



# 迈克尔逊干涉仪的调整和使用

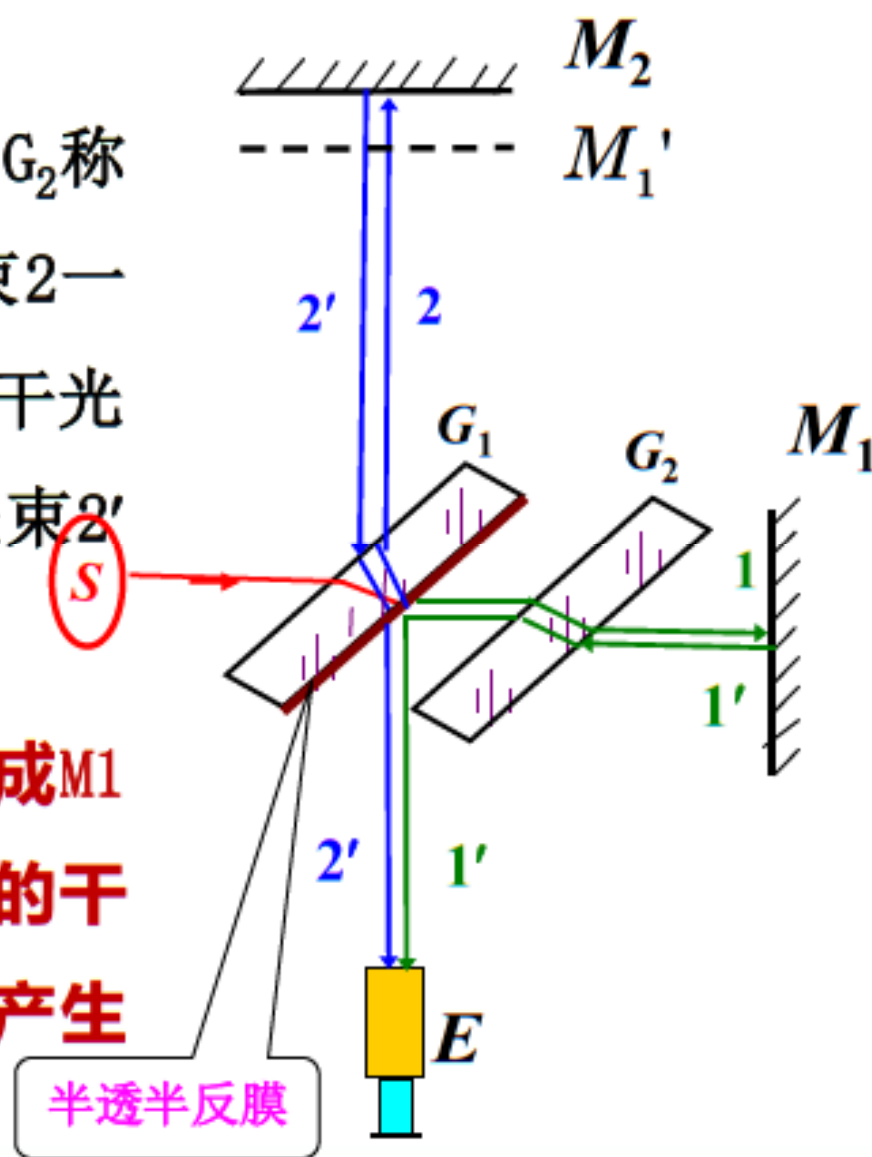




## 实验原理

$M_1$ 、 $M_2$ 与 $G_1$ 、 $G_2$ 成 $45^\circ$ 角倾斜。 $G_2$ 称为补偿板，是为了使光束1也同光束2一样三次通过玻璃板，以保证两束相干光间的光程差不致过大。光束1'同光束2'在E处会合产生干涉效应。

由于 $G_1$ 的反射，使在 $M_2$ 附近形成 $M_1$ 的一个虚像 $M_1'$ ，因此两束相干光的干涉等效于由 $M_2$ 和 $M_1'$ 之间空气薄膜产生的干涉。

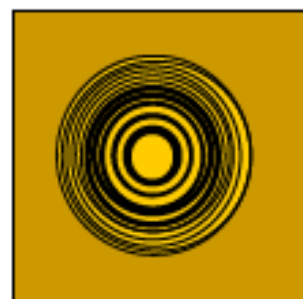
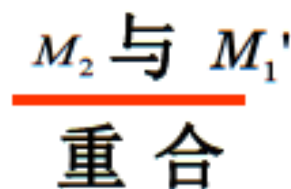
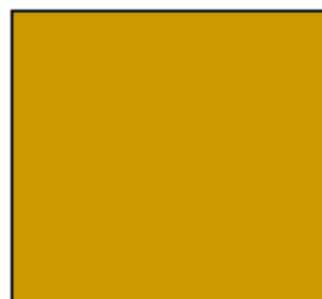
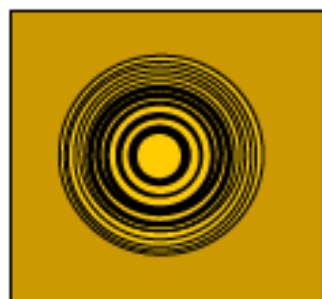




## 实验原理

当调节 $M_1$ ，使 $M_1$ 与 $M_2$ 相互精确地垂直，在屏幕上可观察到圆形的等倾干涉条纹，即两镜之间为薄膜干涉。

等倾干涉条纹





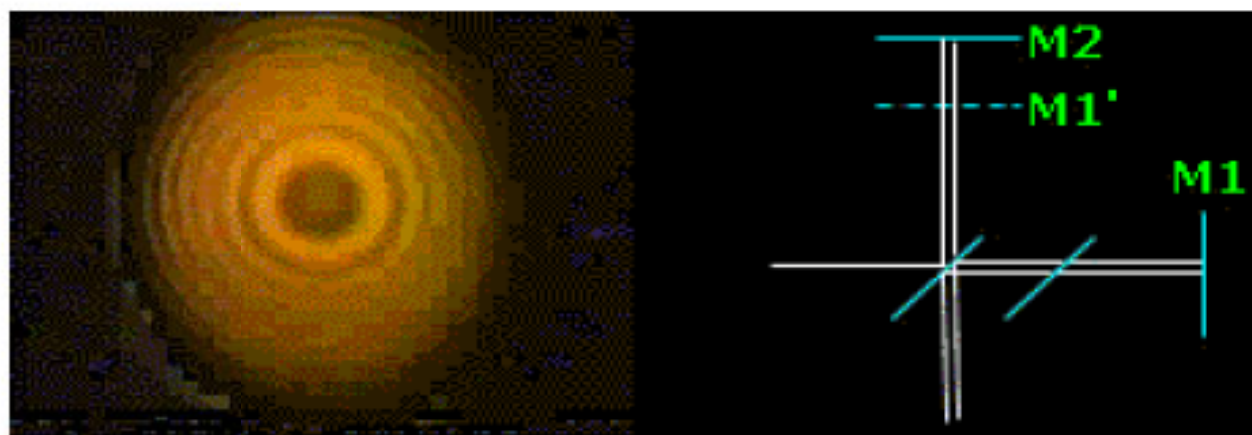


## 实验原理

中心处, 入射角  $i=0$ , 两束相干光的光程差为:

$$\delta \approx 2h \cos i = 2h = \begin{cases} k\lambda & (k = 0, 1, 2, \dots) \text{明纹} \\ (2k + 1) \frac{\lambda}{2} & (k = 0, 1, 2, \dots) \text{暗纹} \end{cases}$$

- $h$ 增大,  $k$ 增大, 圆环从中心“冒出”, 干涉条纹变细变密;
- $h$ 减小,  $k$ 减小, 圆环从中心“内缩”, 干涉条纹变粗变疏;





## 实验原理

$h$ 每改变 $\lambda/2$ ，即平面镜  $M_2$ 与 $M_1'$  距离改变量为 $\lambda/2$ ，环心“冒出”或“内缩”一个条纹。设**中心处条纹移动（明或暗纹）的数目为 $\Delta N$** ，**膜厚改变为 $\Delta h$** ，则

$$\Delta h = \Delta N \frac{\lambda}{2} \qquad \lambda = \frac{2\Delta h}{\Delta N}$$





## 实验原理

如果不用单色光，而是用**两种波长**相差不大且光强近乎相等的光作光源（如钠双线波长分别为589.0nm和589.6nm），这时两种不同波长的光将各自产生干涉条纹，当光程差满足：

$$\delta_1 = k_1 \lambda_1 = \left( k_1 + \frac{1}{2} \right) \lambda_2 \quad \text{视见度为零}$$

继续改变膜厚，当光程差满足：

$$\delta_2 = k_2 \lambda_1 = \left( k_2 + 1 + \frac{1}{2} \right) \lambda_2 \quad \text{视见度再次为零}$$







## 实验原理

连续两次视见度为零时光程差的变化为:

$$\delta_2 - \delta_1 = (k_2 - k_1) \lambda_1 = (k_2 - k_1 + 1) \lambda_2$$

所以有:

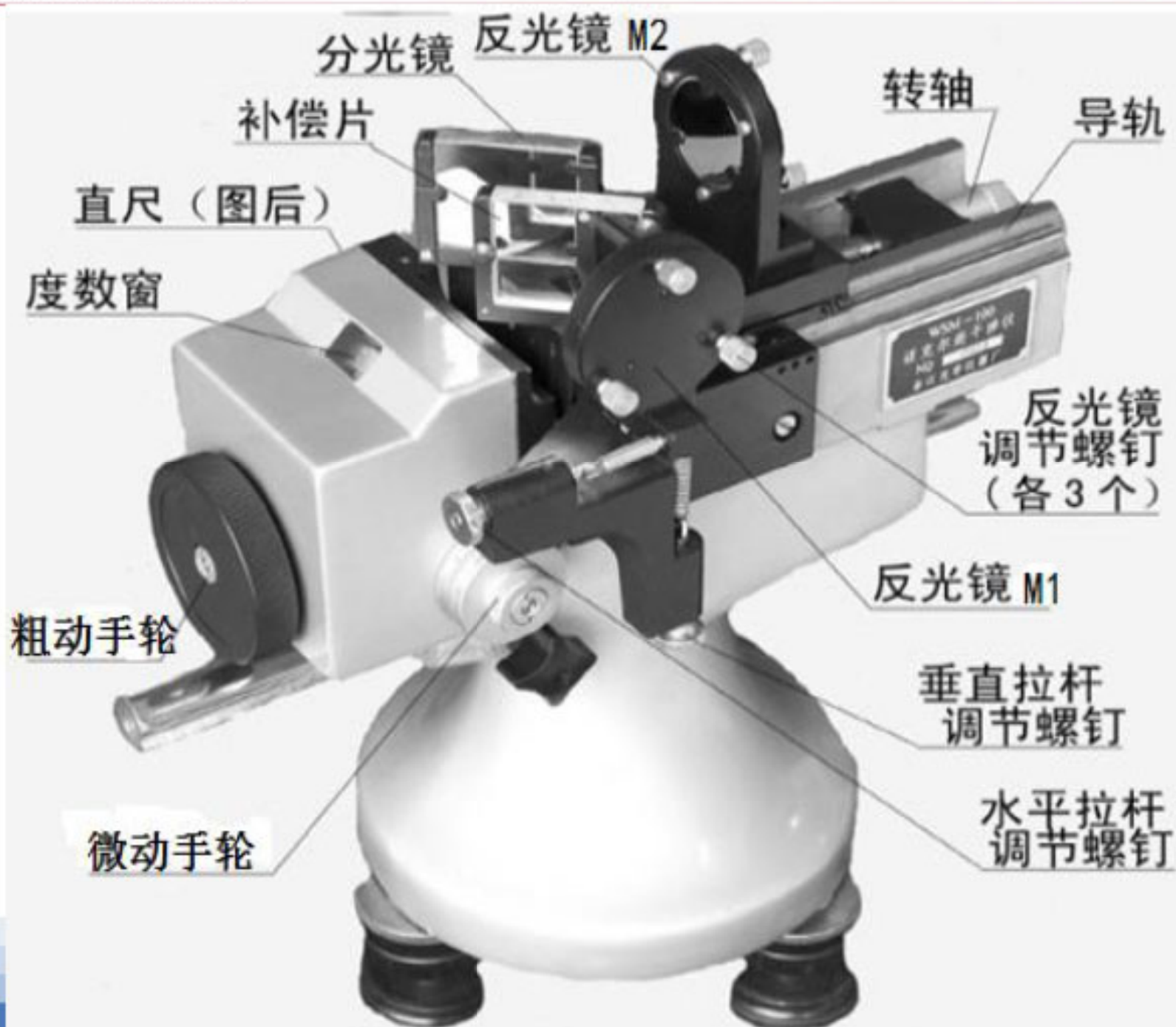
$$\Delta\lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\delta_2 - \delta_1} = \frac{\bar{\lambda}_0^2}{2\Delta h'} \quad (\lambda_0 = 589.3nm)$$

$\Delta h'$  为 $M_2$ 镜移动的距离





## 实验仪器

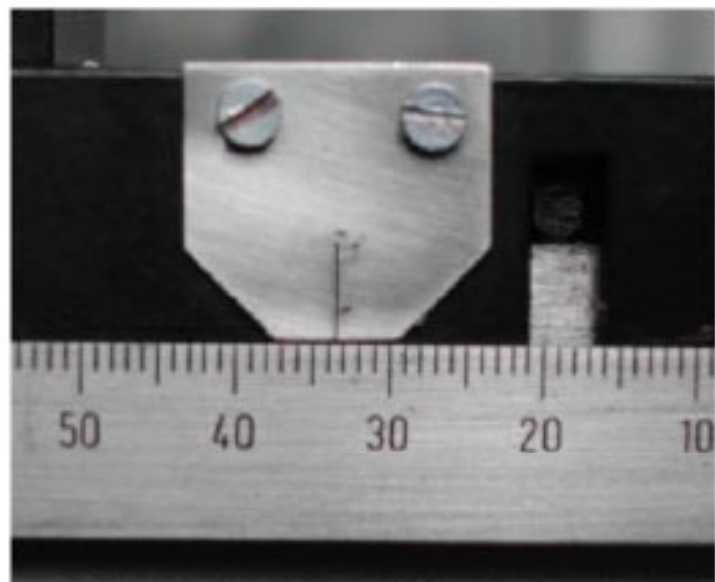






## 实验仪器读数

最后读数为：33.52246mm



主尺



粗动手轮读数窗口



微动手轮

读数为： $\times\times.\square\square\triangle\triangle\triangle$  (mm)。 $\times\times$ 在**主尺**上读出； $\square\square$ 由**粗动手轮读数窗口**读出，粗动手轮每转一圈可动镜 $M_2$ 移动1mm，读数窗口内刻度盘一圈共100个小格，粗动手轮每转一小格 $M_2$ 镜移动0.01mm； $\triangle\triangle\triangle$ 由**微动手轮**上刻度读出，微动手轮每转一圈粗动手轮读数窗口内刻度盘转动一小格，即 $M_2$ 移动0.01mm，微动手轮有100小格，微动手轮每转一小格 $M_2$ 镜移动0.0001mm，还可估读下一位。





## 实验内容与步骤

### 一、调节干涉仪

- 先粗调底座上三只调平螺丝，使仪器大致水平并拧紧锁紧圈，以保持座架稳定。
- 置钠光灯于毛玻璃片前，使钠光灯、毛玻璃片上十字、分光板中心、 $M_1$ 中心在一直线上。
- 转动粗动手轮使  $M_2$ 与 $G_1$ 的距离和 $M_1$ 与 $G_1$ 的距离大致相等。





## 实验内容与步骤

### 一、调节干涉仪

- 点亮钠光灯，待其正常发光后，仔细调节 $M_1$ 后三个螺丝，使 $M_1$ 、 $M_2$  镜中的十字像重合，即会出现干涉条纹。



- 此时再微调 $M_1$ 镜后三个螺丝、 $M_1$ 旁的垂直弹簧螺丝、水平弹簧螺丝，将圆环调到视阈中心处，然后再微调粗动手轮和微动手轮，使条纹疏密适中，明暗分明。







## 实验内容与步骤

### 一、调节干涉仪

- 用眼睛观察条纹，当眼睛上下移动时，如果条纹有“冒出”或“内缩”现象，则应调节 $M_1$ 旁的垂直弹簧螺丝；
- 当眼睛左右移动时，条纹有“冒出”或“内缩”现象，则应调节 $M_1$ 旁的水平弹簧螺丝；
- 直到眼睛移动时干涉条纹中心仅随眼睛上下、左右移动而移动，而不发生条纹有“冒出”或“内缩”现象。





## 实验内容与步骤

### 二、粗动手轮和微动手轮刻度调整

转动微动手轮时，粗动手轮随之转动，但转动粗动手轮时，微动手轮不随之转动。方法：将粗动手轮、微动手轮沿原方向（如顺时针方向）旋转至干涉条纹开始移动以后，将微动手轮旋转至零，然后以同方向转动粗动手轮使之对齐某一刻度。





## 实验内容与步骤

### 三、测钠光波长 $\lambda$

调微动手轮使中心处出现一暗点（暗点容易确认）为起点，记下此时 $M_2$ 镜的位置 $h_0$ ，缓慢转动微动手轮，同时数出从中心“冒出”或“内缩”的条纹数，每隔50个条纹记录一次 $M_2$ 镜的位置，注意每次中心暗点应该同开始记录时一致。

**表1 测钠黄光波长**

**单位：** mm

次数 $i$	0	1	2	3	4	5
“内缩”（“冒出”） 条纹数	0	50	100	150	200	250
$M_2$ 位置 $h_i$						





## 实验内容与步骤

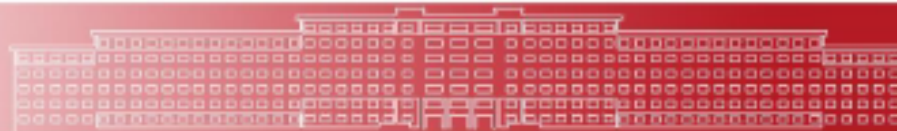
### 四、测钠双线波长差 $\Delta\lambda$

先沿原方向（如顺时针方向）缓慢旋转粗动手轮，调到干涉条纹出现模糊状态，再缓慢旋转微动手轮，使视见度为零（由于钠双线的强度实际上并不完全相等，因此视见度不一定为零，调到干涉条纹最模糊，即视见度达最小值即可），记下 $M_2$ 镜的位置（此时 $M_2$ 镜的位置可由米尺及粗动手轮上读出，微动手轮上读数可忽略不读）。再连续调节5次视见度为零，分别记下 $M_2$ 镜的位置。

表2 测钠双线波长差

单位：mm

次数 $i$	1	2	3	4	5	6
$M_2$ 位置 $h'_i$						



## 数据处理

### 用逐差法处理数据

**表1** 
$$\Delta \bar{h} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \left[ (h_3 - h_0) + (h_4 - h_1) + (h_5 - h_2) \right]$$

$$\bar{\lambda} = \frac{2\Delta \bar{h}}{\Delta N} = \frac{2\Delta \bar{h}}{50} (nm) \quad A_{\lambda} = \frac{|\bar{\lambda} - \lambda_0|}{\lambda_0} \times 100\% = \frac{|\bar{\lambda} - 589.3|}{589.3} \times 100\%$$

**表2** 
$$\Delta \bar{h}' = \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \left[ (h'_4 - h'_1) + (h'_5 - h'_2) + (h'_6 - h'_3) \right]$$

$$\Delta \bar{\lambda} = \frac{\bar{\lambda}_0^2}{2\Delta \bar{h}'} = \frac{589.3^2}{2\Delta \bar{h}'} (nm) \quad A_{\Delta \lambda} = \frac{|\Delta \bar{\lambda} - \Delta \lambda_0|}{\Delta \lambda_0} \times 100\% = \frac{|\Delta \bar{\lambda} - 0.6|}{0.6} \times 100\%$$



## 注意事项

- 测量过程中要缓慢旋转微动手轮，否则条纹变化很快，容易出现变化次数漏记现象，造成较大的测量误差。
- 为了使测量结果正确，必须避免引入空程误差，测量中须始终按原方向旋转手轮。
- 不能用手去触摸各光学元件，也不许用任何东西擦拭。
- 不可动的部件：动镜M2后面的螺钉。