
Ray Tracing 1.0

Ray

帮助手册

浙江大学光电学院

孙昊天、黄隆钤、吴恩宗

2020 年光电暑期短学期实践项目

2020/7/14

目录

文件	2
打开	2
镜头参数文件	2
物方参数文件	5
保存	8
保存计算结果	9
保存镜头参数	9
保存物方参数	9
编辑	10
镜头数据窗口	10
双击单元格数值编辑	10
右键菜单栏	11
列表上下左右滑动	16
物方参数窗口	16
双击单元格数值编辑	17
右键菜单栏	17
计算	19
绘图	20
绘制球差曲线	21
绘图	21
图片保存	22
数据保存	23
绘图更新	24
绘制 2D 视图	24
外观	25
设置子菜单颜色	25
设置背景颜色	26
帮助	27
使用说明	27
关于本程序	28

文件

Ray Tracing 提供两种文件格式供用户使用，分别为记事本 txt 格式和 Excel

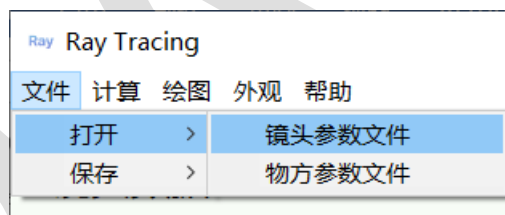


的衍生格式 csv 格式。其中后者能够在记事本或者 Excel 中打开编辑。

选择 Ray Tracing 主菜单栏下的文件选项即可进行后续文件读取及保存操作。

打开

要得出正确的计算结果，Ray Tracing 需要知道镜头参数和物方参数。所以，



读取文件可以选择镜头参数文件或者物方参数文件。

如果用户不采用手动输入的方式，那么请同时读取镜头参数文件和物方参数文件，避免出现计算错误。

镜头参数文件

这里以 csv 格式为例，讲解文件的内容格式要求。txt 格式只需要将表格中的内容之间用英文逗号 “,” 隔开即可，在此就不再赘述。

镜头参数文件兼容两种内容格式，分别是草稿格式和正式格式。

	A	B	C	D	E	F
1	62.5	4	1.516797	1.514323	1.522371	
2	-43.65	2.5	1.672702	1.66661	1.687515	
3	-124.35	0	1	1	1	
4						
5						
6						

草稿格式如下：

用户在草稿格式中只需要打开 Excel，对照软件界面属性栏进行数值输入即可，注意保存文件格式为 csv。

以下为软件界面表格属性要求。

镜头数据					
序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率

用户不需要填写序号一栏的内容，只需要依次填写曲率半径、厚度、d 光折射率、F 光折射率和 C 光折射率即可。

	A	B	C	D	E	F
1	序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
2	1	62.5	4	1.516797	1.514323	1.522371
3	2	-43.65	2.5	1.672702	1.66661	1.687515
4	3	-124.35	0	1	1	1
5						
6						

正式格式如下：

正式格式中给出了表头，也包含了序号。用户可根据自己需要在 Excel 中编

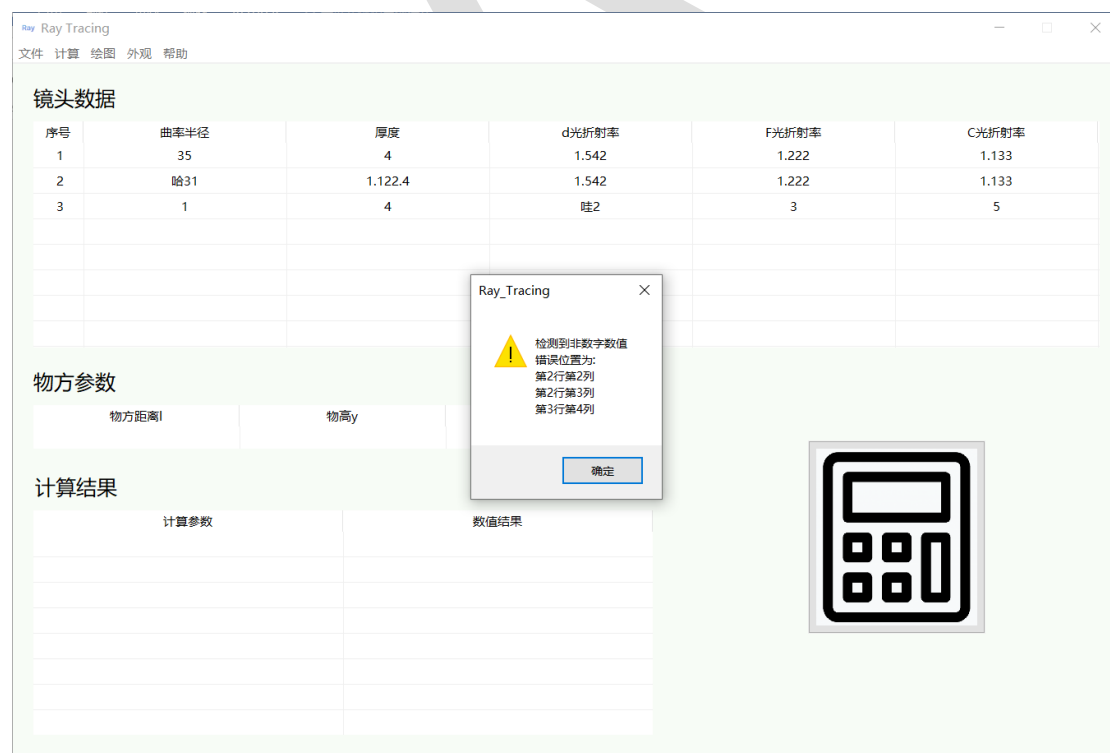
辑镜头参数文件。

需要注意的是，不管是草稿格式还是正式格式，表中的内容（不包含表头）都只能是整数或者小数，否则将会报错。

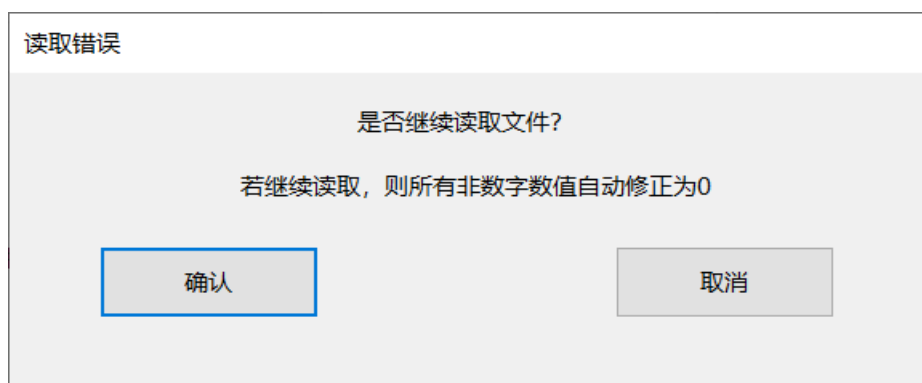
下面讲解报错的一例情况。

	A	B	C	D	E	F	
1	序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率	
2	1	35	4	1.542	1.222	1.133	
3	2	哈31	1.122.4	1.542	1.222	1.133	
4	3	1	4	哇2	3	5	
5							
6							
7							

可以看到该文件格式是符合的，但是内容上，B3 和 D4 包含了中文，C3 小数点有两个，让我们读取该文件看一下报错情况。



读取中，软件报错，提示检测到非数字值，同时将位置列出，分别是第 2 行第 2 列，第 2 行第 3 列，第 3 行第 4 列。



点击确定后，继续弹出对话框，询问是否继续读取。

若继续读取，则所有非数字数值自动修正为 0，后续用户可以直接在软件界面的表格单元格中，手动输入正确值；若取消，则不会继续读取，表格将恢复成读取文件前一次的内容。

物方参数文件

这里仍以 csv 格式为例，讲解文件的内容格式要求。txt 格式只需要将表格中的内容之间用英文逗号 “,” 隔开即可，在此就不再赘述。

物方参数文件也兼容两种内容格式，分别是草稿格式和正式格式。其中与镜头格式相同的是，草稿格式是不加表头的，正式格式加上了表头，具体细节可以查看镜头参数文件部分。

物方参数内容格式与镜头参数不同的是，物方参数的属性栏是会变化的，这是由于，物方设置成无穷远或有限距离时，会导致输入参数的要求发生变化。

物方参数

物方距离 l	物高 y	入瞳直径 $2a$
-500	26	20

若物方设置成有限距离，则会显示以下界面

Ray Tracing 要求用户输入物方距离 l ，物高 y 和入瞳直径 $2a$ ，所以相应的文件内容格式（正式）会变成如下

若物方设置成无穷远，则会显示以下界面

	A	B	C	D
1	物方距离 l	物高 y	入瞳直径 $2a$	

物方参数

物方距离 l	物高 y	入瞳直径 $2a$	无穷远半视场角 W
无限	26	20	5

Ray Tracing 要求用户输入物方距离 l ，物高 y 和无穷远视场角 W 。物方从有限距离切换成无穷远时，并没有删除物高 y 一栏，这是出于用户习惯的考虑。通常用户选择的物方距离为有限远，切换成无穷远的时候，我们不希望将物高省略，这样再从无穷远切换为有限距离时，就不需要再额外输入物高了。仅仅当有限距离切换成无穷远时才需要额外输入一个参数无穷远半视场角 W 。

需要说明的是，无穷远视场角 W 是°度计量的。

	A	B	C	D	E
1	物方距离 l	物高 y	入瞳直径 $2a$	无穷远半视场角 W	
2	无限	26	20	5	
3					

所以相应的文件内容格式（正式）会变成如下

需要注意的是，第一栏是固定的值，为“无限”，如果更改为其他值将会报

错。另外，其余值需要为整数或者小数。

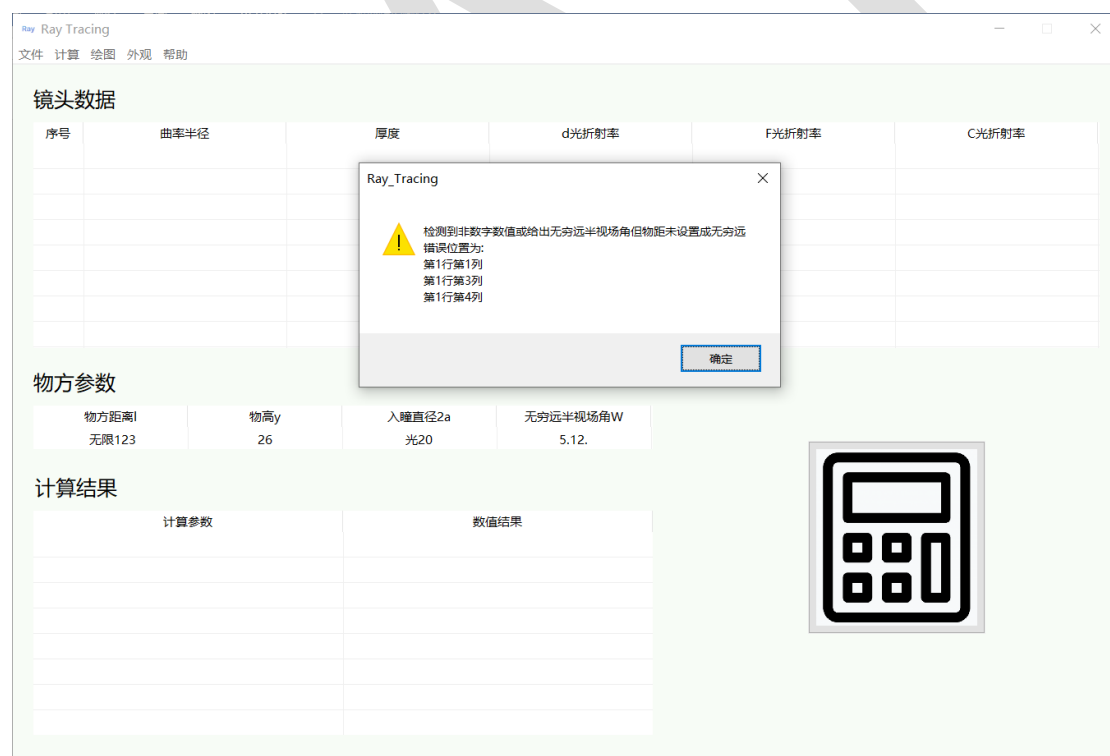
报错的部分与镜头参数类似，具体细节也可以查看镜头参数部分。

	A	B	C	D	E
1	物方距离l	物高y	入瞳直径2a	无穷远半视场角W	
2	无限123	26	光20	5.12.	
3					

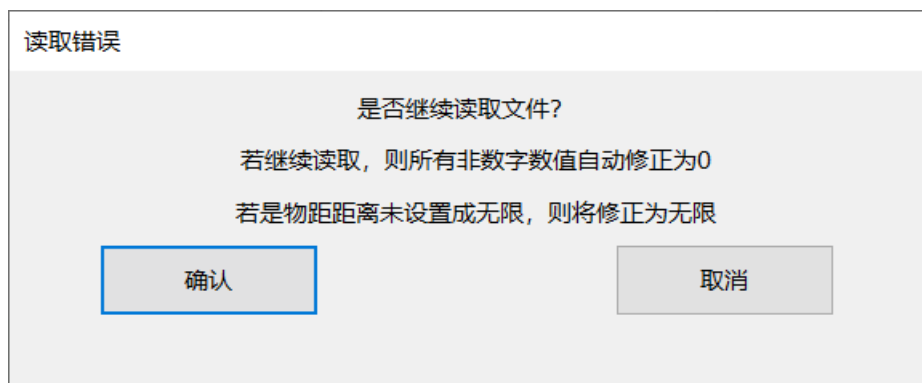
下面讲解报错的一例情况。

该文件内容中包含无穷远半视场角 W，所以物方距离应该设置为无限，另外 C2 和 D2 分别出现中文和两个小数点的情况。让我们读取该文件看一下报错情况。

软件报错，提示检测到非数字数值或者给出无穷远半视场角 W 情况下物距



为设置成无限，并且给出了错误位置。



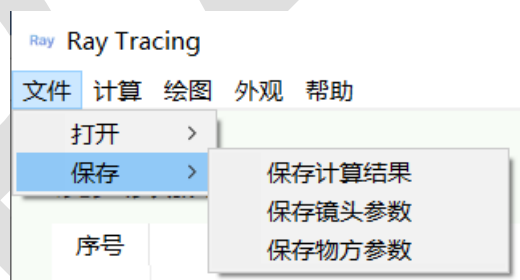
继续点击确定，跳出是否继续读取的对话框

若继续读取，数值将会被修正；若取消，则会恢复读取文件前一次的内容。

当文件内容是有限距离时，读取和报错情况类似。

保存

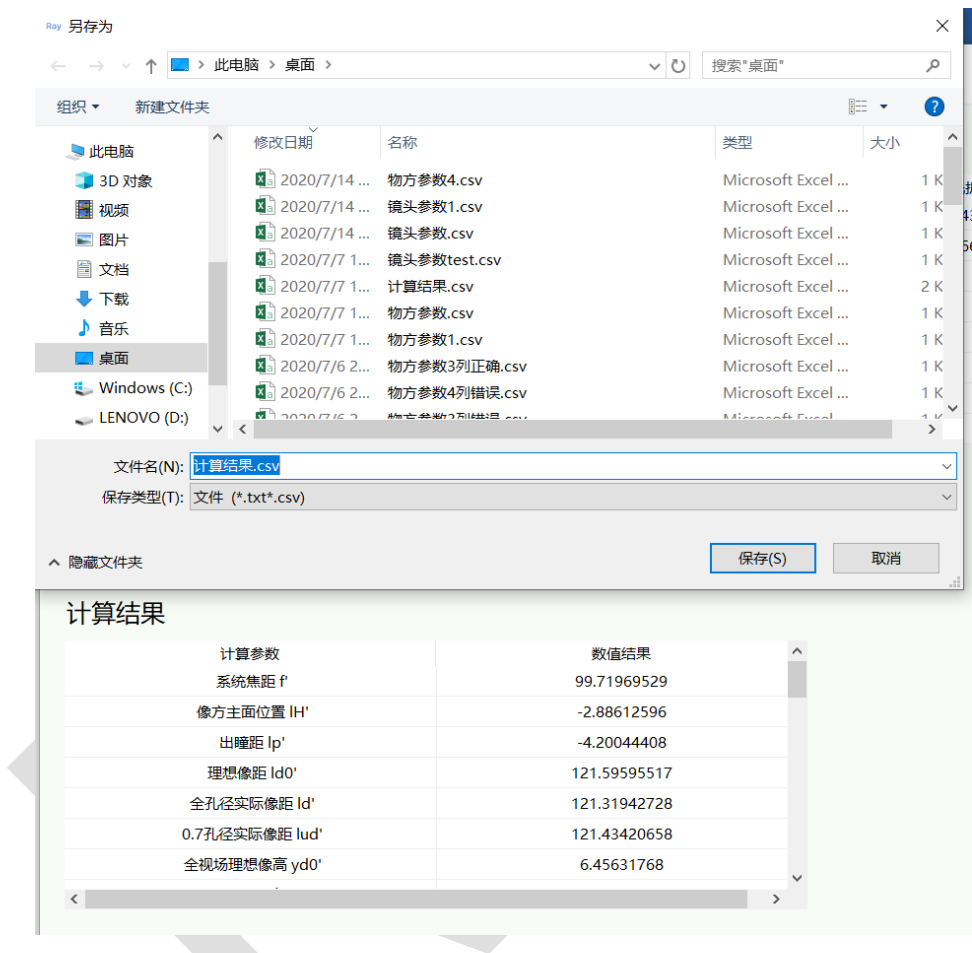
Ray Tracing 提供文件保存功能, 用户可以在界面中, 编辑好镜头参数内容、物方参数内容，获取计算结果，然后以正式内容格式，txt 或者 csv 文件格式保



存文件。

保存计算结果

以测试参数为例，计算完毕后，计算结果会呈现在计算结果一栏的表格中，用户可以点击保存计算结果，保存计算结果。若保存成功，会弹出保存成功的消



息框。

保存镜头参数

保存镜头参数文件与保存计算结果文件类似，请参考前例细节。

保存物方参数

保存物方参数文件与保存计算结果文件类似，请参考前例细节。

编辑

Ray Tracing 提供丰富的编辑功能，用户可以执行类 Zemax 的许多操作。

所有参数均遵循应用光学符号规则。

镜头数据窗口

镜头数据窗口以表格的形式呈现镜头参数，左侧第一列是自动排列的序号，

镜头数据					
序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

无法进行编辑操作。

双击单元格数值编辑

除了第一列序号无法编辑外，其余单元格可以通过双击的方式修改表格的内

镜头数据	
序号	曲率半径
1	62.5
2	-43.65
3	-124.35

容，要确定修改内容只需要将鼠标点击别处即可。

右键菜单栏

镜头数据窗口右键菜单栏提供了丰富的类 Zemax 功能，方便用户操作。右键弹出的菜单栏共有两种，一种是仅仅为插入表面一个选项的菜单，另一个则是包含插入前\后表面，删除表面，复制\粘贴单元格，上\下移功能的菜单。

插入表面

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

当用户右键未选中单元格时，会弹出插入表面菜单。

插入表面将在序号末尾插入一个空白的表面。

结合单元格编辑功能即可允许用户自行插入表面并输入数据。

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1
4					

插入前表面

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含插入前表面

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

功能。

插入前表面将在选中的该行单元格前插入一个空白的表面。

结合单元格编辑功能即可允许用户自行插入表面并输入数据。

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2					
3	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
4	-124.35	0	1	1	1

插入后表面

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含插入后表面

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

功能。

插入后表面将在选中的该行单元格后插入一个空白的表面。

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3					
4	-124.35	0	1	1	1

结合单元格编辑功能即可允许用户自行插入表面并输入数据。

删除表面

当用户右键且选中了某一行或者某几行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

插入前表面
 插入后表面
 删除表面
 复制单元格
 粘贴单元格
 上移
 下移

删除表面功能。

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-124.35	0	1	1	1

删除表面将会删除所选中的所有单元格内容。

可以看到原先的第二行内容已经被删除。可以采用 Shift 或者 Ctrl 配合，选中某几行单元格一起删除。

复制单元格

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含复制单元格内容功能。

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

插入前表面

插入后表面

删除表面

复制单元格

粘贴单元格

上移

下移

复制单元格将会将选中的单个单元格内容复制到剪切板中，后续粘贴到任何支持文本的窗口中以取得该数值。

粘贴单元格

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含粘贴单元格

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0		1	1

插入前表面

插入后表面

删除表面

复制单元格

粘贴单元格

上移

下移

内容功能。

粘贴单元格将会将剪切板中的内容粘贴到选中的单元格中。

上移

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含上移功能。

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0	1	1	1

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
2	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
3	-124.35	0	1	1	1

上移将会将选中的该行单元格上移一行。

下移

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
3	-124.35	0		1	1

当用户右键且选中了某一行单元格时，会弹出菜单，该菜单包含下移功能。

下移将会将选中的该行单元格下移一行。

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-124.35	0	1	1	1
3	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479

列表上下左右滑动

当插入的镜片数量超过 8 片后，表格中将会出现上下和左右的滑动条，拖动滑动条即可实现左右及上下的滑动。右键滑动条还会弹出菜单提供滚动和翻页的

镜头数据

序号	曲率半径	厚度	d光折射率	F光折射率	C光折射率
1	62.5	4	1.51679695	1.514322671	1.522370919
2	-124.35	0	1	1	1
3	-43.65	2.5	1.672701573	1.666610414	1.687515479
4					
5					
6					
7					

物方参数

物方距离l	物高y	瞳直径2a
-500	26	20

计算结果

滚动至此
左边缘
右边缘
向左翻页
向右翻页
向左滚动
向右滚动

各项功能。

物方参数窗口

物方参数窗口以表格的形式呈现物方参数，有两种表格形式，具体细节及缘由可以参见打开物方参数文件一栏。

物方参数

物方距离l	物高y	入瞳直径2a
-500	26	20

当物方设定为有限距离时，表格格式如下

当物方设定为无穷远时，表格格式如下

物方参数

物方距离l	物高y	入瞳直径2a	无穷远半视场角W
无限	26	20	5

双击单元格数值编辑

和镜头数据窗口一样，物方参数窗口也可以双击编辑单元格数值，不过需要注意的是，当物方距离 l 设置为无穷远时，是无法修改“无限”这个值的。

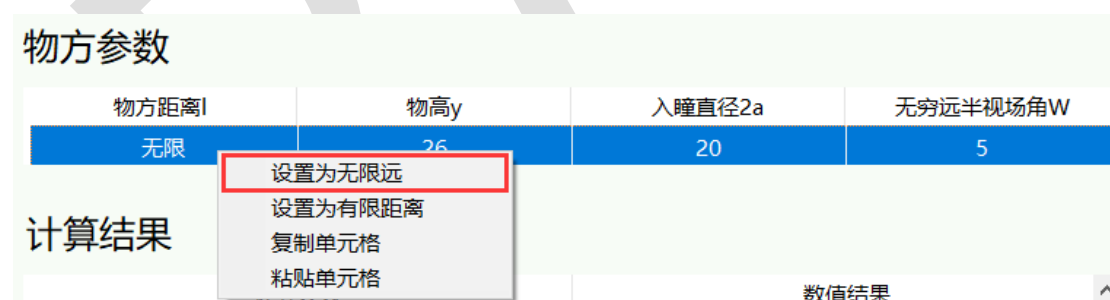
具体细节可以参考镜头数据窗口双击单元格数值编辑一栏。

右键菜单栏

右键选中单元格将弹出菜单栏，该菜单栏包含两种，一种为仅仅包含复制\粘贴单元格选项的菜单栏，另一种是包含设置为无穷远\有限距离，复制\粘贴选项的菜单栏。

设置为无穷远

当用户右键且选中了物方距离 l 下的单元格时，会弹出菜单，该菜单包含设

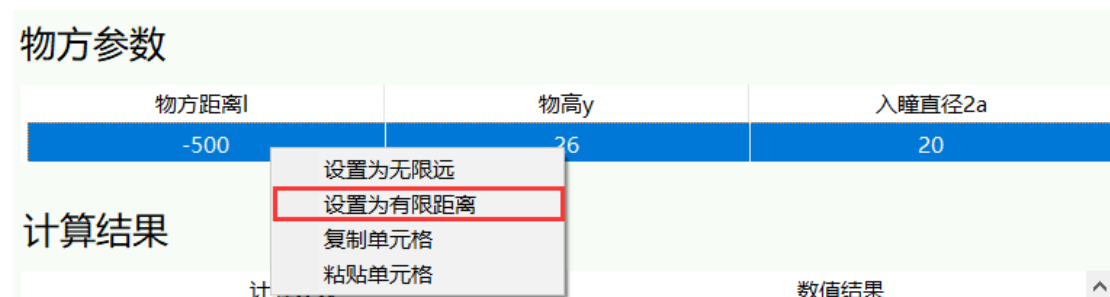


置为无穷远功能。

选择设置为无穷远，将会将表格格式切换成无穷远时的格式，如上图所显示。同时，物方距离 l 会自动修改数值为无限，物高 y 和入瞳直径 $2a$ 继续保留，需要手动输入无穷远半视场角 W 。

设置为有限距离

当用户右键且选中了物方距离 l 下的单元格时，会弹出菜单，该菜单包含设

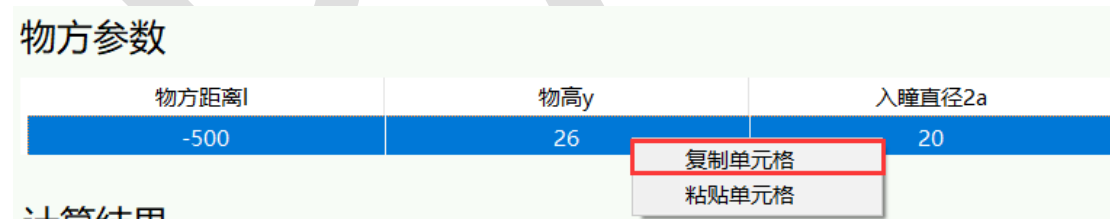


置为有限距离功能。

选择设置为有限距离，将会将表格格式切换成有限距离时的格式，如上图所示。同时，物方距离 l 会自动修改为 0，需要手动修改，物高 y 和入瞳直径 $2a$ 继续保留。

复制单元格

当用户右键且选中了任意单元格时，弹出的菜单中会包含复制单元格功能。



复制功能与镜头数据窗口类似，不再赘述。

粘贴单元格

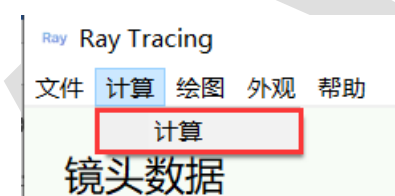
当用户右键且选中了任意单元格时，弹出的菜单中会包含粘贴单元格功能。

物方参数		
物方距离l	物高y	入瞳直径2a
-500	26	20
		复制单元格
计算结果		粘贴单元格

粘贴功能与镜头数据窗口类似，不再赘述。

计算

Ray Tracing 将会根据镜头数据和物方参数得到所求参数结果。



用户可以点击主菜单中计算一栏，进行计算。

用户也可以点击右下角的“计算器”图案，进行计算。两者完全相同。

计算结果	
计算参数	数值结果
系统焦距 f'	99.71969529
像方主面位置 IH'	-2.88612596
出瞳距 lp'	-4.20044408
理想像距 ld0'	121.59595517
全孔径实际像距 ld'	121.31942728
0.7孔径实际像距 lud'	121.43420658
全视场理想像高 yd0'	6.45631768

所有求得的参数及结果将会在计算结果窗口中显示。

用户可以拖动滑动条进行上下左右滑动，也可以右键滑动条，弹出滚动的相

关功能菜单，这部分细节可以查看镜头数据窗口列表上下左右滑动一栏。

以下罗列所有将计算的参数：

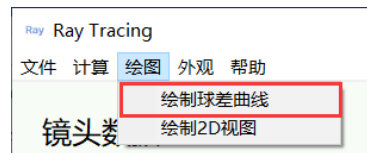
系统焦距 f'	全视场实际像高 yc'
像方主面位置 lH'	0.7 视场实际像高 ywc'
出瞳距 lp'	全孔径球差 SA
理想像距 $ld0'$	0.7 孔径球差 SAu
全孔径实际像距 ld'	全孔径位置色差 $LCAx$
0.7 孔径实际像距 lud'	0.7 孔径位置色差 $LCAxu$
全视场理想像高 $yd0'$	0 孔径位置色差 $LCAxu0$
0.7 视场理想像高 $ywd0'$	全视场倍率色差 $LCAy$
全视场实际像高 yd'	0.7 视场倍率色差 $LCAyw$
0.7 视场实际像高 ywd'	初级子午场曲 xt'
理想像距 $lf0'$	初级弧矢场曲 xs'
全孔径实际像距 lf'	初级像散 xts'
0.7 孔径实际像距 luf'	全视场绝对畸变 adt
理想像高 $yf0'$	0.7 视场绝对畸变 $adtw$
全视场实际像高 yf'	全视场相对畸变 rdt
0.7 视场实际像高 ywf'	0.7 视场相对畸变 $rdtw$
理想像距 $lc0'$	全市场全孔径子午彗差 $coma1$
全孔径实际像距 lc'	全视场 0.7 孔径子午彗差 $coma2$
0.7 孔径实际像距 luc'	0.7 视场全孔径子午彗差 $coma3$
理想像高 $yc0'$	0.7 视场 0.7 孔径子午彗差 $coma4$

绘图

Ray Tracing 提供了一部分像差曲线及镜片 2D 视图的绘制，同时绘制得到的图形可以采用 jpg 或 bmp 格式以图片保存，也可以将数据用 csv 格式保存。

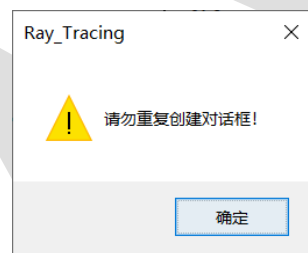
绘制球差曲线

用户选择主菜单栏绘图下的绘制球差曲线功能，即可弹出球差曲线对话框，



查看绘图情况。该对话框属于非模态对话框，不会影响主对话框的响应。

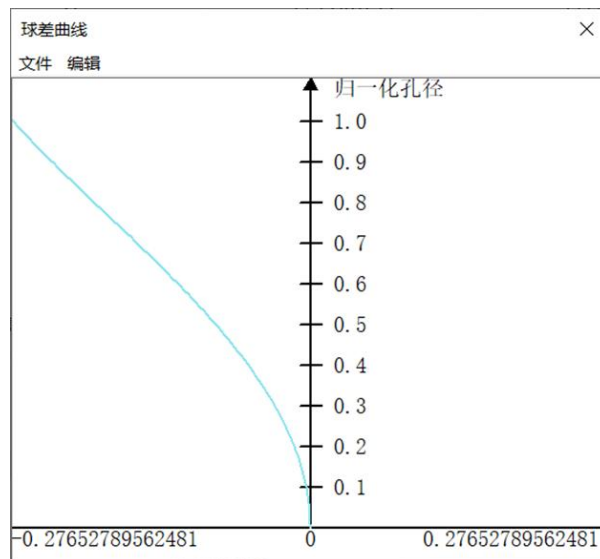
需要说明的是，绘制球差曲线之前，需要先进行计算。如果数据有更新，但是用户却未进行计算，则球差曲线不会更新。



球差曲线的对话框仅能存在一个，如果重复创建将会报错。

绘图

以测试参数为例，绘制球差曲线的图形如下，需要说明的是，目前仅支持绘制 d 光的球差曲线。



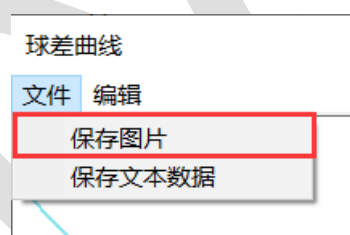
该曲线横坐标是球差具体数值，正负的端点是球差绝对值的最大值的正负值。

纵坐标是归一化的孔径，从 0 到 1，每隔 0.1 有刻度线。

蓝线即为所绘制的曲线。

图片保存

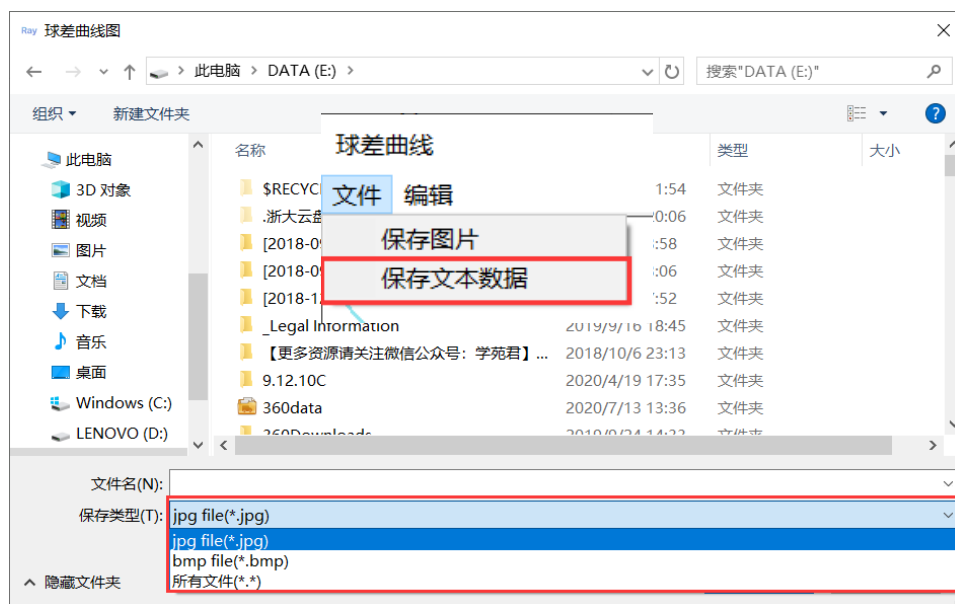
用户可以选择球差曲线对话框的主菜单栏文件下的保存图片功能，实现图片



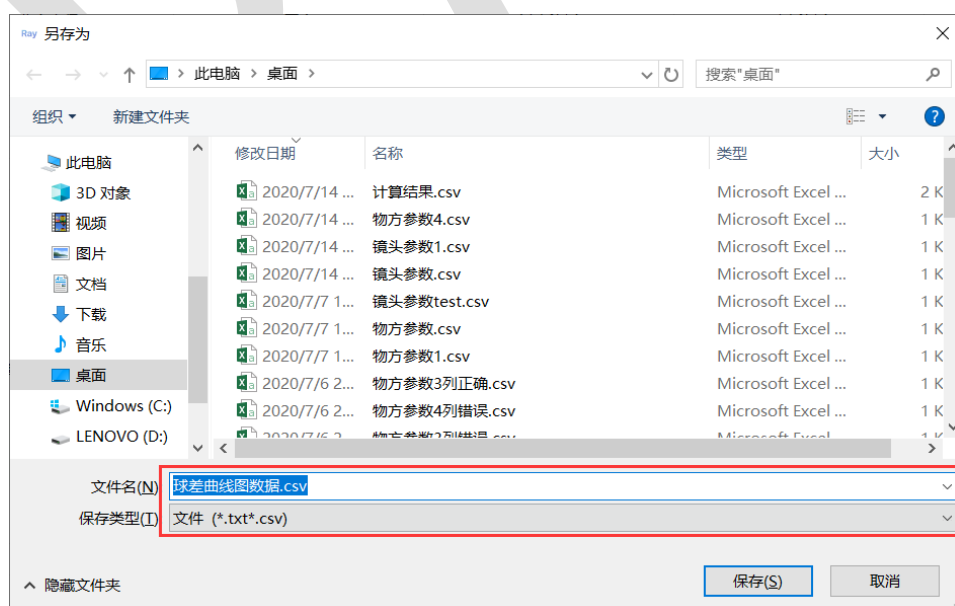
保存。

图片保存对话框中，可以选择保存格式为 jpg 或者 bmp。

数据保存



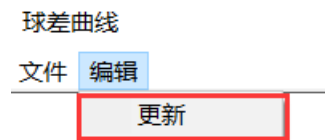
用户可以选择球差曲线对话框的主菜单栏文件下的保存文本数据功能，实现文本数据保存，保存格式为 csv，也兼容 txt。



图片保存对话框中，可以选择保存格式为 csv 或者 txt。

内容将会以一系列坐标保存，格式如下

绘图更新



Ray Tracing 暂未实现自动更新功能，所以当用户更新数据后，需要先点击计算，得到各参数结果，然后如果未创建球差曲线的对话框，则点击绘制球差曲

	A	B	C
1	横轴球差	纵轴归一化孔径	
2	0	0	
3	-3.77E-05	0.01	
4	-0.0001507	0.02	
5	-0.0003391	0.03	
6	-0.0006027	0.04	
7	-0.0009415	0.05	
8	-0.0013555	0.06	
9	-0.0018444	0.07	
10	-0.0024081	0.08	
11	-0.0030465	0.09	
12	-0.0037593	0.1	
13	-0.0045465	0.11	
14	-0.0054077	0.12	
15	-0.0063426	0.13	
16	-0.0073511	0.14	
17	-0.0084328	0.15	

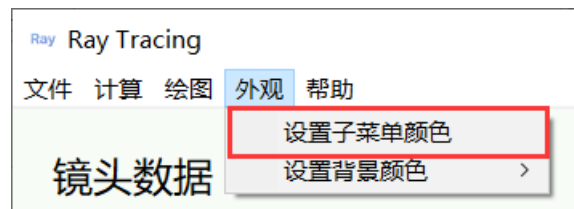
线即会根据最新的数据绘制球差曲线，但是如果已创建球差曲线的对话框，点击主菜单编辑下的更新即可根据最新的数据绘制球差曲线。

绘制 2D 视图

暂无

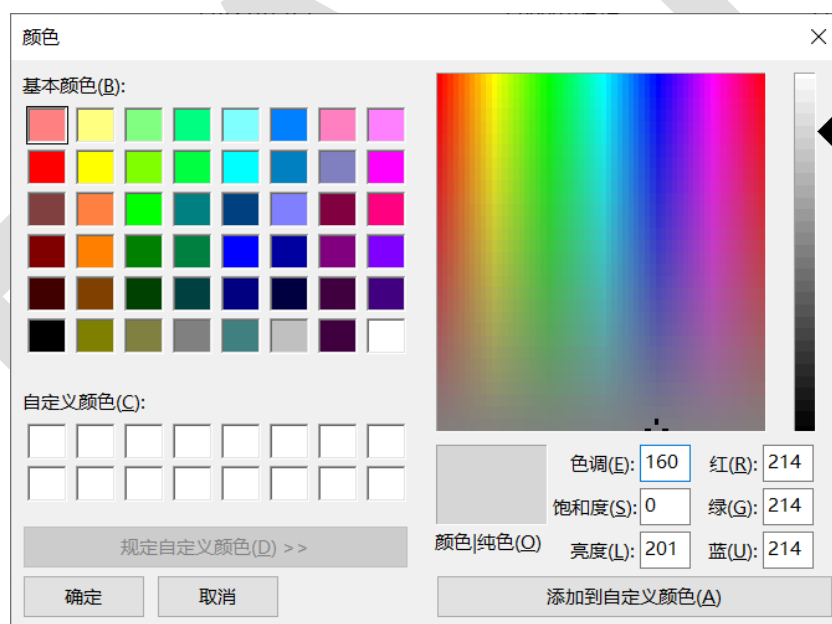
外观

Ray Tracing 提供了基础的外观选项，包含设置子菜单颜色和设置背景颜色



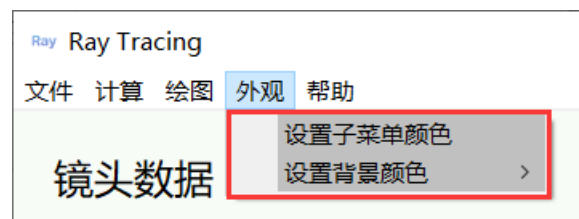
两项。

设置子菜单颜色



用户点击设置子菜单颜色，即会跳出颜色选择框。

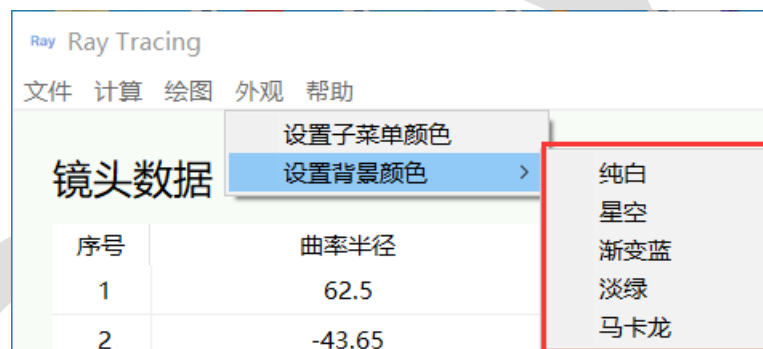
按照界面显示，选取颜色后，子菜单的颜色将会更改。



以修改为淡灰色为例，以下为修改后的结果。

设置背景颜色

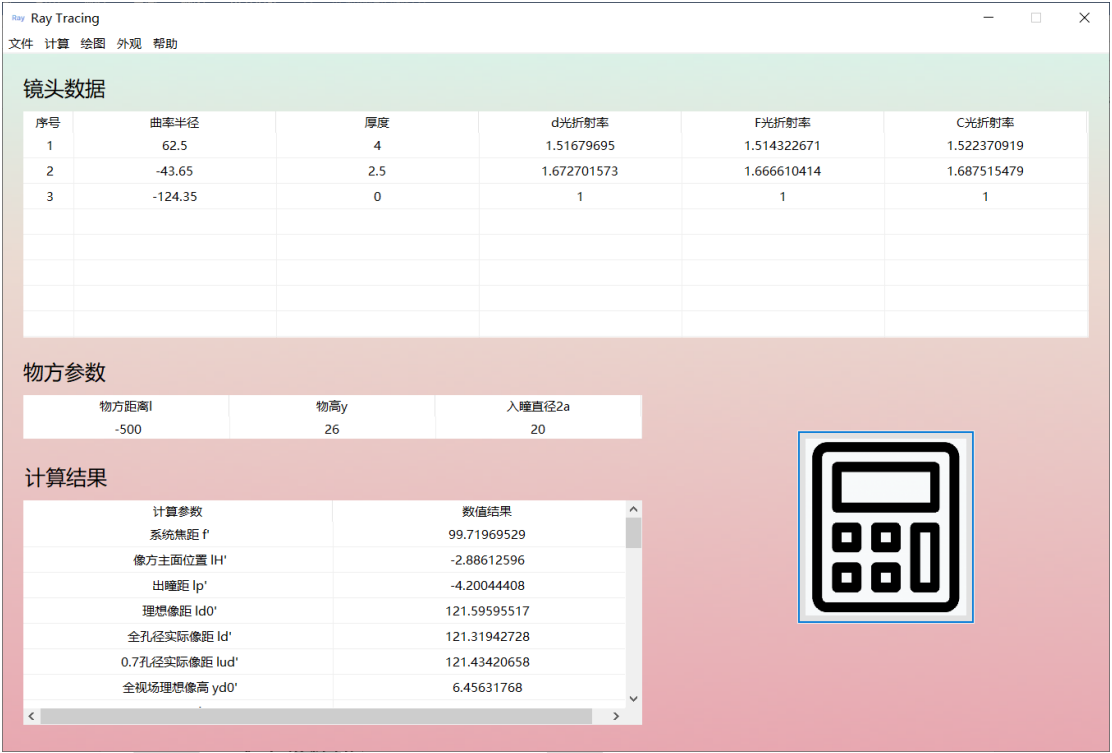
Ray Tracing 提供了 5 种较为合适的背景颜色，分别为纯白、星空、渐变蓝、淡绿、马卡龙，供用户选择。



用户可以在设置背景颜色子菜单中选择一款合适的颜色作为背景色。

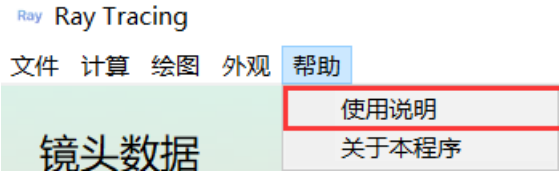
以马卡龙为例，以下为修改后的结果。

帮助



Ray Tracing 提供使用说明和关于本程序的简单介绍。

使用说明



用户可以点击帮助菜单下的使用说明，也可以按下 F1 键，弹出帮助文档。

关于本程序



用户可以点击帮助菜单下的关于本程序，将会弹出本程序的简单介绍。

RAY