



光学在线 (www.photics.net) : 介绍光学及相关的专业技术网站。
光电资讯网 (www.oecr.com) : 提供专业、全面、及时光电资讯。
光电技术论坛 (bbs.oecr.com) : 最热门中文光电专业技术讨论版。

注：此版本 ZEMAX 中文说明由光学在线网友 elf 提供！

目 录

第 1 章

引

第 2 章

用户界面

第 3 章

约定和定义

第 4 章

教程

教程 1：单透镜

教程 2：双透镜

教程 3：牛顿望远镜

教程 4：带有非球面矫正器的施密特—卡塞格林系统

教程 5：多重结构配置的激光束扩大器

教程 6：折叠反射镜面和坐标断点

教程 7：消色差单透镜

第 5 章

文件菜单.....7

第 6 章

编辑菜单.....14

第 7 章

系统菜单.....31

第 8 章

分析菜单.....44

§ 8.1 导言.....44

§ 8.2 外形图.....44

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹

§ 8.3 特性曲线.....	51
§ 8.4 点列图.....	54
§ 8.5 调制传递函数 MTF.....	58
§ 8.5.1 调制传递函数.....	58
§ 8.5.2 离焦的 MTF.....	60
§ 8.5.3 MTF 曲面.....	60
§ 8.5.4 MTF 和视场的关系.....	61
§ 8.5.5 几何传递函数.....	62
§ 8.5.6 离焦的 MTF.....	63
§ 8.6 点扩散函数 (PSF)	64
§ 8.6.1 FFT 点扩散函数.....	64
§ 8.6.2 惠更斯点扩散函数.....	67
§ 8.6.3 用 FFT 计算 PSF 横截面.....	69
§ 8.7 波前.....	70
§ 8.7.1 波前图.....	70
§ 8.7.2 干涉图.....	71
§ 8.8 均方根.....	72
§ 8.8.1 作为视场函数的均方根.....	72
§ 8.8.2 作为波长函数的 RMS.....	73
§ 8.8.3 作为离焦量函数的均方根.....	74
§ 8.9 包围圆能量.....	75
§ 8.9.1 衍射法.....	75
§ 8.9.2 几何法.....	76
§ 8.9.3 线性/边缘响应.....	77
§ 8.10 照度.....	78
§ 8.10.1 相对照度.....	78
§ 8.10.2 渐晕图.....	79
§ 8.10.3 XY 方向照度分布.....	80
§ 8.10.4 二维面照度.....	82
§ 8.11 像分析.....	82
§ 8.11.1 几何像分析.....	82
§ 8.11.2 衍射像分析.....	87

§ 8.12 其他.....	91
§ 8.12.1 场曲和畸变.....	91
§ 8.12.2 网格畸变.....	94
§ 8.12.3 光线痕迹图.....	96
§ 8.12.4 万用图表.....	97
§ 8.12.5 纵向像差.....	98
§ 8.12.6 横向色差.....	99
§ 8.12.7 Y-Y bar 图.....	99
§ 8.12.8 焦点色位移.....	100
§ 8.12.9 色散图.....	100
§ 8.12.10 波长和内透过率的关系.....	101
§ 8.12.11 玻璃图.....	101
§ 8.12.10 系统总结图.....	101
§ 8.13 计算.....	103
§ 8.13.1 光线追迹.....	103
§ 8.13.2 塞得系数.....	104

第九章

工具菜单.....	108
§ 9.1 优化.....	108
§ 9.2 全局优化.....	108
§ 9.3 锤形优化.....	108
§ 9.4 消除所有变量.....	108
§ 9.5 评价函数列表.....	109
§ 9.6 公差.....	109
§ 9.7 公差列表.....	109
§ 9.8 公差汇总表.....	109
§ 9.9 套样板.....	109
§ 9.10 样板列表.....	111
§ 9.11 玻璃库.....	112
§ 9.12 镜头库.....	112
§ 9.13 编辑镀膜文件.....	114
§ 9.14 给所有的面添加膜层参数.....	115

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

§ 9.15 镀膜列表.....	115
§ 9.16 变换半口径为环形口径.....	115
§ 9.17 变换半口径为浮动口径.....	116
§ 9.18 将零件反向排列.....	116
§ 9.19 镜头缩放.....	116
§ 9.20 生成焦距.....	117
§ 9.21 快速调焦.....	117
§ 9.22 添另折叠反射镜.....	117
§ 9.23 幻像发生器.....	118
§ 9.24 系统复杂性测试.....	120
§ 9.25 输出 IGES 文件.....	120

第十章

报告菜单.....	124
§ 10.1 介绍.....	124
§ 10.2 表面数据.....	124
§ 10.3 系统数据.....	125
§ 10.4 规格数据.....	125
§ 10.5 Report Graphics 4/6	126

第十一章

宏指令菜单.....	127
§ 11.1 编辑运行 ZPL 宏指令.....	127
§ 11.2 更新宏指令列表.....	127
§ 11.3 宏指令名.....	127

第十二章

扩展命令菜单.....	128
§ 12.1 扩展命令.....	128
§ 12.2 更新扩展命令列表.....	128
§ 12.3 扩展命令名.....	128

第十三章 表面类型.....130

§ 13.1 简介.....	130
----------------	-----

§ 13.2 参数数据.....	130
§ 13.3 特别数据.....	131
§ 13.4 表面类型概要.....	131
§ 13.4.1 用户自定义表面.....	131
§ 13.4.2 内含表面.....	132
§ 13.5 标准面.....	136
§ 13.6 偶次非球面.....	136
§ 13.7 奇次非球面.....	137
§ 13.8 近轴表面.....	138
§ 13.9 近轴 X-Y 表面.....	138
§ 13.10 环形表面.....	139
§ 13.11 双圆锥表面.....	139
§ 13.12 环形光栅面.....	140
§ 13.13 立方样条表面.....	141
§ 13.14 型全息表面.....	142
§ 13.15 型全息表面.....	143
§ 13.16 坐标断点表面.....	143
§ 13.17 多项式表面.....	145
§ 13.18 菲涅耳表面.....	145
§ 13.19 ABCD 矩阵.....	146
§ 13.20 另类面.....	146
§ 13.21 衍射光栅表面.....	147
§ 13.22 共轭面.....	148
§ 13.23 倾斜表面.....	149
§ 13.24 不规则表面.....	149
§ 13.25 梯度折射率 1 表面.....	150
§ 13.26 梯度折射率 2 表面.....	152
§ 13.27 梯度折射率 3 表面.....	152
§ 13.28 梯度折射率 4 表面.....	153
§ 13.29 梯度折射率 5 表面.....	154
§ 13.30 梯度折射率 6 表面.....	155
§ 13.31 梯度折射率 7 表面.....	156

§ 13.32 梯度折射率表面 Gradium TM.....	157
§ 13.33 梯度折射率 9 表面.....	160
§ 13.34 梯度折射率 10 表面.....	161
§ 13.35 泽尼克边缘矢高表面.....	162
第十五章	
非序列元件.....	162
第十七章	
优化.....	228
第十八章	
全局优化.....	290
第十九章	
公差规定.....	298
第二十章	
多重结构.....	338
第二十一章	
玻璃目录的使用.....	345
第二十二章	
热分析.....	363
第二十三章	
偏振分析.....	373
第二十四章	
ZEMAX 程序设计语言.....	390
第二十五章	
ZEMAX 扩展.....	478

第五章 文件菜单

新建 (New)

目的：清除当前的镜头数据。

说明：此选项使 ZEMAX 恢复到起始状态。当前打开的窗口仍然打开，如果当前的镜头未保存，在退出前 ZEMAX 将警告你要保存镜头数据。

打开 (Open)

目的：打开一个已存在的镜头文件。

说明：此选项打开一个新的镜头文件。当前打开的窗口仍然打开，如果当前的镜头未保存，在退出前 ZEMAX 将警告你要保存镜头，参见“附加”。

保存 (Save)

目的：保存镜头文件。

说明：此选项用于保存镜头文件，当将文件保存为另一名称或保存在另一路径下时，用“另存为”选项。

另存为 (Save as)

目的：将镜头保存为另一名称。

说明：此选项将文件保存为另一名称或保存在另一路径下。

附加 (Append)

目的：将以前保存的镜头数据附加到当前镜头文件中。

说明：这一选项同“打开”选项类似，但当前镜头数据并未覆盖。当选择文件附加后，ZEMAX 会提示新镜头插入面的数字，并为新数据让出空间。对话框中也有“Ignore Object”检验栏，缺省时将忽略新镜头的厚度。这样，新镜头数据将被附加在表面 1 而不是表面 0。

虽然这一特性能保存许多键入的镜头，但是结果镜头包含一些特殊的表面，需稍加手工编辑达到希望的结果。

环境 (Environment)

ZEMAX 允许使用一些能被设置和保存的选项，当 ZEMAX 运行时，这些选项可被自动选择。主要配置文件是 ZEMAX.CFG，这一文件能被删除，缺省时退回到启动配置。环境选项分为以下几组。

地址 (Address)

目的：本设置决定了如何显示“地址”框。地址框可用来显示用户定义文本如公司名称或图形数目。地址框大多出现在图表的右下角。

设置：

条目	描述
Address Line 1	显示在“地址”框中的第一行文本。
Address Line 2	显示在“地址”框中的第二行文本。
Address Line 3	显示在“地址”框中的第三行文本。
Address Line 4	显示在“地址”框中的第四行文本，除非文件名称和变焦位置已被选择。
Show Line 4 As	选择输入文本、镜头文件名称、变焦位置。
Hide Address	按下此按钮，“地址”框不会显示。

目录(Directories)

目的：本设置决定 ZEMAX 安放和寻找某一文件的路径。

设置：

条目	描述
ZEMAX Path	ZEMAX 寻找文件的缺省目录，如玻璃目录和常用镜头目录。
Output Path	文本和图表输出的缺省目录。
Lens Path	镜头文件的缺省目录。
ZPL Path	ZPL Macros 缺省目录。
Stock Path	常用镜头缺省目录，所有常用镜头都存贮在 Stock Path 目录的子目录下。

图表 (Graphics)

目的：本设置决定了大多数 ZEMAX 图表窗口的大小、颜色、动

作，也可参见文本窗口中的 Date/Time 选项。

设置：

条目	描述
B/W Screen	缺省时，ZEMAX 显示的图表是彩色的。若选中此项，所有图表变为黑色和白色。
B/W Plots	缺省时，ZEMAX 打印出的图表是彩色的。若选中此项，打印出的图表为黑白色，只有彩色打印机才能打出彩色图表。
Show Options First	如果选中此项，选项中的“设置”框将在其它分析图表计算显示前显示出来。
Win x , y Size	是以像素为单位的图表窗口的缺省 x , y 值，这能调整程序的大小和分辨率。
Background	图表窗口的背景颜色，它能从下拉条目中选择。
Metafiles	ZEMAX 可生成几种不同类型的 Windows 图元文件格式。图元文件可用来复制图表到剪贴板上，或复制图表到磁盘上，这样可将图表输入到其它 Windows 应用程序中。大多数 16 bit 的 Windows3.1 应用程序用的是 16 bit 标准型格式，然而有些 Windows3.1 应用程序用的是一种变化的称为“16 bit Placeable”格式。最近，32 位的应用程序用的是 32 位的增强型格式，当用 32 位格式时，生成的图表格式的扩展名是 EMF，它表示增强型图元格式。
Metafile Pen Width	以 Windows 图元文件格式通过剪贴板或磁盘文件输出的图形文件中与设备有关的像素中的线宽。
Aspect Ratio	ZEMAX 图表窗口中缺省的显示比例是 3×4，这正好与标准打印纸 8.5×11 英寸相匹配。对 11×17 英寸的打印纸，3×5 的显示比例更适合。4×3 和 5×3 是长比宽大的显示比例。此选项对打印和屏幕有相同的缺省显示比例，每个图表屏幕可用 Window, Aspect Ratio 设置选项来设置自己的显示比例。

颜色 (Colors)

颜色对话框是用来定义 ZEMAX 图表中笔的颜色。当画光线特性曲线、点列图和其它数据曲线时,不同颜色的笔用来画不同波长的曲线。波长 1 用笔 1, 波长 2 用笔 2, 依此类推; 视场位置 1 用笔 1, 视场位置 2 用笔 2, 依此类推。红、绿、蓝的值定义了笔的颜色, 每一个值必须在 0 ~225 之间, 用 24 bit 的红、绿、蓝的值来定义笔的颜色, 共有一千六百万种颜色, 但只显示当前图表硬件提供的分辨率。所得的颜色将显示在红、绿、蓝的值的右边。

文本 (Text)

目的: 本设置决定了文本窗的属性。日期/时间设置也影响着图表窗口。

设置:

条目	描述
屏幕字体大小	定义显示在窗口文本字体的大小, 缺省值是 8point.
日期/时间	在图表上, 既可以选择不选择日期时间, 又可只选择日期, 或日期和时间都选择。

编辑 (Edit)

目的: 本设置决定了电子表格编辑器的属性。如果编辑器的单元格尺寸太窄无法显示整个数据, 则 “ * ” 号将代替被删去部分的数据。

设置:

条目	描述
十进制数	此选项用于改变显示在镜头数据编辑中的十进制数字。选择 “ Compact ” 将改变要显示的十进制数字个数, 以便使所显示的位置最小。
字体大小	用于定义文本字体的大小, 缺省值为 8 point.
自动更新	控制如何和何时 ZEMAX 更新数据编辑器中的数据, “ None ” 意味着光瞳位置、求解和其它编辑器中的镜头数据都不更新, 直到 “ System ” 菜单中选项 “ Update ” 打开。只要新数据键入镜头数据中, “ Update ” 设置使更新的数据运行, 特别的是对多

	重结构参数编辑器。“ Update All ” 使所有窗口的数据都更新。详细的参见“ 系统菜单 ”这章的“ Update ”和“ Update All ”。
注释显示	选择它，则表面注释列会显示在镜头数据编辑器中，否则此列隐藏起来。
撤消	撤消有三种可选状态：不撤消、单步撤消、多步撤消。详细的参见“ 编辑菜单 ”这章中的撤消选项。
LDE 单元格尺寸	在镜头数据编辑器中，定义了单个单元格的宽度，宽的单元格意味着列少，但数据看的较清楚。
MFE 单元格尺寸	定义了评价函数编辑器中单个单元格的宽度。
MCE 单元格尺寸	定义了多参数编辑器中单个单元格的宽度。
EDE 单元格尺寸	定义了附加数据编辑器中单个单元格的宽度。
TDE 单元格尺寸	定义了误差数据编辑器中单个单元格的宽度。

打印 (Printing)

目的：此设置用来定义打印输出的属性。

设置：

条目	描述
跳过打印对话框	如果此对话框打开，当从其它窗口选择打印选项时，ZEMAX 将不会显示允许选择打印机类型和其它选项的打印对话框。如果此对话框关闭，则缺省的为默认打印机。
图形旋转	如果选择此设置，将使所有被打印的图形旋转 90°。当打印设置为相片模式时，这允许图片采用全景格式。参见下面的讨论。
笔的宽度	定义笔的粗细，值为 0 时是细线，值越大线越粗。

图形宽度	参见下面的讨论。
左页边距%	图形的左页边距占整个图形宽度的百分比，只影响图形的打印。
右页边距%	图形的右页边距占整个图形宽度的百分比，只影响图形的打印。
上页边距%	图形的上页边距占整个图形高度的百分比，只影响图形的打印。
下页边距%	图形的下页边距占整个图形高度的百分比，只影响图形的打印。
打印字体大小	当在文本窗打印时，定义打印字体的大小，缺省值为 8 point。
文本页边距	当打印文本文件时，用左页边距。

讨论：

“图形宽度”控制器同 ZEMAX 大多数设置不同。因为它能准确地告诉 ZEMAX 图形有多大，而不是图形应该有多大。每个打印机可用不同尺寸来打印 ZEMAX 图形。为在页面布局上和比例条上获得精确的比例，在打印时 ZEMAX 应被告知图形有多大，得到这个信息，ZEMAX 就能准确地打印出 1：1 或 2：1 的图形。

按下“图形宽度”按钮会显示打印对话框，这同从 ZEMAX 中打印图形显示的是同一个对话框，这个对话框允许选择打印机驱动器，而且通常允许打印机选择特殊项目，如分辨率、方向和其它一些各个打印机不同的选项。用打印对话框选择一些你常用的打印驱动器和模式。注意 ZEMAX 通过将图形旋转 90° 用“全景模式”打印，并用相片模式设置。这样做是因为所有的打印机都用相片模式作为缺省模式，因此 ZEMAX 一直把设置保持为相片模式，并用旋转图形功能。ZEMAX 应用这些设置来决定打印时实际的图形有多宽，并把以英尺为单位的宽度值告诉给“图形宽度”编辑框。注意，只要打印方位和页边距设置好或按下“复位”键，对于缺省模式打印机设置，图形宽度会自动重新计算。

一旦计算出准确的图宽，布局图上的比例就很准确。当然，如果采用相同的打印驱动器和设置模式，在实际打印中，它也会能很准确。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹²

如果在打印时选择不同的打印驱动器和模式,图形比例就不会自动计算。当用一个新打印机或用不同模式打印时,为得到正确的比例,图形环境必须用前面所描述的步骤重新设置。

最后,有时需要复盖图像宽度的缺省设置,例如,如果最后的打印输出需要减小到适当的尺寸以便被另一个文件所包容,所要的最后尺寸就用确定最后图像的精确比例。为实现这一目的,只要在图形宽度编辑框中输入已知的最后的像宽尺寸(用英尺表示),并按下保存按钮。所有随后打印的图形都会得到所指定的最后像尺寸。

注意因为所有其它图形比例都可独立确定,因此精确的比例控制只对轮廓图和零件图产生影响。

按钮条 (Button Bar)

目的:这些设置决定了哪些功能能显示在 ZEMAX 主屏幕上端的按钮条中。

说明:有 20 个能打开 ZEMAX 主菜单项的按钮,每个按钮都有与按钮相联系的相同的下拉菜单选项。选择“Off”按钮,这些按钮就不会显示。

状态条 (Status Bar)

目的:这些设置决定了哪些参数显示在 ZEMAX 主屏幕下部的状态条中。

说明:其中有 4 个能显示不同数据的区域,如 EFT、EPD、F/# 等等。

退出 (Exit)

目的:退出 ZEMAX。

说明:如果镜头已被更改,ZEMAX 会提醒你保存镜头,否则,将终止程序。

最近用的文件 (Recently used file)

最近用的镜头文件被列在文件菜单的下部,选择这些文件会使文件装入,这是一个简单的打开文件的快捷方式。

镜头数据(Lens Data)

镜头数据编辑器是一个主要的电子表格，将镜头的主要数据填入就形成了镜头数据。这些数据包括系统中每一个面的曲率半径、厚度、玻璃材料。单透镜由两个面组成（前面和后面），物平面和像平面各需要一个面，这些数据可以直接输入到电子表格中。当镜头数据编辑器显示在显示屏时，可以将光标移至需要改动的地方并将所需的数值由键盘输入到电子表格中形成数据。每一列代表具有不同特性的数据，每一行表示一个光学面（或一个）。移动光标可以到需要的任意行或列，向左和向右连续移动光标会使屏幕滚动，这时屏幕显示其他列的数据，如半口径，二次曲线系数，以及与所在的面的面型有关的参数。屏幕显示可以从左到右或从右到左滚动。Page Up 和 Page Down 键可以移动光标到所在列的头部或尾部。当镜头面数足够大时，屏幕显示也可以根据需要上下滚动。

插入或删除面数据 (Inserting and deleting surfaces)

在初始状态（除非镜头已给定）通常显示三个面：即物面、光阑面、像面。物面与像面是永有的，不能删除。其它面可以用“Insert”和“Delete”键插入或删除。物平面前和像平面后不能插入任何面。这里的“前面”表示一个序号较小的面，而“后面”表示一个序号大的面。光线顺序地通过各个表面，ZEMAX 中的面序号是从物面，即第 0 面，到最后一个面（即像面）排列的。

若想在电子表格中输入数据，移动光标到正确的方格，然后从键盘输入。可以用 BackSpace 键编辑修改当前的数据，一旦你要编辑方格中的内容，可以用“Left”，“Right”，“Home”，“End”键浏览整个文件。当数据已改好时，按任意光标键或点击屏幕的任意位置或按“Enter”键可结束当前编辑。

在数据编辑器中还有一些快捷方法：若要增加当前的值，在数字前写一个加号，例如如果显示的数据是 10，键入“+5”按“Enter”键，数字会变为 15 符号“*”和“/”也同样有效。要减少数字，

可用负号和一个空格。如输入 “ -5 ” 可以将 17 变为 12。注意这里 “ - ” 和 “ 5 ” 之间必须有一个空格，如果不输入一个空格，程序会认为是你输入的是一个负的新数值。输入 “ *-1 ” 可以改变数值的正负号。

剪切、复制和粘贴面数据(Cutting , Copying , and Pasting surface data)

参见 EDIT 菜单中的说明。

输入面注释(Entering surface comments)

每个面都有一个注释栏，通过它可以输入最大到 32 个用户文本字符，这些注释能增强镜头特性的可读性，且不影响光线追迹。在某些分析功能中也会显示这些面的注释。整个注释内容都可以被隐藏。参见下面 “ OPTIONS ” 菜单中的说明。

输入半径数据(Entering radii data)

为输入或改变一个面的曲率半径，移动光标到所要的方格中，将新的数据键入。半径数据通常用透镜的计量单位输入和显示，这些计量单位是表示长度的。

输入厚度(Entering thickness data)

为输入或改变面的厚度，移动光标到所要的方格中，将新的数据键入，厚度数据通常用透镜的计量单位输入和显示。面厚度表示一个面到另一个面的距离。像平面的厚度是唯一不被使用的数据。

通常在一个反射镜后改变厚度符号。奇数次反射后，所有的厚度都是负的，这种符号规定与反射镜的序号和当前的坐标转折无关。这种基本规定不能通过将坐标旋转 180 度来代替。

输入玻璃数据(Entering glass data)

每个面所用的玻璃材料是通过将玻璃名写入镜头数据编辑器的 “ Glass ” 中来确定的。玻璃名字必须是当前已被装载的玻璃库中的玻璃名称之一，缺省的玻璃目录是 “ Schott ”，其它目录也是可选用的。

要使用多个玻璃库或查阅、编辑、添加玻璃目录，参见“使用玻璃库”这一章。如要把某一个表面定为反射面，这一面的玻璃应命名为“Mirror”。

当输入新玻璃时，可在玻璃名称上添加“/P”选择项，这个选项可以使 ZEMAX 通过改变前后面的曲率半径来维持该面前后顶点间的光焦度保持不变。例如，如果玻璃已选择为 BAK7，输入一个新玻璃“SF1/P”将使玻璃变为 SF1，同时调整前后面半径使光焦度保持不变。ZEMAX 能保持顶点间的光焦度保持不变，但是由于玻璃的光学厚度的改变，整个光焦度将会有微小的改变，这种影响对薄透镜是很小的。

输入半口径数据(Entering semi-diameter)

半口径的缺省值是由通过追迹各个视场的所有光线沿径向所需的通光半径自动计算获得的。如果半口径值已给定，那么这个给定的数据旁将有一个“U”，这说明此半口径是用户定义的，这个半口径只影响外形图中各面的绘图，不反映面的渐晕。参见各面通光口径的确定 (Specifying surface apertures) 这一节。

输入二次曲面数据(Entering conic data)

许多不同的曲面面型中都允许有二次曲面数据。输入或改变一个面的二次曲面系数时，移动光标到所需的方格，键入新数值即可。二次曲面系数不是长度度量。参见面型 (Surface Types) 一章的标准面型 (The standard surface) 中关于二次曲面的定义。

输入参数数据 (Entering parameter data)

参数数据是由 8 个确定某一特定面性质的数据组成。关于参数数据的其它信息参见面型“ Surface Types ”这一章。

确定光阑面(Defining the stop surface)

光阑面可以是系统中除去物面和像面的任意一面。要改变光阑面，可双击将成为光阑面的这一行最左边的一列(即有数字的一列)，把面型对话框打开，单击“ Make Surface Stop ”标签，对话框消失，这

个面显示 STO ”, 而不是面序数。

确定光阑面时保证如下前提是很重要的: 即使入射光瞳与物面同轴, 假定此系统有坐标转折, 偏心, 全息, 光栅以及其它能改变光轴的组件, 应将光阑放在这些面之前。如果系统是关于光轴旋转对称的, 那么这种限制就不需要了。只有使用了使光轴产生偏心或倾斜的面的系统, 才要求将光阑放在这些面之前。如果坐标发生转折, 对只是由反射镜组成的另一种共轴系统, 那么即使光阑面放在这些反射镜后, 光瞳位置也可以正确地计算出来。

在某些系统中是不可能将孔径光阑放在坐标转折前的, 因此, 必须对光线进行定位, 光线定位将在系统菜单 (System Menu) 一章中讲解。

选择面型(Selecting surface types)

ZEMAX 中的面有平面, 球面, 二次曲面。所有这些面型都是在标准面型的基础上组合而成的。双击镜头数据编辑器最左一列, 显示面型数据对话框。对话框里有一行是面型, 从下拉菜单中选择适当的面型。ZEMAX 提供了包括标准型的多种面型。这些面型将在“面型”一章中详细说明。许多光学设计只使用标准面型。

各面通光口径的确定(Specifying surface apertures)

各面的通光口径用来考虑渐晕的影响。ZEMAX 中有 11 种通光口径类型: 无口径, 环形口径, 环形挡光, 长方形口径, 长方形挡光, 椭圆口径, 椭圆挡光, 星型挡光, 用户自定义口径, 用户自定义挡光和浮动口径。口径和挡光是用通过和阻拦光线的面积来分别定义的。当通光口径被定义在一个面时, ZEMAX 将在面序号前显示 “*”, 或在数据编辑器中说明。

可以在需要的位置插入一个厚度为 0 的虚拟面, 然后在此面上设定附加口径, 从而在某一个光学元件中设定一个以上的口径, 这对结构复杂的口径是很有用的。多重口径或挡光也可以由用户自定义其特性而同时放在一个单独的面。

可以在面数据对话框中为每个面设置通光口径。双击镜头数据编辑器最左边一列可产生面数据对话框。当口径类型为 “无口径”(缺省

值) 时, 所有反射和折射的光线都允许通过该面。通过一个面的光线完全与镜头数据编辑器中的半口径值无关。这些设置的半口径数据只在绘制镜片元件图时起作用, 不决定渐晕。为把口径变成缺省值或改变当前口径的类型, 可以在面数据对话框中选择其它的口径类型。

下面分别讲述各个口径类型。

环形口径/挡光: 环形口径是由环形面积定义的, 到达该面时小于最小半径和大于最大半径的光线被拦掉。最小与最大半径之间的光线允许通过。环形挡光与环形口径互补。

长方形口径/挡光: 如光线与该面的交点在由长方形的半宽度 x, y 决定的长方形面积以外, 光线被阻止通过该面。长方形挡光与长方形口径互补。

椭圆口径/挡光: 如光线与该面的交点在由椭圆的半宽度 x, y 决定的椭圆面积以外, 光线被阻止通过该面。椭圆挡光与椭圆口径互补。

星形: 星形是由每臂的宽度和臂数定义的。ZEMAX 中假定取相同臂长, 相同转角分布。第一个臂取沿 x 轴正向角度为零的位置。具有不同臂长和不同转角分布的复杂星形可以用相邻的多个虚拟面上的几个星形构成。坐标转折面可以将星形旋转至任何想要的角度。

用户自定义口径/挡光: 参见下一节中的详述。

浮动口径: 除了最小半径一直为零外, 它与环形口径是相似的。最大半径与该面的半口径相同, 由于半口径值可以用 ZEMAX 调整(在自动模式下), 因而口径值随半口径值浮动。当宏指令或外部程序追迹缺省半口径以外的光线时, 浮动口径是很有用的, 它可以将这些光线拦掉。

上述的所有口径都是由顶点的子午面向光学面投影模拟的。实际光线与表面交点的坐标 x, y 用来决定渐晕, z 坐标被忽略。如果口径被放在当作光学面前面的虚构面而不是直接放在曲面上, 那么对陡峭的光学面来说, 会有不同的计算结果。只有在入射角很陡时这种情况才会发生。除非虚构面能更精确地代表你的现状, 通常最好将口径直接放在光学面上。

用输入 X 偏离量或 Y 偏离量或 X、Y 偏离量的方法，所有类型的口径都可以偏离当前光轴。这种偏离量以透镜计量单位给定。记住偏离不会改变主光线，光阑必须与物体同轴。例如：设计一个离轴望远镜，可以将光阑放在光轴和离轴系统中。

用户自定义口径和挡光(User defined apertures and obscurations)

通常，可以方便地使用环形，长方形，椭圆口径和挡光，它们包括了大多数情况。但是，有时候需要一个更广义的口径。ZEMAX 允许用户用一系列有序数对 (x_1, y_1) ， (x_2, y_2) ，... (x_n, y_n) ，来定义口径。这些点是多边形的顶点。多边形可以是任何形状，且可以用简单或复杂的方式封闭。复合多边形可以定义成嵌套或独立。

建立用户自定义口径或挡光，从口径类型列表中选择需要的类型(口径或挡光) 然后点击“Edit User Aperture”，将会出现一个允许编辑和滚动定义多边形的点的列表框。这是一个简单的文本编辑器。

该面的 X 和 Y 的坐标可以直接输入，用一组 X 和 Y 都设置为 0 的数据行表示多边形的端点。因而多边形不能用顶点为 (0, 0) 的点定义。若一个顶点必须定义为 (0, 0)，那么将用一个非常小的值代替其中的一个。例如 $(1e^{-6}, 0)$ ，只要至少有一个坐标不为 0，那么这个点就被认为是顶点而不是表示多边形的端点。最后列出的顶点被认为与第一个点相连。例如定义一个边长为 20 单位的矩形。这些点为

-10, -10
-10, 10
10, 10
10, -10
0, 0

注意，最后一个点与第一个点是被假定相联的。因而定义了矩形的最后一条边。复合多边形用坐标为 (0, 0) 的行将其分开。例如，由两个狭缝组成的口径，每个狭缝的宽度是 5 个单位，狭缝之间相隔 10 个单位，这些点为：

-10, -10

-10 , 10

-5 , 10

-5 , -10

0 , 0

10 , -10

10 , 10

5 , 10

5 , -10

0 , 0

复合多边形也可以被嵌套。若一条光线的交点落在一个多边形中,而这个多边形又位于另一个多边形里面,那么这个点被认为是在口径外。允许在一个口径中定义一个岛形 (Islands),使其变为挡光,反之亦然。允许有多层嵌套,每层都产生点的在内和在外的状态。

允许用户自定义口径中的点的最大数目为 100。

到达表面和从表面射出的光线的隐藏(Hiding rays to and from surfaces)

面对话框中有一个 “ hiding ” 选项,可把到达表面和从表面射出的光线隐藏起来。若此选项被选中,在输出的各种外形图中被选中的面上将不绘制到达或从面上射出的光线。

设置和撤销求解(Setting and removing solves)

大多数数据列 (如半径和厚度) 会有一种或多种求解的方法。在一个方格中设定解,在该位置处双击鼠标左键,单击鼠标右键或者在镜头数据编辑器中选择菜单都可实现上述功能。在求解 (Solves) 一章中将对求解方法详细说明。

选项菜单(Menu options)

镜头数据编辑器中的选项栏用来插入和删除面数据,选择面型,和设置解和变量。

编辑(Edit)

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系 (info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

编辑菜单中提供以下选项：

面型 (Surface Type) : 这个选项可以改变面型。

插入面(Insert Surface)： 在电子表格的当前行中插入新面。快捷方式： Insert。

后插入(Insert After)： 在电子表格的当前行后中插入新面。快捷方式： Ctrl-Insert。

删除面>Delete Surface)： 删除电子表格的当前行。快捷方式： Delete。

剪切面(Cut Surface)： 将单面或多个面数据复制到 Windows 剪切板上 ,然后删除这些面。单面或多面必须用以下的任一种方式选中。

用鼠标：单击所要选中的第一面。按住左键，拖动鼠标将所选的面覆盖。 被选中的面

会用当前显示色的反色显示。 若只选一个面，从所要的面处上下拖动鼠标至两行被选中， 然

后将鼠标拖回到所要的行。

用键盘：将光标移至所要面的任意方格。按住 Shift 键，上下移动光标直到所需的面被

选中，被选中的面用当前显示色的反色显示。若只选一个面，从所要的面处上下移动光标

至两行被选中，然后将光标移回到所要的行。

复制面(Copy Surface)： 将单面或多个面数据复制到 Windows 剪切板上。 选中单面或多面，参见 "Cut Surface 中的介绍。

粘贴面(Paste Surface)： 从 Windows 剪切板上复制单面或多个面数据到镜头数据编辑器中当前光标的位置。 面数据必须先用上面讲的 " Cut Surface " 或 Copy Surface 复制到 Windows 剪切板上。

复制方格(Copy Cell)： 复制单个方格数据到 Windows 剪切板上。

粘贴方格(Paste Cell)： 将 Windows 剪切板上的单个方格复制到当前方格。数据必须先用 " Copy Cell " 将其复制到 Windows 剪切板上。

复制电子表格(Copy Spreadsheet) : 用适合于粘帖到另外的 Windows 应用程序的文本格式将高亮显示的面或整个表格(如果没有面被选中) 复制到 Windows 剪切板上。

求解(Solves)

解和变量可以设置在镜头数据编辑器中的许多数据上。

半径(Radius) : 设置曲率半径求解。

厚度(Thickness) : 设置厚度求解。

玻璃(Glass) : 设置玻璃求解。

半口径(Semi-Diameter) : 设置半口径求解。

二次曲线(Conic) : 设置二次曲线系数求解。

参数(Parameter) : 设置参数列的求解。

变量附加标识(Variable Toggle) : 把当前所选方格的状态变为可变。此操作的快捷方式为 Ctrl-Z。

选项(Options)

显示注释>Show Comments) : 若该菜单被选取, 将显示注释列。若未被选取, 注释列将隐藏。注释的显示与隐藏, 只是用于当前对话期间。如果要在 ZEMAX 开始时自动设置该选项, 请参见文件 (“ File Menu ”) 这一章下的环境 (Environment) 这一节。

帮助(Help)

使用 LDE(Using LDE) : 产生使用镜头数据编辑器的联机帮助。

评价函数(Merit Function)

评价函数编辑器用来定义, 修改, 和检查系统的评价函数。系统的评价函数用于优化, 详见优化 (Optimization) 一章中说明。

编辑(Edit)

插入操作数(Insert Operand) : 在电子表格的当前行插入新行。快

捷方式： Insert。

后插入(Insert After)： 在电子表格的当前行后插入新行。 快捷方式： Ctrl-Insert。

删除操作数>Delete Operand) :删除当前光标所在行。 快捷方式： Delete。

剪切操作数(Cut Operand)： 将单行或多行操作数复制到 Windows 剪贴板上，然后删除这些操作数。单行或多行操作数必须用以下的任一种方式选中。

用鼠标：单击要被选中的第一个操作数。按着左键，拖动鼠标将所用的操作数覆盖。 被

选中的操作数用当前显示色的反色显示。 若只选一个操作数，从所要的操作数处上下拖动

鼠标至两操作数被选中，然后将鼠标拖回到所要的操作数。

用键盘：将光标移至所要操作数的任意方格。按住 Shift 键，上下移动光标直到所需的

操作数被选中， 被选中的操作数用当前显示色的反色显示。若只选一个操作数，从所要的

操作数处上下移动光标至该操作数被选中，然后将光标移回到所要的操作数。

复制操作数(Copy Operand)：将单个操作数或多个操作数复制到 Windows 剪贴板上。 选中单操作数或多操作数的办法，参见“ Cut Operand ”中的介绍。

粘贴操作数(Paste Operand)：从 Windows 剪贴板上复制单操作数或多个操作数到评价函数编辑器中当前光标的位置。 操作数必须先用上面讲的“ Cut Operand ”或“ Copy Operand ”复制到 Windows 剪贴板上。

复制方格(Copy Cell)： 复制单个方格数据到 Windows 剪贴板上。

粘贴方格(Paste Cell)： 将 Windows 剪贴板上的单个方格复制到当前方格。数据必须先用“ Copy Cell ”将其复制到 Windows 剪贴

板上。

复制电子表格(Copy Spreadsheet) : 用适合于粘贴到另外的 Windows 应用程序的文本格式如电子表格或 word 程序,将高亮显示的操作数或整个电子表格(如果没有操作数被选中)复制到 Windows 剪切板上。此格式在文本中用 Tab 键区别。

工具(Tools)

更新(Update) : 此选项可以从新计算评价函数。所有的操作数都被计算,且重新显示。

评价函数缺省值(Default Merit Function) : 产生可以定义一个评价函数缺省值的对话框。参见 Optimization 一章。

保存(Save) : 将当前的评价函数保存在 *.MF 文件中。只有评价函数随后被装载另外的镜头时才需要上述操作。当整个镜头被保存时,评价函数和镜头数据一起会被 ZEMAX 自动保存。

装载(Load) : 评价函数可以预先保存在 *.MF 或 *.ZMX 文件中,两者可以任意选择。文件中只有评价函数部分被装载到电子表格中。当前评价函数被破坏。

帮助

操作数帮助(Help on Operands) : 产生联机帮助系统。

多重数据结构 (Multi-Configuration)

多重数据结构编辑器与镜头数据编辑器相同。为编辑方格中的内容,只要把光标移动到此方格中,将新数据键入。若设置方格的解,双击鼠标左键尾或选择求解类型的菜单选项。

编辑 (Edit)

操作数类型(Operand Type) : 此选项允许改变多重数据结构操作数类型。关于多重数据结构操作数的完整描述,参见“ Multi-Configuration ”一章。

插入操作数(Insert Operand) : 在表格的当前行插入新行。 新操作数类型是 OFF ", 表示操作数尚未被认可。 快捷方式 : Insert。

后插入(Insert After) : 在表格的当前行后插入新行。 新操作数类型是 OFF ", 表示操作数尚未被认可。 快捷方式 : Ctrl-Insert。

删除操作数>Delete Operand) : 删除电子表格中当前光标所在行。 快捷方式 : Delete。

插入结构(Insert Configuration) : 选择此项可插入代表新结构的新的一列。

删除结构>Delete Configuration) : 删除当前光标所在位置的结构。 此功能删除完整一列及其所包含的内容。

求解(Solves)

解值类型 : 此选项可产生当前光标方格的解值对话框。

变量附加标识 : 将当前所选方格的状态成为可变。

工具(Tools)

自动热分析(Auto Thermal) :使用该项可进行设置多重数据结构热分析参数的繁琐工作。此时会出现一个对话框 ,用它可设置结构数量 ,最大和最小温度。

此工具可建立一个具有当前温度和压力的正常结构。附加结构按给定的温度范围产生。如果需要三重结构 ,也必须要有有一个正常结构 (结构 1) ,另外 3 个结构按给定的温度范围等量递增分布 ,总共是 4 个结构。空气压力与正常结构相同。

对于每一个受到温度影响的半径和厚度 ,在 TCE 中应该输入适合的操作数。

此工具可清除镜头中已定义的任意结构数据。

帮助

操作数帮助(Help on Operands) : 产生联机帮助系统。

公差数据(Tolerance Data)

版权声明 : 本文由“ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的进行学术交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

公差数据编辑器用来定义, 修改, 和检查系统中的公差值。参见公差这一章的讲述。

编辑(Edit)

插入操作数 (Insert Operands) : 在电子表格的当前行插入新行。

快捷方式 : Insert。

后插入 (Insert After) : 在电子表格的当前行后插入新行。 快捷方式 : Ctrl-Insert。

删除操作数 (Delete Operands) : 删除电子表格当前光标所在行。快捷方式 : Delete。

剪切操作数 (Cut Operands) : 将单行或多行操作数数据复制到 Windows 剪切板上, 然后删除这些操作数。单行或多行操作数必须用以下的任一种方式选中。

用鼠标 : 单击要被选中的第一个操作数。按着左键, 拖动鼠标将所用的操作数覆盖。 被

选中的操作数用当前显示色的反色显示。 若只选一个操作数, 从所要的操作数处上下拖动

鼠标至两操作数被选中, 然后将鼠标拖回到所要的操作数。

用键盘 : 将光标移至所要的操作数的任意方格。按住 Shift 键, 上下移动光标直到所需

的操作数被选中, 被选中的操作数用当前显示色的反色显示。若只选一个操作数, 从所要

的操作数处上下移动光标至两操作数被选中, 然后将光标移回到所要的操作数。

复制操作数 (Copy Operands) : 将单个操作数或多个操作数数据复制到 Windows 剪切板上。 要选中单个操作数或多操作数, 参见 "Cut Operands 中的介绍。

粘贴操作数 (Paste Operands) : 从 Windows 剪切板上复制单操作数或多个操作数到公差数据编辑器中当前光标的位置。 操作数必

须先用上面讲的 " Cut Operands 或 " Copy Operands 复制到 Windows 剪切板上。

复制方格 (Copy Cell) : 复制单个方格数据到 Windows 剪切板上。

粘贴方格 (Paste Cell) : 将 Windows 剪切板上的单个方格复制到当前方格。数据必须先用 " Copy Operands 将其复制到 Windows 剪切板上。

复制电子表格 (Copy Spreadsheet) : 用适合于粘贴到另外的 Windows 应用程序的文本格式如电子表格或 word 文档格式,将高亮显示的操作数或整个电子表格(如果没有操作数被选中)复制到 Windows 剪切板上。此格式在文本中用 Tab 键区别。

工具(Tools)

缺省公差 (Default Tolerances) : 产生缺省公差对话框。参见公差一章的讲述。

放松 2X (Loosen 2X) : 用倍数 2 增加所有的公差。这是公差较紧时放松公差的最快方式。

紧缩 2X (Tighten 2X) : 用倍数 2 减少所有的公差。这是公差较松时紧缩公差的最快方式。

按面排序 (Sort by Surface) : 将所有操作数先从第一个面序号开始按上升顺序排列,然后按类型排列。操作数 COMP 和 CPAR 一直放在列表的顶部。因为 SAVE 操作数与表中原操作数有关,所以在排序前, SAVE 是在有关的那个操作数下面的,(执行这个步骤后) SAVE 操作数将会自动地移到原先的那个操作数的下面。如果当前有 STAT 操作数,它将被放在列表的顶部,它必须能人工移动和重新写入。既然 STAT 影响表中随后的所有操作数,因而表中的排序对 STAT 操作数是不起作用的。只要 STAT 被用在公差列表的正文主体(随意改变统计)上,那么一旦进行排序,就需要通过编辑来使 STAT 操作数正确定位。注意,如果原先跟着 STAT 的操作数通过操作数排序被分散在列表中,将需要设定多重 STAT 操作数,

按类型排序 (Sort by Type) : 按类型上升的顺序为所有的操作数排序,然后按面序数。参见按面排序。

帮助

操作数帮助 (Help on operands) : 产生联机帮助系统。

附加数据(Extra Data)

这个功能只在 ZEMAX-EE 版本中才可以使用

附加数据编辑器只有在 ZEMAX-EE 版本中特殊的面才可以使用。除了只有附加数据值能被显示和编辑外，附加数据编辑器与镜头数据编辑器是相同的。参见 “Surface Type” 一章中关于 ZEMAX-EE 版本支持的特殊面的说明。在附加数据编辑器中面不能插入或删除。

编辑(Edit)

复制方格 (Copy Cell) : 复制单个方格数据到 Windows 剪贴板上。

粘贴方格 (Paste Cell) : 将 Windows 剪贴板上的单个方格复制到当前方格。数据必须先用 “Copy Cell” 将其复制到 Windows 剪贴板上。

求解(Solves)

附加数据只允许使用一种求解类型。每个附加数据值可定义为变量或固定值。附加数据的变量状态不是解值，但为了与其它电子表格相一致和便于以后在附加数据中增加解值，菜单选项中仍称为解值。

工具(Tools)

附加数据编辑器中有两个工具：求解和输入。

求解工具能产生一个允许选择高亮显示参数状态的对话框。如果当前方格没有被当前的面型使用，那么不显示求解对话框。若方格被当前的面型使用了，那么将出现可以在变量和固定值之间改变状态并

选取求解值的对话框。

输入工具用来从 ASCII 文件中为附加数据面装载附加数据值而不是直接输入数据。这个菜单选项能产生一个对话框，框内有表示 ASCII 数据文件的列表，此表以扩展名.DAT 结束。该对话框允许确定接受数据的面的序数。ASCII 文件中的数据必须同在附加数据电子表格中的格式一样。ASCII 文件用单列自由格式数字，文件必须以扩展名 DAT 结束。ZEMAX 将在环境屏幕所规定的缺省目录下寻找此文件。

帮助(Help)

使用 EDE : (Using the EDE) 产生使用附加数据编辑器的联机帮助。：

撤销，重做，和恢复(Undo，Redo，Recover)

ZEMAX 中有三种形式执行撤销状态：无(None)，一步记忆撤销 (Memory 1 Step)，多重存盘撤销 (Disk Multi Step)。撤销状态在 File Menu ”中讲述的环境编辑器中设置。

撤销：无(Undo：None)

如果撤销功能设置为无，那么不提供撤销功能。在计算机没有足够的系统内存或磁盘空间支持撤销功能时，使用该选项。

撤销：一步记忆撤销(Undo：Memory 1 Step)

在每次编辑和优化前后，ZEMAX 在内存中存储当前镜头的备份。若选择 Undo 那么当前的镜头将被先前的镜头替换。若再选择 Redo，镜头将再次被替换，其结果是再次存储。

当偶然的编辑误操作后，或优化后要使镜头按它的原先状态复原时，Memory 1 Step ”在存储镜头方面是很有用的。但是，它只支持一个 Undo。这个选项的优点是速度快，在内存中保存原先的数据

的速度如此之快以至于不能感觉到。

撤销：多重存盘撤销 (Undo : Disk Multi Step)

在每次编辑和优化后，ZEMAX 在硬盘中用 ZMX 文件存储当前镜头的备份。这些被存储的文件用于执行无限多步 Undo 功能，此功能允许恢复对镜头所做的任一改变或系列改变。 当一个偶然的编辑误操作后或优化后甚至几次改变后重新存储原先的数据时，这种恢复功能是很有用的。

要恢复镜头的变化，只要从编辑器菜单中选择 Undo 即可。任意数目的恢复都可以实现，在装载镜头文件后，所有的改变都能被恢复，直到返回第一次编辑的状态。Redo 功能恢复最后一次 Undo。

ZEMAX 保留一个 Undo 文件目录，它是在 ZEMAX 目录下缺省为 \UNDO 的子目录。当文件被保存，新文件打开或 ZEMAX 正常中断时，Undo 文件会自动删除。如果 ZEMAX 非正常中断，操作系统失败，计算机电源被中断，或其它原因使数据丢失，ZEMAX 将通过恢复最后的 Undo 文件来恢复丢失的数据。ZEMAX 开始时，如果存在 Undo 文件，将会看见一个选项。由于这些文件在正常中断时被删除，Undo 文件的存在表示先前是非正常中断。ZEMAX 将发出一个恢复最后的 Undo 文件选项的警告信息。若恢复，因为旧的文件名内没有存储镜头，新文件立即被保存在新文件名内。

因为每一个编辑跟随一个保存操作，所以 Undo 功能会减慢编辑的速度。保存不减慢光线追迹和优化的速度，只减慢镜头数据的编辑。

如果 ZEMAX 有不只一个操作同时运行，每个操作都有自己的 Undo 文件。但是从一个系统事故或非正常程序中断中恢复所有文件，需要运行相同数目的 ZEMAX 操作。例如，如果 ZEMAX 的两个操作在运行，电源中断，ZEMAX 的第一个新操作将恢复先前的第一个操作文件。ZEMAX 第二个操作将需要运行来恢复先前的第二个操作文件。

第七章 系统菜单

§ 1 全部更新 (Update All)

这个选项更新全部窗口以反映最新镜头数据。 ZEMAX 不能在图形和文件窗口自动改变最后形成的镜头数据。这是由于新数据在镜头数据编辑器中被键入时, ZEMAX 如果不断地计算 MTF, 光线特性曲线, 点列图和其它数据, 那么程序反应会变得很慢。对镜头做所有需要的改变, 然后选择 “ Update All ” 来更新和重新计算所有的数据窗口。

单个曲线和文本窗口 (非编辑器) 也可以双击窗口内的任意位置更新。

§ 2 更新 (Update)

这个选项只更新镜头数据编辑器和附加数据编辑器中的数据。更新功能用来重新计算一阶特性, 如光瞳位置, 半口径, 折射率和求解值。只影响镜头数据编辑器和附加数据编辑器中的当前数据。参见本章中 § 1 全部更新 “ Updata All ” 的内容。

§ 3 通用数据 (General)

这个选项产生通用系统数据对话框, 它用来定义作为整个系统的镜头的公共数据, 而不是与单个面有关的数据。参见 “ Advanced ” 部分。

镜头标题 (Lens Title)

镜头标题出现在曲线和文本输出中。标题是通过将题目输入到所需位置得到的。附加的文本数据可以放在大多数图形输出中, 参见本章后面 “ Configuring the environment ” 的说明。

光圈类型 (Aperture Type)

系统光圈表示在光轴上通过系统的光束大小。要建立系统光圈, 需要定义系统光圈类型和系统光圈值。用光标在下拉列表中选择所需的类型。系统光圈类型有如下几种:

入瞳直径 (Entrance Pupil Diameter) : 用透镜计量单位表示的物空间光瞳直径

像空间 F/# (Image Space F/#) : 与无穷远共轭的像空间近轴 F/#

物空间数值孔径 (Object Space Numerical Aperture) 物空间边缘光线的数值孔径 ($n \sin \theta_n$)

通过光栏尺寸浮动 (Float by Stop Size) : 用光栏面的半口径定义

近轴工作 F/# (Paraxial Working F/#) : 共轭像空间近轴 F/#

物方锥形角 (Object Cone Angle) : 物空间边缘光线的半角度, 它可以超过 90 度

这些术语在第三章“约定和定义”中进一步定义。若选择了“ Object Space N.A ”或“ Object cone angle ”作为系统光圈类型, 物方厚度必须小于无穷远。上述类型中只有一种系统光圈类型可以被定义。例如, 一旦入瞳直径确定, 以上说明的所有其它光圈都由镜头规格决定。

光圈值 (Aperture Value)

系统光圈值与所选的系统光圈类型有关。例如, 如果选择“ Entrance Pupil Diameter ”作为系统光圈类型, 系统光圈值是用透镜计量单位表示的入瞳直径。 ZEMAX 采用光圈类型和光圈数值一起来决定系统的某些基本量的大小, 如入瞳尺寸和各个元件的清晰口径。

选择“ Float by Stop Size ”为系统光圈类型是上述规律的唯一例外。如果选择“ Float by Stop Size ”作为系统光圈类型, 光栏面 (镜头数据编辑器中设置) 的半口径用来定义系统光圈。

镜头单位 (Lens Units)

镜头单位有四种选择: 毫米, 厘米, 英尺, 或米。这些单位用来表示数据, 如半径, 厚度, 和入瞳直径。许多图形 (光学特性曲线, 点列图) 使用微米做单位, 波长也是用微米表示。

玻璃库 (Glass Catalogs)

本控件组有一个列出当前被使用的玻璃库 (无扩展名) 名称的可编辑栏。栏的缺省值是 Schott , 它表示镜头可以从库中使用玻璃。

如果需要不同玻璃类别, 可以用按钮或键入玻璃类名来选择。若要使用不在按钮列表中的玻璃库, 可以在在编辑栏键入类名。多个玻璃库之间可以用空格来分隔。关于改变玻璃库的内容参见“使用玻璃目录”一章。

注解 (Notes)

注解部分允许输入几行文本, 它们与镜头文件一起被存储。

§ 4 高级数据 (Advanced)

这个选项产生 Advanced System Data 对话框, 它不是定义与单个面有关的数据, 而是用来定义作为整个系统的镜头的少数公共数据。参见 “通用” 部分。

光线定位 (Ray Aiming)

光线定位选择框由三种状态: 无 (None), 近轴光线参考 (Paraxial Reference) 和实际光线参考 (Real Reference)。如果光线定位状态为 “None”, ZEMAX 用近轴入瞳尺寸和位置来决定从物面发出的主波长光线, 而入瞳由光圈设置确定并用主波长在轴上计算。这表示 ZEMAX 忽略入瞳像差。对于有中等视场的小孔径系统, 这是完全可以接受的。但是, 那些有小 F 数或大视场角的系统, 具有很大的入瞳像差。光瞳像差的两个主要影响是光瞳位置随视场角的漂移和光瞳边缘的变形。

如果光线定位被选定, ZEMAX 则考虑像差。光线定位后, 每根光线在追迹时被迭代, 同时, 在程序运行时校正光线定位以便使光线准确通过光阑面。

光阑面的正确位置是首先由计算的光阑面半径决定的。正确的光阑面坐标是用光瞳坐标线性缩放计算得到。例如, 边缘光线的归一化的光瞳坐标为 $P_y = 1.0$ 。光阑面的正确坐标是光阑面半径乘以 P_y 。

可以用近轴光线或实际光线计算光阑面半径。若选择 “Real Reference” 那么主波长边缘光线从物面中心向光阑面追迹。光阑面上的光线高度就是光阑半径。若选择 “Paraxial Reference”, 那么使用近轴光线追迹。当选择 “Real Reference” 时, 所有的实际光线被

调整以便在以实际光栏半径为基准的光栏面上正确定位，相应地，近轴光线以近轴光栏半径为基准。

当使用光线定位时，光栏面（而不是入瞳）是被均匀照明的面。这会产生意外的结果。例如，当使用物方数值孔径作为系统光圈类型时，ZEMAX 用正确的数值孔径追迹近轴入瞳的位置和尺寸。如果光线定位随后被设置为“Paraxial Reference”，实际光线追迹将影响近轴光栏尺寸。这会产生一个与系统光圈值的不同的数值孔径。这是由于为消除光瞳像差而调整了光线角度之故。解决这个问题的办法是使用实际光线参考（Real Reference）。

通常，首选设置为近轴光线参考“Paraxial reference”。

虽然光线定位比近轴入瞳定位更精确，但在运行的时候，大多数的光线追迹将使用 2 到 8 倍的时间。（参见后面“Tolerance”选项的说明）。因此，只有需要时才使用光线定位。为确定系统中的入瞳像差量，关闭光线定位，然后查看光瞳像差曲线（参见分析菜单“Analysis menu”这一章中的这一功能的说明）。小于一定百分比的光瞳像差通常忽略不计。若系统中有较大的光瞳像差，选择光线定位打开，反复计算。像差将减少到零或接近零。

使用光线定位贮藏器（Use Ray Aiming Cache）

若选取光线定位贮藏器，ZEMAX 贮藏光线定位坐标以便新光线追迹能利用先前光线定位结果进行迭代运算。使用贮藏器能明显加速光线追迹。但是，使用贮藏器需要精确追迹主光线。对于主光线不能被追迹的许多系统，贮藏器应被关闭。

加强型光线定位（慢）（Robust Ray Aiming（slow））

若选取本功能，ZEMAX 使用一种更可靠但较慢的运算来定位光线。只有在即使贮藏器打开，光线定位也失败时，此选项才被设置。除非光线定位贮藏器打开，否则此开关不起作用。加强模式执行一个附加检查来确定现存的同一光栏面是否有多重光路，只有正确的一条被选择。这在大孔径，广角系统中特别成问题，在这种系统的轴外视场中也许会发现一条通过光栏的实际光线会混淆光线定位迭代。

光瞳漂移 : X , Y , Z (Pupil Shift : X , Y , and Z)

对于多数系统，单纯选择光线定位时，尽可能少地追迹正确通过系统的光线就可以消除光瞳像差的影响。当然，它并不是实际消除像差，仅仅是考虑它。对于广角或大的倾斜或偏心的系统，若不帮助的话，光线定位功能将失效。因为是把近轴入瞳作为第一个估计值来追迹光线。如果光瞳像差很严重，可能连第一个估计值都无法被追迹，更无法得到第二个更好的估算值，从而使算法中断。

本方法为光瞳关于近轴光瞳偏移量提供粗略的推测。这称为“光瞳漂移”，由三个分量：x，y，和z组成。三个量的缺省值为0，可以通过修改三个缺省值来帮助算法寻找光线成功定位的第一估算值。漂移量z的正值表示实际光瞳在近轴光瞳的后面（即在通用光学坐标系右面），漂移量的负值表示光瞳向前漂移。多数的广角系统有向前漂移的光瞳。

所提供的光瞳漂移量z与所追迹光线的视场角成线性比例，因此光瞳漂移指的是全视场光瞳的偏移量。漂移量x，y说明物平面倾斜或光阑偏心时光瞳位置的改变。若选择了“视场光瞳偏移比例因子”（Scale pupil shift factors by field），光瞳漂移量x，y也随视场缩放，否则，漂移量未经缩放地用于所有视场。所有漂移量用镜头计量单位表示。

需要理解的是：知道光瞳漂移的精确值并非重要。一旦第一条估算光线可以被追迹，光线定位算法将粗略地找到精确的光瞳位置。光瞳漂移值只是光线定位的开始。通常，推测光瞳偏移量是决定其适合值的可用方法。

变迹法 (Apodization Type)

缺省时，光瞳是均匀照射的。但是，有时光瞳必须使用非均匀照射。由于这个原因，ZEMAX支持光瞳变迹，这种变迹是光瞳上振幅的变化。有三种光瞳变迹类型：均匀、高斯和正切。均匀表示光线均匀地分布在入瞳上，模拟均匀照射。

高斯变迹是在光瞳上振幅以高斯曲线形式变化。变迹因子表示径

$$A(p)a=e^{-Gp^2}$$

向的光瞳坐标函数的光束振幅递减率。光束振幅在光瞳中心归一化为 1 个单位，入瞳其它点的振幅由下式给出：

这里 G 是变迹因子， p 是归一化的光瞳坐标。如果变迹因子是 0，那么光瞳照射是均匀的。如果变迹因子是 1.0，那么光束振幅在入瞳边缘的 $1/e$ 。（它表示光强度为 e 的平方分之 1，大约是峰值的 13%）。变迹因子可以是大于或等于 0.0 的任意值。不建议采用大于 4.0 的值。因为如果光束振幅离轴下降很快，在许多计算中取样的光线太少，以至于不能产生有意义的结果。

正切变迹恰当地模拟了点光源照在平面上的强度衰退特点（如入瞳通常是平面）。对于一个点光源，偏离点光源距离为 Z 的面上的强度为：

$$I(r) = \frac{Z^2}{Z^2 + r^2}$$

这里 r 是平面上一点到光源的距离，强度在轴上已经归一化为一个单位。如 r 用归一化的光瞳坐标来表示，振幅变迹可用平方根产生：

$$A(p) = \frac{1}{\sqrt{1 + p^2 \tan^2 q}}$$

这里 $\tan q$ 是入瞳顶部的光线与 z 轴的夹角的正切。对于正切变迹， $\tan q$ 是变迹因子。特殊情况下变迹因子为 0，当计算变迹时，ZEMAX 用入瞳位置和尺寸会自动计算出 $\tan q$

除了在入瞳面一外，ZEMAX 也支持用户在任意面上自定义的变迹，用户自定义变迹用在“表面类型”这一章所讲的用户自定义面型来完成。

变迹因子 (Apodization Factor)

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！³⁶

变迹因子表示光瞳上振幅的衰减速度。参见前一节关于变迹类型的说明。

光程差参数 (Reference OPD)

光程差或 OPD , 在光学设计计算中很有意义 , 因为光程差表示成像的波前位相误差。对零光程的任意偏离都会在光学系统中形成衍射图像时产生误差。

因为出瞳是光阑在像空间的像 , 出瞳表示像空间光束有清晰边界的位置。出瞳处的照度 , 其振幅和位相通常是平滑变化的 , 零振幅和非零振幅区域有明显的界限。换句话讲 , 在出瞳处观察 , 可以合理地假定波前没有明显的衍射影响。如果光学系统中的所有面的通光孔径比受光阑限制入射到每一面上的光束尺寸大 , 这一假定基本上是事实。甚至如果出瞳是虚拟的 (这是常有的) , 出瞳仍然定义了像空间光束无衍射影响的唯一位置。关于衍射像形成的其它信息和出瞳的重要性 , 参见第一章的参考书。

当波前从出瞳传播到像平面时 , 光束外形在振幅和位相上变得很复杂 , 由于衍射的影响 , 波前扩展到整个空间。因此 , 为了精确地描述了波前和像的质量 , 在出瞳上测量位相误差是唯一有效和非常重要的。

ZEMAX 缺省时 , 使用出瞳作为计算 OPD 的参考面。因此 , 对一条给定的光线进行 OPD 计算时 , 光线通过光学系统追迹 , 自始至终到达像平面 , 然后反向追迹到位于出瞳处的参考球面。这个面后得到的 OPD 是有物理意义的位相误差 , 它对于如 MTF , PSF 和环带能量等衍射计算是很重要的。由光线向后追迹到出瞳而得的附加路程 , 从参考球面的半径中减去 , 得到 OPD 的微小调整 , 称之为 校正项 ”。这种计算对于所有实际应用是正确和需要的。

但是 , ZEMAX 也允许选择两种其他参考方法。

无限远参考面 : “ Infinity ” 参考面假定出瞳在很远的地方 (即使它也许不太远) , OPD 校正项用光线中的角误差严格给定。只在一种可能时使用这个设置 : 即 ZEMAX 不能正确计算出瞳位置。这发生在一些在光阑面不能成像 (实像或虚像) 的不常见的光学中。在这种情况下发生时 , ZEMAX 用特殊程序代码处理所有已知的可能发生这种

情况的场合，因此，除非 Focus Software 技术支持时特殊推荐它，否则这个设置不使用。当前尚没有已知的场合需要推荐这种设置。

绝对参考面：“Absolute”参考面表示 ZEMAX 根本不能在 OPD 计算中加上任何校正项，只加上光线的总光程并从主光线中减去它。这种方式并不是实际有效的，它的目的是用来调试和检查 Focus Software 公司的 OPD 算法。

总之，除非 Focus Software 公司的软件工程师明确地通知改变设置，你必须一直使用“出瞳”参考面。若不选择“出瞳”参考面，则很容易产生错误数据。

近轴光线 (Paraxial Rays)

近轴光线特性通常不用于定义非旋转对称系统。由于这个原因，在追迹近轴光线时，ZEMAX 缺省忽略由于坐标转折引起的所有倾斜和偏心。通过忽略倾斜和偏心，ZEMAX 能计算等效的同轴系统的近轴特性，这种处理方法即使对非对称系统也是正确的。

因此，“Ignore Coordinate Break”的缺省设置是很受欢迎的。选择与此不同的设置会导致 ZEMAX 计算失败，象精确计算所有的近轴数据，光线定位，OPD 计算。

只有一种情况需要“Consider Coordinate break”。对通过陡峭倾斜光栅的光线追迹，甚至近轴光线也需要坐标转折，否则，光线不能满足光栅方程。这是因为衍射光栅是严格按照入射界角来弯曲光线的。

快速非球面追迹 (Fast Asphere Trace)

当追迹的光线通过某一非球面时，如果光线与该面交点不存在近似解的公式，则需要迭代。

此框被选中（缺省条件），ZEMAX 为加快迭代的收敛性，将为光线交点的解设一个初始假定值。但是，若选用“fast Guess”，许多不规则弯曲的非球面不收敛。使用这种面的系统。此选框不应选取，因为这时 ZEMAX 将使用速度慢的但加强型的算法来寻找解。不管此选框选取与否，ZEMAX 将寻找精确的光线交点的解或显示错误信息标识。

检查梯度折射率元件的口径 (Check GRIN Apertures)

若选取, 此设置将命令 ZEMAX 为渐晕口径面检查所有梯度折射率光追。介质中的每一条梯度光线追迹都被检查以判别光线是否落在后一面的通过口径边界外, 若是, 那么光线是渐晕的。若未选中该设置, 在光线通过该面口径时, 光线也许会落在后一面边界之外。

使用 T, P (Use T, P)

若镜头使用时, 温度不是 20°C, 压力不是一个大气压, 则这个选框应被选取。若此选框未选取。则忽略所有温度和压力影响。这可以加速折射率数据的计算, 如果使用正常的温度和压力, 此选框不选。参见“热分析”(Thermal Analysis)一章。此特性只在 ZEMAX-EE 版本中可用。

温度 (Temperature)

用摄氏度表示的外界温度。参见“热分析 ZEMAX (Thermal Analysis) 一章。此特性只在 ZEMAX-EE 版本中可用。

压力 (Pressure)

大气中的空气压力。真空值为 0, 海水中为 1.0。参见“热分析”(Thermal Analysis)一章。此特性只在 ZEMAX-EE 版本中可用。

半口径余量% (Semi Diameter Margin in %)

通常, 用自动模式给定的各面的半口径是 ZEMAX 用没有阻拦的通过所有光线所需的径向口径计算得到的。对于有密集元件或边缘靠近的元件的系统, 本缺省设置会产生明确的口径, 而不为抛光和安装留下余量。通常, 光学表面能很好地抛光的尺寸只能占全口径的一部分, 根据零件大小不同, 这一部分约在 90% 到 98% 之间。

半口径余量控制允许以一定的百分比确定径向口径的余量。缺省值 0 没有余量, 自动控制下的 5% 余量是在所有面的半口径值上增加 5%。

这种控制简化了陡峭面的密集元件和边缘接触点的系统的设计。最大允许余量为 50%。

半口径的快速算法(Fast Semi-Diameters)

ZEMAX 能“自动”计算半口径。它估算为让所有视场点和波长的光线通过，各面所需要的明确的口径。对于共轴系统，可以通过追迹每个视场和波长的两条光线而精确计算。这两条光线是上下两条边缘光线。

对于非共轴系统，除了沿渐晕光瞳周边追迹大量的光线外，没有通用的方法来精确计算半口径。虽然这种算法很精确，但速度很慢，因为 ZEMAX 需要不断的更新半口径数据，尤其在优化时。速度和精确之间是要折衷的。

对于非共轴系统,缺省时，ZEMAX 追迹每个视场和波长渐晕光瞳的实际子午面上的两条光线，然后用每条光线在每个面上的径向坐标估算所需的半口径。对于许多系统，估算结果不够精确。这主要包括具有较小边缘和明显口径限制的系统或具有偏心元件和只有少数视场点的系统。

如果“Fast Semi-Diameter”选项被选择“off”，那么对这些非共轴系统，ZEMAX 将反复追迹所需的光线来决定半口径，其精度为 0.01%（5 个有效数字）。将“Fast Semi-Diameter”关闭可以明显减慢优化速度，但对于具有复杂评价函数的系统，上述间接操作相对较小。

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

全局坐标是由每个面的局部坐标旋转和转化而来的。此换算可以写为

$$\begin{bmatrix} x_g \\ y_g \\ z_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{bmatrix}$$

这里下标“g”表示全局坐标，“o”表示坐标的偏离量（转变）“l”表示局部坐标。任意一个面的旋转矩阵 R 和偏离向量可以用其他面作为全局参考面来计算。

用旋转矩阵可对该面坐标系统在以全局参考面定位时得出重要的

结论。在局部面，沿 x 轴确定方向的单位向量是 (1 , 0 , 0)。这个向量可以用 R 矩阵旋转来产生全局坐标系统的 x 方向。将单一矩阵分别乘上三个单位矩阵矢量可得：

$$\hat{x}_l = \begin{bmatrix} R_{11} \\ R_{21} \\ R_{31} \end{bmatrix}, \hat{y}_l = \begin{bmatrix} R_{12} \\ R_{22} \\ R_{32} \end{bmatrix}, \hat{z}_l = \begin{bmatrix} R_{13} \\ R_{23} \\ R_{33} \end{bmatrix}$$

注意沿局部坐标轴定方向的单位向量只是 R 矩阵的列向量。在性能报告中的全局顶点清单中列出了 R 矩阵分量和每面的偏离向量，它们以全局参考面为参照的。如果该面是坐标转折点，那么 R 矩阵包括坐标变换和旋转的影响。如果参考面是坐标转折点，坐标参考系统是由局部坐标系统偏离和旋转来定义的。如果计算 R 矩阵的面先于参考面，这面是坐标转折点，系统的 R 矩阵计算先于坐标变换。当有怀疑时，在有怀疑的位置插入一个没有坐标转折的虚拟面来检查全局方位。

缺省参考面是 1，虽然其它面也可以选为参考面，除非物在无穷远，否则 0 面不能作为参考面。

参考面也用于定义多重变焦位置在 3 维外形图中点的重叠。

§ 5 视场 (Fields)

视场对话框允许确定视场点。视场可以用角度，物高 (有限共轭系统)，或像高来确定。可通过用来启动或停止按钮来选择视场位置，也可以捡取数据。关于视场的规定，参见第三章“约定和定义” (Conventions and Definition)。

ZEMAX 也提供定义渐晕系数的数据栏。4 个渐晕因子为：VDX，VDY，VCX，和 VCY。如果系统中没有渐晕，这些渐晕因子被设为 0。这些因子在第三章“约定和定义” (Conventions and Definition) 的“渐晕系数”中有说明。

在视场对话框中也有一个标为“Set Vig”的按钮。点击此按钮将重新计算当前数据下每个视场的渐晕因子。用设置渐晕的算法估算渐晕偏心 and 压缩因子以便光瞳边缘的上，下，左，右四条边缘光线能通

过每个面的用户自定义半口径。计算时只使用主波长。若要使渐晕因子成为缺省值 0 , 单击 : “ Clr Vig ”。

该算法通过从光瞳发出一网格光线来开始运算。在使用用户自定义半口径的每一个面 , 光线被测试是否在确定的口径内通过。通过所有面的所有光线用于计算无渐晕的光瞳中心。注意只有用户自定义 (非自动) 半口径被使用时 , 面孔径 (如长方形或环形口径) 被忽略。无渐晕的光瞳边缘用迭代方式精确计算到 0.001% 。

这种算法不是在所有场合中都能起作用。对于设置渐晕失败的系统 , 渐晕因子需要手工调整。设置渐晕运算的精度可以用追迹少数边缘光线检测。

§ 6 波长 (Wavelength)

波长对话框用于设置波长 , 权因子 , 和主波长。按钮可以用来启动或停止输入波长和捡取数据。包括常用的波长列表。要使用列表中的项目 , 选择所需的波长 , 点击 Select 按钮。

其它信息参见第三章 “ 约定和定义 ” (Conventions and Definition)。

§ 7 偏振状态 (Polarization State)

偏振状态对话框用于设置使用偏振光线追迹的许多分析计算的缺省输入状态。许多分析功能 “ Use Polarization ” 开关来使用偏振光线追迹和变迹 , 如点列图和作为视场函数的均方根 RMS 。本对话框是设置初始偏振状态的唯一工具。对于这些功能 , 当考虑菲涅尔衍射 , 薄膜和内部吸收影响时 , 偏振光线追迹只被用来决定光线的透过强度。在这里电磁场的矢量方向被忽略 , 而假定只有标量理论可适用。光线只是在强度上衰减 , 加权计算被应用。

偏振是由 4 个数值定义的 : 表示电磁场 X 和 Y 方向模值的 E_x 和 E_y , 用度表示的 X-位相和 Y - 位相的相位角。ZEMAX 将电磁场向量归一化为 1 个强度单位。

有一个标签为 “ Unpolarized ” 检查框。若选取 , 那么偏振值 E_x , E_y , X-位相 , Y-位相被忽略。这时使用非偏振计算。非偏振计算用正交偏振的两条光线追迹并计算最终透过率的平均值。注意 , 非偏振计

算比偏振计算所需的时间长,而偏振计算也比完全忽略偏振的计算所需的时间长。

偏振光线追迹只在 ZEMAX-EE 版本中使用。

§ 8 下一重结构 (Next Configuration)

当要更新所有的图表以便反映下一个结构 (或变焦位置) 时,本菜单选项提供了快捷方式。若选中,所有的电子表格,文本和图解数据都将被更新。

§ 9 最后结构 (Last Configuration)

当要更新所有的图表以便反映最后一个结构 (或变焦位置) 时,本菜单选项提供了快捷方式。若选中,所有的电子表格,文本和图解数据都将被更新。

§ 1 导言(Introduction)

这一章将详细介绍 ZEMAX 种的所有分析功能。分析镜头数据的曲线和文本通常包括像差、MTF、点列图、以及其他的计算结果。程序修改镜头数据和处理其它数据 (如玻璃数据库) 的特性将在工具菜单 “ Tools Menu ” 一章中讲述。

选择了一个菜单选项立刻执行一个需要的计算。一旦曲线和文本窗口被显示, 可以用选择设置菜单选项来修改缺省设置。一旦你已经作了适当的改变, 敲击 “ OK ”, 程序将重新计算和显示当前窗口种的数据。如果你要在曲线和文本数据显示前改变设置, 在 File : Environment : Graphics 中使用 “ Show Options First ” 选项框。

在设置窗口中的 “ OK ”, “ Cancel ”, “ Save ”, “ Load ”, “ Reset ” 和 “ Help ” 的功能参见用户界面一章。

每个分析窗口都有一个 “ Udata ” 菜单项。更新功能会强迫 ZEMAX 重新计算和重新显示当前窗口中的数据。当镜头数据改变和当前显示的曲线不能用时, 这个功能是很有用的。在窗口双击会执行与选择更新选项相同的功能。敲击鼠标右键与敲击 “ Setting ” 相等。

还有许多信息参见用户界面一章。

§ 2 外形图(Layout)

二维外形图(2D Layout)

目的 :

通过镜头 YZ 截面的外形曲线。

设置：

项目	说明
First surface	绘图的第一个面
Last surface	绘图的最后一个面
Wavelength	显示的任意或所有波长
Field	显示的任意或所有视场
Number of Rays	光线数目确定了每一个被定义的视场中画出的子午光线数目。除非变迹已被确定，否则光线沿着光瞳均匀分布。这个参数可以设置为 0
Scale Factor	若比例因子设置为零，那么“Fill Frame”将被选取，Fill Frame”将缩放各面来充满画页。若输入数值，则图形将按实际尺寸乘以比例因子画出。例如，比例因子为 1.0 将打印（不是在屏幕上）出镜头的实际尺寸。比例因子为 0.5 将按尺寸的一半画图。
Upper Pupil Limit	画出光线通过的最大光瞳坐标
Lower Pupil Limit	画出光线通过的最小光瞳坐标
Marginal and Chief Only	只画出边缘光线和主光线
Square Edges	若选中则画出平面和边缘，否则用半口径值画镜头的边缘
DXF File	在这个文本地址中输入使用 DXF 格式的文件名。只有当以后把“Export As DXF File”按钮按下时，这个选项才使用。在输出时，文件被存储在缺省目录下
Export As DXF File	若按下此按钮，则产生一个与当前显示的图解窗口有相同数据的 DXF 格式文件。文件名在“DXF 文件”选项中给定。产生的 DXF 文件是一个能与输入到 CAD 程序中的文件相匹配的 2 维模型系统。
Color Rays By	选择“Field”用每个视场来区分，选择“wave”用每个波长来区分
Suppress Frame	隐藏屏幕下端的绘图框，这可以为外形图留出更多的空间。比例尺，地址，或其它数据都不显示
Delete Vignetted	若选取，被任意面拦住的光线不画出

说明：

若使用坐标转折，星形挡光，挡光偏心，X-转角，全息或其它能破坏镜头的旋转对称的组件，本功能不能使用。而是用 3D 外形。

“ Export As DXF File ” 按钮将产生一个 2D DXF 文件，并将它存储起来。它的文件名用 “ DXF 文件 ” 处输入的文件名确定。DXF 文件是由弧和线组成，弧用来显示镜头面的曲率。如果是只使用球面(或平面)的透镜，那么弧可以完全的表示镜头。但是，弧只能近似的表示非球面。如果面是非球面，那么弧只有在顶点，最高点和最低点是正确的。ZEMAX 在这三个地方用适合的弧表示确切的面。参见工具菜单中 “ Export IGES File ” 关于数据的 IGES 输出。

若光线未能射入到一个面，那么在发生该错误的面光线不画出。如够光线发生全反射，那么在发生全反射的面入射的光线画出，出射的光线不画出。光线失败将使用本章后面所讲的光线追迹计算来详细判断。

3D 外形图(3D Layout)

目的：

绘制镜头系统的三维外形图。运算绘制镜头的网格表示。

设置：

项目	说明
First Surface	所画的第一个面
Last Surface	所画的最后一个面
Wavelength	参与绘图的一种或所有波长
Field	参与绘图的一个或所有视场
Number of Rays	光线数目决定绘图中被选中每一个视场和波长所画的光线数目。光线将沿光瞳均匀分布和当环被选为 Ray Pattern 时环绕其边缘均匀分布, 或者除非变迹已确定。本参数可以设置为 0。如果 Ray Pattern 被设置为列表, 它被忽略
Ray Pattern	选择 X Y Fan、X Fan、Y Fan、Ring 或 List 来表示应该被追迹的光线分布方案。List 选项表示被追迹的光线是用户自定义在列表文件中。文件必须被命名为 RAYLIST.TXT 并被放置在 ZEMAX 根目录下。文件的格式是每根光线用两个数字表示的 ASCII 码, 其中一个代表 px, 另一个代表 py。用归一化的光瞳坐标定义在每一个被选择的视场和波长所追迹的光线。若选择 List 则忽略设置的光线数目。
Scale Factor	若比例因子设置为零, 那么 “ Fill Frame ” 将被选取, Fill Frame 将缩放各面来充满画页。若输入数值, 则图形将按实际尺寸乘以比例因子画出。例如, 比例因子为 1.0 将打印 (不是在屏幕上) 出镜头的实际尺寸。比例因子为 0.5 将按尺寸的一半画图。
Hide Lens Faces	若选取, 则不画镜头表面, 只画镜头边缘。许多复杂的系统如果画各面会使图形看起来很乱, 因而本功能很有用。
Hide Lens Edges	若选取, 则不画镜头外侧的口径。对于给出 3D 外形的 2D 横截面外表很有用。
Hide X Bar	若选取, 则不画镜头的 X 部分。当 “ Hide Lens Edges ” 选取, 而 Hide Lens Faces 未选取时是有用的。
Rotation About X	用度表示的镜头绕 X 轴的旋转角
Rotation About Y	用度表示的镜头绕 Y 轴的旋转角
Rotation About Z	用度表示的镜头绕 Z 轴的旋转角
Color Rays by	选择 Field ” 则用颜色区分不同的视场位置, 选择 Wave ” 则用颜色区分不同的波长, 选择 Zoom 则用颜色区分不同结构
Suppress Frame	隐藏屏幕下端的绘图框, 这可以为外形图留出更多的空间。此时, 比例尺、地址或其它数据不显示
Delete Vignetted	若选取, 被任意面拦住的光线不画出
Zoom Position	选择 All 同时画出所有的结构, 或选择画出一个结构, 或选择 Current 显示当前活动的结构。
Zoom Offset X, Y, Z	用透镜单位表示的结构间的 X, Y, 和 Z 方向的偏离量。只有变焦位置选择为 All 时本选项才起作用

说明：

按 left , right , up , down , Page Up , Page Down 键会使显示的图形旋转到不同的透视位置。

若光线在某一面发生光线溢出，则该面光线不画出，如果光线发生全反射，那么在发生全反射的面射入的光线画出，射出的光线不画。光线溢出与否将使用本章后面所讲的光线追迹计算来详细判断。

当画所有的变焦位置时，在每个变焦位置 x, y, z 的方向独立的加上偏离量。若需要，偏离量可以都为 0。若所有的偏离量都为 0，那么所有的变焦位置是重叠的；否则，各变焦位置之间用确定的数值相互分隔，以便区别。注意，所有的偏离量都是相对于参考面的位置定义的。参考面在系统中的 Advanced 对话框中定义。若所有的偏离量都是 0，多重变焦位置在参考面处是重叠的。

立体模型(Solid Model)

目的：

绘制以隐藏线代表镜头的立体图。

设置：

本选项和 3D 外形图中所得到的选项相类似，但 Hide Lens Edges 和 “ Hide X Bars ” 控件不再有，几个新的控件描述如下：

项目	说明
DXF File	在这个文本方格中输入使用 DXF 格式的文件名。只有当 Export As DXF File 按钮按下时这个选项才使用。在输出时，文件被存储在缺省目录下
Export As DXF File	若按下此按钮，则产生一个包含当前显示的图解窗口相同信息的 DXF 格式文件。文件名在 “ DXF 文件 ” 选项中给定。所产生的面向 3D 的镜头系统模型 DXF 文件能输入到可以读取 DXF 文件的 CAD 程序中去
Draw Section	选择 All 则每个镜头元件都完全画出。3/4 , 1/2 , 1/4 选项则分别画出元件的 3/4 , 1/2 , 和 1/4 , 产生镜头内部的截面透视。
Radial Segs	表达镜头形状用的分割数。该数目越大则运行时间越长。
Angular Segs	表达镜头形状用的角度分割数。该数目越大则运行时间越长。

说明：

立体模型算法将镜头描述为一个多面体的集合。观察不到的线和面被消去，显示镜头的立体外形。本运算比其它外形图慢，但能产生最佳视觉效果。显示镜头元件的面的数目可以用径向或角向分割数段选项来修改。

Export As DXF File ”按钮将产生一个 3D DXF 文件并将它存储在 DXF 文件 ”处输入文件名的文件中。DXF 文件是由 3D 方向上的小面组成。这些小面用来显示镜片面的弯曲形状。然而这些面是表面轮廓被切割细分后的近似，所以它几乎是平的。但小面的边角都和实际光学面重合，而面内的任意点并不能与光学表面的轮廓线相一致。ZEMAX 在每个小面的边角处用精确的光学面的矢高来定义面形状。

按 left , right , up , down , Page Up , Page Down 键会使显示的图形转动以产生不同的透视效果。

若某一面上发生光线溢出，则该面的光线不画出，如果光线发生全反射，那么在发生全反射的面射入的光线画出，射出的光线不画。光线溢出与否将使用本章后面所讲的光线追迹计算来详细判断。

网格图(Wireframe)

目的：

画出表示镜头的网格图。

设置：

本设置与在立体模型中的设置是相同的，包括对 DXF 文件的支持。

说明：

除了被隐藏的线不消去外，网格模型与立体模型几乎是相同的。用网格图表示时，会使屏幕由于线多而变得混乱。可以用“ Hide Lens Faces ”使显示变得清晰。本显示的优点是速度，它的生成比立体模型快得多。

若某一面上发生光线溢出，则该面的光线不画出，如果光线发生全反射，那么在发生全反射的面射入的光线画出，射出的光线不画。光线溢出与否将使用本章后面所讲的光线追迹计算来详细判断。

阴影图(Shaded Model)

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

目的：

用 OpenGL 图画表示镜头的带阴影的立体模型。

设置：

除了能设置亮度和背景色外，本选项与在立体模型中的设置是相同的。

画元件图(Element Drawing)

目的：

本功能能自动创建供光学车间生产使用的表面，单透镜或双胶合透镜的图纸。

设置：

项目	说明
Surface	被绘制的元件的第一个面
Show As	选择“Surface”，“Singlet”或“Doublet”
Note File Name	ASCII 码文件的文件名，该文件包含被添加在元件绘图注释部分的注释。注释项总是从第 2 相开始，因为第 1 项注释是保留作为规定单位用的
Edit Note File	点击此按钮产生 NOTEPAD.EXE 编辑器，它可用来修改被选择的注释文件
Rad n Tol	半径(第 1，2 或 3 面)的公差栏中的值
Pow/Irr n	各面(第 1，2 或 3 面)的光焦度不规则公差栏中的值
Clear Ap n	在第几个面上的镜片的全口径。缺省值是半口径的两倍
Thick n Tol	第 n 面中心厚度公差。缺省值是 1%
Scale Factor	若比例因子设置为零，那么 Fill Frame 将被选取，Fill Frame 将缩放元件来充满元件图。若输入数值，则图形将按实际尺寸乘以比例因子画出。例如，比例因子为 1.0 将打印（不是在屏幕上）出元件的实际尺寸。比例因子为 0.5 将按元件尺寸的一半画图。
Title	用户自定义文本区域。缺省是镜头的标题
Drawing Name	所有这些区域用于用户自定义文本。可以输入任何文本。无缺省值
Approved	
Revision	
Drawn By	
Project	
Note Font Size	选择 Standard，Medium，Small 或 Fine。这些选项是按字体大小的顺序排列的。注释字体大小(Note Font Size)的设置只影响在图形中注释的注释文件的字体大小。较小的字体允许显示较大的注释文件

说明：

元件图的设置通过按“ Save ”按钮被保存在专门的镜头文件中。与多数的分析功能不同。元件图功能可以将每个面的所有设置分别保存。例如，面 1 的注释和公差可以被保存，然后面 3 的注释和公差也被输入和保存。若要将该设置赋予某一个特定的面，只要将面序号改为所需要的面号，按“ Load ”按钮就可以了。若与先前保存的面匹配，则将显示先前面的设置。本功能使重新产生多组元光学系统的复杂图形变得容易了。

画元件图功能的重要特性是它能装载不同的注释文件并把它们放在图形中。缺省注释文件 DEFAULT.NOT ”是一套普通的很少使用的注释。但是用户可以修改注释文件(它们是 ASCII 码文件，word 处理器或文本编辑器都可以修改)并把它们用不同的名字存储。例如，你可以为你设计的每一个光学部件建立一个.NOT 文件，当元件图产生时装载适合的注释文件。

注释文件注释行从数字 2 开始。注释行 1 被 ZEMAX 保留给行 1)All dimensions in millimeters ”或当前镜头的单位，注释文件中的分行和空格在元件图中被严格复制。

一旦新零件图产生或 Reset ”按钮被按下，缺省设置将重新产生。缺省公差从公差数据编辑器中获得。min/max 公差范围中的最大值使用缺省。例如，若 TTHI 厚度公差为-.03 ,+.05 ,公差值将为 0.05。这里只考虑 TTHI ,TRAD ,和 TIRR 公差。若不能产生一个适合的缺省值 ,公差设置为 0。注意所有的公差都是文本;可以按需要进行编辑。

当用检测样板检查零件的牛顿圈(光圈)时 ,半径公差和用干涉条纹

$$\# \text{ fringes} = \frac{\Delta R r^2}{l R^2}$$

表示的光焦度之间的简便的转换公式为：

这里 ΔR 是半径误差， λ 是测试波长， ρ 是径向口径， R 是曲率半径。此公式可以近似用于小曲率。其它信息参见 Malacara ,Optical Shop Testing , J.Wiley&Sons , Inc.(《光学车间检测》一书)

§ 3 特性曲线(Fans)

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者)，“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系(info@photics.net)，我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁵¹

光线像差(Ray Aberration)

目的：

显示作为光瞳坐标函数的光线像差。

设置：

项目	说明
Maximum Scale	设置图形中最大的垂直比例。对于光线特性曲线，最大比率 利用微米表示，对于 OPD 用波长表示，对于入瞳像差用百分比表示。本设置将复盖自动选择的绘图比例。输入 0 时自动设置比例
Number of Rays	图形原点两边所追迹的光线数量
Wavelength	执行计算所需的波长数目
Field	执行计算所需的视场数目
Tan Fan	选择像差的哪个分量画在子午曲线上。由于子午曲线是关于入瞳坐标的 y 值的函数，缺省是绘制像差的 y 分量图形
Sag Fan	选择像差的哪个分量画在弧矢曲线上。由于弧矢曲线是关于入瞳坐标的 x 值的函数，缺省是绘制像差的 x 分量图形
Use Dashes	画图时选择颜色(对彩色屏幕和绘图仪而言) 或虚线 (对单色屏幕和绘图仪而言)
Check Aperture	确定是否检查光线能不能通过所有的面口径。若选取，没有通过面口径的光线不被画出。面口径与半口径是不同的，参见“约定和定义”这一章
Vignetted Pupil	若选取，光瞳坐标轴将按无渐晕缩放，此时所得数据将反映系统的渐晕；若不选取，光瞳坐标轴将按渐晕光瞳缩放

说明：

横向特性曲线是用光线的光瞳的 y 坐标的函数表示的横向光线像差的 x 或 y 分量。缺省选项是画出像差的 y 分量曲线。但是由于横向像差是矢量，它不能完整的描述像差。当 ZEMAX 绘制 y 分量时，曲线标称为 EY，当绘制 x 分量时，曲线标称为 EX。

垂轴刻度在图形的下端给出。绘图的数据是光线坐标和主光线坐标之差。横向特性曲线是以光瞳的 y 坐标作为函数，绘制光线和像平面的交点的 x 或 y 坐标和主波长的主光线 x 或 y 坐标的差。弧矢特性曲线是以光瞳的 x 坐标作为函数，绘制光线和像平面的交点的 x 或 y 坐标和主波长的主光线 x 或 y 坐标的差。每个曲线图的横向刻

度是归一化的入瞳坐标 PX 或 PY 。

若显示所有波长，那么图形参考主波长的主光线。若选择单色光那么被选择的波长的主光线被参照。由于这个原因，在单色光和多色光切换显示时，非主波长的数据通常被改变。

因为像差是有 x 和 y 分量的矢量，光线像差曲线不能完全描述像差，特别是像平面倾斜或者系统是非旋转对称时。另外，像差曲线仅仅表示了通过光瞳的两个切面的状况，而不是整个光瞳。像差曲线图的主要目的是判断系统中有哪种像差，它并不是系统性能的全面描述，尤其系统是非旋转对称时。

光程(Optical Path)

目的：

显示用光瞳坐标函数表示的光程差。

设置：

除了由于 OPD 是标量，“Tan Fan”和“Sag Fan”选项只能是 OPD 之外，本选项与光线像差曲线是相同的。

说明：

垂轴刻度在图形的下端给出。绘图的数据是光程差(OPD)，它是光线的光程和主光线的光程的差，通常，计算以返回到系统出瞳上的光程差为参考。每个曲线的横向刻度是归一化的入瞳坐标。

若显示所有波长，那么图形以主波长的参考球面和主光线为参照基准的。若选择单色光那么被选择的波长的参考球面和主光线被参照。由于这个原因，在单色光和多色光切换显示时，非主波长的数据通常被改变。

光瞳像差(Pupil Abberation)

目的：

显示用光瞳坐标函数表示的入瞳变形。

设置：

除了由于光瞳像差是标量，“Tan Fan”和“Sag Fan”选项只能是 OPD 之外，本选项与光线像差曲线是相同的。

说明：

入瞳像差是实际光线在光栏面的交点和主波长近轴光线交点的差在近轴光栏半径所占的百分比来定义的。若最大像差超过一定的百分比,就得用光线定位(参见 系统菜单 一章),以便在校正物空间的光线使它正确地充满光栏面。若光线定位选择被打开,入瞳像差将为零(或剩下很小的值),因为变形被光线追迹算法补偿了。可以利用这一点来检查光线定位是否正确。这里所用的光瞳像差的定义并不是追求其完整性和与其它定义的一致性。本功能的唯一目的是为是否需要光线定位提供依据。

§ 4 点列图(Spot Diagram)

标准(Standard)

目的:

显示点列图。

设置:

项目	说明
Pupil Pattern	光瞳模式可以是六角形，方形或高频脉冲。这些方式与出现在光瞳面的光线的分布模式有关。当镜头大离焦时来研究光瞳分布模式。高频脉冲点列图是在长方形或六角形模式的点列图中删去对称因素的伪随机光线产生的。如果光瞳变迹给定，那么用光瞳分布变形来给出正确的光线分布。没有最好的模式，每一种模式都只能表示点列图的不同特性。
Reference Point	缺省点列图是以实际主光线为参考的。列在图形尾部的 RMS 和 GEOX (在说明部分定义) 点尺寸是假定主光线是零像差点计算的。但是，本选项允许选择其他两个参考点：重心和中点。重心是用被追迹的光线分布定义的。中点定义使其最大光线误差在 x 和 y 方向相等。
Show Scale	比例条目是缺省的。选择艾利圆斑 "Airy Disk"，将在图 " " 的每个点的周围画椭圆环表示艾利椭圆。空心环的半径是 1.22 乘以主波长乘以系统的 F#；它通常依赖于视场的位置和光瞳的方向。如果空心环比点大，空心环将设置为放大尺，否则点尺寸将设置比例尺。选择 Square 将画方形，其中心是参考点，宽度是从参考点到最外光线的距离的 2 倍。选择 Cross " 将通过参考点画一个十字。设置为 Circle 将以参考点为中心画圆。
Wavelength	执行计算所需的波长数目
Field	执行计算所需的视场数目
Surface Number	选择点列图将被计算的面。它在计算中间像或渐晕时很有用。
Max Scale	设置用毫米表示的最大比例尺。零设置将产生一个适合的比例
Delta Focus	离焦增量选项只有在离焦点列图被选择时才使用。它是在点列图平面上 Z 方向的间隔。每个视场角显示 5 个点列图。离焦量是给定的离焦增量分别乘以 -2, -1, 0, 1, 2。离焦量单位是 mm.。某些系统中，缺省的离焦增量太小以至于不能使点列图的结构发生改变。
Ray density	若选择六角形或高频脉冲光瞳模式，光线密度决定了六角环形的数目，若选择长方形模式，光线密度决定了光线数目的均方根。被追迹的光线越多，虽然计算时间会增加，但点列图的 RMS 越精确。第一个六角环中有 6 条光线，第二个有 12 条，第三个有 18 条，依此类推。
Use Symbols	若选中，每种波长将画不同的符号，而不是点。它可以帮助区分不同的波长
Use Polarization	若选中，将用偏振光追迹每个需要的光线，通过系统的透过强度将被考虑。参见 " 系统菜单 (System Menu) " 一章的 " 偏振状态 " 中关于偏振状态的定义和描述。只有 ZEMAX-EE 版本支持这个功能。

说明：

光线密度有一个依据视场数目,规定的波长数目和可利用的内存的最大值。离焦点列图将追迹标准点列图最大值光线数目的一半光线。

列在曲线上的每个视场点的 GEO 点尺寸是参考点 (参考点可以是主波长的主光线,所有被追迹的光线的重心,或点集的中点) 到距离参考点最远的光线的距离。换句话说将, GEO 点尺寸是由包围了所有光线交点的以参考点为中心的圆的半径。

RMS 点尺寸是径向尺寸的均方根。先把每条光线和参考点之间的距离的平方, 求出所有光线的平均值, 然后取平方根。点列图 RMS 尺寸取决于每一根光线, 因而它给出光线扩散的粗略概念。GEO 点尺寸只给出距离参考点最远的光线的信息。

艾利圆环的半径是 1.22 乘以主波长乘以系统的 $F\#$, 它通常依赖于视场的位置和光瞳的方向。对于均匀照射的环形入瞳, 这是艾利圆环的第一个暗环的半径。艾利圆环可以被随意的绘制来给出图形比例。例如, 如果所有的光线都在艾利圆环内, 那么系统被认为处于衍射极限状态。若 RMS 尺寸大于空心环尺寸, 那么系统不是衍射极限。衍射极限特性的域值依赖于判别式的使用。系统是否成为衍射极限并没有绝对的界限。若系统没有均匀照射或用渐晕来除去一些光线, 艾利圆不能精确地表示衍射环的形状或大小。

在点列图中, ZEMAX 不能画出拦住的光线, 它们也不能被用来计算 RMS 或 GEO 点尺寸。

ZEMAX 根据波长权因子和光瞳变迹产生网格光线 (如果有的话)。有最大权因子的波长使用由 “Ray Density” 选项设置的最多光线的网格尺寸。有最小权因子的波长在图形中设置用来维持正确表达的较少光线的网格。如果变迹被给定, 光线网格也被变形来维持正确的光线分布。位于点列图上的 RMS 点尺寸考虑波长权因子和变迹因子。但是, 它只是基于光线精确追迹基础上的 RMS 点尺寸的估算。在某些系统中它不是很精确。

像平面上参考点的交点坐标在每个点列图下被显示。如果是一个面被确定而不是像平面, 那么该坐标是参考点在那个面上的交点坐标。既然参考点可以选择重心, 这为重心坐标的确定提供了便利的途

径。

离焦(Through Focus)

目的：

按焦平面漂移量的变化显示点列图。

设置：

本选项与标准点列图是相同的。

说明：

离焦点列图对估计象散，或分析最佳离焦或焦深是很有用的。

全视场(Full Field)

目的：

用公共的比例显示所有视场点的点列图。

设置：

本选项与标准点列图是相同的。

说明：

全视场点列图类型与标准类型是基本相同的，但所有的点是关于相同的参考点画出的，与每个视场位置各自的参考点是不同的。这为相对于其它视场点表达所分析点的点列图提供了方法。例如，这可以用来确定像空间中两个相近的点能否被分辨。如果点的尺寸比整个视场的尺寸小，在这种情况下，每个视场的点只是以简单的点的形式出现，“全视场点列图”类型是无用的。

矩阵(Matrix)

目的：

将点列图作为单个图表的矩阵显示，一行表示一个视场，一列表示一种波长。

设置：

除了以下的附加选项，矩阵点列图选项与标准点列图选项是基本相同的：

项目	说明
Ignore Lat. Color	若选取，将参照每个视场和波长独立的参考点画点列图。其结果是忽略能够显示每个波长的参考点的颜色的影响。

讨论：

矩阵表示法是区分像差中与波长有关的分量的便利的方法。

§ 5 调制传递函数 MTF

调制传递函数

目的：

计算所有视场位置的衍射调制传递函数。本功能包括衍射调制传递函数

(DMTF), 衍射实部传递函数 (DRTF), 衍射虚部传递函数 (DITF), 衍射相位

传递函数 (DPTF), 方波传递函数 (DSWM)

设置：

项目	说明
Sampling	在光瞳上对 OPD 采样的网格尺寸, 采样可以是 32×32 , 64×64 等等。虽然采样数目越高产生的数据越精确, 但计算时间会增加。
Show Diff Limit	选择是否需要显示衍射极限的 MTF 数据。
Max Frequency	确定绘图的最大空间频率 (每 mm 的线对数)
Wavelength	计算中所使用的波长序号
Field	计算中所使用的视场序号
Type	可选择模数, 实部, 虚部, 相位或方波
Use Polarization	若选中, 对每一条所要求的光线进行偏振光追迹, 由此可得出通过系统的最后的光强。在“ 系统菜单 ”一章的“ 偏振状态 ”一节, 可找到定义偏振状态和其他信息的细节, 只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

DMTF, DRTF, DITF, DPTF 和 DSWM 函数分别表示模数 (实部和虚部的模), 实部, 虚部, 相位或方波响应曲线。与正弦波目标响应的其它曲线相反, 方波 MTF 是特定空间频率下方波目标的模数响应, 方波响应是用下面的公式由 DMTF 数据计算的：

版权申明：本文由“ 光学在线 ”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

$$S(v) = \frac{4}{p} \left[\frac{M(v)}{1} - \frac{M(3v)}{3} + \frac{M(5v)}{5} - \frac{M(7v)}{7} + \dots \right]$$

这里 $S(v)$ 表示方波响应, $M(v)$ 表示正弦目标响应的模数, v 表示空间频率。

当采样点增加或 OPD 的峰谷值减小时, 衍射计算更精确。如果光瞳处的峰谷值很大, 那么波前采样是很粗糙的, 会有伪计算产生。伪计算会产生不精确的数据。当伪计算发生时, ZEMAX 会试图检测出来, 并发出适当的出错信息。但是, ZEMAX 不能在所有情况下自动检测出何时采样太小, 尤其是在出现很陡的波前相位时。

当 OPD (以波长为单位) 很大时, 如大于 10 个波长, 这时最好用计算几何 MTF 来代替衍射 MTF。对于这些大像差系统, 几何 MTF 是很精确的, 尤其是在低的空间频率下。

任一波长的截止频率用波长乘以工作 $F/\#$ 分之一所得的值表示。ZEMAX 分别计算每个波长, 每个视场的子午和弧矢的工作 $F/\#$ 。这样可以得出精确的 MTF 数据, 即使是那些有失真和色畸变的系统, 如有混合柱面和光栅的系统也是如此。因为 ZEMAX 不考虑矢量衍射, MTF 数据对大于 $F/1.5$ 的系统是不精确的 (精度的衰退变化是逐步的)。这些系统中, OPD 特性曲线数据是更重要的, 因而是更可靠的性能指标。如果系统不接近衍射极限, 几何 MTF 可以证实是有用的。

若显示, 衍射极限曲线是在轴上计算的与像差无关 MTF 值。在轴上光线不能被追迹的情况下 (如当一个系统只有在轴外视场才能工作时), 那么第一个视场位置被用来计算 “衍射极限” MTF。

MTF 曲线的空间频率刻度用像空间每毫米的线对数表示, 它只是一个对正弦目标响应 MTF 曲线的确切术语。但术语 “每毫米的线对数” 经常被使用, 与正弦目标曲线相反, 严格地说 “每毫米的线对数” 应使用黑白条纹, 因为在工业上是通用的, ZEMAX 在使用这些术语时不加区别。MTF 通常是在像空间测量的, 当决定物空间的空

间频率响应时，需要考虑系统的放大率。

离焦的 MTF

目的：

在确定的空间频率下，计算所有视场位置的离焦衍射传递函数。此功能包括离焦衍射传递函数，离焦衍射传递函数的实部，离焦衍射传递函数的虚部，离焦衍射传递函数的相位，离焦衍射方波传递函数。

设置：

项目	说明
Sampling	参见 MTF 中的详细描述
Delta Focus	使用的离焦量范围
Frequency	绘图的空间频率（每 mm 的线对数）
#Steps	计算 MTF 的焦平面的个数，通过这些计算出来的点，画出一条光滑的曲线，点子越多，精度越高，但所用的计算时间也越长。
Wavelength	计算中所使用的波长数目
Field	计算中所使用的视场数目
Type	选择模数，实部，虚部，相位或方波
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

参见传递函数的详细描述。

MTF 曲面

目的：

用 3D 曲面，轮廓图，灰色比例图或伪彩色图显示 MTF 数据。

本图形对物方全方位的 MTF 曲线的直观显示方面比单纯的子午和弧矢要有用的多。

设置：

项目	说明
Sampling	参见 MTF 中的详细描述
Rotation	本设置规定了观察曲面图时所要求的旋转角度旋转，可选 0，90，180，或 270 度
Scale	本设置取代了程序在曲面图中自动设置的垂直刻度，通常这一刻度应该为 1，但是为在垂直方向上加强效果，刻度可大于 1，压缩比例，刻度可小于 1
Wavelength	计算中所使用的波长序号
Field	本设置规定视场序号以决定哪个视场位置计算应当执行计算
Show As	可选择曲面图，外形图，灰色比例图或伪彩色图作为显示选项
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

常规的 MTF 曲线是 MTF 曲面上的两个方向的横截面曲线。本图形主要作定性显示用的。

MTF 和视场的关系

目的：

以视场位置的函数方式，计算并显示衍射调制传递函数。

设置：

项目	描述
Sampling	详见 MTF 的描述
Frequency 1,2,3	作图所用的 3 个空间频率 (每毫米线对数)
Wavelength	用于计算的波长序号。
Use Polarization	若选中, 对每一条所要求的光线进行偏振光追迹, 由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节, 可找到定义偏振状态和其他信息的细节, 只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

详见调制传递函数。

本功能要求视场个数至少为 2 个, 所有视场按 Y 坐标值从小到大排列, 如果存在着任何一个 X 方向的视场值, 或者视场不是从小到大排列, 那会产生一个出错信息。只有在给定的视场位置进行计算, 在各个数据点之间用三次样条插值的方法使曲线光滑。可以在视场对话框中增加更多的视场点以增加曲线的精度。

几何传递函数

目的：

计算出几何传递函数, 它是衍射 MTF 的一个近似, 其近似程度与光线的像差数据大小有关。

设置：

项目	描述
Sampling	本设置指的是各波长光线追迹时网格的大小。
Max Freq	图示中所用的最大空间频率 (每毫米线对数)。
Wavelength	用于计算的波长序号
Field	用于计算的视场序号
Mult by Diff Limit	若本选项被选中，则将几何的 MTF 乘上衍射极限的 MTF 值，以得到小像差系统的更实际的结果，应永远采用。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

如果系统离衍射极限较远，那么几何的 MTF 是衍射 MTF 的一个有用的近似。使用几何 MTF 的主要好处是可以用在波像差系统太大以致于限制了衍射 MTF 计算精度的系统。对大像差系统的低空间频率，几何 MTF 是很精确的。

离焦的几何 MTF

目的：

对一个特定的空间频率计算离焦的几何传递函数数据。

设置：

项目	描述
Sampling	详见几何 MTF 部分。
Delta Focus	所用的离焦范围。
Frequency	计算时所用的空间频率 (每毫米线对数)。
#Steps	计算 MTF 时所用的焦平面的个数。各计算点之间用一条光滑的曲线连接，点数越多，精度越高，计算时间也越长。
Wavelength	计算时所用的波长的序号
Field	用于计算的视场序号
Mult by Diff Limit	若本选项被选中，则将几何的 MTF 乘上衍射极限的 MTF 值，以得到小像差系统的更实际的结果，应永远采用。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

详见几何传递函数部分。

§6 点扩散函数 (PSF)

FFT 点扩散函数

目的：

用快速傅立叶变换方法计算衍射的点扩散函数。

设置：

项目	描述
Sampling	详见 MTF 的描述
Display	显示尺寸表示计算所用数据的哪一部分将在图上表示，显示网格可以为 32×32 到两倍抽样网格尺寸。显示尺寸小，所表示的数据也少，但由于放大，可视性较好。
Rotation	本设置规定了表面图观察时旋转角度，可以为 0，90，180 或 270 度。
Wavelength	用于计算的波长序号
Field	用于计算的视场序号
Type	可选择线性（强度），对数（强度）或相位。
Show As	可选择曲面图，等高线图，灰度图或伪彩色图作为显示方式。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

用快速傅立叶变换（FFT）来计算点扩散函数的速度很快，但必须有几个假设，这些假设并不是永远成立的。速度慢但更通用的办法是惠更斯法，它并不要求这些假定，详见下节。

用 FFT 计算的 PSF（点扩散函数）可以计算由物方某一点光源发出由一个光学系统所成的衍射像的强度分布。强度是在垂直于参考波长入射主光线的成像平面上计算得出的，参考波长在多色光计算中指的是主波长，而在单色光计算中指的是所计算的波长。因为成像平面是与主光线垂直的，所以它不是像平面。因此当入射主光线的角度不为零时，由 FFT 计算 PSF 的结果一般总是过于乐观的（即 PSF 较小），尤其是对倾斜像平面系统，广角系统，含有出瞳像差系统和

离远心条件较大的系统,更是如此。

对于那些主光线与像平面接近于垂直 (小于 20 度) 和出瞳像差可以忽略的系统而言,用 FFT 计算 PSF 是精确的,并且总是比惠更斯方法更快,如果对计算结果有怀疑,可使用两种方法进行计算比较。

用 FFT 计算 PSF 的算法基于下列事实:即衍射的点扩散函数和光学系统的出瞳上的波前的复数振幅的傅立叶变换有关。先计算出瞳上的光线网格的振幅和位相,然后进行快速傅立叶变换,从而可以计算出衍射像的强度。

在出瞳的抽样网格尺寸和衍射像的抽样周期之间存在着一个折衷,如为了减少衍射像的抽样周期,瞳面上的抽样周期必须增加,这可以通过“扩大”入瞳抽样网格使它充满入瞳来达到。这一过程意味着真正处在入瞳中间的点子的减少。

当抽样网格尺寸增加时,ZEMAX 按比例增加瞳面上的网格数,以增加处于瞳面上的点的数量,与此同时,可以得到衍射像的更接近的抽样。每当网格尺寸加倍,瞳面的抽样周期 (瞳面上各点之间的距离) 在每一维上以 2 的平方根的比例增加,像平面上的抽样周期也以 2 的平方根的因子增加 (因为在每维上的点子数增加了 2 倍), 所有比例是近似的,对大的网格是渐近式地正确的。

网格延伸是以 16×16 的网格尺寸为参考基准的。 16×16 个网格点在整个瞳面上分布,处于光瞳内的各点被真正追迹,衍射像平面上

$$\Delta x = lF \frac{n-2}{2n}$$

的各点之间距离由下式给出:

式中 F 是工作 $F/\#$ (与像空间 $F/\#$ 不同), λ 是所定义的最短波长, n 是通过网格的点数,在本例中 n 为 16 (抽样网格尺寸为 16×16), 式中 -2 是由于瞳面和网格不是同心的 (因为 n 是偶数), 有一个 $n/2+1$ 的偏离,分母中的 $2n$ 是由于零位添调整而产生的,详见以后论述。

对一个大于 16×16 的网格,每当抽样密度加倍时,网格在瞳空间

$$\Delta x = lF \frac{n-2}{2n} \left(\frac{16}{n} \right)^{\frac{1}{2}}$$

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

以。的比例增大。像空间抽样的一般公式为：

像方网格的总宽度为：

$$W = \Delta x(2n - 1)$$

因为瞳面网格的扩展会减少瞳面上抽样点的数目，有效的网格尺寸（即实际代表所追光线的网格尺寸）比抽样网格为小。随着抽样增加，有效网格尺寸也增加，但增加速度并没有那样快。下表所列的是近似的有效网格抽样尺寸随各种抽样密度值变化：

点扩散函数计算中有效网格尺寸

抽样网格尺寸	近似的有效网格尺寸
32 × 32	23 × 23
64 × 64	32 × 32
128 × 128	45 × 45
256 × 256	64 × 64
512 × 512	90 × 90
1024 × 1024	128 × 128
2048 × 2048	181 × 181

抽样还是波长的函数，上述讨论只是对计算中最短波长有效，如果用多色光计算，那么对长波必须按比例缩小网格，这里的比例因子是波长之比。对波长范围较宽的系统选择抽样网格时，必须考虑到这一点。对多色光计算而言，短波长的数据比长波长的数据来得精确。

一旦抽样确定以后，ZEMAX 在一个被称为“零位添加”的过程中，将陈列尺寸加倍，这意味着对抽样密度为 32 × 32 的网格，ZEMAX 在中间部分用 64 × 64 的网格。因此衍射点扩散函数将在 64 × 64 的网格中分布。像空间中的抽样总是瞳面抽样的两倍，“零位添加”是为了减少伪运算。

惠更斯点扩散函数

目的：

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

用惠更斯子波直接积分法计算衍射点扩散函数。
设置：

项目	描述
Pupil Sampling	选择光线网格尺寸进行光追计算，高的抽样密度得到的结果精确，但耗费时间较长。
Image Sampling	计算衍射像密度的点的网格的大小，该数字和像的 δ 值一起决定了所显示的面积大小。
Image Delta	像方网格点之间的距离（用微米表示）。
Rotation	本设置规定了表面图观察时旋转角度，可以为 0，90，180 或 270 度。
Wavelength	用于计算的波长序号。
Field	用于计算的视场序号。
Type	可选择线性（强度），对数（强度）
Scale by Strel	如果本设置被选中，则所显示的峰值乘以所计算出来的斯特列尔因子，因而图形可直接与其他 PSF 图相比较，否则，峰值永远归化为一个单位。
Show As	可选择曲面图，等高线图，灰度图或伪彩色图作为显示方式。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

考虑衍射效应的一种方法是将波阵面上的每一个点想象成为具有一定振幅和位相的完整点光源，每一个这样的点都会发出球面的“子波”，有时人们也称它为“惠更斯子波”，这是因为惠更斯首先提出了这一模型。当波阵面在空中传播时，波面的衍射是由各个点发出的球面子波干涉或复数和。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁶⁸

为了计算惠更斯点扩散函数，一个网格的光线将通过光学系统，每一条光线代表一个特殊的振幅和相位的子波，像面上任何一点的衍射强度是所有子波的复数求和再平方。

和 FFT 的 PSF 计算中不一样，ZEMAX 在主光线交点处与像平面相切的想像平面上计算惠更斯的点扩散函数。请注意，这个想像平面垂直于表面的法线而不是主光线，因此，惠更斯的点扩散函数计算中考虑了像平面上的任何倾斜，这些倾斜可以是像平面的倾斜引起的，或主光线的入射角引起的，或者同时由两者引起的。

更进一步，惠更斯的 PSF 计算方法中，考虑到了光束沿像面传播时衍射像的演变形状。如果像平面和入射光束之间是非常倾斜的话，这是一个很重要的效应。

用惠更斯 PSF 计算中心方法的另一个好处的使用者可任意选择网格大小和网格间隙，这样可以对两个不同镜头的 PSF 值之间进行直接比较，即使它们的 F/# 或波长不同。

用惠更斯 PSF 计算的唯一缺点是计算速度与 FFT 方法相比，直接积分法并不是很有效（详见上节），因此它所耗费的时间很长，计算时间大致上与瞳面网格尺寸平方、像面网格尺寸平方、波长的个数成正比。

用 FFT 计算 PSF 横截面

目的：

本功能画出点扩散函数的横截面图形。

设置：

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

项目	描述
Sampling	详见 MTF 的描述。
Row/Col	显示的行或列。对一个 32×32 的抽样系统，有 64 行 64 列（见上节讨论），用行或列取决于类型设置。
Wavelength	用于计算的波长序号。
Field	用于计算的视场序号。
Type	可选择 X 方向或 Y 方向的横切面，用线性或对数表示都可以。X 切面称为行，Y 切面称为列，但这是任意的。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

切面是直接从 PSF 数据中取得的。因为 PSF 是直接由出瞳的位相计算出来的坐标系统的定位并不是在所有场合都是正确的。X 或 Y 轴正方向的指定也许会和像空间坐标（如点列图）中所提供的数据不相符合。

§7 波前

§7.1 波前图

目的：

显示波前像差

设置：

项目	描述
Sampling	详见 MTF 的描述
Rotation	规定图形在观察时的旋转角度，可以是 0，90，180 或 270 度。
Scale	比例因子用来覆盖程序在表面图上已设置的自动垂直比例。比例因子可以大于 1 以便在垂直方向加强效果或者小于 1 以便压缩图形。
Wavelength	用于计算的波长序号。
Refrence To Primary	缺省时，波前误差是以所用波长的参考球面为参照物的，如果选中本选项，那么用主波长的参考球面为参照物。换句话说，选中本选项，将使数据包含横向色差的影响。
Use Exit Pupil Shape	缺省时，瞳形是变形的，用来表达从轴上主光线像点所看到出瞳近似形状。如果本选项没有选中，那么图形将与图形入瞳坐标成比例而不考虑实际出瞳是如何变形的。
Show As	显示时的选择，有表面图、等高线图、灰度图和伪彩色图等。

讨论：

本功能非常接近于下面叙述的干涉图功能。为节约篇幅，本功能的文本部分列出了八列 OPD 值，每行有 8 个 OPD 值，再加上 8 位的整数码 nnnnnnnn，这里的 n 是 0（光线没有通过系统）或 1（光线通过系统到达像平面）。这个代码代表了相应的 OPD 值。

§7.2 干涉图

目的：

产生并显示干涉图。

设置：

项目	描述
Sampling	在光瞳上用于计算 OPD 的抽样的网格尺寸, 抽样值可以是 32×32 , 64×64 等等。虽然高的抽样值可以得到更精确的数据, 但计算时间却会增加。
Fill Factor	在每一个计算 OPD 的抽样网格点, ZEMAX 将用所得的 OPD 估计值去填充邻近的小方块以便加快计算速度。填充因子 (fill factor) 为 1, 将填充 3×3 个小方块, 为 2 将填充 5×5 个小方块等等。
Scale Factor	决定每个波长的 OPD 所对应的条纹数, 适用于模拟两次干涉仪的情况 (即比例因子为 2)。
Show As	显示时的选择, 有伪灰度、等高线图、灰比例图、伪彩色图等。
Wavelength	用于计算的波长序号。
Field	用于计算的视场序号。
X-Tilt	应用比例因子后, 加到 X 方向的倾斜波长数。
Y-Tilt	应用比例因子后, 加到 Y 方向的倾斜波长数。

讨论：

干涉图要求很长的打印时间, 光线密度高的话, 计算时间也很长, 如果填充因子设置得很大, 伪灰度图也许会变得无意义。

§8 均方根

§8.1 作为视场函数的均方根

目的：

画出径向 X 方向和 Y 方向点列图的均方根, 波前误差或斯特列尔比率的均方根, 它们是视场角的函数, 计算时波长可以是单色光或多色光。

设置：

项目	描 述
Ray Density	如果用高斯求积法,那么光线密度决定了要追迹的径向光线的数目。所追迹的光线越多,精度也越高,但是所需的时间也增加了。最大的密度是 18,这对有 36 次方的光瞳像差来说已足够了。如果用方形列阵法,那么光线密度表示了网格的尺寸,在圆形入瞳以外的光线将被省略。详见讨论部分。
Field Density	本设置(视场密度)决定了计算均方根斯特列尔比率数时确定 0 到最大视场角之间的视场点的个数。中间值用插值法求出,最大允许的视场点数为 100。
Maximum Scale	画图时最大的垂直刻度。若为 0,则由程序自动设置。
Method	选择高斯求积法或矩形列阵法。高斯求积法速度快精度高,但只对无渐晕系统起作用,若有渐晕,则用方形列阵法更精确。
Data	可选择项为:波前、弥散斑半径、X 方向弥散尺寸,Y 方向弥散尺寸,或斯特列尔比率。
Refer To	参考基准,可选择主光线或重心光线。对单色光,将所计算特定的波长用作参考基准,对多色光计算,主色光用作参考基准。两种参考基准都要减去波前位移,在重心光线模式中,应减去波前的倾斜,以得到较小的 RMS 值。
Dorientation	方向:可选择+y, -y, +x 或-x 方向,注意只有在所规定视场的所选方向范围内,才计算数据。
Use Dashes	选择彩色(对彩色显示器或绘图仪)或虚线(对单色显示器或绘图仪)来表达。
Wavelength	选择“ All ”则显示各波长和多色光计算的数据,选择任意一个波长则显示单色光的数据,选择“ Poly Only ”则只显示多色光数据。
Show Diff Limit	如果选中,则表示衍射极限响应的一条水平线将画在图中,对弥散斑的径向、X 或 Y 方向的 RMS,衍射极限是 F#乘上波长乘上 1.22 (对多色光来说,波长用主色光),不考虑视场的话,衍射极限只随工作 F# 而变。整个图形中只使用单一值。对斯特列尔比率用 0.8,对波前 RMS 用 0.072 个波长。这些仅仅是为方便而采用的近似值。衍射极限的真正定义应公开以便理解。
Use Polarization	若选中,对每一条所要求的光线进行偏振光追迹,由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节,可找到定义偏振状态和其他信息的细节,只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

本功能对每个波长计算出作为视场角函数的 RMS 误差或斯特列尔数,并能给出波长加权后的多色光计算结果。

可以采用两种计算方法即高斯求积法或光线的方形列阵法。在高

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

斯求积法中，所追迹的光线按径向方法排列，并用一个可选的权因子用中等数量的光线来估算 RMS。这个方法在 G.W.Forbes 的论文 (JOSA ASP1943) 中有详细叙述。虽然这个方法很有效，但对某些因表面孔径而拦截了的光线，它并不准确。用渐晕因子表达的渐晕并不使光线拦截，而表面孔径却会拦截光线。

在波前计算时 ZEMAX 自动地减去了 OPD 的平均值，这导致了归一化的偏离而不足实际的 RMS。然而 ZEMAX 在这里使用术语 RMS 以满足光学工业中的普遍定义。

在带有表面孔径的系统中计算波前 RMS 要求用方形列阵法，为了得到足够的精度，必须计算大量的光线。

8.2 作为波长函数的 RMS

目的：

画出作为波长函数的弥散斑径向，X 方向，Y 方向的 RMS 图或斯特列尔比率。

设置：

项目	描述
Ray Density	如果用高斯求积法，那么光线密度决定了要追迹的径向光线的数目。所追迹的光线越多，精度也越高，但是所需的时间也增加了。最大的密度是 18，这对有 36 次方的光瞳像差来说已足够了。如果用方形列阵法，那么光线密度表示了网格的尺寸，在圆形入瞳以外的光线将被省略。详见讨论部分。
Wave Density	波长密度是用于计算 RMS 或斯特列尔比率数的波长的点数。这些点处于最大波长和最小波长之间，中间点可用插值算出。最大点数允许为 100。
Maximum Scale	图形垂直方向的最大刻度。若为 0，则由程序自动给出。
Method	选择高斯求积法或方形列阵法。高斯求积法速度快精度高，但只对无渐晕系统起作用，若有渐晕，则用方形列阵法更精确。
Data	可选择项为：波前、弥散斑半径、X 方向弥散尺寸，Y 方向弥散尺寸，或斯特列尔比率。
Refer To	参考基准：可选择主光线或重心光线，两者参考点都必须减去波前位，对重心参考模式，还要减去波前倾斜。这将导致一个较小的 RMS 值。
Use Dashes	选择彩色（对彩色显示器或绘图仪）或虚线（对单色显示器或绘图仪）来表达。

Field	选择 “ All ” 则显示所有视场，选择一个视场，则只显示一个视场位置的 RMS。
Show Diff Limit	如果选中，则表示衍射极限响应的一条水平线将画在图中，对弥散斑的径向、X 或 Y 方向的 RMS，衍射极限是 F# 乘上 1.22 乘上波长（对多色光来说，波长用主色光），不考虑视场的话，衍射极限只随工作 F# 而变。整个图形中只使用单一值。对斯特列尔比率用 0.8，对波前 RMS 用 0.072 波长。这些仅仅是为方便而采用的近似值。衍射极限的真正定义应公开以便理解。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在 “ 系统菜单 ” 一章的 “ 偏振状态 ” 一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

本功能计算每一个视场的以波长为函数的 RMS 误差和斯特列尔系数，详见 “ 作为视场函数的均方根 ” 功能。

88.3 作为离焦量函数的均方根

目的：

画出作为离焦量函数的弥散斑的径向，X 方向，Y 方向的均方根值。

设置：

项目	描述
Ray Density	如果用高斯求积法，那么光线密度决定了要追迹的径向光线的数目。所追迹的光线越多，精度也越高，但是所需的时间也增加了。最大的密度是 18，这对有 36 次方的光瞳像差来说已足够了。如果用方形列阵方法，那么光线密度表示了网格的尺寸，在圆形入瞳以外的光线将被省略。详见讨论部分。
Focus Density	焦点密度是在所规定的最大离焦和最小离焦之间，用于计算 RMS 或斯特列尔比率数的焦点的数目。中间值用插值法计算，允许最大点数为 100。
Maximum Scale	图形垂直方向的最大刻度。若为 0，则由程序自动给出。
Method	选择高斯求积法或矩形列阵法。高斯求积法速度快精度高，但只对无渐晕系统起作用，若有渐晕，则用矩形列阵法更精确。
Data	可选择项为：波前误差的 RMS、弥散斑的径向 RMS、X 方向 RMS，Y 方向 RMS，或斯特列尔数。
Use Dashes	选择彩色（对彩色显示器或绘图仪）或虚线（对单色显示器或绘图仪）来表达。
Refer To	参考基准：可选择主光线或重心光线。对单色光计算特定的波长用于作参考基准，对多色光计算，主色光用于作参考基准。两种参考基准都要减去波前活塞，在重心光线模式中，应减去波前的

	倾斜, 以得到较小的 RMS 值。
Wavelength	选择 “ All ” 则显示各波长和多色光计算的数据, 选择任意一个波长则显示单色光的数据, 选择 “ Poly Only ” 则只显示多色光数据。
Min Focus	离焦量的最小值, 用透镜长度计量单位表示。
Max Focus	离焦量的最大值, 用透镜长度计量单位表示。
Show Diff Limit	如果选中, 则表示衍射极限响应的一条水平线将画在图中, 对弥散斑的径向、X 或 Y 方向的 RMS, 衍射极限是 $F\#$ 乘上波长乘上 1.22 (对多色光来说, 波长用主色光), 不考虑视场的话, 衍射极限只随工作 $F\#$ 而变。整个图形中只使用单一值。对斯特列尔比率用 0.8, 对波前 RMS 用 0.072 波长。这些仅仅是为方便而采用的近似值。衍射极限的真正定义应公开以便理解。
Use Polarization	若选中, 对每一条所要求的光线进行偏振光追迹, 由此可得出通过系统的最后的光强。在 “ 系统菜单 ” 一章的 “ 偏振状态 ” 一节, 可找到定义偏振状态和其他信息的细节, 只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

本功能计算每一个视场以离焦量为函数的 RMS 误差和斯特列尔数, 所用的计算方法和前节 “ 作为视场函数的均方根 ” 中所叙述的一样。详见上节。

ZEMAX 只是简单地对像面前的表面厚度加上所规定的离焦量。如果系统中有奇数个反射面, 那么该表面厚度就是负的。因此, 负的离焦量使像平面离开系统最后一个元件更远, 对有偶数个反射面的系统, 负的离焦量使像平面离开最后一个元件更近。

89 包围圆能量

89.1 衍射法

目的：

显示能量分布图。以离主光线或物点的像的重心的距离为函数的包围圆能量占总能量的百分比。

设置：

项目	描述
Sampling	详见 MTF 的描述
Type	规定包围圆能量计算形式，可以是包围圆（径向的）、X 方向、Y 方向或矩形包围圆。
Maximum Distance	本设置将覆盖缺省的刻度，单位为微米，若选择缺省设置，则输入 0。
Use Dashes	选择彩色（对彩色显示器或绘图仪）或虚线（对单色显示器或绘图仪）来表达。
Ref To	选择主光线或重心光线作为参考点。
Wavelength	计算中所用的波长数目。
Field	所要计算的视场个数。
Show Diff Limit	如果选中，衍射极限结果将计算并显示。此时考虑了孔径，并用共轴的视场。
Use Hygens PSF	如果选中，那么使用计算速度较慢但精度较高的惠更斯点扩散函数的方法计算 PSF。当像平面倾斜或主光线离像平面的法线较远时，必须选择本项。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

见 FFT（快速付里叶变换）和惠更斯点扩散函数这一节的讨论。那些说明对本功能也同样适用。

衍射的包围圆能量计算的精度受到光程差（OPD）误差的大小和斜率以及抽样密度的限制。如果抽样密度不够，那么 ZEMAX 将显示“出错信息”表示该数据不够精确。为了提高精度，就得提高抽样密度或减少 OPD 误差。

衍射极限曲线是轴上无像差的包围圆能量分布。当轴上光线不能被追迹时（如在系统专门为离轴视场设计的情况下），在计算衍射极限的 MTF 响应时用第一个视场点代替。

89.2 几何法

目的：

用光线与像平面交点的办法计算包围圆能量。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁷⁷

设置：

项目	描述
Sampling	规定要追踪的光线的六角形环的数目。
Type	规定包围圈能量计算形式，可以是包围圆（径向的）、X 方向、Y 方向或矩形包围圈。
Maximum Distance	本设置将覆盖缺省的刻度，单位为微米，若选择缺省设置，则输入 0。
Use Dashes	选择彩色（对彩色显示器或绘图仪）或虚线（对单色显示器或绘图仪）来表达。
Ref To	选择主光线或重心光线作为参考点。
Wavelength	计算中所用的波长序号。
Field	所要计算的视场序号。
Mult by Diff Limit	如果选中，ZEMAX 通过用理论的衍射极限曲线换算几何数据的办法近似得出衍射的包围圆能量。ZEMAX 所用的衍射极限曲线是根据无遮挡的圆形入瞳计算的。计算有遮挡的入瞳的方法是进行精确的衍射计算，此时就得用衍射的包围圆能量。衍射极限近似仅适用于无遮挡的入瞳系统和中等视场角，这是因为近似处理中忽略了由于视场引起的 F# 改变。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

单纯的 X 和 Y 方向的选择将计算包含正负号的特定距离范围内的部分光线，该距离是以主光线或像的重心为基准计算的。如果刻度大小为 10 微米，那么所包含区域是 20 微米（在另一方向是无限远）。对接近衍射极限的系统，用几何包围圆能量，不能很好地表达它的性能。

89.3 线性/边缘响应

目的：

对线状物体和边缘物体计算几何响应。

设置：

项目	描述
Sampling	规定要追踪的光线的六角形环的数目。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

Maximum Radium	本设置将覆盖缺省的刻度，单位为微米，若选择缺省设置，则输入 0。
Wavelength	计算中所用的波长序号。
Field	所要计算的视场序号。
Type	规定包围圆能量计算形式，可以是包围圆（径向的）、X 方向、Y 方向或矩形包围圈。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

线响应函数（或线扩散函数 LSF）是一条直线物体的像的密度分布的横切面表示。边缘响应函数（ERF）是一个边缘（半无限平面）的像的密度分布的横切面表示。子午方向和弧矢方向的数据按直线或边缘的方向确定。这种计算是几何计算。

§10 照度

§10.1 相对照度

目的：

对均匀照明的物体（朗伯 Lambertian）以径向视场的坐标为函数计算出相对照度。

设置：

项目	描述
Ray Density	沿方形列阵的一边的光线数目，用于出瞳照度的积分计算。若此值设定为 10，则将追踪 10^2 （78）条光线。密度越高，结果越精确，但计算时间越长。
Field	沿着径向视场坐标计算相对照度的点数目。视场

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

Density	密度越大，所得曲线越光滑。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

本功能计算以径向视场坐标 y 为函数的相对照度。相对照度是按照零视场的照度归一化后的像平面上的一个微小区域上的照度。计算时考虑了变迹、渐晕、孔径、像面上和瞳面上的像差、 $F\#$ 的变化、色差、像面形状、入射角，若假定用非偏振光的话，还考虑它的偏振效应。计算时所利用的方法基本上根据“Relative Illumination” M. Rimner, SPIE, Vol.655PP99(1996)。我们将此文所公布的方法推广到变迹法、透过率和偏振效应。本方法假定光源是一个均匀的朗伯体，相对照度由从像点观察得到的出瞳有效面积的数值积分计算而得。求积时，利用像方余弦空间的均匀网格在方向余弦空间上执行。

注意相对照度计算一般不会得出余弦的四次方曲线。这是因为余弦四次方定律曲线的根据是无像差的薄透镜系统，系统中的光阑均匀照明平的像面。对于包括远心光学系统，光瞳或像面有像差的系统或渐晕系统，相对照度可以用立体角的积分或从像方位置观察的出瞳上的有效面积积分求得。

§10.2 渐晕图

目的：

计算以视场角为函数的渐晕系数。

设置：

项目	描述
Ray Density	光线密度规定了被追迹的光线数目，该数目越大，结果越精确，若光线密度为 n ，ZEMAX 在每一个视场点上追迹的网格数

	为 $(2n+1)(2n+1)$ 。
Field Density	视场密度是零视场和所规定的最大视场角之间的点数，中间值用插值法计算。

讨论：

用分数表示的渐晕系数是如同上的入射光线中通过系统所有面的孔径，不被遮挡而落到像面的光线的百分比。并以相对瞳面积归一化（如果有渐晕的话）。由此得出的曲线图表示了分数渐晕是视场位置的函数。如果所用的光线太少，结果会不精确。当系统中有很多孔径和较大的视场时，更是如此。

在计算中只用到主波长，因此它是一种几何计算，Y 方向只使用正的坐标，所以它只适用于旋转对称的镜头和视场。渐晕系数在此用来决定相对瞳面积。在计算中对光线溢出或全反射引起的出错则考虑为渐晕。

§10. 3 XY 方向照度分布

目的：

计算在像面上沿着横截线的由面光源产生的照度。

设置：

项目	描述
Sampling	选定网格尺寸以便将像面上的照度进行累加。抽样决定了在统计光线数据时有多少方格被使用。
Ray ×1000	计算面光源照度时所追迹光线总数。
IMA File	决定面光源形状的 IMA 文件的名称，详见“几何像分析功能”一节。
Src. Size	用视场单位表示的面光源的尺寸。
Rotation	物空间中围绕着面光源中心的法线，面光源的旋转角度。
Show As	选择 X 或 Y 方向扫描。
Smoothing	消除由于抽样光线太少而引起的曲线上的突变点，通常采用邻近单元平均值的方法进行光顺操作。
Wavelength	计算中所使用的波长数。
Field	指出哪一个视场点用来作为面光源的中心参考点。
Surface	扫描计算可以在任何一面进行，但是相对照度计算只在像平面上是精确的。
Det. Size	用透镜单位表示的探测器的总宽度。探测器的大小被在抽样中规定的小方格数相除。
Use Relative Illumination	如果选中，在“相对照度”这一节中所描述的相对照度计算结果被用来对视场中各点加权，以便精确地考虑出瞳辐射和立体角的影响。本设置如果选中，计算更精确，但更花时间。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

X，Y 方向的照度扫描和相对照度功能相类似，只是加上了相对

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

非均匀的面光源相对照度估计。对均匀照明的朗体来说,用相对照度功能更快计算更精确。然而对复杂光源系统,XY 的照度扫描可以通过蒙特卡罗光线追迹及常用的相对照度算法进行估算。

面光源的定义与像面分析功能中所描写的一样。

§10.4 二维面照度

目的:

对二维面计算面光源的相对照度。

设置:

设置选项与 XY 扫描一样,只是二维面照度的输出用等高线或轮廓图或灰度图或伪彩色图形表示。

§11 像分析

§11.1 几何像分析

目的:

几何像分析功能有很多应用。它可以用于模拟面光源,分析实用的鉴别率,显示畸变,表现成像物体的外形提供像面旋转时的直观感觉。计算面形或点物体像耦合到光纤中去的耦合效率,显示光束的“轨迹”,展示任意面上照度的图形,以上仅仅举了几个例子。

本功能严格以几何光线的追迹为基础,对以衍射为基础的分析功能,可见下节“衍射像的分析”。

本功能中像的分析采用专门的 IMA 文件来描述将要成像的物体。IMA 文件在下面的讨论段落中描述。

设置:

项目	描述
Field Size	本数值定义了用视场坐标表示的正方形像的文件的宽度。根据当前对视场的定义 (高度或角度) 视场坐标可以是透镜单位, 也可以是角度 (度)。
Image Size	本数值设置了覆盖在像的图表上的比例条的大小, 它对像的实际尺寸大小无影响, 像的大小用物体的比例及系统的放大率和像差设定。缺省的设置可能与像面的所需要分析的部分不符合。
Parity	偶数 (Even) 设置使物体按照从光轴向负 Z 轴方向观察时的面目出现。若设置为奇数 (Odd) 则将使物体上下颠倒。
Rotation	旋转可以设置成任何角度 (单位: 度)。本算法中, 在光线追迹之前确实将物点旋转, 所以本功能可以用于目标条块在子午方向和弧矢方向之间切换。
#Ray $\times 1000$	本设置大致决定了所追迹的光线数量。所追迹的光线数目约为所设置数量的 1000 倍。之所以光线数量是近似的, 是因为光线在小方格里的分布必须是均匀的。例如, 如果在像文件中有 1500 个小方格, 那么至少有 1500 条光线将被追迹 (即使选择了数目 1), 每一个波长中的光线分布与波长的权重成正比。
Show	可以选择“像方图表”、“表面图形”或“3 维直方图”。像方图表与点列图相类似, 显示百分效率 (见关于本计算的描述的讨论)。“表面图形”和“3 维直方图”显示了三维的落在探测器中间的光线的强度分布图。
Source	光源可以是均匀或朗伯体。均匀光源的所有光线的权因子都相等。朗伯体光线权因子则按照光线与物面轴线之间夹角的余弦设置。
Wavelength	用于计算的波长序号
Field	像文件可以以任意定义的视场位置为中心, 这使像条状小块一类的小目标可以移动到视场的任何地方, 最后的像就以该视场的主光线坐标为中心。
Image File Name	以 IMA 为后缀的文件的名称, 该文件必须位于子目录\ImaFile 中, 见讨论部分关于 IMA 文件格式的详细说明。
Surface	评价光线的面的序号, 缺省时为像面, 其他的面也可以选取, 例如为在某一光学表面上研究光的痕迹时。
Numerical AP	以数值孔径 (定义为 $n\sin U$) 到达像面的光线, 大于给定值的光线将忽略。缺省值为 0, 这意味着所有光线都可被通过。
X-Pixeles	探测器上 X 方向的像素数目。本数值只在表面图和三维直方图输出时才有用。
Y-Pixeles	探测器上 Y 方向的像素数目。本数值只在表面图和三维直方图输出时才有用。
Y-Pixel Size	X 方向上的以透镜长度计量单位表示的每一像素的大小。
X-Pixel Size	Y 方向上的以透镜长度计量单位表示的每一像素的大小。
Use Symbols	若选中, 将用不同的标记 (而不是用虚线) 来表示每一个波长计算结果, 这将帮助区分各种波长。
Fast Draw	若选中, 对三维直方图和表面图输出的选项而言, 以金属网格方式输出而不是以隐蔽线输出。这种计算较快, 所画的图较清晰, 对“像方图表”, 本选项无作用。
Edit IMA File	按下本按钮将触发“Windows Notepad”编辑器, 这将允许校对当前所用的 IMA 文件。
Use Polarization	若选中, 对每一条所要求的光线进行偏振光追迹, 由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节, 可找到定义偏振状态和其他信息的细节, 只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

ZEMAX 支持两种不同的 IMA 文件格式，一种是 ASCII 码，一种是二进制码，不管哪一种格式，该文件的名称必须以 IMA 作为扩展名。ZEMAX 能自动地区别这两种文件类型。

ASCII 码成像文件是一种文本文件。它的扩展名是 IMA，位于文件顶部，是一个表示文件大小的数字（用像素表示），期于的行列包含着像素的数据。每一个字符代表一个像素，所有 IMA 文件是方块状排列着的，内含 $n \times n$ 个像素。例如一个 7×7 代表字母“F”的 IMA 文件，可写成以下形式：

```
7
0 1 1 1 1 1 0
0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 0
0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0
```

请注意文件开始处有单个数字“7”，然后键入一个回车键，然后是七行七列的数据，每行结尾键入一个回车键，每一列之间不能用空格键或任何其他字符分隔。像文件必须是正方形的，ZEMAX 为储存成像文件分配足够的内存。如果内存不够，它会报告出错。

每一个像素的光强度可以是 0 到 9 之间的任何数字，每个像素的光线条数和该数字的大小成正比，若数字为 0，该像素不发射任何光线。

二进制的 IMA 文件比 ASCII 码格式的文件复杂，并且不能用文本编辑器编辑。然而二进制文件功能特别强。在二进制 IMA 文件中每一个像素用不带符号的字节表示，这意味着它有 256 个灰度等级来表示强度。并且每一种波长可以用分隔的像素图来表示，因此它是可以模拟像面光源那样的实际照片。

二进制的 IMA 文件格式要求在开头部分有三个 16 字节的二进制数。第一个 16 位数代表一个等于零的带符号的整数。第二个带符号的 16 位二进制数是像素图的宽度（以像素来表示），它可以是 1 到

4000 之间的任意数。第三个带符号的 16 位二进制数是像素图的数目, 它代表文件中所描述的颜色 (或波长) 的个数。

例如, 三种颜色的 50×50 的像的二进制像素图, 在文件头上将有 6 个字节 (0, 50, 3), 接着, 是代表第一种颜色的 2500 个字节, 代表第二种颜色的 2500 个字节, 再是代表第三种颜色的 2500 个字节。这样总共字节数是 7500 个。每一种颜色按照每行的列排列 (按列排比按行排更快)。

每一个像素种的光线是从像素单元中的坐标之间随机选择的。每一个光线的入瞳坐标也是随机选择的。对指定的像素和近轴图形, 入瞳光线分布是均匀的 (如果采用光线定位的话, 入瞳会产生某些变形)。在 ASCII 码的 IMA 文件中, 每一像素所产生的光线总数等于该像素的光强乘以波长数乘以光线密度。每一条光线所用的波长是随机的, 并且和波长数据屏幕中提供的波长权因子成正比。在二进制的 IMA 文件中从每一像素产生的光线数和光线密度乘以相对于 256 的分数密度成正比。

视场大小决定了光学系统可以看到的成像文件的物理大小。例如, 视场大小为 2mm (在这里已假定视场大小是用物方或像方的高度来表示), 使用 30×30 个像素的像文件, 那么每一个像素所代表的区域是 67×67 微米。如果同样的像文件后来又用在全视场为 40 度的系统, 那么视场大小就是 40 度, 每一个像素就代表 1.33 度。如果用量度单位来区别各个物体形式, 同一个像文件可以应用于不同的场合, 如图象文件 “letterf.ima” 包含了 7×7 个像素网格, 代表了大写字母 F, 像的大小可以是 1mm, 然后是 0.1mm。再是 0.01mm, 可以得出该光学系统能分辨出多小的字母, 而用不着修改 IMA 文件。

请注意如果视场是由像高定义的, 那么视场尺寸决定了像空间的物的大小, 而不是物空间的物的大小。视场尺寸总是用视场的同一单位度量。同样对像高而言, 视场大小决定了像高。物的大小由视场大小除以镜头的放大率得出。

视场位置的选择使得像质分析有很大的灵活性。例如字母 F 的像文件, 可以在视场的若干位置进行测试以便判断分辨率是否是受到视场像差的影响。物的大小用字母的高度来设定, 但是以所选定的视场点的主光线的交点为中心的。

在缺省情况下,光源是一个光线的均匀辐射体,在这里均匀是指在“入瞳”面上均匀,所有发出的光线都均匀地落在入瞳之内,它们的权因子都相等。因为光线波长是按照波长权重的比例关系随机地选择的,所以不需要一个明确的波长加权因子。均匀设置通常对物距很大的小视场系统比较合适,光源也可以设定为朗伯体,这种光源的所有光线的权因子是它们的余弦因子。

在缺省设置时,所有无渐晕的光线被显示出来,在确定探测器的选项时,允许设置数值孔径,这样可以把大于所规定的数值孔径的光线排除在外。作为例子,本功能可以用于估计光纤光线耦合效率。探测器上像素的尺寸和数量也可以设置。这些值只能用于“面形图”和“三维直方图”选项。本功能只是简单地统计落到每一个像素的光线数目,把结果用三维强度图形方式来表示最后的像。为了计算和显示面形图和三维直方图,需要庞大的内存和计算时间。

$$E\% = \frac{\sum W_i}{\sum W_j}$$

百分效率是由下式定义的:

式中 i 的求和是对所有未产生渐晕的光线进行的,而 j 的求和是对所有已发射的光线进行的。如果在计算中选择了“Use Polarization”这一设置的话,那么所计算的效率中就考虑到了光学系统中反射和透过的损失。它还考虑到了渐晕,光源分布,波长的权重和探测器的数值孔径。为了限制像接收直径(例如在光纤中),可在紧靠具有最大径向孔径的像面的前面放置一个园形孔径。

本功能另一个普通的用处是选择一个网格状的物体(例如 GRID.IMA 抽样文件),然后利用最后得到的像来评价畸变。本功能对把物高作为所选择的视场类型的系统特别有效,这是因为畸变是指整个物平面上的固定放大率的偏离,然而对用角度来定义视场的系统而言,像分析功能会产生虽然是正确的但容易引起误解的结果,这是因为在作像分析时,将把扩展的光源像文件分成等角度的小面积,而不是等高度。例如,用 10 个像素宽的像文件来表达 10mm 的视场宽度时,每平方毫米有一个像素,同一个像文件用于视场为 10 度的系

统时,每个平方角度有一个像素。在这两种情况下,物的形状是完全不相同的,在这种场合应使用更广义的网格畸变图。

清查阅“ZEMAX 支持文件”这一章中抽样像文件的清单及所建议的应用场合。

当观察面形图和三维直方图时,按下左、右、上、下、Page Up 或 Page Down 键时可转动所显示的像,以得到不同的透视。

在像分析窗口中选择“Text”选项将产生并显示一个 ASCII 文件,文件中列出了光线数据。如果将“Show”这一选项设置成“Image Diagram”,文件将有 9 列,第一列为光线序号,第二列和第三列分别为 X 和 Y 方向的视场坐标(用度或物高表示),第四、五列为归一化的瞳坐标 Px 和 Py,第六列为波长序号,第七列为光线的权重,它与光源的特性有关,第八、九列为以参考光线为基准的用透镜单位表示的像坐标,如果“Show”这一选项选择为“表面图”或“三维直方图”,那么“Text”将列出每一像素中加权的光线数。使用“Esc”键可以中断像分析时的长时期的计算。

§11.2 衍射像分析

目的:

衍射像分析功能与几何像分析功能类似,只是它利用了复杂的光学传函计算(OTF)来计算像的外形。本方法考虑了光束通过时的频谱限制和其他与衍射有关的实际光学系统对像构成的影响。

像分析功能使用专门的 IMA 文件来描述要成像的物的形状。IMA 文件在“几何像分析功能”的讨论中已有详细描述。对两种像分析功能来说,IMA 的格式是相同的。

设置：

项目	描述
Image Size	用透镜单位表示的由 IMA 文件定义的像的宽度。注意 IMA 文件总是正方形的。
Oversampling	选择一个使 IMA 文件中像素抽样密度增加的因子，从而可以在不定义新 IMA 文件的情况下增加 IMA 文件中的有效分辨率。
Zero Padding	通过在 IMA 文件的像素周围增加零强度值的像素的方法，确定其实际尺寸以计算衍射像，它可以使所显示的衍射像的尺寸增加而不改变无像差像的大小，这可使完善成像位置周围的衍射能量分布得到很好的研究。
OTF Sampling	瞳面上抽样网格的大小。大的网格值可以行出较精确的系统的 OTF 值。本设置对衍射像的大小无影响，只对决定频率响应的精度有影响。
Show As	可选择面形图，轮廓图，灰度图和伪彩色图。
Data Type	可选择非相干成像，相干成像，自然成像，非相干革命传函，相干传函或自然成像的传递。详见关于相干传递函数的信息和它的计算方面的限制。
Diffraction Limited	如果选择，忽略像差，只考虑孔径。
Wavelength	用于计算的波长序号。
Field	用于计算光学传递函数的视场位置的序号。
Image	IMA 文件的名称，该文件必须处于 ImaFile 子目录下，见关于 IMA 文件格式的详细描述。
Use Polarization	若选中，对每一条所要求的光线进行偏振光追迹，由此可得出通过系统的最后的光强。在“系统菜单”一章的“偏振状态”一节，可找到定义偏振状态和其他信息的细节，只有 ZEMAX-EE 才有本功能。

讨论：

本功能可以计算扩展光源的复杂衍射成像特征。在计算中所包含

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

的方法是建立在傅里叶光学基础上的。在 Mc Graw-Hill, 1968 年出版的由 Joseph Goodman 著的《傅里叶光学导论》中, 对有关内容作了清楚而深入的描述。关于相干光和非相干光成像及其它傅里叶光学理论可参考该书。在利用本功能得出重要结论之前使用者必须对计算方法中若干重要的前提有很好的理解。

IMA 文件定义了一个任意数量的分布在正方形网格中的像素的相对光强度。例如, 对字母 F 而言, 可以用 7×7 的网格描述如下:

```
0111110
0100000
0100000
0111100
0100000
0100000
0100000
```

像的大小参数决定了在光学系统的像空间中的每一个像素有多大。请注意这与几何像分析功能有区别, 在几何像分析中, IMA 文件定义的是“视场”空间的大小和形状, 无论用像空间或物空间都可以。而对衍射像分析而言, IMA 文件定义的是像空间的理想像的形状。如果像的大小是 0.1mm, 那么对这一 7×7 的像素的像而言, 每一像素的宽度为 14.286 微米。

尽管对定义简单像的形状而言, IMA 文件是方便的, 但由手工产生的文件对观察衍射像的很详细的细节而言, 分辨率还是太低。重复抽样因子的选项通过增加分辨率的办法弥补了这一缺陷, 像素的数目增加, 每一像素的数据按得到同一形状高分辨率的要求被复制。如设定重复抽样因子为“2X”, 字母“F”的 IMA 文件变成 14×14 的网格, 成为:

```
00111111111100
00111111111100
00110000000000
00110000000000
00110000000000
00110000000000
```

00111111110000

00111111110000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

00110000000000

请注意,它的形状是相同的,但是每一方向上的抽样增加了二倍,像的宽度不受影响,像素的宽度为原先的一半,但数目在各方向上都增加了一倍。

由于衍射的影响会使理想像变得模糊和扩展,因此,常需要将所展示的区域的尺寸扩大,以超过 IMA 文件规定的范围。这可以通过选择零位补充的办法达到。这一选项可以通过在 IMA 文件的像素周围添加零强度的像素,使 IMA 文件的大小增加。当零位补充因子为 2 × 时,字母 F 的文件将如下所示:

00000000000000

00000000000000

00000000000000

00000000000000

00000111110000

00000100000000

00000100000000

00000111110000

00000100000000

00000100000000

00000100000000

00000000000000

00000000000000

00000000000000

像的大小和形状是相同的,但是定义了所添加的区域以便使某些能量可以得到表达。请注意由于零位补充因子,新的像的宽度增加了,

但像中有关字母“F”的宽度保持不变。当使用二进制的 IMA 文件时，零位补充功能不起作用。

零位添加和重复抽样可以同时使用，然而这会使列阵的尺寸很快变大，对重复抽样因子为 $8 \times$ ，零位添加因子为 $4 \times$ ，原始像素尺寸为 12×12 的例子，最后得到的列阵变为 384×384 ，再加上 ZEMAX 内部的零位添加，得出 512×512 的传递目标。

一旦输入的像给定以后，该像就变换到频率空间中，乘以 OTF 值然后再变换回去到位置空间中去。该像由复数的 OTF 进行滤波，以得出衍射像。

在傅里叶方法中所包含的一个基本的假定为 OTF 在像的大小范围内并不改变。这意味着由像大小所决定的视场尺寸是很小的。因此对像上的所有点 OTF 值是相同的。使用者必须注意确保像的尺寸是很小的（与视场像差改变的速率相比较）。ZEMAX 对所选定视场点进行 OTF 计算并假定该 OTF 值对像所涉及的整个区域是有效的。

因为仅仅当 OTF 在整个视场的变化才会导致畸变，根据上述基本假定，在预测像中畸变是不能发现的。为了了解畸变和其他“大视场”的像差的影响，请使用几何像分析功能。

请注意衍射像分析功能对小的视场计算像的详细数据是很有效的。而几何像的分析功能则对计算大尺寸的像的成像数据是很有效的。

计算中所使用的另一个重要的假定体现在计算相干光学传递函

$$H(f_x, f_y) = P(ld_i f_x, ld_i f_y) \cdot e^{ikw(ld_i f_x, ld_i f_y)}$$

数中所使用的方法中。相干光学传递函数简单地假定为复变瞳函数：

式中， H 是复数形式的 OTF， d_i 是光瞳到像面的距离， f_x 和 f_y 是空间频率， P 是瞳函数（它决定了整个瞳面上的相对透过率，光瞳之外瞳函数为 0）， W 是波像差。这一公式是近似的，它只对光阑位于像的傅里叶变换面上这一特殊场合是精确的。对于物方远心光路系统而言，该条件一般是满足的，在其他场合，这对相干传递函数而言，仅仅是个近似。详细情况可参考 Goodman 的著作。

§12 其他

§12.1 场曲和畸变

目的：

显示场曲和畸变曲线

设置：

项目	描述
Max Curvature	用透镜长度单位表示的场曲曲线图的最大场曲值，输入零代表自动设置。
Max Distortion	用百分比表示的畸变曲线的最大值，输入零代表自动设置。
Wavelength	用于计算的波长数目。
Use Dashes	画图时选择颜色(对彩色屏幕和绘图仪而言) 或虚线(对单色屏幕和绘图仪而言)
Ignore Vignetting Factors	见讨论部分
Distortion	可选择标准，F-? 或刻度值，详见讨论部分
Do X-Scan	若选中，则计算沿着 X 视场的正方向计算，否则，沿着 Y 视场正方向计算。

讨论：

场曲曲线显示作为视场坐标函数的当前的焦平面或像平面到近轴焦面的距离，子午场曲数据是沿着 Z 轴测量的从当前所确定的聚焦面到近轴焦面的距离，并且是在子午 (YZ 面) 上测量的。弧矢场曲数据测量的是在与子午面垂直的平面上测量的距离，示意图中的基线是在光轴上，曲线顶部代表最大视场 (角度或高度)，在纵轴上不设置单位，这是因为曲线总是用最大的径向视场来归一化的。

子午光线和弧矢光线的场曲是以用该光线的确定的像平面到近

轴焦点之间的距离定义的。在非旋转对称系统,实际光线和主光线从不相交,因此所得出的数据是在最接近处理的点上得出的。

在缺省时视场扫描是沿 Y 轴的正方向进行的,如果选择“Do X_Scan”,那么最大视场是沿着 X 的正方向,在这种情况下,子午场曲代表 XZ 平面,弧矢场曲代表 YZ 平面。

初学者常问为什么零视场的场曲图并不总是从零开始的呢?这是因为图中所显示的距离是从当前定义的像平面到近轴焦面的距离,而当前定义的像平面并不需要与近轴像平面重合。如果存在着任何离焦量,那么这两个平面之间是有位移的,由此可以解释场曲的数据为什么会是那样。

“标准”的畸变大小定义为实际主光线高度减去近轴主光线高度值,然后被近轴主光线相除,再乘以 100。无论像平面如何定义(该数据不再以近轴像平面为参照系),近轴像高是用一条视场高度很小的实际光线求得的,然后按要求将结果按比例缩放。这一规则允许即使对不能用近轴光线很好描述的系统也能计算合理的畸变。

“F-?”畸变并不用近轴主光线高度,而是用由焦距乘以物方主光线的夹角决定的高度。这种称为“F-?”高度的系统只有物在无穷远时才有意义,此时视场高度用角度来代替。一般来讲“F-?”只适用于扫描系统,这些系统像高与扫描角需要成线性关系。

“刻度标定”畸变与“F-?”畸变类似,只是使用的是“最适焦距”,而不是系统焦距,标定畸变用像高和视场角之间的非线性程度来衡量,不限制由 F-? 条件定义的线性。选择一个最适合该数据的焦距而不是系统焦距进行计算,尽管一般来说,最适焦距与系统焦距是非常接近的。在本功能中,标定焦距在列出本功能的文本(“Text”)中给出。

对于非旋转对称系统和只有弯曲的像平面的系统,畸变很难确定,并且所得到的数据也可能是无意义的。对非旋转对称的系统而言,没有一个单一的数字可以在单一的视场点适当地描述畸变,作为替代可用“网格图”表示。

严格地说场曲和畸变图只对旋转对称并且具有平的像面的系统有效。然而 ZEMAX 采用了场曲和畸变的推广概念去描述某些(并非全部)非旋转对称系统的合理结果,在理解非旋转对称系统的相应图

示时，必须注意。

在画场曲和畸变时，缺省情况下不考虑渐晕。渐晕系数可以改变主光线在光阑面上的位置，以致使主光线不再通过光阑中心。

§12.2 网格畸变

目的：

显示主光线交点的网格以表示畸变。

设置：

项目	描述
Display	可选择“ Cross ”用交叉线表达交点，或“ Vector ”画出从理想像点到实际主光线像点的矢量。
Grid Size	网格大小
Wavelength	用于计算的波长序号
Field	参考视场位置（见讨论部分）。
Scale	若比例选定不为 1，那么畸变网格上的“ X ”点将以所选定的比例因子扩大。
Aspect	若采用 1，那么将选择正方形的视场，若系统是非对称的，那么输出的像可能不是正方形，但像方视场是正方形。若长宽比大于 1，那么“ Y ”方向的视场将以所给定的因子被压缩。若长宽比小于 1，那么“ X ”方向的视场将以所给定因子的倒数被压缩，最后得到的长宽比为 X 视场的尺寸被 Y 视场的尺寸所除，长宽比仅仅影响输入视场。像平面上的长宽比由光学系统的成像特征所决定。
Symmetric Magnification	若采用，X 方向的放大率必须等于 Y 方向的放大率。这引起畸变以预定的对称网格而不是变形网格为参考点。

讨论：

本功能显示或计算主光线网格的坐标，在一个无畸变的系统中，

$$\begin{bmatrix} x_p \\ y_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \end{bmatrix}$$

像平面的主光线坐标值和视场坐标之间遵守线性关系：

式中 x_p 和 y_p 是以参考像点为基准的像方坐标， f_x 和 f_y 是以参考物点为基准的物方线性坐标，对于以“角度”来定义视场的光学系统， f_x 和 f_y 为视场角的正切（视场坐标必须是线性的，因此用角度的正切而不是角度本身）。为了计算 ABCD 矩阵，ZEMAX 在以参考视场点为中心的很小区域中追迹光线。通常，这是视场中心，ZEMAX 允许选择任何一个视场位置用作参考点。

ZEMAX 将物空间视场网格的角落设置成为最大径向视场距离。由于物高与视场角的正切而不是角度本身成正比，当用角度来定义视

$$\theta_{max} = \arcsin \left[\frac{S}{1S} \tan \theta' \right]$$

场时，全视场宽度为：

式中， θ_r 是视场角落的最大径向视场角。

在计算 ABCD 矩阵的分量时，采用像空间的很小视场的光线坐标，使用 ABCD 矩阵允许坐标旋转。如果像平面旋转使得物方 Y 坐标的物体成像为像方的 X 和 Y 坐标，那么 ABCD 矩阵将自动地考虑旋转，网格畸变图会显示线性网格，然后对具有相同线性视场坐标的网格上各点的实际主光线的交点作上记号“×”。

在文本中列出了预测的像的坐标，实际的像的坐标和由下式定义的百分畸变：

$$P = 100\% \times \frac{R_{real} - R_{predicted}}{R_{predicted}}$$

式中 R 是像平面上的相对于参考视场位置的像定焦点的径向坐标，本定义并非对所有场合均适用，使用所得结果时必须小心。

§12.3 光线痕迹图

目的：

显示任何面上叠加的光束的痕迹，通常用于显示畸变效果和表面孔径。

设置：

项目	描述
Ray Density	决定通过入瞳一半的光线数量，设置为 10 将追踪 21×21 的网格的光线。
Surface	要显示光束痕迹的表面。
Wavelength	用于计算的波长序号
Field	用于计算的视场序号
Delete Vignetted	若采用，被以后的面拦去的光线将不再显示。被以前的面拦去的光线则从来不显示。

讨论：

本设置将画出所研究面的形状，然后在该面上复盖光线网格。如果该面不设置孔径，那么带有清晰的半直径值的径向孔径的园形将显示出来。否则，孔径将显示出来。面孔径在显示时是以外形框架定中心的，即使在实际面上孔径是偏心的。如果说在该面上有遮拦，那么遮拦将沿着由半直径决定的园孔径画出。

光线网格将由光线密度参数规定，光线可以采用任何或所有视场，任何或所有波长。若选定了“Delete Vignetted”选项，那么被该面及该面以后的面拦去的光线将不被显示出来。否则，它们将显示。

§12. 4 万用图表

这一功能仅用在 ZEMAX 中的 XE 和 EE 版本。

目的：

用图表或文本形式列出优化的操作数与某些参量间的函数关系。

设置：

项目	描述
独立变量的设置	
	选择表面或系统参数作为独立变量。
	选择参数作为独立变量，变量选择包括半径、曲率、厚度、圆锥系数、参数和附加参数（如果选择表面参数的话）对系统参数而言，变量选择包括系统孔径、视场的波长数据、变迹因子、温度和压力等。
	如果所选参数与面有关，则应输入独立变量的面序号。
Start/Stop Value	变量变化范围的起初点和终结点的值。
# of Steps	计算相关变量的函数值时，独立变量取值的个数（包括起始点和终结点的值）。
相关变量的设置	
Operand	优化时的操作数用来作为相关变量，整个系统的评价函数也被包括在内并列在第一行。
Int1/Int2	所选操作数 Int1 和 Int2 的值，对话框中将显示 Int1 和 Int2 的简称，以帮助确定需要提供的数据。若编辑控制框变成了灰色，那所选的操作数不需要用此值。
H _x / H _y / P _x / P _y	所选操作数的 H _x , H _y , P _x , P _y 的值。对话框中将显示这些值的简称以帮助确定需要提供的数据。若编辑控制框变成了灰色，那么所选的操作数不需要使用此值。
Min/Max Plot Value	所需要图示的函数的最大值和最小值。若两者均设为零，那么就选择缺省的比例值，若两者中有一个设定为非零，那么曲线将从最小值画到最大值，若函数值超出此范围，那曲线也会超出图形边界。
Plot Title	可输入任何文本文字以作为图形或文本的标题。

讨论：

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

本功能可以将任何一个优化用的操作数表示成为任何系统或面参数的函数，这种函数关系可以用曲线或文本列表的方式表达出来，共有 300 个优化操作数和 200 个面参数，27 个系统参数，这样在原则上，本功能可以产生 60000 种不同的曲线。

例如，假定弧矢 MTF，空间频率为 30 线对/mm，需要表达成为透镜组偏心的函数（这在公差分析诊断中是很有用的）。由于操作数 MTFS 计算弧矢传递函数，所以万用图表将得出这种函数图形或数据列表。请参阅“优化”这一章中所能得到的优化操作数列表。一个透镜组的偏心是有关的坐标断点面上的参数 1 和参数 2 定义的。面参数 1 和参数 2 两者均列在相应的面的参数中。

由于本功能所能产生的各种图形在数目是非常巨大的，因此，没有一种巧妙的缺省设置能适用于独立变量或函数，这些值必须在对话框中仔细地设置。如果优化操作数不能计算，就会显示出一个出错信息，图形就不会产生。

因为很多优化操作数采用 H_x 和 H_y 值来定义所计算的视场点，这些操作数必须要求视场数设定为 1，然后设定 $H_x=0$ ， $H_y=1$ 。最后选定 y 视场 1 作为独立变量就可以得出操作数与视场之间的函数关系。对操作数与波长之间的函数关系也可用类似手段得到。

若计算时间太长的话，用 Escape 键可以结束本功能的分析。

§12.5 纵向像差

目的：

显示每个波长的以入瞳高度为函数的纵向像差。

设置：

项目	描述
Scale	用透镜单位表示的最大刻度，输入“零”为自动设置。
Wavelength	用于计算的波长数目。
Use Dashes	选择颜色（对彩色显示屏和打印机）或虚线（黑白显示屏或打印机）来显示图形。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

讨论：

本设置计算从像平面到一条区域边缘光线聚焦点的距离。本计算只对轴上点进行，并且仅当区域子午边缘光线是光瞳高度函数时适用。图形的基点在光轴上，它代表像平面到光线与光轴交点的距离。

因为纵向像差用像平面到光线与光轴的交点距离来表示，所以对非旋转对称系统而言，本功能也许会产生一个无意义的结果。在非旋转对称系统中解释本图时，必须特别引起注意。

§12. 6 横向色差

目的：

显示作为视场高度函数的横向色差。

设置：

项目	描述
Scale	定义图中的最大刻度（用透镜单位表示），输入 0 代表自动设置。
Use Real Rays	可采用实际或近轴光线，缺省设置为近轴光线。若要采用实际光线则选中本设置。

讨论：

本设置计算横向色差。它是像平面上最短波长的主光线交点到最长波长的主光线交点之间的距离。图形的基点在光轴上，图形的顶点代表最大的视场半径，只使用正的视场角或 Y 方向的高度。垂直刻度经常用最大视场角或高度归一化，子午刻度用透镜单位表示，实际光线和近轴光线都可采用。对非旋转对称的系统而言，本功能会得出一个无意义的结果。因此，在这种系统中解释本图形时，必须引起特别注意。

§12. 7 Y-Y bar 图

目的：

Y-Y_{bar}图显示。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁰⁰

设置：

项目	描述
Start Surface	用于图示的第一个面。
Step Surface	用于图示的最后一个面。
Wavelength	用于计算的波长数
Max Scale	设置最大的用于图示的刻度 图形总是在一个矩形中显示 缺省值是最大光线的横向坐标，输入 0 可以自动设置。

讨论：

对镜头中每一面的近轴斜光线来说， $Y-Y_{bar}$ 图表示边缘光线高度与主光线高度之间的函数关系。

§12.8 焦点色位移

目的：

显示焦点的色位移图。

设置：

项目	描述
Maximum Shift	用透镜单位表示的水平轴线的最大范围，垂直轴线刻度用所定义的波长范围来设定。
Pupil Zone	用于计算后焦点的光瞳上的径向区域。缺省设置为 0，它代表利用近轴光线，设置成 0 到 1 之间的值代表采用入瞳面上相应高度的实际边缘光线来计算后焦点，1 代表光瞳边缘，即全孔径。

讨论：

本图代表与主波长有关的后焦距的色位移。在每一个图示的波

长,为使该种颜色的边缘光线到达近轴焦点所需要的像平面的位移被计算出来。对非旋转对称的系统本图示也许会失去意义。

最大偏离的设置将复盖缺省的设置。整个图形总是以主波长的近轴焦点为参考基准。所列的衍射极限的焦深由公式 $4\lambda F^2$ 求出,这里的 F 是工作 $F/\#$, λ 是主波长值。

§12. 9 色散图

目的:

对玻璃目录中任何一种材料画出作为波长函数的折射率图。

设置:

项目	描述
Min Wavelength	决定色散图中的 X 轴线的左边坐标。
Max Wavelength	决定色散图中的 X 轴线的右边坐标。
Minimum Index	决定色散图中 Y 轴线的底部坐标, 输入 0 代表自动设置。
Maximum Index	决定色散图中 Y 轴线的顶部坐标, 输入 0 代表自动设置。
Glass	所用材料的名称。
Use Temp , Pres.	如果选中, 那么由于温度压力所产生的折射率的变化将被考虑。

讨论:

本功能在检查色散常数或其他色散公式数据在输入时是否正确是很有用的。

§12. 10 波长和内透过率的关系

目的:

对玻璃库中任何一种材料画出波长和内透过率的函数关系。

设置:

项目	描述
Min Wavelength	决定图中的 X 轴线的左边坐标。
Max Wavelength	决定图中的 X 轴线的右边坐标。
Minimum Transmission	决定图中 Y 轴线的底部坐标。
Maximum Transmission	决定图中 Y 轴线的顶部坐标 ,输入 0 代表自动设置。
Glass	所用材料的名称。
Thickness	用毫米表示的玻璃厚度。

讨论：

本功能对检查特定玻璃的内透过率是很有用的 ,详见“ 偏振分析 ”一章。

§12. 11 玻璃图

目的：

在玻璃图上按照折射率和阿贝数画出玻璃名称。折射率和阿贝数是直接从玻璃库的入口中得到的 ,而并不是根据波长数据或色散系数计算出来的。在下表所决定的边界范围内 ,对当前所装载的玻璃库进行搜寻 ,以找到所需要的玻璃。

设置：

项目	描述
Min Abbe	决定图中的 X 轴线的左边坐标。
Max Abbe	决定图中的 X 轴线的右边坐标。
Minimum Index	决定图中 Y 轴线的底部坐标 ,输入 0 代表自动设置。
Maximum Index	决定图中 Y 轴线的顶部坐标 ,输入 0 代表自动设置。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

讨论：

本功能对具有特定折射率和色散特性的玻璃定位是很有用的。通常，玻璃图的阿贝数从左到右是逐渐下降的，这可以解释为什么最大和最小的阿贝数看上去是相反的。

§12. 12 系统总结图

目的：

在图形框内显示和系统数据报表的文本类似的系统总结图。

设置：

无

讨论：

本图表主要是用来在一页打印纸张内显示 4-6 幅系统总结图形，详见“报告菜单”一章。

§13 计算

§13.1 光线追迹

目的：

单一光线的近轴或实际追迹。

设置：

项目	描述
H_x	归一化后的 X 方向视场坐标。该值必须在 -1 至 1 之间。
H_y	归一化后的 Y 方向视场坐标。该值必须在 -1 至 1 之间。
Field	选择特定的视场或任意视场，如果选定了特定视场则 H_x 和 H_y 的控制数不起作用。
Wavelength	进行光线追迹的波长序号。
P_x	归一化后的 X 方向的光瞳坐标，该值必须在 -1 至 1 之间。
P_y	归一化后的 Y 方向的光瞳坐标，该值必须在 -1 至 1 之间。
Global Coordinates	若选中，所有光追数据以全局坐标而不是局部坐标的形式给出，除了正切角以外。
Type	选择“Dir Cosine”用以显示光线在各面的方向余弦，“Tagent Ang”显示光线与各面的所成的夹角的正切，“ Y_m 、 U_m 、 Y_c 、 U_c ”显示近轴边缘光线和主光线交点或正切值，正切值简化为 X 轴的方向余弦与 Z 轴的方向余弦之比。

讨论：

如果选中 “ Y_m 、 U_m 、 Y_c 、 U_c ”，那么 H_x 、 H_y 、 P_x 、 P_y 及全局坐标设置将被忽略。关于归一化的描述，详见“约定和定义”这一章。

对于其他设置本功能允许使用者确定归一化的物方坐标，归一化的光瞳坐标，波长序号，然后在各个面上考察实际和近轴光线的坐标。

所得到的第一套数据代表实际光线，所出现的数值代表光线与面交点的坐标（在该面的局部坐标系或全局坐标系）方向余弦（或角度的正切）是光线在该面折射后的数据。方向余弦是由光线与特定轴线所成的夹角的余弦（如 X 方向的方向余弦是光线与 X 轴构成的夹角的余弦）。第二套数据库与第一套数据类似，只是对近轴光线计算出来的。角度的正切总是采用局部的 Z 坐标而不考虑全局坐标系统的设置。

§13.2 赛得系数

目的：

显示赛得系数和波前系数。

设置：

项目	描述
Wavelength	用于计算的波长序号

讨论：

ZEMAX 将计算固定的赛得系数，横向的、轴向的某些波前系数。赛得系数逐面排列，然后是整个系统的赛得和数，所列的系数为球差（SPHA，S1），彗差（COMA，S2），像散（ASTI，S3），场曲（FCUR，S4），畸变（DIST，S5），轴向色差（CLA，CL）和横向色差（CTR，CT），它们的单位和系统的透镜单位相同，只是以波长为单位的系数除外。

这些数据只对系统完全由标准面组成的情况有效。任何包含坐标折断，光栅，理想面或其他标准面的系统是不能用计算赛得系数的近

轴光线适当地描述的。

横向像差系数也是逐面列出并列出总和, 所给出的系数是横向球差 (TSPH), 横向弧矢彗差 (TSCO), 横向子午彗差 (TTCO), 横向弧矢场曲 (TSFC), 横向子午场曲 (TTFC), 横向畸变 (TDIS) 和横向轴上色差 (TLAC)。这些横向像差均以系统的透镜单位为计量单位, 这些横向像差系数当出射光线处于接近平行状况下会变得很大, 在光学空间中变得没有意义。

纵向像差系数所计算的内容包括: 纵向球差 (LSPH), 纵向像散 (LAST), 纵向匹兹凡场曲 (LFCP), 纵向弧矢场曲 (LFCS), 纵向子午场曲 (LFCT), 和纵向轴上色差 (LAXC), 纵向像差用透镜单位计量。当出射光线接近于平行时, 纵向像差系数会变得很大, 以至于在光学空间中变得没有意义。

所给出的波前系数包括球差 (W040), 彗差 (W131), 像散 (W222), 匹兹凡场曲 (W220P), 畸变 (W311), 轴向色离焦项 (W020), 轴向色倾斜 (W111), 弧矢场曲 (W220S), 平均场曲 (W220M), 子午场曲 (W220T)。所有这些波前系数以出瞳边缘的波长单位为单位。各种像差系数的关系如下表所示, 符号 n 和 u 代表团各面的物空间的近轴光线的夹角和折射率, 在 n 和 u 的右上角撇号代表该面的像空间的有关量。若要详细研讨各像差系数的推导和意义, 请看 Welford 著的《光学系统的像差》, Smith 著《现代透镜设计》或 O Shea 著的《现代光学设计基础》一书。在末书第一章“导言”中列出了完整的参考书的清单。

像差系数之间的相互关系

名称	赛得系数	波前	描述	横向系数	纵向系数
球差	S_1	$\frac{S_1}{8}$	—	$-\frac{S_1}{2n'u'}$	$\frac{S_1}{2n'u'^2}$
彗差	S_2	$\frac{S_2}{2}$	弧矢彗差	$-\frac{S_2}{2n'u'}$	—
			子午彗差	$-\frac{3S_2}{2n'u'}$	—
像散	S_3	$\frac{S_3}{2}$	子午到弧矢的焦散	—	$\frac{S_3}{n'u'^2}$
场曲	S_4	$\frac{S_4}{4}$	高斯面到匹兹凡面	—	—
			高斯面到弧矢面	$-\frac{(S_3 + S_4)}{2n'u'}$	$\frac{S_3 + S_4}{2n'u'^2}$
			高斯面到子午面	$-\frac{(3S_3 + S_4)}{2n'u'}$	$\frac{3S_3 + S_4}{2n'u'^2}$
畸变	S_5	$\frac{S_5}{2}$	—	$-\frac{S_5}{2n'u'}$	—
轴向色差	C_L	$\frac{C_L}{2}$	—	—	$\frac{C_L}{n'u'^2}$
横向色差	C_T	C_T	—	$\frac{C_T}{n'u'}$	—

版权申明： 本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

在赛得面上的匹兹凡曲率半径是以透镜单位度量的。拉格朗日不变量也是这样。

§14 梯度折射率 (略)

§15 偏振 (略)

§16 镀膜 (略)

第九章 工具菜单

§ 1 优化 (Optimization)

目的：

优化的目的是提高或改进设计使它满足设计要求。

说明：

参见“ Optimization ”一章中关于建立评价函数，设置变量和使用优化功能的详细叙述。

§ 2 全局优化(Global Search)

此功能只在 ZEMAX-EE 或 XE 版本中才能使用

目的：

本功能启动一个全局优化，对于给定的评价函数和变量，利用本功能最有可能得到好设计。

说明：

参见“ Global Optimization ”一章。

§ 3 锤形优化(Hammer Optimization)

此功能只在 ZEMAX-EE 或 XE 版本中才能使用

目的：

在评价函数处于局部最小值时，本功能自动重复一个优化过程，来脱离局部极值区。

说明：

参见“ Global Optimization ”一章。

§ 4 消除所有的变量(Remove All Variable)

目的：

本工具可快速清除设置在当前数据中的所有变量标识。

说明：

通过将当前数据之中的所有量设置为 “ Fixed ” 而消除所有的变量设置。

§ 5 评价函数列表(Merit Function Listing)

目的：

此操作可产生一个可以被保存或打印的评价函数文本列表。

说明：

无。

§ 6 公差(Tolerancing)

目的：

容许的误差。

说明：

参见 “ Tolerancing ” 一章中的完整叙述。

§ 7 公差列表(Tolerance Listing)

目的：

此操作可产生一个可以被保存或打印的公差文本列表。

设置：

无。

§ 8 公差汇总表(Tolerance Summary)

目的：

此操作可产生一个可以被保存或打印的公差文本列表。此表的格式比文本公差列表易读，不需要使用专门的变量记忆符，可以使制造者和其它对 ZEMAX 术语不熟悉的人容易理解。

设置：

无。

§ 9 套样板(Test Plate Fitting)

此功能只在 ZEMAX-EE 或 XE 版本中才能使用

目的

按厂家提供的样板表自动套半径样板。

设置：

项目	说明
File Name	选择不同的样板列表
Method of Fit	根据套样板后对系统质量的影响大小， 选择套样板的顺序

说明：

此功能自动为镜头元件的半径套样板，使它与厂家现有的加工相匹配。当前的评价函数用来作为拟合过程的数字指标。

要给一个半径套样板，先使它在镜头数据编辑器中为变量。可以用任意多的半径同时去套样板。选择套样板工具，选择使用哪一个样板文件（样板文件在“ZEMAX”支持的文件中详细叙述）。

可供选择的套样板方式：

Try All Method：尝试以下的方法，用其中的能产生最小的评价函数的方法。

Best to Worst：首先用最接近的半径(用光圈来衡量)套样板。

Worst to Best：首先用最不接近的半径来套样板。

Long to Short：首先用最大的半径来套样板。

Short to Long：首先用最小的半径来套样板。

按“OK”，则开始套样板。ZEMAX 通过搜索样板列表来在所有的半径和样板之间寻找最接近（用光圈来衡量）的匹配。样板必须有正确的形状（凸的，凹的或两者）和充足的直径来检验镜面的最大口径（如在主电子表格中由半口径决定的值）。若样板直径至少是镜片面最大口径的 3/4，则样板就可以被认为有足够的直径。

与某一个半径最匹配的样板半径代替该实际半径后，该半径的可变性被清除，镜头将再次被优化。由于这个原因，在优化中为了补偿

套样板带来的改变,将间隔厚度以及未套样板的半径作为变量是很重要的。再优化将调整包括未套样板的半径的所有剩余的变量。注意优化将使用当前的评价函数。优化后,如果还有许多未套样板的半径,上述过程将重复。注意半径通常不按其在镜头数据编辑器中的顺序套样板。

套样板过程中,将显示未套样板的半径的序号和当前的评价函数。所有的半径都被套样板后,屏幕将显示报告。报告显示厂家身份信息,和列出被改变的半径列表及可以提供该半径的客商的 ID 信息。

没有办法知道所选的样板是否为最佳的。如果样板列表中有许多样板,各样板半径之间互相连续,间隔很小,则认为这个样板匹配是相当好的。如果在套样板的过程中评价函数的增加是不可接受的,即使使用了不同厂家的样板表也无济于事,则需要修改设计或者一些镜片需要定做样板。通常,最后套样板的剩下的那个半径用定做样板。报告中显示半径套样板的顺序。

使用“Try All Method”选项将产生总的评价函数最小值,这是因为此时考虑了所有的四种方法,并把能得到最小的评价函数的方法保留下来。但是,除了列出的4种算法,应该有许多方式能产生更高的匹配。

也有用本算法不能为给定的半径找到合适的样板的特殊情况。这种情况发生在样板没有足够大的直径与所要的接近。若这种情况发生,报告文件中将打印“NO MATCH FOUND”信息,该半径随后不再考虑。通常这意味着这个半径的样板将定做。

所有的样板数据由各自的厂家分别提供,没有保证提供精度和完整的数据。为了得到最新的样板目录,请与供应商联系。新的样板将被添加到 ZEMAX 中,各种样板生产厂家应直接与 Focus Software 公司联系。

§ 10 样板列表(Test Plate Lists)

此功能只在 ZEMAX-EE 或 XE 版本中才能使用

目的：

在文本窗口中显示特定厂家的样板表。

设置：

项目	说明
File Name	样板文件名。文件必须在\TESTPLAT 目录下

说明：

报告中所有的单位用 mm 表示。CC 和 CX 列分别表示凹面和凸面样板。

§ 11 玻璃库(Catalogs)

目的：

提供玻璃库。

说明：

参见 “ Using Glass Catalogs ” 一章中关于这个功能的说明。

§ 12 镜头库(Lens Catalogs)

目的：

从镜头库中搜索或浏览特定的镜头。

设置：

项目	说明
Vendor	列出可利用的镜头库厂家。每个厂家的名字作为文件名,该文件中包括该厂家可利用的库存镜头。厂家文件必须放在库存镜头缺省目录下,该目录在环境对话框中设置。
Use Focal length	若选取,将使用确定的焦距范围作为部分搜索标准,否则,将接受任意值。
Focal length Min/Max	用 mm 定义可接受的焦距范围
Use Diameter	若选取,将使用给定的入瞳直径范围作为部分搜索标准,否则,将接受任意值。
Diameter Min/Max	用 mm 定义可接受的入瞳直径范围
Equi-, Bi-, Plano-, Meniscus	如果该选框中任何控件被选取,那么镜头在搜索时,将限制在至少符合其中一个条件的范围。例如,当选 Equi- 和 Bi- 时将包括等双凸/等双凹 (equiconvex/euiconcave) 和 双凸/双凹 (biconvex/biconcave)。
Spherical, GRIN, Aspheric, Toridal	如果该选框中任何被选取,那么镜头在搜索时,将限制在至少符合其中一个条件的范围。球面类系统被认为是不含有梯度折射率,非球面和环形元件的“其它”镜头。
Max elements	在搜索时,选择满足条件但镜片数又不超过所给定的最大数目的镜头。若选择 Any# 则在搜索中对镜片数不限制。
Search Results	列出与当前搜索标准匹配的给定目录下的所有镜头文件。
Search	按当前搜索标准,对某供货商产品目录下文件中的镜头进行搜索。
Load	将当前所选镜头文件装载到镜头数据编辑器中,更新装载镜头后的所有窗口和显示数据。
Append	把当前所选镜头文件添加到镜头数据编辑器去,此时会出现添加文件提示行,如指定在镜头的哪一个面添加。
Data	显示当前所选数据文件的性能报告。
Layout	显示当前所选镜头文件的外形图(或非轴对称系统的 3D 图)
Exit	关闭对话框

说明：

Search Results 表将列出符合搜索标准的指定供货商镜头的部件名称，焦距，和直径。直径后，列出 3 个部件代码，如(P, S, 1)。第一项是形状代码，它可以是 E, B, P, M 或 “? ”，分别表示 Equi-, Bi-, Plano-, Menisus，或其它(other)。如果镜头是复合元件则使用 other。第二项是 S, G, A, T，分别表示球形，梯度，非球形，或环形。第三项是元件的序号。

在安装时，ZEMAX 在 ZEMAX 目录下建立一个名为 STOCKCAT 的子目录。在 STOCKCAT 目录下许多独立的文件用.ZMF 扩展名保存。每个 ZMF 文件都包含大量独立的 ZEMAX 镜头文件。每个镜头文件包含的文件表示从各种供货商取得的库存文件。例如，若 ZEMAX 目录名为 C:\ZEMAX，那么 Melles Griot 厂家的镜头存储在 C:\ZEMAX\STOCKCAT\MGRIOT.ZMF。

为寻找与镜头数据编辑器中的一个或多个面的性质相匹配的镜头文件，将鼠标放在镜头数据编辑器中的第一个面上，然后选择 Tools, Lens Catalogs。搜索时，将缺省焦距和直径范围设定得与要搜索的镜头相一致。ZEMAX 按焦距和直径的 5%误差定义缺省搜索范围。

镜头搜索工具为从可得到的镜头中寻找合适的镜头提供了帮助。一旦选定，镜头文件可以被装载或添加到现有设计中。参见“支持文件(Support Files)”一章中批发供货商库存可利用的镜头列表。

§ 13 编辑镀膜文件(Edit Coating File)

此功能只在 ZEMAX-EE 版本中才能使用

目的：

产生 WINDOWS 下用 NOTEPAD 编辑器来编辑 COATING.DAT 文件。这个文件包括材料和镀膜说明。

说明：

参见 Polarization Analysis ”一章。如果 COATING.DAT 文件被编辑，ZEMAX 必须关闭或重新启动来更新新的镀膜数据。

§ 14 给所有的面添加膜层参数(Add Coating to All Surface)

此功能只在 ZEMAX-EE 版本中才能使用

目的：

为所有的空气-玻璃界限面加镀膜参数。

说明：

当被选择时，这个工具将提示所用的膜层名称。缺省膜是“AR”，它代表 1/4 波长的 MgF₂ 膜。可以确定任意定义的镀膜名称。所有从玻璃到空气界面都将使用镀膜，因此这个功能对于应用防反射膜是很重要的。

§ 15 镀膜列表(Coating Listing)

此功能只在 ZEMAX-EE 版本中才能使用

目的：

本操作产生一个文本，它列出了包含在 COATING.DAT 文件中的材料和膜系。

§ 16 变换半口径为环形口径(Convert Semi-Diameter to Circular Apertures)

目的：

将所有未给出表面通光口径的面转化成具有固定的半口径的面，其通光口径是与半口径相应的圆孔。

说明：

本功能的主要目的是使渐晕影响的分析简单化。对于多数的光学设计，在优化期间使用渐晕因子（参见“系统菜单”中渐晕因子的说明）是比较简单和快速的。然而，渐晕因子是近似的。本功能变换所有的半口径为面口径。然后渐晕因子被删除（该功能不会对此自动操作），光瞳被溢出，以便发现何处使光线能真正地通过系统。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹¹⁶

§ 17 变换半口径为浮动口径 (Convert Semi-Diameter to Floating Apertures)

目的：

将所有未给出表面孔径的面转为按半口径值渐晕的浮动口径。

说明：

除了使用浮动口径而不是使用固定的环形口径外，本功能与 Convert Semi-Diameters to Circular Apertures 很相似。浮动口径将面的半口径值定为 自动 模式，动态地调整渐晕口径来匹配半口径值，注意如果半口径是 固定”，则它们保持固定，渐晕将在每个面的确定半口径上产生。

§ 18 将零件反向排列(Reverse Elements)

目的：

将镜头元件或镜头组反向排列。

设置：

项目	说明
First Surface	被倒置的镜头组的第一面
Last Surface	被倒置的镜头组的最后一面

说明：

如果系统中包括镜面，坐标转折，或其他非标准面，本功能不能正确工作。

§ 19 镜头缩放(Scale Lens)

目的：

用确定的因子缩放整个镜头。例如，将现有的设计缩放成一个新的焦距时，本功能很有用。波长不缩放。缩放镜头功能也可以用来将单位从毫米变为英尺，或其它组合单位类型。

设置：

项目	说明
Scale by factor	若选取，则直接输入缩放因子
Scale by units	若选取，则镜头用所选单位变换

§ 20 生成焦距(Make Focal)

目的：

除了所要的焦距是直接输入的，生成焦距与缩放镜头是相同的。整个镜头被缩放成焦距为给定值的镜头。

§ 21 快速调焦(Quick Focus)

目的：

通过调整后截距对光学系统快速调焦。

设置：

项目	说明
Size Radial Focus	调焦时使像平面上的点列图的 RMS 为最佳
Spot Size X	调焦时使像平面 X 方向上的点列图的 RMS 为最佳
Spot Size Y	调焦时使像平面 Y 方向上的点列图的 RMS 为最佳
Wavefront Error	调焦时使像平面波前误差均方根最佳
Use Centroid	使所有的计算都以像平面上光线的重心为参照系（而不是以主光线为参照系），本选项的计算很慢，但对于慧差占主导作用的系统是很适合的。

说明：

本功能调整像平面前面的厚度。厚度是依照 RMS 像差最小化的原则选择的。如上表所列有多种不同的 RMS 计算方法。最佳调焦位置与标准的选择有关。RMS 用定义的视场，波长和权因子计算整个视场的多色光的平均值。

§ 22 添加折叠反射镜 (Add Fold Mirror)

目的：

为弯曲光束，包括坐标转折，插入一个转折镜。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹¹⁸

设置：

项目	说明
Fold surface	选择将成为转折镜的面。被选择的面是已定位在需要转折的位置的虚拟面。
Reflect angle	入射和反射光线间的夹角。
Tilt Type	选择局部的 x 或 y 轴倾斜作为倾斜基准

说明：本功能在转折面前后插入两个虚拟面。转折面成为反射镜面，两个被插入的相邻的新面被设置成与倾斜角相适合的坐标转折。第二个倾斜角设置为从前一个倾斜角拾取。最后，由于新的反射镜，随后的所有面的厚度和曲率都改变符号。

如果被选择的转折面不是平面与空气中的标准型的虚拟面，本功能不能提供有用的或正确的结果。使用本功能前，虚拟面应当被放在需要转折镜的位置。例如，在相距 100mm 的两个透镜中间插入一个转折镜，虚拟面应当放在两个透镜之间，虚拟面前后的厚度被设为 50mm。虚拟面随后被用作转折面。

在多重结构数据镜头中，从转折面以后的任一面的厚度和玻璃种类如果发生改变，则本功不能使用。

§ 23 幻像发生器(Ghost Focus generator)

目的：

幻像分析。

设置：

项目	说明
Bounces	选择一次反射或二次反射分析
First Surface	被考虑反射的镜头组的第一面
Last Surface	被考虑反射的镜头组的最后一面
Save Files	若选取，用来计算幻像光线追迹的文件被保存
Image Plane Only	若选取，当计算两次反射幻像时只显示像面数据

说明：

对于包括坐标转折，非标准面或多重结构数据的系统，本功能不能正确工作。

本功能产生从当前镜头性能数据中获得的镜头文件。产生的文件在给定的面设置反射光线而不是折射光线。在新反射面之后的部分光学系统被复制以便使光线能反向追迹。本分析的目的是检查是否有从光学面反射的光线会在其它元件或靠近焦平面形成幻像。这些影响在高功率的激光系统中是很重要的，反射聚焦会损坏光学系统性能。幻像也会减小对比度。本功能支持单个和两个反射。

对于每一个幻像系统，边缘光线高度，近轴光线 $F\#$ ，和轴上 RMS 点尺寸都被列出。同时也列出了具有内部聚焦的玻璃面。对于像面，当做二次反射幻影分析时，提供从像面到幻像面的距离和幻像系统的等效焦距。

所产生镜头文件存储在 GHfffsss.ZMX 文件中，这些文件可以被打开来进行分析。fff 是第一个幻像面的序号，sss 是第二个幻像面的序号。例如 GH007002。ZMX 是表示第七个面和第二个面的二次反射幻像聚焦文件，fff 是非零值。

含有非标准面或坐标转折的系统，或镜头在多重结构下，本功能不能正确工作。对多重结构系统进行幻像分析功能时，首先要选中系统中感兴趣的那一重结构，然后把其余的多重结构删除。不是所有的幻像反射形式都能被追迹，也有在整体内部全反射或光线溢出的偶然情况。为详细分析，GHfffsss.ZMX 文件可以根据需要打开和修改。

若第一个反射面在光栏前，那么入瞳位置不能正确计算。在开始幻像聚焦前，使用下面的操作可以很容易的解决这个问题(只是为了分析幻像)：

- 1) 记录入瞳位置和直径
- 2) 在第一面设定一个虚拟面
- 3) 这个新的虚拟面的厚度是所记录的入瞳位置的负值

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹²⁰

4) 将虚拟面作为光栏，让入瞳直径与所记录的入瞳直径相等

5) 对有限的共轭距，用与虚拟面厚度相等的值增加物面厚度

这些步骤将在物空间给你一个实际的入瞳，当反射面在光栏前，光线可以正确追迹。在较复杂的系统中幻像聚焦很复杂，在解释分析结果时要小心。

§ 24 系统复杂性测试(Performance Test)

目的：

系统光线追迹复杂性测试。

说明：

将你的电脑的硬件的速度和镜头的复杂性一起考虑，得出你所能承受的每秒钟光线转面计算的次数，然后以此来对镜头的复杂性进行测试。该数目是用通过当前光学系统追迹大量随机光线计算出来的，然后用计算持续时间（用秒表示）内所追迹的面数相除。速度依赖于系统的处理器、协处理器、时钟频率和镜头的复杂程度。

§ 25 输出 IGES 文件(Export IGES File)

目的：

用多种选项，以 IGES 文件格式输出当前镜头数据。

设置：

项目	说明
First/Last Surface	输出数据所包含的面范围
Wavelength	被输出的光线追迹使用的波长数目
Field	被输出的光线追迹使用的视场序号
Number of Rays	被追迹的光线数目;确切的含义依赖于 “ Ray Pattern ”
Ray Pattern	选择输出的光线类型。本控制与 3D 外形图的定义相同;参见分析菜单 (Analysis Menu) 一章。
Lens/Ray Layer	选择被放置镜头和光线数据的输出文件的层次
IGES File	输出文件的路径和文件名。如果文件已经存在不给出警告。缺省文件是当前输出目录下的 EXPORT. IGS。
#Spline Segment	当样条曲线输出时使用的线段的数目

说明：

IGES 是美国国家标准，它的意图是便于与 CAD 程序间传输数据。ZEMAX 目前支持 IGES 标准 5.2 版本。关于 IGES 的更多信息，与 U.S .Product Data Association , P.O.Box 3310 , Gaithersburg , MD 20885-3310 联系。

ZEMAX 输出线，球弧，和样条曲线来表示每个面的形状和位置。ZEMAX 不输出透镜的“边缘”，虚拟面、玻璃面和镜面没有差别。被输出的每个给定面的 IGES 入口的类型和数目依赖于该面的通光口径（如果有的话）和对称性（如果有的话）。以下的表格列出 ZEMAX 是如何决定面的最佳表达。ZEMAX 用一个 3D 坐标系统报告所有的面和光线，该坐标系统的参考面是由“系统菜单”这一章中所描述的全局坐标参考面决定。

用表面孔径和形状输出的 IGES 文件入口

表面口径	表面形状	所使用的入口
None , Circular Aperture or Obscuration	平面 (Plano)	沿 X 轴的一条线, 沿 Y 轴的一条线, 在半口径半径上 XY 平面的一个圆
	球面 (Sphercial)	XZ 平面上的一段圆弧, YZ 平面上的一段圆弧, 在半口径半径上 XY 平面的一个圆
	其它 (Other)	XZ 平面上的一段样条曲线, YZ 平面上的一段样条曲线, 在半口径半径上 XY 平面的一个圆
Rectangular Aperture or obscuration	平面 (Plano)	平行 X 轴的三条线, 平行 Y 轴的三条线, 它们分布在给定面的中心和边缘从而形成方格
	其它 (Other)	平行 X 轴的三条样条曲线, 平行 Y 轴的三条样条曲线, 当投影到 XY 平面时, 它们分布在给定的中心和边缘从而形成方格
Elliptical Aperture or Obscuration	平面 (Plano)	沿 X 轴的一条线, 沿 Y 轴的一条线, 在 XY 平面上定义面边缘的一条样条曲线。
	其它 (Other)	沿 X 轴的一条样条曲线, 沿 Y 轴的一条样条曲线, 定义面边缘的一条样条曲线。
User Defined Aperture or Obscuration	任意	不支持

线入口是 IGES 入口 110。圆弧入口是 IGES 入口 100。样条曲线入口是 IGES 入口 112。光线作为线入口被输出。在 GRIN 媒体中, 光线作为一系列的线入口被输出, 如果不是在确定范围内的所有面都被输出, 将显示警告信息。

对于挡光和其它形状两者都需要被输出的面使用配置有该面的第二个口径的虚拟面。例如, 要输出一个面是长方形挡光的长方形镜头,

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和建议, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

使用两个面，一个面用于设定通光口径，一个面用于挡光，两个面之间厚度为零。通过设置相同的面型并在合适的位置利用求解方法使这两个面面具有相同的形状。

第十章 报告菜单

§ 1 介绍

本章提供了每个 ZEMAX 支持的文本报告功能的详细说明。其中窗口的内容可以通过选择窗口菜单中“ Print ”选项将其打印出来。打印机可通过选择在 Windows 控制版面图标中“ Printers ”工具框所设置的当前打印机。

设置菜单选项允许计算时的默认参数值被改变。选择此选项会在屏幕上出现特性对话框，此对话框有五个按钮：

确定 (OK) : 使窗口在当前的选项下重新计算并显示数据；

取消 (Cancel) : 使所有选项恢复到对话框使用前的状态，并且不会更新窗口中的数据；

保存 (Save) : 将当前的选项保存为默认值，然后在窗口中重新计算并显示数据；

装载 (Loads) : 装载最近保存的默认选项，但不退出对话框；

复位 (Reset) : 将选项恢复到软件出厂时的缺省状态，但不退出对话框。

在报告窗口中双击鼠标左键可以更新窗口，单击鼠标右键可以打开特性对话框。

§ 2 表面数据 (Surface Data)

目的：显示表面数据。

设置：

项目	描述
Surface	所要显示的面的序号。

讨论：

此特性是产生一个显示表面特性数据的文本框，这些数据包括表面和单元光焦度、焦距、边厚、折射率和其它一些表面数据。如果表面的玻璃材料是典型玻璃，则 ZEMAX 将列出由典型玻璃参数计算出的每个定义波长的折射率，还列出了最适合的玻璃名称，此玻璃是在当前装载的目录下，折射率最接近典型玻璃的那种玻璃。特别地，

ZEMAX 用方差公式计算出典型玻璃与实际玻璃的折射率均方差，此数值是在波长下定义的。对当前目录下的每一种玻璃都算出折射率误差，偏离 RMS 值最小的玻璃被认为是最适合的玻璃。

注意最适合的玻璃与典型玻璃有不同的 V 值，这是因为在模拟玻璃色散时的近似。由于折射率是物理意义上的重要参数，因此折射率是选择玻璃的依据。

当从典型玻璃转变为实际玻璃时，同样的运算法则用来选择玻璃。

§ 3 系统数据 (System Data)

目的：显示系统数据。

设置：无。

讨论：

此设置是产生一个可列出与系统有关参数的文本框，如光瞳位置与大小、倍率、F/# 等。

§ 4 规格数据 (Prescription Data)

目的：它的功能是产生一系列所有的表面和整个镜头系统数据。它可用来打印镜头数据编辑器中的内容。

设置：

项目	描述
General Data	包括 F 数、光瞳位置、倍率等等。
Surface Data	表面类型、半径、厚度、玻璃材料、半口径、表面的圆锥曲线等。
Surface Detail	参数。
Edge Thickness	每个表面的 x 与 y 边厚。
Multi-Config Data	一个多重结构操作数表格。
Solves/Variables	解的类型和数值、变量。
Index Data	每个表面的各波长的折射率数据。
Global Vertex	每个面顶点的全局坐标和该面系统旋转矩阵。
Element Volume	球面光学的体积、密度和。
F/Numbers	每一个视场和波长 F 的 F # 列表。
Cardinal Points	主点、节点、焦点和反主点的位置列表。

讨论：这是一个包罗万象的文本产生功能。文件产生了镜头的许多详细资料，如光学特性、折射率、全局坐标、镜头体积 等等。它适合描述一个镜头

当ZEMAX计算出镜头体积时，假设表面是标准球形或平面，边缘是最接近半口径的圆形。直径较小表面的边缘为大面半径的平方。

当计算出镜头的密度，则目录中玻璃的密度(单位：克/立方厘米) 可从玻璃目录中得到。对梯度折射率表面，ZEMAX 假定玻璃的密度是 3.6 克/立方厘米，这种假定有可能正确也可能不正确。

§ 5 Report Graphics 4/6

目的：此设置产生一个可同时显示 4~6 幅分析图形的图形窗口。此特性的主要优点是在一张纸上可打印多幅分析图形，

设置：报告图形窗口工作时同其它分析窗口有些不同。如果从窗口菜单条中选择“ Setting ”选项，则将显示一个对话框，此对话框允许选择显示在窗口每个位置的图形类型，被选中的图形可以象其它窗口一样被保存为缺省值。

为在窗口中改变个别图形的设置，可用鼠标右键。首先，显示“ Unzoom ”(如果图形已被缩放)，然后在所需改变设置的窗口中任何地方上单击鼠标右键。

第十一章 宏指令菜单

§ 1 编辑/运行 ZPL 宏指令

此特性只用于 ZEMAX 中 XE 和 EE 编辑器。

目的：运行 ZPL 宏指令，此选项调用一个允许编辑、查看和执行宏指令的对话框。

讨论：参见“ZEMAX 编程语言”这章中的 ZPL 宏指令语言。此对话框对发展和调试新的宏指令十分有用，它也显示一个允许宏指令执行停止的按钮。

§ 2 更新宏指令列表

目的：更新宏指令列表。

讨论：此特性是更新宏指令列表。自从宏指令列表上次更新后，如果加入或删除一些宏指令，更新宏指令是很必须的。

§ 3 宏指令名

目的：列出在默认的宏指令目录下所有的 ZPL 宏指令。单击宏指令名，它会立即执行。

讨论：从宏指令列表中执行宏指令比从 ZPL 对话框中执行宏指令要快。若要停止一个 ZPL 宏指令，按下 Esc 键即可。

第十二章 扩展命令菜单

§ 1 扩展命令 (Extensions)

此特性只用于 ZEMAX 中 EE 编辑器。

目的：运行 ZEMAX 扩展命令。

讨论：参见“扩展和动态数据交换”这章中的生成 ZEMAX 扩展命令。下表描述了 ZEMAX 提供的扩展命令。

扩展命令名称	描述
ARR-DEMO	产生一个当前镜头的光线追迹表,这个实例程序包括源代码和用于光线追迹命令的用法解释。
DDE-DEMO	产生一个光线和系统数据的文本列表,这个实例包括源代码和用于 DDE 特性的解释。
ISO-DRAW	为单透镜和胶合透镜产生符合 10110 标准兼容镜头图。
PHASPLOT	产生一个表示二元光学零件的位相和位相倒数示意图,该示意图表示该面半径上的相位分布。
SAGCALC	为非共轴系统表面产生一个矢高数据列表。
TRANPLOT	计算各波长的透过率。

§ 2 更新扩展命令列表

目的：更新扩展命令列表。

讨论：此特性是更新扩展命令列表，自从扩展命令列表上次更新后，如果加入或删除一些扩展命令，更新扩展命令是很必须的。任何新的扩展必须放在 \Extend 目录下。

§ 3 扩展命令名

目的：列出在 \ZEMAX\Extend 目录下所有的 ZEMAX 扩展命令。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

单击扩展命令名，它会立即执行。

讨论：详细的参见“扩展和动态数据交换”这章的产生和执行 ZEMAX 扩展命令。

第十三章 表面类型

§1 简介

ZEMAX 模拟了许多种类型的光学元件。包括常规的球面玻璃表面，正非球面，环带，柱面等。ZEMAX 还可以模拟诸如衍射光栅、“薄”透镜、二元光学、菲涅耳透镜、全息元件之类的元件。

因为 ZEMAX 支持大量的表面类型，用常用的电子表格形式安排用户界面就比较困难。例如，对于一个没有发生衍射的表面，开辟“衍射阶数”一列就没什么必要。为了使用户界面尽可能不显得乱，ZEMAX 使用了不同的类型界面以便指出定义某一种类型的表面时，需要哪一些数据。

§2 参数数据

一个标准的表面可以是一个紧随着一均匀介质（如空气，反射镜或玻璃）的平面、球面或圆锥非球面。所要求的参数仅仅是半径（半径也可以是无穷大，使之成为一个平面），厚度，圆锥系数（缺省值为 0，表示是球面），和玻璃类型的名字。

其他的表面类型除使用一些其他值外，同样使用这些基本数据。例如，“偶次非球面”表面就是使用所有的“标准”列数据再加上八个附加值，这些附加值是用来描述多项式的系数的。这八个附加值被称为参数，且被称为参数 1，参数 2，等等。

要理解的参数值的最重要特性是它们的意思会随着所选择的表面类型的不同而改变意思。例如，“偶次非球面”表面类型用参数 1 来指定非球面近轴抛物线项的系数，而“近轴”面则用参数 1 来指定表面焦距。两个表面同样使用参数 1，但用途却不同，因为这两个表面类型永远不会同时在同一个面上使用。

数据存储的共享性简化了 ZEMAX 界面，也减少了运行程序时所要求的总内存。但由于你必须去记每一个参数的作用，是否这样的共享反而会使 ZEMAX 用起来变得麻烦呢？回答是否定的，因为 ZEMAX 始终掌握着你所定义的每一面上的每一个参数代表什么的记录。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

当你将一个表面从“标准的”改成其他的表面类型后，ZEMAX 会自动改变参数列的列头以使你你知道你对表面上的每一个参数作了什么改动。所有需要你做的只是在正确的格子中键入适当的数据。当你将光标从一个格子移动到另一个时，列头会一直显示该格是用来作什么的。如果当前的面并没有使用参数列，列头会显示“Unused”和列序数。要获得更多的有关镜片数据编辑的信息，参考“编辑菜单”一章。

§3 特别数据

ZEMAX-EE 支持无法只用八个参数值来描述的表面。例如，二元光学 1 (“binary optic 1”) 表面类型除了要求具有八个参数外，还要有 200 个附加的数字才能表示。这将要求一张很大的电子表格，因此对于特别数据，采用的是一种独立的编辑。但是，在概念上并没有区别。特别数据值也是各种表面类型所共享的，并且也随着所选表面类型的不同而改变其含义。在“特别数据编辑 (Extra Data Editor)”中的列头同样也随着光标的一格格地移动而改变。参考“编辑”一章可得到有关特别数据编辑的详细信息。

§4 表面类型概要

ZEMAX 模拟平面，球面和圆锥面，所有这些表面类型都集中在标准面形目录下。双击“Surface Type”列，可选择其他的表面模型。一个弹出式屏幕会将所有可用的表面类型全部列出。除了标准表面以外，ZEMAX 还支持多种不同类型的表面。

§4.1 用户自定义表面

不管 ZEMAX 加入了多少表面，总是会有那么一些时候需要另外一种表面类型来解决一个特殊的设计，造型或兼容问题。如果一个问题所需要的表面类型 ZEMAX 中还没有，用“用户自定义”表面加进新的表面类型是相当简单的，这在本章的最后会有描述。用户自定义表面的方法是：编写定义形状、光路追迹和其他有关表面特性的软件，然后将此软件动态地链接到 ZEMAX 中。

如果你需要一种自定义表面类型，但你又没有自己编写软件的愿望或能力，请与 FSI 公司联系开发一种客户表面以满足你的要求。FSI

公司在开发光路追迹算术方面有着相当的经验,通常只需要一点点的费用在很短的时间内就可编写出用户自定义表面代码。

§4.2 内含表面

ZEMAX 中所建立的内含表面类型摘要可由下表给出。有 SE, XE 和 EE 标志的各列表示了可在 ZEMAX 三种版本中的应用可能性 (Y 代表可能, N 代表不可能)

表面类型摘要

表面类型	描述	SE	XE	EE
标准面	包括平面, 球面和圆锥面	Y	Y	Y
偶次非球面	标准面加上非球面多项式	Y	Y	Y
奇次非球面	标准面加上非球面多项式	Y	Y	Y
近轴面	薄透镜表面, 有理想特性	Y	Y	Y
近轴XY	X, Y轴有不同规格的薄透镜	Y	Y	Y
环带	圆锥曲面和非球面环形面和柱面	Y	Y	Y
双圆锥曲面	X和Y轴有独立的圆锥系数的非球面	Y	Y	Y
环形光栅	锥形环带上的规则光栅	Y	Y	Y
立方样条	8个点上旋转对称	Y	Y	Y
型全息面	两点光学构造全息面	Y	Y	Y

型全息面	两点光学构造全息面	Y	Y	Y
坐标断点	允许旋转和偏心	Y	Y	Y
多项式	8次多项式在X和Y轴上的扩充	Y	Y	Y
菲涅耳面	有折光能力的平面表面	Y	Y	Y
ABCD面	用ABCD矩阵模拟“黑匣子”	Y	Y	Y
另类面	选择另一个解的标准面	Y	Y	Y
衍射光栅面	在标准面上刻有规则光栅	Y	Y	Y
共轭面	定义使两个点上具有理想成像的面	Y	Y	Y
倾斜面	定义一个不改变坐标系统的倾斜面	Y	Y	Y
不规则面	一个具有偏心, 倾斜和其他变形的标准面	Y	Y	Y
梯度折射率面1	有径向折射梯度的介质表面	N	Y	Y
梯度折射率面2	有径向折射梯度的介质表面	N	Y	Y
梯度折射率面3	有径向和轴向折射梯度的介质表面	N	Y	Y
梯度折射率面4	X, Y, Z方向有不同折射	N	Y	Y

	梯度的介质表面			
梯度折射率面5	具有色散模拟的有径向和轴向折射梯度的介质表面	N	Y	Y Y
梯度折射率面6	Gradient Lens 公司色散模拟的有径向折射梯度的介质表面	N	Y	Y Y
梯度折射率面7	球形梯度折射率模型	N	Y	Y Y
梯度折射率面TM	有色散模拟的轴向梯度折射率的介质表面	N	Y	Y Y
梯度折射率面9	有NSG SELFOC 透镜色散模拟的径向梯度折射率的介质表面	N	Y	Y Y
梯度折射率面10	有色散模拟的Y梯度折射率介质表面	N	Y	Y
泽尼克矢高面	用36个泽尼克多项式定义矢高	N	N	Y
表面类型	描述	SE	XE	EE
泽尼克相位面	用36个泽尼克标准多项式定义位相	N	N	Y
扩展多项式面	用189项多项式扩展定义矢高	N	N	Y
二元光学面1	用189项多项式定义相位	N	N	Y

二元光学面2	用径向多项式定义相位	N	N	Y
扩展立方槽	旋转对称最多可适合198个点	N	N	Y
扩展非球面	用户自定义的径向多项式定义矢高	N	N	Y
扩展的奇次非球面	用户自定义径向的奇次幂表示	N	N	Y
VLS光栅	光栅表面的刻条间隔可变	N	N	Y
椭圆光栅	有非球面项的椭圆光栅	N	N	Y
超级圆锥曲面	有快速收敛的超级圆锥非球面	N	N	Y
扩展的菲涅尔面	在多项式面上的多项式菲涅尔面	N	N	Y
网格矢高面	表面形状用网格点描述	N	N	Y
网格相位面	表面相位用网格点描述	N	N	Y
广义的菲涅尔面	在非球面的基底上用X,Y多项式表示的菲涅尔面	N	N	Y
周期面	圆锥形面	N	N	Y
环状全息面	在环状基底上用两点光学构造全息面	N	N	Y
JONES矩阵面	校正偏振状态的JONES矩阵	N	N	Y

大气折射面	通过地球大气时所产生的折射	N	N	Y
环带平面	用深度可变的环带构成的菲涅尔平板	N	N	Y
用户自定义面	用任一用户自定义的函数来描述折射、反射、衍射、透射或表面的梯度折射性质的广义面	N	N	Y

§5 标准面

最常用的光学表面是球面。球面的中心落在当前的光轴上，顶点也在当前的轴上位置。ZEMAX 将平面看作是球面的一种情形（半径为无穷大的球面），圆锥面也是一种特殊的球面。标准面的子午或者说

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

z 坐标，由下式给出：

其中，c 为曲率（半径所对应的），r 是以透镜长度单位为单位的径向坐标，k 为圆锥系数。圆锥系数对于双曲线小于 -1，对于抛物线为 -1，对于椭圆为 -1 到 0 之间，对于球面为 0。可参考“简介”一章所提供的任何一本参考书。标准面不用任何的参数值。

几个简便的公式可将椭圆面的长半轴和短半轴长度转化为半径和圆锥系数，如果 a 是长半轴长度，b 是短半轴长度，则有：

$$\frac{1}{c} = R = \pm \frac{b^2}{a},$$

$$k = -e^2 = -\left[\frac{a^2 - b^2}{a^2} \right].$$

§6 偶次非球面

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹³⁷

旋转对称多项式非球面用关于球面（或用锥形描述的非球面）的偏移量的多项式来表示。偶次非球面模型只用径向坐标的偶次幂来描述非球面。模型使用基本的曲率半径和圆锥曲面。表面的矢高由下式

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + a_1r^2 + a_2r^4 + a_3r^6 + a_4r^8 + a_5r^{10} + a_6r^{12} + a_7r^{14} + a_8r^{16}$$

给出：

注意八个系数都是有单位的，提供给电子表格的系数仅仅是数字。ZEMAX 按要求计算 r ，以追迹通过表面的光线。这八个系数在相应的参数格中输入，如下表所示。偶次非球面模型通常用来描述施密特望远镜的校正板上。

偶次非球面表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? ? 1	? ? 2	? ? 3	? ? 4	? ? 5	? ? 6	? ? 7	? ? 8

§7 奇次非球面

奇次非球面模型偏离与偶次非球面类似，不同点在于它同时使用 ρ 的奇次幂和偶次幂。这个名字容易令人误解，但不管怎样，对于由该

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + b_1r^1 + b_2r^2 + b_3r^3 + b_4r^4 + b_5r^5 + b_6r^6 + b_7r^7 + b_8r^8$$

模型所得的不寻常的形状来说，却是很恰当的。其矢高由下式给出：

注意八个系数都是有单位的，提供给电子表格的系数仅仅是其数字。ZEMAX 按要求计算 r ，以追迹通过表面的光线。这八个系数在相应的参数格中输入，如下表所示。ZEMAX 追迹通过表面的光线，并按照要求计算。奇次非球面模型可以用来产生锥形表面，称为轴上锥面。对于用奇次非球面构建的轴上锥面模型，可参考“高级课题”一章。

奇次非球面表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? ₁	? ₂	? ₃	? ₄	? ₅	? ₆	? ₇	? ₈

88 近轴表面

近轴面用作理想薄透镜。近轴表面在分析和优化那些输出为平行光的系统时非常有用。模拟无焦点系统可通过在像平面前放置一个近轴面来实现,并将近轴面的厚度(到像平面的距离)设为与焦距相同。如果焦距定为1米,那么所有的以微米为单位的像差数据(如光线图)可被看成是以微弧度为单位。

在模拟近轴面时有一个必须的参数为:焦距。尽管近轴模型面支持系统在折射率不为1的介质内成像,此焦距也应该是在空气中(折射率为1)测量所得。近轴表面形状为平面。

近轴面的参数定义

参数1	参数2-8
焦距	未被使用

89 近轴 XY 表面

近轴 XY 表面类型与近轴表面类似,不同点是其光学光焦度可在 X,Y 方向独立指定。因此这种表面可被用作近轴圆柱形或环形镜片。定义近轴 XY 表面时需要提供两个参数:X 屈光度,Y 屈光度。近轴 XY 表面形状为平面。

近轴面的参数定义

参数1	参数2	参数3-8
X屈光度	Y屈光度	未被使用

§10 环形表面

环形表面的形成是通过定义一个 Y-Z 平面的曲率，然后将此曲率绕一条平行于 Y 轴并与 Z 轴相交的轴线旋转。环形的定义用到一个

$$z = \frac{cy^2}{1+(1+k)c^2y^2} + a_1y^2 + a_2y^4 + a_3y^6 + a_4y^8 + a_5y^{10} + a_6y^{12} + a_7y^{14}$$

Y-Z 平面的基本曲率半径，以及一个圆锥系数和多项式非球面系数。Y-Z 平面的曲线由下式得到：

此曲线与偶次非球面矢高公式很接近，只不过省略了十六阶的那一项，而且坐标表达式为 y，而不是 r。然后曲率绕一个离顶点为 R 的轴线轴旋转。距离 R 指的是旋转半径，可以是正的，也可以是负的。

在 Y-Z 面上的曲率半径由与标准面相同的电子表格编辑中的同一列指定。旋转半径在第 1 列参数设定。模拟一个 X 方向上为平面的柱形镜片，可输入一个很大的旋转半径，也可只输入 0，ZEMAX 会把它当作无穷大半径。

注意如果 Y-Z 半径被设为无穷大，可以用来描述一个只在 X 方向上有光焦度，而 Y 方向上没有光焦度的表面，因此，柱面可按任何一个方向定位。其他的列用来输入如下表所指定的可选非球面系数，如果 X 方向上要求有非球面系数，则先将带有两个坐标断点面绕环面旋转，再绕 Z 轴旋转。如果在 X 和 Y 方向上要求有不同的非球面，参考本章中提到的“双圆锥曲面”，“多项式”和“扩展多项式”表面。

环形表面的参数定义

参数 1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数 8
旋转 半径	? ₁	? ₂	? ₃	? ₄	? ₅	? ₆	? ₇

§11 双圆锥表面

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁴⁰

双圆锥表面与环形表面类似，不同点在于 X 和 Y 方向的圆锥系数和基本半径有可能不同。双圆锥表面允许对 R_x , R_y , K_x 和 K_y 直接指定。矢高计算公式为：

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)c_x^2 x^2 - (1 + k_y)c_y^2 y^2}},$$

其中，

$$c_x = \frac{1}{R_x}, c_y = \frac{1}{R_y}.$$

X方向的半径设置在参数1列。如果设为0，则认为X方向的半径是无穷大。

双圆锥面的参数定义

参数1	参数2	参数3-8
R_x	k_x	未被使用

§12 环形光栅面

环形光栅面与规则环形面类似，不同点为它不支持非球面矢高，且可以在环形面上放置一个衍射光栅。环形光栅的描述可通过定义一条 Y-Z平面的曲线来进行，然后绕轴旋转，该旋转轴与Y轴平行，与Z轴相交。环形光栅的定义需要一个 Y-Z面的基本曲率半径，和一个圆锥系数。Y-Z面上的曲线定义为：

$$z = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2 y^2}}.$$

此曲线与标准面的矢高公式类似，不同点为坐标表示用 Y 来表示，而不是 r。然后将此曲率从顶点绕一离顶点距离为R的轴旋转。此距离R指的是旋转半径，其值可以是正的，也可以是负的。

在 Y-Z 面上的曲率半径由与标准面相同的电子表格编辑中的同一列指定。旋转半径在第 1 列参数设定。模拟一个 X 方向上扁平的柱

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁴¹

形镜片，可输入一个大的半径变化量，也可只输入 0，ZEMAX 会把它当作无穷大半径。

注意如果Y-Z半径被设为无穷大，可以用来描述一个只在X方向上有光焦度，而Y方向上没有的表面，因此，柱面可按任何一个方向定位。

衍射光栅用每微米的刻痕条数和衍射阶数来描述。这两个值分别在参数列的第 2 和第 3 列中指定。光栅的线条与X轴是平行的，当投影到一个平面时，其间隔是均匀的。

环形光栅面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4-8
旋转半径	光栅刻条	衍射级数	未被使用

§13 立方样条表面

立方样条表面由八个矢高来描述，这些值为顶点的子午面与表面间的距离。这八个值表现了该面在1/8，2/8，直到8/8半口径处的矢高值。立方样条表面是旋转对称的，与顶点的局部轴线垂直（并没有尖角），也就是说，在顶点处，有可能会是尖的或是锥形的。

这八个点必须全部定义。虽然半口径定义有可能会超出表面的有效孔径，但不能使用其子集。这是因为立方样条面配合时，偶尔会引起陡峭的曲率。立方样条表面一般用来描述特殊的矫正器，照明灯和其他的非标准光学表面。

如果这八个点只提供了极度粗糙的采样，或者如果顶点的尖头并没有被表示出来，参考本章后面的“扩展的立方样条”表面一节。方形表面会引起较粗糙的光路追迹结果。一个比较通常并较为光滑的解决方案是使用网格矢高面，它不受旋转对称的限制。参考本章接下去的讨论。

立方样条表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
1/8处的矢高	2/8处的矢高	3/8处的矢高	4/8处的矢高	5/8处的矢高	6/8处的矢高	7/8处的矢高	8/8处的矢高

§1.4 型全息面

型全息面可以用来模拟光学构造全息元件。型全息面可以是平面，球面或圆锥面，全息元件后面的介质可以是空气或玻璃。玻璃也可以是反射镜面，它表示全息元件被用作反射。全息元件本身用两

$$\hat{n} \times (r'_0 - r'_r) = \frac{ml'}{l} \cdot \hat{n} \times (r_0 - r_r),$$

个不同结构点的X、Y和Z坐标，一个结构波长，和衍射阶数表示。全息元件使光学偏移光路的计算由下面等式给出：

其中， $\hat{n}$ 是在光线交点处垂直于全息元件表面的单位矢量， r_0 是沿着第一个结构光束的单位矢量， r_r 是沿着第二个结构光束的单位矢量， r'_r 是沿着入射读出光束的单位矢量， r'_0 是折射光， l 和 l' 分别是结构波长和反馈波长， m 是衍射阶数。 $m=0$ 意味着光线是没有偏离的，而 m 的其他整数值都表示有较高的衍射阶数。这里使用的符号是从Welford Adam Hilger的《Aberrations of Optical Systems》(1986)这本书引用来的。对全息元件进行建模要求了解其中的特性，但这已经超出了本手册的范围，建议用户在使用此特性前，参考Welford的书，或者其他的一些参考书。

大多数的全息元件在构成时，都用在透射和反射上。全息元件用在透射上的场合比较少，那么，一般会对它的基片镀铝后用在反射上。对这种特别的情况，可指定一个负的结构波长，对全息元件表面进行模拟。虽然光线追迹在这种特殊情况下是正确的，光程差追迹却无法起作用。

ZEMAX只对光程的偏差部分进行模拟，不支持其他的特性，如效

率和相对透射率。要获得有关光线在全息元件中的追迹信息，请参考 Welford 的参考书。

两支结构光束可用点光源术语来定义。点光源的X，Y和Z坐标，是以全息面顶点的坐标为原点来定义的，其单位为当前系统的单位（毫米，分米等）。ZEMAX在光线和表面的交点上，用局部坐标数据和结构点数据为两支结构光束计算单位矢量。结构波长总是以微米为单位。

型全息表面假定两支结构光束从特定的结构点发散，因为结构光束的可逆性，它等同于两支结构光束向结构点会聚的场合。有些全息元件制作方法要求一束光发散，另一束光会聚。可参考“型全息面”以获取有关此后一种类型的全息元件的信息。

型全息面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
X_1	Y_1	Z_1	X_2	Y_2	Z_2	? '	M

§15 型全息面

型全息面与 型全息面非常相似。关键的不同点是 型全息面假定两支结构光束同样从结构点发散或向结构点会聚， 型全息面则假定一束光向一个结构点会聚，另一束从另一个结构点发散。由于可逆性，哪一束是光束1，哪一束是光束2并不重要， 型全息面的参数与 型全息面是相同的。

§16 坐标断点表面

坐标断点表面根据当前的系统用来定义一个新的坐标系统，对于光线追迹目的来说，一般都将它认为是一个虚拟的面。描述这个新的

坐标系统的参数有六个：x-偏心，y-偏心，绕x轴的倾斜，绕y轴的倾斜，绕z轴的倾斜，此外还有一个表示倾斜和偏心次序的标记。坐标断点只与当前坐标系有关，而与极坐标无关。这种非常普通而有用的表面有着许多理想特性，但在使用时需要一点实践经验。在“教程”一章中有关于坐标断点的使用。

使一个或一组表面倾斜或偏心的唯一方法，是用坐标断点表面。在使用坐标断点时，有一个非常重要的事必须考虑到：偏心和倾斜的次序！

如果将“次序”标志设为0，ZEMAX先在X方向偏心，然后是Y（因为这两个坐标是正交的，所以它们的顺序无关紧要）。然后ZEMAX绕当前的局部X轴倾斜。注意，绕X轴旋转会改变Y和Z轴的方向。然后绕新的Y轴旋转，改变X和Z轴的方向。最后，再绕所得的Z轴旋转。

如果“次序”标志为其他不为0的值（比如说1），那么先以Z，Y，X的顺序进行倾斜，然后再进行偏心。“次序”标志是非常有用的，因为单个的坐标断点可撤消原先的坐标断点，即使对倾斜和偏心的组合也是一样。

坐标断点起到的作用相当于是经过了偏心和倾斜后，以新的坐标系定向的平面。但是，此表面并不画出来，且不能用来定义两个介质的边界，其玻璃类型一定要跟前面一个面相同。ZEMAX会显示一个“-”标记作为玻璃名字，意思是指出此处不能输入玻璃类型。坐标断点本身永远不可能是反射镜面，一个物面也不可能是坐标断点。

坐标旋转用一系列的三维旋转矩阵来描述(如果“次序”标志为0)：

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(q_z) & -\sin(q_z) & 0 \\ \sin(q_z) & \cos(q_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(q_y) & 0 & \sin(q_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(q_y) & 0 & \cos(q_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(q_x) & -\sin(q_x) \\ 0 & \sin(q_x) & \cos(q_x) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

坐标断点表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7-8
偏心X	偏心Y	绕X的倾斜	绕Y的倾斜	绕Z的倾斜	次序	未被使用

§17 多项式表面

非旋转对称多项式非球面表面简称为“多项式面”。在这种表面类

$$z = g_1 x^2 + g_2 x^4 + g_3 x^6 + g_4 x^8 + g_5 y^2 + g_6 y^4 + g_7 y^6 + g_8 y^8.$$

型中用不到基本的曲率半径和圆锥系数。多项式表面的矢高由下式给出：

这种表面模型可用来描述“土豆片”表面和一些合成非球面。它也可用在更广义的表面上，参考本章下面所述的“扩展多项式表面”。

多项式表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

§18 菲涅耳表面

菲涅耳表面模型用来模拟那些为了得到球面（或可选非球面）轮廓而被小范围（对于非平面的菲涅耳表面，可参考扩展菲涅耳面类型的描述）蚀刻的平直面。所截取的表面由计算入射光和平面的交点得到。一旦平面的交点被确定，对于折射到下一个介质时的目的来说，表面就可被看作是球面（或非球面）。但这只是一个真正的菲涅耳透镜的近似值。真正的菲涅耳透镜有凹槽，它有可能会改变实际的交点。这里所使用的模型可足够模拟有很小的凹槽的菲涅耳透镜（即与孔径相比，凹槽非常浅）。但对某些特别的菲涅耳透镜，如那些用于照明灯塔上的菲涅耳透镜，模拟得并不好。菲涅耳面的曲率半径和圆锥系数，如果有的话，是以和标准表面一样的方式指定的。其他参数值实际上也与偶次非球面模型是一样的。非球面多项式中可以有16次方。

菲涅耳表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
α	α	α	α	α	α	α	α

§19 ABCD矩阵

ABCD矩阵为“黑匣子”光学系统提供了一种有力的模拟方式。如果你有一个透镜（或一个完整的光学系统），它只是你所要模拟的一小部分，而且你没有此单独元件的有效数据，你仍然可以将它的性能模拟到一阶。你只需要知道主面的位置和其一阶特性，如焦距和有效的透射距离。

ABCD矩阵接受八个参数： A_x ， B_x ， C_x ， D_x ， A_y ， B_y ， C_y ，和 D_y 。这些参数用来组成两个2乘2矩阵（一个是在X方向上的，另一个是在Y方向上的），使得当光线穿过表面时改变方向。出射光与入射光有关，其关系为：

$$\begin{bmatrix} x' \\ w'_x \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_x & B_x \\ C_x & D_x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ w \end{bmatrix}$$

Y方向上与此式相似。参考 Hecht，《Optics》可得到有关矩阵光学的细节。用这种方式可以模拟大量的光学元件，其中包括薄透镜，厚透镜，柱面，甚至是梯度折射率介质。

但是，因为用没有一种可信的方法可以计算光线经过一个 ABCD 表面的相位，如果在镜头中存在一个 ABCD 表面，则任何计算，只要涉及光程差数据，如 OPD 图，MTF，和泽尼克系数等，都是不被支持的。

ABCD表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
A_x	B_x	C_x	D_x	A_y	B_y	C_y	D_y

§20 另类面

在追迹一条光线到下一个球形光学表面时求解该光线和表面的交点问题上存在着两个解，ZEMAX 在大多数情况下能选择正确的解决

方案。但是，在某些特定的系统，也就是所谓的“奇异”光线实际与该球面的交点采用的是另一个解，即“变异”解。奇异光线常常会在擦边反射后出现，光线依旧沿着它自己的方向前进（Z 方向的光线矢量不改变符号）。变异表面模型与标准表面模型除了使用变异的解决方法外，是完全一样的。当使用了变异表面后，ZEMAX 可能不能正确地计算光程差。

§21 衍射光栅表面

衍射光栅表面可用来模拟直线形的光栅。光栅的线条与局部 X 轴平行。通过使用一个在光栅表面前后坐标断点表面，可以模拟其

$$n_2 \sin q_2 - n_1 \sin q_1 = \frac{M\lambda}{d} = M/T,$$

他方向的情形。对于一个平面光栅，到光栅上的光线产生折射，并遵循以下的等式：

其中 d 是光栅间隔（一般都以微米为单位）， q_2 是折射角， q_1 是入射角，M 是衍射级数， λ 是波长（一般都以微米为单位）， n_1 和 n_2 是光栅前和光栅后的折射率，T 是以每微米线对数为单位的光栅周期。注意所提到的 M 的符号，是完全任意的。ZEMAX 一般用周期 T 的方式来定义（线对/微米），而不用间距 d（微米/线对）来表示。光栅表面可以是平面、球面或圆锥面；光栅前的介质，和光栅本身一样，可以是空气，玻璃，“MIRROR”或任何其他可用的玻璃类型。光栅用以线对/微米（与系统单位无关）为单位的光栅刻条 Y 方向的间隔和衍射级次来描述。ZEMAX 只将光栅模拟为光程偏离的扩展。其他的特性，如效率和相对透过率，是不被支持的。如果光栅间隔太小（或 T 太大）以致于不能符合光栅条件，则会显示“Ray missed surface”的错误信息。

衍射光栅表面的参数定义

参数1	参数2	参数3-8
每微米光栅条数	衍射级数	未被使用

§2.2 共轭面

共轭面是由两个用户指定的点定义的。ZEMAX 总是用表面顶点作为参考点, 这两个定义共轭面的点被规定为要以该顶点作为参考点。共轭面上, 一个点对另一个点的成像永远是理想的, 就象假定这个面是一个反射镜面。虽然共轭面可以是任何介质类型的, 将它假想成是由其反射特性定义出来的是较有用的。

如果两个点的 Z 坐标都为正或都为负, 那么从一个点到另一个点所成的像是实像。这种情况下, 其中一个点到面上的任意一点的距离, 加上从面上该任意点到第二个点的距离, 对于面上的所有点都是常量。一个附加的条件是这个面必须唯一: 此面必须通过局部坐标系统的顶点。如果表面是反射的, 则其中的一个点是另一个点的共轭点, 因此叫共轭。

如果 Z1 和 Z2 同号, 则共轭面是由两个满足下式条件的点产生的:

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}+\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}=\sqrt{x_1^2+y_1^2+z_1^2}+\sqrt{x_2^2+y_2^2+z_2^2}.$$

注意此面必须与点 (0, 0, 0) 相交。用这种模型, 可得到好几种表面类型。比如, 将 X, Y 方向的值设为 0, 两个 Z 方向的值都设为球面的半径, 就可以得到一个球面; 为 X 或 Y 值指定非 0 值可以得到任意方向的椭圆。

如果 Z1 和 Z2 不同号, 则一个点对另一个点所成的像是虚的。这种情况下, 一点到面上的任意一点的距离, 减去该任意点到另一点的距离, 对于该面上的任何一点都是常量。和成实像时一样, 此面必须穿过局部坐标系统的顶点。

如果 Z1 和 Z2 异号, 则共轭面是由两个满足下式条件的点产生的:

$$\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2+(z-z_1)^2}-\sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2+(z-z_2)^2}=\sqrt{x_1^2+y_1^2+z_1^2}-\sqrt{x_2^2+y_2^2+z_2^2}.$$

注意此面必须与点 (0, 0, 0) 相交。用这种模型, 可得到好几种表面类型。比如, 设定 X 和 Y 方向的值为 0, 两个 Z 方向的值为正值, 可得到双曲线; 如果 Z 值相等但不同号, 则得到一个平面。

在参数列中指定了两个结构点的坐标, 如下表所示。Z1 和 Z2 的

值都不能为 0。

共轭面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7
X ₁	y ₁	Z ₁	X ₂	y ₂	Z ₂	未被使用

§23 倾斜表面

倾斜表面只是一个简单的平面 ,有着一个关于 X 和 Y 轴的倾斜角。

$$z = x \tan q_x + y \tan q_y.$$

用平面和 X , Y 轴的子午夹角就可以很容易地定义该表面 :

倾斜表面用前两个参数来定义关于 X 和 Y 的子午夹角。这种表面对于实现倾斜的物和像面 ,以及倾斜的棱柱表面是非常有用的。但它不能用来实现折叠镜面 ,需要时可用坐标断点面来代替。

倾斜表面的参数定义

参数1	参数2	参数3
tan θ	tan θ	未被使用

§24 不规则表面

不规则表面是一种标准表面形状 (平面 , 球面或圆锥面) 上有附加的偏心 , 倾斜 , 球差 , 像散和彗差等非球面偏差。这种表面类型主

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Z_s r^4 + Z_a r_y'^4 + Zr^2 r_y'$$

要用在模拟标准形状表面的不规则时的公差计算上。表面矢高公式为 :

版权申明 : 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系 (info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

其中：

$$r_x = \frac{x}{r_{\max}}, r_y = \frac{y}{r_{\max}}, r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}, r' = r_y \cos q - r_x \sin q,$$

且 $r_{\max}$ 是镜头的最大孔径半径,由表面的半口径值指定。系数 Z_s , Z_a 和 Z_c 分别代表最大孔径处的球差,像散和彗差的总和,单位是透镜长度单位。像散和彗差沿着一条关于 Y 轴有一个夹角?? 的直线 (夹角单位为度)。

前面公式中 X 和 Y 轴坐标是在一个有 X 偏心, Y 偏心, X 倾斜和 Y 倾斜的偏心倾斜坐标系统中的。偏心的单位为透镜长度单位,倾斜的单位为度。倾斜和偏心值的工作方式就象本章定义的坐标断点表面一样,但是,倾斜和偏心在光线经过表面后是分开的。光线追迹所依据的算法为：

表面先关于 X 轴进行偏心、倾斜,然后再关于 Y 轴进行偏心倾斜。光线追迹到这个表面。

表面关于 Y 消除倾斜,再关于 X 消除倾斜,然后再消除偏心。

不规则表面用前 7 个参数定义偏心,倾斜和 Z 系数,而第 8 个参数定义角度。除了倾斜角度是以度为单位,所有的系数的单位都是透镜长度单位。参考“公差”一章可得到关于如何使用不规则表面的细节。

不规则表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
偏心X	偏心Y	X倾斜	Y倾斜	Z_s	Z_a	Z_c	θ

§25 梯度折射率1表面

此特性只用在 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本中。

如果介质的折射率可由下式表示：

$$n = n_0 + n_{r2}r^2,$$

其中, $r^2 = x^2 + y^2$, 则这种介质可用来模拟梯度折射率表面 1。它要求 3 个参数: 最大步长尺寸? t, 基本折射率 n_0 , 和二次系数 n_{r2} 。注意 n_{r2} 是有单位的。

关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论

最大步长尺寸? t 是光线追迹速度和准确度计算的一种折中。所要求的实际值取决于系统的数字孔径和系数的大小。决定一个合适的步长尺寸, 首先从一个很大的值 (和表面的厚度同一数量级) 开始, 然后执行点列图计算。注意点列图的均方根 RMS 值。现在步长尺寸减小一半。如果点列图的均方根 RMS 值以不到一个百分点的幅度改变尺寸, 新的步长尺寸就有可能是足够小的了。否则, 就需要再减小步长。最后的设计状态, 你也许想再次减小步长。使用太小的步长尺寸会不必要地减慢光线追迹的速度, 却不能提高准确度。OPD 追迹时光线收敛速度通常会比光线追迹时慢, 因此当检查 OPD 图时你也许想重复以上的过程。随着设计进展, 应该偶尔检查以确信步长尺寸, 以保证它是合适的。

GRIN 面后的表面的限制

光线追迹通过一个梯度折射率介质时要求反复迭代, 以决定经过梯度折射率介质表面的光线交点。因此, 不是所有的表面类型都可以跟在梯度折射率表面类型后。如果跟在梯度折射率表面类型后的面不被支持, 会显示一条信息指出该错误。根据需要用户在 GRIN 表面后可以加入一个支持该表面类型的补充面, 可与 FSI 联系, 以得到有关细节。

梯度折射率1表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4-8
? t	n_0	n_{r2}	未被使用

§26 梯度折射率2表面

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

此特性只用在ZEMAX的XE和EE版本中。

如果介质的折射率可由下式表示：

$$n^2(x, y, z) = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{r8}r^8 + n_{r10}r^{10} + n_{r12}r^{12},$$

其中， $r^2 = x^2 + y^2$ ，则这种介质可用来模拟梯度折射率表面2。它要求8个参数：最大步长尺寸？t，基本折射率平方 n_0 ，和其他的六个上面公式中的系数。注意其中有些系数是有单位的。大多数径向的GRIN介质可通过代入由制造商提供的系数后，用上述公式来描述。

最大步长尺寸？t决定了光线追迹速度和准确度计算的一种折中。参考本节中“梯度折射率表面1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

梯度折射率2表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? t	n_0	n_{r2}	n_{r4}	n_{r6}	n_{r8}	n_{r10}	n_{r12}

§27 梯度折射率3表面

此特性只用在ZEMAX的XE和EE版本中。

如果介质的折射率可由下式表示：

$$n = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{r6}r^6 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}r^3,$$

其中， $r^2 = x^2 + y^2$ ，则这种介质可用来模拟梯度折射率表面3。它要求8个参数：最大步长尺寸？t，基本折射率 n_0 ，和其他的六个上面公式中的系数。注意其中有些系数是有单位的。

最大步长尺寸？t决定了光线追迹速度和准确度计算的一种折中。

参考本节中“梯度折射率表面1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

梯度折射率3表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? t	n_0	n_{r2}	n_{r4}	n_{r6}	n_{z1}	n_{z2}	n_{z3}

§28 梯度折射率4表面

此特性只适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE版本。

如果介质的折射率可由下式表示：

$$n = n_0 + n_{x1}x + n_{x2}x^2 + n_{y1}y + n_{y2}y^2 + n_{z1}z + n_{z2}z^2,$$

其中， $r^2 = x^2 + y^2$ ，则这种介质可用来模拟梯度折射率表面4。它要求8个参数：最大步长尺寸? t，基本折射率 n_0 ，和其他的六个上面公式中的系数。注意其中有些系数是有单位的。这种特别的GRIN模型对于有柱面光焦度的梯度折射率的光学系统是很有用的。同样，如果你有有效的数据计算系数，它对于模拟光学元件中的折射率的热梯度也是很有用的。

当进行近轴光线追迹时，忽略横向的线性项 n_{x1} 和 n_{y1} 。

最大步长尺寸? t决定了光线追迹速度和准确度计算的一种折中。参考本节中“梯度折射率表面1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

梯度折射率4表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? t	n_0	n_{x1}	n_{x2}	n_{y1}	n_{y2}	n_{z1}	n_{z2}

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁵⁴

§29 梯度折射率5表面

此特性只适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE版本。

如果介质的折射率可由下式表示：

$$n_{ref} = n_0 + n_{r2}r^2 + n_{r4}r^4 + n_{z1}z + n_{z2}z^2 + n_{z3}z^3 + n_{z4}z^4,$$

其中， $r^2 = x^2 + y^2$ ，则这种介质可用来模拟梯度折射率表面5。它要求8个参数：最大步长尺寸 t ，基本折射率 n_0 ，和其他的六个上面公式中的系数。注意其中有些系数是有单位的。

梯度折射率表面5的重要特性是它可以模拟介质的色散特性。色散数据是用户自定义的，存储在一个文件名为SGRIN.DAT的ASCII码文件里。下面有对SGRIN.DAT文件的格式的简短说明。

介质的名称在梯度折射率表面5类型的玻璃列中输入。如果玻璃列是空的，那么离散影响可被忽略。

为了进行光线追迹，ZEMAX首先用上面的 n_{ref} 公式计算一个“参考”波长处的折射率。然后，任何波长处的折射率用下列方法（基于Sellmeier公式的一个广义扩展）计算：

$$n(\lambda)^2 = n(\lambda_{ref})^2 + \sum_{i=1}^3 \frac{K_i(\lambda^2 - \lambda_{ref}^2)}{\lambda^2 - L_i}, \text{ where}$$

$$K_i = \sum_{j=1}^{K_MAX} K_{ij}[n_{ref}]^{j-1}, L_i = \sum_{j=1}^{L_MAX} L_{ij}[n_{ref}]^{j-1}, \text{ and } n_{ref} = n(\lambda_{ref}).$$

系数 K_{ij} 和 L_{ij} 定义介质的色散，而由参数2-8指定的梯度折射率系数（参考下表）定义参考波长处的梯度折射率。这种非常常见的色散模拟允许一个很宽的波长段里几乎所有任意的梯度折射率色散。为了得到更准确的模拟，参数 K_MAX 和 L_MAX 可以小到1项，或多到8项。色散数据被存储在\GLASSCAT目录下的ASCII文件SGRIN.DAT中。

SGRIN.DAT文件包含由10行一组组成的块。文件格式有着下列的结构：

```
MATERIALNAME
MIN_WAVELENGTH MAX_WAVELENGTH
REF_WAVELENGTH
K_MAX L_MAX
K11 K12 K13 ... K1K_MAX
K21 K22 K23 ... K2K_MAX
K31 K32 K33 ... K3K_MAX
L11 L12 L13 ... L1L_MAX
L21 L22 L23 ... L2L_MAX
L31 L32 L33 ... L3L_MAX
```

复合的介质可以用同样的文件来定义，只要在其后附加这种10行组成的块就行了，且其间不允许有空行。所提供的文件SGRIN.DAT包含了描述由LightPath技术所提供的同样的梯度折射率的介质。

最大步长尺寸？ t 决定了光线追迹速度和准确度计算的一种折中。参考本节中“梯度折射率表面1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

梯度折射率5表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8
? t	n_0	n_{r2}	n_{r4}	n_{z1}	n_{z2}	n_{z3}	n_{z4}

§30 梯度折射率表面6

此特性只适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE版本。

梯度折射率表面 6 有下式关系：

$$n = n_{00} + n_{10} r^2 + n_{20} r^4$$

梯度折射率表面6和梯度折射率表面1的不同点在于梯度折射率表面6使用色散公式来自动地计算 n_{00} 、 n_{10} 和 n_{20} ，而不是用从透镜数

据编辑窗口得来的。 n_{00} 的值从下式得到：

$$n_{00} = A + B\lambda^2 + \frac{C}{\lambda^2} + \frac{D}{\lambda^4},$$

对于 n_{10} 和 n_{20} 有相等的表达式 (但是其中的A , B , C和D有不同的值) , 此表达式中用纳米作为? 的单位 , 而不是用微米。

色散数据是用户自定义的 , 并存在一个名为GLC.DAT的ASCII文件中。GLC.DAT文件包含由13行一组组成的块。文件的第1行为介质的名字 , 可以是任何少于10个字母长度的名称 (没有空格或引用之类的特征) 。接下去的12行分别为 n_{00} 、 n_{10} 和 n_{20} 中用到的A , B , C和D的值。在块与块之间不允许有空行。ZEMAX最多能在GLC.DAT文件中读出25种不同介质的数据。

在原有的GLC.DAT文件中的色散数据是由纽约罗切斯特梯度折射率公司 (GLC) 所提供的 , 公司电话 : (716) 235-2620。想获得有关介质的详细特性 , 请与GLC联系。不是所有GLC所提供的介质都包括在GLC.DAT文件中。下列介质是被包括进去的 : ARS10 , ARS20 , ARS27和ARS31。

使用梯度折射率6表面介质 , 只要简单地将表面类型改为梯度折射率6 , 然后在LDE窗口的玻璃列中输入正确的介质名称。

最大步长尺寸? t决定了光线追迹速度和准确度计算的一种折中。参考本节中“ 梯度折射率表面1 ”的“ 关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论 ” 可得到有关细节。也可参考“ GRIN面后的表面的约束 ” 的讨论。

梯度折射率6表面的参数定义

参数1	参数2-8
? t	未被使用

§31 梯度折射率表面7

此特性只适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE版本。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁵⁷

梯度折射率表面 7 表面有旋转对称的梯度折射率特征。折射率关系如下：

$$n = n_0 + \frac{1}{2} (r - R) + \frac{1}{8} (r - R)^2$$

其中，

$$r = \frac{R}{|R|} \sqrt{x^2 + y^2 + (R - z)^2}.$$

坐标 X, Y 和 Z 为通常的关于顶点子午面的坐标系统, R 是顶点处测量的等折射率面的半径。等折射率面是球形的, 以点 z=R 为中心。起始折射率 n_0 , 是在表面的顶点处测量的, 而不是在等折射率面中心。

要求有5个参数: 最大步长尺寸 Δt , 基本折射率 n_0 , R, $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{8}$ 。注意其中有些系数是有单位的。

等折射率面半径R可以单独指定, 与透镜前面或后面的曲率半径无关。但是, 如果R为0, 则ZEMAX假定等折射率面和前面的曲率半径是相等的。

最大步长尺寸 Δt 应兼顾光线追迹速度和准确度而决定。参考本章中“梯度折射率表面 1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

Gradient 7 表面的参数定义

参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6-8
Δt	n_0	R	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{8}$	未被使用

§3.2 梯度折射率表面Gradient TM

此特性只适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE版本。

此种表面类型模拟 LightPath Technologies 公司的梯度折射率材料毛坯库里备有的透镜。毛坯具有一种轴上的梯度折射率特性, 该特性描述了一个作为玻璃毛坯内轴上位置的函数的参考折射率。定义透

镜时的所有的要求就是定义透镜在毛坯内的起始点位置,库存毛坯特性函数的名字,当然还有半径和厚度。Gradium 表面有一个梯度折射率特性函数,是用以下的多项式形式描述的:

z 坐标是从表面前顶点的距离, $z_{\max}$ 是空白的最大 z 坐标, $?z$ 值为沿着特性函数的“偏置”距离。不象 ZEMAX 中大多数其他的梯度折射率玻璃模型,Gradium 表面只采用固定的预先确定的轴上特性系数。所要求的唯一的设计参数是偏置值 $?z$ 。可用的特性函数在 ASCII 文件 Profile.DAT 中定义。参考“分析菜单”一章中的 Analysis, Gradient index, Gradium Profile 特性,有关于可用特性函数的列表。文件格式是一系列的由 13 行数据组成的块,定义如下:

```
PROFILE_NAME GLASS_FAMILY MAX_Z
n0
n1
...
n11
```

每一块的数据以特性函数的名字开始,可以是任何可用的少于 10 个的 ASCII 字符。在同一行,紧跟着是玻璃家族名称,它必须是 gradient 5 表面类型一节中描述的 SGRIN.DAT 中定义的梯度折射率介质。玻璃家族名称定义特性函数描述的参考波长。这一行最后的一项是毛坯的最大 z 坐标。跟着是 12 个多项式系数,从 n_0 到 n_{11} 。

当 ZEMAX 执行光线追迹时,表面(可以是负的)局部 z 坐标被计算。然后加上偏置值以决定特性函数中坐标在哪里。通常,所得的值都是正的,小于或等于最大 z ,否则,会产生错误(参考下面有关“Capping”的讨论)。然后估计参考折射率。一旦参考折射率被计算出来,波长处的折射率计算好了,追迹处的波长也就计算好了,使用的技巧就是 gradient 5 surface 中所描述的。

前顶点处的参考波长折射率显示为参数 3,此值可以在 LDE 窗口中改变。当一个新的值输入后,ZEMAX 计算合适的 $?z$ 以产生指定的参考折射率。但是, $?z$ 值是一个很重要的。参考折射率的显示只

为了方便,且不能被设为变量或一个多结构操作数。注意参考折射率指的是参考波长上顶点处的折射率,而参考波长是指在玻璃家族的定义文件 SGRIN.DAT 中定义的波长。它可以不是主波长。

GRADIUM 表面模型还支持 4 个附加的参数,是为用于公差而设计的:偏心 X, 偏心 Y, 倾斜 X 和倾斜 Y。这四个条件模拟轴上不完全居中也不完全于局部 Z 轴平行的 grandient。公差条件通过重定义坐标轴 Z 修正轴上的特性函数,具体如下:

$$z' = t_x (x - d_x) + t_y (y - d_y) + t_z z, \text{ 其中}$$

$$t_z = [1.0 - t_x^2 - t_y^2]^{1/2},$$

且 t_x, t_y, t_z 是指向轴向梯度轴的单位矢量的系数, d_x 和 d_y 是以透镜长度计量单位为单位的 profile 开始处的偏心。如果 t_x 和 t_y 都为 0, 则 d_x 和 d_y 的值就没什么问题了(因为梯度是沿着 Z 轴的), 而 t_z 的值为 1。 t_x 和 t_y 决定了特性函数在 x 和 y 方向的斜率, 它是用来模拟梯度轴线和透镜的机械轴线之间的轴向偏离的公差的。表达式是一个线性的近似, 只对近近线非常小的 t_x 和 t_y 有效。

公差条件 d_x, d_y, t_x 和 t_y 当执行近轴光路追迹时被忽略。

通常, 只有已定义的特性函数的范围才会使用。但是, 在某些情况下, 特性函数可在一或两个方向上被扩展, 以便在特性函数尾部增加附加的玻璃, 它允许在厚透镜中使用 gradium 表面。这种技术叫做 “Capping”。缺省时, ZEMAX 关掉 capping, 这样任何对玻璃的要求超过特性函数限制的光线追迹被标为是错误的, 在最优化过程中, 自动进行边缘约束。为了去掉这种约束, Capping 标志可以设为 1, 2 或 3。缺省值 0 表示毛坯被限制在特性函数长度两端之内。如果 Capping 标志是 1, 那么只与左边相关(右边允许超出特性函数限制)。如果 Capping 标志是 2, 则只与右边相关。如果 Capping 是 3, 则左、右边都不相关, 且厚度和补偿可以是任何值。特性函数的开始和最后处附加的材料假定是同质的玻璃, 使得在特性函数的两端分别有着相同的折射率和色散。此假设也许是不正确的, 如果在定义的断点上有斜率的话, 而事实上常常是这样的。读者请与 LighPath Technologies 公司联系, 以得到有关 Gradium Capping 设计的更为详细的信息。

最大步长尺寸决定光线追迹速度和准确度的折衷。参考本章中“梯度折射面1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

Gradium 表面的参数定义

系数1	系数2	系数3	系数4	系数5	系数6	系数7	系数8
Δt	Δz	nref	Dx	Dy	tx	ty	apping

§3.3 梯度折射率表面 9

此特性只适用于ZEMAX的XE和EE版本。 Δ

梯度折射率面 9 表面类型可用在模拟美国 NSG 的 SELFOC? 材料上。梯度折射率面 9 表面的矢高或 Z 坐标与标准表面在 X 和 Y 方向各加上一个“倾斜”条件后是一样的：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + x \tan(\alpha) + y \tan(\beta),$$

其中，c 是曲率（半径的倒数），r 是半径坐标，以透镜长度计量单位为单位，k 是锥形常量， $\tan \alpha$ 和 $\tan \beta$ 是 X 和 Y 上的倾斜角的正切。注意这与一个倾斜的标准表面不是同一种表面形状，但当曲率非常小时，或者如果倾斜角非常小时，它们是非常接近的。梯度折射率 9 表面有下列梯度折射率特性函数：

$$n = n_0 [1.0 + (A/2) r^2]$$

其中的 A 和 n_0 是关于波长的函数：

$$A(\lambda) = [K_0 + K_1/\lambda^2 + K_2/\lambda^4]^2,$$

$$n_0 = B + C/\lambda^2,$$

这里，波长是以微米为单位的。散布数据是用户自定义的，保存在 ASCII 文件 Selfoc.DAT 中。Selfoc.DAT 文件由一些 6 行的块组成。文件中的第一行是材料的名字，可以是任何小于 10 个字符（不包括

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！¹⁶¹

特殊的字符如空格或引用)组成的名字,下面的5行是B,C,K₀,K₁和K₂的值,块与块之间不允许有空行。ZEMAX在Selfoc.DAT文件中最高可以读出25种不同材质的数据。

在所提供的Selfoc.DAT文件中的散布数据是由美国NSG公司(Somerset, NJ, (908) 469-9650)提供的。要获得有关材质特性的更详细信息,请与NSG公司联系。不过Selfoc.DAT文件中并没有包括所有NSG公司提供的材质。以下是已包括在内的材质SLS-1.0,SLS-2.0,SLW-1.0,SLW-1.8,SLW-2.0,SLW-3.0,SLW-4.0,和SLH-1.8。

要使用梯度折射率9表面材质,只要简单地将表面类型该改为gradient 9,然后在LDE窗口的玻璃列输入合适的材质名。

最大步长尺寸取决于光线追迹速度和准确度的折衷。参考本节中“梯度折射率1”的“关于GRIN表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN面后的表面的约束”的讨论。

Gradient 9表面的参数定义

参 数1	参 数2	参 数3	参 数4-8
???			
? t	Tan??	tan??	未被使用

§34 梯度折射率表面 10

此特性只适用于ZEMAX的XE和EE版本。

梯度折射率表面类型10 可有下列梯度折射率特性函数的玻璃:

$$n = n_0 + n_{y1}|y| + n_{y2}|y|^2 + n_{y3}|y|^3 + n_{y4}|y|^4 + n_{y5}|y|^5 + n_{y6}|y|^6,$$

其中的“||”符号表示的是绝对值。该梯度折射率形式在平面y=0处是不连续的,且关于y=0面对称。如果玻璃类型是左毛坯型的,则没有色散。如果玻璃类型在玻璃列中被输入,那么它肯定是梯度折射率表面类型5中定义的GRIN5材质中的一种。上面的公式为材质定

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

义了参考波长处的折射率特性函数，在其他波长处的折射率根据 GRIN 5 表面中的色散模式计算。

当执行近轴光线追迹时，忽略线性的横向条件 n_{y1} 。

最大步长尺寸取决于光线追迹速度和准确度的折衷。参考本节中“梯度折射率 1”的“关于 GRIN 表面的最大步长尺寸的讨论”可得到有关细节。也可参考“GRIN 面后的表面的约束”的讨论。

梯度折射率表面 10 的参数定义

参数 1	参数 2	参数 3	参数 4	参数 5	参数 6	参数 7	参数 8
? t	n_0	n_{y1}	n_{y2}	n_{y3}	n_{y4}	n_{y5}	n_{y6}

§35 泽尼克边缘矢高表面

此特性只适用于 ZEMAX 的 EE 版本。

泽尼克边缘矢高表面由偶次非球面表面（支持平面、球面、锥形面 and 多项式非球面）加上一些附加的由泽尼克边缘系数决定的非球面

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^8 \alpha_i r^{2i} + \sum_{i=1}^N A_i Z_i(\rho, \varphi)$$

条件来定义，表面矢高形式为：

其中 N 为序列中的泽尼克系数， A_i 是第 i 个泽尼克边缘多项式的系数， r 是径向的光线坐标，以透镜长度单位为单位， ρ 是归一化的径向光线坐标，以及 φ 是以角度表示的光线坐标。泽尼克多项式由“分析菜单”一章的泽尼克边缘系数一节中给出的表定义。ZEMAX 支持 37 种泽尼克边缘条件。所有的 A_i 系数都是有单位的，且全部与透镜长度单位相同，如毫米或英寸。系数 α_i 也是有单位的，且在“偶次非球面”表面类型一节中被定义。

注意泽尼克表面描述的是表面畸形，而不是直接地描述波前错误。如果你有从干涉仪测量所得的以 OPD 的波形形式表示的泽尼克系数

数据,就以泽尼克边缘相位表面来代替。另外请参考泽尼克标准矢高表面的描述。

泽尼克边缘矢高表面的特别数据定义

特别数据序号	描述
1	项数
2	最大径向孔径。系数由此值归一化。
3-39	分别为泽尼克多项式 1-37 项的系数,以透镜长度单位为单位。
40	未被使用。

项数是用来指定计算表面矢高时使用的最大泽尼克项数。提供此数字只简单地为了增加光线追迹计算的速度,它会忽略超过此数字的各项。例如,如果你所要使用的最大项数是泽尼克#8,然后在项数列指定 9 (因为泽尼克项的第一项是 0,所以共有九项。)

最大的径向孔径是归一化半径。泽尼克边缘多项式在单位圆上相交,因此最大径向孔径应该被设为半径,通过它将系数归一化。泽尼克多项式在超出归一化半径时,倾向于很快地发散,因此要注意,超出此半径后,光线不会落在表面上。虽然光线追迹算法可以工作,数据却不一定是对的。

要获得有关用泽尼克表面类型最优化的细节,参考“最优化”一章中的“优化特别数据值”。有关编辑特别数据系数的细节,参考“编辑菜单”一章。

第十五章 非序列元件介绍

这部份内容仅适用于 ZEMAX 的工程学部份。

连续的光学表面能很好的描述许多光学成像系统。这意味着光线的追

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

迹，通常是以对象的第一个面，第二个面，第三个面等这样严格的顺序下来的。每条光线“HITS”每个面仅在这个预定的顺序里出现一次。举例说明，光线在这个连续模型里，不会从第三个面追迹到第九个面，然后再回到第一个面。这个连续模型能很简明，在数字上快速的，非常实用和完善的解决许多重要的问题。

然而，非连续追迹也时常用到。非连续的含义是指按实际物理规则，光线在追迹过程中碰到了多样的对象和面，并且在软件的用户界面上列出的对象，没有必要是有顺序的。注意，光线在非连续追迹时，可能会反复碰到同一个对象，而完全不碰到其它对象。通常，光线经过物体的顺序，取决于入射光线的角度和初始位置，和对象的几何形状。需要，或最少受益于非光线追迹的对象，包括小平面对象，棱镜，光管，透镜组，反射镜，菲涅尔透镜。确定的分析类型，如偏离的或散射光的影响，在完全的非连续环境中是实用的

一般来说，为进行连续光线追迹而提供面（甚至 3D 对象）的镜头设计程序，将使用相同的面模型，来实现非连续的光线追迹。光线将相交在可能顺序之外的面上。

在比较普通的非连续的方式中，使用面的缺点是，用来描述光学元件的面不够。举例来说，透镜不仅仅只有前后两个面，还有边缘面和可能为装配而变平的外部面。光线可能截取，然后，在这些通常被正常连续光线追迹忽略的面上，折射或反射。复合棱镜，例如潜望或屋脊棱镜，包含许多面，光线可能这些面上相交，有一个复杂的顺序，该顺序取决于光线的入射角和初始位置

为了这些元件类也能被一种普通和正确的方式支持，需要使用 3D 立体模型来代替 2D 面。ZEMAX 称这种光线追迹类型，为非连续元件类或 NSC，它和非连续面或 NSS 是不同的。

ZEMAX 中 NSC 光线追迹支持下列所有功能。

多光源，对象和检测器的定义和放置。

确定能量单位，瓦特,瓦特/cm²。

光线-物体的相交顺序的自动确定。

反射，折射和全反射的自动测定。

支持大范围 3D 对象，包括衍射光学。

偏振光线追迹和任意薄膜涂层。

散射统计模型，包括兰伯特，高斯和哈维谢克模型 (ABg 模型)。

为有效分析而自动光线分离。

这一章提供了，关于建立一个 NSC 组，定义 2D 和 3D 对象，和通过 NSC 的光线追迹的信息。

使用 NSC 光线追迹的两个方法。

ZEMAX 提供了两个截然不同的使用 NSC 光线追迹的方法：

追迹光线通过一个 NSC 组，该组是另外一个连续系统的一部份 (NCS 有端口)。

追迹光线通过一个 NSC 组，该组包括所有产生影响的对象 (NSC 没有端口)。

虽然在 NSC 组里定义和配置对象的方法是两个相同的方法，但是，光线是如何出射的，执行什么样的分析，能量分布是怎样决定的，对于每个方法，那个系统类型是最好的模型，这些细节是相当不同的。有端口 NSC 和没有端口 NSC 的内容描述如下。

NSC 没有端口

当非连续对象或对象是另外一个连续系统的一部分时，有端口的 NSC 是常用的最好的方法。该系统的一个例子，有一个点或扩展面对象由一条光线来描绘，该光线沿着连续路径，穿过一个或多个常规透镜，然后沿非连续路径，通过一个棱镜和光管，在照亮像面之前。

该方法需要使用供光线进入和离开 NSC 组的端口。端口的详细描述，

请看下面的“有端口 NSC 光线追迹介绍”。当使用端口时，NSC 组内的光源和检测器是被忽略的（它们只在没有端口 NSC 的方式内使用）。

有端口 NSC：光源和检测器被忽略，考虑进出端口。

当使用分析功能时，例如光线发散，点图表，MTF；只有进入和离开 NSC 组通过端口的光线才被考虑。所有常用的连续的 ZEMAX 系统数据，例如视场位置和孔径尺寸，决定了进入 NSC 组光线的属性。所有常规的 ZEMAX 分析，例如光线发散，点图表，仍然是有用的。（虽然取决于 NSC 系统属性的数据可能是无意义的）

没有端口的 NSC

一些系统根本没有连续的路径或部份，例如，反射照明灯，复合光管，或普通的照明系统。分析镜像，偏离，散射的名义上的连续系统光属性，也是有可能的，（例如照相机镜头或望远镜），通过这种方式：把整个系统放置在一个非连续组内，并且在整个模型里执行非连续光线追迹。这些系统和分析类型很适用于没有端口的 NSC。

有端口 NSC 和没有端口之间的主要差别是光线的发射和可用的分析。

当使用有端口的 NCS 时，所有光线从对象表面的定义视场位置射出，然后光线继续追迹到 NSC 的入射端口。光线必将经由 NSC 的出射端口离开，然后继续经过剩余的连续系统。

当使用没有端口的 NSC 时，则没有该限制。多个任意光源可以定义和放置在 NSC 组内的任何地方

不带端口的 NSC：考虑光源和检测器，忽略进出端口。

从 NSC 组内的面上射出的光线，不能通过出射端口离开，唯一可分析的是光线分布状态和能量，该分布状态和能量通过使用检测器对象决定。检测器用来记录光线能量，在“无端口的 NSC 光线追迹介绍”一节中有描述。

有端口和没有端口 NSC 的综述

3D 版面，刚体结构，立体模型，和渐变模型分析功能，能同时显示从连续入射端口过来的两条光线，好像光源定义在没有端口的 NSC 中一样。从入射端口进入的光线不影响任何 NSC 检测器；从 NSC 组中出射的光源不影响入射端口，出射端口，或在 NSC 组之外的任何光学定义。

因此这是被考虑的，虽然并不需要，当使用没有端口 NSC 时（你已经你的 NSC 对象中定义了光源），你可以在这些设计功能中把光线数设为零，这有利于减少混乱显示。多次显示在同样结构上的来自入射端口的连续光线，和非连续光线，是有用的，尤其当在偏离光分析中放置了障碍物时。

二者择一，这个 3D 设计功能是 NSC 所特有的，该功能仅显示在单个 NSC 组内定义的对象和光线。

带端口 NSC 光线追迹介绍

通过带端口 NSC 的光线追迹，按下列步骤来完成

- 1) 在透镜数据编辑里插入一个非连续元件面，这个面成为非连续组的入射端口。
- 2) 非连续组的出射端口的定位，通过非连续元件表面参数来定义。
- 3) 对象在联合非连续元件表面的列表中被定义。
- 4) ZEMAX 连续地追迹一条光线到输入端口，然后非连续在 NSC 组

里追迹，直到光线从出射端口输出。

非连续元件表面有一些参数，这些参数用来决定光线将从 NSC 组里的哪边射出，描述如下。

输入端口

通常情况下，非连续元件表面如平面，球面，或非球面，它们的位置被先前在透镜数据编辑器里的面所决定。如果面形是圆弧面，那么允许光线越过 4π 弧度角。

非连续表面，是一组将被非连续追迹的对象的入射端口。入射端口使光线得以进入 NSC 组。

有 8 个参数用来定义非有序元件面。

出口位置 X：相对于入射端口的出射端口的 x 位置。

出口位置 Y：相对于入射端口的出射端口的 Y 位置。

出口位置 Z：相对于入射端口的出射端口的 Z 位置。

有关 X 的出口倾斜：有关出射端口的局部 X 轴旋转。

有关 Y 的出口倾斜：有关出射端口的局部 Y 轴旋转。

有关 Z 的出口倾斜：有关出射端口的局部 Z 轴旋转。

次序：如果次序的标记是零，那么上述的位置和倾斜将按上述的顺序被执行，如果标记值是除零外的其它值，那么次序被颠倒。

反向光线：如果标记值是零，那么 ZEMAX 假定光线从 Z 的正方向离开出射端口。对非连续元件实行了映射，光线从 Z 轴“向左”出射，那么标记值被设为一个非零值

这些参数定义相对于入射端口的出射端口的的位置。

出射端口

光线通过出射端口，从 NSC 组中出射。出射端口用相对于入射端口

坐标使用的透镜编辑器里的数据栏来定义。

注意到出射端口的位置和非连续面之后的面是相同的，并且它在 3D 空间的位置决定于非连续元件面的参数。非连续面的厚度是没有用的；仅位置和倾斜的参数值是有用的。

在非有序面之后的面，需要一个附加的参数：面的半径。这个值定义了出射端口的光孔半径，当然光孔必须是圆形。注意，当其它的孔形有需要时，一些附加孔可以放置在出射面上。

在应用了偏轴和倾斜之后，非连续元件面之后的面，在坐标系统里实行像平面一样的导向。然而，面没曾画出，不能用来描述两种媒体的边界。其它的玻璃类型总是和优先的面的类型相同，ZEMAX 将为玻璃名称显示“-”，这意味着指定的玻璃名称没有被加入到那里。

光线进入

光线离开对象表面，用一般的连续方式通过透镜，直到遇上一个非连续元件面。光线进入这元件组的有关面，非连续追迹开始。

在 NSC 里追迹光线

在 NSC 组里，光线会碰到三种情况。

- 1) 光线碰到出射端口。
- 2) 光线什么也不碰到。
- 3) 光线碰到组里对象的其中一个。

假如光线碰到出射端口，在出射端口上，光线的坐标和方向余弦被计算好了，光线又一次连续追迹通过透镜剩下的面，假如还有。

假如光线什么也没碰到，光线追迹终止，光线追迹程序会在之后的面

上, 返回一个“光线丢失”错误信息。(因为光线没有碰到出射端口, 该面始终是光线追迹的连续位置里的下一个面)。

假如光线在 NSC 组中碰到对象, 光线将发生反射, 折射, 全反射, 或被吸收, 发生的现象取决于光线通过的对象。如果光线被吸收, 光线追迹被终结, 并且光线丢失信息被返回, 则程序结束, 否则新光线的坐标和方向余弦被计算, 程序将反复执行, 直到下列情况之一发生。

- 1) 光线碰到出射端口。
- 2) 光线没有碰到对象。
- 3) 光线被吸收了。
- 4) 光线拦截超过 100 个对象

如上描述的情形 1, 2, 和 3 能很好的处理。在情形 4 中, 即使光线在理论上仍然能被追迹, 为阻止死循环的发生, 它仍然被终结。这种情况下, 光线追迹返回一个光线丢失出错信息。

光线出射

当光线碰到出射端口时, 光线的坐标和方向余弦在出射端口的坐标系中被计算好了, 然后光线继续追迹经过的剩余表面。假如剩余面中的某个面, 是另外一个非连续元件的面, 那么程序将为元件重新定义那个组。注意到一个 NSC 组里的光线不能“看到”被定义在另一个组里的对象, 即使在空间里位于相同的位置; 光线还是不能“看到”本 NSC 组之外的面。

没有端口 NSC 光线追迹的总述

光线追迹, 通过一组没有端口的 NSC 对象, 由下列基本步骤完成:

- 1) 一个非连续的元件面被插入在透镜数据编辑器中。典型地, 这是面 1, 因为所有在透镜编辑器里的面的数据, 在被随之忽略, 所以正确面的选择并不重要。注意, 在透镜数据编辑器中, 只列出一个非连续元件表面。建议只使用对象, NSC, 和图像表面。设置对象的厚度

为 1.0 (这避免了一个关于在对象上停止定位的错误信息), 并且设置停止表面为表面 1。

- 2) 非连续元件表面的参数被忽略。
- 3) 光源, 对象, 和检测器被定义在非连续元件编辑器中。不考虑输入和输出端口, 当使用不带端口的 NSC 时, 这些是被忽略的。需要被定义在 NSC 编辑器外的数据是:
用于光线追迹的光波长 (位于波长数据编辑器中)
要用到的玻璃表。 (位于常用系统的数据对话框中)
涂层定义 (在和常用透镜有关的涂层文件内)

光线进入

定义一个或更多的光源, 使光线进入 NSC 组。ZEMAX 支持点, 矩形, 椭圆, 用户定义, 和其它光源模型。每个光源由下列参数定义 (也有可能是其它参数):

#设计光线: 当创建版面结构时, 定义有多少光线从光源射出。

#分析光线: 当执行分析时, 定义有多少光线从光源出射出。

能量 (瓦特): 光源的能量, 能量是指在定义范围内, 光源的总能量。

波数: 当追迹任意光线时, 要用到波数。零表示多色; 在波长数据编辑器内, 额外定义了可任意选择的光波长。

注意, 可以组合若干有着不同功率和波长的光源, 来创建一个合适的多色光源。光源可以放置在任何地方, 没有限止 (甚至在对象内)。

光线射出的同时, 非连续追迹开始。

在 NSC 内追迹光线

一旦进入 NSC 组, 光线会碰到两种情况:

- 1) 根本没有碰到任何对象。
- 2) 碰到组中的一个对象。

如果光线没有碰到对象，则该光线的追迹终结。如果光线通过 NSC 组内的一个对象，那么光线将发生反射，折射，全反射，或被吸收。这取决于通过对象的属性。

检测光线

如果光线通过一个检测器对象；透过光线的像素被计算。该光线的能量使总计像素能量增加。检测器可以吸收，反射，透过光线，但不能折射光线。

该过程反复进行，直到碰到下列情况中的一个：

- 1) 光线没有碰到对象。
- 2) 光线被吸收。
- 3) 光线截取对象超过 100 个

如上描述，情况 1，2 能很好处理。对于情况 3，光线理论上仍能追迹，但为了防止死循环的发生，光线追迹被终结。

发射光线的分析

使用没有端口的 NSC 的关键是，由检测器对象来确定能量分布。为了得到精确的能量分布结果，大量的光线都要进行追迹。光线是否发射，检测器是否重置，由检测器，光线追迹/检测器来控制。

NSC 对象

ZEMAX 中，NSC 对象类包括椭圆，三角形，矩形，球形，圆柱形，和其它基本体形。复合对象，如各种棱镜，非球面透镜，环面，圆环面，和其它光学元件也都要用到。反射，折射和吸收的属性取决于对象指定的材料。关于反射，折射和吸收的属性的细节，请参看下面的章节。

每个 NSC 对象类在下面摘要列表中都有描述，更详细的细节请看后

面的章节。注意，一些基本的对象可以组合成很多复合对象。请参看“对象放置”一节，以得到对象放在另外一个对象内，或和另外一个对象相邻的信息。

如果需要的对象类没有列出，请联系 FOCUS SOFTWARE 技术支持，建议把新的对象类加入到 ZEMAX 中。

NSC 对象摘要

对象名称	描述
环面	椭圆面里有一个椭圆形的孔。
鞍形面	一个面在 X 和 Y 方向有各自的曲率和圆锥曲线。在特殊的情况下，可能有部分是球形曲线。
二元 1 次	标准的透镜前一个面上有一个二元 1 次的相位轮廓。二元 1 次相位轮廓是一个 X-Y 的多项式
二元 2 次	标准的透镜前一个面上有一个二元 2 次的相位轮廓。二元 2 次 相位轮廓是一个 r 的偶数次幂的半径多项式。
圆锥形	圆锥的一部分通过两点来定义，r 和 z，它们组成一条线段，围绕局部的 z 轴旋转而形成圆锥形。
圆形管	表面外形是圆柱的管状对象。
圆柱体	圆柱形体，带有封顶。
衍射光栅	标准的透镜，在每个面上，带有一个简单的，有固定线间隔的衍射光栅，
椭圆面	椭圆平面。
偶次非球面透镜	旋转的对称透镜，前表面和后表面，为 16 次的非球面
菲涅尔透镜	真正精确的菲涅尔透镜（没有小平面），不管是放射状的还是圆柱形的，被定义在解释参数的式子中。
无效对象	不存在的对象。这是默认值，当一个新的对象被插入到 NSC 编辑器中，使用简单，如同使用一个架子。

奇数非球面透镜	旋转的对称透镜，前表面和后表面，为一直到 12 次的奇数或偶数次的非球面
多边形对象	用户定义的一般多边形对象，是开式的或关闭式的，其中有折射，反射或吸收面，或是这些面的混合类型。
矩形角	由三相互垂直的面组成的角。
矩形	矩形由长和宽来定义。
矩形管	有四个棱边的盒形物。
矩形屋脊	矩形屋脊是由两个成直角的面相交而构成的。
长方体	由六个面围成的体形
球体	一个球体
标准透镜	透镜对象由五个表面组成。两个标准面，两条平滑倒角边，一个柱形侧边缘面。
标准面	ZEMAX 标准面有着相同的外形的面(平面，球面，二次非球面，圆弧面)。
STL 对象	一般的多边形对象由 STL 格式定义，典型输出，在 CAD 程序内。
小面的放射形列表	小面对象，由坐标绕局部 z 轴旋转的表格来生成。这种对象类型能用来定义面或体。
小面的环形列表	小面对象，由坐标绕平行于 y 轴的中心轴旋转的表格来生成。这种对象类型可用来定义圆柱或环形的表面。
菲涅尔放射形列表	平滑的菲涅尔透镜由坐标表格生成。这很类似于有小面的放射形的对象列表，除了表面是光滑的，没有小面。参看菲涅尔对象。
环形透镜	圆柱和矩形的透镜其前后两面是非球面的环形面。
圆环面	圆环面的一部分，用来定义一个面。终端是开式的。
圆环体	圆环体的一部分；如同一个面，但有封顶，而围成一个体。
三棱角	由三个三角形组成的角。

三角形

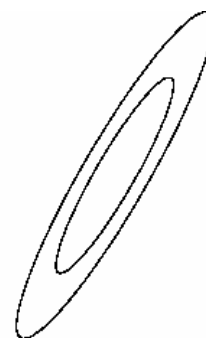
平面上三点确定一个三角形。

更多的对象，需要多样的参数说明。每个对象类型需要的参数，和每个对象的详细描述如下。

环面

环面，外形为椭圆平面，通过 4 个参数来定义。

- 1、 X 方向的最小半宽
- 2、 Y 方向的最大半宽。
- 3、 X 方向的最小半宽。
- 4、 Y 方向的最小半宽。



环面完全位于 XY 平面内。假如最小半宽被设置成零。中间的孔就不存在了，光线通过最大半宽的每一个地方，实际上，环面此时相当于一个椭圆。

因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用"镜面"材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用"吸收"材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。参考坐标是透镜的中心。

鞍形面

鞍形面类似于环面，由 c_x 和 c_y 方向的一次曲线常数和基本半径 R_x 和 R_y 定义。鞍形面垂度，由下

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}},$$

公式中

$$c_x = \frac{1}{R_x}, c_y = \frac{1}{R_y}.$$

版权申明：本文与版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关专业的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

鞍形面通过 9 个参数来定义：

1：在 XZ 平面内的基本曲率半径。假如这个值为零，

那么 XZ 内的曲率被假定为零。

2：在 YZ 平面内的基本曲率半径。假如这个值为零，

那么 YZ 内的曲率被假定为零。

3：X 方向二次曲线。

4：Y 方向二次曲线。

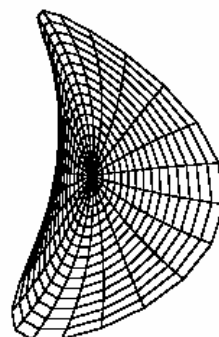
5：最大 X 孔径，这是用透镜单位表示的 X 半宽。

6：最大 Y 孔径，这是用透镜单位表示的 Y 半宽。

7：在 X 方向上小面的最大数，假如面边界的外形是矩形。否则这是放射状小面的最大数。请参阅后面的“怎样使用小面”。

8：在 Y 方向上小面的最大数，假如面边界的外形是矩形，否则这是放射状小面的最大数。请参阅后面的“怎样使用小面”。

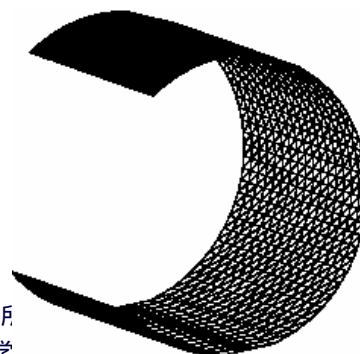
9：“是否矩形？”标记。假如是零，面外形是椭圆形。假如为非零值，面边界为矩形。



生成一个圆弧面

当满足下列条件时，鞍形面也能用来生成一个圆弧柱面：

- 1) R_x 和 K_x 值被设成零。
- 2) “是否矩形？”标记被设为 1 (这表明，面边界是矩形)。
- 3) K_y 值大于 -1。
- 4) 最大 Y 孔径被设置成为负数，它的范围为 0 到 Y 的最大可能孔径值。Y 的最大可能孔径值由下式给出：



在这种 $y^2 = \frac{(R_y)^2}{(1+k_y)}$ 特殊情况下，则生成一个圆弧柱面。

使用小平面

明确，X/Y 或“有角/放射状”小平面用于两个用途，是很重要的。

- 1、呈递对象。
- 2、提供光线—对象截取点的位置的“第一猜想。”

一条任意光线一般会通过这个对象的多个位置。对于一个精确的光线追迹，反复是用来找到精确的正确截取点的手段。然而，这个手段需要一个好的接近的第一猜想。否则光线会会聚一个错误的方案，或者就根本不产生方案。对于光线追迹，小平面表示法只是用于使光线足够接近实际面，使反复过程有效率的工作。对象的真实面形被严密的模拟成光线追迹效果。光线追迹的精度不受小平面的近似数的限止。在反复的光线截取计算中，小平面的数值要恰到好处，只要满足呈递对象有可接受的质量和能排除错误的方案就行了。过多的使用小平面会导致光线追迹变慢，它并不会提高光线截取位置和常态的精确度。

二元 1 次

二元 1 次对象是一个标准透镜，带有一个衍射光学相位轮廓，和前一个面的二元 1 次面类型相类似。二元 1 次相位轮廓在光线中增加了相位，依照下面这个多项式：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^N A_i E_i(x, y),$$

式中 N 是多项式的项数， A_i 是衍射次数， M 扩展多项式的系数，多项式在规格化坐标 X 和 Y 中是简单的幂级数。在“表面类型 A_i 一章中的“扩展多项面”一节中有介绍。系数 A_i 的单位是弧度（一个

波长的弧度是 2π)。

参数解释：

1- 9：

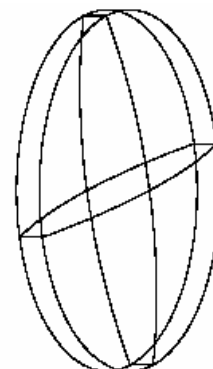
10：衍射次数 M。

11：标准半径。X 和 Y 坐标被规定为这个值。这使所有的系数都使用弧度单位。

12：最大项数。

13-202：多项式项的系数值。如果前一个面是圆弧面，这个对象可能工作不正常。

参看二元 2 次对象



二元 2 次对象

二元 2 次对象是一个标准透镜，带有一个衍射光学相位轮廓，和前一个面的二元 2 次表面类型类。二元 2 次相位轮廓为光线增加了相位，依照下列多项表达式：

$$\Phi = M \sum_{i=1}^N A_i \rho^{2i},$$

式中 N 是多项式的项数， A_i 是 r 的 $2i^{th}$ 幂的系数， r 是规定的放 A_i 状孔径的坐标。 A_i 的单位是弧度。(一个波长的弧度是 2π)。

参数解释：

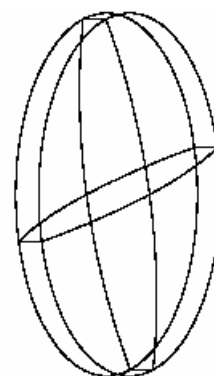
1- 9：关于这些参数的信息，请参看标准棱镜描述。

10：衍射次序 M

11：标准半径。X 和 Y 的坐标通常规定为这个值。这使得所有的系数的单位为弧度。

12：最大项数。

13-202：多项式的系数值。如果前一个面被设成是



版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站地址：http://www.photics.net/）。 “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

圆弧面，该对象工作可能会不正常。

参看二元 1 次对象。

锥形

锥形，由四个参数来定义。

1：第一个点的 Z 坐标。

2：第一个点的半径坐标。

3：第二个点的 Z 坐标。

4：第二个点的半径坐标。

由点定义的线段绕 Z 轴转动形成圆锥的一部分。这

个对象可以生成环形或圆形（如果两个 Z 坐标是相

同的）或制作一个圆柱形（如果两个半径坐标是相同的）。这意味着

圆锥形对环形和圆柱形对象是多余的。圆锥形被用来制作简单的菲涅尔透镜。因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用“镜面”材料

类型时，这个对象只能是一个反射体，用“吸收”材料类型时，是一个

吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光

线在这个对象上的截取。如果材料被设

为折射

型材料，如空气或玻璃，那么光线在这

个对象

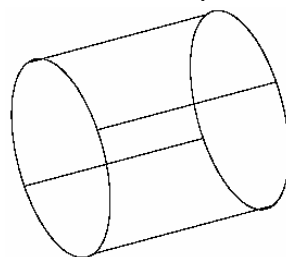
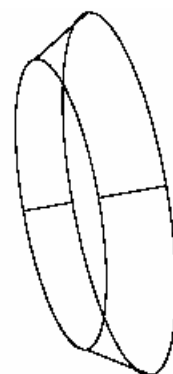
的截取将被忽略。参考坐标位于 (0, 0,

0)，用

个参考

来定义圆锥形的点可以放置在相对于这

点的任何位置上。



为折射
个对象
0)，用
个参考

圆柱管

圆柱管是一个旋转的对称面，由三个参数来定义：

1：前圆孔的半径。

2：圆柱沿 Z 轴方向的长度。

3：后圆孔的半径。

这个对象通常用来定义一个反射光管。因为这个对象是一个面而不是

一个体，所以，用“镜面”材料类型时，这个对象只能是一个反射体，

用“吸收”材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，

如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考坐标是前一个孔径的中心。

圆柱体

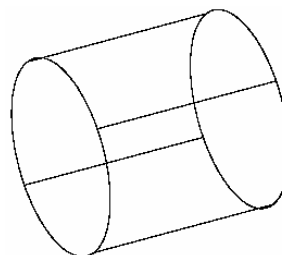
圆柱体是一个旋转对称体，由三个参数来定义：

1：前圆面的半径。

2：圆柱体沿 Z 轴方向的长度。

3：后圆面的半径。

该对象很类似于圆柱管，不同之处是，前一个面和后一个面被包含在内，组成一个封闭的体。因为该对象是一个封闭的体，所以它可以使光线反射，折射，或吸收。这个参考坐标是前一个圆面的中心。



衍射光栅

衍射光栅很类似于标准透镜，只不过多四个附加参数：

1- 9：参考标准透镜的对这些参数信息的描述。

10：前表面的每毫米的光栅条数。

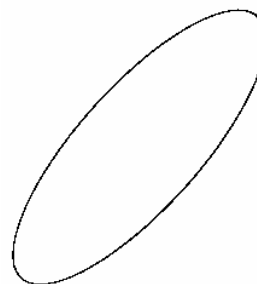
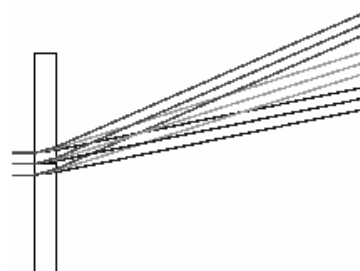
11：前表面的衍射次序。

12：后表面的每毫米的光栅条数。

13：后表面的衍射次数。

光栅假定由平行于 X 轴的线组成。光栅密度是指沿 Y 方向每毫米的光栅条数；在面上向下凸出。

如果衍射面被设成圆弧面，该对象有可能工作不正常。



椭圆形：

椭圆形，外形椭圆形的平面，通过 2 个参数来定义：

1：X 方向的最大半宽。

2：Y 方向的最大半宽。

椭圆形完全位于 XY 平面内。该对象是一般环面的特例。

因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用"镜面"材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用"吸收"材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考坐标是椭圆形的中心。

偶次非球面透镜

偶次非球面透镜外形通过下式来定义：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16},$$

它的垂度公式和偶次非球面是一样的，非球面透镜对象由两个这样的面组成，中间隔一定厚度。整个对象外形需要 24 个参数来定义。

1：最大的放射孔径。

2：透镜中心厚度。

3：#有角小平面。

4：#放射状小平面。

5：前一个面的曲率半径。

6：前一个面的二次曲线常数 k。

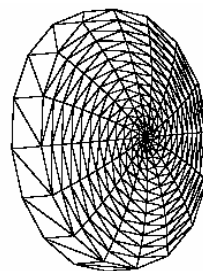
7-14：前一个面的 $\alpha_1 - \alpha_8$ 。

15：后一个面的曲率半径。

16：后一个面的二次曲线常数 k。

17-24：后一个面的 $\alpha_1 - \alpha_8$ 。

参考坐标为前一面的中心。



使用小平面

明确，有角和放射状小平面仅被使用在两种情况下，是很重要的。

- 1) 呈递对象。
- 2) 提供光线——对象截取点位置的“第一猜想”

一条任意光线一般会通过这个对象的多个位置。对于一个精确的光线追迹，反复是用来找到精确的正确截取点的手段。然而，这个手段需要一个好的接近的第一猜想。否则光线会会聚一个错误的方案，或者就根本不产生方案。对于光线追迹，小平面表示法只是用于使光线足够接近实际面，这样能使反复过程能有效率地工作。对象的真实面形被光线追迹效果正确的模拟。光线追迹的精度不受小平面的近似数的限止。

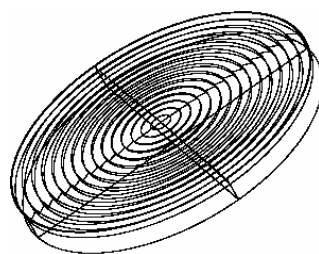
在反复的光线截取计算中，小平面的数值要恰到好处，只要满足呈递对象有可接受的质量和能排除错误的方案就行了。过多的使用小平面会导致光线追迹变慢，它并不会提高光线截取位置和常态的精确度。对于多数偶次非球面透镜对象，使用 12 放射状小平面和 32 有角小平面，通常是足够了。如果任一面是平面，那么 ZEMAX 自动使用最少的面。

菲涅尔透镜

该对象是一个一般的放射状的相对称菲涅尔透镜，或是一个圆柱实体菲涅尔透镜。基础外形是平碟形（如果为放射状）或矩形（如果为柱形）。由放射状和矩形小平面组成其基面的一个面，定义了产生光功率的菲涅尔透镜的外形。由放射状小平面构成的面形，它的端点垂度

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}.$$

要生成一个菲涅尔透镜，每一个小平面沿着 Z 轴有一个恰当的偏移，所以，所有的小平面的起始于有相同的 Z 坐标的中心顶点。这样，生成的透镜有相关的最小体积。ZEMAX 使用下列 15 个参数自动生成菲涅尔小平面：



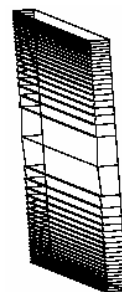
1：放射高：如果是放射对称，这是透镜的最大放射孔径。如果是柱

状对称,那么这是 Y 半高。

2 : X 半宽 : 如果是柱状对称,这是透镜的半宽。如果该参数设为零,那么生成一个旋转对称透镜。

3 : +深度/-频率 : 如果该参数是正的,那么它对应每个使用透镜单位的凹槽的深度。如果为正值,那么它对应于凹槽的周期。举例说明,值-0.5 产生 2 个凹槽/放射透镜单位。如果凹槽深度是一个常量,那么凹槽的半径位置一般会改变。如果凹槽的密度是常数;那么凹槽的深度一般会改变。对于凹槽深度是常数的情况,ZEMAX 自动计算精确的半径坐标,该坐标的垂度随指定的深度而改变。完成这个过程需要使用反复搜索。

4 : 倾斜(度) : 倾斜是指静止面和 Z 轴有关的角度。(这些静止面通常是平行于 Z 轴的。)倾斜可以是正值或是负值。倾斜角是一个很小的角,典型地被附加到菲涅尔模型内,作简单模型部分的开方。



5 : 厚度 : 使用透镜单位的菲涅尔厚度。该值可以是正值或是负值。但选定值的绝对值必须大于凹槽深度;否则,会生成一个不符合物理规则的非涅尔对象,没有警告和出错信息。

6 : 半径 : 基本曲率半径。这是上面的垂度表达式里的“C”的一个附加值。

7 : 二次曲线 : 上面垂度表达式中的二次曲线常数“K”。

8-15 : 偶次半径 r 的幂的系数。这些系数的单位和 r 相同,没有规范化。因为该对象是一个封闭的体,它可以反射,折射,和吸收光线。参考坐标是菲涅尔小平面透镜的边的中心顶点。如果半径和非球面项生成负垂度值,弥补菲涅尔对象的位置是很重要的,这样整个体将位于非连续组内。如果,入射端口放置在透镜外;将导致错误的光线追迹。

无效对象

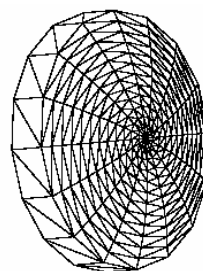
这是一个不存在的对象。被使用成放置支架,或成为别的对象的参考点。参考坐标是(0,0,0)。

奇次非球面透镜

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^{12} \alpha_i r^i,$$

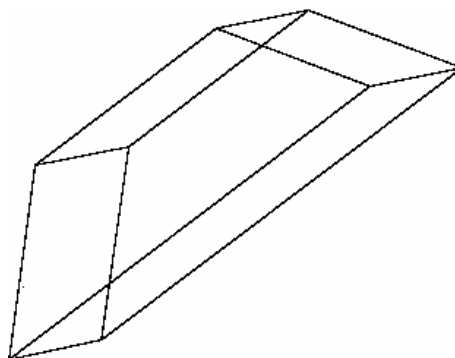
它很类似于奇次非球面 (多了 4 个附加项)。奇次非球面透镜对象由两个这样的面组成, 中间隔有厚度。总体对象外形由 32 个参数来定义:

- 1: 最大放射孔径值。
 - 2: 透镜的中心厚度。
 - 3: #有角小平面。
 - 4: #放射状小平面。
 - 5: 前一个面的曲率半径。
 - 6: 前一个面的二次曲线常数 k。
 - 7-18: 前一个面的 $\alpha_1 - \alpha_{12}$ 。
 - 19: 后一个面的曲率半径。
 - 20: 后一个面的二次曲线常数 k。
 - 21-32: 后一个面 $\alpha_1 - \alpha_{12}$ 。
- 参考坐标为前一面的中心。



多边形对象

多边形对象是一个很普通的用户定义对象。它可以用来定义一个开放式的多边形反射镜。例如有小面的平面镜;或是某些部分反射其它部分折射或吸收的封闭的多边形。多边形对象基于 3D 三角形的集合, 这个集合的顶点被放置



在有 POB 扩展名的 ASCII 文件里。请参看下一节“定义多边形对象”。顶点或多边形的总数不受固定限止。POB 文件名在多边形对象行的

“注释”专栏里是一个参考，不带 POB 扩展名。举一个例子，如有一个 POB 文件 myobject.POB 放置在 Objects 文件夹里，那么把 myobject 列入在 NSC 编辑器里的多边形对象类行的注释专栏里。

参考坐标位于 (0, 0, 0)，组成对象的多边形可以放在相对于这个参考点的任意位置。多边形对象需要两个参数：

- 1) 比例因数。所有在 POB 文件里的顶点都要和这个参数相乘。
- 2) 一个用来显示 POB 文件定义的是体还是面的标记。如果是“是体吗？”参数为零，那么 ZEMAX 认为 POB 文件定义的是一个开放的面。光线在这样一个面里要么是反射要么是吸收，折射是不允许的。假如“是体吗？”参数为非零值，那么 ZEMAX 认为 POB 文件定义的是一个封闭的体。光线将在体里的面与面之间反射，折射，或吸收。请参看“带小面对象的特殊考虑事项”一节，以得到光线追迹通过带小面对象的局限性信息。

矩形角

矩形角通过一个参数来定义

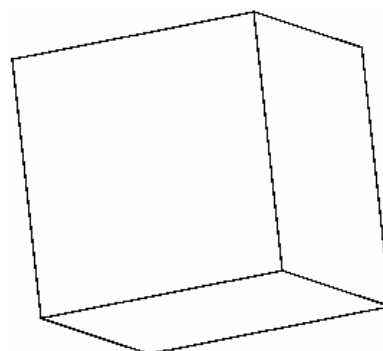
- 1) 正方形的边长。

矩形角是由三个面相互垂直相交而得到的。三个面位于正方向的 XY，XZ，和 YZ 平面内。面的尺寸是 X 的平方。

请参看“带小面对象的特殊考虑事项”一节，以得到光线追迹通过带小面对象时的局限性信息。

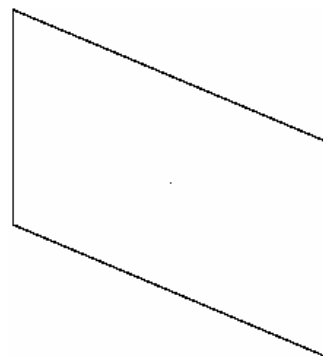
因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用“镜面”材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用“吸收”材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是三个面的交点。



长方形

长方形是一个平坦的面，它通过两个参数来



版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

定义：

- 1) X 的半宽。
- 2) Y 的半宽。

长方形是平坦的，它完全位于 XY 平面内，Z 坐标为零。

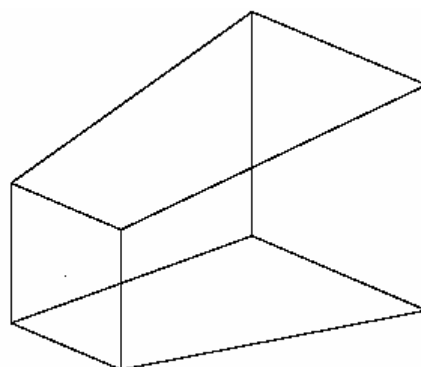
因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用"镜面"材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用"吸收"材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是长方形的中心。

矩形管

矩形管通过五个参数定义：

- 1) 前开面的 X 半宽。
- 2) 前开面的 Y 半宽。
- 3) 沿 Z 轴方向的管长。
- 4) 后开面的 X 半宽。
- 5) 后开面的 Y 半宽。



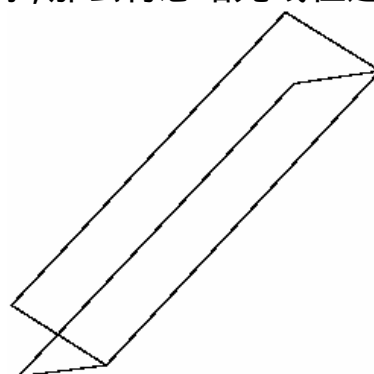
矩形管是一个四面盒。前面和后面是开的。

这个对象典型的被用来作矩形光管。

请参看“带小面对象的特殊考虑事项”一节，以得到光线追迹通过有小面对象时的局限性信息。

因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用"镜面"材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用"吸收"材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是前开面的中心。



矩形屋脊

通常通过三个参数来定义。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

- 1) X 半宽。
- 2) Y 半宽。
- 3) 两个矩形的夹角。

矩形屋脊是由两个成一定角度相交的矩形组成的。

请参看“带小面对象的特殊考虑事项”一节，以得到光线追迹通过带小面对象时的局限性信息。

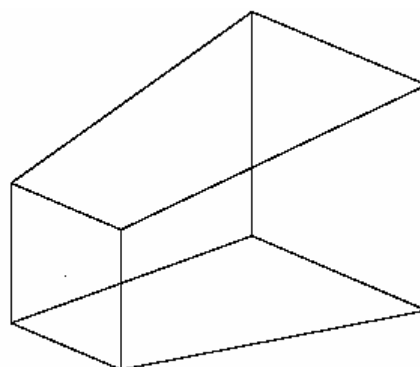
因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用“镜面”材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用“吸收”材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是两个矩形交线的中点。

矩形体

矩形体通过五个参数来定义：

- 1) 前一个面的 X 半宽。
- 2) 前一个面的 Y 半宽。
- 3) 沿 Z 轴方向的管长。
- 4) 后一个面的 X 半宽。
- 5) 后一个面的 Y 半宽。



矩形体是一个六面体，该对象典型地是用来做成玻璃块。

参考点是前一个面的中心。

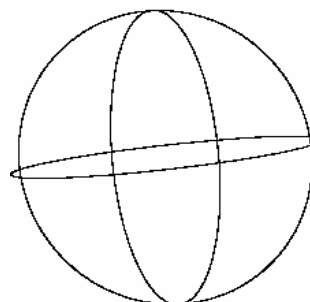
球体

球体通过一个参数来定义。

- 1) 球的半径。

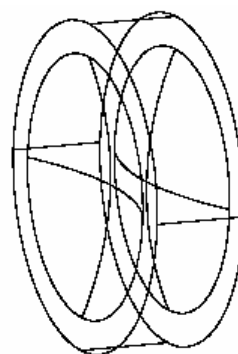
该对象通常被模拟成泡状，通过在玻璃体里面放置一个球体，并把材料类型设置成为空气或一个定义的玻璃名称，该玻璃描述成一种气体。

参考点为球体的中心。



标准透镜

标准透镜是一个复合的对象，它意味着在 3D 中模拟一个透镜是由 ZEMAX 的标准面组成的。标准面可以是平面、球面、二次曲线非球面，或是圆弧面。标准透镜实际上是由五个分离的部分组成：



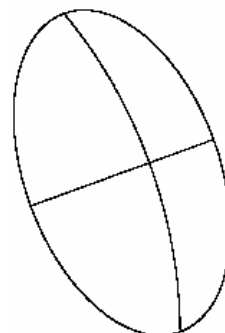
- 1) 前表面标准外形。
- 2) 后表面标准外形。
- 3) 前表面透光孔径和前表面边缘之间的一个环带。
- 4) 后表面透光孔径和后表面边缘之间的一个环带。
- 5) 连接前表面边缘和后表面边缘的圆柱面，该圆柱面可能略带锥形。

标准透镜通过 9 个参数来描述：

- 1) 前表面的曲率半径。使用零时为无穷大，即平面。
- 2) 前表面的二次曲线常数。
- 3) 前表面的透光面的直径。使用负值产生圆弧面的垂度点。
- 4) 放射孔到透镜的前一个面的边缘的距离。
- 5) 透镜的中心厚度。
- 6) 后表面的曲率半径。使用零时为无穷大，即平面。
- 7) 后表面的二次曲线常数。
- 8) 后表面的透光面直径。使用负值会产生圆弧面的垂度点。
- 9) 放射孔到透镜的后一个面的边缘的距离。

这五个面都可能使光线折射，反射，或吸收。它取决于材料的属性。

参考点是透镜前一个面的中心。



标准面

NSC 对象的标准面和 ZEMAX 里的标准面很相

似。标准面包括平面，球面，二次非球面和圆弧非球面和非球面。

标准面需要 4 个参数：

- 1) 曲率半径。使用零则为无穷大，即平面。
- 2) 二次曲线常数。
- 3) 最大通光孔径。使用负值产生圆弧面垂度点。
- 4) 最小通光孔径。这个值必须是正的，如果比零值小，则将在表面产生一个孔。

面对 Z 轴中心对称。如果半径为负值，那么表面凹向 Z 轴的负方向。

如果半径为正值，那么表面凹向 Z 轴的正方向。

假如直径是负的，那么表面会变成一个圆弧面，开式终端的放射孔径等于直径的绝对值。

表面可能反射或吸收光线。

参考点为该面的中心。

STL 对象

STL 对象是一个非常全面的用户定义对象。它能用来定义一个开式多边形反射镜，例如一个片体反射



镜；或一个封闭多边形体如棱镜或立体镜。STL 对象格式基于 3D 三角形的集合。机械 CAD 程序普遍支持这个格式。STL 文件的 ASCII 码和二进制格式也能被支持。关于细节请参考后面一节“定义 STL 对象”。

顶点或多边形的总数不受固定限止。STL 文件名在多边形对象行的“注释”专栏里是一个参考，不带 STL 扩展名。举一个例子，如有一个 STL 文件 myobject.STL 放置在 Objects 文件夹里，那么把 myobject 列入在 NSC 编辑器里的多边形对象类行的注释专栏里。

参考坐标位于 (0, 0, 0)，由对象组成的多边形可以位于相对于参考点的任意位置。一些 STL 输出操作只允许对象被放置当顶点坐标是正的。ZEMAX 不需要这种情况，它可以在 3D 空间的任意地方输入

三角形的顶点。

STL 对象需要两个参数：

- 1) 比例因数。所有在 STL 文件里的顶点都要和这个参数相乘。
- 2) 一个用来显示 STL 文件定义的是体还是面的标记。如果是“是体吗？”参数为零，那么 ZEMAX 认为 STL 文件定义的是一个开放的面。光线在这样一个面里要么是反射要么是吸收，折射是不允许的。假如“是体吗？”参数为非零值，那么 ZEMAX 认为 STL 文件定义的是一个封闭的体。光线将在体里的面与面之间反射，折射，或吸收。请参看“带小面对象的特殊考虑事项”一节，以得到光线追迹通过带小面对象的局限性信息。

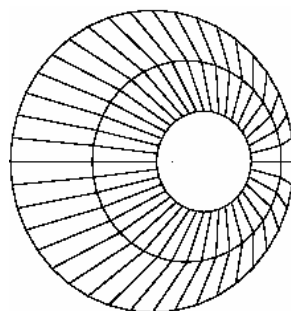
放射状小平面列表

列表对象根据的坐标，由以 TOB 为扩展名的 ASCII 码文件来定义。坐标表明了小平面的起始和结束点。

一个旋转外形通过复制指定的越过一定角度范围的小平面数来生成。旋转轴是 Z 轴。

TOB 文件格式是简单的两列数据，它们通过一个或多个间隔分开，或是通过一个或多个标号特征分开。TOB 文件的样本如下：

1.5	3.5
2.2	4.5
3.0	5.5
3.0	6.0



每一对的第一个数是 Y 坐标。这个值必须是零或是正数。第二个数是 Z 坐标。第一对数据之后的每对值用来表示环带。假如总共有 6 对数据，那么该对象有 5 个环带。每个对象最大可有 100 个环带。如果超过 100 个环带有需要，则使用多对象。

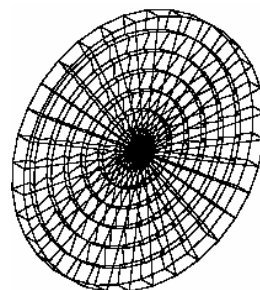
ZEMAX 将产生小平面，它对于每个环面近似于光滑平面。小平面可以覆盖整个圆面，通过一个起始和终止角来定义。

产生一个旋转的整个外形，起始角应设为 0.0 度，终止角设为 360.0 度。所有的角度必须是零或是正的，并且都得小于等于 360.0 度。

生成的小平面数在该角度范围内,可以在每个环带内独立的指定。
也就是说第一个环带内可有 40 个小平面,第二个内可有 80 个,第三个内可有 50 个,等等。

用来定义对象的参数是:

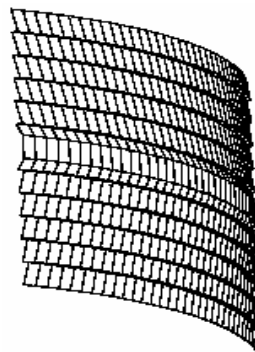
- 1) 比例因数。所有在 TOB 文件里的顶点都要和这个参数相乘。
 - 2) 一个用来显示 TOB 文件定义的是体还是面的标记。如果“是体吗?”参数为零,那么 ZEMAX 认为 TOB 文件定义的是一个开放的面。光线在这样一个面里要么是反射要么是吸收,折射是不允许的。假如“是体吗?”参数为非零值,那么 ZEMAX 认为 TOB 文件定义的是一个封闭的体。光线将在体里的面与面之间反射,折射,或吸收。
 - 3) 起始角。TOB 定义的坐标的旋转的开始角度数。
 - 4) 终止角。TOB 定义的坐标的旋转的终止角度数。
 - 5) 1 环区小平面。第一个环区的起始与终止角之间的小平面数。
 $4+n$) n 环区小平面。第 n 个环区的起始与终止角之间的小平面数。
- 如果“是体吗?”标记已设定,TOB 文件必须定义一个对象,该对象将会是一个基于旋转的封闭体。这需要对象转够 360 度。通过 TOB 定义的完全封闭体可能有这样一个用途,即用小平面体来近似模拟成一个菲涅尔透镜。



请参阅“带小平面对象的特殊考虑事项”一节,以获得光线追迹通过带小平面对象局限性的信息。

环形小平面列表

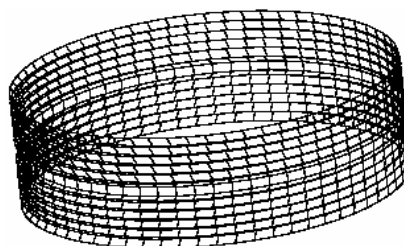
列表对象以 ASCII 码文件定义的坐标为依据,该文件以 TOB 为扩展名结尾。坐标表明了小平面的起始点和终止点。旋转外形的生成通过复制一些指定的小平面数,并使之转过某一角度范围来实现。旋转轴是平行于 Y 轴,且有一定范围偏移量的轴线。如果这个偏移量设为零,则将生成一个对称均匀的圆柱面来取代圆环面。TOB 文件格式



是简单的两列数据，它们通过一列或多列空隔，一个或多个特征标号来分开。一个 TOB 文件的样式如下：

```
1.5 3.5
2.2 4.5
3.0 5.5
3.0 6.0
```

每对数据的第一个数据是 Y 坐标。这个值可以是负值、零值、或是正值。第二个值是 Z 轴坐标。第一对数后的每对数据表示一个“环带”。如果有六对数据，那么表明对象有五个环带。每个对象最多可有 100 个环带。如果需要的环带数超过 100，则使用多个对象。



ZEMAX 将为每个环带生成小平面，这些小平面近似于一个光滑的表面。小平面能覆盖整个圆面的任一部分，它通过起始和终止角来定义。为了产生整个旋转外形，需把起始角设为 180 度，终止角设为 180 度。这两个角的绝对值必须小于或等于 180 度。

在每个环带内的指定角度范围内，生成的小平面数可以被独立指定；所以在第一个环带内可有 40 个小平面，第二个环带内可有 80 个，第三个则可能有 50 个，等等。

用来定义对象的参数有：

- 1) 一个比例因数。所有在 TOB 文件内的顶点都要和这个参数相乘。
- 2) 旋转的半径。如果是正的，则旋转轴位于 Z 轴的正方向，并平行于 Y 轴，在 YZ 平面内。如果是负的，那么旋转轴位于 Z 轴的负方向，也平行于 Y 轴，在 YZ 平面内。假如是零，那么导致一个圆柱。零半径作为一个特殊情况，在透镜单元里，小平面数参数被忽略（因为一个单个小平面可以完美地模仿一个平面）并且起始和终止角被认为是起始和终止 X 坐标。
- 3) 起始角。以 TOB 文件定义的坐标的起始旋转位置角，除非旋转的半径是零；这种情况下，在透镜单元里，起始角定义起始 X 坐标。
- 4) 终止角。以 TOB 文件定义的坐标的终止旋转位置角，除非旋转的半径是零；这个情况下，在透镜单元里，终止角定义终止 X 坐标。

- 5) 1 环区小平面。第一个环区内的起始和终止角之间的小平面数。
4+n)n 环区小平面。第 n 个环区内的起始和终止角之间的小平面数。
请参阅“带小平面对象的特殊考虑事项”一节，以获得光线追迹通过带小平面对象局限性的信息。

放射状菲涅尔列表

该对象和放射状小平面列表对象很相象。关键的不同点是放射状均衡面是光滑的，更胜于小平面。

请参看，放射状小平面列表对象的描述。以得到这类对象的描述和列表对象的文件格式。

环形透镜

环形透镜由一个矩形或圆形透镜组成，该透镜的前表面和后表面是可能的非球面环形面的面型。环形面通过一个在 YZ 平面的曲线来定义，该曲线绕一条平行于 Y 轴的轴线旋转，而来取代一个距离 R；旋转半径。YZ 平面内的曲线通过下式定义：

$$z = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2}} + \alpha_1 y^2 + \alpha_2 y^4 + \alpha_3 y^6 + \alpha_4 y^8 + \alpha_5 y^{10} + \alpha_6 y^{12},$$

式中 c 是 YZ 面内的曲率。环形透镜通过 23 个参数来定义：

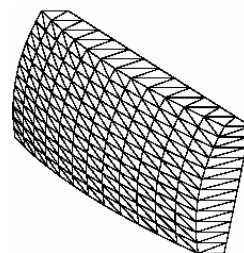
1：透镜在 Y 方向的矢高。

2：X 半宽。假如参数为零，那么将导致，旋转均衡透镜半径尺寸等于矢高。

3：透镜沿 Z 轴方向的厚度。

4：X 方向的小平面数。如果透镜是一个旋转对称面，那么该参数用来定义有角度的小平面数。参考后面“小平面的使用”。

6，7，8：旋转半径，曲率半径，前一个面的二次曲线。



9-14 : 前一个面的 Y 能量系数。

15, 16, 17 : 旋转半径, 曲率半径, 后一个面的二次曲线。

18-23 : 后一个面的 Y 能量系数。

要生成任一 4 半径平面, 使用零值。

注意, 当旋转半径设成 0 时将导致一个圆柱透镜。

参考坐标是前一个面的中心。

使用小平面

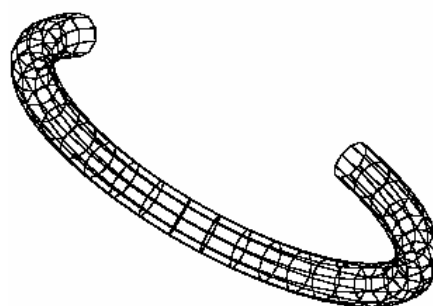
注意到 X/Y 或有角度的/放射状的小平面只能用在两种情况下, 是很重要的:

- 1) 呈递对象。
- 2) 提供光线-对象截取点的“第一位猜想”位置。

一条任意光线一般会通过这个对象的多个位置。对于一个精确的光线追迹, 反复是用来找到精确的正确截取点的手段。然而, 这个手段需要一个好的接近的第一猜想。否则光线会会聚一个错误的方案, 或者就根本不产生方案。对于光线追迹, 小平面表示法只是用于使光线足够接近实际面, 这样使反复过程能有效率地工作。对象的真实面形被光线追迹效果正确的模拟。光线追迹的精度不受小平面的近似数的限止。在反复的光线截取计算中, 小平面的数值要恰到好处, 只要满足呈递对象有可接受的质量和能排除错误的方案就行了。过多的使用小平面会导致光线追迹变慢, 它并不会提高光线截取位置和常态的精确度。

圆环面

圆环面是一个圆周绕着一个移位轴旋转而成的。绕移位轴旋转的角度也许是 360 度; 或只是这个角度范围的一些子集。这个对象可能用来模拟光纤或是曲线光管。请参考为模拟折射实心的圆环形而讨论的环体。



圆环面通过 6 个参数来定义：

1：圆的旋转半径， R 。

2：圆的半径， r 。

3：圆环起始角。 q_1

4：圆环终止角。 q_2

5：有角度小平面的#，这将分开角度范围 $q_2 - q_1$ 。请参看下面“小平面的使用”。

6：绕圆转动的放射状小平面的#的半径 r 。请参看下面“小平面的使用”。

在 XY 平面内初始化定义的圆，它的中心位于 $X=0$ ， $Y=0$ ， $Z=R$ 。这个圆的位置和旋转角度 $q=0$ 相应。旋转角必须满足下列条件：

$$0 \leq \theta_1 \leq \theta_2 \leq 360.$$

这里也满足条件 $R \geq r$ ；否则，将不存在一个封闭的体和光滑的表面。因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用“镜面”材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用“吸收”材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考坐标是旋转轴的中心。

小平面的使用

注意到一个有角度的和放射状的小平面只是用在两种情况下是很重要的：

- 1) 递归对象。
- 2) 提供光线-对象截取点的“第一位猜想”位置。

一条任意光线一般会通过这个对象的多个位置。对于一个精确的光线追迹，反复是用来找到精确的正确截取点的手段。然而，这个手段需要一个好的接近的第一猜想。否则光线会会聚一个错误的方案，或者就根本不产生方案。对于光线追迹，小平面表示法只是用于使光线足够接近实际面，这样使反复过程能有效率地工作。对象的真实面形被

光线追迹效果正确的模拟。光线追迹的精度不受小平面的近似数的限制。

在反复的光线截取计算中,小平面的数值要恰到好处,只要满足呈递对象有可接受的质量和能排除错误的方案就行了。过多的使用小平面会导致光线追迹变慢,它并不会提高光线截取位置和常态的精确度。对于大多数环形对象,旋转时,12-18 放射状小平面和每 10 度一个有角小平面通常是足够了。

环体

该对象本质上和环面是同样的,除了环的端面是封闭的而形成了一个实心的体。这允许对象可以使用折射材料。

具体细节请参看环面描述。

三角形角

三角形角通过一个参数来定义:

1) 三角形短边 X 整宽。

三角形角通过三个三角形来定义,它们两两垂直相交。三个三角形位于正的 XY, XZ 和 YZ 平面内。每个面都是等边直角三角形,它们的两条短边的长度是 X。

请参看“小平面对象的特殊情况”一节,以得到光线在小平面对象里追迹的局限性信息。

因为这个对象是一个面而不是一个体,所以,用“镜面”材料类型时,这个对象只能是一个反射体,用“吸收”材料类型时,是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料,如空气或玻璃,那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是三个三角形的非直角交点。

三角形

在 XY 平面内三角形通过三个点来定义,总计需要 6 个参数:

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

- 1) X 坐标的顶点 1
- 2) Y 坐标的顶点 1
- 3) X 坐标的顶点 2
- 4) Y 坐标的顶点 2
- 5) X 坐标的顶点 3
- 6) Y 坐标的顶点 3

因为这个对象是一个面而不是一个体，所以，用"镜面"材料类型时，这个对象只能是一个反射体，用"吸收"材料类型时，是一个吸收体。如果材料被设为折射型材料，如空气或玻璃，那么将忽略光线在这个对象上的截取。

参考点是 (0 , 0 , 0) 坐标，该点可能不在该三角形内；取决于给出的顶点坐标值。

用户定义孔径

只有在 NSC 标准面对象里才提供这个功能。

用户定义孔径 (UDA) 功能可能位于一些 NSC 面对象上。UDA ' s 被精确定义如同描述连续表面一样 (请参看“用户定义光孔光阑”中的“编辑器”一章)，有一个次要的附加限制：

NSC UDA 数据库文件必须包含一个连续的点系列，定义单个封闭的多边形。不允许多层和嵌套的孔径。大多数任意孔径外形通常通过下列方式来定义。

放置一个孔径在一个对象的表面，打开对象类型对象框，选择“用户定义孔径”确认栏，在主菜单里选择 UDA 数据文件名。UDA 文件必须放置在 \OBJECTS 文件夹里。

NSC 光源和检测器

ZEMAX NSC 源类型包括点，椭圆形，矩形，体，和用户定义类型。一些源可能被放置在一些对象内部。或不在任何对象内，但两种情况必有其一 (一个光源不可能位于对象的边缘)。每个 NSC 对象类在下列简要列表里有描述，更详细的细节在下面的章节里。

如果光源和检测器类型是需要的，但却没有列出，请联系 FOCUS

SOFTWARE 技术支持，以建议把新的类型加入到 ZEMAX。注意到一些简单的光源，如兰伯特亮度面，可能通过照射一个兰伯特散射面，被模仿成另一个光源类型。

NSC 的光源和检测器简介

对象名称	描述
检测器	一个方形检测器，在 X 和 Y 里有任意数目的像素。
椭圆形光源	发散光线来自一个虚点光源，形成一个椭圆面
光源文件	用户定义的光源，该光源的光线列在该文件里。
点光源	一个点光源辐射成一个锥形光束。如果有需要，锥形光束可能为零宽度，也有可能扩展成一个整球体。
矩形光源	发散光线来自一个虚点光源，而成一个矩形面。
圆柱光源	一个体光源，外形为圆柱，有一个椭圆形的交叉截面。
椭圆体光源	一个外形为椭圆体的光源。
矩形体光源	一个外形为矩形体的光源。

光源和检测器需要多样参数的规范。下面是细节描述和每个类型需要的参数类。

检测器

检测器对象储存量的数据来自透过它的 NSC 光源的光线。定义的参数是：

- 1) X 半宽：透镜单元里的 X 宽度。
- 2) Y 半宽：透镜单元里的 Y 宽度。
- 3) #X 像素：沿着 X 方向的像素数量。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

4) #Y 像素 : 沿着 Y 方向的像素数量。

信息可以储存在任意可看到的检测器 , 检测器浏览在 NSC 编辑器里。

椭圆形光源

椭圆形光源是一个发散光线的椭圆形平面。虽然发射光线位于椭圆的表面的光源有一个均衡的分布 , 光线方向的分布可能是下面的情况之一 :

a) 所有的光线都从位于 Z 轴的一个点出现发散 , 到光源的距离在下面列出的参数里定义。当使用这个模式时 , 光源呈成像点光源状态。

b) 光线的发散形式呈余弦状态分布

$$I(\theta) \approx I_0 (\cos \theta)^{C_n},$$

式中指数 C_n 可以是任意值 , 大于或等于单位 , 而且需要不是整数。当使用这个模式时 , 光源呈发散余弦光源状态。 C_n 越大 , 则分布变得越窄。注意到分布是以 Z 轴为轴对称的。

c) 光线发散形式呈高斯状态分布

$$I(l, m) \approx I_0 e^{-(G_x l^2 + G_y m^2)},$$

式中 l 和 m 是光线在 X 和 Y 轴方向的方向余弦 , G_x 和 G_y 是常量。这个格式可以用来定义一个远场模式 , 该模式和 X 或 Y 方向的模式是不同的。 G_x 和 G_y 越大 , 那么在各自的方向的分布变得越窄。

光线分布的自然状态通过参数值来定义。如果 C_n , C_x 和 G_y , 都为零 , 那么全部光线将从一个虚拟点光源出现发散。假如 C_n 为零 , 但 G_x 和 G_y 有任一不为零 , 那么将导致高斯分布。

参数通常用来定义的光源是 :

- 1) #光线分布 : 当建立分布图时 , 定义多少条随机光线从光源出射。
- 2) #光线分析 : 当执行分析时 , 定义多少条随机光线从光源出射。
- 3) 能量 (瓦特) : 光源以瓦特为单位的能量。能量是总计能量 , 包括定义光源的范围之外。

- 4) 波数：当追迹随机光线时，要用到波数。零意味着多色，在额外定义的波长数据编辑器中随机选择光线波长。
- 5) 对象#：有光源在其内部的对象数。假如光源不在对象内部，这个参数被设为零。
- 6) X 半长：透镜单位的 X 半宽。
- 7) X 半长：透镜单位的 X 半宽。
- 8) 光源距离：沿着局部 Z 轴上方向的外观上的光源点距离，这个值可以是正值，也可以是负值。如果是零，光线被校正了。假如 C_n 、 G_x 和 G_y 都为零才考虑该情况。
- 9) 余弦指数：关于余弦式的能量。这就是如上所述的在余弦分布表达式中的 C_n 。
- 10) 高斯 G_x ：在高斯分布里的 X 式。如果 C_n 是零那么忽略。
- 11) 高斯 G_y ：在高斯分布里的 Y 式。如果 C_n 是零那么忽略。

光源文件_____

光源文件是一个原始资料，它的光线坐标，余弦，和强度都被定义在用户提供的文件里。这个功能允许创建任意的用户定义光源。包含光线数据的文件的文件名必须被放置在对象注释专栏里。文件的扩展名必须是 DAT，文件必须放置在 \OBJECTS 目录内。文件的格式必须是 ASCII 码或二进制形式，两种格式描述如下。

参数如下：

- 1) #光线分布：当建立分布图时，定义多少条随机光线从光源出射。
- 2) #光线分析：当执行分析时，定义多少条随机光线从光源出射。
- 3) 能量 (瓦特)：光源以瓦特为单位的能量。能量是总计能量，包括定义光源的范围之外。
- 4) 波数：当追迹随机光线时，要用到波数。零意味着多色，在额外定义的波长数据编辑器中随机选择光线波长。
- 5) 对象#：有光源在其内部的对象数。假如光源不在对象内部，这个参数被设为零。
- 6) 随机?：如果设为零，光线将按文件列表的顺序正常追迹。如果不为零，那么光线的顺序是随机的，当文件是只读的或一些在 NSC

编辑器内的参数为光源对象而改变。

二进制源文件格式

二进制源文件存在一个头结构形式。

```
typedef struct
{
    int Identifier; // Will be set to 8675309 for quick check of proper format
    int NbrRays; // The number of rays in the file
    char Description[100]; // A text description of the source
    float PolarBeg, PolarEnd; // Angular range for ray set (Degrees)
    long DimensionUnits; // METERS=0, IN=1, CM=2, FEET=3, MM=4
    float LocX, LocY, LocZ; // Coordinate Translation of the source
    float RotX, RotY, RotZ; // Source rotation (Radians)
    float ScaleX, ScaleY, ScaleZ; // Scale factor to expand/contract source
    float unused1, unused2, unused3, unused4;
    int reserved1, reserved2, reserved3, reserved4;
} NSC_RAY_DATA_HEADER;
```

浮点和整数数据类型都是 32 位类型。标识整数的值必须是 8675309。其它数据可能或可能不被包括；ZEMAX 只使用 NbrRays and DimensionUnits 参数。在头结构之后是 NbrRays ray structures。每条光线的结构形式如：

```
typedef struct
{
    float x, y, z;
    float l, m, n;
    float intensity;
} NSC_RAY_DATA;
```

光线的最大数目通常允许是 10,000,000。包含这么多光线的文件的尺寸大约为 280Mb。

ASCII 码源文件格式

ASCII 码源文件由一个单行的数据头组成，它的格式是两个整数。

```
number_of_rays dimension_flag
```

number_of_rays 表示文件中光线的总数。dimension_flag 是一个尺寸标记，0 表示米，1 表示英寸，2 表示厘米，3 表示英尺，4 表示毫米。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

文件中的剩余行的格式如下：

```
x y z l m n intensity
```

光线的最大数目通常允许是 10,000,000。包含这么多光线的文件的尺寸大约为 3.0Gb。

源文件里的强度标准化

每条光线可能有一个不同的相对强度。假如每条光线的相对强度的值不是 1.0，标准化出现如下描述。

源文件首先载入到内存，每条光线的强度被总计，然后规格化成平均强度。总的通量被定义成相同数目的瓦特数，光线的子集可以被追迹，它们的强度是近似的，但不严密，对总通量来说。标准化的目的是使光线的任意子集都近似于总体理想能量。

点光源

点光源是一个散射光线成为一个圆锥形的点。圆锥角的值在 0 到 180 度之间（可能将辐射成一个球体）。参数如下：

- 1) #光线分布：当建立分布图时，定义多少条随机光线从光源出射。
- 2) #光线分析：当执行分析时，定义多少条随机光线从光源出射。
- 3) 能量（瓦特）：光源以瓦特为单位的能量。能量是总计能量，包括定义光源的范围之外。
- 4) 波数：当追迹随机光线时，要用到波数。零意味着多色，在额外定义的波长数据编辑器中随机选择光线波长。
- 5) 对象#：有光源在其内部的对象数。假如光源不在对象内部，这个参数被设为零。
- 6) 圆锥角：用度来表示的单轴圆锥角。

矩形光源

矩形光源是一个矩形平面，它的散射光线来自于一个虚拟点光源。参数和椭圆光源相同，但是光源外形是矩形，不同于椭圆形。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

圆柱体光源

圆柱体光源是一个 3D 体,通过沿 Z 轴方向对称拉伸一个在 XY 平面内是椭圆的面而成形。光源体的中心是对象的局部原点。光线从体里的任意地方朝随机方向发散,位置和光线的方向有相同的概率。在圆柱体内的点满足下列关系式:

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{Y}{W_y}\right)^2 \leq 1, \text{ and } \left(\frac{Z}{W_z}\right)^2 \leq 1,$$

这里 W 是指 X, Y, Z 的半宽。参数如下:

- 1) 光线分布:当建立分布图时,定义多少条随机光线从光源出射。
- 2) #光线分析:当执行分析时,定义多少条随机光线从光源出射。
- 3) 能量(瓦特):光源以瓦特为单位的能量。能量是总计能量,包括定义光源的范围之外。
- 4) 波数:当追迹随机光线时,要用到波数。零意味着多色,在额外定义的波长数据编辑器中随机选择光线波长。
- 5) 对象#:有光源在其内部的对象数。假如光源不在对象内部,这个参数被设为零。
- 6) X 半宽:透镜单位的 X 半宽。
- 7) Y 半宽:透镜单位的 Y 半宽。
- 8) Z 半宽:透镜单位的 Z 半宽。

椭球体光源

椭球体光源是一个 3D 体,它在 XY, XZ, YZ 平面内的投影都为椭圆。光源体的中心是对象的局部原点。光线从体里的任意地方朝随机方向发散,位置和光线的方向有相同的概率。在圆柱体内的点满足下列关系式:

$$\left(\frac{X}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{Y}{W_y}\right)^2 + \left(\frac{Z}{W_z}\right)^2 \leq 1,$$

这里 W 是指 X, Y, Z 的半宽。参数和圆柱体光源相同。

矩形体光源

矩形体光源是一个 3D 体,它在 XY, XZ, YZ 平面内的投影都为矩形。光源体的中心是对象的局部原点。光线从体里的任意地方朝随机方向发散,位置和光线的方向有相同的概率。在圆柱体内的点满足下列关系式:

$$|X| \leq W_x, |Y| \leq W_y, \text{ and } |Z| \leq W_z,$$

这里 W 是指 X, Y, Z 的半宽。参数和圆柱体光源相同。

对象放置

在 NSC 组里按习惯和约束放置对象,是很重要的。对象可以放置在 3D 空间的任何地方;对象可以和相关的其它对象放置。对象也可以完全放置在其它的对象内,或和其它对象相邻接。

对象坐标系

放置所有对象的坐标系通过入射端口定义。入射端口顶点是坐标 $(0, 0, 0)$ 并且在其局部坐标空间里是不旋转的。入射端口本身有一个全局位置,它通过全局坐标,和在透镜编辑器内的非连续面与全局坐标指定面之间的旋转来设定。

每个对象的位置通过六个参数来定义: X, Y 和 Z 坐标,和那个点关于局部 X, Y, Z 轴的旋转。注意到首先是执行坐标平移,然后是倾斜,按从左到右的顺序参数被列于 NSC 编辑器内。这可以被写成矩阵方程式:

$$\begin{bmatrix} x_g \\ y_g \\ z_g \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_o \\ y_o \\ z_o \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_l \\ y_l \\ z_l \end{bmatrix},$$

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

这里 g 下标表示相对于入射端口的全局坐标, o 是偏移量, l 是局部对象的坐标。矩阵 S 是通过对象坐标旋转来定义的:

$$S = \begin{bmatrix} \cos(\theta_z) & \sin(\theta_z) & 0 \\ -\sin(\theta_z) & \cos(\theta_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\theta_y) & 0 & -\sin(\theta_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\theta_y) & 0 & \cos(\theta_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta_x) & \sin(\theta_x) \\ 0 & -\sin(\theta_x) & \cos(\theta_x) \end{bmatrix}$$

这个方程式可以被简写如下:

$$G = O + SL,$$

式中, G 是全局坐标顶点, L 是局部坐标顶点。

缺省情况,所有的对象坐标通过入射端口参考。然而,有时,对象的位置和相对旋转不通过入射端口来参考,而通过另外一个对象,这种方式也是很有用的。当放置相关对象在一个组里面,并且整个组是偏轴的或倾斜的,该方式就特别有用。

坐标相对于“参考对象”的对象。缺省对象是 0 对象,即入射端口。假如其它数字被指定,那么对象的坐标通过指定对象的位置和旋转来参考。旋转和偏移矩阵变成:

$$G' = O' + S'G$$

$$G' = O' + S'[O + SL]$$

$$G' = [O' + S'O] + [S'S]L$$

坐标参考嵌套的一些数值被提供;所以对象 9 可以放置在对象 5 的坐标结构内,对象 5 被依次放置在对象 3 的结构内。仅有的约束是,参考对象必须领先于对象列表中坐标要被参考的对象。

放置对象在另一个对象内或相邻于另一个对象。

在 ZEMAX 内预定义的对象可以被组合,以产生更多的复合对象,通过放置一个对象在另一个对象里或相邻于另一个对象。这样一个复合

对象的光线追迹取决于,不同对象的位置和类型以及它们是否相“接触”。这里“接触”一词的意思是,一个对象边界面上的一个或多个点和另一个对象的边界面上的点,在 3D 空间内有相同的位置。

镜象对象可以放置在任何地方,没有约束,甚至和另一个对象相接触,或部分或整体在另一个对象内。光线始终可以从镜面反射到凡是光线可以通过的介质。

嵌套对象限制

对象嵌套的最大数值,有一个用户定义的限止。这定义了上限,即最多可有几个对象可以被相互放置在内部。举个例子,假如最大的嵌套数是 3,那么对象 3 可以放置在对象 2 内,该对象,即对象 2,放置在对象 1 内。这种情况下,关于对象的 3 层相互嵌套,可能有一定的组数。在任一对象的集合内,限止应用于总体嵌套,然而,在 NSC 组内,可能有一定数量的这样的集合。嵌套的最大数值在普通对话框的非连续列表里设定。

嵌套体

折射材料体是很复杂的,因为 ZEMAX 必须保持指针轨迹,光线传播的折射指针。可以这样记忆简单的规则:假如光线在空间里的同一点上通过多于一个的对象;在 NSC 编辑器内,列于最后的对象决定那个点所在面的属性。



If a ray strikes more than one object at the exact same point in space; the last object listed in the NSC editor determines the properties of the surface at that point.

对于折射体,有五种情况要考虑:

- 1) 一个对象完全在另一对象外,并且它们没有任何接触点。
- 2) 一个对象完全在另一对象内,但它们没有任何接触点。
- 3) 一个对象完全在另一对象内,并且它们通过一个或多个面的部分来接触。

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

- 4) 一个对象完全在另一对象外, 但它们通过一个或多个面的部分来接触。
- 5) 一个对象和另一对象交迭, 即一个对象的部分在另一对象内, 而其它部分则在另一对象外。

情况 1 :

两个对象相互分离并且没有接触, 它们没有有限止。

情况 2 :

一个对象完全在另一对象内, 没有考虑限制。举个例子, 一个空气矩形体可以放置在玻璃矩形体内部而形成一个空心玻璃块。

情况 3 :

两个对象可以被这样放置, 即有一个面是共同的面。举个例子, 两个矩形玻璃块可以放置成这样, 第一个体的一个或多个面的部分和第二个体的一个或多个面的部分相接触。这两个体需要是不同的材料。然而, 假如对象完全在另一个对象里, 除了面接触之外, 那么在 NSC 编辑器内在内部的对象必须列于在外部的对象之后。当接触多于一个共同边界面时, 知道哪个材料是折射的, 对于 ZEMAX 来说是必须的。只要最外面的对象首先在 NSC 编辑器里列出, 任意数目的这样的接触对象可以被放置在一起。



If one object is completely inside another object, except for one or more planes in contact, then the "inside" object MUST be listed after the "outside" object in the NSC Editor.

假如三个以上的对象通过一个共同面相互嵌套, 如一个玻璃块里有一个空气块, 这个空气块里依次以有一个玻璃块; 那么最远的对象必须首先列出, 然后是次远的对象, 最后是最里面的对象。假如次序是错误的, 那么将导致情况 5 和一个出错信息, 如果某些光线相交在干扰

面上。

情况 4 :

两个对象可以被这样放置,即有一个面是共同的面,但对象只是共同拥有这个接触面,其它部分是分离的。ZEMAX 自动检测这种情况;没有必要为它们定义详细的顺序,也没有必要为正确的光线追迹定义特殊的参数。

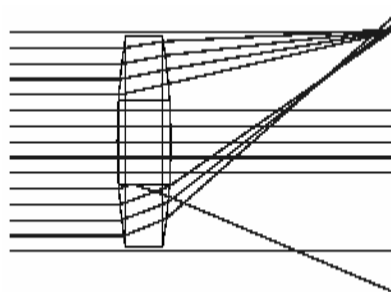
情况 5 :

两个对象迭交;对象只有一部分在另一对象内,其余部分在对象之外,这将导致一个错误的信息,因为共同体的属性没有被唯一定义。ZEMAX 自动检测和捕捉错误,将显示一个适当的错误信息,假如某些光线在干扰体内相交。

对象放置的一般规则 :

记忆如下:假如光线在空间里的同一点上通过多于一个的对象;在 NSC 编辑器内,列于最后的对象决定那个点的光线的属性。

举例说明,衍射光栅透镜是对象#1,有相同厚度和半径,由空气或玻璃制成的非光栅透镜,并且放置在第一个透镜内,它是对象#2;光线通过的区域包括对象#1 和#2,但光线通过它们就好像只通过对象#2 一样。这就允许定义有“孔”的对象和其它复杂的对象。



NSC 对象的折射和反射

所有的 NSC 对象允许在 NSC 编辑器内材料说明。反射,折射,和吸收的对象属性取决于对象类型。无论对象被描述成一个面还是体,

并且材料名称是指定的。材料名称可能是空白的,“镜象”,“吸收”,或一个定义在普通选择玻璃目录内的类似玻璃名称。空白材料被假定显示一个统一的指针,该指针可能是或不是非连续空间的背景指针。(该非连续空间的指针通过在透镜编辑器上的 NSC 面指针来设定)。对象的属性如下表所述。

对象类型	材料空白或是玻璃	镜象材料	吸收材料
体	所有的面是折射的	所有面是反射的	所有面是吸收的
面	对象被忽略		

对象的材料属性

多边形对象 (体)	如果在 POB 文件中的面被标记为反射或吸收,那么面保持反射或吸收。折射面保持折射。	如果在 POB 文件中的面被标记为吸收,那么面保持吸收。所有其它的面成为反射面。	如果在 POB 文件中的面被标记为反射,那么面保持反射。所有其它的面成为吸收面。
多边形对象 (面)	对象被忽略	如果在 POB 文件中的面被标记为吸收,那么面保持吸收。所有其它的面成为反射面。	如果在 POB 文件中的面被标记为反射,那么面保持反射。所有其它的面成为吸收面。

反射对象通常情况下是面而不是体。例如包括平面,曲面和小面体镜。空心光管也能被模拟成为一组平面反射镜。一些反射体有时是封闭体;内部是永远不会有光线的。例如包括矩形体和球体,它们的所有面被设成反射面。一些材料名是“镜象”的体都将是反射。

折射体必须始终是一个封闭体。折射体包括透镜,棱镜,实心光管,

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

和封闭的小面体。

吸收体可能是面或是体，材料必须设成“吸收”型。

多边对象可能是由小平面组成的，各个小平面可能有各自的属性，折射，反射或吸收。

注意到 STL 对象类似于其它体，而不类似于多边对象，因为 STL 格式不支持不同的小面有各自的折射，反射，吸收属性。

NSC 对象的衍射——

一些 NSC 对象可以有一个或多个衍射面；如衍射光栅，二元 1 次和二元 2 次对象。这些对象折射或反射光线如同散射它们，依照光栅的周期或位相和衍射的次序或波长。如果光栅的方程式不能相交；光线将全反射或反射。

涂层和散射组 (CSG)——

涂层和散射组是一个或多个对象的集合，或是被应用了薄膜涂层和散射属性的对象的面。举例说明，一个简单的单个透镜，有三个 CSG：前表面，后表面，和剩余面（包括边缘和围边缘的方平面）。这种情况下，要用到三种不同的涂层；对每个涂层组中的一个，假如透镜中的每个面都被涂上层了。

通常每个对象最多可有 4 个 CSG；虽然大多数对象只用单个 CSG。CSG 从 0 开始计，所以有效的组数是 0 到 3。组的属性通过每个对象来定义。

涂层和散射属性被应用于每个在对象类型选择对话框上的 CSG。

多数对象只使用 CSG 0；所以涂层和散射属性选择对象类型选择对

话框上的 CSG 0 ; 应用于各个对象的表面或小平面。下列对象使用其它 CSG 如 :

标准透镜 : 组 1 ; 前表面 ; 组 2 ; 后表面 ; 所有其它表面都是组 0。

多边形对象 : 每个小平面可能被指定属于涂层组 0 到 3 ; 细节请参看多边形对象定义一节。

偏振和薄膜涂层

光线通过非连续表面时,可能计算了偏振的影响,也可能忽略了它的影响。

如果使用了偏振光线追迹,传播,反射,和吸收的光能量是所有面的总和。大多数吸收也被总计。

薄膜涂层能影响光学表面的传播和反射属性。表面起初是无涂层的,但涂层可以被应用到表面或表面的组上。

请参看先前的《涂层和散射组的讨论》一节。每个 CSG 有它自身的薄膜涂层应用。

表面上的涂层接触

如果两个表面是接触的,如两个等边直角棱镜,放置成每个棱镜的一个面和另一棱镜的面相接触,那么涂层将被应用到两个接触表面之间。

这可以利用相同的规则,在《对象放置》一节当中已经有了描述。规则是:列在非连续元件编辑器最后的对象,决定两个对象之间的接触面的属性。

举例说明,在两个棱镜接触面上放置一薄金属层,形成一个分裂层。第一个棱镜对象列为“无涂层”接触面,第二个棱镜对象列为有适当薄膜涂层的接触面。光线从任一个面透过该接触面,将认为遇到一个

恰当的涂层，光线的传播和/或反射将能正确的计算。

注意到棱镜能模拟成 POB 对象，即不同的涂层能用到不同的面上，所以当一些面有反射涂层时，另一些面是非反射涂层。

散射

散射可能出现在一些相交的光线面上。散射的属性通过对象上的每个 CSG 来定义。请参看《涂层和散射组》一节，以得到关于 CSG 的信息。

缺省的散射模式是“非散射”，意味着散射并不发生。这类光线称为非散射光线，有时也称为“镜象”光线（即使表面实际上并没有发生反射）。

部分散射和散射光线数

如果选择了除了“非散射”的散射模式，“部分散射”必须要定义。部分的值必须在 0（没有光线散射）和 1（所有光线都散射）之间。如果光线分离是关的，决定散射与否取决于 0.0 到 1.0 之间的随机数的生成。如果随机数大于部分散射值，光线将不散射，否则光线将散射。当光线分离是关的时，所有光线的能量取决于随机生成的散射路径。同时散射的光线数是没有影响的。

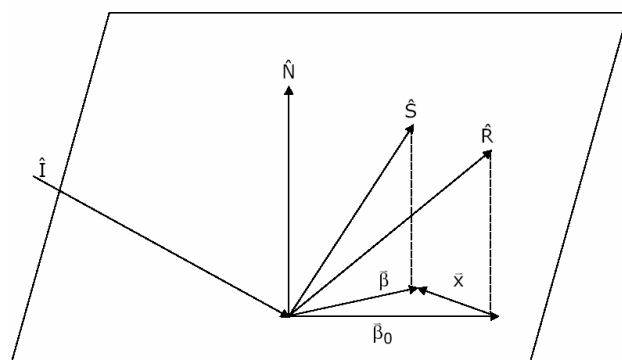
如果光线分离是开的，那么 ZEMAX 能把镜象光线分离成一条或多条散射光线，当仍然追迹镜象光线时。散射光线数决定了有多少条光线将从镜象光线分离，跟随散射光路。如果散射光线数设为 0；那么没有散光线生成。如果 5 光线被选择，那么镜象光线和 5 条散射光线被追迹。如果光线分离为开，并且散射光线数是 1 或更大，则 ZEMAX 始终生成散射路径光线。分散部分被认为是镜象能量的部分，该能量在所有的散射光线中被区分。

部分散射可能被为是“总体散射”或 TIS，它总计了所有的能量，除了被反射的，折射的或吸收的。

散射模型

散射模型被定义在强度概率分布函数式中。当 ZEMAX 散射一条光线，一个新的传播方向被选择。ZEMAX 事实上不发射多数新光线；代替的是，一条被追迹的光线被修改了一个新的方向传播。方向选择使用概率函数和一个或多个随机数。纯粹的结果是，如果光线被追迹了，则散射光线的分布将接近概率分布函数。

下列图形定义了用来描述散射模型的向量。



法线向量 $\hat{N}$ 定义了光线和面截取点上面的方向。起始光线向量是 $\hat{I}$ ，镜象光线向量是 $\hat{R}$ ，散射光线向量是 $\hat{S}$ 。镜象光线向量可能是反射或折射向量；上图直观的显示了该光线是反射光线向量。注意 $\hat{N}$ ， $\hat{I}$ ， $\hat{R}$ 和 $\hat{S}$ 都是单位向量。镜象和散射光线向量的发射的投影向量，分别用 $\vec{b}_0$ ， $\vec{b}$ 表示。发射不是一个单位向量；向量 $\vec{b}_0$ 在数量上等于 $\sin q_r$ ，当 $\vec{b}$ 在数量上等于 $\sin q_s$ ，式中 q_r 和 q_s 分别是法线向量和镜象光线和散射光线的夹角的角标记，散射向量标记为 $\vec{x}$ ，如果 $|\vec{x}|$ 趋向于零，则散射向量和镜象向量趋向于相同。 $\vec{x}$ 的决定，取决于散射模型的选择。有四个散射模型是可用的：纳恩，兰伯特，高斯，和哈维-谢克模型。每个可用的模型在后面的章节中都有介绍。

没有散射

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

形成没有修正的镜象光线， $\bar{x}$ 等于零。

兰伯特散射

兰伯特散射的意思是散射的强度概率函数如同 $\cos q_s$ 。注意兰伯特散射和光线的发生和脱离角无关。散射向量 $\bar{x}$ 有一个介于 0 到 1 之间的随机数量，等于概率，向量 $\bar{b}_0$ 被设置成零长度。大多数散射面非常接近于兰伯特模型。

高斯散射

高斯散射如下式所述

$$P(\bar{x}) = A e^{-\frac{|\bar{x}|^2}{\sigma^2}}$$

式中 A 是常数。随机数用来为向量 $\bar{x}$ 生成一个适当的值。分布结果在余弦空间方向是旋转对称的，无关于镜象光线和面的法线产生联系的角。s 的值定义在 C S G 属性对话框内，相应于，在余弦空间方向 1 上的 e (36.79%) 的概率点的散射向量数量，

哈维-谢克 (A B g) 散射

哈维-谢克或 A B g 散射模型，是定义双向散射分布函数或 BSDF 的非常有用和普遍的方式。BSDF 用来定义每单位发光的散射辐射率，或

$$BSDF(\theta_i, \phi_i, \theta_s, \phi_s) = \frac{dL_s(\theta_s, \phi_s)}{dE_i(\theta_i, \phi_i)}$$

式中， q 以法线为基准， f 是方位角，下标 i 和 s 分别是涉及发生和散

射的方向，注意 $BSDF$ 的单位是球面度的倒数。

一般式 $BSDF$ 能涉及到两个分离函数， $BRDF$ 和 $BTDF$ ，分别为反射和传播而设 $ZEMAX$

允许分别说明 $BRDF$ 和 $BTDF$ ，在下面的章节中有讨论。

哈维-谢克 $BSDF$ 属性

对多数光学表面， $BSDF$ 和发生方向无关，如果它被考虑为方向余弦函数而来代替角度。该结论由詹姆士伊.哈维首先得出。(光学表面的光散射属性", J. E. Harvey, Ph.D. Dissertation, 亚里桑那州大学, 1976; Scattering Effects from Residual Optical Fabrication Errors", J. Harvey and A. Kotha, Proceedings of the SPIE, July, 1999).

哈维-谢克表示法即把 $BSDF$ 考虑成为一个 $|b - b_0|$ 的函数，即 $|\vec{x}|$ 。该数量是，投影到散射面的，散射和非散射光线向量的距离。(请参看前面“散射”内的讨论)。

当对漫反射粗糙表面而言，散射是主要的预期效果时，哈维-谢克散射模型是一个公认的合适模型，并且粗糙度的等级比被散射的光线波长要小。这个假定对一般的光学表面来说是正确的。

ABg $BSDF$ 模型

当 $BSDF$ 被考虑成 $|\vec{x}|$ 的函数时，结果数据通常要适合下列函数式

$$BSDF = \frac{A}{B + |\vec{x}|^g}.$$

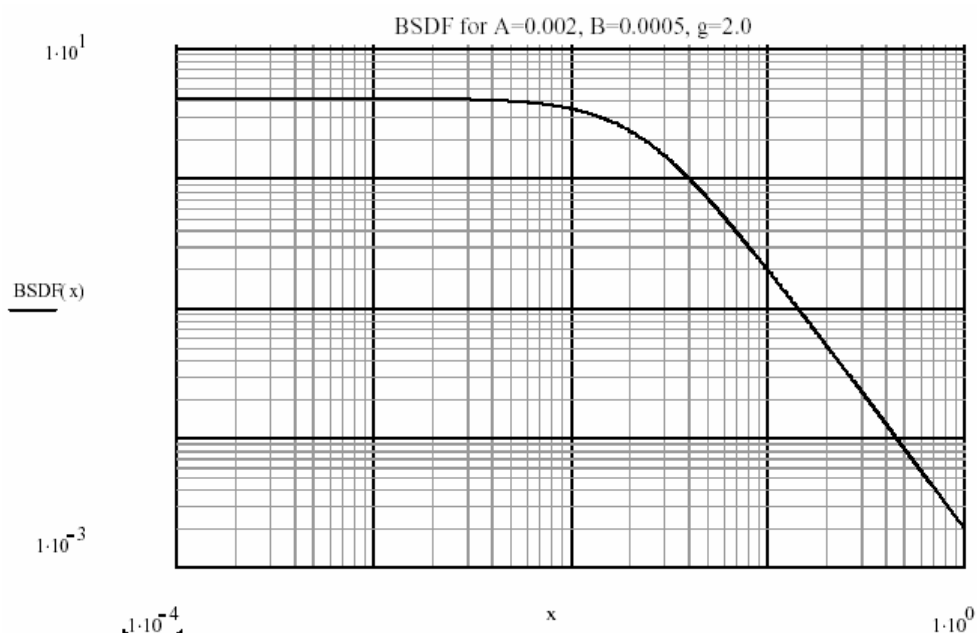
FIT 的三个参数， A ， B ，和 g ，形成了 ABg $BSDF$ 模型的名字。下列限制被放在这个模型的系数上： A 和 B 必须同时大于零。假如 B 给出为零， $ZEMAX$ 将把它设为 $1.0E-8.0$ 。如果 A 是零，散射将不产生。如果 g 为零（注意， g 可以是任何值，正的和负的，但典型的取值在 0 到 3 之间），那么 $BSDF$ 在余弦空间方向是一个常量：

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

$$BSDF = \frac{A}{B + 1},$$

导致的散射是兰伯特散射。假如 A , B , 和 g 被设定为提供一个相关地平坦 $BSDF$ 曲线, 这能很快在数字上使用兰伯特模型代替。

一个典型的 ABg $BSDF$ 曲线显示如下, 有关的参数为 $A = 0.002$,
 $B = 0.0005$, $g = 2.0$



ABg $BSDF$ 模型有几个值得注意的属性 (当 g 为零时 !):

当 $|b - b_0|^g \ll B$, $BSDF$ 曲线变平为 A/B , 当 $|b - b_0|$ 趋向于零。

当 $|b - b_0|^0 \gg B$, 在 $\log - \log$ 区域上, $BSDF$ 变成直线, 有关于 $-g$ 的一个斜坡。

曲线的平坦部分和斜线部分的交点出现在 b_t , 这里 $b_t = \exp 10 \left(\frac{\log 10 B}{g} \right)$ 。

散射光线使用 ABg 模型

ZEMAX 允许定义 A , B , 和反射和折射的参数。如果镜象光线反射或折射, 光线使用适当的系数, 随之散射。

总计的光线散射部分由“部分散射”给出, 它在涂层和散射对话框中设定。因此, 这假定该部分显示的是总体散射。

ZEMAX 首先决定是否散射光线，在上面的章节“ 散射 ”中有描述。如果光线散射，那么散射光线是随机生成的。光线的方向是生成的，因此，如果很多光线是散射的，那么 BSDG 函数将作为结果函数。

光线分离

通常，当光线透过一个面，部分光线的能量将被反射，部分被传播，这取决于表面的属性，部分也有可能被吸收。光线分离涉及到 ZEMAX 计算反射和折射路径，和继续追迹两类光线的能力。

当然，一旦光线散射，每条“子光线”一般都会透过另外一个对象，光线会再次分离。在这么多的光线——对象的交点后，光线的总数将变成很大，所以在光线追迹中必须放置控制，以确保计算最终会结束。

这里有几种方式来限止光线发生散射：

光线——对象交点的最大数。该控制定义了，从最初光源“父光线”到最终的光线——对象交点，光线沿任一路径的次数是多少，可能交到的其它对象。

光线段的最大数。光线段是指上一个交点到下一交点的光线路径部分。当光线从光源出射，它传播到第一个对象。这就是段 1。如果光线分离成 2 条光线，这些光线中的每一光线为另一段（因此总计数为 3）。假如这些光线又一次分离，那么将有 7 个光线段。通常，光线段数的增长是很快的，因此需要设置一个很大的数，比光线——对象交点数要大。

光线最小相对亮度。对于每次光线分离，能量要减少。光线相对亮度，是关于有多少能量被光线携带，有多少能量仍能传输的一个限止。该参数是一个分数；如 0.001，相对于从光源出射的起始光线亮度。一旦子光线低于该相对能量，该光线被终结。

光线最小绝对亮度。该参数很类似于光线的最小相对亮度，只不过绝对亮度是用瓦特来表示，而相对亮度是相对于起始亮度来表示。如果该值为零，光线绝对亮度被忽略。

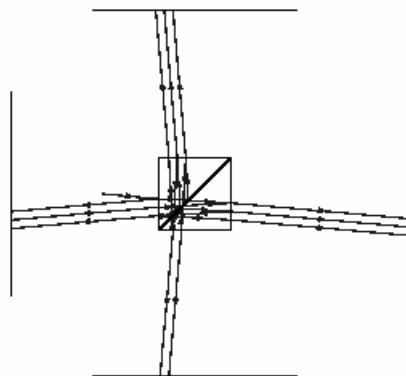
光线的分离和偏振

因为精确的反射和传播计算需要偏振信息，当执行偏振光线追迹时，光线分离才被允许。

光线分离可以被关闭，在这种情况下，传输路径通常产生在折射分界面上，除非光线全反射；如果是镜面，反射路径当然能产生。

右边的图显示了，当光线分离时可能产生的一些路径。图中只画了一条输入光线。

当使用光线分离时，如果光线的相对能量设的太低，被追迹的光线数会变得很庞大。举例说明，在一个所有面都有 50% 涂层的正方体玻璃内，进行光线追迹，光线相对亮度为 0.01 时，将产生大约 256 个光线段。如果光线的相对亮度被设为 $1E-8$ ，每条在正方体内追迹的光线，将产生大约 270 百万的光线段！



有着低反射率的系统是不会产生这么多的光线段的，因为反射光路的亮度下降很快。尽管如此，还是建议光线相对亮度值大一些，0.001 左右，除非模型工作的很好或需要更详细的结果。

因为光线的总数是如此的大，所以 3D 版面结构会变得很混乱。有一个方法可以减少要画光线的数目，即使用“过滤器”条限制所要画的一些光线。

总体情况

非连续光线追迹，偏振，散射，和光线离功能的真正优点，出现在当它们被用来共同决定光线分布和检测能量时。

这些影响被说明的顺序如下：

首先计算光线要透过的对象分界面。

如果面是反射的或全反射，选择反射路径。

否则

如果光线分离是开通的，决定反射和折射路径。

如果光线分离是关闭的，选择折射路径。

如果散射是激活状态，光线是散射的。

光线的亮度和偏振向量被调整。

光线继续到下一个对象的分界。

进行一个 *Monte Carlo* 光线追迹

在画出 NSC 对象和光线的 3D 版面结构上和其它的分析功能中，光源，光线分离，散射的影响，可以在这个图上随机生成的光线上看出。光线的分离和散射，在这些图中，可以选择开或关，以用来隔离它们的影响。设计图对于定性地看出光源，对象，散射，虚影或其它反射的影响，是很有用的。

在放置的检测器上计算定量的能量分布，通常需要的光线数要比设计图的定性分析数要大得多。这就是设计图光线数和分析光线数要在光源参数列表中分别设定的原因。

“光线轨迹/检测器控制”对话框列在 NSC 编辑器菜单条的“检测器”之下，控制光源，对象，检测器，它们为分析使用的光线追迹而定义。对话框中的控制描述如下。

光线轨迹/检测器控制选项

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！²²⁰

分类	描述
清空检测器	清空选择的“全部的”或任一指定的检测器。这会重置检测器显示
轨迹	从所有定义的光源追迹光线。一旦追迹开始，只有终结和自动更新是可用的。请参看关于初始光线追迹的其它影响的讨论。
使用偏振	如果是选中的，偏振将被用来检定光线能量，传播，吸收，和薄膜的影响。如果分离光线是选中的，那么使用偏振被自动选中，因为精确的光线分离需要使用偏振。
光线分离	如果选中，光线将根据先前章节中描述的接触面属性分离。
光线散射	如果选中，光线将根据散射面的属性散射。
终止	停止光线追迹，该动作需要一个较短的时间。
自动更新	如果选中，所有检测器被周期性的刷新，因此进程是被监控的。

#中央处理器	选择处理器数，用来把光线追迹任务分开。可能有超过 1 个的处理器被选择，至于在单个处理器的计算机上，这种情况下，单处理器可以把时间共享给多个同时进行的任务。
--------	--

当进行一个 *Monte Carlo* 光线追迹时，需要了解一些重要的事项。

当检测器被清空时，在每个显示器中的能量计数重置为零。

一旦追迹按钮被选择，ZEMAX 将为每个光源正确地追迹指定的分析光线数，光源在 NSC 编辑器中列出。每个光源有用瓦特表示的功率。所给光源的总体功率除以被追迹光线的总数得到每条光线的初始亮

度。举例说明,有一个 5 瓦特功率的光源,追迹的光线为 100,000,那么每条光线的最初功率是 $5.0E-06$ 瓦特。

所有要追迹的光线还没有追迹完,光线追迹就被终止了;那么在检测器对象内列出的总计功率和最高功率是不正确的;虽然,对于被追迹的光线数来说,光线分布是正确的。分析是不能被暂停和再续的;所以,一旦光线追迹被终止,再次选择追迹,将开始的是一个新的追迹。

如果检测器被清空,当追迹被点击,那么光线完全追迹一遍,当追迹再次点击;所有的检测器显示的总计功率是两次追迹的总和。ZEMAX 没可靠的方法,去了解在检测器两次清空之间,有多少次光线追迹;因为光源可以随时增加,删除,或修改。

对于精确的功率计算,在追迹之前要清空检测器;在早先没有终止过的情况下,单个追迹可以被执行。

定义多边形对象_____

多边形对象是用户定义对象,是由 3D 空间内的三角形集合组成的。对象用一个简单的 ASCII 码文件来定义,该文件用扩展名 POB 结尾(用于多边形对象)。

文件格式可以用任何文本文件编辑器来建立和编辑。文件由一连串的数据行组成。每行的开头是单个字母或符号,后面的是描述符号的数据。提供的符号和它们的含义定义如下。

注释符号: ! _____

注释符号“!”用来定义注释行。

语法:

! 这里是注释行

举例:

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

！一个dove棱镜

不可见符号：I

连接顶点的连线没有画出 (如两个相邻三角形之间的直线, 位于同一个平面), 可以标记为不可见。标记两个顶点为不可见, 使用符号“ I ”, 后面是两个顶点的数值。任何连接标记顶点的直线将不被画出。

这只对 3D 版面结构有影响, 对多边形制图来说, 它是严格的一个修饰上的增加。

语法：

I V1 V2

举例：

V 7 9

注意, 顶点数必须是整数。在空间中数是离散的。I 命令必须在任何涉及不可见顶点的三角形或矩形之前。

顶点符号：V

顶点通过跟随在符号“ V ”后的顶点数和顶点 X, Y, 和 Z 坐标来定义。

语法：

V number x y z

举例：

V 1 -1.0 -1.0 0.0

注意, 顶点数必须是整数, X, Y, 和 Z 坐标是浮点数。在空间中数是离散的。

三角标记符：T

三角形由三个相连的顶点来定义。

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

语法：

```
T vertex1 vertex2 vertex3 isreflective coatinggroup
```

顶点数必须是整数，顶点先前定义在文件中。

如果面是吸收面，那么“*isreflective*”标记值为-1，如果为反射面，该值为1，如果为折射面，该值为0。注意，使用这个标记时，允许在同一个多边形对象内的某些三角形是反射的，而其它的是折射的或吸收的。

coatiangroup 是一个整数，定义小平面对属于哪个涂层组。细节请参考上面的“涂层组”一节。如果*coatinggroup* 标记省略了；涂层组0是默认的。

举例：

```
T 1 2 3 0 2
```

它定义了一个由顶点1，2，和3连成的折射的三角形，所涂的材料是涂层组2。

矩形标记：R

矩形由四个相连的顶点来定义，其它方面，非常类似于三角形。在内部，ZEMAX把矩形转化为两个三角形。

语法：

```
R vertex1 vertex2 vertex3 vertex4 isreflective coatinggroup
```

顶点数必须是整数，顶点先前定义在文件中。

如果面是吸收面，那么“*isreflective*”标记值为-1，如果为反射面，该值为1，如果为折射面，该值为0。注意，使用这个标记时，允许在同一个多边形对象内的某些三角形是反射的，而其它的是折射的或吸收的。

coatiangroup 是一个整数，定义小平面对属于哪个涂层组。细节请参考上面的“涂层组”一节。如果*coatinggroup* 标记省略了；涂层组0是默认的。

举例：

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！²²⁴

R 1 2 3 4 1 0

它定义了一个由顶点 1, 2, 3, 和 4 连成的反射的矩形, 所涂材料是涂层组 0。

对边形对象内的最大三角形数

多边形对象包含的三角形数, 没有固定的上限。最终的限止取决于计算机的可用虚、实内存容量。每个三角形占用 100 个字节的内存。

ZEMAX 同时还要保留多分透镜数据拷贝, 按这样的规则处理, 每个三角形需要 500 个字节的内存。一个有 2000 个三角形的对象需要大约 1Mb 的自由内存空间。另一个比较实际的限止是计算机的速度; 如果三角形的数量很巨大, 那么 ZEMAX 会很明显地慢下来。

POB 文件举例

这是一个完整的 POB 文件, 定义了一个折射材料的立方体。该文件包含的是例子 CUBE.POB。立方体的 8 个面都属于涂层组 0。

```
! A simple cube
! FSI Dec 14, 1998
! front face vertices
V 1 -1 -1 0
V 2 1 -1 0
V 3 1 1 0
V 4 -1 1 0
! back face vertices
V 5 -1 -1 2
V 6 1 -1 2
V 7 1 1 2
V 8 -1 1 2
! Front
R 1 2 3 4 0
! Back
R 5 6 7 8 0
! Top
R 4 3 7 8 0
! Bottom
R 1 2 6 5 0
! Left side
R 1 4 8 5 0
! Right side
R 2 3 7 6 0
```

8 个“V”命令定义了立方体的 8 个角的坐标。6 个“R”命令定义了立方体的 6 个面。注意，面的宽度是 2 个单位，后表面顶点的 Z 坐标也被定义为 2 个单位；因此外形是一个完美的立方体。所有坐标相对于物体的参考点；这种情况下参考点是前表面的中心。为了使参考点位于立方体的中心，改变顶点的定义为：

```
V 1  -1  -1  -1
V 2   1  -1  -1
V 3   1   1  -1
V 4  -1   1  -1
V 5  -1  -1   1
V 6   1  -1   1
V 7   1   1   1
V 8  -1   1   1
```

定义 STL 对象

机械 CAD 程序一般都支持 STL 格式来描述任意对象。对象被模拟成三角形的集合，三角形全局顶点被写出到文件中。对于小平面对象，STL 是一个不错的格式。对于光滑曲线对象，如透镜，STL 是一个近似模式，该模式对于一些非成像系统有可接受的精度。

STL 格式有二进制和 ASCII 码两种；ZEMAX 支持这两种格式。

要使用 STL 对象，则在对象行的注释栏里，选择对象类型为“STL”对象，并且输入文件名（不带 STL 扩展名）。STL 文件必须放置在 \OBJECTS 目录下。

STL 对象内三角形的最大数

STL 对象包含的三角形数，没有固定的上限。最终的限止取决于计算机的可用虚、实内存容量。每个三角形占用 100 个字节的内存。ZEMAX 同时还要保留多份透镜数据拷贝，按这样的规则处理，每个三角形需要 500 个字节的内存。一个有 2000 个三角形的对象需要大约 1Mb 的

自由内存空间。另一个比较实际的限止是计算机的速度；如果三角形的数量很大，那么 ZEMAX 会很明显地慢下来。

STL 文件举例。

在\OBJECTS 目录中可以发现一些 STL 文件的例子。

小平面对象专门需要考虑的事项。

光线追迹通过小平面对象在数学意义上，通常是简单的，有一个主要的例外：如何把握光线在两个小平面的公共边缘的截取的“正确性”这一特殊情况。前文中，“正确性”指的是计算机的数字精度限止。对所有光线追迹运算法则，ZEMAX 使用双精度 64 位数，这将产生 12 位十进制精度。然而，平方根和其它数学算法经常用到，许多计算的实际精度稍微要低一点。

如果光线通过两个小平面的边缘，ZEMAX 通常认为，光线好像只通过第一个小平面对象的方案。另一个被忽略了。对于大多数光学系统，如小平面对象反射和棱镜，这很少引起问题。对于确定的系统，忽略一个方案，对于确定通过对象的关键光线，是很有意义的。

共同的难点是追迹光线通过一个屋脊棱镜或立方体的角，其中的一个公共边正好放置在沿着引入光束的 X 或 Y 轴上。对于屋脊棱镜这个情况，追迹光线直接沿着屋脊边缘，将使光线转向 90 度，胜于有意的控制反射。向左或向右偏移屋脊轴一个微小的量，方便的避免了问题；使光线在一个时刻“看到”一个面。一个 X 的偏移量大约是 $1\text{E}-6$ 个透镜单位（当透镜单位是毫米时，该偏移量只有 1 纳米）就够了。

通常，使用随机生成光线设置，如那些在图像分析或动点图表内的光线设置，将消除该问题。

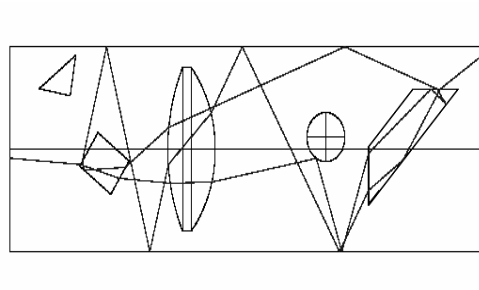
注意，所有的实际屋脊棱镜或角，有非常小的边缘距时，将自然地不能“正确地”反射或折射光线，这归因于制造的局限性和物理上的光学冲突。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

例文件

在 ZEMAX 的\SAMPLES 文件夹内，
提供了很多例文件。

这里有一个样本文件 NAC
DEMO1.ZMX ,它包含了许多 NSC 对
象，这些对象排列在一个光管内。



这个图是通过使用 3D 版面结构的“随机”光线模式来画出的，只有一
条光线被追迹。在离开右侧，通过出射端口之前，注意，光线在不同
的对象内完成反射，折射，或全反射。

其它的例文件被包含在\SMPLES 文件夹内；文件名的首字母段是
NSC。

第十七章 优化

介绍

ZEMAX 提供了十分强大的优化功能, 它有能力去改善那些给出一个合理的起始点和一系列参变量的镜头设计。参变量可以是曲率, 厚度, 玻璃, 圆锥系数, 参数数据, 特殊数据, 和一些多种结构的数值数据。ZEMAX 使用了活动的阻尼最小二乘法, 这个运算法则能够优化由加了权重的目标值组成的评价函数, 这些目标被值称为“操作数”。ZEMAX 有一些不同的默认评价函数, 这些将在后面的章节中介绍。在评价函数编辑界面中可以很容易地改变这些评价函数, 有关这一过程的详细内容请参见“评价函数的修改”一节。

优化需要三个步骤: 1) 一个可以进行光线追迹的合理光学系统; 2) 变量的设定; 3) 评价函数的设定。合理的光学系统是一个比较模糊的概念, 它仅仅意味着通过优化运算法则将一个缺乏考虑的设计方案转化成一个特殊的方案是不可能的(虽然有一些例外情况)。变量和那些为了优化运算法则能取得一些进展而至少有一个的因素, 在各种不同编辑界面中将详细说明, 这些将在下一节中叙述。为了得到优化界面, 请选择工具, 优化。在使用优化之前, 你必须指定所有的变量。

这一章中叙述的优化功能使用的运算法则被设计用来查找评价函数的“局部”最小值。然而, ZEMAX-XE 和 EE 也有能力去搜索评价函数的“全局”最小值。全局最小值是一个评价函数的最小可能值, 如果评价函数选择合适, 那么这意味着是这个问题的最有可能的解决方案。全局优化功能不适合于初学者, 也不适合那些交互式的设计。详细内容请参见“全局优化”一章。

变量的选择

在镜头数据编辑界面中, 当高亮条在要改变的参数上时, 按 Ctrl-Z 可设定变量以供优化使用。注意 Ctrl-Z 是一个切换器。多重结构和特殊数据的编辑界面中也包含可用 Ctrl-Z 设成变量的数值数据。玻璃不能直接设成变量, 因为它们是不连续的。为了优化玻璃, 请参见本章后面的“玻璃优化的选择”部分。

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系(info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

默认的评价函数的定义

评价函数是一个如何使一个光学系统接近一组指定的目标的数值表示。ZEMAX 使用了一系列操作数，它们分别代表系统不同的约束和目标。操作数代表的目标如像质，焦距，放大率，和其他一些。

这些评价函数与列表中的每个操作数的目标值和实际值之差平方的加权和平方的平方根成比例。评价函数是这样定义的，所以 0 值代表理想状态。优化运算法则将使这些函数值尽可能小，所以评价函数应该是你想系统达到的结果的一种表示。也不是非要用默认的评价函数，你可以如后面介绍的那样来构建你自己的评价函数。

定义一个评价函数的最容易的方法就是在评价函数编辑界面的菜单条中选择工具，默认评价函数选项，这时出现一个对话框，这将允许你选择一些选项来构建默认评价函数。每个选项都将在下面的段落中进行介绍。

优化类型的选择

ZEMAX 可以使用几种不同评价函数类型。默认评价函数通过使用四个基本选择来构建的，它们是：优化类型，数据类型，参考点，和综合方法。这些选择在下表中进行叙述。

默认优化类型

名 称	说 明
RMS	RMS 是均方根的简称。到目前为止，这种类型使用最为广泛。RMS 是所有单个误差平方的平均值的平方根
PTV	PTV 是波峰到波谷的简称。在一些不常见的情况，RMS 和误差的最大范围同样不重要，例如，所有的光线要到达探测器或光纤的圆形区域内的情况。在这些情况下，波峰到波谷 (PTV) 可能是判断执行结果的一种比较好的指示器。这种评价函数类型将努力减小 PTV 误差范围

默认优化数据类型

名 称	说 明
Wavefront	波前差是在波形中测量的像差
Spot Radius	在像平面上的横向光线像差的半径范围
Spot X	在像平面上的横向光线像差的 X 方向范围
Spot Y	在像平面上的横向光线像差的 Y 方向范围
Spot X and Y	在像平面上的横向光线像差的 X 方向和 Y 方向的范围。这 X 和 Y 成分被分别考虑，但一起被优化。除了保留像差的符号外，其他的都与 Spot Radius 相似，这符号将产生一些比较好的其他结果。注意在计算像差半径时，将去掉符号

默认的优化参考点

名 称	说 明
Centroid	数据的 RMS 和 PTV 计算是以从视场点得到的所有数据的质心为参考的。质心参考通常是首选，特别是对于波前优化。对于波前优化，涉及到质心减去活塞，波前的 X-倾斜和 Y-倾斜，它们中没有一个是降低像质的。当彗差存在时，因为彗差使像心偏离主光线，所以质心参考还将产生一些有用的结果。过去使用主光线是因为它方便计算，但实际上是当 ZEMAX 认为没有执行损失时来处理它的复杂部分的
Chief	数据的 RMS 和 PTV 计算是以主波长的主光线为参考的
Mean	这项选项仅当在选择优化数据类型为波前时才有效。仅除了减去的是活塞（平均波前），而不是 X-和 Y-倾斜外，平均参考的其他方面都与质心参考类似。由于光程差为 0 的精确点是任意的，所以对于那些质心参考不是首选的情况，平均参考通常优先于主光线参考

评价函数的物理意义

注意评价函数的数值是有其物理上的意义的。如果评价函数是 RMS-Wavefront-Centriod , 那么评价函数的数值是波形的波前均方根误差 ; 如果评价函数是 RMS-Spot Radius-Chief , 那么一个 0.145 的数值意味着斑点的均方根尺寸为 0.145 个镜头长度单位 , 如果镜头长度单位是毫米 , 那么均方根值相对应是 145 微米。

初学的设计者经常会问斑点半径的均方根评价函数会产生一个与波前均方根评价函数不同的合适方案。它们不一样的基本的原因是光线像差是与波像差的导数成比例的 , 因此 , 期望一项的最小值与另一项的最小值相对应是不合实际的。通常使用的处理规则是如果系统接近衍射极限 (假定 PTV 波前误差小于 2 个波长) , 那么就使用波前差 , 否则则使用斑点半径。

通常讲 , 以质心为参考的评价函数优先于以主光线为参考的评价函数。然而 , 最好的方法总是用不同的评价函数来重新优化最后的方案 , 来检验哪个评价函数为要设计的系统提供一个最好的结果。例如 , 以质心为参考的波前差均方根通常能产生较好的低频率 MTF 响应 , 但其中频率 MTF 响应则比以主光线为参考的均方根优化的差。

瞳孔综合方法的选择

这里有两种用来构建评价函数的瞳孔综合方法 : 高斯积分法 (GQ) 和距阵法 (RA)。对于差不多全部的有实际意义的情况来说 , GQ 法则具有许多优点。GQ 法则使用一些精心挑选的加权的光束来计算在入瞳面上的 RMS 和 PTV 像差 (严格地说 , PTV 法则不是 GQ 法则 , 但很相似)。在一些瞳孔照度分布函数和 GQ 评价函数法则中使用的所有光线的权重是根据在波长和视场对话框中设定地权重而定的。对于 RMS 评价函数 , 使用的权重和光束的选择是基于在由 G. W. Forbes, J. Opt. Soc. Am. A 写的论文 (Vol.5, No.11, November 1998, p1943) 中叙述的方法 ; 对于 PTV 评价函数 , 光束的选择是基于 Chebyshev 多项式的解答 , 这在剑桥大学出版社出版的《数值方法》中描述 ; 如果你对这些方法的原理和精度的详细信息感兴趣 , 请参见这些参考书。GQ 比其他一些已知的方法精确的

多,而需要的光线则较少。使用渐晕因子时,由于光线模式只是简单重新分布,所以 GQ 也能计算得很好。

RA 法则追迹通过光瞳的一网格的光线。“网格”尺寸确定了被追迹的光线的数目,这将在后面的章节中介绍。“删除渐晕”选项(这也在后面的章节中介绍)允许将渐晕光线从光束中删除。上文中提到的渐晕光线是那些被表面孔径剪裁的光线,而不是那些由于使用渐晕因子而改变的光线(参见“约定和定义”一章)。RA 的优点是能够精确地计算渐晕在评价函数中影响,这对于那些故意拦住有问题的光线的系统,如挡光望远镜和照相机镜头,是很有用的。RA 的另一优点是速度和精度。通常,它比 GQ 法则需要更多的光线来完成一给定的精度。最后一条:除非你使用表面孔径,否则不要使用 RA 法则。

环带 (Rings)

“环带”设定仅在 GQ 法则中使用,它确定了每个视场和每种波长将有多少条光线被追迹。对于轴上视场(旋转对称系统中 0 视场角),光线的数量等于环带的数量。对于对称系统的其他所有视场,每个环带要追迹的光线的数量等于“臂”数的一半。由于系统的左右对称性,仅仅只有一半的光线被追迹。对于每种指定的波长都要追迹每一条光线。例如,如果你的系统有一个轴上视场、两个轴外视场、三种波长、四个选择的环带,则要追迹的光线的数量为 $3 \times (4 + 4 \times 3 + 4 \times 3) = 84$ 。对于那些不旋转对称的系统,每个环带要追迹的光线的数量等于“臂”数,而不依赖于视场。在前面的哪个例子中,这意味着 $3 \times 3 \times 4 \times 6 = 216$ 条光线。ZEMAX 将自动为你计算这些数值;在这里介绍它的唯一的理由是因为你应理解默认的评价函数是如何定义的。越多的光线被追迹,优化运行的时间就越长。

臂(Arms)

“臂”设定也仅仅在 GQ 法则中使用。它确定了瞳孔上有多少光线的半径臂被追迹。默认 6 条等间隔的臂被追迹(或者如果系统是旋转对称的则为 3 条)。这个数值可以被变成 8, 10, 或者 12。对于大部分普通的光学系统,6 条臂已足够了。

你应该根据你的系统存在的像差状态来选择环带和臂的数量。确

定正确的环带数量的一个简单的方法是先选择最小值，1。然后进入优化对话框记下评价函数。现在返回默认函数工具，选择两个环带。如果评价函数变化得很多，那么返回默认函数工具，选择三，如此直到评价函数不再明显改变（可能是 1%）。重复这个过程来选择臂数（6 条臂差不多总是足够的）。选择比要求更多的环带和臂并不能改善优化结果，它只会不必要地降低运算法则的速度。追迹更多的光线不能帮助你找到更好的解决方案。

➡ 选择比要求更多的环带和臂并不能改善优化结果，它只会不必要地降低运算法则的速度

网格(Grid)

“ 网格 ” 仅由 RA 法则使用，它的值决定了要使用的光线的数量。网格尺寸可以是 4*4（每种波长在每个视场中有 16 条光线），6*6（每种波长在每个视场中有 36 条光线）。如果网格上的光线落在入瞳的外面，那么这条光线将被自动省略，因此实际使用的光线要比网格尺寸的乘积少。通常选择大的网格尺寸来得到更精确的结果，其代价是降低执行速度。然而，选择大的网格密度和之后选择“ 删除渐晕 ” 选择栏（这将在以后的章节中介绍）可能会有一个优点。其原因是大的网格尺寸会以光线充满整个光瞳，然后将那些被拦住的操作数删除掉。它的结果将是一个正确反映系统孔径的合理的光线数量。

删除渐晕>Delete Vignetted)

“ 删除渐晕 ” 选择栏仅被 RA 法则使用。如果它被选择，那么评价函数使用的所有光线都将在整个系统中被追迹，如果某条光线被某一表面孔径拦住，后者它未到达某一表面，或者它在某一表面上发生全反射，那么它将从评价函数中被删除。这将使评价函数中的光线的总数保持为一最小值。它的缺点是如果一个方案被优化时其渐晕改变了，那么它的评价函数将不得被更新。如果可能的话应使用渐晕因子后再用 GQ 法则，它是比使用删除渐晕更好的选择。如果需要，可以在优化过程中通过用 SVIG 在评价函数中调整渐晕因子。

注意，不管光线是否被拦住，ZEMAX 都将尽量追迹评价函数中定义的每条光线。例如，假设主光线的高度已用 REAY 定下来了，

版权声明：本文由“ 光学在线 ” 收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

并且有一个中心挡光拦住了主光线,但 ZEMAX 仍将追迹主光线并使用这操作数结果,就好象它可以被追迹一样。ZEMAX 不能检查、判定光线是否被拦住,因为它在优化过程中引入了一个实质的操作。

通常,要避免由表面孔径引起的光线渐晕,如果可能请使用渐晕因子来确定光束的形状尺寸。因为要在一部分未被拦住的光线的基础上进行优化,就必须定义一个宏指令来执行所要求的计算。然而,这个方法在优化中几乎无效,因为当光线在被拦住与否之间不规则跳动时,镜头参数的微小的变化将会导致评价函数不连续的变化。

设定厚度边界值(Setting thickness boundary values)

边界约束可以自动产生,并通过检查设定的空气和/或者玻璃的边界值使其包含在评价函数之中。如果它被选择,那么操作数 MNCG、MXCG 和 MNEG 被加到评价函数之中来分别限制玻璃面的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度,操作数 MNCA、MXCA 和 MNEA 被加到评价函数之中来分别限制空气空间的最小中心厚度、最大中心厚度和最小边缘厚度。

自动边界约束的特点意味着在有或者没有平面镜的光学系统中可以节省常规边界约束。更复杂的镜头,如那些带有复杂的光轴断点或者多重结构的系统,需要手动将一些附加的边界约束加到评价函数中。

起始面(Start At)

“起始面”选项被用来在评价函数编辑界面的操作数列表中的指定位置上加入默认评价函数。ZEMAX 将尽量把默认评价函数放在已存在的对象之后。如果默认评价函数已被编辑,那么用来确定起始点的运算法则可能会无效。为了控制默认起始值,请参见操作数 DFMS 的解说。

假设轴对称(Assume Axial Symmetry)

如果它被选择,那么在构造和计算评价函数时,默认评价函数将使用镜头的左右和旋转对称性。这样更少的光线将被追迹,加快了优化的速度而不降低精度。在那些带有光轴断点的系统和不旋转对称的

系统中,默认值是不选,这意味着不使用对称性。然而,如果你正在设计一个镜头,ZEMAX 认为它是不对称的,但是它的不对称不影响像差,那么可以不考虑这个系统对称性的默认值是否有用。例如,如果使用了一些倾斜而平直的折叠平面镜,这些平面镜并不会消除系统的左右对称性,但 ZEMAX 将会默认系统的对称性已不存在了。一些梯度折射率表面也使用不对称的折射率变化条件,它常常为 0 (它们仅仅在公差规定中使用)。在一些情况下,选择这个选择栏可以加快优化速度。也可参见操作数“USYM”的叙述。

如果你不理解这一特性,那就使用它的默认值。

忽略垂轴色差(Ignore Lateral Color)

默认的话,对于每个视场 ZEMAX 以一个公共的参考点来引用 RMS 或 PTV 计算。对于每一个视场点,所有波长的所有光线都被追迹,并且主波长的主光线或者所有光线的质心被用来作为参考点。如果“忽略垂轴色差”被选择,那么每个视场都要计算一个独立的参考点。这对于设计那些有意将各种波长的色光分开的系统,如一个棱镜或者分光系统,是十分有用的。这个选项可以使评价函数独立优化各种色光。

相对 X 权重(Relative X Weight)

当计算 RMS 或者 PTV 的 X+Y 像斑评价函数时,相对 X 权重是用来加在垂轴像差的 X 成分上的额外权重。这个设置对其他评价函数没有影响。如果相对 X 权重小于统一值,那么 Y 成分的权加得很重;如果这个相对 X 权重大于统一值,那么 X 成分得权加得很重;如果等于默认统一值,那么两个成分平等地加权。这个控制对于那些有意形成间隙像的系统,如分光系统,是十分有用的。

有关默认评价函数的缺陷

默认的评价函数易于建立,在数值上有效,以及适用于大量的优化问题。然而,大部分光学设计在设计过程中,需要对默认评价函数进行扩展或修改。如下节所介绍那样,ZEMAX 在评价函数的定义中提供了重大的机动性。

注意，如果波长或视场的数值或权重改变了，那么你必须重建默认评价函数；如果你正在使用 RA 法则，在优化过程中渐晕影响略有变动，就必须重建默认评价函数。

如果波长或视场的数值或权重改变了，必须重建默认评价函数

有关照明光束的优化

如果没有定义光瞳的照度分布函数（有关光瞳的照度分布函数定义的详细内容，参见“系统”一章），ZEMAX 在构建默认评价函数时采用均匀照明。如果照明是不均匀的，那么默认评价函数中的光线将根据照度分布因子来确定权重。由于选择的光线可能会不足于用来充分描绘照明光束，因此在使用照度分布因子时要使用大量的光线（前面已说明的）。关于照度分布函数的更多的内容，请参见“约定和定义”一章。

评价函数的修改

用户可以修改评价函数。为了改变评价函数，在主菜单栏中选择编辑，评价函数。可以使用插入或删除键来添加新的操作数或者删除一些操作数。通过选择工具，更新，可以更新当前评价函数值和每个操作数的值。

操作数的设置过程是在第一列中键入名称，然后在余下的数据域中填入数据。定义一个操作数可能需要八个数据域：Int1, Int2, Hx, Hy, Px, Py, 目标值，和权重。Int 的值是一个整数参量，它的含义依赖于选择的操作数。通常，Int1 是表面指标，Int2 是波长指标，但不一定总是这样。不是所有的操作数都使用所有提供的数据域。

对于那些使用 Int1 来指出表面编号的操作数，这个参数说明了在哪个表面上求出对象的值。同样的，当 Int2 被用作波长指示符时，它说明了将使用那种波长。Int2 必须是等于波长编号的整数值。参数 Int1 和 Int2 还有其他的用途，如下所述。

许多操作数要使用 Hx，Hy，Px，和 Py；它们是归一化的视场和光瞳坐标（参见“约定和定义”一章中的“归一化的视场和光瞳坐标”

部分)。注意 ZEMAX 不会通过检查来判断指定的 Hx、Hy、Px 和 Py 坐标是否在单位圆之内。例如，一个坐标为 (1, 1) 的光瞳实际上是在入瞳的外面，但当追迹那些光线时，除非这些光线在几何上不能被追迹，否则不会出现错误信息。

目标值是想要指定参数达到的值。将目标值和操作数值的差值平方，总计所有操作数的这个值来产生评价函数值。目标值和操作数值本身是不重要的，重要的是两者的差值。差值越大，其对评价函数的贡献就越大。

权重对于哪个参数也是相当重要的。除了在特殊情况下用 -1 外，权重可以是大于 0 的任何数。当一个操作数的权重为 0，优化法则计算时将忽略这个操作数。如果权重大于 0，那么这个操作数将被作为一个“像差”，随着评价函数被最小化。如果权重小于 0，ZEMAX 将把这个权重严格地设为 -1，这表明这个操作数将被作为一个 Lagrangian 乘数。Lagrangian 乘数将强迫优化法则去寻找一个能严格符合指定约束的解决方案，而不管其对其他操作数的影响。

评价函数定义如下：

$$MF^2 = \frac{\sum W_i (V_i - T_i)^2 + \sum (V_i - T_i)^2}{\sum W_i}$$

所有 i 的总和仅包括正权重的操作数，而所有 j 的总和仅包括 Lagrangian 乘数操作数。选择这样的约定以便于当符合条件时，增加用来控制边界条件的 Lagrangian 乘数不会对评价函数产生影响。

除非有一个强制要求需要用 Lagrangian 乘数，否则一般将不用它。虽然有例外情况，但 Lagrangian 乘数会降低优化速率，如果光学系统与评价函数最小值差得很远，它会执行得很差。尽管在优化调用之间需要重新调整权重，但使用加了权重的约束条件通常更加可靠。

优化操作数

下面的表格对那些可用的操作数进行了说明。第一个表格是“快速参考”指南，它根据综合主题对操作数进行了分类。第二个表格提供了每个操作数（按字母顺序排列）的详细说明，并规定了哪些操作

数使用哪些数据域。注意，在详细说明了表格中一些操作数（如 SUMM）使用 Int1 和 Int2 来表示其他参数，而不是表面和波长。如果操作数不使用某个数据域，则显示“—”。

优化操作数分类

类别	相关操作数
基本光学特性	EFFL , PIMH , PMAG , AMAG , ENPP , EXPP , LINV , WFNO , POWR , EPDI , ISFN , EFLX , EFLY , SFNO , TFNO
像差	SPHA , COMA , ASTI , FCUR , DIST , DIMX , AXCL , LACL , TRAR , TRAX , TRAY , TRAI , OPDC , PETZ , PETC , RSCH , RSCE , RWCH , RWCE , ANAR , ZERN , TRAC , OPDX , RSRE , RSRH , RWRE , TRAD , TRAE , TRCX , TRCY , DISG , FCGS , FCGT , DISC , OPDM , RWRH , BSER
MTF 数据	MTFT , MTFS , MTFA , MSWT , MSWS , MSWA , GMTA , GMTS , GMTT
包围圆能量	DENC , GENC
镜头数据的约束	TOTR , CVVA , CVGT , CVLT , CTVA , CTGT , CTLT , ETVA , ETGT , ETLT , COVA , COGT , COLT , DMVA , DMGT , DMLT , TTHI , VOLU , MNCT , MNET , MXCT , MXET , MNCG , MNEG , MXCG , MXEG , MNCA , MNEA , MXCA , MXEA , ZTHI , SAGX , SAGY , CVOL , MNSD , MXSD , XXET , XxEA , XNEG , XNET , XNEA , XNEG , TTGT , TTLT , TTVA , TMAS , MNCV , MXCV , MNDT , MXDT
参数数据的约束	P1VA , P1GT , P1LT , P2VA , P2GT , P2LT , P3VA , P3GT , P3LT , P4VA , P4GT , P4LT , P5VA , P5GT ,

	P5LT ,P6VA ,P6GT ,P6LT ,P7VA ,P7GT ,P7LT , P8VA , P8GT , P8LT
特殊数据的约束	XDVA , XDGT , XDLT
玻璃数据的约束	MNIN , MXIN , MNAB , MXAB , MNPD , MXPB , RGLA , GCOS , GTCE , INDX
近轴光线数据的约束	PARX , PARY , PARZ , PARR , PARA , PARB , PARC , PANA , PANB , PANC , PATX , PATY , YNIP
实际光线数据的约束	REAX , REAY , REAZ , REAR , REAA , REAB , REAC , RENA , RENB , RENC , RANG , OPTH , DXDX , DXDY , DYDX , DYDY , RETX , RETY , RAGX , RAGY , RAGZ , RAGA , RAGB , RAGC , RAIN , PLEN , HHCN , RAID , RAEN , RAED , IMAE
元素位置的约束	GLCX , GLCY , GLCZ , GLCA , GLCB , CLCC
系统数据的改变	CONF , PRIM , SVIG
一般数学操作	ABSO , SUMM , OSUM , DIFF , PROD , DIVI , SQRT , OPGT , OPLT , CONS , QSUM , EQUA , MINN , MAXX , ACOS , ASIN , ATAN , COSI , SINE , TANG
类别	相关操作数
多重结构(变焦)数据	CONF , ZTHI , MCOV , MCOL , MCOG
高斯光束数据	GBWA , GBW0 , GBWZ , GBWR , GBWD

关于梯度折射率控制的操作数	I1GT , I2GT , I3GT , I4GT , I5GT , I6GT , I1LT , I2LT , I3LT , I4LT , I5LT , I6LT , I1VA , I2VA , I3VA , I4VA , I5VA , I6VA , GRMN , GRMX , LPTD , DLTN
幻像控制	GPIM
光纤耦合控制	FICL
带 ZPL 宏指令的优化	ZPLM
用户自定义操作数	UDOP
评价函数控制操作数	BLNK , ENDX , USYM , DMFS , SKIS , SKIN
非连续元件系统对象数据的约束	NPXG , NPXL , NPXV , NPYG , NPYL , NPYV , NPZG , NPZL , NPZV , NTXG , NTXL , NTXV , NTYG , NTYL , NTYV , NTZG , NTZL , NTZV , NPGT , NPLT , NPVA
光学虚拟全息系统的光学结构的约束	CMFV

优化操作数和数据域的用法

名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
ABSO	绝对值	操作数编号	—	—
ACOS	指定编号的操作数的值的反余弦值。如果标记是 0 , 则其单位为弧度, 否则为度	操作数编号	标记	—
AMAG	角放大率。这是像空间和物空间之间的近轴主光线角度的比值。对于非近轴系统无效	—	波长	—

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

ANAR	在像面上测量的相对于主波长中主光线的角度差半径。这个数定义成 $1 - \cos \theta$, 这里 θ 是被追迹的光线与主光线之间的角度。参见 TRAR	—	波长	—
ASIN	指定编号的操作数的值的反正弦值。如果标记为 0, 则其单位为弧度, 否则为度	操作数编号	标记	—
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
ASTI	指定表面产生的像散贡献值, 以波长表示。如果表面编号值为 0, 则是针对整个系统。这是由塞得和数计算得到的第三级色散, 对非近轴系统无效	表面	波长	—
ATAN	指定编号的操作数的值的反正切值。如果标记为 0, 则其单位为弧度, 否则为度	操作数编号	标记	—
AXCL	以镜头长度单位为单位的轴向色差。这是两种定义的最边缘的波长的理想焦面的间隔。这个距离是沿着 Z 轴测量的。对非近轴系统无效	—	—	—
BLNK	不做任何事情。用来将操作数列表的各个部分分隔开。在操作数名称右边的空白处将随意地输入一注释行; 这个注释行将在编辑界面和评价函数列表中同样显示	—	—	—
BSER	瞄准误差。瞄准误差定义成被追迹的轴上视场的主光线的半坐标除以有效焦距。这个定义将产生像的角度偏差的测量	—	波长	—
CMFV	结构评价函数值。这个操作数调用了在两个用来定义一个光学虚拟全息系统的结构系统的任一个中定义的评价函数。结构编号的值是 1 或 2, 分别代表第一或第二结构系统。操作数编号可以是 0, 这将从这个结构系统中获得整个评价函数的值, 也可以是整数, 这说明了从中记录数据值的操作数行号。例如, 假定结构编号是 2, 操作数编号是 7, CMFV 将获得第 2 个结构文件的评价函数中第 7 个操作数的值。 如果在这个被优化的可逆系统中有一个以上的光学虚拟全息表面, 结构编号可以加上 2 来指代使用的第二个表面的参数, 或者加上 4 来指代使用的第三个表面的光学结构, 等等。例如, 值为 7 的结构编号指代现存的第四个光学虚拟全息面的第一个结构系统。	结构编号	操作数编号	—

COGT	边界操作数，它强制使指定编号的表面的圆锥系数大于指定的目标值	表面编号	—	—
COLT	边界操作数，它强制使指定编号的表面的圆锥系数小于指定的目标值	表面编号	—	—
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
COMA	指定表面产生的彗差贡献值，以波长表示。如果表面编号值为 0，则是针对整个系统。这是由塞得和数计算得到的第三级彗差，对非近轴系统无效	表面编号	波长	—
CONF	结构。这个操作数用来在评价函数求值过程中改变结构编号，这将允许对全部结构进行优化。这个操作数不用目标值和权重这两栏	新编号	—	—
CONS	常数值。这个操作数用来为其他操作数的计算输入一个常数值。这个值与目标值相同	—	—	—
COSI	指定编号的操作数的值的余弦值。如果标记是 0，则其单位为弧度，否则为度	操作数编号	标记	—
COVA	圆锥系数值。得到一个表面的圆锥系数	表面编号	—	—
CTGT	中心厚度大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的中心厚度大于指定的目标值。也可参见“MNCT”	表面编号	—	—
CTLT	中心厚度小于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的中心厚度小于指定的目标值。也可参见“MXCT”	表面编号	—	—
CTVA	中心厚度值。强制使指定编号的表面的中心厚度等于指定的目标值	表面编号	—	—
CVGT	曲率大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的曲率大于目标值	表面编号	—	—

CVLT	曲率小于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的曲率小于目标值	表面编号	—	—
CVOL	圆柱体体积。这个操作数计算了包含指定范围的表面的最小圆柱体的体积，以镜头长度的立方为单位。在计算中仅使用球面顶点和半口径，不用矢高。指定的表面范围内不包含坐标断点	第一个表面的编号	最后一个表面的编号	—
CVVA	曲率值。这个操作强制使指定编号的表面的曲率等于指定的目标值	表面编号	—	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
DENC	衍射法的包围圆能量。这个操作数计算指定包围圆，矩形，X 方向，Y 方向能量的区域的半径（径向），以微米为单位。 Int1 指采样密度，1 是 32*32，2 是 64*64，等等 Int2 是整数的波长编号；0 代表全部波长 Hx 指视场编号 Hy 是要求能量的区域，必须在 0 和 1 之间，包含这两个数。 Px 是指类型：1 代表包围圆，2 代表 X 方向，3 代表 Y 方向，4 代表矩形 如果采样密度太低，则得到的半径值为 1e+10。也可参见 GENC	采样密度	波长	见左所述
DIFF	两个操作数之差（操作数 1-操作数 2）。这两个自变量是要参加减法运算的操作数的行号	操作数 1	操作数 2	—
DIMX	最大畸变值。它与 DIST 相似，只不过它仅规定了畸变的绝对值的上限。视场的整数编号可以是 0，这说明使用最大的视场坐标，也可以是任何有效的视场编号。注意，最大的畸变不一定总是在最大视场处产生。得到的值总是以百分数为单位，以系统作为一个整体。这个操作数对于非旋转对称系统可能无效。	视场	波长	—

DISC	归一化的畸变。这个操作数对整个可见视场计算标准化畸变，得到对于 $f-\theta$ 条件下的最大非线性度值的绝对值。这个操作数对于那些 $f-\theta$ 镜头的设计十分有用	—	波长	—
DISG	广义畸变，以百分数表示。这个操作数计算在任意波长、任意视场的光瞳上任意光线的畸变，以任意一个视场为参考。使用方法和所做的假设与在分析菜单一章中介绍的网格畸变一样	参考视场	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
DIST	指定表面产生的畸变贡献值，以波长表示。如果表面编号值为 0，则使用整个系统。同样，如果表面编号值为 0，则畸变以百分数形式给出。这是由塞得系数计算出的第三级畸变，对与非近轴系统无效	表面编号	波长	—
DIVI	第一个操作数除以第二个操作数的除法。这两个自变量是参加除法运算的操作数的行号	操作数 1	操作数 2	—
DLTN	Δn 。计算梯度折射率表面的最大和最小轴上折射率之差。通过计算表面两端的矢高来计算要用的最大和最小 Z 坐标。参见“梯度折射率表面的使用”一节	表面编号	波长	—
DMFS	默认评价函数的起始面。如果后来创建了一个默认评价函数，这个操作数只是用来指明其被附加在哪个面之后的一个标记。在这个操作数之后显示的行号和默认评价函数对话框中的默认的行号“起始面”一样。	—	—	—
DMGT	口径大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的口径大于指定的目标值。这个口径值是在主电子表格中显示的半口径的两倍。	表面编号	—	—
DMLT	口径小于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的口径小于指定的目标值。这个口径值是在主电子表格中显示的半口径的两倍。	表面编号	—	—

DMVA	口径值。这个操作数强制使指定编号的表面的口径等于指定的目标值。这个口径值是在主电子表格中显示的半口径的两倍。	表面编号	—	—
DXDX	轴向 X 像差相对于 X 光瞳坐标的导数。这是光线特性曲线图在指定光瞳坐标处的斜率	—	波长	是
DXDY	轴向 X 像差相对于 Y 光瞳坐标的导数。这是光线特性曲线图在指定光瞳坐标处的斜率	—	波长	是
DYDX	轴向 Y 像差相对于 X 光瞳坐标的导数。这是光线特性曲线图在指定光瞳坐标处的斜率	—	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
DYDY	轴向 Y 像差相对于 Y 光瞳坐标的导数。这是光线特性曲线图在指定光瞳坐标处的斜率	—	波长	是
EFFL	有效焦距，以镜头长度单位表示。它是针对近轴系统的，对于非近轴系统可能会不准确	—	波长	—
EFLX	在现定 X 平面上的，指定范围内的表面的主波长的有效焦距，以镜头长度单位表示	第一表面的编号	最后表面的编号	—
EFLY	在现定 Y 平面上的，指定范围内的表面的主波长的有效焦距，以镜头长度单位表示	第一表面的编号	最后表面的编号	—
ENDX	结束执行。终止评价函数的计算。所有余下的操作数都被略过	—	—	—
ENPP	相对于第一个面的入瞳位置，以镜头长度单位表示。这是近轴光瞳位置，仅对中心系统有效	—	—	—
EPDI	入瞳口径，以镜头长度单位表示	—	—	—

EQUA	平等操作数。这个操作数强制使所有在指定范围内的操作数有一个在由目标值指定的公差范围之内的相同的值。这个操作数的值是这样计算的 : 如果每个值与平均值之差超出了目标值 , 则找到指定范围内的所有值的平均值 , 再求出差值的绝对值的总和。参见 SUMM 和 OSUM	第一个	最后一个	—
ETGT	边缘厚度大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的边缘厚度大于指定的目标值。如果代码为 0 , 则边缘厚度是在沿着+y 轴方向的半径值为半口径处计算的 ; 如果为 1 则沿着+x 轴方向 ; 如果为 2 则沿着-y 方向 ; 如果为 3 则沿着-x 方向。也可参见 “ MNET ”	表面编号	代码	—
ETLT	边缘厚度小于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的边缘厚度小于指定的目标值。如果代码为 0 , 则边缘厚度是在沿着+y 轴方向的半径值为半口径处计算的 ; 如果为 1 则沿着+x 轴方向 ; 如果为 2 则沿着-y 方向 ; 如果为 3 则沿着-x 方向。也可参见 “ MXET ”	表面编号	代码	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
ETVA	边缘厚度等于。强制使指定编号的表面的边缘厚度等于指定的目标值。如果代码为 0 , 则边缘厚度是在沿着+y 轴方向的半径值为半口径处计算的 ; 如果为 1 则沿着+x 轴方向 ; 如果为 2 则沿着-y 方向 ; 如果为 3 则沿着-x 方向。也可参见 “ MNET ”	表面编号	代码	—
EXPP	相对于第一个面的出瞳位置 , 以镜头长度单位表示。这是近轴光瞳位置 , 仅对中心系统有效	—	—	—
FCGS	归一化的弧矢场曲。这个场曲值是针对每种波长、每个视场计算的。对这个值归一化 , 得到一个合理的结果 , 甚至是对于非旋转对称系统也适用。参见分析菜单一章中的场曲特性	—	波长	H _x , H _y
FCGT	归一化的子午场曲 ; 参见 FCGS	—	波长	H _x , H _y
FCUR	指定表面产生的场曲贡献值 , 以波长表示。如果表面编号值为 0 , 则是计算整个系统的场曲。这是由塞得系数计算出的第三级场曲 , 对非近	表面编号	波长	—

	轴系统无效			
FICL	光纤耦合效率。采样密度定义了这个联合体使用网格尺寸；1 是 32*32，2 是 64*64。波长必须是单色光，这个波长编号在 Int2 栏中说明。Hx 的值是整数的视场编号。如果 Hy 为 0，则以考虑到物方发射光纤；如果 Hy 为非 0 值，则物方发射光纤被忽略。Px 和 Py 分别用来定义发射和接收光纤的 NA。计算出来的值是相对于统一值的总的光纤耦合效率。详细内容参见分析菜单一章。这个操作数仅用在 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本中	采样密度	波长	见左所述
FOUC	离焦分析。无论当前使用的默认设置是什么，这个操作数得到和由离焦分析特性计算出来的结果相同的计算和参考阴影图之间的均方差。要使用这个操作数，先要在离焦分析特性中定义要求的设置，然后在设置框中按下保存键。数据选项 difference 必须被选中以得到一个有效值。操作数 FOUC 将得到计算和参考阴影图之间的均方差。使用这个操作数时，将优化光学系统的波前像差来产生参考阴影图	—	—	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
GBW0	在指定表面的像空间中的高斯束腰。如果 Hx 为非零值，则计算 X 方向光束，否则计算 Y 方向光束。Hy 的值用来定义输入光束的腰宽，Px 用来定义第一面到输入束腰位置的距离。详细内容参见高斯光束特性	表面编号	波长	见左所述

GBWA	在指定编号的表面上的高斯光束尺寸。如果 Hx 为非零值, 则计算 X 方向光束, 否则计算 Y 方向光束。Hy 的值用来定义输入光束的腰宽, Px 用来定义第一面到输入束腰位置的距离。详细内容参见高斯光束特性	表面编号	波长	见左所述
GBWD	在指定表面上高斯光束的曲率半径。如果 Hx 为非零值, 则计算 X 方向光束, 否则计算 Y 方向光束。Hy 的值用来定义输入光束的腰宽, Px 用来定义第一面到输入束腰位置的距离。详细内容参见高斯光束特性	表面编号	波长	见左所述
GBWR	在指定编号的表面后的光学空间的高斯光束的偏差。如果 Hx 为非零值, 则计算 X 方向光束, 否则计算 Y 方向光束。Hy 的值用来定义输入光束的腰宽, Px 用来定义第一面到输入束腰位置的距离。详细内容参见高斯光束特性	表面编号	波长	见左所述
GBWZ	像空间高斯光束束腰到指定表面的距离。如果 Hx 为非零值, 则计算 X 方向光束, 否则计算 Y 方向光束。Hy 的值用来定义输入光束的腰宽, Px 用来定义第一面到输入束腰位置的距离。详细内容参见高斯光束特性	表面编号	波长	见左所述
GCOS	玻璃价格。这个操作数得到指定表面使用的玻璃的在玻璃目录中的相对价格因子	表面编号	—	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}

GENC	几何法的包围圆能量。这个操作数计算指定包围圆，矩形，X 方向，Y 方向能量的区域的半径（径向），以微米为单位。 Int1 指采样密度，1 是 32*32，2 是 64*64，等等 Int2 是整数的波长编号；0 代表全部波长 Hx 指视场编号 Hy 是要求能量的区域，必须在 0 和 1 之间，包含这两个数。 Px 是指类型：1 代表包围圆，2 代表 X 方向，3 代表 Y 方向，4 代表矩形 如果采样密度太低，则得到的半径值为 1e+10。也可参见 DENC	采样密度	波长	见左所述
GLCA	指定编号的表面的法线的空间向量的 X 方向分量	表面编号	—	—
GLCB	指定编号的表面的法线的空间向量的 Y 方向分量	表面编号	—	—
GLCC	指定编号的表面的法线的空间向量的 Z 方向分量	表面编号	—	—
GLCX	指定编号的表面的顶点的空间坐标的 X 分量	表面编号	—	—
GLCY	指定编号的表面的顶点的空间坐标的 Y 分量	表面编号	—	—
GLCZ	指定编号的表面的顶点的空间坐标的 Z 分量	表面编号	—	—
GMTA	弧矢和子午的几何传递函数响应曲线的平均值。参数 Int1 必须是一个整数（1，2……），1 产生 32*32 的采样密度，2 产生 64*64 的采样密度，等等。Int2 可以是任意有效的波长编号，也可以是 0，代表全部波长。Hx 的值必须是一个有效的视场编号（1，2……）。Hy 是空间频率，以周期每毫米表示。Px 是一个标记，如果其为 0，则衍射极限被用来缩放传递函数值（推荐使用），否则不缩放。详细内容参见这一章中的“操作数 MTF 的使用”部分的说明。	见左所述	+	+
GMTS	弧矢的几何传递函数响应曲线，详细内容参见操作数 GMTA	见左所述	+	+

名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
GMTT	子午的几何传递函数响应曲线，详细内容参见操作数 GMTA	见左所述	+	+
GPIM	光栏鬼像。GPIM 控制光栏鬼像（和随意的鬼像）相对于像面的位置。二次反射的鬼像形成光瞳像，如果在焦面附近形成，则将以杂散光污染像面。这就是常见的通过照相机镜头可观察到的在太阳附近的“太阳光晕”像。 这个操作数计算任一个特定的或所有可能的光栏鬼像，得到像面到离其最近的鬼像的距离的绝对值。这个操作数以这种方式定义，以便于可以简单地以 0 作为目标、加权、以及优化，来消除光栏鬼像的影响。如果参数 Int1 和 Int2 被设成特定的表面编号，则计算特定的鬼像，如果任意一个或者两个都是-1，那所有可能的表面联合起来被考虑。例如，如果 Int1 是 12，Int2 是-1，那么要考虑所有第一次在第 12 面反射的二次反射光线，然后是 11，10，9，等等，如果两个数都是负数，则所有的鬼像都要考虑。通过把在 Hx 栏中“模式”标记从 0 改为 1，同样的操作数也可以用来探测和控制鬼像（它与光栏鬼像不同），或者通过把模式设成 2 来控制光栏鬼像放大率。 WFB 和 WSB 栏将列出发现的相对于参考的最差的组合和更深层的分析。仅那些带有变化折射率的表面可能被认为是鬼像发生器。第一次从平面镜反射的被忽略。	第一表面	第二表面	见左所述
GRMN	梯度折射率表面的最小折射率。这个边缘操作数设定了在编号为“表面编号”的梯度折射率表面中指定编号的波长的最小允许的折射率。这个折射率在六个地方被核对：前顶点，+y 前顶端，+x 前边缘，后顶点，+y 后顶端，+x 后边缘。也可参见“IntGT”，“IntLT”和“GRMX”	表面编号	波长	—
GRMX	梯度折射率表面的最大折射率。这个边缘操作数设定了在编号为“表面编号”的梯度折射率表面中指定编号的波长的最大允许的折射率。这个折射率在六个地方被核对：前顶点，+y 前顶端，+x 前边缘，后顶点，+y 后顶端，+x 后边缘。也可参见“IntGT”，“IntLT”和“GRMN”	表面编号	波长	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}

GTCE	玻璃的膨胀系数。这个操作数得到指定表面使用的玻璃在玻璃目录中列出的热膨胀系数 α_L 。	表面编号	—	—
HHCN	超半球条件的检验。ZEMAX 追迹指定光线到指定表面, 计算 x,y,z 截止坐标。然后在该表面的矢高计算式中使用 x,y 坐标来判断 z 坐标产生的结果。如果 z 坐标不一样, 则 HHCN 得到 1, 否则, 得到 0。这个操作数可以用来防止优化得到一个需要超半球形状的表面的解决方案。	表面编号	波长	是
IMAG	像分辨率。无论当前使用的默认设置是什么, 这个操作数得到与几何像分析特性计算得到的结果一样的部分分辨率。为了使用这个操作数, 先要在几何像分析特性中按要求定义设置值, 然后在设置框中按一下保存键。操作数 IMAE 将得到与像分析特性一样的分辨率 (归一化)。参见下面的 “ 用操作数 IMAE 的优化 ” 中的说明。	—	—	—
INDX	折射率。得到任一表面任一定义波长的当前折射率。	表面编号	波长	—
InGT	折射率 “ n ” 大于。这个边界操作数限制了在编号为 “ 表面编号 ” 的梯度折射率表面在梯度折射率镜头中六个点之一处的编号为 “ 波长 ” 的波长的折射率。如 n=1, 这个点是前顶点 ; n=2 是 +y 前顶端 ; n=3 是 +x 前边缘 ; n=4 是后顶点 ; n=5 是 +y 后顶端 ; n=6 是 +x 后边缘。在所有的情况中, 这个操作数限制使指定点的折射率大于指定的目标值。例如, “ I4GT ” 限制了在梯度折射率镜头后顶点处的最小折射率。在所有的情况中, +y 顶端和 +x 边缘的距离是由在主电子表格中设定的大量的前半口径和后半口径来定义的。也可参见 “ GRMN ” 和 “ GRMX ”, 它们是与之相似的操作数, 但更容易使用	表面编号	波长	—
InLT	折射率 n 小于。这个操作数与 “ InGT ” 相似, 但它限制了最大的折射率值, 而不是最小值。关于参数 “ n ” 的完整说明请参见 “ InGT ”	表面编号	波长	—
InVA	这个操作数与 “ InGT ” 相似, 但它仅仅限制了当前折射率的值。关于参数 “ n ” 的完整说明请参见 “ InGT ”	表面编号	波长	—

名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
ISFN	像空间 F/#。这个操作数是无穷远共轭的近轴 F/#。参见 “WFNO”	—	—	—
LACL	垂轴色差。这是定义两种极端波长的主光线截点的 y 方向的距离。对于非近轴系统无效	—	—	—
LINV	系统的 Lagrange 不变量，以镜头长度单位表示。用近轴边缘光线和主光线数据来计算这个值	—	波长	—
LPTD	这个边界操作数通过改变符号来限制梯度折射率元件中的轴向剖面外形的斜率。参见 “梯度操作数的使用” 一章	表面编号	—	—
MAXX	得到指定范围内的操作数最大值。参见 MINN	第一表面	最后表面	—
MCOG	多重结构操作数大于。它用来限制多重结构编辑界面中的值	MC 操作数编号	结构编号	—
MCOL	多重结构操作数小于。它用来限制多重结构编辑界面中的值	MC 操作数编号	结构编号	—
MCOV	多重结构操作数的值。它用来直接确定或者计算多重结构编辑界面中的值	MC 操作数编号	结构编号	—
MINN	得到指定范围内操作数的最小值。参见 MAXX	第一表面	最后表面	—
MNAB	最小的阿贝常数。这个强制使在 “第一表面” 和 “最后表面” 之间的表面的阿贝常数大于指定目标值。也可参见 “MXAB”。这个操作数仅考虑使用模拟或库玻璃	第一表面	最后表面	—
MNCA	最小空气中心厚度。这个边界操作数强制使在 “第一表面” 和 “最后表面” 之间的用空气 (即不是玻璃) 当作一种玻璃类型的每一个表面的中心厚度大于指定的目标值。也可参见 “MNCT” 和 “MNCG”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—

MNCG	最小玻璃中心厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用非空气的玻璃类型的每一个表面的中心厚度大于指定的目标值。也可参见“MNCT”和“MNCA”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
MNCT	最小中心厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的中心厚度大于指定的目标值。也可参见“MNCG”和“MNCA”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MNCV	最小曲率。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的曲率大于指定目标值。也可参见“MXCV”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MNDT	最小的口径与厚度的比率。控制表面的口径与中心厚度的比率的最小允许值。仅考虑那些带有非统一折射率的表面。也可参见“MXDT”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MNEA	最小空气边缘厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用空气(即不是玻璃)当作一种玻璃类型的每一个表面的边缘厚度大于指定的目标值。也可参见“MNET”,“MNEG”,“ETGT”,和“XNEA”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XNEA	第一表面	最后表面	—
MNEG	最小玻璃边缘厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用非空气的玻璃类型的每一个表面的边缘厚度大于指定的目标值。也可参见“MNET”,“MNEA”,“ETGT”,和“XNEG”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XNEG	第一表面	最后表面	—

MNET	最小边缘厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的边缘厚度大于指定的目标值。也可参见“MNEG”、“MNEA”、“ETGT”和“XNET”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XNET	第一表面	最后表面	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
MNIN	最小 d 光折射率。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的表面的 Nd 值大于指定的目标值。也可参见“MXIN”。这个操作数仅考虑用模拟或库玻璃的表面	第一表面	最后表面	—
MNPD	最小 $\Delta P_{g,F}$ 。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的表面的局部色散的差值大于指定的目标值。也可参见“MXPD”。这个操作数仅考虑用模拟或库玻璃的表面	第一表面	最后表面	—
MNSD	最小半口径。强制使指定表面范围内的表面的半口径大于指定的目标值	第一表面	最后表面	—
MSWA	弧矢和子午的方波调制传递函数的平均值。详细内容参见“MTFT”	采样密度	波长	见左所述
MSWS	弧矢的方波调制传递函数值。详细内容参见“MTFT”	采样密度	波长	见左所述
MSWT	子午的方波调制传递函数值。详细内容参见“MTFT”	采样密度	波长	见左所述
MTFA	弧矢和子午的调制传递函数的平均值。详细内容参见“MTFT”	采样密度	波长	见左所述
MTFS	弧矢的调制传递函数值。详细内容参见“MTFT”	采样密度	波长	见左所述
MTFT	子午的方波调制传递函数值。它计算了衍射 MTF 值。参数 Int1 必须是一个整数 (1, 2,), 1 产生 32*32 的采样密度, 2 产生 64*64 的采样密度, 等等。Int2 必须是有效的波长编号, 或者 0, 其代表全部波长。Hx 的值必须是一个有效的视场编号 (1, 2,)。Hy 是空间频率, 以周期每毫米表示。如果采样密度相对于 MTF 的计算精度过低, 则所有的操作数 MTF 都将得到零值。如果子午和弧矢 MTF	采样密度	波长	见左所述

	都需要, 则将它们操作数 MTFT 和 MTFS 放在相邻的行中, 它们将同时被计算。详细内容参见这一章中的“操作数 MTF 的使用”的说明			
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
MXAB	最大的阿贝常数。这个强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的表面的阿贝常数小于指定目标值。也可参见“MNAB”。这个操作数仅考虑使用模拟或库玻璃	第一表面	最后表面	—
MXCA	最大空气中心厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用空气(即不是玻璃)当作一种玻璃类型的每一个表面的中心厚度小于指定的目标值。也可参见“MXCT”和“MXCG”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MXCG	最大玻璃中心厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用非空气的玻璃类型的每一个表面的中心厚度小于指定的目标值。也可参见“MXCT”和“MXCA”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MXCT	最大中心厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的中心厚度小于指定的目标值。也可参见“MXCG”和“MXCA”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MXCV	最大曲率。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的曲率小于指定目标值。也可参见“MNCV”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MXDT	最大的口径与厚度的比率。控制表面的口径与中心厚度的比率的最大允许值。仅考虑那些带有非统一折射率的表面。也可参见“MNDT”。这个操作数同时控制多个表面	第一表面	最后表面	—
MXEA	最大空气边缘厚度。这个边界操作数强制使在	第一表面	最后表面	—

	“第一表面”和“最后表面”之间的用空气(即不是玻璃)当作一种玻璃类型的每一个表面的边缘厚度小于指定的目标值。也可参见“MXET”,“MXEG”,“ETLT”,和“XXEA”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XXEA		面	
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
MXEG	最大玻璃边缘厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的用非空气的玻璃类型的每一个表面的边缘厚度小于指定的目标值。也可参见“MXET”,“MXEA”,“ETLT”,和“XXEG”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XXEG	第一表面	最后表面	—
MXET	最大边缘厚度。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的每一个表面的边缘厚度小于指定的目标值。也可参见“MXEG”,“MXEA”,“ETLT”,和“XXET”。这个操作数同时控制多个表面。这个边界操作数仅用于表面的“+y”顶端边缘。关于非旋转对称表面的限制可参见XXET	第一表面	最后表面	—
MXIN	最大 d 光折射率。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的表面的 Nd 值小于指定的目标值。也可参见“MNIN”。这个操作数仅考虑用模拟或库玻璃的表面	第一表面	最后表面	—
MXPD	最大 $\Delta P_{g,F}$ 。这个边界操作数强制使在“第一表面”和“最后表面”之间的表面的局部色散的差值小于指定的目标值。也可参见“MNPD”。这个操作数仅考虑用模拟或库玻璃的表面	第一表面	最后表面	—
MXSD	最大半口径。强制使指定表面范围内的表面的半口径小于指定的目标值	第一表面	最后表面	—
NPXG	非连续的物体位置 x 坐标大于	表面编号	物体	—
NPXL	非连续的物体位置 x 坐标小于	表面编号	物体	—
NPXV	非连续的物体位置 x 坐标值	表面编号	物体	—

NPYG	非连续的物体位置 y 坐标大于	表面编号	物体	—
NPYL	非连续的物体位置 y 坐标小于	表面编号	物体	—
NPYV	非连续的物体位置 y 坐标值	表面编号	物体	—
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
NPZG	非连续的物体位置 z 坐标大于	表面编号	物体	—
NPZL	非连续的物体位置 z 坐标小于	表面编号	物体	—
NPZV	非连续的物体位置 z 坐标值	表面编号	物体	—
NTXG	非连续的物体位置 x 倾斜大于	表面编号	物体	—
NTXL	非连续的物体位置 x 倾斜小于	表面编号	物体	—
NTXV	非连续的物体位置 x 倾斜值	表面编号	物体	—
NTYG	非连续的物体位置 y 倾斜大于	表面编号	物体	—
NTYL	非连续的物体位置 y 倾斜小于	表面编号	物体	—
NTYV	非连续的物体位置 y 倾斜值	表面编号	物体	—
NTZG	非连续的物体位置 z 倾斜大于	表面编号	物体	—
NTZL	非连续的物体位置 z 倾斜小于	表面编号	物体	—
NTZV	非连续的物体位置 z 倾斜值	表面编号	物体	—
NPGT	非连续参数大于。Hx 的值用来定义参数编号	表面编号	物体	见左
NPLT	非连续参数小于。Hx 的值用来定义参数编号	表面编号	物体	见左
NPVA	非连续参数等于。Hx 的值用来定义参数编号	表面编号	物体	见左
OBSN	物空间数值孔径。这个操作数仅对有限远共轭系统才有用，并且它是针对轴上点的主波长计算的	—	—	—

OFF	这个操作数用来指明操作数列表中的一个不常用的条目。在评价函数求值时，操作数 OFF 将自动被转换成操作数 BLNK。OFF 仅用来表明一种评价函数操作数不被认同。	—	—	—
OPDC	指定波长的主光线的光程差	—	波长	是
OPDM	相对于平均 OPD 的光程差；这个操作数是以光瞳上的所有光线的平均 OPD 为参考来计算这个 OPD 值的。OPDM 有着与 TRAC 同样的约束。详细讨论可参见 TRAC	—	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
OPDX	相对于一个移动了和倾斜的球面的光程差，这个球面可以使 RMS 波前差最小化；在这里 ZEMAX 用了质心参考。OPDX 有着与 TRAC 同样的约束。详细讨论可参见 TRAC	—	波长	是
OPGT	操作数大于。这个操作数用来使任意一个操作数有一个不等式约束	操作数编号	—	—
OPLT	操作数小于。这个操作数用来使任意一个操作数有一个不等式约束	操作数编号	—	—
OPTH	光程长度。这是指定光线到达指定编号的表面的距离，以镜头长度单位表示。这个距离是从有限远共轭系统的物点开始测量的。这个光程长度是根据介质的折射率和附加表面（如光栅和二元光学系统）的相位角计算得到的。参见 PLEN	表面编号	波长	是
OSUM	在两个指定操作数之间的所有操作数的值的总和。参见 SUMM	第一操作数	最后操作数	—

PnGT	参数“n”的值大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的参数 n 的值大于指定的目标值。符号“n”应该填入 1 和 8 之间的一个数。例如,“P3GT”强制使参数 3 的值大于目标值。表面类型不同,参数值也有不同的意思。关于参数值的说明可参见“表面类型”一章	表面编号	—	—
PnLT	参数“n”的值小于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的参数 n 的值小于指定的目标值。符号“n”应该填入 1 和 8 之间的一个数。例如,“P5GT”强制使参数 5 的值小于目标值。表面类型不同,参数值也有不同的意思。关于参数值的说明可参见“表面类型”一章	表面编号	—	—
PnVA	参数“n”的值。这个边界操作数强制使指定编号的表面的参数 n 的值等于指定的目标值。符号“n”应该填入 1 和 8 之间的一个数。例如,“P1GT”强制使参数 1 的值等于目标值。表面类型不同,参数值也有不同的意思。关于参数值的说明可参见“表面类型”一章	表面编号	—	—
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} ,P _{xy}
PANA	在近轴光线和指定表面的交叉点处的 x 方向的法线。这是指在当前的坐标系统中,指定的近轴光线与指定编号的表面的交叉点处的表面法线矢量的 x 分量	表面编号	波长	是
PANB	在近轴光线和指定表面的交叉点处的 y 方向的法线。这是指在当前的坐标系统中,指定的近轴光线与指定编号的表面的交叉点处的表面法线矢量的 y 分量	表面编号	波长	是
PANC	在近轴光线和指定表面的交叉点处的 z 方向的法线。这是指在当前的坐标系统中,指定的近轴光线与指定编号的表面的交叉点处的表面法线矢量的 z 分量	表面编号	波长	是
PARA	近轴光线在指定编号的表面的折射光线的 x 方向余弦	表面编号	波长	是
PARB	近轴光线在指定编号的表面的折射光线的 y 方	表面编号	波长	是

	向余弦			
PARC	近轴光线在指定编号的表面的折射光线的 z 方向余弦	表面编号	波长	是
PARR	近轴光线在指定表面的半径坐标, 以镜头长度单位表示。这是指在当前坐标系统中, 光轴到指定编号的表面和指定近轴光线的交叉点的半径距离。	表面编号	波长	是
PARX	近轴光线在指定编号的表面的 x 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
PARY	近轴光线在指定编号的表面的 y 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
PARZ	近轴光线在指定编号的表面的 z 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
RATX	近轴光线 x 方向光线的正切。这是指这条近轴光线在指定编号的表面的折射光线与 Y-Z 平面的夹角的正切值	表面编号	波长	是
RATY	近轴光线 y 方向光线的正切。这是指这条近轴光线在指定编号的表面的折射光线与 X-Z 平面的夹角的正切值	表面编号	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
PETC	匹兹伐曲率, 以镜头长度单位的倒数表示。对非近轴系统无效	—	波长	—
PETZ	匹兹伐曲率半径, 以镜头长度单位表示。对非近轴系统无效	—	波长	—
PIMH	在指定波长的近轴像面上的像高	—	波长	—
PLEN	光程长度。这个操作数计算指定光线在指定的表面 1 和表面 2 之间的总的光程长度 (包括折射率), 一般总是追迹主波长的光线	表面 1	表面 2	是
PMAG	近轴放大率。这是近轴主光线在近轴像面的高度与物高的比率。仅对有限远共轭系统有用。注意, 尽管系统不能理想聚焦, 也可使用近轴像面。	—	波长	—
POWR	指定编号的表面的权重 (以镜头长度单位的倒数表示)。这个操作数仅对标准表面才有效	表面编号	波长	—
PRIM	主波长。这个操作数用来在评价函数求值过程	—	波长编	—

	中改变主波长的编号。这个操作数不用目标值和权重两栏		号	
PROD	两个操作数的乘积。这两个自变量是参加乘法运算的两个操作数的行号	操作数 1	操作数 2	—
QSUM	均方和。这个操作数将第一和最后操作数 (包括这两个) 之间的所有操作数先平方, 再加起来, 然后取和数的平方根。也可参见 SUMM, OSUM, EQUA	第一操作数	最后操作数	—
RAGA	空间光线的 x 方向的余弦。这是指光线在空间坐标系统中的方向余弦。空间坐标系统的原点在空间参考表面上	表面编号	波长	是
RAGB	空间光线的 y 方向的余弦。参见 “ RAGA ”	表面编号	波长	是
RAGC	空间光线的 z 方向的余弦。参见 “ RAGA ”	表面编号	波长	是
RAGX	空间光线的 x 坐标。这是指空间坐标系统中的坐标, 以镜头长度单位表示。空间坐标系统的原点在空间参考表面上	表面编号	波长	是
RAGY	空间光线的 y 坐标。参见 “ RAGX ”	表面编号	波长	是
RAGZ	空间光线的 z 坐标。参见 “ RAGX ”	表面编号	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
RAED	实际光线的出射角。这是指指定表面的法线和光线的折射光之间的夹角。也可参见 RAID	表面编号	波长	是
RAEN	实际光线的出射角。这是指指定表面的法线和光线的折射光之间的夹角的余弦。如果在该表面前的玻璃是一梯度折射率介质, 则不能得到一个正确的结果。也可参见 RAIN	表面编号	波长	是
RAID	实际光线的入射角。这是指指定表面的法线和入射光之间的夹角。也可参见 RAED	表面编号	波长	是
RAIN	实际光线的入射角。这是指指定表面的法线和入射光之间的夹角的余弦。如果在该表面前的玻璃是一梯度折射率介质, 则不能得到一个正确的结果。也可参见 RAEN	表面编号	波长	是
RANG	光线相对于 z 轴的角度, 以度表示。这个光线	表面编号	波长	是

	是相对于当前的 z 轴来测量的			
REAA	实际光线在指定编号的表面的折射光的 x 方向余弦	表面编号	波长	是
REAB	实际光线在指定编号的表面的折射光的 y 方向余弦	表面编号	波长	是
REAC	实际光线在指定编号的表面的折射光的 z 方向余弦	表面编号	波长	是
REAR	实际光线在指定编号的表面的半径坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
REAX	实际光线在指定编号的表面的 x 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
REAY	实际光线在指定编号的表面的 y 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
REAZ	实际光线在指定编号的表面的 z 坐标, 以镜头长度单位表示	表面编号	波长	是
RENA	在实际光线与指定表面的交叉点处的 x 方向的法线	表面编号	波长	是
RENB	在实际光线与指定表面的交叉点处的 y 方向的法线	表面编号	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
RENC	在实际光线与指定表面的交叉点处的 x 方向的法线	表面编号	波长	是
RETX	实际光线在 x 方向的光线正切值 (斜率)	表面编号	波长	是
RETY	实际光线在 y 方向的光线正切值 (斜率)	表面编号	波长	是
RGLA	合理的玻璃。这个操作数限制了可取的相对于当前载入的玻璃库中的实际玻璃的折射率、阿贝常数和局部色散的偏离值。完整的说明可参见“玻璃选择的优化”一节。这个约束条件对指定的表面范围内的表面都有效。	第一表面	最后表面	—
RSCE	以镜头长度单位测量的, 相对于几何像质心的 RMS 斑点尺寸 (光线像差)。这个操作数类似于 RSCH, 只不过参考点是像质心, 而不是主光线。详细内容可参见 RSCH	环带	波长	H _x , H _y
RSCH	相对于主光线的 RMS 斑点尺寸 (光线像差)。	环带	波长	H _x , H _y

	这个操作数使用高斯积分法来估算指定视场坐标和波长的 RMS 斑点尺寸。得到的结果是以镜头长度单位表示的。使用的方法仅对带有圆孔径的系统才是准确的。Int1 栏用来定义要追迹的光线的环带数 (使用不超过要求的环带来得到结果)。仅使用 Hx 和 Hy 来定义视场点, 不用 Px 和 Py。如果 “ 波长 ” 的值为零, 则一个带有加权波长的多色光被用来计算			
RSRE	以镜头长度单位测量的, 相对于几何像质心的 RMS 斑点尺寸 (光线像差)。这个操作数类似于 RSCE, 只不过它使用矩形网格的光线, 而不用高斯积分方法。这个操作数一般总是认可渐晕。网格值为 1 则表示 4 条光线, 2 表示追迹每个象限追迹一个 2*2 网格 (16 条光线), 3 表示每象限追迹一个 3*3 网格 (36 条光线), 等等。已考虑到系统的对称性	网格	波长	Hx , Hy
RSRH	类似于 RSRE, 只不过参考点是主光线	网格	波长	Hx , Hy
RWCE	相对于衍射质心的 RMS 波前差。这个操作数对于最小化波前偏差是有用的, 这个波前偏差于斯特列尔比率和 MTF 曲线下的面积成正比。其单位为波长。参见 RWCH。详细内容可参见 RSCH	环带	波长	Hx , Hy
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
RWCH	相对于主光线的 RMS 波前差。其单位为波长。由于已减去平均 OPD, 这个 RMS 实际上是指标准的波前偏差。参见 RWCE。详细内容可参见 RSCH	环带	波长	Hx , Hy
RWRE	类似于 RSRE, 只不过是计算波前差, 而不是斑点尺寸	网格	波长	Hx , Hy
RWRH	类似于 RSRH, 只不过是计算波前差, 而不是斑点尺寸	网格	波长	Hx , Hy
SAGX	XZ 平面上指定表面在半口径处的矢高 , 以镜头长度单位表示	表面编号	—	—
SAGY	YZ 平面上指定表面在半口径处的矢高 , 以镜头长度单位表示	表面编号	—	—

SFNO	在任意定义视场和波长时计算的弧矢工作 $F/\#$ 。 参见 TFNO	视场	波长	—
SINE	指定编号的操作数的值的正弦值。如果标记为零，则单位为弧度，否则为度	操作数编号	标记	—
SKIS	如果对称则跳跃。如果镜头是旋转对称的，则评价函数的计算从指定的操作数编号继续下去	操作数编号	—	—
SKIN	如果不对称则跳跃。参见 SKIS	操作数编号	—	—
SPHA	指定表面产生的球差贡献值，以波长表示。如果表面编号值为零，则为整个系统的总和	表面编号	波长	—
SQRT	操作数的平方根。这个自变量是要求平方根的操作数的行号	操作数编号	—	—
SUMM	两个操作数之和。这两个自变量是要相加的操作数的行号。参见 OSUM	操作数 1	操作数 2	—
SVIG	设置渐晕因子。当包括这一项时，将更新当前结构的渐晕因子	—	—	—
TANG	指定编号的操作数的正切值。如果标记为零，则单位为弧度，否则为度	操作数编号	标记	—
TNFO	在任意定义视场和波长时计算的子午工作 $F/\#$ 。 参见 SFNO	视场	波长	—
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
TMAS	总质量。计算指定表面范围内的玻璃镜头的质量。仅对那些带有圆形边缘的平面和球面标准表面有效。关于如何计算元件的质量和体积的说明可参见“报告菜单”一章	第一表面	最后表面	—
TOTR	镜头的总途径（长度），以镜头长度单位表示	—	—	—

TRAC	在像面半径方向测定的相对于质心的垂轴像差。与其他操作数不一样的是, TRAC 精确根据评价函数编辑界面中其他 TRAC 操作数的分布来正确工作。TRAC 操作数必须由视场点和波长一起来分组。ZEMAX 将一起追迹一个共同视场点的所有的 TRAC 光线, 然后根据这些集体数据来计算所有光线的质心。仅可用默认评价函数工具来将这个操作数输入到评价函数编辑界面中, 而不建议用户直接使用	—	波长	是
TRAD	TRAR 的 x 分量。TRAD 具有与 TRAC 一样的约束。详细说明可参见 TRAC。	—	波长	是
TRAE	TRAR 的 y 分量。TRAE 具有与 TRAC 一样的约束。详细说明可参见 TRAC。	—	波长	是
TRAI	在指定表面半口径方向测定的相对于主光线的垂轴像差。类似于 TRAR, 只不过是针对一个表面, 而不是指定的像面	表面编号	波长	是
TRAR	在像面半径方向测定的相对于主光线的垂轴像差	—	波长	是
TRAX	在像面 x 方向测定的相对于主光线的垂轴像差	—	波长	是
TRAY	在像面 y 方向测定的相对于主光线的垂轴像差	—	波长	是
TRCX	在像面 x 方向测定的相对于质心的垂轴像差。参见 TRAC。仅可用默认评价函数工具来将这个操作数输入到评价函数编辑界面中, 而不建议用户直接使用	—	波长	是
TRCY	在像面 y 方向测定的相对于质心的垂轴像差。参见 TRAC。仅可用默认评价函数工具来将这个操作数输入到评价函数编辑界面中, 而不建议用户直接使用	—	波长	是
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}

TTGT	总厚度大于。这个边界操作数强制使指定编号的表面的总厚度 (包括表面的前、后矢高) 大于指定的目标值。如果代码为 0 , 则在+y 方向上半径为半口径处计算厚度 ; 如果代码为 1 则在+x 方向上 ; 如果代码为 2 则在-y 方向上 ; 如果代码为 3 则在-x 方向上	表面编号	代码	—
TTHI	从第一个和最后一个指定的表面之间的表面的厚度的总和。注意, 这个和数是相容的, 而不是两个表面之间的厚度	第一表面	最后表面	—
TTLT	总厚度小于。参见 TTGT	表面编号	代码	—
TTVA	总厚度等于。参见 TTGT	表面编号	代码	—
UDOP	用户自定义操作数。用来优化在外部编译程序中计算得到的数值结果。参见 “ 用户自定义操作数 ” 一节, 也可参见 ZPLM	宏指令编号	数据编号	是
USYM	如果评价函数中有这个操作数, 它将通知 ZEMAX 假设镜头中存在轴对称, 尽管 ZEMAX 探测到不存在对称性。在一些特殊的情况下这将加快评价函数的执行速度。参见这一章中前面的默认评价函数说明中的 “ 假设轴对称 ”	—	—	—
VOLU	元件的体积, 以立方厘米表示。这个结果数值仅对于那些由平面和球面限制的区域才有效。总体积, 计算在指定表面范围内的镜头和空气空间的体积, 仅对平面和带有圆形边缘的标准球面才有效。参见 “ 报告菜单 ” 一章中关于如何计算元件的质量和体积的说明	第一表面	最后表面	—
WFNO	工作 F/#。这是由像空间中实际边缘光线相对于主光线作出的角度计算出来的。	—	—	—
XDGT	特殊数据值大于。Int2 的数字必须在 1 和 200 之间, 用来说明选择哪个特殊数据值	表面编号	数字	—
XDLT	特殊数据值小于。Int2 的数字必须在 1 和 200 之间, 用来说明选择哪个特殊数据值	表面编号	数字	—

XDVA	特殊数据值等于。Int2 的数字必须在 1 和 200 之间，用来说明选择哪个特殊数据值	表面编号	数字	—
名称	说 明	Int1	Int2	H_{xy}, P_{xy}
XNEA	空气表面的最小边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度至少是指定最小厚度。参见“MNEA”	第一表面	最后表面	—
XNEG	玻璃表面的最小边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度至少是指定最小厚度。参见“MNEG”	第一表面	最后表面	—
XNET	最小边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度至少是指定最小厚度。参见“MNET”	第一表面	最后表面	—
XXEA	空气表面的最大边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度不超过指定最大厚度。参见“MXEA”	第一表面	最后表面	—
XXEG	玻璃表面的最大边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度不超过指定最大厚度。参见“MXEG”	第一表面	最后表面	—
XXET	最大边缘厚度。这个操作数检查表面周边大量点的边缘厚度，确保所有点的厚度不超过指定最大厚度。参见“MXET”	第一表面	最后表面	—
YNIP	近轴 YNI 值。这个数值是由近轴边缘光线高度乘以折射率乘以入射角得到的。这个数与指定表面的 narcissus 贡献值成正比。参见《应用光学》，Vol.22,18,p3393	表面编号	波长	—

ZERN	泽尼克边缘系数。Int1 , Int2 , Hx 和 Hy 数据值分别用来说明泽尼克系数项的编号 (1-37) , 波长编号 , 采样密度 (1=32*32 , 2=64*64 , 等等) , 和视场位置。注意如果你多个仅系数项编号不同的 ZERN 操作数 , 则在编辑界面中它们应被放在相邻行中。否则将降低计算速度	系数项	波长	见左
ZPLM	用来优化在 ZPL 宏指令中计算得到的数值结果。参见 “ 用户自定义操作数 ” 一节。也可参见 UDOP	宏指令编号	数据编号	是
名称	说 明	Int1	Int2	H _{xy} , P _{xy}
ZTHI	这个操作数控制多重结构中某一范围的表面的总厚度的偏差。这类似于操作数 TTHI , 只不过它是一个不等式操作。其指定的目标值是每个定义的结构的 TTHI 值之间最大允许差值。例如 , 假设有 3 种结构 , 其 TTHI 3 8 的值分别是 17 , 19 , 和 18.5 , 如果目标值小于 2 则 ZTHI 得到 2 (即 19-17) , 否则 ZTHI 得到目标值。为了保证所有的变焦结构有相同的长度 , 可使用 0 的目标值	第一表面	最后表面	—

运算操作数 (SUMM , OSUM , DIFF , PROD , DIVI , SQRT) 连同参数操作数 (CVGT , CVLT , CTGT , CTLT , 等等...) 一起可以用来定义十分普通而又复杂的优化操作数 , 如在 “ 复合操作数的定义 ” 一节中论述的一样 , 这些将在本章后面部分可以见到。

因为参数之间差别是空间的 , 如有效焦距 (几十个毫米或者更多) 和 RMS 斑点尺寸 (微米) , 所以对于一些以镜头长度单位测量的量加上一个为 1 的权重通常是足够的。然而 , 带有这个权重的有效焦距的残留值不可能为零。提高权重可以使得到的系统的焦距更接近于要求的有效焦距。在定义 ETGT (边缘厚度大于) 操作数时 , 这种影响是显而易见的。通常 , 一个目标值为零的 ETGT 将产生一个刚好略小于零的值。与提高权重相比 , 规定一个值为 .1 或者一些类似数字的目标值更加简单有效。

在改变操作数列表之后 , 可以通过选择工具 , 更新来更新每个操

作数的当前值。这对于通过核对来了解每个操作数的值是多少，哪个操作数对评价函数有最大的贡献，是十分有用的。贡献值的百分数定义如下：

$$\% \text{贡献值}_i = 100 \times \frac{W_i(V_i - T_i)^2}{\sum_j W_j(V_j - T_j)^2}$$

这里下标 j 表明所有操作数的总和。

这个评价函数将被自动和镜头文件一起被保存。

边界操作数的理解

边界操作数，如 MNCT、CTGT、DIMX 和其他一些，运行起来与特殊目标值的操作数，如 TRAR 和 TEAY，稍微有些不一样。当你给一个参数规定一个边界时，你将指定一个目标值作为边界的定义。例如，要保持表面 5 的最小中心厚度为 10mm，你可以使用一个普通的命令，如 CTGT 5 10（这里 5 在 Int1 栏中，10 在目标值栏中）。如果你更新评价函数，然后观察那个操作数的“数值”栏，这个数值会有两种可能情况：1) 如果违反了边界条件，那是指中心厚度小于 10，那么这个厚度的实际值将被显示；2) 如果没违反边界条件，那是指中心厚度大于 10，那么数值 10 将被显示。

这个规则十分简单：如果违反了边界条件，则显示实际值；如果没违反边界条件，其数值将被设成目标值，因此被优化法则略过。如果在优化过程中违反了边界条件，那么这个数值将自动被更新，而且优化法则将尽力纠正这个违反边界条件的参数。

那些限制某一范围内的表面的操作数稍微复杂一些。这些多个表面操作数将得到一个表征在指定表面范围内所有被违反的边界条件的总体的影响。例如，操作数 MNCT 1 10 将限定表面 1 到表面 10 的表面的最小中心厚度。如果目标值为 3.0，这规定了边界，那么操作数的值与目标值之差是在表面 1 和表面 10 之间的中心厚度小于 3.0 的所有表面的中心厚度与 3.0 之差值的总和。如果在指定范围内中心厚度小于 3.0 的表面只有一个，比如说其中心厚度为 2.5，则操作数的值为 2.5。如果增加另一个中心厚度小于 3.0 的表面，比如说其中心厚度为 2.2，那么这个操作数的值为 1.7（2.5 减去 .8，.8 是 3.8 减

去 2.2)。操作数的目标值和结果数值之间的总的差值为 3.0-1.7 或者 1.3。1.3 的差值是由第一面的违反值 0.5 和第二面的违反值 0.8 得到的。

如果这些边界操作数的值的计算看起来很乱,不要着急,ZEMAX 将为你完成所有的计算。你要做的所有的事是指定边界类型(如 MNCT 和 MNET)、边界范围(表面 1 到表面 10,或者其他)和要求值(3mm 或者其他)。如果所有的边界约束都符合,则操作数的值等于目标值,否则操作数值与目标值不同,评价函数值将增大。增加的评价函数将引起优化法则去寻找该操作数贡献值的减少方法。

如果边界操作数看起来没有工作,那么需要去检查几件事情:

- 1) 确保你定义的变量在边界操作数中有一定影响。一个常见的错误是定义了一个操作数 MNCT,而在指定的表面范围内有一些“固定”厚度。如果这个厚度违反了边界条件,而且它不是变量,那么 ZEMAX 不能修改它。操作数不能忽略被违反的且固定的边界条件。
- 2) 如果有少量残留误差,可试着提高边界值。例如,假设 MNCT 使用的目标值为 0.0,而它的结果为一个很小的数值(如-0.001),这个问题不是这个操作数没作用,这仅仅是残留误差太小了,明显地提高了评价函数值。一般来说,将目标值提高到 0.1 或者其他数值,要比提高权重更好。提高权重仅只能导致一个更小的违反值,而不能符合边界条件。
- 3) 核对一下,看看是否有一个对评价函数来说是合理的贡献值。你可以很容易在贡献值百分数一栏中找到它。通过贡献值百分数栏的浏览,你可以核查一下有问题的操作数对于总的评价函数是否有足够的影响。如果没有,可以提高权重,或者参见前段关于改变目标值的建议。

理解边界操作数对于掌握 ZEMAX 优化来说是至关重要的一部分,如果你有一定的实践经验,你将会发现它们提供了极好的控制性和机动性。

MTF 操作数的使用

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

这些操作数仅支持 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本的

MTF 操作数, 如 MTFT, MTFS, 和 MTFA, 提供了直接优化衍射 MTF 的功能。这是一个十分强大的功能, 然而, 使用 MTF 操作数需要留心一下使用者的部分。

对于那些不是接近于衍射极限的系统, 提供了相当的几何 MTF 操作数: GMTT, GMTS, 和 GMTA。这些操作数代替衍射操作数被用在那些像差大于约 2-5 个波长的系统。

MTF 操作数可正确地计算出像由分析, 衍射菜单选项得到的图形一样的完整的衍射或几何 MTF 值。因此, 那些 MTF 曲线图中产生非法数据 (由于在光瞳有太多的 OPD, 详细内容可参见“分析”一章) 的系统在优化过程中也将产生没有意义的数字。例如, 优化一个从平行平板平面开始的镜头的 MTF 是不合实际的, 因为对这样的系统通常不能正确计算 MTF。同样, MTF 优化与 RMS 斑点半径或者 RMS 波前差比起来是相当慢的, 通常要慢 5 到 50 倍。注意, 如果你对于相同的视场和波长数据同时使用 MTFT 和 MTFS 操作数, 应该将它们放在编辑界面的相邻两行中; 否则 MTF 将计算两次。如果采样密度相对于 MTF 的精确计算来说太低了, 则这个 MTF 操作数将得到零值, 而不是一个无效的数字。

在更新评价函数编辑界面的显示内容, 进入和退出优化对话框时, 执行的速度很明显是很慢的。在一些评价函数被修改的时候, 如果已输入了几个 MTF 操作数, ZEMAX 将花几分钟在慢速计算上来更新屏幕。

一个好的方法是使用 RMS 波前差交替地设计你的系统。通常来讲, 一个低 RMS 波前差的系统将有一个合理的 MTF 结果。在设计十分接近最后形式之后, 再试着选择到 MTF 优化来“提高”系统。在如果任何 MTF 操作数之前将所有的默认评价函数全部删去也是一个好的注意, 当然那些需要的边界约束除外。

MTF 操作数使用一些操作数数据栏, 如 Int1, Int2, 和 Hx, 其用法与大多数操作数不一样。Int1 栏确定要使用的采样密度。如果其值为 1, 则说明使用 32*32 的网格, 2 则为 64*64 网格, 等等。使用可

以正确计算数据的最小的网格尺寸 ; 详细内容可再参见“ 分析 ”一章。

Int2 栏和大多数操作数的一样，是选择波长。然而输入一个零值用来指明计算多色光。在这种情况下，计算加权波长的多色光 MTF 值。显而易见，这要比单色光 MTF 计算慢。

Hx 栏用来指定视场位置，它必须是 1 和定义的视场数之间的整数。

Hy 是以周期每毫米表示的空间频率，与镜头系统单位无关。可以输入任意值，如果这个值超过截止频率，操作数将得到 0。这个值不必是某一个值的整数倍；就和 MTF 数据图一样，将使用一个适合邻近数据点的立方条来计算 MTF 的精确值。

目标值和权重栏和其他操作数一样使用。当然，如果目标值被设为 1.0，空间频率为非零值，那么这个操作数的值将永远不可能达到这个目标值。

优化的执行

为了开始优化，可从主菜单栏中选择工具，优化。将显示带有如下选项的优化控制对话框。

优化选项

条 款	说 明
自动(Automatic)	一直执行到系统确定系统不再有明显改善为止
1 个循环(1 Cycle)	执行单个优化循环
条 款	说 明
5 个循环(5 Cycle)	执行 5 个优化循环
10 个循环(10 Cycle)	执行 10 个优化循环
50 个循环(50 Cycle)	指定 50 个优化循环
无限循环(Inf. Cycle)	执行无限个优化循环，一直执行循环直到按下“ 终止 ”选项

终止(Terminate)	终止优化的运行，并返回到控制对话框
退出(Exit)	关闭优化对话框
自动更新(Auto Update)	如果选中这一项，ZEMAX 在每个优化循环结束时将自动更新和重画所有打开的窗口。这允许使用任意分析特性来监视优化进程
CPU 数量(# CPU s)	选择要在其上分布优化任务的 CPU 的数量。如果选择大于 1 的数，即使是在只带有单个 CPU 的计算机上，这个单个的 CPU 将分时执行多个同时的任务。其默认值是操作系统探测到的处理器的个数

选择自动将使优化一直运行直到不能再取得任何进展。其他选项将执行指定数目的循环。自动模式被强烈推荐。运行一定数目的循环所要的时间由于下列条件的变化而变得非常大，它们是：变量的数目；系统的复杂性；求解数的数目；操作数的数目；当然还有计算速度。如果一个循环花的时间太长了，或者它看起来好象中止了，或者你认为这个设计方案不能取得充分的进展，可以点击终止来结束优化的运行。

当优化开始时，ZEMAX 首先更新系统的评价函数。如果有一些操作数不能被计算，则优化不能开始，并且显示一条错误信息。如果操作数需要追迹那些漏过一些表面或者在一折射边界发生了全反射的光线，那么这些操作数不能被计算。如果这样的错误信息显示了，通常起始镜头规定是错误的，或者对象光线定义错了（这不会发生在默认评价函数中，但可能发生在用户自定义光线中）。如果评价函数在优化过程中不能被求值，则 ZEMAX 将自动将之恢复。所以初始系统必须是计算所有在评价函数中操作数。

复合操作数的定义

虽然由一些预先确定的操作数组合而成的默认评价函数可以很好地适合于多数光学设计，但有时也需要加一些特殊的约束到评价函数中。ZEMAX 允许你在简单的模块之外定义你自己的操作数，这比

定义大量特殊的操作数要好。ZEMAX 承认非常全面的操作数定义。建立这些操作数有两个诀窍。首先，使用某些权重为零的操作数来定义你想要的参数，其次，使用运行的操作数来定义它们之间的关系。例如，假设你要求表面 3 的厚度和表面 4 的厚度之和为 10。有一个操作数可以做到这一点，TTHI。其命令结构如下：

编号	类型	Int1	Int2	目标值	权重
1	TTHI	3	4	10	1

然而，注意到有另一个方法可以计算同样的事情，仅作参考：

编号	类型	Int1	Int2	目标值	权重
1	CTVA	3		0	0
2	CTVA	4		0	0
3	SUMM	1	2	10	1

操作数 1 使用中心厚度值 (CTVA) 命令来摘录表面 3 的厚度值。同样，操作数 2 用来摘录表面 4 的厚度值。两个操作数的零权重可确保优化法则忽略这个约束；这仅仅被用作是中间步骤。现在，操作数 3 计算两个操作数 (编号 1 和编号 2) 之和。其结果是表面 3 和表面 4 的厚度之和，这是操作数 3 的结果，它有一个非零的权重。优化法则将尽力使和数为 10。

如果单个操作数 TTHI 可以做同样的事情，为什么要转到这个麻烦的三个步骤的过程。其原因是这个命令可以被扩展来利用非常普通的操作数。例如，假设你想要使表面 5 的曲率半径是以表面 8 的球面顶点为中心的。考虑一下以下的命令，看看你能否理解它是如何做的：

编号	类型	Int1	Int2	目标值	权重
1	CVVA	5		0	0
2	TTHI	5	7	0	0
3	PROD	1	2	1	1

这个 CVVA 命令摘录了表面 5 的曲率, 这个曲率是我们要控制的。TTHI 5 7 计算了从第 5 面到第 8 面的距离 (注意, 要得到到第 8 面的距离, 我们只加到第 7 面, 因为第 8 面的厚度给出了到第 9 面的距离)。由于表面的曲率为其半径的倒数, 所以这个曲率和这个距离的乘积必须为 1; 因此, 操作数 3 的目标值为 1。操作数 3 也是这个序列中唯一加了权的操作数。

现在考虑必要条件, 表面 5 的厚度必须大于表面 4 的曲率半径的两倍加上表面 2 的圆锥常数 (这是没有意义的, 仅是这个方法中机动性的说明):

编号	类型	Int1	Int2	目标值	权重
1	CTVA	5		0	0
2	CVVA	4		0	0
3	CONS			2	0
4	DIVI	3	2	0	0
5	COVA	2		0	0
6	SUMM	4	5	0	0
7	DIFF	1	6	0	0
8	OPGT	7		0	1

操作数 1 摘录了表面 5 的 (中心) 厚度。操作数 2 摘录了表面 4 的曲率。操作数 3 设置了一个值为 2 的常数, 操作数 4 把值 2 除以曲率 (产生曲率半径的两倍)。COVA 摘录了圆锥常数, SUMM 把操作数 5 和操作数 4 加起来。操作数 7 得到厚度和半径两倍加上圆锥常数之间的差值。由于我们想要前者超过后者, 我们设定了大于约束条件的操作数; 这是唯一一个有非零权重的操作数。

玻璃选择的优化

玻璃的优化是手动的, 这于其他数据稍有不同。因为在玻璃图中不存在一些连续统一的玻璃, 所以直接优化可选择的玻璃是一个困难

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

的、不可预知的过程。有两种方法可以处理这个问题：使用模拟玻璃或者使用输入玻璃。输入玻璃通常更优越，但这仅适用于 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本。

使用模拟玻璃

模拟玻璃方法是使用一些简单的参数将离散分布的玻璃理想化，然后在强制使这些参数值或者计算出的折射率类似于可用的玻璃的同时优化这些参数。这就是“模拟”玻璃的方法。模拟玻璃将在“玻璃库的使用”一章中详细介绍。模拟玻璃方法的一个缺点是优化的参数和最后的折射率值可能不会和实际存在的玻璃相对应；另一个缺点是模拟玻璃仅在可见光谱中才可认为是正确的。这一章中介绍的常规优化使用这个方法。

优化玻璃需要几个步骤。首先，在镜头数据编辑界面中使用玻璃求解将适当的玻璃改为“模拟”玻璃。有关模拟玻璃的信息，可参见“玻璃库的使用”一章。当你将玻璃从“固定”变为“模拟”，ZEMAX 将给折射率、阿贝常数和部分相对色散做出一个合适的猜测。如果你想变玻璃的话，你只能改变这些数据。可以通过点击在这三个数据条目后的“可变”框来将它们变为变量。

在玻璃栏上快捷键 Ctrl-Z 也可以工作；它可以使折射率、阿贝常数和部分色散成为变量。现在可以通过常用的方法使用优化特性来优化模拟玻璃数据值。

不加约束的玻璃优化将会导致选择一种高折射率的材料。这是因为为了得到相同的光学效果，一个带有高折射率（折射超出边界条件很多）的表面要求的曲率比低折射率的表面要小。表面的曲率越小，它导致的像差就越小。然而不幸地是，高折射率材料是昂贵的，重的，难以加工的，而且是易碎的，易被划伤的，或者易受污点和划痕影响。而且，非常高的折射率的玻璃往往是不存在的；几乎没有 N_d 约大于 1.9 的可用玻璃（对于可见光谱而言）。 V_d 值也被限定在大约 20-80 之间。因此这是在优化过程中将 N_d 和 V_d 限制在某一合理范围内的根本原因。部分色散偏差也必须被限制在一定的范围之内。

有两种限制 N_d 、 V_d 和 $\Delta P_{g,F}$ 值的方法。最简单的方法是在操作数

列表的某处增加 RGLA 操作数。操作数 RGLA 测量了模拟玻璃到在当前载入玻璃目录中与之最接近的玻璃在玻璃图上的折射率、阿贝常数和部分色散的“距离”。例如，假设你正在优化折射率和阿贝常数，而且你已经指定使用 Schott 和 Hoya 目录(这些在通用数据窗口中说明)，操作数 RGLA 将计算到这两个目录中每种玻璃之间的“距离”。如果最小的“距离”小于在操作数 RGLA 中指定的目标值，那么符合边界条件，操作数的值等于目标值。如果最接近的玻璃与之的“距离”远大于目标值，则 RGLA 的操作数值为实际“距离”。“距离”是通过将阿贝常数乘以 0.01 以及将相对色散偏差乘以 10 来定义的。任意两种玻璃的“距离”给出如下：

$$d = [(Nd_1 - Nd_2)^2 + 10^{-4}(Vd_1 - Vd_2)^2 + 10^{+2}(\Delta P_{g,F1} - \Delta P_{g,F2})^2]^{\frac{1}{2}}$$

使用 RGLA 的最好的方法是定义一个覆盖所有你正在优化的表面的范围。其目标值开始时为 0.05。由于在玻璃图上不同玻璃的间隔通常都小于 0.05，所以这将允许玻璃在整个玻璃图上任意移动。优化结束后，将目标值提高到 0.02 左右，重新优化。这将促使优化系统在实际玻璃附近选择合理的折射率和阿贝常数。约束折射率和阿贝常数的另一个方法是使用 MNIN、MXIN、MNAB、和 MXAB 控制。这些操作数是最小和最大的折射率和阿贝常数的记忆体，它们在前面的表格中已被说明。这些操作数可以将优化限制在玻璃图上的一个矩形范围内。一起使用 RGLA 和 MXIN 是十分有效的，例如，可以限制在折射率小于某一个值的现有的玻璃范围内选择玻璃。

在某些时候，你可能想将你的变量折射率转换成一种实际玻璃的折射率。通常在优化的 Nd 和 Vd 值与当前玻璃目录中的实际玻璃的值没有一种理想的匹配。然而，ZEMAX 将搜索这个目录，使用类似于前面的 RGLA 定义的最小平方数的准则来找到一种“最匹配”的玻璃（部分色散项被忽略）。目录中与变量折射率参数相差最小的玻璃就是选中的玻璃。这种玻璃也将在“表面数据概述”中汇报。这个显示的折射率数据是从 Nd 和阿贝常数计算得到的数据，而不是最匹配玻璃的数据。在将模拟玻璃转换成实际玻璃以后，通常需要另一次优化运行。对于那些具有灵敏的色差平衡的系统，仅仅因为模拟玻璃的色散和实际玻璃的色散是不可能一样的，所以不可能使用变量玻璃

来找到最佳玻璃。

输入玻璃的使用

输入玻璃的方法直接改变玻璃类型，然后重新优化来看看新的玻璃是否产生一个更好的结果。可以通过简单地改变玻璃类型，然后重新优化来手动使用这种方法，或者使用在下一章“全局优化”中介绍的全局优化技巧来自动控制这个过程。全局优化方法实际玻璃目录的材料，在这层意义上它是比较优越的方法。

关于这个优化玻璃的选择方法的说明可参见下一章“全局优化”中的“优化玻璃的选择”的说明。

变焦和多重结构镜头的优化

变焦镜头的优化和常规的单个结构镜头的优化事实上是一样。详细内容可参见“多重结构”一章。

特殊数据的优化

➡ 这段说明仅与使用 ZEMAX-EE 的用户有关

ZEMAX-EE 支持的某一些表面，如泽尼克表面，泽尼克相位表面，扩展多项式表面，和二元光学表面，使用了特殊数据值。这些数据可以被编辑，可以从 ASCII 码文件中载入，以及可以用作变量来优化。关于编辑界面的详细内容可参见“编辑菜单”一章。

要使一个特殊数据值成为一个变量，可打开特殊数据编辑界面。当特殊数据编辑界面显示以后，把光标移到你要优化的值所在的行和列，然后按 Ctrl-Z（在主界面中使用同样的命令来设置变量）。现在当运行优化程序时，这个变量将被优化。

使用特殊数据值时也有几个边界约束。XDVA、XDGT、和 XDLT 分别是指特殊数据值、特殊数据值大于、和特殊数据值小于。显示的电子表格中 Int1 栏指出了使用操作数的表面的编号，Int2 指定了使用哪个特殊数据值。

非连续群体中对象的优化

在非连续群体中优化变量在根本上与其他数值参数的优化没有

什么不同。变量的设置使用和镜头数据编辑界面中的参数同样的方法。

其困难之处是优化非连续对象的方法是一种不可预知的方法，以这种方法光线可能（或者可能不会）通过非连续群体。对于非连续对象，如棱镜，棱镜在位置和尺寸上的微小的改变不会明显地影响光路。然而，对于一些对象，如光管，对象定义的微小改变可以明显地影响光路。如果对象的位置和角度稍微有点改变，那些曾经通过该对象的光线可能会完全避开该对象。在输出计算中这通常会引起一些错误，优化将会执行地很差，或者根本就不能执行。

对于这些系统，使用全局优化法则将使优化有效地执行下去，这种法则不是特别依赖于输出计算。

一些非连续系统的另一个问题是出瞳可能不是入瞳的合理像。由于这个缘故，如果系统是一个非成像系统，它不能在出瞳上形成入瞳的像，将使用矩阵法，而不是用高斯积分法。

使用 IMAE 操作数的优化

IMAE 操作数通过发射大量光线进入入瞳，计算通过所有的表面口径到达其他表面的那部分光线，来估计光学系统的效率。如果仅使用硬边缘的表面口径，如圆形口径，使用这个操作数的优化可能不会顺利地执行下去。这是因为 ZEMAX 在每个变量值上作一个非常微小的微分变化，然后计算这个操作数值的有限变化，来估计这个操作数值的输出。对于 IMAE 操作数，如果没有光线足够靠近口径来从渐晕变成无渐晕或者 vice-a-versa，那么变量值的微小变化可能不会改变这个效率估计值。

其解决方法是在一个用户定义表面上用软边缘口径来代替硬边缘口径。软边缘口径有一个传输率，在整个口径的大部分区域是一样的，但接近边缘时，传输率将在一个小区内逐渐降为零，而不是忽然变化。

筛选器功能因实现这一功能而被包含在 ZEMAX 之内，如例子 DLL 文件中介绍的那样。详细内容可参见“表面类型”一章中“用户

自定义表面”。细节可参见例子 US_FILT4.DLL 的说明。

梯度折射率操作数的使用

有几个优化操作数被用在优化中来控制梯度折射率材料的性质。它们中的一些介绍如下。

DLTN

DLTN 用来控制梯度折射率镜头中折射率的最大的总的变化。Int1 用来定义表面编号，Int2 用来定义波长编号。DLTN 定义如下：

$$DLTN = n_{\max} - n_{\min}$$

这个最小和最大折射率值是在极端 z 轴坐标， $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 处计算的。在成形之前， $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 是用来构造镜头的空格的最小和最大坐标位置的 Z 轴坐标。对于凸球面，它们对应于球面顶点。对于凹球面，它们对应于表面上的最大矢高处。

LPTD

LPTD 用来控制材料中梯度的外形。仅用 Int1 来定义梯度折射率表面的编号。LPTD 是制造光程差的缩写，这个约束用来使非线性外形保持单调上升或下降。仅当坐标梯度的二次或三次项是变量时才使用它。这个操作数仅对梯度折射率 5 表面有效。

LPTD 可以使用值为零的目标值。这个边界约束执行如下的条件：

$$\frac{\partial n}{\partial z_{\min}} > 0 \text{ 和 } \frac{\partial n}{\partial z_{\max}} > 0, \text{ 或者 } \frac{\partial n}{\partial z_{\min}} < 0 \text{ 和 } \frac{\partial n}{\partial z_{\max}} < 0$$

这个最小和最大折射率值是在极端 z 轴坐标， $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 处计算的。在成形之前， $z_{\min}$ 和 $z_{\max}$ 是用来构造镜头的空格的最小和最大坐标位置的 Z 轴坐标。对于凸球面，它们对应于球面顶点。对于凹球面，它们对应于表面上的最大矢高处。如果这个操作数的残留差值小于零，则可以稍微减小这个目标值（试着减小 0.1）。改变目标值通常比提高权重更有效。对于虚构的空格，操作数 LPTD 的值必须为零。始终要检查梯度外形，确保其斜率不改变符号。

用户自定义操作数

➡ 这段说明仅与使用 ZEMAX-EE 的用户有关

版权申明： 本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

有很多的时候需要执行很复杂的计算，并且要优化计算的结果。ZEMAX 已经提供了一些这样的计算，如操作数 MTFA，它追迹大量光线，计算 MTF 值，然后返回一个结果数值到评价函数编辑界面的“值”栏中。有限的一些操作数可以在评价函数中由它自己执行；其范例可参见这一章前面的“复合操作数的定义”一节的说明。

然而，这有一些问题，因为只有用户自己定义的程序才有足够的机动性来定义操作数计算的数据。有两个方法可以达到这个目的。

- 1) 通过使用 ZPL 宏指令
- 2) 通过使用在外部定义和编辑的程序

ZPL 宏指令的使用比较简单，易于与 ZEMAX 结合，而且几乎不需要什么编程经验。然而它受 ZPL 宏指令语言的性能的限制，而且 ZPL 宏指令是被通译的，这对于复杂的计算意味着降低执行速度。对于执行速度还算较快的比较简单的宏指令，ZPL 宏指令优化通常是比较好的选择。

在外部定义的程序对于编程来说是比较复杂的，需要外部 C 语言或者其他语言编译器，以及至少需要一些编程经验。然而，在外部定义的程序比由 ZPL 宏指令语言提供的程序复杂得多，而且，由于外部程序是被编译的，所以它们的运行速度明显比较快。这个速度差异是戏剧性的，通常越复杂的计算越有益于在外部编译的程序。实际上，在外部定义的程序可能是十分复杂的，在返回到 ZEMAX 之前可追迹成千上万条光线或者做十分冗长的计算。注意，可以基于由其他分析程序计算得到的数据用分界面来优化镜头，如偏离光线分析程序。ZPL 和执行用户自定义操作数的外部编译方法详细介绍如下。

用 ZPL 宏指令的优化

如果 ZPL 宏指令语言足够用来执行要求的计算，那么在评价函数中使用操作数 ZPLM 来调用 ZPL 宏指令。宏指令执行要求的计算，然后使用 ZPL 关键字 OPTRETURN 得到其结果。

操作数 ZPLM 是容易使用的。Int1 和 Int2 分别用来指定宏指令编号和数据域的编号。宏指令编号用来说明将执行哪个 ZPL 宏指令，

而数据域编号则说明由宏指令计算的哪个数据将被优化。

宏指令编号必须是在 0 到 99 之间的一个整数。例如, 如果一个操作数 ZPLM 的 Int1 值为 17, 那么宏指令编号为 17, 这个要执行的宏指令必须命名为 ZPL17.ZPL。宏指令名总是必须使用宏指令编号的两位数表示法。如果宏指令编号为 6, 那么要执行的宏指令应该是 ZPL06.ZPL。ZPL 宏指令文件必须在 ZPL 宏指令的默认文件夹中。详细内容可参见“文件菜单”一章。

数据域编号必须是 0 到 50 之间的一个整数, 包括这两个数。这个编号指出了在内存中与镜头相关的空间数组中的位置。在宏指令的执行过程中, 宏指令关键字 OPTRETURN 指明了哪个编号的数据域用来存放宏指令计算的结果。总共有 51 个数据域, 调用一个宏指令可以用来同时优化 51 个不同的值。例如, 假设你需要一个宏指令来计算从第一面到像面的总长度 (这在效果上是操作数 TOTR 的一个用户自定义的翻本)。这个宏指令看起来可能像这样:

```
n = nsur( )
```

```
x = 0
```

```
for l = 1,n,1
```

```
    x = x+thic(i)
```

```
next
```

```
optreturn 0 = x
```

注意关键字 OPTRETURN 的使用。这个关键字将“x”的结果储存在空间数组位置 0 中。假设这个宏指令被命名为 ZPL15.ZPL。为了优化 x 的结果, 在评价函数编辑界面中增加一个 ZPLM 评价函数操作数, 其 Int1 是 15, Int2 是 0。更新评价函数之后, 它的“值”和由 TOTR 得到的一样, 也可以用相同的方法优化。

ZPLM 也可使用 Hx, Hy, Px, 和 Py 数据域。这些数据域可以被 ZPL 宏指令分别用 ZPL 函数 PVHX, PVHY, PVPX, 和 PVPY 读取。“PV”是“传递数据”的一个记忆体。

关于数据域编号需要直到一个非常重要的事情。如果它的值为零，则执行宏指令，得到 OPTRETURN 0 中的值。然而，如果数据域编号不是零，那么不执行宏指令，而代替使用前面调用该宏指令时储存的数值。这种约定有着实质性的好处。如果宏指令计算了许多数值，它们所有都需要被优化，则这个宏指令只要调用一次，而多次使用 ZPLM 操作数就可以得到这个数据。这比多次调用宏指令有效得多。例如，假设名为 ZPL11.ZPL 计算三个数值，它们三个都需要优化。在这个宏指令中将使用 OPTRETURN 来储存这三个数据：

OPTRETURN 0 = x

OPTRETURN 1 = y

OPTRETURN 2 = z

那么在评价函数中用三个 ZPLM 操作数来摘录这个数据，仅调用一次这个宏指令来执行优化：

ZPLM 11 0

ZPLM 11 1

ZPLM 11 2

仅在 ZPLM 11 0 中调用宏指令 ZPL11.ZPL。注意，仅当 Int2 的值为零时，可以使用 Hx、Hy、Px、和 Py 的值，因为仅在这种情况下，宏指令才被求值。

最后，在宏指令执行过程中镜头数据不能有任何改变，这一点十分重要。这些改变将涉及到后面其他操作数求值。ZEMAX 不能将已经求值的镜头数据恢复到对 ZPLM 指定的宏指令求值之前的状态。同样，ZPLM 也不应用在默认评价函数的中间，而应该放在 ZEMAX 默认定义的那部分评价函数的前面或后面。如果在宏指令操作的过程中镜头数据被改变了，ZEMAX 将无法知道哪个数据被改变了，而且不能将镜头数据恢复到没改变时的原始状态。

只允许 ZPL 宏指令执行对镜头数据的拷贝数据进行优化，而不是对实际数据进行优化，这样可以避免出现上述情况，然而这个功能当

前不被支持。其原因是有时候宏指令在对后面的操作数进行求值之前需要改变镜头数据。在这种情况下,应执行两个宏指令。第一个应按要求修改数据,第二个应将数据恢复到原始条件。这两个宏指令,和执行改变镜头数据的插入操作数一起,都可以在评价函数编辑界面中列出。

使用外部编译的程序的优化

创建一个用户自定义操作数 (UDO) 的第二种方法是编写一个外部窗口程序来计算数据,然后使用动态数据交换 (DDE) 来将数据输入 ZEMAX 中或从 ZEMAX 中输出。DDE 界面在“ZEMAX 扩展”一章中进行说明。那里介绍的内容在这里不再复述;这里的说明是在假定已理解那一章的内容的前提下进行的。

操作数 UDOP 被用来从评价函数内部调用一个外部客户程序。客户程序可能通过制造多个联系到 ZEMAX 服务器的 DDE 调用来执行要求的计算,然后使用 DDE 界面将结果返回到 ZEMAX。然后将计算得出的数据放在评价函数编辑界面中的“值”栏中,这样才可能以通常的方法被优化。

UDOP 是很容易使用的。Int1 和 Int2 的值分别用来指定客户程序编号和数据域编号。客户程序编号指出了哪个客户程序将被执行,而数据域编号则指出了由客户程序计算的哪个值将被优化。

客户程序编号必须是 0 到 99 之间的整数。例如,如果一个 UDOP 操作数的 Int1 的值被设为 17,那么客户程序编号为 17,被执行的客户程序必须被命名为 UDO17.EXE。客户程序名必须始终使用与客户程序编号相对应的一位数。如果客户程序编号为 6,那么要被执行的客户程序应该是 UDO06.EXE。客户程序文件必须放在 ZEMAX 主目录下的\UDO 目录中。当到达一个其数据域编号为零的 UDOP 操作数,ZEMAX 将调用这个客户程序。假设客户程序编号为 17,客户程序将以如下的语法结构被调用:

UDO17.EXE 缓冲器代码 Hx Hy Px Py

这缓冲器代码是由 ZEMAX 提供给客户程序的一个整数值,它是

唯一能识别正确镜头的标识符。因为 ZEMAX 能够同时对多个镜头进行求值,缓冲器代码被用作一个标识符,以便于当客户程序申请或返回数据时,它和正确的镜头相联系。注意在优化时,ZEMAX 将同时对许多镜头进行求值,将计算出输出的细微差异,这个优化将继续下去。客户程序必须计算指定镜头的数据。

一旦客户程序开始执行,客户程序必须执行一下一个关键的步骤:

- 1) 建立与 ZEMAX 服务程序相连的 DDE 链。
- 2) 将正确的镜头数据加载到 ZEMAX 服务程序的存储器中。
- 3) 计算要求的数据。
- 4) 将数据传输回 ZEMAX。
- 5) 清除 ZEMAX 服务程序的存储器中的内容。
- 6) 终止 DDE 链,并退出。

具有代表性的是,DDE 链是由 ZCLIENT 编码维持的,这在 DDE 一章中介绍(当然如果愿意的话,用户自己可以自由编写它们)。ZCLIENT 调用了用户定义的用户函数来计算操作数数据。

为了将正确的镜头数据加载到 ZEMAX 服务程序的存储器中,必须发送一个单个的名为 GetUDOSystem 项目到 ZEMAX 服务程序中。其语法结构为“GetUDOSystem,缓冲器代码”。这将使 ZEMAX 从系统存储器中重新得到这个正确的镜头数据,并且后面所有的 DDE 调用都是对这个镜头的操作(如光线追迹)。然后通过随意使用在 DDE 一章中定义的任意一个 DDE 项目调用来计算数据。一旦数据被计算完毕,最多有 51 个值可以被放在一个长格式的字符串中。使用项目 SetUDOData 将数据传回服务程序,最后回到 ZEMAX 内的优化程序。其语法结构为“SetUDOData,缓冲器代码,data0,data1,data2,data3,……,data50”。任何一个省略的数据项被认为是零。所有的数据必须是自由格式的整数、指数、和浮点数。

关键的是客户程序要用 SetUDOData 返回一个字符串,即使它只

包括一个缓冲器代码，而其余都是空的。ZEMAX 将等着客户程序返回这个字符串。因为 ZEMAX 无法知道计算将用多长的时间，所以 ZEMAX 将一直“暂停”，直到它得到这个数据。如果客户程序计算失败了，或者没有返回这个数据，ZEMAX 将不能完成这个操作数的执行，或者将永远暂停。在 ZEMAX 内部按下 ESC 键将会“中断”求值，使 ZEMAX 跳过对这个操作数求值。

可以通过客户程序的用户函数将控制返回到 ZCLIENT 来终止 DDE 链。

一个计算 3 个数据项，分别被称为 a，b，c，的范例编码可以阅读如下：

```
void UserFunction(char *szCommandLine)
{
    double a, b, c;
    char szBuffer[500], szSub[256];
    int buffer_code;

    /* 得到识别镜头的缓冲器代码 */
    buffer_code = atoi(GerString(szCommandLine, 0, szSub));

    /* 将正确的镜头数据设置到服务程序储存器中 */
    sprintf(szBuffer, "GetUDOSystem,%i",buffer_code);
    PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);

    /* 这里是计算数据的地方.....，这些行省略了 */

    /* 现在得到标记为 0，1，2 的数据*/

    /* 如果行的总长度超出 255 个字符，则不要使用 SetUDOData，
    */
```

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

```
/* 而使用 SetUDODItem。详细内容可参见有关 ZEMAX 扩展的章节。 */
```

```
sprintf(szBuffer, SetUDODData,%l,%.7f,%.7f,%.7f,"buffer_code,
a,b,c);

PostRequestMessage(szBuffer, szBuffer);

}
```

注意，对客户程序的一个简单调用可以得到多个数据。这是数据域编号用来摆放的地方。数据域编号可以是 0 和 50 之间的数字，包括这两个数。这个编号指出了数据在与存储器中的镜头相对应的全局数组中位置。在客户程序的执行过程中，客户 DDE 项目“SetUDODData 用来得到一个有 51 个数的长字符串（或者少一点；空格和省略值被认为是零）。这些数据必须是数值，被存放在镜头缓冲器中，以供后面的 UDOP 使用。在实际应用中，DDE 项目名限制在 255 字符之内，这限制了 SetUDODData 只能传送远小于 51 项的数据；但是 DDE 项目“SetUDODItem”通过一次传回一个数据可以在这个限制附近工作。

➡对于任意一个 DDE 项目名有一个 255 个字符的限制；因此 SetUDODData 被限制只能通过少量的数值。为了在这个限制附近工作，可以使用 SetUDODItem，这在“ZEMAX 扩展”中说明。

总共有 51 个不同的数据域，因此一个客户程序调用可以用来同时优化 51 个不同的值。这个数据域编号值指出了哪个得到的数值将被放在那个 UDOP 操作数的“值”栏中。

UDOP 也允许使用 Hx，Hy，Px，和 Py 数据域。这些数据也可以被客户程序读取，因为它们在命令行中跟在缓冲器代码后面被传送过去。

有一个非常重要的事是要知道数据域编号。如果它为零，则执行客户程序，并且将从数据位置 0 得到的值放到值栏中。然而，如果数据域编号不为零，则不执行客户程序，由客户程序的一个前面的调用储存的先前值将被代替使用。这个约定的优点是它的实用性。如果客

户程序要计算许多数值, 这些数值都需要被优化, 则客户程序仅需要调用一次, 只要用多个的 UDOP 操作数就可以得到这些数据。这比多次调用客户程序有效得多。

例如, 假设一个名为 UDO25.EXE 的客户程序计算了三个数值, 它们都需要优化。在这个客户程序中, 通过使用 “ SetUDOPData , buffercode , x , y , z ” 将这些数值传送回去。然后只调用一次客户程序, 评价函数中的三个 UDOP 操作数就可以记录这些数据, 并执行优化, 这三个操作数是:

UDOP 25 0

UDOP 25 1

UDOP 25 2

仅在操作数 UDOP 25 0 的求值过程中调用客户程序 UDO25.EXE。注意, 仅当数据域值为零时, 才使用数值 Hx , Hy , Px , 和 Py , 因为仅在这种情况下客户程序才被求值。

与 ZPL 宏指令的使用不同的是, UDO 在求值过程中可以随意改变镜头数据, 这个因为所有的 DDE 命令都是针对镜头数据的一个复制本执行的, 而不是针对正在被执行的实际镜头数据。

有一个被称为 UDO_DEMO.C 的范例 UDO 源代码文件, 它可以由 ZCLIENT 编译和连接。这个可执行的文件需要被重命名为 UDOPxx.EXE , 这里 xx 是一个两位数的整数。这个 UDO 范例得到 6 个值: Hx , Hy , Px , Py , 和两个虚拟常数, 分别放在编号为 0 到 5 的数据位置中。

使用建议

在初期设计过程中, 优化时很少需要对每个视场的所有波长的所有光线进行追迹。因此, 可以通过在优化时限制使用的视场和波长的数目来大大减少执行的时间。如果选择的视场和波长的权重被设为零, 则在构建评价函数时默认评价函数运算法则将跳过这些零权重的视场或波长。其结果是追迹的光线少了许多, 加快了执行速度。

例如, 如果一个镜头在五个视场点被求值, 则评价函数中仅包含第一、第三、和第五视场是可行的。当然, 在设计的前期, 需要包括所有的光线, 默认评价函数需要被重新构建。

由一些技巧可以用来改善执行结果。除非优化方案坚持用不实际的设计, 否则不要对变量设置边界操作数。边界操作数增加了计算的难度。只要可能, 尽量使用求解来代替明确的操作数。例如, 如果可能的话, 则用曲率求解来控制焦距, 而不用操作数。

优化与现代镜头设计的技术是不可分的, 而且, 只有实践才能是设计者精通使用优化法则。那些精通其他软件优化法则的使用者可能会发现 ZEMAX 更易于使用, 而且只要少量经验, 界面使用的技巧容易掌握, 设计者可以专心于设计本身。如果你刚刚接触计算机化的镜头优化, 则没有比实际操作更好的方法来学习它了。

全局最佳方案

这个产生评价函数的最小可能值的设计被称为是“全局”最佳方案, 是最好的可能设计的定义。然而, 没有已知的优化法则对于一个任意的设计问题都普遍可以发现其全局最佳方案, 除非你想“直接找到”一个优化法则(换句话说, 就是试验所有的无数可能解决方案来判断哪个是最好的)。使用计算机帮助的光学设计的技术有两个基本组成。首先, 设计者必须能够确定一个合适的初始方案, 第二, 他或者她在优化过程中必须扮演一个监督员的角色。一个好的监督员知道什么时候、如何备份和尽量使程序进入一个更有效的方向。

不幸地是, 这通常需要相当多的经验, 甚至通常是相当枯燥无味的。一个经验丰富的设计者在寻找一个新的、更好的设计模式时, 通常要靠直觉、分析和幸运三者结合。ZEMAX 为执行这个全局最佳方案的搜索提供了一个自动操作的能力; 这个特性将在下一章介绍。

第十八章 全局优化

介绍

➡ 这个特性仅对 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本有效。这一章中的资料关键依赖于用户已经阅读和掌握了前一章中有关“优化”的资料。

在最近几十年之内，镜头优化的约定方法是使用阻尼最小二乘法 (DLS)。DLS 有着许多引人注目的特征；它是一个有效的方法，并且在搜寻评价函数的“局部”最小量它也是一个非常好的方法。在上下文中，局部这个词意味着在不增加评价函数的情况下，从解决方案的当前位置出发可以得到的评价函数的最小值(这是一个理想化的事物，实际上，DLS 只能跳过一个很小的增加评价函数的区域)。

为了使这个问题形象化，你可以想象你正在旅行，努力想从山的一边的一个起始点出发去寻找一个山谷的底部。你想找到这个山谷的最低点。假设你不能看到这个山谷，这里是烟雾朦胧的，你所能看到的所有的是离你现在站的地方非常近的地形。你可以测定哪条路是下山的，你可以沿着那个方向一直走下去，直到斜坡又变成上山了；在那个点你可以发现一个新的下山方向。你可以一遍又一遍地重复这个过程，直到抵达一点，在那里所有的方向都是上山的。这个最低点是一个局部最低点，至少是这个山谷的底部。

这个方法的问题是一旦你到达了局部最小量，将无法去测定其他地方是否已经没有一个更好更低的最小量。例如，如果你从这一点出发从任意一个方向往山上走，直到一个局部山峰，然后继续往前走，下山进入下一个山谷，最后你将抵达一个新的局部最低点。判断这个新的最低点是低于还是高于前面那个山谷的最低点。查明答案的唯一方法是走一趟。

你可能会问，既然计算机是如此快速，为什么不试着算出每个可能的结构来判断哪个是最好的。为了得到这个问题的作用域的一个感性认识，可以考虑一个带有六个自由度的双胶合镜头(自由度表明它们是优化的变量)。如果你假设每个值可以取 100 个可能值(一种粗略的采样方法)，则将有 $1E+12$ 种不同的可能系统。如果对每个系统求值需要追迹 20 条光线(一种低的估值方法)，而且你每秒钟可以对一个

表面追迹 1,000,000 条光线，则需要的时间大约为 $8\text{E}+07$ 秒，或者大约为 2.5 年。对于一个四片的镜头（16 个变量）在三个视场和三个波长中求值，使用 100 条光线来求值，将需要 $1\text{E}+32$ 次系统求值，或者需要几十亿倍的宇宙寿命的时间。

有一个解决全局优化问题的方法是（十分感谢地）不需要这种不合情理的计算努力。这些运算法则包括虚拟的退火，多个起点，高级系统，神经网络，和其他一些。所有这些法则都有其长处和弱点，这些超出了本章的讨论范围。

ZEMAX 的功能

在 ZEMAX 中有两个独立的全局优化法则，每个都有其不同的用途。你可能使用的第一个运算法则被称为“全局搜索”，在仅给出评价函数和初始设计的情况下它用来寻找一个新的设计形式。全局搜索使用起始运算法则，多个起点，约定的阻尼最小二乘法，和一些高级启发式系统的统一体来搜索一个新的设计形式。全局搜索运算法则对于搜索一个有前途的设计形式是十分有用的，但是，它通常不能产生一个“最终”的设计方案。第二个运算法则就是用来实现这个用途的。

第二个运算法则被称为“锤形”优化（镜头设计者常说的对一个设计进行锤打来挤出最后一点成果）。一旦发现了一个好的、合理的起始点，锤形法则将用尽一切方法来搜寻一个最佳方案，这可能比经验和全局优化法则优越。锤形法则仅需要一个部分优化的镜头和以 ZMX 文件形式存在的评价函数。

虽然全局优化法则是十分有用的，但是要认识到不能保证总是，甚至是有时能发现真正的全局最小量，这一点是重要的。当然，也无法去测定一个方案是否是这个全局最小量，甚至它是你所找到的最好的方案（记住关于这个问题的宇宙寿命的比率）。

➡ 要认识到不能保证总是，甚至是有时能发现真正的全局最小量，这一点是重要的。

全局搜索和锤形法则两者都需要非常大的计算上的努力才是有效的。这两个法则不能有意交互使用！（DLS 优化就是为了这个）。如果你设置了一个全局优化，当计算机工作时你在旁边观察，你将会被迫感到失望的。当你设置了这个问题，让计算机运行几个小时，或

者甚至是几天,全局优化是十分有效的,但不能只运行十几分钟。理想的情况是在晚上停止工作时设置一个问题,让全局搜索(或者锤形,这要根据你的需要)工作一个通宵。在第二天早上,你将会看到一个有用的结果。

全局搜索法则

在你开始一个全局搜索之前,你必须拿出一个很粗略的起始点。“很粗略”意味着这个设计有正确数目的表面,一个定义的光阑面,和选择的初始玻璃。视场和波长必须被定义,你也需要定义一个评价函数,关于这个过程的主要内容可参见“优化”一章。这个粗略的设计方案可以是一个平行平板玻璃,其最后一面用一个曲率求解来控制焦距。如果不用一个求解来控制焦距,那么这个系统最后将会有有一个想要的近似焦距。同样,变量参数也必须全部被定义。在开始全局搜索之前必须保存这个镜头。

ZEMAX 使用一个这个起始焦距作为一个比率参数,因此,这个起始设计方案至少应该有一个近似正确的焦距。

在主界面上,选择工具,全局搜索。在这个对话框上有四个按钮:开始,停止,继续,和退出。

选择开始。ZEMAX 将初始文件拷贝到从 GLOPT_01.ZMX 到 GLOPT_10.ZMX 的文件中,然后开始搜索。ZEMAX 将开始查看从你定义的范围中取出的镜头参数的不同的结合体。优化将会从一个最近产生的镜头开始继续下去,知道 ZEMAX 认为这个新镜头已被充分优化。

对于每个产生的新镜头都一样,ZEMAX 将拿这个新镜头的评价函数与迄今为止发现的最好的十个镜头的评价函数相比,根据需要将它放入十个最好镜头的列单中的正确位置,保留其他的镜头文件。如果镜头有着比 GLOPT_10.ZMX 还要高的评价函数,则它将被放弃。不定地重复这个循环。每次发现一个新镜头比十个镜头的列单中最差的镜头要好,它将被放在列单中的正确位置。在几百个镜头被替换后(这可能需要对几万个镜头进行求值),最后得到的一批镜头有希望包含有一些非常好的设计方案,或者至少有一些有前途的形式。

这个法则也会周期性地返回到十个镜头的列单中的镜头上来判断它们能否继续被改善。有时,一些镜头将被改善,然后放回到十个镜头

的列单中。假如这种情况发生,如果被替换的旧镜头有着与新镜头一样的基本形式,则旧镜头将被丢弃。这样做将在十个镜头的列单中保持一定的差异。

为了终止搜索,选择停止按钮。根据运算正在做些什么,它可能立即退出,或者它将需要几秒钟。一旦法则已经被终止,你可以点击退出按钮。你现在可以打开从 GLOPT_01.ZMX 到 GLOPT_10.ZMX 中的任意一个文件。

继续按钮与开始按钮十分相象,然而,继续按钮首先将载入已存在的从 GLOPT_01.ZMX 到 GLOPT_10.ZMX 的文件,并将它们的当前评价函数放到十个最好镜头的列单中。因此,继续按钮将从前一个运行结束的地方开始搜索。继续按钮不会删除已存在的十个最好的镜头,相反,开始按钮会删除这些文件,然后完全基于当前镜头数据编辑界面中的镜头重新开始搜索。如果当一个完全无关的镜头数据放在镜头数据编辑界面中时选择继续按钮,ZEMAX 将使用在镜头数据编辑界面和评价函数编辑界面中的当前数据来优化镜头,但是将分别用旧的 GLOPT 文件各自的评价函数作为比较目标。

全局搜索很少会自己找到全局最小量。其原因是全局搜索集中力量用来搜寻一个新的、有前途的设计形式,而不是正确集中来搜寻每种形式的最好的可能方案。这后面的工作将留给另一个称为“锤形优化”的法则,这将在下节中介绍。

锤形法则

在检查由全局搜索产生的设计形式之后,你或许想去研究它们中一两个。有着最小评价函数的那个并不总是最好的(虽然如果你能很好地设计你的评价函数,它应该是)。例如,第二好的解决方案可能更易于构造。无论你使用什么标准来测定这个最有前途的解决方案,你现在是想用这个选择的镜头作为一个起始点来寻找最好的可能方案。锤形优化将得到这个镜头,并通过做一些调整和优化来尽力精炼它。这个镜头每次被改善,它将被保存到磁盘中一个临时文件中。锤形优化仅需要一个带有一些变量和一个评价函数来得到起始点的 ZMX 文件。锤形优化界面显示了开始的评价函数和迄今为止发现的最好的评价函数。虽然好的结果在几分钟之内可能是坏的,但是法则被允许运行几个小时,最适宜的是通宵。为了终止这次搜寻,可选择停止按钮,

然后选择退出按钮。

如果 ZEMAX 不正常终止,最后保存的锤形文件可以在临时文件中建立。这个临时文件名是由这个起始镜头文件名构造的。如果正在被优化的镜头被存放在文件

C:\ZEMAX\SAMPLES\MYFILE.ZMX

中,那么这个临时文件将被称为

C:\ZEMAX\SAMPLES\MYFILE_HAMMER.ZMX。

锤形法则也可以有效地用在一个不是由全局搜索产生的部分优化的设计方案。可以自由在任意设计方案上使用锤形法则。

玻璃选择的优化

如果一块玻璃由一种由折射率、阿贝常数、和部分色散偏离描述的“模拟”玻璃构成,则模拟玻璃参数也可以和其他数值参数一样被设成变量和被优化。然而,这种模拟玻璃的方法有一个严重的缺点。在使用模拟玻璃找到一个好的解决方案之后,必须将模拟玻璃转化成实际玻璃。然后使用新选择的玻璃重新优化这个设计方案。

不幸的是,对于许多系统新优化的设计方案将比使用模拟玻璃的方案要差。甚至更大的失败是,使用实际玻璃的最佳方案有着和使用模拟玻璃发现的方案不同的形式。

传统上,为了找到一个更好的玻璃组合,设计者应该查找玻璃图上的候选玻璃,代替用作新的玻璃选择,再重新优化。如果新的方案是更好的,则这个玻璃选择将被保留;否则,一组新的玻璃组合将被用来求值。只要设计者愿意继续搜索,这个过程将一直继续下去。

代替玻璃的使用

ZEMAX 通过允许玻璃有与之相对应的一种“代替”状态来自动操作这个过程。如果一块玻璃被作为一种代替玻璃(使用玻璃求解对话框),那么在优化过程中,全局优化(锤形和全局搜索)将自动反复执行近似玻璃的代替。这允许 ZEMAX 不仅可以优化数值指示值,如半径和厚度,还可以允许不用求助于玻璃色散的理想化来指导玻璃选择的优化。

为了使用这个代替特性,在玻璃求解对话框(通过在任意一个玻璃名称上双击是得到这个对话框的快捷方法)中自由设置每块玻璃的状

态，使之变成“替代”。

一旦定义了玻璃的代替状态，然后调用 锤形或者全局搜索优化。ZEMAX 在寻找更好的设计方案过程中将自动改变玻璃类型。系统默认 ZEMAX 可从任意一个当前作用的目录中选择任意玻璃，这些目录在系统的通用对话框中指定。

选择玻璃的限制

实际上，通常必须限制用作代替玻璃的可用玻璃，其原因如下：

目录中的“玻璃”不是全部都是实际玻璃；它们一些是那些不适合使用的液体，气体，晶体，和塑料。

许多玻璃是非常昂贵的，重的，脆弱的，或者具有其他一些不适合使用的机械性质。

或许，仅有某几个目录是想要用来作为新选择的玻璃，而其他目录必须仍被用作光学系统中的其他表面。

由于这些原因，ZEMAX 提供了一些可选的方法来限制用作代替玻璃的可用玻璃库：

通过定义仅用在某些指定表面的特殊目录。

通过定义一个“模板”，它包括关于代替玻璃的价格，耐酸能力，耐污染能力，和其他一些性质的限制。

通过在玻璃目录中，以各种情况为基础来“排除”玻璃。

通过在评价函数中定义“惩罚”，它阻止选择带有不合使用的性质的玻璃。

玻璃求解对话框准许一个目录名的描述说明来用作候选代替玻璃。如果没有给出目录名（如目录名区域是空的），则可以从在系统的通用对话框中选择来使用的所有目录中选择玻璃。如果给出了目录名（如 Hoya），则仅选择那一个目录中的玻璃。如果需要的话，这允许不同的表面可以从不同的目录中选择玻璃。这种以非常普通的方法来限制要考虑用作代替玻璃的玻璃数量的方法也是很有用的。注意，用户自定义目录也可以被指定使用。没有扩展可以被指定，ZEMAX 自动添加了.AGF 扩展。

可以定义一个玻璃置换模板基于玻璃的价格，AR，SR，FR，CR，和 PR 代码值来限制选择所有目录中的哪些玻璃。关于定义模板的信息可参见“工具”一章中的“玻璃代替模板”一节。

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

为了防止选择某种玻璃,可在玻璃目录对话框中对那种应该避免的玻璃选择“取消代替”。详细内容可参见“玻璃目录的使用”一章。排除玻璃的优点是目录中的其他玻璃仍旧可以使用,而不必去定义一个独立的目录。

惩罚是评价函数中的一个操作数,如 GCOS, GTCE, 和 INDX, 如果玻璃有不受欢迎的性质时它们用来增加评价函数。这是一个效率最低的方法,因为即使一个由于太高了而不被认为是好的方案的结果评价函数结束了,玻璃仍旧可以被选择,而且后面的镜头继续优化。然而,这对于定义玻璃间的关系是有用的,例如,最小化构成一个胶合面的两块玻璃的 GTCE 差值(为了防止镜头在热压下被破坏)。

使用建议

这里有几个最佳化全局优化法则(全局搜索和锤形)的执行结果的技巧:

果可能的话,将光栏放在第一面。如果你的入瞳在系统中间,你可以通过使用一个虚拟的第一面作为光栏来模拟它,然后用一个负的厚度来得到表面 2。这提高了执行的性能,因为 ZEMAX 不需要去计算入瞳在哪里。如果合适的话,你可以将这个厚度变成一个变量。这个技巧对于本身有入瞳畸变的系统不能很好地工作,如广角镜头。

在最后一个玻璃表面的曲率上使用边缘光线角度代替操作数 EFFL 来控制有效焦距。撤消一个变量将明显减少这个问题的维数,而操作数 EFFL 需要一个额外的光线追迹,降低了评价函数求值的速度。

在像平面前的最后一个厚度上使用边缘光高求解(如零光高)。大多数镜头对轴上视场的 0.7 光瞳带要纠正地很好。如果你的直觉要求,你也可以使用其他的光瞳带。这个求解将确保由 全局搜索 产生的每个设计方案都在焦深之内,就好象曲率求解确保正确的焦距。这两个求解一起可以将全局搜索法则产生的结果改善几个数量级。对于锤形优化,用一个变量来代替这个求解来考虑最佳的散焦。

使用操作数 MNCT 和 MNET。它们是避免出现负的中心和边缘厚度的基本操作数。ZEMAX 使用这些边界约束来决定搜索中每个操作数的适当范围。解决方案将在方案空间的这些不合适的区域内徘徊,除非你特别禁止它。

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

保持你的评价函数尽可能相似。在默认评价函数构造中使用 2 或者 3 个环带 (参见 “ 优化 ” 一章) 通常是一个好主意。对于锤形优化你通常要用更多的环带数。

乐于多运行几个长运转。在一个设计问题开始之前为了得到设计形式的想法,一个或者稍多一些的运转将被用来探测有前途的设计方案,最后一个运转用来确保你所决定的设计方案已不能被改善了 (锤形优化对于这个最后任务有着明显的好处)。

使用代替玻璃,而不用模拟玻璃,特别在使用锤形优化时。对于一个使用模拟玻璃的设计方案使用锤形优化没有多少好处,因为最后这些玻璃需要被转化回实际玻璃,然后重新优化。代替玻璃十分有用,特别在设计过程的后期,这时设计形式已被决定下来。

如果你计划连续好几天运行一个搜索,你可以减暗或者关闭你的显示器,或者使用屏幕保护程序来保护你的荧光粉,以免其老化。

锤形法则可以被终止,然后重新开始,这不会有信息的重大丢失。在优化过程中,它自动保存任何被改善的设计。

如果一个全局搜索被终止,在下一次通过选择继续按钮,而不是开始按钮,来继续这个搜索。

当优化程序在运行时,它将支配计算机的资源。其他应用程序仍然可以运行,但是它们是低反应的,在 Windows NT/2000 下,通过打开任务管理器可以减少给 ZEMAX 的资源,然后选择 ZEMAX.EXE 程序;右击鼠标;然后选择 SET Priority→LOW。

如果一定数量的时间没有用户操作,一些计算机可以被变成进入 “ 睡眠 ” 模式。为了允许 ZEMAX 继续运行,这个特性可能需要被禁止,即使很长一段时间不用从键盘或者鼠标输入。

总结

最后再次强调一下,全局最小量搜索特性对于任意一个特殊问题将永远不可能找到一个全局最小量。它擅长于发现可供选择的设计形式,用手工去寻找这些形式将是冗长无味的。它是加到你的工具箱中的一个功效非常强大的工具;它不是一个光学设计技巧的替代品。

全局搜索法则有着非常强大、自由的组成,因此每次不会有两个产生准确的同样结果的运转。有时这个解决方案是差的,有时是好的,但是对于持续时间相似的运行,它们的结果通常是不一样的。

版权申明: 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理,所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系 (info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

第十九章 公差规定

介绍

ZEMAX 提供了一个使用简单, 但灵活和强大的公差推导和灵敏度分析能力。这个用于分析的公差包括了结构参数的变化, 如曲率、厚度、位置、折射率、阿贝常数、非球面系数, 以及其它更多的参数。

ZEMAX 也支持表面和镜头组的偏心分析, 表面或镜头组在任意一点的倾斜分析, 表面外形的不规则分析, 以及参数或特殊数据的值的变化分析。由于参数和特殊数据项可以说明非球面系数, 梯度折射率系数, 以及其它, 因此这些数值的任意一个也都可以作为公差分析的一部分。不同的公差可以被用在任意一个组合中来估计调整和装配误差对系统性能的影响。

公差也可以使用简单的操作数来定义, 如 TRAD, 它定义了一个曲率半径的一个公差。这些公差操作数和镜头文件一起被自动保存。我们可以在从主菜单中的编辑界面组中得到的公差数据编辑界面中编辑这些公差操作数。

公差可以被不同的标准所求值, 包括 RMS 斑点尺寸、RMS 波前差、MTF 反应曲线、标准误差、用户自定义评价函数、或者用来定义一个复杂的调整和求值过程的过程。另外, 还可以定义补偿来模拟对装配后的镜头所作的调整。ZEMAX 也允许在一个补偿上设置限制。

可以以两种方式来计算公差:

灵敏度分析: 对于给定的一批公差, 是分别对每一个公差来测定它在标准里的变化量的。

反转灵敏度分析: 分别对每个公差在性能方面的一个给定的最小允许减小量来计算公差。

灵敏度分析和反转灵敏度分析分别考虑每个公差对系统性能的影响。这个总体性能可由一个平方和根的计算来估计。

Monte Carlo 模拟是作为一个可选择的估计所有公差的总体影响的方法被提供的。这个模拟产生了一系列随机镜头, 它们符合这个指

定的公差。通过同时考虑所有的可应用的公差，可能可以得到预期性能的准确模拟。

通过使用正态的、统一的、或者抛物线的统计方法，Monte Carlo 模拟可以产生许多的设计方案。

基本流程

一个镜头的公差分析由这些步骤组成：

- 1) 给这个镜头定义一批适当的公差。通常，在这一章中定义的默认公差生成特性是一个好的起始点。公差在公差编辑界面中被定义和修改，这个界面在主菜单栏中的编辑界面菜单中得到。
- 2) 添加补偿，并且对每个补偿设置允许范围。默认的补偿是后焦距，它控制了象面的位置。也可以定义其它的补偿，如象面倾斜。因为可以使用“快速公差规定”，所以仅仅使用后焦补偿可以大大加速这个公差过程。可以定义的补偿的数量没有限制。
- 3) 选择一个适当的标准，如 RMS 斑点尺寸或 MTF。使用一个公差过程可以定义更复杂的公差标准，这将在后面介绍。
- 4) 选择要求的模式，灵敏度分析或者反转灵敏度分析。
- 5) 修改默认的公差，或者增加新的公差来满足系统要求。
- 6) 执行这些公差的一个分析。
- 7) 回顾由这个公差分析产生的数据，考虑公差的预算。如果需要，可返回到步骤 5。

关于这个基本流程的详细内容将在后面的章节中提供。

公差操作数

一个公差操作数有一个四个字母的记忆码，如 TRAD 代表半径公差。两个整数值，被简称为 Int1 和 Int2，是联合这个记忆码来确定这个公差应用于其上的镜头表面。一些操作数用 Int1 和 Int2 来作为其它目的，而不是定义表面编号。

每个公差操作数也都有一个最小值和最大值。这两个值指出了与

名义值的最大可接受变化值。

每个操作数也都有一个空栏来作为随意填写的注释栏，这可以使这个公差设置得更容易阅读。

可用的公差操作数在下面的表格中列出，详细说明如下。

公差操作数

名 称	Int1	Int2	说 明
表 面 公 差			
TRAD	表面编号	—	曲率半径的公差，以镜头长度单位表示
TCUR	表面编号	—	曲率的公差，以镜头长度单位的倒数表示
TFRN	表面编号	—	曲率半径的公差，以光圈表示
TTHI	表面编号	补偿表面编号	厚度或位置的公差，以镜头长度单位表示
TCON	表面编号	—	圆锥常数的公差（无单位量）
TSDX	表面编号	—	标准表面的 x 偏心的公差，以镜头长度单位表示
TSDY	表面编号	—	标准表面的 y 偏心的公差，以镜头长度单位表示
TSTX	表面编号	—	标准表面的 x 倾斜的公差，以度表示
TSTY	表面编号	—	标准表面的 y 倾斜的公差，以度表示
TIRX	表面编号	—	标准表面的 x 倾斜的公差，以镜头长度单位表示

TIRY	表面编号	—	标准表面的 y 倾斜的公差，以镜头长度单位表示
名 称	Int1	Int2	说 明
TIRR	表面编号	—	标准表面不规则性的公差
TEXI	表面编号	数据项编号	使用泽尼克的标准表面不规则性的公差
TPAR	表面编号	参数编号	表面的参数数值的公差
TEDV	表面编号	特殊数据编号	表面的特殊数据值的公差
TIND	表面编号	—	在 d 光处的折射率的公差 (参见注解)
TABB	表面编号	—	阿贝常数值的公差 (参见注解)
元 件 公 差			
TEDX	第一表面	最后表面	元件的 x 偏心的公差，以镜头长度单位表示
TEDY	第一表面	最后表面	元件的 y 偏心的公差，以镜头长度单位表示
TETX	第一表面	最后表面	元件的 x 倾斜的公差，以度表示
TETY	第一表面	最后表面	元件的 y 倾斜的公差，以度表示
TETZ	第一表面	最后表面	元件的 z 倾斜的公差，以度表示
用户自定义的公差			
TUDX	表面编号	—	用户自定义的 x 偏心的公差
TUDY	表面编号	—	用户自定义的 y 偏心的公差
TUTX	表面编号	—	用户自定义的 x 倾斜的公差

TUTY	表面编号	—	用户自定义的 y 倾斜的公差
TUTZ	表面编号	—	用户自定义的 z 倾斜的公差

对于每个公差,都要在公差编辑界面上规定一个最小值和一个最大值。这些公差将在下面部分详细说明。

TRAD : 曲率半径公差

用来直接规定曲率半径的公差。最小值和最大值是以镜头长度单位表示的极值偏差。

例如,如果一个表面的名义曲率半径为 100mm,该表面的最小和最大 TRAD 值为-.50mm 和+.50mm,则将把该表面的曲率半径设为 99.50mm 和 100.50mm 来执行公差分析。

TCUR : 曲率公差

用来规定曲率单位的公差,它直接关系到权重。最小值和最大值是以镜头长度单位的倒数表示的极值偏差。

例如,如果一个表面的名义半径为 100mm,则其名义曲率为 0.01mm^{-1} 。如果该表面的最小和最大 TCUR 值为 -0.001mm^{-1} 和 $+0.001\text{mm}^{-1}$,则将把该表面的半径设为 111.11mm 和 90.909mm 来执行公差分析。

TFRN : 光圈公差

当规定平坦的或者大半径的表面时,光圈公差是非常有用的。最小值和最大值是以光圈(无单位量)表示的极值偏差。操作数 TWAV 被用来定义测试波长。一个曲率有微小改变的表面的矢高的变化被近似给出:

$$\Delta Z = \frac{r^2}{2} \Delta C \quad ,$$

这里 r 是表面的半口径。矢高的变化关系到以光圈表示的偏差,如下:

$$\Delta Z = \frac{l}{2} N \quad ,$$

这里 N 是光圈的个数。二分之一因子假定了一个双倍通过的牛顿环类型测试。更详细的信息可参见 Malacara, 光学车间测试。

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

TTHI : 厚度公差

TTHI 被用来规定在元件组中的元件的绝对位置和镜片的厚度的公差。

系统默认, 假设厚度的所有变化仅仅影响该表面和与那个元件有接触的表面。例如, 一个双胶合镜头的第一片镜片在厚度方面有一个 +1.0mm 的变化, 则第二片镜片的前后顶点都将偏移 +1.0mm。

然而, 由于 ZEMAX 通过使用从前面表面得到一个补偿来定义所有表面位置, 因此, 简单地增加 +1.0mm 到这个表面将把这个系统中后面的所有镜头都偏移 +1.0mm。在装配中更有可能发生的是这个 +1.0mm 的补偿将被这个镜头组后面的第一个空气间隔所吸收。TTHI 可以通过允许指定一个“补偿”表面来处理这种情况。系统默认, 这个补偿表面被指定为跟在被规定公差的面之后的第一个空气间隔。

为了举例说明, 假设一个镜头, 它的表面 3 是 BK7, 表面 4 是 F2, 表面 5 是空气。名义厚度分别是 3、4、和 6mm。如果默认的公差法则为表面 3 定义一个 TTHI 操作数, 则将在表面 5 上放一个补偿。如果这个公差值为 +.1mm, 则在分析过程中, 它们的厚度分别变成 3.1mm、4.0mm、和 5.9mm。这样, 从表面 6 到象面的表面的绝对位置将不受表面 3 的厚度变化的影响。

这个补偿是随意的; 为了使用无效, 将它设置成与公差相同的表面编号, 如 TTHI 3 3。对于一些系统, 如那些由在一个镜筒中的一堆隔圈组成的系统, 这个补偿可以不被要求。

Int1 被用来定义表面编号, Int2 是补偿表面的编号, 除非 Int2 等于 Int1。最小值和最大值是以镜头长度单位表示的极值偏差。

TCON : 圆锥常数公差

TCON 被用来定义一个圆锥常数的公差。最小值和最大值是没有单位量的极值偏差。

TSDX, TSDY : 表面偏心公差

TSDX 和 TSDY 分别用来分析一个标准表面类型在 x 和 y 方向上

的偏心。Int1 的值说明了表面编号,而且这个表面必须是一个标准表面类型。标准表面类型以外的表面类型可以用后面介绍的 TEDX 和 TEDY 操作数来规定公差。最小值和最大值是以镜头长度单位表示的偏心。

TSDX 和 TSDY 的分析使用了不规则的表面类型。参见这一章后面介绍的“不规则表面类型的公差规定”部分的说明。

TSTX, TSTY : 表面倾斜公差

TSTX 和 TSTY 被分别用来分析一个标准表面关于 X 和 Y 轴的倾斜。Int1 的值说明了表面编号,而且这个表面必须是一个标准表面类型。标准表面类型以外的表面类型可以用后面介绍的 TETX 和 TETY 操作数来规定公差。

最小值和最大值是以度表示的关于镜头的 X 和 Y 轴的倾斜。

参见相关 TIR 操作数 TIRX 和 TIRY 的描述。

TSTX 和 TSTY 的分析使用了不规则的表面类型。参见

TIRX, TIRY : 表面 TIR 公差

TIRX 和 TIRY 被分别用来分析一个标准表面沿着 X 和 Y 轴的倾斜。Int1 的值说明表面编号,而且这个表面必须是一个标准表面类型。标准表面类型以外的表面类型可以用后面介绍的 TETX 和 TETY 操作数来规定公差。

TIRX 和 TIRY 被用来指定关于总的指示器逃避或者 TIR 的公差,这测量了在一个镜头中“光楔”的数值。

最小值和最大值是在这个表面的最大口径半径处测得的以镜头长度单位表示的“矢高”的数值的两倍,这里最大口径半径是由这个表面的半口径定义的。其变化是如下给出的关于表示 TIRX 和 TIRY 数值的归一化坐标 x 或者 y 归一化坐标的函数:

$$\Delta Z_x = \frac{TIRX}{2} r_x \quad ; \quad \Delta Z_y = \frac{TIRY}{2} r_y \quad \circ$$

例如,如果 TIRX 公差为 0.10mm。则在镜头的最小+x 口径方向上的矢高为 0.05mm,在最小-x 口径方向上的偏离为-.05mm,这表

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

示一个值为 0.10mm 的 “ 总 ” 的 TIR。对于 TIRY 也是相似的。这个最小值和最大值被用来简单地模拟表面在每个方向上的倾斜。这个表面的实际倾斜角给出如下：

$$q_x = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta Z_y}{S} \right) ; q_y = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta Z_x}{S} \right) 。$$

这里 S 是表面的半口径。注意，沿着 Y 方向的矢高意味着一个绕着 X 轴的一个旋转体，沿着 X 方向的矢高意味着一个绕着 Y 轴的一个旋转体。

TIRX 和 TIRY 的分析使用了一个不规则的表面类型。参见这一章后面介绍的 “ 不规则表面类型的公差规定 ” 部分的说明。

TIRR：表面不规则度公差

TIRR 被用来分析一个标准表面的不规则度。Int1 的值指出了表面的编号，而且这个表面必须是一个标准表面类型。这里不直接支持非标准表面类型的分析(关于模拟不规则度的更多的信息可参见下面的 TEXT 操作数的说明)。

模拟不规则度比其它类型的公差要麻烦一点。这主要是因为自然形成的不规则度是随机的，不象半径的变化那样有确定性。因此，要作一些关于不规则度的自然状态的假设，以便于执行这些分析。当使用 TIRR 时 ZEMAX 所作的假设是，这个不规则度为球差的一半和象散的一半。这与假设 100% 的象散比起来，是一个限制性比较少的模拟，因为象散不能由调焦来补偿，因此是这个镜头中的一个更严重的缺点。

最小值和最大值是在表面的最大口径半径处测量的以光圈单位表示的不规则度，这里最大的口径半径是由表面的半口径定义的。可用 TWAV 操作数来定义这个测试波长。

ZEMAX 假设是在一个双倍通过的牛顿环类型测试中测量光圈的。例如，一个 “ W ” 光圈的 TIRR 将产生表面矢高的一个变化，为：

$$\Delta z = \frac{l_t W}{4} (r^4 + r_y^2) ,$$

这里 l_t 是测试波长(由 TWAV 操作数定义)， r 是归一化的半径坐标，

r_y 是在 y 方向上的归一化的半径坐标。波前光路的变化与矢高和由这个表面隔开的两种介质的折射率的变化有关：

$$\Delta OP = \Delta z \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right)。$$

TIRR 的分析分析使用不规则的表面类型。

当计算 Monte Carlo 分析时，象散的角度可在 0 到 360 度之间自由选择。这允许随机确定的象散误差的模拟。这与对每个元件都沿着 y 轴方向设置象散比起来，要少一些严格性，而多一些现实性。

更多的信息可参见这一章后面介绍的“不规则表面类型的公差规定”部分的说明。

TEXI：使用泽尼克模式的表面不规则度公差

TEXI 被用来分析一个表面上的随机的、不规则的小幅度偏离，这个表面可以是一个标准表面、偶次非球面、或者泽尼克基本表面。Int1 的值指出了表面的编号，Int2 的值定义了用来模拟那个表面上的不规则度的泽尼克项的数目。这里不直接支持标准表面、偶次非球面、或者泽尼克表面之外的其它表面类型的不规则度分析。

TEXI 与 TIRR 类似，只不过 TEXI 使用泽尼克表面矢高来模拟不规则度，而不是用 TIRR 使用的第三级象差公式。关于泽尼克表面的完整的说明可参见“表面类型”一章。

当使用 TEXI 时，最小和最大公差值被解释成是以双通过光圈形式表示的在测试波长处的表面的近似波峰到波谷 (PTV) 误差。波峰到波谷是不规则度的一个粗略的测量。ZEMAX 计算了泽尼克多项式的每个单项的系数，这个多项式使用下面的公式来定义表面外形的偏离：

$$c = \frac{l}{2} \frac{f}{\sqrt{n}}，$$

这里 f 是双通过光圈的数， n 是用在这个不规则模型中的泽尼克项的个数， l 是测试波长。由一个 n 的平方根按比例决定这些系数来说明一个事实，那就是泽尼克项的一个随机的集合通常将在一个 RSS 意义上求和，所以 PTV 误差与泽尼克项的个数不是成线性比例的。

由于指定这个近似的全面 PTV 误差是方便的, 所以都可以根据上面的公式来计算每个泽尼克的项目。注意, 有一个“c”值来代表以光圈表示的最小和最大公差。

对于这个灵敏度分析, 表面被转化成一个泽尼克表面, 这个泽尼克多项式的所有系数被设成由上述等式得到的最小或最大的“c”值。注意, 由于在口径边缘对于所有的多项式项目, 表面矢高变形都是相同的, 一个值为 0.001 的“c”, 这时, 使用 20 个泽尼克项将产生一个 20c 的最大矢高偏离。

对于 Monte Carlo 分析, 将和灵敏度分析一样来转化表面, 但不是每一个多项式项都被赋予一个位于最小和最大公差值之间的随机选择的系数。可以使用选择来作为操作数的统计学模型来选择这个随机值。可以参见 STAT 命令的说明。

默认的泽尼克项的个数是 36 个, 这是最大值。通常讲, 如果使用的项越少, 则不规则度的频率越低, 即整个表面的起伏就越少; 如果使用的项越多, 则将是高频率的不规则度, 即整个表面的起伏就越多。注意 TIRR 操作数模拟了不规则度的最低频率形式, 对于整个表面仅仅是一个二次和四次偏离。TEXI 可以模拟更多的不规则表面, 可以使用 36 个项, 在整个表面上通常可以看到大约 5~15 个“起伏”。TEXI 不使用泽尼克表面的位置、x 倾斜、或者 y 倾斜项。

因为泽尼克表面矢高表达式包含了标准表面和偶次非球面的一部分, 所以这两种表面类型的任意一个都可以用由 TEXI 操作数创建的泽尼克表面来模拟。如果表面已经是一个泽尼克表面, 那么这个偏离被简单地加到已经在那里的多项式项中。如果表面是一个标准表面或者偶次非球面, 则这个泽尼克表面的标准化半径被设成是这个表面的半口径。如果表面已经是一个泽尼克表面, 最小和最大公差被假定是在已经定义的标准半径处测量的。

TEXI 总是忽略泽尼克项目 0, 即活塞术语, 把这个值设为 0。

TPAR : 参数数据公差

TPAR 被用来规定参数数据的公差。Int1 数字是表面编号。Int2

数字必须是 1 和 8 之间的一个整数，它说明参数编号。参见“表面类型”一章的表格，它列出了在每种表面模型中使用的参数编号。对于测定非球面系数的公差，以及更多，TPAR 是非常有用的。最小值和最大值是以被这个参数使用的任意单位表示的变化量。

TEDV：特殊数据值公差

TEDV 是特殊数据值的公差。特殊数据值被 ZEMAX-EE 中的特殊数据编辑界面使用来定义非球面项目、衍射系数、或者其他数据。Int1 用来识别表面，Int2 用来识别特殊数据编号。最小值和最大值是以被这个特殊数据值使用的任意单位表示极值误差。参见“表面类型”一章的表格，它列出了在每种表面模型中使用的特殊数据编号。

TIND：折射率公差

TIND 是折射率的公差。Int1 用来识别表面，最小值和最大值是折射率的极值误差。这个折射率误差是作为一个“补偿”来模拟的，它依赖于波长，除非这个表面的玻璃是一种由 d 光折射率、阿贝常数和 dPgF 定义的“模拟”玻璃，或者这个表面的玻璃是一个目录玻璃，所有的定义波长都在 0.3 和 2.5 微米之间。在后两种情况之一中，TIND 被解释成是一个 d 光折射率的变化量，它将以一种非线性方式改变在所有波长处的折射率。

TABB：阿贝常数公差

TABB 是阿贝常数或者 Vd 常数的公差。Int1 用来识别表面。最小值和最大值是阿贝常数的极值误差。如果表面的玻璃是一种由 d 光折射率、阿贝常数、和 dPgF 定义的“模拟”玻璃，或者表面的玻璃是一种目录玻璃，所有定义波长都在 0.3 和 2.5 微米之间，则 TABB 被解释成是 d 光折射率的一个变化量，它将以一种非线性方式改变在所有波长处的折射率。否则，TABBA 将被忽略。

这个折射率的变化是被在任意波长处的折射率的微分变化的一个估计，作为 d 光折射率、阿贝常数、和 dPgF 的一个函数来给出的。

TEDX，TEDY：元件偏心公差

TEDX 和 TEDY 分别被用来分析在 X 和 Y 方向的偏心。由 Int1

和 Int2 定义的两个表面编号指出了镜头组的起始表面和终止表面。最小值和最大值是以镜头长度单位表示的偏心。

这两个公差要求 ZEMAX 在这个镜头组的前面和后面插入一个坐标断点,然后将整个组作为一个整体进行偏心。由于这个原因, TEDX 和 TEDY 通常不在一个已存在的坐标断点两侧使用。如果你需要这个功能,可参见 TUDX 和 TUDY 的说明。

TEDX 和 TEDY 也可以被用来模拟表面的偏心,和 TSDX 和 TSDY 一样。TEDX 和 TEDY 将作用于任意一种类型的表面,包括标准表面和非标准表面,而 TSDX 和 TSDY 只作用于标准表面。为了使用 TEDX 和 TEDY 来偏心一个单一表面,只要简单将 Int1 和 Int2 设成相同的表面编号。

为了检查来看看 ZEMAX 实际上是否在做你想要做的事情,可参见在“公差结果的故障”一节中的 SAVE 命令的说明。

TEDX 和 TEDY 命令是可以被嵌套的。例如,去分析一个由表面 5 到表面 20 定义的镜头组的偏心,这是可能的;同样可以同时分析由表面 5~8、8~12、14~20 等等定义的元件的偏心。这个功能可以模仿在一个装配中的元件的校准误差,以及在整个装配中的校准误差。这个嵌套的规则在“Monte Carlo 分析的嵌套规则”一节中将作完整的说明。

TETX, TETY, TETZ : 元件倾斜公差

TETX、TETY、TETZ 分别被用来分析一个表面或者一个镜头组关于 X、Y、或者 Z 轴的倾斜。由 Int1 和 Int2 定义的两个表面编号指出了镜头组的起始表面和终止表面。最小值和最大值是以度表示的偏角。

这三个公差要求 ZEMAX 在镜头组的前面和后面插入一个坐标断点,以及在镜头组的末尾使用一个虚拟表面以致可以返回到前顶点。然后整个组可以作为一个整体绕着一个点转动。由于这个原因,当定义的表面范围中包括了一个坐标断点,它与在由拾取求解得到的 TETX/Y/Z 控制的表面范围之外的下一个坐标断点有关,这时不应使

用 TETX/Y/Z。危险的情况是如果两个结果倾斜范围交迭在一起，那么这个元件的位置可能不是你想要的那样。如果你想要这个功能，可参见 TUTX、TUTY、和 TUTZ 的说明。

TETX 和 TETY 也可以被用来模拟单一表面的倾斜，有时被称为“光楔”，和 TSTX 和 TSTY 一样。TETX 和 TETY 可以作用于任意一种类型的表面，包括标准表面和非标准表面，而 TSTX 和 TSTY 只作用于标准表面。为了使用 TETX 和 TETY 来倾斜一个单一表面，只要简单地将 Int1 和 Int2 设成相同的表面编号。

默认的 TETX 和 TETY 是绕着镜头组的前顶点转动的，然而，绕着其他点转动通常是有利的。例如，一个设计好的镜头装配将绕着镜头的节点转动，这样可以在校准过程保证焦距。这种情况容易被 ZEMAX 通过在节点处使用一个虚拟表面来模拟。简单地将起始表面 (Int1) 变成在节点处的虚拟表面，这样转动将绕着那一点进行。第一个表面可以被定位在与镜头组的其余部分有关的任意点上，因此倾斜可以绕着任意点发生。

TETX、TETY、和 TETZ 操作数可以被嵌套。例如，分析一个由表面 5 到 20 定义的表面组的倾斜是可能的，同样也可以同时分析由表面 5~8、8~12、14~20 等等定义的元件的倾斜。这个功能可以模仿在一个装配中的元件的校准误差，以及在整个装配中的校准误差。这个嵌套的规则在“Monte Carlo 分析的嵌套规则”一节中将作完整的说明。

TUDX, TUDY, TUTX, TUTY, TUTZ : 用户自定义倾斜/偏心

这五个公差，TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、和 TUTZ，被用作更一般的用户自定义倾斜和偏心。这些名字是代表用户自定义偏心/倾斜 X、Y、和 Z 公差的记忆码。这些与 TEDX、TEDY、TETX、和 TETY 非常相似。其不同之处在于，ZEMAX 不会自动插入要求坐标断点表面来完成在公差范围内的指定的偏心和倾斜。为了使用 TUDX、TUDY、TUTX、TUTY、和 TUTZ 命令，你必须已经将由 Int1 指定的表面定义成一个坐标断点表面。通常，但不是一直，在镜头数据编辑界面中的后面将会有第二个坐标断点，它有一个关于这个公差

参数的拾取求解。这个求解可以是正的或者负的，根据情况决定。这允许通过一定要求的手段来实现一些关于任意点复杂的转动和偏心。有一点是很重要的，那就是为使用 Tuxx 公差而插入的坐标断点对所有的倾斜和偏心有一个零的名义值。

最小值和最大值对于 TUDX 和 TUDY 是以镜头长度单位为单位的，对于 TUTX、TUTY、和 TUTZ 是以度为单位的，就象坐标断点表面一样。

不规则表面类型的公差规定

公差操作数 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY、和 TIRR 都使用不规则表面类型来模拟镜头表面的波动。关于不规则表面的详细说明可参见“表面类型”一章。

使用不规则表面类型的压倒性的优势在于速度、简易、和机动性。任意的标准的表面类型都可以被转化成一个不规则表面类型，而不需要虚拟表面和坐标断点。而且，倾斜、偏心、和不规则度的聚合效果可以完全通过使用 Monte Carlo 分析来模拟。当 ZEMAX 使用操作数 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY、和 TIRR 来计算公差分析时，先要把表面从一个标准表面类型转化成一个不规则表面类型。这就是为什么在使用这些操作数时，只支持标准表面类型的原因。

公差控制操作数

这里也有一些公差控制操作数，它们可以被输入到公差数据编辑界面中。这些操作数不是公差，但是可以被用来定义补偿，为了进一步的评价而保存中间结果，定义统计性质，以及为光圈公差定义测试波长。

公差控制操作数

名 称	Int1	Int2	说 明
CEDV	表面编号	特殊数据编号	设置一个特殊数据值作为一个补偿
CMCO	操作数编号	结构操作数编号	设置一个多种结构操作数值作为一个补偿
COMP	表面编号	代码	设置一个补偿。代码是 : 0 代表厚度 ; 1 代表半径 ; 2 代表圆锥常数
CPAR	表面编号	参数编号	设置一个参数作为一个补偿
SAVE	文件编号	—	保存被用来评价在编辑界面中的前面行中的公差的文件。参见下面的说明
STAT	类型	标准偏离的编号	对于随意选择的 Monte Carlo 参数分析设置统计分配的类型。参见下面的说明
TWAV	—	—	这个操作数设置了测试波长。“最小值”栏被用来编辑和显示这个测试波长

公差控制操作数在下面将被详细说明。

CEDV : 定义特殊数据值补偿

CEDV 被用来定义补偿的表面编号和特殊数据编号, 以供公差分析使用。Int1 被用来指定表面, Int2 被用来定义特殊数据编号。例如, 为了指定表面 9 的特殊数据值 17 为一个补偿, 使用 Int1=9、Int2=17 的 CEDV。

可参见“表面类型”一章的表格, 它定义了哪些特殊数据被哪些表面类型所使用。最小值和最大值的用法与它们作为 COMP 是一样的。可以定义的补偿的数目没有被限制。

CMCO : 定义多种结构操作数补偿

CMCO 被用来定义补偿的操作数编号和结构编号,以供公差分析使用。Int1 被用来指定操作数编号,Int2 被用来定义结构编号。例如,为了指定结构 4 中的多种结构操作数 6 为一个补偿,可是用 Int1=6、Int2=4 的 CMCO。

关于使用多种结构操作数的信息可参见“多种结构”一章。最小值和最大值的用法与它们作为 COMP 是一样的。可以定义的补偿的数目没有被限制。

COMP : 定义补偿

COMP 被用来定义补偿的表面编号和类型,以供公差分析使用。Int1 被用来指定表面,Int2 被用来定义类型。Int2 使用一个定义如下的“代码”:

Int2=0, 补偿为厚度

Int2= 1, 补偿为曲率半径

Int2=2, 补偿为圆锥常数

COMP 操作数的最小值和最大值指出了补偿的最大允许变化量。例如,如果一个补偿的名义值为 50,最小值和最大值是-1.0 和 1.0,那么这个补偿将被限制在 49.0 和 51.0 之间。如果选择了“用户自定义评价函数”,则尽管仍然使用补偿,但这个补偿的边界将被忽略。

可以定义的补偿的数目没有被限制。

CPAR : 定义参数补偿

CPAR 被用来定义补偿的表面编号和参数编号,以供公差分析使用。Int1 被用来指定表面,Int2 被用来定义参数编号。例如,为了指定表面 5 的参数 2 为一个补偿,使用 Int1=5、Int2=2 的 CPAR。

参见“表面类型”一章的表格,它定义了哪些参数被哪些表面类型所使用。最小值和最大值的用法与它们作为 COMP 是一样的。可以定义的补偿的数目没有被限制。

SAVE : 保存灵敏度分析镜头

公差特性的操作数不总是明确的，特别对于那些使用坐标断点或者不寻常的评价函数的系统。为了得到一个最近的结果来看看公差程序实际上在做什么，可以使用 SAVE 操作数。SAVE 被插入到任意你想要更详细检查的公差的后面。

例如，假设在公差数据编辑界面中你有一个公差操作数 TEDX。在回顾最后的灵敏度之后，评价函数的改变看起来不再有意义了。在公差数据编辑界面中编辑公差操作数来在这个 TEDX 命令后面增加一个 SAVE 命令。对于 Int1 的值，可以输入 0 或其它数字。

下一次运行公差分析时，ZEMAX 将把用来计算 TEDX 公差的文件保存到一个名为 TSAV000n.ZMX 的文件中，这里 n 是在 Int1 栏中指定的整数。

这个镜头文件将被保存在与当前镜头相同的目录中。ZEMAX 将保存被用来在一个 ZMX 格式文件中评价前述公差的镜头。以通常的方式运行这个公差文件，然后载入你指定的文件名。它将告诉你指示数据、坐标断点、拾取、变量（它们是被最佳调整的补偿）以及被用来测定评价函数数据的评价函数（通常是对于最大公差值）。这个过程将让你去检验实际上的结构是你正试着要模拟的结构，将让你洞察 ZEMAX 是如何调整你的镜头指示来测定公差。

STAT : 定义统计

STAT 被用来在 Monte Carlo 分析过程中定义“飞行”统计。STAT 命令采取了两个整数自变量。Int1 指定了统计类型：0 代表正态分布；1 代表均匀分布；2 代表抛物线分布；3 代表用户自定义分布统计。Int2 的值仅仅被正态分布使用，它定义了“n”，平均和极值公差之间的标准偏离的数值。

统计类型将在这一章的后面部分的“Monte Carlo 分析”一节中将详细定义。

TWAV : 测试波长

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

这个操作数设置了测试波长。当设置默认公差时，ZEMAX 将增加一个 TWAV 操作数，它一个 0.6328 微米 (HeNe) 的值作为这个测试波长。如果没有定义测试波长，那么 ZEMAX 默认这个为主波长。可以在操作数列表中放置多于一个的 TWAV 操作数；每个操作数都为其后面的操作数定义了测试波长。仅仅那些最小值和最大值以光圈形式被测量的操作数才被这个设置所影响。公差数据编辑界面中的“最小值”栏被用来编辑和显示这个测试波长。

默认公差的定义

可以从公差数据编辑界面的菜单栏中选择工具、默认公差来定义默认公差。可以从主菜单中选择编辑、公差数据来激活公差数据编辑界面。

默认公差对话框包含了以公差类型分类的几个选项：

表面公差

半径：如果选择了这个选择项，那么将包括默认的半径公差。默认的公差可以由一个以镜头长度单位表示的固定距离或者由在测试波长处的厚度光圈（由操作数 TWAV 定义）来指定。这个公差仅仅被放在那些有光学功能的表面上，这样就排除了那些两边有相同折射率虚拟表面。如果表面是一个平面，则默认的公差值被指定作为一个以光圈表示的变化量，即使选择了其它选项也是这样。

厚度：如果被选中，则在每个顶点间隔上将指定一个厚度公差。ZEMAX 假设所有的厚度变化只影响那个表面和与那个元件相接触的其它表面；因此，在这个厚度后面的第一个空气间隔被用作一个补偿。详细内容可参见这一章前面的关于 TTHI 的详细说明。

偏心 X/Y：如果被选中，偏心公差被加到每个独立的镜头表面中。公差被定义作为一个以镜头长度单位表示的固定偏心数量。ZEMAX 使用 TSDX 和 TSDY 来表示标准表面的偏心，使用 TEDX 和 TEDY 来表示非标准表面的偏心。

倾斜 (TIR) X/Y：如果被选中，则一个以镜头长度单位或者度表示的倾斜或者“全反射”公差被加到每个镜头表面中。ZEMAX 使用

TSTX 和 TSTY 来表示以度为单位的标准表面倾斜, 使用 TETX 和 TETY 来表示以度为单位的非标准表面倾斜。

S+A 不规则 : 如果被选中, 则在每个标准表面上指定一个球形的象散不规则。详细内容可参见前面给出的 TIRR 的描述。

泽尼克不规则 : 如果被选中, 将在每个标准表面上指定一个泽尼克不规则。详细内容可参见前面给出的 TEXI 的描述。

折射率 : TIND 被用来模拟折射率的变化。

阿贝常数 : TABB 被用来模拟阿贝常数的变化。

元件公差

偏心 X/Y : 如果被选中, 则偏心公差将被加到在每个镜头组上去。公差可以被定义为一个以镜头长度单位表示的固定偏心数量。

倾斜 X/Y : 如果被选中, 一个以度表示的倾斜公差将被加到每个镜头组和表面上去。重要的一点是要注意系统默认镜头组绕着这个镜头组的第一个表面的顶点倾斜。关于绕着一些其它点倾斜的信息可参见在这一章前面介绍的 TETX 和 TETY 部分。

除了公差定义以外, 在这个对话框中还有另外两个选项 :

起始行 : 这个控制指出了默认公差应该被放在公差数据编辑界面中的哪个地方。如果行号大于 1, 那么从指定的行号开始附加新的默认公差。

使用焦距补偿 : 如果被选中, 则将定义一个默认的后焦距 (象面之前的厚度) 补偿。至少要使用一个补偿才能大大缓解一定的公差, 然而, 补偿是否被使用则要依赖于设计的具体情况。也可以定义其它补偿。更多的信息可参见 “ 补偿的定义 ” 部分。

这里有六个按钮 :

OK : 接受这些设置, 并产生默认公差。

Cancel : 关闭对话框, 但不改变默认公差。

Save : 保存这个设置, 以供特性使用。

版权声明 : 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

Load : 恢复前面保存的设置。

Reset : 将设置恢复到默认值。

Help : 调用在线帮助系统。

系统默认, ZEMAX 允许的 Monte Carlo 分析从一个高斯“正态”分布中摘取一个任意值。一旦定义了默认公差, 它们将和镜头文件一起被自动保存。如果在镜头数据编辑界面中插入另外的表面, 则公差表面将自动被重新编号。

补偿的定义

在这里可以定义许多不同的补偿: 任意一个表面或者一些表面的厚度(使用地最多), 曲率, 圆锥常数, 任意的参数或者特殊数据值。多种结构操作数也可以被定义作为一个补偿。对于使用特殊组成的倾斜和偏心作为补偿, 参数值是很有用的。要被倾斜的表面必须已经被定义成一个坐标断点(或者也许是一个倾斜表面), 并按要求带有一些适当的拾取求解。

系统默认象面焦距被指定作为一个补偿。你可以增加或者删除补偿来使这个分析适合你的特殊情况, 可以使用任意多的补偿。通常, 使用更多的补偿将放宽公差, 但使系统的实际校准复杂化。

可以使用公差操作数 COMP、CPAR、CEDV、和 CMCO 来定义所有的补偿。操作数的定义在“公差控制操作数”一节中描述。

当使用一个过程来定义公差程序时, 补偿可以被修改, 在模拟的校准过程的不同阶段可以定义不同的公差组合。关于这个选项的详细内容, 可参见这一章后面的“公差过程的使用”部分。

公差分析的执行

一旦所有的公差操作数和补偿都被定义好了, 则可以执行公差分析了。为了执行公差分析, 从主程序菜单栏中的工具菜单中选择公差规定。

显示的对话框有几个控制, 它们被说明如下:

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系(info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

快速公差模式：本来，快速公差规定仅仅考虑了以近轴后焦距误差作为补偿的情况下的变化；其它所有的公差都将被忽略。快速模式对于粗略的公差规定是非常有用的，它的速度通常是标准模式的公差规定的 50 倍。

评价：评价控制被用来指出什么将被用作一个评价图形。其选项为：

RMS 斑点尺寸（半径，x，或者 y）：这对于那些不接近于衍射极限的系统来说是最好的选择；例如，那些象差大于 1 个波长的系统。这是一个最快速的选项。对于这个公差分析 ZEMAX 总是采用质心参考。

RMS 波前：这对于那些接近于衍射极限的系统来说是最好的选择；例如，那些象差小于 1 个波长的系统。它几乎和 RMS 斑点尺寸一样快。对于这个公差分析 ZEMAX 总是采用质心参考。

评价函数：使用一个镜头定义好了的评价函数。这对于用户自定义公差规定标准来说是有用的。对于那些有非对称视场，或者有拦光的重要的表面口径的系统，用户自定义评价函数也是被要求的。如果使用了用户自定义评价函数，则没有边界约束将会被自动加到这个评价函数中。

几何或者衍射 MTF（平均，子午，或者弧矢）：这对于那些需要一个 MTF 说明的系统来说是最好的选择。如果选择了平均，则使用子午和弧矢反应的平均值。如果选择了几何 MTF，ZEMAX 将使用 MTF 的近似值，这样计算起来是快速的，对于公差规定目的来说是足够精确的。如果公差被放宽了，则基于 MTF 公差规定的衍射可能是有问题的，这是因为如果 OPD 误差太大了，则衍射 MTF 可能是不可计算的，或者是没有意义的。如果空间频率是足够高的，并且对于 MTF 的结果是足够差的，以致于在低于陪分析的频率的一些频率处达到了零，这尤其是正确的。MTF 是最慢的默认标准，基于计算的衍射要比几何慢一点。MTF 是子午和

弧矢反应的平均值。MTF 被计算处的频率是在“ MTF 频率 ”控制中被指定的。

瞄准误差 :瞄准误差被定义为轴上视场追迹的主光线的半径坐标除以有效焦距。这个定义产生了象的角度偏离的一个测量。ZEMAX 通过仅仅使用一个 BSER 操作数 (关于 BSER 的详细内容可参见优化一章) 来模拟瞄准误差。任意元件或者表面的偏心或者倾斜都将趋向于偏离主光线和增加 BSER 操作数的值。瞄准误差总是在主波长处被计算的,以弧度表示。这个标准仅仅被那些半径对称系统所使用。注意,瞄准误差没有给出象质的指标 ;它仅仅是轴上光线偏离的一个测量。

用户过程 :一个用户过程是一个宏,象一个命令文件,它在公差规定过程中定义了用作镜头的校准和评估的过程。关于这个选项的详细内容,可以参见这一章后面的“ 公差过程的使用 ”部分。

模式 :模式是灵敏度或者反转灵敏度。灵敏度分析计算了对应于每个公差极值的评价函数的变化。反转灵敏度分析计算了每个公差的值,它导致了由最大标准指定的结果的降低。反转灵敏度模式将改变公差操作数的最小值和最大值。更多的信息可参见这一章中其它地方的关于“ 最大标准 ”和“ 反转灵敏度 ”的描述。

过程 :如果要使用用户过程评价函数,这就是这个过程的名称。用户过程必须是一个以扩展名 TSC 结尾的 ASCII 码文件,必须在与可执行的 ZEMAX.EXE 程序相同的目录中。

MTF 频率 :如果 MTF 被选择作为一个评价,那么这个控制是起作用的,被用来作为 MTF 频率的定义。MTF 总是在象空间中被测量的,以线对每毫米表示。

最大标准 :在使用反转灵敏度模式时,这个控制是起作用的,被用来定义对于反转公差计算的可接受结果的限制。例如,假设评价是 RMS 半径尺寸,一个系统的名义 RMS 为.035mm。如果最大标准被设为 0.050,那么 ZEMAX 将计算每个公差的最小值和最大值,它将结果降低称为一个值为 0.050 的 RMS 斑点尺寸。最大标准必须表现出比

名义系统所要求的更差的结果。当使用 MTF 作为一个评价，则最大标准是更低的 MTF 范围，因为更低的数值象征着更差的结果。可以通过按下在最大标准编辑窗口附近“？”来计算当前选择的标准的的名义评价函数。

视场：通常来讲，用作优化和分析的视场定义对于公差规定是不适合的。例如，一个旋转对称镜头可以使用 0、7、和 10 度的视场定义。对于公差规定目的，当分析倾斜或者偏心公差时，视场定义的对称性的缺乏可能会导致错误的结果。当为公差规定而构建一个评价函数时，ZEMAX 可以使用三个不同的视场设置：

Y 对称：ZEMAX 计算最大的视场坐标，然后仅仅在 Y 方向上的 +1.0、+0.7、0.0、-0.7、和 -1.0 乘以最大视场坐标处定义新的视场点。X 方向的所有值全都被设为零。这对于旋转对称镜头是默认的。

XY 对称：类似于 Y 对称，只不过这里要使用 9 个视场点。那 5 个 Y 对称点被使用，仅仅在 X 方向上增加了 -1.0、-0.7、+0.7、和 +1.0。

用户自定义：使用在当前镜头文件中存在的视场定义。当使用渐晕因子、规定多重结构镜头的公差、或者使用公差过程时，需要这个选项。当规定非旋转对称镜头或者带有复杂的视场权重的镜头时，也高度推荐使用用户自定义视场。

如果用户自定义视场被使用，则将不执行权重的调节。对于 Y 对称情况，中心点有一个 2.0 的权重，其它所有的点都有一个 1.0 的权重。

对于 XY 对称，中心点有一个 4.0 的权重，其它所有的点为单位量。

采样：采样被用来设置在计算公差评价函数时要追迹多少条光线。越高的采样追迹越多的光线，给出越好的结果。然而，执行时间也将增加。通常，一个 3 的采样对于光学系统的质量来说时足够的了。有高的象差数量的系统要求的采样比低象差的系统要高。

决定最好的采样设置的最可靠的方法是先在采样为 3 的情况下运行，然后再在采样为 4 的情况下运行。如果结果有适度的改变，则使用高的设置。如果它们有较大的改变，则要检查更高的采样设置。如果结果改变不多，则返回到较低的采样。设置比要求更高的采样只会增加计算的时间，而不会增加结果的精确性。

执行灵敏度 :如果这个选项被选中则将执行灵敏度(或者反转灵敏度) 分析。如果这个选项没被选中, 则它将绕过灵敏度部分和过程, 直接到 Monte Carlo 模拟。

优化循环# :这决定了 ZEMAX 将如何严格地努力去优化补偿值。如果被设为自动, 则 ZEMAX 将调用“ 自动 ”模式的优化, 它将运行优化, 直到补偿的优化已会聚于一点了。对于粗略的公差规定, 可以使用低的数值, 如 1、2、或者 3。如果补偿是很难优化的, 则一个较高的设置将会提高精度。如果选择了太少的优化循环, 则公差将是比较讨厌的; 预知的结果将比实际结果要差。“ 自动 ”设置用起来是最安全的。较高的设置是以运行时间为代价来提高精度的。仅仅在快速模式被关闭时采用这个选项。

显示描述 :如果被选中, 每个公差操作数的意义的一个完整描述将在分析报告中被提供。如果没被选中, 则仅仅列出公差操作数的缩写。

显示补偿 :系统默认, 在灵敏度分析过程中补偿不会被打印出来。如果这个选项被选中, 每个补偿值将和每个公差在评价函数中的变化一起被打印出来。

Monte Carlo :这个控制被用来指定将要执行多少 Monte Carlo 模拟。20 的默认设置值将产生 20 个符合指定的公差的随机镜头。更详细的内容可参见“ Monte Carlo 模拟 ”部分。Monte Carlo 运转的数目可以被设为零, 这将从摘要报告中省略 Monte Carlo 分析。

统计 :选择高斯“ 正态 ”分布、“ 均匀 ”分布、或者“ 抛物线 ”分布。这个设置仅仅被 Monte Carlo 分析使用; 参见关于统计模式和“ STAT ”命令的详细说明, 这个命令提供了对使用的统计模式的详细控制。

保存 MC 运行 :这个选项被用来保存在 Monte Carlo 分析过程中产生的指定数目的镜头文件。这个值指定了被保存的镜头文件的最大个数。例如, 假设选择了 20。在产生第一个 Monte Carlo 镜头之后, 这个镜头文件将被保存到文件 MC_T0001.ZMX 中。第二个 Monte Carlo 镜头文件将被产生, 然后被保存到文件 MC_T0002.ZMX 中, 等等。仅仅开始的 20 个 Monte Carlo 镜头被保存(最后一个为 MC_T0020.ZMX)。如果少于 20 个的 Monte Carlo 运行被要求, 则保存少于 20 个的镜头。要确保你没有名为 MC_Txxxx.ZMX 的镜头文

件,因为当这些文件被保存时 ZEMAX 将覆盖这些文件,而没有警告。这个特性的目的是为了进一步研究由 Monte Carlo 特性产生的镜头。结构# : 对于多重结构镜头,这指出了哪个结构将被用来规定公差。仅仅选择的结构才被考虑,这个结构的编号将在最后的报告中被打印出来。如果选择了“所有”,则所有的结构将被同时考虑;在这种情况下,仅仅允许使用一个用户自定义评价函数和用户自定义视场。隐藏除最差外的其它所有:如果选择了,则所有的灵敏度数据的打印都将被关闭。这对于减小输出报告的尺寸是很有用的。“隐藏”选择栏通常与“显示最差”控制联系起来使用。“显示最差”控制可以被设置来仅仅分类和显示一定数量的公差操作数;这允许仅仅打印输出最严格的公差的限制。

显示最差:参见上面的“隐藏除最差外的其它所有”。

单独列出视场:当被选择时,ZEMAX 将分别对每个视场点列出预报结果。这允许将镜头结果作为一个视场位置的函数来详细检查。对于每个视场点在 Monte Carlo 分析中的标准、最好、最差、平均、和标准偏离都将被列出。

强制光线瞄准:如果被规定公差的镜头已经使用了光线瞄准,则在估计公差时将使用光线瞄准。如果光线瞄准没有使用,则仅当选择了这个选择栏时才使用光线瞄准。通常,光线瞄准的使用将产生更精确的结果,但计算速度也更慢。对于初步或者粗略的公差工作,将这个开关拨向默认值“关闭”,但对于最后或者精确的公差工作,则将这个开关设为“打开”。

覆盖 MC 图表:如果被选择了,对于每个 Monte Carlo 产生的镜头,每个打开的分析图表窗口(如光线特性图或者 MTF 曲线图)都将被更新和覆盖。对于显示模拟镜头的结果的总的范围,这个最后图表是很有用的。那些不会自动改变比例的分析图形是最有用的,如 MTF、MTF vs. 高度、能量圈、和其它允许用户定义固定比例的图表,如光线特性图。静态、文本、和编辑窗口不会被更新。在公差分析完成以后,被覆盖的图形窗口将被标记作为静态窗口。对于每个 MC 镜头来计算每个分析图表的时间将明显地减慢公差分析的速度。

状态:在公差分析的计算过程中,公差法则用这个控制被来提供状态信息。

在这个对话框的底部也有六个按钮：

OK：使用当前的选项来执行公差分析。

Cancel：不执行公差分析而退出这个对话框。

Terminate：终止公差分析。

Save：保存当前选择的选项，以供进一步使用。

Load：恢复前面保存的设置。

Reset：将设置恢复为默认值。

一旦所有的选项都被选择好了，按下 OK 以开始公差分析。关于计算方法的详细内容在下一节中被提供。

ZEMAX 是如何计算公差分析的

ZEMAX 通过将这个镜头保存到一个临时文件中开始公差分析，在公差分析完成以后这个临时文件将被用来恢复这个镜头。在公差规定中所作的所有改变最后都将被丢弃，最初的镜头文件将不作修改地被恢复。例外情况是在反转灵敏度分析过程中，在那里公差数据最小和最大限制可以被改变。

然后 ZEMAX 将取消所有的变量。求解可以被留下来，然而，求解可能会在公差规定过程中导致一些问题；更多的信息可参见这一章后面的“带有求解的公差规定”部分。

公差操作数被读取，以及由指定的 COMP 和 CPAR 定义的补偿参数被设为变量。如果使用了一个公差过程，则在这个公差规定过程中定义的补偿可以被修改。

如果在被规定公差的镜头中，光线瞄准是被打开的，或者如果“强制光线瞄准”开关被选择了，那么在公差的估计中将使用光线瞄准，否则，光线瞄准将被关闭。使用光线瞄准计算的公差是更准确的，但执行速度也较慢。关于光线瞄准的详细内容可参见“系统菜单”一章。

然后 ZEMAX 使用在公差对话框上的评价、视场、MTF 频率、和采样设置来为公差规定定义一个适当的评价函数。由于这是仅仅对这个临时文件所做的，所以为这个镜头所作的原始评价函数不会被扰乱。

边界约束被加到评价函数中来将补偿限制到使用 COMP 和 CPAR 命令指定的最小和最大边界内。如果使用了一个用户自定义评价函数，或者如果快速模式是打开的，则关于补偿的边界约束被忽略。

然后 ZEMAX 调用优化函数对于定义的补偿来查找最好的值。然后保存最后的镜头文件,以供公差规定法则后面使用。如果快速模式是打开的(见下),则仅仅调整后焦距,而不是优化这个镜头。

这个镜头的评价函数被认为是“名义”评价函数。注意,这个名义评价函数值与在优化或者评价函数编辑窗口中被报告的评价函数值通常是不一样的,因为 ZEMAX 仅仅为公差规定的使用构建了一个新的评价函数。

然后 ZEMAX 继续运行灵敏度、反转灵敏度、或者 Monte Carlo 分析,如下所述。

快速公差规定模式

对于公差的评估,ZEMAX 有两种方法:快速和标准。如果“快速公差”模式被选择,则要采取几个假设,这将大大加快公差评估的速度。首先,所有定义的补偿和补偿边界约束全都被忽略掉。使用一个简单的焦距误差求解来将后焦距作为一个补偿来执行。这意味着这个焦距要被调整来保持这个名义镜头设计中离焦数量,而不会努力将后焦距重新优化地正好。

这些假定大大加速了公差评估,导致这个分析提高了大约 50 倍的速度。如果后焦距是唯一被要求的补偿,则快速模式是高精度的;具有代表性的是,快速模式的结果在慢得多的标准模式的结果的几个百分数。

如果快速模式没有被打开,则 ZEMAX 将使用优化法则来寻找所有补偿的最好的值。

如果后焦距是唯一的补偿,则快速公差模式是非常快的、正确的、而且应该被使用,这个系统可以被近轴光线描述得很好,如果那些旋转对称的系统。如果系统是高度非对称的或者有多个补偿,则不应该使用快速公差。当搞不清楚时,则可运行两种模式,然后比较结果。

在快速模式打开或者关闭时,灵敏度、反转灵敏度、或者 Monte Carlo 分析法则都可以工作。由于快速模式不能很好地优化补偿,所以快速模式的结果通常比标准模式的结果要麻烦一点。

灵敏度分析

对于灵敏度分析,将使用下面的法则对每个公差进行独立求值:恢复临时镜头。

将其公差要被评估的参数调整到极小值。例如, 如果被评估的公差是 TRAD, 其名义值为 100mm, 有一个为-0.1 的最小公差值, 则这个半径被设为 99.9。如果这个公差是一个倾斜或者偏心公差, 则按要求插入虚拟坐标断点来模拟这个波动。对于表面倾斜和偏心, 如 TSDX、TSDY、TSTX、TSTY、TIRX 或者 TIRY, 如果这个表面开始是一种标准类型, 则将使用不规则表面类型。

调整补偿。使用的方法依赖于快速模式是否被打开, 详细内容可参见这一节的前面部分。

最后的评价函数将被打印到报告上。

对于最大公差值重复这个过程。

对于每个公差操作数来说, 这个基本法则是重复的。

灵敏度分析的评价是在增加评价函数值方面, 太宽松的公差通常比其它公差要有更大的贡献。这个技巧允许设计者来识别对于某些误差, 如倾斜或者偏心, 有高灵敏度的表面。通常, 对于不同的误差, 不同的表面也将有不同的灵敏度。灵敏度分析帮助来识别哪个公差需要被加紧, 哪个公差需要被放松。这对于寻找最佳 (和最小) 的补偿的数量和调整的要求范围也是有利的。实际上, 对于这个特性有更多的应用程序; 例如, 设计装配镜头来最佳化补偿杠杆。

➡ 灵敏度分析帮助来识别哪个公差需要被加紧, 哪个公差需要被放松

输出的数量可以是最重要的, 尤其对于有许多元件和相应的许多公差的镜头。通常, 在所有可能的公差范围内, 公差灵敏度的变化是非常大的。“显示最差”控制对于总结最差事故是非常有用的, 因为它可以根据对评价函数的贡献将公差分类, 然后以递减的次序打印出来。如果只关心最差事故, 则“隐藏除最差外的其它所有”可以控制打印的大小。

在计算完所有单独的公差以后, ZEMAX 然后将计算统计的变化, 其最重要的是在评价函数标准中可估计的变化和相应的可估计的结果。对于结果中可估计的变化的计算, ZEMAX 采用了一个平方根的和的平方 (RSS) 的假设。对于每个公差, 结果相对于名义值的变化被平方, 然后在最小和最大公差值之间取它们的平均值。然后将所有的公差的这个最后被平均的平方值加起来, 再取这个结果的平方根。

采用最小和最大公差值的平均值是因为最小和最大公差值不能同时出现, 因此平方值的总和将导致一个非常讨厌的预报。而这个最后的 RSS 是结果的可估计的变化。

反转灵敏度分析

如果执行一个反转灵敏度分析, 则将以和灵敏度分析所采用的一样的方法来计算公差。然而, 当在最小和最大公差值之间作调整时, 将在一个循环体内重复地执行这个计算。这个调整将一直做, 直到最后的评价函数值近似等于在公差对话框中定义的最大标准值。

例如, 如果评价为 RMS 斑点尺寸, 名义评价值为 0.035, 最大标准为 0.050, 则 ZEMAX 将一直调整最小和最大公差值, 直到在这两个极值处这个评价值为 0.050。这里有一些这个规则的异常情况: 最大标准必须象征比名义结果更差的结果。如果名义结果比最大标准差, 则将出现一个错误信息, 公差分析不再被执行。

如果最小和最大公差值调整导致了比名义系统更好的结果, 则这个公差设置不能被修改, 将报告这个最后的更好的结果。在规定半径公差的时候, 当系统由于 F/# 的增加而改善时, 这种情况可能会发生。

如果公差的起始值产生了比最大标准值更好的结果, 这个公差不再被调整。这意味着在反转灵敏度分析过程中, 公差不会被放松, 只能被收紧。例如, 如果名义值为 0.035, 最大标准为 0.050, 最初的公差产生一个 0.040 的结果, 则这个公差不会被增加。为了计算准确的限制, 首先必须在公差数据编辑界面中放松公差, 然后重复反转灵敏度分析。这样做是为了防止公差比必要的公差还要松。通常, 比一些合理的数值更松的公差不会降低制造成本。

使用新调整的公差值来计算可估计的结果变化, 其方法与对灵敏度分析所用的是相同的。反转灵敏度分析有利于收紧单独的公差, 所以没有一个缺点对于结果降低有太大的贡献。

➡ 反转灵敏度分析有利于收紧单独的公差, 所以没有一个缺点对于结果降低有太大的贡献

注意, 对于每个公差独立计算它的反转灵敏度的最大标准限制。结果估计的总体降低仍将有所独立增加的 RSS 给出。

Monte Carlo 分析

与灵敏度分析和反转灵敏度分析不同, Monte Carlo 分析将同时

模拟所有波动的效果。



Monte Carlo 分析将同时模拟所有波动的效果

对于每个 Monte Carlo 循环,所有已指定公差参数都可以由其定义的范围和那个参数对于整个指定范围的一个分布的统计模式来随机设定。系统默认,假设所有公差都遵循相同的正态分布,它在最大和最小允许极值之间有一个四倍标准偏离大小的总宽度。例如,公差为+4.0/-0.0mm、值为 100mm 的半径将被赋予在 100.00mm 与 104.00mm 之间一个随机值,一个居中的在 102.00mm 处的名义贡献,和一个 1.0mm 的标准偏离。

可以使用 STAT 命令来改变这个默认的模式。每个公差操作数对于这个统计分布可以有一个独立的定义,或者有相同统计分布形式的操作数可以被分成一组。所有跟有一个 STAT 命令的公差操作数将使用由那个 STAT 命令定义的统计分布。可以在公差数据编辑界面中放置和你想要的一样多的 STAT 命令。

STAT 命令采用两个自变量,Int1 和 Int2。Int1 将被设为:0 代表正态;1 代表均匀;2 代表抛物线;3 代表用户自定义统计。仅仅对于正态统计,Int2 值将被设为那个参数的平均值和极值之间的标准偏离值。

有效的统计分布介绍如下。

正态统计分布

默认分布是一个可修改的高斯“正态”分布,其形式为:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}ns} \exp\left(-\frac{x^2}{2s^2}\right), \quad -ns \leq x \leq ns。$$

这个修正是随机选择的值 x (由到两个极值公差值之间的中点的一个偏移来测定) 被限制在“ n ”个为零标准偏离之内。默认的“ n ”只为 2,然而,“ n ”可以使用前面定义的 STAT 命令的 Int2 自变量来改变。这样做是为了确保选择的值不会超出指定的公差。这个标准被设为“ n ”的倒数乘以这个公差的最大范围的一半。例如,如果“ n ”为 2,厚度的名义值为 100mm,公差为+3 和-1mm,则应该从一个平均值为 101mm、范围为正负 2mm,标准偏离为 1.0mm 的正态分布中摘取这个选择值。如果“ n ”为 5,则这个标准偏离为 0.4。“ n ”越大,选择的值靠近公差极值的平均值的可能性就越大。“ n ”越小,正态分布看起来就越象均匀分布。

均匀统计分布

均匀分布的形式为：

$$p(x) = \frac{1}{2\Delta}, \quad -\Delta \leq x \leq \Delta。$$

Δ 值为最小和最大公差值之间的差值的一半。注意，这个随机选择的值将以相同的概率分布在指定的公差极值之间的任意地方。

抛物线统计分布

抛物线分布的形式为：

$$p(x) = \left(\frac{3x^2}{2\Delta^3} \right), \quad (-\Delta \leq x \leq \Delta),$$

这里 Δ 的定义与均匀分布的完全相同。抛物线分布产生的选择值看起来更象在公差范围的极值处得到的，而不是象正态分布那样在中值附近。

用户自定义统计分布

用户自定义统计分布是由一个带有列成表格的分布数据的 ASCII 码文件来定义的。一个普通的概率函数可以被定义为：

$$p(x_i) = T_i, \quad 0.0 \leq x \leq 1.0,$$

这里 T 值相对于离散的 x 值被列成表格。这个普通的分布可以在数学上被结合起来，以及从这些表格值的整体来说，一个可估计的 x 值可以与表格分布象匹配的统计形式随机产生。这个文件的格式是两栏数据，如下：

X1 T1

X2 T2

X3 T3

.....等等。

这里 X 值是 0.0 和 1.0 之间的单调递增的浮点数，包括这两个数， T 是对应于 X 值而得到的概率。注意，ZEMAX 使用了一个覆盖从 0.0 到 1.0 的范围的一个概率分布，因此第一个定义的 $X1$ 值必须等于 0.0（它可以有任意的概率 $T1$ ，包括零），最后一个定义的值必须是值为 1.0 的 Xn 。最多可以使用 200 个点来定义 $X=0.0$ 和 $X=1.0$ 之间的分布。如果列出了太多的点，则将出现一个警告。

对于后面定义的每个公差操作数（直到到达另一个 STAT 命令），这个定义的最小和最大公差值将决定这个随机变量 X 的实际范围。例如，如果一个为 100.0 的值有一个 -0.0 和 +2.0 的公差，则这个概率

分布将扩展到 100.0 到 102.0 的范围。

一旦在一个文件中定义数据，则这个文件必须被放在与 ZEMAX 程序相同的目录中，这个文件名（以及扩展名）必须被放在公差数据编辑界面中的与 STAT 命令同行的注释栏中。这个 STAT 类型必须被设为“3”。

➡ 这个文件名（以及扩展名）必须被放在公差数据编辑界面中的与 STAT 命令同行的注释栏中

一个可能的分布为：

0.0 0.0
0.1 0.5
0.2 1.0
0.3 0.5
0.4 0.0
0.5 0.5
0.8 4.0
1.0 5.0

注意，X 数据值不需要被均匀隔开；在概率快速变化的区域内可以用更精密的间隔。这个分布有两个波峰，较高的波峰更高度倾斜向分布的最大值一边。

用户自定义统计分布是非常灵活的，可以被用来模拟任意一种概率分布，包括歪斜的、多个波峰、或者被测量的统计概率数据。在一个相同的公差分析中可以定义和使用多个分布。

Monte Carlo 分析方法的说明

注意，从正态分布到均匀分布再到抛物线分布，将连续产生一个更讨厌的分析，因此将产生更保守的公差。

➡ 注意，从正态分布到均匀分布再到抛物线分布，将连续产生一个更讨厌的分析，因此将产生更保守的公差

对于每个循环，将调整补偿，然后将这个评价函数和补偿的数值打印出来。在所有的 Monte Carlo 试验之后，将提供一个统计概要。

Monte Carlo 分析的值将同时考虑所有的公差来估计镜头的性能。与在系统中指定了“最差事故”的灵敏度分析不同，Monte Carlo 分析估计一个系统的符合指定公差的真实结果。提供的统计概要对于

那些被大量生产的镜头系统是非常有用的。那些是一种性质的镜头，由于不合理的采样，当然不会遵循这些统计。然而，Monte Carlo 分析仍然是有用的，因为它指出了一个单一镜头符合要求的规格的概率。

Monte Carlo 分析嵌套规则

当执行 Monte Carlo 分析时，将同时考虑所有公差。如果不遵循一定的规则，可能发生的情况是，定义的元件的倾斜和偏心操作数是相冲突的或者是不明确的。

公差，如 TEDX、TEDY、TETX、或者 TETY，要求 ZEMAX 在表面组的前面和后面插入坐标断点，然后将这个表面组作为一个整体来倾斜或者偏心。由第一个坐标断点所作的倾斜或者偏心必须由第二个坐标断点来撤消。仅仅当第一个和第二个坐标断点的顶点在 3D 空间的相同位置时才能做到这一点。ZEMAX 通过拾取和位置求解来保证这个条件。

如果由多个公差操作数指定的表面范围交迭一起，则这个方法将失败。例如，如果在表面 3~8 上有一个 TETX，在表面 5~12 上有后一个 TETX，则倾斜了 5~12 表面组的第一个坐标断点将改变表面 5~8 的位置，第一个表面组的第二个坐标断点将被移动。在这种情况下，ZEMAX 不能保证坐标断点能象事先想好的那样工作。实际上，交迭的坐标断点没有一个统一的解释，因此要去想象一个光学系统，在这个系统中它们有一个有意义的物理解释，这是很难的。

然而，公差是可以被嵌套的，因为嵌套对于倾斜和偏心意味着一个明确的顺序。例如，在表面 5~12 上的 TETX 后面跟着在表面 5~9 上的 TETX 和在表面 10~12 上的 TETX，是可以很好被执行的。这个顺序可以模拟一个有多个元件组成的装配的倾斜，每个元件可以在这个装配中自行倾斜。

嵌套规则是非常简单的：

- 1) 所有元件的倾斜和偏心公差必须被嵌套。
- 2) 在每个嵌套组中的最外面一对表面必须是第一个。

这是一套有效的操作数的例子：

TETX 5 12

TETX 5 10

TETX 11 12

这是一套无效的操作数：

TETX 5 12

TETX 9 15

TETX 5 15

第二个操作数是无效的，因为它部分与第一个操作数交迭（这违反了规则 1）。第三个操作数是无效的，因为虽然它与操作数 1 相嵌套，但它是两个操作数的最外面的范围（这违反了规则 2）。第二个操作数必须被删除或者修改，而第三个操作数可以被放在第一个操作数的前面来构造一个合法的列表：

TETX 5 15

TETX 5 12

注意，尽管一个操作数与前面的一个操作数分享一个或者两个表面限制，但它被认为是嵌套的，因此 TETX 5-15 后面可以跟另一个 TETX 5-15 或者 TETX 5-12 或者 TETX 13-15，但不能跟 TETX 4-13。

公差过程的使用

➡ 这个特性仅对 ZEMAX 的 EE 版本才有效

公差过程概述

公差过程是一个简单的宏，象一个命令文件，它定义了一个过程，按照它在公差规定过程中来评估一个镜头的性能。过程允许模拟一个镜头的一个复杂校准和评估过程。使用过程，可以采用下面的行动来一个有问题的镜头：

—增加或者删除补偿。

—载入一个新的评价函数。

—使用任意的评价函数来优化定义的补偿。

—监控和报告 ZEMAX 通过一个评价函数能计算的任意一个值（由于这个评价函数调用了 ZPL 宏指令，所以这实际上包括了 ZEMAX 可以计算任意一个值）。

—将在分析的任意一个阶段中的镜头保存为一个 ZMX 文件。

可以将任意多的这些操作组合到过程中；因此可以定义多个评价函数和补偿组。在公差分析的评估过程中可以多次执行这个过程，包

括：

—一次计算名义数据。

—对于在灵敏度分析中的每个公差操作数计算两次(一次对于最小公差，一次对于最大公差)。

—对于在反转灵敏度分析每个公差操作数计算多次(反转灵敏度分析可能需要反复计算)。

—对于产生的每个 Monte Carlo 镜头计算一次。

公差过程文件必须是以扩展名 TSC 结尾的 ASCII 码文件，必须被放在与 ZEMAX 程序相同的目录中。任意一个引用的评价函数 (有 MF 扩展) 也必须被放在这个目录中。

公差过程命令

公差过程命令被定义和说明如下。

！

语法结构：

！一个注释行！

符号“！”被用来在过程的执行过程中被忽略的过程中定义注释。

CEDV

语法结构：

CEDV surf param

CEDV 定义了一个新的特殊数据值补偿。值“surf”是在初始镜头文件中的表面编号。如果公差程序插入了另外的坐标断点或者其它虚拟表面，则 ZEMAX 将自动给表面重新编号。值“param”对应于这个表面的某个特殊数据值的编号。

CLEARCOMP

语法结构：

CLEARCOMP

CLEARCOMP 取消了当前所有的补偿。在调用命令 OPTIMIZE 之前必须定义新的补偿。

CMCO

语法结构：

CMCO operand config

CMCO 定义了一个新的多重结构操作数补偿。值 “operand” 是在原始镜头文件中的操作数（行）编号。值 “config” 对应于结构编号。

COMP

语法结构：

COMP surf code

COMP 定义了一个新的补偿。值 “surf” 是在原始镜头文件中的表面编号。如果公差程序插入了另外的坐标断点或者其它虚拟表面，则 ZEMAX 将自动给表面重新编号。值 “code” 为：0 代表厚度；1 代表曲率；2 代表圆锥常数。

CPAR

语法结构：

CPAR surf param

CPAR 定义了一个新的参数补偿。值 “surf” 是在原始镜头文件中的表面编号。如果公差程序插入了另外的坐标断点或者其它虚拟表面，则 ZEMAX 将自动给表面重新编号。值 “param” 对应于这个表面的某个参数的编号。

LOADMERIT

语法结构：

LOADMERIT filename.mf

MF 文件必须驻留在与 ZEMAX 相同的目录中。这个文件的格式应该是和使用评价函数编辑界面的工具、保存选项保存的一样的正确的文件格式。

当评价函数被载入时，它取代了任意一个已存在的评价函数。如果公差程序插入了另外的坐标断点或者其它虚拟表面，则 ZEMAX 将自动给那些涉及到表面的操作数重新编号。任意涉及到表面编号的操作数应该是原始的、未被改变的镜头的表面编号。然后对新的评价函数进行评估。最后的评价函数值是要作为“评价函数”被返回到公差分析程序的值，除非后面执行了一个 LOADMERIT 或者 OPTIMIZE 命令。

OPTIMIZE

语法结构：

OPTIMIZE n

OPTIMIZE 调用了最小阻尼二乘法优化程序，并执行“n”个优化循环。如果 n 为零或者被忽略，则优化程序将以自动模式运行，当探测到收敛时终止优化。

REPORT

语法结构：

REPORT text "operand

REPORT 将把任意用户定义的文本和当前载入的评价函数中任意操作数的值打印到公差输出窗口中。值“operand”是一个对应于要被打印的值的操作数（行）编号（注意，任意一个值都可以在一个评价函数中被计算，如果它不需要优化，则可以将它的权重设为零，但对于报告仍然有效）。如果操作数为零，那么整个评价函数的值将被打印出来。

SAVE

语法结构：

SAVE n

SAVE 将把当前镜头文件保存到一个 ZMX 文件中；其名称为 TSAVnnnn.ZMX，这里 nnnn 是表示数值“n”的一个四位数整数。如果，如果“n”为 6，则这个文件将被保存为 TSAV0006.ZMX。

公差过程的例子

作为一个例子，假设一个光学系统是由多个镜头元件组成的。作为校准和评估过程的一部分，这个系统被调整如下：

将编号为 2 的元件偏心，直到一个轴上测试光束在象的中间。

然后将编号为 4 的元件沿轴偏移，直到得到合适的放大率。

最后，调整后焦距，仅仅用来最佳化轴上 MTF。

然后测量和记录畸变。

求出在 5 个视场点的 MTF。

假设使用一个已存在的坐标断点，表面 3 的参数 1 和参数 2 来偏心编号为 2 的元件。元件 4 的位置为厚度 10，以及后焦距为厚度 15。此外，假设使一个轴上光线在象面中间的一个评价函数被定义在文件

CENTER.MF 中,放大率约束的评价函数为文件 MAGNIFY.MF,MTF 评价函数为文件 MTF.MF, 评估的评价函数为文件 EVALUATION.MF。相应的过程如下:

! 清除所有已存在的补偿,作为一个新的开始

CLEARCOMP

! 载入中心评价函数

LOADMERIT CENTER.MF

! 定义两个补偿来偏心元件 2

CPAR 3 1

CPAR 3 2

! 优化 4 个循环

OPTIMIZE 4

! 清除偏心,载入放大率评价函数,调整厚度 10

CLEARCOMP

LOADMERIT MAGNIFY.MF

COMP 10 0

OPTIMIZE 4

! 现在,载入 MTF 评价函数,并调整后焦距

CLEARCOMP

LOADMERIT MTF.MF

COMP 15 0

OPTIMIZE 4

! 最后,载入评估评价函数,并报告畸变和 5 个 MTF 值

! 这些应该是 EVALUATION.MF 文件中的前 6 个操作数

CLEARCOMP

LOADMERIT EVALUATION.MF

REPORT Distortion = "1

REPORT MTF at field 1 = "2

REPORT MTF at field 2 = "3

REPORT MTF at field 3 = "4

REPORT MTF at field 4 = "5

REPORT MTF at field 5 = "6

在这个过程的最后，由最后的 LOADMERIT 或者 OPTIMIZE 命令中引出的整个评价函数值将作为 ZEMAX 报告和使用的“评价函数”被返回。

多重结构（变焦）镜头的公差规定

可以对一个多重结构镜头的每个结构进行公差分析。可以简单地由“结构#”的下拉框选择要求的结构。通常，是没有必要去规定所有结构的公差，但是这当然也是一个选项。当使用反转公差时，在每个结构中的连续公差分析将产生共同应用于所有结构的最紧的公差。

带有求解的公差规定

通常来说，你应该在对一个镜头进行公差规定之前删除所有的求解和变量。如果你有许多以后可能要用到的求解或者变量要删除，则更便利的方法是将这个镜头文件保存到一个临时文件中，以供公差规定使用。如果你将求解留在你的镜头文件中，则虽然公差规定仍然可以工作，但是其结果可能不是你所预期的那样。其原因是当这个光学系统包含了倾斜的和偏心的元件时，某些求解，如近轴边缘光线高度求解，将不再有意义了。尽管一个系统最初是旋转对称的，但大多数公差命令，如 TETX 和 TETY，将强制使这个系统变成非旋转对称。拾取求解也可能导致奇怪的结果，因为当插入或者删除坐标断点时，公差规定法则有时将用到表面描述数据（如厚度）。对于位置求解也有同样的限制，当镜头数据被公差规定法则改变以后，它可能不再工作。

然而，在有些场合里一个拾取求解是你真的想要的。例如，如果你正在以双通过模式使用一个镜头，一个元件的倾斜意味着后面一个镜头的倾斜，那么可以使用一个拾取求解来拾取前一个元件的倾斜。对于这种特殊情况，你必须使用命令 TUTX 和 TUTY，而且默认公差将不再工作。如果在系统中你有这些类型的求解，则要忽略警告“在公差规定之前要删除求解”。

公差结果的故障

参见关于 SAVE 命令部分的说明。

如果任意一个被计算的公差数据，如评价函数和百分数变化，显示了一个“无穷大”的值，那么这意味着对于指定的公差，这种评价函数不能被评估。通常这种评价函数是不能被评估的原因是由于一些

光线目标的全反射。如果任意公差有一个无穷大的评价函数,则遵循灵敏度分析的统计数据通常是没有意义的。一个解决方案要去掉两个或者多个公差值的因子,然后再重复这个分析。

公差规定的缺陷

当使用倾斜公差,如 TETX 和 TETY 时,一个可能的错误是光线的非物理传播。如果两个元件是由一个非常小的空气间隙或者虚拟表面隔开的,则默认公差将独立包括每个元件的倾斜。如果元件的间隔是小的,则一个元件绕着它与其它元件“相接触”的点倾斜是可能的。然而,这实际上是不可能发生的,对于少量的倾斜,这个公差值仍然是性能的一个好的指示。

因为公差程序倾斜和偏心了一个镜头,则这个法则将自动将光线瞄准变成“打开”(关于光线瞄准的详细内容可参见“系统菜单”一章)。如果公差法则报告的名义评价函数与预期值是不一样的,则可检查来看看在这个镜头文件中,光线瞄准是否“关闭”。试着使用“打开”的光线瞄准,再重新优化。通常,如果当光线瞄准打开和关闭时的评价函数有很大的差别,那么就让它打开。

摘要

公差程序是非常灵活和强大的。ZEMAX 不使用近似值、推断法、或者估计来计算公差。由于这个原因,它对于传统的和复杂的系统两者都给出了有用的结果。要认识到公差规定是一个非常复杂的过程,ZEMAX 用来操作镜头数据的法则不是确实可靠的,这一点非常重要。因此,检验程序是否在计算一个合理的结果,这是设计者的责任。

第二十章 多重结构

介绍

ZEMAX 提供了一个非常普通的功能,用来定义、分析、和优化在多重结构中使用的光学系统。多重结构用来设计变焦镜头,或者优化在不同波长上测试和使用的镜头,或者指定一些用在不同结构的光学系统。和其它 ZEMAX 特性一样,多重结构被结合得很好。然而,像公差一样,精通它需要更多一点的注意和实践。

ZEMAX 使用一个简单的说明来学习定义多重结构的输入过程。这些结构通过同一个参数的不同值来区分。例如,在一个变焦镜头中,不同透镜组之间的间隔可以取多于一个的值。每一批一起使用的值形成了一个结构。

第一步

到目前为止最重要的步骤是,先用普通的 ZEMAX 模式来定义一个结构。先以最复杂的结构开始是一个好的主意。如果所有的结构都有着同样数量的单元,则可以选取其中的任何一个结构。一旦你有了定义好的基本结构,现在应该定义新的结构,他们是第一个的变异形式。第一个结构也不需要被优化,你可以后面一起来优化这些结构。

从主菜单条中选择编辑,多重结构。显示的电子表格是多重结构编辑界面 (MCE)。使用 MCE 的菜单条,结构 (列) 和操作数 (行) 都可以被插入和删除。这个插入和删除键也可以增加和删除新的操作数行。只要你保存你的镜头文件,输入到 MCE 中的数据将被自动保存。为了改变操作数类型,在类型列上双击。将显示一个对话框,在这里多重结构操作数的类型和数值都可以被改变。这些操作数也在下面的表格中被概述。

多重结构操作数的概述

类 型	数 值	说 明
CRVT	表面编号	表面的曲率
THIC	表面编号	表面的厚度
GLSS	表面编号	玻璃
CONN	表面编号	圆锥系数

PAR1	表面编号	参数 1
PAR2	表面编号	参数 2
PAR3	表面编号	参数 3
PAR4	表面编号	参数 4
PAR5	表面编号	参数 5
PAR6	表面编号	参数 6
PAR7	表面编号	参数 7
PAR8	表面编号	参数 8
XFIE	视场编号	X 方向的视场值
YFIE	视场编号	Y 方向的视场值
FLWT	视场编号	视场权重
FVDX	视场编号	渐晕因子 VDX
FVDY	视场编号	渐晕因子 VDY
FVCX	视场编号	渐晕因子 VCX
FVCY	视场编号	渐晕因子 VCY
WAVE	波长编号	波长
WLWT	波长编号	波长权重
类 型	数 值	说 明
PRWV	忽略	主波长编号
APER	忽略	系统孔径值 (无论当前的孔径定义是什么, 如入瞳直径或者 $F/\#$)。也可参见 SATP
STPS	忽略	光栏面编号。通过对每个结构指定一个整数参量可以将这个光栏移到任意一个有效的表面编号上 (包括物面和像面)。
SDIA	表面编号	半孔径
CSP1	表面编号	曲率求解参数 1
CSP2	表面编号	曲率求解参数 2
TSP1	表面编号	厚度求解参数 1
TSP2	表面编号	厚度求解参数 2
TSP3	表面编号	厚度求解参数 3
HOLD	忽略	将数据保持在多重结构缓冲器中, 但没有其它

		效果。这对于不丢失其相应的数据而临时关闭一个操作数是有用的。
APMN	表面编号	表面孔径最小值。这个表面必须有一个定义的孔径 (不是半孔径)
APMX	表面编号	表面孔径最大值。这个表面必须有一个定义的孔径 (不是半孔径)
APDX	表面编号	表面孔径的 X 偏离。这个表面必须有一个定义的孔径 (不是半孔径)
APDY	表面编号	表面孔径的 Y 偏离。这个表面必须有一个定义的孔径 (不是半孔径)
TEMP	忽略	以摄氏度表示的温度
PRES	忽略	以大气压表示的空气压力。0 代表真空, 1 代表普通大气压
EDVA	表面编号/ 特殊数据 编号	这个操作数 EDVA 用来将多个数值赋值给特殊数据值。这个操作数需要 2 个数值自变量: 表面编号和特殊数据编号
PSP1	表面编号	参数求解参数 1 (拾取表面)。这个操作数需要 2 个数值自变量: 表面编号和参数编号
PSP2	表面编号	参数求解参数 2 (比例因子)。这个操作数需要 2 个数值自变量: 表面编号和参数编号
PSP3	表面编号	参数求解参数 3 (补偿)。这个操作数需要 2 个数值自变量: 表面编号和参数编号
MIND	表面编号	模拟玻璃的折射率
MABB	表面编号	模拟玻璃的阿贝常数
MDPG	表面编号	模拟玻璃的 dPgF
CWGT	忽略	结构的总的权重。这个数值仅相对于其它结构的权重才有意义。这个结构权重仅由默认评价函数法则用来建立一个通过相对权重来支持所有结构的评价函数。如果这个结构权重为零, 那么在构建默认评价函数的过程中略过这个结构。
FLTP	忽略	视场类型。用 0 来代表以度表示的角度, 1 代

		表物高, 2 代表近轴像高, 3 代表实际像高
RAIM	忽略	光线定位。用 0 来代表没有, 1 代表理想光线参考, 2 代表实际光线参考
COTN	表面编号	膜层的名称。如果有, 则被应用于该表面上
GCRS	忽略	空间坐标参考表面
NPAR	表面编号/ 对象/参数 编号	在 NSC 编辑界面中的对于非连续对象的参数 列的修改
NPOS	表面编号/ 对象/位置	在 NSC 编辑界面中的对于非连续对象的 x, y, z, x 倾斜, y 倾斜, 和 z 倾斜位置值的修改。 位置标记是 1 和 6 之间的整数, 分别代表 x, y, z, x 倾斜, y 倾斜, 和 z 倾斜。
SATP	忽略	系统孔径类型。用 0 代表入瞳直径, 1 代表象 空间 F/#, 2 代表物空间 NA, 3 代表通过光栏 尺寸浮动, 4 代表近轴工作 F/#, 5 代表物方锥 形角。也可参见 APER

结构数目的定义

结构数目 (也称变焦位置的数目) 可通过使用编辑菜单选项插入或者删除结构来改变。

每个结构的定义

为了定义一个多重结构操作数, 在你想要改变的操作数的名称上双击 (这些名称在最左边一列中列出)。例如, 假设你想要给表面 5 的厚度输入一个多重值。假定你想要三个不同的结构。使用编辑菜单插入 2 个新的结构。在第一行的最左边一列上双击。在对话框的下拉表中选择 “ THIC ” 作为操作数类型。选择 “ 5 ” 作为表面编号, 然后点击 OK 按钮。现在在每个结构列中输入那个结构所需要的厚度。

增加和删除单元

多重结构特性的一个应用是去设计用或者不用现存的某些单元来操作的系统。这可以通过手动在一些结构中构造 “ 幻影 ” 单元来实现。其诀窍是将单元 (实际上是单元的第一表面) 定义成有一个随结构而变化的玻璃类型。假设在结构 1 中一个单元是存在的, 由玻璃 BK7

构成；在结构 2 中，这个单元不存在。使用操作数 GLSS，对于结构 1 输入“BK7”，让结构 2 的这个区域空着。虽然定义这个单元的表面在镜头指示中仍然存在，但是它们是无效的，因为它的玻璃已被删去（这个单元变成一对虚拟的表面）。注意，在所有的结构中表面的编号必须保持是一常数。

结构的改变

执行任何分析，这和平常一样。对于所有的计算和图表，这个程序将使用当前的结构。为了改变结构，在 MCE 中该列的标题上双击，这个标题在你想要改变的结构顶部。快捷键是 Ctrl-A，shift-Ctrl-A 也能起作用。

利用多重结构的优化

ZEMAX 优化多重结构数据与优化其它常规电子表格数据一样容易。为了将一个多重结构参数变成变量，可以将光标放在那个参数上，然后按下 Ctrl-Z。这是一个切换器；再次按下 Ctrl-Z 将除去其可变性。当调用优化程序时，优化程序将自动将这个新的变量计算在内。你想定义多少个多重结构变量，就可以定义多少个。

为了同时优化所有的结构，可以从评价函数编辑界面的工具菜单中简单地选择“默认评价函数”，ZEMAX 将会为你建立一个适当的评价函数。使用操作数 CONF 将执行对全部结构同时优化。在评价函数的求值过程中这个特殊的操作数将改变当前结构。这意味着在 CONF 后面定义的所有操作数将与这个新的结构有关。在操作数序列中可以多次使用 CONF 来对不同参数进行求值。

边界约束和用户输入的优化操作数将在那些它们被定义的结构中被强制求值。例如，如果操作数 CONF 1 后面跟着多个操作数，如 EFFL 或者 REAY，那么它们仅仅在结构 1 中被求值。为了在结构 2 中强制执行这些同样的操作数，在操作数 CONF 2 下将重复这些同样的操作数。

这个体制的优点是，在每个结构中那些输入操作数和它们各自的目标值和权重可以是不同的。其缺点是要将应用于多个结构的操作数复制到每个结构中。

对于初始化多重结构的评价函数的建议

这里有两个不同的普通方法来初始化一个多重结构的评价函数。第一个方法是在默认评价函数的每个 CONF 组中添加用户自定义的操作数：

CONF 1

对于结构 1 的用户操作数...

对于结构 1 的默认操作数...

CONF 2

对于结构 2 的用户操作数...

对于结构 2 的默认操作数...

CONF 3

...等等

另一个方法定义默认评价函数,然后在这个评价函数的上面添加所有的用户操作数,以保持它们都在一起：

CONF 1

对于结构 1 的用户操作数...

CONF 2

对于结构 2 的用户操作数...

CONF 3

对于结构 3 的用户操作数...

等等...

DMFS

CONF 1

对于结构 1 的默认操作数...

CONF 2

对于结构 2 的默认操作数...

CONF 3

对于结构 3 的默认操作数...

等等...

两个评价函数都将完成同样的工作,但是第一种方法执行得更快一些,因为它减少了结构间转变的操作。第二种方法易于编辑和保持。注意在用户自定义操作数后面的操作数 DMFS 的使用。这个操作数用来作为一个标记,以至于当默认评价函数被重新构建时,它将被添

加在操作数 DMFS 的后面，而用户输入的操作数将不会丢失。

注意，如果你改变了在多重结构界面上的视场的角度、高度或权重，或者波长的数值或权重时，你应该重新构建默认评价函数。当默认评价函数被重新构建时，它将使用每个结构的这些数据来决定被追迹的光线和适当的权重。

➡ 注意，如果你改变了在多重结构界面上的视场的角度、高度或权重，或者波长的数值或权重时，你应该重新构建默认评价函数

多重结构数据的求解的使用

在多重结构界面上支持两种求解：从其它操作数和结构中拾取，它带有随意的比例因子和补偿，以及热拾取求解。

MCE 拾取求解

假设有三种结构，在其中两个结构中某一行（比如说是 THIC 或 GLSS）的值必须是同一个值。在其中一个结构的该操作数上使用拾取求解来确保它们总是相同的。

为了设置拾取求解，在要放置这个求解的行和结构的交叉点上双击。将出现一个对话框，它允许定义求解类型，目标结构和操作数，以及比例因子和补偿。新的单元格的值被定义为：新的值=目标值*比例因子+补偿。注意，只要这个目标结构编号和操作数编号分别小于当前的结构编号和操作数编号，则这个目标值可以是 MCE 中的任意其它的单元格的值。

MCE 热拾取求解

ZEMAX-EE 也支持“热拾取求解”，它结合了热膨胀效果；详细内容可参见“热分析”一章。

第二十一章 玻璃目录的使用

介绍

ZEMAX 提供了几个标准的目录,你也可以创建你自定义的目录。你可以编辑这些标准目录来适合你的需要。这一章讲述了如何在已存在的或者新创建的目录中增加玻璃,以及在你的光学设计中如何使用这些目录。你可以创建的玻璃目录的数量不受限制。

ZEMAX 根据输入到玻璃目录中的系数来计算折射率。当你在 LDE 的玻璃一列中指定了一种玻璃,如 BK7,ZEMAX 将在每个当前载入的玻璃目录中寻找这个玻璃名。如果找到这种玻璃,ZEMAX 将使用那种玻璃的系数,然后使用在那个目录中选择的这种玻璃的公式,来计算在每个定义波长处的折射率。

这种方法看起来要比简单地输入折射率复杂得多,但是它有许多优点。首先,公式通常要比用户自己输入的数据更加准确。同时,目录数据比较方便,它仅仅需要用户提供玻璃的名称,在设计时的玻璃选择阶段中这是特别有利的。另外,可以使用任意一种波长,即使在那种波长上没有明确的折射率是可用的。其主要的缺点是必须计算这些系数,虽然这些数据在目录中是容易得到的,或者是容易计算的。如果你有目录中没有的某些材料的折射率,或者如果你感到你的数据比目录中的数据更好,ZEMAX 将自动为你计算这些系数。参见“折射率数据的修改”一节。

要使用的玻璃目录的指定

这一章讲述了玻璃目录的载入,编辑,和管理。为了说明在一个特定的镜头中使用一个特定的玻璃目录,可以使用系统菜单,通用对话框中的玻璃目录表格。默认输入是“schott”,它指代玻璃目录 SCHOTT.AGF。你可以在这行中指定选择目录或者附加目录。可以简单地输入目录的名称(没有扩展)来指定一个选择目录。你也可以同时指定多个目录,只要简单地将它们列出来,中间用空格隔开。例如,要使用“schott”和“hoya”目录,则只要输入“schott hoya”;要使用“ohara”、“schott”和“infrared”目录,只要输入“ohara schott infrared”。简单地点击那些在名称表下面一组选择栏中列出的玻璃目

录名称也许更加容易。如果一个目录的名称没在可用的选择栏中列出，则你只须输入它的名称。

所有列出的目录必须在 ZEMAX 主目录下的\GLASSCAT 子目录中。要在界面中说明玻璃目录名称的原因是，每个镜头目录选择是分别与镜头储存在一起的。如果你现在保存一个镜头，晚些时候再载入这个镜头，则这些正确的目录，并且只有这些目录，将自动被载入。如果你喜欢，你可以为你设计的每个镜头指定不同的目录组合。

玻璃目录的载入

为了载入一个现存的玻璃目录来编辑，你可以选择工具，玻璃目录。在对话框的下拉清单中列出的那些玻璃目录中选择要编辑的目录名称。这个目录一旦被载入，你可以在这个目录中插入、删除、和修改数据，这些将在下面的章节中介绍。你可以保存新修改的目录，但是只能保存回具有相同名称的目录中。因此在编辑提供的目录时要十分小心；你可能会随意改变一些数据，则如果后来你使用这些目录数据，那么它们将产生不正确的光线追迹结果。

目录数据的说明

玻璃目录对话框显示了关于每种单独玻璃的大量数据。这些数据域将在下面的表格中介绍。

玻璃目录数据域

内 容	描 述
Catalog	用来指定显示哪个.AGF 格式的目录
Glass	用来指定显示目录中的哪种玻璃的数据
Rename	当玻璃需要被给出一个不同的名称时，当前选择的玻璃的名称将在这个区域中被修改
Formula	每种玻璃的色散由一个公式来说明。这个控制器允许使用公式选择。如果这个设置被改变了，则色散数据变成无效，除非也输入对应的色散系数。参见“玻璃色散公式”一节

Index Nd	d 光或者波长为 0.587 微米时的折射率。当计算折射率时，ZEMAX 将不用这个数值。它仅作为参考。这个输入对于那些在 0.587 微米波长附近区域不能很好传播光线的材料可能是没有意义的
Abbe Vd	在 d 光处的阿贝常数值。当计算折射率时，ZEMAX 将不用这个数值。它仅作为参考
Exclude Substitution	如果选中，则在全局优化，从模拟玻璃到实际玻璃的转换过程中将不选择这种玻璃，或者不被优化操作数 RGLA 认可。
Ignore Thermal Expansion	这个开关通过承认在镜头数据编辑界面中的，而不是在玻璃目录中的直接的热膨胀系数来承认非固体材料的精确的热模型，如气体和液体。但仅承认它的边缘效果；曲率半径和其它热拾取求解都将使用相邻材料的 TCE，而不是用气体或者液体的 TCE
K1,L1...,A0,A1..., A,B,C,等等	对话框中间列的开头八行显示了色散系数数据。这些系数的名称根据玻璃公式的变化而变化
TCE	TCE 值是在从-30 到+70 摄氏度的温度范围内的膨胀系数。这是一个无单位量的系数。这个显示或者输入的值需要乘以 1e-6 来产生真实值
Temp	以摄氏度表示的参考温度，折射率数据是根据这个温度定义的。假设这个温度是除了 20 度以外的任意值，如果在高级对话框中选择了“Use T, P”，则仅仅说明说明正确温度与参考温度之间的温度变化影响
D0,D1,D2,E0,E1,Ltk	这些是热分析使用的热系数。详细内容可参见

	“ 热分析 ” 一章
P	P 是以克每立方厘米表示的材料密度
dPgF	这个值是部分相对色散相对于正常线的偏离值
内 容	描 述
Min Wave , Max Wave	以微米表示的最小波长和最大波长，在这个范围内，色散公式将得到有效的折射率数据
Relative Cost	这个数值是打算用来指出玻璃相对于 BK7 的近似相对价格。例如，一个值为 3.5 的数指出了每磅这种玻璃的价格大约为 BK7 的 3.5 倍。这个数值仅仅打算用作一个大致的参考值。它的准确价格可以根据购买时玻璃的质量，数量，形式，和利用率而变化。更多的信息可与玻璃厂家联系
CR,FR,SR,AR,PR	这是一些玻璃代码，它们指出了玻璃对于不同的环境影响的抵抗力如何。这些代码对应于耐潮 (CR) 耐污染 (FR) 耐酸 (SR) 耐碱 (AR) 和耐磷酸盐 (PR)。通常，这个数值越小 (最好是零)，这种玻璃越耐用。关于这些代码的完整说明和用来测量它们的测试条件，可与玻璃厂家联系

新目录的创建

要创建一个新的目录，先要退出 ZEMAX，然后将一个目录（例如 SCHOTT.AGF）复制到一个新的文件名中。然后你可以再运行 ZEMAX，载入这个新目录，删去你不想要的的数据，增加你想要的的数据。你也可以直接编辑这个.AGF 文件，因为它是一个 ASCII 码文件，但是它的格式被压缩了一些。

玻璃的色散公式

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

目录中的这些系数被用在任意一个 ZEMAX 认可的多项式公式中。总共有九个不同的色散公式：色散的 Schott 常数，Sellmeier 1，Sellmeier 2，Sellmeier 3，Sellmeier 4，Herzberger，Conrady，和光学手册公式的两种变形。有多个 Sellmeier 公式的原因是由于在关于测定折射率数值的著作中的通用等式的形式有多个变形。也有一个色散公式是由六位数的 MIL 数值来描述的，但是这些折射率是由在电子表格中输入的 MIL 数值直接计算出来的。这个 MIL 数值公式不是玻璃目录的一部分，所以它将不会出现。关于这个 MIL 数值公式的说明可参见这一章中后面章节。

如果你有以下列等式之一的形式给出的折射率数据，则你可以往当前载入的目录中增加新的玻璃。在所有的等式中都是以微米表示的。

Schott 公式

Schott 色散常数公式是：

$$n^2 = a_0 + a_1 l^2 + a_2 l^{-2} + a_3 l^{-4} + a_4 l^{-6} + a_5 l^{-8}$$

这些必需的系数在大多数厂家的玻璃目录中都可以得到。不仅 Schott 使用这个公式，其它玻璃厂家也广泛使用这个公式。

Sellmeier 1 公式

Sellmeier 1 公式是：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1 l^2}{l^2 - L_1} + \frac{K_2 l^2}{l^2 - L_2} + \frac{K_3 l^2}{l^2 - L_3}$$

三项中的所有系数都可以被输入来描述材料，虽然可能仅仅使用其中的少数项。

Sellmeier 2 公式

Sellmeier 2 公式是：

$$n^2 - 1 = A + \frac{B_1 l^2}{l^2 - l_1^2} + \frac{B_2}{l^2 - l_2^2}$$

这个公式仅使用两项，在第二项地分子中没有波长因素，而且在公式中有一项常数项。

Sellmeier 3 公式

Sellmeier 3 公式类似于 Sellmeier 1 公式，它增加一个附加项：

$$n^2 - 1 = \frac{K_1 l^2}{l^2 - L_1} + \frac{K_2 l^2}{l^2 - L_2} + \frac{K_3 l^2}{l^2 - L_3} + \frac{K_4 l^2}{l^2 - L_4}$$

Sellmeier 4 公式

Sellmeier 4 公式是：

$$n^2 - 1 = A + \frac{B l^2}{l^2 - C} + \frac{D l^2}{l^2 - E}$$

Herzberger 公式

Herzberger 表达式为：

$$n = A + BL + CL^2 + Dl^2 + El^4 + Fl^6$$

$$L = \frac{1}{l^2 - 0.028}$$

这个 Herzberger 公式主要用在红外光谱中。

这些相对于红外材料的系数经常用试验方法测得，它们的结果有很大的差别；应小心使用来说明精确的折射率数值。ZEMAX 没有一个更广泛的红外目录的原因是由于这些数据的大的不定性。如果你有更好的关于给出的材料或者样本材料的数据，则一定要使用它。通常关于玻璃的某一特殊部分的熔炼号数据在系数项中是可以得到的；这个数据对于一些应用软件也可能是有用的。

Conrady 公式

Conrady 公式为：

$$n = n_0 + \frac{A}{l} + \frac{B}{l^{3.5}}$$

Conrady 公式用来应用于数据稀少的情况。例如，如果你仅有三对折射率-波长数据，应用于六项的 Schott 公式将在中间波长产生没有意义的数据。

光学手册 1 公式

从光学手册中可得到两个相似的公式。“手册 1”公式为：

$$n^2 = A + \frac{B}{(l^2 - C)} - Dl^2$$

光学手册 2 公式

“手册 1”公式为：

$$n^2 = A + \frac{Bl^2}{(l^2 - C)} - Dl^2$$

使用色散公式的综合说明

重要的一点是要注意到一些出版物使用了一些相似，但不同于任何一个表达式的等式。重新整理这些表达式，将它们变成你所需要的形式，然后重新计算必需的系数，这通常是可以的。

通过与从手册或者出版物中得到的折射率数据的列表相比较来检验这些系数，这也是一个好主意。也可使用色散图表或列表特性，或者色散数据报告，它们列出了每个表面的折射率数据。如果有差异，可要仔细检查你输入的数据，以及核实是否使用了正确的单位和公式。

折射率数据的配合

➡ 也可参见下面“熔炼号数据的配合”的说明

通常，你在设计时要用的材料都已经在目录中了。如果没有，你可以输入系数，以供前面介绍过的公式使用。作为选择，ZEMAX 将为你计算 Schott、Herzberger、Conrady、或者 Sellmeier¹ 色散公式系数。在玻璃目录对话框显示以后，点击数据修改按钮，将显示“配合折射率数据”对话框。

在屏幕的左边是一个两列的电子表格编辑界面。使用鼠标输入你拥有的波长（以微米表示）和折射率。你输入的数据越多，配合的数据就越精确。

如果你有比电子表格需要的还要多的数据，可以使用离你感兴趣的波长区域比较近的数据。如果你使用 Conrady 公式，至少需要三个点才能得到一个好的配合数据，对于 Schott、Herzberger、或者 Sellmeier 1 公式则需要 6 个点或者更多。通过从下拉列表中选择公

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

式名称来选择要使用的公式。你可能想依次试着计算每种模式，来判断哪种模式将得到最小的差值。

RMS 误差是给出的数据和使用配合系数结果产生的折射数据之间的 RMS 配合误差。最大误差是配合数值与任意一个数据点之间的最大的差值。这两个数值都可以与折射率的大小相比较，当然它们是没有单位量的。因为 Sellmeier 1 公式有非线性形的系数，所以它的数据配合是反复迭代的，因此这个公式将使用其它公式多得多的计算时间来配合数据。

现在将光标移到“名称”区域，然后为目录输入材料名称。选择“配合”按钮，ZEMAX 将计算最佳的系数。残留的 RMS 误差和最大的单点误差将在显示界面的底部列出。为了将这个数据输入到当前载入的目录，可选择“增加到目录”按钮。ZEMAX 将出现一个信息来说明这种玻璃已被保存。

➡ 当一种玻璃被加到目录中时，如果有传播数据，则它们必须如下节中介绍的那样被添加进去。否则将在所有的波长上使用内部默认传播数值 1.0

折射率和波长数据也可以被保存在一个 ASCII 码文件中，以供后面使用，以及通过选择适当的按钮来载入这些数据来再次配合。这个 ASCII 码文件也可以在 ZEMAX 外部被编辑，然后被载入来配合数据。

熔炼号数据的配合

➡ 也可参见上面“折射率数据的配合”的说明

重要的是要了解，由 ZEMAX 计算或者在玻璃厂家的目录中列出的折射率值是许多“熔炼号”或者许多炉的玻璃的折射率的平均值。从一个熔炼号出来的某一片特定玻璃将稍微有些偏离目录值或者名义值，这个偏差是非常小的，但是名义值与实际值之间的差值对于一些系统是很重要的。

通常，优质的光学玻璃从厂家运输过来时，将附带着一张数据表，它指出了这批供应的玻璃在少数波长上的折射率，作为对名义目录值的一个补偿，或者作为直接测量的折射率值。一般代表性地提供 3~5

个波长-折射率数据点。这个数据被成为“熔炼号”数据，因为它是相对于在同一时间熔炼的一炉玻璃的特殊值。

从玻璃目录对话框中可以得到的熔炼号数据工具是一个手动的应用程序，它可以在玻璃目录中将提供的有限的熔炼号数据转化成一种可用的新的玻璃类型。

对于熔炼号数据最多允许有 8 个波长-折射率点，如果你有超过 8 个的点，可使用前面节中介绍的“折射率配合”工具；最少允许的点数是 3 个，然而，至少应该使用 4 个点，最好有 5 个点来得到一个好的熔炼号配合数据。由熔炼号折射率数据定义的波长范围应尽可能得宽，至少应该覆盖预期的波长范围，以供通过熔炼号玻璃的光线追迹使用。在所有的情况中，应该在使用配合数据之前仔细检查它的正确度。

熔炼号数据工具提供了下列控制：

玻璃：在玻璃目录中选择的指定玻璃的名称。

熔炼号名称：要创建的新的玻璃的名称。其默认值为这个指定玻璃名称后面加上“_MELT”，这个名称的长度不得超过 20 个字符。

公式：用在新的熔炼号玻璃中的色散公式。可以选择 Schott，Herzberger，Conrady，或者 Sellmeier 1。其默认公式为 Schott 公式，除非这个指定的玻璃使用这些公式中的一个，而在后一种情况下，将使用与指定玻璃用样的公式。

使用：这个选项将“打开”或者“关闭”每个数据行。

波长：被输入的对应于折射率的波长，以微米表示。

名义值：使用指定的玻璃色散公式在定义的波长上的折射率。

实际值：从熔炼号数据中得到实际测量的折射率。注意，如果实际数据被编辑了，则“delta”值将自动调整，来保持这个值不变。

Delta：实际折射率与名义折射率之间的差值。注意，如果 delta 被编辑了，则“实际”值将自动调整，来保持这个值不变。

配合/插入：选择这个按钮将开始如下介绍的配合过程。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

取消：中断熔炼号数据配合过程。

在配合结束以后，这种新的熔炼号玻璃将被加入到这个玻璃目录中，这个目录将被保存，并且将出现一份总结配合过程的报告。

熔炼号数据配合方法的介绍

配合熔炼号数据的问题通常只用少量的数据点，典型值为 3~5 个。而大多数配合程序至少需要 8 个数据点来产生一个高精度的数值。因此，这个问题是从少量的数据点推断在大量的、足够的数据点上的折射率的差异，来精确配合最后的结果色散。

ZEMAX 使用下列法则来实现这个过程：

首先，实际色散数据的配合是使用 Conrady 公式来计算的。使用 Conrady 公式是因为当只有三点被定义时，它是稳定的、合理的。

然后，仅使用定义的波长点来计算名义数据的 Conrady 配合。

产生大量的覆盖指定玻璃的整个可用波长范围的数据点（通常是 60 个）。在每个指定的折射率值上加上一个补偿值，这个补偿值是仅使用熔炼号数据波长产生的两个 Conrady 配合之间的差值。

最后，使用选择的公式来配合最后大量的波长数据点（不一定是 Conrady 公式）。这是加入到目录中的最后配合数据。

在熔炼号数据配合后，将出现一份总结熔炼号数据的配合过程的报告。在使用新的熔炼号玻璃之前要仔细检查这份报告！ZEMAX 自动将所有从名义玻璃中得到的传播，密度，价格因素，和其它一些数据，全部复制到这个熔炼号玻璃中。

➡ 在使用新的熔炼号玻璃之前要在产生的熔炼号数据配合报告中仔细检查折射率的正确性！

传播数据的定义

选择“传播”按钮将在玻璃目录内部调用传播数据编辑界面。传播数据是指依赖于玻璃的厚度和波长的光的强度的传递系数。ZEMAX 使用 Beer 定律来模拟这个传递强度：

$$t = e^{-\alpha t}$$

这里 α 是吸收系数， t 是通过玻璃的光程长度。参数 α 与波长有关，其单位为长度的倒数。关于偏振光线追迹和传播的信息可参见“偏振分析”一章。

传播数据是在玻璃目录中由三个数值定义的：以微米表示的波长，传递系数，和以毫米表示的参考厚度。例如，玻璃在波长为 0.35 微米处对于 25mm 的厚度的传播数据为 0.65。在传播数据编辑界面中可以定义多个数据点。ZEMAX 在内部将这个数据转化为“每毫米”，并加到两个定义波长之间。如果在定义波长之外的一个波长上执行光线追迹，则将使用最接近的波长上的传播数据；否则，ZEMAX 执行一个线形插值法。

➡ 不是所有在提供的目录中列出的玻璃都有有效的传播数据，特别是对于红外材料和其它一些非商业的玻璃类型。如果由玻璃厂家提供了传播数据，则通常包括它。如果没有可用的可靠数据，或者这个数据完全被省略，则在所有的波长上将使用默认的内部传播数据 1.0

气体和液体的模拟

一旦在玻璃目录中定义了一种材料，ZEMAX 将使用那种材料的指定 TCE 来测量使用这种材料的表面的半径，中心厚度，和其它一些数据的热膨胀。然而，如果材料不是一种固体，而是气体或者液体，那么热膨胀通常不是由这种材料的性质决定，而是由这种使用材料的边缘厚度决定的。

在这种特殊情况中，ZEMAX 需要使用在镜头数据编辑界面中提供的 TCE 来定义这种使用材料的性质，而不是用在玻璃目录中提供的 TCE。可以通过在玻璃目录中设置这种材料的“忽略热膨胀”开关来完成这一过程。

其它玻璃目录选项

选择“折射率分类”将按 d 光 (0.587 微米) 折射率进行分类，“阿贝常数分类”将按 d 光阿贝常数 V_d 数值进行分类，“名称分类”将按玻璃名称进行分类(先按字母排列，然后按数字排列)。选项 Calc

Nd/Vd 将基于色散系数计算 Nd 和 Vd。选项 Report 将提供一份选择的玻璃的文本列表。

玻璃的快速查找

查看任意一种玻璃的数据的最快速的方法是，在镜头数据编辑界面中的目标玻璃的名称上点击一下，然后选择工具，玻璃目录(或者，如果玻璃目录已经显示出来了，则选择 GLA 按钮)。这样将显示恰当的目录和玻璃。

熔炼号玻璃的使用

熔炼号玻璃是指那些由一个六位数数字描述的玻璃，如 517640 代表 BK7。熔炼号中的前三位数字为玻璃的 d 光折射率减去 1，没有小数位；后三位数字为玻璃的阿贝常数乘以 10。如果你愿意，你可以直接输入一个六位数数字来代表一种玻璃，而不是输入玻璃名。

根据熔炼号定义的折射率和阿贝常数数字，ZEMAX 使用一个公式计算在每一种波长处的折射率。这个公式是依赖于许多典型玻璃的系数的最小二乘法配合。具有代表性的，这个计算的折射率数据大约精确到 0.001。在远紫外或者远红外中的波长处，这个折射率是不可信的。对于玻璃来说，熔炼号玻璃通常是色散常数(或者其它)模型的候补替代方法，然而，如果没有可用的数据，则它们是有用的。

➡ 注意，熔炼号玻璃是一个近似值，尽管它在可见光范围内通常是一个非常好的近似值。在可见光范围之外，如在紫外光或者红外光范围内，熔炼号玻璃是不准确的，不应使用。

重要的是要注意，由六位数的熔炼号计算的折射率与那些由玻璃目录计算的折射率，即使你正在使用熔炼号是与目录中的玻璃相符合的。折射率数据将由在主界面中输入的熔炼号直接计算得出的；而不是由玻璃目录数据计算得出的，即使带有那个熔炼号的玻璃在目录中。

模拟玻璃的使用

ZEMAX 可以使用在 d 光 (0.5875618 微米) 处的折射率，阿贝常数，和一个术语来理想化一种玻璃，这个术语描述了部分相对色散

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者)，“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系 (info@photics.net)，我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

到正常线的偏离值。在 d 光处的折射率给出了一个符号 N_d 。阿贝常数 (也称为 V 常数) 也给出了一个符号 V_d , 被定义为 :

$$V_d = \frac{N_d - 1}{N_F - N_C} ,$$

这里 N_F 和 N_C 分别是在 0.4861327 微米和 0.6562725 微米处的折射率 , 部分相对色散术语是 $\Delta P_{g,F}$ 。

根据在可见光范围内的标准玻璃的典型色散 , ZEMAX 使用一个公式来估算在可见光范围内的任意一个波长处的折射率 , 如一个 N_d 和 V_d 值的函数。对于典型玻璃 , 这个公式将精确到 0.0001。

值 N_F 、 N_C 和 $\Delta P_{g,F}$ 在玻璃求解对话框中指定 , 这个对话框可从镜头数据编辑界面中得到的。

➡ 注意 , 模拟玻璃是一个近似值 , 尽管它在可见光范围内通常是一个非常好的近似值。在可见光范围之外 , 如在紫外光或者红外光范围内 , 模拟玻璃是不准确的 , 不应使用。

玻璃目录资源

ZEMAX 包含的玻璃目录的数据通常是由玻璃厂家提供的。例如 Schott 目录中的数据是由 Schott 玻璃工艺厂家提供给 Focus Software 的。这个数据已经被转换成 ZEMAX.AGF 格式。

尽管玻璃目录中包含的数据通常是可靠的 , 但是在转换或者编辑这些数据时总是可能会出现一些错误。终极用户要检查所有折射率的正确度 , 这一点绝对是至关重要的 ! 在考虑到光学构成情况下 , 这尤其是正确的。

➡ 目录数据可能是错误的 , 在信任它之前必须检验它的正确性。

包含在目录 INFRARED.AGF 中的数据是从出版的资源中汇编的 , 如下表所述。少量材料可能包含在下表中没有引用的目录中。在确信这些材料的正确度之前应该特别仔细检查。

红外目录数据资源

材 料	资 源
AG3ASS3	光学手册第 11 卷
AGCL	光学手册第 11 卷
AGGAS2	光学手册第 11 卷
AGGESE2	光学手册第 11 卷
AL2O3	光学手册第 11 卷
ALN	光学手册第 11 卷
ALON	光学手册第 11 卷
AMTIR1	Amtir 规格说明书
AMTIR3	Amtir 规格说明书
BAF2	光学手册第 11 卷
BEO	光学手册第 11 卷
CALCITE	光学手册第 11 卷
CAF2	光学手册第 11 卷
CAMOO4	光学手册第 11 卷
CAWO4	光学手册第 11 卷
CDSE	光学手册第 11 卷
CDTE	光学手册第 11 卷
CLEARTRAN	规格说明书 (Morton)
CSBR	光学手册第 11 卷
CUGAS2	光学手册第 11 卷
GAAS	Amtir 规格说明书

GEO2	光学手册第 11 卷
GE_LONG	JOSA , 47 , 244 (57) : 48 , 579 (58)
GERMANIUM	JOSA , 47 , 244 (57) : 48 , 579 (58)
IRG2	Schott 规格说明书
IRG3	Schott 规格说明书
IRGN6	Schott 规格说明书
材 料	资 源
IRG7	Schott 规格说明书
IRG9	Schott 规格说明书
IRG11	Schott 规格说明书
IRG15	Schott 规格说明书
IRG100	Schott 规格说明书
KRS5	光学手册第 11 卷
LIF	光学手册第 11 卷
LINBO3	光学手册第 11 卷
LIO3	光学手册第 11 卷
MGF2	光学手册第 11 卷
MGO	光学手册第 11 卷
NACL	红外和光电系统手册 V.III
PBF2	光学手册第 11 卷
SAPPHIRE	红外和光电系统手册 V.III
SILICON	光学手册第 11 卷
F_SILICA	红外和光电系统手册 V.III

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

SRF2	光学手册第 11 卷
SRTIO3	光学手册第 11 卷
TAS	光学手册第 11 卷
TE	光学手册第 11 卷
ZBLA	光学手册第 11 卷
ZBLAN	光学手册第 11 卷
ZNGEP2	光学手册第 11 卷
ZNO	光学手册第 11 卷
ZNSE	光学手册第 11 卷
ZNS	红外和光电系统手册 V.III

包含在目录 MISC.AGF 中的数据是从出版的资源中汇编的 ,如下表所述。

杂项目录数据资源

材 料	资 源
ACRYLIC	光学手册第 11 卷
ADP	光学手册第 11 卷
BASF5	Laikin , 镜头设计
BASF55	Laikin , 镜头设计
BATIO3	光学手册第 11 卷
BBO	光学手册第 11 卷
CAF2	光学手册第 11 卷
CDS	光学手册第 11 卷

版权申明 : 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

COC	Hoechst Celanese 规格说明
KDP	光学手册第 11 卷
LAF3	光学手册第 11 卷
LIYF3	光学手册第 11 卷
PBMOO4	光学手册第 11 卷
PMMA	光学手册第 11 卷
POLYCARB	光学手册第 11 卷
POLYSTYRY	光学手册第 11 卷
PYREX	Laikin , 镜头设计
QUARTZ	光学手册第 11 卷
SAN	光学手册第 11 卷
SEAWATER	Laikin , 镜头设计
SILICA	光学手册第 11 卷
SRMOO4	光学手册第 11 卷
TEO2	光学手册第 11 卷
TYPEA	Laikin , 镜头设计
VACUUM	Laikin , 镜头设计
WATER	Laikin , 镜头设计

废弃的目录数据

环境保护法律的改变要求许多光学玻璃的厂家停业。在各个玻璃厂家的早期目录中列出的玻璃中，3 种中大约有 2 种已经停产，因此这些将不再在任意一个 ZEMAX 目录中列出。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

然而,如果能找到一个代替品,则许多这中的玻璃将存在在光学商店中,可以实际应用在新的光学设计中。同时,许多现有的设计需要被模拟和光线追迹,特别在设计一个新的光学系统来协调现有的光学系统。由于这些原因,仍然提供了旧目录。

所有的废弃目录都给出了一个名称,如对于 Schott 是 OLD_SCHO.AGF,对于 Hoya 是 OLD_HOYA.AGF,等等。这些目录中包含着废弃而又可用的玻璃的数据,尽管在新旧目录中有着同样名称的玻璃可能有不同的折射率,因为一些玻璃是以再用形式表示来遵守新的环境约定。

因为尽管一些新的玻璃的成分可能已经变了,但是它可以有与旧玻璃相同的名称,因此光学工程技术员在检查由 Focus Software 根据实际应用的玻璃的熔炼清单预报的折射率数据时要特别谨慎。

不要盲目相信使用目录数据计算得到的折射率的正确性。有许多潜在错误的来源,例如原始样本的测量,数据的配合,厂家目录中的数据的输入,和后来的往 ZEMAX 中的重新输入,以及最后的 ZEMAX 代码本身。

第二十二章 热分析

介绍



这个特性仅对 ZEMAX 的 EE 版本有效

环境因素如周围的温度和空气压力，能够影响光学系统的性能。这里要考虑三个主要因素。第一，玻璃的折射率依赖于温度和波长，相对于空气测量的相对折射率也随着压力的变化而变化；第二，玻璃随着温度的变化而膨胀和收缩，这将改变镜头的半径和厚度。第三，镜头元件之间的间隔会由于使用材料的热胀冷缩而改变。

ZEMAX 的热分析特性可以说明所有这些影响。通过说明这些热影响，可以用 ZEMAX 在某一特殊温度或者一个温度范围内分析和优化一个设计。由色散公式给出的折射率数据通常是针对一个标准温度和压力而言的，它们分别是 20 或 25 摄氏度和 1 个大气压。同时，折射率数据习惯上是以空气折射率为参考的，这意味着空气有一个单位的折射率。以空气为参考的折射率称为相对折射率。当折射率是以真空（它真正有一个单位的折射率）为参考时，此时的折射率称为绝对折射率。对于任何玻璃这两个参考值的差值是一个关于波长、温度和压力的函数。

温度和压力的定义

两个用户提供的数值定义了这个环境：以摄氏度表示的周围的温度和以大气压为单位测量的周围的大气压力。这两个数值将在一个对话框中设置，这个对话框可以在系统，通用对话框中的环境表格中找到。在这个对话框也有一个带着标题“使用温度，压力”的选择栏。如果没有选中这个选择栏，则这个温度和压力数据将被忽略。忽略温度和压力数据将会加快折射率的计算速度，因此如果温度为 20 摄氏度，压力为 1 个大气压，则空着这一栏不选；这是默认的环境设置。这个标准的温度和压力条件被缩写成 STP。如果选择了“使用温度，压力”一栏，则在折射率的计算过程中要考虑温度和压力的数值。

系统默认，任一定义的温度和压力将被应用到光学系统的所有表面上。然而，也支持在统一系统中需要定义多个温度的光学系统。这

对于那些有一些镜头在真空中或者在热区域中的系统是需要 ;而对于其它的系统是不需要的。

折射率的计算

ZEMAX 总是使用相对折射率数据 , 而不用绝对折射率数据。因此 , ZEMAX 需要几个步骤来计算这个折射率数据。对于每种玻璃类型在任一波长处计算折射率的一些基本步骤为 :

- 计算在标准温度和压力条件下玻璃的折射率。
- 计算在标准温度和压力条件下空气的折射率。
- 计算在标准温度和压力条件下玻璃的绝对折射率 (相对于真空)。
- 计算在特殊的温度条件下玻璃的绝对折射率的变化值。
- 计算在特殊的温度和压力条件下空气的折射率。
- 计算在特殊的温度和压力条件下玻璃相对于空气的折射率。

最后的结果是在特殊的温度和压力条件下 , 相对于空气在特殊的温度和压力条件下的折射率的玻璃折射率 , 这是 ZEMAX 用来追迹光线的折射率。没有指定玻璃的表面的折射率被认为是空气的折射率 , 有着单位折射率。由于在执行光线追迹时 , 仅与折射率的比例值有关 , 所以没有必要去采用绝对折射率。同时也要注意 , ZEMAX 能够通过将周围的空气压力变为零来容易地模拟在真空中使用的系统。

通常 , 没有必要去定义一种折射率小于单位折射率的 “ 真空 ” 折射率材料。然而 , 在一些情况下 , 可以手动得到一种真空折射率材料。例如 , 假设一个光学系统包含一个空气密封的单元 , 其中的空气将被排出。如果这个光学系统的其余部分不在真空中 , 则使用值为 1 的周围大气压力 , 将这个被排出空气的单元的 “ 玻璃 ” 被指定为是 “ 真空 ” (这种 “ 真空 ” 材料在目录 MISC.AGF 中定义)。这个方法对于任意的周围温度和压力设置将产生一个恰当的结果。

对于在标准温度和压力条件下的玻璃的折射率 , ZEMAX 使用存储在玻璃目录中的色散公式和数值数据。详细内容可参见 “ 玻璃目录的使用 ” 一章。对于空气的折射率 , ZEMAX 将使用下面公式 :

版权申明 : 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的进行学术交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

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

这里

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

T 是以摄氏度表示的温度, P 是相对大气压力 (无单位量), 以及 l 是以微米为单位测量。这个空气折射率公式从 F.Kohlrausch ,Praktische Physik , 1998 , 第 1 卷 , 第 408 页中得到的。

玻璃的绝对折射率随着温度变化的变化值由下面的表达式给出 :

$$\Delta n_{abs} = \frac{n^2 - 1}{2n} \left[D_0 \Delta T + D_1 \Delta T^2 + D_3 \Delta T^3 + \frac{E_0 \Delta T + E_1 \Delta T^2}{l^2 - l_{tk}^2} \right],$$

这里 n 是在标准温度和压力条件下的相对折射率, ΔT 是相对 20 摄氏度的温度的变化值 (如果温度高于 20 摄氏度, 则 ΔT 是一个正数), 另外的六个常数是由玻璃厂家提供来描述玻璃的热性能的。这个表示玻璃折射率变化的模型是由 Schott 玻璃技术公司发展得出的。

这六个常数必须全部提供给玻璃目录, 以保证计算是有效的。这六个常数的默认值全部为零, 这使折射率的变化值为零; 因此, 如果没有热性能数据被加到目录中, 则认为没有热影响, 折射率恢复到标准温度和压力条件下的折射率数值。没有提供这六个常数, ZEMAX 将不能计算任意一种玻璃的折射率的热变化。然而, 如果这六个系数是无效的, 还是可以使用一些近似值。详细内容可参见这一章后面的“ 折射率热变化数据的添加 ” 部分。

ZEMAX 将不考虑对于梯度折射率表面, 熔炼号玻璃, 或者仅由折射率和阿贝常数描述的模拟玻璃的折射率的环境影响。然而, 使用多重结构编辑界面来手动定义多个环境的性能的变化是有可能的。

为了分析或者优化在特殊温度和压力条件下的一个完整的镜头, 需要的是去定义在高级对话框中相对数据。然后, 半径和厚度都被假定是在这个特殊温度下测定的, 并且 ZEMAX 将相应地计算折射率数据。

多个温度和压力数据的定义

当必须在多个环境下分析和优化一个镜头时, 如一个宽的温度范

围或者不同的海拔高度 (或者两者都有) , 则热分析特性的真正能力才得到发挥。这些镜头系统提出了一些新的问题 :

必须提供指定测定半径和厚度的正常温度的一个方法。

必须说明由于环境变化而得出的折射率 , 半径 , 和厚度的变化量。

必须考虑对使用材料的热影响。

一些表面可能是在一个温度或压力下 , 而另一些则表面是在不同的温度或压力下。

ZEMAX 将在所有细节中考虑这些任务。建立一个多个环境镜头的基本方法是 :

定义在正常温度和压力条件下的镜头。这通常是标准温度和压力条件 , 是镜头被虚构的环境。仅在这个温度和压力条件下指定所有的半径和厚度数据。

现在使用多重结构特性定义附加结构 (参见多重结构一章) 。在附加结构中 , 将指定半径和厚度 , 以及一个被称为 “ 热拾取求解 ” 的特殊求解将被用来调整每个附加结构的半径和厚度数据。控制温度和压力的多重结构操作数是 TEMP 和 PRES。

TCE 代表膨胀的热系数。当一个玻璃元件的温度改变了 , 则其尺寸的线形变化将由下式给出 :

$$L' = L(1 + \alpha \Delta T) ,$$

这里 L 是线形尺寸 , α 是 TCE , ΔT 是温度的变化量。随着材料的膨胀 , 曲率半径也将膨胀。因此玻璃表面的厚度和半径都将随着温度的变化而线形变化。这个线形假定仅仅是一个近似值 , 对于大多数材料和温度范围这不是一个相当好的数值。

TCE 系数是在玻璃目录中连同玻璃的色散数据一起定义的。关于 TCE 数据的详细内容可参见 “ 玻璃目录的使用 ” 一章。

要考虑热影响的那些参数的定义

在多重结构编辑界面中, 有一个特殊的求解, 称为“热拾取”。ZEMAX 根据一个新的结构相对于“参考”结构的温度和压力, 利用这个拾取求解来计算一个多种结构参数的新的值。热拾取仅仅影响某些类型的多重结构数据值, 如下所述。

曲率半径值 (CRVT)

如果多重结构操作数是一个 CRVT, 那么这个结构的相应表面的曲率是根据在正常结构中的对应曲率值, 两个结构之间的温度差, 和对应材料的 TCE 值计算得到的。

如果被求解的表面所用的玻璃的类型是在目录中说明的 (如 BK7 或 F2), 则使用从目录中得到的 TCE 值。如果玻璃类型为“空气”, 即在玻璃栏中没有输入, 则有两种可能性: 如果前面使用的玻璃的类型是一种目录玻璃, 则使用那种玻璃的 TCE 值, 否则, 将忽略热效应。这些规则有一个重要的分歧: 如果一个元件是一个双胶合镜头, 那么对于第一个半径的 TCE 值是第一种玻璃的 TCE 值, 而对于第二个和第三个半径的 TCE 值是第二种玻璃的 TCE 值。换句话说, ZEMAX 忽略了在双胶合镜头中引起的“压力”。这个假设对于一个大的温度范围可能是不准确的。

厚度值 (THIC)

如果操作数为一个 THIC, 则有两种可能性。如果这个表面是由目录玻璃构成的, 则使用这种玻璃的 TCE 值; 否则, 使用在这个表面的 TCE 栏中指定的 TCE 值。TCE 栏是用来输入那些用来装配加工的材料的用户自定义 TCE 数据的。一个另外的要点是: 如果这个表面不是由目录玻璃构成的, 则热膨胀将沿着材料的长度进行计算, 这个长度是从这个表面的边缘开始, 一直延伸到下一个表面的边缘。由于材料是沿着边缘长度计算的, 而不是沿着中心厚度, 因此这是一个更为精确的计算。

例如, 假设两个镜头被一个中心厚度空间为 80mm 的铝片隔开。如果铝片的第一个表面 (即第一个镜头的后表面) 的矢高为 -5mm, 第二个表面 (即第二个镜头的前表面) 的矢高为 8mm, 则总的边缘厚度为 93mm。如果铝的 TCE 值为 23.50×10^{-6} , 则在 +20 摄氏度的温

度变化下,边缘厚度将从 93mm 边到 93.0437mm。忽略两个镜头表面的矢高的变化(实际上 ZEMAX 是考虑到这个影响的,这里为了方便起见则忽略它),则铝片的中心厚度变成 80.0437。注意这是一个与仅考虑中心厚度的计算不同的膨胀数量。

因为这个沿着边缘长度的膨胀说明了半径和邻近表面的变化,所以如果半径变化了,则即使一个值为 0.0 的 TCE 也将导致厚度的变化。为了关闭厚度的热膨胀,不要使用值为 0.0 的 TCE,而只要简单地把热拾取求解全部去掉就可以了。

参数值

参数值的热拾取求解的性质依赖于参数编号和表面类型。如果这个参数被认为有一个长度单位,则将使用一个恰当的缩放比例,就跟前面介绍的曲率半径一样。如果单位是长度的幂数,如长度的平方或者长度的倒数,则也将使用恰当的缩放比例。否则,热拾取将忽略热效应,简单地从正常结构中拾取对应的数值。

特殊的表面类型,如多项式非球面,二元光学,全息,和其它一些使用参数或者特殊数据的表面,必须人为地在多重结构编辑界面中增加一些操作数和热拾取求解;自动的热设置工具将不能自动地增加这些操作数。

特殊数据值

特殊数据值的热拾取求解的性质依赖于表面类型。通常,仅仅“标准化半径”需要被按比例缩放。它的便利之处是由于热膨胀只是简单地考虑长度的缩放比例这个事实。因为大多数特殊数据表面使用的是无单位量的系数,所以只有标准化半径需要被缩放。这将同样很好地有效作用于二元光学表面和多项式非球面表面。对于那些不使用标准化半径的特殊数据表面,热拾取求解将忽略热效应,只是简单地从正常结构中拾取相应的数据值。

特殊表面类型,如多项式非球面,二元光学,全息,和其它一些使用参数或者特殊数据的表面,必须人为地在多重结构编辑界面中增加一些操作数和热拾取求解;自动的热设置工具将不能自动地增加这

些操作数。

其它的所有数据值

其它的所有数据值是一些直接的拾取，这些值将与在正常结构中的相应数据值一样。热效应将被忽略。

在单个结构中多个环境的定义

有时需要将光学系统的不同部分放在不同的温度和压力条件下。注意，这不同于那些通过多重结构将整个系统放在不同的环境中。

通过使用多重结构操作数 TEMP 和 PRES 可以将表面组各自的温度和压力分配给它们自己，即使只定义了 1 个结构。其关键是每个 TEMP 和 PRES 操作数说明了在多重结构编辑界面中跟在它们后面的所有操作数的环境。在编辑界面中列出的最后一个 TEMP 和 PRES 操作数定义了“全局”环境，这将应用于所有没在多重结构编辑界面中列出的数据。

例如，假设一个光学系统模型要求表面 1~5 在 20 摄氏度的温度下，而表面 6~10 在 50 摄氏度的温度下。第一个列出的操作数应该是 TEMP (同样的说明也应用于 PRES)，定义了 50 摄氏度的初始环境。所有的对应于表面 6~10 的曲率，厚度，半口径，玻璃，和其它数值将被列在操作数 TEMP 后面。然后这个列表应该以另一个 TEMP 操作数结束，这一个定义了 20 摄氏度的“全局”温度。最后系统将在各自的温度 (和/或压力) 下估算各个表面。

理解两个基本规则是非常重要的：

- ➡ 所有跟在 TEMP 和 PRES 操作数后面的多重结构编辑界面操作数将在那个温度和压力下被求值
- ➡ 在多重结构编辑界面中列出的最后一个 TEMP 和 PRES 定义了所有其它在或者不在多重结构编辑界面上的数据的温度和压力

迄今为止，在建立一个复杂的多个环境的镜头过程中最重要的一个步骤是仔细检查它的设置。做这项工作的两个很好的工具是在指示

报告中的折射率数据和多重结构数据表格。这个表格列出了每个玻璃类型的温度和压力，以及相应的热拾取。

检查在每个参数上的热拾取求解也是一个好主意；这些数据至少应该部分被检查来检验正确的温度范围和被使用的膨胀。

自动的热设置

自动建立用来热分析的镜头的便利方法是在“编辑菜单”一章中的“多重结构”下的“工具”部分。

TCE 数据的添加

这里有两类 TCE 数据。对于那些使用目录中的一个名称命名的玻璃类型（如 Schoot 目录中的 BK7）的表面，ZEMAX 使用在这个目录中指定的 TCE 数据。关于热膨胀系数值的描述可参见“玻璃目录的使用”一章。

如果表面不使用目录玻璃，则 TCE 的值是从镜头数据编辑界面中的 TCE 栏中直接摘录下来。TCE 栏是电子表格的最后一行，在“参数”栏的右边。

注意 TCE 是一个无单位量的参数，总是等于输入的系数乘以 $1E-6$ 。因此，一个值为 $23.50E-6$ 的 TCE 只要简单地输入 23.5。在计算热效应时，ZEMAX 将自动将 $1E-6$ 考虑进去。

气体和液体的模拟

关于非固体材料的热效应模拟的重要信息可参见“玻璃目录的使用”一章中的“气体和液体的模拟”部分。

折射率的热效应变化量数据的添加

与温度，周围大气压力，和波长相关的折射率的变化量将通过使用前面给出的多项式表达式来模拟任意一种玻璃。这个表达式需要六个系数来定义与绝对折射率的变化有关的温度和波长。通常，对于那些由用户自己添加的材料，这六个描述变化量的系数都是不可变的。然而，大多数玻璃目录至少包含了一个折射率随着温度的变化而变化的比率的单一的线性近似值。这个数值被称为 dn/dt 。如果这个唯一

可用的数据是一个单一的 dn/dt , 则这个一般表达式的近似值可以被假设为 , 除 D_0 之外的所有系数都为零 :

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

这里意味着给出了 D_0 的一个合理的近似值 :

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

D_0 需要被计算 , 然后输入到玻璃目录中。在标准温度和压力条件下测量的在中心波长处的相对折射率是表示折射率 n 的一个适当值。随后要极度小心地检查在不同波长和温度下计算的折射率数据 , 以确保这是一个适当的近似值。注意 , dn/dt 应该是一个绝对值 , 而不是一个相对值。

➡ 在使用唯一的单一 dn/dt 数值时 , 要保持极度的小心和怀疑。

使用单一的 dn/dt 数值来估算术语 D_0 的值仅仅是一个粗略的近似方法。与温度相关的折射率的实际变化量在任意一个宽的波长或温度范围内都不可能是线性的。因此 , 在使用唯一的单一 dn/dt 数值时 , 要保持极度的小心和怀疑。

无热效应镜头的优化

为了优化一个无热效应的镜头 , 首先要使用前面节中介绍的方法来定义多个结构 , 这些结构被要求来模拟在每个温度下的镜头。然后 , 仅在正常结构中定义用来优化的变量。例如 , 假设正常结构为编号 1 的结构 , 结构 2 , 3 , 和 4 是对每个曲率和厚度使用热拾取求解定义的。仅将正常结构中的曲率和厚度设为变量。

优化镜片组之间的空间材料的 TCE 也是有可能的。为了达到这个目的 , 可以在镜头数据编辑界面中的 TCE 栏中的数值上设置变量。

热分析的限制

有关 ZEMAX 的热分析性能的正确度有几个限制。首先 , 在整个使用的温度范围内应该始终检查 TCE 数据的正确度。也应该和使用的玻璃的厂商一起检查折射率数据系数。

热分析对于那些倾斜 , 偏移 , 或者其它非传统的光学系统不必正

版权声明 : 本文由“光学在线”收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

确地工作。在计算那些不对称的元件的边缘厚度的位移是会有些困难；例如彼此间相互倾斜的两个镜头之间的边缘厚度。

为 Schott 玻璃而提供的热折射率和 TCE 数据是从 Schott 得到的，他们表明在从 -40 到 +80 摄氏度的温度范围，和在从 0.435 到 0.644 微米的波长范围内，这些数据是正确的。在 1.06 微米外的数据可能以较低的精度被推出。而对于其它玻璃提供的数据和这个范围精度是未知的。

因为热效应模拟的复杂性，所以在关键应用和所有的计算中没有一个是可信的，ZEMAX 中的折射率数值和 TCE 数值应该被独立地检验。即使在上述指定的范围内工作于 Schott 玻璃时，这也是正确的。

第二十三章 偏振分析

介绍

➡ 这个特性仅对 ZEMAX 的 EE 版本有效

光线追迹程序通常将光线看作是一个几何实体,仅有位置,方向,和相位。例如,在一个表面上的一条光线完全由光线的截止坐标,用来定义光线与当前光轴所夹的角度的方向余弦,和用来测定沿着这条光线的光程长度或光程差的相位来描述。

在两种介质的分界面上,如玻璃和空气,将根据 Snell 定律产生折射。通常在不影响光束方向的分界面上的效果将被忽略。这些效果包括电场的振幅和相位差,这于入射角,入射光偏振,和两种介质的性质,以及在分界面上的任何光学膜。

偏振分析是传统光线追迹的一个扩充,它考虑了光线在通过一个光学系统的传播过程中的光学膜以及反射和吸收的损失具有的效果。

有关偏振概念的复习

ZEMAX 用户手册不是有意要成为偏振理论的指南。这个题目很大,在别的地方以被很好地介绍。范例可参见由 J.Bennett 在光学手册第一卷, McGraw Hill (1995) 中写的评论。电场的振幅和偏振状态可以方便地用琼斯向量表示:

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

这里 E_x 和 E_y 是被求值的复数。电场向量中的 x 和 y 方向正交于光线的传播向量。在两种介质的分界面上,传递系数,反射系数,和电场的相位对于电场的 S 和 P 分量是不同的。电场的 S 分量是沿着与入射平面正交的轴的,而 P 分量是位于入射平面的。入射平面向量包含了在截止点的光线传播向量和表面法线向量。因而,电场被分成 E_s 和 E_p 分量,这两个都是被求值的复数。

在分界面后面的电场是通过 S 和 P 的传递系数(如果表面是折射面)或者反射系数(如果表面是反射)贡献计算的。ZEMAX 计算反射系数和传递系数,但仅仅使用与光线传播相适合的一个值。简单地

说, 这章讨论的剩下部分将使用反射系数和传递系数术语来表示我们感兴趣的术语。如果表面是一个反射面 (也就是玻璃类型为 MIRROR), 则程序将自动使用反射系数。因而, 折射后的电场为:

$$E'_s = E_s t_s, \quad E'_p = E_p t_p,$$

这里传递系数, t_s 和 t_p , 是被求值的复数。在计算 E_s 和 E_p 投影以后, 他们将被重新组合成琼斯向量, 继续传播到下一表面。传递系数的计算依赖于入射介质的折射率, 光学膜 (如果有的话) 中每层膜的折射率 (可能是复数) 和厚度, 底层的折射率 (可能是复数)。关于计算的细节在光学手册第一卷, McGraw Hill (1995) 中已提到, 这里将不再重复。

有许多方法可以定义感兴趣的参数来描述偏振光束。所有这些表达式都与入射角, 波长, 偏振方向有关。这里是在 ZEMAX 中经常使用的术语和他们的定义:

反射振幅, ρ

反射振幅是电场的反射系数的被求值的复数。

传递振幅, τ

传递振幅是电场的传递系数的被求值的复数。

反射强度, R

反射强度是垂直于表面测量的。它被给出了一个符号 R , 而且总是一个 0 和 1 之间的实数。反射强度可以由反射振幅计算得到 如下:

$$R = \rho \rho^*$$

传递强度, T

传递强度是垂直于表面测量的。它被给出了一个符号 T , 而且总是一个 0 和 1 之间的实数。传递强度可以由传递振幅计算得到 如下:

$$T = \tau \tau^*$$

吸收强度, A

吸收强度仅仅是一种电场强度，既不是传递强度，也不是反射强度：

$$A=1.0-T-R。$$

二次衰减，D

二次衰减意味着“两个衰减”，用来比较 S 偏振光与 P 偏振光相比的强度损失。二次衰减定义如下：

$$D = \left| \frac{T_s - T_p}{T_s + T_p} \right|$$

相位，P

对于 S 和 P 偏振光，传递光束的相位通常是不同的。相位由下面公式给出：

$$P_s = \arg(E_s), P_p = \arg(E_p)。$$

延滞，S

延滞是 S 和 P 偏振光之间的相位差，或者

$$S = \arg(E_s) - \arg(E_p)。$$

无膜表面的性质

仅仅在垂直入射时，在绝缘介质之间的无膜表面有传递和反射振幅，他们由 Fresnel 表达式表示：

$$R = \left[\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right]^2, \text{ 和 } T = \frac{4n_1 n_2}{[n_1 + n_2]^2}。$$

在以除垂直以外的角度入射时，这个关系更加复杂。例如，在空气和 BK7 之间的表面在波长为 0.55 微米处有一个是入射角的函数的反射和传递振幅，如下图所示。

图略，可参见使用手册第 349 页

注意，反射振幅随着入射角的增加而快速增加，直到在临界入射角处，所有的光线都被反射，而没有折射。也要注意，S 和 P 偏振状

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

态有着不同的传递振幅。这导致了一个由光阑照度分布决定的偏振。

在 ZEMAX 中薄膜的定义

对于绝缘介质, 折射率纯粹是一个实数, 因此它的虚部为零。对于金属材料, 折射率是一个复数。在折射率虚部的普通使用中有两种符号约定, ZEMAX 使用下面的约定:

$$h = n + ik$$

这里 n 是通常的折射率, k 是消光系数。通常使用的另一种符号约定是 $h = n - ik$, 但 ZEMAX 使用那种正的形式。因此, 材料, 如铝, 有一个带着典型的负的 k 值的复数折射率。对于铝, 折射率由下式近似给出:

$$h = 0.7 - 7.0i$$

注意, 对于典型的吸收材料使用这个约定, 这个消光系数是一个负数。

ZEMAX 使用一个 ASCII 码文件格式来定义所有的薄膜数据。在这个文件中提供了两种类型的数据: 单一材料的名称和折射率, 以及由定义的材料组成的单一薄膜的名称和结构。

这个文件可以是一个任何有效的文件名。ZEMAX 提供了一个被称为 COATING.DAT 的样本文件, 对于任意的新镜头 COATING.DAT 是一个默认的薄膜文件名。可以定义多个薄膜文件, 并且由特定镜头文件使用的薄膜文件的名称是在系统, 通用, 偏振表格对话框中定义。ZEMAX 强烈建议 COATING.DAT 的任意修改要保存在一个有着不同文件名的文件中, 以至于后面对 ZEMAX 的更新不会覆盖对 COATING.DAT 作出的改变。

➡ ZEMAX 强烈建议 COATING.DAT 的任意修改要保存在一个有着不同文件名的文件中

在薄膜文件中, 关键字 MATE (对于材料)、TAPR (对于锥形轮廓) 和 COAT (对于薄膜), 被用来定义不同类型的薄膜数据。先得出所有的材料和锥形定义, 然后得出所有的薄膜定义。

这个文件包括了下列格式:

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

MATE <材料名称>

波长的实部, 虚部

波长的实部, 虚部

.....

MATE <下一个材料名>

波长 实部 虚部

波长 实部 虚部

.....

TAPR <锥形名称>

DX x 偏心

DY y 偏心

RT 术语编号 半径术语

.....

TAPR <下一个锥形名称>

DX x 偏心

DY y 偏心

RT 术语编号 半径术语

.....

COAT <薄膜名称>

材料 厚度 用绝对值 循环索引 锥形名称

材料 厚度 用绝对值 循环索引 锥形名称

.....

COAT <下一个薄膜名称>

材料 厚度 用绝对值 循环索引 锥形名称

材料 厚度 用绝对值 折射索引 锥形名称

.....

如果这个“用绝对值”，“循环索引”，和“锥形名称”是被省略，则“用绝对值”和“循环索引”两个都被假定为零，而且认为没有锥形轮廓。

MATE 数据部分

材料名称可以是长度不超过 20 个字符的任意的用户自定义名称，不允许有空格和特殊符号。

ZEMAX 以下面的方法使用材料数据：

波长自变量总是以微米表示的。波长必须按上升顺序被指定。

实部的值是该材料在相应波长处的实际折射率。

虚部的值是消光系数。

如果对于一种材料只提供了一种波长，则无论哪种波长被追迹，都要使用这个实部 和虚部。因此薄膜材料的色散被忽略。

如果对于一种材料定义了两种或者更多的波长，则对于比最短的定义波长还要短的波长，要使用最短波长的数据。对于比最长的定义波长还要长的波长，要使用最长波长的数据。对于在两者之间的波长，使用线性插值法。

TAPR 数据部分

通常，ZEMAX 假定，在整个光学表面上薄膜厚度是一致的。然而，由于一些光学薄膜的应用方法不同，一个薄膜可能不定的厚度，这通常是半径对称的。锥形薄膜是通过应用一个锥形函数来定义的，这个函数是将一个无单位量的系数乘以名义薄膜厚度计算得到的。任一薄膜的任一层都可以应用一个锥形，而且每一膜层都可以有不同的锥形。

有效的薄膜厚度为：

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

$$d_{eff} = d \times f \quad ,$$

这里 d 是名义薄膜厚度, f 是锥形因子。锥形因子定义如下:

$$f = \sum_{i=0}^{20} b_i r^i \quad ,$$

这里 r 是偏移的半径坐标, 定义如下:

$$r = \sqrt{(x - x_d)^2 + (y - y_d)^2} \quad .$$

如果锥形因子等于一个负数, ZEMAX 假定它为零。参数 x_d , y_d , 和 b_i 都已在薄膜文件的锥形数据部分中定义了。注意, 半径坐标的奇次方、偶次方和零次方全都被使用。通常这个系数都有与镜头单位有关的单位和大小。在定义或使用锥形薄膜时, 应该仔细检查是否使用了正确的镜头单位。

在定义或使用锥形薄膜时, 应该仔细检查是否使用了正确的镜头单位。

锥形名称可以是长度不超过 20 个字符的任意的用户自定义名称, 不允许有空格或特殊符号。

ZEMAX 将以下列方式使用锥形数据:

如果跟在关键字 TAPR 后面的任意一行中的第一个关键字是 DX 或者 DY, 那么在同一行中关键字 DX 或者 DY 后面的数据值分别被认为是以镜头单位表示的 x 和 y 的偏移。

如果第一个关键字是 RT, 则第二个数据值必须是 0 和 20 之间的整数, 包括这两个数。这个整数决定了术语编号, 或者半径的幂。第三个数据值是在半径幂数上的系数。

除非已被定义, 否则 ZEMAX 使用的任意一个术语都被认为是零。

薄膜数据部分

膜层的顺序是很重要的! 可参见下节中的说明。

薄膜名称可以是长度不超过 20 个字符的任意的用户自定义名称, 不允许有空格或特殊字符。

ZEMAX 以下列方式使用薄膜数据：

如果薄膜文件先被读入，则 ZEMAX 将检验是否每种薄膜都是由在材料部分中定义的材料组成。如果应用的材料没被定义，则将产生一个错误。

薄膜厚度不仅可以以主波长在介质中的厚度的单位测量（相对定义），也可以与任何波长无关的微米测量（绝对定义）。如果使用相对定义，则由两个不同的镜头文件以两种不同的主波长使用的同样的薄膜将有不同的实际厚度。薄膜的实际厚度由下式测量：

$$d = \frac{l_0}{n_0} T \quad ,$$

这里 l_0 是以微米表示的主波长， n_0 薄膜在主波长上的折射率的实部， T 是在薄膜文件中指定的薄膜的“光学厚度”。例如，在一个折射率实部为 1.4 的薄膜材料中，一个在一个值为 0.550 微米的主波长上的 1/4 波长薄膜 ($T=0.25$) 的厚度为 0.0982 微米。注意，仅仅使用折射率的实部被使用来测定膜层的厚度。

如果整数“用绝对值”是零（或者被省略），则这个厚度将被认为是一个相对值；否则，薄膜厚度是以微米表示的绝对值。

“循环索引”决定了 ZEMAX 是如何复制膜层组的。详细内容可参见下节。

重复的膜层组的定义

一些薄膜包含了重复的膜层组，例如，一个膜层被定义如下：

COAT 3GROUPS

MAT0 0.25 0 0

MAT1 0.25 0 0

MAT2 0.50 0 0

MAT3 0.25 0 0

MAT1 0.25 0 0

MAT2 0.50 0 0

MAT3 0.25 0 0

MAT1 0.25 0 0

MAT2 0.50 0 0

MAT3 0.25 0 0

MAT4 0.25 0 0

注意，材料 MAT1，MAT2，和 MAT3 的序列被重复了三次。这是一个完全可以接受的语法结构，然而，这需要用 11 个文本行和 11 个膜层来定义这个薄膜。通过使用参数“循环索引”可以使用一个简写的语法结构。整数参数“循环索引”被设为是一组膜层将被重复的次数。在第一个膜层和最后一个膜层上都必须设置“循环索引”（这是为了说明膜层的范围，ZEMAX 在两个方向也都将读取数据，如下所述）。上述的薄膜可以被写成下面的形式：

COAT 1GROUP

MAT0 0.25 0 0

MAT1 0.25 0 3

MAT2 0.50 0 0

MAT3 0.25 0 3

MAT4 0.25 0 0

注意在列出的第一和第三膜层中出现了参数“3”。这种语法结构不但可以节省输入，它也可以减少不小心的输入错误，减轻编辑负担，而且还可以保持了膜层的总数；这对于每种薄膜定义都是有限的（可参见下节关于薄膜数据限制的说明）。虽然上述的薄膜实际上模拟了 11 个膜层，但是它仅定义 5 个“膜层”。

关于“循环索引”的使用，有一些要点：

关于可以定义的不同的膜层组的数量，或者每组包含多少膜层，是

没有限制的，只要在 COAT 标题下的行数不超过在下面定义的最
大的允许膜层的数量就可以了。

一个值为 0 的“循环索引”与一个值为“循环索引”是一样的；那
是因为，零并不意味着不包含一组膜层。

循环不可以嵌套，也不可以重叠。

关于薄膜数据的总数的限制

在目录中有一个空间，可以容纳 50 种材料，每种材料可以有 100
个波长-折射率点，50 种薄膜种类，每种薄膜可以有不超过 200 个膜
层。

有少量一些访问薄膜文件数据的方法。第一，可以在 ZEMAX 外
部通过使用任何 ASCII 码文本编辑器来编辑薄膜文件。第二，在主菜
单栏上的‘工具’菜单下的‘编辑薄膜文件’选项，它可以调用 Windows
的 NOTEPAD 编辑器。而且，在“工具”菜单下的还有一个“薄膜
列表”选项，它列出了薄膜和材料的定义数据。如果要编辑这个薄膜
文件，则要重新载入这个文件，以便于可以修改新的薄膜数据；在工
具菜单下有一个菜单选项，可以用来重新载入这个目录。

ZEMAX 提供的默认材料和薄膜

ZEMAX 提供的默认 COATING.DAT 文件包含了几种材料和少量
普通的光学薄膜。下表介绍了一些包含在默认文件中的材料和薄膜。

默认的材料和薄膜

材 料	说 明
AIR	单位折射率，用来表示薄膜中包含的空气间隙
AL2O3	氧化铝，折射率 1.59
ALUM	铝，折射率 0.7-7.0i
ALUM2	铝的另一个定义
CEF3	氟化铈，折射率 1.63

LA2O3	氧化镧，折射率 1.95
MGF2	氟化镁，折射率 1.38
N15	折射率为 1.5 的虚构材料
THF4	氟化钽，折射率 1.52
ZNS	硫化锌，折射率 2.35
ZRO2	氧化锆，折射率 2.1
薄 膜	说 明
AR	普通的减反膜，定义为 MGF2 的 1/4 波长
GAP	用来显示短暂传播的一个小的空气间隙
HEAR1	高性能的减反膜
HEAR2	高性能的减反膜
METAL	用来分光的薄的铝层
NULL	主要用来调试的厚度为零的薄膜
WAR	减反膜“W”，定义为一个 LA2O3 的半波长，后面再加上 MGF2 的 1/4 波长

这些材料和薄膜是有意用来作为一个范例，可能不会在任意特定的情形中都是可用的。薄膜厂家和设计者总要检查特殊薄膜材料的详细信息。关于如何定义这些材料和薄膜的详细信息，可以使用在“报告菜单”一章中介绍的薄膜列表报告。

表面上薄膜的指定

一旦定义了一种薄膜，则可以通过在薄膜栏中指定这种薄膜的名称来将它应用在一个表面上；薄膜栏位于镜头数据编辑界面的最右边。ZEMAX 将使用下面四个规则之一来说明薄膜的定义：

如果指定的表面是从空气到玻璃的分界面，则膜层像在薄膜文件中指定的那样可以被严格说明。入射介质是空气，因此，最外层被列在薄

膜定义的第一行 (在顶部) , 然后是下一层, 等等, 基层是表面的玻璃类型。薄膜的定义不包括基层索引和材料定义。这里的玻璃术语意味着玻璃类型不是 “ MIRROR ” , 也不是空格 (这被认为是表示空气的单位折射率) 。梯度折射率镜头是被认可的玻璃。

如果指定的表面是空气和空气, 或者玻璃和玻璃之间的分界面, 薄膜也像从空气到玻璃那样被严格定义, 使用与针对入射和基层介质所做的相似的计算。

如果指定的表面是从玻璃到空气的分界面, 则膜层的顺序将自动翻转, 因此这个薄膜与它在从空气到玻璃的情况中应用的薄膜是相同的。因此, 如果分界面是从空气到玻璃的, 则由 ALHHS 定义的薄膜应该被解释成 SHHLA。

如果表面类型是一个反射镜, 则薄膜定义必须包括基层索引。然后薄膜定义中的最后一层被假定为是一个半无穷厚的基层材料。

ZEMAX 也可以模拟某些限制情况, 如被阻止的 TIR ; 可参见这一章后面的说明。

如果没有定义薄膜, ZEMAX 应做什么

如果薄膜栏中是空的, 则应采取下列措施:

如果这个表面是一个反射镜, 则假定这个表面镀了一层折射率为 $0.7-7.0i$ 的一层厚的铝层。这个铝层是足够厚的, 以致于没有任何光线可以通过这个铝层。

如果这个表面是绝缘界面, 则采取裸露的、没镀膜的表面。

理想化的薄膜的定义

有些时候我们不知道准确的薄膜定义, 或者不需要薄膜性质的详细模型。对于这些情况, 可以使用一个简单化的理想薄膜。不用输入这种薄膜的名称, 而是输入字母 “ I ” , 后面跟着一个小数点和薄膜的传播小数。例如, 传播 98.5% 光的薄膜被称为 “ I.985 ” 。这种薄膜名称不需要在薄膜文件中定义, 但是, 如果这个名称出现在可用薄膜的下拉列表中, 则它应该在薄膜文件中列出。

版权申明: 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

ZEMAX 简单地设定传递强度 $T=0.985$ (或者无论这个值是多少), 则反射部分是 $R=1-T$, 以及传递振幅为 $t=\sqrt{T}$, 反射振幅为 $r=\sqrt{R}$)。

入射偏振的定义

一些个别的分析设置 , 如那些偏振光线追迹 (参见分析菜单一章), 考虑了入射偏振的描述。这个偏振完全是由琼斯向量定义的 :

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

这里 E_x 和 E_y 都有一个数量和一个相位。ZEMAX 将指定的 E_x 和 E_y 的值规范化成有一个单位数量 , 如果指定了任意的光瞳照度则应适当缩放这个强度。注意 , E_x 和 E_y 的值都是在相对电场振幅的条件下测定的。由于 E_z (在当前光轴上) 始终为零 , 所以在光线的当前坐标系中 E_x 和 E_y 的值描述了这个电场。

然后 , 电场从当前的 E_x 和 E_y 描述转化成空间的 E_x 、 E_y 和 E_z 描述。由于一般来说光线不可能平行于物空间光轴 , 所以空间 E_z 不一定为零。这个转化是通过选择琼斯向量分量 E_x 来说明沿着向量 S 方向的电场 , 这个方向没有空间 Y 分量。琼斯向量分量 E_y 说明了沿着向量 P 方向的电场 , 这个方向垂直于 S 方向 , 没有空间 X 分量。向量 P 和 S 被定义成 $S \times P = R$, 这里 R 是光线向量。然后由当前的 E_x 和 E_y 在 S 和 P 方向上的投影计算得出空间 E_x 、 E_y 和 E_z 。这个计算的详细步骤将由 ZEMAX 自动操作 , 不需要另外的输入。由于偏振向量必须平行于光线方向 , 所以对于有限的物距来说 , 有着不同光瞳坐标的光线的偏振向量是不平行的。

偏振分量的定义

在两种介质之间的任意分界面可以使一束光线产生偏振。ZEMAX 支持一个理想化的模型来代表一个普通的偏振装置。这个模型被当作一个特殊的 “ 琼斯矩阵 ” 表面类型来执行。这个琼斯矩阵根据

$$\begin{bmatrix} E'_x \\ E'_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} ,$$

来更改一个琼斯向量 (它描述了电场), 这里 A, B, C, D, E_x , 和 E_y 都是复数。在镜头数据编辑界面中, ZEMAX 提供一些单元来定义 A 的实部, A 的虚部, 等等。注意, 电场的 Z 分量不受琼斯矩阵表面影响。这个普通的琼斯矩阵可以用来定义种类繁多的偏振组成。例如, 参见在下表中的琼斯矩阵范例。数字格式是 (a, b) , 这里 a 是实部值, b 是虚部值。

琼斯矩阵范例

偏振组成	矩 阵
空矩阵	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
X 分析	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
Y 分析	$\begin{bmatrix} (0,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
在 X 方向上的 1/4 波面	$\begin{bmatrix} (0,1) & (0,0) \end{bmatrix}$
在 Y 方向上的 1/4 波面	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
在 X 方向上的半波面	$\begin{bmatrix} (1,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
在 Y 方向上的半波面	$\begin{bmatrix} (0,0) & (0,0) \end{bmatrix}$
光强过滤器, 25% 传播	$\begin{bmatrix} (0.5,0) & (0,0) \end{bmatrix}$

ZEMAX 可以使用偏振分析来计算什么

ZEMAX 可以产生 R, T, A, D, P , 和 S 的图形, 作为波长对于给定的入射角的函数, 或者作为角度对于给定的波长的函数, 详细内容可参见 “分析” 一章。通过使用 “偏振光线追迹” 特性, ZEMAX 可以计算和列出详细的计算过程, 用来追迹任一给定光线通过系统的偏振状态。另外一些特性计算了于偏振有关的结果; 详细内容可参见 “分析菜单” 一章。

总体的吸收和传播系数

ZEMAX 也可以准确地计算单一光线地传播, 或者整个光瞳地一个平均值。传播系数计算是基于表面影响的, 如反射损失, 而通过玻璃的总体传播系数的计算是根据 Beer 定律:

$$t = e^{-\alpha \tau},$$

这里, α 是吸收系数, τ 是通过玻璃的长度。参数 α 通常与波长有关,

有一个长度倒数的单位。关于传递数据的定义的内容可参见“玻璃目录的使用”一章。在所有的 ZEMAX 计算中都不考虑偏振效果。

双折射材料的模拟

双折射材料是使用在“表面类型”一章中介绍的双折射输入/输出表面类型来模拟的。关于具体例子的重要细节和信息可参见那一章。

当光线通过双折射介质时,对于 S 和 P 偏振光,玻璃的折射率是不同的。寻常光折射率是在垂直面或者 S 偏振光上得到的折射率,而非寻常光折射率则是在平行面或者 P 偏振光上得到的折射率。

ZEMAX 允许选择追迹寻常光线或者非常光线。ZEMAX 一次只能追迹这两种光线中的一种或者另一种。

注意, S 和 P 偏振光线的方向通常与在薄膜和菲涅耳表面效果的计算中使用的是不一样的。这里的 S 和 P 指的是相对于晶体的光轴的垂直面和平行面。包含折射光线和晶体光轴的矢量的平面是平行面,而 P 矢量位于这个平面内,并垂直于光线矢量; S 矢量是 P 矢量和光线矢量的正交矢量。

对于双折射材料的偏振分析,需要采用一些假设。ZEMAX 假设,如果追迹寻常光线,那么 S 分量是重要的,而 P 分量的传递系数被设为零;对于非常光线,ZEMAX 假设 P 分量是需要的,因此 S 分量的传递系数被设为零。

这个方法是很简单的,它对于每个可能光路都将独立产生正确的传递系数结果。如果在系统中有 2 对双折射表面,则需要 4 个独立光线轨迹;如果有 3 对双折射表面,则需要 8 个光线轨迹,等等。

受抑全反射的模拟

当一条通过玻璃的光线以一个大于临界角的角度射到一个分界面上,将产生受抑全反射 (FTIR)。如果紧密放置另一个绝缘体介质,如另一片玻璃,而不接触那个分界面,则一些光线将通过这个薄的空气间隙,而传播出去,即使在这个分界面上的折射不能满足 Snell 定律。反射光束和传递光束都将受到空气间隙的厚度的影响。在间隙厚度为零的限制内,光线将继续传播,就好象没有分界面一样;而在一

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系 (info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

个远大于波长的一个分数的大间隙厚度的限制内 , 那么事实上所有的光线将被全部反射。

虽然这发生在一个特殊的情况中 , 但是这个普通的模型作为另一个薄膜问题归入到 ZEMAX 手动 FTIR 的偏振程序中。其诀窍是定义一个反应这种情形的薄膜。一个默认的这种薄膜是厚度为有着单位折射率的空气的 0.1 波长的 GAP。使用 Y 正切值为 1.0 的倾斜表面 , 将薄膜 GAP 放在这个分界面上来产生能正确模拟偏振性质的系统。注意 , 不能像这一章前面所介绍的那样 , 通过编辑薄膜文件来改变空气间隙的厚度。

在薄膜 GAP 被放入以后 , ZEMAX 现在可以计算反射光和传递光的偏振性质。

图形可参见使用手册第 357 页

然而 , 用作其它目的 (如系统传播系数的计算 , 光线特性曲线 , 优化) 的光线追迹将仅仅沿着传播光路进行。为了模拟反射光路 , 只要简单地给这个内倾斜表面一个 MIRROR 的表面类型 , 加上一个 90 度的光轴断点 , 以及照常改变后面的厚度的符号。现在在这种情况下中的薄膜需要被修改来表明第二个绝缘体块的存在 , 即使在传播光路中不执行光线追迹 , 而只在反射光路中执行光线追迹。在薄膜文件需要定义一个新的薄膜 (在这个例子中被称为 FTIR) , 它看起来像 :

COAT FTIR

AIR .1

N15 1

当这个薄膜被应用一个反射镜面上时 , 将把这个反射镜面作为一个后跟玻璃片的空气间隙。注意 , 基层玻璃的折射率和色散通过在薄膜文件定义一种玻璃来详细模拟当然是可能的 ; 这里 N15 被用来作为简单说明。这个用来定义基层玻璃的最后一种材料 , N15 的厚度是没有用的 , 因为当应用到反射镜面上时 , ZEMAX 总是假设基层是半无穷的。最后的镜头和反射图显示如下。对于每个系统模型 , 其反射图和传递图都是一样的。

版权声明 : 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

最后注意，也可以通过简单地增加这个间隙厚度来模拟常规的 TIR。大于波长的一个分数很多的距离本质上等价于一个无穷大的间隙。然而，由于“下溢”数值误差的缘故，这种情况产生的原因是由于传播系数是非常低的，因此对于易消失的光波传播来说，在薄膜文件不应该定义一个非常大的厚度。一个波长，或者一个为 1.0 的光学厚度通常是足够的了。

图形可参见使用手册第 358 页

偏振分析的限制

对于 ZEMAX 偏振分析性能有一些限制。无论何时作出制作决定，都要仔细检查薄膜文件中的数据正确性。同时，应该将由 ZEMAX 产生的折射率和传播率的曲线图送到薄膜厂家那里，作为一个检查来确保这种薄膜将像要求的那样运作。

对于某些表面类型，如近轴表面、衍射光栅、二元光学表面、或者菲涅耳表面，偏振光线追迹法则通常不能得到正确的结果。一般，只有那些有由 Snell 定律说明的折射光或者反射光的表面才有有效的被计算的偏振数据。特别地，偏振法则假定光线保持在折射或者反射后的影响平面内。这对于常规的折射光学系统是正确的（这是 Snell 定律的一个条件），但对于衍射光学系统和“假象”表面，如近轴镜头，这通常是不正确的。

虽然梯度折射率表面的影响（反射和传播系数）也被说明，但不考虑通过梯度折射率介质的传播的偏振影响。因为光线在通过梯度折射率介质时经过了一条弯曲的光路，所以偏振矢量将以一个 ZEMAX 不能计算的方式旋转。

第二十四章 ZEMAX 程序设计语言

介绍

➡ 这个功能只有 ZEMAX 的 XE 和 EE 版本才有

在 ZEMAX 的应用中 ZEMAX 程序设计语言 (ZPL) 为了方便使用宏语言而特意设计的语言。ZPL 提供了用户自行扩展的功能。这意味着如果你一种特别的计算或图解显示,而这些功能在 ZEMAX 中是没有的,那你就可以自行编写 ZPL 程序来做这些工作。ZPL 程序能被储存在磁盘里并能从 ZEMAX 内部被调用。你可以建立一个 ZEMAX 程序库,并且可以和其他 ZEMAX 用户一起共享。

ZPL 类似与 BASIC 程序设计语言,除了不是所有的 BASIC 结构和关键字都被支持,以及加了一些新性能和独特的功能来进行光线追迹以外。如果你熟悉 BASIC 语言,你将很快地学会 ZPL。如果你不懂 BASIC 语言,或者你以前根本不懂程序设计,请不要惊慌。ZPL 是容易使用的,这一章将给你一些简单的用法说明和例子,让你从头开始学习。

创建 ZPL 程序

如果一个已存在的程序所能实现的任务与你想要完成的任务相似,那么在这个程序的基础上创建一个新程序去实现这个功能可能是容易的。如果你正尝试着写你的第一个 ZPL 程序,你可能会想去看一下这一章末尾的例子一节。在 \MACROS 目录下也能找到一些 ZPL 宏指令的例子,它们在“ZEMAX 例子文件”一章中被介绍。

应用任何 ASCII 码文本编辑器(如 NOTEPAD 编辑器)去创建 ZPL 文件。只要你希望,你可以给文件起任何描述性文件名,但文件必须以 .ZPL 扩展名结尾。

运行 ZPL 程序

为了运行你的 ZPL 程序,从主菜单选择宏,编辑/运行 ZPL 宏,一个 ZPL 控制对话框将会出现,对话框里有着以下选项:

现有文件:一个可用的宏的下拉式列表。所有列出的宏都是以扩

展名 .ZPL 结尾的 ASCII 码文件。文件必须在为 ZPL 宏而设置的目录下,参见“文件菜单”一章中关于参数选择对话框中目录表的部分。

执行后关闭:如果这一项被选中,那么在执行宏指令后 ZPL 控制对话框将自动关闭。

安静模式:如果这一项被选中,默认的文本输出窗口将不再显示。这对于那些不产生有用文本的图表宏指令是十分有用的。

状态:再执行宏指令的过程中,ZEMAX 在这个区域显示状态信息,这个状态信息是用来说明正在执行的宏指令的“行”号。这个状态信息每四分之一秒更新一次。

终止:终止按钮将使目前正在运行的宏指令停止运行。

取消:如果一个宏指令正在运行,取消按钮将终止当前宏指令,如果没有宏指令在运行,取消按钮将关闭 ZPL 控制对话框。

编辑:编辑按钮将调用 Windows NOTEPAD 编辑器。这个编辑器可以用来修改宏指令和对宏指令进行改名。

查看:查看按钮将在一个文本窗口中显示宏指令文件的内容,在这里它可以上下滚动和打印出来。在查看窗口中不允许编辑。

从“现有文件”中选择要运行的宏指令,然后点击执行。

ZEMAX 将开始运行程序。任何从 PRINT 语句中输出的文本或错误信息将被放置在一个文本文件中。当宏指令终止执行以后,这个文本文件将在一个窗口显示出来。可以用 CLOSEWINDOW 关键字来抑制这个输出窗口的显示。

ZPL 概述

ZPL 程序包括一系列命令(称为语句),它们被储存在 ASCII 码文本文件中。你可以用 ZEMAX 外的任何文本编辑器来创建 ZPL 程序(你也可以编辑 ZEMAX 内部的程序,这将在后面部分进行说明)。对于大多数(但不是全部)命令,ZPL 语言使用与 BASIC 相似的语法结构。例如,语句

x=5

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和建议,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

是一种有效的 ZPL 语句。在这一简单的语句中要注意一些重要的东西。首先，变量不需要被说明。这意味着被称为变量的“x”在被赋予 5 这个值之前不需要已经存在。如果“x”已经被赋值，那么它现在将被重新赋值。因此变量在使用之前不需要被说明。第二，不需要特殊符号来终止一个语句，例如在 C 语言中的“;”。因此，每个 ZPL 语句都必须自成一。ZPL 支持行函数调用。下列形式的语句是允许使用的：

```
x= SQRT(5)
```

```
y= SINE(x)
```

```
z= SQRT(x+5*(7-x))
```

函数 SQRT (平方根) 和 SINE (正弦) 在 ZPL 中已被建立。有许多这样的单操作数函数，所有这些在后面部分详细说明。注意 ZPL 是不分大小写的，SQRT() 和 sqrt() 是一样的。ZPL 文档将使用一般惯例，函数和关键字用大写字母，其他的用小写字母。前面出现的所有语句都有一个共同的特点：它们都是赋值语句。这意味着等号右边的表达式将被求值，结果被赋予等号左边的指定变量。在 ZPL 中还有一种语句，称为关键字。

关键字的一个例子是 PRINT。关键字 PRINT 后面跟着一列术语，它们有逗号隔开，这些都将被打出来。例如，ZPL 语句

```
x = 3
```

```
y = 4
```

```
z = SQRT(x*x+y*y)
```

```
PRINT 'The hypotenuse is ',z
```

在屏幕上将打印出下列内容：

```
The hypotenuse is 5.0000
```

注意 ZPL 强制使运算符优先。在任何一对括号里，运算操作按着特殊的顺序执行。ZPL 使用下列由高到低的优先级：函数（如 SQRT），逻辑运算（如==），乘法和除法，然后是加法和减法。圆括

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

号总是不考虑优先级，在这个意义上，它有着最高的优先级。

有许多其他的关键字将在后面部分被介绍。

ZPL 变量

变量为数值量提供了临时性的储存单元，当编写程序时这些数值量的精度是不知道的，但当运行程序时精度将被规定。当你需要一个新的变量时，ZEMAX 将为你完成大部分的工作。例如，前面出现的简单语句

$x = 5$

使 ZEMAX 给这新变量分配储存单元，并记录下与它有关的值。变量一旦被定义，它就可以使用在后面任何一个表达式中。然而，关于 ZPL 变量的使用也有一些规则。

首先，变量名不能包含任何 ZPL 用来逻辑运算和分界的“特殊”符号，如(,), =, +, -, *, /, !, >, <, ^, &, |, #, ; 和空格号。第二，一个变量不能与关键字和函数同名，例如 THIC 和 RAYX，由于 ZEMAX 是不分大小写的，所以你也不能通过用 rayX 和 Thic 来避开这一条规则。第三，任何一个变量名都必须少于 28 个字母。违反了这些规则，虽然程序运行看起来没有错误，但都将产生语法错误，根本不能得到你想要的结果。ZPL 中的变量数最多不得超过 200 个。任何 ZPL 变量都是以 64 位双精度数据形式储存。

ZPL 函数

ZPL 函数是可以用在赋值语句的右边，在形式上它与关键字是不一样的。函数可以不要自变量，也可以有一个自变量或多个自变量。所有的函数都将返回一个值。例如一个函数，如 PWAV() (主波长)，将返回一个不依靠自变量的值，因此它不需要自变量。但无任如何，圆括号仍然需要。

许多函数都有相对应的关键字。例如，函数 RADI()将返回与自变量相对应的表面的曲率半径(RADI(3)返回第三表面的曲率半径)。同样也有一个关键字 RADI 设定表面的曲率半径。详细信息参见关键字的说明。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

所有的函数都在下面的表格中列出。如果给出一个函数形如 FUNC(), 那么表明它不需要自变量, FUNC(x)则表明它需要一个自变量, FUNC(x, y)表明它需要两个自变量, 等等。

ZPL 函数表

函 数	自 变 量	返 回 值
ABSO (X)	数字表达式	表达式的绝对值
ACOS (X)	数字表达式	反余弦值 (弧度表示)
APMN (X)	表面编号	最小半口径值。对于星形通光孔径是指臂宽; 对于长方形和椭圆通光孔径是指口径的 X 方向半宽度
APMX (X)	表面编号	最大半口径值。对于星形通光孔径是指臂数; 对于长方形和椭圆通光孔径是指口径的 Y 方向半宽度
APXD (X)	表面编号	孔径的 X 方向的偏心值
APYD (X)	表面编号	孔径的 Y 方向的偏心值
APTP (X)	表面编号	描述指定表面口径类型的整数代码
ASIN (X)	数字表达式	反正弦值 (弧度表示)
ASPR ()	无	当前绘图设备的尺寸比例
ATAN (X)	数字表达式	反正切值 (弧度表示)
ATYP ()	无	系统光圈类型代码: 0 指 EPD, 1 指 F/#, 2 指 NA, 3 指随光栏尺寸移动
AVAL ()	无	系统光圈值
CONF ()	无	返回当前的结构编号, 在 1 和最大结构数之间, 包括这两个数

CONI (X)	表面编号	表面的圆锥系数
COSI (X)	数值表达式 (弧度表示)	表达式的余弦值
CURV (X)	表面编号	表面的曲率
EDGE (X)	表面编号	表面在指定半口径时的边缘厚度
EOFF ()	无	文件结束标记。如果已到文件末尾则返回 1 , 否则返回 0。仅在执行关键字 READ 后函数才有效
ETIM ()	无	从最后一个 TIMER 开始所经过的时间 (以秒表示)
EXPE (X)	数值表达式	以 e 为底数的指数值
函 数	自 变 量	返 回 值
EXPT (X)	数值表达式	以 10 为底数的指数值
FICL (vec#)	Vector # , 在 1 和 4 之间 , 包括 1 和 4	光纤耦合效率。参见下面关于 FICL 函数使用方法的内容
FLDX (X)	视场编号	指定视场的 X 方向的角度或高度
FLDY (X)	视场编号	指定视场的 Y 方向的角度或高度
FTYP ()	无	如果视场类型是以度数表示的角度则为 0 , 是物高则为 1 , 是理想像高则为 2 , 是实际像高则为 3 , 高度以镜头单位为单位 (见 UNIT)
FVCX (X) FVCY (X)	视场编号	指定视场的 X 方向和 Y 方向的压缩渐晕因子
FVDX (X) FVCY (X)	视场编号	指定视场的 X 方向和 Y 方向的偏心渐晕因子
FWGT (X)	视场编号	指定视场的权重

GABB (X)	表面编号	玻璃库里指定表面对应的玻璃的阿贝常数
GETT(window, line,column)	要记录的窗口数、行数、列数的数值	从任何一个打开的文本窗口中记录数值。这功能允许我们利用 ZEMAX 在窗口中显示的任意值进行计算
GIND (X)	表面编号	玻璃库里指定表面对应的玻璃的 d 光折射率
GLCA (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 X 矢量
GLCB (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 Y 矢量
GLCC (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 Z 矢量
GLCX (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 X 坐标
GLCY (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 Y 坐标
GLCZ (X)	表面编号	指定表面球面顶点的 Z 坐标
GNUM (A\$)	字符串变量名	如果字符串 A\$是一种有效玻璃名，如 BK7，那么返回这种玻璃在玻璃库中的编号。关键字 GLAS 可以用玻璃编号来设定表面的玻璃类型。如果 A\$不是玻璃库中的玻璃名，返回 0。如果字符串是“MIRROR”，返回 -1
函 数	自 变 量	返 回 值
GPAR (X)	表面编号	玻璃库里指定表面对应的玻璃的相对部分色散系数
GRIN(s,w,x,y,z)	表面#，波长#，x，y 和 z 轴坐标	返回编号为 w 的波长在 s 表面的指定位置的折射率。对于梯度和非梯度介质都有效

INDX (X)	表面编号	主波长的折射率
INTE (X)	数值表达式	返回小于自变量的最大整数
LOGE (X)	正的数值表达式	表达式的自然对数值
LOGT (X)	正的数值表达式	表达式的常用对数值
MAGN (x,y)	X 和 y 是实数	X 平方和 Y 平方之和的平方根
MAXF ()	无	以度数表示的最大半视场角，或着以镜头单位表示的半物高或半像高。如果视场是由角度、像高或物高定义的，那么返回值不依赖于自变量
MAXG ()	无	当前使用的玻璃的数量
MFCN ()	无	返回当前的评价函数值
NCON ()	无	返回结构个数
NFLD ()	无	定义的视场个数
NPAR(surf, object,param)	Surf 是表面编号 ,object 是目标编号 , param 是要返回的值的参数编号	从非连续元件的编辑界面的参数栏中返回一个值
NPOS(surf, object,code)	Surf 是表面编号,object 是目标编号 ,code 是 0-6 , 分别代表要返回的位置相对于参考位置的 x,y,z 坐标 , x,y,z 倾斜	从非连续元件的编辑界面的位置栏中返回一个值
NSUR ()	无	指定表面的编号
NWAV ()	无	指定波长的编号
ONUM (A\$)	字符串名	如果字符串 A\$是一个有效的优化操

		作数名, 如 EFFL, 则 ONUM 返回这个操作数的 id 编号。关键字 SETOPERAND 可以用操作数 id 编号来设定评价函数编辑界面中的操作数类型。如果 A\$不是操作数名, ONUM 返回 0
函 数	自 变 量	返 回 值
OPDC ()	无	光程差。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
OPER(row,col)	优化函数编辑界面中的行(操作数编号)和列(数据类型)	从优化函数编辑界面的指定行和列中记录数据。行号与操作数编号一样; 列号中 1 指操作数类型, 2 指 int1, 3 指 int2, 4-7 指 Hx-Py, 8 指目标值, 9 指权重, 10 指实际值, 11 指贡献百分值。也可参见 MFCN 和关键字 SETOPERAND
OPTH (X)	表面编号	沿着光线到指定表面的光程长度。与 RAYT 和 RAYO 不同, OPTH 考虑了由衍射引起的相位变化, 如光栅、全息、二元光学等
PARn (X)	表面编号	表面参数 “ n ”
PMOD ()	无	如果近轴模式关闭则为 0, 否则为 1
POWR (x,y)	X 是正数, y 为任意数	y 的 x 次方。X 必须是正数, 否则用它的绝对值
PVHX ()	无	优化操作数 ZPLM 的 Hx 参数
PVHY ()	无	优化操作数 ZPLM 的 Hy 参数
PVPX ()	无	优化操作数 ZPLM 的 Px 参数
PVPY ()	无	优化操作数 ZPLM 的 Py 参数

PWAV ()	无	主波长编号
RADI (X)	表面编号	表面的曲率半径
RAGX (X)	表面编号	光线截止点的 x 球形坐标 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAGY (X)	表面编号	光线截止点的 y 球形坐标 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAGZ (X)	表面编号	光线截止点的 z 球形坐标 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAND (X)	正的数值表达式	均匀分布在 0 和表达式值之间的随机浮点值
RANX (X)	表面编号	表面法线的 x 方向的余弦 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RANY (X)	表面编号	表面法线的 y 方向的余弦 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
函 数	自 变 量	返 回 值
RANZ (X)	表面编号	表面法线的 z 方向的余弦 ,
RAYE ()	无	光线追迹错误标记 , 没有错误则返回 0 , 仅在 RAYTRACE 被调用后才有效。详细信息参见有关关键字 RAYTRACE 的内容
RAYL (X)	表面编号	穿过表面后光线在 x 方向的余弦。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAYM (X)	表面编号	穿过表面后光线在 y 方向的余弦。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAYN (X)	表面编号	穿过表面后光线在 z 方向的余弦。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效

RAYO (X)	表面编号	从前一表面到指定表面光线的光程长度。光程长度是长度乘以折射率，这两个数都有可能是负数。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效。也可参见 OPTH 和 RAYT
RAYT (X)	表面编号	从前一表面到指定表面光线的光程长度。光程长度有可能是负数。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效。也可参见 OPTH 和 RAYO
RAYV ()	无	如果无渐晕则为 0，否则为渐晕面的编号。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAYX (X)	表面编号	光线截止点的 x 坐标。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAYY (X)	表面编号	光线截止点的 y 坐标。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RAYZ (X)	表面编号	光线截止点的 z 坐标。仅在 RAYTRACE 被调用后才有效
RELI (f)	相对照度	在指定视场位置的 RI
SAGG(x,y,z)	x、y 是编号为 z 的表面坐标,以镜头单位表示	表面上指定点的矢高,以镜头单位表示
SCOD (A\$)	任意一个代表 ZEMAX 表面类型的字符串变量或文字	字符串必须是有效的表面类型名,如 STANDARD , EVENASPH , PARAXIAL , 等等。使用的每一种表面类型的有效文件名都将在指定的数据报告种显示出来
函 数	自 变 量	返 回 值

SCOM(A\$,B\$)	任意两个字符串变量	如果两个字符串相等, SCOM 返回 0; 如果 A\$小于 B\$, SCOM 返回一个小于 0 的值; 否则返回一个大于 0 的值
SDIA (X)	表面编号	指定表面的半口径
SIGN (X)	数值表达式	如果自变量小于 0 则返回-1, 自变量是 0 则返回 0, 自变量大于 0 则返回 +1
SINE (X)	数值表达式 (弧度表示)	表达式的正弦值
SLEN (A\$)	任意一个字符串变量	在字符串 A\$中字母的个数
SQRT (X)	正的数值表达式	表达式的平方根
STYP (n)	表面编号 n	表面的表面类型代码, 参见 SCOD
SVAL (A\$)	任意一个字符串变量	字符串值。返回字符串 A\$的浮点值
TANG (X)	数值表达式 (弧度表示)	表达式的正切值
TMAS ()	总重量 (以克表示)	从第一面到像面之间所有镜头的总的重量 (以克表示)
THIC (X)	表面编号	指定表面的厚度
UNIT ()	无	如果当前单位类型是毫米、厘米、英寸或米, 则分别返回 0、1、2 或 3
VEC1 (X)	正的下标值	返回数组中指定下标的元素的值
VEC2 (X)	正的下标值	返回数组中指定下标的元素的值
VEC3 (X)	正的下标值	返回数组中指定下标的元素的值
VEC4 (X)	正的下标值	返回数组中指定下标的元素的值

VERS ()	无	返回一个四位数的版本号。最典型的版本号是 5500。以后 ZEMAX 版本将返回更大的版本号
WAVL (X)	波长编号	波长 (以微米表示)
WWGT (X)	波长编号	波长的权重
XMIN ()	无	图表窗口中的最小 x 坐标
XMAX ()	无	图表窗口中的最大 x 坐标
YMIN ()	无	图表窗口中的最小 y 坐标
YMAX ()	无	图表窗口中的最大 y 坐标

函数 FICL () 的使用

函数 FICL 是计算光纤耦合的。因为函数要使用许多自变量，所以自变量要先放在一个向量组里，然后再调用函数。这向量组必须是已定义的四维数组。放在向量组里的数值定义如下：

0 = 采样精度

1 = 波长#

2 = 视场#

3 = 忽略来源标志 (0 代表否，1 代表是)

4= 输出方 NA

5= 接收方 NA

6 = 输出方 x 角度错误

7 = 输出方 y 角度错误

8 = 接收方 x 角度错误

9 = 接收方 y 角度错误

10 = 接收方 x 方向偏差

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者)，“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系 (info@photics.net)，我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

11 = 接收方 y 方向偏差

12 = 接收方 z 方向偏差

通过调用函数 FICL (n) 来计算光纤耦合 , 这里 n 是包含自变量列表的向量组的个数。

ZPL 数学运算

ZPL 宏指令包括基本的数学运算 , 如加、减、乘、除。各类语法结构显示如下 :

$x = y + z$

$x = y - z$

$x = y * z$

$x = y / z$

其余所有的运算只有通过使用 ZPL 函数或 ZPL 逻辑运算来实现 , 这些将在后面的章节中介绍。

ZPL 逻辑运算符

逻辑运算符被用来构造复合语句 , 这个语句的最后的的结果是 1 或者 0。大部分逻辑运算采用形式

(表达式) (运算符) (表达式)

这类似于数学语句 , 如 $1 + 2$ 。补集运算是用非运算符 “ ! ” , 它仅需一个自变量 , 它的形式是 ! (表达式)。逻辑运算使用了一个惯例 , 0 代表 “ 假 ” , 非 0 值代表 “ 真 ”。如果表达式的值为 0 (假) , 非运算返回 1 (真) ; 如果表达式的值为非 0 值 (真) , 则返回 0 (假)。非运算常用在 IF 语句中 , 例如 :

IF !x THEN x is zero. ”

其他逻辑运算也可用来作为 IF 语句的部分自变量。例如 , 一个 IF 语句可以包含两个条件 , 当这两个条件都是真时才能执行 THEN 语句 :

IF (x>1) & (y<2) THEN PRINT Both conditions are true. ”

这两个条件通过用&表示的“与”运算符联系起来。注意这里的圆括号是用来强制使括号里的内容优先。ZPL 支持的逻辑运算符列表如下：

ZPL 逻辑运算符

逻辑运算符	说 明
&	与，仅当两个表达式都为非 0 值时返回 1
	或，当至少有一个表达式为非 0 值时返回 1
^	异或，当仅有一个表达式为非 0 值时返回 1
!	非，当（表达式）为非 0 值时返回 0，否则返回 1
==	等于，当表达式相等时返回 1
>	大于，当左边的表达式大于右边的表达式时返回 1
<	小于，当左边的表达式小于右边的表达式时返回 1
>=	大于等于，当左边的表达式大于或等于右边的表达式时返回 1
<=	小于等于，当左边的表达式小于或等于右边的表达式时返回 1
!=	不等于，当表达式不相等时返回 1

ZPL 字符串变量及其运算

ZPL 支持字符串变量和基本的字符串操作。字符串变量不需要说明，但可以在任何时候用一个定义语句来创建字符串变量，例如：

```
newstring$ = Here is the new string. "
```

注意，字符串变量和数值变量以字符串末尾是否跟字母\$来区分。字符串变量可以用操作符“+”连接起来。例如：

```
C$ = A$ + B$
```

连接句中也可包含字符串常量：

```
total$ = 'A$ is ' + A$ + ' and B$ is ' + B$
```

也可以有用来摘录文本数据的字符串函数，例如：

```
title$ = $LENSNAME()
```

注意这里的函数\$LENSNAME()是以字母\$开头。这样可以认为函数是返回一个字符串结果。字符串函数可以用在定义语句中，例如：

```
this$ = 'Here is the lens title: ' + $LENSNAME()
```

字符串变量可以像其他字符串一样被打印出来：

```
PRINT 'Here is A$: ' + A$
```

注意函数 PRINT 可以仅仅打印字符串变量；如在打印语句中有串联操作或字符串函数则不被支持。正确的方法是先把字符串连成一个新的字符串，然后再打印新的字符串：

```
A$ = B$ + C$
```

```
PRINT A$
```

另外，逗号也可以作为连接操作符：

```
PRINT A$, B$, C$
```

字符串不能像这样直接打印：

```
PRINT $LENSNAME()    ! 不正确 !!!
```

其实正确的方法是先把函数值赋给一个变量，然后再打印这个变量：

```
Z$ = $LENSNAME()
```

```
PRINT Z$
```

\$STR()是一个很重要的函数。这个函数可以把任意表达式当成自变量，只要这个表达式的值一个数字。\$STR 在把一个数值数据转变为字符串的格式变换中十分有用：

```
A$=          The          expression          evaluates          to ' +
```

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁰⁶

\$STR(SQRT(3*3+4*4+z*y))

其相反功能的函数是 SVAL(A\$) , 它把字符串转化成浮点数。

下面的表格中列出了可用的字符串函数。

ZPL 字符串函数

函 数	说 明
\$COMMENT(i)	返回第 i 面的注释字符串
\$DATE()	返回当前的日期和时间字符串。它的格式在环境对话框中被规定。
\$FILENAME()	返回当前镜头的文件名, 不带路径
\$FILEPATH ()	返回当前镜头的文件名, 带完整路径
函 数	说 明
\$GLASS (i)	返回编号为 I 的表面对应的玻璃的名称
\$LEFTSTRING(A\$, n)	返回字符串 A\$左边的 n 个字母。如果 A\$字母个数少于 n , 剩余的空间用空格填补。这允许字符串有固定的长度格式。参见\$RIGHTSTRING
\$LENSNAME()	返回在通用数据系统对话框中定义的镜头标题
\$NOTE(line#)	返回在通用数据系统对话框中定义的注解信息
\$PATHNAME()	返回当前镜头文件的路径名。这对于确定镜头文件储存的哪个目录里很有用
\$RIGHTSTRING(A\$,n)	返回字符串 A\$右边的 n 个字母。如果 A\$字母个数少于 n , 剩余的空间用空格填补。这允许字符串有固定的长度格式。参见\$LEFTSTRING
\$STR(expression)	返回一个格式由关键字 FORMAT 确定的字符串。这个数字表达式可以是任意形式, 包括常数、变量和函数的组合形式

\$UNITS()	根据当前镜头单位返回 MM、CM、IN 和 M 中的一个
-----------	------------------------------

ZPL 字符串逻辑运算

字符串逻辑运算与前面讲述的 (数值) 逻辑运算很像。关键的差别在于表达式是字符串, 而不是数字。可用的字符串逻辑运算符在下列表格中进行说明。

ZPL 字符串逻辑运算符

逻辑运算符	说 明
\$==	等于, 如果左右两边的字符串是一样的则返回 1
\$>	大于, 如果左边的字符串大于右边的字符串则返回 1
\$<	小于, 如果左边的字符串小于右边的字符串则返回 1
\$>=	大于等于, 如果左边的字符串大于右边的字符串、 或者和右边的字符串一样则返回 1
\$<=	小于等于, 如果左边的字符串小于右边的字符串、 或者和右边的字符串一样则返回 1
\$!=	不等于, 如果左右字符串不一样则返回 1

例如, 一个 IF 语句可以来比较字符串, 如下:

```
A$ = "TEST"
```

```
B$ = "TEST"
```

```
IF ( A$==$B$ ) THEN PRINT "Strings are identical."
```

ZPL 关键字

ZPL 关键字提供了直接指导程序流程、产生输出、执行一些重要任务 (如光线追迹和修改镜头规定等) 的功能。每个关键字都在下面的章节里被详细介绍。功能相似或者有联系的关键字被列在一起。

APMN, APMX

用途

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

用来设定表面通光孔径的最小/最大半口径。

语法结构

APMN(surface) = (new_value)

APMX(surface) = (new_value)

说明

这两个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的数值。求出表达式(surface)的值，然后取整，用这个整数来作为表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面的数量，那么这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，被赋值来作为该表面通光孔径的最小 (APMN)或最大半口径 (APMX)。虽然通光孔径的半口径数据的意义与使用的孔径类型有关，但它还是适用于所有通光孔径，两者的关系在下表中说明。

通光孔径类型和 APMN 使用方法

孔径类型	APMN 用成	APMX 用成
无孔径 (None)	不用	不用
环形口径(Circular aperture)	设定最小半口径	设定最大半口径
环形挡光 (Circular obscuration)	设定最小半口径	设定最大半口径
星形(Spider)	设定臂宽	设定臂数
长方形口径 (Rectangular aperture)	设定 x 半宽度	设定 y 半宽度
长方形挡光 (Rectangular obscuration)	设定 x 半宽度	设定 y 半宽度
椭圆口径(Elliptical aperture)	设定 x 半宽度	设定 y 半宽度
椭圆挡光 (Elliptical obscuration)	设定 x 半宽度	设定 y 半宽度

自定义口径(User aperture)	不用	不用
自定义挡光(User obscuration)	不用	不用
浮动口径(Floating aperture)	不用	不用

例子：

$$\text{APMN}(3) = 1.75$$

$$\text{APMX}(3) = 3.50$$

APXD , APYD

用途

用来设定表面通光孔径的 x/y 偏心。

语法结构

$$\text{APXD}(\text{surface}) = (\text{new_value})$$

$$\text{APYD}(\text{surface}) = (\text{new_value})$$

说明

这两个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的数值。求出表达式(surface)的值，然后取整，用这个整数来作为表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面的数量，那么这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，被赋值来作为该表面通光孔径的 x 偏心(APXD)或者 y 偏心(APYD)。

例子：

$$\text{APXD}(3) = -3.6$$

$$\text{APYD}(5) = -1 * \text{APYD}(3)$$

AFTP

用途

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴¹⁰

用来设定表面的通光孔径类型。

语法结构

$\text{AFTP}(\text{surface}) = \text{integer_code}$

说明

这两个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的数值。求出表达式(surface)的值，然后取整，用这个整数来作为表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面的数量，那么这条命令将被略过。否则，求出表达式 (integer_code) 的值，取整后赋值来作为通光孔径类型。

通光孔径类型被存成正数代码形式，详见下表说明。

表面类型代码

正数代码	通光孔径类型
0	无(None)
1	环形孔径(Circular aperture)
2	环形挡光(Circular obscuration)
3	星形(Spider)
4	长方形孔径(Rectangular aperture)
5	长方形挡光(Rectangular obscuration)
6	椭圆孔径(Elliptical aperture)
7	椭圆挡光(Elliptical obscuration)
8	自定义孔径(User aperture)
9	自定义挡光(User obscuration)
10	浮动口径(Floating aperture)

例子

ATYP(3) = 1

ATYP , AVAL

用途

用来设定系统光圈的类型和值。

语法结构

ATYP = (code)

AVAL = (new_value)

说明

这两个关键字是用来设定系统光圈的类型和值。光栏类型用下列代码来定义：

系统光圈类型代码

光圈类型	代码
入瞳直径 (Entrance Pupil Diameter)	0
像空间 F/# (Image Space F/#)	1
物空间数值孔径 (Object Space Numerical Aperture)	2
通过光栏尺寸浮动 (Float By Stop Size)	3

例子

! Set the EPD to be 35

ATYP = 0

AVAL = 35.0

BEEP

用途

产生可以听见的嘟嘟声。

语法结构

BEEP

说明

当运算结束或者需要输入时用这条命令来提醒用户。

CLOSE

用途

关闭前面用 OPEN 命令打开的 ASCII 码文件。

语法结构

CLOSE

说明

参见关键字 OPEN 的说明

CLOSEWINDOW

用途

禁止显示默认输出窗口。

语法结构

CLOSEWINDOW

说明

CLOSEWINDOW 用来使 ZPL 宏指令进入“安静”模式。如果宏指令中的任何一行中有关键字 CLOSEWINDOW ,那么通常在宏指令执行结束时显示的文本窗口将不再显示。CLOSEWINDOW 对宏指令的执行不产生任何其他影响。

COLOR

用途

用来设定图表功能中的线条和文字的墨水颜色。

语法结构

COLOR (n)

说明

n 的值必须是整数。如果自变量是 0 , 颜色被设成黑色。否则 , 由这个整数决定的颜色将用在所有后面出现的图表模式中的线条和文字。12 种有效颜色加上黑色 , 用数字 0-12 表示。ZEMAX 通常用不同的颜色来表示不同的视场和波长 , 如颜色 1 表示视场 1 或者波长 1 , 等等。

CONI

用途

CONI 用来设定表面的二次曲线常数。

语法结构

CONI(surface) = (new_value)

说明

这两个关键字需要两个表达式 , 一个用来指定表面编号 , 另一个用来定义一个新的数值。求出表达式(surface)的值 , 然后取整 , 用这个整数来作为表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面的数量 , 那么这条命令将被略过。否则 , 求出表达式(new_value)的值 , 然后赋值。

例子

CONI 1 = -1

相关关键字

UPDATE

CURV

用途

CURV 用来设定表面的曲率。

语法结构

$\text{CURV}(\text{surface}) = (\text{new_value})$

说明

这两个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的数值。求出表达式(surface)的值，然后取整，用这个整数来作为表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面的数量，那么这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，然后赋值。

例子

$\text{CURV}(3) = -\text{CURV}(4) + .001$

相关关键字

UPDATE

DELETE

用途

从电子表格中删除表面

语法结构

DELETE (n)

说明

n 这个值必须是一个整数表达式。参见 INSERT。

例子

DELETE 5

DELETE i+2*j

EDVA

用途

设定表面的特别数据。

语法结构

EDVA surf,ed_value,new_value

说明

表达式 surf 指明要修改的表面。表达式 ed_value 的值必须是与一个特殊数据值的位置对应的整数,有关表面的特殊数据值的内容可参见“表面类型”一章。求出表达式 new_value 的值,用来作为该表面特殊数据的更新值。

例子

EDVA 5, 6, x+y

END

参见 GOSUM

FINDFILE

用途

用来查找储存在磁盘里的文件名。

语法结构

FINDFILE TEMPNAME\$, FILTER\$

说明

这个关键字需要两个表达式,一个用来指定存放文件名的字符串变量,另一个用来指定包含“筛选器”字符串的字符串变量。这个筛选器字符串通常用来指定路径名和与想得到得文件类型相符合的通配符。见下面的例子。

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

FINDFILE 对于要列出一个目录下所有的某一类型的文件或者分析大量类似的镜头文件是很有用的,只要调用一个带有不同筛选器的 FINDFILE 语句,然后再调用带有原始筛选器名的 FINDFILE 语句。每次调用一个带有新筛选器的 FINDFILE 语句,都将复位返回这个筛选器遇到的第一个文件。

例子

```
FILTER$ = C:\ZEMAX\*.ZMX "
PRINT Listing of all ZEMAX files in ; FILTER$
FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
LABEL 1
If (SLEN(TEMPFILE$))
    PRINT TEMPFILE$
    FINDFILE TEMPFILE$, FILTER$
    GOTO 1
ENDIF
PRINT No more files. "
```

FLDX, FLDY, FWGT, FVDX, FVDY, FVCX, FVCY

用途

FLDX 和 FLDY 用来改变指定的视场点。FWGT 用来改变视场的权重。FVDX 和 FVDY 用来改变 x 和 y 的渐晕偏心因子。FVCX 和 FVCY 用来改变 x 和 y 的渐晕压缩因子。

语法结构

FLDX (field number) = (new_value)

FLDY (field number) = (new_value)

FWGT (field number) = (new_value)

FVDX (field number) = (new_value)

FVDY (field number) = (new_value)

FVCX (field number) = (new_value)

FVCY (field number) = (new_value)

说明

这些关键字需要两个表达式，一个用来指定视场编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(field number)的值，然后取整，用这个整数来作为视场编号。如果视场编号小于 1 或者大于视场的数量，那么这条命令被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，再赋值。因为视场值的改变会影响光线坐标和表面的半口径，所以建议再改变任何视场设定后执行以下 UPDATE 命令。

例子

FLDX 1=0.0

FLDY 1=12.5

FWGT 1=1.0

相关函数

FLDX , FLDY , FWGT , MAXF , FTYP , FVDX , FVDY , FVCX , FVCY

相关关键字

UPDATE , FTYP

FOR , NEXT

用途

关键字 FOR 和 NEXT 定义了一个程序块，这个块将在一个循环里执行指定次数。

语法结构

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

FOR variable=start_value,stop_value,increment

Statements...

NEXT

说明

关键字 FOR 标志着一组要多次执行的语句的开始。FOR 需要一个变量作为计数器 (不一定要是整数) 来说明计数器的起始值、终止值和增量。关键字 NEXT 标志着这组语句的结束。FOR-NEXT 循环可以嵌套。FOR 语句和 NEXT 语句的数量必须一样多。

在到达 FOR 语句之前,关于循环开始、终止和增量的表达式的值就已经被求出来,并保存起来。甚至当确定这些值的表达式中含有一些在程序块中其值要改变的变量时,终止值和增量也不再重新计算。这些值在 FOR 循环开始使用时才有效。如果开始值和终止值一样,循环体正好执行一次;如果开始值小于终止值,直到计数器变量大于终止值循环体才停止执行;如果开始值大于终止值,直到计数器变量小于终止值循环体才停止执行。

例子

FOR i=1,25,1

PRINT i

NEXT

j=5

k=0

FOR i=j,j+5,2

k=i+j+k

NEXT

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

FORMAT

用途

为后面的 PRINT 语句规定数值精度格式。

语法结构

FORMAT m.n [EXP]

说明

整数 m 和 n 被一个小数点隔开。m 是指要打印的总的字母个数，这些字母中的一些可能是空格。n 是指小数点后的位数。因此，FORMAT 8.4 将使后面的 PRINT 语句打印出小数点后面带有 4 位数字的 8 个字母。FORMAT .5 将使 PRINT 语句显示 5 个小数位，总的位置数是任意的。FORMAT 只会影响 PRINT 语句的数值输出。如果一个数值太大了，不在 m 个数字位之内，那么 FORMAT 语句的 m 部分将被忽略。在符号 m.n 后的可选择的关键字 EXP 规定了是否使用指数形式。

例子

x = 1.123

FORMAT 12.0

PRINT 'An integer portion = ',x

FORMAT 12.8

PRINT 'A decimal portion = ',x

FORMAT 12.8 EXP

PRINT 'Exponential notation = ',x

FTYP

用途

FTYP 用来使视场类型在角度 (以度表示) 物高和像高三者之间转变。

语法结构

FTYP = (new_value)

说明

表达式(new_value)的值必须是 0、1、2 或 3 之中的一个。如果值是 0 则表示视场类型是角度(以度表示), 1 则表示是物高(以镜头长度单位表示), 2 则表示是理想像高(以镜头长度单位表示), 3 则表示是实际像高(以镜头长度单位表示)。视场类型的设定不会改变视场大小, 因此也不用使系统更新。不论视场类型什么时候被改变, 视场大小通常都是用关键字 FLDX 和 FLDY 来调整。

相关函数

FLDX , FLDY , FWGT , MAXF

相关关键字

UPDATE , FLDX , FLDY , FWGT

GDATE

用途

GDATE 用来将镜头文件名下的当前日期放到用户自定义图表界面中的文本框中。

语法结构

GDATE

说明

GDATE 主要用来使你自定义的图表看起来像其他的 ZEMAX 图表。

例子

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

参见 GRAPHICS 部分。

GETEXTRADATA

用途

从特殊数据编辑界面中得到特殊数据值 ,并把它放到向量组变量 (VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETEXTRADATA vector_expression,surface_expression

说明

数据将被储存在指定的 VECn 数组变量中。例如 , 如果命令 GETEXTRADATA 1 , 5 被执行 , 那么表面 5 的特殊数据将被储存在 VEC1 中。数据将用如下的格式来储存 , 这里每行的第一个数字是指数组中的位置 :

0 : 向量中特殊数据值的个数

1 : 第一个特殊数据

n : 第 n 个特殊数据

有关特殊数据值的叙述请参见 “ 表面类型 ” 一章。

GETGLASSDATA

用途

从当前的玻璃库中得到任意一种玻璃的数据 ,并把它放到向量组变量 (VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETGLASSDATA vector_expression,glass_number

说明

数据将被储存在指定的 VECn 数组变量中。例如 , 如果命令

版权申明 : 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

GETGLASSDATA 1, 32 被执行, 那么第 32 号玻璃的数据将被储存在 VEC1 中。玻璃的编号可用函数 GNUM 得到。数据将用如下的格式来储存, 这里每行的第一个数字是指数组中的位置:

- 0 : 向量中数据值的个数
- 1 : 公式编号: 1 代表 Schott, 2 代表 Sellmeier 1, 3 代表 Herzberger, 4 代表 Sellmeier 2, 5 代表 Conrady
- 2 : MILNUM
- 3 : Nd
- 4 : Vd
- 5 : -30 到+70 摄氏度时的热膨胀系数
- 6 : +70 到+300 摄氏度时的热膨胀系数
- 7 : 密度 (以克/立方厘米为单位)
- 8 : 与正常线之间的偏离值 P_{gf}
- 9 : 最小波长
- 10 : 最大波长
- 11-16 : 相对部分色散常数 (它的值与计算公式有关)
- 17-22 : 热色散常数

GETMTF

用途

计算当前载入的镜头文件的子午和弧矢 MTF、实部、虚部、相位或者方波响应曲线等的值, 并把这些值存放在向量组变量 (VEC1、VEC2、VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETMTF freq,wave,field,sampling,vector,type

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

说明

自变量 freq 是指要求的以线对/毫米为单位的空间频率, 如果这个频率小于 0 或者大于截止频率, GETMTF 返回 0。自变量 wave 是指计算中使用的波长编号相对应的整数, 0 说明采用全部波长进行计算。自变量 field 必须是在 1 到最大视场编号之间的一个整数, 它的值指定了使用的视场。自变量 sampling 可以是 1(32*32) 2(64*64), 3(128*128), 等等....., 一直到 2048*2048。自变量 vector 必须是 1 到 4 之间的整数, 它规定了这些数据将被储存在哪个向量组里。自变量 type 是指数据类型: 1 代表 MTF, 2 代表实部, 3 代表虚部, 4 代表相位 (以度表示), 5 代表方波 MTF。如果任何一个自变量超出了规定的有效取值范围, 那么将用取值范围内最接近的一个数值来代替它。

数据将被以下面的格式返回到一个向量组中: 数组位置 0: 子午响应曲线; 数组位置 1: 弧矢响应曲线。

例子

! 这个宏指令计算当前载入镜头在 30lp/mm 处、采用全部波长、在最大规定视场处、网格密度为 32*32 (sampling=1) 时的 T&S 曲线, 数据将被存放在向量组 1 中, 下面就是的到该数据的全部语句:

```
GETMTF 30,0,NFLD(),1,1,1
```

```
PRINT Tangential response: ",vec1(0)
```

```
PRINT Sagittal response: ",vec1(1)
```

GETPSE

用途

计算当前载入镜头文件的衍射的点扩散分布函数, 并把这些数据存放在向量组变量 (VEC1, VEC2, VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

```
GETPSE wave,field,sampling,vector
```

说明

自变量 wave 是指与计算时使用的波长编号相对应的整数, 0 说明采用全部波长进行计算。自变量 field 必须是在 1 到最大视场编号之间的一个整数, 它的值指定了使用的视场。自变量 sampling 可以是 1(32*32) \ 2(64*64) \ 3(128*128) 等等....., 一直到 2048*2048。自变量 vector 必须是 1 到 4 之间的一个整数, 它规定了这些数据将被存放在哪个向量组里。如果任何一个自变量超出了规定的有效取值范围, 那么将用取值范围内最接近的一个数值来代替它。

数据将被以下面的格式返回到一个向量组中:

数组位置 0: 在向量组中 PSF 数据点的总的数目。通常, 这个数为 $4*n*n$, 这里 n 是采样尺寸 (32, 64, 等等)。例如, 如果采样密度是 2, 那么瞳孔采样尺寸是 64*64, 在向量中将有 128*128 或者 16384 个数值。这里每个数值需要 8 位空间, 或者说总共需要 131kb 空间。如采样密度为 1024 则至少需要 8Mb 空间来存放向量组; 如果采样密度再高, 则需要 64Mb 或者更多的空间来计算 PSF。位置 0 也能返回其他数值, 如错误信息代码。如果位置 0 的数值为 0, 则说明计算失败; 如果为 -1, 则说明向量组太小, 容纳不下所有的数据, 使用关键字 SETVECSIZE 使数组增大; 如果为 -2, 则说明系统内存太小, 不能计算这个 PSF 数据。

数组位置 1 用 $4*n*n$ 空间把 PSF 数据的强度保存下来, 并将之归一化。第一个 $2n$ 的值代表第一行, 从 -x 到 +x 扫描; 接下来的 $2n$ 的值代表其他行, 从 +y 到 -y 扫描。

数组位置 $4*n*(n+1)$ 保存了各个数值点之间的间隔 (以微米表示)。

例子

!这个宏指令将计算当前载入镜头采用全部波长、在第一视场处、网格密度为 32*32(sampling=1)时的 PSF , 数据将被储存在 vector1 中。

SETVECSIZE 4500

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

```
GETPSF 0,1,1,1
Np=vec1(0)
IF (np==0)
    PRINT  "PSF Computation aborted. "
    GOTO 1
ENDIF
IF (np==-1)
    PRINT  "SETVECSIZE too small for PSF data. "
    GOTO 1
ENDIF
IF (np==-2)
    PRINT  "Not enough system RAM for PSF data. "
    GOTO 1
ENDIF
PRINT  "There are ",np, " data points, spaced ",vec1(np+1),
" microns apart "
LABEL 1
GETSYSTEMDATA
```

用途

得到大部分特定的系统数据，如有效焦距、工作 F/#、照度分布因子和其他一些与特定面无关的数据。并把这些数据存放在向量组变量 (VEC1 , VEC2 , VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETSYSTEMDATA vector_expression

说明

这些数据被储存在指定的数组变量 VECn 中。例如, 如果命令 GETSYSTEMDATA 1 被执行后, 这些系统数据将被存放在 VEC1 中。数据将用如下的格式来储存, 这里每行的第一个数字是指数组中的位置:

- 0 : 向量中系统数据的个数
- 1 : 光圈值
- 2 : 照度分布因子
- 3 : 照度分布类型 (0 : 均匀分布 ; 1 : 高斯分布 ; 2 : 正切分布)
- 4 : 使用 Env 数据 (如果用则为 1 , 不用则为 0)
- 5 : 以摄氏度表示的温度 (仅当使用 Env 时有效)
- 6 : 以大气压表示的压力 (仅当使用 Env 时有效)
- 7 : 有效焦距
- 8 : 像空间 F/#
- 9 : 物空间数值孔径
- 10 : 工作 F/#
- 11 : 入瞳直径
- 12 : 入瞳位置
- 13 : 出瞳直径
- 14 : 出瞳位置
- 15 : 理想像高
- 16 : 理想放大率
- 17 : 角放大率

18 : 总长度

19 : 使用光线定位 (如果用则为 1 ; 不用则为 0)

20 : 光瞳 x 移位

21 : 光瞳 y 移位

22 : 光瞳 z 移位

23 : 光栏数值

GETVARDATA

用途

得到当前所有优化变量的数量、类型和值 , 并把这些数据存放在向量组变量 (VEC1 , VEC2 , VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETVARDATA vector

说明

这些数据将被储存在指定的数组变量 VECn 中。例如 , 如果命令 GETVARDATA 1 被执行 , 那么数据将被存放在 VEC1 中。数据将用如下的格式来储存 , 这里每行的第一个数字是指数组中的位置 :

0 : n , 变量的个数

1 : 第一个变量的类型代码

2 : 第一个变量的参数编号

3 : 第一个变量的对象编号

4 : 第一个变量的值

5*q- 4 : 第 q 个变量的类型代码

5*q- 3 : 第 q 个变量的参数编号

5*q- 2 : 第 q 个变量的对象编号

5*q- 1 : 第 q 个变量的值等等.....

整数 q 从 1 到 n , 这里 n 是变量的个数。如果 n 为 0 , 则没有有效数据返回。在数组 0 位置的数 n 的值总是有效的。变量的类型代码将在下表中说明 , 表面编号、参数编号、对象编号的值可能与变量有关 , 也可能无关。

GETVARDATA 类型和 id 代码

变量类型	类型代码	表面编号	参数编号	对象编号
曲率	1	表面#	—	—
厚度	2	表面#	—	—
二次曲线常数	3	表面#	—	—
折射率	4	表面#	—	—
阿贝常数	5	表面#	—	—
相对部分色散 Pg,F	6	表面#	—	—
膨胀系数	7	表面#	—	—
参数值	8	表面#	参数#	—
特殊数据值	9	表面#	特殊数据#	—
多重结构操作数值	10	操作数#	结构#	—
不连续对象位置 x 坐标	11	表面#	—	对象#
不连续对象位置 y 坐标	12	表面#	—	对象#
不连续对象位置 z 坐标	13	表面#	—	对象#
不连续对象 x 方向倾斜	14	表面#	—	对象#
不连续对象 y 方向倾斜	15	表面#	—	对象#
不连续对象 z 方向倾斜	16	表面#	—	对象#
不连续对象参数	17	表面#	参数#	对象#

版权申明 : 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和建议, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

GETZERNIKE

用途

计算当前载入的镜头文件的泽尼克边缘系数,并把这些数据存放在向量组变量 (VEC1 , VEC2 , VEC3 或 VEC4) 中的一个里。

语法结构

GETZERNIKE maxorder,wave,field,sampling,vector

说明

自变量 maxorder 可以是 1 到 37 之间的任意一个值,它与要求的最高的泽尼克边缘限制有关。自变量 wave 和 field 是波长和视场编号对应的整数值。自变量 sampling 的值规定了适合该系数的网格的尺寸,sampling 可以是 1(32*32) 2(64*64) 3(128*128) 等等.....,一直到 2048*2048。自变量 vector 必须是 1 到 4 之间的整数,它规定了这些数据将被存放在哪个向量组里。如果任何一个自变量超出了规定的有效取值范围,那么将用取值范围内最接近的一个数值来代替它。

这些数据将以下列格式返回到一个向量组里:数组位置 1:波形的最高点;数组位置 2:光程差为 0 时的均方根(这个值没有实际意义,但可供参考);数组位置 3:主光线的均方根;数组位置 4:像中心的均方根;数组位置 5:变化量;数组位置 6:斯特列尔变化率;数组位置 7:均方根错误;数组位置 8:最大错误。余下的数组位置由实际的泽尼克系数数据组成,泽尼克数据 1 在数组位置 9,泽尼克数据 2 在位置 10,等等。

例子

! 这个宏指令计算了当前载入的镜头在波长 1、视场 1、网格密度为 32*32 (sampling=1) 处时的前面 37 个泽尼克边缘系数。这些系数将被存放在向量 1 中。先得到这些数据:

GETZERNIKE 37 , 1 , 1 , 1 , 1

! 现在还不能输出

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

FORMAT 16.6

PRINT Peak to Valley : ",vec1(1)

PRINT RMS to chief : ",vec1(3)

PRINT RMS to centroid : ",vec1(4)

PRINT Variance : ",vec1(5)

PRINT Strehl ratio : ",vec1(6)

PRINT RMS Fit Error : ",vec1(7)

PRINT Maximum Fit Error : ",vec1(8)

i=1

label 1

FORMAT 2.0

PRINT Zernike # ",i, " = "

FORMAT 16.6

PRINT vec1(8+i)

i=i+1

IF (I<38) THEN GOTO 1

PRINT 'All Done! "

GLAS

用途

GLAS 是用来设定表面的玻璃类型。

语法结构

GLAS(surface)=(glass_number)

GLAS(surface)=glass\$

说明

这个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个定义玻璃编号。如果玻璃编号是-1，则玻璃类型设成“平面镜”；如果玻璃编号是0，则玻璃类型为空格或者统一的折射率；否则玻璃编号必须是1到由MAXG返回的数值之间的一个数。GLAS也承认包含所要求的玻璃名称的字符串变量，如“BK7”。

例子

```
GLAS 3=MAXG()
```

```
A$= " BK7 "
```

```
GLAS 4=GNUM(A$)
```

```
GLAS 4=A$
```

相关关键字

UPDATE

GLENSNAME

用途

GLENSNAME 将使当前的镜头名放在文本框或者用户自定义的图表窗口的左上角。

语法结构

GLENSNAME

说明

GLENSNAME 主要是用来使你定义的图表看起来与其他的图表一样。

例子

参见 GRAPHICS 部分。

GOSUB、SUB、RETURN and END

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴³²

用途

这四个关键字是一起用来定义和调用 ZPL 宏指令文件中的子程序的。每个关键字都有其特殊的用途。GOSUB 指引程序流程到自定义的子程序；SUB 用来定义子程序名，同时也象征子程序体的开始；RETURN 象征着程序将在最近的 GOSUB 命令出现的地方继续执行；END 象征着程序将立即停止。

语法结构

参见例子部分中的结构范例。

说明

每个 ZPL 宏指令文件都可以有不超过 50 个的子程序。每个子程序都必须用 RETURN 语句来终止，在一个子程序体中只能有一个返回语句。如果定义了子程序，那么至少必须有一个 END 语句用来象征主程序体的结束，主程序体必须在文件的顶部。

在一个宏指令中可以使用不超过 50 个的“嵌套级”。例如，如果子程序 ABC 调用了子程序 XYZ，那么嵌套级为 2；如果子程序 XYZ 又调用了子程序 DEF，那么嵌套级为 3。

在 ZPL 中所有的变量都是全局变量，任何一个在子程序中使用或定义的变量，在主程序中同样继续存在。

例子

```
x=1
```

```
y=2
```

```
GOSUB add
```

```
PRINT " the sum of ", x, " and ", y, " is ", z
```

```
END
```

```
SUB add
```

```
z = x+y
```

RETURN

GOTO

用途

通常，每个程序行都将依次执行下去。但 GOTO 允许程序在任意一点继续执行。GOTO 一般使用在带有 LABEL 命令的程序中。

语法结构

GOTO label_number

GOTO text_label

说明

在程序中必须有一个带有相关 label_number 或者 text_label 的 LABEL 命令，否者程序将产生错误。

例子

```
LABEL 1
```

```
x=RAND(10)
```

```
IF x<=5 THEN GOTO 1
```

```
PRINT "X is greater than 5."
```

GRAPHICS

用途

创建一个标准的 ZEMAX 图表界面，这个界面中带有作为副标题的刻度行。

语法结构

GRAPHICS

GRAPHICS OFF

说明

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴³⁴

如果 GRAPHICS 被单独定义，那么将产生一个标准的 ZEMAX 图表窗口。所有后面出现的图表命令将被发送到这个新建窗口中。GRAPHICS OFF 将关闭现有打开的图表窗口，然后显示这个关闭的窗口。

例子

GRAPHICS

xmx =xmax()

xmn =xmin()

ymx =ymax()

ymn =ymin()

xwidth =xmx-xmn

ywidth =ymx-ymn

xleft =xmn+(.1*xwidth)

xrigh =xmn+(.9*xwidth)

ytopp =ymn+(.1*ywidth)

ybott =ymn+(.7*ywidth)

LINE xleft,ytopp,xrigh,ytopp

LINE xrigh,ytopp,xrigh,ybott

LINE xrigh,ybott,xleft,ybott

LINE xleft,ybott,xleft,ytopp

GTITLE the rain in spain falls mainly on the plain ”

GLENSNAME

GDATE

GTEXT xmx/2,ymx/2,0, “ start this text in the center. ”

GTEXTCENT ymx*.05, “ center this text near the top. ”

GTEXT xmx*.05,ymx*.75,90, “ place me vertically near left edge. ”

GTEXT xmx*.15,ymx*.68,30, “ orient me at 30 degrees. ”

GRAPHICS OFF

产生的图表显示如下。

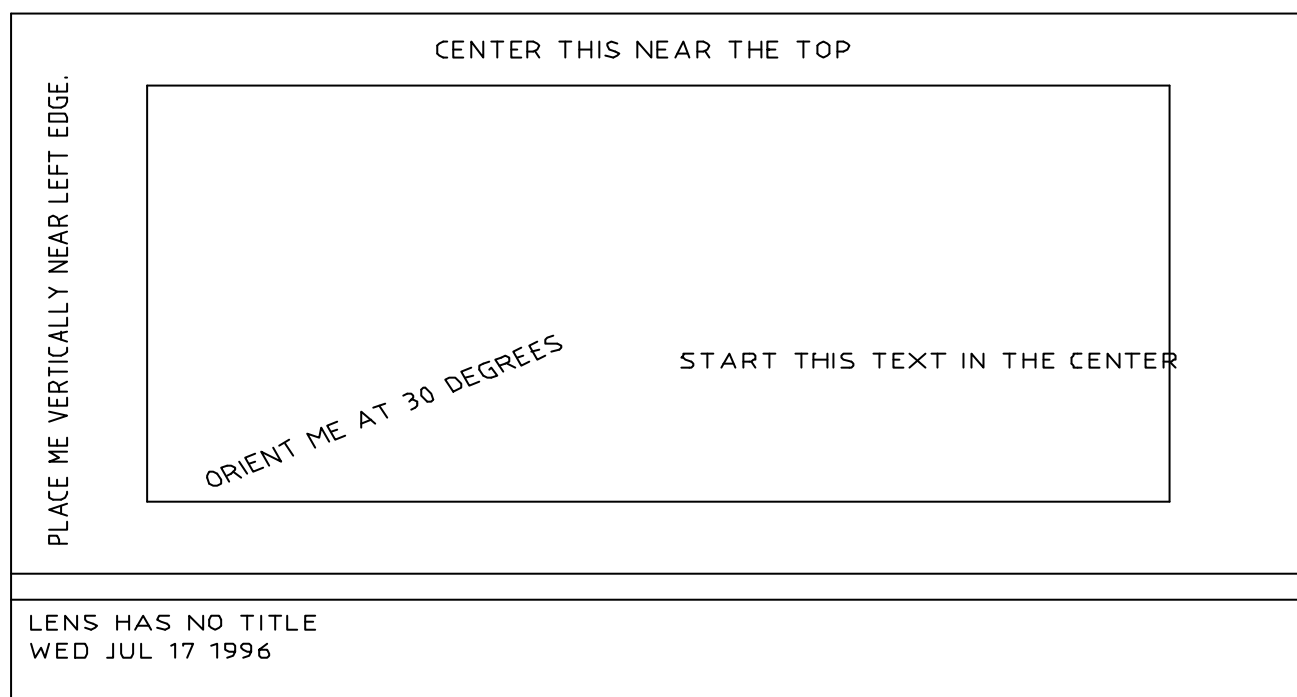


图 1

GTEXT

用途

GTEXT 用用户自定义文字作为图表块的标注。

语法结构

GTEXT x,y,angle,user_text

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴³⁶

GTEXT x,y,angle,A\$

说明

坐标 x 和 y 指的是文字字符串显示的地方的左下角位置，“user_text”既可以是提供的字符串常量，也可以是字符串变量名。angle 规定了文字相对于图表框是如何旋转的，它的默认值是 0（水平）。也可参见 SETTEXTSIZE。

例子

参见 GRAPHICS 部分。

GTEXTCENT

用途

GTEXT 用用户自定义文字作为图表块的中心标注。

语法结构

GTEXTCENT y,user_text

说明

坐标 y 是指文字字符串 user_text 的垂直位置。也可参见 SETTEXTSIZE。

例子

参见 GRAPHICS 部分。

GTITLE

用途

除了文字需要被指定外，GTITLE 的其他部分和 GTEXT 类似，GTITLE 指定的文字显示在图表的标题栏的中心。GTITLE 有利于使你定义的 ZPL 图表看起来像标准的 ZEMAX 图表。

语法结构

GTITLE user_text

说明

GTITLE 主要用来使你定义的图表与其他 ZEMAX 图表看起来一样。

例子

参见 GRAPHICS 部分。

HAMMER

用途

调用锤形优化法则使用当前评价函数来优化当前镜头。

语法结构

HAMMER

HAMMER number_of_cycles

说明

如果没有提供自变量,那么锤形优化运行 1 圈;如果提供了一个自变量,那么这个自变量必须是 1 到 99 之间的一个整数,且锤形优化法则将运行指定的圈数。

相关函数

MFCN

例子

PRINT Starting merit function: ;MFCN()

HAMMER 3

PRINT Ending merit function: ;MFCN()

IF-THEN-ELSE-ENDIF

用途

IF 提供了条件程序的执行和分支。

语法结构

IF (expression)

(statements)

ELSE

(statements)

ENDIF

或者

IF (expression) THEN (statement)

说明

IF-ELSE-ENDIF 结构被用来选择执行跟在 IF 语句后面的语句群或者跟在 ELSE 语句后面的语句群,但不能全部执行。如果表达式的值为 0 则认为它是假的,否则则认为它是真的。这个表达式可以是任意一种有效的 ZPL 表达式类型,包括函数、变量、操作数和常量。虽然 ELSE 语句是随意的,但 IF 语句必须与 ENDIF 成对出现。IF-ENDIF 语句对可以随意嵌套。

IF-THEN 结构是单一指令的选择执行语句的简易形式。如果指定了一个 THEN 关键字,那么 IF 语句被终止,而且不需要 ENDIF 语句。IF-THEN 结构不支持 ELSE 关键字。

例子

x=1

y=2

IF (x<y)

PRINT 'x is less than y. '

ELSE

IF (x==y) THEN PRINT 'x equals y. '

```
IF (x>y) THEN PRINT  x is greater than y. "
```

```
ENDIF
```

```
INPUT
```

用途

INPUT 提供了一种在宏指令运行时提示用户输入数值或文本数据的方法。

语法结构

```
INPUT Prompt String ; variable
```

```
INPUT variable
```

```
INPUT Prompt String ; string_variable
```

```
INPUT string_variable$
```

说明

variable 必须是有效的变量名。如果变量名是一个字符串变量，那么输入的内容将被认为是文字字符串；否则则认为是数值。如果没有提供提示字符串，那么 INPUT 命令将使用一个“？”提示符。提示符一直显示在屏幕上，而且输入的内容总是只从键盘键入。

例子

```
INPUT Enter value for x: ; x
```

```
PRINT X= ; x
```

```
INPUT Enter a value for A$: ; A$
```

```
PRINT A$
```

```
INSERT
```

用途

INSERT 在电子表格中插入一个新的表面。

语法结构

INSERT(n)

说明

n 必须是一个整数表达式的值。也可参见 DELETE 和 SURFTYPE。

例子

INSERT 5

INSERT i+2*j

LABEL

用途

LABEL 为 GOTO 命令提供目标,详细内容参见“GOTO”部分。

语法结构

LABEL label_number

LABEL text_label

说明

label_number 必须是一个大于 0 的整数,如 1 或 7。如果使用文字标记,那么它不能包括空格和其他一些用作分隔符的特殊符号。LABEL 本身对程序流程没有影响。

例子

LABEL 7

LABEL startover

LINE

用途

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

LINE 是图表显示中的简单的画直线的函数。

语法结构

LINE oldx,oldy,newx,newy

说明

LINE 将求出四个表达式的值，并画出指定点的连线。坐标系是指当前图表框架，而且被限定在由 XMIN、YMIN、XMAX 和 YMAX 指定的边界内。虽然仅只有整数像素值才可被准确划分，但 LINE 也接收实数值作为其自变量，并把这实数坐标值四舍五入，取与其最接近的整数值。LINE 仅在图表模式中才有效。线的颜色由当前的墨水颜色控制，而墨水颜色则用关键字 COLOR 指定。

例子

参见 GRAPHICS 部分。

LOADCATALOG

用途

为当前载入的镜头重新载入玻璃及其存在的目录。

语法结构

LOADCATALOG

说明

当镜头被载入时，如果它的一些相关的玻璃目录和数据文件，包括文件 COATING.DAT，还没有被载入，那么它们将被自动载入。然而，如果这些目录已被修改过了，也许是被 ZPL 宏指令自己改的，那么可能要用关键字 LOADCATALOG 来强制重新载入这些目录。除非 COATING.DAT 和玻璃 AGF 目录文件被修改过了，否则从当前的 ZEMAX 方案开始设计以来都不会使用这个关键字。

LOADLENS

用途

从磁盘中载入一个新的镜头文件来取代当前内存中的镜头文件。

语法结构

```
LOADLENS filename "[appendflag]
```

```
LOADLENS file$ [appendflag]
```

说明

LOADLENS 将从磁盘中载入一个新的镜头文件。如果文件名中包含完整的路径, 如 C:\MYDIR\MYLENS.ZMX, 那么指定的文件将被载入; 如果没有路径, 那么将使用默认路径作为镜头的路径 (参见文件菜单一章中环境下的内容)。

如果 appendflag 的值为 0 或者没有 appendflag, 那么 LOADLENS 只简单地载入文件; 如果 appendflag 的值大于 0, 那么文件被加到由 appendflag 的值指定的表面的后面。

例子

```
LOADLENS " COOKE. ZMX "
```

相关关键字

SAVELENS

LOADMERIT

用途

从磁盘中载入一个评价函数文件来取代当前的评价函数。

语法结构

```
LOADMERIT filename "
```

```
LOADMERIT file$
```

说明

LOADMERIT 将从磁盘中载入一个新的评价函数。如果文件名中

包含完整的路径, 如 C:\MYDIR\MYLENS.MF, 那么指定的文件被载入; 如果没有路径, 那么将使用默认路径作为镜头的路径 (参见文件菜单一章中参数选择下的目录)

NEXT

参见 FOR

NUMFIELD

用途

设置定义的视场的数目。

语法结构

NUMFIELD <expression>

NUMWAVE

用途

设置定义波长的数目。

语法结构

NUMWAVE <expression>

OPEN

用途

打开一个现有的 ASCII 数值文本文件, 让 READ 命令读入数据。

语法结构

OPEN filename "

OPEN A\$

说明

指定的文件名必须是提供的有效文件, 或者包含文件名的字符串变量。参见关键字 READ 和 CLOSE。通常在读完所有的数据后才关

闭文件。

例子

```
PRINT Reading the double-column file TEST.DAT! "
```

```
OPEN TEST.DAT "
```

```
READ x1, y1
```

```
READ x2, y2
```

```
READ x3, y3
```

```
CLOSE
```

OPTIMIZE

用途

调用优化法则来用当前评价函数优化当前镜头。

语法结构

```
OPTIMIZE
```

```
OPTIMIZE number_of_cycles
```

说明

如果没有提供自变量，那么优化在“自动”模式下运行，当运算法则探测到这个过程已在聚集在一点时优化结束。如果提供了自变量，它必须是 0 到 99 之间的整数值，优化法则将运行指定圈数。

相关函数

```
MFCN
```

例子

```
PRINT Starting merit function: ", MFCN( )
```

```
OPTIMIZE
```

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁴⁵

PRINT Ending merit function: ",MFCN()

OPTRETURN

用途

通过使用优化操作数 ZPLM 返回数值给优化法则。

语法结构

OPTRETURN (datafield) = (result)

说明

OPTRETURN 采用两个由等号隔开的自变量。表达式(datafield)的值必须在 0 到 50 之间。datafield 是指存放表达式(result)的值的数组位置。OPTRETURN 的唯一的目的是使在 ZPL 宏指令中计算出的值可以被最优化。

优化操作数 ZPLM 必须使用在评价函数中来调用 ZPL 宏指令，再用 OPTRETURN 得到返回的值。详细内容参见“优化”一章。

例子

x = SQRT(THIC(3)+RADI(5))

OPTRETURN j = x+5

OUTPUT

用途

指定文本输出的目的地,即可以输出到屏幕上，也可以输出到文件中。

语法结构

OUTPUT SCREEN

OUTPUT filename "

OUTPUT filename "APPEND

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁴⁶

OUTPUT A\$

OUTPUT A\$ APPEND

说明

如果单独定义了 OUTPUT SCREEN, 那么后面执行的 PRINT 语句将直接输出内容到屏幕上; 如果提供了一个有效地文件名, 那么后面执行的 PRINT 语句将输出内容到该文件名指定的文件中。为了关闭先前创建的文件, 可使用 OUTPUT SCREEN, 它将直接将后面的 PRINT 的内容输出到屏幕上; SHOWFILE 将关闭这个文件, 并把它发送到作为屏幕显示的文本阅览程序中; PRINTFILE 将关闭这个文件, 并将它再当前定义的打印设备上打印出来。

如果有关键字 APPEND 跟在文件名后面, 那么后面输出的内容将被加在这个文件的后面。否则, 这个文件的内容将被覆盖。

例子

```
OUTPUT x.txt "
```

```
PRINT "This will not appear on the screen, but in the file x.txt. "
```

```
OUTPUT SCREEN
```

```
PRINT "This will appear on the screen. "
```

```
OUTPUT x.txt "APPEND
```

```
PRINT "This will appear after the first line in the file x.txt. "
```

相关关键字

CLOSE , OPEN , SHOWFILE , PRINTFILE

PARn

用途

PARn 用来设定表面编号的第 n 个参数。这个参数值在 “ 表面类型 ” 一章中已详细说明。每种表面模型都使用了 0 到 8 个参数值。

语法结构

PAR1 (surface) = (new_value)

PAR8 (surface) = (new_value)

说明

这个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(surface)的值，取整后得到表面编号。如果表面编号小于 0 或者大于表面数，则这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，再将之赋值。注意，PARn 是指 8 个不同的命令：PAR1，PAR2，……，PAR8。

例子

PAR1 (1) = 250

相关关键字

UPDATE

PARAXIAL

用途

用来控制对于近轴光线或者实际光线是否使用光线定位。

语法结构

PARAXIAL ON

PARAXIAL OFF

说明

当前的近轴模式可以通过调用一个函数 PMOD 来建立，如果近轴模式关闭则函数返回 0，否则则返回 1。可用这个特点被来选择是用实际光线还是用近轴光线进行光线追迹。某些计算，如畸变测量，和计算一些第一顺序特性，如有效焦距，需要用近轴光线进行追迹。

例子

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁴⁸

```
mode = PMODE( )
```

```
IF mode THEN PRINT "Paraxial mode is on! "
```

```
IF !mode THEN PRINT "Paraxial mode is not on! "
```

```
PARAXIAL ON
```

```
PRINT "Now paraxial mode is on! "
```

```
PRINT "Restoring original mode... "
```

```
IF !mode THEN PARAXIAL OFF
```

PAUSE

用途

暂停程序执行，并且显示状态信息。

语法结构

```
PAUSE
```

```
PAUSE x
```

```
PAUSE "Ready to continue... "
```

```
PAUSE x+SQRT(5)
```

说明

当关闭图表窗口时，这个特性将被自动调用。

PIXEL

用途

在当前的图表窗口中打开一个像素点。

语法结构

```
PIXEL xcoord,ycoord
```

说明

这个特性有利于制作点列图。

POLDEFINE

用途

为后面的 POLTRACE 命令定义输入的偏振状态。

语法结构

POLDEFINE Ex, Ey, Phax, Phay

说明

关键字 POLDEFINE 被用来为后面的偏振光追迹定义输入的偏振状态。POLDEFINE 需要两个规格化的电场强度 Ex 和 Ey, 同样需要 X 和 Y 方向的相位角 (以度为单位)。默认值分别是 0, 1, 0, 0。偏振状态一旦被定义, 它将一直保持到其被改变为止。

例子

POLDEFINE 2.0, 2.0, 45.0, -66.0

相关关键字

POLTRACE

POLTRACE

用途

调用 ZEMAX 偏振光追迹程序去追迹通过当前系统的特殊光线。

语法结构

POLTRACE (Hx), (Hy), (Px), (Py), (wavelength), (vec), (surf)

说明

表达式(Hx)和(Hy)必须在-1 到 1 之间取值, 它们代表归一化的对象坐标。瞳孔坐标由表达式 Px 和 Py 指定, 它们也必须在-1 和 1 之间取值。有关归一化坐标的更多内容请参见“约定和定义”一章中的

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

“归一化的视场和光瞳坐标”部分。表达式 wavelength 的值必须是 1 到最大定义波长数之间的整数。表达式 vec 的值必须是 1 到 4 之间的整数,包括 1 和 4。表达式 surf 的值必须是 1 到最大表面数之间的整数,包括这两个数。

光线输入的偏振状态由关键字 POLDEFINE 定义。

某条光线一旦被追迹,这条光线的偏振数据将被存放在由表达式 vec 指定的向量变量中。例如,如果命令“POLTRACE Hx, Hy, Px, Py, w, 2, n”被执行,那么数据将被存放在 VEC2 中。数据以下面所述的格式储存,这里每行的第一个数字是指数组位置:

- 0: n, 输入数组的数据个数
- 1: 在通过指定表面后光线的强度
- 2: 电场强度 E 的 x 分量, 实部
- 3: 电场强度 E 的 y 分量, 实部
- 4: 电场强度 E 的 z 分量, 实部
- 5: 电场强度 E 的 x 分量, 实部
- 6: 电场强度 E 的 y 分量, 实部
- 7: 电场强度 E 的 z 分量, 实部
- 8: 反射光中 S 偏振光的振幅, 实部
- 9: 反射光中 S 偏振光的振幅, 虚部
- 10: 透射光中 S 偏振光的振幅, 实部
- 11: 透射光中 S 偏振光的振幅, 虚部
- 12: 反射光中 P 偏振光的振幅, 实部
- 13: 反射光中 P 偏振光的振幅, 虚部
- 14: 透射光中 P 偏振光的振幅, 实部
- 15: 透射光中 P 偏振光的振幅, 虚部

如果数组位置 0 的值为 0 , 则将产生一个错误 , 而且偏振数据是无效的。当指定的光线不能被追迹时将会产生这种情况。要摘录扩展错误信息可参见 RAYTRACE 命令。

例子

```
POLDEFINE 0, 1, 0, 0
```

```
POLTRACE 0, 1, 0, 0, PWAV( ), 1, NSUR( )
```

```
PRINT "Transmission of chief ray at primary wavelength is ",  
vec1(1)
```

相关关键字

```
POLDEFINE , RAYTRACE
```

```
PRINT
```

用途

PRINT 用来输出常量文本和变量数据到屏幕上或者文件里 , 这依赖于由关键字 OUTPUT 决定的当前状态。

语法结构

```
PRINT
```

```
PRINT x
```

```
PRINT "The value of x is "; x
```

```
PRINT "x= ", x, "x+y = ", x+y
```

说明

单独的 PRINT 语句将打印一个空行。带有一列文本自变量和表达式的 PRINT 语句将打印每个文本字符串 (在双引号范围内) 和每个表达式的数值。PRINT 语句使用由 FORMAT 指定的数值输出格式。如果列表的最后一项后面跟着一个逗号 , 那么 PRINT 将不用回车号结束这一行。

例子

版权声明 : 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

```
x = 3
```

```
PRINT X equals ;x
```

PRINTFILE

用途

打印一个文本文件。

语法结构

```
PRINTFILE filename "
```

```
PRINTFILE NAME$
```

说明

filename 必须是有效范围内的文件名或者包含有效文件名的字符串变量。这个文件必须是 ASCII 码文件(由 ZPL 中的 OUTPUT 和 PRINT 语句创建的),同时必须在当前目录下。即使没有执行 CLOSE 语句,PRINTFILE 也将关闭这个文件。

例子

```
OUTPUT test.txt "
```

```
PRINT Print this to the printer. "
```

```
PRINTFILE test.txt "
```

相关关键字

```
OPEN , OUTPUT , CLOSE , PRINT , PRINTFILE
```

PRINTWINDOW

用途

打印任何打开的图表和文本窗口。

语法结构

```
PRINTWINDOW winnum
```

说明

winnum 的值必须是一个整数或者一个值为整数的表达式。整数 winnum 对应于要打印的窗口编号。当窗口被打开时,ZEMAX 将从 1 开始给它们顺序编号。任何关闭的窗口将从窗口列表中删除,但余下的窗口不再重新编号。在一个窗口被关闭后打开的窗口将使用可用的最小的窗口编号。

例子

PRINTWINDOW 5

PWAV

用途

设定主波长。

语法结构

PWAV(wavelength number)

说明

求出表达式(wavelength number)的值,把主波长设成这个指定的编号。

例子

PWAV 1

相关函数

WAVL , WWGT , PWAV

RADI

用途

RADI 用来设定表面的曲率半径。

语法结构

RADI(surface) = (new_value)

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

说明

这个关键字需要两个关键字，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(surface)的值，取整后用来得到表面编号。如果这个表面编号的值小于 0 或者大于最大的表面数，那么这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，并将之赋值。

例子

RADI i+m = -1200

相关关键字

UPDATE

RAYTRACE

用途

调用 ZEMAX 光线追迹程序去追迹通过当前系统的一条特殊光线。

语法结构

RAYTRACE (Hx), (Hy), (Px), (Py), (wavelength)

说明

表达式 Hx 和 Hy 必须在-1 到 1 之间取值，象征归一化的对象坐标。瞳孔坐标由表达式 Px 和 Py 指定，它们也必须在-1 到 1 之间取值。有关归一化坐标的更多内容请参见“约定和定义”一章中的“归一化的视场和光瞳坐标”部分。表达式 wavelength 为随意值，默认为主波长，但如果提供了这个值，这个值必须是 1 到最大定义波长数之间的整数。

一旦光线被追迹，那么这条光线的截取坐标和方向余弦将使用 ZPL 函数 RAYX, RAYY, RAYZ, RAYL, RAYM 和 RAYN 来确定。如果在光线追迹过程中产生了错误，那么函数 RAYE (对于 RAY 错误) 将返回一个不是 0 的数。如果 RAYE 为负数，则表明在编号为返回值的绝对值的表面上产生了全反射。如果 RAYE 大于 0，则光线

没有到达该表面。虽然对 RAYE 的检查是随意的，但如果 RAYE 不为 0，则函数 RAYX、RAYY、.....，将返回无效的数值。函数 RANX、RANY 和 RANZ 将返回截止表面的法线的方向余弦，函数 OPDC 返回光线的光程差。函数 RAYV 返回光线被挡住的表面的编号，如果光线没被挡住则返回 0。返回的那些通过渐晕面的表面值不可能是准确的。

例子

```
PRINT "Tracing the marginal ray at primary wavelength! "
```

```
n = NSUR( )
```

```
RAYTRACE 0, 0, 0, 1
```

```
y = RAYY(n)
```

```
PRINT "The ray intercept is ",y
```

```
PRINT "Tracing the chief ray at maximum wavelength! "
```

```
RAYTRACE 0, 1, 0, 0, NWAV( )
```

```
y = RAYY(n)
```

```
PRINT "The ray intercept is ",y
```

相关关键字

RAYTRACEX

RAYTRACEX

用途

调用 ZEMAX 光线追迹程序去追迹通过当前系统的一条特殊光线。

语法结构

```
RAYTRACEX (x), (y), (z), (l), (m), (n), (surf), (wavelength)
```

说明

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁵⁶

表达式 x, y, z, l, m, n 定义了输入光线的位置和方向余弦。表达式 $surface$ 必须是 0 和表面数减 1 之间的整数，包括这两个数。表达式 $wavelength$ 为随意值，默认为主波长，但如果提供了这个值，则必须是 1 到最大定义波长数之间的整数。

➡ 如果对象有无穷大的厚度，且参数 $surf$ 为 0，那么虽然光线仍在对象介质空间中定义，但是要假定输入坐标与第一面有关，而不是对象面。否则 ZEMAX 将不作任何更改而使用指定的坐标

一旦光线被追迹，那么这条光线的截取坐标和方向余弦将使用 ZPL 函数 $RAYX$ ， $RAYY$ ， $RAYZ$ ， $RAYL$ ， $RAYM$ 和 $RAYN$ 来确定。注意只有那些从第 “ $surf$ ” 面后的表面中得到才有效。

一旦光线被追迹，那么这条光线的截取坐标和方向余弦将使用 ZPL 函数 $RAYX$ ， $RAYY$ ， $RAYZ$ ， $RAYL$ ， $RAYM$ 和 $RAYN$ 来确定。如果在光线追迹过程中产生了错误，那么函数 $RAYE$ （对于 RAY 错误）将返回一个不是 0 的数。如果 $RAYE$ 为负数，则表明在编号为返回值的绝对值的表面上产生了全反射。如果 $RAYE$ 大于 0，则光线没有到达该表面。虽然对 $RAYE$ 的检查是随意的，但如果 $RAYE$ 不为 0，则函数 $RAYX$ 、 $RAYY$ 、.....，将返回无效的数值。函数 $RANX$ 、 $RANY$ 和 $RANZ$ 将返回截止表面的法线的方向余弦，函数 $OPDC$ 返回光线的光程差。函数 $RAYV$ 返回光线被挡住的表面的编号，如果光线没被挡住则返回 0。返回的那些通过渐晕面的表面值不可能是准确的。

例子

```
n = NSUR()
```

```
RAYTRACEX 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, NWAV()
```

```
y = RAYY(n)
```

```
PRINT 'The intercept is ',y
```

相关关键字

RAYTRACE

READ

用途

从一个由 OPEN 命令读入的现已打开的 ASCII 码数值文本文件中读取数据。

语法结构

READ x

READ x, y

READ x, y, z, a, b, c, q

说明

ASCII 码文件必须已经打开，详细内容参见关键字 OPEN。每个 READ 命令从文件中读入一行数据。这行的第一个位置的数据存放到列出的第一个变量中，第二个位置的数据存放到列出的第二个变量中，依次类推。因此，在 READ 语句中列出变量的个数应该与文本文件中的列数相配对。文件中的数值数据应由空格隔开。数据的类型是任意的，并在内部将其提升为双精度。在一行中最多可以读入 2000 个字母。列出的变量必须是有效的 ZPL 变量名。

通常在所有的数据都被读入后关闭文件。参见函数 EOFF。

例子

```
PRINT Reading the double-column file TEST.DAT! "
```

```
OPEN TEST.DAT
```

```
READ x1, y1
```

```
READ x2, y2
```

```
READ x3, y3
```

```
CLOSE
```

READSTRING

用途

从一个由 OPEN 命令读入的现已打开的 ASCII 码文本文件中读取数据。

语法结构

```
READSTRING A$
```

说明

这个 ASCII 码文件必须已经打开，详细内容参见关键字 OPEN。每个 READ 命令从文件中读入一行。读入的整行数据被存放在列出的变量中。这个列出的变量必须是一个有效的 ZPL 字符串变量名，这个变量名不必已被说明。通常在所有的数据都被读入后关闭文件。参见函数 EOFF。

例子

```
PRINT Reading the contents of file TEST.DAT! "
```

```
OPEN TEST.DAT
```

```
READSTRING A$
```

```
PRINT A$
```

```
CLOSE
```

```
REM.!
```

说明

REM 用来指出这行的其余部分是注释。

语法结构

```
REM text
```

```
! text
```

说明

这个惊叹号也用来象征注释。如果命令 REM 和符号 “！”在一行

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

的开端,在任何空格、制表符或者其他字母之前,那么它们仅被认为是注释指示器。任何其他用法将在运行时产生语法错误。

例子

REM any text can be placed after the REM command.

! any text can also be placed

! after the exclamation symbol.

RETURN

参见 GOSUB

SAVELENS

用途

保存当前的镜头文件。

语法结构

SAVELENS [filename]

SAVELENS NEW\$

说明

SAVELENS 将把当前镜头文件保存到磁盘中。当前内存中的镜头名也将被改变。如果文件名已存在,那么镜头数据将被保存在当前文件名中。

例子

SAVELENS

SAVELENS NEWCOPY.ZMX "

SAVELENS NEW\$

相关关键字

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

LOADLENS

SDIA

用途

SDIA 用来设定表面的半口径。

语法结构

SDIA(surface) = (new_value)

说明

这个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(surface)的值，取整后得到表面编号。如果表面编号小于 0 或者大于表面数，则这条命令将被略过。否则，求出表达式(new_value)的值，再将之赋值。

如果 new_value 的值是一个正数，则不管原来半口径的状态是什么，其状态都将变成“固定”。如果 new_value 的值为负数，那么其状态将设成“自动”，它将再下次调用“UPDATE”时被更新。

例子

SDIA(5) = SDIA(4)

相关关键字

UPDATE

SETAIM

用途

设定光线定位功能的状态。

语法结构

SETAIM state

说明

这个关键字需要一个数值表达式，它必须是 0 到 2 之间的整数。

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

表达式 state 是一个代码, 0 代表无光线定位(关闭), 1 代表近轴光线参考, 2 代表实际光线参考。

例子

SETAIM 1

SETCONFIG

用途

为多重结构 (变焦) 系统设置当前结构。

语法结构

SETCONFIG (confignumber)

说明

这个关键字需要一个数值表达式, 它必须是 1 到最大结构数之间的整数。求出表达式的值, 取整后得到结构编号。

例子

SETCONFIG 4

相关函数

CONF, NCON

SETNSCPARAMETER

用途

设置非连续元件系统编辑界面中的任何对象的参数值。

语法结构

SETNSCPARAMETER surface, object, parameter, value

说明

这个关键字需要 3 个数值表达式, 它们的值是一个整数, 分别指

定非连续元件系统的表面编号、对象编号和参数编号。第四个自变量是为指定参数而定义的新值。

例子

SETNSCPARAMETER 4, 2, 15, newp15value

相关函数

NPOS , NPAR

相关关键字

SETNSCPOSITION

SETNSCPOSITION

用途

设置非连续元件系统编辑界面中任何对象位置的 x 坐标,y 坐标,z 坐标,或者 x 倾斜,y 倾斜, z 倾斜。

语法结构

SETNSCPOSITION surface, object, code, value

说明

这个关键字需要 3 个数值表达式, 它们的值是一个整数, 分别指定非连续元件系统的表面编号、对象编号和一个代码。这个代码为 1 到 6, 分别代表 x 坐标,y 坐标,z 坐标,或者 x 倾斜,y 倾斜, z 倾斜。第四个自变量是为指定位置而定义的新值。

例子

SETNSCPOSITION 4, 2, 2, newyvalue

相关函数

NPOS , NPAR

相关关键字

SETNSCPARAMETER

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

SETOPERAND

用途

将评价函数编辑界面中任意一行或者一列设成某一数值。

语法结构

SETOPERAND row, col, value

说明

这个关键字需要 2 个数值表达式，它们的值是整数，分别指定评价函数编辑界面中的行和列。整数 col 是 1 则代表操作数类型；2 代表 int1；3 代表 int2；4-7 代表 Hx-Py；8 代表目标值；9 代表权重。注意实际值和贡献百分数不能直接设定，只能计算得出。

例子

SETOPERAND 1, 8, tarvalue

相关函数

MFCN, OPER

SETTEXTSIZE

用途

改变由命令 GTEXT 写下的字符的大小。

语法结构

SETTEXTSIZE xsize, ysize

说明

这个两个由代表字符大小的自变量是指图表屏幕宽度的分数。例如，默认的文本尺寸是 70，40，这意味着每个字符大小是图表屏幕宽度的 1/70，以及屏幕高度的 1/40。不带自变量则使文本尺寸恢复回默认值。

例子

！使文本尺寸是默认值的两倍

SETTEXTSIZE 35, 20

！使文本尺寸恢复回默认值

SETTEXTSIZE

SETTITLE

用途

设置镜头的标题，它通常将在所有的图中显示出来。

语法结构

SETTITLE A\$

SETTITLE Here is the lens title ”

SETUNITS

用途

设置当前的镜头长度单位

语法结构

SETUNITS code

说明

这个关键字需要一个数值表达式，它的值必须是 0 到 3 之间的一个整数。这个代码是 0 则代表毫米,1 代表厘米,2 代表英寸,3 代表米。这个功能不能以任何方式缩放或者转变镜头数据，它只能改变镜头的指示数据是如何表达的。

例子

SETUNITS 0

SETVAR

用途

改变用来优化的变量的状态。

语法结构

SETVAR (surface_expression), VARCODE,
(status_expression)

说明

自变量 surface_expression 的值必须是 0 到最大表面数之间的整数，否则将产生一个错误。surface_expression 决定了哪个表面将被设成变量。VARCODE 必须是下列 ASCII 记忆码之一：

R 代表曲率半径

T 代表厚度

C 代表二次曲线系数

Pn 代表参数 n

En 代表特殊数据值 n

如果 status_expression 的值是 0，那么这个表面的变量状态被设成与优化无关。否则，这个值被设成可变的。

例子

SETVAR j+3, R, 1

SETVAR 5, P6, 0

SETVAR surfk+2, E06, status

SETVECSIZE

用途

改变数组 VEC1、VEC2、VEC3、VEC4 的最大容量。

语法结构

SETVECSIZE (expression)

说明

自变量 expression 的值必须是 1 到 100,000 之间的整数。四个向量组变量总是有相同的容量。

SETVIG

用途

设置镜头的渐晕因子。

语法结构

SETVIG

说明

参见“约定和定义”一章中的关于渐晕因子的描述。

SHOWFILE

说明

使用 ZEMAX 文件阅览器在屏幕上显示文本文件。

语法结构

SHOWFILE filename 'saveflag

SHOWFILE NAME\$ saveflag

说明

filename 必须是有效范围内的文件名，或者包含有效文件名的字符串变量。这个文件必须是一个 ASCII 码文件（是在 ZPL 中由 OUTPUT 和 PRINT 语句创建的），且必须在当前目录下。这个文件一旦被显示，它将和其他文本文件一样可以上下滚动以及被打印出来。可以滚动和打印数据的能力是用 OUTPUT 和 SHOWFILE 语句代替单一的 PRINT 语句的主要优点。即使没有执行 CLOSE 语句，

SHOWFILE 也能关闭文件。如果自变量 saveflag 为 0 或者被省略, 那么当窗口被关闭时这个也将被删除。如果 saveflag 是一个非 0 值, 那么即使在窗口关闭之后文件仍将保留下来。

例子

```
OUTPUT test.txt "
```

```
PRINT Print this to a file. "
```

```
SHOWFILE test.txt "
```

相关关键字

OPEN , OUTPUT , CLOSE , PRINT , PRINTFILE

SOLVETYPE

用途

改变一个给定表面和值的求解状态。这里仅支持有一部分求解类型, 如要有关设置其他求解类型的信息请与 FSI 联系。

语法结构

```
SOLVETYPE (surf_expression), CODE, (arg1), (arg2), (arg3)
```

说明

自变量 surf_expression 的值必须是 0 到最大表面数之间的一个整数, 否则将产生错误。自变量 CODE 必须是下表列出的一个 ASCII 记忆码。表达式 arg1、arg2、arg3 的值分别是指在“求解”一章中规定的第一个、第二个、第三个求解参数。

关键字 SOLVETYPE 中的代码

求解类型	代码
曲率拾取 (Curvature Pickup)	CP
厚度拾取(Thickness Pickup)	TP
厚度边缘光高(Thickness Marginal Ray Height)	TM
玻璃补偿(Glass Offset)	GO
玻璃拾取(Glass Pickup)	GP
锥形拾取(Conic Pickup)	KP
参数 1-8 拾取(Parameter 1-8 Pickup)	P1, P2 ... P8

例子

！下一行将在表面 7 上加一个玻璃拾取求解类型，从第 5 表面拾取

SOLVETYPE 7, GP, 5

！加一个比例因子为-1 的厚度拾取求解类型

SOLVETYPE 7, TP, 5, -1

STOPSURF

用途

STOPSURF 用来设置用编号确定的当前光栏面的位置。

语法结构

STOPSURF (surface)

说明

这个关键字需要一个表达式，它的值必须是 1 到表面数减 1 之间

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁶⁹

的一个整数。

例子

STOPSURF n+2

相关关键字

UPDATE

SUB

参见 GOSUB

SURFTYPE

用途

改变表面类型。

语法结构

SURFTYPE (surf_expression), CODE

说明

自变量 surf_expression 的值必须是 0 到表面数之间的一个整数。自变量 CODE 是一个代表表面类型的整数值。这个整数代码可以在运行时由函数 SCOD 确定。命令 SURFTYPE 不能用来设置光栅漂移、光栅相位或者用户自定义表面。

例子

SURFTYPE j+1, SCOD(STANDARD)

B\$ = "EVENASPH"

SURFTYPE 5, SCOD(B\$)

THIC

用途

THIC 用来设置表面的厚度。

语法结构

THIC (surface) = (new_value)

说明

这个关键字需要两个表达式，一个用来指定表面编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(surface)的值，取整后得到表面编号。如果这个表面编号小于 0 或者大于表面数，那么这条命令被略过。否则求出表达式(new_value)的值，再将之赋值。

例子

THIC i+m = THIC(i+n)-1

相关关键字

UPDATE

TIMER

用途

重新设置内部时钟。这一特点与 ZPL 函数 ETIM()联合使用可用来测量自最后一个 TIMER 命令以来所经过的时间。

语法结构

TIMER

说明

TIMER 和 ETIM()主要用来测试 ZPL 编译器和各种程序结构的运行效率。

例子

i = 0

TIMER

LABEL 1

```
x = RAND(1000)
```

```
i = i+1
```

```
IF i<10000 THEN GOTO 1
```

```
FORMAT .1
```

```
RPINT Elapsed time: ;ETIM( ), Seconds "
```

UPDATE

用途

更新瞳孔位置、折射率数据、近轴常量、半口径、最大视场归一化数据和求解。如果自从上一次更新以来指示数据（如半径和厚度）已被改变，那么必须在光线追迹和系统评价之前使用关键字 UPDATE。如果 UPDATE 命令后面跟着其他单词，如“ALL”，那么所有打开的窗口都同时被更新。

语法结构

```
UPDATE
```

```
UPDATE ALL
```

例子

```
THIC 5 = THIC(5)-1
```

```
UPDATE
```

```
VEC1 , VEC2 , VEC3 , VEC4
```

用途

这些关键字用来设置向量组变量 VEC1、VEC2、VEC3 和 VEC4。每个向量组可以储存一个由双精度浮点数组成的数组。

语法结构

```
VEC1 (array_subscript) = (new_value)
```

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁷²

VEC2 (array_subscript) = (new_value)

说明

VEC1...4 用来把一些用户数据存放到一个数组中。表达式 array_subscript 可以是其值被取整的任意一个表达式。这个作为结果的整数表达式必须在 0 和当前最大数组容量之间,数组的起始容量是 100,否则将被告示一个错误。ZPL 功能 VEC1...4 可被用来记录数据。为了改变默认容量使之不同于 100,请使用关键字 SETVECSIZE。

例子

i = 0

LABEL 1

i = i+1

VEC1(i) = i

IF i<10 THEN GOTO 1

j = 0

LABEL 2

j = j+1

VEC2(j) = VEC1(j)*VEC1(j)

IF j<10 THEN GOTO 2

i = 0

LABEL 3

i = i+1

PRINT 'x= ', VEC1(i), 'x*x= ', VEC2(i)

IF i<10 THEN GOTO 3

PRINT

PRINT 'ALL done! "

WAVL , WWGT

用途

WAVL 和 WWGT 是用来改变波长的值和权重。

语法结构

WAVL (wavelength number) = (new_value)

WWGT (wavelength) = (new_value)

说明

这两个关键字需要两个表达式，一个用来指定波长编号，另一个用来定义一个新的值。求出表达式(wavelength number)的值，取整后得到波长编号。如果这个波长编号小于 1 或者大于波长数，那么这条命令将被略过。否则，求出(new_value)的值，再将之赋值。

例子

WAVL 1 = 0.486

WAVL 2 = 0.587

WWGT 1 = 1.0

WWGT 2 = 0.65

相关函数

WAVL , WWGT

范例 1

假设你需要一个程序取打印出每个定义视场角的主光线在像平面的截止坐标。通常这比你想象的更加必须，例如，ZEMAX 的点列图都是对应于主光线的坐标画出来的，因此拿截止坐标来充当这些数据是完全可以的。这对于横向的光线像差也是同样，它们也是以主光线为参考。

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

学习 ZPL 的最好的方法就是学习前面已写好的程序。仔细阅读下面的程序，并尽量理解程序的逻辑结构。

```
nfield = NFLD()
maxfield = MAXF()
n = NSUR()
FOR i=1,nfield,1
    hx = FLDX(i)/maxfield
    hy = FLDY(i)/maxfield
    PRINT  Field number ;i
    RAYRACE hx,hy,0,0,PWAV()
    PRINT  x-field angle: ;FLDX(i), y-field angle: ;FLDY(i)
    PRINT  x-chief ray   : ;RAYX(i), y-chief ray : ;RAYY(i)
    PRINT
NEXT
PRINT  'ALL done! '
```

程序的第一行调用了函数 NFLD()，它将返回定义的视场数，并将它赋值给变量“ numfield ”，第二行调用了函数 MAX()，它将返回最大的半视场角（以度表示），并将它存放在变量“ maxfield ”中。然后通过调用函数 NSUR()将表面编号存放在变量“ n ”中。

然后定义了一个以 i 作为视场位置的计数器的 FOR 循环，这个计数器从 1 开始，最大值为 nfield，每个循环的增量为 1。定义“ hx ”和“ hy ”的两个程序行使用了函数 FLDX()和 FLDY()，它们将返回当前的编号为 i 的视场位置的 x-和 y-角度。然后用关键字 RAYTRACE 进行光线追迹。注意主光线通过瞳孔的中心，这就是为什么两个瞳孔坐标都为 0 的原因。函数 PWAV()返回主波长的编号，这通常是针对主光线的。

各样的 PRINT 语句将像面上的主光线坐标输出到屏幕上。如果你喜欢，你可以试着将程序输入到 ZPL 末尾的文件中（如 CHIEF.ZPL），然后在 ZEMAX 内运行它来进行测试。当主光线为参考点时，得到的坐标与那些在点列图中列出的是一样的。

范例 2

这是一个估计当前光学系统的均方根斑点尺寸（轴上）的 ZPL 程序例子。程序追迹许多通过系统的随机光线，并记录下这些光线相对于主波长的主光线的偏离量。当前波长的权重被应用来估计均方根斑点尺寸。

```
PRINT Primary wavelength is number ;
```

```
FORMAT .0
```

```
PRINT PWAV(),
```

```
FORMAT .4
```

```
PRINT 'which is ',WAVL(PWAV()), 'microns. "
```

```
PRINT Estimating RMS spot size for each wavelength. "
```

！追迹多少条随机光线来估算？

```
n = 100
```

！初始化时钟

```
TIMER
```

！储存表面数以备后用

```
ns = NSUR()
```

！从波长 1 开始

```
weightsum = 0
```

```
wwrms = 0
```

```
FOR w = 1,NWAV(),1
```

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁷⁶

```
rms = 0
```

```
FOR i = 1,n,1
```

```
    hx = 0
```

```
    hy = 0
```

```
    angle = 6.283185*RAND(1)
```

```
    ! SQRT 可在瞳孔处产生均匀分布
```

```
    radius = SQRT(RAND(1))
```

```
    px = radius*COSI(angle)
```

```
    py = radius*SINE(angle)
```

```
    RAYTRACE hx,hy,px,py,w
```

```
    x = RAYX(ns)
```

```
    y = RAYY(ns)
```

```
    rms = rms+(x*x)+(y*y)
```

```
NEXT
```

```
rms = SQRT(rms/n)
```

```
wwrms = wwrms+(WWGT(w)*rms)
```

```
weightsum = weightsum+WWGT(w)
```

```
FORMAT .4
```

```
PRINT RMS spot size for ',WAVL(w)
```

```
FORMAT .6
```

```
PRINT 'is ',rms
```

```
NEXT
```

```
wwrms = wwrms/weightsum
```

```
PRINT 'Wavelength weighted rms is ',wwrms
```

```
FORMAT .2
```

```
t = ETIM()
```

```
PRINT 'Elapsed time was ',t, "seconds. "
```

注意开始两个 PRINT 语句中后缀逗号的使用。它们允许从开始三个 PRINT 语句打印出来的数据显示在同一行中。中间的 FORMAT 语句改变了要打印的数值输出的格式，即使它们可能是同一行的。字符“！”用来表明一个注释语句，当程序运行时这些语句将被略过。

第二十五章 ZEMAX 扩展

介绍

➡ 这个特性仅对 ZEMAX 的 EE 版本有效

ZEMAX 有一个功能非常强大的特性,它允许其他 Windows 程序建立一个与 ZEMAX 相连的信息传递链,并可以为这个程序从 ZEMAX 中获取有关镜头的数据。它的意思是一个其它程序可以使用 ZEMAX 来追迹光线通过镜头,然后将数据传输到这个程序中进行进一步的分析和计算。

有三种相互紧密联系的方法可以利用这一特性来扩展 ZEMAX 的这一性能:

第一,可以设计一个独立 Windows 程序来建立与 ZEMAX 相连的链,它被用来获取 ZEMAX 提供的有关镜头的数据——有代表性的是光线追迹数据和其他的光学数据。这个程序可以以它认为合适的方法来使用这些数据。

第二,一个独立程序可以做它自己的由用户“隐藏”的分析,然后在 ZEMAX 通常的图表和文本窗口中显示产生的数据。当使用这种模式时,这个程序被称为 ZEMAX 的一个“扩展程序”。扩展程序看起来和 ZEMAX 程序中的“扩展”菜单下的菜单选项一样。扩展程序必须放在目录\Extend 中,以便于 ZEMAX 来运行它们。

第三,独立程序可以用来计算 ZEMAX 可以优化的数据。在这种模式里,程序被称为“用户自定义操作数”或者 UDO。这些 UDO 必须放在目录\UDO 中,以便于 ZEMAX 来运行它们。

那些需要复杂的用户界面,带有许多输入、菜单、按钮、和复杂的输入和输出格式的应用程序比较适合于作为一个独立程序,它们不需要利用 ZEMAX 来显示计算结果。

那些可以进行复杂计算,但只需一个简单的对话框类型的用户界面的应用程序比较适合于结合 ZEMAX 来作为一个扩展程序。扩展程序有着和正规的 ZEMAX 分析程序十分相象的观察和操作优点。其执行特性,如可以在 ZEMAX 内观看扩展程序,更新,改变设置,被打

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

印, 被复制到剪贴板上, 或者被平移和缩放, 和其他的 ZEMAX 分析窗口一样。

UDO 作为应用程序, 可以计算那些必须由 ZEMAX 优化程序优化的数据。UDO 在“优化”一章中的“用户自定义”中被详细介绍。

编写得很好的应用程序甚至可以和独立程序或者扩展一样操作, 如在范例一节中介绍的那样。

在应用程序和 ZEMAX 之间的信息传递可使用动态数据交换 (DDE) 来完成。DDE 是为了在程序间分享数据而在 Windows 操作系统内部定义的一个协议。两个程序可以建立一条 DDE 链, 其中一个扮演“服务程序”, 另一个扮演“客户程序”。客户程序通常向服务程序要求特殊的数据, 而服务程序则将这些数据发送给客户程序。

ZEMAX 被作为服务程序, 而其他任意一个 Windows 程序做一些正确的修改, 可以被作为一个客户程序。这一章定义了连到 ZEMAX 的 DDE 界面, 以便于用户可以编写软件程序来利用 ZEMAX 的光线追迹引擎。

编写扩展程序的要求

这一章和 DDE 特性的目的是帮助经验丰富的程序员编写可以与 ZEMAX 连接的编码。这一特性允许程序员编写第三种类型的程序, 在与 ZEMAX 的联系中工作。第三种类型的程序可以将 ZEMAX 用作光线追迹引擎, 而且提供了界面, 图表, 输入输出, 和扩展计算, 这些都作为分析的一个特殊类型被用户化。

使用这一特性需要一定的 Windows 和 C 语言编程的知识, 至少要掌握有关信息传递, 信息循环, 存储器管理, 和空间单元, 操作, 和指示的知识。包含了学习 DDE 编程所需的所有的信息的一本很好的书是由微软公司的 Charles Petzold 编写的《Programming Windows 95》。在这一章的正文中的范例和编码一节不是一个完整的程序, 而是仅用来作为例子的编码片段。

虽然编写 Windows 应用程序稍微有些复杂, 但比较好的是所有的困难编码都已经编好了, 而且可以用来学习和利用。关于建立与

ZEMAX 相连的信息传递链的详细资料已被设计好,而且可以仅将样本编码做一些必要的修改后再“剪贴”成与特殊计算相关的编码。也由一个 C 语言源代码文件,称为 ZCLIENT,它通过将所有信息压缩到函数包中来大大简化和 ZEMAX 之间的 DDE 信息传递。ZCLIENT 提供了少量的简单函数,它们可以被调用来从 ZEMAX 中获取数据,这不需要有关 DDE 编程的知识。ZCLIENT 将在这一章的后面部分进行介绍。ZEMAX 提供了有关客户程序和扩展程序的完整范例,包括源代码,将在这一章的最后说明。

扩展程序的能力在于它的价值,虽然它是合理的。使用 DDE 特性要求用户有一个相匹配的编译器或者发展工具,可以用来产生 32 位的 Windows 执行结果。这也是假设用户可以编写所要求的编码,最重要的是要确保编码是可靠的,没有错误的。为了使速度达到最大,ZEMAX 对由客户程序返回的数据不进行错误检查,因此,有错误的扩展程序将使 ZEMAX 计算失败,或者使 ZEMAX 进入一个无限循环。

由于这个原因,关于 DDE 或者扩展程序的执行的技术支持被严格限制来阐明提供的范例文件可以正确工作。如果你需要一个 ZEMAX 扩展程序,但没有愿望或能力自己来编写它们,请随意和 FSI 联系,提出开发一个自定义程序来满足你的要求。FSI 在开发这些类型的程序方面有相当丰富的经验,通常可以很快地以非常具有竞争性的价格编写扩展程序。

传递链的建立

为了建立与 ZEMAX 之间的 DDE 链,客户程序必须将一条包括有关应用程序名和主题名称的参考的信息传送到所有顶级窗口中。对于 ZEMAX 来说,应用程序名是“ZEMAX”,主题名称可以是任意一个非空的字符串。ZEMAX 不使用这个主题名称,只用应用程序名和“项目”。这项目给 ZEMAX 指出了哪些数据将被申请。ZEMAX 支持的各种项目将在后面说明。

特殊代码的例子可参见许多的样本 DDE 客户代码。

一旦建立了 DDE 链,服务程序可以执行任意基于光线追迹的分析,而且数据被返回到客户程序中。

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

传递链的终止

当所有的计算都完成了, DDE 链将由客户程序终止, 客户程序将向 ZEMAX 服务程序发送一条终止信息。这条信息将仅仅终止 ZEMAX 的服务程序部分, 而不是 ZEMAX 本身。

从 ZEMAX 中获取数据

ZEMAX 支持许多 DDE 下的许多功能。每个函数都被取了一个名称, 被成为“项目”, 通过 WM-DDE-REQUEST 信息将这个项目传送到 ZEMAX 中。在项目名称中通过编码将 ZEMAX 需要的数据(例如追迹一条光线)传送到 ZEMAX 中。大多数项目有一个简单的名称, 不需要进一步编码, 但一些项目有编码数值添加到名称中。这个编码数值被添加到项目名称中, 用逗号分开。

ZEMAX 将用 WM-DDE-DATA 信息对每个项目请求做出回应, 这个信息中包含一个指向一块用来存放字符串的存储器的指示器。大多数数据将放在字符串中从 ZEMAX 传送到客户应用程序中, 这相当于 CF-TEXT 格式。这个客户应用程序必须记录这个字符串, 并释放字符串的记忆内容。

关于特殊编码的例子可参见许多的样本 DDE 客户程序编码。

数据项目

这里是被支持的数据项目:

CloseUDOData

这个项目用来关闭用户自定义操作数缓冲器, 这允许 ZEMAX 优化程序继续下去。仅当执行一个用户自定义操作数或者 UDO 时, 才使用这个项目名。UDO 在“优化”一章中详细说明。详细内容可参见那一章。CloseUDOData 的语法结构是:

CloseUDOData, 缓冲器代码

也可参见 GetUDOSystem 和 SetUDOItem。

DeleteSurface

这个项目用来删除一个已存在的表面。其语法结构为：

DeleteSurface , 表面编号

也可参见 InsertSurface。

FindLabel

这个项目查找一个有与指定表面关联的整数标记的表面。其语法结构为：

FindLabel , 标记

得到的数据是带有相同整数标记的第一个表面的表面编号，或者如果没有表面有指定的标记，则得到的数据为-1。也可参见 SetLabel 和 GetLabel。

GetAddress

这个项目记录了环境设置中第 1 , 2 , 3 , 或者 4 行的地址。其语法结构为：

GetAddress , 1

对于第 2 , 3 , 和 4 行有着类似的命令。如果用户选择了隐藏这个地址栏，则所有字符串都将得到简单的 “ \r\n ”。

GetAperture

这个项目记录了表面口径数据。其语法结构为：

GetAperture , 表面编号

得到的字符串有着如下的格式：

“ 类型，最小值，最大值，x 偏心，y 偏心 ”

这个项目得到的类型是一个整数代码；0 代表没有口径，1 代表环形口径，2 代表环形挡光，3 代表星形，4 代表长方形口径，5 代表长方形挡光，6 代表椭圆口径，7 代表椭圆挡光，8 代表用户自定义口径，9 代表用户自定义挡光，以及 10 代表浮动口径。这个最小值和最大值对于椭圆、长方形、和星形口径有着与环形口径不一样的

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

意义；详细内容可参见编辑菜单一章。

GetAspect

这个项目记录了显示的图表的外表比率和以当前镜头长度单位表示打印纸的宽度或高度。例如，如果当前的外表比率是 3*4，则得到的外表比率将为 0.75。当画等大的图表时，需要知道正确的外表比率。得到的数据格式是外表比率，宽度。如果外表比率大于 1，那么该图用的是高度，而不是宽度，得到的数据的格式为外表比率，高度。

其语法结构为：

GetAspect, 文件名

这里的文件名是与被创建或更新的窗口相联系的临时文件的名称。如果不用临时文件名，则得到默认的外表比率和宽度（或高度）。

GetBuffer

项目 GetBuffer 用来从一个被更新的窗口中得到客户程序指定的数据。其语法结构为：

GetBuffer, n, tempfile

这里 n 是缓冲器编号，它必须是在 0 到 15 之间，包括这两个数；tempfile 是与被更新的窗口相联系的临时文件的名称。当 ZEMAX 调用客户程序时，这个临时文件名将被传送到这个客户程序中；详细内容可参见“ZEMAX 如何调用客户程序”的说明。注意，每个窗口都可能拥有它自己的缓冲器数据，ZEMAX 使用这个文件名来识别窗口，为此要求得到缓冲器内容。也可参见 SetBuffer。

GetComment

无论是什么，这个项目都记录表面的注释。要得到注释数据的表面编号被添加到项目名中，例如，要得到表面 5 的注释，项目名应该是“GetComment, 5”。

GetConfig

这个项目摘录了当前的结构编号、结构的个数、和多重结构操作数的个数。得到的字符串的格式如下：

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁸⁴

“ 当前结构编号，结构个数，多重结构操作数个数 ”。

也可参见项目 SetConfig。

GetDate

这个项目摘录了当前的日期和时间，这以用户在 ZEMAX 环境对话框中选择的格式表示。

GetExtra

这个项目摘录了特殊表面数据。对应于得到的数据的表面被添加到这个项目的名称的后面。例如，为了得到表面 8 的特殊数据，这个项目名应该是 “ GetExtra , 8 ”。得到的字符串的格式如下：

“ 特殊数据 1，特殊数据 2，特殊数据 3，…… ”

这个项目得到对应的表面编号作为一个证实数据。其它项目是自我说明的。

GetField

这个项目摘录了视场数据。语法结构为

GetField , n

这里 n 为零或者视场编号。如果 n 为零，则得到的字符串有以下格式：

“ 类型，数量 ”

类型参数是一个整数，为 0、1、或者 2 中的一个，分别代表以度表示的角度、物高、或者近轴近轴象高。数量参数是当前定义的视场的个数。如果 n 不为零，而是对应于一个有效的视场编号，得到的字符串有以下格式：

“ x 视场，y 视场，权重，vdx，vdy，vcx，vcy ”

这 7 个值是表示不同的视场数据的指数格式的浮点数。也可参见 SetField。

GetFile

这个项目摘录了镜头的完整名称，包括驱动器名和路径名。如果要修改这个文件，则要十分小心，因为在任意时刻，ZEMAX 都可能

要从这个文件读取数据或者写数据到这个文件中。

GetFirst

这个项目摘录了关于镜头的第一次序数据。得到的数据的格式如下：

“ 焦距 , pwfn , rwfn , pima , pmag ”

在这个字符串中的值分别是有效焦距、近轴工作 $F/\#$ 、实际工作 $F/\#$ 、近轴象高、和近轴放大率。

GetGlass

这个项目摘录了与任意一个表面使用的玻璃有关的一些数据。语法结构为：

GetGlass , 表面

如果指定的表面是无效的，不是由玻璃构成的，或者是梯度折射率表面，则得到的字符串是空的。这个数据对于那些在 FdC 波带外定义的玻璃来说可能是无意义的，得到的字符串的格式如下：

“ 名称 , nd , vd , dpgf ”

GetGlobalMatrix

这个项目得到要求的矩阵，将任意当前坐标系（如光线追迹）转化成空间坐标系。关于空间坐标矩阵的详细内容可参见在系统菜单一章中的“空间坐标参考表面”部分。

这个项目的语法结构为：

GetGlobalMatrix , 表面

得到的数据字符串有如下格式：

“ R11 , R12 , R13 , R21 , R22 , R23 , R31 , R32 , R33 , X₀ , Y₀ , Z₀ ”

GetIndex

这个项目摘录了任意一个表面的折射率数据。语法结构为：

GetIndex , 表面

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的在于进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁸⁶

如果指定的表面是无效的，或者是梯度折射率表面，则得到的字符串是空的。否则，得到的字符串的格式如下：

“ n1 , n2 , n3 , ”

这里的折射率数值按顺序对应于每个定义波长的折射率。

GetLabel

这个项目重新得到与指定表面有关的整数标记。语法结构为：

GetLabel , 表面

得到的数值是表面的标记。也可参见 SetLabel 和 FindLabel。

GetName

这个项目摘录了镜头的名称。得到的字符串是当前镜头的名称，与在通用数据对话框中输入的一样。

GetPath

这个项目摘录了指向 ZEMAX 被安装于其中的目录的完整路径，和指向镜头的默认目录的路径。得到的字符串由一个逗号分开。

GetPolState

这个项目摘录了由用户设置的默认偏振状态。这个数据的格式如下：

“ nIsPolarized , Ex , Ey , Phax , Phay ”

如果 nIsPolarized 是不为零的任意值，则默认偏振状态为无偏振。否则，使用 Ex、Ey、Phax、和 Phay 来定义偏振状态。Ex 和 Ey 应该各自被归一化成一个单位数量，尽管这不被要求。Phax 和 Phay 以度来表示。可以参见 SetPolState。

GetPupil

这个项目摘录了光瞳数据。得到的字符串的格式如下：

“ 类型 , 数值 , ENPD , ENPP , EXPD , EXPP , 变迹类型 , 变迹因子 ”

类型参数是一个象征系统孔径类型的整数，是 0 和 5 之间的一个数，

分别代表入瞳直径、象空间 $F/\#$ 、物空间 NA 、通过光阑尺寸浮动、近轴工作 $F/\#$ 、或者物方锥形角。数值参数是系统的孔径数值，除非使用的是通过光阑尺寸浮动类型，在这种情况下，这个数值是光阑表面的半口径。接下来的 4 个数值是入瞳直径、入瞳位置、出瞳直径、和出瞳位置，这些都是以镜头长度单位表示。变迹类型是一个整数，它被设为 0 来代表均匀，1 代表高斯，2 代表正切。变迹因子是在通用数据对话框中显示的数值。

GetPolTrace

这个项目与 GetTrace 非常相似，它有一个追迹通过系统的偏振光线的附加功能。详细内容可参见 GetTrace 的资料。项目 GetPolTrace 的语法结构如下：

GetPolTrace, 波长, 模式, 表面, hx , hy , px , py , Ex , Ey , $Phax$, $Phay$

自变量和 GetTrace 是一样的,除了那些附加的自变量 Ex 、 Ey 、 $Phax$ 、和 $Phay$ 。 Ex 和 Ey 是在 x 和 y 方向上的归一化的电场幅度。等式 $Ex*Ex+Ey*Ey$ 应该有一个为 1 的值 (有一个重要的例外，这在下面说明)，尽管任意一个值都可以接受。 $Phax$ 和 $Phay$ 是相对相位，以角表示。

如果 Ex 、 Ey 、 $Phax$ 、和 $Phay$ 都为零，而且仅在这种情况下，ZEMAX 假设一条“无偏振”的光线是需要的。一条无偏振光线的追迹实际上要求 ZEMAX 追迹两条正交的光线，对得到的传递强度求平均值。如果四个数值中的任意一个不为零，则要追迹一条偏振光线。

例如，为了在波长编号 2 的波长处追迹一条实际的无偏振边缘光线到象面，这个项目字符串为：

GetPolTrace, 2, 0, -1, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0, 0, 0, 0

对于偏振光线，数据信息将以下面的格式返回：

“error, intensity, Exr , Eyr , Ezr , Exi , Eyi , Ezi ”

如果成功地追迹了光线，则整数 error 将为零，否则它将是一个正数或负数。如果为正数，则光线避过有 error 说明地表面。如果为

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁸⁸

负数，则光线在由数值 `error` 的绝对值给出的表面上发生全反射 (TIR)。在使用字符串的余下部分之前，要始终检查以确保光线数据是有效的。

`intensity` 是传递强度。它总被归一化成一个单位的输入电场强度。这个传递强度计算了表面、薄膜、和总体吸收效果，但是不考虑有无光线被拦住。`Ex`、`Ey`、和 `Ez` 是电场分量，带有的字母 `r` 和 `i` 代表实部和虚部。

对于无偏振光线，得到的数据信息很简单，为：

“ `error, intensity` ”

虽然 `GetPolTrace` 很容易用来编程和使用，但是使用 `GetPolTrace` 有一个重要的缺点：每次 DDE 调用，只能追迹一条光线。通过 DDE 来传输数据的操作与光线追迹相比较是很多的，因此如果要求追迹大量的光线，则执行过程可能会相应的减慢。关于追迹大量光线的信息可参见在这一章的其它地方的“大量光线的追迹”部分的说明。也可参见 `GetPolTraceDirect`。

`GetPolTraceDirect`

`GetPolTraceDirect` 为由 `GetTraceDirect` 所做的 ZEMAX 光线追迹引擎提供了同样直接的方法，同样也允许追迹偏振光线。关于 `GetTrace` 直接方法版本的重要细节可参见 `GetTraceDirect`。项目 `GetPolTraceDirect` 的语法结构为：

`GetPolTraceDirect` , 波长 , 模式 , 开始表面 , 停止表面 , `x, y, z, l, m, n, Ex, Ey, Phax, Phay`

参数 `Ex`、`Ey`、`Phax`、和 `Phay` 与在 `GetPolTrace` 中定义的一样。返回的数据信息的格式与在 `GetPolTrace` 中说明的一样。

`GetRefresh`

这个数据项目使 ZEMAX 将 LDE 中的镜头数据复制到服务程序中储存的副本中。然后更新这个镜头，这意味着 ZEMAX 将重新计算所有的光瞳位置、求解、和折射率数据。如果这个镜头可以被更新，则 ZEMAX 返回一个字符串“0”，否则返回“-1”。如果 `GetUpdate` 返

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

回 “ -1 ”, 则不执行任何光线追迹。

所有后面的命令都将影响新复制的镜头数据或者在它的基础上被执行。旧的镜头数据不能被恢复, 即使这被要求。也可参见 GetUpdate 和 PushLens。

GetSag

这个项目计算任意一个表面的矢高。这个项目名的格式为 “ GetSag , 表面 , x , y ”, 这里表面是表面编号, x 和 y 是表面上计算矢高处的坐标。得到的字符串的格式为 “ 矢高 , 改变的矢高 ”。X、y 和矢高的值都是以镜头长度单位表示的。

GetSequence

这个项目得到在服务程序存储器中的镜头的序号, 然后是在 LDE 中的镜头的序号, 这两个有一个逗号分开。

GetSerial

这个项目得到 ZEMAX 密码锁的序列号。

GetSolve

这个项目得到关于任一表面上的任一求解的数据。它的语法结构为 “ GetSolve , 表面 , 代码 ”, 这里代码是一个整数代码, 指出了这个求解数据是用在哪个表面参数上的。得到的求解数据以下列格式表示, 这与代码值有关。

GetSolve 代码	得到的数据的格式
0 , 曲率	求解类型 , 参数 1 , 参数 2
1 , 厚度	求解类型 , 参数 1 , 参数 2 , 参数 3
2 , 玻璃	求解类型 , 拾取表面编号
3 , 半口径	求解类型 , 拾取表面编号
4 , 圆锥系数	求解类型 , 拾取表面编号
5-12 , 参数 1-8	求解类型 , 拾取表面编号 , 补偿 , 比例因子

求解类型是一个整数代码，这些参数有着依赖于求解类型的意义；详细内容可参见“求解”一章。也可参见 SetSolve。

GetSurface

这个项目摘录了表面数据。要返回数据的表面编号被附加在项目名称后面，例如，为了得到表面 8 的数据，这个项目的名称应该为“GetSurface, 8”。

得到的字符串的格式如下：

“类型，曲率，厚度，玻璃，半口径，圆锥系数，p1，p2，p3，p4，p5，p6，p7，p8”

这个项目得到一个 8 个字母的字符串的表面类型。注意，下一个数据项是曲率，而不是半径。其它项都是自我解释的。

也可参见 SetSurface。

GetSystem

这个项目摘录了系统数据。

得到的字符串的格式如下：

“表面数量，单位代码，光栏表面编号，非轴对称标记，光线定位类型，环境数据，温度，压力，空间参考表面”。

这个项目得到了表面的数量，单位代码（0、1、2、或 3 分别代表 mm、cm、in、或 M），光栏表面编号，用来指明系统是否是非轴对称系统（0 代表假，说明它是一个轴对称系统；或者如果系统是非轴对称的则为 1）的非轴对称标记，光线定位类型（0、1、2 分别代表无、近轴光线、实际光线），使用的环境数据标记（0 代表不是，1 代表是），当前温度和压力，以及空间坐标的参考表面编号。

也可参见 SetSystem 和 GetSystemAper。

GetSystemAper

这个项目摘录了系统的光圈数据。

得到的字符串的格式如下：

“ 类型，光栏表面编号，光圈值 ”

这个项目得到了系统的光圈类型 (0、1、2、3、4、或 5 分别代表入瞳直径、象空间 F/#、物空间数值孔径、通过光栏尺寸浮动、近轴工作 F/#、或物方锥形角)，光栏表面的编号，和系统的光圈值。如果光圈类型为通过光栏尺寸浮动，则光圈值为光栏表面的半口径。

也可参见 GetSystem 和 SetSystemAper。

GetTol

这个项目摘录了公差数据。它的语法结构为：

GetTol , n

这里 n 为 0 或者其它公差操作数编号。如果 n 为 0，得到的字符串的格式如下：

“ number ”

这里 number 为定义的公差操作数的数量。如果 n 不为 0，而是对应于一个有效的操作数的编号，则得到的字符串的格式如下：

“ 公差类型，int1，int2，min，max ”

GetTrace

这个项目要求客户程序提供附加数据。为了追迹一条光线，ZEMAX 需要知道相应的视场和光瞳坐标、波长、模式 (实际，模式=0；或者近轴，模式=1)，以及要追迹光线到其上的表面。所有这些数据都被编码，附加在项目名称的后面。这通过定义由逗号分开的不同参数来实现，如下：

GetTrace，波长，模式，表面编号，hx，hy，px，py

例如，要追迹在波长 3 处的实际主光线到表面 5，这个项目字符串为

GetTrace，3，0，5，0.0，1.0，0.0，0.0

虽然这看起来麻烦，但是它易于编程，是将数据送进 ZEMAX 的最简单的方法。ZEMAX 接受这个项目，辨别在这个名称开头的“ GetTrace”，记下这个字符串的其余部分，然后分析它，以及追迹

光线。通常，仅仅需要在象面上的光线数据；通过将表面编号设置为 -1，可产生在象面上的光线数据。注意，0 被用来代表物面。

返回的数据信息有如下格式：

“ error , vigcode , x , y , z , l , m , n , l2 , m2 , n2 , intensity ”

如果光线追迹成功，则整数 error 为零，否则它将是一个正数或者负数。如果是正数，则光线将避过由 error 指出的表面，如果是负数，则光线在由数值 error 的绝对值给出的表面上发生全反射 (TIR)。在使用这个字符串的余下部分之前，始终要检查以确保光线数据是有效的。

参数 vigcode 是指光线被拦光的第一个表面。除非在那个面上发生错误或者后来才到那个面，否则这条光线将继续被追迹通过被要求的表面。

x、y、和 z 的值是指在被要求的表面上坐标。

l、m、和 n 的值是指折射进入跟在被要求的表面以后的介质中以后光线的方向余弦。

l2、m2、和 n2 的值是指在被要求的表面上的表面截止点的法线的方向余弦。

intensity 是光线的相对强度，包括定义的任一光瞳或者表面的照度分布。

虽然 GetTrace 易于编程和使用，但是使用 GetTrace 有一个重要的缺点：每次 DDE 调用只能追迹一条光线。通过 DDE 传输数据的操作与光线追迹相比要多得多，所以如果要求追迹大量的光线，则执行将相应减慢。关于大量光线的追迹的信息，可参见这一章中其它地方的“大量光线的追迹”部分的说明。也可参见 GetTraceDirect。

GetTraceDirect

GetTraceDirect 为 ZEMAX 的光线追迹引擎提供了一个比较直接的方法。通常，光线是由归一化的视场和光瞳坐标 hx、hy、px、和 py。ZEMAX 获得这些归一化坐标，计算物体坐标 (x, y, 和 z) 和

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系 (info@photics.net)，我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

到入瞳目标点 (l, m , 和 n) 的方向余弦 (l, m , 和 n , 分别代表 x 、 y 、和 z 方向余弦)。

然而, 有时直接规定 x 、 y 、 z 、 l 、 m 、和 n 更适合于追迹光线。直接规定对于光学系统中的任意地方的光线有定义起始表面方面的额外的适合性。这个适合性表现在一个特殊的客户程序上, 这个程序用来严格确保光线起始坐标是有效的。

与 GetTrace 一样, 这个项目要求客户程序提供附加数据。为了追迹光线, ZEMAX 必须知道 x 、 y 、 z 、 l 、 m 、 n 、波长、模式 (实际光线, 模式=0; 或者近轴光线, 模式=1) 以及光线追迹的起始和终止表面。所有这些数据都要被编码, 附加在项目名称的后面。这是通过定义由逗号隔开的不同参数来实现的, 如下:

GetTraceDirect, 波长, 模式, 起始表面, 终止表面, x, y, z, l, m, n

返回的数据信息的有如下格式:

“ error, vigcode, $x, y, z, l, m, n, l2, m2, n2, intensity$ ”

这里的参数和 GetTrace 的参数是完全一样的, 除了 intensity 之外。Intensity 是光线的相对传递强度, 但排除任何定义的光瞳照度分布在外。注意, GetTrace 包括光瞳照度分布, 而 GetTraceDirect 没有。但两者都包含了表面照度分布。

虽然 GetTraceDirect 易于编程和使用, 但是使用 GetTraceDirect 有一个重要的缺点: 每次 DDE 调用只能追迹一条光线。通过 DDE 传输数据的操作与光线追迹相比要多得多, 所以如果要求追迹大量的光线, 则执行将相应减慢。关于大量光线的追迹的信息, 可参见这一章中其它地方的“大量光线的追迹”部分的说明。也可参见 GetTrace。
GetUDOSystem

这个项目被用从优化程序存储器中载入一个特定镜头, 送到 ZEMAX 的服务程序存储器中。使用这个项目名的唯一一次机会是在执行一个用户自定义操作数或者 UDO 时。UDO 在“优化”一章已详细说明了。其详细内容可参见那一章。GetUDOSystem 的语法结

构为：

GetUDOSystem , 缓冲器代码

这里的缓冲器代码是一个在命令行中的被传送到 UDO 中的整数。也参见 SetUDOData。

GetUpdate

这个数据项目使 ZEMAX 去更新一个镜头，这意味着 ZEMAX 将重新所有的光瞳位置、求解、和折射率数据。如果镜头可以被更新，则 ZEMAX 返回字符串“0”，否则，它将返回字符串“-1”。如果 GetUpdate 得到“-1”，则将不执行任何光线追迹。可以参见 GetRefresh。

GetVersion

这个项目得到 ZEMAX 的版本号。

GetWave

这个项目摘录了波长数据。其语法结构为：

GetWave , n

这里 n 为零或者波长编号。如果 n 为零，则得到的字符串的格式如下：

“主波长，数量”

参数主波长是一个整数，它指出了哪个波长是主波长。参数数量是指当前定义的波长的数量。如果 n 不为零，而是对应于一个有效的波长编号，则得到的字符串的格式如下：

“波长，权重”

这两个数值都是指数格式的浮点数，它们对应于指定波长的数值和权重。也可参见 SetWave。

InsertSurface

这个项目插入了一个新的表面。其语法结构为：

InsertSurface , 表面

新的表面将被放在由参数表面指定的位置上。也可参见

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！⁴⁹⁵

SetSurface 关于新表面的数据定义的内容 ,以及项目 DeleteSurface. LoadFile

将一个 ZEMAX 文件载到服务程序中。注意,文件的载入不会改变在 LDE 中显示的数据;服务程序有这个镜头数据的一个独立副本。要载入的文件名被附加在 LoadFile 的项目名称之后,而且必须包括完整的路径名。例如:“ LoadFile , C:\ZEMAX\SAMPLES\COOKE.ZMX ”。在更新这个新载入的镜头文件之后,这个项目得到的字符串和项目 GetUpdate 的是相同的。如果得到一个不为零的数值,则更新失败;如果得到-999,则这个文件不能被载入。也可参见 GetPath、SaveFile、和 PushLens。

LoadMerit

载入一个 ZEMAX 的.MF 或者.ZMX 文件,记录它的评价函数,并将它放到在服务程序载入的镜头中。注意,评价函数文件的载入不会改变在 LDE 中显示的数据;服务程序有这个镜头数据的一个独立副本。要载入的文件名被附加在 LoadMerit 的项目名称之后,而且必须包括完整的路径名。例如:“ LoadMerit , C:\ZEMAX\SAMPLES\MyMerit.MF ”。得到的字符串的格式如下:

“ 数量,评价 ”

这里参数数量是在评价函数中的操作数的数量,参数评价是评价函数的数值。如果这个评价函数的数值为 9.00e+009,则这个评价函数不能被评估。

也可参见 Optimize。

MakeGraphicWindow

这个项目通知 ZEMAX 图形数据已被写到一个文件中了,现在可以以一个 ZEMAX 子窗口的形式来显示。这个项目的主要目的是在一个客户应用程序中执行一个用户自定义特性,这看起来和实际操作 ZEMAX 本来的特性一样。这个项目的字符串必须有以下格式:

MakeGraphicWindow, 文件名, 模块名, 窗口标题, 文本标记, 设置数据

参数“文件名”是指向一个临时文件的完整路径名和文件名，这个临时文件中包含了这些图形数据。无论如何，这必须与在命令行自变量中的被传送给可执行客户程序的文件有相同的名称。参数“模块名”是产生图形数据的客户程序的完整路径名和执行名称。参数“窗口标题”是一个字符串，它定义了 ZEMAX 用来放在这个图形窗口的顶端条栏中的标题。

如果客户程序同时也可以产生这些数据的一个文本版本，则参数“文本标记”应为 1。由于当前数据是一个图形显示（如果这个项目是 MakeGraphicWindow，则它必须是），所以 ZEMAX 想知道“Text”菜单选项对用户是否有效，或者它是否被变灰。如果参数“文本标记”为零，则 ZEMAX 将使这个“Text”菜单选项变灰，将不会要求这个客户程序去产生这个数据的一个文本版本。

参数“设置数据”是一个由空格（不是逗号）分开的数值字符串，它被客户程序用来定义如何产生图形数据。这些数值仅由客户程序使用，但不能被 ZEMAX 使用。字符串“设置数据”包含了通常在一个 ZEMAX 的“设置”类型对话框中显示的选项和数据。如果需要的话，设置数据可以被用来重新产生这些数据。关于设置数据的详细内容可参见“ZEMAX 如何调用客户程序”的说明。

一个范例字符串如下：

```
MakeGraphicWindow      ,      C:\TEMP\ZGF001.TMP      ,  
C:\ZEMAX\FEATURES\CLIENT.EXE ,ClientWindow ,1 ,0 1 2 12.55
```

这个项目表明 ZEMAX 应该打开一个图形窗口，显示储存在文件 C:\TEMP\ZGF001.TMP 中的数据，通过调用客户程序模块 C:\ZEMAX\FEATURES\CLIENT.EXE 来做一些更新或者设置改变。这个客户程序可以产生这个图形的一个文本版本，设置数据字符串（仅被客户程序使用）为“0 1 2 12.55”。

MakeTextWindow

这个项目通知 ZEMAX 文本数据已被写到一个文件中了，现在可以以一个 ZEMAX 子窗口的形式来显示。这个项目的主要目的是在一个客户应用程序中执行一个用户自定义特性，这看起来和实际操作

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

ZEMAX 本来的特性一样。这个项目的字符串必须有以下格式：

MakeTextWindow , 文件名 , 模块名 , 窗口标题 , 设置数据

参数“文件名”是指向一个临时文件的完整路径名和文件名，这个临时文件中包含了这些文本数据。无论如何，这必须与在命令行自变量中的被传送给可执行客户程序的文件有相同的名称。参数“模块名”是产生文本数据的客户程序的完整路径名和执行名称。参数“窗口标题”是一个字符串，它定义了 ZEMAX 用来放在这个文本窗口的顶端条栏中的标题。

参数“设置数据”是一个由空格（不是逗号）分开的数值字符串，它被客户程序用来定义如何产生文本数据。这些数值仅被客户程序使用，但不能被 ZEMAX 使用。字符串“设置数据”包含了通常在一个 ZEMAX 的“设置”类型对话框中显示的选项和数据。如果需要的话，设置数据可以被用来重新产生这些数据。关于设置数据的详细内容可参见“ZEMAX 如何调用客户程序”的说明。

一个范例字符串如下：

```
MakeTextWindow      ,      C:\TEMP\ZGF002.TMP      ,  
C:\ZEMAX\FEATURES\CLIENT.EXE , ClientWindow , 6 5 4 12.55
```

这个项目表明 ZEMAX 应该打开一个文本窗口，显示储存在文件 C:\TEMP\ZGF002.TMP 中的数据，通过调用客户程序模块 C:\ZEMAX\FEATURES\CLIENT.EXE 来做一些更新或者设置改变。设置数据字符串（仅被客户程序使用）为“6 5 4 12.55”。

NewLens

这个项目将清除当前的镜头。留下的“最小”镜头与在镜头数据编辑界面中选择“文件，新文件”时的镜头是相同的。不会给出保存这个已存在镜头的提示。

Optimize

Optimize 将调用 ZEMAX 阻尼最小二乘法优化。其语法结构为：

Optimize , n

这里 n 时运行的循环数。得到的数值是最终的评价函数。如果得到的评价函数值为 $9.0E+009$ ，优化失败，通常这是因为镜头或者评价函数不能被评估。如果 n 为零，则以自动模式运行优化。如果 n 为小于零的值，则 Optimize 得到当前的评价函数值，而不执行优化。

PushLens

PushLens 将获得当前在服务程序存储器中的镜头，并将它放到镜头数据编辑界面中。ZEMAX 主窗口将显示一个对话框，问用户是否允许接受由客户程序放入的镜头数据。如果这个在 LDE 中的镜头数据没有被保存，则将出现一个附加对话框，询问旧的镜头数据是否先被保存。在更新这个新放入的镜头文件之后，得到的字符串是项目 GetUpdate 得到的是一样的。如果得到一个不为零的数值，则更新失败；如果得到 -999，则这个镜头不能被放入到 LDE 中。也可参见 GetPath、GetRefresh、LoadFile、和 SaveFile。

ReleaseWindow

当 ZEMAX 调用客户程序去更新或者改变由客户程序函数使用的设置时，在窗口中的菜单条变成灰色，防止同时要求多次更新或者改变设置。通常，在客户程序编码发送了 MakeTextWindow 和 MakeGraphicWindow 时，这个菜单选项才被再次激活。然而，如果在一个更新或者设置改变的过程中，不能计算新的数据，则必须释放这个窗口。ReleaseWindow 正好提供了这一个简单的目的。如果在改变设置时用户选择了“取消”，则客户程序编码将发送一个 ReleaseWindow 项目来释放菜单条的锁定。如果没有发送这个命令，则不能关闭这个窗口，这通常可以防止终止 ZEMAX。ReleaseWindow 项目仅仅使用一个自变量：临时文件的名称。其语法结构为：

ReleaseWindow, 文件名称

如果没有窗口在使用这个文件名称，则得到的数值为零；如果这个文件被使用则得到的数值为一个正整数。

SaveFile

将当前在服务程序中的镜头保存为一个 ZEMAX 文件。被用来保

存的文件的名称被附加在 SaveFile 项目的名称的后面，而且必须包括这个文件的完整的路径名。例如：“SaveFile，C:\ZEMAX\SAMPLES\COOKE.ZMX”。在更新这个新被保存的镜头文件之后，得到的字符串与项目 GetUpdate 得到的是一样的。如果得到一个不为零的数值，则更新失败；如果得到-999，则不能保存这个文件。也可参见 GetPath、GetRefresh、LoadFile、和 PushLens。
SetBuffer

项目 SetBuffer 被用来储存窗口被创建或者更新的客户程序特定数据。缓冲器数据被用来存放用户选择的选项，而不是在 MakeTextWindow 和 MakeGraphicWindow 项目的命令行中使用设置数据。这个数据必须以一个字符串格式表示。其语法结构为：

SetBuffer，1，你想要的任意文本.....

这里提供了 16 个缓冲器，从编号 0 到 15，每个都可以被设成使用 SetBuffer，0，.....；SetBuffer，1，.....；等等。跟在“SetBuffer，n，”后面的文本仅仅是那些被存放的文本；它最大可以有 240 字符。

注意，直到送出 MakeTextWindow 或者 MakeGraphicWindow，否则缓冲器数据与任意特定的窗口无关。一旦 ZEMAX 接受到 MakeTextWindow 或者 MakeGraphicWindow 项目，则这个缓冲器数据将被复制到适当的窗口存储器中，然后可能通过使用 GetBuffer 从那个窗口重新得到这个数据。也可参见 GetBuffer。

SetCofig

这个项目转换当前的结构编号和更新系统。想要的结构被附加在这个项目名称的后面。例如，为了转换到结构 3，这个项目的名称为“SetCofig，3”。

得到的字符串的格式如下：

“当前结构编号，结构数量，error”

当前结构编号是新的结构编号，在 1 和结构数量值之间。通常，它将在项目名称中要求的目标结构，只要它是一个有效的结构编号。Error 代码与由项目 GetUpdate 得到的是一样的，如果新的当前结构

是可被追迹的，则这个代码为零。也可参见 GetConfig。

SetField

这个项目设置了视场数据。其语法结构为：

SetField , 0 , 类型 , 数量

或者

SetField , n , xf , yf , wgt , vdx , vdy , vcx , vcy

如果 n 的值为零，则视场类型和总的视场数量被设为一个新的整数值。如果 n 为一个有效的视场编号（在 1 和视场数量之间，包括这两个数），则视场 x 和 y 的值，视场权重，和渐晕因子全都被设置。也可参见 GetField。得到的数值与“GetField , n”得到的相同。

SetFloat

这个项目将所有没有表面口径的表面设为有一个浮动口径。浮动口径将挡住在半口径外面追迹的光线。其语法结构为：

SetFloat

得到的数值仅仅是“OK”。

SetLabel

这个项目与指定表面的一个整数标记有关。当在这个目标表面周围增加或删除表面时，ZEMAX 将保留这个标记。其语法结构为：

SetLabel , 表面 , 标记

得到的数值是这个标记。也可参见 GetLabel 和 FindLabel。

SetPolState

这个项目设置了由用户设置的偏振状态。这个数据的格式如下：

SetPolState , nIsPolarized , Ex , Ey , Phax , Phay

可关于完整的说明可参见 GetPolState。

SetSolve

这个项目设置了求解数据，得到由于任意表面的新的求解的数

据。其语法结构为：

SetSolve , 表面 , 代码 , 数据.....

这里 , 代码的定义和 “ Getsolve ” 中说明的是一样 , “ 数据..... ” 是在 GetSove 中定义的同样数据。这些参数根据列出的代码顺序列出。得到的字符串与对新定义的求解数据用 GetSolve 得到的是一样的。

SetSurface

这个项目设置了表面数据。这个项目名称的格式如下：

SetSurface , 表面 , 类型 , 曲率 , 厚度 , 玻璃 , 半口径 , 圆锥系数 , p1 , p2 , p3 , p4 , p5 , p6 , p7 , p8

这里的这些参数与在项目 GetSurface 中说明的是一样的。得到的字符串是新设置的表面数据 , 其格式与在项目 GetSurface 中说明的一样。也可参见 GetSurface。

SetSystem

这个项目设置了系统数据。其语法结构为：

SetSystem , 单位代码 , 光栏表面 , 光线定位类型 , 环境数据 , 温度 , 压力 , 空间参考表面

得到的字符串的格式与在 GetSystem 中定义的是一样的。关于自变量的详细说明也可参见 GetSystem。

SetSystemAper

这个项目设置了系统的光圈数据。其语法结构为：

SetSystemAper , 类型 , 光栏表面 , 光圈值

得到的字符串的格式与在 GetSystemAper 中定义的是一样的。关于自变量的详细说明也可参见 GetSystemAper。

SetUDODData

这个项目被用来由客户程序将计算好的数据传输给 ZEMAX 的优化程序。使用这个项目名称的唯一一次机会是执行一个用户自定义操作数 , 或者 UDO 时。UDO 在 “ 优化 ” 一章中已详细说明。详细内容可参见那一章。SetUDODData 的语法结构为：

版权声明：本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

SetUDOData, 缓冲器代码, 数据 0, 数据 1, 数据 2,, 数据 50

这里, 缓冲器代码是在命令行中的传送给 UDO 的一个整数。当 ZEMAX 服务程序接受到这个 SetUDOData 时, 它将这些数据放在缓冲器中, 然后关闭缓冲器, 不让其它数据输入。这个项目允许一次传送多个数据项给服务程序, 然而, 在输入行中有一个最大不超过 255 字符的限制。为了避免这个 (Windows 的) 限制, 可使用项目 SetUDOIItem 和 CloseUDOData。也可参见 GetUDOSystem。

SetUDOIItem

这个项目被用来由客户程序仅仅将一个计算好的资料传输给 ZEMAX 的优化程序。使用这个项目名称的唯一一次机会是执行一个用户自定义操作数, 或者 UDO 时。UDO 在“优化”一章中已详细说明。详细内容可参见那一章。SetUDOIItem 的语法结构为:

SetUDOIItem, 缓冲器代码, 数据编号, 数据

这里, 缓冲器代码是在命令行中的传送给 UDO 的一个整数, 数据是被传输的数据项的编号。使用这个项目, 服务器缓冲器可能一次就被一个数据项充满, 这个数据项已远远超出关于数据项内容的 255 个字符的限制。然而, ZEMAX 不知道是否有更多的数据被送过来, 所以缓冲器保持打开状态。在最后一个数据项被传送以后, 在执行优化之前必须使用 CloseUDOData 关闭缓冲器。一个典型的定义包含下列项目信息:

SetUDOIItem, 缓冲器代码, 0, 数值 0

SetUDOIItem, 缓冲器代码, 1, 数值 1

SetUDOIItem, 缓冲器代码, 2, 数值 2

CloseUDOData, 缓冲器代码

也可参见 GetUDOSystem。

SetWave

这个项目设置了波长数据。其语法结构为:

SetWave , 0 , 主波长 , 数量

或者

SetWave , n , 波长 , 权重

如果 n 的值为零 , 则主波长编号和总的波长数量被设成一个新的整数值。如果 n 是一个有效的波长编号 (在 1 和波长数量之间 , 包括这两个数) , 则以微米表示的波长和波长的权重都被设置。也可参见 GetWave。得到的数据与 “ GetWave , n ” 得到的一样。

大量光线的追迹

如果只有少量的光线需要被追迹 , 则使用 DDE 项目是足够容易和快的 , 如 GetTrace 或 GetPolTrace。然而 , 如果需要追迹多于 100~500 左右条的光线 , 则使用数组光线追迹技巧要快得多。

与一次追迹一条光线不同 , 这建立了一个数组 , 它容纳了一个所有要被追迹的光线的列表 , 然后一次性将整个数组传送给 ZEMAX。然后 ZEMAX 将追迹所有光线 , 并将这整个数组传回给客户程序。

这个方法模仿了 GetTrace、GetTraceDirect、GetPolTrace、和 GetPolTraceDirect 的运转,但这个方法有一个附加功能,它可以一次性追迹任意多的光线,虽然它编写起来稍微有点复杂。

下面 2 个步骤是要求的 :

- 1) 用要求的数据充满一个数组的结构
- 2) 将这个数据传输给 ZEMAX

步骤 1 : 将光线数据放入数组

将定义了要被追迹的光线的列表的数据放到一个数组结构中 , 其形式如下 :

```
typedef struct
```

```
{
```

```
double x,y,z,l,m,n,opd,intensity;
```

版权声明 : 本文由 “ 光学在线 ” 收集及整理 , 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者) , “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站 , 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展 , 不为任何赢利目的 , 所以传播此文的目的进行学术交流 , 如果您有任何意见和看法 , 请与我们联系 (info@photics.net) , 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施 !

```
int wave,error,vigcode,want_opd;
```

```
}DDERAYDATA;
```

在客户程序内部，将用一个说明来建立一个数组类型 DDERAYDATA，这个说明如：

```
DDERAYDATA MyData[101];
```

这里支持4中光线追迹模式，从0到3编号，它们对应于GetTrace的操作（模式0）、GetTraceDirect的操作（模式1）、GetPolTrace的操作（模式2）和GetPolTraceDirect（模式3）。每种模式要求在这个 DDERAYDATA 结构中放入一系列稍微不同的数据。这个模式是由在数组位置0处的参数 opd 参数来设置的。

每条光线需要1个数组分量。如果要追迹“n”条光线，则从1到n的数组结构将被用来存放这n条光线的数据。数组位置零被保留给那些需要和数组一起被传送的标题数据。

模式0：类似于GetTrace

与GetTrace一样，光线是由相对的视场和光瞳坐标、波长、模式（实际光线模式=0，或者近轴光线模式=1）以及要追迹光线到其上的表面来定义。在追迹光线之前，应修改数组中位置1到n的内容，使它们包含了每条光线的定义。视场、光瞳、和波长数据全都如下被存放在数组中：

```
MyData[i].x = hx;
```

```
MyData[i].y = hy;
```

```
MyData[i].z = px;
```

```
MyData[i].l = py;
```

```
MyData[i].m = 0.0; /*对于输入忽略*/
```

```
MyData[i].n = 0.0; /*对于输入忽略*/
```

```
MyData[i].opd= 0.0; /*对于输入忽略*/
```

```
MyData[i].intensity = 1.0; /*初始强度*/
```

```
MyData[i].wave = 波长;
```

```
MyData[i].error = 0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 0; /*如果不需要 OPD 数据则为零,如需要则  
为 1*/
```

注意, 自变量 i 应该在 1 和光线数量 n 之间。数组的大小是随意的, 然而, 一次追迹太多的光线对于编程实践来说是差的, 这是因为如果光线追迹被终止, 则要接受一个用户中断是困难的。初始强度可以根据发生任意光瞳或表面照度分布来缩放。注意, 模式 0 承认光瞳照度分布, 而模式 1 却不承认。

数组位置 0 被留给那些应用于所有光线的其它数据。我们用在数组位置 0 中的数据来告诉 ZEMAX 使用的模式、光线的数量、和要追迹光线到其上的表面。这些数据如下被放入数组中:

```
MyData[i].x = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].y = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].z = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].l = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].m = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].n = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].opd = 0; /*设置为模式 0*/
```

```
MyData[i].intensity = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].wave = 模式; /*0 代表实际光线, 1 代表近轴光线*/
```

```
MyData[i].error = 光线数量; /*数组中光线的数量*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0; /*最初必须为零*/
```

MyData[i].want_opd = 最后表面编号; /*用-1 代表象面, 或者用其它任意的有效表面编号*/

光线的数量必须放在变量 error 中。注意, 一个 DDERAYDATA 类型的数组的说明必须比光线的数量大 1, 这是因为数组位置 0 要被留给上面说明的数据。所有在这个数组中的光线必须使用相同的模式被追迹到相同的表面上, 但是它们可以有不同的波长以及视场和光瞳坐标。

如果变量 want_opd 为 0, 则计算这条光线的通常的 x、y、z、l、m、和 n。如果 want_opd 为一不为零的数, 则和这些通常数据一起将得到这条光线 OPD。

计算这条光线的 OPD 将花费正规的光线追迹之外的额外时间, 而且仅仅在被要求如此做时, ZEMAX 才执行这个额外计算。对于客户程序计算 OPD 也比较复杂, 这是因为 OPD 意味着光程差, 这意味着必须追迹两条光线, 而不是一条光线。为了计算一条任意光线的 OPD, ZEMAX 必须先追迹主光线, 再追迹这条任意光线, 然后将两条光线的相位相减, 得到 OPD。这与反复地追迹这条相同的主光线 (这是慢的) 不同, 通常只追迹一次主光线, 然后从后面计算的每条光线中减去主光线的相位。ZEMAX 使用参数 want_opd 的符号来指定应该使用哪个计算。如果 want_opd 小于零 (如-1), 则主光线和指定光线都要求被追迹, OPD 是两者之间的相位差; 如果 want_opd 大于零, 则得到这条光线的“自然”光程, 客户程序必须将被条光线都独立减去主光线的相位。如果从相同视场点出发追迹许多光线, 则后面的方法要快得多, 许多光学分析计算都是这种情况。

如果最后一个表面是象面, 则可以计算 opd, 否则, opd 的值将为零。

模式 1: 类似于 GetTraceDirect

与 GetTraceDirect 一样, 光线是由在任意起始面上的坐标 x、y、z、l、m、和 n, 以及波长、模式 (实际光线模式=0, 或者近轴光线模式=1) 和要追迹光线到其上的表面来定义。在追迹光线之前, 应修改数组中位置 1 到 n 的内容, 使它们包含了每条光线的定义。视场、

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和建议, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

光瞳、和波长数据全都被如下存放在数组中：

```
MyData[i].x = x;
```

```
MyData[i].y = y;
```

```
MyData[i].z = z;
```

```
MyData[i].l = l;
```

```
MyData[i].m = m;
```

```
MyData[i].n = n;
```

```
MyData[i].opd= 0.0; /*对于输入忽略*/
```

```
MyData[i].intensity = 1.0; /*初始强度*/
```

```
MyData[i].wave = 波长;
```

```
MyData[i].error = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 0; /*忽略*/
```

注意，自变量 i 是在 1 和光线的数量 n 之间。数组的大小是随意的，然而，一次追迹太多的光线对于编程实践来说是差的，这是因为如果光线追迹被终止，则要接受一个用户中断是困难的。初始强度可以根据发生任意光瞳或表面照度分布来缩放。注意，模式 0 承认光瞳照度分布，而模式 1 却不承认。

数组位置 0 被留给那些应用于所有光线的其它数据。我们用在数组位置 0 中的数据来告诉 ZEMAX 使用的模式、光线的数量、和要追迹光线到其上的表面。这些数据如下被放入数组中：

```
MyData[i].x = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].y = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].z = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].l = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].m = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].n = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].opd= 1; /*设置为模式 1*/
```

```
MyData[i].intensity = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].wave = 模式; /*0 代表实际光线 , 1 代表近轴光线*/
```

```
MyData[i].error = 光线数量; /*数组中光线的数量*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 最后表面编号; /*用-1 代表象面 , 或者用其它任意的有效表面编号*/
```

这种模式在其它方面是与模式 0 是一样的。但是在这种模式中不允许 OPD 的计算。

模式 2 : 类似于 GetPolTrace

这种模式与 GetPolTrace 非常相似。在追迹光线之前,应修改数组中位置 1 到 n 的内容,使它们包含了每条光线的定义。视场、光瞳、和波长数据全都被如下存放在数组中:

```
MyData[i].x = hx;
```

```
MyData[i].y = hy;
```

```
MyData[i].z = px;
```

```
MyData[i].l = py;
```

```
MyData[i].m = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].n = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].opd= 0.0; /*对于输入忽略*/
```

```
MyData[i].intensity = 1.0; /*初始强度*/
```

```
MyData[i].wave = 波长;
```

```
MyData[i].error = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 0; /*忽略*/
```

注意，自变量 i 是在 1 和光线的数量 n 之间。数组的大小是随意的，然而，一次追迹太多的光线对于编程实践来说是差的，这是因为如果光线追迹被终止，则要接受一个用户中断是困难的。

参数 intensity 被用来得到这条光线的相对传递强度。

数组位置 0 被留给那些应用于所有光线的其它数据。我们用在数组位置 0 中的数据来告诉 ZEMAX 使用的模式、光线的数量、和要追迹光线到其上的表面。这些数据如下被放入数组中：

```
MyData[i].x = Ex; /*x 方向上的电场振幅*/
```

```
MyData[i].y = Ey; /*y 方向上的电场振幅*/
```

```
MyData[i].z = Phax; /*Ex 的相位，以度表示*/
```

```
MyData[i].l = Phay; /*Ey 的相位，以度表示*/
```

```
MyData[i].m = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].n = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].opd= 2; /*设置为模式 2*/
```

```
MyData[i].intensity = 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].wave = 模式; /*0 代表实际光线，1 代表近轴光线*/
```

```
MyData[i].error = 光线数量; /*数组中光线的数量*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 最后表面编号; /*用-1 代表象面，或者用其它任意的有效表面编号*/
```

这种模式在其它方面是与模式 0 是一样的。

模式 3：类似于 GetPolTraceDirect

版权申明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流，如果您有任何意见和看法，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

与 GetTracePolDirect 一样, 光线是由在任意起始面上的坐标 x 、 y 、 z 、 l 、 m 、和 n , 以及波长、模式 (实际光线模式=0, 或者近轴光线模式=1) 和要追迹光线到其上的表面来定义。在追迹光线之前, 应修改数组中位置 1 到 n 的内容, 使它们包含了每条光线的定义。视场、光瞳、和波长数据全都被如下存放在数组中:

```
MyData[i].x = x;
```

```
MyData[i].y = y;
```

```
MyData[i].z = z;
```

```
MyData[i].l = l;
```

```
MyData[i].m = m;
```

```
MyData[i].n = n;
```

```
MyData[i].opd= 0.0; /*忽略*/
```

```
MyData[i].intensity = 1.0; /*初始强度*/
```

```
MyData[i].wave = 波长;
```

```
MyData[i].error = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].vigcode = 0.0; /*最初必须为零*/
```

```
MyData[i].want_opd = 0; /*忽略*/
```

注意, 自变量 i 是在 1 和光线的数量 n 之间。数组的大小是随意的, 然而, 一次追迹太多的光线对于编程实践来说是差的, 这是因为如果光线追迹被终止, 则要接受一个用户中断是困难的。

参数 intensity 被用来得到这条光线的相对传递强度。

数组位置 0 被留给那些应用于所有光线的其它数据。我们用在数组位置 0 中的数据来告诉 ZEMAX 使用的模式、光线的数量、和要追迹光线到其上的表面。这些数据如下被放入数组中:

```
MyData[i].x = Ex; /*x 方向上的电场振幅*/
```

```
MyData[i].y = Ey; /*y 方向上的电场振幅*/
```

版权申明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的旨在进行学术性质的交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

```
MyData[i].z = Phax; /*Ex 的相位，以度表示*/  
MyData[i].l = Phay; /*Ey 的相位，以度表示*/  
MyData[i].m = 0.0; /*忽略*/  
MyData[i].n = 0.0; /*忽略*/  
MyData[i].opd= 3; /*设置为模式 3*/  
MyData[i].intensity = 0.0; /*忽略*/  
MyData[i].wave = 模式; /*0 代表实际光线，1 代表近轴光线*/  
MyData[i].error = 光线数量; /*数组中光线的数量*/  
MyData[i].vigcode = 起始面; /*坐标开始的表面*/  
MyData[i].want_opd = 最后表面编号; /*用-1 代表象面，或者用其它任意的有效表面编号*/
```

这种模式在其它方面是与模式 1 是一样的。

步骤 2：传输数组给 ZEMAX

一旦所有的光线都被定义完成，数组必须被传输给 ZEMAX 服务程序。实现这一目标的简单的方法是使用 ZCLIENT PosArrayTraceMessage 函数：

```
PosArrayTraceMessage(szBuffer,RD);
```

变量 RD 是指向包含光线列表的 DDERAYDATA 数组的指针。ZEMAX 将追迹所有的光线，然后将这些数据传回到相同的数组中。有关这个代码例子的详细内容，可参见本章结尾的“一个客户程序例子”部分。

ZEMAX 如何调用客户程序

ZEMAX 在目录\Extend 中查找扩展执行程序。在这个目录中以普通的.EXE 扩展名结尾的每个程序都被认为是一个有效的 ZEMAX 扩展程序。这个可执行程序的名称被放在主菜单栏中的“扩展”下的下拉菜单中。

版权声明：本文由“光学在线”收集及整理，所有版权归文章原始作者所有（本站均注明出处和作者），“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站，其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展，不为任何赢利目的，所以传播此文的目的进行学术交流，如果您有任何意见和建议，请与我们联系（info@photics.net），我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施！

当从这个菜单中选中任意一个被列出的扩展程序名称时 ZEMAX 将一个以下的语法形式来执行这个扩展程序：

```
programname textflag optionsflag tempfile {settings data}
```

参数 programname 是这个可执行程序的完整路径名，例如，“C:\ZEMAX\EXTENSIONS\DDE_DEMO.EXE”。

参数 textflag 初始总为 0。ZEMAX 对于扩展程序使用的约定和对于 ZEMAX 内部特性是一样的：如果这个特性同时产生一个图形输出格式和一个文本输出格式，则先显示这个图形版本。如果这个特性没有图形显示，则显示文本窗口。扩展程序必须产生一个图形文件，如果它可以而且被要求这样做的话。用户可以在新窗口中点击“文本”来查看文本版本；如果这种情况发生，则 ZEMAX 将把文本标记设为 1，再次调用这个扩展程序。如果扩展程序只产生文本，则它可以产生一个文本文件，通过传送项目 MakeTextWindow 来打开它。除非一个扩展程序特别规定它可以支持一个文本模式，否则 ZEMAX 将永远不会传送一个被设为 1 的 textflag；这就是为什么 MakeGraphicWindow 要返回一个标记来说明这个特性是否支持文本的原因，以及为什么 ZEMAX 总是要先寻找图形模式的原因。

如果用户不想看到“设置”框，则将 optionsflag 设为 0，或者，如果用户想看的话则设为 1。设置这个标记可用两种方法；用户在已打开的图形窗口中点击“设置”，或者，用户从 ZEMAX 内部的环境选项中选择“先显示选项”。在后面这种情况中，设置框可以要求在第一次计算之前被显示。如果设置了这个标记，则扩展必须使用一个对话框或者其它界面装置来提示用户设置选项。如果没有用户自定义选项，则将显示一个声明“这个窗口没有选项”的信息框。

参数 temfile 是包含由扩展产生的数据的临时文件的完整路径名和文件名。最初，这个文件不存在，需要扩展程序来建立它，将文本或图形数据写到这个文件中，然后按要求调用 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow。如果用户只是简单地更新一个已存在的窗口，那么这个文件可能已经存在了，它将被覆盖。这个文件不能被打开或者读取，因为它的文件数据不可能是扩展程序最初放在那里的数据了。

ZEMAX 特别做了一些建立图形文件的扩展的翻译。没有其它文件可被用作输出, 因为 ZEMAX 认为要被更新的窗口要保留它们的原始文件名。只有一个窗口可以通过一个到扩展程序的简单的调用来建立。

当 ZEMAX 从扩展程序中接受到一个 MakeTextWindow 或 MakeGraphicWindow 请求时, 在基本单元名称中的被编码的自变量之一是一个空格, 这个空格用来分开定义数值的扩展程序字符串。这个字符串应被用来包含代表扩展程序需要的设置的“设置数据”, 例如表面编号、视场、波长、或者在窗口中要被计算的其它数据。当 ZEMAX 更新一个窗口时, 它将调用这个扩展程序, 而且提供这个设置字符串回到扩展程序。

重要的一点是, 扩展不会自己试着将这个设置数据保持或储存在一个文件中。其原因是 ZEMAX 可能有同时打开的多个文本或图形窗口, 它们全都使用相同的扩展编码来产生显示数据。例如, 一个计算和显示单个表面的权重的扩展程序可以同时被几个窗口同时使用, 每个窗口代表不同的表面。但是 ZEMAX “知道” 哪个窗口使用哪个设置数据; 因此 ZEMAX 将在相应的命令行中传输这个数据。在最初的扩展程序调用中, 不提供设置数据字符串, 所以扩展程序必须测定它自己的默认设置。

文本窗口的生成

由 ZEMAX 生成一个用来显示的文本窗口是十分简单的。首先, 使用典型的 C 语言 fopen 函数打开要传输到扩展程序的文件名, 带着的“wt”代表“写文本”模式。然后, 输出数据到这个文件中, 关闭文件, 然后传送项目 MakeTextWindow 到 ZEMAX。ZEMAX 将读取这个 ASCII 码数据, 显示出来, 不作任何修改或解释。一个简单的测试编码如下:

```
FILE *out;  
  
out = fopen(szFile, "wt");  
  
fputs( "Write this line\n", out);  
  
fclose(out);
```

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者), “光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

不要忘记关闭文件！

图形窗口的生成

扩展程序通过将图形格式数据写到在命令行中提供的临时文件中来产生一个图形窗口。使用与由 ZPL 宏指令语言或者注释特性使用的相似的命令语言来建立一个图形数据。

所有的图形都被写在一个虚拟屏幕上,它的坐标系为宽 1.00 乘以高 1.00, 原点 (0, 0) 在左下角。屏幕的外形比例通常是宽 4 乘以高 3, 或者宽 5 乘以高 3, 这依赖于用户的偏爱(详细内容可参见“ 文件菜单 ”一章中的环境部分)。因此, 被画出的虚拟的象素的宽度大于高度。

在这个命令文件中的每一行中应该跟上一个换行符“ \n ”。在将所有的图形命令都写到这个文件中之后, 这个文件应该被关闭, 禁止写入。

ZEMAX 承认下面的图形命令承认。

ADDRESS

语法 : ADDRESS

这个 ADDRESS 命令将导致在图框的右下角显示“ 地址框”, 除非用户已选择了这个框不显示。

BOX

语法 : BOX x1 y1 x2 y2

这个 BOX 命令连接了一个矩形的四个点, 画出四条线。这两个坐标是这个矩形的左上点和右下点的坐标。

DATA

语法 : DATA n “ string ”

这个 DATA 命令接受一个在 0 和 5 之间的整数自变量和一个文本字符串。这个整数自变量指出了应该将这个字符串写在这个数据框的哪一行。通常, 镜头名称在第 0 行, 日期在第 1 行。命令 LENSNAME 和 DATE 将自动实现这个目的。DATA 命令允许将任一字符串放在任

版权声明 : 本文由“ 光学在线 ”收集及整理, 所有版权归文章原始作者所有 (本站均注明出处和作者), “ 光学在线 ” 是一个介绍光学及相关科学的专业网站, 其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展, 不为任何赢利目的, 所以传播此文的目的进行学术交流, 如果您有任何意见和看法, 请与我们联系 (info@photics.net), 我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

意一行上。

DATE

语法 : DATE

当前的日期和时间通常被写在这个数据框中的图表标题的下面的第二行。这个命令没有自变量,将在这第二行上打印日期和时间(根据用户的环境参考)。

FRAME

语法 : FRAME

无论是 FRAME 命令,还是 NOFRAME 命令,都必须放在这个命令文件的第一行。FRAME 将画出一个标准的 ZEMAX 图形,整体周围有一个矩形,在 y 方向的 0.2 左右处有两条划线。可以使用 TITLE 命令将这个图表的标题写在这两条刻度线的中心。也可参见 NOFRAME。

LENSNAME

语法 : LENSNAME

当前镜头的名称通常被写在这个数据框中的图表标题下面的第一行。这个命令没有自变量,将在这行打印镜头的名称。

LINE

语法 : LINE x1 y1 x2 y2

这是一个最基本的图形命令;它连接两个点,画出一条直线。注意,这个坐标应该在 0 和 1.0 之间。

NOFRAME

语法 : NOFRAME

无论是 FRAME 命令,还是 NOFRAME 命令,都必须放在这个命令文件的第一行。FRAME 将画出一个标准的 ZEMAX 图形,但没有两条划线。也可参见 FRAME。

PENSTYLE

语法 : PENSTYLE ncolor nstyle nwidth

版权声明: 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

这个 PENSTYLE 命令改变了线条的颜色、类型、和宽度。整数 ncolor 必须是 0, 代表黑色, 或者 1 和 12 之间的数, 代表相应的线条颜色。这个颜色可以由用户在文件, 环境对话框中定义。整数 nstyle 可以是 0, 代表实线, 或者 1 和 4 之间的数, 代表相应的虚线。整数 nwidth 实线条的相应宽度。它的默认值为 1。一个为 2 的数值将线宽为默认宽度的两倍。如果线条类型不是实线 (nstyle=0), 则线宽必须是 1 个像素; Windows 不支持不是实线的粗线。所有后面的文本和画的线条将应用这个新的颜色、类型、和宽度。

TEXT

语法: TEXT " string " x y angle width height

这个 TEXT 命令被用来在图形中放置文本数据。坐标 x 和 y 实字符串的起始坐标。角度 angle 是以度为单位的。宽度 width 和高度 height 的值影响了字体的尺寸。其默认值为 10, 表示每个命令将产生与 ZEMAX 通常使用的一样的字体尺寸; 这是屏幕宽度的 1/70, 是屏幕高度的 1/40。大于或小于 10 的数值将产生按比例缩放字体尺寸。

TITLE

语法: TITLE " string "

如果用 FRAME 来定义图形, 而不是 MOFRAME, 则图表标题通常将被放在离图表底部 20% 的两条划线的中间。TITLE 命令将在这个位置显示提供的字符串 " string "。

一个扩展程序的例子

在 \Extend 目录中的是一个被称为 DDE_DEMO 的应用程序例子, 它举例说明了连接 ZEMAX 的 DDE 的使用。它包括了源代码。DDE_DEMO 可以在两种模式之一中运行: 独立程序, 或者作为一个扩展程序。

如果从一个命令提示、Windows 资源管理器、或者通过在 DDE_DEMO 图标双击来直接运行, 则它将被作为一个独立应用程序, 操纵在后台的 DDE。它产生的数据将在 DDE_DEMO 窗口中显示。为了以独立模式运行 DDE_DEMO, 则先要运行 ZEMAX, 载入

一个镜头文件，然后通过 DDE_DEMO 图标上双击来运行 DDE_DEMO。试着载入不同的镜头文件，或者编辑一个镜头文件，观察这个 DDE_DEMO 窗口来监视它的变化。DDE_DEMO 将在屏幕上列出一些系统数据、表面数据、视场数据、和波长数据，追迹少量光线，列出这些光线的 x、y、和 z 坐标。这个程序每隔几秒钟就自我更新一次。

为了以一个扩展程序模式来运行 DDE_DEMO，则运行 ZEMAX，载入一个镜头文件，然后选择扩展程序，再选择 DDE_DEMO。注意，放在 \Extend 目录中的任意一个 .EXE 应用程序都将在 ZEMAX 的扩展菜单中列出，无论它是一个有效的独立程序，还是一个能与 ZEMAX 沟通的扩展程序。DDE_DEMO 将在一个“隐藏”窗口中执行，建立与 ZEMAX 连接的 DDE 链，摘录系统和光线数据，将这些数据写到一个文件中，通知 ZEMAX 这个文件已经准备好了（使用 MakeTextWindow 项目），然后关闭。一旦客户程序产生了这些数据，则它的工作就结束了；它将在那时自我终止。

当 ZEMAX 接受到这个 MakeTextWindow 项目，它将读取这个文件的内容，并将在一个标准的 ZEMAX 文本窗口中显示这些数据。如果这个窗口现在被“更新”，或者选择了“设置”选项，那么 ZEMAX 将再次调用这个客户程序，请求再次计算这些数据。

注意，完全一样的程序可以作为一个独立的客户程序，也可作为一个扩展程序。这种双模式运行的诀窍是，如果 ZEMAX 调用了这个客户程序，则它将传输命令行自变量给客户程序，告诉它要建立那种类型的数据以及将这些数据写到哪里；如果没有提供命令行自变量，则客户程序认为它是从操作系统中被调用的，因此它将以独立模式运行。DDE 交换和后来的处理是同样的方法，仅仅需要少量代码行来确定窗口是可见的还是隐藏的，数据是被写到一个文件中还是客户程序自己的屏幕上。

DDE_DEMO 代码

这里提供了 DDE_DEMO 源代码。它包含了所有客户程序的基本运算法则、变量、说明、必需的 Windows 信息处理。也有一部分代

码举例说明了追迹光线数组的 WM_DDE_POKE 的使用。

DDE_DEMO 作为一个扩展程序的起始点来使用是一个非常困难的程序，虽然它说明了一些高水平的技巧。一个执行 ZEMAX 扩展的简单方法说明如下。

执行扩展程序的简单化技巧

显然，为 Windows 设计的 DDE 不是为那些胆怯者设计的；它包括了大量的程序设计技巧和对信息循环、DDE、指针、基本单元、和全局处理的融会贯通。

然而，被用来与 ZEMAX 沟通的大部分代码是标准的“锅炉钢板”代码，这对于任意一个客户程序来说都是普通的。这个代码已被全部编写完毕，放在一个被称为 ZCLIENT 的单一源代码模块程序中。ZCLIENT 以 ZEMAX 的源代码形式被提供，可以自由复制（只要保留著作权），以及在新的扩展程序中使用。

ZCLIENT 程序

ZCLIENT 显然是处理所有与 ZEMAX 的信息传送。在 ZCLIENT 内部嵌入是一个对被称为“用户函数”名称的单一函数的调用。这个函数被放在一个由用户提供的单独的 C 语言程序中，和 ZCLIENT 一起被编辑，来建立这个可执行扩展程序。

当 ZEMAX 调用这个扩展程序时，开始先在 ZCLIENT 中执行。ZCLIENT 建立了 DDE 传输，然后调用用户函数。在用户函数中，由 ZCLIENT 提供的两个函数，PostRequestMessage 和 GetString，都是通常被要求用来从 ZEMAX 中得到需要的数据的函数。然后这些数据作为一个文本数据或图形数据形式被格式化，再传回 ZEMAX，显示出来。

PostRequestMessage 的语法结构如下：

PostRequestMessage(szItemname,szBuffer);

szItemname 包含了要求的项目的名称。可用的项目名称在这一章的前面部分已被说明。然后，将要求的数据传送回字符串 szBuffer 中。

ZEMAX 通常提供逗号来分开数据，以及函数 GetString 来摘录这些单独的数据项。GetString 的语法结构如下：

```
GetString(szBuffer,nItem,szSubString);
```

字符串 szBuffer 是由 PostRequestMessage 得到的缓冲器。整数 nItem 是要求的数据项的编号；0 代表第一个数据项，1 代表第二个数据项，等等。符号 szSubString 保存了从 nItem 位置得到的字符串。

例如，为了得到一个镜头的名称，其代码应该是：

```
PostRequestMessage( " getname " ,szBuffer);
```

```
GetString(szBuffer,0,szLensName);
```

现在，字符串 szLensName 中包含了这个镜头的名称。因为“GetName”仅仅得到 1 个数据项，所以这个代码可以被缩短成只有一行：

```
PostRequestMessage( " getname " , szLensName);
```

这里也有 PostRequestMessage 快速追迹大量光线的一个修改版本。其函数为 PostArrayTraceMessage。这个函数接受两个自变量：缓冲器字符串，和光线数据数组的地址。这里提供了使用 PostArrayTraceMessage 的数组光线追迹代码的例子，被称为 ARR_DEMO.C。

为了使用 PostArrayTraceMessage 来追迹光线，必须先定义光线列表，然后必须制作一个专门的 PostArrayTraceMessage 调用。这是这个技巧的一个例子：

```
/*以标题数据填充 RD 的数组位置 0。*/
```

```
RD[0].x = 0.0;
```

```
RD[0].y = 0.0;
```

```
RD[0].z = 0.0;
```

```
RD[0].l = 0.0;
```

```
RD[0].m = 0.0;

RD[0].n = 0.0;

RD[0].opd = 0.0; /* 这是我们设置模式的地方 , 模式 0 与 GetTrace
一样 */

RD[0].intensity = 0.0;

RD[0].wave = 0;

RD[0].error = 25; /* 追迹 25 条光线 */

RD[0].vigcode = 0;

RD[0].want_opd = -1;

/*定义 25 条光线。当然 , 你可以定义你想要的任意光线.....*/

k = 0;

for(i=-2;i<=2;i++)

{

    for(j=-2;j<=2;j++)

    {

        k++;

        RD[k].x = 0.0;

        RD[k].y = 0.0;

        RD[k].z = (double) j/4.0;

        RD[k].l = (double) j/4.0;

        RD[k].m = 0.0;

        RD[k].n = 0.0;

        RD[k].opd = 0.0;

        RD[k].intensity = 0.0;
```

版权声明 : 本文由“光学在线”收集及整理,所有版权归文章原始作者所有(本站均注明出处和作者),“光学在线”是一个介绍光学及相关科学的专业网站,其宗旨在于推广光学和相关学科以及光电产业在中国的传播和发展,不为任何赢利目的,所以传播此文的目的进行学术交流,如果您有任何意见和看法,请与我们联系(info@photics.net),我们会在最短的时间内给您答复并采取相应的补救措施!

```
RD[k].wave = 1;

RD[k].error = 0;

RD[k].vigcode = 0;

RD[k].want_opd = 0;

}

}

/*现在可去得到数据*/

PostArrayTraceMessage(szBuffer,RD);

/*输出数据现在被存放在 RD 中，准备使用！*/

/*注意，仅仅用一行代码来追迹所有的光线 */
```

使用 ZCLIENT 比自己编写所有的 DDE 传输代码要容易得多。这个被追迹数组例子可从 ARR_DEMO 中得到，这个是一个使用 ZCLIENT 得 DDE 代码例子。

一个使用 ZCLIENT 得扩展程序的例子

这里提供了一个使用 ZCLIENT 的完整的扩展程序的源代码。这个扩展程序被称为 PHASPLOT，它将使用用 ZCLIENT.C 和 PHASPLOT.C。PHASPLOT 将产生了一个二元光学面 2 的相位的一个图形或者一个文本列表。这个代码举例说明了如何制作一个图形和文本窗口，如何格式化输出图形和文本显示。

PHASPLOT 也有一个 ZEMAX 类型的“设置”框，对于这个“设置”框的源代码被包括在“SurDlgProc”函数中的 PHASPLOT.C 中；它使用 PHASPLOT.RC 来定义这个对话框的界面。

由 PhasPlot 模板编写扩展程序

学习如何去编写扩展程序的最好的方法是从 PhasPlot 开始，以及开始编辑！制作 PhasPlot.C 和 PhasPlot.RC 的一个副本，将副本重新命名成其它名字 (MY_CODE.C, MY_CODE.RC)。然后使用任

意一个商业性好的、有效的 C 语言编辑器 (Borland 和 MicroSoft 都制造了优秀的工具) 来建立一个新的方案 , 将这 3 个文件载入这个方案。重新编辑 , 将这个方案建成一个测试 EXE , 来确保所有都是适当的。

然后 , 在用户函数和设置对话框函数内部编辑代码 , 使之适合你的要求。