

21 CENTURY

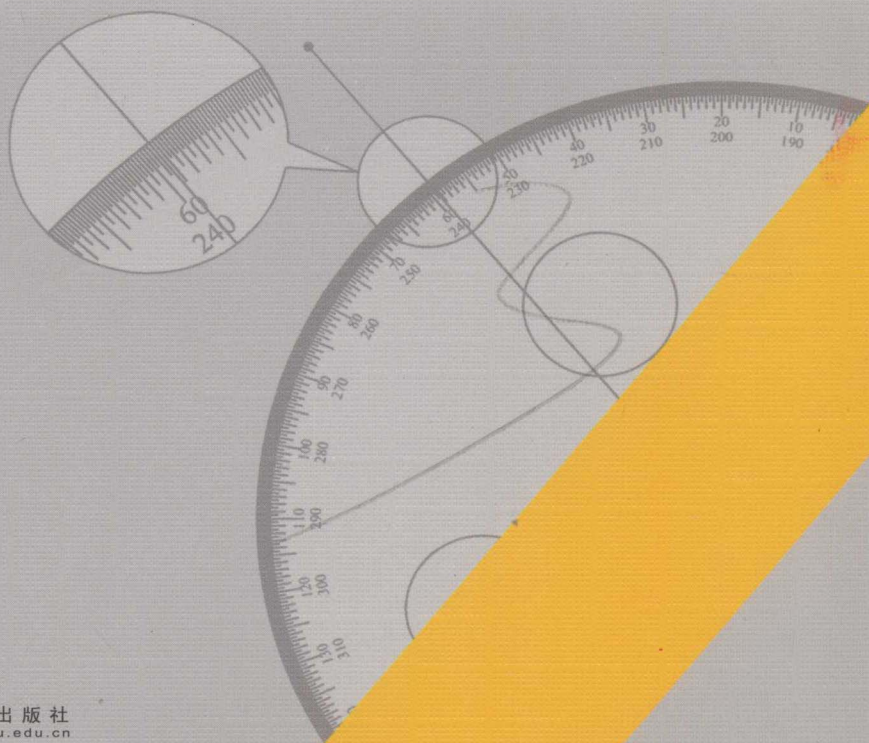
刘秋美 \ 主 编

21世纪普通高等院校应用型人才培养规划教材——**土木工程类**

ERSHIYI SHIJI PUTONG GAODENG YUANXIAO YINGYONGXING
RENCAL PEIYANG GUIHUA JIAOCAI TUMU GONGCHENGLEI

土木工程测量实习指导书

TUMU GONGCHENG CELIANG SHIXI ZHIDAOSHU



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 CENTURY

21世纪普通高等院校应用型人才培养规划教材——土木工程类

ERSHIYI SHIJI PUTONG GAODENG YUANXIAO YINGYONGXING
RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI TUMU GONGCHENGLEI

土木工程测量实习指导书

TUMU GONGCHENG CELIANG SHIXI ZHIDAOSHU

刘秋美 \ 主 编



西南交通大学出版社

[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

土木工程测量实习指导书

专业：_____

班级：_____

学号：_____

姓名：_____

前 言

本书是《土木工程测量》的配套教材。在测量课程的教学体系中，课间实习与期终综合实训教学环节是整个教学过程中必不可少的部分，它们起着巩固课堂知识、理论联系实际的作用。本书系统地介绍了测量实习和实训中所涉及的基本理论知识、实验目的、实验仪器、实验内容、实验步骤、注意事项等，并给出了用于记录的标准表格。本书在编写中紧密结合施工现场测量工作的实际情况，从而使得编制的实习操作指导内容清晰、详尽，便于学生使用和进行实习训练，也是教师指导学生测量实习、考核学生动手能力的适用教材。本书可作为高等学校土建、市政、规划、交通等专业的测量学配套教材，供课堂教学和试验、实习使用，也可供从事测量工作的工程技术人员参考。

全书分为三部分：第一部分，测量实习一般要求；第二部分，测量课间实习；第三部分，测量综合实训。本书注重工程测量的基本理论、基本计算、基本操作和应用实践，突出“实践”和“实用”两大特点。

全书由贵州大学教师刘秋美主编。限于编者水平有限，书中难免存在不足之处，诚恳希望使用本书的师生以及其他读者给予批评、指正。

编 者

2010年11月

目 录

第一部分 测量实习一般要求	1
第二部分 测量课间实习	6
实习一 水准仪的认识与使用	6
实习二 普通水准测量	10
实习三 微倾式水准仪的检验与校正	14
实习四 经纬仪的认识及使用	17
实习五 测回法测水平角	19
实习六 竖直角测量	21
实习七 经纬仪的检验与校正	23
实习八 电子经纬仪的认识与使用	26
实习九 钢尺量距与直线磁方位角测定	28
实习十 经纬仪视距测量	30
实习十一 经纬仪测绘法测绘地形测图	32
实习十二 全站仪的认识与使用	35
实验十三 GPS 接收机的认识和使用	38
实习十四 场地平整的土方计算	40
实习十五 极坐标法测设点位、高程	42
实习十六 建筑物的定位与龙门板的设置	44
实习十七 据已有建筑物进行建筑物定位	46
实习十八 圆曲线主点及偏角法详细测设	47
第三部分 测量综合实训	49

第一部分 测量实习一般要求

一、实习目的

- (1) 掌握测量仪器的操作方法。
- (2) 掌握正确的观测、记录和计算方法，能求出正确的测量结果。
- (3) 巩固并加深课堂所学的基本理论，做到理论与实际相结合。

二、实习要求

(1) 实习开始前，以小组为单位到测量实习室领取仪器和工具，并做好仪器使用登记工作。领到仪器后，到指定实习地点集中，待实习指导教师作全面讲解后，方可开始实习。

(2) 对实习规定的各项内容，小组内每人均应轮流操作。实习结束后，实习报告应独立完成。

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

(4) 必须遵守本实习指导书所列的“测量仪器工具的借用规则”或“测量记录与计算的规则”。

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

(6) 实习中出现仪器故障、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) 实习结束时，应把观测记录和实习报告交实习指导教师审阅，经教师认可后方可收拾和清理仪器、工具。最后，将仪器、工具归还实习室。

三、测量仪器借用规则

测量仪器精密、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) 每次实习前，以小组为单位。由组长（或指定专人）向仪器室领借仪器、工具，借用者应当场清点、检查，若有不符，当即向发放人说明，以分清责任。领借仪器、工具时，必须遵守仪器室的制度，做到不随地吐痰、不大声喧哗。

(2) 领借仪器时，无关人员到实习现场等候，不准在走廊内喧哗。

(3) 各组借用的仪器、工具不许任意转借或调换；若发现丢失、损坏，应立即向指导教

师和仪器室报告,并填写“仪器损坏报告单”,视情节轻重给予适当处理。

(4) 实习完毕,应清理仪器、工具上的泥土,及时收装仪器、工具,送还仪器室,待仪器发给人检查验收后方可离开。

四、测量仪器、工具的正确使用和维护

1. 领取仪器时检查项目

(1) 仪器箱盖是否关妥、锁好。

(2) 背带、提手是否牢固。

(3) 脚架与仪器是否相配,脚架各部分是否完好,脚架腿伸缩处的连接螺旋是否滑丝。要防止因脚架未架牢而摔坏仪器,或因脚架不稳而影响作业。

2. 打开仪器箱时的注意事项

(1) 仪器箱平放在地面上或其他平台上后才能开箱,不要将仪器托在手上或抱在怀里开箱,以免将仪器摔坏。

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

3. 从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、杂草等脏物进入箱内;另外,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,以免玷污而影响成像质量。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。

4. 架设仪器时的注意事项

(1) 伸缩式脚架的三条腿抽出后,要把固定螺旋拧紧,但不可用力过猛而造成螺旋滑丝。要防止因螺旋未拧紧而使脚架自行收缩而摔坏仪器。另外,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:并得太靠拢则容易被碰倒,分得太开则容易滑开,这都会造成事故。若在斜坡上架设仪器,应使两条腿在坡下(稍放长),一条腿在坡上(稍缩短);若在光滑地面上架设仪器,要采取安全措施(如用细绳将脚架三条腿连接起来),防止脚架滑动摔坏仪器。

(3) 在脚架安放稳妥并将仪器放到脚架上后,应一手握住仪器,另一手立即旋紧仪器和脚架间的中心连接螺旋,避免仪器从脚架上掉下摔坏。

(4) 仪器箱多为薄型材料制成,不能承重,因此严禁蹬、坐在仪器箱上。

5. 仪器在使用过程中要做到

(1) 在阳光下观测必须撑伞, 防止日晒和雨淋(包括仪器箱), 且雨天应禁止观测。对于电子测量仪器, 在任何情况下均应撑伞防护。

(2) 任何时候仪器旁边必须有人守护。禁止无关人员拨弄仪器, 注意防止行人、车辆碰撞仪器。

(3) 如遇目镜、物镜外表面蒙上水汽而影响观测(在冬季较常见), 应稍等一会儿或用纸片扇风使水汽散发。如镜头上有灰尘应用仪器箱中的软毛刷拂去。严禁用手帕或其他纸张擦拭, 以免擦伤镜面。观测结束应及时套上物镜盖。

(4) 操作仪器时, 用力要均匀, 动作要准确、轻捷。制动螺旋不宜拧得过紧, 微动螺旋和脚螺旋宜使用中段螺纹, 用力过大或动作太猛都会对仪器造成损伤。

(5) 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。

6. 仪器迁站时的注意事项

(1) 在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) 在近距离且平坦地区迁站时, 可将仪器连同三脚架一起搬迁。首先, 检查连接螺旋是否旋紧, 松开各制动螺旋, 再将三脚架腿收拢; 然后, 一手托住仪器的支架或基座, 一手抱住脚架, 稳步行走。搬迁时切勿跑行, 防止摔坏仪器。严禁将仪器横扛在肩上搬迁。

(3) 迁站时, 要清点所有的仪器和工具, 防止丢失。

7. 仪器装箱时的注意事项

(1) 仪器使用完毕, 应及时盖上物镜盖, 清除仪器表面的灰尘和仪器箱、脚架上的泥土。

(2) 仪器装箱前, 要先松开各制动螺旋, 将脚螺旋调至中段, 然后一手握住仪器支架或基座, 另一手将中心连接螺旋旋开, 双手将仪器从脚架上取下放入仪器箱内。

(3) 仪器装入箱内要试盖一下, 若箱盖不能合上, 说明仪器未正确放置, 应重新放置, 严禁强压箱盖, 以免损坏仪器。在确认安放正确后再将各制动螺旋略为旋紧, 以防止仪器在箱内自由转动而损坏某些部件。

(4) 清点箱内附件, 若无缺失则将箱盖盖上、扣好搭扣、上锁。

8. 测量仪器的使用须知

(1) 使用钢尺时, 应防止扭曲、打结, 防止行人踩踏或车辆碾压, 以免折断钢尺。携尺前进时, 不得沿地面拖拽, 以免钢尺的尺面刻划磨损。使用完毕, 应将钢尺擦净并涂油防锈。

(2) 使用皮尺时应避免沾水, 若受水浸, 应晾干后再卷入皮尺盒内。收卷皮尺时, 切忌扭转卷入。

(3) 水准尺和花杆, 应注意防止受横向压力, 不得将水准尺和花杆斜靠在墙上、树上或电线杆上, 以防倒下摔断, 不使用时一定要平放在地面上; 也不允许在地面上拖拽或用花杆作标枪投掷。

(4) 小件工具如锤球、尺垫等, 用完即收, 防止遗失。

(5) 不允许任何人坐在仪器箱上。

(6) 测绘仪器属于价格较高的精密设备,使用时要精心爱护。无论仪器或其他工具,如有发生损坏、丢失等现象,一律按价赔偿。

9. 全站仪及其他光电仪器的正确使用与保护方法

电子经纬仪、电磁波测距仪、全站仪、GPS接收机等光电测量仪器,除应按上述普通光学仪器进行使用和保养外,还应按电子仪器的有关要求使用 and 保养。特别应注意:

- (1) 尽量选择在大气稳定、通视良好的时候观测。
- (2) 避免在潮湿、肮脏、强阳光下以及热源附近充电。
- (3) 严禁把仪器存放在湿热环境下。使用前,要及时打开仪器箱,使仪器与外界温度一致。应避免温度聚变使镜头起雾而影响观测成果质量和工作效率(如全站仪会缩短仪器测程)。
- (4) 观测时不要将望远镜直视太阳。
- (5) 观测时,应尽量避免日光持续曝晒或靠近车辆热源,以免降低仪器精度和效率。
- (6) 使用测距仪或全站仪望远镜瞄准反射棱镜进行观测时,应尽量避免在视场内存在其他反射面如交通信号灯、猫眼反射器、玻璃镜等。
- (7) 在潮湿的地方进行观测时,观测完毕将仪器装箱前,要立即彻底除湿,使仪器保持干燥状态。
- (8) 要养成及时关闭电源的良好习惯。在进行仪器拆接时,一定要先关闭电源。一般电子仪器的微处理器(电子手簿)都有内置电池,不会因为关闭电源而丢失数据。另外,长时间不观测又不关闭电源时,不仅会浪费电,而且容易出现误操作。

五、测量记录与计算规则

- (1) 所有观测成果均用绘图铅笔(1H~3H)记录在专用表格内,不得先记在零星纸上,再行转抄。
- (2) 字体力求工整、清晰,按稍大于格子一半的高度填写,留出可供改错用的空隙。
- (3) 记录数字要齐全,不得省略必要的零位。如水准读数1.600,不能写作1.6;度盘读数 $185^{\circ}00'06''$ 不能写 $185^{\circ}0'6''$ 或 $185^{\circ}6''$ 。普通测量记录的位数规定见表1.1。

表 1.1 测量数据单位及记录的位数

测量种类	数字的单位	记录位数
水准	m	小数点后3位
量距	m	小数点后3位
角度的分	'	两位
角度的秒	"	两位

- (4) 观测者读出读数后,记录者要复诵一遍,以防听错、记错。
- (5) 禁止擦拭、涂改和挖补数据。记录数字如有差错,不准用橡皮擦去,也不准在原数字上涂改,应根据具体情况进行改正:如果是米、分米或度位数字读(记)错,则可在错误数字上画一斜线,保持数据部分的字迹清楚,同时将正确数字记在其上方;如为厘米、毫米、

分或秒位数字读（记）错，则该读数无效，应将本站或本测回的全部数据用斜线画去，保持数据部分的字迹清楚，并在备注栏中注明原因，然后重新观测，并重新记录。测量过程中，不准更改的数据及重测范围规定见表 1.2。

表 1.2 不得更改的测量数据数位及应重测的范围

测量种类	不准更改的数位	应重测的范围
水准	厘米及毫米的读数	该测站
水平角	分及秒的读数	该测回
竖角	分及秒的读数	该测回
量距	厘米及毫米的读数	该尺段

（6）根据所取的位数，按“四舍六入，五前奇进偶舍”的规则进行凑整。如 1.3144、1.3136、1.3145、1.3135 等数，若取 3 位小数，则均记为 1.314。

（7）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，严禁因超限等原因而更改观测记录数据。

第二部分 测量课间实习

测量课间实习是课堂教学期间就某一章节内容讲授之后安排的实践性教学,是加深学生对抽象概念理解的途径。通过课间实习,使学生巩固课堂所学的基本概念,初步掌握测量工作的基本技能,并为课程后续内容的学习打好基础。本部分共列出 18 个课间实习,其先后顺序基本上按“土木工程测量”课程的顺序安排。教师可根据教学需要对这些实习项目进行合并、取舍。

实习一 水准仪的认识与使用

一、实习目的与要求

- (1) 认识水准仪的构造、各部件的名称和作用。
- (2) 初步掌握水准仪使用的步骤和方法。
- (3) 测量地面上两点间的高差。
- (4) 要求每人安置一至两次水准仪,测定地面上两点间的高差。

二、实习仪器及工具

DS₃水准仪 1 台,水准尺 1 把,视需要加测伞 1 把,铅笔 1 支(自备)。

三、实习方法和步骤

1. 水准仪的使用

- (1) 安置仪器。

① 松开三脚架,使架头大致水平,并使其高度适中。在泥土地面上时,应将三脚架的脚尖踩入土中,以防仪器下沉;在水泥地面上时,要采取防滑措施;对倾斜地面,应将三脚架的一个脚安放在高处,另两只脚安置在低处。

② 打开仪器箱,记住仪器的摆放位置,以便仪器装箱时按原位放回。将水准仪从箱中取出,用中心连接螺旋连在三脚架上,中心连接螺旋松紧要适度。

- (2) 粗平:就是旋转脚螺旋使圆水准器气泡居中,从而使仪器大致水平。

① 先旋转任意两个脚螺旋，将圆水准器气泡调至与这两个脚螺旋方向相垂直的位置线上，脚螺旋的旋转方向与气泡移动方向之间的规律是：气泡移动的方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向一致，而与右手大拇指转动方向相反。如图 2.1 所示，可先转动①、②两个脚螺旋，使气泡从图 2.1 (a) 所示 a 点位置转至图 2.1 (b) 所示 b 点位置。

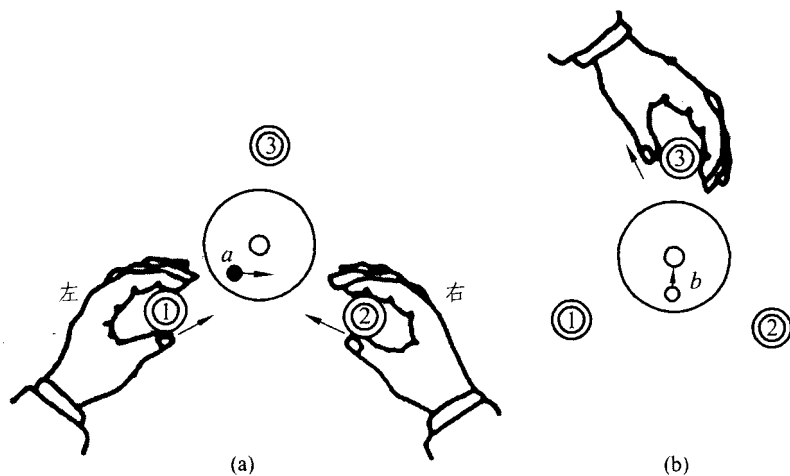


图 2.1 水准仪的粗平

② 转动脚螺旋③使气泡居中（旋转脚螺旋时为了快速粗平，在坚实地面上时，可固定脚架的两条腿，一手扶住脚架顶部，另一手握住第三条腿做前后左右移动，并保持圆水准器气泡离中心不远，然后再用脚螺旋粗平）。

③ 若第②步仍不能使气泡居中，则应重复上述两步工作，直到气泡居中为止。

若从仪器构造上分析脚螺旋的旋转方向与气泡移动方向之间的规律，即：气泡在哪个方向，则仪器哪个方向位置高；脚螺旋顺时针方向（俯视）旋转，则此脚螺旋位置升高，反之则降低。

（3）瞄准。

先用望远镜上的照门和准星粗略瞄准水准尺，将仪器制动；转动目镜对光螺旋调清十字丝，再转动物镜对光螺旋使水准尺分划成像清晰；消除视差后，再转微动螺旋使十字丝交点精确瞄准水准尺。

（4）精平。

精平就是转微倾螺旋使水准管气泡居中，即在目镜旁的气泡观察窗内看到“U”形影像，即使水准管气泡两端的半边影像吻合成圆弧抛物线形状，如图 2.2 所示。

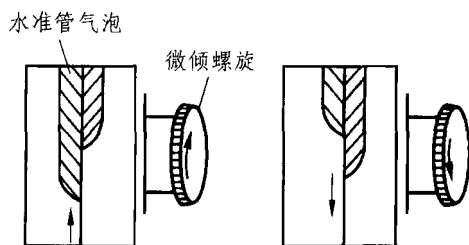


图 2.2 水准仪的精平

(5) 读数。

精平后立即读取中丝在水准尺上所截取的读数，读数时须从上到下、从小到大，并估读到 mm。读完数立即检查仪器是否仍精平，若气泡偏离较大，需重新调平再读数。

2. 测定地面上两点间的高差

(1) 在地面选定 A 、 B 两个固定点，并在点上立水准尺。

(2) 在 A 、 B 两点间安置水准仪，并使仪器至两点间距离大致相等。

(3) 瞄准后视点 A (设 A 点高程已知， $H_A = 100.000\text{ m}$)，精平后读后视读数 a ，记入记录表中。

(4) 瞄准前视水准尺 B ，精平后读前视读数 b ，记入记录表中。

(5) 计算 A 、 B 间的高差 h_{AB} ， $h_{AB} = a - b$ 。

(6) 计算 B 点的高程 H_B ， $H_B = H_A + h_{AB}$ 。

同组成员轮流按上述步骤操作，要求所测高差互差 $\leq \pm 6\text{ mm}$ 。

四、实习结果

将实习数据填入水准仪的使用观测记录表中，并计算完成表中的各项内容。

水准仪的使用观测记录表

测站	点号	后视读数	前视读数	高差/m		高程	备注
				+	-		
Σ							
计算校核							

实习二 普通水准测量

一、实习目的与要求

- (1) 进一步熟练掌握水准仪的使用步骤和方法。
- (2) 掌握普通水准测量的观测、记录、计算及计算检核的方法。
- (3) 掌握闭合差的调整及高程计算的方法。

二、实习仪器及工具

DS₃水准仪 1 台、水准尺 2 把、尺垫 2 个, 视需要加测伞 1 把, 铅笔、计算器 (自备)。

三、实习方法与步骤

先在指定场地上选定一已知高程点 A (其高程由教师提供), 然后选一条至少能测 5 个站的闭合 (或附合) 水准路线, 并在路线中间位置选取一个坚固点 B 作为待测高程点。其具体按下列步骤施测:

(1) 甲尺手在水准点 $BM.A$ 上立尺; 观测者在闭合水准路线上的适当位置 1 处 (距 A 不宜超过 50 m) 安置水准仪; 乙尺手步量 A_1 的距离, 并从仪器起到 B 的路线上步量同样的距离后, 选转点 TP_1 , 以尺垫标志, 并在尺垫上立尺。

(2) 观测者操作水准仪按一个测站上的程序瞄准后视尺 (本站为甲尺), 精平后读后视读数 a_1 , 记入手簿; 再瞄准前视尺 (本站为乙尺), 精平后读前视读数 b_1 , 记入手簿。

(3) 升高或降低仪器 10 cm 以上, 重新安置仪器并重复第 (2) 步工作。

(4) 计算测站高差, 若两次测得高差之差小于或等于 6 mm, 则取平均值作为本站高差并记入观测手簿。

(5) 观测者将水准仪搬至适当位置处安置, 同时甲尺手将尺移至转点 TP_2 (注意用目估或步量使前、后视距离大致相等), 以尺垫标志, 并在尺垫上立尺, TP_1 处的乙尺不动。

(6) 观测者后视 TP_1 读 a_2 , 记入手簿; 前视 TP_2 读 b_2 , 记入手簿。重复第 (3)、(4) 步工作。

(7) 同法继续进行, 最后测回到 A 点 (或另一个已知水准点)。

(8) 计算检核:
$$\sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i = \sum_{i=1}^n h_i = H_B - H_A$$

(9) 根据已知点高程及各测站的高差, 计算水准路线的高差闭合差, 并检查高差闭合差是否超限, 其计算与调整限差公式为

$$f_{h容} = \pm 12\sqrt{n} \text{ mm 或 } f_{h容} = \pm 40\sqrt{L} \text{ mm}$$

式中 n ——测站数;

L ——水准路线的长度, 以千米为单位。

(10) 若高差闭合差在容许范围内, 则对高差闭合差进行调整计算待定点的高程; 若超限, 则重测。具体参见《土木工程测量》教材相关章节。

四、实习结果

将实习观测数据填入水准测量记录表中, 并计算完成表中的各项内容。

水准测量记录表（双仪器高法）

测站	点号	水准尺读数/m		高差/m	平均高差/m	备注
		后视	前视			
Σ						
计算校核						