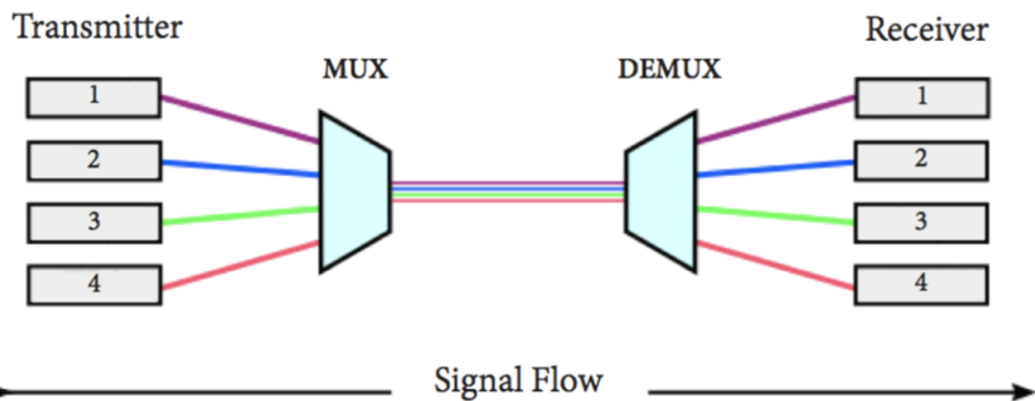


光通信窄带滤光片

Wavelength Division Multiplexing (WDM)



在本案例中，我们设计了一种带宽窄、通带波纹小、截止带透射隔离度高的全介质窄带滤光片。该滤光片能够实现高精度的信号分离，有效抑制杂散光干扰，从而显著提升系统的信噪比与整体光学性能，适用于高要求的光通信场景。

应用场景

设计任务:

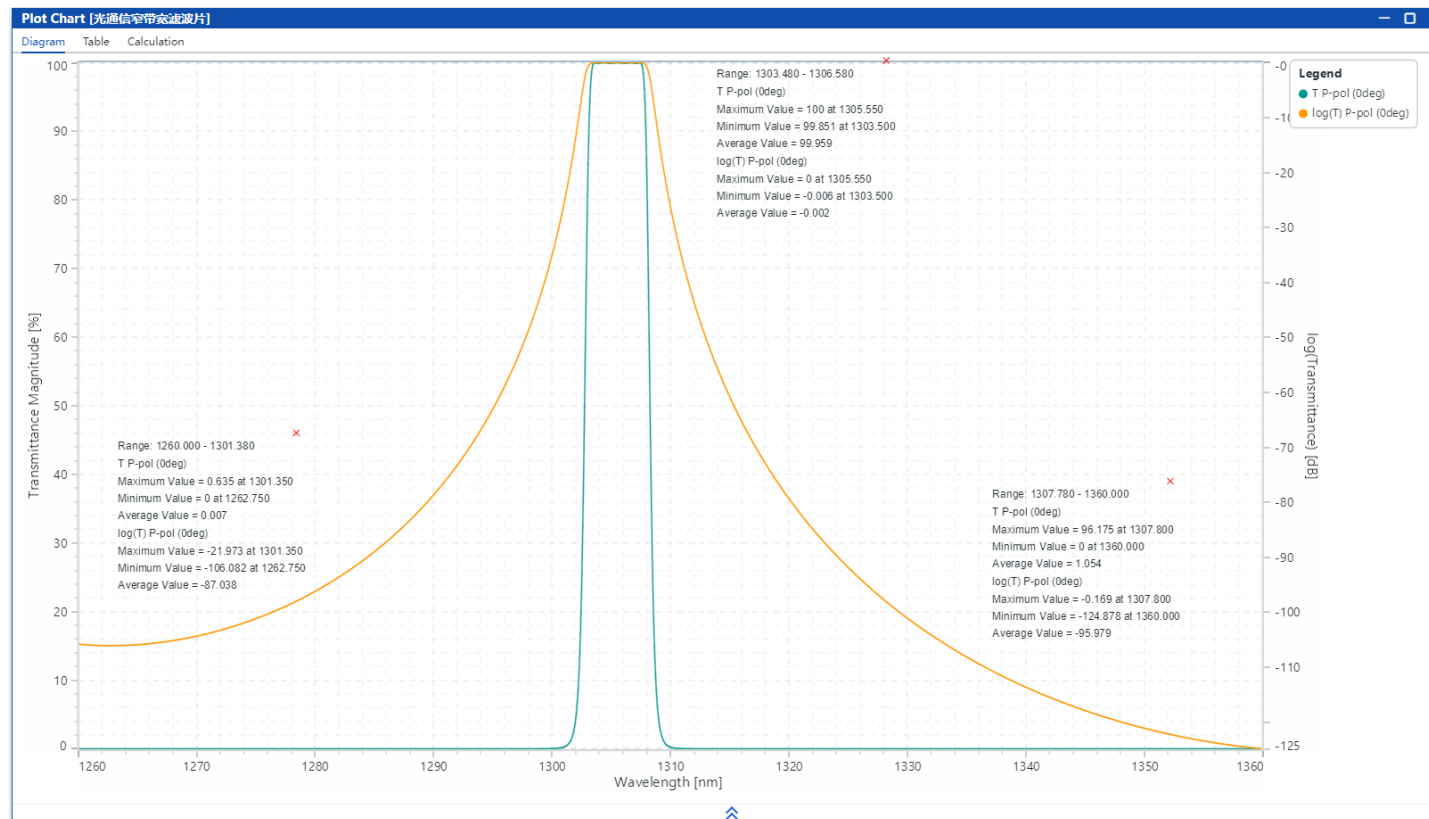
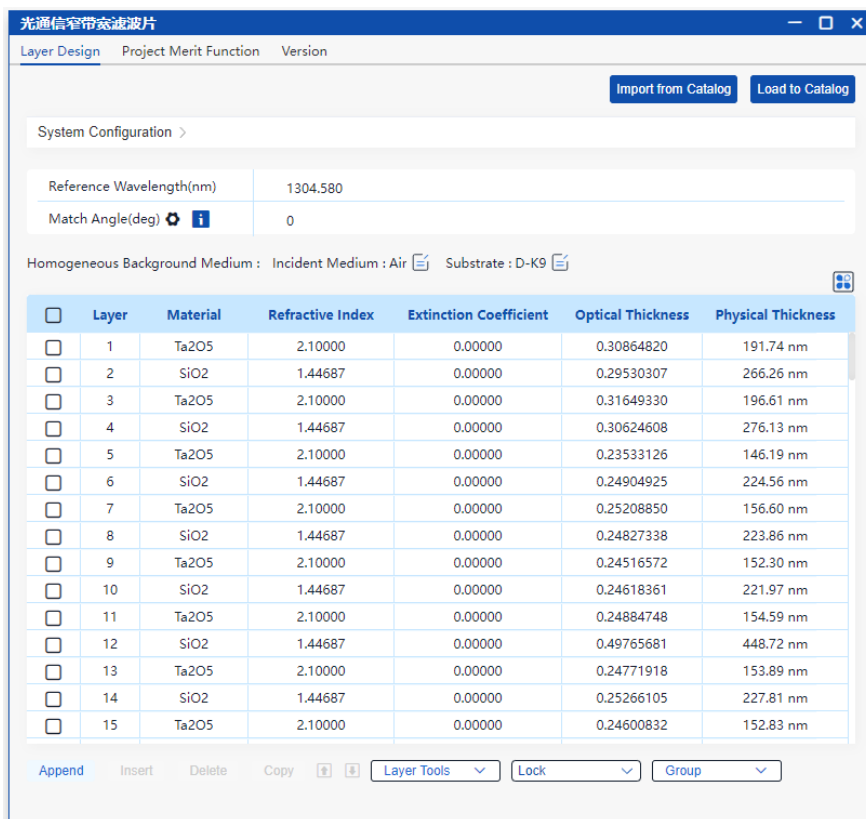
基于初始结构, 优化膜层厚度来达到指标

指标:

- 入射介质: 空气
- 基板: k9
- 中心波长: 1304.58 nm
- 通带宽度: 2.2 nm
- 通带内最大插入损耗: ≤ 0.2 dB
- 反射带范围: 1260–1301.38 nm 及 1307.78–1360 nm
- 反射带内隔离度: > 27 dB

光通信窄带滤光片需要实现某一特定波长的信号传输并且强烈抑制相邻波长的干扰。本案例中通过合理的初始结构生成, 以及进一步优化层厚度, 目标是实现中心波长在1304.58nm, 带宽2.2nm, 通带最大插入损耗小于0.2dB, 1260-1301.38nm以及1307.78-1360nm为反射带, 反射带的反射隔离度大于27dB。

设计结果



设计结果如图所示，通带内的最大插入损耗小于 0.2 dB，两侧反射带的隔离度也优于 27 dB，整体性能满足设计要求。

设计流程步骤

初始结构

入射介质: 空气	基板: K9		
λ_0 : 1304.58nm			
符号	材料	光学厚度(全波)	物理厚度(nm)
L	SiO2	0.25	
H	Ta2O5	0.25	
初始公式	空气 (F-P型滤光片)^5 玻璃		
计算范围	1260nm	1360nm	

优化设置

结果评估

窄带滤波片属于带通滤波片的一种，由于单腔窄带滤光片的光谱成一三角形，因此有一半能量无法透射而浪费掉，且过度带的斜率不够陡峭，应用于光通信系统中会造成串扰。因此本案例采用多腔法布里-珀罗型窄带滤光片结构：Air | (F-P型滤光片)^5 | K9。具体膜系公式如下：

HLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHL
HLHLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLHL
HLHLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLHL
HLHLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLHL
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHL1.245H1.456L

初始结构

优化设置

结果评估

Symbol	Material	Optical Thickness	Physical Thickness	Packing Density
H	Ta2O5	0.25000000	155.31 nm	1.0000
L	SiO2	0.25000000	225.41 nm	1.0000

Formula:

```
HLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLH  
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLH  
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLH  
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLH  
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLHLH  
HLHLHLHLHLHLH LL HLHLHLHLHLH1.245H1.456L
```



Layer	Material	Refractive Index	Extinction Coefficient	Optical Thickness	Physical Thickness
1	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
2	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
3	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
4	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
5	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
6	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
7	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
8	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
9	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
10	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
11	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
12	SiO2	1.44687	0.00000	0.50000000	450.83 nm
13	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm
14	SiO2	1.44687	0.00000	0.25000000	225.41 nm
15	Ta2O5	2.10000	0.00000	0.25000000	155.31 nm

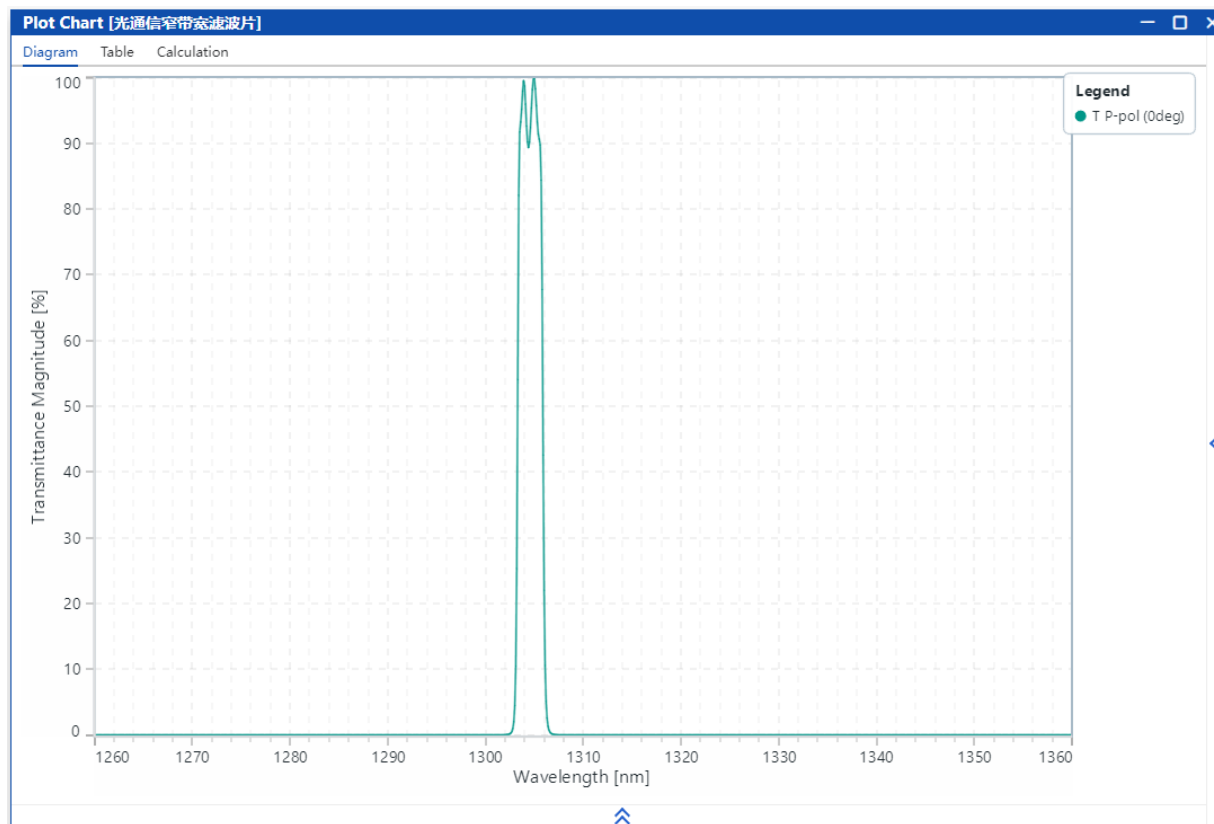
初始结构 Air | (F-P型滤光片)^5 | Glass 使用Formula工具生成。

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

初始结构

优化设置

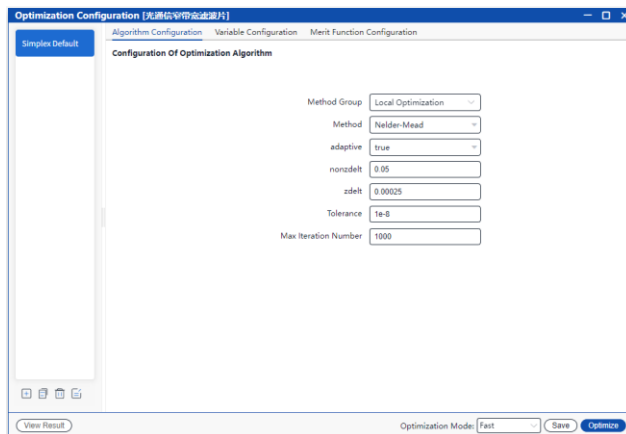
结果评估



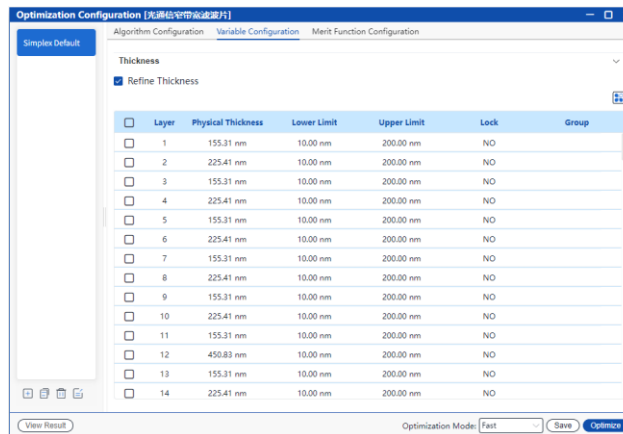
从左侧光谱图可以看出，初始结构的透射带呈兔耳朵状，中心出现了透射率下降的波纹，这是由于腔数太多造成的。接下来需要借助优化工具进一步优化。

初始结构设计

优化设置

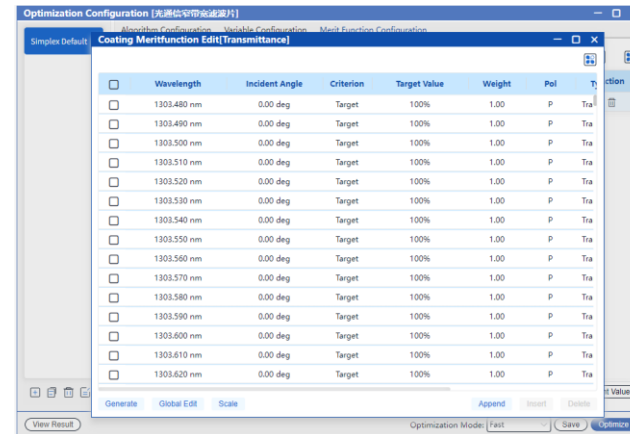


优化算法: Nelder-Mead 算法



优化变量: 各层膜厚

约束条件: 膜厚范围 0-500 nm



目标: 1303.48~1306.58nm, 0°入射时的
透射率趋近于100%

结果评估

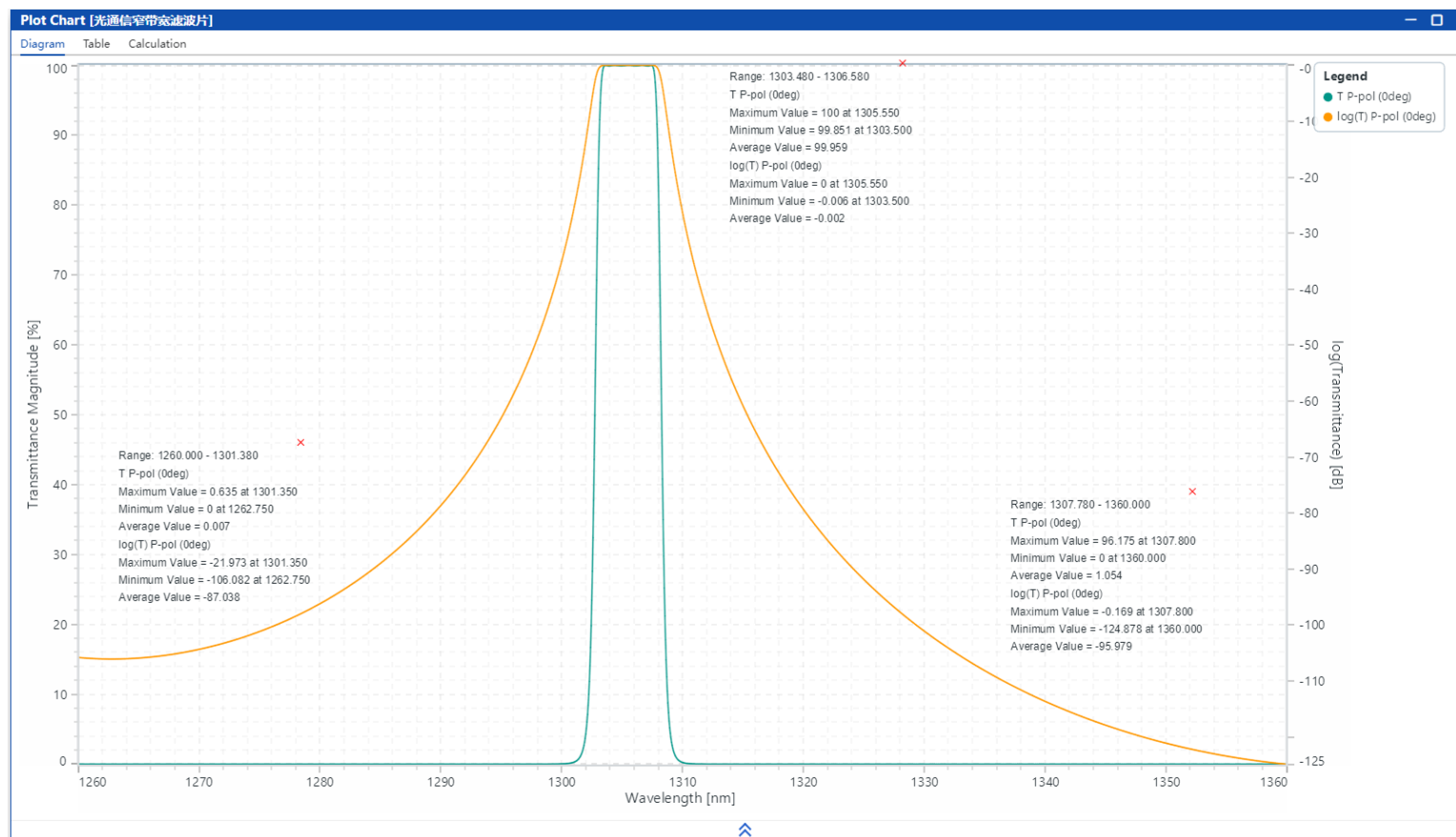
采用单纯形算法优化各层膜厚, 目标是在 1303.48-1306.58nm 波段、0° 入射条件下最大化透射率。

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

初始结构设计

优化设置

结果评估



通过优化获得了满足设计要求的结果

内容	信息
标题	光通信窄带滤光片
文档编号	VLU-S_20250701_01
文档版本	1.0
发布日期	2025/07/01
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/>