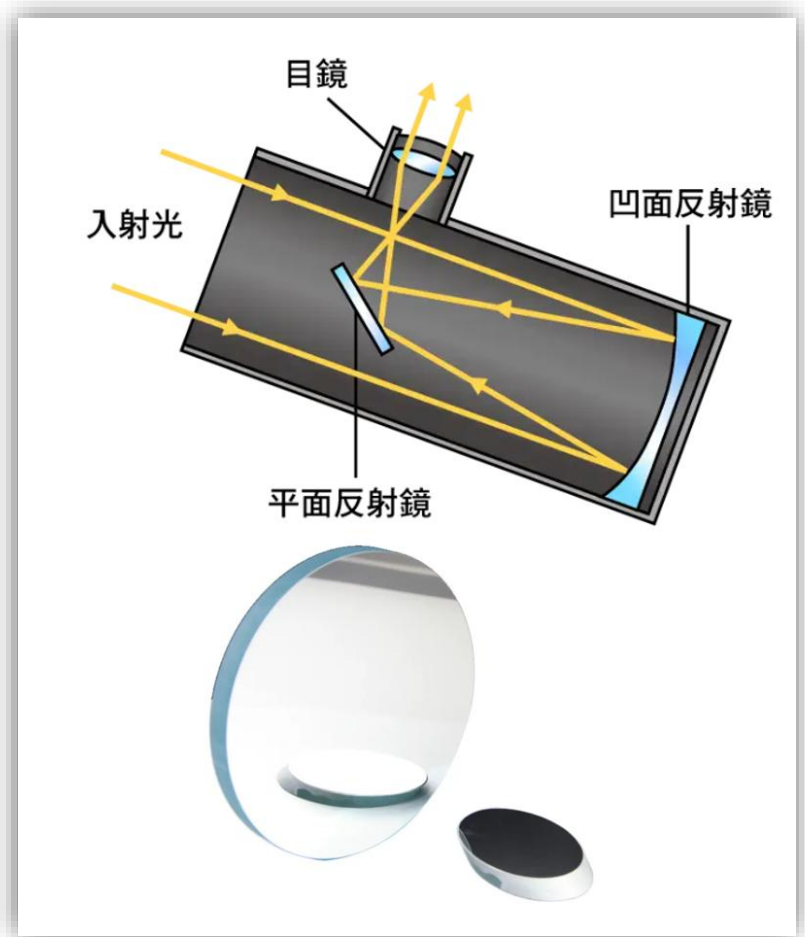


# 天文望远镜中的金属-介质高反射膜



在本应用案例中，通过合理的初始结构设计并结合后续优化，我们设计了一种金属-介质高反膜，能够在可见光和近红外都提高都具有良好的反射效果，满足了天文观测要求。

# 应用情景

## 设计任务：

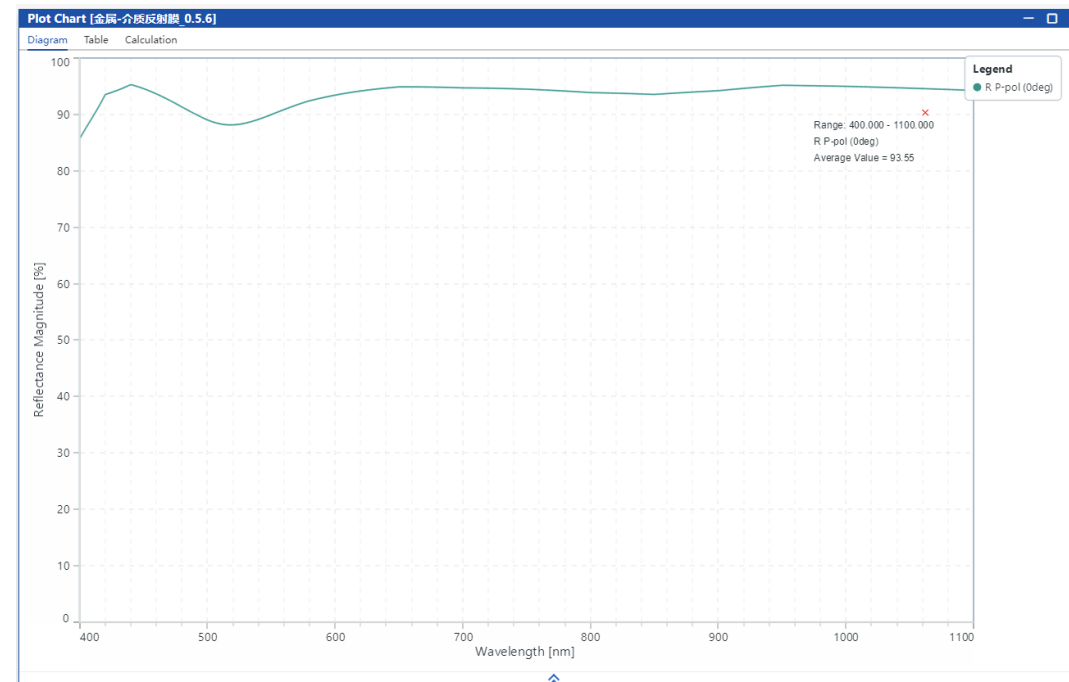
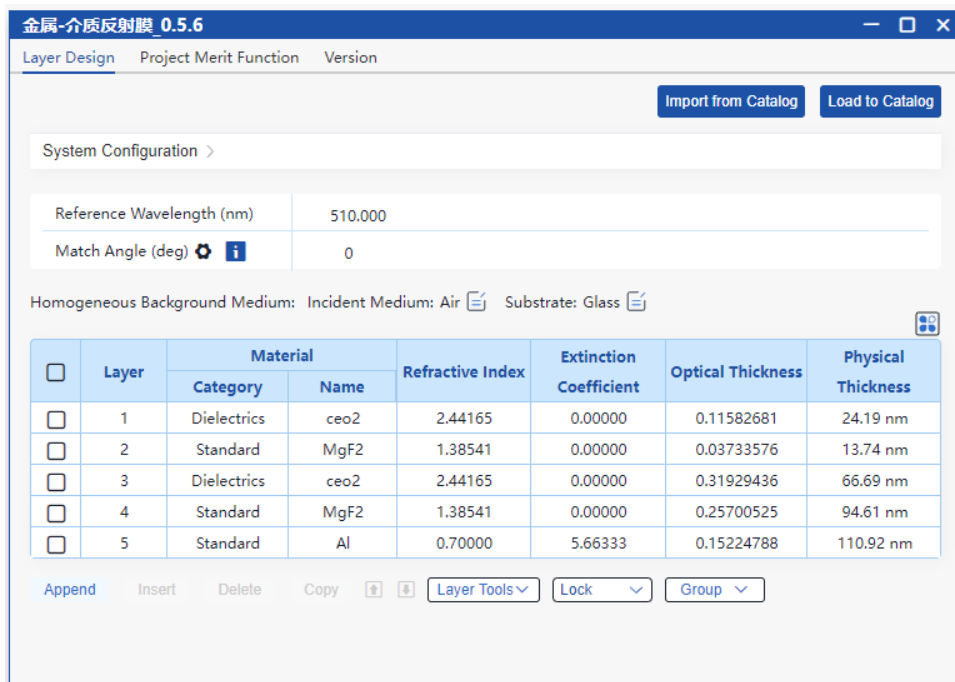
基于初始结构，优化膜层厚度来达到指标。

## 指标：

- 入射介质: 空气
- 基板: 玻璃
- 工作波长: 400-1100 nm
- 入射角:  $0^\circ$
- 反射率:  $R_{avg} > 93\%$

在天文观测中，由于需要观测早期星系和深空图像，所以工作波段要求较宽，需要覆盖可见光和近红外（400~1100nm）。本案例中通过优化初始结构的层厚度，目标是在工作波段平均反射率  $> 93\%$ 。

# 设计结果



优化后的结果如上所示，右图展示了最终的光谱数据，工作波段的平均反射率为93.545%，满足设计要求。

# 设计流程

## 初始结构

入射介质: 空气	基板: 玻璃		
$\lambda_0$ : 510nm			
符号	材料	光学厚度(全波)	物理厚度(nm)
L	SiO2	0.25	
H	Ta2O5	0.25	
M	Al		100nm
初始公式	空气   (HL) <sup>2</sup> M   玻璃		
计算范围	400nm	1100nm	

## 优化设置

## 结果查看

为了满足深空图像和早期星系探测等不同的科学目标，天文望远镜的工作波段需要覆盖可见光+近红外波段（400-1100nm）。由于天文望远镜通常的镜片尺寸较大，所以一般都是采用简单低风险的**金属+介质反射膜**。Al是紫外到红外区都有比较高的材料，所以铝膜最常见的一种作为主镜的反射镜。但由于单层铝膜在反射率有限且在空气中很容易氧化，常用的方法是在金属膜层的表面加镀(HL)<sup>2</sup>膜堆。

选择的高低折射率材料分别为 CeO<sub>2</sub>和MgF<sub>2</sub>,因为这两个材料都具有较低的热膨胀系数和良好的化学稳定性，且两种材料的折射率差距较大，高低折射率交替时具有较宽的反射带宽。

初始结构

优化设置

结果查看

Formula [金属-介质反射膜\_0.5.6]

Symbol	Material		Optical Thickness	Physical Thickness	Packing Density
	Category	Name			
H	Dielectrics	ceo2	0.25000000	52.22 nm	1.0000
L	Standard	MgF2	0.25000000	92.03 nm	1.0000
M	Standard	Al	0.25000000	182.14 nm	1.0000

Formula:  
HLHLM

Append Insert Delete

Cancel Create new Insert after

金属-介质反射膜\_0.5.6

Layer Design Project Merit Function Version

Import from Catalog Load to Catalog

System Configuration >

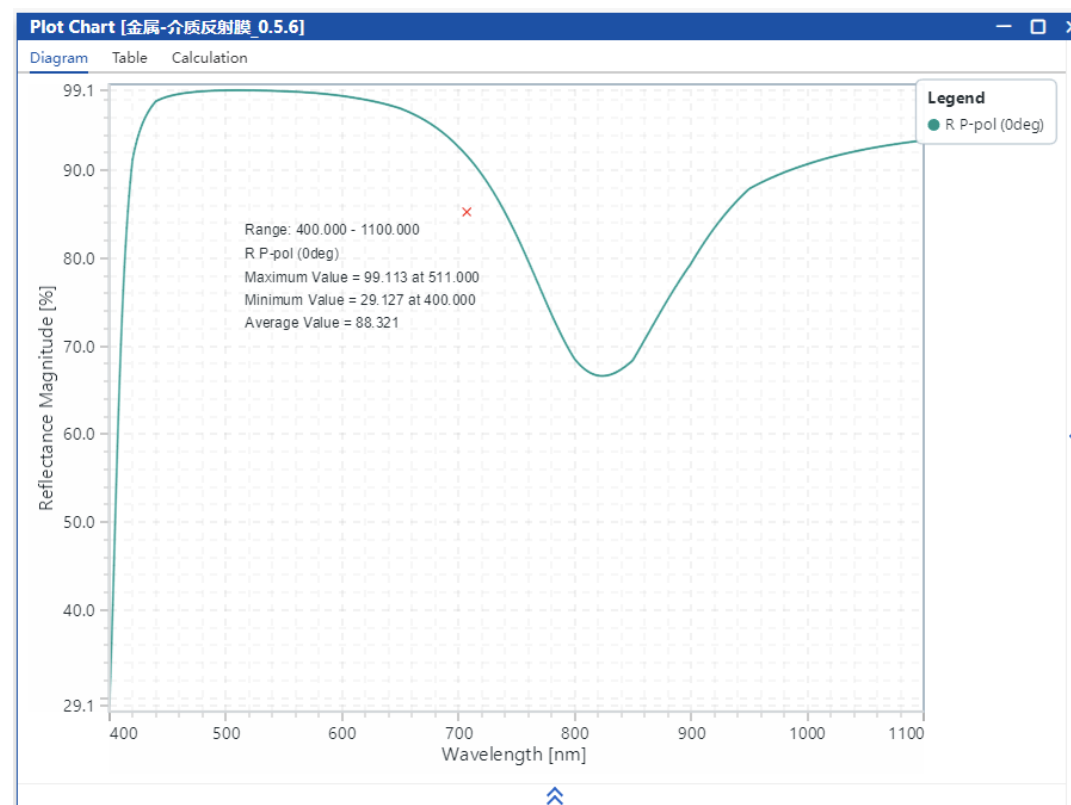
Reference Wavelength (nm) 510.000

Match Angle (deg) 0

Homogeneous Background Medium: Incident Medium: Air Substrate: Glass

Layer	Material Category	Name	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness	Physical Thickness
1	Dielectrics	ceo2	2.44165	0.00000	0.25000000	52.22 nm
2	Standard	MgF2	1.38541	0.00000	0.25000000	92.03 nm
3	Dielectrics	ceo2	2.44165	0.00000	0.25000000	52.22 nm
4	Standard	MgF2	1.38541	0.00000	0.25000000	92.03 nm
5	Standard	Al	0.70000	5.66333	0.13725490	100.00 nm

Append Insert Delete Copy Layer Tools Lock Group



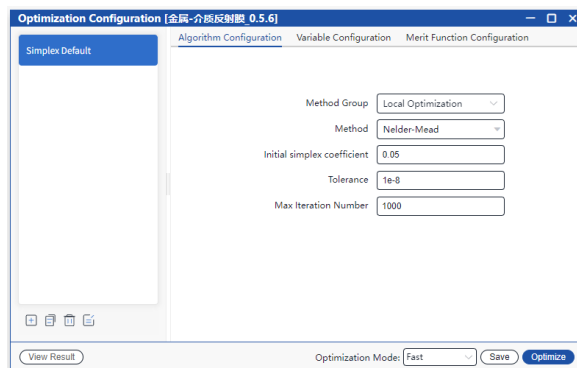
使用公式工具构建了上述膜系作为基础结构，右图展示了其在400-1100 nm内0°入射时的光谱。可以看出此时平均反射率没有达标。接下来需要借助优化工具进一步优化介质层

关于公式工具的更多信息: [Tutorial : Formula Tool](#)

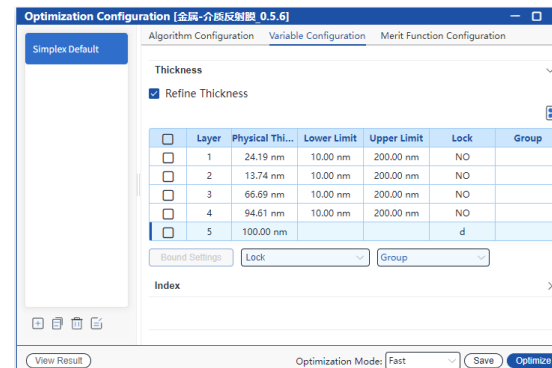
初始结构

优化设置

结果查看

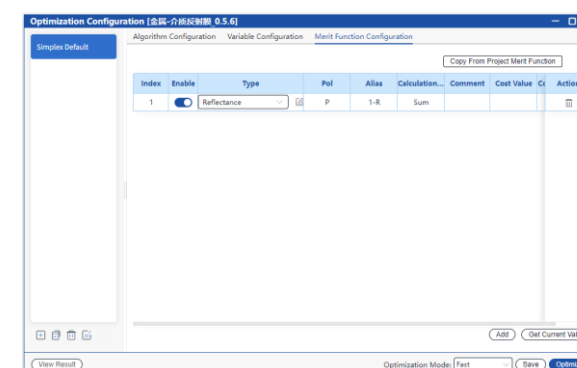


算法: Nelder-Mead



变量: 非金属层膜厚

范围限制:10-2000 nm



目标: 最小化在 8000–12000 nm 波段、  
0°入射的反射率。

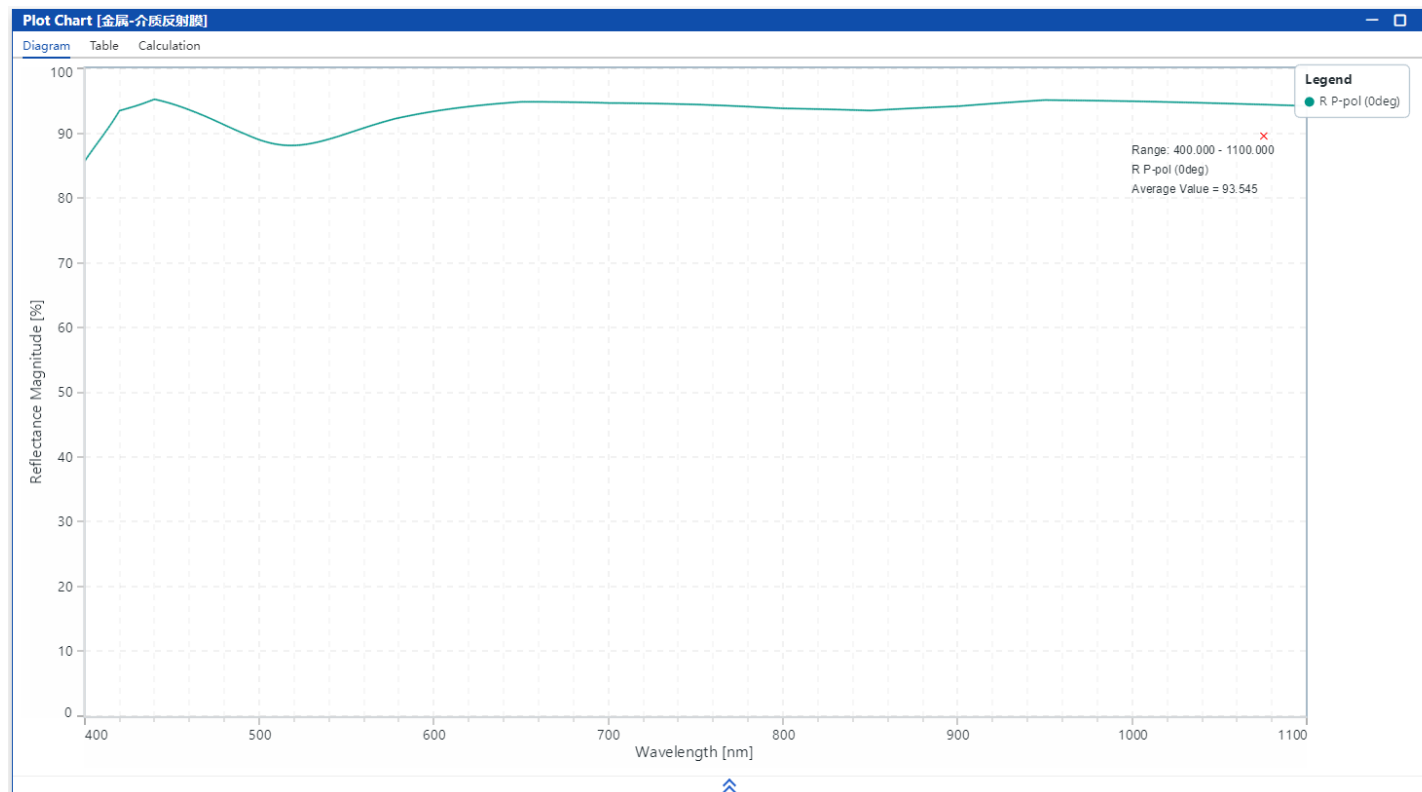
使用Nelder-Mead算法优化非金属层的各层厚度(金属膜层膜厚大于100nm, 光谱特性不变, 因此不优化金属膜层厚度),目标是在 400~1100nm波段内反射率尽可能大

关于优化的更多信息:  [Tutorial : Optimization Workflow](#)

初始结构

优化设置

结果查看



优化后的结果如上所示，工作波段的平均反射率为93.545%，满足设计要求。

内容	信息
标题	天文望远镜中的金属-介质高反射膜
文档编号	VLU-S_20250707_03
文档版本	1.0
发布日期	2025/07/07
所需软件包	光学薄膜设计工具包 v1.0
软件版本	2025R1
分类	应用场景

包罗万象

All Inclusive

迅捷高效

Efficient and Fast



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