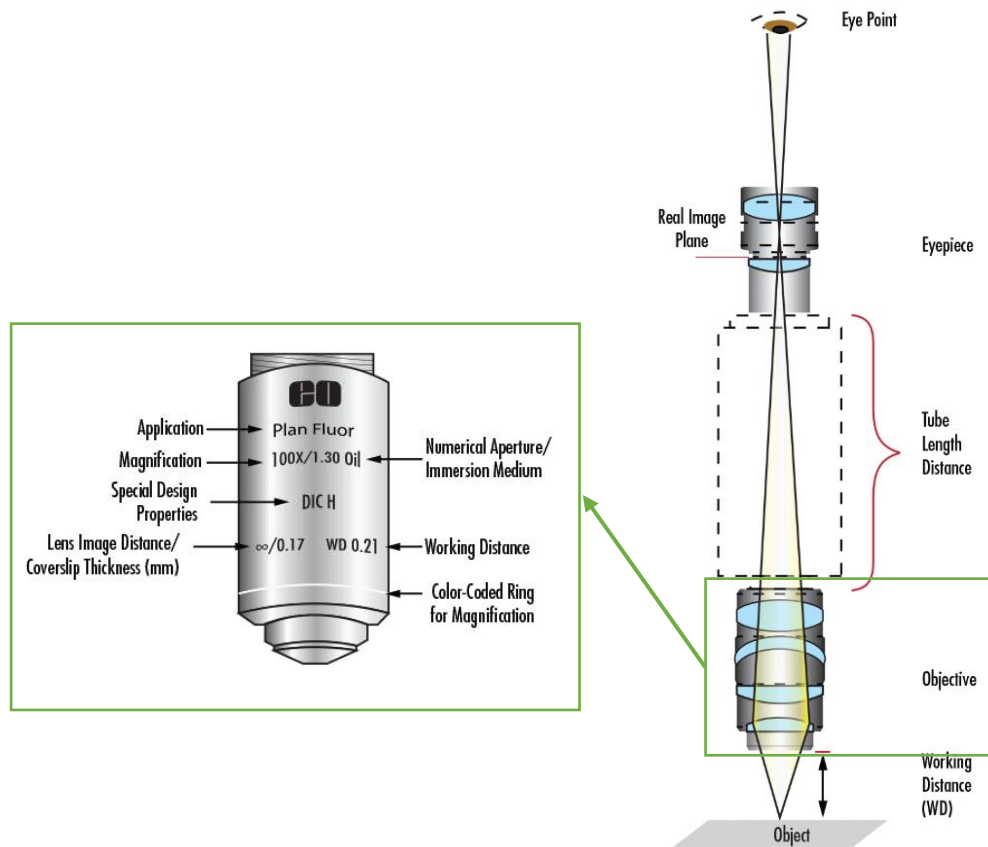


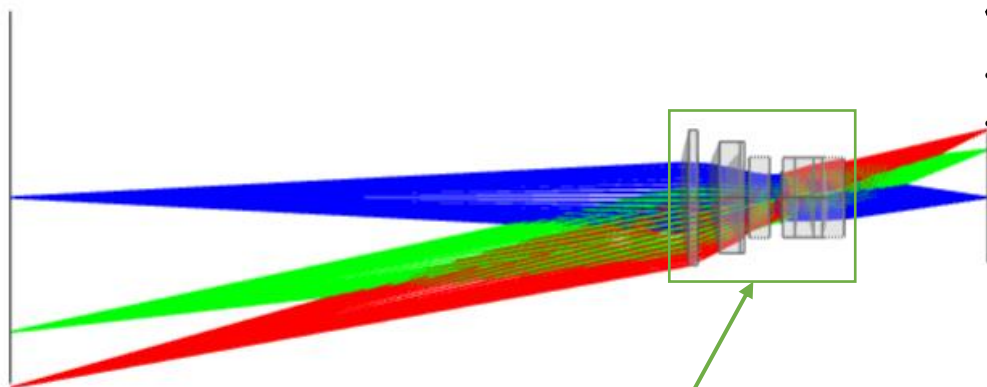
# 有限共轭物镜



复合显微镜 [1]

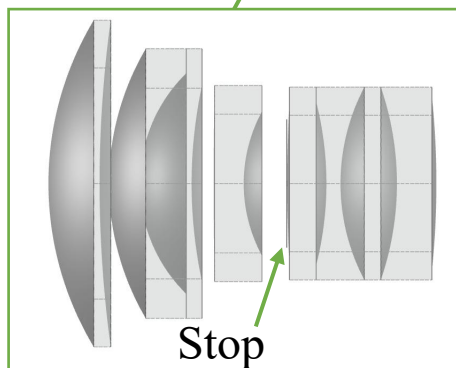
有限共轭物镜广泛应用于固定工作距离下的高分辨率成像，例如半导体检测、精密零部件测量以及生物观测。它们具有结构紧凑、成本较低等优点，适合集成化应用。在本案例中，将通过设计一个典型的有限共轭距离成像物镜，演示在 VLU 中的镜头设计流程，包括初始结构生成、成像质量分析、评价函数定义、优化以及公差分析。

物面



像面

- 最大RMS光斑半径
- 畸变



### 物体规格:

- 点光源孔径角: 由近轴F数定义
- 波长: 可见光
  - 推荐使用 F,d,C (可见)
- 视场: 由近轴像高定义
  - 推荐使用 (0 mm, 0 mm)、(0 mm, 14.14 mm)、(0 mm, 20 mm)

### 系统规格:

1. 近轴F数: 3.57
2. 近轴放大率: -0.35

### 额外系统限制:

1. 共轭距: 300 mm
2. 镜长: < 83 mm
3. 后截距: > 20.16 mm

### 像质要求:

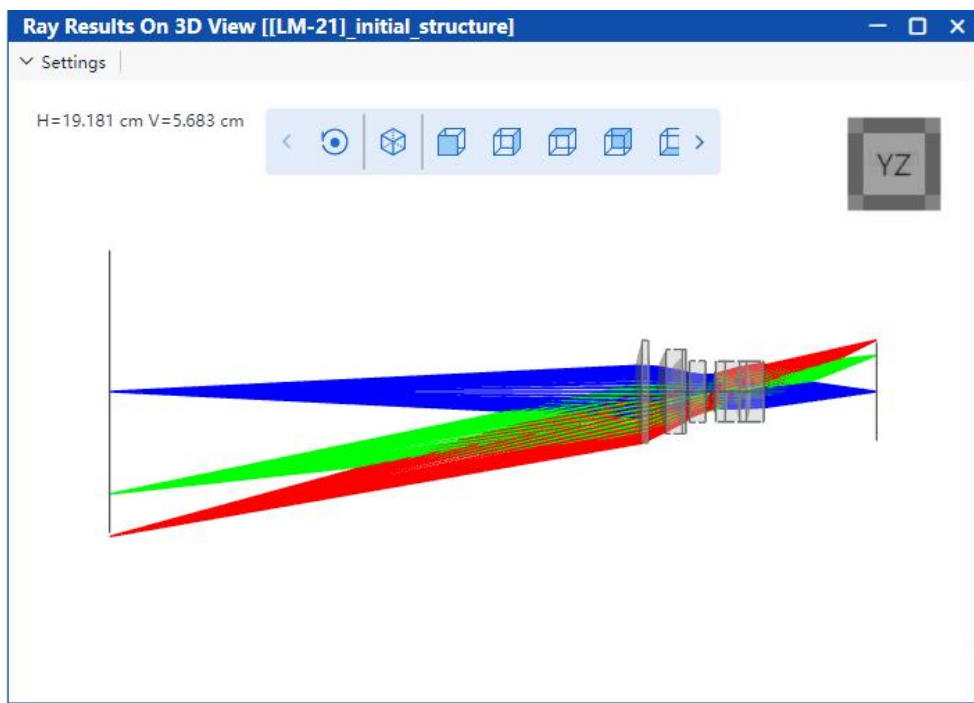
1. 最大RMS光斑半径: < 18  $\mu\text{m}$
2. 畸变: < 3 %

### 加工要求:

1. 中心/边缘玻璃厚度: 0.288 – 6.9 mm
2. 中心/边缘空气厚度: 0.058 – 57.6  $\mu\text{m}$
3. 90%以上的系统RMS光斑半径 (100次蒙特卡洛模拟) : < 30  $\mu\text{m}$

# 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。

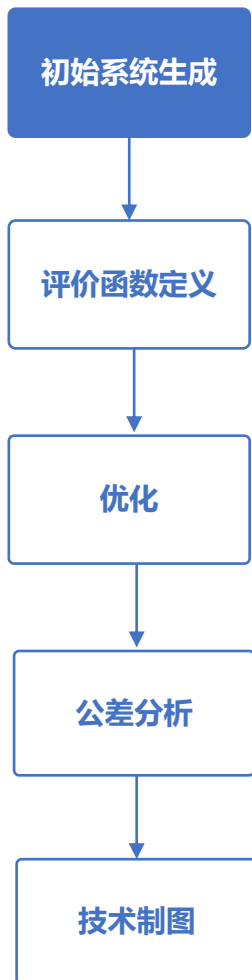


优化后系统的3D光线追迹视图

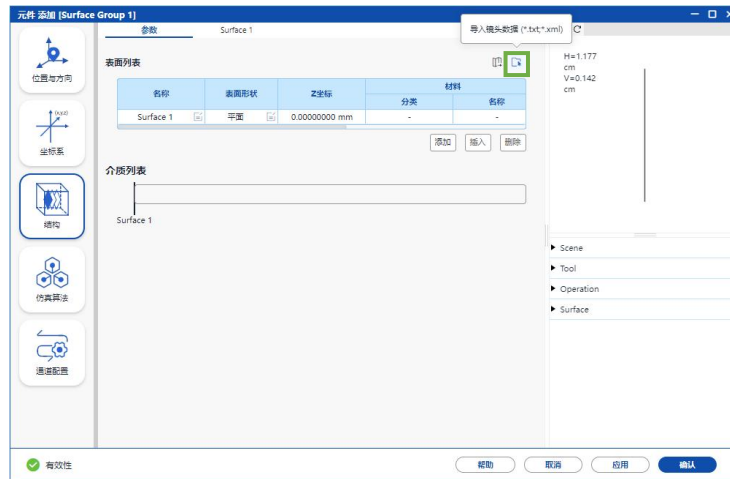


像质要求	初始系统	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	392.656 um	9.482 um	< 18 um
2. 畸变	0.209 %	1.136 %	< 3 %

# 工作流程



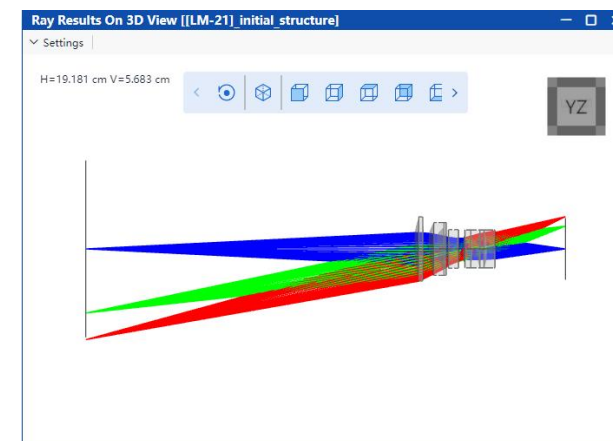
- 根据案例说明，可以选择《近代光学系统设计概论》中提供的“DG-6”镜头系统作为初始系统：



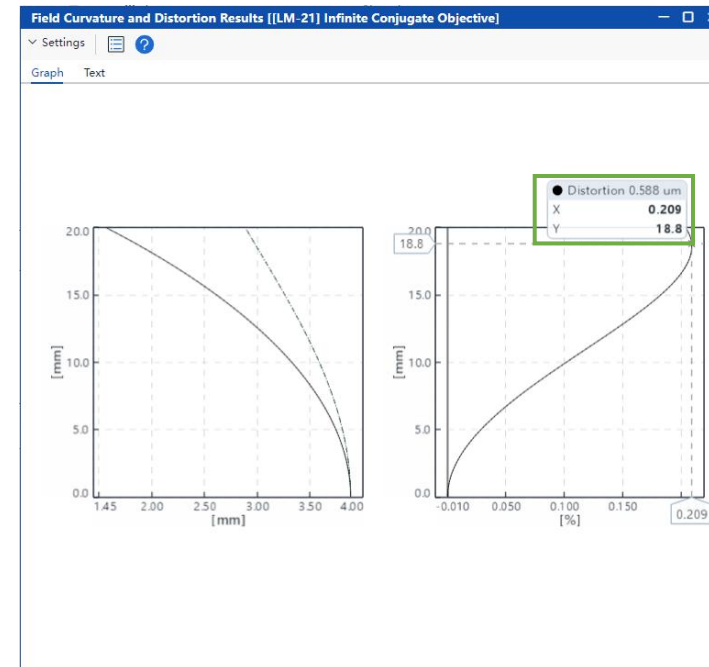
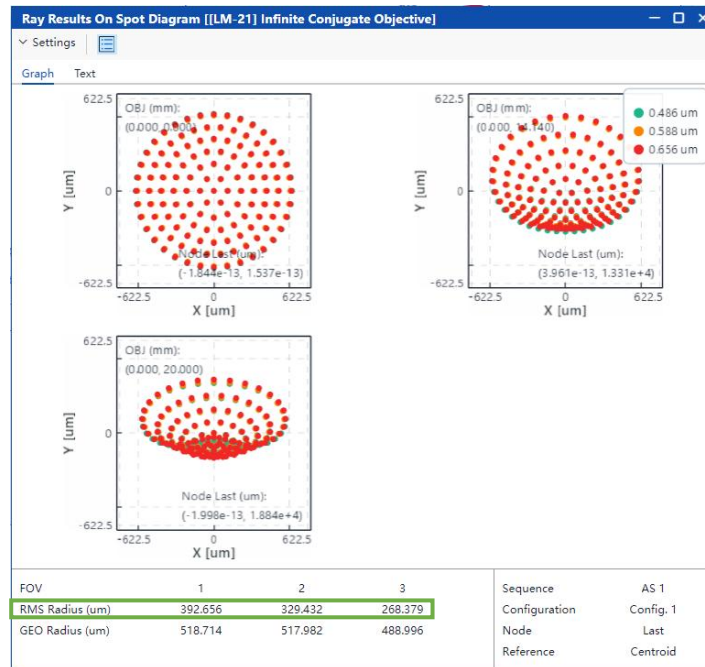
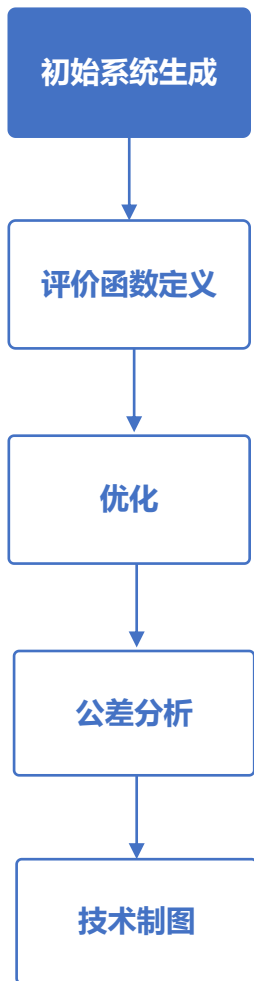
“DG-6”镜头系统的结构被导入



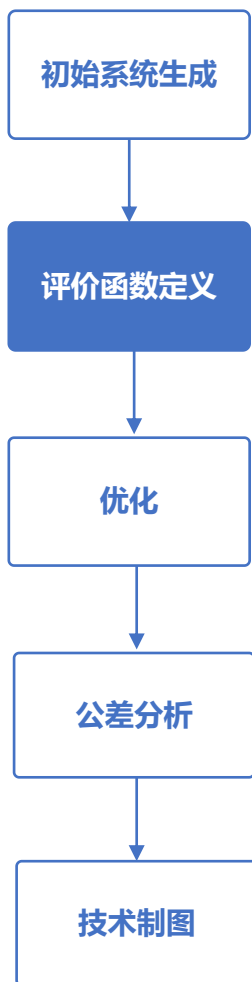
- 焦距缩放
- 调整光源



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	392.656 um	< 18 um
2. 畸变	0.209 %	< 3 %



- 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。

Merit Function Value: 1.3929529058

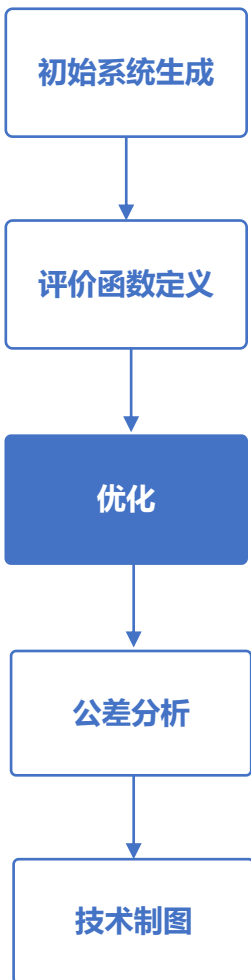
ID	Evaluator	Weight	Criterion	Value	% Contrib
::: 1	Image Quality				
::: 1.1	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.36521514 mm	9.57549214
::: 1.2	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.31113021 mm	6.94940975
::: 1.3	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.26123731 mm	4.89929931
::: 1.4	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.36180630 mm	9.39757554
::: 1.5	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.30897264 mm	6.85336101
::: 1.6	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.26184472 mm	4.92210881
::: 1.7	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.36868318 mm	9.75821125
::: 1.8	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.31605612 mm	7.17120215
::: 1.9	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.26903665 mm	5.19620710
::: 2	Aberration				
::: 2.1	Distortion Percentages	0.10000000	< 3.00000000	0.20382165	0.00000000
::: 3	Optical Property				
::: 3.1	Paraxial Magnification	1.00000000	= -0.35000000	-0.36260345	0.01140362
::: 4	Dimension				
::: 4.1	Total Center Thickness	0.02000000	= 300.00000000 mm	295.04401876 mm	35.26572932
::: 4.2	Total Center Thickness	0.10000000	< 83.00000000 mm	47.54401876 mm	0.00000000
::: 4.3	Total Center Thickness	0.10000000	> 20.15992654 mm	43.00000000 mm	0.00000000
::: 5	Dimension				
::: 5.1	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	2.77439882e-10 mm	1.10517574e-19
::: 5.2	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
::: 5.3	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
::: 5.4	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
::: 5.5	Max Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
::: 5.6	Max Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000

像质要求 1-2

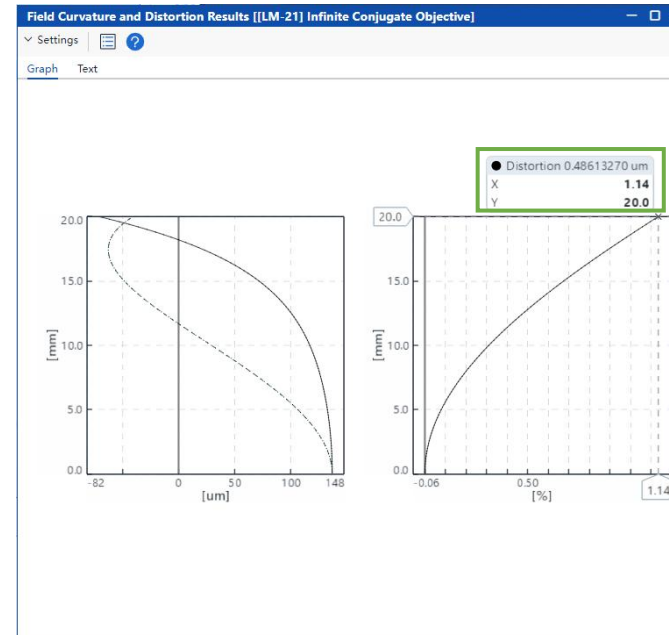
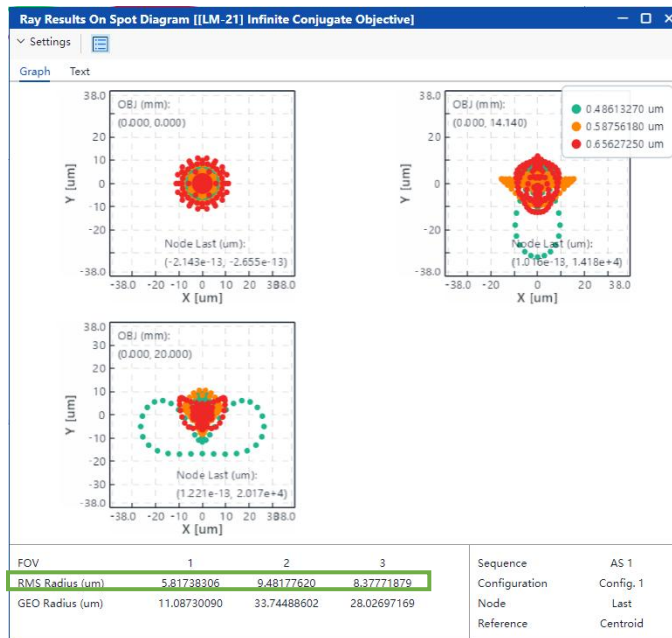
系统规格 2

额外系统限制 1-3

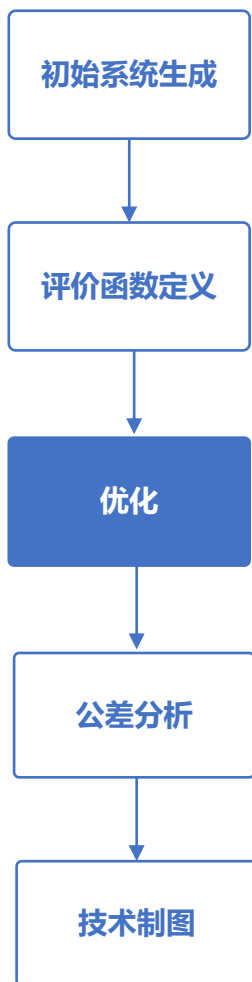
加工要求 1-2



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



其他要求	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	9.482 um	< 18 um
2. 畸变	1.14 %	< 3 %



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

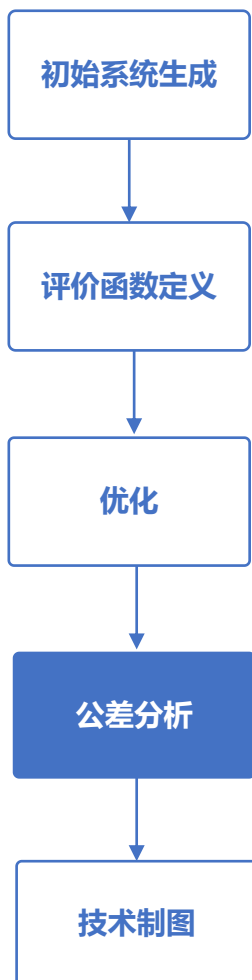
▽	::: 3	Optical Property				
	::: 3.1	Paraxial Magnification	1.00000000	= -0.35000000	-0.35473973	2.05538572
▽	::: 4	Dimension				
	::: 4.1	Total Center Thickness	0.02000000	= 300.00000000 mm	299.92658801 mm	9.86165907
	::: 4.2	Total Center Thickness	0.10000000	< 83.00000000 mm	51.69957825 mm	0.00000000
	::: 4.3	Total Center Thickness	0.10000000	> 20.15992654 mm	43.36348454 mm	0.00000000
▽	::: 5	Dimension				
	::: 5.1	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
	::: 5.2	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
	::: 5.3	Min Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
	::: 5.4	Min Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
	::: 5.5	Max Center Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.15724347 mm	45.24402160
	::: 5.6	Max Edge Thickness	0.02000000	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000

系统规格 2

额外系统限制 1-3

加工要求 1-2

其他要求	优化后的系统	目标
近轴放大率	-0.355	= 0.35 mm
共轭距	299.93 mm	= 300 mm
镜长	51.70 mm	< 83 mm
后截距	43.36 mm	> 20.16 mm



- 通过使用加工精度等级 “Quality 1” 进行公差分析后，满足了加工要求 3。

#### Monte Carlo Result

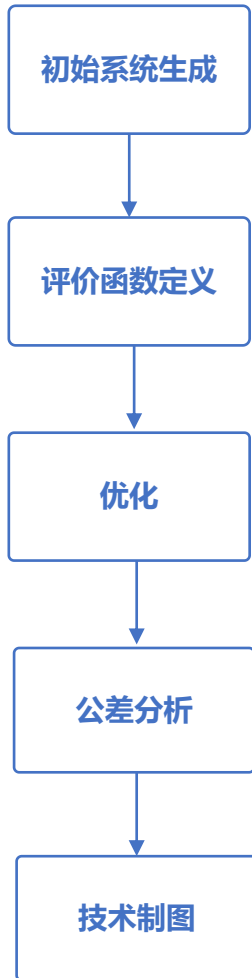
Number of Simulation: 100

Show Separate Wavelengths/Fields/Configs Criterion Value

Show Details

Index	RMS Spot Radius 1 (m)
Initial Criterion Value	8.58169542e-6
Best Monte Carlo Run	50
Best Change	7.51154977e-6
Worst Monte Carlo Run	35
Worst Change	1.61231474e-5
90% better than	1.16937857e-5
80% better than	1.09613885e-5
50% better than	9.17088838e-6
20% better than	8.09792357e-6
10% better than	7.87629714e-6

加工要求  
3



指南链接	
	<a href="#">镜头设计模板工具, 快捷工具</a>
	<a href="#">评价函数</a>
	<a href="#">优化流程</a>
	<a href="#">公差分析流程</a>
	<a href="#">技术制图工具</a>

内容	信息
标题	有限共轭物镜
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/>