

Celiang Shiyan

高等院校精品实验指导 测量实验

王铁生 主 编
陈武新 张 冰 副主编

Experiment
Instruction



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等院校精品实验指导 测量实验

陈武新 张 冰 副主编



内 容 提 要

本书为“高等院校精品实验指导”丛书之一，是测量学课程的配套实验与实习教材。主要内容包括测量实验、测量作业、测量实习任务书及指导书、测量实习操作考试题选，可用于对学生测量的外业操作技能和内业计算能力进行全面训练。

本书可供高等院校本科土木工程各非测绘专业及高职高专各相关专业的测量学课程的实践教学和学生自学使用，并可供生产单位测量、施工等专业技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

测量实验/王铁生主编. —北京: 中国水利水电出版社,
2009

(高等院校精品实验指导)

ISBN 978-7-5084-6116-8

I. 测… II. 王… III. 测量—实验—高等学校—教学参
考资料 IV. P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 189404 号

书 名	高等院校精品实验指导 测量实验
作 者	王铁生 主编 陈武新 张冰 副主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 4.5 印张 107 千字
版 次	2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	9.80 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

测量实验为测绘学课程的配套教材,主要由三部分组成。第一部分为测量实验,内容包括对普通光学水准仪、光学经纬仪等的认识实验和检校,全站仪、GPS接收机的认识与使用实验,水准测量、角度测量、全站仪测量等基本测量工作,以及点的平面位置测设等共十三项实验;第二部分为测量作业,内容包括水准测量、角度测量、距离测量、测量误差理论、导线测量、地形图应用与施工放样等相关章节基本内容的习题。为便于掌握各章节的重点和难点,特精选了部分习题作为必做作业;第三部分为测量实习任务书及指导书,包括实习的任务、基本要求、实习的目的、实习的主要内容和基本作业要求、人员组织、作业时间分配、注意事项、上交实习成果、测绘新仪器、新技术讲座、操作考核、成绩评定方法等内容。

每个实验包括目的和要求、仪器和工具、方法和步骤、注意事项,格式规范、意义明确、并配有相关记录表格、计算表格,方便学生直接记录、计算和上交实验实习成果。精选的习题具有代表性,涉及测绘学课程的重点内容。实验、习题与实习其目的就是为了加强理论与实践的结合,具有可操作性和实用性,对提高学生的实践操作技能和内业的计算能力具有重要作用,相关院校授课教师可根据实际情况选用其中部分内容。

本书由华北水利水电学院王铁生、张冰,以及河南工业大学陈武新编写。王铁生担任主编,陈武新、张冰担任副主编。全书由王铁生统稿。

由于编者水平有限,书中疏漏、错误和不足之处恳请广大教师和读者提出宝贵意见,敬请读者将使用中的问题和建议发送到 wts@ncwu.edu.cn。

编 者

2008年8月

目 录

前言

第一部分 测量实验	1
测量实验须知与守则	1
实验一 DS ₃ 型水准仪的认识与使用	2
实验二 普通水准测量	4
实验三 DS ₃ 型微倾式水准仪的检验与校正	7
实验四 DJ ₆ 型光学经纬仪的认识与使用	10
实验五 水平角测量 (一) ——测回法	13
实验六 水平角测量 (二) ——方向观测法	15
实验七 竖直角测量与竖盘指标差的检验	17
实验八 DJ ₆ 型光学经纬仪的检验与校正	18
实验九 视距测量	20
实验十 电磁波测距及全站仪的使用	22
实验十一 建筑物轴线放样	23
实验十二 GPS 接收机的认识与使用	24
实验十三 地形图的识读	25
第二部分 测量作业	28
作业一	28
作业二	29
作业三	30
作业四	32
作业五	34
作业六	34
作业七	35
作业八	38
作业九	39
作业十	40

第三部分 测量实习任务书及指导书	41
测量实习须知	41
测量实习任务及指导	42
实习报告	60
附录 测量实习操作考试题选	64
实习操作考查题之一——水准测量	64
实习操作考查题之二——角度测量	65

第一部分 测量实验

测量实验须知与守则

一、测量实验目的及有关规定

(1) 测量实验的目的一方面是为了验证、巩固在课堂上所学的理论知识；另一方面是熟悉测量仪器的构造和使用方法，培养学生进行测量工作的基本操作技能，使学到的理论与实践紧密结合起来。

(2) 在实验之前，必须复习教材中的有关内容；认真仔细地预习本书，明确目的和要求、方法步骤及注意事项，以保证按时完成实验。

(3) 实验分小组进行，组长负责组织协调工作，办理所用仪器工具的借领（组长必须带学生证）和归还手续。每人都必须认真仔细地操作，培养独立工作能力和严谨的科学态度，同时要发扬互相协作精神。

在实验过程中或结束时，发现仪器工具有遗失、损坏情况，应立即报告指导教师；同时，要查明原因及责任人，填写仪器损坏事故单，根据情节轻重，按照学院的规定进行赔偿和处理。

(4) 实验结束时，应提交书写工整、规范的实验报告。

二、记录与计算规则

(1) 实验所得各项数据的记录和计算，必须按记录格式用 2H 或 3H 铅笔认真填写。字迹应清楚，边观测边记录，观测者读出数字后，记录者应将所记数字复诵一遍，以防听错、记错。不准先记在草稿纸上，然后誊入记录表中，更不准伪造数据。

(2) 记录错误时，不准用橡皮擦去，不准在原数字上涂改，应将错误的数字划去并把正确的数字记在原数字上方。记录数据修改后或观测成果废去后，都应在备注栏内注明原因（如测错、记错或超限等）。

(3) 禁止连环更改数字，例如：水准测量中水准尺的黑、红面读数；角度测量中的盘左、盘右读数；距离丈量中的往测与返测结果等，均不能同时更改相关的数，否则，必须重测。

测站计算与检核，必须在本测站现场完成，确认无误后方可迁站。

(4) 数据运算中的凑整（取舍）规则是：“大于 5 者进；小于 5 者舍；正好是 5 者，则看其前位数，奇数进、偶数舍”。

三、仪器、工具的使用方法及注意事项

以小组为单位到指定地点领取仪器、工具，领借时应当场清点检查，如有缺损，立即报告实验室管理员给予补领或更换。

(1) 携带仪器时，注意检查仪器箱是否扣紧、锁好，拉手和背带是否牢固，并注意轻拿轻放。开箱时，应将仪器箱放置平稳。开箱后，看清并切记仪器在箱内安放的位置，以使用按原位放回。提取仪器时，应用双手握住支架或基座轻轻取出，放在三脚架上，保持一手握住仪器，一手拧连接螺旋，使仪器与三脚架牢固连接。仪器取出后，应关好仪器箱，严禁在箱上坐人。

(2) 仪器安置好后，必须有人看管，以防发生意外。

(3) 若发现透镜表面有灰尘或其他污物，须用软毛刷或擦镜头纸拂去，严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭，以免损坏镜面。

(4) 各制动螺旋勿拧过紧，以免损伤；各微动螺旋勿转至尽头，防止其弹簧压缩过紧而失灵。

(5) 近距离搬站，应放松制动螺旋，一手握住三脚架放在肋下，一手托住仪器，放置胸前稳步行走，或将固定仪器的脚架放在肩上周转。不准将仪器斜扛肩上，以免损伤仪器。若距离较远，必须装箱搬站。

(6) 仪器装箱时，应松开各制动螺旋，按原样放回后，先试关一次，确认放妥后，再拧紧各制动螺旋，以免仪器在箱内晃动，最后关箱、上锁。

(7) 水准尺、标杆不准用作担抬工具，以防弯曲变形或折断。

(8) 使用钢尺和纤维尺时，应防止扭曲、打结和折断，防止行人踩踏或车辆碾压，尽量避免尺身沾水。携尺前进时，应将尺身提起，不得沿地面拖行，以防损坏刻划。

四、成绩考核

根据每个同学所完成实验的数量及实验报告的质量评定成绩，测量学实验与作业将计入相关学科的结业成绩，所占比例一般为 20%~30%。对抄袭他人实验数据或作业者，作零分计算。

实验一 DS₃ 型水准仪的认识与使用

一、目的和要求

- (1) 了解 DS₃ 型水准仪的基本构造，认识其主要部件的名称及功能。
- (2) 练习、熟悉水准仪的安置、瞄准、消除视差与读数的方法。
- (3) 用水准仪测量地面上两点间的高差（点位由各小组选定）。

二、仪器和工具

DS₃ 型水准仪 1 台，三脚架 1 个，工程水准尺 1 支，记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 安置仪器

将脚架张开，使其高度适当（大约与观测者的胸部同高），架头大致水平，并将脚尖踩入土中。再开箱取出仪器（注意：取仪器时，切记仪器在箱内的放置状态，以便收仪器时按原位放回），由连接螺丝将其固连在三脚架上。

2. 认识仪器

根据本组所借领的仪器型号，认识仪器各部件的名称，熟悉其作用及操作使用方法，并在表 1-1 中填写各部件的功能。同时，弄清水准尺的分划与注记及其读数方法。

表 1-1 DS₃ 型水准仪的部件名称及功能

仪器型号：_____ 仪器编号：_____ 组 号：_____ 日 期：_____

部 件 名 称	功 能
准星与缺口（或粗瞄器）	
目镜调焦螺旋	
物镜调焦螺旋	
望远镜制动螺旋	
望远镜微动螺旋	
微倾螺旋（DZS ₃₋₁ 型不填此项）	
脚螺旋	
圆水准器	
管水准器（DZS ₃₋₁ 型不填此项）	
DZS ₃₋₁ 型自动安平警告指示	

3. 粗略整平

先用双手同时向内（或向外）转动一对脚螺旋，使圆水准器气泡移动到中间，再转动第三只脚螺旋使圆气泡居中，通常须反复进行。

4. 瞄准水准尺、精平与读数

（1）瞄准。立尺员将水准尺立于某地面点上，观测员松开水准仪制动螺旋，转动仪器，用准星和缺口粗略瞄准水准尺，固定制动螺旋，用望远镜微动螺旋使水准尺影像大致位于视场中央；转动目镜调焦螺旋进行调焦，使十字丝分划清晰，再转动物镜调焦螺旋看清水准尺影像；再转动望远镜微动螺旋，使十字丝纵丝靠近水准尺一侧，若存在视差，则应反复仔细进行物镜和目镜调焦予以消除。

（2）精平（DZS₃₋₁型自动安平水准仪无须此项操作）。转动微倾螺旋，使符合水准器气泡两端的影像精密吻合（即呈现圆弧状）。

（3）读数。用中丝在水准尺上读取 4 位读数，即米、分米、厘米及毫米位。读数时应先估出毫米数，然后按米、分米、厘米及毫米，一次读出 4 位数。（注意：读数应从小往大读，即对于倒像望远镜应从上向下读，而对于正像望远镜则应从下往上读）。

5. 测定地面两点间的高差

（1）在地面上选定相距 40~50m、较坚固的 A、B 两点。

(2) 在 A、B 两点之间安置水准仪，使仪器至 A、B 两点的距离大致相等。

(3) 立尺员将水准尺竖立于 A 点上。观测员将望远镜瞄准 A 点上的水准尺，精平后读数（后视读数），记录员记入表中测点 A 一行的后视读数栏下。

(4) 立尺员再将水准尺立于 B 点上，观测员转动望远镜瞄准 B 点上的水准尺，精平后读数（前视读数），记录员记入表中测点 B 一行的前视读数栏下。

(5) 计算 A、B 两点间的高差 h_{AB} 及 B 点高程 H_B ，即

$$h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

四、记录格式

记录格式见表 1-2。

表 1-2 水准仪认识实习数据记录表

仪器型号：_____ 观测者：_____ 记录者：_____ 日期：_____

测 点	后 视 读 数 (m)	前 视 读 数 (m)	高 差 (m)	高 程 (m)	备 注
A				86.879	假设高程
B					

五、注意事项

(1) 本次实验为第一次使用测量仪器，应严格执行操作规程，防止损伤仪器。

(2) 不懂、不会的地方要及时请教老师；若违章操作，后果自负。

实验二 普通水准测量

一、目的和要求

(1) 练习普通水准测量（俗称工程水准测量）的观测、记录、计算与检核的方法。

(2) 由一个已知高程点 A（点位自选，注意做标记）开始，经待定高程点 B、C，再闭合于 A 点。全程分为 3 个测段，每测段含 2 个测站，组成一条闭合水准路线。通过计算，求出 B、C 点的高程。

高差闭合差的允许值按式 (1-1) 计算：

$$f_{h允} = \pm 40 \sqrt{n} \quad (1-1)$$

式中 n ——测站数；

$f_{h允}$ ——高差闭合差的允许值，mm。

(3) 实验小组至少由 3 人组成（一人观测、一人记录、一人扶尺）；观测、记录、扶尺各项工作轮流进行。要求每人完成一闭合水准路线的观测、记录、计算工作。

二、仪器和工具

DS₃ 型水准仪 1 台，三脚架 1 个，普通水准尺 1 支，记录板 1 个。

三、方法和步骤

- (1) 在地面上选定 A 为已知高程点, B、C 点为待定高程点 (A、B、C 的点位要稳固可靠, 并做好标记)。A 点高程假定为 94.456m。A、B 两点间设置临时转点为 TP1, B、C 两点间设置临时转点为 TP2, C、D 两点间设置临时转点为 TP3。安置仪器于 A、TP1 两点中间, 目估前、后视距离大致相等, 进行粗略整平和目镜调焦。此测站编号为第 1 站。
- (2) 后视 A 点上的水准尺, 精平后读取后视读数, 记入手簿。
- (3) 前视 TP1 点的水准尺 (尺底需用尺垫或为有突出点的坚硬标志), 精平后读取前视读数, 记入手簿。
- (4) 计算高差。高差等于后视读数减前视读数, 第 1 站工作结束。
- (5) 仪器迁至第 2 站, 即将仪器迁至 TP1 和 B 点中间 (注意: 第 1 站的 TP1 点前视标尺连同尺垫不能移位, 因为它起着传递高差的作用)。在第 2 站中 TP1 点为后视, B 点为前视 (即上一站的前视尺变为本站的后视尺, 本站的前视尺将为下一站的后视尺), 沿选定的路线重复步骤 (2)、(3)、(5), 按第 1 站施测的方法进行观测、记录和计算高差, 第 2 站工作结束。
- (6) 仪器迁至第 3 站, 即将仪器迁至 B 和 TP2 点中间 (注意: 第 2 站的 B 点前视标尺不能移位)。在第 3 站中 B 点为后视, TP2 点为前视。沿选定的路线重复步骤 (2)、(3)、(5), 施测的方法与前两站相同。
- (7) 按以上相同的施测方法搬迁下一站, 直至最后一站, 即整条路线闭合于起始点 A。
- (8) 计算检核。后视读数之和减前视读数之和应等于高差之和, 计算表格见表 1-3。
- (9) 高差闭合差的计算与调整的计算表格见表 1-4。
- (10) 计算待定点高程。根据已知高程点 A 的高程和各点间改正后的高差计算 B、C 两点的高程, 最后推算的 A 点高程应与已知值相等, 以资校核。

四、记录与计算表

表 1-3 普通水准记录计算表

仪器型号: _____ 观测员: _____ 记录员: _____ 年 ____ 月 ____ 日

测 站	测 点	水准尺读数 (m)		高 差 (m)	说 明
		后 视 <i>a</i>	前 视 <i>b</i>		

续表

测 站	测 点	水准尺读数 (m)		高 差 (m)	说 明
		后 视 <i>a</i>	前 视 <i>b</i>		
检核 (Σ)		Σ <i>a</i> =	Σ <i>b</i> =		
		Σ <i>a</i> - Σ <i>b</i> =		Σ <i>h</i> =	

注 A 点高程为假定值，A、B、C 点位由各小组选定。

表 1-4 水准路线高差闭合差调整与高程计算表

点 号	距 离 (km)	高差观测值 (m)	高差改正数 (m)	改正后高差 (m)	高 程 (m)	已知点高程 (m)
Σ						
辅助 计算	高差闭合差计算：					
	高差闭合差允许值计算：					
	每站高差改正数计算：					

五、注意事项

- (1) 除已知点 A 和待定点 B、C 外，现场设置的转点若为非坚硬标志外，立尺时一般需要用尺垫。
- (2) 在每次读数之前，应使水准气泡严格居中，并消除视差。
- (3) 应尽量使前、后视距离大致相等，但不一定需要仪器与前、后视点成三点一线。
- (4) 在观测过程中不得碰动仪器，在迁站时应注意前视尺位置不得移动。

(5) 水准尺必须扶直，特别注意不得前、后倾斜（因为当标尺前、后倾斜时，观测员难以发现）。

(6) 在计算各站高差时，应特别注意正、负号不要搞错；否则，将会造成闭合差超限。

实验三 DS₃ 型微倾式水准仪的检验与校正

（选作）

一、目的和要求

- (1) 了解 DS₃ 型微倾式水准仪各轴线之间应满足的几何条件。
- (2) 熟悉微倾式水准仪检验与校正的方法。
- (3) 要求检校后的 i 角不得超过 $15''$ ，其他条件检校到无明显偏差为止。

二、仪器和工具

DS₃ 型水准仪 1 台，三脚架 1 个，水准尺 1 对，皮尺 1 把，木桩（或尺垫）2 个，斧头 1 把，拨针 1 个，螺丝刀 1 把。

三、方法和步骤

1. 一般性检查

一般性检查的内容包括：三脚架是否牢固，望远镜制动和微动螺旋、微倾螺旋、调焦螺旋、脚螺旋等是否灵活有效，望远镜成像是否清晰。

2. 圆水准器轴应平行于仪器竖轴的检验与校正

圆水准器检验与校正示意图如图 1-1 所示。

(1) 检验。转动脚螺旋，使圆水准器气泡居中，将仪器绕竖轴旋转 180° 以后，如果气泡仍居中，说明此条件满足；如果气泡偏出分划圈之外，则需校正。

(2) 校正。先稍旋松圆水准器底部中央的紧固螺钉（图 1-2），然后用拨针拨动圆水准器的校正螺钉，使气泡向居中方向移动偏离量的一半，再转动脚螺旋使气泡居中，如此反复检校，直到圆水准器转到任何位置时，气泡都在分划圈内为止。最后旋紧紧固螺钉。

3. 十字丝横丝应垂直于仪器竖轴的检验与校正

(1) 检验。如图 1-3 所示，用十字丝的中横丝一端瞄准一明显的点状目标，旋紧制动螺旋，然后转动微动螺旋，若目标点始终不离开中横丝，则说明此条件满足；否则需要校正。

(2) 校正。旋下十字丝分划板护盖（有的仪器无护盖），用螺丝刀旋松分划板座固定螺丝（图 1-4），转动分划板座，改正偏离量之半，即满足条件。此项检验需反复进行，直到满足条件。最后将固定螺丝旋紧，并旋上护盖。

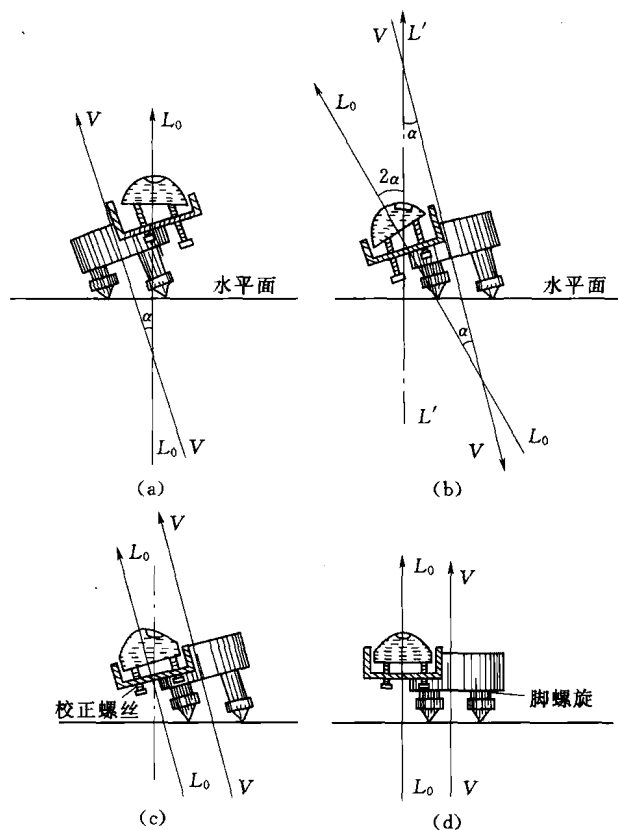


图 1-1 圆水准器检验与校正示意图

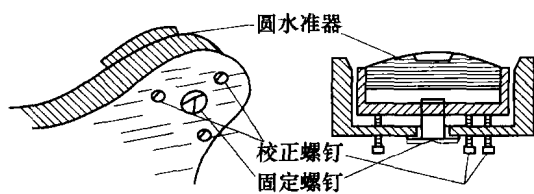


图 1-2 圆水准器校正螺钉

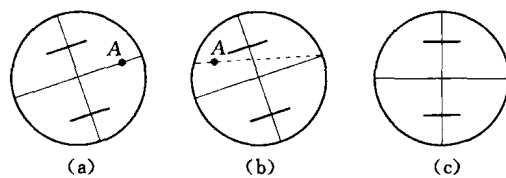


图 1-3 十字丝横丝的检验

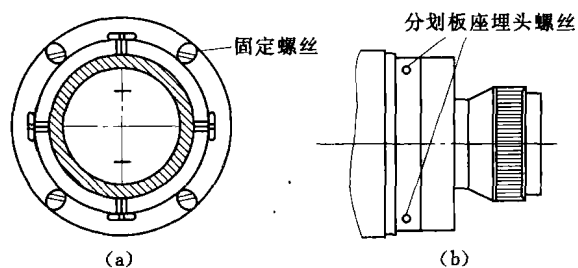


图 1-4 十字丝分划板校正部件

4. 视准轴应平行于水准管轴的检验与校正 (i 角检验)

(1) 检验。如图 1-5 所示, 在比较平坦的地面上, 相距约 40m 左右的地方打下木桩或放置两个尺垫作为固定点 A 和 B。检验时先将水准仪安置在距两点等距离处, 使符合气泡精密吻合, 分别读取 A、B 点上水准尺的读数 a_1 和 b_1 , 求得正确高差为

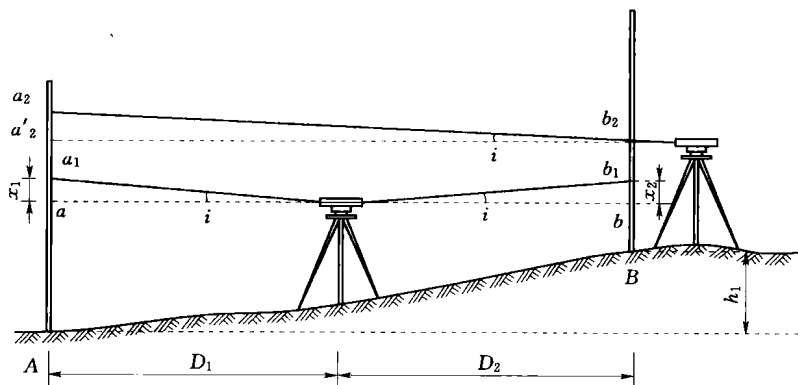


图 1-5 水准管轴检验示意图

$$h_1 = a_1 - b_1$$

然后将仪器搬至 B 点附近（相距 2~3m），在符合气泡居中的情况下，对远尺 A 和近尺 B，分别读得读数 a_2 和 b_2 ，求得第二次高差 $h_2 = a_2 - b_2$ 。若 $h_2 - h_1 < 3\text{mm}$ 时，则说明水准管轴与视准轴之夹角（ i 角）小于 $15''$ ，无需校正。若 $h_2 - h_1 > 3\text{mm}$ 时，则说明水准管轴与视准轴之夹角（ i 角）大于 $15''$ ，需要校正。 i 角的大小可由式（1-2）计算：

$$i'' = \frac{h_2 - h_1}{D_{AB}} \rho'' \quad (1-2)$$

其中

$$\rho'' = 206265''$$

式中 D_{AB} ——A、B 两点间的距离。

当 $h_2 > h_1$ 时， i 角为正，视线向上倾斜；当 $h_2 < h_1$ 时， i 角为负，视线向下倾斜。

表 1-5 为 i 角检验记录表。

表 1-5 i 角检验记录表

仪 器 位 置	A 尺 读 数 (m)	B 尺 读 数 (m)	高 差 (m)	备 注
在 A、B 点中间	$a_1 =$	$b_1 =$	$h_1 =$	
在 B 点附近	$a_2 =$	$b_2 =$	$h_2 =$	
			$h_2 - h_1 =$	
$D_{AB} =$			$i'' =$	

（2）校正。当仪器安置于 B 点附近时，水准管轴 LL 不平行于视准轴 CC 的误差对近尺 B 读数 b_2 的影响很小，可以忽略不计，而远尺读数 a_2 则含有较大的误差。在校正前应算出远尺的正确读数 a_2' ，由图 1-5 可知， $a_2' = h_1 + b_2$ 。具体校正方法参见图 1-6。但为了检查校正是否完善，必须在 B 点附近重新安置仪器，分别读取远尺 A 及近尺 B 的读数 a_3 和 b_3 ，求得 $h_3 = a_3 - b_3$ ，若 $|h_3 - h_1| < 3\text{mm}$ 时，表明已校正好（ i 角小于 $15''$ ），否则应再次校正。

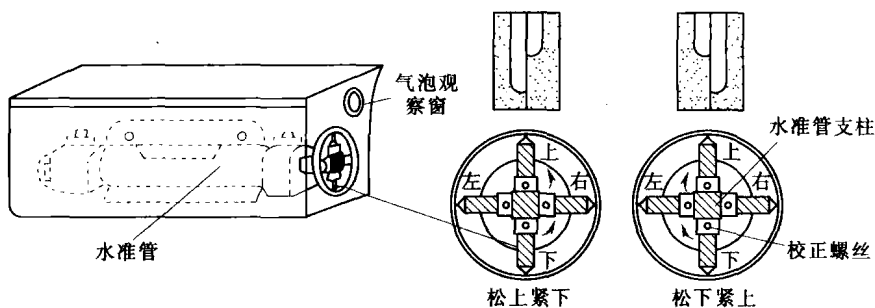


图 1-6 水准管校正示意图

四、注意事项

- (1) 检校仪器时必须按上述的规定顺序进行，不能颠倒。
- (2) 校正用的工具要配套，拨针的粗细与校正螺丝的孔径要相适应。
- (3) 拨动校正螺丝时，应先松后紧、用力均匀、松紧适当。

实验四 DJ₆ 型光学经纬仪的认识与使用

一、目的和要求

- (1) 了解 DJ₆ 型光学经纬仪的基本构造及其主要部件的名称及功能。
- (2) 练习经纬仪对中、整平、瞄准与读数的方法，初步掌握其基本操作技能。
- (3) 要求对中误差小于 3mm，整平误差小于一格。

二、仪器和工具

DJ₆ 型光学经纬仪 1 台，三脚架 1 个，记录板 1 个。

三、方法和步骤

1. 经纬仪的初步安置

- (1) 在水泥地面上划一“十”字作为测站点，练习对中。
- (2) 将脚架安置于测站点上，高度适当，架头大致水平。打开仪器箱，双手握住仪器支架，将仪器取出置于架头上。一手紧握支架，一手拧紧连接螺旋。

2. 认识下列部件，并将其功能填入表 1-6

表 1-6 DJ₆ 型光学经纬仪的部件名称及功能

班 级：_____ 组 号：_____ 仪器型号：_____ 仪器编号：_____

部 件 名 称	功 能
照准部水平制动钮（或手轮）	
照准部水平微动螺旋	

续表

部 件 名 称	功 能
望远镜制动钮（或手轮）	
望远镜微动螺旋	
竖盘指标水准管（TDJ ₆ 型无此件）	
竖盘指标水准管调平螺旋	
竖盘指标补偿器锁紧轮	
照准部水准管	
水平度盘变换手轮（或复测扳手）	

3. 对中与整平（经纬仪的安置）

由于对中和整平两项工作相互影响，在安置仪器时，应同时满足对中和整平这两个条件。下面分别介绍采用两种不同对中方法时的经纬仪安置步骤。

（1）使用垂球对中。

1) 对中。张开三脚架，并调节三脚架使其高度与观测者适宜，目估架头水平，使架头中心初步对准测站点的标志中心。然后安上仪器，旋紧中心连接螺旋，挂上垂球。如垂球尖离标志较远，则平移脚架，使垂球尖大致对准标志，踩紧脚架；再稍松中心连接螺旋，在架头上移动经纬仪，使垂球尖准确对准标志中心，对中后及时拧紧中心螺旋。

为了保证对中精度，应及时调整垂球线的长度，使得垂球尖尽量靠近测站点，但不得与测站点接触。

2) 整平。放松照准部水平制动钮，转动照准部使水准管与任意一对脚螺旋的连线平行，两手同时向内或向外旋转这一对脚螺旋，使气泡居中。气泡移动的方向和左手大拇指运动的方向一致如图 1-7 所示。然后将照准部旋转 90°，再调节第三个脚螺旋使气泡居中。这样反复几次，直至水准管在任何位置时气泡居中为止。

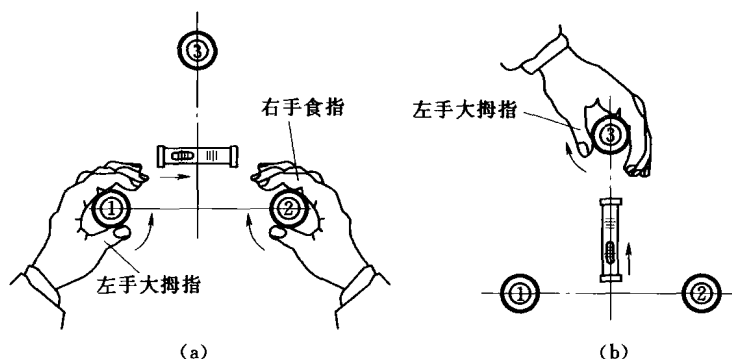


图 1-7 经纬仪的整平方法示意图

（2）使用光学对点器对中。先旋转光学对中器目镜调焦螺旋看清对中标志分划板，再推或拉光学对中器（有的是旋转物镜调焦螺旋）使测站点影像清晰。利用光学对中器安置经纬仪的步骤如下：