

实验十四 衍射光栅测波长

光的衍射现象是光波动性质的一个重要表征。在近代光学技术中，如光谱分析、晶体分析、光信息处理等领域，光的衍射已成为一种重要的研究手段和方法。所以，研究衍射现象及其规律，在理论和实践上都有重要意义。

衍射光栅是一种重要的分光元件，分为透射光栅和反射光栅两类。目前使用的光栅主要通过以下方法获得：（1）用精密的刻线机在玻璃或镀在玻璃上的铝膜上直接划刻得到；（2）用树脂在优质母光栅上复制；（3）采用全息照相的方法制作全息光栅。实验室通常使用复制光栅或全息光栅，本实验使用的是透射式全息光栅。利用光栅分光制成的单色仪和光谱仪已被广泛应用。它不仅用于光谱学，还广泛用于计量、光通信、信息处理、光应变传感器等方面，另外，松下电器产业、柯尼卡美能达、JVC 三公司均在像差修正中采用了衍射光栅。

【实验目的】

1. 观察光栅衍射现象，了解衍射光栅的主要特性。
2. 了解分光计的结构，学会正确的调整方法。
3. 掌握在分光计上用透射光栅测量光波波长的方法。

【实验仪器】

分光计、平行平面反射镜、汞灯、透射光栅。

【实验原理】

光栅相当于一组数目极多的等宽、等间距平行排列的狭缝。根据衍射理论，当一束单色平行光垂直入射到光栅平面上时，便发生对称衍射现象。用透镜将衍射光汇聚于焦平面处的光屏上，便可看到一系列明、暗相间的条纹。

根据夫琅禾费衍射理论，当一束平行光垂直地投射到光栅平面上时，光通过每条狭缝都发生衍射，所有狭缝的衍射光又彼此发生干涉，经透镜 L 会聚后，在透镜的第二焦平面上形成一组亮条纹（又称光谱线），如图 14.1 所示。各级亮纹产生的条件是：

$$(a+b)\sin\phi = d\sin\phi = k\lambda \quad (k=0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (14.1)$$

式 (14.1) 称为光栅方程。其中 a 为缝的宽度， b 为缝间距离， $d = a+b$ 称为光栅常数， ϕ 为衍射角， k 为光谱的级次， λ 为入射光的波长。在 $\phi=0$ 的方向上可以观察到中央极大，称为零级谱线，其他 $\pm 1, \pm 2, \dots$ 级的谱线对称地分布在零级谱线的两侧。

如果入射光不是单色光，则由式(14.1)可以看出，对不同波长的光，同一级谱线将有不同的衍射角。除 $k=0$ 外，其余各级谱线将按波长增加的次序依次排开，于是复色光被分解。在透镜的焦平面上出现自零级开始左右两侧由短波向长波排列的各种颜色的谱线，称为光栅衍射谱，如图 14.2 所示。

如果已知光栅常数 d ，用分光计测出第 k 级光谱中某一条纹的衍射角，由式 (14.1) 可算出该条纹所对应的单色光的波长。

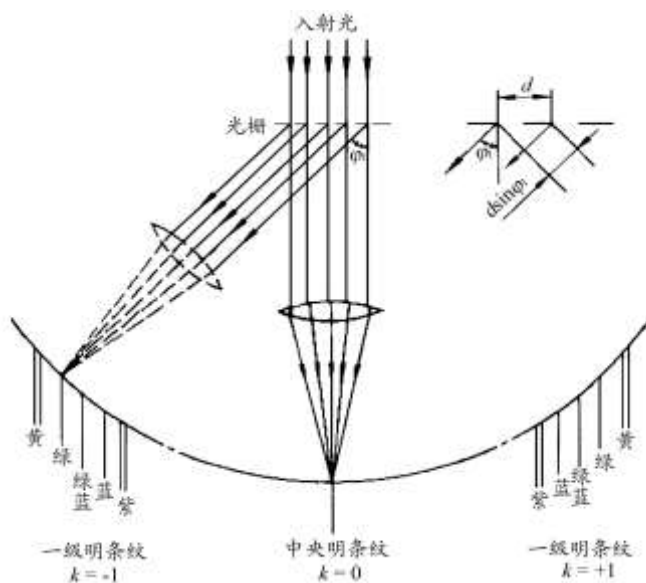


图 14.1 光栅衍射图

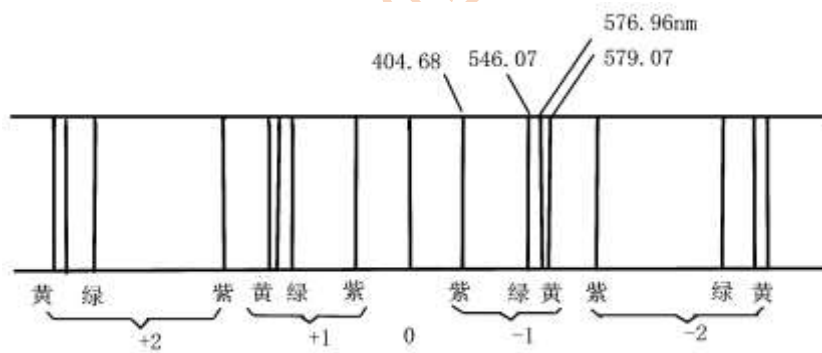


图 14.2 光栅衍射光谱图

衍射光栅的基本特性有两个：一是角色散率，二是分辨本领。

光栅的角色散率 D_θ 是指同级光谱中两条谱线衍射角之差 $\Delta\phi$ 与其波长差 $\Delta\lambda$ 之比，

即

$$D_\theta = \frac{\Delta\phi}{\Delta\lambda} \tag{14.2}$$

将式(14.1)微分代入上式，得

$$D_{\theta} = \frac{\Delta\phi}{\Delta\lambda} = \frac{k}{d \cos\phi} \quad (14.3)$$

由上式可知，光栅的角色散率与光栅常数 d 成反比，与级次 k 成正比。但角色散率与光栅中衍射单元的总数 N 无关，它只反映两条谱线中心分开的程度，而不涉及它们是否能够分辨。当衍射角 ϕ 很小时，(14.3)式中的 $\cos\phi \approx 1$ ，角色散率 D_{θ} 可以近似看作常数，此时 $\Delta\phi$ 与 $\Delta\lambda$ 成正比，故光栅光谱称为匀排光谱。

光栅的分辨本领 R 通常定义为两条刚好能被该光栅分辨开的谱线波长差 $\Delta\lambda$ 去除它们的平均波长 λ ，即

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (14.4)$$

R 越大，表明刚刚能被分辨开的波长差越小，光栅分辨细微结构的能力就越高。按照瑞利判据，两条刚好能被分开的谱线规定为：其中一条谱线的极强正好落在另一条谱线的极弱上。由此条件可推知，光栅的分辨本领公式为：

$$R = kN \quad (14.5)$$

式中 N 是光栅有效使用面积内的刻线总数目。上式说明光栅在使用面积一定(宽度 L 一定)的情况下，使用面积内的刻线数目越多，分辨本领越高；对有一定光栅常数 d 的光

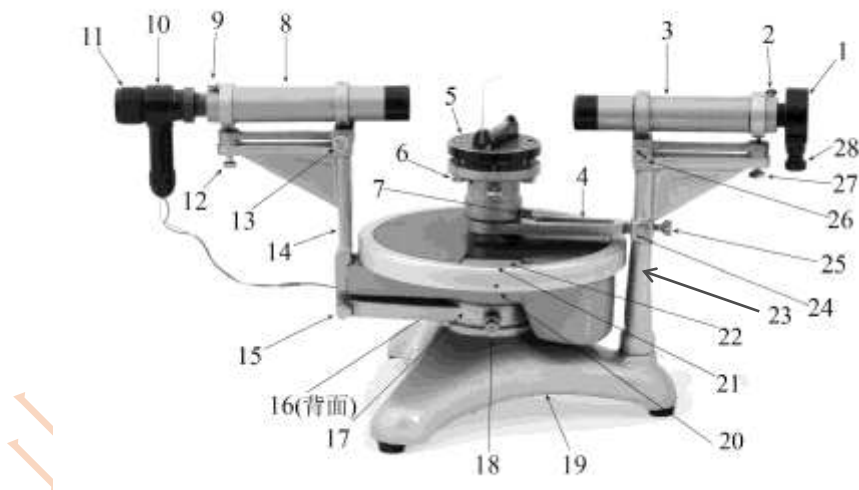


图 14.3 分光计外形图

- 1.狭缝装置 2.狭缝装置锁紧螺钉 3.平行光管部件 4.载物台制动架 5.载物台 6.载物台调平螺钉(3只) 7.载物台锁紧螺钉 8.望远镜部件 9.目镜锁紧螺钉 10.阿贝式准直目镜 11.目镜视度调节手轮 12.望远镜光轴仰角调节螺钉 13.望远镜光轴水平方位调节螺钉 14.支臂 15.望远镜微调螺钉 16.转座与度盘止动螺钉 17.望远镜制动架 18.望远镜止动螺钉 19.底座 20.转座 21.刻度盘 22.游标盘 23.立柱 24.游标盘微调螺钉 25.游标盘止动螺钉 26.平行光管光轴水平方位调节螺钉 27.平行光管光轴仰角调节螺钉 28.狭缝宽度调节手轮

栅,有效使用面积越大,分辨本领越高(是因为刻线数目越多谱线越细锐的缘故);高级数比低级数的光谱有较高的分辨本领。由于通常所用光栅的光谱级数不高(一般实验室使用的光栅的光谱级数为1级和2级),所以光栅的分辨本领主要决定于有效使用面积内的刻线数目 N 。物理实验中常用的是每毫米有600条刻线或300条刻线的光栅。

【分光计的构造与调节】

1. 分光计的构造

不同类型的分光计在结构上各有其特点,但基本结构一致,一般包含以下四个主要部件:平行光管、望远镜、载物台和读数装置。现以JJY-1型分光计为例介绍,如图14.3所示。

(1) 平行光管

平行光管是将待观测的光变成平行光的装置。它由一个缝宽可调的狭缝和一个凸透镜组成,两者分别装在一副可以伸缩的套管的两端。当狭缝被调至透镜的焦平面处时,由狭缝入射的光经透镜出射时便成为平行光束。平行光管被安装在分光计底座的立柱上,并设有调节倾角和偏角的调整螺钉和固定螺钉,用来调整或固定平行光管的方位。

(2) 望远镜

望远镜是为了观察和确定平行光束的方向而设置的。它由物镜、叉丝(即分划板刻线)和目镜所组成。它们之间的距离可以调节。为了观察平行光,须使望远镜调焦于无穷远。即使叉丝平面与物镜的焦平面重合,使观察者能从目镜中清晰而无视差地看见叉丝和平行光所成的像。为此,目镜中采用了自准目镜的结构。

常用的自准目镜有高斯目镜和阿贝目镜两种,如图14.4所示。JJY-1型分光计所采用的是阿贝目镜。其结构为在目镜与分划板之间装有一个全反射小棱镜,小灯发出的光经小棱镜反射后照亮分划板的下部,但分划板与小棱镜相贴处只留一个小十字透光,这一透光小十字就成为自准法所需的发光物(因该小棱镜遮住,从目镜中不能直接看见它)。望远镜安装在可绕分光计中心轴旋转的支臂上,它也配有调节倾角和方位的螺钉。旋紧其转座左边的止动螺钉16,可使刻度盘与它固联。放松望远镜制动架17右边的止动螺

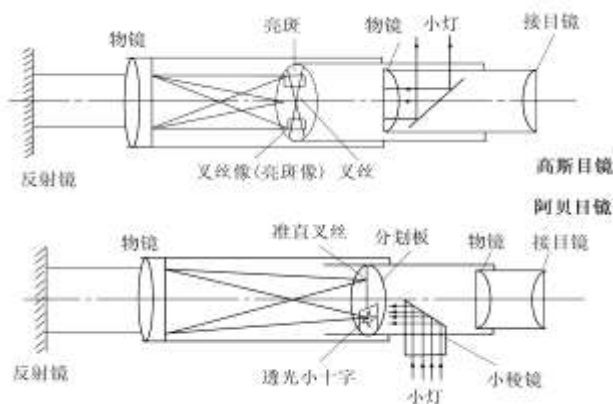


图 14.4 高斯目镜和阿贝目镜示意

钉 18, 望远镜才可随支臂绕中心轴旋转。若旋紧止动螺钉 18, 则望远镜不能自由转动, 但此时调节望远镜制动架 17 末端与支臂相连处的微调螺钉 15, 可使望远镜作微小转动。

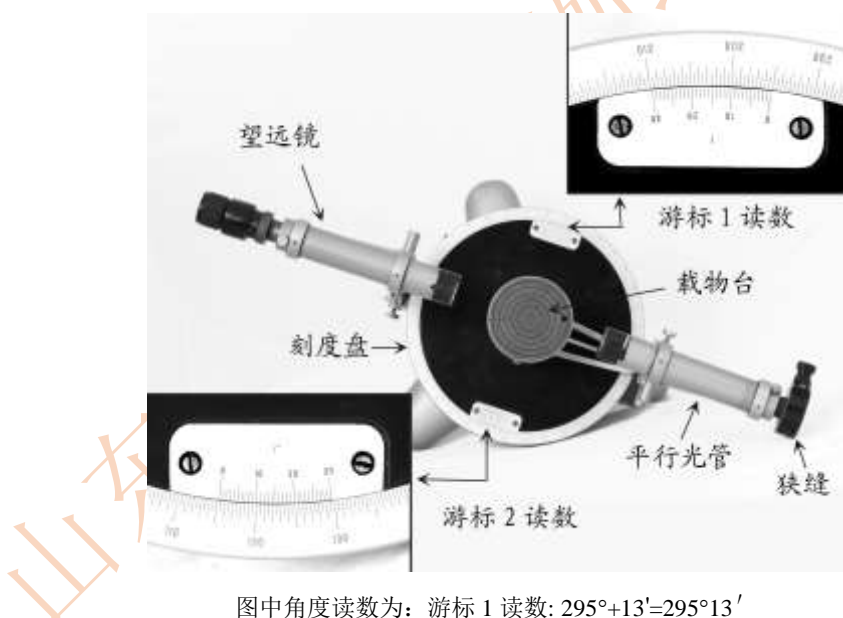
(3) 载物台

载物台是为放置光路元件(如平面镜、光栅、三棱镜等)而设置的。它是由三个调平螺钉支承着的一块圆板, 其上附有夹物弹簧。夹物弹簧的支杆借助于一小螺钉而垂直地固定在小圆板边缘, 松开小螺钉时, 可改变支杆露出台面的高度。调节三个调平螺钉可以改变载物台的倾斜度。放松载物台下套筒侧面的锁紧螺钉 7, 可改变载物台的高度, 旋紧此螺钉后, 则载物台与游标盘相固连。在平行光管的支架立柱 23 与载物制动架连接处有游标盘止动螺钉 25, 旋紧时游标盘连同载物台都不能自由转动, 但立柱侧旁还有微调螺钉 24, 调节它可使游标盘和载物台作微小转动。

(4) 读数装置

读数装置是用来确定望远镜方位和转角的部件, 它由主刻度盘和角游标盘组成。测量时, 两者分别与望远镜和载物台相固连。

JJY-1 型分光计主刻度盘的最小分度值为 0.5° , 角游标盘上设有两个角游标, 两者相隔 180° 。每个角游标均为 30 格, 每格与主刻度盘的最小分格相差 $1'$, 故角游标精度为 $1'$, 如图 14.5 所示。



图中角度读数为: 游标 1 读数: $295^\circ+13'=295^\circ13'$

游标 2 读数: $115^\circ+12'=115^\circ12'$

图 14.5 读数方法示意图

设置两个角游标的目的是为了消除主刻度盘与角游标盘不同心所引起的偏心误差。可以证明(详见附注)。若左、右两个角游标所测得转角分别为 φ_1 和 φ_2 , 它们各自都可

能包含偏心误差，但它们的平均值 $\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_1 + \varphi_2)$ 中则不含偏心误差。

附注：图 14.6 中大圆为主刻度盘，其圆心为 O ；小圆代表游标盘和载物台，其圆心为 O' ；两个角游标的零刻线在其一直径的两端，而旋转中心也为 O' 。设初始位置两零线分别指着刻度盘上 A, B 两点，旋过 φ 角后指着 A', B' 两点(相应角坐标由 θ_1, θ_2 变为 θ'_1, θ'_2)。由图可知

$$\angle AOA' = \theta'_1 - \theta_1, \angle BOB' = \theta'_2 - \theta_2$$

由于偏心导致 $\varphi \neq \varphi_1 \neq \varphi_2$

图中 $\triangle AOB$ 和 $\triangle A'O'B'$ 均为等腰三角形，其底角分别为 α_1 和 α_2 ，根据外角定理知

$$\varphi + \alpha_2 = \angle ACA' = \varphi_1 + \alpha_1$$

$$\varphi + \alpha_1 = \angle BC'B' = \varphi_2 + \alpha_2$$

$$2\varphi = \varphi_1 + \varphi_2, \text{ 即 } \varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

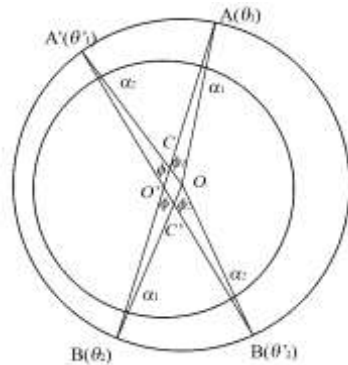


图 14.6 双游标消除偏心差示意图

2. 分光计的调整

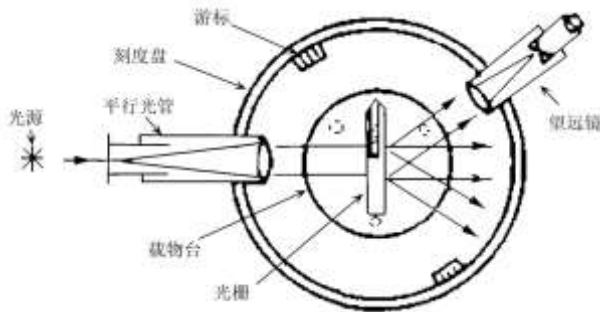


图 14.7 测角光路

(1) 分光计的三个特征面及其相互关系

①读值平面 它就是刻度盘和游标盘所在的平面。这个平面是不可调的，它基本上垂直于仪器的转轴——中心轴。

②待测光路所在的面 它由沿平行光管光轴方向射出的光线、在待测元件中进行的光线及通过待测元件后射出的光线组成，分光计状态调不好，它们可能不在同一平面内。

③观测面 它是由调焦于无穷远的望远镜的光轴绕中心轴旋转而成的面。当望远镜的光轴与中心轴垂直时，该面是平面；当二者不垂直时，该面是一圆锥曲面。

正常使用，应调整观测面与光路所在面都是平面且两者相重合并平行于读值平面。

(2) 调整要求

图 14.7 是用分光计测平行光通过光学元件后的偏折角度的光路图(实验不同，光路元件亦不同)。为了能正确地进行测量，必须先对分光计进行精密的调整，并达到如下两点光学要求和一条几何要求：

① 使平行光管的出射光是平行光束。

② 使望远镜调焦于无穷远(适于观察平行光)。

③ 使平行光管和望远镜的光轴都与分光计中心轴垂直(必要时载物台面也应与分光计中心轴垂直)，以保证观测面为平面。在恰当放置光路元件后，光路平面与观测平面重合，同时与读值平面平行。

(3) 调整方法

① 目测粗调

先目测仪器各部分是否达到调整的几何要求，如有明显偏离，便进行相应的调节，使望远镜、平行光管、载物台面大致与分光计中心轴垂直。

② 用自准法将望远镜调焦于无穷远

a. 调节目镜，看清叉丝

先点亮照明小灯，使望远镜视场明亮，再轻旋目镜，直至看清分划板黑色叉丝。

b. 使平面镜大致与望远镜垂直

在载物台上垂直地放置一块双面反射镜，其位置如图 14.8 所示。将望远镜对准此镜面，轻缓转动载物台(或游标盘)，同时从望远镜外侧观察并跟踪从望远镜中射出而经平面镜反射的绿光(此光束源于阿贝目镜中的小灯)，可以从平面镜中看到不太清晰的绿色亮十字或光斑。当平面镜逐渐趋近正对望远镜时，若观察者眼睛跟踪反射光恰好趋于目镜位置，则表明反射光能返回至望远镜，若眼睛要跟踪到目镜的上方(或下方)才能保持看见反射光，则表明平面镜相对于望远镜有仰角(或倾角)，此时可目测望远镜和载物台的倾斜度并加以调节。最后仍需使反射光返回望远镜才达到使平面镜与望远镜大致垂直。

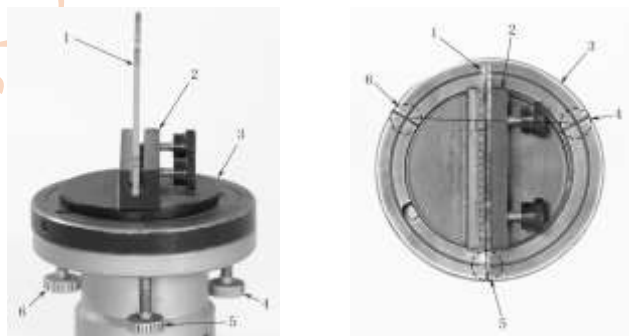


图 14.8 平面镜放置示意图

1. 平面镜(或光栅) 2. 镜片底座 3. 载物台 4~6. 调平螺钉

c. 将望远镜调焦于无穷远

从望远镜中看到反射光斑或模糊的亮十字时，可前后移动目镜筒(注意事先放松有关紧固螺钉)，使亮十字像十分清晰，并且与黑色叉丝之间无视差(此时分划板与成像面重合于焦平面)，便实现了调焦于无穷远。

③用自准法调整望远镜光轴与分光计中心轴垂直

因望远镜已调焦于无穷远，分划板处在物镜的焦平面上。若分划板上的亮十字像又调到分划板上半部分与准直叉丝重合(注意：准直叉丝不是中心叉丝，而是上半部的黑十字线，它与下半部的透光小十字关于中心点对称)，则可知望远镜光轴与平面反射镜垂直，见图 14.9。若要使平面镜与分光计中心轴平行，则调整望远镜光轴与分光计中心轴垂直就易于实现了。

a. 使平面镜与分光计中心轴平行

在上一步骤的基础上旋转载物台(或游标盘)使平面镜绕中心轴转过 180° ，若从望远镜中仍看到亮十字像，但正反两面反射光先后成像位置高低不同，则表明平面镜与分光计中心轴不平行，但夹角不大。此时调节载物台面下的调平螺钉，使亮十字像移至前后两次的平均高度，便可使平面镜与中心轴趋于平行。若平面镜随载物台旋转 180° 后从望远镜中看不到亮十字像，则观测者可在望远镜外的上方或下方直接从平面镜中看到亮十字像，并判断镜面的倾仰程度，调节载物台调平螺钉使反射光入望远镜；若估计正、反两亮十字像的平均位置仍在望远镜外，则应适当改变望远镜的仰角，使正、反两次亮十字像都进入望远镜视场，再按上法调整。若观测者发现粗调偏差太大，则应按步骤②中 b 的方法反复调节，使平面镜正、反两面的反射光都能返回望远镜中，再按本步骤前述方法观察反射像位置，调整载物台倾角，使平面镜与中心轴平行。

b. 使望远镜光轴与分光计转轴垂直 当平面镜正、反两面的反射光都能返回至望远镜且两次成像位置一样高时，表明平面镜已平行于中心轴。若亮十字像尚未与准直叉丝重合，则表明望远镜光轴尚未垂直于平面镜。此时应调节望远镜倾仰角，使亮十字像与准直叉丝重合。然后反复检验并细心调整平面镜与中心轴的平行程度及望远镜的准直程度(用“各半调节法”进行调节)，望远镜光轴就能精确地与分光计中心轴垂直。

c. 若要进而调整载物台垂直于中心轴，则可将平面镜在载物台上旋转 90° ，再调节载物台调平螺钉中原来与平面镜共面的那个螺钉(注意：不能再改变望远镜的倾仰角!)，使平面镜再次垂直于望远镜，便达到调整要求，此后可撤去平面镜。

以上调整请参考图 14.10 分光计调整示意图表。

(4) 调整平行光管

①使平行光管射出平行光束 打开光源，让光线从狭缝端射入平行光管。用眼睛从出射端观察狭缝宽度及视场亮度，并调节光源位置及狭缝宽度，使视场明亮而缝宽约为

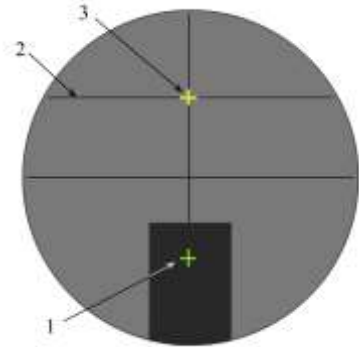


图 14.9

1.十字透光孔 2.上十字线 3.亮十字像

0.5—1mm, 缝位竖直(注意: 缝宽调节手轮旋进为加宽, 调节时必须轻缓操作。改变狭缝方向时, 应先放松锁紧螺钉 2)。再将望远镜转至正对平行光管位置, 观察从平行光管射来的光所成的狭缝像; 前后移动狭缝体, 使狭缝像清晰, 并与叉丝间无视差。此时, 平行光管的出射光已成平行光束。

②使平行光管光轴与分光计中心轴垂直 先俯视目测平行光管与望远镜轴线是否能成直线, 若有明显偏离, 可调节水平方位调节螺钉 26 及 13。再从望远镜中观察狭缝像, 并先后调节望远镜方位微调螺钉 15 和平行光管仰角调节螺钉 27, 使狭缝像在竖直和水平两个位置都能与分划板中心叉丝重合。于是平行光管光轴便与望远镜光轴平行, 因而与分光计中心轴垂直。

(5) 调整读数装置的初始位置

①根据测量时光路元件与入射光的位置关系, 确定载物台上夹物弹簧的合理位置, 同时检查此时 A、B 两个角游标是否处于便于读数的左、右两个位置。如有必要, 应松动载物台锁紧螺钉 7 和游标盘止动螺钉 25, 调整游标盘与载物台的相对位置以及载物台面的整体高度, 然后再锁紧, 定位(此步骤可提前到目测粗调时进行)。

②检查主刻度盘的零线位置是否适当。如有必要, 应松开转座与刻度盘止动螺钉 16, 将刻度盘零线转到在测量时不会被游标跨越的位置, 然后锁紧, 定位(本步骤可延迟到测量前进行)。至此, 已达到分光计调整的基本要求。根据实验内容的不同需要, 置入待测元件后, 还要进行相应的某些调节。

【实验内容】

1. 按前述分光计的调整要求、步骤和方法调好分光计。

2. 使光栅平面与平行光管的光轴垂直

在望远镜与平行光管共线的条件下将光栅按图 8 所示的原来放平面镜的位置放在载物台上(药膜面向着平行光管), 使光栅随载物台和游标盘一同适当旋转, 用自准法适当调平载物台下与光栅不在同一平面的调平螺钉, 使从望远镜射出的平行光经光栅平面反射回来也能成像于准直叉丝的位置, 于是光栅平面便与平行光管的光轴垂直。

3. 使光栅缝纹(刻痕)与分光计中心轴平行

旋转望远镜(先放松止动螺钉 18), 观察各级衍射光在望远镜形成的狭缝像。并比较它们出现在分划板上的位置高低。若左、右各级狭缝像高低不同, 表明光栅缝纹与分光计中心轴不平行, 故应调节载物台面下与光栅处于同一平面的那个调平螺钉, 使光栅在自身平面内旋转, 直到左、右各级狭缝像高度一致为止(注意: 不可调另外两个调平螺钉, 以免破坏入射光与光栅垂直的条件)。

4. 测量各级衍射角

转动望远镜, 使望远镜叉丝竖线对准 $k=+1$ 级中黄光(各谱线的相对位置可参看图 2), 减小狭缝宽度, 直到黄光明显分为两条谱线。然后使望远镜叉丝竖线依次对准 $k=+1$ 级衍射光所形成的狭缝像中心, 利用 A、B 两个角游标读出各级衍射光的角坐标 θ_k 、 θ_k' ; 再将望远镜转到中央明纹的另一侧, 对准 $k=-1$ 级各衍射谱线, 并记录各谱线对应的角坐标 θ_{-k} 、 θ_{-k}' , 数据填入表 1 中。则每一衍射角为

$$\bar{\varphi}_\kappa = \frac{1}{4} \left[|\theta_\kappa - \theta_{-\kappa}| + |\theta'_\kappa - \theta'_{-\kappa}| \right] \quad (14.6)$$

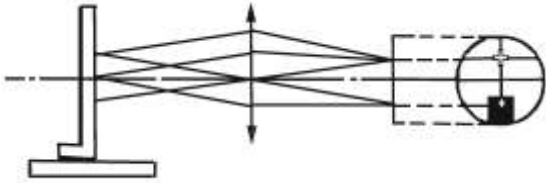
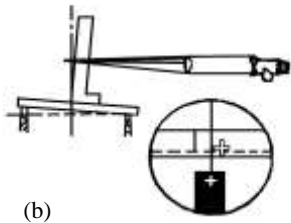
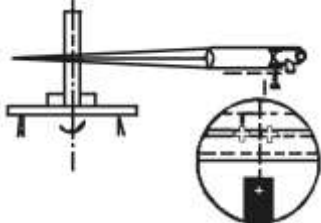
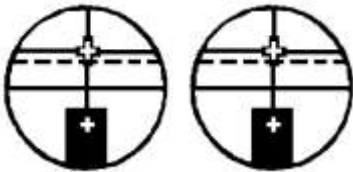
要求	特征	为达到该要求而采取的措施
	 <p style="text-align: center;">(a)</p>	
<p>1.用自准直法将望远镜调焦于无穷远</p>	<p>分划板上呈现清晰的亮十字像（但像的位置高低不限） 注：倾角太大则无十字像，镜面微斜则十字像偏低</p>  <p style="text-align: center;">(b)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 仔细目测粗调 2. 调节载物台下调平螺钉，也可同时调节望远镜仰角调节螺钉 3. 调节望远镜分划板与透镜的距离，使十字像清晰并无视差
<p>2.使平面镜平行于分光计中心轴</p>	<p>前后两次十字像等高，但十字像与准直叉丝不重合</p>  <p style="text-align: center;">(c)</p>	<p>调节载物台下的调平螺钉，使亮十字像向平均高度靠拢（正反两次亮十字像趋于等高）</p>
<p>3.使望远镜光轴与分光计中心轴垂直</p>	<p>前后两次十字像均与准直叉丝重合</p>  <p style="text-align: center;">(d)</p>	<p>调节望远镜仰角螺钉，使亮十字像与准直叉丝重合</p>

图 14.10 分光计调整示意图表

【数据记录与处理】

表 14.1

光栅常数 $d=1/600(\text{mm})$

颜色	$\lambda_{\text{标}}(\text{nm})$	θ_{κ}	$\theta_{-\kappa}$	θ'_{κ}	$\theta'_{-\kappa}$	$\bar{\varphi}_{\kappa}$	$\lambda_{\text{测}}(\text{nm})$	$E(\%)$
紫	404.66							
紫蓝	435.84							
绿	546.07							
黄(2)	576.96							
黄(1)	579.06							

计算公式

$$\bar{\varphi}_{\kappa} = \frac{1}{4} \left[|\theta_{\kappa} - \theta_{-\kappa}| + |\theta'_{\kappa} - \theta'_{-\kappa}| \right]$$

$$\lambda_{\text{测}} = d \sin \bar{\varphi}_{\kappa} \quad (\kappa = 1)$$

$$E = \frac{|\lambda_{\text{测}} - \lambda_{\text{标}}|}{\lambda_{\text{标}}} \times 100\%$$

【注意事项】

1. 望远镜、平行光管上的镜头、平面镜镜面、光栅表面均不能用手摸拭。有尘埃等物时，应用擦镜纸轻轻揩。但光栅的药膜面不能揩擦，必要时用清水缓缓冲洗。
2. 望远镜和游标盘在止动螺钉旋紧的情况下不能强行扳转它们，以免损伤转轴。为此，每次转动望远镜和游标盘前，先检查一下止动螺钉是否放松。
3. 在调整分光计的过程中一定要耐心按正确步骤进行调整。
4. 平面镜、光栅等要放置好，以免摔破。

【思考题】

1. 分光计为什么要调整到望远镜光轴与分光计中心轴垂直?不垂直对测量结果有何影响?
2. 使用公式(1)应保证什么条件?实验中是如何保证的?如何检查条件是否满足?如不满足,用(6)式计算 ϕ_k 有什么问题?
3. 实验中如果两边光谱线不等高,对测量结果有何影响?
4. 本实验有哪些因素影响测量的准确度?哪些因素影响测量的精密度?测量结果含几位有效数字?
5. 两条很靠近的谱线若用光栅不能分辨开来,问是否可以使它们经光栅后,再用放大系统将它们分开?

【应用提示】

衍射光栅的精度要求极高，很难制造，但其性能稳定，分辨率高，角色散高而且随波长的变化小，所以在各种光谱仪器中得到广泛应用。光栅常用来做单色仪中的色散器件，光栅单色仪可以有比棱镜单色仪更高的分辨率。图 14.11 是组合式多功能光栅光谱仪。



图 14.11

高精度全息衍射光栅被用来进行精密测量，由于这种测量原理是以光栅常数为测量基本单位，因此比一般以激光波长为基本量的干涉测量法受外界干扰小，同时分辨率也很高，细分后可以达到 0.1nm 精度。光的衍射现象在各种测量中有着广泛的应用。比如利用衍射可以测量细丝的直径、物体的位移、缝宽等。单缝衍射还可以构成许多物理量的转换器。例如，重量、温度、折射率、液面和振动等物理量都可以转换成线性位移。因此，可以利用单缝衍射现象对它进行测量。

【光衍射现象研究史】

对光的衍射规律的认识，人们经历了较长时间。

1655 年，意大利波仑亚大学的数学教授格里马第在观测放在光束中的小棍子的影子时，首先发现了光的衍射现象，并第一个提出了“光的衍射”这一概念，他是光的波动学说最早的倡导者。

不久后，英国物理学家胡克重复了格里马第的试验，并通过观察肥皂泡膜的颜色提出了“光是以太的一种纵向波”的假说。根据这一假说，胡克也认为光的颜色是由其频率决定的。

波动说的支持者，荷兰著名天文学家、物理学家和数学家惠更斯继承并完善了胡克的观点。他根据光和声的类似性，提出了解说波的传播现象的次波假设，即任何时刻波面上的每一点都可作为次波波源，各自发出球面次波，这些次波的包络面形成下一时刻的新波面。这一惠更斯原理由于未涉及波的时空周期特性——振幅、相位、波长，故只能定性说明波的传播，而不能说波的衍射现象。

19 世纪初菲涅耳用杨氏干涉原理补充了惠更斯原理，提出了“次波相干叠加”思想，形成了惠更斯—菲涅耳原理。即波前上每个面元都可看成是新的振动中心，它们发出的次波，在空间某一点所引起的振动，是所有各次波在该点的相干叠加，从而正确地阐述衍射现象。

几十年来现代光学迅速发展，衍射理论发挥了很大作用，它是傅里叶变换光学、光信息处理、像质评价的理论基础。