

100×半平场复消色差显微物镜

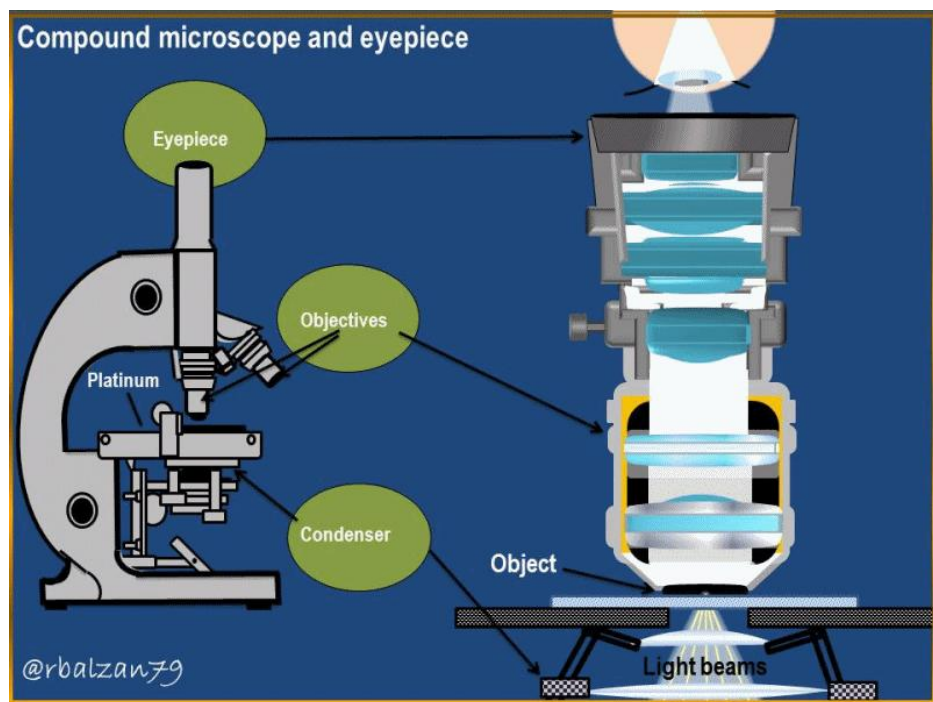


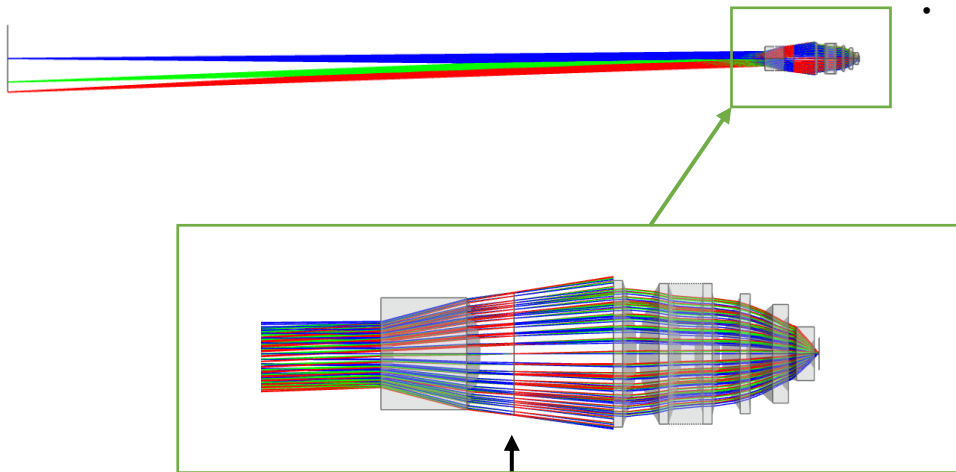
图1: 显微物镜 [1]

复消色差显微物镜广泛应用于生物医学、材料科学和显微成像等领域，凭借其高数值孔径与复消色差设计，实现了高分辨率观测与精细像质优化的结合，具有放大倍率高、像场平坦度高和便于集成多种观察模式等优点。在本案例中，将通过设计一个典型的复消色差显微物镜，演示在VLU中的光学设计流程，包括初始结构建立、像差分析、评价函数定义、优化。

物面

像面

- 最大RMS光斑半径
- MTF



光阑

物体规格:

- 平面波尺寸: 由入瞳直径定义
- 波长: 可见光
 - 推荐使用 F,d,C (可见光谱线)
- 视场: 由物高定义
 - 推荐使用 (0 mm, 0 mm)、(0 mm, 5.369 mm)、(0 mm, -7.67 mm)

系统规格:

1. 入瞳直径: 3.24 mm
2. 近轴放大率: 100

额外系统限制:

1. 系统总长: 195 mm
2. 镜长: <45 mm
3. 后截距: >0.33 mm

像质要求:

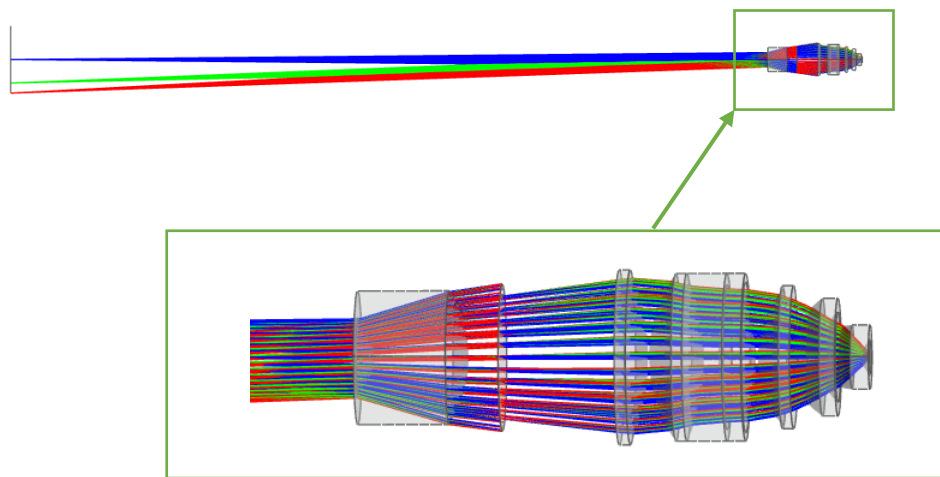
1. 最大RMS光斑半径: <1 μm
2. MTF: >50% 在 100 lps/mm

加工要求:

1. 最小中心空气厚度: 0.076 mm
2. 最小边缘空气厚度: 0.108 mm
3. 中心玻璃厚度: 0.65 - 6 mm
4. 边缘玻璃厚度: 0.45 - 6 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。

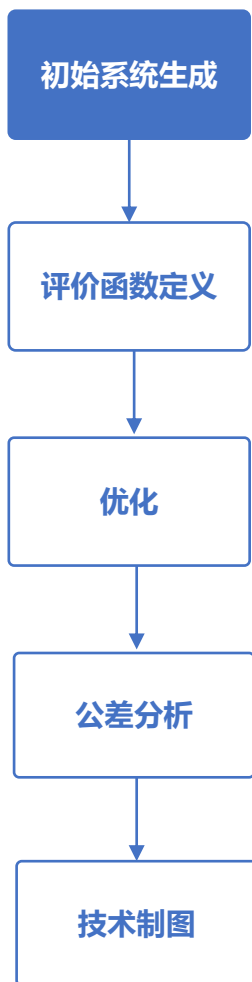


优化后系统的3D光线追迹视图

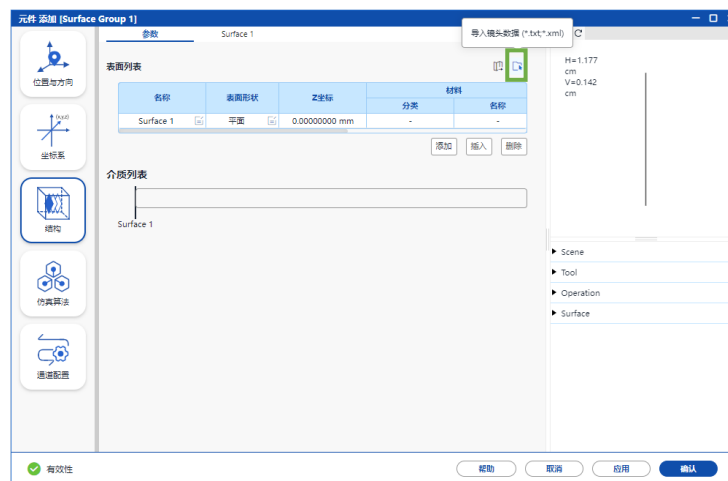


像质要求	初始系统	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	43.22 um	0.901 um	<1 um
2. MTF 在 100 lps/mm	0 %	90.8 %	> 50 %

工作流程

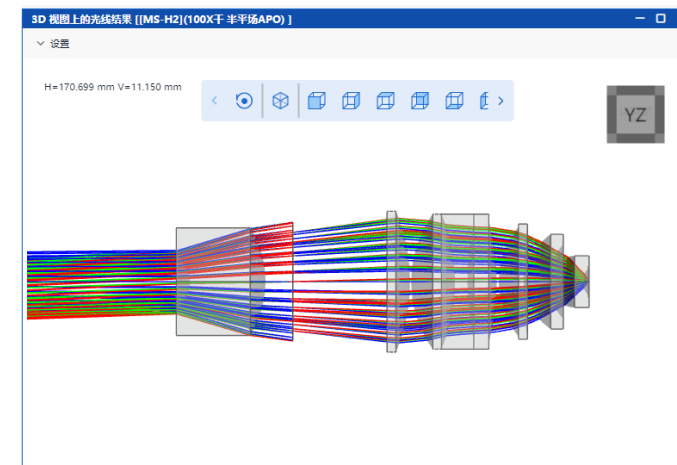


- 根据案例说明，可以选择《近代光学系统设计概论》中提供的“MS-H2”镜头作为初始系统：

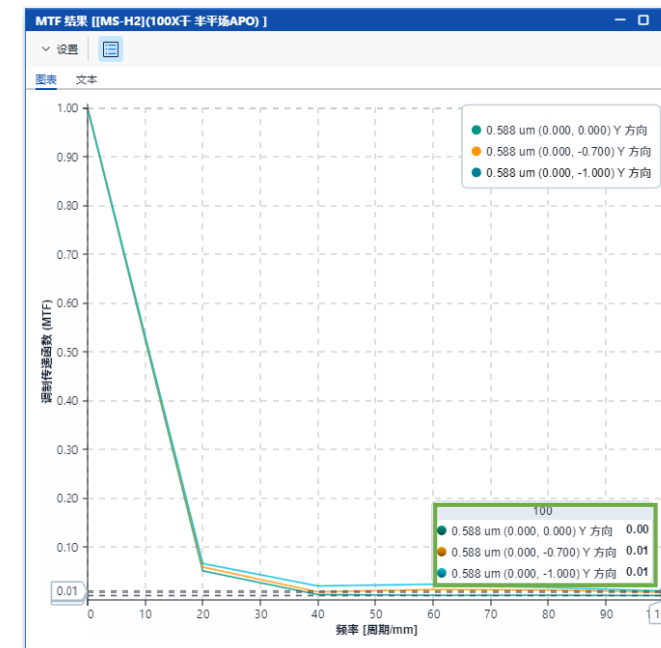
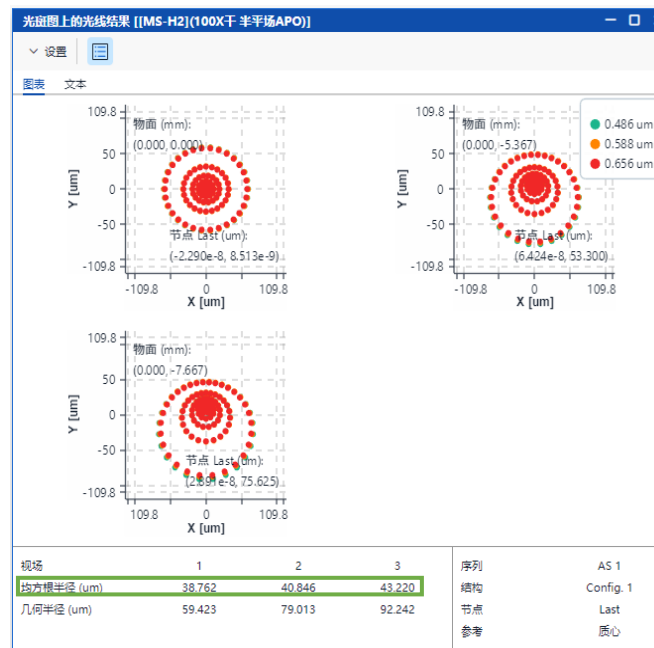
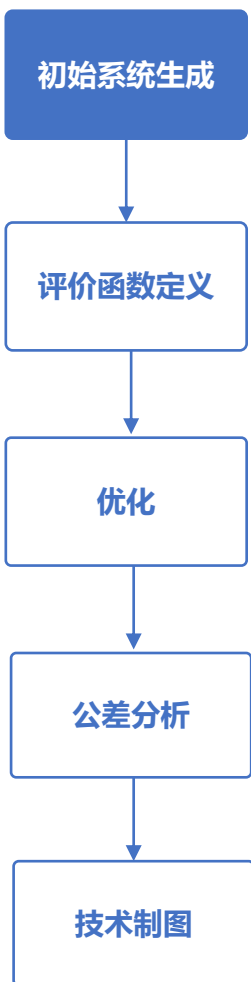


“MS-H2” 透镜系统的结构被导入

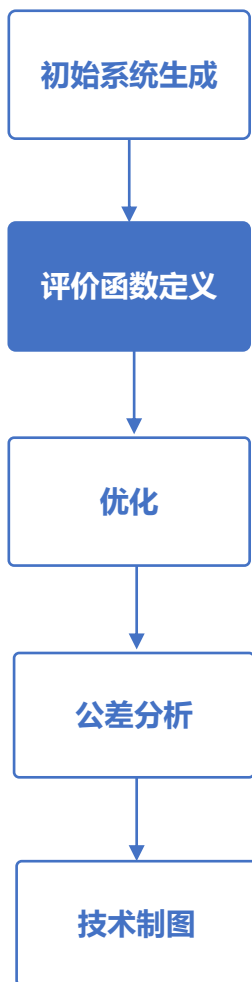
-
- 调整透镜
 - 调整像面



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	43.22 um	<1 um
3. MTF 在 100 lps/mm	0 %	> 50 %



- 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: 8.81623677

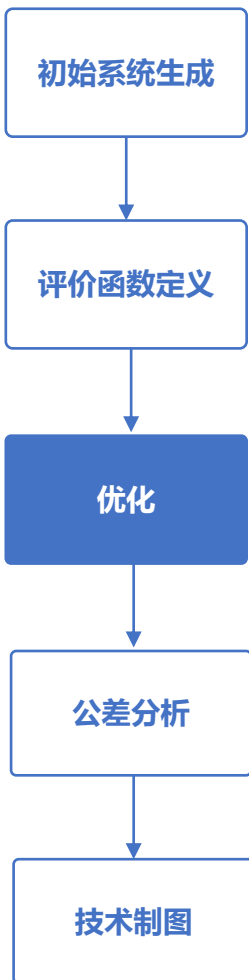
ID	评估	权重	评价标准	值	% 贡献
1	Dimension				
1.1	Total Center Thickness	0.02000000	= 195.00000000 mm	195.14456820 mm	4.74124419e-3
1.2	Total Center Thickness	0.02000000	< 45.00000000 mm	20.41456820 mm	0.00000000
1.3	Total Center Thickness	0.02000000	> 0.33000000 mm	0.56000000 mm	0.00000000
2	Optical Property				
2.1	Paraxial Magnification	0.00000000	= 0.00000000	-0.01103331	0.00000000
3	Formula	0.10000000	= -100.00000000	-90.63465626	99.48651059
4	Dimension				
4.1	Min Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
4.2	Min Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
4.3	Min Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	2.22913644e-6 mm	5.63624754e-13
4.4	Min Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	2.40336342e-5 mm	6.55172484e-11
4.5	Max Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
4.6	Max Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
5	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.06336566 mm	0.04554332
6	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.07272678 mm	0.05999367
7	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.08580318 mm	0.08350711
8	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.06091684 mm	0.04209121
9	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.06845406 mm	0.05315145
10	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.07851417 mm	0.06992184
11	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.05929954 mm	0.03988590
12	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.06632237 mm	0.04989268
13	Spot Radius RMS	1.00000000	= 0.00000000 mm	0.07556110 mm	0.06476097

额外系统限制 1-3

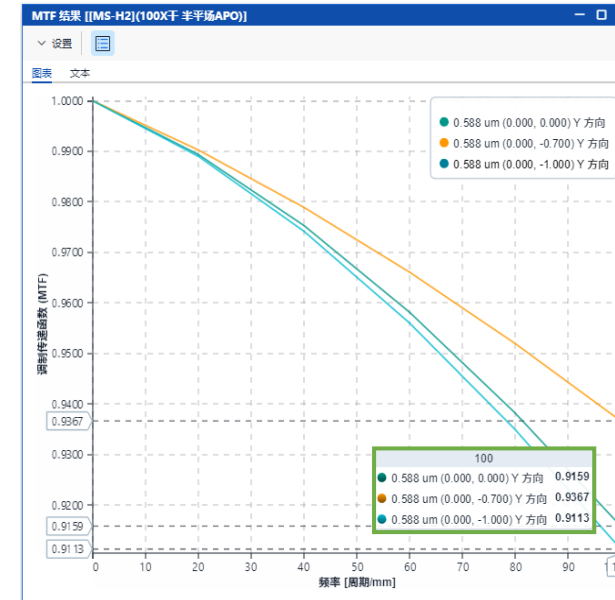
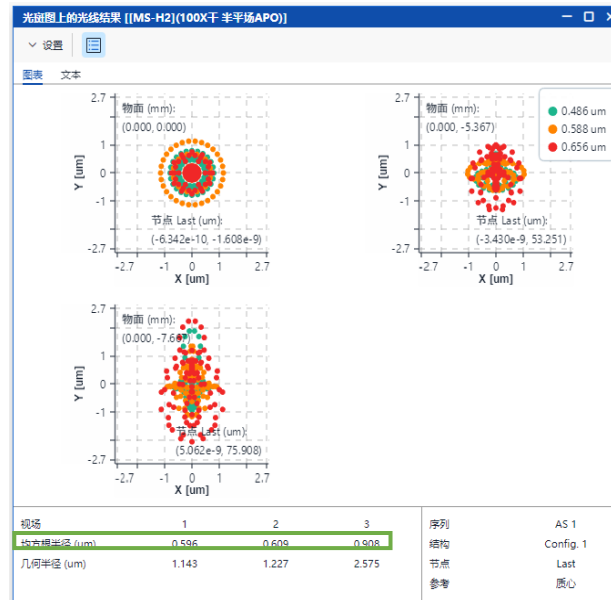
系统规格 2

加工要求 1-4

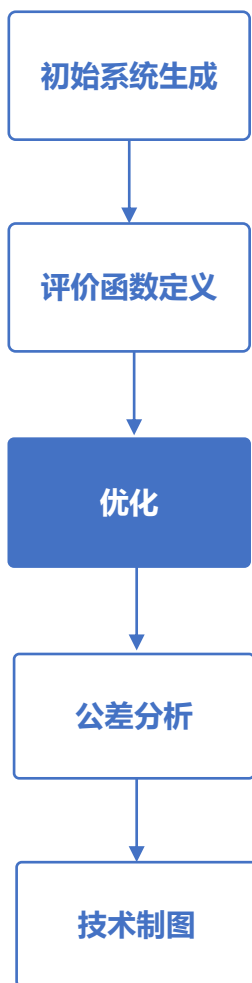
像质要求 1-2



- 通过采用POWELL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 1-4。



像质要求	优化后的系统	目标
1. 最大RMS光斑半径	0.908 um	<1 um
2. MTF 在 100 lps/mm	91.1 %	> 50 %



- 通过采用POWELL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 1-4**，此外**系统规格 1**在生成初始系统时已满足。

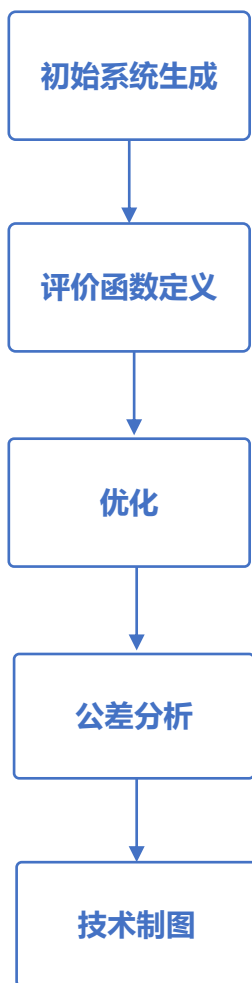
...	1	Dimension				
...	1.1	Total Center Thickness	0.02000000	= 195.00000000 mm	195.00110687 mm	0.16230952
...	1.2	Total Center Thickness	0.02000000	< 45.00000000 mm	20.07813097 mm	0.00000000
...	1.3	Total Center Thickness	0.02000000	> 0.33000000 mm	0.31268140 mm	39.73527540
▼	2	Optical Property				
...	2.1	Paraxial Magnification	0.00000000	= 0.00000000	-0.01000000	0.00000000
...	3	Formula	0.10000000	= -100.00000000	-99.99998531	1.42977879e-4
▼	4	Dimension				
...	4.1	Min Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	8.00428004e-3 mm	4.24390061
...	4.2	Min Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
...	4.3	Min Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	4.03086315e-3 mm	1.07625891
...	4.4	Min Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	3.90778331e-3 mm	1.01153660
...	4.5	Max Center Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000
...	4.6	Max Edge Thickness	1.00000000e-2	= 0.00000000 mm	0.00000000 mm	0.00000000

额外系统限制 1-3

系统规格 2

加工要求 1-4

其他要求	优化后的系统	目标
近轴放大率	100	= 100
系统总长	195 mm	= 195 mm
镜长	20.08 mm	< 45 mm
后截距	0.31 mm	> 0.3 mm



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