OSLO 入门指南

本指南内容包括以下部分：

1、 风景物镜
2、 高斯光束和光纤耦合
3、 OSLO 互动教室
4、 柯克镜头优化实例
5、 陈志隆教授关于 OSLO 之证言
6、 可供参考的文献

2009 年 12 月

于沿海某地

linlin911911

OSLO 简介

OSLO的英文全称是**Optics Software for Layout and Optimization**。

源自美国 Univ. of Rochester 光学所 (Institute of Optics)，是一套功能强大且契合今日光学产业需求的软件。此外，除了传统的透镜设计特点外，OSLO 还结合了高阶的光线追迹、分析以及利用宏语言方式来解决种类繁多的光学设计问题，体现了强大的优势。此外，OSLO 也用于模拟光学性能，并且能够作为一种开发软件，去开发其它专用光学设计、测试和制造的软件工具。

OSLO 可分成三个等级，分别是 Premium、Standard 和 Light:

1.OSLO Premium 是 OSLO 的最高等级，所包含的功能：有光线追迹、透镜组、薄膜镀膜、偏振光线追迹、衍射计算、全域优化、MTF/Wavefront 公差分析、强大的 CCL 数据库和 eikonal function 优化。

2.OSLO Standard 提供了优化和公差分析的工具可用于现代所有的光学设计。他所包含的特点有弹性的 error function 产生器，多种优化功能，CCL 宏语言、多项式球面，还有 Warren Smith，Auther Cox 和光学设计数据库。

3.OSLO Light 可设计多种样式的模型和基础的优化，这其中包含表面的非球面、倾斜和偏心，折射率渐变组件和衍射表面。分析部分则包含所有几何和基本衍射的计算功能，这其中有高斯光束和光纤耦合。OSLO Light 也包括有数个玻璃数据库和一个拥有 3000 笔的镜片数据库。

OSLO 和其它软件的比较

虽然有一些光学设计软件十分相像的，但它们之间很大不同处在于功能和设计方法方面。 OSLO 是一套倾向光学设计软件，在这些光学设计竞争下，它一贯保有很高的优势。虽然，OSLO 可追朔到 1960 年以前，但目前版本实质上是一套对象导向窗形软件，涵盖独特内建应用管理/编程程序，提供了高性能实用性。

OSLO 的特色是什么呢?

OSLO 是能够满足当今光学设计需要之功能强大的光学设计软件。另外它还可以将先进的光线追迹、分析和优化方法结合起来解决设计的新问题。它基本上是一个光学语言程序。它的通用的 CCL 程序语言通过提供一般光学设计以外的编程，可以与程序进行连接产生新的函数。

OSLO 有二个分开的接口。一个是基于菜单、工具栏和其他传统键盘命令的图形用户接口 Graphical UserInterface (GUI) 。每个接口服务于一个有用的目的。GUI 对第一次或者不经常使用的用户来说比较容易上手，因为它不需要记大量的命令字符串。而熟悉的用户可以用数据输入到 CCL 程序模式下的命令行。GUI 模式提供多到 32 个图形滑块，在观察光线截取曲线、弥散斑及其他特性时，可用交互式的鼠标滑块改变透镜参数。

OSLO 的强大论点

1 .以设计者为导向的设计：OSLO 强调相互应用的光学设计，计算机对设计者提供一个令人简易了解的返回讯息，这允许设计者做一个关键式性的交易提供较好解释，OSLO 在交互设计控制的使用上是一个独一无二，它使使用者界面越做越好。
2.准确性： OSLO 使用高级的设计技术，包括多样的最佳化及公差分析方法，非序列描光和推测来源模型的制造和分析。
3.适应性：OSLO 成为这个世界的设计者选择它的理由是由于其很容易根据用户需要进行定制，并且将程序汇编成特殊需要。这是因为 OSLO 利用先进的软件技术，将 Windows 的功能引入其中。事实上，OSLO 提供 CCL 语言相对于 Java 或 VB 以及其它光学设计软件的宏语言具有更好的灵活性。

第一章 风景物镜 1
引言 1
纲要 1
详细步骤 1
镜头数据输入 1
镜头绘图 3
优化 4
设置滑动器 7
小提示#1 10
小提示#2 10
小提示#3 11
小提示#4 11
第二章 高斯光束和光纤耦合 12
引言 12
纲要 12
详述步骤 12
镜头数据输入 12
ABCD (paraxial)高斯光束传播计算 18
Skew (astigmatic) 高斯光束传播计算 20
光纤耦合计算 21
第三章 OSLO 互动教室 24
塞得像差观察器 24
三片型透镜弯曲 25
用滑块控制任意的系统参数 25
OSLO Optics Reference 27
第四章 柯克镜头优化实例 28
引言 28
纲要 28
详细步骤 29
输入镜头数据 29
用 GENII 误差函数优化 32
用 OSLO Spot Size/Wavefront 误差函数优化 35
小提示#1 39
小提示#2 39
小提示#3 41
第五章 LED 透镜优化设计 42
第六章 陈志隆教授关于 OSLO 之证言 48
第七章 可供参考的文献 50

第一章 风景物镜

引言

这是一个非常基础的练习，包括如何在OSLO中输入镜头数据和进行简单的优化。本教程的结尾描述了如何使用slider wheels，可以了解如何改变你的系统参数。在非真实优化时，slider wheels可以帮助你理解不同设计条件时的系统变化情况。

此教程可以用于所有的OSLO版本 (包括OSLO EDU)。所以，优化部分没有描述一些在OSLO Standard和 Premium版本中更全和更方便的方法。然而，优化部分提供了一些使用OCM操作数的了解应用。它是所有版本中的自定义误差函数的组件。

本章目的不仅是要学习如何输入数据，而且还学习如何使用OSLO的一些标准工具，以理解简单照相镜头的光学性能。可以从这个练习里面看出OSLO与大多数的其它设计软件不同点。建立系统，然后按*Auto*键，计算机不可能就自动为你优化好。而是在交互模式下，分步运行，以便知道怎么得到最后的方案。

纲要

本练习步聚如下：

•镜头输入（Lens entry）－输入一个平凸透镜，其后放置一个孔阑。

- 物距为无穷远，入射光束半径（entrance beam radius）为10mm，视场角（field angle）为±20度，
- 凸面的初始曲率半径为50，玻璃为BK7，厚度为4mm，
- 孔阑到透镜的初始距离为10mm，
- 用marginal ray height solve设置孔阑到像面的距离，

•透镜绘图（Lens Drawing）－设置绘图条件，以显示所要求的光线轨迹。

- 记得要勾选绘制像面，

•优化（Optimization）－进行优化，消除彗差，焦距为100，

- 建立一个误差函数（error function ）：
- 控制有效焦距为100 (记住可以控制边缘（近轴）光线的斜率来控制，
- 让三级彗差为0，
- 记住，在优化的时候让一些参数为变量。这里可以是第一个面的半径（改变光焦度）和孔阑的位置（光栏的位置直接影响彗差。

•滑动器设计（**Slider-wheel design**）－将滑块（sliders）和参数结合在一起，所以可以分析系统的平衡 (记住在孔阑面上放一个厚度的求解（thickness solve）)，

- 将透镜的第二个面的曲率半径和滑块结合在一起，另一个和像面的曲率半径结合。
- 调整滑块，观察轴上和轴外的点列图（spot diagrams）情况。
- 通过调整像面的曲率半径，观察轴外点列图的水平和垂直位置。

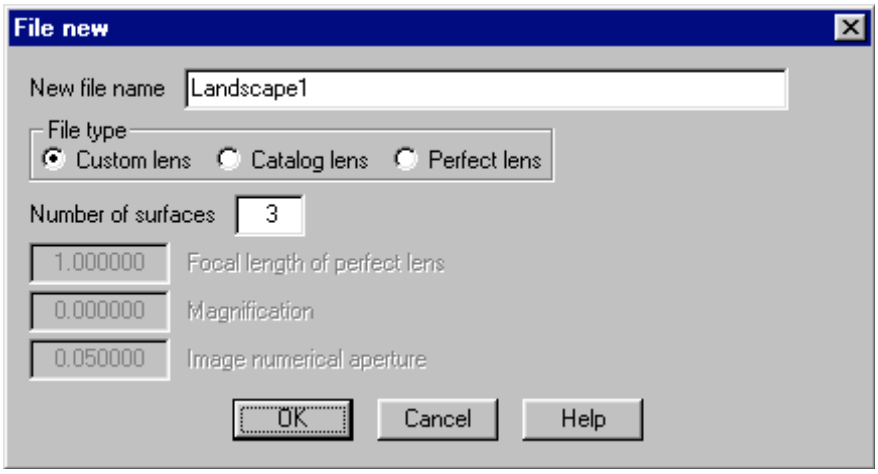
详细步骤

在开始本节之前，用同一种OSLO配置。如果你在开始本练习之前，通过删除private/bin/文件夹下的oslo.ini文件，就可以把程序配置恢复到原厂状态。一般情况下，不需要这么做。

镜头数据输入

详细步聚如下：

1) 从菜单中选择"File>>New Lens…"



2) 在"File new" 对话框中输入文件名"Landscape1",选择 Custom lens和输入 3个面，然后点OK 。

会出现一个新的电子表格，可以在所有栏目中输入资料。注：在表格顶部，有永久的文字和用户可编辑的文字。

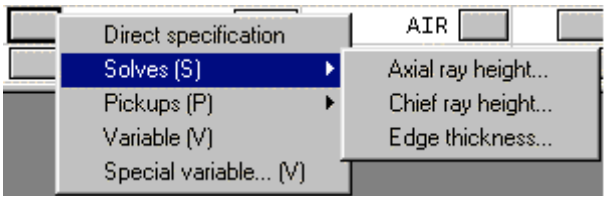
3) 用下列数据填写固定的部分 (双线以上的部分) 。

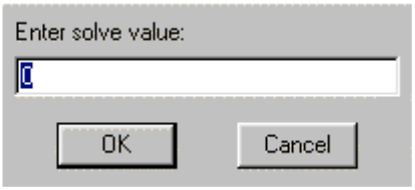
- 3a) 直接在表格的顶部"Lens:"的右边输入 "Landscape 1"，
- 3b)将入射光束半径改为 5，
- 3c) 将视场角改为20，
- 3d) 其它的栏目用缺省值，

4) 在滚动区域（scrolled area）（双线以下的区域），做以下改变：

- 4a) 在第一个面的"GLASS"栏目输入 "BK7"，这样使第一个面和第2个面之间的光学材料为"BK7"。可以参考＜OSLO Optics Reference ＞中的Quick Start 一章。
- 4b) 在第3行，在"APERTURE RADIUS"单元中点按钮，然后从弹出式菜单中点"Aperture Stop"。注：第3行的行按钮会显示为"AST",并且在"APERTURE RADIUS"栏中会加一个A。
- 4c) 点第1行的"RADIUS"单元，输入曲率半径50，
- 4d) 点第1行的thickness 单元，输入4，
- 4e) 在第2行的thickness 单元，输入10，

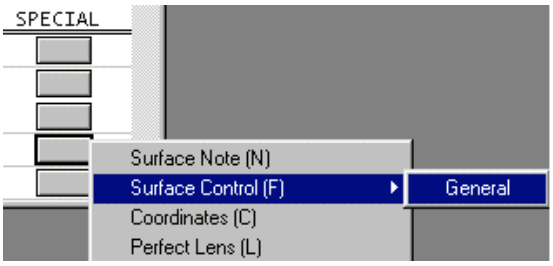
5) 在第3行中，不直接输入厚度，在厚度单元上点一下，选择"Solves(S)>>Axial ray height…" ，会弹出一个对话提示输入solve的值。接受缺省值 (0)，点OK。这会使面3的厚度保持更新，使近轴光线的高度在第4面上为0。

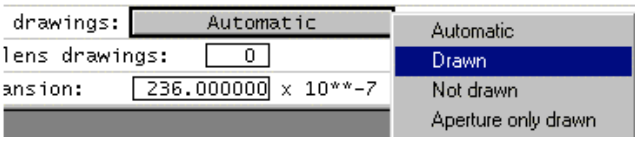




6) 点第3行的"SPECIAL"栏，选择 "Surface Control(F)>>General"，会出现一个新的电子表格覆盖当前的电子表格

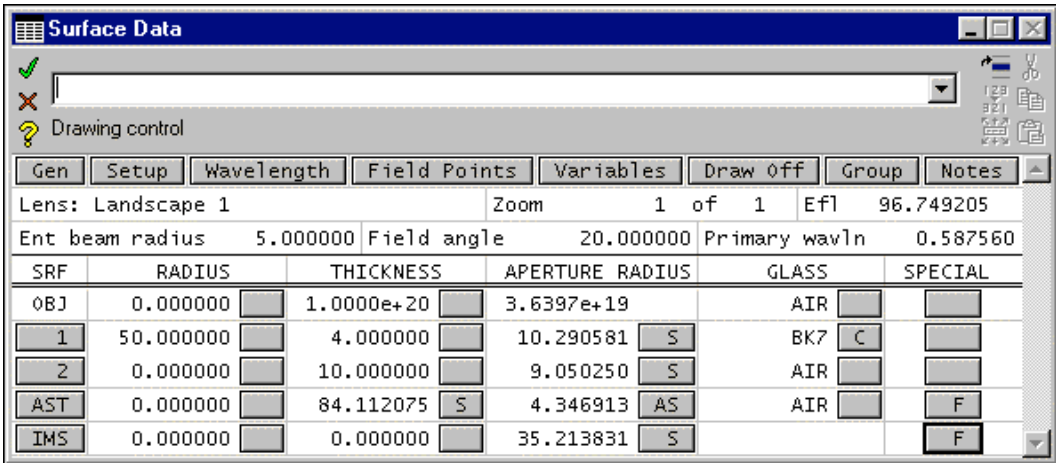
- 6a) 在第8行中点按键"Automatic"，然后选择"Drawn" ，这使OSLO画surface 3，
- 6b) 然后点绿色的对号，关闭电子表格，并返回到surface data电子表格，
- 6c) 这时可以看到第3行的special按钮上有一个F。





7) 在第4行重复步聚6－6c，

以上完成了镜头的数据输入后，电子表格的数据如下：



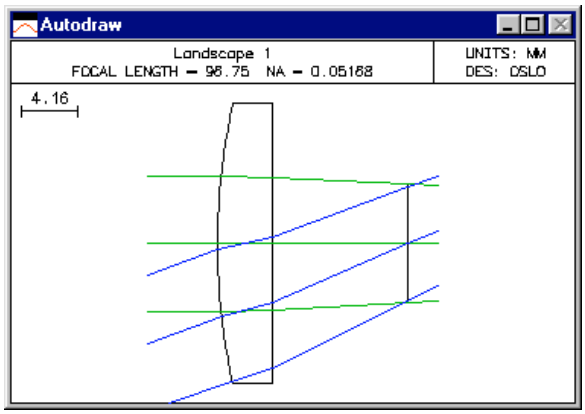
8) 为了确认所有数据正确，只要确认具有相同的Efl (effective focal length),所有按钮上的标记相同。厚度按钮上的S的意思是指此值是由solve (the axial ray height solve)确定的。孔径按钮上的S的意思也是此孔径由solve确定的。这是孔径的缺省行为，它是由入射光束半径和视场角决定的。

9) 点绿色的对号关闭电子表格，用"File>>Save Lens…"保存镜头文件。 镜头一般保存在私人目录下面。

10) 如果要确认镜头存在那里，选择"File>>Open Lens…" 。然后在"Open Lens File"对话框中点"Private"目录，可以在列表中看到镜头"Landsacpe1.len" 的名称。

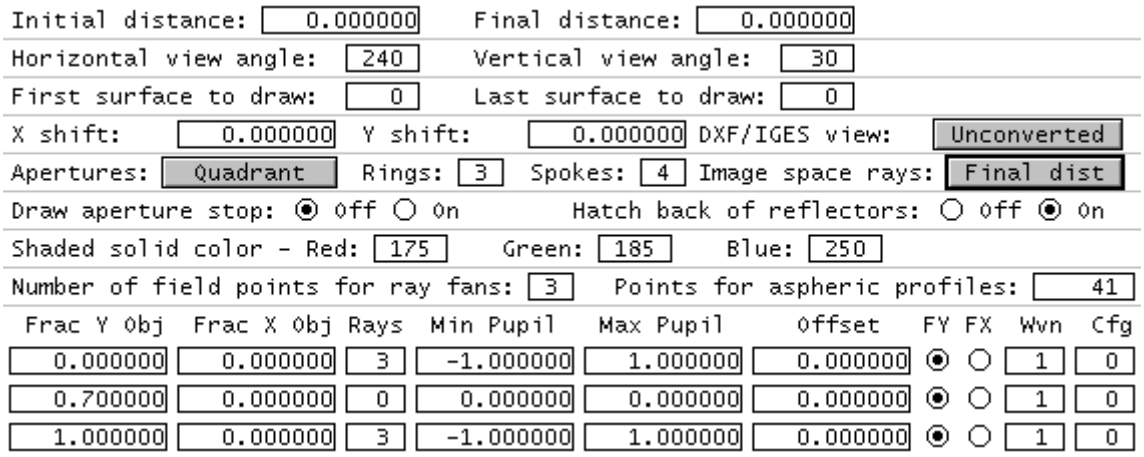
镜头绘图

11) 在镜头电子表格的固定区域点"Draw Off"，会出现一个标有"Autodraw"的窗口显示所输入的镜头。如果点第2个面的任何一个单元，可以看到第2个面会变成虚线。如果镜头的数据改变，图形会自动更新。

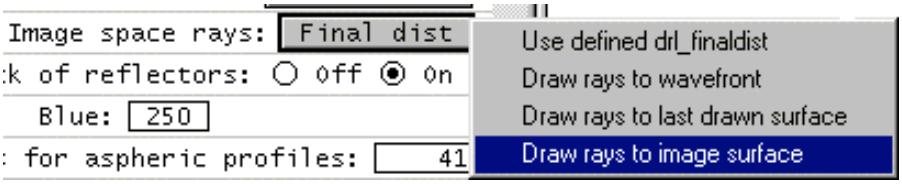


Autodraw窗口是一个特殊的窗口，它没有通常的图形窗口的全部功能，但可以自动更新，这和普通图形窗口不同。

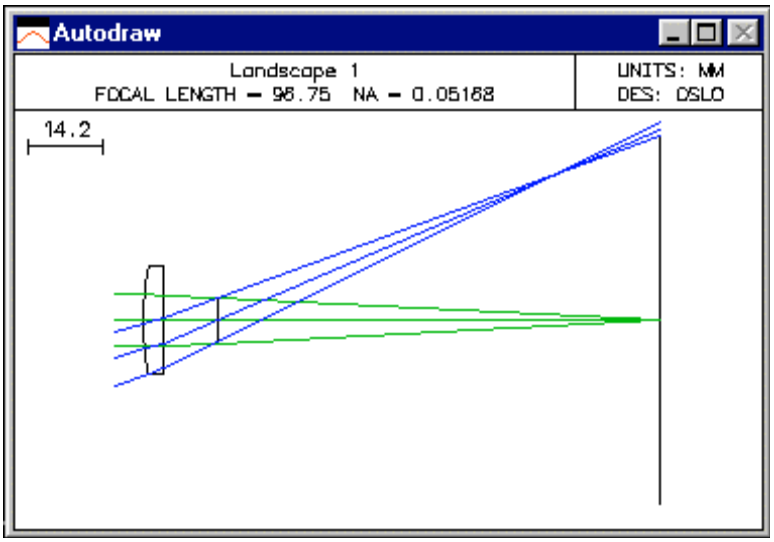
12) 从Lens菜单中，选择Lens Drawing Conditions，得到下面的电子表格：



13) 选择 "Image space rays:"，将"Final dist"改为"Draw to image surface"。



14) 进行修改以后，点绿色的对号关闭电子表格，此表格会消失，然后Autodraw窗口会更新如下 ：



现在可以看到透镜成像的详细情况。明显，轴外的像不太好。看到主要像差是场曲。

优化

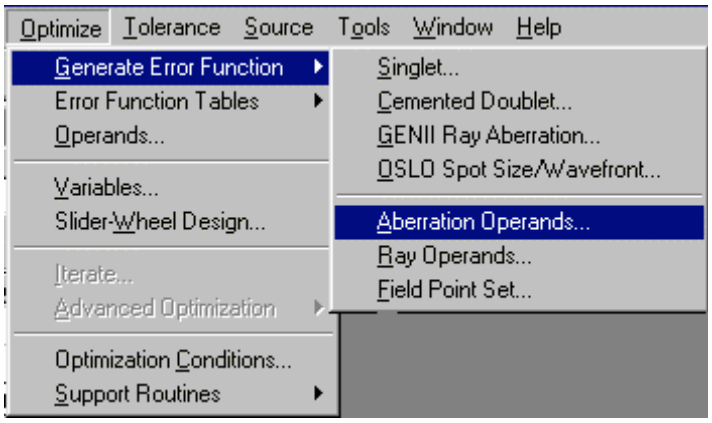
本部分是讲解优化。需要定义一个误差函数（即评价函数、优化函数、）error function，使焦距为100mm, 还要消除三阶塞得彗差。

15) 选择 "Optimize>>Generate Error Function>>Aberration Operands…" ，建立一个 OSLO 进行优化的 error function。

第16步的结果，当前的电子表格被上面 "Operands Data Editor"代替。建立error function的操作数。"NAME"栏是每个操作数的识别符号，"DEFINITION"栏的 OCM列元素是每个操作数定义的值。

每个操作数控制"NAME"栏中的一些系统参数。例如操作数 #6 "PLC" 控制 "横向色差（Paraxial Lateral Color）"。

在优化过程中，不需要控制所有这些参数，所以要确定用哪些项。本例子中，要保留的操作数为CMA3 和EFL。其它的都删除掉。



OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	PY	OCM1
2	Min	1.000000	PU	OCM2
3	Min	1.000000	PYC	OCM3
4	Min	1.000000	PUC	OCM4
5	Min	1.000000	PAC	OCM5
6	Min	1.000000	PLC	OCM6
7	Min	1.000000	SAC	OCM7
8	Min	1.000000	SLC	OCM8
9	Min	1.000000	SA3	OCM9
10	Min	1.000000	CMA3	OCM10
11	Min	1.000000	AST3	OCM11
12	Min	1.000000	PTZ3	OCM12
13	Min	1.000000	DIS3	OCM13
14	Min	1.000000	SA5	OCM14
15	Min	1.000000	CMA5	OCM15
16	Min	1.000000	AST5	OCM16
17	Min	1.000000	PTZ5	OCM17
18	Min	1.000000	DIS5	OCM18
19	Min	1.000000	SA7	OCM19
20	Min	1.000000	TOTAL_SPH	OCM20
21	Min	1.000000	EFL	OCM21

16) 选中第11-20的按钮，然后按delete键，

17) 然后选择1-9的按钮，再按delete键，

18) 核对表格和下面的一样，CMA3表示像差的3级"Coma", EFL表示 "Effective Focal Length"。权重都设为1。

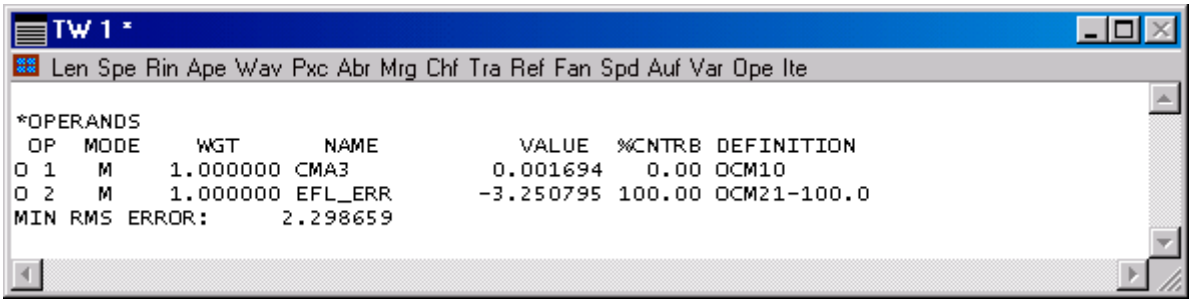
OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	CMA3	OCM10
2	Min	1.000000	EFL	OCM21

需要提到的是，在OSLO中，所有操作数的目标值是0。即优化算法会使所有项最小。因为*EFL*操作数是有效焦距，不能让它为0，而是100。

19) 我们将第二个操作数设置为OCM21-100, 并将其名字改为EFL_ERR。

OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	CMA3	OCM10
2	Min	1.000000	EFL_ERR	OCM21-100.0

20) 现在点绿色的对号关闭电子表格，然后点文本窗口中的"Ope"按钮，文本窗口中会列出当前操作数的值和误差函数的值。

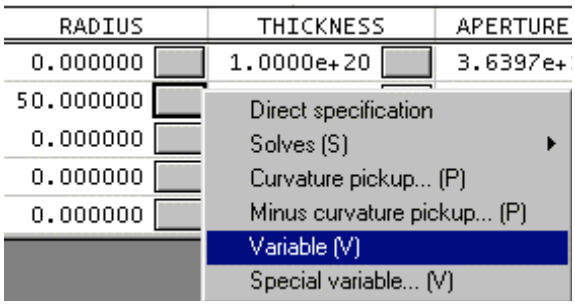


误差函数的操作数已经定义好了。从文本窗口的输出可以看到，EFL中的误差几乎占误差函数整个误差的100%。开始优化此系统并校正焦距。

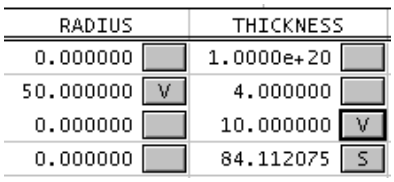
对一定的入射光束半径，控制从透镜最后一面出射的轴上光线斜率是控制系统的EFL的另一种方法。要找到如何使用轴上光线角度操作数来控制焦距，参见小提示 #2。

我们需要指定系统的参数为变量，为了实现优化。这里使用的参数是透镜的第一个面的曲率半径 (CV 1),和透镜到孔阑之间的距离(TH 2)。

21) 在镜头表格中，点第1面的"RADIUS"栏按钮，选择"Variable(V)"。



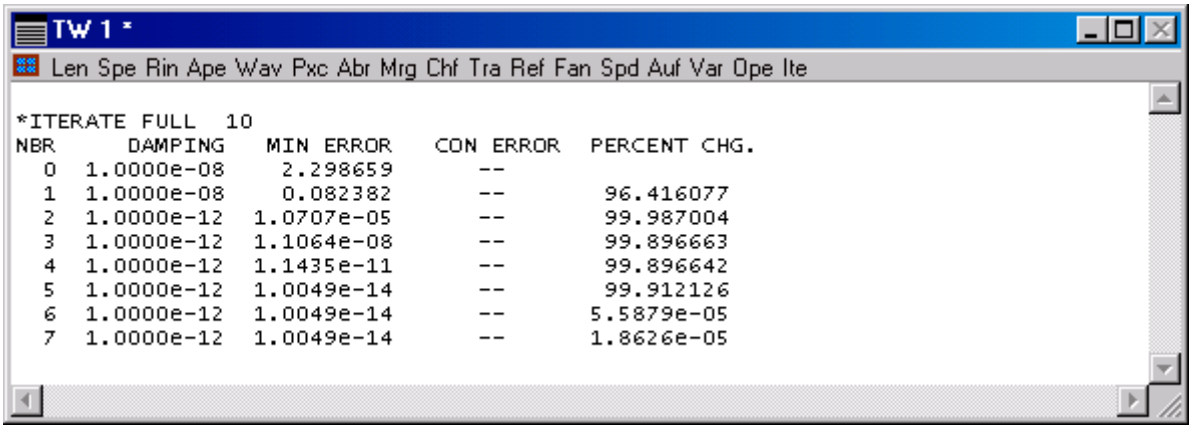
22) 在第2面的"THICKNESS" 上重复第21步，



23) 在第1,2面上的相应按钮上会显示V，表示它是变量，

24) 下面开始优化镜头。在优化以前，先关闭lens spreadsheet (单击绿色对勾)，且立即重新打开它。此动作将当前系统保存在缓存中。如果优化过程中有什么问题，可以点红色的“X”回复到最后打开的表格系统中。

25) 要优化，点文本窗口中的"Ite"，会优化十个周期。只有输入了操作数和变量，此按钮才能有效。文本窗口会显示如下的样子（尽管有些小的不一样）。可以看到误差函数减小到0，说明这里变量解决这个问题适当。



26) 在优化后，核对lens spreadsheet和下面的一样。可以看到Efl正好为100。

Gen | Setup | Wavelength | Field Points | Variables | Draw Off | Group | Notes

Lens: Landscape 1 | Zoom 1 of 1 | Efl 100.000000

Ent beam radius 5.000000 | Field angle 20.000000 | Primary wavln 0.587560

SRF	RADIUS		THICKNESS		APERTURE RADIUS		GLASS		SPECIAL
OBJ	0.000000		1.0000e+20		3.6397e+19		AIR		
1	51.680011	V	4.000000		9.856783	S	BK7	C	
2	0.000000		9.135802	V	8.637010	S	AIR		
AST	0.000000		88.227067	S	4.411353	AS	AIR		F
IMS	0.000000		0.000000		36.397023	S			F

27) 点文本窗口中的"Abr"，可以看到透镜的像差，显示 PU = -0.05, 塞得彗差CMA3为0。

TW 1 *

Len Spe Rin Ape Wav Pxc Abr Mrg Chf Tra Ref Fan Spd Auf Var Ope Ite

```
*PARAXIAL TRACE
 SRF      PY          PU          PI          PYC         PUC         PIC
  4       --       -0.050000   -0.050000   36.397023    0.412538    0.412538

*CHROMATIC ABERRATIONS
 SRF      PAC         SAC         PLC         SLC
 SUM   -0.077222   -0.053466    0.069914    0.048406

*SEIDEL ABERRATIONS
 SRF      SA3         CMA3        AST3        PTZ3        DIS3
 SUM   -0.013612  4.3368e-18   -0.313405   -0.218345    1.101908

*FIFTH-ORDER ABERRATIONS
 SRF      SA5         CMA5        AST5        PTZ5        DIS5        SA7
 SUM -9.6466e-05 -5.9253e-05   -0.020638    0.017274    0.070480 -7.7081e-07
```

从上面看，完全满足初始的目标。

28) 关闭表格，保存镜头。

设置滑动器

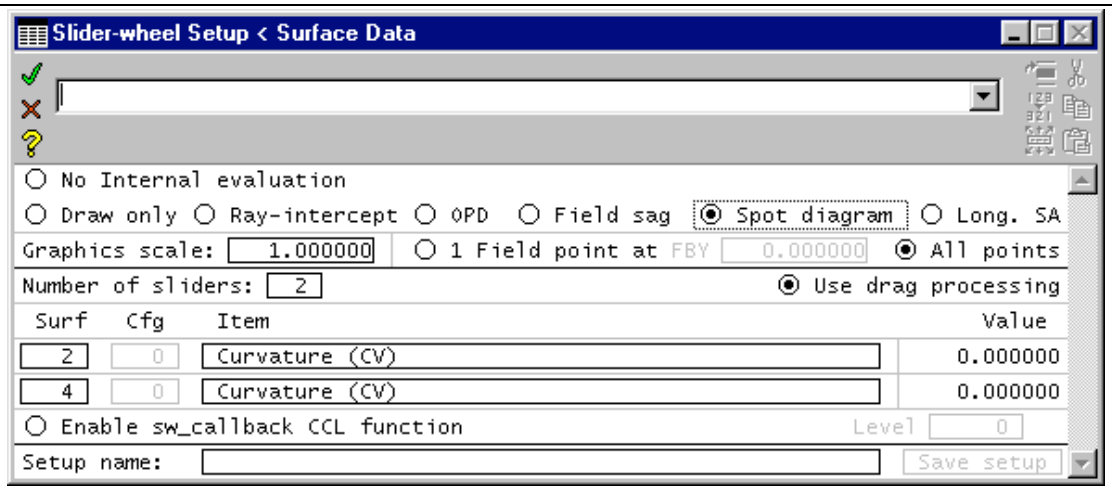
一个单透镜，如landscape lens，没有很多自由度。在这个练习中，将透镜的后表面控制为平面。Landscape透镜一般是新月的形状。下面来看看如何用OSLO的slider-wheel窗口找到最佳形式。看看一下弯曲像面的效果。

首先，建立一个基本的slider-wheel窗口,将第2,4个面的曲率半径和滑块结合起来。然后，示出如何利用拖动滑块或旋转鼠标滚轮对系统进行连续优化。

29) 打开镜头，选择 "Optimize>>Slider-Wheel Design…"，打开 Slider-Wheel设置表格。

30) 首先，设置下图中显示的选项。

- 30a) 点 "Spot diagram"
- 30b)设置 "Graphics scale" 为1.0
- 30c) 选择 "All points"
- 30d) 将滑块的数量设置为缺省值2，
- 30e)在Surfs栏中，输入2和4，参数都设置为"Curvature (CV)"，也可以在这个单元中输入 "CV"，或在单元中双击，然后选择 "Curvature(CV)"。

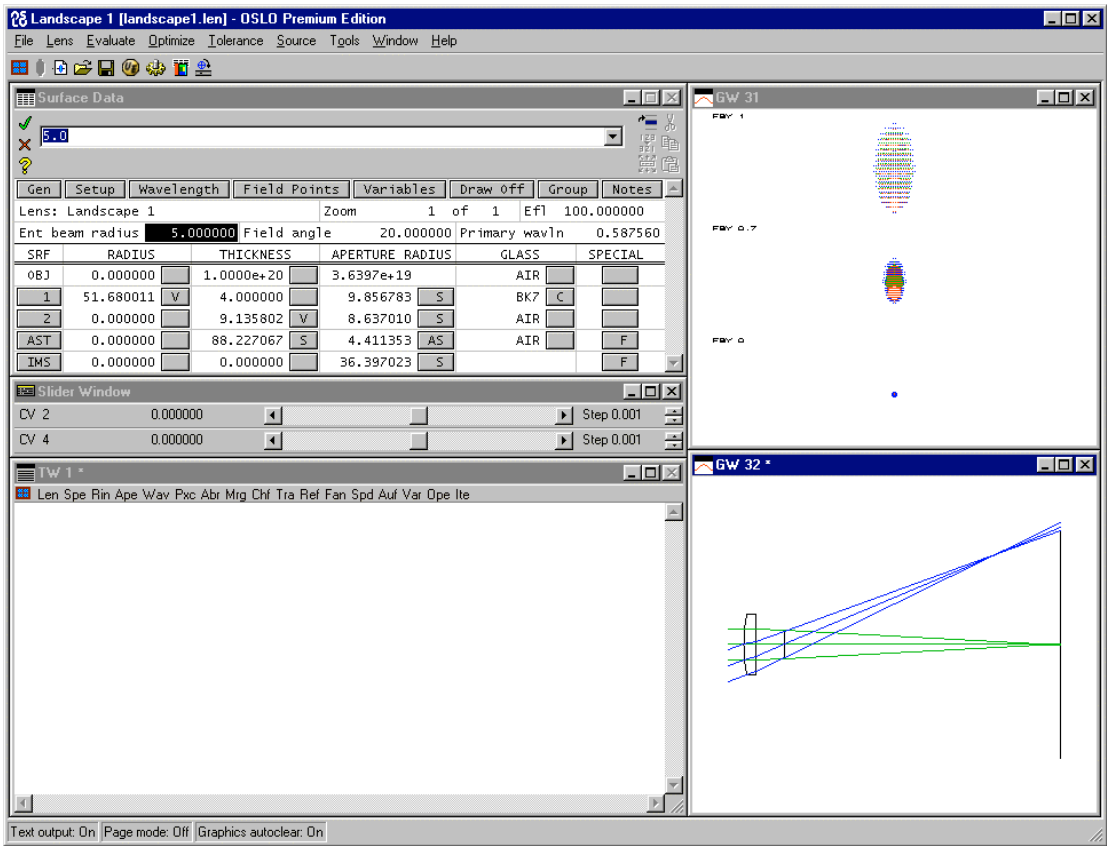


31) 关闭电子表格（绿色的对号），

这时可以看到一个slider-wheel窗口和二个图形窗口(GW 31 & GW 32)。

32) 如果"GW 31" 和"GW32"窗口有工具栏，点左键选择一个窗口，然后在窗口中点右键，选择 Remove Toolbar项，

33) 因为slider-wheel保持其图形窗口，所以需要使常规的输出窗口(GW1)最小化。然后用window 菜单中的Tile windows选项将窗口平铺。这时，整个窗口会象下图的样子。



slider-wheel窗口出现在电子表格下面，它包含我们设置的二个滑块。

34) 通过拖动或点击滑块 (滑块实际上就是个滚动条)，或用鼠标滚轮。要用鼠标滚轮，将指针放在滑块上的任意位置，然后转动滚轮。

35) 注意点列图：在中央部分、带孔径和边缘处像的样子。

因为有像散，所以是椭圆形状，但没有彗差。现在可以拖动滑块或转动滚轮看会发生什么事情。

36) 移动滑块，使CV[2]为负的，透镜变为正的，焦距变小。像质变化了，因为系统不再是没有彗差。如果将曲率改变很大 (< -0.033)，光线追迹会失败。这时可以点OK，使错误框消失，然后使滑块向中间移动。

37) 移动滑块，使CV[2]为正，透镜变为新月的样子，焦距变长，但最后透镜变为负的，光束发散。实

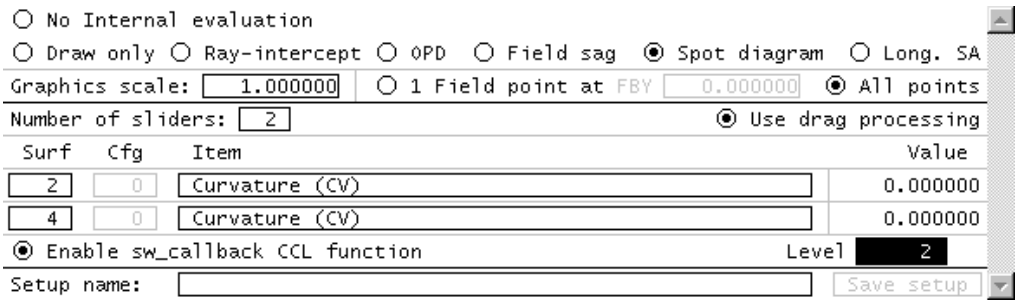
验完了后，将CV[2]设置为0。

38) 尝试改变CV[4] (像面的半径)，将其变为负的，可以增大轴外像的大小，实际上，可以找到一个线状焦点的位置，一个水平方向(子午焦点)，一个垂直方向(弧矢焦点)。 这说明系统没有彗差， 如果设置CV[2]为某个值(如 -.020)，使系统有彗差，就不能实现这个。这就是设计者常说的不能聚焦。

正如如见slider-wheel分析功能很有趣，但OSLO中滑块的真正强大是允许通过拖动滑块对系统进行重新优化。

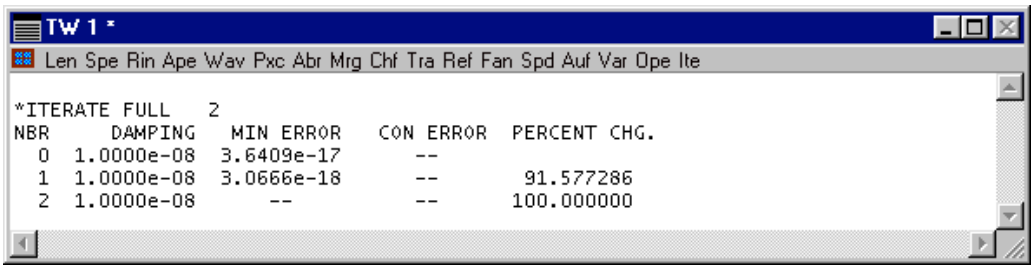
39) 将曲率半径重新置为0，如果调整了其它系统参数，可以重新打开此镜头。

40) 重新打开滑块电子表格(Optimize>>Slider Wheel Design)，在Slider-wheel-Setup 对话框中，设置 "Enable sw_callback CCL function" 为 On, 将 "Level"设置为2，



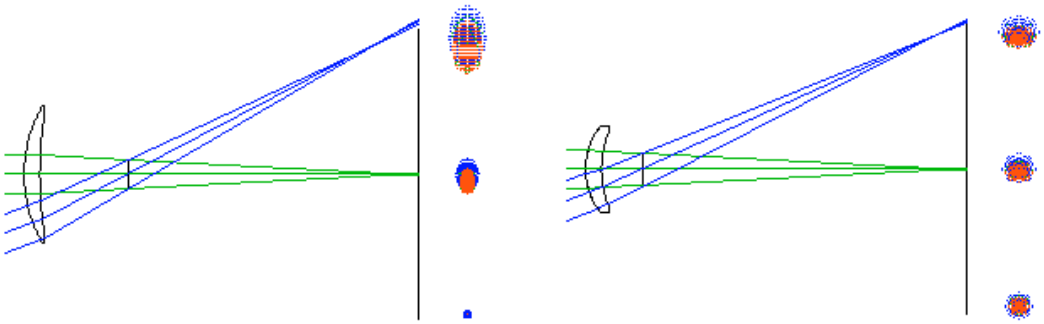
41) 然后选择绿色的对号关闭 Slider-wheel 设置，

42) 要看这样会做什么，关闭滑块窗口。看不到系统的任何变化，因为已经优化过了，但可以看到文本的输入和下面类似。当移动滑块时，可以看到文本输出窗口一闪一闪的，因为系统在重新优化。



43) 在图形窗口中，会看到和前面完全不同的情况。拖动滑块，使 CV[2]往正的方向增大，透镜变为弯月形，但焦距不变。彗差优化的过程中，孔阑面移动。 通过第3个面上的height solve使像面保持在近轴像平面上, 通过aperture solves调节透镜的直径，所以从视场边缘来的光线可以通过系统。当透镜弯曲增加时，光栏移动方向相反，孔阑向透镜移动。 下面显示所观察的情况，第 2面的曲率为0.01, 和0.04 (注意，像面区域是的点列图是中心到边缘的，而不是底部到顶部；底部的点列图是轴上像。)

当然，系统的球差不是常数。要改善边缘视场的像质，要牺牲一些轴上像质。这可以通过非球面透镜实现，但这不是本练习的内容了。



小提示#1

如果要查找透镜的保存位置，可以在命令行中输入命令*shp lfil* (*show_preference lensfile*)。文件名会显示在消息区域。

小提示#2

在上面的第15步，发现通过选择 "Optimize>>Generate Error Function>>Aberration Operands…"，可以产生下面的操作数列：

OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	PY	OCM1
2	Min	1.000000	PU	OCM2
3	Min	1.000000	PYC	OCM3
4	Min	1.000000	PUC	OCM4
5	Min	1.000000	PAC	OCM5
6	Min	1.000000	PLC	OCM6
7	Min	1.000000	SAC	OCM7
8	Min	1.000000	SLC	OCM8
9	Min	1.000000	SA3	OCM9
10	Min	1.000000	CMA3	OCM10
11	Min	1.000000	AST3	OCM11
12	Min	1.000000	PTZ3	OCM12
13	Min	1.000000	DIS3	OCM13
14	Min	1.000000	SA5	OCM14
15	Min	1.000000	CMA5	OCM15
16	Min	1.000000	AST5	OCM16
17	Min	1.000000	PTZ5	OCM17
18	Min	1.000000	DIS5	OCM18
19	Min	1.000000	SA7	OCM19
20	Min	1.000000	TOTAL_SPH	OCM20
21	Min	1.000000	EFL	OCM21

也可以用控制离开镜头的近轴光线的斜率 (PU)来控制，而不直接控制 EFL,。所以要保留PU和CMA3操作数。其它的全删除掉。.

16) 为了完成操作，选择第11行，接着拖到21行,然后点delete键，
17) 然后点选3-9行, 然后再按delete键；最后第1行，并删除它，
18) 检查电子表格要像下面的一样。 PU表示近轴轴向光线与光轴夹角的正切值(paraxial axial ray slope leaving the lens)(PU是标准光学术语，经常在OSLO中使用)，CMA3表示三级像差"彗差(Coma)"。

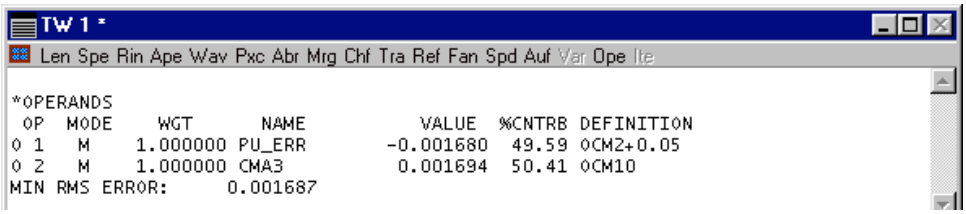
OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	PU	OCM2
2	Min	1.000000	CMA3	OCM10

19) 因为F数等于-1/（2*PU） (物在无穷远时)，所以要求PU的值为-0.05。通过将第一个操作数修改为OCM2+0.05来实现, 也将名字改为PU_ERR。点NAME和DEFINITION 单元，输入新的数据。

OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	1.000000	PU_ERR	OCM2+0.05
2	Min	1.000000	CMA3	OCM10

20) 然后点绿色的对号关闭表格，再点文本窗口中的"Ope"按钮，会在文本窗口中列出当前操作数的

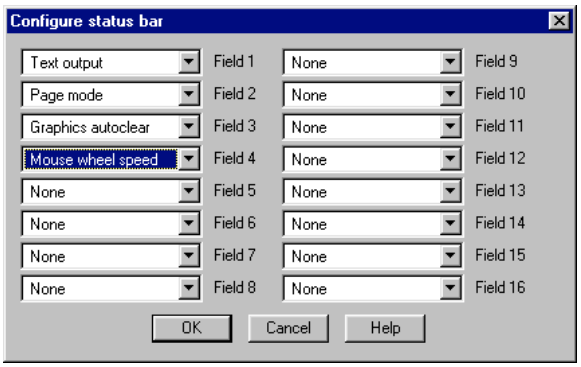
值和当前误差函数的值。



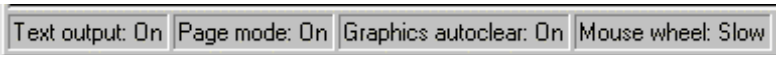
现在已经定义好了误差函数的操作数。如果误差函数达到最小值0，则PU会为-0.05。这是因为相关的操作数 PU+0.05会等于0。我们知道透镜和焦距是-PU*EBR (EBR是入射光束半径)，所以会迫使焦距等于100。系统的F数等于EFL/(2*EBR)，这里要求等于0。用OCM10，优化过程中迫使三级彗差为0。

小提示#3

要改变鼠标滚轮的设置，首先需要找到当前设置。在OLSO主窗口中点状态区，这时候会弹出一个如下图的对话框，在第一个空白位置，点相应的框，选择Mouse wheel speed。



点OK关闭对话框。此时会在状态区看到另外一个栏目，如下图。OSLO支持2种滚轮速度 ：快和慢。 一般来说，在OSLO中，用慢的比较好。实践一下，就会发现slider-wheel窗口可以到处拖动，甚至可以拖到OSLO窗口外面去。可以用窗口右边的Step调整每次点击鼠标的步长。



小提示#4

当*Enable sw_callback CCL function*为on时，当图形滑块每移动一次时，或者当指针在滑动器窗口里时，转动滚轮，此程序会执行一次。此函数变量*cblevel*, 其值是Level处的，并输到slider-wheel表格的；*item*, 是变数(CV = 1, TH = 3, 等等) ；*srf*,是与变数相关的面序号。 这些变量可以用于产生你想要进行什么动作。 在这个例子中，函数不等于零，因为*cblevel*不等于0，函数会进行多次迭代。 缺省的sw_callback程序如下：

```
Cmd Sw_callback(int cblevel, int item, int srf)
{
if (cblevel)
ite cblevel;
}
```

第二章 高斯光束和光纤耦合

引言

此教程演示如何选择和插入一个OSLO镜头库中的简单镜头，然后进行3种不同的高斯光束分析：

1) ABCD (近轴)高斯光束传播，
2) Skew (像散) 高斯光束传播，
3) 用实际光线追迹和高斯切趾光瞳计算光纤耦合。

即使你只对OSLO计算耦合感兴趣，建议不要跳过此教程的前面两部分。虽然教程很短，但是仍然很重要，可以看到不同计算方法的差别。它适合于所有的OSLO版本。

纲要

练习步聚如下：

1) **Lens entry** – 从OSLO中的镜头库中输入一个球透镜，

✧ 用Melles Griot库中零件编号为MGLMS202的文件，

✧ 设置5倍放大率的镜头共轭，

✧ 设置镜头绘图条件（Drawing Conditions），以便可以在绘图中看到物面和像面，可以在孔径两侧看到更多的追迹光线，

2) **ABCD (paraxial) 高斯光束传播计算**－用交互式电子表格和高斯光束绘图选项，

✧ 在交互式电子表格中，将物面上的束腰设置为1微米，

✧ 保持束腰为1微米，将物面上的光斑大小变为20微米。注意，会产生多个高斯光束计算解。

✧ 用交互式高斯光束绘图功能，观察二个解的情况。

3) **Skew (astigmatic) 高斯光束传播计算**－计算像散高斯光束传播（即在二个正交的截面上光束宽度不一样）

✧ 改变物面上光束的Y和X光斑大小为0.5和1.5 microns

✧ 观察计算结果。

4) **用实际光线追迹和高斯切趾光瞳进行光纤耦合计算**－将像散高斯光束耦合到渐变折射率光纤中去，其折射率沿截面为高斯分布。

✧ 计算功率耦合效率，

✧ 注意：当像面向透镜方向移动300微米时，会增加耦合效率，

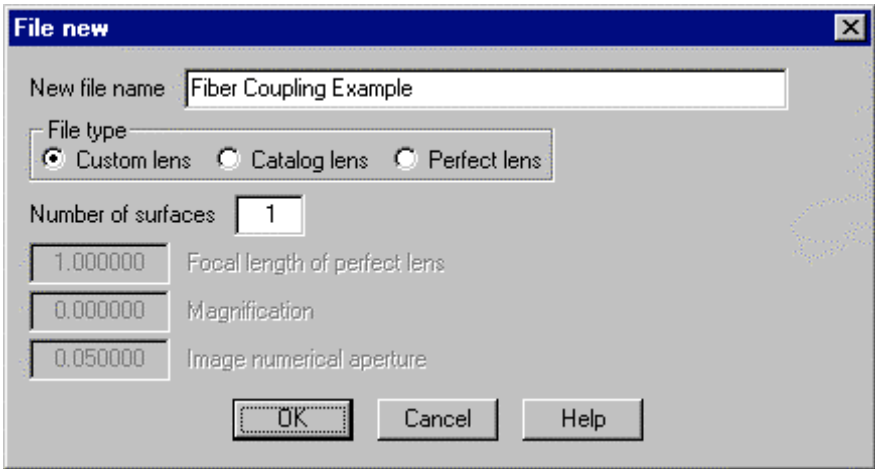
✧ 观察在光纤耦合面上（像平面）的光束的PSF。

详述步骤

镜头数据输入

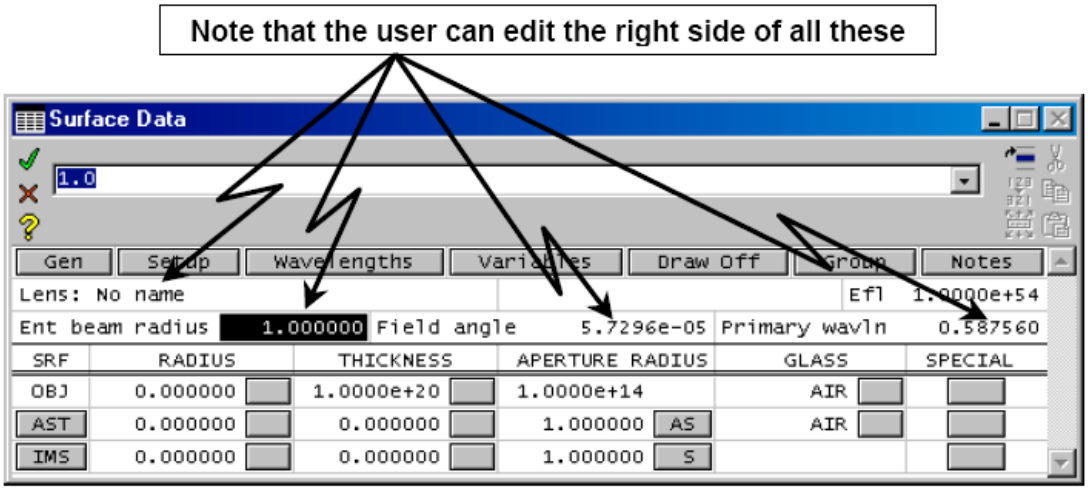
此小节主要介绍如何输入一个新的镜头。此镜头用于以后的小节中。

1) 从OSLO菜单中选择"File>>New Lens…" ，



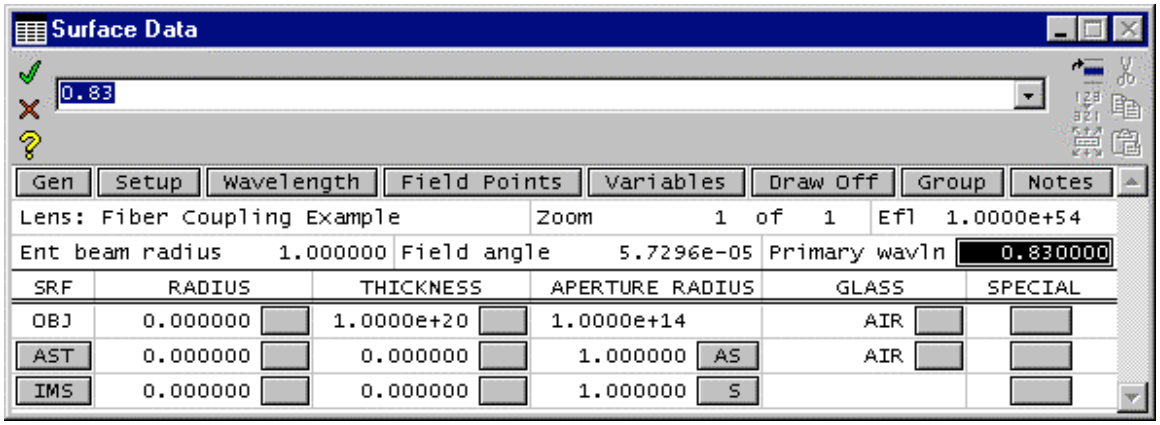
2) 在"File new"对话框中，输入文件名"Fiber Coupling Example"，选择Custom lens，输入1个面，然后点OK。

此时出现一个新的电子表格，可以在里面所有单元中输入数据。注意，在表格的顶部，永久文本和用户可编辑的文本可以存在于同一个单元中。例如：静态文本"Ent beam radius"和可编辑数据 1.000000就在同一个单元中。

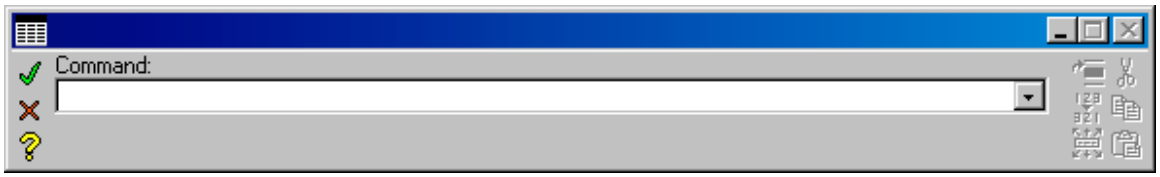


3) 在"Lens:"单元中输入文本 "Fiber Coupling Example"，

4) 在"Primary wavln"单元中输入波长"0.83"，

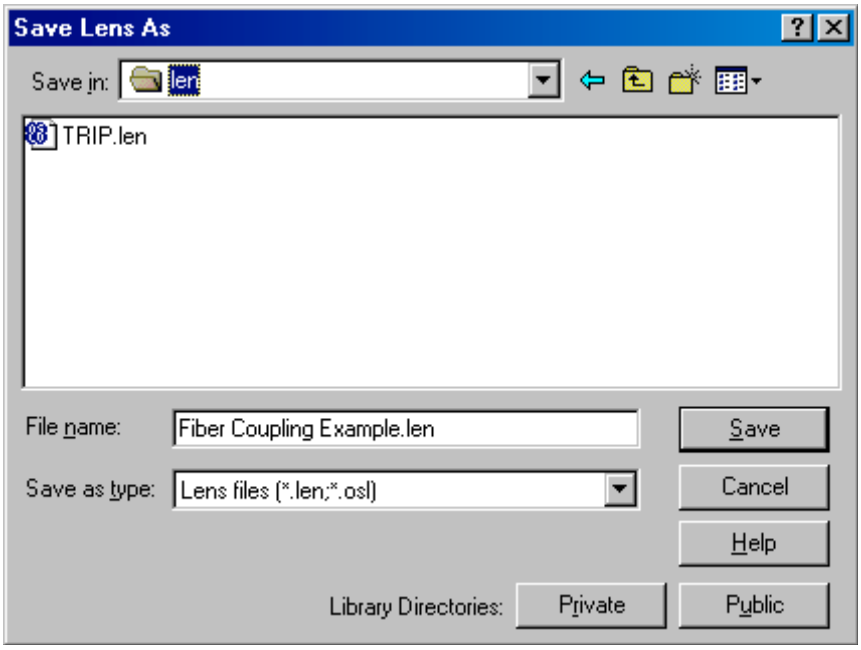


注:在OSLO中，关闭Surface Data窗口（通过点绿色对号或红色的“X“实现）后，结果如下：



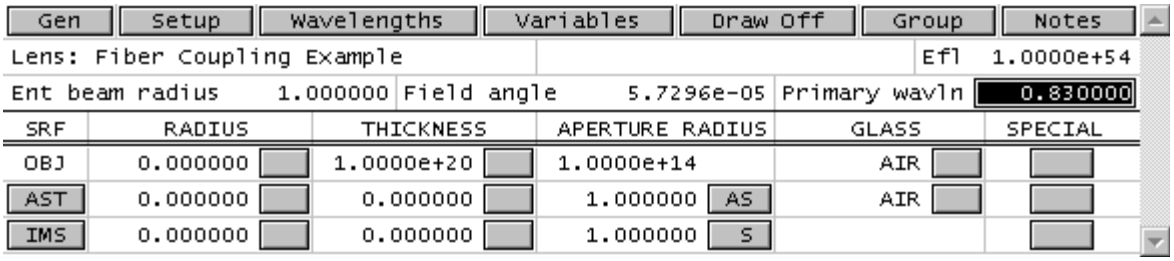
要使 Surface Data表格回来，从菜单中选择 "Lens>>Surface Data Spreadsheet"，

5) 现在可以选择File>>Save Lens保存当前的状态。然后点 "Save"按钮。

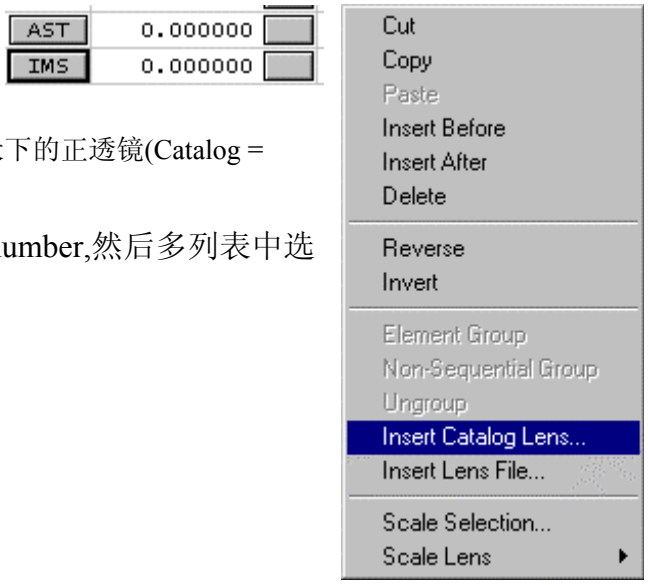


在保存镜头以前，点 "Private"按钮 ，确保镜头保存在"…\private\len" 镜头目录中。此目录里的所有镜头是你自己建立的。在OSLO升级时，不会改写Private目录。

注：物面是"OBJ"，像面是"IMS"。在所有的系统中都有一个物面和像面，因为在这个镜头中，只有1个面，有另外一个标记为 "AST"，这是因为当前面是孔径光栏面(Aperture Stop surface)。



6) 在像面前插入一个目录镜头，在SRF栏目上，包含"IMS" 的灰色框上点右键， 选择 "Insert Catalog Lens…" 。

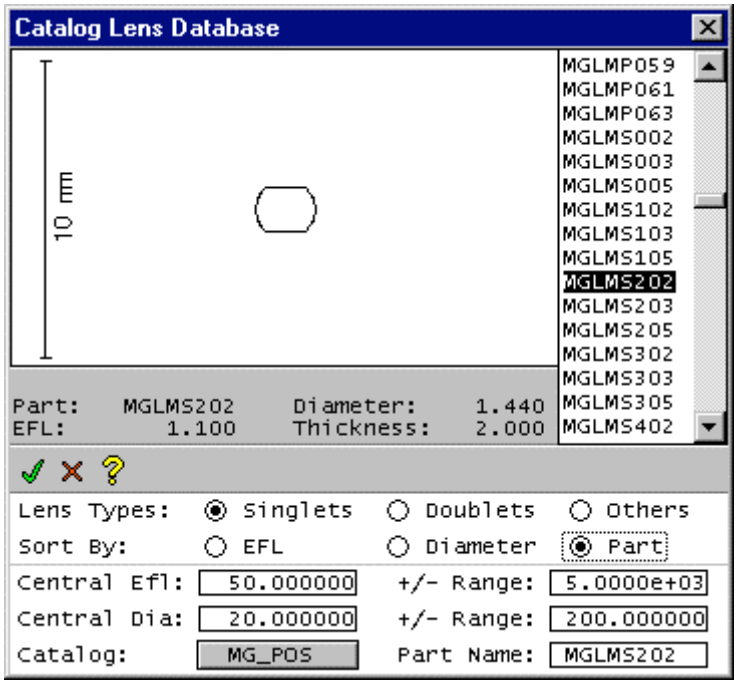


这会打开Catalog Lens数据库窗口，缺省会显示Melles Griot目录下的正透镜(Catalog = "MG_POS")，

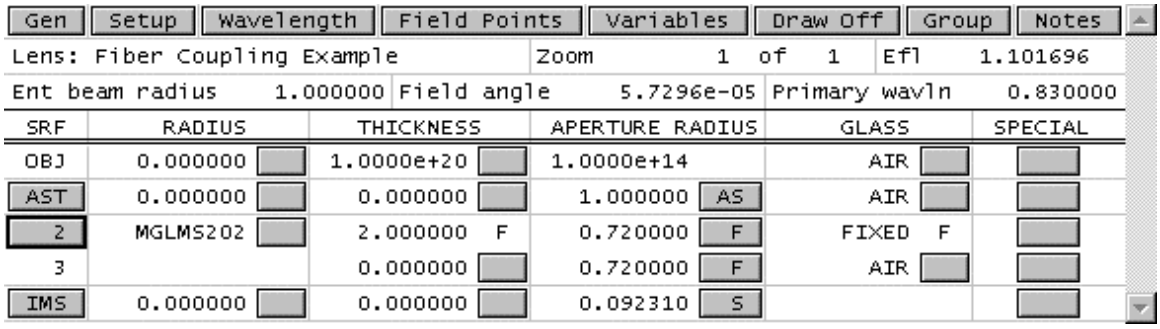
7) 选择"Lens Types:"为"Singlets"，"Sort By:"为"Part" number,然后多列表中选择"MGLMS202"[1]，

8) 为了把此组件插到系统，点绿对号。

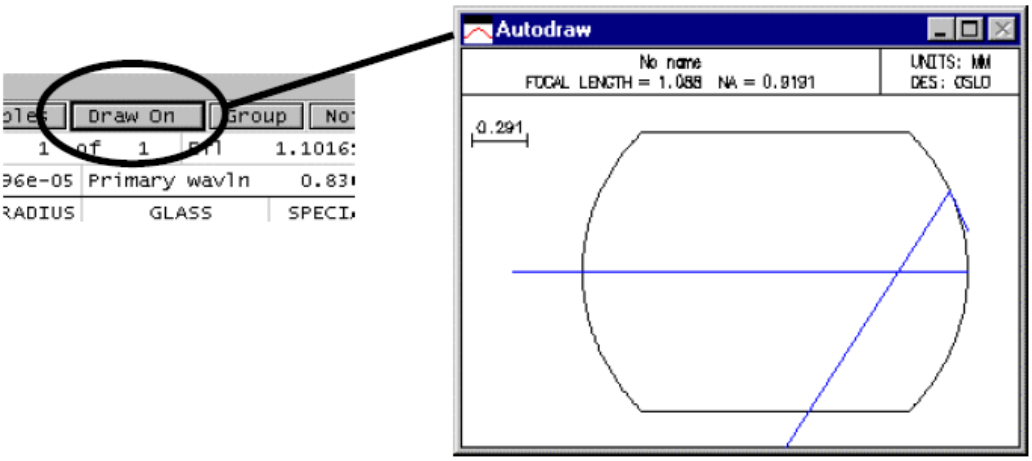
[1] 6.34 版是 MG01LMS202.



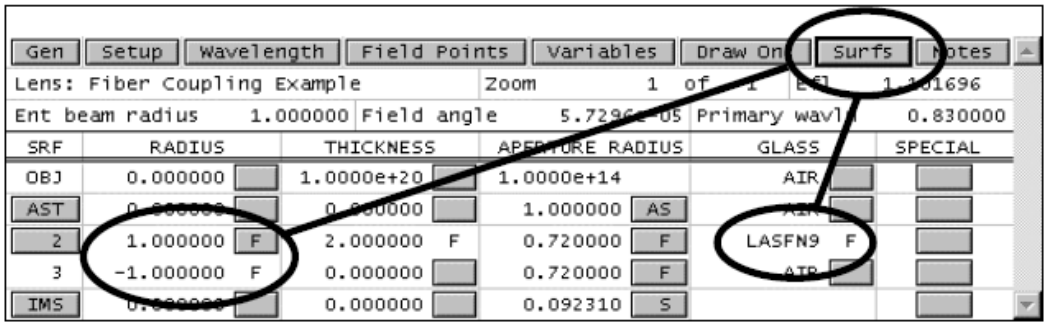
注：现在已经将MGLMS202镜头插入到Surface Data表格中，其第一个面是 surface 2。



9) 如果要查看镜头外形，点Surface Data窗口上部的"Draw Off"按钮，此按钮会锁定Autodraw窗口为on或off。

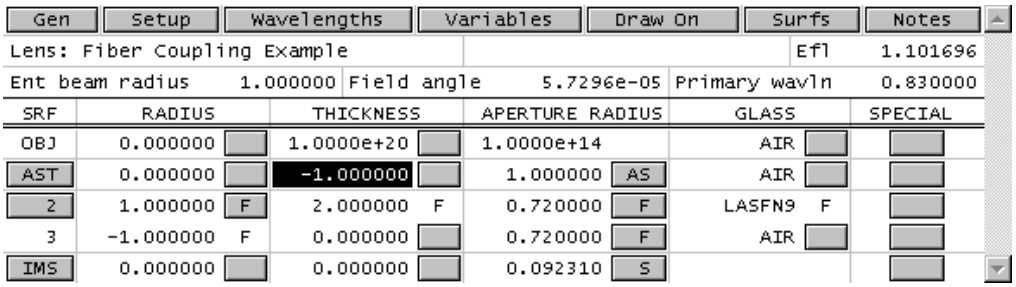


10) 如果要看面的曲率半径和此透镜的玻璃牌号，点Surface Data 表格顶端的"Group"按钮，此时此按钮指示为"Surfs"。此按钮会在面群组和单个面之间转换。



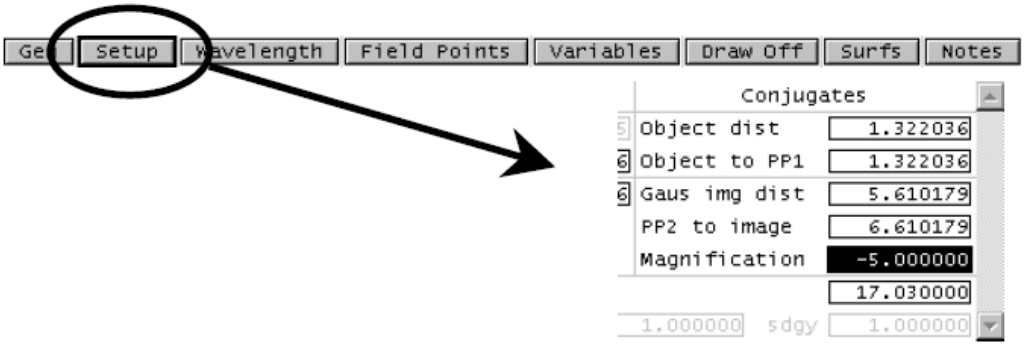
11) 透镜厚度是曲率半径的二倍。因此，虽然看不到整个球的形状，但这个透镜实际上是个小球，因为其孔径设为0.72。

12) 将面1的厚度设置为"-1"。在表格的面序中，这会使面2(镜头的第一个面)在第一个面的左侧1mm处。因为第1个面是孔径光栏。在本教程中，孔径光栏总在镜头厚度的中心 (面2右边1 mm ，它在2mm直径的透镜的中心)。

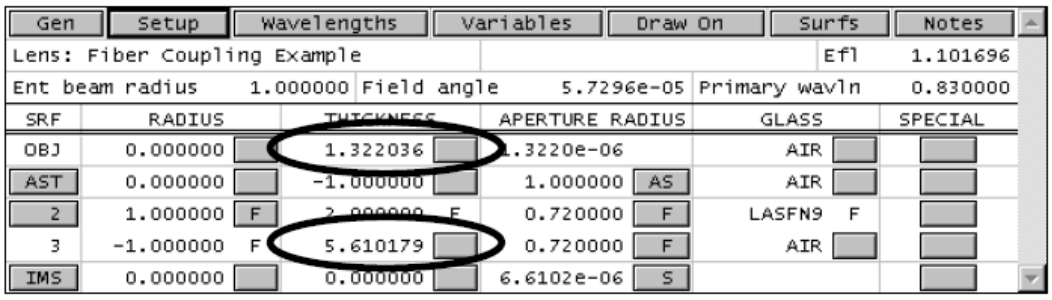


这里用非常简单的数据为例。假定要用此镜头将一个1微米大小的高斯光束光源(或"物")成大小为5微米的"像"。因为用一个单透镜，所以物像的方向是相反的，所以放大率为-5，使物距和像距共轭很容易。

10) 点Surface Data 表格顶部"Setup"按钮，并在"Magnification"处输入"-5"。 注：会重新计算其它的共轭数据。

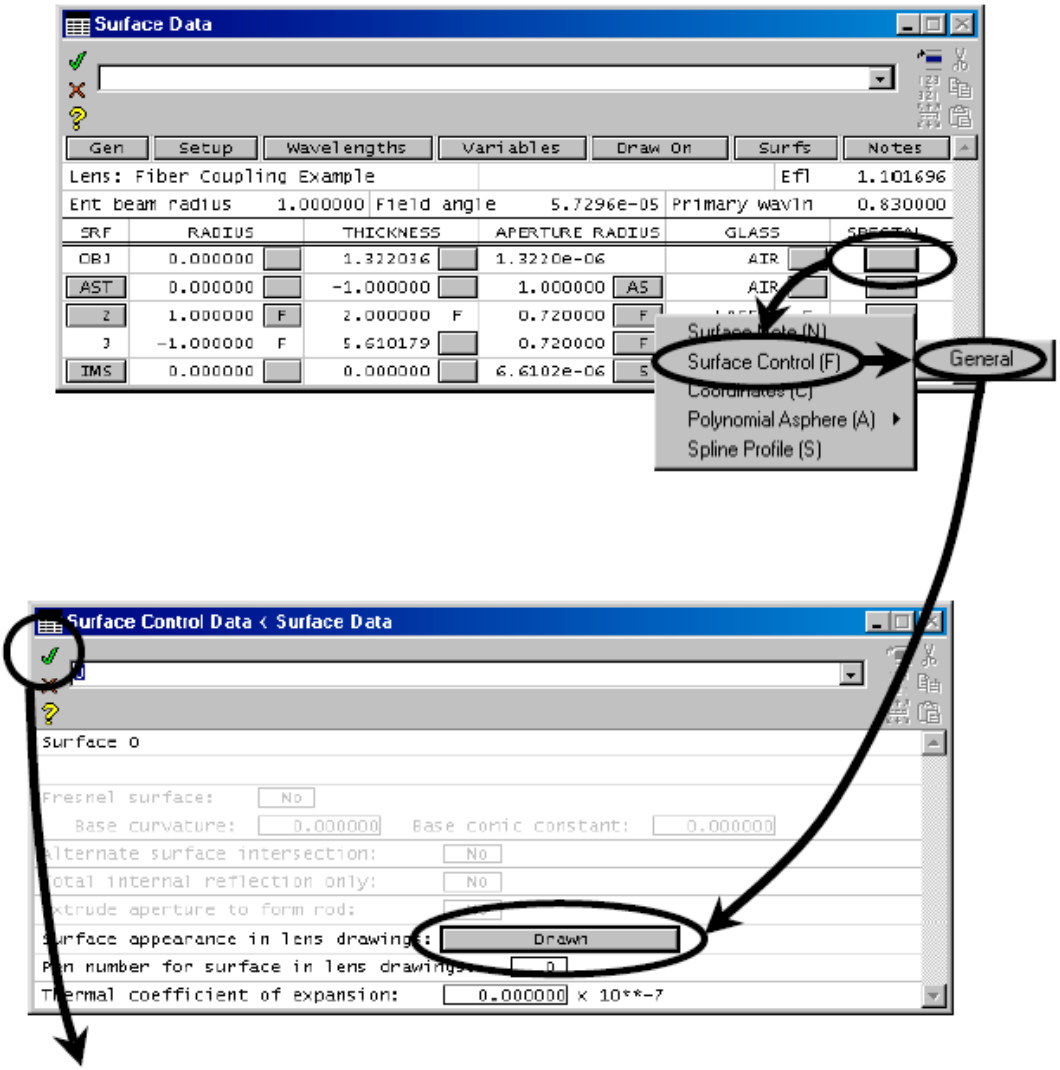


11) 记得点绿色的对号保存以上的改变。此时电子表格变为：



改变了透镜物像的共轭，现在可以在透镜传略窗口中查看新的共轭效果。为了使Autodraw 窗口中的镜头看起来更好，现在改变显示的绘图参数，使它显示物面和像面，显示的光线也多一些。

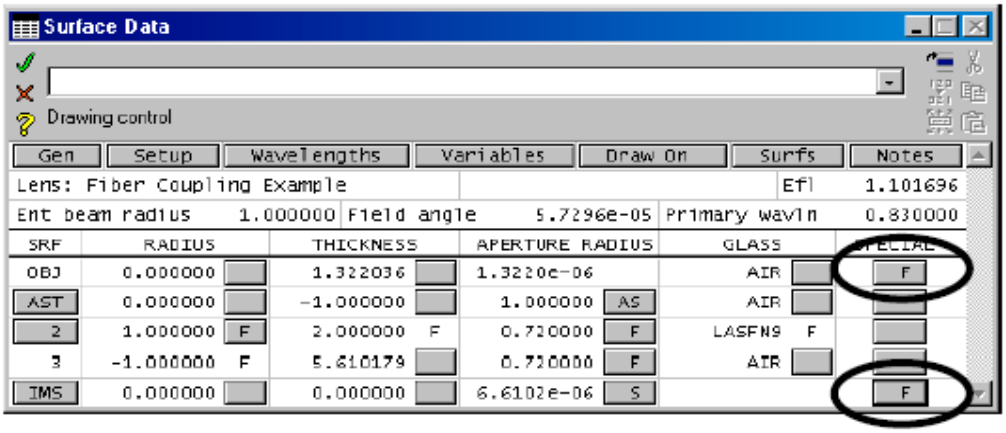
12) 要画出物面，点物面上特殊字段上的灰色框，再从弹出式菜单中选择 "Surface Control (F)>>General" ，



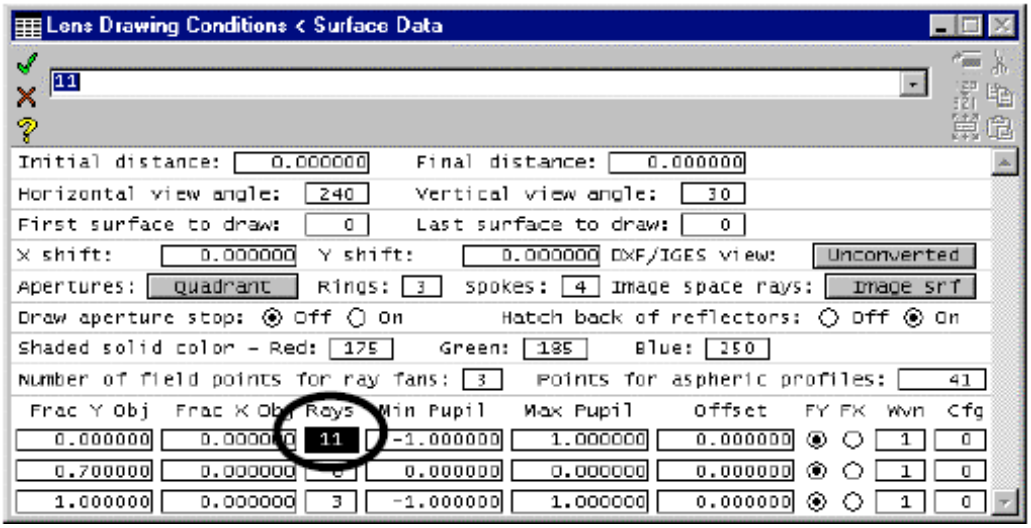
13) 在Surface Control Data 对话框中，选择"Surface appearance in lens drawing" 为"Drawn"。

14) 点绿对号保存Surface Control Data窗口。

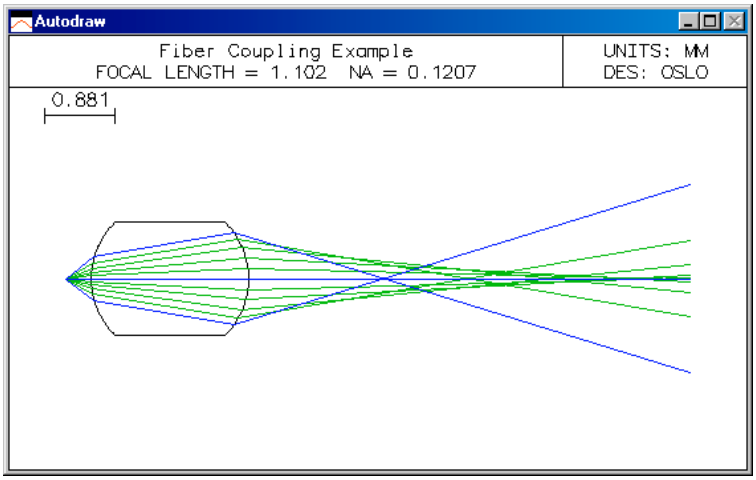
15) 要使图上显示像面(IMS)，在像面上完成同样的任务(steps 12-14)。这时会在物面和像面的SPECIAL字段元上显示"F" 。



16) 显示更多的光线，选择 "Lens>>Lens Drawing Conditions…" 。在Lens Drawing Conditions 的底部处，设置要画的光线数目，"Frac Y Obj" = 0 和 "Frac X Obj"为 "11"，点绿色的对号接收改变的结果。



打开Autodraw窗口，可以看到好的侧视图。可以看到透镜的性能不是很好，只有少量的光线不能聚焦在像面上。



保存镜头，从菜单中选择 "File>>Save"。

ABCD (paraxial)高斯光束传播计算

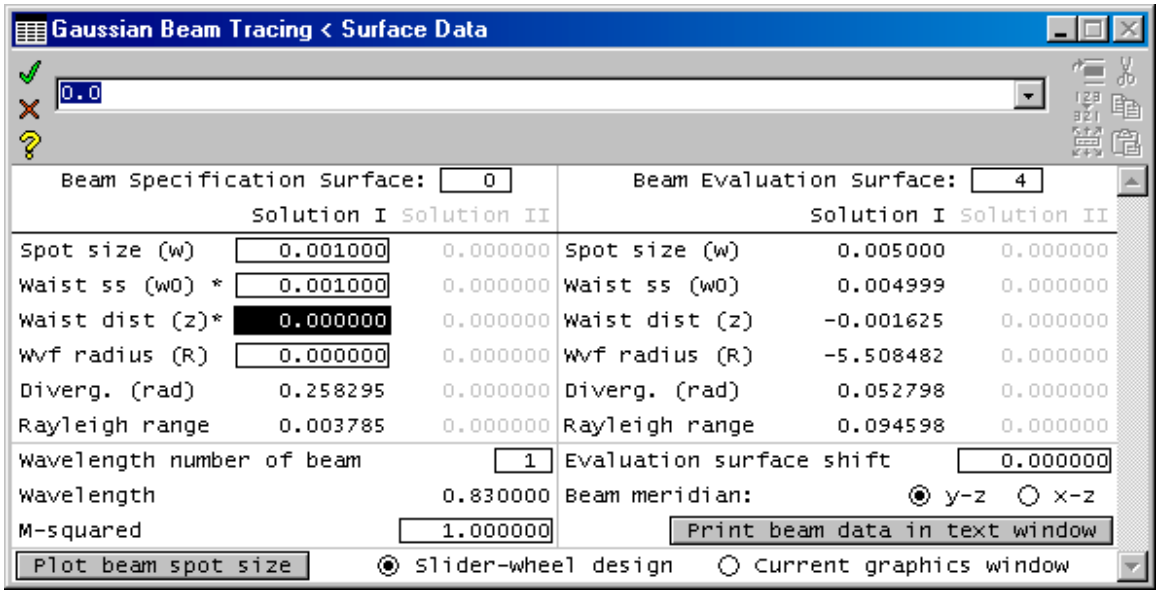
接着上面

17) 从菜单中选择 Source>>Paraxial Gaussian Beam (ABCD)，会出现Gaussian Beam Tracing表格，可以用近轴"ABCD"定律计算高斯光束通过系统时的情况。
18) 在表格的左边，可以定义高斯光束，在右边可以评估高斯光束。可以试试在左边输入光束的数据，看到右边值的改变。
19) 在左边显示的4个值(w,w0,z,R)，只需要其中2个就行，其它2个会从这2个计算出来，左边最后改变的2个值会标示星号。

如果想要重设此Gaussian Beam Tracing表格，只需要点红色的“X“，按第17步然后重新打开表格。 可以试试下面的参数：

20) 在窗口的左边

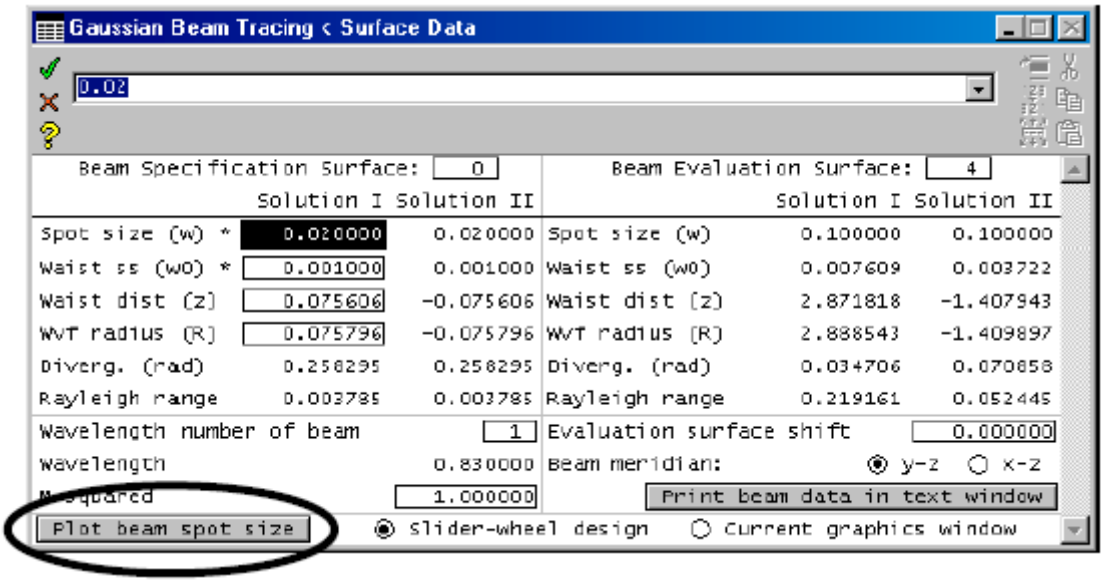
- 20a) 将"Beam Specification Surface" 设置为"0"
- 20b) 设置 w0=0.001 (束腰大小 = 1 micron)
- 20c) 设置z=0 (waist distance = 0mm)。



已经将束腰放在物面上，其大小为1微米。

21) 查看窗口的右边，可以看到像面上(surface 4)光束大小为5微米，有一个很小的离焦误差-3.282微米。如果改变物面上的光束大小，同时保持束腰大小不变(0.001), OSLO会确定束腰离物面的位移量。然而，因为没有指定沿哪个方向位移(前或后)， 这时有二个可能解。

22) 输入w=0.02 和 w0=0.001，会发现有二个解，一个束腰在物面前(Solution II)，一个在物面后面(Solution I)。记住：当光线从左向右传播时，负的距离表示是在物面的左边或前面。



23) 此时在像空间也有2个解 (看Gaussian Beam Tracing对话窗口右边)。

24) 点底部的"Plot Beam Spot Size" 按钮，观察光束大小的相互作用。

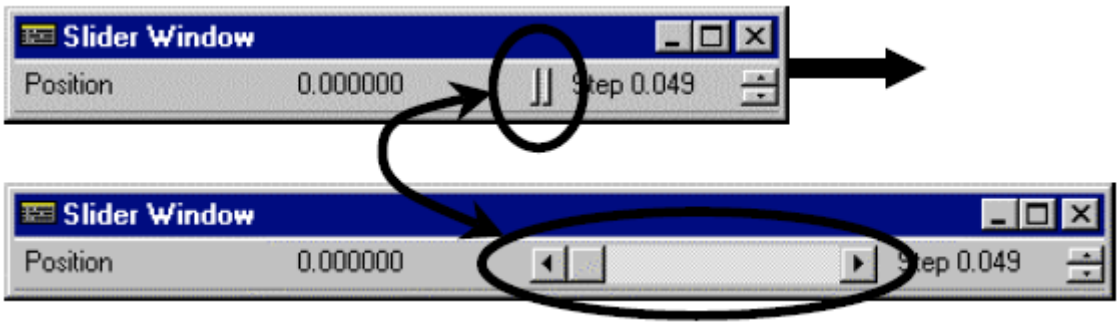
高斯光束截面的半径(即光束宽度轮廓的1/2会显示在结果图形窗口中。 在近轴系统中，光学系统和高斯光束都是对光轴旋转对称的，所以只需要显示光束轮廓的一半，2个解可以重迭在一起显示。Solution I画在光轴以上，Solution2画在下面。

从二个解中，可以看到，在物面上开始(图形的最左边的点)时每个解的光束大小是一样。 但在Solution I中，束腰在物面的右边，在Solution II中，束腰处在左边，但不显示： 它正好在图形的边缘。

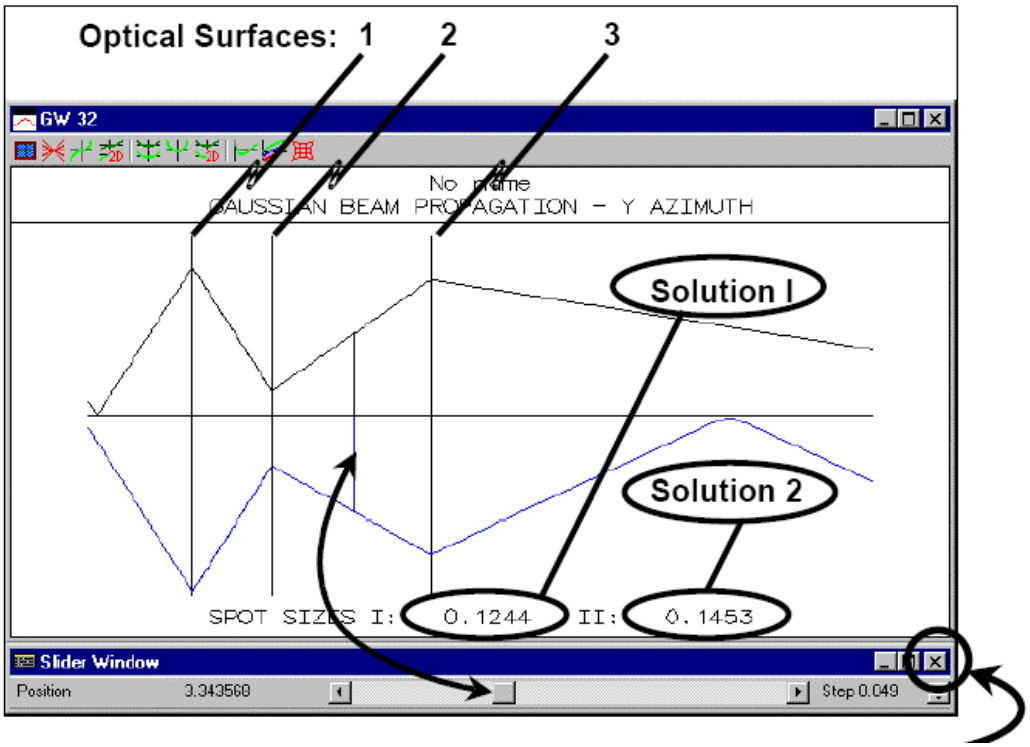
结果图形窗口中的三个垂直线对应光学系统中的光学面1,2，3。因为这是近轴分析，所以尽管面2和3是曲面，但还是用垂直的直线来表示每个面。 而且面1显示在面2的左边。对此分析，负的厚度显示为正的，所以面可以显示从左到右的顺序。 光束大小的分析值会正确地计算出来。

25) 图形窗口附带一个单独的滑块。当第一次画高斯光束光斑大小时，滑块可能非常小，以至于有些

特性都不明显，伸长滑块，使滑块按钮完全可以理解。



26) 试图移动滑块，观察相关的图形窗口。当表示系统的分析平面的垂直线前后移动时，窗口底部光斑的值会连续更新。



要关闭滑块窗口，点滑块右上角的关闭框。

要关闭 Gaussian Beam Tracing 窗口，点左上角的绿色的对号。

Skew (astigmatic) 高斯光束传播计算

现在改变物，可以模拟像散高斯光束。对于此例子，假定光束的垂直尺寸为 0.5微米，水平尺寸为 1.5 微米，

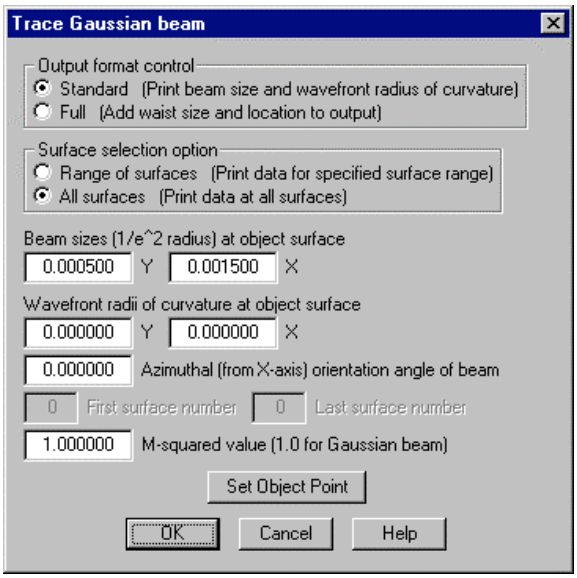
27) 从菜单中选择Source>>Skew Gaussian Beam…

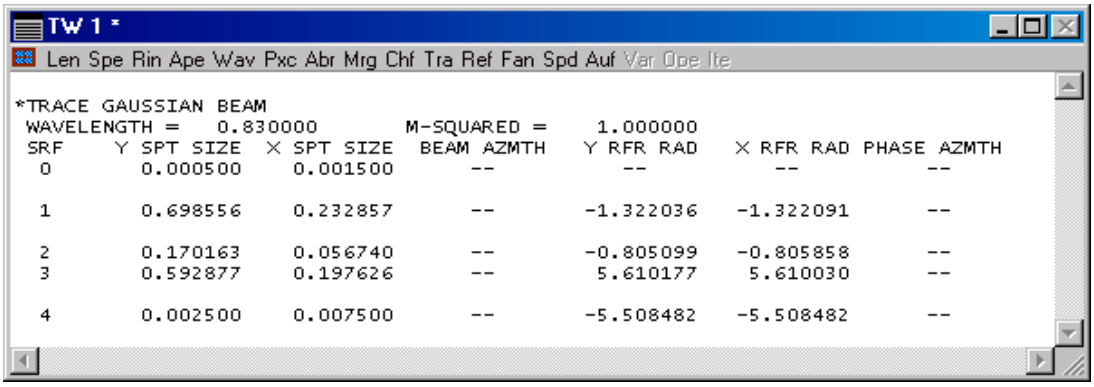
28) 在弹出的对话框中，输入在物面上的Y和X 1/e^2 曲率半径，

29) 点OK按钮接受上面的改变，并进行分析。

例如， 假定束腰正好在物面上。如果不是这样，可以输入在物面上的波前曲率半径，可以使束腰放在任何位置。

注：如果光束偏离高斯截面，为了更好地模拟它，可以调整M平方参数 (M^2。有关M^2的讨论可以参考Optics Reference或其它参考书。





注：刚才进行的分析和上节是用同样的ABCD算法， 只是在二个正交截面上的参数不一样。

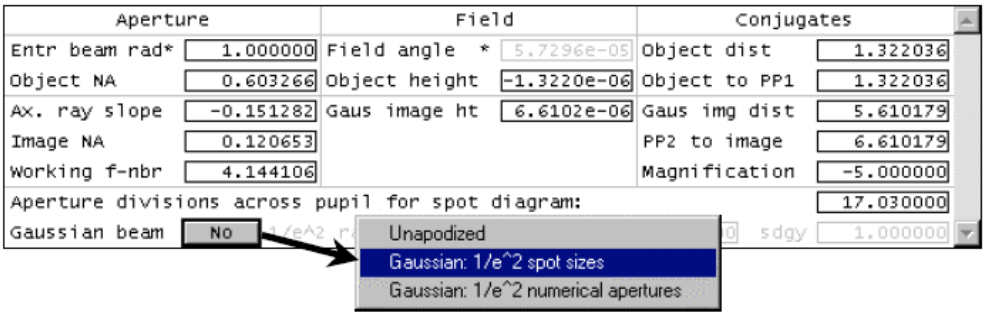
30) 因为数据输出很复杂，将数据写到文本窗口中去，但报告和对称ABCD分析中的信息一样。

光纤耦合计算

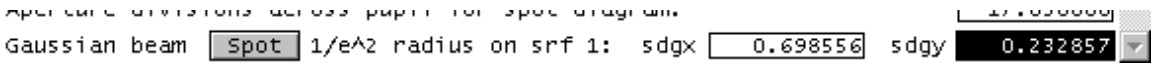
至此，我们已经用近轴计算讨论了高斯光束的传播，然而，除了M^2参数，近轴计算不考虑光束传播的像差。OSLO也允许用户用实际光线追迹近似计算高斯光束的传播。注意，对像差严重的光束(即严重偏离高斯截面)，不再用束腰的概念。 因此，OSLO用光线追迹的高斯传播，不计算这些典型的高斯参数(束腰、光束发散角等)。

31) 在前面的分析中，在面1上的1/e^2 光束尺寸分别为 0.698556 和 0.232857，

32) 要适当地传播高斯光束，应用高斯切趾截面进行光线追迹计算。通过从surface data表格中打开"Setup"编辑器，并传播光束。

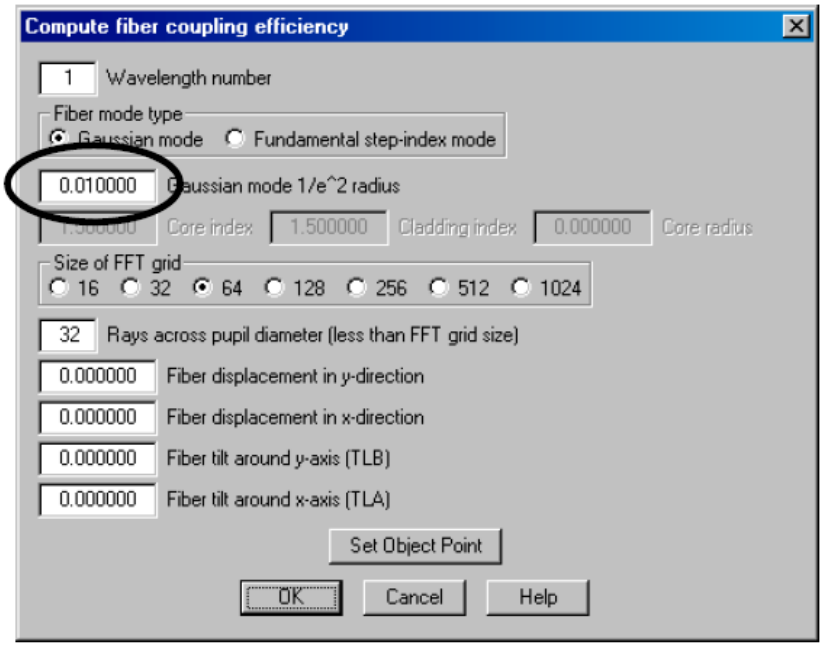


33) 在Paraxial Setup Editor中，选择Gaussian 1/e^2 spot sizes，在"sdgx" 和 "sdgy"单元中输入0.698556和0.232857 (它定义X和Y方向上的高斯 截面的半径)。



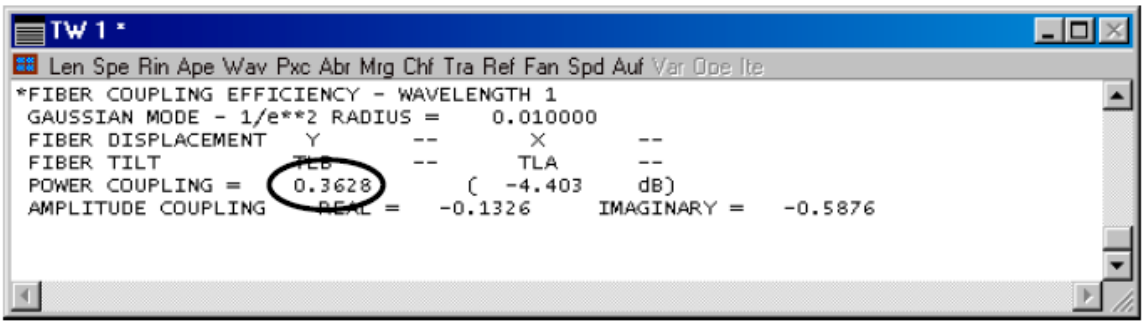
34) 点绿色的对号关闭此对话框，

要进行光纤耦合计算，从菜单中选择"Source>>Fiber Coupling…"。



35) 在上面的对话框中，选择研究的光束耦合到折射率渐变光纤中去，其高斯 截面的 1/e^2 半径为10微米。在对话框的Gaussian mode输入0.01 mm。

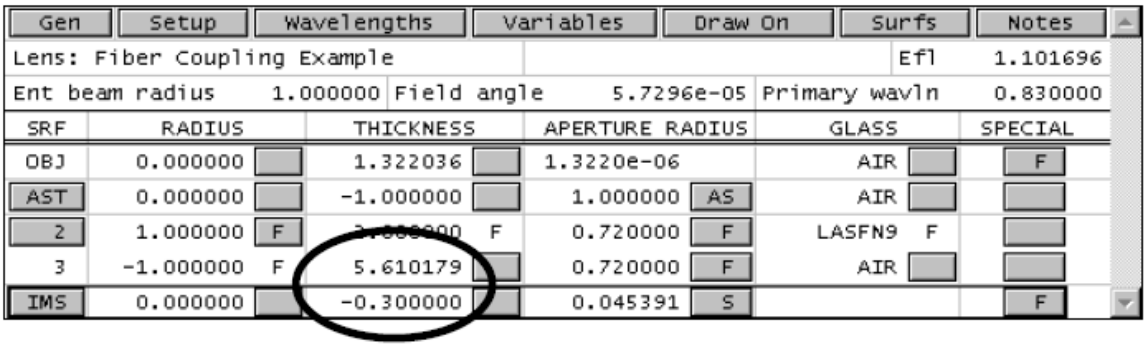
从此对话框中，可以控制耦合光纤相对光束的倾斜和平移。光纤的倾斜量 (TLA和TLB)是相对于像面坐标系的，位移(x和y方向)是相对于主光线在像平面的交点。 要改变不同的视场位置(不同的主光线)，点 "Set Object Point"按钮，选择不同的视场点。



36) 对话框中其它的保持为缺省值，选择OK，进行光纤耦合计算。

37) 可以观察分析结果，在文本窗口中显示 Fiber Coupling Efficiency为 36.28%。

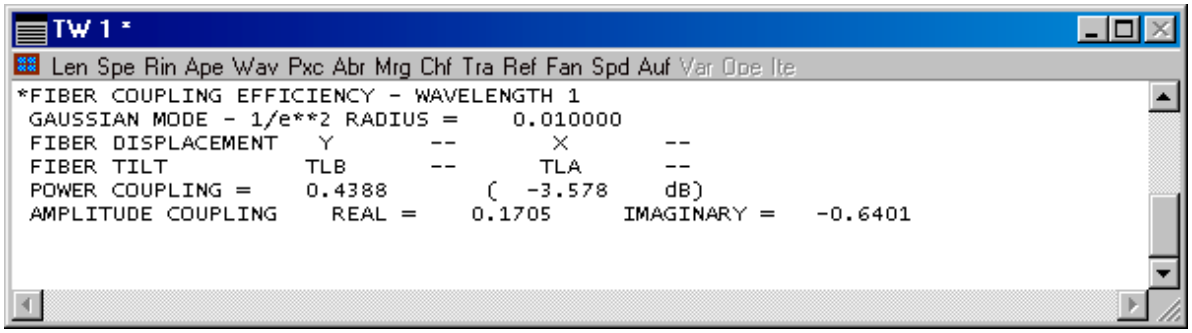
38) 上面的效率是在近轴焦点处计算的(当进行放大率计算时进行计算)。众所周知，因为存在球差，所以最佳焦点不在近轴焦点上。焦移的引入可以增加耦合效率。例如，试图向透镜方向移动光纤端面(像面) 300微米(使其到像面的距离为-0.3mm)。可以在像面的厚度栏中输入-0.3。



注：在OSLO中， 从第二个面到最后一个面(这里是第3 个面)再到像面(这里是第4 个面)的距离面#3和面#4的厚度之和。 这可以让用户通过调整像面的厚度加或减一个小的离焦量。

将像面的厚度设置为 -0.3，使像面向左边移动 -0.3 mm (负的厚度意思是往左边的距离)。

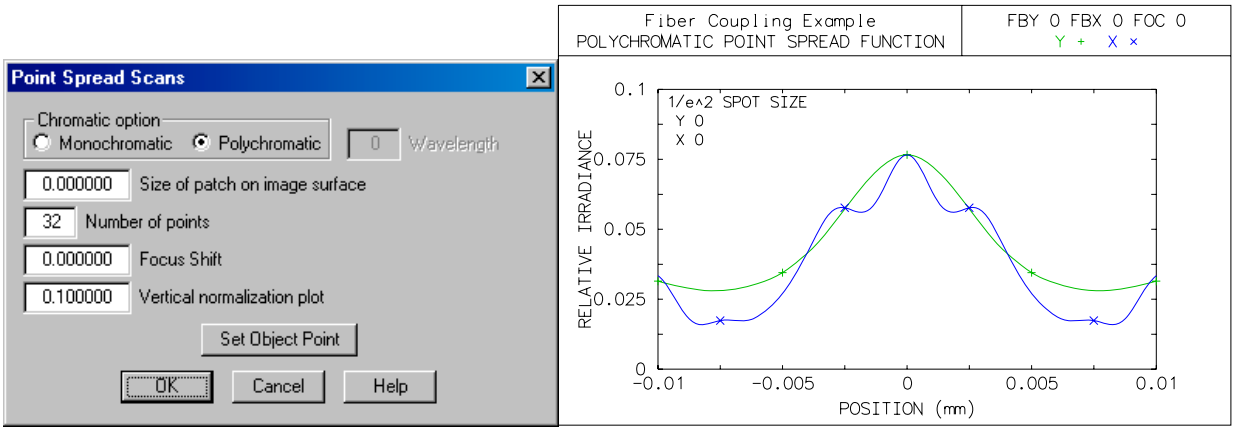
39) 注：离焦的改变将耦合效率增加到44%。



为了计算光纤的耦合效率，OSLO 将光束的重迭积分和像面上的光纤截面进行比较，然后计算能够耦合进光纤基模中的光的百分比。也就是说，计算的 "Power Coupling" 值只代表耦合本身的效率。例如，没有考虑光线在像面前面的反射，这些信息，需要在OSLO另外分析，然后将它们结合起来，手动地计算。

在Premium版本中，通过建立CCL函数，可以选择耦合到特殊的光纤中去，并计算光纤的耦合效率。在光纤耦合效率的计算中，OSLO用自己建立的CCL函数。

40) 在不考虑光纤耦合效率时，观察高斯光束性能的另一种方法是从菜单中选择"Source>>Truncated Gaussian Beam"计算衍射点扩散函数 (PSF) (也可以从图形窗口工具栏中选择PSF)。



注：在OSLO里面计算PSF是远场衍射计算， 因此如果光学系统放在像空间束腰的*Raleigh范围之内，则*不适用。对耦合效率的计算，也是这样。 将光学组件(如场镜) 放在耦合平面附近，也使模拟近似无效。 对光纤耦合效率计算的一般讨论，可以参考文献(2)。

参考:

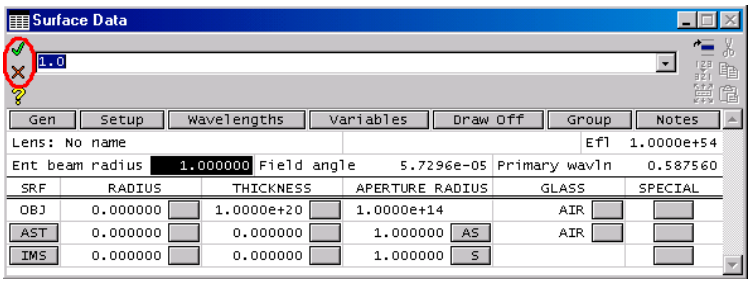
1. A. E. Siegman, Proc. SPIE **1224**, 2, 1990.

2. R. E. Wagner and W. J. Tomlinson, "Coupling efficiency of optics in single-mode fiber components,"Appl. Opt. **21**, 2671-2688 (1982).

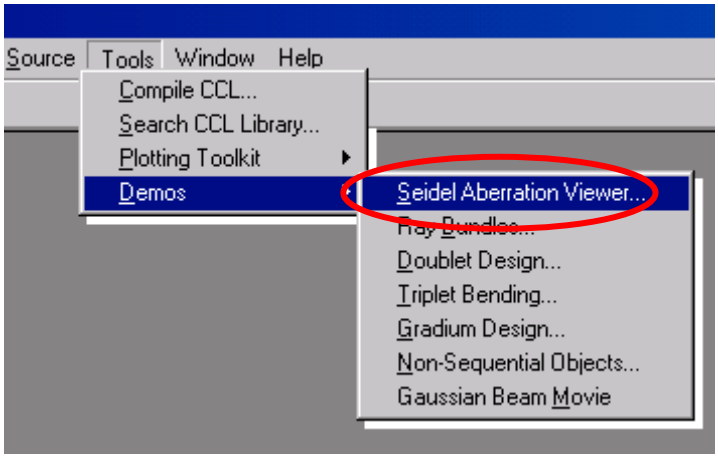
第三章 OSLO互动教室

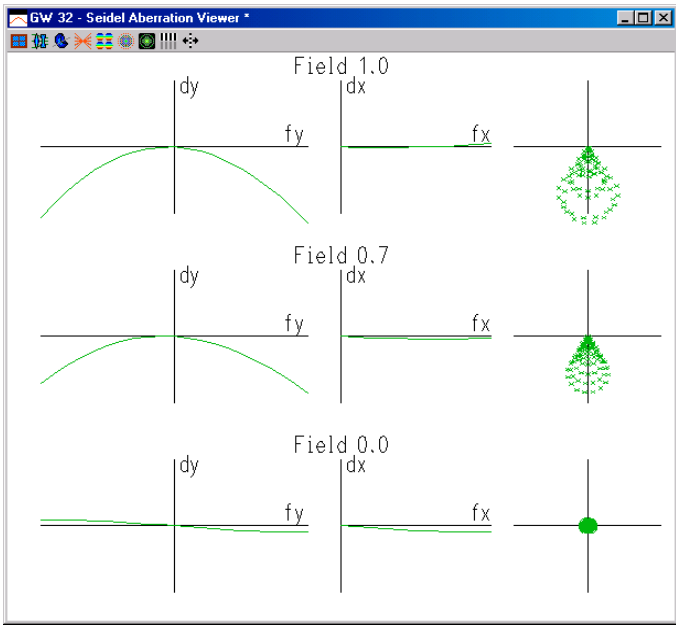
塞得像差观察器

在开始任何演示之前，请确认已经关闭surface data电子表格...
只需要点绿色的对号或红色的X。

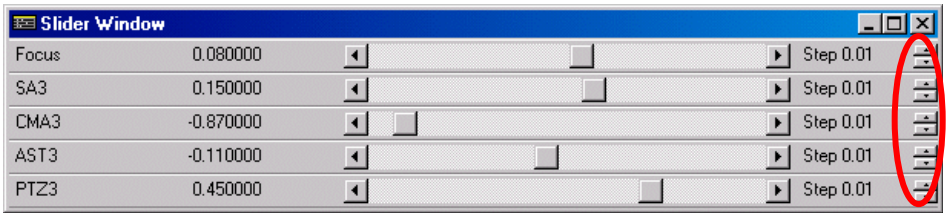


选择Tools>>Demos>>Seidel Aberration Viewer打开窗口。



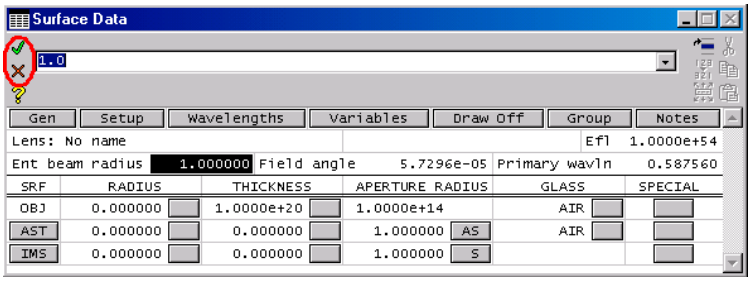


当应用三级(Seidel)像差时，像差曲线窗口中显示横向光线像差曲线的结果。
注：此演示中显示的像差不考虑任何实际的光学系统，此像差仅仅计算Seidel 像差。



滑块窗口的右手边的上/下方向箭头可以调整滑块的精度和范围。

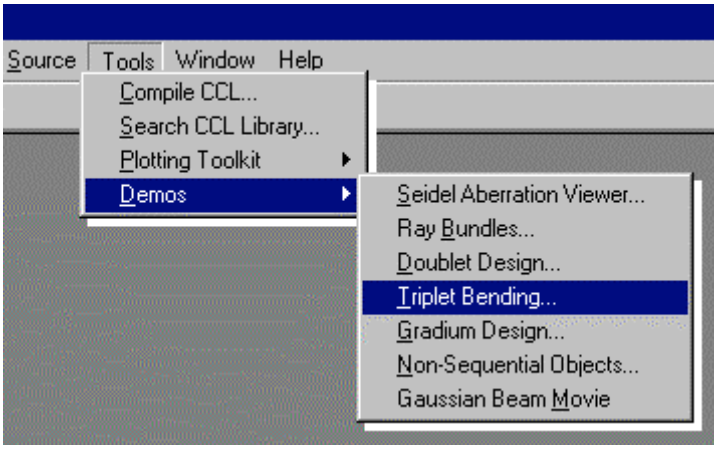
三片型透镜弯曲



在开始任何演示之前，请确认已经关闭surface data电子表格...

只需要点绿色的对号或红色的X。

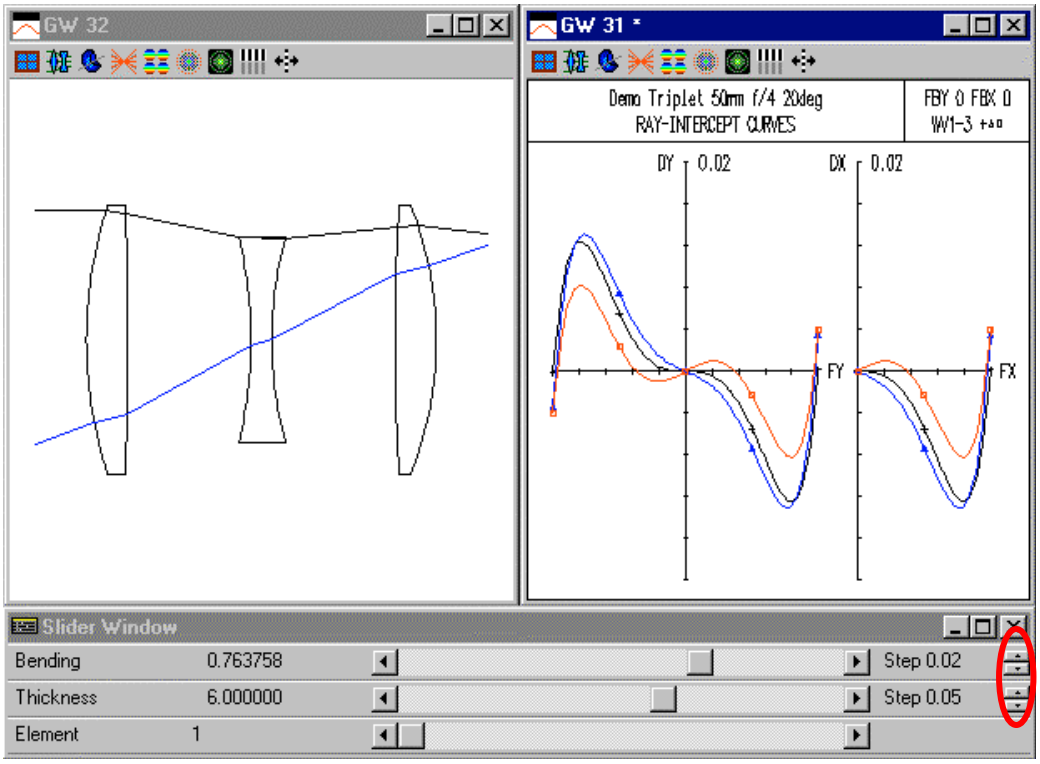
选择Tools>>Demos>>Triplet Bending。



这个演示允许学生实际弯曲三片型透镜。通过调整滑块，学生可以更改透镜组，并尝试重新平衡系统像差。同时注意横向光线图。

该演示的关键是在保持镜片光焦度不变的同时并弯曲，自动控制镜片各面的曲率。

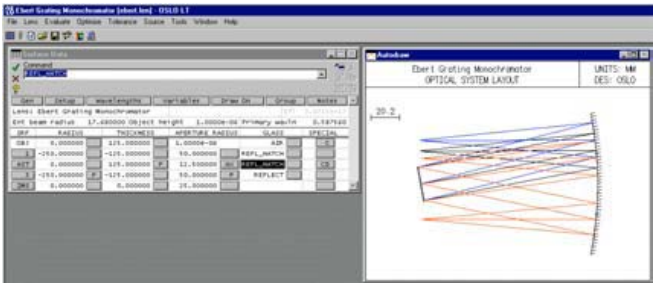
滑块窗口的右手边的上/下方向箭头可以调整滑块的精度和范围。

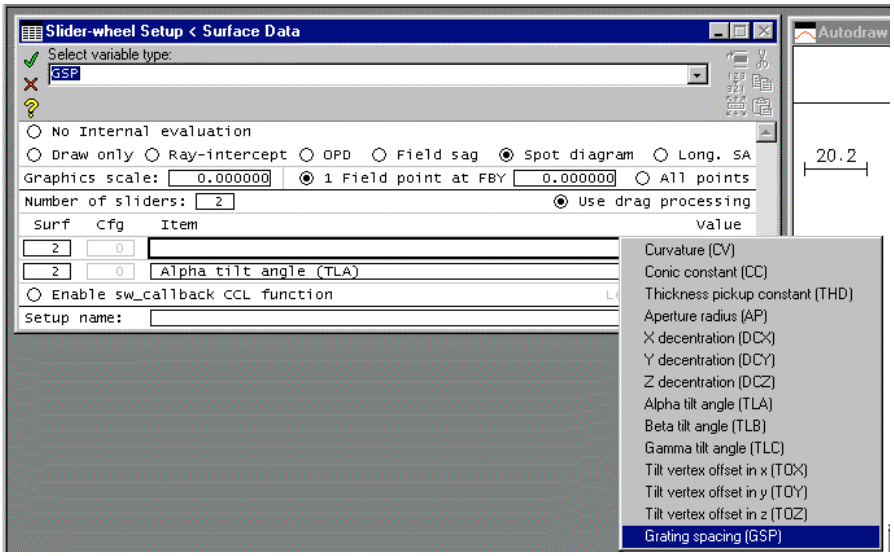


用滑块控制任意的系统参数

在此前的滑块演示是“打包的”，用一个特殊的CCL程序打开正确的系统，并且适当地配置滑块。类似地，所有OSLO的用户都可以编写自己的CCL程序，用预先确定的方式来控制特定的系统参数。不幸的是，这需要花很多时间学习OSLO CCL编程语言，而用户并不愿意在此上面花很多时间。幸运的是，OSLO提供了一个简单的 *Slider Wheel Design*，可以容易地用滑块控制任意的系统参数。

例如，打开目录OSLO\Light61\public\len\demo\edu下的"ebert.len"，可以看到此文件包含一个Ebert 光栅单色仪。可以看刻线间距或光栅的倾斜如何影响系统的性能。

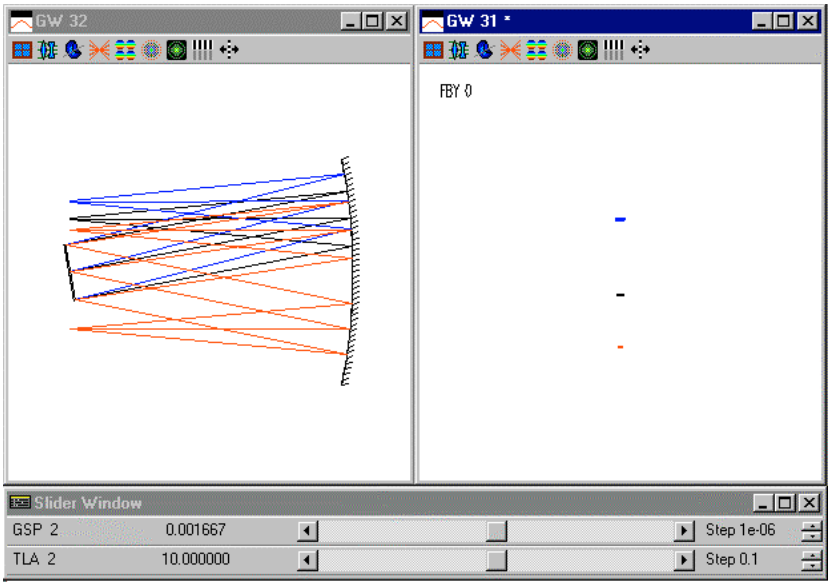




为了设置合适的滑块，选择Optimize>>Slider Wheel Design…。在"Slider-wheel Setup"对话框中，选择察看"Spot Diagram"分析，创建与surface 2 –关联的二个滑块，一个控制"Grating Spacing (GSP)",另一个控制"Alpha Tile Angle (TLA)"。

要得到左图所示的下拉表情况，在"Item"栏目中点一下，就会弹出选择列表。

点绿色的对号，表示接受选择，显示三个结果窗口*side view layout*, *spot diagram*和 *slider* windows。通过将系统和滑块结合，可以看到不同系统参数的相互作用的直观效果。



OSLO Optics Reference

《OSLO Optics Reference》OSLO官方参考资料，涵盖了OSLO Light,Standard和Premium等等版本。最新的版本是2005年6月出的，PDF格式，内容超过400页。 第一章是入门指南，第二到九章介绍相关的光学概念，第十章是基于OSLO的实例集（约200页）。可以使用PDF阅读器的查找功能。很多不使用OSLO软件的人，也打印出来学习。

可以从http://www.lambdares.com/index.phtml下载到。

第四章 柯克镜头优化实例

引言

本教程适用于OSLO Standard、Premium版。优化是通过改变透镜数据的数值（变量），达到改善系统透镜组性能的一种措施。透镜系统性能以误差函数（error function）或称评价函数（merit function）为评价标准的。

误差函数是在OSLO优化时所需要最小化的各种目标值列表（误差函数最小时，透镜性能就改善了）。当误差函数已经达到最小时，系统就处理于最佳状态了。如果目标值（优化操作数）不能刚好达到0，就表明存在残留误差。因为误差函数由各个相互独立的目标组成，某种意义上说，它是系统误差的测量方法，因而称之为误差函数。

OSLO的误差函数有三种构成类型：一、以像差系数为基础，称为像差系数型误差函数;二、以像点的弥散斑大小与波像差为基础的光线型误差函数;三、程序本身默认的GENII误差函数。

本教程以优化“柯克（Cooke）”三片型透镜组为例子。由历史知，此柯克透镜组是柯克公司的发明的一种透镜形式。本例所用的透镜数据（曲率、玻璃和厚度）来自R. Kinglsake的《Lens Design Fundamentals》pp286-295，(Acadmeic Press 1978, ISBN 0-12-408650-1)。柯克三片型透镜广泛用于廉价的相机、投影仪及其它仪器。

柯克三片型透镜通常用于普通的胶卷相机中。OSLO已经提供一个柯克初始数据，EFL等于50mm，适用于35mm相机24×36mm底片。此透镜不适用于通常的数码相机，所成的图像太小了，是焦距太长导致的。在本例中，我们要重新设计此透镜，将其焦距调整为10mm，使之与数码相机匹配。另外，我们要把透镜变快（把F数设计更小些），所以近轴规格设为10mmEFL，*f*/2.8，±20°视场角。

纲要

本例按以下步骤进行“

1) 输入透镜数据——建立用于优化的初始透镜组。

- 打开透镜文件demotrip.len；
- 把透镜组的EFL缩放为10mm；
- 更改Entrance Beam Radius，使F数等于2.8；
- 把所镜片的口径都改成1.8，这样可以通过更多的光线；
- 把第1、3镜片的厚度增至0.7mm。把中间透镜的中间厚度增至0.3mm；
- 在面6上设置求解类型，使系统EFL保持为10mm。应用此解后，EFL会自动更新；
- 对所有曲率与空气间隔设置变量；
- 更新透镜的标题，并在你的私人目录下把透镜保存为“Triplet10mm_Start.len”。

2) 用GENII误差函数优化

- 把Ray Intercept Curves (RIC) 图形（即光扇图）报告分析，作为基准窗口。锁定图形窗口，以避免被更新。
- 设置GENII误差函数的像差操作数。
- 在你的私人目录下把透镜保存为Triplet10mm_OptGeniiStd.len。
- 优化透镜系统。
- 在新的图形窗口打开光扇图，与前的作比较。然后也锁定新的光扇图。
- 然后保存透镜文件Triplet10mm_OptGeniiStd.len。

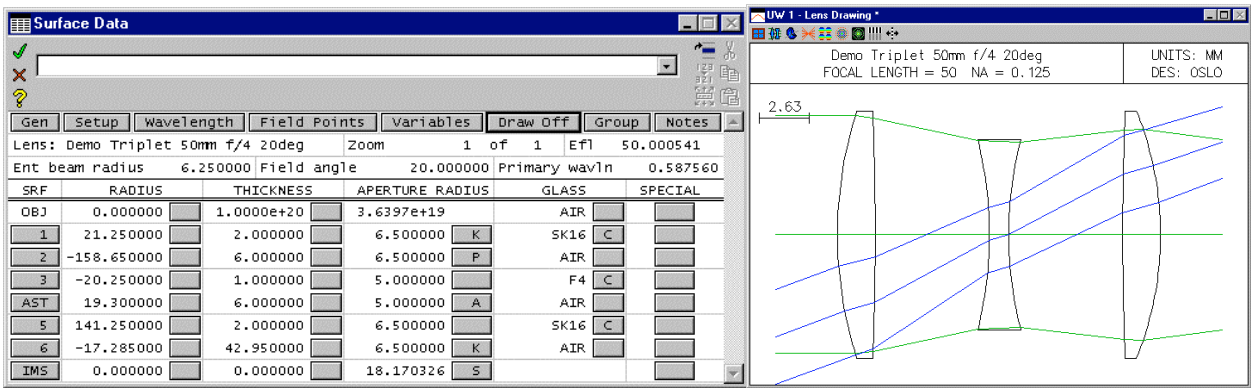
3) 用Spot Size / Wavefront 误差函数优化

- 重新打开“Triplet10mm_Start.len”。

- 设置OSLO Spot Size / Wavefront Error Function 操作数。
  1. 用Conrady's D-D方法校正色差。
  2. 控制畸变<0.5%。
  3. 其它数值不变。
- 在你的私人目录下把透镜保存为Triplet10mm_OptOSLO_SS.len
- 优化透镜系统。
- 在新窗口打开光扇图与基准窗口作比较。然后锁定图形窗口。
- 保存透镜文件 Triplet10mm_OptOSLO _SS.len。

详细步骤

输入镜头数据

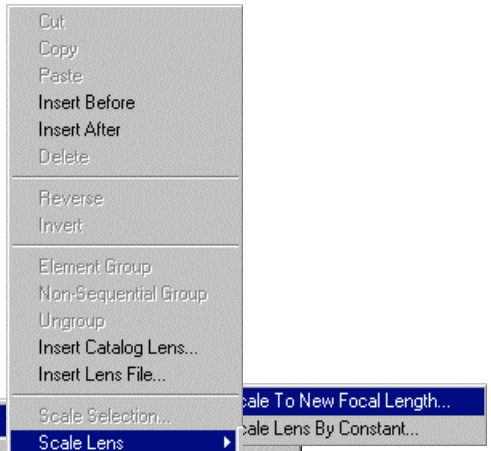


1) 打开文件…\public\len\demo\edu\demotrip.len。

2) 如果没打开透镜表格，请在菜单选择Len→Surface Data Spreadsheet。

如果初始透镜只有的EFL与目标值不相同，通过优化使EFL值不是明智的方法。相反，最好的方法是通过透镜的整体的缩放使焦距符合要求，当然孔径、曲率和厚度也同时进行缩放。

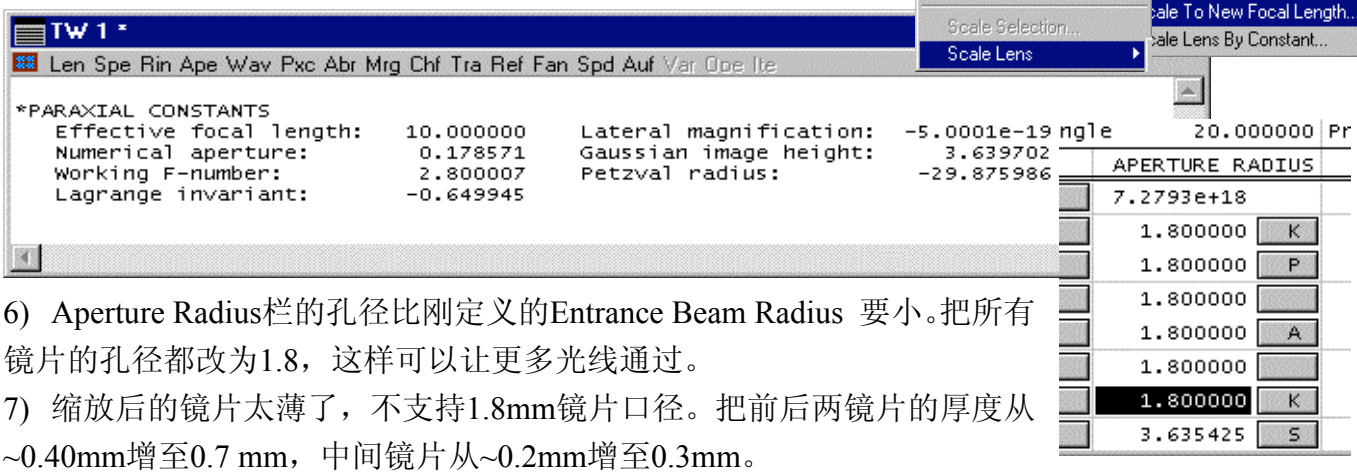
3) 在透镜表格的任何一个面上右击，并选择Scale Lens→Scale Lens to New Focal Length…然后把焦距缩放为10。



4) 注意：当前系统的F数为4.0。为了使其等于2.8，需要把系统孔径设为4.0/2.8。注意几乎所有的参数都改变了。现在入瞳光束半径为1.249986。

把Entrance Beam Radius 值改为1.78571使系统F数等于*f*/2.8。

5) 系统的F数可以通过在文本窗口工具栏选择Paraxial Constants (Pxc)验证。如果你对本功能有疑惑，请参考本章结尾小提示 #1 。

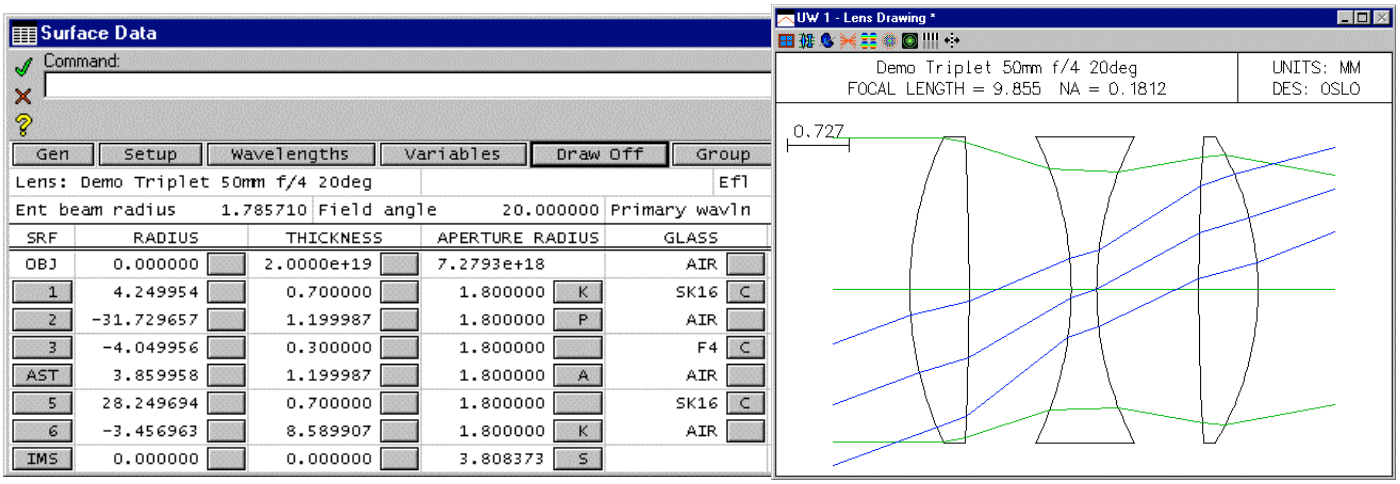


6) Aperture Radius栏的孔径比刚定义的Entrance Beam Radius 要小。把所有镜片的孔径都改为1.8，这样可以让更多光线通过。

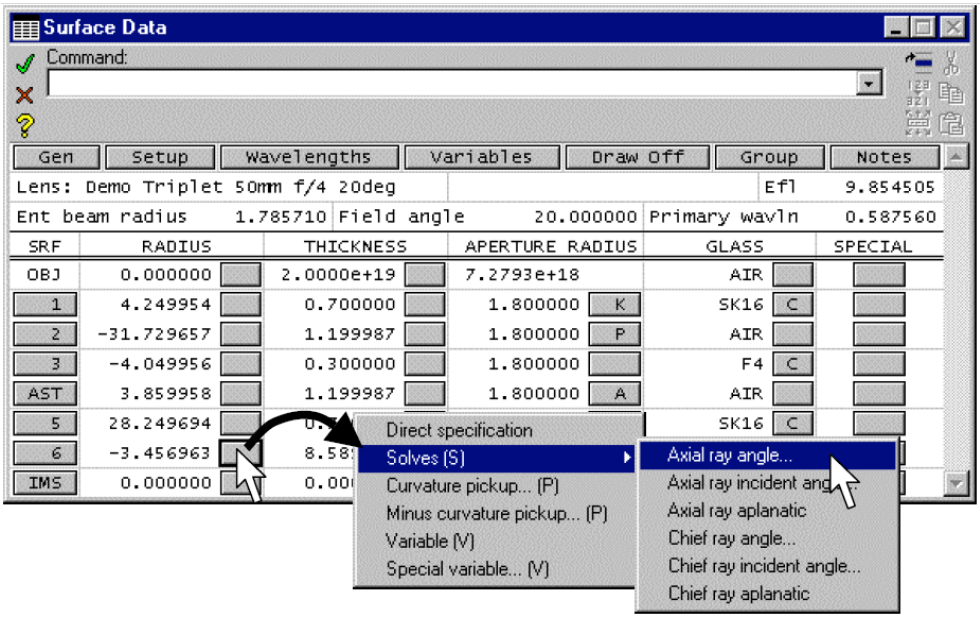
7) 缩放后的镜片太薄了，不支持1.8mm镜片口径。把前后两镜片的厚度从~0.40mm增至0.7 mm，中间镜片从~0.2mm增至0.3mm。

现在轴上光束可以完全通过系统，但EFL不等于10mm了，由厚度更改引起的。为了修正EFL，在最一个折射面

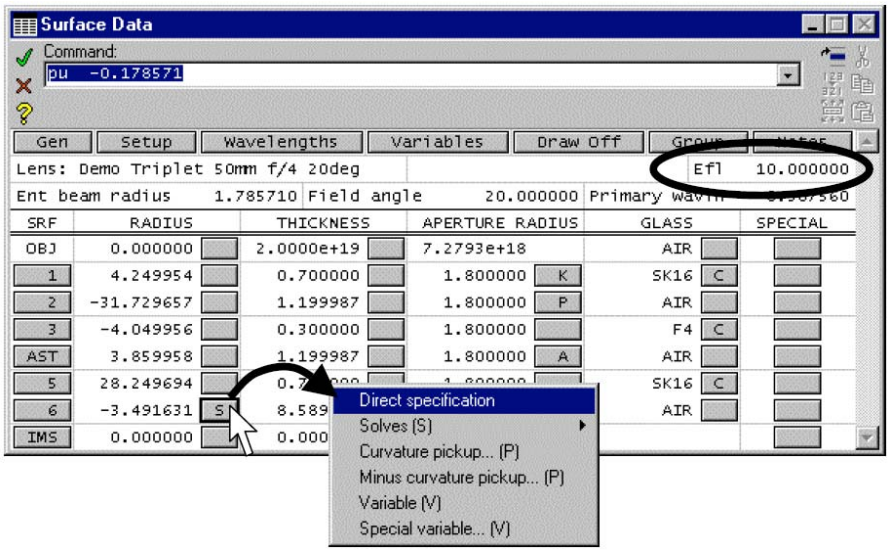
（面6）设解。这类解可以使一些系统参数满足特定要求。现在用"axial ray angle solve"解，迫使面6的曲率进行调整，满足轴上光线离开面6时保持特定的角度。由于入射光束半径为1.78751mm，当轴上光线角度解为-0.178571(弧度)时，EFL等于10 mm。



8) 点击面6半径栏右边的灰色按钮，选择Solves(S)>>Axial Ray Angle，输入-0.178571。这样就完成该解的设置。



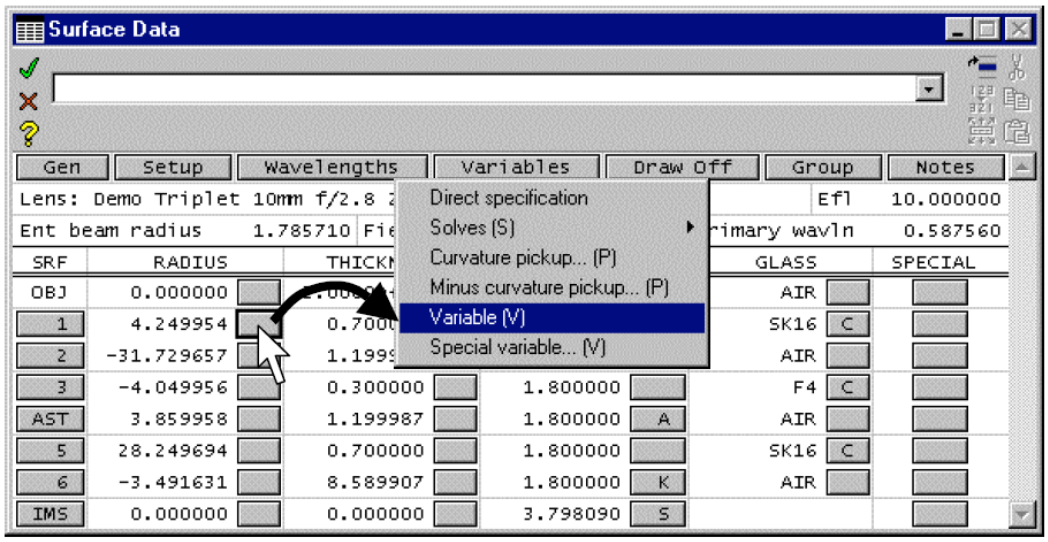
9) 现在系统的EFL满足要求了。可以观察右上角的"Efl"单元，或选择分析文本窗口的"Pxc"。



10) 既然达到目标了，就可以把该解移除了。方法：选择半径栏弹出菜单的"Direct Specification"，字母"S"消失了。但是，满足EFL要求的半径值保留下来了。这样该曲面曲率可以在优化过程中，设置为变量了。系统参量如，曲面曲率不能在优化过程时，还同时设置为解。

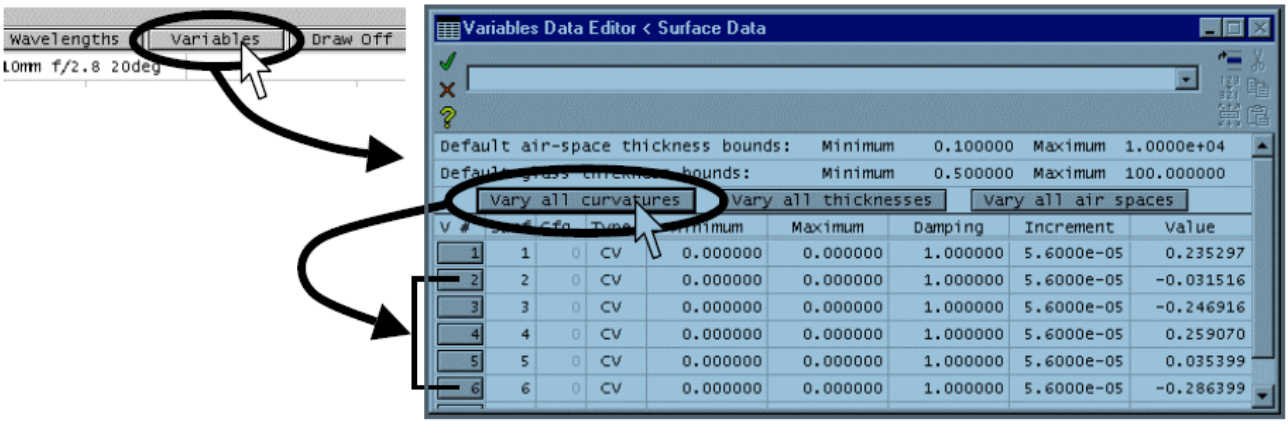
11) 把左上角的透镜标题改为"Demo Triplet 10mm f/2.8 20deg"，然后另存在"…\private\len" 下，并改名为"Triplet10mm_Start.len"。

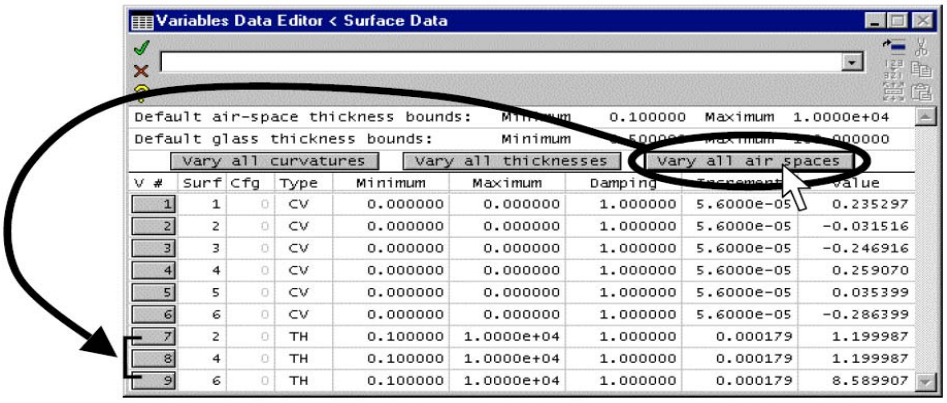
现在设置好初始结构了，下一步把一些系统参量设为变量。最后，把所有6个面的曲率都设为变量。



12) 点击面1半径栏，弹出菜单，选择"Variable (V)"（完成后，出现字母V）。这样就把面1的曲率设为变量了。 你可以依然对其它面按这种方式设置，也可以一次都设置好。*OSLO允许把系统中的所有的变量当成一个“组”看待：*

13) 点击面数据表格"Variables"的按钮，打开变量数据编辑器。然后，点击"Vary All Curvatures" 按钮。这样就可以把剩余的曲率列到"Variables Data Editor"的变量列表。





14) 也可以把所有的空气间隔设为变量。只要点击"Vary All Air Spaces"按钮即可。

15) 点击"Variables Data Editor"左上角的绿色勾号完成设置。

16) 在继续下文时，重新保存镜头文件。

现在初始系统及变量都定义好，接着要构建误差函数来控制优化。除了可以自建误差函数外，OSLO还有两个内置的默认误差函数。在大部分情况下，只要对默认误差函数进行小幅修改即可，但记住OSLO允许你手工修改误差函数，以满

足特殊要求。在本案例中，将使用两种不同的误差函数。

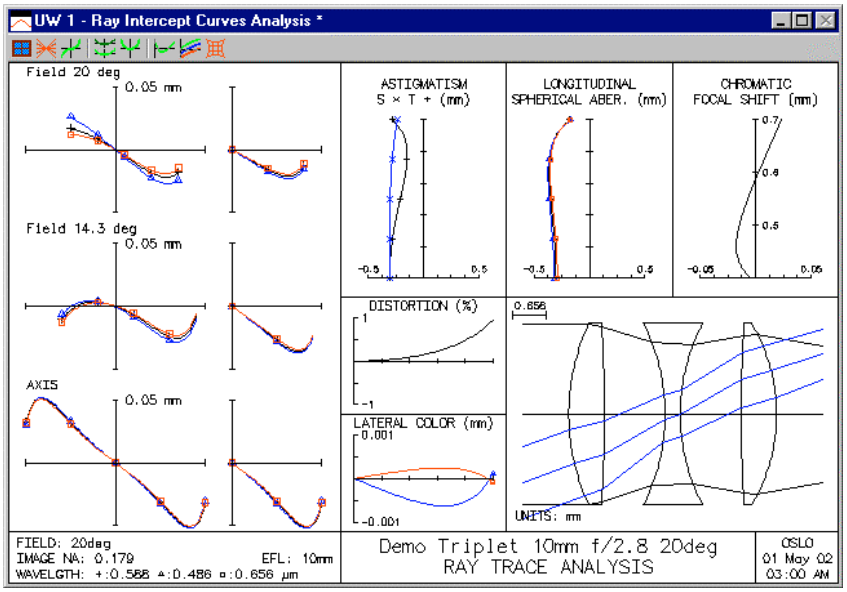
用GENII误差函数优化

GENII误差函数基于以前的GENII光学设计程序的内置的默认误差函数。GENII程序的一些功能已经整合到OSLO中了。GENII误差函数使用精确光线数据以高效的方式计算像差型操作数(只要追迹11条光线，就可以得到31个active operands积极类操作数)。

在优化之前，建议检查一下系统的性能，以便与优化后的系统进行比较。本案例，将比较优化前后的Ray Intercept Curves (RIC)。

17) 选择图形窗口工具栏的"RIC Report Graphic"进行性能分析。

可以用右键弹出菜单锁定图形，选择"Lock"完成。



18) 在OSLO菜单，选择"Optimize>>Generate Error Function>>GENII Ray Aberration…"。

19) 弹出对话框"Geniierf"，保持默认值，点击"OK"按键即可。

在关闭对话框后，好像没有发生什么事。然而，事实上在后台创建了一套完整的误差函数。我们将查看操作数设置，以观察构建怎样的误差函数。

20) 选择"Optimize>>Operands"，就可以查看操作数列表。

之后，就显示"Operands Data Editor"窗口，其包含刚刚创建的一套优化操作数列表。这些操作数构成误差函数。

Operand,编号栏，显示各操作数的序号。可以像其它表格一样，自行添加若干行内容。

Weight，这个计算整体误差函数时的相对权重。设置为0，表示不计算此项目。如果有需要，权重值可以小于1.

该栏是优化时的数值定义，均为0。本案例中，每个操作数均属于在后台计算的变量组（OCMx）。由于OCMx变量没有东西描述，故用户要靠NAME栏区分各操作数的功能。

Operands Data Editor < Surface Data

OPD(1,2)/O6

OP	MODE	WGT	NAME	DEFINITION
1	Min	0.000000	_Dy tol	0.0066666666667
2	Min	0.000000	_2.1 Dy	0.014
3	Min	0.000000	_2.8 Dy	0.0186666666667
4	Min	0.000000	_3 Dy	0.02
5	Min	0.000000	_4 Dy	0.0266666666667
6	Min	0.000000	_up Dy/3	0.675376888223
7	Min	0.000000	_3.2 up Dy	6.48361812694
8	Min	0.000000	_uprime	PU+0.178571
9	Min	1.000000	Fnb diff	O8/0.0001
10	Min	1.000000	Focus diff	DYY(1,1)/O4
11	Min	1.000000	Axial DY	DY(1,2)/O1
12	Min	1.000000	Axial OPD	OPD(1,2)/O6_
13	Min	1.000000	Axial DMD	DMD(1,2)/O6
14	Min	0.000000	_0.7 Dstol	1.0
15	Min	0.000000	_0.7 Dist	100.0*DIST(2,1)
16	Min	1.000000	0.7 Dist	O15/O14
17	Min	1.000000	0.7 YFS	DYY(2,1)/O2
18	Min	1.000000	0.7 XFS	DXX(2,1)/O2
19	Min	1.000000	0.7 Coma	S2T(2,1)/O7

拉大窗口或滚动下拉条查看其它操作数。

Minimize或Constraint模式设置。constraint意味着该操作数的数值约束在一定范围内。要认真小心的使用约束模式。当然，也可以用较高权重的操作数替代。

可以自定义名义，以便识辨各操作数的功能。本栏由OSLO报告，不能在OSLO的其它地方，用该的名字引用这里的操作数。本案例中，这些名字由“opabs_template”命令生成，与像差操作数菜单项目相关。这些名字的含义，将在下文介绍。

这些字母缩写代表普通的像差或光学系统某些项目。.

所有这些缩写术语的描述可用在OSLO在线帮助中查询到，选择"Contents>>Optimization>>Error Functions>>Generate Error Functions>>GENII Error Function"。本案例中，我们只讨论这里用到的一些缩写术语。

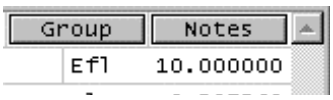
不像OSLO其它误差函数类型，GENII误差函数不需太多手工调整。如上图所示的误差组合，误差函数的操作数组合的数值一般不要用户手工设置。值得注意的是，在GENII误差函数中，系统的EFL不需要另作一个操作数添加到其中。 在优化期间，GENII误差函数会自动存储当前系统的EFL值与目标系统的EFL值。

21) 注意部分操作数的权重为0.当权重为0时，这类操作数对误差函数的计算没有贡献。这类操作数存储或计算得到的数值可以被其它操作数引用。注意操作数#12，其定义为"OPD(1,2)/O6"，"O6"表示操作数#6被用于操作数#12。

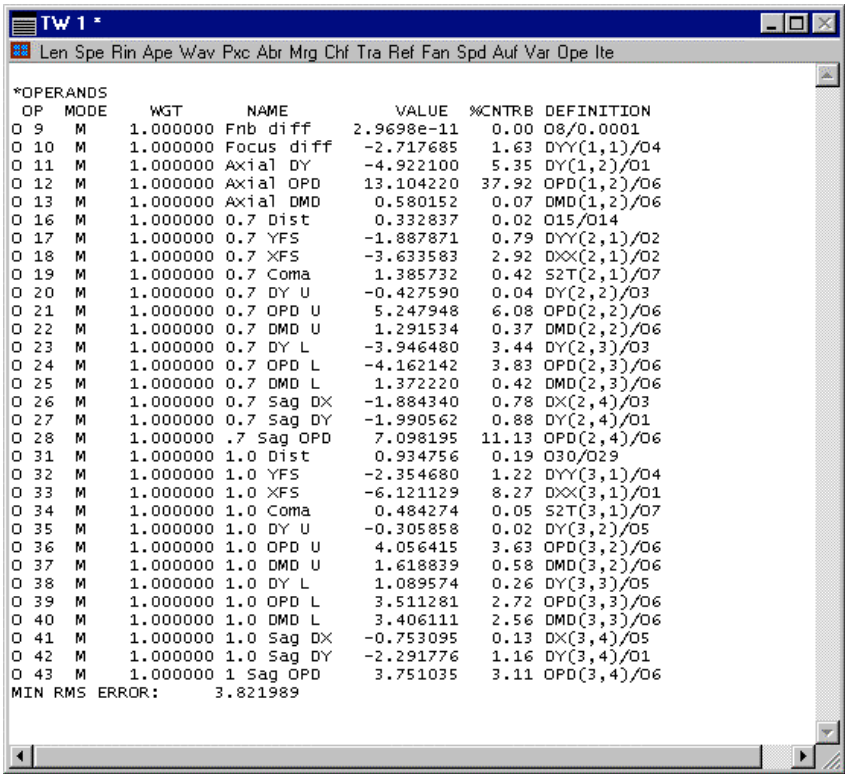
OPD(1,2)更多的相关解释，请参考本章后面的小提示#2。

22) 查看好操作数，单击左上角就关闭此表格。

23) 查看Surface Data Spreadsheet右上角，当前EFL值为10mm。优化后，GENII误差函数会保持系统EFL在10mm。



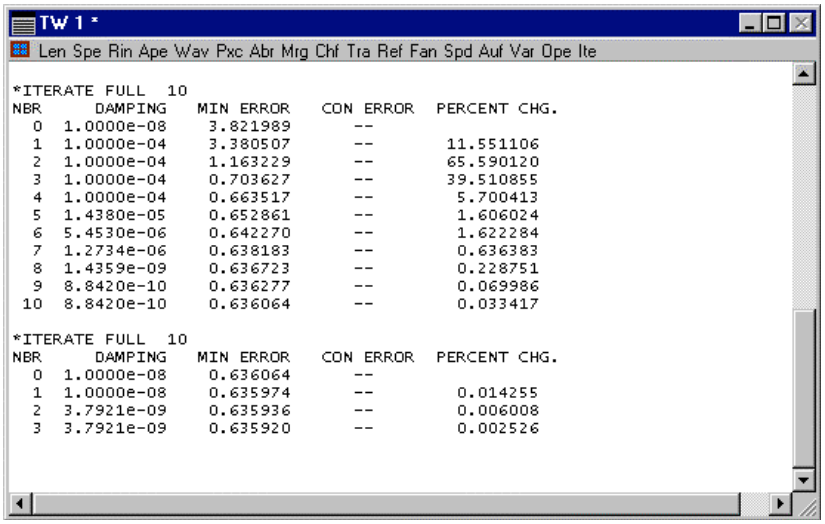
24) 在优化之前，单击文本窗口工具栏的OPE按钮，查看误差函数。想了解更多的相关信息，请参考本章后面的小提示 #1。注意查看文本窗口的分析结果，确保设置好变量及操作数。为了避免出错，在优化之前保存好文件。




```
*OPERANDS
 OP   MODE     WGT       NAME           VALUE   %CNTRB DEFINITION
O 9    M     1.000000 Fnb diff     2.9698e-11    0.00 O8/0.0001
O 10   M     1.000000 Focus diff    -2.717685    1.63 DYY(1,1)/O4
O 11   M     1.000000 Axial DY      -4.922100    5.35 DY(1,2)/O1
O 12   M     1.000000 Axial OPD     13.104220   37.92 OPD(1,2)/O6
O 13   M     1.000000 Axial DMD      0.580152    0.07 DMD(1,2)/O6
O 16   M     1.000000 0.7 Dist       0.332837    0.02 O15/O14
O 17   M     1.000000 0.7 YFS       -1.887871    0.79 DYY(2,1)/O2
O 18   M     1.000000 0.7 XFS       -3.633583    2.92 DXX(2,1)/O2
O 19   M     1.000000 0.7 Coma       1.385732    0.42 S2T(2,1)/O7
O 20   M     1.000000 0.7 DY U      -0.427590    0.04 DY(2,2)/O3
O 21   M     1.000000 0.7 OPD U      5.247948    6.08 OPD(2,2)/O6
O 22   M     1.000000 0.7 DMD U      1.291534    0.37 DMD(2,2)/O6
O 23   M     1.000000 0.7 DY L      -3.946480    3.44 DY(2,3)/O3
O 24   M     1.000000 0.7 OPD L     -4.162142    3.83 OPD(2,3)/O6
O 25   M     1.000000 0.7 DMD L      1.372220    0.42 DMD(2,3)/O6
O 26   M     1.000000 0.7 Sag DX    -1.884340    0.78 DX(2,4)/O3
O 27   M     1.000000 0.7 Sag DY    -1.990562    0.88 DY(2,4)/O1
O 28   M     1.000000 .7 Sag OPD     7.098195   11.13 OPD(2,4)/O6
O 31   M     1.000000 1.0 Dist       0.934756    0.19 O30/O29
O 32   M     1.000000 1.0 YFS       -2.354680    1.22 DYY(3,1)/O4
O 33   M     1.000000 1.0 XFS       -6.121129    8.27 DXX(3,1)/O1
O 34   M     1.000000 1.0 Coma       0.484274    0.05 S2T(3,1)/O7
O 35   M     1.000000 1.0 DY U      -0.305858    0.02 DY(3,2)/O5
O 36   M     1.000000 1.0 OPD U      4.056415    3.63 OPD(3,2)/O6
O 37   M     1.000000 1.0 DMD U      1.618839    0.58 DMD(3,2)/O6
O 38   M     1.000000 1.0 DY L       1.089574    0.26 DY(3,3)/O5
O 39   M     1.000000 1.0 OPD L      3.511281    2.72 OPD(3,3)/O6
O 40   M     1.000000 1.0 DMD L      3.406111    2.56 DMD(3,3)/O6
O 41   M     1.000000 1.0 Sag DX    -0.753095    0.13 DX(3,4)/O5
O 42   M     1.000000 1.0 Sag DY    -2.291776    1.16 DY(3,4)/O1
O 43   M     1.000000 1 Sag OPD      3.751035    3.11 OPD(3,4)/O6
MIN RMS ERROR:      3.821989
```

25) 把镜头文件保存在private目录下，文件名为"Triplet10mm_OptGeniiStd.len"。

26) 点击文本窗口的ITE按钮。每次点击这个按钮大约会进行10个周期的迭代。

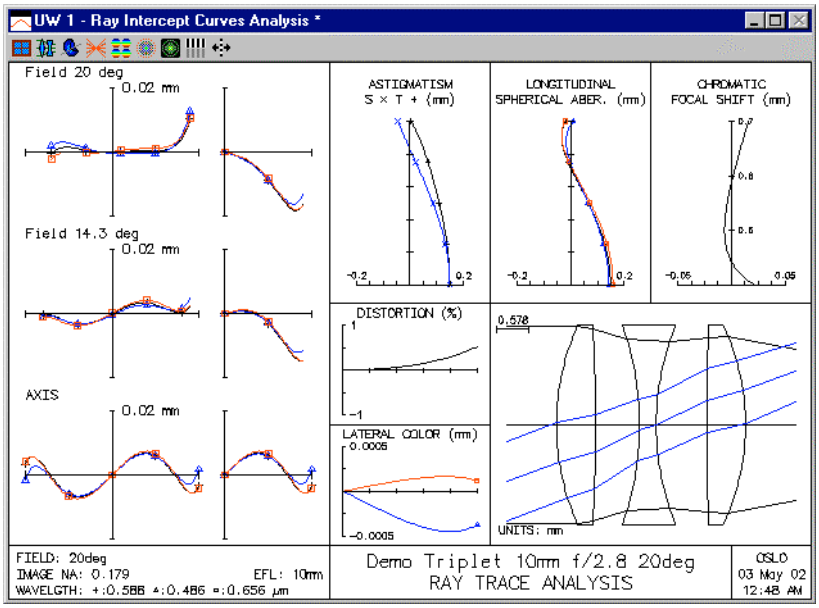



```
*ITERATE FULL  10
NBR      DAMPING    MIN ERROR    CON ERROR   PERCENT CHG.
  0   1.0000e-08    3.821989       --
  1   1.0000e-04    3.380507       --        11.551106
  2   1.0000e-04    1.163229       --        65.590120
  3   1.0000e-04    0.703627       --        39.510855
  4   1.0000e-04    0.663517       --         5.700413
  5   1.4380e-05    0.652861       --         1.606024
  6   5.4530e-06    0.642270       --         1.622284
  7   1.2734e-06    0.638183       --         0.636383
  8   1.4359e-09    0.636723       --         0.228751
  9   8.8420e-10    0.636277       --         0.069986
 10   8.8420e-10    0.636064       --         0.033417

*ITERATE FULL  10
NBR      DAMPING    MIN ERROR    CON ERROR   PERCENT CHG.
  0   1.0000e-08    0.636064       --
  1   1.0000e-08    0.635974       --         0.014255
  2   3.7921e-09    0.635936       --         0.006008
  3   3.7921e-09    0.635920       --         0.002526
```

优化进行了10次。当再次点击"Ite"按钮，优化只会进行三次就停止了。这是因为当再进行三次优化后，误差函数已经小于0.01% 。如果想进一步了解优化参数的设置，请参考本章后面的小提示 #3。.

现在可以用相同的方法评价优化后的系统。

27) 通过"Window>>Graphics>>New"打开一个新的图形窗口，然后点击"RIC Report Graphic"。



28) 锁定现在窗口，并与第#17的RIC报告图形进行比较。

29) 如果你的系统与上图如示的一致，选择"File>>Save" ，并把此文件保存为"Triplet10mm_OptGeniiStd.len"。如果结果有问题，请重复步骤#16到#25。

用OSLO Spot Size/Wavefront误差函数优化

要构建OSLO Spot Size/Wavefront (SS/WVF)误差函数需要一些必要的光线型操作数来计算各视场（或指定视场）的RMS spot size 均方要弥散斑大小(横向光线像差)或 RMS OPD (波像差)的数值（或各视场的平均值），以及控制色差。在构建误差函数的过程中，要设置必要的视场与光线，以便适当的简化系统。虽然各种构建的误差函数允许用户修改及添加操作数，OSLO的SS/WVF误差函数基本上适合添加可选的操作数，如约束边缘厚度，控制畸变。

在开始使用本类误差函数之前，重新打开优化前的镜头文件。

30) 打开private目录下的"Triplet10mm_Start.len"文件。

31) 选择"Optimize>>Generate Error Function>>OSLO Spot Size / Wavefront…"。

可以在"Generate Error Function" 对话框中，设置视场及孔径采样方式，用Spot Size还是Wavefront Error控制，也可以控制色差、畸变、边缘厚度。

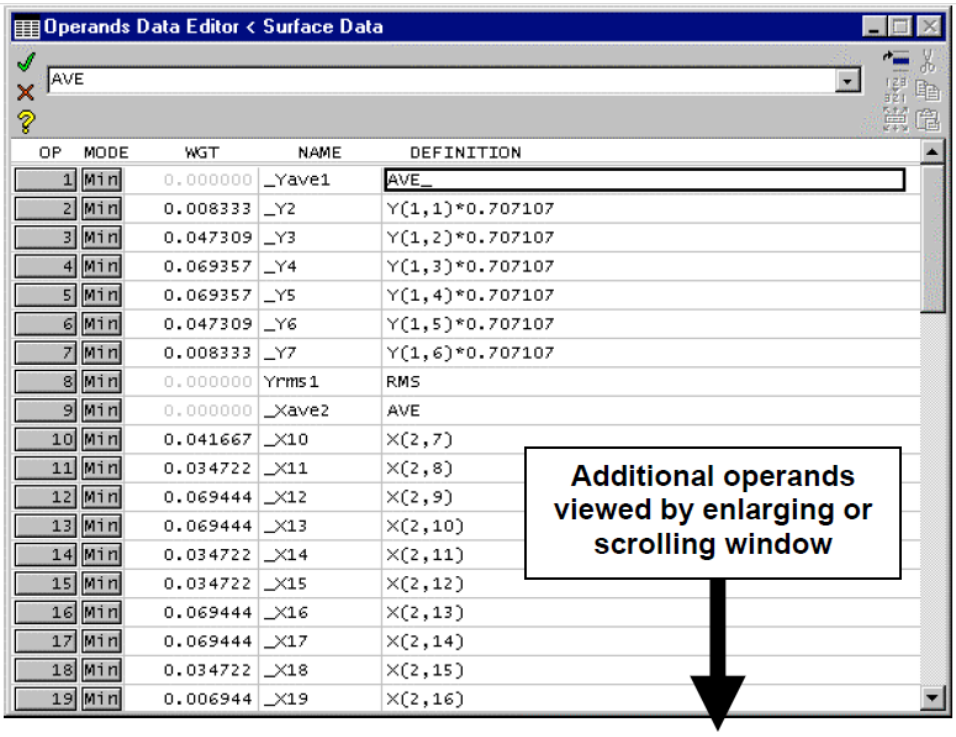
32) 将"Color Correction Method"项，选择为"Use CHR/DMD operands"。

33) 将"Correct Distortion Full Field"项，选择为"On" ，并设置为0.5%.

34) 其它项不变，然后点击"OK"按钮。

关闭"Generate Error Function"对话框后，好像没发生什么事。实际在后台生成了一套完全的误差函数。

35) 可以通过"Optimize>>Operands"查年生成的操作数列表。

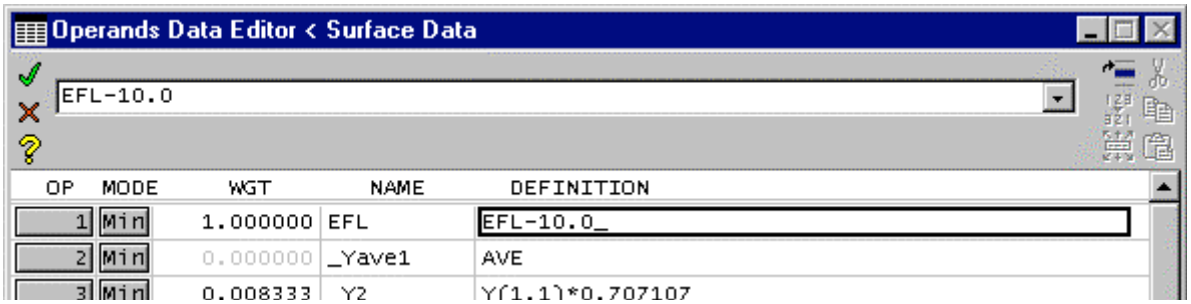


这些光线型操作数控制着指定光线，依据"Generate Error Function"对话框中的视场、孔径设置进行采样。向下滚动，可以发现这个误差函数包含了109个操作数，并且它们均基于光线(比如 "X(2,7)" 可以参考在本章后面小提示 #2)。

然后，这套操作数还是有一点小问题。如果你追迹所有光线至像面，并试图最小化各个弥散斑，同时允许各面曲率可以变化，但是这个函数还不能控制EFL。

36) 在第一行操作数右击，在弹出选择"Insert before"插入一行。

你可以在Operands Data Editor列表中插入若干行，除了在"AVE" 和"RMS" 操作数相互之间。方便起见，最好把自定义操作数放在列表的最前面或最后面。



37) 在这个新行中，输入权重1,名字为EFL，数值定义为EFL-10。因为OSLO定义的目标值总为0，这样设置可以使系统的EFL设定为10mm。

38) 关闭Operands Data Editor 窗口。

39) 在优化之前，点击文本窗口的OPE按钮查看，误差函数。文本窗口的分析结果显示误差函数设置正确。

TW 1 *

Len Spe Rin Ape Wav Pxc Abr Mrg Chf Tra Ref Fan Spd Auf Var Ope Ite

```
*OPERANDS
 OP   MODE     WGT       NAME          VALUE   %CNTRB DEFINITION
O 1    M     1.000000 EFL          1.6165e-13   0.00 EFL-10.0
O 9    M     0.250000 Yrms1          0.028911   1.06 RMS
O 24   M     0.500000 Xrms2          0.019661   0.98 RMS
O 39   M     0.500000 Yrms2          0.021348   1.16 RMS
O 54   M     0.125000 Xrms3          0.017398   0.19 RMS
O 69   M     0.125000 Yrms3          0.024730   0.39 RMS
O 77   M     0.125000 CHRrms1        0.002028   0.00 RMS
O 92   M     0.500000 CHRrms2        0.003337   0.03 RMS
O 107   M     0.125000 CHRrms3        0.007681   0.04 RMS
O 108   M       --     Dist           0.009348    --  DIST(4,20)
O 109   M  1.0000e+03 _DistMax      -0.004348  96.15 0.005>O108
MIN RMS ERROR:      0.003133
```

注意误差函数中的光线分成5组进行评价的。每组都包含子午和弧矢光线截位（光线在像面上的交点位置），这些都是均方根数值。另外这些操作数能控制色差及畸变。可以在"Ope" 分析结果中，证实已经完成了EFL设置。

现在设置好变量和误差函数了，在优化之前，保存当前镜头文件。

40) 镜头另存为private 目录下的"Triplet10mm_OptOSLO_SS.len" 。

41) 点击"Ite"按钮开始优化。

42) 大约迭代7个周期后停止了优化。这是因为在7次迭代后，误差函数小于0.01%。可以参考本章后面的小提示 #3。

TW 1 *

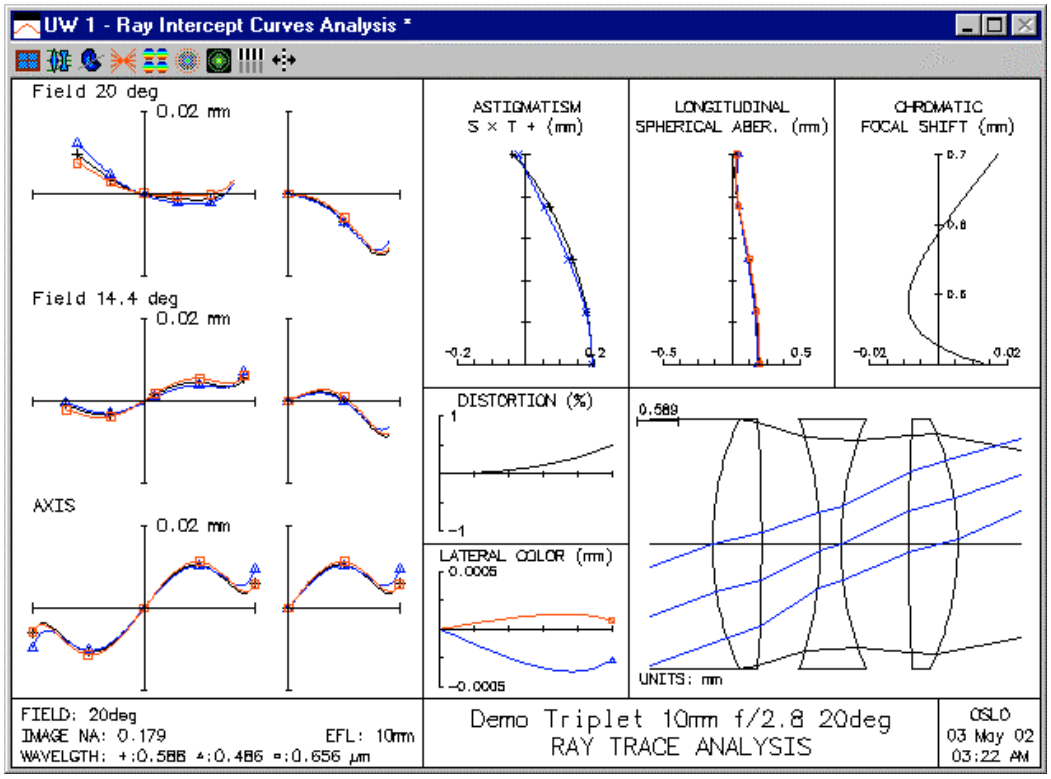
Len Spe Rin Ape Wav Pxc Abr Mrg Chf Tra Ref Fan Spd Auf Var Ope Ite

```
*ITERATE FULL  10
NBR      DAMPING    MIN ERROR    CON ERROR   PERCENT CHG.
  0   1.0000e-08    0.003133       --
  1   1.0000e-08    0.002967       --          5.281431
  2   1.0000e-08    0.000870       --         70.679321
  3   1.0000e-05    0.000127       --         85.374791
  4   1.0000e-05    0.000113       --         10.811624
  5   3.7921e-05    0.000113       --          0.296450
  6     0.000886    0.000113       --          0.007303
  7     0.001273    0.000113       --          0.004102

*ITERATE FULL  10
NBR      DAMPING    MIN ERROR    CON ERROR   PERCENT CHG.
  0   1.0000e-08    0.000113       --
  1     0.010000    0.000113       --          0.000794
  2     0.010000    0.000113       --          0.000207
```

现在可以与优化前的系统进行对比评价。

43) 通过"Window>>Graphics>>New"打开一个新图形窗口，然后选择 "RIC Report Graphic"。

44) 锁定该窗口。

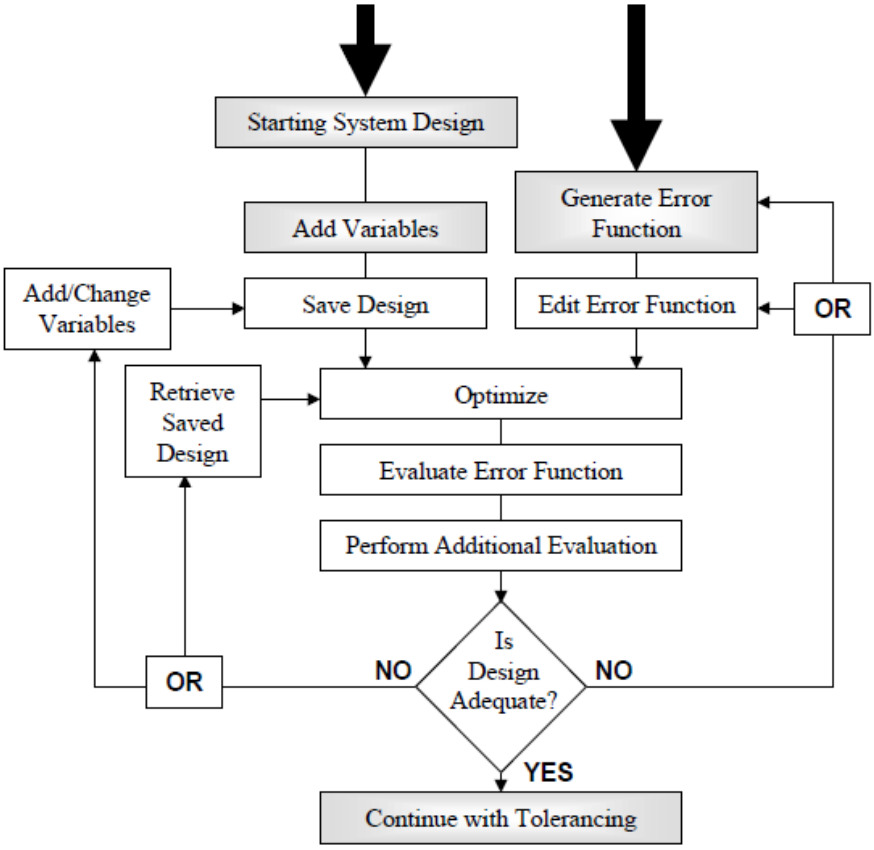


这样就有三Ray Intercept Curves Analysis窗口打开着：一个是优化前的图(step#17)，一个是使用GENII误差函数的图(step #27)以及使用OSLO Spot Size / Wavefront误差函数优化的图 (step #43)。当然，这两种都改善了系统 (RIC图比未优化的小了约2.5倍)。但是在这个系统可能并无法看出那种优化更好些。从RIC图上看，RENII误差函数的优化实际上比OSLO Spot Size / Wavefront误差函数稍好一点。实际上设计指标才是最重要的(光线图、像差、或其它条件)，这些条件通常由客户指定或实际应用需要，其它情况下，我们可以认GENII会提供更好的优化结果。使用GENII误差函数与其它类型的相比，在轴上的光线图（左下角），显示的像差一般会更小些。

45) 如果你所得到的结果与此外相同，就可以保存文件为"Triplet10mm_OptOSLO_SS.len"。如果结果不同，请重复#30到#40。

本章仅是初步的系统都会大家怎么用OSLO进行优化。这只是光学设计的一部分。

完整的设计过程图如下：

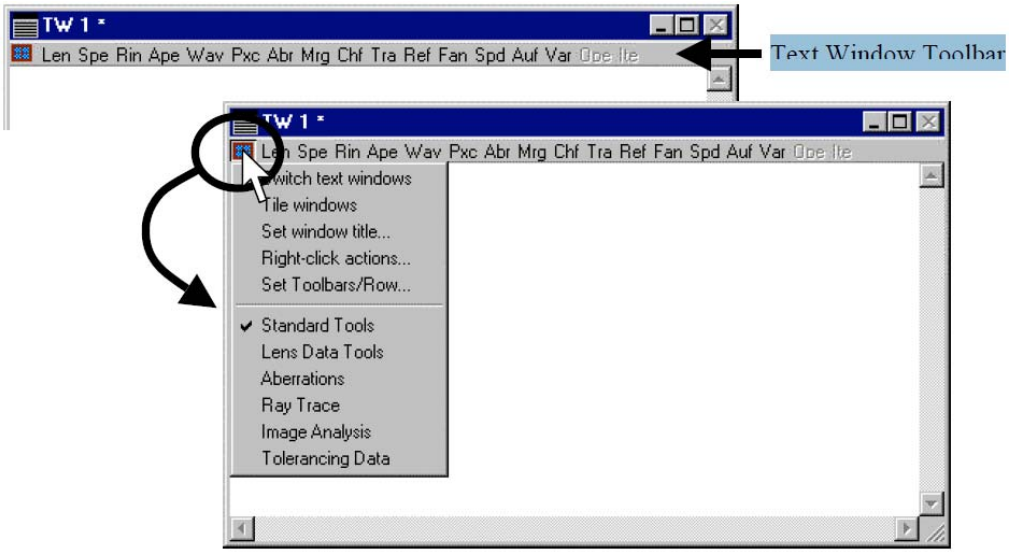


要想成为一名优秀的光学设计师，你还需要更多的经验来处理光学系统的各个关键点。这些内容超过本章的范围了。

小提示#1

请注意在TW 1窗口的一系列缩写字母(Len, Spe, Rin, …etc.) ：

这些缩写字母会随你改变窗口工具而改变。你修改这些工具，点击最左边的图标。上图显示的标准工具。如果是灰色项，表示目前无法使用。如果操作数还没定义的话，OPE无法使用，而ITE无法使用，表示变量及操作数未定义好。



小提示#2

OSLO Standard 与Premium使用的优化方式与OSLO Light不相同。在OSLO Light，只可以使用那些已经定义好的CCL或SCP 命令(这些就叫做用户自定义操作数)。在OSLO Standard与Premium，用户直接添加或删除光线型的操作数、像差及

系统参数（这些称为内置的操作数）。这种方法在OSLO Standard与 Premium 中，使用户更容易添加及修改独立的操作数，并可以影响误差函数中其它操作数。在OSLO Light没有这么方便的功能，可以直接在Operands Data Editor中，删除或修改独立的操作数，但是有灵活性极大的用户自定义操作数可以使用。

当然，OSLO Standard 与Premium除了内置的操作数，也可以自定义操作数的。

如果你是暂停练习而来阅读此处，应该先保存文件。以下步骤会影响到你现在的镜头系统。.

1)为了学习更多的可以在OSLO Standard 与Premium使用的操作数，先确保误差函数已经构建好了。为了讨论"OSLO Spot Size /Wavefront" 误差函数，选择"Optimize>>Generate Error Function>>OSLO Spot Size / Wavefront"。

2) 点击 "OK"，保留默认设置。

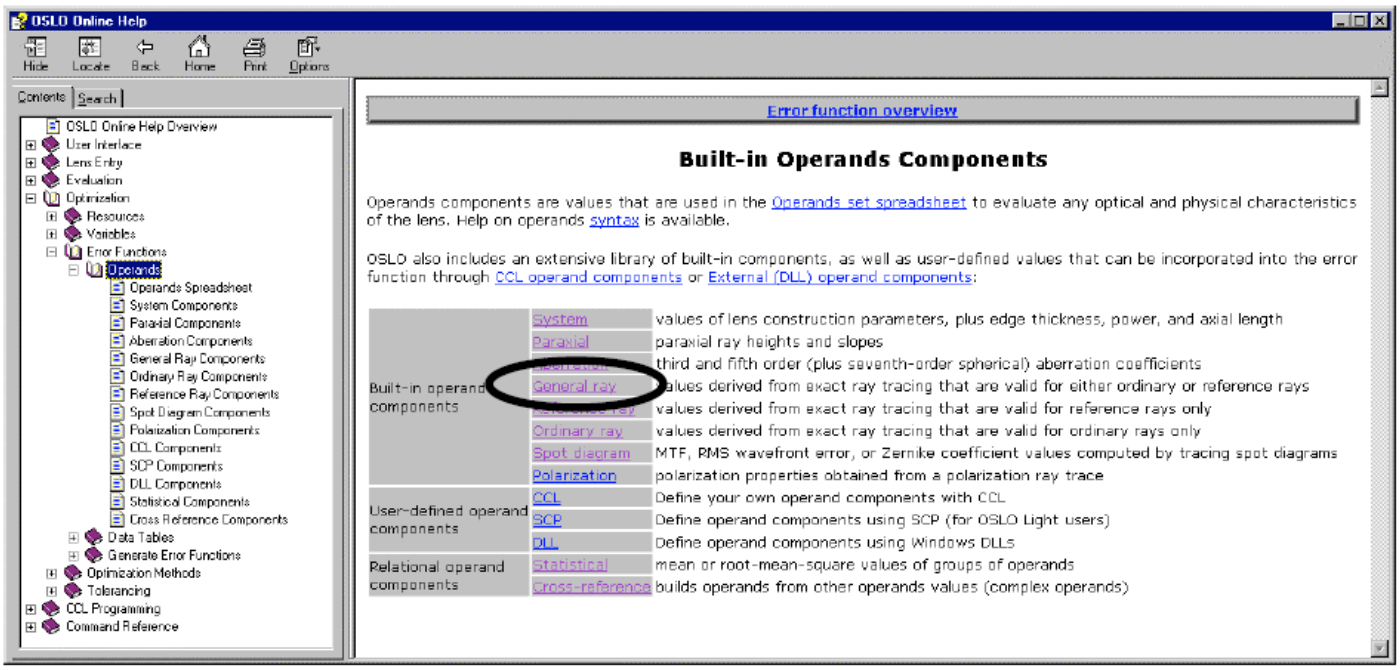
3) 选择"Optimize>>Operands…" 。

4) 当打开Operands Data Editor opens时，注意所在与"X(2,7)"与"Y(3,10)"相关的命令。

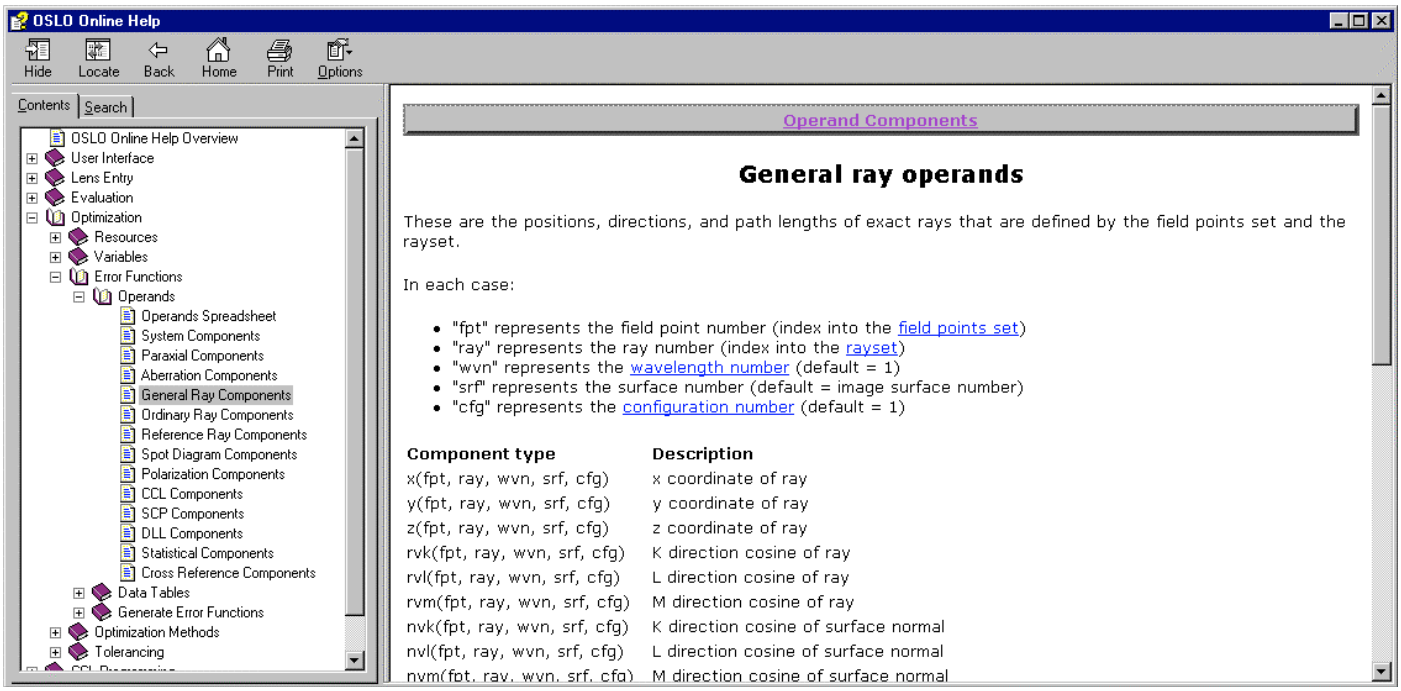
5) 要了解这命令的含义，转到on-line help (F1)。并转到: "Contents>>Optimization>>Error Functions>>Operands"。

在右侧选择"Error Function Overview"这部分是描述内置操作数的。

6) 光线型操作数可以在"General Ray"链接中查看到。



点击后，进入"General Ray Operands"，此外描述各种误差的操作数。X( )标签表示操作数X(fpt, ray, wvn, srf, cfg) 参数3, 4 & 5,容易理解。但什么是"fpt"与"ray"?



"fpt" 参数表示当前定义的视场点的数目。视场点的定义描述可以在"Optimize>>Error Function Tables>>Field Point Set…." 中设定。

"ray" 参数表示你需要输入当前设定的光线组

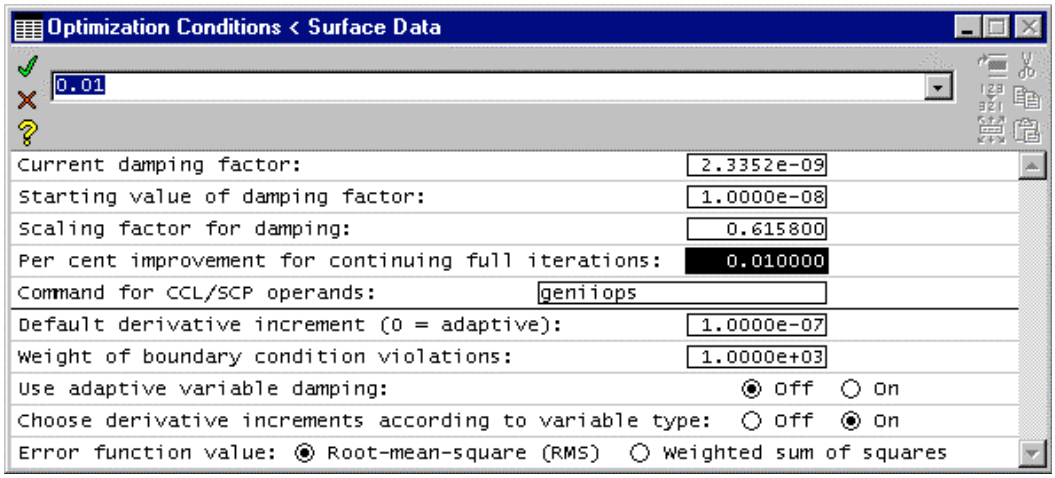
如果你要使用参数的默认值，当使用该命令时，无需输入任何参数。

你可以Built-in Operand Components页"System" 发现在第二种误差函数使用EFL命令了。

更多的操作数可参考Optics Reference 或 OSLO on-line help。

小提示#3

调整优化参数，在菜单栏选择“Optimize>>Optimization Conditions”。可以在对话框中更改优化参数。“Percent improvement for continuing full iterations”默认值是0.01%。这意味着如果在一次循环中，误差函数减小值小于0.01%，就停止优化。

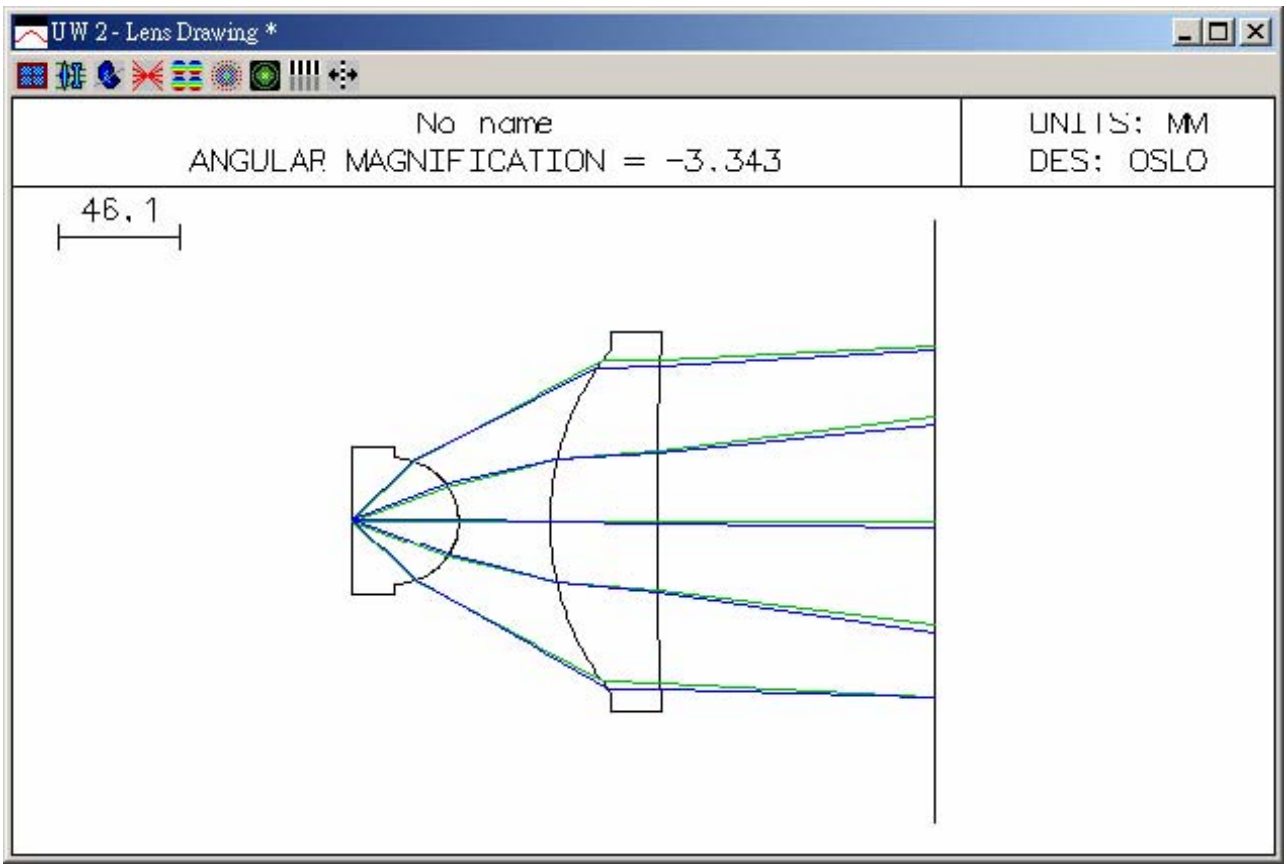


第五章 LED透镜优化设计

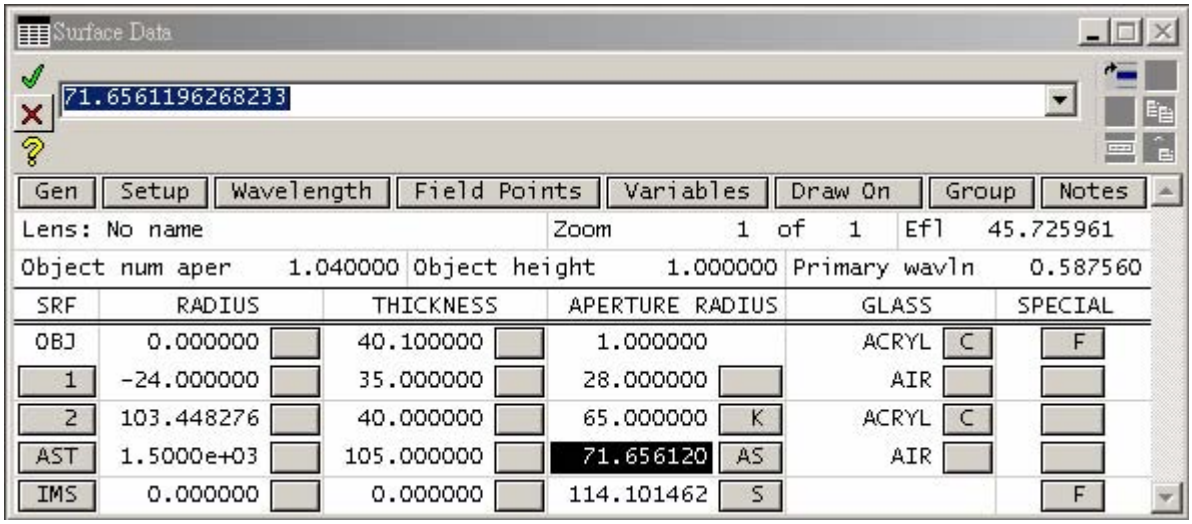
OSLO 本身是一套强大的透镜设计软件，不但可以读取不同的光学软件文件(ZEMAX，CODE V，SIGMA，GENII)，同时还可以把文件保存为 CAD 文件(DXF，IGES)。如果使用 TracePro，更可以直接读取 OSLO 文件。近来有许多光学设计人员遇到 LED 透镜设计问题，在这里就对如何使用 OSLO 加速透镜设计做一介绍。

设计 LED 透镜第一步先要了解 LED 的参数，不外乎是发散角度及光斑分布。这些参数在 TracePro 这种非序列光学软件中很容易观察，但不容易做优化及调整。因此可以先用 OSLO 进行初步设计及优化。

下图为 LED 及准直透镜图，假设其内部芯片面积 1mm X 1mm，并且是 Lambertian 发光



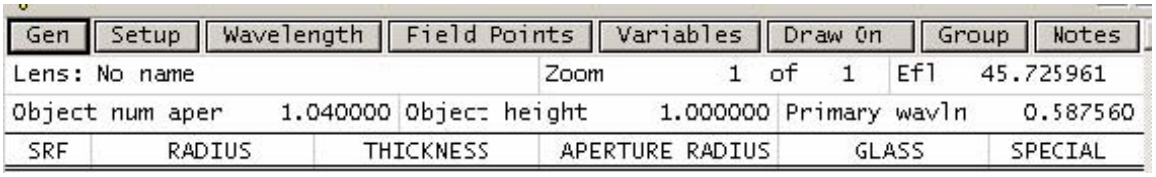
下图为透镜参数设定



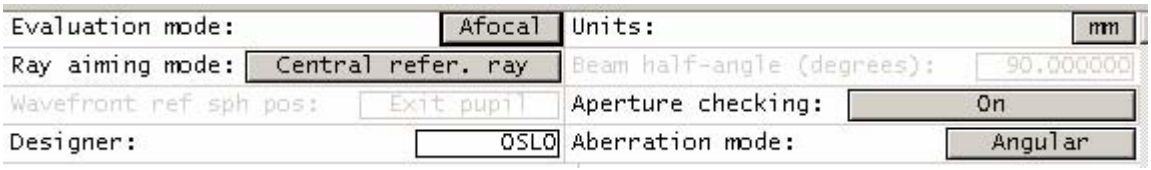
注意其物高设定为 1mm，其 NA 值设定为 1.04，在 OSLO 中要设定角度必须使用 NA 值进行设定，NA=n*sin θ。由于使用材料 ACRYL，其 n=1.472736。所以若设定为 45 度，NA=1.472736*0.707=1.041。

设定完成查看各项参数，但要查看是角度量，故要将 OSLO 切换至另一个模式

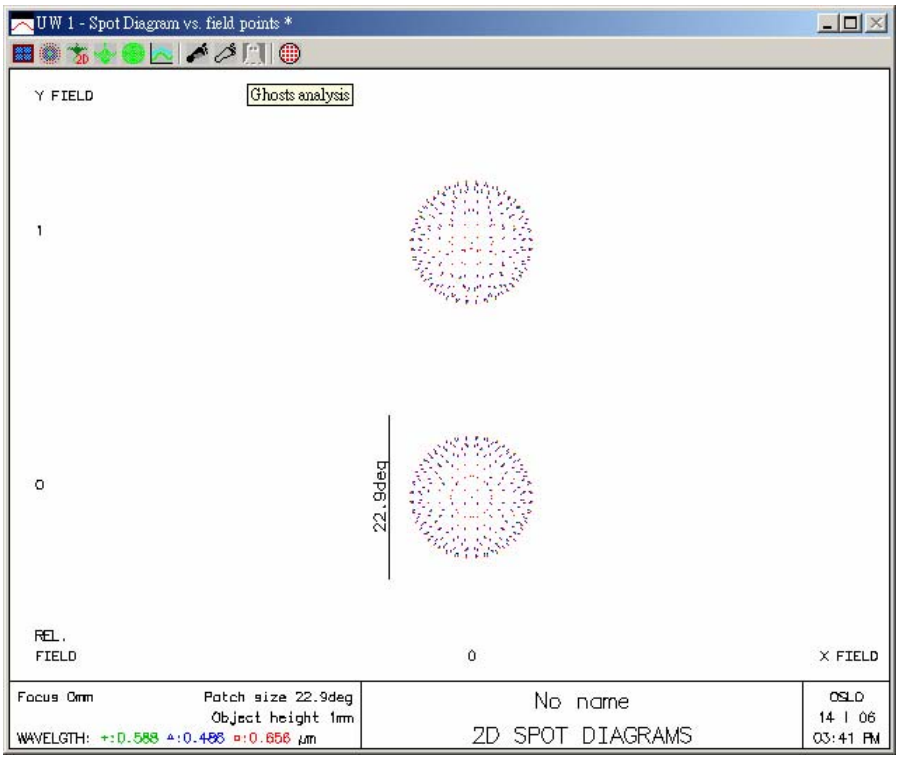
点选左上角的 Gen 按钮，进入 General 设定窗口



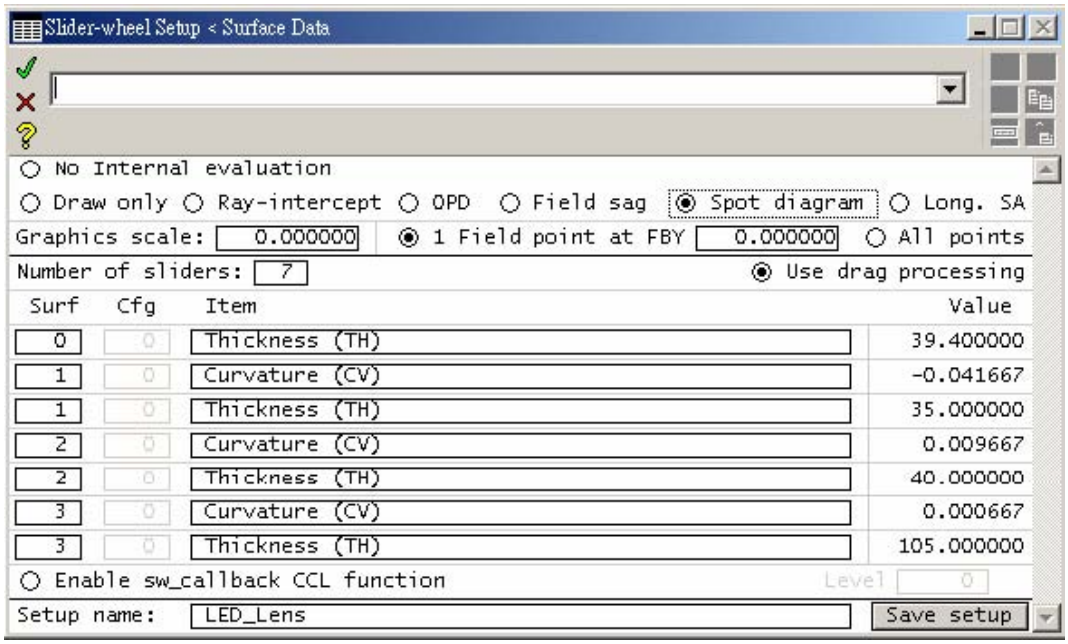
将 Evaluation mode 改为 Afocal 模式，我们会看到 Aberration mode：变为 Angular，表面切换至角度模式，单位均会改为 degree 或 radians 来表示



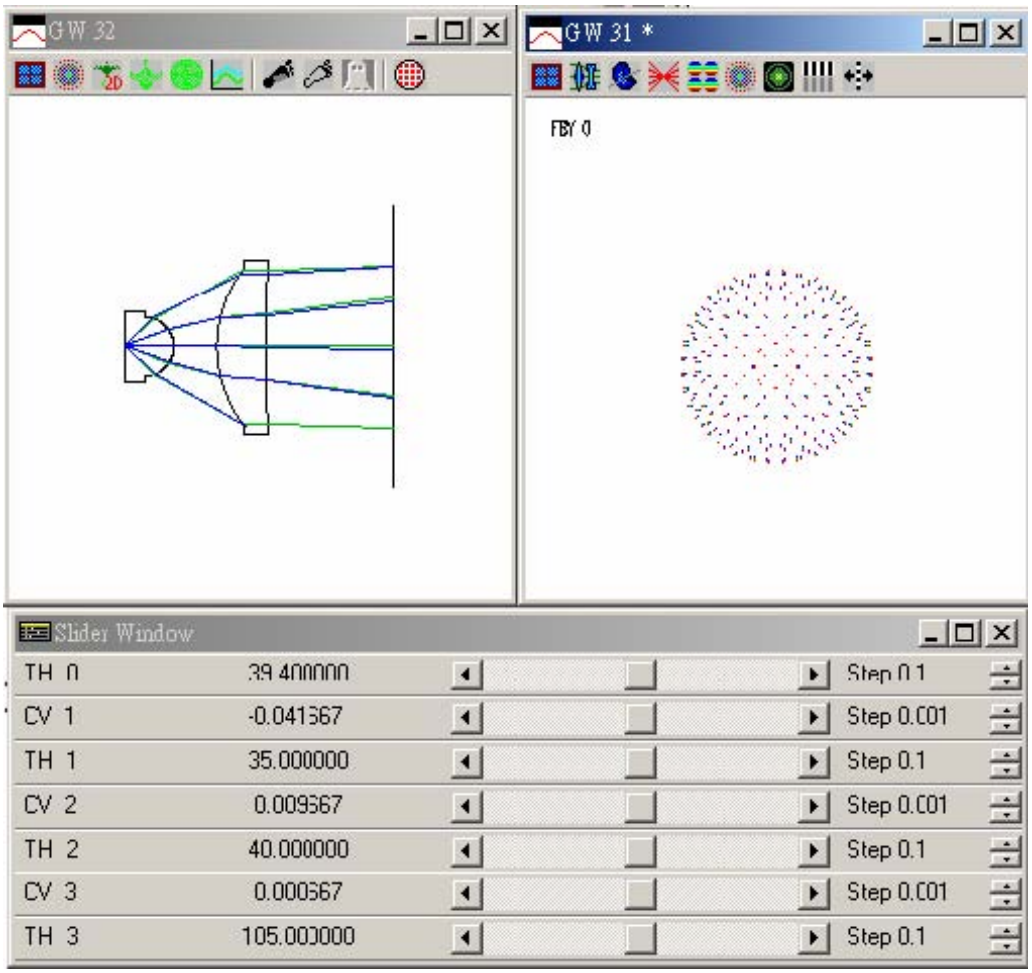
如下图选择 Spot diagram V.S. All field points，可以看到不同视场角的 Spot diagram 的数值以角度表示



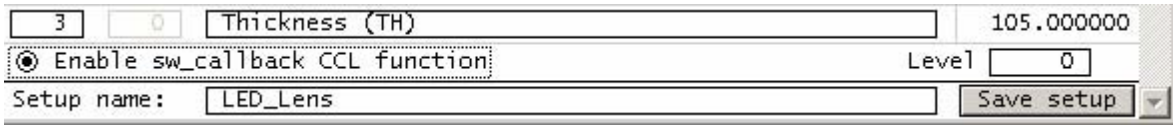
在 OSLO 这种软件中都可以做优化的功能，但是由于 LED 的优化条件不易定义，也就是很难使用评价函数来定义要达到的目标，不过在 OSLO 还有另一种优化工具叫做 Slider-Wheel Design。此工具允许我们直接调整参数并观察结果，对于一些无法直接下优化评价函数的系统特别好用，下图我们分别选择第 0 个面的厚度(Thickness)，以及第 1，2，3 个面的曲率及厚度，共 7 项参数。



看下图，调整参数直接观察 Spot Diagram



但由于此处的 Spot diagram 没有单位，或者这不是我们想看的分析图，OSLO 还可以透过其它方式进行观察，在 Slider-Wheel Design 中有一个 Enable sw_callback CCL function 的选项，其选项原意是利用 Slider-Wheel Design 改变后，可以实时进行优化，而其数字即为优化次数



不过我们还可以利用此功能进行特殊的分析观察，这样的分析功能就需撰写 CCL 来进行分析，

CCL 是 OSLO 的宏语言。利用内部文本编辑器打开 private/ccl/目录下的 my_swcallback.ccl 文件，首先在文件头加入”#define SW_SpotAngle 14”这一行

```
#define SW_MAXITERS          10
#define SW_ANGSLIDER         11
#define SW_DIFFRACTDBLT      12
#define SW_EBRSLIDER         13
#define SW_SpotAngle         14
#define SW_MTF               15
```

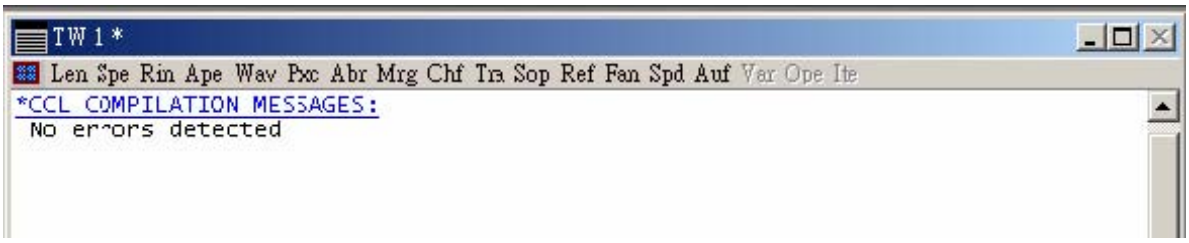
再在循环内加入以下文字

```
case SW_SpotAngle:
stp outp off;
gwt "Spot Diagram vs. field points";gwe "spd2D 0.0 0.0:spd2D";
stp outp on;
break;
```

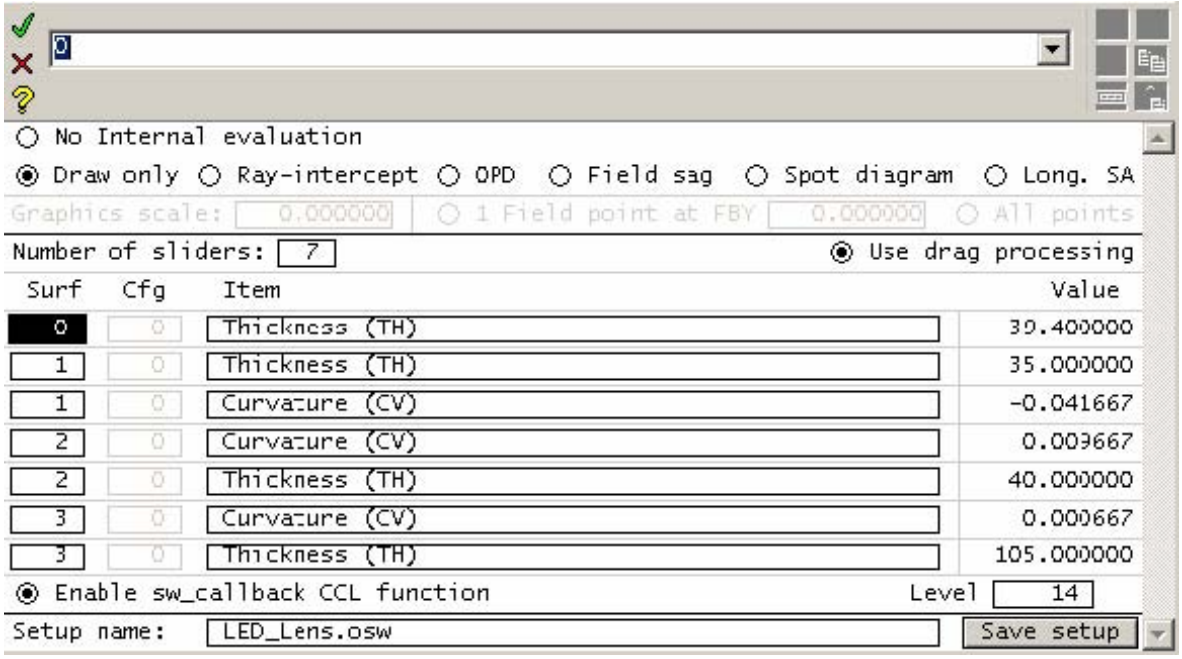
此指令的意义就是在 Callback 时多增加一项编号 14 的功能，可以让使用者直接观察到角度与参数的关系。完成后如下图：

```
#define SW_MAXITERS          10
#define SW_ANGSLIDER         11
#define SW_DIFFRACTDBLT      12
#define SW_EBRSLIDER         13
#define SW_SpotAngle         14
#define SW_MTF               15

cmd Sw_callback(int cblevel, int item, int srf)
{
    switch (cblevel)
    {

        case SW_SpotAngle:
        stp outp off;
        gwt "Spot Diagram vs. field points";gwe "spd2D 0.0 0.0:spd2D";
        stp outp on;
        break;

        case SW_MTF:
        stp outp off;
        gwe "rpt_tfr:rpt_tfr";
        stp outp on;
        break;


        case SW_ANGSLIDER:
        stp outp off;
        ang cc[0];
        stp outp on;
        break;

        case SW_DIFFRACTDBLT:
        sprintf(str1,"ocm18%+f\n",-cc[0]);
        o 4 str1;
        ite 2;
        break;

        case SW_EBRSLIDER:
        stp outp off;
        ebr cc[0];
        stp outp on;
        break;

        default:
        if (cblevel > 0 && cblevel < SW_MAXITERS)
            ite cblevel;
        else
        {
            beep;
            msg("Callback not implemented.");
        }
    }
}
```

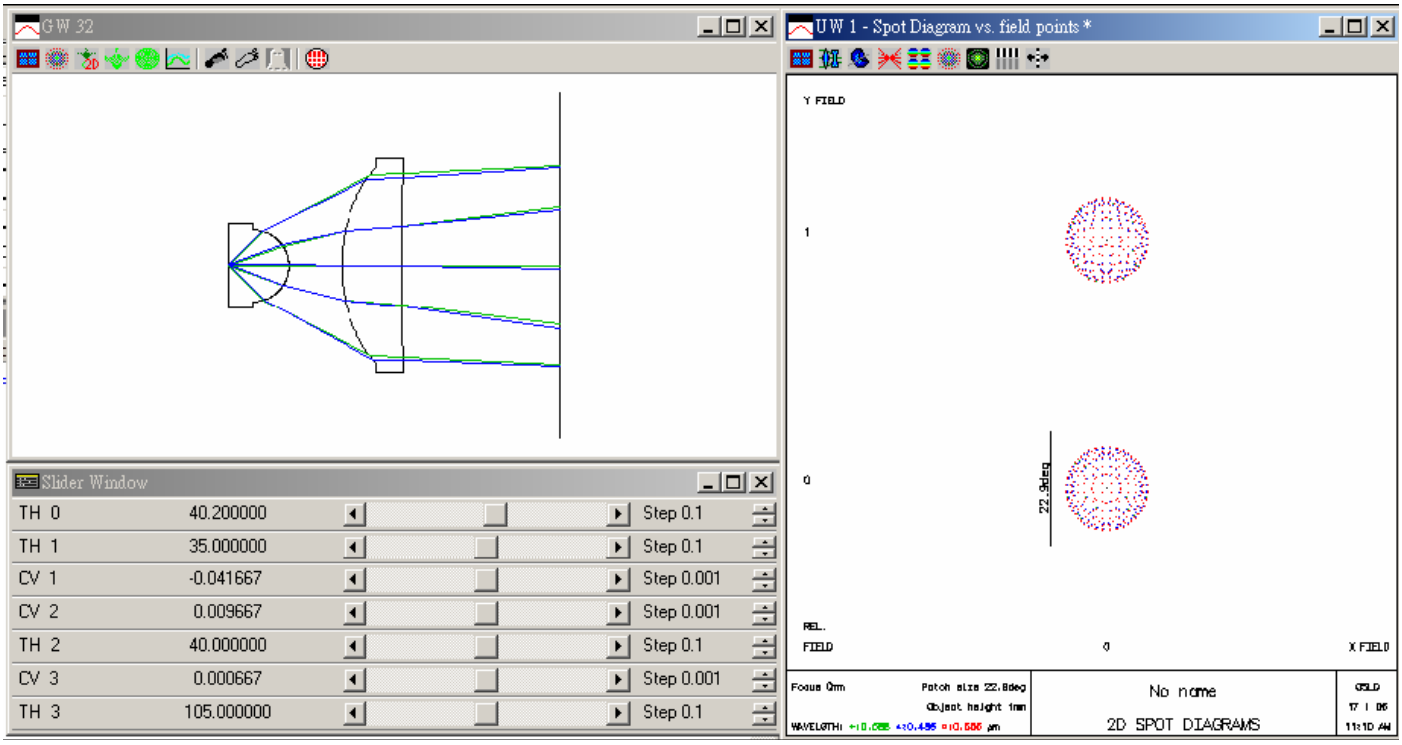
使用文本编辑器储存后，如果没有问题会出现以下讯息



回到 Slider-Wheel Design 重做一次，不过这次要钩选 Enable sw_callback CCL function 并设定 Level 为 14

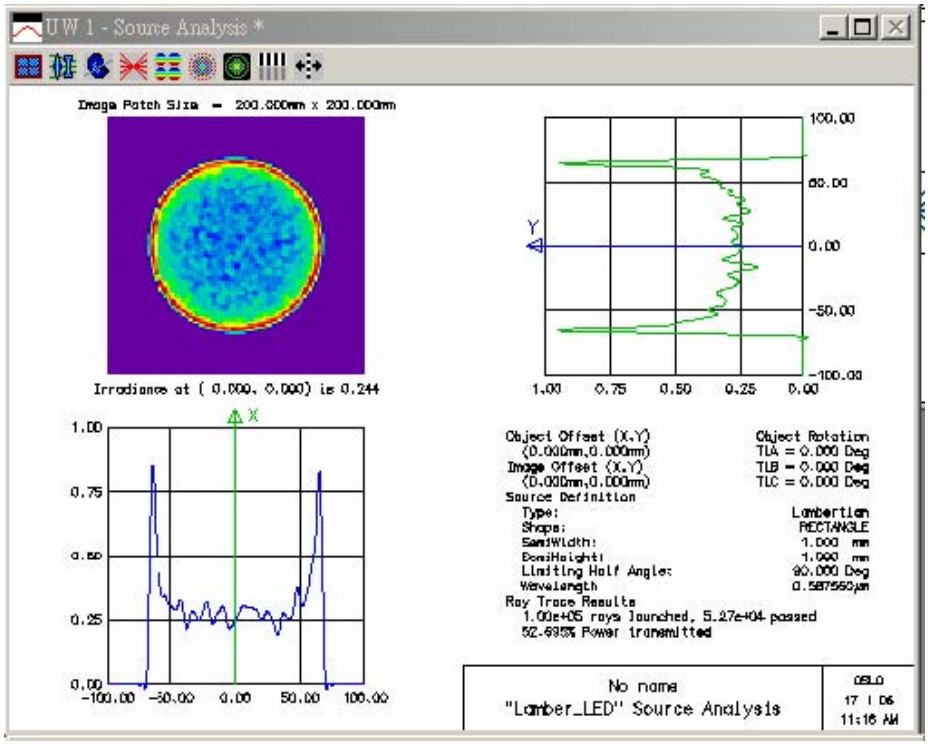


完成后如下图，可以同时看到参数变化与角度 Spot Diagram 的关系

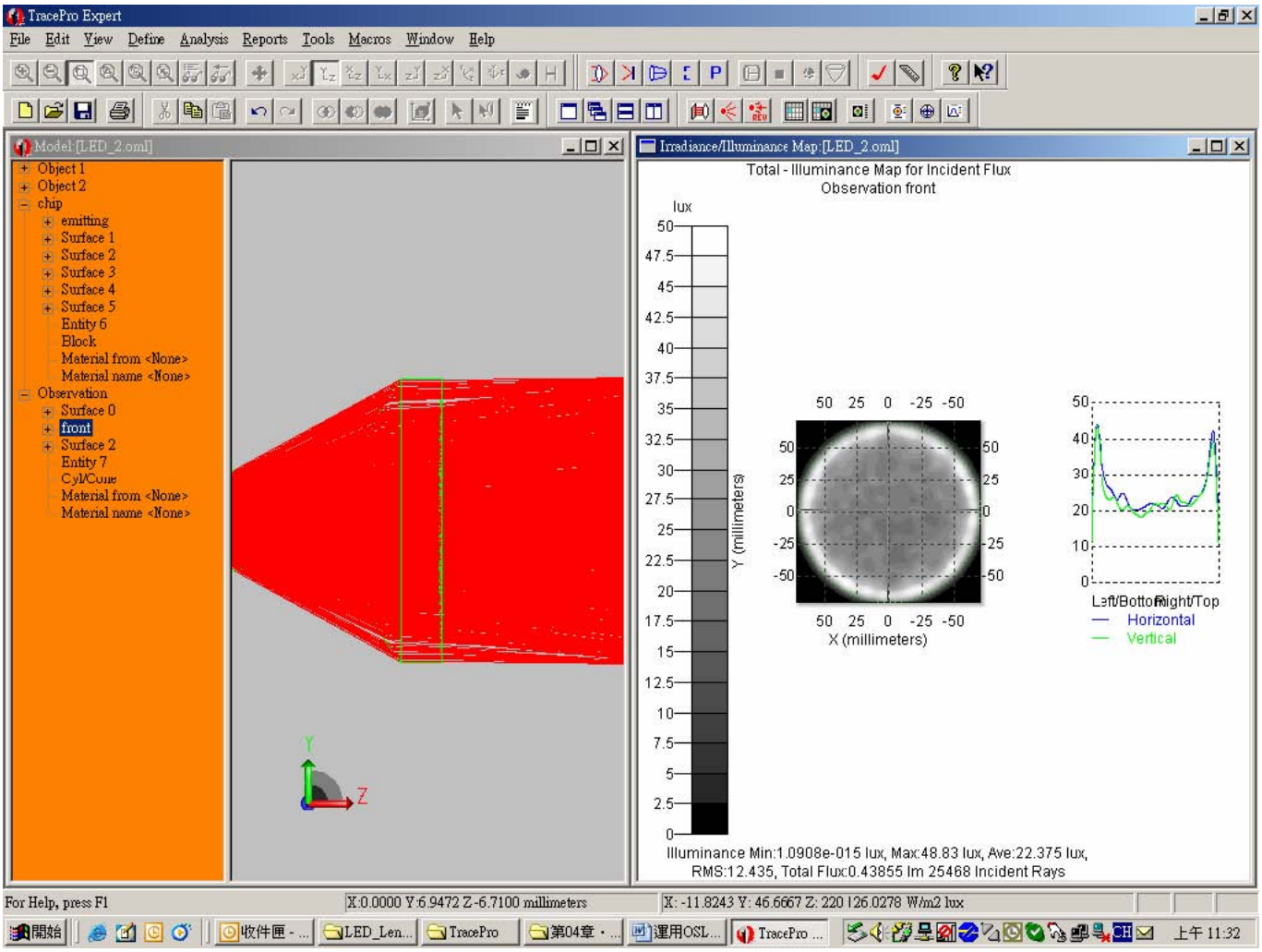


以此类推，基本上在 OSLO 可以此方式看到任何的分析图表。

当我们了解角度分布后，可以再利用 OSLO 中的 Source->View Extended Source Imaging->LED 来观察 LED 的照度分布状况，如下图



在 TracePro 中，打开后，并放入一个 1mmX1mm 的 Lambertian 光源可看到相同的结果，此初步设计完成后，再利用 TracePro 做更具体的形状设计及修改



相信此方式可加快 LED Lens 的设计！

第六章 陈志隆教授关于OSLO之证言

1998年我在台南成功大学物理系,因为受命执行中华卫星二号科学酬载红色精灵计划，开始接触光学系统设计。红色精灵计划是一个太空计划，硬件上有三个光学仪器(一个六片filter影像仪，一个六管光谱仪，一个双数组式光谱仪)与一个主控仪器，与中华卫星二号主计话画的遥测仪分开架在卫星主体上。当时众多计划目标里头有一项目标是建立光学酬载的设计能力。

坦白而言，当时我没有这个能力---虽然我是光学博士出身，但连规格都看得很吃力!! 更遑论设计，制作与测试的东西!!当时太空计画室的丁南宏博士，李立行博士与张友信博士，特别是李立行博士在规格上给了启蒙.中华卫星二号科学酬载红色精灵计划是个国际合作计划，里头主要有美国加州大学柏克莱分校与日本东北大学。

刚开始的设计是跟美国Univ. of California, Berkeley, Dr. Stephen Mende走。Dr. Stephen Mende有光学设计高手，但Dr. Stephen Mende还是委外设计。而日本东北大学福西浩教授则是自己设计、自己作。这个计划在历经波折，设计制作与测试,最后整个科学酬载2004年中已经在太空中运作并成功地完成人类史上第一次自卫星上取下高空向上闪电等重要数据。在执行计划的过程我对当时市面上的光学软件(几乎所有的光学软件)进行评估并购置使用，我的实验室投入不少人力与心力。2001年我个人决定切入作光学系统设计并以此为我专业领域。并以OSLO为我设计的主要工具.2002年我换到交通大学光电所，算是以光学设计为本业的开始。

当初在众多的软件选择OSLO当然是有原因。首先自然要算得准，好用，速度快，又有延伸性，另外不能是黑盒子，不能作到后来不知道是自己的想法有误？还是软件有误？"不能是黑盒子"是当初我选择OSLO的一个重要原因。

在这些年里，虽然pre-design我是以手算为主，但OSLO内建的aberration analysis工具很强(如Aldis定理等)，在分析上颇有帮助。另外整个接口(Setup与Solves等)相当实用与清楚，对建立一个好的initial design帮助极大。OSLO的最佳化功能极强，层次很清楚，对给出一个好设计帮助太大了。这是我很难放弃OSLO的一个原因。

Slider-Wheel与call-back功能实在太强了。另外还有公差分析的工具很完备，这对后续处理太重要。内建的database与project管理的工具很全，其中Warren J. Smith的design library对我学习帮助极大。此外输出文件该有的都有了。OSLO有一点跟其它软件不同的是：我个人觉得整个软件的理论基础很强。

我真正决定使用OSLO作设计还有一个原因，它是一个平台，我可以写C程序扩充功能。虽然各个软件都可以有宏指令供使用者使用，但一旦是要作新的接口研发或者对软件原厂都不能问的比较保密性的计划，宏指令在效率上与保密性比较不周全，事实上远远不及的。

OSLO源自美国Univ. of Rochester光学所 (Institute of Optics)是D. Sinclair教授的心血之作， D. Sinclair教授是1965年毕业于Univ. of Rochester，之后就留校任教。据说他之前不是作光学设计，是作了光学所的faculty才作光学设计!! D. Sinclair教授在1976年创建Sinclair Optics，开始有商用版的OSLO。OSLO有一个重大的inclusion：它加入Genesee Optics Software公司的GENII optimization。此外OSLO 1996版本是一个很大的里程碑。

整个OSLO其实是一个相当深刻的作品。我在学习OSLO不是拿它作一个软件在学，而是想为何Sinclair教授要这样子作而不是那样子作？比较像拿OSLO来学光学设计。

2001年起OSLO改由Lambda Research公司所有，进入OSLO第六版的世代。新的光学设计世代,如Lambda Research公司Leo Gardner博士(百年历史四年一次1998年 International Optical Design Conference (IODC)的chair)等人新的风格，渐渐加入。它的很多新加功能都走得很前面。

对一个有心要从事光学设计的人,我建议他使用OSLO。

OSLO是一套窗口接口软件，不需要强记或翻阅指令，即可输入数据。对于初学者而言，要学会使用这一套软件，不是问题。当然，也可以同时使用指令执行程序的运算。此外，OSLO软件还附有一份非常详细的使用手册－optical reference－这一份使用手册也可以直接到Lambda Research corporation 的网站上下载，这一份使用手册详细介

绍OSLO的设计概念，并且详述各项计算的参数说明，让使用者可以清楚了解各项参数，精确的分析光学系统 。

此软件的计算结果可以使用图形输出，也可以使用文字输出。使用图形输出，可以让使用者对于所设计的系统之成像质量有定性上的了解；文字数据的输出，则是让使用者得到定量的分析结果。而其输出数据的定义及其基本概念，皆可于窗口上面的说明列中搜寻到，也可以在optical reference中得到更详尽的说明。

第七章 可供参考的文献

可供参考的文献

OSLO 中文资料：

光学工程设计 萧泽新 2008

Oslo 快速學習手冊，讯技 网友的评价不高

陈志隆教授的讲义：光學系統設計進階篇、光學系統設計實作篇、光學系統設計實例集(I)、 光學系統設計等等

光学镜头的优化设计

OSLO 外文资料：

http://www.sinopt.com/ 原来的官网

OSLO Optics Reference

OSLO User Guide

OSLO Program Reference 以上三个均是官方资料。

国外相关的讲义很多，这里不一一列举。

像差理论著作：

Aberrations of Optical Systems

Aberration Theory Made Simple

光学设计理论基础(王之江)[1985]

光学设计著作：

Modern Lens Design, Smith

对称光学系统的象差([英]W・T・威尔福特)[1982 年 07 月第 1 版]

Lens Design, Laikin。出中文版了。书名的翻译不准，居然套上《光学系统设计》，最多翻译成透镜设计（参考）。

Optical system design。有中文翻译版，内部版。强烈推荐，某些高校教科书。

Modern Optical Engineering

工程光学系统设计(林大键著)[1987]

红外光学系统设计(赵秀丽)[1986]

光学系统设计技巧，郑保康。

其它参考：

谈光学中一些可能的和不可能的问题(Γ.Γ.斯留萨列夫)[1966 年 02 月第 1 版]

Handbook Of Optics

Welford, W. Useful optics

光学(E.赫克特 A.赞斯)[1980 年 08 月第 1 版]

Telescope optics,Rutten van Venrooij

数码镜头设计原理，高国欣。