一、实验目的

(1)深刻理解光的折射定律;

(2)了解分光计的结构,学习调节和使用分光计的方法;

(3)掌握分光计测量三棱镜顶角的原理及测量方法;

(4)以分光计为平台,拓展其在高精度角度测量及光谱研究方面的应用。

二、实验原理

1.分光计的结构

分光计主要由平行光管、望远镜、载物台和读数装置四部分组成,其结构如图3-9-1所示。平行光管用来发射平行光,望远镜用来接收平行光,载物台用来放置三棱镜、平面镜、光栅等物体,读数装置用来测量角度。

分光计的读数装置由刻度盘和游标盘两部分组成。刻度盘分为360°,最小分度为半度(30),半度以下的角度可借助游标准确读出。游标等分为30格,游标的这30小格正好跟刻度盘上的29小格对齐,因此游标上的1小格为29’,游标上1小格与刻度盘上1小格两者之差为1’,因此游标上n小格与刻度盘上n小格相差n’。

角游标的读法与直游标(如游标卡尺)相似,以游标零线为基准,先读出大数(大于30的部分),再利用游标读出小数(小于30的部分),大数跟小数之和即为测量结果。读数示例如图3-9-2所示。

在生产分光计时,难以做到使望远镜、刻度盘的旋转轴线与分光计中心轴完全重合为消除刻度盘与分光计中心轴偏心而引起的误差,在游标盘同一条直径的两端各装一个读数游标。测量时两个游标都应读数,然后分别算出每个游标两次读数之差,取其平均值作为测量结果。

2. 分光计的调节

概括地说,分光计的调整要求是:使平行光管出射平行光;望远镜适合于接收平行光平行光管和望远镜的光轴等高并与分光计中心轴垂直。

在正式调整前,先目测粗调:使望远镜和平行光管对直,并都对准分光计中心轴;将载物台、望远镜和平行光管大致调水平(实际要求与分光计中心轴垂直)。这一步很重要,只有做好粗调,才能按下列步骤进一步细调(否则细调难以进行)。

1. 调整望远镜

望远镜是由物镜镜筒、叉丝套筒和目镜镜筒三部分组成的。叉丝到目镜和物镜的距离皆可调节。常用的阿贝目镜式望远镜的结构和视场如图3-9-3所示。

调整望远镜使其达到下面两项要求

(1)用自准法调节望远镜,使其适合于接收平行光。点亮望远镜侧窗的照明灯将叉丝照亮,前后移动目镜使叉丝位于目镜焦平面上,此时叉丝看得很清楚。再按图3-9-4所示,将平面反射镜置于载物台上,转动载物台使镜面朝向望远镜。然后缓慢转动载物台,同时调节叉丝套筒调节螺丝17(改变叉丝与物镜间距),从望远镜中找到由平面镜反射回来的模糊光斑(如果找不到,则粗调没有达到要求,应重调)。找到光斑后进一步细调叉丝套筒,光斑逐渐变成清晰的“十”字像(它是叉丝平面上小黑“十”字的反射像)。当叉丝位于物镜焦平面上时,又丝发出的光经过物镜后成为平行光,平行光经平面镜反射再次通过物镜下后仍成像于叉丝平面。此时,从目镜中可同时看清叉丝与“十”字像,且两者无视差。

(2) 使望远镜光轴垂直于分光计中心轴:测量中,平行光管和望远镜分别代表入射光和出射光方向。为保证测量精度,应使它们的光轴与刻度盘平行。由于制造仪器时刻度盘已与分光计中心轴垂直,所以只需调节它们的光轴与中心轴垂直就可以了。

望远镜调好焦后,从目镜中能同时看清又丝和“十”字形像,且两者无视差,见图3-9-3所示,但“十”字像一般不处于小黑“十”字的对称位置(aa’线)上。其原因可能是望远镜光轴未垂直中心轴,也可能是平面镜镜面与中心轴不平行,或者两者兼有。为使望远镜光轴垂直中心轴,调整方法如下：

首先检查平面镜正反两面分别正对望远镜时,视场中是否都能找到“十”字像(如果找不到或只找到一个,说明粗调不合格,应进一步调整)。然后用望远镜光轴高低调节螺丝9调节望远镜光轴倾斜度,使“十”字像到a线的距离减小一半,再调载物台螺丝G1(或G1)使两者重合。该方法称为“各半调节法”。把载物台转180°,使平面镜的反面正对望远镜,再次用“各半调节法”调节。如此反复,直到平面镜任一面正对望远镜时,视场中的“十”字像都落在调整叉丝a&apos;上时为止。此时,望远镜光轴就与中心轴垂直了。

调节过程中,不必刻板地运用“各半调节法”。若发现正反两面的反射像纵向位移较大,说明平面镜镜面与中心轴明显不平行,就应侧重调节螺丝G1或G3。如果纵向位移不大,但反射像都远离a线,这表明望远镜光轴与中心轴明显不垂直,就该侧重调节望远镜光轴高低调节螺丝9

2） 调整平行光管

(1) 调整平行光管使其射出平行光:平行光管是由两个可以相对滑动的套筒组成的外简上装有一组消色差透镜,内筒外端装有一个宽度可调的狭缝。

调节时先取下载物台上的平面镜,点亮汞灯使之正照狭缝。然后一边调节平行光管上狭缝和透镜的间距,一边用调好焦的望远镜对准平行光管观察。当狭缝正好调到透镜焦平面上时,平行光管就出射平行光。由于望远镜已调节好,适合于接收平行光,因此平行光射入望远镜后将在叉丝平面成像。这时从望远镜中能看到清晰的与又丝无视差的狭缝像。

这就是说,我们是以调好焦的望远镜视场中,能否产生清晰的,无视差的狭缝像作为判据,来判别平行光管射出的是否是平行光。

(2)使平行光管光轴与分光计中心轴垂直:调节螺丝3(见图3-9-1),使狭缝像宽约低1mm，调节螺丝2,把狭缝像精确调到视场中心且被十字叉丝所等分。至此,平行光管与望远镜的光轴重合且与分光计中心轴垂直。

三、实验仪器

实验仪器分光计、双面平面反射镜、三棱镜、汞灯等。  
  
四、实验内容

1. 调整分光计

按分光计的调整要求和调节方法,正确调节分光计至正常工作状态

1. 调节三棱镜

要使三棱镜两折射面与分光计中心轴平行(即与已调好的望远镜光轴垂直)。

1. 将三棱镜按图3-9-5所示平放在载物台上。图中ABC表示三棱镜的横截面,AB、AC、BC是三棱镜的三个侧面,其中,AB、AC两个侧面是透光的光学表面(称为折射面)、侧面BC是毛玻璃面(称为底面),三棱镜两折射面的夹角a称为顶角放置三棱镜时,顶角要靠近载物台中央,折射面要与图3-9-5三棱镜的放置图载物台下调平螺丝的连线垂直
2. 转动载物台,使三棱镜的一个折射面正对望远镜。调节载物台调平螺丝,使“十”字形反射像落在调整叉丝a上,转动载物台使另一折射面正对望远镜,再按上述方法重新调节。来回反复调节几次,直到两个折射面都垂直于望远镜光轴为止。注意:调节过程中只能调节载物台下的调平螺丝,不能动望远镜下的方位调节螺丝,
3. 用反射法测三棱镜顶角

转动载物台,使三棱镜顶角对准平行光管,使平行光管射出的光束照在三棱镜的两个折射面上(见图3-9-6)。

将望远镜转至I处观测左侧反射光,调节望远镜微调螺丝11,使望远镜竖直叉丝对准狭缝像中心线,再分别从两个游标读出左侧反射光的方位角A、x法读出右侧反射光的方位角6A、0B。由图3-9-6图3-9-6用反射法测量三棱镜顶角可以证明顶角为