

测量实训指导书

周建郑 主 编

姓名_____

班级_____

学号_____



化学工业出版社

· 北 京 ·

前 言

测量实训是学生学习《测量学》课程的重要环节，特别是培养高职高专学生在独立工作、提高动手能力方面起着显著作用。《测量实训指导书》是高职高专《测量学》教材的配套用书，与《测量学》教材内容紧密结合，相互衔接，是高职高专测量教学中必不可少的教学用书。

本书以实用为目的，共分三部分，第一部分为测量实训指导，兼顾各院校对实训教学开设的能力，选取了 20 个实训内容，带 * 的为选做。每个实训均指明了实训目的、实训器具、实训内容、实训步骤、注意事项等。第二部分为目前高职高专院校倡导的“双证书”教育所必需学习的工程测量工（中、高级）《职业技能鉴定规范》，以及工程测量工必须掌握的职业技能知识要求试题供学生们参考。第三部分为实训记录表及实训报告，针对实训内容提出一定量的实训问答，由学生做过相应实训后来完成。这样可进一步帮助学生理解和巩固实训内容。

本书由周建郑主编并统一定稿，由杨中利主审。

在本书编写过程中，得到了化学工业出版社和编者所在单位的大力支持，在此一并致谢。

由于编者的水平、经验及时间有限，书中定有欠妥之处，敬请专家和广大读者批评指正。

编 者

2007 年 8 月

目 录

测量实训须知	1
第一部分 测量实训指导	3
实训一 水准仪的认识与操作	5
实训二 普通水准测量	6
实训三 微倾式水准仪的检验与校正	7
*实训四 自动安平水准仪的认识与操作	9
实训五 经纬仪的认识与操作	10
实训六 测回法观测水平角	12
*实训七 全圆方向法观测水平角	12
实训八 竖直角观测	13
实训九 经纬仪的检验与校正	14
实训十 视距测量	15
实训十一 罗盘仪定向	16
*实训十二 全站仪的操作与使用	16
*实训十三 GPS 接收机的基本操作与使用	18
实训十四 四等水准测量	27
实训十五 碎部测量	28
实训十六 用直角坐标法测设点的平面位置	29
实训十七 用极坐标法测设点的平面位置	30
实训十八 用水准仪进行设计高程的测设	30
实训十九 用前方交会法测设点的平面位置	31
实训二十 圆曲线的测设	32
第二部分 附录	33
附录一 国家职业技能鉴定规范	35
附录二 国家工人技术等级标准	39
附录三 工程测量工技能测试理论考试题	42
参考文献	47
第三部分 实训记录表及实训报告	49

测量实训须知

一、实训课的目的与要求

(1) 实训课的目的：进一步了解所学测量仪器的构造和性能，巩固和验证课堂上所学的理论知识，掌握仪器的使用方法，提高学生的动手能力，加强学生的实训技能，使理论与实践更好地结合。

(2) 实训课的要求：实训前均须预习教材相关部分并仔细阅读测量实训指导，弄清楚实训的内容和过程再动手实训。认真完成规定的实训报告，实训结束后及时上交。

(3) 实训指导教师要讲明实训内容和任务，学生应认真做好各项实训准备工作。

(4) 遵守仪器操作规程，有问题要及时向实训指导老师请教。

(5) 要遵守实训纪律，不无故缺勤。

二、仪器的借领方法

(1) 测量仪器室每次应根据实训的任务，按实训小组配备，并填好仪器的借用单，将仪器排列在发放台上。

(2) 各实训小组每次借用实训仪器设备，均应遵守测量仪器室的规定，由各组组长对照仪器的借用单清点仪器及附件等，若无问题，由组长在借用单上签名，并将借用单交仪器管理人员，经仪器管理人员认可后方可将仪器借出仪器室。

(3) 初次接触仪器，应先看指导教师进行操作、讲解后，再架设仪器进行操作，以免弄坏仪器。

(4) 实验完毕应由仪器管理人员暂时验收，由于交还仪器时间过于集中，不可能将仪器详细检查一遍，待下次清点借给他人使用前（最长不超过一周）方可算前者借用手续完毕。

(5) 测量仪器属贵重仪器，借出的仪器必须由专人保管，如发生损坏或遗失，应按照学院的规章制度办理。

三、注意事项

测量仪器是国家财产，属于精密贵重仪器。每个人应养成爱护仪器的好习惯。使用仪器时应注意下列事项。

(1) 领取仪器时应注意箱盖是否锁好，提手或背带是否牢固。

(2) 打开仪器箱前，应将箱子平放后再打开。打开箱盖后，应注意观察仪器及附件在箱中安放的位置，以使用后将各部件稳妥地放回原处。

(3) 仪器从箱中取出后，应立即盖好箱盖，以防止灰尘进入或零件丢失，迁站时要带走。严禁坐仪器箱。

(4) 仪器置于三脚架上后，应立即将连接螺旋旋紧；不要过紧，以免损坏螺旋；也不要过松，以免仪器脱落。

(5) 仪器镜头如有灰尘可用箱内的毛刷或镜头纸擦拭；仪器如有故障时不许自行拆卸，应立即请示指导教师进行处理。

(6) 使用仪器时，必须先旋松制动螺旋，未松开时不可强行扭转。各处的制动螺旋，不

要拧得过紧。微动螺旋不可旋到尽头。拨动校正螺丝时必须小心，先松后紧，松紧适度。

(7) 仪器作检验、校正时，必须在老师指导下进行。

(8) 搬动仪器时须松动制动螺旋，三脚架与仪器的连接螺旋应旋紧，仪器最好直立抱持或夹三脚架于腋下，左手托仪器向上倾斜，绝对禁止将仪器横扛于肩上，长距离搬运时应将仪器装入箱内。

(9) 仪器必须有专人看护，烈日下必须打遮阳伞，以免影响仪器的测量精度。

(10) 必须爱护各类仪器工具，注意人身安全，在使用过程中尽量避免意外发生。不得用水准尺、花杆抬物品。

(11) 仪器用毕后按原位置装入箱内，箱盖若不能关闭时应查看原因，不可强力按下。放入箱内的仪器各制动螺旋应适度旋紧，以免晃动。

(12) 实训结束后，应清点各项用具，以免丢失，特别注意清点零星物品。

四、测量记录注意事项

(1) 实验记录须填在规定的表格内，随测随记，不得转抄。记录者应“回报”读数，以防听错、记错。

(2) 所有记录与计算均须用绘图铅笔记录，字体应端正清晰，字体大小只能占记录格的一半，以便留出空隙更改错误。

(3) 记录表格上规定的内容及项目必须填写，不得空白。

(4) 记录簿上禁止擦拭涂改与挖补，如记错需要改正时，应以横线或斜线划去，不得使原字模糊不清，正确的数字应写在原字的上方。

(5) 已改过的数字又发现错误时，不准再改，应将该部分成果作废重测。观测成果不能连环涂改。

(6) 观测数据应表现其精度及真实性，如水准尺读数读至毫米，则应记 1.530m，不能记成 1.53m。

(7) 所有的观测记录手簿均不准另行誊抄。记录时要严格要求自己，培养良好的作业习惯，严格遵守作业规定，否则全部成果作废，另行重测。

第一部分 测量实训指导

实训一 水准仪的认识与操作

一、实训目的

- (1) 了解 DS3 型水准仪的构造, 熟悉各部件的名称、功能及作用。
- (2) 初步掌握其使用方法, 学会在水准尺上读数。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实验器具

每组借领 DS3 型水准仪 1 套, 水准尺 1 对, 尺垫 1 对, 记录板 1 个, 测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 熟悉 DS3 型水准仪各部件的名称及作用。
- (2) 学会使用圆水准器整平仪器。
- (3) 学会瞄准目标, 消除视差及利用望远镜的中丝在水准尺上读数。
- (4) 学会测定地面两点间的高差。

四、实训步骤

1. 安置仪器

张开三角架, 使架头大致水平, 高度适中, 将脚架稳定 (踩紧)。然后用连接螺旋将水准仪固定在三角架上。

2. 了解水准仪各部件的功能及使用

- (1) 调节目镜, 使十字丝清晰; 旋转物镜调焦螺旋, 使物像清晰。
- (2) 转动脚螺旋使圆水准器气泡居中; 转动微倾螺旋使水准管气泡居中或符合。
- (3) 用准星和缺口粗略照准目标; 旋紧水平制动螺旋, 转动水平微动螺旋精确照准目标。

3. 概略整平练习

如图 1-1(a) 所示的圆气泡处于 e 处而不居中。为使其居中, 先按图中箭头的方向转动 1、2 两个脚螺旋, 使气泡移动到 e' 处, 如图 1-1(b) 所示; 再用右手按图 1-1(b) 中箭头所指的方向转动第三个螺旋, 使气泡再从 e' 处移动到圆水准器的中心位置。一般需反复操作 2~3 次即可整平仪器。操作熟练后, 三个脚螺旋可一起转动, 使气泡更快地进入圆圈中心。

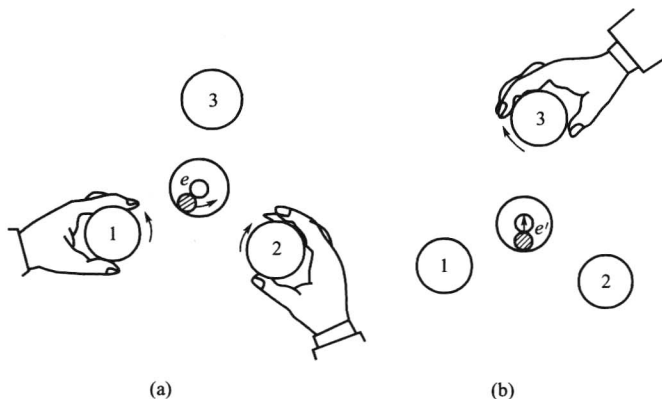


图 1-1 概略整平方法

4. 读数练习

概略整平仪器后,用准星和缺口瞄准水准尺,旋紧水平制动螺旋。分别调节目镜和物镜调焦螺旋,使十字丝和物像都清晰。此时物像已投影到十字丝平面上,视差已完全消除。转动微倾螺旋,使十字丝竖丝对准尺面,转动微倾螺旋精平,用十字丝的中丝读出米数、分米数和厘米数,并估读到毫米,记下四位读数。

5. 高差测量练习

(1) 在仪器前后距离大致相等处各立一根水准尺,分别读出中丝所截取的尺面读数,记录并计算两点间的高差。

(2) 不移动水准尺,改变水准仪的高度,再测两点间的高差,两点间的高差之差不应大于 5mm。

五、注意事项

- (1) 读取中丝读数前,应消除视差,符合水准气泡必须严格符合。
- (2) 微动螺旋和微倾螺旋应保持在中间运行,不要旋到极限。
- (3) 观测者的身体各部位不得接触脚架。
- (4) 水准尺必须有人看管,不能立在墙边或放在地上,以免损坏水准尺。
- (5) 及时填写实训报告,发现问题要马上向指导教师汇报,不能自行处理。

六、上交资料

- (1) 每人上交合格的水准仪的认识与操作记录表一份(见 51 页);
- (2) 每人上交水准仪的认识与操作实训报告一份(见 52 页)。

实训二 普通水准测量

一、实训目的

- (1) 掌握普通水准测量的观测、记录、计算与校核。
- (2) 熟悉水准路线的布设形式。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DS3 型水准仪 1 台,水准尺 1 对,尺垫 1 对,记录夹 1 个,测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 做闭合水准路线测量或附合水准路线测量(至少要观测四个测站)。
- (2) 观测精度满足要求后,根据观测结果进行水准路线高差闭合差的调整和高程计算。

四、实训步骤

从指定水准点出发按普通水准测量的要求施测一条闭合(或附合)水准路线,每人轮流观测两站,然后计算高差闭合差和高差闭合差的允许值。若高差闭合差在允许范围之内,则对闭合差进行调整,最后算出各测站改正后高差。若闭合差超限,则应返工重测。

五、技术规定

- (1) 前、后视距应大致相等,视线长度不超过 100m。
- (2) 限差要求

$$f_{h允} = \pm 40 \sqrt{L} \text{mm (按距离)}$$

或 $f_{h允} = \pm 12\sqrt{n}\text{mm}$ (按测站)

式中 L ——水准路线长度, km;

n ——测站数。

六、注意事项

- (1) 每次读数前水准管气泡要严格居中。
- (2) 注意用中丝读数, 不要读成上、下丝的读数, 读数前要消除视差。
- (3) 后视的尺垫在水准仪搬动之前不得移动。仪器迁站时, 前视的尺垫不能移动。在已知高程点上和待定高程点上不得放尺垫。
- (4) 水准尺必须扶直, 不得前后左右倾斜。

七、上交资料

- (1) 每人上交合格的普通水准测量记录表一份 (见 53 页);
- (2) 每人上交普通水准测量实训报告一份 (见 54 页)。

实训三 微倾式水准仪的检验与校正

一、实训目的

- (1) 熟悉水准仪各主要轴线之间应满足的几何条件。
- (2) 掌握 DS3 型水准仪的检验与校正。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DS3 型水准仪 1 台, 水准尺 1 对, 尺垫 1 对, 记录夹 1 个, 测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 圆水准器的检验与校正。
- (2) 望远镜十字丝的检验与校正。
- (3) 水准管轴平行于视准轴的检验与校正。

四、实训步骤

1. 圆水准器轴平行于竖轴的检验与校正

(1) 检验

- ① 将仪器置于脚架上, 然后踩紧脚架, 转动脚螺旋使圆水准器气泡严格居中;
- ② 仪器旋转 180° , 若气泡偏离中心位置, 则说明两者相互不平行, 需要校正。

(2) 校正

- ① 稍微松动圆水准器底部中央的紧固螺旋;
- ② 用校正针拨动圆水准器校正螺丝, 使气泡返回偏离中心的一半;
- ③ 转动脚螺旋使气泡严格居中;
- ④ 反复检查 2~3 遍, 直至仪器转动到任何位置气泡都居中为止。

2. 十字丝横丝垂直于仪器竖轴的检验与校正

(1) 检验

- ① 严格整平水准仪, 用十字丝交点对准一固定小点;
- ② 旋紧制动螺旋, 转动微动螺旋, 使横丝沿小点移动, 如横丝移动时不偏离小点, 则条件满足; 反之则应校正。

(2) 校正 用小螺丝刀松开十字丝分划板 3 颗固定螺丝, 转动十字丝分划板使横丝末

端与小点重合，再拧紧被松开的固定螺丝。

3. 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

如图 3-1 所示。

(1) 检验

① 在比较平坦的地面上选择相距 100m 左右的 A、B 两点，分别在两点上放上尺垫，踩紧并立上水准尺；

② 置水准仪于 A、B 两点的中间，精确整平后分别读取两水准尺上的中丝读数 a_1 和 b_1 ，求得正确高差 $h_1 = a_1 - b_1$ （为了提高精度和防止错误，可两次测定 A、B 两点的高差，并取平均值作为最后结果）；

③ 将仪器搬至离 B 点 2~3m 处，精确整平后再分别读取两水准尺上中丝读数 a_2 和 b_2 ，求得两点间的高差 $h_2 = a_2 - b_2$ ；

④ 若 $h_1 = h_2$ ，则说明条件满足；若 $h_1 \neq h_2$ ，则该仪器水准管轴不平行于视准轴，需要校正。

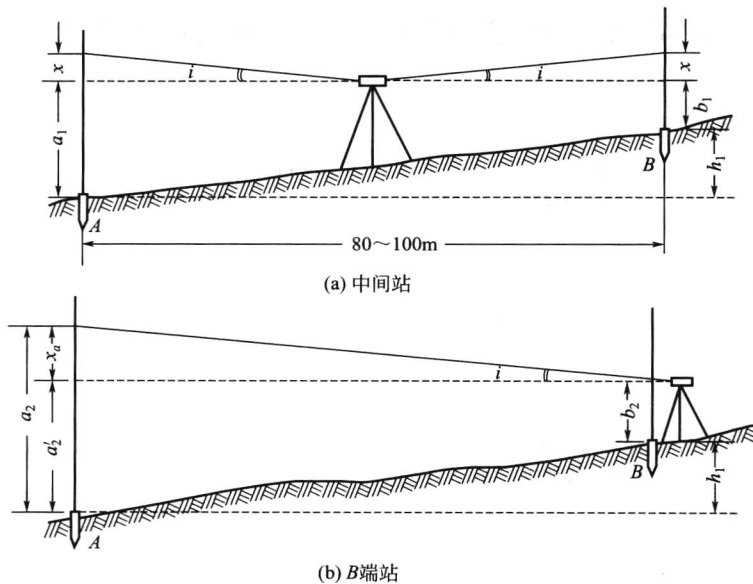


图 3-1 水准管轴的检验

(2) 校正

① 先求得 A 点水准尺上的正确读数 $a_3 = h_1 + b_2$ ；

② 转动微倾螺旋使中丝读数由 a_2 改变成 a_3 ，此时水准管气泡不再居中；

③ 用校正针拨动校正螺丝，使水准管气泡居中；

④ 重复检查，直至 $|h_1 - h_2| \leq \pm 3\text{mm}$ 为止。

五、注意事项

(1) 必须按实训步骤规定的顺序进行检验和校正，不得颠倒。

(2) 拨动校正螺丝时，应先松后紧，松一个紧一个，用力不宜过大；校正结束后，校正螺丝不能松动，应处于稍紧状态。

六、上交资料

(1) 每人上交微倾式水准仪检验与校正记录表一份（见 55 页）。

(2) 每人上交微倾式水准仪检验与校正实训报告一份（见 56 页）。

* 实训四 自动安平水准仪的认识与操作

一、实训目的

- (1) 了解自动安平水准仪的构造及安平原理，熟悉各部件的名称、功能及作用。
- (2) 初步掌握其操作和使用方法。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实验器具

每组借领自动安平水准仪 1 套，水准尺 1 对，尺垫 1 对，记录板 1 个，测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 熟悉自动安平水准仪各部件的名称及作用。图 4-1 为 DS32 自动安平水准仪的外部结构。

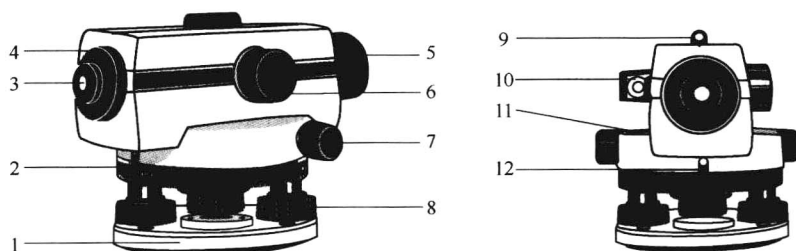


图 4-1 DS32 自动安平水准仪的外部结构

1—球面基座；2—度盘；3—目镜；4—目镜罩；5—物镜；6—调焦螺旋；7—微动螺旋；8—脚螺旋；
9—光学瞄准器；10—圆水准器观察镜；11—圆水准器；12—度盘指示

- (2) 学会使用圆水准器整平仪器。
- (3) 学会瞄准目标，消除视差及利用望远镜的中丝在水准尺上读数。
- (4) 学会测定地面两点间的高差。

四、实训步骤

1. 安置仪器

将三角架调至与人眼水平位置，使架头大致水平，将脚架稳定（踩紧）。然后用连接螺旋将水准仪固定在三角架上。

2. 了解自动安平水准仪各部件的功能及使用方法

- (1) 调整脚螺旋使圆水准器气泡居中。
- (2) 调节目镜，使十字丝清晰；旋转物镜调焦螺旋，使物像清晰。
- (3) 用准星和缺口来粗略照准目标；旋紧水平制动螺旋，转动水平微动螺旋来精确照准目标。

3. 读数练习

读数方法与 DS3 型水准仪相同。

五、注意事项

- (1) 读取中丝读数前，应消除视差。
- (2) 在读数前必须检查补偿器，看其是否处于正常工作状态。
- (3) 其他注意事项与实训一中所讲的相同。

六、仪器检校与调整

1. 圆水准气泡的检校

(1) 调整脚螺旋使圆水准器气泡居中。

(2) 仪器转动 180° ，圆水准气泡应在中心，如图 4-2 所示。否则需要校正。校正方法如下。

① 旋转脚螺旋，使气泡向圆圈中心移动偏移量的 $1/2$ ，如图 4-3 所示。

② 使用内六角扳手（或拨针）调整水泡螺钉，将气泡移至中心，如图 4-4 所示。

(3) 重复上述步骤，直至望远镜转至任何方向时圆水准器气泡始终处于中心。



图 4-2 圆水准气泡在中心

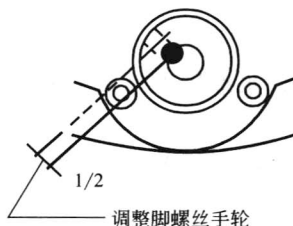


图 4-3 移动偏移量的 $1/2$

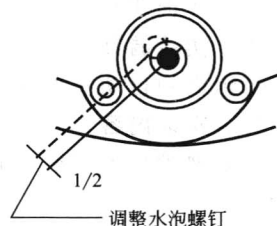


图 4-4 将气泡移至中心

2. 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

水准管轴平行于视准轴的检验与校正同实训三。如图 4-5 所示，若需校正，先将仪器瞄准 b 标尺，取下目镜罩，调整分划板校正螺钉，使中丝与 a_3 读数重合，重复以上检校步骤，直至 $|h_1 - h_2| \leq \pm 3\text{mm}$ 为止。

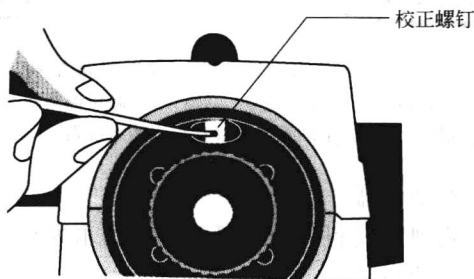


图 4-5 调整分划板校正螺钉

七、上交资料

每人上交自动安平水准仪的认识与操作实训报告一份（见 57 和 58 页）。

实训五 经纬仪的认识与操作

一、实训目的

- (1) 了解 DJ6 级光学经纬仪的基本构造及各部件的功能。
- (2) 练习仪器的对中、整平、照准、读数（要求对中误差不超过 3mm ，整平误差不超过 1 格）。

(3) 测量两个方向间的水平角。

(4) 实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DJ6 级光学经纬仪 1 台，测钎 2 根，记录板 1 块，测伞 1 把。

三、实训步骤

1. 安置经纬仪

将经纬仪从箱中取出，装到三脚架上，拧紧中心连接螺旋。然后熟悉仪器构造和各部功能，正确使用制动螺旋、微动螺旋、调焦螺旋和脚螺旋，了解分微尺的读数方法及水平度盘变换手轮的使用。

2. 练习对中和整平

用光学对中器对中的具体操作方法如下。

(1) 对中

① 将三脚架安置在测站上，使架头大致水平；

② 调整仪器的三个脚螺旋，使光学对中器的中心标志对准测站点（不要求气泡居中）；

③ 伸缩三脚架腿使照准部圆水准器或管状水准器气泡大致居中（不必严格居中）。

(2) 整平 如图 5-1 所示。使照准部水准管轴平行于两个脚螺旋的连线，转动这两个脚螺旋使水准管气泡居中，将照准部旋转 90° ，转动另一脚螺旋使水准管气泡居中，在这两个位置上来回数次，直到水准管气泡在任何方向都居中为止。若整平后发现对中有偏差，可松开中心连接螺旋，移动照准部再进行对中，拧紧后仍需重新整平仪器，这样，反复几次，就可对中整平。

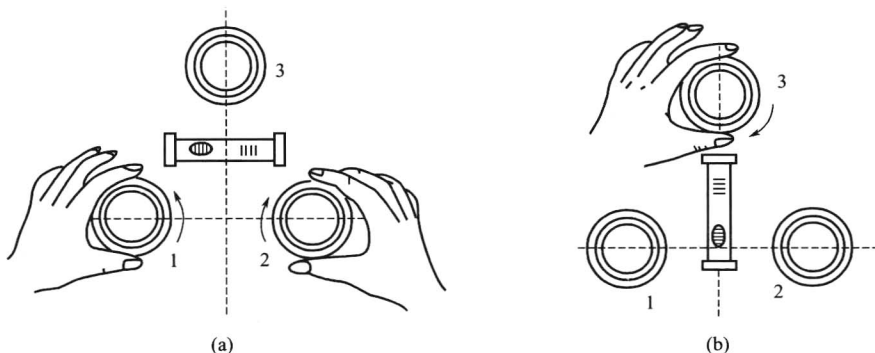


图 5-1 整平

3. 测量两个方向间的水平角

松开照准部和望远镜的制动螺旋，用准星和缺口瞄准左边目标，拧紧照准部和望远镜的制动螺旋。经过调焦使物像清晰，然后用照准部和望远镜的微动螺旋使十字丝的单丝（平分目标）或双丝（夹住目标）准确照准左目标，并读出水平度盘的读数（以 a 表示），记入手簿。松开照准部和望远镜的制动螺旋，顺时针转动照准部，如前所述再瞄准右目标，读出水平度盘读数（以 b 表示），记入手簿。 $\beta = b - a$ ，当 b 不够减时，将 b 加上 360° 。

四、注意事项

(1) 仪器从箱中取出前，应看好它的放置位置，以免装箱时不能恢复到原位。

(2) 仪器在三角架上未固定好前，手必须握住仪器，不得松手，以防仪器跌落。

(3) 转动望远镜或照准部之前，必须先松开制动螺旋，用力要轻；一旦发现转动不灵，要及时检查原因，不可强行转动。

(4) 当一个人操作时，其他组员只能用语言帮助，不能多人操作一台仪器，以免发生仪器跌落的危险。

(5) 仪器装箱后，要及时上锁，以防存在事故危险。

五、上交资料

每人上交经纬仪的认识与操作实训报告一份（见 59 和 60 页）。

实训六 测回法观测水平角

一、实训目的

掌握测回法观测水平角的记录及计算。

实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DJ6 级光学经纬仪 1 台，测钎 2 根，记录板 1 块，测伞 1 把。

三、实训内容

练习用测回法观测水平角。

四、实训要求

- (1) 每人至少测两测回。
- (2) 对中误差小于 3mm，水准管气泡偏离不应超过 1 格。
- (3) 第一测回对 0° ，其他测回改变 $180^\circ/n$ 。
- (4) 上、下半测回角值差不超过 $36''$ ，各测回角值差不超过 $24''$ 。

五、实训步骤

(1) 将仪器安置在测站上，对中、整平后，盘左照准左目标，用度盘变换手轮使起始读数略大于 $0^\circ02'$ ，关上度盘变换手轮保险，将起始读数记入手簿；松开制动螺旋，顺时针转动照准部，照准右目标，读数并记入手簿，称为上半测回。

(2) 倒转望远镜，盘右再照准右边目标，读数并记入手簿；松开制动螺旋，逆时针旋转照准部照准左目标，读数并记入手簿，称为下半测回。

(3) 测完第一测回后，应检查水准管气泡是否偏离；若气泡偏离值小于 1 格，则可测第二测回。第二测回开始前，始读数要设置在 $90^\circ02'$ 左右，再重复第一测回的各步骤。当两个测回间的测回差不超过 $24''$ 时，再取平均值。

六、注意事项

- (1) 一测回观测过程中，当水准管气泡偏离值大于 1 格时，应整平后重测。
- (2) 观测目标不应过粗或过细，否则以单丝平分目标或双丝夹住目标均有困难。

七、上交资料

- (1) 每人上交测回法观测水平角记录表一份（见 61 页）。
- (2) 每人上交测回法观测水平角实训报告一份（见 62 页）。

* 实训七 全圆方向法观测水平角

一、实训目的

初步掌握全圆方向法观测水平角的观测、记录、计算方法。

实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DJ6 级光学经纬仪 1 台，测钎 4 根，记录板 1 块（自备计算器），测伞 1 把。

三、实训内容

练习全圆方向法观测水平角。

四、实训要求

- (1) 每人观测一个测回，四个方向，测回起始读数变动数值仍用公式 $180^\circ/n$ 计算。
- (2) 要求半测回归零差不大于 $24''$ ，各测回同一方向值互差不大于 $24''$ 。

五、实训步骤

(1) 将仪器安置在测站上，对中、整平后，选择一个通视良好，目标清晰的方向作为起始方向（零方向）。

(2) 盘左观测。先照准起始方向（称为 A 点），设置度盘读数为 $0^\circ 02'$ 左右，并记入手簿；然后顺时针转动照准部依次瞄准 B、C、D、A 点，读数并记入手簿。A 点两次读数之差称为上半测回归零差，其值应小于 $24''$ 。

(3) 倒转望远镜，盘右观测。从 A 点开始，逆时针依次瞄准 D、C、B、A，读数并记入手簿。A 点两次读数差称为下半测回归零差，其值也应小于 $24''$ 。

(4) 根据观测结果计算 2C 值和各方向平均读数，再计算归零后的方向值。

(5) 同一测站、同一目标、各测回归零后的方向值之差应小于 $24''$ 。

六、上交资料

每人上交全圆方向法观测水平角实训报告一份（见 63 和 64 页）。

实训八 竖直角观测

一、实训的目的

- (1) 了解竖直角盘与望远镜的转动关系以及竖盘指标与竖盘指标水准管的关系。
- (2) 掌握竖直角的观测、记录及指标差和竖直角的计算。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DJ6 级光学经纬仪 1 台，记录板 1 块，测伞 1 把。

三、实训内容

用盘左、盘右观测一高处目标进行竖直角的练习。

四、实训要求

- (1) 每人照准一目标观测两个测回。
- (2) 两测回的竖直角及指标差之差均小于 $24''$ 。

五、实训步骤

(1) 盘左照准目标，用竖盘指标水准管的微倾螺旋使竖盘指标水准管气泡居中，读取竖盘读数，记入手簿。

(2) 盘右瞄准目标，再次使竖盘气泡居中，读数记入手簿。

(3) 按公式 $x = \frac{(L+R)-360^\circ}{2}$ 算出指标差；再按公式 $\alpha = 90^\circ - L + x$ 或 $\alpha = R - 270^\circ - x$ 算出竖直角。

六、上交资料

- (1) 每人上交竖直角观测记录表一份（见 65 页）。
- (2) 每人上交竖直角观测实训报告一份（见 66 页）。

实训九 经纬仪的检验与校正

一、实训目的

- (1) 掌握经纬仪应满足的几何条件,并检验这些几何条件是否满足要求。
- (2) 初步掌握照准部水准管、视准轴、十字丝和竖盘指标水准管的校正方法。
- (3) 实训课时为 2 学时。

二、实训器具

DJ6 级光学经纬仪 1 台,校正针 1 根,螺丝刀 1 把,记录板 1 块,花杆 2 根,测伞 1 把。

三、实训内容

- (1) 照准部水准管轴的检验与校正;
- (2) 十字丝的检验与校正;
- (3) 视准轴的检验与校正;
- (4) 横轴的检验与校正;
- (5) 竖盘指标差的检验与校正;

四、实训要求

只检验,不校正。各项内容经检验,若发现条件不满足,需弄清要校正时应该拨动那些校正螺丝即可。

五、实训步骤

1. 照准部水准管轴的检验与校正

(1) 检验 安置好仪器后,调节两个脚螺旋,使水准管气泡严格居中,旋转照准部 180° ,若气泡偏离中心大于 1 格,则需校正。

(2) 校正 拨动水准管的校正螺丝,使气泡返回偏离格值的一半,另一半用脚螺旋调节,使气泡居中。若气泡偏离值小于 1 格,一般可不校正。

2. 十字丝竖丝垂直于横轴的检验与校正

(1) 检验 用十字丝交点照准一个明显的点状目标,转动望远镜微动螺旋,若该目标离开竖丝,则需要校正。

(2) 校正 旋下望远镜前护罩,拨松十字丝分划板座的四个固定螺旋,微微转动十字丝环,使竖丝末端与该目标重合。重复上述检验,满足要求后,再旋紧四个固定螺旋和装上护罩即可。

3. 视准轴垂直于横轴的检验与校正

(1) 检验 在仪器到墙的相反方向上、相等距离处立一花杆,视线水平时在花杆上作一标志 A 。用盘左精确瞄准 A ,纵转望远镜,仍使视线水平,在墙上标出 B_1 ;再用盘右瞄准 A ,纵转望远镜,在墙上标出 B_2 ;若两点不重合且间距大于 2cm,则需校正(仪器距墙距离为 30m 左右)。

(2) 校正 在 B_1 、 B_2 两点之间的 $1/4$ 处定出一点 B ,即为十字丝中心应照准的正确位置。取下十字丝分划板护罩,拨动十字丝分划板左、右校正螺丝,使十字丝交点对准 B 点。

4. 横轴垂直于竖轴的检验与校正

(1) 检验 盘左瞄准楼房高处一目标 p ,松开望远镜制动螺旋,慢慢将望远镜放到水平位置,在墙上标出一点 a ;盘右再瞄准 p 点,将望远镜放到水平位置又标出一点 b ;若 a 、 b