

测量学实习指导书

甘肃农大



※※※※※※※※※※※※※※
※
※ 测 量 学 实 习 指 导 书 ※
※
※※※※※※※※※※※※※※

林果专业测量教研组编

一九七二年六月十日

测量实习须知

- 1.各小组在领借仪器时，应按每次实习所需仪器（包括附件及用具）清点，相符后，由小组长具条借领。
- 2.拿取仪器时，应特别注意防止碰撞。
- 3.开箱取仪器时，须先记清位置，以便按原位放回。取出时勿提望镜，应拿基座坚固的部分。
- 4.使用仪器时，所有制动螺旋不得旋得太紧。在转动仪器某一部位须先打开制动螺旋，以免损坏仪器。
- 5.在实习过程中，如发现仪器有不正常情况，应即时与指导教师联系，不得随意拆卸仪器。
- 6.实习完毕后，先在野外将仪器清点一遍，擦去泥污，然后送还仪器。
- 7.交还仪器时，小组长必须等候教师验收后始将离开。如有遗失或损坏，照章处理。
- 8.测量仪器是贵重的精密仪器，应多加爱护。
- 9.实习报告和作业，应在实习后的第二天，由组长交于指导教师批阅，以免影响下次实习。

毛主席语录

我们能够学会我们原来不懂的东西。

实习一 认识经纬仪的构造

目的：认识经纬仪的主要组成部分及其作用。

要求：掌握经纬仪各组成部分的名称及其作用。练习用经纬仪测角时读数的方法。

仪器及工具：每组经纬仪一架。

操作：

一、游标经纬仪的各组成部分及其作用：一般经纬仪主要由上盘、下盘、基座三大部分所组成。

1. 上盘部分：主要是经纬仪的瞄准和读角部分它又包括：

① 平盘指标盘（即上盘）、上盘边缘在 180° 相对应的位置各装有游标一个，游标的零分划线是读水平角的指标。

② 内轴：上盘底部中心装有一轴叫经纬仪的内轴（垂直轴）、内轴插在下盘的外轴内（外轴是空心轴），并可在外轴内自由转动。

③ 支架：上盘盘面两侧各装有一固定支架，支撑望远镜的旋转轴。

④ 望远镜的旋转轴：（水平轴）安置在支架的轴承内，并可在轴承内自由转动。

⑤ 望远镜：固定在望远镜的旋转轴上。在测量中望远镜是用来瞄准目标的。

⑥垂直度盘：在望远镜的一侧固定在望远镜的旋转轴上，它的构造与水平度盘相同，垂直度盘可随望远镜一同旋转在测量中用来测定垂直角。

⑦水准管：（水准气泡）上盘盘面上：望远镜支架上各装一个水准管，用来整平仪器。

⑧上盘制动螺旋及上盘微动螺旋：用来管制上盘运动。

⑨望远镜的制动螺旋及微动螺旋：用来管制望远镜运动。

⑩垂直度盘游标盘水准管及其水准管校正螺旋。

2. 下盘部分：刻度及测角部分：

①下盘（水平度盘）：在其边缘镶嵌金属或玻璃的水平角刻度环。用来测量水平角。

②外轴：在水平度盘下面中央装有一空心的轴，它又连同内轴，一同插在基座的空心圆柱中，并可在圆柱中，自由转动，因而可带着水平度盘在水平面内转动，借助游标盘上的指标，可测得水平角。

③下盘制动及微动螺旋：管制下盘运动。

3. 基座部分：连接三脚架及整平仪器之用。

①空心圆柱：内轴连同外轴一同插在其中，并可在其中自由转动。

②脚螺旋：一般为三个互成三角形。为整平仪器之用。

③三角形底板，在其下面中心有螺丝孔为连接三脚架用。

三、光学经纬仪的构造：新式经纬仪多为光学经纬仪，其构造部分与游

标经纬仪大致相同，不同处是将读数部分采用光学原理，即水平度盘及垂直度盘均刻在玻璃制的园环上，通一系列透镜和稜镜的作用，最后成象在望远镜旁显微镜中。

在水平度盘的两对制动及微动螺旋中，仅有一对的制动及微动螺旋。当使用光学经纬仪进行复测时，在其下盘部分的外壳上有一搬扭，当将搬扭搬下时，水平度盘的一对管制螺旋起下盘的制动及微动螺旋的作用，当搬扭搬上时，则起上盘的制动及微动螺旋的作用。

游标经纬仪的读数方法：

1. 先按公式 $t = \frac{l}{n}$ ，求出 t 值。

t — 为游标盘上最小一格的分划值。

l — 为度盘上最小一格的分划值。

n — 为游标盘上刻划的总格数。

2. 通过放大镜找寻游标盘零指标所指度盘上的分划数，在度盘上读出度数和十位倍数的分数。

3. 再看零指标与所读十位倍数分数相差估计大约差数，顺着游标增加的方向找出游标分划与度盘分划相重合的地方，并在游标盘上数出格数，用格数乘以游标最小分划值 t ，求出分秒数。

4. 将度盘上读得的度数和十位倍数分数与游标盘读得的分秒数相加，即为所应读的度分秒数。

注意：读游标时一定要垂直来看，决定游标与度盘的重合线时应注

意左右对称。

四、光学经纬仪的读数方法：光学经纬仪的读数方式比较多仅练习分微尺的一种读数方法，在读数小窗内上面为水平度盘读数，下面为垂直度盘读数。

1. 先看零指标线所指度盘的度数读出度数。

2. 找出所读度数的分划线与分微尺重合的地方，并在分微尺上读出它的数值分数。并估读到最小一格的十分之一，若分微尺上最小一格为 $1'$ 则可估读到 $6''$ 。

3. 将度盘上所读度数，分微尺上所读分数及估读的秒数相加即为应读的全数。

毛主席语录

干就是学习。

实习二 用经纬仪测水平角

目的：练习用全圆方向观测法测水平角的方法学会使用经纬仪。

要求：掌握经纬仪的安置（整平、对中、瞄准）的方法步骤。

仪器及工具：每组经纬仪一架，木椿四个，标杆三根，斧子一把，小钉子四个。

准备：在指定的测区内，任选一点打入木椿 为测站点用 O 表示，并在 O 点周围距离大约 50m 左右选三点打入木椿以 A 、 B 、 C 表示，在四木椿的椿钉上各钉一小钉以表具体的点位。

操作：

一、整置仪器：

1. 对中：使仪器旋转轴中心，与地面测站点的中心在同一条铅垂线上。

① 先将三脚架打开放在测站点上，并使架头大致水平，高度适合，使三角架大约成等边三角形，架头的中心 大致在测站点上。将三脚架的脚尖徐徐地踏入土中。

② 取出仪器用中心螺旋将仪器旋紧在架头上，并把垂球挂在中心螺旋下面的垂球钩上。

③ 若垂球的尖端不在地面测站点的中心时，可放松中心螺旋，

在架头上移动仪器，使垂球尖对准地面测站的中心，后仍旋紧中心螺旋，当垂球的尖端与地面测站点的中心距离过远，移动仪器不能满足时，可移动三脚架。固定二脚移动其余一脚使垂球尖端对准地面测站点，要求偏差不超过 5 mm，同时注意架头大致水平。

2. 整平：利用脚螺旋借助于游标盘上的水准管气泡居中使仪器旋转轴中心成垂直。

三个脚螺旋仪器的整平方法：

- ①先固定下盘，打开上盘，使游标盘上一个水准管与三个脚螺旋中任二个平行，二手相反方向转动脚螺旋使水准管气泡居中。
 - ②转动仪器与上方向成 90° 并旋转第三个脚螺旋，使水准管气泡居中。
 - ③同法反复进行，使仪器转至任何方向水准管气泡均居中时为止。
- 气泡移动的方向与左手大拇指转动的方向相同。

3. 瞄准：调节望远镜目镜对光圈使十字丝看清楚，再放松望远镜及游标盘的制动螺旋，先从望远镜的镜筒外用肉眼找寻目标，目标找到后再从望远镜内观看如镜内已找到目标即旋紧上述二螺旋，转动物镜对光螺旋使目标的象看清楚，同时转动上述二制动螺旋有关的两个微动螺旋使十字丝的竖丝平分标杆的象，横丝对到标杆的最下面尖端，准确地瞄准目标。

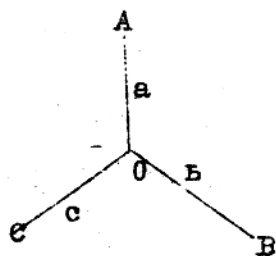
检查有无视差的存在，眼睛在目镜后移动，物象也随之相对移动时称为视差。必须再转动望远镜对光螺旋，消除视差。

三用全圆方向观测法测量水平角。

1. 在测站点 O 上整置仪器：（对中、整平），在目标点 A、B、C 各点上立标杆。

2. 用盘左位置，松开游标盘（上盘），固定下盘（水平度盘）用游标 1（或 A）对准度盘上的 $0^{\circ}02'00''$ 则 II（或 B）游标所指度盘的读数为： $180^{\circ}02'00''$ 。

3. 不动上盘，松下盘，及望远镜的制动螺旋，用望远镜瞄准目标点 A 点（如图所示）制动下盘及望远镜同时用上述二制动螺旋相对应的微动螺旋对准瞄准目标后读出游标 1



及游标 II 在度盘上所指的数值，填入记录表中为 OA 的方向值。

4. 不动下盘，松上盘及望远镜，顺时针方向转动仪器瞄准目标点 B，制动上盘及望远镜并用它们的微动螺旋准确瞄准目标，后读数记录，为 OB 方向值。要求二个游标读数的容许误差不应超过 $2t$ t 为游标的最小分划值。

5. 不动下盘，松上盘及望远镜的制动螺旋顺时针方向转动仪器瞄准 C 点的目标准确瞄准后同样读数记录为 OC 方向值。

6. 不动下盘，松上盘及望远镜制动螺旋顺时针方向转动仪器再回到起始方向 A 点瞄准 A 点的目标同法读数记录。要求在观测过程

中，半测回中回归起始方向二次读数误差不超过 $1.5t$ 。（ t 为游标最小读数）否则重测。

7. 上述步骤完成后亦为上半测回，倒转望远镜，将垂直度盘放在望远镜的右边，为盘右亦称倒镜。

用盘右的位置再瞄准起始方向 A 点，按上述上半测回相同的步骤，并按返时针方向即 ACBA，依次瞄准各目标点观测记录，完成下半测回。下半测回与上半测回合称一测回。要求测回间的方向值分差不应超过 $1.5t$ 。

8. 第一测回完成后，将度盘变动位置进行第二测回。

变动度盘位置为 $180^\circ/n$ ， n 为测回数。

9. 将仪器放在盘左的位置，用游标 1 对准度数上 $90^\circ 02' 00''$ 上按上述同样方法步骤进行正倒镜观测完成第二测回。

要求二测回同一方向的误差不能超过 $1.5t$ ，否则必须重测。

采用全圆方向观测法进行水平角观测时应特别注意。

1. 每一测回中，在正镜用游标 1 对准度盘上 $0^\circ 02' 00''$ 后，只有在瞄准起始方向时动下盘，起始方向瞄准好后在这一测回中绝对不允许再动下盘的制动螺旋或微动螺旋。

2. 正倒镜观测都必须回到起始方向。

3. 正镜观测时是顺时针方向，倒镜观测时是反时针方向。依次瞄准各目标点。

4. 每一测回完成后交换度盘位置必须重新对中，整平后才能进行另一测回。

本次实习每人进行两个测回。

毛主席语录

只有感觉的材料十分丰富（不是零碎不全）和合于实际（不是错误）才能根据这样的材料造出正确的概念和理论来。

实习三 闭合导线计算

目的：通过闭合导线的计算，使同学们掌握闭合导线内业整理计算等一系列工序。

要求：按所给角度，边长，方位角等。观测值求出导线各点的坐标值。

仪器及用具：导线内业计算表一份，五位对数表一份，标盘一个，三角板一付。

操作：一、外业记录检查整理：先将外业测出导线的边长，水平角，方位角等经过整理检查后填入导线内业计算表中，本次练习实习各数据均系假拟。抄入导线计算表中。

二、闭合导线角度闭合差的计算和调整。

1. 将水平角各观测值相加求出闭合导线各内角实测角值的总和。
用 $[\beta_{\text{测}}]$ 表示。

2. 根据几何学原理，求出平面多边形的内角总和。即 $[\beta_{\text{理}}] = (n-2) \cdot 180^\circ$ ， n 为多边形之角数。

3. 根据闭合导线多边形内角总和理论值应等于观测值的原理求出角度闭合差 f_{β} 。

$$f_{\beta} = [\beta_{\text{测}}] - [\beta_{\text{理}}]$$

$$[\beta_{\text{理}}] = (n-2) \cdot 180^\circ$$

所以 $f_B = [\beta_{\text{测}}] - (n-2) \cdot 180^\circ$

要求角度闭合差 f_B 不能超过 $\pm 5 t \sqrt{n}$

n 为多边形角数, t 为游标最小读数。

4. 调整闭合差, 若角度闭合差 f_B 不超过容许范围, 将其闭合差反号平均分配到各实测角值中。

$$\text{即改正值 } v_B = \frac{-f_B}{n}$$

若改正值很小时不够平均分配, 则分配在短边相邻的角上。或分配在最大最小的角上。

三. 推算导线各边的座标方位角: 根据已知边的方位角加 180° 再加已知方位角边与相邻边 (即要求方位角形) 所夹的水平角 (内角) 改正后的观测值, 则为相邻边的方位角。

$$\text{即 } \alpha_{i+1} = \alpha_{i-1} + 180^\circ + \beta_{\text{正}i}$$

注意: 方位角为 $0^\circ - 360^\circ$, 故凡大于 360° 的方位角均应减去 360° 。

四. 根据座标方位角推算座标象限角:

第一象限: 座标方位角等于座标象限角。

第二象限: 座标象限角等于 180° 减去座标方位角。

第三象限: 座标象限角等于座标方位角减去 180° 。

第四象限: 座标象限角等于 360° 减去座标方位角。

象限的名称为: 第一象限是北东。第二象限是南东。第三象限是南西。第四象限是北西。

五求出边长的总和： $[S]$ 。

六求导线各边终点对始点的坐标增量：

1. 导线一边终点对始点的纵坐标增量，为该边的水平长度与该边的正座标象限角的余弦函数的乘积。

$$\text{即：}\Delta x_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \cos R_{i,i+1}$$

$\Delta x_{i,i+1}$ 的正负决定于象限的名称，象限的名称第一个字母为北时是正值，为南时为负。

2. 导线一边终点对始点的横坐标增量为该边的水平长度与该边的正座标象限角的正弦函数的乘积。

$$\text{即：}\Delta y_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \sin R_{i,i+1}$$

$\Delta y_{i,i+1}$ 的正负也是决定于象限的名称，象限的名称的第二个字母为东时是正值，为西时是负值。

3. 用对数计算座标增量：

$$\Delta x_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \cos R_{i,i+1}$$

$$\Delta y_{i,i+1} = S_{i,i+1} \cdot \sin R_{i,i+1}$$

将上式两边取对数为：

$$\log \Delta x_{i,i+1} = \log S_{i,i+1} + \log \cos R_{i,i+1}$$

$$\log \Delta y_{i,i+1} = \log S_{i,i+1} + \log \sin R_{i,i+1}$$

将上两对数式代入数值查五位对数表即可。

七闭合导线坐标增量闭合差的计算及调整。

1. 求纵横座标增量闭合差：闭合导线各导线边终点对于始点的纵横

座标增量的代数和为零。

$$\text{即: } (\Delta x) = 0, \quad (\Delta y) = 0$$

将表中第七栏 $\Delta x_{1,1+1}$ 及第八栏 $\Delta y_{1,1+1}$ 各求其代数和不为零时, 而得某一数值, 此数值为座标增量的闭合差。

用: $f_{\Delta x}$ 及 $f_{\Delta y}$ 表示。

$f_{\Delta x}$ 为纵座标增量闭合差。

$f_{\Delta y}$ 为横座标增量闭合差。

2. 闭合导线的全长闭合差和相对闭合差, 在闭合导线中因有座标增量闭合差的存在, 导线就不能自行闭合产生一裂口, 裂口的长度称为导线全长闭合差, 以 f_s 表示。

$$f_s^2 = f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2$$

$$\text{则 } f_s = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2}$$

衡量导线的精度, 在测量中常用导线的相对闭合差 K 来表示:

$$K = \frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{\frac{[S]}{f_s}}$$

$[f_s]$ 为不带符号的导线全长闭合差。

$[S]$ 为导线的全长。

相对闭合差的容许范围要求 $1/3000$, 相对闭合差不超过容许范围时进行调整, 否则检查无计算错误时必须重测。

3. 闭合导线座标增量闭合差的调整: 若闭合导线的相对误差在容许范围之内, 即可进行调整, 调整的方法是: 将 $f_{\Delta x}$ 及 $f_{\Delta y}$ 反号, 并设各

边长与导线的全长成正比的原则分配到各座标增量中，用公式表示：

$$\text{即： } \Delta x_{i,i+1} = \frac{-f_{\Delta x}}{S} \cdot S_{i,i+1}$$

$$\Delta y_{i,i+1} = \frac{-f_{\Delta y}}{S} \cdot S_{i,i+1}$$

改正后纵横座标增量的代数和应为零。

$$\text{即： } [\Delta x_{\text{正}}] = 0, \quad [\Delta y_{\text{正}}] = 0$$

△计算闭合导线各点的座标值：独立的闭合导线可假定导线起点的座标，然后用已知起点的座标值加上已知点到推算点调整后的座标增量即可推出下一点的坐标值，用公式表示：

$$\text{即： } x_{i,i+1} = x_i + \Delta x_{\text{正 } i,i+1}$$

$$\text{及 } y_{i,i+1} = y_i + \Delta y_{\text{正 } i,i+1}$$

必须注意：从已知点的坐标推算最后仍回到已知点，此时坐标值应等于已知的坐标值。

注意：每计算完成一步必须进行检查无错误时，才能进行下一步计算。

毛主席语录

离开实践的认识是不可能的。

实习四 认识小平板仪

目的：认识小平板仪的构造，掌握小平板仪的整置方法。

要求：通过本次实习要求同学们熟悉小平板仪的各组成部分及其性能。

学会小平板仪整置（对中、整平、定向）的方法。

器及用具：每组小平板仪一架。

作：

一、认识小平板仪的各组成部分及其性能，小平板仪是平板仪测量中所用仪器的总称，它是由测图板、测斜照仪三脚架及其附件等部分所组成。

1. 平板：（测板），为40——50厘米矩形木制，表面平整，光滑的木板，在测量中用作测图，在其背面中央有一螺旋孔可与脚架连接。

2. 测斜照准仪：由一木制或金属的直尺及一支规孔板一支分划板所组成。直尺的长为23——32厘米，在直尺上附有一水准管，靠直尺的两端有两个校正水准管，可使照准仪水平。

规孔板和分划板装在直尺的两端，使用时与直尺成 90° 的角度。规孔板的中央有一伸拔板，伸拔板的中央有上、中、下三个规孔。分划板中间有一长方形，中线上有一马尾丝，称为