

高等学校“十二五”规划教材

CELIANGXUEJICHUYUKUANGSHANCELIANG
SHIXUNJIAOCHENG

测量学基础 与 矿山测量

实训教程

主编 刘 伟 谢峰震



西北工业大学出版社

测量学基础与矿山测量 实训教程

主 编 刘 伟 谢峰震
编 者 刘 伟 谢峰震
王治中 石 磊
杨宗定 黄元荣

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是《测量学基础与矿山测量》(蔡文惠主编,西北工业大学出版社 2010 年出版)的配套学习指导书。全书共分三章:第一章为测量实训须知,对学生参与实训,提出最基本的要求;第二章为具体的测量课堂实训,根据不同的测量仪器和测量方法以及不同的专业,共编写了 37 个测量课堂实训;第三章为测量教学综合实训,包括图根控制测量、施工测量等。

本书可作为测量专业的教学辅助教材,其他专业可根据需要选择适宜的测量课堂实训进行练习,或根据教学内容和仪器设备条件灵活安排。

图书在版编目(CIP)数据

《测量学基础与矿山测量》实训教程/刘伟,谢峰震主编. —西安:西北工业大学出版社, 2011. 3

ISBN 978-7-5612-3017-6

I. ①测… II. ①刘… ②谢… III. ①测量学—高等学校—教学参考资料②矿山测量—高等学校—教学参考资料 IV. ①P2②TD17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 023612 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西天元印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:8.625

字 数:206 千字

版 次:2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

定 价:16.00 元

前 言

测量课程是一门操作性很强的技术性课程,作为测量理论知识的重要补充,测量实训必不可少,因此,编写一本测量实训指导书十分必要。

本书是笔者多年的测量课程和测量实践课程教学的结晶,针对不同的专业课程学时及实训时间的差异,将测量课堂实训和测量综合实训结合起来,编写了详细的测量实训内容,包括测量实训须知、测量课堂实训、测量教学综合实训等,并且根据实训的需要,还将实训过程中所须用的实训表格单独罗列出来,以方便学生使用,具有很强的实践性。

本书可作为测绘、地质、采矿、建筑、安全通风等专业的学生学习测绘知识的实训教材,也可供企事业单位从事测绘工作人员参考。

本书编写人员具体分工如下:刘伟,昌吉市地质矿产监测服务中心,编写第二章(实训一~十五);谢峰震(新疆工业高等专科学校)编写第二章(实训十六~三十);王治中(乌鲁木齐鑫疆域测量技术服务有限公司)编写第一章;石磊(新疆工业高等专科学校)编写第二章(实训三十一~三十七);梅宗定(阿克苏市时代规划设计院有限责任公司)编写第三章;黄元荣(乌鲁木齐鑫疆域测量技术服务有限公司)编写附录。

由于水平有限,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年12月

目 录

第一章 测量实训须知	1
第一节 测量实训的目的和要求	1
第二节 测量实训的分类	1
第三节 测量仪器工具的借领与使用规定	3
第四节 测量记录与计算规则	4
第五节 测量实训规则	5
第二章 测量课堂实训	6
实训一 微倾式水准仪的认识与使用	6
实训二 普通水准测量(闭合水准路线)	8
实训三 普通水准测量(支水准路线)	9
实训四 自动安平水准仪的认识与测量	10
实训五 四等水准测量	11
实训六 微倾式水准仪的检验与校正	13
实训七 徕卡 DNA03 数字水准仪的使用	14
实训八 DJ6 光学经纬仪的认识与技术操作	24
实训九 DJ2 级光学经纬仪的认识与技术操作	26
实训十 测回法观测水平角	28
实训十一 方向观测法观测水平角	29
实训十二 竖直角测量	30
实训十三 DJ6 级光学经纬仪的检验与校正	31
实训十四 直线定线与距离丈量	35
实训十五 距离测设	36
实训十六 罗盘仪的认识与使用	36
实训十七 经纬仪导线测量	37
实训十八 点位测设的基本工作	39
实训十九 碎部测量	40
实训二十 全站仪的认识与使用	41
实训二十一 NTS 全站仪的使用	42
实训二十二 南方 9600 型 GPS 技术操作	63

实训二十三	航片的立体观察、量测与野外判读	67
实训二十四	建筑物主轴线放样	68
实训二十五	建筑物方格网放样	70
实训二十六	高程控制测量及±0.000 标高测设	72
实训二十七	根据已有建筑物定位	73
实训二十八	地质钻孔标定	74
实训二十九	井筒中心与十字中线的标定	76
实训三十	一井定向	78
实训三十一	井下水准测量	80
实训三十二	井下三角高程测量	81
实训三十三	井下导线测量	82
实训三十四	井下碎部测量与挂罗盘测量	83
实训三十五	巷道中线的标定及延伸	86
实训三十六	巷道腰线的标定	88
实训三十七	地形图室内应用及面积计算	90
第三章	测量教学综合实训	92
第一节	测量教学综合实训的特点与实训方案的制定	92
第二节	测量教学综合实训的准备工作	96
第三节	图根控制测量	100
第四节	地形图测绘	105
第五节	建(构)筑物的图上布置及实地测设	107
第六节	测量教学综合实训的技术总结	109
附录		111
附录一	测量课堂实训报告格式	111
附录二	测量课堂实训表格	114
参考文献		132

第一章 测量实训须知

测量工作是一项集体性工作,任何人是很难单独完成的。因此,测量实训必须以小组为单位进行。实训前,各小组成员要认真阅读实训须知与实训内容,做好实训准备工作;实训时,要做到积极参与、相互配合、共同完成;实训后,要认真整理实训成果、积极思考,巩固课堂理论知识。

第一节 测量实训的目的和要求

测量实训一方面是为了验证、巩固课堂所学的知识;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。在实训课前,应复习教材中的有关内容,认真仔细地预习实训内容,明确实训目的、要求、方法、步骤及注意事项,以保证按时完成实训任务。

实训按小组进行,组长负责组织和协调实训工作,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,同时要发扬互相协作精神。实训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。实训过程中或结束时,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,根据情节轻重,给予适当赔偿和处理。

实训结束时,应提交书写工整、规范的实训报告和实训记录,经实训指导教师审阅同意后,方可交还仪器工具,结束实训工作。

第二节 测量实训的分类

测量实训主要有两种类型:课堂实训(包括认识实训、观测方法实训)、教学综合实训。

一、认识实训

认识和熟悉测量仪器的构造和运转原理。测量仪器是结构复杂、装配精密的仪器。各轴系间、各部件间的几何关系要求十分准确。稍微改变,就会使仪器的精度降低,有时甚至无法使用。仪器上有许多螺丝和螺旋,有许多光学玻璃组成的透镜和棱镜,这些部件很容易损坏,所以必须熟悉它们的用途、功能、相互关系和操作要领。认识实训就是使同学们知道测量仪器的构造、使用方法,并知道爱护测量仪器和测量工具。

认识实训可按先示范后练习的顺序进行。

1. 教师示范

示范前应先学习操作规则及注意事项,后安放三脚架,开启仪器箱取出仪器,这时每位同

学都应记住仪器在箱内的安放样式,再把仪器固定在三脚架上。认真听教师讲解仪器的构造,各部件的功能、用途以及使用方法,最后由教师进行示范操作。

注意:教师讲解时,一定要简单明了;操作时,要层次分明,细致准确。

2. 学生练习

学生每3~5人为一小组,每组用一台仪器进行练习。要求每个学生练习两次以上。通过练习,掌握如何正确地从中取放仪器,如何安置仪器,如何操作仪器,各部件和每个螺丝、螺旋的名称、作用,如何搬运仪器,等等。

二、观测方法实训

这类实训包括距离丈量、水准观测、经纬仪测量、距离放样、导线测量等。

1. 距离丈量

距离丈量,就是确定两点间的水平距离,又称边长丈量(简称量边),是测量工作中最基本的测量操作之一。丈量的方法有尺子直接丈量、视距测量、激光测距等。我们主要是练习用尺子直接丈量的方法。练习时,应先从设点、直线定线开始。教师讲解放尺、收尺的方法和丈量距离时的注意事项,并对记录的要求进行说明。然后,学生每4~5人为一作业组进行丈量。要求作往返丈量,轮流担任量尺员和记录员。最后,以作业组为单位,求出直线的平均水平距离和相对中误差。

2. 水准测量

水准测量是高程测量的主要手段。通过水准测量方法的实训,同学们应掌握水准测量原理,了解水准管轴和视准轴的关系,熟悉水准仪的整平、瞄准、对光以及设点、立尺、读数的方法。在教师做出示范,讲明注意事项以后,学生每4~5人为一小组进行练习。要求每人完整地测量两次以上,轮流做记录员,按正确格式做好记录。最后写出实训报告。

3. 经纬仪测量

为了确定直线的方向,须作水平角测量;为了把倾斜边长换算成水平边长以及用三角高程测量确定两点间高差,须作竖直角(或称倾斜角、倾角)测量。工程测量中,经纬仪是测水平角和竖直角的主要仪器。

经纬仪观测方法实训前,学生应复习经纬仪的结构,各种螺丝、螺旋的作用,观测步骤等内容。必须反复强调:经纬仪属精密光学仪器,要轻拿轻放,操作顺序必须正确,不准用力过猛、动作过快。老师做完讲解与示范表演后,同学方可操作。实训中观测、记录等分工,应轮流担任。认真做好记录,随时对照限差进行检查,发现超限成果应及时处理,以免影响后续工序质量,造成大返工,以致完不成实训任务。最后,全组共同整理记录,分别编写自己的实训报告。

三、教学综合实训

教学综合实训,即集中时间到野外(或现场)进行实战练习。有条件时可承担生产任务。这类实训包括地形图控制测量、碎步测量、地质工程测量、横断面测量等。这些实训,工作量大,环节多,时间性强,因此要求事先做好充分准备,组织要严密,分工要明确,实训带队教师要及时指导、检查、把关。要求学生充分复习课程的有关内容,学习作业规程(规范),严格按规程(规范)作业。最后要写出实训报告。

第三节 测量仪器工具的借领与使用规定

对测量仪器工具的正确使用、精心爱护和科学保养,是测量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、提高测量工作效率和延长仪器工具使用寿命的必要条件。在仪器工具的借领与使用过程中,必须严格遵守下列规定。

一、仪器工具的借领

(1)每次实训所需的仪器及工具均在指导书上注明,学生应以小组为单位,在实训前向测量仪器室借领。

(2)借领时,每小组由组长带领1~2人,凭学生证进入仪器室,在指定地点领取,在登记表上填写班级、组别及日期并签名,然后将登记表和学生证交仪器管理人员。

(3)借领时,当场清点检查:实物与清单是否相符、仪器工具及其附件是否齐全、背带及提手是否牢固、脚架是否完好等。如有缺损,可以补领或更换。

(4)离开借领地点之前,必须锁好仪器箱并捆扎好各种工具。搬运仪器工具时,必须轻取轻放,避免剧烈震动。

(5)借出仪器工具之后,不得与其他小组擅自调换或转借。

(6)实训结束后,应及时收装仪器工具,送还测量仪器室检查验收,办理归还手续。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,并按有关规定予以赔偿。

二、仪器的安置

(1)在三角架安置稳妥之后,方可打开仪器箱。开箱前应将仪器箱放在平稳处,严禁托在手上或抱在怀里,以免将仪器摔坏。

(2)打开仪器箱之后,要看清并记住仪器在箱中的安放位置,避免实训结束后,因安放不正确而损伤仪器。

(3)从箱内取出仪器之前,应先松开制动螺旋,以免取出仪器时因强行扭转而损坏制动螺旋、微动螺旋甚至损坏轴承。再用双手握住支架和基座,轻轻取出仪器放在三角架上,保持一手握住仪器,一手拧连接螺旋,最后旋紧连接螺旋,使仪器与脚架连接牢固。不能一只手提仪器,更不要手提望远镜。

(4)安置好仪器之后,注意随即关闭仪器箱盖,防止灰尘、湿气和杂草进入箱内。实训过程中严禁坐仪器箱。

三、仪器的使用

(1)仪器安置之后,无论是否操作,必须有人看护,防止无关人员搬弄或行人、车辆碰撞,造成不必要的损坏。

(2)在打开物镜时或在观测过程中,如发现灰尘,可用镜头纸或软毛刷轻轻拂去,严禁用手指或手帕等物擦拭镜头,以免损坏镜头上的镀膜,影响成像质量。观测结束后应及时盖好镜头盖。

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

微动。

(4) 制动螺旋应松紧适度,以其起作用为宜,不能用力太大而造成损坏。微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端,使用各种螺旋都应均匀用力,以免损伤螺纹。

(5) 在野外使用仪器时,应该撑伞,严防日晒雨淋。

(6) 当仪器发生故障时,应及时向指导教师报告,不得擅自处理。

四、仪器的搬迁

(1) 在远距离搬站或行走不便的地区(较大的沟渠,山地、林地等)搬站时,必须将仪器装箱之后再搬迁,切勿直接抱着仪器搬迁。

(2) 短距离搬站时,可将仪器连同脚架一起搬迁。其方法是:检查并旋紧仪器连接螺旋,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,水准仪的水准器向上);再收拢三脚架,左手握住仪器基座或支架放在胸前,右手抱住脚架放在肋下,保持仪器向上方倾斜,稳步行走。严禁将仪器斜扛在肩上或单手搬动仪器,以防碰摔。

(3) 搬迁时,小组其他人员应协助观测员带走仪器箱和其他附件、工具,以防丢失。

五、仪器的装箱

(1) 每次使用仪器之后,应及时清除仪器上的灰尘及脚架上的泥土,将物镜盖盖好。

(2) 仪器拆卸时,应先将仪器脚螺旋调至中间位置,再一手扶住仪器,一手松开连接螺旋,双手取下仪器。

(3) 仪器装箱时,应先松开各制动螺旋,使仪器就位正确,试关箱盖确认放妥后,再拧紧制动螺旋,然后关箱上锁。若合不上箱口,切不可强压箱盖,以防压坏仪器。

(4) 清点所有附件和工具,防止遗失。

六、测量工具使用时注意事项

见第二章“测量课堂实训”中的各个实训注意事项。

第四节 测量记录与计算规则

测量记录是外业观测成果的记载和内业数据处理的依据。在测量记录或计算时必须严肃认真,一丝不苟,严格遵守下列规则:

(1) 在测量记录之前,准备好硬芯(2H或3H)铅笔,同时熟悉记录表上各项内容及填写、计算方法。

(2) 记录观测数据之前,应将记录表头的仪器型号、日期、天气、测站、观测者及记录者姓名等无一遗漏地填写齐全。

(3) 观测者读数后,记录者应随即在测量记录表上的相应栏内填写,并复诵回报给观测者以资检核。不得另纸记录事后转抄。

(4) 记录时要求字体端正清晰,数位对齐,数字对齐。字体的大小一般占格宽的 $1/2$,字脚靠近底线;表示精度或占位的“0”(例如:水准尺读数1.500或0.234,度盘读数 $93^{\circ}04'00''$)均不可省略。

(5)观测数据的尾数不得更改,读错或记错后必须重测重记。例如:角度测量时,秒级数字出错,应重测该测回;水准测量时,毫米级数字出错,应重测该测站;钢尺量距时,毫米级数字出错,应重测该尺段。

(6)观测数据的前几位若出错,则应用细横线划去错误的数字,并在原数字上方写出正确的数字。注意不得涂擦已记录的数据。禁止连环更改数字,例如:水准测量中的黑、红面读数,角度测量中的盘左、盘右,距离丈量中的往、返量等,均不能同时更改,否则重测。

(7)记录数据修改后或观测成果废弃后,都应在备注栏内写明原因(如测错、记错或超限等)。

(8)每站观测结束后,必须在现场完成规定的计算和检核,确认无误后方可搬站。

(9)数据运算应根据所取位数,按“4舍5入和奇进偶不进”的规则进行凑整。例如:对1.424 4m,1.423 6m,1.423 5m,1.424 5m这几个数据,若取至毫米位,则均应记为1.424m。

第五节 测量实训规则

为了提高实习质量,达到实验实习的目的,每次测量实训均应按下列规则进行:

(1)实训前做好预习,认真阅读与理解实训教程和测量教材中的有关内容。对实训中的重点、难点做到心中有数。通过实训,使所学知识学懂会用,融合贯通,能系统、完整地理解。

(2)实训前,以小组为单位,在组长带领下,到仪器室借领仪器、工具和记录、计算用品。各组对借领的物品要认真进行检查、核对,如数量不符或开箱发现问题,要及时与指导教师或仪器室联系、解决。携带仪器时,防止大的颠簸和震动。

(3)实训时,严格遵守纪律,不得迟到、早退和中途随意离开岗位。听从指挥,发扬协作精神,搞好团结。

(4)实训时,精力要集中,科学利用时间,争分夺秒,争取在规定的时间内,完成实训项目。努力争取好的测量成果。严格按照有关的规范和规程作业。绝对不准伪造或抄袭别人的成果。对记录和计算要认真细致地检查,确保测量成果的质量。

(5)爱护测量仪器和工具,轻拿轻放,操作顺序要正确,对仪器要防晒、防淋。仪器箱上不准坐人。标尺、花杆不得用来抬扛物品。标尺不准依靠在墙、树、电杆等依托物上。钢尺不能扭折和平压。收工时应将仪器和工具擦拭干净,不能受潮。爱护测量标志。爱护公共财物,遵守群众纪律。

(6)实训结束时,认真清点测量仪器和工具,及时送还。主动向教师或仪器室说明仪器情况,以便得到妥善处理。

(7)认真做好实训工作日志,编写好实训总结报告。

(8)学生不得无故缺席或迟到、早退。

第二章 测量课堂实训

实训一 微倾式水准仪的认识与使用

一、实训目的

- (1)了解 DS3 型水准仪的构造、各部件的作用,掌握其使用方法。
- (2)掌握 DS3 型水准仪的操作步骤。

二、仪器与工具

- (1)仪器室借领:DS3 微倾式水准仪 1 台,水准仪脚架 1 个,水准尺 1 把,尺垫 1 个,记录板 1 块。
- (2)自备:铅笔、草稿纸。

三、实训方法与步骤

1. 指导教师讲解水准仪的构造及技术操作方法

要求熟悉微倾式水准仪构造、各构成部件的名称与作用及各螺旋的调节方法。首先认识水准尺,然后使用仪器的望远镜对水准尺进行读数,掌握毫米位上的估读方法。

2. 安置和粗平水准仪

水准仪的安置主要是整平圆水准器,使仪器大致水平。做法是:选好安置位置,将仪器用连接螺旋安紧在三脚架上,先踏实两脚架尖,摆动另一只脚架,使圆水准器气泡大致居中,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是:气泡需要向哪个方向移动,左手大拇指就向哪个方向转动脚螺旋。如图 2-1,气泡偏离在图 2-1(a)所示的位置,首先按箭头所指的方向同时转动脚螺旋①和②,使气泡移到图 2-1(b)所示的位置,即第三个脚螺旋与水准器中心的连线上,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,并且消除视差

首先用望远镜对着明亮背景,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,如图 2-2(b)所示。如果眼睛上、下晃动,十字丝横丝在标尺上的读数不唯一,即有错动现象,就说明有视差,即水准尺物像没有呈现在十字丝平面上,如图 2-2(a)所示。若有视差将影响读数的准确性。消除视差时要仔细反复调节物镜对光螺旋和目镜对光螺旋,使水准尺成像和十字丝都非常清晰,这时说明视差已完全消除。最后利用微动螺旋使十字丝精确

照准水准尺,即十字丝竖丝位于尺面上。

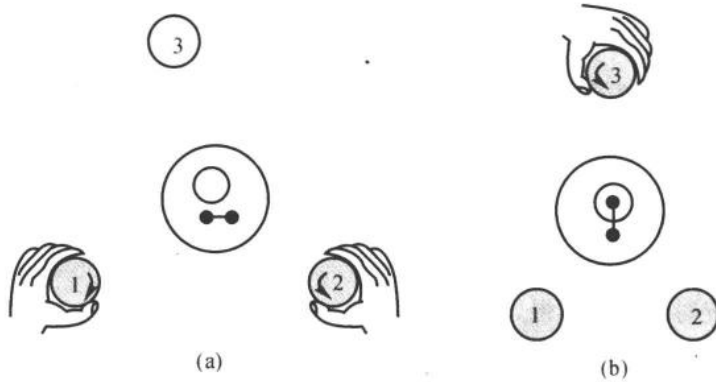


图 2-1 水准仪粗平

(a)气泡向左移动;(b)气泡向上移动

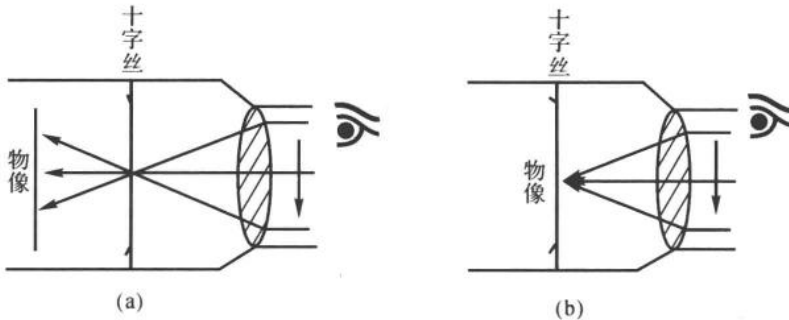


图 2-2 视差判断

(a)有视差现象;(b)没有视差现象

4. 精确整平水准仪

转动微倾螺旋,使管水准器符合水准气泡两端的影像符合,如图 2-3 所示。符合水准器非常灵敏,转动微倾螺旋要稳,慢慢地调节,避免气泡上下不停地错动。

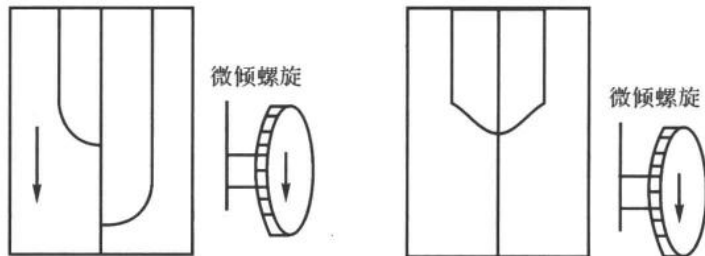


图 2-3 精确整平

5. 读数

以十字丝横丝为准读出水准尺上的数值,读数前,要对水准尺的分划、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。要特别注意不要错读单位和发生漏“0”现象,如把 1.045 读成 1.45。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。

四、注意事项

(1)安置仪器时应将仪器中心连接螺旋拧紧,防止仪器从脚架上脱落下来。

(2)水准仪是精密光学仪器,在使用中要按照操作规程作业,各个螺旋要正确使用,尤其避免过量旋转。

(3)在读数前务必将管水准器的符合水准气泡严格符合,读数后应复查气泡符合情况,如气泡错开,应立即重新将气泡符合后再读数。

(4)转动各螺旋时要稳、轻、慢,不能用力太大。

(5)如仪器出现问题,要及时向指导教师汇报,不能自行处理。

(6)水准尺必须要有人扶着,决不能立在墙边或靠在电杆上,以防摔坏水准尺。长时间不用时,应平放在安全的地方,防止行人踩踏和车辆碾压。

(7)各螺旋转动到“起作用”即可,切勿再继续再转,以防损坏。

实训报告格式见附录一:测量课堂实训报告格式(一)。

实训二 普通水准测量(闭合水准路线)

一、实训目的

(1)熟悉水准仪的构造及使用方法。

(2)学会普通水准测量的实际作业过程。

(3)施测一闭合水准路线,计算其闭合差,并对观测成果进行分析、评价。

二、仪器与工具

(1)仪器室借领:DS3 微倾式水准仪 1 台,水准仪脚架 1 个,水准尺 2 把,记录板 1 块,尺垫 2 个,测伞 1 把,水准测量记录纸 1 张。

(2)自备:计算器、铅笔、草稿纸。

三、实训方法与步骤

(1)全组共同施测一条闭合水准路线,其长度以安置 4~6 个测站为宜。确定起始点并假定其高程,确定水准路线的前进方向。

人员分工:两人扶尺,一人记录,一人观测。施测 1~2 站后可视具体情况轮换工作。

(2)每一测站,观测者首先应整平仪器,然后照准后尺,调焦、消除视差。慢慢转动微倾螺旋,将管水准器的气泡严格符合后,读取中丝读数,记录员将读数记入记录表中。读完后视读数,紧接着照准前尺,用同样的方法读取前视读数。记录员把前、后视读数记好后,应立即计算本站高差 h 。

(3)用步骤(2)叙述的方法依次完成本闭合路线的水准测量。

(4)水准测量记录要特别细心,当记录者听到观测者所报读数后,要复诵给观测者,经默许后方可记入记录表中,观测者应注意复核记录者的复诵数字。

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

四、注意事项

(1) 水准测量工作要求全组人员紧密配合,互谅互让,意见不统一时应相互商量或请教实训指导教师。

(2) 中丝读数一律取 4 位数,即精确到毫米位,记录员也应记满 4 个数字,遇“0”不可省略。

(3) 扶尺者要选择好立尺点,务必将尺扶直,与观测人员配合好。

(4) 水准测量记录中严禁涂改、转抄,不准用钢笔、圆珠笔记录,字迹要工整、清洁。

(5) 每站水准仪应置于距前、后尺距离基本相等处,即前、后视距离基本相等,以消除或减少视准轴不平行于水准管轴的误差及其他误差的影响。

(6) 在转点上立尺,读完上一站前视读数后,在下站的测量工作未完成之前绝对不能碰动尺垫或移动水准尺,以免弄错转点位置导致观测错误。

(7) 为校核每站高差的正确性,应按变换仪器高法进行施测,以求得平均高差值作为本站的高差。

(8) 限差要求:同一测站两次仪器高所测高差之差应小于 5 mm,水准路线高差闭合差的允许值为 $f_{允} = \pm 40\sqrt{L}$ mm(或 $\pm 12\sqrt{n}$ mm),其中 L 为水准路线长度, n 为测站数。

实训表格见附表一:等外水准测量记录表。

实训三 普通水准测量(支水准路线)

一、实训目的

- (1) 进一步熟悉水准仪的构造及使用方法。
- (2) 熟悉普通水准测量的实际作业过程。
- (3) 往返施测一支水准路线,计算其闭合差,并对观测成果进行评价。

二、仪器与工具

(1) 仪器室借领:DS3 微倾式水准仪 1 台,水准仪脚架 1 个,水准尺 2 把,记录板 1 块,尺垫 2 个,测伞 1 把,水准记录纸 1 张。

(2) 自备:计算器、铅笔、草稿纸。

三、实训方法与步骤

(1) 全组共同施测一支水准路线,确定起始点并假定其高程,确定水准路线的前进方向。人员分工是:两人扶尺,一人记录,一人观测。施测 1~2 站后视具体情况轮换工作。

(2) 每一测站,观测者首先应整平仪器,然后照准后尺,对光、调焦、消除视差。慢慢转动微倾螺旋,将管水准器的气泡严格符合后,读取中丝读数,记录员将读数记入记录表中。读完

后视读数,紧接着照准前尺,用同样的方法读取前视读数。记录员把前、后视读数记好后,应立即计算本站高差 h 。

(3) 用步骤(2)叙述的方法依次完成本往返水准路线的往测。

(4) 往测最后一个测站,当观测完终点前视读数,开始返测时,应挪动仪器位置后观测终点作为后视读数,再如步骤(2)所述进行返测。

(5) 水准测量记录要特别细心,记录者听到观测者所报读数后,要复诵给观测者,经默许后方可记入记录表中。观测者应注意复核记录者的复诵数字。

(6) 观测结束后,立即算出高差闭合差 $f_h = \sum h_{往} + \sum h_{返}$,如果 $f_h \leq f_{允}$,说明观测成果合格,即可算出各转点和终点高程。否则,要进行重测。

四、注意事项

(1) 水准测量工作要求全组人员紧密配合,互谅互让,意见不统一时应相互商量或请教实训指导教师。

(2) 中丝读数一律取 4 位数,即精确到毫米位,记录员也应记满 4 个数字,遇“0”不可省略。

(3) 扶尺者要选择好立尺点,务必将尺扶直,与观测人员配合好。

实训表格见附表一:等外水准测量记录表。

实训四 自动安平水准仪的认识与测量

一、实训目的

(1) 熟悉自动安平水准仪的构造。

(2) 学会用自动安平水准仪进行普通水准测量的施测方法。

(3) 施测一较长的闭合水准线路,计算其闭合差,并对观测成果进行评价。

二、仪器与工具

(1) 仪器室借领:DS3 自动安平水准仪 1 台,水准仪脚架 1 个,水准尺 2 把,记录板 1 块,尺垫 2 个,测伞 1 把,水准记录纸 1 张。

(2) 自备:计算器、铅笔、刀片、草稿纸。

三、实训方法与步骤

(1) 全组共同施测一条较长的闭合水准路线,确定起始点并假定其高程,确定水准路线的前进方向。人员分工是:两人扶尺,一人记录,一人观测,视具体情况进行轮换。

(2) 每一测站,观测者首先应粗平仪器,即使圆水准器居中,然后照准后尺,对光、消除视差后,直接读取中丝读数,记录员将读数记入记录表中。读完后视读数,紧接着照准前尺,用同样的方法读取前视读数。记录员把前、后视读数记好后,应立即计算本站高差 h 。

(3) 用步骤(2)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,记录者听到观测者所报读数后,要复诵给观测者,经默许

后方可记入记录表中。观测者应注意复核记录者的复诵数字。

(5) 观测结束后,立即算出高差闭合差 $f_h = \sum h_i$ 。如果 $f_h \leq f_{允}$,说明观测成果合格,即可算出各转点和终点高程。否则,要进行重测。

四、注意事项

(1) 水准测量工作要求全组人员紧密配合,互谅互让,意见不统一时应相互商量或请教实训指导教师。

(2) 中丝读数一律取 4 位数,即精确到毫米位,记录员也应记满 4 个数字,遇“0”不可省略。

(3) 扶尺者要选择好立尺点,务必将尺扶直,与观测人员配合好。

(4) 水准测量记录中严禁涂改、转抄,不准用钢笔、圆珠笔记录,字迹要工整、清洁。

实训表格见附表一:等外水准测量记录表。

实训五 四等水准测量

一、实训目的

- (1) 学会用双面水准尺进行四等水准测量的观测、记录、计算方法。
- (2) 熟悉四等水准测量的主要技术指标,掌握测站及水准路线的检核方法。

二、仪器与工具

(1) 仪器室借领:DS3 自动安平水准仪 1 台,水准仪脚架 1 个,双面水准尺 2 把,记录板 1 块,尺垫 2 个,四等水准测量记录纸 1 张。

(2) 自备:计算器、铅笔、刀片、计算用纸。

三、实训方法与步骤

(1) 选定一条闭合或复合水准路线,其长度以安置 4~6 个测站为宜。沿线标定待定点的地面标志。

(2) 在起点与第一个立尺点之间设站,安置好水准仪并精确整平后,按以下顺序观测:后视黑面尺,读取下、上、中丝读数;前视黑面尺,读取下、上、中丝读数;前视红面尺,读取中丝读数;后视红面尺,读取中丝读数。

这种观测顺序简称“后—前—前—后”或“黑—黑—红—红”,也可采用“后—后—前—前”的观测顺序。

(3) 各种观测记录完毕应及时计算。

1) 将黑、红面分划读数差(即同一水准尺的黑面读数 + 常数 K - 红面读数)填入记录表中;

2) 将黑、红面分划所测高差之差填入记录表中;