

现代测量学

实习、实训指导书

沙从术 主 编
耿宏锁 副主编

姓名 _____

班级 _____

学号 _____



化学工业出版社

· 北 京 ·

现代测量学

实习、实训指导书

沙从术 主 编
耿宏锁 副主编

姓名 _____

班级 _____

学号 _____



化学工业出版社

· 北 京 ·

目 录

现代测量学实习、实训须知	1
第一部分 现代测量学实习	5
实习一 水准仪的认识与使用	7
实习二 普通水准测量	8
实习三 四等水准测量	9
实习四 水准仪的检验与校正	10
实习五 J6 经纬仪的认识与使用	12
实习六 水平角测量	13
实习七 竖直角测量	14
实习八 电子经纬仪的认识与使用	15
实习九 光学经纬仪的检验与校正	16
实习十 全站仪的认识与使用	18
第二部分 实习报告	21
第三部分 现代测量学实训	43
一、实训目的与要求	45
二、计划及仪器工具	45
三、注意事项	45
四、实训内容及技术要求	45
五、成绩的综合评定	47
六、编制实训报告书	47
七、上交实训成果	47
第四部分 实训报告	49

现代测量学实习、实训须知

现代测量学是一门实践性很强的基础课，测量实习、实训是教学过程中不可缺少的环节。只有通过对测量仪器的操作、实际观测、记录、计算、绘图，编写实习、实训报告等，才能巩固好课堂上所学的理论知识，掌握测量仪器操作的基本技能和测量作业的基本方法。因此，必须对测量实习、实训予以重视。本实习、实训指导书是考核学生和学校实践环节教学效果的重要依据之一，课程结束后应上交实验室存档备案。

一、准备工作

(1) 测量实习、实训之前，必须认真阅读本实习、实训指导书和复习教材中的相关内容，弄清基本概念和方法，了解实习、实训目的、要求、方法、步骤和有关注意事项，使实习、实训工作能顺利地按计划完成。

(2) 按实习、实训指导书中提出的要求，在实习、实训前准备好所需工具，如铅笔、小刀、计算器、三角板等。

二、实习、实训要求

(1) 实习、实训分小组进行，正组长负责组织和协调实习、实训各项工作，副组长负责仪器工具的借领、保管和归还等。

(2) 对实习、实训规定的各项内容，小组内每人均应轮流操作，实习、实训报告应独立完成。

(3) 实习、实训应在规定时间内进行，不得无故缺席、迟到或早退；实习、实训应在指定地点进行，不得擅自变更地点。

(4) 必须遵守本实习、实训指导书所列的“测量仪器工具的借用规则”和“测量记录与计算规则”。

(5) 应认真听取教师的指导，实习、实训的具体操作应按实习、实训指导书的要求、步骤进行。

(6) 实习、实训中出现仪器故障、工具损坏和丢失等情况时，必须及时向指导教师报告，不可随意自行处理。

(7) 实习、实训结束时，应把观测记录和实习、实训报告，交实习、实训指导教师审阅，经教师认可后方可收拾和清理仪器工具，归还实验室。

三、测量仪器工具的借用规则

测量仪器一般都比较贵重，对测量仪器的正确使用、精心爱护和科学保养，是测量工作人员必须具备的素质和应该掌握的技能，也是保证测量成果质量、提高工作效率和延长仪器使用寿命的必要条件。测量仪器工具的借用必须遵守以下规则。

(1) 以小组为单位凭有效证件前往测量实验室，借领实习、实训指导书上注明的仪器工具。

(2) 借领时，应确认实物与实习、实训指导书上所列仪器工具是否相符，仪器工具是否完好，仪器背带和提手是否牢固。如有缺损，立即补领或更换。借领时，各组依次由 1~2

人进入室内，在指定地点清点、检查仪器和工具，然后在登记表上填写班级、组号及日期。借领人签名后将登记表及学生证交管理人员。

(3) 仪器搬运前，应检查仪器箱是否锁好，搬运仪器工具时，应轻拿轻放，避免剧烈振动和碰撞。

(4) 实习、实训过程中，各组应妥善保管仪器、工具。各组间不得任意调换仪器、工具。

(5) 实习、实训结束后，应清理仪器工具上的泥土，及时收装仪器工具，送还仪器室检查，取回证件。仪器工具若有损坏或遗失，应填写报告单说明情况，并按有关规定给予赔偿。

四、测量仪器、工具的正确使用和维护

1. 打开仪器箱时的注意事项

(1) 仪器箱应平放在地面上或其他台子上才能开箱，不要托在手上或抱在怀里开箱，以免不小心将仪器摔坏。

(2) 开箱后未取出仪器前，要注意仪器安放的位置与方向，以免用毕装箱时因安放位置不正确而损伤仪器。

2. 自箱内取出仪器时的注意事项

(1) 不论何种仪器，在取出前一定要先放松制动螺旋，以免取出仪器时因强行扭转而损坏制、微动装置，甚至损坏轴系。

(2) 自箱内取出仪器时，应一手握住照准部支架，另一手扶住基座部分，轻拿轻放，不要用一只手抓仪器。

(3) 自箱内取出仪器后，要随即将仪器箱盖好，以免沙土、杂草等不洁之物进入箱内。还要防止搬动仪器时丢失附件。

(4) 取仪器和使用过程中，要注意避免触摸仪器的目镜、物镜，以免沾污，影响成像质量。不允许用手指或手帕等物去擦仪器的目镜、物镜等光学部分。

3. 架设仪器时的注意事项

(1) 伸缩式脚架三条腿抽出后，要把固定螺旋拧紧，但不可用力过猛而造成螺旋滑丝；防止因螺旋未拧紧而使脚架自行收缩而摔坏仪器。三条腿拉出的长度要适中。

(2) 架设脚架时，三条腿分开的跨度要适中。架腿并得太靠拢易被碰倒，分得太开易滑动，都会造成事故。若在斜坡上架设仪器，应使两条腿在坡下（可稍放长），一条腿在坡上（可稍缩短）。若在光滑地面上架设仪器，要采取安全措施（例如用细绳将三脚架连接起来或用防滑板），防止滑动摔坏仪器。

(3) 架设仪器时，应使架头大致水平（安置经纬仪的脚架时，架头的中央圆孔应大致与地面测站点中对中），若地面为泥土地面，应将脚架尖踩入土中，以防仪器下沉。

(4) 从仪器箱取出仪器时，应一手握住照准部支架，另一手扶住基座部分，然后将仪器轻轻安放到三脚架头上。一手仍握住照准部支架，另一手将中心连接螺旋旋入基座底板的连接孔内旋紧。预防因忘记拧上中心连接螺旋或拧得不紧而摔坏仪器。

(5) 仪器箱多为薄木板或塑料制成，不能承重，故不可踏、坐仪器箱。

4. 仪器在使用过程中要做到的事项

(1) 在阳光下或雨天作业时必须撑伞，防止日晒和雨淋（包括仪器箱）。

(2) 任何时候仪器旁必须有人守护，禁止无关人员搬弄和防止行人车辆碰撞。

(3) 如遇目镜、物镜外表面蒙上水汽而影响观测，应稍等一会儿或用纸片扇风使水汽散尽；如镜头有灰尘应用仪器箱中的软毛刷拂去或用镜头纸轻轻拭去。严禁用手指或手帕等物

擦拭，以免损坏镜头上的药膜。观测结束后应及时安上物镜盖。

(4) 转动仪器时，应先松开制动螺旋，然后平稳转动。使用微动螺旋时，应先旋紧制动螺旋。

(5) 操作仪器时，用力要均匀，动作要准确轻缓。用力过大或动作太猛都会造成仪器损伤。制动螺旋不能拧得太紧，微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端，宜使用中段螺纹。使用各种螺旋不要用力过大或动作太猛，应用力均匀，以免损伤螺纹。

(6) 仪器用毕装箱前要放松各制动螺旋，装入箱内要试合一下，在确认安放正确后，将各部制动螺旋略微旋紧，防止仪器在箱内自由转动而损坏某些部件。

(7) 清点箱内附件，若无缺失则将箱盖合上、扣紧、锁好。

(8) 仪器发生故障时，应立即停止使用，并及时向指导教师报告，不得擅自处理。

5. 仪器的搬迁

(1) 远距离迁站或通过行走不便的地区时，必须将仪器装箱后再迁站。

(2) 近距离且平坦地区迁站时，可将仪器连同脚架一同搬迁，其方法是：先检查连接螺旋是否旋紧，然后松开各制动螺旋使仪器保持初始位置（经纬仪望远镜物镜对向度盘中心，水准仪物镜向后），再收拢三脚架，一手托住仪器的支架或基座于胸前，一手抱住脚架放在肋下，稳步行走。严禁斜扛仪器，以防碰摔。

(3) 迁站时，应清点所有的仪器和工具，防止丢失。

6. 仪器的装箱

(1) 仪器使用完后，应及时清除仪器上的灰尘和仪器箱、脚架上的泥土，套上物镜盖。

(2) 仪器拆卸时，应先松开各制动螺旋，将脚螺旋旋至中段大致同高的地方，再一手握住照准部支架，另一手将中心连接螺旋旋开，双手将仪器取下装箱。

(3) 仪器装箱时，使仪器就位正确，试合箱盖确认放妥后，再拧紧各制动螺旋，检查仪器箱内的附件是否缺少，然后关箱上锁。若箱盖合不上，说明仪器位置未放置正确或未将脚螺旋旋至中段，应重放，切不可强压箱盖，以免压坏仪器。

(4) 清点所有的仪器和工具，防止丢失。

7. 测量工具的使用

(1) 钢尺使用时，应避免打结、扭曲，防止行人踩踏和车辆碾压，以免钢尺折断。携尺前进时，应将尺身离地提起，不得在地面上拖曳，以防钢尺尺面刻划磨损。钢尺用毕后，应将其擦净并涂油防锈。钢尺收卷时，应一人拉持尺环，另一人把尺顺序卷入，防止绞结、折断。

(2) 皮尺使用时，应均匀用力拉伸，避免强力拉曳而使皮尺断裂。如果皮尺浸水受潮，应及时凉干。皮尺收卷时，切忌扭转卷入。

(3) 各种标尺和花杆的使用，应注意防水、防潮和防止横向受力。不用时安放稳妥，不得垫坐，不要将标尺和花杆随便往树上或墙上立靠，以防滑倒摔坏或磨损尺面。花杆不得用于抬东西或作标枪投掷。塔尺的使用，还应注意接口处的正确连接，用后及时收尺。

(4) 测图板的使用，应注意保护板面，不准乱戳乱画，不能施以重压。

(5) 小件工具如垂球、测钎和尺垫等，使用完即收，防止遗失。

五、测量记录与计算规则

(1) 实习、实训记录必须直接填在规定的表格内，不得用其他纸张记录，再另行转抄。

(2) 凡记录表格上规定应填写的项目不得空白。

(3) 观测者读数后，记录者应立即回报读数，经核实后再记录。

(4) 所有记录与计算均用绘图铅笔（2H 或 3H）记载。字体应端正清晰、数字齐全、

数位对齐，字脚靠近底线，字体大小一般应略大于格子的一半，以便留出空隙改错。

(5) 记录的数据应写齐规定的位数，规定的位数视精度要求的不同而不同。对普通测量一般规定见表 0-1。

表 0-1 数据的位数

测量种类	数字的单位	记录的位数
水 准	米	三位(小数点后)
量 距	米	三位(小数点后)
角度的分	分	二位
角度的秒	秒	二位

表示精度或占位的“0”均不能省略，如水准尺读数 1.45m 应记 1.450；角度读数 $90^{\circ}5'6''$ 应记 $90^{\circ}05'06''$ 。

(6) 禁止擦拭、涂抹与挖补，发现错误应在错误处用横线划去。淘汰某整个部分时可以斜线划去，不得使原数字模糊不清。修改局部（非尾数）错误时，则将局部数字划去，将正确数字写在原数字上方。所有记录的修改和观测成果的淘汰，必须在备注栏注明原因（如测错、记错或超限等）。

(7) 观测数据的尾数部分不准更改，应将该部分观测值废去重测。废去重测的范围见表 0-2。

(8) 禁止连续更改，如水准测量的黑、红面读数；角度测量中的盘左、盘右读数；距离丈量中的往、返测读数等，均不能同时更改，否则重测。

(9) 数据的计算应根据所取的位数，按“4 舍 6 入，5 前单进双舍”的规则进行凑整。例如，若取至毫米位，则 1.1084m、1.1076m、1.1085m、1.1075m 都应记为 1.108m。

表 0-2 废去重测的范围

测量种类	不准更改的部位	应重测的范围
角度	分和秒的读数	一测回
距离	厘米和毫米的读数	一尺段
水准	厘米和毫米的读数一测回	一测站

(10) 每测站观测结束后，必须在现场完成规定的计算和检核，确认无误后方可迁站。

第一部分 现代测量学实习

实习一 水准仪的认识与使用

一、目的与要求

- (1) 了解 DS3 水准仪的构造, 认识水准仪各主要部件的名称和作用。
- (2) 初步掌握水准仪的粗平、瞄准、精平与水准尺读数的方法, 测定地面两点间高差。
- (3) 认识和使用自动安平水准仪。

二、计划与仪器工具

- (1) 实习时数安排为 2 个学时, 每一实习小组由 4~6 人组成。
- (2) 每实习小组配备 S3 水准仪 1 台、水准尺 1 对、尺垫 2 个、记录手簿 1 本, 2H 铅笔自备。
- (3) 由实验室人员安排 2 台自动安平水准仪, 各组轮流使用。

三、方法与步骤

1. DS3 水准仪的认识与使用

(1) 安置水准仪 在测站上松开架腿的蝶形螺旋, 按需要调整架腿的长度, 将螺旋拧紧。将三脚架张开, 使架头大致水平, 并将架脚脚尖踩入土中。然后把水准仪从箱中取出, 将其固连在三脚架上。

(2) 认识水准仪 指出仪器各部件的名称, 了解其作用并熟悉其使用方法; 同时弄清水准尺的分划与注记。

(3) 粗略整平水准仪 按“左手拇指规则”, 先用双手同时反向旋转一对脚螺旋, 使圆水准器气泡移至中间, 再转动另一只脚螺旋使气泡居中。通常需反复进行。

(4) 瞄准水准尺 瞄准水准尺的步骤是: 转动目镜对光螺旋, 使十字丝清晰; 松开水平制动螺旋, 转动望远镜, 通过望远镜上的缺口和准星初步瞄准水准尺, 固定水平制动螺旋; 转动物镜对光螺旋, 使水准尺分划清晰; 旋转水平微动螺旋, 使水准尺影像的一侧靠近于十字丝竖丝 (便于检查水准尺是否竖直); 眼睛略作上下移动, 检查十字丝与水准尺分划像之间是否有相对移动 (视差); 如果存在视差, 则重新进行目镜与物镜对光, 消除视差。

(5) 精确整平水准仪 转动微倾螺旋, 使符合水准器气泡两端的像吻合。注意微倾螺旋转动方向与符合水准管左侧气泡移动方向的一致性。

(6) 读数 用十字丝中丝在水准尺上读取 4 位读数。读数时, 先估读毫米数, 然后按米、分米、厘米及毫米一次读出。

2. 测定地面两点间高差

(1) 在地面上选择 A、B 两点。

(2) 在 A、B 两点之间安置水准仪, 使水准仪到 A、B 两点的距离大致相等, 并粗略整平。

(3) 在 A、B 两点上各竖立一根水准尺, 先瞄准 A 点上的水准尺, 精确整平后读数, 此为后视读数, 记入表中。

(4) 然后瞄准 B 点上的水准尺, 精确整平后读数, 此为前视读数, 记入表中。

(5) 计算 A、B 两点的高差 $h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$ 。

3. 自动安平水准仪的认识与使用

(1) 安置脚架和连接仪器 选好测站, 安放三脚架, 使架头大致水平; 将水准仪装在架

头上，旋紧连接螺旋。

(2) 粗平 按“左手拇指规则”旋转仪器脚螺旋，使圆水准器的气泡严格居中，使补偿棱镜在补偿范围内，使视准轴水平。

(3) 瞄准 轻轻在水平方向转动仪器（该仪器无制动螺旋），使望远镜上的瞄准器指向水准尺，用水平微动螺旋从望远镜中瞄准目标；旋转目镜调焦环使十字丝清晰，旋转物镜调焦螺旋使水准尺分划清晰；检查是否存在视差，如有，则再做对光调整。

(4) 读数 自动安平水准仪的读数与一般水准仪相同。

四、注意事项

(1) 三脚架要安置稳妥，高度适当，架头接近水平，伸缩腿螺旋要旋紧；

(2) 用双手取出仪器，握住仪器坚实部分，要确认已装牢在三脚架上以后才可放手，仪器箱盒要随即关紧；

(3) 掌握正确操作方法，特别是用圆水准安平仪器和使用望远镜的方法；

(4) 要先认清水准尺的分划和注记，然后练习在望远镜内读数；

(5) 瞄准目标必须消除视差；

(6) 水准仪在读数前，必须使长水准管气泡严格居中（自动安平水准仪例外）；

(7) 要爱护仪器，遵守“测量仪器使用规则”；

(8) 要重视记录，遵守“测量资料记录规则”。

五、上交资料

每人上交水准仪的认识与使用实习报告一份（见 23 页）。

实习二 普通水准测量

一、目的和要求

(1) 练习普通水准测量的观测、记录、计算和检核方法。

(2) 从一已知水准点 BM_1 开始，沿各待定高程点 1、2 点，进行闭合水准路线测量，高差闭合差的容许值为

$$f_{h容} = \pm 40 \sqrt{L}$$

如观测成果满足精度要求，对观测成果进行整理，推算出 1、2 点的高程。

二、计划与仪器、工具

(1) 实习时数安排为 2 个学时，每一实习小组由 4~6 人组成。

(2) 每个实习小组配备 DS3 水准仪 1 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个，记录板 1 块。2H 铅笔、计算器自备。

三、方法与步骤

(1) 在实习场地上选定一点 BM_1 作为已知高程点，高程假设为 100m，选择 1、2 两个点作为待定高程点。

(2) 在 BM_1 与 TP_1 之间，安置水准仪，目估前、后视的距离大致相等，进行粗略整平和目镜对光，观测者按下列顺序观测：

① 后视立于 BM_1 上的水准尺，瞄准、精平、读后视读数，记入观测手簿；

② 前视立于 TP_1 上的水准尺，瞄准、精平、读前视读数，记入观测手簿；

③ 改变水准仪高度 10cm 以上，重新安置水准仪，粗略整平；

④ 前视立于 TP_1 上的水准尺，瞄准、精平、读前视读数，记入观测手簿；

⑤ 后视立于 BM_1 上的水准尺，瞄准、精平、读后视读数，记入观测手簿。

(3) 当场计算高差，记入相应栏内。两次仪器高所测得高差之差 Δh 不超过 $\pm 5\text{mm}$ ，取其平均值作为平均高差。

(4) 用相同方法，沿选定的路线，依次设站，经过 1、2 点连续观测，最后仍回到 BM_1 。

(5) 进行计算检核，即后视读数之和减前视读数之和应等于平均高差之和的两倍。

(6) 计算高差闭合差，并对观测成果进行整理，推算出 1、2 点的高程。

四、注意事项

(1) 注意水准测量进行的步骤，严防水准仪和水准尺同时移走。

(2) 注意正确填写记录。

(3) 要选择好测站和转点的位置，尽量避开行人和车辆的干扰，保持前后视距离相等，视线长不超过 100 米。

(4) 水准尺要立直，用黑面读数。转点要选择稳固可靠的点，用尺垫时要踩实。

(5) 读数时要注意气泡符合，消除视差，防止读错，记错。

(6) 仪器要保护好，迁站时仪器应抱在胸前，所有仪器盒等工具都要随人带走。

(7) 记录要书写整齐清楚，随测随记，不得重新誊抄。

五、上交资料

(1) 每人上交普通水准测量实习报告一份（见 25 页）；

(2) 每人上交普通水准测量记录手簿一份（见 26 页）。

实习三 四等水准测量

一、目的和要求

(1) 练习四等水准测量的观测、记录、计算和检核方法。

(2) 熟悉四等水准测量的观测程序及限差要求。

(3) 从一个已知水准点开始，选择一路线进行闭合水准路线测量，高差闭合差的容许值为

$$f_{h容} = \pm 20 \sqrt{L}$$

如观测成果满足精度要求，对观测成果进行整理，推算出待定点高程。

二、计划与仪器、工具

(1) 实习学时数安排为 2 个学时，每一实习小组由 4~6 人组成。

(2) 每个实习小组配备 DS3 水准仪 1 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个，记录板 1 块。2H 铅笔、计算器自备。

三、方法与步骤

(1) 在实习场地上选定一点 BM_1 作为已知高程点，高程假设为 160m，选择 1、2、3 三个点作为待定高程点。

(2) 四等水准观测顺序如下：

① 照准后视标尺黑面，按上下视距丝、中丝读数；

② 照准后视标尺红面，按中丝读数；

③ 照准前视标尺黑面，按上下视距丝、中丝读数；

④ 照准前视标尺红面，按中丝读数。

(3) 四等水准测量观测限差 (表 1-1)。

表 1-1

等级	仪器 类型	标准视线 长度/m	后前视距 差/m	后前视距差 累计/m	黑红面读数 差/mm	黑红面所测 高差之差/mm	检测间歇点高差 之差/mm
四等	S3	100	3.0	10.0	3.0	5.0	5.0

(4) 四等水准测量观测记录手簿。

(5) 用相同方法, 沿选定的路线, 依次设站, 经过 1、2、3 点连续观测, 最后仍回到 BM_1 。

(6) 进行计算检核, 在记录手簿中, 通过黑红两面的高差之差进行计算检核, 以确认测量和计算均合格。

(7) 计算高差闭合差, 在规定的限差范围内, 并对观测成果进行整理, 推算出 1、2、3 点的高程。

四、注意事项

(1) 注意四等水准测量的观测步骤, 严格按照规定的观测顺序进行;

(2) 每测站观测完毕后, 当场进行计算, 记入相应栏内, 各项限差均符合要求后方可迁站, 严防没有计算和检核就将后视尺垫移走;

(3) 注意正确填写记录, 做到边记录边计算, 以提高观测速度;

(4) 要选择好测站和转点的位置, 尽量避开行人和车辆的干扰, 保持前后视距大致相等, 视线长不超过 100 米, 前后视距差累计不要超过 10 米;

(5) 水准尺要立直, 用黑红两面读数, 转点要安放尺垫并踩实, 已知水准点和待测水准点不能放置尺垫;

(6) 读数时要注意气泡符合, 消除视差, 防止读错、记错, 记录要书写整齐清楚, 随测随记, 不得重新誊抄;

(7) 仪器要保护好, 迁站时仪器应抱在胸前, 所有仪器盒等工具都要随人带走。

五、上交资料

(1) 每人上交一份四等水准测量实习报告一份 (见 27 页);

(2) 每人上交一份三 (四) 等水准测量观测手簿一份 (见 28 页)。

实习四 水准仪的检验与校正

一、目的和要求

(1) 了解水准仪的构造原理与轴线关系。

(2) 练习水准仪的检验与校正方法。

(3) 重点掌握 i 角的检验原理、检验方法和校正方法。

二、计划与仪器、工具

(1) 实习时数安排为 2 个学时, 每一实习小组由 4~6 人组成。

(2) 每个实习小组配备 DS3 水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 尺垫 2 个, 改针 1 个, 记录板 1 块。2H 铅笔、计算器自备。

三、方法与步骤

(1) 检验与校正的顺序应遵循下述原则: 即前面检验的项目不受后面检验项目的影

(2) 检验与校正的顺序如下。

① 圆水准器的水准轴应与仪器的旋转轴平行的检验与校正

a. 检验方法 先用脚螺旋将圆水准器气泡居中，然后旋转仪器 180° ，若气泡仍居中，则表明此条件满足，可不校正；若气泡有了偏移，则表明条件不满足，需校正。

b. 校正方法 校正工作可以通过用改针调节水准器下面的螺钉来实现。操作时，分别调动三个螺钉使气泡向中间位置移动偏离长度的一半，校正后再检验一次，若还有偏移，再校正一次，直到满足条件为止。

② 十字丝横丝应与仪器旋转轴垂直的检验与校正

a. 检验方法 将仪器整平后，先用十字丝横丝的一端瞄准墙面上的一个点 P ，然后用微动螺旋缓慢地转动望远镜，观察 P 点是否始终在横丝上移动，若偏离了横丝，则说明条件不满足，需校正。

b. 校正方法 它是通过旋转十字丝分划板来校正。操作时，应先松动固定十字丝的螺钉，轻轻转动十字丝环至正确位置后，小心地固定十字丝分划板，防止将十字丝分划板的玻璃挤破。校正后再检验，直到满足条件为止。

③ 望远镜视准轴应与水准管的水准轴平行的检验与校正

a. 检验方法 在平坦地方选定适当距离的两个点 A 和 B ，并用木桩钉入地面，或用尺垫代替。置水准仪于 A 、 B 的中间，使两端距离严格相等，如图 1-1(a) 所示，此时测量出正确的高差 h_{AB} ，然后将仪器置于 B 点附近，如图 1-1(b) 所示，测量有 i 角影响的高差 h''_{AB}

按公式： $i = \frac{h''_{AB} - h_{AB}}{S_A'' - S_B''} \cdot \rho$ 计算出 i 角。

b. 校正方法 在校正前先算出： $x_A = \frac{i}{\rho} \cdot S_A$ 值，

再算出 A 标尺正确读数： $a_2 = a'_2 - x_A$

在 B 点不要搬动仪器，用微倾螺旋使读数对准 a_2 ，这时水准管气泡不居中，调节固定水准管的上下螺丝使气泡居中，调节时注意先松后紧。

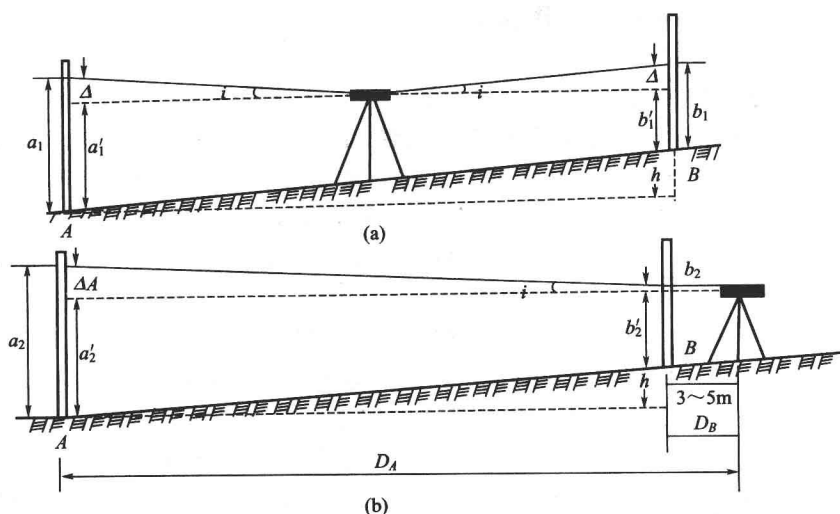


图 1-1

四、注意事项

(1) 水准仪是比较精密的仪器，其轴线关系较严格，校正需反复进行才能满足要求。

(2) 检验合格后,可不校正,确实需要校正的,在调节校正螺丝时,一定要先松后紧,动作要轻,不要用力过大,防止将仪器某些部件拧坏。

(3) 检验与校正必须严格按规定的步骤进行,操作仪器要认真细致,确定 i 角检验无误后再作校正调节。

五、上交资料

每人上交一份水准仪的检验与校正实习报告(见 29 页)。

实习五 J6 经纬仪的认识与使用

一、目的和要求

- (1) 了解 J6 经纬仪的构造,主要部件的名称和作用。
- (2) 练习经纬仪的对中、整平、瞄准和读数的方法。
- (3) 要求对中误差小于 3mm,整平误差小于一格。

二、计划与仪器工具

- (1) 实习时数安排为 2 个学时,每一实习小组由 4~6 人组成。
- (2) 每实习小组配备 J6 经纬仪 1 台,测钎 2 只,记录板 1 块。
- (3) 认识经纬仪的构造,熟悉经纬仪的操作。

三、方法与步骤

1. 经纬仪的安置

(1) 初步对重整平

① 用垂球对中 张开三脚架,安置在测站上,使三脚架高度适中,架头大致水平。挂上锤球,平移三脚架,使锤球尖大致对准测站点,并注意保持架头大致水平,并将架脚脚尖踩入土中。然后把经纬仪从箱中取出,用连接螺旋将其固连在三脚架上。调整脚螺旋,使圆水准器气泡居中。此时,如果垂球尖偏离测站点标志中心,稍松连接螺旋,双手扶住基座,在架头上平移仪器,使锤球尖准确对准测站点,最后旋紧连接螺旋。

② 用光学对中器对中 使架头大致对中和水平,连接经纬仪;调节光学对中器的目镜和物镜对光螺旋,使光学对中器的分划板小圆圈和测站点标志的影像清晰。固定一只三脚架腿,目视对中器目镜并移动其它两只架腿,使镜中小圆圈对准地面点,踩紧脚架,若光学对中器的中心与地面点略有偏离,可转动脚螺旋,使光学对中器对准测站标志中心,此时圆水准器气泡偏离,伸缩三脚架腿,使圆水准器气泡居中,注意脚架尖位置不能移动。

(2) 精确对中和整平 松开照准部制动螺旋,转动照准部,使水准管平行于任意一对脚螺旋的连线,两手同时反向转动这对脚螺旋,使气泡居中;将照准部旋转 90° ,转动第三只脚螺旋,使气泡居中。以上步骤反复 1~2 次,使照准部转到任何位置时水准管气泡的偏离不超过 1 格为止。此时若光学对中器的中心与地面点又有偏离,稍松连接螺旋,在架头上平移仪器,使光学对中器的中心准确对准测站点,最后旋紧连接螺旋。锤球对中误差在 3mm 以内,光学对中器对中误差在 1mm 以内。对中和整平一般需要几次循环过程,直至对中和整平均满足要求为止。

2. 瞄准目标

- (1) 转动照准部,使望远镜对向明亮处,转动目镜对光螺旋,使十字丝清晰。

(2) 松开照准部制动螺旋, 用望远镜上的粗瞄准器对准目标, 使其位于视场内, 固定望远镜制动螺旋和照准部制动螺旋。

(3) 转动物镜对光螺旋, 使目标影像清晰; 旋转望远镜微动螺旋, 使目标像的高低适中; 旋转照准部微动螺旋, 使目标像被十字丝的单根竖丝平分, 或被双根竖丝夹在中间。

(4) 眼睛微微左右移动, 检查有无视差, 如果有, 转动物镜对光螺旋予以消除。

3. 读数

(1) 调节反光镜的位置, 使读数窗亮度适当。

(2) 转动读数显微镜目镜对光螺旋, 使度盘分划清晰。注意区别水平度盘与竖直度盘读数窗。

(3) 读取位于分微尺中间的度盘刻划线注记度数, 从分微尺上读取该刻划线所在位置的分数, 估读至 $0.1'$ (即 $6''$ 的整倍数)。

盘左位置瞄准目标, 读出水平度盘读数, 纵转望远镜, 盘右位置再瞄准该目标, 两次读数之差约为 180° , 以此检核瞄准和读数是否正确。

四、注意事项

(1) 打开三脚架后, 要安置稳妥, 先粗略对中地面标志, 然后用中心螺旋把仪器牢固地连结在三脚架头上, 并把箱子关上;

(2) 仪器对中时, 先使架头大致水平, 若对中相差较远, 可将整个脚架连同仪器一块平移, 使垂球接近地面标志点, 然后再移动垂球与测站连线所指的一条腿, 当垂球偏离标志中心在 1 厘米以内时, 可旋松中心螺旋, 使仪器在架头上移动, 以达精确对中, 然后旋紧中心螺旋;

(3) 制动螺旋不可拧 (压) 得太紧, 微动螺旋不可旋得太松, 亦不可拧得太紧, 以处于中间位置附近为好。

五、上交资料

(1) 每人上交一份 J6 经纬仪的认识与使用实习报告 (见 31 页)。

(2) 每人上交一份水平度盘读数练习表 (见 32 页)。

实习六 水平角测量

一、目的和要求

(1) 掌握测回法和方向法测量水平角的操作方法、记录和计算。

(2) 测回法观测水平角, 选择两个方向目标进行观测, 其观测要求: 每位同学对同一角度观测一测回; 其限差要求: 上、下半测回方向值之差不超过 $\pm 30''$, 各测回方向值之差不超过 $\pm 30''$ 。

(3) 方向法观测水平角, 选择三个以上的方向目标进行观测, 其观测要求: 每位同学观测一测回, 上、下半测回均需要做“归零”观测; 其限差要求: 上、下半测回归零差不超过 $\pm 18''$, 上、下半测回同一方向的方向值之差不超过 $\pm 24''$, 各测回同一方向的方向值之差不超过 $\pm 18''$ 。

二、计划与仪器、工具

(1) 实习时数为 4 学时, 每组 4~6 人组成。

(2) 实习配备 J6 经纬仪 1 台, 测钎 4 只, 记录板 1 块。

(3) 实习结束后上交一份实习报告。

三、方法与步骤

(1) 在地面上选择一点作为测站，在地面或远处选择几个细长目标物作为观测目标，每位同学用测回法和方向法各测一个测回的角度值。

(2) 测回法观测步骤

① 在测站点安置经纬仪，对中、整平。

② 盘左位置，瞄准左手方向的目标，读取水平度盘读数，记入观测手簿；然后松开照准部制动螺旋，顺时针转动照准部，瞄准右手目标，读取水平度盘读数，记入观测手簿。

③ 盘右位置，松开照准部和望远镜制动螺旋，纵转望远镜成盘右位置，瞄准原右手方向的目标，读取水平度盘读数，记入观测手簿；然后松开照准部制动螺旋，逆时针转动照准部，瞄准原左手方向的目标，读取水平度盘读数，记入观测手簿。

(3) 方向法观测步骤

① 安置经纬仪于测站点，精确对中、整平。

② 将度盘置于盘左位置并任选一方向 A 为起始方向，置度盘读数至略大于 0° ，精确瞄准目标并读取此读数。松开照准部水平制动螺旋，顺时针方向依次瞄准目标 B 、 C 、 D 并读数。最后再次瞄准起始方向 A （称为归零），并读数。以上为半个测回。两次瞄准起始方向 A 点的读数之差称为“归零差”，若限差超限，均应重测。

③ 将度盘置于盘右位置照准起始方向 A ，并读数。而后按逆时针方向依次照准目标 D 、 C 、 B 、 A 并读数。以上称为下半测回。

四、注意事项

- (1) 仪器要安置稳妥，对中、整平要仔细；
- (2) 目标不能瞄错，并尽量瞄准目标下端；
- (3) 观测目标要认真消除视差；
- (4) 在观测中若发现气泡偏离较多，应废弃重新整平观测；
- (5) 在测站上应及时计算角值，如果超限，应重测。

五、上交资料

- (1) 每人上交一份水平角的测量实习报告（见 33 页）；
- (2) 每人上交一份水平角观测手簿（见 34 页）。

实习七 竖直角测量

一、目的和要求

- (1) 掌握竖直度盘的构造和测量竖直角的操作方法、记录和计算。
- (2) 使用中丝法观测竖直角，选择一至两个方向目标进行观测，其观测要求：每位同学对同一目标观测一个测回，并计算出一测回竖直角的角度值和竖直度盘的指标差。

二、计划与仪器工具

- (1) 实习时数为 2 学时，每组 4~6 人组成。
- (2) 实习配备 J6 经纬仪 1 台，测钎 4 只，记录板 1 块。
- (3) 实习结束后上交一份实习报告。

三、方法与步骤

(1) 在地面上选择一点作为测站，在远处选择一个目标物作为观测目标，每位同学用中丝法测一个测回。