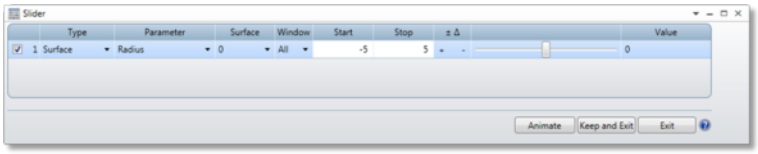
详述***(Discussion)***：

这个功能可以通过调整任何一个面的半径或厚度，以在任一后续面上实现最小化的RMS像差。RMS一般通过定义视场、波长和权重计算整个视场的多波长的平均值。注意，RMS角度数据是在折射进指定面后计算的。当进行其它编辑或工作时，这个工具可以在桌面上保持打开状态。点击"调整(Adjust)"按钮重新计算最佳聚焦数据。

5.1.3. 滑块(Slider)



滑块(The Slider)按钮在优化选项卡(Optimize Tab)的手动调整(Manual Adjustment)目录下。当浏览任何一个分析窗口时，滑块控件用于交互式地调节任何系统和表面参数。



设置***(Settings)***：

类型**(Type)** 选择表面、系统和结构(Configuration)或选择非序列模式数据组。

参数**(Parameter)**选择要改变的参数。如果选择的是表面数据，那么能选择到的数据包括半径、曲率、厚度、圆锥系数以及参数值。如果选择的是系统参数，选择包括系统孔径、视场、波长数据、切趾因子、温度以及压力。如果选择的是结构数据，可选择的包括所有多重结构(Multiconfiguration)操作数。对于非序列模式数据，将列出物体位置和参数数据。

表面**(Surface)** 如果选择的是表面数据，这里指的就是表面编号数据。如果选择结构数据，此处数字为结构编号。如果选择非序列模式数据，则此处数字将为物体编号。

窗口**(Window)** 当调节滑块后，选择"所有(All)"或任何一个指定的分析窗口以将其更新。参见详述。

开始/停止值**(Start/Stop Value** 允许滑块调整的数据范围，与数据最大限额一致。

动画/停止**(Animate/Stop)**在限定的范围内自动迭代数据，在连续循环更新被选择的窗口。按"停止(Stop)"（当执行自动的时候，驱动按钮会自动变成停止按钮）以结束动画演示。

保存并退出**(Keep and Exit)** 保存编辑器内的当前数据，然后关闭滑块控件。

退出**(Exit)** 恢复修改参数的原始数据并关闭滑块控件。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

详述***(Discussion)***：

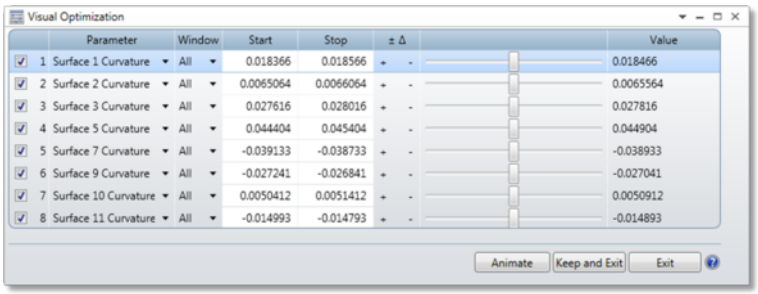
滑块控件可用于调整任何表面或系统参数，同时监视更改值如何影响在任何打开的分析窗口或所有窗口中显示的数据。

当滑块控件被启动后，会对数据进行修改。除非已经按过"保存"键，否则如果选择了一个新的数据类型（例如，改变表面编号或参数或者改变表面、系统设定），那么旧的数据会自动恢复。按下保存键后，系统就会用修改数据代替原来的数据。

如果一个或所有的分析窗口需要很长的时间去更新，滑块控制就会变得不稳定。这是由于Windows操作系统对于滑块控件的处理，需在拖动或滚动滑块控件时非常快速的更新。如果发生这种情况，选择一个窗口更新而不是所有窗口或选择分析选项以减少计算时间。

5.1.4. 可视化优化器(Visual Optimizer)

可视化优化器(Visual Optimizer)位于优化选项卡(Optimize Tab)的手动调整(Manual Adjustment)部分。此功能使用多个滑块控件，使用户能够同时手动调整所有选定的变量值。



设置：

参数**(Parameter)** 选择滑块控制的参数。

窗口**(Window)** 选择"全部(All)"或任何特定的分析窗口，以在调整滑块时进行更新。参见详述。

开始/停止**(Start/Stop)** 选中的变量的最小和最大值，分别对应滑块控件最左边和最右边的位置。最大值和最小值的差为滑块的全范围。

滑块**(Slider)** 从左至右拖动滑块控件，以调整选定的变量。

数值**(Value)** 参考变量的当前值。

动画/停止**(Animate/Stop)** 在限定的范围内自动迭代数据，连续循环更新选定的窗口。按"停止(Stop)"（当执行自动的时候，驱动按钮会自动变成停止按钮）以结束动画演示。

保存并退出**(Keep and Exit)** 保存编辑器内的当前数值，然后关闭可视化优化控件。

退出**(Exit)** 恢复修改后参数的原始数据，然后关闭可视化优化控件。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

详述：

可视化优化对话框支持同时运行一至八个滑块控件。每个滑块控件均可以交互式地修改任何定义的变量值。需要注意的是，在调用可视化优化控件之前，必须设置每个值的变量状态。

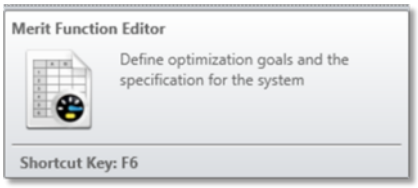
在序列模式下，只要变量值发生变化，则选定窗口或所有窗口也会随着更新。在非序列模式下，可以任意地追迹光线，以更新所有探测器查看器和实体模型图（可选）。这些操作花费的时间由系统的复杂程度、打开的分析窗口类型和追迹的光线数量共同决定。可视化优化工具不允许在当前更新完成之前执行其他更新。可能需要等到所有更新完成，才可以再次调整滑块。然而，对于许多照明系统，LightningTrace足够快，更新几乎瞬间发生，从而能够实时确定参数变化时对性能的影响。

需要注意的是，为了数值稳定性，半径变量始终随曲率变化，而不是随半径变化。焦距变量同样适用，随光焦度变化。这是可视化优化器中标签的正确含义。

5.2. 自动优化组(Automatic Optimization Group)

以下是自动优化工具。

5.2.1. 评价函数编辑器（自动优化组）(Merit Function Editor (automatic optimization group))



评价函数编辑器(The Merit Function Editor)在优化选项卡(Optimize tab)的自动优化(Automatic Optimization section)目录下。评价函数编辑器可以定义、修改和检查系统的评价函数。评价函数用于系统的优化。

有关更多信息，请参阅优化概述(Optimization Overview)。

设置：

操作数类型**(Operand Type)** 此选项允许更改操作数类型以及其他数据。下文会对评价函数操作数进行详细的介绍。

详述：

通过在第一列中键入操作数的名字，并填好其余的数据字段来设置操作数。定义一个操作数可能需要填写多个字段。具有名为Int1和Int2的两个整数数据字段和Data1到Data6的6个双精度值数据字段。并不是所有的操作数都会支持使用所有数据项。

5.2.1.1. 优化操作数总结(Optimization Operands Summary)

本节内容是对优化操作数的详细描述。

本节第一部分内容是将所有的优化操作数分类后的一个"快速参考(quick reference)"表。

本节第二部分内容是对每一个操作数，根据第一部分内容，逐类详细描述。并详细介绍了每个操作数需要用哪些字段来定义，用粗体显示的名称定义了用于定义操作数的数据值。这些相同的名称将出现在编辑器的列标题中。

本节第三部分内容也是对每一个操作数的详细描述，但此部分内容是将所有操作数按照字母表顺序而不是与之前一样分类逐一描述。

如果您在HTML对话框查看此节内容，请在"内容(Content)"选项卡中展开标题，以查看以下小节。

5.2.1.1.1. 优化操作数总结表(Optimization Operands Summary Table)

这是一个"快速参考"表，它按一般主题对操作数进行了分类。

类别	相关的操作数
一阶光学性能	AMAG、CARD、ENPP、EFFL、EFLA、EFLX、EFLY、EPDI、EXPD、EXPP、ISFN、ISNA、LINV、OBSN、PIMH、PMAG、POWF、POWP、POWR、SFNO、TFNO、WFNO
像差	ABCD、ANAC、ANAR、ANAX、ANAY、ANCX、ANCY、ASTI、AXCL、BIOC、BIOD、BSER、COMA、DIMX、DISA、DISC、DISG、DIST、FCGS、FCGT、FCUR、LACL、LONA、OPDC、OPDM、OPDX、OSCD、PETC、PETZ、RSCE、RSCH、RSRE、RSRH、RWCE、RWCH、RWRE、RWRH、SMIA、SPCH、SPHA、TRAC、TRAD、TRAE、TRAI、TRAR、TRAX、TRAY、TRCX、TRCY、ZERN
MTF数据	GMTA、GMTN、GMTS、GMTT、GMTX、MSWA、MSWN、MSWS、MSWT、MTFA、MSWX、MTFN、MTFS、MTFT、MTFX、MTHA、MTHN、MTHS、MTHT、MTHX、MECA、MECS、MECT
PSF/斯特列尔比值数据	STRH
圈入能量	DENC、DENF、ERFP、GENC、GENF、XENC、XENF
镜头参数约束	COGT、COLT、COVA、CTGT、CTLT、CTVA、CVGT、CVLT、CVVA、BLTH、DCRV、DMGT、DMLT、DMVA、DPHS、DSAG、DSLP、ETGT、ETLT、ETVA、FTGT、FTLT、MNCA、MNCG、MNCT、MNCV、MNEA、MNEG、MNET、MNPD、MXCA、MXCG、MXCT、MXCV、MXEA、MXEG、MXET、MNSD、MXSD、OMMI、OMMX、OMSD、TGTH、TTGT、TTHI、TTLT、TTVA、XNEA、XNET、XNEG、XXEA、XXEG、XXET、ZTHI

镜头属性约束	CVOL、MNDT、MXDT、PSLP、SAGX、SAGY、SCRV、SPHS、SSLP、SSAG、STHI、TMAS、TOTR、VOLU、NORX、NORY、NORZ、NORD、SCUR、SDRV
参数数据约束	PMGT、PMLT、PMVA。
玻璃数据约束	GCOS、GTCE、INDX、MNAB、MNIN、MNPD、MXAB、MXIN、MXPD、RGLA
近轴光线数据约束	PANA、PANB、PANC、PARA、PARB、PARC、PARR、PARX、PARY、PARZ、PATX、PATY、YNIP
实际光线数据约束	CEHX、CEHY、CENX、CENY、CNAX、CNAY、CNPX、CNPY、DXDX、DXDY、DYDX、DYDY、HHCN、HYLD、IMAE、MNRE、MNRI、MXRE、MXRI、OPTH、PLEN、RAED、RAEN、RAGA、RAGB、RAGC、RAGX、RAGY、RAGZ、RAID、RAIN、RANG、REAA、REAB、REAC、REAR、REAX、REAY、REAZ、RENA、RENB、RENC、RETX、RETY
TrueFreeForm表面数据约束	GOPT
元件位置约束	GLCA、GLCB、GLCC、GLCR、GLCX、GLCY、GLCZ
更改系统数据	CONF、IMSF、PRIM、SVIG、WLEN、CVIG、FDMO、FDRE
数学运算操作数	ABSO、ACOS、ASIN、ATAN、CONS、COSI、DIFF、DIVB、DIVI、EQUA、LOGE、LOGT、MAXX、MINN、OPGT、OPLT、OPVA、OSUM、PROB、PROD、QSUM、RECI、SQRT、SUMM、SINE、TANG、ABGT、ABLT
多重结构（变焦）数据	CONF、MCOL、MCOG、MCOV、ZTHI
高斯光束数据	GBPD、GBPP、GBPR、GBPS、GBPW、GBPZ、GBSD、GBSP、GBSR、GBSS、GBSW
渐变折射率控制操作数	DLTN、GRMN、GRMX、InGT、InLT、InVA、LPTD
傅科分析	FOUC
鬼像控制	GPIM、GPRT、GPRX、GPRY、GPSX、GPSY
光纤耦合操作数	FICL、FICP、POPD
相对照度操作数	RELI、EFNO
用ZPL宏优化	ZPLM
用户自定义操作数	UDOC
控制优化函数的操作数	BLNK、DMFS、ENDX、GOTO、OOFF、SKIN、SKIS、USYM
约束非序列模式物体数据。	FREZ、NPGT、NPLT、NPVA、NPXG、NPXL、NPXV、NPYG、NPYL、NPYV、NPZG、NPZL、NPZV、NSRM、NTXG、NTXL、NTXV、NTYG、NTYL、NTYV、NTZG、NTZL、NTZV
非序列模式光线追迹和探测器操作数。	NPAF, NSDC, NSDD, NSDE, NSDP, NSLT, NSRA, NSRM, NSRW, NSST, NSTR, NSTW, NSRD
约束用于光学制造的全息图的结构光学器件	CMFV

约束光学膜层、偏振光线追迹的数据	CMGT、CMLT、CMVA、CODA、CEGT、CELT、CEVA、CIGT、CILT、CIVA
物理光学传播(POP)结果	POPD、POPI
最佳拟合球面数据	BFSD
公差灵敏度数据	TOLR
热膨胀系数数据	TCGT、TCLT、TCVA

5.2.1.2. 分类优化操作数(Optimization Operands by Category)

此部分内容对每一个优化操作数按类别逐一进行详细的描述，并介绍定义不同操作数需要的数据字段。 每一类操作数具有各自的小标题，并用表格列出了相应的操作数。 用粗体显示的名称定义了用于定义操作数的数据值。这些相同的名称将出现在编辑器的列标题中。

5.2.1.2.1. 一阶光学性能(First-Order Optical Properties)

一阶光学性能操作数	
AMAG、ENPP、EFFL、EFLA、EFLX、EFLY、EPDI、 EXPD、EXPP、ISFN、ISNA LINV、OBSN、 PIMH、PMAG、POWF、POWP、POWR、SFNO、TFNO、WFNO	
名称	描述
AMAG	角放大率。它是在**Wave**定义的波长下，像空间近轴主光线角与物空间近轴主光线角之比。对非近轴系统无效。

CARD	基点数据。该操作数将返回物空间的6个基点位置和像空间的6个基点位置，包括主平面、反主平面、节点平面、反节点平面和焦平面，以镜头单位表示。针对任何定义的波长和X-Z或Y-Z平面方向进行计算。物空间位置是参考被定义为Surf1的表面测量得到的，而像空间位置是参考被定义为Surf2的表面测量得到的。考虑物空间和像空间中的折射。 **Surf1**：要计算基点的组的起始表面编号。 **Surf2**：要计算基点的组的结束表面编号。 波长**(Wave)**：用于计算的波长编号。 方向**(Orientation)**：用于计算基面位置的方向（0 – YZ平面或1 – XZ平面）。 返回的值取决于Data的值，如下所示： 0 – 物空间焦距 1 – 像空间焦距 2 – 物空间焦平面 3 – 像空间焦平面 4 – 物空间主平面 5 – 像空间主平面 6 – 物空间反主平面 7 – 像空间反主平面 8 - 物空间节点平面 9 - 像空间节点平面 10 - 物空间反节点平面 11 – 像空间反节点平面
ENPP	入瞳位置，以镜头单位表示，相对第一面的位置。它是近轴光瞳位置，仅对共轴系统有效。
EFFL	有效焦距，以镜头单位表示。所用的波长由**Wave**定义。该值是针对近轴系统的，对非近轴系统可能并不精确。
EFLA	空气中的有效焦距，以镜头单位表示。这是从由**Surf**定义的表面到下一个表面进行计算的。所用的波长由**Wave**定义。
EFLX	在主波长范围内，由**Surf1**和**Surf2**定义的局部x平面上的有效焦距。
EFLY	在主波长范围内，由**Surf1**和**Surf2**定义的局部y平面上的有效焦距。
EPDI	入瞳直径，以镜头单位表示。
EXPD	出瞳直径，以镜头单位表示。这是近轴光瞳直径，仅对共轴系统有效。
EXPP	出瞳位置，以镜头单位表示，以像面为参考。它是近轴光瞳位置，仅对共轴系统有效。
ISFN	像空间F/#。该操作数是轴向无限共轭F/#。参见WFNO。
ISNA	像方数值孔径。该操作数是定义的共轭近轴像空间NA。参见ISFN。
LINV	拉格朗日不变量。在**Wave**定义的波长下，以镜头单位表示。使用近轴边缘光线和近轴主光线的数据来计算该值。

OBSN	物方数值孔径。它只针对有限共轭系统，使用主波长在轴上进行计算。
PIMH	近轴像高，在**Wave**定义的波长下，近轴像面上的近轴像高。此操作数不适用于非近轴系统。
PMAG	近轴放大率。它是在**Wave**定义的波长下，近轴像面上的近轴主光线高度与物高的比值。只对有限共轭系统有效。注意，如果系统不是聚焦在近轴焦点，也按照近轴像面来计算。
POWF	视场点处光焦度。在计算**Wave**定义的波长下，光线经过**Surf**定义的面折射后任意视场点的光焦度或有效焦距。对于**Data**参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y向光焦度，7表示x向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用**Data**=13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL的值为x方向和y方向焦距的差(x-y)。 如需了解这种类型的分析的完整描述，请参考"光焦度视场图(Power Field Map)"。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
POWP	光瞳处一点的光焦度。在计算**Wave**定义的波长下，光线经过**Surf**定义的面折射后在光瞳中任意一点的光焦度或有效焦距。对于**Data**参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y向光焦度，7表示x向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用**Data** = 13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL的值为x方向和y方向焦距的差(x-y)。 如需了解这种类型的分析的完整描述，请参考"光焦度光瞳图(Power Pupil Map)"。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
POWR	某一面的光焦度（镜头单位的倒数）。在**Wave**定义的波长下，由**Surf**定义的面的光焦度。该操作数只对标准面有效。
SFNO	弧矢工作F/#，在**Field**定义的视场上，**Wave**定义的波长下计算。参见TFNO。
TFNO	子午工作F/#，在**Field**定义的视场上，**Wave**定义的波长下计算。参见SFNO。
WFNO	工作F/#。参见"工作F/#(Working F/#)"、ISFN、SFNO和TFNO。

5.2.1.2.2. 像差（分类优化操作数）(Aberrations (optimization operands by category))

相差操作数	
ABCD、ANAC、ANAR、ANAX、ANAY、ANCX、 ANCY、ASTI、AXCL、BIOC、BIOD、 BSER、COMA、DIMX、DISA、DISC、DISG、DIST、FCGS、FCGT、FCUR、LACL、LONA、OPDC、OPDM、OPDX、OSCD、PETC、PETZ、RSCE、RSCH、RSRE、RSRH、RWCE、RWCH、RWRE、RWRH、SMIA、SPCH、SPHA、TRAC、TRAD、TRAE、TRAI、TRAR、TRAX、TRAY、TRCX、TRCY、ZERN	
名称	描述
ABCD	ABCD值，是网格畸变功能中用来计算广义畸变的。参见"网格畸变(Grid Distortion)"。参考的视场序号由**Ref Fld**定义。波长序号由**Wave**定义。**Data**为0时代表A，1时代表B，2时代表C，3时代表D。也可参见"DISA"。

相差操作数	
ANAC	质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的径向角像差，参考为质心。该量定义如下： $\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$ 其中l和m是光线的x和y方向余弦，下标c表示质心。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ANAR	主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的径向角像差，参考主波长主光线。该数定义如下： $\varepsilon = \sqrt{(l - l_c)^2 + (m - m_c)^2}$ 其中l和m是光线的x和y方向余弦，下标c表示主光线。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ANAX	x方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的x方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $\varepsilon = l - l_c$ 其中l是光线的x方向余弦，下标c表示主光线。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ANAY	y方向主光线角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测得的y方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下： $\varepsilon = m - m_c$ 其中m是光线的y方向余弦，下标c表示主光线。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ANCX	x方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的x方向角像差，参考质心。该数定义如下： $\varepsilon = l - l_c$ 其中l是光线的x方向余弦，下标c表示质心。ANCX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ANCY	y方向质心角像差。像空间在**Wave**定义的波长上测量的y方向角像差，参考质心。该数定义如下： $\varepsilon = m - m_c$ 其中m是光线的y方向余弦，下标c表示质心。ANCY与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
ASTI	在**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的表面所产生的像散。如果**Surf**为零，则计算系统各个表面的像散和。它是用赛德尔系数计算的三阶像散，不适用于非近轴系统。

相差操作数	
AXCL	轴向色差。对有焦系统按镜头单位量度，对无焦系统按屈光度量度。它是由**Wave1**和**Wave2**定义的两个波长对应的像的间距。如果**Zone**为零，近轴光线用于确定近轴像位置。如果**Zone**大于0，并且小于或等于1，就用真实边缘光线确定像的位置。在这种情况下，**Zone**对应真实边缘光线的Py坐标。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
BIOC	双目收敛度。以毫弧度为单位的双目结构收敛，左右眼的结构用**Left**和**Right**的值来表示。其它的参数如下： 波长**(Wave)**：要使用的波长编号。 **UseCos**：如果为0则表示视场单位是角度，否则视场单位为方向余弦。 **Xang**/**Yang**：用于计算X向和Y向的收敛角或角的余弦值。 如果来自两个结构成指定角的主光线在没有渐晕的情况下没有通过系统成像，会出现错误提示。参见"发散度/收敛度(Divergence/Convergence)"，了解更多信息和重要假设。
BIOD	双目发散度。以毫弧度为单位的双眼发散度。详见上面的BIOC。
BSER	瞄准误差。瞄准误差定义为轴上视场主光线的径向坐标与**Wave**定义的波长除以有效焦距。这个定义衍生出一种测量像的角误差的方法。
COMA	彗差。在**Wave**定义的波长下，由**Surf**定义的面引起的以波长表示的彗差。如果**Surf**为零，则计算系统各个表面的像散和。它是由德尔系数计算的三阶彗差，对非近轴系统无效。
DIMX	最大畸变。这是畸变绝对值的上限。DIMX的计算方法类似于DISG，但与基于赛德尔系数计算的DIST不同。**Field**可以是0，它指定使用的最大视场的坐标，或任何有效的视场数。注意：最大畸变并不总是发生在最大的视场坐标处。DIMX这个操作数只追迹主光线(Px = Py = 0)，因此Px和Py不需要用户定义。参考视场是轴上视场点(Hx = Hy = 0)，即使光学系统没有定义视场点。更多信息参见"DISG"。 畸变在由**Wave**定义的波长上计算可得。 如果**Absolute**为0，返回值的单位是百分比。如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。 对于非旋转对称系统，该操作数可能不是有效的。
DISA	ABCD畸变。这个操作数计算由**Wave**定义的波长上的主光线，相对于参考视场**(RefFld)**在径向**X**或**Y**方向的畸变。**Data**是0表示径向畸变，1表示X方向畸变，2表示Y方向畸变。这个畸变是通过**Field**定义的视场点处的主光线计算得到的。**A**、**B**、**C**、**D**值由用户定义。这个畸变的计算方式类似于网格畸变功能的算法（参见"网格畸变(Grid Distortion)"）。这个操作数和DISG的关键区别在于ABCD的值是由用户自己定义的。参见"ABCD"和"DISG"。
DISC	校准畸变。该操作数计算由**Wave**定义的波长的y视场的校准y-field畸变，并返回根据f-theta线性条件计算得到的最大畸变的绝对值。 如果**Absolute**为0，返回值的单位是百分比。如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。这个操作数对设计f-theta镜头很有帮助。

相差操作数	
DISG	广义畸变。以百分数或绝对距离为单位。该操作数计算在**Wave**定义的波长上任意视场，任意光瞳处的任意光线的畸变，使用由**Field**定义的视场点作为参考。所用的方法和假设与网格畸变图相同，见"网格畸变(Grid Distortion)"。如果场单位是角度而且最大角等于或大于90度，不能计算DISG。DISG假定预定的放大率不是对称的。 如果视场是以角度定义，则归一化视场坐标Hx和Hy与其它OpticStudio的功能会有不同的定义。 $H = \theta / \theta_M$ 是相对于参考视场主光线的角度，而 θ_M则是最大的视场角（参见"最大视场(Maximum Field)"）。 如果**Wave**是一个正数，DISG以百分数返回畸变。如果**Wave**是一个负数，**Wave**的绝对值用于定义波长且返回畸变的绝对长度而不是百分数。 对于所有的畸变概念，避免混淆以及误导的最好方法是使用有限远的物体和有限的物高，而不是用视场角来定义视场。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
DIST	三阶畸变。在由**Wave**定义的波长上，由**Surf**定义的的面引起的用单位波长表示的畸变量，由赛德尔系数计算出来（见"赛德尔系数(Seidel Coefficients)"，且对非近轴系统无效。 如果**Surf**为零，畸变就以百分数给出（详细定义参 见"场曲/畸变")"）。 如果**Absolute**被设为1，并且面序号为零，畸变以绝对长度给出而不是百分数。 参见DISG。
FCGS	广义弧矢场曲。**Wave**定义的波长上计算任何视场点的场曲值。即使是非旋转对称系统，也能得到合理的数值。参见"场曲/畸变(Field Curvature/Distortion)"。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
FCGT	广义子午场曲。参见FCGS。
FCUR	场曲。在**Wave**定义的波长，由**Surf**定义的面所产生的场曲，用单位波长表示。如果**Surf**为零，则计算系统各个表面的像散和。这是由赛德尔系数计算的三阶场曲，对非近轴系统无效。
LACL	垂轴色差。对有焦系统，这是 **Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线交点之间y方向距离，按镜头单位测量。对于无焦系统，以无焦模式单位表示的是**Minw**和**Maxw**定义的两个极限波长下主光线之间的夹角。
LONA	轴向像差。对有焦系统按镜头单位测量，对无焦系统按屈光度测量。这是当前**Wave**定义波长下的像到光瞳**Zone**定义的像面的离焦量。如果**Zone**为零，近轴光线用于确定近轴像位置。如果**Zone**大于0，并且小于或等于1，就用真实边缘光线确定像的位置。在这种情况下，**Zone**对应真实边缘光线的Py坐标。 参见AXCL。
OPDC	相对主光线光程差。**Wave**定义的波长下，光线相对主光线的光程差，用单位波长表示。参见"Hx、Hy、Px和Py"。
OPDM	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个光瞳上光程差平均值的光程差。OPDM与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。

相差操作数	
OPDX	光程差。**Wave**定义的波长下，相对于整个去除倾 斜的光瞳上光程差平均值的光程差。OPDX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
OSCD	违正弦条件。在**Wave**定义的波长下，违正弦条件(OSC)有两种定义。第一种定义如Welford在《Aberrations of Optical System》书中所描述的（参见"镜头设计参考(References on Lens Design)"）。这个定义适用于**Zone**为零的情况。由Roland Shack教授提出的另一种定义支持将OSC作为光瞳函数进行计算，并只使用真实光线。这个定义适用于**Zone**非零的情况。在这种情况下，**Zone**对应真实边缘光线的Py坐标。当**Zone**对应这两种定义都是1.0时，两种定义方法对带有适当F/#和像差的系统会给出相似的结果。这个操作数对非轴对称系统没有意义。
PETC	在**Wave**在Wave定义的波长下的Petzval曲率，用镜头单位倒数作为单位。对非近轴系统无效。
PETZ	在**Wave**定义的波长下，Petzval曲率半径，以镜头单位为单位。对非近轴系统无效。
RSCE	参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**为0，就 会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
RSCH	参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**为0，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
RSRE	参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。如果**Samp**值是n，为n将在每个光瞳区上追迹n x n个栅格。如果**Wave**为0，就 会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
RSRH	参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。如果**Samp**值是n，为n将在每个光瞳区上追迹n x n个栅格。如果**Wave**为0，就 会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
RWCE	RMS波前差，参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**为0，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。 参见"Hx、Hy、Px和Py"，以及"优化参考指南"。
RWCH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。**Ring**用于指定的追迹光线环的数目上。如果**Wave**为0，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。 参见"Hx、Hy、Px和Py"，以及"优化参考指南"。
RWRE	RMS波前差，参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。如果**Samp**值是n，为n将在每个光瞳区上追迹n x n个栅格。如果**Wave**为0，就 会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。 参见"Hx、Hy、Px和Py"，以及"优化参考指南"。

相差操作数	
RWRH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线计算RMS。该操作数考虑渐晕。如果**Samp**值是n，为n将在每个光瞳区上追迹n x n个栅格。如果**Wave**为0，就 会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长 计算。 参见"Hx、Hy、Px和Py"，以及"优化参考指南"。
SMIA	SMIA-TV畸变。**Field**定义的视场是畸变为零时的参考视场，其值为0时表示参考视场点为(0，0)。**Wave**用来定义参考波长，其值为0时则参考主波长。**X-Width**和**Y-Width**是视场定义的全视场。详细信息参见"SMIA-TV畸变(SMIA-TV Distortion)"。
SPCH	色球差，单位是镜头单位。这是**Minw**和**Maxw**定义的两个极值波长的实际边缘轴向色差与近轴光线的轴向色差的差值，这个距离是沿Z轴测量的。**Zone**定义了计算实际边缘轴向色差所处的光瞳带。**Zone**实际边缘光线坐标的Py值有关。 此操作数不适用于非近轴系统。
SPHA	在**Wave**定义的波长上由**Surf**定义的面引起的球差，用单位波长表示。如果**Surf**为零，则计算系统各个表面的像散和。这是用赛德系数计算的三阶球面像差，对非近轴系统无效。
TRAC	在**Wave**定义的波长下，在像平面上测量的径向垂轴像差，参考质心。与其它大多数操作数不同的是，TRAC的正确工作方式严格取决于其它TRAC操作数在评价函数编辑器(Merit Function Editor)中的位置。TRAC操作数必须将视场和波长组合在一起。 OpticStudio 一起追迹具有共同视场点的所有TRAC光线，然后使用这些数据计算所有光线的质心。然后以计算得到的质心为参考点，独立计算每条光线的垂轴像差。该操作数只能通过序列模式评价函数工具(Sequential Merit Function tool)输入到评价函数编辑器，并且不推荐用户直接使用这一操作数。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
TRAD	仅TRAR的x分量。TRAD与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。
TRAE	仅TRAR的y分量。TRAE与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。
TRAI	径向主光线垂轴像差。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上测量的横向像差，参考主光线。与TRAR相似，但是它可以指定一个面而不是仅针对像面。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
TRAR	径向垂轴像差。在**Wave**定义的波长下，在像空间测得的径向垂轴像差，参考主光线。参见ANAR。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
TRAX	x方向垂轴像差。在**Wave**定义的波长下，在像空间测得的x方向垂轴像差，参考主光线。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
TRAY	y方向垂轴像差。在**Wave**定义的波长下，在像空间测得的y方向垂轴像差，参考主光线。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
TRCX	x方向垂轴像差。像空间测得的X方向垂轴像差，参考质心。TRCX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。
TRCY	y方向垂轴像差。像空间测得的y方向垂轴像差，参考质心。TRCY与TRAC有相同的限制条件，详细讨论见TRAC。

相差操作数	
ZERN	Zernike Fringe系数。系数如下：项**(Term)**：Zernike项序号（fringe项序号为1-37，standard或annular项序号为1-231）。**Term**值，如果为负或零，也可以用来返回其它Zernike拟合数据，如下所示： -8：光程差峰值到谷值（参考质心）-7：光程差峰值到谷值（参考主光线）-6：RMS参考零参考值（OpticStudio不使用）-5：RMS参考主光线-4：RMS参考质心-3：方差-2：斯特利尔比-1：RMS拟合误差0：最大单点拟合误差 波长**(Wave)**：波长编号。采样**(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。视场**(Field)**：视场编号。类型**(Type)**：Zernike类型（0表示fringe，1表示standard，2表示annular）。**Epsilon**：遮阑比率（只用于annular系数）。顶点**(Vertex?)**：如果为1，光程差就是以面顶点为参考点。如果为0，光程差就是以主光线为参考。 注意：如果使用多个只是**Term**值不同的ZERN操作数，它们应该放置在编辑器的相邻行中，以便OpticStudio只做一个拟合，否则，计算速度会减慢。即使只求一个系数，在拟合过程中始终使用多个Zernike项。计算中使用的最大term值取决于**Type**和**Term**设置。所有类型使用的最小Term值为11。这意味着仅当Term值设置为大于或等于11时有效。如果**Type**是standard或annular时，则计算的最大Term值是被设置的等于任何相邻ZERN操作数中的**Term**值。 请注意，有时可能会出现"ZERN错误"消息，这通常是由于RAM不足或OpticStudio无法计算OPD所造成的。还有一些其它情况可能导致此错误消息。如果您认为上述原因都不适合您的情况，请联系技术支持。

5.2.1.2.3. MTF数据（MTF Data）

MTF操作数	
GMTA、GMTS、GMTT、MECA、MECS、MECT、MSWA、MSWS、MSWT、MTFA、MTFS、MTFT、MTHA、MTHS、MTHT	
名称	描述

GMTA	几何MTF值，为弧矢和子午响应的几何MTF的平均值。参数为： 采样（**Samp**）：采样密度越高，得出的计算结果会更准确，但计算时间也就越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。 波长（**Wave**）：要使用的波长编号（使用0表示多波长）。 视场（**Field**）：视场编号。 频率（**Freq**）：以MTF单位表示的空间频率。（参见"MTF单位"） **!Scl**：如果是零，那么衍射极限将按比例缩放结果（推荐），否则不缩放。 如果**"**网格**"**为0，一个快速、稀疏的采样积分方法将用来计算MTF。快速几何MTF算法只能精确计算有适当切趾或没有切趾的圆形或椭圆形光瞳的光学系统。对不是这种情况的系统，将**"**网格**"**设为1。GMTA、GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能所采用的算法不同，前者通常要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的备选网格算法，将**"**网格**"**设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 如果子午和弧矢方向的MTF都需要计算时，将操作数GMTT和GMTS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。尽管几何MTF是近似的，但计算速度通常比衍射MTF快很多，因此对优化非常有用。参见"执行优化"。
GMTS	弧矢方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTT	子午方向的几何MTF值。参见GMTA。
MECA	Moore-Elliot对比度（Moore-Elliot Contrast），为弧矢和子午的平均值。这个操作数用Moore-Elliot对比度方法优化某一特定空间频率的MTF值。有关Moore-Elliott对比度方法的更多信息，请参阅"MTF优化方法（Optimizing for MTF）"。参数如下： 波长（Wave）：要使用的波长编号。 视场（Field）：视场编号。 频率（Freq）：在MTF单元中的空间频率，对于有焦系统它的单位为周期/毫米，对于无焦系统其单位为周期/无焦系统单位。（参见"无焦模式单位（Afocal Mode Units）"）。 参见"Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）"。另请参见操作数MECS和MECT。
MECS	Moore-Elliott对比度，弧矢响应。详见MECA。
MECT	Moore-Elliott对比度，子午响应。详见MECA。
MSWA	调制方波传递函数，弧矢和子午的平均值。有关详细信息，参见MTFA。
MSWS	调制方波传递函数，弧矢。参见MTFA。
MSWT	调制方波传递函数，子午。参见MTFA。

MTFA	衍射调制传递函数，弧矢和子午的平均值。参数如下：采样**（Samp）**：采样密度越高，得出的计算结果会更准确，但计算时间也就越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。共有两种算法可以用来计算MTF。如果"网格"为0（推荐），一个快速、稀疏采样积分法将用来计算MTF。MTFA、MTFS和MTFT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只要求单一的空间频率，MTF操作数采用的计算方法与分析功能所采用的算法不同，前者通常要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的备选网格算法，将"网格"设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号（使用0表示多波长）。 视场**（Field）**：视场编号。要提取衍射极限MTF，使用视场等于0和网格参数等于1。MTFS、MTFT、MTFN和MTFX操作数也有类似选项。 频率**（Freq）**：以MTF单位表示的空间频率。（参见"MTF单位"）如果精确计算MTF时，采样值设置过低，MTF操作数将都返回零。 如果弧矢和子午方向的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见"执行优化"。 数据类型**（Data Type）**：指定要返回的数据。输入0将返回调幅；输入1将返回实部；输入2将返回虚部；输入3将返回以度为单位的相位。此参数仅适用于MTFA、MTFS和MTFT操作数（不能等效用于方波操作数）。 详述： 对于旋转对称系统，衍射极限的MTF子午（MTFT）和弧矢（MTFS）是相同的。MTFT操作数值可通过在评价函数编辑器中的单一空间频率（Freq）设置视场=0和网格=1来获得。对于非对称旋转系统，MTF子午（MTFT）和弧矢（MTFS）在单一空间频率（Freq）下可能会不同。
MTFS	调制传递函数，弧矢。参见MTFA。
MTFT	调制传递函数，子午。参见MTFA。

MTHA	惠更斯调制传递函数，弧矢和子午的平均值。这个操作数使用惠更斯方法来计算衍射MTF（参见"惠更斯MTF"。参数如下： 采样（**Samp**）：光瞳采样，其中1生成32 x 32， 2生成64 x 64等。对光瞳和像面来说，采样是相同的。 波长（**Wave**）：要使用的波长编号（使用0表示多波长）。 视场（**Field**）：视场编号。 频率（**Freq**）：以MTF单位表示的空间频率。（参见"MTF单位"）如果精确计算MTF时，采样值设置过低，MTF操作数将都返回零。 偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，1表示考虑偏振。 是否所有结构（**All Conf?**）：设为0时，表示使用当前结构（由这个操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1时，表示所有结构的和。有关这个选项的详细讨论请参见"惠更斯MTF"。 像面采样间距Δ（**Ima Delta**）：用于计算以微米为单位的像面采样间距Δ。如果为零，则采用默认的像面采样间距Δ。 如果弧矢和子午的MTF都需要计算时；将操作数MTHT和MTHS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见"执行优化"。
MTHS	惠更斯调制传递函数，弧矢。参见MTHA。
MTHT	惠更斯调制传递函数，子午。参见MTHA。

5.2.1.2.4. 点扩散函数/斯特列尔比数据(PSF/Strehl Ratio Data)

点扩散函数/斯特列尔比数据操作数	
STRH	
名称	描述

STRH	斯特列尔比。这个操作数使用惠更斯点扩散函数(PSF)（参见"惠更斯PSF(Huygens PSF)"）来计算斯特列尔比。参数如下： 采样**(Samp)**：光瞳采样，其中1生成32 × 32， 2生成64 × 64等。对光瞳和像面来说，采样是相同的。 波长**(Wave)**：要使用的波长编号（使用0表示多波长）。 视场**(Field)**：视场编号。 偏振**？(Pol?)**：设为0表示忽略偏振，1表示考虑偏振。 是否所有结构**？(AllConf?)**：设为0表示使用当前结构（由该操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1表示所有结构的和。有关该选项的完整详述，请参阅"惠更斯PSF"。 默认情况下，在用于计算这个操作数的惠更斯点扩散函数(PSF)计算中，其使用的像面采样间距比名义默认像面采样间距要小2倍。参见"惠更斯PSF"中用于计算名义默认像面采样间距的公式。这样做是为了放大PSF的峰值，可以更准确地计算斯特列尔比(Strehl ratio)。结果是，报告的值一般与惠更斯PSF分析中使用名义默认像面采样间距所报告的值不同。

5.2.1.2.5. 圈入能量（分类优化操作数）（Encircled Energy （optimization operands by category））

圈入能量操作数	
DENC、DENF、ERFP、GENC、GENF、XENC、XENF	
名称	描述
DENC	衍射圈入能量（距离）。该操作数计算到由百分比**（Frac）**定义的圈入、方形圈入，仅x方向，或仅y方向的狭缝的衍射能量分数的距离。对于有焦模式，以微米为单位。对于无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它的参数是： 采样**（Samp）**：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号（用0表示多波长）。 视场**（Field）**：视场编号。 类型**（Type）**：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形。 参考**（Refp）**：使用的参考点/算法。对于FFT圈入能量，用**Refp**=0表示主光线（chief ray），1表示质心，2表示顶点。对于惠更斯圈入能量，用**Refp**=3表示主光线，4表示质心，5表示顶点。当使用惠更斯方法时，**ISamp**表示惠更斯像采样（1表示32x32，2表示64x64等等），而**I Delta**表示惠更斯像间距。如欲了解有关惠更斯像采样和像面采样间距Δ的详细描述，请参见"圈入能量（Encircled Energy）"。 如果采样太低，半径的返回值是1e+10。也可参见DENF、GENC和XENC。使用DENF和DENC识别顶点位置的衍射圈入能量，需要检查**Frac**输入中的像面采样间距Δ值。因为在衍射圈入能量中，我们有最大距离或像面采样间距Δ输入。通过使用最大距离或像面采样间距Δ，我们可以确定某个半径上的峰值。首先，在衍射圈入能量分析中了解顶点的峰值和半径。然后在DENC和DENF中使用这个像面采样间距Δ来纠正顶点的距离值以及顶点能量与距离的比例值。

DENF	衍射圈入能量（分数）。该操作数计算距离**（Dist）**定义参考点的距离处圈入、方形圈入、仅x方向或y方向的狭缝的衍射能量分数。对于有焦模式，距离单位是微米。对于无焦模式，距离单位是无焦模式单位。 选项和设置与DENC一样，除"距离"外，在这里距离用作期望能量分数的距离。也可参考DENC、GENC、GENF和XENC。 如果定义的"距离"值超过了圈入能量非常接近100%的点，则返回的分数为1e+10；这样做是为了优化效率。
ERFP	边缘响应函数的位置。这个操作数计算的是一个点的边缘响应函数达到一个确定的相对值时，此点的x或y的位置。有关边缘响应函数计算的细节，请参见"几何线/边缘扩散"。采样**（Sampling）**值为1代表 32x32，为2代表64x64，等等。波长**（Wave）**是波长编号，0代表多波长。视场**（Field）**是视场编号。类型**（Type）**决定了要返回的数据。如果类型**（Type）**是0或1，返回的就是相对于主光线的x位置（即边缘平行于局部y轴）或y位置（即边缘平行于局部x轴），它们使用镜头单位。如果波长**（Wave）**为0，以主波长的主光线作为参考点。如果类型**（Type）**是2或3，返回相对于表面顶点的x或y的位置，也使用镜头单位。百分比**（Fraction）**是边缘响应曲率的相对值，而且必须在0.01和0.99之间。最大半径**（Max Radius）**是积分窗口径向尺寸的最大值，它以微米为单位。如果最大半径**（Max Radius）**为0即为默认值。在大多数情况下建议设定为默认值。 注意，边缘响应函数通常定义为边缘的"亮（bright）"侧在整合坐标系的+侧。这就意味着在坐标变为更正时，边缘响应会变为1。为了计算反方向边缘响应的结果，即"亮"面在坐标系的负方向，使用值（1-fraction）代替（fraction）。例如，为了得到一个反方向的80%的边缘响应，使用**Fraction** = 0.20。 如果使用的是无焦模式，所有的返回值都采用无焦模式的单位。
GENC	几何圈入能量（距离）。该操作数计算到指定几何圈入、方形圈入、仅x方向、或仅y方向（狭缝）的由**Frac**定义的能量分数的距离。对于有焦模式，单位是微米。对无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它参数是： 采样**（Samp）**：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号（用0表示多波长）。 视场**（Field）**：视场编号。 类型**（Type）**：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形。 参考**（Refp）**：使用的参考点。用0表示主光线，1表示质心，2表示顶点，3表示点列中心。 无衍射极限**（No Diff Lim）**：如果为0，结果按衍射极限缩放，否则不考虑衍射。 也可参见GENF、DENC、DENF和XENC。
GENF	几何圈入能量（分数）。这个操作数计算从"距离"定义的参考点到给定距离位置的几何圈入、方形圈入、仅x方向或仅y方向（狭缝）能量的分数。 选项和设置与GENC一样，除"距离"外，在这里距离用作期望能量分数的距离。也可参见GENC、DENC、DENF和XENC。

XENC	扩展光源圈入能量（距离）。此操作数使用当前的默认设置，计算到扩展光源几何圈入能量的指定分数距离，单位为微米。若要使用此操作数，请先根据需要定义扩展光源圈入能量特性的设置，然后按设置框中的"保存（Save）"按钮。唯一被覆盖的设置是类型（**Type**）、波长（**Wave**）以及最大半径（**Max Radius**）。 类型（**Type**）1表示圈入，2表示只有x方向，3表示只有y方向，4表示方形圈入，5表示x分布，6表示y分布。当使用类型2或3时，计算的距离是包含**Frac**定义能量分数的"完整（full）"狭缝宽度。这是分别以所选参考点为中心的[-x, x]或[-y, y]范围的"完整（full）"狭缝宽度。例如，如果Dist=20μm，这意味着能量分数包含在+/-10μm的狭缝宽度中。 波长（**Wave**）是输入的波长编号。 百分比（**Frac**）是所需的能量分数，而且必须介于0和1之间，包含首尾值。此外，类型为5和6时忽略**Frac**，因为这些类型的返回值是所需能量分数的最大半高全宽值，与**Frac**无关。 最大半径（**Max Radius**）是径向距离的最大距离，单位为微米。如果该值为零，则使用默认设置。 也可参见XENF、DENC、DENF、GENC和GENF。
XENF	扩展光源圈入能量（分数）。这个操作数计算从参考点到一定距离处的几何圈入、方形圈入、仅x方向、仅y方向（狭缝）能量分数。 类型（**Type**）1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形圈入。当使用类型2或3时，PSF中的能量分数分别在以所选参考点为中心的[-x, x]或[-y, y]范围内进行计算。这是由**"**距离**"**给出的完整狭缝宽度。例如，如果Dist=20μm，则针对+/-10μm的狭缝宽度计算能量分数。 波长（**Wave**）是输入的波长编号。 选项和设置与XENC一样，除**"**距离**"**外，在这里距离用作期望能量分数的距离。 也可参见XENC、GENC、GENF、DENC和DENF。

5.2.1.2.6. 镜头数据约束(Constraints on Lens Data)

镜头数据约束操作数	
COGT、COLT、COVA、CTGT、CTLT、CTVA、CVGT、CVLT、CVVA、BLTH、DCRV、DMGT、DMLT、DMVA、DPHS、DSAG、DSLP、ETGT、ETLT、ETVA、FTGT、FTLT、MNCA、MNCG、MNCT、MNCV、MNEA、MNEG、MNET、MNPD、MXCA、MXCG、MXCT,MXCV、MXEA、MXEG、MXET、MNSD、MXSD、QSLP、TGTH、TTGT、TTHI、TTLT、TTVA、XNEA、XNET、XNEG、XXEA、XXEG、XXET、ZTHI	
名称	描述
COGT	该边界操作数用来约束由**Surf**定义的面的二次项系数，使其大于指定的目标值。
COLT	该边界操作数用来约束由**Surf**定义的面的二次项系数，使其小于指定的目标值。
COVA	二次项系数值。该操作数的返回值是由**Surf**定义的面的二次项系数。
CTGT	中心厚度大于。该边界操作数用来约束由**Surf**定义的面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参阅MNCT。

CTLT	中心厚度小于。该边界操作数用于约束由**Surf**定义的面的中心厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXCT。
CTVA	中心厚度值。该边界操作数用于约束由**Surf**定义的面的中心厚度，使其等于指定的目标值。
CVGT	曲率值大于。该边界操作数用于约束由**Surf**定义的面的曲率，使其大于目标值。
CVLT	曲率值小于。该边界操作数用于约束由**Surf**定义的面的曲率， 使其小于目标值。
CVVA	曲率值。该操作数用于约束由**Surf**定义的面的曲率，使其等于指定的目标值。
BLTH	毛坯厚度。计算根据**Surf**定义的面创建体积所需要的玻璃材料毛坯的最小厚度。沿着由**Code**值定义的轴，在200个径向点位置计算该表面以及下一表面的矢高。**Code**为0表示+Y方向，为1表示+X方向，为2表示-Y方向，为3表示-X方向，为4表示所有方向。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
DCRV（Data输入）	由Surf定义的面的曲率数据，以镜头单位表示。曲率数据包括指定表面上的平均、PV、最小或最大曲率值，以及最小曲率值的X或Y坐标，或最大曲率值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 **Data**输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS曲率值。 2 – 表面上的PV曲率值。 3 – 表面上的最小曲率值。 4 – 表面上的最大曲率值。 5 – 表面上具有最小曲率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小曲率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大曲率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大曲率值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的ROC 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X(a)倾斜 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y(b)倾斜 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z(g)倾斜

DCRV（Samp输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis = 0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis = 1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。Remove = 3表示在计算曲率前从矢高数据中移除基本矢高(Base Sag)。这将移除由表面方程指定的完美表面，以便添加到表面的复合或STAR数据是可见的。Remove=4表示在计算曲率前从矢高数据中移除复合矢高(Composite Sag)，当复合矢高被添加到表面时，这将让原始表面方程变得可见。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。偏移允许计算将从顶点处的数据值中移开会导致较低RMS的BFS顶点。 ☒Orientation用于选择曲率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向计算。Orientation = 1表示沿弧矢方向计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。
DMGT	直径大于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的直径，使其大于指定的目标值。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。直径是所选半直径值的两倍。
DMLT	直径小于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的直径，使其小于指定的目标值。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。直径是所选半直径值的两倍。
DMVA	直径值。该操作数将**Surf**定义表面的直径限制为等于指定目标值。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。直径是所选半直径值的两倍。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

DPHS（Data输入）	由Surf定义的表面的主系统波长下的相位数据，用波数表示。相位数据包括指定表面上的RMS、PV、最小或最大相位值，以及最小相位值的X或Y坐标，或最大相位值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样和移除标记。 **Data**输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS相位值。 2 – 表面上的PV相位值。 3 – 表面上的最小相位值。 4 – 表面上的最大相位值。 5 – 表面上具有最小相位值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小相位值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大相位值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大相位值的点的Y坐标。 9 – 从数据中移除的恒定相位值。 10 – 从数据中移除的X倾斜值。 11 – 从数据中移除的Y倾斜值。 12 – 从数据中移除的光焦度值。
DPHS（Samp输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示从数据中移除部件顶点处的恒定值。Remove = 2表示从数据中移除倾斜项。Remove = 3表示从数据中移除光焦度项。

DSAG（Data输入）	由Surf定义的面的矢高数据，以镜头单位表示。矢高数据包括指定表面上的RMS、PV、最小或最大矢高值，以及最小矢高值的X或Y坐标，或最大矢高值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除和最佳拟合球面(BFS)标记。 **Data**输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS矢高值（默认）。 2 – 表面上的PV矢高值。 3 – 表面上的最小矢高值。 4 – 表面上的最大矢高值。 5 – 表面上具有最小矢高值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小矢高值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大矢高值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大矢高值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的曲率半径。 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移。 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心。 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心。 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心。 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X(a)倾斜。 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y(b)倾斜。 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z(g)倾斜。

DSAG（Samp输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis = 0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis = 1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。Remove = 3表示从矢高数据中移除基本矢高(Base Sag)。这将移除由表面方程指定的完美表面，以便添加到表面的复合或STAR数据是可见的。Remove = 4表示从矢高数据中移除复合矢高(Composite Sag)，当复合矢高被添加到表面时，这将让原始表面方程变得可见。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。偏移允许计算将从顶点处的数据值中移开会导致较低RMS的BFS顶点。

DSLP（Data输入）	由Surf定义的面的斜率数据，以镜头单位表示。斜率数据包括指定表面上的平均、PV、最小或最大斜率值，以及最小斜率值的X或Y坐标，或最大斜率值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 **Data**输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS斜率值（默认）。 2 – 表面上的PV斜率值。 3 – 表面上的最小斜率值。 4 – 表面上的最大斜率值。 5 – 表面上具有最小斜率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小斜率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大斜率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大斜率值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的ROC。 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移。 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心。 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心。 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心。 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X(a)倾斜。 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y(b)倾斜。 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z(g)倾斜。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

DSLP（Samp输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis = 0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis = 1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。Remove = 3表示在计算斜率前从矢高数据中移除基本矢高(Base Sag)。这将移除由表面方程指定的完美表面，以便添加到表面的复合或STAR数据是可见的。Remove=4表示在计算斜率前从矢高数据中移除复合矢高(Composite Sag)，当复合矢高被添加到表面时，这将让原始表面方程变得可见。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。偏移允许计算将从顶点处的数据值中移开会导致较低RMS的BFS顶点。 ☒Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向计算。Orientation = 1表示沿弧矢方向计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。
ETGT	边缘厚度大于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的边缘厚度，使其大于指定的目标值。如果**Code**是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果**Code**是1，沿+x轴计算；如果**Code**是2，沿-y轴计算，如果**Code**是3，沿-x轴计算。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。另请参阅MNET。
ETLT	边缘厚度小于。该边界操作数约束由**Surf**定义的面的边缘厚度，使其小于指定的目标值。如果**Code**是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果**Code**是1，沿+x轴计算；如果**Code**是2，沿-y轴计算，如果**Code**是3，沿-x轴计算。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。另请参阅MXET。
ETVA	边缘厚度值。该边界操作数用于约束由**Surf**定义的面的边缘厚度，使其等于指定的目标值。如果**Code**是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果**Code**是1，沿+x轴计算；如果**Code**是2，沿-y轴计算，如果**Code**是3，沿-x轴计算。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。另请参阅MNET。
FTGT	总厚度大于。该边界操作数约束**Surf**面的总厚度，使其大于指定的目标值。总厚度在顶点和边缘之间沿着径向+y方向的200点上计算，包括面的矢高和下一个面的矢高。该操作数具有模式标记。**Mode** = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。该操作数对约束那些中心或边缘没有、但在一些中间带有最小或最大厚度的面很有用。参见FTLT。

FTLT	总厚度小于。参见FTGT。
MNCA	空气的最小中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNCT和MNCG。该操作数可同时控制多个表面。
MNCG	玻璃的最小中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型不为空气的面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNCT和MNCA。该操作数可同时控制多个表面。
MNCT	最小中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的每个表面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNCG和MNCA。该操作数可同时控制多个表面。
MNCV	最小曲率。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的面的每一个曲率，使其大于指定的目标值。另请参阅MXCV。该操作数可同时控制多个表面。
MNEA	空气的最小边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的边缘厚度，使其大于指定的目标值。另请参阅MNET、MNEG、ETGT和XNEA。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEA。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
MNEG	玻璃的最小边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度，使其大于指定的目标值。另请参阅MNET、MNEA、ETGT和XNEG。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEG。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
MNET	最小边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个面的边缘厚度，使其大于指定的目标值。另请参阅MNEG、MNEA、ETGT和XNET。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNET。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
MNPD	最小 ΔP_{gF} 。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的部分色散偏差，使其大于指定的目标值。另请参阅MXPD。该操作数可同时控制多个表面。
MXCA	空气的最大中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的中心厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXCT和MXCG。该操作数可同时控制多个表面。
MXCG	玻璃的最大中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**表面中每个玻璃类型不是空气的面的中心厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXCT和MXCA。该操作数可同时控制多个表面。

MXCT	最大中心厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**表面中的每个面的中心厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXCG和MXCA。该操作数可同时控制多个表面。
MXCV	最大曲率。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2** 表面中的每个面的曲率，使其小于指定的目标值。另请参阅MNCV。该操作数可同时控制多个表面。
MXEA	空气的最大边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的边缘厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXET、MXEG、ETLT和XXEA。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEA。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
MXEG	玻璃的最大边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个玻璃类型为非空气的面的边缘厚度，使其小于目标值。另请参阅MXET、MXEA、ETLT和XXEG。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束仅适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEG。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
MXET	最大边缘厚度。该边界操作数约束从**Surf1**到**Surf2**的表面中每个面的边缘厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅"MXEG"、"MXEA"、"ETLT"和"XXET"。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的"+y"方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXET。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
MNSD	最小净口径或半直径。在**Surf1**到**Surf2**之间的表面范围内，将净口径或半直径限制为大于指定目标。该操作数可同时控制多个表面。
MXSD	最大净口径或半直径。在**Surf1**到**Surf2**之间的表面范围内，将净口径或半直径限制为小于指定目标。
OMMI	最小机械半直径。在**Surf1**到**Surf2**之间的表面范围内，将机械半直径限制为大于指定目标。该操作数可同时控制多个表面。
OMMX	最大机械半直径。在**Surf1**到**Surf2**之间的表面范围内，将机械半直径限制为小于指定目标。
OMSD	机械半直径。该操作数将**Surf**定义的表面的机械半直径限制为等于指定目标值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

QSLP	返回由Surf定义的表面的主系统波长下的相位斜率数据。该操作数具有数据、采样、移除和方向输入。如果指定的表面编号不是相位表面（如二元面、衍射光栅表面、网格相位面等），则不返回任何值。 Data输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS相位斜率值。 2 – 表面上的PV相位斜率值。 3 – 表面上的最小相位斜率值。 4 – 表面上的最大相位斜率值。 5 – 表面上具有最小相位斜率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小相位斜率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大相位斜率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大相位斜率值的点的Y坐标。 9 – 恒定相位值（如果从相位数据中移除）。 10 – X倾斜值（如果从相位数据中移除）。 11 – Y倾斜值（如果从相位数据中移除）。 12 – 光焦度值（如果从相位数据中移除）。 Samp输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算相位斜率前从相位数据中移除部件顶点处的任何恒定值。Remove = 2表示在计算相位斜率前从相位数据中移除倾斜项。Remove = 3表示在计算相位斜率前从相位数据中移除光焦度项。 Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation = 1表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。 另请参阅PSLP。
TGTH	**Surf1**到**Surf2**之间的玻璃厚度总和。注意，总和是包括在内的，它不是两个表面之间的厚度。请见TTHI。

TTGT	总厚度大于。该边界操作数将总厚度（包括**Surf**定义表面和紧随其后的表面在各自净口径或半直径值下的表面矢高）限制为大于指定目标值。如果**Code**是0，厚度沿+y轴计算；如果 **Code**是1，沿+x轴计算；如果**Code**是2，沿-y轴计算，如果**Code**是3，沿-x轴计算。该操作数在镜像空间中自动改变厚度的符号，总是可为物理上可实现的镜头产生正值。请见TTLT和TTVA。
TTHI	**Surf1**到**Surf2**之间的表面厚度总和。请注意，总和包含在内，不是两个表面之间的厚度。请见TGTH。
TTLT	总厚度小于。请见TTGT。
TTVA	总厚度值。请见TTGT。
XNEA	**Surf1**和**Surf2**定义的空气表面范围的最小边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否至少为最小指定厚度。该操作数可同时控制多个表面。请见MNEA。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
XNET	**Surf1**和**Surf2**定义的表面范围的最小边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否至少为最小指定厚度。该操作数可同时控制多个表面。请见MNET。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
XNEG	**Surf1**和**Surf2**定义的玻璃表面范围的最小边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否至少为最小指定厚度。该操作数可同时控制多个表面。请见MNEG。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
XXEA	**Surf1**和**Surf2**定义的空气表面范围的最大边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否没有超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXEA。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
XXEG	**Surf1**和**Surf2**定义的玻璃表面范围的最大边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否没有超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXEG。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。
XXET	**Surf1**和**Surf2**定义的表面范围的最大边缘厚度。该操作数在表面周边众多点位置检查边缘厚度，并测试所有点是否没有超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXET。 **Zone**如果是非零值，则缩放计算厚度位置的径向孔径。**Zone**值为0.5，将计算0.5乘以半直径位置的厚度。该操作数具有模式标记。**Mode**=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，**Mode** = 1则利用净口径值计算。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

ZTHI	该操作数控制多重结构中**Surf1**和**Surf2**定义的表面范围的总厚度变量。除了是一个不等式操作符外，它还与TTHI操作数类似。指定的目标值是每个所定义结构位置的TTHI之间允许的最大差值。例如，在有3种结构的情况下，其中TTHI 3 8将分别估值为 17、19和18.5，如果目标值小于2，ZTHI将返回2（即19-17）。否则，ZTHI将返回目标值。为保持所有的变焦结构具有同样的长度，目标值可设为0。

5.2.1.2.7. 镜头属性约束（Constraints on Lens Properties）

镜头属性约束操作数	
CVOL、MNDT、MXDT、PSLP、SAGX、SAGY、SSAG、 STHI、TMAS、TOTR、TSAG、VOLU、 NORX、NORY、NORZ、NORD、SCUR、SDRV	
名称	描述
CVOL	圆柱体积。该操作数计算最小圆柱体的体积，以立方镜头单位表示。该最小圆柱体包含在由**Surf1**和**Surf2**定义的表面范围内。在计算中只使用顶点位置和净口径或半直径，而不使用矢高。表面范围不应包含任何坐标断点。该操作数具有模式标记。Mode=0（默认），将使用机械半直径；Mode=1，则使用镜头数据编辑器上显示的净口径值。
MNDT	最小的直径厚度比。按照从**Surf1**到**Surf2**的表面直径与表面中心厚度之比控制最小允许值。只考虑折射率不均匀的表面。另请参阅MXDT。该操作数可同时控制多个表面。该操作数具有模式标记。Mode=0（默认），将使用机械半直径；Mode=1，则使用镜头数据编辑器上显示的净口径值。
MXDT	最大的直径厚度比。按照从**Surf1**到**Surf2**的表面直径与表面中心厚度之比控制最大允许值。只考虑折射率不均匀的表面。另请参阅MNDT。该操作数可同时控制多个表面。 该操作数具有模式标记。Mode=0（默认），将使用机械半直径；Mode=1，则使用镜头数据编辑器上显示的净口径值。
PSLP	在XY平面的某一点上，位于由"面"定义的表面的主系统波长位置的相位斜率，以每镜头单位的2p周期表示。该操作数具有模式、X、Y、移除和方向输入。不考虑孔径，而且会为所有XY坐标返回相关值。如果指定的表面编号不是相位表面（如二元面、衍射光栅表面以及网格相位面等），则不返回任何值。 Mode=0或1，表示X和Y坐标以镜头单位表示。Mode=2，表示坐标Xn和Yn由净口径进行归一化。 Remove=0（默认），表示不移除任何数据。Remove=1，表示在计算相位斜率之前，从相位数据移除部件顶点的所有恒定值。Remove=2，表示在计算相位斜率之前，从相位数据中移除倾斜项。Remove=3，表示在计算相位斜率之前，从相位数据中移除光焦度项。 "方向"可选择斜率计算方向。Orientation=0（默认），表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation=1，表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation=2，表示沿X轴方向计算。Orientation=3，表示沿Y轴方向计算。 请注意，采样设置为33x33。另请参阅QSLP。
SAGX	**"**面**"**在X=净口径或半直径、Y=0的位置定义的表面的矢高，以镜头单位表示。另请参阅SSAG。
SAGY	**"**面**"**在Y=净口径或半直径、X=0的位置定义的表面的矢高，以镜头单位表示。另请参阅SSAG。

SCRV	在XY平面的特定点上，由"面"定义的表面的曲率，以镜头单位表示。该操作数具有模式、离轴、移除、最佳拟合球面（BFS）和方向标记。 Mode=0或1，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且对于任何XY而言，都会返回根据表面方程得到的曲率值；曲率值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Mode=2，表示Xn和Yn坐标位于由净口径归一化的坐标上。对于任意Xn、Yn而言，都会返回根据表面方程得出的曲率值；曲率值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Off-axis=0（默认），表示计算是根据系统坐标执行计算；Off-axis=1，表示计算是根据倾斜和偏心的坐标系执行计算，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点上。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 Remove=0（默认），表示不移除任何数据。Remove=1，表示在计算之前从数据中移除基本曲率半径。Remove=2，表示在计算之前从数据中移除最佳拟合球面。 Remove=3，表示在计算曲率之前从矢高数据中移除基本矢高（Base Sag）。这将移除表面方程指定的完美表面，使添加到表面的复合或STAR数据可见。 Remove=4，表示在计算曲率之前从矢高数据中移除复合矢高（Composite Sag），以便在将复合矢高添加至表面时，使原始表面方程可见。 如果"移除"设置为2，BFS将选择会从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS=0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS=1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS=2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。BFS=3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。 偏移允许计算将BFS的顶点从顶点数据值移开，前提是它会带来更低的RMS。 Orientation可选择曲率计算的方向。Orientation=0（默认），表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation=1，表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation=2，表示沿X轴方向计算。Orientation=3，表示沿Y轴方向计算。 另请参阅DCRV。
SPHS	在XY平面的特定点上，由"面"定义的表面的主系统波长位置的相位，以波数表示。该操作数具有模式、X、Y、数据和移除输入。不考虑孔径，而且会为任何指定的XY坐标返回相位值。 Mode=0或1，表示X和Y坐标以镜头单位表示。Mode=2，表示Xn和Yn坐标由净口径值归一化。 Data=0（默认），表示返回值为表面相位。Data=1，如果"移除"还设置为2，则会返回相位倾斜项。Data=2，如果移除"还设置为3，则会返回光焦度项。 Remove=0（默认），表示不移除任何数据。Remove=1，表示从数据中移除部件顶点的恒定相位值。Remove=2，表示从数据中移除倾斜项。Remove=3，表示从数据中移除光焦度项。 请注意，采样设置为33x33。另请参阅DPHS。

SSAG	在XY平面的特定点上，由"面"定义的表面的矢高，以镜头单位表示。该操作数具有模式、X、Y、离轴、移除和最佳拟合球面（BFS）输入。 Mode=0，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且在（净口径 + 延伸区）外认为部件是平面的；矢高值可以"看到"部件的平边。 Mode=1，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且对于任何XY而言，都会返回根据表面方程得到的矢高值；矢高值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Mode=2，表示Xn和Yn坐标位于由净口径归一化的坐标上。对于任意Xn、Yn而言，都会返回根据表面方程得出的矢高值；矢高值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Off-axis=0（默认），表示计算是根据系统坐标执行计算；Off-axis=1，表示计算是根据倾斜和偏心的坐标系执行计算，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点上。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 Remove=0（默认），表示不移除任何数据。Remove=1，表示计算之前 从数据中移除曲率半径。Remove=2，表示计算之前从数据中移除最佳拟合球面。 Remove=3，表示从数据中移除基本矢高（Base Sag）。这将移除表面方程指定的完美表面，使添加到表面的复合或STAR数据可见。 Remove=4，表示从数据中移除复合矢高（Composite Sag），以便在复合矢高添加至表面时，使原始表面方程可见。 如果"移除"设置为2，BFS将选择会从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS=0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS=1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS=2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。偏移允许计算将BFS的顶点从顶点数据值移开，前提是它会带来更低的RMS。BFS=3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。 请注意，采样设置为33x33。另请参阅DSAG、SAGX、SAGY。

SSLP	在XY平面的特定点上，由"面"定义的表面的斜率，以镜头单位表示。该操作数具有模式、X、Y、离轴、移除、最佳拟合球面（BFS）和方向输入。 Mode=0或1，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且对于任何XY而言，都会返回根据表面方程得到的斜率值；斜率值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Mode=2，表示Xn和Yn坐标位于由净口径归一化的坐标上。对于任意Xn、Yn而言，都会返回根据表面方程得出的斜率值；斜率值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。 Off-axis=0（默认），表示计算是根据系统坐标执行计算；Off-axis=1，表示计算是根据倾斜和偏心的坐标系执行计算，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点上。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 Remove=0（默认），表示不移除任何数据。Remove=1，表示在计算之前从数据中移除基本曲率半径。Remove=2，表示在计算之前从数据中移除最佳拟合球面。 Remove=3，表示在计算斜率计算之前从矢高数据中移除基本矢高（Base Sag）。这将移除表面方程指定的完美表面，使添加到表面的复合或STAR数据可见。 Remove=4，表示在计算斜率计算之前从矢高数据中移除复合矢高，以便在复合矢高添加至表面时，使原始表面方程可见。 如果"移除"设置为2，BFS将选择会从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS=0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS=1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS=2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。BFS=3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。 如果偏移会导致较低的RMS，则其允许计算将BFS的顶点从顶点处的数据值移开。 "方向"可选择斜率计算方向。Orientation=0（默认），表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation=1，表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation=2，表示沿X轴方向计算。Orientation=3，表示沿Y轴方向计算。 请注意，采样设置为33x33。另请参阅DSLP。
STHI	表面厚度。该操作数计算由"面"定义的表面到**X**和**Y**在该面上定义的坐标位置的下一个表面的厚度。该计算考虑表面的矢高和中心厚度以及下一个表面的矢高，但不考虑两个表面之间的任何倾斜和偏心。该操作数具有模式标记。Mode=0（默认），将使用机械半直径；Mode=1，则使用镜头数据编辑器上显示的净口径值。
TMAS	总质量。计算从**Surf1**到**Surf2**表面范围内玻璃镜头的质量，以克为单位。表面质量考虑了表面周围的体积，因此，要计算单个元件的质量，第一个表面数和最后一个表面数应该是一样的。参见"计算元件体积的注释（Comments on computing element volumes）"，了解如何计算元件质量和体积。该操作数具有模式标记。Mode=0（默认），将使用机械半直径；Mode=1，则使用镜头数据编辑器上显示的净口径值。
TOTR	镜头的总轨迹（Total Track）（长度），以镜头单位表示。参见"总轨迹"。
TSAG	"面"定义的表面在法向入射角和表面顶点位置的矢高（采用镜头单位表示），但在任意方向有任意参考点。该操作数的输入模式包括X、Y和Z。Mode=0，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且在（净口径 + 延伸区）外认为部件是平面的；矢高值可以"看到"部件的平边。Mode=1，表示X和Y坐标均以镜头单位表示，而且对于任何XY而言，都会返回根据表面方程得到的矢高值；矢高值既不考虑部件的平边，也不考虑孔径。X、Y、Z是当前表面局部坐标系的参考坐标，标出了测量矢高的点。X倾斜度、Y倾斜度和Z倾斜度是标出测量方向的倾斜度。
VOLU	元件的体积，采用立方厘米表示。为**Surf1**和**Surf2**定义的表面的范围计算镜头和空气间隙的体积。表面体积包括表面周围的体积，因此，要计算单个元件的体积，第一个表面数和最后一个表面数应该是一样的。参见"计算元件体积的注释"，了解如何计算元件质量和体积。

NORX	法线向量x分量。在"面"定义的表面上，该操作数在**X**和**Y**定义的坐标位置返回表面法线向量的x分量。如果**Global**为0，则向量位于表面的局部坐标上；如果**Global**为1，而向量则位于全局坐标上。
NORY	法线向量y分量。在"面"定义的表面上，该操作数在**X**和**Y**定义的坐标位置返回表面法线向量的y分量。如果**Global**为0，则向量位于表面的局部坐标上；如果**Global**为1，而向量则位于全局坐标上。
NORZ	法线向量z分量。在"面"定义的表面上，该操作数在**X**和**Y**定义的任何坐标位置返回表面法线向量的z分量。如果**Global**为0，则向量位于表面的局部坐标上；如果**Global**为1，而向量则位于全局坐标上。
NORD	到下一表面的法线距离。在"面"定义的表面上，该操作数在**X**和**Y**定义的坐标位置计算表面法线向量，然后返回沿法线向量测量的、到下一表面的距离。
SCUR	表面曲率。计算"面"在**X**和**Y**定义的坐标位置定义的表面的曲率及相关数据。在以下任何情况中，"最大"数据均通过计算从表面顶点到指定的**X**和**Y**坐标的间隔相等50个点的曲率来确定，并返回最大绝对值。 如果"数据"是0-3，返回值分别是子午、弧矢、子午-弧矢或最大子午-弧矢曲率； 如果"数据"是4-7，返回值分别是x、y、x-y或者最大x-y曲率； 如果"数据"是8-9，返回值是（R*Sc）的绝对值，其中R是径向坐标，Sc是弧矢曲率或者该弧矢曲率的最大值。
SDRV	表面导数。计算表面矢高（沿局部Z轴）的一阶或二阶导数， 该表面是由"面"在**X**和**Y**定义的坐标位置定义的。 如果"数据"是0或1，返回值就是子午或弧矢方向的一阶导数； 如果"数据"是2或3，返回值就是子午或弧矢方向的二阶导数。

5.2.1.2.8. 参数约束(Constraints on Parameter Data)

参数约束的操作数	
PMGT、PMLT、PMVA	
名称	描述
PMGT	参数值大于。该边界操作数为由**Surf**定义的面约束**Param**定义的参量值，使其大于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见"面型"章节，了解这些参量值的描述。
PMLT	参数值小于。该边界操作数为由**Surf**定义的面约束**Param**定义的参量值，使其小于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见"面型"章节，了解这些参量值的描述。
PMVA	参量值。该边界操作数为由**Surf**定义的面约束**Param**定义的参量值，使其等于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见"面型"章节，了解这些参量值的描述。

5.2.1.2.9. 约束玻璃参数(Constraints on Glass Data)

约束玻璃参数的操作数	
GCOS、GTCE、INDX、MNAB、MNIN、MNPD、MXAB、MXIN、MXPD、RGLA	
名称	描述
GCOS	玻璃价格。该操作数返回玻璃库中所列的相对成本因子，该成本因子主要针对**Surf**定义的表面上的玻璃。
GTCE	玻璃热膨胀系数(TCE)。该操作数返回玻璃库中所列的热膨胀系数Alpha 1，该系数主要针对**Surf**定义的表面上的玻璃。对于非玻璃表面而言，请参见"TCVA"。
INDX	折射率。返回表面（由面**(Surf)**在光波**(Wave)**定义的波长位置定义的）的当前折射率。
MNAB	最小阿贝数。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的阿贝数，使其大于指定的目标值。也可参见MXAB。该操作数可同时控制多个表面。
MNIN	d光最小折射率。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的Nd值，使其大于指定的目标值。也可参见MXIN。该操作数可同时控制多个表面。
MNPD	请参阅"镜头数据约束"下的MNPD。
MXAB	最大阿贝数。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的阿贝数，使其小于指定的目标值。也可参见MNAB。该操作数可同时控制多个表面。
MXIN	d光最大折射率。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的Nd值，使其小于指定的目标值。也可参见MNIN。该操作数可同时控制多个表面。
MXPD	最大部分色散(Δ Pg,F)。该边界操作数约束**Surf1**和**Surf2**之间表面的部分色散偏差，使其小于指定的目标值。也可参见MNPD。该操作数可同时控制多个表面。
RGLA	合理的玻璃。该操作数将限制折射率、阿贝数以及部分色散值与当前加载的玻璃库中实际玻璃的偏离量。请参见"优化变焦和多重结构镜头"，了解完整的介绍，其中包括**Wn**、**Wa**和**Wp**的描述。对**Surf1**和**Surf2**指定的表面范围的约束是有效的。

5.2.1.2.10. 约束近轴光线数据(Constraints on Paraxial Ray Data)

近轴光学数据约束的操作数	
PANA、PANB、PANC、PARA、PARB、PARC、PARR、PARX、PARY、PARZ、PATX、PATY、YNIP	
名称	描述
PANA	近轴光线表面法线的x方向向量。**Wave**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的x方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**Surf**定义的面的交点处该面法线向量的x分量。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PANB	近轴光线表面法线的y方向向量。**Wave**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的y方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**Surf**定义的面的交点处该面法线向量的y分量。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。

PANC	近轴光线表面法线的z方向向量。**Wave**定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的z方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与**Surf**定义的面的交点处该面法线向量的z分量。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARA	近轴光线x方向余弦。**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，近轴光线x方向的余弦。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARB	近轴光线y方向余弦。**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，近轴光线y方向的余弦。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARC	近轴光线z方向余弦。**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，近轴光线z方向的余弦。 参见"Hx、Hy、Px和Py"。
PARR	近轴光线径向坐标。**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，近轴光线的径向坐标，用镜头单位表示。它是在局部坐标系中，从局部光轴到指定近轴光线与**Surf**定义的面的交点处的径向距离。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARX	近轴光线x坐标。**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，近轴光线的x坐标，用镜头单位表示。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARY	近轴光线y坐标。**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，近轴光线的y坐标，用镜头单位表示。参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
PARZ	近轴光线z坐标。**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，近轴光线的z坐标，用镜头单位表示。参见"Hx、Hy、Px和Py"。
PATX	近轴光线x方向的正切。它是**Wave**定义的波长下，近轴光线在**Surf**定义的面折射后，在X-Z平面上形成的角的正切。参见"Hx、Hy、Px和Py"。
PATY	近轴光线y方向的正切。它是**Wave**定义的波长下，近轴光线在**Surf**定义的面折射后，在Y-Z平面上形成的角的正切。参见"Hx、Hy、Px和Py"。
YNIP	近轴YNI。该数是在**Wave**定义的波长下，近轴边缘光线高度乘以**Surf**定义的面的折射率再乘以入射角的积。该量与指定表面的Narcissus贡献相关。参见Applied Optics, Vol. **21**, 18, p3393.

5.2.1.2.11. 约束实际光线数据（Constraints on Real Ray Data）

约束实际光线数据的操作数	
CEHX、CEHY、CENX、CENY、CNAX、CNAY、CNPX、CNPY、DXDX、DXDY、DYDX、DYDY、HHCN、HYLD、IMAE、MNRE、MNRI、MXRE、MXRI、OPTH、PLEN、RAED、RAEN、RAGA、RAGB、RAGC、RAGX、RAGY、RAGZ、RAID、RAIN、RANG、REAA、REAB、REAC、REAR、REAX、REAY、REAZ、RENA、RENB、RENC、RETX、RETY	
名称	描述

CEHX	惠更斯PSF质心X位置。这一操作数使用惠更斯点扩散函数（PSF）确定视场点的质心x坐标。质心计算时考虑所有切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。该操作数的参数如下： 波长（**Wave**）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单色波长的编号）。 视场（**Field**）：使用的整数型视场编号。 偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 光瞳采样（**Pupil Samp**）：用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 像面采样（**Image Samp**）：用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 是否所有结构（**AllConf?**）：设为0时，表示使用当前结构（由这个操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1时，表示所有结构的和。有关该选项的完整详述，请参阅“惠更斯PSF”。 该功能始终使用默认图像增量。评估表面通常都是像面（参见IMSF）。为了节省计算的时间，当CEHX后跟有一个有着相同设置的CEHY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。 另请参见CENX、CENY、CNPX、CNPY、CNAX、CNAY。
CEHY	惠更斯PSF质心Y位置。参见CEHX。
CENX	质心X位置。这一操作数使用光线网格确定来自一个视场点的所有光线的质心x坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。该操作数的参数如下： 面（**Surf**）：使用的面的编号（用0表示像面）。 波长（**Wave**）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单色波长的编号）。 视场（**Field**）：使用的整数型视场编号。 偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 采样（**Samp**）：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。 为了节省计算的时间，当CENX后跟有一个有着相同设置的CENY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。 另请参见CEHX、CEHY、CNPX、CNPY、CNAX和CNAY。
CENY	质心Y位置。参见CENX。
CNAX	质心x方向角度。这一操作数计算来自任一视场点的光线质心相对于局部Z轴的X方向的角度，以弧度为单位。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。 面（**Surf**）：使用的面的编号（用0表示像面）。 波长（**Wave**）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单色波长的编号）。 **Hx/Hy**：使用的归一化视场坐标。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。 偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 采样（**Samp**）：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。 为了节省计算的时间，当CNAX后跟有一个有着相同设置的CNAY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。 另请参见CNAY、CNPX、CNPY、CENX、CENY、CEHX、CEHY。

CNAY	质心y方向角度。参见CNAX。
CNPX	与CNAX类似，但该操作数计算的是质心的位置，而不是角度。
CNPY	与CNAY类似，但该操作数计算的是质心的位置，而不是角度。
DXDX	垂轴像差x分量针对x光瞳坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长下，光扇图在指定光瞳坐标位置的斜率。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。
DXDY	垂轴像差x分量针对y光瞳坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长下，光扇图在指定光瞳坐标位置的斜率。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
DYDX	垂轴像差y分量针对x光瞳坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长下，光扇图在指定光瞳坐标位置的斜率。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
DYDY	垂轴像差y分量针对y光瞳坐标的导数。它是在**Wave**定义的波长下，光扇图在指定光瞳坐标位置的斜率。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
HHCN	对超半球面条件的测试。 OpticStudio 追迹波长**（Wave）**定义的波长下的指定光线到面**（Surf）**定义的面，并计算x、y、z交点的坐标。然后，x和y坐标只用于该面的矢高表达式，以得出z坐标的结果。如果z坐标不相同，那么HHCN返回1，否则返回0。该操作数可用于防止优化实现需要超半球面形状的结果。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
HYLD	在由“波长”定义的波长下，实际光线在“面”定义的表面上的高效率贡献。这是根据入射或出射光线余弦、表面法线和表面前后的折射率计算得出的。另请参见优化目标（Optimization Goal）。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。

IMAE	图像分析数据。除了“显示（Show）”（对于该计算，一般设置为点列图）、“面（Surface）”（可以用**Surf**选择）、“视场（Field）”（可以用**Field**选择）以及“视场尺寸（Field Size）”（可以用**Field Size**选择）外，该操作数可使用所有当前默认的设置返回由几何图像分析功能计算的分数效率、质心或RMS数据。要使用该操作数，首先定义所需的几何图像分析功能的设置，然后在设置框中点击“保存”。IMAE操作数将返回图像分析功能计算的所需数据。 如果**Surf**为0，则将使用已保存设置指定的表面。如果**Surf**大于0，则将在指定表面计算数据。 如果**Field**为0，将使用保存的设置所指定的视场序号。如果**Field**大于0，将在指定视场计算效率数据。 如果**Field Size**为0，将使用保存的设置所指定的视场尺寸。如果**Field Size**大于0，将用指定的视场尺寸计算效率数据。 如果**Data**是0，则返回效率值，如果是1，则返回X方向的质心值，如果是2，则返回Y方向的质心值，如果是3-5，则分别返回X向、Y向、或者径向的RMS值。除了效率值，其它都以镜头单位表示。 如果**Wave**为0，则将使用已保存设置指定的波长编号。如果**Wave**大于0，则将用指定波长编号计算效率数据。 参见详述“使用IMAE操作数进行优化”。
MNAI	最小入射角。该边界操作数追迹来自已定义“视场”的边缘光线和主光线，并报告由“面”定义的表面位置的最小角度。 面**（Surf）**：使用的表面编号。使用Surf=0表示所有表面（默认）。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号。使用Wave=0表示所有波长（默认）。 视场**（Field）**：使用的整数型视场编号。使用Field=0表示所有视场（默认）。 对称性**（Symmetry）**：定义是否存在X或Y对称，以便仅沿一个轴追迹边缘光线。使用**Symmetry**=0表示追迹所有边缘光线和核心光线（默认）。使用**Symmetry**=1表示y对称系统（仅追迹核心光线和y边缘光线），使用**Symmetry**=2表示x对称系统。 数据**（Data）**：定义计算的值。 0：最小角度（默认）。 1：光线数（0=核心、1=+y、2=-y、3=+x、4=-x） 2：最小角度光线的视场编号 3：最小角度光线的波长编号 4：最小角度光线的表面编号
MNRE	实际光线最小出射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最小出射角度。在**Wave**定义的波长下，在**Surf1**到**Surf2**定义的表面范围内，出射角度是实际出射光线与表面法线的夹角，以度为单位。如果**Wave**为0，则使用主波长。请注意，出射角始终为正。另请参见MXRE、MNRI和MXRI。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。

MNRI	实际光线最小入射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最小入射角度。在**Wave**定义的波长下，在**Surf1**到**Surf2**定义的表面范围内，角度是实际入射光线与表面法线的夹角，以度为单位。如果**Wave**为0，则使用主波长。请注意，入射角度一定是正值。另请参见MNRE、MXRE和MXRI。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
MXAI	最大入射角。该边界操作数追迹来自已定义视场（**Field**）的边缘光线和主光线，并报告由**Surf**定义的表面处的最大角度。如需了解有关输入参数的更多信息，请参见MNAI。
MXRE	实际光线最大出射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最大出射角度。在**Wave**定义的波长下，在**Surf1**到**Surf2**定义的表面范围内，出射角度是实际出射光线与表面法线的夹角，以度为单位。如果**Wave**为0，则使用主波长。请注意，出射角始终为正。另请参见MNRE、MNRI和MXRI。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
MXRI	实际光线最大入射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最大入射角度。在**Wave**定义的波长下，在**Surf1**到**Surf2**定义的表面范围内，角度是实际入射光线与表面法线的夹角，以度为单位。如果**Wave**为0，则使用主波长。请注意，入射角度一定是正值。另请参见MNRE、MNRI和MXRE。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
OPTH	光程。它是在**Wave**定义的波长下，指定光线到达**Surf**定义的面的距离，以镜头单位表示。该距离从有限共轭对象测量；此外，其将参照起始表面。光程取决于介质的折射率以及附加面（诸如光栅和二元光学组件）的相位。参见PLEN。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
PLEN	光程。该操作数计算指定光线在**Surf1**和**Surf2**面之间的总光程（包括折射面和相位面），该光线一般在主波长位置追迹。PLEN本质上是两个OPTH操作数之差。参见OPTH。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RAED	实际光线出射角。它是指在**Surf**定义的表面上，在**Wave**定义的波长下，折射或反射后的光线与该表面法线的夹角，用度表示。也可参见RAID。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RAEN	实际光线出射角。它是指在**Surf**定义的表面上，在**Wave**定义的波长下，折射或反射后的光线与该表面法线形成的夹角的余弦。也可参见RAIN。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RAGA	在**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后的全局光线x方向的余弦。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。 全局坐标系的原点在全局参考面上。
RAGB	全局光线y方向余弦。参见RAGA。
RAGC	全局光线z方向余弦。参见RAGA。

RAGX	全局光线x坐标。它是在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的表面上，全局坐标系中的坐标值，以镜头单位表示。全局坐标系的原点在全局参考面上。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RAGY	全局光线y坐标。参见RAGX。
RAGZ	全局光线z坐标。参见RAGX。
RAID	实际光线入射角。它是指在**Surf**定义的表面上，在**Wave**定义的波长下，入射光线与该表面的法线形成的夹角，用度表示。请注意，入射角度一定是正值。也可参见RAED。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RAIN	实际光线入射角。它是指在**Surf**定义的表面上，在**Wave**定义的波长下，光线在折射前与该表面的法线形成的夹角的余弦。也可参见RAEN。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RANG	光线与z轴的夹角，以弧度为单位。在**Wave**定义的波长下，相对于**Surf**定义的表面的局部Z轴测量该角度。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAA	实际光线x方向余弦。在**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，实际光线x方向的余弦。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAB	实际光线y方向余弦。在**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，实际光线y方向的余弦。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAC	实际光线z方向余弦。在**Wave**定义的波长下，光线从**Surf**定义的面折射后，实际光线z方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAR	局部实际光线径向坐标。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，局部实际光线的径向坐标，用镜头单位表示。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAX	局部实际光线x方向的坐标。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，局部实际光线x方向的坐标，用镜头单位表示。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAY	局部实际光线y方向的坐标。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，局部实际光线y方向的坐标，用镜头单位表示。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
REAZ	局部实际光线z方向的坐标。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，局部实际光线z方向的坐标，用镜头单位表示。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RENA	实际光线x方向的表面法线。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的表面上，在光线与表面的交叉点，实际光线x方向的表面法线。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RENB	实际光线y方向的表面法线。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，在光线与面的交点处，实际光线y方向的表面法线。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。

RENC	实际光线z方向的表面法线。在**Wave**定义的波长下，在**Surf**定义的面上，在光线与面的交点处，实际光线z方向的表面法线。 参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RETX	实际光线x方向的光线正切（斜率）。在**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的表面上，实际光线x方向的光线正切值。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。
RETY	实际光线y方向的光线正切（斜率）。在**Wave**定义的波长下，**Surf**定义的表面上，实际光线y方向的光线正切值。参见“Hx、Hy、Px和Py（Hx, Hy, Px, and Py）”。

5.2.1.2.12. 约束元件位置(Constraints on Element Positions)

约束元件位置的操作数	
GLCA、GLCB、GLCC、GLCR、GLCX、GLCY、GLCZ	
名称	描述
GLCA	元件的X方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面的X方向余弦。
GLCB	元件的Y方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面的Y方向余弦。
GLCC	元件的Z方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面的Z方向余弦。
GLCR	元件的旋转矩阵（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面的旋转矩阵。3 x 3 R矩阵有9个分量。如果数值**(data)**是1，GLCR返回R[1][1]；如果数值 是2，GLCR返回R[1][2]；依次类推，如果数值 是9，GLCR返回R[3][3]。
GLCX	元件顶点的X坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面顶点的X坐标。
GLCY	元件顶点的Y坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面**(Surf)**定义的元件表面顶点的Y坐标。
GLCZ	元件顶点的Z坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面**(surf)**定义的元件表面顶点的Z坐标。

5.2.1.2.13. 约束TrueFreeForm™表面数据(Constraints on TrueFreeForm™ Surface Data)

约束TrueFreeForm™表面数据的操作数	
GOPT	
名称	描述

GOPT	TrueFreeForm™表面约束的网格优化约束。该操作数根据TrueFreeForm™表面的形状计算各种值。Surf为表面编号。数据(Data)值确定操作数计算的值，如下所示： 1：最小Z值。 2：最大Z值。 3：最小Z增量。这是相邻Z控制点之间的最小差值。 4：最大Z增量。这是相邻Z控制点之间的最大差值。 当Data计算结束时，模式(Mode)值将决定操作数的行为方式。模式参数的工作原理如下： 1：返回数据。 2：只在数据值小于目标值时，才会返回数据值，否则会返回目标值。该方法主要用来在数据值上强加一个"大于"边界。 3：只在数据值大于目标值时，才会返回数据值，否则会返回目标值。该模式主要用来在数据值上强加一个"小于"边界。

5.2.1.2.14. 更改系统数据(Changing System Data)

更改系统数据的操作数**(Operands for changing system data)**	
CONF、IMSF、PRIM、SVIG、WLEN、CVIG、FDMO、FDRE	
名称	描述
CONF	结构。该操作数可用于在评价函数计算期间，改变由结构**(Cfg#)**定义的结构编号。这允许用一个评价函数就能对多重结构进行优化。该操作数不需要使用目标或权重栏。
IMSF	像面。该操作数动态地将某一面设为"像面"，后续优化操作数将此面看作像面进行优化。新的像面由表面**(Surface)**定义。该操作数主要用于在中间面优化成像质量。将**Surface**设置为0可将像面重新恢复至原始表面。 如果**Refocus?**为0，则指定的面成为新的像面且不能以任何方式进行修改。如果**Refocus?**为1，则在指定面后会有一个虚拟面，并用一个近轴聚焦解将此虚拟面放置在指定面的焦点上。如果中间面尚未聚焦的话，此选项在优化虚焦点像差时最为有用。 注意，此操作数只是暂时改变用于估算评价函数的镜头 数据的副本，而不会影响原始的镜头数据。当所选取的表面在原始光阑表面之前时要特别注意。有关此操作数如何执行的信息，请参阅"在中间面上的结果评估(Evaluating results at intermediate surfaces)"。
PRIM	主波长。该操作数通过波长**(Wave)**定义的波长，改变评价函数用于评价的主波长编号。该操作数不需要使用目标或权重栏。
SVIG	为当前结构设置渐晕因子。精度**(Precision)**是0、1或2，分别对应高、中、低精度。SVIG操作数执行高精度计算要花大量的时间，尽管最后的优化一般比较好。 注意，操作数SVIG和CVIG只为计算后续的优化操作数修改渐晕因子。当达到评价函数末尾时，渐晕因子将恢复为它们的初始值。另请参阅"CVIG"。
WLEN	波长。该操作数返回由波长**(wave)**定义的波长值，单位是微米。

CVIG	清除渐晕因子。该操作数用于清除当前结构下剩余的渐晕因子。另请参阅"SVIG"。
FDMO	修改视场数据。这个操作数允许对视场位置数据进行暂时修正。它适用于新的视场坐标和任何具有渐晕因子的视场坐标（除了切角不能用这个操作数进行修改）。所有后续操作数都将用到修改过的视场数据。原始的视场数据在下列情况下会被重新采用，当FDRE操作数定义了同一个视场编号参数，或者遇到了一个CONF操作数（不管操作数CONF是否作为参考的结构编号），或者遇到了评价函数中的最后一个操作数。 视场**(Field)**：需要修改的视场编号。 **Hx，Hy**：新视场位置的归一化视场坐标。 **VDX**、**VDY**、**VCX**、**VCY**：新视场位置的渐晕因子数据。参见"渐晕因子"。
FDRE	修复视场数据。参见FDMO。 视场**(Field)**：需要修复的视场编号。

5.2.1.2.15. 数学运算操作数(General Math Operands)

数学运算操作数**(General math operands)**	
ABSO、ACOS、ASIN、ATAN、CONS、COSI、DIFF、DIVB、DIVI、EQUA、LOGE、LOGT、MAXX、MINN、OPGT、OPLT、OPVA、OSUM、PROB、PROD、QSUM、RECI、SQRT、SUMM、SINE、TANG、ABGT、ABLT	
名称	描述
ABSO	计算**Op#**定义的操作数的绝对值。
ACOS	计算**Op#**定义的操作数的反余弦值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ASIN	计算**Op#**定义的操作数的反正弦值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ATAN	计算**Op#**定义的操作数的反正切值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
CONS	常数。定义一个常数，这个常数可供其他操作数调用。这个值和目标值相等。
COSI	计算**Op#**定义的操作数的余弦值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
DIFF	两个操作数的的差值(**Op#1** - **Op#2**)。
DIVB	**Op#**定义的操作数除以因子**(Factor)**定义的常数。
DIVI	定义的第一个操作数除以定义的第二个操作数(**Op#1**/ **Op#2**)。参见"RECI"。
EQUA	操作数相等运算。该操作数用于约束操作数**Op#1**和操作数**Op#2**之间操作数的目标值相等。这个操作数的值是通过找到值范围的平均值来计算的，如果误差超过目标值，则将每个操作数之间的误差的绝对值和平均值相加。参见SUMM和OSUM。
LOGE	以e为底的操作数的对数。**Op#**是要取对数的操作数值的行号。假如该值小于或者等于零，则返回值为0。

LOGT	以10为底的操作数的对数。**Op#**是要取对数的操作数值的行号。假如该值小于或者等于零，则返回值为0。
最大值。	返回**Op#1**和**Op#2**所定义的操作数范围内的最大值。参见MINN。
MINN	返回指定范围内操作数的最小值。参见MAXX。
OPGT	操作数数值大于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值大于该操作数的目标值。
OPLT	操作数数值小于。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值小于该操作数的目标值。
OPVA	操作数数值。此操作数用来约束**Op#**定义的操作数的数值，使之与目标值相等。
OSUM	将**Op#1**和**Op#2**所定义的所有操作数的数值相加。参见SUMM。
PROB	**Op#**定义的操作数的数值乘以因子定义的因数。
PROD	两个操作数的乘积(**Op#1** X **Op#2**)。参见PROB。
QSUM	平方和开根运算。**Op#1**和**Op#2**所定义的所有操作数的数值的平方和，再进行平方根运算。参见SUMM、OSUM、EQUA。
RECI	返回**Op#1**定义的操作数的数值的倒数。参见"DIVI"。
SQRT	**Op#**定义的操作数的数值的平方根。
SUMM	两个操作数的和(**Op#1** + **Op#2**)。参见OSUM。
SINE	**Op#**定义的操作数的数值的正弦值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
TANG	**Op#**定义的操作数的数值的正切值。如果标志**(Flag)**为0，则返回值的单位是弧度，否则以角度为单位。
ABGT	绝对值大于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值大于该操作数的目标值。
ABLT	绝对值小于。**Op#**定义的操作数的数值的绝对值小于该操作数的目标值

5.2.1.2.16. 多重结构（变焦）数据(Multi-Configuration (Zoom) Data)

多重结构（变焦）数据操作数	
CONF、MCOL、MCOG、MCOV、ZTHI	
名称	描述
CONF	请参阅"更改系统参数(Changing system data)"操作数下的CONF
MCOG	多重结构操作数大于指定的数值。它用于约束多重结构编辑器中的数值。其中，**Op#**定义使用哪个多重结构操作数。**Cfg#**定义使用哪个结构。
MCOL	多重结构操作数小于指定的数值。它用于约束多重结构编辑器中的数值。请参阅MCOG。
MCOV	多重结构操作数的数值。它用于在多重结构编辑器中直接定义目标值或计算数值。请参阅MCOG。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

ZTHI	请参阅"镜头数据约束(Constraints on lens data)"操作数下的ZTHI

5.2.1.2.17. 高斯光束数据(Gaussian Beam Data)

高斯光束数据操作数	
GBPD、GBPP、GBPR、GBPS、GBPW、GBPZ、GBSD、GBSP、GBSR、GBSS、GBSW	
名称	描述
GBPD	近轴高斯光束发散角。在波长**(Wave)**定义的波长上，由面**(Surf)**定义面后的光学空间中的高斯光束（近轴）发散度。其它的参数如下： **UseX**：如果这个参数不为零，则计算针对x方向的光束，否则，计算将针对y方向的光束执行。 **W0**：输入束腰的尺寸，以镜头单位为单位。 **S1toW**：面1到束腰位置的距离，以镜头单位为单位。详见"高斯光束功能(Gaussian beam feature)"。 **M2**因子**(M2 Factor)**：光束的M数值的平方；详见"高斯光束功能(Gaussian beam feature)"。
GBPP	近轴高斯光束束腰位置。近轴高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBPD。
GBPR	近轴高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的高斯光束曲率半径。参见GBPD。
GBPS	近轴高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的高斯光束尺寸。参见GBPD。
GBPW	近轴高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的高斯光束束腰。参见GBPD。
GBPZ	近轴高斯光束瑞利范围。光学空间中指定表面出射的高斯光束瑞利范围。参见GBPD。
GBSD	倾斜的高斯光束发散角。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束发散角。入射光束沿着视场**(Field)**定义的视场的主光线方向。其它的参数如下： **In#**：开始传播的表面数。 **Out#**：计算倾斜高斯光束数据的面。 波长**(Wave)**：要使用的波长编号。 **StoW**：开始面到束腰的距离，以镜头单位为单位。 **W0**：输入束腰的尺寸，以镜头单位为单位。如果**W0**是正的，则计算针对y方向的光束执行，否则就针对x方向的光束执行。 如欲了解有关倾斜高斯光束功能的详细信息，请参见"倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)"。
GBSP	倾斜高斯光束束腰位置。倾斜高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBSD。
GBSR	倾斜高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束曲率半径。参见GBSD。

GBSS	倾斜高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束尺寸。参见GBSD。
GBSW	倾斜高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束束腰。参见GBSD。

5.2.1.2.18. 渐变折射率控制操作数(Gradient Index Control Operands)

渐变折射率控制操作数**(Gradient index control operands)**	
DLTN、GRMN、GRMX、InGT、InLT、InVA、LPTD	
名称	描述
DLTN	折射率差值（DeltaN）。计算由面**(Surf)**定义的表面上渐变折射率的轴上点折射率最大值与最小值之差。所用的波长由波长**(Wave)**定义。通过表面两端的矢高来计算所用的最大和最小z坐标。参见"使用渐变折射率操作数"部分。
GRMN	渐变折射率的最小折射率。该边界操作数设置在波长**(Wave)**定义的波长下，面**(Surf)**定义的面的渐变折射率最小值。分别计算六个点的折射率：前顶点、前+y最高点、前+x侧面、后顶点、后+y最高点、后+x侧面。也可参见InGT、InLT和GRMX。
GRMX	渐变折射率的最大折射率。该边界操作数设置在波长**(Wave)**定义的波长下，面**(Surf)**定义的面的渐变折射率最大值。分别计算六个点的折射率：前顶点、前+y最高点、前+x侧面、后顶点、后+y最高点、后+x侧面。也可参见InGT、InLT和GRMN。
InGT	第"n"个点的折射率大于。该边界操作数约束在波长**(Wave)**定义的波长下，面**(Surf)**定义的表面上渐变折射率镜头中六个点的折射率，其中一个点的折射率大于指定值。如果n＝1是前顶点；n＝2是前+y最高点；n＝3是前+x侧面；n＝4是后顶点；n＝5是后+y最高点；n＝6是后+x侧面。在这些情况下，该操作数约束指定点的折射率要大于指定的目标值。例如，"I4GT"约束渐变折射率镜头（下一面的顶点）的面上后顶点的最小折射率。在这些情况下，+y最高点和+x侧面距离由数据编辑器中设置的前后表面净口径或半直径中较大的值定义。也可参见GRMN和GRMX，它们是更易于使用的类似操作数。
InLT	第"n"个点的折射率小于。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是最大值而不是最小值。如需了解关于参数"n"的详细描述，请参见InGT。
InVA	该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是当前折射率值。如需了解关于参数"n"的详细描述，请参见InGT。
LPTD	该边界操作数通过改变渐变折射率指数来约束由面**(surf)**定义的表面上轴向渐变折射率分布的斜率。参见"使用渐变折射率操作数"部分。

5.2.1.2.19. 傅科分析（分类优化操作数）(Foucault Analysis (optimization operands by category))

傅科分析操作数	
FOUC	
名称	描述

FOUC	傅科分析。该操作数返回傅科分折功能计算的阴影图与参考阴影图之间的RMS差，无论当前的默认设置是什么，都使用该操作数。使用该操作数时，首先要定义所要用的傅科分析功能设置，然后按设置框中的"保存(Save)"键。无论在保存的配置文件中如何设置"数据"选项，FOUC操作数都将返回计算的阴影图和参考阴影图之间的RMS差。使用该操作数，可以优化光学系统的波前像差，以生成参考阴影图。

5.2.1.2.20. 鬼像控制(Ghost Focus Control)

鬼像控制操作数	
GAOI、GPIM、GPRT、GPRX、GPRY、GPSX、GPSY	
名称	描述
GAOI	鬼像入射角。此操作数计算二次反射鬼像反射后光线在任何表面上的入射角（以度为单位）。 **Surf1**和**Surf2**值定义了第一个和第二个表面编号，进而定义鬼像路径。请注意，第一个反射表面编号必须大于第二个反射表面编号。始终使用主波长。**Surf3**可确定需要计算入射角的表面，并且必须大于**Surf2**。当**Surf3**为负数时，其绝对值可直接指定鬼像系统中的表面编号。如需了解有关鬼像系统的更多信息，请参阅"鬼像发生器(Ghost Focus Generator)"。在默认情况下，**SetVig** = 0。当**SetVig** = 1时，在计算入射角时需要为鬼像系统设置渐晕因子。请注意，通过移动和缩小光束，设置渐晕因子将导致光束在可能的情况下完全通过所有表面孔径。参见"渐晕(Vignetting)"。 请注意，如果**Surf2**是原始系统中的镜面，则光束无法到达鬼像系统中的像面。因此，**Surf3**只能为0或负数。**Surf3**=0代表鬼像系统中的终止面，也就是原始系统中的物体表面。 参见"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。
GPIM	鬼瞳像。GPIM控制鬼瞳（和任何鬼像像面）相对于像面的位置。二次反射形成光瞳的像面，如果这些像面在焦平面附近，杂散光将破坏系统的成像质量。这就是为什么镜头对着太阳时，我们会观察到由光瞳引起"太阳耀斑"像。 该操作数计算任何一个指定的或有可能的鬼瞳像位置并返回一个从像面到最近的瞳面鬼像距离的绝对值的倒数。用这种方法定义该操作数是为了通过设置权重，并将目标值设为0进行优化，从而减小鬼瞳像的影响。如果**Surf1**和**Surf2**参数被设置成特定的面编号，那么计算的是特定的鬼像路径，如果**Surf1**和**Surf2**其中一个的值或两个值都为-1，则考虑所有可能的面的组合。例如，如果**Surf1**是12，**Surf2**是-1，那么所有的第一次反射在第12面，然后是第一次反射在第11、10、9面等等的二次反射均考虑在内，如果这两个数都是负值，考虑所有可能的鬼像。 将**Mode**从0改到1，该操作数也可用来检测并控制系统所成像的鬼像（它不同于瞳面鬼像），或是将**Mode**设为2用来控制鬼瞳放大率（鬼像出瞳直径与入瞳直径的比率）。 **WFB**和**WSB**栏中将列出发现的最坏的组合，以作为参考和用于可能的进一步分析。只有折射率变化的面才被认为是鬼像发生器。忽略反射镜的第一次反射。 也可参见GPRT、GPRX、GPRY、GPSX和GPSY。

GPRT	鬼像光线传播。这个操作数计算非偏振光线从物面到像面两次反射的鬼像光路传播情况。**Surf1**和**Surf2**值定义第一个和第二个表面编号，进而定义鬼像路径。请注意，第一个反射表面编号必须大于第二个反射表面编号。始终使用主波长。 GPRT不会改变视场或孔径，因此如果以一种能改变鬼像路径的方法定义视场或孔径数据时，可能返回无意义的结果。在这些情况下不会发生警告。例如，当对视场点使用像高或对系统孔径类型使用像空间F/#时，使用GPRT可能返回无用的结果。推荐的方法是使用视场角或物高，使用入瞳直径并将光阑放在第一反射面之前。如需详细了解二次反射系统，请参见"鬼像发生器"。 参见"Hx、Hy、Px和Py"。
GPRX	鬼像实际光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的实际光线在像面上的x坐标。
GPRY	鬼像实际光线的y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的实际光线在像面上的y坐标。
GPSX	鬼像近轴光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的近轴光线在像面上的x坐标。
GPSY	鬼像近轴光线的y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的近轴光线在像面上的y坐标。

5.2.1.2.21. 光纤耦合操作数（Fiber Coupling Operands）

光纤耦合操作数（**Fiber coupling operands**）	
FICL、FICP、POPD	
名称	描述

FICL	单模光纤的光纤耦合效率。计算出的值是相对于总能力的总耦合效率。该操作数的参数为： 采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32 x 32，2生成64 x 64等。 波长（Wave）：要使用的波长编号。 视场**（Field）**：整数视场位置编号。 **IgSrc**：如果这个参数为零，那么靠近物方的光纤就被考虑，否则就被忽略。 **Sna**：源光纤数值孔径（NA）。 **Rna**：接收光纤数值孔径（NA）。 数据**（Data）**：用来控制返回值的数据类型和使用的算法。 ☒如果数据为0，使用快速算法，并返回耦合的功率。 ☒如果数据为1，使用惠更斯算法，并返回耦合的功率。 ☒如果数据为2或4，使用快速算法，分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 ☒如果数据为3或5，使用惠更斯算法，此时分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 ☒如果数据为6~11，输出值的含义与数据0~5相同，只是设置来自CFG文件。要使用数据6~11： **1.** 定义单模光纤耦合的设置。 **2.** 在设置框中点击“保存（Save）”，以保存CFG文件。 该操作数将根据所保存CFG文件返回数据。

	注**:** 该操作数参数可以覆盖CFG文件中的设置。数据为6~11时的详细行为如下表所示： ☒采样（Samp） 当它为0时，使用CFG文件中的“采样”设置。 当它不为0时，使用该值，并忽略CFG文件中的设置。 ☒波长（Wave） 当它为0时，使用CFG文件中的“波长”设置。 当它不为0时，使用该值，并忽略CFG文件中的设置。 ☒视场（Field） 当它为0时，使用CFG文件中的“视场”设置。 当它不为0时，使用该值，并忽略CFG文件中的设置。 ☒IgSrc 始终使用该参数。始终忽略CFG文件中的IgSrc设置。 ☒Sna 当它为0时，将使用CFG文件中的SnaX和SnaY设置。 当它不为0时，将其同时用于X和Y方向的Sna，并忽略CFG文件中的设置。 ☒Rna 当它为0时，将使用CFG文件中的RnaX和RnaY设置。 当它不为0时，将其同时用于X方向和Y方向的Rna，并忽略CFG文件中的设置。 ☒偏振（Pol?） 始终使用该参数。始终忽略CFG文件中的偏振设置。 偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。 详见“光纤耦合效率（Fiber Coupling Efficiency）”。也可参见FICP。

FICP	使用物理光学传播算法计算的光纤耦合效率，使用当前默认的所有的物理光学光场传播（POP）窗口的设置。 面**（Surf）**：此参数用来定义POP计算时的最后一个表面。如果**Surf**为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。 波长（Wave）：此参数用来定义POP计算时采用的波长。如果**Wave**为0，则使用POP窗口上保存的波长；否则采用指定的波长进行计算。 数据**（Data）**：控制返回的数据类型。如果**Data**为0，返回耦合的总功率。如果**Data**为1，返回Ex场的耦合振幅。如果**Data**为2或3，分别返回Ex场的耦合振幅的实部或虚部。如果**Data**为4，返回Ey场的耦合振幅。如果**Data**为5或6，分别返回Ey场的耦合振幅的实部或虚部。如果光束为非偏振光，Ey值将为0。 **Data**输入1-6时，入射光场必须是偏振光，才能进行物理光学光场追迹（POP）；否则，光场的耦合功率的振幅和相位不能用物理光学定义。因此，输入场如果是非偏振光时，data值为0。 要使用这个操作数，首先根据需求在POP窗口上进行设置，然后在设置框上按下保存（Save）。操作数FICP将返回与POP计算出的相同的效率值。 视场**（Field）**：此参数用来定义POP计算时采用的视场编号。如果**Field**为0，则使用POP窗口上保存的视场；否则采用指定的视场进行计算。 这个操作数与更通用的POPD相比是多余的。 参见“计算光纤耦合（Computing Fiber Coupling）”。也可参见FICL。
POPD	参见“物理光学传播（Physical Optics Propagation）”操作数下的“POPD”。

5.2.1.2.22. 相对照度操作数(Relative Illumination Operand)

相对照度操作数	
RELI, EFNO	
名称	描述
RELI	相对照度。该操作数计算由视场**(Field)**定义的任一视场点相对于(0, 0)视场点的相对照度。值得注意的是，在某些系统中，远离轴的地方照度会增强，这些视场点上的相对照度可能大于1，因为RELI操作数使用(0,0)视场点作为参考点。该计算始终删除渐晕因子。其它参数为： 采样**(Samp)**：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。 波长**(Wave)**：要使用的波长编号。 偏振**(Pol?)**：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。也请参见EFNO。
EFNO	有效F/#。这个操作数计算由视场**(Field)**定义的视场点上的有效F/#。关于有效焦距的说明，请参见"有效F/#(EffectiveF/#)。"其它参数： 采样**(Samp)**：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。 波长**(Wave)**：要使用的波长编号。 偏振**(Pol?)**：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。还请参见RELI。

5.2.1.2.23. 宏（ZPL）优化操作数(Optimization with ZPL Macros)

ZPL宏优化操作数	
ZPLM	
名称	描述
ZPLM	宏优化操作数。用于优化ZPL宏计算的数值结果。参见"用户自定义操作数(Userdefined operands)"。

5.2.1.2.24. 用户自定义操作数（分类优化操作数）(User defined operands (optimization operands by category))

用户自定义操作数**(User defined operands)**	
UDOC	
名称	描述
UDOC	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于优化外部汇编程序(ZOS-API)中计算的数值结果。参见"使用ZOS-API编写的程序执行优化(Optimizing with programs written using ZOS-API)"部分。参见ZPLM。

5.2.1.2.25. 控制优化函数的操作数(Merit Function Control Operands)

控制优化函数的操作数**(Merit function control operands)**	
BLNK、DMFS、ENDX、GOTO、OOFF、SKIN、SKIS、USYM	
名称	描述
BLNK	空操作数。用于隔开不同的优化操作数。可在操作数名称右边空白列做注释行；注释会显示在优化编辑器中，也可显示在评价函数列表中。
DMFS	默认评价函数的起始点。该操作数只是一个用来说明从哪里加入默认评价函数的标记，如果在优化编辑器创建了一个DMFS的操作数，则在默认评价函数对话框中"Start At"的值是该操作数下一行的行数。
ENDX	结束运行。终止评价函数的计算，忽略所有剩余的操作数。
GOTO	跳转。跳过GOTO操作数行和**Op#**定义的操作数编号之间的所有操作数。评价函数从**Op#**行重新开始运行。
OOFF	此操作数表示操作数列表中未使用的项。在评估评价函数时，OOFF操作数会自动转换为BLNK操作数。OOFF仅用于说明评价函数操作数类型未被识别。
SKIN	如果系统不对称，则跳过。参见SKIS。
SKIS	如果系统对称，则跳过。如果镜头是旋转对称的，那么计算评价函数时，会从该操作数所在行跳跃到在**Op#**定义的操作数进行计算。

USYM	旋转对称标记。如果该操作数出现在评价函数中，OpticStudio计算时会假定镜头是径向对称的，即使OpticStudio发现系统中并不存在对称。在某些特殊的情况中，它可以加快评价函数的计算速度。请参阅"假设轴对称(Assume Axial Symmetry)"。

5.2.1.2.26. 约束非序列模式物体数据(Constraints on Non-sequential Object Data)

约束非序列模式物体数据的操作数	
FREZ、NPGT、NPLT、NPVA、NPXG、NPXL、NPXV、NPYG、NPYL、NPYV、NPZG、NPZL、NPZV、NSRM、NTXG、NTXL、NTXV、NTYG、NTYL、NTYV、NTZG、NTZL、NTZV	
名称	描述
FREZ	Freeform Z物体边界约束条件。该操作数将根据FreeForm的形状计算不同的值。 "Freeform Z"中描述的Z物体。面**(Surf)**是NSC组中的面编号， 1表示NSC程序模式。物体**(Object)**是物体的编号，它必须是一个用于这个 操作数计算任何数据的Freeform Z物体。数据**(Data)**值确定操作数计算的值， 如下所示： 1：最大z值。注意，最小z值总为0。 2：最大z增量。这是相邻z控制点之间的最大差值。 3：最小z增量。这是相邻z控制点之间的最小差值。 4：最小y值。该值适用于实体的整个长度，而不仅仅是控制点。 5：最大y值。该值适用于实体的整个长度，而不仅仅是控制点。 6：最大y增量。这是相邻y控制点之间的最大差值。 7：最小y增量。这是相邻y控制点之间的最小差值。 8：物体的体积，以镜头单位的立方表述。 9：单调偏离。这是相邻y值的最大偏离量，其符号偏向第一个y值从0向正z方向变化的符号。 10：最小斜率。 11：最大斜率。 当**Data**计算结束时，模式**(Mode)**值将决定操作数的行为方式。如果**Mode**为1，FREZ操作数将返回数据结果。如果**Mode**为2，只有当计算数据值小于目标值时操作数才返回数据值，否则将返回目标值。该方法主要用来在数据值上强加一个"大于"边界。如果**Mode**为3，操作数只有在计算数据值大于目标值时，才返回数据值，否则将返回目标值。该模式主要用来在数据值上强加一个"小于"边界。
NPGT	非序列模式参数大于。面**(Surf)**定义NSC组（一般在纯NSC系统中为1）的表面编号。物体**(Object)**定义NSC组中的物体编号。参数**(Param)**定义参数编号。
NPLT	非序列模式参数小于。参见NPGT。

NPVA	非序列模式参数值。参见NPGT。
NPXG	非序列模式物体位置的x坐标大于。面**(Surf)**定义NSC组（一般在纯NSC系统中为1）的表面编号。物体**(Object)**定义NSC组中的物体编号。 如果**Ref?**是0，坐标就相对于参考物体。 如果**Ref?**是1，坐标就相对于NSC坐标系的原点或输入口。如果**Ref?**是2，坐标就相对于全局坐标参考面。
NPXL	非序列模式物体位置的x坐标小于。参见NPXG。
NPXV	非序列模式物体位置的x坐标值。参见NPXG。
NPYG	非序列模式物体位置的y坐标大于。参见NPXG。
NPYL	非序列模式物体位置的y坐标小于。参见NPXG。
NPYV	非序列模式物体位置的y坐标值。参见NPXG。
NPZG	非序列模式物体位置的z坐标大于。参见NPXG。
NPZL	非序列模式物体位置的z坐标小于。参见NPXG。
NPZV	非序列模式物体位置的z坐标值。参见NPXG。
NSRM	非序列模式旋转矩阵分量。面**(Surf)**定义NSC组（一般在纯NSC系统中为1）的表面编号。物体**(Object)**定义NSC组中的物体编号。 如果**Ref?**是0，坐标就相对于参考物体。当使用这个参考时，旋转矩阵总是单位矩阵。 如果**Ref?**是1，坐标就相对于NSC坐标系的原点或输入口。如果**Ref?**是2，坐标就相对于全局坐标参考面。 3 x 3 R矩阵有9个分量。如果**Data**为1，NSRM返回R[1][1]；如果**Data**为2，NSRM返回R[1][2]，依次类推，直到**Data**为9，返回R[3][3]为止。
NTXG	非序列模式物体与x轴的夹角大于。参见NPXG。
NTXL	非序列物体与x轴夹角小于。参见NPXG。
NTXV	非序列模式物体与x轴的夹角值。参见NPXG。
NTYG	非序列模式物体与y轴的夹角大于。参见NPXG。
NTYL	非序列模式物体与y轴的夹角小于。参见NPXG。
NTYV	非序列模式物体与y轴的夹角值。参见NPXG。
NTZG	非序列模式物体与z轴的夹角大于。参见NPXG。
NTZL	非序列模式物体与z轴的夹角小于。参见NPXG。
NTZV	非序列模式物体与z轴的夹角值。参见NPXG。

5.2.1.2.27. 非序列模式光线追迹和探测器操作数(Non-sequential Ray Tracing and Detector Operands)

非序列模式光线追迹和探测器操作数	
NPAF、NSDC、NSDD、NSDE、NSDP、NSLT、NSRA、NSRM、NSRW、NSST、NSTR、NSTW	
名称	描述
NPAF	非序列模式PAF文件。"PAF文件(PAF File)"定义要保存的PAF文件的名称（最多140个字符）。 此操作数必须在评价函数中的NSTR操作数之前。
NSDC	非序列模式相干强度数据。面**(Surf)**定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器**(Det#)**是指所需探测器的物体编号。 如果像素**(Pix#)**是一个正整数，那么就返回指定的像素数据。如果**Pix#**是0，那么返回该探测器物体的所有像素的数据总和。 数据**(Data)**为0代表实部，1代表虚部，2代表振幅度，3代表光焦度。如需了解有关完整的详细信息，请参阅"用户自定义操作数(User defined operands)"。

NSDD（0 ~ -13）	非序列模式非相干强度数据。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器(Det#)是指所需探测器的物体编号。如果Det#是0，那么所有的探测器被清空。如果Det#小于0，那么只有Det#的绝对值所定义的探测器被清空。值得注意的是，NSDD操作数清空探测器数据时，必须优先于任何随后定义的NSDD操作数。 对于矩形探测器、面探测器以及所有的面元探测器来说：如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回数据，如下说明： 0：当Data = 0时，指的是所有像素在位置空间中的总光通量。当Data = 1时，指的是位置空间中的平均光通量/面积。当Data = 2时，指的是所有像素在角度空间中的总光通量。请注意，默认情况下，矩形探测器的角度空间在X和Y方向上完全由-90~90度定义，因此Data = 0和2的值将相同。 -1：光通量、光通量/面积或光通量/立体角的最大值。 -2：光通量、光通量/面积或光通量/立体角的最小值。 -3：到达探测器所有像素的光线总数。当Pix#设置为此值时，不使用数据。 -4：所有非零像素数据的标准差（均值的RMS）。 -5：所有非零像素数据的平均值。 -6、-7、-8：分别表示x、y或z的位置坐标或角辐射度或中心强度。请注意，对于矩形探测器，Data = 0和1的值将相同，因为所有像素都具有相同的大小。 -9、-10、-11、-12、-13：加权RMS半径、x、y、z或者xy方向到所有像素数据参考质心的距离或者角度。这些分别是方差的平方根或二阶矩r^2、x^2、y^2、z^2和xy。 加权RMS x是方差x^2的平方根。 方差x^2等于： $$\frac{\sum w_i (x_i - x^*)^2}{\sum w_i}$$ 其中w_i是等于基于数据的像素值的权重，x_i是像素的x坐标，x*是加权平均值。 $$x^* = \sum w_i x_i / \sum w_i$$ 请注意，对于矩形探测器，Data = 0和1的值将相同，因为所有像素都具有相同的大小。y*的计算类似于x*的计算。

NSDD（-14 ~ -15）	-14、-15：X或Y方向的几何MTF。结果仅适用于Data=0或Data=1，并且两个数据输入的结果相同。 空间频率用于指定计算MTF数据的空间频率（以周期/毫米为单位）。仅当应用于矩形探测器且Pix#设置为-14或-15时，才考虑空间频率参数。 Data为0表示光光通量，1表示光通量/面积，2表示光通量/像素的立体角，3表示归一化的光通量，4表示吸收的光通量，5表示吸收的光通量/面积。请注意，Data = 2仅适用于矩形探测器，它在角度空间中记录数据。面元探测器只支持0和1（表示光通量和光通量/面积）。只有Pix#为正整数时，Data值才能为3，这种情况下返回的像素光通量被归一化为评价函数编辑器中所有连续NSDD操作数的峰值光通量，这些操作数参考相同的表面和探测器。Data为3一般只作为非序列模式位图评价函数的一部分使用（参见" 非序列模式位图评价函数工具(NSC Bitmap Merit Function Tool)"）。 仅对矩形探测器来说：如果Pix#不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予#Ignored数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略。如果#Ignored为非零值，计算中考虑的像素数将沿探测器的所有边缘减少。例如，如果探测器在X中具有100个像素，在Y中具有200个像素，并且#Ignored值为2，则计算将基于X中96个像素和Y中196个像素的探测器数据，沿左侧、右侧、底部和顶部边界的最后2个边缘像素的数据均被忽略。唯一不受# Ignored输入影响的计算是照射探测器的光线数量，由Pix # = -3确定（除了为Pix #的正整数输入计算的所有值）。 对于体探测器：像素(Pix#)表示像素在立方体内的编号。对于Data值为0、1或2，返回的值分别为入射光通量、吸收光通量、单位体积吸收光通量。如果Pix#是0，返回值是所有像素数据的和。 对于物体探测器：数据有两个附加选项。Data值为4表示吸收的光通量，5表示吸收的光通量/面积。 对于颜色探测器物体，使用NSDE代替。对于极坐标探测器物体，使用NSDP。 如需了解有关非序列模式下优化的更多信息，请参阅"关非序列模式操作数(NSC Operands)"

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

NSDE （1-11）	非序列模式颜色探测器物体数据。面**(Surf)**定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器**(Det#)**是指所需探测器的物体编号。如果**Det#**是0，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么只有**Det#**的绝对值所定义的探测器被清空。 如果Pix#是大于0的正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的**Pix#**值，将对应不同类型的返回数据，如下说明：0：探测器上所有像素数据的总和。对于色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的流明值。如果**Pix#**为0，下面描述的<面积>值是整个探测器的面积，以分析单位为单位测量得到的位置空间数据，或者是以球面度为单位测量得到的角空间数据。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：到达探测器的光线数目。 **Angle?**为0时是位置空间数据，为1时是角空间数据。 **Data**是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下： 1：光焦度以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2：光焦度/面积以<aprefix>瓦特/<area>为单位，这里<aprefix>是分析单位的前缀。如果**Angle？** 是0，<area>是分析单位的面积。如果**Angle?**是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 3：光焦度以<sprefix>流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：光焦度/面积以<aprefix>流明/<area>为单位，这里<aprefix>是分析单位的前缀。如果**Angle?**是0，<area>是分析单位的面积。如果**Angle?**是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 5/6：CIE 1931色度坐标x/y。 7/8：CIE 1976色度坐标u’/v’。 9/10/11：CIE 1931以流明/<area>为单位的三刺激值X、Y、Z的值。如果**Angle?**是0，<area>是分析单位的面积。如果**Angle?**是1，<area>是以球面度为单位的立体角。

NSDE（12-21）	12/13：显色指数(CRI)和相关色温(CCT)，后者的单位是开尔文(K)。只有当颜色探测器物体的"记录光谱数据(Record Spectral Data)"选项开启后，才能返回相应的数值（仅适用于OpticStudio-Premium），并且还要求**Pix#**和**Angle？**都为0。返回值是基于整个探测器上不同波长的光光通量。 14/15/16：归一化的CIE 1931三刺激值X/Y/Z的数值。与9/10/11的返回值类似，但是此时返回的是相对于评价函数编辑器中后续相邻的所有NSDE操作数（参考相同表面和探测器）三刺激值中Y值的峰值的归一化结果。一般只作为非序列模式位图评价函数的一部分使用（参见"非序列模式位图评价函数工具(NSC Bitmap Merit Function Tool)"）。并且仅当**Pix#**为正整数、**Angle?**为0时才有效。 17/18/19/20/21：分别表示在特定的光谱库(Spectral Bin)中质心X、Y和均方根半径(RMS)、X、Y值。指定光谱库可参见对波长列的描述。如需了解如何定义光谱库，可参见物体属性(Object Properties)的探测器类型设置(Detector Settings in Type)部分。 波长**(Wavelength)**指定使用哪个光谱库数据计算质心X/Y和均方根半径/X/Y。如果波长的数值在光谱库范围内，则将会选择库的数值用于计算。光谱库的详细描述可参见"记录光谱数据(Record Spectral Data)"。 如果**Pix#**不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予**#Ignored**数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略。如果**# Ignored**为非零值，计算中考虑的像素数将沿探测器的所有边缘减少。例如，如果探测器在X中具有100个像素，在Y中具有200个像素，并且**# Ignored**值为2，则计算将基于X中96个像素和Y中196个像素的探测器数据，沿左侧、右侧、底部和顶部边界的最后2个边缘像素的数据均被忽略。当**Pix #** = -3，且显色指数(CRI)、相关色温(CCT)分别对应Data为12和Data为13时，不受**# Ignored**影响的计算是到达探测器的光线数目（**# Ignored**输入同样不影响为**Pix #**的正整数输入计算的任何值）。 如果光源单位为焦耳，那么data 1和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbot。参阅"单位(Units)"。另请参阅NSDD和NSDP。

NSDP	非序列模式极坐标探测器物体数据。面**(Surf)**定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器**(Det#)**是指所需探测器的物体编号。如果**Det#**是0，那么所有的探测器被清空。如果**Det#**小于0，那么只有**Det#**的绝对值所定义的探测器被清空。 如果**Pix#**是大于0的正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的**Pix#**值，将对应不同类型的返回数据，如下说明： 0：探测器上所有像素数据的总和。对于色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的流明值。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：到达探测器的光线数目。 -4：光场分布相对于0度的径向均方根半径，以度为单位。如果**Pix#**设置为-4， 则**Data**的有效输入为1或者3，输入其它数值返回值都为0。 **Data**是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下： 1：光焦度以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2：光焦度/立体角以<sprefix>瓦特/球面度(steradian)为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 3：光焦度以<sprefix>流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：光焦度/立体角以<sprefix>流明/球面度(steradian)为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 5/6：CIE 1931色度坐标x/y。 7/8：CIE 1976色度坐标u’/v’。 9/10/11：CIE 1931以流明/球面度为单位的三刺激值X、Y、Z的值。 如果光源单位为焦耳，那么data 1和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbot。参阅"单位(Units)"。另请参阅NSDD和NSDE。
NSLT	非序列模式光线追迹(LightningTrace)。该操作数追迹由LightningTrace分析定义的大量网格光线。**Surf**是非序列模式面的表面编号。**Src#**是用来网格光线追迹的光源的物体编号。如果**Src#**是0，则追迹所有光源发出的光线。**Ray Samp**定义光线网格采样数量：0 = Low (1X)、 1 = 4X、2 = 16X、3 = 64X、4 = 256X、5 = 1024X。**Edge Samp**定义的采样用于求解物体边缘的光线网格，与**Ray Samp**的输入有相同的定义（但仅输入从0到4）。**RT?**定义是否需要追迹大量的网格光线（当**RT? = 0）**，或者定义是否需要使用传统光线追迹方法来追迹所有的分析光线（当**RT?** = 1）。当**RT?** = 1，此操作数将会关闭偏振、分光、散射，追迹方式与NSTR操作数类似。 操作数NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。 详细信息参阅"LightningTrace控件(The LightningTrace Control)"。参阅NSTR。

NSRA	非序列模式单根光线追迹。**Src#**指目标光源的物体编号。此光源必须被定义为单根分析光线追迹。如果**Splt?**不为0，则分光追迹是开启的。如果**Pol?**不为0，则偏振光追迹是开启的。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。 对于该功能，散射选项通常是关闭的，因为散射的子光线是随机的，并不适合优化。错误往往是会被考虑的。 如果追迹相同光线的多个NSRA操作数在评价函数编辑器中是相邻的，为了提高追迹效率，优化时只追迹一次。 **Seg#**指的是包含返回值的光线区段的编号。用-1表示最后一个区段。 **Data**是指特定区段的数据类型。 使用**Data**值1-9分别表示x坐标、y坐标、z坐标、x-余弦、y-余弦、z-余弦、x-法线分量、y-法线分量和z-法线分量。这些数值都是相对于输入口，参见下方的31-39。 使用**Data**值10-15分别表示轨迹(path-to)、强度(intensity)、...的相位(phase of)、在何处的相位(phase at)、折射率(index)、初始相位(starting phase)。值得注意的是，在何处的相位值不是2*pi模的大小，与ZRD文件的情况类似。 使用**Data**值16-17分别表示从光源到指定区段结束的光线路径总和，或光程，以镜头单位表示。这些值不包括衍射面的相位。 使用**Data**值21-26分别表示Ex实部、Ex虚部、Ey实部、Ey虚部、Ez实部和Ez虚部。如果返回实部和虚部数据，必须开启偏振。 使用**Data**值27-29分别表示Ex和Ey的相位以及Ex、Ey的相位差。所有值都以弧度为单位。如果返回有效数据，必须开启偏振。 使用**Data**值31-39表示坐标数据，由**Data**值1-9定义转化到相对于全局坐标参考面的坐标。 **Source#**指当光源为阵列的形式时，所用的元件序号。有关序号分类表可以参阅物体属性中的"光源(Sources)"设置。 请注意，NSRA区段的列出顺序与ZRD的不同。例如，对于同一条光线，NSRA中**Seg#** =17的区段与ZRD中列出的第17段不同。 请注意，phase_at(Data=13)以光线到达探测器的像素中心为参考。请参阅"光线数据库（ZRD）文件(Ray Database (ZRD) Files)"部分中的更多说明。 如需了解有关这些数据项的更多信息，请参阅"ZRD未压缩完整数据格式(UFD)(The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD))"。
NSRD	非序列模式光线数据库。"ZRD文件(ZRD file)"定义要保存的ZRD文件名。（最多140个字符）如果"ZRD格式(ZRD format)"设置为一个正整数，它定义了ZRD文件的格式：未压缩的完整数据1：压缩的基本数据2：压缩的完整数据 如果"ZRD格式(ZRD format)"设置为-1，则后续的NSTR操作数将不创建ZRD文件。此操作数必须在评价函数中的NSTR操作数之前。
NSRM	请参阅"约束非序列模式物体数据(Constraints on Non-sequential Object Data)"中的NSRM

NSRW	非序列模式道路照明数据。 **Data**指定要返回的道路照明的数据类型。0表示平均亮度；1表示整体亮度均匀性；2表示亮度纵向均匀性；3表示阈值增量； 4表示环绕比例；5表示平均照度；6表示最小照度；7表示水平方向照度的 均匀性。参数**# Lanes**、**Lane Width**、**Spacing**和**Offset**都 用来定义道路照明分析。**Arrange**定义灯具沿着道路的排列。0表示单向，1表示双向，2表示交错。**Surf.Class**定义 路面分类。0表示R1，1表示R2，2表示R3，3表示R4。 如需了解更多信息，请参阅"道路照明(Roadway Lighting)"。 具有特定设置的第一个NSRW操作数必须紧跟在一个NSTW操作数之后，以便计算数据。具有相同设置（**Data**除外）的NSRW操作数必须放在相邻行。这些后续操作数将简单地返回由第一个NSRW操作数缓存的数据。此操作数旨在用作非序列模式道路照明评价函数工具的一部分。 如需了解更多信息，请参见"非序列模式道路照明评价函数工具(NSC Roadway Merit Function Tool)"。
NSST	非序列模式单根光线追迹。这个操作数在系统中追迹单条序列模式下的光线至任意指定的非序列模式面，然后返回光线在非序列模式面上的不同数据。**Surf**是非序列模式面的表面编号。**Wave**是波长编号。如需了解有关**Hx**、**Hy**、**Px**和**Py**的定义，请参阅"Hx、Hy、Px和Py(Hx, Hy, Px, and Py)"。**Data**决定NSST要计算和返回的数据类型，说明如下： 0、1、2：光线和物体交点处的x、y、z坐标。 3、4、5：光线从表面反射或折射后的x、y、z方向余弦。 6、7、8：光线到光线与物体交点处的x、y、z方向余弦。 9、10、11：光线与物体交点处表面的法线。 12：光线到达的物体的面编号。 **Object**用来指定所需要的数据是哪个物体的。 在一般情况下，一条光线可能多次到达同一个物体。默认情况下，NSST返回光线在指定物体上的最后一个交点的数据。要选择一个指定的交点，在每次光线到达物体时在**Data**值上加上1000。例如，光线第三次到达物体时，光线的y坐标值，用3001作为**Data**的值。如果光线没有到达物体，或到达物体的次数不是指定的次数，此时操作数将返回0，但是不会有警告或错误信息的提示。 所有的坐标和余弦值参考非序列模式面的坐标系。操作数NSDC、NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。另请参阅NSTR。
NSTR	非序列模式追迹。**Src#**指目标光源的物体编号。如果**Src#**是0，将对所有的光源进行追迹。如果**Splt?**不为0，则分光追迹是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?**不为0，则偏振光追迹是开启的。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果**IgEr?**不为0，将忽略误差。详见"非序列模式中光源与探测器的优化(Optimizing with sources and detectors in non-sequential mode)"。 操作数NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。 另请参阅NSST。

NSTW	非序列模式道路照明光线追迹。 该操作数仅用于非序列模式道路照明应用，并且与NSRW操作数一起用于非序列模式道路照明评价函数。如果**Splt?**不为0，则分光追迹是开启的。如果**Scat?**不为0，那么散射就开启。如果**Pol?**不为0，则偏振光追迹是开启的。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果**IgEr?**不为0，将忽略误差。**Origin**是原始物体的行数。**MH**是计算中使用的安装高度。 如需了解更多信息，请参阅"道路照明(Roadway Lighting)"。 NSTW操作数必须紧接着一个NSRW操作数，以便计算数据。此操作数旨在用作非序列模式道路照明评价函数工具的一部分。 如需了解更多信息，请参见"非序列模式道路照明评价函数工具(NSC Roadway Merit Function Tool)"。

5.2.1.2.28. 约束用于光学制造的全息图的结构光学器件(Constraints on Construction Optics for Optically Fabricated Holograms)

约束用于光学制造的全息图的结构光学器件的操作数	
CMFV	
名称	描述
CMFV	构造评价函数的值。该操作数调用两个构造系统中任意一个定义的评价函数，这两个构造系统用于定义光学全息图（Optically fabricategd hologram）。**Cons#**的值可以是1或2，分别表示第一或第二个构造系统。**Op#**可以是0，将返回构造系统中的所有评价函数的值，也可以是一个整数，它用于定义从哪一行操作数取值。例如，如果**Cons#**是2，**Op#**是7，CMFV将返回构造文件2中评价函数中操作数7的值。 如果在被优化的重现系统中有不止一个光学全息表面，**Cons#**可以加2和用于定义使用的是第二个面的参数，或加4象征所用的第三个全息构造光学面等等。例如，值为7的**Cons#**指的是构造系统1中的四个光学全息面。

5.2.1.2.29. 约束光学镀膜、偏振光线追迹数据(Constraints on Optical Coatings, Polarization Ray Trace Data)

约束光学镀膜、偏振光线追迹数据的操作数	
CMGT、CMLT、CMVA、CODA、CEGT、CELT、CEVA、CIGT、CILT、CIVA	
名称	描述
CMGT	膜层的multiplier值大于。此边界操作数用于为**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的multiplier值，使其大于目标值。用**Surf** = 0表示所有的面，**Layr** = 0表示所有的膜层。
CMLT	膜层的multiplier值小于。此边界操作数用于为**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的multiplier值，使其小于目标值。用**Surf** = 0表示所有的面，**Layr** = 0表示所有的膜层。

CMVA	膜层的multiplier值等于。此边界操作数用于为**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的multiplier值，使其等于目标值。
CODA	膜层数据。此功能使用系统设置的全局偏振态对偏振光线进行追迹（参见"偏振(Polarization)"）。即使全局偏振态被设置为"非偏振(unpolarized)"，仍然使用定义的偏振态的原因是CODA计算的数据是有特定偏振态的。 偏振光线可以从**Field**定义的物空间的任一视场点追迹到光瞳的任意点，再到由**Surf**指定的面。如果**Surf**为零，光线追迹到像面。波长由**Wave**定义，**Px**和**Py**定义归一化光瞳坐标。**Data**的绝对值决定返回数据的类型，如下所示： 0：相对透射偏振强度（参见8） 1、2、3：分别表示反射强度R、透射强度T、吸收强度A 4、5：透射场振幅实部和虚部 6、7：反射场振幅实部和虚部 8：相对透射非偏振强度（参见0） 101、102：电场X方向的实部、虚部 103、104：电场Y方向的实部、虚部 105、106：电场Z方向的实部、虚部 110：Ex和Ey之间的相位差Pxy 111、112、113：电场相位Px、Py、Pz 121、122、123：分别表示长轴、短轴和椭圆偏振的角度，单位为度 如果数据与膜层(1--7)相关，且**Data**为负，则数据用于"S"偏振，否则用于"P"偏振。 参见"Hx、Hy、Px和Py"。
CEGT	膜层的extinction偏移值大于。此边界操作数用于为**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的extinction偏移值，使其大于目标值。用**Surf** = 0表示所有的面，**Layr** = 0表示所有的膜层。
CELT	膜层的extinction偏移值小于。此边界操作数用于为**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的extinction偏移值，使其小于目标值。用**Surf**=0表示所有的面，**Layr**=0表示所有的膜层。
CEVA	膜层的extinction偏移值等于。此边界操作数用于为由**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的extinction偏移值，使其等于目标值。
CIGT	膜层的index值大于。此操作数用于为由**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的index偏移值，使其大于目标值。用**Surf** =0表示所有的面，**Layr** = 0表示所有的膜层。
CILT	膜层的index偏移值小于。此操作数用于为由**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的index偏移值，使其小于目标值。用**Surf**=0表示所有的面，**Layr**=0表示所有的膜层。
CIVA	膜层的index偏移值等于。此边界操作数用于为由**Surf**定义的面约束由**Layr**定义的膜层的index偏移值，使其等于目标值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

5.2.1.2.30. 物理光学传播(POP)结果(Physical Optics Propagation (POP) Results)

物理光学传播**(POP)**结果的操作数	
POPD、POPI	
名称	描述
POPD (0-26)	物理光学传播数据。如欲了解重要详情，请参见帮助文件的 "关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)"部分。 要使用该操作数，请首先根据需求定义有关POP分析功能的设置，然后在设置框中点击保存(Save)。该操作数将根据所选设置返回数据。 如果**Surf**为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果**Wave**为0，则使用POP窗口上保存的波长编号；否则采用指定的波长编号进行计算。如果**Field**为0，则使用POP窗口上保存的视场编号；否则采用指定的视场编号进行计算。 **Data**决定POP功能将计算并返回的如下数据类型： 0：全光纤耦合。这是系统效率和接受器效率的乘积。 1：光纤耦合的系统效率。 2：光纤耦合的接收器效率。 3：总光焦度。 4：峰值照度。 5、6、7：引导光束位置、瑞利范围、束腰（X向）。 8、9、10：引导光束位置、瑞利范围、束腰（Y向）。 11、12、13：位于最后一个表面上光束阵列中心的局部X、Y、Z坐标（这是参考点，跟光束振幅大小无关）。 21、22：光束强度分布质心相对于光束中心局部坐标的X、Y坐标值。这个结果的X/Y轴方向不一定与最后一个表面的方向相同。 23、24、25、26：分别表示X、Y光束宽度和X、Y的M平方值。对于Data 23和24，**Xtr1**默认值为0，可在实验室坐标系中计算光束宽度。当**Xtr1**值设置为1时，沿着主轴方向计算光束宽度。请注意，当计算不对称光束的M平方值时，点击POP分析设置对话框中的"保存(Save)"按钮时，必须勾选"分离X、Y(Separate X, Y)"。参见"光束宽度和M的平方"。

POPD (27-63)	27：**Xtr1**值为0、1、2和3时，光束二阶矩的平方根分别为x^2、 θ_x^2、 $x\,\theta_x$和$x\,\theta_y$。 28：**Xtr1**值为0、1、2和3时，光束二阶矩的平方根分别为y^2、 θ_y^2、 $y\,\theta_y$和$y\,\theta_x$。 29：**Xtr1**值为0、1时，光束二阶矩的平方根分别为xy和 $\theta_x\,\theta_y$。 27、28和29中的角度分布没有单位。它们是根据方向矢量计算得出的。 30、31、32：分别为光束非零振幅部分的平均值、均方根值和PTV照度变量。这些操作数只能在光束具有近乎均匀的照度并且刚好被表面孔径截断时使用。 33、34、35：分别为光束非零振幅部分的平均值、均方根值和PTV相位变量（单位为弧度）。这些操作数只能在光束具有近乎均匀的照度并且刚好被表面孔径截断时使用。 40、41、42：在由**Xtr1**参数值指定半径的圆内照度占总功率的一部分，以镜头单位表示，参考光束质心(40)、主光线41)或表面顶点(42)。 50、51、52：在由**Xtr1**参数值指定半径的圆内照度与总光焦度相等，以镜头单位表示。圆心参考光束质心(50)、主光线(51)或表面顶点(52)。 60、61、62、63：Ex场（60和61）和Ey场（62和63）的光纤耦合接收器效率振幅和相位，单位为弧度。这些值不考虑系统效率（参见上述**Data**类型1的说明）。**Data**输入60-63时，入射光场必须是偏振光，才能进行物理光学光场追迹(POP)；否则，光场的耦合功率的振幅和相位不能用物理光学定义。 因此，输入场如果是非偏振光时，返回的Data值为0。 未定义的**Data**值返回值也为0。 **Xtr1**和**Xtr2**值只用于选定的数据数，这些数据数为未来扩展该功能而保留。 如果相邻的POPD操作数都有相同的**Surf**、**Wave**、**Field**、**Xtr1**和**Xtr2**值，那么只进行一次POP分析就同时返回所有的数据。注意，POPD操作数必须位于MFE相邻行，才能实现这样的效率。
POPI	物理光学传播数据。如欲了解重要详情，请参见 "物理光学传播"的该部分。 要使用该操作数，请首先根据需求定义有关POP分析功能的设置，然后 在设置框中点击保存(Save)。该操作数将根据所选设置返回数据。 如果**Surf**为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果**Wave**为0，则使用POP窗口上保存的波长编号；否则采用指定的波长编号进行计算。如果**Field**为0，则使用POP窗口上保存的视场编号；否则采用指定的视场编号进行计算。 **Data**决定POP功能将计算并返回的如下数据类型： 0、1、2：分别表示总辐射强度(Ex + Ey)、仅Ex或者仅Ey方向的辐射强度； 3、4、5、6：分别表示Ex实部、Ex虚部、Ey实部、Ey虚部； 7、8：分别表示Ex、Ey的相位，单位为弧度。未定义的**Data**值返回值也为0。 **Pix#**指光束的指定像素。像素大于或等于0，但小于nx*ny，其中nx和ny是行数和列数。像素的序号定义为：p = x+y*nx，其中x是整数行序号，y是整数列序号，且有0 <= x<= nx，0 <= y <= ny。 如果所有相邻的POPI操作数都具有相同的**Surf**、**Wave**和**Field**参数值，那么只进行一次POP分析就同时返回所有的数据。注意，POPI操作数必须位于MFE相邻行，才能实现这样的效率。

5.2.1.2.31. 最佳拟合球面数据(Best Fit Sphere Data)

最佳拟合球面数据操作数(Operands for Best Fit Sphere data)	
BFSD	
名称	描述
BFSD	最佳拟合球面(BFS)数据。完整的讨论请参见"矢高表(Sag Table)"。BFSD使用最小体积标准。计算由**Surf**定义的面的数据。返回的值取决于**Data**的值，如下所示： 0 - BFS曲率，单位是镜头单位(lens units)的倒数 1 - BFS曲率半径，以镜头单位表示 2 - BFS的顶点偏移，以镜头单位表示 3 - 要去掉的材料的最大深度，以镜头单位表示 4 - 要使用的材料的总体积，以立方镜头单位表示 5 - 表面和BFS(无量纲)的最大斜率(dz/dr)偏差 6 - 要去掉的材料的深度均方根(RMS)，以镜头单位表示 7 - 表面和BFS（无量纲）斜率(dz/dr)偏差的均方根 **MinR**和**MaxR**是BFS数据计算区域上的最小和最大径向坐标。如果两个值都是零，最小径向坐标为0，最大径向坐标为表面的净口径或半直径。

5.2.1.2.32. 公差灵敏度数据(Tolerance Sensitivity Data)

公差灵敏度数据操作数	
TOLR	
名称	描述
TOLR	公差数据。数据**(Data)**为0表示RSS估计性能的变化量，1表示名义上的性能，2表示估计性能（名义性能加上估计变化量）。文件**(File)**是一个整数，与所用的公差设置文件相对应。组态**(Config#)**为-2时，则计算CONF操作数定义的最后一个组态；为-1时，计算所有的组态；为0时，计算公差设置文件中使用的组态；为1或者更大的数值时，则计算指定组态。详见"优化公差灵敏度(Optimizing tolerance sensitivity)"。

5.2.1.2.33. 热膨胀系数数据(Thermal Coefficient of Expansion Data)

热膨胀系数操作数
TCGT、TCLT、TCVA

名称	描述
TCGT	热膨胀系数(TCE)大于。这个边界操作数约束面**(Surf)**定义的面的TCE大于指定的目标值。
TCLT	热膨胀系数(TCE)小于。这个边界操作数约束面**(Surf)**定义的面的TCE小于指定的目标值。
TCVA	热膨胀系数(TCE)数值。这个边缘操作数约束面**(Surf)**定义的面的TCE等于指定的目标值。对于玻璃表面，参见"GTCE"。

5.2.1.2.34. 废弃的操作数**(Obsolete Operands)**

废弃的操作数**(Obsolete Operands)**	
名称	描述
PnGT	该操作数已废弃，用PMGT代替。
PnLT	该操作数已废弃，用PMLT代替。
PnVA	该操作数已废弃，用PMVA代替。

5.2.1.3. 按字母表顺序排列优化操作数

此章节将每个操作数的详细描述按字母顺序列在一个表格中。

名称	描述
ABCD	ABCD值，是网格畸变功能中用来计算广义畸变的。参见“网格畸变（Grid Distortion）”参考的视场编号由Ref Fld定义。波长编号由Wave定义。Data为0时表示A，为1时表示B，为2时表示C以及为3时表示D。也可参见“DISA”。
ABGT	操作数的绝对值大于。将这个用于使Op#定义的操作数的绝对值大于目标值。
ABLT	操作数的绝对值小于。将这个用于使Op#定义的操作数的绝对值小于目标值。
ABSO	绝对值。计算Op#定义的操作数的绝对值。
ACOS	反余弦。计算Op#定义的操作数的反余弦值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
AMAG	角放大率。它是在Wave定义的波长下，像空间近轴主光线角与物空间近轴主光线角之比。对非近轴系统无效。
ANAC	质心角像差。像空间在Wave定义的波长上测得的径向角像差，参考质心。该数定义如下：$\varepsilon = SQRT[(l-l_c)^2+(m-m_c)^2]$，其中l和m是光线的x和y方向余弦，下标c表示质心。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
ANAR	主光线角像差。像空间在Wave定义的波长上测量的径向角像差，参考主波长主光线。该数定义如下：$\varepsilon = SQRT[(l-l_c)^2+(m-m_c)^2]$，其中l和m是光线的x和y方向余弦，下标c表示主光线。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
ANAX	x方向主光线角像差。像空间在Wave定义的波长上测量的x方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下：$\varepsilon = l-l_c$，其中l是光线的x方向余弦，下标c表示主光线。参见“Hx、Hy、Px和Py”。

ANAY	y方向主光线角像差。像空间在Wave定义的波长上测量的y方向的角像差，与主波长主光线相关。该数定义如下：$\varepsilon = m\text{-}m_c$，其中m是光线的y方向余弦，下标c表示主光线。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
ANCX	x方向质心角像差。像空间在Wave定义的波长上测量的x方向角像差，参考质心。该数定义如下：$\varepsilon = l\text{-}l_c$，其中1是光线的x方向余弦，下标c表示质心。ANCX具有与TRAC相同的限制条件；请参阅TRAC，了解详细论述。参见修改评价函数中的“Hx、Hy、Px和Py”。
ANCY	y方向质心角像差。像空间在Wave定义的波长上测量的y方向角像差，参考质心。该数定义如下：$\varepsilon = m\text{-}m_c$，其中m是光线的y方向余弦，下标c表示质心。ANCY具有与TRAC相同的限制条件；请参阅TRAC，了解详细论述。参见修改评价函数中的“Hx、Hy、Px和Py”。
ASIN	反正弦。计算Op#定义的操作数的反正弦值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
ASTI	像散。在Wave定义的波长下，Surf定义的面所产生的像散，按波数计算。如果Surf为零，则使用整个系统的和。它是用赛德尔系数计算的三阶像散，不适用于非近轴系统。
ATAN	反正切。计算Op#定义的操作数的反正切值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
AXCL	轴向色差。对有焦系统按镜头单位量度，对无焦系统按屈光度量度。它是由Wave1和Wave2定义的两个波长对应的像的间距。如果Zone是0，使用近轴光线确定近轴像的位置。如果Zone大于0.0并且小于或等于1.0，就用真实边缘光线确定像的位置。在这种情况下，Zone对应于实际边缘射线的Py坐标。请参见“Hx、Hy、Px和Py”。
BFSD	最佳拟合球面（BFS）数据。如欲了解完整的描述，请参见“矢高表”。BFSD使用最小体积标准。该数据根据Surf定义的表面计算。返回的值取决于Data的值，如下所示：0 - BFS曲率，单位是镜头单位的倒数，1 - BFS曲率半径，以镜头单位表示，2 - BFS的顶点偏移，以镜头单位表示，3 - 要去掉的材料的最大深度，以镜头单位表示，4 - 要使用的材料的总体积，以立方镜头单位表示，5-表面和BFS（无量纲）的最大斜率（dz/dr）偏差，6-要去掉的材料的深度均方根（RMS），以镜头单位表示，7 - 表面和BFS（无量纲）斜率（dz/dr）偏差的均方根，MinR和MaxR是BFS数据计算区域上的最小和最大径向坐标。如果两个值都是零，最小径向坐标为0，最大径向坐标为表面的净口径或半直径。
BIOC	双目收敛度。返回两眼结构之间的收敛，以毫弧度为单位。左右眼结构使用左右值指定。其它的参数如下：波长（Wave）：要使用的波长编号。UseCos：如果0视场单位是角度，则视场采用余弦单位表示。Xang/Yang：用于计算收敛的X向和Y向的角或余弦。如果来自两个结构成指定角的主光线在没有渐晕的情况下没有通过成像，则会报错。如欲了解有关更多信息和重要假设，请参见“散度/收敛”。
BIOD	双目散度返回两眼结构之间的收敛，以毫弧度为单位。如欲了解更多详情，请参阅以上BIOC。
BIPF	未使用。
BLNK	空操作数。用于隔开操作数列表的各部分。可在操作数名称右边空白列做注释行；注释会显示在优化编辑器中，也可显示在评价函数列表中。
BLTH	毛坯厚度。计算玻璃毛坯的最小厚度，这是根据Surf定义的表面创建体积所需的。表面的矢高和之后的矢高是在Code值定义的轴上的200个径向点处计算得到的。Code为0表示+Y方向，为1表示+X方向，为2表示-Y方向，为3表示-X方向，为4表示所有方向。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
BSER	瞄准误差。瞄准误差定义为针对轴上视场主光线跟踪的径向主射线坐标与Wave定义的波长除以有效焦距。这个定义衍生出一种测量像的角误差的方法。

CARD	基点数据。该操作数将返回物空间的6个基点位置和像空间的6个基点位置，包括主平面、反主平面、节点平面、反节点平面和焦平面，以镜头单位表示。针对任意定义的波长和X-Z或Y-Z平面方向进行计算。物空间位置是针对定义为Surf1的表面测量的，而像空间位置则是针对定义为Surf2的表面测量的。考虑物空间和像空间中的折射。 Surf1：要计算基点的组的起始表面编号。 Surf2：要计算基点的组的结束表面编号。 波长（Wave）：用于计算的波长编号。 方向（Orientation）：用于计算基面位置的方向（0 – YZ平面或1 – XZ平面）。 返回的值取决于Data的值，如下所示： 0 – 物空间焦距 1 – 像空间焦距 2 – 物空间焦平面 3 – 像空间焦平面 4 – 物空间主平面 5 – 像空间主平面 6 – 物空间反主平面 7 – 像空间反主平面 8 - 物空间节点平面 9 - 像空间节点平面 10 - 物空间反节点平面 11 – 像空间反节点平面
CEGT	膜层的消光偏移值大于。此边界操作数为由Surf定义的面约束由Layr定义的膜层的消光偏移值，使其大于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CELT	膜层的消光偏移值小于。此边界操作数为由Surf定义的面约束由Layr定义的膜层的消光偏移值，使其大于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CEHX	惠更斯PSF质心X位置。这一操作数使用惠更斯点扩散函数（PSF）确定视场点的质心x坐标。质心计算时考虑所有切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。该操作数的参数如下：波长（Wave）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单波长的编号）。视场（Field）：使用的整数型视场编号。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。光瞳采样（PupilSamp）：用1表示32x32，2表示64x64，以此类推。像面采样（ImageSamp）：用1表示32x32，2表示64x64，以此类推。是否所有结构（All Conf?）：设为0表示使用当前结构（由该操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1表示所有结构的和。有关这个选项的详细讨论，请参见“惠更斯MTF”。该功能始终使用默认图像增量。评估表面通常都是像面（参见IMSF）。为了节省计算时间，当CEHX后面有一个具有相同设置的CEHY时，两个操作数都会使用相同的光线集进行计算。另请参阅CENX、CENY、CNPX、CNPY、CNAX和CNAY。
CEHY	惠更斯PSF质心Y位置。参见CEHX。

CENX	质心X位置。这一操作数使用光线网格确定来自一个视场点的所有光线的质心x坐标。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。该操作数的参数如下：面（Surf）：使用的面的编号（用0表示像面）。波长（Wave）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单波长的编号）。视场（Field）：使用的整数型视场编号。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。采样（Samp）：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。为了节省计算的时间，当CENX后跟有一个有着相同设置的CENY时，两个操作数都会用相同的光线设置计算。
CENY	质心Y位置。参见CENX。
CEVA	膜层的消光偏移值等于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的消光偏移值等于目标值。
CIGT	膜层的折射率偏移值大于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的折射率偏移值大于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CILT	膜层的折射率偏移值小于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的折射率偏移值小于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CIVA	膜层的折射率偏移值等于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的折射率偏移值等于目标值。
CMFV	构造评价函数的值。该操作数调用两个构造系统中任意一个定义的评价函数，这两个构造系统用于定义光学全息图（Optically fabricategd hologram）。Cons#的值可以是1或2，分别表示第一或第二个构造系统。Op#可以是0，将返回构造系统中的所有评价函数的值，也可以是一个整数，它用于定义从哪一行操作数取值。例如，如果Cons#是2，Op#是7，CMFV将返回构造文件2中评价函数中操作数7的值。如果在被优化的重现系统中有不止一个光学全息表面，Cons#可以加2来用于定义使用的是第二个面的参数，或加4表示所用的第三个全息构造光学面等等。例如，值为7的Cons#指的是构造系统1中的第四个光学全息面。
CMGT	膜层的缩放因子值大于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的缩放因子值大于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CMLT	膜层的缩放因子值小于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的缩放因子值小于目标值。用Surf = 0表示所有的面，Layr = 0表示所有的膜层。
CMVA	膜层的缩放因子值等于。此边界操作数用于约束由Surf定义的面上由Layr定义的膜层的缩放因子值等于目标值。
CNAX	质心x方向角度。这一操作数计算来自任一视场点的光线质心相对于局部Z轴的X方向的角度，以弧度为单位。质心计算时考虑切趾和孔径，并且可选择是否考虑偏振。面（Surf）：使用的面的编号（用0表示像面）。波长（Wave）：使用的波长的编号（用0表示多波长，否则使用单波长的编号）。Hx/Hy：请参阅要使用的归一化视场坐标。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。采样（Samp）：网格尺寸。值为10，将生成一个10x10的光线网格。为了节省计算时间，当CNAX后面有一个具有相同设置的CNAY时，两个操作数都会用相同的光线集进行计算。另请参阅CNAY、CNPX、CNPY、CENX、CENY、CEHX、CEHY。
CNAY	质心y方向角度。参见CNAX。
CNPX	与CNAX类似，但该操作数计算的是质心的位置，而不是角度。
CNPY	与CNAY类似，但该操作数计算的是质心的位置，而不是角度。

CODA	膜层数据。此功能使用系统设置的全局偏振态对偏振光线进行追迹（参见“偏振(Polarization)”）。即使全局偏振态被设置为“非偏振(unpolarized)”，仍然使用定义的偏振态，其原因是CODA计算的数据是特定于偏振态的。偏振光线可以从Field定义的物空间的任一视场点追迹到光瞳的任意点，再到由Surf指定的面。如果Surf为零，光线追迹到像面。波长由Wave定义，Px和Py定义归一化光瞳坐标。Data的绝对值决定返回数据的类型，如下所示：0:相对透射偏振强度（参见8）1、2、3：分别表示反射强度R、透射强度T、吸收强度A。4、5：透射场振幅实部和虚部。6、7：反射场振幅实部和虚部。8：相对透射非偏振强度（参见0）101、102：电场X方向的实部、虚部。103、104：电场Y方向的实部、虚部。105、106：电场Z方向的实部、虚部。110：Ex和Ey之间的相位差；Pxy111、112、113：电场相位Px、Py、Pz121、122、123：分别表示长轴、短轴和椭圆偏振态的角度，单位为度。如果数据与膜层（1-7）相关，且Data为负，则数据用于“S”偏振，否则用于“P”偏振。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
COGT	圆锥系数大于。该边界操作数用来约束由Surf定义的面的圆锥系数大于指定的目标值。
COLT	圆锥系数小于。该边界操作数用来约束由Surf定义的面的圆锥系数小于指定的目标值。
COMA	彗差。在Wave定义的波长下，由Surf定义的面引起的以波长表示的彗差。如果Surf为零，则使用整个系统的和。它是用赛德尔系数计算的三阶彗差，不适用于非近轴系统。
CONF	结构该操作数可用于在评价函数计算期间，改变由结构（Cfg#）定义的结构的编号，这允许用一个评价函数就能对多重结构进行优化。该操作数不使用目标或权重栏。
CONS	常数。定义一个常数，这个常数可供其他操作数调用。这个值和目标值相等。
COSA	未使用。
COSI	余弦值。计算Op#定义的操作数的余弦值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
COVA	二次项系数值。该操作数的返回值是由Surf定义的面的圆锥系数。
CTGT	中心厚度大于。这个边界操作数约束面（Surf）定义的表面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNCT。
CTLT	中心厚度小于。该边界操作数用于约束由Surf定义的面的中心厚度小于指定的目标值。另请参见MXCT。
CTVA	中心厚度值。该边界操作数用于约束由Surf定义的面的中心厚度等于指定的目标值。
CVGT	曲率值大于。该边界操作数用于约束由Surf定义的面的曲率大于指定的目标值。
CVIG	清除渐晕因子。该操作数用于清除当前结构下剩余的渐晕因子。另请参阅"SVIG"。
CVLT	曲率值小于。该边界操作数用于约束由Surf定义的面的曲率小于指定的目标值。
CVOL	圆柱体积。该操作数计算包含在由Surf1和Surf2定义的面范围内的最小圆柱体的体积，以立方镜头单位表示。在计算中只使用最高点和半直径，而不使用矢高。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。 表面范围不应该包含任何坐标断点。
CVVA	曲率值。该操作数用于约束由Surf定义的面的曲率等于指定的目标值。

DCRV（数据输入）	由Surf定义的面的曲率数据，以镜头单位表示。曲率数据包括指定表面上的平均、PV、最小或最大曲率值，以及最小曲率值的X或Y坐标，或最大曲率值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 **Data**输入的选项将有： 1 – 表面上的RMS曲率值。 2 – 表面上的PV曲率值。 3 – 表面上的最小曲率值。 4 – 表面上的最大曲率值。 5 – 表面上具有最小曲率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小曲率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大曲率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大曲率值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的ROC 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X（a）倾斜 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y（b）倾斜 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z（g）倾斜

DCRV（采样输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis=0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis=1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。 ☒Orientation用于选择曲率计算的方向。Orientation=0（默认）表示沿子午方向计算。Orientation = 1表示沿弧矢方向计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。Orientation = 4是曲率矢量的模量或长度，位于包含矢量全长的方向角（该角度没有明确计算，可以在曲率映射点之间变化）。
DENC	衍射圈入能量（距离）。该操作数计算到由百分比（Frac）定义的圈入、方形、仅x方向或仅y方向的狭缝的衍射能量分数的距离。对于有焦模式，以微米为单位。对于无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它的参数如下：采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。波长（Wave）：要使用的波长编号（用0表示多波长）。视场（Field）：视场编号。类型（Type）：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形。参考（Refp）：使用的参考点/算法。对于FFT圈入能量，用Refp = 0表示主光线，1表示质心，2表示顶点。对于惠更斯圈入能量，用Refp = 3表示主光线，4表示质心，5表示顶点。当使用惠更斯方法时，I Samp表示惠更斯像采样（1表示32 × 32，2表示64 × 64等等），而I Delta表示惠更斯像间距。有关惠更斯像面采样和像面采样间距的详细描述，请参见“圈入能量（Encircled Energy）”。如果采样太低，半径的返回值是1e+10。另请参见DENF、GENC和XENC。
DENF	衍射圈入能量（分数）。该操作数计算由距离(Dist)定义的参考点的距离处圈入、方形、仅x方向或仅y方向的狭缝的衍射能量分数。对于有焦模式，距离单位是微米。对于无焦模式，距离单位是无焦模式的单位。除了距离，选项和设置与DENC的一样，在这里它用于距离，在该距离处能达到期望的能量分数。另请参阅DENC、GENC、GENF和XENC。如果距离定义的点的圈入能量非常接近100%，返回分数为1e+10；这样做是为了提高效率。
DIFF	减法运算。两个操作数的差值(Op#1 - Op#2)。

DIMX	最大畸变。这是畸变绝对值的上限。DIMX的计算方法类似于DISG，但与基于赛德尔系数计算的DIST不同。**Field**可以是0，它指定使用的最大视场的坐标，或任何有效的视场数。注意：最大畸变并不总是发生在最大的视场坐标处。DIMX这个操作数只追迹主光线（Px = Py = 0），因此Px和Py不需要用户定义。参考视场是轴上视场点（Hx = Hy = 0），即使光学系统没有定义视场点。更多信息参见“DISG”。 畸变在由**Wave**定义的波长上计算可得。 如果**Absolute**为0，返回值的单位是百分比。如果**Absolute**为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。 对于非旋转对称系统，该操作数可能不是有效的。
	如果Absolute为0，返回值的单位则是百分比。如果Absolute为1，畸变作为一个绝对长度给出而不是百分比。
	对于非旋转对称系统，该操作数可能不是有效的。
DISA	ABCD畸变。这个操作数计算由Wave定义的波长上的主光线，相对于参考视场(Ref Fld)在径向、X或Y方向的畸变。Data是0表示径向畸变，1表示X方向畸变，2表示Y方向畸变。这个畸变是通过Field定义的视场点处的主光线计算得到的。A、B、C、D的值由用户来定义。这个畸变的计算方式类似于网格畸变功能的算法（参见“网格畸变（Grid Distortion）”）。这个操作数和DISG的关键区别在于ABCD的值是由用户自己定义的。参见“ABCD”和“DISG”。
DISC	畸变，校准。该操作数计算由Wave定义的波长的y视场的校准f-theta畸变，并返回根据f-theta线性条件计算得到的最大畸变的绝对值。
	如果Absolute为0，返回值的单位则是百分比。如果Absolute为1，畸变作为一个绝对长度（对有焦系统）或余弦空间中的绝对偏差（对无焦系统）给出，而不是百分比。这个操作数对设计f-theta镜头很有帮助。
DISG	广义畸变。以百分数或绝对距离为单位。该操作数计算在Wave定义的波长上任意视场，任意光瞳处的任意光线的畸变，使用由Field定义的视场点作为参考。使用的方法以及针对DISG计算所做的假设是计算畸变的所有操作数通用的。如果视场单位是角度而且最大角等于或大于90度，则无法计算DISG。DISG假定预定的放大率不是对称的。 如果视场是以角度定义，则归一化视场坐标Hx和Hy与其它OpticStudio的功能会有不同的定义。 $H = \theta / \theta_M$ 是相对于参考视场主光线的角度，而 θ_M 则是最大的视场角（参见“最大视场(Maximum Field)”）。 如果Wave是一个正数，DISG以百分数返回畸变。如果Wave是一个负数，Wave的绝对值用于定义波长，且返回畸变的绝对长度，而不是百分比。对于所有的畸变概念，避免混淆以及误导的最好方法是使用有限远的物体和有限的物高，而不是用视场角来定义视场。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
DIST	三阶畸变。在由Wave定义的波长上，由Surf定义的面引起的用波数表示的畸变量。这是三阶畸变，由赛德尔系数计算得出（参见“赛德尔系数（Seidel Coefficients）”，且对非近轴系统无效。如果Surf为零，畸变就以百分比给出（详细定义参见“场曲/畸变（Field Curvature/Distortion）”）。如果Absolute被设为1，并且表面编号为零，畸变以绝对长度给出，而不是百分比。另请参见DISG。
DIVB	将Op#定义的任何先前操作数的值除以因子（Factor）定义的任何因子。
DIVI	定义的第一个操作数除以定义的第二个操作数（Op#1/Op#2）。另请参见“RECI”。

DLTN	折射率差值(Delta N)。计算由面(Surf)定义的表面上渐变折射率的轴上点折射率最大值与最小值之差。所用的波长由Wave定义。通过表面两端的矢高来计算所用的最大和最小z坐标。参见“使用渐变折射率操作数”部分。
DMFS	默认评价函数的起始点。该操作数只是一个用来说明从哪里加入默认评价函数的标记，如果在优化编辑器创建了一个DMFS的操作数，则在默认评价函数对话框中“Start At”的值是该操作数下一行的行数。
DMGT	直径大于。该边界操作数约束由Surf定义的面的直径大于指定的目标值。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。这里直径是所选半直径值的两倍。
DMLT	直径小于。该边界操作数约束由Surf定义的面的直径小于指定的目标值。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。直径是所选半直径值的两倍。
DMVA	直径值。该边界操作数约束由Surf定义的面的直径等于指定的目标值。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。直径是所选半直径值的两倍。

DPHS	Surf定义的表面的主系统波长下的相位数据，用波数表示。相位数据包括指定表面上的RMS、PV、最小或最大相位值，以及最小相位值的X或Y坐标，或最大相位值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样和移除标记。 **Data**输入的选项将有： 1 – 表面上的RMS相位值。 2 – 表面上的PV相位值。 3 – 表面上的最小相位值。 4 – 表面上的最大相位值。 5 – 表面上具有最小相位值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小相位值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大相位值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大相位值的点的Y坐标。 9 – 从数据中移除的恒定相位值。 10 – 从数据中移除的X倾斜值。 11 – 从数据中移除的Y倾斜值。 12 – 从数据中移除的光焦度值。 **Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Remove=0（默认）表示不移除任何数据。Remove=1表示从数据中移除部件顶点处的恒定值。Remove=2表示从数据中移除倾斜项。Remove = 3表示从数据中移除光焦度项。

DSAG（数据输入）	由Surf定义的面的矢高数据，以镜头单位表示。矢高数据包括指定表面上的RMS、PV、最小或最大矢高值，以及最小矢高值的X或Y坐标，或最大矢高值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除和最佳拟合球面(BFS)标记。 **Data**输入的选项将有： 1 – 表面上的RMS矢高值（默认）。 2 – 表面上的PV矢高值。 3 – 表面上的最小矢高值。 4 – 表面上的最大矢高值。 5 – 表面上具有最小矢高值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小矢高值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大矢高值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大矢高值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的曲率半径。 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移。 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心。 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心。 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心。 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X（a）倾斜。 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y（b）倾斜。 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z（g）倾斜。

DSAG（采样输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis=0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis=1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。

DSLP（数据输入）	由Surf定义的面的斜率数据，以镜头单位表示。斜率数据包括指定表面上的平均、PV、最小或最大斜率值，以及最小斜率值的X或Y坐标，或最大斜率值的X或Y坐标。该操作数具有数据、采样、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 **Data**输入的选项将有： 1 – 表面上的RMS斜率值（默认）。 2 – 表面上的PV斜率值。 3 – 表面上的最小斜率值。 4 – 表面上的最大斜率值。 5 – 表面上具有最小斜率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小斜率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大斜率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大斜率值的点的Y坐标。 9 – 最佳拟合球面的ROC。 10 – 最佳拟合球面顶点相对于局部坐标系的Z偏移。 11 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X偏心。 12 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y偏心。 13 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z偏心。 14 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的X（a）倾斜。 15 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Y（b）倾斜。 16 – 离轴坐标系相对于表面局部坐标系的Z（g）倾斜。

DSLP（采样输入）	**Samp**输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 ☒Off-axis=0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis=1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。 ☒Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation=0（默认）表示沿子午方向计算。Orientation = 1表示沿弧矢方向计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。Orientation=4表示斜率矢量的模量或长度。
DXDX	垂轴像差x分量针对x光瞳坐标的导数。它是在Wave定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
DXDY	垂轴像差x分量针对y光瞳坐标的导数。它是在Wave定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
DYDX	垂轴像差y分量针对x光瞳坐标的导数。它是在Wave定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
DYDY	垂轴像差y分量针对y光瞳坐标的导数。它是在Wave定义的波长上，光扇图在指定光瞳坐标处的斜率。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
EFFL	有效焦距。用镜头单位表示的有效焦距。所用的波长由Wave定义。该值是针对近轴系统的，对非近轴系统可能并不精确。
EFLA	空气中的有效焦距，以镜头单位表示。这是从由Surf定义的表面到下一个表面进行计算的。所用的波长由Wave定义。
EFLX	在主波长范围内，由Surf1和Surf2定义的局部x平面上的有效焦距。
EFLY	在主波长范围内，由Surf1和Surf2定义的局部y平面上的有效焦距。

EFNO	有效F/#。这个操作数计算由视场（Field）定义的视场点上的有效F/#。关于有效焦距的说明参见“有效F/#。”其它的参数如下：采样（Samp）：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。波长（Wave）：要使用的波长编号。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。还请参见RELI。
ENDX	结束运行。终止评价函数的计算，忽略所有剩余的操作数。
ENPP	入瞳位置。以镜头单位为单位，相对第一个面的位置。它是近轴光瞳位置，仅对共轴系统有效。
EPDI	入瞳直径。以镜头单位为单位。
ERFP	边缘响应函数的位置。这个操作数计算的是一个点的边缘响应函数达到一个确定的相对值时，此点的x或y的位置。有关边缘响应函数计算的细节，请参见“几何线/边缘扩散”。采样的值为1代表32x32，为2代表64x64，等等。波长（Wave）是波长编号，0代表多波长。视场（Field）是视场编号。类型(Type)决定了要返回的数据。如果Type是0或1，表示返回的是相对于主光线的x位置（即边缘平行于局部y轴）或y位置（即边缘平行于局部x轴），它们使用镜头单位。如果Wave为0，以主波长的主光线作为参考点。如果Type是2或3，返回相对于表面顶点的x或y的位置，也使用镜头单位。百分比（Fraction）是边缘响应曲率的相对值，而且必须在0.01和0.99之间。最大半径（Max Radius）是积分窗口径向的最大值，它以微米为单位。如果最大半径为0即为默认值。在大多数情况下建议设定为默认值。注意，边缘响应函数一般情况下将边缘的“亮（bright）”面定义在整合坐标系的+方向。这意味着当坐标变为正的时，边缘响应变为1。为了计算反方向边缘响应的结果，即“亮”面在坐标系的负方向，使用值（1-fraction）代替（fraction）。例如，为了得到一个反方向的80%的响应坐标，使用Fraction=0.20。如果使用的是无焦模式，所有的返回值都采用无焦模式的分析单位。
EQUA	操作数相等运算。该操作数用于约束Op#1和Op#2定义的操作数范围内的所有操作数在目标值指定的容差内具有相等的值。这个操作数的值是通过找到值范围的平均值来计算的，如果误差超过目标值，则将每个操作数之间的误差的绝对值和平均值相加。参见SUMM和OSUM。
ETGT	边缘厚度大于。该边界操作数约束由Surf定义的面的边缘厚度大于指定的目标值。如果Code是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果Code是1，沿+x轴计算；如果Code是2，沿-y轴计算，如果Code是3，沿-x轴计算。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。另请参见MNET。
ETLT	边缘厚度小于。该边界操作数约束由Surf定义的面的边缘厚度小于指定的目标值。如果Code是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果Code是1，沿+x轴计算；如果Code是2，沿-y轴计算，如果Code是3，沿-x轴计算。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。另请参见MXET。
ETVA	边缘厚度值。该边界操作数用于约束由Surf定义的面的边缘厚度等于指定的目标值。如果Code是0，边缘厚度沿+y轴计算；如果Code是1，沿+x轴计算；如果Code是2，沿-y轴计算，如果Code是3，沿-x轴计算。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。另请参见MNET。
EXPD	出瞳直径。以镜头单位为单位。这是近轴光瞳直径，仅对共轴系统有效。
EXPP	出瞳位置。以镜头单位为单位，以像面为参考。它是近轴光瞳位置，仅对共轴系统有效。
FCGS	广义弧矢场曲。Wave定义的波长上计算任何视场点的场曲值。即使是非旋转对称系统，也能得到合理的数值。参见“场曲/畸变”。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
FCGT	广义子午场曲。参见FCGS。
FCUR	场曲。在Wave定义的波长，由Surf定义的面所产生的场曲，用波数表示。如果Surf为零，则使用整个系统的和。这是由赛德尔系数计算的三阶场曲，对非近轴系统无效。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

FDMO	修改视场数据。这个操作数允许对视场位置数据进行暂时修正。它适用于新的视场坐标和任何具有渐晕因子的视场坐标（除了切角不能用这个操作数进行修改）。所有后续操作数都将用到修改过的视场数据。原始的视场数据在下列情况下会被重新采用，当FDRE操作数定义了同一个视场编号参数，或者遇到了一个CONF操作数（不管操作数CONF是否作为参考的结构编号），或者遇到了评价函数中的最后一个操作数。需要修改的视场编号。Hx、Hy：新视场位置的归一化视场坐标。VDX、VDY、VCX、VCY：新视场位置的渐晕因子数据。参见“渐晕因子”。
FDRE	修复视场数据。参见FDMO。视场（Field）：需要修复的视场编号。

FICL	单模光纤的光纤耦合效率。计算出的值是相对于总能力的总耦合效率。该操作数的参数为： 采样（**Samp**）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。 波长（**Wave**）：要使用的波长编号。 视场（**Field**）：整数视场位置编号。 **IgSrc**：如果这个参数为零，那么靠近物方的光纤就被考虑，否则就被忽略。 **Sna**：源光纤数值孔径（NA）。 **Rna**：接收光纤数值孔径（NA）。 数据（**Data**）：用来控制返回值的数据类型和使用的算法。 ☒如果Data为0，使用快速算法，并返回耦合的功率。 ☒如果Data为1，使用惠更斯算法，并返回耦合的功率。 ☒如果Data为2或4，使用快速算法，分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 ☒如果**Data**为3或5，使用惠更斯算法，此时分别返回耦合的振幅的实部或虚部。 ☒如果**Data**为6-11，输出值含义与**Data**为0-5相同，只是设置是CFG文件的设置。使用6-11的数据（**Data**）： **1.** 定义单模耦合中的设置。 **2.** 在设置框中按**Save**（保存），保存CFG文件。 操作数将根据保存的CFG文件返回数据。

注**:** 操作数参量可覆盖CFG文件中的设置。参见下表，了解**Data**为**6-11**时的详细行为：

☒采样（Samp）

当该值为0时，使用CFG文件中的Samp设置。

当它为非零时，就使用该值并忽略CFG文件中的设置。

☒波长（Wave）

当该值为0时，使用CFG文件中的Wave设置。

当它为非零时，就使用该值并忽略CFG文件中的设置。

☒视场（Field）

当该值为0时，使用CFG文件中的Field设置。

当它为非零时，就使用该值并忽略CFG文件中的设置。

☒IgSrc

始终使用该参数。通常忽略CFG文件中的IgSrc设置。

☒Sna

当它为0时，将使用CFG文件中的SnaX和SnaY设置。

当它为非零时，用于X方向和Y方向Sna并忽略CFG文件中的设置。

☒Rna

当它为0时，将使用CFG文件中的RnaX和RnaY设置。

当它为非零时，用于X方向和Y方向Rna并忽略CFG文件中的设置。

☒偏振（Pol?）

始终使用该参数。通常忽略CFG文件中的Pol?设置。

偏振（**Pol?**）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。

详见“光纤耦合效率（Fiber Coupling Efficiency）”。另请参见FICP。

FICP	使用物理光学传播算法计算的光纤耦合效率，使用当前默认的所有的物理光学光场传播(POP)窗口的设置。 面（Surf）：此参数用来定义POP计算时的最后一个表面。 如果Surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。 波长（Wave）：此参数用来定义POP计算时采用的波长。 如果Wave为0，则使用POP窗口上保存的波长编号；否则采用指定的波长编号进行计算。 数据（Data）：控制返回的数据类型。如果Data为0，返回耦合的总功率。如果Data为1，返回Ex场的耦合振幅。如果Data为2或3，分别返回Ex场的耦合振幅的实部或虚部。如果Data为4，返回Ey场的耦合振幅。如果Data为5或6，分别返回Ey场的耦合振幅的实部或虚部。如果光束为非偏振光，Ey值将为0。 Data输入1-6时，输入光束必须是偏振光，才能进行物理光学光场追迹（POP）；否则，光场耦合功率的振幅和相位不能用物理光学定义。因此，如果输入光束是非偏振光，返回的Data值则为0.0。 要使用该操作数，请首先根据需求定义有关POP分析功能的设置，然后在设置框中点击保存（Save）。操作数FICP将返回与POP计算出的相同的效率值。 视场（Field）：此参数用来定义POP计算时采用的视场编号。如果Field为0，则使用POP窗口上保存的视场编号；否则采用指定的视场编号进行计算。 这个操作数与更通用的POPD相比是多余的。 参见“计算光纤耦合”。另请参阅FICL。
FOUC	傅科分析。该操作数返回傅科分折功能计算的阴影图与参考阴影图之间的RMS差，无论当前的默认设置是什么，都使用该操作数。使用该操作数时，首先根据需要定义傅科分析功能设 置，然后按设置框中的“保存”键。无论在保存的配置文件中如何设置“数据”选项，FOUC操作数都将返回计算的阴影图和参考阴影图之间的RMS差。使用该操作数，可以优化光学系统的波前像差，以生成参考阴影图。
FREZ	Freeform Z物体边界约束条件。这个操作数根据“Freeform Z”中描述的Freeform Z物体的形状来计算不同的值。面（Surf）是非序列模式组中的面编号，1表示非序列模式程序模式。物体（Object）是物体的编号，它必须是一个用于这个操作数计算任何数据的Freeform Z物体。数据（Data）值确定操作数计算的值，如下所示：1：最大z值。注意，最小z值总为0。2：最大z增量。这是相邻z控制点之间的最大差值。3：最小z增量。这是相邻z控制点之间的最小差值。4：最小y值。该值适用于实体的整个长度，而不仅仅是控制点。5：最大y值。该值适用于实体的整个长度，而不仅仅是控制点。6：最大y增量。这是相邻y控制点之间的最大差值。7：最小y增量。这是相邻y控制点之间的最小差值。8：物体的体积，以镜头单位的立方表示。9：单调偏离。这是相邻y值的最大偏离量，其符号偏向第一个y值从0向正z方向变化的符号。10：最小斜率。11：最大斜率。当Data计算结束时，模式（Mode）值将决定操作数的行为方式。如果Mode为1，FREZ操作数直接返回数据结果。如果Mode为2，只有当计算数据值小于目标值时操作数返回数据值，否则将返回目标值。该方法主要用来在数据值上强加一个“大于”边界。如果Mode为3，只有当计算数据值大于目标值时返回数据值，否则将返回目标值。该模式主要用来在数据值上强加一个“小于”边界。
FTGT	总厚度大于。这个边界操作数约束Surf面的全部厚度大于指定的目标值。总厚度在顶点和边缘之间沿着径向+y方向的200点上计算，包括面的矢高和下一个面的矢高。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。该操作数对约束那些中心或边缘没有、但在一些中间带有最小或最大厚度的面很有用。参见FTLT。

FTLT	总厚度小于。参见FTGT。
GAOI	鬼像入射角。此操作数计算二次反射鬼像反射后光线在任何表面上的入射角（以度为单位）。 Surf1和Surf2值定义了第一个和第二个表面编号，进而定义鬼像路径。请注意，第一个反射表面编号必须大于第二个反射表面编号。始终使用主波长。Surf3可确定需要计算入射角的表面，并且必须大于Surf2。当Surf3为负数时，其绝对值可直接指定鬼像系统中的表面编号。如需了解有关鬼像系统的更多信息，请参阅“鬼像发生器（Ghost Focus Generator）”。在默认情况下，SetVig = 0。当SetVig = 1时，在计算入射角时需要为鬼像系统设置渐晕因子。请注意，通过移动和缩小光束，设置渐晕因子将导致光束在可能的情况下完全通过所有表面孔径。参见“渐晕”。 请注意，如果Surf2是原始系统中的镜面，则光束无法到达鬼像系统中的像面。因此，Surf3只能为0或负数。Surf3 = 0代表鬼像系统中的终止面，也就是原始系统中的物体表面。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。
GBPD	近轴高斯光束发散角。在波长(Wave)定义的波长上，由面(Surf)定义面后的光学空间中的高斯光束（近轴）发散度。其它的参数如下：UseX：如果这个参数不为零，则计算针对x方向的光束，否则，计算将针对y方向的光束执行。W0：输入束腰的尺寸，以镜头单位为单位。S1toW：面1到束腰位置的距离，以镜头单位为单位。详见“高斯光束功能(Gaussian beam feature)”。M2 Factor：光束的M数值的平方；详见“高斯光束功能”。
GBPP	近轴高斯光束束腰位置。近轴高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBPD。
GBPR	近轴高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的高斯光束曲率半径。参见GBPD。
GBPS	近轴高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的高斯光束尺寸。参见GBPD。
GBPW	近轴高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的高斯光束束腰。参见GBPD。
GBPZ	近轴高斯光束瑞利范围。光学空间中指定表面出射的高斯光束瑞利范围。参见GBPD。
GBSD	倾斜的高斯光束发散角。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束发散角。入射光束沿着视场(Field)定义的视场的主光线方向，其它的参数如下：In#：开始传播的表面数。Out#：计算倾斜高斯光束数据的面。波长（Wave）：要使用的波长编号。StoW：起始面到束腰的距离，以镜头单位为单位。W0：输入束腰的尺寸，以镜头单位为单位。如果W0是正数，那么计算沿y方向的光束，否则，就是沿x方向。如需了解有关倾斜高斯光束功能的详细信息，请参见“倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam)”。
GBSP	倾斜高斯光束束腰位置。倾斜高斯光束束腰到光学空间中指定表面的距离。参见GBSD。
GBSR	倾斜高斯光束曲率半径。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束曲率半径。参见GBSD。
GBSS	倾斜高斯光束尺寸。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束尺寸。参见GBSD。
GBSW	倾斜高斯光束束腰。光学空间中指定表面出射的倾斜高斯光束束腰。参见GBSD。
GCOS	玻璃价格。该操作数返回由面（Surf）定义的面的玻璃的相对价格因子，就像在玻璃库中列出的那样。
GENC	几何圈入能量（距离）。该操作数计算到指定圆形圈入、方形圈入、仅x方向、或仅y方向（狭缝）的由百分比（Frac）定义的能量分数的距离。对于有焦模式，以微米为单位。对于无焦模式，单位是无焦模式的单位。其它的参数如下：采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。波长（Wave）：要使用的波长编号（用0表示多波长）。视场（Field）：视场编号。类型（Type）：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形。参考（Refp）：使用的参考点。用0表示主光线，1表示质心，2表示顶点，3表示点列中心。无衍射极限（No Diff Lim）：如果是0，结果被衍射极限所限定，否则计算的时候不需要考虑衍射。参见GENF、DENC、DENF和XENC。

GENF	几何圈入能量（分数）。该操作数计算由距离(Dist)定义的参考点的距离处几何圈入、方形、仅x方向或仅y方向的狭缝的能量分数。除了Dist，选项和设置与GENC的一样，在这里它用于距离，在该距离处能达到期望的能量分数。可参见GENC、DENC、DENF和XENC。
GLCA	元件的x方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面（Surf）定义的元件表面的x方向余弦。
GLCB	元件的y方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面（Surf）定义的元件表面的y方向余弦。
GLCC	元件的z方向余弦（全局坐标）。在全局坐标下，面（Surf）定义的元件表面的z方向余弦。
GLCR	元件的旋转矩阵（全局坐标）。在全局坐标下，面（Surf）定义的元件表面的旋转矩阵。3 x 3 R矩阵有9个分量。如果Data是1，GLCR返回R[1][1]；如果Data是2，GLCR返回R[1][2]；依次类推，如果Data是9，GLCR返回R[3][3]。
GLCX	元件顶点的x坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面(Surf)定义的元件表面顶点的x坐标。
GLCY	元件顶点的y坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面(Surf)定义的元件表面顶点的y坐标。
GLCZ	元件顶点的z坐标（全局坐标）。在全局坐标下，面(Surf)定义的元件表面顶点的z坐标。
GMTA	几何MTF值，为弧矢和子午响应的几何MTF的平均值。这些参数将：采样（Samp）：采样密度越高，得出的计算结果会更准确，但计算时间也就越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。波长（Wave）：要使用的波长编号（用0表示多波长）。视场（Field）：视场编号。频率（Freq）：在MTF单元中的空间频率。（参见“MTF单元”）!Scl：如果是零，那么衍射极限将按比例缩放结果（推荐），否则不缩放。如果网格为0，一个快速、稀疏的采样积分方法将用来计算MTF。快速几何MTF算法只能精确计算有适当切趾或没有切趾的圆形或椭圆形光瞳的光学系统。对不是这种情况的系统，将Grid设为1。GMTA、GMTS和GMTT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只需要一个单一的空间频率，因此MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者通常要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的备选网格算法，将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。如果子午和弧矢方向的MTF都需要计算时，将操作数GMTT和GMTS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。几何MTF尽管是近似的，但通常计算要比衍射MTF快很多，因此多用于优化。参见“执行优化”。
GMTN	弧矢和子午响应的几何MTF最小值。参见GMTA。
GMTS	弧矢方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTT	子午方向的几何MTF值。参见GMTA。
GMTX	几何MTF子午和弧矢方向最大值。参见GMTA。

GOPT	TrueFreeForm表面约束。该操作数用于根据TrueFreeForm表面的形状计算不同的值。面（Surf）为表面编号。数据（Data）值确定操作数计算的值，如下所示： 1：最小Z值。 2：最大Z值。 3：最小Z增量。这是相邻Z控制点之间的最小差值。 4：最大Z增量。这是相邻Z控制点之间的最大差值。 当Data计算结束时，模式（Mode）值将决定操作数的行为方式。模式参数的工作原理如下： 1：返回数据。 2：只在数据值小于目标值时，才会返回数据值，否则会返回目标值。该方法主要用来在数据值上强加一个“大于”边界。 3：只在数据值大于目标值时，才会返回数据值，否则会返回目标值。该模式主要用来在数据值上强加一个“小于”边界。
GOTO	跳转。跳过GOTO操作数行和Op#定义的操作数编号之间的所有操作数。评价函数从Op#行重新开始运行。
GPIM	鬼瞳像。GPIM控制鬼瞳（和任何鬼像像面）相对于像面的位置。二次反射形成光瞳的像面，如果这些像面在焦平面附近，杂散光将破坏系统的成像质量。这就是为什么镜头对着太阳时，我们通常会观察到由光瞳引起的“太阳耀斑”像。该操作数计算任何一个指定的或有可能的鬼瞳像位置，并返回一个从像面到最近瞳面鬼像的距离的绝对值的倒数。用这种方法定义该操作数是为了通过设置权重，并将目标值设为0进行优化，从而减小鬼瞳像的影响。如果Surf1和Surf2参数被设置成特定的面编号，那么计算的是特定的鬼像路径，如果Surf1和Surf2其中一个的值或两个值都为-1，则考虑所有可能的面的组合。例如，如果Surf1是12，Surf2是-1，那么所有的第一次反射在第12面，然后是第一次反射在第11、10、9面等等的二次反射均考虑在内，如果这两个数都是负值，考虑所有可能的鬼像。将Mode从0改到1，该操作数也可用来检测并控制系统所成像的鬼像（它不同于瞳面鬼像），或是将Mode设为2用来控制鬼瞳放大率（鬼像出瞳直径与入瞳直径的比率）。WFB和WSB栏中将列出发现的最坏的组合，以作为参考和用于可能的进一步分析。只有折射率变化的面才被认为是鬼像发生器。忽略反射镜的第一次反射。另请参阅GPRT、GPRX、GPRY、GPSX和GPSY。
GPRT	鬼像光线传播。这个操作数计算非偏振光线从物面到像面两次反射的鬼像光路传播情况。Surf1和Surf2值定义了第一个和第二个表面编号，进而定义鬼像路径。请注意，第一个反射表面编号必须大于第二个反射表面编号。始终使用主波长。GPRT不会改变视场或孔径，因此如果以一种能改变鬼像路径的方法定义视场或孔径数据时，可能返回无意义的结果。在这些情况下不会发生警告。例如，当对视场点使用像高或对系统孔径类型使用像空间F/#时，使用GPRT可能返回无用的结果。推荐的方法是使用视场角或物高，使用入瞳直径并将光阑放在第一反射面之前。如需详细了解二次反射系统，请参见“鬼像发生器”。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
GPRX	鬼像实际光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的实际光线在像面上的x坐标。
GPRY	鬼像实际光线的y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的实际光线在像面上的y坐标。
GPSX	鬼像近轴光线的x坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的近轴光线在像面上的x坐标。
GPSY	鬼像近轴光线的y坐标。该操作数与GPRT相似，可参见GPRT的相关假设和约束条件。该操作数返回鬼像的近轴光线在像面上的y坐标。

GRMN	渐变折射率的最小折射率。该边界操作数设置在波长（Wave）定义的波长下，面（Surf）定义的面的渐变折射率最小值。分别计算六个点的折射率：前顶点、前+y最高点、前+x侧面、后顶点、后+y最高点、后+x侧面。也可参见InGT、InLT和GRMX。
GRMX	渐变折射率的最大折射率。该边界操作数设置在波长（Wave）定义的波长下，面（Surf）定义的面的渐变折射率最大值。分别计算六个点的折射率：前顶点、前+y最高点、前+x侧面、后顶点、后+y最高点、后+x侧面。另请参见InGT、InLT和GRMX。
GTCE	玻璃热膨胀系数（TCE）。该操作数返回由面（Surf）定义的面的玻璃的热膨胀系数Alphal，就像玻璃库中列出的那样。对于非玻璃表面而言，请参见“TCVA”。
HACG	未使用。
HHCN	对超半球面条件的测试。 OpticStudio 追迹波长（Wave）定义的波长下的指定光线到面（Surf）定义的面，并计算x、y、z交点的坐标。然后，x和y坐标只用于该面的矢高表达式，以得出z坐标的结果。如果z坐标不相同，那么HHCN返回1，否则返回0。该操作数可用于防止优化实现需要超半球面形状的结果。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。
IMAE	图像分析数据。此操作数返回由几何图像分析功能计算的分数效率、质心或RMS数据，该操作数使用所有当前默认的设置，除了“显示（Show）”设置，它一般用于计算点列图。“面（Surface）”可用面数据域进行选择，“视场（Field）”可以用视场数据域进行选择，“视场尺寸（Field Size）”可以用视场尺寸数据域进行选择。要使用该操作数，首先定义所需的几何图像分析功能的设置，然后在设置框中点击“保存（Save）”。操作数IMAE将返回图像分析功能计算的所需数据。如果Surf为0，则将使用已保存设置指定的表面。如果Surf大于0，则将在指定表面计算数据。如果Field为0，将使用保存的设置所指定的视场编号。如果Field大于0，将在指定视场计算数据。如果Field Size为0，将使用保存的设置所指定的视场尺寸。如果Field Size大于0，将使用指定的视场尺寸计算数据。如果Data是0，则返回效率值，如果是1，则返回X方向的质心值，如果是2，则返回Y方向的质心值，如果是3-5，则分别返回X向、Y向或者径向的RMS值。除了效率值，其它都以镜头单位表示。如果Wave值是0，将使用保存的设置所指定的波长编号，如果Wave值大于0，则使用指定的波长编号来计算数据。参见“使用IMAE操作数执行优化（Optimizing with the IMAE operand）”的讨论。
IMSF	像面。该操作数动态地将某一面设为“像面”，后续优化操作数将此面看作像面进行优化。新的像面由面（Surface）定义。该操作数主要用于在中间面优化成像质量。将Surface设置为0，可将像面重新恢复至原始表面。如果聚焦(Refocus?)为0，则指定的面成为新的像面，且不能以任何方式进行修改。如果聚焦（Refocus?）为1，则在指定面后会有一个虚拟面，并用一个近轴聚焦解将此虚拟面放置在指定面的焦点上。如果中间面尚未聚焦的话，此选项在优化虚焦点像差时最为有用。注意，此操作数只是暂时改变用于估算评价函数的镜头数据的副本，而不会影响原始的镜头数据。当所选取的表面在原始光阑表面之前时要特别注意。如需了解如何执行此操作数，请参见“在中间面上的结果评估”。
INDX	折射率。返回在波长(Wave)定义的波长上，面(Surf)定义的面的当前折射率。
InGT	第“n”个点的折射率大于。该边界操作数约束在波长(Wave)定义的波长下，面(Surf)定义的表面上渐变折射率镜头中六个点的折射率，其中一个点的折射率大于指定值。如果n＝1是前顶点；n＝2是前+y最高点；n＝3是前+x侧面；n＝4是后顶点；n＝5是后+y最高点；n＝6是后+x侧面。在这些情况下，该操作数约束指定点的折射率要大于指定的目标值。例如，“I4GT”约束渐变折射率镜头（下一面的顶点）的面上后顶点的最小折射率。在这些情况下，+y最高点和+x侧面距离由数据编辑器中设置的前后表面净口径或半直径中较大的值定义。也可参见GRMN和GRMX，它们是更易于使用的类似操作数。

InLT	第“n”个点的折射率小于。该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是最大值而不是最小值。如需了解关于参数“n”的详细描述，请参见InGT。
InVA	该操作数类似于InGT，只不过该操作数约束的是当前折射率值。如需了解关于参数“n”的详细描述，请参见InGT。
ISFN	像空间F/#。该操作数是轴向无限共轭F/#。参见WFNO。
ISNA	像方数值孔径。该操作数是定义的共轭近轴像空间NA。参见ISFN。
LACL	垂轴色差。对于有焦系统，这是Minw和Maxw定义的两个极限波长下主光线交点之间的y距离，按镜头单位测量。对于无焦系统，以无焦模式单位表示的是Minw和Maxw定义的两个极限波长下近轴主光线之间的夹角。
LINV	拉格朗日不变量(Lagrange invariant)。Wave定义的波长下，以镜头单位为单位的系统拉格朗日（或光学）不变量。使用近轴边缘光线和近轴主光线的数据来计算该值。
LOGE	以e为底的操作数的对数。Op#是要取对数的操作数值的行号。假如该值小于或者等于零，则返回值为0。
LOGT	以10为底的操作数的对数。Op#是要取对数的操作数值的行号。假如该值小于或者等于零，则返回值为0。
LONA	轴向像差。对有焦系统按镜头单位测量，对无焦系统按屈光度测量。这是从当前Wave定义波长下的像到光瞳Zone定义的像面的离焦量。如果Zone为零，则使用近轴射线确定近轴像位。如果Zone大于0.0且小于等于1.0，则使用实际边缘射线确定像位。在这种情况下，Zone对应真实边缘光线的Py坐标。参见AXCL。
LPTD	该边界操作数通过改变渐变折射率元件来约束由面（surf）定义的表面上轴向渐变折射率剖面的斜率。参见“使用渐变折射率操作数”部分。
MAXX	返回Op#1和Op#2所定义的操作数范围内的最大值。参见MINN。
MCOG	多重结构操作数大于指定的数值。它用于约束多重结构编辑器中的数值。其中，Op#定义使用哪个多重结构操作数。Cfg#定义使用哪个结构。
MCOL	多重结构操作数小于指定的数值。它用于约束多重结构编辑器中的数值。参见MCOG。
MCOV	多重结构操作数的数值。它用于在多重结构编辑器中直接定义目标值或计算数值。参见MCOG。
MECA	Moore-Elliot对比度(Moore-Elliot Contrast)，为弧矢和子午的平均值。这个操作数用Moore-Elliot对比度方法优化某一特定空间频率的MTF值。有关Moore-Elliott对比度方法的更多信息，请参阅“MTF优化方法（Optimizing for MTF）”。参数如下： 波长**Wave**） 使用的波长编号。 视场**（Field）** 视场编号。 频率**（Freq）** 在MTF单元中的空间频率，对于有焦系统它的单位为周期/毫米，对于无焦系统其单位为周期/无焦系统单位。（参见“无焦模式单元（Afocal Mode Units）”）。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。另请参见操作数MECS和MECT。
MECS	Moore-Elliott对比度，弧矢响应。详见MECA。
MECT	Moore-Elliott对比度，子午响应。详见MECA。
MINN	返回指定范围内操作数的最小值。参见MAXX。

MNAB	最小阿贝数。该边界操作数约束Surf1到Surf2之间所有面的阿贝数大于指定的目标值。另请参见MXAB。该操作数可同时控制多个表面。
MNAI	最小入射角。该边界操作数追迹来自已定义视场**（Field）**的边缘光线和主光线，并报告由**Surf**定义的表面位置的最小角度。 面**（Surf）**：使用的表面编号。使用Surf = 0表示所有表面（默认）。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号。使用Wave = 0表示所有波长（默认）。 视场**（Field）**：使用的整数型视场编号。使用Field = 0表示所有视场（默认）。 对称**（Symmetry）**：定义是否存在X或Y对称，以便仅沿一个轴追迹边缘光线。使用**Symmetry** = 0表示追迹所有边缘光线和核心光线（默认）。使用**Symmetry** = 1表示y对称系统（仅追迹核心光线和y边缘光线），使用**Symmetry** = 2表示x对称系统。 数据**（Data）**：定义计算的值。 0：最小角度（默认）。 1：光线数（0=核心、1=+y、2=-y、3=+x、4=-x） 2：最小角度光线的视场编号 3：最小角度光线的波长编号 4：最小角度光线的表面编号
MNCA	空气的最小中心厚度。该边界操作数约束从面1到面2的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的中心厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNCT和MNCG。该操作数可同时控制多个表面。
MNCG	玻璃的最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中心厚度要大于指定的目标值。另请参见MNCT和MNCA。该操作数可同时控制多个表面。
MNCT	最小中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面的中心厚度要大于指定的目标值。另请参阅MNCG和MNCA。该操作数可同时控制多个表面。
MNCV	最小曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面的每一个曲率都要大于指定的目标值。另请参见MXCV。该操作数可同时控制多个表面。
MNDT	最小的直径厚度比。控制从Surf1到Surf2的面的直径与中心厚度比值的最小允许值。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode =1则利用净口径计算。只考虑折射率不均匀的表面。另请参见MXDT。该操作数可同时控制多个表面。
MNEA	空气的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的边缘厚度，使其大于指定的目标值。另请参见MNET、MNEG、ETGT和XNEA。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEA。区域（Zone）如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。

MNEG	玻璃的最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要大于指定的目标值。另请参见MNET、MNEA、ETGT和XNEG。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEG。区域（Zone）如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
MNET	最小边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要大于指定的目标值。另请参见MNEG、MNEA、ETGT和XNET。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNET。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。
MNIN	d光最小折射率。该边界操作数约束Surf1到Surf2之间所有面的Nd值大于指定的目标值。另请参见MXPD。该操作数可同时控制多个表面。
MNPD	最小$\Delta P_{g,F}$。该边界操作数约束Surf1和Surf2之间表面的部分色散偏差，使其大于指定的目标值。另请参见MXPD。该操作数可同时控制多个表面。
MNRE	实际光线最小出射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最小出射角度。从Surf1到Surf2定义的表面上的出射角度是实际出射光线与表面法线的夹角，以度为单位。实际光线的波长由波长（Wave）定义，Wave设置为0表示使用的是主波长。请注意，出射角始终为正。另请参见MXRE、MNRI和MXRI。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
MNRI	实际光线最小入射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最小入射角度。从Surf1到Surf2定义的表面上的入射角度是实际入射光线与表面法线的夹角，以度为单位。实际光线的波长由波长（Wave）定义，Wave设置为0表示使用的是主波长。请注意，入射角度一定是正值。另请参见MNRE、MXRE和MXRI。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
MNSD	最小净口径或半直径。约束Surf1和Surf2之间表面的净口径或半直径大于指定的目标值。该操作数可同时控制多个表面。
MSWA	调制方波传递函数，弧矢和子午的平均值。详见MTFA。
MSWN	调制方波传递函数，弧矢和子午的最小值。参见MTFA。
MSWS	调制方波传递函数，弧矢。详见MTFA。
MSWT	调制方波传递函数，子午。详见MTFA。
MSWX	调制方波传递函数，弧矢和子午的最大值。参见MTFA。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

MTFA	衍射调制传递函数，弧矢和子午的平均值。参数如下：采样（Samp）：采样密度越高，得出的计算结果会更准确，但计算时间也就越长。为了保证计算结果有适当的精度，从1开始，增加采样，直至结果变化小于所要求的精度。注意，良好的优化结果不需要极高的精度，三位有效数字通常就足够了。共有两种算法可以用来计算MTF。如果Grid为0（推荐），一个快速、稀疏采样积分法将用来计算MTF。MTFA、MTFS和MTFT采用的是快速采样方法，与几何MTF分析功能没有直接的关系。因为只需要一个单一的空间频率，因此MTF操作数采用的计算方法与分析功能采用的算法是不同的，前者通常要快得多。为了选择用于几何MTF分析功能的备选网格算法，将Grid设为1。如果MTF合理（大于5%），以网格为基础的算法通常比默认的算法要慢。但是如果像差很大，网格算法会变快很多，MTF的结果会很低。 波长**（Wave）**：要使用的波长编号（使用0表示多波长）。 视场（Field）：视场编号。提取受衍射限制的MTF，使用等于0的视场以及等于1的网格参量。MTFS、MTFT、MTFN和MTFX操作数也有类似选项。 频率**（Freq）**：在MTF单元中的空间频率。（参见“MTF单元”）如果精确计算MTF时，采样值设置过低，MTF操作数将都返回零。如果弧矢和子午方向的MTF都需要计算时，将操作数MTFT和MTFS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见“执行优化”。 数据类型**（DataType）**：指定要返回的数据。输入0将返回调幅；输入1将返回实部；输入2将返回虚部；输入3将返回相位。此参数仅适用于MTFA、MTFS和MTFT操作数（不能等效用于方波操作数）。
MTFN	调制传递函数，弧矢和子午的最小值。参见MTFA。
MTFS	调制传递函数，弧矢。详见MTFA。
MTFT	调制传递函数，子午。详见MTFA。
MTFX	调制传递函数，弧矢和子午的最大值。参见MTFA。
MTHA	惠更斯调制传递函数，弧矢和子午的平均值。这个操作数使用惠更斯方法来计算衍射MTF（参见“惠更斯MTF”。这些参数将：采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64。对光瞳和像面来说，采样是相同的。波长（Wave）：要使用的波长编号（用0表示多波长）。视场（Field）：视场编号。频率（Freq）：在MTF单元中的空间频率。（参见“MTF单元”）如果精确计算MTF时，采样值设置过低，MTF操作数将都返回零。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。是否所有结构：设为0表示使用当前结构（由该操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1表示所有结构的和。有关这个选项的详细讨论请参见“惠更斯MTF”。像增量(Ima Delta)：用于计算的以微米为单位的图像增量。如果为零，则采用默认的像面采样间距Δ。如果弧矢和子午的MTF都需要计算时；将操作数MTHT和MTHS放在邻近的行中，这样就能同时计算这两个操作数。参见“执行优化”。
MTHN	惠更斯调制传递函数，弧矢和子午的最小值。参见MTHA。
MTHS	惠更斯调制传递函数，弧矢。详见MTHA。
MTHT	惠更斯调制传递函数，子午。详见MTHA。
MTHX	惠更斯调制传递函数，弧矢和子午的最大值。参见MTHA。
MXAB	最大阿贝数。该边界操作数约束Surf1到Surf2之间所有面的阿贝数小于指定的目标值。另请参见MNAB。该操作数可同时控制多个表面。
MXAI	最大入射角。该边界操作数追迹来自已定义视场**（Field）**的边缘光线和主光线，并报告由**Surf**定义的表面处的最大角度。如需了解有关输入参数的更多信息，请参见MNAI。

MXCA	空气的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的中心厚度，使其小于指定的目标值。另请参见MXCT和MXCG。该操作数可同时控制多个表面。
MXCG	玻璃的最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的中心厚度要小于指定的目标值。另请参阅MXCT和MXCA。该操作数可同时控制多个表面。
MXCT	最大中心厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面的中心厚度要小于指定的目标值。另请参见MXCG和MXCA。该操作数可同时控制多个表面。
MXCV	最大曲率。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面的每一个曲率都要小于指定的目标值。另请参见MNCV。该操作数可同时控制多个表面。
MXDT	最大的直径厚度比。控制从Surf1到Surf2的面的直径与中心厚度比值的最大允许值。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。只考虑折射率不均匀的表面。另请参见MNDT。该操作数可同时控制多个表面。
MXEA	空气的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2的表面中每个玻璃类型为空气（即无玻璃）的面的边缘厚度，使其小于指定的目标值。另请参阅MXET、MXEG、ETLT和XXEA。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEA。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
MXEG	玻璃的最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个玻璃类型不为空气的面的边缘厚度要小于指定的目标值。另请参阅MXET、MXEA、ETLT和XXEG。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XXEG。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
MXET	最大边缘厚度。该边界操作数约束从Surf1到Surf2表面中每个面的边缘厚度要小于指定的目标值。另请参阅“MXEG”、“MXEA”、“ETLT”和“XXET”。该操作数可同时控制多个表面。该边界约束适用于表面的“+y”方向顶部边缘，非旋转对称表面约束请参见XNEA。区域（Zone）如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
MXIN	d光最大折射率。该边界操作数约束Surf1到Surf2之间所有面的Nd值小于指定的目标值。另请参见MNPD。该操作数可同时控制多个表面。
MXPD	最大 $\Delta P_{g,F}$。该边界操作数约束Surf1和Surf2之间表面的部分色散偏差，使其小于指定的目标值。另请参见MNPD。该操作数可同时控制多个表面。
MXRE	实际光线最大出射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最大出射角度。从Surf1到Surf2定义的表面上的出射角度是实际出射光线与表面法线的夹角，以度为单位。实际光线的波长由波长（Wave）定义，Wave设置为0表示使用的是主波长。请注意，出射角始终为正。另请参见MNRE、MNRI和MXRI。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
MXRI	实际光线最大入射角度。该边界操作数用于约束大量表面的最大入射角度。从Surf1到Surf2定义的表面上的入射角度是实际入射光线与表面法线的夹角，以度为单位。实际光线的波长由波长(Wave)定义，Wave设置为0表示使用的是主波长。请注意，入射角度一定是正值。另请参见MNRE、MNRI和MXRE。参见“Hx、Hy、Px和Py”。

MXSD	最大净口径或半直径。约束Surf1和Surf2之间表面的净口径或半直径小于指定的目标值。
NORD	法线到下一表面的距离。这个操作数计算Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上的面法线向量，然后返回沿着法线方向到达下一表面的距离。
NORX	法线向量x分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上的面法线向量x分量。如果全局(Global)为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NORY	法线向量y分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上的面法线向量y分量。如果全局(Global)为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NORZ	法线向量z分量。这个操作数返回Surf定义的面上由X和Y定义的坐标上的面法线向量z分量。如果全局(Global)为0，向量位于面的局部坐标中，如果Global为1，向量位于全局坐标中。
NPAF	非序列模式PAF文件。“PAF文件(PAF File)”定义要保存的PAF文件的名称（最多140个字符）。 此操作数必须在评价函数中的NSTR操作数之前。
NPGT	非序列模式参数大于。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。物体(Object)定义非序列模式组中的物体编号。参数(Param)定义参数编号。
NPLT	非序列模式参数小于。参见NPGT。
NPVA	非序列模式参数值。参见NPGT。
NPXG	非序列模式物体位置的x坐标大于。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。物体(Object)定义非序列模式组中的物体编号。 如果Ref?是0，坐标就相对于参考物体。 如果Ref?是1，坐标就相对于非序列模式坐标系的原点或入口。如果Ref?是2，坐标就相对于全局坐标参考面。
NPXL	非序列模式物体位置的x坐标小于。参见NPXG。
NPXV	非序列模式物体位置的x坐标值。参见NPXG。
NPYG	非序列模式物体位置的y坐标大于。参见NPXG。
NPYL	非序列模式物体位置的y坐标小于。参见NPXG。
NPYV	非序列模式物体位置的y坐标值。参见NPXG。
NPZG	非序列模式物体位置的z坐标大于。参见NPXG。
NPZL	非序列模式物体位置的z坐标小于。参见NPXG。
NPZV	非序列模式物体位置的z坐标值。参见NPXG。
NSDC	非序列模式相干强度数据。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器（Det#）是指所需探测器的物体编号。如果像素（Pix#）是一个正整数，那么就返回指定像素上的数据。如果Pix#是0，那么返回该探测器物体的所有像素的数据总和。数据为0表示实部，1表示虚部，2表示振幅，3表示光焦度。如需了解有关完整的详细信息，请参阅“用户自定义操作数”。

NSDD（1到-8）	非序列模式非相干强度数据。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器(Det#)是指所需探测器的物体编号。如果Det#是0，那么所有的探测器被清空。如果Det#小于0，那么只有Det#的绝对值所定义的探测器被清空。值得注意的是，NSDD操作数清空探测器数据时，必须优先于任何随后定义的NSDD操作数。 对于矩形探测器、面探测器以及所有的面元探测器来说：如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回数据，如下说明： 0：当Data = 0时，指的是所有像素在位置空间中的总通量。当Data = 1时，指的是位置空间中的平均光通量/面积。当Data=2时，指的是所有像素在角度空间中的总光通量。请注意，默认情况下，矩形探测器的角度空间在X和Y方向上完全由-90 ~ 90度定义，因此Data = 0和2的值将相同。 -1：光通量、光通量/面积或光通量/立体角的最大值。 -2：光通量、光通量/面积或光通量/立体角的最小值。 -3：到达探测器所有像素的光线总数。当Pix#设置为此值时，不使用数据。 -4：所有非零像素数据的标准差（均值的RMS）。 -5：所有非零像素数据的平均值。 -6、-7、-8：分别表示x、y或z的位置坐标或角辐射度或中心强度。请注意，对于矩形探测器，Data = 0和1的值将相同，因为所有像素都具有相同的大小。
NSDD（-9到-13）	-9、-10、-11、-12、-13：加权RMS半径、x、y、z或者xy方向到所有像素数据参考质心的距离或者角度。这些分别是方差的平方根或二阶矩r^2、x^2、y^2、z^2和xy。 加权RMS x是方差x^2的平方根。 方差x^2等于： $$\frac{\sum w_i (x_i - x^*)^2}{\sum w_i}$$ 其中w_i是等于基于数据的像素值的权重，x_i是像素的x坐标，x*是加权平均值。 $$x^* = \sum w_i x_i / \sum w_i$$ 请注意，对于矩形探测器，Data=0和1的值将相同，因为所有像素都具有相同的大小。y*的计算类似于x*的计算。

NSDD（-14到-15）	-14、-15：X或Y方向的几何MTF。结果仅适用于Data = 0或Data = 1，并且两个数据输入的结果相同。 空间频率用于指定计算MTF数据的空间频率（以周期/毫米为单位）。仅当应用于矩形探测器且Pix#设置为-14或-15时，才考虑空间频率参数。 Data为0表示光通量，1表示光通量/面积，2表示光通量/像素的立体角，3表示归一化的光通量，4表示吸收的光通量，5表示吸收的光通量/面积。请注意，Data=2仅适用于矩形探测器，它在角度空间中记录数据。面元探测器只支持0和1（表示光通量和光通量/面积）。只有Pix#为正整数时，Data值才能为3，这种情况下返回的像素光通量被归一化为评价函数编辑器中所有连续NSDD操作数的峰值光通量，这些操作数参考相同的表面和探测器。Data为3一般只作为非序列模式位图评价函数的一部分使用（参见“非序列模式位图评价函数工具（NSC Bitmap Merit Function Tool）”）。 仅对矩形探测器来说：如果Pix#不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予#Ignored数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略。如果#Ignored为非零值，计算中考虑的像素数将沿探测器的所有边缘减少。例如，如果探测器在X中具有100个像素，在Y中具有200个像素，并且#Ignored值为2，则计算将基于X中96个像素和Y中196个像素的探测器数据，沿左侧、右侧、底部和顶部边界的最后2个边缘像素的数据均被忽略。唯一不受# Ignored输入影响的计算是照射探测器的光线数量，由Pix # = -3确定（除了为Pix #的正整数输入计算的所有值）。 对于体探测器：像素（Pix#）表示像素在立方体内的编号。对于Data值为0、1或2，返回的值分别为入射光通量、吸收光通量、单位体积吸收光通量。如果Pix#是0，返回值是所有像素数据的和。 对于物体探测器：数据有两个附加选项。Data值为4表示吸收的光通量，5表示吸收的光通量/面积。 对于颜色探测器物体，使用NSDE代替。对于极坐标探测器物体，使用NSDP。 如需了解有关非序列模式优化的更多信息，请参阅“非序列模式操作数（NSC Operands）”

NSDE（1-11）	非序列模式颜色探测器物体数据。面（Surf）定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器（Det#）是指所需探测器的物体编号。如果Det#是0，那么所有的探测器被清空。如果Det#小于0，那么只有Det#的绝对值所定义的探测器被清空。 如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回数据，如下说明：0：探测器上所有像素数据的总和。对于色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的流明值。如果Pix#为0，下面描述的<面积>值是整个探测器的面积，以分析单位为单位测量得到的位置空间数据，或者是以球面度为单位测量得到的角空间数据。 -1：最大数据。 -2：最小数据。 -3：到达探测器的光线数目。 Angle?为0时是位置空间数据，为1时是角空间数据。 Data是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下： 1：光焦度以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefit>是光源单位前缀。 2：光焦度/面积以<aprefix>瓦特/<area>为单位，这里<aprefix>是分析单位的前缀。如果Angle?是0，<area>是分析单位的面积。如果Angle?是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 3：光焦度以<sprefix>流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。 4：光焦度/面积以<aprefix>流明/<area>为单位，这里<aprefix> 是分析单位的前缀。如果Angle? 是0，<area>是分析单位的面积。如果Angle?是1，<area>是以球面度为单位的立体角。 5/6：CIE 1931色度坐标x/y。 7/8：CIE 1976色度坐标u’/v’。 9/10/11：CIE 1931以流明/<area>为单位的三刺激值X、Y、Z的值。如果Angle?是0，<area>是分析单位的面积。如果Angle?是1，<area>是以球面度为单位的立体角。

NSDE（12-21）	12/13：显色指数（CRI）和相关色温（CCT），后者的单位是开尔文（K）。只有当颜色探测器物体的“记录光谱数据(Record Spectral Data)”选项开启后，才能返回相应的数值（仅适用于OpticStudio-Premium），并且还要求Pix#和Angle?的值均为0。返回值基于整个探测器上通量随波长的变化。 14/15/16：归一化的CIE 1931三刺激值X/Y/Z的数值。与9/10/11的返回值类似，但是此时返回的是相对于评价函数编辑器中后续相邻的所有NSDE操作数（参考相同表面和探测器）三刺激值中Y值的峰值的归一化结果。一般只作为非序列模式位图评价函数的一部分使用（参见“非序列模式位图评价函数工具(NSC Bitmap Merit Function Tool)”）。并且仅当Pix#为正整数、Angle?是0时才有效。 17/18/19/20/21：分别表示在特定的光谱库（Spectral Bin）中质心X、Y和均方根半径（RMS）、X、Y值。指定光谱库可参见对波长列的描述。如需了解如何定义光谱库，可参见物体属性(Object Properties)的探测器类型设置(Detector Settings in Type)部分。 波长(Wavelength)指定使用哪个光谱库数据计算质心X/Y和均方根半径/X/Y。如果波长的数值在光谱库范围内，则将会选择库的数据用于计算。光谱库的详细描述可参见“记录光谱数据”。 如果Pix#不是正整数，则大量的边缘像素可以被忽略，如果需要的话。如果赋予#Ignored数值的话，则大量的边缘像素将会被忽略。如果#Ignored为非零值，计算中考虑的像素数将沿探测器的所有边缘减少。例如，如果探测器在X中具有100个像素，在Y中具有200个像素，并且#Ignored值为2，则计算将基于X中96个像素和Y中196个像素的探测器数据，沿左侧、右侧、底部和顶部边界的最后2个边缘像素的数据均被忽略。 当Pix#=-3，且显色指数(CRI)、相关色温(CCT)分别对应Data为12和Data为13时，不受#Ignored影响的计算是到达探测器的光线数目（#Ignored输入同样不影响为Pix #的正整数输入计算的任何值）。如果光源单位为焦耳，那么data 1和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data4的单位为talbot。参见“单位”。另请参阅NSDD和NSDP。
NSDP	非序列模式极坐标探测器物体数据。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。探测器(Det#)是指所需探测器的物体编号。如果Det#是0，那么所有的探测器被清空。如果Det#小于0，那么只有Det#的绝对值所定义的探测器被清空。如果Pix#是一个正整数，那么返回值就是指定像素上的数据。否则，不同的Pix#值，将对应不同类型的返回数据，如下说明：0：探测器上所有像素数据的总和。对于色度坐标，这是探测器上所有像素的平均值，是一个非零的流明值。-1：最大数据。-2：最小数据。-3：到达探测器的光线数目。-4：光场分布相对于0度的径向均方根半径，以度为单位。如果Pix#设置为-4，则Data的有效输入为1或者3，输入其它数值返回值都为0。Data是一个整数，用来定义要返回的数据类型。定义如下：1：光焦度以<sprefix>瓦特为单位，这里<sprefix>是光源单位前缀。2：光焦度/立体角以<sprefix>瓦特/球面度为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。3：光焦度以<sprefix>流明为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。4：光焦度/立体角以<sprefix>流明/球面度为单位，这里<sprefix>是光源单位的前缀。5/6：CIE 1931色度坐标x/y。7/8：CIE 1976色度坐标u’/v’。9/10/11：CIE 1931以流明/球面度为单位的三刺激值X、Y、Z的值。如果光源单位为焦耳，那么data 1和data 2的单位也是焦耳，而data 3和data 4的单位为talbot。参见“单位”。另请参阅NSDD和NSDE。
NSLT	非序列模式光线追迹（LightningTrace）。该操作数追迹由LightningTrace分析定义的大量网格光线。Surf是非序列模式面的表面编号。Src#是用来网格光线追迹的光源的物体编号。如果Src#是0，则追迹所有光源发出的光线。Ray Samp定义光线网格采样数量：0=Low（1X）、1=4X、2=16X、3=64X、4=256X、5=1024X。Edge Samp定义的采样用于求解物体边缘的光线网格，与Ray Samp的输入有相同的定义（但仅输入从0到4）。T? 定义是否需要追迹大量的网格光线（当RT? = 0），或者定义是否需要使用传统光线追迹方法来追迹所有的分析光线（当RT? = 1）。当RT? = 1，此操作数将会关闭偏振、分裂、散射，追迹方式与NSTR操作数类似。操作数NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。详细信息参见“LightningTrace控件(The LightningTrace Control)”。参阅NSTR。

NSRA（1-15）	非序列模式单光线追迹。**Src#**指目标光源的物体编号。此光源必须被定义为单根分析光线追迹。如果**Pol?**不为0，则光线分裂追迹是开启的。如果**Pol?**不为0，则使用偏振。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。 对于该功能，散射选项通常是关闭的，因为散射的子光线是随机的，并不适合优化。通常会考虑错误。 如果追迹相同光线的多个NSRA操作数在评价函数编辑器中是相邻的，为了提高追迹效率，优化时只追迹一次。 **Seg#**指的是包含返回值的光线区段的编号。用-1表示最后一个区段。 **Data**是指特定区段的数据类型。 使用**Data**值1-9分别表示x坐标、y坐标、z坐标、x-余弦、y-余弦、z-余弦、x-法线分量、y-法线分量和z-法线分量。这些数值都是相对于输入口，参见下方的31-39。 使用**Data**值10-15分别表示轨迹（path-to）、强度（intensity）、的相位（phase of）、所处的相位（phase at）、折射率（index）和初始相位（starting phase）。值得注意的是，在何处的相位值不是2*pi模的大小，与ZRD文件的情况类似。
NSRA（16-39）	使用**Data**值16-17分别表示从光源到指定区段结束的光线路径总和或光程，采用镜头单位表示。这些值不包括衍射面的相位。 使用**Data**值21-26分别表示Ex实部、Ex虚部、Ey实部、Ey虚部、Ez实部和Ez虚部。如果返回实部和虚部数据，必须开启偏振。 使用**Data**值27-29分别表示Ex和Ey的相位以及Ex、Ey的相位差。所有值都以弧度为单位。如果返回有效数据，必须开启偏振。 将**Data**值31-39用于表示由**Data**值1-9定义的坐标数据，**Data**值1-9转化为相对于全局坐标参考面的坐标。 **Source#**指当光源为阵列的形式时，所用的元件序号。有关序号分类表可以参见物体属性中的“光源(Sources) 在页面上 584”设置。 请注意，NSRA区段的列出顺序与ZRD的不同。例如，对于同一条光线，NSRA中**Seg#** =17的区段与ZRD中列出的第17段不同。 请注意，phase_at(Data=13)以光线到达探测器的像素中心为参考。请参阅“光线数据库（ZRD）文件(Ray Database(ZRD)Files) 在页面上 384”部分中的更多说明。 如需了解有关这些数据项的更多信息，请参阅“ZRD未压缩完整数据格式（UFD）（The ZRD Uncompressed Full Data Format (UFD)）”。
NSRD	非序列模式光线数据库。“ZRD文件（ZRD file）”定义要保存的ZRD文件名。（最多140个字符）如果“ZRD格式（ZRD format）”设置是一个正整数，就可定义ZRD文件的格式：0：未压缩的完整数据 1：压缩的基本数据 2：压缩的完整数据。如果“ZRD格式”设置为-1，则后续的NSTR操作数就不会创建ZRD文件。在评价函数中，该操作数必须出现在NSTR操作数之前。
NSRM	非顺序旋转矩阵分量。面(Surf)定义非序列模式组（一般在纯非序列模式系统中为1）的表面编号。物体(Object)定义非序列模式组中的物体编号。如果Ref?是0，坐标就相对于参考物体。当使用这个参考时，旋转矩阵将始终是单位矩阵。如果Ref?是1，坐标就相对于非序列模式坐标系的原点或入口。如果Ref?是2，坐标就相对于全局坐标参考面。3 x 3 R矩阵有9个分量。如果Data是1，NSRM返回R[1][1]；如果Data是2，NSRM返回R[1][2]；依次类推，如果Data是9，则返回R[3][3]。

NSRW	非序列模式道路照明数据。Data指定要返回的道路照明的数据类型。0表示平均亮度；1表示整体亮度均匀性；2表示亮度纵向均匀性；3表示阈值增量；4表示环绕比例；5表示平均照度；6表示最小照度；7表示水平方向照度的均匀性。参数# Lanes、Lane Width、Spacing和Offset都用来定义道路照明分析。Arrange定义灯具沿着道路的排列。0表示单向，1表示双向，2表示交错。Surf. 分类（Class）定义路面分类。使用0表示R1，1表示R2，2表示R3，3表示R4。如需了解更多信息，请参阅“道路照明(Roadway Lighting)”。具有特定设置的第一个NSRW操作数必须紧跟在一个NSTW操作数之后，以便计算数据。具有相同设置（Data除外）的NSRW操作数必须放在相邻行。这些后续操作数将简单地返回由第一个NSRW操作数缓存的数据。此操作数旨在用作非序列模式道路照明评价函数工具的一部分。如需了解更多信息，请参见“非序列模式道路照明评价函数工具（NSC Roadway Merit Function Tool）”。
NSST	非序列模式单光线追迹。该操作数通过系统追迹单序列光线至任意指定的非序列模式面，然后返回非序列表面内有关该光线的各种数据。Surf是非序列模式面的表面编号。Wave是波长编号。如需了解有关Hx、Hy、Px和Py的定义，请参见“Hx、Hy、Px和Py”。Data决定NSST要计算和返回的数据类型，说明如下：0、1、2：光线与物体交点处的x、y、z坐标。3、4、5：光线从表面反射或折射后的x、y、z方向余弦。6、7、8：光线到光线与物体交点处的x、y、z方向余弦。9、10、11：光线与物体交点处表面的法线。12：光线到达的物体的面编号。Object用来指定所需要的数据是哪个物体的。在一般情况下，一条光线可能多次到达同一个物体。默认情况下，NSST返回光线在指定物体上的最后一个交点的数据。要选择一个指定的交点，在每次光线到达物体时在Data值上加上1000。例如，光线第三次到达物体时，光线的y坐标值，用3001作为Data的值。如果光线没有到达物体，或到达物体的次数不是指定的次数，此时操作数将返回0，但是不会有警告或错误信息的提示。所有的坐标和余弦值参考非序列模式面的坐标系。操作数NSDC、NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。参阅NSTR。
NSTR	非序列模式追迹。Src#指目标光源的物体编号。如果Src#是0，将对所有的光源进行追迹。如果Splt?不为0，则光线分裂追迹是开启的。如果Scat?不为0，那么散射就开启。如果Pol?不为0，则偏振光追迹是开启的。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果IgEr?不为0，将忽略误差。详见“非序列模式中光源与探测器的优化（Optimizing with sources and detectors in non-sequential mode）”。操作数NSDD、NSDE或NSDP的Det#参数设置为0时，这些操作数必须包含在评价函数中，并在这个操作数之前。另请参阅NSST。
NSTW	非序列模式道路照明光线追迹。该操作数仅用于与NSRW操作数和非序列模式道路照明评价函数一起优化道路照明应用。如果Splt?不为0，则光线分裂追迹是开启的。如果Scat?不为0，那么散射就开启。如果Pol?不为0，则偏振光追迹是开启的。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果IgEr?不为0，将忽略误差。Origin是原始物体的行数，MH是计算中使用的安装高度。如需了解更多信息，请参阅“道路照明（Roadway Lighting）”。NSTW操作数必须紧跟着一个NSRW操作数，以便计算数据。此操作数旨在用作非序列模式道路照明评价函数工具的一部分。如需了解更多信息，请参见“非序列模式道路照明评价函数工具（NSC Roadway Merit Function Tool）”。
NTXG	非序列模式物体绕x轴的倾斜值大于。参见NPXG。
NTXL	非序列模式物体绕x轴的倾斜值小于。参见NPXG。
NTXV	非序列模式物体绕x轴的倾斜值。参见NPXG。
NTYG	非序列模式物体绕y轴的倾斜值大于。参见NPXG。
NTYL	非序列模式物体绕y轴的倾斜值小于。参见NPXG。
NTYV	非序列模式物体绕y轴的倾斜值。参见NPXG。
NTZG	非序列模式物体绕z轴的倾斜值大于。参见NPXG。
NTZL	非序列模式物体绕z轴的倾斜值小于。参见NPXG。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

NTZV	非序列模式物体绕z轴的倾斜值。参见NPXG。
OBSN	物方数值孔径。它只针对有限共轭系统，使用主波长在轴上进行计算。
OOFF	此操作数表示操作数列表中未使用的项。在评估评价函数时，OOFF操作数会自动转换为BLNK操作数。OOFF仅用于说明评价函数操作数类型未被识别。
OPDC	相对主光线光程差。Wave定义的波长下，光线相对主光线的光程差，用波数表示。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
OPDM	光程差。Wave定义的波长下，相对于整个光瞳上光程差平均值的光程差。OPDM与TRAC有相同的约束条件，详细讨论请参见TRAC。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
OPDX	光程差。Wave定义的波长下，相对于整个去除倾斜的光瞳上光程差平均值的光程差。OPDX与TRAC有相同的限制条件，详细讨论参见TRAC。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
OPGT	操作数数值大于。此操作数用来约束Op#定义的操作数的数值大于该操作数的目标值。
OPLT	操作数数值小于。此操作数用来约束Op#定义的操作数的数值小于该操作数的目标值。
OPTH	光程。它是Wave定义的波长下，指定光线到达Surf定义的面的距离，以镜头单位为单位。距离是从有限共轭物体开始测量的，对于无限共轭，该距离没有意义，光程长度从与第一个表面上的主光线交点相切的参考相位平面开始计算的。光程取决于介质的折射率以及附加面（诸如光栅和二元光学组件）的相位。参见PLEN。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
OPVA	操作数数值。此操作数用来约束Op#定义的操作数的数值，使之与目标值相等。
OSCD	违正弦条件。在Wave定义的波长下的违正弦条件(OSC)，违正弦条件(OSC)有两种定义。第一种定义如Welford在《Aberrations of Optical System》书中所描述的（参见“镜头设计参考(References on Lens Design)”）。这个定义适用于Zone为零的情况。由Roland Shack教授提出的另一种定义支持将OSC作为光瞳函数进行计算，并只使用真实光线。这个定义适用于Zone为非零的情况。在这种情况下，Zone对应真实边缘光线的Py坐标。当Zone对应这两种定义都是1.0时，两种定义方法对带有适当F/#和像差的系统会给出相似的结果。这个操作数对非轴对称系统没有意义。
OSUM	将Op#1和Op#2所定义的所有操作数的数值相加。参见SUMM。
PANA	近轴光线表面法线的x方向向量。Wave定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的x方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与Surf定义的面的交点处该面法线向量的x分量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PANB	近轴光线表面法线的y方向向量。Wave定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的y方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与Surf定义的面的交点处该面法线向量的y分量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PANC	近轴光线表面法线的z方向向量。Wave定义的波长下，在光线与面交点处，近轴光线表面法线的z方向向量。它是在局部坐标系中，指定近轴光线与Surf定义的面的交点处该面法线向量的z分量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARA	近轴光线x方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，近轴光线x方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARB	近轴光线y方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，近轴光线y方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARC	近轴光线z方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，近轴光线z方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。

PARR	近轴光线径向坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上近轴光线的径向坐标，以镜头单位为单位。它是在局部坐标系中，从局部光轴到指定近轴光线与Surf定义的面的交点处的径向距离。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARX	近轴光线x坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上近轴光线的x坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARY	近轴光线y坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上近轴光线的y坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PARZ	近轴光线z坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上近轴光线的z坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PATX	近轴光线x方向的正切。它是Wave定义的波长下，近轴光线在Surf定义的面折射后，在X-Z平面上形成的角的正切。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PATY	近轴光线y方向的正切。它是Wave定义的波长下，近轴光线在Surf定义的面折射后，在Y-Z平面上形成的角的正切。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PETC	佩兹伐（Petzval）曲率。在Wave定义的波长下的Petzval曲率，用镜头单位倒数作为单位。对非近轴系统无效。
PETZ	佩兹伐（Petzval）曲率半径。在Wave定义的波长下的Petzval曲率半径，用镜头单位作为单位。对非近轴系统无效。
PIMH	近轴像高。在Wave定义的波长下，近轴像面上的近轴像高。对非近轴系统无效。
PLEN	光程。该操作数计算指定光线在Surf1和Surf2面之间的总光程（包括折射面和相位面），一般在主波长下追迹。PLEN本质上是两个OPTH操作数之差。参见OPTH。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
PMAG	近轴放大率。它是在Wave定义的波长下，近轴像面上的近轴主光线高度与物高的比值。只对有限共轭系统有效。注意，如果系统不是聚焦在近轴焦点，也按照近轴像面来计算。
PMGT	参数值大于。该边界操作数约束Surf定义的面的参数(Param)定义的参量值要大于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见“表面类型”章节，了解这些参量值的说明。
PMLT	参数值小于。该边界操作数约束Surf定义的面的参数(Param)定义的参量值要小于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见“表面类型”章节，了解这些参量值的说明。
PMVA	参量值。该边界操作数约束Surf定义的面的参数（Param）定义的参量值要等于目标值。根据不同的面型，这些参量值有不同的意义。请参见“表面类型”章节，了解这些参量值的说明。
PnGT	该操作数已废弃，用PMGT代替。
PnLT	该操作数已废弃，用PMLT代替。
PnVA	该操作数已废弃，用PMVA代替。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

POPD（1-26）	物理光学传播数据。详见“关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)”。要使用该操作数，请首先根据需求定义有关POP分析功能的设置，然后在设置框中点击保存(Save)。该操作数将根据所选设置返回数据。 如果Surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果Wave为0，则使用POP窗口上保存的波长编号；否则采用指定的波长编号进行计算。如果Field为0，则使用POP窗口上保存的视场编号；否则采用指定的视场编号进行计算。 Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，说明如下： 0：全光纤耦合。这是系统效率和接受器效率的乘积。 1：光纤耦合的系统效率。 2：光纤耦合的接收器效率。 3：总光焦度。 4：峰值照度。 5、6、7：引导光束位置、瑞利范围、束腰（X向）。 8、9、10：引导光束位置、瑞利范围、束腰（Y向）。 11、12、13：位于最后一个表面上光束阵列中心的局部X、Y、Z坐标（这是参考点，跟光束振幅大小无关）。 21、22：光束强度分布质心相对于光束中心局部坐标的X、Y坐标值。这个结果的X/Y轴方向不一定与最后一个表面的方向相同。 23、24、25、26：分别表示X、Y光束宽度和X、Y的M平方值。对于Data 23和24，**Xtr1**默认值为0，可在实验室坐标系中计算光束宽度。当**Xtr1**值设置为1时，沿着主轴方向计算光束宽度。请注意，当计算不对称光束的M平方值时，点击POP分析设置对话框中的“保存(Save)”按钮时，必须勾选“分离X、Y(Separate X, Y)”。参见“光束宽度和M的平方(Beam Width and M-Squared)”。

POPD（27-63）	27：**Xtr1**值为0、1、2和3时，光束二阶矩的平方根分别为x^2、θ_x^2、$x\theta_x$和$x\theta_y$。 28：**Xtr1**值为0、1、2和3时，光束二阶矩的平方根分别为y^2、θ_y^2、$y\theta_y$和$y\theta_x$。 29：**Xtr1**值为0、1时，光束二阶矩的平方根分别为xy和$\theta_x\theta_y$。 30、31、32：分别为光束非零振幅部分的平均值、均方根值和PTV照度变量。这些操作数只能在光束具有近乎均匀的照度并且刚好被表面孔径截断时使用。 33、34、35：分别为光束非零振幅部分的平均值、均方根值和PTV相位变量（单位为弧度）。这些操作数只能在光束具有近乎均匀的照度并且刚好被表面孔径截断时使用。 40、41、42：在由Xtr1参数值指定半径的圆内照度占总光焦度的一部分，以镜头单位表示，参考光束质心（40）、主光线（41）或表面顶点（42）。 50、51、52：在由Xtr1参数值指定半径的圆内照度与总光焦度相等，以镜头单位表示，圆心参考光束质心(50)、主光线(51)或表面顶点(52)。 60、61、62、63：Ex场（60和61）和Ey场（62和63）的光纤耦合接收器效率振幅和相位，单位为弧度。这些值不考虑系统效率（参见上述Data类型1的说明）。Data输入60-63，需要进行偏振POP计算，如果输入光束为非偏振，则光场耦合效率、振幅和相位在物理上没有明确定义。 因此，如果输入光束为非偏振，将返回0.0的值。 未定义的Data值返回值也为0。 Xtr1和Xtr2值只用于选定的数据编号，这些数据编号为未来扩展该功能而保留。如果相邻的POPD操作数都有相同的面、波长、视场、Xtr1和Xtr2值，那么只进行一次POP分析就同时返回所有的数据。注意，POPD操作数必须位于MFE相邻行，才能实现这样的效率。
POPI	物理光学传播数据。详见“关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation)”。要使用该操作数，请首先根据需求定义有关POP分析功能的设置，然后在设置框中点击保存(Save)。该操作数将根据所选设置返回数据。如果Surf为0，则使用POP窗口上保存的最后一个表面；否则采用指定的表面作为计算的最后一个表面。如果Wave为0，则使用POP窗口上保存的波长编号；否则采用指定的波长编号进行计算。如果Field为0，则使用POP窗口上保存的视场编号；否则采用指定的视场编号进行计算。Data决定POP计算的数据类型和返回的计算结果，说明如下：0、1、2：分别表示总辐照度（Ex+Ey）、仅Ex或者仅Ey方向的辐照度。3、4、5、6：分别表示Ex实部、Ex虚部、Ey实部、Ey虚部。7、8：分别表示Ex、Ey的相位，单位为弧度。未定义的Data值返回值也为0。Pix#指光束的指定像素。像素大于或等于0，但小于nx*ny，其中nx和ny是行数和列数。像素编号通常定义为：p=x + y*nx，其中x是整数行编号，y是整数列编号，且有0 <= x < nx，0 <= y < ny。如果所有相邻的POPI操作数都具有相同的面、波长和视场值，那么只进行一次POP分析就同时返回所有的数据。注意，POPI操作数必须位于MFE相邻行，才能实现这样的效率。
POWF	视场点处光焦度。在计算Wave定义的波长下，光线经过Surf定义的面折射后任意视场点的光焦度或有效焦距(EFL)。对于Data参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y向光焦度，7表示x向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data=13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL的值为x方向和y方向焦距的差（x-y）。如需了解这种类型的分析的完整描述，请参考“光焦度视场图（Power Field Map）”。参见“Hx、Hy、Px和Py”。

POWP	光瞳处一点的光焦度。在计算Wave定义的波长下，光线经过Surf定义的面折射后在光瞳中任意一点的光焦度或有效焦距(EFL)。对于Data参数，用0表示球，1表示圆柱，2表示最大值，3表示最小值，4表示子午，5表示弧矢，6表示y向光焦度，7表示x向光焦度，8表示像散光焦度，光焦度的单位为屈光度。要获得EFL值，在这些代码上加9。例如，子午EFL值，用Data = 13表示。对于圆柱，EFL的值为最大和最小焦距的差。对于像散，EFL的值为x方向和y方向焦距的差（x-y）。如需了解这种类型的分析的完整描述，请参考“光焦度光瞳图（Power Pupil Map）”。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
POWR	某一面的光焦度(镜头单位的倒数)。在Wave定义的波长下，由Surf定义的面的光焦度。该操作数只对标准面有效。
PRIM	主波长。该操作数通过Wave定义的波长，改变评价函数用于评价的主波长编号。该操作数不使用目标或权重栏。
PROB	Op#定义的操作数的数值乘以因子(Factor)定义的因数。
PROD	两个操作数的乘积(Op#1 X Op#2)。参见PROB。
PSLP	在XY平面的某一点上，由Surf定义的面的主系统波长处的相位斜率，以每镜头单位的2p周期表示。该操作数具有模式、X、Y、移除和方向输入。不考虑孔径，并且将为任何XY坐标返回相应值。如果指定的表面编号不是相位表面（如二元面、衍射光栅表面、网格相位面等），则不返回任何值。Mode=0或1表示X和Y坐标以镜头单位表示。Mode=2表示坐标Xn和Yn由净口径进行归一化。Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算相位斜率前从相位数据中移除部件顶点处的任何恒定值。Remove=2表示在计算相位斜率前从相位数据中移除倾斜项。Remove = 3表示在计算相位斜率前从相位数据中移除光焦度项。Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation = 1（默认）表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation=2表示沿X轴方向计算。Orientation=3表示沿Y轴方向计算。Orientation=4是表示斜率矢量的模量或总长，方向角包含矢量的总长。（方向角没有明确计算，斜率图上不同点的角度可能不同）。请注意，采样设置为33x33。另请参见QSLP。
QOAC	未使用。

QSLP	返回由Surf定义的表面的主系统波长下的相位斜率数据。该操作数具有数据、采样、移除和方向输入。如果指定的表面编号不是相位表面（如二元面、衍射光栅表面、网格相位面等），则不返回任何值。 数据输入的选项包括： 1 – 表面上的RMS相位斜率值。 2 – 表面上的PV相位斜率值。 3 – 表面上的最小相位斜率值。 4 – 表面上的最大相位斜率值。 5 – 表面上具有最小相位斜率值的点的X坐标。 6 – 表面上具有最小相位斜率值的点的Y坐标。 7 – 表面上具有最大相位斜率值的点的X坐标。 8 – 表面上具有最大相位斜率值的点的Y坐标。 9 – 恒定相位值（如果从相位数据中移除）。 10 – X倾斜值（如果从相位数据中移除）。 11 – Y倾斜值（如果从相位数据中移除）。 12 – 光焦度值（如果从相位数据中移除）。 采样输入的选项包括： 1 – 33 x 33（默认） 2 – 65 x 65 3 – 129 x 129 4 – 257 x 257 5 – 513 x 513 6 – 1025 x 1025 7 – 2049 x 2049 8 – 4097 x 4097 9 – 8193 x 8193 10 – 16385 x 16385 Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算相位斜率前从相位数据中移除部件顶点处的任何恒定值。Remove=2表示在计算相位斜率前从相位数据中移除倾斜项。Remove = 3表示在计算相位斜率前从相位数据中移除光焦度项。 Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation=1（默认）表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation=2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。Orientation=4表示斜率矢量的模量或总长。 另请参见PSLP。
QSUM	平方和开根运算。Op#1和Op#2所定义的所有操作数的数值的平方和，再进行平方根运算。参见SUMM、OSUM、EQUA。

RAED	实际光线出射角。它是指Surf定义的面上，Wave定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。另请参见RAID。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RAEN	实际光线出射角。它是指Surf定义的面上，Wave定义的波长下，折射或者反射的出射光线与该表面的法线的夹角的余弦。另请参见RAIN。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RAGA	全局光线x方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，全局光线x方向的余弦。 参见“Hx、Hy、Px和Py”。 全局坐标系的原点在全局参考面上。
RAGB	全局光线y方向余弦。参见RAGA。
RAGC	全局光线z方向余弦。参见RAGA。
RAGX	全局光线x坐标。它是Wave定义的波长下，Surf定义的面上全局坐标系中的x的坐标值，以镜头单位为单位。全局坐标系的原点在全局参考面上。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RAGY	全局光线y坐标。参见RAGX。
RAGZ	全局光线z坐标。参见RAGX。
RAID	实际光线入射角。它是指Surf定义的面上，Wave定义的波长下，入射光线与该表面的法线的夹角，用度表示。请注意，入射角度一定是正值。另请参见RAED。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RAIN	实际光线入射角。它是指Surf定义的面上，Wave定义的波长下，折射前的入射光线与该表面的法线的夹角的余弦。另请参见RAEN。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RANG	光线与z轴的夹角，以弧度为单位。在Wave定义的波长下，Surf定义的表面上测量相对局部Z轴的光线夹角。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAA	实际光线x方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，实际光线x方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAB	实际光线y方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，实际光线y方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAC	实际光线z方向余弦。Wave定义的波长下，光线从Surf定义的面折射后，实际光线z方向的余弦。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAR	实际光线径向坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上实际光线的径向坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAX	实际光线x坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上实际光线的x坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAY	实际光线y坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上实际光线的y坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
REAZ	实际光线z坐标。Wave定义的波长下，在Surf定义的面上实际光线的z坐标，以镜头单位为单位。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RECI	返回Op#1定义的操作数的数值的倒数。另请参见“DIVI”。
RELI	相对照度。该操作数计算由视场(Field)定义的任一视场点相对于(0, 0)视场点的相对照度。请注意，在某些系统中，光照在远离轴的地方会增强。对于这些系统而言，RI可能大于1，因为RELI操作数使用（0, 0）视场点作为参考点。对于此计算，始终删除渐晕因子。其它参数为：采样（Samp）：网格尺寸。值为10，将生成一个10 x 10的光线网格。波长（Wave）：要使用的波长编号。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。也请参见EFNO。

RENA	实际光线表面法线的x方向向量。Wave定义的波长下，在光线与Surf定义的面的交点处，实际光线表面法线的x方向向量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RENB	实际光线表面法线的y方向向量。Wave定义的波长下，在光线与Surf定义的面的交点处，实际光线表面法线的y方向向量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RENC	实际光线表面法线的z方向向量。Wave定义的波长下，在光线与Surf定义的面的交点处，实际光线表面法线的z方向向量。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RETX	实际光线x方向正切（斜率）。在Wave定义的波长下，Surf定义的表面上实际光线与x方向夹角的正切值。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RETY	实际光线y方向正切（斜率）。在Wave定义的波长下，Surf定义的表面上实际光线与y方向夹角的正切值。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RGLA	合理的玻璃。该操作数约束表面范围内折射率、阿贝数、以及部分色散值与当前加载的玻璃库中实际玻璃的偏离量。详细的讨论包括Wn、Wa和Wp的描述，请参见“优化变焦和多重结构镜头（Optimizing zoom and multi-configuration lenses）”。该约束在Surf1和Surf2指定的表面范围内处于有效状态。
RSCE	参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。Ring用于指定追迹光线环的数目。如果Wave为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RSCH	参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。Ring用于指定追迹光线环的数目。如果Wave为零，则执行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RSRE	参考几何像质心的RMS光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线估算RMS。该操作数考虑渐晕。如果Samp值是n，将在每个光瞳区上追迹n × n个栅格。如果Wave为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RSRH	参考主光线的RMS点光斑半径，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线估算RMS。该操作数考虑渐晕。如果Samp值是n，将在每个光瞳区上追迹n × n个栅格。如果Wave为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RWCE	RMS波前差，参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。Ring用于指定追迹光线环的数目。如果Wave为零，则执行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RWCH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个高斯求积的方法，该法对带有非渐晕圆形光瞳的系统是精确的。Ring用于指定追迹光线环的数目。如果Wave为零，则执行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RWRE	RMS波前差，参考质心，以镜头单位为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线估算RMS。该操作数考虑渐晕。如果Samp值是n，将在每个光瞳区上追迹n × n个栅格。如果Wave为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
RWRH	RMS波前差，参考主光线，以波长为单位。该操作数使用一个矩形栅格光线估算RMS。该操作数考虑渐晕。如果Samp值是n，将在每个光瞳区上追迹n × n个栅格。如果Wave为零，就会进行多波长加权计算，否则，就用指定的波长编号计算。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
SAGX	X方向矢高。在Surf定义的面上X = 净口径或半直径、Y ＝ 0处的矢高，以镜头单位为单位。另请参见SSAG。
SAGY	Y方向矢高。在Surf定义的面上Y=净口径或半直径、X＝0处的矢高，以镜头单位为单位。另请参见SSAG。

SCRV	Surf在X和Y定义的坐标位置定义的表面的曲率（单位为镜头单位），在所使用的坐标系内采用镜头单位表示（请参见下面的“离轴(Off-axis)”）。该操作数具有模式、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 ☒Mode = 0则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1（默认）则利用净口径计算。 ☒Off-axis=0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis=1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。BFS=3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。 ☒Orientation用于选择曲率计算的方向。Orientation=0（默认）表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation = 1（默认）表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。Orientation = 4是曲率矢量的模量或长度，位于包含矢量全长的方向角（该角度没有明确计算，可以在曲率映射点之间变化）。
SCUR	表面曲率。计算由Surf定义的面上、由X和Y定义的坐标位置的曲率或者其它相关数据，在以下所有情况中，“最大”数据是通过计算从表面顶点到指定X及Y坐标的间隔相等的50个点的曲率来确定的，并且返回的是得出的最大绝对值。如果Data是0-3，返回值分别是子午、弧矢、子午-弧矢或者子午-弧矢的最大曲率值；如果Data是4-7，返回值分别是x、y、x-y或者x-y的最大曲率值；如果Data是8-9，返回值是（R*Sc）的绝对值，其中R是径向坐标，Sc是弧矢曲率，或者弧矢曲率的最大值。
SDRV	表面导数。计算由Surf定义的面上、由X和Y定义的坐标上的表面矢高（沿着局 部Z轴）的一阶或者二阶导数。如果Data是0或者1，返回值是子午或者弧矢方向的一阶导数；如果Data是2或者3，返回值是子午或者弧矢方向的二阶导数。
SFNO	弧矢工作F数，在Field定义的视场上，Wave定义的波长下计算。参见TFNO。
SINE	Op#定义的操作数的数值的正弦值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
SKIN	如果系统不对称，则跳过。参见SKIS。
SKIS	如果系统对称，则跳过。如果镜头是旋转对称的，那么计算评价函数时，会从该操作数所在行跳跃到在Op#定义的操作数进行计算。
SMIA	SMIA-TV畸变。Field定义的视场是畸变为零时的参考视场，其值为0时表示参考视场点为(0, 0)。Wave用来定义参考波长，其值为0时则参考主波长。X-Width和Y-Width是视场定义的全视场，单位是场单位。详细信息参见“SMIA-TV畸变(SMIA-TV Distortion)”。
SPCH	色球差，单位是镜头单位。这是Minw和Maxw定义的两个极值波长的实际边缘轴向色差与近轴光线的轴向色差的差值。这个距离是沿Z轴测量得到的。Zone定义了计算实际边缘轴向色差所处的光瞳带。Zone对应着实际边缘光线的Py坐标。对非近轴系统无效。
SPHA	球差。在Wave定义的波长下由Surf定义的面引起的球差，用波数表示。如果Surf为零，则使用整个系统的和。 这是由赛德尔系数计算的三阶球差，对非近轴系统无效。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

SPHS	Surf在X和Y定义的坐标上定义的面在主系统上的相位（单位是波数），使用镜头单位表示。该操作数具有数据和移除标记。 ☒Data = 0（默认）表示显示表面相位。Data=1且当Remove也设置为2时，表示显示相位内的倾斜项。Data=2且当Remove也设置为3时，表示显示相位内的光焦度项。 ☒Remove=0（默认）表示不移除任何数据。Remove=1表示从数据中移除部件顶点处的恒定值。Remove=2表示从数据中移除倾斜项。Remove = 3表示从数据中移除光焦度项。 请注意，采样设置为33x33。另请参见DPHS。
SQRT	Op#定义的操作数的数值的平方根。
SSAG	Surf定义的表面在X和Y定义的坐标处的矢高（单位为镜头单位），在所使用坐标系内以镜头单位进行测量（请参见下文的“离轴(Off-axis)”）。该操作数具有模式、离轴、移除和最佳拟合球面(BFS)标记。 ☒Mode = 0则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1（默认）则利用净口径计算。 ☒Off-axis=0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis=1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。BFS = 3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。 如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。 请注意，采样设置为33x33。另请参阅DSAG、SAGX和SAGY。

SSLP	Surf在X和Y定义的坐标上定义的表面的斜率（单位为镜头单位），在所使用的坐标系内以镜头单位表示（请参见下面的“Off-axis”）。该操作数具有模式、离轴、移除、最佳拟合球面(BFS)和方向标记。 ☒Mode = 0则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1（默认）则利用净口径计算。 ☒Off-axis = 0（默认）表示计算根据系统坐标进行，Off-axis = 1表示计算根据倾斜和偏心的坐标系进行，其中坐标系的原点位于离轴部件的顶点。然后，X和Y输入将参考新离轴坐标系中的坐标。 ☒Remove = 0（默认）表示不移除任何数据。Remove = 1表示在计算前从数据中移除基本曲率半径。Remove = 2表示在计算前从数据中移除最佳拟合球面。 ☒如果Remove设置为2，BFS将选择要从数据中移除的最佳拟合球面类型。BFS = 0（默认）表示最小体积最佳拟合球面。BFS = 1表示最小RMS最佳拟合球面。BFS = 2表示带偏移的最小RMS最佳拟合球面。BFS = 3表示方向相反的最小体积最佳拟合球面。 如果会降低RMS，则偏移允许计算将BFS顶点从顶点位置的数据值移开。 ☒Orientation用于选择斜率计算的方向。Orientation = 0（默认）表示沿子午方向（径向向外）计算。Orientation = 1（默认）表示沿弧矢方向（与径向向外正交）计算。Orientation = 2表示沿X轴方向计算。Orientation = 3表示沿Y轴方向计算。Orientation=4表示斜率矢量的模量或长度，方向角包含矢量的总长（该角度没有明确计算，斜率图上不同点的角度可能不同）。 请注意，采样设置为33x33。另请参见DSLP。
STHI	表面厚度。这个操作数计算由Surf定义的面到由X和Y定义的坐标处的下一面的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。该计算考虑起始面的矢高和中心厚度以及下一个面的矢高，但不包括面与面之间的任何倾斜和偏心。
STRH	斯特列尔比。这个操作数使用惠更斯点扩散函数(PSF)来计算斯特列尔比（参见“惠更斯PSF(Huygens PSF)”。这些参数将：采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64。对光瞳和像面来说，采样是相同的。波长（Wave）：要使用的波长编号（用0表示多波长）。视场（Field）：视场编号。偏振（Pol?）：设为0表示忽略偏振，设为1表示考虑偏振。是否所有结构：设为0表示使用当前结构（由该操作数之前的最后一个CONF操作数定义）；设为1表示所有结构的和。有关该选项的完整详述，请参阅“惠更斯PSF”。默认情况下，在用于计算这个操作数的惠更斯点扩散函数(PSF)计算中，其使用的像面采样间距比名义默认像面采样间距要小2倍。参见“惠更斯PSF”中计算名义默认图像增量的公式。这样做是为了放大PSF的峰值，可以更准确地计算斯特列尔比。因此，报告的值一般与惠更斯PSF分析中使用名义默认像面采样间距所报告的值不同。
SUMM	两个操作数的和（Op#1 + Op#2）。参见OSUM。
SVIG	为当前组态设置渐晕因子。精度（Precision）是0、1或2，分别对应高、中、低精度。SVIG操作数执行高精度计算要花大量的时间，尽管最后的优化一般比较好。注意，操作数SVIG和CVIG只为计算后续的优化操作数修改渐晕因子。当达到评价函数末尾时，渐晕因子将恢复为它们的初始值。另请参阅“CVIG”。
TANG	Op#定义的操作数的数值的正切值。如果标志（Flag）为0，则单位为弧度，否则为度。
TCGT	热膨胀系数（TCE）大于。这个边界操作数约束面（Surf）定义的面的TCE大于指定的目标值。
TCLT	热膨胀系数（TCE）小于。这个边界操作数约束面（Surf）定义的面的TCE小于指定的目标值。

TCVA	热膨胀系数（TCE）数值。这个边缘操作数约束面（Surf）定义的面的TCE等于指定的目标值。对于玻璃表面，参见“GTCE”。
TFNO	子午工作F/#，在Field定义的视场上，Wave定义的波长下计算。参见SFNO。
TGTH	Surf1到Surf2面之间的玻璃厚度之和。注意，此厚度将两面包括在内，是各面厚度的代数和，而不是两面之间的厚度。该总数包括所有非空气材料。如需考虑空气间隙，请参见TTHI。
TMAS	总质量。计算Surf1到Surf2面范围内玻璃镜头的质量。这个操作数有模式（mode）标记。Mode=0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。面的质量将考虑附加在下一个面上的体积，因此，要计算单个元件的质量，而且第一个面和最后一个面的编号应该是一样的。参见“计算元件体积的注释”，了解如何计算元件质量和体积。
TOLR	公差数据。数据（Data）为0表示RSS估计性能的变化量，1表示名义上的性能，2表示估计性能（名义性能加上估计变化量）。文件（File）是一个整数，与所用的公差设置文件相对应。组态（Config#）为-2时，则计算CONF操作数定义的最后一个组态；为-1时，计算所有的组态；为0时，计算公差设置文件中使用的组态；为1或者更大的数值时，则计算指定组态。详见“优化公差灵敏度（Optimizing tolerance sensitivity）”。
TOTR	镜头的总长度，以镜头单位表示。参见“总长度（Total Track）”。
TRAC	径向垂轴像差。像空间在Wave定义的波长上测得的径向垂轴像差，参考质心。与其它大多数操作数不同的是，TRAC的正确工作方式严格取决于其它TRAC操作数在评价函数编辑器(Merit Function Editor)中的位置。TRAC操作数必须将视场和波长组合在一起。 OpticStudio 一起追迹具有共同视场点的所有TRAC光线，然后使用这些数据计算所有光线的质心。然后以计算得到的质心为参考点，独立计算每条光线的垂轴像差。该操作数只能通过序列模式评价函数工具(Sequential Merit Function tool)输入到评价函数编辑器，并且不推荐用户直接使用这一操作数。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
TRAD	仅TRAR的x分量。TRAD与TRAC有相同的限制条件，详细讨论请参见TRAC。
TRAE	仅TRAR的y分量。TRAE具有与TRAC相同的限制条件；请参阅TRAC，了解详细论述。
TRAI	径向主光线垂轴像差。在Wave定义的波长下，在Surf定义的面上测量的垂轴像差，参考主光线。与TRAR相似，但是它可以指定一个面而不是仅针对像面。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
TRAN	未使用。
TRAR	径向垂轴像差。在Wave定义的波长下，在像空间测得的径向垂轴像差，参考主光线。参见ANAR。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
TRAX	x方向垂轴像差。在Wave定义的波长下，在像空间测得的x方向垂轴像差，参考主光线。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
TRAY	y方向垂轴像差。在Wave定义的波长下，在像空间测得的y方向垂轴像差，参考主光线。参见“Hx、Hy、Px和Py”。
TRCX	x方向垂轴像差。像空间测得的X方向垂轴像差，参考质心。TRCX具有与TRAC相同的限制条件；请参阅TRAC，了解详细论述。
TRCY	y方向垂轴像差。像空间测得的y方向垂轴像差，参考质心。TRCY具有与TRAC相同的限制条件；请参阅TRAC，了解详细论述。

TSAG	由Surf定义的表面在法向入射角和表面顶点位置的矢高（采用透镜单位表示），在任意参考点的任意方向。该操作数的输入模式包括X、Y和Z。Mode = 0表示，X和Y坐标均以镜头单位表示，在（净口径 + 延伸区）外认为部件是平面的；矢高值可以“看到”部件的平边。Mode = 1表示，X和Y坐标均以镜头单位表示，任意XY均返回表面方程的矢高值；矢高值不考虑部件的平边或孔径。X、Y、Z是手头表面局部坐标系中的参考坐标，表示测量矢高的点。“TiltAboutX”、“TiltAbout Y”和“Tilt About Z”是表示测量方向的倾斜度。
TTGT	总厚度大于。该边界操作数约束总厚度（包括Surf定义的面的矢高以及紧跟在其后的面在相应半口径处的矢高）要大于指定的目标值。如果Code是0，厚度沿+y轴计算；如果Code是1，沿+x轴计算；如果Code是2，沿-y轴计算，如果Code是3，沿-x轴计算。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。该操作数会在镜像空间中自动改变厚度的符号，总是可为物理上可实现的镜头产生正值。请见TTLT和TTVA。
TTHI	Surf1到Surf2面之间的所有面厚度之和。注意，此厚度将两面包括在内，是各面厚度的代数和，而不是两面之间的厚度。参见TGTH。
TTLT	总厚度小于。请见TTGT。
TTVA	总厚度值。请见TTGT。
UDOC	用户自定义操作数。用户自定义操作数，用于优化外部汇编程序（ZOS-API）中计算的数值结果。参见“使用通过ZOS-API编写的程序执行优化（Optimizing with programs written using ZOS-API）”部分。另请参见ZPLM。
USYM	旋转对称标记。如果该操作数出现在评价函数中，OpticStudio计算时会假定镜头是径向对称的，即使OpticStudio发现系统中并不存在对称。在某些特殊的情况中，它可以加快评价函数的计算速度。
VOLU	元件的体积，单位为立方厘米。为Surf1和Surf2定义的面的范围计算镜头和空气间隙的体积。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode=1则利用净口径计算。面的体积包括附加在后续面上的体积，因此，要计算单个元件的体积，而且第一个面和最后一个面的编号应该是一样的。参见“计算元件体积的注释”，了解如何计算元件质量和体积。
WFNO	工作F/#。参见“工作F/#（Working F/#）”、ISFN、SFNO和TFNO。
WLEN	波长。该操作数返回波长（Wave）定义的波长值，单位是微米。
XENC	扩展光源圈入能量（距离）。该操作数使用当前的默认设置，计算到扩展光源几何圈入能量的指定分数距离，单位为微米。若要使用此操作数，请先根据需要定义扩展光源圈入能量特性的设置，然后按设置框中的“保存（Save）”按钮。唯一被覆盖的设置是类型（Type）、波长（Wave）以及最大半径（Max Radius）。类型（Type）：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形圈入，5表示x分布，6表示y分布。当使用Type2或3时，计算的距离是包含百分比（Frac）定义的能量分数的“完整”狭缝宽度。这是分别以所选参考点为中心的[-x, x]或[-y, y]范围的“完整（full）”狭缝宽度。例如，如果Dist=20μm，这意味着能量分数包含在+/-10μm的狭缝宽度中。波长（Wave）是输入的波长编号。 百分比（Frac）是所需的能量分数，而且必须介于0和1之间，包含首尾值。此外，Type为5和6时忽略百分比，因为这些类型的返回值是所需能量分数的最大半高全宽值，与百分比无关。最大半径是径向距离的最大距离，单位为微米。如果该值为零，则使用默认设置。另请参阅XENF、DENC、DENF、GENC和GENF。

XENF	扩展光源圈入能量（分数）。这个操作数计算从参考点到一定距离处的几何圈入、方形圈入、仅x方向、仅y方向（狭缝）能量分数。类型（Type）：1表示圈入，2表示仅x方向，3表示仅y方向，4表示方形圈入。当使用类型2或3时，PSF中的能量分数分别在以所选参考点为中心的[-x, x]或[-y, y]范围内计算。这是由距离（Dist）给出的完整狭缝宽度。例如，如果Dist = 20 µm，则针对+/-10µm.Wave的狭缝宽度计算能量分数。波长（Wave）是输入的波长编号。 除了Dist，选项和设置与XENC的一样，在这里它用于距离，在该距离处能达到期望的能量分数。也可参见GENC、DENC、DENF和XENC。
XNEA	空气面最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内空气面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MNEA。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
XNEG	玻璃面最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MNEG。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
XNET	最小边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内的最小边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点至少是指定的最小厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MNET。区域（Zone）如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
XXEA	空气面最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内空气面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点不超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXEA。区域（Zone）如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
XXEG	玻璃面最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内玻璃面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点不超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXEG。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
XXET	最大边缘厚度。Surf1和Surf2定义的面范围内面的最大边缘厚度。该操作数检查每个面边缘众多点处的边缘厚度，确保所有的点不超过指定的最大厚度。该操作数可同时控制多个表面。参见MXET。区域(Zone)如果是非零值，则缩放计算该处厚度的径向孔径。Zone为0.5的话，将计算0.5乘以半直径处的厚度。这个操作数有模式（mode）标记。Mode = 0（默认）则利用镜头数据编辑器上显示的机械半直径计算，Mode = 1则利用净口径计算。
YNIP	近轴YNI。该数是在Wave定义的波长下，近轴边缘光线高度乘以Surf定义的面的折射率再乘以入射角的积。该量与指定表面的Narcissus贡献相关。参见Applied Optics, Vol. 21, 18, p3393。

ZERN	Zernike Fringe系数。参数如下：项（Term）：Zernike项序号（fringe项序号为1-37，standard或annular项序号为1-231）。 Term值，如果为负或零，也可以用来返回其它Zernike拟合数据，如下所示： -8：光程差峰值到谷值（参考质心）-7：光程差峰值到谷值（参考主光线）-6：RMS参考零参考值（OpticStudio不使用）-5：RMS参考主光线-4：RMS参考质心-3：方差-2：斯特利尔比-1：RMS拟合误差0：最大单点拟合误差 波长（Wave）：波长编号。采样（Samp）：光瞳采样，其中1生成32x32，2生成64x64等。视场（Field）：视场编号。类型（Type）：Zernike类型（0表示fringe，1表示standard，2表示annular）。Epsilon：遮阑比率（只用于annular系数）。顶点（Vertex?）：如果为1，光程差就是以面顶点为参考点。如果为0，光程差就是以主光线为参考。 注意：如果使用多个只是Term值不同的ZERN操作数，它们应该放置在编辑器的相邻行中，以便OpticStudio只做一个拟合，否则，计算速度会减慢。即使只求一个系数，在拟合过程中始终使用多个Zernike项。计算中使用的最大Term值取决于Type和Term设置。所有类型使用的最小Term值为11。也就是说只在设置为大于或等于11时才使用Term值。如果Type是standard或annular时，则计算的最大Term值是被设置的等于任何相邻ZERN操作数中的Term值。 请注意，有时可能会出现“ZERN错误”消息，这通常是由于RAM不足或OpticStudio无法计算OPD所造成的。还有一些其它情况可能导致此错误消息。如果您认为上述原因都不适合您的情况，请联系技术支持。
ZPLM	宏优化操作数。用于优化ZPL宏计算的数值结果。参见“用户自定义操作数（User defined operands）”。
ZTHI	该操作数控制多重结构中Surf1和Surf2定义的面范围内各面的总厚度变化。它类似于TTHI操作数，只不过它类似于不等式操作数。指定的目标值是每个所定义结构位置的TTHI之间允许的最大差值。例如，如果有3重结构，TTHI 3 8将分别评价17、19、18.5，如果目标值小于2，ZTHI将返回2（即19-17）。否则，ZTHI将返回目标值。为了使所有缩放配置保持相同的长度，使用0作为目标值。

5.2.1.4. 评价函数编辑器工具栏(Merit Function Editor Toolbar)

在评价函数编辑器窗口的上面有评价函数编辑器工具栏。它提供了评价函数编辑器的快捷工具。

下面列出了评价函数编辑器工具栏的按钮。

更新**(Update)** 这一选项将重新计算评价函数。所有的操作数都参与计算并显示新的评价函数值。

保存评价函数**(Save Merit Function)** 将当前的评价函数保存在一个*.MF文件中。该步骤仅在要将评价函数加载到另一镜头中时需要用到。当保存整个镜头文件时，OpticStudio会自动将镜头与评价函数一起保存。

加载评价函数**(Load Merit Function)** 加载一个预先保存在*.MF文件或*.ZMX文件中的评价函数。可以选择两者中的任一文件，仅将其中的评价函数部分加载到数据表中，而当前的评价函数将被消除。

插入评价函数**(Insert Merit Function)** 插入一个预先保存在*.MF文件中的评价函数。用户要选择插入在哪一行，以及插入的文件，现有的评价函数被保留。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

删除所有操作数**(Delete All Operands)** 删除评价函数中的所有操作数。

优化向导**(Optimization Wizard)** 打开"优化向导与操作数"工具，以最常见的要求设置评价函数， 之后便可编辑。

评价函数列表**(Merit Function Listing)** 在单独的窗口中生成评价函数文字列表并分开显示用户自己添加的操作数（位于DMFS操作数之前的操作数）和默认评价函数（所有在DMFS操作数之后列出的操作数）。

转到操作数**(Go To Operand)** 打开对话框来查找并跳转到指定的操作数类型、注释、编号或标签。更多信息请参阅"转到表面"。

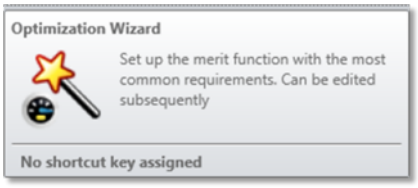
切换快速视图**(Toggle Express View)** 打开和关闭快速视图。更多信息请参考"快速视图(Express View)"。

重置列序**(Reset Column Order)** 重置列顺序为默认设置（参见"编辑器(Editors)"）。

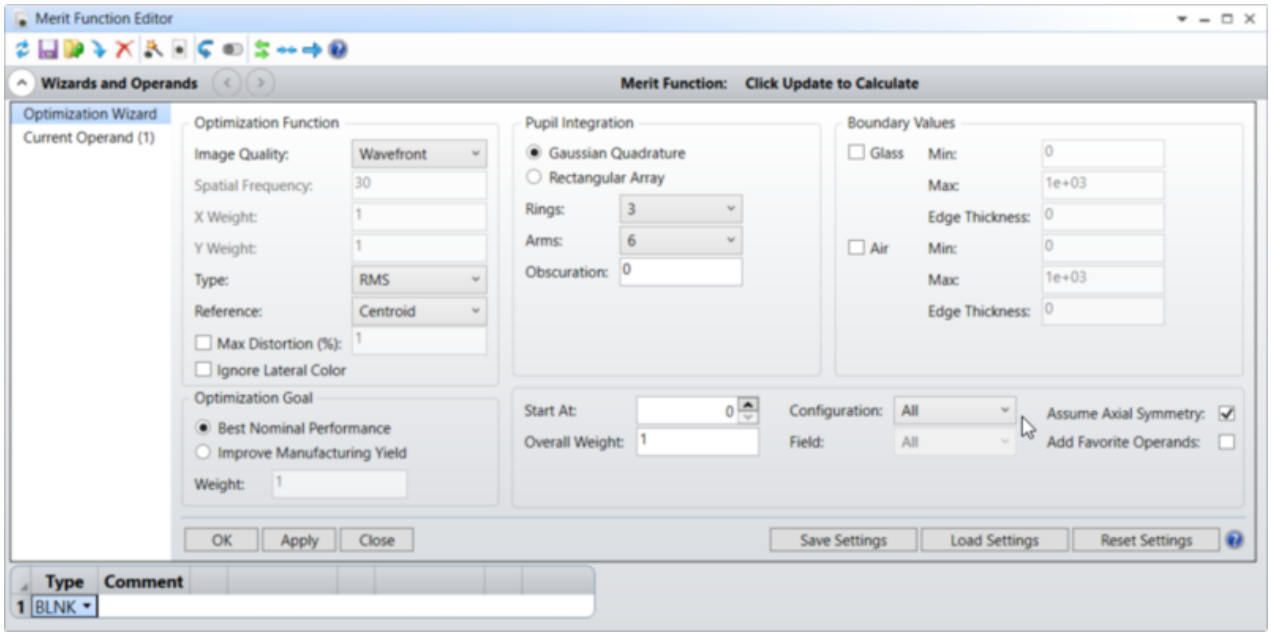
重置列宽**(Reset Column Widths)** 重置列宽为标准尺寸（参见"编辑器(Editors)"）。

帮助**(Help)** 打开帮助系统。

5.2.2. 优化向导**(Optimization Wizard)**



优化向导在"优化"选项卡中"自动优化"部分中设置，或者通过"评价函数编辑器"上的"优化向导与操作数"的下拉菜单访问。"优化向导"将显示选择评价函数类型和相对光线密度的对话框。



评价函数表征了一个光学系统对于某一指定目标的趋近程度。OpticStudio使用一系列操作数，分别表示系统的不同约束条件或目标。操作数可表示例如图像质量、焦距、放大率等目标。

评价函数与列表中每一个操作数的实际值与目标值之差的加权平方和的平方根成正比。评价函数用这种方法来定义，所以其理想值为零。优化算法致力于使函数值尽可能的小，因此评价函数应该表示的是您希望系统能达到怎样的程度。

在OpticStudio中可以使用几种不同类型的评价函数。默认的评价函数由四个关键的选项来构造：优化类型、评价标准、参考点和积分方法。下面的部分介绍了这些选项。

5.2.2.1. 优化函数类型（Optimization Function Types）

RMS 是均方根的简称。这是目前使用最普遍的类型。RMS是所有独立误差平方的平均值的平方根。

PTV 是峰-谷值的简称。在极少数情况下，RMS误差不如最大程度的像差重要。例如，如果所有光线都必须到达探测器或光纤上的一个圆形区域内，此时PTV可能是更好的成像质量指标。这一评价函数类型试图最大限度地减小PTV误差。但是，评价函数的数值并不是实际的峰谷值误差。

RMS评价函数的注意事项

请注意，使用RMS光斑半径评价函数的优化通常会产生与RMS波前评价函数不同的最优设计。它们不同的根本原因是光线的像差与波像差的导数成正比。因此，期望一个最小值与另一个最小值相同是不合理的。使用的一般经验法则是，如果系统接近衍射极限（如小于两个波长的PTV波前差），则使用波前差，否则，使用光斑半径评价函数。

一般来说，以质心为参考的评价函数要优于使用主光线的评价函数。大多数基于衍射的性能评价，如MTF或圈入能量，在参考质心的RMS波前差减小时能够得到改善。然而，最好能够使用各种评价函数将最终的设计重新优化，以验证哪一个能够为所设计的系统提供最佳性能。例如，与RMS主光线参考优化相比，RMS波前质心参考通常会产生更好的低频MTF响应，但获得更差的中频响应。

PTV评价函数的注意事项

对于PTV评价函数，评价函数数值与像差的实际PTV成比例但不相等。当评价函数最小化时，评价函数将使PTV最小化。

光斑尺寸的PTV评价函数可能无法精确优化几何光斑尺寸，在点列图（Spot Diagram）窗口中显示为“GEO”。光斑尺寸的PTV评价函数将优化光斑的近似几何面积。相反，点列图的GEO输出是从选定参考点采样的任何光线的最大距离。这是代表光斑几何尺寸的两个不同指标。一般来说，它们具有很强的相关性，但对其中一个进行优化不一定会为另一个产生最佳值。

当使用矩形阵列进行光瞳积分时，选择RMS或PTV作为优化函数类型将产生相同的评价函数值。与高斯求积采样不同，矩形阵列采样模式中的所有操作数具有相等的权重。由于评价函数是操作数值及其各自权重的函数，并且两者对于RMS和PTV保持不变，因此对于这两个选择，所得到的评价函数是相同的。

> 注**:** 优化函数类型仅适用于高斯求积采样。

5.2.2.2. 优化函数标准(Optimization Function Criteria)

波前**(Wavefront)** 像差以波长为单位。有关更多信息，请参阅RMS vs 视场(RMS vs. Field)中"关于RMS波前计算的注解(Comments about RMS wavefront computations)"。

对比度**(Contrast)**采用Moore-Elliott对比度方式优化系统MTF，也称为对比度优化(Contrast Optimization)。有关Moore-Elliott对比度方法的更多信息，请参阅"MTF优化方法(Optimizing for MTF)"。

点列图**(Spot)**：同时计算像空间中x与y方向上的横向光线像差。将分别考虑x与y分量，再同时进行优化。像差的符号将保留，以产生更好的导数用于优化。或者，如果X和Y方向的权重输入都设为0，则光斑尺寸将基于径向横向光线像差。

角向**(Angular)** 同时计算像空间中x与y方向上的角向像差。将分别考虑x与y分量，再同时进行优化。像差的符号将保留，以产生更好的导数用于优化。适用于无焦系统优化，详情请参考"无焦像空间(Afocal Image Space)"。

5.2.2.3. 优化函数参考点(Optimization Function Reference Points)

质心**(Centroid)**对数据的RMS或PTV的计算以该视场点所有数据的质心为参考。一般优化倾向于选择质心参考，特别是波前优化。对波前优化来说，当以质心作为参考时，将减去整个光瞳上的平均波前、波前的x倾斜和y倾斜，它们中的任何一个都不会使系统的成像质量下降。当存在彗差时，以质心为参考会产生更有意义的结果，因为彗差会使像的质心偏离主光线位置。如果数据为波前，则使用的操作数为OPDX。

主光线**(Chief)**对数据的RMS或PTV的计算以主波长的主光线为参考。对于波前优化，参考主光线减去了整个光瞳上的平均波前，但没有减去波前的x倾斜和y倾斜。请注意，OPD定义为0的点是被任意定义的。这是主光线参考减去平均波前的原因。如果数据为波前，则使用的操作数为OPDM。

未参考的**(Unreferenced)** 此选项仅在数据为波前时有效。如果波前无参考点，则使用相对于主光线的OPD数据，不减去平均波前或倾斜。如果数据为波前，则使用的操作数为OPDC。

5.2.2.4. 优化函数失真和配色(Optimization Function Distortion and Color)

最大失真**(Max Distortion)(%)** 为失真值设定上限。参见DIMX操作数。

忽略垂轴色差**(Ignore Lateral Color)** 默认条件下，OpticStudio根据每个视场的公共参考点开展所有RMS或PTV计算。对于每个视场点，在全部波长上追迹所有的光线。所有光线的主波长主光线或质心被用作参考点。如果选择"忽略垂轴色"，OpticStudio也为每个波长计算单独的参考点。这对有意按波长划分光束的系统设计很有帮助，如棱镜或光谱仪系统。该选项将导致评价函数单独地优化每个色斑。

5.2.2.5. 光瞳积分设置(Pupil Integration Settings)

有两种不同的光瞳积分方法用于构建评价函数：高斯求积(GQ)和矩形阵列(RA)。GQ算法对于几乎所有的情况都适用。

5.2.2.5.1. 高斯求积(Gaussian Quadrature)

GQ算法采用仔细选择并加权过的一组光线，来精确计算被均匀入射的入瞳上的RMS或PTV误差（严格来说，PTV算法并不是GQ算法，但非常接近）。所有光线的权重分配是根据系统选项(System Explorer)中波长和视场设置的权重以及GQ评价函数算法设置的。对于RMS评价函数，选择所使用的权重和光线设置是依据G.W.Forbes,JOSA A 5,p1943,1988一文中所述的方法。对于PTV评价函数，光线设置的依据是切比雪夫多项式的结果，详细描述请参阅Numerical Recipes, Cambridge University Press (1989)。如果您对这些方法的详细基本原理感兴趣的话，可以参考这些文献。GQ远比已知的其它方法更精确，而且所需要的光线更少。所以，在以下两个方面您都可以获益：更快的速度和更高的精确度。

对GQ来说，唯一的缺点是这个算法假设光瞳是一个圆，或者一般来说是个椭圆。对于非椭圆的光瞳来说，GQ通常不能精确计算。 例如，在光学系统中如果存在表面孔径，渐晕足够多的光线从而能够明显地改变光瞳的有效形状，在该种情况下，就不能使用GQ方法来计算。

要注意另外一种例外情况，就是当所用的圆形光瞳中存在中心遮阑，例如牛顿望远镜。在这种情况下，可以给出孔径遮阑的百分数（"遮阑"），这种在GQ算法中考虑圆形光瞳遮阑的方法，详细描述请参阅B.J. Bauman和H. Xiao,"Gaussian quadrature for optical design with non-circular pupil and fields, and broad wavelengths",Proc.SPIE, Vol.7652,p76522S-1(2010)。一般来说，适当的中心遮阑不会显著影响RMS，因为光瞳中心的像差会更小，使用有限的"遮阑"系数，在GQ算法中评价函数计算也可以完全精确地表示遮阑情况。

请注意，当使用渐晕因子时，GQ算法也适用，因为光瞳从圆形到椭圆形时，光线模式将重新分配。如需了解有关渐晕因子与GQ结合使用的更多详细信息，请参阅知识库文章"如何使用渐晕因子(How to use Vignetting Factors)"。

GQ算法要指定**"**环**"**数和**"**臂**"**数以及**"**遮阑**"**因子。

环**(Rings)** "环"的设置决定每个波长及每个视场追迹的光线数。对于轴上视场（在旋转对称系统中的零视场角），光线数等于环数。对于对称系统中其它所有视场，每一环追迹的光线数等于"臂"数（在下一小节中介绍）的一半。只追迹一半的光线是因为利用了系统的左右对称性。对一种定义的波长追迹一组光线。例如，如果您设置了一个轴上点视场，两个轴外视场，三种波长，四个环数和六个臂数，那么追迹的光线数为3 * (4 + 4*3 + 4*3) = 84。对于非旋转对称性的系统，每一环追迹的光线数为不依赖视场的"臂"数。在上面的例子中，则要追迹的光线数为3 * 3 * 4 * 6 = 216。OpticStudio将自动计算所需追迹的光线数，这里描述的原因是让您了解如何定义默认的评价函数。如果追迹越多的光线，优化运行的时间就越长。

臂**(Arms)** "臂"的设置决定了在光瞳中追迹光线的径向臂数。默认的是6个等间隔（在角度上）的臂被追迹（或者是3个等间隔，如果系统是旋转对称的）。这个数也可以更改为8、10或12。对于大多数光学系统来说，6个等间隔就足够了。

对于环数和臂数的采样考虑

应根据您的系统中存在的像差阶数来选择环数和臂数。GQ算法中可精确计算的像差最高阶数为(2*n-1)，其中n是环数。如果一个光学设计中像差阶数被限制在五阶，则n的值至少为3。确定正确环数最简单的方法是选择最小的数1，然后进入优化对话框并注意评价函数。现在回到默认评价函数工具栏，并选择两个环数。如果评价函数值的改变多于几个百分比，则再返回选择三个环数，依次类推，直到评价函数没有显著改变为止（大概1%）。对于臂数的选择，也可重复这一过程（通常6个臂数就足够了）。选择多于所需的环数和臂数并不能改善优化结果，它只会减慢算法速度。追迹超出所需的更多光线并不会有助于您找到更好的结果。

选择多于所需的环数和臂数并不能改善优化结果，它只会减慢算法速度。

遮阑**(Obscuration)** "遮阑"的设置确定了圆形光瞳的渐晕分数，即光线不能追迹通过光瞳的百分数。默认值是0，即默认值为无遮阑。 最大可能值是1，这表示一个完全遮阑的光瞳，没有光线追迹通过。为了避免评价函数中没有定义光线的情况，如果用户将输入值（绝对值）设置为>=1，OpticStudio会将输入值重置为0。

请注意：圆形光瞳的遮阑比例是线性分布的，而不是光瞳面积的分数。这意味着遮阑的光瞳面积是输入值的平方。遮阑以圆形光瞳为中心。

5.2.2.5.2. 矩形阵列**(Rectangular Array)**

RA算法追迹通过光瞳的网格光线。RA算法的优点在于，它能够精确计算评价函数中渐晕的影响。在那些有意去除问题光线的系统中，如遮阑望远镜和照相机镜头，这一点非常有用。RA算法的缺点在于它的速度和精确度。通常，要达到给定的精确度，RA算法需要的光线比GQ算法要多。底限：除非使用表面孔径，否则不要使用RA算法。

RA算法需要指定**"**网格**"**尺寸和**"**删除渐晕**"**选项。

网格**(Grid)**决定所需的光线数。网格的尺寸可以是4x4（每个波长每视场16条光线），6x6（每个波长每视场36条光线）等。网格上的光线如果是在入瞳以外就会自动被忽略掉，所以实际使用的光线数要比网格尺寸的平方值小。 选择较大的网格尺寸通常会获得更精确的结果，其影响是运行速度相对较慢。然而，选择较大的网格密度然后再选择"删除渐晕"复选框（在下一节中介绍）可能比较有利。其原因在于，选择大的网格密度就会用大量光线充满整个光瞳，然而有渐晕的操作数将被删除。其结果是可以通过合理数量的光线，精确反映系统的孔径。

删除渐晕**(Delete Vignetted)** 如果选中，那么在评价函数中每一条光线都通过整个系统被追迹，并且，如果光线被表面孔径渐晕，或是错过某个表面，或是在某个表面上发生全内反射，那么这条光线对应的操作数就会从评价函数中被删除。这样保持了评价函数中的光线总数为最小适当值。其缺点是如果优化过程中渐晕发生变化，不得不重新生成评价函数。与使用删除渐晕光线相比，更好的做法是先使用渐晕因子，然后再使用GQ算法。如果需要，在优化过程中可以在评价函数中用SVIG调整渐晕因子。

注意，OpticStudio会尽力追迹评价函数中定义的每一条光线，不管它是否存在渐晕。例如，如果用REAY将主光线的高度定为目标值，并且存在一个使主光线渐晕的中央遮阑，那么只要光线能够被追迹，OpticStudio仍将追迹这条光线并使用该操作数的结果。OpticStudio不会检查定义的光线是否存在渐晕，因为这样将会在优化过程中引进大量的开销。

通常，应避免用表面孔径来渐晕光线，并尽可能地使用渐晕因子来调整成像光束的大小。为了优化没有渐晕的那部分光线，必须定义一个宏来进行所需要的计算。然而，这个方法在优化过程中很容易产生停滞，因为当光线突然从渐晕变为没有渐晕时，镜头数据参数很小的改变就会导致评价函数产生离散变化。

5.2.2.6. 优化目标**(Optimization Goal)**

最佳名义性能**(Best Nominal Performance)**在不考虑公差分析灵敏度的情况下，通过优化系统获得可能的最佳名义设计。

权重**(Weight)**设置HYLD操作数相对于评价函数其余部分的总体贡献权重。设置非常低的HYLD权重可获得最佳名义性能。如果HYLD操作数的权重很大，优化倾向于产生完全不聚焦光线的设计，因为光线在每个面上倾向于法线方向。最佳权重取决于多个因素：预期的公差分析的严格程度、所需的制造成品率、使用的名义评价函数类型以及系统的独特属性[1]。

参考资料：

[1] Kenneth E. Moore, "Optimization for as-built performance," Proc.SPIE 10925, Photonic Instrumentation Engineering VI, 1092502 (4 March 2019);

5.2.2.7. 边界值**(Boundary Values)**

单独的边界设置**(Individual Boundary Settings)** 通过勾选空气和/或玻璃边界值，可以自动生成各个边界约束并将其包含在默认评价函数中。

玻璃**(Glass)**如果选中，则MNCG、MXCG和MNEG操作数将被添加到评价函数中，以约束每个表面的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度。如果需要，只有玻璃表面对评价函数起作用。

空气**(Air)** MNCA、MXCA和MNEA操作数将被添加到评价函数中，以约束每个表面的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度。如果需要，只有空气表面对评价函数起作用。

自动单独边界约束功能是为了节省一些手动输入，适用于具有或没有反射镜的光学系统上的常规边界约束。较复杂的镜头（如具有复杂坐标断点或多重结构的镜头）通常需要在评价函数中手动添加附加的边界约束。

优化期间，黑盒镜头和非序列模式组件表面被忽略。

MNEA、MXEA、MNEG和MXEG忽略坐标断点表面。

添加反射镜或将表面变为反射镜或将反射镜变为表面均需要重新构建评价函数。

5.2.2.8. 其他设置(Other Settings)

假设轴对称**(Assume Axial Symmetry)** 如果选中，那么在构建和计算评价函数时，默认的评价函数将会利用镜头的左右及旋转对称性。此时，追迹的光线较少，在不降低精度的情况下可以加速优化。在有坐标断点的系统或非旋转对称系统中，默认是不选择这一项的，这意味着不利用系统的对称性。然而，不考虑默认的系统对称性是非常有用的，如果您设计的一个镜头被OpticStudio认为是非对称的，缺少对称性并不会影响系统的像差。例如，如果系统中存在倾斜的平面反射镜，这些镜子不会消除系统的左右对称性，但是OpticStudio将会默认假定系统不存在对称性。一些渐变折射率表面也使用通常设为零的非对称折射率变量参数（它们只用于公差分析）。

在这些情况下，选中该选项可以加速优化。另请参阅"USYM"操作数的说明。如果评价函数将用于公差分析，请关闭该选项。因为在公差分析期间，即使是对称系统通常也会变得不再对称。

加入常用操作数**(Add Favorite Operands)** 勾选后，OpticStudio会将FAVORITE.MF中定义的评价函数添加至默认评价函数中的DMFS操作数之上。该评价函数文件必须放置在<data>\MeritFunction文件夹内（请参阅"文件夹"）。

结构**(Configuration)** 选择某一个或所有结构生成评价函数。

起始行**(Start At)** 该选项用来将默认评价函数加入到评价函数编辑器操作数列表中的特定位置。要控制默认的起始行的值，请参阅DFMS操作数的定义。输入值为0代表在当前评价函数的末尾加入默认评价函数。

相对**X**权重**(Relative X Weight)** 相对X权重是在计算PTV或RMS SPOT或ANGULAR评价函数时，加在像差X分量上的附加权重。这项设置对其它的评价函数没有影响。如果相对X权重小于相对Y权重，那么Y分量的权重更大；如果相对X权重大于相对Y权重，那么X分量的权重更大。如果保留默认值（相对X权重和相对Y权重相等），那么两个分量的权重相等。某个分量的权重更大将有助于形成狭缝像的系统（例如光谱仪）。如果相对X权重设置为零，则不会优化X分量，并且这些操作数不会包含在评价函数中。如果将相对X权重和相对Y权重都设置为0，则生成的评价函数将基于径向横向光线像差，而不是X+Y光线像差。

相对**Y**权重**(Relative Y Weight)** 相对Y权重是在计算PTV或RMS SPOT或ANGULAR评价函数时，加在像差Y分量上的附加权重。请参阅"相对X权重"。如果将相对X权重和相对Y权重都设置为0，则生成的评价函数将基于径向横向光线像差，而不是X+Y光线像差。

相对**S**权重**(Relative S Weight)** 相对S权重是在计算对比度评价函数时在相位差的弧矢分量上相对于子午分量的附加权重。请参阅"相对X权重"。

相对T权重(Relative T Weight) 相对T权重是在计算对比度评价函数时在相位差的子午分量上相对于弧矢分量的附加权重。请参阅"相对X权重"。

整体权重**(Overall Weight)** 当在不同类型的评价函数间切换时，如RMS光斑半径以及RMS波前差，默认评价函数的数值大小可能会有很大幅度的变化。这样一来，可能会很难手动调节非默认评价函数操作数的权重。整体权重是用来调整默认评价函数所有权重的一个比例常数。在大多数情况下，这个值可保持1不变。

空间频率**(Spatial Frequency)** 计算对比度默认评价函数时，所要优化的空间频率值。

5.2.2.9. 按钮功能(Button Functions)

确定**(OK)**关闭优化向导工具，并将生成的评价函数添加到指定起始行的现有评价函数。

应用**(Apply)**将生成的评价函数添加到指定起始行的现有评价函数。

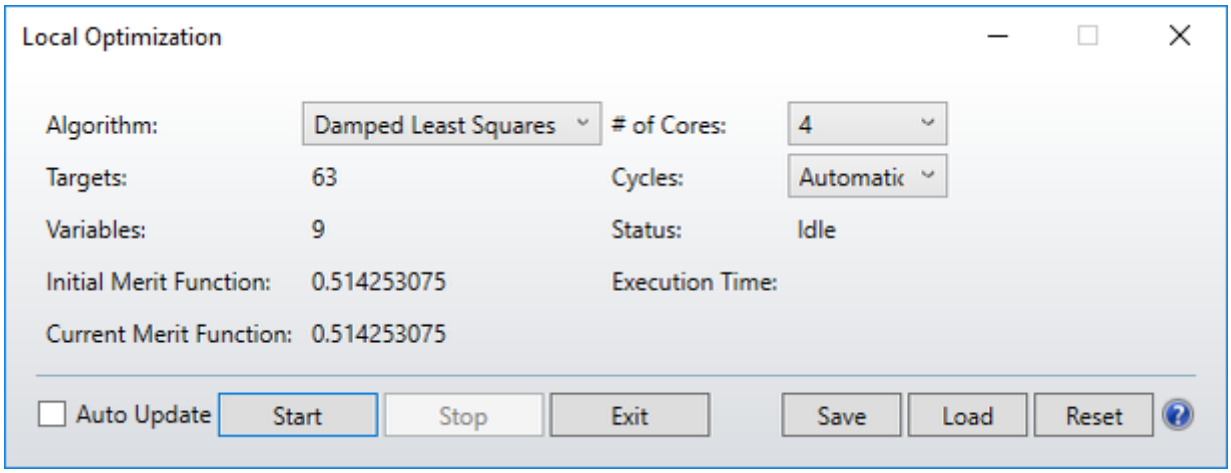
保存设置**(Save Settings)**在优化向导对话框中保存设置。 更改或重置设置后，单击"加载设置(Load Settings)"按钮重新加载保存的设置。

加载设置**(Load Settings)** 加载上次保存的优化向导设置。

重置设置**(Reset Settings)**将设置重置为默认值。

5.2.3. 执行优化**(Optimize!)**

优化(Optimize)选项卡中的自动优化(Automatic Optimization)部分提供了"执行优化(Optimize!)"按钮。该按钮展示了用于自动优化当前光学系统的局部优化工具。



设置：

算法**(Algorithm)** 局部优化使用阻尼最小二乘法或正交下降法来改进或修改设计，以满足特定条件。

阻尼最小二乘法**(DLS)(Damped Least Squares (DLS))** 使用数值计算的导数，在能产生一个较小评价函数的设计的解空间中确定优化方向。这种梯度方法是为光学系统的设计专门开发的，可推荐用于所有的优化情况。

正交下降法**(OD)(Orthogonal Descent (OD))** 使用变量的正交化形式和解空间的离散采样来降低评价函数值。OD算法不计算评价函数的数值导数。对于评价函数存在固有噪声的系统而言，例如非序列模式系统，OD通常优于DLS算法。如需了解有关相似算法的讨论，请参见S. Kudaev, P. Schreiber,"Automated optimization of nonimaging optics for luminaries", in Optical Design and Engineering II; Laurent Mazuray, Rolf Wartmann, Eds., Proc.SPIE 5962, p. 87-95 (2005).

注意**(Note)** DLS和OD都是局部优化算法，它们的最终结果依赖于起始点。对于全局优化，请参阅"全局优化(Global Optimizers)"。

内核数目**(# of Cores)** 选择执行优化任务的内核数量。即使在单个CPU计算机上，也可以选择多个内核，在这种情况下，单个CPU将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

周期**(Cycles)** 选择优化迭代的次数。1个周期表示执行一个优化周期，5个周期表示执行5个优化周期，以此类推。无限个周期表示执行无限次循环的优化周期，直到按下"停止(Stop)"按钮。

选择自动**(Selecting Automatic)** 将导致优化一直运行到系统不再得到改进为止。 强烈建议选择自动模式。运行一个给定的优化周期所需的时间随着变量数量、系统复杂性、求解数量、操作数数量以及计算机速度有很大不同。如果该周期花费的时间过长、或者看起来要中断、或者如果您觉得设计没有充分进展，请单击"停止"以结束优化运行。

自动更新**(Auto Update)** 如果选中该项，OpticStudio将在每一个优化周期结束时自动更新和重新绘制所有打开的窗口，这可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口可以更新的最快速度是每5秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始**(Start)** 开始优化。

停止**(Stop)** 停止正在运行的优化，并将控件返回到对话框。

退出**(Exit)**关闭局部优化对话框。优化运行时未启用退出。启用后，选择退出将导致对话框关闭，系统将更新为优化的当前值。

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudi配置文件中。

加载**(Load)** 加载最后保存的设置。

重置**(Reset)** 将所有设置重置为默认值。

讨论：

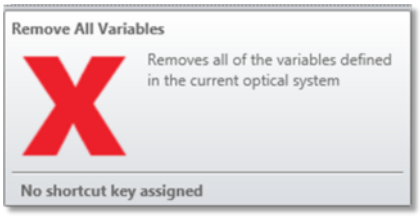
OpticStudio提供的局部优化（或简称为"优化"）功能非常强大，并且能够在给定合理的起始点和一组变量的情况下优化镜头设计。变量可以是曲率、厚度、玻璃材料、圆锥系数、参数数据、额外数据和任何多重结构数值数据。OpticStudio将使用阻尼最小二乘法或正交下降算法进行优化计算。这种算法能够优化由加权目标值组成的评价函数，这些目标值被称为"操作数"。OpticStudio有多种不同的默认优化函数，可以使用评价函数编辑器轻松更改。如需了解有关此过程的详细信息，请参阅"更改评价函数(Modifying the merit function)"。

当优化开始时，OpticStudio首先更新系统的评价函数。如果操作数中的任何一个不能被计算，优化就不能开始，并且会显示一条错误信息。如果操作数需要追迹错过某些表面的光线或在折射率边界发生全内反射(TIR)的光线时，则无法计算这些操作数。如果出现此类的错误信息，通常是初始镜头的设置出现错误，或是光线目标被错误定义（在默认评价函数中不会出现这样的情况，但在用户定义的光线中可能会发生）。如果在优化过程中不能计算评价函数，OpticStudio将自动恢复；只需要初始系统便能充分地计算评价函数中所有的操作数。

请参阅优化概述(Optimization Overview) 来获得有关构建评价函数、设置变量和使用优化功能的完整描述。

另请参阅

5.2.4. 移除所有变量(Remove All Variables)

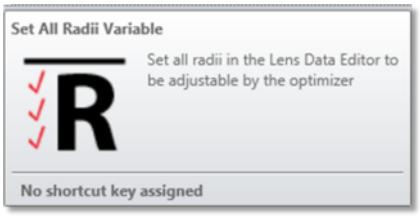


移除所有变量按钮位于"优化"菜单中的"自动优化"部分。此按钮提供了一种快速删除当前镜头文件中定义的所有变量的方法。

详述：

通过将每个值设置为"固定(Fixed)"（保持当前值）来移除变量。

5.2.5. 设置全部半径变量(Set All Radii Variable)

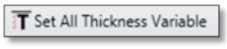


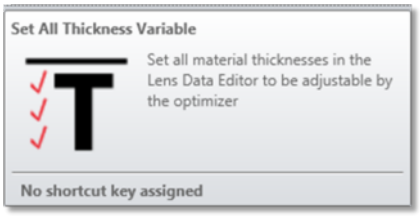
"设置全部半径变量"按钮位于"优化"菜单中的"自动优化"部分。这个按钮提供了一种快速方法将所有半径设置为变量。

详述：

变量仅设置在定义两种不同介质之间的边界的曲面上。镜头数据编辑器中半径列旁边列出"V"，表示指定该半径为变量。

5.2.6. 设置全部厚度变量(Set All Thickness Variable)





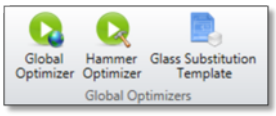
"设置全部厚度变量"按钮位于"优化"菜单中的"自动优化"部分。该按钮提供了一种快速方式将所有厚度设置为变量。

详述：

变量只能设置在有限非零厚度上。透镜数据编辑器中厚度列旁边列出的"V"，表示指定该厚度为变量。

5.3. 全局优化组(Global Optimizers Group)

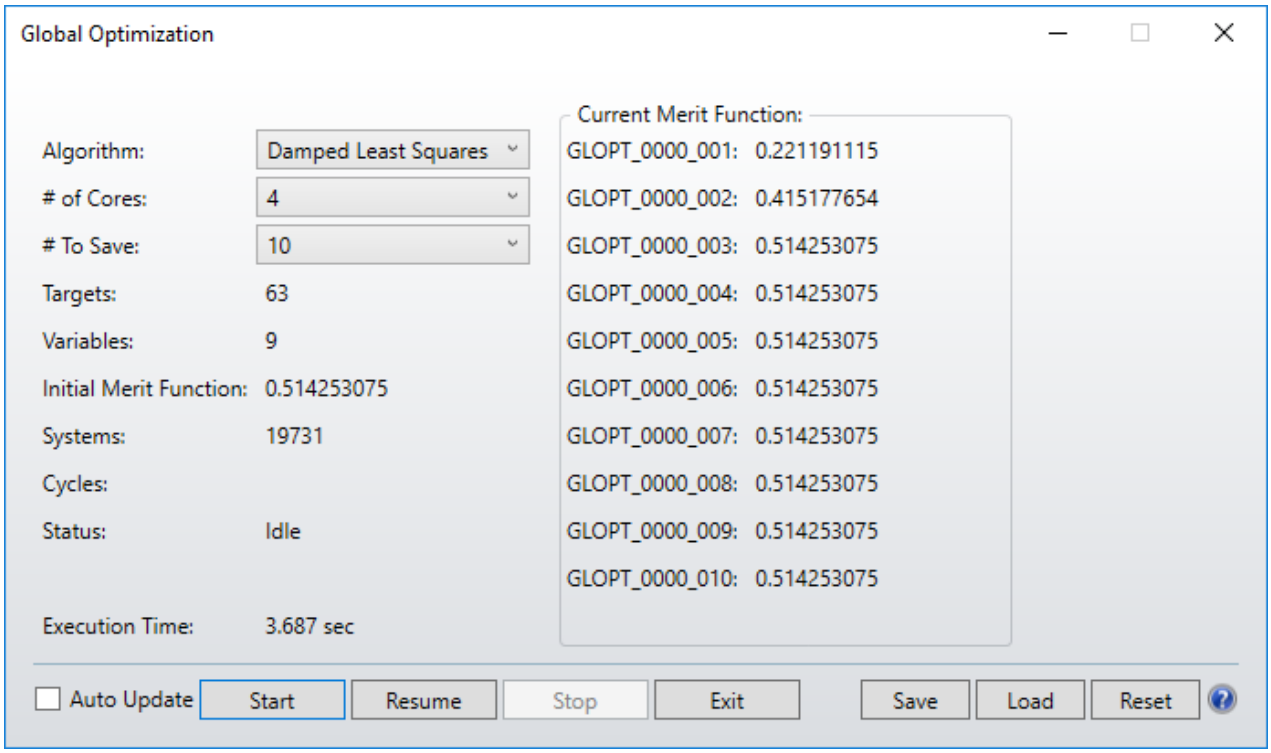
以下工具均是全局优化工具。



如需了解有关全局优化的更多信息，请参阅全局优化(Global Optimization)。

5.3.1. 全局优化(Global Optimizer)

全局优化位于优化(Optimize)选项卡的全局优化(Global Optimizers)部分。该功能可启动对全局最优解的搜索，对于给定的评价函数和一组变量来说可能会得到最佳的设计。



如需了解更多信息，请参阅优化概述(Optimization Overview)中的"全局优化算法(The Global Optimization Algorithm)"。

设置***(Settings)***：

算法**(Algorithm)** 这个算法控件允许选择阻尼最小二乘法(DLS)或者正交下降法(OD)。DLS算法适用于大多数的成像系统，而OD算法适用于具有有噪声的、低精度的评价函数的系统，例如照明系统。更多详细信息，请参阅"执行优化(Performing an optimization)"。

内核数目**(# of Cores)** 选择执行优化任务的内核数量。即使在单个CPU计算机上，也可以选择多个内核，在这种情况下，单个CPU将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

保存数目**(# To Save)** 选择所要保存的镜头数目。

OpticStudio将初始文件复制到名为GLOPT_xxxx_001.ZMX到GLOPT_xxxx_nnn.ZMX的全新OpticStudio格式文件中，其中xxxx是与OpticStudio实例关联的编号，nnn是要保存的最大镜头数。如果全局优化在OpticStudio的多个实例上同时运行，那么数字xxxx将用于区分从不同实例保存的文件。

然后，OpticStudio将开始搜寻您所定义的范围中提取的各种镜头参数的组合。优化将在新生成的镜头文件设计上进行，直到OpticStudio得到新镜头充分优化的结果。

当生成一个新镜头时，OpticStudio将使用这个新镜头的评价函数与当前发现的最好镜头的评价函数进行比较，并将其放入最佳镜头列表的正确位置，并根据需要重新命名其它的镜头文件。如果新镜头的评价函数值比最佳列表上所有镜头的都要高，那么将其放弃。该过程无限循环。每次发现一个新的镜头比最佳镜头列表中的最差镜头要好时，将它替换至列表中的相应位置。更换了几百个镜头之后（这可能需要对几万个镜头进行评估），最后得到的镜头列表有望包含非常好的设计方案，或至少有一些较好的形式。

全局优化对话框也会显示目前找到的十个最佳镜头的评价函数值。如果要保存的镜头数目比10大，这些文件将均被保存在硬盘上，但是评价函数不会被显示。

这种算法也会周期性返回到最佳的镜头列表内的文件中，来判断它们是否能继续改善。 有时，一些镜头将在改进后再放回到该列表中。假如发生这种情况，如果被取代的旧设计有着与新镜头一样的基本形式，则旧镜头将被丢弃。这是为了在最佳列表中保持一定的设计多样性，否则所有的镜头会有几乎相似的形式。

自动更新**(Auto Update)** 如果选中该项，OpticStudio将在每一个优化周期结束时自动更新并刷新所有打开的窗口，可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口更新的最快速度是每5秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始**(Start)** 开始优化。

继续**(Resume)** 与"开始"按钮非常相似，然而，"继续"按钮首先将载入现有的GLOPT_xxxx_nnn文件，并将其当前的评价函数值放在最佳列表中。

因此，继续按钮将从之前运行结束的地方开始搜索。"继续"按钮不会删除现有的最佳镜头，但"开始"按钮会删除这些文件，然后完全基于镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中的当前镜头重新开始搜索。如果在选择"继续"按钮时，镜头数据编辑器中包含一组完全不相关的镜头文件数据，OpticStudio将尝试使用镜头数据编辑器和评价函数编辑器中的当前数据来优化镜头，但是将用旧的GLOPT文件的评价函数，以作为比较。

停止**(Stop)** 停止正在运行的优化，并将控件返回到对话框。根据实际的算法进程，它可能立即退出，或者可能需要几秒退出。一旦算法终止，就可以点击"退出"。

此时，您可以打开任何GLOPT_xxxx_nnn.ZMX文件来进行下一步分析。

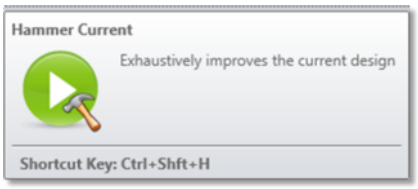
退出**(Exit)** 关闭"全局优化"对话框。在运行优化时，退出功能被禁用。当退出功能被启用时，选择退出将关闭对话框，系统将以优化的最佳值进行更新。

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudio配置文件中。

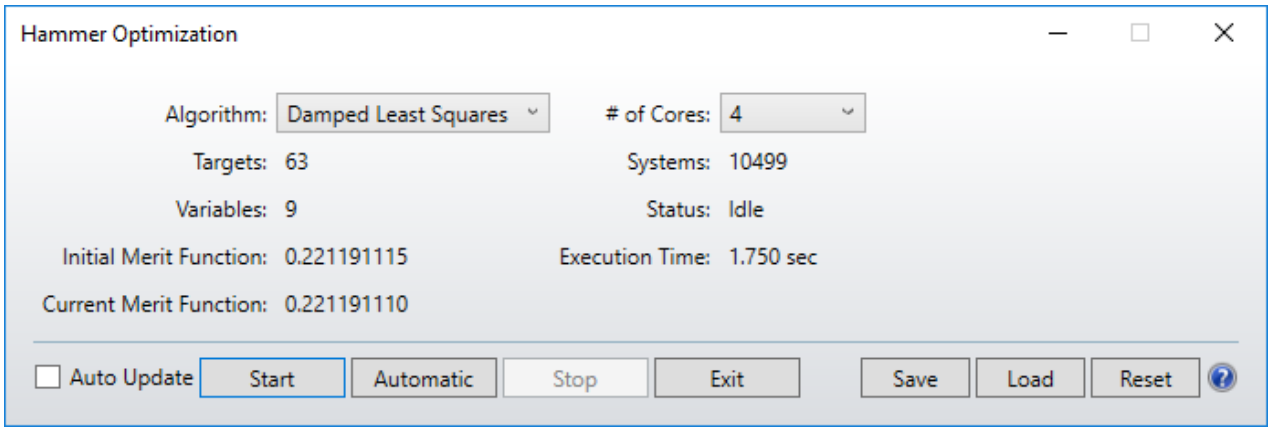
加载**(Load)** 加载最后保存的设置。

重置**(Reset)** 将所有设置重置为默认值。

5.3.2. 锤形优化(Hammer Optimizer)



"锤形优化"可在"优化"选项卡的"全局优化"部分中找到。此功能可自动重复优化设计，以跳出评价函数中的局部最小值。



如需了解更多信息，请参阅优化概述(Optimization Overview)中的"锤形优化算法(Hammer Optimization algorithm)"。

设置***(Settings)***：

算法**(Algorithm)** 选择阻尼最小二乘法(DLS)或正交下降法(OD)。DLS算法适用于大多数成像系统，而OD算法适用于有噪声的、低精度评价函数的系统，如照明系统。更多详细信息，请参阅"执行优化(Performing an optimization)"。

内核数目**(# of Cores)** 选择执行优化任务的内核数量。即使在单个CPU计算机上，也可以选择多个内核，在这种情况下，单个CPU将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

自动更新**(Auto Update)** 如果选中该项，OpticStudio将在每一个优化周期结束时自动更新并刷新所有打开的窗口，可以在使用任一分析功能时实时监控优化的过程。请注意，窗口可以更新的最快速度是每5秒一次，以便在更新期间保持用户界面的响应度。

开始**(Start)** 开始锤形优化循环。锤形优化将载入该镜头，并通过调整和优化来尽力锤炼系统。每次镜头被优化后，都会以临时文件的形式保存在硬盘中。

自动**(Automatic)** 调用常见（局部）阻尼最小二乘法(DLS)或正交下降法(OD)优化并在自动模式中运行。有时在镜头尚未得到优化时，调用锤形优化前对镜头进行此优化是非常有用的。

停止**(Stop)** 终止锤形优化。

退出**(Exit)** 关闭该对话框。优化运行时未启用退出。启用后，选择退出将导致对话框关闭，系统将更新为优化的当前值。

保存**(Save)** 将当前设置保存到OpticStudi结构文件中。

加载**(Load)** 加载最后保存的设置。

重置**(Reset)** 将所有设置重置为默认值。

锤形优化窗口显示了初始评价函数值和迄今为止发现的最佳评价函数值。尽管有时候好的结果可能在几分钟之内得到，但仍应该让算法运行几个小时，最好是一个通宵。可点击"停止"按钮终止搜索，然后选择"退出"。

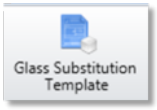
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

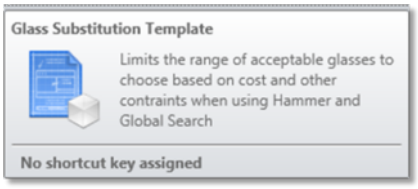
如果OpticStudio异常终止，可以在临时文件中找到最后保存的锤形优化文件。该临时文件名由起始镜头文件名构成。如果正在被优化的镜头被存放在文件夹

C:\Zemax\SAMPLES\MYFILE.ZMX 中，那么这个临时文件将被命名为

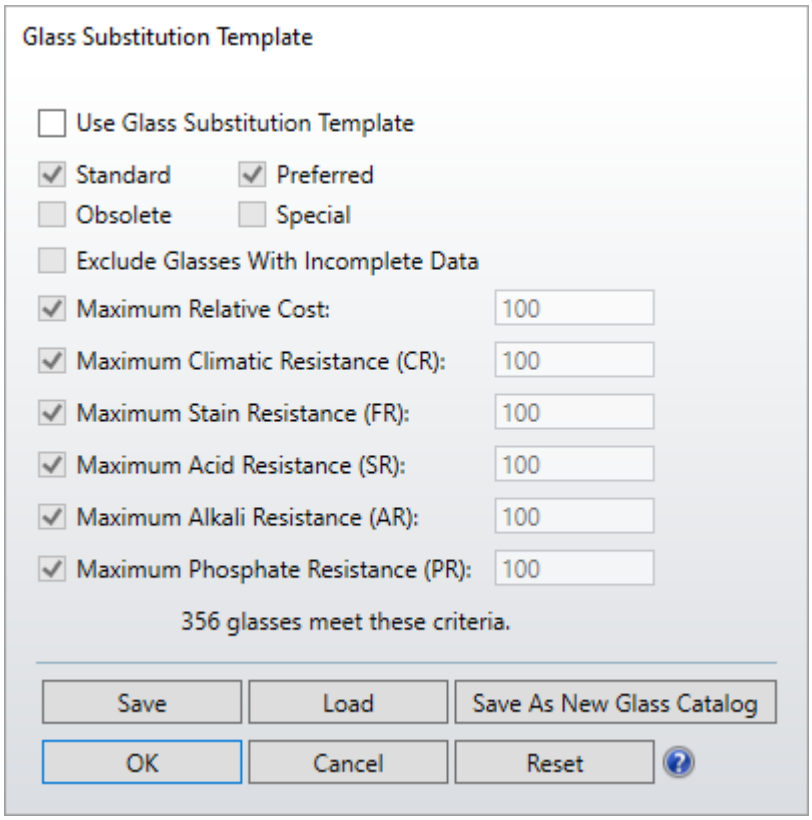
C:\Zemax\SAMPLES\MYFILE_HAMMER.ZMX。

5.3.3. 玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group)





玻璃替换模板(Glass Substitution Template)位于优化(Optimize)选项卡的全局优化(Global Optimizers)部分。当使用锤形优化(Hammer Optimizers)和全局优化(Global Optimizers)时，此功能会根据成本和其它限制来控制可接受的玻璃选择范围。



设置：

使用玻璃替换模板**(Use Glass Substitution Template)** 如果选中，则使用定义的参数来限制用于全局优化替换的玻璃材料。

排除数据不全的玻璃**(Exclude Glasses With Incomplete Data)** 如果选中，具有不完整模板数据的玻璃将不会被用于全局优化。只有对应于非零模板值的数据才在排除玻璃前被用于测试。

标准、首选、废弃、特殊**(Standard, Preferred, Obsolete, Special)** 这些复选框表示可接受的玻璃的设置状态。这些选项是多选的。例如，如果同时选中"标准"和"废弃"，则可接受"标准"或"废弃"的玻璃。请注意，单个玻璃只可能有一种状态。

最大相对成本**(Maximum Relative Cost)** 最大相对成本。以Schott BK7的成本为1.0作为基准，其它所有的玻璃成本都更高，且相对成本也比较高。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框可忽略相对成本。

最大抗温性**(CR)(Maximum Climatic Resistance (CR))** CR的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略CR。

最大抗污性**(FR)(Maximum Stain Resistance (FR))** FB的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略FR。

最大抗酸性**(SR)(Maximum Acid Resistance (SR))** SR的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略SR。

最大抗碱性**(AR)(Maximum Alkali Resistance (AR))** AR的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略AR。

最大抗磷酸盐**(PR)(Maximum Phosphate Resistance (PR))** PR的最大允许值。使用零值或取消选中此选项旁边的复选框来忽略PR。

保存**(Save)** 将当前设置保存到*.GST文件。

载入**(Load)** 从以前保存的*.GST文件中加载设置到当前设置中。

另存为新玻璃库**(Save As New Glass Catalog)** 将所有符合当前标准的玻璃保存到新玻璃库中。

确定**(OK)** 接受当前设置。

取消**(Cancel)** 恢复到之前的设置。

重置**(Reset)** 恢复默认设置。

详述：

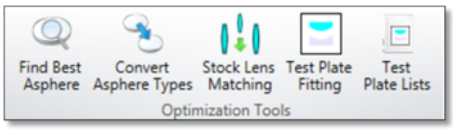
如果未选中"使用玻璃替换模板(Use Glass Substitution Template)"，且没有明确排除玻璃（通过在玻璃库中选中"排除替换(Exclude Substitution)"），并且玻璃工作波长范围适合当前的镜头，则可以选择当前玻璃库中定义的任何玻璃。对于不包含成本或抗性信息的玻璃，玻璃库中将显示"？"。如果没有为玻璃提供成本或抗性数据，则选中"排除没有数据的玻璃(Exclude Glasses With No Data)"时，玻璃将不会被选中。模板数据与镜头文件将被一起储存，所以模板参数是相对镜头文件特定的。如果没有玻璃符合指定的模板参数，玻璃替换状态将被自动删除。

玻璃替换模板也可用于将模型玻璃转换到实际玻璃的操作中。将模型玻璃转换为实际玻璃时，可能找不到符合模板规格的玻璃。如果发生这种情况，OpticStudio将首先忽略"排除没有数据的玻璃"选项，然后再次尝试找到合适的玻璃。如果仍然没有发现符合规格的玻璃，OpticStudio则会完全忽略该模板并再次尝试。如果仍然没有找到合适的玻璃，即便在玻璃没有合适的波长范围或与模型玻璃参数相差甚远，也会使用玻璃库中排序为1的玻璃作为替换，无论其属性如何。

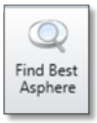
相对成本、CR、FR、SR、AR和PR的单独匹配测试可通过勾选每个描述旁边的复选框来选中或取消选中。

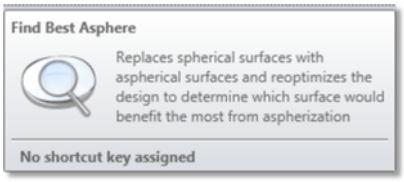
5.4. 优化工具组(Optimization Tools Group)

以下均是常用的优化工具。

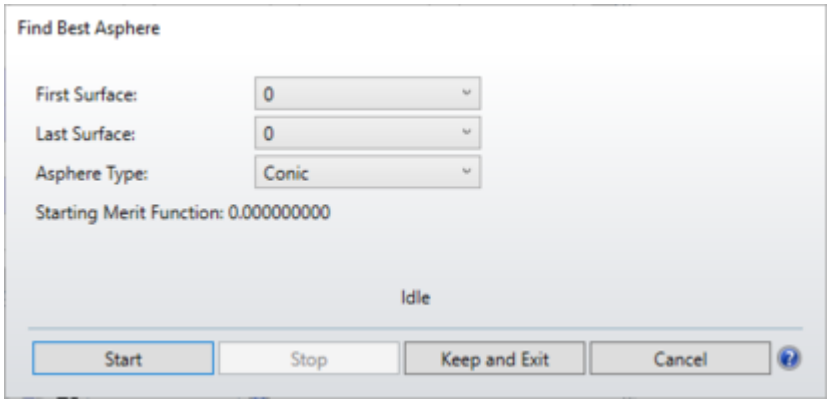


5.4.1. 寻找最佳非球面(Find Best Asphere)





"寻找最佳非球面(Find Best Asphere)"工具可以在"优化(Optimize)"选项卡的"优化工具(Optimization Tools)"部分找到。该功能可用非球面代替球面，并重新优化设计，以确定哪一个表面将从非球面化操作中受益最大。



设置：

起始面/终止面**(First/Last Surface)** 该控件可设置考虑替换非球面的表面的范围。

非球面类型**(Asphere Type)** 以圆锥系数或偶次多项式非球面能达到的最大级数来定义选择非球面。

开始**(Start)**开始分析。分析完成或停止后，再次选择开始(Start)将放弃之前的结果，并使用当前的表面范围和非球面类型选择再次搜索最佳的非球面。

停止**(Stop)** 停止运行中的分析。

保存并退出**(Keep and Exit)** 保存找到的最佳非球面并退出。

取消**(Cancel)** 放弃所做的更改并退出。

详述：

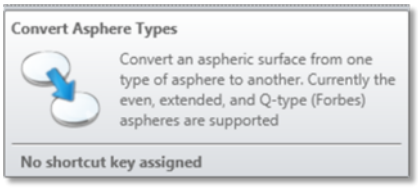
该功能可自动确定哪一个球面（如果作为非球面重新优化）将提供最低的评价函数值。评估每个表面，以查看它是否可作为候选非球面。需要考虑的是，表面必须是标准面(Standard)、无圆锥系数值、具有明确的空气和玻璃之间的边界（粘连的表面将导致不理想的非球面结果）、曲率可变的或是由边缘光线角度求解或F/#求解控制的，并且曲率不受多重结构编辑器控制。不符合这些评估条件的表面将被忽略。

当候选表面被确定时，表面被转换为用户所选类型的非球面。非球面项被设置为优化变量。然后调用局部阻尼最小二乘法优化器来优化修改后的系统。如果所得到的系统具有最低的评价函数值，则保留该系统。重复该过程，直到所有表面均被评估过。最后，该功能将报告哪一表面在转换为非球面后具有最低的评价函数值。请注意，当前定义的评价函数将被使用，在此过程中所有的变量都将被重新优化。当前的评价函数应适用于非球面设计，这可能需要使用比不是非球面的设计更高的采样，从而才能获得良好的优化。

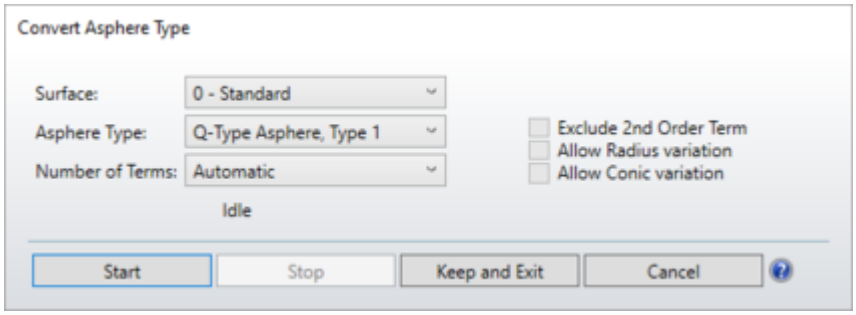
请注意，与所有局部优化结果一样，该优化也无法知晓找到的解是否为评价函数、变量和设计参数组合的"全局最优解(Global Minimum)"。因此，一旦确定了最佳候选非球面，在最终设计上运行锤形优化(Hammer Optimization)通常是一个很好的办法，可用于查看是否有更好的设计结果。

该功能不会去尝试确定所得到的非球面是否可以实际加工，或者对比该非球面与其它表面的加工成本。在使用此功能时也必须注意，因为结果对于多重结构系统可能没有作用，尤其是那些在某些结构中忽略部分表面而在其它结构中不忽略这些表面的系统。为了防止任何特定表面被选为可能的非球面，可以移除这些表面曲率半径的变量状态，或者暂时输入一个小的圆锥系数值（如1E-20），使得该功能不会将以上表面包含在候选的非球面中。

5.4.2. 非球面类型转换（Convert Asphere Types）



“非球面类型转换”工具位于“优化”选项卡的“优化工具”部分。该功能不仅可将一个非球面从非球面类型转换为另一种类型，而且还可计算与现有表面类型的矢高最匹配的系数。支持偶次非球面、扩展非球面和Q型（Forbes）非球面。



设置：

表面（**Surface**） 选择要转换的表面。

非球面类型（**Asphere Type**） 选择一种支持的非球面表面类型进行转换。

项数（**Number of Terms**） 转换中使用的非球面项数或自动允许OpticStudio做出合理的假设。

开始（**Start**） 开始转换过程。

停止（**Stop**） 停止运行转换。

保存并退出（**Keep and Exit**） 保存转换的非球面并退出。

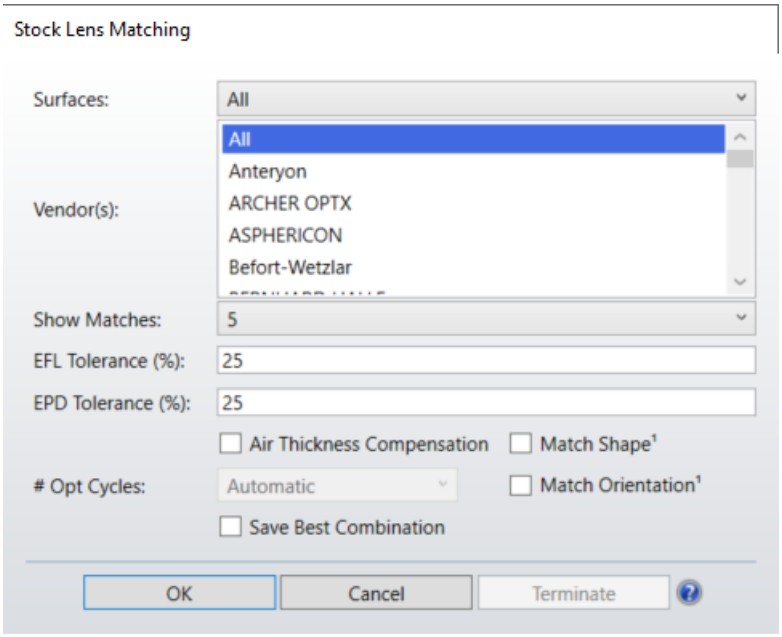
取消（**Cancel**） 放弃转换的非球面并退出。

详述：

该功能可将一种非球面类型转换为另一种类型的过程实现自动化。目前支持偶次非球面、扩展非球面和Q型非球面。OpticStudio可根据旧非球面顺序自动确定新非球面的正确顺序，也可选择特定的项数。转换是通过最小二乘方拟合完成的，因此新的非球面可在新旧非球面间提供表面矢高的最小RMS差。光学表面边缘可用于确定进行拟合的区域，对于使用归一化半径的非球面，则使用光学表面边缘（**optical surface edge**）作为归一化半径。如果起始非球面的半径或圆锥系数是非零的或可变的，则这些参数在拟合过程中也是可变的，而且新的非球面可能会修改这些值。在拟合过程结束时，将报告残余的RMS表面的矢高误差，以镜头单位表示。如果非球面转换是有效的，相对于表面净口径或半直径而言，这应该是一个非常小的数字。如果残差太大，则可以使用较高项数设置来减少残余误差。

5.4.3. 库存镜头匹配（Stock Lens Matching）

库存镜头匹配（Stock Lens Matching）工具位于优化（Optimize）选项卡的优化工具（Optimization Tools）部分。此功能可查找与当前系统中定义的镜头匹配的库存镜头。



设置（***Settings***）：

面（**Surfaces**） 匹配的镜头表面。可选择"全部"或"变量"。如果选择"全部"，则所有具有玻璃表面的玻璃元件将进行匹配。如果选择"变量"，则所有具有可变半径状态的玻璃元件将进行匹配。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

生产厂商（**Vendor(s)**） 选择所有或特定的库存镜头厂商。

显示匹配结果（**Show Matches**） 显示匹配的最大库存镜头数量。

EFL（有效焦距）公差（**EFL（Effective Focal Length） Tolerance） （%）** 匹配库存镜头可偏离当前定义镜头的最大EFL公差。该值为EFL差值除以当前定义镜头的EFL，以百分比表示。

EPD（入瞳直径）公差（**EPD（Entrance Pupil Diameter） Tolerance） （%）** 匹配库存镜头可偏离当前定义镜头直径的最大EPD公差。匹配镜头的EPD不会小于当前定义镜头的直径。该值是EPD差值除以当前定义镜头的直径，以百分比表示。

空气厚度补偿（**Air Thickness Compensation**） 如果选中，在放置匹配的库存镜头后，空气厚度将被分配作为变量，以进行重新优化，优化将使用指定次数的阻尼最小二乘法（DLS）周期。

优化次数（**# Opt. Cycles**） 在优化空气厚度时使用的DLS的周期数。此选项仅在启用空气厚度补偿时可用。

匹配形状（**Match Shape**） 该选项在默认情况下是选中状态。如果选中，库存镜头匹配工具将使用其形状因子接近原始设计的镜头。如果未选中，无论其形状因子如何，库存镜头匹配工具都将尝试替换镜头。

匹配方向（**Match Orientation**） 该选项在默认情况下是选中状态。如果选中，库存镜头匹配工具将匹配待替换镜头的定义镜头方向。如果未选中，库存镜头匹配工具将在两个方向上检查替换镜头。

镜头的方向对应于其在镜头厂商库数据库中存储的配置。当选中"匹配方向"选项时，镜头形状与库存形状的乘积为负，这意味着两个形状因子具有不同的符号。如果用户对镜头方向的要求比较灵活，并且愿意使用倒置的厂商镜头，那么在设计中进一步考虑替换之前，将首先翻转库存镜头的方向。如果原始镜头形状因子恰好为零，或者镜头形状与库存形状的乘积为正，则镜头匹配算法不会翻转库存镜头。在运行库存镜头匹配工具算法后，结果将被汇总并显示为文本报告。下面显示了此类报告的一个示例。

```
All stock lens data is provided by the vendor.
Please contact the vendor to verify the availability
of the lenses selected.

Surfaces            : All
Vendors             : All
Show Matches        : 5
EFL Tolerance (%)   : 25
EPD Tolerance (%)   : 25
Nominal Criterion   : 0.000000

Component 1 (Surfaces 2-3)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 2 (Surfaces 4-5)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 3 (Surfaces 6-9)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 4 (Surfaces 10-11)                              MF Value   MF Change   Orientation
 1) 43-0678 (EALING)                                    0.000000   0.000000      Reverse
 2) 43-0686 (EALING)                                    0.000000   0.000000      Reverse
 3) 312390000 (LINOS PHOTONICS)                         0.000000   0.000000      Reverse
 4) S-SLB-100-150P (OPTOSIGMA)                          0.000000   0.000000      Reverse
 5) S-SLB-100-200P (OPTOSIGMA)                          0.000000   0.000000      Reverse

Component 5 (Surfaces 12-13)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 6 (Surfaces 14-15)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 7 (Surfaces 16-17)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 8 (Surfaces 19-21)                              MF Value   MF Change   Orientation
No suitable lenses found.

Component 9 (Surfaces 22-24)                              MF Value   MF Change   Orientation
 1) 43-4134 (EALING)                                    0.000000   0.000000      Reverse
 2) 33922 (EDMUND OPTICS)                               0.000000   0.000000      Reverse
 3) 33922INK (EDMUND OPTICS)                            0.000000   0.000000      Reverse
 4) 33925 (EDMUND OPTICS)                               0.000000   0.000000      Reverse
 5) 33925INK (EDMUND OPTICS)                            0.000000   0.000000      Reverse

Component 10 (Surfaces 25-26)                               MF Value   MF Change   Orientation
 1) L-PCX363 (ROSS OPTICAL)                             0.000000   0.000000
 2) L-PCX364 (ROSS OPTICAL)                             0.000000   0.000000
 3) L-PCX365 (ROSS OPTICAL)                             0.000000   0.000000
 4) L-PCX370 (ROSS OPTICAL)                             0.000000   0.000000
 5) L-PCX375 (ROSS OPTICAL)                             0.000000   0.000000

Best Combinations                                       MF Value   MF Change   Orientation
No additional combinations found.
```

保存最佳组合（**Save Best Combination**）如果选中，最佳镜头组合将保存在名为{lens_name}_SLM的当前目录中。例如，如果原始文件是Mylens.zmx，OpticStudio将在原始文件的相同目录下生成一个名为MyLens_SLM.zmx的新文件。

详述：

此功能可自动为光学系统中的镜头设计找到合适的可替换库存镜头。OpticStudio将在选定厂商库中搜索匹配的镜头元件。

EFL公差设置和EPD公差设置用于限制所考虑的库存镜头范围。内部定义的附加限制标准包含形状因子、波长范围和元件数量。

用户可以在UI（用户界面）中取消选择"匹配形状"和/或"匹配方向"，以允许查找更多的镜头组合。

当OpticStudio发现潜在匹配时，会将库存镜头数据复制到原始系统中，并评估评价函数。将在文本列表结果中显示每个元件的最佳匹配列表以及由此产生的评价函数值。另外，将计算最佳匹配的最佳组合方式，来找到最佳的库存镜头组合，这些结果也将列在文本结果中。

在库存镜头匹配工具中，OpticStudio将使用以下形状因子***S***来确定库存镜头是否翻转。

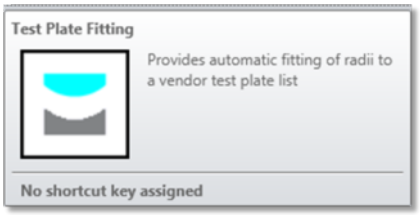
$$S = \frac{C_{front} + C_{back}}{C_{front} - C_{back}}$$

其中***C=1/R***是镜头表面的曲率。

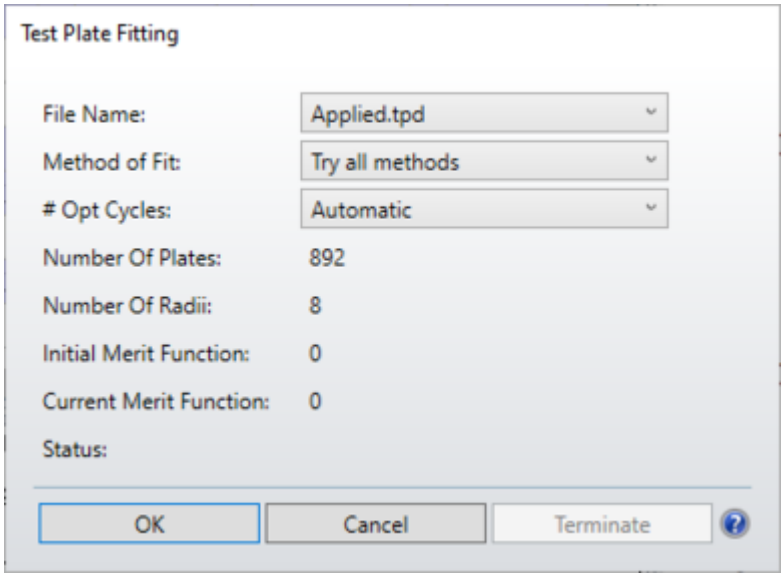
仅支持OpticStudio标准表面类型。匹配过程耗时程度取决于要匹配的元件数量、所选择的厂商的数量以及评价函数的复杂性。尽管无法预先确定完成匹配所需的确切时间，在对话框的标题栏中仍有进度显示，以指示匹配进度。如果进程时间过长，可以使用"终止"按钮中止进程。

请注意，许多库存镜头使用默认的COATING.DAT文件提供的加密膜层。如果使用不同的膜层文件，则需要将库存镜头的加密膜层复制到COATING.DAT的结尾处。如果此工具使用COATING.DAT以外的膜层文件，则OpticStudio将发出警告。此外，该工具只适用于较新的二进制格式镜头库（ZMF）文件；较早的ZMF文件可能是文本格式。所有当前厂商库和使用"创建个人镜头库（Make Private Lens Catalog）"工具创建的库都是二进制格式。

5.4.4. 测试板拟合(Test Plate Fitting)



在优化选项卡的优化工具部分提供了测试板拟合工具。该工具提供了依靠厂商测试板列表的曲率半径自动拟合。只有在执行工具之前被设为变量的曲率半径才会被拟合。



设置：

文件名称**(File Name)** 选择不同的测试板列表。

拟合方式**(Method of Fit)** 选择拟合顺序，可能会影响拟合质量。 参见下文。

优化次数**(#Opt Cycles)** 选择优化执行的周期数，或由OpticStudio自动安排。

详述***(Discussion)***：

当前的评价函数用来作为拟合过程的评价指标。给一个指定的曲率半径拟合测试板，需要先在镜头数据编辑器中使其成为变量，或使多重结构编辑器中相应的CRVT操作数控制的曲率半径成为变量。可以用任意多的曲率半径同时去拟合测试板。OpticStudio会尝试拟合所有标记为变量的曲率半径，即使表面为非球面的，例如toroid面、圆柱面或其它非球面。为防止给不必要的表面进行半径拟合，要在进行拟合前删除这些表面曲率半径的变量标记。

使用测试板拟合工具，需要选择使用具体厂家的测试板文件。可选拟合方式如下：

尝试所有方法**(Try All Method)**：尝试下述所有方法，并采用产生最小评价函数值的方法。

最佳到最劣**(Best To Worst)**：首先从半径与测试板（以光圈测量）拟合最佳的情况进行拟合。

最劣到最佳**(Worst to Best)**：首先从拟合最劣的情况进行拟合。

长到短**(Long to Short)**：首先从最大曲率半径进行拟合。

长到短**(Long to Short)**：首先从最小曲率半径进行拟合。

点击OK开始拟合。在进行任何拟合之前，OpticStudio将在起始系统上进行局部优化。如果系统是没有完全优化的，拟合所使用的起始半径可能与镜头数据编辑器中显示的不同。然后OpticStudio将在所有半径及所有测试板之间寻找最佳拟合（以光圈为单位）的测试板列表。每个测试板的形状必须是正确的（凸面、凹面或二者皆有），并且其直径必须足够大，以便检测透镜表面的净口径（如在镜头数据编辑器中设置的净口径或半直径值）。若测试板直径至少为透镜表面净口径或半直径的3/4，则测试板就可以被认为有足够的直径（如果测试板直径定义为零，则该测试不可用且任何半直径值都可被接受）。要拟合表面的边缘矢高，必须和测试板在该净口径或半直径值的矢高差不超过0.2mm。如果超过该值，意味着在光焦度上的差距有几百个光圈，并且未能拟合的测试板可能会将评价函数增长到难以接受的程度。

与某一个曲率半径最佳拟合的测试板半径将被替代进来作为实际曲率半径。该半径的变量求解将被去掉，镜头将再次被优化。因此，在优化中为了补偿测试板拟合带来的系统改变，将间隔厚度作为变量是很重要的。再次优化将调整所有剩余的变量，包括剩下的半径（设置了变量但未被测试板拟合的）。注意优化将使用当

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

前的评价函数。优化后，如果还剩有半径变量，上述过程将重复。注意曲率半径通常不按其在镜头数据编辑器或多重结构编辑器中的顺序进行测试板拟合。

在测试板拟合过程中会显示剩余的曲率半径数量和当前的评价函数值。在所有的半径都进行测试板拟合之后，将显示拟合报告。报告内将显示供应商身份信息，并以列表列出被改变的曲率半径以及选中的供应商测试板ID号。

无法获知所选的测试板是不是最佳。如果测试板列表中有很多测试板，且各测试板的值间隔不大比较连续，测试板拟合的结果通常都很好。

如果在拟合过程中，评价函数出现不可接受的增长，意味着需要使用不同供应商的测试板列表、修改设计方案、或是对于某些镜头需要采用自定义测试板。

通常，最后拟合的曲率半径可考虑采用自定义测试板。报告内将显示拟合曲率半径的顺序。

使用"尝试所有方法(Try All Method)"选项将产生总体评价函数最小值，这是因为该方式尝试选择了所有4种方法，并把能得到最小的评价函数的方法保留下来。但是，除了列出的这4种算法外，可能存在其它算法能产生更好的拟合。

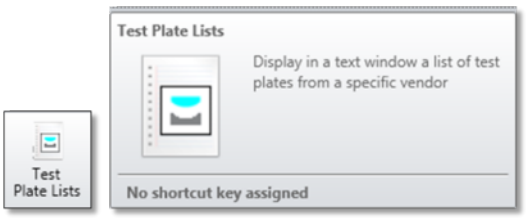
有可能存在算法无法对指定曲率半径找到任何拟合测试板的情况。此情况可能在没有测试板存在足够大的直径与所要求的曲率半径接近时发生。当遇到这种情况，报告文件中将显示"找不到拟合(NO MATCHFOUND!)"的信息，随后此半径将被忽略。通常，这意味着用户要自己定义与此半径拟合的测试板。

所有测试板数据由各自供应商提供，不提供数据精度和完整度的保证。为了得到最新的供应商测试板列表，请与供应商联系。更新的样本列表可被添加至OpticStudio中。测试板数据文件的扩展名为.TPD，并且必须放在<data>\Testplate文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。文本文件使用以下格式编写：

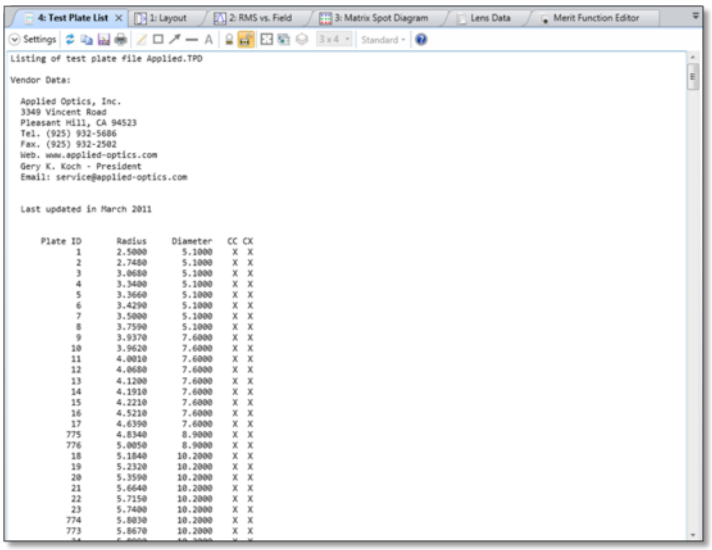
```
! Header line 1
! Header line 2
! etc... up to 15 lines of header info is supported
partname radius diameter code
partname radius diameter code
partname radius diameter code
partname radius diameter code
etc...
```

此处，partname是ID数或测试板的名字，radius是以毫米为单位的曲率半径，diameter是以毫米为单位的实际测试板直径，code是一个整数。若仅有凹面，则代码为-1；若既有凹面又有凸面，则代码为0；若仅有凸面，则代码为1。这4个值必须在一行内，用空格符或制表符分隔开来。在partname参数中不能使用空格符或制表符。每个测试板（或一对测试板）应该在一行内，各行用换行符分开。数字值可以是任意格式的，但必须以毫米为单位。每个文件最多可有30,000个测试板。HeaderLine可以用做任何目的，最典型的是用来记录供应商的名字、地址、电话号码、电子邮件以及其它联系方式信息。当OpticStudio在测试板列表或拟合报告上列出数据时，"！"将变成空格。

5.4.5. 测试板列表（优化工具组）(Test Plate Lists (optimization tools group))

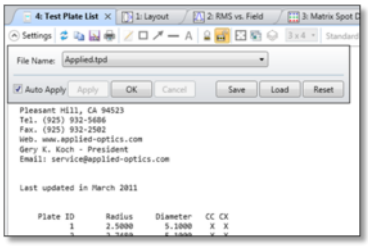


在优化选项卡的优化工具部分可以找到测试板列表工具。此工具显示在一个文本窗口中，将列出来自指定供应商的测试板列表。



设置：

文件名称**(File Name)** 通过在窗口左上角展开设置菜单，可更改选用的测试板文件名称。文件必须放在<data>\Testplate文件夹中（请参阅"文件夹(Folder)"）。



详述：

报告中所有单位都是毫米。其中，CC列和CX列分别表示凹面和凸面测试板的可用性。

5.5. 优化概述(Optimization Overview)

OpticStudio提供的局部优化（或简称为"优化"）功能非常强大，并且能够在给定合理的起始点和一组变量的情况下优化镜头设计。变量可以是曲率、厚度、玻璃材料、圆锥系数、参数数据、额外数据和任何多重结构数值数据。OpticStudio将使用阻尼最小二乘法或正交下降算法进行优化计算。这种算法能够优化由加权目标值组成的评价函数，这些目标值被称为"操作数"。OpticStudio中有几种不同的默认评价函数，在之后部分进行描述。使用评价函数编辑器可以很容易地改变这些评价函数。如需了解有关此过程的详细信息，请参阅"更改评价函数(Modifying the merit function)"。

优化需要三个方面的考虑：1）存在一个可被追迹的合理光学系统；2）对变量的规范说明；3）评价函数的设置。合理的系统意味着系统不是被松散定义的，即系统不会因为其设计构思较差而不能被优化算法优化至想要达成的系统设计（尽管有时存在例外）。可在不同的编辑器中定义变量（在后续内容介绍），并且系统内至少存在一个变量时，优化算法才能对系统进行改进。

本章节内所描述的优化功能内所使用的算法用于针对指定评价函数寻找"局部"最小值。然而，OpticStudio也能够寻找评价函数的"全局"最小值。全局最小值是评价函数的最低可能值，如果适当的选择评价函数，该值可能会是问题的最佳解。全局优化功能不适合初学者，而且也不适用于交互式设计。详细描述请参阅"全局优化(Global Optimization)"。

关于循环和系统

在优化过程中，"周期数"显示在本地和全局优化的对话框上，而"系统数量"仅显示在全局优化的对话框上（全局搜索和锤形）。这是因为，虽然系统数量可以指示在全局优化过程中已覆盖了多少解空间（否则该过程将无限期运行），但对于分析局部优化的性能而言，该数量并不是一个有意义的指标。系统数量增加1只表示OpticStudio计算了一组建议变量的评价函数，而周期数增加1则意味着优化器已经计算了多个系统的评价函数，并找到了在解空间中向局部最小值移动的路径。一个周期中包括的系统评估次数与变量数量有关；随着定义的变量越来越多，每个优化周期将需要包含更多的系统，从而增加了优化时间。

5.5.1. 选择优化变量(Selecting optimization variables)

优化变量的设置可以通过对高亮的镜头数据编辑器参数按Ctrl-Z实现。参见设置选项卡的"镜头数据编辑器(Lens Data Editor)部分"。 注意，Ctrl-Z键是一个状态切换键。多重结构编辑器中也包含可以用Ctrl-Z设置成变量的数值参数。因为其离散性，玻璃材料不能直接定义成变量。关于玻璃材料的优化，请参见优化选项卡中的"全局优化"部分。

5.5.2. 修改评价函数(Modifying the merit function)

用户可以修改评价函数。要更改评价函数，可以从"设置(Setup)"选项卡上的"编辑器(Editors)"部分或从"优化(Optimize)"选项卡上的自动优化"(Automatic Optimization)"部分打开"评价函数编辑器(Merit Function Editor)"。使用插入键和删除键可以在列表中加入新的操作数或是删除某些操作数。评价函数的当前值和每一个操作数的值都可以通过点击更新"(Update)"按钮来更新。 可参阅优化选项卡的"评价函数编辑器工具栏(Merit Function Editor Toolbar)"部分。

通过在第一列中键入操作数的名字，并填好其余的数据字段来设置操作数。定义一个操作数可能需要填写多个字段。具有名为Int1和Int2的两个整数数据字段和Data1到Data6的6个双精度值数据字段。并不是所有的操作数都会支持使用所有数据项。

Hx、Hy、Px和Py

许多操作数使用Data1到Data4来代表Hx、Hy、Px和Py的值，这些值为归一化的光瞳和视场坐标（参阅"归一化视场坐标(Normalized field coordinates)"）。注意，OpticStudio不会去检验指定的Hx、Hy、Px和Py坐标是否在单位圆内。例如，光瞳坐标(1, 1)实际上位于入瞳之外，但是在追迹这些光线时不会得到错误提示，除非这些光线在物理上是不能被追迹的。

目标值、当前值和权重**(Target, Value, and Weight)**

目标值(target)是指定参数的期望值。对每一个操作数目标值与当前值之差的平方求和，得到总评价函数的值。在优化中，操作数的当前值和目标值本身并不重要，重要的是它们之间的差别。这个差值越大，对评价函数值的贡献就越大。

权重(weight)表示参数的相对重要程度。权重可以是任意数字，正数或负数均可。然而，权重为正数、零、负数时，优化的表现会有所不同。

贡献百分比(Percent Contribution)

此列以百分数列出了每个操作数对于总评价函数的相对贡献。此列不能由用户编辑。

操作数的权重小于零(Operand weights less than zero)

当权重为负数时，操作数被视为Lagrangian乘数。Lagrangian乘数促使优化算法找到精确满足指定约束条件的解，无论其它操作数产生什么样的影响。当需要精确满足某些优化目标的时候，此方法十分有用，例如针对

焦距和放大率的优化。从某些角度此举可以被看作为操作数加设"无穷大(infinity)"的权重，但区别在于其实现起来在数值上更稳定。

因为变量和操作数目标值之间的关系通常是非线性的，OpticStudio可能不能在一个优化周期中就收敛到精确的目标值。然而，如果解存在的话，多周期优化中，通常会在进行几个周期的优化后将数值收敛到极高精确度的Lagrangian目标值。可定义所提供变量无法达到的Lagrangian目标值，特别是有多个Lagrangian目标值被定义的时候。为计算总的评价函数值，OpticStudio使用的是权重的绝对值。

为得到更好的解，如果可以的话，尽量少使用Lagrangian乘数。对于需要优化至（或近似于）指定数值的操作数而言，通常可以为其设置更大的权重，以获得更好的优化结果及数值精确度。如果具有普通权重（比如-1）的Lagrangian乘数操作数不能精确收敛，可尝试更大数量级的负权重（比如-1000）。此举可以让评价函数在接近目标值时下降。Lagrangian乘数不适用于边界操作数，例如CTGT，因为对这种类型的操作数不能时刻正确计算出其导数。

操作数的权重等于零**(Operand weights equal to zero)**

当权重为零时，优化算法将计算该操作数的当前值，但在加权计算评价函数值时忽略这个操作数的贡献。在计算可用于评价函数其它地方的无指定目标值或可用于检查及监控参数作用的操作数时，该方式十分实用。

操作数的权重大于零**(Operand weights greater than zero)**

如果操作数的权重大于零，它将被看成"失常(aberration)"操作数随评价函数一起被最小化。绝大多数的操作数应该具有正权重。

评价函数的定义**(Merit function definition)**

评价函数定义为：

$$MF^2 = \frac{\sum W_i (V_i - T_i)^2}{\sum W_i}$$

这里的W是操作数权重的绝对值，V是当前值，T是目标值，下标i表示操作数序号（操作数列表中的行号）。"i"的总数一般为评价函数中的操作数总数，但是评价函数列表功能（参阅"评价函数排列(Merit Function Listing)"将分别对用户定义和默认操作数求和。

5.5.3. 操作数权重的注意事项**(Notes on Operand Weights)**

运算性的操作数(SUMM、OSUM、DIFF、PROD、DIVI、SQRT)可结合参数型操作数（CVGT、CVLT、CTGT、CTLT等等）一起来定义常用及复杂的优化操作数，就像"定义复杂操作数(Defining complex operands)"。

因为参数间存在数值上或数量级上的差异，例如有效焦距（几十毫米或更多）和RMS点列图半径（微米量级）之间的差异。通常对于以镜头单位测量的量，1的权重就足够了。然而，具有该权重的有效焦距的残余量不可能是零。增加权重将使生成的系统具有更接近期望的有效焦距值。当定义ETGT操作数（边缘厚度大于）时，该影响显而易见。通常目标值为零的ETGT操作数会产生一个稍比零小一点的值。相比于单纯地增加权重，提供一个0.1的目标值或其它类似的数会更为简单。

当对操作数列表修改之后，可以使用工具栏中的更新(Update)按钮更新每个操作数的当前值。它还可以用于查看每一个操作数的当前值，以及哪一个操作数对评价函数的贡献最大。贡献百分比定义如下：

$$\%\text{contrib}_i = 100 \times \frac{W_i (V_i - T_i)^2}{\sum_j W_j (V_j - T_j)^2}$$

这里，j参量表示对所有操作数求和。

评价函数随镜头文件被自动保存。

5.5.4. 理解边界操作数(Understanding Boundary Operands)

边界操作数，例如MNCT、CTGT、DIMX，以及其它与指定目标值的操作数表现有所不同的操作数（如TRAR和REAY）。当您指定一个参数的边界时，可以通过指定目标值来定义边界。例如，为保证表面5的最小中心厚度是10mm，您可以使用如CTGT 5 10的命令（在这里，5在Int1列中，10在目标列中）。如果您更新评价函数并观察操作数的"当前值(value)"一列，该值有两种可能性：1）如果违反边界条件，也就是中心厚度小于10，那么将显示厚度的实际值；2）如果没有违反边界条件，也就是中心厚度大于10，那么显示的值即为10。

这一规则是，如果违反边界条件，则显示实际值；如果不违反边界条件，该当前值显示为目标值，并且优化算法将忽略该操作数。如果在优化过程中违反边界条件，则该值将被自动更新，优化算法将尝试优化这个违反条件的参数。

约束一系列表面的操作数会稍微复杂一些。这些针对多个表面的操作数将返回指定表面范围内所有的违反边界条件的总体影响。例如，操作数MNCT 1 10约束第1面到第10面的最小中心厚度。如果目标值是3.0，将用于定义边界条件，那么操作数的当前值与目标值之差是表面1到10之间所有中心厚度小于3.0的表面的厚度与3.0之差的总和。如果在该范围内只有一个表面的中心厚度小于3.0，比如2.5，那么该操作数的值就是2.5。如果再加上第二个厚度小于3.0的面，比如2.2，那么该操作数的值是1.7（2.5减去0.8，0.8 = 3.0 - 2.2）。操作数的目标值与当前值之间的差值是3.0 - 1.7（即1.3）。1.3的差值是因为第一个面偏离了0.5，第二个面偏离了0.8。

如果计算这些边界操作数的值看起来很令人费解，不要担心，OpticStudio将为您做所有的计算。您需要做的全部工作就是指定边界的类型（例如MNCT或MNET）、边界的范围（1到10面，或是其它表面范围）以及期望值（3mm或其它任意值）。如果满足了所有的边界条件，那么操作数的当前值等于目标值，否则操作数的当前值不等于目标值而且评价函数的值会增大。增大了的评价函数会促使优化算法减小该操作数对评价函数的贡献。

如果某一边界操作数看起来不起作用，可以通过下面的几种做法来检验：

1. 确认您所定义的变量对边界操作数有一定的影响。常见的错误是例如在MNCT操作数指定的表面范围中存在固定厚度的表面。如果厚度值违反了边界条件同时它又是不可变的，OpticStudio将无法对其修正。操作数本身不会忽略违反边界条件但固定的值。
2. 如果存在较小的剩余误差，尝试增加边界条件的值。例如，如果使用目标值为0.0的MNCT操作数，并且当前是一个较小的数（比如-0.001），问题并不是该操作数不起作用，只是剩余误差太小，以至于不能使评价函数有显著的增加。通常做法是把目标值增大到0.1或其它的值，而不是直接增加权重。增加权重只会得到一个更小的违反边界条件的量（比如-0.0000001）而不是达到边界值。
3. 检查操作数是否存在针对评价函数而言的合理贡献值。您可以通过简单地查看百分比贡献值一列进行检查。如此，检查问题操作数对总评价函数是否存在足够的影响。如没有足够的影响，则加大权重或查看前面的章节中关于改变目标值的建议。

理解边界操作数是掌握OpticStudio优化至关重要的部分，并且做少许的尝试，您就会发现它们提供了非常好的控制性及灵活性。

5.5.5. 执行优化(Performing an optimization)

要执行优化，单击"执行优化(Optimize!)"按钮。该按钮在"优化选项卡"的"自动优化"部分。

对于更多的信息，请参阅优化选项卡的"执行优化(Optimize!)"部分。

5.5.6. 定义复杂操作数(Defining complex operands)

尽管默认评价函数加上一些预先定义的操作数可完全适用于绝大多数的光学设计，但仍存在一些时候需要在评价函数中加入一些不寻常的约束条件。不同于定义数目繁多的特定操作数，OpticStudio允许您建立自己的操作数简单模块。

OpticStudio支持常规操作数定义，有两个窍门可以用于创建这些操作数。首先，用权重为0的某些操作数来定义你所需要的参数，然后用运算性操作数来定义它们之间的关系。例如，假定要求表面3厚度和表面4厚度的和是10。有一个操作数TTHI可以做到这一点。命令的结构如下所示：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	TTHI	3	4	10	1

然而，只作为例子，注意以下方式也可以计算同样的值：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CTVA	3		0	0
2	CTVA	4		0	0
3	SUMM	1	2	10	1

操作数1用中心厚度值(CTVA)命令读取表面3的厚度。类似地，操作数2用于读取表面4的厚度。两个操作数的权重均为0确保优化算法忽略这两个约束条件，将只用于中间步骤。操作数3将两个操作数相加，结果是表面3和4的厚度之和，即成为操作数3的值，并且设置它的权重为非零值。优化算法将使该值尽可能接近10。

如果一个简单的TTHI命令就可以做到同样的事情，我们为什么还要经历三个步骤的过程？原因在于这种方法可以扩展到开发一般的操作数，例如，假定您想要表面5的曲率半径中心位于表面8的顶点。研究下面的命令看您是否明白它是怎么做到的：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CVVA	5		0	0
2	TTHI	5	7	0	0
3	PROD	1	2	1	1

CVVA操作数读取表面5的曲率，也就是想要控制的曲率。TTHI 5 7计算表面5到表面8的距离（注意我们设置表面7来求取至表面8的距离，因为表面8的厚度是表面8到表面9的距离）。因为表面曲率是曲率半径的倒数，曲率和距离的乘积必须是1，所以操作数3的目标值是1。在整个序列中，操作数3也是唯一设置权重的操作数。

现在考虑以下要求：表面5的厚度必须大于表面4的曲率半径的两倍加表面2的圆锥系数值（这是无意义的，但目前用于说明这种方法的灵活性）：

序号	类型	Int1	Int2	目标	权重
1	CTVA	5		0	0
2	CVVA	4		0	0
3	CONS			2	0
4	DIVI	3	2	0	0

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

5	COVA	2		0	0
6	SUMM	4	5	0	0
7	DIFF	1	6	0	0
8	OPGT	7		0	1

操作数1读取表面5的（中心）厚度；操作数2读取表面4的曲率值；操作数3设置常数2；操作数4将常数2除以曲率（产生曲率半径的两倍）；COVA读取圆锥系数；SUMM对操作数4和5求和。操作数7取厚度和两倍半径加圆锥系数的差值。因为我们想前者大于后者，我们设置一个操作数大于的约束条件，一个唯一有非零权重的操作数。

5.5.7. 优化变焦和多重结构镜头(Optimizing zoom and multi-configuration lenses)

对变焦镜头的优化实质上与优化常规单结构的镜头一样。

详细信息请参阅"多重结构(Multi-Configurations)"。

5.5.8. 优化公差灵敏度（优化概述）（Optimizing Tolerance Sensitivity（optimization overview））

如果一个系统在公差灵敏度的影响下将显著降低其原本良好的性能，那么对于这样的系统设计而言，仅有较低的评价函数值是不够的，需要对其进行减少公差灵敏度的优化。因此，最佳的设计结果应该具有较合理的名义性能，并且对加工误差相对不敏感。理论上，在系统性能和公差灵敏度之间有一个潜在的权衡。

光学设计中有多种因素会对公差灵敏度产生影响，其中包括光线在表面上的入射角、像差的平衡以及潜在的制造缺陷等。多个缺陷之间的相互作用会使精确预测公差变成一个困难的统计问题。公差分析的完整讨论请参阅“公差分析（TOLERANCING）”。

优化操作数TOLR原则上可以用于优化减少公差灵敏度。要使用TOLR，需要先将设计优化至合理的初始性能，然后定义相关的公差操作数、极值、补偿器和标准，这些在“公差分析（Tolerancing）”一章中有描述。保存公差对话框内的选项，OpticStudio将使用这些保存的选项来计算数据并通过TOLR返回。通过在公差对话框中保存公差选项来创建TOP文件。要使用最近保存的公差设置，可以将TOLR操作数上的文件序号设置为零。要使用特定的保存设置文件，可以输入1到999之间的一个整数值。保存的设置文件名称格式必须为TOLRnnn.TOP，其中nnn为3个整数，可在TOLR操作数的文件参数中指定。例如，如果所需的公差设置保存在一个名为TOLR005.TOP的文件中，整数文件值应该是5。注意，只有带有正确格式名的文件才能被参考并被TOLR使用。TOP文件必须保存在<data>\Configs文件夹中（请参阅“文件夹（Folders）”）。唯一不被允许的标准是“评价函数（Merit Function）”，因为这会导致无限循环。如果使用自定义脚本作为公差标准，不要在脚本中加载任何含有TOLR操作数的评价函数，因为这也会导致OpticStudio不能探测的无限循环。

作为公差灵敏度分析的一部分，OpticStudio将计算一个名义上的性能评估并预测一个RSS评估变化。预测的总体性能是名义值与评估变化的和。这些值被TOLR操作数计算并返回用于优化。TOLR操作数如同其它优化操作数一样，可被设置目标值与权重。

TOLR会使用一个“数据（data）”整数值。如果data是0，TOLR返回性能的评估变化。如果data是1，TOLR返回名义性能值。如果data是2，TOLR返回预估性能值，它是名义值与评估变化的和。TOLR的第一个实例（TOLR出现的第一行）是公差分析实际执行的唯一实例，因此TOLR对于每个评价函数只执行一次。TOLR计算的其它值会被保存，并且可以通过在后续调用TOLR时使用0以外的数据值来进行检索。目前不支持其它数据值，可能被作为该功能的未来扩展使用。

公差灵敏度优化部分的难点在于计算时间。复杂镜头内可能含有上百个公差操作数，并且复杂的公差标准将需要花费很多的时间去计算。当使用TOLR时，灵敏度分析可能需要被计算上千次甚至上百万次，导致TOLR的使用不切实际。下列技巧可以用来改进公差灵敏度分析的效率，并使TOLR变得高效：

-在使用TOLR之前，以优化之外的方式测试并检验公差灵敏度分析。

-使用“灵敏度（Sensitivity）”而不是“反灵敏度（Inverse Sensitivity）”。反灵敏度较慢且对优化无意义。

-如果可能的话，对“补偿器（Comp）”使用“近轴焦点（Paraxial Focus）”。补偿器值的优化需要执行“优化中的优化”，这一过程非常缓慢且耗费内存。但需要的时候，它是受支持的。

-OpticStudio将会自动忽略公差分析的蒙特卡罗分析部分。

-不要使用“评价函数”作为公差分析标准，因为这会导致无限循环。

公差灵敏度分析执行得越快，TOLR的计算速度就越快，并且优化也将被执行。

5.5.9. 用户自定义操作数（优化概述）（User Defined Operands （optimization overview））

有时候，我们需要完成非常复杂的计算，并需要对计算的结果进行优化。OpticStudio已经可以支持一系列这样的计算，诸如用于追迹众多光线、计算MTF值并将得出的单个结果数值返回至评价函数编辑器中"当前值"列的MTFA操作数。评价函数本身可以进行一些有限的计算，请参阅"定义 复杂操作数（Defining complex operands）"部分的实例讨论。

然而，对于一些问题，只有用户自定义的程序的灵活性才足以定义操作数计算的数据。有两种方法可以实现这一目标：

1）通过使用ZPL宏。

2）通过使用外部定义和编译的程序。

ZPL宏的使用要相对简单一些，且与OpticStudio很好的结合在一起，几乎无需具备编程经验。当存在简单的宏可快速执行的时候，ZPL宏优化通常是更好的选择。

外部定义程序编译起来会更加复杂，需要外部的C语言或其它语言编译器，也需要具备一定的编程经验。然而，外部定义程序可比ZPL宏语言支持的程序复杂的多，并且通常运行速度也要快。相比于简单计算，在面对复杂计算的时候使用外部编译要受益更多。

下面详细描述了通过ZPL宏和外部编译方式实现UDO的方法。

5.5.9.1. 使用ZPL宏执行优化(Optimizing with ZPL Macros)

如果ZPL宏语言（参阅"OPTICSTUDIO编程语言(OPTICSTUDIO PROGRAMMING LANGUAGE)"）足够执行所需的计算，可以用ZPLM操作数从评价函数中调用ZPL宏。宏将执行所需的计算，然后使用ZPL OPTRETURN关键字返回结果值。

ZPLM使用起来很简单。Mac#和Data的值分别用于指定宏编号和数据域编号。宏编号表示应该执行哪一个ZPL宏，数据域编号用于表示宏所计算的哪一个值需要被优化。

宏的编号必须是0到99之间的整数值。例如，如果Mac#值设为17，那么将执行命名为ZPLl7.ZPL的宏文件。宏的文件名通常必须使用两位数字来表示宏的编号。如果宏的编号是6，被执行的宏是ZPL06.ZPL。ZPL宏文件必须位于ZPL宏的文件夹中。参见"文件夹(Folders)"。

数据域编号可以是0到50之间的任何值，也包括0和50。该编号为内存中与镜头相关联的全局数组中的一个位置。在执行宏的过程中，宏关键字OPTRETURN可指定哪一个数据域编号用于保存宏计算的结果。一共有51个

不同的数据域，所以一次宏调用可同时优化多达51个不同的值。例如，假定您需要一个宏来计算镜头从面1到像面的总长（等效于TOTR操作数的用户自定义版本），宏将被这样编写：

```
n = NSUR()
x = 0
FOR i = 1, n, 1
x = x + THIC(i)
NEXT
OPTRETURN 0, x
```

注意OPTRETURN关键字的使用。该关键字保存全局数组位置0处的关于"x"的结果值。假定宏被命名为ZPLl5.ZPL，为优化"x"的结果值，ZPLM评价函数操作数将被添加到评价函数编辑器中，并设置Mac# = 15且Data = 0。更新评价函数后，操作数的"value"应该与TOTR返回的值一样，而且该值可以用同样的方法进行优化。

ZPLM也允许使用评价函数编辑器数据栏中的数据。这些数据域可以被ZPL宏分别使用PVHX、PVHY、PVPX、PVPY、PVEX和PVEY这些ZPL函数读取。"PV"是"传递值(Pass Value)"的助记符。

相当重要的一件事是熟悉数据域的编号。如果它是0，执行宏并返回OPTRETURN 0的值。然而，如果数据域编号不是0，那么宏不被执行，但会使用原先该宏被调用时储存的值代替。该约定相当重要，如果宏计算了许多的值，且所有的值都需要被优化，那么宏只需被调用一次，但多个ZPLM操作数可以获取这些数据。这比多次调用宏更有效。

例如，假定名为ZPLll.ZPL的宏计算三个值，且所有的值都需要优化。在这个宏中，这些值用OPTRETURN来存储：

```
OPTRETURN 0, x
OPTRETURN 1, y
OPTRETURN 2, z
```

那么，评价函数中的三个ZPLM操作数可以提取数据，并通过宏的一次调用完成优化：

```
ZPLM 11 0
ZPLM 11 1
ZPLM 11 2
```

宏ZPL11.ZPL只在计算ZPLM 110操作数时被调用。注意，数据列只有在Int2的值是0时才使用，因为只有在这种情况下才计算宏。

5.5.9.2. 使用ZPLM宏改变镜头数据(Changes Made to the Lens from within the ZPLM Macro)

通常会用透镜的一个暂时副本对评价函数进行评估计算。在评价函数计算结束后，透镜的副本以及任何对镜头数据的改变都将被舍弃。因而，在执行ZPLM操作数调用的宏的过程中，镜头数据不能做任何改变。这些改变将不会被保留，并且可能会妨碍在同一评价函数中ZPLM操作数之后的操作数的计算。OpticStudio将无法恢复到ZPLM指定的宏计算之前的镜头状态。如果刻意在后面的操作数计算之前特意使用宏来改变镜头数据，那么应该执行两个宏。第一个应该按需要修改数据，第二个应该重建原始条件下的数据。两个宏都可以列在评价函数编辑器中，期间的操作数将在修改后的镜头数据基础上执行。

操作用户界面的宏命令，例如CLOSEWINDOW、WINL()和GETT()在此是无效的。这一限制的原因是，这些命令从用户界面中反映的单一系统副本中获取信息。因此，即使ZPLM宏更新系统副本，用户界面显示的主系统副本也不会被更新。

5.5.9.3. ZPLM和默认评价函数（ZPLM and the Default Merit Function）

ZPLM不应该在默认的评价函数之间使用，但是可以放置在由OpticStudio默认定义的评价函数的前面或后面。

5.5.9.4. 使用ZOS-API编写的程序执行优化(Optimizing with programs written using ZOS-API)

另一种创建用户自定义操作数(UDO)的方法是编写一个外部Windows程序，该程序使用ZOS-API从OpticStudio读取信息、计算数据并将结果返回至OpticStudio。OpticStudio中的ZOS-API接口在关于ZOS-API(About the ZOS-API)章节中有详细的记录和描述。上述材料并未复制到此处，这里的讨论假定您已经充分理解了该章节的内容。

UDOC操作数用于在评价函数内调用一个外部的客户端程序。客户端程序执行所需的计算，可能需要通过OpticStudio服务器多次调用ZOS-API，然后最终通过API将结果返回至OpticStudio。计算得到的数据将被放置在评价函数编辑器的"value"一栏中，从而可以用一般方式进行优化。

UDOC使用起来很简单。**Prog#**和**Data**的值分别用来指定客户端程序编号和数据域编号。客户端程序编号表示哪一个客户端程序将被执行，数据域编号表示客户端程序计算的哪一个值将被优化。

客户端程序的编号必须是0到99之间的整数值。例如，如果**Prog#**的值设为17，那么将执行名为UDOC17.EXE的客户端程序。客户端程序必须使用两位数字来表示客户端程序编号。如果客户端程序编号是6，则执行的客户端程序是UDOC06.EXE。客户端程序文件必须放在<data>\ZOS-API\Operands文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。

当使用一个数据域编号为0（随后有更多关于数据域编号的讨论）的UDOC操作数时，OpticStudio将调用客户端程序。数据值将通过ZOS-API传递。可以在关于ZOS-API章节的"用户操作数(User Operand)"小节中找到一个UDOC操作数的C#示例。简而言之，将有四个数据参数传递至UDOC操作数，可以在IZOSAPI_Application接口上找到如下内容：

double Hx = TheApplication.OperandArgument1; // Hx / Data1

double Hy = TheApplication.OperandArgument2; // Hy / Data2

double Px = TheApplication.OperandArgument3; // Px / Data3

double Py = TheApplication.OperandArgument4; // Py / Data4

一旦客户端程序开始运行，客户端程序必须严格执行下面的步骤：

1. 建立与OpticStudio服务器的ZOS-API链接。
2. 计算所需的数据。
3. 将数据传送回OpticStudio服务器。
4. 退出应用程序。

ZOS-API链接的作用方式与用户分析(User Analysis)或用户扩展程序(User Extension)的方式相同，并与独立应用程序(Standalone Application)的方式几乎相同。在编程选项卡(Programming Tab)的ZOS-API应用程序编译器(ZOS-API Application Builders)章节中，可以找到创建基于ZOS-API的UDO操作数的模板，当前用户操作数(User Operands)模板只支持C++和C#。

然后可调用任何一种可用的ZOS-API来计算数据。一旦数据计算完毕，可能将有多达1001个值被送回服务器，并通过设置结果数据最终将其发送至OpticStudio的优化器中：

```
int dataLength = TheApplication.OperandResults.Length;
double[] results = new double[dataLength];
// Fill the output results...
// Now assign the locally calculated result back to the Application.
TheApplication.OperandResults.Data = results;
```

很重要的一点是客户端程序在完成时就关闭，因为OpticStudio会在继续执行前等待客户端程序的终止信息。OpticStudio无法知道计算将要花费多长时间，所以OpticStudio将在接收到数据之前保持"中止(hang)"状态。如果客户端程序从未关闭，OpticStudio将永远无法完成操作数的执行，并将永远中止。注意，如果客户端程序崩溃，OpticStudio将会以操作结果无效继续执行。

返回的结果数据索引与编辑器中的数据域相同。 该数据随镜头系统一起存储，以供后续UDOC操作数使用。一共有1001个不同的数据域，所以一次单独的客户端程序调用可以同时优化多达1001个不同的值。数据域编号表示哪个返回值应该放置在UDOC操作数的"value"一栏中。

当使用评价函数编辑器中的UDOC操作数时，熟悉数据编号是一件很重要的事情。如果编号是零，将执行客户端程序，并且数据位置0的值被放置在"value"一栏中。然而，如果数据域编号不是零，客户端程序将不被执行，而是使用先前调用客户端程序的任何原有值。该约定相当重要，如果客户端程序计算了许多的值，且所有的值都需要被优化，那么客户端程序只需被调用一次，但多个UDOC操作数可以获取这些数据。这比多次调用客户端程序更有效。

评价函数编辑器还支持UDOC的超时参数。这个值设置OpticStudio应该等待的最大时间（以毫秒为单位），在此期间，UDOC操作数计算请求的数据并返回控制至OpticStudio。默认值0将把超时设置为50,000毫秒。如果需要的话，可以使用大于50,000的值，但是如果对评价函数的计算花费了这么长的时间，优化很难取得实质性的进展。如果UDOC客户端应用程序不能正常工作，还可以使用低于50,000的值来改进OpticStudio的响应。注意，通常情况下UDOC数据是快速计算的，并且超时限制只用于处理意外错误条件或非常规的长时间计算。如果UDOC在小于超时限制的时间内完成了请求的计算，那么控制仍然会立即返回到OpticStudio。

请注意，UDOC操作数是在镜头系统的副本上工作的，因此可以自由地进行参数更改，而不影响OpticStudio的任何其它部分。

5.5.10. 优化建议(Suggestions for optimizing)

在初步设计阶段，优化过程中很少需要对每一视场以及在全部波长上追迹所有的光线。出于这个原因，通过限制优化过程中使用的波长和视场数量，可以显著减少运行时间。如果所选视场和波长的权重被设置为零，那么评价函数算法在构造默认评价函数时将跳过零权重的波长和视场。结果是较少的光线被追迹，加速了运行。

例如，某一镜头将评估计算五个视场点，但可能只有第一、第三、第五个视场需要被包含在评价函数中。当然，在设计的后续阶段可能所有的视场都需要被包含在评价函数以及默认评价函数的重建中。

有几个改善性能的诀窍。避免将边界操作数设置在作为变量的参数上，除非优化的结果持续提供不合理的设计。边界操作数会增加计算的开销。在任何可能的时候使用求解方式来代替具体操作数。例如如果可能的话，用曲率求解而不是使用操作数来控制焦距。

优化是现代镜头设计技术不可分割的一部分，而且只有实践才能使设计者成为熟练使用优化算法的用户。擅长其它软件优化算法的用户可能会发现OpticStudio更容易使用，经过一小段时间的练习，界面中的使用技巧将转化为潜意识，而且设计者可以专心于设计本身。如果你并不熟悉镜头的计算及优化，没有比实践更好的学习方法了。

5.5.11. 全局最优(The Global Optimum)

产生评价函数最低可能值的设计被称为"全局最优"，且可由此定义最可能设计。然而，不是每种已知的优化算法都可以通用地找到对随机设计问题的全局最优，除非你考虑"直接搜索"一种优化算法（也就是说，尝试所有的无限多个可能解看哪一个是最好的）。计算机辅助光学设计技术由两个基本的成分：首先，设计者必须能够确定合适的初始设计，第二，设计者在优化的过程中必须发挥指导作用。一位优秀的指导者知道何时以及如何巧妙支援或处理问题，使程序沿着一个更明确的方向推进。

遗憾的是，这通常需要极其丰富的经验，并且这是相当枯燥的。富有经验的设计者在寻找新的、更好的设计形式时，通常需要将直觉、分析和运气结合在一起。OpticStudio提供了一个自动完成全局最佳搜索的能力，该功能的描述在"优化选项卡(The Optimize Tab)"帮助文件的"全局优化(Global Optimization)"部分中提到。

5.5.12. 序列模式优化(Sequential Optimization)

以下部分是在序列模式用户界面中优化需要考虑的事项。

5.5.12.1. 默认评价函数的一些陷阱(Pitfalls with the Default Merit Function)

要设置默认的评价函数，请参见"优化选项卡"的"优化向导"部分。

默认评价函数可通过优化向导轻松设置、数值效率高，适合大量优化问题。但大多数光学设计都需要在设计过程中对默认值执行扩展或修改。OpticStudio可在定义评价函数的过程中提供高度的灵活性，如以下章节所述。

请注意，如果改变了视场或波长值或权重，则必须重新构建默认的评价函数。如果您使用的是RA算法，在优化过程中渐晕影响变化明显时，请重新构建默认的评价函数。

如果改变了视场或波长值或权重，请重新构建评价函数。

5.5.12.2. 优化切趾类型的影响(Optimization with Apodized Beams)

如果没有指定切趾类型（见系统选项中"切趾类型"，默认是均匀的），那么OpticStudio在构造默认评价函数时假设照度均匀。如果照度不均匀，在默认评价函数中光线是根据切趾因子加权的。当使用切趾因子时，由于选择的光线可能不足以充分描述切趾光束，因此需要更多数量（如前所述）的光线参与计算。

5.5.12.3. 优化MTF(Optimizing for MTF)

基于衍射的MTF操作数（MSWT、MSWS、MSWA、MTFT、MTFS、MTFA、MTHT、MTHS、MTHA），几何MTF操作数（GMTA、GMTS、GMTT），Moore-Elliott对比度操作数（MECA、MECS、MECT）使软件能直接优化MTF（详见MTF操作数列表的"MTF数据"）。

Moore-Elliott对比度方法

这种新的对比度优化方法允许在给定的空间频率下对系统MTF进行高效可靠的优化。该方法可最大限度减小光线对之间的波前差（光线对通过光瞳的偏移而彼此错开，偏移量与目标空间频率相对应），从而使MTF最大化。

可以通过计算复光瞳函数（出瞳中的复波前）的自相关得到给定点的MTF。大多数光学软件都使用这种计算方法，因为与计算全部MTF作为PSF强度的FFT相比，它有更高的计算效率。

$$OTF \propto p(x,y) \star\star p^*(x,y) \quad MTF = \sqrt{OTF * OTF^*}$$

自相关计算本质上是一种卷积。它包含偏移复光瞳，偏移和未偏移的光瞳相乘，求和，取模计算得到MTF。

光瞳偏移量对应最终MTF的空间频率值（ξ）。对于圆形光瞳，偏移 Δ = D/2使得偏移的光瞳和未偏移光瞳正好相接，使MTF值为0。这个偏移量相当于截止频率。较小的偏移量是通过方程2线性缩放计算得到的。

$$\xi_c = \frac{1}{\lambda(F/\#)} \quad \xi(\Delta) = \frac{\Delta}{(D/2)}\xi_c$$

以通用的3x3光瞳函数计算，我们可以写出如下代表偏移与未偏移光瞳的方程式p(x,y)和p(x-Δ,y)。

$$p(x,\ y)\ =\ \begin{pmatrix} A\ e^{-i\ \phi(x_1,y_1)} & A\ e^{-i\ \phi(x_2,y_1)} & A\ e^{-i\ \phi(x_3,y_1)} \\ A\ e^{-i\ \phi(x_1,y_2)} & A\ e^{-i\ \phi(x_2,y_2)} & A\ e^{-i\ \phi(x_3,y_2)} \\ A\ e^{-i\ \phi(x_1,y_3)} & A\ e^{-i\ \phi(x_2,y_3)} & A\ e^{-i\ \phi(x_3,y_3)} \end{pmatrix}$$

进行卷积计算和取模后，得到余弦级数结果。

$$\begin{aligned} \mathrm{MTF}(\delta)\ =\ & 9\ A^4\ + \\ & 2\ A^4\ \cos(\phi(x_1,\ y_1) - \phi(x_1 - \delta,\ y_1) - \phi(x_1,\ y_2) + \phi(x_1 - \delta,\ y_2))\ + \\ & 2\ A^4\ \cos(\phi(x_1,\ y_1) - \phi(x_1,\ y_3) - \phi(x_1 - \delta,\ y_1) + \phi(x_1 - \delta,\ y_3))\ + \\ & 2\ A^4\ \cos(\phi(x_1,\ y_2) - \phi(x_1,\ y_3) - \phi(x_1 - \delta,\ y_2) + \phi(x_1 - \delta,\ y_3)) + \\ & 2\ A^4\ \cos(\phi(x_1,\ y_1) - \phi(x_2,\ y_1) - \phi(x_1 - \delta,\ y_1) + \phi(x_2 - \delta,\ y_1))\ + \ldots \end{aligned}$$

式中余弦自变量是距离偏离 Δ 的光瞳对应的相位差。余弦值自变量最小可使MTF值最大。换言之，光瞳上任何距离 Δ 的相位差需要最小，才能够获得最大MTF值。

$$\phi\left(x_j,\ y_k\right) - \phi\left(x_{j+\Delta},\ y_k\right) = 0$$

可以用这个方程来建立优化评价函数。计算多组光瞳处相差 Δ 的两条光线，追迹这两条光束，计算两光束之间的相位差。优化操作尝试将相位差减少到零。类似于减少波前斜率的方法，但它是在与特定空间频率相对应的 Δ 处进行的优化。

使用**MTF**操作数

基于衍射的MTF操作数（MSWT、MSWS、MSWA、MSWN、MSWX、MTFT、MTFS、MTFA、MTFN、MTFX、MTHT、MTHS、MTHA、MTHN和MTHX）和几何MTF操作数GMTA、GMTS、GMTT、GMTN和GMTX能直接优化MTF（详见操作数列表的MTF数据）。

这些操作数功能强大，但是使用MTF操作数需要注意一些问题。

如果像差太大，不能精确计算MTF。如果一个光学系统的MTF分析窗口中显示的是无效数据，那么我们优化MTF的时候也是无效优化。较大的像差往往会导致MTF曲线在某些空间频率下降到零，然后在更高的空间频率的MTF再次增加。在MTF曲线的第一个零值点以外频率的MTF的局部优化通常是无效的，因为在像差减小过程中，MTF值必定先减小后增大，而局部优化器总以增量的方式寻找性能提升。如果开始的MTF在目标空间频率超出MTF曲线的第一个零值，则不应使用MTF操作数。如果像差很大，MTF优化在这个阶段其实是不需要的或没有用。一种解决方法是首先使用RMS波前差优化像差。RMS波前差很小的系统才具有合理的MTF性能。在设计非常接近最终形式之后，MTF优化可以用于最后的"修改"。

MTF优化比RMS光斑半径或RMS波前差优化慢。衍射MTF优化比几何MTF优化慢；但是，几何MTF优化只对孔径为圆形或椭圆形、渐晕很小或没有渐晕的系统才近似合理有效。基于惠更斯的MTF优化比RMS优化慢许多数量级，因此不推荐用于优化。当更新评价函数编辑器或进入和退出优化对话框时能明显注意到执行速度很慢，说明该评价函数执行优化的速度也可能会很慢。

注意，如果使用的MTFT和MTFS（或GMTT和GMTS）都采用同一视场和波长数据，它们应该被放置在编辑器中的相邻行；否则，MTF会被计算两次。如果采样太低，或者系统像差太大，无法精确计算MTF，那么MTF操作数会返回零，而不是一个无意义的数字。

5.5.12.4. 优化玻璃材料选择(Optimizing Glass Selection)

材料的优化处理与其它数据稍有不同。优化玻璃的选择是一个困难且不可预测的过程，因为在玻璃图上没有连续的玻璃。处理这个问题的方法有两种：使用模型玻璃（如下所述）或使用玻璃替换（参见在全局优化部分的使用"使用玻璃替换(Using Glass Substitution)）。玻璃替换通常是比较好的方法。

5.5.12.5. 使用模型玻璃优化(Optimizing Using Model Glasses)

模型玻璃方法是把实际玻璃用几个数值参数替代，然后优化这些参数，同时限制一些参数值或限制计算的折射率值与实际玻璃相似。

要使用玻璃模型方法，首先在镜头数据编辑器中将合适的玻璃表面改为"模型(Model)"求解类型。有关此设置的信息，请参见"材料求解(Material Solves)"。有关模型玻璃的信息，请参见使用材料库(Using Material Catalogs)中的使用模型玻璃(Using Model Glasses)部分。通过采用"模型"求解类型，OpticStudio会优化出合适的折射率、阿贝数、部分色散；您只需更改想要更改的值即可。

正如上面提到的"材料求解"部分所述，无约束的玻璃优化通常会导致选择较高的折射率材料。这是因为要获得相同的光焦度，具有高折射率的表面（边界处折射率差值较大）所需的曲率比低折射率表面要小。而表面曲率越小，造成的像差就越小。

遗憾的是，高折射率的材料成本高昂、材质沉重、难以加工，而且可能易碎、易裂或容易沾染污渍或产生刮痕。而且，折射率超高的材料不一定存在；折射率达到1.9以上（针对可见光）的玻璃只有寥寥数种。阿贝数也限制在大约20到80的范围内。因此，在优化时必须将折射率(Nd)和阿贝(Vd)数限制在合理的范围内。此外，还必须将部分色散偏差($\Delta P_{g,F}$)也限制在相应的范围内。

有两种方法来限制Nd、Vd和$\Delta P_{g,F}$的值。最简单的方法是在操作数列表中添加RGLA操作数。RGLA操作数可在玻璃图上测量模型玻璃与在当前选择玻璃库中最接近玻璃的折射率、阿贝数和部分色散之间的"距离"。例如，如果您在优化玻璃材料的折射率、阿贝数，且指定的实际玻璃库为Schott和Hoya玻璃库（在系统选项中定义），RGLA操作数就会计算模型玻璃和这两个玻璃库中实际玻璃的"距离"。如果最小的"距离"小于由RGLA操作数指定的目标值，意味着满足边界条件，操作数的当前值与目标值相等。如果最接近的玻璃比目标值远，那么RGLA显示的当前值是实际的"距离"。"距离"是由两种玻璃的折射率、阿贝数和部分色散之差的加权平方和的平方根来定义的。任意两种玻璃之间的"距离"的定义公式如下：

$$d = [W_n(Nd_1 - Nd_2)^2 + W_a(Vd_1 - Vd_2)^2 + W_p(\Delta P_{g,F1} - \Delta P_{g,F2})^2]^{\frac{1}{2}},$$

公式中W_n、W_a和W_p是不同项的权重值，可通过RGLA操作数参数列表由用户自定义权重因子，或者如果权重因子是0的话，那么三个值分别默认为1.0、1E-04和1E+02。

使用RGLA的最好方式是指定表面范围覆盖所有需要优化的表面。对于目标值，从0.05开始设置。这将使玻璃材料在整个玻璃图中更容易移动，因为各种玻璃之间的间距通常小于0.05。优化后，将目标减少到约为0.02，再重新优化。这将使优化后的系统在更靠近实际玻璃附近合理地选择折射率和阿贝数。

约束折射率和阿贝值的另一种方法是使用MNIN、MXIN、MNAB和MXAB操作数。这些操作数控制最低和最高的折射率和阿贝数值，在"优化操作数(Optimization Operands)"表格中对它们进行了详细说明。这些操作数可将优化限制在玻璃图上的特定矩形区域内。例如，同时使用RGLA和MXIN时，就将玻璃选择限制为折射率低于某值的实际存在的玻璃。

在优化到一定阶段时，您想要把折射率变量数据转换成一个真正的玻璃。如果要把模型玻璃转换为最接近真实的玻璃，可以用Ctrl-Z移除模型玻璃状态，或将玻璃求解类型选择为"固定(Fixed)"。优化后的折射率和阿贝数与当前玻璃库实际玻璃的相应值之间通常不会完美匹配。然而，OpticStudio将搜索材料库，使用与上述RGLA

定义（忽略部分色散项）类似的最小二乘法标准找到"最佳拟合"玻璃。如果使用玻璃替换模板，那么也将考虑模板，只有符合模板规范的玻璃才会被考虑。有关模板的信息，请参见帮助文件"优化选项卡(The Optimization Tab)"中的"玻璃替换模板(Glass Substitution Template)"。材料库中与可变折射率参数差异最小的玻璃将会被选中。此外，玻璃报告显示在"表面数据"功能中（在分析选项卡中，选择报告，表面数据）。显示的折射率数据是从折射率和阿贝数值计算得出的，并不是最佳拟合玻璃。在从一个模型玻璃转换成一个真正的玻璃后，通常需要运行另一种优化。对于平衡色差易受影响的系统，通过上述模型玻璃优化替换实际玻璃的方式可能永远无法选择出合适的玻璃，因为模型玻璃的色散与真实玻璃的色散是不一样的。

5.5.12.6. 优化额外数据(Optimizing Extra Data)

一些表面类型，如Zernike、Zernike相位、扩展多项式和二元光学面都需要使用额外的数据值。这些额外的参数值可以被编辑，或从文本文件中加载，并且可以作为变量在镜头数据编辑器中进行优化。

如需将额外参数数据设置为变量，请参照帮助文件"设置选项卡(The Setup Tab)"章节中镜头数据编辑器的"求解类型(Solve Types)"部分。

还有几个边界约束可用于额外的参数数据值。操作数PMVA、PMGT和PMLT分别代表参数值等于、大于或小于目标值。Surf一栏数值对应需要应用操作数的表面编号，Param数值用来指定需要使用的哪个额外参数值。

注意：在较早的Zemax和OpticStudio版本中，操作数XDVA、XDGT和XDLT可用于约束额外的参数值。在后来版本的OpticStudio中，这些操作数被上面提到的PMVA、PMGT和PMLT所代替。

5.5.12.7. 用序列光优化非序列模式组下的物体(Optimizing Objects in a Non-sequential Group with Sequential Rays)

在非序列模式组中优化变量与优化其它数值参数基本上没有什么不同。变量的设置方式与镜头数据编辑器中的参数设置方式相同。然而，优化非序列模式物体属性是困难的，因为光线会采用难以预测的光线路径通过非序列模式组传播。对于非序列模式物体，如棱镜，通常情况下，棱镜位置或大小的微小变化对光线路径的影响没那么显著。然而，对于像光管这样的物体，物体定义中的一个小变化会极大地影响光线路径。一旦物体的位置或角度发生轻微变化，通过物体传播的光线可能完全错过物体。这通常会导致求导计算的严重错误，而优化要么执行得很差，要么根本不优化。

一些非序列模式系统的另一个问题是，出瞳可能不是入瞳的合理像。因此，如果系统是非成像系统，在出瞳处不形成入瞳的像，则应使用矩形阵列而不是高斯求积。

对于这些系统，可以采用更加有效的全局优化算法，因为全局优化不依赖于求导计算。

5.5.12.8. 使用IMAE操作数优化(Optimizing with the IMAE Operand)

IMAE操作数通过发出很多光线进入入瞳来估算光学系统的效率；计算光线穿过所有表面孔径到某一表面的比例。如果仅使用硬边缘表面孔径，如圆形孔径，则此操作数的优化可能不会顺利进行。这是因为OpticStudio通过对每个变量的值做出微小改变来估算操作数的导数值，然后计算操作数的值的有限差分。对于IMAE操作数，变量值的微小变化可能不会改变估算的效率；这是因为这个微小值的变化没有使光线产生渐晕的效果。反之，也可能变量的微小变化使光线渐晕了，那么效率变化会很明显。

解决方案是将用户自定义表面的硬边缘孔径替换为软边缘孔径。软边缘孔径在大部分区域与硬边缘孔径相同，都是完全透光的，但是在靠近边缘的地方，透过率是在一个较小范围内逐渐下降到零，而不是突变的。

OpticStudio包含过滤功能，参见示例DLL文件；详细内容请参阅"序列模式表面"参考文件的"用户自定义表面(User Defined Surface)"一节。特别是示例US_FILT4.DLL中的讨论。

IMAE使用的设置是当前保存在图像分析功能中的设置；通常被设置为"显示"点列图计算的这个设置除外。请参见"分析选项卡(The Analyze Tab)"帮助文件的"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"部分。

5.5.12.9. 使用渐变折射率操作数(Using Gradient Index Operands)

有一些用于控制优化过程中渐变折射率属性的操作数。下面是对些操作数的描述。

DLTN

DLTN操作数用来控制渐变折射率镜头中折射率变化的最大值。**Surf**一栏代表表面序号，**Wave**一栏代表波长序号。DLTN操作数定义如下：

$$DLTN = n_{max} - n_{min}$$

最小和最大折射率值沿z轴极值处计算，即Z min和Z max。Z min和Z max是用来制造透镜的毛坯的最小和最大轴向位置的z坐标。对于凸面，它们对应于顶点。对于凹面，它们对应于表面上最大矢高处。

LPTD

LPTD用于控制材料中的折射率梯度分布。**Surf**用于定义渐变折射率表面的表面数。LPTD是LightPath Technology Delta的缩写，用来约束折射率非线性分布保持单调递增或递减的。该操作数仅当轴向渐变的二次或三次项为变量时才需要使用。此操作数只影响GRIN 5表面类型。

该LPTD操作数应该以0作为目标值。边界约束执行以下条件：

$$\frac{\partial n}{\partial z_{min}} > 0 \text{ and } \frac{\partial n}{\partial z_{max}} > 0, \text{ or } \frac{\partial n}{\partial z_{min}} < 0 \text{ and } \frac{\partial n}{\partial z_{max}} < 0 .$$

Zmin和Zmax是用来制造透镜的毛坯的最小和最大轴向位置的z坐标。对于凸面，它们对应于顶点。对于凹面，它们对应于表面上最大矢高处。如果操作数的剩余值小于零，则可将目标值稍微降低（请尝试0.1）改变目标值通常比增加权重更有效。对要加工的空白镜片LPTD操作数的值必须为零。为确保变化趋势使曲线的斜率不改变方向，需要经常检查渐变折射率分布。

5.5.13. 全局优化(Global Optimization)

几十年来，传统的优化透镜的方法一直是使用阻尼最小二乘算法(DLS)。DLS有许多吸引人的特性，它具有高效率，适用于寻找评价函数的"局部"极小值。在上面语境下，"局部"极小值指的是从解空间当前位置能得到的最小评价函数值，而且无需增加评价函数值（这是理想化情形，事实上，DLS可以跳过评价函数值增加的小区域）。

想象一下这个问题，假设你正在徒步旅行，并试图从山的起点处找到山谷的底部。你想找到山谷里的最低点。假设你看不到山谷，雾很大，你只能看到你现在所处位置周围的地形。你可以确定哪条路是下坡的，然后沿着那个方向走，直到再次变成上坡，在这个点处你会找到一个新的下坡方向。你可以反复重复这个过程，直到到达的点的所有方向都是上坡方向。这个最低点是一个局部最低点，至少是这个山谷的底部。

这个方法存在的问题是，一旦你到达了局部极小值，就没有已知方法（一般优化问题）来确定其它地方是否没有更好的、更低的最小值。例如，如果你从这一点向任何方向走上坡，直到你到达一个局部的山顶，然后沿着下坡走向下一个山谷，你才最终会到达一个新的最低点。那么这个新的最低点比前一个谷底高还是低呢？唯一的验证办法就是徒步旅行！

你可能会问，既然计算机计算这么快，为什么不尝试每一种可能的配置，看看哪一种是最好的呢？为了了解问题实现的难易程度，考虑一个含有六个自由度的双胶合透镜（自由度可作为优化的变量）。如果假设每个

变量可以有100个可能的值（粗采样），然后有1E+12个不同的可能的系统。如果计算每个系统需要20条光线追迹（过低的估计），每面每秒可追迹1,000,000条光线，那么所需要的时间大约是8E+07秒，大约2.5年。含有四个元件的镜头（16个变量）在三个视场和三个波长进行评价，采用100条光线需要计算1E+32个系统或需要数十亿倍宇宙年龄的时间。

好在全局优化问题的解决方法的计算时间还算合理。这些算法包括模拟退火、多起点计算、专家系统、神经网络等等。所有这些算法都有长处和短处，就不在本章进行赘述了。

5.5.13.1. OpticStudio全局优化功能(Global Optimization Capabilites of OpticStudio)

在OpticStudio中有两种独立的全局优化算法，每一种都有不同的侧重点。第一种算法称之为"全局优化(Global Optimization)"，它只使用给定评价函数和初始设计就可以自动寻找新的设计形式。请参见"优化选项卡(The Optimize Tab)"帮助文件的"全局优化(Global Optimizer)"部分。 全局优化采用遗传算法、多起点计算、传统阻尼最小二乘法和一些专家系统试探法相结合的方法来寻找新的设计形式。全局优化算法可以很好地找到有希望的设计形式。但是，"全局优化"有时会找不到合适的结果。第二种算法可用于此目的。

第二种算法被称为"锤形优化(Hammer Optimization)"（镜头设计者经常谈论设计就像用锤子来捶打一样，挤出最后一点性能提升空间）。请参见"优化选项卡(The Optimize Tab)"帮助文件的"锤形优化(Hammer Optimizer)"部分。 首先通过经验或全局优化算法发现了一个合理的结构起始点，接着就可以使用锤形优化算法寻找最优解。锤形优化算法只需要一个经过部分优化的镜头和含有评价函数的ZMX文件即可。

虽然全局优化算法是非常有用的，但还是要认识到，不能确保采用该方法优化得到的结果是真正的全局最优解。当然，即使是你所发现的最好的解，也甚至没有办法确定任何解是否是全局最优（记住这个问题的宇宙寿命尺度）。

必须要认识到，不能确保总可以找到或甚至不确保有时可找到真正的全局最优解。

全局和锤形优化算法都需要花费大量的计算时间。这些算法不能够交互使用-这是局部优化的作用。如果你设置全局优化，在计算机工作时进行查看，你会感到失望。当你设置完问题，让计算机运行几个小时，甚至数天，而不是只运行十分钟，这样全局优化才能够有效地优化出结果。理想的情况是在晚上结束工作之前设置问题，然后让全局优化（或者根据你的需求进行锤形优化）在夜间工作。早上，你应该就可以查看到有用的设计结果了。

5.5.13.2. 全局优化算法(The Global Optimization Algorithm)

在开始全局优化之前，必须建立起一个非常粗略的起始点。虽然起始点"非常粗糙"，但是还是需要初始结构有正确的表面数，定义光阑面和选择初始玻璃，必须定义的视场和波长。你还需要定义一个评价函数；该过程的详细内容参见帮助手册 "优化选项卡"中评价函数编辑器"和"优化向导"部分。

非常粗糙的设计可以是平行玻璃板，在最后一个曲面上有曲率来控制焦距。如果不使用求解来控制焦距，则系统至少应具有所需的近似焦距。此外，必须定义变量参数。在开始全局优化之前，必须先保存镜头。OpticStudio使用起始焦距作为缩放参数，所以最初的设计至少应有大致正确的焦距！

全局优化很少能找到全局最优解。原因是全局优化集中精力寻找新的、有希望的设计形式，而不是精确地针对每种形式的最佳解进行精确收敛。精确收敛留给一个单独的算法，称为"锤形优化"，在下面的章节中描述。

5.5.13.3. 锤形优化算法(The Hammer Optimization Algorithm)

在检查全局优化生成的设计结果之后，你可能只需要其中的一个或两个结果。评价函数值最小的结果并一定是最好的（尽管假如你设计的评价函数很好，最小评价函数值应对应最好结果）。例如，评价函数次小值的

结构可能更容易加工。无论你运用哪种标准来确定最好的结果，你现在都要用这个选定的镜头作为出发点来进一步寻找到最佳的设计。

锤形优化算法也可以有效地用于局部优化的设计结果，而非仅适用全局优化出来的结果。

有关更多信息，请参见帮助文件"优化选项卡"中的"锤形优化"部分。

5.5.13.4. 全局优化中的玻璃选择(Global Optimization of Glass Selection)

如果玻璃是由由折射率、阿贝数和部分色散偏差描述的"模型"玻璃，那么该模型玻璃的参数就可以像其它任何数值参数一样进行改变和优化。然而，模型玻璃方法有一个严重的缺点。在使用模型玻璃找到一个好的解后，必须将模型玻璃转换成实际玻璃。然后必须使用新选择的玻璃对设计进行重新优化。

但是对于许多系统来说，有时将模型玻璃替换为实际玻璃后，新的优化设计比使用模型玻璃的设计结果差了很多，而且使用实际玻璃的最佳设计可能和使用模型玻璃设计的结构具有很大偏差，这个优化过程变得非常困难。

总的来说，为了找到一个更好的玻璃类型组合，设计者需要在玻璃图中选择合适的替换玻璃，在新选择的替换玻璃结构下进行进一步镜头优化。如果新的解决方案是更好的，就保留新选择的玻璃；否则，就需要评估一套新的玻璃组合。只要设计者能继续进行搜索，这个过程就会继续进行。

5.5.13.5. 使用玻璃替换(Using Glass Substitution)

玻璃的替代方法是直接改变玻璃的类型，然后重新优化看新玻璃是否能得到更好的解。这种方法可以手动使用，通过改变玻璃的类型，然后重新优化；该过程也可以自动化，通过设置玻璃为"替代"求解类型。如果一个玻璃被（使用玻璃求解类型对话框）设置为替代，那么全局优化算法（锤形优化和全局优化）在优化过程中自动执行相似的玻璃类型的迭代替换。这让OpticStudio不仅对数值如半径和厚度等进行优化，也可以直接替换选择实际玻璃，无需将模型玻璃替换为实际玻璃。

若要使用替换功能，请将每个玻璃的求解类型设置为"替代"（双击任何玻璃名称即可弹出设置求解类型对话框）。

一旦玻璃求解类型被设置为"替换"，然后进行锤形优化或全局优化算法。OpticStudio会自动改变玻璃类型，搜索更好的设计结构。默认情况下，OpticStudio会从当前系统材料库中选择玻璃。玻璃替代不会选择table glasses和MIL number glasses。

5.5.13.6. 限制玻璃的选择(Restricting Selected Glasses)

实际上，由于各种原因，通常需要限制可供替换的玻璃：

库中并非所有的"玻璃材料"都是玻璃，有些是液体、气体、晶体或塑料，可能不适合使用。

许多玻璃价格昂贵，笨重，易碎，或具有其它不理想的机械性能。

对于新选择的玻璃材料或只能在特定库中选择，但有必要同时使用其它库来定义光学系统中其它表面的玻璃。

由于这些原因，OpticStudio提供了一些可选的方法来限制可用于替代的玻璃库：

定义一个只用于任意给定表面特定的库。

通过定义一个"模板"，以限制成本，耐酸性，耐污性和替代玻璃的其它属性。

在玻璃库逐一排除一些玻璃材料。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

通过在评价函数中定义"罚函数"，避免选择不符合性质的玻璃。"玻璃求解"对话框允许为候选替代玻璃指定库名称。

如果没有给出库名（即库字段为空），则可以从在"系统选项(System Explorer)"的"玻璃库(Glass Catalogs)"部分中，选择使用的所有库中来选择玻璃。如果提供了库名称（如Hoya），只有该库中的玻璃才会被选中。这允许从不同的库中选择不同的表面。如有需要，它也有助于限制可供选择的玻璃材料的数量。注意，可以指定用户自定义材料库。无需指定扩展名，OpticStudio会自动添加.AGF。

可以定义玻璃替代模板来限制从所有目录中选择哪种玻璃进行替换，根据玻璃的成本、AR、SR、FR、CR和PR代码值来限制。有关定义模板的OpticStudio详细信息，请参见帮助手册"优化选项卡"中的"玻璃替换模板"部分。

为防止在优化过程中只选择某些玻璃，可以在玻璃库对话框中选择"排除替换"某些玻璃；请参阅使用材料库章节中关于材料库数据的说明。排除玻璃的好处在于，库中的其它玻璃仍然可以使用，而不必单独定义库。

"罚函数"是在评价函数添加如GCOS，GTCE和INDX等操作数，以限制玻璃如有不可接受的性质则使评价函数值增加。这是效率最差的方法，因为玻璃仍然有可能被选中，并且后续镜头仍被优化，即使最终的评价函数数值很大，但仍被会认为达到好的结果。但是该方法在定义玻璃材料相互关系上很有用，例如使形成胶合面的两玻璃之间的GTCE差别减小（防止镜头在热应力下破裂）。

5.5.13.7. 使用全局优化的建议(Suggestions for Using Global Optimizers)

有几种方法可以使全局优化算法的性能最大化（包括全局优化和锤形优化）：

1）如果可能的话，把光阑放在第一个表面上。如果你的入瞳在系统中间，你可以用一个虚拟面为第一表面并设置为光阑，然后将该表面到达表面2的厚度设为负数来模拟。这样做可有效提高性能，因为OpticStudio不需要计算入射光瞳的位置。如果有需要的话，可以将这个厚度设置为变量。但是这个方法对那些本身有入瞳畸变的系统，如广角镜头来说并不适用。

2）在最后一个玻璃表面的曲率一栏上使用边缘光线角度求解来控制有效焦距，来代替通过EFFL操作数控制的方式。把焦距这一个变量去掉能有效减少问题的维数。EFFL操作数需要使用额外的光线追迹，以降低评价函数的计算速度。

3）在像面前的最后一个厚度上使用边缘光线高度（零光线高度）求解定义。大多数镜头都能很好地校正轴上0.7光瞳区域光线，直观会想要用其他光瞳区域。该求解能确保全局优化的每一个设计都能聚焦，正如曲率求解能保证正确的焦距。结合这两个求解类型能将全局优化算法的性能提升好几个数量级。对于锤形优化，将求解类型用变量来代替达到最佳离焦。

4）使用MNCT和MNET操作数。这些操作数对于避免中心厚度和边缘厚度为负是必要的。OpticStudio使用这些边界约束条件来确定每个变量的变化范围。除非指定这些约束，否则寻找解时将会进入不能接受的解空间中。

5）评价函数越简单越好，在构造默认评价函数时使用2个或3个环（见"优化"一章）通常是个好主意。在锤形优化时再使用更多环，OpticStudio不设置更多的环。

6）多尝试运行几次长时间的优化；为了获得更多的设计结构，可以在开始设计问题之前，多尝试一些合理的设计方案；设计最后，为确保你设计的方案不能被进一步改进也可以再运行一次长时间的优化（锤形优化特别擅长这最后一项任务）。

7）使用玻璃替代，而不是模型玻璃，尤其是使用锤形优化时。使用模型玻璃对锤形优化没有多大意义，因为最终玻璃需要转换成真正的玻璃，然后再进行优化。玻璃替代是非常有用的，尤其是在设计过程的中后期，设计形式已经确定。

8）锤形优化可以随时终止，然后重新启动，这个过程不会丢失信息。随着算法的进行，它将自动保存任何改进后的设计。

9）如果终止全局优化后，可以通过选择"恢复"而不是"开始"来继续搜索。

10）如果某个时间段没有用户活动，一些计算机会自动进入"休眠"模式。这个功能需要禁用，以确保OpticStudio继续运行，尽管很长时间内并不需要从键盘或鼠标输入什么。

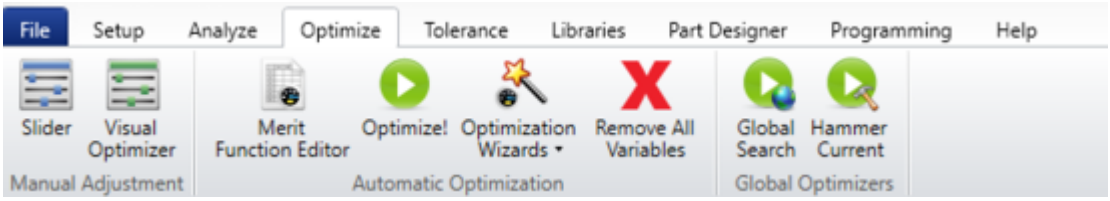
总结

最后，再次强调，全局优化可能无法找到任何特定问题的全局最优解。全局优化是一种非常好的替代乏味的手动尝试寻找新结构的方法，这是一个非常强大的工具，但是它不能取代光学设计技能。

全局优化算法有一个很强的随机成分，因此两次运行一般不会得到完全相同的结构。有时，优化出来的结构很糟糕，有时又会很好，并且通常情况下，它们的运行时间也是不同的。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

6: 优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (non-sequential UI mode))

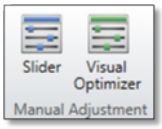


此选项卡提供了OpticStudio的优化工具。

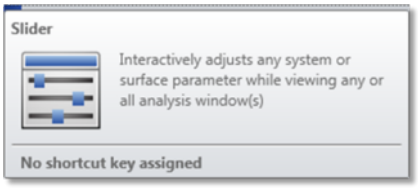
在非序列模式用户界面中，优化选项卡比序列模式用户界面的工具少一些。

6.1. 手动调整组（优化选项卡、非序列模式）(Manual Adjustment Group (optimize tab, non-sequential))

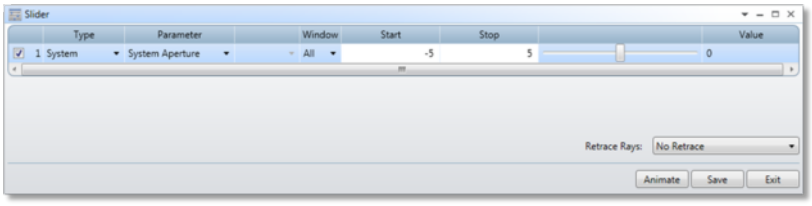
这些是在非序列模式用户界面中可用的手动优化工具。



6.1.1. 滑块（优化选项卡、非序列模式）(Slider (optimize tab, non-sequential))

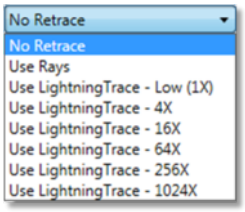


可在OpticStudio的手动调整部分找到滑块工具。滑块控件用于在查看任何分析窗口时交互式地调整任何系统和表面参数。



参见"优化选项卡"的"手动调整"部分下"滑块"的说明。

在非序列模式下，还有重新追迹光线的选项。



设置：

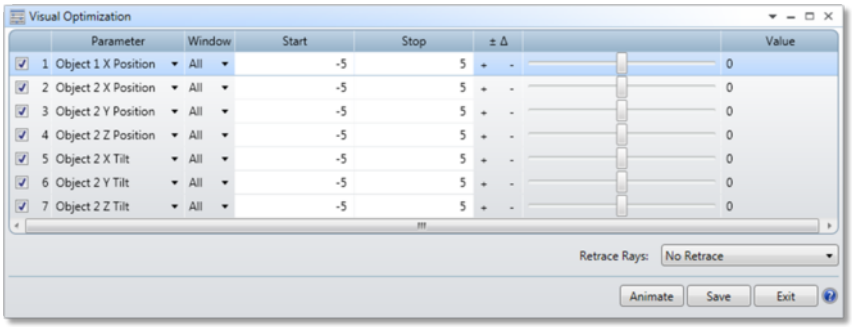
不追迹**(No Retrace)** 将不会重新追迹光线。

使用光线**(Use Rays)** 常规光线追迹会追迹所有光源定义的光线来更新所有探测器和实体模型图（可选）。

使用**LightningTrace(Use LightningTrace)**（支持6种采样级别的LightningTrace）通过LightningTrace进行分析，更新所有探测器的数据和实体模型图（可选）。对于光线采样小于64X，使用边缘采样4X，否则使用边缘采样16X。详细说明请参阅"分析选项卡"中的"LightningTrace控件"。

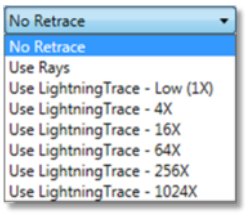
6.1.2. 可视化优化器（优化选项卡、非序列模式）(Visual Optimizer (optimize tab, non-sequential))

可视化优化器位于优化选项卡的手动调整部分。此功能使用多个滑块控件，使用户能够同时手动调整所有选定的变量值。



请参见优化选项卡的"手动调整"部分下"可视化优化器"的说明。

在非序列模式下，还有重新追迹光线的选项。



设置：

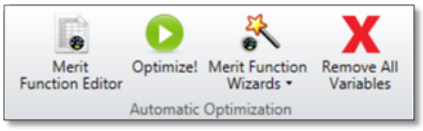
不追迹**(No Retrace)** 将不会重新追迹光线。

使用光线**(Use Rays)** 常规光线追迹会追迹所有光源定义的光线来更新所有探测器和实体模型图（可选）。

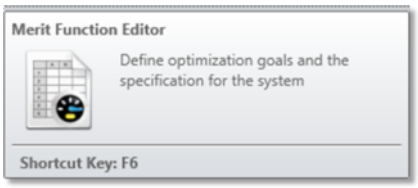
使用**LightningTrace(Use LightningTrace)**（支持6种采样级别的LightningTrace）通过LightningTrace进行分析，更新所有探测器的数据和实体模型图（可选）。对于光线采样小于64X，使用边缘采样4X，否则使用边缘采样16X。详细使用方法请看"分析选项卡"中"LightningTrace 追迹"部分。

6.2. 自动优化组（优化选项卡、非序列模式）(Automatic Optimization Group (optimize tab, non-sequential))

这些是非序列模式用户界面中可用的自动优化工具。



6.2.1. 评价函数编辑器（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Editor (optimize tab, non-sequential))



请参阅"优化选项卡"中"自动优化"部分的"评价函数编辑器"说明。

6.2.1.1. 非序列模式操作数(NSC Operands)

非序列模式用户界面下光源和探测器的优化

优化照明系统或包含非序列模式光源和探测器的其它光学系统常使用的操作数：NSDC、NSDD、NSDE、NSDP和NSTR。

一个典型的评价函数由三组操作数组成：

首先，**NSDD**操作数将用于清除当前探测器中的数据。使用NSDD将探测器目标值设置为零，以清除所有探测器数据。一般需要在评价函数的开始使用NSDD操作数。NSDD返回一个零值，当用于清除探测器数据时，这对评价函数值没有影响。

其次，**NSTR**操作数是用来追迹从非序列模式光源发出的光线。NSTR i追迹从光源i发出的分析光线；NSTR 0追迹来自所有光源的所有分析光线。注意，非序列模式元件编辑器中的分析光线条数决定了有多少光线会被追迹以及决定NSTR操作数的计算时间。NSTR操作数一般会返回一个零值，这对评价函数值没有影响。NSTR操作数支持光线分裂、散射和使用偏振等选项。

最后，使用**NSDC**、**NSDD**、**NSDE**或者**NSDP**操作数读取探测器上数据。 NSDD有四个参数：表面、探测器、像素和数据。表面是非序列模式组的表面编号（如果当前程序模式是非序列模式，则使用1）。探测器是探测器所处的物体编号。探测器物体和面元探测器都可以用作探测器。如果像素是大于0的整数，则返回该像素的光通量、光通量/面积、光通量/立体角。最终返回值具体是上述三个数据中的哪个由第四个参数"数据"决定，数据一栏可以输入0、1或2，分别对应光通量、辐照度或者强度。如果像素为0，则返回探测器上光通量的和或者总光通量/面积。返回的数据单位由系统单元决定，请参见"分析单位(Analysis Units)"。 如果要使用NSDD计算其它数据，请参见下表中NSDD操作数的Pix#和Data#值。

Pix#	Data#	输出
N	0	像素N上的光通量
N	1	像素N上的光通量/面积（辐照度）
N	2	像素N上的光通量/立体角（强度）
N	3	归一化光通量
0	0	所有像素的总光通量（位置空间）
0	1	平均光通量/面积（位置空间）
0	2	所有像素的总光通量（角空间）
-1	0	最大光通量
-1	1	最大光通量/面积
-1	2	最大光通量/立体角
-2	0	最小光通量
-2	1	最小光通量/面积
-2	2	最小光通量/立体角
-3	未使用	到达探测器所有像素的光线总数
-4	0	所有非零像素光通量数据的标准差 (均值的RMS)
-4	1	所有非零像素光通量/面积数据的标准差 (均值的RMS)
-4	2	所有非零像素光通量/立体角数据的标准差 (均值的RMS)
-5	0	所有非零像素光通量数据的均值
-5	1	所有非零像素光通量/面积数据的均值
-5	2	所有非零像素光通量/立体角数据的均值
-6	0	光通量数据质心的x坐标
-7	0	光通量数据质心的y坐标

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

-8	0	光通量数据质心的z坐标
-6	1	光通量/面积（辐照度）数据质心的x坐标
-7	1	光通量/面积（辐照度）数据质心的y坐标
-8	1	光通量/面积（辐照度）数据质心的z坐标
-6	2	光通量/立体角（强度）数据质心的x坐标
-7	2	光通量/立体角（强度）数据质心的y坐标
-8	2	光通量/立体角（强度）数据质心的z坐标
-9	0	相当于所有像素相对于质心的加权RMS径向距离。加权基于光通量数据。基于所有像素光通量数据的方差的平方或r^2的二阶矩。
-10	0	相当于所有像素相对于质心的加权RMS x距离。加权基于光通量数据。基于所有像素光通量数据的方差的平方或x^2的二阶矩。
-11	0	相当于所有像素相对于质心的加权RMS y距离。加权基于光通量数据。基于所有像素光通量数据的方差的平方或y^2的二阶矩。
-12	0	相当于所有像素相对于质心的加权RMS z距离。加权基于光通量数据。基于所有像素光通量数据的方差的平方或z^2的二阶矩。
-13	0	相当于所有像素相对于质心的加权RMS xy距离。加权基于光通量数据。基于所有像素光通量数据的方差的平方或xy的二阶矩。
-9	1	相当于所有像素相对于质心的加权RMS径向距离。加权基于光通量/面积数据。基于所有像素光通量/面积数据的方差的平方或r^2的二阶矩。
-10	1	相当于所有像素相对于质心的加权RMSx距离。加权基于光通量/面积数据。基于所有像素光通量/面积数据的方差的平方或x^2的二阶矩。
-11	1	相当于所有像素相对于质心的加权RMSy距离。加权基于光通量/面积数据。基于所有像素光通量/面积数据的方差的平方或y^2的二阶矩。
-12	1	相当于所有像素相对于质心的加权RMSz距离。加权基于光通量/面积数据。基于所有像素光通量/面积数据的方差的平方或z^2的二阶矩。
-13	1	相当于所有像素相对于质心的加权RMS xy距离。加权基于光通量/面积数据。基于所有像素光通量/面积数据的方差的平方或xy的二阶矩。
-9	2	相当于所有像素相对于质心的加权RMS径向距离。加权基于光通量/立体角数据。基于所有像素光通量/立体角数据的方差的平方或r^2的二阶矩。
-10	2	相当于所有像素相对于质心的加权RMSx距离。加权基于光通量/立体角数据。基于所有像素光通量/立体角数据的方差的平方或x^2的二阶矩。
-11	2	相当于所有像素相对于质心的加权RMSy距离。加权基于光通量/立体角数据。基于所有像素光通量/立体角数据的方差的平方或y^2的二阶矩。
-12	2	相当于所有像素相对于质心的加权RMSz距离。加权基于光通量/立体角数据。基于所有像素光通量/立体角数据的方差的平方或z^2的二阶矩。
-13	2	相当于所有像素相对于质心的加权RMS xy距离。加权基于光通量/立体角数据。基于所有像素光通量/立体角数据的方差的平方或xy的二阶矩。
-14	0.1	指定空间频率下X方向的几何MTF

-15	0.1	指定空间频率下Y方向的几何MTF

N是正整数。

Data# = 2仅可用于矩形探测器，矩形探测器记录角空间数据。

对于Pix# = 0和Pix# =-6到-13，Data# = 0和1的值会是相同的，因为所有像素大小相同。

对于面元探测器，Data#只能为0或1。

如果物体是面元探测器，或者Pix#是-1或0，则只支持Data 0和1。对于NSDD的这些功能的描述同样适用于类似的相干数据NSDC，对于颜色探测器数据则是NSDE，对于极坐标探测器数据使用NSDP。

实际优化这些系统的难点是相对于变量参数的探测能量导数的计算，因为在计算探测能量时存在相对较大的不确定性。必须追迹大量光线来决定照明的大致图形。

加权RMS距离的公式为：

所有像素相对于质心的加权RMS x距离为方差x^2的平方根。它等于：

$$RMS_x{}^2 = \frac{\sum w_i (x_i - x^*)^2}{\sum w_i}$$

其中

- w_i为权重，等于基于Data的像素值
- x_i为像素的x坐标
- x^*为加权平均值。

$$x^* = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}$$

所有像素相对于质心的加权RMS径向距离等于：

$$RMS_{radial}{}^2 = RMS_x{}^2 + RMS_y{}^2$$

请注意，对于矩形探测器，Data = 0和1的值将相同，因为所有像素都具有相同的大小。

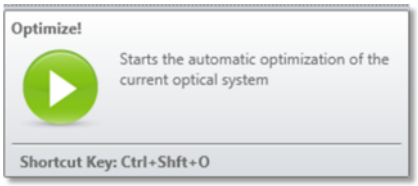
关于随机数字和**NSTR**的注解

注意，当使用NSTR操作数发出光线时，OpticStudio使用相同的生成随机数来计算评价函数。这意味着在每次计算评价函数时，都使用相同随机数的一组光线进行计算。如果不改变光学系统，那么评价函数总是得到一致的值，这是优化评价函数一个非常理想的功能。然而，如果对系统进行了改动，光线可能改变路径并对不同的路径使用相同的随机数组光线；例如，在计算散射路径时就是如此。

探测器像素编号

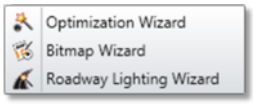
关于各种类型探测器像素编号的详细讨论，请参见非序列模式探测器(Non-sequential Detectors)。

6.2.2. 执行优化（优化选项卡、非序列模式）(Optimize! optimize tab, non-sequential)



参见"优化选项卡"中的"自动优化"部分下"执行优化"的说明。

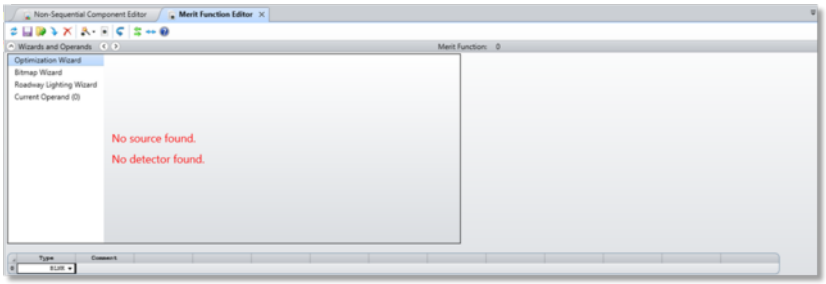
6.2.3. 评价函数向导（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential))



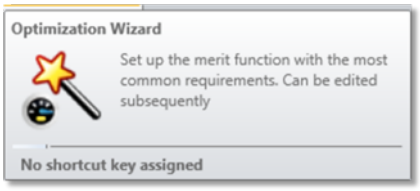
这些是评价函数向导，可在非序列模式用户界面的优化选项卡的自动优化部分中找到。

该向导还可以通过在评价函数编辑器数据栏最上方点击"优化向导和操作数(Wizards and Operands)"来访问。

注意，非序列模式下如果非序列模式元件编辑器中没有加载特殊物体，那么这些向导功能不可用，就像下图显示的这样。

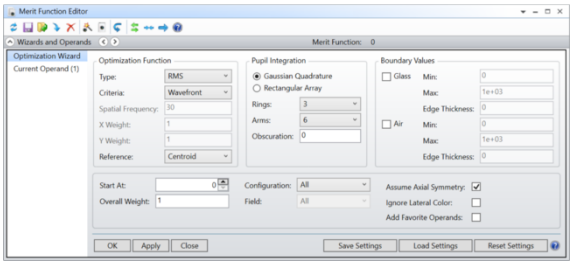


6.2.3.1. 优化向导（从"设置选项卡"访问）(Optimization Wizard (from the Setup Tab))



优化向导在"优化"选项卡中"自动优化"部分中设置，或者通过"评价函数编辑器"上的"优化向导与操作数"的下拉菜单访问。在优化向导对话框中有选项可以选择自动添加评价函数。这个工具包括三个选项：探测器设置，光线追迹设置，和目标计算设置。

下面的截图是OpticStudio非序列模式散射示例文件"Fluorescence Example.ZMX"：



评价函数表征了一个光学系统对于某一指定目标的趋近程度。OpticStudio评价函数列表中的操作数分别代表系统的不同约束或者目标，如总光通量，均匀性以及许多其他目标等等。

评价函数值是列表中每个操作数的实际值和目标值之差的加权平方和。根据评价函数这种定义方式，评价函数目标值为零时最理想。优化算法将试图通过变量的变化使最终评价函数的值尽可能小，因此评价函数应代表您所希望得到的系统。

定义评价函数的最简单方法是使用非序列模式优化向导来定义评价函数。 优化向导中的选项用来自动建立评价函数，通过点击应用**(Apply)**按钮可以分段方式建立评价函数。它能使对话框保持开启并能够再添加额外的标准。确定**(OK)**按钮将添加想要的标准并关闭对话框。

清除数据设置***(Clear Data Settings)***

非序列模式评价函数必须包含一个操作数，该操作数会在其他操作数返回数据之前先清除所有探测器数据。优化向导将添加这个操作数来清除所有探测器数据，如忽略清除探测器中的设置。此设置可以在评价函数中需要复杂的追迹和清除顺序的情况下，选择性地清除单个探测器数据。如果不需要复杂的清除，只需将此设置保留为默认设置（清除所有）即可。

开始行设置***(Start At Settings)***

自动评价函数将在指定的起始行位置开始。当在评价函数中应用操作数时，起始行会相应的进行更新以防止覆盖掉已经写好的操作数。如果勾选了覆盖复选框，则OpticStudio会删除掉当前添加在起始行之后的操作数并定义当前操作数。如果不勾选覆盖选项，则另外添加的行将会插入到起始行且不会覆盖其他操作数。总体权重定义添加的操作数的权重。还能定义设置的是某个结构的评价函数还是所有结构的评价函数。

光线追迹设置***(Raytrace Settings)***

追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见"分析选项卡"中的"光线追迹控件"。LightningTrace是替代传统光线追迹的

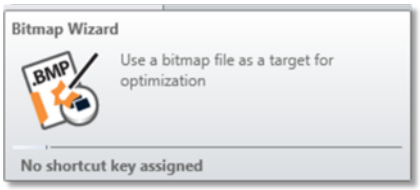
方法，这一功能只能在OpticStudio-旗舰版本中使用。详细使用方法请看"分析选项卡"中"LightningTrace追迹"部分。

标准设置***(Criteria Settings)***

OpticStudio支持多种不同的优化标准。可用的标准取决于所选择的探测器类型，包括RMS光斑半径、RMS X向半径、RMS Y向半径、RMS角半径、RMS X向角半径、RMS Y向角半径、空间均匀性、角均匀性、总光通量、质心X、质心Y、质心角X和质心角Y。当选择不同探测器时，只有它支持的标准类型才会在标准对话框中列出。使用矩形探测器可以有最多的可用标准。优化标准可以设置为等于、大于或小于某些指定的目标。目标值表明标准的期望值，单位与镜头单位相同。

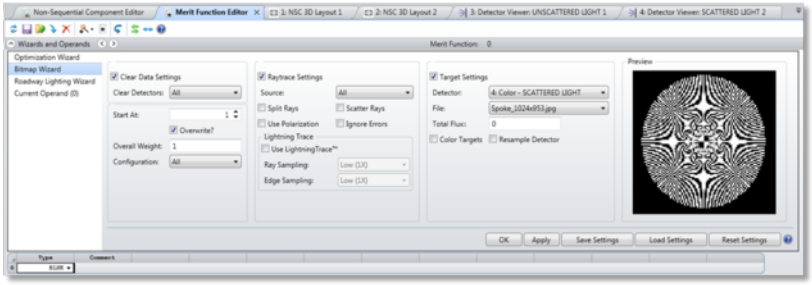
在NSC的优化时经常需要保持一个最小的光通量目标值以防OpticStudio搜索到光线没有到达探测器的一些解。可指定镜头单位表示的最小光通量目标值，通常也推荐这么做。 如果最小通量目标值保留为默认值零，则最小目标光通量被忽略。如前所述，使用"应用"按钮能够创建含有多种目标类型的评价函数。注意第一次点击"应用"按钮之后，将取消勾选清除数据设置和光线追迹设置以防止定义多余的相应的操作数。此外，取消勾选"应用"和"确定"按钮，直到对设置进行了更改，同样也是为了防止定义多余的操作数。

6.2.3.2. 位图向导（优化选项卡、非序列模式）(Bitmap Wizard (optimize tab, non-sequential))



位图向导在"优化"选项卡的"自动优化"部分中使用，也可以通过展开"评价函数编辑器"上方栏中的"优化向导与操作数"。

下面的截图是OpticStudio非序列模式散射示例文件"Fluorescence Example.ZMX"：



此功能仅适用于Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版。

NSC位图向导允许使用图像作为优化目标。在许多应用中，所期望的能量分布不是用不均匀性或最大功率描述的那样简单，而是一种更复杂的分布。此外，除了光通量目标外，还可能需要颜色目标。如果能以标准图像文件格式定义所需的光通量和颜色分布，则位图评价函数工具可以将其转换为一个评价函数。目前，该工具仅支持空间分布目标的设定。

清除数据设置

设置的方式与NSC优化向导的清除数据设置相同。请参考在"优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (non-sequential UI mode))"下的"自动优化"部分的"NSC优化向导"。

开始行设置

设置的方式与NSC优化向导的开始行设置相同。请参考在"优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (non-sequential UI mode))"下的"自动优化"部分的"NSC优化向导"。

光线追迹设置

追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见"分析选项卡"中的"光线追迹控件"。LightningTrace是替代传统光线追迹的方法，详细使用方法请看"分析选项卡"中"LightningTrace追迹"部分。

目标设置

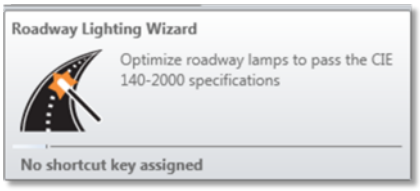
此工具只支持颜色探测器和矩形探测器。因为输入图像必须转换为空间优化目标,因此，只有上述两种探测器会出现在探测器列表中。添加的文件表示目标空间分布。支持的文件格式有BMP、JPG、PNG，这些文件必须位于<data>\IMAFiles文件夹。详情请参阅"文件夹(Folders)"章节。

但是图像文件显示的是期望的相对光通量分布，而不是总光通量。用户必须设置系统总光通量的值，该值的单位是镜头单位。如果探测器选择的是颜色探测器，那么必须定义颜色目标。否则，评价函数中只有光通量的目标，而不会加入颜色目标。此外，输入图像可以被缩放到探测器的分辨率，或者改变探测器的分辨率以匹配图像分辨率。设置重新采样探测器就是改变探测器的分辨率匹配图像分辨率。在所有情况下，都可以预览探测器上的目标图像。这是为了让用户可以看到OpticStudio将针对探测器设置怎样的目标函数。请注意，由于对话框预览的大小、图像的分辨率和屏幕的分辨率不匹配等原因，可能会出现一些混叠效果。这些伪影只存在于预览图像中而不在评价函数定义的实际目标中。

6.2.3.3. 高分辨率图像和探测器(High Resolution Images and Detectors)

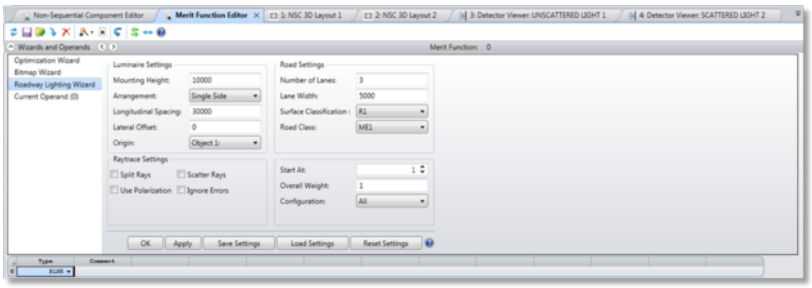
如果只有光通量作为目标，NSC的位图向导(Bitmap Wizard)为探测器的每个像素添加一个操作数，如果颜色和光通量同时作为目标，位图向导为探测器每个像素添加三个操作数。对于高分辨率探测器或目标图像，这可能会导致需要大量的操作数。出于这个原因，建议使用准确表示所需光通量/颜色分布的最低分辨率图像。一旦用户点击确定(OK)或应用(Apply)，OpticStudio将在对话框标题栏中显示评价函数创建进度并且启用终止(Terminate)按钮。如果设置中出现错误或操作数的创建时间过长，则用户可以随意终止该过程，已添加的任何操作数都将从评价函数中删除。

6.2.3.4. 道路照明优化向导（优化选项卡、非序列模式）(Roadway Lighting Wizard (optimize tab, non-sequential))



道路照明优化向导可在"优化"选项卡的"自动优化"部分中设置，或者通过"评价函数编辑器"上的"优化向导与操作数"的下拉菜单访问。

下面的截图是OpticStudio非序列模式散射示例文件"Fluorescence Example.ZMX"：



仅Ansys Zemax OpticStudio专业版和旗舰版提供此功能。

道路照明向导参照CIE 140-2000的规范对路灯进行优化。有关这些计算的详细信息，请参见"分析选项卡"的"道路照明"部分。使用此工具，OpticStudio将添加NSTW操作数，以便从所有使用的光源追迹光线；CIE 140-2000八个规范中的每一个要求，OpticStudio都会对应添加一个NSRW操作数。每个规格都是一个阈值，所以需要添加OPGT和OPLT操作数设定边界的目标。详细说明可以参考"NSTW"和"NSRW"使用说明部分。

光源设置

设置的方式与道路照明分析中使用的设置相同。详情请参见"分析选项卡"的"道路照明"部分。

开始行设置***(Start At Settings)***

评价函数将从指定的起始行开始，并在该行之后删除所有现有的操作数。总的权重定义添加的操作数的权重。还能定义设置的是某个结构的评价函数还是所有结构的评价函数。

道路设置***(Road Settings)***

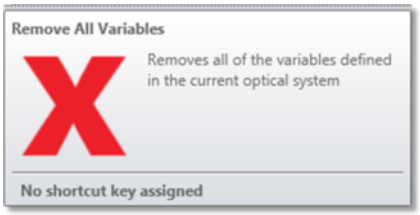
设置的方式与道路照明分析中使用的设置相同。详情请参见"分析选项卡"的"道路照明"部分。

光线追迹设置***(Raytrace Settings)***

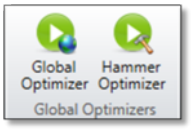
追迹单个光源光线或追迹所有光源光线取决于光源设置。另外，能够控制光线分裂、散射、偏振和忽略错误。有关这些设置的详细信息，请参见"分析选项卡"中的"光线追迹控件"。

6.2.4. 删除所有变量（优化选项卡、非序列模式）(Remove All Variables (optimize tab, non-sequential))

在"优化选项卡"的"自动优化"章节，可以看到"移除所有变量"的详细说明。



6.3. 全局优化组（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential))

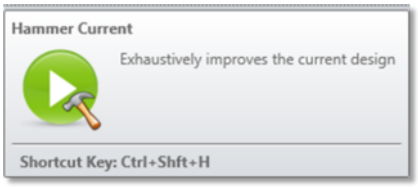


以下是非序列模式用户界面下的全局优化工具。

6.3.1. 全局优化（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizer (optimize tab, non-sequential))

请参阅全局优化(Global Optimizer)部分。

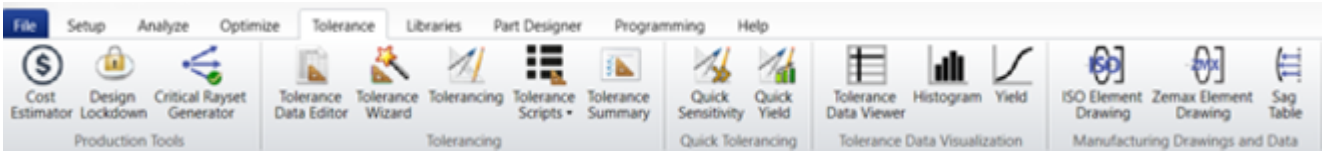
6.3.2. 锤形优化（优化选项卡、非序列模式）(Hammer Optimizer (optimize tab, non-sequential))



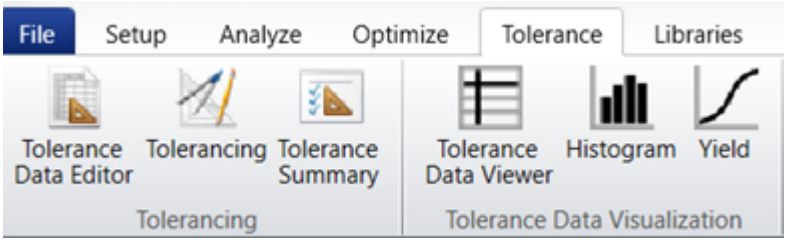
另请参阅锤形优化(Hammer Optimizer)。

7: 公差选项卡(The Tolerance Tab)

公差选项卡（序列模式用户界面）。



公差选项卡（非序列模式用户界面）。



公差选项卡包含用于对光学系统进行公差分析的工具。公差分析允许用户查看有限制造和装配体公差对设计的影响。

生产工具组**(Production Tools group)**提供实时成本估算和用于整理系统以便为制造做好准备的工具。

在公差分析组**(Tolerancing group)**中，用户可在公差数据编辑器中输入要放置在每个参数上的公差。公差分析向导(Tolerance Wizard)用于快速设置一组便于用户后续编辑的公差。

快速公差分析组**(Quick Tolerancing group)**提供了在设计过程早期获得快速公差分析预测的工具，以便让用户洞悉其系统的最终性能。

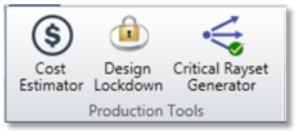
公差数据可视化组**(Tolerance Data Visualization group)**用于访问来自灵敏度或蒙特卡罗分析的所有数据，以及提供有助于大概了解性能的分析。

加工图纸和数据组**(Manufacturing Drawings and Data group)**用于创建ISO 10110格式和OpticStudio特定格式的加工图纸，并导出有关表面的数据以交叉检查制造设置。

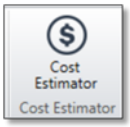
有关如何执行公差分析的更多信息，请参阅"公差概述(Tolerancing Overview)"一节。

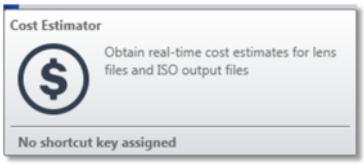
7.1. 生产工具组(Production Tools Group)

OpticStudio生产工具组包含成本估算、锁定设计、特定光线生成器。



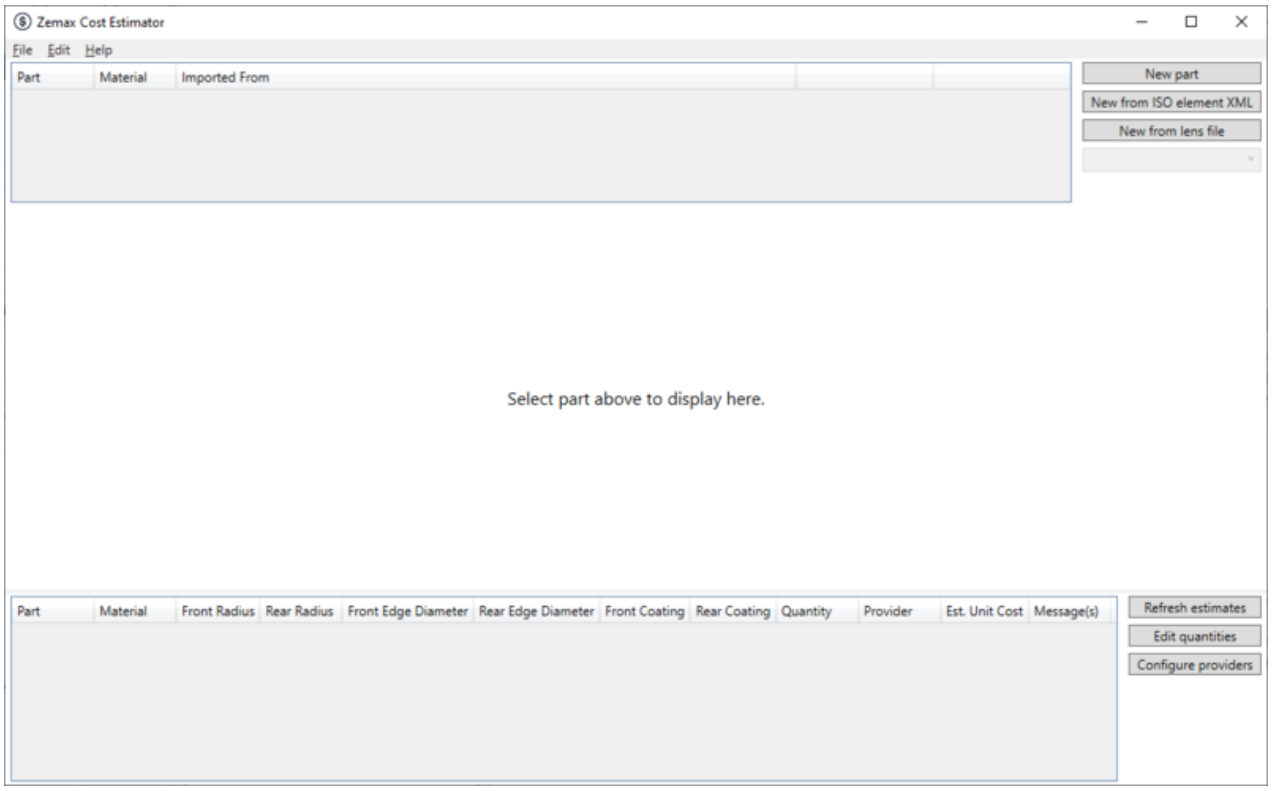
7.1.1. 成本估算器（生产工具）（Cost Estimator（production tools））





OpticStudio成本估算器可用于获得单镜头的价格估算。要打开此独立工具，请转到公差功能区（Tolerances Ribbon），然后选择成本估算器按钮（Cost Estimator Button）。

打开成本估算器界面会显示一个新的空白成本估算器项目。



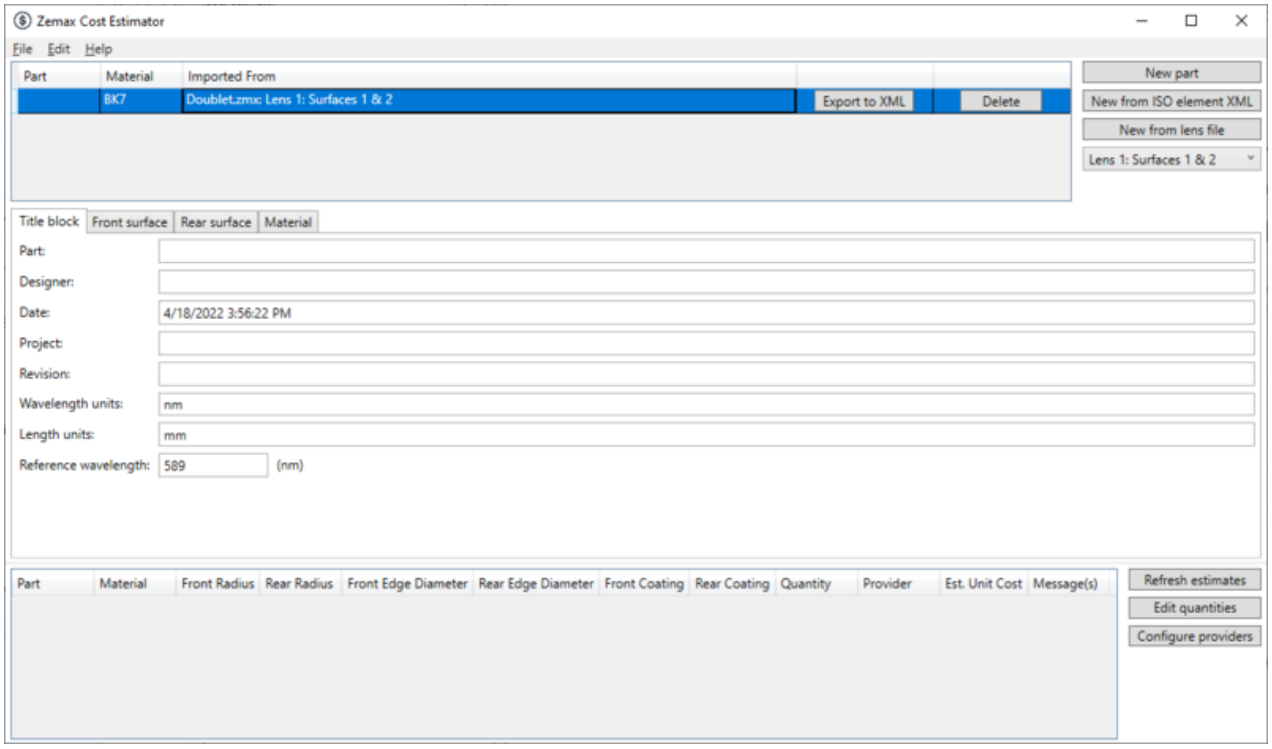
已保存的成本估算项目可以通过成本估算器界面下的文件菜单打开：文件 > 打开成本估算项目。

以前导出的部件列表可以从成本估算器会话框导入：文件 > 导入部件列表。

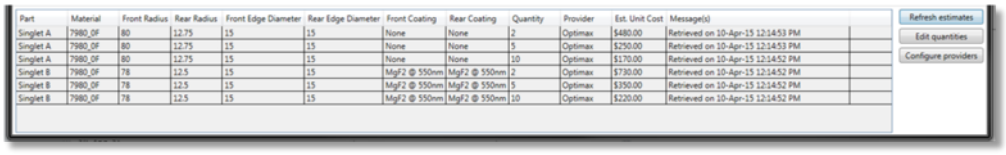
新建一个项目，需要输入有关单镜头的信息。可通过以下三种方式来完成：

1. 新建部件 - 通过手动输入各种数据字段输入部件信息。
2. 从ISO元件XML新建 - 从以前由ISO元件制图工具生成的XML文件或另一个成本估算器项目中导入部件信息。
3. 从镜头文件新建 - 从OpticStudio镜头文件导入部件信息。镜头文件的单镜头有效列表可以从"镜头文件新增"按钮下拉菜单中访问。注意，单镜头的各表面之间不能有坐标断点。

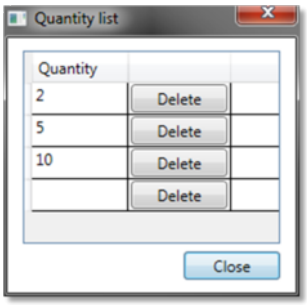
可以通过选择窗口顶部面板中的部件列表中的行，并在中间面板中浏览选项卡来编辑部件规格。



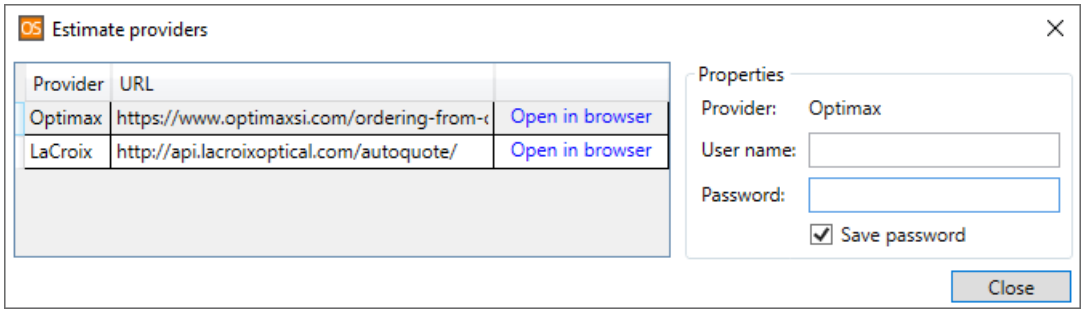
刷新估算值（**Refresh estimates**） - 将镜头信息提交给成本估算器供应商，并显示返回的结果。



编辑数量（**Edit Quantities**） - 改变请求估算值的镜头的数量。打开以下对话框



配置供应商（**Configure providers**） - 配置您希望从中获取成本估算资料的供应商。打开以下对话框：



将您的工作保存在成本估算器中，以便以后继续使用或与其他OpticStudio用户共享，请从主菜单中选择"文件 > 保存成本估算项目"或"文件 > 将成本估算项目另存为"。然后，您可以从另一个成本估算器会话中使用主菜单中的"文件>打开成本估算器项目"打开成本估算器项目文件。此项目文件保存您输入的所有镜头数据以及最近检索的成本估算值。

7.1.1.1. Optimax®错误代码（Optimax® Error Codes）

下表是Optimax®提供给OpticStudio的错误代码列表。有关错误代码的具体问题，请联系Optimax：Sales@OptimaxSI.com，以获取更多信息。

代码	错误消息
000	如果一个或多个镜头属性在1周内超出光学元件的制造限制，Optimax Estimator将返回错误消息。 请按照建议修改镜头属性，或联系sales@optimaxsi.com，以获取更多信息。
001	提交的XML文件传输错误。请重新提交或联系Zemax客户服务。
002	部件侧面缺失。
003	左表面的表面类型无效。目前只支持标准和偶次非球面。
004	右表面的表面类型无效。目前只支持标准和偶次非球面。
100	登录失败。如需注册Optimax Estimator，请访问estimator.optimaxsi.com并单击"注册"。
101	您的Estimator帐户已过期。如需更新，请联系estimator@optimaxsi.com
110	用于估算的数量必须介于1到10之间。
111	半径必须介于10mm到1500mm之间。
112	直径处的边缘厚度（平面）必须大于等于1mm。
113	左表面：不支持比R/1更快的R/数量。
114	右表面：不支持比R/1更快的R/数量。
115	左表面为平面，且3/A必须大于1fr，才能进行Optimax成本估算。
116	右表面为平面，且3/A必须大于1fr，才能进行Optimax成本估算。
117	左表面：Optimax成本估算需要面形误差3/B。
118	右表面：Optimax成本估算需要面形误差3/B。
119	左表面：Optimax成本估算不支持面形误差3/C。
120	右表面：Optimax成本估算不支持面形误差3/C。
121	左表面：Optimax成本估算不考虑面形误差的RMS值。

122	右表面：Optimax成本估算不考虑面形误差的RMS值。
123	左表面是平面，且必须具有光焦度设置，才能进行Optimax成本估算。
124	右表面是平面，且必须具有光焦度设置，才能进行Optimax成本估算。
125	左表面：必须具有半径或光焦度（或两者均有），才能进行Optimax成本估算。
126	右表面：必须具有半径或光焦度（或两者均有），才能进行Optimax成本估算。
127	左表面：Optimax成本估算不考虑圆锥系数公差。
128	右表面：Optimax成本估算不考虑圆锥系数公差。
200	您指定的材料不是Optimax首选玻璃。Optimax可处理大多数光学材料。请联系销售工程师。
201	左表面：您指定的膜层不是Optimax膜层。请从库中选择一种Optimax膜层。
202	右表面：您指定的膜层不是Optimax膜层。请从库中选择一种Optimax膜层。
203	镜头厚度大于玻璃制造商提供的标准玻璃条厚度。
204	镜头宽度大于玻璃制造商提供的玻璃条宽度。
300	材料厚度必须介于2mm到100mm之间。
301	材料厚度公差总和必须大于等于0.05mm。
302	左表面：ISO等级编号（5/A）必须大于或等于0.063
303	右表面：ISO等级编号（5/A）必须大于或等于0.063
304	左表面：ISO表面瑕疵（5/L_A''）必须大于或等于0.001
305	右表面：ISO表面瑕疵（5/L_A''）必须大于或等于0.001
306	左表面：净孔径不能大于直径（平面）的90%。
307	右表面：净孔径不能大于直径（平面）的90%。
308	左表面：净孔径不能大于直径（开口）的90%。
309	右表面：净孔径不能大于直径（开口）的90%。
310	左表面：（开口）直径不能大于（平面）直径。
311	右表面：（开口）直径不能大于（平面）直径。
312	左表面：直径（开口）不能小于净孔径。
313	右表面：直径（开口）不能大于净孔径。
314	有公差的直径（平面）应介于{最小值}mm和100mm之间。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

315	材料厚度与直径（平面）的纵横比不应小于直径（平面）的1/5，不得大于直径（平面）的10倍。
316	直径（平面）公差总和必须大于等于0.015mm。
317	左表面：直径公差转换到的矢高公差太小而无法测量（限制为+/-0.015 mm）。
318	右表面：直径公差转换到的矢高公差太小而无法测量（限制为+/-0.015 mm）。
319	左表面：光焦度公差必须大于或等于1光圈数。
320	右表面：光焦度公差必须大于或等于1光圈数。
321	左表面：面形公差B不应小于0.2光圈数。
322	右表面：面形公差B不应小于0.2光圈数。
323	计算出的边缘厚度差公差太小，无法进行成本估算。必须大于或等于0.005mm。请修改镜头属性，或联系sales@optimaxsi.com，以获取更多信息。
324	RMS粗糙度必须大于或等于10埃。
325	{侧面}非球面：对于标准制造工具来说，最小局部半径太小。经过更深入的检查后，可以使用特殊工具构建较短的局部半径。 请联系您的Optimax销售工程师获取更多信息。
326	{侧面}非球面：对于标准制造工具来说，斜率太大。经过更深入检查后，可以使用特殊工具制作出较小的法向角。 请联系您的Optimax销售工程师获取更多信息。
327	{侧面}非球面：表面矢高太大，无法进行轮廓测量。请联系您的Optimax销售工程师获取更多信息。

另请参阅系统选项中的"成本估算器（系统选项）（Cost Estimator（system explorer））"设置以及"ISO元件制图（加工图纸与数据组）（ISO Element Drawing （manufacturing drawings and data group））"中的成本估算器设置。

7.1.1.2. LaCroix®错误代码（LaCroix® Error Codes）

下表是LaCroix®提供给OpticStudio的错误代码列表。有关错误代码的具体问题，请联系LaCroix：estimator@lacroixoptics.com，以获取更多信息。

代码	错误消息
001	提交的XML文件传输错误：请重新提交或联系Zemax客户服务。
002	部件侧面缺失：右侧或左侧缺失。
003	左表面的表面类型无效：目前只支持标准和偶次非球面。需要为标准表面或偶次非球面。

004	右表面的表面类型无效：目前只支持标准和偶次非球面。需要为标准表面或偶次非球面。
100	登录失败：如需注册LaCroix Estimator，请访问estimator.lacroixoptics.com并单击"注册"。
101	您的Estimator帐户已过期：如需更新，请联系estimator@lacroixoptics.com。需要每年更新一次。
110	用于估算的数量必须介于1到10之间：数量必须介于1到10个单位之间。
111	半径必须介于10mm到1700mm之间：10<半径<1700。
112	直径处的边缘厚度（平面）必须大于等于1mm：ET>1mm。
113	左表面为球面，且3/A必须大于1fr，才能进行LaCroix成本估算：如果R1为球面且光焦度<1。
114	右表面为球面，且3/A必须大于1fr，才能进行LaCroix成本估算：如果R2为球面且光焦度<1。
115	左表面为平面，且3/A必须大于1fr，才能进行LaCroix成本估算：如果R1为平面且光焦度<1。
116	右表面为平面，且3/A必须大于1fr，才能进行LaCroix成本估算：如果R2为平面且光焦度<1。
117	LaCroix成本估算需要左表面面形误差3/B：如果R1 Irreg=""。
118	LaCroix成本估算需要右表面面形误差3/B：如果R2 Irreg=""。
119	LaCroix成本估算不支持左表面面形误差3/C：如果R1 3/C=某值。
120	LaCroix成本估算不支持右表面面形误差3/C：如果R2 3/C=某值。
121	LaCroix成本估算不考虑左表面面形误差的RMS值：Irreg必须在峰谷值之间，而不是RMS。
122	LaCroix成本估算不考虑右表面面形误差的RMS值：Irreg必须在峰谷值之间，而不是RMS。
123	左表面为平面，且必须具有光焦度设置，才能进行LaCroix成本估算：如果R1为平面且光焦度=""。
124	右表面为平面，且必须具有光焦度设置，才能进行LaCroix成本估算：如果R2为平面且光焦度=""。
125	左表面必须具有半径或光焦度（或两者均有），才能进行LaCroix成本估算：如果R1为球面且光焦度=""。
126	右表面必须具有半径或光焦度（或两者均有），才能进行LaCroix成本估算：如果R2为球面且光焦度=""。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

127	LaCroix成本估算不考虑左表面圆锥系数公差：如果R1非球面圆锥系数具有公差。
128	LaCroix成本估算不考虑右表面圆锥系数公差：如果R2非球面圆锥系数具有公差。
200	您指定的材料不是LaCroix首选玻璃：LaCroix可处理大多数光学材料。请联系销售工程师。
201	您指定的左表面膜层不是LaCroix膜层：请从库中选择一种LaCroix膜层。
202	您指定的右表面膜层不是LaCroix膜层：请从库中选择一种LaCroix膜层。
203	镜头厚度大于玻璃制造商提供的标准玻璃条厚度：如果厚度>40mm。
204	镜头宽度大于玻璃制造商提供的玻璃条。
300	材料厚度必须介于2mm到40mm之间：2<CT+矢高+1.5<40。
301	材料厚度公差总和必须大于或等于0.025mm：如果CTTol<.025。
302	左表面ISO等级编号（5/A）必须大于或等于0.063：R1 5/A<.063。
303	右表面ISO等级编号（5/A）必须大于或等于0.063：R2 5/A<.063。
304	左表面ISO表面瑕疵（5/L_A"）必须大于或等于0.001：R1 5/L_A"<.001。
305	右表面ISO表面瑕疵（5/L_A"）必须大于或等于0.001：R2 5/L_A"<.001。
306	左表面净孔径不能大于直径（平面）的90%：如果R1 CA>.9xDia。
307	右表面净孔径不能大于直径（平面）的90%：如果R2 CA>.9xDia。
308	左表面净孔径不能大于直径（开口）的90%：如果R1 CA>.9xR1Chord。
309	右表面净孔径不能大于直径（开口）的90%：如果R2 CA>.9xR2Chord。
310	左表面（开口）直径不能大于（平面）直径：如果R1 Chord>Dia。
311	右表面（开口）直径不能大于（平面）直径：如果R2 Chord>Dia。
312	左表面直径（开口）不能小于净孔径：如果R1 CA>R1 Chord。

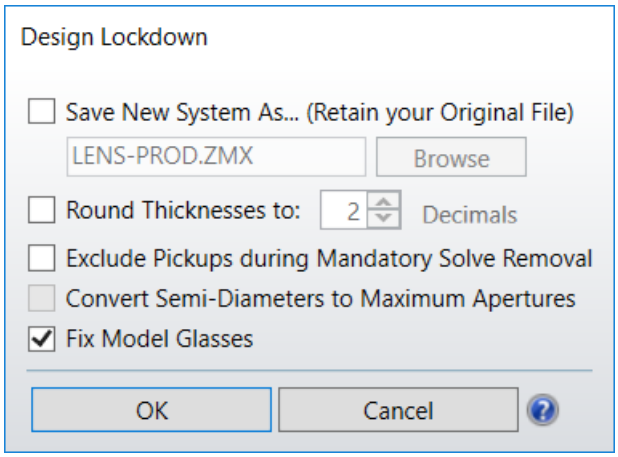
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

313	右表面直径（开口）不能小于净孔径：如果R2 CA>R2 Chord。
314	有公差的直径（平面）应介于5mm和100mm之间：5<Dia+DiaTol<100。
315	材料厚度与直径（平面）的纵横比不应小于直径（平面）的1/5，不得大于直径（平面）的10倍：0.2<Dia/CT<10。
316	直径（平面）公差总和必须大于或等于0.015mm：如果DiaTol<.015。
317	左表面直径公差转换到的矢高公差太小而无法测量（限制为+/-0.015mm）：如果R1SagTol<.015。
318	右表面直径公差转换到的矢高公差太小而无法测量（限制为+/-0.015mm）：如果R2SagTol<.015。
319	左表面光焦度公差必须大于或等于1光圈数：如果R1光焦度<1光圈数。
320	右表面光焦度公差必须大于或等于1光圈数：如果R2光焦度<1光圈数。
321	左表面公差B不应小于0.2光圈数：如果R1 Irreg<.2光圈数。
322	右表面公差B不应小于0.2光圈数：如果R2 Irreg<.2光圈数。
323	计算出的边缘厚度差公差太小，无法进行成本估算。必须大于或等于0.005mm：如果ETD<.005。
324	计算出的光学偏差必须大于30秒：如果OD<30"。
325	RMS粗糙度必须大于或等于10埃：如果表面粗糙度<10。
326	左非球面最小局部半径对于标准来说太小：如果R1 Local Rad Min<15。
327	右非球面最小局部半径对于标准来说太小：如果R2 Local Rad Min<15。
328	左非球面面形误差小于0.15um，请联系销售工程师协助或放宽面形误差公差：如果R1面形误差<.15。
329	右非球面面形误差小于0.15um，请联系销售工程师协助或放宽面形误差公差：如果R2面形误差<.15。
330	左非球面斜率误差小于0.2um，请联系销售工程师协助或放宽斜率误差公差：如果R1斜率误差<.2。
331	右非球面斜率误差小于0.2um，请联系销售工程师协助或放宽斜率误差公差：如果R2斜率误差<.2。
999	其他。

另请参阅系统选项中的"成本估算器（系统选项）（Cost Estimator (system explorer)）"设置以及"ISO元件制图（加工图纸与数据组）（ISO Element Drawing (manufacturing drawings and data group)）"中的成本估算器设置。

7.1.2. 锁定设计(Design Lockdown)

锁定设计工具可将系统所有的理想化输入转换为实际制造输入。



新文件另存为**(Save New System As)**：选中后，"锁定设计工具"将创建指定的.ZMX文件来存储成品系统。 未选中时，锁定设计工具将使用成品系统覆盖当前系统。

将厚度四舍五入到**(Round Thicknesses to)**：将所有表面的厚度四舍五入到指定的精度。

移除求解选项时，保留拾取求解**(Exclude Pickups during Mandatory Solve Removal)**选中后，锁定设计工具在转换到成品系统后保留拾取求解，但移除所有其它求解。未选中时，锁定设计工具将从成品系统中移除所有求解，包括拾取求解。此选项仅适用于具有单结构的文件。如需了解有关具有多配置的文件中如何求解的更多信息，请参阅下方的详述部分。下列特殊情况可应用于单个和多配置文件。

☒净口径或半直径、延伸区或机械半直径的拾取始终设置为固定。
☒材料偏移求解从不被移除。
☒如果材料求解拾取一种材料模型，则移除拾取。根据"固定模型玻璃"选项，具有求解的表面随后被更改为具有相同模型参数的模型玻璃，或等效的实际玻璃。参见下方描述。
☒对于多配置系统而言，此选项将变灰不可用。所有求解和变量将不会改变。

使用模型玻璃**(Using Model Glasses)**：若选中，系统中的所有模型玻璃都将被当前加载的材料库中最接近的玻璃替代。如果未勾选，系统中的所有模型玻璃都将保持不变。

将半直径转换为最大孔径**(Convert Semi-Diameters to Maximum Apertures)**若选中，锁定设计工具将在完成"详述"部分中描述的步骤后，移除所有自动半直径求解，并在所有结构中使用其最大值进行替换。如果未勾选，

所有自动半直径求解将分别在每种配置中设置为固定，以保持值不变。注意，该选项将影响放置在净口径、半直径和机械半直径上的所有自动求解。该选项仅可用于具有多种配置的文件。

详述

通常需要多个步骤将一个序列模式下设计的系统转换为成品系统。 特别是系统中的所有理想化输入都要转化为实际的制造输入。 锁定设计工具将通过以下方式自动执行此转换：

☒如果光线瞄准处于关闭状态，则转换为近轴光线瞄准。
☒将任意净口径或半直径等于零的曲面转换成Zemax自动计算的净口径值或半直径值（坐标断点面和被忽略的表面除外）。
☒除非孔径类型是"物空间NA"或者"物方锥角"，否则将系统孔径更改为光阑尺寸浮动。 请查阅下面的孔径调节详细信息。对于具有多种配置的系统，将跳过此步骤。
☒从使用基于像的视场点定义（如果正在使用）转换到基于物体的定义。 主波长用于此转换。

☒对于有限远共轭系统，使用物体高度定义视场。
☒对于无限远共轭系统，除非系统已经使用经纬角，否则使用角度定义视场。
☒具有多配置的系统将不会转换为基于物体的视场定义；任何分析特性或转换为非序列模式应手动进行验证，以确定序列模式系统是否使用基于图像的视场定义。

☒如有需要，移除所有求解。查看"移除求解选项时，保留拾取求解"的详述。对于多配置文件，详情还可以参阅"将半直径转换为最大孔径"。多配置文件中有几个特例：

☒如果由求解控制的单元值没有在所有结构上改变，求解会直接被移除。
☒如果由求解控制的单元值在所有结构上改变了，对应的多结构操作数将被添加到多重结构编辑器中，以确保运行工具后在所有结构上保持该单元的值。
☒任何应用到求解参数的多重结构操作数都将从多重结构编辑器中移除。

☒用固定孔径替代渐晕因子。
☒移除所有变量。
☒如有需要，对厚度值进行四舍五入。

对于具有新配置的系统，有少量操作数目前不受支持。操作数的完整列表可在此处找到：APER、SATP、XFIE、YFIE

孔径调整详细信息

如果设置的光阑尺寸大于OpticStudio自动计算的光阑尺寸，当孔径类型转换为光阑尺寸浮动时，锁定设计工具将遵循原始的孔径类型。例如，可以将孔径类型设置为入瞳直径，并在光阑上使用固定求解去表示比光学半直径大的机械半直径。对于这样的情况，新的光学半直径被设定为一个值，它能使新系统中保留原始系统的所有属性，此时孔径类型也将切换为光阑尺寸浮动。 例如，如果原始系统的孔径类型为入瞳直径(EPD)，我们设置的光阑半直径应使新系统中的入瞳直径等于原始系统的入瞳直径。如果光阑面支持机械半直径，OpticStudio则会调整延伸区，以使得机械半直径被设置为原始光学半直径。

固定模型玻璃的注意事项(Notes on fixing Model glasses)

当用加载材料库中最接近的玻璃替换模型玻璃时，可能会出现折射率或色散数据发生显著变化，其足以影响整个系统性能的情况。为避免这种情况，用户可采用两种方法：

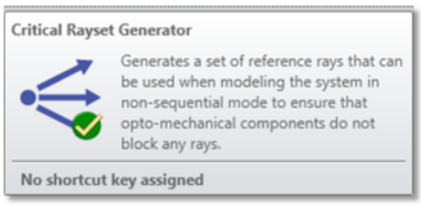
1. 确保所使用的模型玻璃与所选材料库中的玻璃即便不能完全相同，也要接近。最好是在制造过程中使用的玻璃。

2. 基于模型玻璃数据建立一个独特的玻璃材料库。注：建议不要在后期设计工作中使用该方法。执行制造构建时，用户应始终使用面向其打算制造的材料的专用数据，而不是理想化的模型。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

对于选项2，有几种方法可以创建用户定义的材料库。一个实用方法是使用INDX优化操作数来收集模型玻璃至少三个波长的折射率。然后将该数据拟合到Conrady色散公式中，并在用户定义的材料库中生成用户定义的材料。用这种新材料来替换模型玻璃。有关创建独特材料的更多指导，请参阅知识库文章"如何在OpticStudio中添加新材料和新玻璃"。

7.1.3. 特定光线生成器(Critical Rayset Generator)

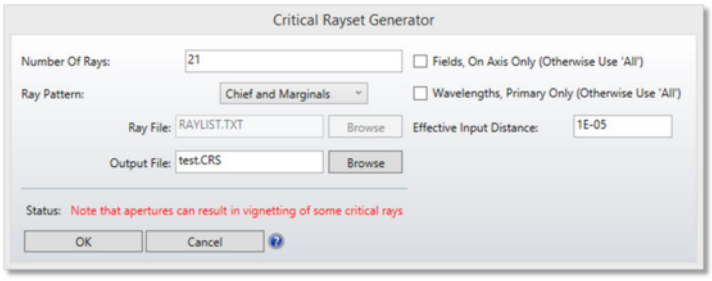


仅Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供此功能。

特定光线生成器创建了一个"特定"的光线集合，以确保在非序列模式中对原始序列模式系统所做的更改（例如通过添加元件或光学安装座以减少杂散光效应）不会产生负面的影响。 它会创建一个.CRS文件，该文件在非序列模式中可使用特定光线比对(Critical Ray Tracer)或者作为源文件(Source File)物体。

如果满足以下任一条件，则特定光线生成器(Critical Rayset Generator)发出错误并中止：

☒存在散射。
☒孔径类型不是光阑尺寸浮动(Float by Stop Size)，物方空间NA，或者物方锥角。
☒光线瞄准(Ray Aiming)处于关闭状态。
☒任何表面（除了坐标断点面和被忽略的表面）都具有净口径或半直径等于零。
☒存在多重结构。



光线数**(Number of Rays)** 用于定义在每个指定的视场和波长中，所显示的光线的数量。如果光线样式选择的是环簇光线，光线将沿光瞳扇形均匀分布或围绕周边均匀分布。如果光线样式选择的是列或者主光线与边缘光线，则该参数被忽略。"光线数"参数是基于实体模型和3D视图中的"光线数"参数的。 特定光线生成器和实体模型/3D视图之间有两个区别。 首先，"主光线与边缘光线"的光线样式总是产生5条光线。 其次，"主光线与环簇光线"的光线样式将在环中绘制N-1条光线。 如果光线都是渐晕的，CRS文件中的光线数可能会少于此处选择的参数。

光线样式**(Ray Pattern)** 选择主光线与边缘光线、XY扇形图、X扇形图、Y扇形图、主光线与环簇光线、列或网格来指示光线追迹的样式。 "列"选项表示要追迹的光线是用户定义并列在文件中的；请查阅3D视图中**Raylist**文件格式**(Raylist File Format)**的讨论以获取有关Raylist文件格式的更多信息。

光线文件**(Ray File)** 用于"列"光线样式下用户定义光线的文件。请查阅3D视图中**Raylist**文件格式**(Raylist File Format)**的讨论以获取有关Raylist文件格式的更多信息。

输出文件**(Output File)**：用于存储特定光线组的文件。

视场，轴上视场（否则采用全部视场）**(Fields, On Axis Only (Otherwise Use 'All'))** 选中时，光线追迹只能始于轴上的视场点。 未选中时，追迹所有视场点。

波长、主波长（否则采用全部波长）**(Wavelengths, Primary Only (Otherwise Use 'All'))**：选中时，只追迹主波长。 未选中时，追迹所有波长。

有效输入距离**(Effective Input Distance)** 这是从插入的虚拟表面的顶点到下一个表面的顶点的距离，用于记录光线的起始位置。 它只适用于无限远共轭系统。 有关详细信息，请参阅"详述"部分。

状态**(Status)**：渐晕或被遮挡的光线不会保存到.CRS文件。如果系统包含孔径、净口径或半直径的求解不是自动(Automatic)，则特定光线比对工具对话框会出现警告，以提醒用户光线可能在生产系统中存在渐晕。

详述**(Discussion)**

一旦成品系统设置完毕，需要为系统添加额外的组件以协助机械装配以及减少杂散光。这些组件可以在OpticStudio的非序列模式下或通过LensMechanix进行添加。添加这些组件后，确保系统的性能不会降低对用户来说很重要。确定这一点的根本途径是在添加这些组件之前和之后查看系统中的"特定"光线的行为。特定光线生成器允许用户通过序列模式术语（例如："仅使用主光线与边缘光线"等等）来定义特定光线组。 一旦进入非序列模式，用户可以通过特定光线生成器在该特定光线组上运行特定光线比对。

特定光线生成器生成一个由用户选择的包含表格中所有光线的ASCII.CRS文件。该表格有一个包含数字或光线(N)的标题行、单位标记，以YYYYMMDD格式创建文件的日期，光线组标记（枚举7个选项中的哪一个用于定义光线组）和用于测量最终段光线位置的探测器的关于x、y和z轴的倾斜。 单位标记：0为米、1为英寸、2为厘米、3为英尺、4为毫米。光线组标记：0为XY扇形图、1为X扇形图、2为Y扇形图、3为环簇光线与主光线、4为列光线、6为网格光线、8为边缘光线与主光线。 如果像平面位于镜像空间中，则围绕其他倾斜的X轴会有额外的180度旋转。 这确保图像平面的"前方"对应于特定光线比对的探测器的前面。

还有第二个标题行描述了其余数据中的每一列。 这行是注释，如果.CRS文件是手动创建的，则无关紧要。

然后在表中有N行数据，每行包含以下列：

光线起点的XYZ位置数据

光线起点的LMN方向余弦数据

光线的波长（以微米为单位）

一栏强度值，全部设置为1.0

光线初始视场点编号

指示光线样式是主光线、边缘光线或是X扇形图、Y扇形图、XY扇形图、网格、环或列的一部分的标记

光线终点的XYZ位置数据（在像平面上）

光线终点的LMN方向余弦数据（在像平面上）

光线起点和终点的XYZ以及LMN数据，都与全局参考面的顶点有关联。 这些行的格式与非序列模式下的SDF格式类似。像SDF文件一样，以"！"开头的行是注释行，并被忽略。

由于落在物体边缘的胶合距离内的光线以非序列模式终止，因此当我们追迹特定光线的边缘光线时，我们不会在序列模式将它们追迹到光瞳的确切边缘。 相反，对于孔径类型为"物方空间NA"或"物方锥角"的系统，我们将它们追迹到已转换为"光阑尺寸浮动"孔径类型或1E-6*（孔径值）的系统中，以50*（默认胶合距离）进行追迹。

光线列表中的用户自定光线没有视场点，因此在.CRS文件中将它们列为"0"。

.CRS文件中使用的光线标记为：

0表示主光线
1表示边缘光线
2表示网格光线
3表示环簇光线
4表示Y扇形图的一部分的光线□既不是主光线也不是边缘光线
5表示X扇形图的一部分的光线□既不是主光线也不是边缘光线
6表示XY扇形图的一部分的光线□既不是主光线也不是边缘光线
7表示列的一部分的光线

使用.CRS文件作为光源文件物体(Source File Object)

在非序列模式下可以将特定光线文件作为光源文件(Source File)物体。 这使得特定光线组可以像其他光源文件一样被追迹和分析。

关于有效输入的详细信息

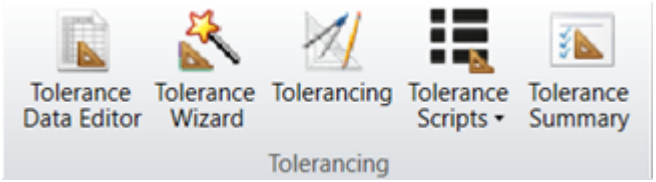
此选项仅适用于无限远共轭系统。对于这样的系统，由于在非序列模式中的光线不能从无穷远处开始，所以用户必须在特定光线组中定义光线的起始位置。 对于这些系统，特定光线生成器将插入一个虚拟表面，并记录光线在该表面上的位置作为起始点。 有效输入距离是从虚拟表面到下一个表面的距离。

允许最小的有效输入距离为10*（默认胶合距离），当前为1E-5，下面输入的任何值将被转换为1E-5。 对于无限远共轭系统，来自raylist文件中的用户自定义光线将从文件中列出的XYZ值开始，而不是有效输入距离。

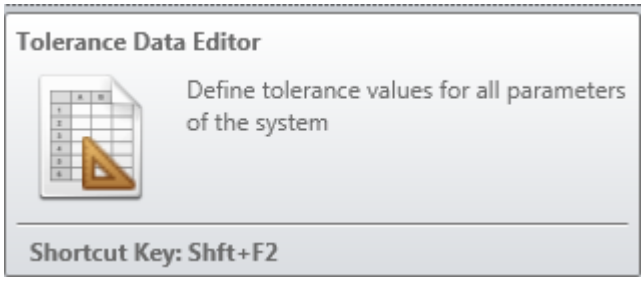
如果投影到yz平面或xz平面时输入光线相对于z轴的角度大于90度，则虚拟表面必须是弯曲的。 特定光线生成器将设置虚拟表面的曲率等于未被忽略的或不是坐标断点的第一个面的曲率。 由于曲率的原因，特定光线生成器的上述最大有效输入距离不起作用。最大有效输入距离取决于虚拟表面的曲率和系统的详细信息。

7.2. 公差分析组(Tolerancing Group)

公差分析组包含公差工具。

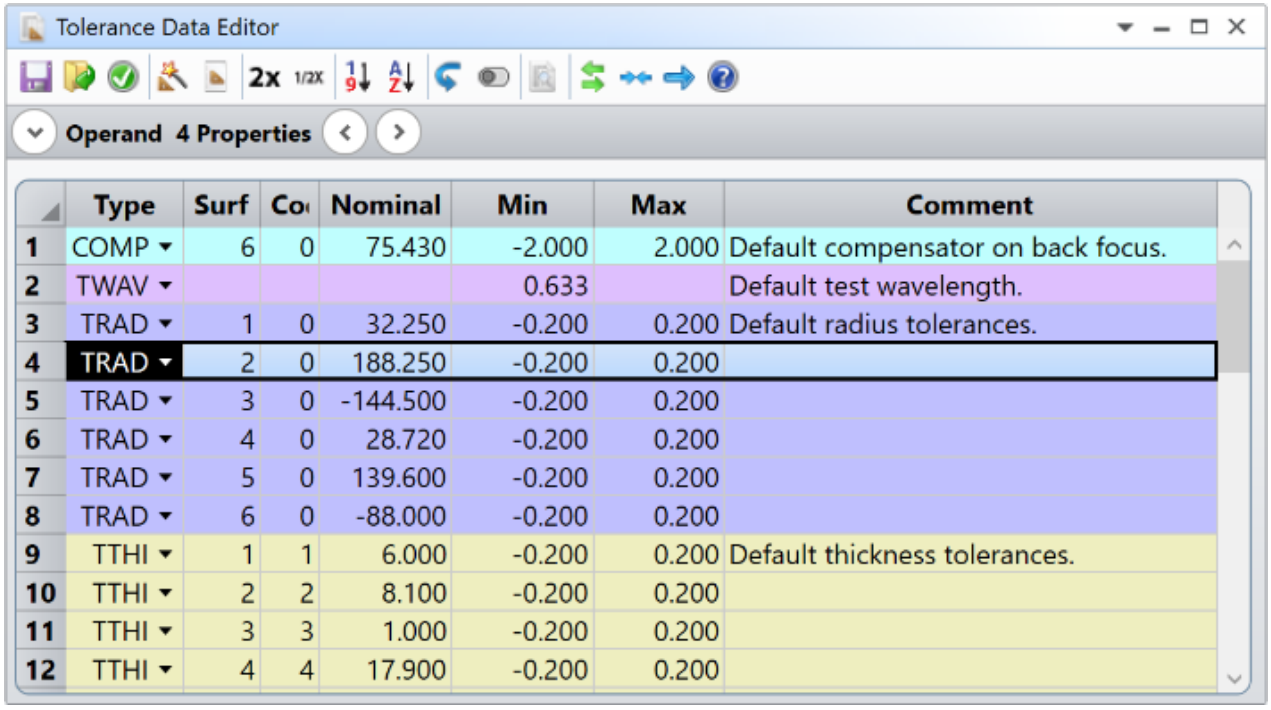


7.2.1. 公差数据编辑器(Tolerance Data Editor)



公差数据编辑器用于定义、修改和查看系统公差值。

有关详细信息，请参见"公差分析概述(Tolerancing Overview)"。 另请参阅公差分析以获取更多信息。



	Type	Surf	Co	Nominal	Min	Max	Comment
1	COMP	6	0	75.430	-2.000	2.000	Default compensator on back focus.
2	TWAV				0.633		Default test wavelength.
3	TRAD	1	0	32.250	-0.200	0.200	Default radius tolerances.
4	TRAD	2	0	188.250	-0.200	0.200	
5	TRAD	3	0	-144.500	-0.200	0.200	
6	TRAD	4	0	28.720	-0.200	0.200	
7	TRAD	5	0	139.600	-0.200	0.200	
8	TRAD	6	0	-88.000	-0.200	0.200	
9	TTHI	1	1	6.000	-0.200	0.200	Default thickness tolerances.
10	TTHI	2	2	8.100	-0.200	0.200	
11	TTHI	3	3	1.000	-0.200	0.200	
12	TTHI	4	4	17.900	-0.200	0.200	

查看转换至非序列模式组(Convert To NSC Group)，获取更多关于转换至非序列模式的操作数的信息。

7.2.1.1. 公差操作数（Tolerance Operands）

公差操作数具有四个字母的助记符，如曲率半径公差的TRAD。三个整数值，缩写为Int1、Int2和Int3，与助记符相关联，可用于识别公差适用的表面或镜头表面。有些公差操作数使用这些整数值，其目的不仅仅是定义表面编号，如下表所示。

此外，每个公差操作数还有一个最小值和一个最大值。这些值是指相对于名义值的最大可接受改变。每个操作数还有可选注释的空间，能简化公差设置的读取。下表列出了所提供的公差操作数，并在下面对其进行了详细描述。

公差操作数总结

峰谷功率的ISOA公差

峰谷总不规则度的ISOB公差

ISOC峰谷旋转对称不规则度（RSI）

ISOD RMS总不规则度

TRAD 表面曲率半径公差（以镜头单位表示）

TCUR 表面曲率公差（以镜头单位的倒数表示）

TFRN 表面曲率半径公差（以光圈表示）

TTHI 厚度或位置公差（以镜头单位表示）

TCON 圆锥常数公差（无量纲）

TSDI 净口径或半直径公差（以镜头单位表示）

TSDR 标准面径向偏心公差（以镜头单位表示）

TSDX 标准面x方向偏心公差（以镜头单位表示）

TSDY 标准面y方向偏心公差（以镜头单位表示）

TSTX 标准面x方向倾斜公差（以度为单位）

TSTY 标准面y方向倾斜公差（以度为单位）

TIRX 标准面x方向倾斜公差（以镜头单位表示）

TIRY 标准面y方向倾斜公差（以镜头单位表示）

TIRR 标准面不规则度公差

TEXI 使用Zernike Fringe多项式的表面不规则度公差

TEZI 使用Zernike Standard多项式的表面不规则度公差

TPAI 表面参数值倒数公差

TPAR 表面参数值公差

TIND 表面折射率公差

TABB 表面阿贝数公差

TCMU 表面膜层缩放因子公差

TCIO 表面膜层折射率偏移公差

TCEO 表面膜层消光偏移公差

TEDR 元件径向偏心公差（以镜头单位表示）

TEDX 元件x方向偏心公差（以镜头单位表示）

TEDY 元件y方向偏心公差（以镜头单位表示）

TETX 元件x方向倾斜公差（以度为单位）

TETY 元件y方向倾斜公差（以度为单位）

TETZ 元件z方向倾斜公差（以度为单位）

TARR 径向滚动角公差（以度为单位）

TARX x方向滚动角公差（以度为单位）

TARY y方向滚动角公差（以度为单位）

TRLR 径向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

TRLX x方向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）

TRLY y方向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）

TUDX 用户自定义x方向偏心公差（以镜头单位表示）

TUDY 用户自定义y方向偏心公差（以镜头单位表示）

TUTX 用户自定义x方向倾斜公差（以度为单位）

TUTY 用户自定义y方向倾斜公差（以度为单位）

TUTZ 用户自定义z方向倾斜公差（以度为单位）

TNPS 非序列模式物体位置公差。

TNPA 非序列模式物体参数数据公差

TMCO 多重结构编辑器值公差

CEDV 将附加数据值设为补偿器。CEDV已停用，由CPAR替代。

CMCO 将一个多重结构操作数值设为补偿器

COMM 该操作数用于在公差分析输出报告中打印注释

COMP 设定厚度、半径或圆锥补偿器。

CPAR 将参数设为补偿器

SAVE 保存在编辑器中用于评估前行公差的文件

SEED 为MC分析设置随机数生成器种子数据。选择0为随机数。

STAT 定义蒙特卡罗分析过程中"动态"使用的统计方法

TWAV 设置操作数的测试波长，以光圈为单位

如需了解有关公差操作数的完整说明，请参阅以下章节。

7.2.1.1.1. 公差操作数总结表（Tolerance Operands Summary Table）

名称	**Int1**	**Int2**	**Int3**	描述
表面公差				
ISOA	面编号	-	-	根据ISO-10110-5标准，峰谷功率公差以纳米、TWAV光圈数或微米为单位。
ISOB	面编号	-	-	根据ISO-10110-5标准，总峰谷不规则度公差以纳米、TWAV光圈数或微米为单位。
ISOC	面编号	-	-	根据ISO-10110-5标准，旋转对称不规则度（RSI）峰谷值以纳米、TWAV光圈数或微米为单位。

ISOD	面编号	-	-	根据ISO-10110-5标准，RMS总不规则度以纳米、TWAV光圈数或微米为单位。
TRAD	面编号	-	-	曲率半径公差（以镜头单位表示）。
TCUR	面编号	-	-	曲率公差（以镜头单位的倒数表示）。
TFRN	面编号	-	-	曲率半径公差（以fringes为单位）。
TTHI	面编号	调整	-	厚度或位置公差（以镜头单位表示，带可选调整器）。
TCON	面编号	-	-	圆锥系数公差（无量纲）。
TSDI	面编号	-	-	净口径或半直径公差（以镜头单位表示）。
TSDR	面编号	-	-	标准面径向偏心公差（以镜头单位表示）。
TSDX	面编号	-	-	标准面x方向偏心公差（以镜头单位表示）。
TSDY	面编号	-	-	标准面y方向偏心公差（以镜头单位表示）。
TSTX	面编号	-	-	标准面的x方向倾斜公差（TIR）（以度为单位）
TSTY	面编号	-	-	标准面的y方向倾斜公差（TIR）（以度为单位）
TIRX	面编号	-	-	标准面的x方向倾斜公差（TIR）（以镜头单位表示）
TIRY	面编号	-	-	标准面的y方向倾斜公差（TIR）（以镜头单位表示）
TIRR	面编号	-	-	标准面不规则度公差
TEXI	面编号	最大数		使用Fringe Zernike的表面不规则度公差
TEZI	面编号	最大数	最小数	使用Standard Zernike的表面不规则度公差
TPAI	面编号	参数 #	-	表面参数值倒数公差。

TPAR	面编号	参数 #	-	表面参数值公差。
TIND	面编号	-	-	d光折射率公差
TABB	面编号	-	-	阿贝Vd数公差。
TCMU	面编号	图层	-	膜层缩放公差。
TCIO	面编号	图层	-	膜层折射率偏移公差。
TCEO	面编号	图层	-	膜层消光偏移公差。
元件公差				
TEDR	起始面	终止面	-	元件径向偏心公差（以镜头单位表示）。
TEDX	起始面	终止面	-	元件x方向偏心公差（以镜头单位表示）
TEDY	起始面	终止面	-	元件y方向偏心公差（以镜头单位表示）
TETX	起始面	终止面	-	元件x方向倾斜公差（以度为单位）
TETY	起始面	终止面	-	元件y方向倾斜公差（以度为单位）
TETZ	起始面	终止面	-	元件z方向倾斜公差（以度为单位）
TARR	起始面	终止面	滚动面	径向滚动角公差（以度为单位）。
TARX	起始面	终止面	滚动面	x方向滚动角公差（以度为单位）。
TARY	起始面	终止面	滚动面	y方向滚动角公差（以度为单位）。
TRLR	起始面	终止面	滚动面	径向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）。
TRLX	起始面	终止面	滚动面	x方向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）。
TRLY	起始面	终止面	滚动面	y方向滚动（TIR）公差（以镜头单位表示）。
用户自定义的公差				
TUDX	面编号	-	-	用户自定义的x方向偏心公差。
TUDY	面编号	-	-	用户自定义的y方向偏心公差。

TUTX	面编号	-	-	用户自定义的x方向倾斜公差。
TUTY	面编号	-	-	用户自定义的y方向倾斜公差。
TUTZ	面编号	-	-	用户自定义的z方向倾斜公差。
非序列元件公差				
TNMA	面编号	物体编号	数据	非序列模式材料Nd和Vd的公差。Nd和Vd的数据代码分别是1和2。
TNPS	面编号	物体编号	数据	非序列模式物体位置公差。x、y、z、x方向倾斜、y方向倾斜、z方向倾斜的数据代码分别为1、2、3、4、5和6。
TNPA	面编号	物体编号	参数	非序列模式物体参数公差。

在公差数据编辑器（Tolerance Data Editor）中指定每个公差的最小值和最大值。下文中会对公差进行详细说明。

7.2.1.1.2. ISOA：P-V光焦度公差

操作数目标

*ISOA*操作数向目标表面添加峰谷值（P-V）光焦度项。根据ISO-10110-5表面形状公差的规定，该操作数对应于图纸注释3/A（B/C）中的A。

操作数行为

在公差过程中，该操作数使用Zernike标准凹陷面为目标表面增加凹陷，该凹陷面按复合附加表面添加。新增凹陷遵循Zernike标准凹陷方程，c=k= α i=0、使用多项式4和1$A_1 = \sqrt{3}\,A_4$，支持凹陷方程：

$$z(\rho, \theta) = 2\sqrt{3}\,A_4\rho^2$$

孔径（Apertures）

如果目标表面具有圆形离轴孔径，则通过调整Composite属性中的倾斜度和中心点，将Zernike标准凹陷表面定位在离轴表面的顶点。新表面的"净口径"设置为目标表面的孔径半直径，如果目标表面上没有孔径，则设置为"净口径"。目前不支持非圆形孔径。

输入

操作数的输入有：面、单位、标称、最小值和最大值。

面**（Surf）**：目标表面镜头数据编辑器中的行数。

单位（Units）：选择最大值的单位。 0 = units of nanometers, 1 = fringes at TWAV, 2 = microns.

标称（NOMINAL）：该操作数的标称值始终为0，表示没有增加光焦度。

最小值（*Min*）：总是设置为-Max。

最大值（*Max*）：指定添加的最大P-V光焦度。

灵敏度分析

在灵敏度分析中，可在P-V光焦度+Max和-Max两种情况下，对标准的影响进行评估：

$$A_4 = \pm Max \big/ (2\sqrt{3})$$

$$z(\rho, \theta) = \pm Max\rho^2$$

MonteCarlo分析

对于MonteCarlo分析而言，可从均值为0、标准差 σ=Max/2的高斯分布中选择随机P-V光焦度值，截断点为+/- 2 σ=+/- Max。

ISOA使用说明

☒如果将ISOA多次应用于表面，则每次出现都会覆盖蒙特卡罗文件中相关LDE行中的先前值。
☒注意，我们已经从光焦度中去掉了piston项，因此照在孔径顶点的光线将保持不变，不会获得任何相位。
☒ISOA不应用于其它调节光焦度或曲率半径的操作数，如TRAD、TCUR或TFRN等。

7.2.1.1.3. ISOB：P-V总不规则度公差（ISOB: Tolerance on total P-V irregularity）

操作数目标

*ISOB*操作数向目标表面添加峰谷值不规则度。根据*ISO-101110-5*表面形状公差的规定，该操作数对应于图纸注释*3/A*（*B/C*）中的B。

操作数行为

在计算公差过程中，该操作数使用Zernike标准矢高面为目标表面增加矢高，该矢高面作为复合组件面添加。

新增矢高遵循Zernike标准矢高方程，c=k= α i=0、Zernike多项式为5-37，而且$A_1 = -\sqrt{5}A_{11} + \sqrt{7}A_{22} - 3A_{37}$去除piston：

$$z(\rho, \theta) = \sum_{n=5}^{37} A_n Z_n(\rho, \theta) + (-\sqrt{5}A_{11} + \sqrt{7}A_{22} - 3A_{37})$$

孔径（Apertures）

如果目标表面具有圆形离轴孔径，则通过调整Composite属性中的倾斜和偏心，将Zernike标准矢高表面定位在离轴表面的顶点。新表面的“净口径”设置为目标表面的孔径半直径，如果目标表面上没有孔径，则设置为“净口径”。目前不支持非圆形孔径。

输入

该操作数的输入包括：面、单位、统计分布、标称、最小值和最大值。

面**（Surf）**：目标表面镜头数据编辑器中的行数。

单位（*Units*）：选择最大值的单位。0 = 纳米单位，1 = TWAV定义的光圈数，2 = 微米。

统计分布（*Statistics*）：0 = 在蒙特卡罗分析中始终使用P-V不规则度的最大值，1 = 从高斯分布中选择P-V不规则度值。

标称（*Nominal*）：该操作数的标称值始终为0，表示没有增加不规则度。

最小值（*Min*）：指定最少添加的光焦度项，始终设置为-Max。

最大值（*Max*）：指定添加到表面的最大不规则度。

灵敏度分析（Sensitivity Analysis）

在灵敏度分析中，可在以下两种P-V不规则度情况下，对标准的影响进行评估：-Max和+Max。

蒙特卡罗分析

对于蒙特卡罗分析，可从均值为Max/2、标准差为 σ=Max/8的高斯分布中选择一个介于0和Max之间的随机P-V不规则度值，截断点在0以下、Max以上。

ISOB与ISOC的相关性：

如果目标表面也应用ISOC，则ISOB和ISOC可以相互关联，同时满足B （P-V总不规则度）和C（P-V旋转对称不规则度）的要求。当相关联时，ISOB操作数的Zernike标准矢高面将具有设置为零的旋转对称项：$A_{11} = A_{22} = A_{37} = 0$。请参阅ISOC进行进一步讨论。

ISOB使用说明

- 如果将ISOB多次应用于表面，则每次出现都会覆盖蒙特卡罗文件中相关LDE行中的先前值。只有最后一次出现的操作数才会出现在蒙特卡罗文件中。
- 注意，我们已经从不规则度中去掉了piston项，因此照射在孔径顶点的光线将保持不变，不会获得任何相位。
- ISOB不应用于其它调节表面不规则度的操作数，如TEZI、TEXI或TIRR等。
- ISOB不能与ISOD一起使用；如果两个操作数都存在，就会将两个不规则度表面添加到目标表面。
- 根据ISO-10110，光焦度和倾斜度应该从添加到目标系统的总扰动中去除，但对于速度而言，这些项未从ISOB Zernike标准矢高面中去除。Zernike项的一些随机组合可能有足够的剩余光焦度或倾斜来影响结果，因此系统看起来对不规则度的敏感性比对其它情况更高。

7.2.1.1.4. ISOC：峰谷旋转对称不规则度（RSI）公差（ISOC：Tolerance on P-V RSI (rotationally symmetric irregularity)）

操作数目标

*ISOC*操作数向目标表面添加峰谷旋转对称不规则度（RSI）。根据*ISO-10110-5*表面形状公差的规定，该操作数对应于图纸注释3/A（B/C）中的C。

操作数行为

在计算公差过程中，该操作数使用Zernike标准矢高面为目标表面增加矢高，该矢高面作为复合组件面添加。新增矢高遵循Zernike标准矢高方程，c=k= α i=0、Zernike多项式为11、22、37、56，而且

$A_1 = -\sqrt{5}A_{11} + \sqrt{7}A_{22} - 3A_{37} + \sqrt{11}A_{56}$去除piston：

$$z(\rho,\theta) = A_{11}Z_{11}(\rho,\theta) + A_{22}Z_{22}(\rho,\theta) + A_{37}Z_{37}(\rho,\theta) + A_{56}Z_{56}(\rho,\theta) + (-\sqrt{5}A_{11} + \sqrt{7}A_{22} - 3A_{37} + \sqrt{11}A_{56})$$

孔径（Apertures）

如果目标表面具有圆形离轴孔径，则通过调整Composite属性中的倾斜和偏心，将Zernike标准矢高表面定位在离轴表面的顶点。新表面的“净口径”设置为目标表面的孔径半直径，如果目标表面上没有孔径，则设置为“净口径”。目前不支持非圆形孔径。

输入

ISOC操作数的输入包括：面、单位、统计分布、标称、最小值和最大值。

面（**Surf**）：目标表面镜头数据编辑器中的行数。

单位（*Units*）：选择最大值的单位。0 = 纳米单位，1 = TWAV定义的光圈数，2 = 微米。

统计分布（*Statistics*）：0 = 在蒙特卡罗分析期间始终使用P-V RSI的最大值。1 = 从高斯分布中选择P-V RSI值。

标称（*Nominal*）：该操作数的标称值始终为0，表示没有增加RSI。

最小值（*Min*）：总是设置为-Max

最大值（*Max*）：指定添加到表面的最大P-V RSI。

灵敏度分析

在灵敏度分析中，可在以下两种P-V RSI情况下，对标准的影响进行评估：-Max和+Max。

蒙特卡罗分析

对于蒙特卡罗分析，可从均值为Max/2、标准差为 σ=Max/8的高斯分布中选择一个介于0和Max之间的随机P-V RSI值，截断点在0以下、Max以上。

ISOC与ISOB的相关性：

如果目标表面也应用ISOC，则ISOB和ISOC可以相互关联，同时满足B （P-V总不规则度）和C（P-V旋转对称不规则度）的要求。ISOB操作数的Zernike标准矢高面将具有设置为零的旋转对称项：$A_{11}=A_{22}=A_{37}=0$。ISOC操作数的Zernike标准矢高面包含A_{11}、A_{22}、A_{37}和A_{56}项。

可选择系数值，因此可满足ISOC表面的P-V要求，ISOB和ISOC表面的和将提供ISOB操作数最大值指定的P-V总不规则度。

ISOC最大值必须小于ISOB最大值。

注意，我们已经从RSI中去掉了piston项，因此照射在孔径顶点的光线将保持不变，不会获得任何相位。

如果将ISOC多次应用于表面，则每次出现都会覆盖蒙特卡罗文件中相关LDE行中的先前值。只有最后一次出现的操作数才会出现在蒙特卡罗文件中。

7.2.1.1.5. ISOD：RMS总不规则度公差（ISOD: Tolerance on total RMS irregularity）

操作数目标

*ISOD*操作数向目标表面添加RMS不规则度。根据*ISO-10110-5*表面形状公差的规定，该操作数对应于图纸注释3/A(B/C) RMS<D中的D。

操作数行为

在计算公差过程中，该操作数使用Zernike标准矢高面为目标表面增加矢高，该矢高面作为复合组件面添加。

新增矢高遵循Zernike标准矢高方程，c=k= α_i=0、Zernike多项式为5-37，而且$A_1 = -\sqrt{5}A_{11}+\sqrt{7}A_{22}-3A_{37}$去除piston：

$$z(\rho,\theta)=\sum_{n=5}^{37}A_nZ_n(\rho,\theta)+(-\sqrt{5}A_{11}+\sqrt{7}A_{22}-3A_{37})$$

孔径（Apertures）

如果目标表面具有圆形离轴孔径，则通过调整Composite属性中的倾斜和偏心，将Zernike标准矢高表面定位在离轴表面的顶点。新表面的“净口径”设置为目标表面的孔径半直径，如果目标表面上没有孔径，则设置为“净口径”。目前不支持非圆形孔径。

输入

ISOD操作数的输入包括：面、统计分布、单位、标称、最小值和最大值。

面（*Surf*）：目标表面镜头数据编辑器中的行数。

单位（*Units*）：选择最大值的单位。0 = 纳米单位，1 = TWAV定义的光圈数，2 = 微米。

统计分布（*Statistics*）：0 = 在蒙特卡罗分析期间始终使用P-V RSI的最大值。1 = 从高斯分布中选择RMS不规则度值。

标称（*Nominal*）：该操作数的标称值始终为0，表示没有增加不规则度。

最小值（*Min*）：指定最少添加的不规则度项，始终设置为-Max。

最大值（*Max*）：指定添加到表面的最大RMS不规则度。

灵敏度分析

在灵敏度分析中，可在以下两种RMS不规则度情况下，对标准的影响进行评估：-Max和+Max。

蒙特卡罗分析

对于蒙特卡罗分析，可从均值为Max/2、标准差为 σ=Max/8的高斯分布中选择一个介于0和Max之间的随机RMS不规则度值，截断点在0以下、Max以上。

ISOC使用说明

- 如果将ISOD多次应用于表面，则每次出现都会覆盖蒙特卡罗文件中相关LDE行中的先前值。只有最后一次出现的操作数才会出现在蒙特卡罗文件中。
- ISOD不应用于其它调节表面不规则度的操作数，如TEZI、TEXI或TIRR等。
- ISOD不应与ISOB一起使用。如果两个操作数都存在，就会将两个不规则度表面添加到目标表面。
- ISOD不能与ISOC关联。
- 如果选择piston项以最小化RMS，则会在ISOD表面移除piston项，这可能会产生比预期更大的RMS表面不规则度。
- ISOD与ISO-10110中定义的RMSi大致相等。但光焦度和倾斜度并没有从添加到目标表面的表面扰动中去除。Zernike项的一些随机组合可能有足够的剩余倾斜度或光焦度来影响结果，因此系统看起来对该错误的敏感性比对其它情况更高。

7.2.1.1.6. TRAD：曲率半径公差(TRAD: Tolerance on Radius)

TRAD用于直接定义曲率半径公差。

最小公差和最大公差的解释取决于代码参数。如果代码为0，则最小值和最大值为最大误差值，以镜头单位表示。如果代码为1，则最小值和最大值为最大误差值，以名义半径的百分比表示。

例如，如果表面的名义半径为40mm，并且该表面的最小和最大TRAD值为-0.5和+0.5，则半径公差如下：如果代码为0，则最小和最大值以mm为单位，将在表面曲率半径设置为39.5mm和40.5mm的情况下进行公差分析；如果代码为1，则最小值和最大值的百分比为40mm，与+/-0.2的半径改变相对应。则公差分析会将该表面的曲率半径设置为39.8mm和40.2mm。

7.2.1.1.7. TCUR：(TCUR: Tolerance on Curvature)

用于以曲率为单位的公差，与光焦度直接相关。最小值和最大值为最大误差值，用镜头单位的倒数表示。

例如，如果表面的名义半径为100mm，则名义曲率为0.01mm的倒数。如果该表面的最小和最大TCUR值分别为-.001和+.001mm的倒数，则在将表面曲率设置为111.11mm和90.909mm的情况下执行公差分析。

7.2.1.1.8. TFRN：条纹公差(TFRN: Tolerance on Fringes)

条纹公差适用于对平面或表面曲率半径很大的面进行公差分析。最小值和最大值是条纹（无量纲）的最大误差。TWAV用来定义测试波长。对于曲率有微小变化的表面矢高的改变，可用下式近似 表示

$$\Delta Z = \frac{r^2}{2} \Delta C$$

其中r为表面的净口径或半直径。矢高的改变与条纹误差通过下式联系起来：

$$\Delta Z = \frac{\lambda}{2} N$$

其中，N代表条纹数目。1/2这一系数假定测试类型为牛顿环双通测试。更多详细内容，请参阅Malacara的《Optical Shop Testing》。

例如：

如果TFRN = 1 fringe，TWAV = 0.6328um，则矢高的变化为：

$$\Delta Z = \frac{\lambda}{2} N$$

ΔZ = (0.6328/2) x 1 fringe

ΔZ = 0.3164 um

如果净口径r为6mm，曲率半径R为50mm，则得出

$\Delta C = \Delta Z \times 2 / (r^2)$

ΔC = 0.0003164 mm x 2 / (6^2)

ΔC = 1.76E-5 mm^{-1}

因此，曲率变为

$C + \Delta C = 1/R + \Delta C = 1/50 + 1.76E\text{-}5 = 0.02002\ mm^{-1}$

曲率半径变为

R + ΔR = 1/(C + ΔC)

R + ΔR = 1/(0.0200176)

R + ΔR = 49.956 mm

7.2.1.1.9. TTHI：厚度公差(TTHI: Tolerance on Thickness)

TTHI用于定义在元件组内的镜头的绝对位置以及镜头厚度的公差。

OpticStudio创建默认公差时，TTHI将假设所有厚度变化都只影响该表面厚度以及与该表面接触的任何表面。例如，双胶合镜头中的第一个镜头的厚度变化为+1.0mm，则第二个镜头的前后顶点都偏移+1.0mm。

但是，由于OpticStudio通过使用前一个表面的偏移来定义所有表面的位置，因此将该表面厚度增加1.0mm时，将会使系统中所有后续的镜头移位+1.0mm。而在加工过程中更可能出现的是，+1.0mm偏移会占据镜头组之后的第一个空气间隙。TTHI可以通过允许指定"调整"表面来处理这种情况。当OpticStudio创建默认公差时，调整表面被指定为公差表面后面的第一个空气间隙。

为说明这一点，假设一个镜头的表面3材料为BK7，表面4材料为F2，表面5为空气。这三个表面的厚度名义值分别为3mm、4mm和6mm。如果表面3的TTHI操作数由默认公差算法定义，则调整表面定义为表面5。如果公差值是+0.1mm，

那么在分析过程中，三个表面的厚度将分别更改为3.1、4.0和5.9。因此，表面3的厚度发生更改时，从表面6到像面之间的所有表面的绝对位置不会受到影响。

调整表面是可选项；如果要禁用调整表面，应设置其编号与公差编号相同，例如TTHI 3 3。对于某些镜头系统，可以不用对调整表面进行设置，如通过在镜筒中堆叠垫片进行装配的镜头系统。

除非Int1等于Int2，否则Int1用于定义表面编号，Int2用于定义调整表面编号。最小值和最大值是最大误差值，以镜头单位表示。

7.2.1.1.10. TCON：圆锥系数公差(TCON: Tolerance on Conic)

TCON用于定义圆锥系数公差。最大值和最小值为无量纲最大误差值。

7.2.1.1.11. TSDI：净口径或半直径公差(TSDI: Tolerance on Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter)

TSDI可用于定义表面净口径或半直径公差。最小值和最大值是最大误差值，以镜头单位表示。

7.2.1.1.12. TSDX、TSDY、TSDR：表面偏心公差(TSDX, TSDY, TSDR: Tolerance on Surface Decenters)

TSDX、TSDY和TSDR是分别用于分析标准表面类型的X偏心、Y偏心和随机径向偏心。Int1(Surf)值表示要偏心的表面。最小值和最大值可指定最小和最大偏心量，以镜头单位表示。

对于TSDR，最小值和最大值都必须大于或等于0。

标准表面类型以外的表面应该用TEDX、TEDY和TEDR操作数(TEDX, TEDY, and TEDR operands)进行公差分析。

通过将表面转换为不规则表面类型来实现偏心。如需了解更多信息，请参见"使用不规则表面类型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

TSDR径向偏心操作数推荐用于具有圆形光学元件和圆形基座的系统，例如传统相机镜头或显微镜物镜。TSDX和TSDY笛卡尔偏心操作数推荐用于具有去耦X光轴和Y光轴的失真系统或具有矩形光学元件和矩形基座的系统。如果笛卡尔偏心操作数与圆形光学元件和圆形基座一起使用，偏心将更有可能倾向于X轴和Y轴之间的45°对角线，这可能导致有偏差的公差结果。

7.2.1.1.13. TSTX、TSTY：表面倾斜公差(TSTX, TSTY: Tolerance on Surface Tilts)

TSTX和TSTY分别用于分析标准面沿X轴的倾斜和沿Y轴的倾斜。Int1值用来指明表面的编号，且该表面类型必须为标准面。标准面类型以外的表面应使用TETX和TETY操作数进行公差分析，该操作数将在稍后详细描述。

最小值和最大值为沿透镜局部X轴和局部Y轴的最大倾斜角度（以度为单位）。如需了解更多信息，请搜索帮助文件中关于TIR操作数TIRX和TIRY的描述。

TSTX和TSTY使用不规则表面类型进行分析。如需了解更多信息，请搜索帮助文件中"使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type)"的讨论。

7.2.1.1.14. TIRX、TIRY：表面TIR的公差(TIRX, TIRY: Tolerance on Surface TIR)

TIRX和TIRY分别用于分析标准面沿X轴和Y轴的倾斜。Int1值用来指明表面的编号，且该表面类型必须为标准面。标准面类型以外的表面应使用TETX和TETY操作数进行公差分析，该操作数将在稍后详细描述。

TIRX和TIRY可用于指定总偏转(TIR)公差，该TIR可用于衡量镜头偏转的"楔角"。

最小值和最大值为表面在最大径向孔径处测量的"矢高"量（以镜头单位表示）的两倍，其中最大径向孔径由表面的净口径或半直径定义。TIRX和TIRY值的矢高与归一化坐标值x和y的关系由下式给出：

$$\Delta Z_z = \frac{TRIX}{2}\rho_x;\ \Delta Z_y = \frac{TIRY}{2}\rho_y$$

举例来说，如果TIRX公差为0.10mm，那么镜头在最大+x孔径处的矢高变化为0.05mm，在最大-x孔径处的偏差为-0.05mm，"全部"TIR为0.10mm。TIRY与之类似。使用最小值和最大值可以模拟表面在任意方向上的倾斜。表面的实际倾斜角度由下式给出

$$\theta_x = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta Z_y}{S}\right);\ \theta_y = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta Z_x}{S}\right)$$

其中，S为表面的净口径或半直径。请注意，沿Y轴方向定义的矢高意味着表面绕X轴旋转，沿X轴方向定义的矢高意味着表面绕Y轴旋转。

TIRX和TIRY使用不规则表面类型进行分析。如需了解更多信息，请搜索帮助文件中"使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type)"的详述。

7.2.1.1.15. TIRR：表面不规则度的公差(TIRR: Tolerance on Surface Irregularity)

有关不规则度的详细说明，请搜索帮助文件中关于**TEXI**和**TEZI**操作数的详述。

TIRR可用于分析标准面的不规则度。Int1值用来指明表面的编号，且该表面类型必须为标准面。除了标准表面类型之外，其他表面类型的不规则度分析可以通过在公差分析表面上添加复合组件面来实现。有关更多信息，请参阅使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite surfaces)。

与其它类型的公差相比，模拟不规则度公差可能更容易出现问题。这主要是因为不规则度本质上是随机的，并不像半径变化量那样具有确定性。因此，进行这类分析需要对不规则度的性质进行一些假设。在使用TIRR时，OpticStudio假设不规则度由一半的球差和一半的像散组成。这与假设不规则度为100%的像散相比限制更少，因为像散不能使用移动焦点来补偿，进而会给镜头造成更严重的缺陷。

最小值和最大值为表面在最大径向孔径处测量的不规则度（以光圈为单位），其中最大径向孔径由表面的净口径或半直径定义。TWAV操作数可用来定义测试波长。

OpticStudio假设光圈是在双通牛顿环类型的测试中得到的。例如，TIRR为"W"光圈的公差产生的表面矢高变化为

$$\Delta Z = \frac{\lambda_t}{2}\left(\frac{W}{2}\rho^4 + \frac{W}{2}\rho_y'^2\right)$$

其中 λ_t 为测试波长（由TWAV操作数定义），ρ 为归一化径向坐标，ρ'_y 是在"不规则度"中定义的归一化的和旋转后的径向坐标。波前光程的变化与表面矢高的变化和表面两边介质的折射率的关系为：

$$\Delta OP = \Delta z(n_2 - n_1)$$

TIRR使用不规则表面类型进行分析。

在进行蒙特卡罗分析时，像散的角度是在0到360度之间随机选择的。这样可以模拟随机方向的像散误差，相比将所有像散设置为沿每个元件的y轴而言，这样更接近实际情况。

如需了解更多信息，请搜索帮助文件中关于"使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular surface type)"的详述。

7.2.1.1.16. TEXI：使用Fringe Zernike模型定义的表面不规则度公差(TEXI: Tolerance on Surface Irregularity Using the Fringe Zernike Model)

另请参阅有关**TEZI**的详述。操作数**TEZI**相比操作数**TEXI**是更优的选择。

TEXI用于分析表面上小振幅的随机不规则度偏差，其中该表面可以是标准面、偶次非球面或Zernike Fringe矢高表面。在分析除了标准面、偶次非球面或Zernike Fringe矢高表面以外的表面类型不规则度时，可以通过在公差分析表面上添加复合组件面来实现。有关更多信息，请参阅使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite surfaces)。其中，Int1用来指明表面的编号，Int2用来指明Fringe Zernike的最大项数（必须介于3至37之间），Int3用来指明Fringe Zernike的最小项数（必须介于2至最大项数之间）。

TEXI使用Zernike Fringe矢高表面（搜索有关"Zernike Fringe矢高"的帮助文件）模拟表面不规则度，而不是TIRR中使用的三阶像差公式。使用TEXI时，最小公差值和最大公差值可理解为表面在测试波长下从零到峰值误差的双通光圈值的近似值。零到峰值只是对不规则度的非常粗略的估计。零到峰值和峰谷值是否相同取决于所使用的Zernike项。最小公差值自动设置为最大值的相反数；这样做是为了在Zernike Fringe矢高表面上产生正负系数。通过零到峰值来定义不规则度存在一定的模糊性，这也是TEXI的主要缺点，因此推荐使用更优的操作数TEZI。

OpticStudio 使用以下公式计算用于描述表面形状偏差的每个Zernike多项式的系数：

$$c = \frac{\lambda}{2}\frac{f}{\sqrt{n}}$$

其中f是双通的光圈值，n是所使用的Zernike项数（注意n是由Int2-Int3+1得到），λ是测试波长。系数以1/√n倍进行缩放，这样做是考虑到在RSS算法中随机的Zernike项的集合通常需要进行求和运算；因此PTV误差与项数并不是线性关系。由于确定总PTV的近似值是很方便的，因此每个Zernike项数都是根据以上公式计算的。请注意最小和最大公差都有一个"c"值（以光圈为单位）。

分析**(Analysis)**：

在灵敏度分析中，如果表面为标准面、偶次非球面或Zernike Fringe矢高表面，表面的表面类型会转换为Zernike-Fringe矢高表面，而且Zernike多项式的所有系数都会设置为上述公式中计算所得的"c"值。请注意，由于在孔径边缘处所有Zernike Fringe多项式项的最大表面矢高变形量都是相同的，所以当使用20个Zernike项时，0.001的"c"值会产生20c的最大矢高偏差。对于所有其他表面类型，灵敏度分析将通过在公差分析表面上添加Zernike Fringe矢高复合组件面来实现。有关更多信息，请参阅：使用复合表面进行不规则度公差分析。

在蒙特卡罗分析中，为了进行灵敏度分析，会对表面进行处理，但是每个多项式的项会在最小到最大的"c"公差值之间随机分配一个数作为系数。随机数是通过操作数选择的统计模型来选择的；请搜索帮助文件中关于STAT命令的详述。

一般来说，如果使用了Zernike系数的低阶项，则不规则度表现为较低的空间频率，且在整个表面上出现"凸点"的情况更少。如果使用了Zernike系数的高阶项，则不规则度表现为较高的空间频率，且在整个表面上出现"凸点"的情况更多。需要注意的是，TIRR不规则度操作数只能模拟较低空间频率的不规则度，在表面的表达式中只有二次及四次偏差。TEXI可以对更复杂的不规则度表面建模，当使用30或更多的项建模时，表面上通常会出现约5-15个"凸点"。

因为Zernike Fringe矢高表面的矢高表达式同时包含标准面和偶次非球面的部分，所以使用操作数TEXI创建的Zernike Fringe矢高表面可对这两种表面类型中的任意一种进行建模。如果所要分析的表面已经是Zernike Fringe矢高表面，则操作数会将偏差添加到已经存在的多项式项中。如果所要分析的表面是标准面或偶次非球面，那么Zernike Fringe矢高表面的归一化半径会设置为该表面的净口径或半直径。如果所要分析的表面已经是Zernike Fringe矢高表面，那么最小和最大公差是基于已输入的归一化半径进行定义的。

TEXI始终忽略Zernike多项式的第一项，即piston项，该值在多项式中将被设置为零。

7.2.1.1.17. TEZI：使用Standard Zernike模型定义的表面不规则度公差(TEZI: Tolerance on Surface Irregularity Using the Standard Zernike Model)

另请参阅有关**TEXI**的详述。操作数**TEZI**相比操作数**TEXI**是更优的选择。

TEZI用于分析表面上小振幅的随机不规则度偏差，该表面可以是标准面、偶次非球面或Toroidal面。除了这些表面类型之外，其他表面类型的不规则度分析可以通过在公差分析表面上添加复合组件面来实现。有关更多信息，请参阅使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite surfaces)。其中，Int1用来指明表面的编号，Int2用来指明Standard Zernike的最大项数（该值必须介于3到231之间），Int3用来指明Standard Zernike的最小项数（该值必须介于2到最大项数之间）。

TEZI使用Zernike Standard矢高表面（搜索帮助文件中的"Zernike Standard矢高"）对标准面和偶次非球面的不规则度进行建模，在分析Toroidal面时使用Toroidal面已支持的Zernike项进行建模。使用TEZI时，最大公差值为表面的实际RMS误差，以镜头单位表示。最小公差值自动设置为最大公差值的相反数；这样做是为了产生Zernike项的正负系数。最终得到的RMS总是数值与最大公差值相等的正数。

分析**(Analysis)**：

对于灵敏度分析，如果表面为标准面、偶次非球面或Toroidal表面，表面会转换为Zernike Standard矢高面或Toroidal面，并且对于大于#1的项（"piston"项），Zernike多项式的所有系数都会设置为特定的值，以保证对所有系数的平方和求平方根时产生特定的RMS值。所有系数都会设置为相同的值。对于所有其他表面类型，灵敏度分析将通过在公差分析表面上添加Zernike Standard矢高复合组件面来实现。有关更多信息，请参阅：使用复合表面进行不规则度公差分析。

对于蒙特卡罗分析，为了进行灵敏度分析，会对表面进行处理，但是所生成表面的多项式系数会在-1.0到1.0之间随机选择，然后通过对系数进行归一化得到最终精确的RMS公差。随机数是通过操作数选择的统计模型来选择的；请搜索帮助文档中关于STAT命令的详述。

多项式项数总和通过Int2 - Int3 + 1得到。一般来说，如果使用了低阶项，则不规则度表现为较低的空间频率，且在整个表面上出现"凸点"的情况更少。如果使用了高阶项，则不规则度表现为较高的空间频率，且在整个表面上出现"凸点"的情况更多。需要注意的是，TIRR不规则度操作数只能模拟较低空间频率的不规则度，在表面的表达式中只有二次及四次偏差。TEZI可以对更复杂的不规则度表面进行建模。

因为Zernike Standard矢高表面的矢高表达式同时包含标准面和偶次非球面的部分，所以使用操作数TEZI创建的Zernike Standard矢高表面可对这两种表面类型中的任意一种进行建模。如果表面是Toroidal面，由于这种面型已经支持Zernike项，因此该表面类型会被保留。但如果名义表面是Toroidal面，那么所有Zernike项的名义值都必须是零。Zernike项的归一化半径将设置为表面的净口径或半直径。

TEZI始终忽略Zernike的第一项，即piston项，该值将被设置为零。

7.2.1.1.18. TPAI：参数数据倒数的公差(TPAI: Tolerance on the Inverse of Parameter Data)

TPAI用于对参数数据的倒数进行公差分析。其中，Int1用来指明表面的编号。Int2用来指明参数的编号。如需了解有关每个表面类型的参数编号的表格，请参考帮助文件中的"表面类型(Surface Types)"一节。操作数TPAI非常类似于操作数TPAR，其不同之处在于参数的公差偏差是由参数值的倒数的形式给出，而不是直接基于参数给出。引入公差偏差的参数值由以下公式定义：

$$P' = \frac{1}{\left(\frac{1}{P}\right) + \Delta}$$

其中，P是参数值，P’是包含扰动的参数值，Δ则是公差扰动量。最小值和最大值为测量所得该参数倒数的变化量，单位与该参数倒数的单位相同。

7.2.1.1.19. TPAR：参数数据的公差(TPAR: Tolerance on Parameter Data)

TPAR用于对参数数据进行公差分析。Int1用来指明表面的编号。Int2用来指明参数的编号。如需了解有关每个表面类型的参数编号的表格，请参考帮助文件中的"表面类型(Surface Types)"一节。TPAR非常适用于确定非球面系数等参数的公差。最小值和最大值是参数的变化量，单位与该参数单位相同。

7.2.1.1.20. TIND：折射率的公差(TIND: Tolerance on Index)

TIND用于对材料折射率进行公差分析。其中，Int1用来指明表面的编号，最小值和最大值为折射率误差的极值。在分析模型中，折射率误差与波长无关，除非该表面的材料是由d光折射率、阿贝数和dPgF定义的"模型"玻璃，或者该表面的玻璃材料为库存玻璃且所有折射率数据的定义波长都在0.3和2.5 μm之间。在这两种情况中，TIND表示为材料在d光的折射率改变量，它会非线性地改变所有波长下的折射率。折射率的改变量由模型玻璃折射率的改变量确定，此改变量为以波长为函数的d光折射率。有关模型玻璃的详细信息，请参考帮助文件中的"使用模型玻璃"一节。

7.2.1.1.21. TABB：阿贝数的公差(TABB: Tolerance on Abbe)

TABB是阿贝数或Vd数的公差。Int1主要识别表面，最小值和最大值为阿贝数误差的极值。当该玻璃表面是由d光折射率、阿贝数和dPgF定义的"模型"玻璃时，亦或者该玻璃表面为库存玻璃而且所有定义的波长都在0.3和2.5 μm之间时，TABB则指d光阿贝数的变化，它会非线性地改变所有波长的折射率。除此之外，可忽略TABB。

折射率的变量是以波长为d光折射率、阿贝数及dPgF的函数估算微分变量得出的。

7.2.1.1.22. TCMU：膜层缩放因子公差(TCMU: Tolerance on Coating Multiplier)

有关膜层的描述请参考帮助文档中的"使用OpticStudio对膜层进行优化"和"表面膜层选项卡"。操作数TCMU可以对膜层进行公差分析，该操作数实际上对表面光学膜层中每层膜层的厚度设置了公差。

7.2.1.1.23. TCIO：膜层折射率偏移的公差(TCIO: Tolerance on Coating Index Offset)

有关膜层折射率偏移的描述请参考帮助文档中的"使用OpticStudio对膜层进行优化"和"表面膜层选项 卡"。操作数TCIO可以对膜层折射率偏移进行公差分析，该操作数实际上对表面光学膜层中每层膜层材料的折射率实部设置了公差。

7.2.1.1.24. TCEO：膜层消光偏移的公差(TCEO: Tolerance on Coating Extinction Offset)

有关膜层的描述请参考帮助文档中的"使用OpticStudio对膜层进行优化"和"表面膜层选项卡"。操作数TCEO可以对膜层消光偏移进行公差分析，该操作数实际上对表面光学膜层中每层膜层材料的折射率虚部设置了公差。

7.2.1.1.25. TEDX、TEDY、TEDR：元件偏心的公差(TEDX, TEDY, TEDR: Tolerance on Element Decenters)

TEDX、TEDY和TEDR分别用于分析透镜组在X、Y或任意径向上的偏心。Int1(Surf1)和Int2(Surf2)将标示透镜组或元件的起始表面。最小值和最大值将指定最小偏心值和最大偏心值，采用镜头单位表示。

对于TEDR，最小值和最大值都必须大于或等于0。

在Surf1和Surf2包含的表面周围插入一对坐标断点面并将整个组作为一个单位偏心，即可得到偏心。因此，通常不应将这些操作数用于现有坐标断点面的任何一边。

对于任何类型的单一表面公差，请将Surf1和Surf2设置为相同的表面编号。此外，单个标准表面也可使用TSDX、TSDY和TSDR操作数(TSDX, TSDY, TSDR operands)。

这些操作数可以嵌套。有关嵌套规则的详细内容请参见蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting rules for Monte Carlo analysis)部分。

建议将TEDR径向偏心操作数用于具有圆形光学器件和圆形底座的系统，如传统相机镜头或显微物镜等。对于具有去耦X光轴和Y光轴的变形系统或具有矩形光学器件和矩形底座的系统而言，建议使用TEDX和TEDYCartesian偏心操作数。如果通过圆形光学器件和圆形底座使用Cartesian偏心操作数，则偏心倾向于X轴和Y轴之间45°对角线的概率较大，可能会导致偏离公差结果。

7.2.1.1.26. TETX、TETY、TETZ：元件倾斜公差（TETX, TETY, TETZ: Tolerance on Element Tilts）

TETX、TETY和TETZ分别用于分析表面或透镜组元件沿X、Y或Z轴的倾斜。其中，Int1和Int2用来指明透镜组元件的起始表面和终止表面的编号。最小值和最大值为倾斜角，以度为单位。

OpticStudio需要在透镜组前后各插入一个坐标间断面来进行公差分析，然后在透镜组之后使用一个虚拟面以返回前表面的顶点。透镜组将作为一个整体绕一个固定点旋转。因此，当需要定义的表面范围内存在一个单独的包含拾取求解的坐标间断面，而与之对应的坐标间断面位于所要定义表面组之外时，这种情况下不应该使用操作数TETX/Y/Z对透镜组进行倾斜。这样做的问题在于：如果两个倾斜表面的范围重叠，元件的位置可能与预期的位置不符。如果需要使用此功能，请参考帮助文档中关于TUTX、TUTY和TUTZ的讨论。

TETX和TETY同样可以用于对单个表面进行倾斜，形成"楔角"，就像TSTX和TSTY一样。TETX和TETY适用于任何类型的表面，包括标准面和非标准的表面，而TSTX和TSTY仅适用于对标准面进行倾斜。如要使用TETX或TETY对单个表面进行倾斜，可将Int1和Int2设置为相同的表面编号。

TETX和TETY默认绕镜头组的前表面顶点旋转，然而有时候绕其它点转动时更符合实际情况。这可以很容易地利用针对可用类型（前后顶点、前后机械边缘、几何中心）的MPVT操作数来完成。OpticStudio可以在所需位置使用虚拟面对任何其他情况进行轻松建模。将起始面（Int1）改为位于节点处的虚拟面，则镜头组会绕该点进行旋转。起始面可以位于任何位置，因此镜头组可以绕任何点进行倾斜。例如，设计巧妙的镜头机械结构会使镜头组围绕镜头的节点转动，以保证在校准过程中保持焦点位置不变。

操作数TETX、TETY和TETZ可以进行嵌套定义。例如，可以在分析表面组（表面编号5至20）的倾斜的同时，分析表面5-8、8-12、14-20等表面组定义的元件的倾斜。该功能可用于模拟装配体中所有元件位置的校准误差，或整个装配体的校准误差。有关嵌套规则的完整说明，请参阅"蒙特卡罗分析的嵌套规则（Nesting rules for Monte Carlo analysis）"一节。

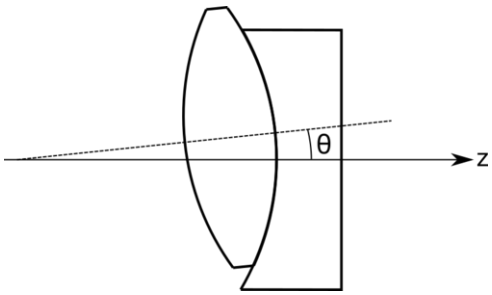
7.2.1.1.27. TARX、TARY、TARR：滚动角公差(TARX, TARY, TARR: Tolerance on Roll Angles)

TARX、TARY、TARR分别用于分析元件围绕其一个面的曲率中心沿X、Y或随机方向轴的旋转。Int1 (Surf1)和Int2 (Surf2)表示镜头组或元件的起始面和终止面，Int3 (RollSurf)表示要滚动的表面（必须等于Surf1或Surf2）。

最小值和最大值用于指定围绕RollSurf曲率中心的最小和最大滚动角度。

对于TARX和TARY，RollSurf可以是圆柱形或球形。

对于TARR，RollSurf必须为球形，最小值必须大于或等于0，并且对于灵敏度分析，系统将始终在+Y轴方向上滚动。



通过在Surf1和Surf2之间的元件周围插入一对坐标断点并围绕RollSurf的曲率中心旋转来实现滚动。

TRLX、TRLY和TRLR操作数可以嵌套。有关嵌套规则的完整说明，请参阅蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting rules for Monte Carlo analysis)一节。

有关滚动元件TIR而非角度的公差，请参阅TRLX、TRLY、TRLR操作数(TRLX, TRLY, TRLR operands)。

这些操作数可用于粘合光学元件的公差分析。元件可以相对彼此进行离轴粘合，从而形成此处的滚动建模。

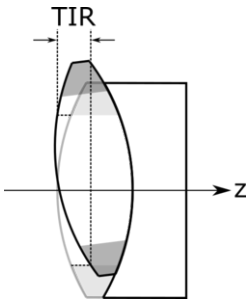
7.2.1.1.28. TRLX、TRLY、TRLR：滚转TIR的公差(TRLX, TRLY, TRLR: Tolerance on Roll TIR)

TRLX、TRLY、TRLR分别用于分析元件围绕其一个面的曲率中心点沿X轴、Y轴或随机定向轴的旋转。Int1(Surf1)和Int2(Surf2)表示镜头组或元件的起始和终止面，Int3(RollSurf)表示要滚动的面（该值必须等于Surf1或Surf2）。Surf1不能等于Surf2。

最小值(Min)和最大值(Max)可用于指定投影到滚动位置的非公差读取表面的净孔径(Clear Aperture)边缘位置处的最小和最大总指示器偏差(TIR)，以镜头单元为单位。在此情况下，读取表面为Surf1或Surf2，而不是RollSurf。对于旋转对称表面，TIR可精确地计算为沿滚动轴方向的矢高差值：例如，对于TRLX：TIR=z(+x)-z(-x).正TIR和负TIR表示相反方向的滚动。

对于TRLX和TRLY，RollSurf可为圆柱形或球形。

对于TRLR，RollSurf必须为球形，最小值必须大于或等于0，并且对于灵敏度分析，系统将始终在+Y轴方向上滚动。



通过在Surf1和Surf2之间的元件周围插入一对坐标断点并围绕RollSurf的曲率中心点旋转来实现滚动。

如果RollSurf和读取表面的半径相等，则会显示错误消息，因为TIR将始终为0，或者如果最小值和/或最大值太大，也会显示错误消息。

TRLX、TRLY和TRLR操作数可以嵌套。蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting Rules for Monte Carlo Analysis)一节详细介绍了嵌套规则。

如需了解有关直接滚动角度而非TIR的公差，请参见TARX、TARY、TARR操作数(TARX, TARY, TARR operands)。

这些操作数可用于黏合光学元件的公差计算。元件可以相对彼此进行离轴粘合，从而形成此处的建模滚动。在实验室中，这种测量通过围绕光轴旋转粘合对中的一个元件并在另一个光学元件的净孔径边缘测量TIR来实现。

7.2.1.1.29. TOFF：关闭公差（可用于注释）(TOFF: Tolerance Off (can be used for comments))

该操作数的作用和占位符相同，对公差分析没有任何影响。TOFF操作数还可以用于输入注释。

7.2.1.1.30. TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、TUTZ：用户自定义倾斜和偏心的公差(TUDX, TUDY, TUTX, TUTY, TUTZ: Tolerance on User Defined Tilts & Decenters)

TUDX、TUDY、TUTX、TUTY和TUTZ这五个公差操作数用于对更通用的用户自定义的倾斜和偏心进行公差分析。操作数的名称和用户定义X、Y、Z偏心/倾斜公差相对应。这与公差操作数TEDX、TEDY、TETX和TETY非常类似。但不同之处在于，OpticStudio不会在公差分析中自动插入坐标断点面来实现所定义的偏心和倾斜。如要使用TUDX、TUDY、TUTX、TUTY和TUTZ命令，则必须已经将Int1指定的表面定义为坐标断点面。通常（但并非始终如此），在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中会有第二个坐标断点面，并且该坐标断点面的参数为拾取求解类型。拾取求解的参数视情况而定，可以为正或为负。该操作数可以实现绕任意点进行复杂的旋转和偏心，同时保持所需的准确性。TUDX和TUDY中的最小值和最大值以镜头单位表示；TUTX、TUTY和TUTZ以度为单位，和坐标断点面相同。

7.2.1.1.31. TNPS、TNPA、TNMA：非序列模式数据的公差(TNPS, TNPA, TNMA: Tolerances on Non-sequential Data)

TNPS可用来对非序列模式元件(NSC)数据进行公差分析。该操作数需要三个整数参数：非序列模式元件表面编号（如果系统模式为非序列模式，则使用1）、物体编号和代码。物体的X、Y和Z位置的代码分别为1、2和3，物体沿X、Y和Z轴倾斜角度的代码分别是4、5和6。

TNPA可用来对非序列模式的参数数据进行公差分析。表面编号和物体编号的定义方法与TNPS的相同，第三个整数为参数编号。如需了解有关各种物体类型所使用的参数编号的详细说明，请参考帮助文档中的"非序列模式物体(NSC Objects)"一节。

TNMA可用来对非序列模式元件材料的折射率Nd和阿贝数Vd数据进行公差分析。该操作数需要三个整数参数：非序列模式元件表面编号（如果系统模式为非序列模式，则使用1）、物体编号和数据代码。材料的Nd值和Vd值的数据代码分别为1和2。使用TNMA时，计算材料折射率改变量的方法与计算序列模式下玻璃材料偏移求解的方法完全相同，请参考"玻璃：偏移(Glass: Offset)"一节。

7.2.1.1.32. TMCO：多重结构数据的公差(TMCO: Tolerance on Multi-Configuration Data)

TMCO用于对多重结构编辑器(Multi-Configuration Editor)中指定的任何数值进行公差分析。该操作数需要的两个整数参数分别为操作数行编号和结构编号。

7.2.1.2. 公差控制操作数（Tolerance Control Operands）

在公差数据编辑器中还可以输入一些公差控制操作数。这些操作数不用来定义数据的公差，而是用于定义补偿器、保存中间结果用于进一步的评估、定义统计概率属性，以及用于定义光圈公差的测试波长。

7.2.1.2.1. 公差控制操作数总表（Tolerance Control Operands Summary Table）

名称	Int1	Int2	描述
CEDV	表面#	附加数据编号	将附加数据值设为补偿器。CEDV已停用，由CPAR替代。

CMCO	操作数编号	结构编号	将一个多重结构操作数的值设为补偿器。请参考帮助文件中关于CMCO的重要信息。
CNPA	物体编号	参数#	将一个非序列模式参数设为补偿器。Int3为表面编号，在非序列模式下为1。
CNPS	物体编号	代码	将非序列模式物体的位置值设为补偿器。x、y、z位置和x、y、z方向倾斜的代码分别是1-6。Int3为表面编号，在非序列模式下为1。
COMM	-	-	该操作数用于在公差分析输出报告中打印注释，如果未定义任何注释，则打印空白行。
COMP	表面#	Code	设置补偿器。代码0代表厚度，代码1代表曲率（曲率半径的倒数），代码2表示圆锥系数。
CPAR	表面#	参数#	将表面参数设为补偿器。有关控制表面属性的参数列表，请参考帮助文档中的"表面类型（Surface Types）"一节。
MPVT	以...位置为枢轴	-	设置元件倾斜和偏心操作数（TEDX、TEDY、TEDR、TETX、TETY、TETZ）所使用的机械枢轴点。
SAVE	文件编号	-	将当前编辑器中用于评估公差的文件保存。请参考下文中的讨论。
SEED	种子编号	-	设置蒙特卡罗分析中随机数生成器的种子数据。使用值0随机选择种子数据。
STAT	类型	标准偏差的数量	设置蒙特卡罗参数分析中随机选择的统计分布类型。请参阅下面的详述。
TWAV	-	-	该操作数用于设置测试波长。"最小值"一列用于编辑和显示测试波长。

如果使用该列表中的补偿器，则必须先更新**Tolerance...Criteria...Comp**，然后运行公差。更多信息请参阅公差分析（Tolerancing）。下文中会对公差控制操作数进行详细说明。

7.2.1.2.2. 关于补偿器最小值和最大值的通用解释(General Comments About Min & Max Values on Compensators)

补偿器操作数（例如CMCO、COMP和CPAR）的最小值和最大值用来指明补偿器可做出的最大改变量。例如，如果一个补偿器的名义值是50，最小值和最大值分别为-1.0和1.0，那么补偿器调整区间会被限制在49.0到51.0之间。如果将"评价函数"或"用户脚本"作为公差分析的评价标准时，补偿器的界限将被忽略，但补偿器仍会起到补偿作用。

需要注意的是，虽然最小值和最大值定义了补偿器的边界，但如果补偿器超过边界限制可以提高系统的总体性能（就像在优化时使用边界操作数一样；请参考优化概述(Optimization Overview)参考文件部分中的"理解边界操作数(Understanding Boundary Operands)"），补偿器会突破该限制条件。如果发现在公差分析期间补偿器总是突破边界条件的限制，那么需要重新检查该补偿器边界的定义是否合理。使用公差操作数SAVE有助于进行此类分析（请参考"公差控制操作数(Tolerance Control Operands)"部分中的"SAVE"操作数）。

定义补偿器的数量不受限制。

7.2.1.2.3. CMCO：定义多重结构操作数作为补偿器(CMCO: Define Multi-Configuration Operand Compensator)

CMCO用于定义公差分析中使用的多重结构操作数补偿器的操作数编号和结构编号。其中，Int1用来指定操作数的编号，Int2用来指定结构的编号。例如，如果想要指定结构4中的多重结构操作数6为补偿器，则可使用操作数CMCO，其中Int1 = 6、Int2 = 4。使用该操作数需要考虑操作数的排列顺序。定义操作数CMCO时必须先按照操作数的编号排列，然后再在每个操作数中按照结构的编号排列。也就是说，多重结构编辑器中操作数编号为1的所有CMCO操作数都必须在操作数编号为2的CMCO操作数之前，以此类推。在使用相同MCE操作数编号的每组CMCO操作数中，必须根据结构编号的顺序进行排列。

有关使用多重结构操作数的详细信息，请参考"使用多重结构(Using Multiple Configurations)"一节。

此外，请参考"关于补偿器最小值和最大值的通用解释(General Comments About Min & Max Values on Compensators)"一节。

7.2.1.2.4. CNPA：定义非序列模式参数作为补偿器(CNPA: Define Non-sequential Parameter Compensator)

CNPA用于定义公差分析中的参数补偿器的物体和参数编号。其中，Int1用来指明物体的编号，Int2用来定义参数的编号。Int3为表面编号，在非序列模式下表面的编号始终为1。

另请参阅关于补偿器最小值和最大值的通用解释一节。

7.2.1.2.5. CNPS：定义非序列模式位置作为补偿器(CNPS: Define Non-sequential Position Compensator)

CNPS用于定义公差分析中的补偿器的物体编号和位置代码。其中，Int1用来指明物体的编号，Int2用来定义位置代码。Int3为表面编号，在非序列模式下表面的编号始终为1。位置代码1-6分别对应物体的x、y、z位置和x、y、z倾斜。

另请参阅关于补偿器最小值和最大值的通用解释一节。

7.2.1.2.6. COMP：定义补偿器(COMP：Define Compensator)

COMP用于定义公差分析中使用的补偿器的表面编号和参数类型。其中，Int1用来指明表面的编号，Int2用来指明参数的类型。Int2使用"代码"进行定义，如下所示：

Int2 = 0，补偿器为厚度

Int2 = 1，补偿器为曲率（曲率半径的倒数）。需要注意的是，定义补偿器的最小值和最大值时应该以曲率的单位为单位

Int2 = 2，补偿器为圆锥系数

此外，请参考帮助文件中的"关于补偿器最小和最大值的通用解释(General Comments About Min & Max Values on Compensators)"一节。

7.2.1.2.7. CPAR：定义参数作为补偿器（CPAR: Define Parameter Compensator）

CPAR用于定义公差分析中使用的补偿器的表面编号和参数编号。其中，Int1用来指明表面的编号，Int2用来指明参数的编号。例如，如果想要指定表面5的参数2为补偿器，则可使用操作数CPAR，其中Int1 = 5、Int2 = 2。

有关每种表面类型中需要定义的参数列表。请参考"序列模式表面（Sequential Surfaces）"一节。

此外，请参考"关于补偿器最小值和最大值的通用解释（General Comments About Min & Max Values on Compensators）"一节。

7.2.1.2.8. MPVT：定义机械枢轴点（MPVT: Define Mechanical Pivot Point）

该操作数定义了机械枢轴点类型。在将MPVT操作数插入随后的TDE后，所有以下元件倾斜和偏心操作数（TEDX、TEDY、TEDR、TETX、TETY、TETZ）将使用定义的枢轴点类型。可插入多个MPVT操作数，其中每个操作数将用作后面的操作数，直到到达下一个MPVT为止。

如果没有定义任何MPVT操作数，则OpticStudio将默认为前顶点。请注意，此功能目前不打算用于离轴元件。如果元件仅由一个表面组成（Surf1=Surf2），则任何定义的镜面基板厚度都将被考虑用于计算。离轴孔径被MPVT忽略。

定义的枢轴点是由一个专用的枢轴点表面（下面称为PP表面）到达的，该表面被插入到保持倾斜和/或偏心值的坐标断点前面。

可用的选项有：

- Pivot At = 0时，枢轴点为前顶点（默认），没有添加PP表面，因为坐标断点的局部位置已经在前顶点。
- Pivot At = 1时，枢轴点为后顶点（元件的Surf2），PP表面的厚度与元件的厚度相似。如果Surf1=Surf2，且表面为镜面，基板类型为平面或曲面，则使用镜面基板厚度。
- Pivot At = 2时，枢轴点为前机械边缘，PP表面的厚度类似于X = 0、Y = 环形孔径的半直径或最大半径（如果定义）处的surf1的矢高。
- Pivot At = 3时，枢轴点为后机械边缘，PP表面的厚度类似于X = 0、Y = 环形孔径的半直径或最大半径（如果定义）处的surf2矢高添加的元件厚度。如果Surf1=Surf2且表面为镜面，则使用镜面基板厚度作为元件厚度。对于平面基板类型，不考虑矢高。对于镜面，不使用基板厚度。
- Pivot At = 4时，枢轴点位于几何中心，PP表面的厚度类似于元件厚度除以2。如果Surf1=Surf2，且表面为镜面，基板类型为平面或曲面，则使用镜面基板厚度除以2。

7.2.1.2.9. SAVE：保存灵敏度分析镜头文件(SAVE: Save Sensitivity Analysis Lenses)

公差分析功能的运算并不是完全透明的。可以使用操作数SAVE，以进一步查看公差分析的实际流程。操作数SAVE可以插入到您感兴趣的任何公差分析操作数之后，以便查看更多细节。例如，假设在公差数据编辑器中存在公差操作数TEDX。当您查看生成的灵敏度分析结果后，您会发现该结果似乎并没有提供有价值的信息。在公差数据编辑器中编辑公差操作数，以便在操作数TEDX之后添加SAVE命令。对于Int1值，可输入1到9999之间的任意整数（包括1和9999），如果输入0，则不会保存任何文件。在下一次运行公差分析时，OpticStudio将保存用于计算TEDX公差的文件。文件名为TSAV_MIN_xxxx.ZMX和TSAV_MAX_xxxx.ZMX，这两个文件分别用于最小和最大公差分析，其中，xxxx为Int1列指定的整数编号。

镜头文件会保存在与当前镜头相同的文件夹中。OpticStudio会将用于评估之前公差的最小值和最大值的镜头保存为ZMX格式的文件。正常运行公差文件，然后加载其中一个生成的文件。该文件会包含分类数据、坐标断点面、拾取求解类型、参数变量（经过优化的补偿器）和用于决定评价标准的评价函数。该流程可以使用户验证系统设置符合预期，并且使用户可以更加详细地看到OpticStudio是如何调整镜头规格来实现公差的引入的。

7.2.1.2.10. SEED：设置随机数生成器的种子数据(SEED: Seed the Random Number Generator)

默认情况下，每个蒙特卡罗分析都会产生随机生成的新系统。有时候对相同的扰动值执行多次蒙特卡罗分析是非常有用的。操作数SEED可用于此目的。如果SEED是任意非零值，则随机数生成器会以该指定值作为种子数据。该值通过单个蒙特卡罗分析在生成每个系统时自动递增，以使每个生成的系统都是唯一的，并且该过程是随机且可重复生成的。如果SEED值为0，则会根据系统时钟随机选择种子数据，并且在每次运行蒙特卡罗分析时，都会产生不同的结果。

操作数SEED的位置会对公差分析产生影响。在操作数SEED之后列出的所有公差操作数都会受所提供的种子数据的影响。公差数据编辑器中可能会同时存在多个操作数SEED，因此在每次分析时不同操作数可能使用相同的种子数据，其它操作数可能使用随机的种子数据。

7.2.1.2.11. STAT：定义统计分布(STAT: Define Statistics)

STAT用于在蒙特卡罗分析时定义"动态"统计分布。STAT命令使用两个整数参数。其中，Int1用来指明统计分布类型：0表示正态分布，1表示均匀分布，2表示抛物线分布，3表示用户自定义的统计分布。只有正态分布使用Int2参数值，它用来指明"n"，即平均值和公差极值之间标准差的数量。该值的上限为10个标准差。

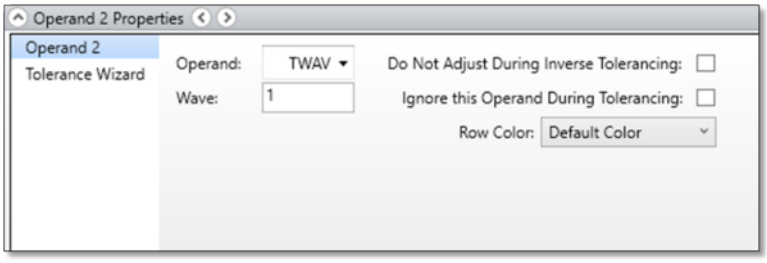
有关统计分布类型的详细信息，请参考"蒙特卡罗分析(Monte Carlo analysis)"一节。

7.2.1.2.12. TWAV：测试波长(TWAV: Test Wavelength)

该操作数用于设置测试波长。当使用默认公差设置时，OpticStudio会添加一个TWAV操作数，将测试波长设为0.6328 μm(HeNe)。如果没有定义任何TWAV操作数，则OpticStudio会默认将系统主波长设为测试波长。操作数列表中可能存在多个TWAV操作数；每个TWAV操作数都定义了其后操作数的测试波长。只有以光圈为单位测量得到的最小值和最大值进行的操作数才会受该设置的影响。公差数据编辑器中的"最小值(Min)"列用于编辑和显示测试波长。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

7.2.1.3. 操作数属性（公差数据编辑器）(Operand Properties (tolerance data editor))



操作数类型**(Operand Type)**：该选项可以对操作数类型及其他数据进行更改。有关公差操作数的完整说明，请查阅参考"公差操作数"一节。

在反向公差时不调整**(Do Not Adjust During Inverse Tolerancing)**：个别操作数可以禁用"反向公差"；这样即使估计性能超过指定限制要求，也能防止反向公差算法缩小公差范围。

在公差分析时忽略此操作数**(Ignore this Operand During Tolerancing)**：如果勾选此标记，则在进行公差分析时该操作数将被忽略。

行颜色**(Row Color)**：选择电子表格中每行的颜色为默认颜色或不选择颜色。可以在操作数类型对话框的行颜色设置中单独设置每行的颜色。

7.2.1.4. 公差数据编辑器工具栏（Tolerance Data Editor Toolbar）

公差保存（**Tolerance Save**）

将当前公差设置数据保存为*.TOL数据文件。只有需要将公差数据载入到其它镜头的时候，或者需要将数据存储形成存档文件时，才需要执行该操作。OpticStudio在保存整个镜头文件时会自动保存公差数据。

公差载入（**Tolerance Load**）

加载之前存储在*.TOL公差设置文件或*.ZMX文件中的公差数据。两种文件类型都可以选择；但只有文件的公差数据部分会载入电子表格，并且当前的公差数据将被替换。

验证（**Validate**）

检查所有公差操作数是否在适当的表面范围之内以及是否存在其它的常见错误。

公差分析向导（**Tolerance Wizard**）

调用默认公差对话框。请参考"定义默认公差（Defining default tolerances）"。

公差列表（**Tolerance Listing**）

生成可以保存或打印的公差操作数列表。

放宽**2**倍（**Loosen 2x**）

将所有公差操作数的公差限放宽2倍。如果所有的公差限都很紧，该方法可以快速放宽所有公差操作数的公差限。

缩紧**2**倍（**Tighten 2x**）

将所有公差操作数的公差限缩紧2倍。如果所有的公差限都很宽松，该方法可以快速缩紧所有公差操作数的公差限。

以表面排序（**Sort by Surface**）

将所有操作数先按表面编号的升序进行排列，然后按类型排列。操作数COMP和CPAR将始终放置在列表的顶部。操作数SAVE将自动移动到排序之前的前一个操作数之后，则排序之后它就会自动移动到同一个操作数的正下方，因为SAVE操作数与表格中之前的操作数相关联。操作数STAT（如果存在）需要放置在列表的顶部，而且该操作数必须手动移动或重新插入。因为STAT会影响列表中所有后续的操作数，因此对表格进行排序会使STAT操作数无效。如果在公差列表中使用了操作数STAT（为了动态更改统计分布），则在对表格进行排序时需要重新放置操作数STAT的位置。需要注意的是，如果在执行排序前，位于同一个操作数STAT之后的操作数经过排序后在列表中被分散，那么这种情况可能需要使用多个STAT操作数。

以类型排序（**Sort by Type**）

将所有操作数先按类型升序排列，然后再按表面编号排列。

转到操作数（**Go To Operand**）

使用该工具可以快速跳转到指定的操作数类型、编号或书签。更多信息请参阅"转到表面"。

切换快速视图（**Toggle Express View**）

该工具用来控制快速视图的开启和关闭。更多信息请参考"快速视图（Express View）"。

创建预览（**Create Preview**）

生成公差分析系统的预览，该预览将显示在OpticStudio的新实例中。为了提高可读性，可能会隐藏LDE中的某些行。该功能的目的在于可以进一步研究蒙特卡罗功能生成的镜头

重置列序（**Reset Column Order**）

将列序重置为默认设置。

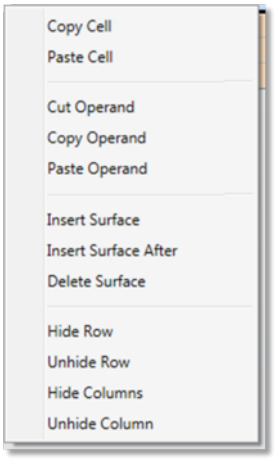
重置列宽（**Reset Column Widths**）

将列宽重置为标准大小。

帮助（**Help**）

参考本功能的更多帮助信息

右键单击菜单选项



复制单元格（**Copy Cell**）：将单个单元格的数据复制到Windows剪贴板。

粘贴单元格（**Paste Cell**）：将单个单元格的数据从Windows剪贴板粘贴到当前单元格。所要粘贴的数据必须使用"复制单元格"复制到Windows剪贴板中，如上所述。

剪切操作数（**Cut Operands**）：将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到Windows剪贴板，然后删除操作数。首先，必须使用下列任一种方法选择操作数或操作数的范围：

使用鼠标：单击要选择的第一个操作数。按住鼠标左键，并拖动鼠标光标以覆盖所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。如果只需选择单个操作数，则在要选择的操作数上，按住鼠标左键并拖动光标向上或向下拖动鼠标直到选择了两个操作数，然后将鼠标移回到所需的操作数上即可。

使用键盘：将光标移动到所需操作数所在行的任意单元格。然后，按住Shift键，同时向上或向下移动光标，直到选定所需的操作数范围。所选的操作数将以反转颜色突出显示。要只选择一个操作数，从所需的操作数向上或向下移动鼠标直到选择了两个操作数，然后将光标移回到所需的操作数。

复制操作数（**Copy Operands**）：将单个操作数或操作数范围的所有数据复制到Windows剪贴板。要选择单个操作数或一系列操作数，请参阅上文"剪切操作数"下方的讨论。

粘贴操作数（**Paste Operands**）：将单个操作数或一定范围内的多个操作数中的所有数据从Windows剪贴板复制到公差数据编辑器中的当前光标所在的位置。首先，必须使用前文所述的"剪切操作数"或"复制操作数"将数据复制到Windows剪贴板。

插入操作数（**Insert Operand**）：在电子表格中的当前行之前插入新的行。点击Insert键具有相同的功能。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

插入后续操作数（**Insert After**）：在电子表格中的当前行之后插入新的行。点击Ctrl-Insert组合键具有相同的功能。

删除操作数（**Delete Operand**）：删除当前光标位置的行。点击Delete键具有相同的功能。

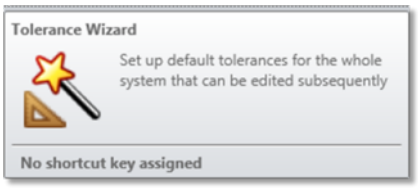
隐藏行（**Hide Row**）：最小化显示光标所在行的宽度。

显示行（**Unhide Row**）：将隐藏行的宽度还原为默认宽度。

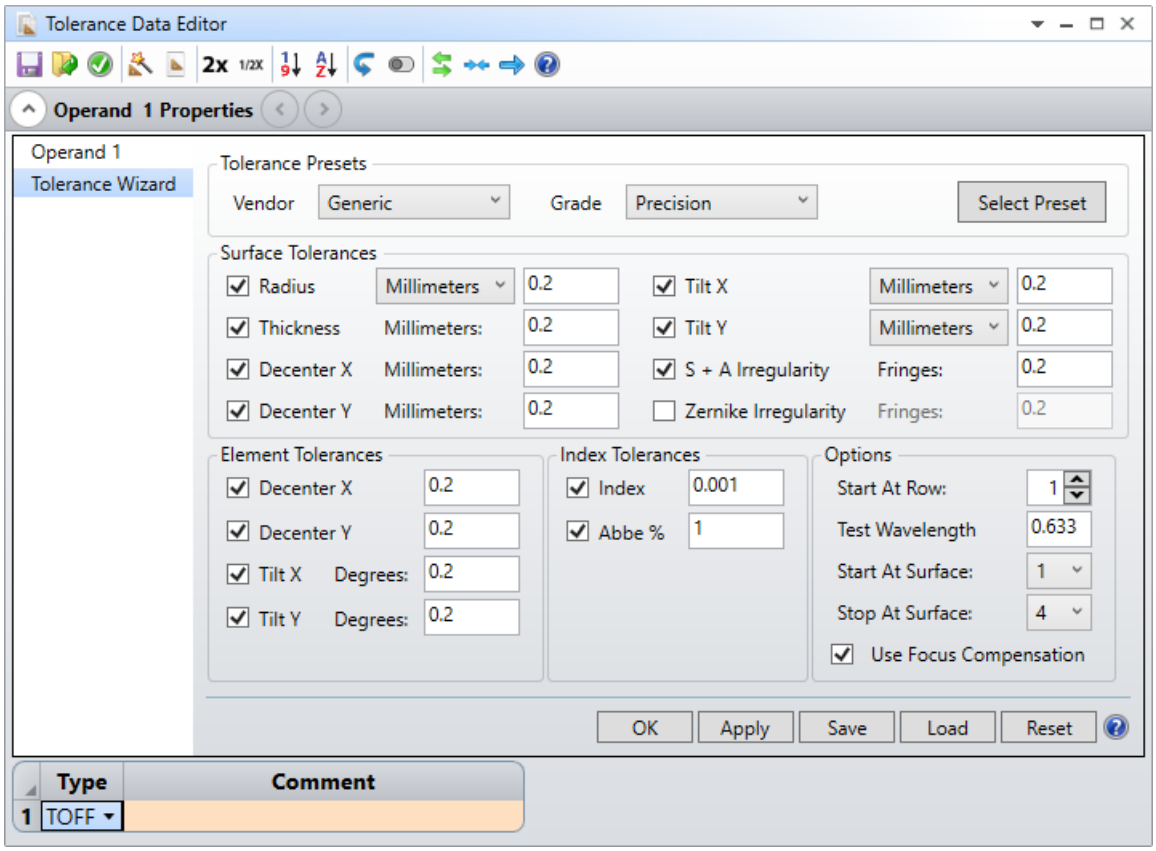
隐藏列（**Hide Column**）：最小化显示光标所在列的宽度。

显示列（**Unhide Column**）：将隐藏列的宽度还原为默认宽度。

7.2.2. 公差分析向导(Tolerance Wizard)



可以在公差分析向导(Tolerance Wizard)中定义默认公差。



默认的公差对话框包含多个部分，并以公差类型进行分组。

公差预设

生产厂商**(Vendor)** 列出可供选择的供应商。

等级**(Grade)** 列出可用的制造等级，即商用(Commercial)、精度(Precision)和高精度(High Precision)。通用生产厂商还包括一个手机镜头(Cell Phone Lens)选项。手机镜头选项基于行业专家提供的默认值。

选择预设**(Select Preset)** 使用来自所选公差预设生产厂商和等级的设置来填充表面和折射率公差。

（注意：大多数公差预设不包含元件公差。如果在公差分析期间需要考虑装配公差，请手动输入这些值。）

表面公差

半径**(Radius)**：如果勾选该选项，则默认公差中将会包含曲率半径公差。默认公差可通过以镜头单位表示的固定距离、名义半径的百分比或者由测试波长（由操作数TWAV定义）下的离焦量光圈值来指定。该公差只在具有光焦度的表面上设置，并且不包括在表面两侧具有相同折射率的虚拟表面。如果表面是平面，则无论默认公差选择哪种定义方法，曲率半径的公差都会以光圈为单位进行定义。

厚度**(Thickness)**：如果勾选该选项，则会分别给每个表面顶点指定厚度公差。厚度公差假设所有厚度产生的变化只影响该表面以及任何与该元件接触的表面，因此在厚度之后的第一个空气间隙会被用作为调整量。更多信息请参考"TTHI：厚度公差(TTHI: Tolerance on thickness)"。

X/Y偏心**(Decenter X/Y)**：如果勾选该选项，则会为每个单独的镜头表面添加偏心公差。公差由以镜头单位表示的固定偏心量定义。在OpticStudio中，TSDX和TSDY用于定义标准面的偏心，TEDX和TEDY用于定义非标准表面的偏心。

X/Y倾斜**(TIR)(Tilt (TIR) X/Y)**：如果勾选该选项，则会以度为单位或以镜头单位，为每个镜头表面添加倾斜或"总偏转(TIR)"公差。在OpticStudio中，TSTX和TSTY用于定义标准面的倾斜（以度为单位），TIRX和TIRY用于定义标准面的总偏转（倾斜或楔角）（以镜头单位表示），TETX和TETY用于定义非标准表面的倾斜（以度为单位）。如果选择使用镜头单位且需要使用操作数TSTX/TSTY或TETX/TETY，则OpticStudio会自动将定义的尺寸转换为倾斜角度。以镜头单位表示的总偏转使用以下公式转换为倾斜角度

$$\theta_x = \text{atan}\left(\frac{\Delta_y}{2S}\right)$$

其中S是表面的净口径或半直径，Δy为总偏转，θ_y的表达式与之类似。

该表达式假设旋转角度相对较小。

需要注意的是，x方向上的总偏转距离与沿y轴的倾斜对应，y方向上的总偏转距离与沿x轴的倾斜对应。

S+A不规则度**(S+A Irreg)**：如果勾选该选项，则会为每个标准面上添加球差和像散叠加的不规则度公差。如需了解有关详细信息，请参阅"TIRR：表面不规则度的公差(TIRR: Tolerance on surface irregularity)"。

Zernike不规则度**(Zernike Irregularity)**：如果勾选该选项，则会为每个标准面上添加Zernike不规则度公差。如需了解有关详细信息，请参阅"TEZI：使用Standard Zernike模型定义的表面不规则度公差(TEZI: Tolerance on surface irregularity using the Standard Zernike model)。默认情况下，OpticStudio使用Zernike多项式的第2到45项。

元件公差

X/Y偏心**(Decenter X/Y)**：如果勾选该选项，则会为每个镜头组添加偏心公差。公差由以镜头单位表示的固定偏心量定义。

X/Y倾斜**(Tilt X/Y)**：如果勾选该选项，则会为每个镜头组和表面添加以度为单位的倾斜公差。需要重点注意的是，默认情况下镜头组围绕第一片镜头的前表面顶点旋转。如需了解有关围绕其它点旋转的信息，请参考"TETX、TETY、TETZ：元件倾斜的公差(TETX, TETY, TETZ: Tolerance on element tilts)"部分。

折射率公差

折射率**(Index)**：操作数TIND用于模拟折射率的改变量。单位为相对折射率的改变量。

阿贝数**(Abbe)**：操作数TABB用于模拟阿贝数的改变量。单位为玻璃库中阿贝数数值的百分比。

其它控制选项

起始行**(Start At Row)**：该设置指明公差数据编辑器中默认公差的起始位置。如果起始行的编号大于1，则默认公差会从指定的行编号开始添加。如果行编号为-1，则默认公差将添加到当前列表的末尾。

测试波长**(Test Wavelength)**：用于定义光焦度或不规则度中光圈的测试波长（以微米为单位）。

使用后焦补偿**(Use Focus Comp)**：如果勾选该选项，则会定义后焦距（系统中最后一个面与像面之间的厚度）作为默认补偿器。使用至少一个补偿器可以在很大程度上放宽对特定公差的要求，但是补偿器的设置需要考虑具体的设计要求。系统中也可以定义其它类型的补偿器。如需了解更多信息，请参考"定义补偿器(Defining compensators)"一节。

起始面/终止面**(Start/Stop At Surface)**：该选项用来定义默认公差分析的表面范围。在公差分析向导中还包含六个按钮：

确定**(OK)**：使用当前设置生成默认公差，然后关闭向导。

应用**(Apply)**：使用当前设置生成默认公差。

保存**(Save)**：保存当前设置以供之后使用。

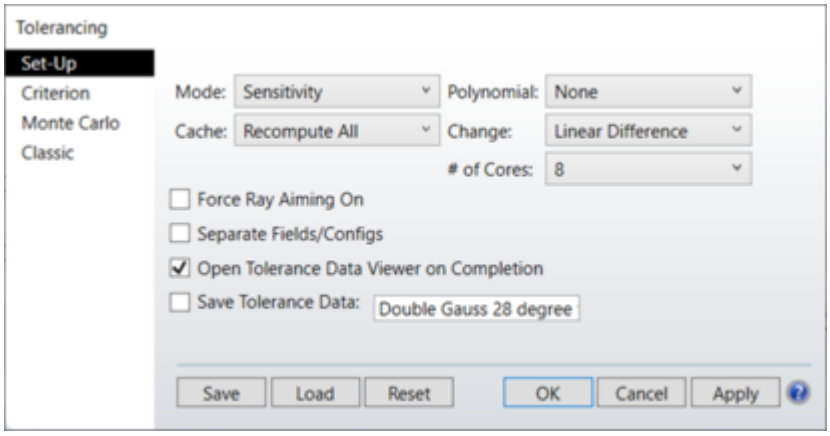
载入**(Load)**：恢复之前保存的设置。

重置**(Reset)**：将设置恢复为默认选项。

帮助**(Help)**：调用帮助系统。

默认情况下，OpticStudio执行的蒙特卡罗分析根据高斯"正态"分布产生随机值。当默认公差定义完成后，它们会自动保存在镜头文件中。如果在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中新插入了额外的表面，则默认公差会自动进行重新编号。

7.2.3. 公差分析（Tolerancing）



当所有公差操作数和补偿器定义完成之后，就可以执行公差分析。要执行公差分析，在主程序菜单栏的工具菜单中选择"公差分析（Tolerancing）"。

显示的对话框中包含多个选项卡，请参考下文中对每个选项卡的描述。

设置选项卡（Set-Up tab）

模式**（Mode）**：支持四种模式：灵敏度（Sensitivity）、反极值（Inverse Limit）、反增量（Inverse Increment）和跳过灵敏度（Skip Sensitivity）。

灵敏度模式计算每项公差的极值对评价标准的影响。反极值模式计算评价标准与极值参数给定的值相同时，所需要的每项公差的公差值。极值参数仅支持

反极值模式。反极值模式将更改公差操作数的最小值和最大值。请参考"反灵敏度分析（Inverse sensitivity analysis）"。

反增量模式计算评价标准的改变量与增量参数给定的值相同时，所需的每项公差的公差值。增量参数仅支持反增量模式。反增量模式将更改公差操作数的最小值和最大值。有关如何定义改变量的说明，请参考下文的"改变量（Change）"。请参考"反灵敏度分析（Inverse sensitivity analysis）"。

跳过灵敏度模式将跳过灵敏度分析，直接进行蒙特卡罗分析。

多项式**（Polynomial）**：多项式功能包含三个选项：无、3-项和5-项。如果选择了"3-项"或"5-项"，则公差灵敏度会分别通过4个点或6个点确定，并以公差扰动函数的形式计算并显示公差扰动范围和评价标准的多项式拟合。其中，5-项的多项式为：

$$P = A + B\Delta + C\Delta^2 + D\Delta^3 + E\Delta^4$$

其中 Δ 是公差扰动值，P是所得到的评价标准。3-项多项式会忽略D项和E项。由于多项式拟合需要评估多个点的评价标准和补偿器，因此选择此选项会增加计算时间。但是，系统会将多项式的拟合值存储在缓存中，只要完成了多项式拟合值的计算，在之后对公差参数进行修改后，重新运行公差分析时会大幅加快运行速度。

详细信息请参考下文中的"缓存"。

缓存**（Cache）**：缓存功能可以用来大幅加快灵敏度和反灵敏度公差分析的运行速度，但是该功能必须谨慎使用。在第一次运行公差分析时，所有公差、扰动标准和多项式拟合数据（如果存在）都将保存在内存中。该缓存数据可以用来再次快速地生成公差分析。如果选择"重新计算所有（Recompute All）"，则缓存数据将被忽略，并且再次运行公差分析时所有数据将被重新计算，然后新的数据将存储在缓存中。如果选择"重新计算改变量（Recompute Changed）"，那么只有修改过的公差会被重新计算。未修改公差的分析结果会从缓存中直接提取，而不是重新计算，因此显著提高了分析的速度。如果选择"使用多项式（Use Polynomial）"，那么每项公差中最后一个多项式拟合的计算结果将用于快速对扰动值进行评估。如果任意公差设置（例如评价标

准或采样率）被修改，那么OpticStudio会自动将缓存数据作废。但是，如果对镜头文件本身进行任何明显的更改，例如修改表面的数据，则缓存公差可能会出现错误，但是OpticStudio无法检测到这样的错误。因此，缓存功能只能在单独一个session文件中使用，并且镜头文件不做任何修改。该功能的目的是显著加快一系列公差分析的运行速度，其中仅对单独的公差值进行修改，而不会对任何其他参数进行修改。如果对缓存数据的有效性有所怀疑，可以将"缓存"设置为"重新计算所有"，并重新运行公差分析。当使用缓存数据时，补偿器数据不会显示（尽管显示的数据考虑了补偿的影响），并且不支持按视场和结构分类。

改变量**（Change）**：改变量用来定义评价标准及预测性能的改变量的计算方式。如果选择"线性差值（Linear Difference）"，则公差引入的改变量的计算方法为

$$\Delta = P - N$$

其中P为扰动标准，N为名义标准。如果改变量设置为"RSS差值（RSS Difference）"，则改变量的计算方法为：

$$\Delta = S(P - N)\sqrt{|P^2 - N^2|}$$

其中，当x≥0或≤-1时，函数S（x）返回+1。

强制开启光线瞄准**（Force Ray Aiming On）**：如果进行公差分析的镜头已经使用了光线瞄准功能，则在评估公差时同样会使用光线瞄准功能。如果镜头中尚未开启光线瞄准功能，那么光线瞄准功能只会在勾选该选项时使用。通常情况下，使用光线瞄准功能会获得更准确的结果，但是这会降低计算速度。对于初步或粗略的公差分析，可以保持默认的"不开启（off）"光线瞄准功能，但是对于最终或精确的公差分析，则需要"开启（on）"光线瞄准功能。

内核数目**（#CPU's）**：选择执行公差分析任务的CPU数量。即使在单个CPU计算机上，也可以选择多个内核，在这种情况下，单个CPU将共享同时执行多个任务。默认值是操作系统检测到的处理器数量。

单独的视场/结构**（Separate Fields/Configs）**：如果勾选此选项，则所有结构中的所有视场的性能标准将单独计算并显示。如果取消勾选，则所有结构中的所有视场的性能标准将平均计算。在进行反向公差分析时，如果取消勾选"单独的视场/结构"，则反向分析根据总体公差性能标准进行，通常情况下总体公差标准是所有结构中所有视场的平均性能。使用平均性能进行评估的问题在于，有些视场或结构的性能可能会因为公差缺陷而明显下降，但是当其它视场或结构的性能保持不变时，从平均性能结果中无法分析出这些视场或结构性能下降的程度。如果勾选此选项，则OpticStudio会单独计算每个结构中每个视场的性能标准，并且验证每个视场是否符合极值或增量参数。对于反增量模式，OpticStudio将计算每个视场的名义性能标准，并减小公差范围，直到每个视场性能标准的改变量低于增量参数。请参考"反灵敏度分析（Inverse sensitivity analysis）"。

完成时打开公差数据查看器**（Open Tolerance Data Viewer on Completion）**：该选项可确定公差数据查看器是否在完成公差运行时打开。如果没有勾选该框，则通过手动打开公差数据查看器也可以使用该数据。

保存公差数据**（Save Tolerance Data）**：如果勾选该框，则将在完成时保存包含当前运行的完整公差数据的.ZTD文件。

评价选项卡（Criterion tab）

评价**（Criterion）**：该选项用来指明用于公差分析的评价标准。可用选项如下：

RMS光斑半径（光斑半径、x向半径或y向半径）（RMS spot size （radius, x, or y））：对于没有达到衍射极限的系统，例如系统波前差大于一个波长的情况，RMS半径是最佳的选择。该选项的计算速度最快。在公差分析计算中，OpticStudio始终使用质心作为参考。

RMS波前（RMS wavefront）：对于成像质量贴近衍射极限的系统，例如系统波前差小于一个波长，RMS波前是最佳的选择。该选项的计算速度与RMS光斑半径基本相当。在公差分析计算中，OpticStudio始终使用质心作为参考。

评价函数：使用镜头定义的任意评价函数。该选项适用于用户自定义的公差分析评价标准。含有非对称视场的系统，或者表面孔径显著遮挡光线的系统，都需要使用用户自定义的评价函数。使用用户自定义的评价函数时，系统不会在评价函数中自动对补偿器添加边界约束条件。如果评价函数是使用OpticStudio作为默认评价函数之一生成的，那么在生成默认评价函数时需要确保取消勾选"假设轴对称（Assume Axial Symmetry）"选项，请参考"假设轴对称"中的详述。使用该评价标准时不支持分析单独的视场/结构。

几何或衍射MTF（平均、子午或弧矢）：对于要求MTF指标的系统来说，几何或衍射MTF是最佳的选择。如果选择"平均"，则会使用子午和弧矢响应的平均值。如果公差过于宽松，则基于衍射MTF的公差分析会出现问题，因为在光程差过大的情况下，衍射MTF可能无法计算或计算结果没有意义。如果评价的空间频率较高且系统性能较低时，MTF会在未达到所要分析的空间频率时变为零，则尤其如此。MTF是默认评价标准中计算速度最慢的一个。公差分析中计算MTF的空间频率由参数"MTF频率（MTF Frequency）"指明。

瞄准误差：瞄准误差的定义为追迹轴上视场时主光线的径向坐标除以系统的有效焦距。该定义提供了一种测量像面角度偏差的方法。OpticStudio只使用一个操作数BSER模拟瞄准误差（有关操作数BSER的详细信息请参考"优化（Optimization）"一章）。任何元件或表面的偏心或倾斜都会使主光线产生偏离，并增加操作数BSER的返回值。瞄准误差（以弧度为单位）总是基于主波长计算的，而且瞄准误差仅适用于径向对称系统。需要注意的是，瞄准误差不会影响系统的成像质量，它只对光轴光线的偏差进行测量。

RMS角半径、x向像差或y向像差。对于无焦系统来说，该公差评价标准是最佳选择（请参考"无焦像方空间（Afocal Image Space）"）。角像差基于输出光线的方向余弦进行计算的。

自定义脚本**（User Script）**：自定义脚本是类似于宏的命令文件，它用来定义在公差分析时校准和评估镜头所使用的过程。有关该选项的详细信息，请参考"使用公差脚本（Using Tolerance Scripts）"一节。使用该评价标准时不支持分析单独的视场/结构。

极值**（Limit）**：当使用反极值模式时，该选项将会激活并用于定义反向公差计算时评价标准的极值。例如，假设改变量为线性差值，评价为RMS光斑半径，系统的名义RMS为0.035。如果将极值设置为0.050，则OpticStudio将计算每项公差的最小值和最大值，使系统性能降低至RMS为0.050。极值所代表的系统性能必须比名义系统的性能差。将MTF作为评价时，极值是MTF的下边界，因为MTF的数字越小表示系统性能越差。请参考"反灵敏度分析"。点击极值编辑窗口旁的"核对（Check）"按钮，可以计算当前所选评价标准的名义值。

增量**（Increment）**：当使用反增量模式时，该选项将会激活并用于定义反向公差计算时评价标准的极值改变量。例如，假设改变量为线性差值，评价为RMS光斑半径，系统的名义RMS为0.035。如果增量设置为0.01，

则OpticStudio将计算每项公差的最小值和最大值，使系统性能降低至RMS为0.045。增量必须为正值，以表示性能降低。将MTF作为评价时，增量仍为正值，OpticStudio会自动将该数字解释为名义MTF的减少量。请参考"反灵敏度分析"。点击增量编辑窗口旁的"核对"按钮，可以计算当前所选评价标准的名义值。

采样**（Sampling）**：采样用于设置计算公差评价标准时追迹的光线数。采样值越高，所追迹的光线数越多，得到的结果也更准确。但是，执行时间也会增加。如果所选择的评价标准是RMS光斑或RMS波前，则采样值表示高斯求积法中沿着其中一个光瞳的径向臂追迹的光线数（有关高斯求积法请参考"选择光瞳积分方法（Selecting the pupil integration method）"）。径向臂的数量始终是沿着每条臂的追迹光线的数量的两倍。如果所选评价标准为MTF，那么采样值表示光瞳网格的尺寸，采样值为1时会生成32x32的网格，采样值为2时则会生成64x64的网格，以此类推。通常情况下，将采样值设为3或4，即可满足对绝大部分的光学系统。像差较大的系统相比像差较小的系统，需要使用更高的采样值。最可靠的确定采样设置的方法是，先以3作为采样值运行公差分析，再以4作为采样值运行公差分析。如果所得结果变化适中，则使用较高的采样值。如果所得的结果变化明显，那么需要检查更高的采样值的情况。如果结果几乎没有什么变化，使用较低的采样值即可。当设置的采样值高于所需要时，计算时间会增加，但是结果的精度不会提高。

MTF频率**（MTF Frequency）**：当使用MTF作为评价时，该选项会激活并用于定义MTF的频率。MTF频率以MTF的单位进行测量，请参考"MTF单位（MTF Units）"。

补偿器**（Comp）**：该选项用于定义如何对补偿器进行评估。选择"全部优化（Optimize All）"时，会使用OpticStudio的优化功能确定所有定义的补偿器的最佳值。虽然优化更加准确，但是其执行时间也更长。有两种不同的优化算法可供使用，即DLS和OD。如果选择"全部优化（DLS）"，则OpticStudio会执行1圈正交下降

算法，然后执行阻尼最小二乘算法。如果选择"全部优化（OD）"，那么OpticStudio将只使用正交下降算法。更多详细信息，请参阅"执行优化（Performing an optimization）"。如果选择"近轴焦点（Paraxial Focus）"，则只会将近轴后焦点误差的变化作为补偿器，并忽略所有其它的补偿器。使用近轴焦点对粗略公差分析很有帮助，而且速度显著优于"全部优化"。如果选择"无"，那么不会执行任何补偿，所有定义的补偿器都会被忽略。

结构**（Config）**：对于包含多重结构的镜头，该选项用来指明应该对哪个结构进行公差分析。公差分析将只考虑所选择的结构，而且会将结构编号打印在最终的报告中。如果选择"所有"，则所有结构都会同时考虑。

视场**（Fields）**：通常来说，优化和分析中所定义的视场对于公差分析来说是不够的。例如，旋转对称镜头可能使用0°、7°和10°的视场定义。但对于公差分析来说，如果所定义的视场缺少对称性，则可能导致在分析倾斜或偏心公差时得到错误的结果。在构建用于公差分析的评价函数时，OpticStudio可使用以下三种不同的视场设置：

Y-对称：OpticStudio首先计算最大的视场坐标，然后仅在Y方向上以最大视场坐标的+1.0、 +0.7、0.0、-0.7和-1.0倍定义新的视场点。所有X视场值都设置为零。这是旋转对称镜头的默认设置。

XY-对称：与Y-对称类似，不同之处在于此对称使用9个视场点。其中5个为Y-对称点，另外仅在X轴方向上添加-1.0、-0.7、+0.7和+1.0四个视场点。

用户自定义：使用当前镜头文件中现有的任意视场定义。当系统中使用渐晕系数、对多重结构镜头进行公差分析或使用公差脚本时需要选择该选项。当对非旋转对称镜头或者用户自定义了复杂的视场权重的镜头进行公差分析时，强烈建议选择该选项。

如果选择用户自定义视场，则不会对权重执行任何调整。对于Y-对称的情况，中心视场点的权重设为2.0，所有其他视场点的权重设为1.0。对于XY-对称的情况，中心视场点的权重设为4.0，所有其他视场点的权重统一。

周期**（Cycles）**：此选项用于确定OpticStudio尝试优化补偿器值时的严格程度。如果设为"自动"，则OpticStudio会以"自动"模式调用优化器，这样会运行优化器直到补偿器的优化收敛。对于粗略的公差分析，周期可以使用较小的数，例如可以使用1、2或3。如果补偿器难以进行优化，则需要使用更高的设置以提高精度。如果选择的优化迭代周期过少，那么公差分析结果会很不理想，所预测的系统性能会比实际情况更差。使用"自动"设置是最稳妥的。更高的设置可以提高精度，但是会增加运行的时间。该设置只有在补偿器设为"全部优化"时才可以使用。

脚本**（Script）**：使用自定义脚本评价标准时的脚本名称。自定义脚本必须是扩展名为TSC的文本文件，并且保存在<data>\Tolerance文件夹中（请参考"文件夹（Folders）"）。

状态**（Status）**：当点击"核对"时，公差算法使用该选项提供计算名义评价标准的状态消息。

蒙特卡罗选项卡（Monte Carlo tab）

蒙特卡罗运行数**（# Monte Carlo Runs）**：该选项用来指定执行蒙特卡罗仿真的数量。该选项的默认设置为20，它会生成20个满足指定公差范围的随机镜头。更多信息请参考"蒙特卡罗仿真（Monte Carlo simulations）"一节。蒙特卡罗运行数可以设为零，这样总结报告会忽略蒙特卡罗分析。

蒙特卡罗保存数**（# Monte Carlo Save）**：该参数用于指定蒙特卡罗分析生成的镜头文件的保存数量。该参数指定要保存的镜头文件的最大数量。例如，假设选择了20，则在生成第一个蒙特卡罗镜头文件之后，镜头文件会保存在"MC_T0001.ZMX"文件中（取决于初始镜头文件的文件格式）。随后会生成第二个蒙特卡罗镜头文件，并保存为"MC_T0002.ZMX"，以此类推。只有最前面的20个蒙特卡罗镜头文件会被保存（最后一个文件为"MC_T0020.ZMX"）。如果指定的蒙特卡罗运行数低于20，则保存的镜头文件将少于20个。确保您没有使用任何以"MC_Txxxx.ZMX"命名的镜头文件，因为OpticStudio在保存镜头时，会在没有警告的情况下覆盖这些文件。该功能的目的在于可以进一步研究蒙特卡罗功能生成的镜头。需要注意的是，这里给出的文件名假设事先没有定义包含蒙特卡罗文件前缀的文件；更多信息请参考"文件前缀（File Prefix）"。

统计分布**（Statistics）**：可以选择高斯"正态（normal）"分布、"均匀（uniform）"或"抛物线（parabolic）"分布。该选项仅用于蒙特卡罗分析；请参考统计模式以及"STAT"命令中关于统计模型控制的详述。

文件前缀（**File Prefix**）：如果此处提供了前缀字符串，则该前缀字符串将添加到所生成的蒙特卡罗文件的文件名之前。例如，如果前缀字符串为"Fast_Doublet_"，则第一个蒙特卡罗文件会以"Fast_Doublet_MC_T0001.ZMX"为文件名保存（取决于初始镜头文件的文件格式），其余保存的文件名与之类似。

保存最好和最差蒙特卡罗文件（**Save Best and Worst Monte Carlo Files**）：如果勾选该选项，则会保存所生成的系统性能最好和最差的蒙特卡罗镜头文件。其文件名分别为"prefixMC_BEST"和"prefixMC_WORST"，其中"prefix"是文件的前缀字符串。

叠加显示蒙特卡罗结果（**Overlay MC Graphics**）：如果勾选该选项，则每生成一个蒙特卡罗镜头文件时，每个分析图形窗口（例如光扇图或MTF分析图）会更新并将新生成的蒙特卡罗镜头文件的分析结果与之前的结果叠加。所得图形适用于显示模拟镜头的总性能范围。最有用的地方在于分析图形不会自动更改缩放比例，并且不依赖于表面的编号，例如MTF、MTFvs高度、圈入能量以及其他允许用户自定义缩放标尺的分析图形，例如光扇图等。需要动态改变缩放比例或需要固定表面范围的图形（例如视图）不能可靠地运行，因此不支持进行叠加。静态窗口、文本窗口和编辑器窗口不会进行更新。当公差分析完成之后，叠加显示的图形窗口会被标记为静态窗口。计算每个蒙特卡罗镜头文件的所有分析图形会显著降低公差分析的速度。

经典选项卡（Classic tab）

显示处理数据（**Show Descriptions**）：如果勾选该选项，则分析报告中会详细说明每个公差运算符的意义。如果取消勾选该选项，则分析报告只会列出公差运算符的缩写。

显示补偿器（**Show Compensators**）：默认情况下，在进行灵敏度分析时，补偿器的值不会打印在分析报告中。如果勾选该选项，则每项公差对评价标准的改变量和对应的每个补偿器的值会一起打印在分析报告中。

只打印显示最差（**Hide All But Worst**）：如果勾选该选项，所有灵敏度数据将不会打印。该选项适用于缩短输出报告的长度。"隐藏"选项通常与"显示最差"选项一起使用。

显示最差（**Show worst**）：该选项可以用来设置只保存并显示特定数量的公差操作数；使分析报告只打印影响最严重的公差项。

导出至文件（**Output To File**）：如果此处提供了有效的文件名，则公差分析输出窗口的文本将保存到指定的文件中。保存路径始终与当前镜头文件相同。在此框中只需提供不包含路径的文件名即可，例如OUTPUT.TXT。将此框留空则不会保存输出报告的文本。

其它按钮

对话框的底部还有六个按钮：

保存（**Save**）：以用户选择的文件名保存当前所选的公差选项，以供之后使用。文件的扩展名为TOP，其它功能同样可以使用这些选项。

载入（**Load**）：从之前保存的文件恢复公差选项。

重置（**Reset**）：将设置恢复为默认选项。

确定（**OK**）：使用当前选项执行公差分析。

取消（**Cancel**）：在不执行公差分析的情况下退出对话框，并恢复之前的公差设置。

应用（**Apply**）：在Session文件中保存已更改的选项，即使随后选择"取消"。

当完成所有设置的选择后，点击"确定"开始公差分析。有关计算方法的详细信息会在下一个部分中提供。

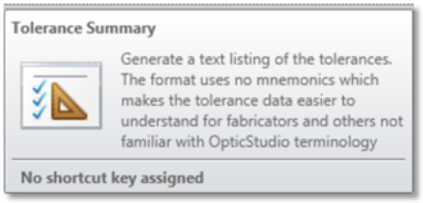
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

7.2.4. 公差脚本(Tolerance Scripts)

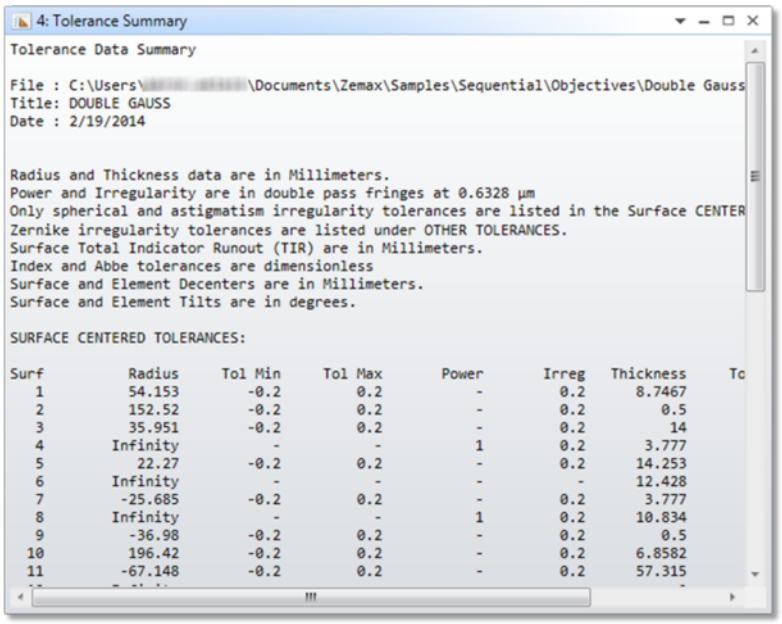
点击"公差脚本(Tolerance Scripts)"按钮会展开一个菜单，其中包含新建公差脚本和编辑现有公差脚本的选项：

用户公差脚本是类似于宏的命令文件，它用来定义在公差分析时校准和评估镜头所使用的过程。有关该选项的详细信息请参考"使用公差脚本(Using Tolerance Scripts)"一节。

7.2.5. 公差报告(Tolerance Summary)

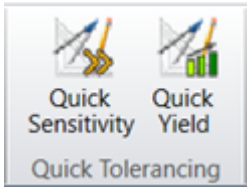


该功能可以生成公差的文本列表，并且可以进行保存或打印。该文本格式的可读性优于公差列表，并且不使用任何公差符号，这可以使制造商或其他不熟悉OpticStudio术语的人更容易理解公差分析结果。



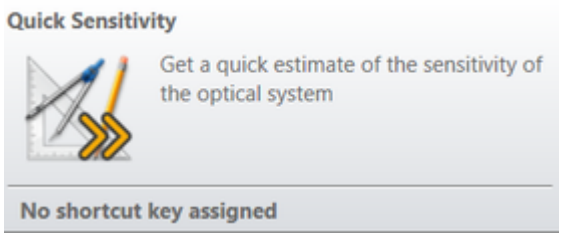
7.3. 快速公差分析组(Quick Tolerancing Group)

快速公差分析组提供快速分析功能，可生成用于整个设计流程的近似公差结果。

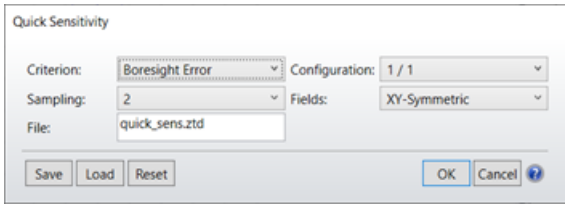


7.3.1. 快速灵敏度（Quick Sensitivity）

快速估计光学系统的灵敏度。



Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



一旦定义了所有容差操作数，就可以执行快速灵敏度（Quick Sensitivity）分析，以快速估计光学系统的灵敏度。该工具类似于公差分析工具，虽然公差分析工具包含一些用于精确计算灵敏度的控件，但快速灵敏度工具经过简化，能够实现最大的速度。

该工具提供仅灵敏度分析和近轴焦点补偿。

设置：

评价（**Criterion**）：该选项用来指明用于公差的评价标准。可用选项如下：

RMS光斑半径（光斑半径、**x**向半径或**y**向半径）（**RMS spot size（radius, x, or y）**）：对于没有达到衍射极限的系统，例如系统波前差大于一个波长的情况，RMS半径是最佳的选择。该选项的计算速度最快。在公差分析计算中，OpticStudio始终使用质心作为参考。

RMS波前（**RMS wavefront**）：对于成像质量贴近衍射极限的系统，例如系统波前差小于一个波长，RMS波前是最佳的选择。该选项的计算速度与RMS光斑半径基本相当。在公差分析计算中，OpticStudio始终使用质心作为参考。

瞄准误差（**Boresight error**）：瞄准误差的定义为追迹轴上视场时主光线的径向坐标除以系统的有效焦距。这个定义衍生出一种测量像的角误差的方法。OpticStudio只使用一个操作数BSER模拟瞄准误差（有关操作数BSER的详细信息请参考"优化"一章）。瞄准误差（以弧度为单位）总是基于主波长计算的，而且瞄准误差仅适用于径向对称系统。需要注意的是，瞄准误差不会影响系统的成像质量，它只对光轴光线的偏差进行测量。

RMS角半径、**x**向像差或**y**向像差。对于无焦系统来说，该公差评价标准是最佳选择（请参考"无焦像方空间（Afocal Image Space）"）。角像差基于输出光线的方向余弦进行计算的。

采样（**Sampling**）：采样用于设置计算评价时追迹的光线数。采样值越高，所追迹的光线数越多，得到的结果也更准确。但是，执行时间也会增加。如果所选择的评价是RMS光斑或RMS波前，则采样值表示高斯求积法中沿着其中一个光瞳的径向臂追迹的光线数（有关高斯求积法请参考"选择光瞳积分方法（Selecting the pupil integration method）"）。径向臂的数量始终是沿着每条臂的追迹光线的数量的两倍。通常情况下，将采样值设为3或4即可满足对绝大部分的光学系统。像差较大的系统相比像差较小的系统需要使用更高的采样值。最可靠的确定采样设置的方法是先以3作为采样值运行分析，再以4作为采样值运行分析。如果所得结果变化适中，则使用较高的采样值。如果所得的结果变化明显，那么需要检查更高的采样值的情况。如果结果几乎没有什么变化，使用较低的采样值即可。当设置的采样值高于所需要时，计算时间会增加，但是结果的精度不会提高。

结构（**Configuration**）：对于多重结构镜头，此设置指示应使用哪种结构。只考虑所选择的结构，而且会将结构编号打印在最终的报告中。如果选择"所有"，则所有结构都会同时考虑。

视场（**Fields**）：OpticStudio使用三种不同的视场设置：

Y-对称（**Y-Symmetric**）：OpticStudio首先计算最大的视场坐标，然后仅在Y方向上以最大视场坐标的+1.0、+0.7、0.0、-0.7和-1.0倍定义新的视场点。所有X视场值都设置为零。这是旋转对称镜头的默认设置。

XY-对称（**XY-Symmetric**）：与Y-对称类似，不同之处在于此对称使用9个视场点。其中5个为Y-对称点，另外仅在X轴方向上添加-1.0、-0.7、+0.7和+1.0四个视场点。

用户自定义（**User Defined**）：使用当前镜头文件中现有的任意视场定义。当系统中使用渐晕系数、对多重结构镜头进行公差分析或使用公差脚本时需要选择该选项。当对非旋转对称镜头或者用户自定义了复杂的视场权重的镜头进行公差分析时，强烈建议选择该选项。

如果选择用户自定义视场，则不会对权重执行任何调整。对于Y-对称的情况，中心视场点的权重设为2.0，所有其他视场点的权重设为1.0。对于XY-对称的情况，中心视场点的权重设为4.0，所有其他视场点的权重统一。

文件（**File**）：在此视场中，您可以指定要保存在项目目录中的ZTD文件的名称。ZTD文件用于存储公差分析运行过程中创建的所有数据，并可以用公差分析功能读取。

其它按钮

对话框的底部还有5个按钮：

保存（**Save**）：将当前选择的选项保存为Configs文件夹中的QS文件。QS文件的标题将由用户选择。

载入（**Load**）：从之前保存的文件恢复快速灵敏度选项。

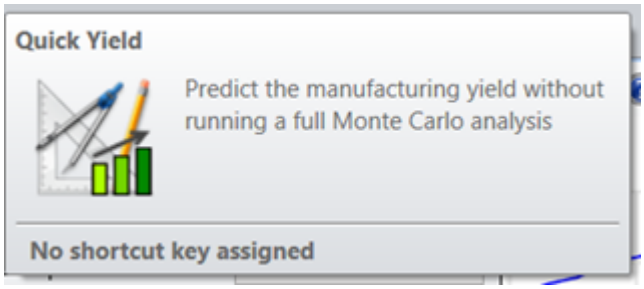
重置（**Reset**）：将设置恢复为默认选项。

确定（**OK**）：使用当前选项执行快速灵敏度分析。

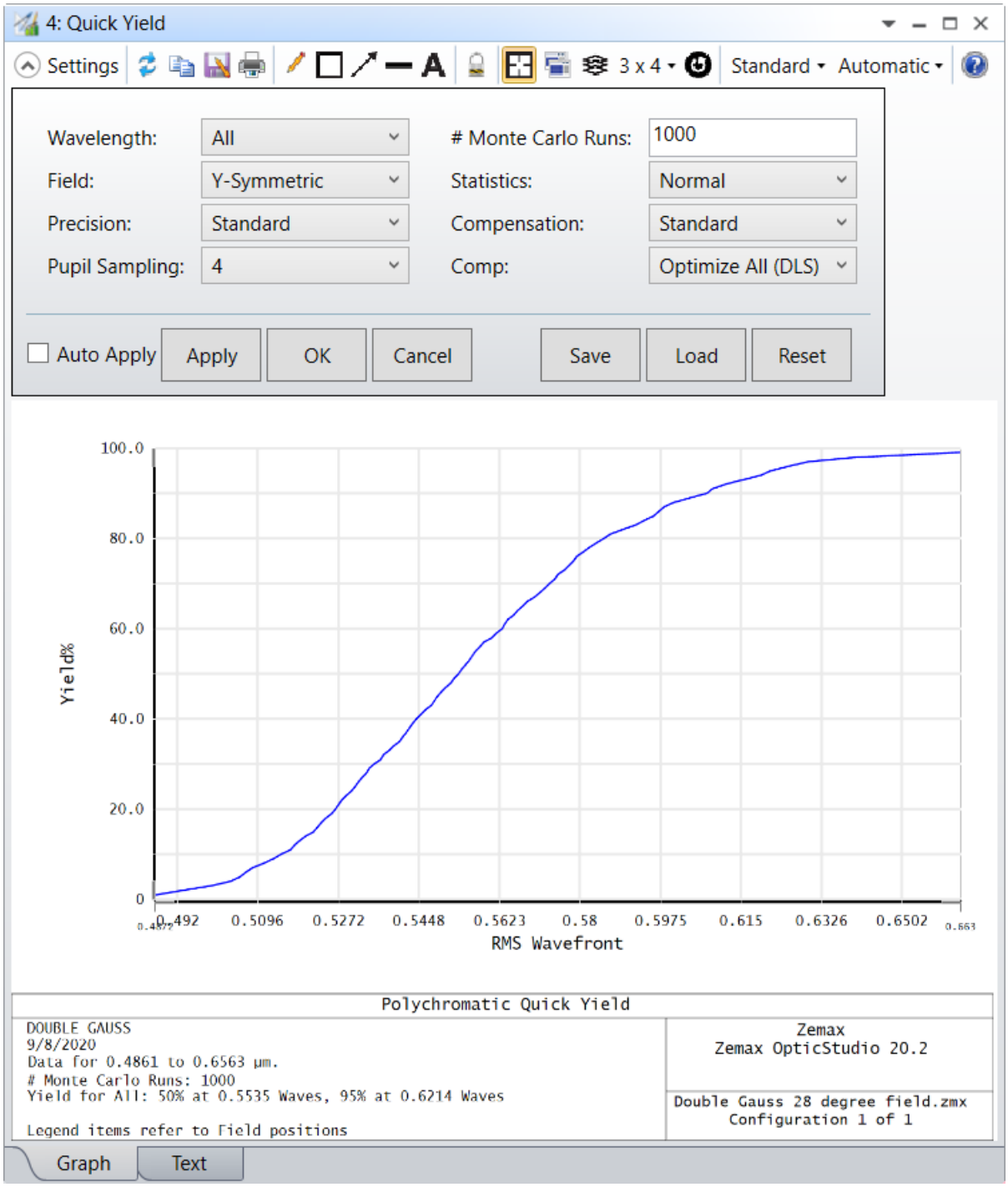
取消（**Cancel**）：在不执行快速灵敏度分析的情况下退出对话框，并恢复之前的设置。

当完成所有设置的选择后，点击"确定"开始快速灵敏度分析。

7.3.2. 快速成品率（Quick Yield）



使用更快速的近似计算来计算系统的蒙特卡罗预测成品率。



波长（**Wavelength**） 计算中使用的波长编号。

视场（**Field**） 通常来说，优化和分析中所定义的视场对于公差分析来说是不够的。例如，旋转对称镜头可能使用0°、7°和10°的视场定义。但对于公差分析来说，如果所定义的视场缺少对称性，则可能导致在分析倾斜或偏心公差时得到错误的结果。在构建用于公差分析的评价函数时，OpticStudio可使用以下三种不同的视场设置：

Y-对称：OpticStudio首先计算最大的视场坐标，然后仅在Y方向上以最大视场坐标的+1.0、+0.7、0.0、-0.7和-1.0倍定义新的视场点。所有X视场值都设置为零。这是旋转对称镜头的默认设置。

XY-对称：与Y-对称类似，不同之处在于此对称使用9个视场点。其中5个为Y-对称点，另外仅在X轴方向上添加-1.0、-0.7、+0.7和+1.0四个视场点。

用户自定义：使用当前镜头文件中现有的任意视场定义。当系统中使用渐晕系数、对多重结构镜头进行公差分析或使用公差脚本时需要选择该选项。当对非旋转对称镜头或者用户自定义了复杂的视场权重的镜头进行公差分析时，强烈建议选择该选项。

如果选择用户自定义视场，则不会对权重执行任何调整。对于Y-对称的情况，中心视场点的权重设为2.0，所有其他视场点的权重设为1.0。对于XY-对称的情况，中心视场点的权重设为4.0，所有其他视场点的权重统一。

精度**（Precision）**近似中使用的精度水平。选项包括标准（Standard）、高（High）和非常高（Very High）。精度越高，计算速度越慢。

光瞳采样**（Pupil Sampling）** 高斯求积法中沿光瞳径向臂追迹的光线数的采样值。

蒙特卡罗运行数**（# Monte Carlo Runs）** 运行蒙特卡罗仿真的次数。

统计**（Statistics）** 可以选择高斯"正态分布"、"均匀"或"抛物线"分布。

补偿**（Compensation）** 运行补偿循环的次数。标准为2，高为5，非常高为10。本分析始终使用"全部优化（DLS）"补偿的等效。为将结果与蒙特卡罗成品率进行比较，请确保相应地设置公差分析工具。

补偿器**（Comp）**该选项用于定义如何对补偿器进行评估。选择"全部优化"时会使用OpticStudio的优化功能确定所有定义的补偿器的最佳值。虽然优化更加准确，但是其执行时间也更长。有两种不同的优化算法可供使用，即DLS和OD。如果选择"全部优化（DLS）"，则OpticStudio会执行1圈正交下降算法，然后执行阻尼最小二乘算法。如果选择"全部优化（OD）"，那么OpticStudio将只使用正交下降算法。更多详细信息，请参阅"执行优化（Performing an optimization）"。如果选择"近轴焦点（Paraxial Focus）"，则只会将近轴后焦点误差的变化作为补偿器，并忽略所有其它的补偿器。使用近轴焦点对粗略公差分析很有帮助，而且速度显著优于"全部优化"。如果选择"无"，那么不会执行任何补偿，所有定义的补偿器都会被忽略。

详述**（Discussion）**

该分析使用灵敏度结果拟合波前差。该拟合用修正后的Rimmer方法外推，然后依据这个拟合，重新构建蒙特卡罗结果。

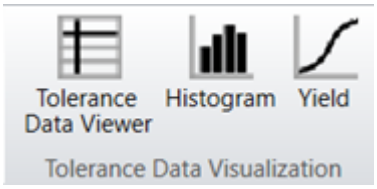
重新构建蒙特卡罗结果的具体方法属于Ansys的专有保密信息。

如果补偿范围未能在不超出补偿器最小值或最大值的情况下减少蒙特卡罗扰动，快速成品率分析会存在局限。在此情况下，计算将产生错误结果。这个问题可以通过扩大补偿器边界来避免。

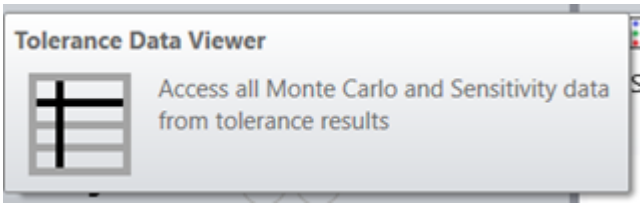
如果扰动效应高度非线性，快速成品率分析也存在局限。例如，如果扰动导致显著的光束剪切。

7.4. 公差数据可视化组(Tolerance Data Visualization Group)

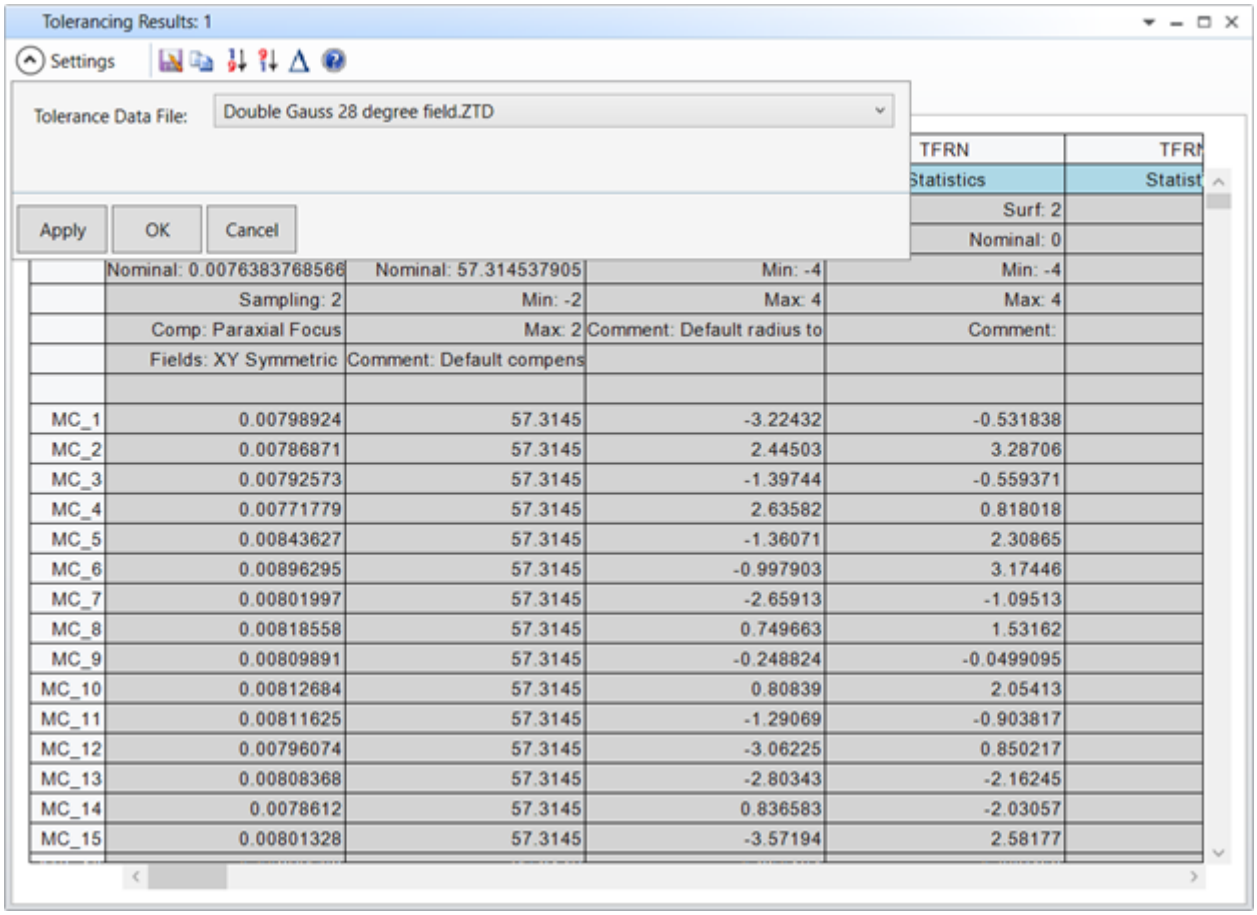
此组包含查看公差数据的分析。



7.4.1. 公差数据查看器(Tolerance Data Viewer)

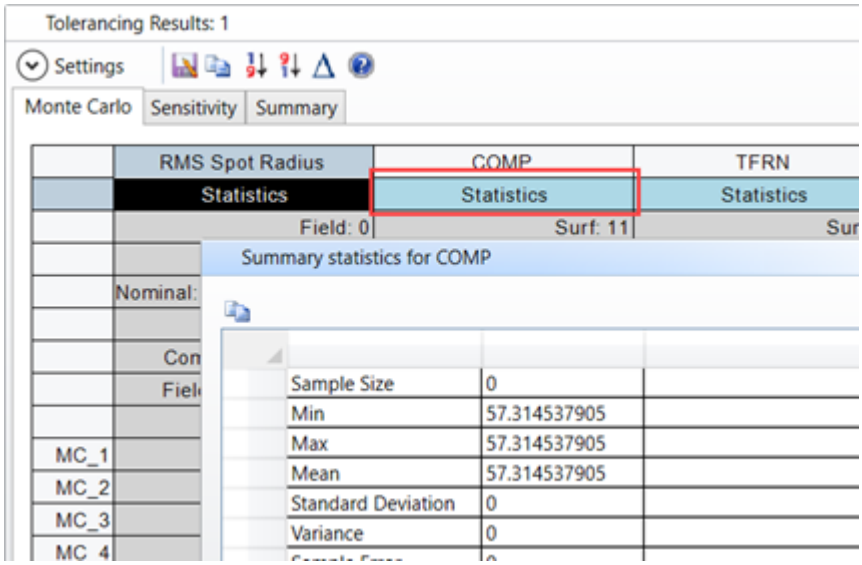


公差数据查看器读取之前保存的ZTD文件并以电子表格格式显示数据。如果未选择保存的ZTD文件，公差数据查看器将默认显示最近一次公差分析运行的数据。



公差数据文件**(Tolerance Data File)** 要使用的ZTD文件的名称。OpticStudio将查看保存当前透镜的文件夹，列出找到的扩展名为ZTD的所有文件。

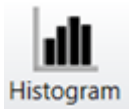
统计**(Statistics)** 点击统计按钮将返回公差数据编辑器(Tolerance Data Editor)中每列的基本统计数据。

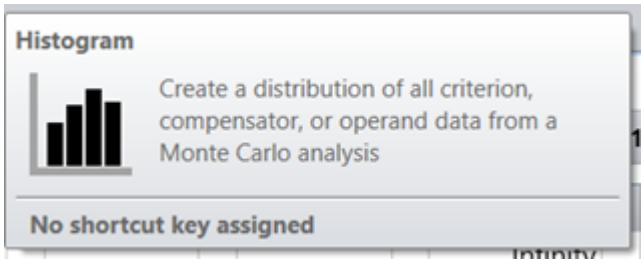


详述

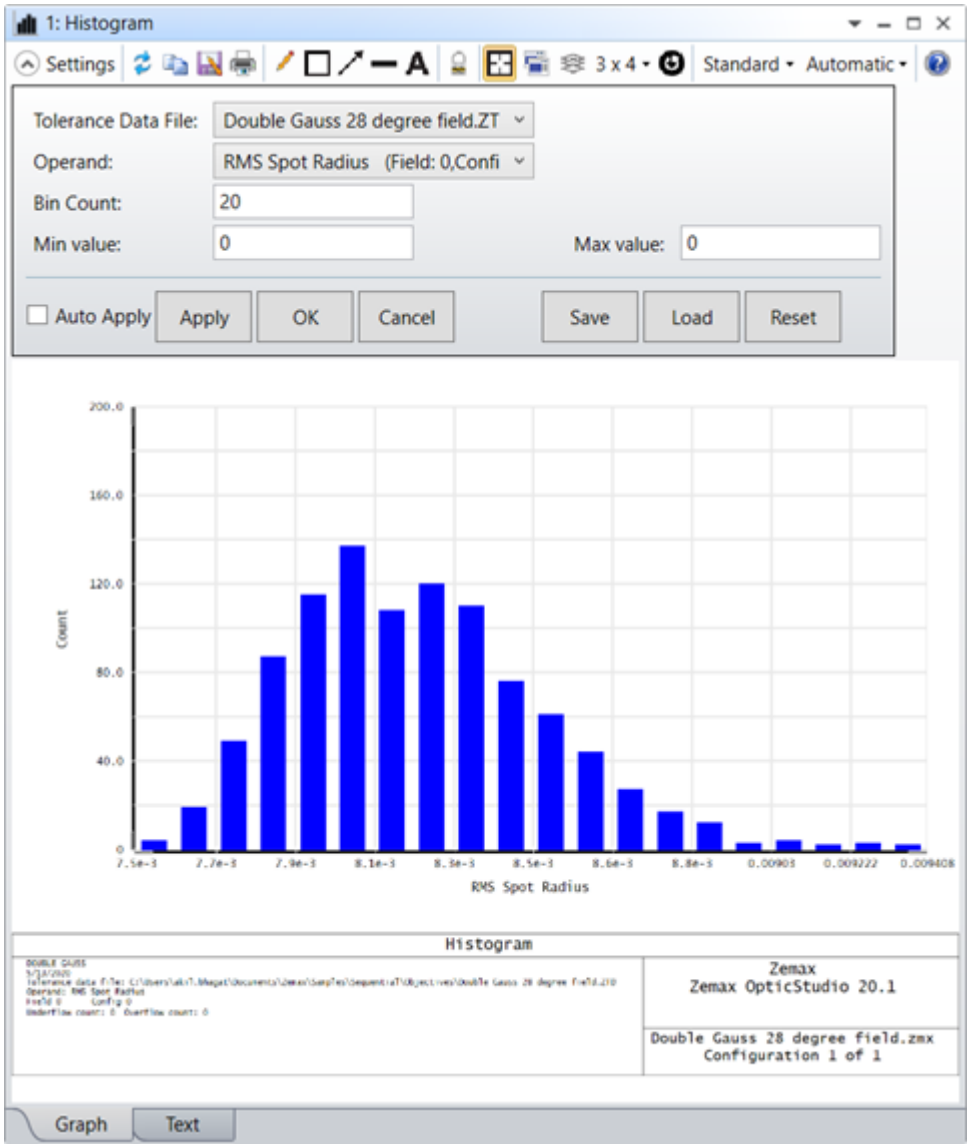
保存在ZTD文件中的数据包括一次公差分析运行过程中的所有公差操作数、补偿器、标准和报告值。这其中包括使用公差脚本时报告的任何数字。

7.4.2. 直方图(Histogram)





该分析可显示在蒙特卡罗公差运行期间所保存的任何数据的直方图。这其中包括所有的公差操作数、补偿器和报告的公差脚本中的操作数。



公差数据文件**(Tolerance Data File)** 要使用的ZTD文件的名称。OpticStudio将查看保存当前透镜的文件夹，列出找到的扩展名为ZTD的所有文件。如果未选择文件，直方图将默认显示最近一次公差运行的数据。

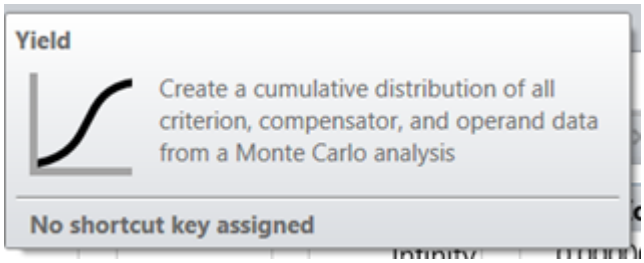
操作数**(Operand)** 按标准显示公差操作数、补偿器或报告值。

波长段计数**(Bin Count)** 该设置决定了会使用多少个波长段来涵盖最小波长到最大标准这一范围。

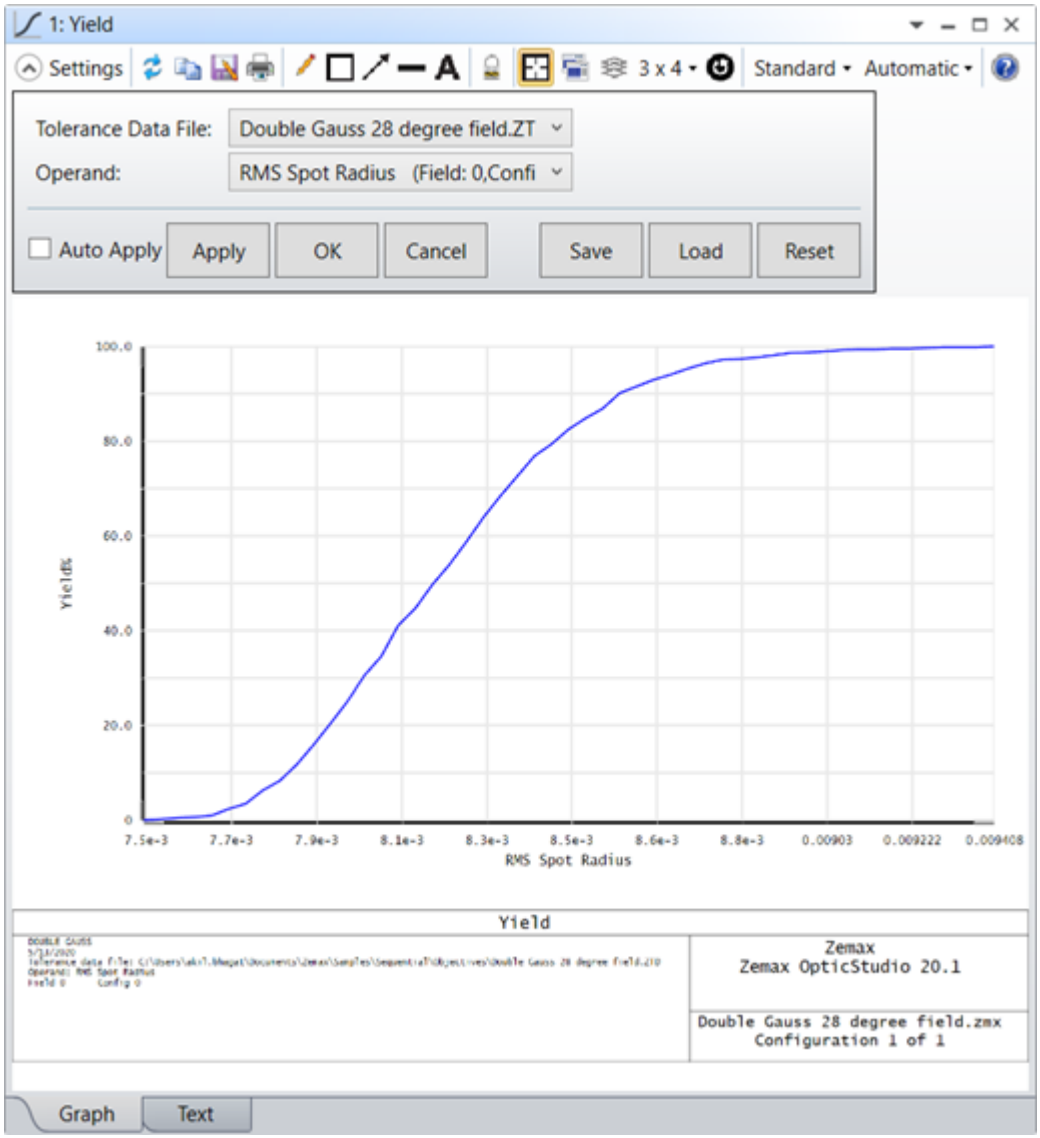
最小值**(Min Value)** 最低标准值。超出此值的结果将汇总为一个条形图，表示小于最小值的所有结果。

最大值**(Max Value)** 最高标准值。超出此值的结果将汇总为一个条形图，表示所有大于最大值的结果。

7.4.3. 产出(Yield)



本分析可显示一次蒙特卡罗运行过程中保存的所有数据的累积分布函数或产出曲线。这其中包括所有的公差操作数、补偿器和报告的公差脚本中的操作数。

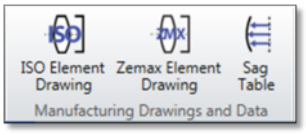


公差数据文件**(Tolerance Data File)** 要使用的ZTD文件的名称。OpticStudio将查看保存当前透镜的文件夹，列出找到的扩展名为ZTD的所有文件。如果未选择文件，直方图将默认显示最近一次公差运行的数据。

操作数**(Operand)** 按标准显示公差操作数、补偿器或报告值。

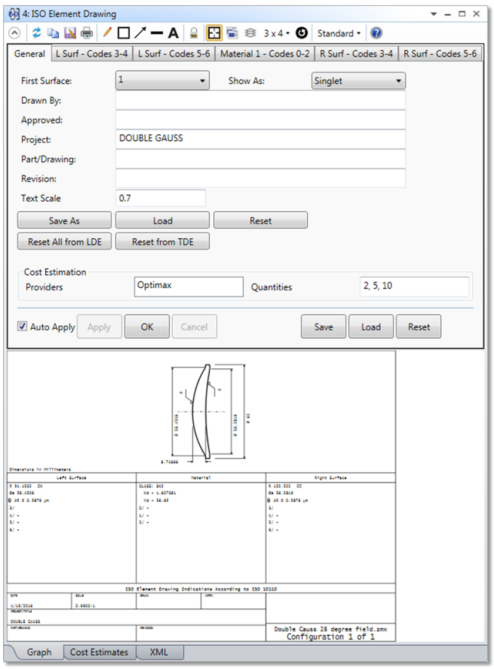
7.5. 加工图纸和数据组(Manufacturing Drawings and Data Grou)

该组包括用于加工制造的图纸和矢高工具。



7.5.1. ISO元件制图（加工图纸与数据组）(ISO Element Drawing (manufacturing drawings and data group))

此功能可绘制适合在光学车间生产中使用的表面、单镜头或双胶合镜头元件的ISO 10110类型图。



起始面**(Surface)** 所要绘制元件的第一个表面。

显示为**(Show As)** 可选择表面、单透镜或双胶合。

重置**(Reset)** 当点击"重置(Reset)"按钮时，"项目(Project)"栏会重置为"系统选项(System Explorer)">"标题/注释(Title/Notes)">"标题(Title)"字段中的文本，并且除了"文本比例(Text Scale)"以外所有数值会被清空，文本比例会重置为默认值0.7。

从**LDE**重置全部**(Reset All from LDE)**点击"从LDE重置全部(Reset All from LDE)"按钮后，元件中每个表面的曲率半径、圆锥系数和有效直径值会从镜头数据编辑器中获取。元件中所有表面的直径及直径（平面）的值也将从镜头数据编辑器中获取，因为这两个参数是通过镜头数据编辑器中的"延伸区(Chip Zone)"和"机械半直径(Mechanical Semi Diameter)"列提供的。这两个值会在每个表面（左， 中和 右）的"表面 -代码3-4"选项卡中的"在使用中(In Use)"列和"-tol"列之间的文本框中输入。如果需要，可以通过取消勾选该表面相应的"表面 -代码 3-4"选项卡中的"自动"选项，在之后手动编辑每个表面的值。

从**TDE**重置**(Reset from TDE)** 点击"从TDE重置(Reset from TDE)"按钮，会从公差数据编辑器获取半径、厚度、折射率、表面倾斜以及表面偏心的公差。在更改表面编号或是显示设置后，公差会自动重置。该设置只考虑TRAD、TCUR、TFRN、TCON、TTHI、TIND、TABB、TSTX、TSTY、TSDX、TSDY、TIRR、TEZI和TWAV公差。如果有些公差未提供，则这些公差将设置为零。当在没有TWAV操作数的情况下定义TEZI操作数时，ISO元件制图将报告相对于系统主波长的光圈中的RMSx误差。TFRN的公差数据将应用表面面形公差代码3/A中。需要注意的是，所有公差的输入栏都可以输入文本；可以根据任何要求进行编辑。

TDE操作数	ISO真实名称
TRAD	半径
TCUR	半径
TFRN	3/A
TCON	圆锥
TTHI	厚度
TIND	Nd
TABB	Vd
TSTX	4/S
TSTY	4/S
TETX	4/S
TETY	4/S
TIRX	4/S
TIRY	4/S
TSDX	4/L
TSDY	4/L
TIRR	3/B
TEZI	如果表面是标准的：3/RMSt 如果表面不是标准的：3/RMSa

其他设置**(Other settings)** 该功能还支持许多其他设置，对应于ISO 10110图纸规格中定义的公差。详情请参阅详述。

《ISO 10110 Optics and Optical Instruments -- Preparation of drawings for optical elements and systems: A User's Guide》一书中解释了ISO 10110元件制图中图纸绘制的规格，本书由Ronald K. Kimmel和Robert E. Parks编著，由美国光学学会(Optical Society of America)出版。更多信息请参考OSA网站www.osa.org。

尽管ISO规格只考虑了单个元件的情况，但OpticStudio ISO图纸也支持绘制表面和双胶合透镜的图纸。然而，并不是所有ISO图纸的细节都包含在双胶合透镜的图纸中。如果对生成的双胶合透镜图纸不满意，可以为双胶

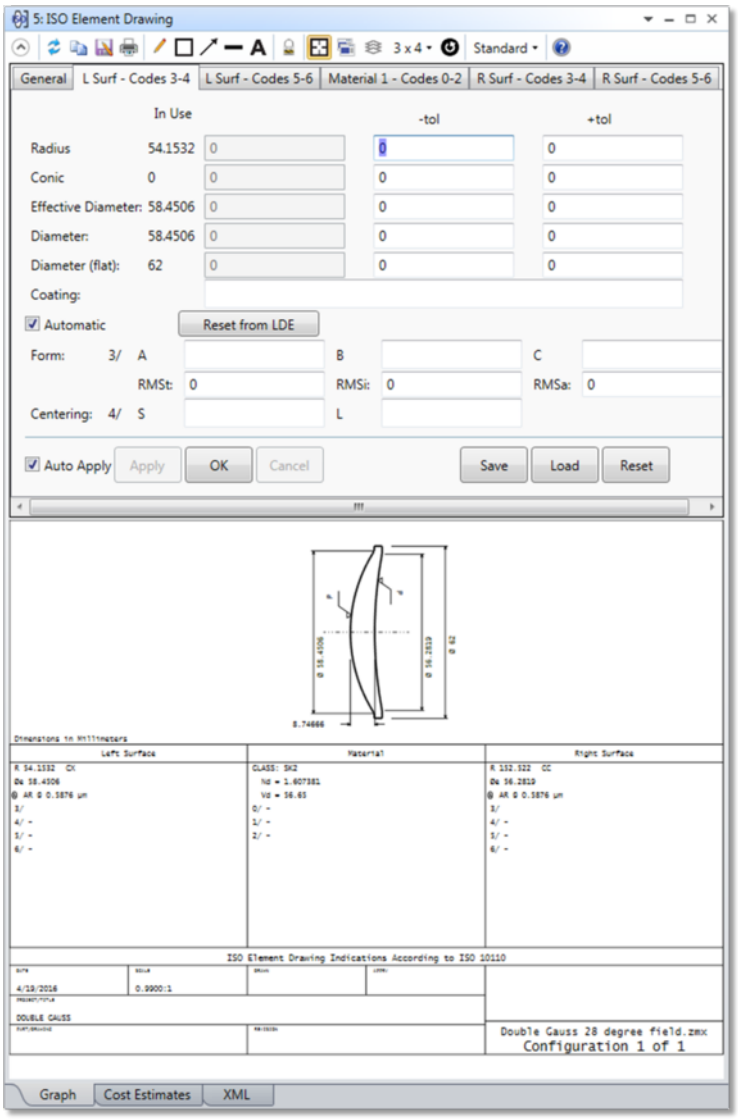
合透镜中的两个单透镜单独绘制图纸。该功能不考虑"忽略表面"的设置，并且会绘制出所有需要的表面，无论它们是否被忽略。

ISO 10110符号和代码总结**(Summary of ISO 10110 symbols and codes)**OpticStudio不会自动包括所有ISO公差的默认值，但是会为这些用户规格的公差提供文本输入框。文本有宽度的限制，如果在文本中放入过长的字符，则文本可能会超出图纸中的列。下表总结了OpticStudio中使用的ISO 10110中的符号和代码。

ISO 10110符号和图纸代码概要

符号或代码编号	描述
R	曲率半径，以镜头单位表示。CC表示凹面，CX表示凸面。
Ø	直径，以镜头单位(lens units)表示。
Øe	有效直径，以镜头单位表示。
n	折射率
v	阿贝数
(λ)	膜层规格
P; Rq; Lmin, Lmax	表示镜头图纸中的抛光表面。图纸中不会提供抛光规格的详细信息，但会在表面数据中明确。Rq=所允许的最大rms表面粗糙度，以微米为单位。Lmin/Lmax = 用于rms计算的采样间隔的最小和最大长度，以毫米为单位。
0/A	应力双折射；A = 最大光程差，以nm/cm为单位。
1/NxA	气泡及杂质；N = 气泡和 /或杂质的数量；A = 气泡等级编号（大小）
2/A; B	不均匀性及条纹；A = 均匀性等级编号，B = 条纹等级编号
3/A(B/C) 或 3/A(B/C) RMSx < D 或 3/- RMSx < D 其中x是t、i或a	表面面形公差；A = 最大弧矢误差，（以光圈为单位）或者 -如果公差是曲率半径公差的一部分，B = 不规则度的峰谷值（以光圈为单位）或者 -如果没有指定任何公差，C = 非球的旋转对称误差（以光圈为单位）。如果(B/C)替换为A(B)，则不指定任何公差。 对于RMS公差，D = 最大rms误差（以光圈为单位），t = 与名义值的总rms偏差；I=rms不规则度，a=从不规则度减去非球面度之后保留的rms不对称性。
4/S(L)	中心公差；S = 表面的倾角（以弧分为单位），L = 横向位移
5/NxA; CN’ xA’ ; LN" x A"; EA’ ’ ’	表面瑕疵方法1：N = 瑕疵数，A = 等级编号（瑕疵区域的平方根），C = 膜层瑕疵名称，N’ = 膜层瑕疵数，A’ = 等级编号，E = 边缘缺口名称，A’ ’ ’ = 边缘缺口突出，L = 长划痕名称，N" = 划痕数量，A" = 等级编号（划痕宽度(mm)）。
6/Hth;L;pdg;fp;nts x np或 6/Eth;L;nts	激光辐射损伤阈值；Hth = 能量密度阈值，L = 激光波长(nm)，pdg = 脉冲时间宽度，fp = 脉冲重复频率(Hz)，nts = 测试点数量，np = 每个测试点的脉冲数，Eth = 功率密度阈值（以watt-cm^2为单位）。

表面-代码**3-4**的设置



元件的每一个表面都会有一个选项卡，允许用户输入ISO 10110纸中代码3和4的数据。在此选项卡中，用于生成当前图纸的曲率半径、圆锥系数、有效直径、直径和直径（平面）数据会显示在"在使用中(In Use)"的列下。在第二列中，用户可以根据需要手动输入这些值的数据。需要注意的是，在OpticStudio标准版中，用户需要手动输入直径和直径（平面）的数据值，因为这些数据在该版本中不支持自动输入。用户如果想要编辑任何显示为灰色的数据值，则必须首先取消勾选选项卡中的"自动应用(Automatic)"选项 。

通过点击"从LDE重置(Reset from LDE)"按钮可以从镜头数据编辑器中读取曲率半径、圆锥系数和有效直径的值；

在OpticStudio旗舰版和专业版中镜头编辑器的"延伸区"和"机械半直径"数据还提供了"直径和直径（平面）"的数据值。

如果勾选了"自动应用"选项，那么只有在分析先前以不同设置保存在文件中时，"从LDE重置"按钮获得的值才会与"在使用中"一列中的值不同。

直径和斜面

直径值的映射如下：

有效直径 = 镜头数据编辑器中的"净口径(Clear Semi-Diameter)"或"半直径(Semi-Diameter)"值

直径 = 镜头数据编辑器中的净口径或半直径值 + 延伸区值

直径（平面） = 镜头数据编辑器中机械半直径值

强烈建议以上版本的OpticStudio用户直接在镜头数据编辑器中定义每个镜头的机械几何参数，而不是尝试在ISO元件制图的设置中进行定义。

在OpticStudio标准版中，无法从镜头数据编辑器中获取直径和直径（平面）的值，用户必须将其手动输入。需要注意的是，这两个数据值最小必须等于有效直径，并且直径（平面）的值必须始终大于（或等于）有效直径值。

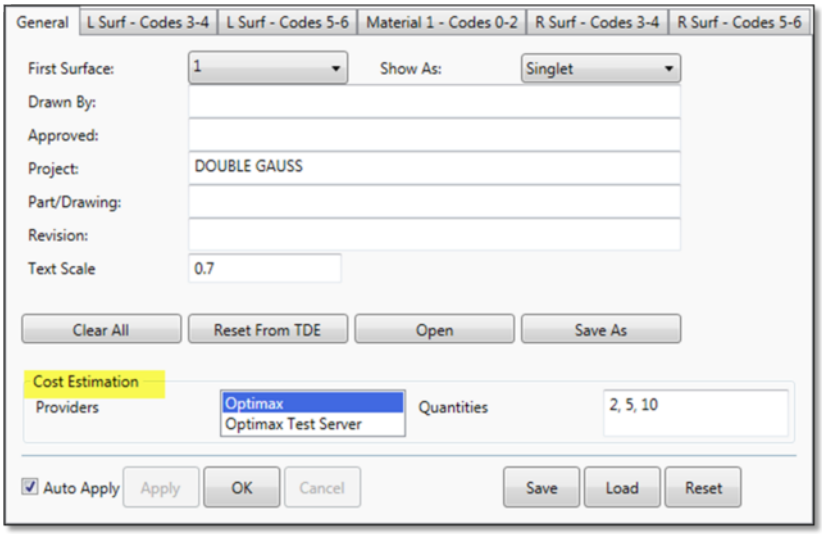
XML输出

对于单透镜元件，OpticStudio会生成XML输出以帮助共享ISO 10110镜头的规格数据。可以在"XML"选项卡中查看XML输出。在XML输出中，元件和属性栏中的内容根据"ISO元件制图"的设置对话框及镜头文件中其他位置的数据输入。使用"常规(General)"选项卡中的"另存为(Save As)"按钮可以将XML输出数据保存到文件中。当单透镜的XML数据文件生成后，通过点击设置对话框中的"加载"按钮可重新加载设置数据。

7.5.1.1. 成本估算器（加工图纸与数据组）

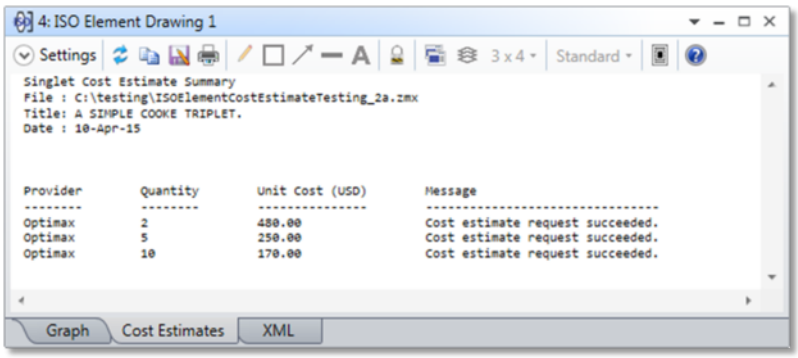
在ISO元件制图(ISO Element Drawing)设置中的常规选项卡中，用于评估单透镜加工成本的成本估算部分包含供应商的选择列表，和一个可以输入生产数量的文本栏。如果需要生成成本估算，则可从供应商列表中选择一个供应商，并在数量文本栏中输入一个或更多的生产数量。

如果要使用成本估算功能，则"显示为：(Show As:)"选项必须选择单透镜。



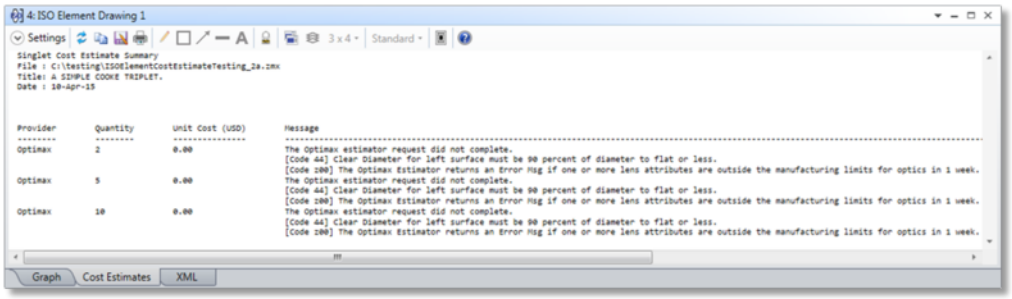
7.5.1.1.1. 成本估算选项卡(Cost Estimates Tab)

当选择ISO元件制图(ISO Element Drawing)底部的成本估算选项卡(Cost Estimates Tab)时，OpticStudio会查询供应商的服务器来检索所指定生产数量的成本估算。

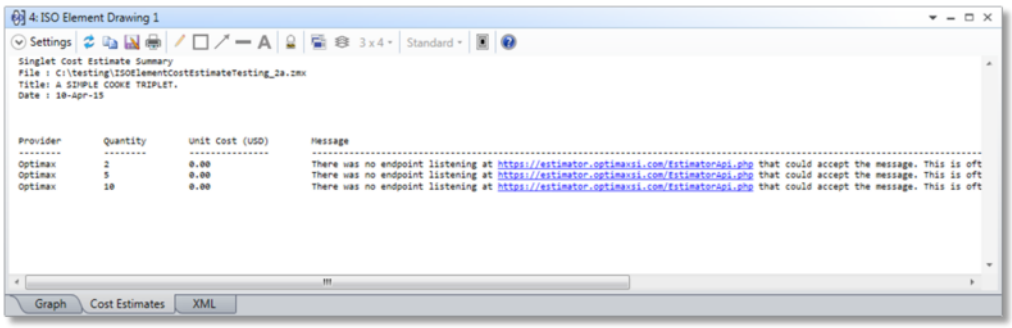


如果成本估算供应商无法完成估算请求，或者出现连接错误，则报告会显示相应的错误消息。下面显示了一些典型的错误消息。

示例1：供应商返回无效输入值的消息。



示例2：由网络故障造成的连接错误。

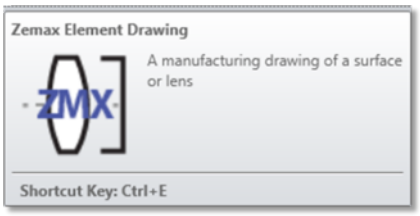


XML选项卡(XML Tab)

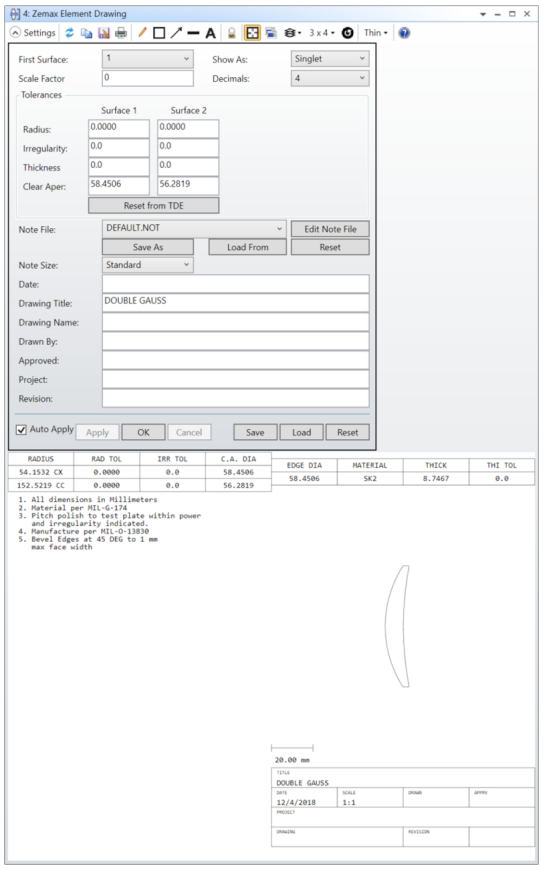
XML选项卡中包含了提交给成本估算供应商的数据。该输出功能也可用于提供数据信息，或将XML保存到文件中以便导入其它独立的成本估算(Cost Estimate)工具或ISO元件制图(ISO Element Drawing)分析工具对成本进行估算。

更多信息请参考公差选项卡(The Tolerance Tab)中独立的"成本估算器（生产工具）(Cost Estimator (production tools))"一节。

7.5.2. Zemax元件制图（加工图纸与数据组）(Zemax Element Drawing (manufacturing drawings and data group))



该功能用于生成适合在光学车间生产使用的表面、单透镜、双胶合透镜或三胶合透镜元件的 机械图纸。



起始面**(Surface)** 要绘制的元件的第一个面。

显示为**(Show As)** 可选择"表面"、"单片"、"双胶合"或"三片"。

比例因子**(Scale Factor)** 如果比例因子设置为零，则将选择"填充画面"并按比例缩放绘制元件，以填充元件制图的右半部分。如果输入数值，则将以"实际"尺寸乘以比例因子来绘制图形。例如，如果比例因子设为1.0，则元件将以实际尺寸绘制在打印机（而不是显示窗口）中。如果比例因子设为0.5，则将按照实际尺寸一半的比例绘制元件。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

小数点**(Decimals)** 数值使用的小数位数。点击"Reset all but surface, show as, and titles"按钮重新设置所有显示数字的格式。

半径**(Radius)** 指定表面的半径公差值。

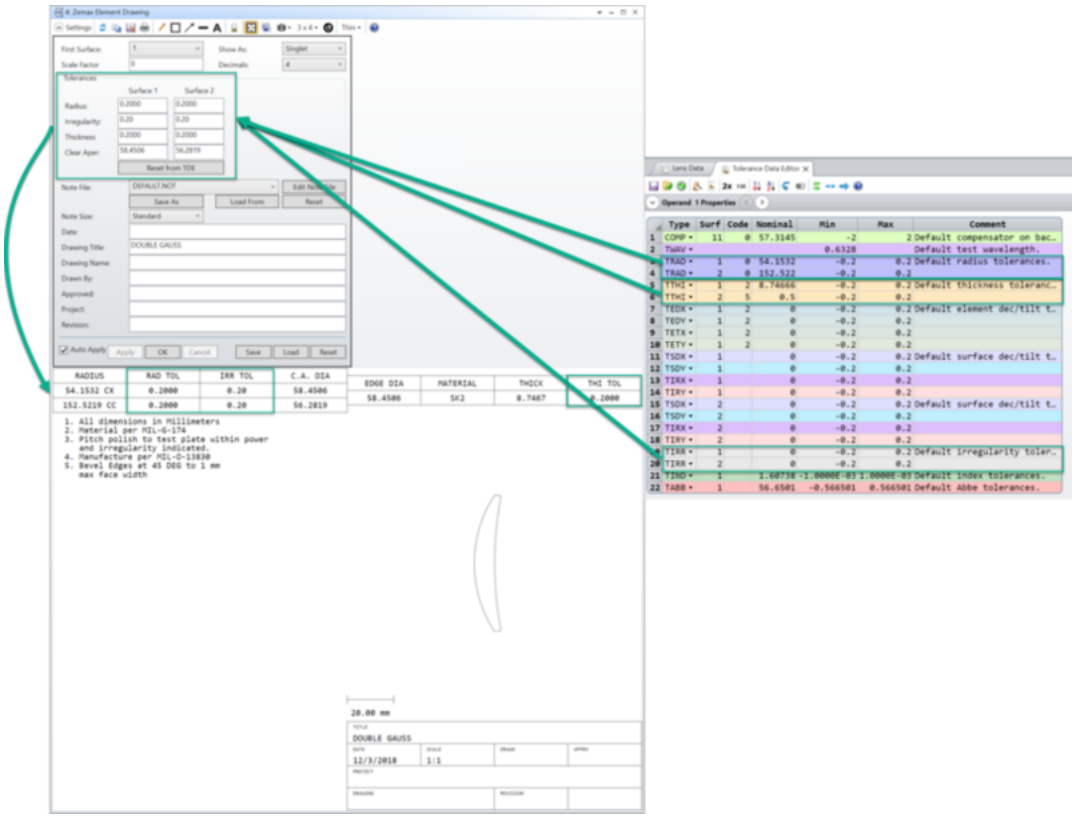
不规则度**(Irregularity)** 指定表面的不规则度公差值。

厚度**(Thickness)** 指定表面的中心厚度公差值。

净孔径**(Clear Aper)** 指定表面的净孔径。

从**TDE**重置**(Reset from TDE)** 从公差数据编辑器读取指定表面的半径、不规则度和厚度公差数据。

从公差数据编辑器操作数TRAD、TIRR和TTHI读取数据，并取公差最小值和最大值之间的最大绝对值。



备注文件名**(Note File Name)**ASCII文件的名称，该文件包含要添加至元件图纸的备注部分中的备注内容。由于数字1需要用于单位规格而保留，因此备注应始终以数字2开始。

编辑备注文件**(Edit Note File)** 单击此按钮将调用Windows记事本编辑器，该记事本编辑器可用于修改所选择的备注文件。

另存为/载入自**(Save As/Load From)** 这两个按钮可以保存或重新加载所有元件制图设置栏中显示的设置。数据将以二进制格式保存，扩展名为ELE。

重置所有除了**...(Reset all but...)**如果点击此按钮，将重置指定表面的所有默认公差和孔径，但当前表面、显示为和文本标题将保持不变。

备注字体大小**(Note Font Size)** 可选择标准、中、小或精细。所有选项按照字体大小降序排列。"备注字体大小"设置仅影响在绘图上所做备注文件大小。字体越小，能显示的备注文件就越大。

日期**(Date)** 如果留空，则将使用默认的日期格式。如果输入了文本，则会使用该文本。

绘图标题**(Drawing Title)** 该输入栏可以输入任何用户自定义的文本。默认为镜头标题。

绘图名称**(Drawing Name)** 所有输入栏都可以输入任何用户自定义的文本。输入栏没有默认值。

审核

修订

制图

项目

讨论**(Discussion)** 点击"保存"按钮可以将元件制图的设置保存在指定的镜头文件中。与大部分分析功能不同的是，元件制图功能会分别保存每个表面的所有设置。例如，在已经保存了表面1的备注和公差的情况下，输入表面3的新备注和公差然后保存。此时如果需要重新调用任意表面的设置，则只需将表面编号更改为指定表面，然后点击"加载"按钮即可。如果匹配到之前保存过的表面，则该表面的设置将显示。该功能可以为多元件系统重新生成复杂的图纸提供便利。

元件制图功能的一个重要特征是可以加载不同的备注文件，并将它们放置于图纸中。默认的备注文件"DEFAULT.NOT"是一组通用的备注文本，实际情况中很少直接使用。然而，用户可以对备注文件进行修改（它们是文本文件，可以使用任何文本编辑器进行修改），并使用不同的文件名保存。例如，用户可能希望为其所设计的每种光学元件类型生成一个.NOT文件，然后在进行元件制图时加载最合适的备注文件。NOT文件必须位于<data>\Miscellaneous文件夹下（请参阅"文件夹"）。

如果备注文件的第一行以数字1开始，OpticStudio将打印所提供的备注文件，且不包含默认备注。如果备注文件的起始内容是任何其它符号，则第一个默认备注为"1) All dimensions in millimeters"或是当前系统使用的任何镜头单位。如果需要使用默认备注，请从备注编号2开始输入所需的备注。备注文件中的换行和空格将按照原样复制到元件制图上。

每当生成新的元件制图或点击"重置"按钮时，默认设置将重新生成。默认公差取自公差数据编辑器。最小/最大公差范围中的最大值将用作默认公差值。例如，如果公差操作数TTHI的厚度公差为-.03、+.05，则默认公差值为0.05。这里只考虑TTHI、TRAD和TIRR公差。如果不能生成合适的默认值，则公差将设置为零。需要注意的是，所有公差的输入栏都可以输入文本；可以根据任何要求进行编辑。

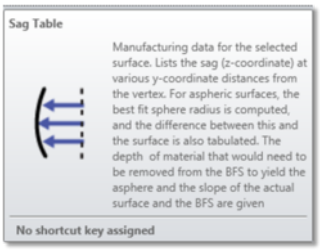
使用样板测量表面得到的牛顿环公差（以光圈值为单位）与曲率半径公差之间的转换关系可由下式快速计算：

$$\#\ \text{fringes} = \frac{\Delta R}{\lambda}\frac{\rho^2}{R^2}$$

其中，ΔR为半径误差，λ为测试波长，ρ为径向孔径，R为曲率半径。该公式为表面曲率很小时的近似公式。更多信息请参考《Malacara, Optical Shop Testing, J. Wiley & Sons, Inc》。

特殊字符**(Special characters)** 可以在公差文本栏中插入并编辑一些有用的特殊字符。这些符号的输入语法为：按住键盘上的Alt键并在数字键盘上键入对应的4个数字。常用的字符有：±-Alt0177、μ-Alt0181、®-Alt0174、© - Alt0169。

7.5.3. 矢高表(Sag Table)

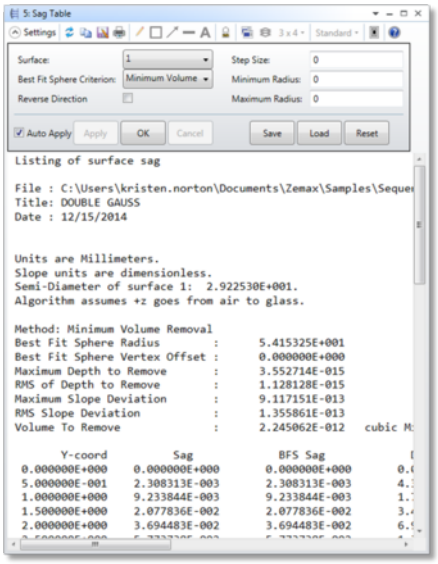


功能列表：

☒以顶点为起点，不同Y坐标距离处的所选表面的矢高（z-坐标）值
☒计算出的最佳拟合球面(BFS)半径
☒BFS的矢高以及BFS与所选表面之间的矢高差
☒列表中还给出了需要从BFS去除材料以生成非球面的去除深度。
☒给出了实际表面和BFS的无量纲斜率(dz/dr)以及这两者之间的差。

该功能可用于确定表面的最大非球面偏差。此外，矢高表也可用于镜头加工。

该功能只考虑表面的Y坐标，因此当表面为非旋转对称表面时，不应使用此功能。



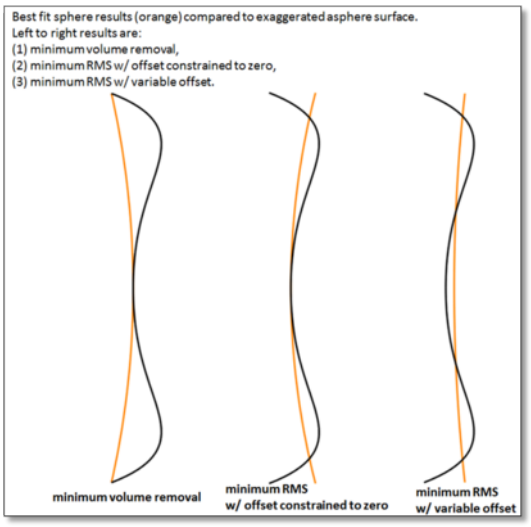
表面**(Surface)** 计算使用的表面编号。

步长大小**(Step Size)** 从计算矢高的顶点测量的步长间距。使用默认值零会自动选择一个合理的步长大小。

最佳拟合球面标准**(Best Fit Sphere Criterion)** 最佳拟合球面的曲率半径和偏移量会根据此处所选的评价标准进行优化。

☒"最小体积"选项会最大限度减小BFS表面与所选镜头表面之间的体积偏差。
☒"最小RMS（无偏移）"选项会最大限度减小BFS表面与所选镜头表面之间的RMS偏差，同时对表面顶点进行约束，使其不产生任何偏移。
☒"最小RMS（偏移）"选项会最大限度减小BFS表面与所选镜头表面之间的RMS偏差，同时允许表面顶点之间存在偏移。

更多信息请参考下图。



翻转方向**(Reverse Direction)** 相对于非球面的BFS半径和位置（顶点偏移）取决于非球面的属性，无论非球面是凹面还是凸面。

如果将最佳拟合球面标准设置为"最小体积"，则它也取决于表面是否定义了空气和玻璃之间的边界，或玻璃和空气之间的边界。在这种情况下，OpticStudio总是尝试选择一个BFS，将材料"添加"到表面的空气侧。这时将选择顶点偏移和BFS半径，以最小化需要从BFS中移除的材料的体积，以产生非球面。

对于某些表面，例如在双胶合透镜玻璃之间的表面，OpticStudio无法确定哪一面是"空气"。对于这些表面，如果默认情况下没有生成所需的数据，选择"翻转方向"将选择表面的另一侧作为空气表面。在做出任何加工决策之前，用户必须仔细检查数据和符号规则。

最小半径、最大半径**(Minimum Radius, Maximum Radius)** 执行拟合的最小和最大径向孔径值。该功能用于支持对旋转对称的环形光学元件进行拟合。如果两个值均设为零，则最小半径将是0.0，最大半径将是表面的净口径或半直径。

讨论

功能报告包括：

☒最佳拟合球面半径
☒最佳拟合球面顶点偏移
☒最大移除深度（如果最佳拟合球面标准为最小体积）
☒要移除的深度的均方根(RMS)（如果最佳拟合球面标准为最小体积）
☒最大斜率偏差：这个值是使用1000个等间距的Y点来评估的。
☒均方根(RMS)斜率偏差：这个值是使用1000个等间距的Y点来评估的。
☒要移除的体积（如果最佳拟合球面标准为最小体积）

该功能将列出八个数据列：

☒Y-坐标：计算表面上所有数据点的y坐标。
☒矢高：所有y坐标对应的表面矢高。
☒最佳拟合球面矢高：最佳拟合球面的矢高。最佳拟合球面的半径是通过计算所需从拟合球面移除材料以生成非球面的最小材料体积来确定的。
☒偏差：最佳拟合球面矢高和表面矢高之间的差，忽略任何顶点偏移（请参考下文的"移除量"）。
☒移除量：对应的y坐标处需要移除材料的深度，假设表面是首次生成的最佳拟合球面。需要注意的是，一些非球面可能需要从顶点移除材料；对于其他类型的非球面，移除最小材料体积是通过从最佳拟合球面的中心环形区域移除更多材料实现的。

☒斜率：表面的斜率(dz/dr)
☒最佳拟合球面斜率：最佳拟合球面的斜率。
☒斜率差：表面的斜率与最佳拟合非球面之间的差。

7.6. 公差概述(Tolerancing Overview)

OpticStudio提供了灵活且强大的公差推导和灵敏度分析功能。可用于分析的公差包括结构参数变量，例如曲率、厚度、位置、折射率、阿贝数、非球面系数等等。此外，OpticStudio还支持分析表面和镜头组的偏心，以及表面和镜头组围绕任意点的倾斜，面型不规则度以及其它参数或附加数据值的偏差。由于参数和附加数据项可以用于描述非球面系数、渐变折射率系数等，因此这些值也可以用于进行公差分析。不同的公差组合可有效地评估系统在装配和加工中的误差对性能的影响。

在公差分析中，**OpticStudio**总是使用实际光线追迹来进行分析；**OpticStudio**的公差算法中不会存在任何一阶近似或插值。

公差使用操作数来进行定义，如操作数TRAD用于定义曲率半径的公差。公差操作数会自动保存在镜头文件中。公差操作数在公差数据编辑器(Tolerance Data Editor)中进行编辑，在"设置选项卡(Setup Tab)"中的编辑器组或"公差选项卡(Tolerance Tab)"的公差分析组中可以打开该编辑器。

可以用多种不同的评价标准对公差进行评估，其中包括RMS点列图半径、RMS波前差、MTF响应、瞄准误差、用户自定义评价函数、或定义了复杂校准和评估过程的公差脚本。另外，可以定义补偿器来模拟镜头加工后允许做出的调整。OpticStudio可以对补偿器的改变量加以限制。

公差可通过三种途径来进行计算和分析：

灵敏度分析：

对于给定的一组公差，分别计算每项公差对评价标准造成的改变量。此外，也可以单独计算每个视场和结构的评价标准。

反灵敏度分析：

对于给定的评价标准允许改变量，分别计算每项公差的极值。可通过设置名义评价标准的改变量极值来计算反灵敏度分析，或直接设置评价标准的极值。可以计算所有视场和结构的平均评价标准，也可以单独计算每个视场中每个结构的评价标准。

蒙特卡罗分析

灵敏度分析和反灵敏度分析考虑了每项公差对系统性能的影响。总体性能是对各项公差性能的平方和根值进行计算。蒙特卡罗仿真是另一种评估所有公差对系统的总体影响的方法。这种仿真会生成一系列符合指定公差的随机镜头，然后对镜头的性能进行评估。除了所考虑的缺陷的大小和范围以外，蒙特卡罗分析不作任何近似。通过同时考虑所有实际公差，可以精确地仿真预期的性能。蒙特卡罗仿真可使用正态分布、均匀分布、抛物线分布或用户自定义的统计分布来生成任意数量设计的镜头文件。

7.6.1. 基本步骤(The Basic Procedure)

对镜头进行公差分析包括以下几个步骤：

1. 为镜头定义一组适当的公差。通常情况下，使用"公差选项卡(Tolerance Tab)"帮助文件中的"公差分析向导(Tolerance Wizard)"的默认公差生成功能是很好的起始选择。公差的定义和修正可在公差数据编辑器中进行，该编辑器位于"设置选项卡(Setup Tab)"或"公差选项卡"中的编辑器组。
2. 修改默认公差或加入新的公差，以满足系统需求。

3. 添加补偿器，并设定允许的补偿范围。默认的补偿器为后焦距，它可以控制像面的位置。也可以定义其它补偿器，例如像面倾斜。定义补偿器的数量不受限制。
4. 选择适当的评价标准，例如RMS光斑半径、波前差、MTF或瞄准误差。更复杂的评价标准可以使用自定义的评价函数，或者更灵活的公差脚本来定义，下文中将详细介绍。
5. 选择所需要的分析模式，可以为灵敏度分析或反灵敏度分析。对于反灵敏度分析，选择评价标准的极值或增量，计算所有视场的平均值或单独计算每一个视场。
6. 执行公差分析。
7. 检查公差分析产生的数据，并考虑该公差的加工预算。如果需要的话，可以修改公差并重复分析。

有关基本步骤的详细信息将在后文的部分中提供。

7.6.2. 使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type)

公差操作数TSDX、TSDY、TSTX、TSTY和TIRR都使用不规则面型来模拟镜头表面上产生的扰动。有关不规则面型的详细信息。

使用不规则面型的最大优势在于速度快、简单易用并且非常灵活。任意标准面都可以转换为不规则面型，并且不需要定义虚拟面或坐标间断面。此外，表面的倾斜、偏心和表面不规则度的综合效果可使用蒙特卡罗分析同时模拟。

当OpticStudio使用公差操作数TSDX、TSDY、TSTX、TSTY和TIRR计算公差分析时，表面首先会从标准面转化为不规则面型。这也是为什么使用这些操作数时，只支持分析标准面型的原因。

7.6.3. 定义补偿器(Defining Compensators)

可以定义多种不同类型的补偿器：任意或多个表面的厚度（最常用的）、曲率、圆锥系数、参数或附加数据值。多重结构操作数也可被定义为补偿器。将特定元件的倾斜和偏心参数值用作补偿非常实用。需要倾斜的表面必须已经定义为坐标断点面（或者定义为倾斜表面），并根据需要设置适当的跟随求解类型。

像面焦距是系统默认的补偿器。可以根据实际需求，增加或删除补偿器，并且补偿器的数量没有限制。通常情况下，使用较多的补偿器可以放宽对公差的要求，但会使系统的实际装调变得复杂。要分析公差数据编辑器内的补偿器，必须在补偿器设置下的公差...标准选项卡中选择全部优化。有关更多信息，请参阅公差分析(Tolerancing)。

所有补偿器都是通过公差操作COMP、CPAR、CEDV和CMCO来定义的。有关补偿器的定义，请参考"公差控制操作数"一节。

当使用脚本定义公差分析的过程时，补偿器可以被更改，并且在模拟校准过程的不同阶段使用不同组的补偿器。详细信息请参考帮助文件中的"使用公差脚本"一节。

7.6.4. OpticStudio如何进行公差分析计算(How OpticStudio Computes the Tolerance Analysis)

OpticStudio会在公差分析开始时先将镜头保存为一个临时文件，该文件用于在完成分析以后进行数据恢复。在公差分析中产生的所有更改最终都将被丢弃，并且镜头文件将恢复到最初未被修改的状态。例外情况是，在反灵敏度分析过程中，公差数据项的最小和最大极限可能会被改变。

在进行公差分析时，OpticStudio将清除所有的变量。但是求解类型会维持不变，这会在公差分析过程中导致一些问题。更多信息请参考"对包含求解的系统进行公差分析(Tolerancing with solves)"一节。

OpticStudio将读取公差操作数并将由COMP和CPAR定义的补偿参数设为变量。如果使用了公差脚本，则在分析过程中补偿器的定义可能被修改。如果在要进行公差分析的镜头中开启了光线瞄准功能，或者勾选了"强制开启光线瞄准(Force Ray Aiming On)"选项，则在公差计算中将使用光线瞄准功能，否则将在分析时关闭该功能。使用光线瞄准时公差分析的计算更加准确，但执行速度更慢。如需了解有关光线瞄准的详细内容，请参考帮助文件中的"光线瞄准(Ray Aiming)"一节。

然后，OpticStudio使用公差设置对话框中的评价标准、视场、MTF频率和采样设置为公差分析定义适当的评价函数。该操作是针对临时文件进行的，因此镜头文件中最初定义的评价函数不会被影响。

在评价函数中会添加边界约束条件，来限制公差操作数COMP和CPAR定义的补偿器的最小和最大边界。如果使用了用户自定义评价函数，或者"补偿器(Comp)"选择了"近轴焦点(Paraxial Focus)"，那么补偿器的边界约束将被忽略。

如果"补偿器"被设置为"全部优化(Optimize All)"，那么OpticStudio将调用优化函数，从而为所定义的补偿器找到最佳值。否则，后焦位置将设置在近轴焦点处。最终的镜头文件将被保存，以供后续公差算法使用。

镜头的评价标准被认为是"名义"标准。需要注意的是，名义评价标准值通常与优化函数或评价函数编辑窗口中报告的评价标准值不同，这是因为OpticStudio为公差分析构建了一个新的评价函数。然后，OpticStudio将继续运行灵敏度、反灵敏度或蒙特卡罗分析，其将在后续章节中进行介绍。

7.6.5. 评估补偿器(Evaluating Compensators)

OpticStudio有两种方法来评估由"补偿器"控件选择的优化方法："全部优化"或"近轴焦点"。如果选择了"近轴焦点"，那么OpticStudio会做出几个假设来极大地加快公差分析的速度。首先，所有定义的补偿器和补偿器边界约束都将被忽略。其次，将使用近轴焦点误差求解对作为补偿器的后焦距进行分析。这意味着焦点将调整到与名义镜头设计的离焦量相同的数值，而不对后焦距进行精确地的优化。这些假设极大地加速了公差分析的评估速度。如果"补偿器"选择了"全部优化"，那么OpticStudio将使用速度更慢但更加精确的优化算法寻找所有补偿器的最佳值。

当只有后焦距作为补偿器时，使用"近轴焦点"模式是更快速的、更精准的，并且对于旋转对称的系统来说，近轴光线可以很好地对系统进行描述。如果系统是高度非对称的，或者存在多个补偿器，则不应该使用"近轴焦点"模式。如果对两种模式的选择存在疑问，则分别运行两种模式并对结果进行比较。由于"近轴焦点"不会对补偿器进行精确地优化，因此"近轴焦点"模式的结果通常比"优化所有"模式更差。

7.6.6. 灵敏度分析(Sensitivity Analysis)

对于灵敏度分析，将使用下面的算法对每项公差进行独立评估：

恢复临时镜头文件。

将公差分析评估的参数调整到最小值。例如，如果分析的公差项为TRAD其名义值为100mm，最小公差值为-0.1mm，则这个半径将设为99.9。如果公差项是元件的倾斜或者偏心，那么将插入虚拟坐标断点面来模拟这个扰动。对于表面的倾斜和偏心，如TSDX、TSDY、TSTX、TSTY、TIRX或者TIRY，如果该表面为标准面，则将使用不规则面替换原有标准面型。

调整补偿器。

将最终的评价标准打印在报告上。

对公差项的最大值重复这一过程。

对每项公差操作数重复这一基本算法。

灵敏度分析的价值在于，通常情况下公差限较宽松的公差相比其它公差对评价标准的影响更大。这个方法可以使设计者辨别哪些表面对特定误差比较敏感，例如倾斜或者偏心。并且通常情况下，不同的表面对相同误

差敏感程度也非常不同。灵敏度分析可以帮助辨别哪些公差项需要收紧而哪些公差项可以放宽。同时也可用于寻找最少且效果最佳的补偿器数量及其所需的调整范围。实际上，该功能有很多应用；例如设计镜头的工装以使补偿作用最大化等。

灵敏度分析可以帮助辨别哪些公差项需要收紧而哪些公差项可以放宽。

输出的数值量或许较多，特别是包含很多元件以及包含与之对应的大量公差项的镜头。通常情况下，在所有可能的公差范围内，公差灵敏度的变化非常大。"显示最差"选项对于总结最差的公差项来说非常有用，这是因为它可以将公差对评价标准的影响进行排序，然后以递减的顺序打印在报告中。如果只关心最差的公差结果，则可以勾选"只打印最差"选项来取消公差报告中的大量打印内容。

7.6.7. RSS估算改变量(The RSS Estimated Change)

在计算完所有单独的公差项之后，OpticStudio会计算多种统计数据，其中最重要的是评价标准的变化量计算以及相应的性能计算。对于性能改变量的计算，OpticStudio使用平方和的根（RSS）假设来计算预估性能改变量。对于每个公差项，首先计算相对于名义值的性能改变量的平方，然后计算最小和最大公差值的平均值。需要注意的是，公差项的计算可以使用线性差异或RSS差异来计算；请参考帮助文件中"执行公差分析"一节中的"改变量"。通过对所有公差项的平均值求和得到整体的变化量，其计算公式如下：

$$C^2 = \sum_i \frac{\Delta_{i,min}^2 + \Delta_{i,max}^2}{2}$$

对最小和最大改变量的平方取平均值的原因在于，同一公差的最小和最大公差值不会同时出现，因此平方值的和会导致过于悲观的预测。最后预测的性能根据所选的计算方法不同而不同。如果使用线性差异计算变化量，则最后评价标准的定义如下：

$$F = N + C$$

其中，N是名义评价标准。如果使用RSS差异来计算变化量，则最后性能的定义如下所示：

$$F = \sqrt{N^2 + C^2}$$

7.6.8. 反灵敏度分析(Inverse Sensitivity Analysis)

如果要执行反灵敏度分析，则公差的计算方法与灵敏度分析相同。然而，对最小和最大公差值的计算会在一个循环中迭代进行，在循环计算中不断调整最小和最大公差值。在反极值模式中，公差项会一直调整，直到最后的评价标准值近似等于最大标准值。在反增量模式中，公差项会一直调整，直到最后的评价标准值的改变量与增量值近似相等。

例如，如果公差分析为反极值模式，评价标准为RMS光斑半径，评价标准的值为0.035，最大标准值为0.050，则OpticStudio将调整公差，直到评价标准的值达到0.050。如果公差分析为反增量模式，评价标准为RMS光斑半径，评价标准的值为0.035，并且增量是0.010，则OpticStudio将调整公差，直到评价标准的值达到0.045。对于反极值模式，除了MTF评价标准以外，最大标准值必须大于评价标准的值，而在MTF评价标准中最大标准值必须小于评价标准的值，否则会产生错误消息并终止公差分析。对于反向增量模式，增量通常必须为正值。

反灵敏度的迭代算法会使公差向所需的值收敛，评价标准的公差值改变必须平滑且单调。尤其是对于RMS光斑半径这类评价标准。然而，对于一些评价标准，当公差值改变时评价标准的值会出现多个峰谷值，其中最显

著的是与MTF相关的公差标准。这通常是由于起始的公差项太过宽松导致的。如果反灵敏度不能迭代到所需的评价标准，则需要降低起始公差的公差范围并反复分析。

如果未勾选"不同的视场/结构(Separate Fields/Configs)"选项，则OpticStudio用来执行反灵敏度分析的标准为总体的评价标准，该标准通常为所有视场和结构的平均结果。使用平均结果的问题在于，有些视场或结构的性能可能由于公差导致明显的降低，而其它视场和结构却不会，平均结果可能不会显示出个别视场或结构上性能降低的严重程度。如果勾选了"不同的视场/结构(Separate Fields/Configs)"，那么OpticStudio会单独计算每个结构中每个视场的评价标准的值，以确认每个视场和结构的评价标准值都满足最大标准值或增量值。对于反向增量模式，OpticStudio计算每个视场位置性能的名义值，然后降低公差范围直到每个视场上的评价标准值不超过所定义的增量值。

如果起始公差值的评价标准值优于所定义的最大标准值或增量值，则当前的公差项将不再被调整。这意味着在反灵敏度的分析过程中，公差的范围不会被放宽，只可能被限制的更小。例如，如果评价标准值为0.035，最大标准值为0.050，起始的公差项得到的评价标准值为0.040，那么起始公差的范围不会被增加。为了准确计算极值，首先必须在公差数据编辑器中放宽公差，然后重复反灵敏度分析。这样做是为了防止所需的公差范围比起始的公差范围还要宽松。通常情况下当公差范围宽松到一定程度时，继续放宽公差范围不会降低制造的成本。

性能评估改变量的计算方法与灵敏度分析相同，不同点在于反灵敏度算法使用新调整的公差范围进行计算。反灵敏度分析为限制个别的公差提供了帮助，因此避免出现其中一个缺陷对整体性能下降影响太大。

需要注意的是反灵敏度单独计算每项公差。总体性能下降的评估同样还是由所有独立公差的RSS给出。个别公差操作数可以勾选"不在反向公差时调整"选项；这将防止反向公差算法将公差范围限制的太紧，即便评估的性能已经符合了指定的要求 。该选项选项位于公差数据编辑器中的"编辑(Edit)"菜单下的"操作数属性(Operand Type)"对话框中 。

7.6.9. 蒙特卡罗分析(Monte Carlo Analysis)

与灵敏度分析和反灵敏度分析不同的是，蒙特卡罗分析同时模拟所有扰动的影响。

蒙特卡罗分析同时模拟所有扰动的影响。

对于每个蒙特卡罗循环，所有已指定公差的参数都会根据所定义的范围和统计分布类型进行随机设定。系统默认的设置假设所有参数都遵循相同的正态分布，并且公差的最小和最大值的总宽度为4倍标准差。例如，曲率半径为100mm，公差为+4.0／-0.0mm，则蒙特卡罗分析将在100.00mm与104.00mm之间赋予一个随机的半径值，它遵循一个中心在102.00mm，标准差为1.0mm的正态分布。

可以用STAT命令改变默认的统计分布模型。每个公差操作数可以有不同的统计分布模型，或者具有相同统计分布的操作数可以放置在一组中。所有跟随在STAT命令后的公差操作数都将使用STAT命令定义的统计分布。根据需要，可以在公差数据编辑器中输入多个STAT命令。

STAT命令包含两个参数，Int1和Int2。其中Int1值用来定义统计分布模型：0代表正态分布；1代表均匀分布；2代表抛物线分布；3代表用户自定义统计分布。只有使用正态分布时才使用Int2值，该参数用来指定公差参数的平均值和极值之间标准差的个数。

所有支持的统计分布如下所述。

7.6.9.1. 正态统计分布(Normal Statistical Distribution)

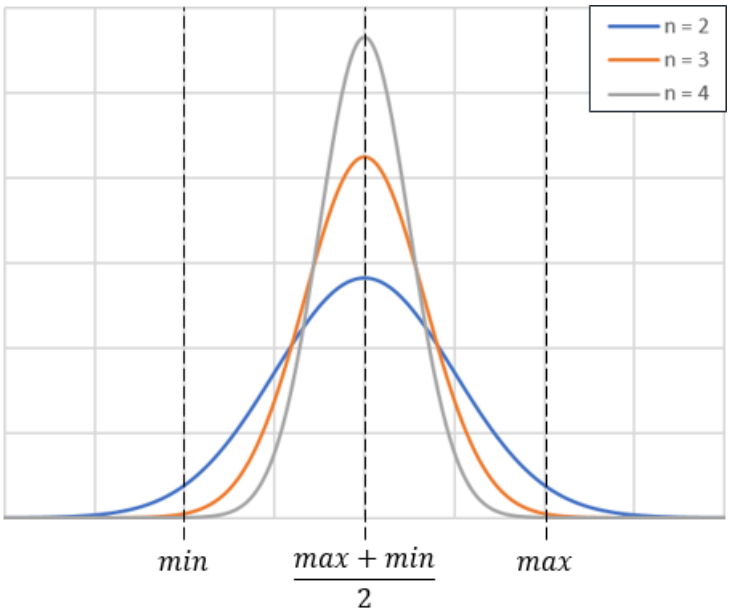
默认的分布类型是一个经过修正的高斯"正态"分布，其表达式为：

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}\exp\left(\frac{-x^2}{2\sigma^2}\right),\ -n\sigma \le x \le n\sigma$$

$$n\sigma = \frac{max - min}{2}$$

修正的地方在于随机选择值x（与公差两个极值中点的偏移量）被限制在零的"n"个标准差之内。默认的"n"值为2，然而"n"也可以根据前面定义的STAT命令的Int2参数进行改变。这样做是为了确保选择的值不超过指定的公差范围。标准差被设置为当前公差范围的一半除以"n"。例如，如果将"n"设为2，厚度的名义值为100mm，公差为+3/-1mm，则随机选择的厚度值应该从平均值为101mm、范围为±2mm、标准差为1.0的正态分布中选取。如果"n"为5，则标准差为0.4。设置的"n"越大，所选择的值靠近公差极值平均值的可能性就越高。设置的"n"越小，则正态分布就越贴近均匀分布。

对于径向滚动操作数：TEDR、TSDR、TARR和TRLR，如果最大值或最小值为0，则分布将以0为中心。滚动的随机径向方向确保这能够保持对称分布。



7.6.9.2. 均匀统计分布(Uniform Statistical Distribution)

均匀分布的表达式为：

$$p(x) = \frac{1}{2\Delta}$$

其中，

$$-\Delta \le x \le \Delta$$

☒值为最小和最大公差值之差的一半。需要注意的是 该随机变量值会在指定的公差范围内以同样的概率分布随机选取。

7.6.9.3. 抛物线统计分布(Parabolic Statistical Distribution)

抛物线分布的表达式为：

$$p(x) = \left(\frac{3x^2}{2\Delta^2}\right), (-\Delta \le x \le \Delta)$$

其中，☒的定义与均匀分布中的定义完全相同。根据抛物线分布产生的随机选择值看起来更趋近于公差范围的极值点，而不像正态分布那样是在中间值附近。

对于径向滚动操作数：TEDR、TSDR、TARR和TRLR，如果最大值或最小值为0，则分布将以0为中心。滚动的随机径向方向确保这能够保持对称分布。

7.6.9.4. 用户自定义统计分布(User Defined Statistical Distribution)

用户自定义统计分布是由一个文本文件进行定义的，其中分布数据包含在文件中的列表中。基本的概率函数可由下式定义：

$$p(x_i) = T_i,\ 0.0 \le x_i \le 1.0$$

其中，T值为列表中对应离散的X值的数值。则基本的概率分布可以通过对列表中的数值进行数值积分计算得到，预估的X值可以从与表格匹配的概率分布中随机产生。

该文件的格式包含两列数据，如下所示：

```
X1 T1
X1 T2
X3 T3
...etc.
```

其中，X值是单调递增的浮点数（介于0.0和1.0之间，包括0.0和1.0），T值是得到X值对应的概率。需要注意的是，OpticStudio使用的概率分布范围从0.0到1.0，因此第一个定义的X1值必须等于0.0（它可以对应任意的T1概率，包括零），最后一个定义的Xn值必须为 1.0。最多可以使用200个点来定义X = 0.0和X = 1.0之间的分布。数据点数量超出限制将出现警告。

对于之后定义的所有公差操作数（直到另一个STAT指令出现），每项公差的最小和最大公差值将决定该操作数中随机变量X的实际范围。例如，如果一个名义值为100.0的参数，其公差为0.0和+2.0，则这个概率分布将扩展到100.0到102.0的范围。

当使用文件定义了分布中的数据，文件的扩展名必须为*.UDD，文件必须放置在<data>\Tolerance文件夹中（更多信息请参考帮助文件中的"文件夹"一节），并且文件名（包含扩展名）必须在公差数据编辑器中的STAT命令的注释栏中输入。必须将STAT类型设为"3"。

在公差数据编辑器中，用户自定义的概率分布的文件名必须放置在公差操作数**STAT**的注释栏中。

示例分布：

```
0.0 0.0
0.1 0.5
0.2 1.0
0.3 0.5
0.4 0.0
0.5 0.5
```

```
0.8 4.0
1.0 5.0
```

可以看到，X的数据值不需要均匀分隔；可以只在概率变化较大的区域内使用更精细的间隔。这个分布有两个波峰，较高的波峰向分布的最大值一侧倾斜。

用户自定义统计分布是非常灵活的，可以被用来模拟任意的概率分布，包括倾斜的、多峰的或使用测量所得的统计概率数据。在同一个公差分析中可以定义和使用多个分布。

7.6.9.5. 蒙特卡罗分析方法讨论(Discussion of Monte Carlo Analysis Method)

请注意，从正态统计到均匀统计再到抛物线统计会依次产生更差的分析，进而产生更保守的公差。

对于每个周期，调整补偿器，然后打印标准和补偿器值。在完成所有蒙特卡罗试验之后，将提供统计概要。

蒙特卡罗分析的价值在于同时考虑所有公差来估计透镜的性能。与识别系统中"最差情况"的灵敏度分析不同，蒙特卡罗分析用于估计满足指定公差的系统的实际性能。提供的统计概要对于批量生产的透镜系统可能非常有用。当然，由于采样不充分，同一类型的透镜不符合这些统计值。然而，蒙特卡罗分析仍然有用，因为它能表明单个透镜可能满足所需的规范。

7.6.10. 蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting Rules for Monte Carlo Analysis)

当执行蒙特卡罗分析时，将同时考虑所有的公差。如果不遵循一些规则，用于定义元件的倾斜和偏心的操作数可能产生冲突或者定义模糊。

如TEDX、TEDY、TETX和TETY这类公差要求OpticStudio在表面组的前面和后面插入坐标断点面，然后将整个表面组作为一个整体进行倾斜或偏心。由第一个坐标断点面产生的倾斜和偏心必须由第二个坐标断点面来"抵消"。只有当第一个和第二个坐标断点面的顶点在三维空间位置相同时才可以实现。OpticStudio使用拾取求解和位置求解来保证这一条件。

然而当多个公差操作数指定的表面范围发生重叠时，这个方法将失效。例如，如果在表面3-8上设置有操作数TETX，在表面5-12上设置有操作数TETX，则表面5-12组的第一个倾斜的坐标断点面将改变表面5-8的位置，第一个表面组的第二个坐标断点面将被移动。在这种情况下，OpticStudio不能保证坐标断点面能够像预想的一样工作。实际上，重叠的坐标断点面没有一个统一的解释，因此要想模拟一个没有物理解释的光学系统是很困难的。

然而公差可以进行嵌套定义，因为嵌套意味着对于元件的倾斜和偏心有一个明确的次序。例如，在表面5-12上的操作数TETX之后，跟着表面5-9上的操作数TETX和在表面10-12上的操作数TETX是很符合实际情况的。该次序可以模拟一个由多个元件组装在一起的装配体的倾斜，其中每个元件在装配体中都可以定义单独的倾斜。

嵌套规则如下：

1）所有元件的倾斜和偏心公差必须被嵌套。

2）在每个嵌套组中最外侧的一对表面必须第一个定义。这是一组有效的操作数示例：

```
TETX 5 12
TETX 5 10
TETX 11 12
```

这是一组无效的操作数：

```
TETX 5 12
TETX 9 15
TETX 5 15
```

其中，第二个操作数是无效的，因为它与第一个操作数定义的表面产生了部分重叠（违反了规则1）。第三个操作数也是无效的，虽然它与操作数I相嵌套，但它是两个操作数的最外面的范围（违反了规则2）。因此，第二个操作数必须被修改或删除，而第三个操作数可以被放在第一个操作数的前面，来构成一组符合嵌套规则的操作数列表：

```
TETX 5 15
TETX 5 12
```

注意，尽管一个操作数与前面的操作数共用一个或者两个表面边界，但它仍被认为是嵌套的，因此TETX 5-15之后可以紧跟另一个TETX 5-15或者TETX 5-12或者TETX 13-15，但不能拾取TETX 4-13。

7.6.11. 使用公差脚本（Using Tolerance Scripts）

公差脚本概述

公差脚本是类似于宏的命令文件，它用于定义镜头进行公差分析时的评估过程。脚本也可以模拟一个镜头复杂的校准和评估过程。通过脚本可以实现以下功能对扰动的镜头进行评估：

☒添加或移除补偿器。

☒载入新的评价函数。

☒使用任意评价函数优化所定义的补偿器。

☒监控和报告OpticStudio可通过评价函数计算的任何值（实际上包含OpticStudio可计算的任何值，因为评价函数可能调用ZPL宏）。也可以计算其它数据，例如Zernike系数。

☒将数据保存为文本或二进制文件，以供后续分析使用。

☒将处于任意分析阶段的镜头保存为ZMX文件。

脚本可以实现多种操作的组合；因此可以定义多组评价函数和补偿器。在进行公差分析计算时脚本会被多次执行，包括：

☒当需要计算名义数据时执行一次。

☒在灵敏度分析中，对每个公差操作数执行两次（一次用于最小公差，另一次用于最大公差）。

☒在反灵敏度分析中，每个公差操作数将执行多次（反灵敏度分析需要进行迭代计算）。

☒对每个生成的蒙特卡罗镜头执行一次。

公差脚本文件必须是扩展名为TSC的文本文件，并且位于<data>\Tolerance文件夹中（详细信息请参考帮助文件中的"文件夹"一节）。

使用公差脚本时，不会强制控制补偿器的最小和最大边界值；更多信息请参考帮助文件中"关于补偿器最小值和最大值的通用解释（General comments about min and max values on compensators）"一节。如果脚本中定义了任意补偿器，则公差数据编辑器中不允许使用任何补偿器。

7.6.11.1. 公差脚本命令(The Tolerance Script Commands)

公差脚本命令的定义和描述如下文所述。

!

用途：

在脚本中添加注释。

语法：

```
! A comment line!
```

详述：

符号"!"用于定义脚本中的注释，在执行脚本时将被忽略。

CEDV

CEDV已停用，由CPAR替代。

用途：

定义新的附加数据值作为补偿器。

语法：

```
CEDV surf param
```

详述：

CEDV用于定义一个新的附加数据值作为补偿器。"surf"的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过公差分析插入了坐标断点或其它虚拟面，OpticStudio会自动更新表面的编号。"param"的值对应于表面的附加数据编号。

CLEARCOMP

用途：

移除所有当前的补偿器。

语法：

```
CLEARCOMP
```

详述：

CLEARCOMP用于移除所有当前的补偿器。在调用OPTI-MIZE或OPTIMIZE-OD前必须定义新的补偿器。

CLOSEFILE

用途：

关闭当前的输出文件。

语法：

```
CLOSEFILE
```

详述：

CLOSEFILE用于关闭当前的输出文件，而且在执行下一条OPENFILE命令前，不会再向输出文件写入更多数据。请参考下文中的OPENFILE。

CMCO

用途：

定义新的多重结构操作数作为补偿器。

语法：

```
CMCO operand config
```

详述：

CMCO用于定义新的多重结构操作数作为补偿器。"operand"的值为原始镜头文件中的操作数（行）编号。"config"的值对应于结构编号。

CNPA

用途：

定义新的非序列模式参数作为补偿器。

语法：

```
CNPA object parameter surface
```

详述：

CNPA用于定义新的非序列模式参数作为补偿器。"object"的值为原始镜头文件中的物体编号。"parameter"的值对应于参数编号。"surface"为非序列模式组的表面编号，非序列模式下使用1。

CNPS

用途：

定义新的非序列模式位置作为补偿器。

语法：

```
CNPS object code surface
```

详述：

CNPS用于定义非序列模式位置作为补偿器。"object"的值为原始镜头文件中的物体编号。"code"的值是1-6，分别表示x、y、z位置和x、y、z倾斜。"surface"为非序列模式组的表面编号，非序列模式下使用1。

COMP

用途：

定义新的补偿器。

语法：

```
COMP surf code
```

详述：

COMP用于定义新的补偿器。"surf"的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过公差分析插入了坐标断点或其它虚拟面，OpticStudio会自动更新表面的编号。"code"的值是0、1、2，分别表示厚度、曲率和圆锥系数。

CPAR

用途：

定义新的参数作为补偿器。

语法：

```
CPAR surf param
```

详述：

CPAR用于定义新的参数作为补偿器。"surf"的值为原始镜头文件中的表面编号。如果通过公差分析插入了坐标断点或其它虚拟面，OpticStudio会自动更新表面的编号。"param"的值对应于表面的参数编号。

FORMAT

用途：

指定后续REPORT语句中的数值精度格式。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

语法：

```
FORMAT m.n [EXP]
```

详述：

整数m和n由小数点分隔。m值用于指定要打印的字符总数，即使其中某些字符可能为空格。n值用于指定在小数点后显示的位数。因此，FORMAT8.4会使后续的REPORT语句打印8位字符，小数点后有4位小数位数。FORMAT .5则会使REPORT显示5位小数位数，总位数则根据需要进行显示。FORMAT仅影响REPORT的数值输出。如果数字过大，不适合使用m位小数位数，则FORMAT语句的m部分会被忽略。m.n表达式之后的可选关键字EXP表示应使用指数计数法。默认的格式为16.8 EXP。

示例：

```
FORMAT 18.9 EXP
```

GETMERIT

用途：

计算当前评价函数。

语法：

```
GETMERIT
```

详述：

如果尚未计算评价函数，则应先使用GETMERIT，然后再使用其他REPORT命令。LOADMERIT、OPTIMIZE和OPTIMIZE-OD也会更新当前的评价函数。

HEADER

用途：

在输出文件的开头处打印文本标题。标题可用于标明后续数据所属的公差操作数或蒙特卡罗文件。

语法：

```
HEADER "text"
```

详述：

在TXT模式中使用OPENFILE时，使用HEADER命令会在输出文件中添加一行文本行。HEADER命令会输出用户提供的文本字符串，后面跟着正在计算的公差操作数编号（灵敏度分析期间）或正在执行蒙特卡罗分析的文件编号，或者表明正在评估名义性能的标记。灵敏度分析会先完成最小值的计算，然后再完成最大值的计算。

LOADMERIT

用途：

加载新的评价函数用于公差分析的评价标准。

语法：

```
LOADMERIT filename.mf
LOADMERIT "C:\SOMEPATH\SOME MERIT FILE NAME.MF"
```

详述：

如果没有指定任何路径，那么评价函数文件必须保存在<data>\MeritFunction文件夹中（详细信息请参考帮助文件中的"文件夹(Folders)"一节）。该文件应该是使用评价函数编辑器的工具栏选项保存的正确格式，或者可以是完整的ZMX文件，在这种情况下，只有文件的评价函数部分被读取和加载。

当加载完评价函数时，它会替换任何现有的评价函数。评价函数中任何参考了表面编号的操作数都应该是未更改的原始镜头的表面编号。如果通过公差分析插入了坐标断点或其它虚拟面，OpticStudio会自动调整表面

的编号。然后计算新的评价函数。除非执行后续的GETMERIT、LOADMERIT、OPTIMIZE或OPTIMIZE-OD命令，那么得到的评价函数值将返回给公差分析程序作为评价标准值。

NOMINAL

用途：

对名义性能的评价方法进行一些控制。

语法：

```
NOMINAL keyword
```

详述：

NOMINAL脚本命令仅用于脚本计算名义性能时进行一些控制。支持的关键字是：

OPT_OFF：关闭补偿器优化。所有后续的OPTIMIZE或OPTIMIZE-OD命令将被忽略。

OPT_ON：开启补偿器优化。所有后续的OPTIMIZE或OPTIMIZE-OD命令将被执行。

NOMINAL命令只有在计算系统的名义性能时执行，在分析单独公差项时不会执行。

OPENFILE

用途：

打开文本或二进制文件，用于之后使用REPORT输出数据。

语法：

```
OPENFILE "FILENAME" mode
```

详述：

FILENAME可以是任何有效的文件名，包括完整的路径和扩展名，例如"C:\DATA\MyFile.DAT"。二进制文件或文本文件的模式参数分别为BIN或TXT。第一次运行脚本进行公差分析时，OPENFILE会打开一个新的数据文件。之后每次调用脚本时都会将数据附加到同一个文件中。

每当执行REPORT或HEADER命令时，都会将数据写入文件。但是，REPORT命令中不包括文本字符串；REPORT命令只会将数值数据打印到公差输出文件中。如果模式为TXT，那么文件是文本文件，每个REPORT输出的数值数据将写入文件的不同行中。如果模式为BIN，则会将每个数值以64位双精度格式写入。

由于每次调用脚本时都会写入数据，所以文件中的数据量取决于执行的公差操作数的数量以及蒙特卡罗的运行圈数。第一次调用脚本是用于计算名义评价标准，然后是灵敏度分析，接下来是蒙特卡罗分析。OPENFILE命令不应该在反灵敏度分析时使用，因为反灵敏度分析时的迭代计算会多次调用脚本，而且无法确定数据与操作数的对应关系。

脚本执行完毕后会自动关闭文件。可以在同一个脚本文件中使用多个OPENFILE命令，以将不同数据写入不同文件。另请参阅CLOSEFILE。

OPTIMIZE

用途：

使用当前评价函数和补偿器优化系统。

语法：

```
OPTIMIZE
```

详述：

OPTIMIZE调用阻尼最小二乘法优化器，并且执行"n"次优化周期。如果n为零或被忽略，则优化器将自动执行优化，并在收敛时终止运行。

OPTIMIZE-OD

用途：

使用当前评价函数和补偿器优化系统。

语法：

```
OPTIMIZE-OD n
```

详述：

OPTIMIZE-OD调用正交下降法优化器，并且执行"n"次优化周期。如果n为零或被忽略，则优化器将自动执行优化，并在收敛时终止运行。

PERTURB

用途：

随机扰动镜头中的参数。

语法：

```
PERTURB type int1 int2 int3 stat nstd min max
```

详述：

PERTURB用于随机更改镜头中的数值参数。整数参数类型必须使用0表示表面数据，1表示参数数据，2表示附加数据，3表示多重结构数据，4表示非序列模式元件位置数据，5表示非序列模式参数数据。PERTURB命令引入扰动的参数类型如下描述。

Type=0，表面数据：int1是表面编号，int2的值是0、1、2和3，其中0表示厚度、1表示半径、2表示圆锥系数、3表示净口径或半直径。int3的值必须设为零。

Type=1，参数数据：int1是表面编号，int2是参数编号，int3必须设为零。

Type=2，附加数据：int1是表面编号，int2是参数编号，int3必须设为零。

Type=3，多重结构数据：int1是结构编号，int2是操作数编号，int3必须设为零。

Type=4，非序列模式位置数据：int1是表面编号，int2是物体编号，int3的值必须是1、2、3、4、5、6，分别表示x、y、z位置和x、y、z倾斜。

Type=5，非序列模式参数数据：int1是表面编号，int2是物体编号，int3是参数编号。

stat整数用来表示所要使用的统计模型：0、1、2分别表示正态（高斯）分布、均匀分布、抛物线分布。目前只支持这3种分布。nstd为浮点值，用来表示从分布中心到任一边缘的标准偏差的数量。较小的nstd值（小于1.0）产生的分布接近均匀分布。较大的nstd值会产生抖动剧烈的中心峰值分布，大多数随机生成的值都会聚集到靠近范围中心的位置。只有正态分布使用nstd值，但是使用其它stat类型时，必须将该值设为零。

最小值和最大值用来表示所要选择的随机值的范围。

例如，若要随机扰动表面6的厚度，扰动范围为-0到+1，使用包含正/负3个标准偏差的正态分布，其使用语法如下：

```
PERTURB 0 6 0 0 0 3.0 0.0 1.0
```

得到的随机值会介于0.0到1.0之间，由于标准偏差的数量适中，因此扰动结果更接近0.5。随后会将这个随机值添加到表面6的当前厚度值中。需要注意的是，PERTURB命令可用于所有值，无论它们是否为补偿器。如果需要对多重结构操作数控制的值添加扰动，可直接使用Type3对操作数进行扰动，而不是扰动受多重结构操作数控制的参数。

计算名义评价标准时会忽略PERTURB命令。

QUIET

用途：

控制是否将使用REPORT发送到文件的数据也发送到公差分析输出窗口。

语法：

```
QUIET ON
QUIET OFF
```

详述：

QUIET的默认设置是OFF。如果将QUIET设为OFF，则所有REPORT命令都将发送到公差分析窗口。如果将QUIET设为ON，那么不会将REPORT命令的输出发送到公差分析窗口。但是仍会将所有输出的数据发送到使用OUTPUTFILE打开的文件中。

REPORT

用途：

将数值或文本数据发送到输出文件。

语法：

```
REPORT "text" operand
REPORT "text" SZERNIKE term field wave sampling maxorder
REPORT "text" -1
REPORT_NB (see discussion under syntax 4 below)
```

详述：

可通过不同方法来使用REPORT或REPORT_NB命令：

语法1：REPORT会在公差输出窗口中打印任何用户自定义的文本以及当前加载的评价函数中任意操作数的值。"operand"的值为整数，对应于要打印的操作数编号（行）（需要注意的是，评价函数中可以计算任何值，而且如果不需要优化，则可以将该值的权重设为零，并且仍然可用于输出）。如果"operand"的值为零，那么会打印整个评价函数的值。数值的格式可通过FORMAT命令进行设置。请注意，对于语法1和所有后续语法，当REPORT遵循OPENFILE命令时，"文本"部分中的所有内容都将在输出中省略。

语法2：当在REPORT命令后接文本字符串，然后再接关键字SZERNIKE时，该命令可用于计算和输出Standard Zernike系数（详细信息请参考帮助文件中的"Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients)"一节）。如果项数"term"为零，那么会将视场"field"、波长"wave"、采样"sampling"和最高阶"maxorder"的值用于计算Zernike系数。随后会将计算的值保存在缓存中，且不会输出任何数据。如果项数介于1和上一次调用SZERNIKE时使用的"maxorder"值之间时，则会输出该Zernike项数。示例语法如下：

```
REPORT "Compute Only!" SZERNIKE 0 1 1 1 4
REPORT "Zernike 1 = " SZERNIKE 1
REPORT "Zernike 2 = " SZERNIKE 2
REPORT "Zernike 3 = " SZERNIKE 3
REPORT "Zernike 4 = " SZERNIKE 4
```

需要注意的是，只有项数为零时才会实际计算Zernike的系数值；之后的每次调用都会从所计算的Zernike系数中取回相应的值。

语法3：当REPORT命令后跟包含在引号中的文本字符串以及整数-1时，该命令可用于打印任何文本字符串（如果字符串为空，则打印空白行）。

语法4：如果使用REPORT_NB命令而不是REPORT命令时，该命令不会在行的末尾处打印任何换行，因此多个数据可以显示在同一行中。最后一个输出的数据应该使用REPORT命令而不是REPORT_NB命令，以便正确终止当前行，否则最后一个REPORT_NB值将位于蒙特卡罗运行结束时。其余支持的参数如语法1、2和3中所述。

另请参阅"HEADER"和"QUIET"，以及"OPENFILE"。

SAVE

用途：

保存当前使用的镜头文件。

语法：

```
SAVE n
```

详述：

SAVE会将当前镜头文件保存在ZMX文件中，文件名为TSAVnnnn.ZMX，其中nnnn是用四位整数来表示的"n"的值。例如，如果"n"的值为6，则文件会保存为TSAV0006.ZMX。

UPDATE

用途：

更新当前镜头。

语法：

```
UPDATE
```

详述：

更新当前镜头。在PERTURB命令之后使用。

7.6.11.2. 公差脚本示例(Tolerance Script Example)

作为示例，假设光学系统由多个镜头元件组装而成。系统校准和评估过程中的一部分如下所述：

对元件2进行偏心，直到轴向测试光束位于像面中心。

元件4沿着轴向偏移，直到实现适当的放大率。

最后，调整后焦点位置，仅使轴上MTF最大化。

接下来测量并记录畸变。

在5个视场点处计算MTF。

假设使用现有的坐标断点表面3的参数1和2对元件2进行偏心，元件4的位置厚度为10，后焦点的厚度为15。此外，假设在CENTER.MF中定义一个以轴上光线位于像面中心为评价标准的评价函数，放大率执行的评价函数为MAGNIFY.MF，MTF评价函数为MTF.MF，用于评估的评价函数为EVALUATION.MF。则相应脚本如下所示：

```
! clear any existing compensators for a clean start
CLEARCOMP
! load the centering merit function
LOADMERIT CENTER.MF
! define the two compensators to decenter element 2
CPAR 3 1
CPAR 3 2
! optimize 4 cycles
OPTIMIZE 4
! clear the decenters, load the magnification merit, and adjust thickness 10
CLEARCOMP
LOADMERIT MAGNIFY.MF
COMP 10 0
OPTIMIZE 4
! now load the MTF merit function, and adjust back focus
CLEARCOMP
LOADMERIT MTF.MF
COMP 15 0
```

```
OPTIMIZE 4
! load the evaluation merit function, report the distortion and 5 MTF values
! these should be the first 6 operands in EVALUATION.MF.
CLEARCOMP
LOADMERIT EVALUATION.MF
REPORT "Distortion     = " 1
REPORT "MTF at field 1 = " 2
REPORT "MTF at field 2 = " 3
REPORT "MTF at field 3 = " 4
REPORT "MTF at field 4 = " 5
REPORT "MTF at field 5 = " 6
```

在脚本结束时，从上一条LOADMERIT或OPTIMIZE命令得到的整个评价函数值会作为评价标准的值返回，OpticStudio会输出并使用这个值。

7.6.12. 对多重结构（变焦）镜头进行公差分析(Tolerancing Multi-Configuration (Zoom) Lenses)

公差分析可以对所有或任意特定的多重结构镜头执行公差分析。从"结构(Configuration #)"下拉菜单中选择所需的结构。当使用反向公差时，连续的公差分析会对每个结构中的每项公差计算所需的最高精度，该精度的公差最终会共同应用到所有结构中。

在某些情况下，对于由多重结构操作数控制的表面，OpticStudio无法正确地执行公差。例如，假设公差操作数TEDX 3 4定义元件的偏心，同时该表面的半径和厚度还由多重结构编辑器中的热扰动操作数控制。在这种情况下，OpticStudio会报告错误消息。解决这一问题的方法是在元件的前后添加新的虚拟表面，来分开考虑这两个因素的影响。在实际镜头表面（插入虚拟表面后的表面编号为4和5）的前后添加新的虚拟表面（表面编号为3和6）。现在可以使用TEDX 3 6来定义元件的偏心，同时仍然对表面4和5应用热扰动多重结构操作数。

7.6.13. 对包含求解的系统进行公差分析(Tolerancing with Solves)

通常情况下，在对镜头进行公差分析之前，需要删除所有基于光线的求解类型。对于包含倾斜或偏心元件的光学系统来说，基于光线的求解（例如边缘光线高度求解）不再有任何意义。即使系统最初是旋转对称的，但是大多数公差命令（例如TETX和TETY）会强制将系统转换为非旋转对称系统。曲率求解（例如F/#求解）会在公差分析时动态地改变表面的曲率，在实际系统中则不会表现出这样的变化。

有些情况需要使用到拾取求解类型，因此不能将其删除。例如，如果镜头是在双通系统中使用的，而且一个元件的倾斜意味着后续元件的倾斜，则第二个元件的拾取求解可用于拾取第一个元件的倾斜。这种情况下，需要使用公差操作数TUTX和TUTY。

7.6.14. 使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite Surfaces)

如果使用TIRR、TEXI或TEZI操作数来对目前无法转换为不规则面、Zernike Fringe矢高或Zernike Standard矢高的表面类型进行不规则度公差分析，则可以使用复合组件面进行公差分析，如下所述。请注意，该过程将"不"改变现有公差操作数当前支持的表面类型。有关复合表面的更多信息，请参阅复合表面(Composite Surface)。

当TIRR应用于除了标准面以外的任何表面时，在表面之前将会插入不规则复合组件面，并用于在公差分析期间扰动不规则度。

当TEXI应用于除了标准面和偶次非球面以外的任何表面时，在表面之前将会插入Zernike Fringe矢高复合组件面，并用于在公差分析期间扰动不规则度

当TEZI应用于除了标准面、偶次非球面和Toroid面以外的任何表面时，在表面之前将会插入Zernike Standard矢高复合组件面，并用于在公差分析期间扰动不规则度。

请注意，上述TIRR、TEXI和TEZI的扩展功能目前不包括对离轴孔径的支持。

7.6.15. 排除公差结果中的问题(Trouble Shooting the Tolerance Results)

请参考公差操作数"SAVE"。

如果任何计算的公差数据的值显示"Infinity"，则表示无法对该指定公差的评价标准值进行评估。通常情况下，无法评估评价标准值的原因是出现了光线目标发生全内反射的情况。如果任意公差的值出现"infinity"时，则灵敏度分析的统计数据通常没有实际意义。其中一种解决方法是先减少两个或者更多的公差项，然后再进行重复分析。

7.6.16. 优化公差灵敏度（公差概述）(Optimizing for Tolerance Sensitivity (tolerancing overview))

光学设计中有多种因素会对公差灵敏度产生影响，其中包括光线在表面上的入射角、像差的平衡以及潜在的制造缺陷等。多个缺陷之间的相互作用会使精确预测公差变成一个困难的统计问题。

请参考"优化公差灵敏度（优化概述）(Optimizing Tolerance Sensitivity (optimization overview))"。

7.6.17. 公差分析的潜在问题(Pitfalls When Tolerancing)

使用TETX和TETY之类的倾斜公差时，可能会出现的一个错误是光线的非物理传播。如果两个元件之间存在很小的缝隙或虚拟面，默认公差就会单独包含每个元件的倾斜。如果元件间距很小，则其中一个元件可能会倾斜至它与其它元件"碰撞"的位置。实际上不会出现这种情况，但当倾斜度很小时，公差值仍然是性能的良好指标。

如果公差算法报告的名义评价标准值与预计的值不同，请查看镜头文件中的光线瞄准功能是否"关闭"（如欲了解有关光线瞄准的详细信息，请在帮助文件中搜索"光线瞄准 "）。请尝试"开启"光线瞄准功能，然后重新优化。通常情况下，如果是否启用光线瞄准功能会 对名义值产生很大影响，那么应该开启光线瞄准功能。

7.6.18. 总结（公差概述）(Summary (tolerancing overview))

公差分析的流程非常灵活，而且功能强大。OpticStudio在计算公差时不会使用任何近似计算、外推法或估计值。因此，对于常规系统和复杂系统来说都可以生成有效的分析结果。需要明确的是，公差分析是一个复杂的过程，OpticStudio用于控制镜头数据的算法并非永远是正确的。因此，设计人员需要时刻验证程序计算的结果合理性。

8: 数据库选项卡(The Libraries Tab)

序列模式

非序列模式

OpticStudio的安装包包括许多光学材料、库存镜头、薄膜膜层和库数据形式的光源。您还可以添加自己的数据。数据库选项卡用于访问OpticStudio附带的所有库数据，以及输入您自己的数据所需的工具。

光学材料组**(The Optical Materials group)**用于访问玻璃、塑料、双折射介质等库。

库存镜头组**(The Stock Parts group)**包含OpticStudio中的所有供应商镜头库，您可在其中快速搜索以找到适合您应用程序的正确镜头。

设计模板组**(The Design Templates Group)**包含设计模板工具。

膜层组**(The Coatings group)**包含用于设计薄膜膜层并将其应用于光学表面的数据和工具。

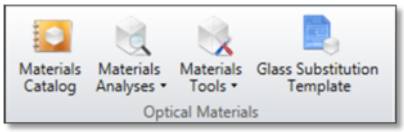
散射组**(The Scattering group)**用于访问OpticStudio的表面散射库和散射查看器。

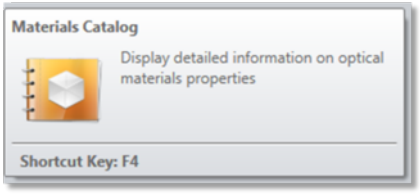
光源组**(The Sources group)**用于访问IES（仅角度）数据。光谱（颜色）信息可以添加到没有光谱（颜色）信息的数据文件中。

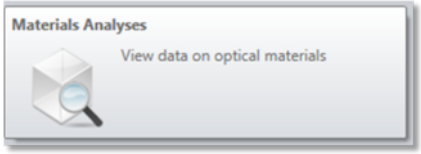
光源查看器组**(The Source Viewers group)**包括用于建模光源配光曲线图和光谱的工具。

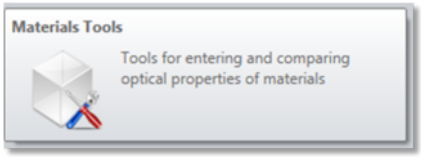
8.1. 光学材料组(Optical Materials Group)

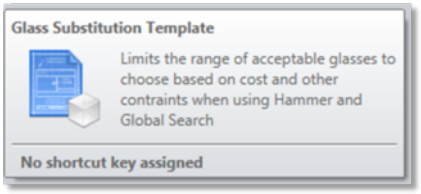
如下为光学材料工具。



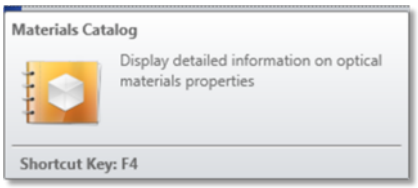




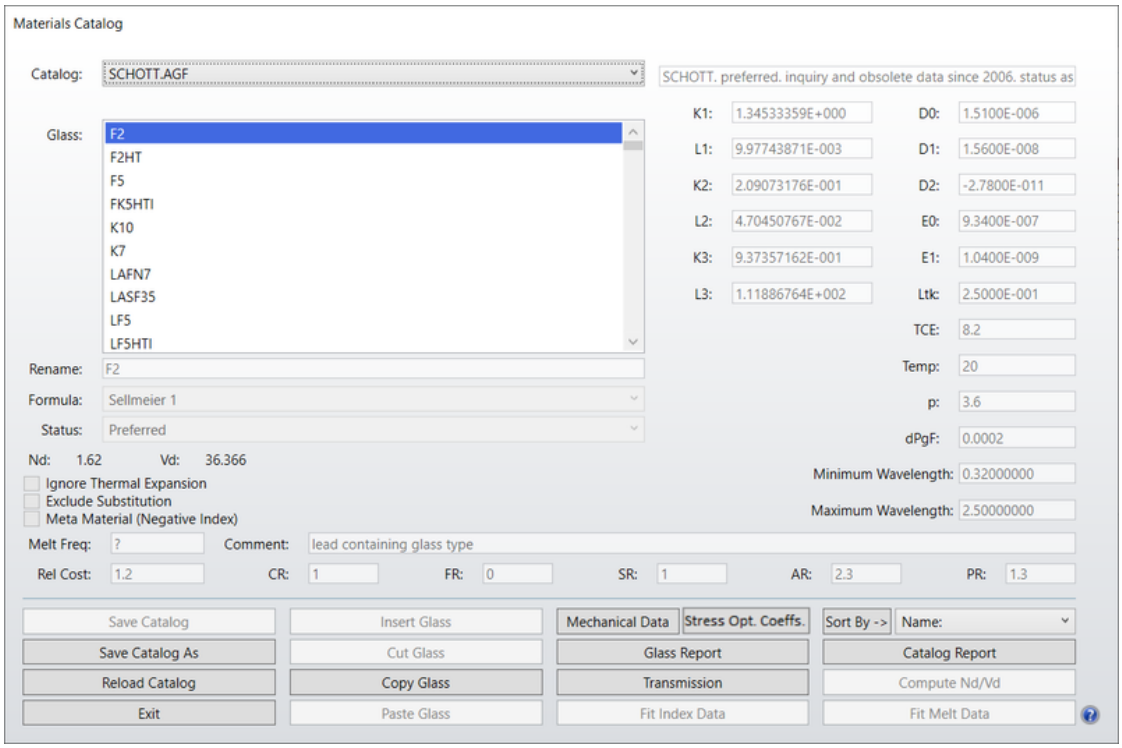




8.1.1. 材料库（Materials Catalog）



可用于访问玻璃库。



8.1.2. 使用材料库(Using Material Catalogs)

折射表面和固体的折射率在OpticStudio中可通过多种不同方式定义。这一节的大部分内容与定义在玻璃库中的色散数据相关。关于定义折射率的其他方法，请参阅参考文件中后面部分"定义色散数据的其他方法(Alternate methods of defining dispersion data)"的章节。OpticStudio将会提供一些标准库，同时用户也可以创建自定义库。

OpticStudio根据玻璃库中输入的公式及系数来计算折射率。当用户在LDE的玻璃材料列指定一种玻璃名称，例如BK7，OpticStudio将会在当前已经加载好的所有玻璃库中搜寻此玻璃材料。如果此玻璃材料被找到，OpticStudio将会使用此种玻璃在库中的系数及其相应公式，继而在每个定义的波长上计算折射率。

值得注意的是，OpticStudio中所有的玻璃库都默认通过色散公式计算得到的折射率，是针对相对波长的函数计算得到的相对折射率。相对条件是指相对于1.0大气压的空气和玻璃库中定义 的参考温度。

关于OpticStudio如何考虑温度、压强以及空气折射率的更多详情，请参阅"折射率的计算(Index of refraction computation)

OpticStudio 假设通过色散公式计算的折射率，是针对相对波长的函数计算得到的相对折射率。

这种方法可能看起来比直接输入折射率要复杂的多，但它有很多优点。比如，公式计算得到的数据通常比用户输入的数据更加精确。材料库里的数据也更加便于使用，只需要用户提供玻璃名称即可。在设计的玻璃选取阶段中，这是一个明显的优点。此外，任意波长都可以被使用，即使在此波长上没有提供明确的折射率数据。此方法主要的缺点是必须计算系数，即便系数在材料库中很容易得到或用户很容易手算得到。如果用户拥有某些材料库内没有的材料的折射率，或者用户觉得自己的数据优于材料库中的数据，OpticStudio将会为用户自动计算系数。请参阅参考文件后续的"拟合折射率数据(Fitting index data)"

8.1.2.1. 指定要使用的玻璃库(Specifying Which Glass Catalogs to Use)

这一节详述了如何载入、编辑以及管理玻璃库。要指定使用特定材料库，可在系统选项(System Explorer)下的材料库(Material Catalogs)中定义。默认情况下，SCHOTT是在"当前材料库(Catalogs to Use)"中唯一列出的材料库，但是可以在同一时间指定使用多种材料库。 所有其它可用的材料库在"可用材料库(Catalogs Available)"中列出，并且可通过箭头按钮在"当前材料库(Catalogs to Use)"中进行添加和移除。

所有列出的材料库必须位于玻璃库文件夹中（参阅文件夹(Folders)）。之所以在该屏幕上指定玻璃库的名称，是因为材料库选择是针对每一个镜头文件单独保存的。如果用户保存了当前镜头，并且在随后重新载入了这个镜头，则仅仅只自动载入相应保存的玻璃库。

8.1.2.2. 编辑并查看玻璃库(Editing & Reviewing Glass Catalogs)

如果要编辑或查看现有玻璃库中的数据，请从数据库(Libraries)选项卡中选中材料库(Materials Catalog)。

从对话框下拉列表中列出的库名称中选中所需的库名称。选中库后，您可在库中插入、剪切、复制、粘贴或修改数据，如以下部分所述。您可将新修改的库保存为相同名称或新名称。编辑OpticStudio随附的玻璃库时，请确保使用"将库另存为(Save Catalog As)"按钮将修改后的数据保存为新名称。这一点很重要，因为OpticStudio的未来版本可能包括将安装在现有库中的更新库，对现有库所做的任何更改都将丢失。

如果要编辑玻璃库中的大量数据，创建广泛的自定义库或将其它格式的数据转换为OpticStudio所使用的格式，直接编辑玻璃库文件可能更容易。有关文件格式的信息，请见本参考文件后文中的"AGF和BGF文件格式"。

编辑玻璃库时应格外注意，如果库数据修改不正确，将导致错误的光线追踪数据。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8.1.2.3. 材料库数据说明(Description of Catalog Data)

玻璃库对话框展示了每一种玻璃的数据。在下方说明了各数据字段的含义。

玻璃库数据字段(GLASS CATALOG DATA FIELDS)

项目**(Item)**

描述

分类**(Catalog)**

用于指定要显示的.AGF格式库。库名称右边的标注字符串可被用来描述库。

玻璃材料**(Glass)**

用于指定库中所要显示数据的玻璃。

重命名**(Rename)**

在玻璃需要赋予不同名称的情况下，当前选中玻璃的名称可以在此处进行修改。

公式**(Formula)**

每一种玻璃的色散都通过公式进行描述。该控件可选择要使用的公式。如果该设置被更改，除非输入了合适的系数，否则色散数据将变为无效。请参阅后续参考文件中的"玻璃色散公式(The glass dispersion formulas)"。

状态**(Status)**

状态表明了玻璃的可用性。可用的设置包括标准、首选、废弃、特殊和熔融。状态值一般由生产厂商指定。标准状态的玻璃材料通常是可以购买的。首选状态的玻璃材料通常是反复熔融的玻璃，并且更符合需求。废弃状态的玻璃材料不再生产，但依然可用。特殊状态的玻璃材料是一种通用类别，用来表明此玻璃不属于其它种类。熔融状态的玻璃是OpticStudio的一种标志，用来表明这种玻璃材料通过熔融拟合功能在库中被创建，可参阅后续参考文件中的"拟合熔融数据(Fitting melt data)"。状态的分类可能在生产厂商之间有所不同，有时生产厂商将可用材料的状态显示在AGF文件的标题中。

折射率**Nd**

d光（波长0.587微米）折射率。 OpticStudio 在计算折射率的时候不使用该值。它仅单独显示，方便参考。一些材料在0.587微米波段区域不具有好的透过率，该条目对这些材料可能无意义。

阿贝数**Vd**

d光阿贝数的值。OpticStudio在计算折射率的时候不使用该数值。它仅单独显示，方便参考。

忽略热膨胀**(Ignore Thermal Expansion)**

这个选项可通过在镜头数据编辑器中直接指定热膨胀系数（而不是在玻璃库中指定），对非固体玻璃材料进行精确的热建模，比如气体和液体。只考虑边缘影响；曲率半径和其它热拾取求解都将使用相邻材料的TCE，而不是气体或液体本身的TCE。

排除替换**(Exclude Substitution)**

如果选中，在全局优化、从模型材料转换为实际玻璃材料的过程中将不选择此玻璃材料，也不会通过优化操作数RGLA考虑此玻璃材料。

复合材料（负折射率）**(Meta Material (Negative Index))**

如果选中，那么色散公式将会被用来计算折射率的绝对值，但是符号将被改变，以得到负折射率。因此复合材料就是指具有负折射率的材料。

K1、**L1...A0**、**A1...**、**A**、**B**、**C**等

对话框中心列的前八行显示色散系数数据。这些系数的名称根据玻璃公式而变化。

TCE

TCE值是热膨胀系数。这是一个无量纲参数。显示或输入的值都需要乘上1e-6来得到实际值。

OpticStudio目前使用TCE值来建模与温度范围无关的线性热膨胀。玻璃供应商提供的目录值通常是-30至+70摄氏度温度范围内的TCE，但OpticStudio将在任何温度范围内使用TCE值。

温度**(Temp)**

参考温度的单位是摄氏度，这是相对波长和折射率所参考的空气温度。它通常是测量数据时的玻璃温度，但并不总是这样。

请参阅定义温度和压力(Defining Temperature and Pressure)。

D0、**D1**、**D2**、**E0**、**E1**、**Ltk**等

这些是热分析模型使用的热系数。

参阅折射率的计算(Index of refraction computation)。

P

p是单位为克每立方厘米的材料密度。

DPgF

该值是相对部分色散与法线的偏移值。

最小、最大波长**(Min, Max Wavelength)**

色散公式返回有效折射率数据的最小和最大波长，以微米为单位。

熔融频率**(Melt Frequency)**

这个整数值表明了与生产厂商熔融玻璃材料的相对频率。1表示玻璃非常频繁地被熔融，2表示较不频繁，以此类推。数值最大到5，表明一种玻璃被熔融的次数较低。

注释**(Comment)**

对于各种玻璃，作为一个可选的注释选项。

相对成本**(Relative Cost)**

这个数字是用来说明玻璃相对于BK7材料的大致相对成本。例如，3.5就表明这种玻璃每磅的成本是BK7的3.5倍。这个数字只用来做一个粗略的指导。精确的玻璃成本将会根据所购买玻璃的质量、数量、式样以及可获得性而改变。要获得更多信息，请联系玻璃材料生产厂商。

CR、**FR**、**SR**、**AR**、**PR**

这些玻璃材料代码用来说明玻璃在不同环境影响下的耐受性程度。这些代码如下：CR，气候耐受性；FR，锈蚀耐受性；SR，酸耐受性；AR，碱耐受性；PR，磷酸盐耐受性。一般来说，数字越小，那么玻璃的耐受性就越好。如果输入或显示"-1"或"?"号，则表示没有提供数据。对于这些代码的完整描述以及对它们进行测量时的测试条件，请联系玻璃材料生产厂商。

8.1.2.4. 创建新库(Creating a New Catalog)

要创建新库，点击"将玻璃库另存为(Save Catalog As)"并且指定一个新的名称。新库建立完成之后，任何不需要的数据都可以使用"剪切玻璃(Cut Glass)"按钮移除。

注意：**OpticStudio**不允许在玻璃名称中或玻璃库名称中出现空格。

8.1.2.5. 复制或移动玻璃库文件(Copying or Moving Glass Catalog Files)

要拷贝或者移动某个玻璃库文件，只拷贝或者移动以AGF扩展名结尾的文件即可。当OpticStudio读取以AGF为扩展名的玻璃库时，OpticStudio将会创建一个同样名称且以BGF为扩展名的文件。例如，OpticStudio将会读取文件SCHOTT.AGF并且创建一个名为SCHOTT.BGF的文件。BGF版本存储的数据同AGF版本存储的数据相同，但AGF以文本格式存储，而BGF以二进制格式存储。 OpticStudio 随后将读取玻璃库的BGF版本，因为二进制格式读取速度比文本格式读取速度快得多。 OpticStudio 如果AGF文件的日期戳改变，或者BGF文件被删除或丢失，再或者OpticStudio的版本号改变，将自动重新创建BGF文件。

如果没有对应的AGF文件，BGF文件将没有数据。因此，如果必须拷贝、移动或者通过邮件将玻璃库发送到另一个文件夹或位置，拷贝AGF文件即可，无需BGF文件。 OpticStudio 无论何时需要，都将自动重建BGF文件。

8.1.2.6. 玻璃材料色散公式(The Glass Dispersion Formulas)

OpticStudio识别的多个多项式公式中的任何一个都要使用库中的系数。还有一个由六位MIL数描述的色散公式，但是这些折射率都是由键入在电子表格中的MIL数直接计算而得。MIL数公式不是玻璃库的一部分，因此它将不会出现。请参阅在本参考文件中后续部分的"使用MIL数玻璃(Using MIL number glasses)"，其讨论了MIL数玻璃公式。如果你有以下等式之一的形式提供的折射率数据，你可以添加新的玻璃材料到当前加载的玻璃库中。所有等式中 λ 的单位都是微米。

8.1.2.6.1. Schott公式(The Schott Formula)

色散公式的Schott常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8}$$

其所要求的系数在大多数生产厂商的玻璃库中都可找到。Schott公司不再使用此公式，但它被其他玻璃生产厂商广泛使用。请在本参考文件中，后续参阅"扩展公式(The Extended formula)"。

8.1.2.6.2. Sellmeier 1公式(The Sellmeier 1 Formula)

Sellmeier 1公式如下：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3}$$

可键入所有三个项的系数来描述材料，也可只使用部分项。同理于Sellmeier 3和Sellmeier 5公式。

8.1.2.6.3. Sellmeier 2公式(The Sellmeier 2 Formula)

Sellmeier 2公式如下：

$$n^2 - 1 = A + \frac{B_1\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{B_2}{\lambda^2 - \lambda_2^2}$$

只使用了两项，在第二项中的计数中不存在波长相关性，并且存在一个常数项。

8.1.2.6.4. Sellmeier 3公式(The Sellmeier 3 Formula)

Sellmeier 3公式类似于Sellmeier 1公式，只是额外添加了一项：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3} + \frac{K_4\lambda^2}{\lambda^2 - L_4}$$

8.1.2.6.5. Sellmeier 4公式(The Sellmeier 5 Formula)

Sellmeier 4公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B\lambda^2}{\lambda^2 - C} + \frac{D\lambda^2}{\lambda^2 - E}$$

8.1.2.6.6. Sellmeier 5公式(The Sellmeier 5 Formula)

Sellmeier 5公式类似于Sellmeier 3公式，只是额外添加了一项：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1\lambda^2}{\lambda^2 - L_1} + \frac{K_2\lambda^2}{\lambda^2 - L_2} + \frac{K_3\lambda^2}{\lambda^2 - L_3} + \frac{K_4\lambda^2}{\lambda^2 - L_4} + \frac{K_5\lambda^2}{\lambda^2 - L_5}$$

8.1.2.6.7. Herzberger公式(The Herzberger Formula)

Herzberger表达式如下：

$$n = A + BL + CL^2 + D\lambda^2 + E\lambda^4 + f\lambda^6$$

$$L = \frac{1}{\lambda^2 - 0.028}$$

Herzberger公式主要用于红外光谱。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8.1.2.6.8. Conrady公式(The Conrady Formula)

Conrady公式如下：

$$n = n_0 + \frac{A}{\lambda} + \frac{B}{\lambda^{3.5}}$$

Conrady公式对于拟合稀疏数据极其有用。例如，如果你只有三对折射率-波长数据，那么在中间波长拟合六项Schott公式将会得到无意义的数据。

8.1.2.6.9. 光学手册1公式(The Handbook of Optics 1 Formula)

光学手册中有两个相似的公式，"光学手册1"公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B}{\left(\lambda^2 - C\right)} - D\lambda^2$$

8.1.2.6.10. 光学手册2公式(The Handbook of Optics 2 Formula)

"光学手册2"公式如下：

$$n^2 = A + \frac{B\lambda^2}{\left(\lambda^2 - C\right)} - D\lambda^2$$

8.1.2.6.11. 扩展公式(The Extended Formula)

色散公式的扩展常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8} + a_6\lambda^{-10} + a_7\lambda^{-12}$$

这个公式与Schott公式很相似，只多了额外两项。

8.1.2.6.12. 扩展2公式(The Extended 2 Formula)

色散公式的扩展2常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^{-2} + a_3\lambda^{-4} + a_4\lambda^{-6} + a_5\lambda^{-8} + a_6\lambda^4 + a_7\lambda^6$$

这个公式与扩展公式相似，只是最后两项波长上的幂次有所变化。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8.1.2.6.13. 扩展3公式(The Extended 3 Formula)

色散公式的扩展3常数如下：

$$n^2 = a_0 + a_1\lambda^2 + a_2\lambda^4 + a_3\lambda^{-2} + a_4\lambda^{-4} + a_5\lambda^{-6} + a_6\lambda^{-8} + a_7\lambda^{-10} + a_8\lambda^{-12}$$

这个公式也与扩展公式相似，多了一项，且波长的幂次有所变化。

8.1.2.6.14. 使用色散公式时的注意事项(General Comments on Using Dispersion Formulas)

需要注意，一些出版物中使用了相似的公式，但不是上文提到的任何一种。通常需要重新排列公式中的各个项式才能得到所需的形式，继而重新计算所需的系数。

根据在众多手册和出版物中列出的有效折射率数据列表，继而检查系数也是一个很好的想法。使用色散图、列表功能或者分类数据报告（Prescription Data Report，该报告列出了每一个面的折射率数据）。如果它们之间不一致，请仔细检查用户输入的数据，并且检查所使用的公式及其单位是否正确。

8.1.2.7. 拟合折射率数据(Fitting Index Data)

请参考下文"拟合熔融数据(Fitting melt data)"中的讨论。

通常情况下，用户在设计时所需要使用到的材料都已经包含在材料库中了。如果材料库中没有所需的材料，用户可以根据上文中的公式自行输入所需的系数。作为备选方法，OpticStudio可以为用户计算Schott、Herzberger、Conrady或者Sellmeier1色散公式的系数。在显示的玻璃库的对话框中，点击"拟合折射率数据(Fit Index Data)"，就会出现"拟合折射率数据(Fit Index Data)"对话框。如需更完善的工具，请参考玻璃 拟合(Glass Fitting)。

在这个屏幕的左侧是一个由两列电子表格组成的编辑器。点击鼠标，输入波长（以微米为单位）和对应的折射率数据。数据输入的越多，则拟合的数据就越准确。

如果要拟合的数据多于电子表格中可输入的数据，则使用最能代表目标波长区域的相关数据。对于Conrady公式，至少需要使用3个点才可以进行很好的拟合，对于Schott公式、Herzberger公式或者Sellmeier1公式，则需要6个或更多的点（最好为12到15个）。在公式的下拉列表中选择所需的公式名称，即可选择公式。用户可依次尝试所有的公式并选择拟合误差最小的公式。

RMS误差是给定的数据与使用得到的拟合系数所生成的折射率数据之间的RMS拟合误差。最大误差是所有拟合数据点与任一数据点的误差中最大的值。两个数据都可以与折射率值的大小进行比较，其中折射率是无量纲的。由于Sellmeier1公式具有非线性系数，拟合是迭代进行的，因此这个公式相比于其它公式需要更多的数据拟合计算时间。

将光标移动到"命名(Name)"区域，并输入材料库的名称。选择"拟合(Fit)"，OpticStudio将计算拟合的最佳系数。RMS误差和最大单点误差将显示在对话框的中间。如果想将拟合数据添加到当前已有的材料库中，选择"添加到材料库(Add to catalog)"。 OpticStudio 会提示消息，确认已经保存玻璃材料。

当一个玻璃材料被添加到库中，透过率数据(如果存在)需要如下一节中所述进行添加。否则，默认情况下，材料在所有波长下的内部透过率为**1**。

折射率和波长数据也可保存为文本文件以供后续使用，通过点击相应的按钮再次加载该文件进行拟合。文本文件也可以不在OpticStudio中编辑，编辑完成后再进行加载和拟合。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

8.1.2.8. 拟合熔融数据(Fitting Melt Data)

请参考上文"拟合熔融数据(Fitting melt data)"中的详述。

需要理解的是：由OpticStudio计算的折射率值或在玻璃制造商库中列出的折射率值是大量"熔体"或大批次玻璃折射率的平均值。一个熔体的特定玻璃块会稍微偏离库或标称值。偏差通常很小，但标称指数值和实际指数值之间的差异可能对于某些系统而言非常重要。

通常，优质光学玻璃从制造商发货时，会随附一张数据表，说明所供玻璃在一些波长下的折射率，其既可作为标称库值的偏移量，也可直接作为测量指数。通常提供3至5个波长指数数据点。该数据被称为"熔体"数据，因为其主要针对一次熔化的玻璃批次。

从玻璃库对话框提供的熔体数据工具是一款便于使用的实用程序，主要用于将所提供的有限熔体数据转换为玻璃库中可用的新玻璃类型。

熔体数据最多允许有8个波长指数点。如果点数超过8个，请使用前一部分介绍的"拟合指数"工具。允许的最小点数是3，但获得良好的熔体拟合，至少应该使用4个点，最好是5个点。熔体指数数据定义的波长范围应尽可能宽，并且应至少覆盖用于通过熔融玻璃进行光线追迹的预期波长范围。在任何情况下，拟合数据在使用前都应该仔细检查其准确性。

熔体数据工具支持以下控制：

玻璃**(Glass)**：所选玻璃库中标称玻璃的名称。

融体名称：要创建的新玻璃的名称。默认情况下是附加"_MELT"的标称玻璃名称。名称长度不能超过20个字符。

只拟合这些波长：如果选中，熔体指数拟合将只在由所提供的熔体数据点的最小和最大波长定义的波长范围内执行。这允许更精确地拟合玻璃数据，但熔融玻璃无法在该波长范围之外使用。如果未选中，OpticStudio将尝试外推数据（参见本参考文件后面的"熔体拟合方法的详述"），创建在原始玻璃数据的整个波长范围内有效的熔体拟合。这是拟合指数数据（见本参考文件前面的"拟合指数数据"）和拟合熔体数据之间的主要区别。

公式**(Formula)**：用于新熔融玻璃的色散公式。选择Schott、Herzberger、Conrady或Sellmeier 1。如果标称玻璃不使用这些公式中的一个公式，默认值就是Schott公式；在这种情况下，将使用与标称玻璃相同的公式。

使用**(Use)**：该复选框会"开""关"每行数据。

波长**(Wavelength)**：要输入的指数值的波长（以微米为单位）。

标称**(NOMINAL)**：使用标称玻璃色散的所定义波长位置的折射率。

实际**(Actual)**：熔体数据的实际测量指数。注意，如果编辑了实际值，则会自动调整"增量"值，以保持数据的一致性。

增量**(Delta)**：实际折射率和标称折射率之间的差值。注意，如果编辑了增量值，则会自动调整"实际"值，以保持数据一致。

拟合/插入**(Fit/Insert)**：选择该按钮，将开始下述拟合流程。取消(Cancel)：中止熔体拟合流程。

完成拟合后，将新熔融玻璃插入库中并保存该库，就会出现一份拟合总结报告。

熔体拟合方法详述

拟合熔体数据的问题是可用的点数一般很少，通常为3至5个。大多数拟合例程至少需要8个点，才能获得满意的准确度。因此，问题是从几个点推断出指数在数量足够的大量点上的变化，以准确拟合所产生的色散。在定义的数据点上得到的熔体拟合的准确性很大程度上取决于波长覆盖的范围。如果勾选"只拟合这些波长"（见以上详述），则精度更高，但代价是缩小了拟合有效的光谱范围。

OpticStudio 使用以下算法执行熔体拟合：

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

首先使用Conrady公式计算实际色散数据的拟合。使用Conrady公式是因为只定义三个点时，不仅稳定，而且还很适度。

然后，只使用定义的波长点计算标称数据的Conrady拟合。

会生成大量的指数点，覆盖标称玻璃的整个可用波长范围（如果未勾选"只拟合这些波长"）或标称玻璃熔点定义的波长范围（如果勾选"只拟合这些波长"）。对于每个标称指数值，可添加一个偏移量，这是只使用熔体数据波长生成的两个Conrady拟合之间的差值。

最后使用所选公式（不一定是Conrady）拟合所产生的数据。这是插入库中的最终拟合。

完成熔体拟合后，会出现一份熔体拟合过程总结报告。报告的最大拟合误差和RMS拟合残值是根据一组数据点计算的，这些数据点是通过使用Conrady公式将测量的熔体数据的影响结合到现有标称指数曲线中生成的。这意味着报告的误差值只解释了上面解释的拟合过程的最后一步。请在使用新熔融玻璃之前，仔细查看本报告！

OpticStudio 通过从标称玻璃到熔融玻璃的所有透过率、密度、成本因子以及其他数据自动复制。

请在使用新熔融玻璃之前，仔细查看所生成的熔融拟合的指数准确性报告！

8.1.2.9. 定义透过率数据(Defining Transmission Data)

通过点击"透过率(Transmission)"按钮，调用玻璃库中的透过率数据编辑器。透过率是指光的透射强度，它取决于玻璃的厚度和波长。 OpticStudio 使用比尔定律模拟透射光强：

$$t = e^{-\alpha\tau}$$

其中， α 为吸收系数， τ 为通过玻璃的光程。参数 α 通常取决于波长，单位是长度的倒数。

有关偏振光线追迹和透过率的更多信息，请参考"偏振（系统选项）(Polarization (system explorer))"一节。

玻璃库中的透过率由三个参数进行定义：以微米为单位的波长、透射强度和以毫米为单位的参考厚度。例如，厚度为25mm的某种材料在0.35 μ m玻璃处的透过率为0.65。透过率数据编辑器中最多可以定义100个数据点。OpticStudio会在内部将数据转换为"每毫米"，并在定义的波长之间进行插值计算。如果在定义的波长范围之外执行光线追迹，则会使用最接近的波长数据；在定义波长范围内进行计算时，OpticStudio将会执行线性插值。

如果要将透过率数据保存为文本文件，请使用"保存文件(Save To File)"按钮。文件格式包含三列数据，分别是以微米为单位的波长、透射强度和以毫米为单位的参考厚度。点击"从文件载入(Load From File)"按钮，则会将相同格式的数据从某个文件中读取到玻璃库中。如果需要保存原始玻璃库中修改过的数据，请使用"保存玻璃库(Save Catalog)"按钮。

在提供的玻璃库中，不是所有的玻璃都包含有效的透过率数据，尤其是红外材料和其它非标准出售的玻璃类型。如果生产厂商提供了透过率数据，则通常包含在该材料数据中。如果没有可用的可靠数据，则该数据将被忽略，并默认材料在所有波长处的内部透过率为1.0。需要注意的是，该透过率为内部透过率数据，不考虑菲涅尔反射或者其它由于薄膜膜层而导致的损耗。

如果透过率数据编辑器中的第一个波长(λ)值输入为零，则其余的所有数据将被忽略。透过率数据编辑器只考虑第一个零波长之前输入的数据。

8.1.2.10. 定义应力光学系数(Defining Stress Optical Coefficients)

通过选择"应力光学系数(Stress Opt. Coeffs.)"按钮，调用玻璃库中的应力光学系数编辑器。应力光学系数是指由机械应力引起的双折射比。

应力光学系数在玻璃库中由4个数字进行定义：波长（以微米为单位）、应力光学系数K和两个光弹性系数K11和K12（以10-6mm²/N为单位）的加法逆元。

应力光学系数编辑器中最多可以定义100个数据点。如果定义了K11和K12，则在每次保存或加载库时，根据相关性计算并替换K：

$$K = K_{11} - K_{12}$$

如果要将应力光学系数保存为文本文件，请使用"保存文件(Save To File)"按钮。文件格式为四列数据：波长（以微米为单位）、应力光学系数K和两个光弹性系数K11和K12（以10-6mm²/N为单位）的加法逆元。

点击"从文件载入(Load From File)"按钮，则会将相同格式的数据从某个文件中读取到玻璃库中。如果需要保存原始玻璃库中修改过的数据，请使用"保存玻璃库(Save Catalog)"按钮。

8.1.2.11. 显示机械数据

选择"机械数据(Mechanical Data)"按钮，将调用玻璃库的机械数据查看器。如果所选材料的数据可用，则显示以下值：杨氏模量（E，GPa10³N/mm²）、泊松比（ν，nu）、比热容（cp，J/kgK），导热系数（k，W/mK）。

8.1.2.12. 对气体和液体进行建模（使用材料库）(Modeling Gases and Liquids (using material catalogs))

一旦在玻璃库中定义了材料，OpticStudio将使用该材料指定的TCE来确定使用该材料表面的半径热膨胀值、中心厚度和其他值。但是，如果材料不是固体，而是气体或液体，那么通常热膨胀不是由材料的属性决定的，而是由安装材料的边缘厚度(edge thickness)决定。

在这种特殊情况下，OpticStudio需要使用镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中提供的TCE来定义安装材料的属性，而不是玻璃库中提供的TCE。这可以通过在玻璃库中设置"忽略热膨胀(Ignore Thermal Expansion)"开关来实现。

8.1.2.13. 快速查找材料(Finding a Glass Quickly)

查看任意一种材料或玻璃数据的最快方法是在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中选中该材料的名称，然后点击数据库(Libraries)选项卡中的"材料库(Materials Catalog)"。随后玻璃库中将会显示该材料相应的数据。

8.1.2.14. 玻璃库来源（Glass Catalog Sources）

OpticStudio中的材料库（之前名为玻璃库）由第三方生产厂商开发，Ansys没有参与其中。Ansys对材料库的可行性或功能性不作任何声明。材料库"按原样"提供，特此不作任何明示或默示保证。Ansys没有责任维护材料库或确保其在未来版本中的可用性。

下表列出了与每个材料库相关的生产厂商。

材料库的生产厂商

分类	厂商	网站
AMTIR	Amorphous Materials Inc.	www.amorphousmaterials.com
ANGSTROMLINK	Fiber Optic Center, Inc.	www.FOCenter.com

APEL	Mitsui Chemicals, Inc.	www.MitsuiChemicals.com
APOLLO_OPTICAL_SYSTEMS	Apollo Optical Systems	www.apollooptical.com
ARCHER	Archer OpTx	www.ArcherOPTx.com
ARTON	JSR Corporation	www.JSR.co.jp
AUER-LIGHTING	Auer Lighting	https://www.auer-lighting.com/
BIREFRINGENT	Birefringent	请参阅下面的参考资料
CDGM	Chengdu Guangming	www.CDGMgd.com
CORNING	Corning France, Optical Division	www.Corning.com
DELO	DELO Industrial Adhesives	www.delo-adhesives.com
DOWSIL_MS	DOW	https://www.dow.com/
GBJ	Hubei Gabrielle-Optech Co., Ltd.	www.gbjgd.com
HERAEUS	Heraeus Quartz Glass GmbH & Co. KG	www.Heraeus.de
HIKARI	Hikari Glass USA, Inc.	不可用
HOYA	Hoya Optics, Inc.	www.Hoya.co.jp
INFRARED	Infrared	请参阅下面的参考资料
IRPHOTONICS	IR Photonics Inc.	不可用
ISUZU	Isuzu Glass Co. Ltd.	www.isuzuglass.com/
KOPPGLASS	Kopp Glass, Inc.	www.KoppGlass.com
LACROIX	LaCroix Precision Optics	www.lacroixoptics.com
LIGHTPATH	LightPath Technologies	www.LightPath.com
LUXEXCEL	Luxexcel Group BV	www.Luxexcel.com
LZOS	Lytkarino Optical Glass Factory	www.LZOS.ru
MICRO_RESIST_TECHNOLOGY	Micro Resist Technology GmbH	https://www.microresist.de/
MISC	Misc	请参阅下面的参考资料
NHG	Hubei New Huaguang Information Materials Co., Ltd	www.hbNHG.com
NIHON_KESSHO_KOGAKU	Nihon Kessho Kogaku Co. Ltd.	www.NK-K.co.jp
NIKON	Nikon Corporation	www.Nikon.com
NIKON-HIKARI	Nikon Corporation	www.Nikon.com
OHARA	Ohara Corporation	www.OharaCorp.com
OPTIMAX	Optimax Systems, Inc.	www.optimaxsi.com
OSAKAGASCHEMICAL	Osaka Gas Chemicals Co.Ltd.	www.ogc.co.jp
PILKINGTON	Pilkington Special Glass Limited	www.Pilkington.com
PRECIOSA	Preciosa	https://www.preciosa-ornela.com
RAD_HARD	Schott Glass Technologies	www.Schott.com

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

REDWAVE_IR	Redwave Glass	http://redwaveglass.com/
RPO	Rochester Precision Optics	www.RPOptics.com
SABIC_THERMO_OPTICAL_POLYMERS	SABIC	https://www.sabic.com/
SALIENCE	Jinghua Optoelectronics	https://www.cdjhcn.com/
SCHOTT	Schott Glass Technologies	www.Schott.com
SCHOTT_IRG	Schott Glass Technologies	www.Schott.com
SUMITA	Sumita	www.Sumita-Opt.co.jp
TOPAS	PolyPlastics Co., Ltd.	www.PolyPlastics.com
UMICORE	Umicore Electro-Optic Materials	www.Optics.Umicore.com
VITAL	Vital Optics Technology Co., Ltd. (VOT)	www.votinfrared.com
ZEON	Zeon Chemicals L.P.	www.ZeonChemicals.com

尽管玻璃库中包含的数据在大多数情况下都是可靠的，但在转换和编辑数据的过程中难免会有可能出现错误。

因此非常重要的一点是，终端用户需要验证折射率数据的准确性，尤其是考虑实际制造光学器材的时候。

材料库中的数据可能含有错误，在使用材料库中的数据之前需要仔细验证。

下表给出了OpticStudio提供的其它材料库中所包含数据的来源，例如BIREFRINGENT、INFRARED和MISC材料库已从发布的来源进行编辑，如下表所述。某些材料不止在一个材料库中进行了定义，例如方解石（Calcite）。材料库中的某些材料也可能不在表格中，或者来源被标为"未知（unknown）"。在使用这些材料前，请验证其数据的准确性。

双折射材料库数据来源

材料	来源
ADP	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AG3ASS3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AGGAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AGGASE2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
AL2O3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
ALN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BATIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BBO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
BEO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CALCITE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CAMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CAWO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDGEAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CDS	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

CDSE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
CUGAS2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
KDP	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LAF3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LINBO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
LIYF4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
MGF2	M.J.Dodge, "Refractive Properties of Magnesium Flouride, "Applied Optics, Vol. 23, No. 11: p1980 （1985）
PBMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
QUARTZ	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
SRMOO4	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TAS	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
TEO2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
YV04	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
ZNGEP2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II
ZNO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II

红外材料库的数据来源

材料	来源	备注
ALN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ALON	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
BAF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
BEO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CAF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CALCITE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CDSE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CDTE	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
CLEARTRAN	Spec Sheet (Rohm & Haas)	
CLEARTRAN_OLD	Spec Sheet (Morton)	
CSBR	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
F_SILICA	The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook V. III	
GAAS	Amtir Spec Sheet	Gallium Arsenide (GAAS) are single crystals, so definitions are similar between vendors

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

GEO2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
GE_LONG	JOSA, 47, 244 （57）: 48, 579 （58）	
GE_OLD	JOSA, 47, 244 （57）: 48, 579 （58）	
GERMANIUM	JOSA, Vol. 69, No. 1, January 1979 Internal Transmission measured at 20 degrees C; data from THORLABS https://www.thorlabs.com/images/tabimages/Uncoated_Ge_Window_RawData.xlsx	"Temperature-dependent Sellmeier coefficients and nonlinear optics average power limit for germanium" - N. P. Barnes and M. S. Piltch
IRG2	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG3	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRGN6	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG7	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG9	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG11	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG15	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
IRG100	Schott Spec Sheet	Obsolete - Use materials from the SCHOTT catalog instead
KBR	ISP Optics data sheet (www.ispoptics.com)	
KCL	ISP Optics data sheet (www.ispoptics.com)	
KRS5	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
LIF	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
MGF2	M.J.Dodge, "Refractive Properties of Magnesium Fluoride, "Applied Optics, Vol. 23, No. 11: p1980 （1985）	
MGO	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
NACL	The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook V. III	
PBF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SAPPHIRE	The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook V. III	
SILICON	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SRF2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
SRTIO3	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZBLA	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

ZBLAN	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZNGEP2	Handbook of Optics, Second Edition Vol. II	
ZNS	The Infrared & Electro-Optical Systems Handbook, V.III	

MISC材料库的数据来源

材料	来源
ACRYLIC	Handbook of Optics Vol. II
BASF5	Laikin, Lens Design
BASF55	Laikin, Lens Design
CAF2	Handbook of Optics Vol. II
CDS	Handbook of Optics Vol. II
COC	Hoechst Celanese Spec sheet
CR39	The Photonics Design and Applications Handbook, Optical Plastics: Properties and Tolerances, H. D. Wolpert, pp. H-300 - H-307, （1991）.
KDP	Handbook of Optics Vol. II
LAF3	Handbook of Optics Vol. II
LIYF3	Handbook of Optics Vol. II
PMMA	Handbook of Optics Vol. II
POLYCARB	Handbook of Optics Vol. II
POLYSTYR	Handbook of Optics Vol. II
PYREX	Laikin, Lens Design
QUARTZ	Handbook of Optics Vol. II
SAN	Handbook of Optics Vol. II
SEAWATER	Laikin, Lens Design
SILICA	Handbook of Optics Vol. II
TEO2	Handbook of Optics Vol. II
TYPEA	Laikin, Lens Design
VACUUM	Laikin, Lens Design
WATER	Handbook of Optics Vol. I

8.1.2.15. 废弃库的数据(Obsolete Catalog Data)

在1999-2000年之间，由于环境保护法的变动，材料生产厂商被要求停止生产多种会产生污染的光学材料。其中之前提供的各个生产厂商的材料库中有大约三分之二的材料已停止生产。在某些情况下，厂商对材料重新

进行了设计以符合新的环境保护法要求。这些新材料可能与旧材料有相同或相似的名称，具体取决于材料的生产厂商。重新设计的材料可能与之前的材料具有不同的折射率数据。

已废弃的材料仍记录在光学销售商的目录中，如能找到材料供应渠道也可用于新的设计。此外，许多使用旧材料进行的设计需要重新建模和光线追迹，尤其是在为现有的光学系统设计新的光学器件时。由于上述原因，OpticStudio发布的材料库中仍然提供了废弃材料的数据。废弃材料在材料库对话框中被标记为"废弃"状态。

由于某些新材料可能和旧材料具有相同名称，尽管其成分可能已经变化，光学工程师需要特别注意检查使用软件预测的折射率数据更加准确，还是使用实际材料的熔融数据表更加准确。

切勿盲目相信材料库中计算的折射率的精度。有许多潜在的可以产生错误的地方，例如对原始样品的测量、数据的拟合、生产厂商材料库中输入的数据，重新输入OpticStudio的数据，以OpticStudio的代码本身。

8.1.2.16. AGF和BGF文件格式(The AGF & BGF File Formats)

OpticStudio 使用两种文件格式保存玻璃库的数据，分别为ANSI Glass Format (AGF)和Binary Glass Format (BGF)。OpticStudio提供的玻璃库数据为AGF格式保存。当生产厂商需新建或修改玻璃库中的数据时，需要用到AGF格式的文件。如果计算需要，在OpticStudio运行时AGF格式的文件会自动转换为BGF格式的文件。BGF格式的文件仅用于OpticStudio快速加载玻璃库，不支持创建、编辑或发布BGF文件的操作。 OpticStudio 会在任何需要的时候创建或者更新BGF文件。AGF文件是用于定义玻璃库数据的"主管"。

AGF文件包含了一个标题行，以及一系列的数据记录行，每种玻璃都有一个记录行。标题行的格式为：

```
CC <Catalog Comment>
!Standard glass: write your definition of standard status
!Special glass: write your definition of special status
!Obsolete glass: write your definition of obsolete status
```

其中CC表示对材料库的注解，注解的最大长度为140个字符，玻璃库的注解将作为整体进行定义。以!开头的行是可选的，不会出现在材料目录中。这些行可以用来解释材料不同状态之间的分类。每个后续的记录行都包含两个字母组成的标记，然后包含由一个或多个使用空格进行分隔的数据组成。有关这些数据的说明，请参考"玻璃库数据的说明(Description of catalog data)"。单个材料的记录行格式为：

```
NM <glass name> <dispersion formula #> <MIL#> <N(d)> <V(d)> <Exclude Sub> <status>
<melt freq>
GC <Individual Glass Comment>
ED <TCE (-30 to 70)> <TCE (100 to 300)> <density> <dPgF> <Ignore Thermal Exp>
CD <dispersion coefficients 1 - 10>
TD <D0> <D1> <D2> <E0> <E1> <Ltk> <Temp>
MD <E> <nu> <HK> <cp> <k>
OD <rel cost> <CR> <FR> <SR> <AR> <PR>
LD <min lambda> <max lambda>
IT <lambda> <transmission> <thickness>
IT <lambda> <transmission> <thickness>
... multiple IT lines may follow
BD <lambda> <K> <-K11> <-K12>
```

每种材料后为对应的注解：

NM：玻璃名称及其他数据。

其语法为：

```
NM <glass name> <dispersion formula #> <MIL#> <N(d)> <V(d)> <Exclude Sub> <status>
 <melt freq>
```

☒<glass name>为材料名称。

☒色散公式所对应的数字分别为，1表示Schott公式，2表示Sellmeier 1公式，3表示Herzberger公式，4表示Sellmeier2公式，5表示Conrady公式，6表示 Sellmeier3公式，7表示Handbook of Optic 1公式， 8表示Handbook

of Optic 2公式，9表示 Sellmeier 4公式，10表示扩展多项式，11表示Sellmeier 5公式，12表示扩展多项式2，13表示扩展多项式3。

☒MIL#是为后续的兼容性提供的，具体不会用到它但一定要提供一个占位符。

☒提供nd和vd值用于参考但不会使用。

☒"Exclude Sub"标记用0表示"否"，用1表示"是"。

☒"Status"用0表示"标准"，1表示"首选"，2表示"废弃"，3表示"特殊"，4表示"熔融"。

☒"melt freq"是1到5之间的整数，用于表明生产厂商的相对熔融频率。

GC：玻璃的注解。最多可以输入140个字符。

ED：附加数据：该值为摄氏度-30到70范围内的TCE系数，摄氏度100到300范围内的TCE系数（当前并未使用此值），密度，dPgF，"Ignore Thermal Expansion"标记（0表示"否"，1表示"是"）。

CD：系数数据。最多提供10个系数。这些系数的意义取决于所使用的色散公式。

OD：其他数据。相对成本，CR、FR、SR、AR和PR值。如果这些数据值不可用，则指定为-1。

LD：波长数据。在色散公式中使用的以微米为单位的最小和最大波长。

MD：机械数据。杨氏模量（E，GPa $10^3 N/mm^2$）；泊松比 ν（nu）；努氏硬度（HK，$kg_f \cdot mm^{☒}$），比热容（cp，J/kgK）；导热系数（W/mK）。

TD：热数据该数据为D0、D1、D2、E0、E1、Ltk，及参考温度"Temp"。

IT：内部透过率。这些行为内部透过率。每一行都定义了一个波长，透过率和以毫米为单位的厚 度。波长必须为升序排列。每种玻璃材料最多定义100个数据点。

BD：应力双折射数据。这些行表示应力光学系数。每行定义波长lambda（微米）、应力光学系数K=K11-K12（单位：10^-6 mm^2/N）、平行于应力方向振动的光的光弹性系数-K11、垂直于应力方向振动的光的光弹性系数-K12（unit 10^-6 mm^2/N）。

8.1.2.17. 定义色散数据的备选方法(Alternate Methods of Defining Dispersion Data)

还有其他定义色散数据的方法，且不使用材料库功能和色散公式。这些方法将在以下部分进行描述。

8.1.2.17.1. 使用MIL数玻璃(Using MIL Number Glasses)

使用MIL数玻璃由一个六位数字描述，例如BK7用517640描述。MIL数中的前三位数字为d光的折射率减去1，并且没有小数点。后三位数字是阿贝数乘以10。如果需要使用MIL数玻璃，直接在玻璃名称处输入6位数字的编号即可。

OpticStudio使用一个基于MIL数定义的折射率和阿贝数的公式计算玻璃在每个定义波长处折射率。该公式是基于对许多典型玻璃的系数数据进行最小二乘法拟合进行的。通常情况下，折射率数据的计算精度为0.001。在深紫外或红外处波段的折射率数据的可靠性会降低。MIL数是对色散常数模型或其他模型的粗略代替方法，在没有其他数据可用的情况下，可使用MIL数玻璃近似代替使用。

需要注意的是，**MIL**数玻璃只是对玻璃的近似（尽管在通常情况下可见光波段的近似效果非常好）。在可见光波段以外（比如紫外和红外波段），使用**MIL**数玻璃会导致计算错误，因此这种情况下不应使用**MIL**数玻璃。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

需要特别注意的是，即使所使用的MIL数与玻璃库中的数据是对应的，通过6位MIL数计算得到的折射率数据和玻璃库计算的折射率是不同的。MIL数玻璃的折射率是由镜头数据编辑器中输入的MIL数直接计算得到的，而不是通过玻璃库中的数据（即使MIL数对应的玻璃也在玻璃库中）。

由于任何以六位数字命名的玻璃都会被OpticStudio的内部算法认为是MIL数玻璃，因此在玻璃库中不能使用六个数字的编号定义玻璃的名称。玻璃替换功能不使用MIL数玻璃（请参考"玻璃选择的全局优化(Globaloptimization of glass selection)"一节)。

8.1.2.17.2. 使用表格玻璃(Using Table Glasses)

表格玻璃由扩展名为ZTG的文本文件（适用于OpticStudio表格玻璃）中存储的数据定义。文件必须保存在Glass Folder文件夹下（有关编辑保存路径的内容，请参见"Folders文件夹(Folders)"一节）。文件格式如下：

```
! Comment line
DENSITY grams_per_cc
wavelength_1  index_1  transmission_1  thickness_1
wavelength_2  index_2  transmission_2  thickness_2
wavelength_3  index_3  transmission_3  thickness_3
etc..
```

假设任何空行或以"!"符号为开头的行都为注释行，且将其忽略。

"DENSITY"数据行以克/立方厘米为单位定义玻璃密度。如果"DENSITY"数据行被省略，则认为密度为零。

波长必须始终以微米为单位，并且应以升序进行排列。折射率必须为正值。透过率是玻璃的内部透过率，并且应为正值。厚度是指定内部透过率的玻璃厚度，以毫米为单位。透过率和厚度值用于确定每个单位长度的内部透过率。如果透过率和厚度值均被省略，则材料透过率视为100%。

在文件中最多可定义1200行波长数据。最少应定义5个数据点来提供合理的样条拟合。如果少于5个点，那么OpticStudio将在指定波长范围前后添加虚拟点以完成平滑拟合。应使用色散图数据检查数据的准确性和合理拟合，请参考"色散图(Dispersion Diagram)"。

如果需要使用表格数据，则在对应表面的玻璃一栏中输入文件名即可（包括扩展名）。例如，如果文件名为"MYGLASS.ZTG"，则应输入"MYGLASS.ZTG"作为玻璃名。需要注意的是，总名称（包括扩展名）不应超过20个字符。

当计算指定波长的数据时，如果指定波长介于ZTG文件中定义的最短和最长波长之间，则OpticStudio使用三次样条插值方法进行计算。对于不在定义范围内的波长，则使用最接近数据点的数据，不采用数据外推进行计算。

表格玻璃的优点在于，所定义点的折射率刚好为表格中指定的折射率，与可能偏离在数据点进行拟合的数据的拟合函数不同。

玻璃替换功能不使用表格玻璃（请参见"优化玻璃材料选择"一节）。表格玻璃始终视为在1.0 ATM的压强下定义。表格玻璃不会定义任何热学属性。如果热学分析很重要，则应使用库玻璃。有关将测量的折射率和热学数据转换为材料库玻璃数据的信息，请参见"玻璃拟合(Glass Fitting)"一节。

8.1.2.17.3. 使用模型玻璃(Using Model Glasses)

OpticStudio使用d光（波长为0.5875618 μm）的折射率、阿贝数以及用来描述部分色散与标称值偏离的部分色散项，来理想化地模拟玻璃的色散。d光上的折射率符号为Nd，阿贝数的符号为V_d（有时也称为V-number），且由下式定义：

$$V_d = \frac{N_d - 1}{N_F - N_C}$$

其中

N_F

与

N_C

分别是玻璃在波长为0.4861327和0.6562725 μ m处的折射率。部分色散项为ΔP_{gF} 。 OpticStudio 使用基于可见光范围内标准玻璃的典型色散公式给出N_d和V_d值来预估玻璃在可见光范围内任意波长处的折射率。对于典型玻璃，该公式计算的折射率可精确到约0.0001。

项

N_d

，

V_d

与

ΔP_{gF}

值可在玻璃的求解对话框中定义，该对话框可从镜头数据编辑器中打开。

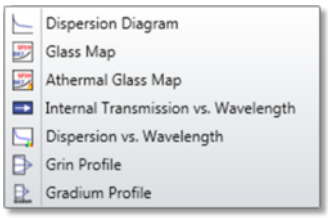
请参考"玻璃选择的全局优化(Optimizing glass selection)"。

需要注意的是，模型玻璃是一种近似方法。尽管在通常情况下可见光波段的近似效果非常好，但在可见光范围外，例如紫外和红外，使用模型玻璃会导致计算错误，因此这种情况下不应使用模型玻璃。

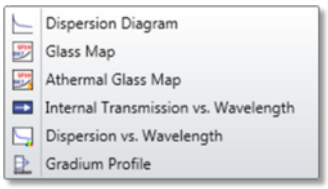
8.1.3. 材料分析(Materials Analysis)

查看光学材料的数据。

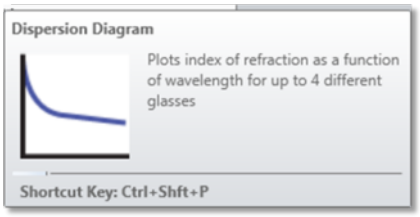
材料分析（序列模式用户界面）



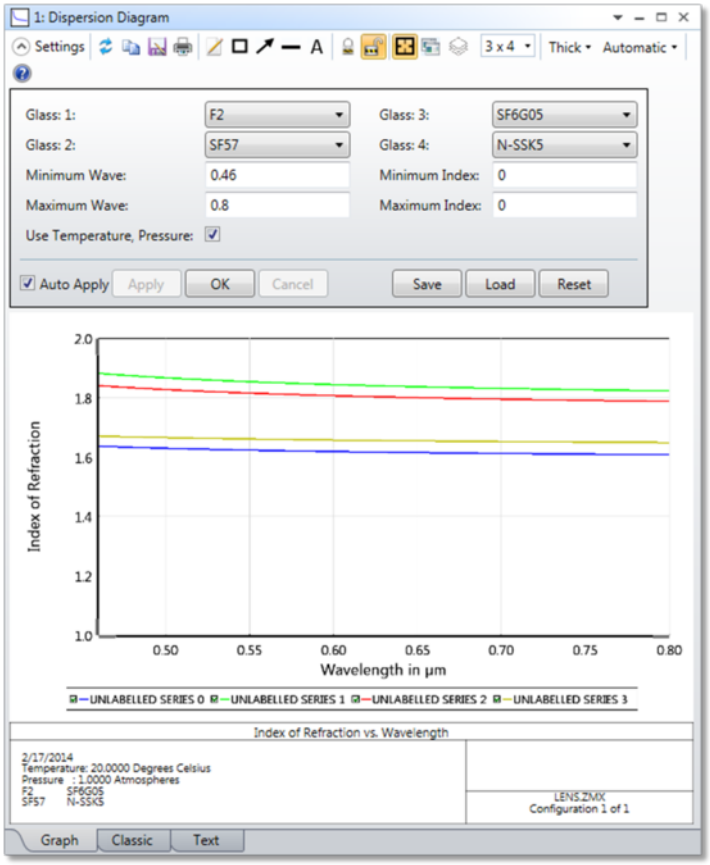
材料分析（非序列模式用户界面）



8.1.3.1. 色散图(Dispersion Diagram)



可一次性绘制四种玻璃材料的折射率色散曲线。



玻璃**1-4(Glass 1-4)** 所绘制色散图的玻璃材料名称。最多可选择4种不同的玻璃材料。

最小波长**(Minimum Wave)** 定义所绘制数据的最小波长。

最大波长**(Maximim Wave)** 定义所绘制数据的最大波长。

最小折射率**(Minimum Index)** 定义所绘制数据的最小折射率。输入零会自动缩放。

最大折射率**(Maximum Index)** 定义所绘制数据的最大折射率。输入零会自动缩放。

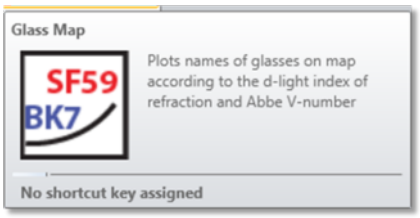
使用温度、压强**(Use Temperature, Pressure)** 如果勾选该选项，则OpticStudio将考虑温度和压强对折射率的影响。

详述**(Discussion)**

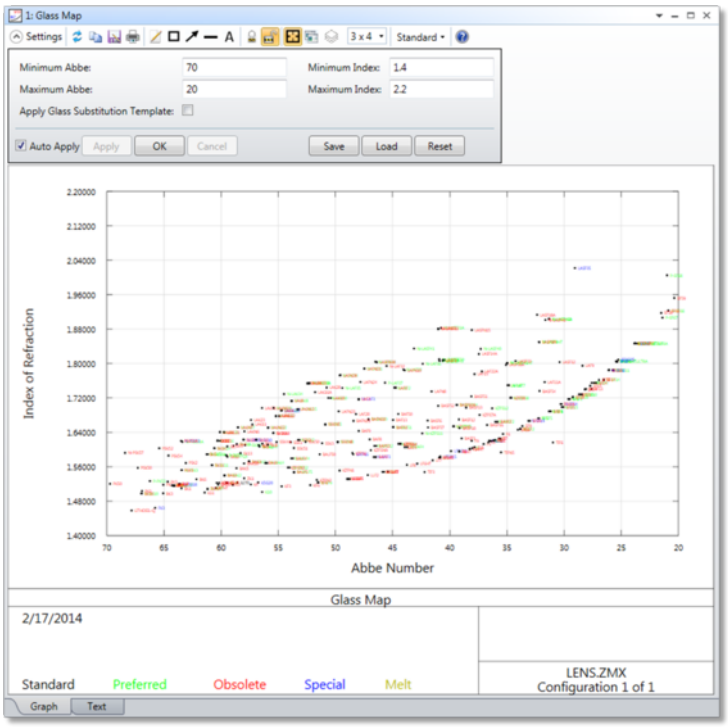
该功能对于比较不同材料的色散曲线非常有用。表格玻璃文件（请参考"使用表格玻璃(Using table glasses)"一节）位于"玻璃"下拉菜单中的底部。

如果最小和最大波长选项输入为零，那么图表X轴的左侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最小的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据），并且图表X轴右侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最大的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据）。

8.1.3.2. 玻璃图**(Glass Map)**



显示符合折射率（d光）和阿贝数要求的所有玻璃的名称。其中折射率和阿贝数由玻璃库中的数据计算得到。搜索当前加载的所有玻璃库，并绘制下表中指定边界值范围内的玻璃。



最小阿贝数**(Min Abbe)** 定义图表X轴的左端点。

最大阿贝数**(Max Abbe)** 定义图表X轴的右端点。

最小折射率**(Min Index)** 定义图表Y轴的下端点，输入零会自动缩放。

最大折射率**(Max Index)** 定义图表Y轴的上端点，输入零会自动缩放。

应用玻璃替换模板**(Apply Glass Substitution Template)** 如果勾选该选项，将仅显示符合玻璃替换模板的玻璃。

请参见"玻璃替换模板（材料工具）(Glass Substitution Template (materials tools))"。

详述**(Discussion)**

该功能可用来查找某个具有特定折射和色散属性的玻璃材料。根据规定，图表从左到右，阿贝数不断下降，这也是为什么默认的最小阿贝数和最大阿贝数的值看起来是反向的。

8.1.3.3. 无热化玻璃图**(Athermal Glass Map)**

根据色光焦和热光焦在图上绘制玻璃的名称。色光焦和热光焦可以基于当前定义的波长和玻璃库中的数据计算得到。搜索当前加载的所有玻璃库，并绘制下表中指定边界值范围内的玻璃。

最小/最大色光焦(Min/Max Chrom. Power) 绘制最小/最大的色光焦。如果最小和最大的色光焦均为零，则选择默认缩放。

最小/最大热光焦(Min/Max Therm. Power) 绘制最小/最大的热光焦。如果最小和最大的热光焦均为零，则选择默认缩放。

应用玻璃替换模板**(Apply Glass Substitution Template)** 如果勾选该选项，将仅显示符合玻璃替换模板的玻璃。请参见"玻璃替换模板（材料工具）(Glass Substitution Template (materials tools))"。

参考玻璃**(Reference Glass)** 如果某个玻璃被选中，则会在图表的原点绘制该玻璃材料的参考线。沿着这条线的玻璃材料可用于设计无热化的消色差双胶合透镜。请参考下文中的讨论。

详述**(Discussion)**

色光焦是阿贝数（V-数）的倒数，由如下公式定义：

$$\varphi = \frac{n_{min} - n_{max}}{n_{cen} - 1}$$

其中，折射率的下标分别表示在最小、中心、最大波长处测量得到的相对折射率。波长值由定义的波长决定。

热光焦由如下公式定义：

$$\psi = \frac{\frac{\delta n}{\delta t}}{n_{cen} - 1} - \alpha$$

其中，

$$\frac{\Delta n}{\Delta t}$$

表示玻璃材料在中心波长上和参考温度下相对折射率对所测量温度的导数， α 为玻璃材料的线性膨胀系数。

所有数据都使用玻璃库中定义的玻璃数据计算得到。假设空气压力为1.0。

如果想要设计一个无热化的消色差双胶合透镜，需要求解如下三个联立的方程：

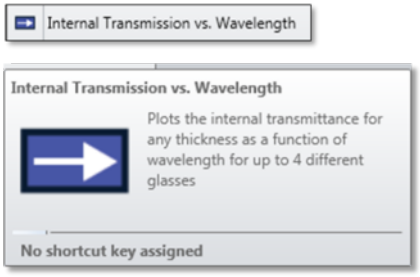
$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$$

$$\Delta\Phi = \varphi_1\Phi_1 + \varphi_2\Phi_2$$

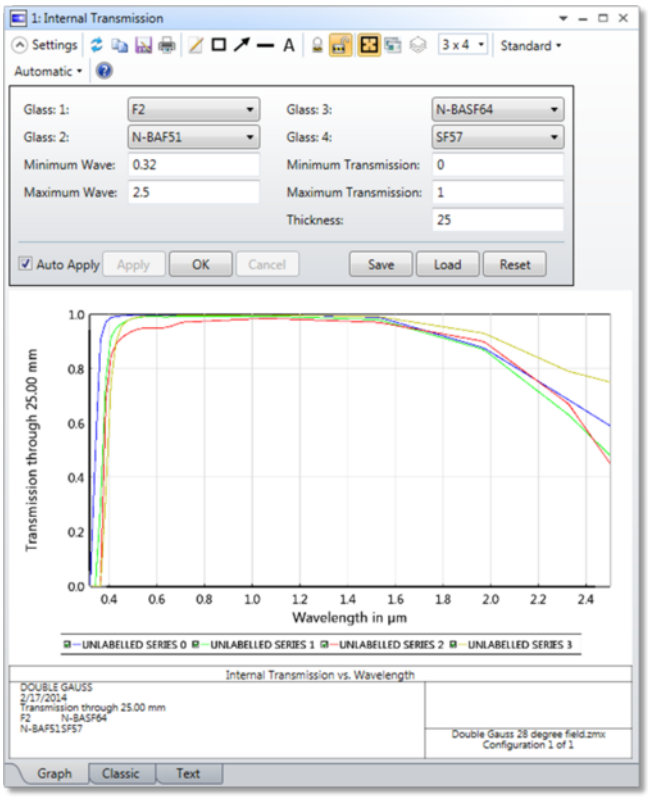
$$\frac{d\Phi}{dT} = \psi_1\Phi_1 + \psi_2\Phi_2$$

如果想要选取同时满足三个方程的两种玻璃材料，则需要选择位于参考线之上的玻璃，并且该直线还会经过无热玻璃图的原点。该参考线可通过选择某个参考玻璃绘制在图表中，其用于确定直线的一个点，（该参考玻璃参考线的另一个点为图表的原点）。

8.1.3.4. 内部透射率 vs 波长(Internal Transmittance vs. Wavelength)



可一次性绘制4种不同的玻璃(glass)在给定厚度下内部透射率随波长的变化曲线。



玻璃**1-4(Glass 1 - 4)**所绘制的玻璃材料的名称。最多可选择4种不同的玻璃材料。

最小波长**(Minimum Wave)**定义所绘制数据的最小波长。

最大波长**(Maximim Wave)**定义所绘制数据的最大波长。

最小透射率**(Minimum Transmission)**定义所绘制玻璃材料的最小透射率。

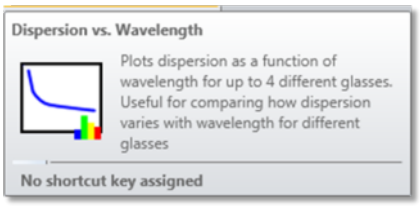
最大透射率**(Maximum Transmission)**定义所绘制玻璃材料的最大透射率。

厚度**(Thickness)**以毫米为单位的玻璃材料的厚度。

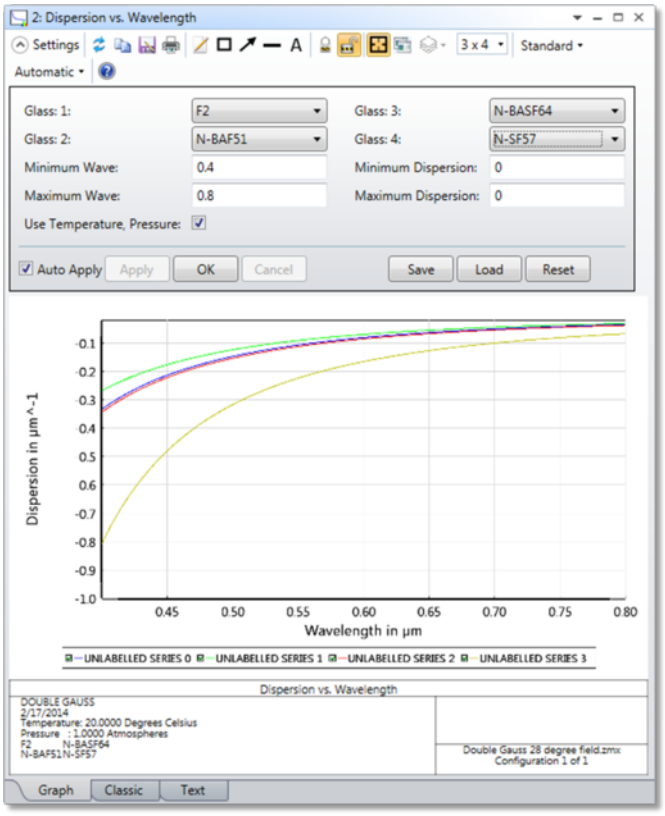
详述**(Discussion)**该功能对于比较不同玻璃的透射率曲线非常有用。表格玻璃文件（请参考"使用表格玻璃(Using table glasses)"一节）位于"玻璃"下拉菜单中的底部。详细信息请参考"定义透射数据(Defining Transmission Data)"一节。

如果最小和最大波长选项输入为零，那么图表X轴的左侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最小的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据），并且图表X轴右侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最大的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据）。

8.1.3.5. 色散 vs 波长(Dispersion vs. Wavelength)



可一次性绘制4种不同玻璃材料的色散($\frac{dn}{d\lambda}$)波长变化的曲线。



玻璃**1-4(Glass 1-4)**所绘制的玻璃材料的名称。最多可选择4种不同的玻璃材料。

最小波长**(Minimum Wave)**定义所绘制玻璃材料的最小波长。

最大波长**(Maximim Wave)**定义所绘制玻璃材料的最大波长。

最小色散**(Minimum Dispersion)** 定义所绘制玻璃材料的最小色散。输入零会自动缩放。

最大色散**(Maximum Dispersion)** 定义所绘制玻璃材料的最大色散。输入零会自动缩放。

使用温度、压强**(Use Temperature, Pressure)** 如果勾选该选项，则OpticStudio将考虑温度和压强对折射率的影响。

详述

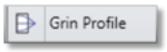
该功能对于比较不同玻璃材料的色散随波长的变化曲线非常有用。

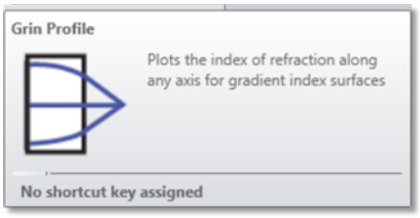
表格玻璃文件（请参考"使用表格玻璃(Using table glasses)"一节）位于"玻璃"下拉菜单中的底部。

如果最小和最大波长选项输入为零，那么图表X轴的左侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最小的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据），并且图表X轴右侧将绘制为所要绘制的玻璃定义的波长中最大的波长值（即使其他玻璃在此波长处没有数据）。

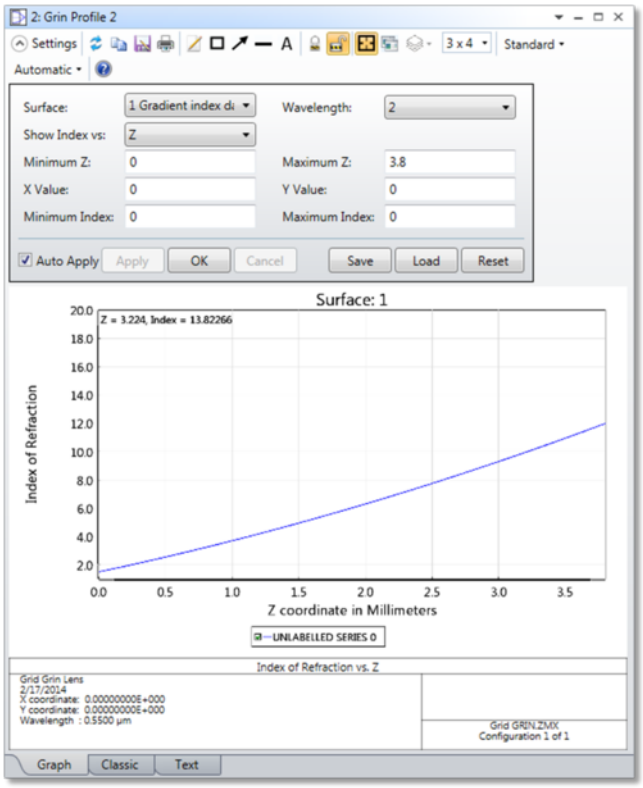
8.1.3.6. 渐变折射率截面图(Grin Profile)

渐变折射率截面图（序列模式用户界面）





显示渐变折射率面沿着某一坐标轴的折射率变化曲线。



表面**(Surface)**：渐变折射率表面的表面编号；

波长**(Wavelength)**：所要使用的波长编号。

显示折射率为**(Show Index vs.)**：选择X、Y或者Z作为独立变量；

最小**X，Y**或**Z(Min X,Y,or Z)**：定义图表横轴的左端点，独立变量的最小值；

最大**X，Y**或**Z(Max X,Y,or Z)**：定义图表横轴的右端点，独立变量的最大值；

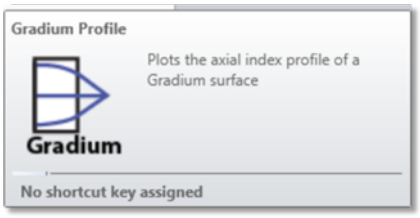
X，Y或**Z**值**(X,Y, orZValue)**：两个固定坐标的值；

最小折射率**(Minimum Index)**：定义图表纵轴的下端点，零为默认值；

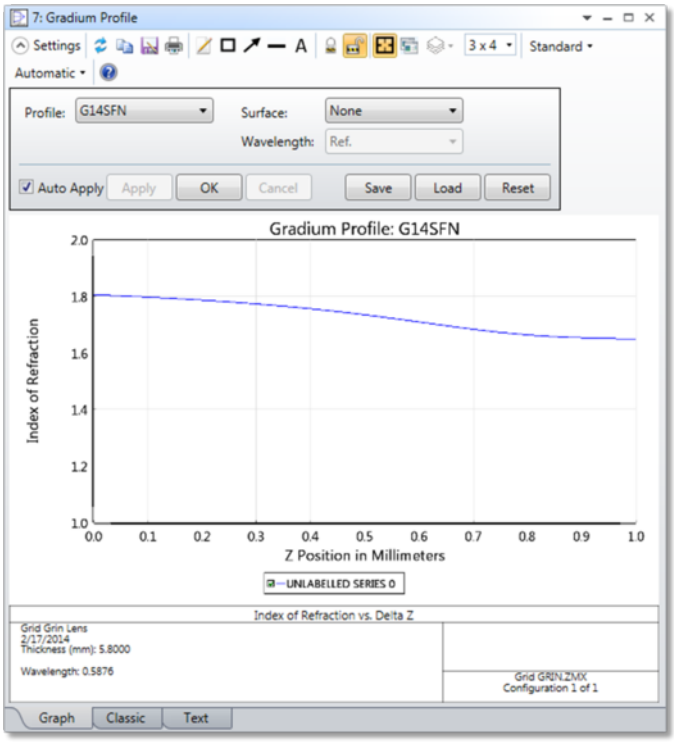
最大折射率**(Maximum Index)**：定义图表纵轴的上端点，输入零表示使用默认值；

讨论：该图表显示了渐变折射率表面沿着X、Y或Z轴的折射率分布。

8.1.3.7. Gradium™折射率剖面(Gradium™ Profile)



显示Gradium表面轴向折射率剖面。



剖面**(Profile)** 剖面名称。如需了解详细信息，请参考GRADIUM表面(GRADIUM surface)一节。

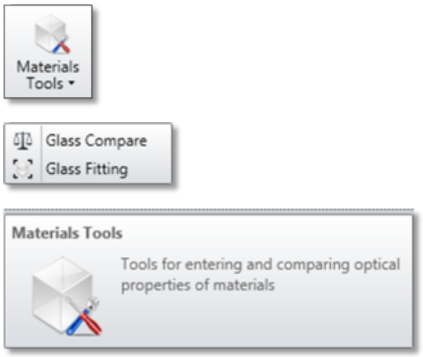
表面**(Surface)** 所绘制的表面编号。

波长**(Wavelength)** 计算中使用的波长编号。

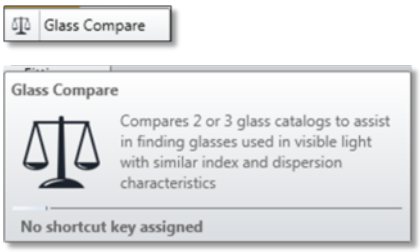
讨论 如果表面选择"无（None）"，则无论选择哪种波长，玻璃材料的剖面都将使用参考波长进行计算。如果选中其中一个Gradium表面，则任何定义波长或参考波长都可以被选择。此外，如果选择了其中一个表面编号，则玻璃材料的起始和结束的位置会在图表中使用"X"进行标记。其中起始和结束位置考虑了表面在定义的净口径或半直径处的矢高。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

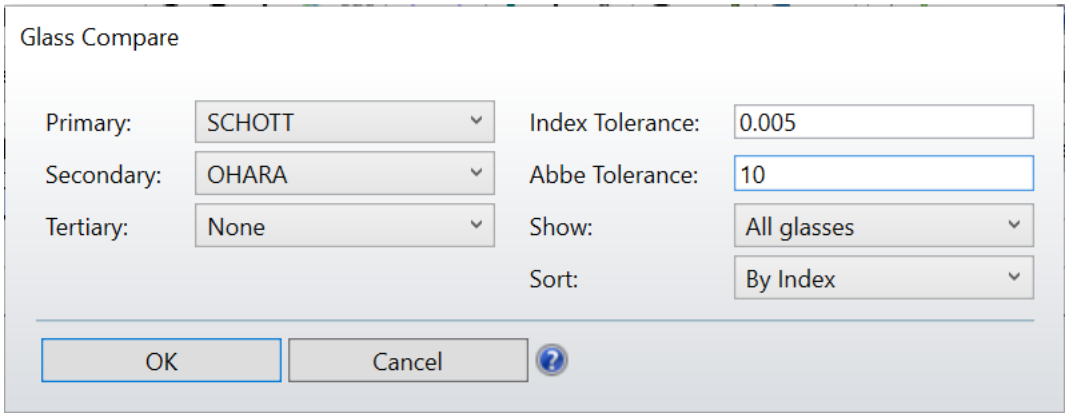
8.1.4. 材料工具(Materials Tools)

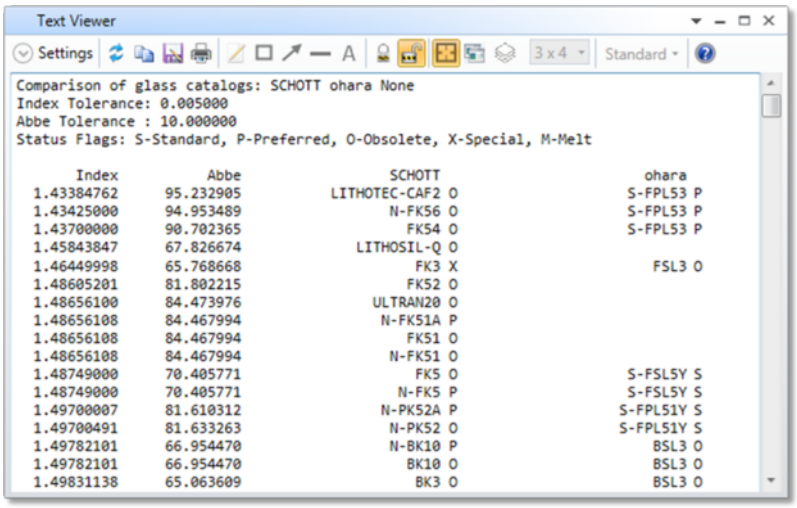


8.1.4.1. 玻璃比较(Glass Compare)



比较两个或三个供应商的玻璃库，以寻找可见光波段内具有相似折射率和色散特性的玻璃材料。





玻璃库**1(Primary)**：第一个玻璃库的名称。该玻璃库将被用作参考材料库。

玻璃库**2(Secondary)**：第二个玻璃库的名称。只有与参考玻璃材料库中所定义公差内的玻璃材料相当的玻璃材料会被列出。

玻璃库**3(Tertiary)**：第三个玻璃库的名称。只有与参考玻璃材料库中所定义公差内的玻璃材料相当的玻璃材料会被列出。

折射率公差**(Index Tolerance)**用来定义从第二和第三个玻璃库中选取玻璃材料时所允许的，与参考玻璃库中玻璃材料的d光折射率的最大偏差。

阿贝数公差**(Abbe Tolerance)**用来定义从第二和第三个材料库中选取玻璃材料时所允许的，与参考玻璃库中玻璃材料的阿贝数的最大偏差。

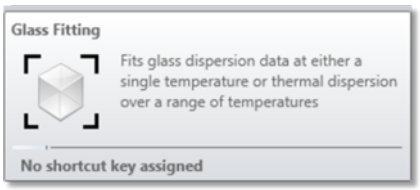
显示**(Show)**：可选择列出参考玻璃库中的所有玻璃材料，或只列出那些在当前镜头文件和配置中所使用的玻璃材料。

分类**(Sort)**：结果可根据d光的折射率、名称或者d光处的阿贝数进行分类。

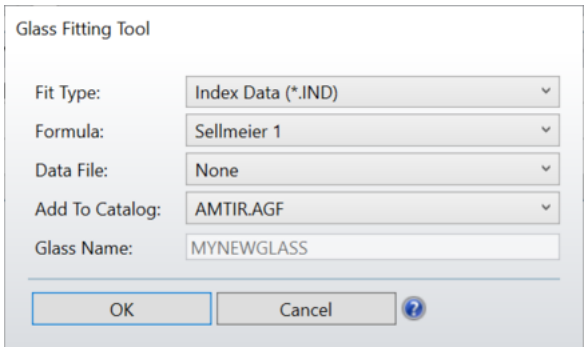
详述**(Discussion)**

该功能只会列出在F-C波段范围内使用的玻璃材料。如果选择"显示使用的玻璃(Show Used Glasses)"，则该功能会使用镜头数据编辑器的材料列中显示的玻璃材料名称，以判断参考玻璃库中的该材料是否被用于当前镜头和结构中。然而，软件不会检查镜头是否确实使用了参考材料库中的玻璃材料。例如，如果当前镜头使用了X材料库中的A1材料，而参考材料库是Y，并且在Y中同样包含了一个名称为A1的玻璃材料，那么即便镜头真正使用的是来自材料库X的A1材料，该功能还是会显示来自材料库Y的A1材料。如果多个材料库中使用了相同的玻璃材料名称，则必须十分小心地检查玻璃材料的所有数据是否来自于目标玻璃材料。

8.1.4.2. 玻璃拟合（Glass Fitting）



在单一温度或某温度区间内对玻璃色散数据进行拟合。



拟合类型（**Fit Type**） 选择折射率数据（Index Data）或者热折射率数据（Thermal Index Data）。

公式（**Formula**） 选择所要使用的色散公式名称。如需了解有关色散公式的完整描述，请参考"玻璃色散公式（The Glass Dispersion Formulas）"一节。

数据文件（**Data File**） 包含色散数据的数据文件的名称。当拟合折射率数据时，文件的扩展名为IND。当拟合热折射率数据时，文件的扩展名为TID。如需了解有关文件格式的信息，请参考下文中的讨论。

增加到库（**Add To Catalog**） 如果选择"无（None）"，则数据在拟合后会生成一个报告，但该拟合数据不会被添加到材料库中。如果选择了一个玻璃库的名称，则拟合数据将会被添加到指定的材料库中。需要注意的是，OpticStudio不允许将玻璃数据添加到材料生产厂商提供的材料库中，因此该选项只会列出不是由生产厂商提供的材料库的名称。如果列表中不存在任何材料库，则必须首先创建一个新的材料库。更多信息请参考"创建新库（Creating a New Catalog）"一节。

玻璃名称（**Glass Name**） 用于添加到所选的玻璃库中的玻璃材料的名称。

详述（**Discussion**）

该功能支持两种不同的文件格式和拟合算法。对于折射率数据，文本文件应以IND作为扩展名。其中，文件的第一行应该包含关键词TEMPERATURE，然后定义以摄氏度为单位的玻璃材料数据的测试温度。在下一行中应包含关键词PRESSURE，然后定义大气中的环境气压。如果某行或两行都被省略，则将使用默认的20度温度和1.0标准大气压。剩余的行包含两列数据：波长和折射率。波长值以微米为单位，在指定温度和压强下的空气中进行测量。折射率的定义必须相对于前两行定义的温度和压强。在拟合之前，OpticStudio会自动将波长和折射率数据转换到参考温度和1.0标准大气压下。示例文件如下：

```
TEMPERATURE 20
PRESSURE 1.0
0.3500000  1.5391663
0.4500000  1.5253195
0.5500000  1.5185224
etc...
```

对于折射率数据，最多可以拟合1000个点。

对于热折射率数据，文本文件应该以TID为扩展名。文件的第一行应该包含关键词PRESSURE，然后定义大气中的环境气压。如果该值被省略，则将使用默认的1.0标准大气压。剩余的行包含三列数据：温度、波长和折射率。第一个数据点的温度将作为玻璃材料的参考温度。将参考温度的数据列在第一行是很重要的。其它的温度数据应列在参考温度数据之下。所有的温度都是以摄氏度测量的。波长的值都是在参考温度和压强下测量的，以微米为单位。在每个数据点的温度下的折射率值必须相对于由PRESSURE参数定义的空气压力以及玻璃的参考温度。在拟合之前，OpticStudio会自动将波长和折射率数据转换到1.0标准大气压

。示例文件如下：

```
PRESSURE 0.0
20.0000000  0.3500000  1.5391663
```

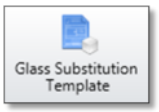
```
20.0000000   0.4500000   1.5253195
20.0000000   0.5500000   1.5185224
20.0000000   0.6500000   1.5145203
etc...
-20.0000000   0.3500000   1.5391663
-20.0000000   0.4500000   1.5253195
-20.0000000   0.5500000   1.5185224
-20.0000000   0.6500000   1.5145203
etc...
40.0000000   0.3500000   1.5391663
40.0000000   0.4500000   1.5253195
40.0000000   0.5500000   1.5185224
40.0000000   0.6500000   1.5145203
etc...
```

参考温度的最大拟合数据点为1,000个。在拟合时，所有温度和波长的总数据点数量只可能被有限的内存所限制。需要注意的是，拟合的结果好坏只取决于所提供的数据。在每个波长处最少需要提供6个点，最好多于12个。且最少提供6个不同的温度值。在任意温度上使用超过30个点时，继续增加拟合点数量只会增加拟合时间并不会提高拟合的精确度。

和所有拟合数据一样，在使用拟合得到的数据之前，必须仔细检查该结果是否达到相应的精度要求。特别要检查拟合折射率数据中不包含在拟合温度和波长内的拟合结果，这是因为如果数据点比较稀疏的时候，色散公式可能在数据点之间偏离超过合理的范围。

IND和TID文件都应保存在<glass>文件夹中（请参考"文件夹（Folders）"一节）。

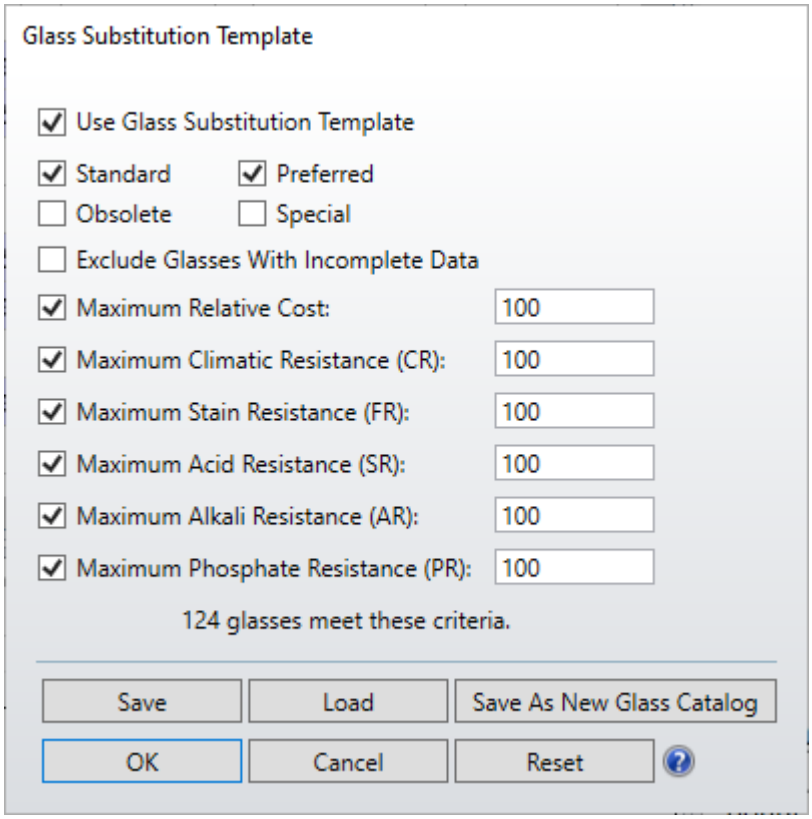
8.1.5. 玻璃替换模板（材料工具）(Glass Substitution Template (materials tools))



该模板用于定义玻璃材料的成本或机械耐受性的最大限制。

在全局优化需要将模型玻璃转换为实际玻璃材料时，该模板用于选择可用的玻璃材料

（请参考帮助文件中的使用材料库(Using Material Catalogs)一节），并且在计算RGLA操作数的值时，请参考"RGLA"。



使用玻璃替换模板**(Use Glass Substitution Template)** 如果选中，则使用定义的参数来限制用于全局优化替换的玻璃材料。

排除数据不全的玻璃**(Exclude Glasses With Incomplete Data)** 如果选中，具有不完整模板数据的玻璃将不会被用于全局优化。只有对应于非零模板值的数据才在排除玻璃前被用于测试。

标准、首选、废弃、特殊**(Standard, Preferred, Obsolete, Special)** 这些复选框表示可接受的玻璃的设置状态。这些选项是多选的。

例如，如果同时选中"标准"和"废弃"，则可接受"标准"或"废弃"的玻璃。请注意，单个玻璃只可能有一种状态。

请参考"材料库数据说明(Description of catalog data)"。

最大相对成本**(Maximum Relative Cost)** 最大相对成本。以Schott BK7的成本为1.0作为基准，其它所有的玻璃成本都更高，且相对成本也比较高。如果设为零，则将会忽略相对成本。

最大抗温性**(CR)(Maximum Climatic Resistance (CR))** CR的最大允许值。如果设为零，则CR将被忽略。

最大抗污性**(FR)(Maximum Stain Resistance (FR))** FB的最大允许值。如果设为零，则FR将被忽略。

最大抗酸性**(SR)(Maximum Acid Resistance (SR))** SR的最大允许值。如果设为零，则SR将被忽略。

最大抗碱性**(AR)(Maximum Alkali Resistance (AR))** AR的最大允许值。如果设为零，则AR将被忽略。

最大抗磷酸盐**(PR)(Maximum Phosphate Resistance (PR))** PR的最大允许值。如果设为零，则PR将被忽略。

保存**(Save)** 将当前设置保存到*.GST文件。

载入**(Load)** 从以前保存的*.GST文件中加载设置到当前设置中。

另存为新玻璃库**(Save As New Glass Catalog)** 将所有符合当前标准的玻璃保存到新玻璃库中。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

确定**(OK)** 接受当前设置。

取消**(Cancel)** 恢复到之前的设置。

重置**(Reset)** 恢复默认设置。

详述**(Discussion)**

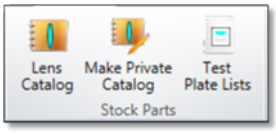
如果未选中"使用玻璃替换模板(Use Glass Substitution Template)"，且没有明确排除玻璃（通过在玻璃库中选中"排除替换(Exclude Substitution)"），并且玻璃工作波长范围适合当前的镜头，则可以选择当前玻璃库中定义的任何玻璃。对于不包含成本或抗性信息的玻璃，玻璃库中将显示"？"。如果没有为玻璃提供成本或抗性数据，则选中"排除没有数据的玻璃(Exclude Glasses With No Data)"时，玻璃将不会被选中。模板数据与镜头文件将被一起储存，所以模板参数是相对镜头文件特定的。如果没有玻璃符合指定的模板参数，玻璃替换状态将被自动删除。

玻璃替换模板也可用于将模型玻璃转换到实际玻璃的操作中。将模型玻璃转换为实际玻璃时，可能找不到符合模板规格的玻璃。如果发生这种情况，OpticStudio将首先忽略"排除没有数据的玻璃"选项，然后再次尝试找到合适的玻璃。如果仍然没有发现符合规格的玻璃，OpticStudio则会完全忽略该模板并再次尝试。如果仍然没有找到合适的玻璃，即便在玻璃没有合适的波长范围或与模型玻璃参数相差甚远，也会使用玻璃库中排序为1的玻璃作为替换，无论其属性如何。

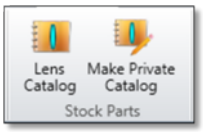
相对成本、CR、FR、SR、AR和PR的单独匹配测试可通过勾选每个描述旁边的复选框来选中或取消选中。

8.2. 库存镜头组(Stock Parts Group)

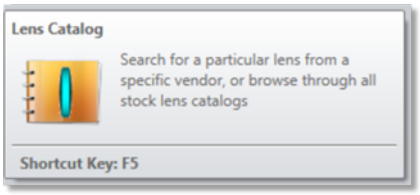
库存镜头组（序列模式用户界面）。

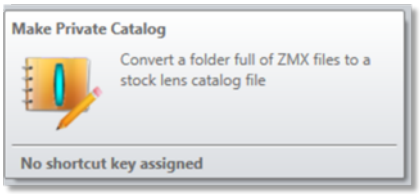


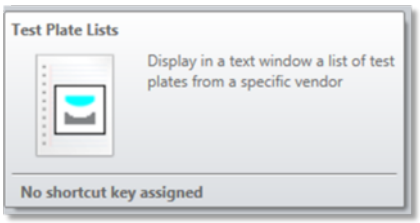
库存镜头组（非序列模式用户界面）。



这些工具为库存镜头工具。

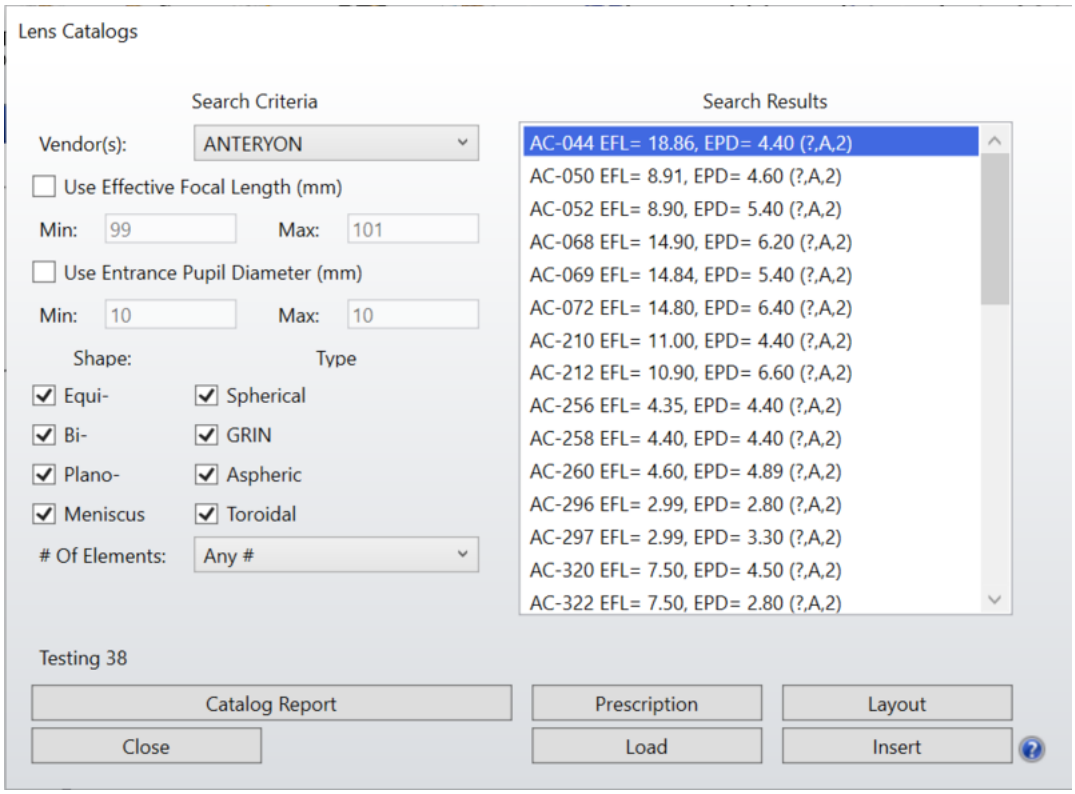






8.2.1. 镜头库（Lens Catalogs）

用于从库存镜头库中浏览或搜索具体镜头。



生产厂商（**Vendor**）列出可供选择的库存镜头供应商。每个供应商名称均为包含该供应商所提供的库存镜头的文件名称。供应商文件必须放在<data>\Stockcat文件夹中（参见用户手册中的"文件夹"）。

使用有效焦距（**Use Effective Focal Length**）选中时，指定的有效焦距范围将作为搜索条件的一部分，如果不选中，则接收所有值。

最小/最大焦距（**Focal Length Min/Max**）用于定义可接受有效焦距的范围，以毫米为单位。

使用入瞳直径（**Use Entrance Pupil Diameter**）如果勾选该选项，则指定的入瞳直径范围将作为搜索条件的一部分，否则将搜索所有入瞳直径的镜头。

最小/最大直径（**Diameter Min/Max**）用于定义可接受的入瞳直径的范围，以毫米为单位。

等-、双-、平-、新弯月（**Equi-, Bi-, Plano-, Meniscus**）如果勾选了其中的任何选项，就只能搜索符合至少其中一项所选标准的镜头。例如，如果选择了"等-"和"双-"选项，那么将搜索符合等凸/等凹或双凸/双凹搜索条件的镜头。

球面、渐变折射、非球面、柱面（**Spherical, GRIN, Aspheric, Toroidal**）如果勾选了其中任何选项，则只搜索至少符合其中一项所选标准的镜头。对于不是渐变折射、非球面或柱面的镜头，"球面"类别也可作为"其它"类别。

元件数量（**# Elements**）选择镜头中符合搜索条件的可接受元件的数量。选择"任意#"选项，将在搜索过程中包含所有镜头。

搜索结果（**Search Results**）列出指定类别、符合当前搜索条件的所有镜头文件。

搜索（**Search**）根据当前搜索条件，在指定生产厂商的镜头目录文件中重新搜索镜头。

载入（**Load**）将当前所选的镜头文件载入镜头数据编辑器，并更新所有窗口，显示新载入的镜头数据。

插入（**Insert**）将当前选择的镜头文件插入现有镜头文件中。

在序列模式下，镜头将插入镜头数据编辑器。将发出插入文件选项的提示，比如应该在哪个表面插入镜头。

在非序列模式下，镜头将插入当前物体列表最下面的非序列模式元件编辑器中。如果插入的镜头包含多个元件，则第二个元件及后续元件将以第一个元件作为其参考对象，因此只有第一个元件需要正确定位。

玻璃库报告（**Catalog Report**）在当前所选择的镜头库中显示符合搜索条件的所有镜头的文本报告。用于筛选镜头的条件的值会显示在报告的顶部。随后镜头将分3次列出：第一次按部件名称的首字母顺序排列，第二次按有效焦距的升序排列，第三次按入瞳直径的升序排列。在每个列表中，每个镜头都提供了以下数据：镜头名称、有效焦距、入瞳直径、形状、类型和元件数。其中后三项输出分别对应于"搜索结果"列表中针对每个镜头列出的分3部分的代码（更多详情，见下面的讨论部分）。

分类（**Prescription**）显示当前所选镜头文件的分类报告。

布局图（**Layout**）显示当前所选镜头文件的布局图（非轴对称的系统将显示3D布局图）。

注意：分类报告和布局图是锁定的（不能解锁），因为这些功能显示的结果是基于镜头库的，而非当前镜头系统。

关闭（**Close**）关闭对话框。

详述（**Discussion**）

"搜索结果"列表会为在所选生产厂商镜头库中，所有符合搜索条件的镜头列出部件名称、焦距和直径。紧跟直径之后，会列出一个分3部分的代码，例如（P,S,1）。第一个条目是形状代码，包括等-、双-、平-、新弯月或其它，分别对应于E、B、P、M或"?"。如果镜头为多元件，则会使用"其它"。第二个条目表示球面、渐变折射、非球面或柱面，分别对应于S、G、A或T。第三个条目表示元件数量。

在安装完成之后，OpticStudio会创建一个<data>\Stockcat文件夹（请参考用户手册中的"文件夹"部分）。在该文件夹中，存储了大量扩展名为.ZMF的单个文件。每个ZMF文件都包含大量单独的ZMX镜头文件，每个镜头文件代表可从各个生产厂商直接获取的库存镜头。下表列出了所代表的生产厂商及其联系方式。

库存镜头生产厂商

OpticStudio提供的库存镜头库由第三方供应商开发，Ansys没有参与其中。Ansys对库存镜头库的可行性或功能不作任何陈述。库存镜头库按"原样"提供，特此声明不提供任何明示或暗示的保证。Ansys不负责维护库存镜头库或确保其在未来版本中的可用性。

下表列出了与每个镜头库相关的生产厂商。

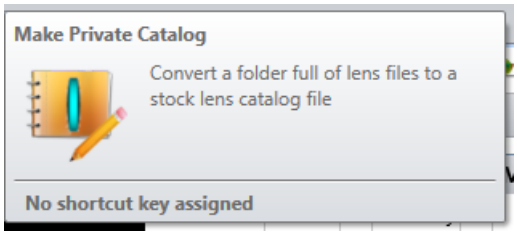
文件名	网站
ANTERYON.ZMF	www.Anteryon.com
ARCHEROPTX.ZMF	www.ArcherOptx.com
ASPHERICON.ZMF	www.Aspheric on.com
BEFORT-WETZLAR.ZMF	www.Befort-Optic.com
BERNHARD HALLE.ZMF	www.B-Halle.de
COMAR.ZMF	www.ComarOptics.com
CVI MELLES GRIOT.ZMF	www.CVIMellesGriot.com
DAHENG OPTICS.ZMF	http://www.cdhcorp.com.cn
DIAS INFRARED.ZMF	www.Dias-Infrared.de
DIVERSEOPTICS.ZMF	www.DiverseOptics.com
EALING.ZMF	www.EalingCatalog.com
EDMUND OPTICS.ZMF	www.EdmundOptics.com
EKSMA OPTICS.ZMF	www.EksmaOptics.com
ESCO.ZMF	www.EscoProducts.com
GELTECH.ZMF	www.LightPath.com
ISP OPTICS.ZMF	www.IspOptics.com
LIGHTPATH.ZMF	www.LightPath.com
LIMO.ZMF	www.Limo.de
LINOS PHOTONICS.ZMF	www.Linos-Photonics.com
NEWPORT CORP.ZMF	www.Newport.com
NSG.ZMF	www.NSGamerica.com
OPTICS FOR RESEARCH.ZMF	www.OFR.com
OPTOSIGMA.ZMF	www.OptoSigma.com
VIAOPTIC.ZMF	https://www.viaoptic.de/en
QIOPTIC_POLYMER.ZMF	www.QiopticPolymer.com
ROSS OPTICAL.ZMF	www.RossOptical.com
RPO.ZMF	www.RPoptics.com
SIGMA KOKI.ZMF	www.Sigma-Koki.com
SPECIAL OPTICS.ZMF	www.SpecialOptics.com
THORLABS.ZMF	www.ThorLabs.com

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如果要查找与镜头数据编辑器中一个或多个表面的属性紧密匹配的库存镜头，请将光标放在镜头数据编辑器中表面组的第一个表面上，然后选择工具、镜头库。焦距和直径的默认搜索范围将会设置为该镜头的适应值。OpticStudio 会计算该镜头的焦距和直径，并添加±5%的误差来定义默认的搜索范围。

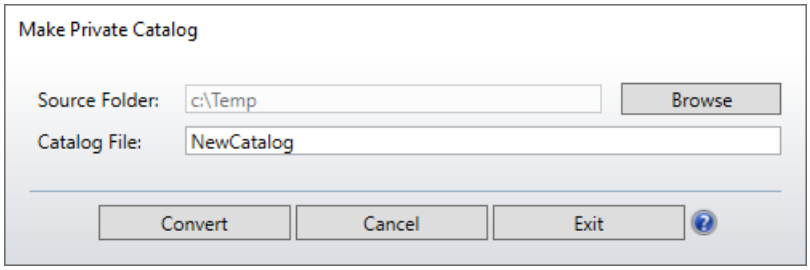
镜头搜索工具提供了搜索所提供的镜头的功能，以便做出适当的选择。做出选择后，可直接载入镜头文件，也可将其添加至现有设计。

8.2.2. 创建个人镜头库（Make Private Lens Catalog）



用途：

用于将装满ZMX文件的文件夹转换为库存镜头库文件。



光源文件夹（**Source Folder**） 输入光源ZMX镜头文件所在的文件夹的名称。该文件夹中所有的镜头文件都将保存在ZMF文件或ZLC文件中。

库文件（**Catalog File**） 输入所要创建的ZMF或ZLC文件的名称，该文件将保存在Zemax\Stockcat文件夹中。

转换（**Convert**） 开始转换过程。

取消（**Cancel**） 关闭对话框。

详述（**Discussion**）

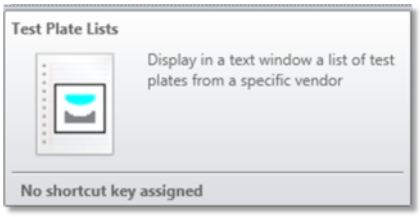
该功能用于将多个ZMX文件分别转换为单个ZMF或ZLC文件，以供镜头库功能使用。详细信息请考帮助文件中的"镜头库（Lens Catalogs）"一节。

对于什么类型的镜头可以放置在个人镜头库中有一定的限制。该功能的目的只在于在镜头库中保存一些简单镜头，例如单透镜，双胶透镜或三片镜。对于包含复杂形状的曲面、DLL、非序列模式组等镜头，在转换为简化的库存镜头格式时可能会出现错误，进而导致这些文件无法被正确的搜索。该功能不支持多重结构文件，如果对多重结构文件进行转换将使文件的结构减少为一个。文件名称需要使用简单的ANSI名称，因为光源文件夹中镜头文件名称中，使用空格分隔的第一个单词将用作库存镜头库中的"部件名称"。例如，一个名为"Lens number 5.ZMX"的文件在转换后的部件名称为"Lens"。一个更好的命名方法是将文件命名为L005.ZMX，那么在转换后部件名称为"L005"。该功能不支持Unicode格式的文件名称，对其进行转换时会替换为最接近的ANSI字符串，这在某些情况下可能会导致部件名称有些奇怪。

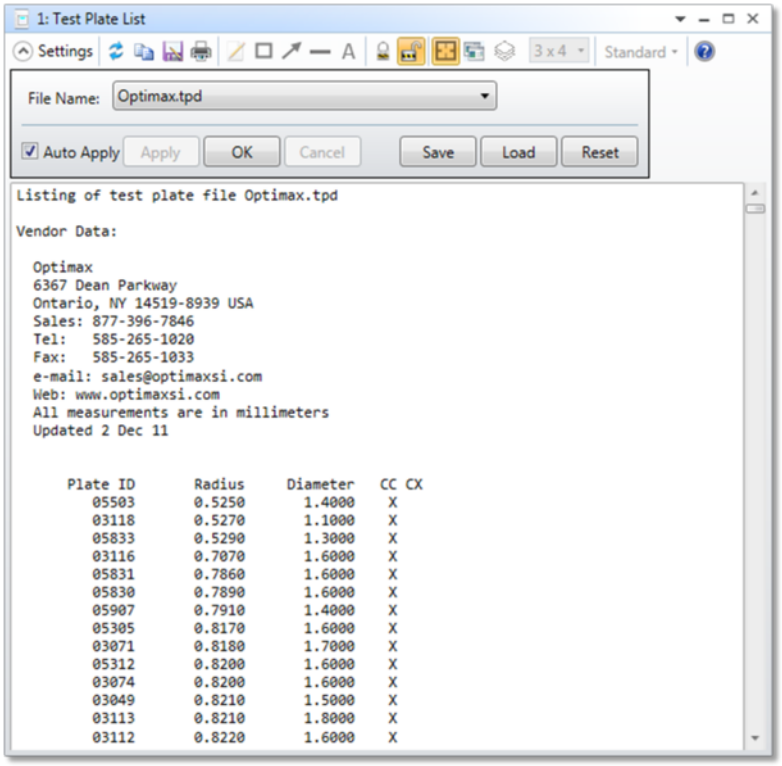
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如果源文件夹包含ZMX文件，该工具将把它们全部放入ZMF文件中。

8.2.3. 测试板列表（库存镜头组）（Test Plate Lists （stock parts group））



以文本的形式显示特定生产厂商的测试板列表。



文件名称：测试板文件的名称。该文件必须位于<data>\Testplate文件夹中（请参考帮助文件中的"文件夹"一节）。

详述 报告中所有单位都是毫米。其中，CC列和CX列分别表示凹面和凸面测试板的可用性。

测试板列表供应商

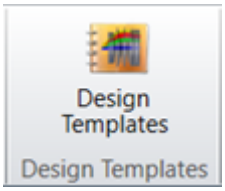
文件名	网站
Applied.tpd	www.Applied-Optics.com
Atoptical.tpd	www.AToptical.com
Bern.tpd	www.BernOptics.com

Brighten I.tpd	www.BrightenOptics.com
Brighten II.tpd	www.BrightenOptics.com
Brighten III.tpd	www.BrightenOptics.com
Computer.tpd	www.ComputerOptics.com
Continental.tpd	www.OceanOptics.com
CVIMG_Albuquerque.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_All_Sites.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Covina.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Japan.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Korea.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Leicester.tpd	www.CVIMellesGriot.com
CVIMG_Rochester.tpd	www.CVIMellesGriot.com
Docter.tpd	www.DocterOptics.com
Edmund.tpd	www.EdmundOptics.com
ELCAN.tpd	www.Elcan.com
Harold Johnson.tpd	www.HJol.com
ICOpticalSystems.tpd	www.ICOpticalSystems.com
II-VI.tpd	www.II-VI.com
ISPOptics.tpd	www.ISPOptics.com
J L Wood.tpd	www.JLWos.com
Janos.tpd	www.JanosTech.com
Jenoptik.tpd	www.JenOptik-Inc.com
JML_cylindrical.tpd	www.JMLOptical.com
JML_spherical.tpd	www.JMLOptical.com
Kreischer.tpd	www.Kreischer.com
LaCroix.tpd	www.LaCroixOptical.com
Liebmann.tpd	www.Liebmann.com
Mikrop.tpd	www.Mikrop.ch
MOSAIC.tpd	www.MosaicOptics.com
Newport Corp.tpd	www.Newport.com
OCI.TPD	www.OCIOptics.com
Opco Laboratory Inc.TPD	www.OpcoLab.com
Optico.tpd	www.OptiLens.com
Optics for Research.tpd	www.OFR.com
Optimax.tpd	www.OptimaxSI.com

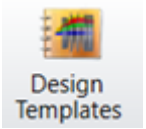
OptoSigma.tpd	www.OptoSigma.com
PFG_Optics.tpd	www.PFGOptics.com
Pog.tpd	www.PrecisionOptic.com
Qioptiq Asslar.tpd	www.Qioptiq.de
Qioptiq Photonics.tpd	https://www.microresist.de/
Qioptiq Singapore.TPD	www.Qioptiq.com
Republic Lens.tpd	n/a
Rocky Mountain.tpd	www.RMico.com
Ross.tpd	www.RossOptical.com
RPO.TPD	www.RPOptics.com
RROITestPlates.tpd	www.rr-optics.com
Sill Optics-Test Plates.tpd	www.SillOptics.com
Silo.tpd	www.Silo.it
Special Optics.tpd	www.SpecialOptics.com
Spectros.tpd	www.Spectros.ch
SVG Tinsley.tpd	www.Asphere.com
Tower.tpd	www.TowerOptical.com
Tropel.tpd	www.Tropel.com
Tucson Optical Research.tpd	n/a
Wavelength Opto-Electronics (SG).tpd	www.Wavelength-Tech.com

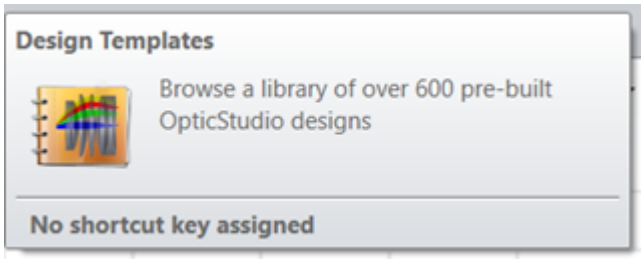
8.3. 设计模板组(Design Templates Group)

该组包含设计模板工具和任何未来增加的设计模板。

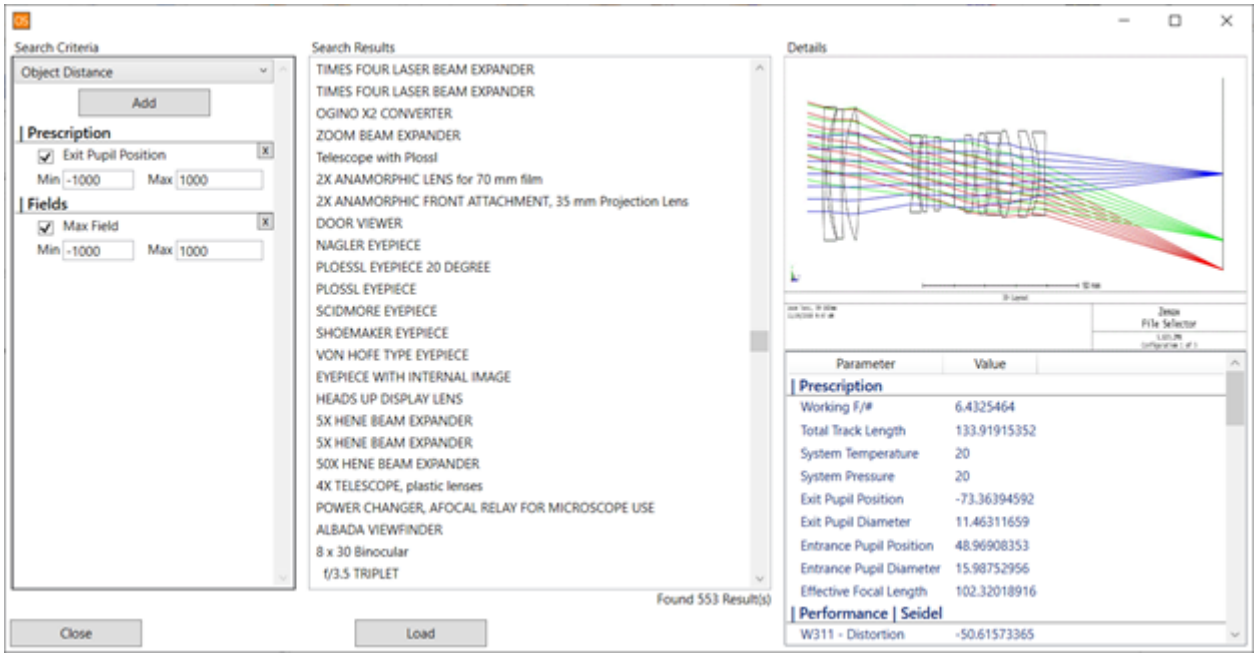


8.3.1. 设计模板(Design Templates)





本工具包含数百个能立即使用的设计起始点，并能按其任何参数进行过滤。

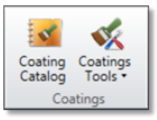


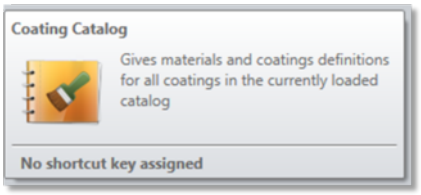
搜索标准**(Search Criteria)** 本下拉菜单包含所有可用于过滤透镜的分类标准。在下拉菜单中选择标准后，被选择的标准将显示在下方的小窗口中，不再出现在下拉菜单中。

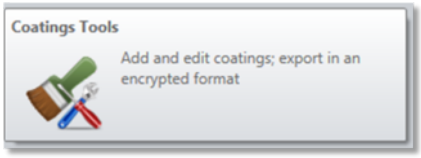
加载**(Load)** 这将会把所选择的透镜加载到当前的OpticStudio实例中。

8.4. 膜层组(Coatings Group)

膜层组中包含膜层工具。

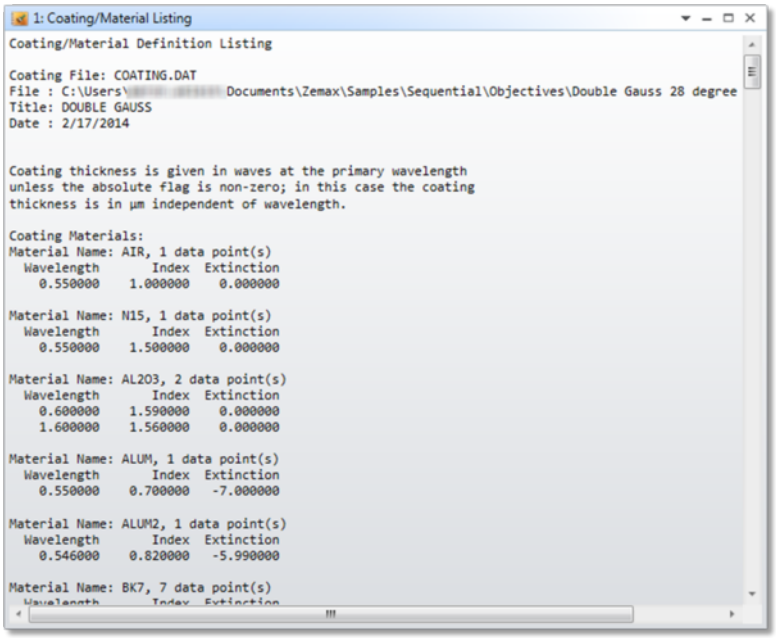




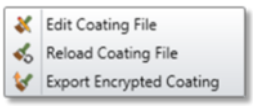


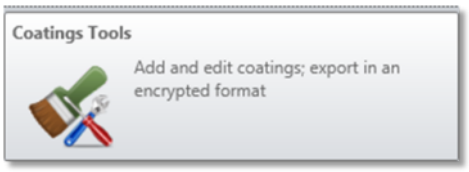
8.4.1. 膜层库(Coating Catalog)

膜层库功能以文本形式展示了可应用于当前镜头的膜层文件中材料及膜层定义列表。



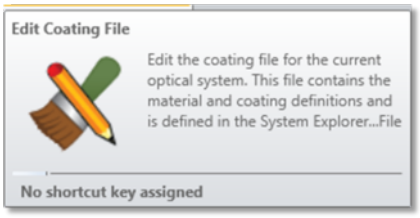
8.4.2. 膜层工具(Coating Tools)



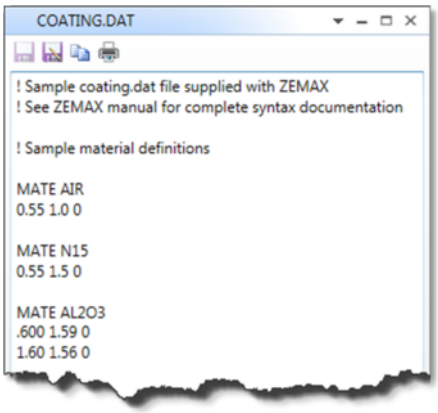


该工具可添加和编辑膜层，并以加密格式导出膜层文件。

8.4.2.1. 编辑膜层文件(Edit Coating File)



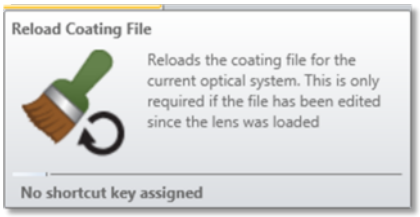
该功能使用Windows记事本编辑器来为当前镜头编辑膜层文件。该文件包含材料及膜层定义。



详述**(Discussion)**

请参阅用户手册中的"偏振分析(Polarization Analysis)"一章。如果编辑了膜层文件，则必须通过选择如下所述的"重新加载膜层文件(Reload Coating File)"来手动重新加载文件，或者选择保存并重新加载文件来更新膜层数据。

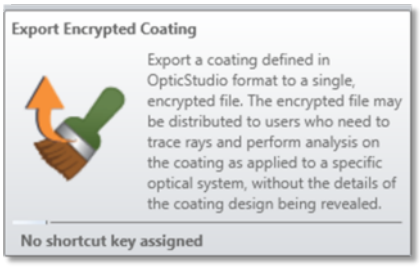
8.4.2.2. 重新加载膜层文件(Reload Coating File)



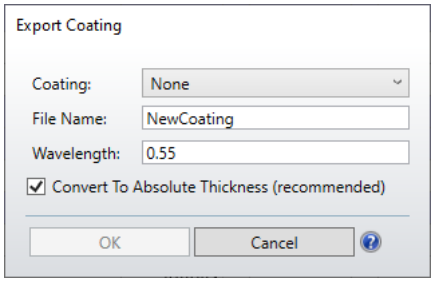
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

该功能为当前镜头重新加载膜层文件。如果文件在加载之后被编辑过，则将用到此功能。

8.4.2.3. 导出加密膜层（Export Encrypted Coating）



此功能可将单个膜层导出为Zemax加密膜层（ZEC）文件。要导出整个镜头，请参阅"导出Zemax黑盒数据（Export Zemax Black Box Data）"。



膜层（**Coating**）：要导出的膜层的名称。

文件名（**File Name**）：要创建的文件的名称。文件名不能包含任何路径或扩展名。文件将在膜层文件的文件夹中创建（参见用户手册中的"文件夹"），并且会自动附加"ZEC"扩展名。

波长（**Wavelength**）：在系统温度和压强下的空气中测量波长，以微米为单位，用于定义膜层的厚度。仅在将膜层从光学厚度转换为绝对厚度时才使用此波长。请参见下文。

转换为绝对厚度（**Convert to Absolute Thickness**）：将膜层中的主波长定义的光学厚度（例如，四分之一波长厚度）转换为绝对厚度。为获得最大的安全保障，应选择此选项。如果膜层定义中保留了相对光学厚度，则加密膜层的最终用户可以通过更改设计波长来获取该膜层的某些属性。使用上面设置中的波长值可将主波长厚度转换为绝对厚度。

详述（**Discussion**）

光学膜层设计人员和制造商通常不愿公布其膜层设计的详细信息。此功能允许以OpticStudio格式定义的膜层导出为单个加密文件。加密文件后，可以在不泄露膜层设计详细信息的情况下，向需要追迹光线以及对应用于特定光学系统的膜层进行分析的用户分发此文件。

导出的膜层数据包含了可以准确再现膜层性能所需的所有材料、折射率、消光系数、色散和层数据。不使用近似值或列表。也不支持渐厚膜层、理想膜层或表格膜层。最多可以使用12种不同的材料和400层来定义要导出的膜层。

要使用加密膜层文件，请参阅用户手册中的"加密数据部分（The ENCRYPTED data section）"。

加密基于256位算法，可提供良好的安全性，但并不是不可破解。该功能按原样提供，用户应该在使用加密格式分发敏感数据之前，确定所实施的加密是否能够为预期应用提供充分的安全保障。ANSYS,Inc.不为使用该功能提供任何保证，也不承担任何责任。

8.4.3. 定义膜层(Defining Coatings)

对于电介质材料，折射率是一个纯实数，因此折射率的虚部为零。对于金属材料，折射率为复数。

对于相位传播因子附带的折射率虚部，在一般的应用中有两种符号规约。

对于向正z方向传播的光波，可以使用以下规约：

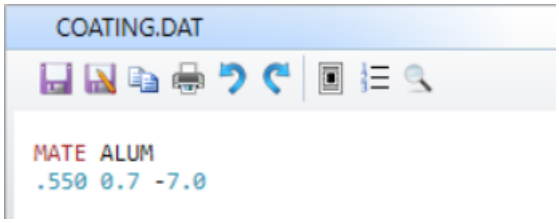
☒E(z,t) = A cos(wt - kz) and n = n - iK
☒E(z,t) = A cos(-wt + kz) and n = n + iK

其中n为普通折射率，k为消光系数。

OpticStudio使用第一种规约。例如，在OpticStudio规约中，铝的折射率可用如下公式表示：

$$n = 0.7 - 7.0i$$

K在膜层中写为负值。



请注意，使用此规约时，典型吸收材料的消光系数为负数。折射率符号规约的选择与相位传播因子使用的符号规约有关，请参阅传播相位因子pc、ps(Propagation Phase Factors, pc, ps)。

对于时间谐波信号，就变成：

$$E(z) = A\,exp(-jkz)$$

$$E(z) = A\,exp\left(-j\frac{2\pi nz}{\lambda}\right)$$

$$E(z) = A\,exp\left(-j\frac{2\pi(n-jk)z}{\lambda}\right)$$

$$E(z) = A\,\exp\left(-\frac{2\pi kz}{\lambda}\right)exp\left(-j\frac{2\pi nz}{\lambda}\right)$$

当z增加时，电场的增幅就会下降。

OpticStudio 使用一个文本文件来定义所有的膜层数据。这个文件可以是任何有效的文件名。OpticStudio提供了一个名为COATING.DAT的示例文件，所有镜头的默认膜层文件名称都是COATING.DAT。可定义多个膜层文件，指定镜头的膜层文件名称可以在系统选项(System Explorer)中的文件(Files)部分定义。建议在修改原始膜层文件COATING.DAT以后，将其保存在一个不同名称的文件中，这样后续向OpticStudio的更新就不会覆盖COATING.DAT文件中的修改。

在膜层文件中，关键字MATE（表示材料）、TAPR（表示渐厚轮廓）、COAT（表示膜层）、TABLE（表示由列表定义膜层）以及IDEAL或IDEAL2（表示理想膜层）用于定义不同类型的膜层数据。首先定义所有的材料和渐厚轮廓，然后再定义其他膜层信息。材料、渐厚轮廓和膜层可以是任何用户自定义的名称，最大长度为32个

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

字符。 如果名称长度超出了32个字符，OpticStudio将不会发出错误信息提示，而是直接将其截断，只保留前32个字符。 如果多种材料/渐厚轮廓/膜层都用相同的名称，则行为没有定义，且只使用第一次的定义。

8.4.3.1. 编辑膜层文件(Editing the Coating File)

有几种方式可以访问膜层文件中的数据。首先，可以在OpticStudio之外使用任何文本编辑器来编辑文件。其次，可以单击数据库选项卡(Libraries Tab)下膜层工具(Coating Tools)组中的"编辑膜层文件(Editing Coating File)"选项，由此调用OpticStudio文本编辑器来编辑文件。此外，在数据库选项卡中有"膜层库(Coating Catalog)"选项，列出了当前镜头膜层文件中的材料及膜层定义数据。如果编辑了膜层文件，则必须重新加载文件来更新膜层数据，工具(Tools)菜单内存在选项用于重新加载。可以单击数据库选项卡的膜层工具中的"重新加载膜层文件(Reload Coating File)"选项来重新加载膜层文件，或者使用系统选项的文件部分中的重新加载按钮来重新加载膜层文件。

8.4.3.2. 膜层文件数据语句(Coating File Data Syntax)

膜层文件由定义材料、渐厚轮廓和膜层的一系列数据组成。数据采用以下格式和语句。每个数据部分在后文中都有详细的描述。

! 任何以!符号起始的行表示注释行!有关MATE格式的信息□请参阅下面的"MATE数据部分"。

```
MATE <material name>
wavelength real imaginary
wavelength real imaginary
....

MATE <next material name>
wavelength real imaginary
wavelength real imaginary
....
```

! 有关TAPR格式的信息□请参阅下面的"TAPR数据部分"。

```
TAPR <taper name>
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....

TAPR <next taper name>
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....
```

!有关COAT格式的信息，请参阅下面的"COAT数据部分"。

```
COAT <coating name>
```

```
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...

COAT <next coating name>
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...

COAT I.transmission

ENCRYPTED filename

! 有关IDEAL格式的信息□请参阅下面的"IDEAL数据部分"。
IDEAL <name> <Transmitted intensity> <Reflected intensity>

! 有关IDEAL2格式的信息□请参阅下面的"IDEAL2数据部分"。
IDEAL2 <name> s_rr s_ri s_tr s_ti p_rr p_ri p_tr p_ti no_pi_flag

! 有关TABLE格式的信息□请参阅下面的"TABLE数据部分"。

TABLE <coating name>
ANGL <angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
ANGL <next angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
```

关于膜层定义中每个关键字的详细信息，请参阅后文中的详述部分。

8.4.3.3. MATE数据部分(The MATE Data Section)

语法：

```
MATE <material name>
wavelength real imaginary
wavelength real imaginary
....
```

材料名称可以是任何用户自定义的名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用材料数据：

波长量的单位始终为微米。波长必须按照升序方式定义。

实部值为该波长下材料的实际折射率。

虚部值为消光系数。

如果对于一种材料只提供了一种波长值，则无论对哪种波长进行光线追迹，都会使用此折射率的实部和虚部。因此会忽略膜层材料的色散。

如果对于一种材料定义了两个或更多波长，则当波长小于所定义的最短波长时，会使用最短波长的数据。当波长大于所定义的最大波长时，会使用最大波长的数据。对于二者之间的波长，会使用线性插值的方式。

8.4.3.4. TAPR数据部分(The COAT Data Section)

语法：

```
TAPR <taper name>
DX decenterx
DY decentery
AN rotation_angle (degrees)
RT termnumber radialterm
CT termnumber cosineterm
PT termnumber polyterm
....
```

通常情况下，OpticStudio假设膜层厚度在整个光学表面上是均匀的。但是，由于某些光学膜层的应用方式不同，光学表面上的膜层厚度可能变化。渐厚膜层是通过应用渐厚函数来定义的，该函数计算出一个无量纲的系数，然后用该系数乘以名义膜层厚度。膜层系中的任何一层都可以使用渐厚属性，并且每一个膜层都可以有不同的渐厚属性。渐厚的形式可以是径向多项式、余弦函数或x、y方向的通用多项式。可以同时使用多种模型，并且渐厚函数可选择性地偏心和旋转。

有效膜层厚度为：

$$d_{eff} = d \times (f_r + f_c + f_p)$$

其中d为名义膜层厚度，而fr、fc和fp分别为径向、余弦和多项式渐厚因子。渐厚因子是偏心和旋转坐标(x’，y’)的函数。偏心和旋转坐标可以通过局部表面坐标来计算，其转换公式如下所示：

$$x' = (x - x_d)\cos\theta - (y - y_d)\sin\theta$$

$$y' = (x - x_d)\sin\theta + (y - y_d)\cos\theta$$

其中 θ 表示以度为单位的渐厚函数旋转角度。径向坐标可以定义为：

$$r = \sqrt{(x')^2 + (y')^2}$$

径向渐厚因子定义为：

$$f_r = \sum_{i=0}^{22} \beta_i r^i$$

余弦渐厚因子定义为：

$$f_c = \sum_{i=0}^{5} \Delta_i (\cos\alpha)^i$$

其中 α 定义为：

$$\sin\alpha = \left|\frac{r}{R}\right|$$

其中r为上文所定义的径向坐标。对于序列表面的膜层，R为镜头数据编辑器中"半径(Radius)"列定义的表面曲率半径。余弦渐厚因子只用在径向对称的序列模式表面上。对于非序列模式物体面上的膜层，R始终为无限大，无论物体的形状如何，都不使用余弦渐厚因子。

多项式渐厚因子定义为：

$$f_p = \sum_{i=0}^{22} \gamma_i E_i$$

其中E_i为x’和y’中的多项式项。E_i项为幂级数：

$$E_0 = 1\ , E_1 = x'\ , E_2 = y'\ , E_3 = (x')^2\ , E_4 = x'y'\ , E_5 = (y')^2\ , E_6 = (x')^3\ , \text{ect}$$

请注意，在不同曲率半径的基面上，余弦渐厚因子将会产生不同的膜层。若要定义厚度以cos θ 精确变化的膜层，余弦渐厚因子 Δ_0应当为零，余弦渐厚因子 Δ_1应当为1.0。当将余弦渐厚因子应用于非序列模式组件物体上的膜层时，会忽略基面的半径，并将其视为平面。但仍然使用径向渐厚因子和多项式渐厚因子。

如果渐厚因子总和为负数，OpticStudio会将其设置为0。参数x_d、y_d、 θ 、 γ_i、 Δ_i和 β_i都在膜层文件的渐厚数据部分定义。请注意，定义时使用了径向坐标的偶次幂、奇次幂和零次幂项。这些系数通常是具有单位和量级的，取决于镜头单位。

在定义或使用渐厚膜层时，应当认真检查使用的镜头单位是否正确。

渐厚名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用渐厚数据。

如果关键字TAPR后面任何一行中的第一个关键字为DX或DY，那么同一行中DX或DY后面的数据值分别表示x方向偏移量x_d或y方向偏移量y_d，单位为镜头单位。

如果关键字TAPR后面任何一行中的第一个关键字为AN，那么同一行中关键字AN后面的数据值表示渐厚旋转角度 θ 。

如果第一个关键字为RT，则第二个数值必须是介于0到22之间的整数（包含0和22）。这个整数确定了径向项数值。第三个数据值为该项的系数 β_i。

如果第一个关键字为CT，则第二个数值必须是介于0到5之间的整数（包含0和5）。这个整数确定了余弦项数值。第三个数据值为该项的系数 Δ_i。

如果第一个关键字为PT，则第二个数值必须是介于0到20之间的整数（包含0和20）。这个整数确定了多项式项数值。第三个数据值为该项的系数 γ_i。

在没有定义的情况下，OpticStudio使用的所有项都为零。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

如果整个膜层在每个表面上按照不同的数量进行缩放，或者需要优化膜层厚度，请参阅"设置选项卡(The Setup Tab)"帮助文件中"表面属性(Surface Properties)"的"膜层(Coating)"部分，以及本文中"通过OpticStudio优化膜层(Optimizing coating with OpticStudio)"部分中有关膜层缩放的说明。

8.4.3.5. COAT数据部分(The COAT Data Section)

膜层的顺序极其重要！

语法：

```
COAT <coating name>
material thickness is_absolute loop_index tapername
material thickness is_absolute loop_index tapername
...
```

或

```
COAT I.transmission
```

膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。

OpticStudio 通过以下方式使用膜层数据：

当首次读取膜层文件时，会确保每种膜层的材料均已在材料部分定义。如果参考材料没有被定义，则会出现错误。

膜层厚度可以用该介质中主波长厚度为单位度量（相对定义），或者以微米为单位而不考虑任何波长（绝对定义）度量。如果使用相对定义，当两个不同镜头文件使用同一个膜层时，其主波长不同将会产生不同的实际膜层厚度。实际的膜层厚度由以下公式定义：

$$d = \frac{\lambda_0}{n_0} T$$

其中 λ_0表示以微米为单位的主波长，n_0为主波长下膜层折射率的实部，而T为膜层文件中定义膜层的"光学厚度"。例如，膜层材料的折射率实部为1.4，主波长为0.550微米，则主波长的四分之一膜层（T = 0.25）厚度为0.0982微米。请注意，只有折射率的实部用于确定膜层厚度。

如果整数is_absolute为零，表示膜层厚度为相对厚度。否则，膜层厚度为以微米为单位的绝对厚度。如果忽略is_absolute、loop_index以及tapername，则默认is_absolute和loop_index都为零，并且默认不是渐厚膜层。

参数loop_index确定OpticStudio是如何复制膜层组的。有关详细信息，请参阅下一节。

参阅"指定表面上的膜层(Specifying Coating on Surface)"章节，获取更多关于如何在COAT数据部分插值膜层层序的内容。

8.4.3.6. 定义重复膜层层组(Defining Replicated Groups of Coating Layers)

某些膜层包含有重复的膜层层组。例如，如下所定义的一个膜层：

```
COAT 3GROUPS
MAT0 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 0
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

```
MAT1 0.25 0 0
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 0
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 0
MAT4 0.25 0 0
```

注意，材料MAT1、MAT2和MAT3的序列重复了3次。虽然这也是一种完全可接受的语法，但是，需要11个文本行以及11个膜层来定义。而通过使用参数loop_index，可实现重复膜层的简略语法。参数loop_index设置为膜层重复的次数。在第一个和最后一个膜层上都必须设置loop_index（这是为了指定膜层的范围，并且OpticStudio在两个方向都会读取膜层数据，如下所述）。上述膜层可简写为：

```
COAT 1GROUP
MAT0 0.25 0 0
MAT1 0.25 0 3
MAT2 0.50 0 0
MAT3 0.25 0 3
MAT4 0.25 0 0
```

请注意，在列出的第一层和第三层都标有参数"3"。该语法不仅节省了输入操作，减少了由于疏忽造成的输入错误，便于编辑，而且保证了膜层的总数不变。在膜层定义中膜层的总数是有限制的（见本章中"关于膜层数量的限制(Limits on the amount of coating data)"部分）。上述膜层定义只需要5个"膜层"，实际上创建了11个膜层。

关于参数loop_index的使用，有以下要点：

只要COAT标题下方的总行数不超过下文中定义的最大允许膜层数，则定义不同膜层组的数量或每组包含的膜层数量就没有限制。

参数loop_index为0和为1是一样；即：loop_index为0并不意味着不包含膜层组！

循环不可以嵌套，也不可以重叠。

8.4.3.7. 定义简单理想膜层(Defining Simple Ideal Coatings)

关键字COAT也可以用于定义简单理想膜层。语法为：

I.transmission

其中transmission为数值数据。例如，命令：

COAT I.75

将创建一个名为I.75的膜层，可以通过75%的光线能量。用这种方法定义的理想膜层会传输指定能量的光线，并能反射其余部分光线能量，而与光线波长、入射角度、入射材料或基底材料无关。注意：这种理想膜层没有吸收，透射必须大于0小于1。如果光线全内反射，反射强度系数则假设为1.0。有关更为常见的理想膜层定义，请参阅后文中的IDEAL和IDEAL2膜层定义。

8.4.3.8. 加密数据部分(The ENCRYPTED Data Section)

语法：

ENCRYPTED filename

将膜层导出为Zemax加密膜层（ZEC）文件格式时，就创建了加密膜层文件，如"数据库选项卡(Libraries Tab)"的"膜层工具(Coating Tools)"中的"输出加密膜层(Export Encrypted Coating)"中所述。生成的ZEC文件必须存放于膜层文件夹中。文件名不能包含路径或扩展名，OpticStudio会自动附加扩展名ZEC。

加密的膜层和材料数据不会显示在膜层列表或分类数据报告中。

8.4.3.9. IDEAL数据部分(The IDEAL Data Section)

语法：

```
IDEAL <name> T R TIR
```

IDEAL膜层由三个强度系数来定义：透过率、反射率和全内反射。IDEAL膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。在Ideal膜层名称之后，会列出T、R和TIR的值。如果T+R超出了1.0，则值将会进行调整，从而保证T+R = 1.0。吸收系数由A = 1.0 - R - T自动计算。要创建一个吸收100%能量的膜层，需要将T和R都设置为零。OpticStudio默认透过率相位为零。对于镜面基板，其反射相位为 π 。对于其他基面，如果入射折射率高于基面折射率，则反射相位为零，否则反射相位为 π 。只有当光线全部内反射时，才使用TIR强度。如果省略了TIR值，则默认其值为1.0。

8.4.3.10. IDEAL2数据部分(The IDEAL2 Data Section)

语法：

```
IDEAL2 <name> s_rr s_ri s_tr s_ti p_rr p_ri p_tr p_ti no_pi_flag TIR
```

关键字IDEAL2提供了另外一种定义理想膜层的方法。IDEA2膜层由S和P偏振光透射和反射系数的实部和虚部振幅来定义。IDEAL2膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意：不允许使用空格。在膜层名称后面，列出S偏振光的反射实部、反射虚部、透射实部以及透射虚部值，然后列出同样的四个P偏振光的值。要创建一个吸收100%能量的膜层，需要将透过率和反射率的值全都设置为零。反射率和透过率的相位由复数系数来定义。如果基面不是镜面，并且入射折射率高于基面折射率，那么OpticStudio会改变反射的实部和虚部系数的符号，来补偿由反射产生的额外相位变化 π ，除非将no_pi_flag设置为非0值。当no_pi_flag为非0值，不会对膜层的相位进行更改。只有当光线全部内反射时，才使用TIR强度。如果省略了TIR值，则默认其值为1.0。

8.4.3.11. TABLE数据部分(The COAT Data Section)

语法：

```
TABLE <coating name>
ANGL <angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
ANGL <next angle in degrees>
WAVE <wavelength 1 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 2 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
WAVE <wavelength 3 in micrometers> Rs Rp Ts Tp Ars Arp Ats Atp
...
```

TABLE膜层和IDEAL膜层类似，不同之处在于TABLE膜层的透射率和反射率可能随入射角和波长而变化，并且可以单独设定S和P偏振光。对于多个离散的入射角和波长，定义了四个强度值：Rs、Rp、Ts和Tp，用于表示反

射强度和透射强度，其中下标s和p表示偏状态。同时定义了四个角度（以度为单位）：Ars、Arp、Ats和Atp；用于定义R和T值的相位角度，这样OpticStudio可以计算透射和反射的实部和虚部。实部与角度的余弦成正比，而虚部与角度的正弦成正比。如果忽略了角度或者角度为零，则反射率或透射率为实数，且膜层没有产生任何相位改变。对于每个偏状态，吸收率通过A = 1 - R - T来计算。如果基面不是镜面，并且入射折射率高于基面折射率，则反射相位改变 π 。

膜层供应商通常不会提供设计数据，TABLE模型的主要用途是保证在膜层规格未知时，完成精确的光线追迹。

TABLE膜层的语法包括关键字TABLE，然后附加上膜层名称。TABLE膜层名称可以是任何用户自定义名称，最大长度为32个字符，不允许使用特殊字符。注意，不允许使用空格。在关键字TABLE之后，附加数据块来定义每一个入射角数据。在定义了每个角度后，为表格中每个波长定义了R和T值。示例语句为：

```
TABLE MYTABLECOAT
ANGL 0
WAVE 0.35 0.014 0.014 0.986 0.986 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.013 0.013 0.987 0.987 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 5
WAVE 0.35 0.015 0.015 0.985 0.985 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.012 0.012 0.988 0.988 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 45
WAVE 0.35 0.065 0.070 0.935 0.930 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.062 0.065 0.938 0.935 0.0 0.0 0.0 0.0
ANGL 80
WAVE 0.35 0.600 0.600 0.400 0.400 0.0 0.0 0.0 0.0
WAVE 0.70 0.600 0.600 0.400 0.400 0.0 0.0 0.0 0.0
```

有几个要点需要注意：

当入射角小于定义的最小角度时，将使用最小角度的数据；当入射角大于定义的最大角度时，将使用最大角度数据。其他值在角度空间内以余弦形式进行线性插值。注意：OpticStudio进行的是插值法，而不是外推法。因此，定义角度时必须按照升序排列。如果入射角度数据定义为0度，那么此时S光和P光的数据是一样的，因为两者在沿法线方向入射时没有区别。

当入射介质的折射率低于基面折射率时，对于折射表面的膜层来说，假定入射角是在入射介质中的。当光线从高折射率入射到低折射率介质（例如从玻璃到空气）时，对于折射表面的膜层来说，入射角为低折射率介质中的折射角。 OpticStudio 如果没有定义相位角度，则假设透射率的相位为零。如果提供了相应数据，则相位数据表示以度为单位的角度。如果基面不是镜面，并且入射折射率高于基面折射率，则反射相位改变 π 。

两个波长数据点之间的波长将通过在波长空间线性插值来得到。

对于每个角度，所有列出的波长都必须一致。为了进行精确的插值，在每个角度上的波长升序值也必须相同。如果没有正确定义波长，则会产生错误信息。

通常，为了达到足够的精确度，需要设置更多的数据列表。在每个膜层列表中，角度和波长的数据点是没有限制的。

8.4.3.12. 在膜层文件添加注释(Adding Comments to the Coating File)

"！"符号后的任何文本都视为注释。

8.4.3.13. 对于膜层数据量的限制(Limits on the Amount of Coating Data)

不同膜层的名称、材料、表格膜层数量及其它数据通常有一定的可用内存。一个膜层目录中所存储的数据量有一些限制，如下所示：

每个膜层最多400层（可参阅前文中的定义重复膜层组(Defining replicated groups of coating layers)一节来充分利用这个限制）。

每种材料最多120个色散数据点。

最多设置60个不同渐厚。

一种解决这些限制的方法是根据需要为每个镜头设置不同的膜层文件。这些限制只适用于单个膜层文件。每个Zemax文件可以使用不同的膜层文件。可以在系统选项(System Explorer)中选择膜层文件。

8.4.4. 关于膜层(About Coatings)

本节包含了OpticStudio中关于膜层建模的通用信息。

8.4.4.1. 自带的默认材料和膜层 (Default Materials & Coatings Supplied with OpticsViewer)

OpticStudio自带的默认COATING.DAT文件包括多种材料以及多种常用光学膜层。下表描述了附带的一些材料和膜层。

默认材料和膜层

材料	描述
AIR	空气，单位折射率，用于表示膜层中的空气间隙
AL2O3	氧化铝，折射率1.59
ALUM	铝，折射率0.7-7.0i
ALUM2	铝的另一种定义方式
CEF3	氟化铈，折射率1.63
LA2O3	氧化镧，折射率1.95
MGF2	氟化镁，折射率1.38
N15	虚拟材料，折射率1.50
THF4	氟化钍，折射率1.52
ZNS	硫化锌，折射率2.35
ZRO2	氧化锆，折射率2.1

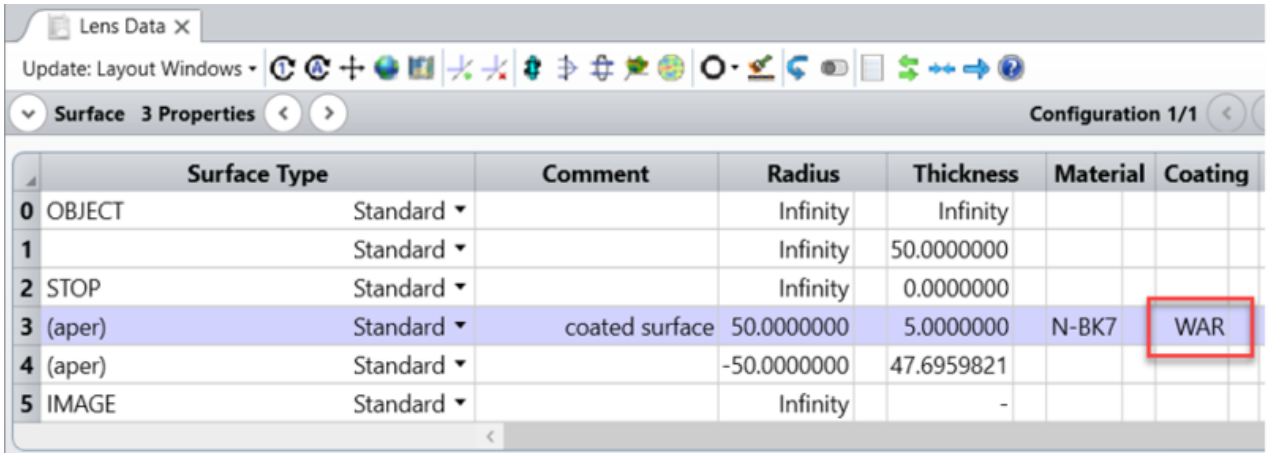
膜层	描述
AR	通用减反膜，定义为1/4波长的MGF2材料
GAP	小的空气间隙，用于显示衰减传播
HEAR1	高性能的减反膜2
HEAR2	高性能的减反膜2
METAL	用于制造分束器的薄铝膜

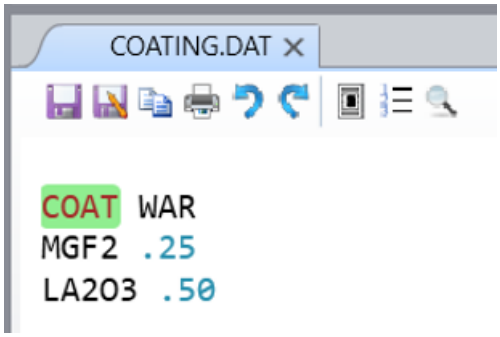
NULL	厚度为零的膜层，主要用于调试
WAR	"W"型减反膜，定义为1/2波长的LA2O3材料，和1/4波长的MGF2材料。

这些材料和膜层只作为示例，有可能在特殊的情况中不适用。有关膜层材料的详细信息，请咨询膜层制造商或设计人员。有关膜层材料和膜层定义的详细信息，请参阅帮助文件的"数据库选项卡(Libraries Tab)"内"膜层库(Coating Catalog)"中膜层/材料列表(Coating/Material Listing)的描述。

8.4.4.2. 指定表面上的膜层(Specifying Coatings on Surfaces)

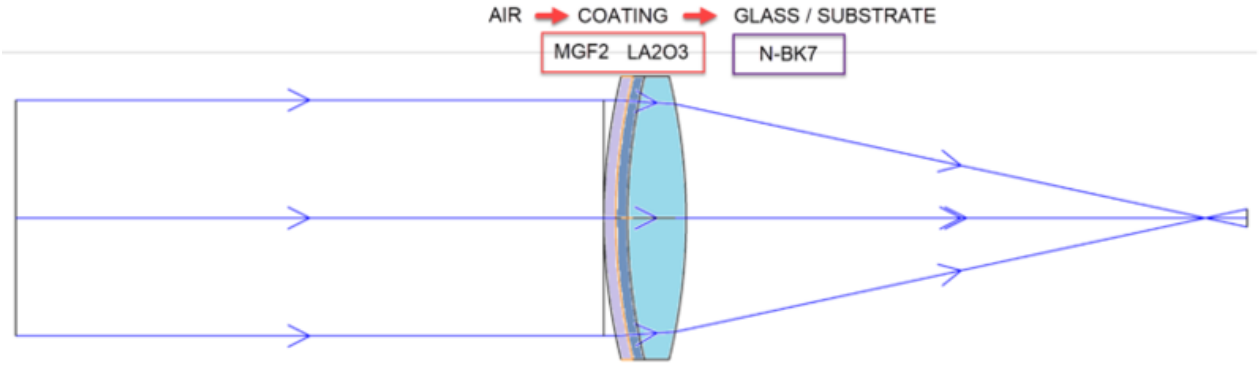
一旦定义了膜层，可通过位于镜头数据编辑器最右侧的膜层列中输入对应的膜层名称，将其应用在指定表面上。





OpticStudio进行膜层定义时有以下四个规则：

如果所指定的表面是从空气到玻璃的界面，则膜层顺序会严格按照膜层文件中定义的顺序执行。



入射介质为空气，此时在基面是玻璃类型的表面上定义膜层时，先在第一行定义最外层的膜层，然后是下一层，以此类推。定义膜层时不需要定义基面的折射率和材料。

此处的"玻璃"意味着玻璃类型不是"MIRROR"，也不能留空（意味着空气的均匀折射率）。通常将渐变折射率镜头视为玻璃。光线仅由启动光线分光的NSC模式中、涂在玻璃上的反射膜层反射。

如果指定的表面是空气和空气的界面，或者是玻璃和玻璃的界面，那么定义膜层时也会像从空气到玻璃时一样，针对入射和基面介质完成相应计算。

如果指定的表面是从玻璃到空气的界面，那么膜层的顺序会自动翻转。这样，就可以像从空气到玻璃时一样来定义膜层。

Lens Data

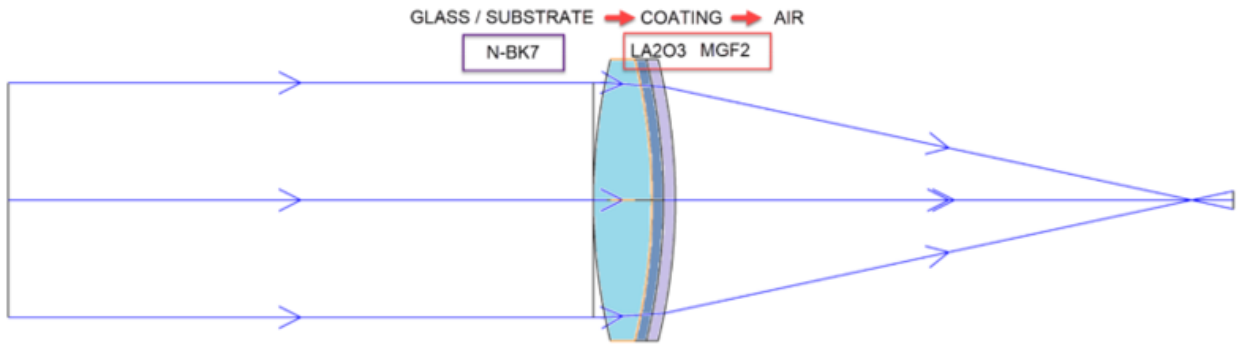
Update: Layout Windows

Surface 3 Properties

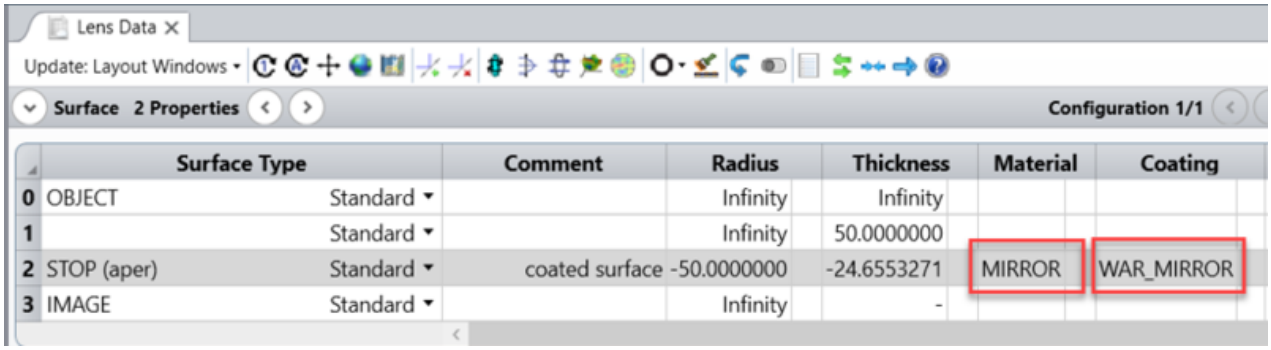
Configuration

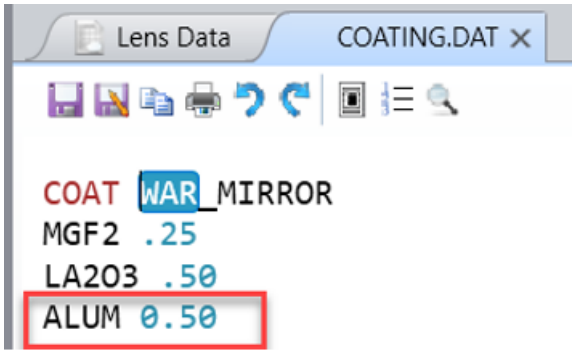
	Surface Type		Comment	Radius	Thickness	Material	Coating
0	OBJECT	Standard		Infinity	Infinity		
1		Standard		Infinity	50.0000000		
2	STOP	Standard		Infinity	0.0000000		
3	(aper)	Standard	coated surface	50.0000000	5.0000000	N-BK7	
4	(aper)	Standard		-50.0000000	47.6959821		WAR
5	IMAGE	Standard		Infinity	-		

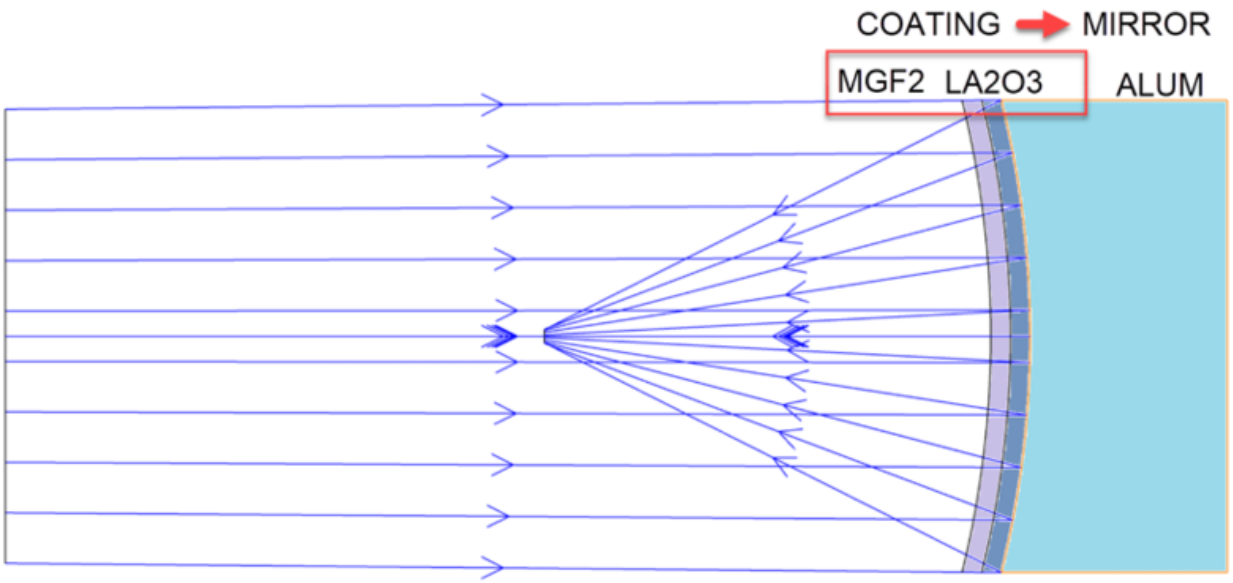
因此，假如定义了膜层ALHHS，如果应用于从玻璃到空气的界面，那么其膜层顺序为SHHLA。



如果表面类型为镜面，则膜层定义必须包括基面折射率。然后假定膜层定义中的最后一层为半无限厚度的基面材料。







OpticStudio还可以针对特定限制情况建模，例如全内反射；请参阅OpticStudio使用偏振分析可进行的计算(What OpticStudio can compute using polarization analysis)。

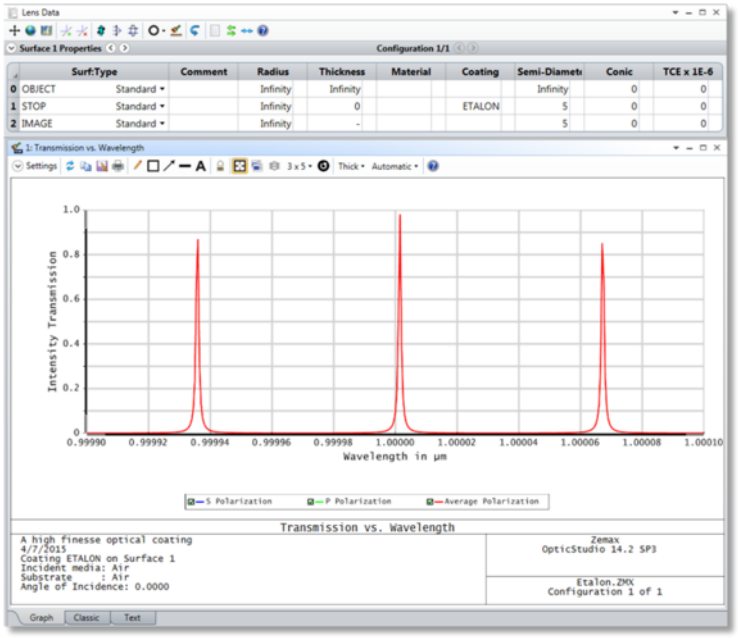
8.4.4.3. 作为标准量具的膜层(Coatings as Etalons)

对于标准量具，透射光谱是关于波长的函数，可以显示出与标准量具共振相对应的高透射峰值。 这个透射函数是针对标准量具两个表面之间多次光线反射的干涉产生的。如果透射的光束仍处于相位中，则会发生相长干涉，由此形成高透射峰值。如果透射的光束处于相位之外，则会发生相消干涉，由此形成最小透射值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

在OpticStudio中建模标准量具最简单的方法是在膜层文件中定义。 这是因为OpticStudio建模膜层传播时，使用了不同于几何光线追迹的独特算法。 这种算法精确地计算了膜层各层之间多次反射产生的干涉，因此不需要任何额外的相干数据分析便可以确定透射光谱。

例如，请参阅用户数据文件夹<...\Samples\Sequential\Polarization>中的示例文件"Etalon"。 该镜头文件显示了一个具有高精细光学膜层表面的透射。



8.4.4.4. 优化膜层(Optimizing Coatings)

OpticStudio并不是光学膜层设计程序。膜层设计的优化通常需要一些膜层材料和层数的自动选择。

但是，一旦完成了层数和材料的选择，OpticStudio便可以对膜层厚度、折射率、消光系数进行优化和公差分析。OpticStudio将使用无量纲的"膜层缩放因子(coating multiplier)"，可线性地缩放调整每一层膜层的厚度、以及折射率和消光系数的无量纲偏移。然后可以使用CODA操作数对常用膜层性能数据进行优化。

如果要优化膜层厚度或者偏移，首先要正确定义膜层的层数及每层的材料。初始膜层厚度应当设置为已知有效起始值或者是1个波长（随后案例中可将膜层缩放因子设置为单位波长）。请不要将膜层厚度设置为0，因为此厚度不可线性缩放。膜层缩放值不能超过10.0。初始的材料折射率和消光系数也应当分别设置为1和0，或者设置为已知的较好起始值。

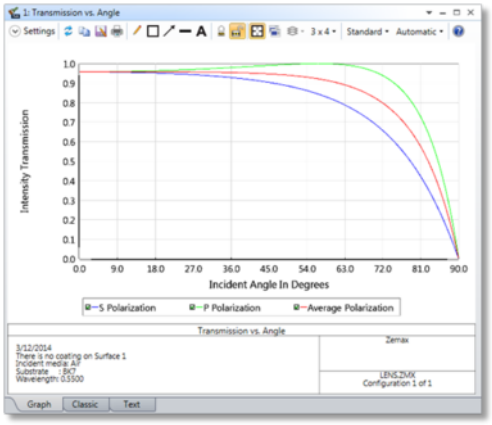
然后可以在"设置选项卡(Set Tab)"帮助文件内"表面属性(Surface Properties)"的"膜层(Coating)"部分中的表面膜层选项卡中，定义膜层缩放因子及折射率偏移量。此功能可以将膜层缩放及折射率偏移量设置为变量，这样可以优化相对膜层厚度及膜层材料的折射率。如果需要限制膜层缩放因子的值，请参阅"优化操作数总结(Optimization Operands Summary)"中的操作数"CMGT"以及"CMLT"和"CMVA"。如果需要限制折射率和消光系数偏移值，请参阅"CIGT"及相关的操作数"CILT"、"CIVA"、"CEGT"、"CELT"和"CEVA"。

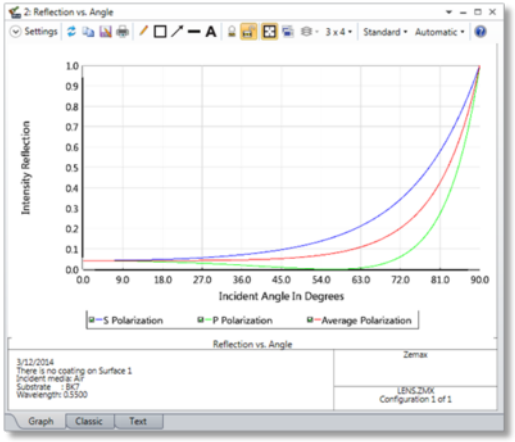
8.4.4.5. 无膜层表面属性(Properties of Uncoated Surfaces)

只有在正入射的情况下，电介质之间的无膜层表面才具有透射和反射振幅，并可通过菲涅尔表达式来描述：

$$R = \left[\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right]^2, \text{ and } T = \frac{4n_1n_2}{[n_1 + n_2]^2}$$

对于正入射之外的角度，其透射和反射与入射角的关系更为复杂。例如，空气和BK7之间的表面在波长为0.55微米时，其反射率和透过率随入射角度变化的关系，如下图所示：





请注意，反射率随入射角度增大而增大，直到所有的光线都被反射，而不是在略入射时透射。还要注意，S和P偏振态具有不同的透过率。这导致了偏振与孔径切趾相关。

如果不指定膜层**OpticStudio**会如何分析**(What OpticStudio Does If No Coating Is Specified)**

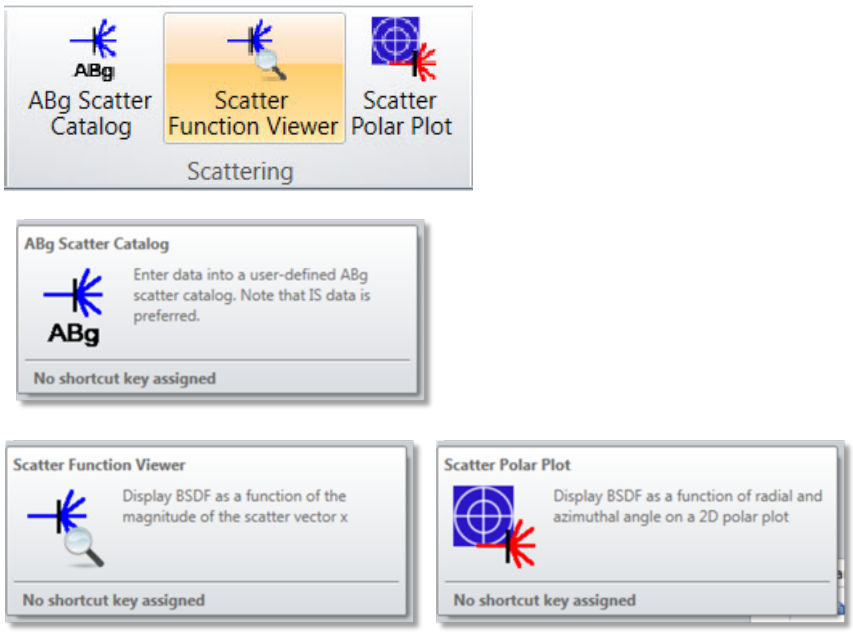
如果膜层列内容为空，则会做以下假设：

如果表面为镜面，则假设表面有一层厚铝膜，其折射率为0.7 - 7.0i。且假设铝膜足够厚，没有光线透射出去。

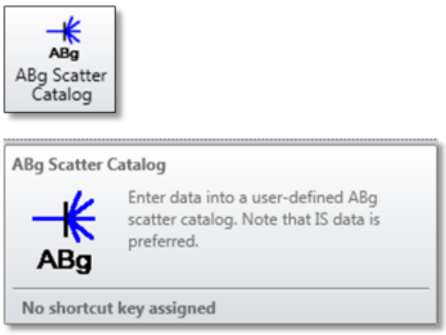
如果表面为介质面，则假设表面是裸露、没有膜层的表面。

8.5. 散射组(Scattering Group)

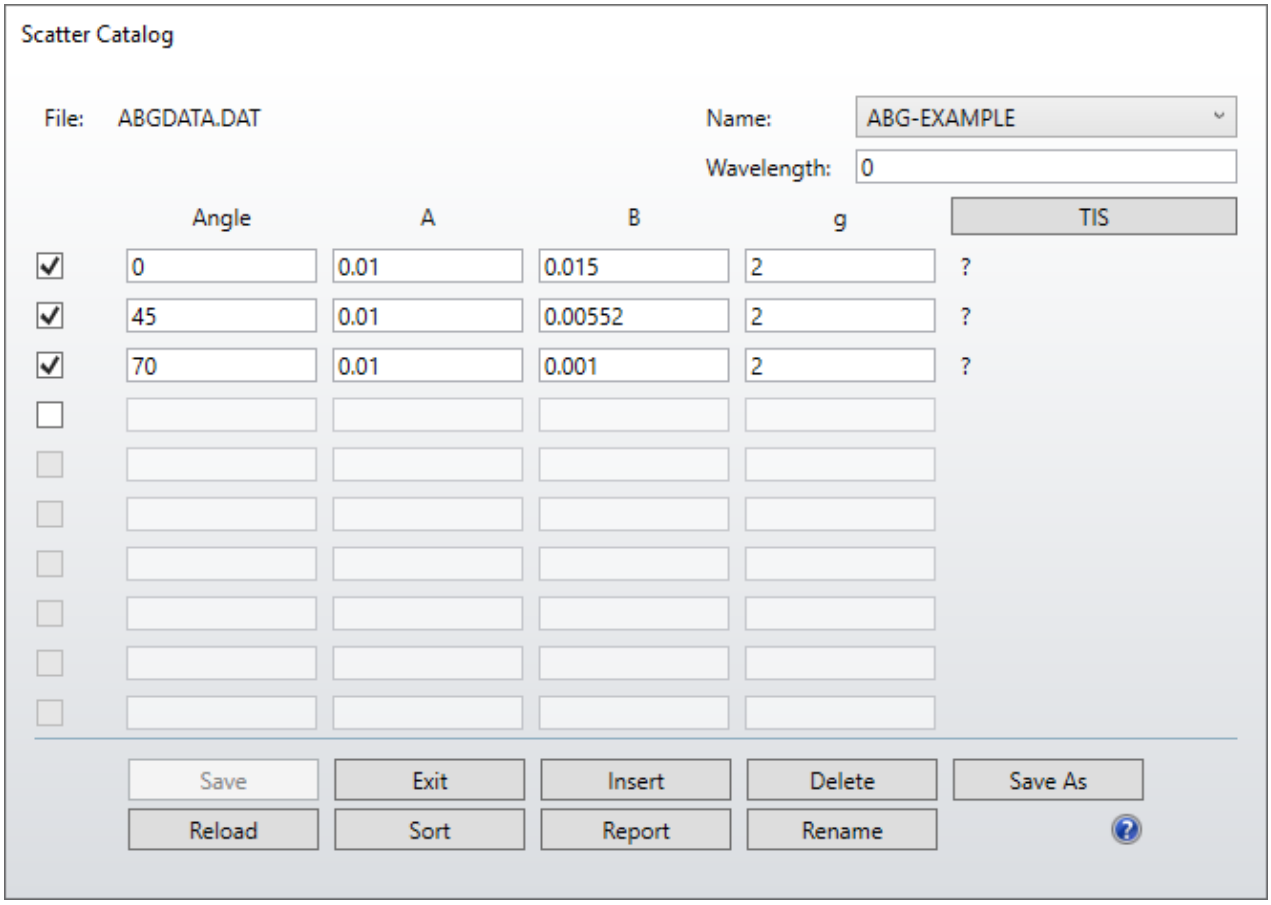
散射组的各功能用于显示散射模型的数据。



8.5.1. ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)



该功能用于访问ABg散射数据库。



文件**(File)**当前ABg散射数据文件名。此文件必须位于<data>\ABg_Data文件夹（参阅"配置选项>文件夹(Project Preferences > Folders)"）；可在"系统选项 > 文件(System Explorer > Files)"中选项卡的常规(General)对话框内选择ABg散射数据文件名。建议在修改ABG_DATA.DAT后，将其保存在一个不同名称的文件中，这样后续对OpticStudio的更新不会覆盖ABG_DATA.DAT文件中的修改。

命名**(Name)** 正在编辑的ABg数据的名称。该名称必须大写。

波长**(Wave)** 用于定义或测量ABg数据的波长（单位：毫米）。如果这个值设置为零，则不需要对波长进行缩放调整。否则，将会如下文详述中所定义的那样，通过波长缩放调整A和B值。

复选框**(Use)** 如果勾选，则会使用显示的行。最多可以为每个ABg数据名称定义10个数据行。

角度**(Angle)** 以度为单位的入射角。其值应介于0.0到90.0之间，包含首尾值。中间入射角的BSDF会在余弦空间中线性插值。如果所需入射角小于定义的最小角度，那么将使用定义的最小角度值。如果所需入射角大于定义的最大角度，那么将使用定义的最大角度值。

A、**B**、**g**指定入射角度下的A、B和g值。

TIS 单击此按钮后，将会计算所显示数据的总积分散射(TIS)。要获得准确散射结果，该值必须小于1.0。请参阅下文中的详述。

保存**(Save)** 将修改好的数据保存至散射库。

保存为**(Save As)** 将修改好的数据用不同的名称另存到散射库。

退出**(Exit)** 关闭对话框。

插入**(Insert)** 将新的ABg数据条目插入到散射库，并提示用户输入新数据条目的名称。

删除**(Delete)** 删除显示输入的ABg数据条目。

重新加载**(Reload)**从上次保存的数据文件加载ABg数据，消除从上次保存后所做的任何更改。

分类**(Sort)** 按照角度升序的方式排列显示数据。一旦保存或重新载入了散射库，就会自动将显示数据分类。

报告**(Report)** 将数据发送到可供打印的文本窗口。

重命名**(Rename)** 提示输入ABg数据的新名称。

详述

ABg数据用于定义序列模式和非序列模式表面的散射属性。如果需要的话，每个OpticStudio镜头文件可以使用一个单独的ABg数据库。可在系统选项(System Explorer) 中文件选项卡(File Tab)的常规(General)对话框内指定使用的ABg散射数据文件。只能在OpticStudio中使用ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalog)对话框编辑所选的ABg散射数据库。请注意，目录中最大配置文件的数量是100。

有关ABg散射的理论探讨，请参阅"用户手册中的ABg模型散射(ABg model scattering)"。

ABg分布函数在单位矢量圆内的积分，表示物理上可能的散射光线方向，决定了总散射积分或者是散射因子。在需要的时候，该积分由OpticStudio自动计算。若要查看这个积分，请单击TIS按钮。TIS必须小于1.0否则能量可能不守恒，并且散射也会不正确。

ABg数据的波长缩放

如果定义了零以外的参考波长，则会根据以下关系式缩放调整A和B系数：

$$A' = A\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}}\right)^{g-4}$$

和

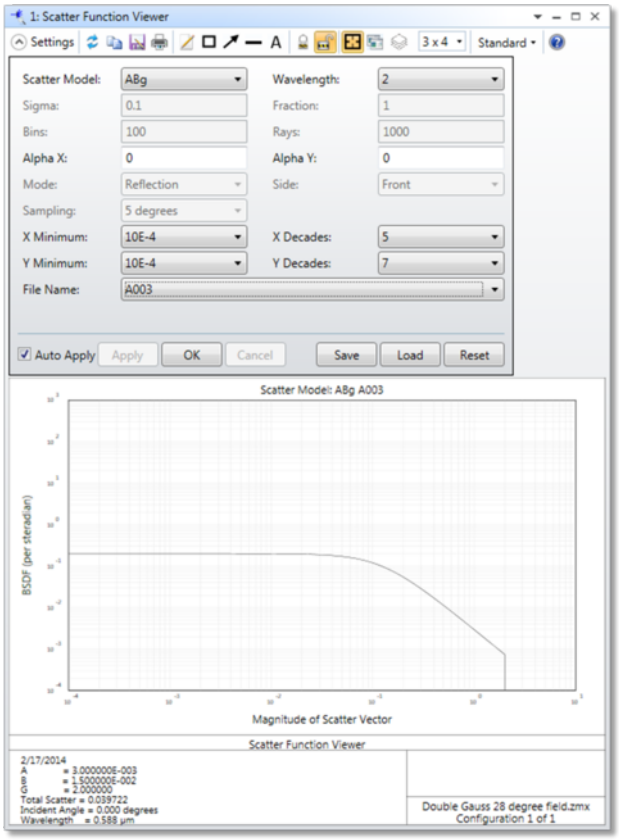
$$B' = B\left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}}\right)^{g}$$

其中 λ 表示进行追迹的波长 λ_{ref}表示参考波长，没有下标的A、B和g参数是在参考波长 λ_{ref}上测量的。

当使用ABg散射模型时，OpticStudio只能使用ABg参数进行光线散射，而 ABg参数则根据系统波长(System Wavelength)对话框中定义的波长进行缩放调整。如果您希望通过光源颜色(Source Color)光谱（例如三色值XYZ）来定义宽带光源，并且ABg数据随波长明显变化，那么你需要定义合理数量的系统波长，来包含所需宽带光源。对于追迹的任意波长，OpticStudio将使用最接近的系统波长来确定ABg系数以及散射分布。只有在使用光源颜色模型的情况时，才需要定义合理数量的系统波长。

8.5.2. 散射函数查看器(Scatter Function Viewer)

将BSDF作为散射矢量x的函数显示：



散射模型**(Scatter Model)** 选择所要显示数据的散射模型。

波长**(Wavelength)** 所要使用的波长编号。ABg和ABg文件散射都使用指定波长，同时还使用ABg库中定义的参考波长来缩放调整ABg系数。

分数**(Fraction)** 散射总能量的分数。该值必须介于0到1之间。散射分数可线性缩放调整BSDF。对于ABg和ABg文件散射函数，可忽略此分数；对于BSDF散射函数，必须将此分数设为1。

Sigma/角度**(Sigma/Angle)** 对于高斯散射：sigma值用来确定投影面的高斯分布宽度。

对于BSDF散射：角度（以度为单位）主要描述建模系统中的表面相对于测量表面的方向。

文件名**/DLL**名**(File Name/DLL Name)**对于ABG散射：要使用的ABg散射数据的名称。ABg散射数据名称定义在ABg散射数据库中；请参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"。

对于ABg文件散射(ABg File Scattering)：要使用的ABGF文件的名称。请参阅用户手册中的"ABg文件散射(ABg File scattering)"。

对于BSDF散射：要使用的BSDF文件的名称。请参阅用户手册中的"BSDF散射(BSDF scattering)"。

对于用户自定义散射(User Defined Scattering)：要使用的用户自定义散射DLL的名称。请参阅用户手册中的"用户自定义散射(User defined scattering)"。

DLL文件名**(DLL File Name)** 用户自定义散射DLL数据文件（若有）的名称。

参数名称**(parameter names)** 这些参数针对用户自定义散射DLL使用。

波长段**(Bins)** 用户自定义散射的BSDF计算和BSDF图中使用的直方图波长段数量。使用较大数目的波长段可提高图形的分辨率，但需要更多的光线来生成平滑的数据。

光线**(Rays)** 为BSDF或用户自定义散射确定BSDF曲线形状而散射的光线数。

Alpha X, Y 反射光线分别在X-Z和Y-Z平面内的角度。查看"详述"，了解详情。

X、**Y**最小值**(X, Y Minimum)** 分别要绘制的散射矢量X和BSDF(y)的最小值。请注意，这些值都是10的幂，因为BSDF图是对数-对数坐标图。

X、**Y**十进制**(X, Y Decades)** 要在x方向和BSDF(y)方向上分别绘制的对数缩放十进制数。

详述**(Discussion)**

此功能可绘制或列出OpticStudio支持的任何表面散射模型的BSDF数据。BSDF图是对数-对数坐标图，其中BSDF在纵轴上，而散射矢量x在横轴上。散射矢量x是2D矢量，当表面局部法线的方向沿着z方向时，它定义了反射光线和散射光线在x和y方向上的余弦变化。因此当反射光线和散射光线投影到入射平面时，矢量x为反射光线和散射光线之间的差异大小。有关OpticStudio使用的散射约定的详细讨论和绘图，请参阅用户手册中的"散射模型(Scatter models)"。

对于用户自定义、BSDF、ABg和ABg文件散射而言，Alpha X和Y的值用于定义反射光线方向的余弦。角度-余弦转换的定义公式如下所示：

$$n = \frac{1}{\sqrt{1 + (\tan\alpha_x)^2 + (\tan\alpha_y)^2}}$$

$$l = n \tan\alpha_x$$

$$m = n \tan\alpha_y$$

下面是对于每一个散射模型的详细注释：

朗伯**(Lambertian)**：朗伯散射与入射角和波长无关。总积分散射(TIS)值为1.0。所得BSDF"曲线"为一条值为$1/\pi$的直线。

高斯**(Gaussian)**：高斯散射关于反射光线的投影方向是对称的。TIS值始终是1.0。

ABg：ABg值在ABg散射数据库中进行了定义。更多详情，请参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"。TIS值通常不为1.0；输出图或列表中列出的值为实际值。如果在数据库中定义了参考波长，则可以通过波长来缩放调整ABg数据。此外，ABg数据通常是关于入射角的函数。OpticStudio在两个点之间插入BSDF数据，其入射角为最接近定义的反射光线的入射角。

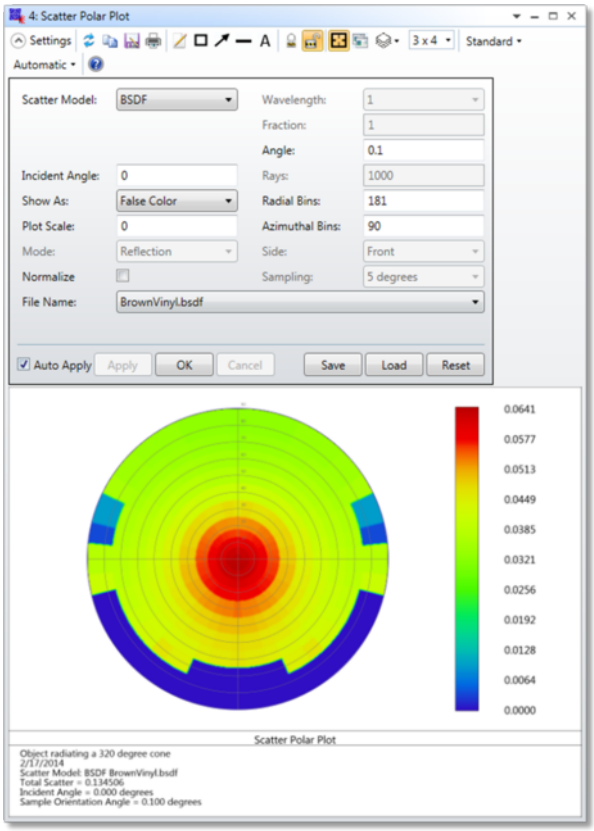
ABg文件**(ABg File)**：ABGF文件中指定的所有ABg配置文件必须在当前加载的ABg数据文件中定义（参阅用户手册中的"ABg数据文件(ABg Data File)"）。每个ABg配置文件都会被视为ABg散射模型下的配置文件。因此，如果在ABg散射数据库中为该配置文件定义了参考波长（参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"），那么ABg数据可以通过波长缩放调整，并且每个配置文件的ABg数据将在两个点之间插入，其入射角为最接近定义的反射光线的入射角。在对所有配置文件进行求和之前，首先对ABGF文件中指定的每个配置文件进行波长缩放调整，并进行入射角插值。ABg配置文件总和（不管是加权还是绝对总和）的TIS值通常不为1.0，且输出图中列出的值为实际值。

BSDF：BSDF值在输入文件中进行了定义；请参阅用户手册中的"BSDF散射(BSDF scattering)"。TIS值通常不为1.0；输出图中列出的值为实际值。如相关知识库文章中的详细信息所述，OpticStudio可对输入数据进行有限地插值。因此，输入数据应当具有足够的分辨率（尤其对于入射角、方位角和径向角而言），来准确地描述BSDF数据中的任何重要变化。在这种情况下，如果要生成图形，该模型将需要散射大量相同的反射光线，并且将生成的散射矢量x值放入直方图中，然后进行归一化及绘图（与"用户自定义(User Defined)"散射使用的方法相同，如下所述）。

用户自定义**(User Defined)**：OpticStudio无法为用户自定义散射确定准确的BSDF曲线。作为一种定义散射的替代方法，DLL将需要散射大量相同的反射光线，并将得到的散射矢量x值放入直方图中，之后进行归一化和绘图。以这种方式绘制的BSDF图通常过于复杂，具体取决于由DLL定义的散射函数的特性。请注意，如果在反射光线的投影切平面中，DLL定义的BSDF不对称，那么输出的图并不能准确反映出BSDF的情况。

8.5.3. 散射极坐标图(Scatter Polar Plot)

在2D极坐标绘图中，以径向和方位角的函数的形式显示BSDF值。



散射模型**(Scatter Model)** 选择所要显示数据的散射模型。

波长**(Wavelength)** 所要使用的波长编号。ABg和ABg文件散射都使用指定波长，同时还使用ABg库中定义的参考波长来缩放调整ABg系数。

分数**(Fraction)** 散射总能量的分数。该值必须介于0到1之间。散射分数可线性缩放调整BSDF。对于ABg和ABg文件散射函数，可忽略此分数；对于BSDF散射函数，必须将此分数设为1。

Sigma/角度**(Sigma/Angle)** 对于高斯散射：sigma值用来确定投影面的高斯分布宽度。

对于BSDF散射：角度（以度为单位）主要描述建模系统中的表面相对于测量表面的方向。

文件名**/DLL**名**(File Name/DLL Name)**对于ABG散射：要使用的ABg散射数据的名称。ABg散射数据名称定义在ABg散射数据库中；请参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"。

对于**ABg**文件散射**(ABg File Scattering)**：要使用的ABGF文件的名称。请参阅用户手册中的"ABg文件散射(ABg File scattering)"。

对于**BSDF**散射：要使用的BSDF文件的名称。请参阅用户手册中的"BSDF散射(BSDF scattering)"。

对于用户定义散射**(User Defined Scattering)**：要使用的用户定义散射DLL的名称。请参阅用户手册中的"用户定义散射(User defined scattering)"。

DLL文件名**(DLL File Name)** 用户自定义散射DLL数据文件（若有）的名称。

（参数名称(parameter names)）这些参数针对用户自定义散射DLL使用。

入射角**(Incident Angle)** 计算和显示BSDF所需的入射角（以度为单位）。所有散射模型（朗伯散射除外）的BSDF都是入射角的函数。

显示为**(Show As)** 显示的灰度图和伪彩图与OpticStudio中其它绘图功能所使用的色调基础是一致的。对于BSDF散射，可以使用HSV伪彩色显示。

绘图比例**(Plot Scale)** 如果绘图比例为非零值，则会把显示图形中的最大值调整为所设置的缩放值。如果值为零，则会通过数据确定显示图形的最大值。

光线**(Rays)** 用于确定用户自定义散射的BSDF曲线形状而要散射的光线数目。

径向波长段**(Radial Bins)** 波长段数用于显示径向（极）方向的数据，涵盖180度。

方位角波长段**(Azimuthal Bins)** 波长段数用于显示方位角方向的数据，涵盖360度。

归一化**(Normalize)** 如果选中，则会根据最大BSDF值将数据进行归一化。

详述**(Discussion)**

该功能可绘制OpticStudio支持的任何表面散射模型的2D BSDF数据。该功能提供了标准的极坐标图，其中径向角度从中心向外延伸，方位角从+X轴开始逆时针移动。图形分辨率由指定的径向和方位角波长段数确定（对于BSDF散射模型，图形分辨率也与输入文件的分辨率有关系，

更多详细信息请参见下文）。

有关每个可用散射模型的详细说明，请参阅用户手册中的"散射模型(Scatter models)"。

下面是对于每一个散射模型的详细注释：

朗伯**(Lambertian)**：朗伯散射与入射角和波长无关。总积分散射(TIS)值为1.0。因此所得的BSDF图是均匀的。

高斯**(Gaussian)**：高斯散射关于反射光线的投影方向是对称的。TIS值始终是1.0。ABg：ABg值在ABg散射数据库中进行了定义。有关更多详情，请参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"。

TIS值通常不是1.0；输出图中列出的值为实际值。如果在数据库中定义了参考波长，则可以通过波长来缩放调整ABg数据。此外，ABg数据通常是关于入射角的函数。OpticStudio在两个点之间插入BSDF数据，其入射角为最接近定义的入射角的入射角。

ABg文件(ABg File)：ABGF文件中指定的所有ABg配置文件必须在当前加载的ABg数据文件中定义（参阅用户手册中的"ABg数据文件(ABg Data File)"）。每个ABg配置文件都会被视为ABg散射模型下的配置文件。因此，如果在ABg散射数据库中为该配置文件定义了参考波长（参阅"ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs)"），那么ABg数据可以通过波长缩放调整，并且每个配置文件的ABg数据将在两个点之间插入，其入射角为最接近定义的反射光线的入射角。在对所有配置文件进行求和之前，首先对ABGF文件中指定的每个配置文件进行波长缩放调整，并进行入射角插值。ABg配置文件总和（不管是加权还是绝对总和）的TIS值通常不是1.0，且输出图中列出的值为实际值。

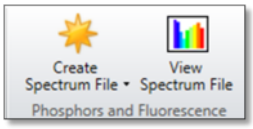
BSDF：BSDF值在输入文件中进行了定义；请参阅用户手册中的"BSDF散射(BSDF scattering)"。TIS值通常不是1.0；输出图中列出的值为实际值。如相关知识库文章中的详细信息所述，OpticStudio可对输入数据进行有限地插值。因此，输入数据应当具有足够的分辨率（尤其对于入射角、方位角和径向角而言），来准确地描述BSDF数据中的任何重要变化。对于角分辨率比较低的BSDF文件，输出图的分辨率通常由数据文件本身限制，而不是图中所用的径向和方位角波长段。

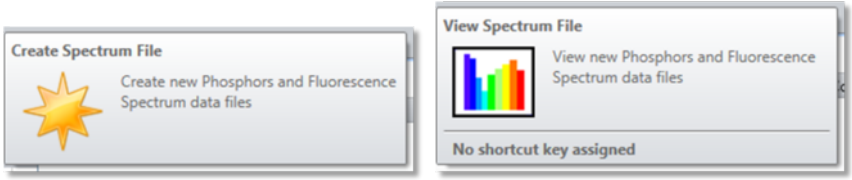
用户自定义**(User Defined)**：OpticStudio无法为用户自定义散射确定准确的BSDF图。作为一种定义散射的替代方法，DLL将需要散射大量相同的反射光线（与输入的入射角对应），并将得到的散射矢量角度放入直方图中进行绘制。以这种方式绘制的BSDF图通常过于复杂，具体取决于由DLL定义的散射函数的特性。

8.6. 荧光散射组(Phosphors and Fluorescence Group)

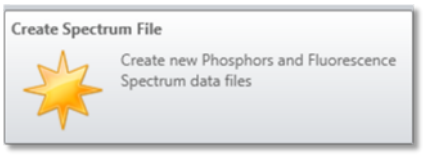
该功能用于创建和查看用于荧光建模的光谱文件，并且仅适用于非序列模式。

非序列模式





8.6.1. 新建光谱文件(Create Spectrum File)



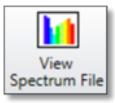
在非序列模式中，点击数据库(Libraries)选项卡中的新建光谱文件(Create Spectrum File)按钮，可快速地开始编辑一个新的光谱文件：

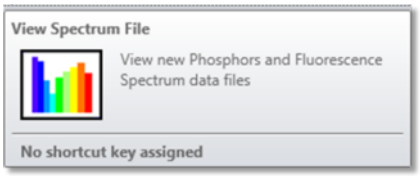
新的自动格式文件将在OpticStudio文本编辑器中打开。

有关文件格式的更多信息，请参阅物体属性(Object Properties)>体散射(Volume Physics)中的光致发光(Photoluminescence)部分。

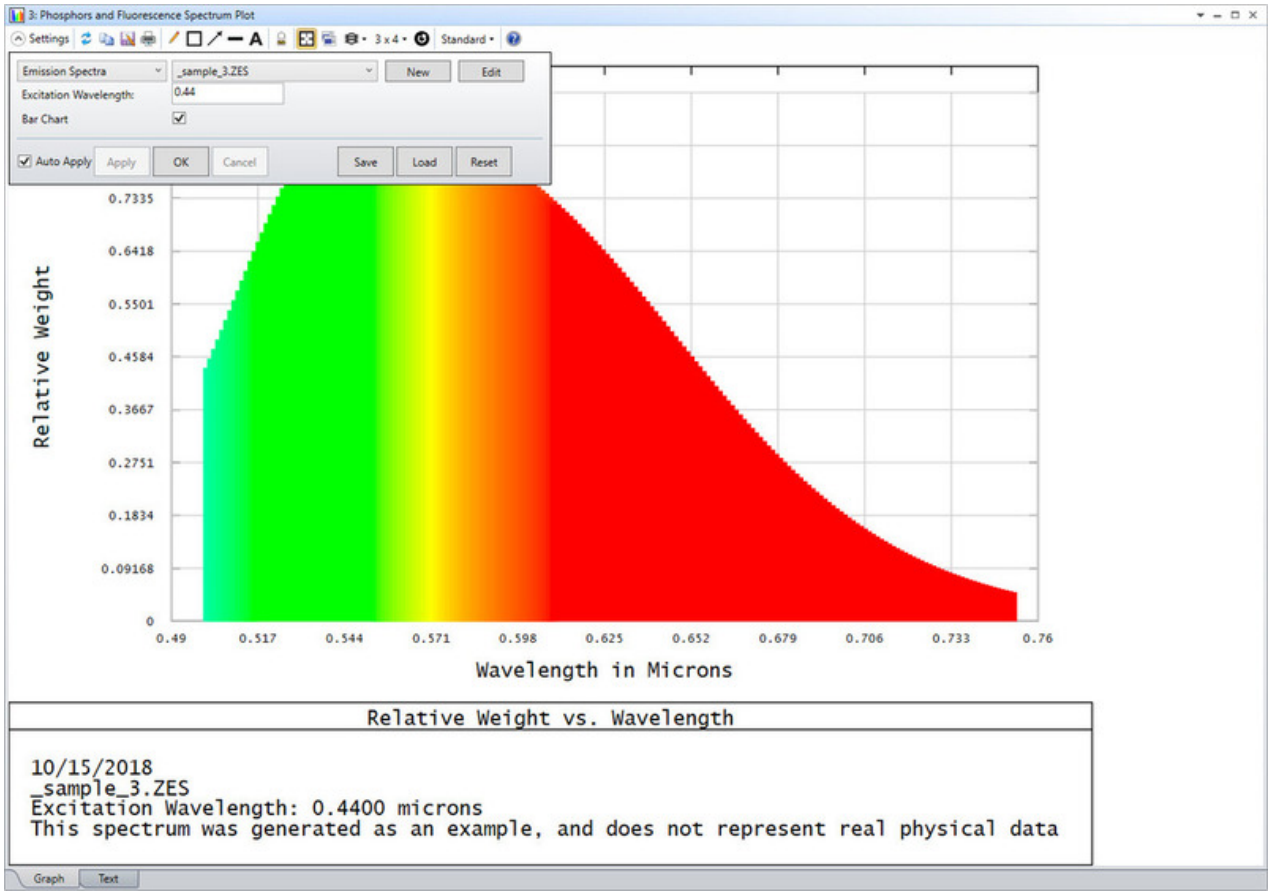
8.6.2. 查看光谱文件(View Spectrum File)

磷光/荧光光谱查看器(Phosphors and Fluorescence Spectrum Viewer)用于在非序列模式下查看支持光致发 光建模的各种数据文件的内容。





请选择数据库(Libraries)功能导航栏上的查看光谱文件(View Spectrum File)按钮，打开磷光/荧光光谱图查看器。



使用***(Use)***

从左侧的组合复选框选择光谱文件的类型，然后选择一个所提供的光谱文件。如果您希望创建一个新文件，请选择新建(New)按钮。如果您希望编辑现有文件，请选择编辑(Edit)按钮。

对于发射光谱(Emission Spectra)，您必须指定激发波长，并通过发射光谱文件中的条目计算相应的发射光谱。为了反映OpticStudio中的光致发光模型不支持光子能量上转换(upconversion)的事实，发射光谱将被截断到激发波长的左侧。

柱状图(Bar Chart)复选框允许您在光谱数据的柱状图可视化和显示单个数据点的图表之间切换。

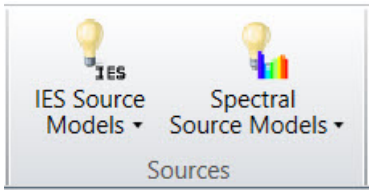
该分析中的最终可视化频谱文件将被划分为199个间隔均匀的频谱范围，从而可在对原始数据进行插值后，在分析图中产生200个数据点。因此，在重新组织的分析图中可能无法观察到原始数据散射行为中一些间隔稀疏的峰值。

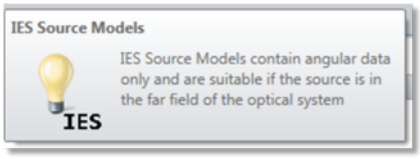
文件中的前两个注释显示在图表下方的注释部分，因此在创建频谱文件时，请记住，用户将在OpticStudio UI中看到这两个注释。

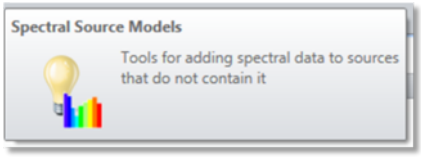
有关光致发光(Photoluminescence)的更多信息，请参阅物体属性(Object Properties)>体散射(Volume Physics)。

8.7. 光源组(Sources Group)

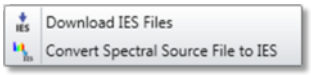
这些工具用于访问不同的光源模型。

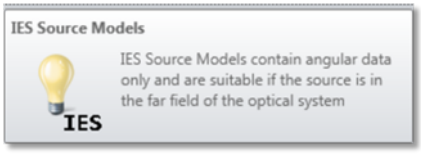






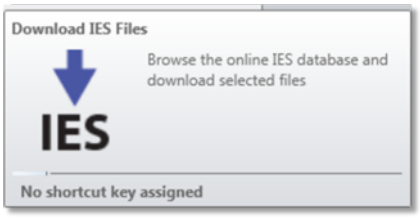
8.7.1. IES光源模型(IES Source Models)





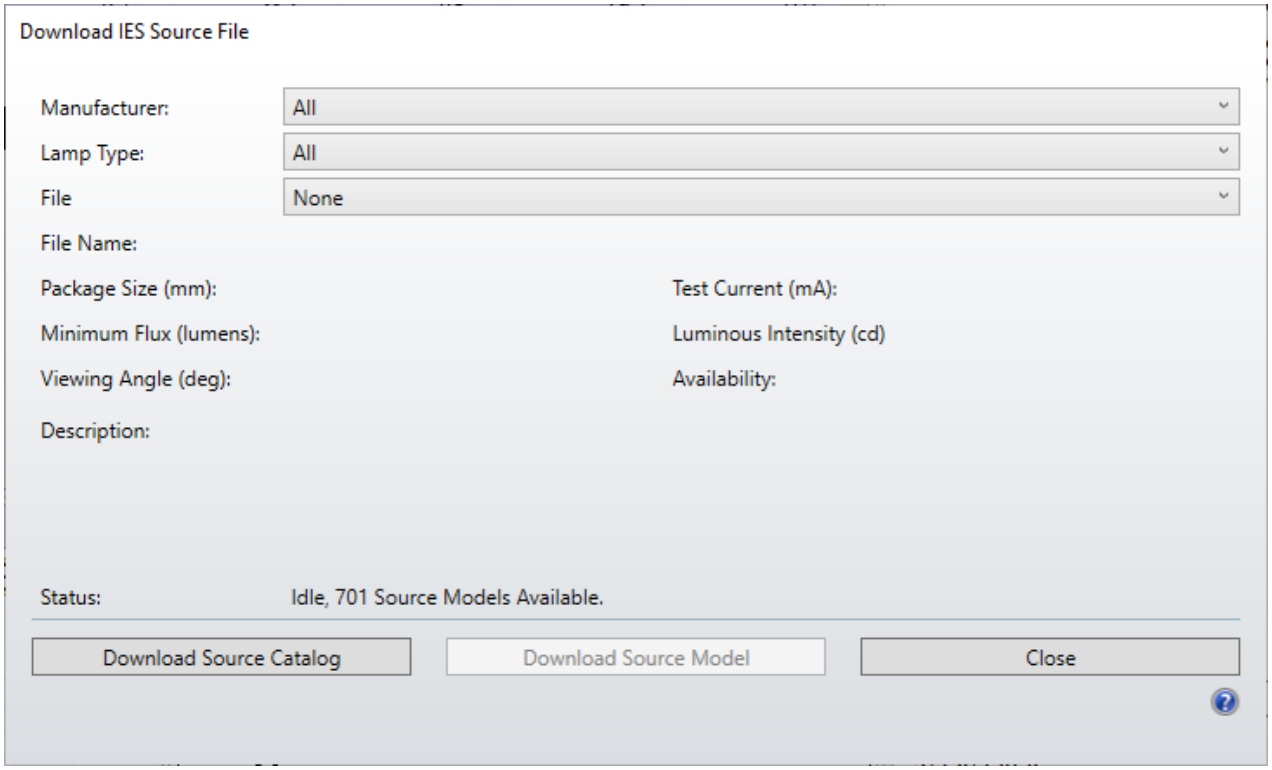
IES光源模型只包含角度数据而且可以适用于光源在光学系统远场的情况。

8.7.1.1. 下载IES文件(Download IES File)

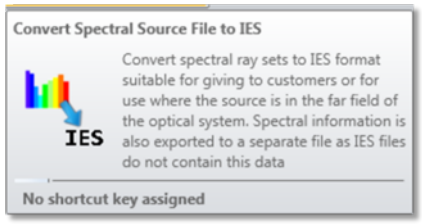


仅OpticStudio旗舰版及企业版提供此功能。只有在您许可证支持有效的情况下才能下载数据。

此功能从Ansys Zemax OpticStudio在线光源模型库中下载IES光源模型文件。

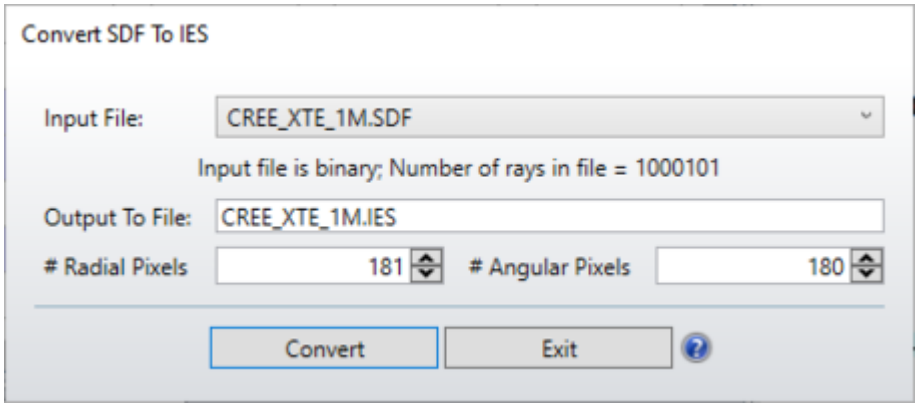


8.7.1.2. 将光谱光源文件(SDF)转换为IES(Convert Spectral Source File (SDF) to IES)



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供该功能。

将光谱颜色格式(SDF)文件转换为IES文件。



输入文件**(Input File)** 待转换的SDF文件的名称。

输出文件**(Output File)** 包含转换结果的文件的名称。文件扩展名必须是.IES。

径向像素数**(# Radial Pixels)** 在生成的IES文件中使用的径向数据点数量（对应于IES命名法中的垂直角度）。转换器将返回带有任意数量的径向像素点的IES文件。然而，OpticStudio只会读取包含最多1000个径向像素点的IES文件。

角向像素数**(# Angular Pixels)** 在生成的IES文件中使用的角向数据点数量（对应于IES命名法中的水平角度）。转换器将返回带有任意数量的角向像素点的IES文件。然而，OpticStudio只会读取包含最多999个角向像素点的IES文件。

详述

此功能允许将光谱颜色格式文件（请参阅"光源文件(Source File)"）转换为IESNA文件（请参阅"IESNA光源文件(Source IESNA File)"）。这种转换可以更快地使用光源数据来建立光源处于整个光学系统远场的系统模型。

SDF文件包含关于光源的光谱分布信息，而IESNA文件则不包含。在SDF文件中显示的光谱内容会由于转换过程中创建具有SPCD扩展名的单独光谱文件而被保留（请参阅物体属性(Object Properties)的光源(Source)部分中的"定义光谱文件(Defining a spectrum file)"）。

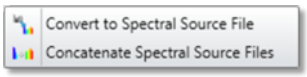
要把SDF文件转换为SPCD文件和IESNA文件，首先选择SDF文件。默认情况下，IESNA文件的名称将与所选SDF文件的名称相同，只是使用不同的扩展名(IES)。但是，用户可以根据需要修改IESNA文件的名称。光谱文件的名称将始终与IESNA文件的名称相同，只是使用不同的扩展名(SPCD)。

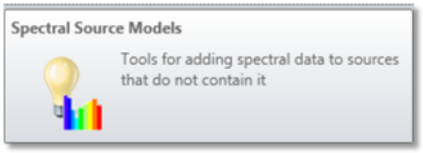
然后，用户需要指定IESNA文件的分辨率，即垂直和水平角度的数量（OpticStudio分别将其称为径向和角向角）。用户应该注意不要指定较大而不合理的数值，特别是要转换一个稀疏SDF文件时。例如，当转换包含大约100,000条或更多光线的SDF文件时，工具中指定的默认像素值（垂直角度为181，水平角度为180）是合理的。对于较小的光线集，建议使用较粗疏的角度分辨率形式。

一旦选定了输入文件并指定了输出文件名和像素，IESNA和光谱文件通过按下"转换(Convert)"按钮来创建。IESNA文件将被放入<data>\Objects\Sources\IESNA\文件夹中，而光谱文件将被放入<data>\Objects\Sources\Spectrum Files\文件夹中。

若要关闭此对话框，请按"退出(Exit)"。

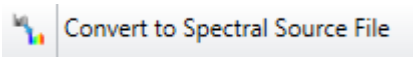
8.7.2. SDF光源模型(Spectral Source Models)

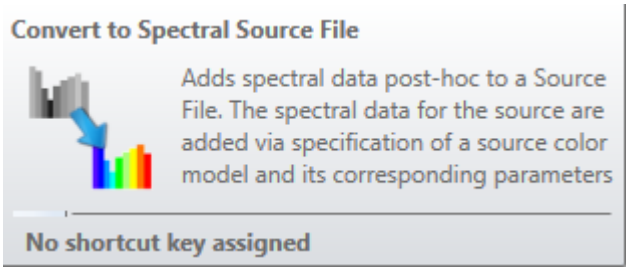




向未包含光谱数据的光源添加光谱数据。

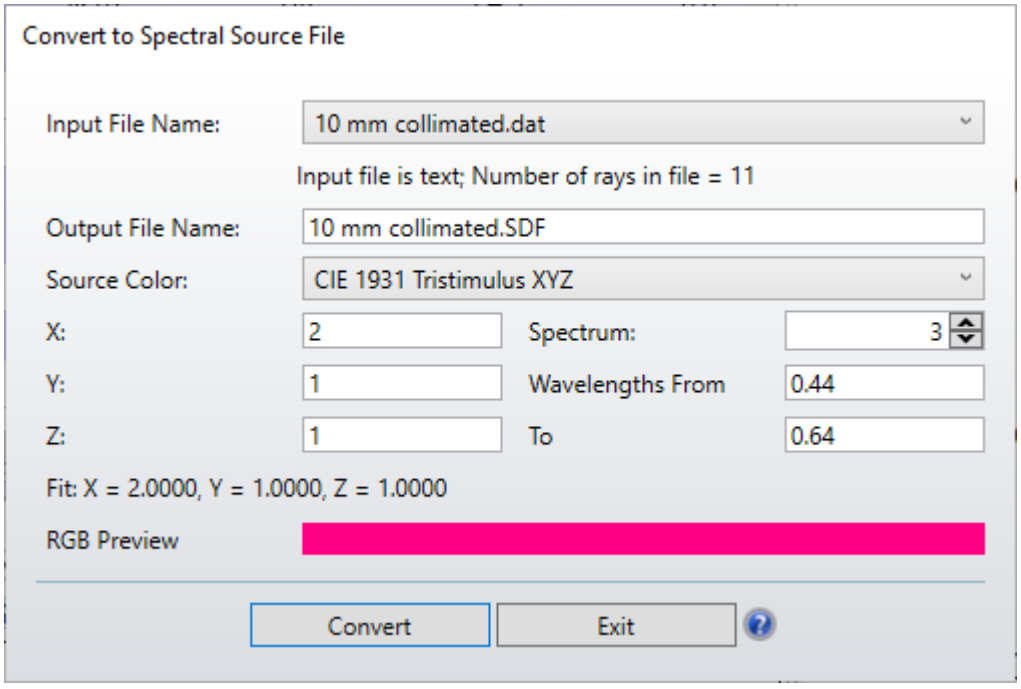
8.7.2.1. 转换为光谱光源文件(Convert to Spectral Source File)





仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供该功能。

将不包含波长信息的光源文件（例如文件扩展名为.DAT的光源文件）转换为包含此信息的文件。



输入文件名**(Input File Name)** 待转换的DAT文件的名称。

输出文件名**(Output File Name)** 包含已转换数据的文件的名称。文件扩展名必须为.SDF。

光源颜色**(Source Color)** 该模型用于定义光源的光谱分布。共有十个选项可用于定义光源颜色模型，在"定义光源颜色和光谱(Defining the color and spectral content of sources)"部分有所阐述。

X、Y、Z；x、y；R、G、B；Temp(K)；u'v' 存在六种模型需要输入额外的数值以确定光源颜色。应当根据所选模型输入适当的参数（例如：CIE 1931三刺激值XYZ模型中的X、Y、Z值）。系统波长、等能光谱、D65白光或者光谱文件模型均无需额外输入数值。对于任何要求额外数值输入的模型，除黑体辐射光谱以外，OpticStudio必须进行拟合以确定相应光谱（D65白光模型也需要拟合）。有关拟合算法的详细信息，请参阅"光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm)"。

光谱**(Spectrum)** 用于描述光源光谱分布的波长数量。当选择了系统波长(System Wavelengths)或者光谱文件(Spectrum File)模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。

波长从**(Wavelengths From)** 用于描述光源光谱分布的最小波长（以微米为单位）。

当选择了光谱文件模型时（光谱文件中的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。当选择系统波长模型时，该参数名称将变为"波数(Wavenumber)"，用于输入相应的波数值来定义光谱分布（0值表示多色光，比如定义在波长数据(Wavelength Data)对话框内的所有波长都将结合其权重使用）。

到**(To)** 用于描述光源光谱分布的最大波长（以微米为单位）。当选择了系统波长(System Wavelengths)或者光谱文件(Spectrum File)模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。

光谱文件**(Spectrum File)** 文件名称包含了光源的光谱数据信息。只有在选择光谱文件模型时，这个选项才可用。

有关文件格式的更多信息，请参阅物体属性(Object Properties)的光源(Sources)部分的"定义光谱文件(Defining a spectrum file)"。

详述**(Discussion)**

此功能允许在光源文件中加入光谱信息，将仅含有通量信息格式的文件转换为光谱颜色格式的文件（参阅"光源文件(Source File)"）。通过光源颜色模型的详细规格和相应的参数，可以添加光源的光谱数据。OpticStudio基于蒙特卡罗采样算法，将波长分配给输入文件中的每条光线，这样光源的总体颜色都能与输入规格相匹配。在保留了初始输入文件（扩展名为.DAT）的同时，包含了波长的原始数据将被写入新的文件（扩展名为.SDF）。

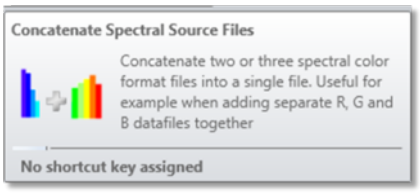
根据DAT文件创建SDF文件时，首先需要选择DAT文件。默认地，SDF文件名和所选的DAT文件名是一样的，仅是扩展名不同。但如果需要的话，用户可以修改SDF的文件名。因此，一份DAT文件可创建不同的SDF文件，这些SDF文件具有不同的光谱分布。

一旦选择了输入DAT文件（提供了相应的SDF文件名），则光源颜色模型就已指定。剩余的所有输入都将是基于所选光源颜色模型提供的。

一旦选择了文件和颜色模型，通过选择"转换(Convert)"按钮，SDF文件就创建好了。生成的文件将存储于<data>\Objects\Sources\Source Files\文件夹中。

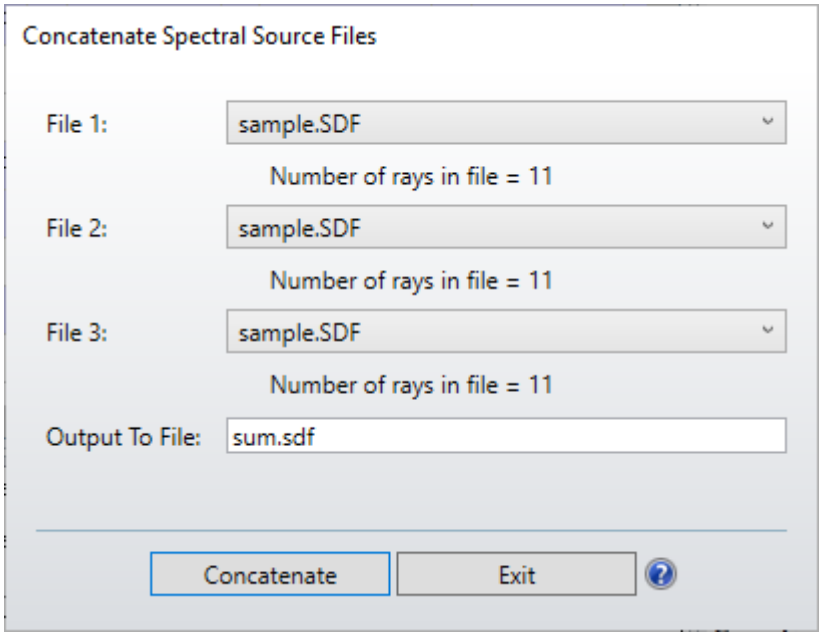
若要关闭此对话框，请按"退出(Exit)"。

8.7.2.2. 合并光谱光源文件**(Concatenate Spectral Source Files)**



此功能仅适用于Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版。

将2个或3个光谱颜色格式(SDF)文件合并为一个SDF文件。



文件**1(File 1)**用于合并的第一个SDF文件名。如果用户只希望合并2个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）

文件**2(File 2)**)用于合并的第二个SDF文件名。如果用户只希望合并2个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）

文件**3(File 3)**用于合并的第三个SDF文件名。如果用户只希望合并2个文件，可保持未选（请参阅下面详细内容）

导出至文件**(Output File)**文件名称包含了合并结果。这个文件的扩展名为.SDF。

详述**(Discussion)**

该功能允许2个或者3个光谱颜色格式文件（请参阅"光源文件(Source File)"）合并为一个文件。只有所有的输入文件都是二进制格式时，才可进行合并。另外，所有的文件必须使用相同的尺寸单位，同时在每个文件中的偏移、旋转和比例因子为了进行合并必须完全一致。该功能最适用于使用不同的滤色镜测量相同光源或发光几何体时（不同颜色分别具有其光源文件），用户希望将不同的过滤数据合并成为一个文件的情况。

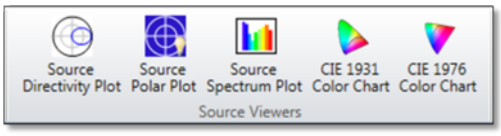
要创建合并文件，首先选择三个所需要的输入文件（"文件1"、"文件2"、"文件3"）。只合并两个文件，选择其中一个保持"不选中"。如果未选中超过一个文件，将会显示错误并且不会再进行合并。即使提供了默认的合并文件名(Sum.SDF)，依然建议应该提供输出文件的用户自定义名。

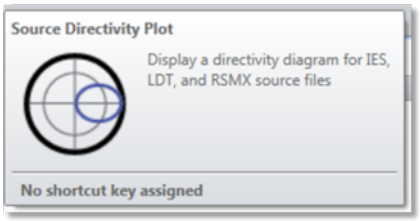
一旦选择了输入文件并且确定输出文件名，通过选择"合并(Concatenate)"按钮创建合并的文件。输出文件将放置在<data>\Objects\Sources\Source Files\folder。

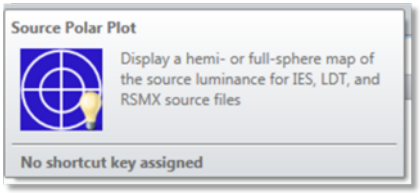
若要关闭此对话框，请按"退出(Exit)"。

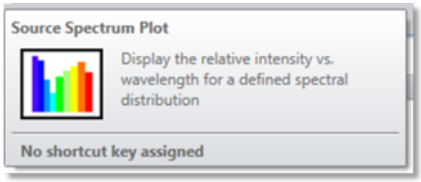
8.8. 光源查看器组(Source Viewers Group)

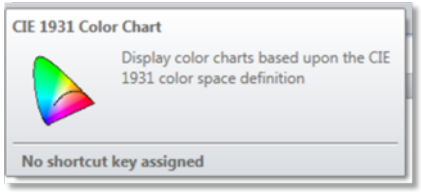
这些功能用来显示光源模型数据。

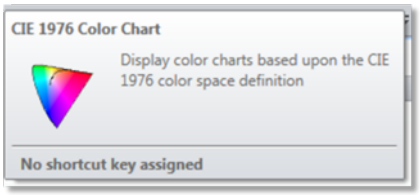








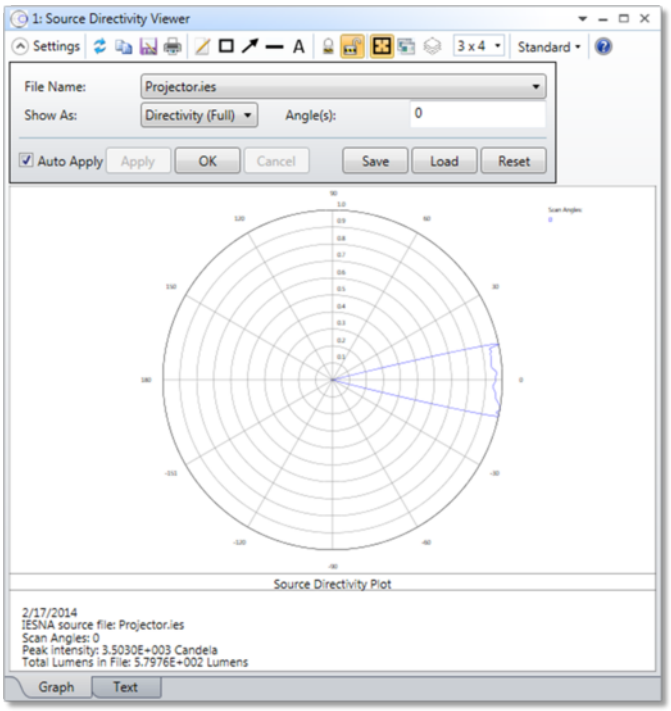




8.8.1. 光源配光曲线图（Source Directivity Plot）

仅Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供此功能。

显示IES、LDT和LDT光源文件配光曲线图。



文件名称（**File Name**） 需要进行数据显示的IESNA IES、EULUMDAT、LDT或rayset SDF文件的名称。

显示为（**Show As**） 可以显示为半球或整球数据。

角度（**Angle(s)**） 此控件支持使用由逗号分隔的多个角度。例如，列出的角度可能是0、45、90、135。所有角度的数据都显示在同一图上。最多可以列出五个角度。

详述（**Discussion**）

配光曲线横截面所在平面包含局部Z轴和一个绕Z轴逆时针旋转的点（当点与+X轴方向一致时角度为零）。

IES文件必须放在<data>\Objects\Sources\IESNA文件夹中。

LDT文件必须放在<data>\Objects\Sources\EULUMDAT文件夹中。

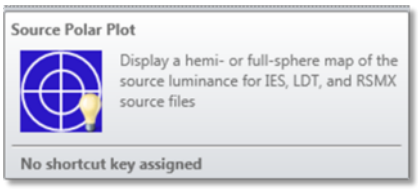
> 注：当使用.ldt文件时，光源配光曲线图仅支持均匀间隔的数据。

SDF和TM25RAY文件必须放在<data>\Objects\Sources\Source Files文件夹中。

注意，此图仅支持光度学单位（亮度）。可见光谱之外的波长的亮度为零。

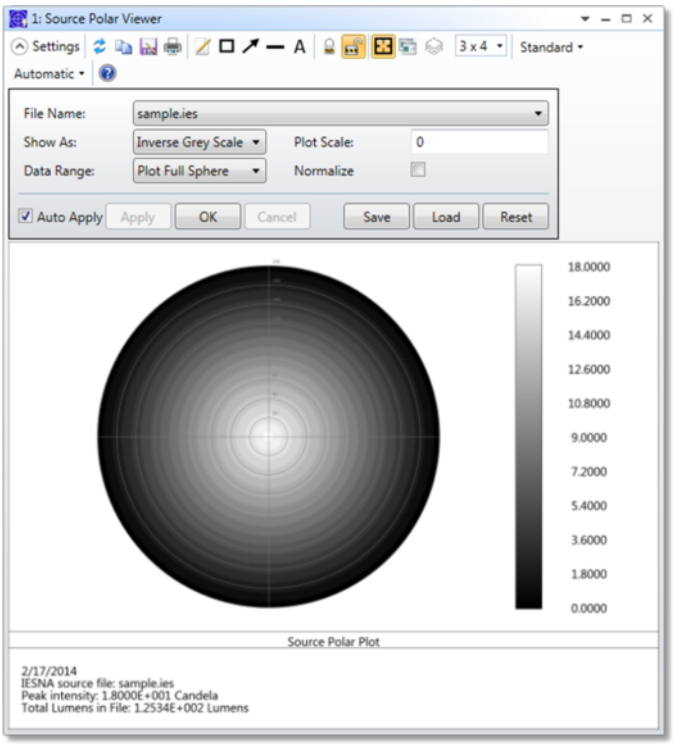
有关文件夹的更多信息，请参阅用户手册中的“文件夹”（Folders）。

8.8.2. 光源极坐标图（Source Polar Plot）



仅Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供此功能。

这个功能可以显示IES和LDT光源文件的半球或整球亮度。



文件名称（**File Name**） 需要进行数据显示的IESNA IES、EULUMDAT、LDT或rayset SDF文件的名称。

显示为（**Show As**） 数据可以显示为灰阶，反灰阶，伪彩图和反伪彩图。

绘图比例（**Plot Scale**） 该控件可设置绘图的比例上限。

数据范围（**DataRange**） 极坐标数据可以显示在一个完整的球内（180度极角）或在一个半球内（90度极角）。

归一化（**Normalize**） 将文件中的所有数据归一化至最大值为1.0坎德拉（Candela）。

详述（**Discussion**）

IES文件必须放在<data>\Objects\Sources\IESNA文件夹中。

LDT文件必须放在<data>\Objects\Sources\EULUMDAT文件夹中。

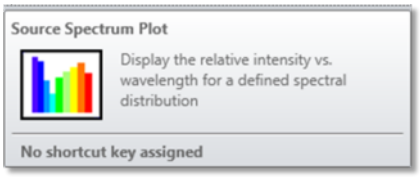
> 注**:** 当使用.ldt文件时，光源配光曲线图仅支持均匀间隔的数据。

SDF和TM25RAY文件必须放在<data>\Objects\Sources\Source Files文件夹中。

注意，可见光谱之外的波长的亮度为零。

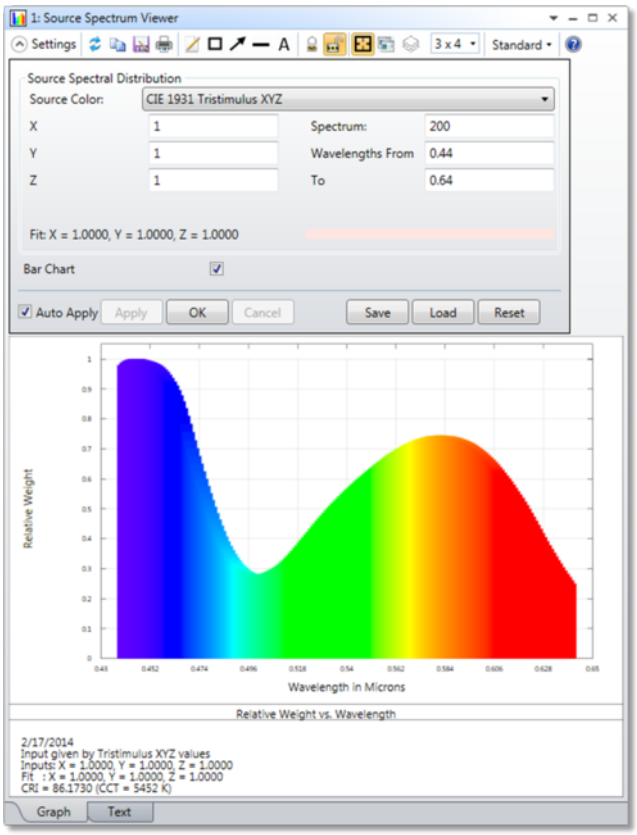
有关文件夹的更多信息，请参阅用户手册中的“文件夹”。

8.8.3. 光源光谱图(Source Spectrum Plot)



仅Ansys Zemax OpticStudio的旗舰版和企业版提供该功能。

显示定义的光谱分布的相对强度随波长的变化关系。



光源颜色**(Source Color)** 该模型用于定义光源光谱分布。共有十个选项可用于定义光源颜色模型，在"定义光源颜色和光谱(Defining the color and spectral content of sources)"部分有所阐述。

X、Y、Z；x、y；R、G、B；Temp(K)；u'v' 存在六种模型需要输入额外的数值以确定光源颜色。应根据选定的模型输入适当的值（例如，针对CIE 1931三刺激值XYZ模型，输入X、Y和Z值）。系统波长、等能光谱、D65白光或者光谱文件模型均无需额外输入数值。对于需要输入额外数据的模型（黑体光谱除外），OpticStudio必须进行拟合才能确定相应的光谱（D65白光模型也需要这种拟合）。有关拟合算法的详细信息，请参阅"光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

光谱**(Spectrum)** 用于描述光源光谱分布的波长数量。当选择了系统波长或者光谱文件模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。

波长从**(Wavelengths From)** 用于描述光源光谱分布的最小波长（以微米为单位）。当选择了系统波长或者光谱文件模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。

到**(To)** 用于描述光源光谱分布的最大波长（以微米为单位）。当选择了系统波长或者光谱文件模型（若选择后者，来自光谱文件的合适值将被读取至对话框中），用户将会无法控制该选项。

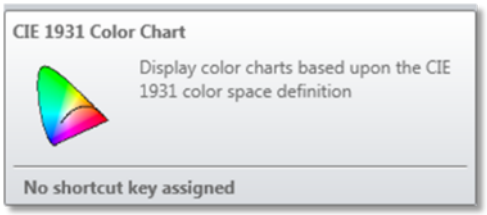
光谱文件**(Spectrum File)** 文件名称包含了光源的光谱数据信息。只有在选择光谱文件模型时，这个选项才可用。有关文件格式的更多信息，请参阅物体属性(Object Properties)的光源(Sources)部分的"定义光谱文件(Defining a spectrum file)"。

柱状图**(Bar Chart)** 如果选中，数据将以柱状图的形式显示。

详述**(Discussion)**

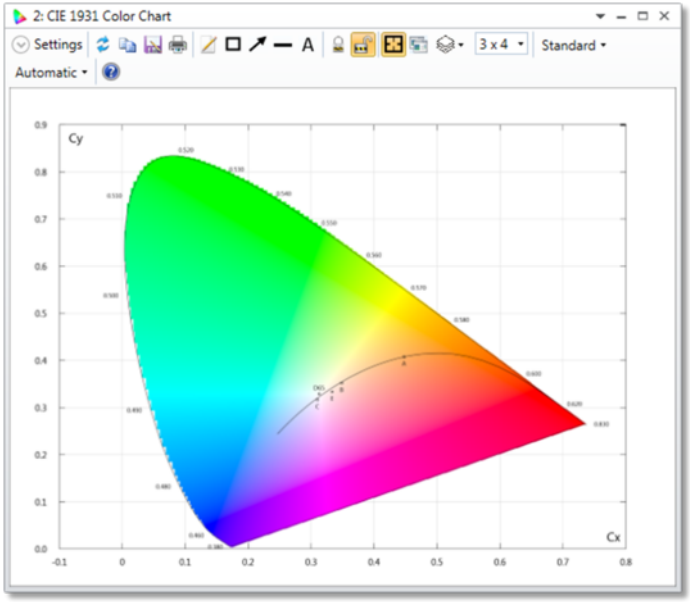
该功能用于显示非序列模式中定义的光源光谱分布。可根据十个模型中的任一个模型来定义光源光谱分布，每个模型都在"定义光源颜色和光谱"中进行了详细描述。结果显示为每个离散波长上的光谱分布，显示为复选标记或者柱状图。复选标记或柱状图根据相应波长最接近的RGB值着色（如果对于特定波长不存在RGB值，则会对该数据点使用黑色）。有关如何确定特定光源颜色模型的波长和权重的更多详细信息，请参阅"光谱拟合算法"。输入的分布及由光谱拟合算法确定的三刺激值会显示在分析窗口的文本部分。在文本部分底部显示光谱分布的"显色指数(Color Rendering Index, CRI)"和"相关色温(Color Correlated Temperature, CCT)"。

8.8.4. CIE 1931色品图(CIE 1931 Color Chart)



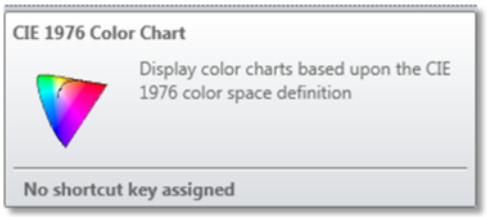
仅Ansys Zemax OpticStudio的专业版和旗舰版提供这项功能。

该功能显示基于CIE 1931色彩空间的色度图。



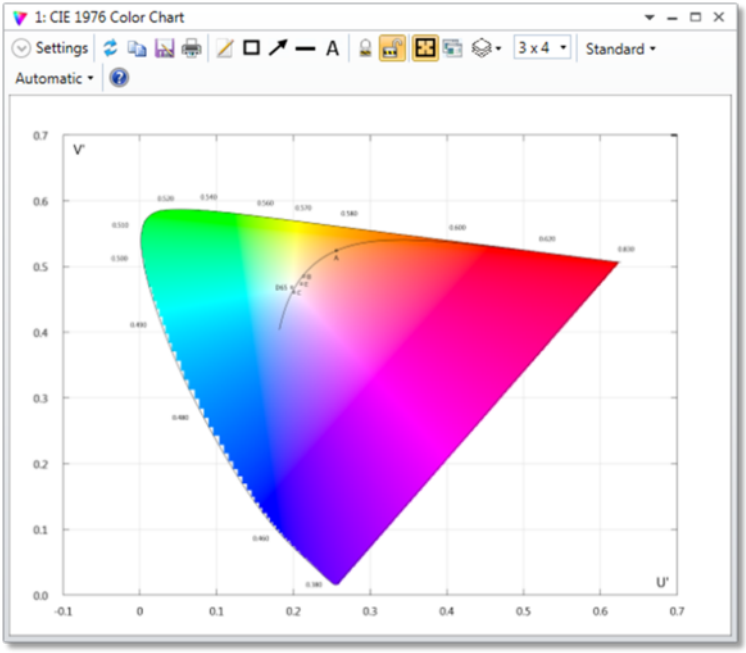
详述**(Discussion)** 此图仅供参考，不以当前系统的任何属性为根据。另请参阅手册中的"定义光源颜色和光谱含量(Defining the color and spectral content of sources)"。

8.8.5. CIE 1976色品图(CIE 1976 Color Chart)



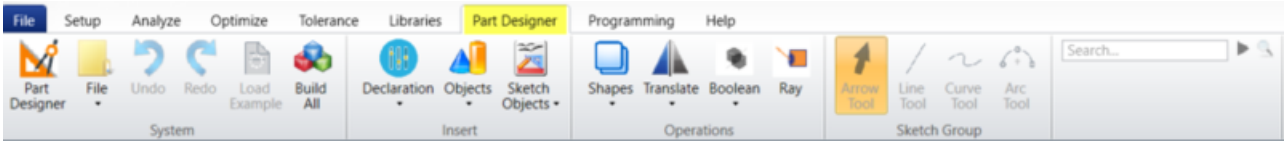
仅OpticStudio的专业版和旗舰版提供这项功能。

该功能显示基于CIE 1976色彩空间的色度图。

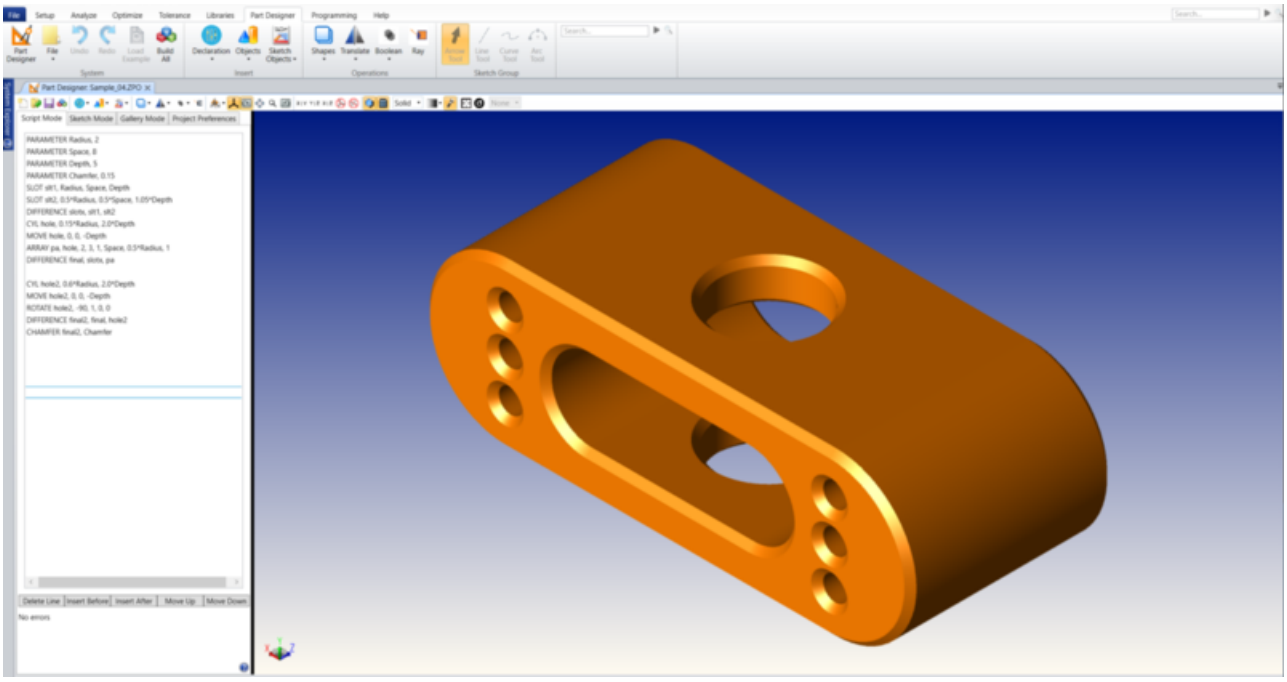


详述**(Discussion)** 此图仅供参考，不以当前系统的任何属性为根据。另请参阅手册中的"定义光源颜色和光谱含量(Defining the color and spectral content of sources)"。

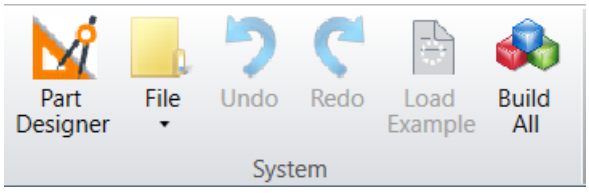
9: 零件设计选项卡(The Part Designer Tab)



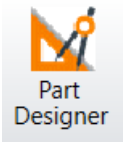
Zemax零件设计（ZPD）界面使用户能够在独立于OpticStudio的环境中创建和操作几何体。 例如"鬼像视图"及灵活几何体创建等特殊功能使用户能够快速地建模、评估或修改单项操作步骤，以实现最终的物体创建。 在ZPD控制面板中，用户可以对一个几何模型快速地做出修改，添加命令和操作，并快速得到结果。 总之，零件设计可以以精简的过程实现3D实体几何体的建模，并将该模型应用到OticStudio的非序列模式设计当中。

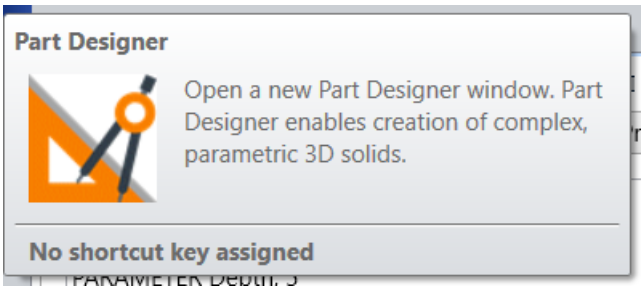


9.1. 系统选项组（零件设计选项卡）(System Group (the part designer tab))



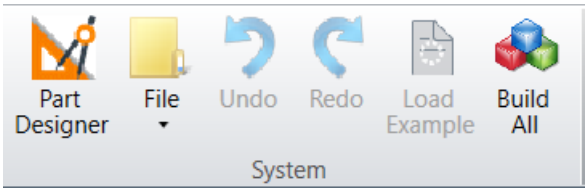
9.1.1. 零件设计(Part Designer)

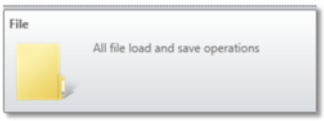




启动零件设计窗口

9.1.2. 文件（系统选项组、零件设计选项卡）(File (system group, the part designer tab))





零件设计的导入、保存和导出选项。

新建**(New)** 清除当前文件并建立一个新的零件文件

导入**(Load)** 打开一个已有文件

保存**(Save)** 用当前的文件名保存"零件设计"文件，并覆盖先前的文件。

保存至**(Save As)** 用一个新的文件名保存零件设计文件，并保持原文件不变。

保存零件库**(Save Gallery)** 用户可以使用"保存零件库数据"选项，将当前状态下含有用户备注和位图图像等补充信息的文件进行保存。 这些信息可以通过"零件库模式"获取。

导出至**(Export As)** 将文件导出为各种CAD文件格式，如.IGS、.STEP、.STL、.SAT等格式

撤销**(Undo)** 撤销最近一次的操作

恢复**(Redo)** 恢复上一次撤销的操作

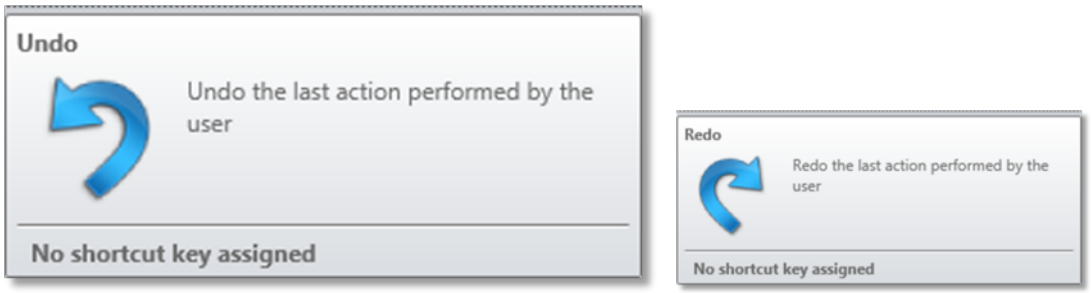
选中部分建模**(Build Selected Line)** 编译选中的部分

全部建模**(Build All)** 编译并显示当前模型

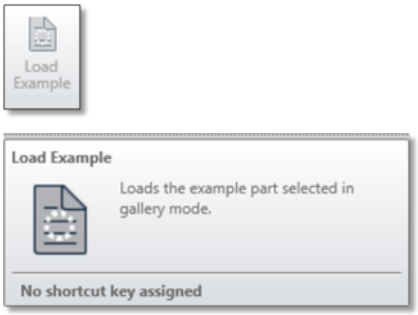
9.1.3. 撤消 恢复(Undo Redo)

可以在草图中应用撤销和恢复功能。

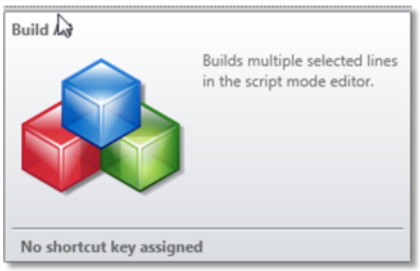
注意这个功能并未连接到OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences)（设置>OpticStudio配置选项>快捷键(Setup > Project Preferences > Shortcut Keys)选项卡）中设置的撤销快捷键。



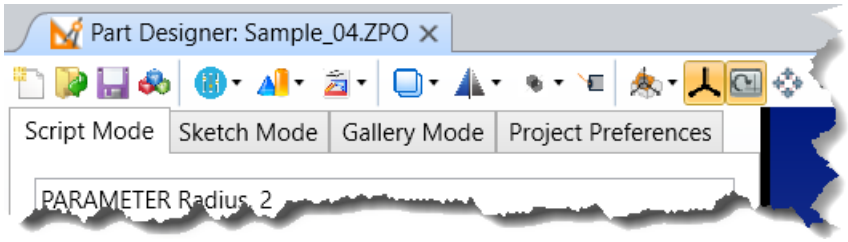
9.1.4. 导入示例(Load Example)



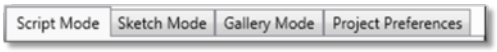
9.1.5. 编译所有(Build All)



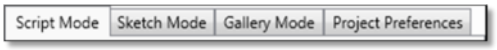
9.2. 脚本、草图、零件库、配置选项(Script, Sketch, and Gallery Modes, Project Preferences)



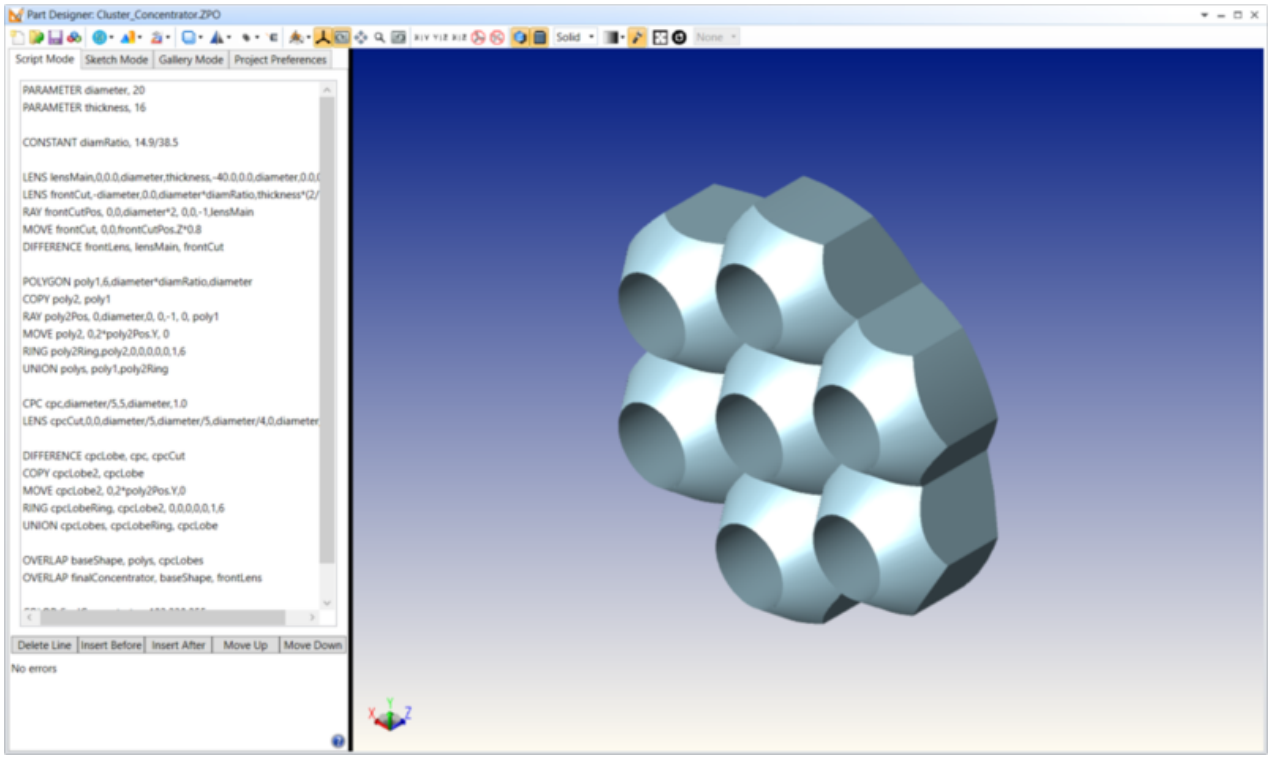
Zemax零件设计有三种主要的操作模式：脚本、草图和零件库。 这也是零件设计的配置选项中需要设置的内容。



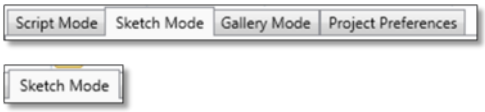
9.2.1. 脚本模式(Script Mode)



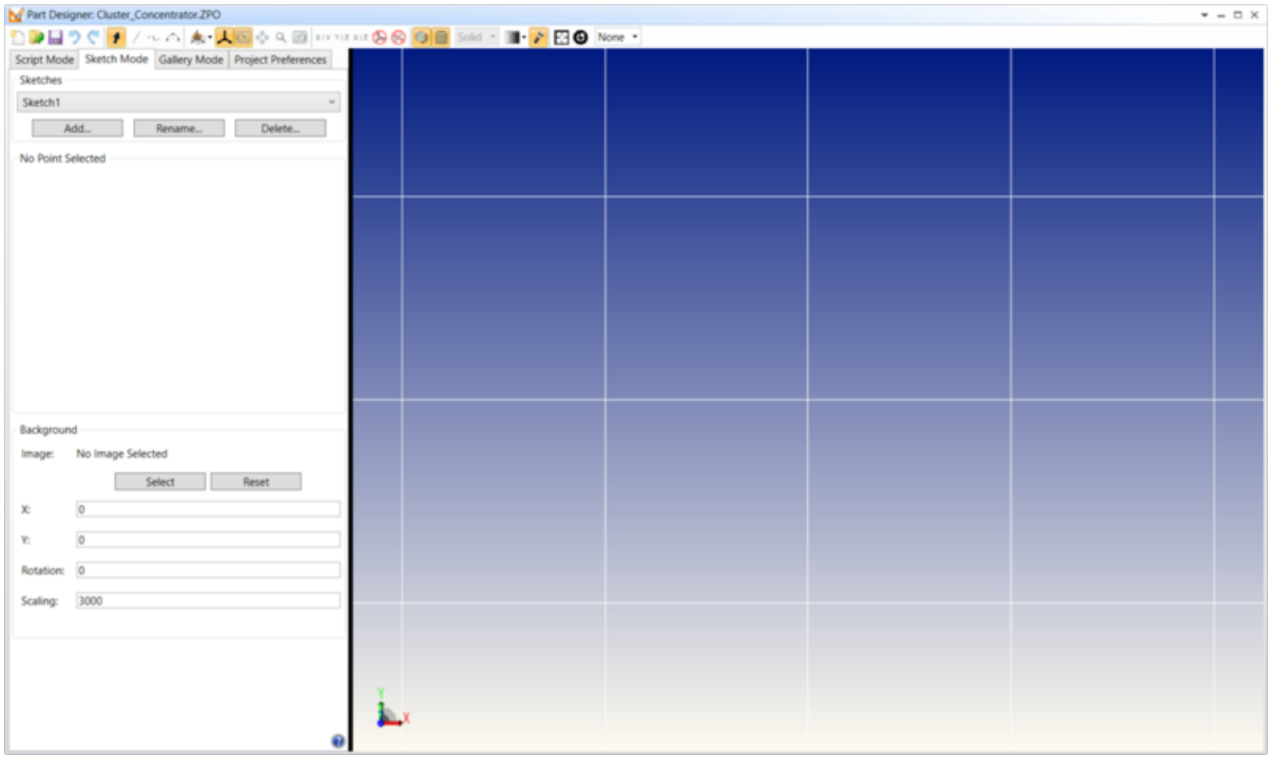
脚本模式是零件设计的基础。 该模式运行时和标准的文本编辑器相似，它允许用户自行编写脚本来生成用户想要的几何体。



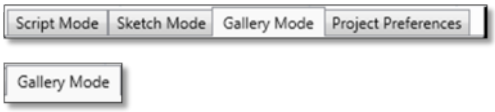
9.2.2. 草图模式(Sketch Mode)



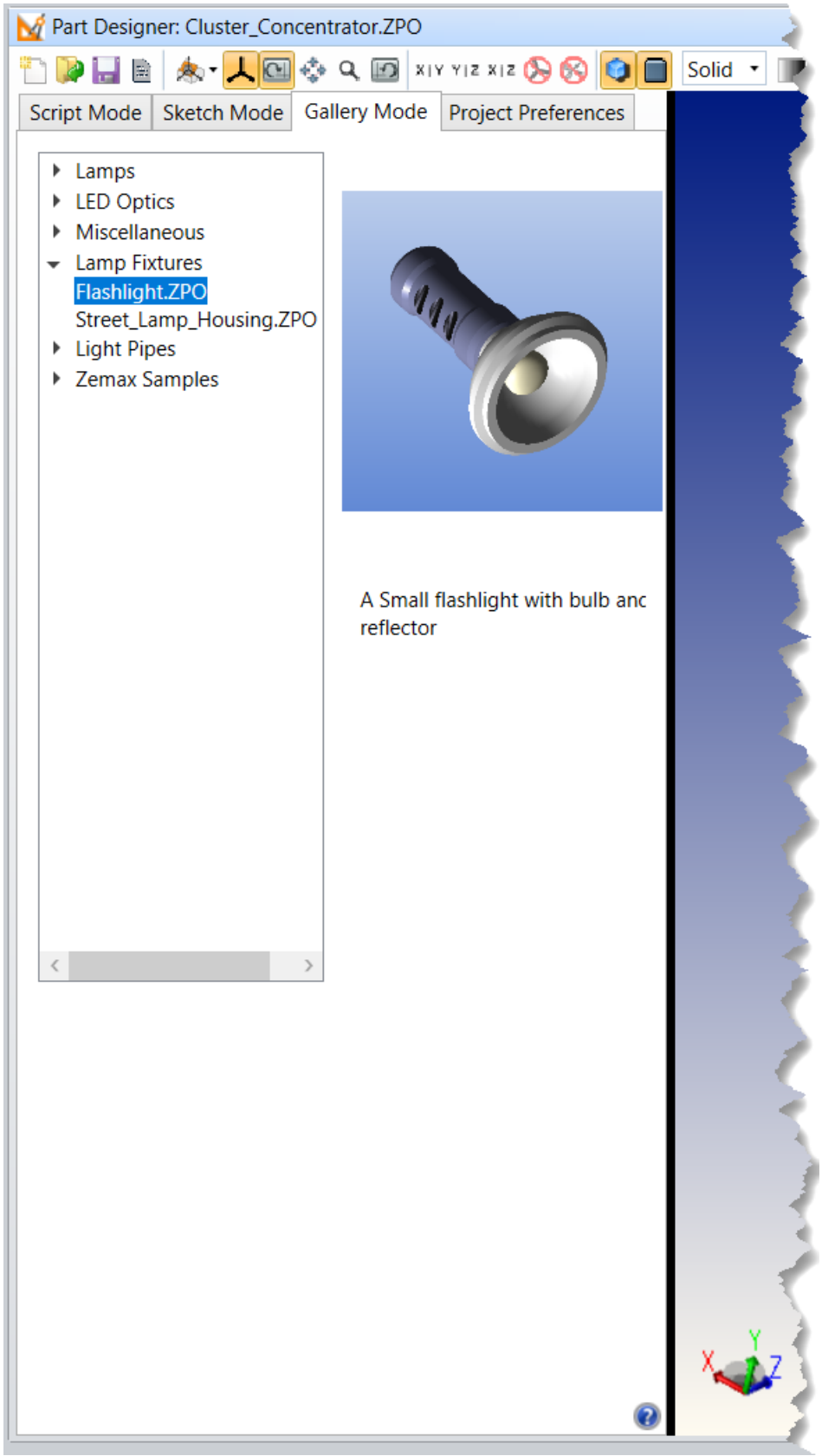
草图模式(Sketch Mode)是一个简单但功能强大的工具集，用户可用它来定义草图。这些草图用来连接列在应用工具栏"草图物体(Sketch Object)"菜单下的命令。



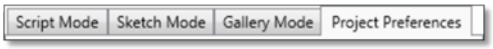
9.2.3. 零件库(脚本、草图、零件库、配置选项)(Gallery Mode (script, sketch, and gallery modes, project preferences))



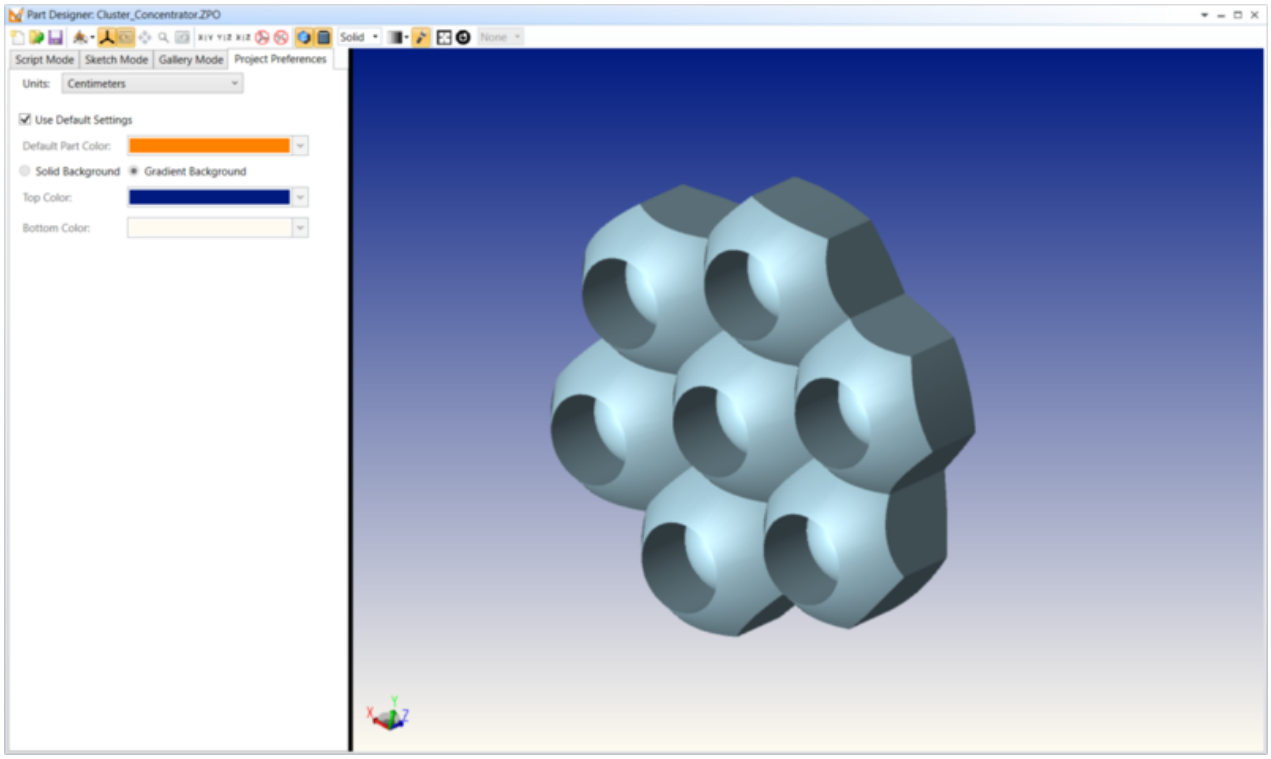
零件库将打开Zemax零件设计默认地址下的文件目录。 此功能允许用户将文件按应用（收藏、源文件、附属文件、杂项...）或文件名进行分类。 用户通过双击每个列出的文件可以查看零件的简要描述。


Part Designer: Cluster_Concentrator.ZPO
Solid
Script Mode
Sketch Mode
Gallery Mode
Project Preferences
Lamps
LED Optics
Miscellaneous
Lamp Fixtures
Flashlight.ZPO
Street_Lamp_Housing.ZPO
Light Pipes
Zemax Samples
A Small flashlight with bulb anc
reflector
Y
X
Z

9.2.4. 配置选项(Project Preferences)



用户可使用配置选项对当前零件的设置和ZPD 3D显示的设置进行修改。



单位**(Units)**

在系统默认设置中，ZPD使用毫米作为度量单位。 通过保存零件可以将零件和所选择的单位类型统一起来。只有当单位类型被修改，零件被重新保存之后，零件的单位才会改变。

在ZPD中打开一个零件时，ZPD会将当前文件中的单位设置为该零件的单位，当关闭文件后，ZPD会将该文件的单位恢复至打开前的状态。

在OpticStudio中打开一个零件，如果该零件文件的单位和当前OpticStudio文件的系统镜头单位不相同，将出现一个警告。当单位不同时，OpticStudio将不能执行转换操作。

以CAD格式导出的ZPD零件会使用所选的单位类型。如果只在OpticStudio中打开和导出一个零件，OpticStudio会使用系统设置中的镜头单位作为零件单位。

使用默认设置**(Use Default Settings)**

如果该方框被选中，其余设置将锁定为系统默认值且用户不能进行修改。 如需选择自定义的设置，请勿选中此框。

零件默认颜色**(Default Part Color)**

在应用任何颜色命令前，这项设置控制着ZPD中设计的零件的颜色。 这一设置只控制ZPD中零件的颜色，在OpticStudio中的ZPD物体颜色不会被这项设置所影响。 注意：需要重新编译（例如，"编译所有(Build All)"）脚本后才能应用对这些设置的修改。

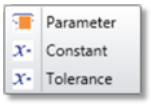
背景颜色**(Background Color)**

纯颜色背景：用户可以从软件预定义的调色板中，或是设定RGB值（在"高级(Advanced)"下）来定义背景颜色。

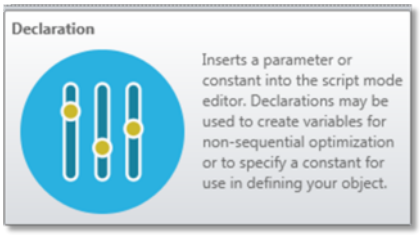
渐变颜色背景：选择两种颜色，每种代表竖直方向上的渐变背景的RGB值。顶部和底部的颜色选择分别代表渐变背景上的相应位置处的颜色。

9.3. 插入组（零件设计选项卡）(Insert Group (the part designer tab))

9.3.1. 声明(Declaration)

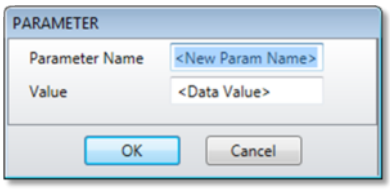


用于存储OpticStudio和脚本中的变量。



通过参考已经被声明的数值名称，用户可以使用声明命令来定义可能会在脚本其他地方中使用的数值。有两种声明形式：参量和常量。其区别在于，参量在OpticStudio的用户界面中可以显示出来，在脚本中定义的数值可能会在非序列模式元件编辑器中重新定义为不同的数值。

9.3.1.1. 参数(Parameter)

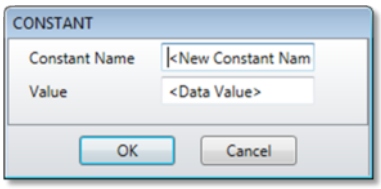


PARAMETER name, value

PARAMETER命令用来定义常量的名称和数值，定义之后该参数可以被赋予任意数值。这个已被命名的参数也可作为一个用户定义的参数，将自动被OpticStudio调用。在OpticStudio中改变和优化参数将会重新建立整个物体，该物体具有新的数值，并且在OpticStudio中定义的任何值将覆盖脚本中的数值。脚本中的数值只用于

作为非序列模式物体第一次载入时的系统"默认"值。不能使用之前在声明或计算中定义的数值来定义参数。只有单独的数值才可以。参数名称会出现在非序列模式编辑器中，并且其数值会如同任意物体中的其他参数值一样被修改。

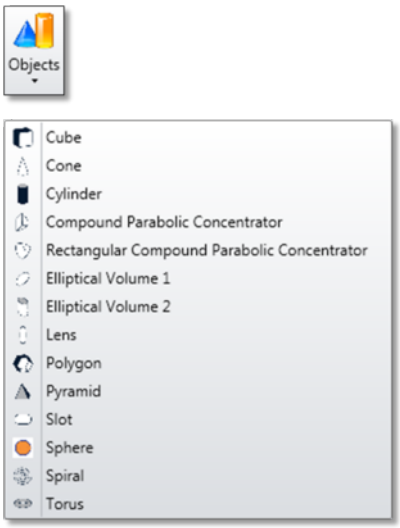
9.3.1.2. 常量(Constant)



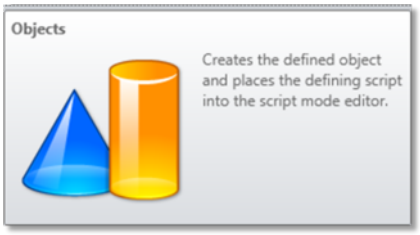
CONSTANT name, value

CONSTANT命令用来定义常量的名称和数值，定义之后可以用于任意位置来代替数值。

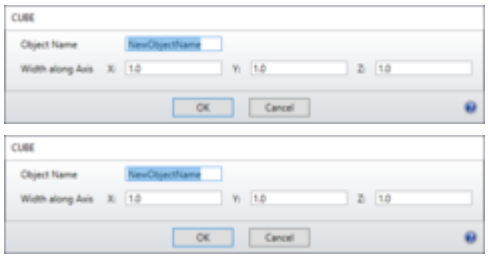
9.3.2. 物体(Objects)



物体命令通过一系列的参数或参考已经存在的物体来创建新的物体。



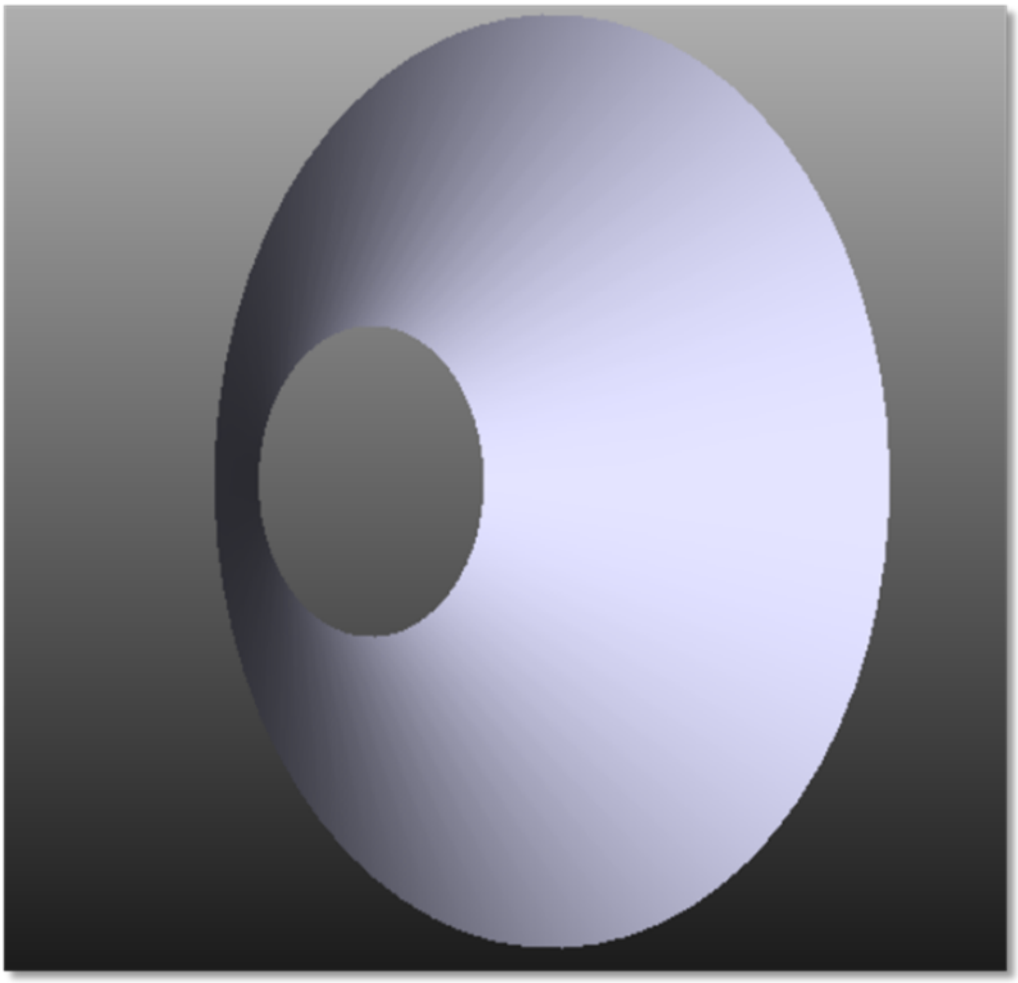
9.3.2.1. 立方体(Cube)

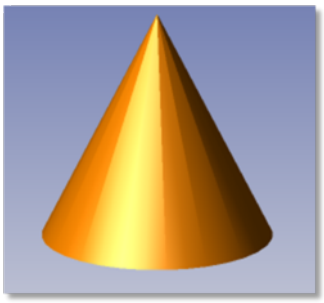


CUBE name, xwidth, ywidth, zwidth

创建一个各方向为特定宽度的矩形体，原点位于立方体的中心。

9.3.2.2. 圆锥体(Cone)

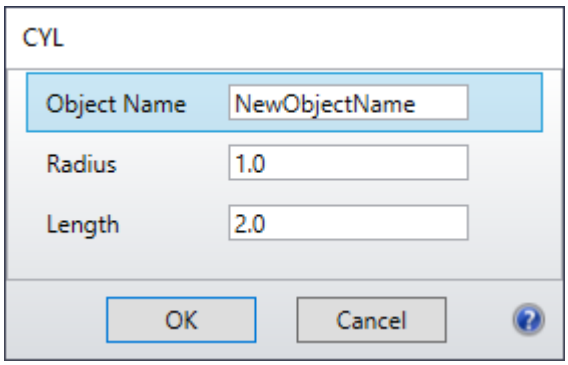


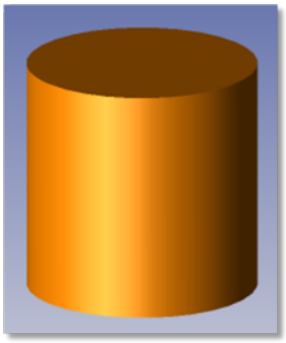


CONE name, r1, r2, L

通过前表面半径r1和后表面半径r2和长度L创建一个圆柱体或圆锥体。r1、r2可以为0，但不能都为0。L可以为正也可为负，但不能为0。原点位于XY平面的中心处，长度方向沿Z轴方向。

9.3.2.3. 圆柱体(Cylinder)



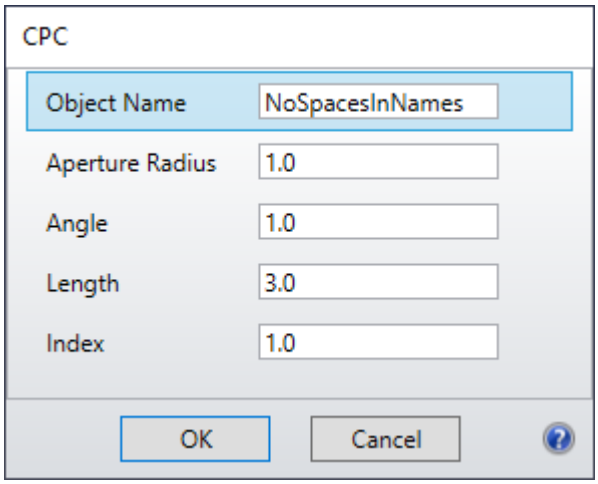


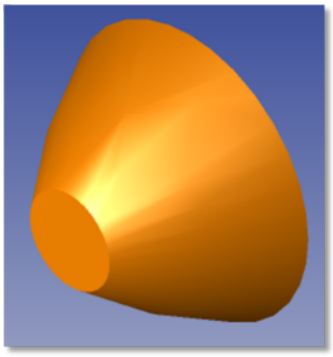
CYL name, radius, length

创建一个有特定半径和长度的圆柱体。长度可以为正或为负，但是不能为0。原点位于投影在XY平面的中心处，长度方向沿Z轴方向。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.3.2.4. 复合抛物面聚光器(Compound Parabolic Concentrator)

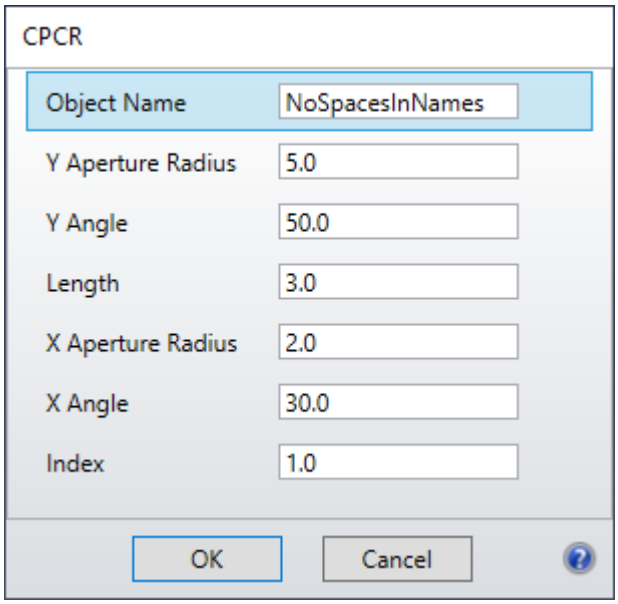


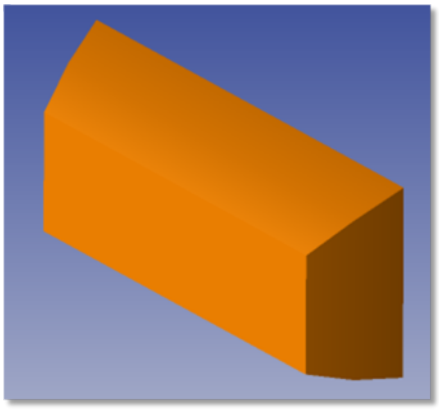


CPC name, aperture, angle, length, index

创建一个旋转对称的复合抛物面聚光器。角度的单位是度。如果折射率大于1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

9.3.2.5. 矩形复合抛物面聚光器(Rectangular Compound Parabolic Concentrator)

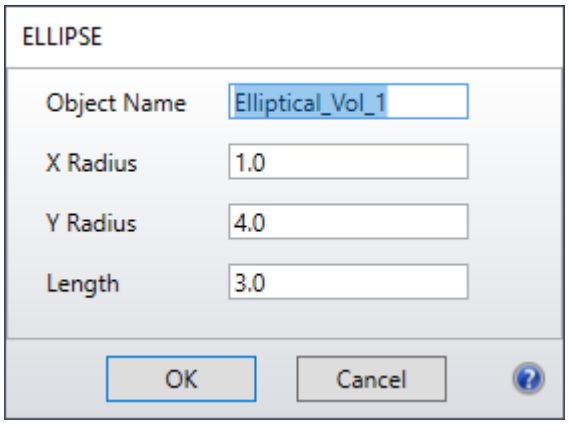


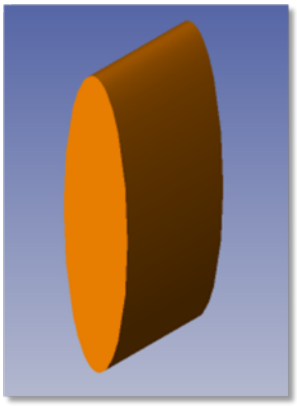


CPCR name, aperture_y, angle_y, length, aperture_x, angle_x, index

创建一个矩形复合抛物面聚光器(CPCR)。角度的单位是度。如果折射率大于1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

9.3.2.6. 椭圆体1(Elliptical Volume 1)

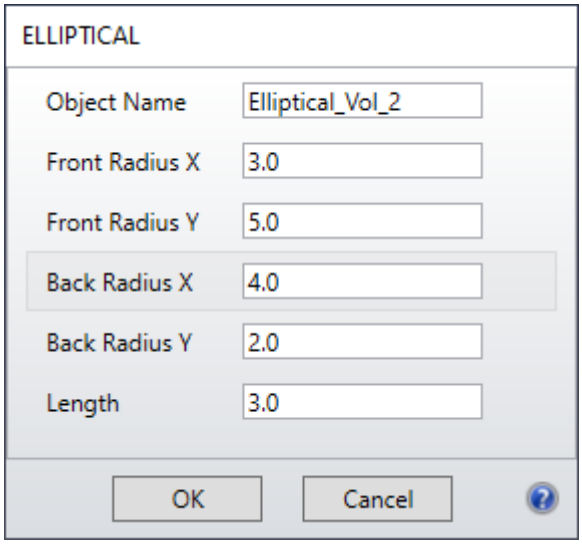


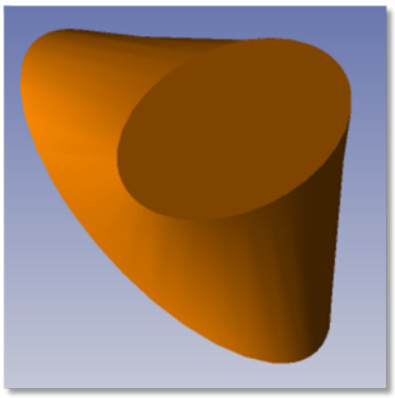


ELLIPSE name, rx, ry, L

创建一个椭圆柱体，其前后表面为沿x轴方向和y轴方向具有特定半径值的椭圆，并沿z方向延伸的长度为L。L可为正也可以为负，但不能为零。原点位于前表面中心。

9.3.2.7. 椭圆体2(Elliptical Volume 2)

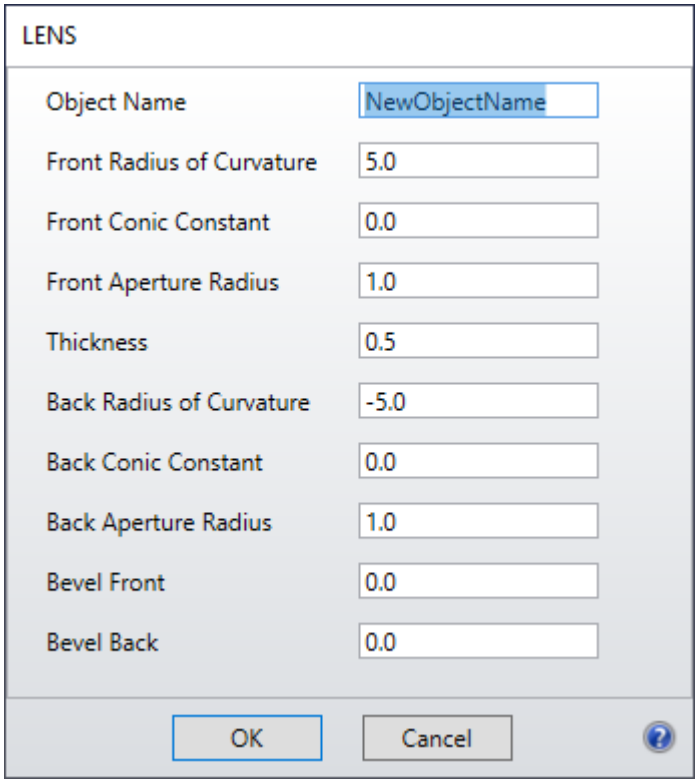


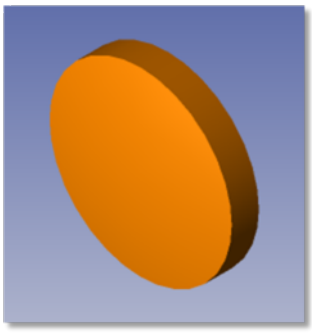


ELLIPTICAL name, front_x, front_y, back_x, back_y, length

创建一个椭圆柱体，其前后表面分别为以X和Y方向具有不同的半轴尺寸的椭圆，并沿Z轴方向延伸长度L。L可以为正也可为负，但不能为零。原点位于前表面中心。

9.3.2.8. 镜头(Lens)

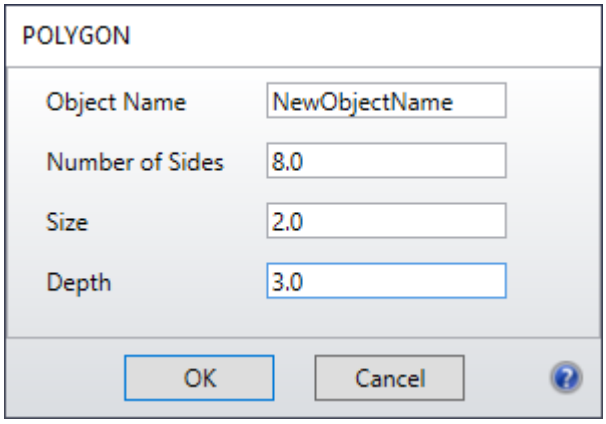


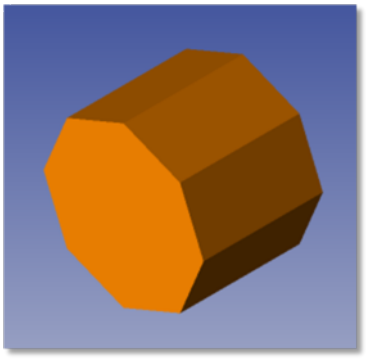


LENS name, r1, k1, radialAperture1, thick, r2, k2, radialAperture2, bevel1, bevel2

创建一个标准透镜，r1和r2分别是前后表面的曲率半径（平面设置为0）。k1和k2是圆锥常数。radialAperture1和radialAperture2分别为前后表面的透光孔径，厚度为前后表面的中心厚度。 原点位于前表面中心。可以选择性的为前后表面的边缘添加bevel1和bevel2。

9.3.2.9. 多边形(Polygon)

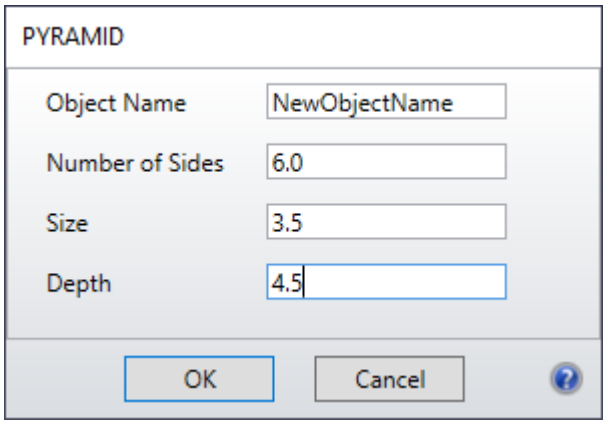


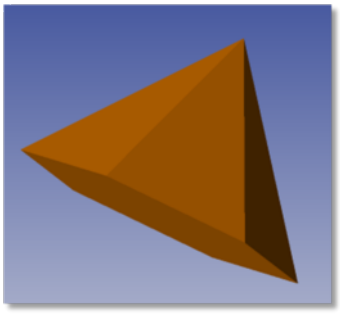


POLYGON name, n, size, depth

创建一个多边形拉伸的柱体。多边形的边数n至少为3。尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前表面位于XY平面，深度为沿着Z方向延伸的距离。深度可以为正也可以为负，但不能为零。多边形其中一个顶点一定位于x轴的正半轴上。

9.3.2.10. 棱锥体（物体）(Pyramid (objects))

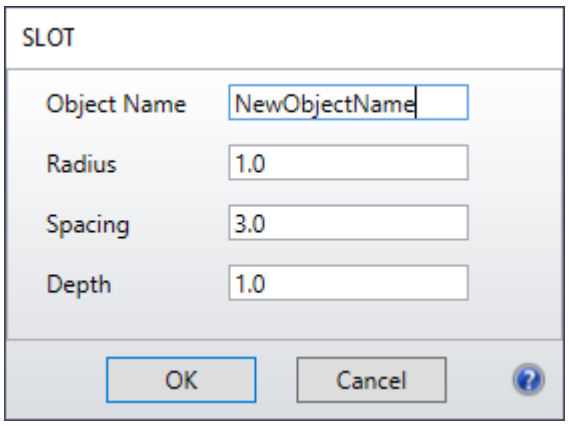


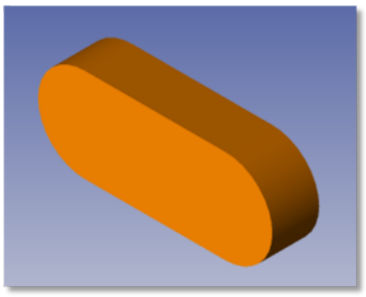


PYRAMID name, n, size, depth

创建一个拉伸的n边棱锥。底面多边形的边数n至少为3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前面位于XY平面，深度为顶点沿着Z方向延伸的距离。深度可以为正也可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点位于x轴的正半轴。

9.3.2.11. 键槽体(Slot)

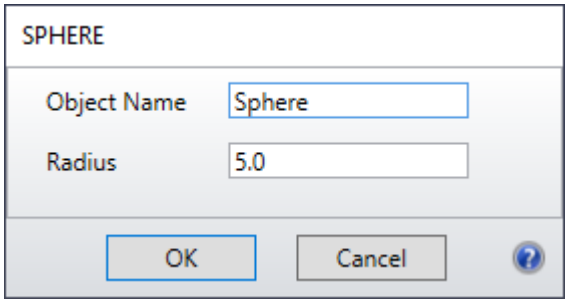


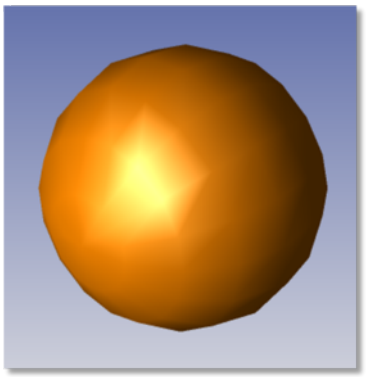


SLOT name, radius, spacing, depth

创建一个两边为半圆形的槽型体。间距为两个圆心的间距，深度是沿着Z方向延伸的距离。原点位于槽型体的中心。

9.3.2.12. 球体（物体）(Sphere(objects))

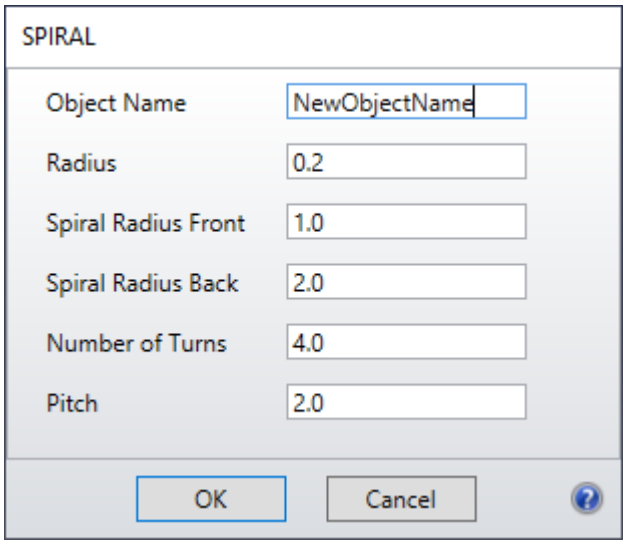




SPHERE name, radius

创建一个具有指定半径的球体。原点位于球体的中心。

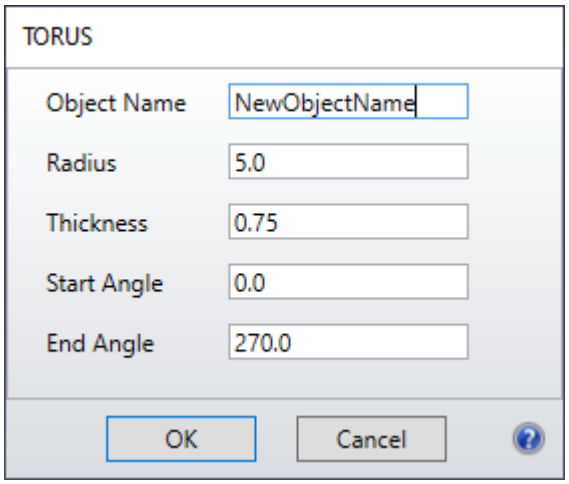
9.3.2.13. 螺旋体(Spiral)

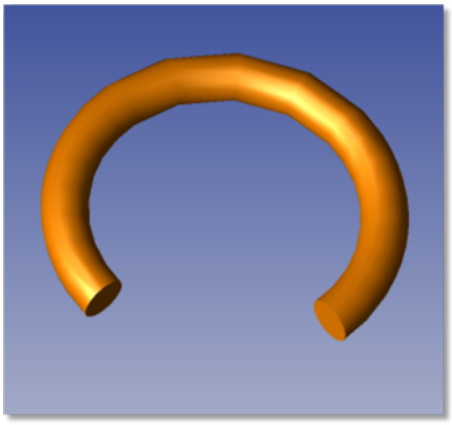


SPIRAL name, radius, R1, R2, turns, pitch

创建一个螺旋体。螺旋轴方向沿Z轴正半轴方向。截面半径(radius)为螺旋"线"的圆形截面的半径尺寸。弯曲半径为从Z轴到螺旋线截面中心的距离，在螺线开始处的弯曲半径为R1，在螺旋末端的弯曲半径R2。圈数是螺旋线绕Z轴旋转的圈数，该参数不需要为整数。齿距(pitch)是螺线每转一圈Z轴坐标的变化值。截面半径的值应不大于弯曲半径R1和R2中较小值的三分之一。

9.3.2.14. 圆环体(Torus)

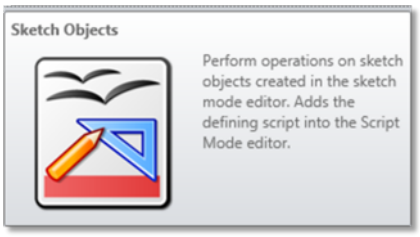




TORUS name, R, r, start_angle, stop_angle

创建一个圆形圆环体。将一个半径为r的圆放置在YZ平面上，其圆心位于Z轴正半轴距离为R的位置上，这个圆的位置对应角度0度。这个圆围绕y轴正半轴从起始角度开始旋转到终止角度形成圆环体。其中起始和终止角度以度为单位，且必须在-360和+360之间。

9.3.3. 草图实体(Sketch Objects)



草图实体命令根据物体创建命令进行分类。 草图实体命令要求用户定义的草图（在草图模式下创建）和每一个草图命令相关联。

9.3.3.1. 拉伸凸台(Prism/Extrusion)

EXTRUDE name, sketch, draft_angle, length

创建一个用指定sketchID的草图拉伸出来的棱镜。 体积沿z轴拉伸，并形成给定长度的棱镜。 用户可以通过d_angle值来设置生成物体的拔模角度。 如果没有设置拔模角度，则默认为0度。棱镜的长度不能为0。 在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线不能重叠。

9.3.3.2. 拉伸棱锥（草图实体）(Pyramid (sketch objects))

PYRAMID_S name, sketchID, length

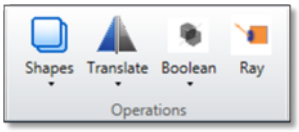
创建一个用指定sketchID的草图拉伸出来的锥体。 体积沿着z轴对齐，并在z轴的给定长度上形成一个顶点。锥体拉伸的长度不能为0。 在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不重叠。 草图可以只使用直线段。

9.3.3.3. 回转实体(Revolve)

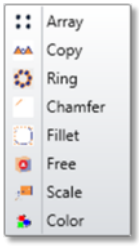
REVOLVE name, sketchID, start_angle, end_angle

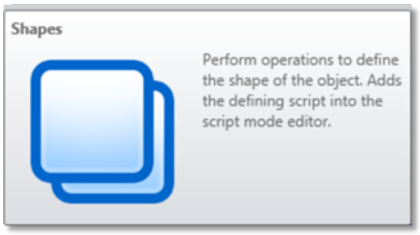
用指定sketchID的草图创建一个旋转体。 草图以y轴为旋转轴，从start_angle旋转到end_angle。 其中草图只能在y轴的一侧，并且是封闭的形状。start_angle和end_angle需设置在0到360度之间。

9.4. 操作选项组（零件设计选项卡）(Operations Group (the part designer tab))

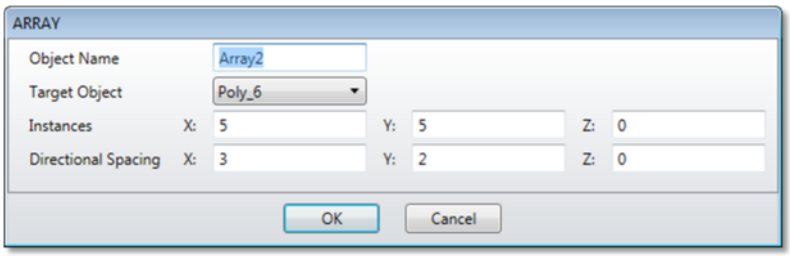


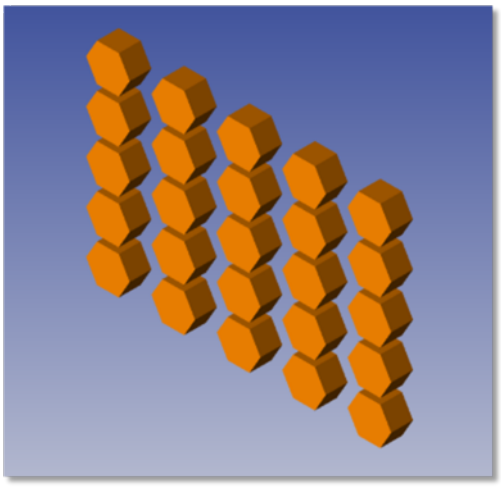
9.4.1. 形状（操作选项组、零件设计选项卡）(Shapes (operations group, the part designer tab))





9.4.1.1. 矩阵阵列(编辑实体)(Array (shapes))





ARRAY name, object, nx, ny, nz, dx, dy, dz

创建一个由物体定义的几何阵列。通过命名的物体在x、y、z方向复制nx、ny、nz次，间隔为dx、dy和dz。无论n是奇数还是偶数，阵列总是以坐标系统为中心。注意，这个命令从object1开始创建一个新物体，而原始物体不变。不能创建包含超过200个单独物体的阵列；即nx*ny*nz不超过200。

9.4.1.2. 复制实体(Copy)

COPY name, object

通过复制一个现有的物体来创建一个新的物体。原始物体保持不变。

9.4.1.3. 圆形阵列(Ring)

RING name, object, x, y, z, cx, cy, cz, count

创建一个由物体定义的几何圆形阵列。圆环以点(x,y,z)为中心，这个零件的旋转轴是由方向余弦(cx,cy,cz)确定，复制对象的总数由"count"确定。在使用RING命令之前，参考物体必须通过移动命令(MOVE)或位置命令(POSITION)从旋转轴偏移。 注意，这个命令从object1开始创建一个新物体，而原始物体不变。 参数"count"不能超过200个物体。

9.4.1.4. 倒角(Chamfer)

CHAMFER object, width

对所选物体的所有锐边添加指定宽度的倒角。

9.4.1.5. 圆角(Fillet)

FILLET object, radius

对物体的尖锐边缘以指定半径添加圆角。

9.4.1.6. 释放内存(Free)

FREE object

释放与指定物体有关的内存。此命令可以节省系统资源。但它并不是严格的步骤，因为在关闭脚本时物体会自动释放相应内存。

9.4.1.7. 缩放实体(Scale)

SCALE object, sx, sy, sz

按照X、Y和Z方向上的指定因子对指定物体进行缩放。缩放值不能为零，但可以为正或为负。如果为负，则物体在相应方向上进行翻转。

9.4.1.8. 着色实体（编辑实体）(Color (shapes))

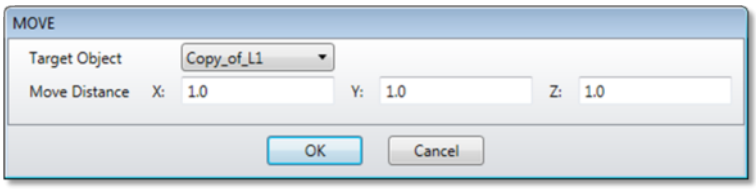
COLOR object, R,G,B

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

通过设定RGB值来对物体创建命令所创建的物体添加颜色。 RGB的每个值必须在0-255之间。

9.4.2. 平移/镜像（操作选项组、零件设计选项卡）(Translate (operations group, the part designer tab))

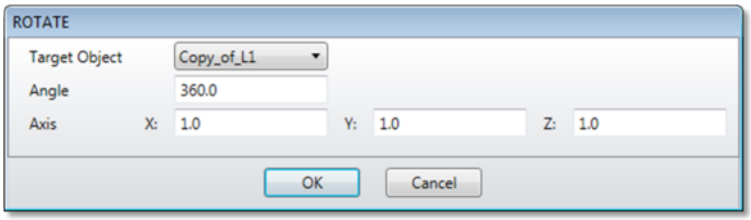
9.4.2.1. 移动实体(Move)



MOVE object, dx, dy, dz

沿x、y、z方向指定的移动距离来移动物体。

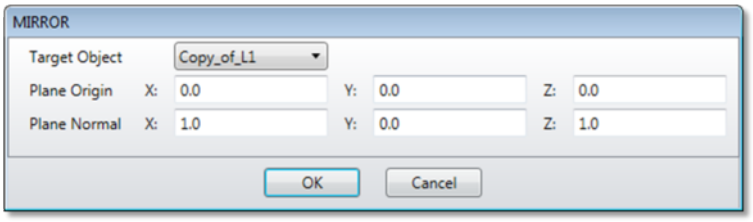
9.4.2.2. 旋转实体(Rotate)



ROTATE object, angle, cx, cy, cz

用x、y和z轴方向的余弦定义来定义旋转轴，并将物体沿旋转轴进行指定角度的旋转。

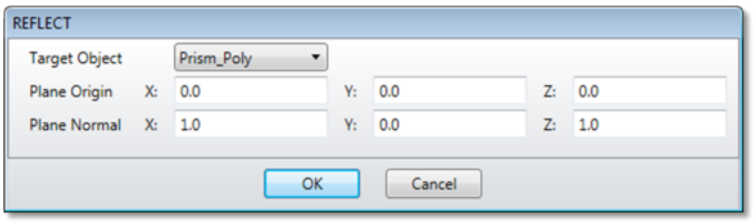
9.4.2.3. 镜像合并(Mirror)



MIRROR object, x, y, z, cx, cy, cz

镜像复制指定的对象，并使用方向余弦 (cx, cy, cz)，相对于指定点(x, y, z)和法向量定义的平面反射复制实体。然后将初始物体和副本合并为一个物体，不管它们是否接触。另请参阅REFLECT，该命令在不进行复制的情况下反射物体。

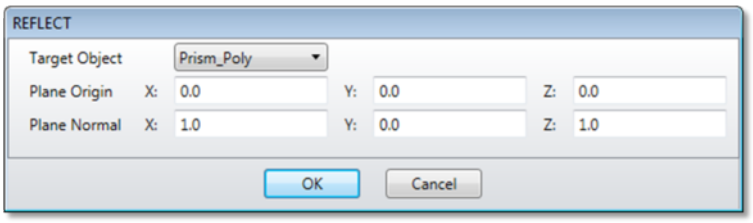
9.4.2.4. 反射(Reflect)



REFLECT object, x, y, z, cx, cy, cz

反射被指定的对象相对于一个由指定的(x, y, z)坐标点和(cx, cy, cz)法向量的方向余弦定义的平面。也可以参考MIRROR，MIRROR反射一个对象，并将其与最初未反射的对象重合。

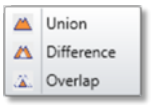
9.4.2.5. 放置(Position)



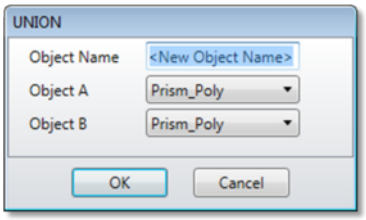
POSITION object, x, y, z, cx, cy, cz

将物体移动和旋转至以指定点（x, y, z）为中心的新坐标系上，其中局部坐标+Z轴以方向余弦（cx, cy, cz）定位。假设初始原点位于新的ZY平面上。

9.4.3. 布尔运算（操作指令组）(Boolean (operations group))



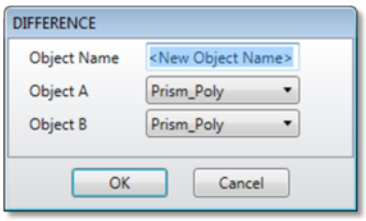
9.4.3.1. 相加(Union)



UNION name, object1, object2

创建新物体，该物体为object1和object2布尔相加运算所得。

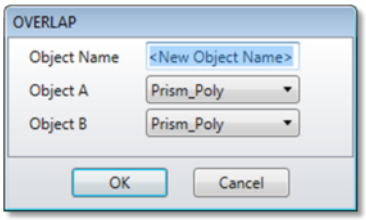
9.4.3.2. 相减(Difference)



DIFFERENCE name, object1, object2

创建新物体，该物体为object1和object2布尔相减运算所得。该命令用于删除object1中含有的object2的部分。

9.4.3.3. 重叠(Overlap)

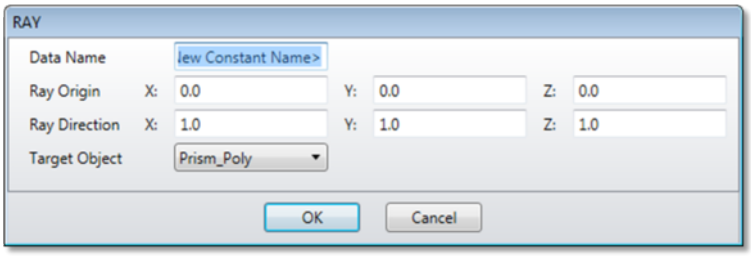


OVERLAP name, object1, object2

创建一个新物体，此物体是object1和object2的布尔值重叠（逻辑运算中的和运算）。此命令可用于只选择object1和object2重叠部分的体积。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.4.4. 光线（操作选项组、零件设计选项卡）(Ray (operations group, the part designer tab))



RAY data, x, y, z, cx, cy, cz, object

RAY命令使用指定的cx、cy和cz方向余弦在指定的x、y和z点定义光线，然后追迹光线，直到指定物体。如果光线与物体相交，则会将相交点存储为指定数据值。指定数据值包含三个值：相交点的x、y和z坐标。这些值可在后续脚本命令中作为常量使用。

示例

将小球体放置于立方体顶部。

这个脚本定义一个立方体，然后光线从立方体上方开始出射并与立方体的顶面相交，并在球体放置的位置定义了一个点。

CUBE box, 1, 1, 1

RAY point, 0, 10, 0, 0, -1, 0, box

SPHERE ball, 0.3

MOVE ball, point.X, point.Y, point.Z

UNION final, box, ball

注意各相交点的坐标。

9.4.5. 数学规则（操作选项组）(Math Syntax (operations group))

Zemax的零件编辑器有能力执行简单的数学计算，以替代脚本中的数据值。 以下是常用的操作：

+, -：加法和减法

*, /：乘法和除法

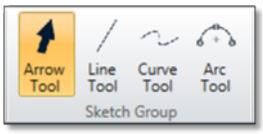
():：所有操作和值都可以包含在括号内

SQRT data_value：该指令为求解数据值的平方根。 且输入值不能小于或等于0。

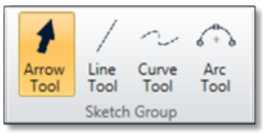
SINE、COSI、TANG、ATAN、ASIN、ACOS：分别为正弦、余弦、正切、反正切、反正弦和反余弦指令。 这些命令计算的是以弧度为单位给出的数据值。

PARAMETER命令与以上操作不能同时执行。

9.5. 草图指令组(Sketch Group)



9.5.1. 箭头工具(Arrow Tool)



箭头工具可以使用户能够选择和控制已经绘制的点。 用户所选的点显示为黄色。 一般来说，使用鼠标左键可以拖动选择的点，并可以与各种ZPD草图快捷键（例如"g"（对齐到网格线）或"v"（对齐到整数））结合使用。 所选的点也可以使用删除键(delete)进行删除。 删除一个点将在该点前后的两个点之间创建一个贝塞尔曲线。

贝塞尔曲线的端点可以用来调整曲线的"切线"方向。 贝塞尔线段是由曲线的开始端和末尾端点的切点决定的。 切向量固定在曲线的末尾端点上，并2D空间中表示出来。 这些向量的大小和方向决定了曲线的形状。 切向量在编辑器窗口中显示为虚线。

通常一个点控制前一段的末端切点，而另一个点控制下一段的起始切点。 改变向量的大小或方向将以不同的方式改变曲线段的形状。

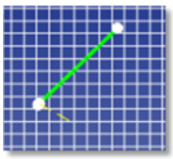
如果想要调整切向量的大小和方向，您必须选择贝塞尔曲线段的起点或终点作为控制点。 这时，您将看到一条或两条虚线，其中每条分别表示下一段曲线的起始向量或上一段曲线的末端向量。 右键单击选中并拖动虚线末端上的任一点，这将使该点跟随鼠标调整至光标位置，这样我们可以实时改变曲线的形状。

箭头工具也可用于选中突出显示的弧线段。 选择一段弧线段后，弧线操作面板将显示并替换当前的点操作面板。 这些操作面板的信息将在之后文档中的"OpticStudio中显示和参数化的草图(Exposing and Parameterizing Sketches within OpticStudio)"部分详细讨论。

如需取消选中一个点，请使用箭头工具并单击空白区域即可。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

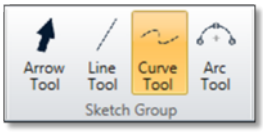
9.5.2. 直线工具(Line Tool)

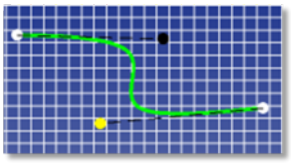


直线工具可创建一条基本的直线段。 在草图中单击鼠标左键放置第一个点作为起点。 随后再次点击的另一个点将作为终点，此时图中将画出从起点到终点的一条直线段。

用户无法调整直线段的切向量。

9.5.3. 曲线工具(Curve Tool)



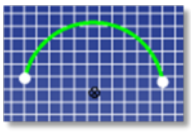


要创建一条曲线，首先请选择贝塞尔工具，然后单击鼠标绘出起始点。 随后的点击将放置一个点，同时图中将绘出从起始点到这一点的曲线。 使用鼠标左键点击并释放将自动调整起始点的切线，使之与先前的曲线或线段的末端点切线相对准，从而连续而平滑的连接两条线段。 使用鼠标左键单击并按住（不是单击然后释放鼠标左键）将以类似的方式放置一个曲线终点。然而，拖动鼠标将在鼠标光标选定的位置上放置曲线终点切点来完成新曲线的绘制。

当完成一条曲线的绘制后，您可以选择直线工具或贝塞尔工具并点击曲线上任意一点以添加新的控制点。 每次点击鼠标左键将在光标处放置一个新点，根据被更改线段的类型，将选中的直线段或曲线段分为2个可调整的贝塞尔分段或直线段。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.5.4. 弧线工具(Arc Tool)



弧形工具可创建一个最多为半个圆形的弧线段。 创建一个弧线段可以简单地分为三个步骤：

1）在工具箱中选择弧线工具，并绘制一个点。 如果您希望使用草图中已有的点绘制弧线，则不需要重新绘制一个新的点。

2）再单击一次确定弧线段终点的位置

3）通过移动鼠标光标来调整预览中的曲线。 再次单击将会画出弧线，并在弧线段终点产生一个新的控制点。

使用箭头工具可以调整弧线的起点和终点。

9.6. 搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab))

搜索功能可以帮助用户搜索OpticStudio零件设计选项卡中的所有零件设计工具。

在搜索栏中键入一个关键字，就可以找到相关的分析功能或工具。

按钮功能

执行特征(Run Feature)（播放图标）打开/运行选定的零件设计工具或分析功能。

高亮功能**(Highlight Feature)**（放大镜图标）在OpticStudio用户界面中高亮显示选定工具或分析功能的位置。

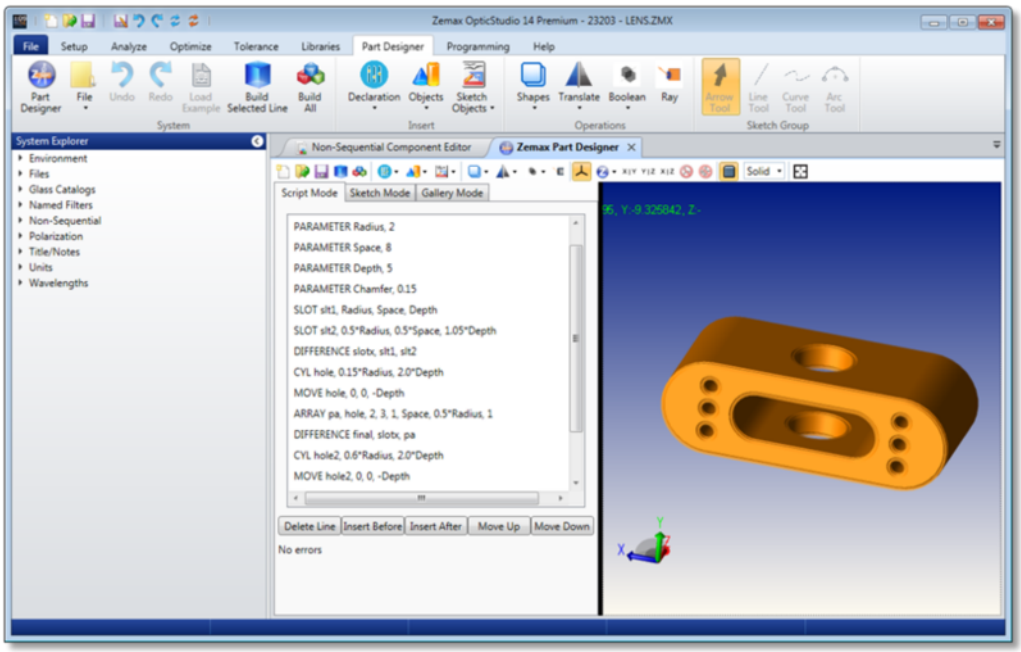
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.7. 零件设计的使用(Using Part Designer)

Zemax零件设计（ZPD）界面使用户能够在独立于OpticStudio的环境中创建和操作几何体。 例如"鬼像视图"及灵活几何体创建等特殊功能使用户能够快速地建模、评估或修改单项操作步骤，以实现最终的物体创建。 在ZPD控制面板中，用户可以对一个几何模型快速地做出修改，添加命令和操作，并快速得到结果。 总之，零件设计可以以精简的过程实现3D实体几何体的建模，并将该模型应用到OticStudio的非序列模式设计当中。

9.7.1. 开始(Getting Started)

如需了解有关用户界面的详细信息，请参阅零件设计选项卡(Part Designer Tab)章节



9.7.2. ZPO和ZSO(ZPO & ZSO)

在零件库及草图模式下使用零件库数据和草图创建的物体必须使用扩展名ZPO分别保存。 ZSO文件是一个可读的文本文件，只能保存脚本。 ZPO在很多方面都更稳健，因此允许通过"草图物体"命令创建更复杂的零件。 ZPO也可以与零件库数据一起保存（访问路径为"文件"->"保存零件库"）。 该信息为用户自定义、可选。 没有零件库数据的ZSO和ZPO不会在零件库查看器中显示。 如果不需要零件库及草图数据，仍然建议使用ZPO扩展名保存新零件。

零件创建(Part Creation)

控制面板在编码环境中充当文本编辑器。 控制面板中的每一行均可接收一条命令。

输入命令时，命令的语法将显示在控制面板的底部，以供参考。

注意，该显示为静态，不能通过选择（如点击）来填充控制面板的实际内容。换句话说，显示不是为了提供"智能识别"级别的功能，但确实提供了一种查看任何命令语法的简单途径。

ZPD脚本的语法如下：

声明命令。定义脚本中其它地方使用的数值，通用语法为：declaration new_name, value

物体创建命令。创建新物体的通用语法为：object_type_name new_object_name, arguments

操作命令。对现有对象进行操作，通用语法为：operation_type_name existing_object_name, arguments

计算命令。计算现有对象的数据，通用语法为：computation_type_name new_data_name, arguments

Zemax零件设计工具允许使用注释行，在注释行前面输入一个感叹号。 像其它编码环境一样，Zemax零件设计工具也允许用户在命令中执行计算。 例如：

```
PARAMETER radius、10
CONSTANT radius2、(radius*0.5)+1
```

此外，这些计算还可用于创建所有几何体，以及"插入"对话框选项。

9.7.3. 创建一个零件物体(Building a Part Object)

只要零件包含至少一条物体创建脚本命令，则用户可以在空间中的任意位置创建该零件。 要创建一个零件，请点击脚本模式工具栏上的"构建...(Build...)"按钮或者导航到文件->重建(File->Rebuild)(Ctrl+G)。 此时，界面中将生成一个进度条，它用来指出Zemax零件设计正在编译哪一段代码。 此时用户可能无法对Zemax零件设计进行任何操作。 请注意，一些复杂的命令（例如Array、Ring、Spiral等）将花费更长的时间来编译。 如果脚本中有任何错误，ZPD将弹出一个窗口来表明错误类型及所在位置。 常见错误如下所示：

"Parameter/Constant/Object at line x has already been defined"：这表明该参数或常量已被多次定义。

"Too many parameters/constants/objects at line x"：列出了多于一个值来定义参数或常量，或者使用过多物体进行布尔运算或形状操作等命令。

"Error in Tessellation at line x"：零件物体无法被编译。 这可能由命令行中某些值超出范围或与其它值相互冲突引起的。

"Geometry Specific Errors"：通常编译错误是由错的参数设置引起的。 例如，体积参数的深度或长度不能为0。 特定几何形状错误将为用户指出是哪一行命令以及哪组参数出现了错误。

各种句法错误

如果有错误发生，ZPD会编译脚本中错误行之前的所有物体和操作命令。

脚本语法和数学语法

可以使用零件设计选项卡中的命令来创建和控制物体，或者可以在脚本模式窗口中的文本编辑器中输入命令。请参阅系统命令组、插入组和操作选项组的相关章节来了解每种命令的详细信息。

9.7.4. 创建草图(Creating a Sketch)

草图功能是和"用户自定义"章节中列出的命令结合使用的。

创建草图有以下几个准则：

使用草图的物体必须使用.ZPO扩展名保存。

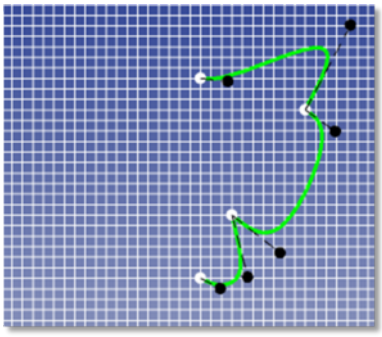
所有草图都绘制在X-Y平面上。 命令EXTRUDE和PYRAMID_S将使草图沿Z轴正向延伸。 命令REVOLVE将使草图沿Y轴旋转。

"曲线"是通过一组连续的"线段"来定义的。 每个线段由2个连续编号的点定义。 任何曲线的起始点总是点1，下一个是点2，依此类推。

点的排序和线段的方向具有重要意义。 点的命名规则及其与相邻段线段的关系如下所示：

以绿色高亮显示的点表示用户选择的序数为*n*的点。箭头的方向表示用户绘制曲线的方向；在这个例子中，用户是从左到右绘制的曲线。

使用REVOLVE旋转的草图会绘制在旋转轴（Y轴）上，但只能占据旋转轴的一侧。



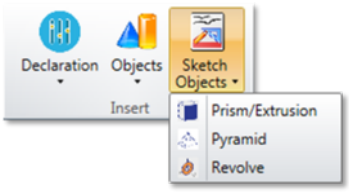
草图只能存在于旋转轴的一侧，如上所示。

使用EXTRUDE、PYRAMID_S和REVOLVE命令的草图必须关闭。 这意味着用户定义的最后一点必须与草图的起始点相同。 当指定的点足够接近起点时，草图将自动关闭。

☒草图可以由直线段、贝塞尔曲线段和弧线段组成。 使用贝塞尔曲线可以形成直线段，但使用直线段不能被调整为平滑曲线，除非删除直线段并用曲线替代。

9.7.5. 使用草图(Using a Sketch)

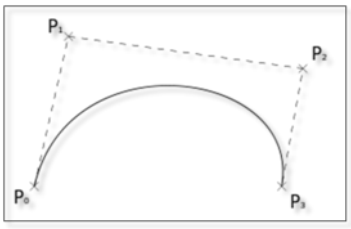
当草图完成时，它可以被任意"草图物体"命令选择。 物体将导出草图模式，进入脚本模式。 命令的草图ID表示现有草图的名称。 不完整的草图（未闭合的）不能用于EXTRUDE、REVOLVE或PYRAMID_S命令。



9.7.6. 什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?)

使用参数方程表示的贝塞尔线段是计算机绘图中常用的绘制平滑基线的方法。 Zemax零件设计使用三阶贝塞尔线段，这意味着它共有4个控制点，包含曲线的起点终点以及多边形上的2个点（也称为切点），该多边形用于控制曲线的形状。 下图中的P1和P2为这段曲线的切点。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



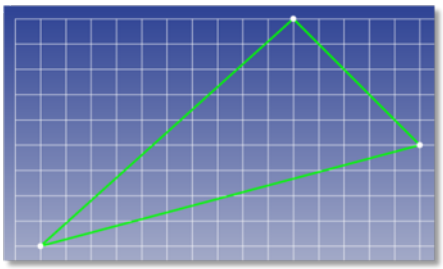
一条贝塞尔线段由四个点控制。 *P1*和*P2*用于控制线段在每个端点处的方向。

三阶贝塞尔线段的方程为：

$$[x, y] = (1-t)^3 P_0 + 3(1-t)^2 t P_1 + 3(1-t) t^2 P_2 + t^3 P_3$$

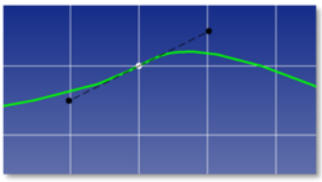
其中 [x,y]是参数为t = 0到t = 1所表式线段上的点。 P0是线段的"起始"点，P_1 是线段的"起始切点"， P_2 是线段的"结束切点"，P3是线段的"结束点"。

本手册中将经常使用"连续"来形容两个线段的交点。 当两条相邻的线段是"连续的"或"平滑的"，则两条线段之间的交点处的曲线至少存在一阶参数连续性（C^1连续）。然而，平滑曲线不是必需拥有二阶参数连续性（C^2连续），因为一阶导数和二阶导数是一样的。为了直观的说明这一点，请参考下图：



一条C^0连续曲线。 也就是说，这些点是连接的，但是缺少一阶或二阶连续性

C2或C1连续曲线可以轻松的实现贝塞尔线段、线段或弧线段之间的连接。 下图中，两个贝塞尔线段连接形成一条C2连续曲线。

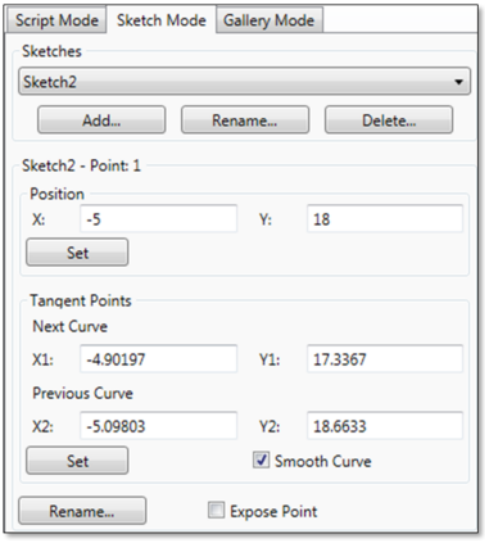


一条*C2*连续曲线。 在*C1*和*C2*连续曲线中，前一段曲线的末端切点，前一段/下一段的结束/起始点和下一段的起始切线都是共线的。 在一条一阶连续的曲线中，前段曲线的末端切点到交点的距离和后段曲线的起点切点到焦点的距离有可能是不一样的， 但他们是同向。

本手册和帮助文件会经常详细说明各个分段的起始和末端切点的操作。 在ZPD中，曲线段起始点切点和起始点形成的直线段用虚线表示，结束点切点和结束点形成的线段亦是如此。 每条贝塞尔线段都拥有一个起始和结束点的切点以及与之联系在一起的起始和结束控制点。 我们将起始切点或结束切点与起始点或结束点之间形成的线段称为起始切向量或结束切向量。

9.7.7. OpticStudio中显示和参数化的草图(Exposing & Parameterizing Sketches Within OpticStudio)

用户可以轻松地将草图的特征参数化，以便在OpticStudio中使用。 这个功能会有助于在光学系统中优化零件设计物体(Part Designer Objects)。 若用户想要显示点操作面板，可以点击草图编辑器中的任意一个点。

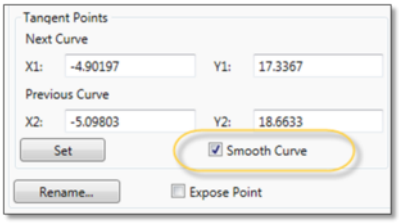


用户可以使用点操作面板改变x和y坐标以及选择点所对应的切点；但是，只有当该点之前和之后的曲线是贝塞尔曲线时，切点才可被修改。 用户可以使用鼠标来操作这些点或将它们输入进点操作面板的文本框中。 若按下"设置"键，所有的更改将会被应用。

若勾选"显示点"框，该点的坐标和对应的切点坐标将在OpticStudio环境中被显示。 请注意OpticStudio中切点就是曲线上点的偏移。 例如，在(3, 4)的零件设计中的一个要显示曲线点，它有(1,2)和(4,6)两个切点，这两个切点的偏移在OpticStudio中显示为(-2,2)和(1,2)。

9.7.8. 约束曲线(Constraining a Curve)

线段、贝塞尔曲线段、弧线段也可以通过彼此设置相切来创建一条"光滑曲线"。 若用户在点操作面板上勾选了"平滑曲线"框将产生下述的效果。

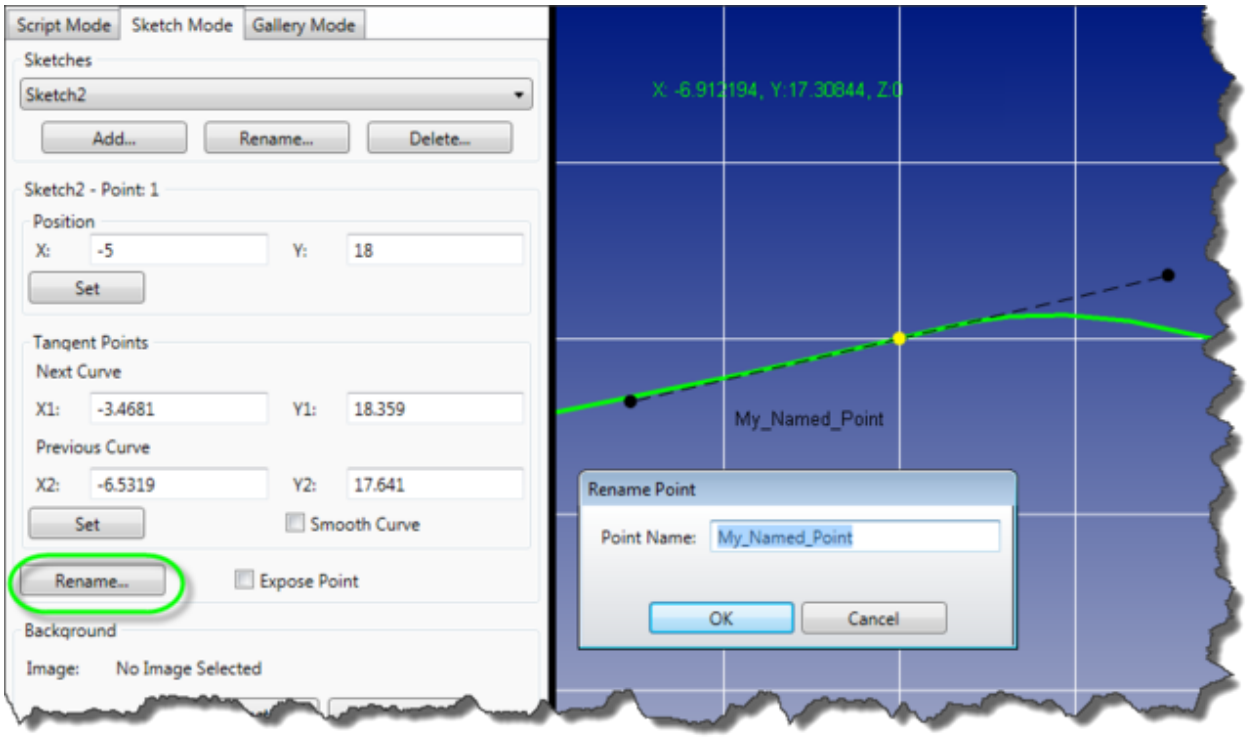


当一条曲线连续时，它的切点和控制点将共线。 调整一个切角时，其他的切角也会自动调整以此来维持一条平滑曲线。 当用户将一条直线段和一条贝塞尔曲线段平滑连接时，这个线段将会平行于末端点和切点之间的向量。

平滑曲线选项仅可用于连接至贝塞尔曲线的点。线-线、弧-弧和线-弧对将无法使用平滑曲线选项。

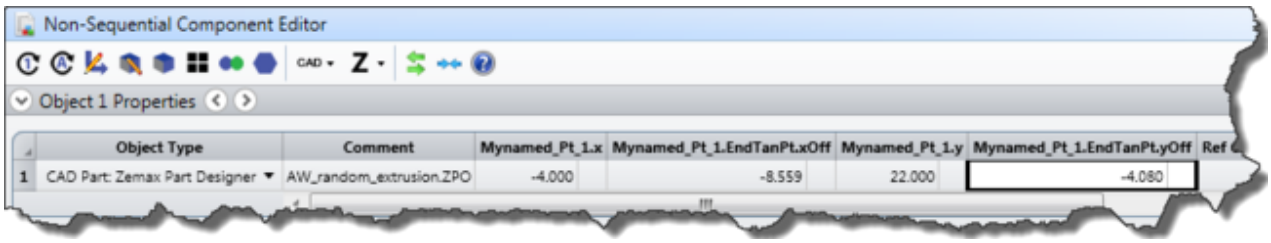
9.7.9. 对点和弧线命名(Naming Points & Arcs)

ZPD允许用户对点和弧线进行重命名。 当一个点被创建时，ZPD会以"<Sketch#.Point#>"的格式为这个点分配一个名称。 弧线遵循类似的约定，其使用的命名格式为"<Sketch#.Arc#>"。 在弧线和点控制面板(Arc and Point Control Panels)上点击"重命名(Rename)"按钮，用户可以给物体赋予一个还未被使用过的任意名字。



在一个点被重命名后，点的名称会以红色字母的形式出现在重命名点的旁边。 重命名弧线的名称则会以红色文本的形式出现在弧线的中心部分。

在完成对点或弧线的定义并显示点或弧线后，当零件被加载时，新的名称将会出现在OpticStudio编辑器中。

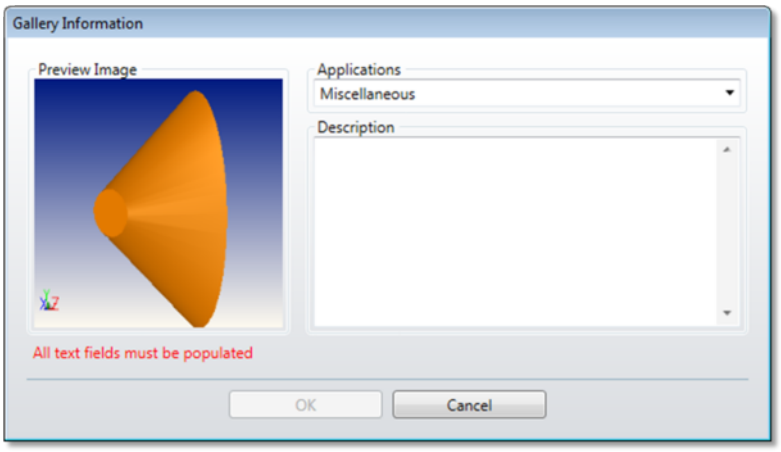


在*OpticStudio*编辑器中，完成定义的点的名称被修改为*"Mynamed_Pt_1"*，并显示在非序列模式元件编辑器中。

9.7.10. 零件库（使用零件设计）(Gallery Mode (using part designer))

在零件库中可以查看Zemax零件设计默认目录下所有可用的ZPO文件的视图。 在Zemax零件设计中创建的任何文件都可以存储零件库数据。

为了给物体创建零件库数据，必须使用保存零件库(Save Gallery)功能来保存它。这个功能可以将当前状态下的用户备注和位图图像等信息保存到文件中。



通过选择"保存零件库"功能来打开这个零件库信息窗口。这个窗口显示的是将要被保存的位图图像。为零件选择不同的应用类型会决定它在零件库中的归类。在保存之前也必须对其做一定的描述。

"应用"中的信息可以由用户自定义输入或从下拉选项中选择。 与列表内项目不一致的物体将自动被归为"杂项"。 当对零件使用截屏功能时，Zemax零件设计会在视图窗口中间出现一个长和宽与当前视图窗口相同的矩形。 按下"确认"键保存零件库模式的信息。 所有数据视场和截图必须在保存前输入到窗口中。 零件必须以.ZPO的扩展格式保存。

9.7.11. 命令（使用零件设计）(Commands (using part designer))

ZPD命令可分为以下几个类别：

插入命令组：为了创建复杂的Zemax零件物体所需创建的新物体或变量。

声明命令：用于存储OpticStudio和脚本中的变量。

创建物体命令：构建物体的基础，利用每种基础的特点创建几何体

草图实体命令：利用草图创建物体

操作选项组命令：允许对插入命令组创建的物体进行修改以及相互作用

形状命令：复制或修改现有物体。

移动命令：移动现有物体

布尔命令：使用布尔逻辑对现有对象进行布尔操作，创建一个新的物体

光线命令：获取几何体的特定参数值，以便在其他计算中作为参数和常量使用。

数学语法：Zemax零件编辑器也有能力执行简单的数学运算来代替脚本中的数据值。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

9.7.12. 插入组（使用零件设计）(Insert Group (using part designer))

9.7.12.1. 声明命令(Declaration Commands)

用于存储OpticStudio和脚本中的变量。

通过参考已经被声明的数值名称，用户可以使用声明命令来定义可能会在脚本其他地方中使用的数值。有两种声明形式：参量和常量。其区别在于，参量在OpticStudio的用户界面中可以显示出来，在脚本中定义的数值可能会在非序列模式元件编辑器中重新定义为不同的数值。

参量**(Parameter)**

PARAMETER name, value

PARAMETER命令用来定义常量的名称和数值，定义之后该参量可以被赋予任意数值。这个已被命名的参量作为一个用户定义的参量，将自动调用给OpticStudio。在OpticStudio中改变和优化参量将会重新建立整个物体，该物体具有新的数值，并且在OpticStudio中定义的任何值将覆盖脚本中的数值。脚本中的数值只用于作为非序列模式物体第一次载入时的系统"默认"值。不能使用之前在声明或计算中定义的数值来定义参量。只有单独的数值才可以。参量的名称会出现在非序列模式编辑器中，并且其数值会如同任意物体中的其他参量值一样被修改。

常量**(Constant)**

CONSTANT name, value

CONSTANT命令用来定义常量的名称和数值，定义之后可以用于任意位置来代替数值。

9.7.12.2. 物体创建命令(Object Creation Commands)

物体命令通过一系列的参数或参考已经存在的物体来创建新的物体。

立方体**(Cube)**

CUBE name, xwidth, ywidth, zwidth

创建一个各方向为特定宽度的立方体，原点位于立方体的中心。

圆锥体**(Cone)**

CONE name, r1, r2, L

通过前表面半径r1和后表面半径r2和长度L创建一个圆柱体或圆锥体。r1、r2可以为0，但不能都为0。L可以为正也可为负，但不能为0。原点位于XY平面的中心处，长度方向沿Z轴方向。

圆柱体**(Cylinder)**

CYL name, radius, length

创建一个有特定半径和长度的圆柱体。长度可以为正或为负，但是不能为0。原点位于投影在XY平面的中心处，长度方向沿Z轴方向。

复合抛物面聚光器**(Compound Parabolic Concentrator)**

CPC name, aperture, angle, length, index

创建一个旋转对称的复合抛物面聚光器。角度的单位是度。如果折射率大于1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

矩形复合抛物面聚光器**(Rectangular Compound Parabolic Concentrator)**

CPCR name, aperture_y, angle_y, length, aperture_x, angle_x, index

创建一个矩形复合抛物面聚光器(CPCR)。角度的单位是度。如果折射率大于1.0，则角度为在该折射率介质中的折射角。

椭圆体**1(Elliptical Volume 1)**

ELLIPSE name, rx, ry, L

创建一个椭圆柱体，其前后表面为沿x轴方向和y轴方向具有特定半径值的椭圆，并沿z方向延伸的长度为L。L可为正也可以为负，但不能为零。原点位于前表面中心。

椭圆体**2(Elliptical Volume 2)**

ELLIPTICAL name, front_x, front_y, back_x, back_y, length

创建一个椭圆柱体，其前后表面分别为以X和Y方向具有不同的半轴尺寸的椭圆，并沿Z轴方向延伸长度L。L可以为正也可为负，但不能为零。原点位于前表面中心。

镜头**(Lens)**

LENS name, r1, k1, radialAperture1, thick, r2, k2, radialAperture2, bevel1, bevel2

创建一个标准透镜，r1和r2分别是前后表面的曲率半径（平面设置为0）。k1和k2是圆锥常数。radialAperture1和radialAperture2分别为前后表面的透光孔径，厚度为前后表面的中心厚度。 原点位于前表面中心。可以选择性的为前后表面的边缘添加bevel1和bevel2。

多边形**(Polygon)**

POLYGON name, n, size, depth

创建一个多边形拉伸的柱体。多边形的边数n至少为3。尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前表面位于XY平面，深度为沿着Z方向延伸的距离。深度可以为正也可以为负，但不能为零。多边形其中一个顶点一定位于x轴的正半轴上。

棱锥体**(Pyramid)**

PYRAMID name, n, size, depth

创建一个拉伸的n边棱锥。底面多边形的边数n至少为3，尺寸为从中心轴到多边形上任意顶点的距离。前面位于XY平面，深度为顶点沿着Z方向延伸的距离。深度可以为正也可为负，但不能为零。多边形其中一个顶点位于x轴的正半轴。

键槽体**(Slot)**

SLOT name, radius, spacing, depth

创建一个两边为半圆形的槽型体。间距为两个圆心的间距，深度是沿着Z方向延伸的距离。原点位于槽型体的中心。

球体**(Sphere)**

SPHERE name, radius

创建一个具有指定半径的球体。原点位于球体的中心。

螺旋体**(Spiral)**

SPIRAL name, radius, R1, R2, turns, pitch

创建一个螺旋体。螺旋轴方向沿Z轴正半轴方向。截面半径(radius)为螺旋"线"的圆形截面的半径尺寸。弯曲半径为从Z轴到螺旋线截面中心的距离，在螺线开始处的弯曲半径为R1，在螺旋末端的弯曲半径R2。圈数是螺旋

线绕Z轴旋转的圈数，该参数不需要为整数。齿距(pitch)是螺线每转一圈Z轴坐标的变化值。截面半径的值应不大于弯曲半径R1和R2中较小值的三分之一。

圆环体**(Torus)**

TORUS name, R, r, start_angle, stop_angle

创建一个圆形圆环体。将一个半径为r的圆放置在YZ平面上，其圆心位于Z轴正半轴距离为R的位置上，这个圆的位置对应角度0度。这个圆围绕Y轴正半轴从起始角度开始旋转到终止角度形成圆环体。其中起始和终止角度以度为单位，且必须在-360和+360之间。

9.7.12.3. 草图实体命令**(Sketch Object Commands)**

草图实体命令根据物体创建命令进行分类。 草图实体命令要求用户定义的草图（在草图模式下创建）和每一个草图命令相关联。

拉伸凸台**(Prism/Extrusion)**

EXTRUDE name, sketch, draft_angle, length

创建一个用指定sketchID的草图拉伸出来的棱镜。 体积沿z轴拉伸，并形成给定长度的棱镜。 用户可以通过d_angle值来设置生成物体的拔模角度。 如果没有设置拔模角度，则默认为0度。棱镜的长度不能为0。 在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不重叠。

棱锥体**(Pyramid)**

PYRAMID_S name, sketchID, length

创建一个用指定sketchID的草图拉伸出来的锥体。 体积沿着z轴对齐，并在z轴的给定长度上形成一个顶点。锥体拉伸的长度不能为0。 在这一操作中使用的草图必须是关闭的，并且草图中的曲线可能不重叠。 草图可以只使用直线段。

回转实体**(Revolve)**

REVOLVE name, sketchID, start_angle, end_angle

用指定sketchID的草图创建一个旋转体。 草图以y轴为旋转轴，从start_angle旋转到end_angle。 其中草图只能在y轴的一侧，并且是封闭的形状。start_angle和end_angle需设置在0到360度之间。

9.7.13. 操作选项组（使用零件设计）**(Operations Group (using part designer))**

9.7.13.1. 形状**(**操作选项组、使用零件设计**)(Shapes (operations group, using part designer))**

阵列 **（Array）**

ARRAY name, object, nx, ny, nz, dx, dy, dz

创建一个由物体定义的几何阵列。通过命名的物体在x、y、z方向复制nx、ny、nz次，间隔为dx、dy和dz。无论n是奇数还是偶数，阵列总是以坐标系统为中心。注意，这个命令从object1开始创建一个新物体，而原始物体不变。不能创建包含超过200个单独物体的阵列；即nx*ny*nz不超过200。

复制实体**(Copy)**

COPY name, object

通过复制一个现有的物体来创建一个新的物体。原始物体保持不变。

圆形阵列**(Ring)**

RING name, object, x, y, z, cx, cy, cz, count

创建一个由物体定义的几何圆形阵列。圆环以点(x,y,z)为中心，这个零件的旋转轴是由方向余弦(cx,cy,cz)确定，复制对象的总数由"count"确定。在使用RING命令之前，参考物体必须通过移动命令(MOVE)或位置命令(POSITION)从旋转轴偏移。 注意，这个命令从object1开始创建一个新物体，而原始物体不变。 参数"count"不能超过200个物体。

倒角**(Chamfer)**

CHAMFER object, width

对所选物体的所有锐边添加指定宽度的倒角。

圆角**(Fillet)**

FILLET object, radius

对物体的尖锐边缘以指定半径添加圆角。

释放内存**(Free)**

FREE object

释放与指定物体有关的内存。此命令可以节省系统资源。但它并不是严格的步骤，因为在关闭脚本时物体会自动释放相应内存。

缩放实体**(Scale)**

SCALE object, sx, sy, sz

按照X、Y和Z方向上的指定因子对指定物体进行缩放。缩放值不能为零，但可以为正或为负。如果为负，则物体在相应方向上进行反转。

着色**(Color)**

COLOR object, R,G,B

通过设定RGB值来对物体创建命令所创建的物体添加颜色。 RGB的每个值必须在0-255之间。

9.7.13.2. 平移/镜像（操作选项组、使用零件设计）(Translate (operations group, using part designer))

移动实体**(Move)**

MOVE object, dx, dy, dz

沿x、y、z方向指定的移动距离来移动物体。

旋转实体**(Rotate)**

ROTATE object, angle, cx, cy, cz

用x、y和z轴方向的余弦定义来定义旋转轴，并将物体沿旋转轴进行指定角度的旋转。

镜像合并**(Mirror)**

MIRROR object, x, y, z, cx, cy, cz

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

镜像复制指定的对象，并使用方向余弦(cx, cy, cz)，相对于指定点(x, y, z)和法向量定义的平面反射复制实体。然后将初始物体和副本合并为一个物体，不管它们是否接触。另请参阅REFLECT，该命令在不进行复制的情况下反射物体。

反射**(Reflect)**

REFLECT object, x, y, z, cx, cy, cz

反射被指定的对象相对于一个由指定的(x, y, z)坐标点和(cx, cy, cz)法向量的方向余弦定义的平面。另请参阅MIRROR，该命令反射物体并将其与未反射的原始物体合并。

定位实体**(Position)**

POSITION object, x, y, z, cx, cy, cz

将物体移动和旋转至以指定点(x, y, z)为中心的新坐标系上，其中局部坐标+Z轴以方向余弦(cx, cy, cz)定位。假设初始原点位于新的ZY平面上。

9.7.13.3. 布尔运算（操作指令组、使用零件设计）(Boolean (operations group, using parts designer))

相加**(Union)**

UNION name, object1, object2

创建新物体，该物体为object1和object2布尔相加运算所得。

相减**(Difference)**

DIFFERENCE name, object1, object2

创建新物体，该物体为object1和object2布尔相减运算所得。该命令用于删除object1中含有的object2的部分。

重叠**(Overlap)**

OVERLAP name, object1, object2

创建一个新物体，此物体是object1和object2的布尔值重叠（逻辑运算中的和运算）。此命令可用于只选择object1和object2重叠部分的体积。

9.7.13.4. 光线（操作选项组、使用零件设计）(Ray (operations group, using parts designer))

RAY data, x, y, z, cx, cy, cz, object

RAY命令使用指定的cx、cy和cz方向余弦在指定的x、y和z点定义光线，然后追迹光线，直到指定物体。如果光线与物体相交，则会将相交点存储为指定数据值。指定数据值包含三个值：相交点的x、y和z坐标。这些值可在后续脚本命令中作为常量使用。

示例

将小球体放置于立方体顶部。这个脚本定义一个立方体，然后光线从立方体上方开始出射并与立方体的顶面相交，并在球体放置的位置定义了一个点。

CUBE box, 1, 1, 1

RAY point, 0, 10, 0, 0, -1, 0, box

SPHERE ball, 0.3

MOVE ball, point.X, point.Y, point.Z

UNION final, box, ball

注意各相交点的坐标。

9.7.13.5. 数学规则（操作选项组、使用零件设计）(Math Syntax (operations group, using part designer))

Zemax的零件编辑器有能力执行简单的数学计算，以替代脚本中的数据值。 以下是常用的操作：

+, -：加法和减法

*, /：乘法和除法

()：所有操作和值都可以包含在括号内

SQRT data_value：该指令为求解数据值的平方根。 且输入值不能小于或等于0。

SINE、COS、TANG、ATAN、ASIN、ACOS：分别为正弦、余弦、正切、反正切、反正弦和反余弦指令。 这些命令计算的是以弧度为单位给出的数据值。

PARAMETER命令与以上操作不能同时执行。

9.7.14. 教程1：7单元格集群光学聚光镜（使用零件设计）(Tutorial 1: 7-Cell Cluster Concentrator Optic (using part designer))

以下设计旨在放置7 LED光源并生成密集的光束，以照亮小型物体。 可以在C:\[...]\Documents\Zemax\Objects\Part Designer Objects文件夹中找到完成的样本文件，文件名为"Cluster_Concentrator.ZPO"。

7单元格集群光学聚光镜使用聚碳酸酯建模，并且位于7单元格*LED*阵列中。

聚光镜可能看起来非常复杂。 但经过进一步观察，零件可以细分为3个部分。 零件的剖面可看作零件由单透镜零件切割而成。 零件中心处的大孔也是由透镜形状切割而成。 零件的放射状"花朵"形状由6个六角形组成，它们由6个复合抛物面聚光镜(CPC)组成，每个复合抛物面聚光镜CPC的底部都切出了一个透镜形状的孔。

本教程会将7单元格集群光学聚光镜分解为几个简单的部分，以创建完全参数化的零件。

第**1**步：设计

在开始之前，要事先知道零件的哪些特性需要被参数化。 在本教程中，零件的整体厚度和直径需要被参数化。 其它间隙和切割的直径测量值将由常数、直径比来表示。 这个比率从零件的初始规格中获得。 这些值的定义如下：

PARAMETER diameter, 20

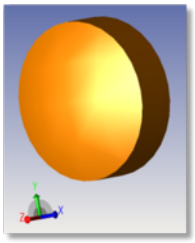
PARAMETER thickness, 16

CONSTANT diamRatio, 14.9/38.5

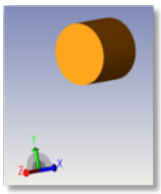
第**2**步：主透镜

使用以下命令创建聚光镜的主体：

LENS lensMain, 0, 0.0, diameter, thickness, -40, 0.0, diameter, 0.0, 0.0

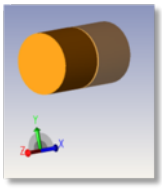


LENS frontCut,-diameter,0.0,diameter*diamRatio,thickness*(2/3),0,0.0,diameter*diamRatio,0.0,0.0

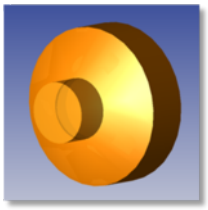


RAY frontCutPos, 0,0,diameter*2, 0,0,-1,lensMain

MOVE frontCut, 0,0,frontCutPos.Z*0.8



DIFFERENCE frontLens, lensMain, frontCut



创建透镜时，每个参数都务必遵守以下定义：

$$z = \frac{cr^2}{1 \pm \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

其中c为曲率（半径的倒数），k为圆锥系数，而r为孔径直径的一半。 使用LENS命令选择的值会同时应用到透镜的前后表面。

创建初始透镜之后，会创建另一个更小的透镜，用作从主透镜减去的区域。 RAY命令非常适用于相对于其它零件来定位零件，如图XVI所示。 RAY命令可让用户访问RAY命令中指定的光线交点的位置。 结果值的作用类

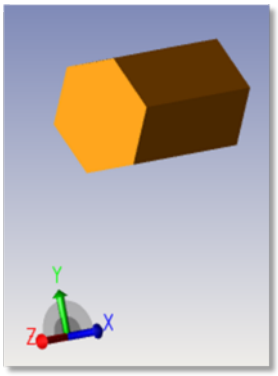
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

似于由CONSTANT命令创建的变量，而且可以执行数学运算。 在本示例中，需要将较小的透镜放置在靠近较大的透镜的前表面处（沿着+z轴）。 由于透镜的曲率，如果不进行某些计算，较小的透镜的位置不会很明显。 沿着z轴从任意距离朝着原点发射一条光线将会解决该问题。 沿着透镜表面的光线交点信息存储在脚本中，而且可以使用其它命令进行访问。由RAY命令获取的z坐标表示较大透镜表面上的点，但是在执行DIFFERENCE命令时，较小的透镜不仅仅只是与透镜相切。 这意味着可以使用比例因子（只需使用任意值或用户定义的值将摆放位置与比例因子相乘）来更改位置，从而获取所需的布尔结果。

第**3**步：基本多面体形状

以下命令用于创建基本多面体形状。 此形状由6个像蜂巢一样排列的六角多面体组成：

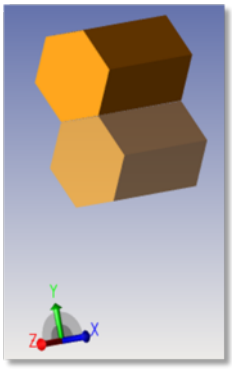
POLYGON poly1,6,diameter*diamRatio,diameter



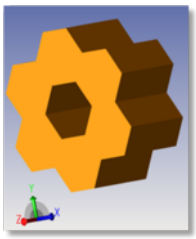
COPY poly2, poly1

RAY poly2Pos, 0,diameter,0, 0,-1, 0, poly1

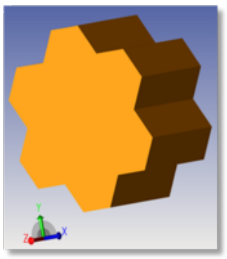
MOVE poly2, 0,2*poly2Pos.Y, 0



RING poly2Ring,poly2,0,0,0,0,0,1,6



UNION polys, poly1,poly2Ring



定义基本多面体时使用了用户自定义的参数。 这样可以确保在OpticStudio中完全参数化整个零件。 通过绕z轴的初始基本多面体的圆环阵列创建多面体的"蜂巢"样式。 请注意，RING命令中使用的基本形状必须从指定的旋转轴偏移，这一点很重要。 因为会绕原点旋转几何形状（旋转轴为z轴），所以必须创建初始多面体的副本，并且将其放置在基本形状的顶部。 再次强调一下，如果不经过某些复杂的数学运算，多面体的顶部不会清晰地显示，而且RAY命令可用于查找复制的多面体的偏移距离。

务必记住，MOVE和POSITION命令会移动形状的原点。 在本示例中，基本多面体的原点位于多面体的背面的中心。 因此命令为：

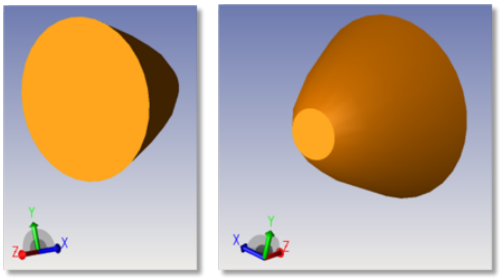
MOVE poly2, 0,2*poly2Pos.Y, 0

沿着Y轴将原点偏移2*poly2Pos.Y个单位。 使用本手册的物体创建命令(Object Creation Commands)部分确定给定几何形状的原点。

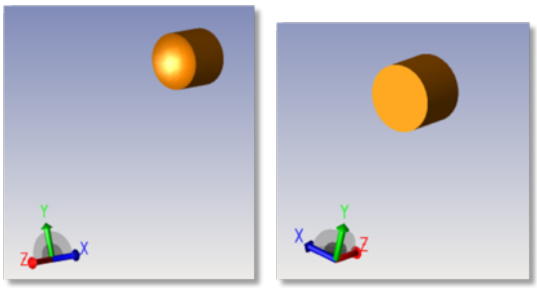
然后通过UNION命令加入初始基本多面体和圆环的副本。

下一个步骤需要所有之前教程中使用的运算。 以下命令详细说明了将会放置在新创建的多面体之后的复合抛物面聚光镜（CPC）对象的阵列。

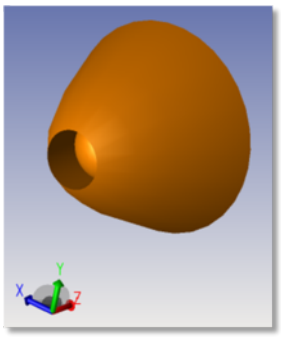
CPC cpc, diameter/5, 5, diameter, 1.0



LENS cpcCut,0,0,diameter/5,diameter/5,diameter/4,0,diameter/5,0,0

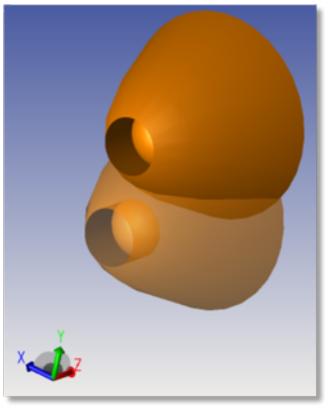


DIFFERENCE cpcLobe, cpc, cpcCut

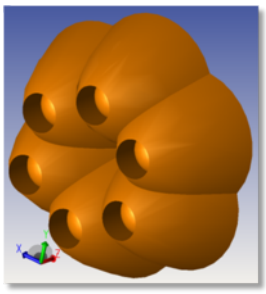


COPY cpcLobe2, cpcLobe

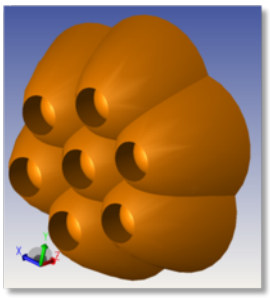
MOVE cpcLobe2, 0, 2*poly2Pos.Y,0



RING cpcLobeRing, cpcLobe2, 0,0,0,0,0,1,6



UNION cpcLobes, cpcLobeRing, cpcLobe

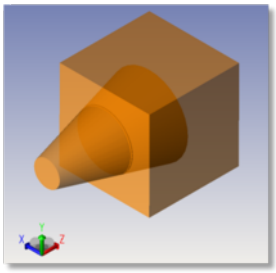
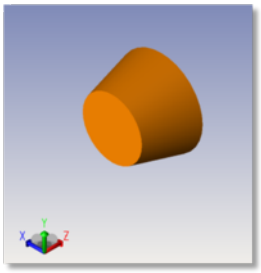


7个复合抛物面聚光镜的圆环阵列具有小型的空气透镜（在后孔径处钻得）。 再强调一下，必须使用在脚本开头声明的参数来定义复合抛物面聚光镜CPC的几何形状。 接下来复制带孔的单个复合抛物面聚光镜CPC对象，并且沿着y轴偏移此对象（所使用的值与之前的RAY命令获取的值相同）。 然后使用RING命令旋转复制的复合抛物面聚光镜CPC，并且将其与位于原点处的原始复合抛物面聚光镜CPC相结合。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

第**5**步：对聚光镜进行精加工

到目前为止使用过的布尔命令只有DIFFERENCE和UNION命令。 第三条也是最后一条布尔命令是OVERLAP命令。 OVERLAP命令涉及两个对象，并且使用两个无异的相交部分来形成新的对象。

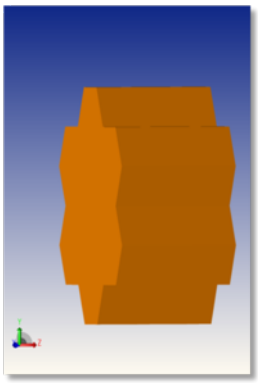
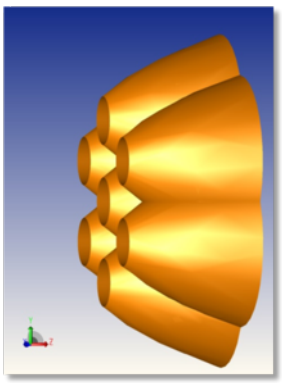
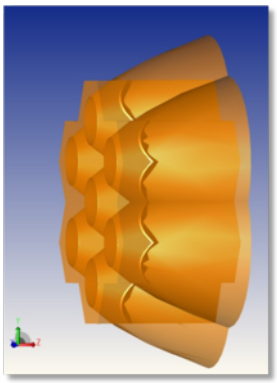
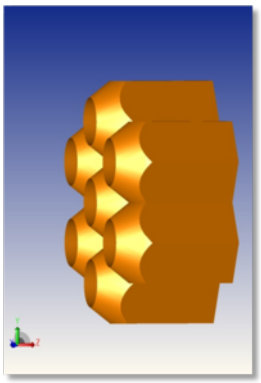



使用OVERLAP命令时，圆锥体和立方体之间会产生相交的结果。

对多面体圆环和复合抛物面聚光镜(CPC)圆环使用OVERLAP命令会产生以下形状：

OVERLAP baseShape, polys, cpcLobes

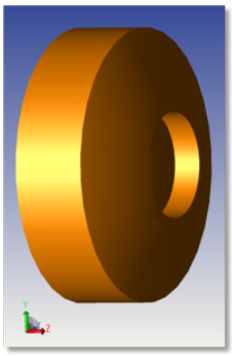
下列图像显示了将要叠加的对象（多边形和复合抛物面聚光镜(CPC)），以及叠加后的重叠部分和合成对象（名为baseShape）

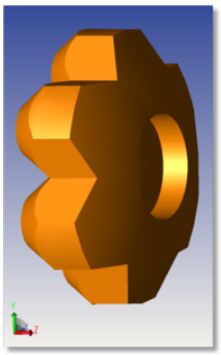





随后对新的形状和原始的大型透镜执行OVERLAP命令，会产生下面所示的对象：

OVERLAP finalConcentrator, baseShape, frontLens

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.





第**6**步：保存文件

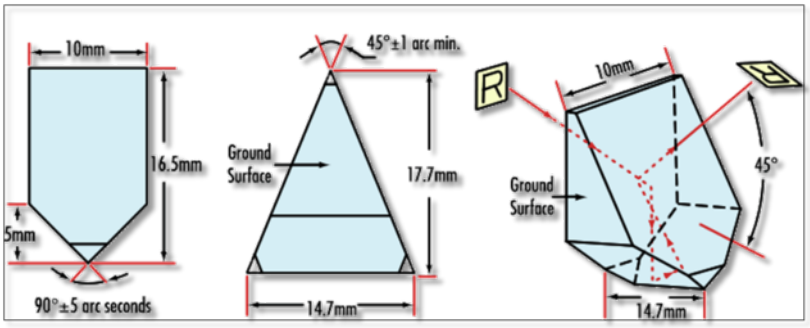
现在，设计好的器件可以导出为一个CAD文件(.IGS、.STEP、.STL、.SAT)或者保存为.ZSO和.ZPO文件。 建议保存为.ZPO文件，这类文件功能强大，囊括了草图和零件库的数据。

保存文件时，在系统命令组(System Group)里找到文件(File)图标，可以选择"保存(save)"、"另存为(save as)"、"保存零件库(save gallery)"。零件也可以通过选择"export as" 命令来完成。

9.7.15. 教程2：（使用零件设计）从草图构建棱镜(Tutorial 2: Building a Prism from Sketches (using part designer))

在本教程中，用户将会使用到Zemax零件设计(Zemax Part Designer)中的各种草图工具，并学会在OpticStudio工作环境下对零件进行优化。

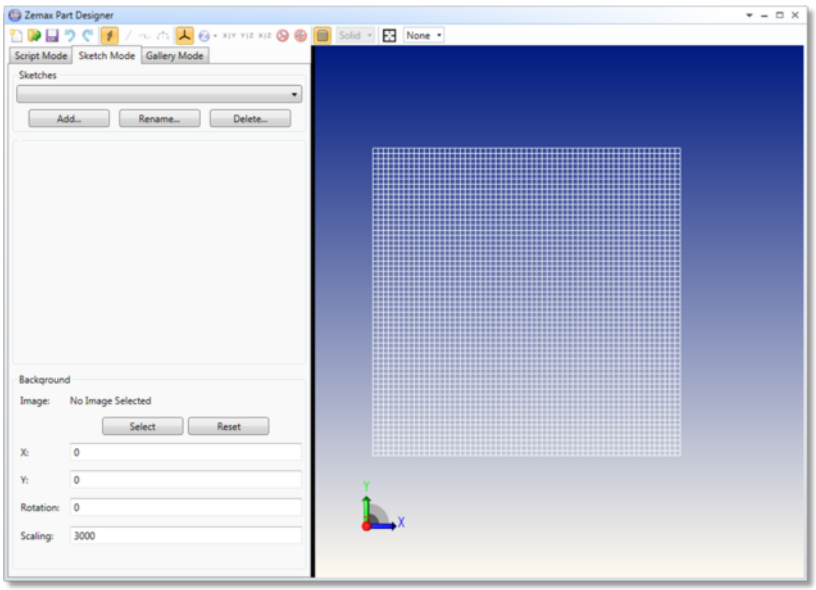
用户可使用如下所示线段工具来建立一个简单的Schmidt-Pechan Roof棱镜。



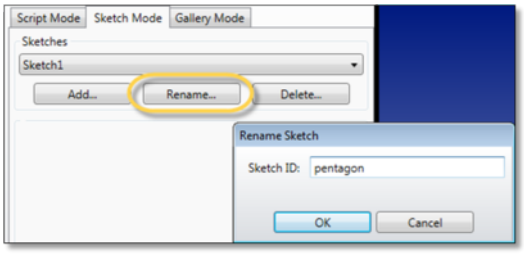
*Schmidt-Pechan*棱镜及其尺寸。

第一步：绘制一个五边形基本形状

首先，打开Zemax零件设计菜单并且切换到草图模式。



单击空草图列表下面的"添加...(Add...)"按钮，添加一个草图到零件文件。 这样将会在列表框中添加一个名为"Sketch1"的空草图， 我们可以通过点击"添加..."按钮旁边的"重命名...(Rename...)"按钮，将草图命名为"五边形"。



在输入有效文本后，点击"确定(OK)"按钮确认草图名称。

选择位于屏幕顶部的工具栏上的直线工具(Line Tool)进行草图绘制。 按照下图顺序绘制下面的6个点。在点控制面板(Point Control Panel)中设置点的值，我们可以大致地确定草图的位置。

点1：(-5.000, 10.000)

点2：(5.000, 10.000)

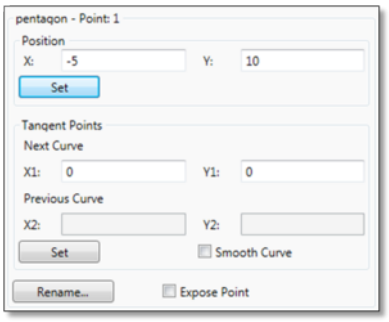
点3：(5.000, -1.500)

点4：(0.000, -6.515)

点5：(-5.000, -1.500)

点6：(-5.000, 10.000)

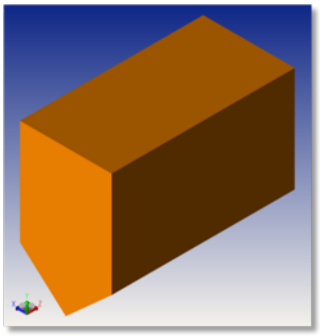
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



返回到ZPD的脚本模式(script mode)中，在脚本编辑器中输入以下代码：

EXTRUDE baseShape, pentagon, 0, 20

这段代码能够让ZPD创建拉伸凸台，"baseShape"：利用草图；草图名称："pentagon"，拔模角度为0度，沿Z轴正方向凸台深度为20（拉伸总是从原点开始，沿正Z轴向外突出）。



沿Z轴正方向延伸*20*个单位的五棱柱

我们知道，最终的棱镜一定是从初始模型"baseShape"中切削出来的三角面。 因为所有拉伸沿Z轴延伸，将初始模型"baseShape"五棱柱以原点为中心、绕y轴旋转90度。 按如下修改整个脚本代码，并重新构建模型：

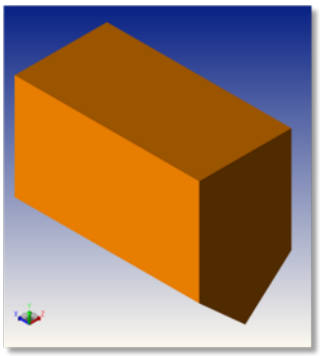
CONSTANT length, 20

EXTRUDE baseShape,pentagon,0,length

MOVE baseShape, 0,0,-(length/2)

ROTATE baseShape, 90, 0, 1,0

将棱柱的凸台深度变量设置成常量，以便随时更改棱柱的长度。 该变量作为参数，不需要进行初始化，因为在使用中，相当随意，不需要在OpticStudio工作环境下修改。



将初始模型旋转、偏移，让模型的中心处于原点位置

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

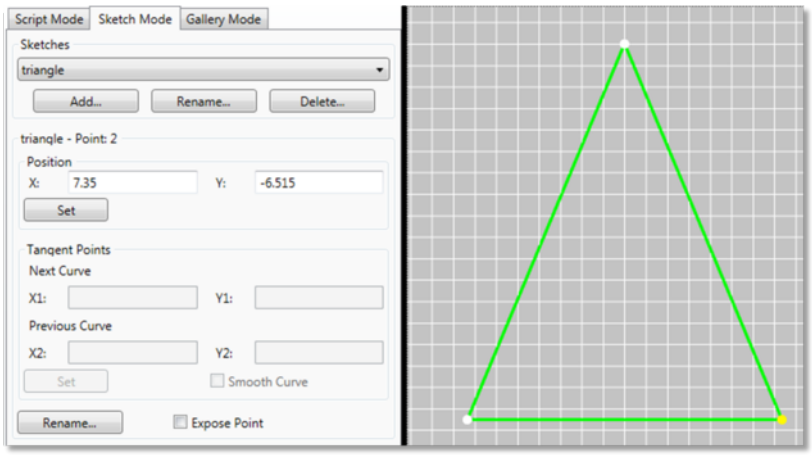
第二步：建立三角面切割

重新进入草图模式(Sketch Mode)，新建草图，命名为"triangle"。 使用直线工具画出下面的点：

点1：(0.000, 11.000)

点2：(-7.350, -6.515)

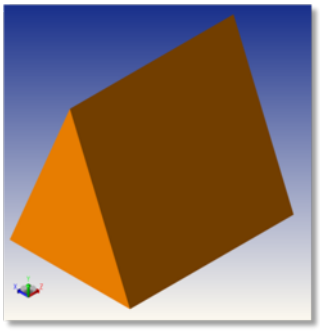
点3：(7.350, -6.515)



绘制三角面截面控制点。

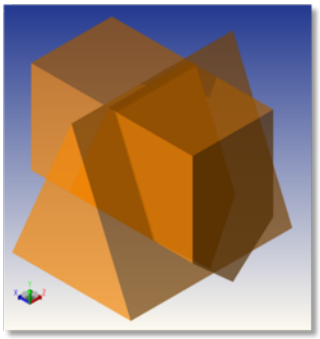
回到脚本模式，并输入下列代码：

EXTRUDE cut,triangle,0,length



MOVE cut, 0,0,-length/2

OVERLAP final, baseShape, cut

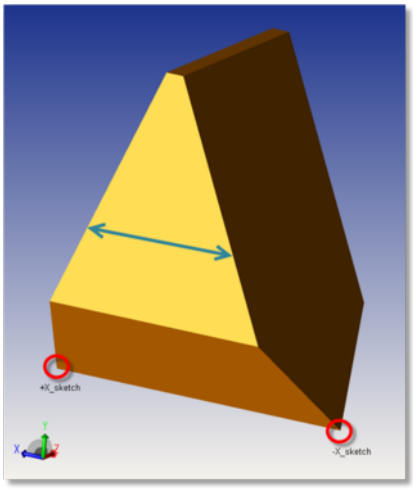


指定长度的三棱柱凸台从五棱柱中间对初始模型"baseShape"进行切割。

Schmidt-Pechan Roof棱镜现在完成了。

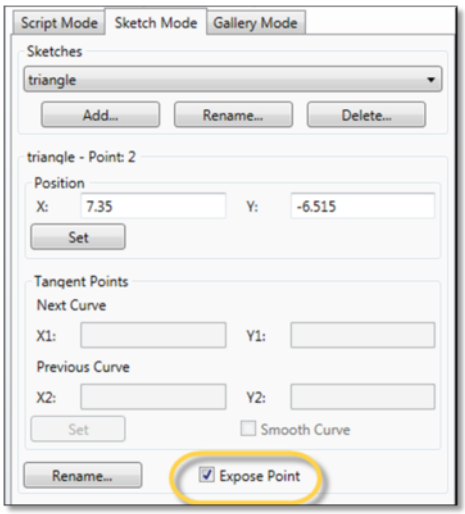
第三步：使用OpticStudio对零件进行优化

根据用户如何使用Schmidt-Pechan Roof棱镜，这里有几种方法可以优化棱镜。 在某些特殊情况下，光从棱镜的一个五边形镜面进入，从另一个面出去。 发生这种情况主要是由于五棱镜相邻两个镜面的夹角造成的。



调整红色圆圈的坐标位置可以改变蓝色箭头标记的角度。

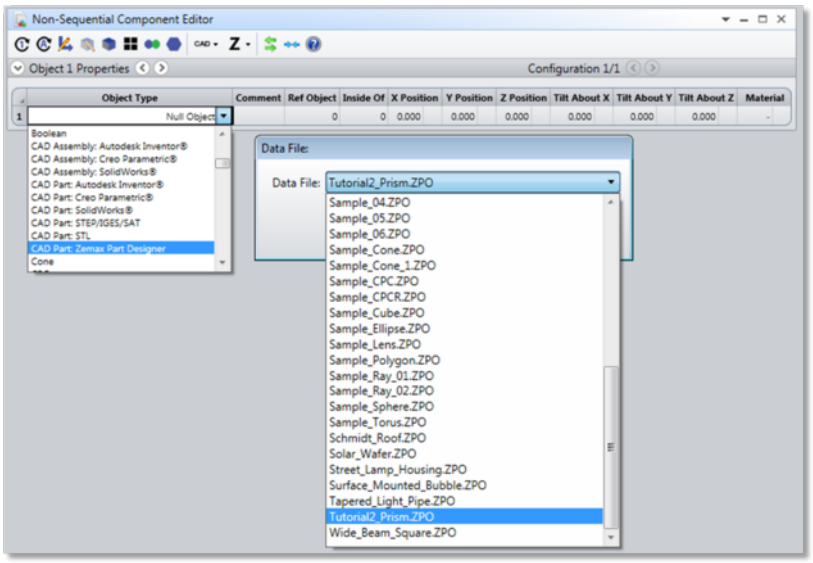
OpticStudio必须能够在Figure GGSDA中修改上述红色圆圈指定的两个点的位置，才能够增加或减少蓝色箭头标记的角度。 返回到草图模式中，"显示(Expose)"这两个点。



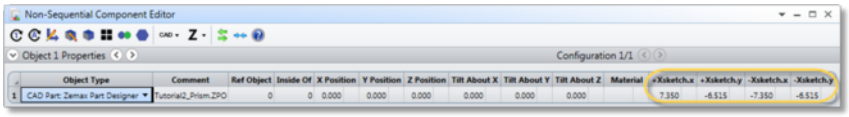
将文件保存到本地"My Documents"-> "Zemax"-> "Objects"->"Part Designer Objects"文件夹中。 显然，最后的结果应该与第二步的结果一致。

在非序列模式元件编辑器(Non-Sequnetial Component Editor)中加载该文件，类型为CAD Part: Zemax Part Designer。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

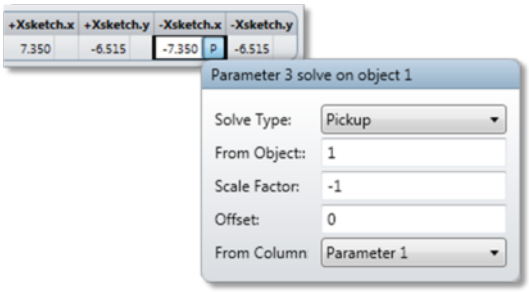


打开文件时，非序列模式编辑器(Non-sequential Editor)应显示2个选定点的x、y坐标。 编辑器中的每个值都由1个参数表示，因此总共应出现4个变量。



显示的点出现在非序列模式编辑器中用线框出的位置。在这种情况下，显示点的列名称表示为*"+Xsketch"*和*"-Xsketch"*

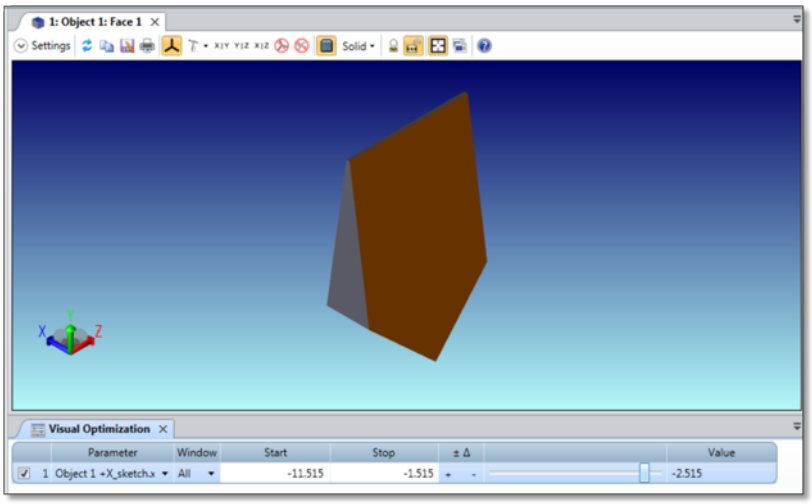
因为棱镜的三角形截面是对称的，我们可以对参数3(-Xsketch.x)选择 Solve Type：Pickup，让它的符号始终与"+Xsketch.x"的符号相反。 现在修改参数2，将会导致参数3发生绝对值相等、符号相反的数值上的改变。



在参数3选择*Solve Type*：*Pickup*，确保*OpticStudio*将该两点调整至对称。

这些控制点的y坐标可以忽略，因为它们将保持不变。 最后，参数1(+Xsketch.x)要变成变量，以便优化。

在评价函数中作为变量的参数1可以进行优化操作。

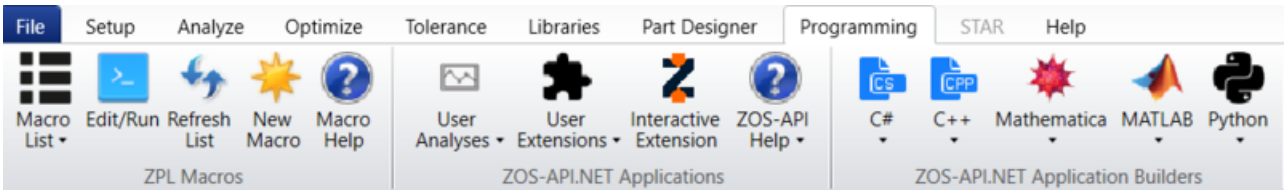


使用可视化优化器*(Visual Optimizer)*来调整棱镜的形状外观

为了增加棱镜的稳定性，我们可以在评价函数参数中限制一个点的取值范围。这样可以确保创建了一个有效的物理棱镜。

10: 编程选项卡(The Programming Tab)

该选项卡用于访问OpticStudio的编程功能。



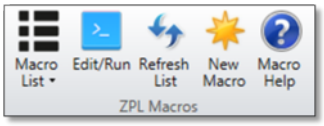
尽管OpticStudio具有一系列功能和分析选项，但特定应用程序可能需要某些特殊的功能或要求。这就是OpticStudio内置编程接口的原因。第一种是**Zemax**编程语言（**ZPL**）**(Zemax Programming Language (ZPL))**，它是一种非常易于学习的脚本语言，类似于Basic。使用ZPL可以轻松执行特殊计算、以不同方式显示数据以及自动执行重复的键盘任务等。用于创建、编辑和运行ZPL宏的工具位于**ZPL**宏**(ZPL Macros)**组中。

Ansys Zemax OpticStudio 还有一个**ZOS-API**编程接口，可以使用C#或任何其他支持.NET的语言在.NET环境中使用。此外，ZOS-API还可使用C++或任何其他支持.COM的语言在.COM环境中使用。使用ZOS-API的工具位于**ZOS-API.NET**应用程序组**(ZOS-API.NET Applications)**和**ZOS-API.NET**应用程序编译器**(ZOS-API.NET Application Builders)**组中。

☒关于ZOS-API(About the ZOS-API)

10.1. ZPL宏组(ZPL Macros Group)

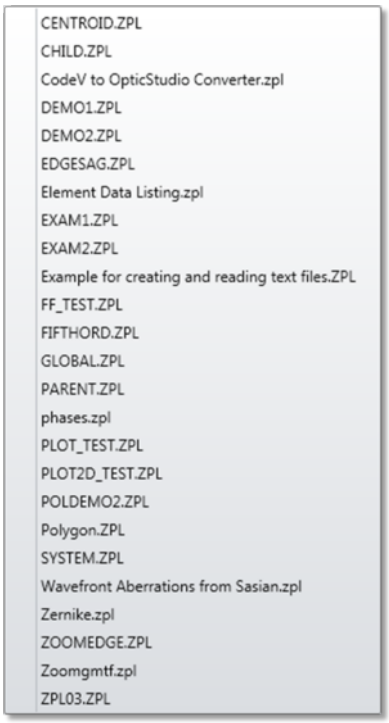
ZPL宏组是"编程(Programming)"选项卡下的子栏目。

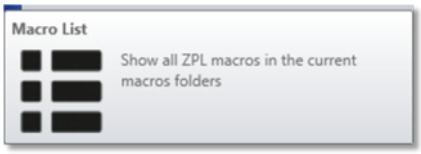


如需了解更多详情，请参阅关于ZPL(About the ZPL)一节。

10.1.1. 宏列表(Macro List)

"宏列表"按钮位于"编程"选项卡的"ZPL宏"栏目。

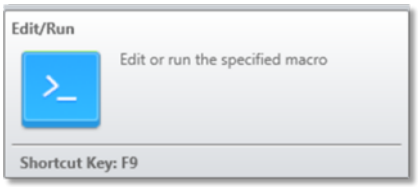




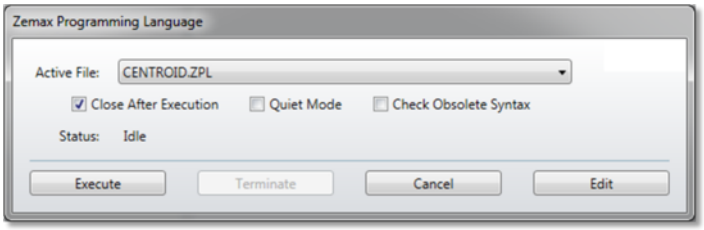
宏列表下拉菜单中显示了当前宏文件夹中所有的ZPL宏文件。（参阅"文件夹(Folders)"）。

单击宏名称，宏将立即执行。

10.1.2. 编辑/运行(Edit/Run)



"编辑/运行(Edit/Run)"选项卡位于编程菜单中的ZPL宏部分。



此工具可编辑或运行指定的宏。

要运行ZPL宏，请在"编程"菜单的"ZPL宏"部分中选择"编辑/运行"选项卡，从"当前文件(Active File)"列表中选择要运行的宏，然后单击"执行"。

OpticStudio将开始运行宏。整个宏运行结束后，弹出文本输出窗口，显示"输出(PRINT)"命令结果或者错误提示信息，可使用CLOSEWINDOW关键字关闭此输出窗口。

ZPL控件对话框具有以下选项：

当前文件**(Active File)** 可从其下拉菜单列表中选择宏。所有列出的宏都是扩展名以.ZPL结尾的文本文件。且文件必须存放在ZPL宏文件夹中；请参阅"文件夹"。宏文件也可以放置在指定文件夹中的子文件里。

执行后关闭**(Close After Execution)** 若勾选，则宏运行完之后，ZPL控制对话框将自动关闭。

安静模式**(Quiet Mode)** 若勾选，默认的输出文本窗口将不会显示，可在不需要生成图形的宏中使用。

检查过时语法**(Check Obsolete Syntax)** 若勾选，OpticStudio将检测宏文本中过时的语法。

状态**(Status)** 在执行宏期间，OpticStudio将在此区域输出一个状态信息，显示正在执行的宏行数。状态信息每隔0.25秒更新一次。

执行**(Execute)** 单击开始执行所选择的宏。

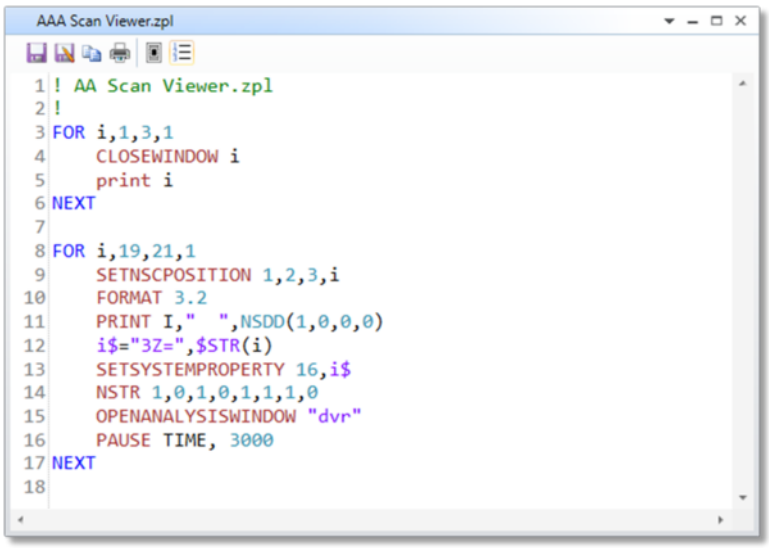
终止**(Terminate)** 停止运行当前的宏。

取消**(Cancel)** 终止当前运行的宏，若当前没有正在运行的宏，则关闭ZPL控制对话框。

编辑**(Edit)** 调用OpticStudio的文本编辑器，可用于修改或重命名宏。在宏文本中，不同ZPL语法显示为不同的颜色，如下表所示：

语法分类	颜色
注释	绿色
字符串	紫色
数字	浅蓝色
控制关键字	蓝色
函数关键字	棕色
标识符	黑色

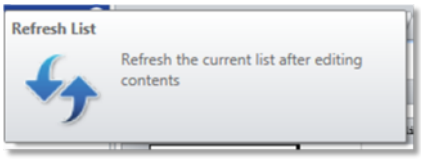
具体示例如下列样本宏截图。



文本编辑器同时包含搜索栏，点击工具栏中的"查找文本"便可开启。

10.1.3. 刷新列表（zpl宏组）(Refresh List (zpl macros group))

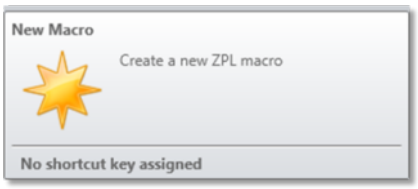
"刷新列表"按钮位于编程选项卡中的ZPL宏栏目。



自OpticStudio启动以来或最近一次刷新列表时，如果添加或删除新的宏文件时，可用此工具更新当前宏列表。

10.1.4. 新建宏(New Macro)

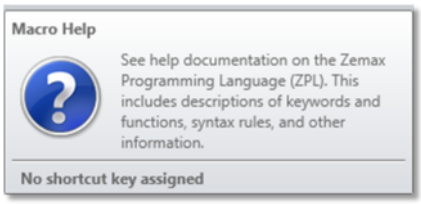
新建宏(New Macro)按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的ZPL宏(ZPL Macros)栏目。



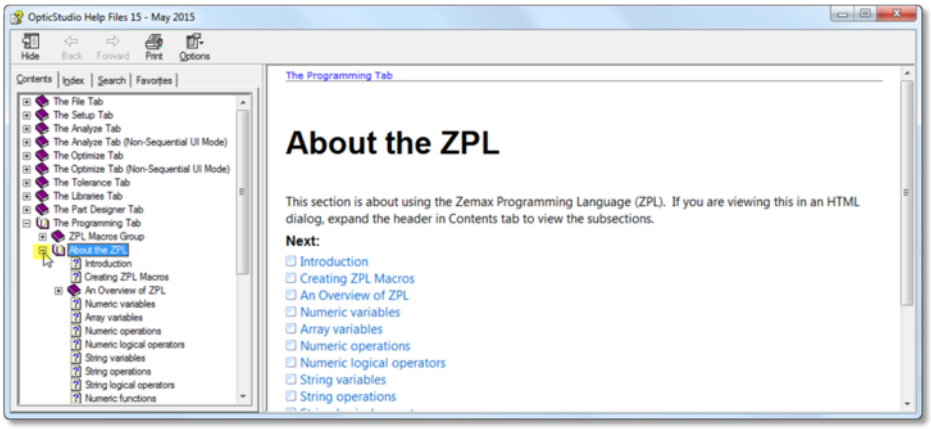
该按钮可打开OpticStudio文本编辑器来新建一个ZPL宏。 这个文本编辑器创建的宏将自动保存为*.ZPL格式，并保存在"宏用户数据"文件夹中。

10.1.5. 宏帮助(Macro Help)

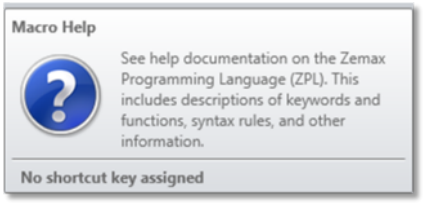
"宏帮助"按钮位于编程选项卡中的ZPL宏栏目，



该按钮可打开HTML OpticStudio帮助文件中"关于ZPL"的章节。 单击HTML窗口中"内容"窗格章节标题旁边的"+"展开子目录来查看详情。



10.2. 关于ZPL(About the ZPL)



本节介绍如何使用Zemax编程语言(ZPL)。如果在HTML对话框中查看"关于ZPL"，需要在内容选项卡中展开标题来查看相关子目录。

10.2.1. 简介（关于zpl）(Introduction (about the zpl))

Zemax编程语言(ZPL)是一种专门为使用OpticStudio而设计的宏语言。ZPL提供了自定义扩展的功能。如果用户要"构建"一个OpticStudio内部没有的特殊计算或者图形显示，则可以编写自己的ZPL宏来实现 。

ZPL与BASIC编程语言类似，不仅支持部分BASIC结构体和关键字，而且还增加了光线追迹的特殊语法函数。ZPL很容易使用，用户参照本章节的介绍以及实例很快就上手。

ZPL是一种强大的编程语言。尽管ZPL易于使用，但它没有内置的调试或变量阴影功能，用户需要自己进行错误检查、代码逻辑调试以及进行优异的编程实践。因此，对于如何编写宏代码来执行某项详细的计算，OpticStudio技术支持不能给出编写意见，只能确保所有的ZPL函数和关键字正常运行。如果您需要使用OpticStudio宏，但又不想自己编程，您可以随时联系OpticStudio技术支持，获得满足需求的自定义程序的开发报价。我们在开发宏程序方面有相当丰富的经验，通常可以很快编写出您所需要的宏程序。

10.2.2. 创建ZPL宏(Creating ZPL Macros)

ZPL宏由一系列保存在文本文件中的宏命令组成。宏命令可以是赋值、关键字或注释。详情请参阅"OPTICSTUDIO编程语言"。

要创建ZPL宏，最便捷的方法是从自带的宏开始，该宏执行与您想要实现的任务类似的任务。如果您首次尝试编写ZPL宏，您可以参阅本章节末尾的示例文件，或者与OpticStudio程序一起安装的位于<data>\Macros文件夹中的ZPL宏示例。

可使用任何文本编辑器来创建ZPL文件（如记事本编辑器）。ZPL文件名可自定义，但扩展名必须是.ZPL，且文件必须存放在ZPL文件夹中，默认是<data>\Macros。要更改此文件夹，请参阅"文件夹(Folders)"

ZPL宏的行宽有一定限制，如果出现"行过长(line too long)"的错误提示，则需要将一行分成几段更短的行。

10.2.3. ZPL概述(An Overview of ZPL)

ZPL宏由一系列保存在文本文件中的宏命令组成。宏命令可以是赋值、关键字或注释。赋值可以是数字或字符串（文本）数据。赋值和关键字都可以用表达式作为变量，只是语法略有不同，如下文所述。

10.2.3.1. 赋值(Assignments)

赋值的一般语法为：

```
variable = (expression)
```

(expression)可以是一个明确的数值（如5）、已赋值的变量名称或复杂的数学表达式（包含函数、常量和变量）。在所有情况下，等号右侧的表达式进行求值，并将结果赋值给左侧指定的变量。

赋值最简单的形式是表达式为一个固定值，例如：

```
x = 5
```

在该命令中，有几点需要注意。首先，不需要声明变量，也就是说在将固定值5赋值给变量"x"之前，x不一定要存在。如果之前"x"已被赋予某个值，那么现在将被重新赋值。其次，不需要特殊符号来终止命令（如C语言中的";"）。因此，每条ZPL命令必须独占一行。

以下是赋值表达式的示例：

```
x = SQRT(5)
y = SINE(x)
z = SQRT(x+5*(7-x))
```

ZPL中定义了许多内置函数，如SQRT（平方根）和SINE（正弦）。还有很多这样的函数，均在"数值函数(Numeric functions)"中进行了定义。请注意，ZPL不区分大小写；SQRT()和sqrt()是同一个函数。本文中所有函数和关键字为大写字母，其它内容均为小写。

关于字符串赋值，请参阅"字符串变量(String variables)"一节。

10.2.3.2. 关键字（zpl概述）(Keywords (an overview of zpl))

关键字的一般语法为：

```
KEYWORD argument1, argument2, argument3...
```

某些关键字没有变量，某些关键字则有多个变量。变量可以是数值表达式，也可以是字符串常量或字符串变量。某些关键字可混合使用数值变量和字符串变量。

以关键字PRINT为例，PRINT关键字之后是要输出的项目列表，用逗号隔开。例如，ZPL命令：

```
x = 3 y = 4
z = SQRT( x * x + y * y ) PRINT "The hypotenuse is ",z
```

将输出以下内容：

```
The hypotenuse is 5.0000
```

请注意，ZPL将强制运算符优先级。ZPL优先级从高到低依次为：括号、函数（如SQRT）、逻辑运算符（如==）、乘除法，最后是加减法。

关键字有很多，其均在"关键字"部分进行了描述。

10.2.3.3. 注释(Comments)

在ZPL宏中有3种方法来添加注释：第1种是以关键字REM开始的一行，第2种是以"!"符号开始的一行，第3种是在行中的任何位置输入"#"符号，且"#"符号不在字符串内。宏的任何位置均可添加空白行。如下所示为添加注释的3个示例：

```
REM this is a remark
! This is also a remark
x = 5 # The # symbol allows comments on the same line as a valid command
```

通过注释，用户可以很轻松地了解和修改宏，并且对宏的正常执行没有任何影响。

10.2.3.4. 创建图形(Creating Graphics)

有一些低级函数用于生成图形，包括GRAPHICS、GTEXT、GLEN- SNAME等等。如需了解有关详细信息，请参阅"图形(GRAPHICS)"一节。使用PLOT和PLOT2D关键字可以更简单地生成典型的OpticStudio风格的线形图和2D图形；详情请参见"PLOT"和"PLOT2D"。

10.2.4. 数值变量(Numeric Variables)

变量可为数值提供临时存储空间，其具体数值在宏编写时未知，但将在宏执行时定义。在您需要一个新的变量时，OpticStudio将为您执行大部分相关工作。例如，如下所示命令：

```
x = 5
```

OpticStudio将为新变量"x"分配内存，并记录与之相关的值。一旦定义了变量，便可以在后续表达式中使用。使用ZPL变量时有以下规则：

变量名不能包含任何ZPL逻辑运算符或界定的特殊字符，如(,)、=、+、-、*、/、!、>、<、^、&、|、#、"以及空格字符。

变量名不能与关键字或函数重名，比如THIC或RAYX。由于ZPL不区分大小写，因此也不能使用rayX或Thic来规避这一规则。

每个变量名长度限制在28个字符内。

所有ZPL数值变量均以64位双精度数值存储。

10.2.5. 数组变量(Array Variables)

数组变量可以是一维或者多维数组，其数值可以是双精度或者整数。不同于（标量）数值变量，数组变量必须提前定义才能使用。定义的语法为：

```
DECLARE name, type, num_dimensions, dimension1 [, dimension 2 [, dimension 3 [,
 dimension 4] etc...]]
```

name可以是如前文所述的任何合法变量名。type必须是双精度或整数，以指定该数组变量的类型。整数值num_dimensions定义了该数组的维数，而非大小，并且必须在1到4之间，包括1和4。整数dimension1、dimension2等等定义了该数组的大小。需注意，数组变量从折射率1开始，因此对于大小为10的数组，其有效折射率是从1到10。

可以在宏内部的任何位置定义数组变量，不需要在宏的开始位置声明。可使用关键字RELEASE释放数组变量的相关内存。语法为：

```
RELEASE name
```

关键字RELEASE命令是可选的，因为在宏终止后，将自动释放声明变量的相关内存。但是，如果只是在宏执行的某一部分中需要大型数组，则关键字RELEASE对于节省内存很有用。

数组变量的赋值语法为：

```
name ( index1, index2, ...) = value
```

可以使用相同的基本语法来检索数组中存储的值：

```
value = name ( index1, index2, ...)
```

以下示例代码定义了一个二维数组变量，对每个元素进行赋值，并输出数组变量值，然后释放数组的内存：

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

```
DECLARE Z, DOUBLE, 2, 5, 5
FOR i, 1, 5, 1
FOR j, 1, 5, 1
Z(i, j) = i + j
NEXT j
NEXT i

k = 0
FORMAT 8.0
FOR i, 1, 5, 1
FOR j, 1, 5, 1
PRINT k, i, j, Z(i,j)
k = k + 1
NEXT j
NEXT i

RELEASE Z
```

10.2.6. 数值运算符(Numeric Operations)

ZPL宏支持基本数值运算，比如加减乘除。其语法如下所示。

```
x = y + z
x = y - z
x = y * z
x = y / z
```

ZPL宏所有其它的运算只能通过使用数值函数或数值逻辑运算符来实现，这些将在后续章节中进行描述。

10.2.7. 数值逻辑运算符(Numeric Logical Operators)

逻辑运算符用于构造复杂命令，命令结果为1或0。大部分逻辑运算符采用(left_expression) (operator) (right_expression)格式，类似于算术表达式，比如1+2。不过，非运算符"!"除外。非运算符仅使用单个参数，格式是!(right_expression)。在使用逻辑运算符时规定：0表示"假"，任何非0值均表示"真"。如果(right_expression)为0（假），则非运算符返回1（真），如果(right_expression)为非0（真），则非运算符返回0（假）。非运算符常用于IF命令中，比如：

```
IF !x THEN PRINT "x is zero."
```

IF命令中的参数也可以使用其它逻辑运算符。例如，IF命令可能包含两个条件，这两个条件必须均成立才能执行THEN命令：

```
IF ( x > 1 ) & ( y < 2 ) THEN PRINT "Both conditions are true."
```

这两个条件通过逻辑"与"表达式（用&表示）来关联。需注意，圆括号优先级更高。ZPL中的数值逻辑运算符如下表所述：

数值逻辑运算符(Numeric Logical Operators)

逻辑运算符	描述
&	与，仅当两个表达式均为非0，则返回1。
|	或，如果至少一个表达式为非0，则返回1。
^	异或，如果仅一个表达式为非0，则返回1。
!	非，如果(right_expression)为非0，则返回0，否则返回1。

==	等于，如果表达式相等，则返回1。
>	大于，如果left_expression大于right_expression，则返回1。
<	小于，如果left_expression小于right_expression，则返回1。
>=	大于等于，如果left_expression大于等于right_expression，则返回1。
<=	小于等于，如果left_expression小于等于right_expression，则返回1。
!=	不等关系，如果两边表达式不相等，则返回1。

10.2.8. 字符串变量(String Variables)

ZPL支持字符串变量和基本字符串运算。字符串变量最多可以包含360个字符。字符串变量不需要声明，可以随时使用赋值命令创建，比如：

```
newstring$ = "Here is the new string"
```

需注意，字符串变量与数值变量的区别在于，字符串变量的末尾有$字符。

ZPL也支持字符串函数，可用于提取文本数据，比如

```
itle$ = $LENSNAME()
```

需注意，函数$LENSTITLE()是以$字符开头。表明此函数返回字符串结果。

10.2.9. 字符串运算符（String Operations）

可以使用"+"运算符来合并字符串变量。其语法为：

```
C$ = A$ + B$
```

合并运算中可包含字符串常量：

```
total$ = "A$ is " + A$ + " and B$ is " + B$
```

可以在定义命令中使用字符串函数，比如

```
this$ = "Here is the lens title: " + $LENSNAME()
```

字符串变量可以像其他字符串一样用"PRINT"输出：

```
PRINT "Here is A$: ", A$
```

需注意，PRINT函数只能输出单个字符串变量；在输出命令中不能使用合并运算或字符串函数。可先将字符串合并到新的字符串中，然后再输出此新的字符串：

```
A$ = B$ + C$
PRINT A$
```

或者用逗号进行合并运算：

```
PRINT A$, B$, C$
```

ZPL不能直接输出字符串函数，比如：

```
PRINT $LENSNAME() ! NOT CORRECT !!!
```

可先将字符串函数结果赋给某个变量，然后再输出此变量：

```
Z$ = $LENSNAME()
PRINT Z$
```

10.2.10. 字符串逻辑运算符(String Logical Operators)

字符串逻辑运算符与前一节中定义的数值逻辑运算符非常类似。主要区别在于，参与比较的表达式是字符串，而不是数值。下表定义了支持的字符串逻辑运算符：

字符串逻辑运算符

逻辑	描述
$==	等于，如果left_string和right_string相同，则返回1。
$>	大于，如果left_string大于right_string，则返回1。
$<	小于，如果left_string小于right_string，则返回1。
$>=	大于或等于，如果left_string大于或等于right_string，则返回1。
$<=	小于或等于，如果left_string小于或等于right_string，则返回1。
$!=	不等于，如果left_string和right_string不相同，则返回1。

例如，用IF命令对字符串进行逻辑运算，如下所示：

```
A$ = "TEST"
BS = "TEST"
IF (A$ $== B$) THEN PRINT "Strings are identical."
```

10.2.11. 数值函数（Numeric Functions）

数值函数可以作为数值变量赋值命令的右侧表达式，也可以作为关键字中的参数表达式。数值函数可能不需要参数，也可能需要一个或多个参数。所有的函数均返回单个值。某些函数（如表示主波长的PWAV()）返回的值与参数无关，因此不需要提供参数，但圆括号仍然是需要的。

下表中列出了所有ZPL数值函数。如果函数语法为FUNC()形式，则表示不需要参数。FUNC(x)表示需要一个参数，FUNC(x,y)表示需要两个参数，以此类推。

ZPL函数列表

函数	参数	返回值
ABSO(x)	数值表达式	表达式的绝对值。
ACOS(x)	数值表达式	反余弦（以弧度为单位）。此函数可用于定义常数pi: π = 2*ACOS(0)。

APMN(x)	有效的表面编号	最小半径值。对于支撑杆孔径，表示臂的宽度。对于矩形和椭圆形孔径，表示孔径的x-半宽。
APMX(x)	有效的表面编号	最大半径值。对于支撑杆孔径，表示臂的数量。对于矩形和椭圆形孔径，表示孔径的y-半宽。
APOI(px, py)	归一化光瞳坐标	光线强度切趾因子。
APXD(x)	有效的表面编号	孔径偏心（x）值。
APYD(x)	有效的表面编号	孔径偏心（y）值。
APTP(x)	有效的表面编号	整数代码，用于描述指定表面上的孔径类型。
ASIN(x)	数值表达式	反正弦（以弧度为单位）。
ASPR()	（空）	当前显示图形的纵横比。
ATAN(x)	数值表达式	反正切（以弧度为单位）。
ATYP()	（空）	系统孔径类型代码：0表示EPD，1表示F/#，2表示NA，3表示光阑尺寸浮动。
AVAL()	（空）	系统孔径值。
CALD(i)	折射率	返回CALLMACRO缓冲区中指定折射率处的数值。请参阅"从宏中调用宏（Calling a Macro from within a Macro）"
CHZN(x)	有效的表面编号	表面的延伸区。
CONF()	（空）	返回当前结构的编号，介于1和总的多重结构数之间，包括首尾值。
CONI(x)	有效的表面编号	指定表面的圆锥系数。
COSI(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的余弦。
CURV(x)	有效的表面编号	指定表面的曲率。
EDGE(x)	有效的表面编号	指定表面当前净口径或半直径对应的边缘厚度。
EOFF()	（空）	文件结尾标记。如果到达文件结尾，则返回1，否则返回0。仅在执行了关键字READ之后才有效。
ETIM()	（空）	从上个TIMER开始所经过的时间（以秒为单位）。
EXPE(x)	数值表达式	e的表达式次幂。
EXPT(x)	数值表达式	10的表达式次幂。

FICL(vec#)	矢量编号，在1到4之间，包括首尾值。	光纤耦合效率。请参阅"使用FICL()函数（Using the FICL() Function）"。
FLDX(x)	有效的视场编号	指定视场的X角度或高度。
FLDY(x)	有效的视场编号	指定视场的Y角度或高度。
FTAN()	有效的视场编号	指定视场的子午角。
FTYP()	（空）	如果当前视场类型是角度（以度数为单位），则返回0；如果是物高，则返回1；如果是近轴像高，则返回2；如果是实际像高，则返回3；如果是经纬角，则返回4。高度单位是镜头单位。
FVAN(x)	有效的视场编号	指定视场的渐晕角。该命令已被废弃。请参阅FTAN()。
FVCX(x)、FVCY(x)	有效的视场编号	指定视场x或y方向的渐晕压缩因子。
FVDX(x)、FVDY(x)	有效的视场编号	指定视场x或y方向的渐晕偏心因子。
FWGT(x)	有效的视场编号	指定视场的视场权重。
GABB(x)	有效的表面编号	指定表面材料的玻璃库阿贝数。
GAUS(x)	标准差	从高斯分布、0均值及指定的标准差中返回一个随机值。
GETT(window, line, column)	要提取的数值的窗口编号、行编号以及列编号。列由空格和制表符分隔。	从任何打开的文本窗口中提取数值。该功能可对OpticStudio窗口中显示的任何值进行计算。此函数假定句点(.)为小数点分隔符。要使用Windows设置中当前选择的字符，请使用GETL()。
GETL(window, line, column)	要提取的数值的窗口编号、行编号以及列编号。列由空格分隔。	从任何打开的文本窗口中提取数值。该功能可对OpticStudio窗口中显示的任何值进行计算。此函数使用Windows的"区域和语言"设置中定义的小数点分隔符。另请参阅GETT()。
GIND(x)	有效的表面编号	指定表面材料的玻璃库d光折射率。
GLCA(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的x矢量。
GLCB(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的y矢量。
GLCC(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的z矢量。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

GLCM(surf, item)	"面"必须是有效的表面编号，"项"是介于1到12之间的整数。	如果项等于1到9，则返回值为R11、R12、R13、R21、R22、R23、R31、R32或R33。如果项等于10到12，则返回值为全局偏移矢量的x、y或z分量。请参阅"全局坐标参考面（Global Coordinate Reference Surface）"。
GLCX(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的x坐标。
GLCY(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的y坐标。
GLCZ(x)	有效的表面编号	指定表面中心在全局顶点下的z坐标。
GNUM(A$)	任何字符串变量名称	如果字符串A$是有效的玻璃名称，如BK7，则GNUM返回玻璃库中对应玻璃的编号。该编号可供关键字SETSURFACEPROPERTY使用，用于定义某个表面的玻璃类型。如果A$没有对应库中的任何玻璃，则GNUM返回0。如果字符串是"MIRROR"，则GNUM返回-1。
GPAR(x)	有效的表面编号	指定表面材料的玻璃库部分色散系数。
GRIN(s, w, x, y, z)	表面编号、波长编号以及x、y和z坐标	返回在波长编号w下，指定表面上对应x、y、z坐标点的折射率。对渐变介质和非渐变介质均有效。
GTEM(code)	对于复选框"代码"的值，使用玻璃替换模板的代码为0，排除数据不全的玻璃的代码为1，标准的代码为11，首选的代码为12，废弃的代码为13，特殊的代码为14，使用相对成本、CR、FR、SR、AR和PR的代码分别为21-26。对于数值，使用相对成本、CR、FR、SR、AR和PR的代码分别为31-36。	返回玻璃替代模板中的数据。复选框返回0表示"错误"（未选中），返回任何非0值表示"正确"（选中）。
IMAE(seed)	种子数据值	返回几何图像分析效率。请参阅详述"几何图像分析（Geometric Image Analysis）"。如果种子为0，则每次调用IMAE时都将使用相同的随机数。如果种子不为0，则每次调用IMAE时都将使用唯一的随机数。
INDX(surface)	有效的表面编号	主波长的折射率。请参阅ISMS。
INTE(x)	数值表达式	返回不大于变量的最大整数。

ISCS(surface)	有效的表面编号	如果表面不是复合表面，并且其中一个表面是完整表面，则返回0。
ISMS(surface)	有效的表面编号	如果指定表面奇数镜面，或者其之后为非镜面，则返回1，否则返回0。
LOGE(x)	正数值表达式	以e为底的表达式的对数。
LOGT(x)	正数值表达式	以10为底的表达式的对数。
LOST(code)	code是1或2，1可表示由于错误而损耗的能量，2表示由于阈值而损耗的能量。	在最新NSTR追迹之后损耗的能量。
LVAL(A$)	任何字符串变量名称	字符串值。返回字符串A$的浮点值，采用当前用户语言设置来表示字符串的小数分隔符。另请参阅SVAL。
MAGN(x,y)	x和y可以是任何实数	计算x平方与y平方之和的平方根。
MAXF()	（空）	最大径向视场角度（以度为单位）或者径向物高或像高（以镜头单位表示）。返回值取决于视场是按照角度、物高还是像高来定义的。 视场角注意事项：有关归一化以及最大视场角和最大径向角之间差异的更多信息，请参见"视场类型（Field Type）"。
MAXG()	（空）	当前载入的玻璃数量。

MCON(row, config, data)	从多重结构编辑器提取的行（操作数编号）、结构编号和数据值。	提取多重结构编辑器中任意行和结构的数据。类似于MCOP，但MCOP具有提取数据的扩展功能。 如果行号（row）和结构编号（config）均为0，数据（data）值为0、1和2时，MCON分别返回操作数数量、结构数量和当前结构编号。 如果行号（row）介于1和总操作数数量之间，结构编号（config）为0，数据（data）值为0到4时，MCON分别返回指定操作数类型，整数1、整数2、整数3和字符串标记。其中3个整数值分别对应不同操作数的不同参数，例如表面和波长编号。如果操作数数据是字符串值（如玻璃名称），则字符串标记是1，如果操作数数据是数值，则字符串标记是0。 如果行号（row）介于1和总操作数数量之间，多重结构操作数和结构编号（config）是有效的，则MCON返回对应操作数的数值数据或字符串数据。 需注意，在调用MCON之后，MCON返回的所有字符串数据必须通过$buffer命令来提取。例如，以下代码示例将把操作数名称存放在字符串a$中的第一行： dummy = MCON(1, 0, 0) a$ = $buffer() 另请参阅关键字SETMCOPERAND。
MCOP(row, config)	多重结构编辑器的行（操作数编号）和结构编号。	提取多重结构编辑器中任意行和结构的数据。结构编号0表示当前结构。另请参阅关键字SETMCOPERAND。
MCSD(x)	有效的表面编号	表面的机械半直径。
MFCN()	（空）	MFCN更新镜头数据，使评价函数生效，更新评价函数，然后返回当前评价函数值。请参阅OPER。
NCON()	（空）	返回结构的数量。
NFLD()	（空）	返回已定义视场的数量。

NOBJ(surface)	有效的非序列模式表面编号	返回非序列模式表面中已定义物体的数量。
NPAR(surf, object, param)	surf是表面编号，object是物体编号，param是要返回的值的参数编号。	返回非序列模式元件编辑器中指定物体对应参数的值。请参阅"SETNSCPARAMETER"。
NPOS(surf, object, code)	"面"是表面编号，"物体"是物体编号，"代码"是1到6，分别对应要返回的参考物体的x、y、z、x倾斜、y倾斜和z倾斜。	返回非序列模式元件编辑器中位置列中的值。请参阅"SETNSCPOSITION"。
NPRO(surf, object, code, face)	"面"是表面编号，"物体"是物体编号，"代码"的值为关键字SETNSCPROPERTY定义的值，"面"是指定物体的面编号。	返回在非序列模式元件编辑器中定义物体的属性页中的数值或字符串值。如需了解有关代码值的更多信息，请参阅"SETNSCPROPERTY"。调用该函数返回字符串数据之后，可用$buffer()函数提取字符串值。例如，若要从非序列模式表面2中提取物体5的注释列，可使用以下两个命令： dummy = NPRO(2, 5, 1, 0) a$ = $buffer() 此时dummy值可以忽略。字符串变量a$已包含了物体注释。
NSDC(surf, object, pixel, data)	"面"值表示非序列模式组的表面编号。 "物体"编号表示所需的探测器。"像素"表示返回指定像素的值。"数据"为0表示实部，1表示虚部，2表示振幅，3表示相干强度。 另请参阅"NSTR"	如果物体编号对应的是矩形探测器，则返回指定像素上的相干强度数据。相干强度数据对所有入射光线进行计算，包含4个数字：实部、虚部、振幅和相干强度。 如果像素编号为0，则返回探测器物体上所有像素数据的总和。

NSDD(surf, object, pixel, data)	"面"值表示非序列模式组的表面编号。 物体编号表示所需的探测器。 请参阅右侧的详述内容，了解有关像素和数据参数的详细信息。 另请参阅"NSTR"。	如果物体编号为0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回0。如果物体编号小于0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并且返回0。 如果物体编号对应于矩形探测器、表面探测器或体探测器，则返回指定像素中的非相干强度数据。 如需了解有关像素和数据参数的完整详述，请参阅优化操作数"NSDD"。该ZPL函数中像素和数据参数的定义与NSDD优化操作数的相同。 与优化操作数NSDD不同的是，该函数不支持指定# Ignored参数的值，并且假定# Ignored值始终为0。 请注意，与评价函数操作数NSDD不同，该ZPL数值函数NSDD()不支持pixel = -14/-15，因为无法传递空间频率。如需了解有关在ZPL中计算几何MTF的信息，请参阅GETNSCMTF。
NSDE(surf, object, pixel, angle, data, wavelength)	"面"值表示非序列模式组的表面编号。 "物体"编号表示所需的探测器。 请参阅右侧的详述内容，了解有关像素、角度、数据和波长参数的详细信息。 另请参阅"NSTR"。	如果物体编号为0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回0。如果物体编号小于0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并且返回0。 如果物体编号对应于颜色探测器，则返回指定像素上的数据。 如需了解有关像素、角度、数据和波长参数的完整详述，请参阅优化操作"NSDE"。该ZPL函数中的像素、角度、数据和波长参数的定义与NSDE优化操作数的相同。 与优化操作数NSDD不同的是，该函数不支持指定# Ignored参数的值，并且假定# Ignored值始终为0。

NSDP(surf, object, pixel, data)	"面"值表示非序列模式组的表面编号。 "物体"编号表示所需的探测器。 请参阅右侧的详述内容，了解有关像素和数据参数的详细信息。 另请参阅"NSTR"。	如果物体编号为0，则函数会清除所有探测器数据，并且返回0。如果物体编号小于0，则函数会清除该物体编号的绝对值定义的探测器数据，并且返回0。 如果物体编号对应于极坐标探测器，则返回指定像素上的数据。 如需了解有关像素和数据参数的完整描述，请参阅优化操作数"NSDP"。该ZPL函数中像素和数据参数的定义与NSDP优化操作数的相同。
NSUR()	（空）	已定义的表面数量。
NWAV()	（空）	已定义的波长数量。
OBJC(A$)	任何字符串变量名称	含注释的物体。返回注释与字符串A$内容相同的第一个非序列模式物体编号，不区分大小写。如果非序列模式物体与注释不匹配，则返回-1。
OCOD(A$)	OpticStudio优化操作数的任何字符串变量或文本名称。	用作OPEV函数的优化操作数代码编号。
ONUM(A$)	任何字符串变量名称	如果字符串A$是一个有效的优化操作数名称，如EFFL，则ONUM返回操作数的ID号。 该操作数ID号随后可由SETOPERAND使用，用于在评价函数编辑器中设置操作数类型。如果A$不对应任何优化操作数名称，则ONUM返回0。
OPDC()	（空）	光程差。仅在调用RAYTRACE后有效。如果无法追迹主光线，则OPDC将不会返回有效数据。RAYTRACEX不支持OPDC。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

OPER（row, col）	评价函数编辑器的行（操作数编号）和列（数据类型）。	提取来自评价函数编辑器的任何行和列对应的数据。行与操作数编号相同；column为1表示类型，2表示int1，3表示int2，4到7表示data1到data4，8表示目标，9表示权重，10表示当前值，11表示贡献百分比，12到13表示data5到data6。 可使用列编号2来获取BLNK操作数中的注释，注释随后将置于字符串缓冲区。例如，要获取第1行中的注释，可用如下命令： dummy = OPER（1,2） a$ = $buffer() 此时dummy值可以忽略，字符串变量a$已包含了第一行中的注释。 OPER不会更新镜头数据或评价函数，只返回当前数据。另请参阅OPEV、MFCN和关键字SETOPERAND。
OPEV（code, int1, int2, data1, data2, data3, data4）	code是优化操作数代码（参阅函数OCOD），int1-int2以及data1-data4是操作数的定义值。请参阅优化操作数（Optimization operands）。	计算的值与任何优化操作数计算的值相同，但不需要将操作数添加到评价函数中。可用于计算已通过优化操作数获得的数值。例如，要通过EFFL操作数来计算EFL，请使用以下代码： C = OCOD（"EFFL"） E = OPEV（C, 0, 1, 0, 0, 0, 0） 请确保填写OPEV的所有7个输入变量。如果优化操作数需要的参数少于6个，则使用额外的0，如上例所示。 另请参阅OPER、OCOD、MFCN和关键字 SETOPERAND。 一些优化操作数（如OPGT）只有和其它操作数一起使用才有效。OPEV仅对不取决于先前操作数的操作数有效。另请参阅下面的OPEW。
OPEW(code, int1, int2, data1, data2, data3, data4, data5, data6)	代码（code）是优化操作数代码（参阅函数OCOD），int1-int2以及data1-data6是操作数的定义值。请参阅优化操作数（Optimization operands）。	该函数与OPEV非常相似，关键区别是OPEW支持两个额外的参数。某些优化操作数最多使用6个数据值，而非4个。

OPTH（x）	有效的表面编号	沿光线到指定表面的光程。不同于RAYT和RAYO，OPTH考虑衍射表面的相位（如光栅、全息图和二元光学面）。仅在调用RAYTRACE后有效。如果无法追迹主光线，则OPTH不会返回有效数据。RAYTRACEX不支持OPTH。
PARM(n,s)	有效的参数编号和表面编号	表面"s"的参数"n"。
PIXX(A$)	一个包含BMP、JPG或PNG图像文件完整路径的字符串变量。	图形中X轴方向的像素数。
PIXY(A$)	一个包含BMP、JPG或PNG图像文件完整路径的字符串变量。	图形中Y轴方向的像素数量。
PMOD()	（空）	如果近轴模式关闭，则返回0，否则返回1。
POWR(x,y)	x和y是任何数字	计算x的y次幂的绝对值。
PVEX()	（空）	ZPLM优化操作数中的data5参数。
PVEY()	（空）	ZPLM优化操作数中的data6参数。
PVHX()	（空）	ZPLM优化操作数中的data1参数。
PVHY()	（空）	ZPLM优化操作数中的data2参数。
PVPX()	（空）	ZPLM优化操作数中的data3参数。
PVPY()	（空）	ZPLM优化操作数中的data4参数。
PWAV()	（空）	主波长编号。
RADI(x)	有效的表面编号	指定表面的曲率半径。如果表面半径无穷大，则RADI返回0.0。必须考虑这种可能性，以防止出现除数为0的错误。
RAGL(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局X轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAGM(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局Y轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAGN(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的全局Z轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAGX(x)	有效的表面编号	光线交点的全局x坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAGY(x)	有效的表面编号	光线交点的全局y坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

RAGZ(x)	有效的表面编号	光线交点的全局z坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAND(x)	数值表达式	在0和表达式之间均匀分布的随机浮点数。建议在调用关键字RANDOMIZE之后使用，以改变随机数种子。如果正在使用NSC raytrace操作数（如NSTR），则需要使用关键字RANDOMIZE重新设定随机数生成器的种子。
RANX(x)	有效的表面编号	指定表面法线的X轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RANY(x)	有效的表面编号	指定表面法线的Y轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RANZ(x)	有效的表面编号	指定表面法线的Z轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYE()	（空）	光线追迹错误标记，如果没有错误，则返回0。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。有关详细信息，请参阅关键字RAYTRACE。
RAYL(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的X轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYM(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的Y轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYN(x)	有效的表面编号	指定表面出射光线的Z轴方向余弦。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYO(x)	有效的表面编号	光线从前一个表面到指定表面的光程。光程等于路径长度乘以折射率，路径长度或折射率都可能为负数。对于非序列模式表面内的光线，RAYO返回光线通过的所有物体的路径长度乘以折射率的总和。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。另请参阅OPTH和RAYT。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

RAYT(x)	有效的表面编号	从前一个表面到指定表面的光程。光程可能是负数。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。另请参阅OPTH和RAYO。对于非序列模式表面内的光线，RAYT返回通过所有段数的路径长度之和。另请参阅RAYO。
RAYV()	（空）	如果光线没有渐晕，则返回0，否则返回渐晕表面编号。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYX(x)	有效的表面编号	光线交点的X坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYY(x)	有效的表面编号	光线交点的Y坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RAYZ(x)	有效的表面编号	光线交点的Z坐标。仅在调用RAYTRACE或RAYTRACEX之后有效。
RELI(f)	视场编号	指定视场位置的相对照度（RI）。
SAGG(x,y,z)	x、y是编号为z的表面上对应的点坐标（以镜头单位表示）	计算表面上指定点的矢高（以镜头单位表示）。
SCOM(A$, B$)	任何两个字符串变量名称	如果字符串相同，则SCOM返回0。如果A$小于B$，则SCOM返回一个负数，否则返回一个正数。
SDIA(x)	有效的表面编号	指定表面的净口径或半直径。
SIGN(x)	数值表达式	如果参数小于0，则返回-1，如果参数为0，则返回0，如果参数大于0，则返回+1。
SINE(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的正弦。
SLEN(A$)	任何字符串变量名称	返回字符串变量A$的长度。长度根据字符串变量中的字符数量进行定义。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

SOLM(operand, config, code)	"操作数"是多重结构操作数编号。"结构"是结构编号。"代码"为0表示状态，1表示拾取解中定义的结构编号，2表示拾取解中定义的操作数行，3表示拾取解中定义的比例因子，4表示拾取解中定义的偏移量，5表示操作数的当前数值或字符串值，6表示ZPL宏求解中的宏名称，7表示玻璃库名称。求解状态类型不一定使用所有代码。	返回值是关于指定多重结构操作数、指定结构对应数值的求解类型和数据。如果"代码"为0（表示状态），则返回值为0，表示对应数值求解类型为固定值，返回1表示变量，返回2表示拾取，返回3表示热拾取，返回4表示ZPL宏，返回5表示玻璃替换求解类型。调用该函数返回字符串数据之后，可用$buffer()函数提取字符串值。如需了解有关求解数据和求解参数的更多信息，请参阅求解类型（多重结构编辑器）（Solve Types（multiple configuration editor））。
SOLV(surf, code, param)	""面"为表面编号。"代码"为0表示曲率，1表示厚度，2表示玻璃，3表示圆锥系数，4表示半径，5表示TCE（热膨胀系数）。对于参数数据，代码是100加上参数编号。对于附加数据，代码是300加上附加数据编号。"参数"是0到4之间的整数，包括0和4。	返回值是关于指定表面和数据的求解类型数据。如果"参数"为0，则返回代表求解类型的整数。如果"参数"为1到3，则返回对应求解类型的相关参数。如果"参数"为4，则返回拾取参数列编号。调用该函数返回字符串数据之后，可用$buffer()函数提取字符串值。如需了解有关求解数据和求解参数的更多信息，请参阅求解类型（镜头数据编辑器）（Solve Types（lens data editor））。
SOSO(code)	代码为0，返回当前执行的宏求解的表面编号；代码为1，返回物体编号。	返回当前正在执行的求解宏中的表面编号和/或物体编号。如果当前宏没有用于求解，则返回无意义的数据。

SPRO(surf, code)	"面"为表面编号。"代码"为关键字SETSURFACEPROPERTY中定义的代码值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	返回镜头数据编辑器中定义的表面属性页或编辑器的数值或字符串值。如需了解有关代码值的更多信息，请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。调用该函数返回字符串数据之后，可用$buffer()函数提取字符串值。例如，要提取表面4的注释列，请使用以下两个命令： dummy = SPRO(4, 1) a$ = $buffer() 此时dummy值可以忽略。字符串变量a$已包含了表面注释。SPRO不能使用SETSURFACEPROPERTY中value2变量定义的属性值，若需要，请使用SPRX。这些属性包括参数数据、附加数据、膜层缩放因子、折射率偏移值和状态。
SPRX(surf, code, value2)	surf为表面编号。code和value2为关键字SETSURFACEPROPERTY中定义的代码值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	SPRX类似于SPRO，关键区别在于SPRX具有一个额外的变量。通过SETSURFACEPROPERTY的"value2"参数设置的参数才需要使用SPRX。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"
SRCN(A$, n)	A$为任意字符串变量名称，n为第*n*个要返回的匹配表面编号。	表面匹配注释#n。返回注释与字符串A$匹配的第*n*个表面编号。不区分大小写。当n为正时，搜索方向为正向（0到表面编号），当n为负时，搜索方向为反向（表面编号到0）。如果没有n匹配注释，则函数返回-1。当n为零时，返回匹配表面注释的计数。
SQRT(x)	正数值表达式	表达式的平方根。
STDD()-废弃	此函数已废弃，请改为使用SRPO。	
SURC(A$)	任何字符串变量名称	含注释的表面。返回注释与字符串A$匹配的第一个表面编号。不区分大小写。如果没有任何表面注释与A$匹配，则返回-1。 在进行公差操作时，即使自动添加了额外表面，SURC函数也会一直返回原始的表面编号。为避免出现这种现象，请使用SRCN数值函数。

SVAL(A$)	任何字符串变量名称	字符串值。返回字符串A$的浮点值，假定句点(.)是字符串中的小数点分隔符。另请参阅LVAL。
SYPR(code)	"代码"为关键字SETSYSTEMPROPERTY中定义的代码值。仅支持整数代码值，不支持助记符。	返回相关系统数据的数值或字符串值。如需了解有关代码值的更多信息，请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。调用该函数返回字符串数据之后，可用$buffer()函数提取字符串值。例如，要提取镜头标题，请使用以下两个命令： dummy = SYPR(16) a$ = $buffer() 此时dummy值可以忽略。字符串变量a$已包含了镜头标题。SYPR不能使用SETSYSTEMPROPERTY中value2变量定义的属性值。
TANG(x)	以弧度为单位的数值表达式	表达式的正切。
函数	参数	返回值
TMAS()	（空）	从表面1到像面中 镜头的总质量（以克为单位）
THIC(x)	有效的表面编号	指定表面的厚度。

TOLV（op, col）	整数op是公差操作数编号，col是公差数据编辑器中的列编号。请参阅详述。	返回公差数据编辑器中的数值或字符串值。如果col是1、2或3，则返回该操作数类型使用的整数1、整数2或整数3。如果col是4或5，则返回公差的最小值或最大值。如果col为6，则返回"在反向公差时不调整（Do Not Adjust During Inverse Tolerancing）"标记（1表示勾选，0表示未勾选）。如果col为7，则返回"在计算公差时忽略该操作数（Ignore this Operand During Tolerancing）"标记（1表示选中，0表示未选中）。 如果col为90，则返回对应公差操作数的名义值。 如果col值为0或99，则返回操作数类型名称或操作数注释，并将其分别存放于缓冲字符串中。例如，要提取操作数7的操作数名称，请使用以下两个命令： dummy = TOLV(7, 0) a$ = $buffer() 此时dummy值可以忽略。字符串变量a$已包含了操作数名称。另请参阅执行类似功能的字符串函数 $TOLOPERAND和$TOLCOMMENT。
UNIT()	（空）	如果当前单位类型分别是毫米、厘米、英寸或米，则分别返回0、1、2或3。
VEC1(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC2(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC3(x)	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VEC4（x）	正下标值	返回数组变量中指定下标对应的值。
VERS()	（空）	返回OpticStudio程序版本。版本的格式为yymmdd。例如，2005年6月15日发行的OpticStudio版本为050615。
WAVL(x)	有效的波长编号	以微米为单位的波长。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

WINL()	（空）	返回由关键字OPENANALYSISWINDOW最近打开的分析窗口的编号。
WINN()	（空）	返回所有打开分析窗口的编号。
WWGT(x)	有效的波长编号	波长权重。
XMIN()	（空）	图形窗口中的最小x坐标。
XMAX()	（空）	图形窗口中的最大x坐标。
函数	参数	返回值
YMIN()	（空）	图形窗口中的最小y坐标。
YMAX()	（空）	图形窗口中的最大y坐标。

10.2.12. 使用FICL()函数(Using the FICL() Function)

FICL函数计算光纤耦合。由于FICL函数使用非常多的参数，因此可以先将这些参数放置在一个矢量数组中，然后再调用此函数。矢量数组必须是已经定义的四个VEC数组之一。矢量数组中存储值的定义方式如下：

```
0 = 采样□1表示32 x 32□2表示64 x 64□3表示128 x 128□以此类推□
1 = 波长 #
2 = 视场 #
3 = 忽略光源标记□0表示假□1表示真□
4 = 源光纤X方向数值孔径(NA)
5 = 接收光纤X方向数值孔径(NA)
6 = 源光纤X角度□度□
7 = 源光纤Y角度□度□
8 = 接收光纤沿X倾斜□度□
9 = 接收光纤沿Y倾斜□度□
10 = 接收光纤X偏心
11 = 接收光纤y偏心
12 = 接收光纤z偏心
13 = 源光纤对准主光线标记□0表示假□1表示真□
14 = 接收光纤对准主光线标记□0表示假□1表示真□
15 = 使用偏振标记□0表示假□1表示真□
16 = 源光纤Y方向数值孔径(NA)□如果为0□则NAy = NAx□
17 = 接收光纤Y方向数值孔径(NA)□如果为0□则NAy = NAx□
18 = 使用惠更斯衍射积分标记□0表示假□1表示真□
```

光纤耦合通过调用FICL(n)来计算，其中n是包含变量列表的矢量编号。

10.2.13. 字符串函数(String Functions)

下表列出了可用的字符串函数。

ZPL字符串函数

函数	描述
$BUFFER()	返回镜头缓冲区中的当前字符串。可从各种ZPL关键字和函数中提取字符串数据。
$CALLSTR(i)	从索引i处的CALLMACRO的字符串缓冲区返回字符串。请参阅"从宏中调用宏"。
$COAT(i)	返回第i个表面的膜层名称。
$COATINGPATH()	返回膜层文件的路径名称。
$COMMENT(i)	返回第i个表面的注释字符串。
$DATAPATH()	返回数据文件的路径名称。
$DATE()	返回当前日期和时间字符串。日期和时间的格式由OpticStudio配置选项的"常规"部分中的"日期/时间"设置来定义的。
$EXTENSIONPATH()	返回OpticStudio扩展的路径名称。
$FILENAME()	返回当前镜头文件名，但不包含路径。
$FILEPATH()	返回当前镜头文件名，包含完整路径。
$GETSTRING(A$, n)	返回字符串A$中的第n个子串，字符串A$中使用空格作为分隔符。例如，如果A$ ="one two three"，则$GETSTRING(A$,2)返回"two"。输入A$在调用此函数前必须定义为字符串变量。
$GETSTRINGC(A$, n)	返回字符串A$的第n个子串，字符串A$中使用逗号作为分隔符。例如，如果A$ ="one, two, three"，则$GETSTRING(A$,2)返回"two"。输入A$在调用此函数前必须定义为字符串变量。
$GLASS(i)	返回表面编号为i的玻璃名称。
$GLASSCATALOG(i)	返回当前镜头的第i个载入的玻璃库名称。如果i小于1，则返回包含已载入所有玻璃库名称的单个字符串，以空格分隔。
$GLASSPATH()	返回玻璃库文件的路径名称。
$LEFTSTRING(A$, n)	返回字符串A$中最左侧的n个字符。如果A$中的字符数少于n个，则剩余的字符位置用空格填充。这样可以定义固定长度的字符串。输入A$在调用此函数前必须定义为字符串变量。
$LENSNAME()	返回系统选项中定义的镜头标题。
$MACROPATH()	返回宏文件的路径名称。
$NEWLINE()	返回制表符(\n)。此函数应主要用于更新系统选项中的"标题/注释"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

$NOTE(line#)	返回系统选项中定义的注释信息。由于注释可能很长，因此$NOTE以行为单位返回注释中的字符。在出现换行符（回车）或者当一行中连续字符总数超过100时，一行结束，以首先满足条件者为准。line#表示将返回注释中的哪一行。 例如，$NOTE(1)返回注释中的第一行（直至第一个换行符）。如果找到第一个换行符之前连续字符数超过100个，则第1行为前100个字符，第2行为截止到第一个换行符的其余字符，或者是接下来的100个字符，以首先满足条件者为准。 注释中的最大字符数量前限制为4000（但由于空格限制，在系统选项的"标题/注释"部分中可能无法编辑如此多的字符）。如果指定行的注释中没有任何已定义的字符，则$NOTE返回空字符串。 函数SLEN可用于确定$NOTE返回的实际字符数，使用的语法如下： A$ = $NOTE(1) N = SLEN(A$) 数据N为字符串A$中的字符数（整数）。
$OBJECTPATH()	返回NSC物体文件的路径名称。
$PATHNAME()	仅返回当前镜头文件的路径名称。这可用于确定存储当前镜头文件的文件夹。
$PROGRAMPATH()	返回程序文件的路径名称。
$QUOTE()	返回双引号字符(")。
$RIGHTSTRING(A$,n)	返回字符串A$中最右侧的n个字符。如果A$中的字符数少于n个，则剩余的字符位置用空格填充。这样可以定义固定长度的字符串。输入A$在调用此函数前必须定义为字符串变量。
$STR(expression)	返回一个格式由关键字FORMAT定义的字符串，数值表达式可以是任何等式，包括常量、变量和函数的组合。请参阅用于将字符串转换为数值的函数SVAL(A$)。
$TAB()	返回制表符(\t)。
$TEMPFILENAME()	返回临时文件的名称，包含完整路径，适合于临时存储文本或二进制数据。请参阅关键字GETTEXTFILE。使用DELETEFILE关键字删除未自动删除的临时文件。
$TOLCOMMENT(operand)	返回指定公差操作数的注释。
$TOLOPERAND(operand)	返回指定公差操作数的操作数名称。
$UNITS()	根据当前镜头单位，返回MM、CM、IN或M。

10.2.14. 关键字（关于zpl）(KEYWORDS (about the zpl))

关键字可引导程序流程，可生成输出并可执行某些重要任务，如光线追迹以及修改镜头规范等。以下各部分将详细描述每个关键字。

10.2.14.1. APMN、APMX、APTP、APXD、APYD(APMN, APMX, APTP, APXD, APYD)

这些命令已被废弃。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。

10.2.14.2. ATYP、AVAL(ATYP, AVAL)

这些命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.3. BEEP

发出蜂鸣声。

语法□

```
BEEP
```

详述：

此命令可用于在计算完成或需要输入时提醒用户。

10.2.14.4. BROWSE

BROWSE显示一个窗口，提示用户选择或输入文件名，并将文件路径存放在一个字符串变量中。

语法□

```
BROWSE "prompt", variable, mode
BROWSE "prompt", variable, mode, "extension"
```

详述：

变量可以是任何有效的字符串变量名。模式变量为一个整数，可以是0或1。当模式变量为0时，表示"加载模式"，提示用户输入一个现有文件；当模式变量为1时，表示"保存模式"，提示用户输入另存文件名。字符串"extension"可以用来过滤其它扩展名格式的文件（如".CFG"）。

需注意：BROWSE函数允许用户选择一个文件并将文件路径存放在一个字符串变量中，但不会自动打开或保存文件。

示例：

```
! Load
BROWSE "File:",A$,0,".txt"
OPEN A$
PRINT "Reading file:"
PRINT A$
```

```
READ x
READ y
READ z
CLOSE

! Save
BROWSE "Save Merit Function as: ",B$,1,".mf"
SAVEMERIT B$
PRINT "Saving file as: ",B$
```

相关关键字：

INPUT

10.2.14.5. CALLMACRO

调用另一个ZPL宏。

语法□

```
CALLMACRO filename.zpl
CALLMACRO name$
```

详述：

该命令用于调用另一个ZPL宏。文件名应该是不包含路径的完整宏名称。文件必须存在于ZPL宏文件的文件夹中。宏返回时，被调用宏生成的任何文本输出都将复制到调用宏的文本输出窗口中。请参阅"从宏中调用宏"。

10.2.14.6. CALLSETDBL

在主宏的缓冲区中设置双精度数值。

语法：

```
CALLSETDBL index, value
```

详述：

此命令用于在主宏的缓冲区中设置数值。索引可为0到50之间的任何值。可以使用CALD函数来检索数值。请参阅"从宏中调用宏"。

10.2.14.7. CALLSETSTR

在主宏的缓冲区中设置字符串值。

语法：

```
CALLSETSTR index, text$
```

详述：

此命令用于在主宏的缓冲区中设置字符串值。索引可为0到50（包括0和50）之间的任何值。随后可以使用$CALLSTRING函数来检索字符串值。请参阅"从宏中调用宏(Calling a Macro from within a Macro)"。

10.2.14.8. COAT

要设置膜层表面属性，使用主题"SETSURFACEPROPERTY, SURP"关键字，要获取膜层表面属性，则使用字符串函数(String Functions)中讨论的$COAT(i)字符串函数。

10.2.14.9. COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON（关键字）(COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON (keywords))

设置表面成为复合组件表面

语法：

```
COMPOSITEON surf
```

详述：

选中复合属性选项"复合表面：添加矢高至下一个表面(Composite Surface: Add sag to the next surface)"，使表面成为复合组件表面。

10.2.14.10. COMPOSITEOFF（关键字）(COMPOSITEOFF (keywords))

避免表面成为复合组件表面

语法：

```
COMPOSITEOFF surf
```

详述：

取消选中复合属性选项"复合表面：添加矢高至下一个表面(Composite Surface: Add sag to the next surface)"，以避免表面成为复合组件表面。

10.2.14.11. COMPOSITEON（关键字）(COMPOSITEON (keywords))

设置表面成为复合组件表面

语法：

```
COMPOSITEON surf
```

详述：

选中复合属性选项"复合表面：添加矢高至下一个表面(Composite Surface: Add sag to the next surface)"，使表面成为复合组件表面。

10.2.14.12. CLOSE

关闭之前由OPEN命令打开的文件。

语法：

```
CLOSE
```

详述：

请参阅OPEN的描述。

10.2.14.13. CLOSEWINDOW

关闭默认输出窗口。此关键字还可用于关闭任何已打开的分析窗口。

语法：

```
CLOSEWINDOW
CLOSEWINDOW n
```

详述:

CLOSEWINDOW（无变量"n"）以安静模式执行ZPL宏。如果在宏的任何行中包含了关键字CLOSEWINDOW，则宏执行结束后，通常不会显示文本输出窗口。CLOSEWINDOW对宏执行没有其它影响。

CLOSEWINDOW（有整数变量"n"）将关闭编号n的分析窗口。

10.2.14.14. COLOR（关键字、关于zpl）(COLOR (keywords, about the zpl))

设置用于图形线条和文本函数的线条颜色。

语法：

```
COLOR n
```

详述：

n必须是对应于所需颜色的整数。图形模式中所有后续线条和文本命令都将使用新的线条颜色。颜色0表示黑色，其它颜色的定义请参阅"颜色1-12、颜色13-24"。除黑色以外，还有24种颜色可用。

10.2.14.15. COMMAND

执行shell命令。

语法：

```
COMMAND executable, arguments
```

详述：

"可执行文件"和"变量"可以是字符串或字符串变量。"可执行文件"为即将运行的宏文件的路径名称。"变量"是可选的，并且包含"可执行文件"中的任何命令行。

一旦命令启动，可执行文件便会在自身的线程中运行。ZPL宏或OpticStudio不需要"等待"可执行命令结束任务。COMMAND不会返回任何错误代码，并且OpticStudio无法知晓shell命令是否成功启动。

10.2.14.16. COMMENT（关键字、关于zpl）(COMMENT (keywords, about the zpl))

该命令已被废弃。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。

10.2.14.17. CONI

要设置表面属性，使用"SETSURFACEPROPERTY、SURP"关键字，要获取表面属性，则使用数值函数(Numeric Functions)中讨论的SPRO(surf, code)数值函数。

10.2.14.18. CONVERTFILEFORMAT

将文本文件从ANSI格式转换为Unicode格式，或者从Unicode转换为ANSI格式。

语法：

```
CONVERTFILEFORMAT filename, encoding
```

详述：

"文件名"是需要转换的文本文件名称。"编码"为1表示将文件从Unicode格式转换为ANSI格式，"编码"为2表示从ANSI格式转换为Unicode格式。需注意，如果Unicode字符没有对应的ANSI字符，那么将Unicode文件转换为ANSI格式时可能会导致数据丢失。

要转换该文件，首先关闭文件（比如使用OUTPUT SCREEN），然后使用CONVERTFILEFORMAT关键字。

10.2.14.19. CONVERTIMAGETOGRID

CONVERTIMAGETOGRID将单色图像文件（.BMP、.JPG、.TIFF、.PNG等）转换为可用于网格相位面型的.DAT文件。对于RGB图像，在转换中使用R通道。即在宏中执行"转换Bitmap图片为OpticStudio数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT) "命令。

语法：

```
CONVERTIMAGETOGRID filename, delta x, delta y, unit flag, offset x, offset y
```

详述：

"文件名"是需要转换文件的完整路径名称。"增量x"和"增量y"表示在指定单位标记下的像素之间的宽度和高度。"单位标记"为0表示毫米，1表示厘米，2表示英寸，3表示米。"偏移x"和"偏移y"可用于设置图像偏心。

示例：

```
A$ = "C:\pictures\opticstudio.bmp"
CONVERTIMAGETOGRID A$, 0.1, 0.1, 0, 0, 0
```

10.2.14.20. COPYFILE

COPYFILE表示复制文件。

语法：

```
COPYFILE sourcefilename, newfilename
```

详述：

该关键字需要两个文件名，定义为引号中的文字字符串或字符串变量。将文件sourcefilename复制到新文件newfilename中。如果newfilename已经存在，则系统会在不发出警告的情况下覆盖此文件。

示例：

```
COPYFILE "C:\source.dat", "C:\copy.dat"
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

相关关键词：

DELETEFILE

RENAMEFILE

10.2.14.21. CURV

要设置表面属性，使用"SETSURFACEPROPERTY, SURP"关键字，要获取表面属性，则使用数值函数(Numeric Functions)中讨论的SPRO(surf, code)数值函数。

10.2.14.22. DECLARE

请参阅"数组变量"

10.2.14.23. DEFAULTMERIT

生成默认评价函数。

语法：

```
DEFAULTMERIT type, data, reference, method, rings, arms, grid, delete, axial,
lateral, start, xweight, oweight, pup_obsc
```

详述：

此关键字可在评价函数编辑器中生成默认评价函数。将删除任何现有的默认评价函数。有关更多详情，请参阅"修改评价函数(Modifying the merit function)"。相关变量定义如下所示：

类型**(type)**：0表示RMS，1表示PTV。

数据**(data)**：0表示波前，1表示光斑半径，2表示光斑x，3表示光斑y，4表示光斑x + y。参考：0表示质心，1表示主光线，2表示无参考。

方法**(method)**：1表示高斯积分，2表示矩形阵列。

环形**(rings)**：环带的数量（仅限高斯积分）。

臂**(arms)**：径向臂的数量（仅限高斯积分）。臂的数量必须是偶数，并且不得小于6。

网格**(grid)**：网格尺寸。用一个整数表示，比如8表示8 x 8网格。n必须是偶数且不小于4。删除：0表示不删除渐晕光线，1表示删除渐晕光线。

轴向**(axial)**：-1表示自动，当系统为轴对称系统时才使用自动对称。1表示假设轴对称，0表示不假设轴对称。

径向**(lateral)**：1表示忽略垂轴色差，否则为0。

起始**(start)**：-1表示自动，将会在现有DMFS操作数之后添加默认评价函数。否则，使用添加默认评价函数的操作数编号。任何超过操作数编号的现有操作数都将被保留。

x权重、总权重**(xweight, oweight)**：评价函数的x方向权重和总权重。只有当数据变量为"spot x + y"时才使用x权重值。

pup_obsc：光瞳遮阑比率。

10.2.14.24. DELETE

从镜头数据编辑器表格中删除某个表面。

语法：

```
DELETE n
```

详述：

n值必须为整数结果的表达式。另请参见 INSERT。

示例：

```
DELETE 5
DELETE i+2*j
```

10.2.14.25. DELETECONFIG（关键字）(DELETECONFIG (keywords))

DELETECONFIG删除多重结构编辑器中的现有结构。

语法：

```
DELETECONFIG config
```

详述：

config值必须为整数结果的表达式，其结果必须大于0且小于等于当前结构数量。另请参阅INSERTCONFIG和DELETEMCO。

10.2.14.26. DELETEFILE

DELETEFILE用于删除文件。

语法：

```
DELETEFILE filename
```

详述：

该关键字需要一个文件名，文件名定义为引号中的字符串表达式或字符串变量。

示例：

```
DELETEFILE XFILE$
```

相关关键字：

COPYFILE RENAMEFILE

10.2.14.27. DELETEMCO（关键字）(DELETEMCO (keywords))

DELETEMCO删除多重结构编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETEMCO row
```

详述：

row的值必须是大于0且小于或等于当前操作数数量的整数表达式。另请参阅INSERTMCO和DELETECONFIG。

10.2.14.28. DELETEMFO（关键字）(DELETEMFO (keywords))

DELETEMFO删除评价函数编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETEMFO row
DELETEMFO ALL
```

详述：

row的值必须是大于0且小于或等于当前操作数数量的整数表达式。如果使用了变量ALL，则将删除评价函数中所有的操作数。另请参阅INSERTMFO。

10.2.14.29. DELETEOBJECT（关键字）(DELETEOBJECT (keywords))

删除现有NSC物体。

语法：

```
DELETEOBJECT surf, object
```

详述：

surf值必须为整数值或整数表达式，指定的表面必须是非序列模式元件表面。在非序列模式下surf的值设为1。object的值必须为介于1和当前物体数加1之间的整数，包括首尾值。将删除指定物体，并根据需要对其它物体重新进行编号。另请参阅INSERTOBJECT和SETNSCPROPERTY。

示例：

```
DELETEOBJECT 1, 1
```

10.2.14.30. DELETETOL

DELETETOL删除公差数据编辑器中的现有操作数。

语法：

```
DELETETOL row
```

详述：

row的值必须是大于0且小于或等于当前操作数数量的整数表达式。另请参阅INSERTTOL和SETTOL。

10.2.14.31. EDVA

设置表面额外数据属性，请使用主题SETSURFACEPROPERTY、SURP关键字；获取表面额外数据属性，请使用主题"GETEXTRADATA"。

10.2.14.32. END

请参阅GOSUB。

10.2.14.33. EXPORTBMP

将任何图形窗口导出为BMP文件。

语法：

```
EXPORTBMP窗口编号、文件名、延迟
```

详述：

winnum值可为整数或运算结果为整数的表达式。整数窗口编号表示需要保存到文件的图形窗口编号。OpticStudio以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从1开始。任何关闭的窗口都会从窗口列表中删除，而且不会对剩余的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。"文件名"是包含路径的完整文件名称，不含扩展名。OpticStudio会自动添加扩展名BMP。"延迟"变量是可选的，表示指定延迟时间（以毫秒为单位）。对于某些复杂图形，导出图形或完成截屏需要一定的延迟。如果导出的BMP文件看上去不完整，请尝试将"延迟"值设置为500到2500毫秒。另请参阅EXPORTJPG。

示例：

```
EXPORTBMP 1, "C:\TEMP\MYBMPFILE"
EXPORTBMP k, A$
```

10.2.14.34. EXPORTCAD（关键字）（EXPORTCAD (keywords)）

将镜头数据导出为IGES、STEP、SAT或STL格式文件，以导入到CAD程序中。

语法：

```
EXPORTCAD filename
```

详述：

有关CAD文件导出的完整描述，请参阅"CAD文件（CAD Files）"。

该工具位于"文件菜单>导出组>CAD文件"。

文件名可以是字符串（比如"C:\DATA\FILE.IGS"）或者是字符串变量（比如MYFILENAME$）。导出CAD文件需要定义许多其它参数数据。这些数据存放在VEC1变量中，如下所示：

VEC1(1)：文件类型。用0表示IGES，1表示STEP，2表示SAT，3表示STL。

VEC1(2)：样条点的数量（某些实体类型需要设置）。设为16、32、64、128、256或512。

VEC1(3)：要导出的第一个表面。在NSC模式下，表示要导出的第一个物体。

VEC1(4)：要导出的最后一个表面。在NSC模式下，表示要导出的最后一个物体。

VEC1(5)：放置光线数据的图层。

VEC1(6)：放置镜头数据的图层。

VEC1(7)：使用1表示可导出虚拟表面，否则使用0。

VEC1(8)：使用1表示可作为实体导出表面，否则使用0。

VEC1(9)：光线样式。0表示XY，1表示X，2表示Y，3表示环，4表示列表，5表示无模式，6表 示网格，7表示实体光束。

VEC1(10)：光线数。

VEC1(11)：波长编号。0表示所有视场。

VEC1(12)：视场编号。0表示所有视场。

VEC1(13)：使用1表示删除渐晕光线，否则使用0。

VEC1(14)：虚拟表面厚度，以镜头单位表示。

VEC1(15)：使用1表示导出非序列模式分裂光线，否则使用0。

VEC1(16)：使用1表示导出非序列模式散射光线，否则使用0。

VEC1(17)：使用1表示追迹非序列模式光线时使用偏振，否则使用0。如果已选择光线分裂，则自动选择偏振。

VEC1(18)：0表示当前结构组态，1到n表示指定结构组态（其中n是多重结构的总数量），n+1表示"All By File"，n + 2表示"All By Layer"，n + 3表示"All At Once"。如需了解有关导出结构设置的更多详情，请参阅"导出CAD文件（Export CAD File）"。

VEC1(19)：公差设置。0表示1.0E-4，1表示1.0E-5，2表示1.0E-6，3表示1.0E-7。请注意：如果输入其它值，公差设置默认为1.0E-4。

VEC1(20)、VEC1(21)：如果程序模式为混合序列模式/非序列模式（即包含一个非序列模式组件表面的表面范围），VEC1(20)、VEC1(21)的值表示指定导出非序列模式物体的范围。VEC1(20)表示要导出的第一个物体，VEC1(21)表示要导出的最后一个物体。如果这两个值均为0或者超出范围，则导出非序列模式组件表面中包含的所 有物体。

VEC1(22)=1：使用1导出光迹数据。

VEC1(23)=1：放置光迹数据的图层。

VEC1(24)=1：使用1导出主光线。

在非序列模式下使用过滤字符串导出特定光线，文件名之后需要给出额外的字符串参数"filter string"。示例：

```
EXPORTCAD "C:\TEMP\MYCADFILE.STP", "FilterString"
```

示例：

```
VEC1(1) = 0
VEC1(2) = 32
VEC1(3) = 1
etc...
VEC1(18) = 0
EXPORTCAD "C:\TEMP\MYCADFILE.IGS"
```

10.2.14.35. EXPORTJPG

将任何图形窗口导出为JPG文件。

语法：

EXPORTJPG窗口编号、文件名、延迟

详述：

请参阅"EXPORTBMP"。

示例：

```
EXPORTJPG 3, "C:\TEMP\MYJPGFILE"
EXPORTJPG k, FILENAME$, 500
```

10.2.14.36. FINDFILE

用于查找文件名称。

语法：

```
FINDFILE TEMPNAME$, FILTER$
```

详述：

该关键字需要两个字符串变量，一个表示将当前文件名存储在该字符串变量中，另一个表示"过滤"字符串。过滤字符串通常指定所需文件类型的路径名称和通配符。请参阅以下示例。

FINDFILE可用于列出某个文件夹中指定格式类型的所有文件，或者用于分析大量相似的镜头文件。在列出所有文件之后，如果需要将FINDFILE重置回列表中的第一个文件，则可以使用其它过滤字符串调用一次FINDFILE，然后再使用之前的过滤字符串重新调用FINDFILE。每次使用新的过滤字符串调用FINDFILE时，会返回文件夹中指定类型的第一个文件。

示例：

```
FILTER$ = "C:\Zemax\*.ZMX"
PRINT "Listing of all Zemax files in ", FILTER$
FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
LABEL 1
if (SLEN(TEMPFILE$))
PRINT TEMPFILE$
FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
GOTO 1
ENDIF
PRINT "No more files."
```

10.2.14.37. FLDX、FLDY、FWGT、FVDX、FVDY、FVCX、FVCY、FVAN

这些命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.38. FOR、NEXT

关键字FOR和NEXT定义了一个循环语句，指定循环中执行的次数。

语法：

```
FOR variable, start_value, stop_value, increment commands...
NEXT
```

详述：

关键字FOR标志着循环命令的开始。FOR需要指定一个充当计数器的变量（不需要是整数）、变量的起始值、终止值和增量。关键字NEXT标志着循环命令的结束。FOR-NEXT循环可以嵌套。FOR命令和NEXT命令的数量必须相同。

FOR命令一旦执行，其起始值、终止值和增量便由对应表达式计算出来并保存。即使在后续程序中，对应表达式中的某些变量发生了变化，也不会重新计算起始值、终止值和增量。只有在FOR循环开始时定义的值才有效。

如果起始值和终止值相同，则循环仅执行一次。

如果起始值小于终止值，则循环继续，直到计数器变量大于终止值。

如果起始值大于终止值，则循环继续，直到计数器变量小于终止值。

请注意，只有整数值才能使用计算机浮点数学准确地表示，因此不建议比较两个浮点值是否相等。建议不要在循环中使用浮点范围，而是在整数范围内进行循环，然后从折射率转换为目标实际值。如需了解有关浮点运算准确性的更多信息，请参阅这篇有用的Wikipedia文章：
https://en.wikipedia.org/wiki/Floating-point_arithmetic#Accuracy_problems

示例：

```
FOR a, 0.2, 2, 0.2
   PRINT a
NEXT

j = 5
k = 0

FOR i, j, j + 5, 2
   k = i + j + k
NEXT
```

10.2.14.39. FORMAT

指定后续PRINT和$STR命令的数值精度格式。

语法：

```
FORMAT m.n
FORMAT m.n EXP
FORMAT m [INT]
FORMAT "C_format_string" [LIT]
```

详述：

整数m和n由小数点分隔。m和n的值必须为明确值，也就是不能使用存储为变量的值。m表示要输出的字符总数，包含空格符。n表示小数点后显示的位数。例如FORMAT8.4表示后续PRINT命令输出8个字符，并显示4位小数。FORMAT.5表示后续PRINT根据需要输出字符数，并显示5位小数。FORMAT仅影响PRINT的数值输出。如果某个数值太大， 超过指定m位数，那么后续PRINT会忽略FORMAT命令的m部分。

m.n表达式之后的可选关键字EXP表示应使用指数计数法。

可选关键字INT表示该值应首先转换为整数，并使用由m指定的位数以整数格式输出。

可选关键字LIT（文字）表示根据指定"C"语言格式输出数据。可在C语言的任何编程参考中找到C格式规范。

示例：

宏：

```
X = 5
FORMAT 5.3
PRINT "FORMAT 5.3         :", X
FORMAT 12.2 EXP
PRINT "FORMAT 12.2 EXP    :", X
FORMAT 6 INT
PRINT "FORMAT 6 INT       :", X
FORMAT "%#06i" LIT
PRINT "FORMAT %#06i LIT   :", X
```

输出：

FORMAT 5.3 :5.000

FORMAT 12.2 EXP: 5.00E+000

FORMAT 6 INT: 5

FORMAT %#06i LIT :000005

10.2.14.40. FTYP

设置视场类型，请使用SETSYSTEMPROPERTY、SYSP关键字；获取数据，请使用数值函数下详述的SYPR（代码）数值函数。

10.2.14.41. GCRS

使用SETSYSTEMPROPERTY和、SYSP关键字来设置系统属性，使用SYPR(代码)数值函数以获取数据，详见数值函数。

10.2.14.42. GDATE

GDATE表示用户自定义图形窗口时，在文字框中镜头名称下面显示的当前日期。

语法：

```
GDATE
```

详述：

GDATE主要用于使ZPL宏生成的图形类似于其它OpticStudio图形。

示例：

请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.43. GETDENCUSER1D

根据惠更斯PSF文本文件计算衍射圈入能量数据，并将此数据放置在其中一个矢量数组（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4）中。

语法：

```
GETDENCUSER1D wave,pupil_samp,PSFFile$,vector
```

详述：

Wave是与用于计算的波长编号相对应的整数。其值为零说明是多波长计算。Pupil_samp可以是1(32 x 32)、2(64 x 64)、3(128 x 128)，依此类推直至2048 x 2048。PSFFile$是一个含有要使用的惠更斯PSF数据的文本文件的文件名和路径的字符串。矢量参数必须是1到4之间的整数值，它指定了数据应放置在哪个矢量数组。如果任何参数超出有效范围，则使用最接近的可接受值。该计算使用惠更斯MTF方法。

*注意，TXT文件编码(TXT File Encoding)（在"OpticStudio配置选项>常规(OpticStudio Preferences>General)"中进行设置）必须设置为ANSI，才能使用此关键字。

示例：

```
PSFFile$ = "C:\Users\Name\Documents\Zemax\PSF.txt"
PSFFile$ = "C:\Users\Name\Documents\Zemax\PSF.txt"
```

```
SettingsFile$ = "C:\Users\Name\Documents\Zemax\Configs\HPS.CFG"

wave = 3
pupil_samp = 4
image_samp = 3

MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_PUPILSAMP, pupil_samp
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_IMAGESAMP, image_samp
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_WAVE, wave
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_FIELD, 1
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_CENTROID, 0

GETTEXTFILE PSFFile$, Hps

vector = 4

GETDENCUSER1D wave, pupil_samp, PSFFile$, vector
N_BINS = vec4(0)
OFFSET = vec4(1)

OUTPUT SCREEN

FORMAT 15.0
PRINT "Number of Bins = ", N_BINS
FORMAT 15.0
PRINT "Offset = ", OFFSET

OFF1 = OFFSET
OFF2 = OFF1 + N_BINS

MAXI = N_BINS-1
FORMAT 16.6
PRINT
PRINT " Radial Distance Energy"
PRINT

FOR i, 0, MAXI, 1
PRINT vec4(OFF1 + i),
PRINT vec4(OFF2 + i)
NEXT i
```

10.2.14.44. GETEXTRADATA

获取镜头数据编辑器中载入的附加数据值。将数据存储在某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4中的任何一个）。

语法：

```
GETEXTRADATA vector_expression, surface_expression
```

详述：

数据存储在指定的VECn数组变量中。例如，命令GETEXTRADATA 1,5表示将玻璃表面编号5的附加数据存储于VEC1中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0□ 矢量数组中附加数据值的数量
1□ 第一个附加数据值
n□ 第n个附加数据值

如需了解有关附加数据值的描述，请参阅"附加数据(Extra data)"。

10.2.14.45. GETGLASSDATA

获取当前玻璃库中任何玻璃的数据。将玻璃数据存储在某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4中的任何一个）。

语法：

```
GETGLASSDATA vector_expression, glass_number
```

详述：

数据存储在指定的VECn数组变量中。例如，命令GETGLASSDATA 1,32表示将玻璃编号32的数据存储于VEC1中。GNUM函数表示返回的玻璃编号。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0： 矢量数组中数据值的数量

1： 公式编号：公式编号，如下所示：

1 = Schott, 2 = Sellmeier 1, 3 = Herzberger, 4 = Sellmeier 2

5 = Conrady,6 = Sellmeier 3, 7 = Handbook of Optics 1, 8 = Handbook of Optics 2

9 = Sellmeier 4,10 = Extended, 11 = Sellmeier 5, 12 = Extended 2

2： 参考温度，以摄氏度为单位

3： Nd

4： Vd

5： 热膨胀系数：-30到+70c

6： 热膨胀系数：+20到300c

7： 密度：g/cm^3

8： 相对于法线的偏差值dPgf

9： 波长 λ 最小值

10： 波长 λ 最大值

11-16：色散系数A0-A5（取决于公式）

17-22：色散热系数

23-(22+#waves)：内透射系数(/mm) α，T=exp(- α *path)。波长1的 α 存储在23中，波长2的 α 存储在24中，以此类推，直到系统使用的波长数量。

(23 + #waves) - (32 + #waves)：色散系数A0-A9（取决于公式）

相关函数：

GNUM

10.2.14.46. GETLSF

计算几何边缘和线响应函数，类似于"几何线/边缘扩散"函数。

语法：

```
GETLSF wave, field, sampling, vector, maxradius, use_polarization
```

详述：

"波长"是与用于计算的波长编号相对应的整数。其值为零说明是多波长计算。"视场"必须为1到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。"采样"可为1(32x32)、2(64x64)、3(128x128)...最大为2048x2048。"矢量"参数为1到4之间的整数值，指定数据存储的矢量数组(VEC1、VEC2、VEC3或VEC4)。"最大半径"参数表示边缘和线扩散函数的最大径向坐标。该值是整个数据范围的半宽，0表示默认宽度。如果给定的任何参数超出有效范围，则会使用最近的值替代。

返回的数据存储在指定的矢量数组中。矢量位置0到3分别表示点"N"的数量、起始x坐标（数据范围的半宽的负数）、坐标间隔和偏移量（参见下方定义）。偏移量表示矢量中第一个边缘或线扩散数据。从偏移量开始，第一个N值是子午LSF响应。第二个N值是弧矢LSF响应。第三个N值是子午ERF值，第四个N值是弧矢ERF值。

如果当前矢量大小不足，OpticStudio将自动增加矢量的大小，以按照SETVECSIZE中描述的方式保存LSF数据。

示例：

```
! Macro computes and prints the LSF and ERF for polychromatic light at field 1.
!
! Syntax is GETLSF wave, field, samp, vector, maxradius, usepol
!
GETLSF 0, 1, 3, 1, 0, 0

N_BINS = vec1(0)
STARTX = vec1(1)
DELTAX = vec1(2)
OFFSET = vec1(3)

FORMAT 15.0
PRINT "Number of Bins     = ", N_BINS
FORMAT 15.3 EXP
PRINT "Starting Coordinate = ", STARTX
PRINT "Delta Coordinate   = ", DELTAX
FORMAT 15.0
PRINT "Offset             = ", OFFSET

OFF1 = OFFSET
OFF2 = OFF1 + N_BINS
OFF3 = OFF2 + N_BINS
OFF4 = OFF3 + N_BINS
MAXI = N_BINS-1
FORMAT 16.3 EXP
PRINT
PRINT "             X          TLSF          SLSF          TERF          SERF"
PRINT

FOR i, 0, MAXI, 1
PRINT STARTX + DELTAX*i,
PRINT vec1(OFF1 + i),
PRINT vec1(OFF2 + i),
PRINT vec1(OFF3 + i),
PRINT vec1(OFF4 + i)

NEXT i
```

10.2.14.47. GETMTF

计算当前镜头文件的子午和弧矢MTF、实部、虚部、相位或方波响应数据，并将数据存储于四个矢量数组之一（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4）。

语法：

```
GETMTF freq, wave, field, sampling, vector, type
```

详述：

"频率"参数是以MTF单位表示的空间频率（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。如果频率小于0或者大于截止频率，则GETMTF返回0。
"波长"是指定用于计算的波长编号的整数，"波长"为0时，表示多波长计算。
"视场"必须为1到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。
"采样"可为1(32x32)、2(64x64)、3(128x128)...最大为2048 x 2048。
"矢量"参数必须为介于1到4之间的整数，指定数据存储的矢量数组。
"类型"参数表示数据类型：

1表示MTF，
2表示实部，
3表示虚部，
4表示弧度单位的相位，
5表示方波MTF。

如果给定的任何参数超出有效范围，则会使用最近的值替代。

该计算使用快速、稀疏采样积分方法来计算MTF，即在给定点，MTF值被计算为复光瞳（出瞳中的复波前）的自相关函数。GETMTF使用的快速采样方法与MTF分析功能没有直接关系。因为只需要一个空间频率，GETMTF使用的计算方法是不同的，并且通常比分析功能使用的算法要快得多（另请参见MTFA操作数网格参数）。

返回的数据存储在指定的矢量数组参数中，存储格式如下所示：

矢量位置0：子午响应；
矢量位置1：弧矢响应。

示例：

```
! This macro computes the T & S response at 30 lp/mm
! for the currently loaded lens, polychromatic,
! at the maximum defined field,
! and a 32x32 grid density (sampling = 1).
! Data will be placed in vector 1.
! This is all it takes to get the data:
GETMTF 30, 0, NFLD(), 1, 1, 1
PRINT "Tangential response:", vec1(0)
PRINT "Sagittal response :", vec1(1)
```

10.2.14.48. GETMTFUSER1D

计算惠更斯PSF文本文件的子午和弧矢MTF数据，并将数据存储于四个矢量数组之一（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4）。

语法：

```
GETMTFUSER1D wave, pupil_samp, idelta, PSFFile$, vector
```

详述：

"波长"是与用于计算的波长编号相对应的整数。其值为零说明是多波长计算。Pupil_samp可以是1(32 x 32)、2(64 x 64)、3(128 x 128)，依此类推直至2048 x 2048。Idelta是像面网格中各点之间的距离（以微米为单位）。使用零作为默认网格间距。字符串PSFFile$是包含了要使用的惠更斯PSF数据的文本文件的文件名和路径。"矢量"参数必须为介于1到4之间的整数，指定数据存储的矢量数组。如果给定的任何参数超出有效范围，则会使用最近的值替代。此计算使用惠更斯MTF方法。

注意，TXT文件编码(TXT File Encoding)（在"系统配置>常规(Project Preferences>General)"中进行设置）必须设置为ANSI，才能使用此关键字。要将现有文本文件转换为正确的格式时，请使用关键字CONVERTFILEFORMAT。

请注意，您应在调用GETMTFUSER1D之前，使用OUTPUT SCREEN关闭利用OUTPUT关键字创建的所有打开的惠更斯PSF文件。

示例：

```
PSFFile$ = "C:\Users\Name\Documents\Zemax\PSF.txt"

SettingsFile$ = "C:\Users\Name\Documents\Zemax\Configs\HPS.CFG"

wave = 3
pupil_samp = 4
idelta = 0.008366


MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_PUPILSAMP, pupil_samp
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_IMAGEDELTA, idelta
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_IMAGESAMP, 2
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_WAVE, wave
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_FIELD, 1
MODIFYSETTINGS SettingsFile$, HPS_CENTROID, 1

GETTEXTFILE PSFFile$, Hps

vector = 4

GETMTFUSER1D wave, pupil_samp, PSFFile$, vector
N_BINS = vec4(0)
OFFSET = vec4(1)

OUTPUT SCREEN

FORMAT 15.0
PRINT "Number of Bins = ", N_BINS
FORMAT 15.0
PRINT "Offset = ", OFFSET

OFF1 = OFFSET
OFF2 = OFF1 + N_BINS
OFF3 = OFF2 + N_BINS

MAXI = N_BINS-1
FORMAT 16.6
PRINT
PRINT "             X          Tan           Sag"
PRINT

FOR i, 0, MAXI, 1
```

```
PRINT vec4(OFF1 + i),
PRINT vec4(OFF2 + i),
PRINT vec4(OFF3 + i)
NEXT i
```

10.2.14.49. GETNSCMTF

根据矩形探测器(Detector Rectangular)上的点列图计算非序列模式中的X方向和Y方向几何MTF。

语法：

```
GETNSCMTF freq, surface, object
```

详述：

"频率"参数主要针对MTF单位表示的空间频率精心设计（请参阅"MTF单位(MTF Units)"）。如果频率小于零，则GETNSCMTF使用其绝对值。"表面"参数允许在序列和非序列混合模式中使用该功能。对于纯非序列模式系统，表面编号应始终设置为1。"物体"参数指向计算MTF的探测器。只能将其设置为矩形探测器。该计算使用几何MTF方法，该方法对矩形探测器上的点列图进行傅里叶变换。

数据以第一个矢量数组vec1()形式返回，格式如下：矢量位置0：X方向；矢量位置1：Y方向。如需了解有关如何使用矢量数组的更多信息，请参阅VEC1、VEC2、VEC3、VEC4。

示例：

```
! This macro computes the X & Y direction NSC MTF at 50 lp/mm
! at object 10 – Detector Rectangular

PRINT "Resetting detectors..."
y = NSDD(0, 0, 0, 0)
PRINT "Tracing rays..."
NSTR 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0

PRINT "Calculating MTF X and Y..."
GETNSCMTF 50.0, 1, 10
PRINT "mtf X = " +  $STR(vec1(0))
PRINT "mtf Y = " +  $STR(vec1(1))
```

10.2.14.50. GETPSF

使用FFT算法计算衍射点扩散函数(PSF)，并将数据存储于指定的矢量数组中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4）。

语法：

```
GETPSF wave, field, sampling, vector, unnormalized, phaseflag, imagedelta
```

详述：

☒"波长"是与用于计算的波长编号相对应的整数。其值为零说明是多波长计算。
☒"视场"必须为1到最大视场数之间的整数，表示要计算的视场编号。
☒"采样"可为1(32x32)、2(64x64)、3(128x128)...最大为2048x2048。
☒"矢量"参数必须为介于1到4之间的整数，指定数据存储的矢量数组。
☒如果应将数据归一化到峰值1.0，则未归一化的标志为零，如果未归一化的值为1，则返回未归一化的数据。
☒如果相位标志为零，则返回的数据是强度。如果相位标志为1，则返回以度为单位的相位。如果相位标志为2，则返回的数据是PSF的实部。如果相位标志为3，则返回的数据是PSF的虚部。

☒imagedelta值表示各个PSF点之间的间隔（以微米为单位），为0表示采用默认间距。波长必须是单色光，才能计算相位数据。如果给定的任何参数超出有效范围，则会使用最近的值替代。

数据将以矢量数组的形式返回，存储格式如下所示：

矢量位置0：矢量数组中PSF数据点的总数。通常，此数值为4*n*n，其中n是采样尺寸（32、64等）。例如，如果采样密度是2，则光瞳采样将为64 x 64，此时数组中有128 x 128（即16,384）个值。每个数值需要8个字节，总共131kb。如果采样密度为1024，则数组至少需要8Mb存储数据，还需要64Mb或更多空间来计算PSF。矢量位置0返回其它值则表示出现不同错误。返回0表示终止计算。返回-1，表示矢量数组的大小不足以容纳所有数据。可使用SETVECSIZE来增大数组尺寸。返回-2，表示没有足够的系统RAM来计算PSF数据。返回-3，表示计算PSF时出现常规错误。

矢量位置1到4*n*n返回PSF数据强度。前2n个值是第一行，从左到右依次为-x到+x，接下来每2n个值为一行，从-y到+y行。矢量位置4*n*n+1返回数据值之间的间隔（以微米为单位）。

示例：

```
! This macro computes the PSF
! for the currently loaded lens, polychromatic,
! at the first field,
! and a 32x32 grid density (sampling = 1),
! data will be placed in vector 1,
! normalized to 1,
! no phase data,
! default image delta.

SETVECSIZE 4500
GETPSF 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0
np = vec1(0)
IF (np == 0)
PRINT "PSF Computation aborted."
GOTO 1
ENDIF
IF (np == -1)
PRINT "SETVECSIZE too small for PSF data."
GOTO 1
ENDIF
IF (np == -2)
PRINT "Not enough system RAM for PSF data."
GOTO 1
ENDIF
PRINT "There are ", np, " data points, spaced ", vec1(np+1), " micrometers apart".
LABEL 1
```

10.2.14.51. GETSYSTEMDATA

获取大部分系统数据，比如有效焦距、工作F/#、切趾因子以及与面型无关的其它数据。将数据存储在某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4中的任何一个）。

语法：

```
GETSYSTEMDATA vector_expression
```

详述：

数据存储在指定的VECn数组变量中。例如，如果执行命令GETSYSTEMDATA 1，则系统数据存储于VEC1中。另请参阅SETSYSTEMPROPERTY。

数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0： 矢量数组中系统数据值的数量

1： 孔径值(Aperture Value)

2： 切趾因子(Apodization Factor)

3： 切趾类型（0：无，1：高斯，2：正切）

4： 折射率与环境匹配(Adjust Index Data To Environment)设置（1表示true，0表示false）

5： 以摄氏度表示的温度（只在使用环境数据(Use Env Data)为true时才有效）

6： 以ATM表示的压强（只在使用环境数据为true时才有效）

7： 有效焦距(Effective Focal Length)

8： 像空间F/#(Image Space F/#)

9： 物空间数值孔径(Object Space Numerical Aperture)

10： 工作F/#(Working F/#)

11： 入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)

12： 入瞳位置(Entrance Pupil Position)

13： 出瞳直径(Exit Pupil Diameter)

14： 出瞳位置(Exit Pupil Position)

15： 近轴像高(Paraxial Image Height)

16： 近轴放大率(Paraxial Magnification)

17： 角放大率(Angular Magnification)

18： 总长(Total Track)

19： 光线瞄准（0表示关闭，1表示近轴，2表示实际）

20： X光瞳漂移

21： Y光瞳漂移

22： Z光瞳漂移

23： 光阑面编号

24： 全局坐标参考面编号

25： 远心物空间（0表示关闭，1表示开启）

26： 多重结构数量

27： 多重结构操作数的数量

28： 评价函数操作数的数量

29： 公差操作数的数量

30： 无焦像空间（0表示关闭，1表示开启）

31： X光瞳压缩

32： Y光瞳压缩

33： 系统的轴对称性（0表示轴对称，1表示非轴对称）

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.2.14.52. GETTEXTFILE（关键字）(GETTEXTFILE (keywords))

根据支持文本的任何OpticStudio分析窗口创建新的文本文件。

语法：

```
GETTEXTFILE textfilename, type, settingsfilename, flag
```

详述：

textfilename必须为引号内的文件名或者字符串变量名，包括要创建文件的完整路径、名称和扩展名。字符串函数$TEMPFILENAME可用于定义合适的临时文件名。使用$TEMPFILENAME()函数创建的临时文件不会被自动删除。使用DELETEFILE关键字删除这些临时文件。

type变量是一个3字符的字符串代码，表示要执行的分析类型。如需了解有关这些字符串代码的完整列表，请参阅编程选项卡(ProgramingTab)的"字符串代码(StringCode)"部分。如果没有提供分析窗口的类型或者无法识别类型，则进行标准光线追迹。

settingsfilename变量可以是引号内的有效文件名或者字符串变量名，OpticStudio执行GETTEXTFILE命令时采用已保存的设置进行文本文件计算，设置类型具体取决于flag参数的值。

如果flag的值为0，则将使用默认设置。如果镜头文件中有自身的默认设置，则将使用这些默认设置；这些设置存储在"lensfilename.cfg"文件中。如果没有保存的镜头默认设置文件，则将使用存储在"OpticStudio.CFG"文件中的所有OpticStudio文件（如果有）的默认设置。如果之前没有为该镜头或任何其它镜头保存设置，则使用OpticStudio的"出厂"默认设置。

如果flag的值为1，且在设置文件中提供的设置有效，则将使用该设置来生成文件。如果设置文件中的数据无效，则将使用默认设置来生成文件。有效的设置文件只包括通过OpticStudio生成的、然后重命名并保存为用户自定义的文件名。例如，在点列图(Spot Diagram)设置对话框上，单击"保存(Save)"将生成"SPT.CFG"文件。如果将此文件重命名为"MySPT.CFG"，则具有完整路径的文件可以用作GetTextFile的"settingsfilename"变量。

无论flag为何值，如果"settingsfilename"提供了有效文件名，则所用设置都将写入到设置文件中，覆盖原文件中的所有数据。要修改现有设置文件中定义的设置，请使用关键字MODIFYSETTINGS。

GETTEXTFILE仅支持文本文件，不支持图形文件。

另请参阅OPEN、CLOSE、READ、READNEXT、READSTRING、和MODIFYSETTINGS。

示例：

```
! Macro sample to generate cardinal points in a file.
! Get a temporary file name
A$ = $TEMPFILENAME()
! Compute the data and place in the temp file
GETTEXTFILE A$, Car
!
Open the new file and print it out
OPEN A$
LABEL 1
READSTRING B$
IF (EOFF()) THEN GOTO 2
PRINT B$
GOTO 1
LABEL 2
DELETEFILE A$
CLOSE
```

10.2.14.53. GETVARDATA

获取当前所有优化变量的数量、类型和数值。将数据存储在某个矢量数组变量中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4中的任何一个）。

语法：

```
GETVARDATA vector
```

详述：

数据存储在指定的VECn数组变量中。例如，如果执行了命令GETVARDATA1，那么数据将存储于VEC1中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0： n，变量的数量

1： 第一个变量的类型代码

2： 第一个变量的表面编号

3： 第一个变量的参数编号

4： 第一个变量的物体编号

5： 第一个变量的值

5*q-4：第q个变量的类型代码

5*q-3：第q个变量的表面编号

5*q-2：第q个变量的参数编号

5*q-1：第q个变量的物体编号

5*q： 第q个变量的值

等等...

整数q的值从1到n，其中n是变量数量。如果n为0，则没有有效数据返回。数组位置0：n值始终有效。变量的类型代码如下表所述。对于不同类型的变量，表面编号、参数编号和物体编号可能没有意义。

GETVARDATA的类型和ID代码

变量类型	类型代码	表面	参数	物体
曲率	1	表面#	-	-
厚度	2	表面#	-	-
圆锥系数(Conic)	3	表面#	-	-
折射率Nd	4	表面#	-	-
阿贝数Vd	5	表面#	-	-
部分色散 ΔP_{gF}	6	表面#	-	-
TCE	7	表面#	-	-
参数值	8	表面#	参数#	-
附加数据值	9	表面#	附加数据编号	-
多重结构操作数值	10	操作数编号	结构#	-

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

非序列模式物体位置X	11	表面#	-	物体#
非序列模式物体位置Y	12	表面#	-	物体#
非序列模式物体位置Z	13	表面#	-	物体#
非序列模式物体X倾斜	14	表面#	-	物体#
非序列模式物体Y倾斜	15	表面#	-	物体#
非序列模式物体Z倾斜	16	表面#	-	物体#
非序列模式物体参数	17	表面#	参数#	物体#

10.2.14.54. GETZERNIKE

计算当前载入的镜头文件的Zernike Fringe、标准或环形系数，并将其存储于某个矢量数组参数中（VEC1、VEC2、VEC3或VEC4）。

语法：

```
GETZERNIKE maxorder, wave, field, sampling, vector, zerntype, epsilon, reference
```

详述：

对于Zernike Fringe系数而言，maxorder参数为1到37之间的任何数值，对于Standard系数或Annular系数，maxorder参数为1到231之间的任何数值（请参阅下文有关zerntype的详述），并且对应于所需的最高Zernike项。"波长"和"视场"是分别表示波长和视场编号对应的整数值。"采样"的值指定用于拟合系数的网格尺寸。"采样"可为1(32x32)、2(64x64)...最大为2048 x 2048。"矢量"参数必须为介于1到4之间的整数，指定数据存储的矢量数组。zerntype为0表示"fringe"Zernike项，1表示"Standard"Zernike项，2表示"Annular"Zernike项。如需了解关于不同类型Zernike项的更多描述，请参阅"Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients)"、"ZernikeStandard系数(Zernike Standard Coefficients)"以及"Zernike Annular系数(Zernike Annular Coefficients)"。对于Annular Zernike系数，"epsilon"表示环形比率；对于其它Zernike类型，将忽略该值。要使OPD参考主光线，reference值应为0或者忽略；reference值为1表示参考面顶点。如果给定的任何参数超出有效范围，则会使用最近的值替代。

返回的数据存储在指定的矢量数组参数中，存储格式如下所示：矢量位置1：以波长为单位的峰谷值；矢量位置2：OPD为0时的RMS值（以波长为单位）（此值没有实际意义，仅供参考）；矢量位置3：主光线的RMS值（以波长为单位）；矢量位置4：图像质心的RMS值（以波长为单位）（这是与图像质量相关的最有实际意义的数值）；矢量位置5：以波长为单位的方差值；矢量位置6：斯特列尔比；矢量位置7：RMS拟合误差（以波长为单位）；矢量位置8：任意点的最大拟合误差（以波长为单位）。其余的矢量位置包含实际的Zernike系数数据。例如，Zernike项数1位于矢量位置9，Zernike项数2位于矢量位置10，以此类推。

示例：

```
! This macro computes the first 37 Zernike Fringe coefficients
! for the currently loaded lens, at wave 1, field 1
! and a 32x32 grid density (sampling = 1). The coefficients
! will be placed in vector 1. First get the data:
GETZERNIKE 37,1,1,1,1,0
```

```
! Now print it out:
FORMAT 16.6
PRINT "Peak to Valley   : ", vec1(1)
PRINT "RMS to chief     : ", vec1(3)
PRINT "RMS to centroid  : ", vec1(4)
PRINT "Variance         : ", vec1(5)
PRINT "Strehl ratio     : ", vec1(6)
PRINT "RMS Fit Error    : ", vec1(7)
PRINT "Maximum Fit Error : ", vec1(8)
i = 1
label 1
FORMAT 2.0
PRINT "Zernike #", i, " = ",
FORMAT 16.6
PRINT vec1(8+i)
i = i + 1
if (i < 38) THEN GOTO 1
PRINT "All Done!"
```

10.2.14.55. GLAS

设置玻璃属性，请使用"SETSURFACEPROPERTY、SURP"关键字，获取玻璃属性，请使用$GLASS(i)字符串函数，如在字符串函数下的详述。

10.2.14.56. GLASSTEMPLATE

GLASSTEMPLATE设置玻璃替换模板(Glass Substitution Template)上的数据。

语法：

```
GLASSTEMPLATE code, data
```

详述：

对于复选框code的值，使用玻璃替换模板的代码为0，排除数据不全的玻璃的代码为1，标准的代码为11，首选的代码为12，废弃的代码为13，特殊的代码为14，使用相对成本、CR、FR、SR、AR和PR的代码分别为21-26。如果data的值为0，则将取消选中此复选框。任何非0值都将选中此复选框。

若要修改使用相对成本、CR、FR、SR、AR和PR对应的数值，则code的值分别为31-36，data的值可根据用户需求输入合适值。

相关函数：

GTEM

10.2.14.57. GLENSNAME

GLENSNAME在用户自定义的图形屏幕上的文本框左上角显示当前镜头名称。

语法：

```
GLENSNAME
```

详述：

GLENSNAME主要用于使用户自定义的图形类似于其它OpticStudio图形。

示例：

请参阅GRAPHICS一节。

10.2.14.58. GLOBALTOLOCAL（关键字）(GLOBALTOLOCAL (keywords))

将坐标断点从全局转换为局部坐标系参考。

语法：

```
GlobalToLocal, surf1, surf2, direction
```

详述：

GLOBALTOLOCAL可以将所有相邻坐标断点面合并成一个单一的坐标断点面。surf1和surf2定义表面范围。direction为0表示坐标正向，为1表示坐标反向。

请参阅"全局到局部坐标系(Global To Local)"。

另请参阅：LOCALTOGLOBAL。

10.2.14.59. GOSUB、SUB、RETURN和END(GOSUB, SUB, RETURN, and END)

这四个关键字同时用于定义和调用ZPL宏文件中的子程序。每个关键字都有特殊用途。GOSUB用于将程序流定位到某个子程序。SUB用于定义子程序名称，并指定子程序主体的开始。RETURN表示在调用了最新的GOSUB后，宏继续执行。END表示用于应立即终止宏。

语法：

有关语法示例，请参阅示例(Example)一节。

详述：

每个ZPL宏文件的子程序不能超过100个。每个子程序都必须用RETURN命令来终止。子宏体中可能不止一个RETURN命令。如果定义了子程序，那么必须至少使用一个END命令来指示主宏体的结束。主宏体必须在文件的顶部。

在一个ZPL宏中使用的"嵌套级别"不能超过100。例如，如果子程序ABC调用子程序XYZ，则嵌套级别为2。如果子程序XYZ又调用子程序DEF，则嵌套级别为3。

ZPL中的所有变量均为全局变量。任何一个在子程序中使用或定义的变量，也都会存在于主宏中。

示例：

```
x = 1 y = 2
GOSUB add
print "the sum of ", x, " and ", y, " is ", z
END

SUB add
z = x + y
RETURN
```

10.2.14.60. GOTO

通常情况下，宏中的每行命令依次执行。GOTO可用于定义在宏中的任意点重新开始执行。GOTO始终与LABEL命令一起使用。

语法：

```
GOTO label_number
GOTO text_label
```

详述：

在宏中必须有一个包含对应label_number或text_label的LABEL命令，否则宏将出现错误。

示例：

```
LABEL 1
x = RAND(10)
if x <= 5 THEN GOTO 1
PRINT " X is greater than 5 "
```

10.2.14.61. GRAPHICS（关键字）(GRAPHICS (keywords)))

使用图形标题对应的标尺线创建一个标准OpticStudio图形框架。

如需了解有关创建图形的简单方法，请参阅"PLOT"和"PLOT2D"。

语法：

```
GRAPHICS
GRAPHICS NOFRAME
GRAPHICS OFF
```

详述：

如果单独定义了GRAPHICS，那么将创建一个标准的OpticStudio图形窗口。如果提供了可选的变量NOFRAME，那么在标准图形窗口中不会显示标题栏。所有后续图形命令都会发送到这个新创建的窗口中。GRAPHICS OFF将关闭现已打开的图形窗口，然后显示这个关闭的窗口。

示例：

```
Graphics

xmx = xmax()
xmn = xmin()
ymx = ymax()
ymn = ymin()

xwidth = xmx-xmn
ywidth = ymx-ymn

xleft = xmn + ( .1 * xwidth )
xrigh = xmn + ( .9 * xwidth )
ytopp = ymn + ( .1 * ywidth )
ybott = ymn + ( .7 * ywidth )

line xleft,ytopp,xrigh,ytopp
line xrigh,ytopp,xrigh,ybott
line xrigh,ybott,xleft,ybott
line xleft,ybott,xleft,ytopp

gtitle " the rain in spain falls mainly on the plain"
glensname
gdate
gtext xmx/2,ymx/2,0, " start this text in the center."
gtextcent ymx*.05, "center this text near the top."
gtext xmx*.05,ymx*.75,90, " place me vertically near left edge."
gtext xmx*.15,ymx*.68,30, " orient me at 30 degrees."
```

```
graphics off
```

相关关键字：

LINE、GITITLE、GLENSNAME、GDATE、GTEXTCENT、GTEXT、PIXEL、PLOT

10.2.14.62. GTEXT

GTEXT表示使用自定义文本来标记图形。

语法：

```
GTEXT x, y, angle, user_text
GTEXT x, y, angle, A$
```

详述：

坐标x和y指定要显示文本字符串user_text的左边缘。"user_text"可以是用引号内的常量字符串，也可以是字符串变量名称。angle指定自定义文本相对于图形框架的旋转角度，默认为0度（水平）。另请参阅SETTEXTSIZE。

示例：

请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.63. GTEXTCENT

GTEXTCENT表示使用用户自定义文本标记图形中心。

语法：

```
GTEXTCENT y, user_text
```

详述：

坐标y指的是文本字符串user_text的垂直位置。另请参阅SETTEXTSIZE。

示例：

请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.64. GTITLE

GTITLE类似于GTEXT，唯一区别是需要指定文本，且文本将显示在图形标题栏的中央。GTITLE用于使ZPL图形函数生成的图形类似于OpticStudio标准图形。

语法：

```
GTITLE user_title
```

示例：

请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.65. HAMMER（关键字）(SETTOL (keywords))

调用锤形优化算法，使用当前评价函数来优化当前镜头。

语法：

```
HAMMER
HAMMER number_of_cycles
HAMMER number_of_cycles, algorithm
```

详述：

如果未提供变量，则锤形优化将使用阻尼最小二乘法运行1个周期。如果提供了变量，则变量必须为1到99之间的整数，并且锤形优化算法将运行指定的周期数。algorithm变量为0时表示使用阻尼最小二乘法，为1时表示使用正交下降法。有关更多信息，请参阅"执行优化(Performing an optimization)"。

相关函数：

MFCN

示例：

```
PRINT "Starting merit function:", MFCN()
HAMMER 3
PRINT "Ending merit function :", MFCN()
```

10.2.14.66. IF-THEN-ELSE-ENDIF

IF提供有条件的宏执行和分支。

语法：

```
IF (expression)
(commands)
ELSE (commands)
ENDIF
```

或

```
IF (expression) THEN (command)
```

详述：

IF-ELSE-ENDIF结构用于有条件地执行IF命令后面的命令或者ELSE命令后面的命令，但两者不能同时执行。如果expression的值为0，则被视为假(false)，否则被视为真(true)。expression可以是任何有效的ZPL表达式（由函数、变量、操作数和常量组成）。尽管ELSE是可选的，IF命令也必须与ENDIF配对。IF-ENDIF对可嵌套到任何层面。

IF-THEN结构便于有条件地执行单个指令。如果指定了THEN关键字，则IF命令将终止，而且不需要ENDIF。在IF-THEN结构中，不支持ELSE关键字。

示例：

```
x = 1
y = 2
if (x < y)
PRINT "x is less than y"
ELSE
if (x == y) THEN PRINT "x equals y"
if (x > y) THEN PRINT "x is greater than y"
ENDIF
```

10.2.14.67. IMA

计算几何图像分析功能并将结果保存到BIM文件中。有关BIM（二进制图像）格式的描述，请参阅"BIM格式(BIM format)"。有关几何图像分析功能的描述，请参阅"几何图像分析(Geometric Image Analysis)"。

语法：

```
IMA outfilename, infilename
```

详述：

此关键字需要指定输出的BIM文件名称，可选择性输入IMA或BIM文件的名称。如果未提供outfilename的扩展名，则附加扩展名BIM。必须在infilename中提供扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。outfilename必须存放在<data>\<images> 文件夹中。infilename也必须存放在<data>\<images> 文件夹中。文件名中不能包含路径。

几何图像分析功能的参数设置采用的是当前镜头之前保存过的设置。若要调整这些参数设置，请打开"几何图形分析(Geometric Image Analysis)"窗口并选择适当的设置，然后按"保存(Save)"。在"显示为(Show As)"参数下拉菜单中不能选择"点列图(spot diagram)"。后续对IMA的调用都会使用保存的设置。输出文件名和输入源文件例外，输出文件名为IMA关键字之后的第一个变量，输入源文件为IMA关键字之后的第二个可选变量。

示例：

```
IMA "output.BIM", "LETTERF.IMA"
```

相关关键字：

IMASHOW、IMASUM

10.2.14.68. IMAGECOMBINE

合并两个图形文件，并将合并的图形写入到新文件中。

语法：

```
IMAGECOMBINE source1$, source2$, destination$, mode$
```

详述：

此关键字将打开两个源图形文件，将其合并为单个图像，然后将结果写入到目标文件中。文件可为BMP、JPG或PNG格式。基于所提供的扩展名，不同的格式之间可以自动转换。如果源图像的行数相同，则可以从左到右合并。如果源图像的列数相同，则可以从上到下合并。使用的合并方式取决于mode$值。mode$值可由"LEFTRIGHT"或"TOPBOTTOM"来定义，进而确定图像的合并方式。

示例：

```
S1$ = "C:\TEMP\SOURCE1.JPG" S2$ = "C:\TEMP\SOURCE2.JPG"
D$ = "C:\TEMP\DESTINATION.JPG" M$ = "LEFTRIGHT"
IMAGECOMBINE S1$, S2$, D$, M$
```

相关函数：

PIXX、PIXY

相关关键字：

IMAGEEXTRACT

10.2.14.69. IMAGEEXTRACT

提取图形文件的矩形区域，并将此区域写入到新文件中。

语法：

```
IMAGEEXTRACT source$, destination$, startx, starty, width, height
```

详述：

此关键字打开源图形，提取文件的矩形区域，然后将提取的区域写入到目标文件中。文件可为BMP、JPG或PNG格式。基于所提供的扩展名，不同的格式之间可以自动转换。startx和starty值分别表示与左侧和顶部的偏移量（以像素为单位）。顶部行和左侧列都从编号1开始。width和height值表示要提取的矩形区域的大小（以像素为单位）。

示例：

```
S$ = "C:\TEMP\SOURCE.JPG"
D$ = "C:\TEMP\DESTINATION.JPG"
IMAGEEXTRACT S$, D$, 1, 1, 20, 20
```

相关函数：

PIXX, PIXY

相关关键字：

IMAGECOMBINE

10.2.14.70. IMASHOW

在查看器窗口中显示一个IMA或BIM文件。关于IMA和BIM文件格式的说明，请参见"IMA格式(TheIMAformat)"和"BIM格式(The BIM format)"。

语法：

```
IMASHOW filename.ima
```

详述：

此关键字需要指定IMA或BIM文件的名称。必须包含扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于<data>\<im- ages>文件夹中。该命令将打开新窗口来显示文件。

示例：

```
IMASHOW "LETTERF.IMA"
```

相关关键字：

IMA, IMASUM

10.2.14.71. IMASUM

对BIM文件中的强度求和。尽管此函数的名称为"IMASUM"，但目前只能对BIM文件求和，不能对IMA文件求和。这个限制是由IMA文件格式中所支持的灰阶数量较低而导致的。关于IMA和BIM文件格式的说明，请参见"IMA格式(The IMA format)"和"BIM格式(The BIM format)"。

语法：

```
IMASUM filename1, filename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要指定三个BIM文件名（文件名可相同）。三个文件都必须是BIM格式。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于<data>\<images>文件夹中，也是输出文件所在的位置。两个源文件必须具有相同数量的像素和色彩通道，否则将出现错误信息。

示例：

```
IMASUM "A.BIM", "B.BIM", "sum of A and B.BIM"
```

相关关键字：

IMA、IMASHOW

10.2.14.72. IMPORTEXTRADATA（关键字）(IMPORTEXTRADATA (keywords))

通过一个文件将数据导入到镜头数据编辑器中。

语法：

```
IMPORTEXTRADATA surface, filename
```

详述：

surface必须是使用附加数据值的有效表面编号。filename应包含完整路径。如需了解受支持的数据格式，

请参阅序列模式中"网格矢高(Grid Sag)"表面的"导入网格数据(Importing grid data)"。

10.2.14.73. INPUT

INPUT提供一种在宏运行时提示用户输入数值或文本数据的方法。

语法：

```
INPUT "Prompt String" , variable
INPUT variable
INPUT "Prompt String" , string_variable$
INPUT string_variable$
```

详述：

变量可以是所有有效变量的名称。如果变量名称是字符串变量，则表示输入的内容是文字字符串，否则，输入的内容就是数值。如果没有指定提示符字符串，则INPUT命令将使用"?"进行提示。提示符一直显示在屏幕上，只接收键盘输入。提示符字符串长度不能超过200个字符。

示例：

```
INPUT "Enter value for x:", x
PRINT "X = ", x
INPUT "Enter a value for A$:", A$
PRINT A$
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.2.14.74. INSERT

INSERT可在镜头数据编辑器中插入新表面。

语法：

```
INSERT surf
```

详述：

surf值必须为整数表达式。另请参阅DELETE和SURFTYPE。

示例：

```
INSERT 5
INSERT i+2*j
```

10.2.14.75. INSERTCONFIG

INSERTCONFIG可在多重结构编辑器中插入新的结构。

语法：

```
INSERTCONFIG config
```

详述：

config可为整数值或整数表达式，其结果必须大于0且小于等于当前结构数量加1。另请参阅DELETECONFIG和INSERTMCO。

示例：

```
INSERTCONFIG 4
```

10.2.14.76. INSERTMCO（关键字）(INSERTMCO (keywords))

INSERTMCO可在多重结构编辑器中插入新的多重结构操作数。

语法：

```
INSERTMCO row
```

详述：

row可为整数值或整数表达式，其结果必须大于0且小于等于当前操作数的数量加1。另请参阅DELETEMCO和INSERTCONFIG。

示例：

```
INSERTMCO 7
```

10.2.14.77. INSERTMFO（关键字）(INSERTMFO (keywords))

INSERTMFO可在评价函数编辑器中插入一个新的评价函数操作数。

语法：

```
INSERTMFO row
```

详述：

row可为整数值或整数表达式，其结果必须大于0且小于等于当前操作数的数量加1。

另请参阅DELETEMFO和SETOPERAND。

示例：

```
INSERTMFO 23
```

10.2.14.78. INSERTOBJECT（关键字）(INSERTOBJECT (keywords))

插入一个新的NSC物体。

语法：

```
INSERTOBJECT surf, object
```

详述：

surf值必须为整数值或整数表达式，指定的表面必须是非序列模式元件表面。在非序列模式下surf的值设为1。object的值必须为介于1和当前物体数加1之间的整数，包括首尾值。新物体将按照指定的物体编号完成插入，并根据要求对其它物体进行重新编号。

请参阅DELETEOBJECT和SETNSCPROPERTY。

示例：

```
INSERTOBJECT 1, 1
```

10.2.14.79. INSERTTOL

INSERTTOL可在公差数据编辑器中插入一个新的操作数。

语法：

```
INSERTTOL row
```

详述：

row可为整数值或整数表达式，其结果必须大于0且小于等于当前操作数的数量加1。另请参阅DELETETOL和SETTOL。

示例：

```
INSERTTOL 3
```

10.2.14.80. LABEL

LABEL可为LABEL命令提供目标，更多详情，请参阅"GOTO"。

语法：

```
LABEL label_number
LABEL text_label
```

详述：

label_number必须为大于0的整数值，如1或7。如果使用text_label，则文字标签不得包含空格或者用作分隔符的其它特殊字符。LABEL本身对程序流没有影响。宏标签命令不能超过300个。

示例：

```
LABEL 7
LABEL startover
```

10.2.14.81. LINE（关键字）(LINE (keywords))

LINE是用于图形显示的直线绘制函数。

语法：

```
LINE oldx, oldy, newx, newy
```

详述：

LINE将求出四个表达式的值，并绘制出连接定义点的直线。坐标指的是当前图形结构的坐标，坐标必须限定在XMIN、YMIN、XMAX和YMAX定义的边界内。虽然LINE只能准确绘制整数坐标值，但能够支持实数坐标变量，并取最接近的等效整数值。LINE仅在图形模式下有效。绘制直线的颜色由当前画笔颜色决定，当前画笔颜色可通过关键字COLOR来指定。

示例：

请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.82. LOADARCHIVE

打开现有Zemax存档文件(*.ZAR)。

语法：

```
LOADARCHIVE filename, extractpath
```

详述：

filename必须包含存档文件的名称，包括文件扩展名。如果filename不包含存档文件的完整路径，则会使用镜头的默认文件夹。如果未定义extractpath，则假定提取路径与filename路径相同。随后将打开存档文件中定义的镜头和Session文件。请参阅"恢复存档文件(Restore From Archive File)"。

10.2.14.83. LOADCATALOG

为当前加载的镜头重载玻璃库和膜层库。

语法：

```
LOADCATALOG
```

详述：

载入镜头后，将自动载入任何相关的玻璃库和数据文件，包括COATING.DAT文件（如果尚未载入）。但是，如果数据库目录已被修改（可能是由ZPL宏自身修改的），那么需要用关键字LOADCATALOG来重新载入这些库。若在打开当前Zemax Session文件之后修改了COATING.DAT或玻璃AGF库文件，则不需要使用此关键字。

10.2.14.84. LOADDETECTOR（关键字）（OADDETECTOR (keywords)）

将保存在文件中的数据加载到非序列模式矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体中。

语法：

```
LOADDETECTOR surf, object, filename
```

详述：

此关键字需要指定表面和对象的数值表达式，以及带有或不带有完整路径的文件名。surf是非序列模式组的表面编号；在非序列模式下，surf使用1。object是探测器物体的编号。filename可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为DDR、DDC、DDP或DDV。

相关关键字：

SAVEDETECTOR

10.2.14.85. LOADLENS

加载一个新的镜头文件，替换当前内存中的镜头文件。

语法：

```
LOADLENS filename, appendflag, session
```

详述：

LOADLENS将加载一个镜头文件。如果filename包含完整路径（如C:\MYDIR\MYLENS.ZMX），则将直接加载指定文件。如果filename不含完整路径，则将使用镜头的默认文件夹（参阅文件夹(Folders)）。

如果appendflag为0或者不存在，则LOADLENS将直接加载指定文件。

如果appendflag大于0，则将文件附加到当前镜头数据中，从appendflag值指定的表面开始。指定文件的物面和像面将被忽略。

如果appendflag小于0，则将文件附加到当前镜头数据中，从appendflag绝对值指定的表面开始，且包含指定文件的物面。像面将被忽略。

仅在序列模式下，将一个系统附加到另一个系统时，才会使用appendflag。目前不支持附加非序列模式系统。

如果session标记不为0，则将加载镜头的任何关联session文件，并且所有镜头和窗口都将更新，否则将忽略镜头session文件。

示例：

```
LOADLENS "COOKE.ZMX"
```

相关关键词：

SAVELENS

10.2.14.86. LOADMERIT（关键字）(LOADTOLERANCE (keywords))

加载评价函数文件，替换当前镜头中的评价函数。

语法：

```
LOADMERIT "filename"
LOADMERIT file$
```

详述：

LOADMERIT将通过.MF文件加载一个新的评价函数。如果filename包含完整路径（如C:\MYDIR\MYLENS.MF），则将直接加载指定文件。如果filename不含完整路径，则将使用默认路径文件夹<data>\MeritFunction（参阅"文件夹(Folders)"）。此外，此关键字还可以使用相同语法从ZMX文件中加载评价函数。

另请参阅SAVEMERIT。

10.2.14.87. LOADTOLERANCE（关键字）(LOADTOLERANCE (keywords))

加载公差文件，替换当前镜头中的公差。

语法：

```
LOADTOLERANCE "filename"
LOADTOLERANCE file$
```

详述：

LOADTOLERANCE将加载新的公差文件。如果filename包含完整路径（如C:\MYDIR\MYLENS.TOL），则将加载指定文件。如果filename不含完整路径，则将使用默认路径文件夹<data>\Tolerance（参阅"文件夹(Folders)"）。

另请参阅SAVETOLERANCE。

10.2.14.88. LOCALTOGLOBAL（关键字）(LOCALTOGLOBAL (keywords))

将坐标断点从局部参考转换为全局参考。

语法：

```
LOCALTOGLOBAL surf1, surf2, reference
```

详述：

LOCALTOGLOBAL可将所有坐标断点修改为3个坐标断点为一组，这样可以在全局坐标中查找指定表面。surf1和surf2定义表面范围。reference指定参考表面编号，必须位于surf1之前。请参阅"局部到全局坐标系(Local To Global)"。另请参阅"GLOBALTOLOCAL"。

10.2.14.89. LOCKWINDOW

锁定任何一个或所有打开的窗口。

语法：

```
LOCKWINDOW winnum
```

详述：

请参阅"图形窗口操作(Graphic windows operations)"。如果winnum为0，则将锁定所有已打开的窗口。如果winnum为-1，则在宏执行结束后，将锁定当前执行的窗口。

示例：

```
LOCKWINDOW 7
```

相关关键词：

UNLOCKWINDOW

10.2.14.90. MAKEFACETLIST

生成一个ASCI列表，列出任何可导入CAD文件的多面描述的顶点。

语法：

```
MAKEFACETLIST infile, outfile
```

详述：

infile可以是字符串变量或包含CAD格式文件的完整路径的名称。outfile可以是字符串变量或包含输出文件的完整路径的名称。输出文件是一个文本列表。在物体的多面描述中，每个三角形都有18行。前6行表示第一个三角形顶点1的数据，格式如下：

x坐标

y坐标

z坐标

x法向量

y法向量

z法向量

后6行的值表示顶点2，再接下来的6行的值表示顶点3。18个值共同定义第一个三角形。对下一个三角形重复此模式，每个三角形通过18个值来表示，直到写入所有三角形。

10.2.14.91. MAKEFOLDER

为文件创建一个文件夹。

语法：

```
MAKEFOLDER "C:\TEMP\TEST_FOLDER"
MAKEFOLDER path$
```

详述：

将创建一个新的文件夹。如果文件夹已经存在，则忽略此关键字。如果路径无效，则出现错误信息提示，并终止宏执行。

10.2.14.92. MODIFYSETTINGS（关键字）(MODIFYSETTINGS (keywords))

修改GETTEXTFILE使用的设置文件中的数据。

必须在使用MODIFYSETTING之前手动创建设置文件。如果要创建设置文件，请在OpticStudio中打开分析并点击设置下拉菜单中的"保存(Save)"。

语法：

```
MODIFYSETTINGS settingsfilename, type, value, windowtype
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

详述：

settingsfilename可以是引号内的字符串或者字符串变量名称，并且包括要修改文件的完整路径、名称和扩展名。

"类型"参数表示文本助记符，指定要修改文件中的哪些设置。下表中列出了"类型"参数支持的值。

变量windowtype是一个3字符的字符串代码，指定要在特定镜头设置文件中查找的分析类型。 如需了解有关这些字符串代码的完整列表，请参阅编程选项卡(Programming Tab)的"字符串代码(String Codes)"部分。 如果省略windowtype，则将修改与"类型"参数匹配的第一个设置；请注意，某些"类型"可能匹配多个不同窗口设置；如果指定分析窗口中没有任何设置与给定"类型"匹配，则不会对文件进行任何更改。

MODIFYSETTINGS支持的类型代码

功能	有效的类型代码
2D视图	LAY_RAYS：光线数量。
探测器查看器	DVW_SURFACE：表面编号。使用1表示非序列模式。 DVW_DETECTOR：探测器编号。 DVW_SHOW："显示为(Show As)"设置。其含义取决于所显示的窗口类型（图形或文本）和探测器类型（矩形探测器、颜色探测器等等）。 DVW-SHOW的值对应于探测器查看器窗口的UI中所需项的位置。 例如，请参阅表 2: DVW_SHOW示例 在页面上 1518。 DVW_ROWCOL：截面图的行编号或列编号。 DVW_ZPLANE：体探测器的Z平面编号。 DVW_SCALE：比例模式。使用0表示线性、1表示Log-5、2表示Log-10、3表示Log-15。 DVW_SMOOTHING：整数平滑值。 DVW_DATA："显示数据(Show Data)"设置。类似于DVW_SHOW，其含义取决于其他设置，例如所显示的窗口类型、探测器类型及光源单位等。 DVW_DATA的值对应于探测器查看器窗口的UI中所需项的位置。 例如，请参阅表 3: DVW_DATA示例 在页面上 1518 DVW_ZRD：光线数据库名称，或者为空（表示无名称）。 DVW_FILTER：过滤字符串。 DVW_MAXPLOT：最大绘图比例。 DVW_MINPLOT：最小绘图比例。 DVW_OUTPUTFILE：输出文件名称。
扩展衍射图像分析	EXD_DISPLAYSIZE：显示尺寸。 EXD_FIELD：视场编号。 EXD_FILESIZE：文件大小。 EXD_WAVE：波长编号。

扩展光源圈入能量	XSE_FIELD：视场编号（1、...、n） XSE_FIELDSIZE：视场尺寸 XSE_WAVE：波长（0表示"所有"波长，1、...n） XSE_KRAYS：光线 x 1000 XSE_IMANAME：*.IMA文件名 XSE_SURFACE：表面编号 XSE_MAXRAD：最大径向距离 XSE_TYPE：数据类型（1表示"圈入能量"，2表示"仅X"，3表示"仅Y"等等） XSE_REF：参考（0表示"主光线"，1表示"质心"，2表示"顶点"） XSE_POLARIZATION：使用偏振标记（0表示关闭，1表示开启） XSE_REMVIGNET：移除渐晕因子标记 XSE_MULDIFFLI：乘以衍射极限标记
FFT线/边缘扩散	LSF_COHERENT：0表示非相干，1表示相干 LSF_TYPE：使用0-9分别表示X-线性、Y-线性、X-对数、Y-对数、X-相位、Y-相位、X-实部、Y-实部、X-虚部或Y-虚部。 LSF_SAMP：采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 LSF_SPREAD：使用0表示线，1表示边缘。 LSF_WAVE：波长编号，使用0表示多波长（仅限非相干）。 LSF_FIELD：视场编号。 LSF_POLARIZATION：使用0表示非偏振，1表示偏振。 LSF_PLOTSCALE：绘图比例。
FFT PSF	PSF_TYPE：使用0到4分别表示线性、对数、相位、实部或虚部。 PSF_SAMP：采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 PSF_WAVE：波长编号，使用0表示多波长。 PSF_FIELD：视场编号。 PSF_SURFACE：表面编号，使用0表示像面。 PSF_POLARIZATION：使用0表示非偏振，1表示偏振。 PSF_NORMALIZE：使用0表示非归一化，1表示统一归一化。 PSF_IMAGEDELTA：像面点间距（单位为微米）。

FFT PSF截面图	PSF_TYPE：使用0-9分别表示X-线性、Y-线性、X-对数、Y-对数、X-相位、Y-相位、X-实部、Y-实部、X-虚部或Y-虚部。 PSF_ROW：行编号（如果进行X扫描）或列编号（如果进行Y扫描）。使用0表示中心。 PSF_SAMP：采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 PSF_WAVE：波长编号，使用0表示多波长。 PSF_FIELD：视场编号。 PSF_POLARIZATION：使用0表示非偏振，1表示偏振。 PSF_NORMALIZE：使用0表示非归一化，1表示统一归一化。 PSF_PLOTSCALE：绘图比例。
光迹图	FOO_RAYDENSITY：光线密度。使用0表示环形，1表示10，2表示15，3表示20，以此类推。 FOO_SURFACE：表面编号。 FOO_FIELD：视场编号。 FOO_WAVELENGTH：波长编号。 FOO_DELETEVIGNETTED：删除渐晕，使用0表示否，1表示是。
全视场像差(Full-Field Aberration)	FFA_FIELD：视场编号。 FFA_FIELDSHAPE：视场形状，使用0表示矩形，1表示椭圆。 FFA_WAVELENGTH：波长编号。 FFA_XFIELDWIDTH：X方向网格采样一半的视场值。 FFA_YFIELDWIDTH：Y方向网格采样一半的视场值。 FFA_XFIELDSAMPLING：X方向采样的视场点数目，使用0表示5，1表示6，以此类推。 FFA_YFIELDSAMPLING：Y方向采样的视场点数目，使用0表示5，1表示6，以此类推。 FFA_DECOMPOSITION：分解选项，使用0表示Zernike项。 FFA_MAXIMUMTERM：考虑用于分解的最大项数。可指定的最大项数为231项。 FFA_ABERRATION：要绘制的像差，使用0表示离焦(Defocus)，1表示初级像散(Primary Astigmatism)，以此类推。 FFA_PUPILSAMPLING：用于系数拟合的光瞳密度，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 FFA_DISPLAY：显示模式，使用0表示绝对值，1表示相对值，2表示平均值。 FFA_SHOWAS："显示为(Show As)"设置，使用0表示灰阶，1表示反灰阶等。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

几何位图图像分析	GBM_FIELDSIZE：Y视场大小。 GBM_RAYS：每个光源像素的光线数。 GBM_XPIX：X像素数。 GBM_YPIX：Y像素数。 GBM_XSIZ：X像素大小。 GBM_YSIZ：Y像素大小。 GBM_INPUT：输入文件名 GBM_OUTPUT：输出文件名 GBM_SURFACE：表面编号 GBM_ROTATION：旋转设置
几何图像分析	IMA_FIELD：视场尺寸。 IMA_IMAGESIZE：像面尺寸。 IMA_IMANAME：图像文件名。 IMA_KRAYS：光线数 x 1000。 IMA_NA：数值孔径。 IMA_OUTNAME：输出文件名称。 IMA_SURFACE：表面编号。 IMA_PIXELS：像素数。
离焦FFT MTF	TFM_SAMP：采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 TFM_DELTAFOC：离焦范围。 TFM_FREQ：针对其绘制数据图的空间频率。 TFM_STEPS：焦平面步长数。 TFM_WAVE：波长编号。0表示所有波长。 TFM_FIELD：视场编号。0表示所有视场。 TFM_TYPE：数据类型。使用0表示调制，1表示实部，2表示虚部，3表示相位，4表示方波。 TFM_POLAR：使用偏振。使用0表示否，1表示是。 TFM_DASH：使用虚线。使用0表示否，1表示是。

惠更斯MTF	HMF_PUPILSAMP：光瞳采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HMF_IMAGESAMP：像面采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HMF_IMAGEDELTA：像面点间距（单位为微米）。 HMF_CONFIG：结构编号。使用0表示全部，1表示当前，以此类推。 HMF_WAVE：波长编号。使用0表示多波长。 HMF_FIELD：视场编号。0表示所有视场。 HMF_TYPE：数据类型。当前仅支持调制(0)。 HMF_MAXF：最大空间频率。 HMF_POLAR：使用偏振。使用0表示否，1表示是。 HMF_DASH：使用虚线。使用0表示否，1表示是。
离焦惠更斯MTF	HTF_PUPILSAMP：光瞳采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HTF_IMAGESAMP：像面采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HTF_IMAGEDELTA：像面点间距（单位为微米）。 HTF_CONFIG：结构编号。使用0表示全部，1表示当前，以此类推。 HTF_FREQ：针对其绘制数据图的空间频率。 HTF_WAVE：波长编号。0表示所有波长。 HTF_FIELD：视场编号。0表示所有视场。 HTF_TYPE：数据类型。当前仅支持调制(0)。 HTF_DELTAFOC：离焦范围。 HTF_STEPS：焦平面步长数。 HTF_POLAR：使用偏振。使用0表示否，1表示是。 HTF_DASH：使用虚线。使用0表示否，1表示是。

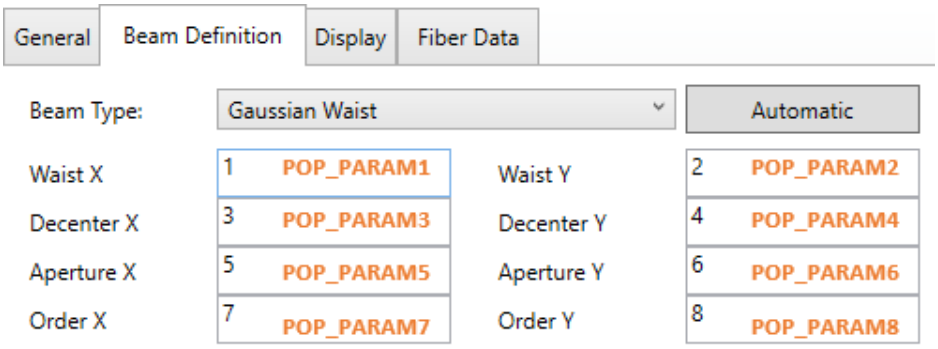
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

惠更斯MTF vs 视场	HMH_SAMP：采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HMH_SCANTYPE：视场扫描类型。使用0表示+Y，1表示+X，以此类推。 HMH_WAVE：波长。0表示所有波长。 HMH_FIELDDENSITY：视场密度。 HMH_FREQ1：空间频率1。 HMH_FREQ2：空间频率2。 HMH_FREQ3：空间频率3。 HMH_FREQ4：空间频率4。 HMH_FREQ5：空间频率5。 HMH_FREQ6：空间频率6。 HMH_POLAR：使用偏振。使用0表示否，1表示是。 HMH_DASH：使用虚线。使用0表示否，1表示是。 HMH_REMOVEVIGNETTING：移除渐晕因子。使用0表示否，1表示是。
惠更斯PSF	HPS_CENTROID：使用质心标记（0表示关闭，1表示开启）。 HPS_PUPILSAMP：光瞳采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HPS_IMAGESAMP：光瞳采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HPS_WAVE：波长编号，使用0表示多波长。 HPS_FIELD：视场编号。 HPS_IMAGEDELTA：像面点间距（单位为微米）。 HPS_TYPE：数据类型。使用0到8分别表示线性、Log-1、Log-2、Log-3、Log-4、Log-5、实部、虚部或相位。
惠更斯PSF截面图	HPC_PUPILSAMP：光瞳采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HPC_IMAGESAMP：光瞳采样，使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 HPC_WAVE：波长编号，使用0表示多波长。 HPC_FIELD：视场编号。 HPC_IMAGEDELTA：像面点间距（单位为微米）。 HPC_TYPE：数据类型。使用0到9分别表示X-线性、Y-线性、X-对数、Y-对数、X-实部、Y-实部、X-虚部或Y-虚部、X-相位或Y-相位。
照度XY扫描	ILL_SOURCE：光源大小。 ILL_SMOOTH：使用的平滑值。 ILL_DETSIZE：探测器大小。 ILL_SURFACE：表面编号。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

图像仿真	ISM_INPUTFILE：输入文件名。指定的文件名应不含路径。 ISM_FIELDHEIGHT：Y视场高度。 ISM_OVERSAMPLING：过采样值。使用0表示无，1表示2X，2表示4x，以此类推。 ISM_GUARDBAND：安全宽度值。使用0表示无，1表示2X，2表示4x，以此类推。 ISM_FLIP：翻转光源。使用0表示无，1表示上下翻转(TB)，2表示左右翻转(LR)，3表示上下翻转和左右翻转(TB&LR)。 ISM_ROTATE：旋转光源：使用0表示无，1表示90度，2表示180度，3表示270度。 ISM_WAVE：波长。使用0表示RGB，1表示1+2+3，2表示波长编号1，3表示波长编号2，以此类推。 ISM_FIELD：视场编号。 ISM_PSAMP：光瞳采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 ISM_ISAMP：像面采样。使用1表示32 x 32，2表示64 x 64，以此类推。 ISM_PSFX、ISM_PSFY：PSF网格点的数量。 ISM_ABERRATIONS：使用0表示无，1表示几何，2表示衍射。 ISM_POLARIZATION：使用0表示否，1表示是。 ISM_FIXEDAPERTURES：使用0表示否，1表示是。 ISM_USERI：使用0表示否，1表示是。 ISM_SHOWAS：使用0表示仿真图，1表示光源位图，2表示PSF网格。 ISM_REFERENCE：使用0表示主光线，1表示顶点，2表示初级主光线。 ISM_SUPPRESS：使用0表示否，1表示是。 ISM_PIXELSIZE：使用0表示默认值或以镜头单位表示的大小。 ISM_XSIZE、ISM_YSIZE：使用0表示默认像素数。 ISM_FLIPIMAGE：使用0表示无，1表示上下翻转，以此类推。 ISM_OUTPUTFILE：输出文件名或者空字符串（表示无输出文件）。
MTF - FFT	MTF_SAMP：光瞳采样，使用1表示32，2表示64，以此类推。 MTF_WAVE：波长编号，使用0表示全部波长。 MTF_FIELD：视场编号，使用0表示全部视场。 MTF_TYPE：使用0表示调制，1表示实部，2表示虚部，3表示相位，4表示方波。 MTF_SURF：表面编号，使用0表示像面。 MTF_MAXF：最大频率，使用0表示默认值。 MTF_SDLI：显示衍射极限，使用0表示否，1表示是。 MTF_POLAR：偏振，使用0表示否，1表示是。 MTF_DASH：使用虚线，使用0表示否，1表示是。

非序列模式物体查看器	SHA_ROTX：x旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z旋转（以度为单位）。
非序列模式实体模型	SHA_ROTX：x旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z旋转（以度为单位）。
部分相干图像分析	PCI_FIELD：视场编号。 PCI_FILESIZE：文件大小。 PCI_WAVE：波长编号。 PCI_RESAMPLE：重新采样像面设置，0表示否，1表示是。 PCI_RSNX：x方向重新采样数 PCI_RSNY：y方向重新采样数 PCI_RSDCX：重新采样x偏心 PCI_RSDCY：重新采样y偏心 PCI_RSDLX：重新采样增量x PCI_RSDLY：重新采样增量y
偏振光瞳图	PPM_SAMP：采样，使用0表示3 x 3，1表示5 x 5，2表示7 x 7，以此类推。 PPM_FIELD：视场编号。 PPM_WAVE：波长编号。 PPM_SURFACE：表面编号。 PPM_JX：Jx振幅。 PPM_JY：Jy振幅。 PPM_PX：Px相位。 PPM_PY：Py相位。 PPM_ADDCONFIG：相加结构字符串。 PPM_SUBCONFIGS：相减结构字符串。
物理光学传播 - 常规选项卡(Physical Optics Propagation - General Tab)	POP_END：终止面。 POP_FIELD：视场编号。 POP_START：起始面。 POP_WAVE：波长编号。

物理光学传播 - 光束定义选项卡(Physical Optics Propagation - Beam Definition Tab)	POP_AUTO：模拟按下"自动(auto)"按钮，可根据采样和其它设置来自动选择合适的X和Y光束宽度。 POP_BEAMTYPE：选择光束类型。使用0表示高斯束腰，1表示高斯角，2表示高斯尺寸+角，3表示平顶，4表示文件，5表示DLL，6表示多模。 POP_PARAMn：设置光束参数n，例如，使用POP_PARAM3以设置参数3。例如，如果光束类型为高斯束腰，则将按该顺序列出8个参数。  该参数是逐行读取的。 POP_PEAKIRRAD：按辐照度峰值进行归一化设置。 POP_POWER：按光束总光焦度进行归一化设置。 POP_SAMPX：X方向采样，使用1表示32，2表示64，以此类推。 POP_SAMPY：Y方向采样，使用1表示32，2表示64，以此类推。 POP_SOURCEFILE：文件名（如果起始光束是由ZBF文件、DLL或多模文件进行定义）。 POP_WIDEX：X方向宽度。POP_WIDEY：Y方向宽度。
物理光学传播 - 光纤数据选项卡(Physical Optics Propagation - Fiber Data Tab)	POP_COMPUTE：使用1表示勾选计算光纤耦合积分，0表示关闭。 POP_FIBERFILE：文件名（如果光纤模式是由ZBF或DLL进行定义）。 POP_FIBERTYPE：使用与上文的POP_BEAMTYPE相同的值，但尚不支持多模。 POP_FPARAMn：设置光纤参数n，例如，使用POP_PARAM3以设置光纤参数3。 POP_IGNOREPOL：使用1表示忽略偏振，0表示考虑偏振。 POP_POSITION：光纤位置设置。使用0表示主光线，1表示面顶点。 POP_TILTX：X倾斜。 POP_TILTY：Y倾斜。

相对照度	REL_RAYDENSITY：光线数量。 REL_FIELDDENSITY：视场点数。 REL_WAVE：波长编号，使用0表示全部波长。 REL_POLAR：使用1表示使用偏振，0表示忽略偏振 REL_LOG：使用1表示对数标尺，0表示线性。 REL_REMOVEVIGNETTING：使用1表示移除渐晕因子，否则使用0。 REL_SCANTYPE：使用0表示+y，1表示+x，2表示-y，3表示-x扫描方向。
实体模型	SHA_ROTX：x旋转（以度为单位）。 SHA_ROTY：y旋转（以度为单位）。 SHA_ROTZ：z旋转（以度为单位）。
点列图	SPT_RAYS：光线密度。
表面矢高	SRS_SAMP：采样。使用1表示33 x 33，2表示65 x 65，以此类推。 SRS_SURF：表面编号。
一维通用绘图(Universal Plot 1D)	UN1_CATEGORY：使用0表示表面，1表示系统，2表示结构。 UN1_PARAMETER：使用0表示第一个选项，1表示第二个选项，以此类推。 UN1_SURFACE：表面或结构编号。 UN1_STARTVAL：自变量的起始值。 UN1_STOPVAL：自变量的终止值。 UN1_STEPS：起始值和终止值之间的步长数。 UN1_OPERAND：优化操作数名称。 UN1_MFLINE：优化操作数行编号。使用0表示MF值。 UN1_PAR1：操作数参数1。 UN1_PAR2：操作数参数2。 UN1_PAR3：操作数参数3。 UN1_PAR4：操作数参数4。 UN1_PAR5：操作数参数5。 UN1_PAR6：操作数参数6。 UN1_PAR7：操作数参数7。 UN1_PAR8：操作数参数8。 UN1_PLOTMIN：因变量的最小图形值。 UN1_PLOTMAX：因变量的最大图形值。 UN1_TITLE：图形标题。

二维通用绘图	UN2_CATEGORYX：使用0表示表面，1表示系统，2表示结构。 UN2_PARAMETERX：使用0表示第一个选项，1表示第二个选项，以此类推。 UN2_SURFACEX：表面或结构编号。 UN2_STARTVALX：自变量的起始值。 UN2_STOPVALX：自变量的终止值。 UN2_STEPSX：起始值和终止值之间的步长数。 UN2_CATEGORYY：使用0表示表面，1表示系统，2表示结构。 UN2_PARAMETERY：使用0表示第一个选项，1表示第二个选项，以此类推。 UN2_SURFACEY：表面或结构编号。 UN2_STARTVALY：自变量的起始值。 UN2_STOPVALY：自变量的终止值。 UN2_STEPSY：起始值和终止值之间的步长数。 UN2_OPERAND：优化操作数名称。 UN2_MFLINE：优化操作数行编号。使用0表示MF值。 UN2_PAR1：操作数参数1。 UN2_PAR2：操作数参数2。 UN2_PAR3：操作数参数3。 UN2_PAR4：操作数参数4。 UN2_PAR5：操作数参数5。 UN2_PAR6：操作数参数6。 UN2_PAR7：操作数参数7。 UN2_PAR8：操作数参数8。 UN2_SHOWAS：数据显示。使用0表示表面，1表示等高线，以此类推。 UN2_CONTOURFORMAT：等高线格式字符串。 UN2_PLOTMIN：因变量的最小图形值。 UN2_PLOTMAX：因变量的最大图形值。 UN2_TITLE：图形标题。
波前图	WFM_SAMP：采样，使用1表示32，2表示64，以此类推。 WFM_FIELD：视场编号。 WFM_WAVE：波长编号。 WFM_SUBSR：子孔径半径。 WFM_SUBSX：子孔径X偏心。 WFM_SUBSY：子孔径Y偏心。

表 **2: DVW_SHOW**示例

值	图形窗口、颜色探测器	文本窗口、极坐标探测器
0	灰阶图	完整数据列表
1	反灰阶图	方位角截面图
2	伪彩色图	
3	反灰阶图	
4	真彩色图	
5	行截面图	
6	列截面图	

表 **3: DVW_DATA**示例

值	图形窗口、矩形探测器、光源单位：流明	文本窗口、总结所有
0	非相干照度	非相干照度
1	相干照度	相干照度
2	相干相位	
3	发光强度	
4	亮度（位置空间）	
5	亮度（角度空间）	

value参数是指定设置的新数据。修改后的设置文件将重新写入到原设置文件名称中。

另请参阅GETTEXTFILE。

示例：

```
MODIFYSETTINGS "C:\MySPT.CFG", SPT_RAYS, 24
MODIFYSETTINGS "C:\MyPOP.CFG", POP_SOURCEFILE, "MyStartBeam.ZBF"
```

10.2.14.93. NEXT

请参阅"FOR、NEXT"。

10.2.14.94. NSLT

开始非序列模式光线追迹。

语法：

```
NSLT surf, source, ray_sampling, edge_sampling
```

详述：

surf是一个整数值，表示非序列模式表面的编号。如果程序模式为非序列模式，surf设为1。source是指所需光源的物体编号。如果source设为0，则会追迹所有光源。ray_sampling指的是LightningTrace网格的分辨率，有效值在0（对应于网格分辨率"低（1倍）"）到5（对应于网格分辨率"1024倍"）之间。

edge_sampling指在物体边缘附近优化LightningTrace网格的分辨率，有效值在0（对应于网格分辨率"低（1倍）"）到4（对应于网格分辨率"256倍"）之间。如需了解有关LightningTrace的更多信息，请参阅"LightningTrace控件(The LightningTrace Control)"。

NSLT在执行LightningTrace之前始终调用UPDATE，以确保所有物体都已经正确加载和更新。

示例：

```
NSLT 1, 0, 3, 2
```

10.2.14.95. NSTR

开始非序列模式追迹，并能够将数据保存到ZRD文件。

语法：

```
NSTR surf, source, split, scatter, usepolar, ignore_errors, random_seed, save,
savefilename, filter, zrd_format
```

详述：

surf是一个整数值，表示非序列模式表面的编号。如果程序模式为非序列模式，surf设为1。source是指所需光源的物体编号。如果source设为0，则会追迹所有光源。如果Split不为0，则开启光线分裂，否则关闭光线分裂。如果Scatter不为0，则开启散射，否则关闭散射。如果Usepolar不为0，则使用偏振，否则关闭偏振。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果ignore_errors不为0，则忽略几何错误，若ignore_errors设为0，在光线发生错误时，将终止非序列模式追迹和宏执行，并且出现错误信息提示。

如果random_seed为0，则随机数生成器将使用随机数做种子，并且每次调用NSTR都将生成不同的随机光线。如果random_seed是0以外的任何整数，则随机数生成器将使用指定数值做种子，并且每次调用NSTR都将生成相同的光线。使用NSTR进行优化时，建议将random_seed设为非0值。

如果save省略或者为0，则不需要提供参数savefilename、filter和zrd_format。如果save不为0，则光线将保存到某个文件中。保存的数据文件名称为savefilename所指定的名称。文件命名规范和目标文件夹与"将光线数据保存到文件(Saving ray data to a file)"中描述的相同。应提供savefilename的扩展名，但不包含路径。如果save不为0，则可选的filter名称可以是包含过滤的字符串变量或者双引号内的过滤字符。如果不使用过滤，则输入一对空的双引号，比如：""。如需了解有关过滤字符串的更多信息，请参阅"过滤字符串(The filter string)"。对于ZRD文件，zrd_format可以是0、1或2，分别表示不压缩全部数据、压缩基本数据或压缩全部数据。如需了解有关ZRD格式的更多信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。

NSTR在进行光线追迹之前始终调用UPDATE，以确保所有物体都已经正确加载和更新。

相关函数：

NSTR2

NSDD

示例：

```
NSTR 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, "saverays.ZRD", "h2"
```

10.2.14.96. NSTR2

开始非序列模式追迹，并能够将数据保存到ZRD和/或PAF文件。

语法：

```
NSTR surf, source, split, scatter, usepolar, ignore_errors, random_seed, save,
savefilename, filter, zrd_format, savepaths, pathfilename
```

详述：

surf是一个整数值，表示非序列模式表面的编号。如果程序模式为非序列模式，surf设为1。source是指所需光源的物体编号。如果source设为0，则会追迹所有光源。如果Split不为0，则开启光线分裂，否则关闭光线分裂。如果Scatter不为0，则开启散射，否则关闭散射。如果Usepolar不为0，则使用偏振，否则关闭偏振。如果开启光线分裂，将自动选择偏振。如果ignore_errors不为0，则忽略几何错误，若ignore_errors设为0，在光线发生错误时，将终止非序列模式追迹和宏执行，并且出现错误信息提示。

save、savefilename和zrd_format表示保存ZRD、DAT或SDF文件。如果save省略或者为0，则不需要提供参数savefilename、filter和zrd_format。如果save不为0，则光线将保存到某个文件中。保存的数据文件名称为savefilename所指定的名称。文件命名规范和目标文件夹与"将光线数据保存到文件(Saving ray data to a file)"中描述的相同。应提供savefilename的扩展名，但不包含路径。对于ZRD文件，zrd_format可以是0、1或2，分别表示不压缩全部数据、压缩基本数据或压缩全部数据。如需了解有关ZRD格式的更多信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。

savepaths和pathfilename控制PAF文件的保存，并且与上面的save和savefilename参数有类似的要求。如果savepaths不为零，则光线将保存到名称由pathfilename指定的PAF文件中。扩展名.paf应在savefilename字符串的末尾指定。

如果save或savepaths不为0，则可选的filter名称可以是包含过滤的字符串变量或者双引号内的过滤字符。如果不使用过滤，则输入一对空的双引号，比如：""。如需了解有关过滤字符串的更多信息，请参阅"过滤字符串(The Filter String)"。

NSTR2在进行光线追迹之前始终调用UPDATE，以确保所有物体都已经正确加载和更新。

相关函数：

NSTR

NSDD

示例：

```
NSTR2 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, "saverays.ZRD", "h2", 0, 1, "saverays.PAF"
```

10.2.14.97. NUMFIELD

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.98. NUMWAVE

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.99. OPEN

打开一个现有的文本文件，以供READ命令进行读取。

语法：

```
OPEN "filename"
OPEN A$
```

详述：

提供的文件名可以是双引号内的有效文件，或者包含文件名的字符串变量名称。请参阅关键字READ和CLOSE。通常在读取所有数据之后会使用CLOSE关闭文件。

相关函数：

EOFF

相关关键字：

READ、READNEXT、CLOSE

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!" OPEN "TEST.DAT"
READ x1, y1
READ x2, y2
READ x3, y3
CLOSE
```

10.2.14.100. OPENANALYSISWINDOW

打开一个新的分析窗口。

语法：

```
OPENANALYSISWINDOW type, settingsfilename
```

详述：

type参数是一个3字符的字符串代码，表示要执行的分析类型。如需了解有关这些字符串代码的完整列表，请参阅编程选项卡(Programming Tab)的"字符串代码(String Codes)"部分。如果没有提供或者无法识别字符串代码，则不会打开窗口。settingsfilename包含要使用的CFG设置文件的名称。如果这个参数缺失，则将使用默认设置。

相关函数：

WINL、WINN

相关关键字：

CLOSEWINDOW、MODIFYSETTINGS

示例：

```
FORMAT 0.0
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
OPENANALYSISWINDOW "mtf"
PRINT "Just opened window ", WINL(), "."
PAUSE TIME, 3000
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
CLOSEWINDOW WINL()
PAUSE TIME, 1000
PRINT "There are ", WINN(), " Windows currently open."
```

10.2.14.101. OPTIMIZE（关键字）(OPTIMIZE (keywords))

调用优化算法，使用当前评价函数来优化当前镜头。

语法：

```
OPTIMIZE
OPTIMIZE number_of_cycles
OPTIMIZE number_of_cycles, algorithm
```

详述：

number_of_cycles的表达式必须为1到99之间的整数值，表示优化算法将运行指定的周期数。如果number_of_cycles计算结果为0，则优化将以"自动"模式运行，并且在算法检测到过程已收敛时停止。对于algorithm参数，使用0表示采用阻尼最小二乘法（默认值），使用1表示采用正交下降法。有关更多信息，请参阅"执行优化(Performing an optimization)"。

使用MFCN函数可在不优化的情况下更新评价函数。

相关函数：

MFCN

示例：

```
PRINT "Starting merit function:", MFCN()

OPTIMIZE

PRINT "Ending merit function :", MFCN()
```

10.2.14.102. OPTRETURN

通过使用ZPLM优化操作数将数值返回到优化算法。

语法：

```
OPTRETURN datafield, result
```

详述：

datafield表达式的计算结果必须为0到50之间的整数。datafield指数组中可以存储表达式结果值的位置。OPTRETURN的唯一用途是能够优化在ZPL宏中计算的数值。

在评价函数中必须使用优化操作数ZPLM来调用ZPL宏，并通过OPTRETURN得到返回的数值。如需了解有关详细信息，请参阅"用ZPL宏优化(Optimizing with ZPL Macros)"。

示例：

```
x = sqrt(thic(3) + radi(5))
OPTRETURN j, x+5
```

10.2.14.103. OUTPUT

指定文本输出的目标。可以输出到屏幕上或文件中。

语法：

```
OUTPUT SCREEN
OUTPUT filename
OUTPUT filename, APPEND
```

详述：

如果仅指定了OUTPUT SCREEN，则所有后续执行的PRINT命令都将输出到屏幕上。如果提供了一个有效的filename，则后续PRINT命令将输出到指定的文件名中。如果提供了不含路径的文件名，则输出将保存在<data>\Macros文件夹中。

若要关闭之前创建的文件，可使用关键字OUTPUT SCREEN，此命令可将后续PRINT内容直接输出到屏幕上。SHOWFILE将关闭文件，并将文件发送到文本查看器程序，以在屏幕上显示。PRINTFILE将关闭文件，并在当前定义的打印设备上将文件打印出来。

需注意，使用PRINT命令输出文件时，文件为Unicode格式。若要将文件转换为ANSI格式，可先关闭文件（例如，使用OUTPUT SCREEN），然后使用关键字CONVERTFILEFORMAT。

如果filename后面跟随有关键字APPEND，则后续输出都将附加到该文件中。否则，将覆盖原文件的内容。

示例：

```
OUTPUT "x.txt"
PRINT "This will not appear on the screen, but in the file x.txt."
OUTPUT SCREEN
PRINT "This will appear on the screen."
OUTPUT "x.txt", APPEND
PRINT "This will appear after the first line in the file x.txt."
```

相关关键字：

CLOSE、OPEN、SHOWFILE、PRINTFILE

10.2.14.104. PARM

如果要设置表面参数，请使用"SETSURFACEPROPERTY、SURP"关键字，对于获取表面参数，请使用在"数值函数"选项卡下介绍的PARM（n、s）数值函数。

10.2.14.105. PARAXIAL（关键字、编程选项卡、关于zpl）(PARAXIAL (keywords, programming tab, about the zpl))

用来控制进行光线追迹是近轴光线还是实际光线。

语法：

```
PARAXIAL ON
PARAXIAL OFF
```

详述：

可通过调用函数PMOD来确定当前近轴模式，如果近轴模式关闭，则PMOD返回0，否则返回1。该功能用于在实际光线追迹与近轴光线追迹之间转换。某些计算需要对近轴光线进行追迹，例如测定畸变和计算系统有效焦距等一阶特性。

示例：

```
mode = PMOD()
IF mode THEN PRINT "Paraxial mode is on!"
IF !mode THEN PRINT "Paraxial mode is not on!"
PARAXIAL ON
PRINT "Now paraxial mode is on!"
PRINT "Restoring original mode..."
if !mode THEN PARAXIAL OFF
```

10.2.14.106. PAUSE

暂停宏执行，同时可选择性地显示状态消息。状态消息可以是字符串或数值。在用户点击状态对话框上的"确定"按钮之后，宏继续运行。

语法：

```
PAUSE
PAUSE "Ready to continue..."
PAUSE TIME, time
PAUSE THREADS
```

详述：

此功能可用于调试、显示结果或暂停宏的执行。如果PAUSE命令之后跟随关键字TIME，则宏执行将在指定的毫秒数内处于"休眠"状态。例如，要暂停宏100毫秒，则语法为

```
PAUSE TIME, 100
```

在指定的时间间隔结束后，宏将继续执行。此种情况下不会显示状态消息。请注意，系统计时器的精度大约为10毫秒，因此PAUSE TIME所产生的实际延迟介于请求时间与请求时间加上（大约）10毫秒之间。允许的最大暂停时间是1,000,000毫秒（大约16.7分钟）。

如果PAUSE命令之后跟随关键字THREADS，则在当前进行计算的所有窗口都计算完毕之后，宏执行才暂停。当使用session文件调用UPDATE ALL或LOADLENS时，此功能非常有用。

10.2.14.107. PIXEL

在当前图形窗口上打开单个像素。

语法：

```
PIXEL xcoord, ycoord
```

详述：

该功能对于制作点列图非常实用。请参阅"GRAPHICS"。

10.2.14.108. PLOT

关键字PLOT支持多个用于简化数据图绘制任务的参数。

语法：

```
PLOT NEW
PLOT TITLE, string
PLOT TITLEX, string
PLOT TITLEY, string
PLOT BANNER, string
PLOT WINASPECT, type
PLOT COMM1, string
PLOT COMM2, string
PLOT COMM3, string
PLOT COMM4, string
PLOT COMM5, string
PLOT COMM6, string
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

```
PLOT RANGEX, minx, maxx
PLOT RANGEY, miny, maxy
PLOT CHECK, x_increment, y_increment
PLOT TICK, x_increment, y_increment
PLOT FORMATX, format_string
PLOT FORMATY, format_string
PLOT DATA, x_array, y_array, number_of_points, color, style, options
PLOT LINE, x1, y1, x2, y2
PLOT LABEL, x, y, angle, size, string
PLOT GO
```

详述：

PLOT NEW用于初始化新绘图。所有之前生成的绘图的相关数据都会废弃。在创建新的绘图时，首先使用的PLOT命令应为PLOT NEW。

PLOT TITLE、PLOT TITLEX和PLOT TITLEY分别用于定义绘图主标题、x轴标题和y轴标题。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT BANNER用于定义横幅标题。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT WINASPECT定义显示窗口的纵横比格式。type的有效值为整数0到3，对应生成的纵横比分别为4x3、5x3、3x4和3x5。如果没有WINASPECT命令，则使用默认纵横比。

PLOT COMMx用于定义在绘图底部显示的最多6条注释。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT RANGEX和PLOT RANGEY可分别定义绘图中x方向和y方向的最小值和最大值。如果没有RANGEX或RANGEY命令，则选择默认范围。

PLOT CHECK用于定义"X"标记的大小，"X"表示在PLOT DATA命令中标记的数据点。单位是相对于显示宽度的无量纲分数。如果没有CHECK命令，则将选择默认大小。

PLOT TICK分别用于定义x轴和y轴上相邻数据之间的增量。如果没有TICK命令，则将选择默认增量。

PLOT FORMATX和PLOT FORMATY分别用于定义x轴和y轴上数值标签的字符串格式。参数"format_string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。format_string必须是有效的C语言格式说明符。常见的format_string是"%M.nf"，其中M是输出字符串中空格的总数，n是小数点后面的位数。例如，如果format_string为"%6.4f"，则pi的值将输出为"3.1415"。若要定义指数格式，format_string应为"%M.nE"形式，其中M是输出的总字符数量，n是小数点后面的位数。如果format_string为"%9.3E"，则pi的值将输出为"3.14E+000"。如果未指定FORMATX和FORMATY，则将使用默认格式。

PLOT DATA用于定义要绘制的一系列数据点。变量x_array和y_array必须是一维数组变量。有关定义数组变量的信息，请参阅"数组变量(Array variables)"。number_of_points定义数组中使用的点数。参数color的值为0表示黑色，1到16可选择不同的画笔颜色。若要定义画笔颜色，请参阅"颜色1-12、颜色13-24(Colors 1-12, Colors 13-24)"。参数style定义线条样式，当前支持的值为0或者1到4，0表示实线，1到4分别表示不同样式的虚线。options值为0表示没有数据点的位置标记，1表示同时用直线和数据点标记，2表示没有直线，仅有数据点标记。可以使用多个PLOT DATA命令，每个命令都会单独创建一个要绘制的直线或曲线。

PLOT LINE在点(x1,y1)与(x2,y2)之间绘制一条直线。此处x和y的单位是归一化的窗口坐标（介于0.0和1.0之间）。最多可以定义1000条直线。

PLOT LABEL输出绘图上从坐标(x, y)开始的任何文本字符串。此处x和y的单位是归一化的窗口坐标（介于0.0和1.0之间）。angle表示与+x方向的角度（以度为单位）。size表示大于0.0的比例常数，用于定义字体的大小。size为1.0将以正常字体大小输出，为1.5表示输出字体比正常字体大50%。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。最多可以定义100个标签。

PLOT GO使用先前PLOT命令的所有设置和数据生成所需绘图，并在窗口中显示绘图。在生成绘图后，所有PLOT数据都将重置（尽管已经执行了PLOT NEW命令）。

相关关键字：

PLOT2D

10.2.14.109. PLOT2D

关键字PLOT2D支持多个用于简化数据图绘制任务的参数。通过此关键字，可轻松生成表面图、等高线图、灰度图和伪彩图。

语法：

```
PLOT2D NEW
PLOT2D TITLE, string
PLOT2D COMM1, string
PLOT2D COMM2, string
PLOT2D COMM3, string
PLOT2D COMM4, string
PLOT2D COMM5, string
PLOT2D RANGE, min, max
PLOT2D ASPECT, ratio
PLOT2D WINASPECT, type
PLOT2D DATA, arrayname
PLOT2D ACTIVECURSOR, left, right, bottom, top
PLOT2D DISPLAYTYPE, type
PLOT2D CONTOURINTERVAL, string
PLOT2D SURFACESCALE, scale
PLOT2D LOGPLOT, peak, decades
PLOT2D HIDEADDRESS, flag
PLOT2D CONFIG, configuration
PLOT2D GO
```

详述：

PLOT2D NEW用于初始化新绘图。所有之前生成的plot2d绘图相关的数据都会废弃。在创建新的绘图时，首先使用的PLOT2D命令应为PLOT2D NEW。

PLOT2D TITLE用于定义绘图主标题。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT2D COMMx用于定义在绘图底部显示的最多5条注释。参数"string"可以是引号中的文本字符串，也可以是字符串变量。

PLOT2D RANGE可定义绘图的最小值和最大值。如果没有RANGE命令，则将使用默认范围。范围命令应涵盖所有数据值，否则将截断数据以适应范围。表面图和等高线图将忽略此命令。

PLOT2D ASPECT定义绘图的x宽度与y宽度之比。表面图将忽略此命令。

PLOT2D WINASPECT用于定义所显示窗口的纵横比。type的有效值为整数0至3，对应生成的纵横比分别为4x3、5x3、3x4和3x5。如果没有WINASPECT命令，则使用默认纵横比。

PLOT2D DATA用于定义包含绘图数据的数组变量。arrayname必须是二维数组变量。有关定义数组变量的信息，请参阅"数组变量(Array variables)"。x和y方向的点的数量通过数组维度来定义。此类数值允许任何点数，但每个方向上最小的点数为5。假定两个维度的数据构成一个矩形网格，虽然绘图的总体纵横比已通过PLOT2D ASPECT定义，但两个方向上的数据间距均匀分布。仅能使用一个PLOT2D DATA命令。

PLOT2D ACTIVECURSOR用于定义等高线图、灰度图和伪彩图上显示数据的上下左右边界。

PLOT2D DISPLAYTYPE用于选择所生成的绘图类型。type的值应该是1到6之间的整数（包括首尾值），分别代表不同类型的图：1表示表面图，2表示等高线图，3表示灰度图，4表示反灰度图，5表示伪彩图，6表示反伪彩图。

PLOT2D CONTOURINTERVAL用于定义等高线格式字符串。仅等高线图使用此命令。有关等高线间隔格式字符串的详细信息，请参阅"等高线格式字符串(The Contour Format String)"。

PLOT2D SURFACESCALE用于定义表面图的总体垂直缩放。仅表面图使用此命令。默认的缩放值为0.5倍任意单位。

PLOT2D LOGPLOT用于显示对数标尺图。仅灰度图、反灰度图、伪彩图和反伪彩图使用此命令。peak是一个整数，表示要绘制的最大值是10的几次方。例如，如果peak为3，则所绘制的最大值将为1E+03。decades值是一个整数，表示从峰值到谷值下降的10的幂数。例如，如果peak为3，decades为5，则绘制的范围将是1.0E+03到1.0E-02。请注意，使用LOGPLOT不会自动提取输入数组中数据的对数。因此，在调用PLOT2D GO之前，宏本身必须提取数组中10的对数值。

PLOT2D HIDEADDRESS用于隐藏或显示地址数据。如果flag值为0，则显示地址，否则不显示地址。另请参阅"地址(Address)"。

PLOT2D CONFIG用于定义显示的多重结构编号，但前提条件是地址框显示当前结构的信息。如果configuration为0，则地址框将显示当前结构编号。如果configuration是介于1到多重结构数量之间的整数（包含首尾值），则将显示指定结构编号。如果configuration是小于0的整数，则显示"所有"结构编号。

PLOT2D GO使用先前PLOT2D命令的所有设置和数据生成所需绘图，并在窗口中显示绘图。在生成绘图后，所有PLOT2D数据都将重置（尽管已经执行了PLOT2D NEW命令）。

相关关键字：

PLOT

10.2.14.110. POLDEFINE

为后续调用POLTRACE命令定义输入的偏振态。

语法：

```
POLDEFINE Jx, Jy, PhaX, PhaY
```

详述：

关键字POLDEFINE用于为后续偏振光追迹定义输入的偏振态。POLDEFINE需要Jx和Jy电场强度以及X和Y相位角（以度为单位）4个变量。有关Jx和Jy含义的更多信息，请参阅"定义初始偏振(Defining the initial polarization)"。输入的变量值会自动归一化，用单位强度表示。4个变量默认值分别为0、1、0和0。一旦定义了偏振态，则会保持不变，除非进行更改。

示例：

```
POLDEFINE 2.0, 2.0, 45.0, -66.0
```

相关关键字：

POLTRACE

10.2.14.111. POLTRACE

调用OpticStudio偏振光线追迹程序，并通过当前系统来追迹特定光线。

语法：

```
POLTRACE Hx, Hy, Px, Py, wavelength, vec, surf
```

详述：

表达式Hx和Hy的值必须介于-1到1之间，表示归一化的物体坐标。光瞳坐标通过表达式Px和Py来指定，必须介于-1到1之间。有关归一化坐标的更多信息，请参阅"规约和定义(Conventions and Definitions)"一章中的"归一化视场和光瞳坐标(Normalized field and pupil coordinates)"部分。wavelength表达式的计算结果必须为1到已定义波长最大值之间的整数。vec表达式的计算结果必须为1到4之间的整数（包含首尾值）。surf表达式的计算结果必须为1到表面编号之间的整数（包含首尾值）。

光线的输入偏振态是由关键字POLDEFINE定义的。

一旦对光线追迹，光线的偏振数据将会存储在vec表达式指定的矢量变量中。例如，如果执行了命令"POLTRACE Hx, Hy, Px, Py, w, 2, n"，则数据将存储在VEC2中。数据用以下格式存储，其中每行的第一个数字表示数组中的位置：

0□n指定矢量数组中数据的数量
1□通过指定表面后的光线强度
2□电场X分量□实部
3□电场Y分量□实部
4□电场Z分量□实部
5□电场X分量□虚部
6□电场Y分量□虚部
7□电场Z分量□虚部
8□反射光中S偏振光的电场振幅□实部
9□反射光中S偏振光的电场振幅□虚部
10□透射光中S偏振光的电场振幅□实部
11□透射光中S偏振光的电场振幅□虚部
12□反射光中P偏振光的电场振幅□实部
13□反射光中P偏振光的电场振幅□虚部
14□透射光中P偏振光的电场振幅□实部
15□透射光中P偏振光的电场振幅□虚部
16□电场X方向相位Px
17□电场Y方向相位Py
18□电场Z方向相位Pz
19□偏振椭圆的长轴长度
20□偏振椭圆的短轴长度
21□偏振椭圆的角度□以弧度为单位□
22□渐晕光线所在的表面编号□如果没有渐晕□则为0
23□反射光中S偏振光的光线振幅□实部
24□反射光中S偏振光的光线振幅□虚部
25□透射光中S偏振光的光线振幅□实部
26□透射光中S偏振光的光线振幅□虚部
27□反射光中P偏振光的光线振幅□实部
28□反射光中P偏振光的光线振幅□虚部
29□透射光中P偏振光的光线振幅□实部
30□透射光中P偏振光的光线振幅□虚部

如果数组位置0中的值为0，则表示出现错误且偏振数据无效。当指定光线不能被追迹时，可能出现这种情况。有关提取扩展错误信息的更多详情，请参阅RAYTRACE命令。

示例：

```
POLDEFINE 0, 1, 0, 0
POLTRACE 0, 1, 0, 0, pwav(), 1, nsur()
PRINT "Transmission of chief ray at primary wavelength is ", vec1(1)
```

相关关键字：

POLDEFINE、RAYTRACE

10.2.14.112. POP

计算系统光线的物理光学传播(POP)并将每个表面的结果保存到ZBF文件中。有关POP功能的描述，请参阅"物理光学传播(Physical Optics Propagation)"。关于ZBF文件格式的信息，请参阅"Zemax光束文件(ZBF)二进制格式(Zemax Beam File (ZBF) binary format)"。

语法：

```
POP outfilename, lastsurface, settingsfilename
```

详述：

此关键字需要三个变量，输出ZBF文件的名称outfilename、表示传播到最后面的表达式lastsurface以及可选设置文件的名称settingsfilename。如果输出文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。创建的ZBF文件将存储于<pop>文件夹中。文件名中不能包含路径。

若没有提供settingsfilename，则POP功能的设置采用之前为当前镜头保存的设置。settingsfilename必须包含完整路径、名称和扩展名。要更改这些设置，请打开"POP"窗口并选择适当的设置，然后点击"保存(Save)"。默认情况下，ZPL中POP的所有后续调用都会使用保存的设置。但outfilename和lastsurface编号例外，outfilename为POP关键字之后的第一个参数，lastsurface为POP关键字之后的第二个可选参数。

示例：

```
POP "pop_output.ZBF", 12, "MyPOP.CFG"
```

10.2.14.113. PRINT

Print用于将常量文本和变量数据输出到屏幕上或文件中，这取决于关键字OUTPUT的当前状态。

语法：

```
PRINT
PRINT X
PRINT "The value of x is ", x
PRINT " x = ", x, " x + y = ", x + y
```

详述：

单独的PRINT只能输出一个空白行。带有文本参数和表达式列表的PRINT将打印每个文本字符串（加双引号）和每个表达式的数值。PRINT采用由FORMAT所指定的数值输出格式。如果PRINT列表中的最后一项后面带有逗号，则PRINT将不会以回车符结束这一行。

请注意，如果打印的文本显示在屏幕上（即OUTPUT SCREEN），则非常大量的PRINT命令（即数千行或更多）可能会对宏执行速度产生负面影响。

这可能导致速度变慢的原因是OpticStudio将这些打印窗口作为单个字符串处理。随着字符串变得越来越长（当您向窗口打印更多行的数据时），显示和存储它的计算成本会变得越来越高。换句话说，问题在于PRINT的开销随着每次循环迭代呈线性增长。

因此，要从宏中检索大量文本数据：

- 最好的解决方案是使用PRINT保存到一个文件，而不是推送到窗口（即使用OUTPUT文件名)。通过避免打印到ZPL输出窗口的低效率，它将使宏更有效。
- 要在屏幕上显示结果，请考虑使用"子"宏。"子"宏一次只会打印一个字符串。OUTPUT SCREENa$ = "This text gets really really long."CALLSETSTR 1, a$CALLMACRO PRINT.ZPL。PRINT.ZPL这个宏将只显示a$:A$ = $CALLSTR(1)PRINT A$

示例：

```
X = 3
PRINT "X equals ",x
```

相关关键字：

REWIND

10.2.14.114. PRINTFILE

打印文本文件。

语法：

```
PRINTFILE filename
```

详述：

filename必须是有效的文件名。文件必须为文本文件（如在ZPL中通过OUTPUT和PRINT命令创建的文件），且必须在当前文件夹中。即使没有执行任何CLOSE命令，PRINTFILE也会关闭这个文件。

示例：

```
OUTPUT "test.txt"
PRINT "Print this to the printer."
PRINTFILE "test.txt"
```

相关关键字：

OPEN、OUTPUT、CLOSE、PRINT、PRINTFILE

10.2.14.115. PRINTWINDOW

打印任何打开的图形窗口或文本窗口。

语法：

```
PRINTWINDOW winnum
```

详述：

winnum值可为整数或运算结果为整数的表达式。winnum对应于应打印的窗口编号。OpticStudio以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从1开始。任何关闭的窗口都会从窗口列表中删除，而且不会对剩余的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。

示例：

```
PRINTWINDOW 5
```

10.2.14.116. PWAV

设置主波长。

语法：

```
PWAV n
```

详述：

对表达式n求值，并且将主波长设置为指定编号。在新数据生效之前必须执行UPDATE命令。

示例：

```
PWAV 1
```

相关函数：

WAVL、WWGT、PWAV

10.2.14.117. QUICKFOCUS（关键字）(QUICKFOCUS (keywords))

调整像面之前的表面的厚度，以最小化指定的标准。

语法：

```
QUICKFOCUS mode, centroid
```

详述：

mode的表达式的计算结果必须为0、1、2或3，分别表示RMS光斑半径、x光斑、y光斑或波前OPD。centroid的表达式的计算结果必须为0或1，分别表示RMS以主光线或图像质心作为参考。选择"best"焦点作为所有视场的波长加权平均值。

示例：

```
! Focus at best RMS wavefront to centroid
QUICKFOCUS 3, 1
```

10.2.14.118. QUICKSENSITIVITY（关键字）(QUICKSENSITIVITY (keywords))

在当前系统下运行快速灵敏度(Quick Sensitivity)工具。

语法：

```
QUICKSENSITIVITY criterion, sampling, config, fields, out_file_name
```

详述：

评价标准的代号如下所示：

0 = RMS光斑半径

1 = RMS X光斑

2 = RMS Y光斑

3 = RMS波前

4 = 瞄准误差

5 = RMS角半径

6 = RMS X方向角

7 = RMS Y方向角

采样整数：1-20

评价结构的代号如下所示：

0 = 全部

1 = 1/n（或无论结构的数量如何）

2 = 2/n

3 = 3/n

.

.

.

x = x/n

评价视场的代号如下所示：

0 = Y方向对称

1 = X方向和Y方向对称

2 = 用户自定义

Out_file_name是一个文本文件（可使用任何扩展名），该文件应与当前镜头文件放置在同一个文件夹中。这个视场不应指定完整的文件路径。

10.2.14.119. RADI

该命令已被废弃。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。

10.2.14.120. RANDOMIZE

RANDOMIZE可作为随机数生成器的种子。

语法：

```
RANDOMIZE seed
```

详述：

如果seed的计算结果为0，则OpticStudio将使用基于CPU时钟的值来作为随机数生成器的种子。否则，提供的值作为随机数生成器的种子。使用相同种子将产生与RAND函数创建的相同的随机数系列。

示例：

```
RANDOMIZE
RANDOMIZE 250
```

相关函数：

RAND

10.2.14.121. RAYTRACE

调用OpticStudio光线追迹程序，通过当前系统来追迹特定光线。

语法：

```
RAYTRACE hx, hy, px, py, wavelength
```

详述：

表达式hx和hy的计算结果必须为-1到1之间，表示归一化视场坐标。表达式px和py表示归一化的光瞳坐标，必须介于-1到1之间。有关归一化坐标的更多信息，请参阅"归一化视场坐标(Normalized field coordinates)"。wavelength表达式是可选的，默认为主波长。但如果提供wavelength表达式，则其结果必须是介于1和所定义最大波长数量之间的一个整数。

一旦开始追迹光线，则可使用ZPL函数RAYX、RAYY、RAYZ、RAYL、RAYM和RAYN确定光线交点坐标和方向余弦（在全局坐标中，使用RAGX、RAGY、RAGZ、RAGL、RAGM和RAGN获取结果数据）。如果在光线追迹期间产生错误，函数RAYE（表示光线错误）将返回一个非0值。如果RAYE返回负值，则表明在表面上发生了全内反射，此表面编号由返回值的绝对值决定。如果RAYE返回值为-9999，则表明无法启动光线追迹。

如果RAYE返回大于0的值，则表明返回光线错过的表面编号。检查光线错误的函数RAYE是可选的。如果RAYE不为0，RAYX、RAYY等函数，可能会返回无效数据。函数RANX、RANY和RANZ返回光线相交表面法线的方向余弦，OPDC返回光线的光程差。函数RAYV返回光线产生渐晕的表面编号，如果光线无渐晕，则RAYV返回0。光线通过渐晕表面返回的值可能不准确。

示例：

```
PRINT "Tracing the marginal ray at primary wavelength!"
n = NSUR()
RAYTRACE 0,0,0,1
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
PRINT "Tracing the chief ray at maximum wavelength!"
RAYTRACE 0,1,0,0,NWAV()
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
```

相关关键词：

RAYTRACEX

10.2.14.122. RAYTRACEX

调用OpticStudio光线追迹程序，通过当前系统追迹来自任何起始面的特殊光线。

语法：

```
RAYTRACEX x, y, z, l, m, n, surf, wavelength
```

详述：

表达式x、y、z、l、m和n定义起始面在局部坐标中的输入光线位置和方向余弦。surf表达式必须为0到表面编号减一之间的整数（包含首尾值）。wavelength表达式是可选的，默认为主波长。但如果提供wavelength表达式，则其结果必须是介于1和所定义最大波长数量之间的一个整数。

如果物面的厚度无限大，并且surf参数值设为0，则假定输入坐标与第一个表面相关，而不是与物面相关；虽然光线仍在物方空间介质中定义。否则，OpticStudio将使用指定坐标，而不进行更改。

一旦开始追迹光线，则可使用ZPL函数RAYX、RAYY、RAYZ、RAYL、RAYM和RAYN确定光线交点坐标和方向余弦（在全局坐标中，使用RAGX、RAGY、RAGZ、RAGL、RAGM和RAGN获取结果数据）。需注意，只有在指定"surf"编号之后的表面数据才有效。

如果在光线追迹期间产生错误，函数RAYE（表示光线错误）将返回一个非0值。如果RAYE返回负值，则表明在表面上发生了全内反射，此表面编号由返回值的绝对值决定。如果RAYE返回大于0的值，则表明返回光线错过的表面编号。

检查光线错误的函数RAYE是可选的。如果RAYE不为0，RAYX、RAYY等函数可能会返回无效数据。函数RANX、RANY和RANZ返回光线相交表面法线的方向余弦，RAYT返回光线到表面的光程。函数RAYV返回光线产生渐晕的表面编号，如果光线无渐晕，则RAYV返回0。光线通过渐晕表面返回的值可能不准确。

示例：

```
n = NSUR()
RAYTRACEX 0,1,0,0,0,1,0,NWAV()
y = RAYY(n)
PRINT "The ray intercept is ", y
```

相关关键词：

RAYTRACE

10.2.14.123. READ

从OPEN命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READ x
READ x, y
READ x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字OPEN了解更多详情。每个READ命令会从文件中读取一行数据。将该行的第一个有效数据字段存储于READ的第一个变量中。如果有第二个字段中的数据，则将其存储于READ的第二个变量中。

因此，在READ命令中列出的变量数量应与文本文件中的列数相同。文件中的数值数据应使用空格分隔符。

数据可以是任意格式，并且在内部将其提升为双精度。若要使用Windows设置中当前选定的小数分隔符，请使用关键字READ_LOCALE。 在一行中最多可以读取2000个字符。变量参数的最大数量是199；若要读取包含更多变量的行，请使用关键字READNEXT。列出的变量必须是有效的ZPL变量名。

READNEXT不支持将数组变量名用作参数。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READ x
data(i, j) = x
```

通常在读取所有数据之后，用关键字CLOSE来关闭文件。请参阅函数EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!"
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READ x1, y1
READ x2, y2
READ x3, y3
CLOSE
```

相关函数：

EOFF

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READNEXT、READSKIP、READSTRING、READ_LOCALE

10.2.14.124. READ_LOCALE

从OPEN命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READ_LOCALE x
READ_LOCALE x, y
READ_LOCALE x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字OPEN了解更多详情。每个READ命令会从文件中读取一行数据。将该行的第一个有效数据字段存储于READ的第一个变量中。如果有第二个字段中的数据，则将其存储于READ的第二个变量中。因此，在READ命令中列出的变量数量应与文本文件中的列数相同。文件中的数值数据应使用空格分隔符。数据可以是任意格式，并且在内部将其提升为双精度。假设采用Windows设置中当前选择的字符作为小数分隔符。若要使用句点作为小数分隔符，请使用关键字READ。在一行中最多可以读取2000个字符。变量参数的最大数量是199；若要读取包含更多变量的行，请使用关键字READNEXT_LOCALE或READNEXT。列出的变量必须是有效的ZPL变量名。

通常在读取所有数据之后，用关键字CLOSE来关闭文件。请参阅函数EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the double-column file TEST.DAT!"
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READ_LOCALE x1, y1
READ_LOCALE x2, y2
READ_LOCALE x3, y3
CLOSE

Related Functions:
EOFF相关关键字□
OPEN、CLOSE、READ、READNEXT、READNEXT_LOCALE、READSKIP、READSTRING
```

10.2.14.125. READNEXT_LOCALE

从OPEN命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READNEXT_LOCALE x
READNEXT_LOCALE x, y
READNEXT_LOCALE x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

READNEXT_LOCALE与READ_LOCALE几乎相同。主要区别是，READ_LOCALE将从打开的文件中读取整行数据，直到换行符，而READNEXT只能读取足够数量的字符。

例如，如果数据文件的某一行中包含如下数据：

```
3.0 4.0 5.0
```

以下两条READNEXT_LOCALE命令将读取x、y和z的值3.0、4.0和5.0：

```
READNEXT_LOCALE x, y
READNEXT_LOCALE z
```

如果行很长或者参数数量很多，则READNEXT_LOCALE比READ_LOCALE或READ更有用。READNEXT_LOCALE不支持将数组变量名用作参数。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READNEXT_LOCALE x
data(i, j) = x
```

示例：

```
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READNEXT_LOCALE x1, x2
READNEXT_LOCALE x3
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READ、READ_LOCALE、READNEXT、READSKIP、READSTRING

10.2.14.126. READNEXT

从OPEN命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READNEXT x
READNEXT x, y
READNEXT x,y,z,a,b,c,q
```

详述：

READNEXT与READ几乎相同。重要区别是，READ将从打开的文件中读取整个数据行，直至换行符，而READNEXT只能读取足够数量的字符。

例如，如果数据文件的某一行中包含如下数据：

```
3.0 4.0 5.0
```

以下两条READNEXT命令将读取x、y和z的值3.0、4.0和5.0：

```
READNEXT x, y
READNEXT z
```

如果行很长或者参数数量很多，则READNEXT比READ更有用。READNEXT不支持将数组变量名用作参数。此时，可以先将数据读入标量变量，然后在后续行中将此标量值赋值给数组变量，如下所示：

```
READNEXT x
data(i, j) = x
```

READNEXT采用句点作为小数分隔符。若要使用Windows设置中当前选定的小数分隔符，请使用关键字READNEXT_LOCALE。

示例：

```
OPEN "C:\DATA\TEST.DAT"
READNEXT x1, x2
READNEXT x3
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE、READ、READSKIP、READSTRING、READNEXT_LOCALE

10.2.14.127. READSKIP

从OPEN命令打开的现有文本文件中，读取任何数量的无效字符。

语法：

```
READSKIP n
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字OPEN了解更多详情。如果n为正数，READSKIP从文件中读取n个字符。如果n为负数，READSKIP读取到当前行的末尾。读取的字符将被丢弃。此函数通过有效地跳过任意数量的不需要的字符，可以更快地访问大文件。通常在读取所有数据之后，用关键字CLOSE来关闭文件。请参阅函数EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the contents of file TEST.DAT!"
OPEN TEST.DAT
READSKIP 59
READSTRING A$
PRINT A$
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE READ、READNEXT、READSTRING

10.2.14.128. READSTRING

从OPEN命令打开的现有文本文件中读取数据。

语法：

```
READSTRING A$
```

详述：

文件必须已经打开，请参阅关键字OPEN了解更多详情。每个READ命令会从文件中读取一行数据。读取的整行字符都将存储于指定的变量中。一行中最多可以读取和存储359个字符。指定的变量必须是有效的ZPL字符串变量名，但不需要提前定义字符串变量。通常在读取所有数据之后，用关键字CLOSE来关闭文件。请参阅函数EOFF。

示例：

```
PRINT "Reading the contents of file TEST.DAT!"
OPEN TEST.DAT
READSTRING A$
PRINT A$
CLOSE
```

相关关键字：

OPEN、CLOSE READ、READNEXT、READSKIP

10.2.14.129. RELEASE

请参阅"数组变量"。

10.2.14.130. RELOADOBJECTS

将非序列模式物体重新加载到非序列模式元件编辑器中。

语法：

```
RELOADOBJECTS surface, object
```

详述：

surface的表达式的计算结果必须为整数，表示非序列模式组件面对应的表面编号。在非序列模式模式下，surface的值设为1。object的表达式的计算结果必须为整数，表示需要加载的物体编号。object的值为0表示重新加载所有物体。此关键字可能需要大量的时间来执行，具体时间取决于定义的物体的数量和类型。

示例：

```
RELOADOBJECTS 1, 0
```

10.2.14.131. REM, !,

REM、!和#用来定义备注或注释。

语法：

```
REM (text)
! (text)
(valid zpl line) # (text)
```

详述：

感叹号也可用于表示备注。仅当REM命令和"!"符号出现在某一行的开头时，才可表示备注或者注释。#符号可应用在某一行中的任何位置，但仅当"#"不在字符串内部时，才表示注释。"#"符号后面的所有内容都表示注释信息。

示例：

```
REM any text can be placed after the REM command.
! any text can also be placed
! after the exclamation symbol.
x = 5 # this syntax allows comments to be placed on the same line as a command.
```

10.2.14.132. REMOVEVARIABLES（关键字）(REMOVEVARIABLES (keywords))

将当前定义的所有变量设置为固定状态。

语法：

```
REMOVEVARIABLES
```

10.2.14.133. RESUMEUPDATES

当禁止显示时，SUSPENDUPDATES可阻止任何UI编辑器窗口被ZPL命令更新，而RESUMEUPDATES可结束禁止。有关更多信息，请参阅SUSPENDUPDATES。

10.2.14.134. RENAMEFILE

RENAMEFILE用于重命名文件。

语法：

```
RENAMEFILE oldfilename, newfilename
```

详述：

该关键字需要两个文件名，定义为引号中的文字字符串或字符串变量。将文件oldfilename重命名为newfilename。

示例：

```
RENAMEFILE AFILE$, BFILE$
```

相关关键字：

COPYFILE

DELETEFILE

10.2.14.135. RETURN

请参阅GOSUB。

10.2.14.136. REWIND

REWIND清除PRINT命令打印的最后一行，直到该行的前一行结束。这允许在文本输出文件的现有行上打印计数器或其他数据。

语法：

```
REWIND
```

示例：

```
PRINT "First line"
REWIND
PRINT "New First line"
```

相关关键字：

PRINT

10.2.14.137. SAVEARCHIVE

将当前镜头保存为Zemax存档文件(*.ZAR)。

语法：

```
SAVEARCHIVE filename
```

详述：

filename必须包含存档文件的名称，包括文件扩展名。如果filename不包含存档文件的完整路径，则会使用镜头的默认文件夹。请参阅"备份存档文件(Backup To Archive File)"。

10.2.14.138. SAVEDETECTOR（关键字）(SAVEDETECTOR (keywords))

将有关探测器物体的最新数据保存到文件中，包括非序列模式矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器或体探测器物体。

语法：

```
SAVEDETECTOR surf, object, filename
```

详述：

此关键字需要指定surf和object的数值表达式，以及带有或不带有完整路径的filename。surf是非序列模式组的表面编号；在非序列模式下，surf使用1。object是探测器物体的编号。filename可包含完整路径，如果没有提供路径，则会使用当前镜头的路径。对于矩形探测器、颜色探测器、极坐标探测器和体探测器物体，扩展名应分别为DDR、DDC、DDP或DDV。

相关关键字：

LOADDETECTOR

10.2.14.139. SAVELENS

保存当前使用的镜头文件。

语法：

```
SAVELENS filename, session
```

详述：

SAVELENS用指定的filename保存当前镜头文件。可以选择指定完整的文件路径。内存中的当前镜头名称也会更改。如果指定的文件名不存在，则镜头数据将保存在当前文件名中。如果参数session为非0值，则同时保存session文件。

示例：

```
SAVELENS
SAVELENS "NEWCOPY.ZMX"
SAVELENS NEW$
```

相关关键字：

LOADLENS

10.2.14.140. SAVEMERIT（关键字）(SAVEMERIT (keywords))

将当前评价函数保存到文件中。

语法：

```
SAVEMERIT filename
```

详述：

SAVEMERIT将当前评价函数保存到文件中。如果filename包含完整路径（如C:\MYDIR\MYLENS.MF），则将直接使用指定路径。如果filename不含完整路径，则将使用默认路径文件夹<data>\MeritFunction（参阅"文件夹(Folders)"）。另请参阅LOADMERIT。

10.2.14.141. SAVETOLERANCE（关键字）(SAVETOLERANCE (keywords))

将当前公差保存到文件中。

语法：

```
SAVETOLERANCE "filename"
SAVETOLERANCE file$
```

详述：

如果filename包含完整路径（如C:\MYDIR\MYLENS.TOL），则将创建指定文件。如果filename不含完整路径，则将使用默认路径文件夹<data>\Tolerance（参阅"文件夹(Folders)"）。另请参阅LOADTOLERANCE。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.2.14.142. SAVEWINDOW

将任何文本窗口的文本保存到文件中。

语法：

```
SAVEWINDOW winnum, filename
```

详述：

winnum值可为整数或运算结果为整数的表达式。winnum对应于应保存到文件的文本窗口编号。OpticStudio以窗口打开的顺序对窗口进行编号，从1开始。任何关闭的窗口都会从窗口列表中删除，而且不会对剩余的窗口重新编号。重新打开的任何窗口将会使用最小的可用窗口编号。

示例：

```
SAVEWINDOW 1, "C:\TEMP\TEXTFILE.TXT"
SAVEWINDOW 3, A$
```

10.2.14.143. SCATTER

在进行光线追迹时，用于控制是否追迹序列模式表面散射。

语法：

```
SCATTER ON
SCATTER OFF
```

详述：

宏开始位置的默认条件是SCATTER OFF；并且将以默认方式追迹所有光线。如果执行SCATTER ON，则将为所有后续RAYTRACE命令启用序列模式表面散射。

10.2.14.144. SDIA

设置表面属性，请使用"SETSURFACEPROPERTY、SURP"关键字，获取表面属性，请使用SPRO(surf, code)数值函数，如在"数值函数"下的详述。

10.2.14.145. SETAIM

设置光线瞄准功能的状态。

语法：

```
SETAIM state
```

详述：

此关键字需要一个计算结果为0或1的数值表达式。表达式state是一个代码，0表示关闭光线瞄准，1表示开启光线瞄准。

示例：

```
SETAIM 1
```

相关关键字：

SETAIMDATA

10.2.14.146. SETAIMDATA

设置光线瞄准功能的各种变量数据。

语法：

```
SETAIMDATA code, value
```

详述：

code值的使用如下所示：

Code	特性
1	如果value为1，则表示勾选"使用光线瞄准缓存(Use Ray Aiming Cache)"，如果value为0，则表示不勾选。
2	如果value为1，则表示勾选"增强型光线瞄准(Robust Ray Aiming)"，如果value为0，则表示不勾选。
3	如果value为1，则表示勾选"以视场缩放光瞳偏移(Scale Pupil Shift Factors by Field)"，如果value为0，则表示不勾选 。
4、5、6	分别设置X、Y和Z光瞳偏移的值。
7、8	分别设置X和Y光瞳压缩的值。

示例：

```
SETAIMDATA 5, 0.34
```

相关关键字：

SETAIM

10.2.14.147. SETAPODIZATION

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.148. SETCONFIG（关键字）(SETCONFIG (keywords))

设置多重结构（变焦）系统的当前结构。

语法：

```
SETCONFIG config
```

详述：

config表达式的计算结果必须为1到多重结构的最大数量之间的整数。

示例：

```
SETCONFIG 4
```

相关函数：

CONF, NCON

10.2.14.149. SETDETECTOR

在矩形探测器物体上，设置任何像素对应的相干或非相干探测器数据。

语法：

```
SETDETECTOR surf, object, pixel, datatype, value
```

详述：

此关键字需要各变量的数值表达式，指定整数surf、object、pixel和datatype以及新的探测器值。surf是非序列元件的表面编号；在非序列模式下surf的值设为1。object是探测器的编号。物体必须是矩形探测器。pixel是介于1到object最大像素数之间的数字。datatype为0表示非相干强度，1表示角度空间中的非相干强度，2表示相干实部，3表示相干虚部，4表示相干振幅。有关这些值的用法和含义的更多信息，请参阅"矩形探测器物体(Detector Rectangle object)"。非相干强度的单位是光源单位（参阅"光源单位(Source Units)"。相干振幅的单位是光源单位的平方根。

示例：

```
SETDETECTOR 1, 5, 12, 0, 1.0056
```

相关函数：

NSDD

10.2.14.150. SETMCOPERAND

将多重结构编辑器的任何行或结构设置为任何数值。

语法：

```
SETMCOPERAND row, config, value, datatype
```

详述：

此关键字需要计算结果为整数的数值表达式，用于指定多重结构编辑器的row和config编号。

如果config编号为0，则value的含义如下所示：

datatype = 0，value是文字字符串或字符串变量，用于指定操作数的名称。

datatype = 1、2或3，value是1、2或3分别表示多重结构操作数定义的部分参数值。更多关于多重结构操作数的描述，请参阅"多重结构操作数概要"。

如果config编号对应于某个已定义的结构，则value的含义如下所示：

datatype = 0，value表示操作数的值。

datatype = 1，value表示操作数的拾取求解类型中的偏移量。

datatype = 2，value表示操作数的拾取求解类型中的比例因子。

datatype = 3，value表示操作数的求解类型，0表示固定，1表示变量，2表示拾取，3表示热拾取。

datatype = 4，value值是拾取求解中的结构编号。

datatype = 5，value值是拾取求解中的行编号。

示例：

```
SETMCOPERAND 3, 4, somevalue, 0
SETMCOPERAND 1, 0, "THIC", 0
```

相关函数：

MCOP

10.2.14.151. SETNSCPARAMETER（关键字）(SETNSCPARAMETER (keywords))

在非序列模式元件编辑器中设置任何物体的参数值。

语法：

```
SETNSCPARAMETER surface, object, parameter, value
```

详述：

此关键字需要3个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列元件表面编号、物体编号和参数编号。第四个变量value是指定参数的新数值。

示例：

```
SETNSCPARAMETER 4, 2, 15, newp15value
```

相关函数：

NPOS、NPAR

相关关键字：

INSERTOBJECT、SETNSCPOSITION、SETNSCPROPERTY

10.2.14.152. SETNSCPOSITION（关键字）(SETNSCPOSITION (keywords))

在非序列模式元件编辑器中设置任何物体的x、y、z或x倾斜、y倾斜、z倾斜位置。

语法：

```
SETNSCPOSITION surface, object, code, value
```

详述：

此关键字需要3个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列元件表面编号、物体编号和代码(code)。code是1到6，分别表示x、y、z或x倾斜、y倾斜、z倾斜位置。第四个参数value表示指定位置的新数值。

示例：

```
SETNSCPOSITION 4, 2, 2, newyvalue
```

相关函数：

NPOS、NPAR

相关关键字：

INSERTOBJECT、SETNSCPARAMETER、SETNSCPROPERTY

10.2.14.153. SETNSCPROPERTY（关键字）(SETNSCPROPERTY (keywords))

设置非序列模式物体的属性。

语法：

```
SETNSCPROPERTY surface, object, code, face, value
```

详述：

此关键字需要4个计算结果为整数的数值表达式，用于指定非序列元件表面编号（在非序列模式下,surface值设为1）、物体编号、指定修改物体对应属性的代码以及物体的对应面编号（如果没有使用设置的属性，则face值设为0）。第五个参数value表示指定属性的新数值，可以是引号中的文本、字符串变量或者数值表达式。代码如下：

代码	特性
以下代码表示设置非序列模式元件编辑器中的值。	
1	设置物体注释。
2	设置参考物体编号。
3	设置"内部(inside of)"的物体编号。
4	设置物体材料。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框的**"**类型**(Type)"**选项卡上对应的值。	
0	设置物体类型。value必须是物体的名称，比如表示标准镜头的"NSC_SLEN"。在分类报表中列出了非序列模式元件编辑器中每个物体类型的名称。所有非序列模式物体名称均以"NSC_"开头。
13	设置"用户自定义孔径(User Defined Aperture)"，用1表示勾选，用0表示未勾选。
14	设置"用户自定义孔径"文件名。
15	设置"使用全局XYZ旋转命令(Use Global XYZ Rotation Order)"复选框，用1表示勾选，用0表示未勾选 。
16	设置"光线忽略物体(Rays Ignore This Object)"选项，用0表示从不，1表示始终，2 表示启用。
17	设置"物体作为探测器(Object Is A Detector)"复选框，用1表示勾选，用0表示未勾选。

18	设置"考虑物体(Consider Objects)"列表。此参数是一个字符串，列出需要考虑物体的编号用空格隔开，比如"2 5 14"。
19	设置"忽略物体(Ignore Objects)"列表。此参数是一个字符串，列出需要忽略物体的编号用空格隔开，比如"1 3 7"。
20	设置"使用像素插值(Use Pixel Interpolation)"复选框，用1表示勾选，用0表示未勾选 。
30	设置"光线分裂时使用考虑/忽略物体(Use Consider/Ignore Objects When Splitting)"复选框，用1表示勾选，用0表示未勾选。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框中**"**膜层/散射**(Coat/Scatter)"**选项卡上对应的值。	
5	设置指定表面的膜层名称。
6	设置指定表面的配置文件名称。
7	设置指定表面的散射模型：0 = 无，1 = 朗伯，2 = 高斯，3 = Abg，4 = 用户自定义，5 = BSDF，6 = ABg文件。
8	设置指定表面的散射系数。
9	设置指定表面的散射光线数。
10	设置指定面的高斯Sigma（高斯散射模型）或采样方位角（BSDF散射模型）。
11	设置指定表面的反射ABg数据名称。
12	设置指定表面的透射ABg数据名称。
27	设置用户自定义散射DLL的名称。
21-26	设置用户定义的散射DLL的参数值。
28	设置用户定义的散射数据文件的名称。
29	设置指定表面的"面(Face)"属性。0表示"物体默认(Object Default)"，1表示"反射(Reflective)"，2表示"吸收(Absorbing)"。
31	设置指定面的反射BSDF数据文件。value必须是BSDF文件的名称，且不含路径（如BrownVinyl.bsdf）。
32	设置指定面的透射BSDF数据文件。value必须是BSDF文件的名称，且不含路径（如BrownVinyl.bsdf）。
33	设置指定面的反射ABg数据文件。value必须是ABGF文件的名称，且不含路径（如SampleABGF.abgf）。
34	设置指定面的透射ABg数据文件。value必须是ABGF文件的名称，且不含路径（如SampleABGF.abgf）。

37	设置指定表面的薄板散射选项。使用0可关闭选项（不勾选复选框中的选项），用1可开启选项（勾选复选框中的选项）。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Objec Properties)"**对话框中**"**体散射**(Volume Physics)"**选项卡上对应的值。	
81	在体散射选项卡上设置"模型(Model)"的值。用0表示"无体散射(No Bulk Scattering)"，1表示"角度散射(Angle Scattering)"，2表示"DLL定义的散射(DLL Defined Scattering)"。
82	设置要用于体散射的平均光程。
83	设置要用于体散射的角度。
84	设置要用于体散射的DLL文件名称。
85	设置要传递到DLL的参数值，其中face值用于指定需要定义的参数。第一个参数为1，第二个参数为2，以此类推。
86	设置波长偏移字符串。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框中**"**衍射**(Diffraction)"**选项卡上对应的值。	
91	在"衍射"选项卡上设置"分裂(Split)"值。0表示"不按次序分裂(Don’tSplit By Order)"，1表示"按以下表格分裂"(Split By Below)"， 2表示"根据DLL函数分裂(Split By DLL)"。
92	设置要用于衍射分裂的DLL的名称。
93	设置起始次序值。
94	设置终止次序值。
95、96	在"衍射"选项卡上设置参数值。这此参数传递到衍射分裂DLL函数，同样也是"按以下表格分裂"选项使用的次序值。face值用于指定需要定义的参数。第一个参数为1，第二个参数为2，以此类推。代码95用于反射属性，96用于透射属性。
以下代码用来在物体属性对话框的**"**光源**(Source)"**选项卡上设置值。	
101	设置光源物体的"随机偏振(random polarization)"。用1表示勾选，用0表示未勾选。
102	设置光源物体"逆向光线(reverse rays)"选项。用1表示勾选，用0表示未勾选。
103	设置光源物体琼斯X值。
104	设置光源物体琼斯Y值。

105	设置光源物体相位X值。
106	设置光源物体相位Y值。
107	设置光源物体"初始相位(initial phase)"值（以度为单位）。
108	设置光源物体"相干长度(coherence length)"值。
109	设置光源物体"预传播(pre-propagation)"值。
110	设置光源物体采样方法；0表示随机，1表示Sobol采样。
111	设置光源物体体散射方法；0表示多次，1表示一次，2表示从不。
112	设置"阵列类型(array mode)"，0表示无，1表示矩形，2表示圆形，3表示六边，4表示六角。
113	设置光源颜色模型(source color mode)。有关可用模式的完整列表，请参阅"定义光源颜色和光谱含量(Defining the color and spectral content of sources)"。光源颜色模型从0开始编号，0表示系统波长，然后从1到n分别表示对话框中列出的模型序号。
114-116	分别设置光谱步长数量、起始波长和终止波长。
117	设置光谱文件的名称。
161-162	设置阵列类型整数变量1和2。
165-166	设置阵列类型双精度变量1和2。
181-183	设置光源颜色模型变量，例如，三色刺激值XYZ。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框中**"**渐变折射**(Grin)"**选项卡上对应的值。	
121	设置"使用DLL定义渐变折射率介质(Use DLL Defined Grin Media)"复选框。用1表示勾选，用0表示未勾选。
122	设置"最大步长(Maximum Step)"值。
123	设置DLL名称。
124	设置Grin DLL参数。这些是传递到DLL的参数。face值用于指定需要定义的参数。第一个参数为1，第二个参数为2，以此类推。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框中**"**绘图**(Draw)"**选项卡上对应的值。	
141	设置"不绘制物体(do not draw object)"复选框。用1表示勾选，用0表示未勾选。
142	设置物体透明度。用0表示100%，1表示90%，2表示80%，以此类推。
143	设置物体的绘图精度(drawing resolution)。用0表示标准，1表示中等、2表示高、3表示精密、4表示用户自定义。
144	在"绘图精度"设置为"Custom"时，设置绘图精度中输入的第一个分辨率的值（例如，环形非球面透镜物体的角分辨率）。在使用此代码之前，必须将"绘图精度"设置为"Custom"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

145	在"绘图精度"设置为"Custom"时，设置绘图精度中输入的第二个分辨率的值（例如，环形非球面透镜物体的径向分辨率）。在使用此代码之前，必须将"绘图精度"设置为"Custom"。
以下代码用于设置**"**物体属性**(Object Properties)"**对话框中**"**散射路径**(Scatter To)"**选项卡上对应的值。	
151	设置散射路径模型。用0表示"散射路径(Scatter To list)"，1表示重点采样。
152	设置重点采样目标数据。参数必须是一个字符串，列出光线编号、物体编号、尺寸和极值，并且用空格分隔，以下是用于设置光线3、物体6、尺寸3.5和极值0.6重点采样的语法："3 6 3.5 0.6"。
153	设置"散射路径(Scatter To List)"值。参数是一个字符串，列出了散射路径上的物体编号用空格分隔，比如"4 6 19"。
以下代码用于设置"物体属性(Object Properties)"对话框中"双折射(Birefringence)"选项卡对应的值。	
171	设置"双折射介质(Birefringence Media)"复选框。用0表示未勾选，用1表示勾选。
172	设置双折射介质模式。用0表示追迹寻常光线和非寻常光线，1表示只追迹寻常光线，2表示只追迹非寻常光线，3表示波片模式。
173	设置"双折射介质反射(Birefringent Media Reflections)"状态。用0表示追迹反射和折射光线，1表示只追迹反射光线，2表示只追迹折射光线。
174-176	设置Ax、Ay和Az值。
177	设置轴长。
以下代码不设置任何值，此处只是为了返回函数**NPRO**的值。	
200	通过函数NPRO确定某个物体的折射率。语法为： NPRO(surface, object, 200, wavenumber)
201-203	通过函数NPRO确定某个物体的nd(201)、vd(202)和dpgf(203)参数（使用模型玻璃求解方式）。语法为： NPRO(surface, object, 201, 0)

下方列出了NSC物体类型代码，相关代码不必区分大小写。

NSC物体	物体类型代码
环形非球面透镜	NSC_AASL
环形轴锥透镜	NSC_AAXL
环形体	NSC_AVOL
环形面	NSC_ANNU

阵列	NSC_ARRA
环形阵列	NSC_ARRR
非球面	NSC_ASUR
非球面2	NSC_SSU2
轴锥面	NSC_AXC1
双锥透镜	NSC_BLEN
双锥面	NSC_BSUR
双锥Zernike透镜	NSC_BZER
双锥Zernike面	NSC_BZSR
二元面1	NSC_BIN1
二元面2	NSC_BIN2
二元面2A	NSC_BN2A
布尔CAD	NSC_COMB
CAD PartSTEP/IGES/SAT	NSC_IMPT
CAD PartSTL	NSC_STLO
CAD Part Zemax Part Designer	NSC_ZPDO
圆锥体	NSC_CONE
CPC	NSC_CPCO
CPC矩形	NSC_CPCR
圆柱管2	NSC_CPP2
圆柱体2	NSC_CBL2
圆柱管	NSC_CPIP
圆柱体	NSC_CBLK
颜色探测器	NSC_DETC
极坐标探测器	NSC_DETP
矩形探测器	NSC_DETE
面探测器	NSC_DETS
体探测器	NSC_DETV
衍射光栅	NSC_DGRL
双增亮膜面	NSC_DBEF
椭圆	NSC_ELLI
椭圆体	NSC_ELIV
偶次非球面透镜	NSC_EVAS

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Ext.Poly.镜头	NSC_XPLE
Ext.Poly.表面	NSC_XPSU
扩展奇次非球面透镜	NSC_XOAS
挤压物体	NSC_EXTR
鳞甲面	NSC_FSUR
自由曲面Z	NSC_SPLZ
菲涅尔1	NSC_FRES
菲涅尔2	NSC_FRE2
六边形透镜阵列	NSC_HEX1
全息透镜	NSC_HOLO
全息表面	NSC_HOLS
琼斯矩阵	NSC_JONE
透镜阵列1	NSC_LET1
透镜阵列2	NSC_LET2
MEMS	NSC_DMDT
奇次非球面透镜	NSC_OVAS
近轴透镜	NSC_PARL
多边形物体	NSC_POBJ
光线旋转器	NSC_ROTA
Rect.Torus面	NSC_RTSU
Rect.Torus体	NSC_RTVO
矩形	NSC_RECT
矩形锥	NSC_RCOR
矩形管	NSC_RPIP
矩形管光栅	NSC_RPIG
矩形屋脊	NSC_RROF
矩形体	NSC_RBLK
矩形体光栅	NSC_RBLG
幻灯片	NSC_SLID
衍射光源	NSC_SDIF
二极管光源	NSC_SDIO
光源DLL	NSC_SDLL
椭圆光源	NSC_SRCE

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

EULUMDAT文件光源	NSC_SEUL
灯丝光源	NSC_SHLX
光源文件	NSC_SFIL
高斯光源	NSC_SGAU
IESNA光源文件	NSC_SIES
导入光源	NSC_SIMP
物体光源	NSC_SOBJ
点光源	NSC_SRCP
径向光源	NSC_SRAD
光线光源	NSC_SRAY
矩形光源	NSC_SRCR
管光源	NSC_STUB
双角光源	NSC_SR2A
圆柱体光源	NSC_VSRC
椭球体光源	NSC_VSRE
矩形体光源	NSC_VSRR
球面	NSC_SPHE
标准镜头	NSC_SLEN
标准面	NSC_SSUR
扫描	NSC_SWEE
Tab.多面径向	NSC_TFRA
Tab.多面Toroid	NSC_TFTO
Tab.菲涅尔径向	NSC_TFRR
Toroidal全息	NSC_THOL
Toroidal透镜	NSC_TLEN
Toroidal面	NSC_TSUR
Toroidal面奇次非球面	NSC_TSOA
Torus面	NSC_TFHO
Torus体	NSC_TFSO
三角面	NSC_TRIA
三角锥	NSC_TCOR
用户自定义物体	NSC_UOBJ
Wolter面	NSC_WSUR

Zernike面	NSC_ZSUR

示例：

```
SETNSCPROPERTY 1, 2, 0, 0, "NSC_SLEN"
```

相关函数：

NPOS、NPAR、NPRO

相关关键字：

INSERTOBJECT、SETNSCPARAMETER、SETNSCPOSITION

10.2.14.154. SETOPERAND（关键字）(SETOPERAND (keywords))

将评价函数编辑器中的任何行和列设置为某个数值。

语法：

```
SETOPERAND row, col, value
```

详述：

此关键字需要计算结果为整数的数值表达式，用于指定评价函数编辑器的行和列。

整数col为：

⌧1表示操作数类型，
⌧2表示int1，
⌧3表示int2，
⌧4到7表示data1到data4，
⌧8表示目标，
⌧9表示权重。

若要设置与操作数相关联的注释字符串，请将col设为10。

若要设置操作数类型，可将col设为1，并使用函数ONUM返回的整数操作数。设置操作数类型的另一种方法是将col设为11，并与操作数类型的字符串名称配合使用，如EFFL或DIST。

如果col为10或11，则value应该是字符串常量或变量。

col为12表示data5，13表示data6。请注意，无法设置当前值和贡献百分比，但会计算其数值。

示例：

```
SETOPERAND 1, 8, tarvalue
SETOPERAND 3, 11, "EFFL"
SETOPERAND 5, 10, "Operand Number 5"
```

相关函数：

MFCN、OPER、ONUM

10.2.14.155. SETSTDD

该命令已被废弃。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"。

10.2.14.156. SETSURFACEPROPERTY、SURP(SETSURFACEPROPERTY, SURP)

设置表面属性。

语法：

```
SETSURFACEPROPERTY surface, code, value1, value2
SURP surface, code, value1, value2
```

详述：

surface是一个计算结果为整数的表达式，指定表面编号。code是一个计算结果为整数的表达式，或者是助记符，用于指定要修改表面的哪些属性。第三个和第四个参数表示指定表面属性的新值，可能是引号中的文本、字符串变量或数值表达式，具体取决于code。对于大多数code，需要修改的属性值由value1参数定义。少数操作数同时需要value1和value2定义，如下表所述。

如果要修改的属性由多重结构编辑器控制，那么当前结构的多重结构数据也会发生变化，以显示更改的属性。

若要将某个表面设置为光阑面，请参阅"STOPSURF"。

SURP是SETSURFACEPROPERTY的缩写，功能完全相同。

代码	属性
表面基础数据。请参阅"镜头数据(Lens Data)"。	
0或TYPE	表面类型。value是物体的名称，比如表示标准表面的"STANDARD"。在表面数据概要的分类报表中列出了当前镜头数据编辑器中每个表面的类型名称。 参阅本页下方的"表面名称"总结表。 若要将表面类型更改为用户自定义表面，请首先使用代码9(SDLL)来设置DLL名称，然后将新的表面类型设置为USERSURF。 另请参阅代码17(Code 17)。
1或COMM	注释。
2或CURV	以镜头单位的倒数表示的曲率（不是半径）。使用0表示无穷大半径。
3或THIC	厚度，以镜头单位表示。
4或GLAS	玻璃名称。另请参阅代码18(Code 18)。
5或CONI	圆锥系数。
6或SDIA	净口径或半直径。如果value为0或正数，则净口径或半直径的求解类型设置为"固定"。如果value为负数，则净口径或半直径的求解类型设置为"自动"，并且净口径或半直径的值由下一个UPDATE关键字计算得到。

7或TCE	热膨胀系数。
8或COAT	膜层名称。将value1设置为空白字符串，可删除膜层。
9或SDLL	用户自定义表面DLL名称。
10或PARM	参数值。value1为新的数值。value2为参数编号。
11或EDVA	附加数据值。value1为新的数值。value2为附加数据编号。
12	表面颜色，用0表示默认值。
13	表面透明度。
14	行颜色。
15	表面不能是超半球面。使用1可避免表面成为超半球面。
16	忽略表面。用1表示忽略表面，0表示不忽略表面。
17或CODE	表面类型的整数代码。整数代码是使用代码0设置表面名称的备用选项。有关更多详情，请参阅上文中对代码0的说明。
18或GLAN	玻璃编号。另请参阅代码4(Code 4)。
表面孔径数据。请参阅"表面属性中的孔径选项卡(Surface properties aperture tab)"。	
20或ATYP	表面孔径类型代码。
21或APP1	表面孔径参数1。
22或APP2	表面孔径参数2。
23或APDX	表面孔径x偏心。
24或APDY	表面孔径y偏心。
25或UDA	用户自定义孔径(UDA)文件名。
26或APPU	表面孔径拾取求解的表面编号。用0表示无拾取。
27或CHZN	表面的延伸区。
28或MCSD	机械半直径。如果value为0或正数，则机械半直径的求解类型设置为"固定"。如果value为负数，则机械半直径的求解类型设置为"自动"，并且机械半直径的值由下一个UPDATE关键字计算得到。
物理光学传播设置。请参阅"表面特定设置(Surface specific settings)"。	
30	物理光学设置"用几何光线传播到下一表面(Use Rays To Propagate To Next Surface)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
31	物理光学设置"不用几何光线数据缩放光束尺寸(Do Not Rescale Beam Size Using Ray Data)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
32	物理光学设置"采用角谱算法(Use Angular Spectrum Propagator)"。用1表示勾选，0表示未勾选。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

33	物理光学设置"在实体模型上显示ZBF(Draw ZBF On Shaded Model)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
34	物理光学设置"重新计算导向光束参数(Recompute Pilot Beam Parameters)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
35	物理光学设置"折射后重新采样(Resample After Refraction)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
36	物理光学设置"自动重新采样(Auto Resample)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
37	物理光学设置"新建X采样(New X Sampling)"。用1表示32，2表示64等。
38	物理光学设置"新建Y采样(New Y Sampling)"。用1表示32，2表示64等。
39	物理光学设置"新建X宽度(New X-Width)"。新建数组的x方向全宽。
40	物理光学设置"新建Y宽度(New Y-Width)"。新建数组的y方向全宽。
41	物理光学设置"输出导向半径(Output Pilot Radius)"。使用0表示最佳拟合，1表示更短，2表示更长，3表示x，4表示y，5表示平面，6表示用户。
42、43	分别为物理光学设置"X半径(X Radius)"和"Y半径(Y Radius)"。
44	物理光学设置"采用X轴参考(Use X-axis Reference)"。用1表示勾选，0表示未勾选。
膜层设置。请参阅"表面膜层选项卡(Surface coating tab)"。另请参阅上述代码8。	
50	使用多膜层和折射率偏移。用1表示勾选，0表示未勾选。
51	多膜层值。value1为新的数值。value2为膜层编号。
52	多膜层状态。value1为状态，用0表示固定，1表示变量，或者用n+1表示拾取膜层n。
53	膜层折射率偏移值。value1为新的数值。value2为膜层编号。
54	膜层折射率偏移状态。value1为状态，用0表示固定，1表示变量，或者用n+1表示拾取膜层n。
55	膜层消光偏移值。value1为新的数值。value2为膜层编号。
56	膜层消光偏移状态。value1为状态，用0表示固定，1表示变量，或者用n+1表示拾取膜层n。
表面倾斜和偏心数据。请参阅"表面属性中的倾斜/偏心选项卡(Surface tilt/decenter tab)"。	
60或BOR	面之前的倾斜和偏心顺序。用0表示偏心/倾斜，用1表示倾斜/偏心。
61或BDX	面之前x偏心。

62或BDY	面之前y偏心。
63或BTX	面之前x倾斜
64或BTY	面之前y倾斜
65或BTZ	面之前z倾斜
66或APU	面之后的拾取状态：0表示直接，1或2表示拾取或翻转当前表面，3或4表示拾取或翻转当前表面减1，5或6表示拾取或翻转当前表面减2，以此类推。
70或AOR	面之后倾斜和偏心顺序。用0表示偏心/倾斜，用1表示倾斜/偏心。
71或ADX	面之后x偏心。
72或ADY	面之后y偏心。
73或ATX	面之后x倾斜。
74或ATY	面之后y倾斜。
75或ATZ	面之后z倾斜。
76	坐标返回状态。仅在坐标断点面上有效。用0表示无，1表示仅方向，2表示XY方向，3表示XYZ方向。
77	坐标返回至表面。仅在坐标断点面上有效。
表面散射数据。请参阅"表面属性中的散射选项卡(Surface properties scattering tab)"。	
80	设置散射代码：用0表示无，1表示朗伯，2表示高斯，3表示ABg，4表示DLL，5表示BSDF，6表示ABg文件。
81	设置散射分数，在0.0到1.0之间。
82	设置高斯散射Sigma。
83	设置ABg文件名称。
84	设置用户自定义散射DLL的名称。若要设置参数，请参阅Code 181。
85	设置用户自定义散射DLL使用的数据文件名称。
86	设置BSDF文件名称。value必须是BSDF文件的名称，且不含路径（如BrownVinyl.bsdf）。
87	设置ABg数据文件名称。value必须是ABGF文件的名称，且不含路径（如SampleABGF.abgf）。
表面绘制数据。请参阅"表面属性中的绘制选项卡(Surface properties draw tab)"。	
90	设置"将光线隐藏至这个表面(Hide Rays To This Surface)"复选框状态：用0表示关闭，1表示开启。
91	设置"跳过光线，直接到这个面(Skip Rays To This Surface)"复选框状态：用0表示关闭，1表示开启。

92	设置"不绘制此表面(Do Not Draw This Surface)"复选框状态：用0表示关闭，1表示开启。
93	设置"不绘制此表面的边缘(Do Not Draw Edges From This Surface)"复选框状态：用0表示关闭，1表示开启。
96	设置"绘制边缘为(Draw Edges As)"状态：0表示方形，1表示锥形，2表示平面。
97	设置"镜面基底(Mirror Substrate)"状态：0表示无，1表示平面，2表示弯曲。
98	设置镜面基板厚度值。
用户自定义面散射DLL参数。请参阅"表面属性中的散射选项卡(Surface properties scattering tab)"。	
181-186	设置用户自定义的散射DLL参数1-6。

更改表面属性之后，通常需要执行UPDATE关键字（参阅"UPDATE"），以更新光瞳位置、求解以及正确光线追迹所必需的其它数据。OpticStudio不会自动执行UPDATE，因为执行所有SETSURFACEPROPERTY关键字之后再执行一次UPDATE，这样运行速度会更快。函数SPRO使用类似的语法和相同代码值来"获取"表面属性值，而不是"设置"这些值。

示例：

```
! Set the glass type on surface 7 to BK7
SETSURFACEPROPERTY 7, GLAS, "BK7"
! Set the thickness of surface 2 to the thickness of surface 1
SETSURFACEPROPERTY 2, THIC, THIC(1)
! Set the value of parameter 4 on surface 11 to 7.3
SURP 11, PARM, 7.3, 4
```

表面类型	名称
标准面	STANDARD
偶次非球面	EVENASPH
奇次非球面	ODDASPHE
近轴	近轴
近轴XY	PARAX_XY
双锥	BICONICX
Toroidal光栅	TOROGRAT
三次样条	CUSPLINE
全息面1	HOLOGRM1
全息面2	HOLOGRM2
坐标断点	COORDBRK
多项式	POLYNOMI

菲涅尔面	FRESNELS
ABCD	ABCDSURF
备用偶次面	ALTERNAT
备用奇次面	ALTERNAO
衍射光栅	DGRATING
共轭	CONJUGAT
倾斜面	TILTSURF
不规则面	IRREGULA
渐变1	GRINSUR1
渐变2	GRINSUR2
渐变3	GRINSUR3
渐变4	GRINSUR4
渐变5	GRINSUR5
渐变6	GRINSUR6
渐变7	GRINSUR7
Gradium	GRINSUR8
渐变9	GRINSUR9
渐变10	GRINSU10
渐变12	GRINSU12
逆反射	RETROREF
Toroidal	TOROIDAL
Zernike Fringe矢高	FZERNSAG
Zernike Fringe相位	FZERNPHA
Zernike Standard矢高	SZERNSAG
Zernike Standard相位	SZERNPHA
Zernike Annular相位	AZERNPHA
双锥Zernike	BICONICZ
扩展多项式	XPOLYNOM
二元光学1	BINARY_1
二元光学2	BINARY_2
二元光学3	BINARY_3
二元光学4	BINARY_4
扩展三次样条	XCUSPLIN

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

扩展非球面	XASPHERE
扩展奇次非球面	XOSPHERE
可变刻线距离光栅	VARLSGRT
椭圆光栅1	ELLIGRAT
椭圆光栅2	ELLIGRA2
超圆锥面	SUPERCON
扩展菲涅尔	XFRESNEL
菲涅尔柱面	CFRESNEL
网格矢高	GRID_SAG
网格相位	GRID_PHA
通用菲涅尔面	GEN_FRES
周期面	PERIODIC
Toroidal全息	TOROHOLO
大气折射	ATMOSPHR
波带片	ZONEPLAT
Q型非球面	QED_TYPE
琼斯矩阵	JONESMAT
Zernike Annular Standard矢高	AZERNSAG
切比雪夫多项式	CHEBYSHV
黑盒透镜	BLACKBOX
滑块	SLIDESRF
用户自定义面	USERSURF
双折射输入	BIRE__IN
双折射输出	BIRE_OUT
光学制造全息	OFABHOL1
径向NURBS	RADNURBS
Toroidal NURBS面	TORNURBS
扩展Toroidal光栅面	TOROGRAX
径向光栅	RGRATING
奇次余弦面	ODDCOSIN
非序列模式元件	NONSEQCO
数据	DATASURF
离轴圆锥自由曲面	OFFAXISCF

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Q型自由曲面	QFREEFORM

相关函数：

SPRO

相关关键字：

SETSYSTEMPROPERTY、UPDATE

10.2.14.157. SETSYSTEMPROPERTY、SYSP(SETSYSTEMPROPERTY, SYSP)

设置系统的属性，如系统孔径、视场、波长和其它数据。

语法：

```
SETSYSTEMPROPERTY code, value1, value2
SYSP code, value1, value2
```

详述：

此关键字需要一个计算结果为整数的数值表达式，以指定要修改系统的哪些属性。第二个和第三个参数是指定属性的新值，可能是引号中的文本、字符串变量或数值表达式，具体取决于code。对于大多数code，需要修改的属性由value1参数定义。少数操作数同时需要value1和value2定义，如下表所述。

如果要修改的属性由多重结构编辑器控制，那么当前结构的多重结构数据也会发生变化，以显示更改的属性。

SYSP是SETSYSTEMPROPERTY的缩写，功能完全相同。

代码	特性
4	根据环境调整折射率数据，用0表示关闭，1表示开启。请参阅"根据环境调整折射率数据(Adjust Index Data To Environment)"。
10	孔径类型代码。有关代码值的详情，请参阅"孔径类型(Aperture Type)"。
11	孔径值。请参阅"孔径值(Aperture Value)"。
12	切趾类型代码。用0表示均匀，1表示高斯，2表示余弦立方。请参阅"切趾类型(Apodization Type)"。
13	切趾因子。请参阅"切趾因子(Apodization Factor)"。
14	远心物空间。用0表示关闭，1表示开启。请参阅"远心物空间(Telecentric Object Space)"。
15	在更新时迭代求解。用0表示关闭，1表示开启。请参阅"在更新时迭代求解(Iterate Solves When Updating)"。
16	镜头标题。请参阅"镜头标题(Lens Title)"。
17	镜头备注。请参阅"备注(Notes)"。
18	无焦像空间。用0表示关闭，1表示开启。详情请参考"无焦像空间(Afocal Image Space)"。

21	全局坐标参考面。请参阅"全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface)"。
23	玻璃库列表。用一个字符串或字符串变量表示，指定玻璃库名称，如"SCHOTT"。若要指定多个库，可列出以空格分隔的多个玻璃库名称的一个字符串或字符串变量，比如"SCHOTT HOYA OHARA"。
24	系统温度（以摄氏度为单位）。请参阅"以摄氏度表示的温度(Temperature in degrees C)"。
25	以大气压表示的系统压强。请参阅"ATM压强(Pressure in ATM)"。
26	OPD参考方法。用0表示绝对，用1表示无限，用2表示出瞳，用3表示绝对2。请参阅"OPD参考(Reference OPD)"。
30	镜头单位代码。用0表示毫米，1表示厘米，2表示英寸，3表示米。更改镜头单位不会缩放或转换镜头数据，只是更改显示镜头规格数据的方式。请参阅"镜头单位(Lens Units)"。
31	光源单位前缀。用0表示Femto，1表示Pico，2表示Nano，3表示Micro，4表示Milli，5表示无， 6表示Kilo，7表示Mega，8表示Giga，9表示Tera。请参阅"光源单位(Source Units)"。
32	光源单位。用0表示瓦，1表示流明，2表示焦耳。请参阅"光源单位(Source Units)"。
33	分析单位前缀。用0表示Femto，1表示Pico，2表示Nano，3表示Micro，4表示Milli，5表示无， 6表示Kilo，7表示Mega，8表示Giga，9表示Tera。请参阅"分析单位(Analysis Units)"。
34	分析单位的"每"面积("per" Area)。用0表示每平方毫米，1表示每平方厘米，2表示每平方英寸，3表示每平方米，4表示每平方英尺。
35	MTF单位代码。0表示周期/毫米，1表示周期/毫弧度。请参阅MTF单位(MTF Units)。
40	膜层文件名称。请参阅"膜层文件(Coating File)"。
41	散射配置文件名称。请参阅"散射配置文件(Scatter Profile)"。
42	ABg数据文件名称。请参阅"ABg数据文件(ABg Data File)"。
43	GRADIUM配置文件名称。请参阅"GRADIUM配置文件(GRADIUM Profile)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

50	非序列模式每条光线的最大交点数。请参阅"每条光线的最大交点数(Maximum Intersections Per Ray)"。
51	非序列模式每条光线的最大区段数。请参阅"每条光线的最大段数(Maximum Segments Per Ray)"。
52	非序列模式最大嵌套/密接物体数。请参阅"最大嵌套/密接物体数(Maximum Nested/Touching Objects)"。
53	非序列模式最小相对光线强度。请参阅"最小相对光线强度(Minimum Relative Ray Intensity)"。
54	非序列模式最小绝对光线强度。请参阅"最小绝对光线强度(Minimum Absolute Ray Intensity)"。
55	非序列模式用镜头单位表示的胶合距离。请参阅"用镜头单位表示的胶合距离(Glue Distance In Lens Units)"。
56	非序列模式镜头单位下错过光线的绘制距离。请参阅"镜头单位下错过光线的绘制距离(Missed Ray Draw Distance in Lens Units)"。
57	非序列模式文件打开时重新追迹光源的光线。用0表示否，1表示是。请参阅"文件打开时重新追迹光源的光线(Retrace Source Rays Upon File Open)"。
58	非序列模式内存中的最大光源文件的光线数。请参阅"内存中的最大光源文件的光线数(Maximum Source File Rays In Memory)"。
59	简单的光线分裂。用0表示否，1表示是。请参阅"简单的光线分裂(Simple Ray Splitting)"。
60	偏振Jx。请参阅"Jx、Jy、X-相位、Y-相位(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)"。
61	偏振Jy。请参阅"Jx、Jy、X-相位、Y-相位(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)"。
62	偏振X相位。请参阅"Jx、Jy、X-相位、Y-相位(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)"。
63	偏振Y相位。请参阅"Jx、Jy、X-相位、Y-相位(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase)"。
64	将膜层相位转换为等效几何光线。用0表示否，1表示是。请参阅"将膜层相位转换为等效几何光线(Convert thin film phase to ray equivalent)"。
65	非偏振。用0表示否，1表示是。请参阅"非偏振(Unpolarized)"。
66	方法。用0表示X轴，1表示Y轴，2表示Z轴。请参阅"方法(Method)"。
70	光线瞄准。用0表示关闭，1表示开启，2表示像差。请参阅"光线瞄准(Ray Aiming)"。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

71、 72、 73	光线瞄准光瞳偏移x、y和z。请参阅"光瞳偏移、光瞳压缩(Pupil Shift, Pupil Compress)"。
74	使用光线瞄准缓存。用0表示否，1表示是。请参阅"使用光线瞄准缓存(Use Ray Aiming Cache)"。
75	增强型光线瞄准。用0表示否，1表示是。请参阅"增强型光线瞄准（慢）(Robust Ray Aiming (slow))"。
76	以视场缩放光瞳偏移因子。用0表示否，1表示是。请参阅"光瞳偏移、光瞳压缩(Pupil Shift, Pupil Compress)"。
77、78	光线瞄准光瞳压缩x、y。请参阅"光瞳偏移、光瞳压缩(Pupil Shift, Pupil Compress)"。
100	视场类型代码。请参阅"视场类型(Field Type)"。
101	视场数目。
102、103	视场编号为value1，value2是视场x、y坐标。
104	视场编号为value1，value2是视场权重。
105、106	视场编号为value1，value2是视场渐晕x偏心、y偏心
107、108	视场编号为value1，value2是视场子午压缩x、压缩y
109	视场编号为value1，value2是视场子午角。
110	视场归一化方式，value1为0表示径向，为1表示矩形。
200	主波长编号。请参阅"波长(Wavelengths)"。
201	波长数目
202	波长编号为value1，value2是以微米为单位的波长。
203	波长编号为value1，value2是波长权重
901	在多线程计算（比如优化）中使用的CPU数量。如果传递的值为0，则CPU数量将重置为默认值。使用函数SYPR测试此值时，将返回操作系统中可用CPU的总数。

通常，只有在执行了关键字UPDATE之后，系统属性的更改才会生效。

示例：

```
! Set the number of wavelengths to 3
SETSYSTEMPROPERTY 201, 3
! Set the number of fields to 4
SYSP 101, 4
```

相关函数：

SYPR

相关关键字：

SETSURFACEPROPERTY、UPDATE

10.2.14.158. SETTEXTSIZE

更改GTEXT命令绘制的字符大小。

语法：

```
SETTEXTSIZE xsize, ysize
```

详述：

参数表示每个字符占图形窗口的比例。例如，默认文本大小为70 40。这意味着，每个字符是图形窗口宽度的1/70，是图形窗口高度的1/40。参数0可将文本大小恢复为默认值。

示例：

```
! Make text twice default size
SETTEXTSIZE 35, 20
! Restore text size to default
SETTEXTSIZE
```

10.2.14.159. SETTITLE

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.160. SETTOL（关键字）(SETTOL (keywords))

设置公差数据编辑器中任何公差操作数对应不同参数列的数据。

语法：

```
SETTOL row, column, data
```

详述：

row的值必须是大于0且小于或等于当前公差操作数数量的整数表达式。若要设置操作数类型，可column值设为1。data是包含操作数名称的文字字符串或字符串变量，如"TTHI"。若要设置某操作数类型使用的整数值1、2或3，请使用column编号1、2或3。若要设置最小或最大公差值，请分别使用column编号4或5。

若要设置"在反向公差分析时不调整(Do Not Adjust During Inverse Tolerancing)"或"在计算公差时忽略该操作数(Ignore this Operand During Tolerancing)"复选框，请使用column编号6或7。

data用1表示勾选，0表示未勾选。若要设置注释，请使用column编号99，data是包含注释的文字字符串或字符串变量。公差操作数的名义值不能通过SETTOL来设置。

另请参阅INSERTTOL和DELETETOL。

示例：

```
SETTOL 16, 0, "TRAD"
```

相关函数：

TOLV、$TOLOPERAND、$TOLCOMMENT

10.2.14.161. SETUNITS

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.162. SETVAR

修改优化变量的状态。

语法：

```
SETVAR surf, code, status, object
or
SETVAR config, M, status, operand
```

详述：

surf必须是计算结果为0到最大表面数量之间的整数。config必须是计算结果为1到结构数量之间的整数。code必须是下列字符串之一：

R表示曲率半径

T表示厚度

C表示圆锥系数

G表示玻璃

I表示玻璃折射率

J表示玻璃阿贝数

K表示玻璃dpgf

Pn表示参数n

D表示热膨胀系数

En表示附加数据值n

M表示多重结构数据，请参阅以下详述

Nn表示非序列模式元件位置数据，1到6分别表示x、y、z、tx、ty、tz

On表示非序列模式元件参数数据，其中n是参数编号

如果status计算结果为0，则表示删除变量状态。否则表示将对应值设为变量。如果code是Nn或On，则必须提供物体编号；否则将忽略此参数。如果code为M，那么该命令的语法如上面的"语法"所示。

示例：

```
SETVAR j+3, R, 1
SETVAR 5, P6, 0
SETVAR surfk+2, E06, status
SETVAR config, M, status, operand
SETVAR 1, O32, 1, 5
```

10.2.14.163. SETVECSIZE

更改VEC1、VEC2、VEC3和VEC4数组的最大尺寸。

语法：

```
SETVECSIZEn
```

详述：

表达式必须是计算结果为1到18,000,000之间的整数变量。所有四个矢量变量的尺寸大小始终相同。在调整尺寸大小期间，所有矢量数据都会丢失。矢量的初始大小为1000。

10.2.14.164. SETVIG（关键字）(SETVIG (keywords))

设置镜头的渐晕因子。

语法：

```
SETVIG
```

详述：

有关渐晕因子的描述，请参阅"渐晕因子(Vignetting factors)"。

10.2.14.165. SHOWBITMAP

在视图窗口中显示BMP、JPG或PNG文件。

语法：

```
SHOWBITMAP filename
```

详述：

此关键字需要指定BMP、JPG或PNG文件的名称。必须包含扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须位于<data>\<images>文件夹中。该命令将打开新窗口来显示文件。

示例：

```
SHOWBITMAP "BARCHART.BMP"
```

10.2.14.166. SHOWFILE

使用OpticStudio文件查看器在屏幕上显示一个文本文件。

语法：

```
SHOWFILE filename, saveflag
```

详述：

filename必须是有效的文件名。文件必须为文本文件（如在ZPL中通过OUTPUT和PRINT命令创建的文件），且必须在当前文件夹中。一旦显示了文本文件，便可以像其它文本文件一样，上下滚动数据或者打印。使用OUTPUT和SHOWFILE（而非PRINT命令）的主要优势是能够滚动和打印数据。即使没有执行任何CLOSE命令，SHOWFILE也会关闭文件。如果saveflag为0或者省略，则在关闭窗口时同时删除文件。如果saveflag是非0值，那么在窗口关闭后文件依然存在。

示例：

```
OUTPUT "test.txt"
PRINT "Print this to a file."
SHOWFILE "test.txt"
```

相关关键字：

OPEN、OUTPUT、CLOSE、PRINT、PRINTFILE

10.2.14.167. SOLVEBEFORESTOP

使ZPL求解能够设置在光阑面之前的表面上。

语法：

```
SOLVEBEFORESTOP
```

详述：

此关键字仅用于ZPL宏求解。必须将其放置在宏的第一行，以防止OpticStudio出现错误信息。使用此关键字意味着用户了解此类求解在什么情况下有效，在什么情况下无效。

在光阑面之前放置的任何求解都不能基于光线数据。例如，不能使用关键字RAYTRACE及其返回的数据。OpticStudio不会执行任何检查来确保有无基于光线数据。如果宏确实包含基于光线的数据，则宏求解可能计算出错误数值。

请参阅"使用ZPL宏求解"。

10.2.14.168. SOLVERETURN

在调用求解的编辑器中返回计算的求解值。

语法：

```
SOLVERETURN x
```

详述：

此关键字仅用于ZPL宏求解。宏计算单个值，并通过使用此关键字调用求解，且在编辑器中返回计算出的值。如果存在多个SOLVERETURN关键字，则仅考虑调用的最后一个SOLVERETURN，之前的调用都会忽略。

如果在宏中发生错误或出现无效条件，且无法计算求解值，则宏直接返回而不调用SOLVERETURN。若没有调用SOLVERETURN则表明无法计算求解，且在光学系统中有错误条件。这在优化过程中尤为重要。

请参阅"使用ZPL宏求解"。

10.2.14.169. SOLVETYPE

更改指定表面上的求解状态和数值。仅支持部分求解类型；有关设置其它类型求解的信息，请联系OpticStudio技术支持。

语法：

```
SOLVETYPE surf, CODE, arg1, arg2, arg3, arg4
```

详述：

surf必须是计算结果为0到表面最大数量之间的整数变量。code必须是下表中列出的助记符。表达式arg1到arg4是计算结果为"SOLVES"中指定的第1到第4个求解参数。注意，对于跨列拾取求解，列编号在"列编号的整数代码(Integer codes for column numbers)"中定义。对于非序列模式拾取求解，变量是非序列模式求解对话框中"求解类型(Solve Type)"后面的第一到第四行。某些代码不使用任何或所有参数，在这种情况下可以省略arg2/arg3/arg4；如果通过图形用户界面(GUI)菜单不存在arg1，则始终需要将其值设置为 0。

关键字SOLVETYPE的代码

求解类型	代码
曲率：固定（关闭求解）	CF
曲率：变量	CV
曲率：边缘光线	CM
曲率：主光线	CC
曲率：拾取	CP
曲率：边缘光线法线	CN
曲率：主光线法线	CO
曲率：等光程	CA
曲率：元件光焦度	CE
曲率：同轴面	CQ
曲率：同曲率中心	CR
曲率：F/#	CG
曲率：ZPL宏	CZ
厚度：固定（关闭求解）	TF
厚度：变量	TV
厚度：边缘光线高度	TM
厚度：主光线高度	TC
厚度：边缘厚度	TE
厚度：拾取	TP
厚度：光程差	TO
厚度：位置	TL
厚度：补偿器	TX
厚度：曲率中心点	TY
厚度：光瞳位置	TU
厚度：ZPL宏	TZ
玻璃：固定（关闭求解）	GF
玻璃：模型	GM

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

玻璃：拾取	GP
玻璃：替换	GS
玻璃：偏移	GO
净口径或半直径：自动	SA
净口径或半直径：用户自定表面(User Defined)	SU
净口径或半直径：拾取	SP
净口径或半直径：最大值	SM
净口径或半直径：ZPL宏	SZ
圆锥系数：固定（关闭求解）	KF
圆锥系数：拾取	KP
圆锥系数：ZPL宏	KZ
机械孔径/机械半口径：自动	XA
机械孔径/机械半口径：固定（关闭求解）	XU
机械孔径/机械半口径：拾取	XK
机械孔径/机械半口径：ZPL宏	XM
延伸区：自动	OU
延伸区：拾取	OP
延伸区：ZPL宏	OZ
参数：固定（关闭求解）。将"p"替换为代码中的参数编号，例如PF_3将关闭对参数3的求解。	PF_p
参数：拾取。将"p"替换为代码中的参数编号，例如PP_4将设置对参数4的求解。	PP_p
参数：主光线。将"p"替换为代码中的参数编号，例如PC_1将设置对参数1的求解。	PC_p
参数：变量。将"p"替换为代码中的参数编号，例如PV_1将设置对参数1的求解。	PV_p
参数：ZPL宏。将"p"替换为代码中的参数编号，例如PZ_1将设置对参数1的求解。	PZ_p
热膨胀系数：固定（关闭求解）	HF
热膨胀系数：拾取	HP
附加数据值：固定（关闭求解）。将"e"替换为代码中的附加数据编号，例如EF_3将关闭对附加数据值3的求解。	EF_e
附加数据值：拾取。将"e"替换为代码中的附加数据编号，例如EP_4将设置对附加数据值4的求解。	EP_e
附加数据值：ZPL宏。将"e"替换为代码中的附加数据编号，例如EZ_4将设置对附加数据值4的求解。	EZ_e

非序列模式元件拾取X、Y、Z、X倾斜、Y倾斜、Z倾斜、材料。将"o"替换为代码中的物体编号，例如NSC_PX_14将设置对物体14的拾取求解。NSC_PMAT_o与NSC_MATP_o相同。	NSC_PX_o, NSC_PY_o, NSC_PZ_o, NSC_PTX_o, NSC_PTY_o, NSC_PTZ_o, NSC_PMAT_o (参阅左侧)
非序列模式元件材料为固定、模型玻璃、拾取或偏移。将"o"替换为代码中的物体编号，例如NSC_MATM_11将物体11上的材料设置为模型玻璃。NSC_MATP_o与NSC_PMAT_o相同。	NSC_MATF_o, NSC_MATM_o, NSC_MATP_o, NSC_MOFF_o (参阅左侧)
非序列模式元件ZPL宏对X、Y、Z、X倾斜、Y倾斜和Z倾斜求解。将"o"替换为代码中的物体编号，例如NSC_ZX_14将设置对物体14的宏求解。	NSC_ZX_o, NSC_ZY_o, NSC_ZZ_o, NSC_ZTX_o, NSC_ZTY_o, NSC_ZTZ_o (参阅左侧)
非序列模式元件参数拾取。将"o"替换为物体编号，将"p"替换为代码中的参数编号，例如NSC_PP_11_7将设置对物体11、参数7的拾取求解。	NSC_PP_o_p (参阅左侧)
非序列模式元件ZPL宏求解。将"o"替换为物体编号，将"p"替换为代码中的参数编号，例如NSC_ZP_11_7将设置对物体11、参数7的宏求解。	NSC_ZP_o_p (参阅左侧)

示例：

```
! The following line will add a glass pickup solve
! on surface 7, picking up from surface 5:
SOLVETYPE 7, GP, 5
! Add a thickness pickup with a scale factor of -1:
SOLVETYPE 7, TP, 5, -1

! Set a pickup solve on surface 1, NSC object 12 Z position,
! pick up from object 11, with a scale factor of 2, offset 3,
! from the parameter 7 column.Note the column number is argument 4.
! The column number is 0 for the same column, 1-6 for x, y, z, tilt x, tilt y,
tilt z,
! respectively.The column number for the parameter columns
! is 6 + the desired parameter number.
! In summary, the syntax is:
! SOLVETYPE, surf, code, object, scale, offset, column
! where code has the object/parameter number embedded as shown in the table
above.
! The syntax for this example is:
SOLVETYPE 1, NSC_PZ_12, 11, 2, 3, 13
```

相关函数：

SOLV

10.2.14.170. STOPSURF

STOPSURF通过设置编号重新定义光阑面的位置。

语法：

```
STOPSURF surf
```

讨论：

在新数据生效之前必须执行UPDATE命令。

示例：

```
STOPSURF n+2
```

相关关键字：

UPDATE

10.2.14.171. SUB

请参阅GOSUB。

10.2.14.172. SURFTYPE

该命令已被废弃。请参阅"SETSURFACEPROPERTY、SURP"

10.2.14.173. 暂停更新(SUSPENDUPDATES)

暂停更新主要与恢复更新(RESUMEUPDATES)配合使用。

暂停时，将阻止任何UI编辑器窗口通过ZPL命令更新。 在为系统执行大量更新时，该命令可显著提高宏执行速度，比如插入数以百计或数以千计的评价函数行时。

暂停和恢复调用的次数都是参照计数的，只要恢复更新的次数不同于暂停更新的次数，就不会执行更新（也可宏完成执行）。

注意，内部镜头状态仍会改变，但用户界面不会显示。

此外，调用RESUMEUDPATES时，UI不会自动更新；若要更新，请使用UPDATE EDITORS命令。

示例：

```
SUSPENDUPDATES
n = 5
FOR i = 1, n, 1
INSERTMFO i
SETOPERAND i, 1, ONUM("OPDX")
SETOPERAND i, 6, (i/n)
SETOPERAND i, 8, 0
SETOPERAND i, 9, 1
NEXT
RESUMEUPDATES
UPDATE EDITORS
```

10.2.14.174. TELECENTRIC

该命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY、SYSP"。

10.2.14.175. TESTPLATEFIT

TESTPLATEFIT可调用测试板拟合程序。参阅"测试板拟合(Test Plate Fitting)"。

语法：

```
TESTPLATEFIT tpd_file, log_file, method, number_cycles
```

详述：

此关键字需要提供测试板数据文件的字符串表达式以及输出日志文件的文件名。method是介于0到4（包含首尾值）之间的整数，分别表示尝试所有方法、最佳到最劣、最劣到最佳、长到短以及短到长。整数number_of_cycles为0表示自动，否则表示要执行的优化迭代次数。请注意，tpd_file名称"不能(NOT)"包含路径，因为所有测试板文件都在固定文件夹中，但对于日志文件，则应该包含路径。

此关键字可能需要很长时间来执行。建议在完成拟合后显示日志文件，或者使用其它方法来表明拟合已完成。

示例：

```
TESTPLATEFIT "optico.tpd", "c:\temp\logfile.dat", 0, 0
SHOWFILE "c:\temp\logfile.dat"
```

10.2.14.176. THIC

要设置表面属性，使用"SETSURFACEPROPERTY, SURP"关键字，要获取表面属性，则使用数值函数(Numeric Functions)中讨论的SPRO(surf, code)数值函数。

10.2.14.177. TIMER

重置内部时钟。此功能与ZPL函数ETIM()配合使用，来计算从上一次TIMER命令以来所经历的时间。

语法：

```
TIMER
```

详述：

TIMER和ETIM()主要用于测试ZPL编译器和各种程序结构的执行效率。

示例：

```
i = 0
TIMER
LABEL 1
x = RAND(1000)
i = i+1
if i < 10000 THEN GOTO 1
FORMAT .1
PRINT "Elapsed time:", ETIM(), "Seconds"
```

10.2.14.178. TOLERANCE

运行公差分析，并将公差报告保存到一个文本文件中。

语法：

```
TOLERANCE top_file_name, out_file_name
```

详述：

TOLERANCE根据top_file_name定义的公差选项文件中的设置，对当前镜头执行公差分析。此文件名必须以扩展名TOP结尾，并且必须存储于<data>\Configs文件夹中（参阅"文件夹(Folders)"）。通过在公差对话框中保存公差选项来创建TOP文件，请参阅"其它按钮(Other buttons)"。out_file_name必须以.ZTD扩展名保存为ZTD文

件，或以.txt扩展名保存为文本文件。文件将与当前镜头文件存储于同一个文件夹中。top_file_name和out_file_name都不能指定路径。

示例：

TOLERANCE example.TOP, output.txt

10.2.14.179. UNLOCKWINDOW

解锁任何一个或者所有锁定的窗口。

语法：

```
UNLOCKWINDOW winnum
```

详述：

请参阅"图形窗口操作(Graphic windows operations)"。如果winnum为0，那么将解锁所有已打开的窗口。如果参数winnum为-1，那么在宏执行结束后将解锁当前执行的窗口。

示例：

```
UNLOCKWINDOW 2
```

相关关键字：

LOCKWINDOW

10.2.14.180. UPDATE

更新光瞳位置、折射率数据、近轴常量、净半口径或半直径、最大视场归一化值、求解、非序列模式物体以及序列模式和非序列模式光线追迹所需要的其它数据。

如果在上次更新之后又更改了系统数据（比 如表面类型、曲率半径、 厚度、系统孔径、波长、非序列模式物体类型或参数），则在追迹或评估系统 之前，必须使用关键字UPDATE。

如果UPDATE命令后跟"ALL"，则还会更新所有打开的窗口（ZPL宏窗口除外）。如果UPDATE命令后跟一个计算结果为整数的表达式，则更新整数指定的窗口，但前提是此窗口不是当前正在执行的宏窗口。如果UPDATE后跟EDITORS，则会更新任何已打开的电子表格编辑器，以显示镜头数据的最新更改。如果UPDATE后跟MACROS，则会更新除当前调用宏窗口之外的其他已打开ZPL宏窗口。

语法：

```
UPDATE
UPDATE ALL
UPDATE n
UPDATE EDITORS
UPDATE MACROS
```

10.2.14.181. VEC1、VEC2、VEC3、VEC4

这些关键字用于设置变量VEC1、VEC2、VEC3和VEC4。每个矢量可以存储一个双精度浮点数的数组。

语法：

```
VEC1 subscript, value
VEC2 subscript, value
```

```
VEC3 subscript, value
VEC4 subscript, value
```

详述：

VEC1-4用于存储数组中的数据。subscript的值可以是任何表达式，计算时对其进行向下取整。生成的整数表达式必须介于0到当前最大矢量大小之间，初始矢量大小为1000。ZPL函数VEC1-4可用于提取数据。若要更改数组大小，请使用关键字SETVECSIZE。

示例：

```
i = 0
LABEL 1
i = i + 1
VEC1 i, i
IF i < 10 THEN GOTO 1
j = 0
LABEL 2
j = j + 1
VEC2 j, VEC1(j) * VEC1(j)
IF j < 10 THEN GOTO 2
i = 0
LABEL 3
i = i + 1
PRINT "x = ", VEC1(i), " x*x = ", VEC2(i)
IF i < 10 THEN GOTO 3
PRINT
PRINT "All done!"
```

10.2.14.182. WAVL、WWGT

这些命令已被废弃。请参阅"SETSYSTEMPROPERTY, SYSP"。

10.2.14.183. XDIFFIA

计算扩展衍射图像分析(Extended Diffraction Image Analysis)功能，并将结果保存到一个ZBF文件中。有关ZBF（Zemax光束文件(Zemax Beam File)）格式的说明，请参阅“Zemax光束文件(ZBF)二进制格式(Zemax Beam File (ZBF) binary format)”。有关扩展衍射图像分析功能的描述，请参阅“扩展衍射图像分析(Extended Diffraction Image Analysis)”。

语法：

```
XDIFFIA outfilename,infilename
```

详述：

此关键字需要指定输出的BIM文件名称，可选择性输入IMA或BIM文件的名称。如果未提供outfilename的扩展名，则将默认扩展名为ZBF。必须在infilename中提供扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。outfilename会存储于<pop>文件夹中。infilename必须存放在<data>\<im-ages>文件夹中。文件名中不能包含路径。

扩展衍射图像分析功能的设置是之前为当前镜头保存的设置。要修改这些设置，请打开扩展衍射图像分析窗口并选择适当的设置，然后点击“保存(Save)”。XDIFFIA的所有后续调用都将使用已保存的设置。输出文件名和输入源文件例外，输出文件名为XDIFFIA关键字之后的第一个参数，输入源文件为XDIFFIA关键字之后的第二个可选参数。

示例：

```
XDIFFIA “output will be in this file.ZBF”、 “SOMEIMAFILE.IMA”
```

相关函数：

ZBFCLR、ZBFSHOW、ZBFSUM、ZBFMULT

10.2.14.184. ZBFCLR

清除ZBF文件中的复振幅数据。

语法：

```
ZBFCLR filename
```

详述：

此关键字只需要提供ZBF文件名。

所有ZBF相关关键字的通用说明：

有关ZBF（Zemax光束文件(Zemax Beam File)）格式的说明，请参阅"Zemax光束文件(ZBF)二进制格式(Zemax Beam File (ZBF) binary format)"。OpticStudio要求文件的扩展名为ZBF，并且会根据需要来添加或替换扩展名。如果文件名中使用了空格或其它特殊字符，则文件名必须加引号。文件必须存储于<pop>文件夹中，所有ZBF输出文件都会存储于同一个文件夹中。

示例：

```
ZBFCLR "some beam file name.ZBF"
ZBFCLR N$
```

10.2.14.185. ZBFMULT

将ZBF文件中的复振幅数据乘以一个复数因子。

语法：

```
ZBFMULT filename, Ax, Bx, Ay, By
```

详述：

此关键字需要修改ZBF文件的名称，以及将ZBF中每个点的复电场的实部和虚部相乘的因子。这些因子分别应用于电场的x和y分量，如下所示，其中E_{x0}和E_{y0}表示ZBF中的原始值。

$E_x = E_{x0}(Ax + Bx*i)$

$E_y = E_{y0}(Ay + By*i)$

所得的数据将重新写入到相同的ZBF文件名中。

关于所有ZBF关键字的注解说明，请参阅用途(Purpose)。

示例：

```
ZBFMULT "some beam file name.ZBF", 0.0, 1.0, 0.0, -1.0
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.2.14.186. ZBFPROPERTIES

打开指定的ZBF文件，并将各种光束数据存储在某个矢量变量中。

语法：

```
ZBFPROPERTIES filename, vector
```

详述：

此关键字需要提供ZBF文件的名称，以及用于放置数据的矢量编号的值。矢量的值必须是1到4之间。在执行ZBFPROPERTIES函数后，以下光束数据会放置在指定的矢量中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized标记（0表示否，1表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于矢量位置1到15。

关于所有ZBF关键字的注解说明，请参阅"用途(Purpose)"。

示例：

```
ZBFPROPERTIES "TEST.ZBF", 1
rayleighx = VEC1(9)
```

10.2.14.187. ZBFREAD

打开指定的ZBF文件，并将电场和光束属性数据放置在两个用户自定义的数组变量中。

语法：

```
ZBFREAD filename, beamname, propertyname
```

详述：

此关键字需要提供ZBF文件名，以及之前调用DECLARE所定义的两个数组名称。beamname必须是一个三维数组，非偏振光束的最小尺寸为（nx,ny,2），偏振光束的最小尺寸为（nx,ny,4）。propertyname数组必须是最小尺寸为14的一维数组。在执行ZBFREAD函数后，以下光束数据存储在指定propertyname数组中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized 标记（0表示否，1表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于数组位置1到15。电场数据将存储于beamname数组中。beamname数组的第三维为1表示Ex实部，2表示Ex虚部，如果光束偏振，3表示Ey实部，4表示Ey虚部。

关于所有ZBF关键字的注解说明，请参阅"用途(Purpose)"。另请参阅"ZBFWRITE"。

示例：

```
! First get the beam size
ZBFPROPERTIES "TEST1.ZBF", 1
nx = vec1(1)
ny = vec1(2)
ip = vec1(14) ! "是偏振(is polarized)"标记

 Allocate enough memory to hold the beam
IF (ip == 0) THEN DECLARE B, DOUBLE, 3, nx, ny, 2
IF (ip == 1) THEN DECLARE B, DOUBLE, 3, nx, ny, 4
DECLARE P, DOUBLE, 1, 20
ZBFREAD "test1.zbf", B, P

FOR j, 1, ny, 1
FOR i, 1, nx, 1
```

```
FORMAT 4.0
PRINT i, j,
FORMAT 12.6
IF (ip == 1)
PRINT B(i, j, 1),
PRINT B(i, j, 2),
PRINT B(i, j, 3),
PRINT B(i, j, 4)
ELSE
PRINT B(i, j, 1),
PRINT B(i, j, 2)
ENDIF
NEXT
NEXT

! save the beam
ZBFWRITE "TEST2.ZBF", B, P

! release the allocated memory
RELEASE B
RELEASE P
```

10.2.14.188. ZBFRESAMPLE

按照新的宽度和点间距，重新采样ZBF文件。

语法：

```
ZBFRESAMPLE filename, nx, ny, wx, wy, decenterx, decentery
```

详述：

此关键字需要提供ZBF文件的名称和六个数字。光束将按要求重新采样并插值，以创建一个在x和y方向分别有nx和ny个点的光束文件，总宽度为wx和wy。nx和ny值必须是2的幂，比如32、64、128等等。可选择性提供decenterx和decentery值，用于将光束偏心。如果nx或ny为0，则不会对现有光束采样进行任何更改。如果wx或wy为0，则不会对现有光束宽度进行任何更改。ZBF文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。所得的数据将重新写入到相同的文件名中。

示例：

```
ZBFRESAMPLE "TEST.ZBF", 128, 128, 25.4, 25.4, 0, 0.4
```

10.2.14.189. ZBFSHOW

在视图窗口中显示ZBF文件。

语法：

```
ZBFSHOW filename
```

详述：

此关键字只需要提供ZBF文件名。该命令将打开新窗口来显示光束文件。

示例：

```
ZBFSHOW "new beam data.ZBF"
ZBFSHOW N$
```

10.2.14.190. ZBFSUM

对两个ZBF文件中的数据进行相干或非相干求和，并将生成的数据存储于第三个ZBF文件中。

语法：

```
ZBFSUM coherent, filename1, filename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供一个整数，来表示求和为相干或者非相干，0以外的任何值表示相干，0表示非相干。若执行了非相干求和，则输出数据只有实数。如果两个源文件在x和y方向的数据点数量、点间距和参考半径不同，那么列出的第二个源文件会进行缩放、插值或者调整参考半径，以匹配执行求和之前的第一个源文件。ZBF文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。outfilename可以与其中一个源文件名称相同，在此情况下，将覆盖原始文件。

示例：

```
ZBFSUM 1, "a.ZBF", "b.zbf", "coherent a plus b.zbf"
ZBFSUM 0, "a.ZBF", "b.zbf", "incoherent a plus b.zbf"
ZBFSUM 0, A$, B$, C$
```

10.2.14.191. ZBFTILT

将ZBF文件中的数据乘以一个复数相位因子，以在光束中引入相位倾斜。

语法：

```
ZBFTILT filename, cx, cy, tx, ty
```

详述：

此关键字需要提供ZBF文件的名称和四个数字。光束的相位将按照 $\theta = (x - cx)tx + (y - cy)ty$ 提供的相位角度进行修改。cx和cy值是相位倾斜的中心，tx和ty是倾斜的斜率（弧度每镜头单位长度）。x和y指的是光束文件中的位置，中心坐标（x = 0，y = 0）位于点（nx/2 + 1, ny/2 + 1），其中nx和ny是x和y方向的点数。ZBF文件中的长度单位自动转换为当前镜头单位。所得的数据将重新写入到相同的文件名中。

示例：

```
ZBFTILT "TEST.ZBF", 0.0, 0.0, 0.0, 0.01237
```

10.2.14.192. ZBFWRITE

将电场和光束属性数据数组写入到一个ZBF文件中。

语法：

```
ZBFWRITE filename, beamname, propertyname
```

详述：

此关键字需要提供ZBF文件名，以及之前调用DECLARE所定义的两个数组名称。beamname必须是一个三维数组，非偏振光束的最小尺寸为（nx,ny,2），偏振光束的最小尺寸为（nx,ny,4）。propertyname数组必须是最小尺寸为14的一维数组。

以下光束数据存储在指定propertyname数组中：nx、ny、dx、dy、waist_x、waist_y、position_x、position_y、rayleigh_x、rayleigh_y、波长（以镜头单位表示）、总功率、峰值照度（单位面积的能量）、is_polarized标记（0表示否，1表示是）、介质折射率；光束数据分别存储于矢量位置1到15。电场数据将存储于beamname数组中。beamname数组的第三维为1表示Ex实部，2表示Ex虚部，如果光束偏振，3表示Ey实部，4表示Ey虚部。

另请参阅“ZBFREAD”。

10.2.14.193. ZRDAPPEND

将一个ZRD文件中的数据附加到另一个文件的末尾，第一个文件保持不变。只有在同一系统中追迹两个ZRD文件时此命令才有效，这样不会修改物体编号或者坐标。

语法：

```
ZRDAPPEND infilename, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供两个输入ZRD文件的名称。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名必须包含完整路径名。尽管可以指定任何扩展名，但建议文件名都使用ZRD扩展名。输入和输出文件名不能相同，且必须使用相同的ZRD格式。另请参阅ZRDSUM。

示例：

```
ZRDAPPEND "C:\TEMP\CART.ZRD", "C:\TEMP\HORSE.ZRD"
```

10.2.14.194. ZRDFILTER

打开ZRD光线数据库文件，应用过滤器，并将过滤后的光线子集保存到一个新的ZRD文件中。

语法：

```
ZRDFILTER infilename, outfilename, filterstring
```

详述：

此关键字需要提供输入ZRD文件名称、过滤后的输出ZRD文件名称以及过滤字符串。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。有关过滤字符串格式的信息，请参阅"过滤字符串(The filter string)"，可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名和过滤字符串。文件名必须包含完整路径名。尽管可以指定任何扩展名，但建议输入和输出文件都使用ZRD扩展名。输入和输出文件名不能相同，

示例：

```
ZRDFILTER "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST1_H4.ZRD", "H4"
```

10.2.14.195. ZRDPLAYBACK

此关键字读取一个ZRD文件，并将光线振幅数据添加到一个或所有探测器中。只有在通过当前加载的系统生成ZRD文件时才可使用此命令，这样不会修改物体编号或者坐标。

语法：

```
ZRDPLAYBACK zrdfilename, surface, detector, clear, filterstring
```

详述：

此关键字需要提供ZRD文件名称。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名不能包含路径，并且文件必须与当前镜头文件在同一个文件夹中。在混合序列/非序列模式下，参数"surface"表示非序列模式的表面编号，在非序列模式下，参数"surface"设为1。整数"detector"表示指定探测器的物体编号，为0表示所有探测器。如果"clear"设置为非0值，则在重放之前清除指定探测器。可选的"filterstring"在添加重放之前应用于光线上。

示例：

```
ZRDPLAYBACK "MYRAYS.ZRD", 1, 0, 1, "H3 & H5"
```

10.2.14.196. ZRDSAVERAYS

打开ZRD光线数据库文件，应用过滤器，并保存过滤子集中与指定物体编号相交的光线。

语法：

```
ZRDSAVERAYS infilename, outfilename, filterstring, object
```

详述：

此关键字需要提供输入ZRD文件名称、输出光源光线DAT文件的名称、过滤字符串以及物体编号。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。光源光线文件在"光源文件(Source File)"中定义。有关过滤字符串格式的信息，请参阅"过滤字符串(The filter string)"，可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名和过滤字符串。文件名必须包含完整路径名。尽管可以指定任何扩展名，但建议输入文件名使用ZRD扩展名，输出文件使用DAT扩展名。输入和输出文件名不能相同。如果不需要过滤，则参数"filterstring"应替换为两个双引号，如下所示：""。

示例：

```
ZRDSAVERAYS "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST1_H6.DAT", "", 6
ZRDSAVERAYS "C:\TEMP\TEST2.ZRD", "C:\TEMP\TEST2_H5.SDF", "", 5
```

10.2.14.197. ZRDSUM

合并两个ZRD文件。只有在同一系统中追迹两个ZRD文件时此命令才有效，这样不会修改物体编号或者坐标。

语法：

```
ZRDSUM infilename1, infilename2, outfilename
```

详述：

此关键字需要提供两个输入ZRD文件的名称和输出ZRD文件的名称。有关ZRD文件格式的信息，请参阅"光线数据库(ZRD)文件(Ray database (ZRD) files)"。可以通过文本字符串或字符串变量定义每个文件名。文件名必须包含完整路径名。尽管可以指定任何扩展名，但建议所有文件名都使用ZRD扩展名。输入和输出文件名不能相同，两个输入文件必须使用相同的ZRD格式，输出文件也会使用相同的ZRD格式。另请参阅ZRDAPPEND。

示例：

```
ZRDSUM "C:\TEMP\TEST1.ZRD", "C:\TEMP\TEST2.ZRD", "C:\TEMP\TEST_SUM.ZRD"
```

10.2.15. 示例宏1(Example Macro 1)

以下示例宏将输出每个已定义视场角主光线与像面的交点坐标：

```
nfield = NFLD()
maxfield = MAXF()
n = NSUR()
FOR i, 1 , nfield, 1
hx = FLDX(i)/maxfield
hy = FLDY(i)/maxfield
PRINT "Field number ", i
RAYTRACE hx,hy,0,0,PWAV()
PRINT "X-field angle : ",FLDX(i)," Y-field angle : ", FLDY(i)
PRINT "X-chief ray  : ",RAYX(n), " Y-chief ray  : ", RAYY(n)
PRINT
NEXT
PRINT "All Done!"
```

宏的第一行调用NFLD()函数，此函数返回已定义的视场角数量，并将其赋值给变量"numfield"。第二行调用MAXF()，返回最大径向视场，并将其存储在变量"maxfield"中。通过调用函数NSUR()，将表面数量存储在变量"n"中。

最后定义FOR循环，以i作为视场位置的计数器，从1开始，循环的最大值为nfield，增量为1。定义"hx"和"hy"的两行语法中使用了函数FLDX()和FLDY()，分别返回当前视场位置编号"i"的x-和y-视场值。

主光线通过关键字RAYTRACE进行追迹。注意，主光线与光瞳的中心相交，所以两个光瞳坐标均为0。PWAV()函数返回主波长编号，通常用于主光线。各种PRINT命令将像面上的主光线坐标输出到屏幕中。

10.2.16. 示例宏2(Example Macro 2)

以下示例宏将估算当前光学系统的轴向RMS光斑半径。通过系统追迹大量随机光线，并记录这些光线与主光线之间的径向偏移。然后应用当前波长权重以估算RMS光斑半径。

```
PRINT "Primary wavelength is number ",
FORMAT .0
PRINT PWAV(),
FORMAT .4
PRINT " which is ", WAVL(PWAV()), " micrometers."
PRINT "Estimating RMS spot radius for each wavelength."

! 要追踪多少随机光线才能做出估算□
n = 100

! Initialize the timer
TIMER

! Store the number of surfaces for later use
ns = NSUR()

! Start at wavelength 1
weightsum = 0
wwrms = 0

FOR w, 1, NWAV(), 1
rms = 0
FOR i, 1, n, 1

hx = 0
hy = 0
angle = 6.283185 * RAND(1)
! SQRT yields uniform distribution in pupil
radius = SQRT(RAND(1))
px = radius * COSI(angle)
```

```
py = radius * SINE(angle)
RAYTRACE hx, hy, px, py, w
x = RAYX(ns)
y = RAYY(ns)
rms = rms + (x*x) + (y*y)

NEXT
rms = SQRT(rms/n)
wwrms = wwrms + ( WWGT (w) * rms )
weightsum = weightsum + WWGT(w)
FORMAT .4
PRINT "RMS spot radius for ", WAVL(w),
FORMAT .6
PRINT " is ", rms

NEXT
wwrms = wwrms / weightsum
PRINT "Wavelength weighted rms is ", wwrms
FORMAT .2
t = ETIM()
PRINT "Elapsed time was ",t," seconds."
```

注意，在前两条PRINT命令中使用了尾部逗号。表示前三个PRINT命令输出的数据均在同一行中显示。同一行中的FORMAT命令只是更改输出数值的显示方式。"!"字符用于表示注解，在运行宏时将忽略。

10.2.17. 从宏中调用宏(Calling a Macro from within a Macro)

若要从ZPL宏内调用另一个ZPL宏，请使用关键字CALLMACRO。此外，还可使用关键字CALLSETDBL和CALLSETSTR以及函数CALD和$CALLSTR在宏之间传递数据。

通常从ZPL宏对话框中执行的第一个宏是"父"宏。父宏可调用其它宏，这些其它宏称为"子"宏。父宏将创建一个有51个数值和51个字符串的缓存区。该缓存区可用于设置或检索数值和字符串值，其允许宏共享数据或将引数传递给另一个引数。缓存区对于每个父宏及其调用的任何子宏都是唯一的。如果有多个父宏同时执行（例如，在两个窗口中分别更新不同的宏），则每个父宏都有其自己的缓存区，并且不会在父项之间共享数据。

要了解父宏和子宏的工作原理，最简单的方法是通过示例。本示例将只使用两个很简单的宏，但对于可以调用或嵌套的宏数量没有硬性限制。

请考虑两个宏，称之为PARENT.ZPL和CHILD.ZPL。PARENT.ZPL宏是：

```
CALLSETDBL 1, 3.5
CALLSETSTR 1, "Hello World"
CALLMACRO CHILD.ZPL
PRINT CALD(1)
```

CHILD.ZPL宏是：

```
PRINT "Executing child macro"
PRINT CALD(1)
A$ = $CALLSTR(1)
PRINT A$
CALLSETDBL 1, 7.11
```

执行PARENT.ZPL宏时，该宏可使用关键字CALLSETDBL将数值3.5放在索引位置1的父项调用数字缓存区。随后使用CALLSETSTR将字符串"Hello World"放在索引位置1的父项调用字符串缓存区。可将0到50（包括50）之间的任何索引用于任何数字或字符串缓存区。

PARENT.ZPL宏随后将执行CHILD.ZPL宏。子宏将"正在执行子宏"的消息打印至子宏的输出窗口，这在执行过程中是看不到的。子宏随后使用CALD(1)从位于索引1的数值缓存区提供数值，并使用$CALLSTR(1)从索引1的字符串缓存区提取字符串值，并打印这些值。最后，子宏使用7.11新值覆盖位于索引1的数值，至此子宏执行结束。

控件现在返回至父宏，其可将子宏输出窗口的内容复制到父项输出窗口，并清除子宏输出窗口的内容。最后，可打印位于索引1的数字调用缓冲区的修改值。此宏的输出结果如下：

```
Executing child macro
3.5000
Hello World
7.1100
```

OpticStudio中的"宏"文件夹中附带有示例宏PARENT.ZPL和CHILD.ZPL。

10.2.18. 从命令行运行宏(Running Macros from the Command Line)

OpticStudio支持通过命令行传递特殊标志来运行ZPL宏。 可选字符串引数也可通过命令行传递并在宏中进行检索，进而实现复杂任务的自动化。 示例语句如下：

```
[PATH_TO_OPTICSTUDIO.EXE] -zpl="[FULL_PATH_TO_ZPL_FILE]"
{-v[ARG_NAME_1]="[VALUE]", -v[ARG_NAME_2]="[VALUE]" ...}
```

请注意，引数名称不能包含空格，宏路径和引数值需要使用引号（""）括起来，并且"-zpl"标志必须位于任何字符串引数之前。 所有"-v"引数均为可选引数且可使用$GETARG字符串函数进行检索：

```
var$ = $GETARG("variable_name")
```

或

```
var$ = $GETARG(varName$)
```

请注意，引数名称不区分大小写，因此$GETARG("var1")与$GETARG("Var1")相同。

"IsAutomated"字符串引数始终自动填充，如果宏通过命令行执行，则值为"真(True)"，否则值为"假(False)"。

宏完成运行后，OpticStudio将自动关闭，但某些情况可能会阻止宏完成，例如出现等待用户输入的对话框。

命令行示例：

```
C:\Program Files\Zemax OpticStudio 17.5\OpticStudio.exe -zpl="c:\temp\TestCL.zpl"
 -vSurface="1" -vOutputFile="c:\temp\test file.txt"
Example ZPL snippet:
IsAuto$ = $GETARG("IsAutomated")
IF (IsAuto$ $== "True")
                Surf$ = $GETARG("Surface")
                Outfile$ = $GETARG("OutputFile")
                n = SVAL(Surf$)
                OUTPUT Outfile$
                PRINT "This is running from the command line!"
                PRINT "Surface " $STR(n)
ELSE
                PRINT "This is running from OpticStudio!"
                n = NSUR()
ENDIF
```

10.2.19. 使用ZPL宏求解（Using ZPL Macro Solves）

ZPL宏求解可调用用户自定义的ZPL来定义求解值。有关示例，请参阅关键字"SOLVEBEFORESTOP"。有关求解的更多信息，请参阅镜头数据编辑器（Lens Data Editor）的设置选项卡（Setup Tab）的"求解（Solves）"部分。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

宏求解调用用户自定义的ZPL宏来计算求解。任何可在宏中计算的数值都可以返回到调用求解宏的编辑器中。宏可利用编辑器中其他位置的数据，比如之前的表面。一旦计算出数据，可使用关键字SOLVERETURN将数据传递回编辑器。

举一个简单的例子，下面是一个宏，用于计算表面1和2之间的一阶光焦度，并且返回光焦度作为求解值：

```
n1 = INDX(1)
n2 = INDX(2)
c2 = CURV(2)
SOLVERETURN (n2-n1)*c2
```

上例宏中直接通过表面编号来引用特定表面。这样有一个缺点，如果插入或删除了新表面，则需要修改宏中对应的表面编号。此外，如果宏求解引用固定的表面编号，则某些功能不会正常运行，比如镜面基板绘制。在这种情况下，可使用ZPL函数SURC在镜头数据编辑器的注释列中查找包含特定文本的表面。假定在镜头数据编辑器中的第一个表面上输入了注释"My Surface"。可以通过以下修订后的宏来计算上述光焦度：

```
A$ = "My Surface"
SURF = SURC(A$)
n1 = INDX(SURF)
n2 = INDX(SURF+1)
c2 = CURV(SURF+1)
SOLVERETURN (n2-n1)*c2
```

也可以使用ZPL SOSO数值函数来提取调用宏求解所需的表面或物体编号。

在求解宏中尽可能使用表面注释和SURC函数。

注意，在进行公差操作时，即使自动添加了额外表面，SURC函数也会一直返回原始的表面数。

例如，如果SURC（surface_name$）在原始文件中返回10，当文件完成公差操作时，它将继续返回10（即使在公差操作时添加了表面）。

为避免出现这种现象，请使用SRCN数值函数。

10.2.19.1. 有关ZPL宏求解的重要注意事项(Important Considerations for ZPL Macro Solves)

宏求解非常通用，基本上可以使用任何计算来确定求解值。可以使用ZPL支持的所有函数和关键字。通过宏菜单执行ZPL宏与作为求解执行ZPL宏并没有任何区别。但是，某些ZPL关键字和函数不能在宏求解中使用。例如，如果从求解中调用"UPDATE"将更新所有求解，这将再次调用宏，从而导致无限循环。如果宏求解中使用了其它关键字（例如INPUT），那么每次调用求解都需要用户输入数据，这可能需要操作多次。宏求解中也不能使用在编辑器中设置数值的关键字和创建评价函数的关键字。通常，宏求解应简短、简单，避免冗长计算，并且不能修改任何镜头数据。宏求解不能取决于编辑器中后续求解的数据，这样会产生错误数据。因为如果先调用求解，然后后续求解又修改了源数据，那么前面的宏求解也会出错。OpticStudio不会自动进行求解宏验证。求解宏功能虽然强大并且灵活，但必须谨慎使用。

只有当宏中的计算不基于任何光线数据时，宏求解才能放置在光阑面之前。应该注意确保情况确实如此。如需了解更多详情，请参阅ZPL关键字"SOLVEBEFORESTOP"的描述。

如果在宏中发生错误或出现无效条件，且无法计算求解值，则宏直接返回而不调用SOLVERETURN。若没有调用SOLVERETURN则表明无法计算求解，且在光学系统中有错误条件。这在优化过程中尤为重要。

10.2.19.2. 列编号的整数代码（Integer Codes for Column Numbers）

如果要通过ZPL宏语言设置拾取求解，必须提供列编号。列编号的定义方式如下：

0：当前列，即求解所放置的列。这是所有拾取求解的默认设置。

1-4：分别表示半径、厚度、圆锥系数和净口径或半直径。

5-17：分别表示参数0到12

10.3. 字符串代码(String Codes)

字符串代码是关键字"GETTEXTFILE"和"OPENANALYSISWINDOW"中使用的3个字符参数。

字符串代码在下方表格中列出。请注意，代码区分大小写。

"Code"	说明
文件代码**(File Codes)**	
"New"	NEW_FILE
"Ope"	OPEN_FILE
"Sav"	SAVE_FILE
"Sas"	SAVE_AS
"Bac"	BACKUP_TO_ARCHIVE_FILE
"Res"	RESTORE_FROM_ARCHIVE_FILE
"Ins	INSERT_LENS
"Prf"	PREFERENCES
"Ext"	EXIT
"Upd"	UPDATE
"Upa"	UPDATE_ALL
"Gen"	GENERAL_LENS_DATA
"Fie"	FIELD_DATA
"Wav"	WAVELENGTH_DATA
"Nxc"	NEXT_CONFIGURATION
"Lac"	LAST_CONFIGURATION
"LDE"	LENS_DATA_EDITOR
"MFE"	MERIT_FUNCTION_EDITOR
"MCE"	MULTI_CONFIG_EDITOR
"TDE"	TOLERANCE_DATA_EDITOR
"NCE"	NON_SEQUENTIAL_EDITOR
"Und"	UNDO
"Red"	REDO
视图代码**(Layout Codes)**	
"Lay"	2D_LAYOUT

"L3d"	3D_LAYOUT
"Lsh"	SHADED_MODEL_LAYOUT
"Ele"	ZEMAX_ELEMENT_DRAWING
"ISO"	ISO_ELEMENT_DRAWING
"L3n"	NSC_3D_LAYOUT
"LSn"	NSC_SHADED_MODEL_LAYOUT
"Obv"	NSC_OBJECT_VIEWER
"Pvr"	CAD_PART_VIEWER
光扇代码**(Fan Codes)**	
"Ray"	RAY_FAN
"Opd"	OPD_FAN
"Pab"	PUPIL_ABERRATION_FAN
点列图代码**(Spots Codes)**	
"Spt"	SPOT_DIAGRAM
"Stf"	THROUGH_FOCUS_SPOT
"Sff"	FULL_FIELD_SPOT
"Sma"	SPOT_MATRIX
"Smc"	SPOT_MATRIX_CONFIG
[MTF 代码**](MTF Codes)**	
"Mtf"	MODULATION_TF
"Tfm"	THROUGH_FOCUS_MTF
"Smf"	SURFACE_MTF
"Mth"	MTF_VS_FIELD
"Fmm"	FFT_MTF_MAP
"Gmm"	GEOMETRIC_MTF_MAP
"Hmf"	HUYGENS_MTF
"Hsm"	HUYGENS_SURFACE_MTF
"Hmh"	HUYGENS_MTF_VS_FIELD
"Gtf"	GEOMETRIC_MTF
"Tfg"	THROUGH_FOCUS_GTF
"Htf"	HUYGENS_THROUGH_FOCUS_MTF
"Gvf"	GEOMETRIC_MTF_VS_FIELD
PSF代码**(PSF Codes)**	
"Fps"	FFT_PSF
"Pcs"	PSF_CROSS_SECTION

"Lsf"	FFT_LINE/EDGE_SPREAD
"Hps"	HUYGENS_PSF
"Hcs"	HUYGENS_PSF_CROSS_SECTION
波前代码**(Wavefront Codes)**	
"Wfm"	WAVEFRONT_MAP
"Int"	INTERFEROGRAM
"Ffa"	FULL-FIELD_ABERRATION
"Foa"	FOUCAULT_ANALYSIS
表面矢高和相位代码**(Surface Sag and Phase Codes)**	
"Srs"	SURFACE_SAG
"Srp"	SURFACE_PHASE
"Scv"	SURFACE_CURVATURE
"Ssc"	SURFACE_SAG_CROSS
"Spc"	SURFACE_PHASE_CROSS
"Scc"	SURFACE_CURVATURE_CROSS
RMS代码**(RMS Codes)**	
"Rms"	RMS_VS_FIELD
"Rmw"	RMS_VS_WAVELENGTH
"Rmf"	RMS_VS_FOCUS
"Rfm"	RMS_FIELD_MAP
圈入能量代码**(Encircles Energy Codes)**	
"Enc"	DIFF_ENCIRCLED_ENERGY
"Gee"	GEOM_ENCIRCLED_ENERGY
"Lin"	LINE/EDGE_SPREAD
"Xse"	EXTENDED_SOURCE_ENCIRCLED
"Rel"	RELATIVE_ILLUMINATION
"Foo"	FOOTPRINT_ANALYSIS
"Uni"	UNIVERSAL_PLOT_1D
"Un2"	UNIVERSAL_PLOT_2D
"Fcd"	FIELD_CURV/DISTORTION
"Grd"	GRID_DISTORTION
"Lon"	LONGITUDINAL_ABERRATION
"Lat"	LATERAL_COLOR
"Sim"	IMAGE_SIMULATION
"Ima"	GEOMETRIC_IMAGE_ANALYSIS

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

"Ibm"	GEOMETRIC_BITMAP_IMAGE_ANALYSIS
"Lsa"	LIGHT_SOURCE_ANALYSIS
其它杂项代码**(Other Miscellaneous Codes)**	
"ABg"	ABG_DATA_CATALOG
"Agm"	ATHERMAL_GLASS_MAP
"Bfv"	BEAM_FILE_VIEWER
"C31"	SRC_COLOR_CHART_1931
"C76"	SRC_COLOR_CHART_1976
"Caa"	COATING_ABS_VS_ANGLE
"Car"	CARDINAL_POINTS
"Cas"	COAT_ALL_SURFACES
"Caw"	COATING_ABS_VS_WAVELENGTH
"Cca"	CONVERT_TO_CIRCULAR_APERTURES
"Cda"	COATING_DIA_VS_ANGLE
"Cdw"	COATING_DIA_VS_WAVELENGTH
"Cfa"	CONVERT_TO_FLOATING_APERTURES
"Cfm"	CONVERT_TO_MAXIMUM_APERTURES
"Cfo"	CONVERT_FORMAT
"Cfs"	CHROMATIC_FOCAL_SHIFT
"Cgl"	CONVERT_GLOBAL_TO_LOCAL
"Chk"	SYSTEM_CHECK
"Clg"	CONVERT_LOCAL_TO_GLOBAL
"Cls"	COATING_LIST
"Cna"	COATING_RET_VS_ANGLE
"Cng"	CONVERT_TO_NSC_GROUP
"Cnw"	COATING_RET_VS_WAVELENGTH
"Coa"	CONVERT_ASPHERE
"Cpa"	COATING_PHASE_VS_ANGLE
"Cpw"	COATING_PHASE_VS_WAVELENGTH
"Cra"	COATING_REFL_VS_ANGLE
"Crw"	COATING_REFL_VS_WAVELENGTH
"Csd"	NSC_CONCATENATE_SPECTRAL_SOURCE_FILES
"Csf"	NSC_CONVERT_TO_SPECTRAL_SOURCE_FILE
"Cta"	COATING_TRAN_VS_ANGLE
"Ctw"	COATING_TRAN_VS_WAVELENGTH

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

"Dbl"	DOUBLE_PASS
"Dim"	PARTIALLY_COHERENT_IMAGE_ANALYSIS
"Dip"	BIOCULAR_DIPVERGENCE/CONVERGENCE
"Dis"	DISPERSION_PLOT
"Drs"	NSC_DOWNLOAD_RADIANT_SOURCE
"Dvl"	DISPERSION_VS_WAVELENGTH_PLOT
"Dvr"	NSC_DETECTOR_VIEWER;
"Eca"	EXPLODE_CAD_ASSEMBLY
"Ecp"	EXPLODE_CREO_PARAMETRIC_ASSEMBLY
"Ect"	EDIT_COATING
"Eec"	EXPORT_ENCRYPTED_COATING
"Eia"	EXPLODE_INVENTOR_ASSEMBLY
"Fba"	FIND_BEST_ASPHERE
"Fcl"	FIBER_COUPLING
"Fld"	ADD_FOLD_MIRROR
"Flx"	DEL_FOLD_MIRROR
"Fov"	BIOCULAR_FIELD_OF_VIEW_ANALYSIS
"Fvw"	NSC_ZRD_FLUX_VS_WAVELENGTH
"Gbp"	PARAX_GAUSSIAN_BEAM
"Gbs"	SKEW_GAUSSIAN_BEAM
"Gcp"	GLASS_COMPARE
"Gft"	GLASS_FIT
"Gho"	GHOST_FOCUS
"Gip"	GRIN_PROFILE
"Gla"	GLASS_CATALOG
"Glb"	GLOBAL_OPTIMIZATION
"Gmf"	GENERATE_MAT_FILE
"Gmp"	GLASS_MAP
"Gpr"	GRADIUM_PROFILE
"Grs"	NSC_GENERATE_RADIANT_SOURCE
"Gst"	GLASS_SUBSTITUTION_TEMPLATE
"Ham"	HAMMER_OPTIMIZATION
"Hlp"	HELP
"Igs"	EXPORT_IGES_FILE
"Iht"	ANGLE_VS_IMAGEHEIGHT

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

"Imv"	IMA/BIM_FILE_VIEWER
"Jbv"	JPG/BMP_FILE_VIEWER
"Len"	LENS_SEARCH
"Lok"	LOCK_ALL_WINDOWS
"Ltr"	NSC_LIGHTNING_TRACE
"Mfl"	MERIT_FUNCTION_LIST
"Mfo"	MAKE_FOCAL
"Opt"	OPTIMIZATION
"Pal"	POWER_FIELD_MAP
"Pat"	NSC_ZRDA_PATH_ANALYSIS
"Pci"	PARTIALLY_COHERENT_IMAGE_ANALYSIS
"Per"	PERFORMANCE_TEST
"Pha"	POL_PHASE_ABERRATION
"Pmp"	POL_PUPIL_MAP
"Pol"	POL_RAY_TRACE
"Pop"	PHYSICAL_OPTICS_PROPAGATION
"Ppm"	POWER_PUPIL_MAP
"Pre"	PRESCRIPTION_DATA
"Ptf"	POL_TRANSMISSION_FAN
"Pzd"	PLAYBACK_ZRD_ON_DETECTORS
"Qad"	QUICK_ADJUST
"Qfo"	QUICK_FOCUS
"Raa"	REMOVE_ALL_APERTURES
"Rcf"	RELOAD_COATING
"Rda"	NSC_REVERSE_RADIANCE_ANALYSIS
"Rdb"	RAY_DATABASE
"Rdw"	NSC_ROADWAY_LIGHTING_ANALYSIS
"Rev"	REVERSE_ELEMENTS
"Rml"	REFRESH_MACRO_LIST
"Rtc"	RAY_TRACE_CONTROL
"Rtr"	RAY_TRACE
"Rva"	REMOVE_VARIABLES
"Rxl"	REFRESH_EXTENSIONS_LIST
"Sag"	SAG_TABLE
"Sca"	SCALE_LENS

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

"Sdi"	SEIDEL_DIAGRAM
"Sdv"	SRC_DIRECTIVITY
"Sei"	SEIDEL_COEFFICIENTS
"Sfv"	SCATTER_FUNCTION_VIEWER
"Sld"	SLIDER
"Slm"	STOCK_LENS_MATCHING
"Spj"	SRC_PROJECTION
"Spo"	SRC_POLAR
"Spv"	SCATTER_POLAR_PLOT
"Srv"	SRC_RSM_VIEWER
"Ssg"	SYSTEM_SUMMARY_GRAPHIC
"Ssp"	SRC_SPECTRUM
"Sti"	NSC_CONVERT_SDF_TO_IES
"Sur"	SURFACE_DATA
"Sys"	SYSTEM_DATA
"Tde"	TILT/DECENTER_ELEMENTS
"Tls"	TOLERANCE_LIST
"Tol"	TOLERANCING
"Tpf"	TEST_PLATE_FIT
"Tpl"	TEST_PLATE_LISTS
"Tra"	POL_TRANSMISSION
"Trw"	TRANSMISSION_VS_WAVELENGTH
"Tsm"	TOLERANCE_SUMMARY
"Unl"	UNLOCK_ALL_WINDOWS
"Vig"	VIGNETTING_PLOT
"Vop"	VISUAL_OPTIMIZER
"Vra"	VARIABLE_RAD
"Vth"	VARIABLE_THI
"Xdi"	EXTENDED_DIFFRACTION_IMAGE_ANALYSIS
"Xis"	EXPORT_IGES/STEP/SAT/STL_FILE
"Yni"	YNI_CONTRIBUTIONS
"Yyb"	Y-YBAR
"Zat"	ZERNIKE_ANNULAR_TERMS
"Zbb"	EXPORT_ZEMAX_BLACK_BOX_DATA
"Zex"	ZEMAX_EXTENSIONS

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

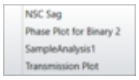
"Zfr"	ZERNIKE_FRINGE_TERMS
"Zpd"	NSC_ZEMAX_PART_DESIGNER
"Zpl"	EDIT/RUN_ZPL_MACROS
"Zst"	ZERNIKE_STANDARD_TERMS
"Zvf"	ZERNIKE_COEFFICIENTS_VS_FIELD

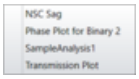
10.4. ZOS-API.NET应用程序组(ZOS-API.NET Applications Group)

ZOS-API应用程序组(ZOS-API Applications)是编程选项卡(Programing Tab)的子栏目组。

有关更多信息，请参阅"关于ZOS-API(About the ZOS-API)一节"。

10.4.1. 自定义分析(User Analyses)





自定义分析(User Analyses)按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的子栏目ZOS-API应用程序(ZOS-API Applications)中。此功能显示所有使用ZOS-API创建的分析的下拉列表。ZOS-API分析存储在<program>\ZOS-API\User Analysis文件夹（参阅"文件夹(Folders)"）中。单击可执行文件名称即可执行该分析。

有关更多详细信息，请参阅"ZOS固有（ZOS使用您的应用程序）(ZOS Inherent (ZOS uses your Application))"一节中的ZOS固有 – 自定义分析(ZOS Inherent – User Analysis)。

有关ZOS-API的完整描述，请参阅"关于ZOS-API(About the ZOS-API)"。

10.4.1.1. OpticStudio包含的自定义分析(User Analyses Included with OpticStudio)

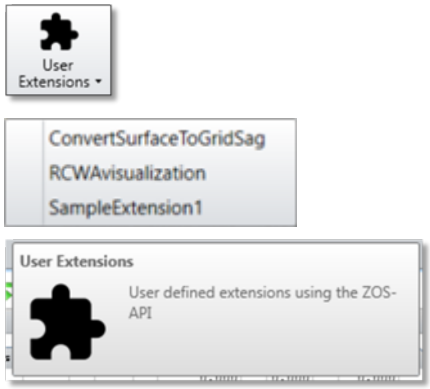
NSC矢高(NSC Sag)测量非序列模式元件面的矢高。进一步了解，请参阅知识库文章NSC矢高图自定义分析(NSC Sag Map User Analysis)。

二元**2**表面的相位图**(Phase Plot for Binary 2)**创建图形，显示二元2表面的相位以及相位斜率的倒数。该图显示的是这个面上的净口径或半直径的相位。

SampleAnalysis1 用C#语言创建示例自定义分析，绘制MTF vs 视场的关系图。文件<ZOS-API Sample Code>\C#\SampleAnalysis1.cs包含用于生成分析的代码。

透射图**(Transmission Plot)** 本分析为序列模式系统中所选择的配置和场生成透射 vs 波长关系图。透过率的计算方法是对光瞳点网格进行采样，并取透过率的平均值。数据可保存为文本文件。

10.4.2. 自定义扩展(User Extensions)



自定义扩展(User Extensions)按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的子栏目ZOS-API应用程序(ZOS-API Applications)中。此功能显示所有使用ZOS-API创建的扩展程序的下拉列表，这些ZOS-API扩展程序存储在<data>\ZOS-API\Extensions文件夹 中。单击可执行文件名称即可执行该扩展程序。

有关更多详细信息，请参阅ZOS固有（ZOS使用您的应用程序）(ZOS Inherent(ZOS uses your Application))一节中的"ZOS固有 – 自定义扩展(ZOS Inherent – User Extension)"。

有关ZOS-API的完整描述，请参阅关于ZOS-API(About the ZOS-API).

10.4.2.1. OpticStudio包含的自定义扩展程序(User Extensions Included with OpticStudio)

SampleExtension1 使用C#语言创建的示例自定义扩展，绘制MTF vs 视场(MTF vs. Field)关系图。文件<ZOS-API Sample Code>\C#\SampleExtension1.cs包含用于生成该分析的代码。

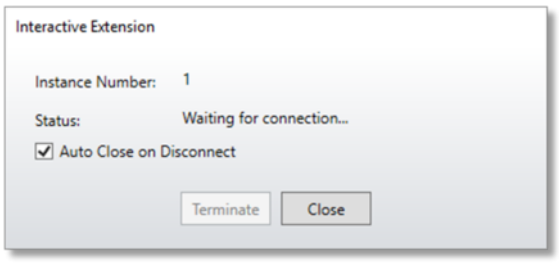
RCWAvisualization 帮助用户定义非序列模式下光栅参数的可视化工具。该工具可与使用RCWA DLL的用户自定义物体(User Defined Object)配合使用。进一步了解该工具，请参阅知识库文章采用RCWA方法模拟表面起伏光栅的衍射效率(Simulating diffraction efficiency of surface-relief grating using the RCWA method)。

ConvertSurfaceToGridSag 采用内建的表面矢高分析功能将序列模式表面转换为网格矢高面的工具。对于每个所选表面，在<Objects>\Grid Files\中保存包含网格矢高数据的DAT文件。如果勾选Keep Original Surface(s)复选框，所选表面将保留在镜头数据编辑器(Lens Data Editor)中，但将被忽略。

10.4.3. 交互扩展(Interactive Extension)

交互扩展(Interactive Extension)模式几乎与用户扩展(User Extension)相同，只是交互扩展不必是独立的可执行文件。

该功能允许从脚本环境（如MATLAB或Python）进行连接，在此类环境中没有可以启动OpticStudio的已编译可执行文件。



在您单击交互扩展按钮后，将打开一个对话框窗口，OpticStudio会等待外部应用程序连接。连接成功后，交互扩展可以执行用户扩展(User Extension)能够执行的任何任务。交互扩展对话框显示：

实例编号**(Instance Number)** 这是OpticStudio运行实例的实例ID。它允许外部应用程序在多个实例运行时连接到OpticStudio的特定实例。

状态**(Status)** 显示当前是否连接了外部应用程序并控制OpticStudio。请注意，一次只能连接一个外部应用程序。

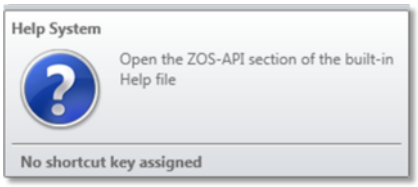
断开连接时自动关闭**(Auto Close on Disconnect)** 如果选中（默认），当外部连接断开时，交互扩展对话框将自动关闭。

终止**(Terminate)** 断开任何连接外部应用程序的连接。

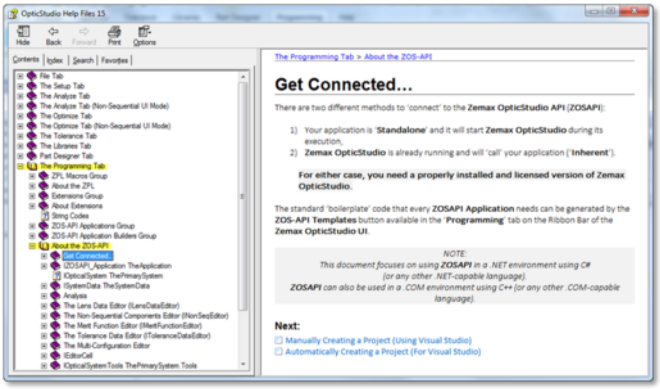
关闭**(Close)** 关闭交互扩展对话框，终止任何主动连接。

交互扩展按钮位于编程(Programming)选项卡的ZOS-API.NET应用程序部分。

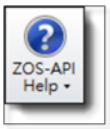
10.4.4. 帮助系统（zos-api.net应用程序组）(Help System (zos-api.net applications group))

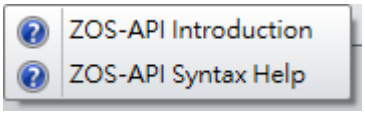


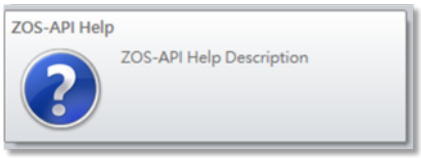
帮助系统(Help System)按钮位于编程选项卡(Programming Tab)的ZOS-API应用程序(ZOS-API Applications)中。单击此选项卡将直接打开OpticStudio的主帮助文件，并转至关于ZOS-API(About the ZOS-API)部分。

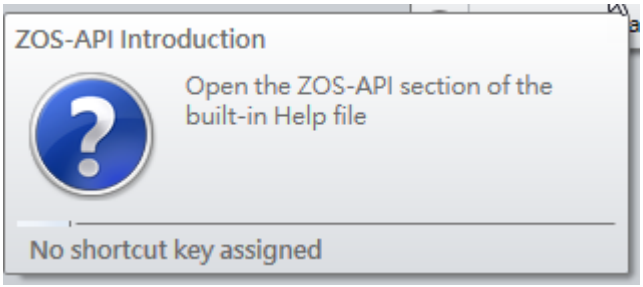


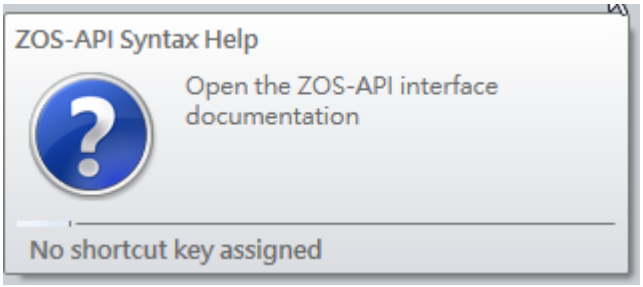
10.4.5. ZOS-API语法帮助(zos-api.net应用程序组)(ZOS-API Syntax Help (zos-api.net applications group))





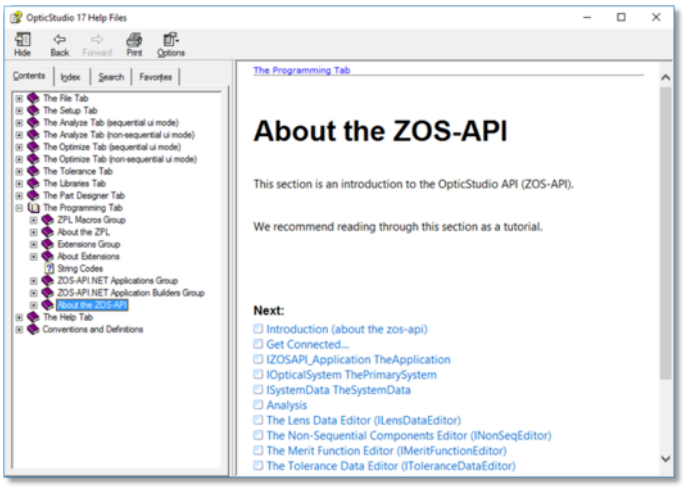




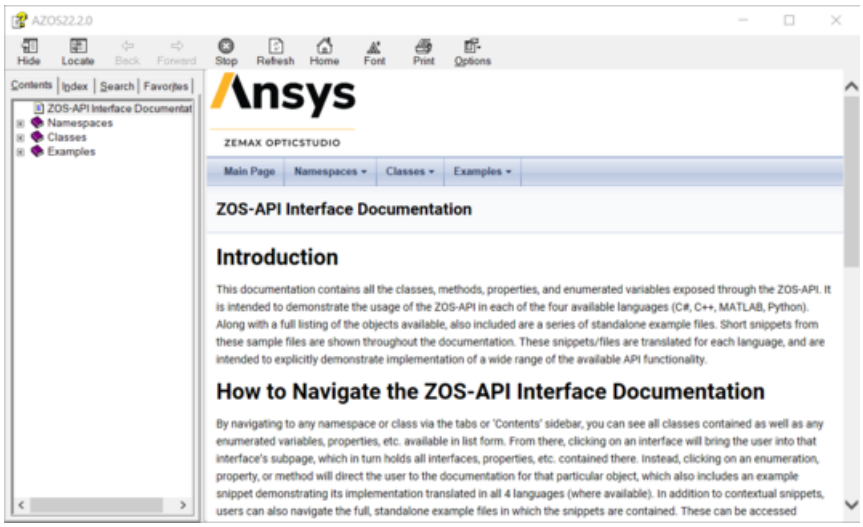


ZOS-API语法帮助按钮位于编程选项卡(Programming Tab)的ZOS-API应用程序组(ZOS-API Applications Group)。

选择ZOS-API介绍(ZOS-API Introduction)将打开OpticStudio帮助文件的关于ZOS-API部分。

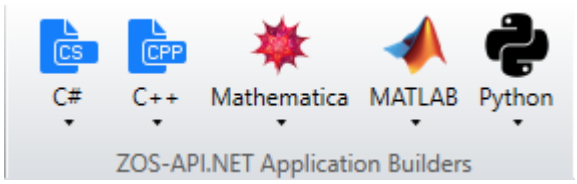


选择ZOS-API语法帮助(ZOS-API Syntax Help)将启动一个单独的帮助文件，该文件描述了API中使用的命名空间和类的详细信息，并包括了Python、MATLAB、C#和C++的几个示例代码：



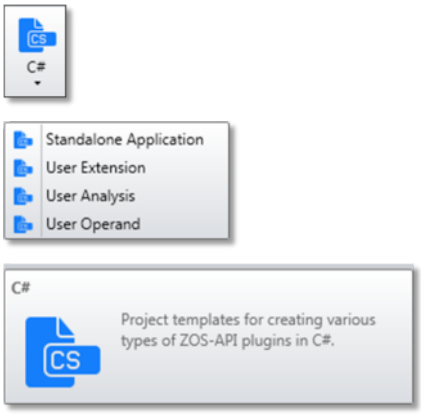
10.5. ZOS-API.NET应用程序编译器组(ZOS-API.NET Application Builders Group)

ZOS-API.NET应用程序编译器(ZOS-API.NET Application Builders)组是编程选项卡(Programing Tab)下的子栏目。



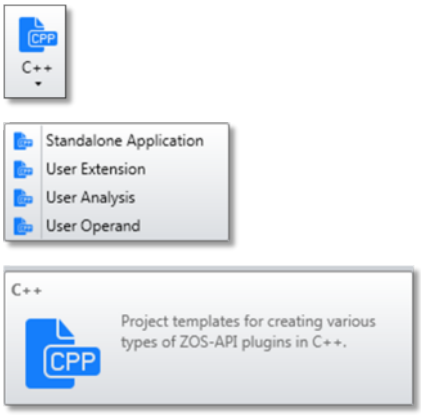
有关更多信息，请参阅关于ZOS-API(About the ZOS-API)一节。

10.5.1. C#



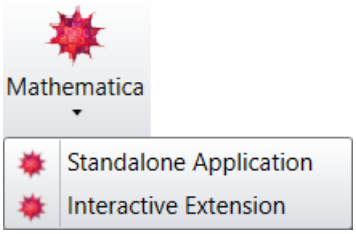
位于编程选项卡的ZOS-API应用程序编译器(ZOS-API Application Builders)组中的C#按钮用于访问模板，以便使用将C#用作编程语言的API启动项目。

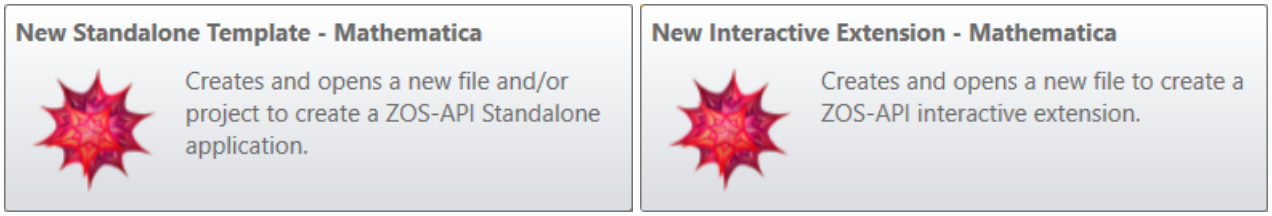
10.5.2. C++



位于编程选项卡ZOS-API应用程序编译器(ZOS-API Application Builders)组中的C++按钮用于访问模板，以便使用将C++用作编程语言的API启动项目。

10.5.3. Mathematica





Mathematica按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的ZOS-API.NET应用程序编译器（ZOS-API.NET Application Builders）组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用Mathematica编程语言作为API的启动项目。

目前提供的模板用于开发独立的应用程序和交互扩展程序。

有关更多信息，请参阅关于ZOS-API(About the ZOS-API)一节。

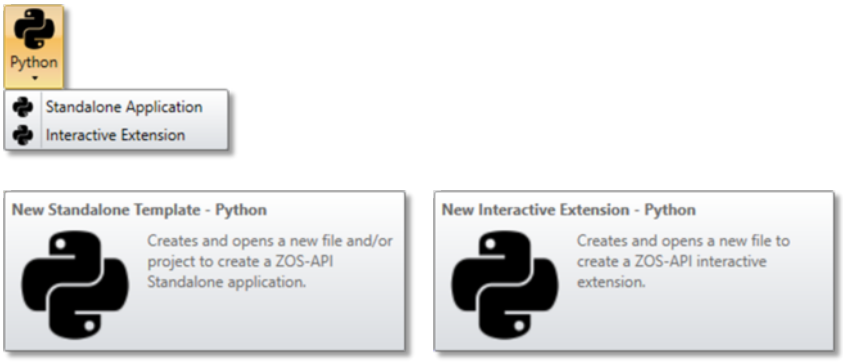
10.5.4. MATLAB

MATLAB按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的ZOS-API.NET应用程序编译器(ZOS-API.NET Application Builders)组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用MATLAB编程语言作为API的启动项目。

目前提供的模板用于开发独立的应用程序和交互扩展程序。

有关更多信息，请参阅关于ZOS-API(About the ZOS-API)一节。

10.5.5. Python



Python按钮位于编程选项卡(Programing Tab)的ZOS-API应用程序编译器(ZOS-API Application Builders)组中。此选项用于访问一些模板，这些模板使用Python编程语言作为API的启动项目。

目前提供的模板用于开发独立的应用程序和交互扩展程序。

有关更多信息，请参阅关于ZOS-API(About the ZOS-API)一节。

10.6. 关于ZOS-API(About the ZOS-API)

本节介绍OpticStudio的API(ZOS-API)。

建议用户将本节作为教程通读。

10.6.1. 简介（关于zos-api）(Introduction (about the zos-api))

OpticStudio开发了一个应用程序接口(ZOS-API)，可以使用最新的软件技术连接和定制应用程序。虽然ZOS-API依赖于COM接口，但是它来源于.NET库，并且通过使用c++或c#(.NET)来实现API的编程，具体取决于用户对两种语言的熟练程度。

应用程序与OpticStudio之间的连接有四种程序模式。

- 独立应用程序模式。在这种模式下，应用程序启动一个全新的OpticStudio实例（其他模式依赖于已经打开的现有实例）。因此，在这种模式下启动应用程序之前，必须确保只打开了1个OpticStudio实例（在OpticStudio的许可限制范围内）。在这种模式下，OpticStudio实际上是作为一个服务器运行的，没有用户界面。
- 自定义扩展模式。该模式支持构建用于进程间通信的应用程序。这种模式提供了一个切换键，提示用户在运行这种模式时，选择是否随着程序更改时更新用户界面。
- 自定义操作数模式。这种模式链接到评价函数编辑器中的用户自定义操作数，这个操作数通过UDOC操作数(UDOC operand)添加到编辑器中。这种模式不允许对当前镜头系统或用户界面进行更改（即：在这种模式下，只允许对系统的副本进行更改）。在这种模式下，还没有提供对文件打开分析列表的访问权限，因为如果需要，可打开新的OpticStudio实例运行分析功能。
- 自定义分析模式。这种模式链接到单个分析窗口。这种模式与用户操作数模式几乎相同，只不过它用于填充自定义分析的数据。这些数据是用OpticStudio提供的现有图形来显示，用于大多数分析。

这些模式通常可以分为两个类别：1）完全控制（独立模式和用户扩展模式），这种情况下，用户通常完全控制镜头设计和用户界面；以及2）有限访问（用户操作数模式和用户分析模式），这种情况下，用户使用现有镜头文件的副本进行处理和分析。

另一种对各种通信模式进行分类的方法是基于应用程序连接到OpticStudio的方法。如果应用程序是独立的，它单独启动其OpticStudio副本，进行各种交互工作，这种是独立模式。所有其它模式称为"固有"模式，即：已有OpticStudio正在运行，它将调用用户的应用程序。

注意，与使用独立模式构建应用程序一样，当使用"固有"模式编译可执行文件(.exe)文件时，需要将.exe文件复制或创建到OpticStudio的特定文件夹中。指定的文件夹名称因人而异，我们将把其称为{program}文件夹。在该文件夹中：

- 以用户扩展模式构建的应用程序需要放置在 {program}\ZOS-API\Extensions文件夹中。
- 以用户操作数模式构建的应用程序需要放置在{ program}\ZOS-API\Operands文件夹中。
- 以用户分析模式构建的应用程序需要放置在{program}\ZOS-API\User Analysis文件夹中。

一旦应用程序在4种可用模式中的某一种模式下建立了与OpticStudio的通信，便可以加载文件，更改系统设置，并且可以从任何数量的分析类型中获取数据（更多详细信息请见下文）。请注意，可以通过4种可用通信模式的任何一种加载多个系统设计（即ZMX文件）。

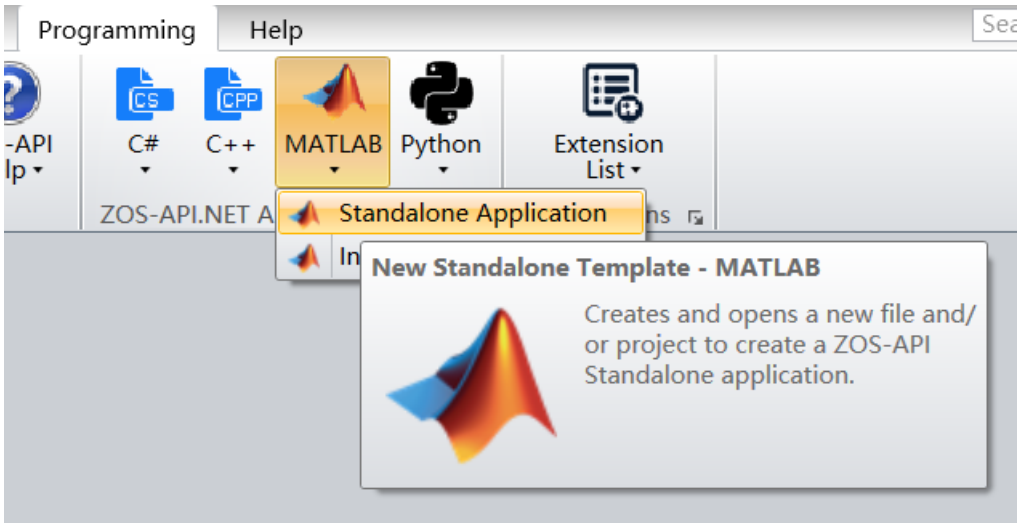
10.6.2. 连接...(Get Connected...)

有两种不同方法连接到Ansys Zemax OpticStudio API(ZOS-API)：

要么您的应用是"独立的"，它将在执行期间启动OpticStudio，要么OpticStudio已经在运行，并将调用您的应用（'固有'）。对于这两种情况，用户都需要正确安装Ansys Zemax OpticStudio版本并针对其获得许可证。

每个ZOS-API应用(ZOS-API Application)所需要的标准"模板"代码都可以通过"编程(Programing)"选项卡下的ZOS-API.NET应用编译器组(ZOS-API.NET Application Builders Group)中提供的独立应用(Standalone Application)按钮生成。

要点击的按钮与要使用的编程语言有关，以MATLAB为例：



注意：

本文着重介绍如何在使用C#的.NET环境（或任何其它支持.NET的语言）中使用ZOS。此外，ZOS还可用于使用C++（或任何其它支持.COM的语言）的.COM 环境中。

10.6.2.1. 手动创建项目（使用Visual Studio）(Manually Creating a Project (Using Visual Studio))

只要能够与.NET和C＃交互，任何开发系统都应该可以正常工作。以下示例都是使用Microsoft的Visual Studio 2012 .NET Framework 4.5生成的。

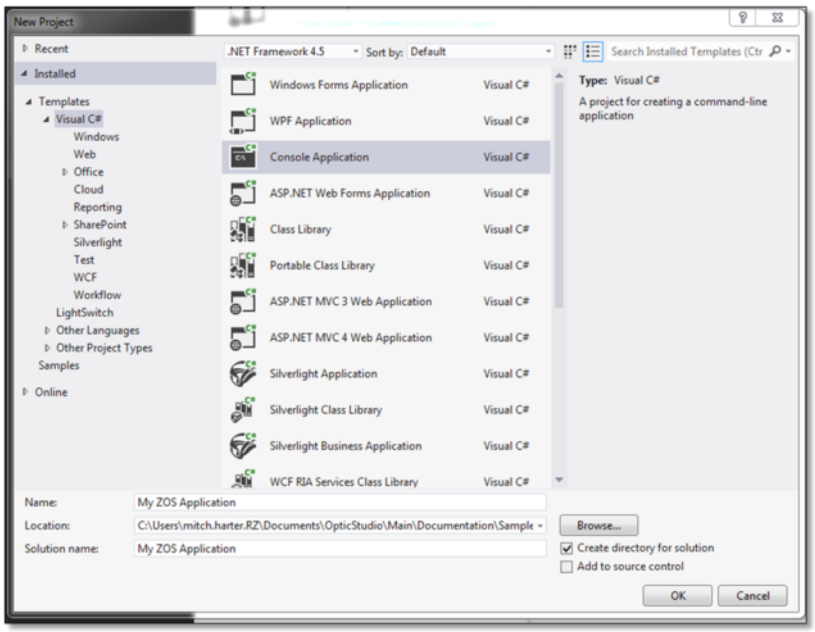
选择"文件(FILE)"->"新建(NEW)"->"项目(PROJECT)"

选择"模板(Template)"->"Visual C#"->"控制台应用程序(Console Application)"

将名称*(Name)*、位置*(Location)*和解决方案名称*(Solution name)*更改为适合您的解决方案/项目(Solution/Project)的设置

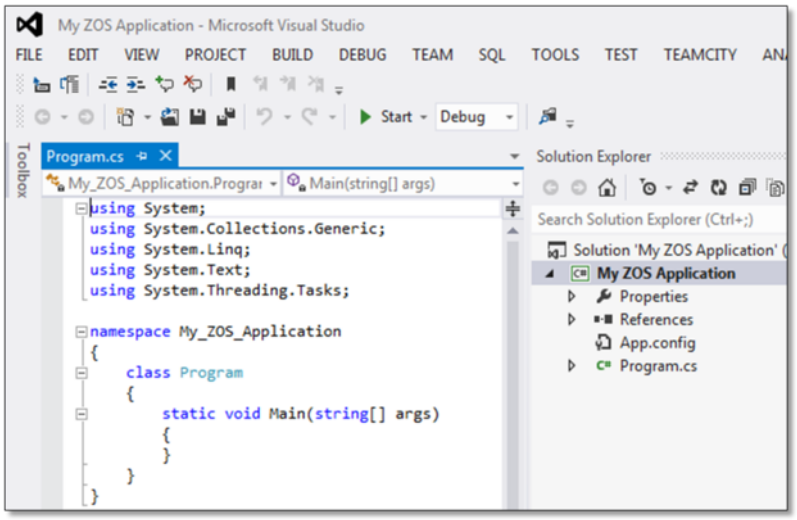
您可以看到如下图***1.1***中所示的类似内容。

图***1.1***



单击"确定**(OK)**"，在生成了您的解决方案/项目之后，您可以看到图***1.2***。

图***1.2***



在您的"解决方案资源管理器(Solution Explorer)"中，<右击>"引用(Refereces)"，然后在菜单(Menu)中选择"添加引用...(Add Reference...)"

图***1.2a***

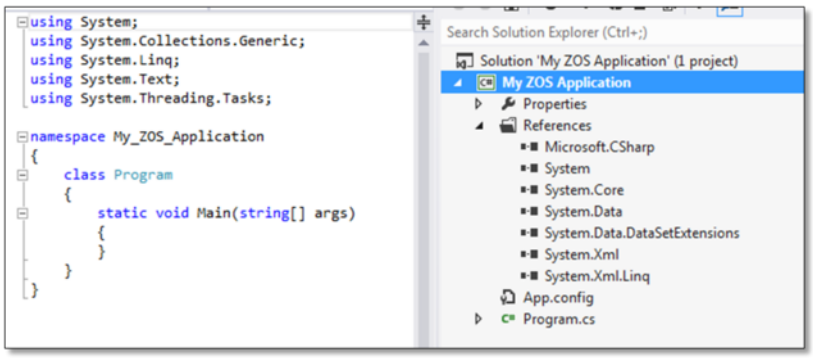

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace My_ZOS_Application
{
class Program
{
static void Main(string[] args)
{
}
}
}
Search Solution Explorer (Ctrl+;)
Solution 'My ZOS Application' (1 project)
My ZOS Application
Properties
References
Microsoft.CSharp
System
System.Core
System.Data
System.Data.DataSetExtensions
System.Xml
System.Xml.Linq
App.config
Program.cs

图***1.3***

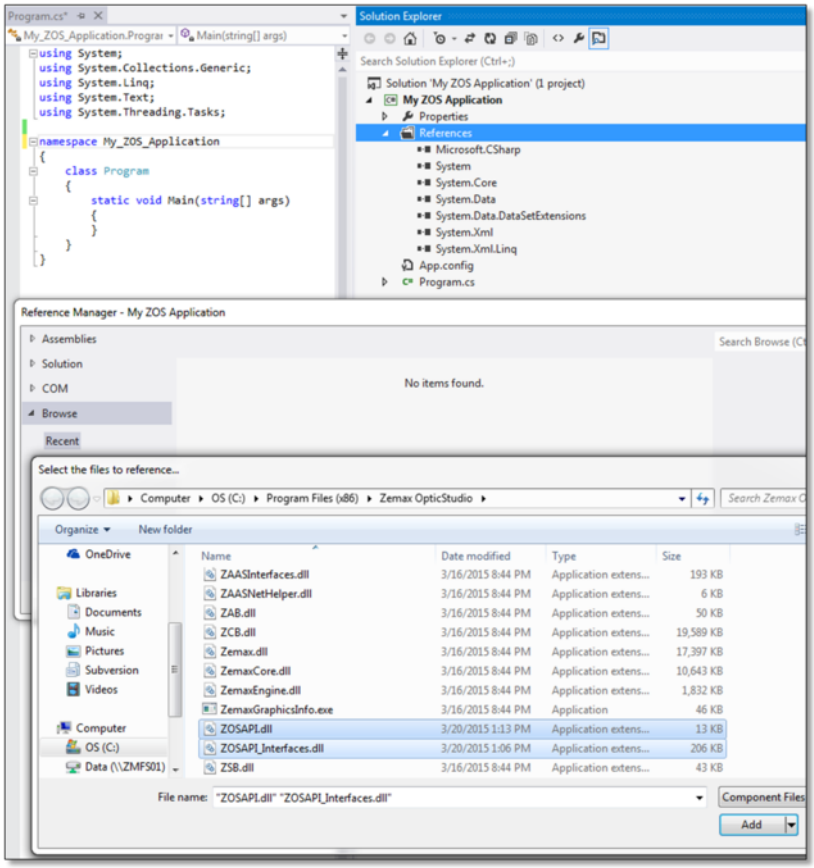
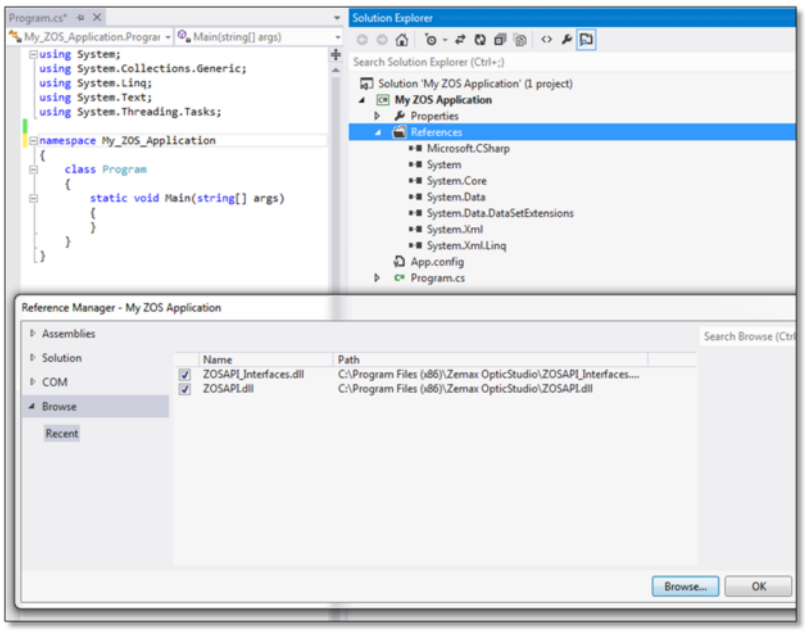

Program.cs*
Solution Explorer
Reference Manager - My ZOS Application
Assemblies
Solution
COM
Browse
Recent
No items found.
Select the files to reference...
Computer ▸ OS (C:) ▸ Program Files (x86) ▸ Zemax OpticStudio ▸
Organize
New folder
OneDrive
Libraries
Documents
Music
Pictures
Subversion
Videos
Computer
OS (C:)
Data (\\ZMFS01)
Name
Date modified
Type
Size
ZAASInterfaces.dll
ZAASNetHelper.dll
ZAB.dll
ZCB.dll
Zemax.dll
ZemaxCore.dll
ZemaxEngine.dll
ZemaxGraphicsInfo.exe
ZOSAPI.dll
ZOSAPI_Interfaces.dll
ZSB.dll
File name: "ZOSAPI.dll" "ZOSAPI_Interfaces.dll"
Component Files
Add

图***1.3a***



在"引用管理器(Reference Manager)"中，<单击>"浏览(Browse)"，并导航至Ansys Zemax OpticStudio的已安装目录中，<单击>**ZOSAPI.dll**，<按住*Ctl*并单击>以添加**ZOSAPI_Interfaces.dll**，此时您的屏幕将会如图***1.3***所示。<单击>"添加(Add)"，以得到如图**1.3a**所示的界面。<单击>"确定(OK)"，以得到如 图***1.3b***所示的界面。

图***1.3b***

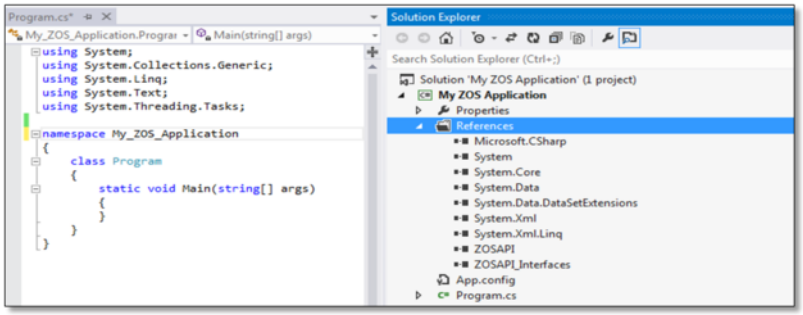


图***1.3c***

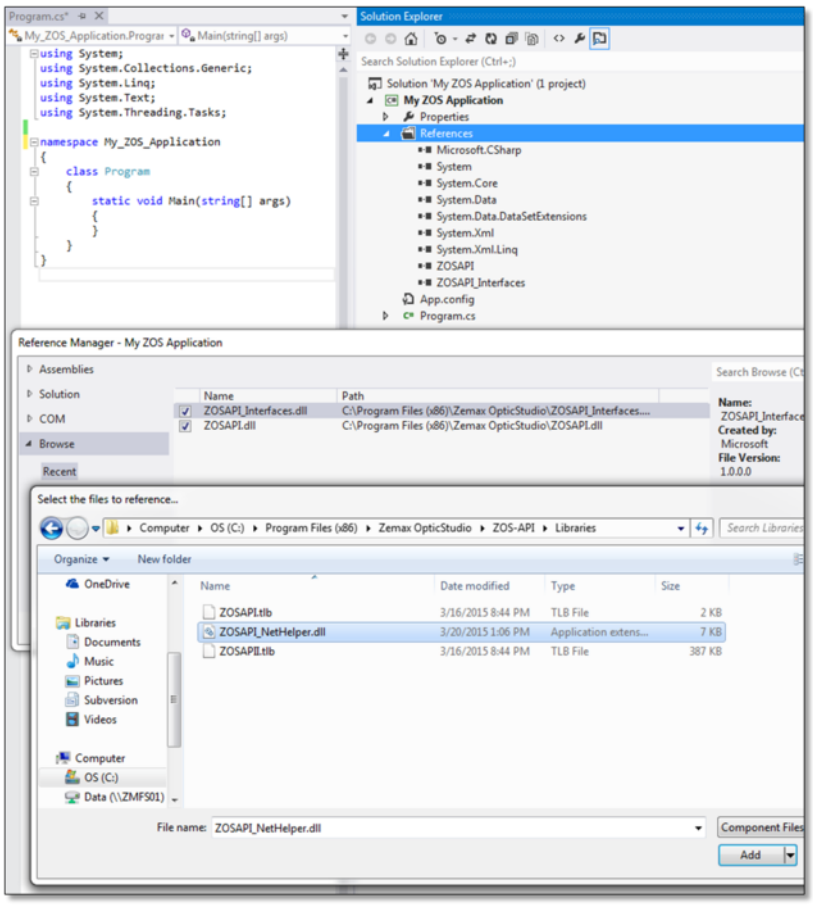
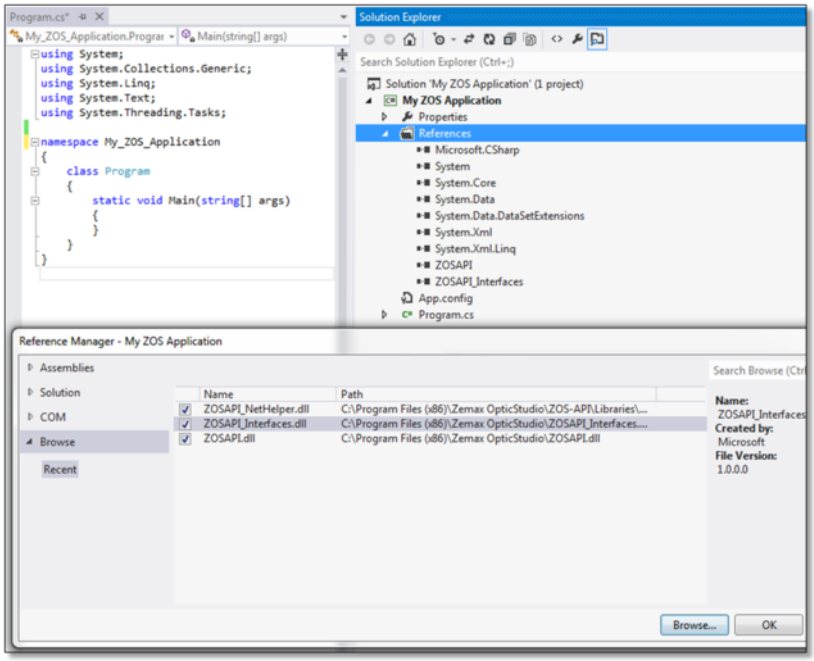


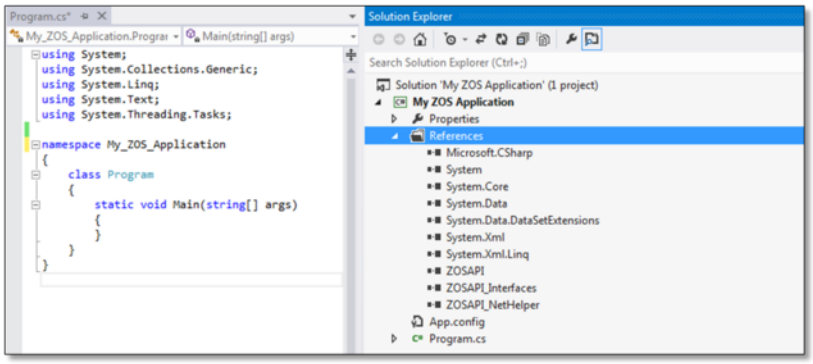
图***1.3d***



<右击>"引用(References)"，然后在菜单中选择"添加引用...(Add Reference...)"。在"引用管理器(Reference Manager)"中，<单击>"浏览(Browse)"，并导航至**ZOS-API/Libraries**，<单击>**ZOSAPI_NetHelper.dll**，以得到如

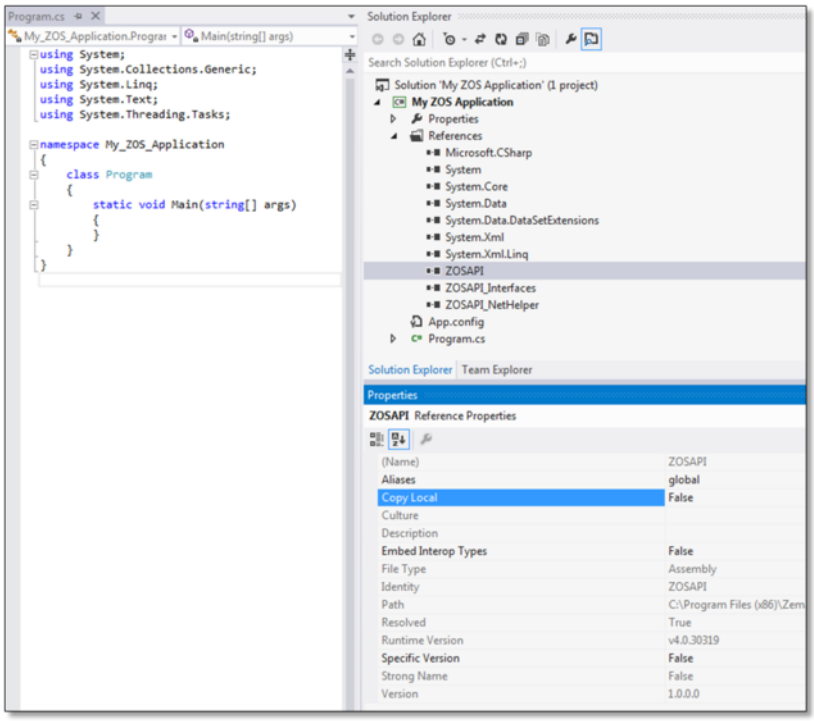
图***1.3c***所示的界面。<单击>"添加(Add)"，以得到如图***1.3d***所示的界面，<单击>"确定(OK)"，以得到如图***1.3e***所示的界面。

图***1.3e***



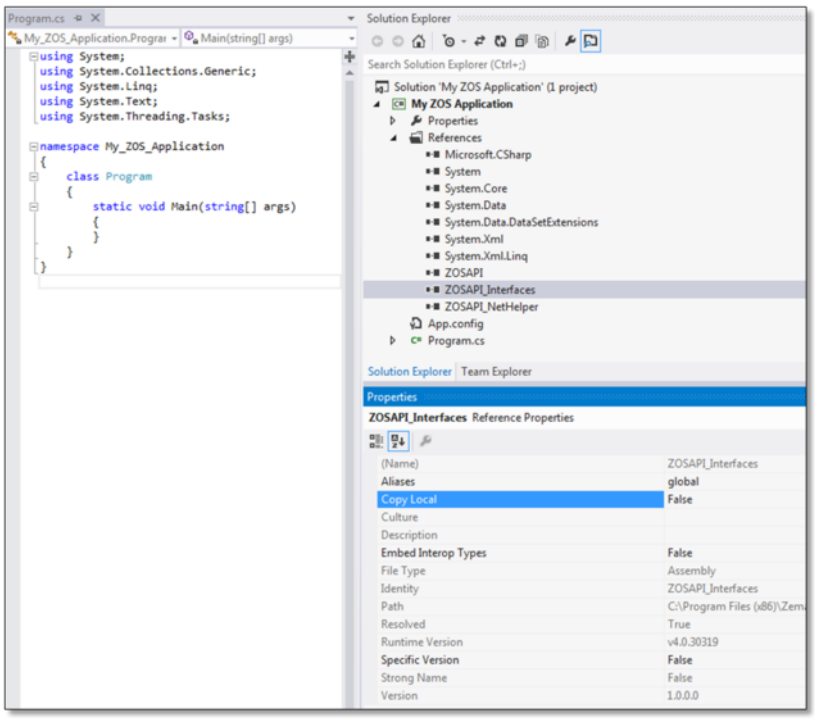
在"解决方案资源管理器(Solution Explorer)"->"引用(References)"中，<右击>"**ZOSAPI**"，并从菜 单中选择"属性(Properties)"（图***1.4***），将"*Copy Local*"从"*True*"更改为"*False*"。

图***1.4***



在"解决方案资源管理器"->"引用"中，<右击>"**ZOSAPI_Interfaces**"，并从菜单中选择"属性"（图***1.5***），将"*Copy Local*"从"*True*"更改为"*False*"。

图***1.5***



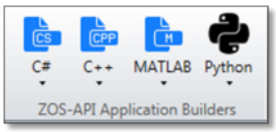
您没有更改**ZOSAPI_NetHelper**的任何属性。

注意：*Copy Local*确定了在项目构建时是否将引用库复制到输出目录中。 确的操作是，*ZOSAPI.dll*和*ZOSAPI_Interfaces.dll* 必须保留在***OpticStudio***安装目录中 。 另一方面，*ZOSAPI_NetHelper.dll*应始终位于运行应用程序的目录中。 这意味着，如果您在开发自定义分析、自定义操作数或自定义扩展程序，*ZOSAPI_NetHelper.dll*应该与您的插件一起复制到合适的位置。

10.6.2.2. 自动创建项目 （Visual Studio）(Automatically Creating a Project (For Visual Studio))

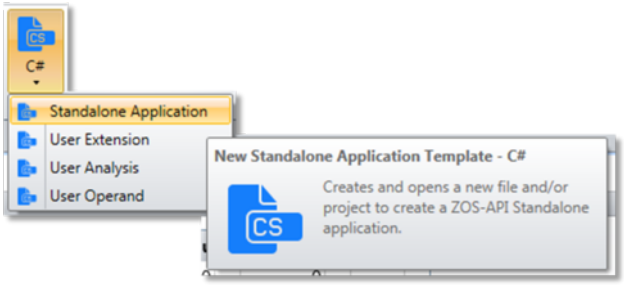
选择"编程**(Programming)**"选项卡：

单击并转至"**ZOS-API**应用程序编译器**(ZOS-API Application Builders)**"组。

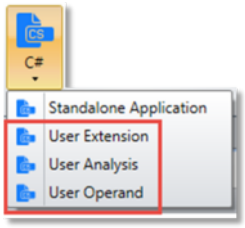


选择您要使用的编程语言，然后选择独立应用程序或者其中一种固有的程序选项。

选择"独立"将为独立应用程序打开一个模板，详细介绍请参见下一节"ZOS独立应用程序（您的应用程序使用ZOS）(ZOS Standalone Applications (Your Application Uses ZOS))"。



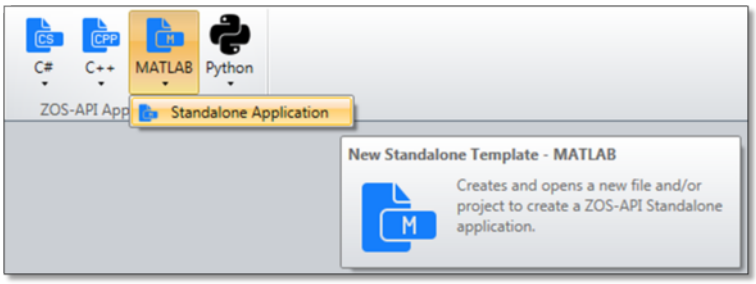
其余选项是"自定义扩展(User Extension)"、"自定义分析(User Analysis)"和"自定义操作数(User Operand)"。 这些均被视为固有程序，表示ZOS使用已编译的应用程序。 在"ZOS固有程序（ZOS使用您的应用程序）(ZOS Inherent (ZOS Uses Your Application))"章节中进行了详细介绍。



10.6.2.2.1. ZOS独立应用（您的应用使用ZOS）(ZOS Standalone Applications (Your Application Uses ZOS))

ZOS独立应用编译为.exe，其可像运行任何其它独立应用一样运行。

C#、C++、MATLAB和Python编程语言都有独立应用的模板。



点击'独立应用'，将生成所有必要文件，设置属性，生成初始样板文件，并在Visual Studio中打开所生成的解决方案。该解决方案在您的'Zemax\ZOS-API项目'文件夹中生成（参见'最终思考...'）

10.6.2.2.2. ZOS固有程序(ZOS使用您的应用)(ZOS Inherent (ZOS Uses Your Application))

固有应用(Inherent applications)也编译为.exes，但为了在Ansys Zemax OpticStudio中使用，需要将这些exes复制或构建到<Zemax数据文件夹>中的特定文件夹中。

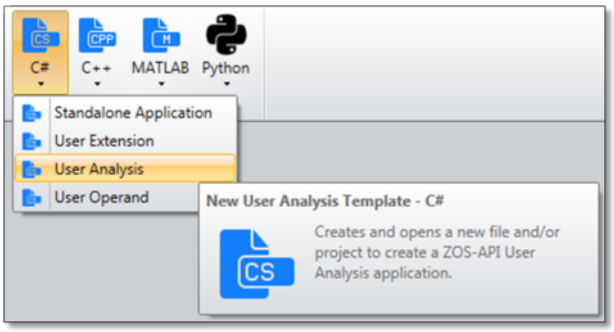
☒用户扩展(User Extensions)：ZOS-API\Extensions
☒用户分析(User Analysis)ZOS-API\用户分析
☒用户操作数(User Operand)ZOS-API\Operands

请参阅Ansys Zemax OpticStudio帮助系统，查看调用应用的方式。

少数功能仅适用于ZOS固有应用，其在本文各自章节分别进行了介绍。

*10.6.2.2.2.1. ZOS*固有程序 – 自定义分析（*ZOS Inherent - User Analysis*）

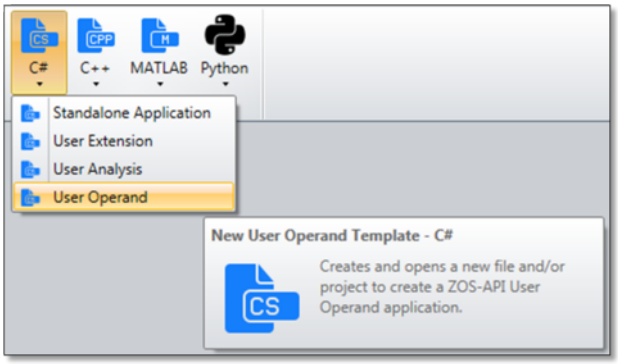
C#和C++编程语言包括自定义分析应用程序模板：



如需了解更多信息，请参阅自定义分析|topic=User Analysis;document=Documents\Programming Tab.docx。

*10.6.2.2.2.2. ZOS*固有程序 – 自定义操作数（*ZOS Inherent - User Operand*）

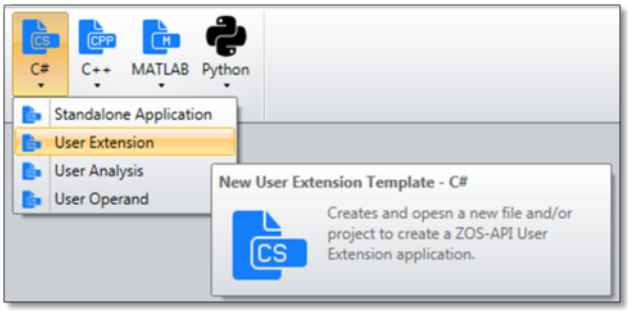
C#和C++编程语言包括自定义分析应用程序模板：



如需了解更多信息，请参阅自定义操作数（User Operand）|topic=User Operand;document=Documents\Programming Tab.docx。

*10.6.2.2.2.3. ZOS*固有程序 – 自定义扩展（*ZOS Inherent – User Extension*）

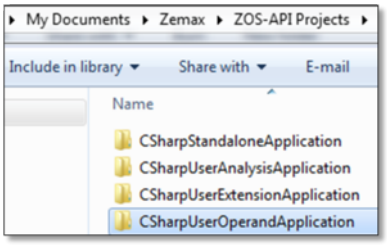
C#和C++编程语言包括自定义扩展模板：



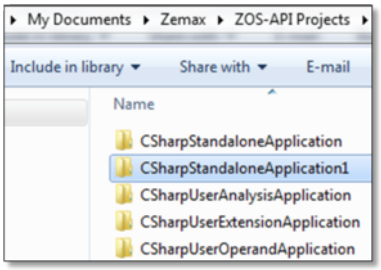
如需了解更多信息，请参阅插件/扩展（Plug-in/Extension）|topic=Plug-in/Extension;document=Documents\Programming Tab.docx。

10.6.2.2.3. 最终思考...(Final Thoughts...)

在点击每个选项后，Ansys Zemax OpticStudio便生成了以下文件夹，每个文件夹都包含一个类似名称的Visual Studio Solution。



如果生成另外一个模板**(Template)**，则将生成一个类似名称的新文件夹。



关闭Solution时，不要忘了保存。

10.6.2.2.4. 有关模板代码的注意事项...(Cautionary Notes About the Boilerplate Code...)

☒它包含非常简单的错误处理方法。
☒强烈建议您添加个性化的错误处理方法。
☒在使用之前检查每个返回值是否为"NULL"，这是一种良好的习惯。
☒将代码包装在try/catch/finally块将有助于处理运行时的意外情况。
☒此处使用的变量名称为"自我记录(self-documenting)"
☒请根据需要随意更改。

注意："主函数(Main)"初始化系统，然后调用另一个函数来实际"连接"到API，并为应用程序做实际的工作。由于操作系统和编译器/优化程序可能执行"操作优化顺序"，某些代码序列可能会"预加载"一些"还不存在"函数，从而导致程序异常出错。

因此，为了避免程序出现异常，可让"Main"调用二级函数，并且由二级函数执行应用程序的所有工作。

此外：用户应检查许可的运行时状态：

如果您的许可密钥：

☒无效
☒您需要新的许可
☒有其它形式的许可错误

☒过多OpticStudio（14或15）和/或Zemax 13实例正在运行

那么您的应用程序正确运行的可能性将会降低。

10.6.3. IZOSAPI_Application TheApplication

"**TheApplication**"（或者您选择用来调用该变量的任何其它程序）是访问已为您提供的所有ZOS面元的切入点。

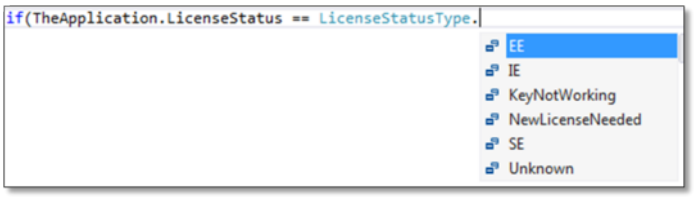
10.6.3.1. Void TheApplication.CloseApplication()

关闭应用程序。一次只能运行一个应用程序。如果要执行新的应用程序，需要先关闭旧的程序。 需要注意的是，这只适用于独立模式，自定义操作数、自定义分析或自定义扩展则不允许关闭OpticStudio。 此外，在应用程序退出时，OpticStudio的服务器实例也会自动关闭。

10.6.3.2. LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus（只读）(LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus (Read Only))

正如前面的示例代码所示，"**LicenseStatus**"反映了许可证的"版本"，或者尝试使用许可证来访问**Zemax Optic Studio**副本时所产生的任何错误。

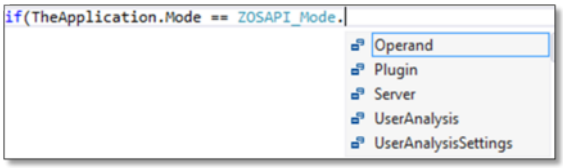
10.6.3.2.1. LicenseStatusType（语法提示截屏）(LicenseStatusType (Intellisense Screenshot))



10.6.3.3. ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode（只读）(ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode (Read Only))

提供了系统的当前运行模式。

10.6.3.3.1. ZOSAPI_Mode(语法提示截屏)(ZOSAPI_Mode (Intellisense Screenshot))



Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.3.4. 在应用程序级别使用IOpticalSystem(Working With IOpticalSystem at the Application Level)

10.6.3.4.1. IOpticalSystem TheApplication.PrimarySystem（只读）(IOpticalSystem TheApplication.PrimarySystem (Read Only))

当前"有效的(Active)"光学系统。主系统(PrimarySystem)是用于运行任何分析(Analyses)或工具(Tools)的系统。这是我们创建应用程序时创建的系统。

10.6.3.4.2. int TheApplication.NumberOfOpticalSystems（只读）(int TheApplication.NumberOfOpticalSystems (Read Only))

目前使用的光学系统的数量。

10.6.3.4.3. IOpticalSystem NewSystem(SystemType type)

新建一个默认的"序列模式(Sequential)"或"非序列模式(NonSequential)"光学系统。用户可以根据需要创建和使用任何数量的系统，但只能有一个"主系统(PrimarySystem)"。

10.6.3.4.4. IOpticalSystem LoadNewProject(String newProject)

通过加载给定的文件来新建一个光学系统。

10.6.3.4.5. IOpticalSystem GetSystemAt(int n)

获取第n个光学系统。

10.6.3.4.6. bool CloseSystemAt(int n, bool saveIfNeeded)

在需要时，关闭第"n"个光学系统并保存。

10.6.3.5. "Samples"文件夹(TheApplication.SampleDir)(The 'Samples' Folder (TheApplication.SampleDir))

"SamplesFolder"是包含所有OpticStudio示例文件的文件夹路径。"SamplesFolder"也是使用标准ZOS->File->SaveAs时的默认存储位置。

例如，要创建"Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field.zmx"的完整路径路径(FQP)，您只需 将"Samples Folder"与以下字符串合并，如下所示：

```
string SamplesFolder = TheApplication.SamplesDir;
string SampleFile = "Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field.zmx";
string FQP = System.IO.Path.Combine(SamplesFolder, SampleFile);
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.4. IOpticalSystem ThePrimarySystem

'**ThePrimarySystem**' gives you access to the currently loaded .ZMX file and provides several operations and data access.

IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;

10.6.4.1. 文件操作(File Operations)

10.6.4.1.1. 'LoadFile'：加载一个镜头文件(.ZMX)('LoadFile': Loading a Lens File (.ZMX))

重新调用之前对'**FQP**'的定义：

```
bool SuccessfulFileOpen = ThePrimarySystem.LoadFile (lensFile: FQP,
saveIfNeeded: false
);
```

10.6.4.1.2. '新建'：创建一个新的（默认）镜头数据文件(Lens.ZMX)('New': Create a new (default) Lens Data File (Lens.ZMX))

```
ThePrimarySystem.New(saveIfNeeded: false);
```

10.6.4.1.3. "Save"：保存当前系统('Save': Save the existing System)

将当前打开的系统保存到其原文件中。

```
ThePrimarySystem.Save();
```

10.6.4.1.4. '另存为'：将当前系统另存为新文件(.ZMX)(SaveAs': Save the current System to a new file (.ZMX))

```
string SampleFileC = "Sequential\\Objectives\\Cooke 40 degree field-Copy 1.zmx";
string FQPCopy = System.IO.Path.Combine(SamplesFolder, SampleFileC);
ThePrimarySystem.SaveAs(fileName: FQPCopy);
```

10.6.4.1.5. 'Close'：关闭当前打开的系统('Close': Close the currently open System)

```
bool SuccessfulClose = ThePrimarySystem.Close(saveIfNeeded: false);
```

10.6.5. ISystemData TheSystemData

'**TheSystemData**'包含系统所有的基本数据。

注意：注意：在*ZOS*用户界面中，*"系统选项(System Explorer)"*提供了查看和更改*SystemData*值的功能。

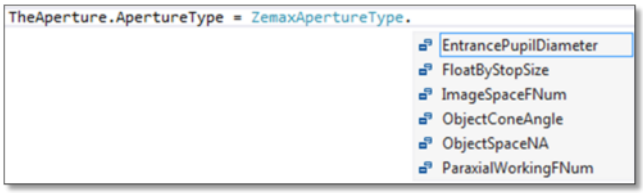
ISystemData TheSystemData = ThePrimarySystem.SystemData;

10.6.5.1. ISDApertureData Aperture

系统孔径(system aperture)定义通过轴上系统的光束尺寸大小。系统孔径是整个系统的F/#、入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)、数值孔径(Numerical Aperture)或光阑尺寸(Stop Size)。这4个量中的任何一个都足以定义一个特定光学系统的其他3个量。系统孔径可用于定义物方空间入瞳直径，入瞳直径用于发出所有光线。系统孔径始终是圆形。光线经过各种表面孔径(surface apertures)出射后可能会出现渐晕。系统孔径只有一个，但表面孔径可以有多个。

ISDApertureData TheAperture = TheSystemData.Aperture;

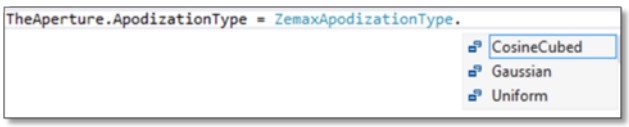
10.6.5.1.1. ZemaxApertureType ApertureType



10.6.5.1.2. Double ApertureValue

系统孔径值的含义取决于所选择的系统孔径类型。例如，如果选择"入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)"作为系统孔径类型，则系统孔径值是以镜头单位表示的入瞳直径。

10.6.5.1.3. ZemaxApodizationType ApodizationType



10.6.5.1.4. Double ApodizationFactor

切趾因子用于确定光瞳中振幅衰减的速度。仅适用于高斯切趾类型。

10.6.5.1.5. Bool ApodizationFactorIsUsed

如果希望切趾因子生效，请开启此功能。

10.6.5.1.6. Double SemiDiameterMargin

半直径余量允许在自动求解的表面半直径上增加一个额外固定的径向数据。默认值为零，表示不增加任何半直径余量。

10.6.5.1.7. Double SemiDiameterMarginPct

默认值为零，表示不增加任何半直径余量。当余量为5%时，表示在自动求解的表面半直径基础上将所有表面的半直径增加5%。最大允许的半直径余量为50%。半直径余量不会增加到系统的光阑面上。

如果"百分比(percent)"和"毫米(mm)"半直径余量值都不为零，则首先添加百分比半直径余量，然后添加镜头单位的半直径余量。

10.6.5.1.8. ISurfaceSelection GCRS（只读）(ISurfaceSelection GCRS (Read Only))

全局坐标参考面*(Global Coordinate Reference Surface)*：任意表面可以通过局部坐标的旋转和平移定义全局坐标。 利用任意表面作为全局参考坐标，可计算得到其它任意表面的旋转矩阵和偏移向量。

10.6.5.1.9. Bool TelecentricObjectSpace

如果选中该复选框，**ZOS**将假设入瞳位于无穷远位置，不考虑光阑面位置。

10.6.5.1.10. Bool AFocalImageSpace

如果选中此复选框，**ZOS**将以无焦像空间的方式执行大部分分析功能，该光学系统的输出光线在像方空间中是平行的。

10.6.5.1.11. Bool IterateSolvesWhenUpdating

镜头数据编辑器中的参数求解类型有时需要迭代以便精确地计算。**ZOS**通常可以检测到迭代需求。然而，如果**ZOS**不能自动迭代时，选择此选项将在更新镜头数据时启动强制迭代所有解。

10.6.5.1.12. Bool FastSemiDiameters

ZOS需要频繁更新净口径或半直径，尤其是在优化过程中。用户使用时，在速度和准确性之间要做出相应的权衡。对于轴向系统，OpticStudio只有在"半直径快速计算 (Fast Semi-Diameters)"选项关闭时才使用速度较慢的迭代算法。

10.6.5.1.13. Bool CheckGRINApertures

如果选中，这个设定会命令OpticStudio对所有面孔径渐晕检查梯度折射率光线追迹。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.5.2. IFields视场(IFields Fields)

本功能用于定义用于追迹光线的视场点的数量、类型和大小。还可设置渐晕因子。

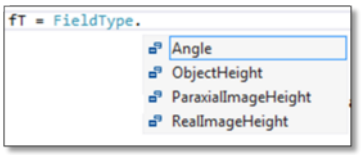
```
IFields TheFields = TheSystemData.Fields;
int nF = TheFields.NumberOfFields;
IField Field_2 = TheFields.GetField(position: 2);
IField NewField = TheFields.AddField(x:1.2, y:3.4, weight:1.0);
bool wasSuccessful = TheFields.RemoveField(position: 1);
TheFields.SetVignetting();
TheFields.ClearVignetting();
FieldType fT = TheFields.GetFieldType();
TheFields.SetFieldType(type: FieldType.ObjectHeight);
wasSuccessful = TheFields.MakeEqualAreaFields(numberOfFields: 10,
                                              maximumField: 0.55
                                              );
//
//  To visit every field in the system
//
for(int idx = 1; idx <= TheFields.NumberOfFields; idx++)
{
    IField Field_n = TheFields.GetField(position: idx);
    //
    //  Code to use 'Field_n'...
    //
}
```

10.6.5.2.1. IField成员(IField members)

以下示例描述了如何获取现有视场值；也可以按常规方式来设置这些值。

```
//  Using Field_n from above...
bool isActive = Field_n.IsActive;
double X = Field_n.X;
double Y = Field_n.Y;
double Weight = Field_n.Weight;
double VDX = Field_n.VDX;
double VDY = Field_n.VDY;
double VCX = Field_n.VCX;
double VCY = Field_n.VCY;
double TAN = Field_n.TAN;
```

10.6.5.2.2. FieldType（语法提示截屏）(FieldType (Intellisense Screenshot))



角度视场***(Angle Field)*** 角度视场始终以度为单位。角度是由物空间Z轴及Z轴上近轴的入瞳位置来测量的。正向视场角度是指该方向光线的正斜率，因此需要参照远处物体的负向坐标。

O物高***(Object Height)*** 以镜头单位表示。

近轴像高***(Paraxial Image)*** 用镜头单位来测量。当用近轴像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的近轴像面上的坐标。如果光学系统存在畸变，则实际的主光线位置会发生改变。

实际像高***(Real Image)***用镜头单位来测量。当用实际像高来定义视场时，高度是指主波长下的主光线在像面上的实际光线坐标。

10.6.5.3. IWavelengths波长(IWavelengths Wavelengths)

波长通常以微米为单位输入。波长权重可用于定义相对光谱强度，或者仅用于定义设计中最重要的某些波长。"主"波长作为默认波长：例如，如果需要计算有效焦距(effective focal length),在没有指定波长的情况下，OpticStudio将按照主波长(primary wavelength) 进行计算。

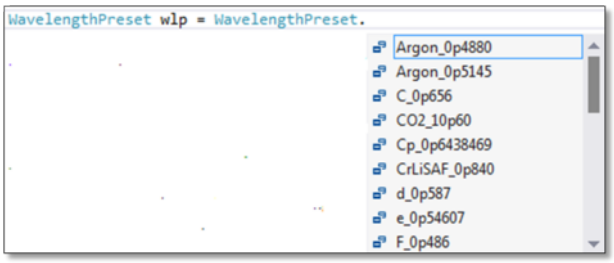
```
IWavelengths TheWavelengths = TheSystemData.Wavelengths;
int nW = TheWavelengths.NumberOfWavelengths;
IWavelength Wave_1 = TheWavelengths.GetWavelength(position: 1);
IWavelength NewWave = TheWavelengths.AddWavelength(
                                wavelength: 0.55,
                                weight: 1.0
                                );
bool wlRemoved = TheWavelengths.RemoveWavelength(position: 2);
bool slPreset = TheWavelengths.SelectWavelengthPreset(
                              preset: WavelengthPreset.CO2_10p60
                              );
bool gqOK = TheWavelengths.GaussianQuadrature(
                                minWave: 0.44,
                                maxWave: 0.77,
                                numSteps: QuadratureSteps.S12
                                );
//  Visit each Wavelength in the System
nW = TheWavelengths.NumberOfWavelengths;
for(int idx = 1; idx <= nW; idx++)
{
    IWavelength Wave_n = TheWavelengths.GetWavelength(position: idx);
    //
    //  Code to use 'Wave_n'...
    //
}
```

10.6.5.3.1. Iwavelength

```
//  using Wave_n from above
bool isActiveWavelength = Wave_n.IsActive;      //  READ ONLY
bool isPrimaryWavelength = Wave_n.IsPrimary;    //  READ ONLY
double dWL = Wave_n.Wavelength;
double dWeight = Wave_n.Weight;
Wave_n.MakePrimary();   //  Make Wave_n the Primary Wavelength
```

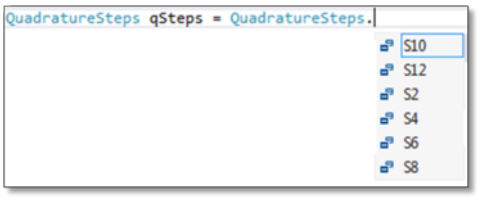
10.6.5.3.2. WavelengthPreset（语法提示截屏）(WavelengthPreset (Intellisense Screenshot))

如下图所示显示了一些可用的波长预设值：



10.6.5.3.3. QuadratureSteps（语法提示截屏）(QuadratureSteps (Intellisense Screenshot))

求积（正交）算法为宽带扩展光源光学系统的优化提供了最有效的波长和权重选择方法。



10.6.5.4. ISDEnvironmentData Environment

在系统选项中可设置"环境(Environment)"，此标签能定义系统温度和压力。注意波长总是以微米为单位，参考在系统的温度和压力中的"空气(air)"。

ISDEnvironmentData TheEnvironment = TheSystemData.Environment;

10.6.5.4.1. 双温度(Double Temperature)

系统温度，以摄氏度为单位。

10.6.5.4.2. 双压力(Double Pressure)

系统气压，以标准大气压为单位。值为0.0表示真空，值为1.0表示海平面。

10.6.5.4.3. Bool AdjustIndexToEnvironment

折射率数据与环境匹配。如果设置了此选项，用于光线追迹的所有折射率数据会根据当前的系统温度与压强，在"原始"玻璃库中的数据基础上进行调整。

10.6.5.5. ISDPolarizationData Polarization

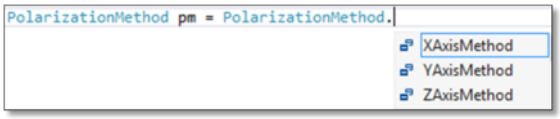
本节中的数据用于设置多个使用偏振光线追迹的序列模式分析计算中的默认输入偏振状态。对于支持"使用偏振(Use Polarization)"开关以启用偏振光线追迹和切趾(apodization)的序列模式分析功能（如点列图(Spot Diagrams)和RMS vs Field等）来说，这是设置初始偏振状态的唯一方法。

ISDPolarizationData ThePolarizationData = TheSystemData.Polarization;

10.6.5.5.1. Bool Unpolarized

如果设置，则偏振值Jx、Jy、X-相位和Y-相位被忽略，这时会执行无偏振计算。通过追迹两条正交偏振光线，并对透射结果取平均值，从而得到无偏振计算。

10.6.5.5.2. PolarizationMethod Method



根据光线矢量，选择定义S和P矢量的偏振方法。

10.6.5.5.3. Bool ConvertThinFilmPhaseToRayEquivalent

若设置了该变量，则**ZOS**将使用薄膜约定计算确定的偏振相位转换为沿光线的相位。如果不选择此选项，则光场系数不会转换为光线系数。推荐使用默认设置：将光场膜层相位转换为光线相位。

10.6.5.5.4. Double Jx, Jy, XPhase, YPhase

这些值用于定义默认的输入偏振态，只有在用户未勾选非偏振(Unpolarized)时才可用。 偏振由四个数值定义：Jx和Jy表示X方向和Y方向中的电场大小，X-相位和Y-相位表示以度为单位的相位角。

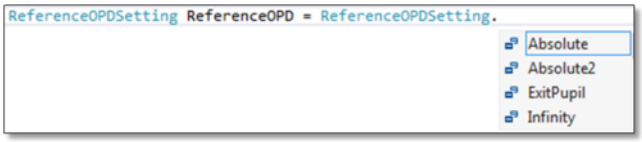
10.6.5.6. ISDAdvancedData高级(ISDAdvancedData Advanced)

更改这些设置之前请先阅读本文档。

ISDAdvancedData TheAdvancedData = TheSystemData.Advanced;

10.6.5.6.1. ReferenceOPDSetting ReferenceOPD

光程差(OPD)在光学设计计算中具有重要意义，因为OPD代表了成像的波前相位误差。与零光程差(OPD)的任何偏差都可能降低光学系统所形成的衍射像像质。



10.6.5.6.2. ParaxialRaysSetting ParaxialRays

10.6.5.6.3. FNumberComputationType FNumMethod

10.6.5.6.4. Bool DontPrintCoordinateBreakData

如果设置，将不会输出坐标断点面的选定数据。使用此选项可缩短或简化一些文本列表，特别是在具有多个坐标断点面的系统中。

10.6.5.6.5. Bool TurnOffThreading

如果设置，OpticStudio不会将计算分解为多个计算线程。线程能使计算机用多个CPU或多核CPU去更快地计算结果。要关闭线程的唯一原因是内存不足以将计算分解为多个线程。

10.6.5.6.6. Bool OPDModulo2PI

如果设置，所有的光程差(OPD)数据将作为OPD数据的小数部分被计算。所有OPD计算结果的返回值在- π 到+ π 或-0.5到+0.5个波长之间。这种计算OPD的方法可能已经应用到一些明确的问题。然而，也不鼓励使用，除非用户完全理解用这种方式计算OPD的意思和结果。

10.6.5.6.7. Bool IncludeCalculatedDataInSessionFile

如果设置，则所有打开的分析窗口（序列模式）或所有探测器（非序列模式）的计算数据将缓存在当前Session文件中。

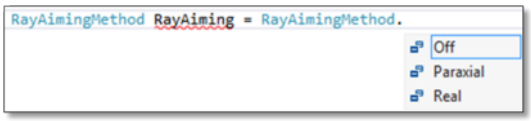
10.6.5.7. ISDRayAimingData RayAiming

光线瞄准**(Ray Aiming)** 控制光线瞄准算法所使用的数据。

ISDRayAimingData RayAiming = TheSystemData.RayAiming;

10.6.5.7.1. RayAimingMethod RayAiming

在OpticStudio中，光线瞄准是对光线追迹的一种反复算法，目的是为了找出对于给定的光阑尺寸正确通过光阑的物面光线。



10.6.5.7.2. Bool UseRayAimingCache

如果设置，**ZOS**将缓存光线瞄准坐标，以便新光线追迹能利用先前光线瞄准结果进行迭代计算。使用缓存能显著加速光线追迹。

10.6.5.7.3. Bool UseRobustRayAiming

如果设置，**ZOS**将使用一种更可靠但速度较慢的运算来瞄准光线。只有在缓存器打开，光线瞄准也失败时，才选择该选项。

10.6.5.7.4. Bool ScalePupilShiftFactorsByField

如果设置，光瞳偏移量x和y也会随着视场缩放；否则，偏移量x和y会未经缩放地用于所有视场。所有偏移量用镜头单位表示。

10.6.5.7.5. Double PupilShiftX, PupilShiftY, PupilShiftZ

存在三个光瞳偏移分量：x、y和z；所有值都以镜头单位表示。光瞳偏移用来移动近轴入瞳瞄准点的中心。偏移分量z为正值表示实际光瞳瞄准点在近轴光瞳的右侧；负值表示在左侧。

10.6.5.7.6. Double PupilCompressX, PupilCompressY

x和y的压缩值通过改变近轴入瞳的相对坐标来反复迭代。 值为零表示没有压缩，而值为0.1表示将光瞳压缩10%。

10.6.5.8. ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs

ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs = TheSystemData.MaterialCatalogs;

10.6.5.8.1. String[] GetCatalogsInUse()

获取包含当前正在使用的玻璃库名称的字符串数组。

10.6.5.8.2. String[] GetAvailableCatalogs()

获取包含所有可用库名称的字符串数组。

10.6.5.8.3. Bool IsCatalogInUse(string catalog)

目前正在使用的玻璃库是否是字符串变量所指定的玻璃库？

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.5.8.4. Bool RemoveCatalog(string catalog)

是否成功移除了给定的玻璃库？

10.6.5.8.5. Bool AddCatalog(string catalog)

是否成功添加给定玻璃库？

10.6.5.9. ISDTitleNotes TitleNotes

ISDTitleNotes TitleNotes = TheSystemData.TitleNotes;

10.6.5.9.1. 字符串标题(String Title)

镜头标题将显示在图形和文本输出中。

10.6.5.9.2. String Notes

备注部分允许输入与镜头文件一起存储的几行文本。

10.6.5.10. ISDFiles Files

此功能用于选择OpticStudio目录中包含此镜头相关数据的文件。

ISDFiles Files = TheSystemData.Files;

10.6.5.10.1. String[] GetCoatingFiles()

包含所有可用膜层文件(Coating Files)的字符串数组。

10.6.5.10.2. String CoatingFile

获取/设置膜层文件。

10.6.5.10.3. String[] GetScatterProfiles()

包含所有可用散射配置文件(Scattering Profiles)的字符串数组。

10.6.5.10.4. String ScatterProfile

获取/设置散射配置文件(Scattering Profiles)。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.5.10.5. String[] GetABgDataFiles()

包含所有可用ABg数据文件(ABg Data Files)的字符串数组。

10.6.5.10.6. String ABgDataFile

获取/设置ABg数据文件。

10.6.5.10.7. String[] GetGradiumProfiles()

包含所有可用Gradium配置文件(Gradium Profiles)的字符串数组。

10.6.5.10.8. String GradiumProfile

获取/设置Gradium配置文件(Gradium Profiles)。

10.6.5.10.9. Void ReloadFiles()

重新加载所有文件。

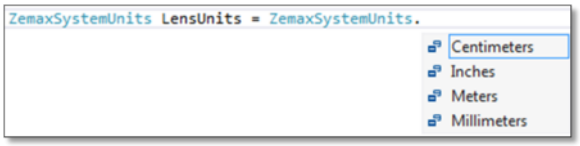
10.6.5.11. ISDUnitsData单位(ISDUnitsData Units)

指定各种单位测量值。

ISDUnitsData UnitsData = TheSystemData.Units;

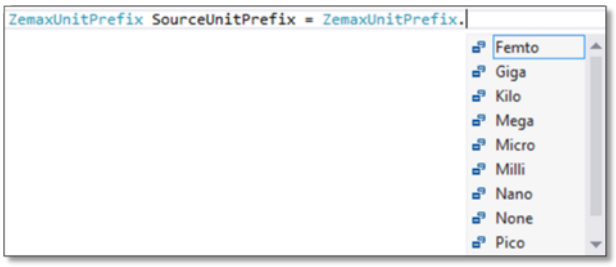
10.6.5.11.1. ZemaxSystemUnits LensUnits

镜头单位。这些单位适用于OpticStudio中如半径、厚度、入瞳直径、非序列模式位置坐标和大多数其它参数等数据。



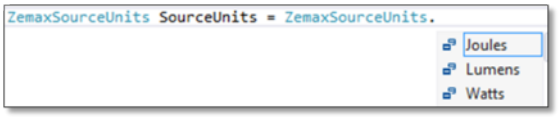
10.6.5.11.2. ZemaxUnitPrefix SourceUnitPrefix

光源前缀单位。当以文本形式输出时，提供附加到"光源单位(Source Units)"中的前缀。



10.6.5.11.3. ZemaxSourceUnits SourceUnits

光源单位定义了非序列模式光源的光通量（功率）或能量的测量单位。此设置针对在非序列模式元件编辑器中定义的光源，以及在物理光学分析中定义的光功率和辐照度。

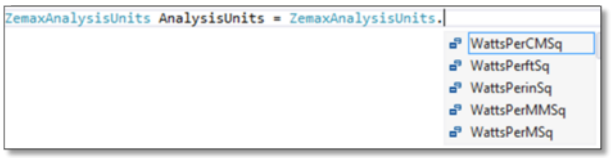


10.6.5.11.4. ZemaxUnitPrefix AnalysisUnitPrefix

前缀的分析单位。当以文本形式输出时，提供附加到"分析单位(Analysis Units)"中的前缀。

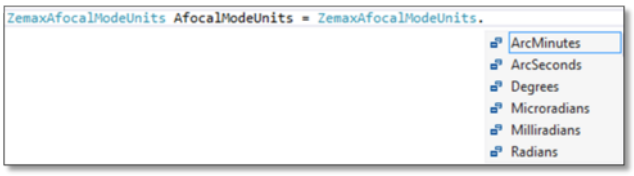
10.6.5.11.5. ZemaxAnalysisUnits AnalysisUnits

分析单位定义了辐照度（辐射）或光照度（光度）的测量单位。此设置只影响非序列模式元件编辑器中定义的探测器上所显示的数据。



10.6.5.11.6. ZemaxAfocalModeUnits AfocalModeUnits

无焦模式单位可能为微弧度(microradians)、毫弧度(milliradians)、弧度(radians)、角秒(arc-seconds)（1度的1/3600）、角分(arcminutes)（1度的1/60）或度(degrees)。



10.6.5.11.7. ZemaxMTFUnits MTFUnits

有焦系统的MTF单位可以是周期/毫米或周期/毫弧度。

10.6.6. 分析(Analysis)

您需要添加新的"using"子句（如果用户之前一直按照文中介绍的流程进行编程，则在文件顶部添加）：

using ZOSAPI;

using ZOSAPI.Analysis;

"**TheAnalyses**"（注意这是复数形式包含访问ZOS分析功能的所有信息。

I_Analyses TheAnalyses = ThePrimarySystem.Analyses;

10.6.6.1. 启动分析(Starting an Analysis)

"IA_"：分析的接口。

注意，当分析状态为"started"时，表示尚未生成任何结果。在标准ZOS术语中，考虑设置配置选项(Preference)中的"新建绘图时显示设置(Show Options First)"。命名约定几乎完全模拟ZOS用户界面工具栏中的分析名称，并添加了"New_"。Visual Studio的语法提示非常有助于您找到不确定的项目。

IA_ FftMtf = TheAnalyses.New_FftMtf();

10.6.6.2. 查看分析信息(Viewing Analysis Information)

所有分析都具有的一些通用项是：

```
string title = FftMtf.Title;
string analysisName = FftMtf.GetAnalysisName;
IAS_ settings = FftMtf.GetSettings();
IAR_ results = FftMtf.GetResults();
bool isRunning = FftMtf.IsRunning();
IMessage iM_1 = FftMtf.Apply();
IMessage iM_2 = FftMtf.ApplyAndWaitForCompletion();
FftMtf.WaitForCompletion();
FftMtf.Close();
```

其他关注的内容：

☒IAS_：用于分析的设置界面
☒IAR_：用于分析的结果界面

- 如果一个分析状态为"IsRunning()"
- "GetResults()"不会为您提供正确的结果。
- "WaitForCompletion()"会暂停您的应用程序，并等待分析完成。
- 如果此时用户使用"Apply()"（或者"ApplyAndWaitForCompletion()"），则当前运行的分析将终止，并且会启动新的分析。
- "Apply()"将"应用"设置，启动分析并返回。
- "ApplyAndWaitForCompletion()"将执行"Apply()"，并等待分析完成。
- 如果分析正在运行，则"Close()"会终止分析，并将其关闭。设置为正在分析的变量不会发生改变，但您不能使用任何分析数据、设置或结果。

10.6.6.3. 更改设置(Changing Settings)

'IAS_'：用于分析的设置界面。

ZOSAPI是基于"界面(Interfaces)"的的概念创建的。（通过读者的练习来加深对接口的理解）

作为一名经验丰富的OpticStudio用户，您知道每个分析都具有自己的"设置(Setting)"组。在ZOSAPI中，每个分析的设置都是在一个界面中定义的，为了让编译器了解您要执行的操作，您必须告知编译器您在使用的接口。**OpticStudio**还将通常"分组"在一起的每个分析放在各自的"名称空间(namespaces)"中。例如，对于**FftMtf**分析，您需要在文件的顶部添加另一个"using"语句：

```
using ZOSAPI.Analysis.Mtf;
```

以下代码行提供了对FftMtf分析设置的访问权限：

```
IAS_FftMtf FftMtf_Settings = FftMtf.GetSettings() as IAS_FftMtf;
```

您可解读为：

使用分析（变量为**FftMtf**），将Settings分配给变量**FftMtf_Settings**，并使用"*FftMtf Analysis*分析设置的接口*(Interface to Analysis Settings for the FftMtf Analysis)*"来访问其中的数据。

注意：虽然可以使用*C#*语言类型*'type''var'*，但是在编译时使用实际类型名称来获取可能出现的类型错误是不太明智的。

含**"**内置**"**类型的设置**(Settings with 'built-in' types)**

内置类型值的设置（bool、int、double等）与预期的一样简单：

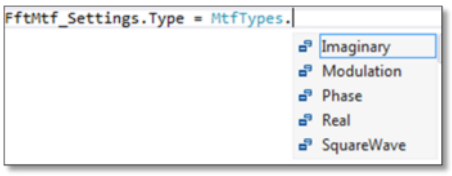
```
FftMtf_Settings.ShowDiffractionLimit = true;
FftMtf_Settings.UsePolarization = false;
FftMtf_Settings.MaximumFrequency = 42.0;
bool fftIsUsingDashes = FftMtf_Settings.UseDashes;
```

具有离散值的设置**(Settings That Have Discrete Values)**

在OpticStudio UI中，这些设置通过从选项列表（OpticStudio UI下拉菜单中显示）中的选项来设置。首先将"选项列表(list of choices)"定义为"enum"的成员，然后通过将enum作为它的类型来定义这些设置。因此：

```
MtfTypes currentType = FftMtf_Settings.Type;
FftMtf_Settings.Type = MtfTypes.SquareWave;
FftMtf_Settings.SampleSize = SampleSizes._128x128;
```

"选项列表"示例：



视场**(Fields)**

视场**(Fields)**使用函数来获取和设置视场值。还有其它功能可用于设置视场。"set"函数返回"IMessage"，其中包含了当您尝试将视场设置为非法值时发生的任何错误。

```
int nF_FftMtf = FftMtf_Settings.Field.GetFieldNumber();
IMessage iM_SetFieldN = FftMtf_Settings.Field.SetFieldNumber(nF + 11);
IMessage iM_UseAllFields = FftMtf_Settings.Field.UseAllFields();
```

波长**(Wavelengths)**

波长**(Wavelengths)**使用函数来获取和设置波长值。还有其它功能可用于设置波长。"set"函数返回"IMessage"，其中包含了当您尝试将波长设置为非法值时发生的任何错误。

```
int numW = FftMtf_Settings.Wavelength.GetWavelengthNumber();
IMessage iM_WaveN = FftMtf_Settings.Wavelength.SetWavelengthNumber(11);
IMessage iM_UseAllWaves = FftMtf_Settings.Wavelength.UseAllWavelengths();
```

表面**(Surfaces)**

表面**(Surfaces)**使用函数来获取和设置其值。还有其它功能可用于设置表面。"set"函数返回"IMessage"，其中包含了当您尝试将表面设置为非法值时发生的任何错误。

```
int nS = FftMtf_Settings.Surface.GetSurfaceNumber();
IMessage iM_SetSurfN = FftMtf_Settings.Surface.SetSurfaceNumber(22);
IMessage iM_UseImageSurf = FftMtf_Settings.Surface.UseImageSurface();
IMessage iM_UseObjSurf = FftMtf_Settings.Surface.UseObjectiveSurface();
```

10.6.6.4. 生成结果**(Generating Results)**

使用先前定义的变量"**FftMtf**"...

```
bool isFftMtfRunning = FftMtf.IsRunning();
IMessage iM_FftMtfApply = FftMtf.Apply();
IMessage iM_FftMtfApplyAndWait = FftMtf.ApplyAndWaitForCompletion();
FftMtf.WaitForCompletion();
```

☒如果此时的分析状态是"IsRunning()"，则表示结果尚未计算出来。
☒"Apply()"将使用当前设置开始分析并返回结果。再次注意，当分析状态为"IsRunning()"时，结果无效。
☒在分析完成之前，"WaitForCompletion()"不会从其调用函数中返回。
☒"ApplyAndWaitForCompletion()"将开始进行一项分析，并且在分析完成之前不会返回结果。

10.6.6.5. 获取结果**(Getting Results)**

IAR_：分析结果界面

如果您一直按照前面介绍的内容进行操作，您可能会注意到'**IAS_**'和'**IAS_FftMtf**'设置界面概念的不同。'**IAS**'可用于定义所有设置中目前没有的通用项，并且用于定义所有分析设置的'通用接口'。而'**IAS_FftMtf**'用于定义对**FftMtf**分析设置的访问权限，因为**FftMtf**分析的设置是其所独有的。

'结果'则不同，因为没有某些特定的结果是由'特定'分析独有的。所有的**(ALL)**分析结果都是由'**IAR_**'来定义的。（因此，没有'**IAR_FftMtf**'。）

我们已经介绍过区别，希望用户不要混淆以上两个问题，接下来我们继续。

如前面所述：

IAR_ FftMtf_Results = FftMtf.GetResults();

使用变量'**FftMtf_Results**'

10.6.6.5.1. IAR_MetaData MetaData

```
IAR_MetaData metadata = FftMtf_Results.MetaData;
        string featureDescription = metadata.FeatureDescription;
        string lensFile = metadata.LensFile;
        string lensTitle = metadata.LensTitle;
        DateTime runDate = metadata.Date;
        IAR_HeaderData headerData = FftMtf_Results.HeaderData;
        string[] headerDataLines = headerData.Lines;
```

10.6.6.5.2. IAR_DataGrid[] DataGrids

如果结果数据不能用网格表示，则该值为空。

否则，它将包含"**IAR_DataGrid**"项的（大小为"**dataGrids.Length**"的）数组。因此，要在结果中查看每个"**IAR_DataGrid**"：

```
IAR_DataGrid[] dataGrids = FftMtf_Results.DataGrids;
for (int gridN = 0; gridN < dataGrids.Length; gridN++)
{
    IAR_DataGrid dataGrid = dataGrids[gridN];
    if(dataGrid == null) { continue; }
    //
    //  Perform operations on 'dataGrid'
    //
}
```

10.6.6.5.2.1. IAR_DataGrid

使用上面的'**dataGrid**'变量：

```
string description = dataGrid.Description;
string Label_X_Axis = dataGrid.XLabel;
string Label_Y_Axis = dataGrid.YLabel;
string Value_Label = dataGrid.ValueLabel;
uint Nx = dataGrid.Nx;
uint Ny = dataGrid.Ny;
double MinX = dataGrid.MinX;
double MinY = dataGrid.MinY;
double Dx = dataGrid.Dx;
double Dy = dataGrid.Dy;
double[,] Values = dataGrid.Values;
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.6.5.2.2. 在网格中访问每个值*(Visiting each Value in the Grid)*

使用这些定义的变量来计算X和Y值，并得到该点对应的Z值。

```
if (Values != null)
{
    for (int nRow = 0; nRow < Nx; nRow++)
    {
        double X_Value = (MinX + (nRow * Dx));
        for (int nCol = 0; nCol < Ny; nCol++)
        {
            double Y_Value = (MinY + (nCol * Dy));
            double Z_Value = Values[nRow, nCol];
        }
    }
}
```

10.6.6.5.2.3. 将*DataGrids*全部放到一起*(Putting DataGrids all together)*

在所有网格中访问所有值：

```
IAR_DataGrid[] dataGrids = FftMtf_Results.DataGrids;

for (int gridN = 0; gridN < dataGrids.Length; gridN++)
{
    IAR_DataGrid dataGrid = dataGrids[gridN];

    if(dataGrid == null) { continue; }
    //
    //  Perform operations on 'dataGrid'
    //
    string description = dataGrid.Description;
    string Label_X_Axis = dataGrid.XLabel;
    string Label_Y_Axis = dataGrid.YLabel;
    string Value_Label = dataGrid.ValueLabel;
    uint Nx = dataGrid.Nx;
    uint Ny = dataGrid.Ny;
    double MinX = dataGrid.MinX;
    double MinY = dataGrid.MinY;
    double Dx = dataGrid.Dx;
    double Dy = dataGrid.Dy;
    double[,] Values = dataGrid.Values;
    if (Values != null)
    {
        for (int nRow = 0; nRow < Nx; nRow++)
        {
            double X_Value = (MinX + (nRow * Dx));
            for (int nCol = 0; nCol < Ny; nCol++)
            {
                double Y_Value = (MinY + (nCol * Dy));
                double Z_Value = Values[nRow, nCol];
            }
        }
    }
}
```

10.6.6.5.3. IAR_DataGridRgb[] DataGridsRgb

RGB网格本质上类似于数据网格；它是**RGB**值，而不是双精度值。如以下双精度数值语句：

```
double[,] Values = dataGrid.Values;double Z_Value = Values[nRow, nCol];
```

可以使用如下语句进行替换

```
IAR_Rgb[,] Values = dataGrid.Values;IAR_Rgb RGB_Value = Values[nRow, nCol];
```

10.6.6.5.4. IAR_DataSeries[] DataSeries

如果最终数据不能用序列表示，则该值将为空。

否则，它将包含"**IAR_DataSeries**"项（大小为"**dataSeries.Length**"）的数组。因此，要在结果中查看每个"**IAR_DataSeries**"：

```
IAR_DataSeries[] dataSeries = FftMtf_Results.DataSeries;
if (dataSeries != null)
{
    foreach (IAR_DataSeries series in dataSeries)
    {
        if (series == null) { continue; }
        //
        //  Work on the series here...
        //
    }
}
```

10.6.6.5.4.1. IAR_DataSeries

```
string description = series.Description;
string xLabel = series.XLabel;
IVectorData xVector = series.XData;
if (xVector == null) { return; }
int nSeries = series.NumSeries;
String[] seriesLabels = series.SeriesLabels;
IMatrixData yMatrix = series.YData;
if (yMatrix == null) { return; }
for (int idxXvalue = 0; idxXvalue < xVector.Length; ++idxXvalue)
{
    double xDataPoint = xVector.Data[idxXvalue];
    for (int iSeries = 0; iSeries < nSeries; ++iSeries)
    {
        if (yMatrix == null) { break; }
        double yDataPoint = yMatrix.Data[idxXvalue, iSeries];
         //
         //  Use 'xDataPoint' and 'yDataPoint'
         //
    }
}
```

10.6.6.5.4.2. 将*DataSeries*全部放到一起*(Putting DataSeries all together)*

```
IAR_DataSeries[] dataSeries = FftMtf_Results.DataSeries;
if (dataSeries != null)
```

```
{
    foreach (IAR_DataSeries series in dataSeries)
    {
        if (series == null) { continue; }
        //
        //  Work on the series here...
        //
        string description = series.Description;
        string xLabel = series.XLabel;
        IVectorData xVector = series.XData;
        if (xVector == null) { return; }
        int nSeries = series.NumSeries;
        String[] seriesLabels = series.SeriesLabels;
        IMatrixData yMatrix = series.YData;
        if (yMatrix == null) { return; }
        for (int idxXvalue = 0; idxXvalue < xVector.Length; ++idxXvalue)
        {
            double xDataPoint = xVector.Data[idxXvalue];
            for (int iSeries = 0; iSeries < nSeries; ++iSeries)
            {
                if (yMatrix == null) { break; }
                double yDataPoint = yMatrix.Data[idxXvalue, iSeries];
                //
                //  Use 'xDataPoint' and 'yDataPoint'
                //
            }
        }
    }
}
```

10.6.7. 镜头数据编辑器（ILensDataEditor）(The Lens Data Editor(ILensDataEditor))

序列模式系统的"主"编辑器是镜头数据编辑器("**LDE**")。**LDE**通过定义"行"进行工作，每行表示在系统中定义的一个"表面"。注意，表面0是"物面"，最后一个面是"像面"。"物面"和"像面"之间的表面（行）构成了整个光学系统。需要注意，一个简单的"标准"单镜头有两个表面，左边一个、右边一个。当把此类简单镜头插入到只定义了"物面"和"像面"的镜头数据编辑器时，镜头的左侧为Surface 1，右侧为Surface 2。

类型"**ILensDataEditor**"处理系统的"内务"。包括记录表面的数量，添加、插入和删除表面等等。

```
//  Recalling that:
//  IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;
ILensDataEditor TheLDE = ThePrimarySystem.LDE;
int nSurfaces = TheLDE.NumberOfSurfaces;
ILDERow Surface_2 = TheLDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: 2);
//
//  InsertNewSurfaceAt: A New (default)
//  Surface is inserted at row '3'.
//  The Surface previously at Row 3 becomes Row 4.
//  Similarly, each Surface after that is also incremented by 1.
//
ILDERow myInsertedSurface = TheLDE.InsertNewSurfaceAt(surfaceNumber: 3);
//
//  Add a Surface to the end of the System.
//
ILDERow myAddedSurface = TheLDE.AddSurface();
//
//  RemoveSurfaceAt: Remove the Surface at the given row.
//  true: if successful
//  false: if the Surface could not be removed.
```

```
//
bool sRemoved = TheLDE.RemoveSurfaceAt(surfaceNumber: 4);
//
//  Visit all the Surfaces
//
for(int idx = 0; idx < nSurfaces; idx++)
{
    ILDERow Surface_n = TheLDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: idx);
    //
    //  Operate on Surface_n...
    //
}
```

每个表面都是通过类型"**ILDERow**"来定义的。

10.6.7.1. ILDERow SurfaceType <XXX链接到序列模式表面(ILDERow SurfaceType <XXX link to Sequential Surfaces>)

Ansys Zemax OpticStudio 能够模拟许多类型的光学元件。这些包括传统的球形玻璃表面，加上非球面，toroid面、柱面等，Ansys Zemax OpticStudio也可以模拟衍射光栅、二元光学、菲涅耳透镜、全息图及其它表面。光学组件的类型是由**SurfaceType**表示。

```
SurfaceType thisSurfaceType = Surface_n.Type;       //  READ ONLY
String typeName = Surface_n.TypeName;               //  READ ONLY
SurfaceType[] availableSurfaceTypes = Surface_n.AvailableSurfaceTypes();
IEditorCell RadiusCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
```

10.6.7.1.1. SurfaceType可用的基础数据(Fundamental Data available to SurfaceType)

```
int sNumber = Surface_n.SurfaceNumber;              //  READ ONLY
bool isActiveSurface = Surface_n.IsActive;          //  READ ONLY
bool isObject = Surface_n.IsObject;                 //  READ ONLY
bool isImage = Surface_n.IsImage;                   //  READ ONLY
bool isStop = Surface_n.IsStop;                     //  READ ONLY
double Radius = Surface_n.Radius;                   //  R/W
double Thickness = Surface_n.Thickness;             //  R/W
double SemiDiameter = Surface_n.SemiDiameter;       //  R/W
double Conic = Surface_n.Conic;                     //  R/W
double TCE = Surface_n.TCE;                         //  R/W
string Comment = Surface_n.Comment;                 //  R/W
string Material = Surface_n.Material;               //  R/W
string Coating = Surface_n.Coating;                 //  R/W
```

10.6.7.1.2. SurfaceType的特殊数据(Data specific to SurfaceType)

每个**SurfaceType**决定了每个**SurfaceColumn**的数据将表示的内容'例如，**BiconicZernike**类型的表面使用"**SurfaceColumn.Par2**"列来表示**BiconicZernike**定义为"**XConic**"的值。可通过以下代码修改***XConic***数据值：

IEditorCell XConicCell=Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Par2);

double d=XConicCell.DoubleValue;

XConicCell.DoubleValue=d+1.0;

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.7.2. ISurfaceTypeSettings

SurfaceTypeSettings 提供了正确定义**SurfaceType**所需要的任何附加"内务"。

```
ISurfaceTypeSettings sts = Surface_n.GetSurfaceTypeSettings(thisSurfaceType);
SurfaceType st = sts.Type;                          //  READ ONLY
bool isValidSurfaceTypeSettings = sts.IsValid;      //  READ ONLY
bool requiresFile = sts.RequiresFile;               //  READ ONLY
String[] allFileNames = sts.GetFileNames();sts.FileName = allFileNames[2];
//  R/Wbool didChange = Surface_n.ChangeType(settings: sts);
```

10.6.7.3. ILDERow"表面属性"(ILDERow 'Surface Properties')

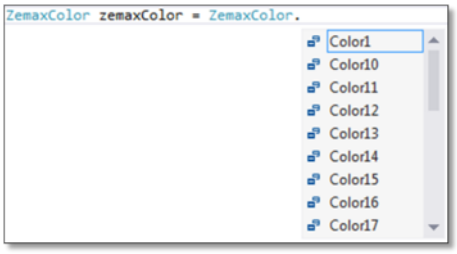
镜头数据编辑器"表面属性**(Surface Property)**"描述了在Ansys Zemax OpticStudio的镜头数据编辑器UI中设置的值，通过选择某一行（表面），并展开"表面属性**(Surface Properties)**"选项卡。

10.6.7.4. ILDETypeData TypeData

ILDETypeData提供了所选行行**(Row)**的特定数据。

```
ILDETypeData ldeTD = Surface_n.TypeData;            //  READ ONLY
ZemaxColor zcSC = ldeTD.SurfaceColor;               //  R/W
ZemaxOpacity zoSO = ldeTD.SurfaceOpacity;           //  R/W
ZemaxColor zcRC = ldeTD.RowColor;                   //  R/W
bool sdIS = ldeTD.IsStop;                           //  R/W
bool sdCBS = ldeTD.CanBeStop;                       //  READ ONLY
bool sdGCR = ldeTD.IsGlobalCoordinateReference;     //  R/W
bool sdCBGCR = ldeTD.CanBeGCR;                      //  READ ONLY
bool sdIgnore = ldeTD.IgnoreSurface;                //  R/W
bool sdSCBH = ldeTD.SurfaceCannotBeHyperhemispheric;//  R/W
```

10.6.7.4.1. ZemaxColor（语法提示截屏）(ZemaxColor (Intellisense Screenshot))

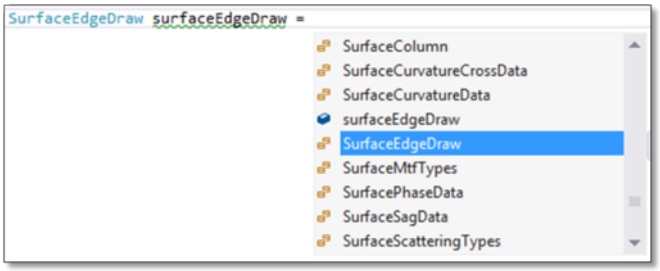


10.6.7.4.2. ZemaxOpacity（语法提示截屏）(ZemaxOpacity (Intellisense Screenshot))

10.6.7.5. ILDEDrawData DrawData

```
ILDEDrawData ldeDraw = Surface_n.DrawData;           //  READ ONLY
bool bHide = ldeDraw.HideRaysToThisSurface;          //  R/W
bool bSkip = ldeDraw.SkipRaysToThisSurface;          //  R/W
bool bDND = ldeDraw.DoNotDrawThisSurface;            //  R/W
bool bNoE = ldeDraw.DoNotDrawEdgesFromThisSurface;   //  R/W
bool bDLA = ldeDraw.DrawLocalAxis;                   //  R/W
SurfaceEdgeDraw sde = ldeDraw.DrawEdgesAs;           //  R/W
```

SurfaceEdgeDraw（语法提示截屏）(SurfaceEdgeDraw (Intellisense Screenshot))

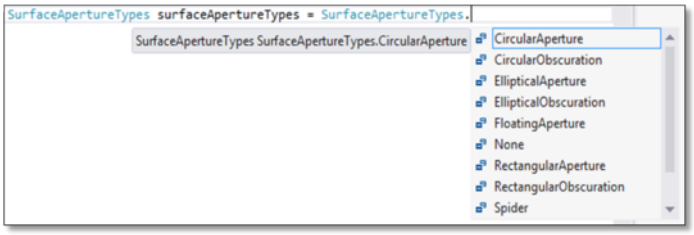


10.6.7.6. ILDEApertureData ApertureData

```
ILDEApertureData ldeAD = Surface_n.ApertureData;    //  READ ONLY
int puf = ldeAD.PickupFrom;                         //  R/W
SurfaceApertureTypes atAD = ldeAD.CurrentType;      //  READ ONLY
ISurfaceApertureType satAD = ldeAD.CurrentTypeSettings;//READ ONLY
//
//  There is an ISurfaceApertureType for each SurfaceApertureTypes
//  Each is defined under the heading ISurfaceApertureType
//
ISurfaceApertureCircular ap1 = satAD as ISurfaceApertureCircular;
ISurfaceApertureElliptical ap2 = satAD as ISurfaceApertureElliptical;
ISurfaceApertureSpider ap3 = satAD as ISurfaceApertureSpider;
ISurfaceApertureType ap4 =
    ldeAD.CreateApertureTypeSettings(SurfaceApertureTypes.Spider);
bool apE = ldeAD.ChangeApertureTypeSettings(ap2);
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

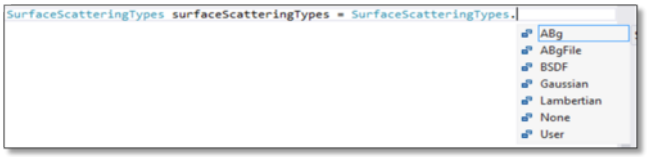
10.6.7.6.1. SurfaceAppertureTypes（语法提示截屏）(SurfaceApertureTypes(Intellisense Screenshot))



10.6.7.7. ILDEScatteringData ScatteringData

```
ILDEScatteringData ldeSD = Surface_n.ScatteringData;         //  READ ONLY
SurfaceScatteringTypes sdSSTs = ldeSD.CurrentType;           //  READ ONLY
ISurfaceScatteringType sdSST = ldeSD.CurrentTypeSettings;    //  READ ONLY
ISurfaceScatteringType sdSSTNew =
   ldeSD.CreateScatteringTypeSettings(SurfaceScatteringTypes.ABg);
bool bSC = ldeSD.ChangeScatteringTypeSettings(sdSST);
```

10.6.7.7.1. SurfaceScatteringTypes（语法提示截屏）(SurfaceScatteringTypes (Intellisense Screenshot))

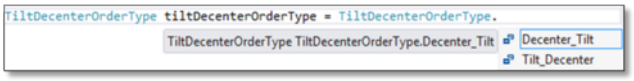


10.6.7.8. ILDETiltDecenterData TiltDecenterData

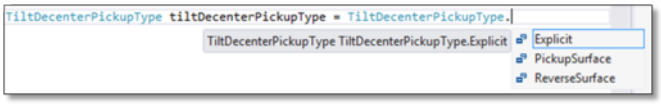
```
ILDETiltDecenterData tdcData = Surface_n.TiltDecenterData;  //  READ ONLY
TiltDecenterOrderType bso = tdcData.BeforeSurfaceOrder;     //  R/W
double bsdX = tdcData.BeforeSurfaceDecenterX;               //  R/W
double bsdY = tdcData.BeforeSurfaceDecenterY;               //  R/W
double bstX = tdcData.BeforeSurfaceTiltX;                   //  R/W
double bstY = tdcData.BeforeSurfaceTiltY;                   //  R/W
double bstZ = tdcData.BeforeSurfaceTiltZ;                   //  R/W
TiltDecenterPickupType asm = tdcData.AfterSurfaceMode;      //  READ ONLY
int asms = tdcData.AfterSurfaceModeSurface;                 //  READ ONLY
bool asmst = tdcData.AfterSurfaceModeSurfaceIsThis;         //  READ ONLY
tdcData.SetAfterSurfaceModeExplicit();
bool btdc1 = tdcData.SetAfterSurfaceModePickup(fromSurface: 2);
bool btdc2 = tdcData.SetAfterSurfaceModeReverse(fromSurface: 2);
bool btdc3 = tdcData.SetAfterSurfaceModePickupThis();
bool btdc4 = tdcData.SetAfterSurfaceModeReverseThis();
TiltDecenterOrderType aso = tdcData.AfterSurfaceOrder;      // R/W
double tdc_1 = tdcData.AfterSurfaceDecenterX;               //  R/W
double tdc_2 = tdcData.AfterSurfaceDecenterY;               //  R/W
double tdc_3 = tdcData.AfterSurfaceTiltX;                   //  R/W
double tdc_4 = tdcData.AfterSurfaceTiltY;                   //  R/W
double tdc_5 = tdcData.AfterSurfaceTiltZ;                   //  R/W
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.7.8.1. TiltDecenterOrderType（语法提示截屏）(TiltDecenterOrderType (Intellisense Screenshot))



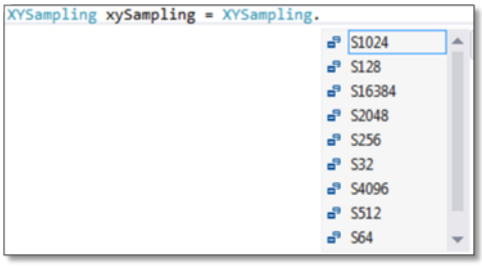
10.6.7.8.2. TiltDecenterOrderType（语法提示截屏）(TiltDecenterOrderType (Intellisense Screenshot))



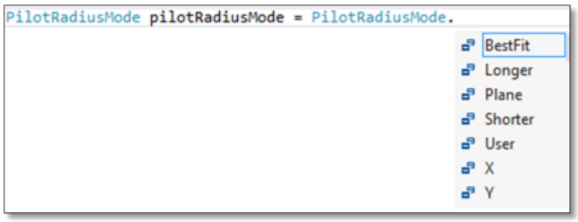
10.6.7.9. ILDEPhysicalOpticsData PhysicalOpticsData

```
ILDEPhysicalOpticsData poD = Surface_n.PhysicalOpticsData;  //READ ONLY
bool bpo_1 = poD.UseRaysToPropagateToNextSurface;   //  R/W
bool bpo_2 = poD.DoNotRescaleBeamSizeUsingRayData;  //  R/W
bool bpo_3 = poD.UseAngularSpectrumPropagator;      //  R/W
bool bpo_4 = poD.DrawThisLensOnShadedModel;         //  R/W
bool bpo_5 = poD.ReComputePilotBeamParameters;      //  R/W
bool bpo_6 = poD.UseXaxisReference;                 //  R/W
bool bpo_7 = poD.ResampleAfterRefraction;           //  R/W
bool bpo_8 = poD.AutoResample;                      //  R/W
XYSampling bpos_1 = poD.XSampling;                  //  R/W
XYSampling bpos_2 = poD.YSampling;                  //  R/W
double bpod_1 = poD.XWidth;                         //  R/W
double bpod_2 = poD.YWidth;                         //  R/W
PilotRadiusMode bporm_1 = poD.OutputPilotRadius;    //  R/W
double bpod_11 = poD.XRadius;                       //  R/W
double bpod_22 = poD.YRadius;                       //  R/W
```

10.6.7.9.1. XYSampling（语法提示截屏）(XYSampling (Intellisense Screenshot))



10.6.7.9.2. PilotRadiusMode（语法提示截屏）(PilotRadiusMode (Intellisense Screenshot))



10.6.7.10. ILDECoatingData CoatingData

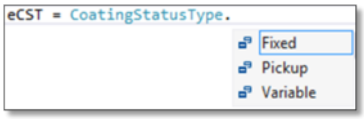
```
ILDECoatingData ldeCD = Surface_n.CoatingData;      //  READ ONLY
bool bCO = ldeCD.UseLayerMultiplierAndOffsets;      //  R/W
string coatName = ldeCD.Coating;                    //  R/W
//
//  NOTE: coatNames contains all the available coatings.
//  'Coating' must be set to one of them.
//
string[] coatNames = ldeCD.GetAvailableCoatings();
int coi_1 = ldeCD.NumberOfLayers;                   //  READ ONLY
ILDECoatingSettings coS = ldeCD.GetLayerSettings(layer: 2);
bool cob_1 = ldeCD.SetLayerSettings(layer: 1, settings: coS);
ldeCD.SetAllThicknessVariable();
ldeCD.SetAllThicknessFixed();
ldeCD.SetAllThicknessOne();
ldeCD.SetAllIndexVariable();
ldeCD.SetAllIndexFixed();
ldeCD.SetAllIndexZero();
ldeCD.SetAllExtinctionVariable();
ldeCD.SetAllExtinctionFixed();
ldeCD.SetAllExtinctionZero();
```

10.6.7.10.1. ILDECoatingSettings

```
ILDECoatingSettings coS = ldeCD.GetLayerSettings(layer: 2);
int LayerN = coS.Layer;                          //  READ ONLY
coS.ExtinctionOffset = 1.0;
int ePickUp = coS.ExtinctionPickupFrom;          //  READ ONLY
CoatingStatusType eCST = coS.ExtinctionStatus;   //  READ ONLY
coS.IndexOffset = 1.0;
int iPickUp = coS.IndexPickupFrom;               //  READ ONLY
CoatingStatusType iCST = coS.IndexStatus;        //  READ ONLY
coS.ThicknessMultiplier = 1.0;
int tPickUp = coS.ThicknessPickupFrom;           //  READ ONLY
CoatingStatusType tCST = coS.ThicknessStatus;    //  READ ONLY
coS.SetExtinctionStatusFixed();
coS.SetExtinctionStatusPickup(fromLayer: 1);
coS.SetExtinctionStatusVariable();
coS.SetIndexStatusFixed();
coS.SetIndexStatusPickup(fromLayer: 1);
coS.SetIndexStatusVariable();
coS.SetThicknessStatusFixed();
coS.SetThicknessStatusPickup(fromLayer: 1);
coS.SetThicknessStatusVariable();
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.7.10.2. CoatingsStatusType（语法提示截屏）(CoatingsStatusType (Intellisense Screenshot))



10.6.7.11. ILDEImportData ImportData

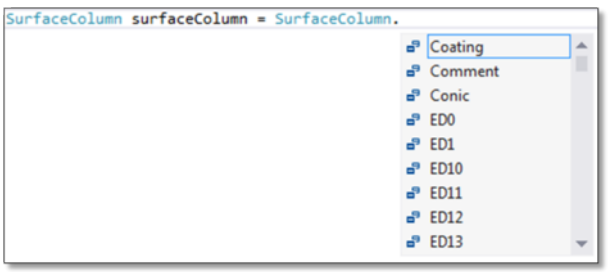
```
ILDEImportData ldeID = Surface_n.ImportData;     //  READ ONLY
string did = ldeID.DefaultImportDirectory;       //  READ ONLY
bool idB = ldeID.ImportDataFile(dataFile: "My Import Data File");
string[] didA = ldeID.GetImportFiles(directory: "My Folder");
```

10.6.7.12. IeditorCell（镜头数据编辑器）(IeditorCell (the lens data editor))

镜头数据编辑器行由"**IEditorCell**"组成。有几个属性提供了更常见的属性。还有一个更通用的函数，允许您指定想要的单元格。

```
//
//  GetSurfaceCell: return the Cell from the SurfaceColumn
//
IEditorCell CommentCell = Surface_n.CommentCell;     //  READ ONLY
IEditorCell RadiusCell = Surface_n.RadiusCell;       //  READ ONLY
IEditorCell ThicknessCell = Surface_n.ThicknessCell;//  READ ONLY
IEditorCell MaterialCell = Surface_n.MaterialCell;   //  READ ONLY
IEditorCell CoatingCell = Surface_n.CoatingCell;     //  READ ONLY
IEditorCell sdc = Surface_n.SemiDiameterCell;      //  READ ONLY
IEditorCell ConicCell = Surface_n.ConicCell;         //  READ ONLY
IEditorCell TCECell = Surface_n.TCECell;             //  READ ONLY
//
//  More generically...
//
CommentCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Comment);
RadiusCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
MaterialCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Material);
CoatingCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Coating);
ConicCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Conic);
TCECell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.TCE);
```

10.6.7.12.1. SurfaceColumn（语法提示截屏）(SurfaceColumn (Intellisense Screenshot))



10.6.8. 非序列模式元件编辑器（INonSeqEditor）(The Non-sequential Component Editor (INonSeqEditor))

非序列模式系统的"主"编辑器是非序列模式元件编辑器("**NCE**")。与**LDE**一样，**NCE**也是通过定义"行"进行工作，但在**NCE**中，每行表示一个"物体"。（在序列模式下，**LDE**的每行表示一个"表面"）。

在当前表面是非序列模式元件表面时，非序列模式元件编辑器**(NCE)**也可以在序列模式系统中使用。

NCE处理系统的"内务"；记录物体的数量及顺序、添加/删除物体等等。

```
//  Recalling that:
//  IOpticalSystem ThePrimarySystem = TheApplication.PrimarySystem;
```

注意：当ZOSAPI首次启动时，它将创建一个新的"默认"序列模式系统。我们需要创建一个新的"非序列模式"系统。

```
ThePrimarySystem.New(saveIfNeeded: false);
ThePrimarySystem.MakeNonSequential();
INonSeqEditor NCE = ThePrimarySystem.NCE;
```

在具有非序列模式元件表面的序列模式系统中，**ActiveSurface**定义了序列模式系统中的哪个表面包含**NCE**将运行的非序列模式元件，每个这样的表面定义一个非序列模式元件组。

```
int currentActiveSurface = NCE.ActiveSurface;       //  READ ONLY

if (NCE.SetActiveSurface(currentActiveSurface + 1))
{
    //
    //  True if the next Surface is also a nonsequential component group
    //
}
if (NCE.NextNSCGroup())
{
    //
    //  True if there is another Nonsequential Component Group.
    //
}
if (NCE.PrevNSCGroup())
{
    //
    //  True if there is a Nonsequential Component Group prior to this one.
    //
}
int nObjects = NCE.NumberOfObjects;

INCERow Object_1 = NCE.GetObjectAt(objectNumber: 1);
INCERow iObject = NCE.InsertNewObjectAt(objectNumber: 2);
INCERow aObject = NCE.AddObject();
```

此时，这一非序列模式元件组中应该有3个物体，而这三个物体都是"空"物体。因为根据定义，我们插入和添加的是空物体。(Object 1 is null because when the system is first created it contains 1 null object.

```
if (NCE.RemoveObjectAt(objectNumber: 3))
{
  //
  // true is we are able to remove the third object.
  //
```

```
}
int nRemoved = NCE.RemoveObjectsAt(objectNumber: 2, numObjects: 1);
if (nRemoved != 1)
{
  //
  // we tried to remove 1 object starting with the 2nd one.
  // if we get '1' back, we were able to do so.
  //
}
//
// Visit all the Objects in the Current Component Group
//
for (int idx = 1; idx <= NCE.NumberOfObjects; idx++)
{
  INCERow Object_n = NCE.GetObjectAt(objectNumber: idx);
  //
  // Operate on Object_n
  //
}
```

10.6.8.1. INCERow ObjectType <XXX链接到NSC物体概述(INCERow ObjectType <XXXLink to Summary of NSC Objects>)

Ansys Zemax OpticStudio的非序列模式元件(**NSC**)物体类型包括椭圆、三角形、矩形、球体、圆柱体和其它基本形状。也包括复杂的物体，如任意棱镜、非球面透镜、Toric面、环形体(Toruses)及其它光学元件。这些物体的反射、透射和吸收属性都是由物体的材料决定的。

```
ObjectType oType = Object_n.Type;            //  READ ONLY
string typeName = Object_n.TypeName;         //  READ ONLY
ObjectType[] aTypes = Object_n.AvailableObjectTypes();
IEditorCell ec = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Material);
```

10.6.8.1.1. 所有ObjectType可用的基础数据(Fundamental Data Available to all ObjectTypes)

```
int objectNumber = Object_n.ObjectNumber;    //  READ ONLY
bool isActive = Object_n.IsActive)           //  READ ONLY
string oComment = Object_n.Comment;
int oRefObject = Object_n.RefObject;
int oInsideOf = Object_n.InsideOf;
double oXpos = Object_n.XPosition;
double oYpos = Object_n.YPosition;
double oZpos = Object_n.ZPosition;
double oXtilt = Object_n.TiltAboutX;
```

```
double oYtilt = Object_n.TiltAboutY;
double oZtilt = Object_n.TiltAboutZ;
string oMat = Object_n.Material;
```

10.6.8.1.2. ObjectType的特殊数据(Data Specific to ObjectType)

每个**ObjectType**决定了每个**ObjectColumn**的数据将表示的内容。例如，**ExtendedPolynomialLens**类型的物体使用"**ObjectColumn.Par2**"列来表示**ExtendedPolynomialLens**定义为"**XHalfWidth**"的值。可通过以下代码修改**XHalfWidth**的数据值：

```
IEditorCell XHalfWidthCell = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Par2);
double d = XHalfWidthCell.DoubleValue;
XHalfWidthCell.DoubleValue = d + 1.0;
```

10.6.8.1.3. IobjectTypeSettings

ObjectTypeSettings提供正确定义**ObjectType**所需要的附加"内务(housekeeping)"。

```
IObjectTypeSettings oTS = Object_n.CurrentTypeSettings; //  READ ONLY
//  'GetObjectSettings' generates new settings for the given ObjectType which
//  you then use to change the type the current Object.
IObjectTypeSettings nTS = Object_n.GetObjectTypeSettings(ObjectType.Cone);
if (Object_n.ChangeType(nTS))
{
    //
    //  We were able to change the type of this Object to 'Cone'.
    //
     Debug.Assert(nTS.Type == ObjectType.Cone);  //  READ ONLY
     if (nTS.IsValid)                            //  READ ONLY
     {
         if (nTS.RequiresFile1)                   //  READ ONLY
         {
             string[] availableF1 = nTS.GetFileNames1();
             if (availableF1.Length > 0)
             {
                 nTS.FileName1 = availableF1[0];  //  Use the first file
             }
         }
         if (nTS.RequiresFile2)                   //  READ ONLY
         {
             string[] availableF2 = nTS.GetFileNames2();
             if (availableF2.Length > 0)
             {
                 nTS.FileName2 = availableF2[0];  //  Use the first file
             }
         }
     }
}
```

10.6.8.2. INCETypeData TypeData

```
INCETypeData nceTD = Object_n.TypeData; //  READ ONLY
//
//  User Defined Aperture Informnation
//
if (nceTD.AreUDASettingsAvailable)      //  READ ONLY
{
```

```
    nceTD.UserDefinedAperture = true;
    nceTD.UDAScale = 1.1;
    string[] udaFilenames = nceTD.GetAvailableUDAFiles();
    if (udaFilenames.Length > 0)
    {
        nceTD.UDAFile = udaFilenames[0];
    }
    string FQP = (nceTD.UDAFile != null) ? nceTD.GetUDAFileFullPath() : null;
}
nceTD.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;
nceTD.UseGlobalXYZRotationOrder = true;
nceTD.ConvertImportedFilesToZOF = true;
nceTD.ConsiderObjects = "List of Objects to Consider that a Ray might hit.";
nceTD.IgnoreObjects = "Should either 'Consider' or 'Ignore' Objects";
nceTD.RaysIgnoreObject = RaysIgnoreObjectType.OnLaunch;
nceTD.UseConsiderIgnoreWhenSplitting = true;
nceTD.FastRayTrace = true;
nceTD.UseFastApproximateRayTrace = true;
nceTD.ObjectIsADetector = false;
nceTD.DetectorShowAs = DetectorShowAsType.InverseFalseColorIrradiance;
nceTD.UsePixelInterpolation = true;
nceTD.NormalizeCoherentPower = true;
nceTD.RecordSpectralData = true;
nceTD.NumberOfSpectralData = 42;
nceTD.SpectralDataMinWave = .44;
nceTD.SpectralDataMaxWave = .77;
```

10.6.8.3. INCEDrawData DrawData

```
INCEDrawData nceDD = Object_n.DrawData;
nceDD.DoNotDrawObject = false;
nceDD.DrawLocalAxis = true;
if (nceDD.SupportsDrawingResolution) //  READ ONLY
{
    nceDD.DrawingResolution = DrawingResolutionType.Presentation;
}
nceDD.NumSegments1 = 22;
nceDD.NumSegments2 = 42;
string segment1 = nceDD.Segments1Type;  //  READ ONLY
string segment2 = nceDD.Segments2Type;  //  READ ONLY
if (nceDD.MakeAllObjectsDrawLikeThisOne())
{
}
nceDD.ExportAsTriangles = true;
nceDD.IncreaseResolutionOnShadedModelLayouts = false;
nceDD.Opacity = ZOSAPI.Common.ZemaxOpacity.P50;
nceDD.ObjectColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color15;
```

10.6.8.4. INCESourcesData SourcesData

```
INCESourcesData nceSD = Object_n.SourcesData;//  READ ONLY

if ( ! nceSD.IsSourcesAvailable)    //  READ ONLY
{
    continue;
}
nceSD.RandomPolarization = true;
nceSD.InitialPhaseDeg = 22.0;
nceSD.CoherenceLength = 42.0;
```

```
nceSD.Jx = 1.0;
nceSD.Jy = 2.0;
nceSD.XPhase = 3.0;
nceSD.YPhase = 4.0;
nceSD.ReverseRays = true;
nceSD.PrePropagation = 10;
nceSD.BulkScatter = SourceBulkScatterMode.Many;
nceSD.SamplingMethod = SourceSamplingMethod.Sobol;
nceSD.ArrayType = ArrayMode.Hexapolar;
nceSD.ArrayNumberX = 10;
nceSD.ArrayNumberY = 11;
nceSD.ArraySpacingX = 12.0;
nceSD.ArraySpacingY = 13.0;
nceSD.ArrayNumber = 22;
nceSD.ArrayRadius = 42.0;
nceSD.ArrayRings = 12;
nceSD.ArraySpacing = 22.0;
nceSD.SourceColor = SourceColorMode.CIE1931Tristimulus;
ISourceColorSettings tscs = nceSD.SourceColorSettings;      //  READ ONLY
```

10.6.8.5. INCECoatScatterData CoatScatterData

```
INCECoatScatterData nceCSD = Object_n.CoatScatterData;// READ ONLY
if (nceCSD.IsCoatScatterAvailable)  //  READ ONLY
{
    int nFaces = nceCSD.NumberOfFaces;  //  READ ONLY
    INCECoatScatterFaceData csfd = nceCSD.GetFaceData(faceNumber: 2);
    if (csfd != null)
    {
    }
}
```

10.6.8.6. INCEScatterToData ScatterToData

```
INCEScatterToData std = Object_n.ScatterToData; //  READ ONLY
if (std != null)
{
    if (std.IsScatterToAvailable)               //  READ ONLY
    {
        std.ScatterToMethod = ScatterToType.ImportanceSampling;
        std.ScatterToList = "Scatter To List";
        int nRayData = std.NumberOfRayData;     //  READ ONLY
        IImportanceSamplingSettings iss = std.GetRayData(rayIndex: 2);
        if (!std.SetRayData(rayIndex: 2, data: iss))
        {
            Debug.Fail("Unable to SetRayData");
        }
    }
}
```

10.6.8.7. INCEVolumePhysicsData VolumePhysicsData

```
INCEVolumePhysicsData vpd = Object_n.VolumePhysicsData; // READ ONLY
if (vpd != null)
{
    if (vpd.IsVolumePhysicsAvailable)    //  READ ONLY
    {
        vpd.Model = VolumePhysicsModelType.PhotoluminescenceModel;
```

```
        vpd.WavelengthShift = "Wavelength Shift String";
        IVolumePhysicsModelSettings ivpms = vpd.ModelSettings;  //  READ ONLY
    }
}
```

10.6.8.8. INCEIndexData IndexData

```
INCEIndexData id = Object_n.IndexData;  //  READ ONLY
if (id != null)
{
    if (id.IsIndexAvailable) //  READ ONLY
    {
        NCEIndexType it = id.IndexType;
        it = NCEIndexType.Birefringent;
        IIndexModelSettings ims = id.ModelSettings;

        if (ims != null)
        {
        }
    }
}
```

10.6.8.9. INCEDiffractionData DiffractionData

```
INCEDiffractionData dd = Object_n.DiffractionData;
if (dd != null)
{
    if (dd.IsDiffractionAvailable)
    {
        dd.Split = DiffractionSplitType.SplitByTable;
        if (dd.IsDLLRequired)
        {
            string[] availableDLLs = dd.GetAvailableDLLs();
            if (availableDLLs.Length > 0)
            {
                dd.DLL = availableDLLs[0];
            }
        }
        dd.StartOrder = 1;
        dd.StopOrder = 10;
        int nParams = dd.NumberOfParameters;    //  READ ONLY
        for (int ddIDX = 0; ddIDX < nParams; ddIDX++)
        {
            string pName = dd.GetReflectParamaterName(ddIDX);
            double ddV = dd.GetReflectParameterValue(ddIDX);
            if (!dd.SetReflectParameterValue(paramIdx:ddIDX,value:ddV+22.0))
            {
                Debug.Fail(String.Format("Reflect{0}({1})", pName, ddIDX));
            }
            pName = dd.GetTransmitParamaterName(ddIDX);
            ddV = dd.GetTransmitParameterValue(ddIDX);
            if (!dd.SetTransmitParameterValue(paramIdx:ddIDX,value:ddV+22.0))
            {
                Debug.Fail(String.Format("Tramsmit{0}({1})", pName, ddIDX));
            }
        }
    }
}
```

10.6.8.10. INCECADData CADData

```
INCECADData cadD = Object_n.CADData;
if (cadD != null)
{
    if (cadD.IsCADAvailable)
    {
        if (cadD.HasChordTolerance)
        {
            cadD.ChordTolerance = 22.0;
        }
        if (cadD.HasSurfaceTolerance)
        {
            cadD.SurfaceTolerance = 23;
        }
        if (cadD.HasFaceParameters)
        {
            cadD.FaceAngle = 42.0;
            cadD.FaceMode = 22;
        }
        if (cadD.HasMergeSurfaces)
        {
            cadD.MergeSurfaces = true;
        }
        if (cadD.HasFaceData)
        {
            int nS = cadD.NumberOfSurfaces;
            int fN = cadD.GetSurfaceFace(nS - 1);
            if( ! cadD.SetSurfaceFace(surfaceIdx: nS - 1, face:fN))
            {
                Debug.Fail("Can't set Surface/Face");
            }
        }
        if (cadD.HasPartData)
        {
            int nC = cadD.NumberOfConfigurations;
            int cconfig = cadD.CurrentConfiguration;
            for (int cIDX = 1; cIDX <= nC; cIDX++)
            {
                cadD.CurrentConfiguration = cIDX;
                string cS = cadD.GetConfigurationName(cIDX);
            }
            for (int pIDX = 1; pIDX <= cadD.NumberOfParts; pIDX++)
            {
                string ptN = cadD.GetPartName(pIDX);
                if (cadD.GetPartExposed(pIDX))
                {
                }
                if (cadD.SetPartExposed(pIDX, true))
                {
                }
                if(cadD.SetAllPartsExposed(false))
                {
                }
            }
        }
    }
}
```

10.6.9. 评价函数编辑器(IMeritFunctionEditor)(The Merit Function Editor (IMeritFunctionEditor))

评价函数用数值表示了光学系统对于某一系列指定目标的趋近程度。 Ansys Zemax OpticStudio Ansys Zemax OpticStudio使用一系列操作数，分别表示系统的不同约束条件或目标。操作数表示各种目标，例如总光通量、均匀度等等。

评价函数编辑器(**MFE**)界面允许您添加/编辑/删除操作数及操作数的值。

与所有编辑器一样，评价函数编辑器的每一行包含了很多列。评价函数编辑器中的每一行都可看作是一个操作数。列定义了一些参数，修改这些参数可改变操作数的当前值。每个操作数都有自己特定的一组参数。

```
IMeritFunctionEditor MFE = ThePrimarySystem.MFE;
//  Merit Functions can interact with the File System.
//  You sould take care to specify a fully qualified path name.
//  The interface assumes you "know what you're doing".
string MFEFolder = MFE.MeritFunctionDirectory;
MFE.SaveMeritFunction(Path.Combine("C:\\Temp", "MF One.mf"));
//
//  LoadMeritFunction will clear the existing Merit Function
//  and Load a new one from the given file.
//  Notice we try to load unqualfied file name "MF One".
//  This file will be searched for in the 'Current Directory' which is most
//  likely the directory in which your version of ZOS is installed.
//
MFE.LoadMeritFunction("MF One");
//
//  InsertMeritFunction will insert all the Operands defined in the file
//  at the given Operand.
//  Again notice the non-fully qualified path name.
//
MFE.InsertMeritFunction(fileName: "MF One", operandNumber: 1);
//
//  Get the Merit Function Folder.
//  Get the array of Merit Function Files that exist in that Folder.
//
string[] MFEFiles = MFE.GetMeritFunctionFiles();
Console.WriteLine(String.Format("Merit Function Folder: {0}", MFEFolder));
foreach (string tS in MFEFiles)
{
    Debug.Assert(Path.GetDirectoryName(tS) == MFEFolder);
    String fN = Path.GetFileName(tS);
    Console.WriteLine(String.Format("\tMerit Function File Name: {0}", fN));
}
//  Add a new 'BLNK' Operand.This Operand is the 'last' Operand.
IMFERow LastOperand = MFE.AddOperand();
if (LastOperand != null)
{
}
//
//  Insert New inserts a new default (BLNK) Operand BEFORE the given operand.
//  This example will makes its insertion next to last.
//
LastOperand = MFE.InsertNewOperandAt(MFE.NumberOfOperands);
//
//  Remove At will remove the given Operand number.
//
if (!MFE.RemoveOperandAt(operandNumber: MFE.NumberOfOperands))
{
    Debug.Fail("Unable to remove the Last Operand");
```

```
}
//
//  RemoveOperandsAt: will remove 'numOperands' starting with the given one.
//  This example removes the Last 2 Operands.
//
int nRmed = MFE.RemoveOperandsAt(MFE.NumberOfOperands - 1, 2);
if (nRmed != 2)
{
    Debug.Fail("Unable to remove the last two operands.");
}
//
//  We've previously removed all the Operands.
//
Debug.Assert(MFE.NumberOfOperands == 0);
MFE.LoadMeritFunction(Path.Combine(MFEFolder, "script_demo_1.mf"));
for (int idx = 1; idx <= MFE.NumberOfOperands; idx++)
{
    //
    //  Visit all the Operands currently defined.
    //
    IMFERow mfeRow = MFE.GetOperandAt(operandNumber: idx);

}
```

10.6.9.1. IMFERow MeritOperandType <XXX链接到优化操作数类型>(IMFERow MeritOperandType <XXXLink to Merit Operand Type>)

MeritOperandType表示各种目标，比如总光通量、均匀度等等。

```
MeritOperandType type = mfeRow.Type;
string typename = mfeRow.TypeName;
MeritOperandType[] availMOT = mfeRow.AvailableOperandTypes();
```

10.6.9.2. 所有MeritOperandType可用的基础数据(undamental Data Available to all MeritOperandTypes)

```
if (mfeRow != null)
{
    if (mfeRow.IsActive)
    {
        Debug.Assert(mfeRow.OperandNumber == idx);
        mfeRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;
        MeritOperandType mT = mfeRow.Type;
        String tN = mfeRow.TypeName;//  READ ONLY
        double target = mfeRow.Target;
        double weight = mfeRow.Weight;
        double value = mfeRow.Value;//  READ ONLY
        double cont = mfeRow.Contribution;//  READ ONLY
    }
}
```

10.6.9.3. MeritOperandTypes的特殊数据(Data Specific to MeritOperandTypes)

每个**MeritOperandType**定义了每个**MeritColumn**的数据将表示的内容。例如，类型为**OPDX**的**MeritOperand**使用"**MeritColumn.Param2**"列表示**OPDX**操作数"**Wave**"的值。可通过以下代码修改**Wave**的数据值：

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

```
IEditorCell WaveCell = Object_n.GetOperandCell(MeritColumn.Param2);
int n = WaveCell.IntegerValue;
WaveCell.IntegerValue = n + 1;
```

10.6.10. 公差数据编辑器（IToleranceDataEditor）(The Tolerance Data Editor (IToleranceDataEditor))

公差数据编辑器(**TDE**)用于添加/编辑/删除公差分析算法所使用的公差操作数**(Tolerance Operands)**。

公差分析用于确定半径、间距及其它镜头数据值的加工和校准公差。有关完整描述，请参阅用户指南的公差分析(Tolerancing)一章。

```
IToleranceDataEditor TDE = ThePrimarySystem.TDE;
int nOperands = TDE.NumberOfOperands;
int firstColumn = (int)TDE.FirstColumn;
int lastColumn = (int)TDE.LastColumn;
//
//  AddOperand: Adds new default Operand as the Last Operand.
//  InsertNewOperand: Adds new default Operand at the Given Operand.
//  GetOperandAt: gets the nth Operand.
//
ITDERow aRow = TDE.AddOperand();
ITDERow iRow = TDE.InsertNewOperandAt(operandNumber: 1);
ITDERow gRow = TDE.GetOperandAt(operandNumber: 1);
//
//  RemoveOperandAt: Remove the nth Operand.
//  RemoveOperandsAt: Remove the given number of operands
//      starting with the operand at the given index.
//
if (!TDE.RemoveOperandAt(1))
{
    Debug.Fail("Unable to remove 1st Operand.");
}
if (TDE.RemoveOperandsAt(operandNumber: 1, numOperands: 1) != 1)
{
    Debug.Fail("Unable to remove 1 operand at position 1");
}
//
//  SaveToleranceFile: If a fully qualified path is specified,
//      The file is saved to it.If a partial path is given,
//      The System's Tolerance Folder will be prepended to the name.
//  LoadToleranceFile: If a fully qualified path is specified,
//      The file is loaded from it.If a partial path is given,
//      The System's Tolerance Folder will be prepended to the name.
//
TDE.SaveToleranceFile("C:\\Temp\\MyTol.TOL");
if (!TDE.LoadToleranceFile("C\\Temp\\MyTol.TOL"))
{
    Debug.Fail("Unable to load Tolerance File");
}
```

10.6.10.1. ITDERow ToleranceOperandType <XXX链接到公差操作数类型 (ITDERow ToleranceOperandType <XXXLink to Tolerance Operand Types>)

ToleranceOperandType连同其他许多操作数一起，针对表面半径、表面厚度及表面的阿贝数(Abbe Number)等引入了公差限制。

```
ITDERow tdeRow = TDE.GetOperandAt(operandNumber: 1);
ToleranceOperandType = tdeRow.Type;
string typeName = tdeRow.TypeName;
ToleranceOperandTypes[] availTOT = tdeRow.AvailableOperandTypes();
```

10.6.10.2. 所有**ToleranceOperandType**可用的基础数据**(Fundamental Data Available to All ToleranceOperandTypes)**

```
if (tdeRow!= null)
{
    if (tdeRow.IsActive)
    {
        Debug.Assert(tdeRow.OperandNumber == 1);
        tdeRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color12;
        string typeName = tdeRow.TypeName;
        ToleranceOperandType tOT = gRow.Type;
        tdeRow.DoNotAdjustDuringInverseTolerancing = true;
        if (tdeRow.IsMinUsed) { tdeRow.Min = 12.0; }
        if (tdeRow.IsMaxUsed) { tdeRow.Max = 22.0; }
        if (tdeRow.IsParam1Used) { tdeRow.Param1 = 41; }
        if (tdeRow.IsParam2Used) { tdeRow.Param2 = 42; }
        if (tdeRow.IsParam3Used) { tdeRow.Param3 = 43; }
        if (tdeRow.IsNominalUsed) {nominalValue = tdeRow.Nominal;}
    }
```

10.6.10.3. **ToleranceOperandType**的特殊数据**(Data Specific to ToleranceOperandType)**

每个**ToleranceOperandType**定义了每个**ToleranceColumn**的数据将表示的内容。例如，类型为**CNPA**的**ToleranceOperand**使用" '**ToleranceColumn.Param2**"列表示**CNPA**操作数定义为"'**ParameterNumber**"的值。可通过以下代码修改**ParameterNumber**的数据值：

```
IEditorCell PNumberCell = gRow.GetOperandCell(ToleranceColumn.Param2);
int n = PNumberCell.IntegerValue;
PNumberCell.IntegerValue = n + 1;
```

10.6.11. 多重结构编辑器**(The Multi-Configuration Editor)**

多重结构编辑器(**MCE**)允许您添加/编辑/删除结构和定义这些结构的操作数。

与所有编辑器一样，多重结构编辑器的每一行也包含许多列。

必须注意，**MCE**与其它编辑器的工作方式略有不同；在**MCE**中，每列用于定义一个结构，而每行用于指定操作数，其功能是改变不同结构之间的特定设计数据。

在行/列矩阵中的每个编辑器单元格都包含操作数的"值"。所有这些操作数的值在每个结构中都可能不同。

每一行（操作数）都包含了操作数的参数。无论哪个结构，对应的参数都是一样的，只是其数据值不同。

假设**MultiConfigOperandType'XFIE'**：它唯一的参数指定一个视场编号，比如1。它的值表示视场1新的X坐标。现在假设有2个多重结构：结构1和结构2。结构1将值设置为10.0，结构2将值设置为20.0。使用结构1时，视场1的X坐标是10.0，结构2将视场1的X坐标移动到20.0。参数（视场编号1）保持不变，而值（视场1新的X坐标）改变。

```
IMultiConfigEditor MCE = ThePrimarySystem.MCE;
int nC = MCE.NumberOfConfigurations;        //  READ ONLY
```

```
int nO = MCE.NumberOfOperands;              //  READ ONLY
int config_1 = MCE.FirstConfiguration;      //  READ ONLY
int config_n = MCE.LastConfiguration;       //  READ ONLY
int config_i = MCE.CurrentConfiguration;    //  READ ONLY
if (!MCE.DeleteAllConfigurations())
{
    //
    //  The equivalent to calling MCE.MakeSingleConfiguration()
    //  (There must always be at least 1 Configuration.
    //
    Debug.Fail("Unable to delete all Configurations");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 1);
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
if (!MCE.AddConfiguration(withPickups: false))
{
    Debug.Fail("Unable to add a configuration");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 2);
//
//  Adding a configuration does not change the CurrentConfiguration.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
if (!MCE.SetCurrentConfiguration(2))
{
    Debug.Fail("Unable to set Current Configuration to 2");
}
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);
if (!MCE.InsertConfiguration(2, false))
{
    Debug.Fail("Unable to Insert Configuration 2");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 3);
//
//  Adding 'Configuration' at 'position 2'
//  did not change the CurrentConfiguration
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);
if(!MCE.AddConfiguration(false))
{
    Debug.Fail("Unable to append a new Configuration.");
}
Debug.Assert(MCE.NumberOfConfigurations == 4);
//
//  Adding a new 'Last' 'Configuration'
//  did not change the CurrentConfiguration
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 2);
if (!MCE.DeleteConfiguration(2))
{
    Debug.Fail("Unable to delete configuration 2");
}
//
//  Deleting the Current Configuration makes the
//  CurrentConfiguration the 'Previous' one.
//
int cc = MCE.CurrentConfiguration;
Debug.Assert(cc == 1);
if (!MCE.SetCurrentConfiguration(1))
{
    Debug.Fail("Unable to set to Configuration 1");
}
```

```
if (!MCE.PrevConfiguration())
{
    Debug.Fail("Unable to go to Previous Configuration");
}
//
//  Notice that if we're on the First Configuration,
//  The 'Previous' configuration is the last one.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == MCE.NumberOfConfigurations);
if (!MCE.SetCurrentConfiguration(MCE.NumberOfConfigurations))
{
    Debug.Fail("Unable to set to the Last Configuration");
}
if (!MCE.NextConfiguration())
{
    Debug.Fail("Unable to go to the Next Configuration.");
}
//
//  Notice that if we're on the Last Configuration,
//  The 'Next' configuration is the first one.
//
Debug.Assert(MCE.CurrentConfiguration == 1);
//
//  Operands
//  The 'Operand' functions Add and Delete Operands
//  from ALL configurations.
//
//  This is the new Last Operand.
//
IMCERow aRow = MCE.AddOperand();
Debug.Assert(aRow.OperandNumber == MCE.NumberOfOperands);
//
//  This is the new First Operand.
//
IMCERow iRow = MCE.InsertNewOperandAt(1);
IMCERow gRow = MCE.GetOperandAt(1);
Debug.Assert(iRow.OperandNumber == gRow.OperandNumber);
Debug.Assert(iRow.IsActive);
if(! MCE.RemoveOperandAt(1))
{
    Debug.Fail("Unable to remove First Operand.");
}
Debug.Assert(iRow.IsActive);
if(MCE.RemoveOperandsAt(1,1) != 1)
{
    Debug.Fail("Unable to Remove the First Operand");
}
```

10.6.11.1. IMCERow MultiConfigOperandType <XXX链接到多重结构操作数类型>(IMCERow MultiConfigOperandType <XXXLink to Multiconfig Operand types>)

MultiConfigOperandType表示不同结构可用的不同参数，例如无焦像方空间、切趾因子、孔径值等。

```
IMCERow mceRow = MCE.GetOperandAt(1);
MultiConfigOperandType mceOT = mceRow.Type;//  READ ONLY
string typeName = mceRow.TypeName;
MultiConfigOperandType[] availableOT = mceRow.AvailableConfigOperandTypes();
```

10.6.11.2. 可用于所有MultiConfigOperandType的基础数据(Fundamental Data Available to all MultiConfigOperandTypes)

```
if (mceRow!= null)
{
    if (mceRow.IsActive)
    {
        mceRow.RowColor = ZOSAPI.Common.ZemaxColor.Color15;
        if (mceRow.Param1Enabled) { mceRow.Param1 = 1; }
        if (mceRow.Param2Enabled) { mceRow.Param2 = 2; }
        if (mceRow.Param3Enabled) { mceRow.Param3 = 3; }
    }
}
```

10.6.11.3. MultiConfigOperandType的特殊数据(Data Specific to MultiConfigOperandType)

再次注意，无论哪个结构，对应的参数都是一样的，只是其数据值不同。

每 **MultiConfigOperandType**定义了**IMCERow**的数据将表示的内容。**IMCERow's**的"data"表示操作数的参数。例如，类型为**XFIE**的**MultiConfigOperandType** 使用"**Param1**"列表示**XFIE**操作数"**Field #**"的值。可使用以下代码修改**XFIE**的'**Field #**'的数据值：

```
Debug.Assert(mceRow != null);
Debug.Assert(mceRow.Type = MultiConfigOperandType.XFIE);
Debug.Assert(mceRow.Param1Enabled);
int fieldN = mceRow.Param1;
mceRow.Param1 = 1;
```

10.6.11.4. 访问每个结构中的每个操作数单元格（值）(Visit Each Operand Cell (Value) in Each Configuration)

同样，这些值在每个结构中都有可能不同。

```
config_1 = MCE.FirstConfiguration;
int nConfigs = MCE.NumberOfConfigurations;

for (int oIDX = 1; oIDX <= MCE.NumberOfOperands; oIDX++)
{
    IMCERow oRow = MCE.GetOperandAt(oIDX);
    if (!oRow.IsActive)
    {
        continue;
    }

    for (int cIDX = config_1; cIDX <= nConfigs; cIDX++)
    {
        IEditorCell aCell = oRow.GetOperandCell(cIDX);
        if (aCell == null)
        {
            continue;
        }
        if (!aCell.IsActive)
        {
            continue;
```

```
            }
            //
            //  Operate on the data value in aCell here...
            //
    //  In our XFIE example above, this value would represent
    //  different X-Positions of Field 1.
    //
      }
}
```

10.6.12. IeditorCell（关于zos-api）(IeditorCell (about the zos-api))

在编辑器的"矩阵"中，给定的行/列交叉处存在一个**IEditorCell(Cell)**。**IEditorCell**包含与单元格相关的实际值，也可对该单元格进行任何求解。

10.6.12.1. 获取IEditorCelL...(Get an IEditorCelL in the...)

获取单元格最直接的方法是通过指定的行。如果已有一行，则可以通过感兴趣的某列访问所需要的单元格。

10.6.12.1.1. ...镜头数据编辑器(LDE)(...Lens Data Editor (LDE))

```
ILDERow Surface_n = LDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: 1);
IEditorCell aCell = Surface_n.GetSurfaceCell(SurfaceColumn.Radius);
```

10.6.12.1.2. ...非序列模式元件编辑器(NCE)(...Nonsequential Component Editor (NCE))

```
INCERow Object_n = NCE.GetObjectAt(objectNumber: 1);
IEditorCell aCell = Object_n.GetObjectCell(ObjectColumn.Material);
```

10.6.12.1.3. ...评价函数编辑器（MFE）(...Merit Function Editor (MFE))

```
IMFERow Operand_n = MFE.GetOperandAt(operandNumber:1);
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(MeritColumn.Weight);
```

10.6.12.1.4. ...公差数据编辑器（TDE）(...Tolerance Data Editor(TDE))

```
ITDERow Operand_n = TDE.GetOperandAt(operandNumber: 1);
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(ToleranceColumn.Max);
```

10.6.12.1.5. ...多重结构编辑器(...Multi-Configuation Editor(MCE))

```
IMCERow Operand_n = MCE.GetOperandAt(operandNumber: 1)
IEditorCell aCell = Operand_n.GetOperandCell(configuration: 1);
```

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

10.6.12.2. 可用于所有IEditorCell的基础值数据(Fundamental Value Data Available to All IEditorCells)

使用上文中的"**aCell**"：

这是**IEditorCell**的实际值。

```
bool cisActive = aCell.IsActive;
bool cisReadOnly = aCell.IsReadOnly;
//
//  The String displayed as the 'column header' for this cell.
//
String header = aCell.Header;                        //  READ ONLY
CellDataType cDT = aCell.DataType;                   //  READ ONLY
//
//  Currently defined Cell Data Types: Integer, Double, String
//
//  To correctly interact with the Cell Data, you must make sure you
//  are recovering the correct data based on the Cell Data Type.
//
//  Internally, the Value is always stored as a String.
//You can always parse the string any way you like.
//  However, if you use:
//IntegerValue: the string will be parsed as an integer, and
//if successful, that integer will be returned,
//otherwise an ArgumentException will be thrown.
//DoubleValue: the string will be parsed as a double, and
//if successful, that double will be returned,
//otherwise an ArgumentException will be thrown.
//
int iValue = 0;
double dValue = 1.0;
string sValue = "";
switch(cDT)
{
case CellDataType.Integer:
iValue = aCell.IntegerValue;
aCell.IntegerValue = 10;
break;
case CellDataType.Double:
dValue = aCell.DoubleValue;
aCell.DoubleValue = 10.0;
break;
case CellDataType.String:
sValue = aCell.Value;
aCell.Value = "Arbitrary String";
break;
default:
//  There is no valid data type, which should 'never happen'.
}
```

10.6.12.3. 可用于所有IEditorCell的基础"求解"数据(Fundamental 'Solve' Data Available to All IEditorCells)

用户不能直接通过**IEditorCell**来访问单个**SolveData**值。但是，可以从单元格**(Cell)**中获取求解数 据**(GetSolveData)**，并且可以根据用户需要进行各种操作，然后执行"**SetSolveData**"将数据返回到单元格中。在

创建一个新的求解**(Solve)**时，用户可以使用"**CreateSolveType**"，来添加需要的数据，然后对单元格使用"**SetSolveType**"。

```
//
//  Get the Current Solve Type.
//
SolveType cSolveType = aCell.Solve;                  //  READ ONLY
//
//  If this Cell supports the 'Marginal Ray Height' Solve...
//
if(aCell.IsSolveTypeSupported(SolveType.MarginalRayHeight))
{
ISolveData iSD = aCell.CreateSolveType(SolveType.MarginalRayHeight);
if(iSD != null)
{
    ISolveMarginalRayHeight solveMRH = iSD as ISolveMarginalRayHeight;
    if(solveMRH != null)
    {
    solveMRH.Height = 1.0;
    solveMRH.PupilZone = 2.0;
SolveStatus iSS = aCell.SetSolveData(solveMRH);
If(iSS != SolveStatus.Success)
{
//  Handle errors here.
}
}
}
}
//  If we now Get the SolveData, it should match what we've just entered.
ISolveData gISD = aCell.GetSolveData();
Debug.Assert(gISD != null);
ISolveMarginalRayHeight t_solveMRH = gISD as ISolveMarginalRayHeight;
Debug.Assert(t_solveMRH != null);
Debug.Assert(t_solveMRH.Height == 1.0);
Debug.Assert(t_solveMRH.PupilZone == 2.0);
```

10.6.13. IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools

每个光学系统都提供了对"系统工具(System Tools)"的访问权限。在一个指定光学系统中，用户一次只能运行一个工具。若要运行"工具(Tool)"，请"打开"工具，您将看到如下所示内容：

所有工具中都有一些通用的功能。

```
ZOSAPI.Tools.IOpticalSystemTools Tools = ThePrimarySystem.Tools;
//
//  CurrentTool is non-null if 'Tools' has an 'Open' Tool in it.
//  IsRunning: Is the CurrentTool currently running.
//  Progress: If the Tool is running, what's its progress (from 0 - 100).
//  Status: If the Tool keeps you apprised of its status, here's the string.
//
ISystemTool TheCurrentTool = Tools.CurrentTool; //  READ ONLY
bool isRunning = Tools.IsRunning;               //  READ ONLY
int progess = Tools.Progress;                   //  READ ONLY
string status = Tools.Status;                   //  READ ONLY
//
//  Remove all variables (see ZOS Help FIle) from the System.
//
if (Tools.RemoveAllVariables())
{
}
//
```

```
//  Make all the Radii in the System variable.
//
if (Tools.SetAllRadiiVariable())
{
}
//
//  Make all the Thicknesses variable
//
if (Tools.SetAllThicknessesVariable())
{
}
```

10.6.13.1. ISystemTool Tools.CurrentTool

所有的系统工具中都有很多共同之处。

```
ISystemTool systemTool = Tools.CurrentTool;
//
//  If this tool is running, can it be canceled?
//
if(systemTool.CanCancel)            //  READ ONLY
{
}
//
//  Does this tool run ashychronously?
//
if(systemTool.IsAsynchronous)       //  READ ONLY
{
}
//
//  Does this tool have a Finite Duration?
//  (ie, if started, does it stop on its own?)
//
if(systemTool.IsFiniteDuration)     //  READ ONLY
{
}
//
//  Is the tool currently running?
//
if(systemTool.IsRunning)            //  READ ONLY
{
}
//
//  Is the tool 'valid' and not in some indeterminate state?
//
if(systemTool.IsValid)              //  READ ONLY
{
}
//
//  When the tool last ran, did it succeed?
//
if(systemTool.Succeeded)            //  READ ONLY
{
}
//
//  Progress: if the tool is running, what's it's progress? (0-100)
//  Status: if the tool provides an ongoing Status String, this is it.
//  ErrorMessage: if the tool gave an error message, this is the string.
//
int progress = systemTool.Progress;     //  READ ONLY
string stat = systemTool.Status;        //  READ ONLY
```

```
string eMsg = systemTool.ErrorMessage;  //  READ ONLY
if(systemTool.CanCancel && systemTool.Cancel())
{
    //
    //  The tool has been successfully Canceled.
    //
}
if(systemTool.Close())
{
    //
    //  Stop the tool and release any system resources
    //
}
if(systemTool.Run())
{
    //
    //  The tool has been successfully started.
    //
}
if(systemTool.RunAndWaitForCompletion())
{
    //
    //  The tool was run and it has completed.
    //
}
if(systemTool.WaitForCompletion())
{
    //
    //  This Asynchrunous Tool was started.Wait for it to complete.
    //
}
```

10.6.13.2. IGlobalOptimization OpenGlobalOptimization

```
IGlobalOptimization goT = Tools.OpenGlobalOptimization();
if (goT != null)
{
    goT.NumberOfCores = 8;      //  READ/WRITE
    //
    //  The available Algorithms
    //
    switch (goT.Algorithm)      //  READ/WRITE
    {
        case OptimizationAlgorithm.DampedLeastSquares:
        case OptimizationAlgorithm.OrthogonalDescent:
            break;
    }
    //
    //  The available NumberToSave values
    //
    switch (goT.NumberToSave)   //  READ/WRITE
    {
        case OptimizationSaveCount.Save_10:
        case OptimizationSaveCount.Save_20:
        case OptimizationSaveCount.Save_30:
        case OptimizationSaveCount.Save_40:
        case OptimizationSaveCount.Save_50:
        case OptimizationSaveCount.Save_60:
        case OptimizationSaveCount.Save_70:
        case OptimizationSaveCount.Save_80:
        case OptimizationSaveCount.Save_90:
```

```
        case OptimizationSaveCount.Save_100:
            break;
    }
    double mf = goT.CurrentMeritFunction01; // 01 - 10 are available
    mf = goT.CurrentMeritFunction(n: 1);    // n == 1,10
    int nTargets = goT.Targets;             //  READ ONLY
    int nVars = goT.Variables;              //  READ ONLY
    int nCycles = goT.Cycles;               //  READ ONLY
    long nSystems = goT.Systems;            //  READ ONLY
    double iMF = goT.InitialMeritFunction;  //  READ ONLY
    goT.Run();
    for (int i = 1; i <= 10; i++)
    {
        Thread.Sleep(1000);
        Console.WriteLine(String.Format("Iteration {0}: Cycles {1}",
             i,
             goT.Cycles)
             );
        Console.Write("\t");
        for (int j = 1; j <= 10; j++)
        {
            iMF = goT.CurrentMeritFunction(j);
            Console.Write(String.Format("{0}: {1}\t", j, iMF));
            if ((j == 5)) { Console.Write("\n\t"); }
        }
        Console.WriteLine();
    }
    goT.Cancel();
    goT.Close();
}
```

10.6.13.3. IHammerOptimization OpenHammerOptimization

```
IHammerOptimization iHam = Tools.OpenHammerOptimization();
if (iHam != null)
{
    iHam.NumberOfCores = 8;             //  READ/WRITE
    switch (iHam.Algorithm)             //  READ/WRITE
    {
        case OptimizationAlgorithm.DampedLeastSquares:
        case OptimizationAlgorithm.OrthogonalDescent:
            break;
    }
    iHam.AutomaticOptimization = true;  //  READ/WRITE
    int nTargets = iHam.Targets;        //  READ ONLY
    int nVars = iHam.Variables;         //  READ ONLY
    long nSystem = iHam.Systems;        //  READ ONLY
    double iM = iHam.InitialMeritFunction;
    Console.WriteLine(String.Format("Initial Merit Function {0}", iM));
    for (int i = 1; i <= 10; i++)
    {
        Thread.Sleep(1000);
        Console.WriteLine(String.Format("Iteration {0}", i));
        iM = iHam.CurrentMeritFunction;
        Console.WriteLine(String.Format("\t{0}", iM));
    }
    iHam.Cancel();
    iHam.Close();
}
```

10.6.13.4. ICreateArchive OpenCreateZAR

为当前打开的镜头数据系统创建一个ZOS存档文件。

```
ICreateArchive cZAR = Tools.OpenCreateZAR();
if (cZAR != null)
{
    cZAR.UseDataCompression = true;
    //
    //  if the Optical System has an archive associated with it, this is it.
    //  if not, then a default name is constructed.
    //
    string zarFilename = cZAR.GetArchiveFileName();
    if (cZAR.SetArchiveFileName(fullFileName: "C:\\Temp\\testZARCreation"))
    {
        //
        //  the Archive File Name was successfully set.
        //
    }
    if (!cZAR.Run())
    {
        //
        //  we were unable to Run the tool.
        //
    }
    cZAR.Close();
}
```

10.6.13.5. IRestoreArchive OpenRestoreArchive

恢复ZOS存档。

```
IRestoreArchive rZAR = Tools.OpenRestoreZAR();
if (rZAR != null)
{
    switch(rZAR.SetFileName("C:\\Temp\\testingZARCreation.zar"))
    {
        //
        //  Handle as appropriate...
        //
        case ArchiveFileStatus.InvalidFile:
        case ArchiveFileStatus.InvalidVersion:
        case ArchiveFileStatus.Okay:
        case ArchiveFileStatus.UnableToOpen:
            break;
    }
    string aFile = rZAR.ArchiveFile;            //  READ ONLY
    int nFiles = rZAR.NumberOfFilesInArchive;   //  READ ONLY
    string oFolder = rZAR.GetOutputFolder();
    string newOFolder = Path.Combine(oFolder, "ZAR-Test");
    //
    //  Get the 2nd file from the archive.
    //
    string nFilename = rZAR.GetFileNameInArchive(fileNumber: 2);
    rZAR.SetFilesAllOverwrite();
    rZAR.SetFilesNoOverwrite();
    rZAR.SetFileOverwrite(fileNumber: 2, allowOverwrite: true);
    if (!rZAR.Run())
    {
```

```
        Debug.Fail("we were unable to run the Restore Archive Tool");
    }
    rZAR.Close();
}
```

10.6.13.6. IExportCAD OpenExportCAD

以下示例代码假定有一个打开的ZMX序列模式文件。

该代码示例将通过系统中的所有表面运行，对于每个其后面是非镜面材料的表面，会输出一个包含该表面和下一个表面的'STEP'CAD文件。基本上都会为系统中的每个透镜提供一个STEP CAD文件。

```
IExportCAD ceTool = Tools.OpenExportCAD();
//
//  some examples of the available fields.
//
ceTool.NumberOfRays = 1000;
ceTool.FileType =CADFileType.STEP;
ceTool.SetConfigurationAllByLayer();
ceTool.SplineSegments = SplineSegmentsType.N_064;

for (int idxLHS = 0; idxLHS < LDE.NumberOfRows; idxLHS++)
{
    //
    //  for all the Surfaces in the System...
    //
    ILDERow rowLHS = LDE.GetSurfaceAt(surfaceNumber: idxLHS);
    if (String.IsNullOrWhiteSpace(rowLHS.Material))
    {
        //
        //  There is no Material for this surface,
        //  therefore this is not the Left Hand Side of a Lens
        //
        continue;
    }
    if (rowLHS.Material.ToLower() == "mirror")
    {
        //
        //  The Material is a mirror.
        //
        continue;
    }
    ceTool.FirstSurface = idxLHS;
    ceTool.LastSurface = idxLHS + 1;
    string suffix = "CAD-Surf-"
                    + idxLHS.ToString()
                    + "-and-"
                    + (idxLHS + 1).ToString()
                    ;
    string ext = ".stp";
    string oFile = Path.Combine("c:\\temp", (suffix + ext));
    ceTool.OutputFileName = oFile;
    ceTool.FileType = CADFileType.STEP;
    ceTool.Run();
    Console.WriteLine("Exporting to cad file...");
    DateTime ts = DateTime.Now;
    //
    //  instead of the while loop you could use
    //  ceTool.WaitForCompletion();
    //
    while (ceTool.IsRunning)
```

```
    {
        //
        //  this whole block can be empty, it's just here in case it takes a
  //  really long time to write the CAD file.
  //  (in this case, it will bail out of this inner loop in 20 seconds)
        //
        System.Threading.Thread.Sleep(1000);
        double eT = (DateTime.Now - ts).TotalSeconds;
        Console.WriteLine("Elapsed.." + eT.ToString());
        if (eT > 20)
        {
            if (ceTool.CanCancel)
            {
                if (ceTool.Cancel())
                {
                    Console.WriteLine("ceTool.Cancel() is true");
                }
                else
                {
                    Console.WriteLine("ceTool.Cancel() is false");
                }
            }
            else
            {
                Console.WriteLine("ceTool.CanCancel is false");
            }
            break;
        }
    }
}
ceTool.Close();
```

10.6.14. 自定义操作数(User Operand)

在使用基于ZOSAPI的自定义操作数时，"Prog#"0将执行计算，而任何其它值表示将从结果向量中获取指定的值。

```
double Hx = TheApplication.OperandArgument1;    //  Hx
double Hy = TheApplication.OperandArgument2;    //  Hy
double Px = TheApplication.OperandArgument3;    //  Px
double Py = TheApplication.OperandArgument4;    //  Py
int dataLength = TheApplication.OperandResults.Length;
double[] results = new double[dataLength];
for (int i = 0; i < results.Length; ++i)
{
    double x = i;
    double x2 = x * x;
    double x3 = x * x * x;

    results[i] = Hx * x3 + Hy * x2 + Px * x + Py;
}
//
//  Now assign the locally calculated resule back to the Application.
//
TheApplication.OperandResults.Data = results;
```

注意，接口允许使用任意较大的向量；但只有前100个值可以存储并且由OpticStudio访问。

10.6.15. 自定义分析(User Analysis)

自定义分析有两种不同的操作模式：

☒UserAnalysis - 执行分析并填充结果。
☒UserAnalysisSettings - 显示允许配置分析参数的用户界面。

注意：如果用户不希望使分析变得可配置（即，分析不需要用户的任何输入来执行其任务），则分析在设置模式下不需要与ZOS交互。

按照下面的代码示例，这4个字符串定义在"Program"类别中：

```
//
//  Define the strings used to interact with the Settings.
//
private const string SC1 = "C1";
private const string SC2 = "C2";
private const string SC3 = "C3";
private const string SPos = "Pos";
```

10.6.15.1. 初始化局部变量以访问自定义分析数据和设置(Initializing Local Variables to Access User Analysis Data and Settings)

IUserAnalysisData TheAnalysis = TheApplication.UserAnalysisData;

ISettingsData TheSettings = TheAnalysis.UserSettings;

10.6.15.2. 设置 – 在运行时与用户交互(Settings – Interacting with the User at Runtime)

设置(Settings)存储在一个由键值对(key-value pairs)组成的简单词典中。 在首次启动分析时，词典为空。但是，如果用户设置了"使用**Session**数据**(Use Session Data)"**，则每次更新时，在设置词典中添加了任何输入都会保存在Session文件中。

设置中可以存储以下类型：

☒整数
☒浮点数（32位）
☒双精度（64位）
☒布尔值
☒字符串
☒字节

除了字符串以外的所有类型都支持使用适当的函数名（即GetDoubleArray vs GetDoubleValue）存储/检索一个数组。如果设置变量已经存在，并且其值设置成功，那么这些"Get"函数将返回"***true"***，否则返回"***false***"。切记，第一次调用自定义分析时，保存数据的词典为空；第一个"Get"将为后续的访问设置变量。

10.6.15.2.1. 初始化设置变量(Initialize the Settings Variables)

```
int showType;
double c1, c2, c3;
if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC1, out c1))
```

```
{
    c1 = 1.0;
}
if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC2, out c2))
{
    c2 = 2.0;
}
if (!TheSettings.GetDoubleValue(SC3, out c3))
{
    c3 = 3.0;
}
if (!TheSettings.GetIntegerValue(SPos, out showType))
{
    showType = 0;
}
```

10.6.15.3. If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)

在"设置"模式下，当**ZOS**调用自定义分析时，就会出现这种情况：

对于下面的示例，假设有一个窗体(Windows Form)(**frmSettings**)和一个函数(**ShowSettings**)，该函数可显示该窗体并在窗体关闭时返回**frmSettings**。

```
if (TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings)
{
    // show the settings UI
    frmSettings f = ShowSettings(c1, c2, c3);
    c1 = f.A;
    c2 = f.B;
    c3 = f.C;
    //
    //  Save the new Settings for subsequent invocations
    //
    TheSettings.SetDoubleValue(SC1, c1);
    TheSettings.SetDoubleValue(SC2, c2);
    TheSettings.SetDoubleValue(SC3, c3);
    TheSettings.SetIntegerValue(SPos, showType);
    //
    //  Have the Analysis run when the Settings are closed.
    //
    TheAnalysis.RunAnalysisOnSettingsClosed = true;
}
```

10.6.15.4. If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysis)

目前有四种类型的数据可以计算和显示：

- 一维折线图(1-D Line Plot)
- 二维网格图(2D Grid Plot)
- 二维RGB网格图(2D RGB Grid Plot)
- 文本数据(Text Data)

请注意，每个自定义分析只允许使用一种数据格式。

10.6.15.4.1. 一维折线图(1D Line Plot)

一维折线图包含一组X数据和1~N组Y数据。请注意，每个Y数据集都与单个X数据集相关联，并且必须是相同的长度。以下示例代码用于生成简单折线图：

```
double x_Min = 0.0;
double x_Max = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double[] X = new double[numpoints];
double[] ySin = new double[numpoints];
double[] yCos = new double[numpoints];
double Dx = (x_Max - x_Min) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
    double th = c1 * i * dx + c2;
    X[i] = th;
    ySin[i] = Math.Sin(th);
    yCos[i] = Math.Cos(th);
}
IUser2DLineData plotData = TheAnalysis.Make2DLinePlotSafe("Simple Plot", X);
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "F(Theta)";
plotData.AddSeriesSafe("sin(Theta)", ZemaxColor.Color1, ySin);
plotData.AddSeriesSafe("cos(Theta)", ZemaxColor.Color2, yCos);
```

10.6.15.4.2. 二维网格图(2D Grid Plot)

二维网格只简单包含了X轴的起始值和结束值，Y轴的起始值和结束值，以及Z值的2D数组（按行优先的顺序排列）。假设数据间距为常规间距。

```
double aMin = 0.0;
double aMax = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double[,] zVals = new double[numpoints, numpoints];
double da = (aMax - aMin) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
    for (int j = 0; j < numpoints; ++j)
    {
        double th = aMin * da;
        zVals[j, i] = Math.Sin(a * th) * Math.Cos(b * th);
    }
}
IUserGridData plotData = TheAnalysis.MakeGridPlot("Simple Plot");
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "Theta";
plotData.ValueLabel = "sin(a*Theta) * cos(b*Theta)";
plotData.SetXDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetYDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetDataSafe(zVals);
```

10.6.15.4.3. 二维RGB网格图(2D RGB Grid Plot)

2D RGB网格图与常规网格图几乎相同，但每个点包含R、G、B值（每个点都应介于0到1之间，包括0和1）。

```
double aMin = 0.0;
double aMax = 2.0 * Math.PI;
```

```
int numpoints = 1000;
double[, ,] rgbData = new double[numpoints, numpoints, 3];
double da = (aMax - aMin) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
    for (int j = 0; j < numpoints; ++j)
    {
        double th = aMin * da;
        double r = Math.Abs(Math.Sin(th));
        double g = Math.Abs(Math.Cos(th));
        rgbData[j, i, 0] = r;
        rgbData[j, i, 1] = g;
        rgbData[j, i, 2] = i / numpoints;
    }
}
IUserGridRGBData plotData = TheAnalysis.MakeGridRGBPlot("Simple Plot");
plotData.XLabel = "Theta";
plotData.YLabel = "Theta";
plotData.SetXDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetYDataDimensions(aMin, aMax);
plotData.SetDataSafe(rgbData);
```

10.6.15.4.4. 文本数据(Text Data)

唯一的输入是要显示的文本数据模块：

```
StringBuilder sb = new StringBuilder();
sb.AppendLine("Theta\tsin(Theta");
double x_Min = 0.0;
double x_Max = 2.0 * Math.PI;
int numpoints = 1000;
double Dx = (x_Max - x_Min) / (numpoints - 1);
for (int i = 0; i < numpoints; ++i)
{
    double th = c1 * i * dx + c2;
    sb.AppendLine(String.Format
                (
                "{0:f4}\t{1:f4}", th, Math.Sin(th)
                )
            );
}

IUserTextData plotData = TheAnalysis.MakeText();
plotData.Data = sb.ToString();
```

10.6.16. 插件/扩展程序(Plug-In/Extension)

扩展程序**(ZOS-API Extension)**在概念上非常类似ZPL宏(ZPL Macro)-扩展程序控制当前开启的OpticStudio实例，在其运行时阻止用户与UI进行交互，并且可以改变当前镜头系统的几乎所有内容。 初始设置以及与OpticStudio的连接与自定义操作数**(User Operand)**和自定义分析**(User Analysis)**模式相同。

对于扩展程序，**PrimarySystem**（基于**TheApplication**）始终是OpticStudio中显示的镜头系统。 但是请注意，扩展程序操作者可以控制是否在用户界面中实时显示对**PrimarySystem**的更改：

// Make all changes (i.e. loading a new lens file) immediately

// display in the User interface

TheApplication.ShowChangesInUI = true;

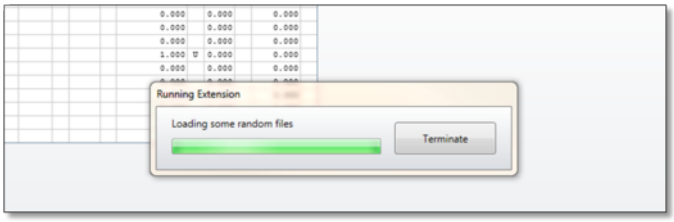
```
// Do some work
// Do not show any changes in the User interface
TheApplication.ShowChangesInUI = false;
// Do some more work
```

在执行许多快速更改的任务时，这项设置可能非常重要，比如在评价函数编辑器中插入大量的行。 请注意，无论这项设置如何，在扩展程序完成时，UI将始终显示最终的系统。

通过API扩展程序，还有三个附加属性可以使用：

☒TheApplication.TerminateRequested： 当用户单击"取消"按钮时，将会是true。
☒TheApplication.ProgressMessage： 设置"扩展程序"对话框中显示的当前消息。
☒TheApplication.ProgressPercent： 设置"扩展程序"对话框中的当前进度（0-100）。

这两个属性都与OpticStudio中的"扩展程序"对话框直接相关：



如果您希望在不影响**PrimarySystem**的情况下处理系统，您可以创建一个新系统，并在新系统上执行所有操作：

```
// Create a new, temporary, non-sequential system
IOpticalSystem TempSystem = TheApplication.CreateNewSystem(SystemType.NonSequential);
// Add a new non-sequential object
INCERow newRow = TempSystem.NCE.AddObject();
// etc
```

在扩展程序完成时，这个临时的系统将自动被清理。因此如果您需要继续保留您的工作，就必须明确地保存这个临时系统：

```
TempSystem.SaveAs(@"C:\Temp\MyNewSystem.zmx");
```

要连接到具有交互扩展程序(Interactive Extension)的OpticStudio，您需要在一个外部应用程序（如Matlab或Python）中运行**ConnectAsExtension**。

您可以通过使用实例序号instance作为参数来连接到特定的实例，或者使用0连接到任何可用实例。

连接后，可以通过对话框手动终止连接，也可以在外部应用程序中运行**CloseApplication**。

另外三个终止/进度属性与交互扩展程序无关。

详述

请注意，API目前不支持从单个客户端进程并发连接到多个OpticStudio实例。

这意味着Matlab不能连接到两个单独的OpticStudio实例。

10.6.17. 追迹大量光线（关于ZOS-API）(Tracing Large Numbers of Rays (About the ZOS-API))

如果只需追迹少量的光线，使用REAX/REAY/REAZ等评价函数操作数读取特定面上光线的坐标或方向余弦，是比较简单快捷的做法。但是，如果需要追迹100-500条光线，则使用数组光线追迹方法会更加快速。

与一次追迹一条光线不同，可以先创建一个数组，包含所有要追迹的光线，然后把整个数组一次性传递到OpticStudio，OpticStudio随后追迹所有光线，并将整个数组传回编程软件。这种方法被称为IBatchRayTrace。与单光线追迹的做法相比，这一方法在编程上有些复杂，但它借助OpticStudio的多线程功能，同时追迹大量光线。

批量光线追迹由7个步骤构成：

1. 打开批量光线追迹**(Open the batch ray trace)** 使用IOpticalSystemTools界面的OpenBatchRayTrace();方法打开"批量光线追迹(Batch Ray Trace)"工具，为用作参考的光学系统创建副本。这个光学系统的副本是当时系统的"快照"，任何对系统的修改在该工具打开的状况下都不会考虑。
2. 打开专门的光线追迹界面**(Open the specific ray trace interface)** 在IBatchRayTrace界面中，打开批量光线追迹的相关方法：CreateNormUnpol()、CreateDirectUnpol()、CreateNormPol()、CreateDirectPol()或CreateNSC。对于序列模式批量光线追迹，方法中的参数将包括最大光线数量、光线类型（近轴或实际）和目标面。在使用ILensDataEditor界面的NumberOfSurfaces属性确定IMAGE面时应该小心谨慎。因为面编号是从0开始的，IMAGE面应该是NumberOfSurfaces-1。
3. 清除光线追迹数据**(Clear ray trace data)** 使用特定批量光线追迹的ClearData()方法。
4. 将光线添加到向**OpticStudio**传递的数组中**(Add rays to an array to pass to OpticStudio)** 现在使用特定批量光线追迹界面的AddRay()方法向数组添加每一条光线。在这里为光线指定波长、坐标等参数。AddRay()方法的参数取决于使用哪一个批量光线追迹界面。如果使用Matlab或Python（在与.NET直接通信时），通过DLL可以加快添加和读取光线的速度。此DLL的作用是删除"for循环"，与原生编译的C#程序相比，在Matlab或Python中处理"for循环"极其低效。有关更多信息，请参阅知识库文章在MATLAB或Python中使用ZOS-API批量处理光线追迹数据(Batch Processing of Ray Trace Data using ZOS-API in MATLAB or Python)。
5. 传递数组给**OpticStudio**并追迹光线**(Pass array to OpticStudio and trace rays)** 使用ISystemTool界面的RunAndWaitForCompletion()方法来运行批量光线追迹。
6. 从光线追迹读取结果**(Read the results from the ray trace)** 使用相关批量光线追迹的StartReadingResults()方法，紧接着使用ReadNextResult()方法或ReadNexResultFull()方法。两种方法都可用在偏振批量光线追迹，但只有ReadNextResult可用在非偏振批量光线追迹。注意：除了IRayTraceNormPolData，所有批量光线追迹界面都会返回渐晕检查(int vignetteCode)。返回的参数对于下面讨论的所有批量光线追迹都通用。每个批量光线追迹界面的具体参数在专门讨论该批量光线追迹的部分进行了介绍。
7. 关闭光线追迹工具**(Close ray trace tool)** 使用ISystemTool界面的Close()方法关闭批量光线追迹。因为系统副本随这个工具存在，而非随光线追迹存在，需要关闭这个工具，才能将系统副本从内存中清除。注意每次只可以打开一个ISystemTool，因此在打开一个新的之前，必须先关闭之前的工具。

有关使用批量光线追迹的完整示例，读者可参考示例22。在示例22中，在一个序列模式样本文件中运行批量光线追迹。首先生成315条光线的列表，传递给ZOS-API，用一次操作完成光线追迹。得到的光线数据在OpticStudio外存储和显示。使用原生的OpticStudio点列图分析，获取几何光斑半径和RMS光斑半径并进行显示。

详述

对所有批量光线追迹通用的被返回参数是：

☒**bool success（从方法返回）(bool success (returned from method))** 通过ReadNextResult/Full method()返回。从1到maxRays，该参数返回"True"。在读取maxRays后，该参数返回"False"，除非向数组添加的光线数量少于maxRays。这种情况下，读取被添加的光线数量后，返回"False"。

☒**int rayNumber（输出参数）(int rayNumber (out parameter))** rayNumber在读取第一条光线时从1开始，然后每读取一条光线累加1，直至读取maxRays。读取maxRays后，该参数返回-1。但是，如果向数组添加的光线数量少于maxRays，读取被添加的光线数量后，该参数返回-1。

☒**int errorCode（输出参数）(int errorCode (out parameter))** 如果光线被成功追迹，errorCode将是零；否则是一个正数或负数。如果是正数，光线错过了由误差值所确定的面编号。如果是负数，是误差数的绝对值所确定的面上的光线全内反射(TIR)。

☒**int vignetteCode（输出参数）(int vignetteCode (out parameter))** 如果光线被成功追迹，vignetteCode将是零；否则参数vignetteCode是发生光线渐晕的第一个面的编号。除非在这个面上或在这个面后存在误差，该光线将继续追迹到所要求的面。

☒坐标、方向余弦与电场数据**(Coordinates, direction cosines and electric field data)** 请注意，在读回光线追迹数据时，返回局部坐标系的坐标、方向余弦和电场（exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi）。要转换成全局坐标，需要使用ILensDataEditor界面的GetGlobalMatrix()方法来提取转换矩阵。有关更多信息，请参阅知识库文章OpticStudio中的旋转矩阵和X/Y/Z倾斜(Rotation Matrix and Tilt About X/Y/Z in OpticStudio)。

☒**double intensity（输出参数）(double intensity (out parameter))** 强度参数返回的是单光线传播通过光学系统，抵达要求的面后的光通量，以瓦特为单位。

10.6.17.1. 批量光线追迹模式（关于ZOS-API）(Batch Ray Trace Modes (About the ZOS-API))

在序列模式下，支持四种光线追迹界面：

☒**IRayTraceNormUnpolData：**使用归一化场和光瞳坐标开展批量光线追迹并完全忽略偏振：忽略体吸收、涂层和菲涅尔反射的影响。这类似于在非序列模式下取消选择"使用偏振(Use Polarization)"。使用这个界面考虑了光瞳切趾，可以返回光程差(OPD)。

☒**IRayTraceDirectUnpolData：**在起始面上使用直接x/y/z坐标和l、m和n方向余弦开展批量光线追迹，完全忽略偏振：忽略体吸收、涂层和菲涅尔反射的影响。这类似于在非序列模式下取消选择"使用偏振(Use Polarization)"。不考虑光瞳切趾。

☒**IRayTraceNormPolData：**使用归一化场和光瞳坐标开展批量偏振或无偏振光线追迹。但是在使用这个界面的时候，不能检查渐晕光线。考虑了光瞳切趾。此外每条光线的电场可以用exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi明确定义。

☒**IRayTraceDirectPolData：**在起始面上使用直接x/y/z坐标和l、m和n方向余弦，开展批量偏振或无偏振光线追迹。不考虑光瞳切趾。

在非序列模式下，有一种追迹模式：

☒**IRayTraceNSCData**

模式	光瞳切趾	坐标	误差检查	Vig. check	光程差(OPD)	电场定义	非偏振	偏振
归一化非偏振	是	hx、hy、px、py	是	是	是	N/A	否	否
直接非偏振	否**	x、y、z、l、m、n	是	是	否	N/A	否	否
归一化偏振	是	hx、hy、px、py	是	否	否	Jx、Jy、Phax、Phay / ex、ey、ez	是	是
直接偏振	否**	x、y、z、l、m、n*	是	是	否	Jx、Jy	是	是

上述批量光线追迹模式均考虑了表面切趾。例如，当用户自定义表面与DLL配合使用时，会改变光线密度。

*如果要求的是可以检查渐晕的偏振光线追迹并且有归一化坐标，可以使用IBatchRayTrace界面中的GetDirectFieldCoordinates()方法把归一化坐标转换为直接坐标。注意GetDirectFieldCoordinates()方法返回的是面0上的直接坐标。

**如果需要考虑光瞳切趾，可以使用ILensDataEditor界面中的GetApodization方法计算。

使用建议：

- 如果批量光线追迹的目的是追迹大量波长（>24个），建议保持波长1为主波长，然后每次批量光线追迹一次性修改23个波长。保留一个波长编号作为主波长，因为主波长上的涂层厚度可以在wavelengths里定义。这样可以显著加快各波长的循环速度，每次只需修改单个波长编号，打开、关闭批量光线追迹即可。注意，批量光线追迹工具必须关闭才能反映对系统所做的改动。
- 如果批量光线追迹的目的是计算透光系数，就必须考量光瞳切趾因素。单条光线的透光系数可以简单用下式表达，

$$T = \frac{P}{P_0}$$

其中P_0和P分别是光线的初始功率和传输功率。不考虑光瞳切趾，P_0=1；但考虑光瞳切趾后，光线的初始功率下降为$A(p_x,p_y)$。例如，如果使用高斯切趾的光瞳切趾的切趾因数是1，用透光系数1的光学系统追迹边缘光线（即p_y=1），该光线的初始光通量是0.1353W， intensity out参数将返回0.1353W。如果需要确定平均透光系数T_{av}，可在考虑光线的光瞳切趾$A_i(p_x,p_y)$后，加总每条光线的传输功率P_i，求和计算得出。

$$T_{av} = \sum_{i=1}^{maxRays} \frac{P_i}{A_i(p_x, p_y)}$$

其中P_i是第$i^{条}$光线的传输功率，$A_i(p_x,p_y)$是在p_x和p_y上求得的光瞳切趾。这个坐标对应于第$i^{条}$光线穿过入射光瞳的位置。但是，如果在使用的批量光线追迹界面上未考虑光瞳切趾但又要求考虑，可以用上述方程的分子乘以$A_i(p_x,p_y)$，以降低每条光线的初始功率，从而达到考虑光瞳切趾的目的，给出每条光线的正确权重。注意，乘以分子并不意味着因数$A_i(p_x,p_y)$可以直接从分子和分母中消去，除了单条光线的极简情况。

10.6.17.1.1. IRayTraceNormUnpolData

IRayTraceNormUnpolData使用归一化光瞳坐标执行非偏振光线追迹的批次处理。

打开该工具时，用户选择要追迹的最大光线数、光线类型（光线追迹可使用真实光线或近轴光线）和光线将追迹到的表面。

```
CreateNormUnpol (int MaxRays, RaysType rayType, int toSurface)
```

然后在AddRay函数中逐个定义光线。光线由波长、相对场和光瞳坐标进行定义。如果需要返回光程差(OPD)，则AddRay还包含一个calcOPD变量。

```
AddRay (int waveNumber, double Hx, double Hy, double Px, double Py, OPDMode
calcOPD)
```

- 如果calcOPD为0，则不会执行OPD计算。它将返回单一光线追迹(Single Ray Trace)分析中定义的光程。该值可能与无限共轭条件下的其他分析不同。
- 如果calcOPD为OPDMode.Current，它将根据该光线和之前计算的主光线计算OPD。
- OPDMode.CurrentAndChief将首先计算主光线，然后计算该光线的OPD。请注意，仅在将光线一直追迹到图像表面时，才能计算OPD。

有关更多信息，请参阅下面的详述。

在读取结果之前，需要使用StartReadingResults()方法。

结果

该方法可以返回：

```
ReadNextResult (out int rayNumber, out int ErrorCode, out int vignetteCode, out
 double X, out double Y, out double Z, out double L, out double M, out double
N, out double l2, out double m2, out double n2, out double opd, out double
intensity)
```

- rayNumber
- ErrorCode
- vignetteCode：指示光线是否已渐晕
- X、Y、Z：光线在所需表面上的坐标
- L、M、N：光线在所需表面上的方向余弦
- l2、m2、n2：光线在所需表面上的向量法线。
- opd：光程差（参阅下面的详述）
- 强度：光线的光焦度（请参阅下面有关偏振的详述）

详述

OPD

计算OPD需要比常规光线追迹更多的时间，并且OpticStudio仅在需要时才执行该额外计算。对于客户端程序来说，计算OPD也更复杂，因为OPD表示光程差，这意味着必须追踪两条光线，而不是一条。如果要计算任意光线的OPD，OpticStudio必须追迹主光线，再追迹任意光线，然后将两者的相位相减获得OPD。与一遍又一遍地追迹同一条主光线（速度很慢）不同，通常只追迹一次主光线，然后从每个后续光线中减去主光线的相位。

- 如果calcOPD为OPDMode.CurrentAndChief，则需要主光线和指定光线，OPD为当前波长的波中这两条光线的相位差。
- 如果calcOPD为OPDMode.Current，则使用最近追迹的主光线数据。

因此，每当主光线发生变化时，calcOPD应该为OPDMode.CurrentAndChief；OPDMode.Current用于不需要再次追迹主光线的所有后续光线。通常，仅当视场坐标或波长发生变化时，主光线才会发生改变。如果从同一视场点追迹许多光线，这种方法会快得多，就像许多光学分析计算的情况一样。仅当最后一个表面为图像表面时，才能计算opd，否则，opd值将为零。

NormUnpol和DirectUnpol界面中的偏振(Polarization)

请注意，对于两种非偏振光线追踪模式（NormUnpol和DirectUnPol），均不考虑偏振。在这两种模式中，由于吸收、膜层损耗或表面菲涅耳反射，光线强度不受体内部透射度的影响。尽管体吸收可简单地通过光线的OPL来处理，但在两种非偏振光线追迹模式（NormUnpol和DirectUnPol）均不考虑体吸收；然而，膜层损耗和菲涅耳面反射贡献需要修改光线的电场(E-field)，这需要偏振光线追迹。应该注意的是，在NormUnpol和DirectUnPol光线追迹模式下的光线强度仍然可能在序列模式下被少数表面修改，此类表面可在不依赖于修改电场的情况下修改光线强度，例如用户自定义表面(User Defined)（如US_FILT1等）、滑块(Slide)表面或非序列模式表面。

10.6.17.1.2. IRayTraceDirectUnpolData

IRayTraceDirectUnpolData使用直接的x/y/z坐标执行非偏振光线追迹的批次处理。

打开该工具时，用户选择要追迹的最大光线数、光线类型（光线追迹可使用真实光线或近轴光线）以及待追迹光线的第一个和最后一个表面。

```
CreateDirectUnpol (int MaxRays, RaysType rayType, int startSurface, int toSurface)
```

然后在AddRay函数中逐个定义光线。光线由波长和任何起始表面上的x、y、z、l、m和n坐标定义。

```
AddRay (int waveNumber, double X, double Y, double Z, double L, double M, double
 N)
```

结果

该方法可以返回：

```
ReadNextResult (out int rayNumber, out int ErrorCode, out int vignetteCode, out
 double X, out double Y, out double Z, out double L, out double M, out double
N, out double l2, out double m2, out double n2, out double intensity)
```

- rayNumber
- ErrorCode
- vignetteCode：指示光线是否已渐晕
- X、Y、Z：光线在所需表面上的坐标
- L、M、N：光线在所需表面上的方向余弦
- l2、m2、n2：光线在所需表面上的向量法线。
- 强度：光线的光焦度（请参阅IRayTraceNormUnpolData中关于偏振的详述）

10.6.17.1.3. IRayTraceNormPolData

IRayTraceNormPolData使用归一化光瞳坐标执行偏振光线追迹的批次处理。

打开该工具时，用户选择要追迹的最大光线数、光线类型（光线追迹可使用真实光线或近轴光线）、琼斯矢量（电场）和光线将追迹到的表面。

```
CreateNormPol (int MaxRays, RaysType rayType, double Jx, double Jy, double phaX,
 double phaY, int toSurface)
```

然后在AddRay函数中逐个定义光线。光线由波长、相对视场和光瞳坐标以及琼斯矢量(Jones vector)定义。Jx和Jy分别代表x和y方向上的电场振幅，Phax和Phay代表复杂电场的相对相位（以度为单位）。尽管任何值均可接受，但数Jx*Jx+Jy*Jy的值应该为1.0（以下描述了一种重要的例外情况）。请注意，产生的电场将根据系统选项(System Explorer)中选择的方法来执行从J到E的转换。

```
AddRay (int waveNumber, double Hx, double Hy, double Px, double Py, double exr,
 double exi, double eyr, double eyi, double ezr, double ezi)
```

- 如果所有六个电场值均为零，则OpticStudio将使用CreateNormPol函数中提供的Jx和Jy值来确定电场。
- 如果Jx、Jy、Phax和Phay均为零，且仅在这种情况下，则OpticStudio假设需要"非偏振(unpolarized)"光线追迹。非偏振光线追迹要求OpticStudio追迹两条正交光线，并求取所得到透射强度的平均值。如果四个值中的任何一个值不为零，则将追迹一条偏振光线。
- 如果所有六个电场值均不为零，则电场由这六个值进行定义。所定义的电场矢量必须与光线矢量正交，否则将导致不正确的光线追迹。

结果

有两种方法可以返回结果：

```
ReadNextResult (out int rayNumber, out int ErrorCode, out double exr, out double
 exi, out double eyr, out double eyi, out double ezr, out double ezi, out double
 intensity)


ReadNextResultFull (out int rayNumber, out int ErrorCode, out double xo, out
double yo, out double zo, out double lo, out double mo, out double no, out double
```

```
exr, out double exi, out double eyr, out double eyi, out double ezr, out double
ezi, out double intensity)
```

- rayNumber
- ErrorCode
- exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi：ex、ey和ez值为电场分量，r和i字符表示实部和虚部
- 强度：光线的光焦度
- 如果使用ReadNextResultFull：xo、yo、zo：光线在所需表面上的坐标
- 如果使用ReadNextResultFull：lo、mo、no：光线在所需表面上的方向余弦

10.6.17.1.4. IRayTraceDirectPolData

RayTraceDirectPolData使用直接的x/y/z坐标执行批偏振光线追迹。

打开该工具时，用户选择要追迹的最大光线数、光线类型（光线追迹可使用真实光线或近轴光线）、定义电场的琼斯矢量以及待追迹光线的第一个和最后一个表面。如果Jx、Jy、Phax和Phay均为零，且仅在这种情况下，则OpticStudio假设需要"非偏振(unpolarized)"光线追迹。

```
CreateDirectPol (int MaxRays, RaysType rayType, double Jx, double Jy, double
phax, double phay, int startSurface, int toSurface)
```

然后在AddRay函数中逐个定义光线。光线由波长和任何起始表面上的x、y、z、l、m和n坐标定义。

```
AddRay (int waveNumber, double X, double Y, double Z, double L, double M, double
N)
```

结果

有两种方法可以返回结果：

```
ReadNextResult (out int rayNumber, out int ErrorCode, out int vignetteCode, out
double exr, out double exi, out double eyr, out double eyi, out double ezr, out
double ezi, out double intensity)


ReadNextResultFull (out int rayNumber, out int ErrorCode, out int vignetteCode,
out double xo, out double yo, out double zo, out double lo, out double mo, out
double no, out double exr, out double exi, out double eyr, out double eyi, out
double ezr, out double ezi, out double intensity)
```

- rayNumber
- ErrorCode
- exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi：ex、ey和ez值是电场分量，以r和i字符分别表示实部和虚部。
- 强度：光线的光焦度
- 如果使用ReadNextResultFull：xo、yo、zo：光线在所需表面上的坐标
- 如果使用ReadNextResultFull：lo、mo、no：光线在所需表面上的方向余弦

10.6.17.1.5. IRayTraceNSCData

在非序列模式下，有一种追迹模式IRayTraceNSCData。

打开工具时，用户选择要追迹的最大光线数、每条单独光线的最大区段数以及相干长度。

```
CreateNSC (int MaxRays, int maxSegments, double coherenceLength)
```

然后在AddRay函数中逐个定义光线。

```
AddRay (int waveNumber, int surf, NSCTraceOptions mode, double X, double Y,
double Z, double L, double M, double N, int InsideOf, double exr, double exi,
double eyr, double eyi, double ezr, double ezi)
```

光线的定义如下：

- int waveNumber：与波数相关的波长
- int surf：开始光线追迹的表面
- NSCTraceOptions：用于追踪光线的非序列模式选项。有8个选项。添加了最后4个选项，因为Matlab/Python不能正确支持.NET枚举。对于C#和C++，可使用位OR运算符组合前4个选项：
  - 无
  - UsePolarization
  - UseSplitting
  - UseScattering
  - UsePolarizationSplitting
  - UsePolarizationScattering
  - UseSplittingScattering
  - UsePolarizationSplittingScattering
- double X、Y、Z：光线在起始表面上的坐标
- double L、M、N：光线在起始表面上的方向余弦
- int InsideOf：表示起始表面是否在对象内部。如果在空气中，InsideOf=0，否则等于它在其中的对象。
- double exr、exi、eyr、eyi、ezr、ezi：光线在起始表面上的电性

请注意，输入强度始终假定为等于1.0。因此，电场幅值（若使用）也应该为1.0。

如果在光线追迹中使用偏振（NSCTraceOptions=UsePolarization），则必须提供初始电场值。用户应用程序必须确保定义的矢量与光线传播矢量正交，并且生成的强度与起始强度值匹配，否则将生成错误的光线追迹结果。

结果

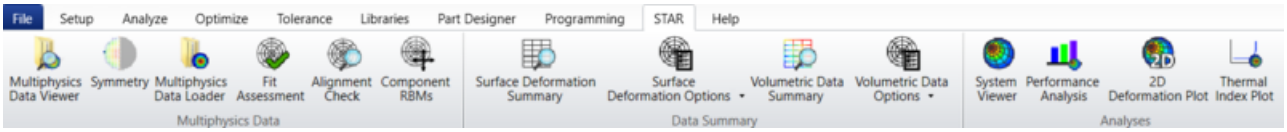
有两种方法可以返回结果：一种是逐条光线读取，另一种是逐条分段读取：

```
ReadNextResult (out int rayNumber, out int ErrorCode, out int wave, out int
numSegments)


ReadNextSegment (out int segmentLevel, out int segmentParent, out int hitObj,
out int InsideOf, out double X, out double Y, out double Z, out double L, out
double M, out double N, out double exr, out double exi, out double eyr, out
double eyi, out double ezr, out double ezi, out double intensity, out double
pathLength)
```

- rayNumber
- ErrorCode
- wave
- numSegments：光线的区段数
- segmentLevel
- segmentParent
- hitObj
- InsideOf
- double X, out double Y, out double Z
- double L, out double M, out double N

☒double exr, out double exi, out double eyr, out double eyi, out double ezr, out double ezi
☒强度：光线的相对透射强度
☒double intensity
☒double pathLength：以镜头单位为单位的物理长度，不是光程

11: STAR选项卡（The STAR Tab）



Ansys Zemax OpticStudio企业版具有STAR选项卡，其中包含用于在OpticStudio中执行结构、热和光学性能（STOP）以及多物理场分析的工具和分析功能。

Ansys Zemax OpticStudio企业版中的STAR选项卡支持多个多物理场工作流程，其中可以导入不同类型的多物理场数据类型。您可以加载表面变形、应力、温度、折射率（直接折射率）的有限元分析（FEA）或计算流体动力学（CFD）数据集。FEA/CFD文件可用于OpticStudio序列模式设计，并利用所有序列模式分析、公差分析和优化工具来补偿FEA/CFD数据的影响。STAR工具可轻松集成到现有工作流程中，并围绕三个设计原则构建：准确性、易用性以及与平台无关性。STAR工具接受来自任何平台的不同类型的FEA/CFD数据，分为以下两类：

表面变形数据：

反映光学表面结构变化的FEA数据。使用多级细化的分段B-样条拟合开展2D拟合，并将计算得到的表面变形添加到光学表面的表面矢高中。

体积数据：

改变折射光学元件光学属性的3D FEA/CFD数据。考虑三种类型的体积数据：

☒温度-STAR执行热FEA/CFD数据的3D拟合，并计算指定温度、材料和波长下的折射率。

☒直接折射率-折射率的体积数据集。STAR执行折射率数据的3D拟合，并使用该数据进行光线追迹和分析。

☒应力-应力张量的体积数据集，用于应力双折射计算。STAR对FEA应力张量的每个分量执行3D拟合，并使用该数据计算光线追迹期间折射率椭圆的变化。

每个类别的FEA/CFD数据集都可以通过STAR以不同的组合加载到OpticStudio中。利用这些数据类型，STAR工具可用于各种应用，例如：

☒量化由于光学安装座导致的结构载荷对光学性能的影响（表面变形）

☒分析热透镜效应（温度）

☒模拟光束穿过湍流的系统（直接折射率）

☒在温度可变环境下以高速安装的机械安装座（结构+温度+直接折射率）

☒量化结构或热载荷对光学元件产生的应力影响（应力双折射）

☒分析制造过程中残余应力和表面变形的影响，如注塑成型、金刚石车削、精密玻璃成型或磨削/抛光（表面变形+应力双折射）

首先，使用多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）工具，将FEA/CFD数据集加载到OpticStudio中，并将它们分配到表面。然后，算法将利用数值拟合过程将每个数据集拟合到OpticStudio中分配的表面。加载并拟合后，拟合评估（Fit Assessment）工具允许对拟合设置进行调整。其余的STAR功能可用于查看FEA/CFD数据并分析其对光学系统的影响。此外，所有OpticStudio序列模式分析都可用于量化光学性能的影响。还可以使用OpticStudio API（ZOS-API）访问STAR工具的完整功能。

需要Ansys Zemax OpticStudio企业版许可证

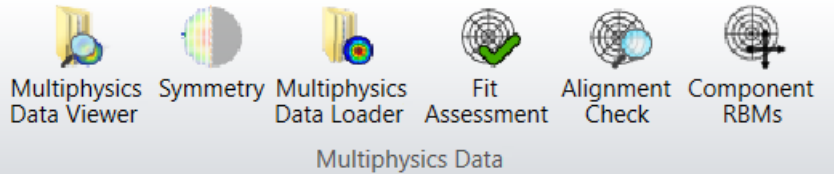
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

要使用STAR选项卡中的工具，您必须拥有Ansys Zemax OpticStudio企业版许可证。

使用FEA/CFD数据集保存文件

加载FEA/CFD数据集并将其分配给光学表面后，所使用的拟合数据和设置将保存在.zst文件中，该文件用于分析对光学结果的影响。这些文件保存在<Objects>\STOP文件中。

11.1. 多物理场数据组（Multiphysics Data Group）



多物理场数据组提供了将多物理场（FEA/CFD）数据集加载到您的光学系统并验证其校准情况的工具。

11.1.1. 多物理场数据查看器（Multiphysics Data Viewer）

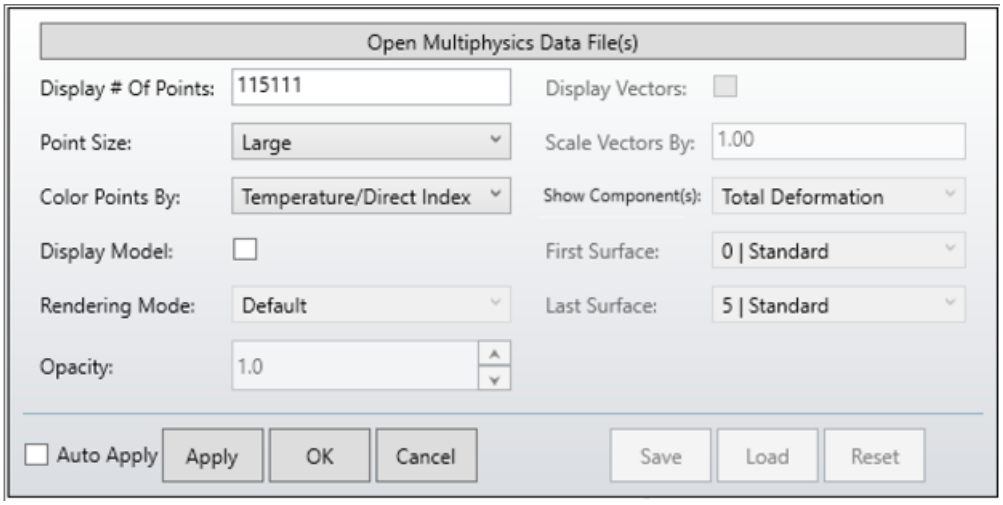
多物理场数据查看器使用户能够查看多物理场数据集，无需指定系统中的光学表面。这可以在将文件分配给光学表面并执行数值拟合之前，验证正确的文件。

此外，该查看器还将显示有关FEA/CFD数据集的相关信息，例如：

☒数据点数

☒位置信息（即X、Y、Z）的中值、最大值/最小值

☒变形、温度、应力或折射率数据的中值、最大值/最小值



打开多物理场数据文件（**Open Multiphysics Data File**） 打开File Explorer窗口，以便您可以导航并选择要查看的一个或多个多物理场数据集。

显示点数（**Display # of points**） 选择要显示的点数。

点的大小（**Point Size**） 调节数据点的显示大小。

点颜色（**Color Points By**） 选择多物理场数据的配色方案。

☒温度/直接折射率（**Temperature/Driect Index**） 节点可根据其标称值（该值要么是温度，要么是折射率）进行着色。

☒矢量长度（**Vector Length**） 对于表面变形数据，根据"矢量显示"下定义的变形矢量的长度为节点着色。

☒权重（**Weight**） 根据多物理场数据文件中定义的节点权重为节点着色。有关节点权重的更多信息，请参见关于节点权重帮助主题。

☒文件（**File**） 根据与节点关联的文件为节点着色。这在打开多个FEA/CFD数据集时非常有用。

☒行（**Line**） 根据节点在原始文本文件中对应的行为节点着色。这不仅可用于节点组织方式的可视化，而且还有助于识别与网格相关的问题。

注意：体积数据的节点值直接对应于上传文件中的数据。颜色图例反映了这些值，无论是温度数据（以°C为单位）还是直接折射率数据。

☒应力（**Stress**） 对于应力数据，节点按其标称值着色。用户可选择法向应力，也可选择剪切应力。

☒显示分量（**Show Component**） 选择与图形区域中的矢量一起显示的方向元件。总变形显示组合后的所有方向元件。

对于应力数据，选择"点颜色（Color Points By）"下拉菜单，会影响"显示分量（Show Component）"下拉菜单。

- 对于法向应力，显示分量会显示：

  法向X
  法向Y
  法向Z

- 对于剪切应力，显示分量会显示：

  剪切XY
  剪切YZ
  剪切XZ

- 对于"表面变形"，这个下拉菜单允许用户选择在图形区域显示的3D变形矢量的分量。总变形会显示变形矢量的大小。

显示模型（**Display Model**） 启用后，将在图形区域显示光学设计的3D模型。

渲染模式（**Rendering Mode**） 更改模型在实体（默认）或线框之间的显示方式。

透明度（**Opacity**） 调节3D模型的透明度。

显示矢量（**Display Vectors**） 选择显示矢量，展现形变的幅度和方向。

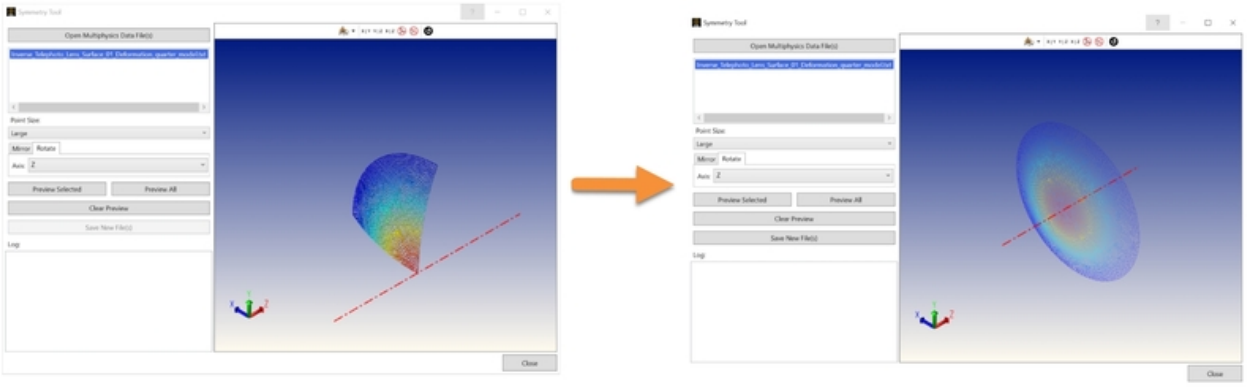
调整矢量（**Scale Vectors By**） 调节矢量的显示大小。

第一个表面（**First Surface**） 选择要在图形区域中显示的第一个表面。

最后一个表面（**Last Surface**） 选择要在图形区域中显示的最后一个表面。

11.1.2. 对称工具(Symmetry Tool)

针对以对称边界条件保存的FEA/CFD数据集，可以使用对称工具将FEA/CFD数据集扩展到覆盖表面的完整孔径，并将扩展的数据保存到新文件中。然后可以使用加载FEA/CFD数据工具加载新文件。



打开多物理场数据文件**(Open Multiphysics Data File(s))：**打开File Explorer窗口。导航至目标FEA/CFD数据集并选择一个或多个文件。如果要选择多个文件，坐标系和对称边界条件应该相同，以防止出现意外结果。可以同时加载结构和热数据集。

将列出所有选定的FEA/CFD数据集文件名。图形区域一次只显示一个选定的FEA/CFD数据集。

点大小**(Point size)：**控制图形区域中FEA/CFD数据集的大小。

镜像选项卡**(Mirror Tab)：**使用此选项卡中的选项在不同的几何平面产生数据集的镜像。可以同时选择多个几何平面进行镜像转换。

旋转选项卡**(Rotate Tab)：**使用此选项卡中的选项围绕旋转轴旋转数据集。一次只能选择一个旋转轴进行旋转转换。

预览选定目标**(Preview Selected)：**FEA/CFD对称工具将计算并显示选定FEA/CFD数据集的外插FEA/CFD数据点。在应用到所有选定的FEA/CFD数据集之前，先使用此功能验证启用的转换设置是否能产生预期结果。

预览全部**(Preview All)：**对称工具将计算并显示所有选定FEA/CFD数据集的外插FEA/CFD数据点。在保存新的FEA/CFD文件之前，使用此工具验证启用的转换设置是否能针对所有FEA/CFD数据集产生预期结果。

清除预览**(Clear Preview)：**清除当前设置计算的外插FEA/CFD数据点。在更改转换设置时，图形区域也将自动清除。

保存新文件**(Save New File(s))：**对称工具将保存新的FEA/CFD数据集。文件名将包括附加的标签：

☒镜像的FEA/CFD数据集将保存为{原始文件名}_mirrored.txt
☒旋转的FEA/CFD数据集将保存为{原始文件名}_rotated.txt

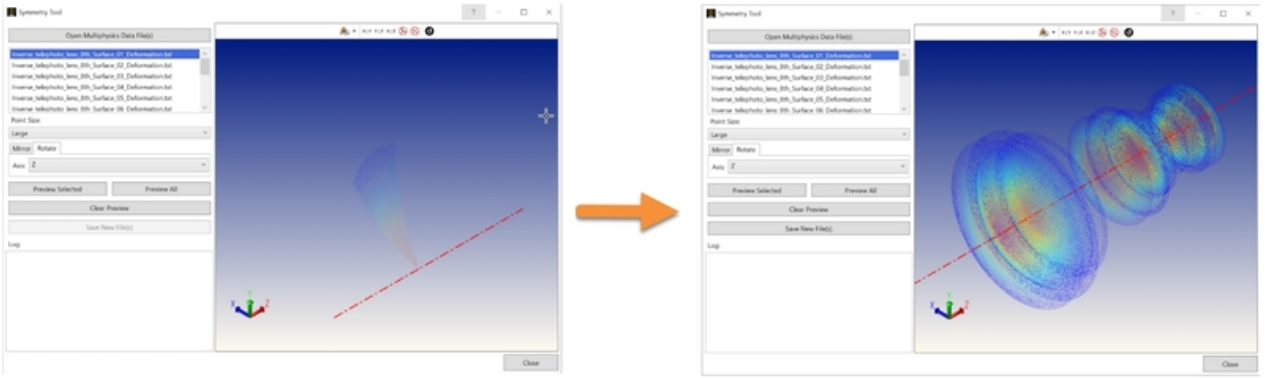
注意：

☒具有节点权重的2D对称文件将在保存时去除权重，以避免降低表面拟合精度的情况。

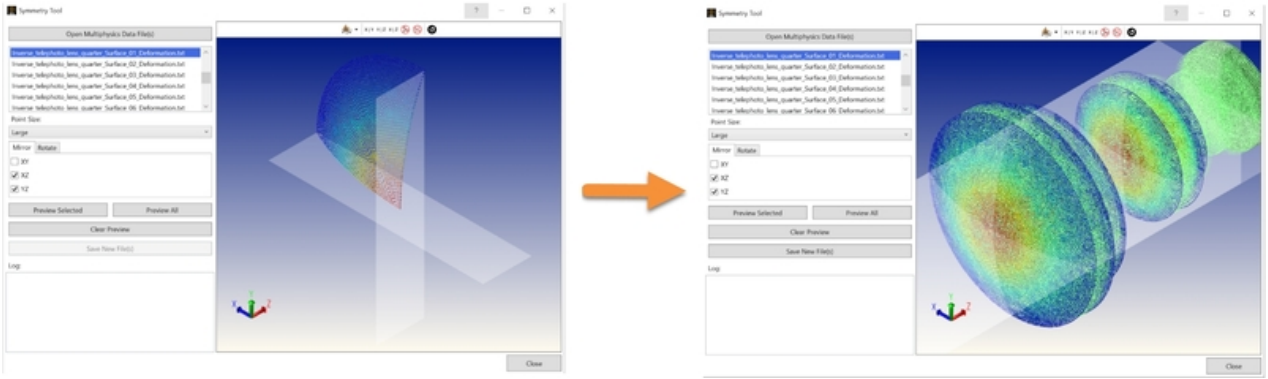
☒在所有其它情况下，位于对称平面上的节点的权重在生成新的FEA/CFD数据集时会乘以2。

示例：

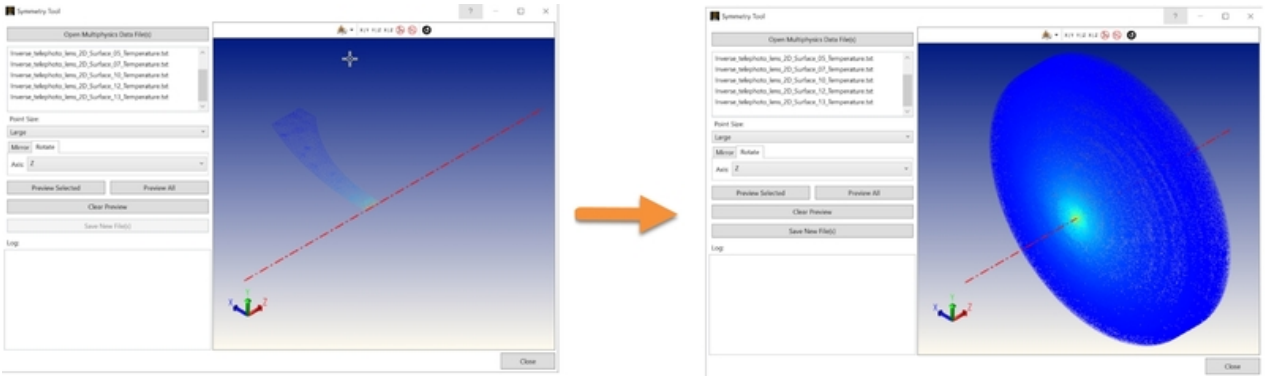
1/8系统旋转对称（仅显示结构数据集）



1/4系统镜像对称（显示结构和热数据集）



2D分析旋转（仅显示热数据集）



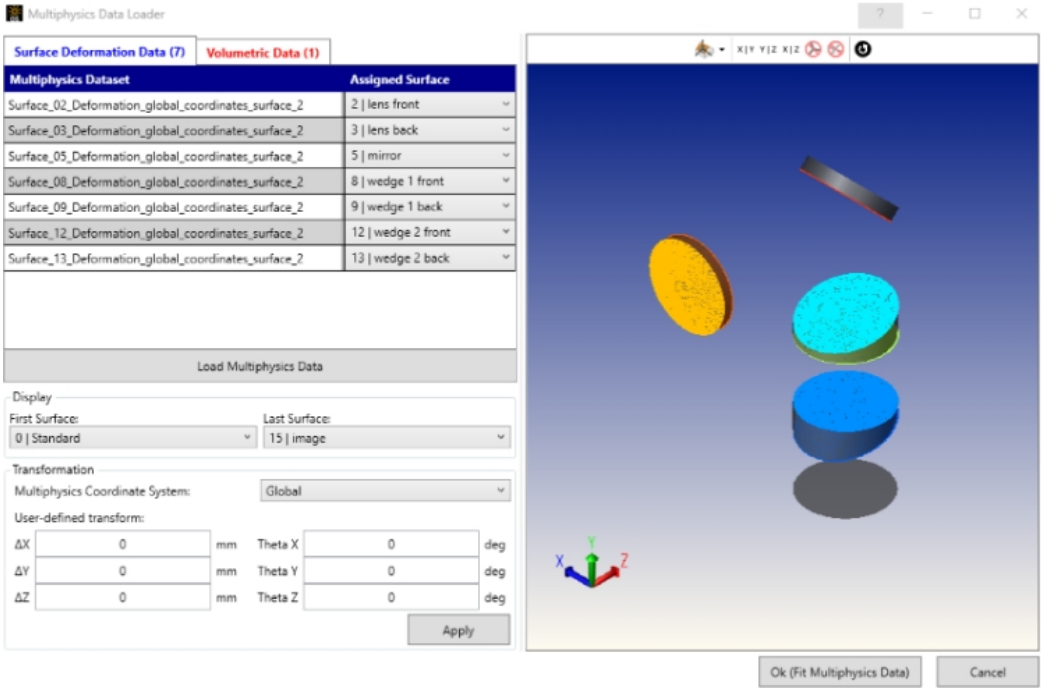
11.1.3. 多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）

多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）工具用于导入多物理场（FEA/CFD）数据集并将其指定给OpticStudio中的光学表面。表面变形和体积数据集可根据导入文件的结构进行自动识别。建议多物理场数据集覆盖镜头的全孔径。如果数据集大于镜头孔径，则拟合算法将继续拟合这些数据点，但仅考虑光线在镜头孔径内相互作用的影响。如果数据集小于孔径，则在没有FEA数据的位置将存在默认值（取决于数据类型）。在某些情况下，也可能存在不连续性。

FEA/CFD数据要求（FEA/CFD Data Requirements）

FEA/CFD数据集可从任何FEA/CFD平台加载到STAR中。加载到STAR中的所有FEA/CFD数据集也会复制到<Objects>\STOP Files文件夹中。请查看以下页面了解数据集格式提示：FEA/CFD数据要求（FEA/CFD Data Requirements）

导入数据后，图形区域将显示FEA/CFD数据集和光学表面的位置。



表面变形和体积数据选项卡（Surface Deformation and Volumetric Data tabs）

如果要加载新数据集，请选择加载多物理场数据（Load Multiphysics Data），然后从File Explorer窗口中选择要加载的FEA/CFD数据集。加载数据集后，这些数据集将自动分类为表面变形或体积数据，分配到相应的选项卡，并显示在图形区域中。使用每个FEA/CFD数据集旁边的指定表面（Assigned Surface）下拉列表将每个FEA/CFD数据集分配给一个表面。有关支持的FEA/CFD数据集格式，请参阅STAR选项卡（STAR Tab）。

体积数据集只应分配给具有材料定义的表面。多物理场数据加载器工具会根据列数自动对文件进行分类。如果文件包含四列，使用数据类型（Data Type）下拉菜单选择要分配给特定表面的体积数据类型（温度或直接折射率）。温度、应力和直接折射率数据集不能分配给同一表面。

注意**（Note）**：在镜头的“直接折射率”拟合过程中，材料的数据被新的折射率分布所代替。但是，OpticStudio仍然需要为表面分配一个材料来识别表面，但是在具有直接折射率数据的镜头中进行光线追迹时，基面材料的属性是不相关的。任何类型的材料都可以分配给表面，当直接折射率激活时，不同的材料和材料属性对不同分析的结果没有任何影响。唯一的例外是STAR性能分析工具，它将具有活动STAR数据的系统与基线/名义系统进行比较。因此，在使用性能分析工具时，重要的一点是将正确的基线材料分配给加载了直接折射率的表面。

复合表面的限制（Restrictions on Composite Surfaces）

FEA数据集不能应用于具有复合表面选项的表面，该选项已启用复合表面（Composite Surface）。这些表面将不会出现在表面下拉列表中。

关联体积数据的表面的限制（Restrictions on surfaces following volumetric data）

并非所有表面类型都支持关联应用体积数据的表面。有关更多详细信息，请参阅渐变1“关联GRIN表面的表面限制”（Gradient 1 'Restrictions on surfaces following GRIN surfaces'）中的讨论。

当前支持的表面类型有：

- 偶次非球面（Even Asphere）
- 扩展多项式面（Extended Polynomial）
- 网格矢高面（Grid Sag）
- 不规则面（Irregular）
- 奇次非球面（Odd Asphere）
- 离轴圆锥自由曲面（Off-Axis Conic Freeform）
- Q型自由曲面（Q-Type Freeform）
- 标准面（Standard）
- 倾斜面（Tilted）
- Toroidal面（Toroidal）
- TrueFreeForm面（TrueFreeForm）
- 用户自定义面（User Defined）
- 扩展非球面（Extended Asphere）
- 扩展奇次非球面（Extended Odd Asphere）
- Q型非球面（Q-Type Asphere）
- Zernike Fringe矢高面（Zernike Fringe Sag）
- Zernike Standard矢高面（Zernike Standard Sag）

如果导入的FEA/CFD数据集与现有数据集的名称相同，则弹出窗口会显示跳过此数据集或覆盖现有数据集的选项。

如果要删除数据集，请右键单击该数据集并选择从系统中删除（**Remove from the system**），或者选中一个数据集并使用键盘上的删除（Delete）键。

显示（Display）

起始面（**First Surface**） 选择要在图形区域中显示的第一个表面。

终止面（**Last Surface**）选择要在图形区域中显示的最后一个表面。

选择较小范围的表面或更有利于查看光学表面及其分配的FEA/CFD数据集。

变换（Transformation）

变换会更改坐标系或移动和倾斜数据集并应用于选定的数据集。使用Ctrl+单击或Shift+单击选择多个数据集。

FEA/CFD坐标系（**FEA/CFD Coordinate System**） 选择FEA/CFD数据的坐标系。

- “全局（Global）”是指位于全局坐标参考表面（Global Coordinate Reference Surface）上的坐标系。
- “局部（Local）”是指局部表面坐标系。
- “不同（Different）”是指选择定义了不同选项的多个表面。例如，一个表面为全局表面，一个表面为局部表面。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Δ**X/Y/Z** 将数据集沿各自的轴移动一定距离，单位为mm。

θ **X/Y/Z** 将数据集围绕各自的轴旋转一定角度，单位为度。

应用（**Apply**） 将用户定义变换应用于FEA/CFD数据并在图形区域中显示结果。

确定（拟合多物理场数据）（**OK (Fit Multiphysics Data)**） 运行数值拟合并将FEA/CFD数据应用到OpticStudio系统。针对表面变形数据，将执行2D拟合。针对体积数据，将执行3D拟合。有关更多信息，请参阅FEA拟合流程和RBM（FEA Fitting Process and RBMs）。

注意事项（Notes）

- 对于体积FEA/CFD数据集，GRIN步长会自动设置，以确保每个GRIN有10个步长。这样做是为了平衡加载时间和精度。如果要更改FEA/CFD数据集的GRIN步长，请更改位于体积数据概要（Volumetric Data Summary）中的设置。
- 对于应力FEA/CFD数据集和应力双折射计算，光线追迹模型被自动设置为GRIN传播函数。如果要将光线追迹模型更改为表面中的线性传播，请更改位于体积数据摘要中的设置。应力双折射的两种光线追迹模型的详细说明请参见：关于应力双折射（About Stress Birefringence）。
- 当加载热FEA/CFD数据集时，所选表面上定义的材料必须至少具有材料库（Material Catalogs）中定义的“D0”热系数。如果缺失任何材料信息，则该行将变为红色，并显示“no mat. info”消息。
- 当加载应力FEA/CFD数据集时，所选表面上定义的材料必须具有材料库中的两个应力光学系数（K11和K12）。如果缺失任何系数，则该行变为红色，并显示“no mat. info”消息。如果为单个波长定义了应力光学系数，则模型认为材料的应力光学系数在整个光谱范围内是恒定的。如果为不止一个波长定义了系数，则进行插值以考虑整个光谱的变化。

用户自定义变换（User-defined Transformations）

ΔX/Y/Z和 θ X/Y/Z按照指定的距离和角度平移和旋转FEA/CFD数据集的位置。当FEA/CFD数据在与OpticStudio中的局部或全局坐标不同的坐标系中导出时，必须使用这些设置。

如果FEA/CFD坐标系设置为全局，则应提供在全局坐标中放置FEA/CFD所需的变换。如果FEA/CFD坐标系设置为局部，则应提供在局部坐标中放置FEA/CFD所需的变换。

变换由3个偏心值：ΔX、 ΔY、 ΔZ和3个倾斜值： θ X、 θ Y、 θ Z定义。所有倾斜为右手方向。首先在FEA/CFD数据的原始坐标系中应用偏心，然后围绕偏心轴应用倾斜。

从点(x, y, z)计算变换点(x', y', z')的公式为：

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \Delta X \\ 0 & 1 & 0 & \Delta Y \\ 0 & 0 & 1 & \Delta Z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta x) & -\sin(\theta x) & 0 \\ 0 & \sin(\theta x) & \cos(\theta x) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta y) & 0 & \sin(\theta y) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(\theta y) & 0 & \cos(\theta y) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta z) & -\sin(\theta z) & 0 & 0 \\ \sin(\theta z) & \cos(\theta z) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{pmatrix}$$

这也可以用以下3×3矩阵形式描述：

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

旋转矩阵描述为：

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta x) & -\sin(\theta x) \\ 0 & \sin(\theta x) & \cos(\theta x) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta y) & 0 & \sin(\theta y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta y) & 0 & \cos(\theta y) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta z) & -\sin(\theta z) & 0 \\ \sin(\theta z) & \cos(\theta z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta x) & -\sin(\theta x) \\ 0 & \sin(\theta x) & \cos(\theta x) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta y) & 0 & \sin(\theta y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\theta y) & 0 & \cos(\theta y) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos(\theta z) & -\sin(\theta z) & 0 \\ \sin(\theta z) & \cos(\theta z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

以上所有等式均要求θ *x*、 θ *y*、 θ zin的单位为弧度。

变形矢量也被转换为变换后的坐标系。体积数据(x, y, z)点已变换。这些值可以根据类型进行变换：

☒应力张量 σ 用上述相同的旋转矩阵进行旋转：

$$\sigma' = R.\sigma.R^T$$

☒所有其他数据集保持不变。

用户自定义变换始终应用于原始FEA/CFD数据集，且此类变换不能一同添加或以任何累积方式使用。

详述（Discussion）：

在改变环境设置、温度或压力后，应始终重新加载体积数据！当计算光线追迹的折射率时，OpticStudio计算的是相对于材料周围环境的折射率。当STAR在拟合过程中将温度数据转换为折射率时，这一点也包括在内。因此，改变镜头周围的环境将使STAR中现有的温度或折射率拟合无效。

在改变系统的温度或压力后，用户应删除并重新加载体积数据。

11.1.3.1. FEA/CFD数据要求(FEA/CFD Data Requirements)

FEA数据集可以使用原始格式（来自FEA/CFD平台且不带注释的格式）导入到多物理场数据加载器中。用户还可以根据本文后面定义的格式为文件添加标题和注释。

数据集原始格式（Dataset Raw Format）：

从FEA/CFD平台导出的数据集应具有以下结构和格式：

表面变形（无节点权重）*(Surface Deformation (no node weights))*：以制表符分隔的格式显示六列，列的顺序如下：[X位置、Y位置、Z位置、dX、dY、dZ]。

表面变形（有节点权重）*(Surface Deformation (with node weights))*：以制表符分隔的格式显示七列，列的顺序如下：[X位置、Y位置、Z位置、dX、dY、dZ、节点权重]。温度分布(Temperature Profiles)：以制表符分隔的格式显示四列，列的顺序如下：[X位置、Y位置、Z位置、T]，温度单位应为°C。

直接折射率分布（*Direct Index Profiles*）：以制表符分隔的格式显示四列，列的顺序如下：[X位置、Y位置、Z位置、n]。

应力分布（*Stress Profiles*）：以制表符分隔的格式显示九列，提供应力张量的法向和剪切分量，列的顺序如下：[X位置、Y位置、Z位置、SX、SY、SZ、SXY、SYZ、SXZ]。应力张量分量的单位应为MPa。

导入数据后，图形区域将显示FEA/CFD数据集和光学表面的位置。

带标题和注释的数据集格式（Dataset Format with Headers and Comments）

数据标题（Data Headers）

用户可以选择添加数据标题行，以识别要加载的数据类型。

数据标题应添加在表格开头，如下例所示。

X	Y	Z	T
0.2	0	0	22.1
0.3	0.2	0.3	22.4
0.4	0.4	0.6	22.9

数据标题的格式应遵循每种所用数据集类型的以下特定格式：

表面变形（无节点权重）**(Surface Deformation (no node weights))：**

X、Y、Z、dX、dY、dZ

表面变形（有节点权重）**（Surface Deformation (with node weights)）：**

X、Y、Z、dX、dY、dZ、权重

温度分布**(Temperature Profiles)：**

X、Y、Z、T或X、Y、Z、温度

直接折射率分布**（Direct Index Profiles）：**

X、Y、Z、n或X、Y、Z、折射率

应力分布**（Stress Profiles）：**

X、Y、Z、SX、SY、SZ、SXY、SYZ、SXZ或X、Y、Z、StressX、StressY、StressZ、StressXY、StressYZ、StressXZ

注意：

1. 标题行中标题（X、Y...）的位置顺序可以更改。例如，温度数据集的列顺序可以是X Y Z T或Y Z T X...
2. 如果不遵守数据标题行字母的格式，将导致STAR误解数据集。例如，X应大写，因此不接受小写x。
3. 从2025R2开始，STAR无法自动区分直接折射率文件和温度FEA文件，因此用户可以手动添加适当的标题进行标记，以帮助自动检测。

节点列**（Node Columns）**

用户可以选择在数据集中添加“节点”列。节点列有助于标记不同的数据集行，如下例所示。

Node	X	Y	Z	T
1	0.2	0	0	22.1
2	0.3	0.2	0.3	22.4
3	0.4	0.4	0.6	22.9

注意：节点列是可选的，对结果没有影响。

注释**（Comments）**

用户可以根据需要在数据集中添加多个注释行。这有助于对数据集进行注释。

所有注释前必须有“！”或“#”标记。注释可以添加在数据行之间。

用户还可以在每行数据的末尾添加注释，注释前必须有“！”或“#”标记，如下例所示。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

```
! Comment can be added here
Node          X          Y          Z          T
 1            0.2        0          0          22.1
 2            0.3        0.2        0.3        22.4
! Comment can be added here
 3            0.4        0.4        0.6        22.9
```

```
!Comment can be added here
```

示例（**Examples**）

下面是一些注释后有效和无效数据集的示例。无效数据集可能导致STAR误解结果。

列顺序不同的数据集（Datasets with different column order）：

下面的示例都是有效的，即使列的顺序不同。

```
Node          X          Y          Z          T
 1            0.2        0          0          22.1
 2            0.3        0.2        0.3        22.4
 3            0.4        0.4        0.6        22.9
```

```
X          Y          T          Z          Node
0.2        0          22.1       0          1
0.3        0.2        22.4       0.3        2
0.4        0.4        22.9       0.6        3
```

无数据标题行的数据集（Datasets without Data Header Row）：

没有数据标题行的文件是有效的。在下面的示例中，STAR将其识别为温度或直接折射率。添加数据标题行将有助于STAR自动检测数据类型。

```
! Comment
0.2        0          22.1       0
0.3        0.2        22.4       0.3
0.4        0.4        22.9       0.6
```

有节点列但无标题行的数据集（Datasets with Node Column but with no Header Row）：

该文件有节点列，但没有标题行。由于没有标题行，该文件有5列，在STAR中没有将其识别为任何数据类型。因此，该文件无效。

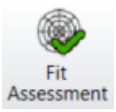
```
! Comment
 1            0.2        0          0          22.1
 2            0.3        0.2        0.3        22.4
 3            0.4        0.4        0.6        22.9
```

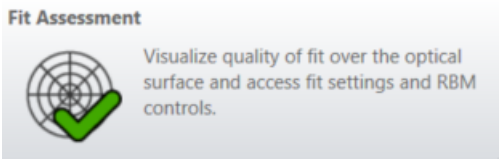
标题行中有错误标题且有节点列的数据集（Datasets with wrong headers in the Header Row and with a Node Column）

标题行中的标题格式不正确。Temp应为Temperature或T，z应为Z。

```
X          Y          Temp       z          Node
0.2        0          0          22.1       1          ! End of line comment
0.3        0.2        0.3        22.4       2
0.4        0.4        0.6        22.9       3
```

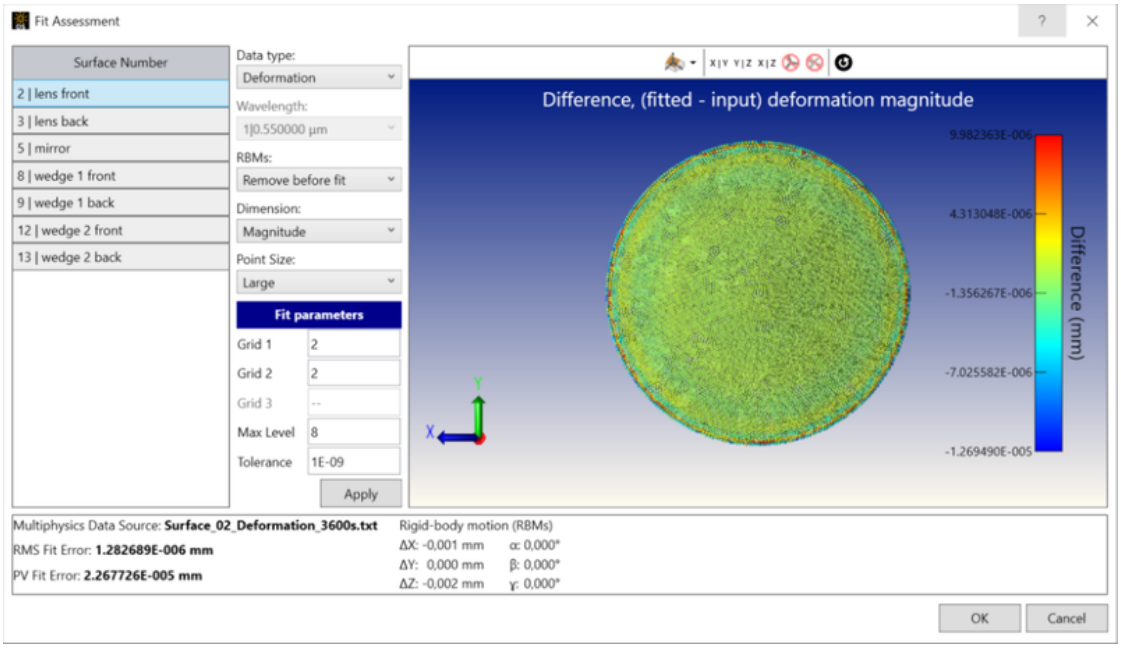
11.1.4. 拟合评估（Fit Assessment）





拟合评估提供的控件可用于调整每个FEA/CFD数据集与其关联面的数值拟合设置。图形区域显示了FEA/CFD数据集与FEA/CFD数据集沿表面的数值拟合的差异。这种直观表示可显示数值拟合的执行情况并突出显示潜在的问题区域。

选择表面编号（Surface Number）和数据类型（Data Type），在图形窗口中查看拟合差异并访问拟合设置。窗口底部显示了所选表面的FEA/CFD数据源、均方根（RMS）拟合误差和峰谷（PV）拟合误差。



表面编号（**Surface Number**） 选择要查看和编辑的表面。

数据类型（**Data Type**） 选择要查看和编辑所选表面的变形数据集、折射率数据集或应力数据集。在该工具中，折射率数据可以是根据温度拟合、直接折射率或应力计算的折射率，具体取决于已上传的数据类型。

刚体运动（**RBMs**） 选择在拟合过程之前是否删除结构数据的刚体运动（RBM）。默认情况下，在拟合前会计算并删除RBM。

尺寸（**Dimension**） 选择按大小或沿某个轴查看拟合差异。这个选项只改变图形区域，不改变拟合设置。

点大小（**Point Size**） 更改图形区域的点大小。这个选项只改变图形区域，不改变拟合设置。

拟合设置（**Fit Settings**） 调整用于执行数值拟合的设置。可以使用下列设置：

☒Grid 1/2/3：可用于形成拟合算法的控制网格。一般情况下，对Grid 1、2和3设置较大数值，将导致算法在拟合过程中参考更邻近的点。这样有利于产生更平滑的拟合。Grid 3参数仅用于体积数据集。该值必须介于2（默认）到100之间。

☒最大级别（Max Level）：拟合细化的最大级别。

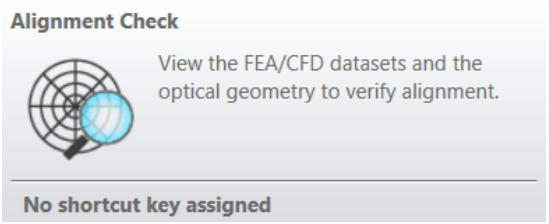
☒公差（Tolerance）：将该参数与原始FEA点拟合值的最大绝对偏差进行比较。如果计算出的偏差小于公差（Tolerance）参数，则无论执行什么细化级别，都将完成拟合算法。这并不保证拟合过程中实现了公差。使用RMS误差和PV误差来评估总体质量。

注意：

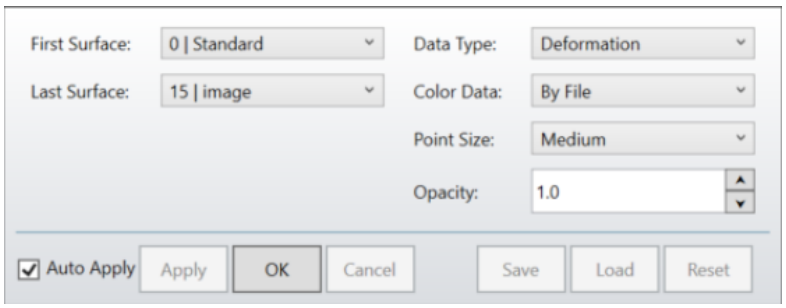
☒在某些情况下，当FEA/CFD数据与用户定义的转换一致时，RMS和PV拟合误差值可能与API中获得的值不同。这是由于UI中的坐标转换中使用的计算顺序不同造成的。

应用（**Apply**）将设置应用到表面并更新图形区域。

11.1.5. 校准检查（Alignment Check）



校准检查（Alignment Check）工具显示整个光学系统和加载的FEA/CFD数据集。这方便在一个窗口里总体查看FEA/CFD数据的校准情况。



起始面（First Surface）选择要查看的第一个表面。

终止面（Last Surface）选择要查看的最后一个表面。

数据类型（**Data Type**）选择要可视化的FEA/CFD数据类型。

☒变形（Deformation）：显示表面变形文件并将它们显示在光学表面最上方。

☒温度（Temperature）：显示温度数据文件并显示光学表面顶部和中间的点。

☒直接折射率（Direct Index）：显示直接折射率数据文件并显示光学表面顶部和中间的点。

☒应力（Stress）：显示应力数据文件并显示光学表面顶部和中间的点。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

着色数据（**Color Data**） 修改FEA/CFD数据集的配色方案。

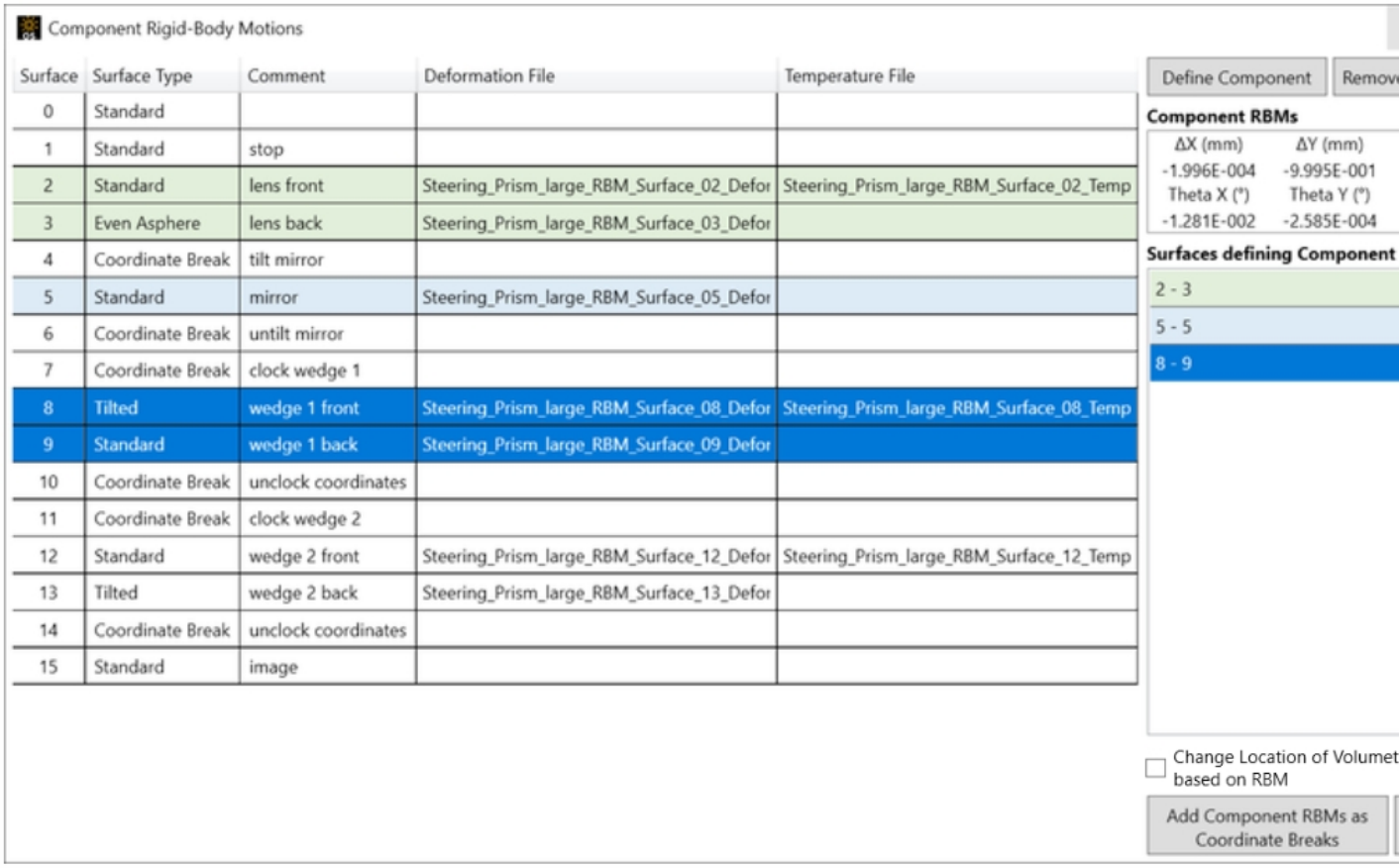
☒按文件（By File）：与每个数据集关联的数据点使用不同的颜色。

☒相同颜色（Same color）：所有数据点使用相同颜色。

点大小（**Point Size**） 调整FEA/CFD数据点的大小。

透明度（**Opacity**）调节表面或镜头的透明度。

11.1.6. 元件刚体运动（Component RBMs）



表面总结表（**Surface Summary Table**） 列出了光学设计文件中的所有表面和已分配的FEA/CFD数据集。点击表面以定义元件。在选择时，按住Shift键可选择多个连续的项。

定义元件（**Define Component**） 在选择了元件的表面后，点击此按钮，STAR可计算平均刚体运动。元件将被列在“表面定义元件”列表中。注意：在已定义元件中使用的表面不能用于定义其他元件。

删除元件（**Remove Component**）从表面定义元件列表中删除元件，并释放这些表面来定义其他元件。注意：此选项不适用于已将RBM信息转换为坐标断点的元件；这样做将导致出现错误消息。

元件刚体运动（**Component RBM**） 显示了为当前已定义元件计算出的共同刚体运动。

表面定义元件（**Surface Defining Component**） 列出了系统中已定义的元件。可用于选择和改变特定元件。

根据**RBM**更改体积数据节点位置（**Change Location of Volumetric Data Nodes based on RBM**）复选框，可控制体积数据节点的调整。如果已加载的体积数据文件的节点位置已经处于变形位置，则应该保持未选中状态。如果为体积数据提供了一个未变形的网格，这应该被激活，以改进校准。基于元件刚体运动，体积数据文件将被转换为变形的全局坐标。

添加元件**RBM**为坐标断点（**Add Component RBMs as Coordinate Breaks**） 点击后，STAR将从表面中删除元件RBM，并将其添加为表面周围的坐标断点。对于每个已定义的元件，总共有5个表面将被添加到镜头数据编辑器（LDE）中，表面的注释将表明其功能。这些表面是：

表面类型	注释
坐标断点	STAR RBM偏心
坐标断点	STAR RBM倾斜
坐标断点	撤销STAR RBM倾斜
坐标断点	撤销STAR RBM偏心
标准“虚拟”表面	原Th到下一个表面

8	(aper)	Standard	L1 Front	24.503	V	-8.000	V
9	(aper)	Standard	L1 Back	31.069	V	-2.137	V

图*1.*使用元件*RBM*工具前的元件表面示例。

8	Coordinate Break	STAR RBM dece...			0.074		
9	Coordinate Break	STAR RBM tilts			0.000		
10	(aper)	Standard	L1 Front	24.503	V	-8.000	V
11	(aper)	Standard	L1 Back	31.069	V	8.000	T
12	Coordinate Break	undo STAR RBM...			-0.074	P	
13	Coordinate Break	undo STAR RBM...			-8.000	P	
14	Standard	original Th to ne...	Infinity		-2.137		

图*2.*使用元件*RBM*工具后的元件表面示例。请注意，在坐标断点被添加到镜头数据编辑器后，表面编号会自动更新。

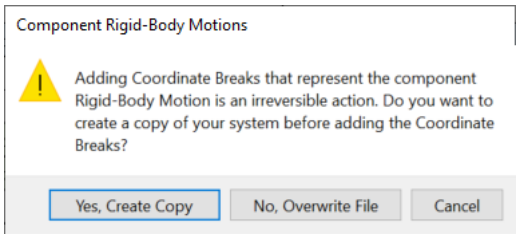
如何将元件**RBM**添加为坐标断点

1. 在STAR选项卡中，点击元件**RBM**（**Component RBMs**）。工具将出现。
2. 在“元件刚体运动”工具窗口中，选择包含系统中元件的表面。
3. 点击定义元件（**Define Component**）。STAR将计算所选表面的平均RBM，并将其显示在元件RBM表格中。一个条目将出现在表面定义元件（**Surface Defining Component**）列表中。

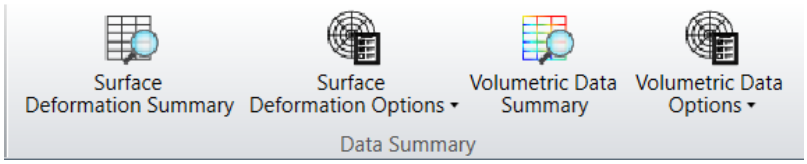
Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

4. 对于您希望更改为坐标断点的系统中的其余元件，重复步骤2和步骤3。
5. 点击添加元件***RBM***为坐标断点（***Add Component RBMs as Coordinate Breaks***）按钮。STAR将为您已经定义的元件添加坐标断点和虚拟表面。

   注意：这是一个单向功能，无法撤销。强烈建议您在看到工具提示时保存新文件。

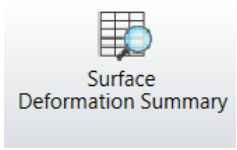


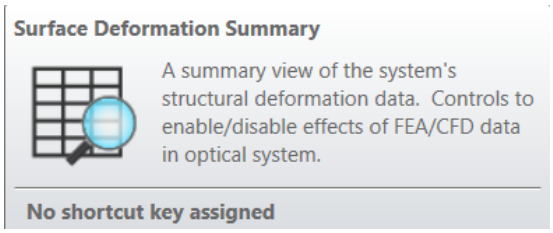
11.2. 数据概要组(Data Summary Group)



数据概要组包含用于汇总和启用或禁用FEA/CFD数据集效果的功能。

11.2.1. 表面变形概要（Surface Deformation Summary）





表面变形概要显示了已分配结构FEA/CFD数据集的表面概述，并提供了启用或禁用这些数据集的表面变形或RBM效应的快速控件。

表面属性（Surface Properties）下拉列表显示了拟合设置（如拟合评估（Fit Assessment）工具中）和刚体运动（RBM）信息以及坐标转换信息。

Surface 2 Properties

Surface	Surface Type	Comment	Surface Deformation Data File[1]	Fitted Deformation	Extracted RBMs
2	Standard	lens front	Surface_02_Deformation_global_coo...	☐	☐
3	Even Asphere	lens back	Surface_03_Deformation_global_coo...	☐	☐
5	Standard	mirror	Surface_05_Deformation_global_coo...	☐	☐
8	Tilted	wedge 1 front	Surface_08_Deformation_global_coo...	☐	☐
9	Standard	wedge 1 back	Surface_09_Deformation_global_coo...	☐	☐
12	Standard	wedge 2 front	Surface_12_Deformation_global_coo...	☐	☐
13	Tilted	wedge 2 back	Surface_13_Deformation_global_coo...	☐	☐

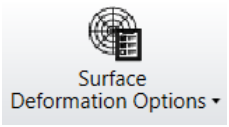
表面（**Surface**）、表面类型（**Surface Type**）和注释（**Comment**）栏显示了每个表面的信息，与镜头数据编辑器（Lens Data Editor）中的信息相同。

表面变形数据文件（**Surface Deformation Data File**） 分配给表面的表面变形FEA/CFD数据集的名称。

拟合变形（**Fitted Deformation**） 选择或清除该复选框可启用或禁用每个表面的FEA/CFD数据集的表面变形效应。这将禁用表面变形效应，无需删除多物理场加载（Multiphysics Loader）工具中的数据集。

提取的**RBM**（**Extracted RBMs**） 选择或清除该复选框可启用或禁用每个表面的FEA/CFD数据集的RBM效应。这将禁用RBM效应，无需删除多物理场加载工具中的数据集。

11.2.2. 表面变形选项(Surface Deformation Options)



使用下拉菜单中的控件，单击一次即可启用和禁用所有表面的表面变形和RBM效应。

使用所有变形数据**(Use all Deformation Data)** 为所有表面打开表面变形和RBM效应。

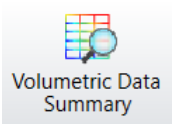
使用没有**RBM**的变形**(Use Deformation without RBMs)** 为所有表面打开表面变形并关闭RBM效应。

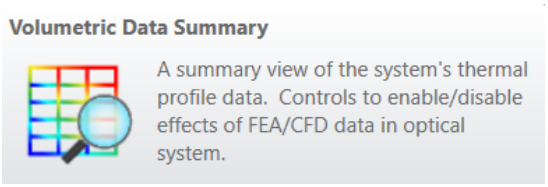
仅使用**RBM(Use only RBMs)** 为所有表面关闭表面变形并打开RBM效应。

忽略变形效应**(Ignore Deformation Effects)** 为所有表面关闭表面变形和RBM效应。

注意：通过使用表面变形数据概要中的右键菜单，可以一次更改多个表面的表面变形和RBM效应。CTRL+左键单击可以在表面变形数据概要中单独选择多个表面。SHIFT+左键单击可以在表面变形数据概要中选择一系列表面。

11.2.3. 体积数据概要（Volumetric Data Summary）





体积数据概要显示了已分配体积数据集的表面概述，并提供了启用或禁用这些数据集效果的快速控件。

表面属性（Surface Properties）下拉菜单显示了拟合设置（如拟合评估（Fit Assessment）工具中所述）。

Surface	Surface Type	Comment	Data Type	Volumetric Data File	GRIN St	Ray Tracing Model	Status
2	Standard	lens front	Stress	Surface_02_Stress.zst	0.6	GRIN	☑
8	Tilted	wedge 1 front	Direct Index	Surface_08_Index.zst	0.6		☑
12	Standard	wedge 2 front	Temperatures	NewS12Temperatures.zst	0.6		☑

表面（**Surface**）、表面类型（**Surface Type**）和注释（**Comment**）栏显示了每个表面的信息与镜头数据编辑器（Lens Data Editor）中的信息相同。

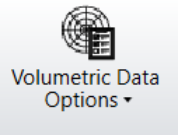
体积数据文件（**Volumetric Data File**）分配给表面的体积数据集的名称。

渐变折射率步长（**GRIN Step**）改变所用渐变折射率步长大小。较大的渐变折射率步长大小可缩短计算时间，但也会降低精度。在加载了体积数据集时，默认设置渐变折射率步长大小，以便每个渐变折射率都有10个步长。这样做是为了平衡加载时间和精度。

光线追迹模型 在线性和渐变折射率之间进行选择。这只适用于应力数据文件（有关更多信息：关于应力双折射（About Stress Birefringence））。

状态（**Status**）选择或清除该复选框可启用或禁用每个表面的体积数据集的效果。这将禁用所有体积FEA的效果，无需删除多物理场数据加载（Multiphysics Data Loader）工具中的数据集。

11.2.4. 体积数据选项（Volumetric Data Options）



使用下拉菜单中的控件，为所有表面一键启用或禁用热数据、直接折射率和应力。

使用所有体积数据（**Use all Volumetric Data**）为所有表面打开温度、应力及直接折射率。

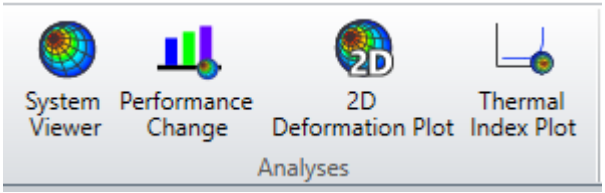
使用热数据（**Use Thermal Data only**）为所有表面打开温度，关闭直接折射率和应力。

使用直接折射率（**Use Direct Index only**）为所有表面关闭温度和应力，打开直接折射率。

使用应力（**Use Stress Only**）为所有表面打开应力，关闭温度和直接折射率。

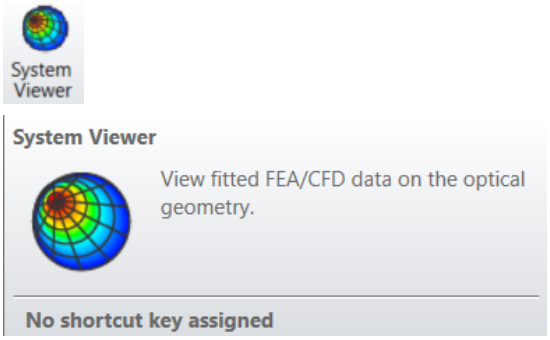
忽略体积数据（**Ignore Volumetric Data**）为所有表面关闭温度、应力及直接折射率。

11.3. 分析组(Analyses Group)

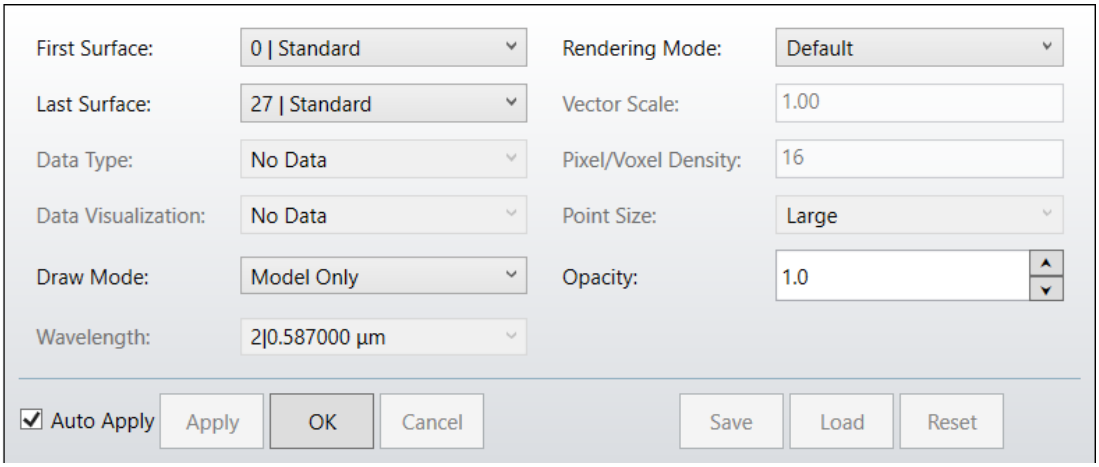


"分析组"包含STAR特定工具，用于查看因拟合FEA数据而导致的光学系统的变形和变化。

11.3.1. 系统查看器（System Viewer）



系统查看器主要显示全系统范围内拟合多物理场数据引起的表面变形和光学性能变化。在单个窗口中，该数据叠加在整个光学系统上。显示的信息可以通过"绘图模式"设置进行修改。不是所有的控件都可用于每种绘图模式。



起始面（**First Surface**） 选择要查看的第一个表面。

终止面（**Last Surface**） 选择要查看的最后一个表面。

数据类型（**Data Type**）选择通过光学系统显示的数据类型。这将改变所提供的绘图模式和数据可视化：

☒变形

☒温度

☒折射率变化

☒折射率

☒应力

数据可视化（**Data Visualization**） 选择通过光学系统的数据可视化方式。可用选项取决于所选的数据类型（Data Type）。

☒如果数据类型为变形，则数据显示为变形大小。
☒如果数据类型为直接折射率，则直接显示折射率。
☒如果数据类型为温度，用户可以在折射率或折射率变化之间进行选择（相对于没有拟合数据的光学元件）。

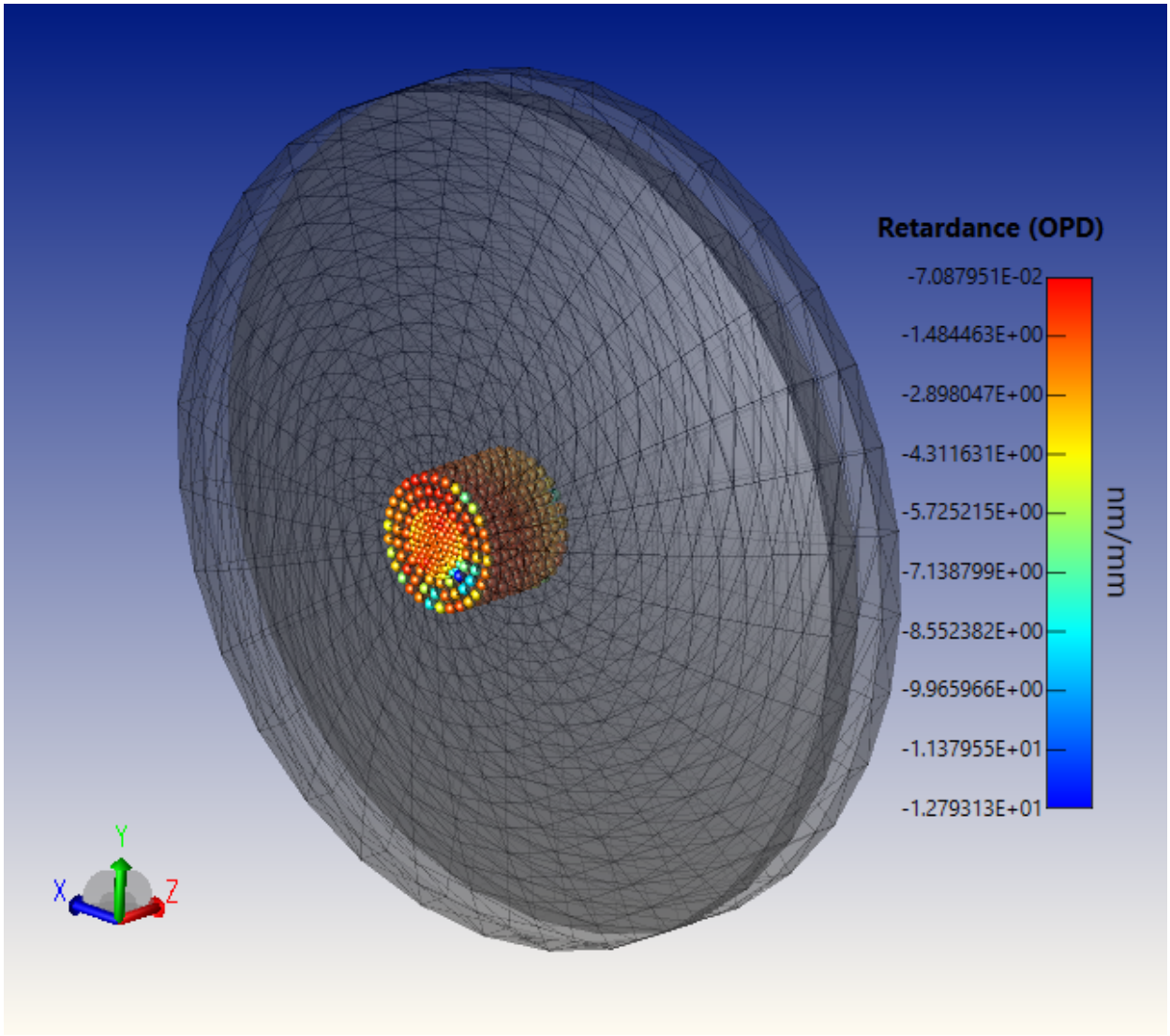
☒如果数据类型为应力，用户可以在镜头延迟（OPD）、镜头延迟（相位偏移）、点延迟（OPD）、点延迟（相位偏移）、折射率或折射率变化之间进行选择。

注释：

☒OPD是指延迟的光程差，单位为纳米。相位偏移以弧度显示。（OPD可以通过乘以2 π / λ 转换为相位偏移）。

☒在应力双折射计算中，镜头延迟是指波前经过光学元件后累积的延迟，它显示在光学元件的后表面。点延迟是指在光线追迹过程中每一步计算的无限小延迟，单位为nm/mm（或rad/mm）。因此，它显示在整个体积中。

☒应力双折射效应与光线方向有关。因此，这些效应仅显示在设置中所选视场的光束光迹范围内。如果应力数据集没有覆盖整个孔径，点延迟会显得比镜头体积小。



示例：通过镜头的光线光迹小于通光孔径。应力双折射效应只能在存在光线方向信息的地方进行计算，其产生的体积比镜头小。

绘图模式**（Draw Type）**选择通过光学系统显示的信息。可用选项取决于所选的数据类型（Data Type）。可显示以下信息：

☒仅模型（Model Only）：显示不带任何信息的模型。

☒变形图与矢量（Deformation Map & Vectors）：在光学系统上同时显示了变形图与变形矢量。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

☒变形图（Deformation Map）：在光学系统上显示了根据变形矢量计算的变形大小。变形大小R根据X、Y和Z变形矢量计算：

$$dR = \sqrt{dX^2 + dY^2 + dZ^2}$$

.

☒变形矢量（Deformation Vectors）：显示在光学系统上的矢量（显示变形大小和方向）。

☒折射率体元（Index Voxel）：折射率或折射率变化（FEA/CFD数据集的体积数据导致）。数据显示为光学体周围的3D像元。

☒折射率点云（Index Point Cloud）：折射率或折射率变化（FEA/CFD数据集的体积数据导致）。数据显示为光学体周围均匀采样的点云。

☒折射率平面（Index Plane）：折射率或折射率变化（FEA/CFD数据集的体积数据导致）。数据通过光学体显示为三个截面。

渲染模式（**Rendering Mode**）选择光学表面的渲染模式。

矢量比例（**Vector Scale**） 调整矢量的显示大小。

像素/像元密度（**Pixel/Voxel Density**）用于控制像元中的单元数或点云中的点数。

点的大小（**Point Size**）调节拟合数据点的大小。

波长（**Wavelength**）选择查看折射率数据的波长。所提供的选项为在系统选项（System Explorer）中选择的波长（Wavelength）。

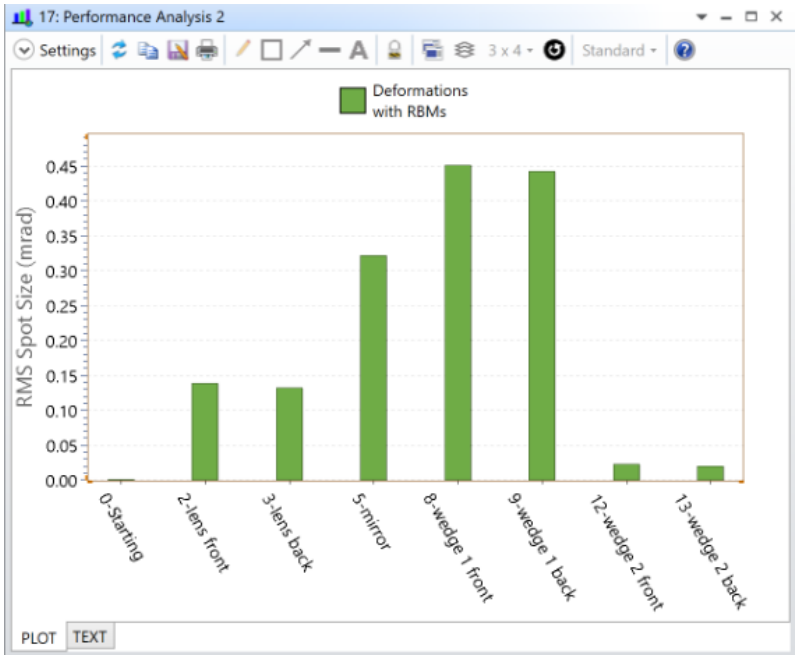
视场（**Field**）选择一个视场以查看双折射效应。只有在"数据类型"下拉菜单上选择"应力"时，视场选择才会激活。

透明度（**Opacity**） 调节表面或透镜的透明度。

11.3.2. 性能分析（Performance Analysis）

通过性能分析能了解分配给一个光学表面的每个FEA/CFD数据集如何影响指定性能指标的总体变化。

借助这个工具，您可以看到哪个表面对总体性能变化的影响最大。此外，这项分析可以区分结构变形数据引起的性能变化和温度数据引起的性能变化。最终用户不仅能够观察到哪些面在影响性能变化，还能了解这种变化的原因。



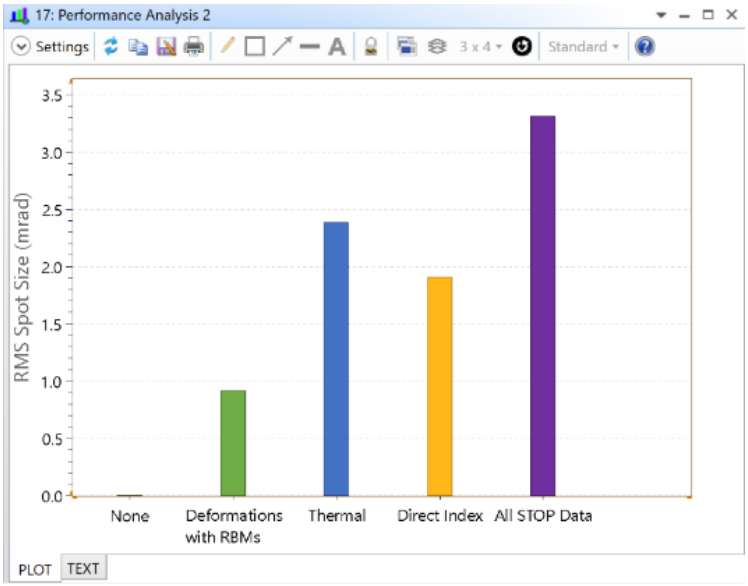
显示错误**（Show errors for）**：选择性能分析图形的粒度。

☒表面（Surface）：逐个表面显示性能

☒系统（System）：在系统级显示性能。显示最多五个值

1. 无（None）- 关闭所有STOP数据（表面变形和体积数据），并收集该指标。
2. 变形：仅RBM（RBMs only）-打开所有表面变形数据集，并关闭所有体积数据。目前该指标只支持RBM。
3. 没有RBM的变形（Deformations without RBMs）- 打开所有变形数据集，并关闭所有体积数据。目前该指标只支持表面变形（没有RBM）。
4. 热（Thermal）- 打开所有温度数据，关闭所有表面变形和直接指标，然后收集该指标。
5. 直接折射率（Direct Index）- 打开所有直接折射率数据，关闭所有表面变形、温度和应力，然后收集该指标。
6. 应力（Stress）- 打开所有应力数据，关闭所有表面变形、直接折射率和温度，然后收集该指标。
7. 所有STOP数据（All STOP Data）- 打开所有表面变形和所有体积数据，然后收集该指标。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



错误类型：

☒单个（Individual）：一次打开一个STOP效应，收集性能指标，然后关闭STOP效应，以生成单个效应图。这样可以区分每一次一个表面上的表面变形或体积数据引起的性能变化。

☒累积（Cumulative）：一次打开一个STOP效应，收集性能指标，以生成累积效应图。已打开的STOP效应保持打开，收集一组STOP效应相对应的性能。

指标**（Metric）**：指定目标性能指标。

☒光斑尺寸 - RMS光斑尺寸

☒波前差 - RMS波前差

☒RMS延迟（OPD） - 以纳米为单位的RMS延迟

☒RMS延迟（相位偏移）- 以弧度为单位的RMS延迟

波长编号**（Wavelength number）**：计算所使用的波长

STOP效应**（STOP Effects）**：选择要分析的STOP效应

☒变形：分析表面变形的影响（包括RBM）

☒温度：分析温度数据的影响

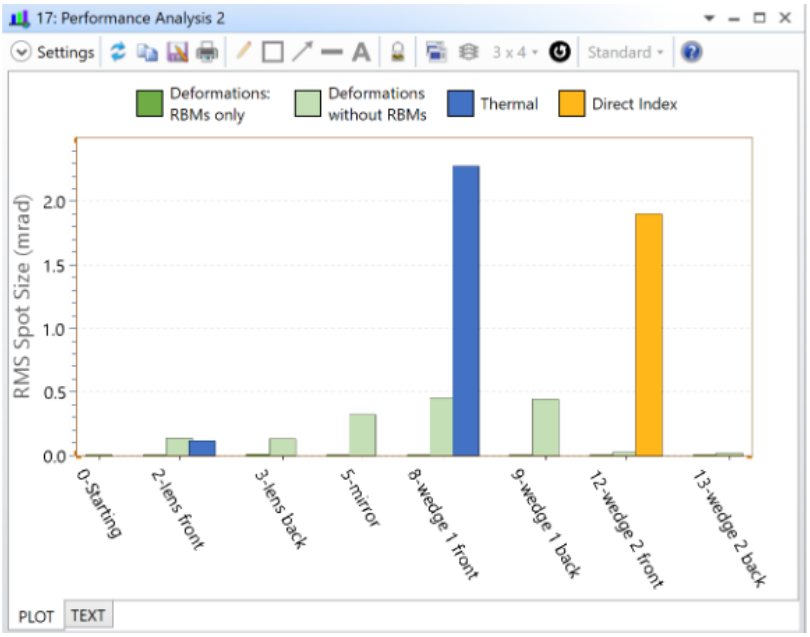
☒直接指标：分析直接指标数据的影响

☒应力：分析应力数据的影响

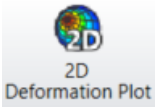
☒RBM详细信息：启用此设置可将变形数据拆分为表面变形和RBM。将出现附加列

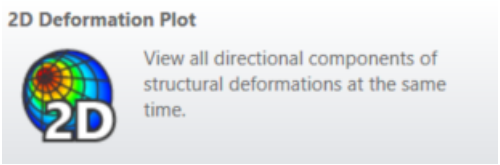
视场编号**（Field number）**：计算中使用的视场编号。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.



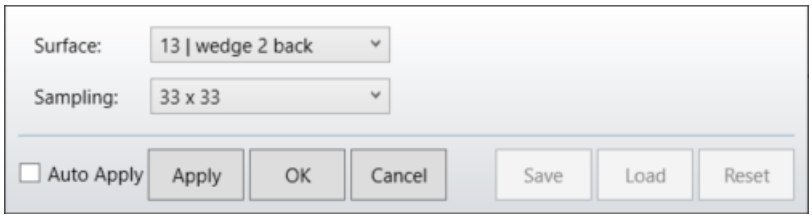
11.3.3. 二维变形图(2D Deformation Plot)





二维变形图可显示表面上拟合变形的方向性和大小。变形分为三张图，可展示选定表面X、Y、Z方向上的变形。第四张图可展示方向矢量的大小。

点击并拖动鼠标滚轮按钮（鼠标中键），放大至选定区域。



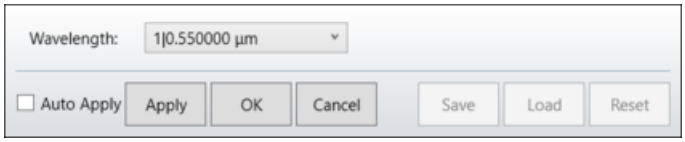
表面**(Surface)** 选择要在哪个表面上查看变形

采样**(Sampling)** 在所选表面上的采样网格中选择点数量。虽然更高的采样率会得出更准确的数据，但计算时间也会增加。

11.3.4. 热折射率图(Thermal Index Plot)

热折射率图工具对分配了热FEA数据集的每个表面显示了折射率与温度的关系图。附加摘要信息位于窗口顶部，并显示了有用的数据，以便将所有表面的信息与系统中应用的热数据进行比较。

使用设置(Settings)菜单选择系统选项中定义的，用于计算该数据的系统波长。



单击表中的一行以显示该表面的热折射率图。

表中显示了以下信息：

表面**(Surface)** 镜头数据编辑器中的表面编号与注释。

FEA数据集**(FEA Data Set)** 应用于表面的FEA数据集的文件名。

材料**(Material)** 应用于表面的材料的玻璃名称以及玻璃所在的材料目录。

T范围（℃）**(T range (°C))** FEA数据文件中的温度范围，单位为摄氏度。

n范围 从FEA数据集计算的折射率范围。

δ**n/**δ**T** 在FEA数据集的中值温度下计算得出的折射率温度系数。

11.4. FEA拟合过程和RBM（FEA Fitting Process and RBMs）

STAR采用数值拟合算法，将FEA/CFD与光学元件进行拟合。这样可以创建连续可微的面，因此适合在OpticStudio中的光线追迹。

表面变形、温度、直接折射率和应力数据集的拟合过程类似，但并不完全相同。下面是关于每一种数据类型的拟合过程。

温度

如果光学模型包含一个波长：

1. 加载FEA/CFD数据。
2. 应用任何坐标变换，将数据放置在OpticStudio内的正确位置。
3. 将温度值转换成对应于指定温度和材料的折射率。
4. 使用多级细化的分段B样条拟合，对折射率数据进行3D拟合。
5. 使用针对该目的创建的STOP GRIN材料将拟合的折射率添加到光学元件。
6. 折射率数据存储在<Objects>/STOP Objects文件夹下的ZST文件里。原始FEA数据的复本也存储在这个位置。

如果光学模型含有两个或更多波长：

1. 加载FEA/CFD数据。
2. 应用任何坐标变换，将数据放置在OpticStudio内的正确位置。
3. 使用多级细化的分段B样条拟合，对折射率数据进行3D拟合。
4. 温度拟合数据存储在Objects/STOP Objects文件夹下的ZST文件里。原始FEA数据的复本也存储在这个位置。
5. 将温度值转换成对应于指定温度、材料和波长的折射率，供以后的光线追迹或分析使用。需要时可在“运行中”创建GRIN数据。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

6. 如果给定的分析有此需要（如视图、点列图），可以使用针对该目的创建的STOP GRIN材料，向光学元件添加正确的折射率。

注意：如果对单色系统应用温度数据集，然后向光学模型添加第二个波长，则任何在第二个波长上计算得出的光线追迹将无效，进而导致分析结果不正确，这是STAR对两个波长使用相同的折射率。为避免出现错误，应删除热FEA/FEA数据并重新加载，以获得正确结果。

直接折射率

1. 加载FEA/CFD数据。
2. 应用任何坐标变换，将数据放置在OpticStudio内的正确位置。
3. 使用多级细化的分段B样条拟合，对折射折射率数据进行3D拟合。
4. 使用针对该目的创建的STOP GRIN材料将拟合的折射率添加到光学元件。
5. 折射率数据存储在<Objects>/STOP Objects文件夹下的ZST文件里。原始FEA数据的复本也存储在这个位置。

应力

1. 加载FEA/CFD数据
2. 应用任何坐标变换，将数据放置在OpticStudio内的正确位置。
3. 旋转应力张量以适应表面的局部坐标系。旋转由以下两个部分组成：
   a. 用户自定义变换，如多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）（章节：用户自定义变换（User-defined Transformations）中所述。
   b. 全局到局部的变换，适用于数据集加载在全局坐标中的情况。
4. 使用多级细化的分段B样条拟合，对应力张量的每个分量进行3D拟合。
5. 应力张量拟合数据存储在<Objects>/STOP Objects文件夹下的ZST文件里。原始FEA数据的复本也存储在这个位置。
6. 根据材料的应力张量和应力光学系数，可“动态”计算应力双折射效应。
7. 使用针对该目的创建的STOP GRIN材料将拟合的折射率和偏振效应添加到光学组件。

表面变形数据

1. 加载FEA数据。
2. 应用任何坐标变换，将数据放置在OpticStudio内的正确位置。
3. FEA网格点的Z坐标用同样(X,Y)位置上由OpticStudio面定义的Z坐标替换。这是因为对于光学分析而言，FEA网格往往过于粗疏。
4. 如果用户作此选择，则刚体运动（RBM）会被删除，删除刚体运动（Remove RBMs）可在拟合评估（Fit Assessment）工具里禁用：
   a. 该算法对变形矢量（dX、dY、dZ）开展六自由度拟合。
   b. RBM倾斜是关于无扰网格点的质心计算得出的。该计算不加权，所有网格点被视为具有相同的权重。
   c. 在拟合前从变形数据删除RBM。
5. 使用多级细化的分段B-样条拟合进行3D拟合。
6. 将计算出的结构变形添加到光学表面的表面矢高。
7. 拟合数据存储在<Objects>/STOP Objects文件夹下的ZST文件里。原始FEA数据的复本也存储在这个位置。

> 注：变形数据对光学系统中的所有波长有效。

关于RBM的说明：

如果RBM很显著，则删除RBM将提高拟合质量。如果RBM不显著但仍然删除，则可能增大拟合的误差。删除RBM可在拟合评估工具中禁用。用户应首先评估RBM值和得到的拟合误差，再考虑是否应使用这个选项

11.5. 关于节点权重（About Node Weights）

非均匀节点权重可用于提高刚体运动（RBM）计算的准确性。这在网格节点不平衡时非常有用。对于具有节点权重栏的表面变形文件（参阅多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader）主题），权重用于拟合过程。这可提供更切合实际的刚体运动表示。当FEA文件中没有节点权重时，使用正态拟合过程计算RBM。对于使用导出到STAR ACT扩展（Export to STAR ACT Extension）（启用了权重）生成的FEA数据集，表面较稀疏区域中的节点将比密集区域中的节点具有更高的权重。

当使用带有节点权重的变形数据文件时，不同的工具会出现不同的提示：

☒在多物理场数据加载器工具中，带有权重的文件用粗体字母表示。

☒在拟合评估中，提示为RBM使用权重进行计算。

☒在表面变形数据总结中，RBM子菜单会出现一个提示，即节点权重被用来计算刚体运动。

11.6. 关于应力双折射（About Stress Birefringence）

应力双折射是由于光弹性效应作用在透射光学材料上的应力结果。应力可能来自机械和热载荷，也可能是制造过程中产生的残余应力，如注塑成型、金刚石车削、精密玻璃成型或研磨/抛光。应力双折射可能导致波前误差，尤其是偏振误差。

应力双折射与光线方向有关，其对不同余弦矢量的光线的影响会导致不同的相位延迟和光程差。

与晶体等材料的双折射相比，各向同性材料的应力双折射效应非常小。因此，STAR认为寻常光线和非常光线之间的光线路径差异可以忽略不计：只使用一条光线路径，并计算对电磁场的影响，以及光程差和相位延迟。

STAR利用FEA数据文件中的应力张量数据、材料库中定义的应力光学系数K11和K12。这两个应力光学系数都是必需的。如果应力光学系数是针对单个波长定义的，则模型认为它们在整个光谱范围内是恒定的。如果系数是针对多个波长定义的，则进行插值以考虑整个光谱范围内的变化。

应力双折射效应是在考虑波前穿过光场并到达应力部分时计算的，不同的光场会有不同的应力双折射效应。所有分析工具都考虑了应力双折射效应，包括偏振工具，如偏振光线追迹、偏振光瞳图等。

光线追迹模型（**Ray Trace Models**）：

STAR可以使用两种不同的光线追迹模型进行应力双折射分析。可以在体积数据概要（Volumetric Data Summary）中为每个加载了应力数据的表面选择光线追迹模型：

☒GRIN光线追迹（默认） – 利用Ansys Zemax OpticStudio的GRIN追迹器在系统中传播光线。此选项可能更精确，但需要更多的计算资源。建议将此方法用于成像分析（参阅下面的详述）。

☒线性传播 – 假设材料中的光线路径变化可以忽略不计。因此，光线沿着线性路径穿过光学元件。虽然考虑了光程差，但光线沿着线性路径穿过材料。此选项可能会更快，但可能稍不准确。建议将此方法用于偏振分析（参阅下面的详述）。

详述（**Discussion**）：

虽然应力可能会产生明显的相位偏移，并对偏振产生重大影响，但对全局折射率的影响通常很小。虽然应力会产生渐变折射率材料，但在大多数情况下，材料中的光线路径变化可以忽略不计，假设光线通过线性路径一个有效的近似方法。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

STAR中应力数据的线性光线追迹模型遵循这一近似方法。对于材料中沿直线分布的每个GRIN步长，考虑了光程以及应力对电场的影响：因此，这些影响会在偏振分析工具和成像工具（如波前图、PSF、MTF）中显现出来，但光线会继续沿直线传播。因此，观察几何传播的工具（如光斑大小分析）的唯一变化，将来自折射率的微小变化导致的材料界面折射率的变化。GRIN传播算法光线追迹模型考虑了材料中光线路径的变化。因此，该模型的精度更高，但需要更多的计算资源来评估每一步光线方向的变化，类似于计算"传统"渐变折射率材料。

线性模型不改变光线方向，但考虑了OPD的变化，这一事实与标准Zemax OpticStudio成像分析产生了一些冲突。OpticStudio中默认使用出瞳作为计算光程差（OPD）的参考面。因此，在进行光程差（OPD）计算时，首先要通过光学系统追迹给定的光线，一路到达像面，然后反向追迹回到位于出瞳处的“参考球面”。（参阅出瞳（Exit Pupil））。

OPD所指的"参考球面"的计算是基于将主光线反向追迹到出瞳。然而，当使用线性模型时，整个波前面上的OPD变化与主光线方向不匹配（因为方向不变，但OPD会改变），因此无法正确应用OPD矫正。波前倾斜不会被移除，结果可能会产生误导。

当参考OPD为"绝对"或"绝对2"（取决于系统是有焦还是无焦），并且"倾斜"被移除时，分析工具（如线性模型的波前图）中的结果将是一致的。

相位延迟的影响可以在偏振光瞳图中看到，其他偏振工具不受"OPD参考"选项的影响。

使用线性模型时，未矫正的OPD的影响将取决于所使用的成像分析工具。例如，波前图受到的影响可能会产生误导性的结果，而PSF受到的影响只是质心的位移 – PSF的形状将得到正确计算。MTF分析不应受到OPD矫正的影响。

一般来说，我们建议：

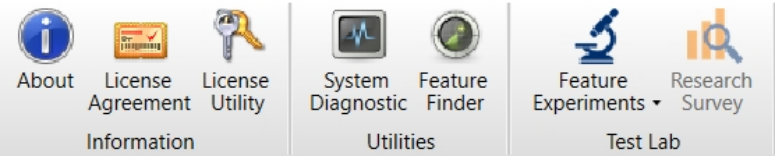
对于偏振分析，两种模型均可使用（选择取决于精度和速度要求）。

对于成像分析，应使用**GRIN**模型。

专家用户可以使用这两种模型来评估成像和偏振效应。

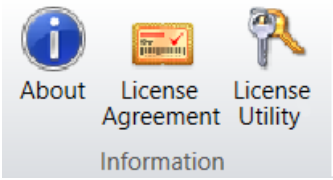
12: 帮助选项卡（The Help Tab）

该选项卡用于访问信息、实用工具和测试实验室组。



12.1. 信息选项卡(Information Group)

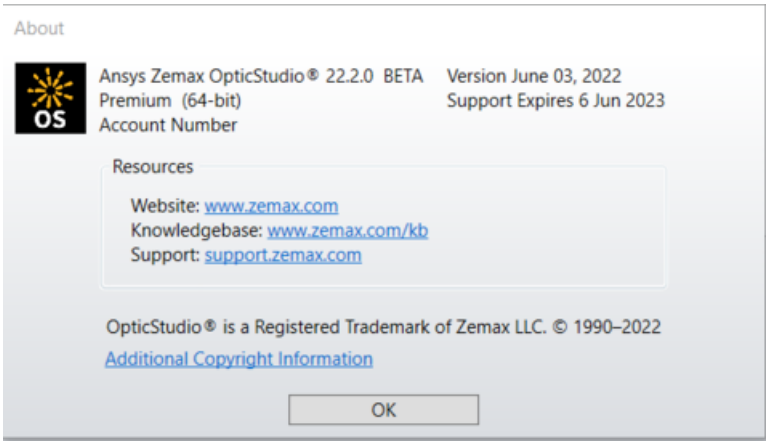
这是“实用工具”选项卡的“信息”部分。



12.1.1. 关于OpticStudio(About)

关于OpticStudio按键位于帮助菜单中的信息部分。

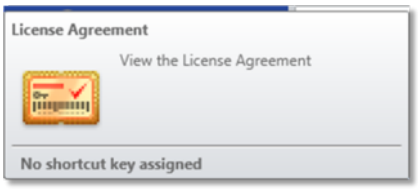
点击按钮将打开一个窗口提供关于本程序的基本信息。



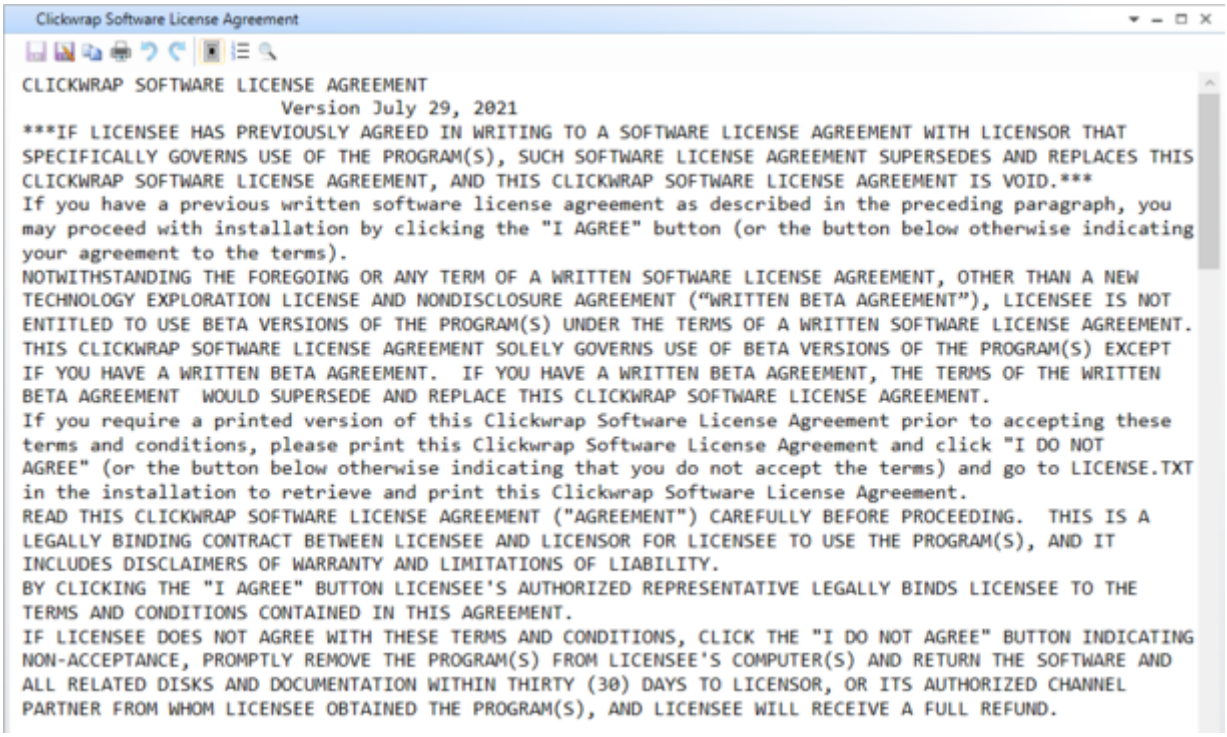
基本信息窗口中包含许可证密钥序列号、软件版本号、服务期时间以及OpticStudio的联系方式。

12.1.2. 许可证协议（License Agreement）

许可证协议按钮位于实用选项卡中的信息部分。



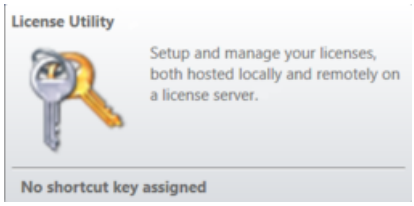
打开一个包含软件许可证协议的窗口。



终端用户许可证协议窗口提供保存、复制和打印功能。

12.1.3. License Utility

License Utility



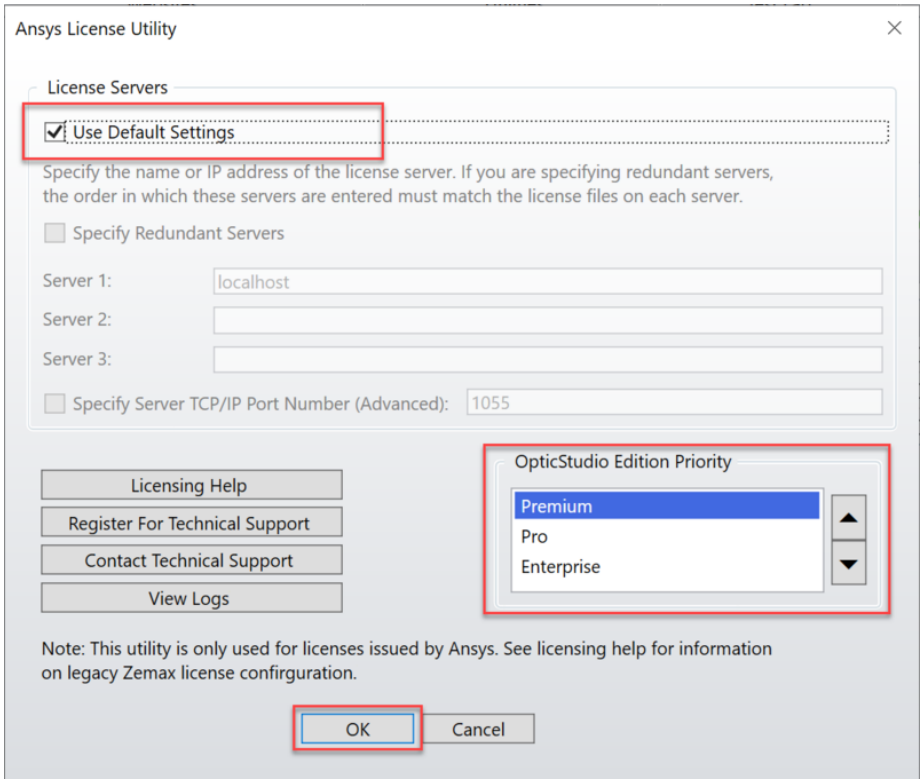
此版本OpticStudio需具有Ansys许可证才有效。如果您尝试访问Zemax许可证（格式为L1XXXXX的许可证或任何USB许可证），则需要安装Zemax OpticStudio版本。

许可配置：

如果未检测到许可证，则在OpticStudio的“实用工具”选项卡中打开许可证实用工具。您可以对安装在您的计算机或网络许可证服务器上的本地许可证的访问权限进行配置。

如果您已激活您计算机上的许可证，请勾选“使用默认设置（Use Default Settings）”。

启动时，您还可以选择先使用专业版、高级版还是企业版许可证。完成后，单击“确定”并重新启动OpticStudio以尝试访问本地许可证。

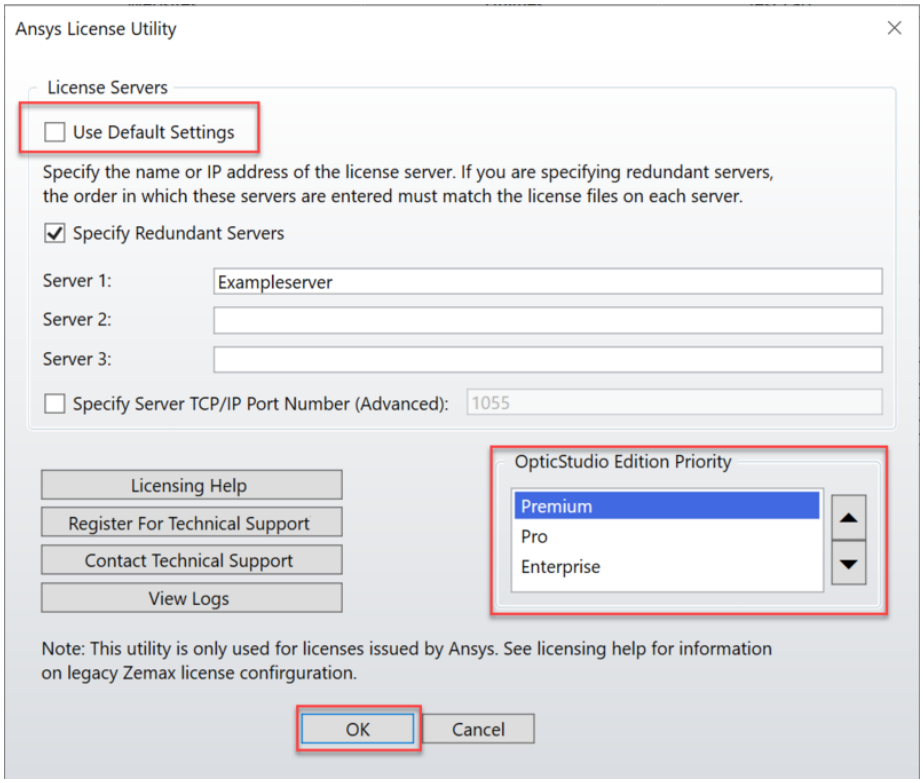


要访问服务器上的Ansys许可证，请取消勾选“使用默认设置”选框。在下面的“服务器”字段中输入许可证服务器或多个服务器的计算机名称。如果需要输入多个服务器，请勾选“指定冗余服务器”。可选为端口号。通常使用默认端口号1055即可。

如果不确定服务器名称或端口，请联系Ansys门户帐户中列出的许可证管理员。添加服务器名称和/或端口后，单击“确定”并重新启动OpticStudio，以尝试使用它。

在启动该软件时，您还可以选择先使用专业版、高级版还是企业版许可证。

完成配置后，单击“确定”并重新启动OpticStudio以尝试访问许可证。



有关其它信息或帮助，请点击许可证实用工具中的“许可帮助”按钮。这将链接到可提供更多信息的Zemax支持网站。

12.1.3.1. 管理我的许可证（Manage my license）

OpticStudio以共享许可证或网络许可证的形式出售。这意味着许可证通常安装在您公司的服务器上，然后可以由不同的客户端计算机使用。最大并发用户数由您购买的许可证账户数设置。

许可证访问和其它设置在激活许可证的服务器上进行管理。有关最新版本的Zemax软件、支持信息、知识库文章和社区的更多信息，请访问Ansys客户支持空间：www.ansys.com/support。

12.1.3.2. 借用许可证以供离线使用（Borrowing a license for offline use）

许可证借用（**License Borrowing**）

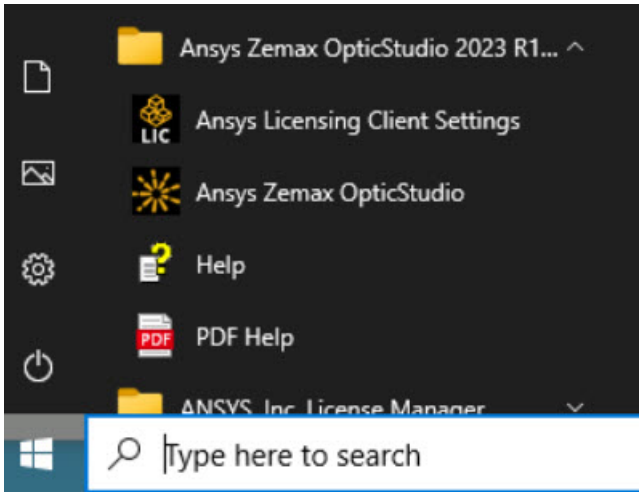
您的Zemax产品捆绑了一款新的实用工具，名为“Ansys授权客户端设置”。该实用工具用于从许可证服务器“借用”许可证账户，如果您的组织网络处于离线状态，可使用长达30天。如果您重新连接到网络，则可以在到期之前将其归还，或者您不做任何操作，它将自动超时。我们建议您在不需要时尽快归还，以便其他同事使用。

注意，该实用工具需要管理员权限才能运行，因为它将设置保存到“Windows程序文件”中的一个文件夹中。此外，您还需要使用许可证服务器的名称和端口对其进行配置。

该实用工具仅适用于Ansys许可证。如果您有类似于L1XXXXX格式的Zemax旧许可证号，则需要安装Zemax版本的软件，而非此Ansys版本。

配置对许可证的访问（**Configuring access to the license**）

从“Windows开始”菜单启动“Ansys授权客户端设置”。



如果您是计算机管理员，您将看到一个弹出窗口，允许进行更改。点击“是（yes）”。

如果系统提示您输入密码，但它不接受您正常的Windows登录信息，这通常意味着您没有运行该实用工具的管理员权限。请与您公司的IT/服务台联系，以获得运行此实用工具的权限。

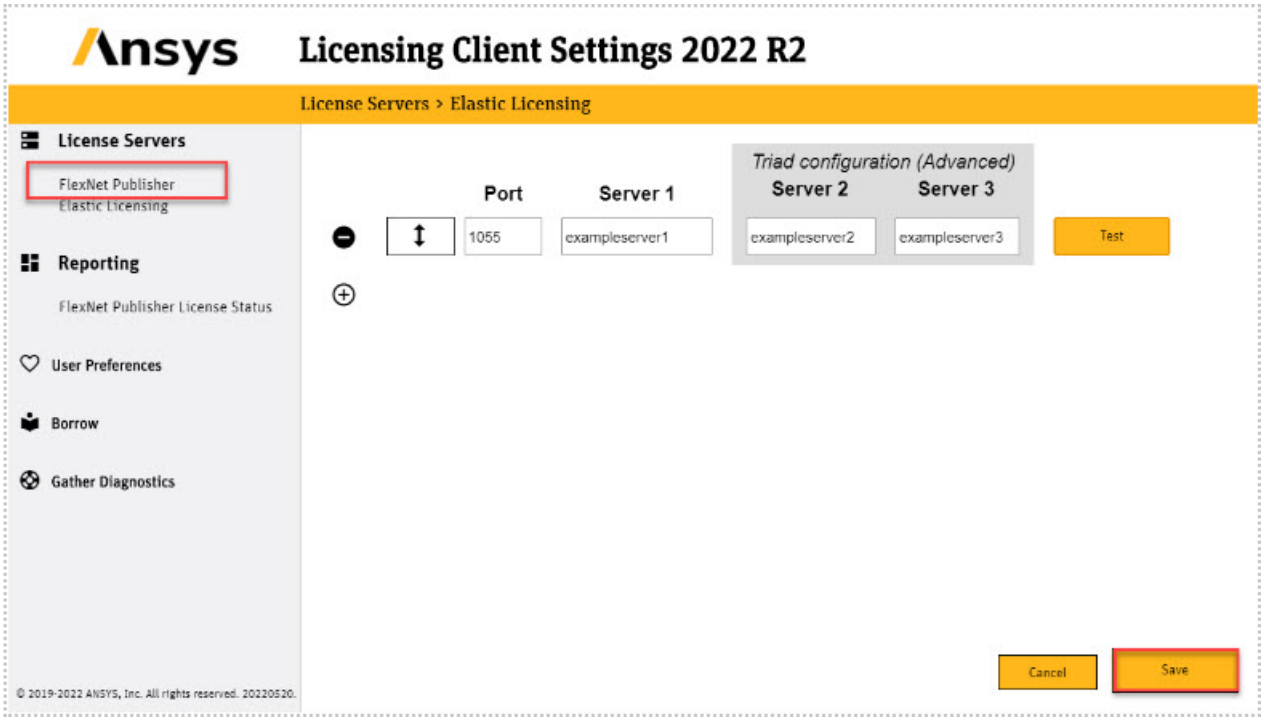
从实用工具的“FlexNet Publisher”部分，输入激活Ansys Zemax许可证的许可证服务器名称或ip地址。如果您有多个服务器或“三合一”许可证备份服务器，请在此处输入所有3个许可证服务器。端口通常是1055，除非您的组织在另一个端口上具有特殊配置的许可证。

如果您不确定服务器名称，请明白Zemax支持通常没有此信息，因为我们不托管您的许可证服务器。有几种方法可以获取服务器名称：

☒向已经使用其中一个许可证的同事咨询。在Opticstudio的“实用工具（Utilities）”选项卡或OpticsBuilder中打开“Ansys客户端”设置应用。
☒联系您的经理或企业的IT部门。

您可以单击“测试（Test）”来验证与服务器的连接。如果测试成功，“测试”的右侧会出现一个复选框。

完成后，单击“保存（Save）”以应用您的设置。



借用账户（**Borrowing a seat**）

导航到“客户端”设置上的“借用（Borrow）”部分，然后单击“Borrowable increments”下拉菜单。

通过查看要借用的许可证特性进行选择。

Opticstudio版本列表如下：

zos_level1 = Opticstudio专业版

zos_level2 = Opticstudio旗舰版

zos_level3 = Opticstudio企业版

OpticsBuilder

zob_level1

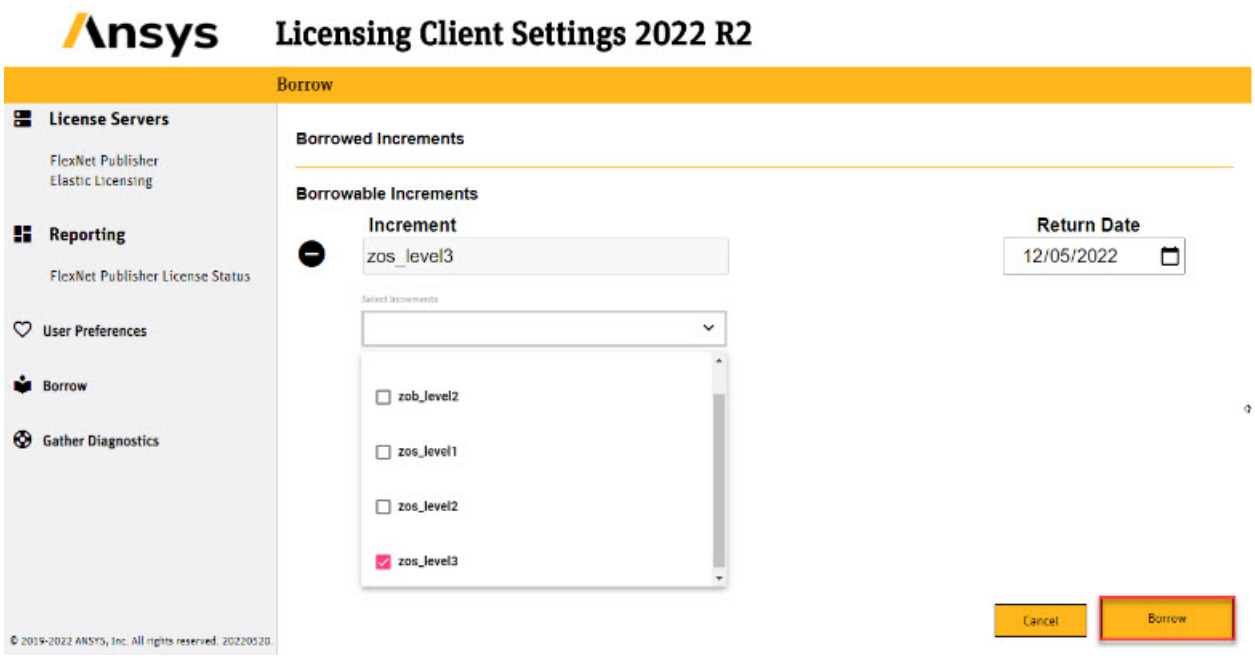
zob_level2

zob_level3

提示：对于OpticsBuilder，您可以选择其中任何一个级别。它们目前是同一版本，且功能都相同。这在未来可能会发生改变。新版本将包括有关该版本的信息。Opticsbuilder列出如下：

选择“归还日期（Return Date）”，并选择“借用（Borrow）”以保存您的选择。

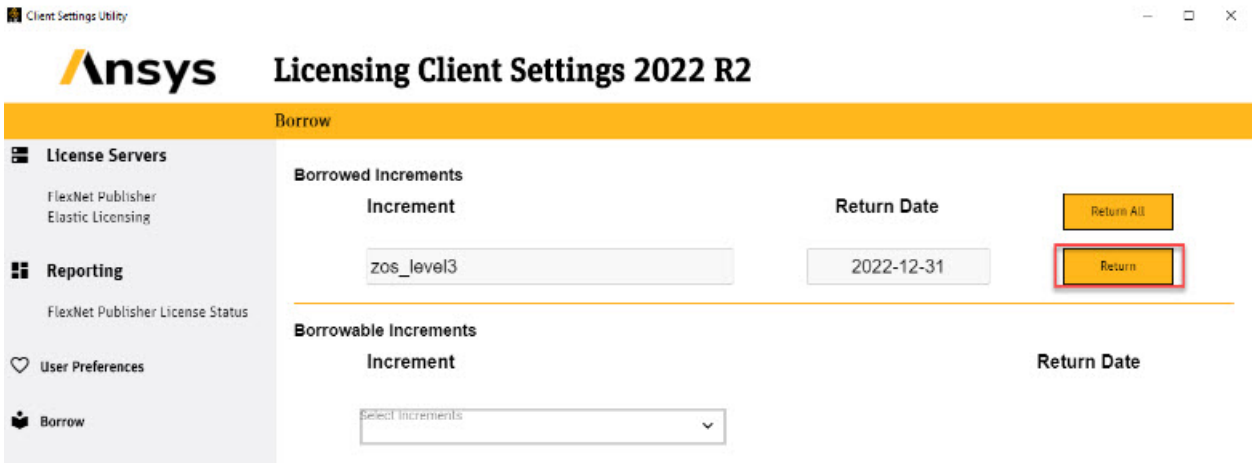
您的借用权利及相应的归还日期将会显示出来。现在您可以断开网络连接并使用您的Zemax软件。



归还借用的许可证（**Returning a borrowed license**）

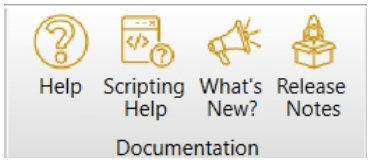
如果要在到期日期之前归还许可证，请首先连接组织的网络。

然后再次打开“Ansys授权客户端设置”实用工具。导航到“借用（Borrow）”部分，单击想要归还的许可证旁边的“归还（Return）”，或者全部归还。



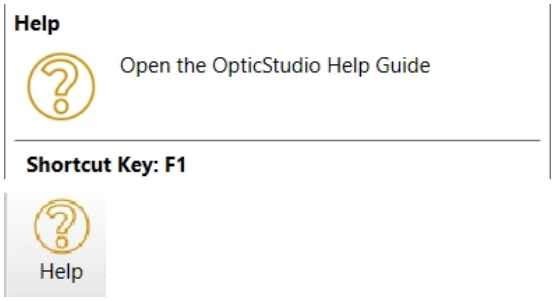
12.2. 文档选项卡(Documentation Group)

该选项卡位于学习和支持选项卡的文档部分。

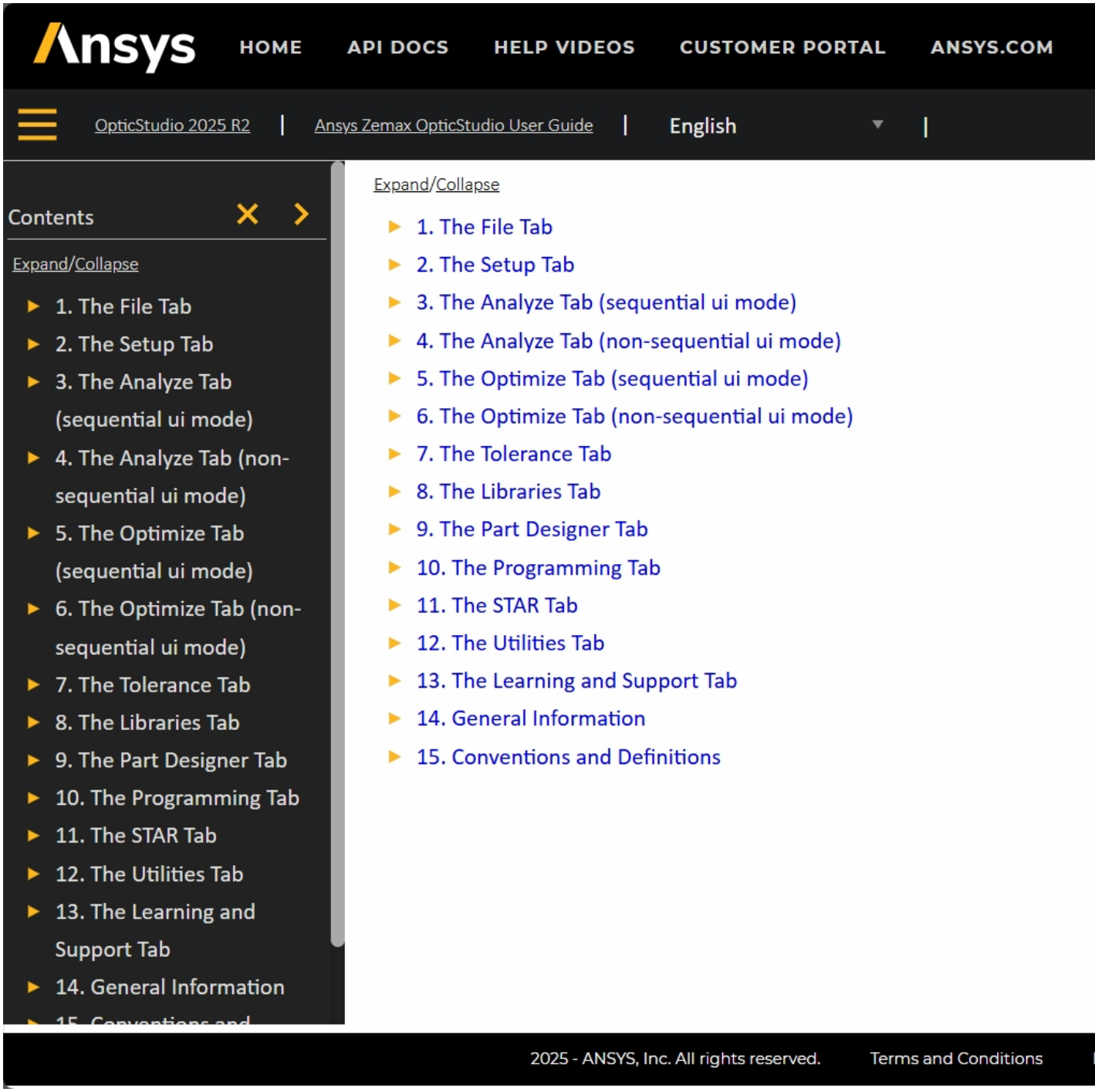


12.2.1. 帮助

帮助(Help)按钮位于和支持选项卡的文档部分。

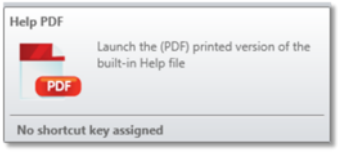


这将打开在线帮助文档页面：



12.2.2. 帮助PDF(Help PDF)

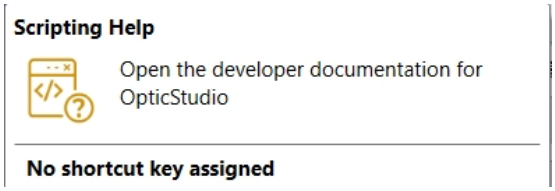
帮助PDF(Help PDF)按钮位于和支持选项卡的资源部分。



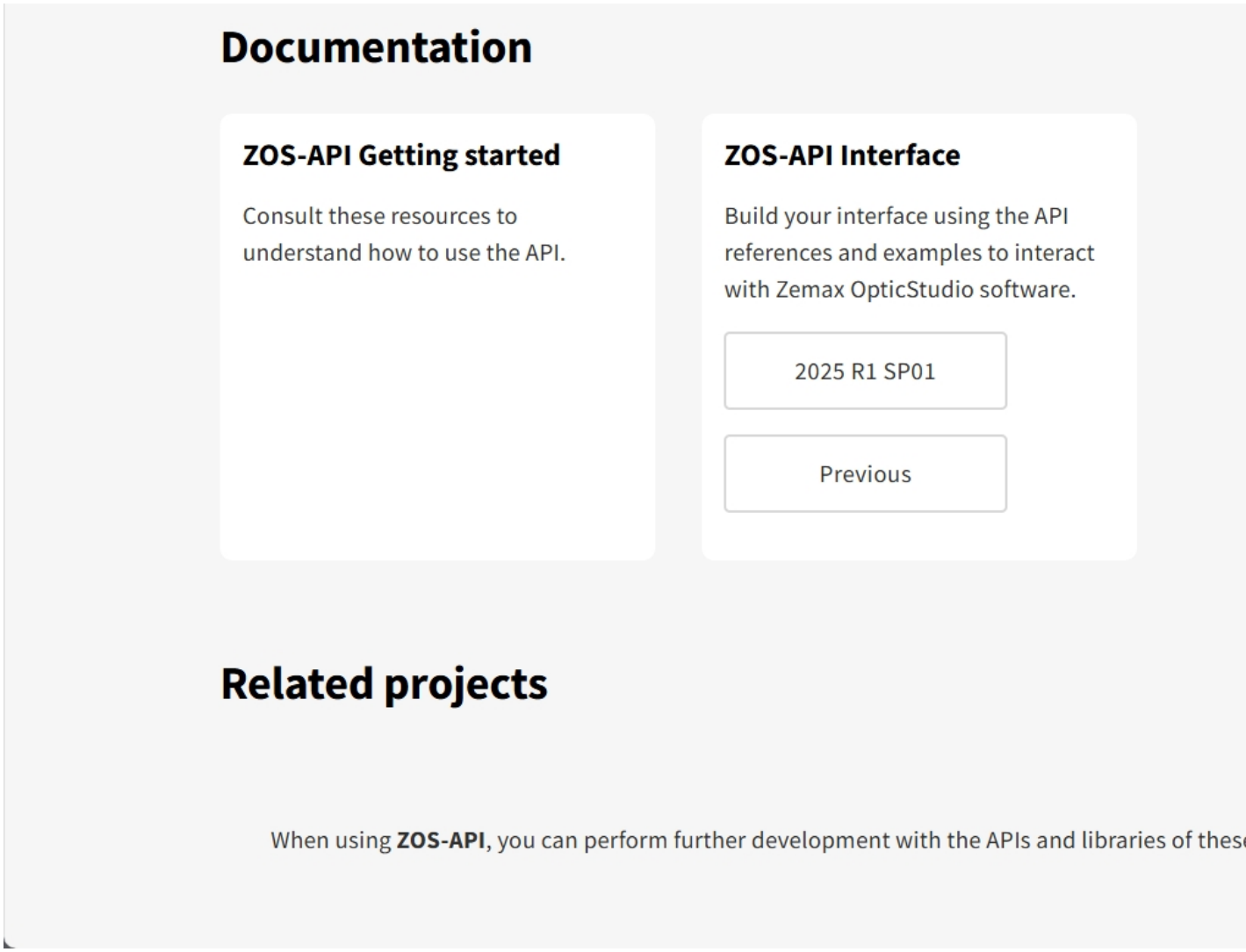
点击按钮将打开一个PDF版本的交互式帮助文件。

12.2.3. 脚本帮助(Scripting Help)

脚本帮助(Scripting Help)按钮位于学习和支持选项卡的文档部分。

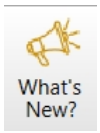


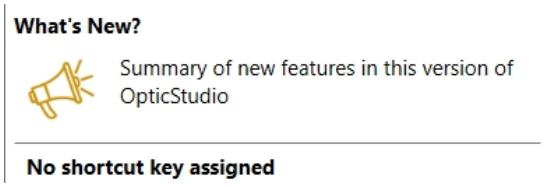
点击按钮将启动一个名为**Ansys Zemax OpticStudio**开发人员的链接，其中包含详细介绍API中使用的命名规则和函数分类，并包含几段连接Python、MATLAB、C＃和C++的示例代码：



12.2.4. 新功能(What's New)

新功能(What's New)按钮位于学习和支持选项卡的文档部分。

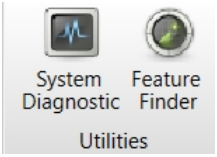




该窗口包含此版本OpticStudio中重点功能的概述。

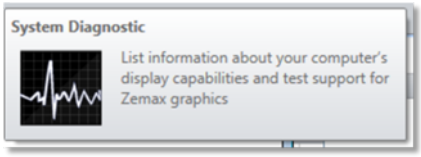
12.3. 实用工具选项卡(Utilities Group)

这是“实用工具”选项卡的“实用工具”部分。



12.3.1. 系统诊断(System Diagnostic)

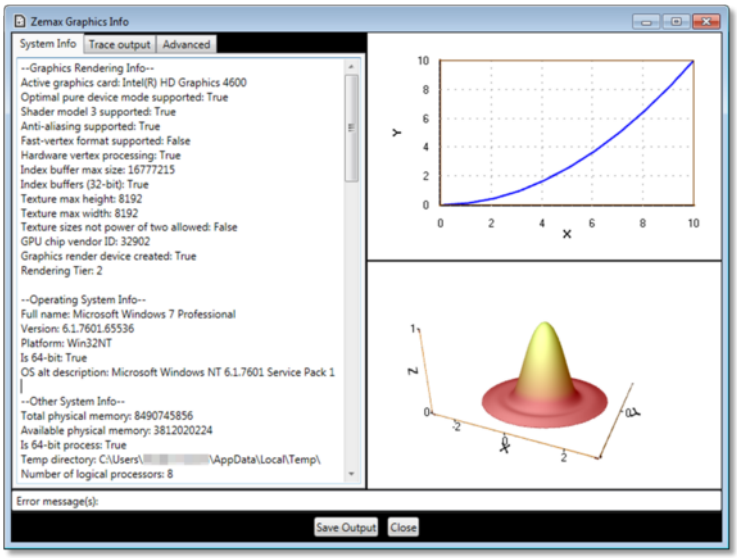
系统诊断(System Diagnostic)按钮位于实用工具选项卡的实用工具部分。



系统诊断工具会以图表的形式显示 信息及其它操作系统专用诊断信息。

点击保存结果**(Save Output)**按钮，可在文本文件中导出诊断数据。

举个例子：



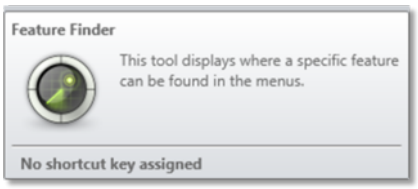
如果您有任何图像显示问题，请运行本系统进行诊断，并通过Ansys客户支持空间（Ansys Customer Support Space）或Ansys学习论坛（Ansys Learning Forums）向支持团队提交功能申请：www.ansys.com/support。在您的申请中，请附加：

1. 您的OpticStudio密钥编号
2. OpticStudio图形信息窗口的截图；

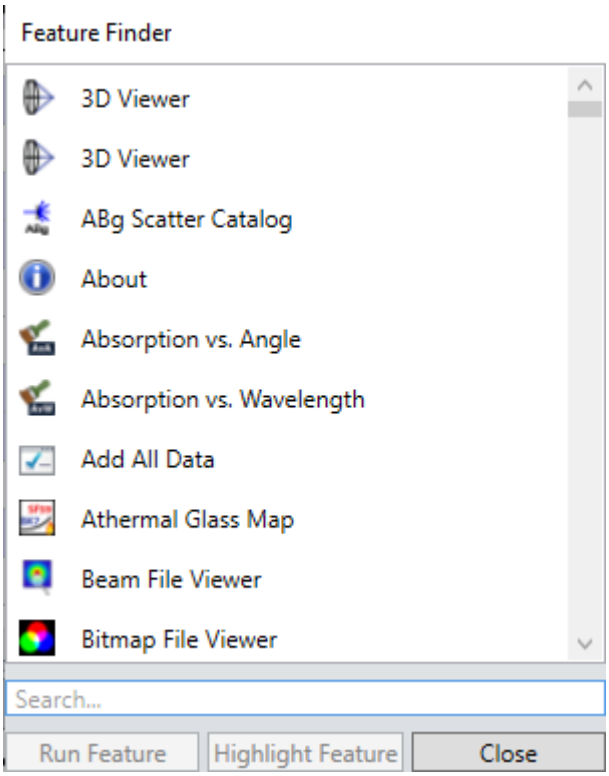
3. 将“保存结果”文本文件添加至邮件附件；

12.3.2. 功能查找(Feature Finder)

功能查找(Feature Finder)按钮位于实用菜单中的实用工具部分。



这个工具能够帮助用户在OpticStudio用户界面中查找不同工具和分析功能的位置。



在搜索栏中键入一个关键字，就可以找到相关的分析功能或工具。

按钮功能**(Button Functions)**：

执行功能**(Run Feature)** 打开/运行选定的工具或分析窗口。

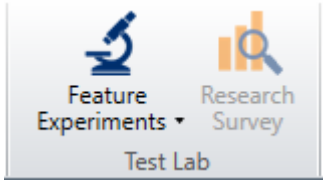
高亮功能**(Highlight Feature)** 在OpticStudio用户交互界面中高亮显示选定工具或分析的位置。

关闭**(Close)** 关闭功能查找窗口。

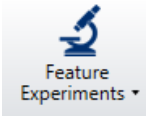
12.4. Test Lab Group

Test Lab Group

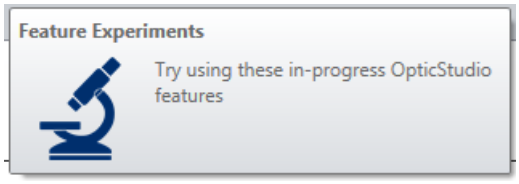
这是实用工具选项卡中的测试实验室部分。



12.4.1. 实验功能（Feature Experiments）



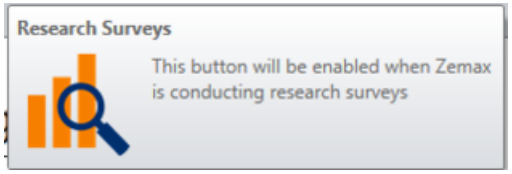
实验功能（Feature Experiments）按钮位于帮助菜单中的测试实验室部分。



在实验功能的下拉菜单中，您可以测试一些我们计划在下个版本中推出的新功能。由于这些新功能还没有完善的说明文件，所以如果您对分析功能有任何问题，请及时联系我们。在这些功能的工具栏中，您将看到一个发送反馈（Send Feedback）按钮，点击这个按钮将新建一封地址为我们的技术支持团队的电子邮件。

12.4.2. 用户调研（Research Surveys）

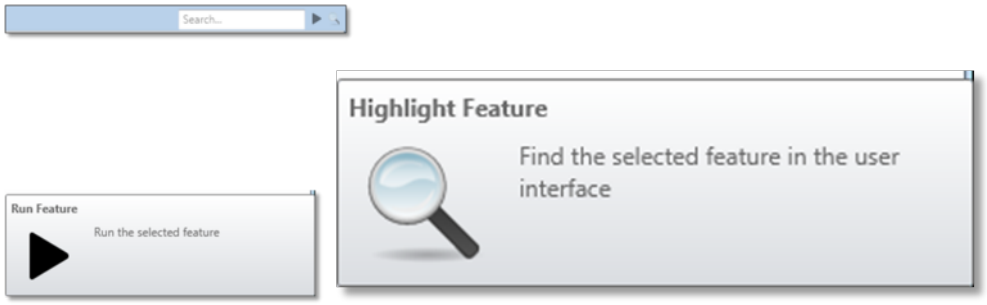
用户调研按钮位于实用工具选项卡中的测试实验室部分。



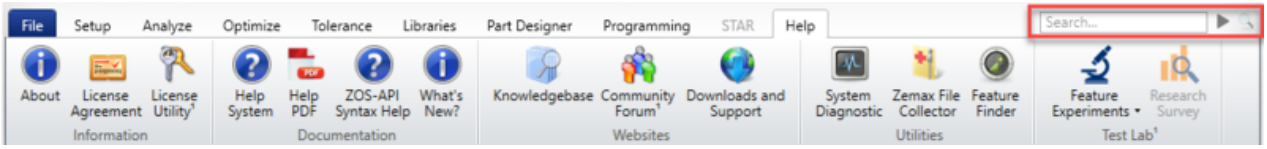
当Zemax有调查问卷需要您填写时，用户调研按钮的下拉菜单将启用。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

12.5. 搜索栏（实用工具选项卡）(Search Bar (utilities tab))



搜索栏位于用户界面的右上角：



搜索栏始终可见，与所选选项卡无关，也不管导航带是否隐藏。与功能查找(Feature Finder) 工具类似，可在OpticStudio用户界面中定位不同的工具和分析特性。

在搜索栏中键入一个关键字，就可以找到相关的分析功能或工具。

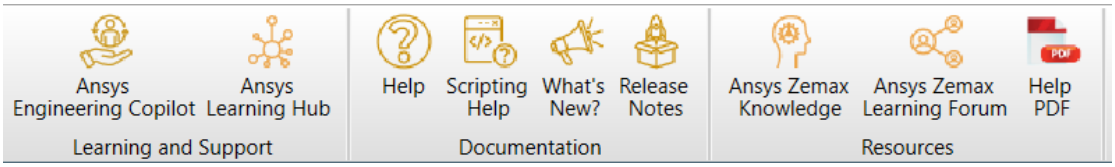
按钮功能***(Button Functions)***：

执行特征**(Run Feature)** 打开/运行选定的工具或分析窗口。

高亮功能**(Highlight Feature)** （放大镜图标）在OpticStudio用户界面中高亮显示所选工具或分析功能的位置。

13: 学习和支持选项卡（The Learning and Support Tab）

该选项卡用于访问OpticStudio的学习和支持功能。



13.1. 学习组（Learning Group）

这是学习和支持选项卡（The Learning and Support Tab）下的学习和支持组。

它包括访问Ansys创新空间（Ansys Innovation Space）、Ansys学习中心（Ansys Learning Hub）和Ansys Zemax学习论坛（Ansys Zemax Learning Forum）。

Ansys创新空间（Ansys Innovation Space）

此按钮可打开外部网络浏览器，进入Ansys创新空间。通过Ansys创新空间可以访问Ansys知识文章、论坛和课程。

Ansys学习中心（Ansys Learning Hub）

此按钮可打开外部网络浏览器，进入基于订阅的平台Ansys学习中心（ALH）。ALH提供覆盖整个Ansys软件组合的课堂、虚拟和自学课程。

Ansys Zemax学习论坛（Ansys Zemax Learning Forum）

通过此按钮，您可以访问Ansys Zemax学习论坛。

13.2. 支持组（Support Group）

学习和支持选项卡的资源部分。其中包括访问客户门户和Ansys Zemax知识：

客户门户（Customer Portal）

通过此按钮，您可以访问我们的客户门户，获得技术支持、产品软件下载等。

Ansys Zemax知识（Ansys Zemax Knowledge）

通过此按钮，您可以访问Ansys Zemax知识材料，包括常见问题解答和教程，帮助您解答与仿真相关的问题。

14: 一般信息(General Information)

本部分包含供您参考的一般信息。

14.1. 重要通知（Important Notice）

AutoDesk Inventor®、Creo Parametric®、MATLAB® 均为ANSYS, Inc.根据许可使用的商标。

Ansys、Ansys徽标和所有其它Ansys,Inc.产品名称均为ANSYS,Inc.或其子公司在美国或其它国家的注册商标或商标。

所有其它产品或商标是各所有权人的财产。

帮助文件中的信息如有更改，恕不另行通知，且不代表供应商的承诺。该文档中描述的软件根据许可协议提供，只能根据协议条款使用或复制。

ANSYS,Inc."按原样"提供该出版物，不提供任何形式的明示或暗示保证，包括但不限于关于适销性或特定用途适用性的暗示保证或条件。在任何情况下，ANSYS,Inc.均不对任何利润损失、业务损失、使用或数据损失、业务中断或任何类型的间接、特殊、偶然或后果性损害承担责任，即使ANSYS,Inc.已被告知该出版物或软件中的任何缺陷或错误可能导致此类损害。

OpticStudio支持到AutoDesk Inventor 2018与PTC Creo Parametric 4、5、6、7、8、9和10的动态链接。

14.2. 镜头设计参考(References on Lens Design)

OpticStudio和OpticStudio文档都不会教您如何设计镜头或光学系统。虽然该程序会在很多方面协助您设计和分析光学系统，但设计师仍然是您。OpticStudio文档不是关于光学设计、术语或方法的教程。OpticStudio用户可获得的技术支持包括程序使用协助，但不包括有关基本光学设计原理的指导。如果您在光学设计方面经验很少或根本没有经验，您可能需要在有关这一主题的许多好书中挑一本来阅读。下表列出了一些（但并非全部）有助于您学习的书籍。

参考资料

作者	书名	出版社
Bass	Handbook of Optics	McGraw-Hill
Born & Wolf	Principles of Optics	Pergamon Press
Fischer & Tadic-Galeb	Optical System Design	McGraw-Hill
Geary, Joseph M.	Introduction to Lens Design: With Practical Zemax Examples	Willmann-Bell
Hecht	Optics	Addison Wesley
Kingslake, Rudolph	Lens Design Fundamentals	Academic Press
Laikin, Milton	Lens Design, Third Edition	Marcel Dekker
Mahajan, Virendra	Aberration Theory Made Simple	SPIE Optical Engineering Press
O' Shea, Donald	Elements of Modern Optical Design	John Wiley and Sons

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

Rutten and van Venrooij	Telescope Optics	Willmann-Bell
Shannon, Robert	The Art and Science of OpticalDesign	Cambridge University Press
Smith, Gregory Hallock	Practical Computer-Aided Lens Design Design	Willmann-Bell, Inc.
Smith, Warren	Modern Optical Engineering	McGraw-Hill
Smith, Warren	Modern Lens Design	McGraw-Hill
Welford	Aberrations of Optical Systems	Adam Hilger Ltd.
Welford	Useful Optics	University of Chicago Press

最重要的是，OpticStudio不能替代良好的工程实践。在合格的工程师检查该软件执行的计算结果是否合理之前，任何设计都不应视为已完成。当需要制造设计且涉及大量成本时，这一点尤为重要。工程师有责任检查OpticStudio的结果，而不是相反。

15: 规约和定义(Conventions and Definitions)

本章介绍本手册使用的规约和术语定义。OpticStudio大部分规约和术语都是光学行业通用的，但其中有些部分可能也存在一些差别。

15.1. 当前结构(Active Configuration)

当前结构是当前显示在透镜数据编辑器中的结构。有关详细信息，请参阅使用多重结构(Using Multiple Configurations)。

15.2. 角放大率(Angular Magnification)

近轴像空间主光线角度与近轴物空间主光线角度比率。角度是相对于近轴入瞳和出瞳位置测得的。

15.3. 切趾(Apodization)

切趾是指系统入瞳上照度的均匀性。默认情况下，入瞳总是被均匀地照亮。但是，也有光瞳不均匀照亮的情形。为此，OpticStudio支持光瞳切趾，即光瞳中光强的变化。

支持三种类型的光瞳切趾：均匀、高斯和子午。除均匀以外，对于每种类型，切趾因子可以确定光瞳中光强变化的比例。有关切趾类型和因子的详述，请参阅系统选项的"孔径（系统选项）(Aperture (System Explorer))"部分。

OpticStudio还支持用户自定义切趾，能放到任一表面上。表面切趾与光瞳切趾表现不同，因为表面不一定位于光瞳位置。有关表面切趾的更多信息，请参阅用户自定义面。

15.4. 后焦距(Back Focal Length)

OpticStudio 将后焦距定义为从最后一个玻璃表面沿Z轴到无限共轭的物体所成的近轴像面之间的距离。

注意，如果像空间不位于空气中（即像面的材料一栏包含有材料的名称），则报告给出的后焦距是从像面到无限共轭的物体所成的近轴像面之间的距离。

如果没有玻璃表面，则后焦距是指从表面1到无限共轭的物体所成的近轴像面之间的距离。

15.5. 基面(Cardinal Planes)

术语基面是指物面和像面之间具有特定放大率的那些特殊共轭位置。平面与光轴相交的点是对应于该基平面的基点。基面包括主平面（其中横向放大率为+1），反主平面（其中横向放大率为-1），节点平面（其中角放大率为+1），反节点平面（其中角放大率为-1），以及焦平面（其中像方空间焦平面的放大率为0，物方空间焦平面的放大率为无穷大）。

除焦平面外，基面彼此共轭，换言之，像方空间主平面与物方空间主平面共轭，其它基面以此类推。如果透镜在物方空间和像方空间内的折射率相同，则节点平面与主平面重合。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

OpticStudio 列出了从像面到各个像方空间基面的距离以及起始面到各个物方空间基面的距离。

15.6. 主光线(Chief Ray)

如果没有渐晕且不存在像差，则可以将主光线定义为从特定视场点出发，通过入瞳的中心到达像面的光线。请注意，如果没有渐晕或像差，则通过入瞳中心的任何光线也将通过光阑中心和出瞳的中心。

如果使用渐晕因子，则可以将主光线看作是通过渐晕光瞳中心的光线，这意味着主光线可能不一定通过光阑的中心。

如果有光瞳像差（实际上光瞳像差始终存在），则主光线可能通过近轴入瞳的中心（如果关闭光线瞄准）或光阑的中心（如果开启光线瞄准），但通常不会同时通过上述两个中心。

如果存在渐晕因子使光瞳偏心，则主光线将通过渐晕入瞳的中心（如果关闭光线瞄准）或渐晕光阑面的中心（如果开启光线瞄准）。

常规的约定是chief光线通过渐晕光束的中心，而principal光线通过非渐晕光束的中心。 OpticStudio 从不使用principal光线。大部分计算是参照的主光线或质心。请注意，通常首先选择质心参考，因为它是以实际照亮像面的所有光线的聚集效应为基础的，而不是基于任意选择的一条"特殊"光线。

15.7. 坐标轴系(Coordinate Axes)

光轴为Z轴，且从物体传播的初始方向为正向Z轴。镜面之后将翻转传播的方向。坐标系为右手坐标系，在标准布局图上X轴（弧矢）正方向为"进入"显示器的方向。Y轴（子午）正方向为垂直向上的方向。

传播方向为从左到右，沿着Z轴正方向。在奇数个镜面后，光束实际上沿Z轴负方向传播。因此，在奇数个镜面后所有厚度均为负数。

15.8. 衍射极限(Diffraction Limited)

衍射极限是指光学系统的性能受衍射的物理效应限制，而不是设计或加工方面的不完善所造成的性能下降。确定系统是否达到衍射极限的常用方法是计算或测量光程差。如果峰谷OPD小于波长的四分之一，则认为系统达到衍射极限。

可以通过许多其它方法确定系统是否达到衍射极限，如斯特列尔比、RMS OPD、标准偏差和最大斜率差等。有可能存在这种情况，即通过一种方法认为系统达到衍射极限，而通过另一种方法认为系统没有达到衍射极限。

在某些OpticStudio分析图（如MTF或衍射圈入能量）中，可以选择显示衍射极限响应。此数据通常通过从视场中选一个参考点进行追迹光线计算得到，不论实际（有像差的）光程如何，在考虑光瞳切趾、渐晕、F/#、表面孔径和透过率后，光程差被设置为零。

对于同时包含x和y方向零视场点的系统（如0.0x角度和0.0y角度），参考视场位置即为该轴上视场。如果没有定义(0, 0)视场点，则应将视场位置1的视场坐标用作参考坐标。

15.9. 边缘厚度(Edge Thickness)

OpticStudio 按如下公式定义表面的边缘厚度：

$$E_i = Z_{i+1} - Z_i + T_i$$

其中，Z_i为该表面矢高，Z_{i+1}为下一个表面矢高，T_i为该表面的轴向厚度。矢高值按各个表面的+y净口径或半直径来计算；请注意，如果表面不是旋转对称或表面孔径依据其它面来设置，则利用+y径向孔径来计算边缘厚度可能不适用。

边缘厚度求解使用的边缘厚度的定义略有不同。仅对边缘厚度求解而言，i+1表面的矢高按表面i的净口径或半直径计算。这种方法可避免在计算中出现无限循环，因为更改表面i的厚度可能会改变表面i+1的净口径或半直径（如果后者的净口径或半直径处于"自动"模式且基于光线追迹计算）。

请参阅"厚度：边缘厚度"和"输入半直径数据"，了解更多详情。

15.10. 有效焦距(Effective Focal Length)

有效焦距(Effective Focal Length)是从副主平面到傍轴焦平面的距离。通过从无穷远处追迹轴上的副基底光线计算得到副主平面，并使用副基底的像空间边缘光线角度来对其进行确定。

OpticStudio中有效焦距的计算公式如下：

$$F = \frac{1}{K} = \frac{f'}{n'}$$

其中，K为系统功率，F为有效焦距，n'为像空间中材料的指数，f'为像空间中的第二焦距。

请注意，在解决方法数据中，第二焦距(f')被列为"有效焦距（在像空间）"，为有效焦距乘以像空间的折射率。例如，下图显示了示例系统在空气和水图像空间中的EFL：

```
Effective Focal Length  :          99.50068    (in air at system temperature and pressure)
Effective Focal Length  :          132.6387    (in image space)
```

15.11. 入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)

光阑在物空间近轴成像的直径（以镜头单位计）。

15.12. 入瞳位置(Entrance Pupil Position)

系统中近轴入瞳相对于第一面的位置。第一面始终为表面1，而不是物面（表面0）。

15.13. 出瞳直径(Exit Pupil Diameter)

光阑在像空间近轴成像的直径（以镜头单位计）。

15.14. 出瞳位置(Exit Pupil Position)

近轴出瞳相对于像面的位置。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

注意，OpticStudio将率先尝试跟踪真实的傍轴光线，以计算序列模式下的出瞳位置。但如果无法追踪中心光线，我们将切换至近轴光线来估算瞳孔位置。如果系统中有一些不寻常的组件，使用傍轴光线有时可能会得到意想不到的结果。例如，如果用户创建一个用户定义的表面，光线相交于顶点附近时，该表面就会有某种不连续的行为，可能就会出现这种情况。

15.15. 视场角和高度(Field Angles and Heights)

可以将视场点指定为角度、物高（对于使用有限共轭的系统）、近轴像高或真实像高。视场角始终以角度为单位。正向视场角度是指该方向光线的正斜率，因此需要参照远处物体的负向坐标。 OpticStudio 使用以下公式将x视场角(α_x)和视场角(α_y)转换为光线方向余弦：

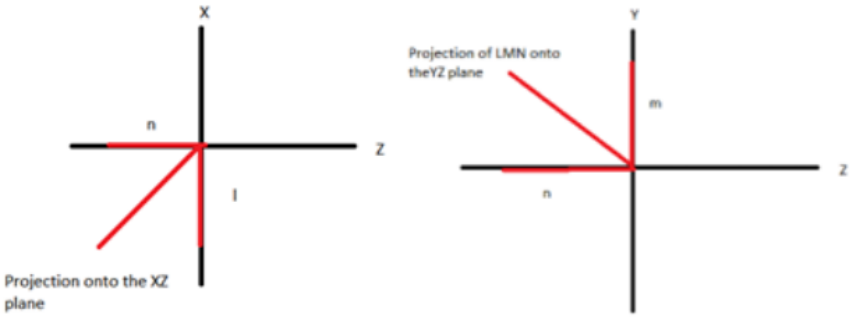
$$\tan\alpha_x = \frac{l}{n}$$

$$\tan\alpha_y = \frac{m}{n}$$

$$l^2 + m^2 + n^2 = 1$$

其中，l、m和n分别为x、y和z的方向余弦。

如果 α_x 和 α_y 都小于90度，则选择n > 0，如果 α_x 、 α_y 或两者都大于90度，则选择n < 0。需要阐明该符号，因为 α_x 和 α_y 完全按-180到180度的范围定义。对于一组给定的方向余弦，可以有两个与给定方向余弦相匹配的不同的角。按照这个惯例，用户应该注意，如果 α_x 和 α_y 中有一个小于90度，而另一个大于90度，则方向余弦在XZ平面和YZ平面上的投影似乎没有给出所要求的角度。例如，如果 α_x < 90，同时 α_y > 90，则方向余弦在XZ平面和YZ平面上的投影为：



在这种情况下，选择n < 0，会迫使我们选择l < 0来保持定义l和n的方程，XZ平面上的实际角度为 α x- 180。

如果使用物高或像高定义视场，则应采用镜头单位计量高度值。

当以近轴像高用作视场定义时，其高度值是近轴像面上主波长主光线的近轴成像坐标，如果光学系统有畸变，则实际主光线将位于不同位置。

使用实际像高作为视场定义时，其高度值是像面上主波长主光线的实际光线坐标。

当使用角度作为视场定义，则使用最大径向视场来计算所有定义视场点的归一化视场。因此，最大径向角度也称为归一化角度。（关于最大径向视场与最大视场角的区别，请参阅"视场类型(Field Type)在页面上118"中的归一化部分。）

OpticStudio 为大量特性使用归一化视场坐标。有关如何归一化视场坐标的信息，请参阅"归一化视场坐标"定义。要设置视场类型和值，请参阅"视场(Fields)"。

15.16. 光阑尺寸浮动(Float by Stop Size)

光阑尺寸浮动是OpticStudio系统孔径类型中的一种。此术语是指当已知入瞳位置、物方空间 数值孔径、像方空间F/#和光阑面半径中的其中一项时，实际上其余项也是确定的。因此，设置光阑面半径后，允许其它值浮动是定义系统孔径非常有效的方法。当光阑面是在系统中间的不可更改的真实孔径时（如在设计无光焦校正光学器件时），此方法特别方便。

15.17. 鬼像反射(Ghost Reflections)

鬼像反射是由少量的反射光（而非穿透透镜面折射）所形成的错误的多余图像。例如，在太阳光下的视场中拍摄的照片上看到的孔径光阑面所成的多个像便是由鬼像反射所导致的。鬼像可能会在成像系统和高能激光系统中导致问题。

15.18. 玻璃(Glasses)

玻璃是在玻璃(Glass)栏中按名称输入的。可以通过玻璃库工具查看目前软件可用的玻璃，并输入新玻璃。如需了解详细信息，请参阅使用材料库(Using Material Catalogs)一节。

如果玻璃一栏中的内容是空白，则将其视为空气，并使用空气的折射率进行计算。也可以在玻璃类型中输入"MIRROR"，把表面设为镜面，尽管玻璃库中并不是真的有这个材料。但镜面空间的折射率始终等于镜面前介质的折射率。

如果一个面或一个物体的材料类型为"MIRROR"，则只会反射光线。透射的部分将被忽略。根据是否指定了膜层，行为会有所不同：

☒如果没有定义膜层，则该面将被假设为镀了一层厚的铝膜，折射率为0.7-7.0i。铝层被假设为足够厚，以至于没有光线能够穿过此膜层。这就相当于一个没有镀膜的且反射率小于1的镜面，尽管反射率的精确值取决于光线的偏振态。

☒如果指定了膜层，则反射率将是膜层的反射率。

如需了解有关温度和压力对折射率数据的影响的信息，请参阅定义温度和压力(Defining Temperature and Pressure)。

15.19. 六边环(Hexapolar Rings)

OpticStudio在执行许多常见计算（如点列图）时，都会让用户选择光线样式(Ray Pattern)。光线样式是指一组光线在入瞳中排列方式的规则。六边样式是以旋转对称形式分散一组光线的方式。六边样式是通过中心光线周围的光线的环数进行描述的。第一个环包含6条光线，每条光线以每隔60度环绕着入瞳，且第一条光线从0度开始（在光瞳的+x轴上）。第二个环包含12条光线（共19条，包括位于第"0"环的中心光线）。第三个环包含18条光线。每个后续环包含的光线均比前一个环多6条。

许多需要指定采样参数的分析工具（如点列图）都预设使用六边环作为指定光线数的方式。如果六边取样密度为5，则并不意味着将要使用5条光线。取样密度为5表示将要使用1 + 6 + 12 + 18 + 24 + 30 = 91条光线。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

15.20. 像方空间F/#(Image Space F/#)

像方空间F/#是近轴入瞳直径与无限共轭计算的近轴有效焦距之间的比。请注意，有效焦距的计算采用无限共轭定义，即使这个镜头系统不是无限共轭。

15.21. 像方空间数值孔径（NA）(Image Space Numerical Aperture (NA))

像方空间数值孔径为像方空间折射率乘以近轴轴上主光线和近轴轴上+y边缘光线（根据主波长定义的共轭计算）之间角度的正弦值。

15.22. 镜头单位(Lens Units)

镜头单位是测量镜头系统的主要单位。镜头单位可用于表示半径、厚度、孔径以及其它量，其可以是毫米、厘米、英寸或米。

15.23. 边缘光线(Marginal Ray)

边缘光线是从物体的中心出发，到达入瞳的边缘，并最终到达像面的光线。

如果存在渐晕，则OpticStudio可以通过将到达渐晕入瞳边缘的光线定义为边缘光线来延伸此定义。如果开启光线瞄准，则边缘光线位于渐晕光阑面的边缘。

另请参阅主光线的定义。

15.24. 最大视场(Maximum Field)

最大视场是指能包围住定义的所有视点的最小径向坐标（如果在笛卡尔XY图上绘制出每个视场点的x值和y值）。如果视场类型为角度，则最大视场以角度来度量，镜头单位(Lens Units)在页面上1727如果视场类型为物高、近轴像高或真实像高，则最大视场以镜头单位来度量。视场类型在"视场角和高度"定义中进行了介绍。要设置视场类型和值，请参阅视场。

15.25. 混合模式（Mixed Mode）

混合模式结合了序列模式与非序列模式，并使用具有非序列模式物体的序列模式光线追迹。通过在镜头数据编辑器中添加非序列模式组件表面，可以将非序列模式物体添加到序列模式系统中。请参阅“混合模式中的非序列模式光线追迹”。

详述（**Discussion**）

对于适用于混合模式系统的所有序列分析，所有通过入口的光线也必须通过出口。即使不满足条件，仅使用光线的分析也可能有效，例如点列图。只要“参考光线”追迹正确，另一套分析方法也可能行得通，例如惠更斯的PSF。（参考光线是位于光阑的0、+/-Y和+/-X处的光线）。但是为了让所有的序列分析都能可靠地工作，所有的光线都必须经过入口和出口。对于在非序列区域中“丢失”光线的系统，因为它们没有遇到非序列物体，有一些可能的解决方法：

1. 用户可以在混合模式入口之前定义一个序列模式的UDA，该入口会过滤掉不照射到非序列物体的光线。

2. 用户可以在非序列区域内定义光学元件，将丢失的光线重定向到出口，然后在出口后的表面阻挡这些光线。

15.26. 原生物体(Native Object)

原生物体指在非序列模式组件编辑器中内建的利用参数定义的物体。 OpticStudio 对于原生物体的光线追迹，使用约为10^{-12}的相对内部光学精度。

当在OpticStudio中导入非原生物体，例如STEP文件时，物体表面是利用非均匀有理B样条曲线(NURBS)来定义的。NURBS表面描述方式不能达到某些精度，但能精确描述二次非球面。因此，NURBS对于球面、椭球面、抛物面、双曲面的描述是精确的，但对高阶面型描述不精确。此外，使用NURBS比利用原生物体需要更多内存、以及更多时间来渲染和进行光线追迹。

注意，OpticStudio文档中也提到了"原生CAD文件"，它与我们在这里所讲的原生物体不是一回事。原生CAD文件指的是零件和装配体文件格式对于生成零件及装配体的CAD软件来说是原生的。原生CAD文件的示例包括Autodesk Inventor零件文件(*.IPT)和Creo Parametric零件文件(*.PRT)。 OpticStudio 对于所有CAD零件都使用NURBS表示。

15.27. 非近轴系统(Non-Paraxial Systems)

非近轴系统这个术语是指通过近轴光线数据无法充分表示的任何光学系统。该系统通常包含诸如倾斜或偏心、高次非球面、轴锥镜、全息图、光栅、三次样条、ABCD矩阵、渐变折射率、衍射组件、或非序列模式面等面型。

对于旋转对称结构中包含的常规折射和反射组件的系统，已经建立了许多光学像差理论。这包括赛德尔像差、畸变、高斯光束数据，以及几乎所有的一阶特性，如焦距、F/#、光瞳尺寸和位置。所有这些值都是根据近轴光线数据计算的。

如果分析的系统包含所描述的任何非近轴组件，那么根据近轴光线追迹计算的任何数据则不可信。 OpticStudio 通常会使用精确的真实光线追迹来通过这些表面和组件，而不是近轴光线。

对于用近轴光学就能充分描述的光学系统，当追迹光线的入瞳半径坐标趋向零时，实际边缘光线与近轴边缘光线数据会跟着收敛。

15.28. 非序列模式光线追迹(Non-sequential Ray Tracing)

非序列模式光线追迹是指只沿着可能的路径追迹光线，直到它们被物体拦阻。光线随后会折射、反射或被吸收，取决于光线所碰到物体的特性。之后，光线继续开始新的光程。在非序列模式光线追迹中，光线可能会以任意顺序射向任何一组物体，或者可能会重复碰触同一物体，具体取决于物体的几何形状和特性。

另请参阅"序列模式光线追迹(Sequential Ray Tracing)"的定义。

15.29. 归一化视场坐标(Normalized Field Coordinates)

OpticStudio程序和文档中都会使用归一化视场坐标。有两个归一化视场坐标：Hx和Hy。归一化视场坐标很实用，因为它可以通过一种不随着个别视场定义或光学系统整个视场而改变的方式来定义有用的视场位置。例如，归一化视场坐标(0,1)始终位于视场的顶部，无论是将视场点定义为角还是高度，也不考虑视场坐标值的大小。

可以通过两种方法归一化视场：径向和矩形。可以在"视场数据"对话框中选择视场归一化方法；有关说明请参阅"视场角和高度(Field angles and heights)"定义。

径向视场归一化***(Radial Field Normalization)***

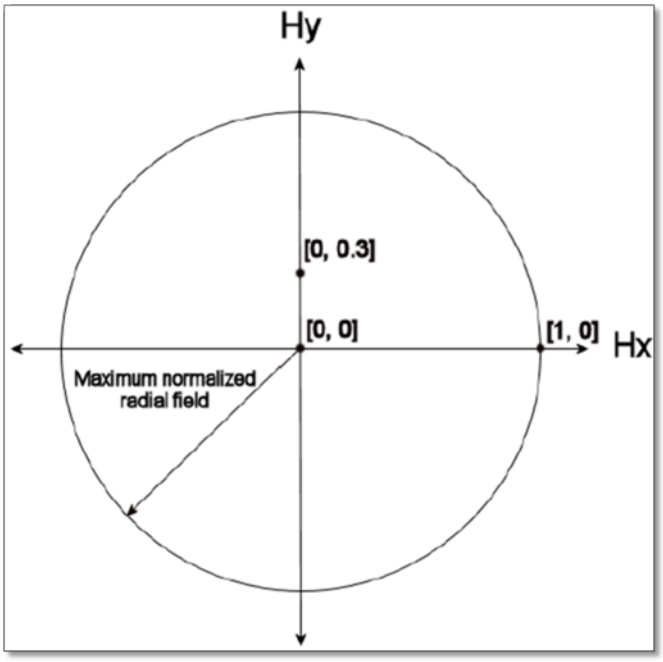
如果视场归一化为径向，则归一化视场坐标表示单位圆上的点。这个称为最大径向视场的单位圆的半径，是根据视场坐标中距离原点最远的视场点的半径来确定的。最大径向视场大小随后用于将所有视场缩放到归一化视场坐标中。真实视场坐标可以通过将归一化坐标（H_x和H_y）乘以最大径向视场大小的值来确定：

$$f_x = H_x F_r ,$$

与

$$f_y = H_y F_r ,$$

其中，F_r为最大径向视场大小，f_x和f_y为以视场单位表示的视场坐标。



例如，假设在(x,y)方向，使用以镜头单位表示的物高在(0.0,0.0)、(10.0,0.0)和(0.0,3.0)定义3个视场点。包含最大径向坐标的视场点是第二个视场点，因此最大径向视场值为10.0。归一化坐标(Hx = 0,Hy = 1)所指视场坐标为(0.0,10.0)。归一化坐标(Hx = 1,Hy = 0)所指视场坐标为(10.0,0.0)。注意：归一化视场坐标可定义不与任何已定义视场点相对应的视场坐标。最大径向视场始终为正值。

在上述示例中，如果在(-10.0,-3.0)添加第四个视场点，则最大径向视场将为

$$F_r = \sqrt{3^2 + 10^2}$$

或约为10.44031。归一化坐标应始终介于-1和1之间，并且还应符合以下条件：

$$H_x^2 + H_y^2 \le 1$$

否则，视场点位于最大径向视场外部。

矩形视场归一化***(Rectangular Field Normalization)***

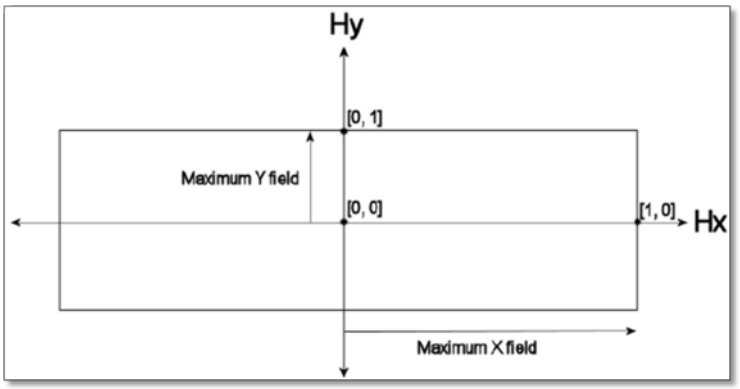
如果视场归一化为矩形，则归一化视场坐标表示单位矩形上的点。这个单位矩形的x和y方向的宽度称为最大x视场和最大y视场，这是通过所有x和y视场坐标的最大绝对值来定义的。然后，最大x和y视场大小用于将所有视场缩放到归一化视场坐标。真实视场坐标可以通过归一化坐标（H_x和H_y）乘以最大x和y视场大小确定：

$$f_x = H_x F_x$$

与

$$f_y = H_y F_y$$

其中，F_x和F_y为最大x和y视场大小，f_x和f_y为视场单位的视场坐标。



例如，假设在(x,y)方向，使用以镜头单位表示的物高在(0.0,0.0)、(10.0,0.0)和(0.0,3.0)定义3个视场点。包含最大x坐标的视场点是第二个视场点，因此最大x视场为10.0。包含最大y坐标的视场点是第三个视场点，因此最大y视场为3.0。归一化坐标(Hx=0,Hy=1)所指视场坐标为(0.0,3.0)。归一化坐标(Hx=1,Hy=0)将参考视场点(10.0,0.0)。归一化坐标(Hx=1,Hy=1)所指视场坐标为(10.0,3.0)。注意：归一化视场坐标可定义不与任何已定义视场点相对应的视场坐标。最大x和y视场始终为正值。

在上述示例中，如果添加第四个视场点(-10.0,-3.0)，则最大x和y视场值将不变。归一化矩形坐标应始终介于-1和1之间。

15.30. 归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates)

在OpticStudio程序和文档中都会经常使用归一化光瞳坐标。可以使用两个归一化光瞳坐标：Px和Py。归一化光瞳坐标很实用，因为它可以通过一种不随着孔径尺寸或位置而改变的方式来定义有用的光瞳位置。例如，归一化光瞳坐标(0.0, 1.0)始终位于光瞳的顶部，并由此定义了边缘光线。归一化光瞳坐标(0.0, 0.0)始终通过光瞳的中心，并由此定义了主光线。

归一化光瞳坐标表示单位圆上的点。光瞳的径向尺寸由近轴入瞳的半径定义，除非光线瞄准开启，在这种情况下，光瞳的径向尺寸由光阑面的径向尺寸定义。如需了解有关光线瞄准的更多信息，请参阅光线瞄准(Ray Aiming)。

例如，如果入瞳半径（非直径）为8毫米，则(Px = 0.0, Py = 1.0)是指瞄准入瞳顶部的光线。在入瞳面上，光线的坐标为（x = 0.0毫米，y = 8.0毫米）。

请注意，归一化光瞳坐标应始终介于-1和1之间，

$$P_x^2 + P_y^2 \leq 1$$

且使用归一化光瞳坐标的重要优势是，在归一化坐标中定义的光线，在光瞳尺寸和位置发生变化时仍然有意义。假设在优化透镜设计之前，定义一个光线集来计算系统评价函数。通过使用归一化坐标，即便入瞳尺寸或位置、或者是物体尺寸或位置发生变化，甚至是在优化过程中，同样的光线集也不会发生变化。

15.31. 非序列模式

非序列模式(NSC)物体是在非序列模式光线追迹时使用的3D物体。可以在非序列模式和混合模式中定义非序列模式物体：

在非序列模式中，使用非序列模式元件编辑器定义非序列模式物体。详见"非序列模式中的非序列模式光线追迹"。

在混合模式中，使用镜头数据编辑器的非序列模式元件表面定义非序列模式物体。详见"混合模式中的非序列模式光线追迹"。

15.32. 物方数值孔径(Object Space Numerical Aperture)

物方数值孔径代表了从物面发出的光线的发散度。将数值孔径定义为物空间的折射率乘以近轴边缘光线角度的正弦。边缘光线可定义从物体点上发出的光锥的边界。

15.33. 参数数据(Parameter Data)

参数数据值用于定义某些非标准表面类型。例如，参数数据可以包括非球面系数、光栅间距、或倾斜和偏心数据。如需了解有关参数数据值的完整详述，请参阅序列模式表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces (lens data editor))。

15.34. 近轴和傍轴光线(Paraxial and Parabasal Rays)

术语近轴是指"在轴附近"。近轴光学是指通过斯涅尔定律的线性形式就足以描述的光学系统。斯涅尔定律为：

$$n\sin\theta = n'\sin\theta'.$$

对于小角度，此定律变成

$$n\theta = n'\theta'.$$

光学的许多定义都是基于这一线性假设。像差是指偏离此线性的现象，因此光学系统的近轴特性通常被视为没有像差的系统的特性。近轴光线追迹所使用的公式会假设光学表面光焦度仅基于顶点的曲率半径，从而忽略表面的局部线性倾斜和更高阶曲率。

Release 2025 R2 - © Ansys, Inc. All rights reserved.
Contains proprietary and confidential information of ANSYS, Inc. and its subsidiaries and affiliates.

近轴数据在与表面顶点正切的平面上进行计算，假设整个表面孔径范围内的表面光焦度都与表面顶点上的曲率半径近似。某些特殊表面类型不能够使用近轴模拟，对于这些表面，即使对近轴光线也执行真实光线追迹计算。

OpticStudio可以计算许多近轴数据，如焦距、F/#、焦点位置和入瞳直径等。当光学系统中有元件违反了下面这一假设时（假设整个表面孔径范围内的表面光焦度都与表面顶点上的曲率半径近似），应谨慎使用这些近轴数据值。

许多分析功能需要用到近轴数据，通常作为真实光线数据测量的参考。为了确保这些功能能够正常工作，对于不符合上述近轴假设的光学系统，OpticStudio追迹与参考光线成小角度的真实（真实是指直接使用斯涅尔定律）"傍轴"光线，参考光线通常是轴上光线或主光线。傍轴光线用于计算光阑尺寸减小时系统的限制特性，以便能够更好地评估近轴性质。

OpticStudio使用傍轴光线（而非近轴光线）的原因是因为许多光学系统包含非近轴元件。非近轴意味着常规的轴向一阶光学理论无法描述这些元件。这包括倾斜或偏心系统，以及使用全息图、衍射光学元件、常规非球面和渐变折射率透镜的系统。

综上所述，近轴光线数据是使用追迹光线的系统光焦度一阶近似值进行计算的，而傍轴光线是真实、精确追迹的光线（接近于主光线或参考光线）。大多数近轴数据（如EFL、F/#和放大率）都使用近轴光线，如果不能用每个表面的顶点光焦度有效描述光学系统，则这些近轴计算数据无效。OpticStudio的大多数分析功能都使用傍轴光线，以使得这些功能在更大范围的光学系统中有效，包括那些含有无法用表面顶点光焦度有效描述光学表面的系统。

15.35. 近轴像高(Paraxial Image Height)

近轴像面上全视场像的近轴径向尺寸（用镜头单位表示）。

15.36. 近轴放大率(Paraxial Magnification)

径向放大率，即近轴像高与物高的比。近轴放大率是在近轴像面上测量得到的。对于无限共轭系统，此值始终为零。

15.37. 近轴工作F/#(Paraxial Working F/#)

近轴工作F/#定义为

$$W = \frac{1}{2n\tan\theta},$$

其中，θ 为像空间的近轴边缘光线角度，n为像空间的折射率。近轴边缘光线是在特定共轭追迹的光线。对于非轴向系统，此参数参考轴上光线，并在光瞳上取平均值。近轴工作F/#是忽略像差以后的有效F/#。另请参阅"工作F/#"定义。

15.38. 主波长(Primary Wavelength)

显示主波长，以微米为单位。此值用于计算大多数其它近轴值或系统值，如光瞳位置。

15.39. 半径(Radii)

每个表面的曲率半径都以透镜单位表示。规约规定：如果曲率中心是在表面顶点的右侧（沿 局部z轴距离为正），则半径为正数；如果曲率中心是在表面顶点的左侧（沿局部z轴距离为负），则半径为负数。这与系统中的镜面数完全无关。

15.40. 真实传播(Real propagation)

真实传播是指光线在能量实际传播的方向传播。另请参阅"虚拟传播(Virtual Propagation)"和"厚度(Thicknesses)"的定义。

15.41. RMS和P-V矢高误差（RMS and P-V Sag Errors）

矢高误差值量化了SEQ中原始表面的矢高与NSC中采样网格矢高面的矢高之间的差异。

SEQ表面在其机械半直径所定义的区域内进行采样。然而，RMS和P-V矢高误差计算仅限于在“表面属性（Surface Properties）>孔径（Aperture）”中指定的净孔径。例如，如果选择了具有定义的最大半径的圆形孔径，则仅在该半径的圆内计算RMS和P-V矢高误差。支持的孔径类型包括无、浮动、圆形、矩形、椭圆形和用户自定义孔径。但是，由于NSC转换器的限制，不支持支撑杆孔径、圆形遮阑、矩形遮阑、椭圆遮阑和用户自定义遮阑。在这些情况下，RMS和P-V矢高误差是在序列表面净口径上计算和报告的。

每个方向的网格矢高点数由转换至非序列模式组（Convert to NSC Group）工具中“使用更高保真度的网格矢高转换”下拉菜单中选择的转换分辨率决定。通常，增加网格矢高点数可以提高采样分辨率，并减少RMS和P-V矢高误差，从而更精确地表示原始表面。

默认情况下，使用双三次样条插值算法来计算网格矢高面物体在任意点的矢高值。双三次样条算法最适合平滑表面数据。它可能无法准确捕捉急剧的斜率变化，特别是在表面边缘，这可能导致持续的矢高误差，即使转换分辨率较高也是如此。有关样条限制的更多详情，请参阅关于样条面的注释（Comments about spline surface）。

RMS和P-V矢高误差以微米为单位表示，使用以下公式计算：

$$\text{Sag Error} = \text{SEQ Sag} - \text{NSC Sag}$$

$$\text{RMS Sag Error} = \text{RMS}\left(\text{Sag Error}\right)$$

$$P\text{-}V\ \text{Sag Error} = \text{Max}\left(\text{Sag Error}\right) - \text{Min}\left(\text{Sag Error}\right)$$

矢高误差以微米为单位表示。

15.42. RMS矢高误差阈值（RMS Sag Error Threshold）

表面的RMS矢高误差阈值是根据系统的主波长 λ 通过以下公式计算得出的：

$$E_{\text{Threshold}} = \frac{\lambda}{100}$$

为确保采样表面的光学转换准确无误，建议将RMS矢高误差保持在指定误差阈值以下。有关更多详细信息，请参阅P-V和RMS矢高误差（P-V and RMS Sag Errors）。

15.43. 弧矢与子午(Sagittal and Tangential)

术语"子午"是指在子午平面上计算的数据，子午面是通过一条线和一个点定义的平面：线是对称轴，点是物方空间的视场点。弧矢面是与子午面正交的平面，其还在入瞳位置与对称轴相交。

对于视场点沿Y轴铺开的典型旋转对称系统，子午面为YZ平面，弧矢面是与YZ平面正交的平面，其与入瞳的中心相交。

该定义的问题在于：难以扩展至非旋转对称系统。因此，无论视场点在什么位置，OpticStudio都会将子午平面定义为YZ平面，并且子午数据会一直沿物方空间的局部y轴计算。弧矢面不仅与YZ平面正交，而且还以惯常的方式与入瞳中心相交，并且弧矢数据会一直沿物方空间的x轴计算。

光瞳坐标根据z轴系统选项视场部分的切角(TAN)参数，相对于子午面及弧矢面旋转。参见"渐晕因子(Vignetting factors)。但这不会针对MTF计算重新定义子午面/弧矢面。也就是说，从PSF计算MTF时，截止频率的选择不会随切角的设置而改变。因此，使用TAN参数对MTF产生的效果与在物方空间中旋转视场点产生的效果不同，即使在旋转对称系统中也是如此。即便谨慎选择切角和视场点，MTF值也总会有一些差异。

此规约背后的理念如下。如果系统是旋转对称的，那么沿Y轴的视场点会单独定义系统的成像属性，而且这些点应该使用。在这种情况下，参考平面的两种不同的定义不仅多余，而且相同。如果系统不是旋转对称的，就没有对称轴，参考平面的选择就是任意的。

一个计算快速半直径（参见"系统选项"的高级选项（系统选项））的功能的确会使用"真正的"子午面，其OpticStudio将定义为在物方空间中包含实际视场点和z轴的平面。

15.44. 半直径(Semi-Diameters)

如果是非旋转对称系统则每个表面的大小通过半直径描述，如果是旋转对系统则通过净口径设置描述。默认值为通过所有实际光线（即不遮挡任何光线）所需的径向距离。手动输入净口径或半直径的值会在该值旁边显示"U"字符。字符"U"表示净口径或半直径由用户自定义。如果在由光焦度的折射面上设置用户自定义净口径或半直径（通过在相应列中输入值来完成），如果表面没有定义表面孔径，则OpticStudio会自动对该面应用"浮动"孔径。浮动孔径是一个圆形孔径，其最大径向坐标始终等于表面净口径或半直径。

有关表面孔径类型的更多信息，请参阅表面属性的"孔径"部分（在镜头数据编辑器中）。

只要表面不位于光束的焦散面上（注意，焦散面通常在像面或其附近），轴对称系统所有表面的净口径的计算会很精确。OpticStudio通过追迹少量光瞳边缘光线来估算轴上系统的净口径。对于非轴上系统，OpticStudio使用固定数目的光线或通过迭代算法来计算所需的净口径或半直径，尽管速度较慢，但结果更准确。

有关详细信息，请参阅高级选项（系统选项）(Advanced Options(System Explorer))的"半直径快速计算"说明。请务必注意，计算"自动"净口径或半直径只是估算OpticStudio，尽管这种方法通常足够准确。

有一些面的孔径可能变成很大，使得表面z坐标有多个z值；例如，一个很深的椭球面对于同一x和y坐标可能有多于一个z坐标。对于球面，这种状态称为"超半球面"，OpticStudio对于不是球面的表面也会使用此术语。超半球面在半直径列中用星号"*"表示。这里显示的半直径为表面外边缘半直径，此值小于最大径向孔径。

15.45. 序列模式光线追迹(Sequential Ray Tracing)

序列模式光线追迹是指按照预定的顺序从表面到表面追迹光线。 OpticStudio 按顺序对表面进行编号，从零开始表示物面。物面后面的起始面为1，接下来是2和3，依此类推，直至到达像面。序列追迹光线是指光线将从表面0开始，随后追迹到表面1，然后追迹到表面2等。即使表面的物理位置使此光程成为正确光程，也不能从表面5至3追迹光线。

另请参阅"非序列模式光线追迹"的定义。

15.46. 特殊字符(Special Characters)

OpticStudio中的许多地方支持用户自定义文件、材料、玻璃或其它名称。通常，OpticStudio允许在这些名称中使用任何字符，除少量保留的"特殊字符"以外。特殊字符为空格、分号、单引号和tab。

15.47. 斯特列尔比(Strehl Ratio)

斯特列尔比通常用于分析高品质成像系统的光学成像质量。斯特列尔比定义为衍射点扩散函数(PSF)的峰值强度除以无像差时的衍射点扩散函数(PSF)的峰值强度。 OpticStudio 通过考虑和不考虑像差计算PSF，并运用峰值强度比计算斯特列尔比。如果像差大到足以使PSF的峰值变得不明确，或者斯特列尔比约小于0.1，此时斯特列尔比无意义。

15.48. 表面孔径(Surface Apertures)

表面孔径包括圆形、矩形、椭圆形和星形孔径，能够遮挡光线。还包括用户自定义的表面孔径和遮阑形状，以及基于当前的通光半直径或半直径值的"浮动"孔径。表面孔径不会对光线发射或追迹产生任何影响，唯一的影响是当光线无法通过表面孔径时会让光线停止追迹。表面孔径也不会对系统孔径产生任何影响。

有关更多信息，请参阅表面属性的"孔径"部分。

15.49. 系统孔径(System Aperture)

系统孔径即整个系统的F/#、入瞳直径(Entrance Pupil Diameter)、数值孔径或光阑尺寸。这4个数量中的任意一个都足 以定义具体光学系统中的另外3个。系统孔径用于定义物方入瞳直径，其进而可用来发射所有光 线。系统孔径始终是圆的。光线经各种表面孔径发射后可能会形成渐晕。系统孔径只有一个，但表面孔径可以有多个。

15.50. 厚度(Thicknesses)

厚度是（当前面）到下一个面顶点的相对距离（采用透镜单位）。厚度不可累积，每个厚度只是前一个顶点沿局部z轴的偏移量。可以使用坐标间断（参阅坐标间断或表面倾斜和偏心（参阅表面属性的倾斜/偏心部分）更改局部z轴的方向。

真实传播（参阅"真实传播"）中的厚度始终会在镜面后改变符号。在偶数镜面后面（包括零镜面），对于真实传播，厚度为正数；对于虚拟传播（参阅"虚拟传播"），厚度为负数。在奇数镜面后面，对于真实传播，厚度

为负数；对于虚拟传播，厚度为正数。此符号规约与反射镜数量或者是否存在坐标间断无关。不能通过旋转坐标180度来规避此基本规约。

15.51. 全内反射（TIR）(Total Internal Reflection (TIR))

全内反射是指光线与表面法线的夹角太大，以至于无法满足斯涅尔定律规定的折射条件。当具有较大入射角的光线从高折射率介质折射到低折射率介质时（如从玻璃折射到空气），通常会出现这种情况。执行序列模式光线追迹时，会将全内反射光线视为错误，并将其终止。实际上，光线将会从边界反射（而非折射），但在执行序列光线追迹时OpticStudio不会考虑此影响。对于非序列模式光线追迹，全内反射光线可以正确地反射。

15.52. 总长(Total Track)

总长是光学系统中"最左侧"和"最右侧"表面顶点之间的距离。从表面1开始计算。表面1和像面之间每个表面的厚度都需计算，但忽略任何坐标旋转。位于最大z坐标的表面定义"最右侧"表面，而位于最小z坐标的表面定义"最左侧"表面。在非轴向系统中，总长几乎没有价值或根本没有价值。

15.53. 渐晕因子(Vignetting Factors)

渐晕因子是描述不同视场位置的渐晕入瞳尺寸和位置的系数。 OpticStudio 使用五种渐晕因子：VDX、VDY、VCX、VCY和TAN。这些因子分别表示偏心x、偏心y、压缩x、压缩y以及子午角。所有五个因子的默认值均为零，表示没有渐晕。

可以将光学系统的视场和入瞳都看作单位圆。在"归一化视场坐标"中定义的归一化视场和光瞳坐标都是这两个单位圆上的坐标。例如，光瞳坐标（px=0，py=1）是指从视场的某些点追迹到入瞳顶部的光线。如果系统中没有渐晕，OpticStudio会追迹光线，以便在大多数计算中填充整个入瞳。

许多光学系统会使用深思熟虑的渐晕，也就是说非光阑面的孔径会故意"剪切"一部分光线。在光学系统中引入渐晕通常有两个原因：

首先，渐晕可缩小透镜大小，尤其是在广角透镜中；

其次，渐晕可能会除去一部分存在严重像差的光束。

渐晕通常会按函数视场角增加F/#，这将使图像变暗，但如果剪掉像差最严重的光线，图像质量可能会提高。

渐晕因子可为特定视场位置重新定义入瞳。可通过两次连续变换修改归一化光瞳坐标。首先对坐标进行缩放和位移：

$$P'_x = VDX + P_x(1-VCX),$$

与

$$P'_y = VDY + P_y(1-VCY),$$

然后，按子午角0旋转缩放及位移的坐标：

$$P''_x = P'_x\cos\theta - P'_y\sin\theta,$$

与

$$P''_y = P'_x\sin\theta + P'_y\cos\theta,$$

更多详情，请参见子午和弧矢。

VDX项可左右移动渐晕光瞳，而VCX则可在x方向缩放光瞳。VDY和VCY值也有类似的结果。注意，如果渐晕因子为零，则光瞳坐标保持不变。渐晕因子可为设计采用渐晕技术的光学器件提供一种快捷的途径。但也有使用渐晕因子必须了解的限制。

某些OpticStudio功能能够从没有指定渐晕因子的任意视场位置追迹光线。这些功能可能无法为在定义视场以外的视场位置计算的数据提供完全准确的结果。某些功能通过在每个表面上布置一个可使光线亮度相等的通光孔径来为这些计算消除渐晕因子。自动消除渐晕因子的功能在"分析"章节介绍。

OpticStudio中的某些功能不会自动除去中间视场位置的渐晕因子，诸如评价函数中的光线操作数（例如，REAX等可发射单束光线的操作数）或ZPL宏等。如果没有除去渐晕因子，OpticStudio将尝试内插渐晕因子。对于旋转对称系统或视场点完全沿y轴的系统，OpticStudio会在相邻视场点之间内插，以估算将在中间视场点使用的渐晕因子。对于带X视场值的更通用光学系统，OpticStudio使用最接近定义的视场点来确定任意视场点的渐晕因子。

一旦定义渐晕因子，将由设计人员来确保超过渐晕光瞳的光线确实得到了渐晕。如果使用渐晕因子缩小透镜尺寸，则透镜大小不应超过通过位于渐晕光瞳边缘的光线所需的大小。如果来自渐晕孔径之外的光线允许通过实际光学系统，则透镜性能与计算机模型无关。

相同或近乎相同的视场坐标可能无法使用不同的渐晕因子定义。如果两个相邻视场使用不同的渐晕因子，则视场坐标必须相距大约1E-06倍的最大视场坐标。这样要求是因为OpticStudio必须确定所有视场坐标的渐晕因子，而不仅仅是位于定义视场位置的渐晕因子；具有不同渐晕因子的相同视场坐标没有物理解释。设置此类系统的正确方法是使用多重配置，并通过多重配置编辑器修改渐晕因子。

无论是否开启光线瞄准，渐晕因子都将发挥作用。如果光线瞄准关闭，则可根据前面给出的方程重新映射近轴入瞳。如果光线瞄准开启，则可在光阑面执行重新映射。

一种可能的渐晕因子应用是在不使用光线瞄准功能的情况下解决光瞳像差问题。这是一种高级技巧，可用于加速广角系统的光线追迹。

可在"视场数据"对话框中定义渐晕因子。更多信息，请参见系统选项的视场部分。

此外，渐晕因子还可以是可调整大小的参数；请参见"多重结构"章节。

子午角对**MTF**的影响：

目前，视场点的子午角(TAN)参数只能旋转采样的光瞳点，不会重新定义MTF计算的子午面/弧矢面。也就是说，从PSF计算MTF时，截止频率的选择不会随子午角的设置而改变。因此，使用TAN参数对MTF产生的效果与在物空间中旋转视场点产生的效果不同，即使在旋转对称系统中也是如此。即便谨慎选择子午角和视场点，MTF值也总会有一些差异。

如欲了解将渐晕用作设计工具的更多详情，请参见第一章引用的所有相关资料。

15.54. 虚拟传播(Virtual Propagation)

虚拟传播是指光线在与能量实际流动方向相反的方向传播。虚拟传播往往用于放置虚拟光源或光瞳。另请参阅"真实传播(Real propagation)"和"厚度(Thicknesses)"定义。

15.55. 波长数据(Wavelength Data)

波长数据始终参照当前系统温度和压强下的"空气"测量（以微米为单位）。默认的系统温度是20摄氏度，默认的气压是1.0个标准大气压。如果系统温度和/或压力被修改，或是在多重结构操作数的控制之下，请确保要根据新的空气温度/压力来调整波长。

在系统选项的波长部分输入波长数据。

波长数据始终参照系统温度和压强下的"空气"测量（以微米为单位）。

15.56. 工作F/#(Working F/#)

工作F/#定义为

$$W = \frac{1}{2n\sin\theta},$$

其中，θ为像空间的真实边缘光线的角度，n为像空间的折射率。边缘光线是在指定共轭进行追迹。工作F/#忽略表面孔径，但考虑渐晕因子。

对于离轴视场点或非轴向系统，工作F/#通过轴上光线和四条边缘光线（渐晕光瞳的顶部、底部、左侧和右侧）之间数值孔径平方的平均值确定。可以将四条光线的数值孔径平方的平均值换算回相应的F/#。

工作F/#通常比像空间F/#更有用，因为它基于透镜实际共轭的真实光线数据。另请参阅"近轴工作F/#"定义。

如果（由于光线错误）无法追迹边缘光线，则可临时使用较小光瞳估算工作F/#。在这种情况下，OpticStudio即使无法在全孔径追迹光线OpticStudio也缩放数据来估算完整光瞳的工作F/#。

如果边缘光线与主光线几乎平行，则得到的F/#可能会变得很大，从而不准确。 OpticStudio 如果计算的F/#大于10,000，OpticStudio会自动将F/#的上限定为10,000。此结果仅仅意味着使用光线追迹无法准确计算F/#。如此大的F/#意味着输出光束几乎成平行，OpticStudio多种计算中使用的假设在这种情况下无效。OpticStudio有两种解决方法，可以使用近轴透镜使得几乎平行的光束聚焦，或者使用出瞳尺寸和位置估算F/#。

有关更多信息，请参阅系统选项的高级部分中的"F/# 计算方法"说明。

有关用于估算像面亮度的F/#的广义定义，请参阅有关"相对照度"分析详述中的"有效F/#" 详述。

索引

符號

!,注释(!,Comment) 846
...多重结构编辑器(...Multi-Configuation Editor(MCE)) 1654
...非序列模式元件编辑器(NCE)(...Nonsequential Component Editor (NCE)) 1654
...公差数据编辑器（TDE）(...Tolerance Data Editor(TDE)) 1654
...镜头数据编辑器(LDE)(...Lens Data Editor (LDE)) 1654
...评价函数编辑器（MFE）(...Merit Function Editor (MFE)) 1654
'另存为'：将当前系统另存为新文件 (.ZMX)('SaveAs': Save the current System to a new file (.ZMX)) 1614
'新建'：创建一个新的（默认）镜头数据文件(Lens.ZMX)('New': Create a new (default) Lens Data File (Lens.ZMX)) 1614
'Close'：关闭当前打开的系统('Close': Close the currently open System) 1614
'LoadFile'：加载一个镜头文件(.ZMX)('LoadFile': Loading a Lens File (.ZMX)) 1614
"Samples"文件夹(TheApplication.SampleDir)(The 'Samples' Folder (TheApplication.SampleDir)) 1613
"Save"：保存当前系统('Save': Save the existing System) 1614
按焦距缩放(Make Focal) 345
按扩展名划分的文件类型（File Types by Extension） 177
按钮功能(Button Functions) 1162
按字母表顺序排列优化操作数 1107

數字

3D视图(3D Viewer） 677
3D视图（设置选项卡、序列模式）(3D Viewer (Setup Tab, sequential)) 657

A

ABCD 214
ABg散射数据库(ABg Scatter Data Catalogs) 1360
AGF和BGF文件格式(The AGF & BGF File Formats) 1315
APMN、APMX、APTP、APXD、APYD(APMN, APMX, APTP, APXD, APYD) 1469
ATYP、AVAL(ATYP, AVAL) 1469
Autodesk Inventor零件(Autodesk Inventor Part) 607

B

半径(Radii) 1733
半径(Radius) 204
半直径(Semi-Diameters) 1734
半直径快速计算(Fast Semi-Diameters) 111
半直径余量(Semi Diameter Margin) 109
帮助 1711
帮助（多重结构编辑器工具栏）(Help (multi-configuration editor toolbar)) 638
帮助（镜头数据编辑器工具栏）(Help (lens data editor toolbar)) 355
帮助（nsc编辑器工具栏）(Help (nsc editor toolbar)) 619
帮助系统（zos-api.net应用程序组）(Help System (zos-api.net applications group)) 1596
帮助PDF(Help PDF) 1712
薄板散射(Thin Window Scattering) 372, 591
保存.ZBD文件(Save .ZBD File) 86
保存和加载探测器数据(Saving and Loading Detector Data) 396
保存探测器数据文件(Save Detector Data) 987
保存修改的零件(Save Modified Part) 615
保存CAD装配体/零件属性(Save CAD Assembly/Part Properties) 615
报告图(Report Graphic) 919
报告组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, non-sequential UI mode)) 1024
报告组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Reports Group (the analyze tab, sequential UI mode)) 919
备用偶次面(Alternate Even) 214
备用奇次面(Alternate Odd) 214
边界值(Boundary Values) 1161
边缘光线(Marginal Ray) 1727
边缘厚度(Edge Thickness) 1723
编程选项卡(The Programming Tab) 1439
编辑/运行(Edit/Run) 1440
编辑并查看玻璃库(Editing & Reviewing Glass Catalogs) 1300
编辑膜层文件(Edit Coating File) 1343
编辑膜层文件(Editing the Coating File) 1346
编辑器(Editors) 173
编辑器窗口操作(Editor Windows Operations) 654
编辑器组（设置选项卡）(Editors Group (Setup Tab)) 201
编辑物体数据文件(Edit Object Data File) 610
编辑系列属性(Editing Series Properties) 955
编译所有(Build All) 1386
标题/注释(Title/Notes) 166
标准点列图(Standard Spot Diagram) 693
标准镜头(Standard Lens) 518
标准面(Standard Surface) 519
标准面(Standard) 277
表格化多面体径向(Tabulated Faceted Radial) 522
表格化多面体Toroid(Tabulated Faceted Toroid) 524
表格化菲涅尔径向(Tabulated Fresnel Radial) 525
表面（Surface） 877
表面编号和类型(Surface Number & Type) 204
表面变形概要（Surface Deformation Summary） 1691
表面变形选项(Surface Deformation Options) 1692
表面孔径(Surface Apertures) 1735
表面曲率（Surface Curvature） 880
表面曲率截面图（Surface Curvature Cross Section） 888
表面矢高(Surface Sag) 877
表面矢高截面图(Surface Sag Cross Section) 886
表面属性(Surface Properties) 306

表面数据报告(Surface Data) 921
表面特定设置(Surface Specific Settings) 848
表面相位（Surface Phase） 894
表面相位截面图（Surface Phase Cross Section） 898
表面斜率（Surface Slope） 883
表面斜率截面图（Surface Slope Cross Section） 891
表面FFT MTF(FFT Surface MTF) 768
波带片(Zone Plate) 306
波前(Wavefront) 729
波前差和RMS光束偏差(Wavefront Error and RMS Beam Deviations) 852
波前图(Wavefront Map) 729
波长(Wavelengths) 126
波长偏移(Wavelength Shift) 594
波长数据(Wavelength Data) 1738
波长数据编辑器(Wavelength Data Editor) 127
玻璃(Glasses) 1726
玻璃比较(Glass Compare) 1328
玻璃材料色散公式(The Glass Dispersion Formulas) 1303
玻璃库来源（Glass Catalog Sources） 1309
玻璃拟合（Glass Fitting） 1329
玻璃替换模板（材料工具）(Glass Substitution Template (materials tools)) 1331
玻璃替换模板（全局优化组）Glass Substitution Template (global optimizers group) 1169
玻璃图(Glass Map) 1320
不打印坐标断点数据(Don't Print Coordinate Break Data) 154
不规则面(Irregular) 262
布尔运算（操作指令组、使用零件设计）(Boolean (operations group, using parts designer)) 1425
布尔运算(操作指令组)(Boolean (operations group)) 1408
布尔CAD(Boolean CAD) 440
布局所有窗口(Dock All Windows) 669
布局新窗口(Dock New Windows) 671
部分相干图像分析(Partially Coherent Image Analysis) 810
BEEP 1469
Bool AddCatalog(string catalog) 1623
Bool AdjustIndexToEnvironment 1619
Bool AFocalImageSpace 1616
Bool ApodizationFactorIsUsed 1615
Bool CheckGRINApertures 1616
bool CloseSystemAt(int n, bool saveIfNeeded) 1613
Bool ConvertThinFilmPhaseToRayEquivalent 1620
Bool DontPrintCoordinateBreakData 1621
Bool FastSemiDiameters 1616
Bool IncludeCalculatedDataInSessionFile 1621
Bool IsCatalogInUse(string catalog) 1622
Bool IterateSolvesWhenUpdating 1616
Bool OPDModulo2PI 1621
Bool RemoveCatalog(string catalog) 1623
Bool ScalePupilShiftFactorsByField 1622
Bool TelecentricObjectSpace 1616
Bool TurnOffThreading 1621
Bool Unpolarized 1620
Bool UseRayAimingCache 1622
Bool UseRobustRayAiming 1622
BROWSE 1469

C

材料(Material) 205
材料分析(Materials Analysis) 1318
材料工具(Materials Tools) 1328
材料库(Material Catalogs) 161
材料库（Materials Catalog） 1299
材料库数据说明(Description of Catalog Data) 1301
材料求解(Material Solves) 335
菜单选项(Menu Options) 631
参数(Parameter) 1391
参数求解(Parameter Solves) 338
参数数据(Parameter Data) 1731
参数约束(Constraints on Parameter Data) 1072
操作数权重的注意事项(Notes on Operand Weights) 1181
操作数属性（多重结构编辑器）(Operand Properties (multiple configuration editor)) 631
操作数属性（公差数据编辑器）(Operand Properties (tolerance data editor)) 1248
操作选项组（零件设计选项卡）(Operations Group (the part designer tab)) 1404
操作选项组（使用零件设计）(Operations Group (using part designer)) 1423
草图模式(Sketch Mode) 1387
草图实体(Sketch Objects) 1403
草图实体命令(Sketch Object Commands) 1423
草图指令组(Sketch Group) 1411
测试板列表（库存镜头组）（Test Plate Lists （stock parts group）） 1338
测试板列表（优化工具组）(Test Plate Lists (optimization tools group)) 1178
测试板拟合(Test Plate Fitting) 1176
层叠所有窗口(Cascade All Windows) 670
插件/扩展程序(Plug-In/Extension) 1666
插入结构(Insert Configuration) 633
插入镜头(Insert Lens) 35
插入拾取结构(Insert Configuration with Pickups) 633
插入自由曲面Z点(Insert Freeform Z Points) 618
插入组（零件设计选项卡）(Insert Group (the part designer tab)) 1391
插入组（使用零件设计）(Insert Group (using part designer)) 1421
查看当前物体(View Current Object) 610
查看分析信息(Viewing Analysis Information) 1626
查看光谱文件(View Spectrum File) 1368
产出(Yield) 1267
常规（General） 179
常规设置(General Settings) 580
常量(Constant) 1392
场曲与畸变（Field Curvature and Distortion） 711
超圆锥面(Superconic) 278
撤消 恢复(Undo Redo) 1385
撤销、重做和恢复(Undo, Redo, and Recover) 655
成本估算（系统选项）（Cost Estimator （system explorer）） 169
成本估算器（加工图纸与数据组） 1273

成本估算器（生产工具）（Cost Estimator（production tools）） 1211
成本估算选项卡(Cost Estimates Tab) 1273
程序模式组(Program Mode Group) 195
出瞳(Exit Pupil) 151
出瞳位置(Exit Pupil Position) 1724
出瞳直径(Exit Pupil Diameter) 1724
初始化局部变量以访问自定义分析数据和设置(Initializing Local Variables to Access User Analysis Data and Settings) 1663
初始化设置变量(Initialize the Settings Variables) 1663
传播报告中的方向矩阵(Orientation matrix in Prop report) 828
窗口控制组(Window Control Group) 667
窗口选项(Window Options) 668
窗口置前(Bring to Front) 668
创建草图(Creating a Sketch) 1415
创建超半球面(Making a Hyperhemispheric Surface) 433
创建存档文件（Create Archive） 38
创建多面体(Create Polygon Object) 613
创建个人镜头库（Make Private Lens Catalog） 1337
创建图形(Creating Graphics) 1446
创建新的光束DLL(Creating a New Beam DLL) 845
创建新的渐变折射率DLL(Creating a New GRIN DLL) 378
创建新的衍射DLL（Creating a New Diffraction DLL） 381
创建新库(Creating a New Catalog) 1302
创建一个零件物体(Building a Part Object) 1415
创建ZPL宏(Creating ZPL Macros) 1444
垂轴色差(Lateral Color) 719
锤形优化（优化选项卡、非序列模式）(Hammer Optimizer (optimize tab, non-sequential)) 1209
锤形优化(Hammer Optimizer) 1167
锤形优化算法(The Hammer Optimization Algorithm) 1194
从非序列模式物体衍射(Diffraction from NSC Objects) 376
从非序列模式物体折射和反射(Refraction and Reflection From NSC Objects) 364
从宏中调用宏(Calling a Macro from within a Macro) 1584
从命令行运行宏(Running Macros from the Command Line) 1585
存档文件组(Archive Group) 37
C 1599
CAD 603
CAD工具(CAD Tools) 614
CAD零件：AutoDesk Inventor、Creo Parametric (CAD Part: AutoDesk Inventor, Creo Parametric) 447
CAD零件：OpticStudio零件设计(CAD Part: OpticStudio Part Designer) 454
CAD零件：STEP/IGES/SAT(CAD Part: STEP/IGES/SAT) 448
CAD零件：STL (CAD Part: STL) 452
CAD零件查看器（设置选项卡）(CAD Part Viewer (Setup Tab)) 659
CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode)) 970
CAD零件查看器（视图组、分析选项卡、序列模式用户界面）(CAD Part Viewer (system viewers group, the analyze tab, sequential UI mode)) 687
CAD文件（CAD Files） 49
CAD物体和Grid_Gradient DLL(CAD Objects and the Grid_Gradient DLL) 378
CAD装配体：Autodesk Inventor、Creo Parametric (CAD Assembly: Autodesk Inventor, Creo Parametric) 446
CALLMACRO 1470
CALLSETDBL 1470
CALLSETSTR 1470
CIE 1931色品图(CIE 1931 Color Chart) 1380
CIE 1976色品图(CIE 1976 Color Chart) 1381
CLOSE 1471
CLOSEWINDOW 1472
CMCO：定义多重结构操作数作为补偿器(CMCO: Define Multi-Configuration Operand Compensator) 1245
CNPA：定义非序列模式参数作为补偿器(CNPA: Define Non-sequential Parameter Compensator) 1245
CNPS：定义非序列模式位置作为补偿器(CNPS: Define Non-sequential Position Compensator) 1245
COAT 1471
COAT数据部分(The COAT Data Section) 1350
CoatingsStatusType（语法提示截屏）(CoatingsStatusType (Intellisense Screenshot)) 1639
COLOR（关键字、关于zpl）(COLOR (keywords, about the zpl)) 1472
COMMAND 1472
COMMENT（关键字、关于zpl）(COMMENT (keywords, about the zpl)) 1472
COMP：定义补偿器(COMP：Define Compensator) 1246
COMPOSITEOFF（关键字）(COMPOSITEOFF (keywords)) 1471
COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON（关键字）(COMPOSITEOFFAXISAPERTUREON (keywords)) 1471
COMPOSITEON（关键字）(COMPOSITEON (keywords)) 1471
CONI 1473
Conrady公式(The Conrady Formula) 1305
CONVERTFILEFORMAT 1473
CONVERTIMAGETOGRID 1473
COPYFILE 1473
CPAR：定义参数作为补偿器（CPAR: Define Parameter Compensator） 1246
CPC矩形(CPC Rectangular) 461
Creo Parametric零件(Creo Parametric Part) 608
CURV 1474

D

打印窗口(Printing Windows) 962
大气（Atmospheric） 215
单光线追迹（Ray Trace） 972
单光线追迹(Single Ray Trace) 689
单结构(Make Single Configuration) 633
单模光纤耦合(Single Mode Coupling) 865
单位（Units） 167
单位注意事项(Unit Considerations) 953
当前结构(Active Configuration) 1722
当前视场（Current Field） 123
导出2D DXF(Export 2D DXF) 54
导出3D DXF(Export 3D DXF) 55

导出极坐标探测器数据为IES/LDT光源文件(Export Polar Detector Data as IES/LDT) 986
导出加密膜层（Export Encrypted Coating） 1344
导出文件组（Export Group） 49
导出至PanDao（Export to PanDao） 70
导出IGES图元(Export IGES Linework) 55
导入（Import） 324
导入光源(Source Imported) 556
导入示例(Load Example) 1385
倒角(Chamfer) 1406
道路照明(Roadway Lighting) 1031
道路照明优化向导（优化选项卡、非序列模式）(Roadway Lighting Wizard (optimize tab, non-sequential)) 1207
地址栏(OpticStudio选项)(Address (OpticStudio preferences)) 171
灯丝光源(Source Filament) 548
第二Y轴叠加(Secondary Y-Axis Overlays) 957
第一步(The First Step) 639
点光源(Source Point) 558
点扩散函数(PSF) 754
点扩散函数/斯特列尔比数据(PSF/Strehl Ratio Data) 1053
点云(Point Cloud) 53
电场矢量(The Electric Field Vector) 137
调整参考物体(Modify Reference Object) 609
叠加系列编辑器(Overlay Series Editor) 954
定义波长(Defining Wavelengths) 129
定义补偿器(Defining Compensators) 1281
定义初始光束(Defining the Initial Beam) 841
定义初始偏振(Defining the Initial Polarization) 144
定义多重温度和压力值(Defining Multiple Temperature and Pressure Values) 130
定义复杂操作数(Defining complex operands) 1183
定义光谱文件(Defining a spectrum file) 588
定义光纤模式(Defining the Fiber Mode) 849
定义广角视场(Defining Wide-Angle Fields) 126
定义简单理想膜层(Defining Simple Ideal Coatings) 1351
定义渐变折射率材料物体(Defining an Object to be of Gradient Index Material) 377
定义结构数量(Defining the Number of Configurations) 639
定义考虑热效应的参数(Defining Which Parameters Consider Thermal Effects) 131
定义每个结构(Defining Each Configuration) 639
定义膜层(Defining Coatings) 1345
定义偏振元件(Defining Polarizing Components) 145
定义色散数据的备选方法(Alternate Methods of Defining Dispersion Data) 1316
定义透过率数据(Defining Transmission Data) 1308
定义温度和压力(Defining Temperature and Pressure) 128
定义物体以使用衍射DLL(Defining an Object to use the Diffraction DLL) 381
定义用于非序列模式光线追迹的渐变折射率介质(Defining GRIN Media for Non-sequential Ray Tracing) 377
定义在衍射表面分裂光线的DLL(Defining DLLs for Ray Splitting at Diffractive Surfaces) 381
定义重复膜层层组(Defining Replicated Groups of Coating Layers) 1350
动态叠加(Active Configuration) 953
动态链接库(DLL) 845–846
对包含求解的系统进行公差分析(Tolerancing with Solves) 1296
对比度损失图(Contrast Loss Map) 735
对比度损失图（MTF）(Contrast Loss Map (MTF) 764
对称工具(Symmetry Tool) 1678
对点和弧线命名(Naming Points & Arcs) 1419
对多重结构（变焦）镜头进行公差分析(Tolerancing Multi-Configuration (Zoom) Lenses) 1296
对气体和液体进行建模（环境）(Modeling Gases and Liquids (environment)) 133
对气体和液体进行建模（使用材料库）(Modeling Gases and Liquids (using material catalogs)) 1309
对受抑全内反射进行建模(Modeling Frustrated Total Internal Reflection) 147
对于膜层数据量的限制(Limits on the Amount of Coating Data) 1353
多边形(Polygon) 1399
多边形物体(Polygon Object) 502
多个子绘图分析(Analyses with Multiple Subplots) 955
多面体的特别注意事项(Special Considerations for Faceted Objects) 398
多模光束(Multimode) 846
多模光纤耦合(Multi-Mode Coupling) 867
多物理场数据查看器（Multiphysics Data Viewer） 1677
多物理场数据加载器（Multiphysics Data Loader） 1680
多物理场数据组（Multiphysics Data Group） 1677
多项式(Polynomial) 271
多重结构（变焦）数据(Multi-Configuration (Zoom) Data) 1083
多重结构编辑器（设置选项卡非序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab Non-sequential UI Mode)) 674
多重结构编辑器（设置选项卡序列模式用户界面）(Multiple Configuration Editor (Setup Tab, Sequential UI Mode)) 673
多重结构编辑器(Multiple Configuration Editor) 620
多重结构编辑器(The Multi-Configuration Editor) 1650
多重结构编辑器工具栏(Multi-Configuration Editor Toolbar) 633
多重结构操作数（Multi-Configuration Operands） 622
DECLARE 1474
DEFAULTMERIT 1474
DELETE 1475
DELETECONFIG（关键字）(DELETECONFIG (keywords)) 1475
DELETEFILE 1475
DELETEMCO（关键字）(DELETEMCO (keywords)) 1475
DELETEMFO（关键字）(DELETEMFO (keywords)) 1476
DELETEOBJECT（关键字）(DELETEOBJECT (keywords)) 1476
DELETETOL 1476
DLL定义的散射(DLL Defined Scattering) 594
Double ApertureValue 1615
Double ApodizationFactor 1615
Double Jx, Jy, XPhase, YPhase 1620
Double PupilCompressX, PupilCompressY 1622
Double PupilShiftX, PupilShiftY, PupilShiftZ 1622
Double SemiDiameterMargin 1616
Double SemiDiameterMarginPct 1616
DXF/IGES图元文件(DXF/IGES Linework) 54

E

额外的DLL资源(Additional DLL Resources) 403
二极管光源(Source Diode) 540
二维变形图(2D Deformation Plot) 1699
二维通用绘图(Universal Plot 2-D) 927
二维网格图(2D Grid Plot) 1665
二维RGB网格图(2D RGB Grid Plot) 1665
二元面1（非序列模式几何物体）(Binary 1 (non-sequential geometry objects)) 435
二元面1（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Binary 1 (sequential surfaces, lens data editor)) 217
二元面2（非序列模式几何物体）(Binary 2 (non-sequential geometry objects)) 437
二元面2（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Binary 2 (sequential surfaces, lens data editor)) 219
二元面2A(Binary 2A) 438
二元面3(Binary 3) 220
二元面4(Binary 4) 221
EDVA 1476
END 1477
EULUMDAT光源文件（Source EULUMDAT File） 548
EXPORTBMP 1477
EXPORTCAD（关键字）（EXPORTCAD (keywords)） 1477
EXPORTJPG 1478

F

发散度/收敛度(Dipvergence/Convergence) 935
翻转元件(Reverse Elements) 344
反灵敏度分析(Inverse Sensitivity Analysis) 1283
反射 vs 波长（膜层、偏振和表面物理组）(Reflection vs. Wavelength(coatings, polarization and surface physics group)) 908
反射(Reflect) 1408
反射率 vs 波长（膜层、偏振组）(Reflection vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1011
反射率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 902
反射率vs角度（膜层、偏振组）(Reflection vs. Angle (coatings, polarization group)) 1005
方法（偏振）(Method (polarization))： 136
访问每个结构中的每个操作数单元格（值）(Visit Each Operand Cell (Value) in Each Configuration) 1653
放置(Position) 1408
放置物体(Object Placement) 362
非近轴系统(Non-Paraxial Systems) 1728
非偏振(Unpolarized) 136
非球面(Aspheric Surface) 423
非球面2(Aspheric Surface 2) 424
非球面类型转换（Convert Asphere Types） 1172
非相干(INCOHERENT) 847
非序列模式 1731
非序列模式（没有端口）中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in non-sequential mode (without ports)) 361
非序列模式（系统选项）（Non-sequential （system explorer）） 161
非序列模式3D视图（设置选项卡非序列模式）(NSC 3D Layout (Setup Tab non-sequential)) 659
非序列模式3D视图(NSC 3D Layout) 967
非序列模式操作数(NSC Operands) 1200
非序列模式单光线追迹(NSC Single Ray Trace) 979
非序列模式道路照明向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Roadway Lighting Wizard (from the Setup Tab)) 642
非序列模式的DLL 398
非序列模式概述(Non-sequential Overview) 357
非序列模式光线追迹(Non-sequential Ray Tracing) 1728
非序列模式光线追迹(NSC RayTracing) 942
非序列模式光线追迹和探测器操作数(Non-sequential Ray Tracing and Detector Operands) 1094
非序列模式光源(Non-sequential Sources) 537
非序列模式光源总结(Summary of NSC Sources) 537
非序列模式几何物体(Non-sequential Geometry Objects) 404
非序列模式几何MTF(NSC Geometric MTF) 989
非序列模式实体模型（设置选项卡、非序列模式）(NSC Shaded Model (Setup Tab, non-sequential)) 660
非序列模式实体模型(NSC Shaded Model) 969
非序列模式探测器(Non-sequential Detectors) 562
非序列模式探测器概要(Summary of NSC Detectors) 562
非序列模式位图向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Bitmap Wizard (from the Setup Tab)) 642
非序列模式物体概要(Summary of NSC Objects) 405
非序列模式用户界面 197
非序列模式优化向导（从"设置选项卡"访问）(Non-sequential Optimization Wizard (from the Setup Tab)) 642
非序列模式元件(Non-sequential Component) 264
非序列模式元件编辑器（INonSeqEditor）(The Non-sequential Component Editor (INonSeqEditor)) 1640
非序列模式元件编辑器(Non-sequential Component Editor) 356
非序列模式元件编辑器工具栏(NSC Editor Toolbar) 609
非序列模式转换步骤(Steps for conversion from Non-Sequential Mode) 85
非序列模式DLL的结构(Structure of a Non-Sequential DLL) 398
菲涅尔面(Fresnel) 243
菲涅尔面1(Fresnel 1) 478
菲涅尔面2(Fresnel 2) 481
菲涅尔数(The Fresnel Number) 830
菲涅尔透镜(Fresnel Lens) 857
菲涅尔衍射(Fresnel Diffraction) 833
菲涅尔柱面(Cylinder Fresnel) 234
废弃的操作数(Obsolete Operands) 1107
废弃库的数据(Obsolete Catalog Data) 1314
分解组(Explode Group) 102
分解Autodesk Inventor装配体文件(Explode Autodesk Inventor Assembly) 102, 616
分解CAD零件：STEP/IGES/SAT(Explode CAD Part: STEP/IGES/SAT) 617
分解CAD装配体文件(Explode CAD Assembly) 103
分解Creo Parametric装配体文件(Explode Creo Parametric Assembly) 103

分解Creo Parametric装配体文件（Explode Creo Parametric Assembly） 616
分类数据（报告组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, non-sequential UI mode)) 1024
分类数据（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Prescription Data (reports group, the analyze tab, sequential UI mode)) 922
分类序列模式表面类型(Sequential Surface Types by Category) 210
分类优化操作数(Optimization Operands by Category) 1042
分析(Analysis) 1626
分析选项卡（非序列模式用户界面）(The Analyze Tab (non-sequential UI mode)) 966
分析选项卡（序列模式用户界面）(The Analyze Tab (sequential UI mode)) 675
分析组(Analyses Group) 1693
峰值辐照度和总功率(Peak Irradiance and Total Power) 850
夫琅禾费衍射(Fraunhofer Diffraction) 834
浮动所有窗口(Float All Windows) 669
复合表面(Composite Surface) 325
复合抛物面聚光器(Compound Parabolic Concentrator) 1395
复合抛物面聚光器(CPC)(Compound Parabolic Concentrator (CPC)) 459
复合透镜(Compound Lens) 455
复制或移动玻璃库文件(Copying or Moving Glass Catalog Files) 1303
复制实体(Copy) 1406
傅科分析（波前）(Foucault Analysis (Wavefront)) 733
傅科分析（分类优化操作数）(Foucault Analysis (optimization operands by category)) 1085
赋值(Assignments) 1444
F/#计算方法(Method to Compute F/#) 153
FEA拟合过程和RBM（FEA Fitting Process and RBMs） 1700
FFT MTF 765
FFT MTF vs 视场(FFT MTF vs. Field) 769
FFT MTF图(FFT MTF Map) 770
FFT PSF 754
FFT截面图(FFT Cross Section) 758
FFT线/边缘扩散(FFT Line/Edge Spread) 759
FieldType（语法提示截屏）(FieldType (Intellisense Screenshot)) 1617
FINDFILE 1479
FLDX、FLDY、FWGT、FVDX、FVDY、FVCX、FVCY、FVAN 1479
FNumberComputationType FNumMethod 1621
FOR、NEXT 1479
FORMAT 1480
FTYP 1481

G

干涉图(Interferogram) 731
高分辨率图像和探测器(High Resolution Images and Detectors) 1207
高级选项（系统选项）(Advanced Options (System Explorer)) 150
高斯尺寸+发散角(Gaussian Size+Angle) 842
高斯光束(Gaussian Beams) 858
高斯光束数据(Gaussian Beam Data) 1084
高斯光源(Source Gaussian) 555
高斯角(Gaussian Angle) 842
高斯求积(Gaussian Quadrature) 1159
高斯束腰(Gaussian Waist) 841
各向同性类型(Isotropic Types) 600
更改结构(Changing Configurations) 639
更改设置(Changing Settings) 1627
更改系统数据(Changing System Data) 1081
更新文件列表(Update File Listings) 619
工具栏(Toolbar) 184
工具栏按钮(Toolbar Button) 954
工具栏按钮功能(Toolbar Button Functions) 943
工作F 1738
公差报告(Tolerance Summary) 1259
公差操作数（Tolerance Operands） 1224
公差操作数总结表（Tolerance Operands Summary Table） 1226
公差分析（Tolerancing） 1253
公差分析的潜在问题(Pitfalls When Tolerancing) 1297
公差分析向导(Tolerance Wizard) 1251
公差分析组(Tolerancing Group) 1223
公差概述(Tolerancing Overview) 1280
公差脚本(Tolerance Scripts) 1259
公差脚本命令(The Tolerance Script Commands) 1288
公差脚本示例(Tolerance Script Example) 1295
公差控制操作数（Tolerance Control Operands） 1243
公差控制操作数总表（Tolerance Control Operands Summary Table） 1243
公差灵敏度数据(Tolerance Sensitivity Data) 1106
公差数据保存于Session文件(Include Tolerance Data in Session File) 155
公差数据编辑器（从"设置选项卡"访问）(Tolerance Data Editor (from the Setup Tab)) 643
公差数据编辑器（IToleranceDataEditor）(The Tolerance Data Editor (IToleranceDataEditor)) 1649
公差数据编辑器(Tolerance Data Editor) 1223
公差数据编辑器工具栏（Tolerance Data Editor Toolbar） 1248
公差数据查看器(Tolerance Data Viewer) 1265
公差数据可视化组(Tolerance Data Visualization Group) 1264
公差选项卡(The Tolerance Tab) 1210
功能查找(Feature Finder) 1716
共轭(Conjugate) 232
共轭(Make Conjugate) 634
共轭分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Conjugate (Setup Tab Sequential UI Mode)) 672
关闭所有窗口(Close All Windows) 671
关闭线程(Turn Off Threading) 154
关键字（关于zpl）(KEYWORDS (about the zpl)) 1469
关键字（zpl概述）(Keywords (an overview of zpl)) 1445
关于补偿器最小值和最大值的通用解释(General Comments About Min & Max Values on Compensators) 1245
关于点间距和采样的注释(Comments about Point Spacing and Sampling) 839
关于定义字符串的操作数的注解(Comment About Operands that Define Character Strings) 630

关于节点权重（About Node Weights） 1702
关于膜层(About Coatings) 1354
关于物理光学传播(About Physical Optics Propagation) 829
关于应力双折射（About Stress Birefringence） 1702
关于OpticStudio(About) 1704
关于ZOS-API(About the ZOS-API) 1601
关于ZPL(About the ZPL) 1443
管光源(Source Tube) 559
管理我的许可证（Manage my license） 1707
光程差（波前）(Optical Path Difference (Wavefront)) 729
光程差(Opical Path Difference) 708
光迹图(Footprint Diagram) 696
光阑尺寸浮动(Float by Stop Size) 1726
光谱拟合算法(The spectrum fitting algorithm) 587
光束定量分析(Quantitative Beam Analysis) 850
光束宽度和M的平方(Beam Width and M-Squared) 851
光束文件查看器（Beam File Viewer） 857
光束坐标和引导光束的属性(Beam Coordinates and Pilot Beam Properties) 850
光束DLL参数(Beam DLL Parameters) 845
光通量 vs 光谱分析(Flux vs. WaveLength Analysis) 1000
光瞳大小/位置(Pupil Size/Position) 153
光瞳光焦图(Power Pupil Map) 938
光瞳积分设置(Pupil Integration Settings) 1159
光瞳像差(Pupil Aberration) 710
光纤耦合(Fiber Coupling) 864
光纤耦合操作数（Fiber Coupling Operands） 1087
光线（操作选项组、零件设计选项卡）(Ray (operations group, the part designer tab)) 1410
光线（操作选项组、使用零件设计）(Ray (operations group, using parts designer)) 1425
光线分裂(Ray Splitting) 383
光线光源(Source Ray) 559
光线和光斑(Rays and Spots) 689
光线瞄准(Ray Aiming) 155
光线瞄准向导(Ray Aiming Wizard) 159
光线数据库（ZRD）文件(Ray Database(ZRD)Files) 384
光线数据库查看器（Ray Database Viewer） 990
光线数据库查看器(The Ray Database Viewer) 387
光线像差（光线和光斑）(Ray Aberration (rays and spots)) 691
光线像差图（像差分析）(Ray Aberration (Aberrations)) 706
光线旋转器(Ray Rotator) 507
光线追迹(Lightning Trace) 975
光线追迹分析组(Raytrace Analysis Group) 990
光线追迹控件(The Ray Trace Control) 384
光线追迹设置(Ray Trace Settings) 581
光线追迹组(Trace Rays Group) 972
光学材料组(Optical Materials Group) 1298
光学手册1公式(The Handbook of Optics 1 Formula) 1305
光学手册2公式(The Handbook of Optics 2 Formula) 1305
光学系统的热分析(Thermal Analysis of Optical Systems) 128
光学制造全息(Optically Fabricated Hologram) 267
光源(Sources) 584
光源查看器组(Source Viewers Group) 1376
光源分析（Light Source Analysis） 808
光源光谱图(Source Spectrum Plot) 1379
光源极坐标图（Source Polar Plot） 1377
光源配光曲线图（Source Directivity Plot） 1376
光源文件（Source File） 549
光源照度图(Source Illumination Map) 1032
光源组(Sources Group) 1369
光源DLL(Source DLL) 543
光源DLL的Data[]值(Data[] values for Source DLLs) 403
广义菲涅尔面(Generalized Fresnel) 244
归一化光瞳坐标(Normalized Pupil Coordinates) 1730
归一化视场坐标(Normalized Field Coordinates) 1728
规约和定义(Conventions and Definitions) 1722
鬼像发生器(Ghost Focus Generator) 930
鬼像反射(Ghost Reflections) 1726
鬼像控制(Ghost Focus Control) 1086
过滤器(Filter) 243
过滤字符串(The Filter String) 387
过滤字符串示例（Filter String Examples） 395
GCRS 1481
GDATE 1481
GETDENCUSER1D 1481
GETEXTRADATA 1482
GETGLASSDATA 1483
GETLSF 1483
GETMTF 1485
GETMTFUSER1D 1485
GETNSCMTF 1487
GETPSF 1487
GETSYSTEMDATA 1488
GETTEXTFILE（关键字）(GETTEXTFILE (keywords)) 1490
GETVARDATA 1491
GETZERNIKE 1492
GLAS 1493
GLASSTEMPLATE 1493
GLENSNAME 1493
GLOBALTOLOCAL（关键字）(GLOBALTOLOCAL (keywords)) 1494
GOSUB、SUB、RETURN和END(GOSUB, SUB, RETURN, and END) 1494
GOTO 1494
GRADIUM 250
Gradium™折射率剖面(Gradium™ Profile) 1327
GRAPHICS（关键字）(GRAPHICS (keywords))) 1495
GTEXT 1496
GTEXTCENT 1496
GTITLE 1496
GW 847

H

合并光源光谱文件(Concatenate Spectral Source Files) 1374
合并物体(Combine Objects) 612
黑盒镜头（Black Box Lens） 230
横截面(Cross-Section) 676
宏（ZPL）优化操作数(Optimization with ZPL Macros) 1091
宏帮助(Macro Help) 1443
宏列表(Macro List) 1439
后焦距(Back Focal Length) 1722

厚度(THIC)值(Thickness (THIC) Values) 131
厚度(Thickness) 205
厚度(Thicknesses) 1735
厚度求解(Thickness Solves) 333
忽略表面(Ignoring Surfaces) 639
忽略复合组件表面(Ignore Composite Add-ons) 344
忽略追迹错误(Ignore Trace Errors) 618, 662
忽略坐标断点(Ignore Coordinate Breaks) 153
弧矢与子午(Sagittal and Tangential) 1734
弧线工具(Arc Tool) 1413
滑块（优化选项卡、非序列模式）(Slider (optimize tab, non-sequential)) 1198
滑块(Slider) 1037
环境（Environment） 127
环境对渐变折射率、MIL数和模型玻璃折射率的影响(Environmental Effects on Index for Gradient Index, MIL Number, and Model Glasses) 130
环形非球面透镜(Annular Aspheric Lens) 409
环形面(Annulus) 413
环形体(Annular Volume) 412
环形阵列(Array Ring) 417
环形轴锥透镜(Annular Axial Lens) 411
幻灯片（非序列模式几何物体）(Slide (non-sequential geometry objects)) 516
幻灯片（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Slide (sequential surfaces, lens data editor)) 277
回转实体(Revolve) 1404
绘图（表面属性）（Draw (surface properties)） 309
绘图（物体属性、非序列模式元件编辑器）(Draw (object properties, non-sequential component editor)) 583
绘图（OpticStudio配置选项）（Graphics (OpticStudio preferences)） 181
绘图输入(Drawing Inputs) 85
惠更斯表面MTF(Huygens Surface MTF) 775
惠更斯积分计算方法(Method to Compute Huygens Integral) 154
惠更斯截面图(Huygens Cross Section) 763
惠更斯MTF vs 视场(Huygens MTF vs. Field) 776
惠更斯MTF(Huygens MTF) 772
惠更斯PSF（Huygens PSF） 760
混合模式（带有入口和出口）中的非序列模式光线追迹(NSC ray tracing in mixed mode (with entry and exit ports)) 359
混合模式（Mixed Mode） 1727
获取结果(Getting Results) 1628
获取IEditorCelL...(Get an IEditorCelL in the...) 1654
HAMMER（关键字）(HAMMER (keywords)) 1496
Herzberger公式(The Herzberger Formula) 1304

I

IAR_DataGrid 1629
IAR_DataGrid[] DataGrids 1629
IAR_DataGridRgb[] DataGridsRgb 1631
IAR_DataSeries 1631
IAR_DataSeries[] DataSeries 1631
IAR_MetaData MetaData 1629
ICreateArchive OpenCreateZAR 1660
IDEAL2数据部分(The IDEAL2 Data Section) 1352
IDEAL数据部分(The IDEAL Data Section) 1352
IeditorCell（关于zos-api）(IeditorCell (about the zos-api)) 1654
IeditorCell（镜头数据编辑器）(IeditorCell (the lens data editor)) 1639
IES光源模型(IES Source Models) 1370
IESNA光源文件(Source IESNA File) 556
IExportCAD OpenExportCAD 1661
IF-THEN-ELSE-ENDIF 1497
If(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysis 1664
if(TheApplication.Mode == ZOSAPI_Mode.UserAnalysisSettings) 1664
IField成员(IField members) 1617
IFields视场(IFields Fields) 1617
IGlobalOptimization OpenGlobalOptimization 1658
IHammerOptimization OpenHammerOptimization 1659
ILDEApertureData ApertureData 1635
ILDECoatingData CoatingData 1638
ILDECoatingSettings 1638
ILDEDrawData DrawData 1635
ILDEImportData ImportData 1639
ILDEPhysicalOpticsData PhysicalOpticsData 1637
ILDERow SurfaceType <XXX链接到序列模式表面(ILDERow SurfaceType <XXX link to Sequential Surfaces>) 1633
ILDERow"表面属性"(ILDERow 'Surface Properties') 1634
ILDEScatteringData ScatteringData 1636
ILDETiltDecenterData TiltDecenterData 1636
ILDETypeData TypeData 1634
IMA 1498
IMA和BIM文件查看器(IMA and BIM File Viewer) 820
IMAGECOMBINE 1498
IMAGEEXTRACT 1499
IMASHOW 1499
IMASUM 1499
IMCERow MultiConfigOperandType <XXX链接到多重结构操作数类型>(IMCERow MultiConfigOperandType <XXXLink to Multiconfig Operand types>) 1652
IMFERow MeritOperandType <XXX链接到优化操作数类型>(IMFERow MeritOperandType <XXXLink to Merit Operand Type>) 1648
IMPORTEXTRADATA（关键字）(IMPORTEXTRADATA (keywords)) 1500
INCECADData CADData 1646
INCECoatScatterData CoatScatterData 1644
INCEDiffractionData DiffractionData 1645
INCEDrawData DrawData 1643
INCEIndexData IndexData 1645
INCERow ObjectType <XXX链接到NSC物体概述(INCERow ObjectType <XXXLink to Summary of NSC Objects>) 1641
INCEScatterToData ScatterToData 1644
INCESourcesData SourcesData 1643
INCETypeData TypeData 1642
INCEVolumePhysicsData VolumePhysicsData 1644
INPUT 1500
INSERT 1501
INSERTCONFIG 1501
INSERTMCO（关键字）(INSERTMCO (keywords)) 1501
INSERTMFO（关键字）(INSERTMFO (keywords)) 1501

INSERTOBJECT（关键字）(INSERTOBJECT (keywords)) 1502
INSERTTOL 1502
int TheApplication.NumberOfOpticalSystems（只读） 1613
IobjectTypeSettings 1642
IOpticalSystem GetSystemAt(int n) 1613
IOpticalSystem LoadNewProject(String newProject) 1613
IOpticalSystem NewSystem(SystemType type) 1613
IOpticalSystem TheApplication.PrimarySystem（只读）(IOpticalSystem TheApplication.PrimarySystem (Read Only)) 1613
IOpticalSystem ThePrimarySystem 1614
IOpticalSystemTools ThePrimarySystem.Tools 1656
IRayTraceDirectPolData 1673
IRayTraceDirectUnpolData 1671
IRayTraceNormPolData 1672
IRayTraceNormUnpolData 1670
IRayTraceNSCData 1673
IRestoreArchive OpenRestoreArchive 1660
ISDAdvancedData高级(ISDAdvancedData Advanced) 1620
ISDApertureData Aperture 1615
ISDEnvironmentData Environment 1619
ISDFiles Files 1623
ISDMaterialCatalogData MaterialCatalogs 1622
ISDPolarizationData Polarization 1619
ISDRayAimingData RayAiming 1621
ISDTitleNotes TitleNotes 1623
ISDUnitsData单位(ISDUnitsData Units) 1624
ISO元件制图（加工图纸与数据组）(ISO Element Drawing (manufacturing drawings and data group)) 1269
ISO元件制图（设置选项卡、序列模式）(ISO Element Drawing (Setup Tab, sequential)) 658
ISO元件制图（视图组）(ISO Element Drawing (system viewers group)) 686
ISOA：P-V光焦度公差 1229
ISOB：P-V总不规则度公差（ISOB: Tolerance on total P-V irregularity） 1230
ISOC：峰谷旋转对称不规则度（RSI）公差（ISOC：Tolerance on P-V RSI (rotationally symmetric irregularity)） 1231
ISOD：RMS总不规则度公差（ISOD: Tolerance on total RMS irregularity） 1232
ISurfaceSelection GCRS（只读）(ISurfaceSelection GCRS (Read Only)) 1616
ISurfaceTypeSettings 1634
ISystemData TheSystemData 1615
ISystemTool Tools.CurrentTool 1657
ITDERow ToleranceOperandType <XXX链接到公差操作数类型(ITDERow ToleranceOperandType <XXXLink to Tolerance Operand Types>) 1649
Iwavelength 1618
IWavelengths波长(IWavelengths Wavelengths) 1618
IZOSAPI_Application TheApplication 1612

J

机械半直径(Mechanical Semi Diameter) 205
积分计算的位置(Where the Integral is Computed) 849
基本步骤(The Basic Procedure) 1280
基点（报告组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Cardinal Points (Reports group, the Analyze tab, sequential UI mode)) 924
基点（光线和光斑）(Cardinal Points (rays and spots)) 701
基面(Cardinal Planes) 1722
激光和光纤组(Laser and Fibers Group) 822
激活复合表面(Activate Composite Add-ons) 344
极探测器物体(Detector Polar Object) 566
几何(Geometric) 792
几何图像分析(Geometric Image Analysis) 802
几何位图图像分析(Geometric Bitmap Image Analysis) 806
几何线/边缘扩散(Geometric Line/Edge Spread) 794
几何MTF vs 视场(Geometric MTF vs. Field) 780
几何MTF(Geometric MTF) 778
几何MTF图(Geometric MTF Map) 782
挤压物体(Extruded) 475
计算光纤耦合(Computing Fiber Coupling) 849
计算假设和限制(Calculation Assumptions and Limitations) 918
计算数据保存于Session文件(Include Calculated Data in Session File) 155
加工图纸和数据组(Manufacturing Drawings and Data Grou) 1269
加密膜层(Encrypted Coating) 58
加密数据部分(The ENCRYPTED Data Section) 1351
加载存档文件（Load Archive） 39
加载探测器数据(Load Detector Data) 987
检查渐变折射率元件口径(Check GRIN Apertures) 112
简单的光线分裂（Simple Ray Splitting） 164
简介（关于zos-api）(Introduction (about the zos-api)) 1601
简介（关于zpl）(Introduction (about the zpl)) 1444
渐变1(Gradient 1) 245
渐变10(Gradient 10) 253
渐变12(Gradient 12) 254
渐变2(Gradient 2) 245
渐变3(Gradient 3) 246
渐变4(Gradient 4) 246
渐变5(Gradient 5) 247
渐变6(Gradient 6) 249
渐变7(Gradient 7) 250
渐变9(Gradient 9) 252
渐变折射率截面图(Grin Profile) 1326
渐变折射率控制操作数(Gradient Index Control Operands) 1085
渐变折射率类型(GRIN Types) 602
渐变折射率物体最大步长大小的详述(Discussion on Maximum Step Size for GRIN Objects) 377
渐变折射率DLL参数(GRIN DLL Parameters) 377
渐变折射率DLL的Data[]值(Data[] values for Gradient Index DLLs) 402
渐晕(Vignetting) 123
渐晕图(Vignetting Plot) 703
渐晕因子(Vignetting Factors) 1736
键槽体(Slot) 1400
箭头工具(Arrow Tool) 1411
将半直径转换为浮动孔径(Convert Semi-Diameters to Floating Apertures) 350
将半直径转换为圆形孔径(Convert Semi-Diameters to Circular Apertures) 350

将半直径转换为最大孔径(Convert Semi-Diameters to Maximum Apertures) 350
将光谱光源文件(SDF)转换为IES(Convert Spectral Source File (SDF) to IES) 1371
将光学设计导出至Speos（Export Optical Design to Speos） 64
将光源放置在物体内部(Placing Sources Inside Objects) 538
将膜层相位转换为等效几何光线(Convert Thin Film Phase to Ray Equivalent) 135
将所有窗口布局到单个工作区(Dock All Windows to Single Workspace) 669
将序列模式表面转换为非序列模式物体(Converting sequential surfaces to non-sequential objects) 76
将DataGrids全部放到一起(Putting DataGrids all together) 1630
将DataSeries全部放到一起(Putting DataSeries all together) 1631
将INT Zernike转换成OpticStudio数据(INT Zernike to OpticStudio DAT) 88
将INT网格转换为OpticStudio GRD(INT Grid to OpticStudio GRD) 90
将INT网格转换为OpticStudio数据(INT Grid to OpticStudio DAT) 89
将ZRD或ZBF转换为TSV(Convert ZRD or ZBF to CSV) 93
交互扩展(Interactive Extension) 1595
角度散射(Angle Scattering) 594
角放大率(Angular Magnification) 1722
角谱传播(Angular Spectrum Propagation) 831
脚本、草图、零件库、配置选项(Script, Sketch, and Gallery Modes, Project Preferences) 1386
脚本帮助(Scripting Help) 1713
脚本模式(Script Mode) 1386
教程1：7单元格集群光学聚光镜（使用零件设计）(Tutorial 1: 7-Cell Cluster Concentrator Optic (using part designer)) 1426
教程2：（使用零件设计）从草图构建棱镜(Tutorial 2: Building a Prism from Sketches (using part designer)) 1432
结构矩阵点列图(Configuration Matrix Spot Diagram) 700
结构组(Configuration Group) 671
截面图（设置选项卡、序列模式）(Cross-Section (Setup Tab, sequential)) 657
解锁所有窗口(Unlock All Windows) 670
借用许可证以供离线使用（Borrowing a license for offline use） 1707
近轴（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Paraxial (sequential surfaces, lens data editor)) 270
近轴放大率(Paraxial Magnification) 1732
近轴高斯光束(Paraxial Gaussian Beam) 859
近轴工作F/#(Paraxial Working F/#) 1732
近轴光线(Paraxial Rays) 153
近轴和傍轴光线(Paraxial and Parabasal Rays) 1731
近轴透镜(Paraxial Lens) 502
近轴像高(Paraxial Image Height) 1732
近轴XY(Paraxial XY) 271
净口径或半直径(Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter) 205
净口径或半直径求解(Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter Solves) 336
径向光源(Source Radial) 558
径向光栅(Radial Grating) 274
径向NURBS(Radial NURBS) 275
镜头(Lens) 1398
镜头单位(Lens Units) 1727
镜头单位下错过光线的绘制距离（Missed Ray Draw Distance In Lens Unit） 163
镜头库（Lens Catalogs） 1334
镜头设计参考(References on Lens Design) 1720
镜头属性约束（Constraints on Lens Properties） 1068
镜头数据编辑器（ILensDataEditor）(The Lens Data Editor(ILensDataEditor)) 1632
镜头数据编辑器(Lens Data Editor) 201
镜头数据编辑器工具栏(Lens Data Editor Toolbar) 339
镜头数据约束(Constraints on Lens Data) 1056
镜头文件组（Lens File Group） 35
镜头项目设置(Lens Project Settings) 45
镜像合并(Mirror) 1408
局部到全局坐标系(Local To Global) 341
矩形(Rectangle) 508
矩形复合抛物面聚光器(Rectangular Compound Parabolic Concentrator) 1396
矩形管(Rectangular Pipe) 509
矩形管光栅(Rectangular Pipe Grating) 510
矩形光源(Source Rectangle) 559
矩形探测器物体(Detector Rectangle Object) 568
矩形体(Rectangular Volume) 513
矩形体光源(Source Volume Rectangle) 561
矩形体光栅(Rectangular Volume Grating) 515
矩形屋脊(Rectangular Roof) 511
矩形阵列(Rectangular Array) 1160
矩形锥(Rectangular Corner) 508
矩形Torus面(Rectangular Torus Surface) 511
矩形Torus体(Rectangular Torus Volume) 512
矩阵点列图(Matrix Spot Diagram) 699
矩阵阵列(编辑实体)(Array (shapes)) 1405
绝对/绝对2(Absolute/Absolute 2) 152
均匀统计分布(Uniform Statistical Distribution) 1285
Jx、Jy、X-相位、Y-相位(Jx, Jy, X-Phase, Y-Phase) 136

K

开始(Getting Started) 1414
考虑坐标断点(Consider Coordinate Breaks) 153
可变刻线距离光栅(Variable Line Space Grating) 299
可视化优化器（优化选项卡、非序列模式）(Visual Optimizer (optimize tab, non-sequential)) 1199
可视化优化器(Visual Optimizer) 1038
可用散射模型(Available Scatter Models) 368
可用于所有IEditorCell的基础"求解"数据(Fundamental 'Solve' Data Available to All IEditorCells) 1655
可用于所有IEditorCell的基础值数据(Fundamental Value Data Available to All IEditorCells) 1655
可用于所有MultiConfigOperandType的基础数据(Fundamental Data Available to all MultiConfigOperandTypes) 1653
空物体(Null Object) 500
孔径（表面属性）(Aperture (surface properties)) 311
孔径（系统选项）(Aperture (System Explorer)) 107

孔径(Apertures) 350
孔径类型(Aperture Type) 107
孔径类型代码和参数(Aperture Type Codes and Parameters) 314
孔径值(Aperture Value) 108
控制优化函数的操作数(Merit Function Control Operands) 1091
库存镜头匹配（Stock Lens Matching） 1173
库存镜头组(Stock Parts Group) 1333
快捷键(Shortcut Keys) 186
快速查找材料(Finding a Glass Quickly) 1309
快速成品率（Quick Yield） 1262
快速调整(Quick Adjust) 1036
快速公差分析组(Quick Tolerancing Group) 1260
快速聚焦(Quick Focus) 1035
快速灵敏度（Quick Sensitivity） 1260
快速视图(Express View) 656
扩展2公式(The Extended 2 Formula) 1305
扩展3公式(The Extended 3 Formula) 1306
扩展多项式(Extended Polynomial) 242
扩展多项式面(Extended Polynomial Surface) 474
扩展多项式透镜(Extended Polynomial Lens) 473
扩展非球面(Extended Asphere) 239
扩展菲涅尔(Extended Fresnel) 240
扩展公式(The Extended Formula) 1305
扩展光源(Extended Source) 794
扩展奇次非球面(Extended Odd Asphere) 241
扩展奇次非球面透镜(Extended Odd Asphere Lens) 471
扩展三次样条(Extended Cubic Spline) 239
扩展图像分析(Geometric Scene Analysis) 796
扩展衍射图像分析（Extended Diffraction Image Analysis） 816
扩展Toroidal光栅面(Extended Toroidal Grating) 242

L

拉伸棱锥（草图实体）(Pyramid (sketch objects)) 1404
拉伸凸台(Prism/Extrusion) 1404
类型（表面属性）(Type (surface properties)) 307
类型（对象属性、非序列模式元件编辑器）(Type (object properties, non-sequential component editor)) 579
棱锥体（物体）(Pyramid (objects)) 1400
离焦点列图(Through Focus Spot Diagram) 697
离焦惠更斯MTF(Huygens Through Focus MTF) 773
离焦几何MTF(Geometric Through Focus MTF) 779
离焦FFT MTF (FFT Through Focus MTF) 766
离轴反射镜（Off-axis Mirror） 501
离轴圆锥自由曲面（Off-Axis Conic Freeform） 265
理解边界操作数(Understanding Boundary Operands) 1182
立方体(Cube) 1393
例外和限制（Exceptions and Restrictions） 78
连接(Get Connected) 1601
列编号的整数代码（Integer Codes for Column Numbers） 1586
磷光和荧光（Phosphors & Fluorescence） 595
鳞甲面(Faceted Surface) 476
灵敏度分析(Sensitivity Analysis) 1282
零件库(脚本、草图、零件库、配置选项)(Gallery Mode (script, sketch, and gallery modes, project preferences)) 1388
零件库（使用零件设计）(Gallery Mode (using part designer)) 1419
零件设计(Part Designer) 1384
零件设计的使用 (Using Part Designer) 1414
零件设计选项卡(The Part Designer Tab) 1383
六边环(Hexapolar Rings) 1726
六边形透镜阵列(Hexagonal Lenslet Array) 488
路径分析(Path Analysis) 993
螺旋体(Spiral) 1402
LABEL 1502
LaCroix错误代码（LaCroix Error Codes） 1215
LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus（只读）(LicenseStatusType TheApplication.LicenseStatus (Read Only)) 1612
LicenseStatusType（语法提示截屏）(LicenseStatusType (Intellisense Screenshot)) 1612
LightningTrace控件(The LightningTrace Control) 387
LINE（关键字）(LINE (keywords)) 1503
LOADARCHIVE 1503
LOADCATALOG 1503
LOADDETECTOR（关键字）（OADDETECTOR (keywords)） 1503
LOADLENS 1504
LOADMERIT（关键字）(LOADMERIT (keywords)) 1504
LOADTOLERANCE（关键字）(LOADTOLERANCE (keywords)) 1505
LOCALTOGLOBAL（关键字）(LOCALTOGLOBAL (keywords)) 1505
LOCKWINDOW 1505

M

每条光线的最大段数（Maximum Segments Per Ray） 162
每条光线的最大交点数（Maximum Intersections Per Ray） 162
蒙特卡罗分析(Monte Carlo Analysis) 1284
蒙特卡罗分析的嵌套规则(Nesting Rules for Monte Carlo Analysis) 1287
蒙特卡罗分析方法讨论(Discussion of Monte Carlo Analysis Method) 1287
面属性(Face Properties) 653
面探测器物体(Detector Surface Object) 575
命令（使用零件设计）(Commands (using part designer)) 1420
命名过滤器(Named Filters) 165
膜层（偏振和表面物理组、分析选项卡、序列模式用户界面）(Coatings (polarization and surface physics group, the analyze tab, sequential UI mode)) 902
膜层（偏振组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Coatings (polarization group, the analyze tab, non-sequential UI mode)) 1005
膜层(Coating) 324
膜层/散射(Coat/Scatter) 588
膜层工具(Coating Tools) 1342
膜层库(Coating Catalog) 1342
膜层文件数据语句(Coating File Data Syntax) 1346
膜层组(Coatings Group) 1341
默认快捷键总结(Summary of Default Shortcut Keys) 188
默认列序（镜头数据编辑器工具栏）(Reset Column Order (lens data editor toolbar)) 355
默认评价函数的一些陷阱(Pitfalls with the Default Merit Function) 1189

MAKEFACETLIST 1506
MAKEFOLDER 1506
MATE数据部分(The MATE Data Section) 1347
Mathematica 1599
MATLAB 1600
MeritOperandTypes的特殊数据(Data Specific to MeritOperandTypes) 1648
MODIFYSETTINGS（关键字）(MODIFYSETTINGS (keywords)) 1506
MS和P-V矢高误差（RMS and P-V Sag Errors） 1733
MTF 764
MTF数据（MTF Data） 1050
MultiConfigOperandType的特殊数据(Data Specific to MultiConfigOperandType) 1653

N

内部透射率 vs 波长(Internal Transmittance vs. Wavelength) 1323
内存要求(Memory Requirements) 840
内存中的最大光源文件的光线数（Maximum Source File Rays In Memory） 163
拟合评估（Fit Assessment） 1687
拟合熔融数据(Fitting Melt Data) 1307
拟合折射率数据(Fitting Index Data) 1306
逆反射(Retro Reflect) 277
NEXT 1518
NSC表面矢高(NSC Surface Sag) 1001
NSLT 1518
NSTR 1519
NSTR2 1519
NUMFIELD 1520
NUMWAVE 1520

O

偶次非球面(Even Asphere) 238
偶次非球面透镜(Even Asphere Lens) 470
ObjectType的特殊数据(Data Specific to ObjectType) 1642
OPD参考(Reference OPD) 150
OPD以2 π 取模(OPD Modulo 2 pi) 155
OPEN 1520
OPENANALYSISWINDOW 1521
OpticStudio包含的自定义分析(User Analyses Included with OpticStudio) 1594
OpticStudio包含的自定义扩展程序(User Extensions Included with OpticStudio) 1595
OpticStudio错误代码（OpticStudio Error Codes） 662
OpticStudio的新绘图(OpticStudio’s New Graphics) 947
OpticStudio配置选项(OpticStudio Preferences) 170
OpticStudio全局优化功能(Global Optimization Capabilites of OpticStudio) 1194
OpticStudio如何进行公差分析计算(How OpticStudio Computes the Tolerance Analysis) 1281
OpticStudio使用偏振分析可进行的计算(What OpticStudio Can Compute Using Polarization Analysis) 146
OpticStudio中显示和参数化的草图(Exposing & Parameterizing Sketches Within OpticStudio) 1418
Optimax®错误代码（Optimax® Error Codes） 1213
OPTIMIZE（关键字）(OPTIMIZE (keywords)) 1521
OPTRETURN 1522
OUTPUT 1522

P

排除公差结果中的问题(Trouble Shooting the Tolerance Results) 1297
抛物线统计分布(Parabolic Statistical Distribution) 1286
配置选项(Project Preferences) 1390
批量光线追迹模式（关于ZOS-API）(Batch Ray Trace Modes (About the ZOS-API)) 1669
偏心和倾斜(Decenters and Tilts) 850
偏振（偏振与表面物理组）(Polarization (polarization and surface physics group)) 869
偏振（系统选项）(Polarization (System Explorer)) 134
偏振分析(Polarization Analysis) 137
偏振分析限制(Limitations of Polarization Analysis) 149
偏振概念综述(Review of Polarization Concepts) 137
偏振光瞳图（Polarization Pupil Map） 870
偏振光线追迹(Polarization Ray Trace) 869
偏振和薄膜膜层(Polarization and Thin Film Coatings) 366
偏振计算(Accounting for Polarization) 840
偏振术语的定义(Definition of Polarization Terms) 138
偏振椭圆(The Polarization Ellipse) 138
偏振与表面物理组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Polarization and Surface Physics Group (the analyze tab, sequential UI mode)) 868, 1001
平顶光束(TH) 847
平顶光束(Top Hat) 843
平铺所有窗口(Tile All Window) 670
平移/镜像（操作选项组、零件设计选项卡）(Translate (operations group, the part designer tab)) 1407
平移/镜像（操作选项组、使用零件设计）(Translate (operations group, using part designer)) 1424
评估补偿器(Evaluating Compensators) 1282
评价函数编辑器（编辑器组）(Merit Function Editor (Editors Group)) 641
评价函数编辑器（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Editor (optimize tab, non-sequential)) 1200
评价函数编辑器（自动优化组）(Merit Function Editor (automatic optimization group)) 1039
评价函数编辑器(IMeritFunctionEditor)(The Merit Function Editor (IMeritFunctionEditor)) 1647
评价函数编辑器工具栏(Merit Function Editor Toolbar) 1156
评价函数向导（优化选项卡、非序列模式）(Merit Function Wizards (optimize tab, non-sequential)) 1204
PAL/Freeform分析(PAL/Freeform) 938
PARAXIAL（关键字、编程选项卡、关于zpl）(PARAXIAL (keywords, programming tab, about the zpl)) 1523
ParaxialRaysSetting ParaxialRays 1620
PARM 1523
PAUSE 1524
PilotRadiusMode（语法提示截屏）(PilotRadiusMode (Intellisense Screenshot)) 1638
PIXEL 1524

PLOT 1524
PLOT2D 1526
PolarizationMethod Method 1620
POLDEFINE 1527
POLTRACE 1527
POP 1529
PRINT 1529
PRINTFILE 1530
PRINTWINDOW 1530
PWAV 1531
Python 1600

Q

其他参数(Other Parameters) 206
其他设置(Other Settings) 154, 1162
其它注意事项(Additional Notes) 958
奇次非球面(Odd Asphere) 264
奇次非球面透镜(Odd Asphere Lens) 500
奇次余弦面(Odd Cosine) 264
启动分析(Starting an Analysis) 1626
切比雪夫多项式(Chebyshev Polynomial) 230
切换快速视图（镜头数据编辑器工具栏）(Toggle Express View (lens data editor toolbar)) 355
切换快速视图（MCE工具栏）(Toggle Express View (MCE Toolbar)) 638
切换快速视图（NSCE工具栏）(Toggle Express View (NSCE Toolbar)) 619
切换用户界面模式(Switching UI Modes) 197
切趾(Apodization) 1722
切趾类型(Apodization Type) 108
切趾因子(Apodization Factor) 109
倾斜/偏心(Tilt/Decenter) 320
倾斜/偏心元件(Tilt/Decenter Elements) 340
倾斜高斯光束(Skew Gaussian Beam) 863
倾斜面(Tilted) 279
琼斯矩阵（非序列模式几何物体）(Jones Matrix (non-sequential geometry objects)) 493
琼斯矩阵面（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Jones Matrix (sequential surfaces, lens data editor)) 263
求解类型（多重结构编辑器）(Solve Types (multiple configuration editor)) 632
求解类型（非序列模式元件编辑器）(Solve Types (non-sequential component editor)) 608
求解类型（镜头数据编辑器）(Solve Types (lens data editor)) 329
求解综述(Summary of Solves) 330
球面（非序列模式几何物体）(Sphere (non-sequential geometry objects)) 517
球体（物体）(Sphere(objects)) 1401
曲率半径（CRVT）值(Radius of Curvature (CRVT) Values) 131
曲率求解(Curvature Solves) 332
曲线工具(Curve Tool) 1412
圈入能量（定量光束分析）(Encircled Energy (quantitative beam analysis)) 852
圈入能量（分类优化操作数）（Encircled Energy （optimization operands by category）） 1054
圈入能量(Enclosed Energy) 790
全部结合在一起(Putting It All Together) 384
全局到局部坐标系(Global To Local) 342
全局优化（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizer (optimize tab, non-sequential)) 1209
全局优化(Global Optimization) 1193
全局优化(Global Optimizer) 1166
全局优化算法(The Global Optimization Algorithm) 1194
全局优化中的玻璃选择(Global Optimization of Glass Selection) 1195
全局优化组（优化选项卡、非序列模式）(Global Optimizers Group (optimize tab, non-sequential)) 1209
全局优化组(Global Optimizers Group) 1165
全局最优(The Global Optimum) 1188
全局坐标参考面(Global Coordinate Reference Surface) 110
全内反射（TIR）(Total Internal Reflection (TIR)) 1736
全视场点列图(Full Field Spot Diagram) 698
全视场像差（波前）(Full-Field Aberration (Wavefront)) 754
全视场像差(Full-Field Aberration) 724
全息表面(Hologram Surface) 491
全息面1(Hologram 1) 259
全息面2(Hologram 2) 261
全息透镜(Hologram Lens) 489
Q型非球面（非序列模式物体）(Q-Type Asphere Surface (non-sequential objects)) 506
Q型非球面（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Q-Type Asphere (sequential surfaces, lens data editor)) 272
Q型自由曲面(Q-Type Freeform) 272
QuadratureSteps（语法提示截屏）(QuadratureSteps (Intellisense Screenshot)) 1619
QUICKFOCUS（关键字）(QUICKFOCUS (keywords)) 1531
QUICKSENSITIVITY（关键字）(QUICKSENSITIVITY (keywords)) 1531

R

热参数值(Thermal Parameter Values) 132
热分析（设置选项卡序列模式用户界面）(Make Thermal (Setup Tab Sequential UI Mode)) 672
热分析(Make Thermal) 634
热分析限制(Limitations of Thermal Analysis) 134
热膨胀系数数据(Thermal Coefficient of Expansion Data) 1106
热折射率图(Thermal Index Plot) 1700
如何表示电场(Representation of the Electric Field) 830
如何从光谱中选择光线(How rays are selected from the spectrum) 588
如何有效对散射进行建模(How to Model Scattering Efficiently) 372
入射角 vs 像高(Incident Angle vs. Image Height) 705
入瞳位置(Entrance Pupil Position) 1724
入瞳直径(Entrance Pupil Diameter) 1724
RADI 1532
RANDOMIZE 1532
RayAimingMethod RayAiming 1621
RAYTRACE 1533
RAYTRACEX 1533
READ 1534

READ_LOCALE 1535
READNEXT 1536
READNEXT_LOCALE 1536
READSKIP 1537
READSTRING 1537
ReferenceOPDSetting ReferenceOPD 1620
RELEASE 1538
RELOADOBJECTS 1538
REM, !, 1538
REMOVEVARIABLES（关键字）(REMOVEVARIABLES (keywords)) 1539
RENAMEFILE 1539
RESUMEUPDATES 1539
RETURN 1539
REWIND 1540
RMS 783
RMS vs 波长(RMS vs. Wavelength) 786
RMS vs 聚焦(RMS vs. Focus) 787
RMS vs 视场(RMS vs. Field) 783
RMS矢高误差阈值（RMS Sag Error Threshold） 1733
RMS视场图(RMS Field Map) 789
RSS估算改变量(The RSS Estimated Change) 1283

S

赛德尔图(Seidel Diagram) 723
赛德尔系数(Seidel Coefficients) 721
三次样条(Cubic Spline) 234
三角面(Triangle) 533
三角锥(Triangular Corner) 532
散射（表面属性）(Scattering (surface properties)) 318
散射（非序列模式概述）(Scattering (non-sequential overview)) 366
散射分数和散射光线数(Fraction to Scatter and Number of Scatter Rays) 366, 591
散射函数查看器(Scatter Function Viewer) 1362
散射极坐标图(Scatter Polar Plot) 1365
散射路径(Scatter To) 591
散射路径列表(The Scatter To List) 592
散射模型(Scatter Models) 367
散射模型(Scattering Models) 590
散射组(Scattering Group) 1359
扫描物体(Swept Object) 520
色焦移(Chromatic Focal Shift) 720
色散 vs 波长(Dispersion vs. Wavelength) 1324
色散图(Dispersion Diagram) 1319
删除反射镜（Delete Fold Mirror） 343
删除结构(Delete Configuration) 633
删除所有变量（优化选项卡、非序列模式）(Remove All Variables (optimize tab, non-sequential)) 1208
删除自由曲面Z点(Delete Freeform Z Points) 618
设计模板(Design Templates) 1340
设计模板组(Design Templates Group) 1340
设置 – 在运行时与用户交互(Settings – Interacting with the User at Runtime) 1663
设置全部半径变量(Set All Radii Variable) 1165
设置全部厚度变量(Set All Thickness Variable) 1165
设置选项卡(The Setup Tab) 105
什么是贝塞尔线段？(What is a Bezier Segment?) 1416
生产工具组(Production Tools Group) 1210
生成错误光线(Create Error Ray) 662
生成结果(Generating Results) 1628
生成双通系统(Make Double Pass) 345
生成TrueFreeForm(Make TrueFreeForm) 346
声明(Declaration) 1391
声明命令(Declaration Commands) 1421
实体模型（设置选项卡、序列模式）(Shaded Model (Setup Tab, sequential)) 658
实体模型(Shaded Model) 681
实体模型中突出显示的几何图形的偏移(Offset of highlighted geometries in Shaded Model) 964
实验功能（Feature Experiments） 1717
实用工具选项卡（The Utilities Tab） 1704
实用工具选项卡(Utilities Group) 1715
矢高表(Sag Table) 877, 1277
使用比例因子(Using the Scale Factor) 848
使用编辑器(Using the Editors) 654
使用表格玻璃(Using Table Glasses) 1317
使用玻璃替换(Using Glass Substitution) 1195
使用不规则面型进行公差分析(Tolerancing with the Irregular Surface Type) 1281
使用材料库(Using Material Catalogs) 1300
使用草图(Using a Sketch) 1416
使用多重结构(Using Multiple Configurations) 638
使用非序列模式光线追迹的方法(Methods of Using NSC Ray Tracing) 358
使用复合表面进行不规则度公差分析(Tolerancing irregularity with Composite Surfaces) 1296
使用公差脚本（Using Tolerance Scripts） 1288
使用光线进行传播时的注意事项(Considerations When Using Rays to Propagate) 848
使用建议(Suggestions for Use) 854
使用渐变折射率操作数(Using Gradient Index Operands) 1193
使用模型玻璃(Using Model Glasses) 1317
使用模型玻璃优化(Optimizing Using Model Glasses) 1191
使用平面波(Force Planar) 154
使用平移和缩放(Using Pan and Zoom) 962
使用球面波(Force Spherical) 154
使用全局优化的建议(Suggestions for Using Global Optimizers) 1196
使用色散公式时的注意事项(General Comments on Using Dispersion Formulas) 1306
使用随机值(Using Random Values) 848
使用注释功能(Using the Annotation Feature) 959
使用FICL()函数(Using the FICL() Function) 1466
使用IMAE操作数优化(Optimizing with the IMAE Operand) 1192
使用MIL数玻璃(Using MIL Number Glasses) 1316
使用Windows剪贴板(Using the Windows Clipboard) 961
使用ZOS-API编写的程序执行优化(Optimizing with programs written using ZOS-API) 1187
使用ZPL宏求解（Using ZPL Macro Solves） 1585
使用ZPL宏执行优化(Optimizing with ZPL Macros) 1185

使用ZPLM宏改变镜头数据(Changes Made to the Lens from within the ZPLM Macro) 1186
示例(Samples) 856
示例宏1(Example Macro 1) 1582
示例宏2(Example Macro 2) 1583
示例渐变折射率DLL(Sample GRIN DLLs) 378
视场 vs 光线相位规约(Field vs. Ray Phase Conventions) 138
视场(Field of View) 933
视场(Fields) 112
视场光焦图(Power Field Map) 940
视场角和高度(Field Angles and Heights) 1725
视场类型(Field Type) 118
视场数据编辑器（编辑器组）(Field Data Editor (Editors Group)) 620
视场数据编辑器(Field Data Editor) 114
视场数据编辑器工具栏(Field Data Editor Toolbar) 125
视场图(Field Plot) 116
视场向导（从"设置选项卡"访问）(Fields Wizard (from the Setup Tab)) 620
视场向导(Fields Wizard) 120
视图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, non-sequential UI mode)) 966
视图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(System Viewers Group (the analyze tab, sequential UI mode)) 675
视图组（设置选项卡）(System Viewers Group (the Setup Tab)) 657
适用于所有光源物体的参数(Parameters Common to All Source Objects) 538
释放内存(Free) 1406
手动创建项目（使用Visual Studio）(Manually Creating a Project (Using Visual Studio)) 1602
手动调整组（优化选项卡、非序列模式）(Manual Adjustment Group (optimize tab, non-sequential)) 1198
手动调整组(Manual Adjustment Group) 1035
数据（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Data (sequential surfaces, lens data editor)) 235
数据概要组(Data Summary Group) 1691
数据库选项卡(The Libraries Tab) 1298
数据列(Data Columns) 204
数学规则（操作选项组、使用零件设计）(Math Syntax (operations group, using part designer)) 1426
数学规则（操作选项组）(Math Syntax (operations group)) 1410
数学运算操作数(General Math Operands) 1082
数值变量(Numeric Variables) 1446
数值函数（Numeric Functions） 1449
数值逻辑运算符(Numeric Logical Operators) 1447
数值运算符(Numeric Operations) 1447
数组变量(Array Variables) 1446
刷新列表（zpl宏组）(Refresh List (zpl macros group)) 1442
双层BEF膜(Dual BEF Surface) 468
双角光源(Source Two Angle) 560
双目镜分析(Biocular Analysis) 933
双温度(Double Temperature) 1619
双向散射分布函数(Bi-Directional Scatter Distribution Function) 367
双向衰减 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group)) 911
双向衰减 vs 波长（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1014
双向衰减 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 905
双向衰减 vs 角度（膜层、偏振组）(Diattenuation vs. Angle (coatings, polarization group)) 1008
双压力(Double Pressure) 1619
双折射类型(Birefringent Types) 600
双折射入射和双折射射出(Birefringent In and Birefringent Out) 223
双锥(Biconic) 215
双锥面(Biconic Surface) 431
双锥透镜(Biconic Lens) 427
双锥Zernike(Biconic Zernike) 217
双锥Zernike面(Biconic Zernike Surface) 434
双锥Zernike透镜(Biconic Zernike Lens) 429
斯特列尔比(Strehl Ratio) 1735
搜索栏（零件设计选项卡）(Search Bar (part designer tab)) 1413
搜索栏（实用工具选项卡）(Search Bar (utilities tab)) 1718
算法假设(Algorithm Assumptions) 855
随机 vs Sobol采样(Random vs Sobol Sampling) 586
缩放镜头(Scale Lens) 194
缩放实体(Scale) 1406
所有其他值(All Other Values) 132
所有MeritOperandType可用的基础数据(undamental Data Available to all MeritOperandTypes) 1648
所有ObjectType可用的基础数据(Fundamental Data Available to all ObjectTypes) 1641
所有ToleranceOperandType可用的基础数据(Fundamental Data Available to All ToleranceOperandTypes) 1650
锁定设计(Design Lockdown) 1219
锁定所有窗口(Lock All Windows) 670
SAVE：保存灵敏度分析镜头文件(SAVE: Save Sensitivity Analysis Lenses) 1247
SAVEARCHIVE 1540
SAVEDETECTOR（关键字）(SAVEDETECTOR (keywords)) 1540
SAVELENS 1541
SAVEMERIT（关键字）(SAVEMERIT (keywords)) 1541
SAVETOLERANCE（关键字）(SAVETOLERANCE (keywords)) 1541
SAVEWINDOW 1542
SCATTER 1542
Schott公式(The Schott Formula) 1303
SDF光源模型(Spectral Source Models) 1372
SDIA 1542
SEED：设置随机数生成器的种子数据(SEED: Seed the Random Number Generator) 1247
Sellmeier 1公式(The Sellmeier 1 Formula) 1303
Sellmeier 2公式(The Sellmeier 2 Formula) 1303
Sellmeier 3公式(The Sellmeier 3 Formula) 1304
Sellmeier 4 公式(The Sellmeier 4 Formula) 1304
Sellmeier 5公式(The Sellmeier 5 Formula) 1304
SETAIM 1542
SETAIMDATA 1543

SETAPODIZATION 1543
SETCONFIG（关键字）(SETCONFIG (keywords)) 1543
SETDETECTOR 1544
SETMCOPERAND 1544
SETNSCPARAMETER（关键字）(SETNSCPARAMETER (keywords)) 1545
SETNSCPOSITION（关键字）(SETNSCPOSITION (keywords)) 1545
SETNSCPROPERTY（关键字）(SETNSCPROPERTY (keywords)) 1546
SETOPERAND（关键字）(SETOPERAND (keywords)) 1554
SETSTDD 1555
SETSURFACEPROPERTY、SURP(SETSURFACEPROPERTY, SURP) 1555
SETSYSTEMPROPERTY、SYSP(SETSYSTEMPROPERTY, SYSP) 1562
SETTEXTSIZE 1566
SETTITLE 1566
SETTOL（关键字）(SETTOL (keywords)) 1566
SETUNITS 1567
SETVAR 1567
SETVECSIZE 1567
SETVIG（关键字）(SETVIG (keywords)) 1568
SHOWBITMAP 1568
SHOWFILE 1568
SOLVEBEFORESTOP 1569
SOLVERETURN 1569
SOLVETYPE 1569
STAR选项卡（The STAR Tab） 1676
STAT：定义统计分布(STAT: Define Statistics) 1247
STOPSURF 1572
String ABgDataFile 1624
String CoatingFile 1623
String GradiumProfile 1624
String Notes 1623
String ScatterProfile 1623
String[] GetABgDataFiles() 1624
String[] GetAvailableCatalogs 1622
String[] GetCatalogsInUse 1622
String[] GetCoatingFiles 1623
String[] GetGradiumProfiles 1624
String[] GetScatterProfiles 1623
SUB 1573
SurfaceAppertureTypes（语法提示截屏）(SurfaceApertureTypes(Intellisense Screenshot)) 1636
SurfaceColumn（语法提示截屏）(SurfaceColumn (Intellisense Screenshot)) 1639
SurfaceScatteringTypes（语法提示截屏）(SurfaceScatteringTypes (Intellisense Screenshot)) 1636
SurfaceType的特殊数据(Data specific to SurfaceType) 1633
SurfaceType可用的基础数据(Fundamental Data available to SurfaceType) 1633
SURFTYPE 1573

T

探测器查看器(Detector Viewer) 983
探测器查看器(The Detector Viewer) 387
探测器工具(Detector Tools) 986
探测器设置(Detector Settings) 582
探测器组(Detectors Group) 982
特定光线比对（分析选项卡、非序列模式）(Critical Ray Tracer (analyze tab, non-sequential)) 977
特定光线生成器(Critical Rayset Generator) 1221
特殊字符(Special Characters) 1735
体积数据概要（Volumetric Data Summary） 1692
体积数据选项（Volumetric Data Options） 1693
体散射、衍射、表面散射DLL的Data[]值(Data[] values for Bulk Scatter, Diffraction, Surface Scatter DLLs) 399
体散射(Bulk scattering) 373
体散射(Volume Physics) 593
体探测器物体(Detector Volume Object) 577
体吸收和体透射(Bulk Absorption and Transmission) 146
添加反射镜(Add Fold Mirror) 342
添加全息图变量(Add Hologram Variables) 636
添加热折射率变化数据(Adding Thermal Index Variation Data) 133
添加所有数据（设置选项卡序列模式用户界面）(Add All Data (Setup Tab Sequential UI Mode)) 672
添加所有数据(Add All Data) 635
添加新光源类型(Adding New Source Types) 539
添加TCE数据(Adding TCE data) 133
通过多重结构优化(Optimization with Multi-Configurations) 640
通过非序列模式表面传播(Propagating Through Non-Sequential Surfaces) 840
通过光源颜色模型使用ABg散射(Using ABg scattering with source color models) 588
通过任意光学表面传播(Propagation Through Arbitrary OpticalSurfaces) 839
通用绘图组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, non-sequential UI mode)) 1026
通用绘图组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Universal Plot Group (the analyze tab, sequential UI mode)) 926
透过率 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group)) 909
透过率 vs 波长（膜层、偏振组）(Transmission vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1012
透过率 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 903
透过率 vs 角度（膜层、偏振组）(Transmission vs. Angle (coatings, polarization group)) 1006
透过率(Transmission) 873
透镜阵列(A Lens Array) 856
透镜阵列1(Lenslet Array 1) 494
透镜阵列2(Lenslet Array 2) 496
透射光扇(Transmission Fan) 876
图像仿真(Image Simulation) 796
图形和文本窗口操作(Graphics and Text Windows Operations) 942
退出按钮(Exit Button) 104
椭球体光源(Source Volume Ellipse) 561
椭圆(Ellipse) 468
椭圆光源(Source Ellipse) 546

椭圆光栅1(Elliptical Grating 1) 236
椭圆光栅2(Elliptical Grating 2) 238
椭圆体(Elliptical Volume) 469
椭圆体1(Elliptical Volume 1) 1397
椭圆体2(Elliptical Volume 2) 1397
TABB：阿贝数的公差(TABB: Tolerance on Abbe) 1240
TABLE数据部分(The COAT Data Section) 1352
Talbot成像(Talbot Imaging) 857
TAPR数据部分(The COAT Data Section) 1348
TARX、TARY、TARR：滚动角公差(TARX, TARY, TARR: Tolerance on Roll Angles) 1241
TCE 206
TCE求解(TCE Solve) 337
TCEO：膜层消光偏移的公差(TCEO: Tolerance on Coating Extinction Offset) 1240
TCIO：膜层折射率偏移的公差(TCIO: Tolerance on Coating Index Offset) 1240
TCMU：膜层缩放因子公差(TCMU: Tolerance on Coating Multiplier) 1240
TCON：圆锥系数公差(TCON: Tolerance on Conic) 1235
TCUR：(TCUR: Tolerance on Curvature) 1234
TEDX、TEDY、TEDR：元件偏心的公差(TEDX, TEDY, TEDR: Tolerance on Element Decenters) 1240
TELECENTRIC 1573
TESTPLATEFIT 1573
TETX、TETY、TETZ：元件倾斜公差（TETX, TETY, TETZ: Tolerance on Element Tilts） 1241
TEXI：使用Fringe Zernike模型定义的表面不规则度公差(TEXI: Tolerance on Surface Irregularity Using the Fringe Zernike Model) 1237
TEZI：使用Standard Zernike模型定义的表面不规则度公差(TEZI: Tolerance on Surface Irregularity Using the Standard Zernike Model) 1238
TFRN：条纹公差(TFRN: Tolerance on Fringes) 1234
THIC 1574
TiltDecenterOrderType（语法提示截屏）(TiltDecenterOrderType (Intellisense Screenshot)) 1637
TiltDecenterPickupType（语法提示截屏）(TiltDecenterPickupType (Intellisense Screenshot)) 1637
TIMER 1574
TIND：折射率的公差(TIND: Tolerance on Index) 1239
TIRR：表面不规则度的公差(TIRR: Tolerance on Surface Irregularity) 1236
TIRX、TIRY：表面TIR的公差(TIRX, TIRY: Tolerance on Surface TIR) 1236
TMCO：多重结构数据的公差(TMCO: Tolerance on Multi-Configuration Data) 1243
TNPS、TNPA、TNMA：非序列模式数据的公差(TNPS, TNPA, TNMA: Tolerances on Non-sequential Data) 1243
TOFF：关闭公差（可用于注释）(TOFF: Tolerance Off (can be used for comments)) 1242
TOLERANCE 1574
ToleranceOperandType的特殊数据(Data Specific to ToleranceOperandType) 1650
Toroidal 280
Toroidal NURBS面(Toroidal NURBS) 285
Toroidal光栅(Toroidal Grating) 283
Toroidal面 529
Toroidal面奇次非球面(Toroidal Surface Odd Asphere) 530
Toroidal全息（非序列模式几何物体）(Toroidal Hologram (non-sequential geometry objects) 526
Toroidal全息（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Toroidal Hologram (sequential surfaces, lens data editor)) 284
Toroidal透镜 528
Torus面(Torus Surface) 531
Torus体(Torus Volume) 532
TPAI：参数数据倒数的公差(TPAI: Tolerance on the Inverse of Parameter Data) 1239
TPAR：参数数据的公差(TPAR: Tolerance on Parameter Data) 1239
TRAD：曲率半径公差(TRAD: Tolerance on Radius) 1233
TRLX、TRLY、TRLR：滚转TIR的公差(TRLX, TRLY, TRLR: Tolerance on Roll TIR) 1242
TrueFreeForm 288
TSDI：净口径或半直径公差(TSDI: Tolerance on Clear Semi-Diameter or Semi-Diameter) 1235
TSDX、TSDY、TSDR：表面偏心公差(TSDX, TSDY, TSDR: Tolerance on Surface Decenters) 1235
TSTX、TSTY：表面倾斜公差(TSTX, TSTY: Tolerance on Surface Tilts) 1236
TTHI：厚度公差(TTHI: Tolerance on Thickness) 1235
TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、TUTZ：用户自定义倾斜和偏心的公差(TUDX, TUDY, TUTX, TUTY, TUTZ: Tolerance on User Defined Tilts & Decenters) 1243
TWAV：测试波长(TWAV: Test Wavelength) 1247

U

UNLOCKWINDOW 1575
UPDATE 1575

V

VEC1、VEC2、VEC3、VEC4 1575
Void ReloadFiles 1624
Void TheApplication.CloseApplication 1612

W

网格点选择器(Grid Point Selector) 347
网格畸变(Grid Distortion) 715
网格渐变(Grid Gradient) 255
网格矢高(Grid Sag) 257
网格矢高面(Grid Sag Surface) 487
网格矢高透镜(Grid Sag Lens) 482
网格矢高透镜2 484
网格相位(Grid Phase) 256
微机电系统(Micro Electro Mechanical System (MEMS)) 498
为3D布局添加注释(Annotating 3D Layouts) 960
为所有表面添加膜层(Add Coatings To All Surfaces) 351
为OpticsBuilder做准备(Prepare For OpticsBuilder) 82
位图文件查看器(Bitmap File Viewer) 821
位图向导（优化选项卡、非序列模式）(Bitmap Wizard (optimize tab, non-sequential)) 1206

文本数据(Text Data) 1666
文档选项卡(Documentation Group) 1710
文件（定义初始光束）(File (defining the initial beam)) 843
文件（系统选项组、零件设计选项卡）(File (system group, the part designer tab)) 1384
文件(Files) 166
文件比较器(File Comparator) 36
文件操作(File Operations) 1614
文件打开时重新追迹光源的光线(Retrace Source Rays Upon File Open) 165
文件夹(Folders) 175
文件选项卡（The File Tab） 34
无焦像空间(Afocal Image Space) 110
无膜层表面属性(Properties of Uncoated Surfaces) 1358
无热化玻璃图(Athermal Glass Map) 1321
无限(Infinity) 152
物方数值孔径(Object Space Numerical Aperture) 1731
物理光学(Physical Optics) 322
物理光学传播（Physical Optics Propagation） 823
物理光学传播(POP)结果(Physical Optics Propagation (POP) Results) 1104
物体(Objects) 1392
物体编辑器（编辑器组）(Object Editor (editors group)) 643
物体编辑器（非序列模式元件编辑器工具栏）(Object Editor (nsc editor toolbar)) 611
物体编辑器（设置选项卡）(Object Editor (Setup Tab)) 659
物体编辑器（视图组、分析选项卡、非序列模式用户界面）(Object Editor (system viewers group, the analyze tab, non-sequential UI mode)) 971
物体编辑器设置(Object Editor Settings) 646
物体查看器(Object Viewer) 652
物体创建命令(Object Creation Commands) 1421
物体光源(Source Object) 557
物体属性（非序列模式元件编辑器）(Object Properties (non-sequential component editor)) 579
物体属性（物体编辑器）(Object Properties(object editor)) 646
物体特征树(Object Explorer Tree) 649
物体作为探测器(Objects as Detectors) 578
WavelengthPreset（语法提示截屏）(WavelengthPreset (Intellisense Screenshot)) 1618
WAVL、WWGT 1576
Wigner分布的二阶矩(Second Order Moments of the Wigner Distribution) 852
Wolter面 535

X

吸收率 vs 波长（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group)) 910
吸收率 vs 波长（膜层、偏振组）(Absorption vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1013
吸收率 vs 角度（膜层、偏振和表面物理组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 904
吸收率 vs 角度（膜层、偏振组）(Absorption vs. Angle (coatings, polarization group)) 1007
系统查看器（System Viewer） 1694
系统概要图(System Summary Graphic) 924
系统检查(System Check) 660
系统孔径(System Aperture) 1735
系统数据（System Data） 922
系统选项(System Explorer) 106
系统选项组（零件设计选项卡）(System Group (the part designer tab)) 1383
系统诊断(System Diagnostic) 1715
系统组（设置选项卡）(System Group (the Setup Tab)) 105
下一个/上一个结构(Next/Previous Configuration) 674
下载IES文件(Download IES File) 1370
限制(Restrictions) 338
限制玻璃的选择(Restricting Selected Glasses) 1195
相对照度(Relative Illumination) 819
相对照度操作数(Relative Illumination Operand) 1090
相干(COHERENT) 846
相干长度建模(Coherence Length Modeling) 376
相加(Union) 1409
相减(Difference) 1409
相位 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group)) 912
相位 vs 波长（膜层、偏振组）(Phase vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1015
相位 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization and surface physics group)) 906
相位 vs 角度（膜层、偏振组）(Phase vs. Angle (coatings, polarization group)) 1009
相位(PHASE) 847
相位数据的符号规约(Sign Conventions for Phase Data) 836
相位像差(Phase Aberration) 875
相位延迟 vs 波长（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization and surface physics group)) 913
相位延迟 vs 波长（膜层、偏振组）(Retardance vs. Wavelength (coatings, polarization group)) 1016
相位延迟 vs 角度（膜层、偏振与表面物理组）(Retardance vs. Angle(coatings, polarization and surface physics group)) 907
相位延迟 vs 角度（膜层、偏振组）(Retardance vs. Angle (coatings, polarization group)) 1010
项目目录组（Project Directory Group） 42
像差(分类优化操作数)(Aberrations (optimization operands by category)) 1044
像差（像质分析组）(Aberrations (Image Quality Group)) 706
像方空间数值孔径（NA）(Image Space Numerical Aperture (NA)) 1727
像方空间F/#(Image Space F/#) 1727
像散高斯(Astigmatic Gaussian) 843
像质分析组（非序列模式）（Image Quality Group （non-sequential）） 989
像质分析组(Image Quality Group) 688
消息窗口(Message Boxes) 191
小透镜阵列(Lenslet Array) 264

效率vs波长（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (non-sequential UI mode)) 1022
效率 vs 波长（序列模式用户界面）(Efficiency vs. Wavelength (sequential UI mode)) 917
效率 vs 角度（非序列模式用户界面）(Efficiency vs. Angle (non-sequential UI mode)) 1020
效率 vs 角度(Efficiency vs. Angle) 916
校准检查（Alignment Check） 1688
新功能(What's New) 1714
新建/打开/保存/另存为（New/Open/Save/Save As） 35
新建二维通用绘图(New Universal Plot 2D) 1028
新建光谱文件(Create Spectrum File) 1367
新建宏(New Macro) 1442
新建镜头项目/将镜头项目另存为（New Lens Project / Save Lens Project As） 42
新建一维通用绘图(New Universal Plot 1D) 1026
信息选项卡(Information Group) 1704
形状（操作选项组、零件设计选项卡）(Shapes (operations group, the part designer tab)) 1405
形状(操作选项组、使用零件设计)(Shapes (operations group, using part designer)) 1423
性能(Performance) 661
性能分析（Performance Analysis） 1696
修改评价函数(Modifying the merit function) 1180
虚拟传播(Virtual Propagation) 1738
许可证协议（License Agreement） 1705
序列模式表面（镜头数据编辑器）(Sequential Surfaces (lens data editor)) 206
序列模式表面类型一览表(Summary Table of Sequential Surface Types) 207
序列模式光线追迹(Sequential Ray Tracing) 1735
序列模式用户界面(Sequential UI Mode) 196
序列模式优化(Sequential Optimization) 1189
序列模式转换步骤(Steps for conversion from Sequential Mode) 84
旋转实体(Rotate) 1407
选择接收光纤的位置(Choosing the Location for the Receiving Fiber) 850
选择优化变量(Selecting optimization variables) 1180
选择正确的传播算法(Selecting the Correct Propagator) 834
学习和支持选项卡（The Learning and Support Tab） 1719
学习和支持组（Learning and Support Group） 1719
寻找最佳非球面(Find Best Asphere) 1171
X和Y方向分开传播(Separation of X and Y Propagation) 838
XDIFFIA 1576
XYSampling（语法提示截屏）(XYSampling (Intellisense Screenshot)) 1637

Y

延伸区(Chip Zone) 205
颜色(Colors) 172
颜色探测器物体(Detector Color Object) 562
衍射（圈入能量）(Diffraction (enclosed energy)) 791
衍射（物体属性、非序列模式元件编辑器）(Diffraction (object properties, non-sequential component editor)) 602
衍射传播(Diffraction Propagation) 830
衍射光源(Source Diffractive) 539
衍射光栅（非序列模式几何物体）(Diffraction Grating (non-sequential geometry objects)) 466
衍射光栅（序列模式表面、镜头数据编辑器）(Diffraction Grating (sequential surfaces, lens data editor)) 236
衍射极限(Diffraction Limited) 1723
衍射效率（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (non-sequential UI mode)) 1018
衍射效率（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency (sequential UI mode)) 915
衍射效率分析（非序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (non-sequential UI mode)) 1017
衍射效率分析（序列模式用户界面）(Diffraction Efficiency Analyses (sequential UI mode)) 914
衍射DLL参数(Diffraction DLL Parameters) 381
一般信息(General Information) 1720
一阶光学性能(First-Order Optical Properties) 1042
一维通用绘图(Universal Plot 1-D) 926
一维折线图(1D Line Plot) 1665
移除所有变量(Remove All Variables) 1164
移除所有表面孔径(Remove All Apertures) 350
移动实体(Move) 1407
以表面孔径替代渐晕系数(Replace Vignetting With Apertures) 351
引导光束(The Pilot Beam) 835
隐私(Privacy) 193
应用分析组（分析选项卡、非序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, non-sequential UI mode)) 1031
应用分析组（分析选项卡、序列模式用户界面）(Applications Group (the analyze tab, sequential UI mode)) 930
荧光散射组(Phosphors and Fluorescence Group) 1367
用户调研（Research Surveys） 1717
用户自定义（User Defined） 288
用户自定义操作数（分类优化操作数）(User defined operands (optimization operands by category)) 1091
用户自定义操作数（优化概述）（User Defined Operands（optimization overview）） 1185
用户自定义孔径和遮阑(User Defined Apertures and Obscurations) 314
用户自定义统计分布(User Defined Statistical Distribution) 1286
用户自定义物体 533
用镜头单位表示的胶合距离（Glue Distance In Lens Units） 163
用序列光优化非序列模式组下的物体(Optimizing Objects in a Non-sequential Group with Sequential Rays) 1192
优化(Optimize) 1163
优化变焦和多重结构镜头(Optimizing zoom and multi-configuration lenses) 1184
优化玻璃材料选择(Optimizing Glass Selection) 1191
优化操作数总结(Optimization Operands Summary) 1040
优化操作数总结表(Optimization Operands Summary Table) 1040
优化额外数据(Optimizing Extra Data) 1192
优化概述(Optimization Overview) 1179
优化工具组(Optimization Tools Group) 1170
优化公差灵敏度（公差概述）(Optimizing for Tolerance Sensitivity (tolerancing overview)) 1297

优化公差灵敏度（优化概述）（Optimizing Tolerance Sensitivity（optimization overview）） 1184
优化函数标准(Optimization Function Criteria) 1158
优化函数参考点(Optimization Function Reference Points) 1159
优化函数类型（Optimization Function Types） 1158
优化函数失真和配色(Optimization Function Distortion and Color) 1159
优化建议(Suggestions for optimizing) 1188
优化膜层(Optimizing Coatings) 1358
优化目标(Optimization Goal) 1161
优化切趾类型的影响(Optimization with Apodized Beams) 1189
优化无热化镜头(Optimizing Athermal Lenses) 134
优化向导（从"设置选项卡"访问）(Optimization Wizard (from the Setup Tab)) 642, 1205
优化向导(Optimization Wizard) 1157
优化选项卡（非序列模式用户界面）(The Optimize Tab (non-sequential UI mode)) 1198
优化选项卡（序列模式用户界面）(The Optimize Tab (sequential UI mode)) 1035
优化MTF(Optimizing for MTF) 1189
有关模板代码的注意事项...(Cautionary Notes About the Boilerplate Code...) 1611
有关ZPL宏求解的重要注意事项(Important Considerations for ZPL Macro Solves) 1586
有效焦距(Effective Focal Length) 1724
元件刚体运动（Component RBMs） 1689
原生布尔(Boolean Native) 443
原生物体(Native Object) 1728
圆环体(Torus) 1403
圆角(Fillet) 1406
圆形阵列(Ring) 1406
圆柱管(Cylinder Pipe) 463
圆柱管2(Cylinder 2 Pipe) 465
圆柱体(Cylinder Volume) 464
圆柱体(Cylinder) 1394
圆柱体2(Cylinder 2 Volume) 465
圆柱体光源(Source Volume Cylinder) 560
圆锥体(Cone) 462, 1393
圆锥系数(Conic) 206
圆锥系数求解(Conic Solves) 337
远心物空间(Telecentric Object Space) 110
约束玻璃参数(Constraints on Glass Data) 1073
约束非序列模式物体数据(Constraints on Non-sequential Object Data) 1092
约束光学镀膜、偏振光线追迹数据(Constraints on Optical Coatings, Polarization Ray Trace Data) 1102
约束近轴光线数据(Constraints on Paraxial Ray Data) 1073
约束曲线(Constraining a Curve) 1418
约束实际光线数据（Constraints on Real Ray Data） 1074
约束用于光学制造的全息图的结构光学器件(Constraints on Construction Optics for Optically Fabricated Holograms) 1102
约束元件位置(Constraints on Element Positions) 1080
约束TrueFreeForm™表面数据(Constraints on TrueFreeForm™ Surface Data) 1080
Y-Ybar图(Y-Ybar Drawing) 702
YNI贡献(YNI Contributions) 932

Z

杂散光(Stray Light) 930
在单个结构中定义多个环境(Defining Multiple Environments within a Single Configuration) 132
在非序列模式的用户自定义DLL中生成随机数(Random Number Generation in user-Defined DLLs for NSC) 404
在更新时迭代求解(Iterate Solves When Updating) 111
在膜层文件添加注释(Adding Comments to the Coating File) 1353
在瑞利距离内部和外部传播(Propagating In and Out of the Rayleigh Range) 837
在探测器上回放ZRD(Playback ZRD on Detector) 988
在网格中访问每个值(Visiting each Value in the Grid) 1630
在应用程序级别使用IOpticalSystem(Working With IOpticalSystem at the Application Level) 1613
暂停更新(SUSPENDUPDATES) 1573
折射率(Index) 600
折射率的计算(Index of Refraction Computation) 129
着色实体（编辑实体）(Color (shapes)) 1406
针孔孔径(A Pinhole Aperture) 856
真实传播(Real propagation) 1733
诊断组(Diagnostics Group) 660
阵列（非序列模式几何物体）(Array (non-sequential geometry objects)) 414
阵列物体(Replicate Object) 611
正态统计分布(Normal Statistical Distribution) 1284
执行优化（优化选项卡、非序列模式）(Optimize! (optimize tab, non-sequential)) 1204
执行优化(Performing an optimization) 1182
直方图(Histogram) 1266
直线工具(Line Tool) 1412
指定表面上的膜层(Specifying Coatings on Surfaces) 1355
指定要使用的玻璃库(Specifying Which Glass Catalogs to Use) 1300
质心位置(Centroid Locations) 850
终止长时间计算(Aborting Long Computations) 962
重点采样(Importance Sampling) 593
重叠(Overlap) 1409
重新加载表面(Reload Surface) 339
重新加载膜层文件(Reload Coating File) 1343
重新加载所有表面(Reload All Surfaces) 339
重要通知（Important Notice） 1720
重载所有物体(Reload All Objects) 609
重载物体(Reload Object) 609
重置列宽（多重结构编辑器工具栏）(Reset Column Widths (multi-configuration editor toolbar)) 638
重置列宽（镜头数据编辑器工具栏）(Reset Column Widths (lens data editor toolbar)) 355
重置列宽（nsc编辑器工具栏）(Reset Column Widths (nsc editor toolbar)) 619
重置列序（多重结构编辑器工具栏）(Reset Column Order (multi configuration editor toolbar)) 638
重置列序（非序列模式元件编辑器工具栏）(Reset Column Order (nsc editor toolbar)) 619

周期面(Periodic) 271
轴向像差(Longitudinal Aberration) 718
轴锥面(Axicon Surface) 425
主波长(Primary Wavelength) 1732
主光线(Chief Ray) 1723
注释（数据列）(Comment (data columns)) 204
注释(Comments) 1445
转到表面(Go to Surface) 351
转到操作数(Go to Operand) 637
转到物体(Go to Object) 618
转换错误(Conversion errors) 86
转换为光谱光源文件(Convert to Spectral Source File) 1373
转换为镜头文件（Convert to Lens File） 44
转换为镜头项目（Convert to Lens Project） 43
转换文件格式(Convert File Formats) 88
转换至非序列模式组(Convert to NSC Group) 74
转换组(Convert Group) 74
转换Bitmap图片为OpticStudio数据(Bitmap Image to OpticStudio DAT) 91
转换CODE V文件到OpticStudio文件(Convert CODE V to OpticStudio) 94
转换OptiWave® F3d光束文件为OpticStudio ZBF(OptiWave® F3d Beam File to OpticStudio ZBF) 92
追迹大量光线（关于ZOS-API）(Tracing Large Numbers of Rays (About the ZOS-API)) 1668
追迹光线(Tracing Rays) 153
资源选项卡（Resources Group） 1719
字符串变量(String Variables) 1448
字符串标题(String Title) 1623
字符串代码(String Codes) 1587
字符串函数(String Functions) 1466
字符串逻辑运算符(String Logical Operators) 1449
字符串运算符（String Operations） 1448
自带的默认材料和膜层 (Default Materials & Coatings Supplied with OpticsViewer) 1354
自定义操作数(User Operand) 1662
自定义分析(User Analyses) 1594
自定义分析(User Analysis) 1663
自定义扩展(User Extensions) 1595
自定义输入(User Inputs) 85
自动(Auto) 154
自动保存(Autosave) 195
自动创建项目（Visual Studio）(Automatically Creating a Project (For Visual Studio)) 1608
自动更新模式(Auto Update Mode) 339
自动列宽(Automatic Width) 355
自动热设置(Automatic Thermal Setup) 133
自动优化组（优化选项卡、非序列模式）(Automatic Optimization Group (optimize tab, non-sequential)) 1200
自动优化组(Automatic Optimization Group) 1039
自由空间传播(Free Space Propagation) 856
自由曲面Z 477
自由曲面Z工具(Freeform Z Tools) 617
总结（公差概述）(Summary (tolerancing overview)) 1297
总长(Total Track) 1736
组织多重结构评价函数的建议(Suggestions for Organizing Multiple Configuration Merit Functions) 640
最大嵌套/密接（Maximum Nested/Touching Objects） 162
最大视场(Maximum Field) 1727
最佳拟合球面数据(Best Fit Sphere Data) 1106
最小绝对光线强度（Minimum Absolute Ray Intensity） 163
最小相对光线强度(Minimum Relative Ray Intensity) 163
最终思考...(Final Thoughts...) 1611
作为标准量具的膜层(Coatings as Etalons) 1357
坐标断点(Coordinate Break) 233
坐标轴系(Coordinate Axes) 1723
ZBFCLR 1577
ZBFMULT 1577
ZBFPROPERTIES 1578
ZBFREAD 1578
ZBFRESAMPLE 1579
ZBFSHOW 1579
ZBFSUM 1580
ZBFTILT 1580
ZBFWRITE 1580
Zemax光束文件（ZBF）二进制格式(Zemax Beam File (ZBF) Binary Format) 843
Zemax光束文件（ZBF）文本格式(Zemax Beam File (ZBF) text format) 844
Zemax黑盒文件(Zemax Black Box) 56
Zemax元件制图（加工图纸与数据组）(Zemax Element Drawing (manufacturing drawings and data group)) 1275
Zemax元件制图（设置选项卡、序列模式）(Zemax Element Drawing (Setup Tab, sequential)) 658
Zemax元件制图（视图组）(Zemax Element Drawing (system viewers group)) 683
ZemaxAfocalModeUnits AfocalModeUnits 1625
ZemaxAnalysisUnits AnalysisUnits 1625
ZemaxApertureType ApertureType 1615
ZemaxApodizationType ApodizationType 1615
ZemaxColor（语法提示截屏）(ZemaxColor (Intellisense Screenshot)) 1634
ZemaxMTFUnits MTFUnits 1626
ZemaxOpacity（语法提示截屏）(ZemaxOpacity (Intellisense Screenshot)) 1635
ZemaxSourceUnits SourceUnits 1625
ZemaxSystemUnits LensUnits 1624
ZemaxUnitPrefix AnalysisUnitPrefix 1625
ZemaxUnitPrefix SourceUnitPrefix 1624
Zernike Annular Standard矢高（Zernike Annular Standard Sag） 305
Zernike Annular系数(Zernike Annular Coefficients) 747
Zernike Annular相位（Zernike Annular Phase） 304
Zernike Annular相位系数符号规则(Zernike Annular Phase Coefficients Sign Conventions) 305
Zernike Fringe矢高 301
Zernike Fringe系数(Zernike Fringe Coefficients) 737
Zernike Fringe相位(Zernike Fringe Phase) 300
Zernike Standard矢高(Zernike Standard Sag) 303
Zernike Standard系数(Zernike Standard Coefficients) 743
Zernike Standard相位(Zernike Standard Phase) 301
Zernike面 536
Zernike系数 vs 视场(Zernike Coefficients vs. Field) 752

ZOS-API.NET应用程序编译器组(ZOS-API.NET Application Builders Group) 1598
ZOS-API.NET应用程序组(ZOS-API.NET Applications Group) 1594
ZOS-API语法帮助(zos-api.net应用程序组)(ZOS-API Syntax Help (zos-api.net applications group)) 1597
ZOS独立应用（您的应用使用ZOS）(ZOS Standalone Applications (Your Application Uses ZOS)) 1609
ZOS固有程序 – 自定义分析（ZOS Inherent – User Analysis） 1610
ZOS固有程序 – 自定义操作数（ZOS Inherent – User Operand） 1610
ZOS固有程序 – 自定义扩展（ZOS Inherent – User Extension） 1610
ZOS固有程序(ZOS使用您的应用)(ZOS Inherent (ZOS Uses Your Application)) 1609
ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode（只读）(ZOSAPI_Mode TheApplication.Mode (Read Only)) 1612
ZOSAPI_Mode(语法提示截屏)(ZOSAPI_Mode (Intellisense Screenshot)) 1612
ZPL概述(An Overview of ZPL) 1444
ZPL宏组(ZPL Macros Group) 1439
ZPLM和默认评价函数（ZPLM and the Default Merit Function） 1186
ZPO和ZSO(ZPO & ZSO) 1414
ZRD格式和版本号（ZRD Format And Version Numbers） 385
ZRD未压缩完整数据（UFD）格式（The ZRD Uncompressed Full Data Format（UFD）） 385
ZRDAPPEND 1581
ZRDFILTER 1581
ZRDPLAYBACK 1581
ZRDSAVERAYS 1582
ZRDSUM 1582