

2.6 分光计的调整与使用





实验简介

分光计是一种精确测量角度的**光学仪器**。光学中的许多基本量，如折射率、波长、衍射角等都可以直接或间接的用分光计来测定。分光计的用途十分的广泛，其基本结构和基本原理与许多精密光学仪器（单色仪、色谱仪）都十分相似，因此分光计的结构与调整方法在光学仪器中具有代表性。

学习分光计的调整原理和调整方法，不仅是光学实验中所必须掌握的基本技能，而且将有助于掌握更为复杂的光学仪器。



实验目的

1. 学会调整分光计的方法。
2. 测量三棱镜顶角，测定汞灯部分谱线的波长。

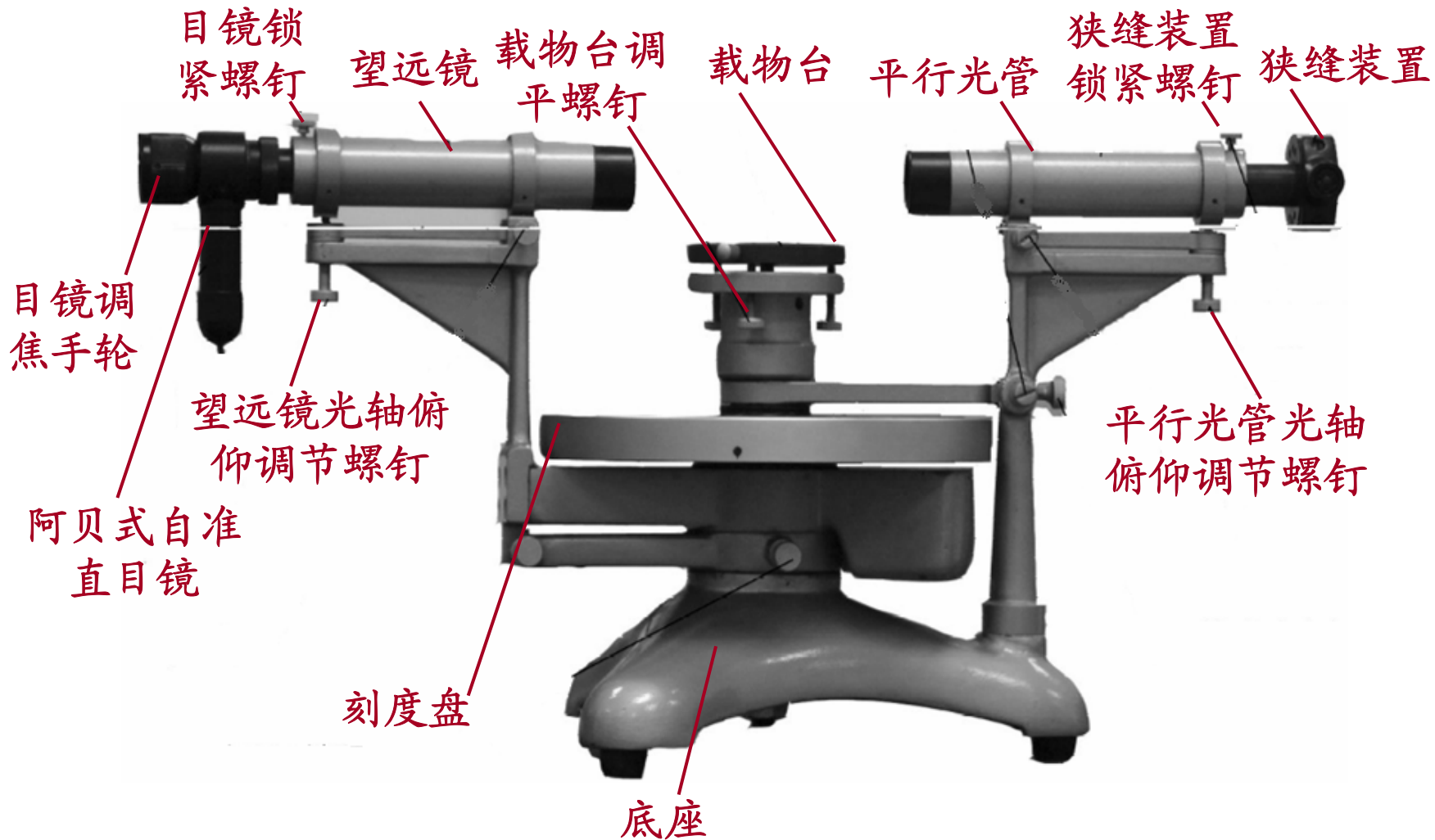


实验仪器

1. **JJY**型分光计（测角精度）；
2. 三棱镜；
3. 光栅（**300L/mm**）；
4. 平面反射镜；
5. 汞灯。



分光计结构图







1. 望远镜

JJY型分光计所用望远镜是阿贝式自准直望远镜，它由物镜、分划板和目镜组成，其结构和视场如下图所示。





2. 载物台

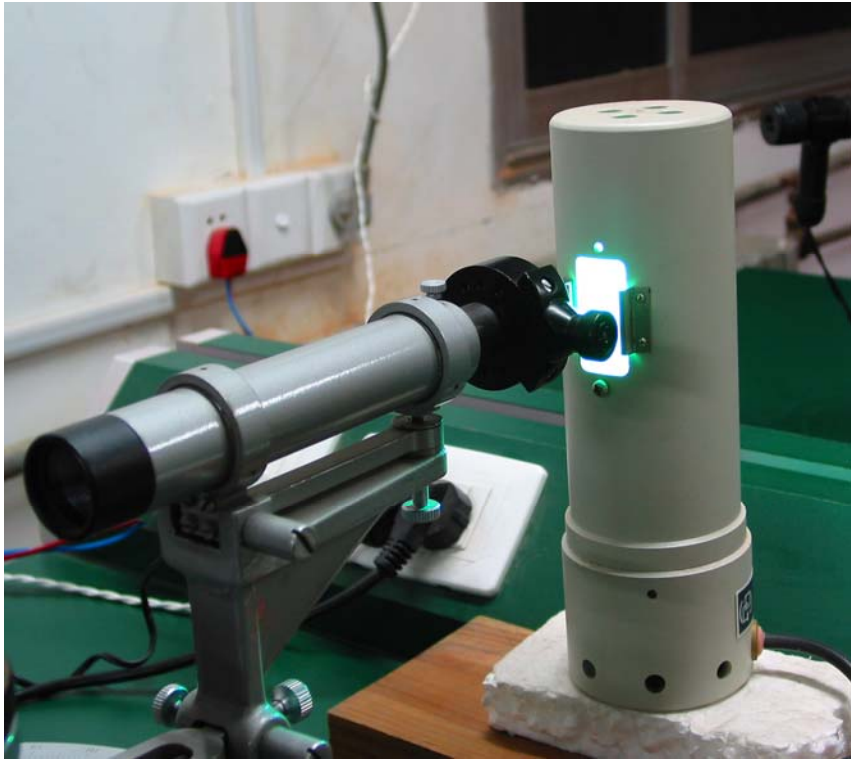
载物台是用于放置平面镜、棱镜以及光栅等光学元件的平台。载物台下方有三个调节螺钉，可以改变载物台的高度和倾斜度。

旋紧载物台与游标盘锁紧螺钉，载物台与游标盘固定在一起，可一起围绕分光计中心轴转动。





3. 平行光管



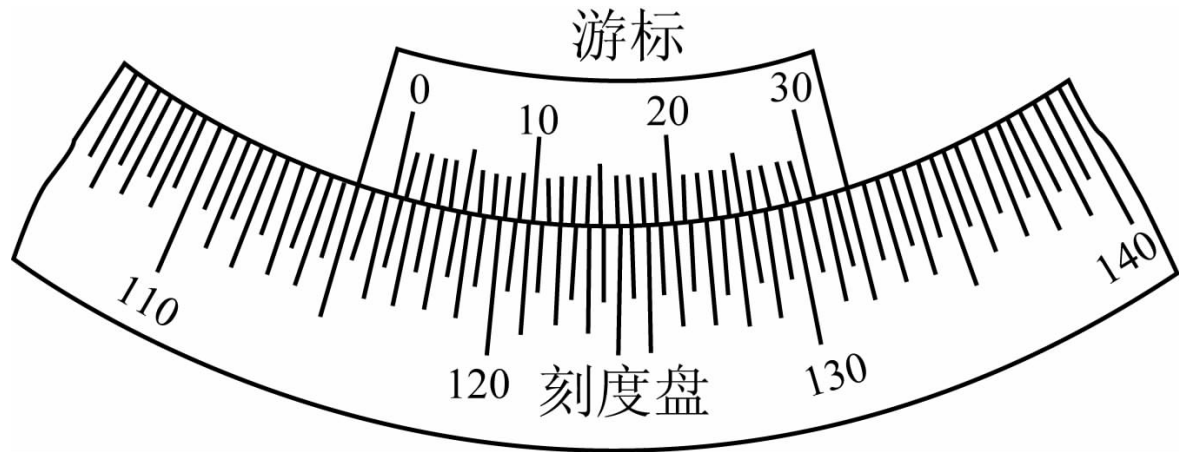
平行光管是用来产生平行光的，平行光管的一端有一组消色差透镜，另一端是一个可伸缩的套筒，套筒末端是宽度可调的狭缝，狭缝的宽度由其上的手轮控制。平行光管的倾斜角度由其水平调节螺钉来调节。



4. 读数装置

读数装置由**刻度盘**和**游标盘**组成。刻度盘呈 360° ，最小刻度为 $30'$ ，小于 $30'$ 则用游标读出。游标位于刻度盘内侧，在相隔 180° 处有两个游标，分度值为 $1'$ 。

$$\begin{aligned}\theta &= 116^\circ + 12' \\ &= 116^\circ 12'\end{aligned}$$





$$\theta = 241^{\circ}0'$$



实验测量原理

1. 三棱镜顶角测量原理

(1) 自准直法

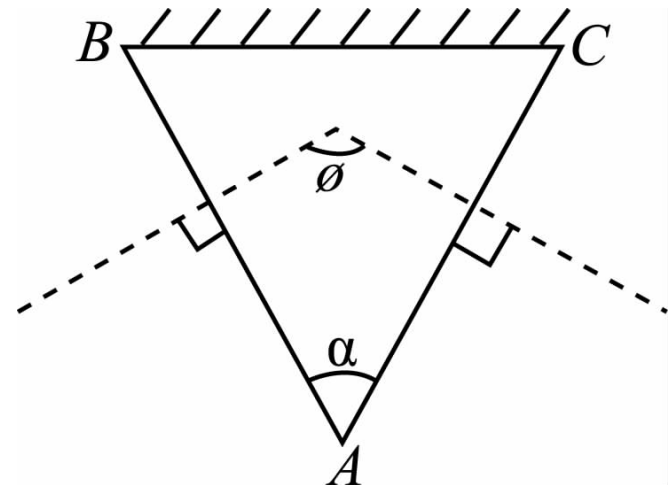
AB面读数: θ_1 和 θ_2

AC面读数: θ'_1 和 θ'_2

顶角 α :

$$\alpha = 180^\circ - \phi$$

$$= 180^\circ - \frac{1}{2} (|\theta'_1 - \theta_1| + |\theta'_2 - \theta_2|)$$





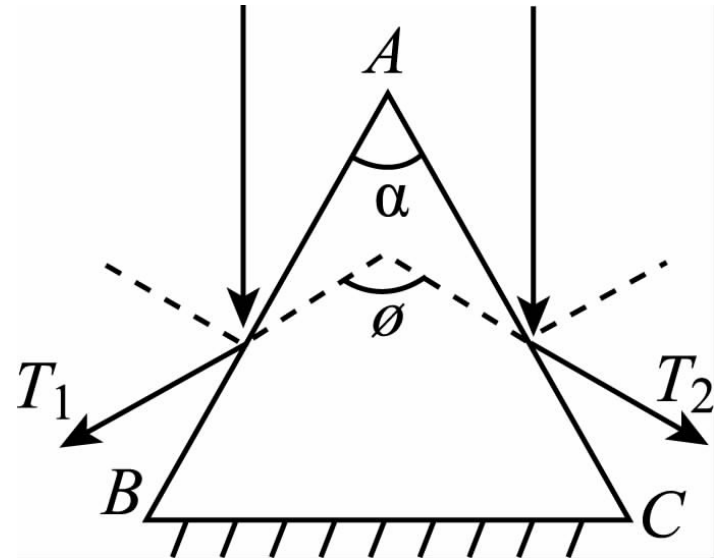
(2) 反射法

T_1 位置: θ_1 和 θ_2

T_2 位置: θ'_1 和 θ'_2

顶角 α :

$$\alpha = \frac{\phi}{2} = \frac{1}{4} (|\theta'_1 - \theta_1| + |\theta'_2 - \theta_2|)$$





2. 波长测量原理

光栅方程: $d \sin \varphi_k = \pm k \lambda$

$(k = 0, 1, 2, 3, \dots)$

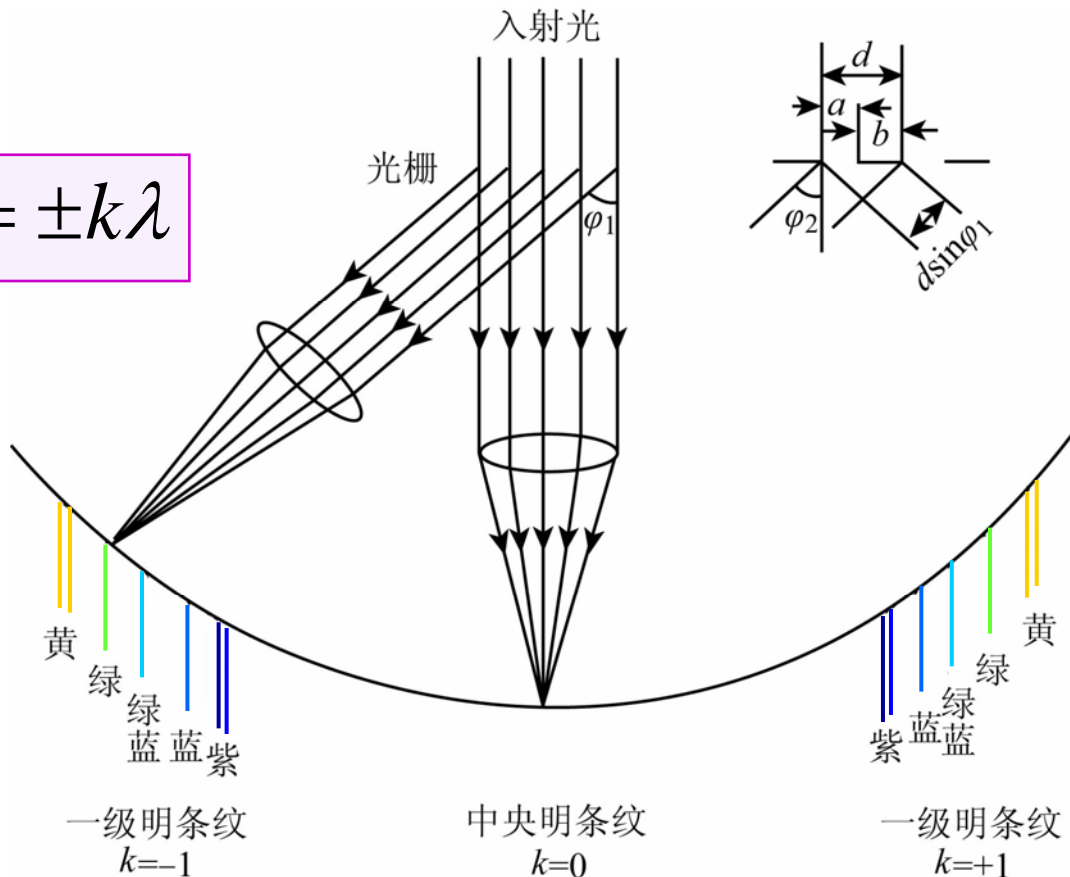
其中: $d = a + b$

称为光栅常数;

k 是明条纹的级数;

λ 是入射光波长;

φ_k 是第 k 级明条纹的衍射角。





根据光栅方程： $d \sin \varphi_k = \pm k \lambda$ 得

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi_k}{k}$$

只要测得第 k 级谱线的衍射角 φ_k ,就可以由已知光栅常数 d , 求出光波的波长。

第 k 级衍射角 φ_k 为

$$\varphi_k = \frac{1}{4} [|\varphi_{+k} - \varphi_{-k}| + |\varphi'_{+k} - \varphi'_{-k}|]$$



实验内容与数据处理

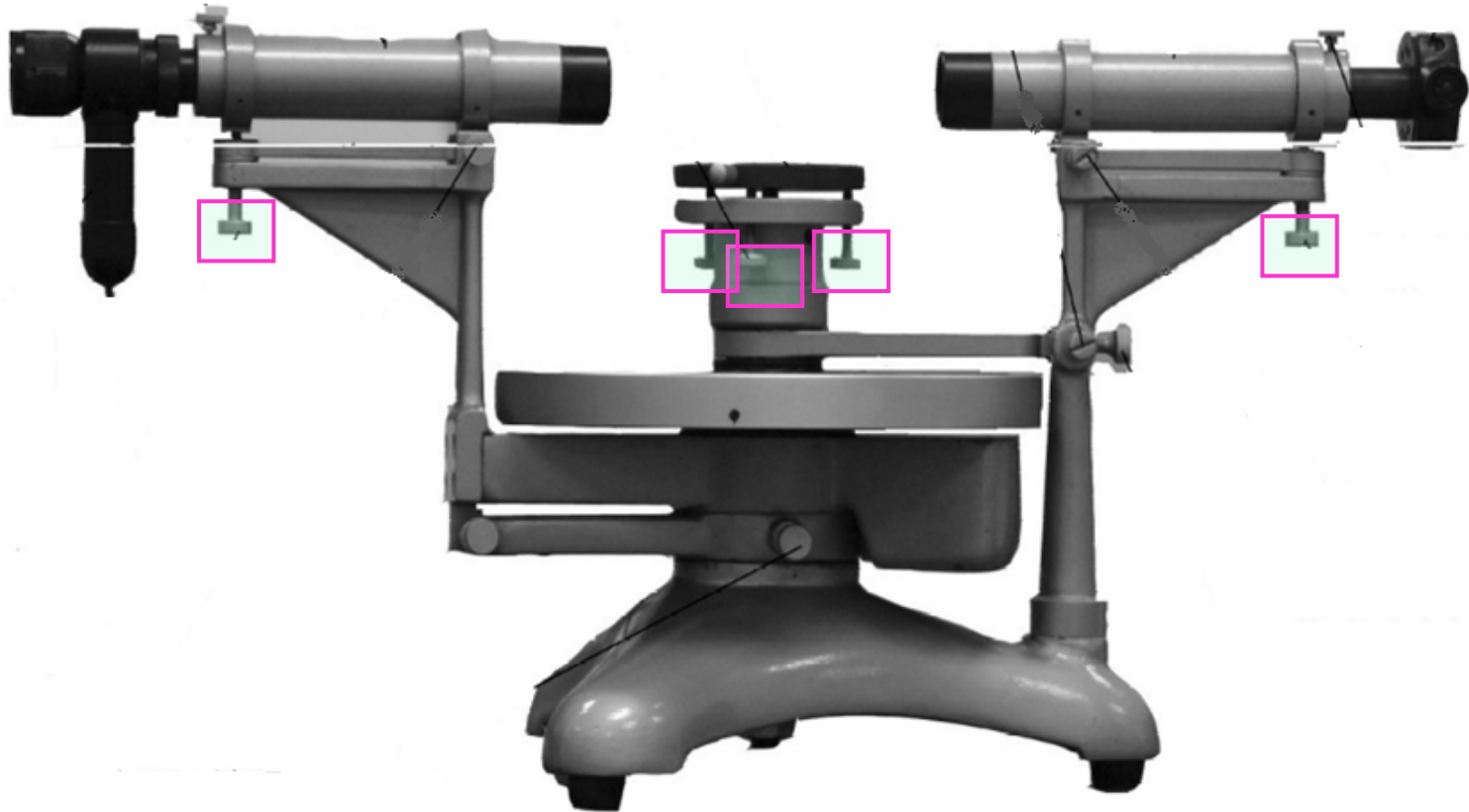
概括的说分光计的调节要求是：

- a. 望远镜能接收平行光，
望远镜光轴垂直于分光计中心轴；
- b. 平行光管能发出平行光，
平行光管光轴垂直于分光计中心轴；
- c. 载物台台面垂直于分光计中心轴。



1. 分光计的调节

(1) 粗调

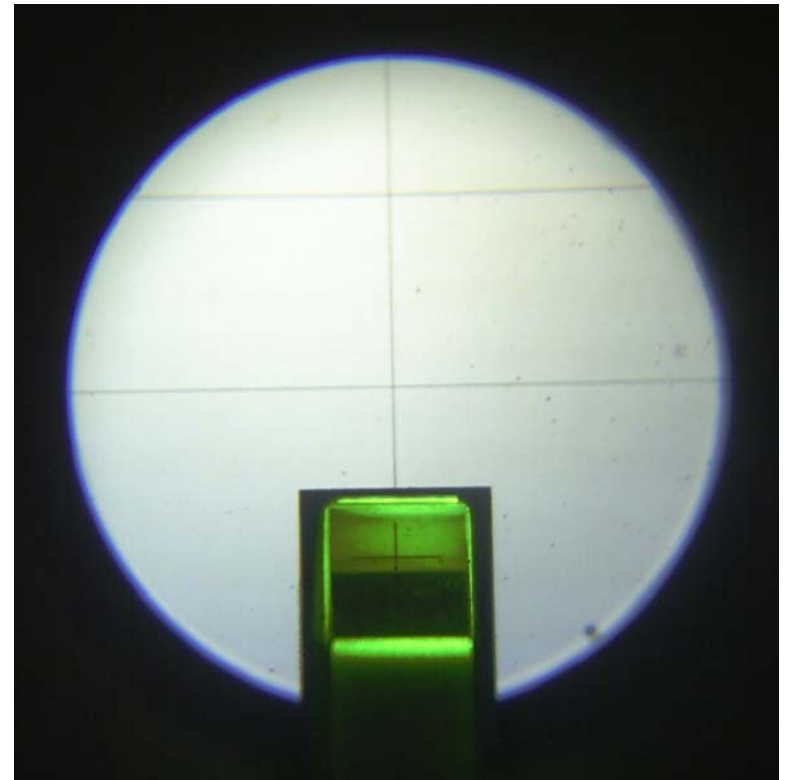




(2) 细调

① 调望远镜，使之接收平行光

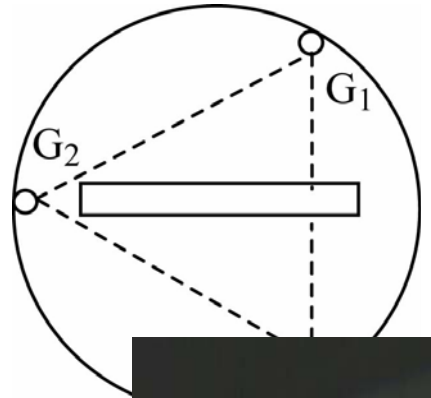
旋转目镜，看清绿色窗口



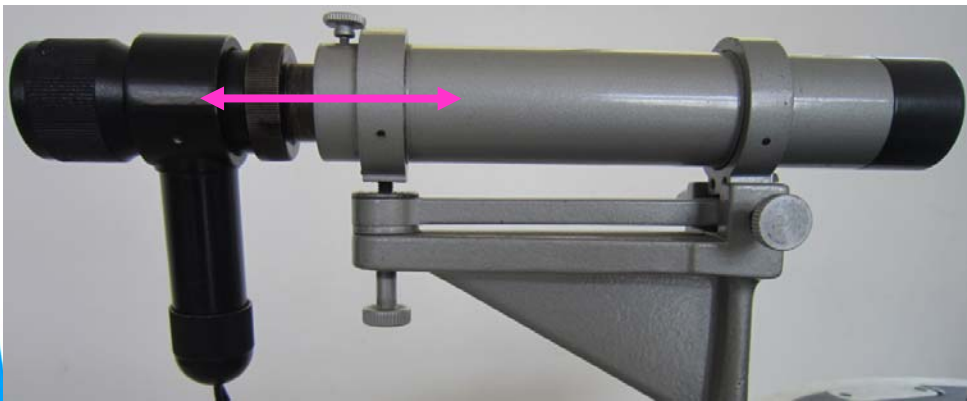
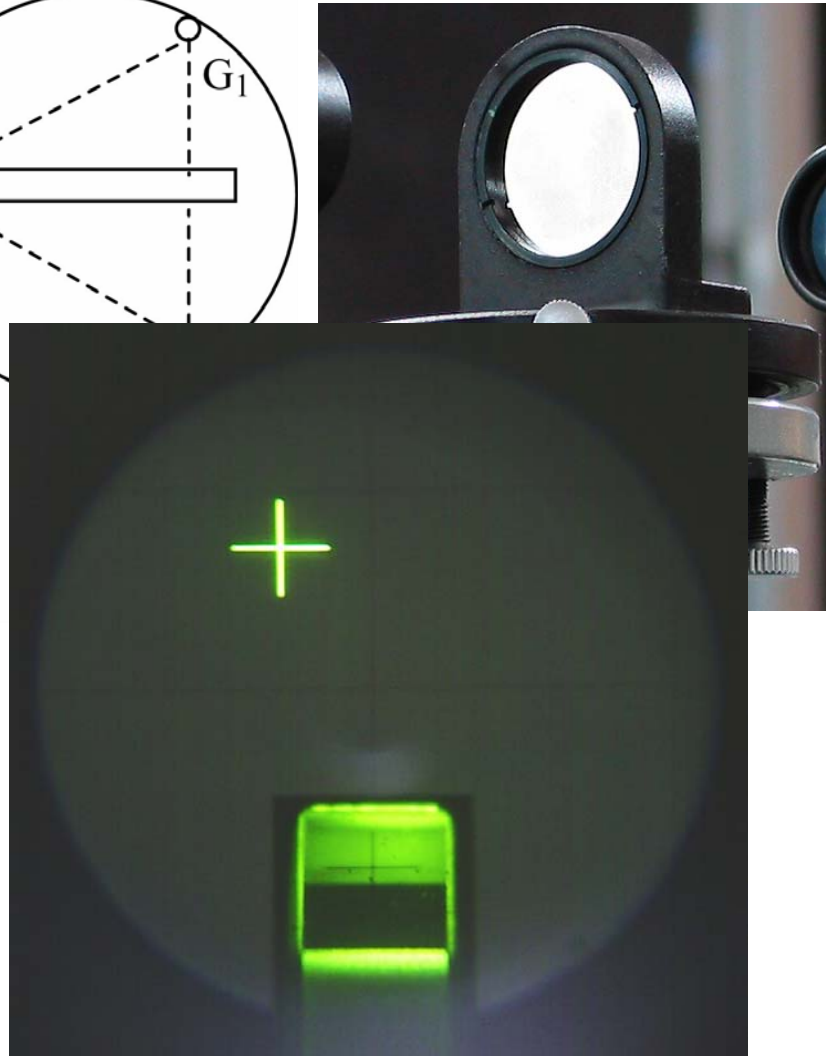
望远镜中绿色十字窗



将平面镜按图所示位置
放到载物台上，从望远镜
中找到**模糊的光斑**，



找到模糊光斑后**前后移**
动套筒，从目镜中看到**清**
晰的“十”字反射像。

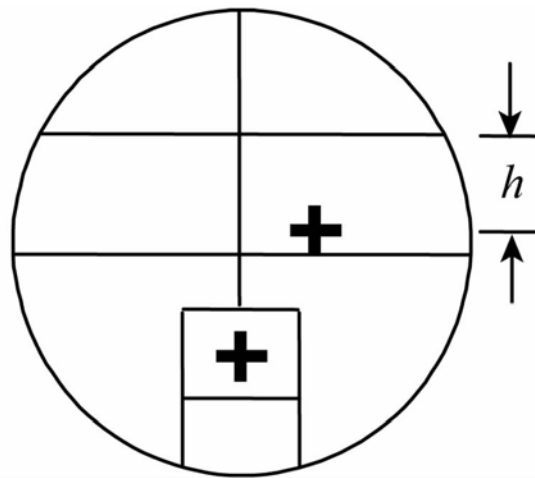




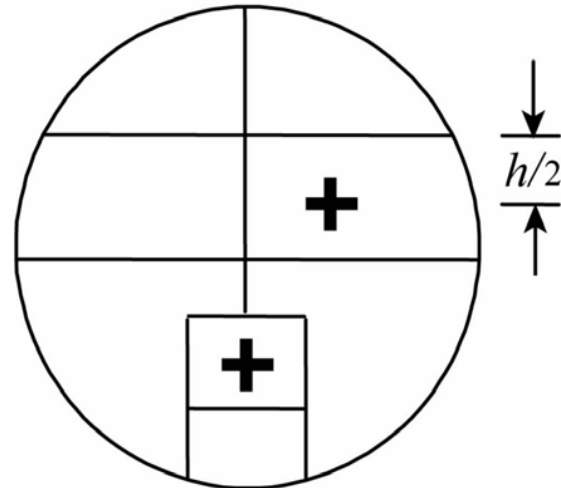
② 望远镜光轴垂直于分光计中心轴—各半调节法

如果平面镜两个面的反射像都落在基准线上，表明望远镜光轴垂直于分光计中心轴

设视场中看到如图所示(a)的像，通过调节望远镜光轴俯仰调节螺钉，使差距减小一半，如图(b)所示。



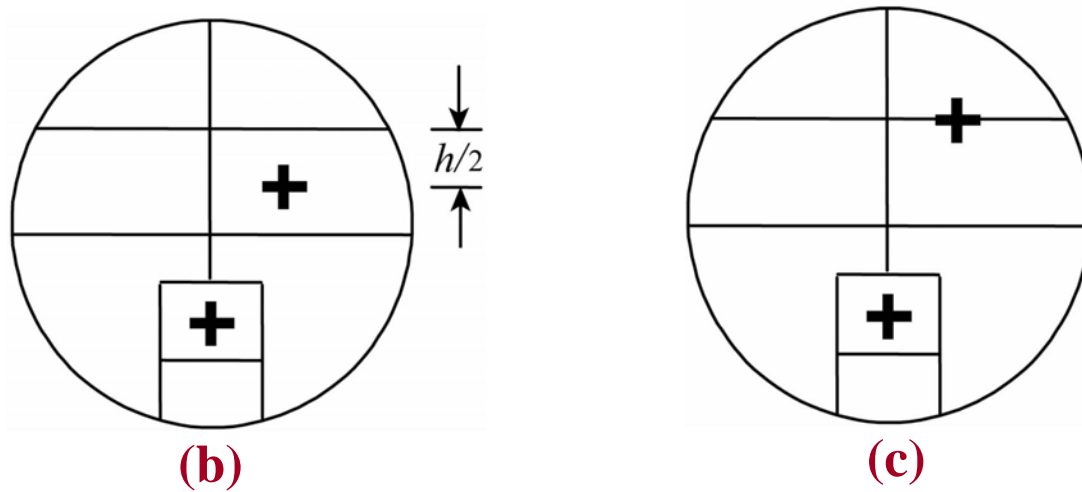
(a)



(b)



调节载物台中的 **G_3** 螺钉，消除另一半差距，使十字反射像与基准线重合，如图(c)所示。

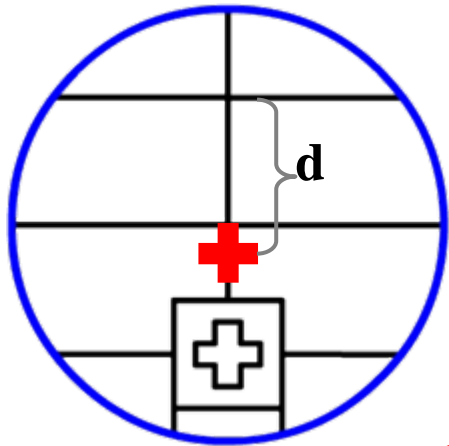


将载物台旋转 180° ，使望远镜对准平面镜的另一面，用同样的方法进行调节，如此反复，逐次逼近，直到从望远镜观察到平面镜两个反射面的十字反射像都与基准线重合。

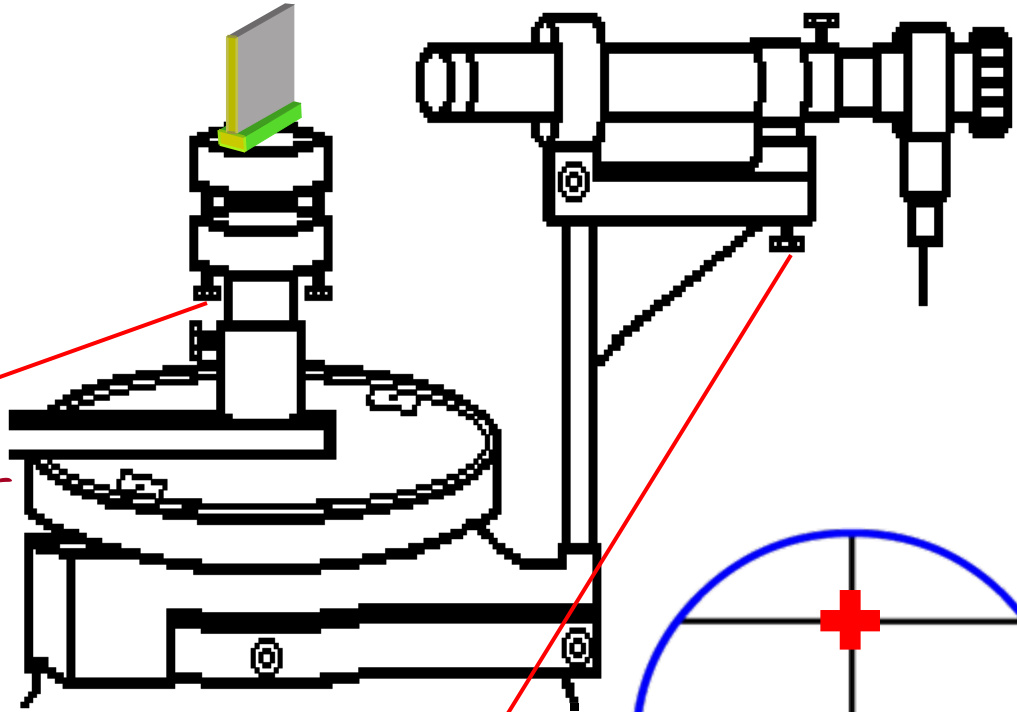
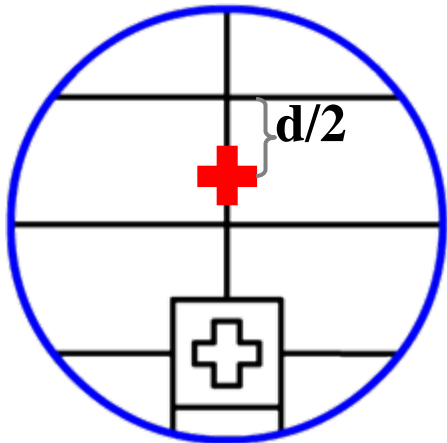


说明

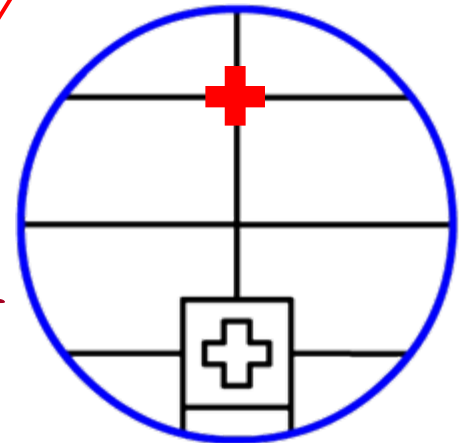
各半调节法调节螺钉的顺序可换



调节载物台水平调节螺钉



调节望远镜俯仰调节螺钉

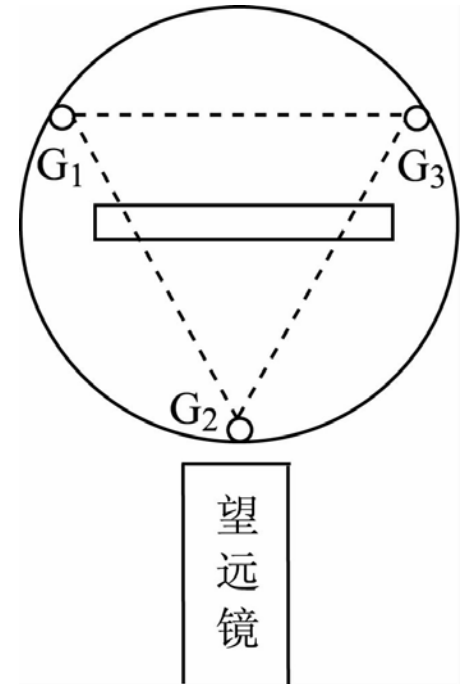
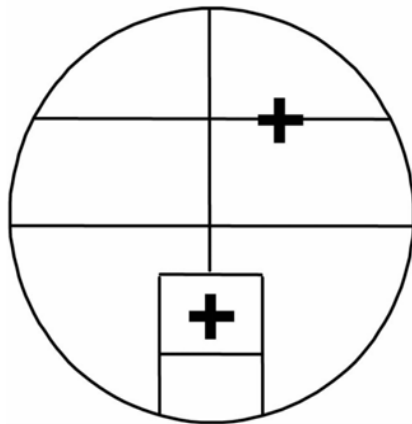




③ 调整载物台

如图所示，将双面镜转过90度。

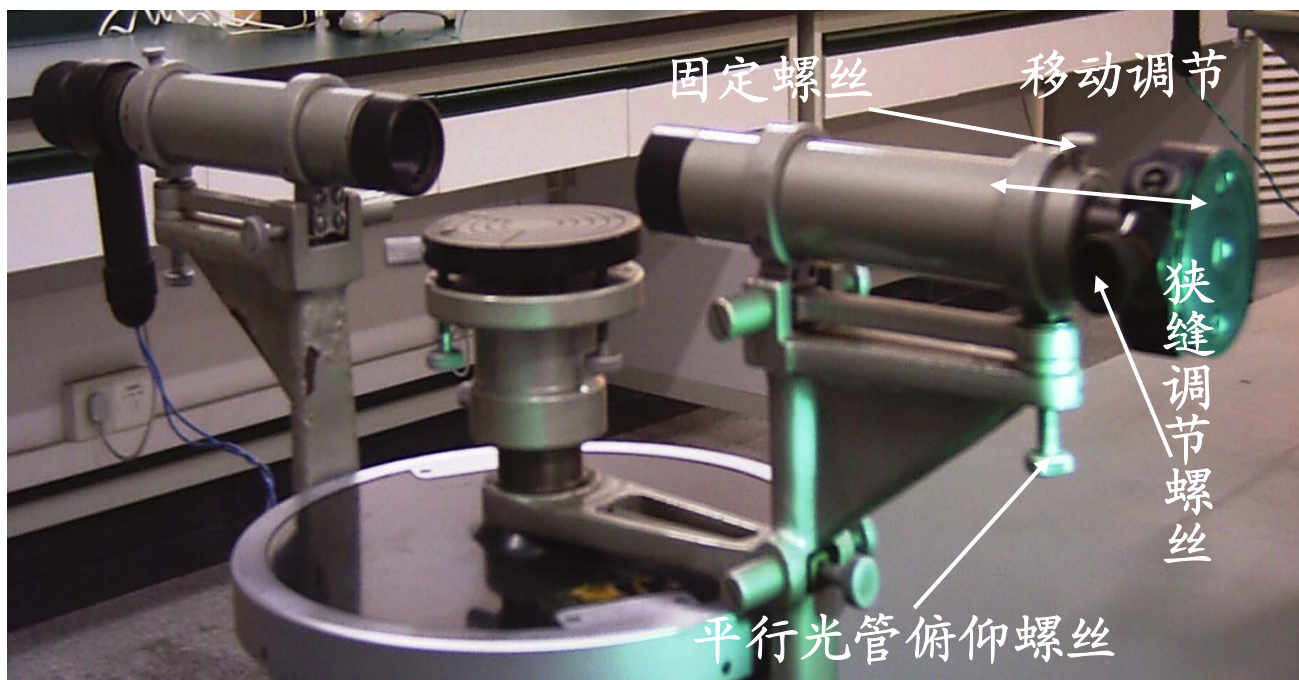
调节载物平台下的螺丝使十字像与分划板的基准线重合。





④ 调整平行光管

改变狭缝和平行光管的距离，直到在望远镜中看到清晰地狭缝像，调节平行光管俯仰螺丝，使白光位于视场中央，调节狭缝，使白光粗细合适1mm，此时平行光管能发出平行光。

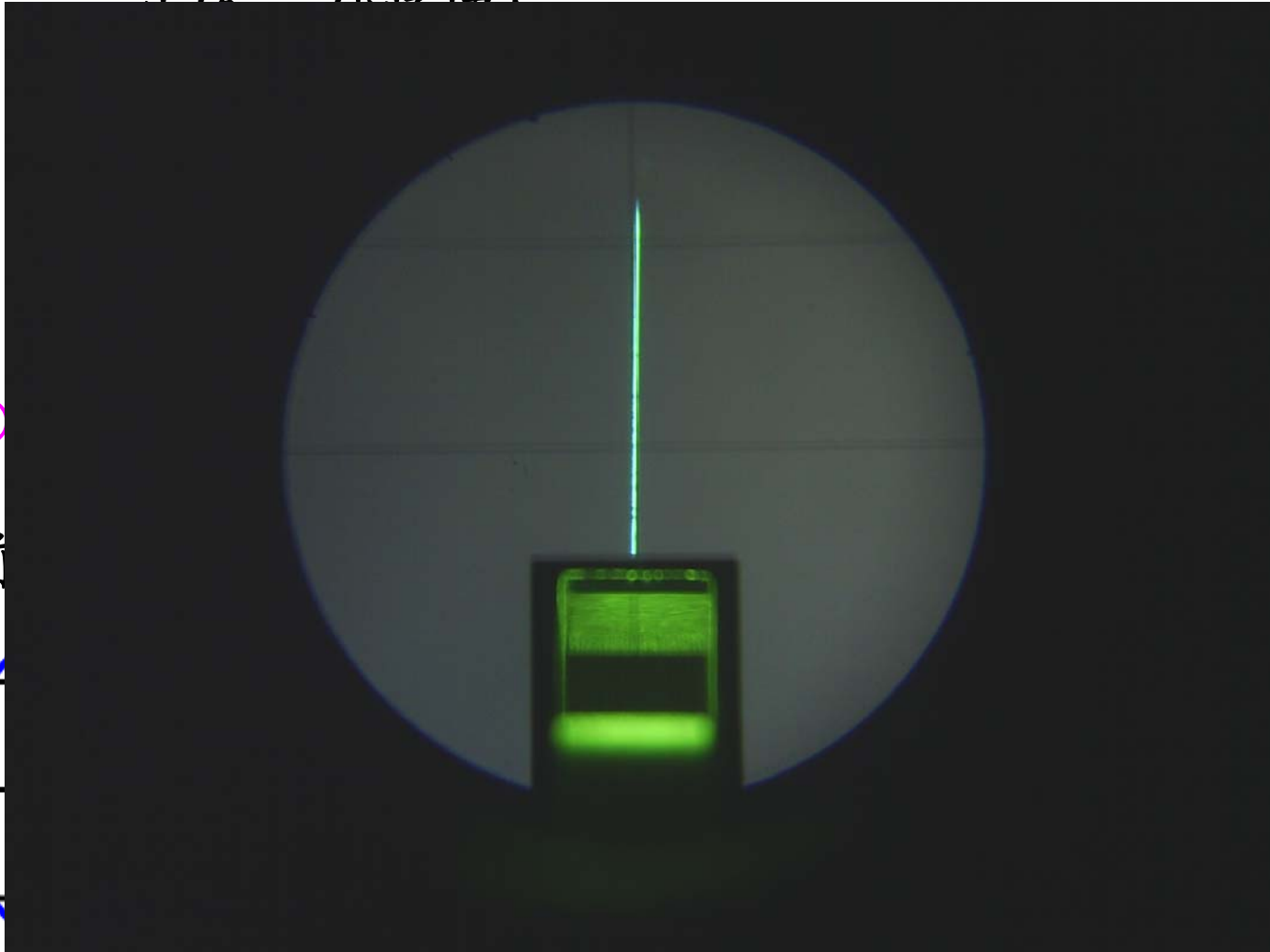




调节平行光管与分光计中心轴垂直

①

前





2. 三棱镜顶角的测量

利用反射法测量三棱镜的顶角，重复测量5次，将数据记录在表2-10中。

表 2-10 反射法测三棱镜顶角数据及测量表

项目 次数	T_1		T_2		θ	θ'	$\bar{\theta}$	α	$\bar{\alpha}$
	θ_1	θ_2	θ'_1	θ'_2					
1									
2									
3									
4									
5									



3. 数据处理与结果表示

利用

$$\alpha = \frac{\phi}{2} = \frac{1}{4} (|\theta'_1 - \theta_1| + |\theta'_2 - \theta_2|)$$

计算 α 和 ϕ 值, 将数据记录在表2-10中。

计算 α 的不确定度

$$U_\alpha = \frac{U_\phi}{2}$$

给出结果表达式 $\alpha = (\bar{\alpha} \pm U_\alpha) \text{ rad}$

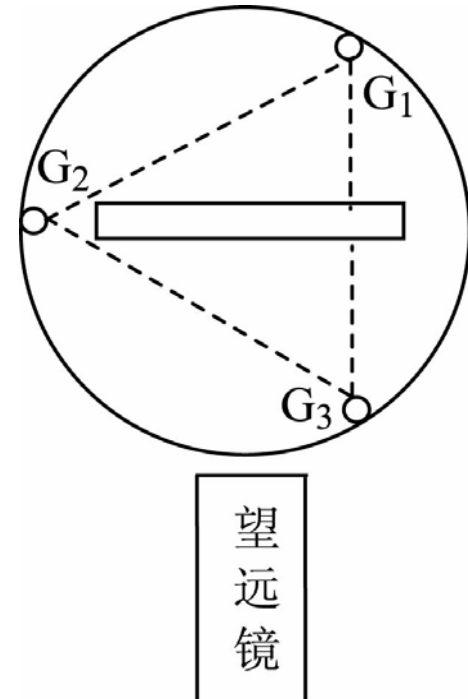


4. 调节衍射光栅

(1) 调节平行光管的光轴与光栅表面垂直

先转动望远镜对准平行光管，使分划板上的竖
线与狭缝像重合（即平行光管与望远镜同轴）。

按照图所示将光栅放到
载物台上。转动载物台，
在分划板上找到被光栅平
面反射的十字像，调节 G_1
或 G_3 螺钉，使十字像与分
划板上方的十字线重合。

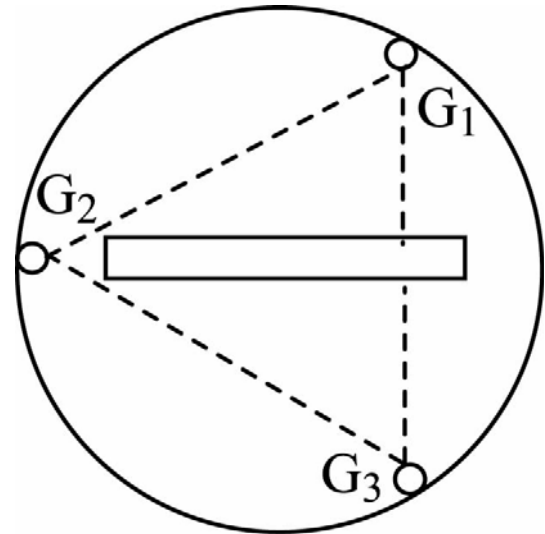




(2) 节平行光管狭缝与光栅刻痕平行。

转动望远镜，观察汞灯的衍射光谱，调节载物台上的 G_2 螺钉，使谱线被分划板的水平线平分，此时光栅刻痕平行于分光计中心轴。

在整个测量过程中只能转动望远镜，载物台及其上面的光栅不可在动。



望远镜



5. 测汞灯几条谱线的波长

转动望远镜，使望远镜中的竖线依次对准 $k = \pm 1$ ， ± 2 的绿色条纹，并且记录望远镜所在位置的左右两个游标读数，记录数据表格2-11中。

表 2-11 测定绿光波长数据及测量表

级次 k	游标 1		游标 2		φ_k	$\sin \varphi_k$	λ	$\bar{\lambda}$
	φ_{-k}	φ_{+k}	φ'_{-k}	φ'_{+k}				
1								
2								

利用已知的光栅常数 d 求出绿色谱线的波长。已知绿光波长 546.1nm ，计算相对误差。



注意事项:

1. 本实验所涉及到的光学仪器的镜面均**不得直接用手触摸**，若有灰尘，应用专用的镜头纸擦拭。
2. 三棱镜、双面镜、光栅等光学元件要**轻拿轻放**，以免打碎。
3. 分光计上的各个螺钉，在调节时不要用力过大，尤其**狭缝不能关死**，防止损坏狭缝。
4. 从光栅平面反射回来的十字像亮度比较微弱，应**细心观察**。
5. 实验过程中**汞灯不要频繁的接通**，以免减少汞灯的使用寿命。



思考题:

1. 分光计的主要部件有哪四个?
2. 分光计正确使用时需满足的要求是什么?
3. 为什么有时测量出来的数据显示 $\theta'_1 - \theta_1 > 180^\circ$
4. 光栅光谱与棱镜光谱有什么区别?
5. 若平行光管与光栅表面不垂直, 对波长的测量结果有什么影响?