

CELIANG SHIYAN ZHIDAO SHU



测量实验指导书

- ☐ 主 编 刘国栋
- ☐ 副主编 邓明镜 徐金鸿
- ☐ 主 审 刘敦侠



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

CELIANG SHIYAN ZHIDAO SHU



测量实验指导书

- ☐ 主 编 刘国栋
☐ 副主编 邓明镜 徐金鸿
☐ 参 编 王政霞 李华蓉
☐ 主 审 刘敦侠

重庆大学出版社

内容简介

为配合《普通测量学》和《工程测量学》课程教学,使学生更好地掌握测量学基本理论,提高学生对各种仪器的基本操作技能,加深学生对工程实际问题的理解以及更好地应用所学知识解决实际问题,经土木建筑学院研究决定编写《测量实验指导书》。《测量实验指导书》的编写主要分为3个部分:普通测量学实验指导、工程测量学实验指导以及测量典型习题。实验指导是根据实践教学需要而编排的,适合实际教学需要和满足工程实践需求;测量典型习题主要涵盖坐标正算、坐标反算、坐标系的旋转平移、误差理论的基本计算和地形图的基本应用。该书是学生学好测量基本计算和测量操作技能不可或缺的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

测量实验指导书/刘国栋主编. —重庆:重庆大学出版社,2010.6

ISBN 978-7-5624-4963-8

I. ①测… II. ①刘… III. ①测量学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①P2-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181552 号

测量实验指导书

主 编 刘国栋

副主编 邓明镜 徐金鸿

主 审 刘敦侠

责任编辑:刘颖果 版式设计:刘颖果

责任校对:邬小梅 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10.25 字数:256千

2010年6月第1版 2010年6月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4963-8 定价:18.50元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着我国经济的发展,交通土建工程的建设也日益加快。交通土建工程的基本建设始终离不开测量工作,因此,具有测量知识和较高测量能力的人越来越被建设施工单位所重视。

测量实验、实习是重要的实践教学环节,重庆交通大学测绘工程系的测量与空间信息处理实验室积累了40多年的实践教学经验,具有自身特色的实践教学模式和内容,根据教学内容和教学资料编写出校内实验指导书——“测量学实验指导书”,它是测量学课程建设成果的重要组成部分。

本书是在“测量学实验指导与习题集”的基础上,为了适应开放性实验的需要,便于同学自学并结合现有仪器设备,将普通测量学和工程测量学的实践性教学内容汇编而成。本教材经过教学实践,收到了良好的效果。本书共分为4章,第1章为测量实验、实习须知。第2章为普通测量学实践教学项目,讲述了普通测量学中常见的水准仪、经纬仪的使用、检验和校正,水准测量、角度测量、距离测量等基本测量步骤及数据处理方法,以及经纬仪测绘地形图。新增实践教学内容:全站仪、全球定位系统接收机等仪器的使用,以适应时代发展的需要。第3章为工程测量实践教学项目,根据教学大纲和各专业应掌握的测量内容设置,主要是满足测绘专业的需要,突出我校的路、桥、水等学科特色,主要有全站仪三维坐标放样、道路中边桩、纵横断面的测设、道路综合曲线的测设。第4章为测量理论与实践紧密结合的典型作业,主要是导线坐标计算及导线点的展绘、地形图的应用、单圆曲线计算、缓和曲线计算。

全书由刘国栋任主编并统稿,刘敦侠教授主审。第2章、第4章由刘国栋编写,第1章、第3章、附录由邓明镜、徐金鸿编写,全书图表由王政霞、李华蓉绘制。

本教材在编写过程中得到了刘敦侠、王安东、冯晓、曹智翔、谢远光、徐兮、潘建平、刘煜、李华蓉、潘国兵、倪健、陈述、周祖渊、隗禹久等测绘工程系全体老师的大力支持和帮助,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏及不妥之处,敬请使用本书的教师和读者批评指正。

编者

2009年12月

目 录

1	实验须知	1
1.1	实验须知	1
1.2	实验报告的要求及写法	3
2	普通测量学实验指导	4
2.1	普通测量学实验特点	4
2.2	普通测量学实验项目	6
	实验 1 DS3 型水准仪的认识和基本操作	6
	实验 2 普通水准测量	9
	实验 3 四等水准测量	13
	实验 4 DS3 型水准仪的检验与校正	16
	实验 5 DJ6 型光学经纬仪的认识和基本操作	19
	实验 6 测回法测水平角	22
	实验 7 方向观测法测水平角	25
	实验 8 竖直角观测	30
	实验 9 DJ6 型光学经纬仪的检验与校正	34
	实验 10 钢尺量距	38
	实验 11 罗盘仪测量磁方位角	41
	实验 12 视距法测定平距与高差	45
	实验 13 经纬仪钢尺导线测量	49
	实验 14 全站仪的认识和基本操作	54
	实验 15 GPS 认识及基本操作	58
	实验 16 经纬仪测绘法测绘地形图	63
	实验 17 施工放样认识及基本操作	69



3 工程测量学实验指导	73
3.1 工程测量学实验特点	73
3.2 工程测量学实验项目	74
实验1 CASIO fx-4850P 计算器的认识与使用	74
实验2 全站仪三维坐标测量	80
实验3 全站仪三维坐标放样	84
实验4 高程测设	87
实验5 全站仪自由设站法测设曲线	89
实验6 线路纵断面测量	92
实验7 线路横断面测量	95
实验8 圆曲线主点测设	97
实验9 圆曲线详细测设——偏角法	100
实验10 圆曲线详细测设——切线支距法	103
实验11 切线支距法测设带有缓和曲线段的圆曲线	105
实验12 用偏角法测设带有缓和曲线段的圆曲线	111
实验13 用全站仪进行道路边桩的测设	116
实验14 道路曲线综合测设	117
4 测量典型作业	121
附 录	124
附录1 实习考核方法及标准	124
附录2 基本测量工作施测考试规则	125
附录3 大比例尺地形图测绘技术要求	126
附录4 CASIO fx-4800P 函数功能清单列表及工程测量常用计算器程序集	136
附录5 工程测量常用测设觇标及标志	143
附录6 路线测设的有关规定	149
参考文献	154

1 实验须知

1.1 实验须知

1) 实验与实习目的及有关要求

①测量实验与实习的目的一方面是为了验证、巩固课堂所学知识;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。

②在实验或实习课前,应复习教材中的有关内容,认真仔细地预习实验或实习指导书,明确目的要求、方法步骤及注意事项,以保证按时完成实验和实习任务中的相应项目。

③实习分小组进行,组长负责组织和协调实习工作,办理仪器、工具的借领和归还手续。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,同时要发扬协作精神。实验或实习应在规定时间内进行,不得无故缺席或迟到早退,不得擅自改变地点或离开现场。实习或实验过程中或结束时,发现仪器工具有遗失、损坏情况,应立即报告指导老师,同时要查明原因,根据情节轻重,给予适当赔偿和处理。

④实验或实习结束时,应提交书写工整、规范的实验报告和实习记录,经实习指导教师审阅同意后,才可交还仪器工具,结束工作。

2) 使用测量仪器、工具的注意事项

以小组为单位到指定地点领取仪器、工具,借领时,应当场清点检查,如有缺损,可以报告



实验室管理员给予补领或更换。

①携带仪器前,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,记清仪器在箱内安放的位置,以便用后按原样放回。提取仪器时,应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,一手拧紧连接螺旋,使仪器与三脚架牢固连接。仪器取出后,应关好仪器箱,严禁箱上坐人。

②不可置仪器于一旁而无人看管。应撑伞,防止仪器日晒雨淋。

③若发现透镜表面有灰尘或其他污物,须用软毛刷和镜头纸轻轻拂去。严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免磨坏镜面。

④各制动螺旋勿拧过紧,以免损伤;各微动螺旋勿旋转至尽头,防止失灵。

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。不准将仪器斜扛肩上,以免碰伤仪器。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使用钢尺时,应防止扭曲、打结和折断,防止行人踩踏和车辆碾压,以免尺身着水。携尺前进时,应将尺身离地提起,不得在地面上拖行,以防损坏刻划。用完钢尺,应擦净、涂油,以防生锈。

3) 记录与计算规则

①实验所得各项数据的记录和计算,必需按记录格式用 2H 铅笔认真填写。字迹应清楚并随观测随记录。不准先记在草稿纸上,然后誊入记录表中,更不准伪造数据。

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。

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写在原数字的上方。记录成果修改后或观测成果废去后,都应在备注栏说明原因(如测错、记错或超限等)。

③禁止连续更改数字,例如:水准测量中的红、黑面读数;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,否则,必须重测。

简单的计算与必要的检核,应在测量现场及时完成,确认无误后方可迁站。

④数据运算应根据所取数字,按“四舍六入,五前单进、双舍”的规则进行数字凑整。

1.2 实验报告的要求及写法

1) 课间实验报告的要求及写法

一般测量实验报告由 A4 空白纸张横向撰写,主要格式如下:

- ①实验目的与摘要:实验最重要的做法与目标简述。
- ②实验器材:所有的器材与数目详细记录。
- ③实验步骤或流程图:实验进行的步骤、过程,用自己的方式给予整理叙述,如果有可能,尽量画出流程图(此内容通常在实验指导书上有详细叙述,但是,最好不要照抄,应整理后以简单流程图完整表述)。
- ④实验记录、数据处理及分析:如实记录实验结果,并加以处理和分析,如果有可能,可以作图表现数据。可以因怀疑实验数据而重做实验,但千万不能为满足实验结果而篡改实验数据,这样就失去实验的意义。
- ⑤实验问题:对实验过程中产生的问题加以回答。
- ⑥讨论与改进:每一个实验结果并非完全正确,可能因种种原因而产生误差,写下每一种可能产生误差的原因,并讨论可能改进实验正确性的方式与实验装置。

2) 集中实习报告的要求及写法

集中实习报告编写大纲,主要格式如下:

- ①概述:实习时间与地点;实习意义与目的;组织与分工。
 - ②导线测量:导线布设形式与布设图;观测方法;导线计算成果表。
 - ③水准测量:水准线路布设形式与布设图;观测方法;水准测量计算成果表。
 - ④点位测设:放样点的设计坐标与高程;平面位置和高程放样方法;放样数据。
 - ⑤实习体会与收获:实习中出现的问题及解决方法;收获与体会。
- 收获与体会的具体要求和写法:每人写一篇 1:500 地形测图与施工放样全过程的实施方法和体会,2 000 字左右。具体内容包括:
- a. 控制测量阶段。控制网形式确定以后,选点注意事项;测角、量边、定方位如何进行;高程测量用哪几种方法;各种测量如何检查误差及用何种方法削弱误差的影响。内业计算中怎样计算坐标,角度闭合差与坐标增量闭合差的计算与处理方法,方位角是如何推算的。
 - b. 碎部测量阶段。碎部点的选择方法;经纬仪测绘法的施测步骤;立尺、观测、记录、计算、绘图各项工作如何配合协调;怎样绘制地形图尤其是等高线;地形图该如何验收检查。
 - c. 施工放样阶段。简述将设计图纸上的设计点位测设到地面上的方法步骤。

2 普通测量学实验指导

2.1 普通测量学实验特点

普通测量学是测绘工程、土木工程、水利工程、城市建设、土地管理等专业的专业基础必修课程,是实践性很强的一门课程。通过对普通测量学的学习,对测量学科的基本理论、基本知识有一个比较深入的理解。利用测量知识和仪器工具,解决工程建设施工中的各种测量问题,为以后的实际应用打好基础。

普通测量学实验是巩固和深化理论知识的重要手段,是理论与实践有机结合的重要环节,是培养测量工作者动手能力、严格的实践科学态度和工作作风的训练环节。通过实验,使学习者熟悉各种测量仪器如水准仪、经纬仪、罗盘仪、全站仪的构造和性能,熟练掌握它们的使用方法,具有较强的计算能力和绘图技能,并学会正确识图、用图,能够利用地形图和有关资料进行规划设计、面积量算及其他建设生产。通过实验,努力培养学习者严谨科学的学习态度,提高学习者实际操作技能和分析问题、解决问题的能力,为从事相关工作打下基础。

实验目的主要有两个方面,其一是巩固和加深对理论知识的理解;其二是学习各种测绘仪器的性能和使用方法,解决在各类土木工程建设中需掌握的测绘基本方法和基本技能,培养学习者动手、实践,为学习者从事土木工程勘测、设计、施工、管理奠定基础。

普通测量学实验的基本特点是全部实验均为集体项目,各项实验要分组在室外进行,作业环境差、易受气候等外界因素的影响。普通测量学实验要求学习者具有严肃、认真、求实和团结协作的科学态度,在实验过程中要积极主动严格按照要求进行各项实验,记录的实验数据必须是第一手的原始数据,记录要整洁、准确和全面,每次实验结束要提供实验报告。

普通测量学课程内容主要分为高程测量、角度测量、距离测量、测绘新技术(全站仪和GPS)、测绘地形图及施工放样等知识模块,相应地设置有17个普通测量学实验,具体设置如

表 2.1。在学习过程中,根据实验设备条件有选择性地与实践。

表 2.1 普通测量学实验项目统计及所属知识模块

所属模块	编 号	实验内容	学时	性质
高程测量	1	DS3 型水准仪的认识和基本操作	2	必做
	2	普通水准测量	2	必做
	3	四等水准测量	2	必做
	4	DS3 型水准仪的检验与校正	2	选做
角度测量	5	DJ6 型光学经纬仪的认识和基本操作	2	必做
	6	测回法测水平角	2	必做
	7	方向观测法测水平角	2	选做
	8	竖直角观测	2	必做
	9	DJ6 型光学经纬仪的检验与校正	2	选做
距离测量	10	钢尺量距	2	选做
	11	罗盘仪测量磁方位角	2	选做
	12	视距法测定平距与高差	2	必做
	13	经纬仪钢尺导线测量	2	选做
全站仪、GPS	14	全站仪的认识和基本操作	2	必做
	15	GPS 认识及基本操作	2	选做
综合应用	16	经纬仪测绘法测绘地形图	2	必做
施工放样	17	施工放样认识及基本操作	2	必做

2.2 普通测量学实验项目

实验1 DS3 型水准仪的认识和基本操作

1) 目的与要求

- ①对照仪器,了解 DS3 水准仪的型号、各部件名称和功能。
- ②掌握 DS3 型水准仪的基本操作及读数方法。
- ③练习一站两点高差测定及高差计算方法。

2) 仪器与工具

- ①DS3 型水准仪 1 台、水准尺 1 把(或 2 把)、记录簿 1 本(可选择)。
- ②自备:铅笔、草稿纸。

3) 实验方法与步骤

- (1)指导教师讲解水准仪的构造及操作方法
- (2)安置和粗平水准仪

水准仪的安置主要是整平圆水准器,使仪器概略水平。做法是:选好安置位置,将三脚架

调整至适当高度。取出仪器,用连接螺旋将其连接在三脚架上(注意基座与三脚架相对位置)。先踏实两只脚架尖,移动另一只脚架使圆水准器气泡概略居中,然后转动脚螺旋使气泡居中。

转动脚螺旋使气泡居中的操作规律:气泡需要向哪个方向移动,左手就向哪个方向转动脚螺旋。如图 2.1 所示,气泡偏离在 a

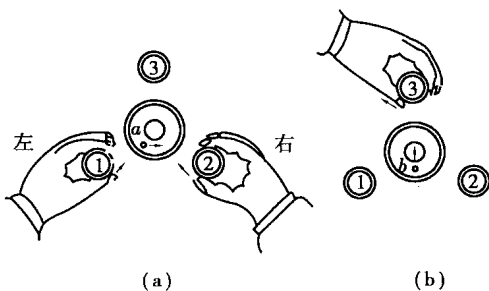


图 2.1 脚螺旋移动示意图

的位置,首先按箭头所指方向同时转动脚螺旋①和②,使气泡移到 b 的位置,再按箭头所指方

向转动脚螺旋③,使气泡居中。

(3) 用望远镜照准水准尺并消除视差

首先用望远镜对照明亮的背景,转动目镜对光螺旋,使十字丝清晰可见。然后松开制动螺旋,转动望远镜,利用镜筒上的准星和照门照准水准尺,旋紧制动螺旋。再转动物镜对光螺旋,使尺像清晰。此时如果眼睛上、下晃动,十字丝交点总是指在标尺物像的一个固定位置,即无视差现象;如果眼睛上、下晃动,十字丝横丝在标尺上错动就是有视差,说明标尺物像没有呈现在十字丝平面上,若有视差将影响读数的准确性,如图 2.2 所示。消除视差时,要仔细进行物镜对光使水准尺看的最清楚,这时如十字丝不清楚或出现重影,再旋转目镜对光螺旋,直至完全消除视差为止,最后利用微动螺旋使十字丝精确照准水准尺。

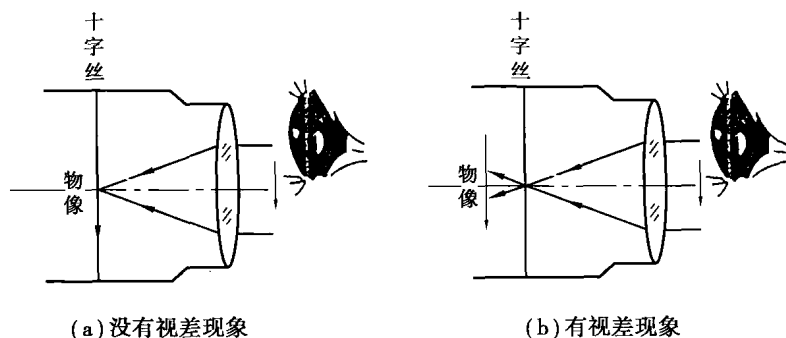


图 2.2 视差现象示意图

(4) 精确整平水准仪

转动微倾螺旋使管水准器的水准气泡两端的影像符合,如图 2.3 所示。转动微倾螺旋要稳,慢慢的调节,避免气泡上下不停错动。

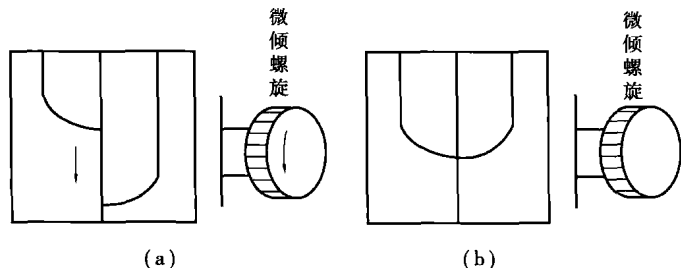


图 2.3 符合水准气泡精平

(5) 读数

以十字丝横丝为准读出水准尺上的数值。读数前,要对水准尺的划分、注记分析清楚,找出最小刻划单位,整分米、整厘米的分划及米数的注记。先估读毫米数,再读出米、分米、厘米数。特别注意不要错读单位和发生漏 0 现象。读数后,应立即查看气泡是否仍然符合,否则应重新使气泡符合后再读数。

(6) 变仪器高法测两点高差

在相距约 60 m 的 A, B 两点竖立水准尺, 约中间位置处安置仪器。粗平, 照准 A , 读后视 a 。然后照准 B , 读前视 b 。读数力求精确。两点高差 $h'_{AB} = a - b$ 。将仪器在原地升高 (或降低) 约 10 cm, 重复上述操作, 得高差 h''_{AB} 。若较差 $h'_{AB} - h''_{AB}$ 不超过 ± 5 mm, 则观测合格, 否则应重测。

4) 注意事项

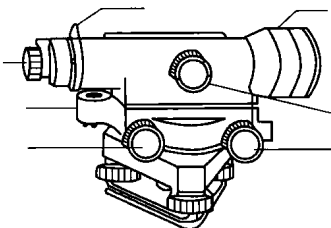
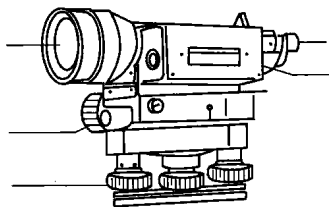
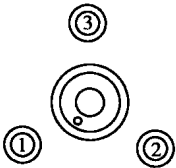
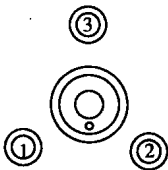
- ① 在观测过程中, 手切勿按扶在架腿上。
- ② 测量时不论用哪只眼睛观测, 另一只眼睛尽量不要闭上, 更不要用手盖住眼睛。

5) 上交资料

每人上交 DS3 型水准仪的认识和基本操作实验报告一份 (见表 2.2)。

表 2.2 DS3 型水准仪的认识和基本操作实验报告

日期: 班级: 组别: 姓名: 学号:

实验题目		成绩	
实验目的			
主要仪器及工具			
1. 在下图引出的标线上标明仪器各部件的名称。  			
2. 用箭头表明如何转动 3 只脚螺旋才能使下图所示圆水准气泡居中。  			

续表

3. 消除视差的步骤:																													
4. 用变仪器高法测两点高差 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">测 点</th> <th style="width: 20%;">后视读数/m</th> <th style="width: 20%;">前视读数/m</th> <th style="width: 10%;">高 差</th> <th style="width: 40%;">备 注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					测 点	后视读数/m	前视读数/m	高 差	备 注																				
测 点	后视读数/m	前视读数/m	高 差	备 注																									
5. 实验总结																													

自己提出思考题,与同学或老师探讨并定出答案。

编 号	自己所提思考题表述	探讨结果,即启示性答案

实验 2 普通水准测量

1) 目的与要求

- ①掌握 DS3 型水准仪的技术操作。
- ②掌握普通水准测量的实际作业过程。
- ③施测一闭合水准路线,进行成果处理,计算其闭合差。
- ④利用观测成果,完成各待定点的高程计算。



2) 仪器与工具

- ①DS3 型水准仪 1 台、水准尺 2 把(或 1 把)、尺垫 2 个。
- ②自备:计算器、铅笔、小刀、草稿纸。

3) 实验方法与步骤

①全组共同施测一条闭合水准路线,其长度以安置 5 或 6 个测站为宜。确定起始点及水准路线的前进方向。人员分工是:一人或两人扶尺,一人记录,一人观测。施测 2 或 3 站后轮换工作。

②在每一站上,观测者安置好仪器,照准后视尺,调焦、消除视差后精平,读取中丝读数,记录员将数据记入表格中。转动望远镜,精平后读取前视中丝读数,记入表格。数据读取 4 位,不写小数点,默认单位为毫米,然后计算本站高差。

③用第②步叙述的方法依次完成本闭合线路的水准测量。

④水准测量记录要特别细心,记录者需对观测者的数据重述一遍,确定无误后再记录,如记错不能用铅笔擦拭,应划掉重写。

⑤观测结束后,立即算出高差闭合差 $f_h = \sum h_i$,如果 $f_h \leq f_{h容}$,说明观测成果合格,即可算出各立尺点高程(假定起点高程 500 m)。否则,要进行重测。

4) 注意事项

- ①每站前、后视距尽量等距,相差不超过 10 m。
- ②转点和测站应避免设在道路中间,以保证安全。
- ③在坡度较大的地段施测时,前后视距不宜过长,避免标尺读数过大或过小。
- ④在水准点和各待测高程点上不应放置尺垫,只在转点处放尺垫,也可选择凸出点的坚实地物作转点而不用尺垫。
- ⑤水准尺应零端朝下竖直扶稳,必须保持铅垂状态,避免水准尺前后倾斜。
- ⑥记录读数时,应边记边重述所记数据,以免听错或记错。
- ⑦迁站时,前视转点尺垫不能移动,后视尺必须得到观测者同意后,才往下站前视点转移。
- ⑧水准测量工作要求全组人员紧密配合,互谅互让,禁止闹意见。
- ⑨限差要求:水准路线高差闭合差应在其容许值以内。

5) 上交资料

①每人上交合格的普通水准测量记录表一份(见表2.3)。

②每人上交普通水准测量实验报告一份(见表2.4)。

自己提出思考题,与同学或老师探讨并定出答案。

编 号	自己所提思考题表述	探讨结果,即启发性答案

表 2.3 普通水准测量数据记录表

测 站	测 点	水准尺读数/m		高 差/m	高 程/m	备 注
计算 检核	$\sum$					
	$(\sum a - \sum b) =$			$\sum h =$		

