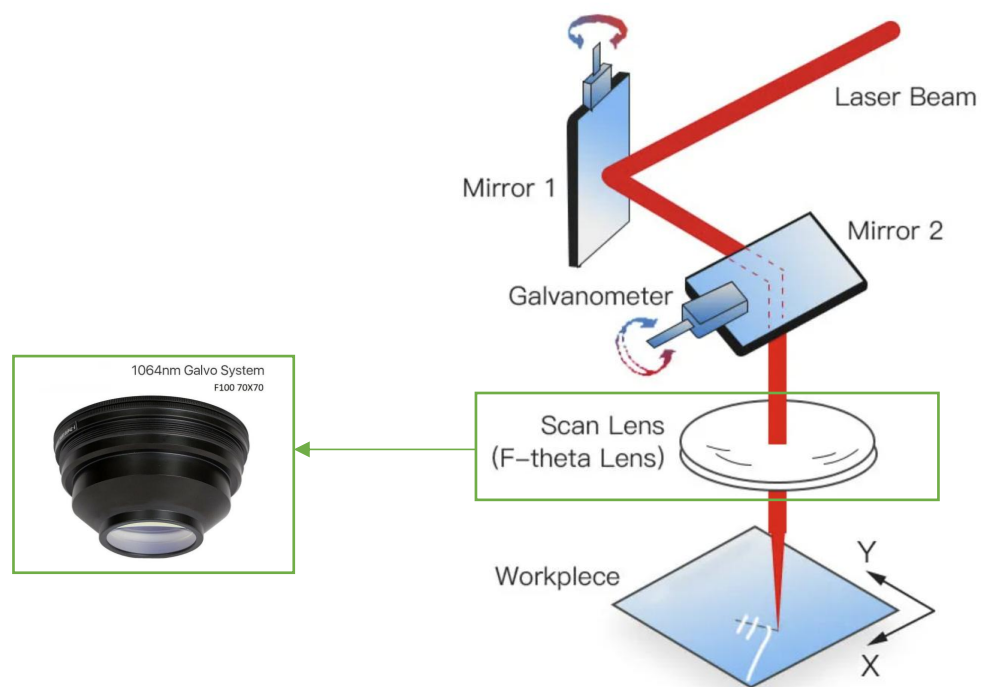
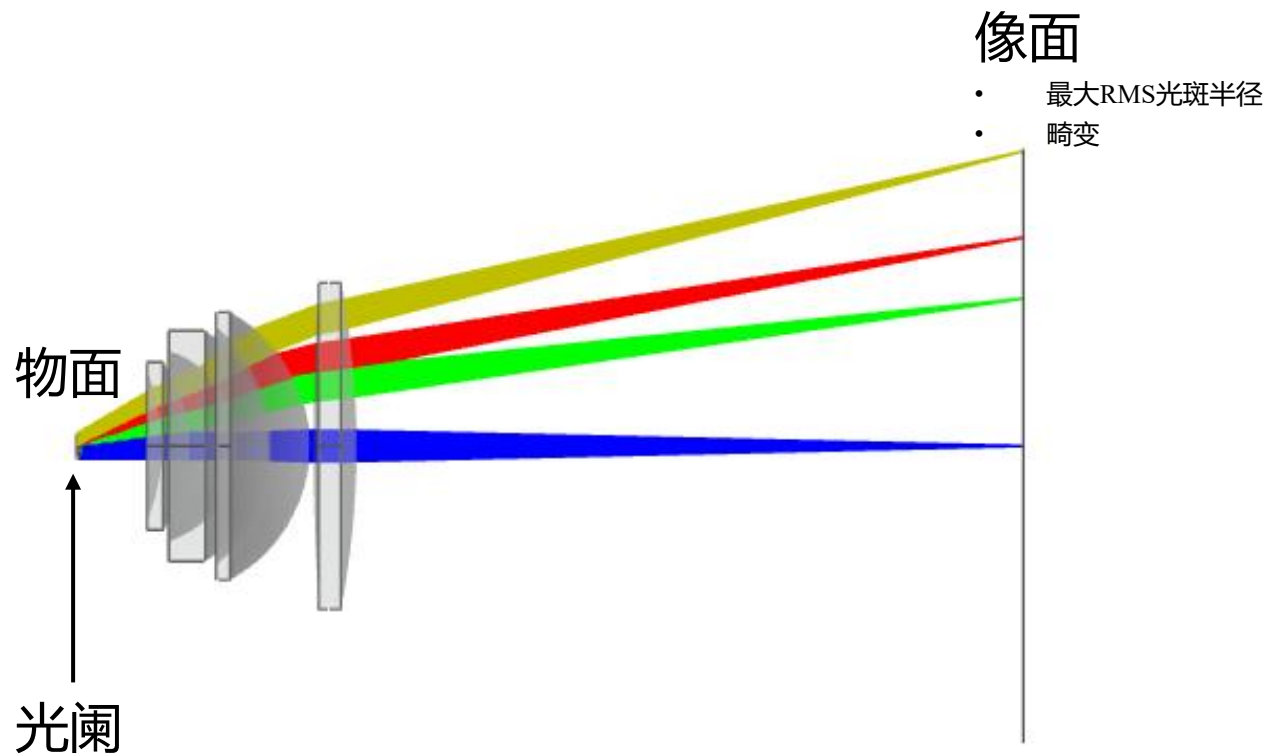


F-Theta 扫描物镜



F-Theta扫描物镜 [1]

F-Theta 扫描物镜广泛应用于激光打标、激光雕刻、激光切割及三维激光扫描等工业激光加工领域。该类物镜通过将入射激光束在扫描平面上均匀聚焦，实现扫描角度与成像位置呈线性关系（F-Theta 特性），从而保证大视场内的高精度加工与成像。在本案例中，将通过设计一个典型的 F-Theta 扫描物镜，演示在 VLU 中的光学设计流程，包括初始系统建立、像质分析、评价函数定义、优化以及结果展示。



物体规格:

- 平面波尺寸: 由入瞳直径定义
- 波长: 1.064 μm
 - 推荐使用 ND:YAG
- 视场: 由角度定义
 - 推荐使用 $(0^\circ, 0^\circ)$ 、 $(0^\circ, 15.2^\circ)$ 、 $(0^\circ, 21.5^\circ)$ 、 $(0^\circ, 30.4^\circ)$

系统规格:

1. 入瞳直径: 4.5 mm
2. 焦距: 100 mm
3. 像高: > 53 mm

额外系统限制:

1. 后截距: < 36 mm
2. 入瞳距: > 15 mm

像质要求:

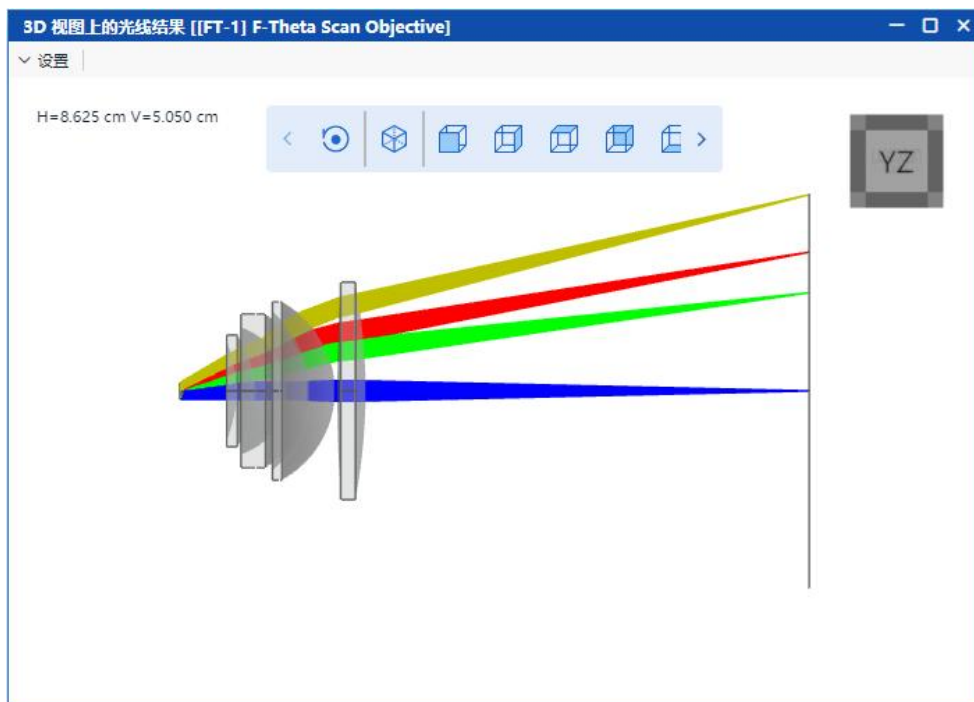
1. 最大RMS光斑半径: $\rightarrow 1 \text{ DL}$
2. 畸变 (F-Theta) : < 0.5 %

加工要求:

1. 中心玻璃厚度: 4 – 14 mm
2. 最小边缘玻璃厚度: 1.8 mm
3. 中心空气厚度: 0.5 – 20 mm
4. 最小边缘空气厚度: 0.5 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。

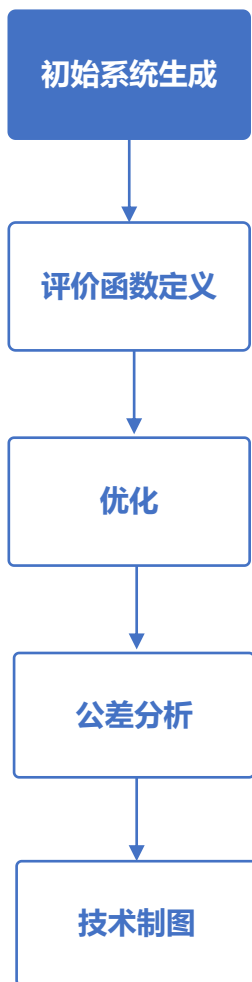


优化后系统的3D光线追迹视图

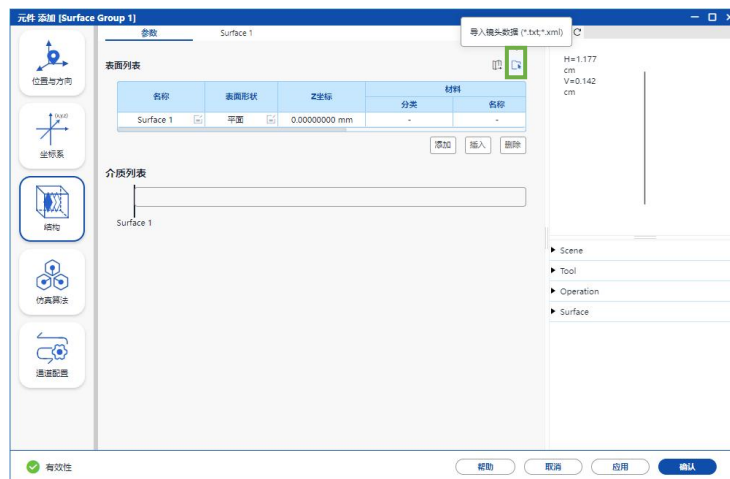


像质要求	初始系统	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	41.534 μm	3.668 μm	\rightarrow 1DL (28.826 μm)
2. 畸变 (F-Theta)	0.063 %	0.0209 %	< 0.5 %

工作流程



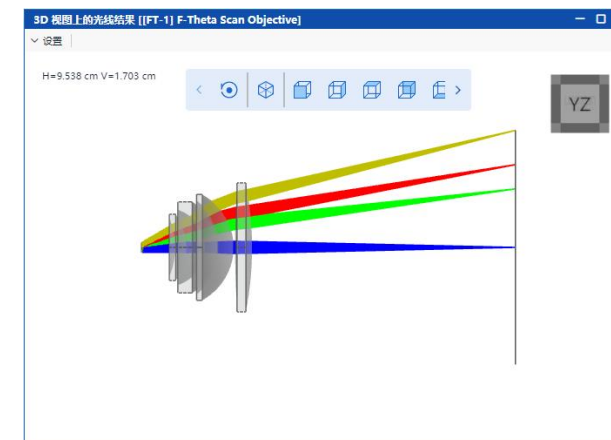
- 根据案例说明，可以选择《近代光学系统设计概论》中提供的“FT-1”镜头作为初始系统：



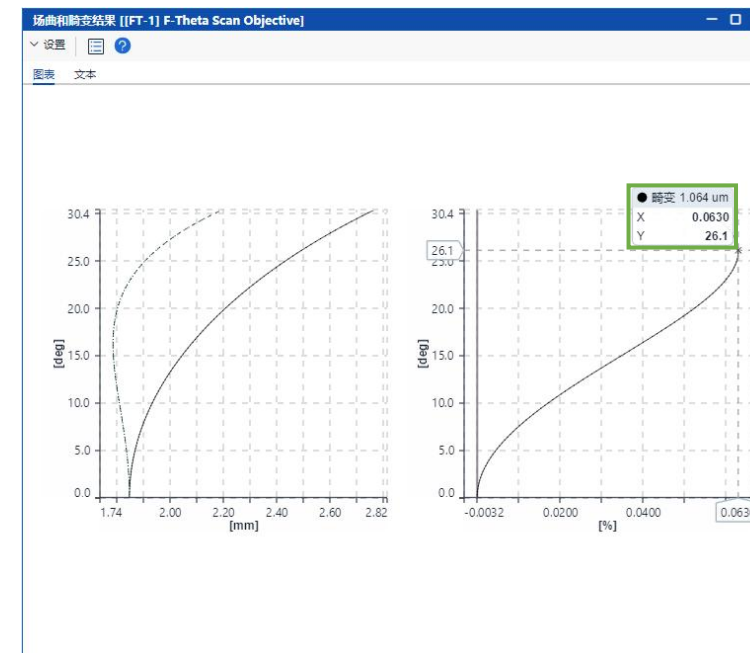
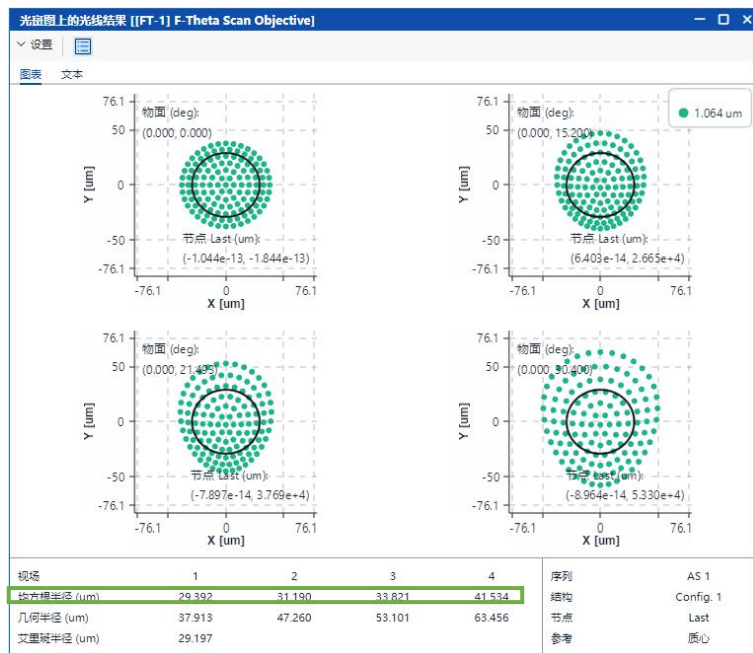
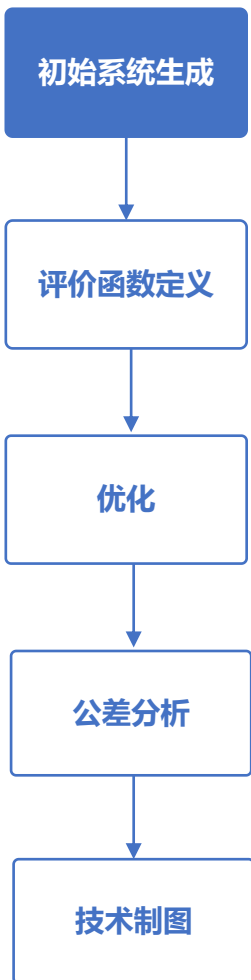
“FT-1”镜头的结构被导入



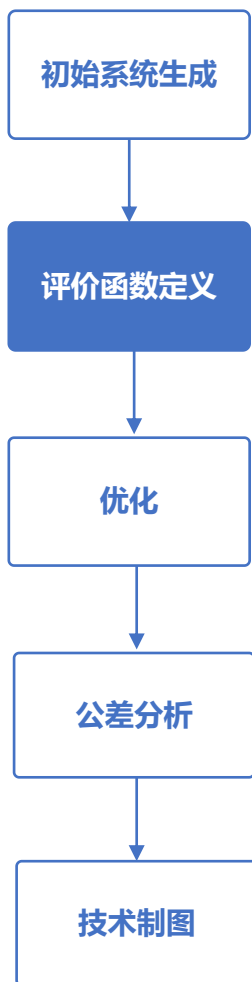
- 添加光源
- 结构微调
- 添加像面



得到的最终初始系统



像质要求	初始系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	41.534 um	→1DL (29.197 um)
2. 畸变 (F-Theta)	0.063 %	< 0.5 %



- 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: 1.63082448

ID	评估	权重	评价标准	值	% 贡献
1	Dimension				
2	Min Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
3	Min Edge Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
4	Max Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
5	Min Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	9.02023293e-4 mm	9.97833956e-6
6	Min Edge Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
7	Max Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
8	Total Center Thickness	1.00000000	> 15.00000000 mm	15.32658300 mm	0.00000000
9	Total Center Thickness	1.00000000	< 35.00000000 mm	34.99877635 mm	0.00000000
10	Optical Property				
11	Focal Length (Paraxial)	1.00000000	= 100.00000000 mm	101.27528019 mm	99.72499100
12	Real Ray				
13	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	53.29912929 mm	0.00000000
14	Aberration				
15	Distortion Percentages	0.10000000	= 0.00000000	0.06304198	0.02436983
16	Image Quality				
17	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02754049 mm	0.04650890
18	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.02917467 mm	0.05219211
19	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.03154003 mm	0.06099819
20	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.03850855 mm	0.09093000

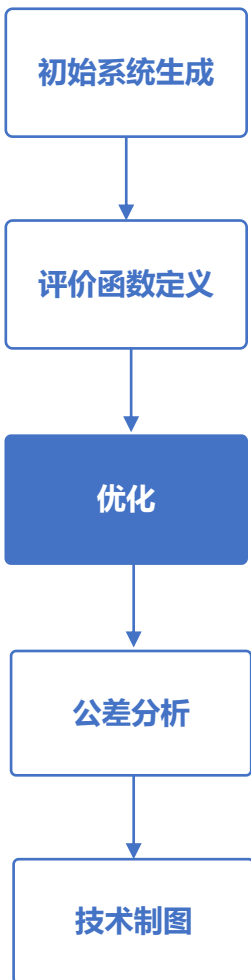
加工要求 1-4

额外系统限制1-2

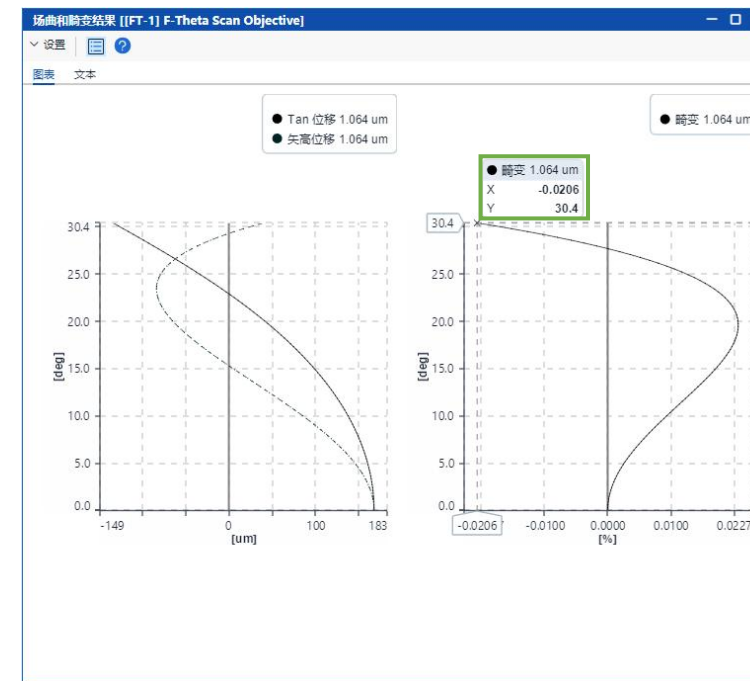
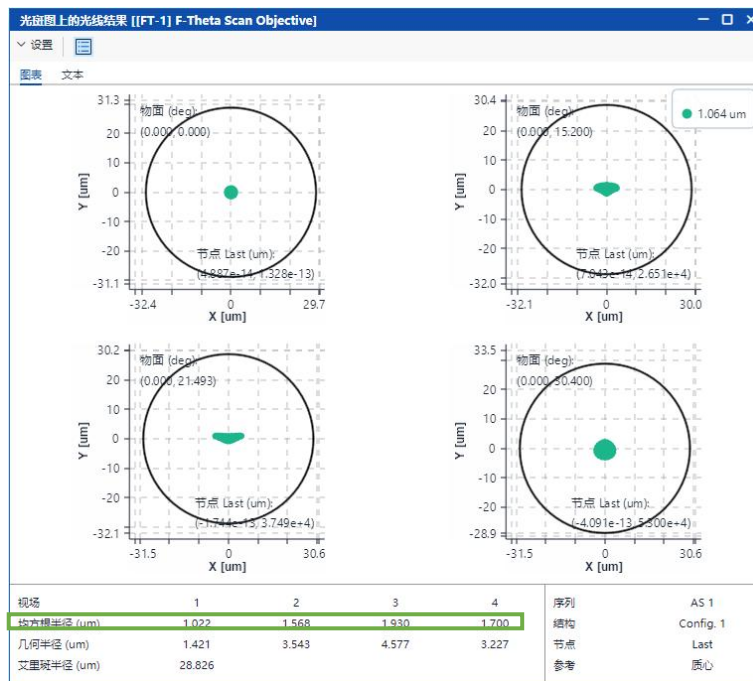
系统规格 2-

3

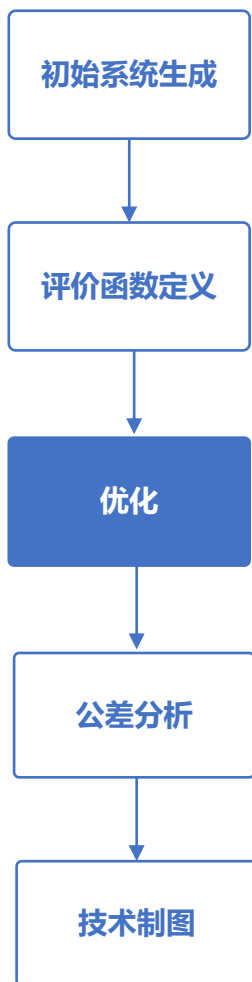
像质要求 1-2



- 通过采用PSD算法进行优化后，满足了像质要求 1-3、系统规格 2-3、额外系统限制1-2以及加工要求 1-4。



像质要求	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	1.930 um	→1DL (28.826 um)
2. 畸变 (F-Theta)	0.0206 %	< 0.5 %



- 通过采用PSD算法进行优化后，满足了像质要求 1-3、系统规格 2-3、额外系统限制1-2以及加工要求 1-4。

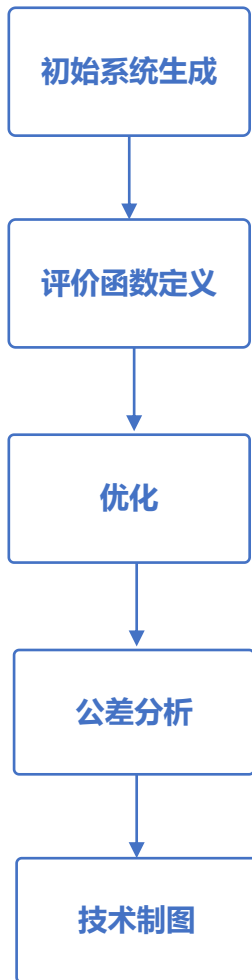
∴ 1	Dimension				
∴ 2	Min Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
∴ 3	Min Edge Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
∴ 4	Max Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
∴ 5	Min Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	3.53755259e-4 mm	0.04797262
∴ 6	Min Edge Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
∴ 7	Max Center Thickness	0.20000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
∴ 8	Total Center Thickness	1.00000000	> 15.00000000 mm	15.32585104 mm	0.00000000
∴ 9	Total Center Thickness	1.00000000	< 35.00000000 mm	35.00035760 mm	0.24511174
∴ 10	Optical Property				
∴ 11	Focal Length (Paraxial)	1.00000000	= 100.00000000 mm	100.00005122 mm	5.02760446e-3
∴ 12	Real Ray				
∴ 13	Position Local (Real)	0.00000000	= 0.00000000 mm	53.00528153 mm	0.00000000

加工要求 1-4

额外系统限制 1-2

系统规格 2-3

其他要求	优化后的系统	目标
入瞳距	15.326 mm	> 15 mm
后截距	35 mm	< 36 mm
焦距	100 mm	= 100 mm
像高	53.01 mm	> 53 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	F-Theta 扫描物镜
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/>