

---

# 浙江大学



## 本科实验报告

姓名：毛永奇

学院：光电科学与工程学院

系：光仪系

专业：光电信息科学与工程

学号：32201003385

指导教师：蒋凌颖

2024 年 11 月 28 日

# 浙江大学实验报告

课程名称: 物理光学实验 实验类型: 专业必修 实验项目名称: 迈克尔逊干涉实验  
学生姓名: 毛永奇 学号: 3220103385 指导老师: 蒋凌颖 实验报告成绩:       
实验地点: 工程中心 121 实验日期: 2024 年 11 月 28 日

## [实验目的]

1. 掌握迈克尔逊干涉仪的结构、原理、调节方法;
2. 用迈克尔逊干涉仪观察平板干涉条纹的特征, 测定单色光波长;
3. 观察白光干涉条纹, 测量光波的相干长度。

## [实验原理]

He-Ne 激光器、白炽灯、扩束镜、准直镜、会聚镜、迈克尔逊干涉仪。

整个装置包括三个部分: 照明系统、干涉系统和观察系统, 如图 1 所示。

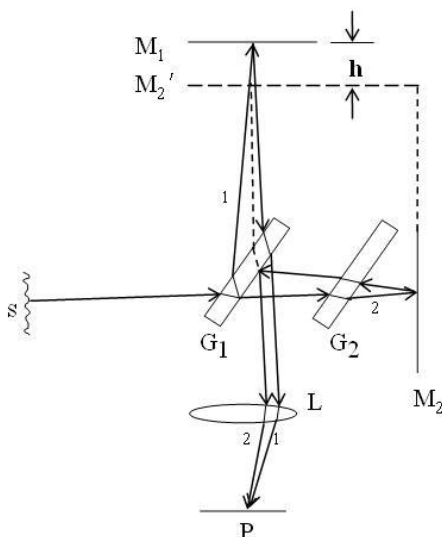


图 1 迈克尔逊干涉仪原理图

图 1 中, 分光镜  $G_1$  将来自同一光源入射到干涉系统的光束分为两路, 一路经  $M_1$  反射后再经  $G_1$  透射进入观察系统; 另一路经  $M_2$  反射后再经  $G_2$  反射后进入观察系统, 二路光相遇产生干涉。

引入虚平面  $M_2'$ , 它是  $M_2$  在  $G_1$  反射面中所成的镜像。迈克尔逊干涉仪产生的干涉等效于  $M_1$  和  $M_2'$  构成的虚平板产生的干涉。产生干涉的二支光束的光程差

$\Delta = 2nh\cos\theta + \varphi$ , 其中,  $n$  为空气折射率, 通常取  $n=1$ 。

$h$  为虚平板的厚度;  $\theta$  为光束入射到虚平板时的入射角 (等于空气层内的折射角);  $\varphi$  为  $G_1$  半反面对二路光反射情况不同而引起的附加程差。在半反射面上镀介质膜时, 通常

---

取  $\varphi = \frac{\lambda}{2}$ 。

## [实验内容]

### 1. 观察单色光等厚干涉条纹

(1) 打开 He-Ne 激光器，调整激光器使激光束基本平行于实验台面，并使光斑位于  $M_1$  和  $M_2$  镜面中心，调整  $M_1$  和  $M_2$  尽量使它们的反射光斑都返回到激光器输出窗口。调整  $M_1$  和  $M_2$  安装座上的倾角调整螺钉，使两组光斑中最亮的一对重合，直至光斑内出现干涉条纹。

(2) 在入射光路中加入扩束镜  $L_0$ ，并作调整，使其与激光束共轴。这时在毛玻璃上应观察到弧形或圆形的干涉条纹。

(3) 在扩束镜后面加入准直透镜  $L_1$ ，将一纸片置于  $M_1$  前，用剪切干涉法调整  $L_1$  与  $L_0$  的间距，直至纸片上的干涉条纹数目最少，撤去纸片。此时细激光束已扩束为宽光束的平行光。此时在毛玻璃上可观察到平行等距的等厚干涉条纹。

(4) 微调螺杆 (3) 和 (4)，或微动手轮移动  $M_1$ ，观察等厚干涉条纹的变化，并作记录。

### 2. 观察单色光的等倾干涉条纹

(1) 在观察到等厚条纹的基础上，微调 (3) 和 (4)，使等厚直条纹间距逐渐变大，直到视场中仅看到一个条纹。

(2) 加入会聚透镜  $L_2$ ，并使照明在  $M_1$  和  $M_2$  上的光斑尽可能的小。

(3) 此时在毛玻璃屏上将看到等倾圆环。

(4) 移动  $M_1$  观察等倾条纹的变化，并记录。

### 3. 测量单色光波长

(1) 转动粗动手轮，使屏上等倾条纹的数目适中。

(2) 转动微动手轮，可见到圆条纹缓缓向中心收缩，并在中心消失，记下鼓轮读数  $S_1$ 。

(3) 继续往一个方向转动微动手轮，观察圆条纹在中心消失 30-50 个，记下鼓轮读数  $S_2$ 。

(4) 重复测量 3 组数据，并计算氦氖激光器的波长。

### 4. 观察白光的彩色条纹

(1) 在等倾条纹的基础上，转动微动手轮移动  $M_1$ ，使条纹渐渐在中心消失，且条纹间距变大，直到视场中剩下一个条纹。

(2) 移去毛玻璃屏，用白炽灯照亮干涉仪，继续按原来方向缓慢转动微动手轮，直到视场中出现彩色条纹。

(3) 微调  $M_2$  的倾角、前后移动  $M_1$  观察彩色条纹的变化，并记录现象。

### 5. 用迈克耳逊干涉仪测量白光的相干长度

实际光源发出的光波都不是严格的单色光，其波列长度是有限的，具有一定的光谱宽度  $\Delta\lambda$ 。波列长度  $L$  与光谱宽度  $\Delta\lambda$  间存在一定的关系：

---

$$L = \lambda^2 / \Delta\lambda$$

对于光谱宽度为  $\Delta\lambda$  的光源，能够产生干涉条纹的最大光程差称为相干长度。相干长度就是波列长度，所以要观察到干涉条纹，必须使用同一个波列经干涉装置分成的两个相干光波之间的光程差小于相干长度，即

$$\Delta < L = (\lambda^2 / \Delta\lambda)$$

表明光源的非单色性将影响光波的相干性。本实验中，通过改变迈克尔逊干涉仪中两反射镜  $M_1$ ,  $M_2$  的间距，便可测出光源发出光波的相干长度  $L$ 。

## [实验记录及数据处理]

1. 记录在实验过程中观察到的现象，并加以解释。

### 1) 等厚干涉现象

$M_1$  和  $M_2$  窗返回光斑汇聚后形成圆弧形干涉条纹，微调螺钉后，可以让圆弧形条纹消失直至画面中只有一条或两条倾斜条纹。

圆弧形条纹的产生是由于  $M_1$  和  $M_2$  不平行，导致不同位置的光光程差不一致，从而产生干涉条纹，即等厚干涉条纹。同时由于像差存在，会有一定的条纹畸变。

而当调节  $M_1$  和  $M_2$  至条纹数量最少时，可以认为  $M_1$  和  $M_2$  平行度很高，因此不同位置反射光光程差基本一致，等厚干涉程度大大降低，最理想情况应该只有一个条纹。

### 2) 等倾干涉现象

当  $M_1$  和  $M_2$  平行时，加入汇聚透镜后，毛玻璃上出现明显的牛顿环。转动手轮可以让牛顿环涌出或涌入。

此时入射光线不是平行光，而带有不同的倾角范围。不同倾角会带来不同的光程差，从而产生干涉条纹，由于倾角分布是圆形的，所以干涉条纹也是圆环。而改变  $M_1$  的位置，也会改变一束光的光程，从而使得两光光程差改变，改变干涉条纹。

### 3) 白光彩色条纹

在毛玻璃上仅有一到两条条纹时， $M_1$  和  $M_2$  的光程差很小，此时去掉毛玻璃和激光，加入白炽灯，继续缓慢移动  $M_1$ ，往继续减小条纹的方向移动，可以发现视野中出现淡淡的色彩，继续移动会发现出现鲜艳的五颜六色，且随着移动  $M_1$ ，色彩不断更替，最后色彩变淡消失。

实际光源发出的光波都不是严格的单色光，其波列长度是有限的，具有一定的光谱宽度  $\Delta\lambda$  和波列长度  $L$ ，只有当两干涉光光程差小于波列长度时，才会产生干涉，

而白光干涉自然就会产生彩色条纹。

## 2. 附测量单色光波的数据记录单。

	$S_1$	$S_2$	$\Delta h =  S_1 - S_2 $	N	$\lambda = \frac{2\Delta h}{N}$
1	900.02980mm	900.01379mm	0.01601mm	50	640.4nm
2	900.01171mm	899.99499mm	0.01672mm	50	668.8nm
3	899.99421mm	899.97807mm	0.01614mm	50	645.6nm
	$\lambda = \frac{1}{3}(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) = 651.6\text{nm}$				

附相干长度测量结果：d1 为出现色彩，d2 为色彩消失读数，只读两个小刻度

$$d1 = 0.79230\text{mm} \quad d2 = 0.78208\text{mm} \quad l = 2 * (d1 - d2) = 20.44 \mu\text{m}$$

$$d1 = 0.88489\text{mm} \quad d2 = 0.89349\text{mm} \quad l = 2 * (d2 - d1) = 17.2 \mu\text{m}$$

## [思考题]

1. 请考虑利用干涉方法测量一块均匀的已知厚度的透明平行薄片折射率的方法。

先调节 M1 使得毛玻璃上干涉条纹最少（仅有 1-2 条），记录此时读数 d1，然后在 M2 光路或 M1 光路加入平行薄片，此时毛玻璃上干涉条纹一定会变多，再次移动 M1 使得毛玻璃上干涉条纹数量再次变成 1-2 条，记录此时读数 d2，那么 d2-d1 就是薄片引入的附加光程差距，折射率  $n = (d2 - d1) / \text{厚度} + 1$ 。

2. 补偿平板 G<sub>2</sub> 的主要作用是什么？它需要镀膜吗？

M1 光路光线经过了三次分光板（反射两次，透射一次），而如果没有 G<sub>2</sub>，M2 光路光线仅仅经过了一次（透射），所以需要引入一个补偿板，来使得两束光经过一样长的分光板距离。

需要镀膜，因为 M1 光路反射时产生了附加相移半个波长，因此需要给 G<sub>2</sub> 镀介质膜补偿。

3. 横向剪切干涉条纹是如何产生的？它属于分波前干涉么？

是一平行平板前表面和后表面反射光产生的干涉条纹，属于分振幅干涉。

4. 观察等倾条纹时，要求入射光束只照亮 M<sub>1</sub> 和 M<sub>2</sub> 表面上较小区域，这有什么好处？

一方面光斑小，对应最大入射角度小，干涉条纹数量少，便于观察；另一方面，能量集中，条纹更加清晰。

5. 白光干涉属于定域干涉还是非定域干涉？为什么？若是属于定域干涉，那么定域面在哪？

白光是拓展光源，因此属于定域干涉。定域面在无穷远，因此要借助透镜或者人眼观察，而不能使用毛玻璃。