

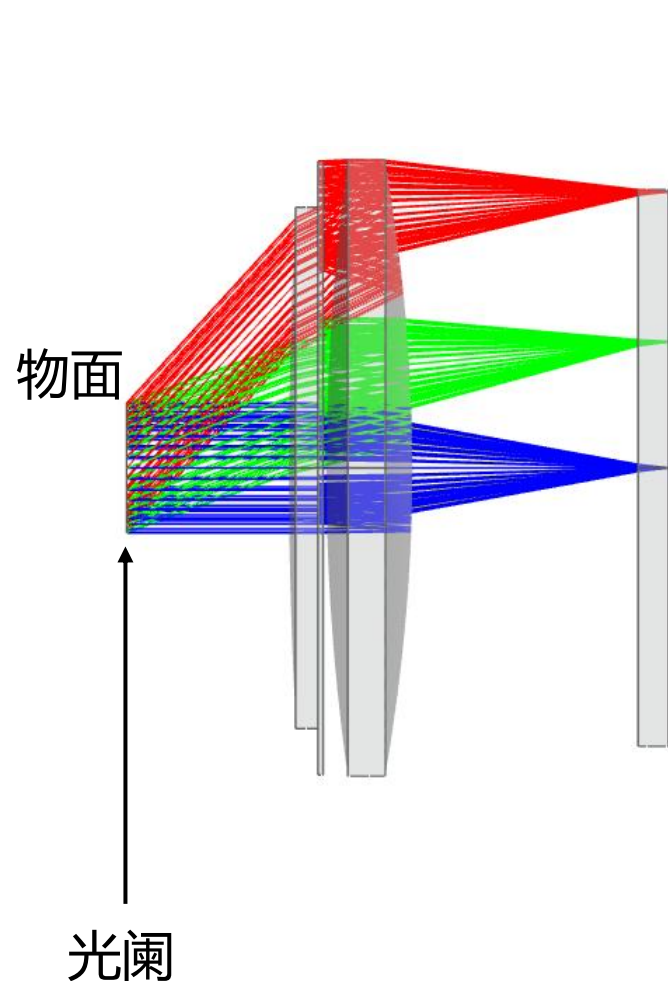
VR Pancake 双镜系统



VR Pancake 系统 [1]

[2]

Pancake 镜头近年来在虚拟现实 (VR) 头显中得到越来越广泛的应用。凭借将折叠光路的反射式光学结构与偏振光学元件 (如PBS、 $\lambda/4$ 波片) 相结合的创新设计, 该类镜头能够在极大缩短系统光路长度的同时, 实现高分辨率、低畸变的成像表现, 从而显著减小头显体积与重量。相比传统菲涅尔透镜 (Fresnel Lens), Pancake 镜头具备更高的紧凑性、像质一致性以及边缘清晰度优势, 但对制造精度与透光率控制要求更高。在本案例中, 将通过设计一个典型的 Pancake 光学系统, 演示在 VLU 中的光学设计流程, 包括初始系统生成、像质分析、评价函数定义与优化。



像面

- 最大RMS光斑半径
- 畸变
- MTF

物体规格:

- 平面波尺寸: 由出瞳直径定义
- 波长: 绿光可见
 - 推荐使用 550 nm
- 视场: 由角度定义
 - 推荐使用 $(0^\circ, 0^\circ)$ 、 $(0^\circ, 20^\circ)$ 、 $(0^\circ, 47.5^\circ)$ 、 $(47.5^\circ, 0^\circ)$

系统规格:

1. 出瞳直径: 8 mm
2. 显示屏: 1.38 inch (对角)

额外系统限制:

1. 系统总长: > 23 mm
2. 镜目距: 10 mm

像质要求:

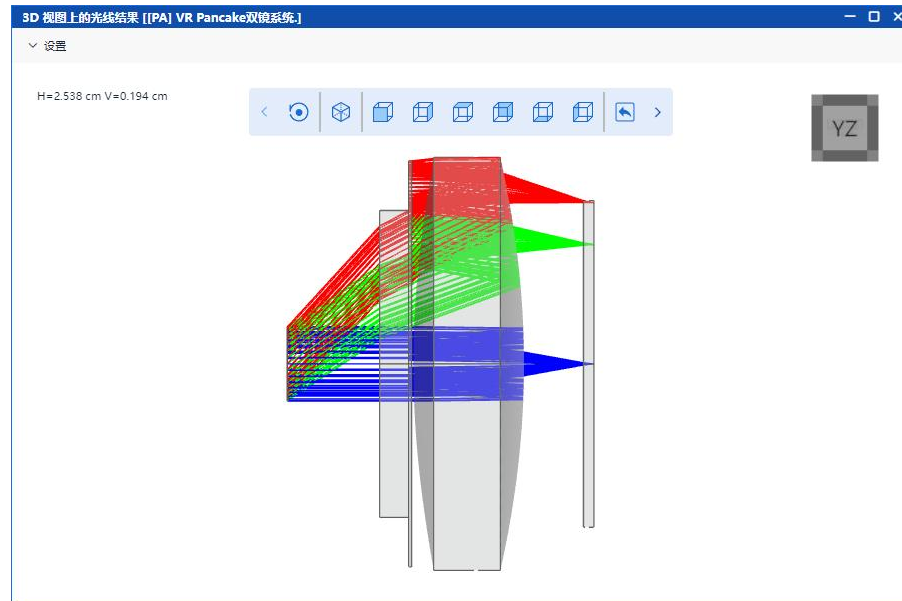
1. 最大RMS光斑半径: < 12 μm
2. 畸变: < 30 %
3. MTF: > 30% 在 30 lps/mm

加工要求:

1. 透镜数量: < 3
2. 最大中心/边缘玻璃厚度: 12 mm
3. 最小中心/边缘空气厚度: 0.1 mm

设计结果

- 设计结果如下，像质，[系统规格](#)、[额外系统限制](#)以及[加工要求](#)均满足预期设计目标。

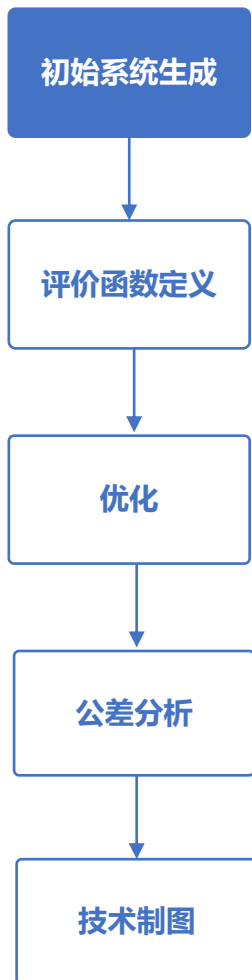


优化后系统的3D光线追迹视图

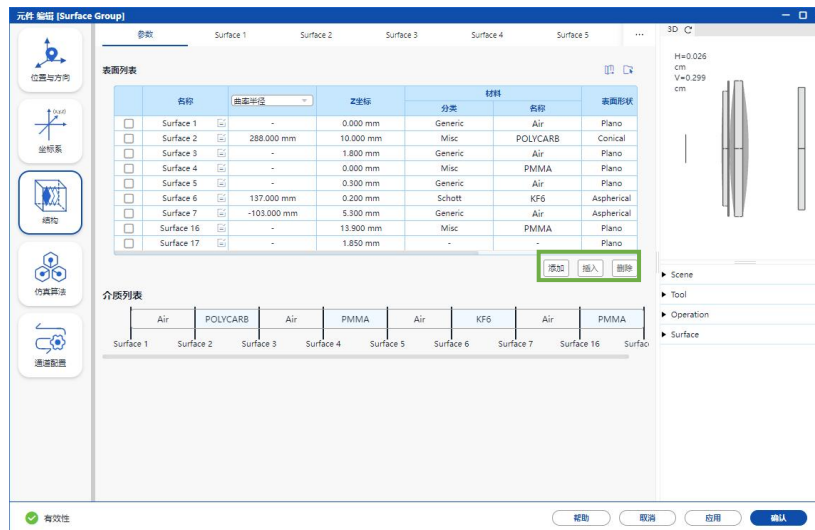


像质要求	初始系统	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	37.649 μm	10.460 μm	< 12 μm
2. 畸变	30.7 %	29.6 %	< 30 %
3. MTF 在 30 lps/mm	4.9 %	32 %	> 30 %

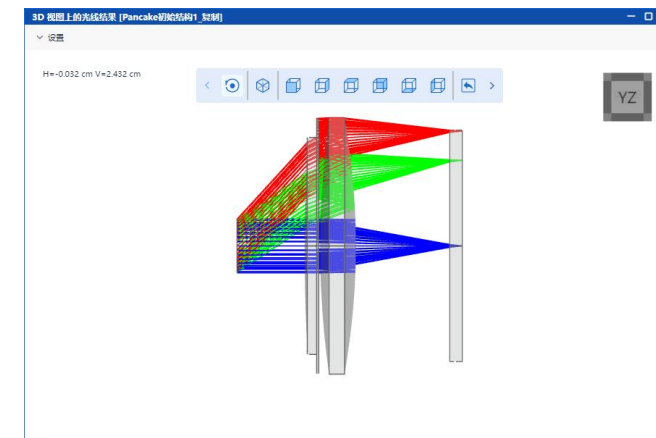
工作流程



- 根据案例说明，可以参考[Pancake光学技术网](#)提到“两片式Pancake典型设计”的光学方案作为初始系统：

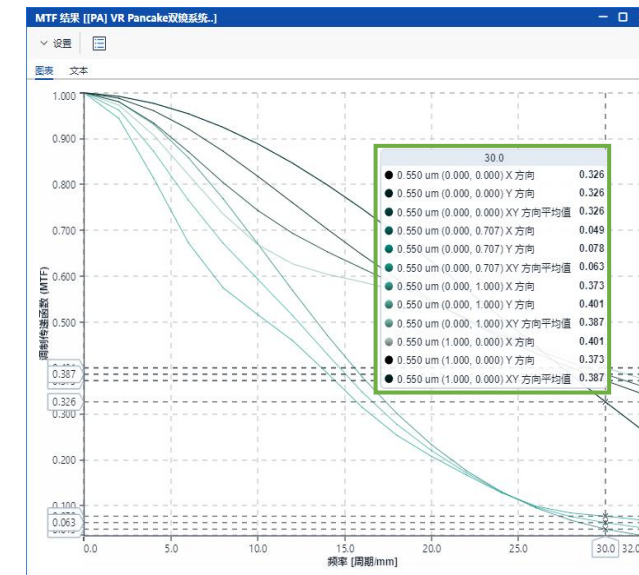
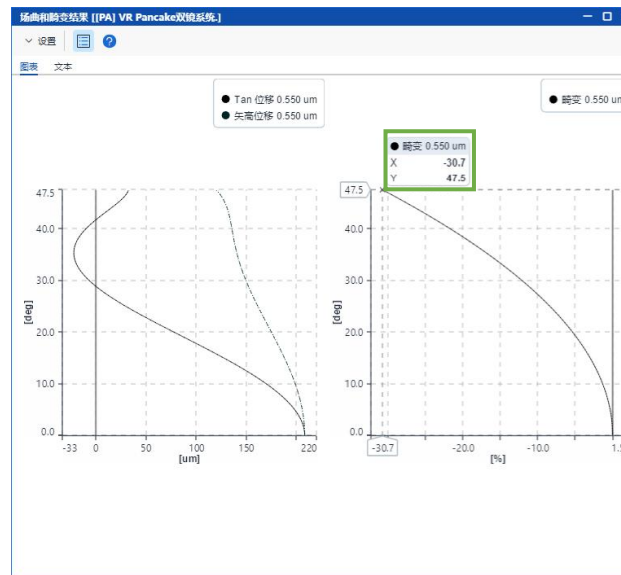
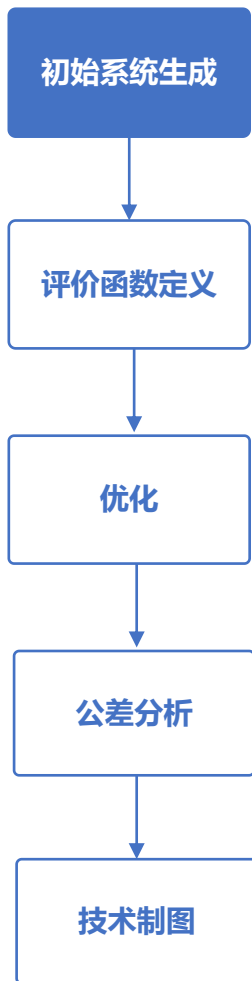


- 添加光源
- 添加像面

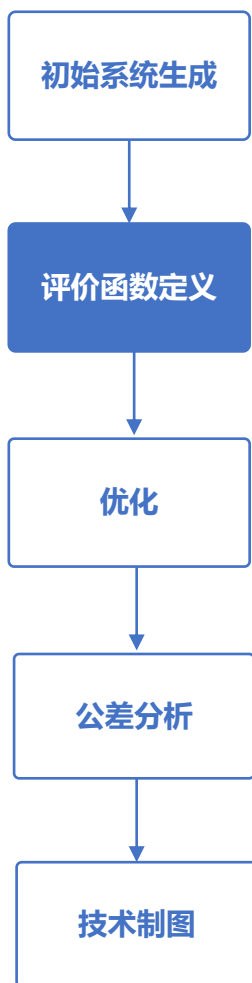


得到的最终初始系统

“两片式Pancake典型设计”镜头的结构被手动搭建



像质要求	初始系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	37.649 um	< 12 um
2. 畸变	30.7 %	< 30 %
3. MTF 在 30 lps/mm	4.9 %	> 30 %



- 根据系统规格、额外系统限制以及像质与加工要求，定义了各种与之对应的评价函数。

评价函数值: 12.31994802

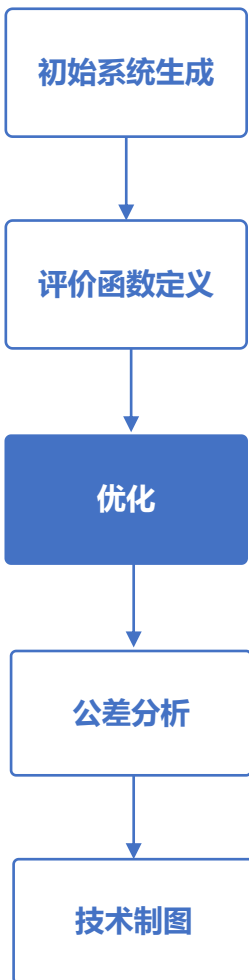
ID	评估	权重	评价标准	值	% 贡献
1	Image Quality				
1.1	Wavefront RMS	1.00000000	= 0.00000000	0.82502902	5.52496556
1.2	Wavefront RMS	1.00000000	= 0.00000000	2.33371362	44.20651156
1.3	Wavefront RMS	1.00000000	= 0.00000000	1.39525741	15.80155394
1.4	Wavefront RMS	1.00000000	= 0.00000000	1.39584243	15.81480776
2	Aberration				
2.1	Distortion Percentages	1.00000000	< 29.50000000	30.69548190	11.60051132
3	Dimension				
3.1	Total Center Thickness	1.00000000	< 22.80000000 mm	23.35000000 mm	2.45536750
3.2	Total Center Thickness	1.00000000	> 1.20000000 mm	1.85000000 mm	0.00000000
4	Dimension				
4.1	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.10000000 mm	1.62338352e-3
4.2	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.10000000 mm	1.62338352e-3
4.3	Max Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
4.4	Max Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
5	Real Ray				
5.1	Position Local (Real)	1.00000000	= 17.50000000 mm	16.96808854 mm	2.29651780
5.2	Position Local (Real)	1.00000000	= 17.50000000 mm	16.96808854 mm	2.29651780

像质要求 1-3

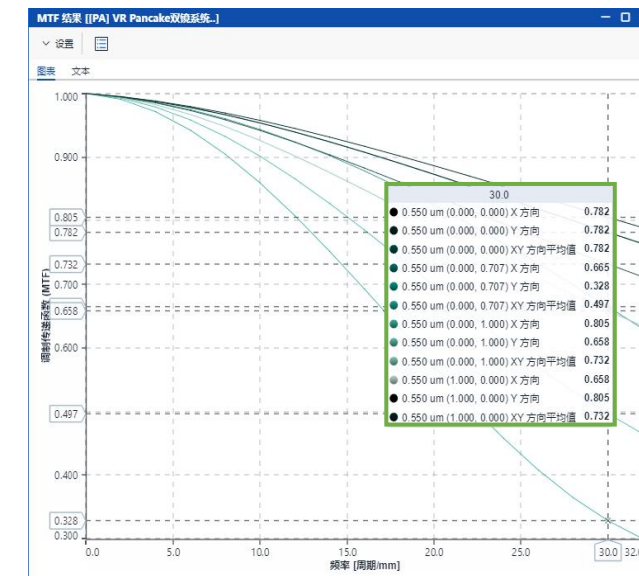
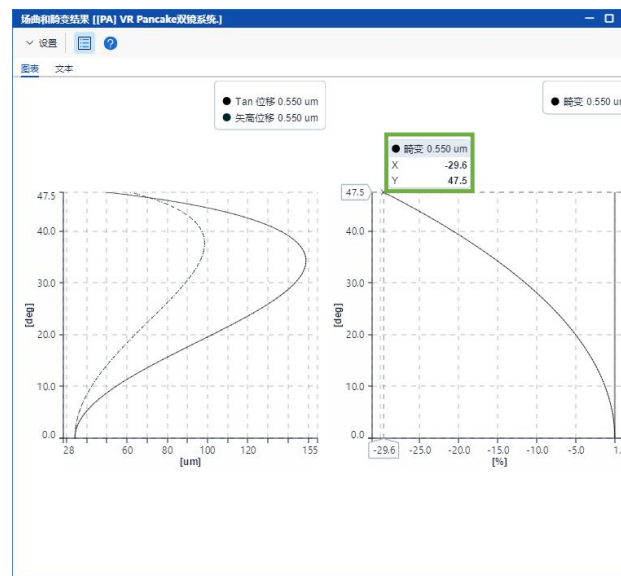
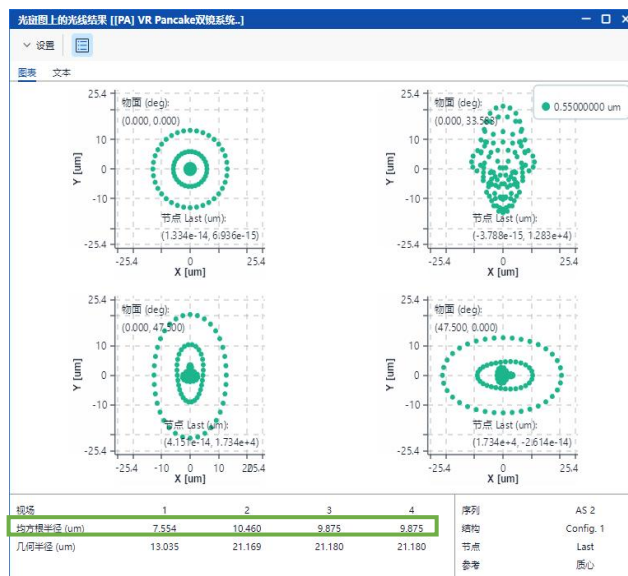
额外系统限制 1

加工要求 2-3

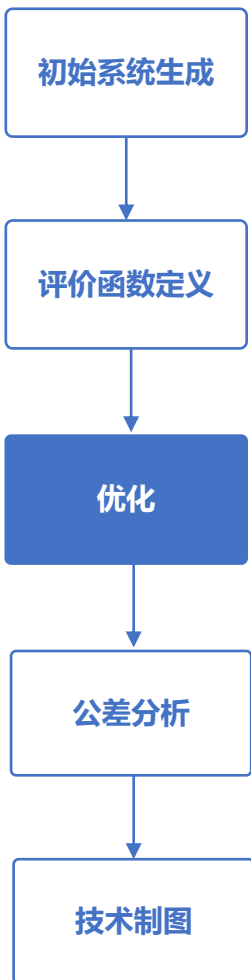
系统规格 2



- 通过采用POWELL算法进行优化后，满足了像质要求 1-3，系统规格 2、额外系统限制1以及加工要求2-3。



像质要求	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	10.460 um	< 12 um
2. 畸变	29.6 %	< 30 %
3. MTF 在 30 lps/mm	32 %	> 30 %



- 通过采用POWELL算法进行优化后，满足了像质要求 1-3、**系统规格 2**、**额外系统限制 1**以及**加工要求2-3**，此外**系统规格1**、**额外系统限制2**以及**加工要求1**在初始系统生成时已满足。

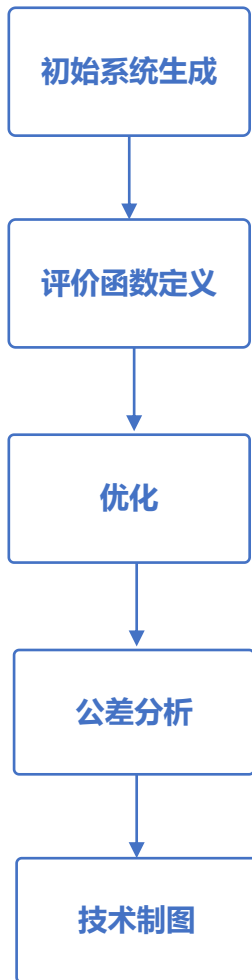
...	3	Dimension				
...	3.1	Total Center Thickness	1.00000000	< 22.80000000 mm	22.98039274 mm	2.06279744
...	3.2	Total Center Thickness	1.00000000	> 1.20000000 mm	1.11644835 mm	0.44251557
...	4	Dimension				
...	4.1	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.10000000 mm	0.01267793
...	4.2	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.10000000 mm	0.01267793
...	4.3	Max Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	1.90256052 mm	4.58907794
...	4.4	Max Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
...	5	Real Ray				
...	5.1	Position Local (Real)	1.00000000	= 17.50000000 mm	17.33845002 mm	1.65436869
...	5.2	Position Local (Real)	1.00000000	= 17.50000000 mm	17.33845002 mm	1.65436869

额外系统限制 1

加工要求 2-3

系统规格 2

其他要求	优化后的系统	目标
1. 系统总长	22.98 mm	< 23 mm
2. 实际像高	17.34 mm	= 17.5 mm



指南链接	
	镜头设计模板工具, 快捷工具
	评价函数
	优化流程
	公差分析流程
	技术制图工具

内容	信息
标题	VR Pancake双镜系统
发布日期	2025/11/25
所需软件包	光学镜头设计工具包 v1.0
软件版本	2025R2
分类	应用场景

包罗万象

All Inclusive

迅捷高效

Efficient and Fast



<http://www.luoxun.com/>