



内 容 简 介

本书以美国 Lambda Research Corporation 的最新 3.24 版本为蓝本进行编写，内容涵盖了 tracepro3.24 光学仿真设计的概念、tracepro 软件的配置和用户定制、光学元件模型的创建、描光、分析等内容。

本书章节的安排次序采用由浅入深，前后呼应的教学原则，在内容安排上，为方便读者更快、更深入地理解 tracepro 软件中的一些相关概念、命令和功能，并对运用该软件进行光学仿真设计的过程有一个全局的了解，本书中介绍了单片 LCD 投影机的仿真设计全过程，同时在本书的最后一章详细介绍了背光源等光学仿真设计过程，增强了本书的可读性和实用性，摆脱单个概念、命令、功能的枯燥讲解和介绍。本书可作为光学专业人员的自学教程和参考书籍，也可作为大专院校光学、光电专业的学生学习 tracepro 的使用教材。

前 言

Tracepro 是一套可以做照明光学系统分析、传统光学分析，辐射度以及光度分析的软件，它也是第一套由符合工业标准的 ACIS 立体模型绘图软件发展出来的光机软件。

功能强大的 Tracepro 减轻了光学设计人员的劳动强度，节约了大量的人力资源，缩短了设计周期，还可以开发出更多质量更高的光学产品。但目前 Tracepro 学习教程甚少，不少初学者苦于无参考学习资料而举步为艰。本人根据从事光学设计的经验与运用 Tracepro 的体会，汇集成书，目的是使 Tracepro 的初学人员能快速入门，快速见效，使已入门者能进一步提高 Tracepro 的应用水平和操作能力，从而在工作中发挥更大的效益，为中国的光学事业作出贡献！

本书乃仓促而成，虽然几经校对，但错误之处在所难免，恳请广大读者朋友予以指正，不甚感谢！

电子邮箱：cyqdesign@163.com

陈涌泉
2004 年 12 月 4 日

目 录

第一章 TracePro3.24 软件介绍与安装	1
1.1 TracePro 软件介绍	5
1.2 TracePro3.24 软件安装	7
第二章 基本功能介绍	15
2.1 用户界面介绍	15
2.2 系统设置	23
2.3 建立模型途径	24
2.4 建立模型	24
2.4.1 Lens Element 建立	25
2.4.2 菲涅尔透镜的建立	26
2.4.3 反射镜的建立	27
2.4.4 基本形状建立	28
2.4.5 其它模型	29
2.5 定义光学特性	29
2.5.1 运用属性	29
2.5.2 编辑属性数据	30
2.6 分析功能	31
2.6.1 照度、辉度分析	32
2.6.2 光强度分析	33
第三章 入门设计实例	34
3.1 球形反光碗设计	35
3.2 光源的建立	39
3.3 聚光镜的建立	40
3.4 菲涅尔透镜的建立	42
3.4.1 焦距为 120mm 的菲涅尔透镜的建立	43
3.4.2 焦距为 185mm 的菲涅尔透镜的建立	46
3.5 液晶屏的建立	48
3.6 投影镜头的建立	50
3.7 LCD 投影机光学系统的建立	56
第四章 进阶设计实例	62
4.1 导光管设计	62
4.2 背光源设计	79
4.2.1 背光源技术介绍	79
4.2.2 设计背光源	90

第一章：TracePro 软件介绍与安装

1.1 TracePro 软件介绍

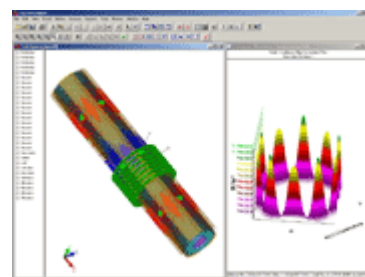
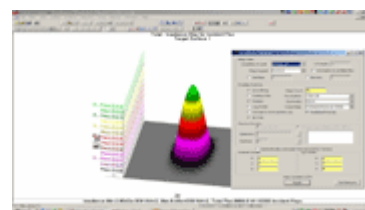
TracePro 是一套能进行常规光学分析、设计照明系统、分析辐射度和亮度的软件。它是第一套以符合工业标准的 ACIS (固体模型绘图软件)为核心所发展出来的光学软件，是一个结合真实固体模型、强大光学分析功能、信息转换能力强及易上手的使用界面的仿真软件，它可将真实立体模型及光学分析紧紧结合起来，其绘图界面非常地简单易学。TracePro 提供四种版本可依照不同的需要与预算来决定，并可根据需要来直接升级：

RC：只能仿真反射式光学机构。

LC：可以分析较少对象数及光源数的系统。

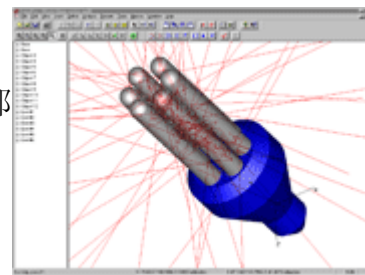
Standard：标准配备，可分析大部分照明及光学系统。

Expert：增加 RepTile 功能，方便设计多且重复的对象。



■TracePro 多变化的应用领域：

- 导光管 (light pipes)、背光板 (Backlight Light)、前光板等等相机系统、投影显示系统
- 杂散光分析
- 汽车照明系统 (automotive lighting)：前头灯、尾灯、内部及仪表照明
- 照明灯具、照明应用或 LED 设计及应用
- 红外线成像系统 (infrared imaging systems)
- 薄膜光学 (tissue optics)



■TracePro 功能说明:

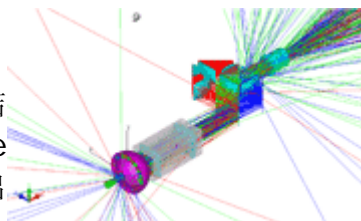
TracePro 提供多样的功能供您解决照明设计及光学分析的问题:

- CAD 绘图界面: 包括 zoom 、 pan 以及 rotate 、 render 、 wireframe 。
- 无限多窗口编辑模式 。
- 广泛的几何模型 --- 任何的 CAD 固体模型可以转入 TracePro 并做光线仿真 。
- CAD 当案的转换 --- 可转入 SAT 、 IGES 及 STEP 文件 。
- **【 Healing 】** 指令能让您可以修复从其他 CAD 转入后几何图形的缺陷 。
- 镜头设计文件(OSLO 、 Code V R 、 ZEMAX R 、 ACCOS V R 及 Sigma) 的转入
 - 三种视野编辑模式 (Silhouette 、 wireframe 及 rendered) 。
 - 布林运算: 交集、相减及联集 。
 - 对象 (Object) 编辑功能: 移动、旋转、尺寸缩放、剪下、复制、贴上及插入 。
 - 表面 (Surface) 编辑功能: 延伸及旋转 。
 - 广泛的宏指令 (Scheme) 。
 - 变化的 Monte Carlo 描光方式: ray splitting 及 importance sampling 。
 - 多种 Properties 数据库, 包括内建及使用者自动功能提供定义对象特性 :
 - **【 Material 】** 包括: 光学玻璃、红外线材料、塑胶 ... 等。可更改波长及温度影响的变化 。
 - **【 Bulk Scatter 】** 包括 biological tissue 模型 。
 - **【 User-defined Bulk Scatter 】** let you program your own models in a DLL 。
 - **【 Surface 】** 包括 BRDF 及 BTDF 散射模型。可更改波长、入射角度及温度所响的变化 。
 - **【 Gradient Index 】** 同通用模型可根据波长及温度定义 。
 - **【 Thin Film Stack 】** 可创建多层光学薄膜模型 。
 - **【 RepTile 】** 可方便设计重复且微小的结构如监视器的应用及 Fresnel lenses 。
 - Aperture diffraction model for stray light predictions 。
 - 利用使用者自建的方式来设置 Diffraction gratings , 可以更改入射角、波长和温度 。
 - 两种描光模式提供选择 。
 - 使用 Stokes vectors 及 Mueller matrices 来创建偏振模型 (Polarization modeling) 。
 - 强大且广泛的光源设置 :
 - 使用 Grid sources 创建平行光源 。
 - 在对象的表面上创建 Surface sources: 可以指定 flux (lumens or watts) 或 illuminance/irradiance (lux or watts/m 平方); 可以设置 Blackbody/Graybody 。
 - 可以转入 Radiant Imaging ProSource R source 文件 。
 - 可以将 TracePro 的计算结果保存成文件, 并当成一光源文件 。

- 利用 Image file (bmp, gif, jpg, or tif) 当成光源 。
- 图形及表格输出：
 - Illuminance/Irradiance distribution。
 - Candela/Intensity distributions。
 - Polarization state plot。
 - Flux report。
 - Incident Ray。
 - Ray History。
 - Ray Path。

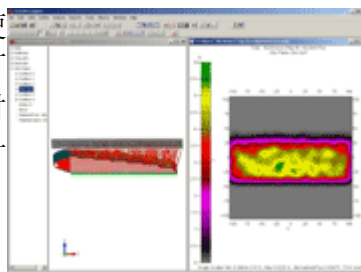
■强大的 Monte Carlo 描光:

光学仿真软件的重要性就是要使实际物体与仿真结果中光线的分布与强度一致。TracePro 采用 Monte Carlo 方法描光，使任何的几何物体都能正确的分析出来。



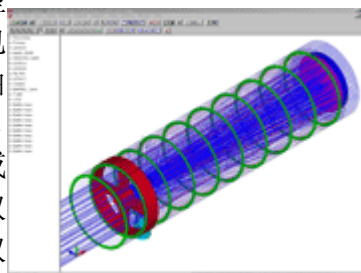
■使用简单的图形窗口界面

TracePro 可以在 Windows 系列的系统下运行，使用界面与通用窗口界面相似。它的多任务作业窗口不仅可以让使用者在一个程序里编辑多个模型以外，更可以同时看到这些模型。使用者还可利用 CAD 软件或是镜头设计软件来创建模型后转入 TracePro 来进行光学仿真。



■ACIS 核心提供了多沟通能力:

由于 TracePro 是 ACIS 的核心，所有由固体模型程序所绘出的形状都可以在 TracePro 中进行描光，包括 NURBS surfaces。TracePro 支持了由 ACIS-based 发展的应用软件，可允许创建的实体模型，或是可支持的应用程序，也可以利用 IGES、STEP 或是 VDAFS 的信息交换标准格式来读取 non-ACIS-based 的固体模型，TracePro 亦可以读取常用的光学设计软件的文件，将透镜准确、真实且无误差的创建出来。



1.2 TracePro3.24 软件安装

■ 系统需求:

CPU: Pentium III 900 MHZ

系统: Windows 98/ME, NT 或 2000, XP

内存: 256MB(Win98/ME), 512MB(Win NT/2000, XP)

硬盘空间: TracePro 50MB, IGES 或 STEP 转换程式 10MB

显卡: 解析度 1024×768 显存 2MB 以上, 支持 OpenGL

■ 软件安装

点击安装盘中 Setup.exe 开始安装如下:



图 1.2.1

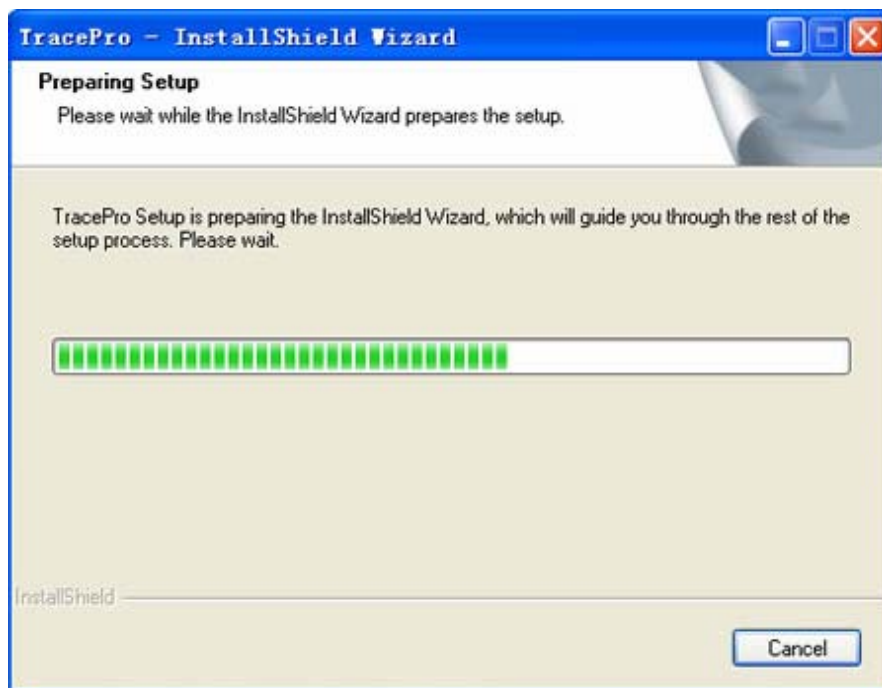


图 1.2.2

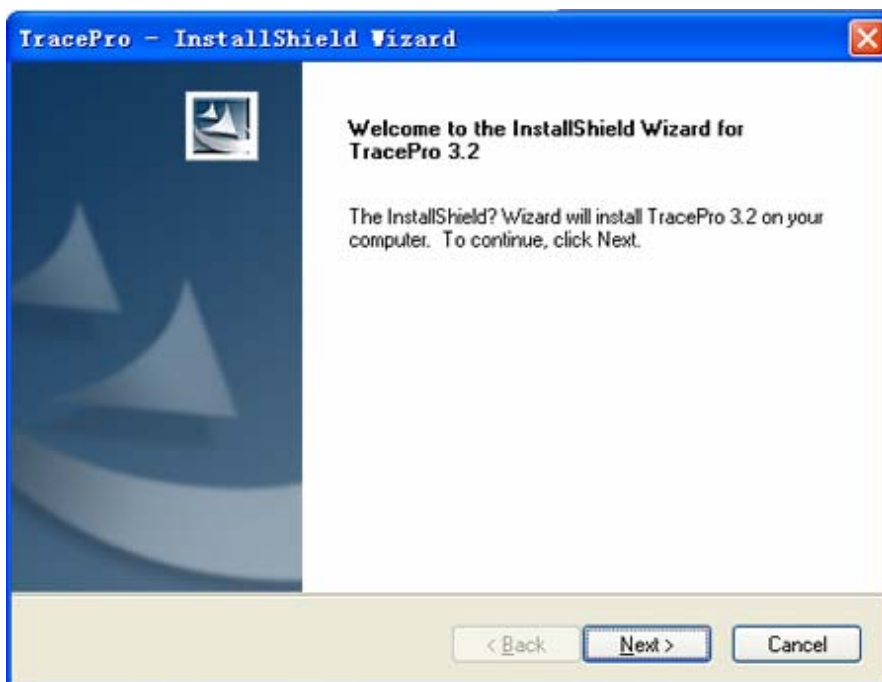


图 1.2.3

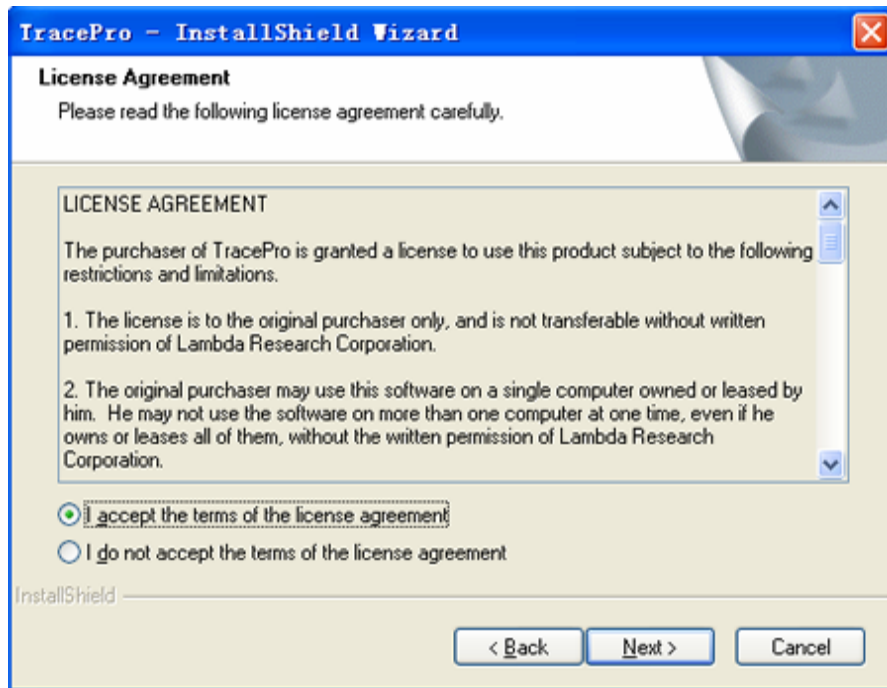


图 1.2.4

选择安装类型，包括典型（Typcal）、简洁（Compact）和自定义（Custom）：

典型（Typcal）：将安装大多数内容，安装时需要选择安装转换引擎类型，适合大多数用户。

简洁（Compact）：将安装最简洁内容，示例文件、属性数据备份和几何模型转换引擎不会被安装。

自定义（Custom）：用户可以选择需要安装的内容，适合高级用户。
这里选择典型安装类型，进行安装。

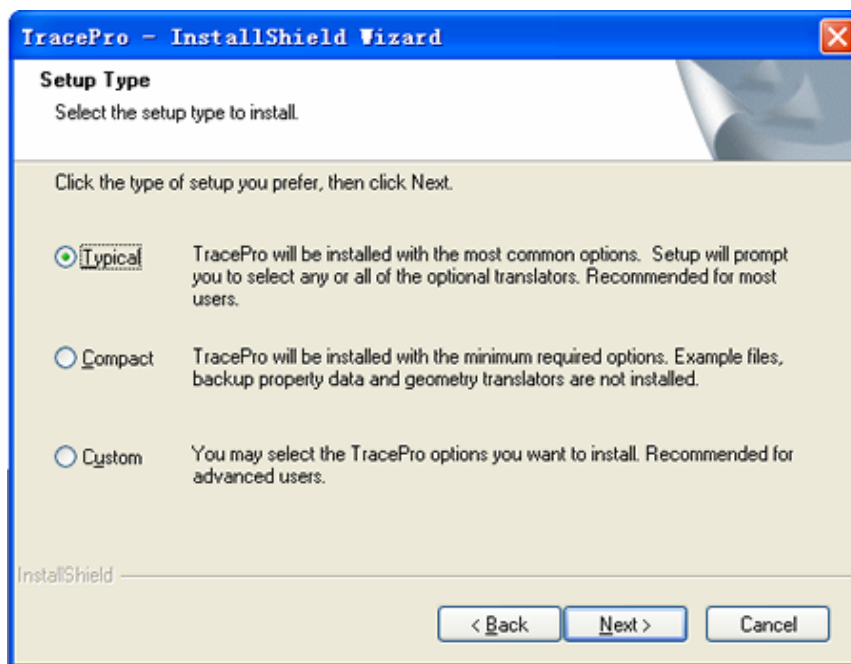


图 1.2.5

选择安装软件位置，如果不使用默认安装路径，可以点击 **Browse** 进行新的位置选择。

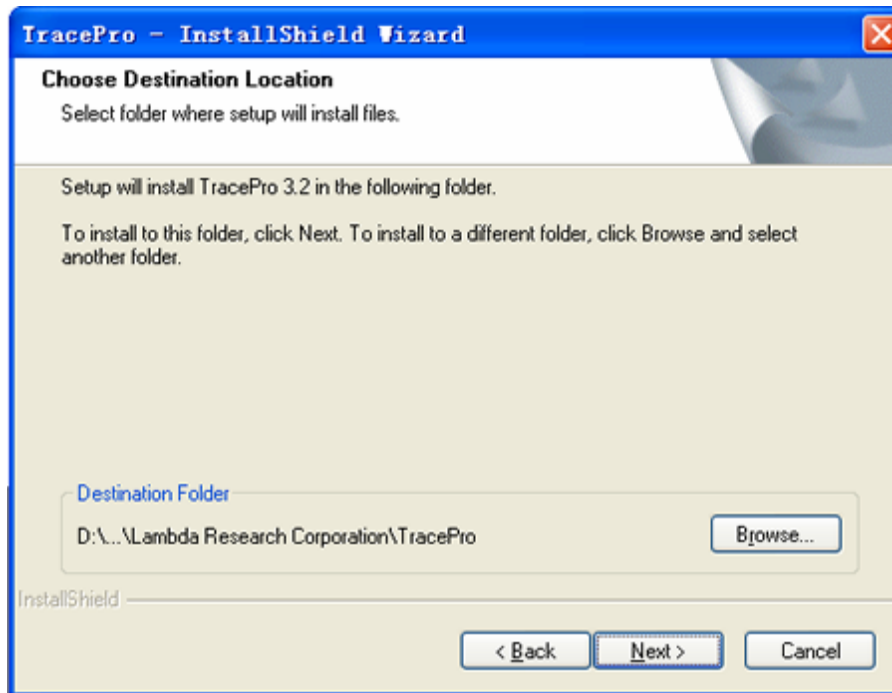


图 1.2.6

选择安装转换引擎，在这个对话框中，全部选中，安装以后，系统可以导入 IGES、STEP、PROE、Catia 和 Inventor 相关格式的文件。

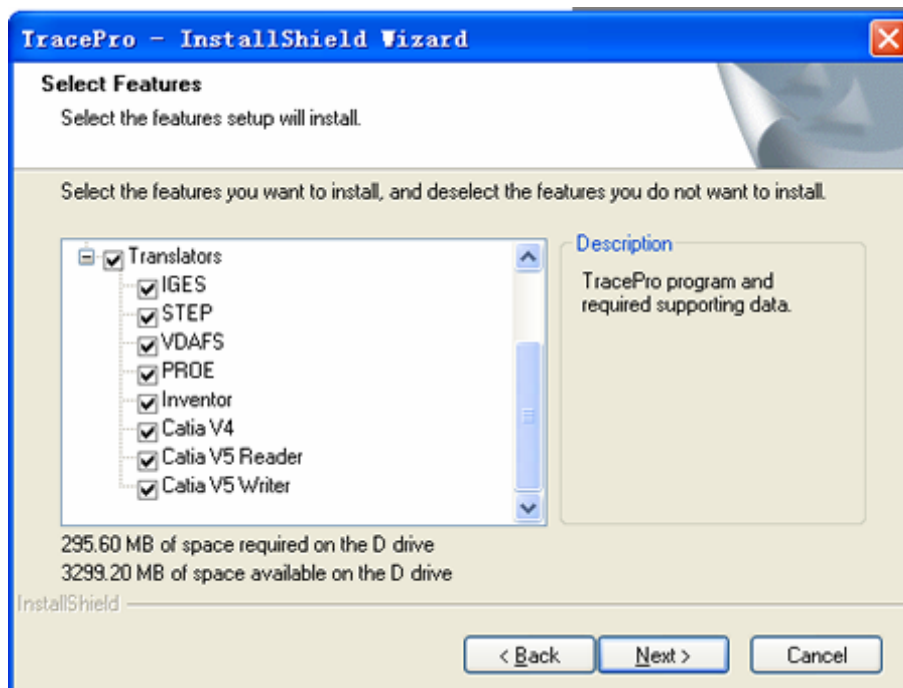


图 1.2.7

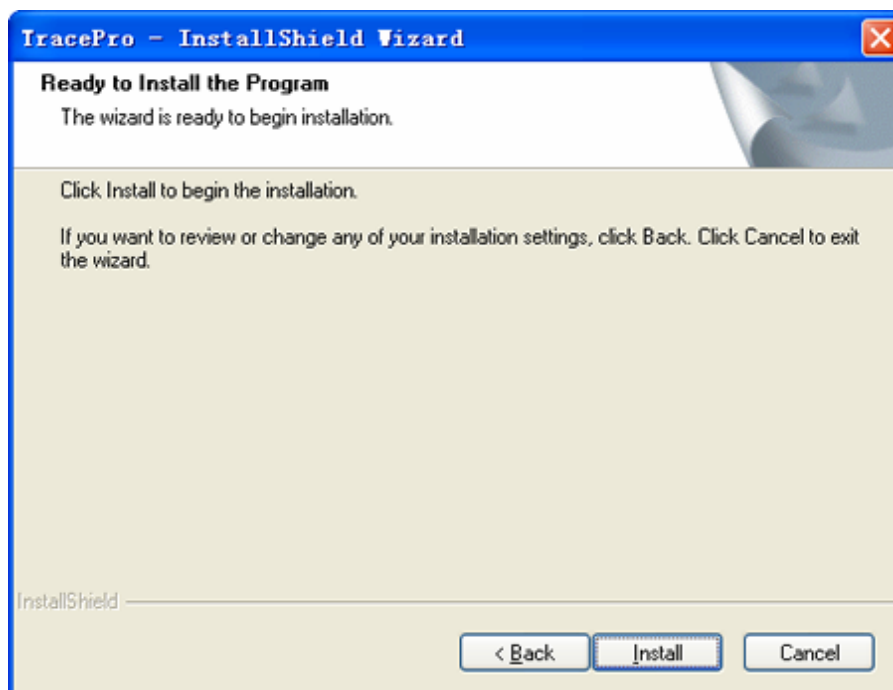


图 1.2.8

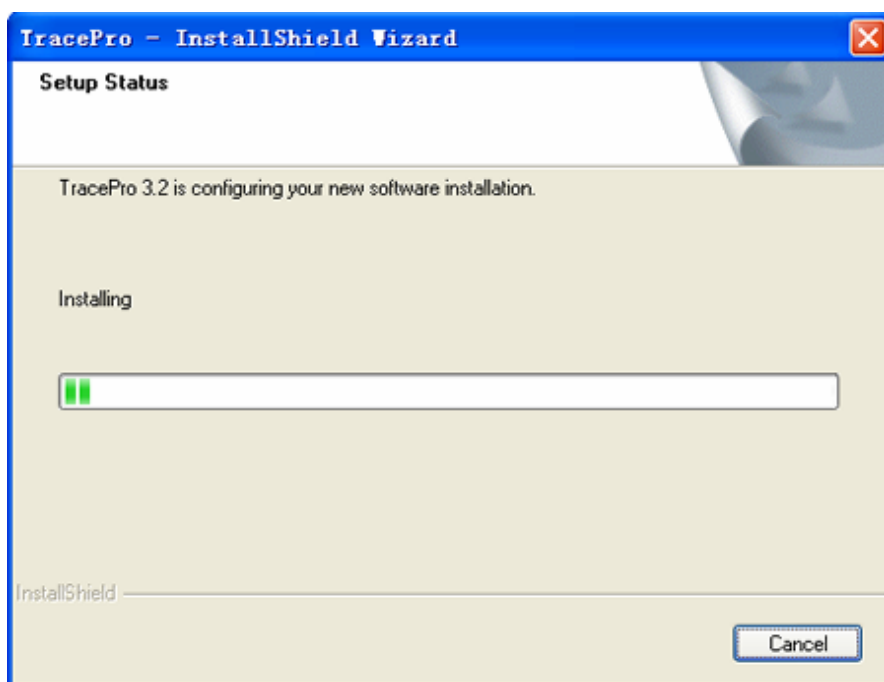


图 1.2.9

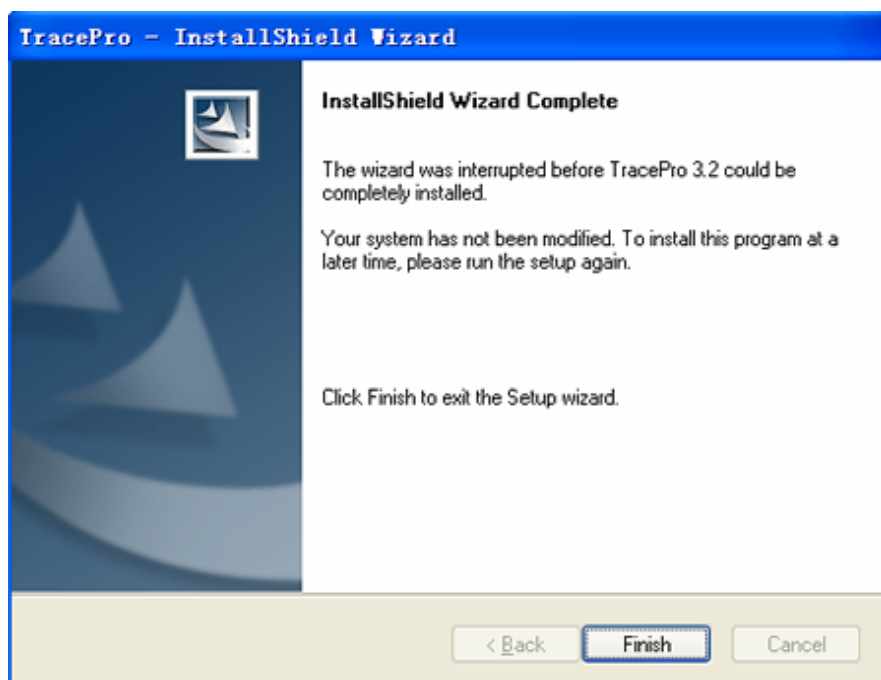


图 1.2.10

安装完成。安装成功并运行 TracePro 如图 1.2.11:

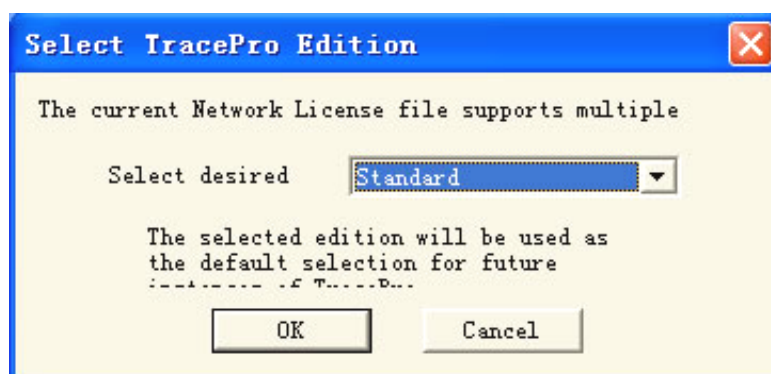


图 1.2.11

可以依照不同的需要来决定选择那种版本，选择 Standard 版本以后进入 TracePro3.24 设计窗口如图 1.2.12:

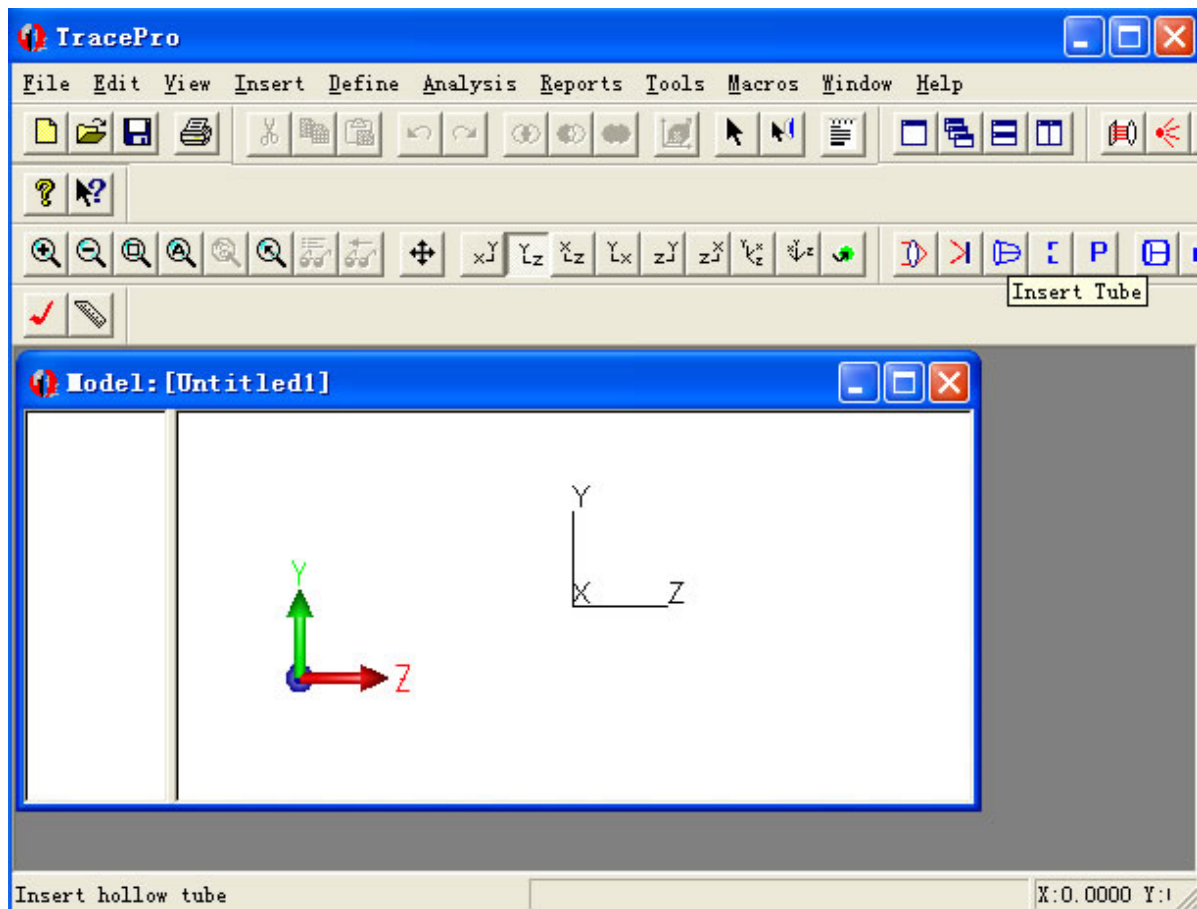


图 1.2.12

第二章 基本功能介绍

2.1 TracePro 用户界面简介

TracePro 用户界面包括下拉菜单区、顶部工具栏图标区、消息区、图形区、导航选项卡区及命令在线帮助区，如图 2.1.1

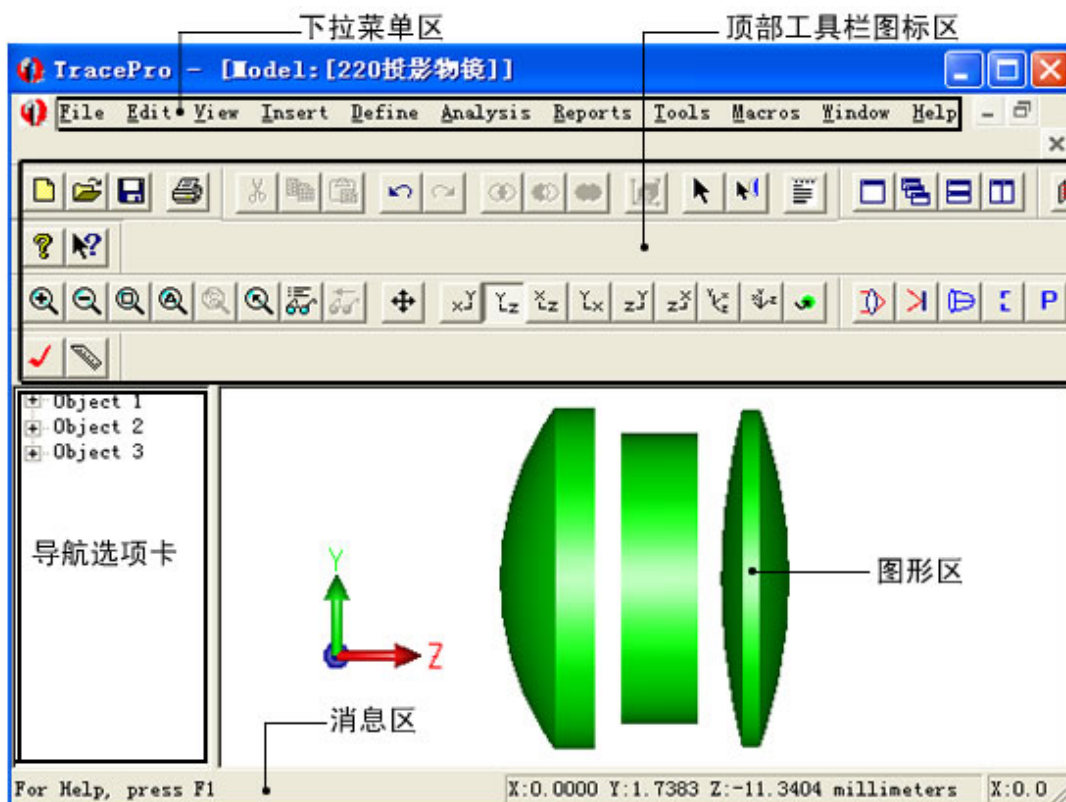


图 2.1.1

下拉菜单区

下拉菜单中包括文件、编辑、视图、插入、定义、分析、报告、工具、窗口等命令：

1. 文件下拉菜单

文件下拉菜单主要是汇集了对文件提取、存储和打印等功能。几个常常使用的命令也会在工具图标区里出现。如图 2.1.1.1 所示

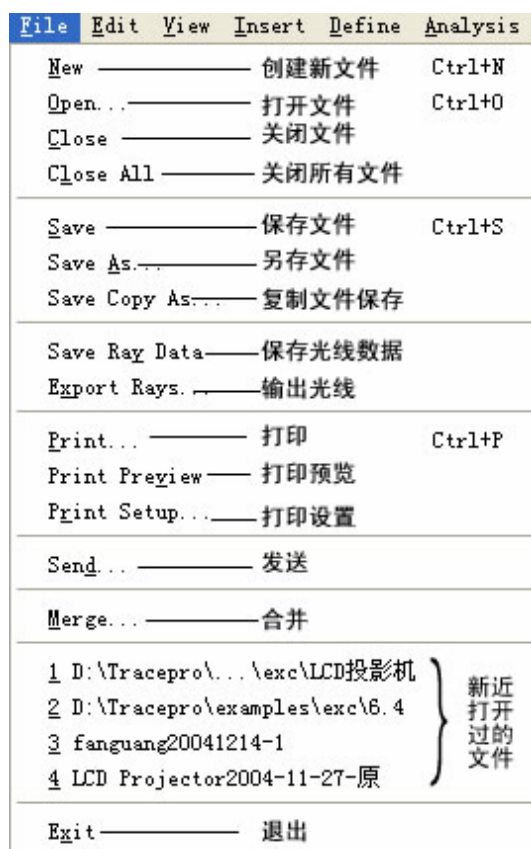


图 2.1.1.1

2. 编辑下拉菜单

编辑下拉菜单是绘图环境中对图形进行编辑的菜单，如图 2.1.2.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中绝大部分选项命令都以快截图标方式出现在屏幕的工具栏中。



图 2.1.2.1

3. 视图下拉菜单

视图下拉菜单是绘图环境中对窗口与图形进行设置与定义的菜单，如图 2.1.3.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中部分选项命令都以快截图标方式出现在屏幕的工具栏中。



图 2.1.3.1

4. 插入下拉菜单

插入下拉菜单是模型建立菜单，如图 2.1.4.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中部分选项命令都以快截图标方式出现在屏幕的工具栏中。



图 2.1.4.1

5. 定义下拉菜单

定义下拉菜单是模型建立菜单，如图 2.1.5.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中部分选项命令都以右键快捷菜单里出现。



图 2.1.5.1

6. 分析下拉菜单

分析下拉菜单是 TracePro 中非常重要的功能菜单，如图 2.1.6.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令，其中部分选项命令都在工具图标里出现。



图 2.1.6.1

7. 报告下拉菜单

报告下拉菜单是 TracePro 中分析结果的功能菜单，如图 2.1.7.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令。



图 2.1.7.1

8. 工具下拉菜单

工具下拉菜单是 TracePro 中提供一些方便用户操作的功能菜单，如图 2.1.8.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令。



图 2.1.8.1

9. 宏命令下拉菜单

宏命令下拉菜单是 TracePro 中提供一些程序操作的功能菜单，如图 2.1.9.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令。



图 2.1.9.1

10. 窗口下拉菜单

窗口下拉菜单是 TracePro 中用户窗口界面设置操作的功能菜单，如图 2.1.10.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令。



图 2.1.10.1

11. 帮助下拉菜单

帮助下拉菜单是 TracePro 给用户 提供相关主题参考的功能菜单，如图 2.1.11.1 所示。单击该下拉菜单，即可弹出其中的命令。



图 2.1.11.1

12. 其它

除了上述介绍的几种菜单以外，还有右键弹出快捷菜单是软件常常使用的，以下是在不同位置单击鼠标右键所弹出的快捷菜单。如图 2.1.12.1 为在导航选项卡区单击鼠标右键所弹出的快捷菜单。



图 2.1.12.1

图 2.1.12.2 为在导航选项卡区单击鼠标右键所弹出的快捷菜单。



图 2.1.12.2

工具栏图标区

工具栏中的命令图标为快速进入命令及设置工作环境提供可极大的方便,用户可以根据具体情况可以定制工具栏。用户看到有些菜单命令和图标是呈灰色的(即暗色的),这是因为它们目前还没有处于发挥功能的环境中,一旦它们进入发挥功能的环境,便会自动变亮。工具栏中各快捷图标的含义和作用这里不作详细介绍,将在以后示例中提及。部分常用命令图标功能如图 2.1.2

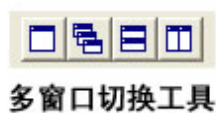
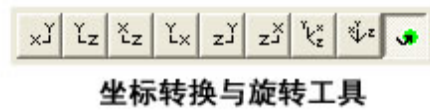
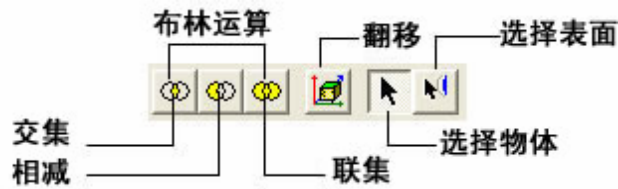
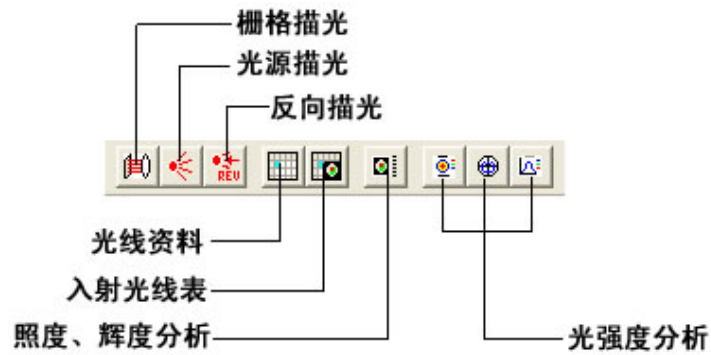


图 2.1.2

消息区

执行与有关对话框相关操作的信息显示在消息区，对操作有提示作用，使用者应常常注意此处。

图形区

TracePro 仿真设计模型图象的显示区。

导航选项卡区

导航选项卡区中以“模型树”形式陈列，“模型树”包含光学模型文件中所有特征或元件的列表。用户可以对整个光学模型进行操作，也可以对单个元件某个面进行面属性、材料、温度等操作。用户所设置光学元件的各个属性将展现在此，修改十分方便快捷。如图 2.2 所示：

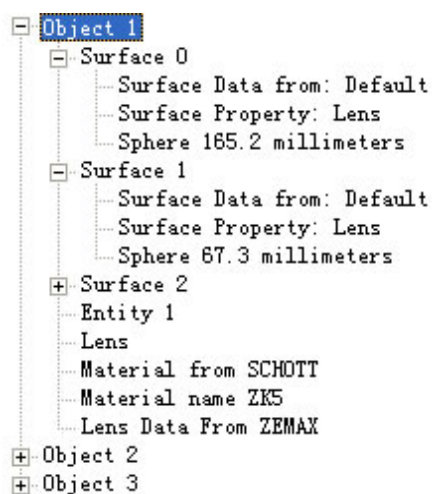


图 2.1.3

命令在线帮助区

当鼠标指针通过菜单名、菜单命令、工具栏按钮及某些对话框项目时，就会出现屏幕命令在线帮助的提示，根据提示可以引导用户对软件进行操作。

2.2 系统设置

TracePro 可以很方便对系统调用数据、初始文件进行设置。

用户系统定制步骤：

1. 进入定制工作对话框。选择下拉菜单区的 **View** → **Customize** 命令，即可进入设置对话框，如图 2.2.1 所示：

2. 定制系统。这里可以设置 tracepro 所使用的数据库路径、自动登陆文件、系统模型树位置、打开窗口初始化、模型显示、图形驱动种类、窗口背景颜色及模型颜色等。

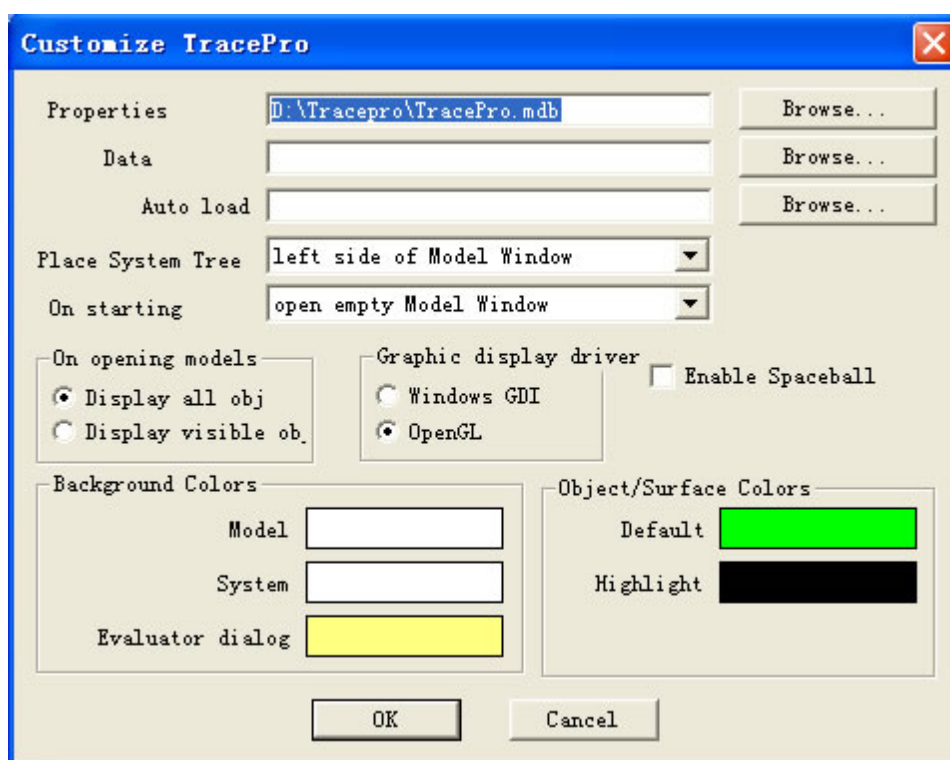


图 2.2.1

用户可以根据自己的需要或喜好进行设置，例如，我们可以把“模型树”设定到右边放置。

2.3 建立模型途径

TracePro 建立模型有三种途径：

第一：TracePro 直接建立。利用 TracePro 软件本身具备的功能建立各种模型。

方法：点击 **I**nsert 选择需要建立模型特征的命令。

第二：CAD转档。利用CAD三维软件如：PRO/E、UG、SolidWork、Catia等，建立三维模型后，转入TracePro进行必要设置以后进行模拟。方法：点击 **F**ile → **O**pen在弹出对话框中选择打开文件类型即可转入。如果模型出错，可以使用**T**ools → **H**ealing进行修正。

第三：光学设计软件转档。可以直接打开ZEMAX、OSLO、CodeV、Sigma的镜头文档。方法：点击 **F**ile → **O**pen在弹出对话框中选择打开文件类型即可转入。

本书主要讲述 TracePro 本身具备的模型建立功能，其它建立方法由用户根据自己实际需求进行操作。

2.4 建立模型

在 Tracepro 中，可以建立透镜、菲涅尔透镜、反射镜、遮光版、光管等模型，基本能提供大多光学仿真设计所需模型，复杂的模型设计还需要借助其它专业三维设计软件来完成。

2.4.1 Lens Element 建立

光学系统是由折射（透镜）系统和反射（反射镜）系统组成。常用的透镜主要有平凸透镜、双凸透镜、平凹透镜、双凹透镜、凹凸透镜、柱面透镜、非球面透镜等。Tracepro可以建立各种透镜，方法：点击**I**nsert → **L**ens Element 命令，弹出如图 2.4.1.1 所示窗口：

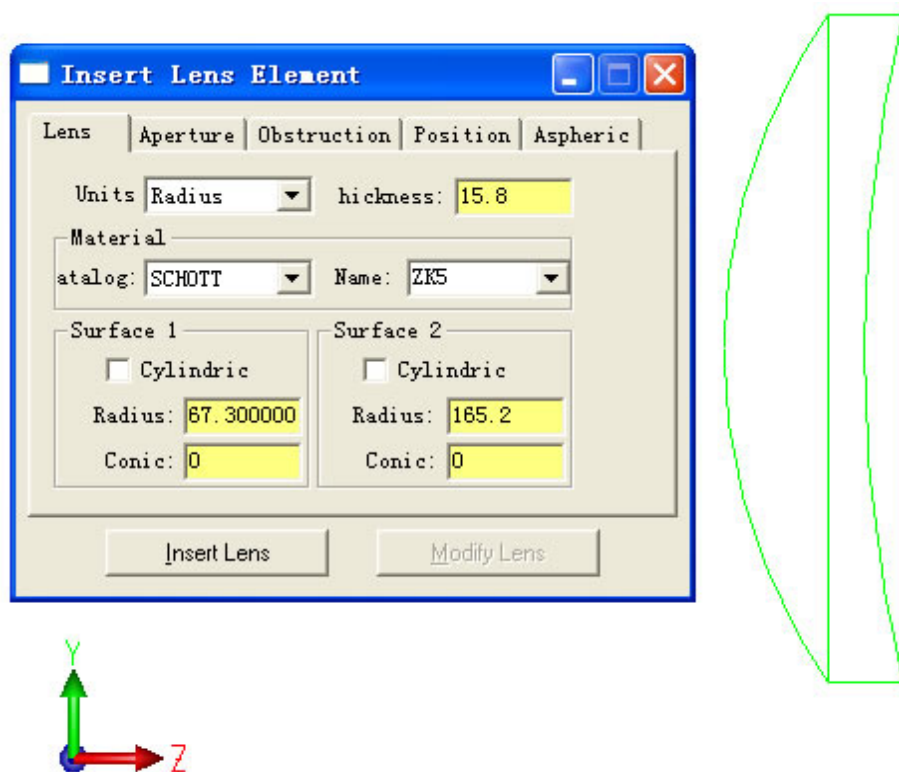


图 2.4.1.1

用户可以根据自己的设计需要，输入透镜中心厚度、材料名称、每个面的半径大小、孔径、位置等。孔径、位置和非球面参数设置如图 2.4.1.2、2.4.1.3、2.4.1.4:

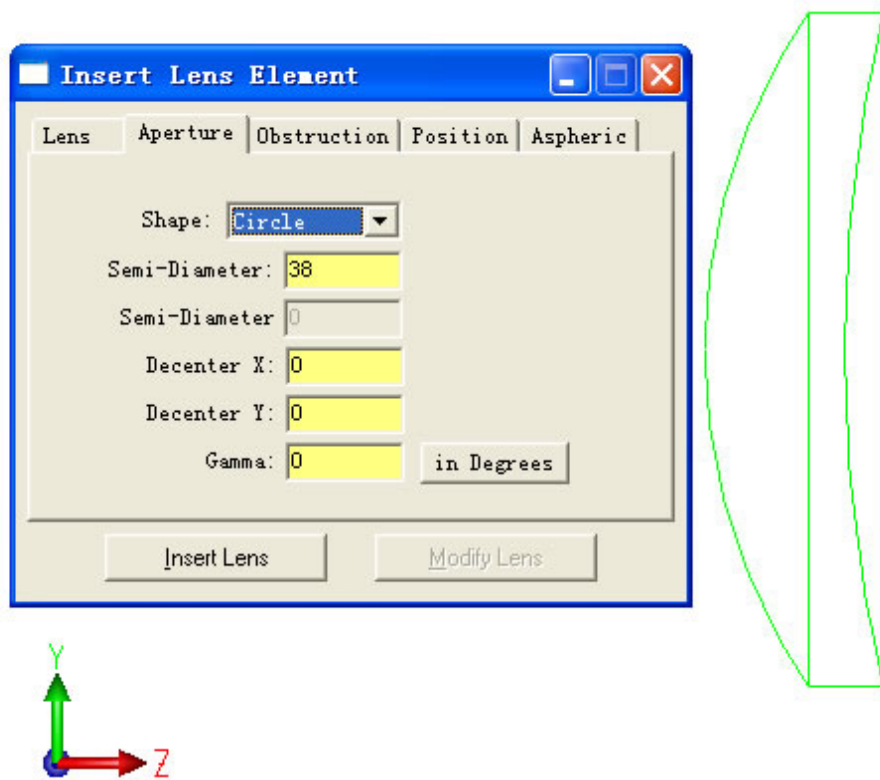


图 2.4.1.2

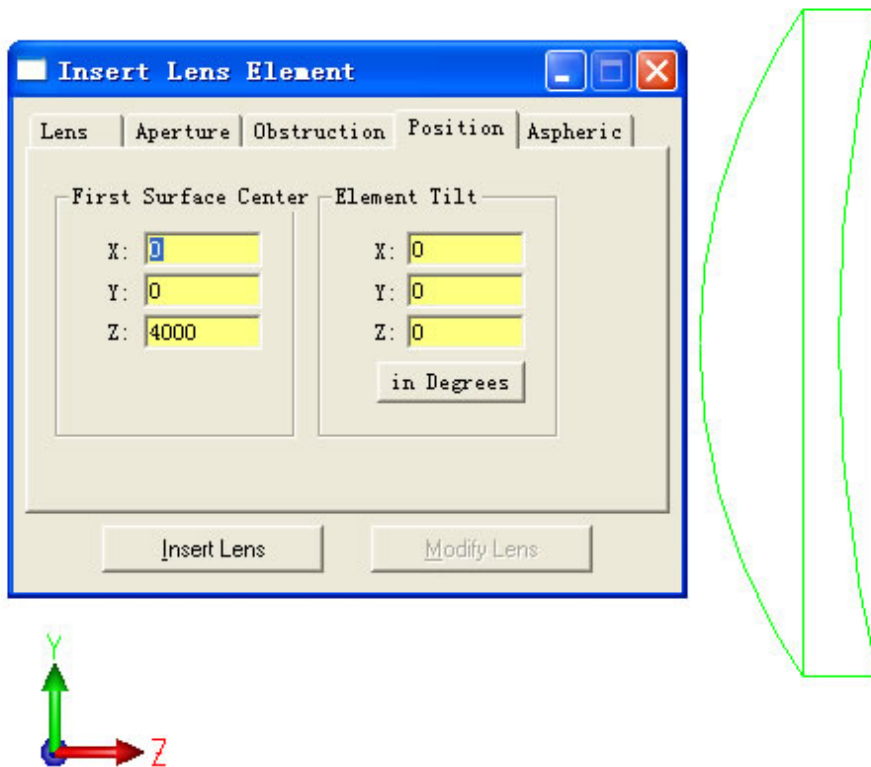


图 2.4.1.3

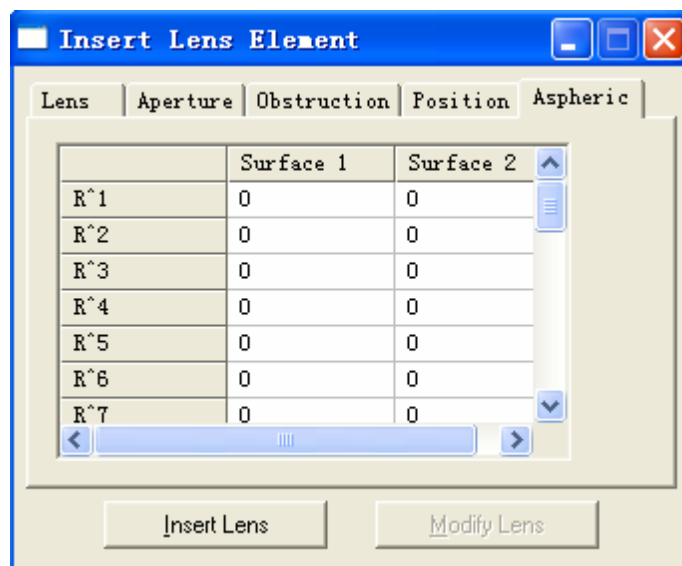


图 2.4.1.3

注意：需要修改参数时，选中透镜，然后点击 **Insert** → **Lens Element** 命令，输入新的参数，点击 **Modify Lens** 即可。

2.4.2 菲涅尔透镜的建立

在 TracePro 下拉菜单 **Insert** 中能建立圆形菲涅尔透镜，选择 **Lens Element** 命令出现如图 2.4.2.1 对话框，这里需要输入菲涅尔透镜环带大小、厚度、材料等参数。但此功能只能建立外形为圆形的菲涅尔透镜，而不能建立实际使用较多的矩形菲涅尔透镜，所以这里不再过多讲述，而在下一章实例中将详细介绍矩形菲涅尔透镜建立的方法以及菲涅尔透镜相关知识。

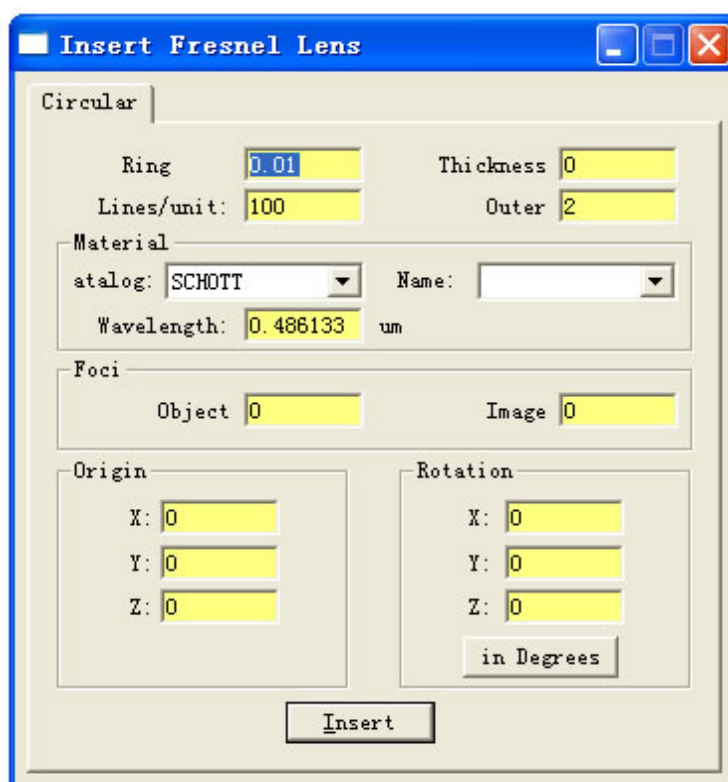


图 2.4.2.1

2.4.3 反射镜的建立

反射镜在光学系统中的运用非常广泛，根据它的结构一般分为平面反射镜、球面

反射镜和非球面反射镜。TracePro提供了数种外形的反射镜，例如圆锥型（Conic）、混合状、方形(Rectangular Concentrator)、多面体(Facettted Rim Ray)、水槽型(Trough)、复合水槽型（Compound Trough）等。可以满足设计者不同的需要。点击 **Insert** → **Reflector** 如图 2.4.3.1：

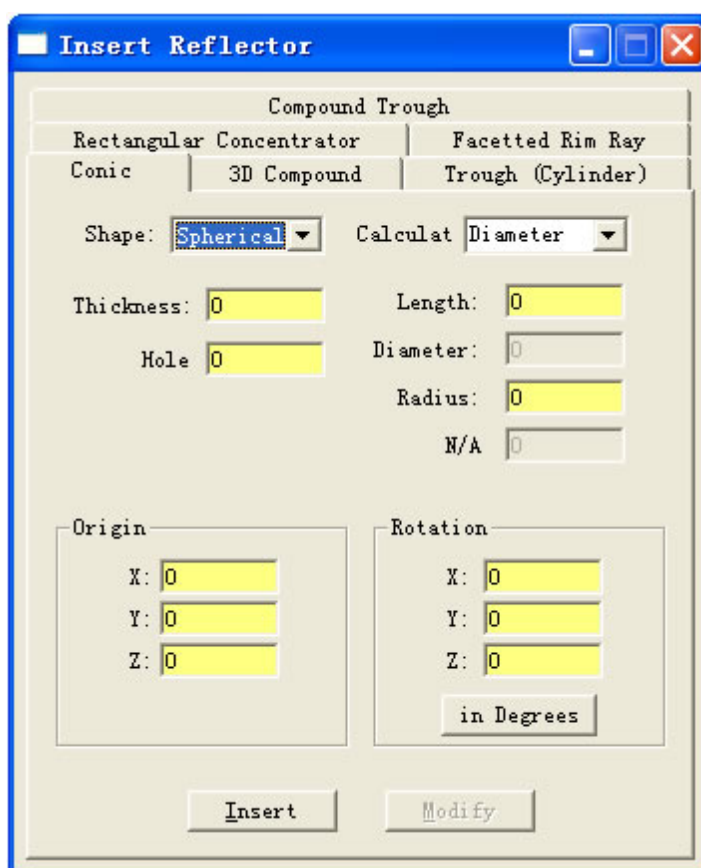


图 2.4.3.1

2.4.4 基本形状建立

TracePro只能提供方形、圆筒/圆锥、圆环、球形等最基本的形状模型，复杂的造型需要借助其它三维设计软件来实现。打开 **Insert** 选中 **Primitive Solids** 命令，如图 2.4.3.1：

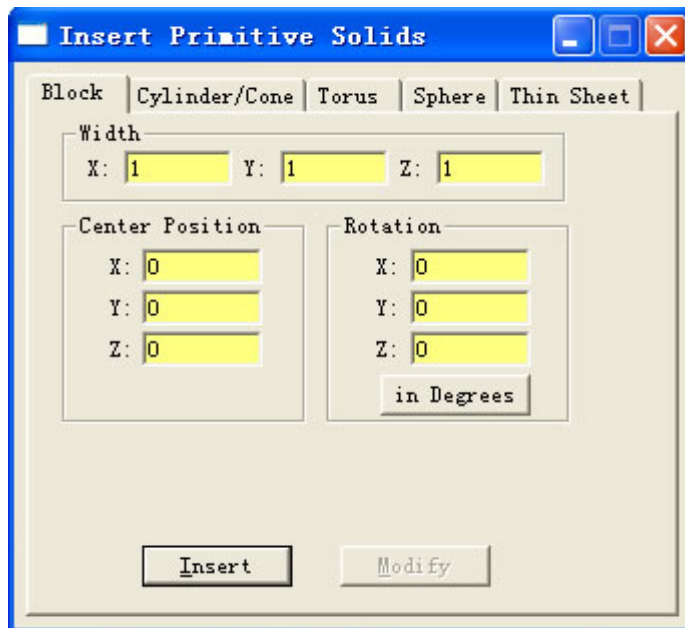


图 2.4.4.1

2.4.5 插入部件

TracePro能够方便的插入部件，方便用户进行多光学元件的光学系统的操作。打开**Insert** 选中 **Part** 命令，如图 2.4.5.1：

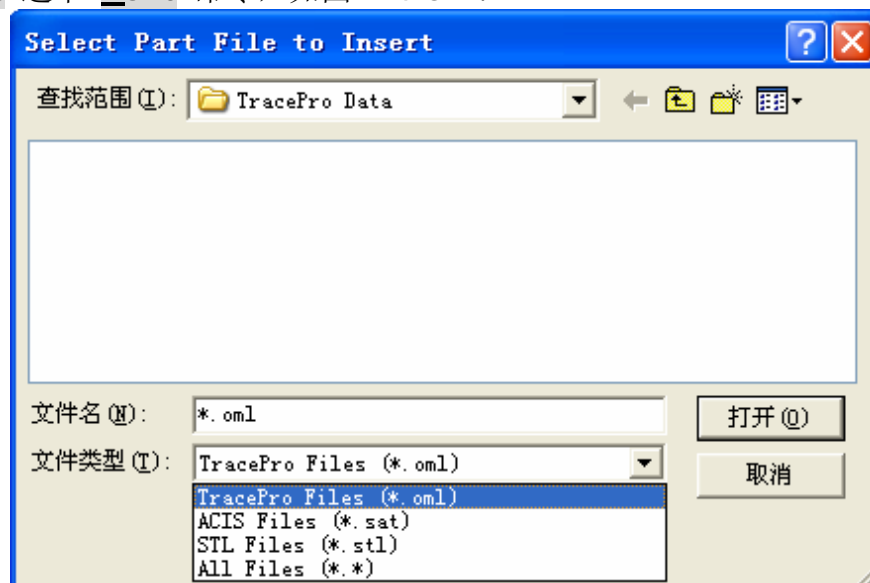


图 2.4.5.1

2.4.6 插入光源

TracePro能够方便的插入多种文件格式的光源，大大的方便用户进行各种光学仿真分析设计。打开**Insert** 选中 **Source** 命令，如图 2.4.6.1：



图 2.4.6.1

注意：光源文件一般都有固定的格式，比如在光源文件必须以“!! Source file: file-name”开头，读者可以自己尝试进行编辑。

2.4.5 其它模型

TracePro 还可以插入遮光板、光管等，鉴于本书篇幅有限，故不做过多介绍，

在以后实例中涉及到将详细说明。

2.5 定义光学特性

光学系统能在TracePro中进行准确逼真的模拟，定义光学特性特别重要，点击下拉菜单**Define**可以看到**Apply Properties**、**Edit Property Data**等命令，这两个命令也是以后模拟光学系统需要常常用到的。

2.5.1 运用属性

运用属性对话框如图 2.5.1:

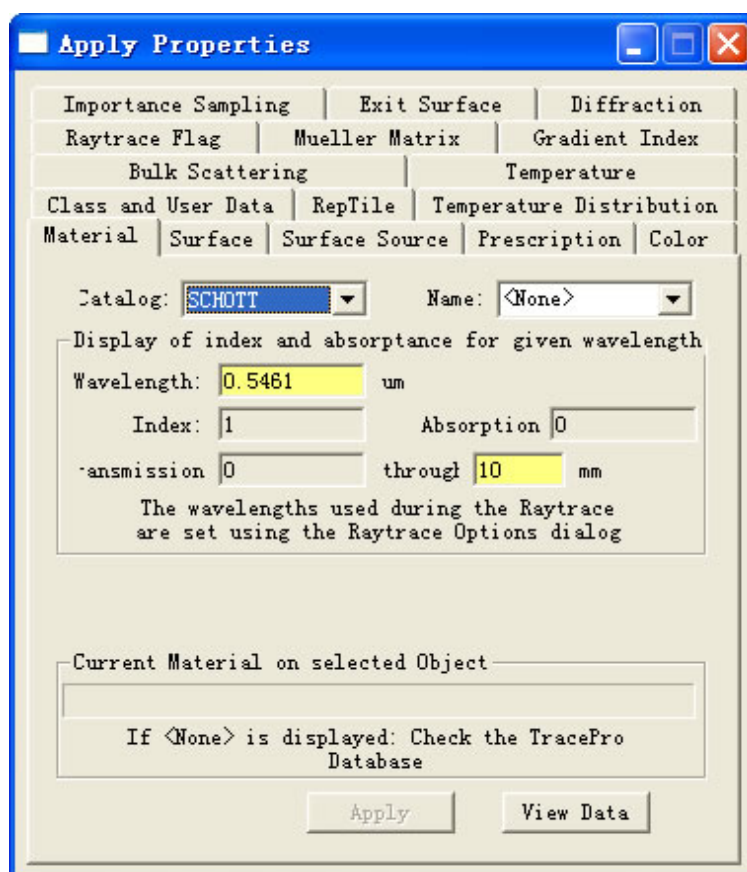


图 2.5.1

在运用属性中，我们需要对材料、表面属性（包括膜层、面类型等）、温度、模

型色（模型颜色与透明度设置）等进行定义，也可以根据需要进行材料增添，但需要制作相关的 TXT 文档，并保存于数据库中。

注意：RepTile 只有在 expert 版本中才能使用，主要设计一些微结构或用于背光源；重点采样（Importance Sampling）主要是为改进 Monte Carlo 计算效能的一种技术。

2.5.2 编辑属性数据

编辑属性数据功能为用户提供极大的自由空间，提高了 TracePro 自身的可操作性，如图 2.5.2, 使用者可以方便的编辑光学系统中元件的表面属性、材料、膜层以及设计微结构时使用的 RepTile 功能。

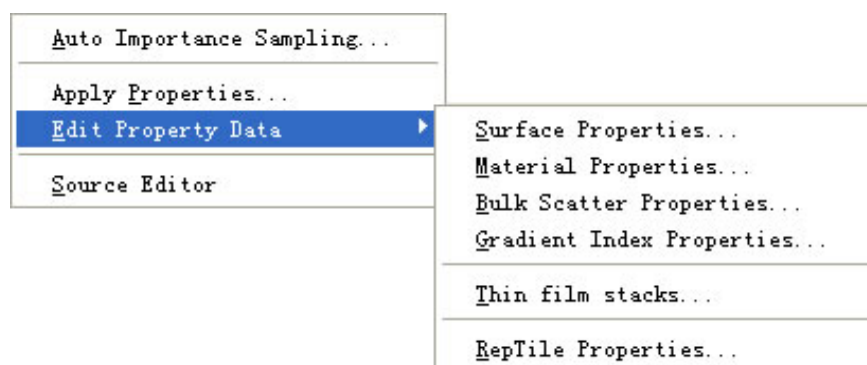


图 2.5.2

2.5.2.1 面属性定义

打开 **Define** 下拉菜单，在 **Edit Property Data** 中选择 **Surface Properties**, 打开面属性定义设置对话框，如图 2.5.2.1。

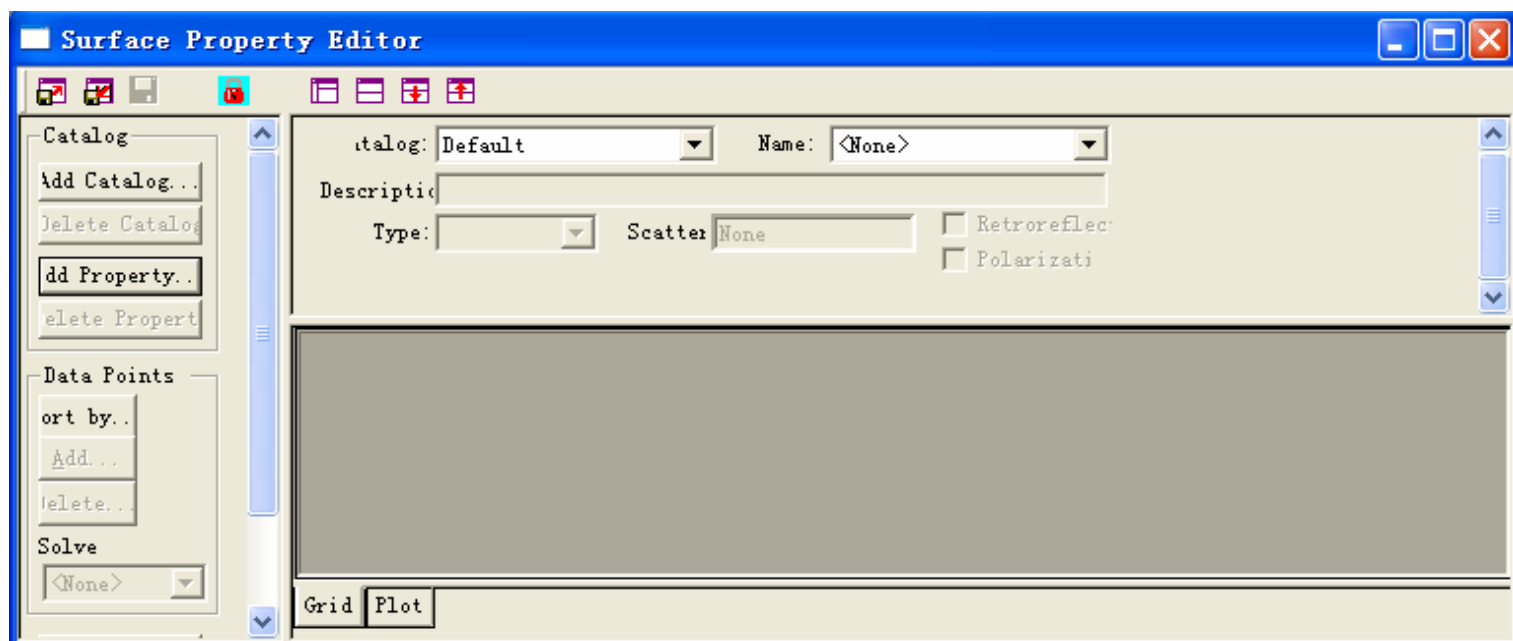


图 2.5.2.1

单击 Add Catalog 弹出输入新面属性目录名称对话框，输入目录名称以后。在此目录下，单击 Add Property，打开输入属性名称，完成输入以后如图 2.5.2.2:

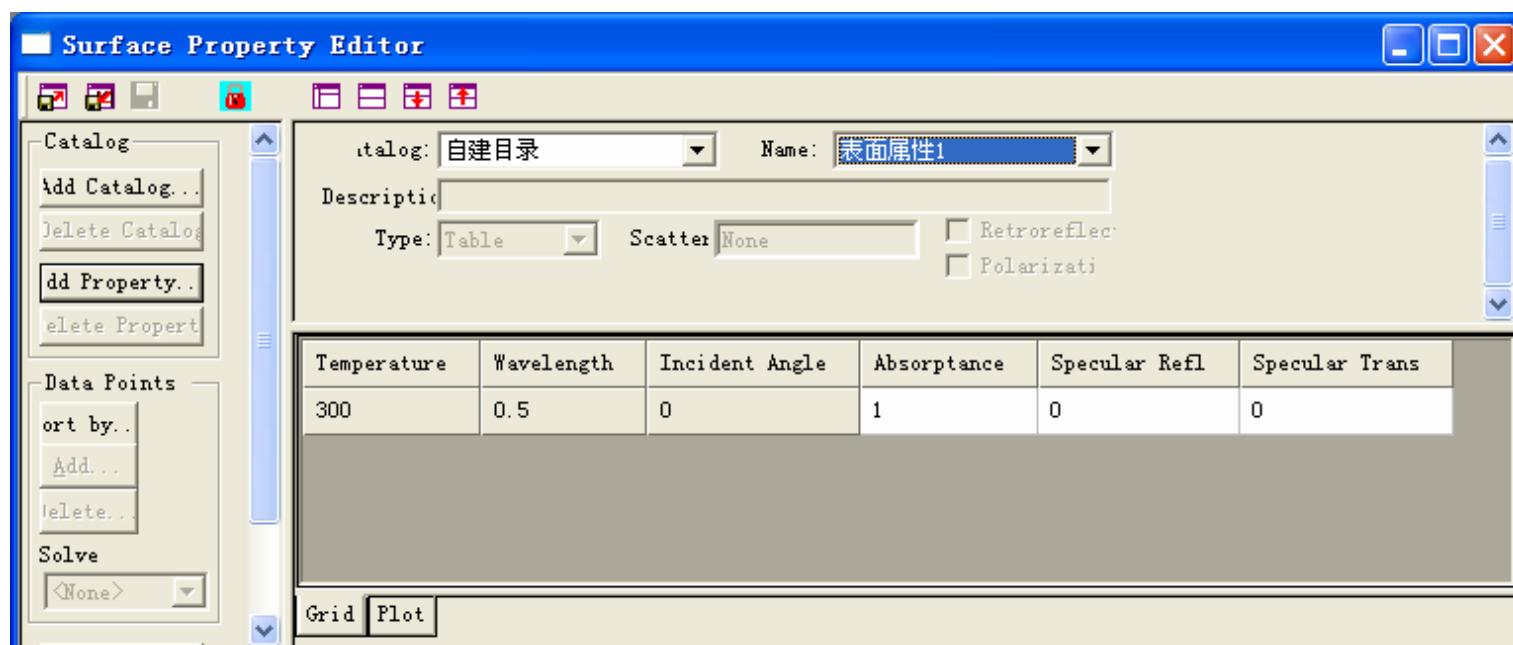




图 2.5.2.2

这里可以对温度、波长、入射角度、吸收比、反射率、透过率等进行设置（注意单击 ，开启  编辑），根据需要输入不同波长的参数以后，如图 2.5.2.3 为系统默认目

录下 Cold Mirror 面属性：

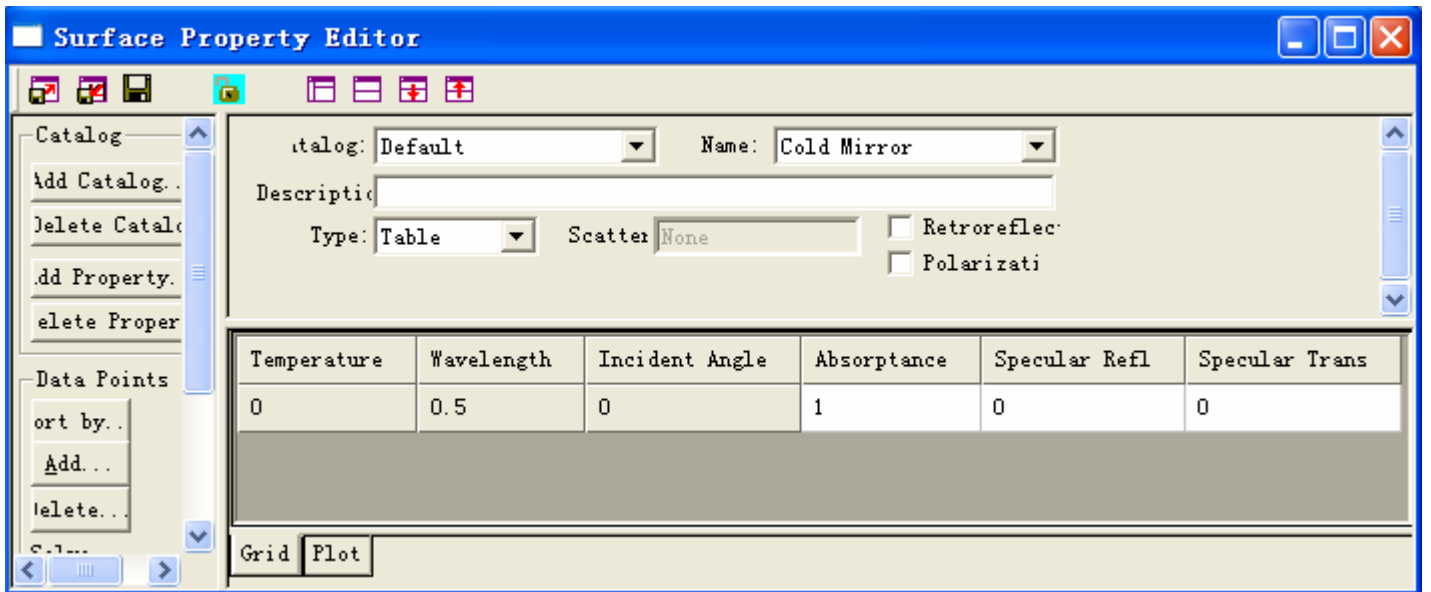


图 2.5.2.3

按下 Plot，从输入表格转换到反射、吸收、透射与波长关系曲线图如图 2.5.2.4 所示：

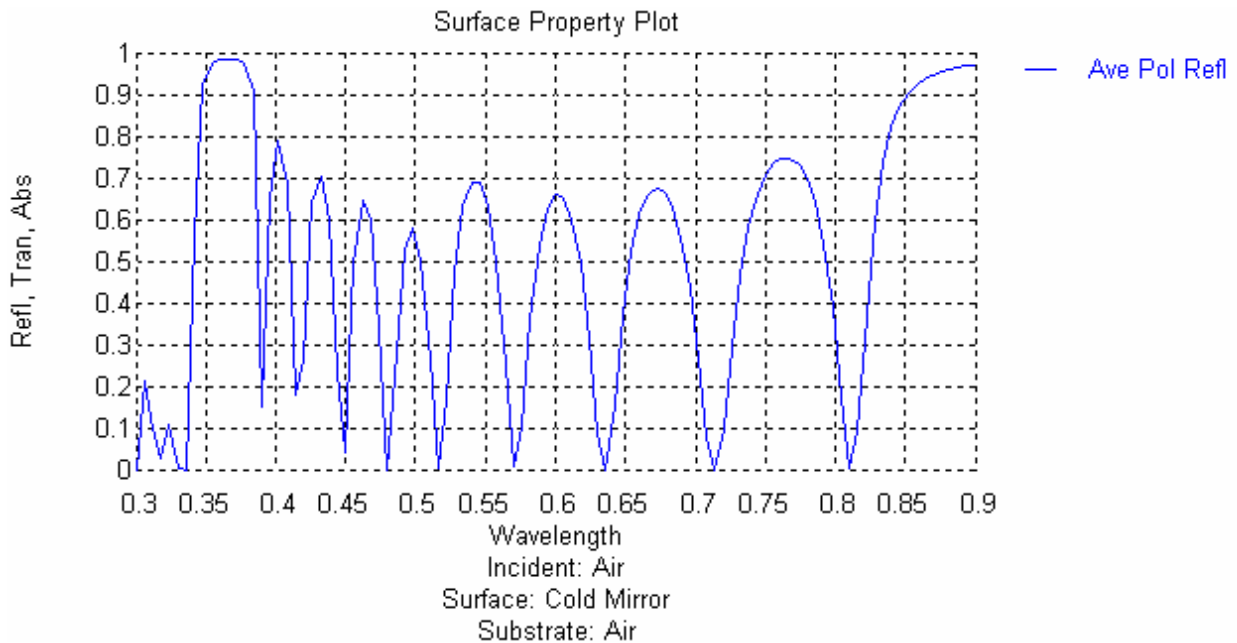


图 2.5.2.4

2.5.2.2 材料属性定义

打开 **Define** 下拉菜单，在 **Edit Property Data** 中选择 **Material Properties**, 打开材料定义设置对话框，如图 2.5.2.5 为 SCHOTT 肖特玻璃库的 K10 玻璃参数。

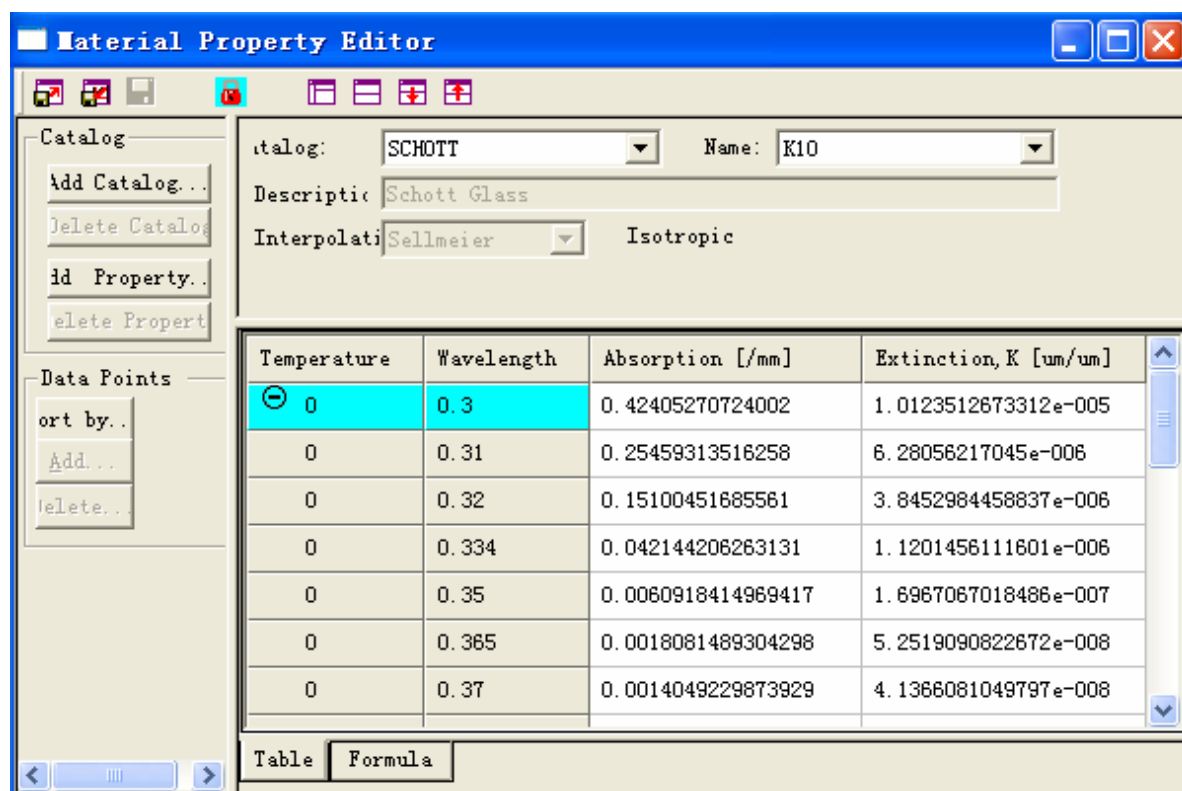


图 2.5.2.5

用户可以根据中国的玻璃牌号，建立适合于中国的玻璃库，建立方法和面属性定义一致。

按下 **Formula**, 从参数输入表格, 转换到计算公式显示, 如图 2.5.2.6 为 SCHOTT 肖特玻璃库的 K10 玻璃参数的计算公式。