

适用于应用型本科院校非测绘类专业

测量学实验与实习

CE LIANG XUE SHI YAN YU SHI XI

● 主编 张序
◎ 主审 潘国荣



东南大学出版社

P2
32C

2007

测量学实验与实习

主编 张 序

参编 连达军 刘 彤 王 颖

东南大学出版社

内 容 提 要

本书为测量学的实验与实习指导书,全书共分三部分:第一部分为测量实验与实习须知;第二部分为测量实验项目,共列出了 22 个实验项目,给出实验要求和实验方法并介绍了各种测量仪器的基本结构、使用方法和操作步骤,包括电子经纬仪、电子全站仪等先进测量仪器的使用;第三部分为测量实习指导书,列出了各专业实习测量工作的内容。

本书可作为高等院校土木工程、城市规划、环境工程、工程管理和地理信息系统等相关专业测量学实验与实习教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测量学实验与实习/张序主编. —南京:东南大学出版社, 2007. 5

ISBN 978-7-5641-0722-2

I. 测... II. 张... III. 测量学-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(2007)第 056805 号

出版发行:东南大学出版社

社 址:江苏省南京市四牌楼 2 号(210096)

出版人:江 汉

经 销:江苏省新华书店

印 刷:南京京新印刷厂

版 次:2007 年 5 月第 1 版

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-0722-2/TU·106

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:6.75

字 数:168 千

印 数:1~4000 册

定 价:12.00 元

(若有印装质量问题,请与读者服务部联系。电话:025-83792328)

前 言

本书作为应用型本科院校非测绘类专业《测量学》的配套教材,主要用于测量课程课间实验和期终课程综合实习。

测量学实验和实习是“测量学”课程从理论到实践,帮助学生巩固课堂所学知识,培养学生分析问题和解决问题的能力,训练学生实际测量作业技能的重要实践性教学环节。

全书共分三部分,第一部分为测量实验与实习须知;第二部分为测量实验项目,共列出了22个实验项目,有水准仪、经纬仪的认识、使用、检验及校正,精密水准仪认识及使用,电子经纬仪、电子全站仪的认识及使用,水准测量、角度测量、钢尺量距等基本测量步骤和方法,以及导线测量、碎部测量、建筑物轴线和高程测设、道路曲线测设、线路纵横断面图测绘,数字测图数据采集等测量内容和方法;第三部分为测量实习指导书,根据各专业测量实习的工作内容和要求,给出了实习的准备、计划及注意事项,实习的内容、方法和技术要求,实习的成果整理、技术总结和考核工作;最后给出了多个测量实验的附录表。

本书的第一部分,实验一至十二,实验十五、十九、二十、二十一由张序执笔;实验十三、十四、十八由连达军执笔;实验十六、十七、二十二由王颖执笔;第三部分、附录表由张序、刘彤执笔,得到了袁铭、杨朝辉、严勇、翁晓忠等老师的支持帮助,并提出了许多宝贵意见。同时,得到了苏州一光仪器有限公司的大力支持,在此表示衷心的感谢。全书由张序负责统稿工作。

潘国荣教授对全书进行了审阅,提出了许多宝贵的意见和建议,为提高本书的编写质量起到了重要作用,为此,谨致谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏及错误,诚请使用本书的教师和同学以及其他读者批评指正。

编 者

2007年4月于江枫园

目 录

第一部分 测量实验与实习须知.....	1
一、测量实验的一般规定	1
二、测量仪器的使用规则和注意事项	1
第二部分 测量实验项目.....	4
实验一 水准仪的认识及使用(DS3)	5
实验二 普通水准测量(变动仪器高法).....	8
实验三 四等水准测量(双面尺法).....	10
实验四 水准仪的检验及校正(DS3)	12
实验五 精密水准仪的认识及使用(DS1)	16
实验六 DJ6 级光学经纬仪的认识及使用	19
实验七 测回法水平角观测.....	22
实验八 DJ2 级光学经纬仪的认识及使用	23
实验九 方向观测法水平角观测.....	26
实验十 竖直角观测和竖盘指标差检校.....	28
实验十一 经纬仪的检验及校正	30
实验十二 电子经纬仪的认识及使用.....	33
实验十三 钢尺量距和钢尺检定	38
实验十四 经纬仪钢尺导线测量.....	40
实验十五 电子全站仪的使用.....	41
实验十六 碎部测量(经纬仪测绘法).....	49
实验十七 求积仪的使用.....	51
实验十八 建筑物轴线测设和高程测设.....	54
实验十九 道路圆曲线测设.....	56
实验二十 线路纵、横断面图测绘	59
实验二十一 数字测图数据采集.....	61
实验二十二 航片的立体观察、量测与野外判读	63
第三部分 测量实习指导(书).....	64
一、实习的准备、计划及注意事项.....	64
二、实习的内容、方法及技术要求.....	65
三、实习的成果整理、技术总结和考核工作.....	69
附录表.....	70

第一部分 测量实验与实习须知

测量学是一门实践性很强的技术基础课,测量实验与实习是测量学教学中不可缺少的环节。只有通过实验与实习,才能巩固课堂所学的基本理论知识,进而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,必须对测量实验与实习予以高度重视。

一、测量实验的一般规定

1. 实验或实习前,必须阅读《测量学》的有关章节及《测量学实验与实习》的相应项目;实验时,必须携带《测量学实验与实习》,便于参照、记录有关数据和计算。

2. 实验或实习分小组进行,组长负责组织和协调工作,办理所用仪器、工具的借领和归还手续。

3. 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;应在指定的场地进行,不得擅自改变地点。

4. 必须遵守实验室的《测量仪器工具的借用规则》;应该听从教师的指导,严格按照实验或实习要求,认真、按时、独立地完成任务。

5. 测量记录应该用正楷书写文字和数字,不可潦草,记录应该用 2H 或 3H 铅笔。在规定表栏中,应将仪器型号、编号、日期、天气、观测者、记录者、测站和已知数据等填写齐全。

6. 记录者听取观测者报出读数后,应向观测者回报读数,以免记错。

7. 记录数字若发现有错误,不得涂改,也不得用橡皮擦拭,而应该用细横线划去错误数字,在原数字上方写出正确数字,并在备注栏内说明原因。观测数据的尾数不得更改。记录数据要完整(如水准尺读数 1.500,度盘读数 $136^{\circ}08'00''$),不可将零尾数省略。

8. 根据观测结果,应当场作必要的计算,并进行必要的成果检验,以决定观测成果是否合格,是否需要重测(返工)。只有在确认无误后,方可迁站或结束。

9. 数据运算中,按“4 舍 6 入,5 前单进、双舍”的规则进行凑整,如 1.5244m,1.5236m,1.5245m,1.5235m 等,这些数字若取至毫米位,则均可记为 1.524m。

10. 实验或实习结束时,应把观测记录和实验报告交指导教师审阅。经教师认可后,方可收拾仪器和工具,作必要的清洁工作,向实验室归还仪器和工具,结束实验。

二、测量仪器的使用规则和注意事项

测量仪器是比较贵重的设备,尤其是目前在向精密光学、机械化、电子化方向发展而使其功能日益先进的同时,其价格也更为昂贵。对测量仪器的正确使用、精心爱护和科学保养,是从事测量工作的人员必须具备的素质和应该掌握的技能,也是保证测量成果的质量、提高测量工作效率、发挥仪器性能和延长其使用年限的必要条件。为此,特制定下列测量仪器使用规则和注意事项,在测量实验或实习中应严格遵守和参照执行。

1. 仪器、工具的借用

(1) 以实验小组为单位借用测量仪器和工具,按小组编号在指定地点凭学生证向实验室人员办理借用手续。

(2) 借用时,按本次实验的仪器、工具清单当场清点,检查实物与清单是否相符,仪器工具及其附件是否齐全,背带及手提是否牢固,三脚架是否完好。如有缺损,进行修补或更换后领出。

(3) 搬运前,必须检查仪器箱是否锁好;搬运时,必须轻取轻放,避免剧烈震动和碰撞。

(4) 实验或实习结束后,应及时收装仪器、工具,清除接触土地的部件(脚架、尺垫等)上的泥土,送还借用处检查验收。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,进行登记,并按有关规定赔偿。

2. 仪器的安装

(1) 先将仪器的三脚架在地面安置稳妥。安置经纬仪的三脚架必须与地面点大致对中,架头大致水平。若为泥土地面,应将脚尖踩入土中;若为坚实地面,应防止脚尖有滑动的可能性。然后开箱取仪器。仪器从箱中取出之前,应看清仪器在箱中的正确安放位置,避免装箱时发生困难。

(2) 取出仪器时,应先松开制动螺旋,用双手握住支架或基座,轻轻安放到三脚架头上,一手握住仪器,一手拧连接螺旋,最后拧紧连接螺旋,使仪器与三脚架连接牢固。

(3) 安装好仪器以后,随即关闭仪器箱盖,防止灰尘等进入箱内。严禁坐在仪器箱上。

3. 仪器的使用

(1) 仪器安装在三脚架上之后,不论是否在观测,必须有人守护,禁止无关人员拨弄,避免路过的行人和车辆碰撞。

(2) 仪器镜头上的灰尘,应该用仪器箱中的软毛刷拂去或用镜头纸轻轻擦拭,严禁用手指或手帕等擦拭,以免损坏镜头上的药膜。观测结束后,应及时套上物镜盖。

(3) 在阳光下观测,应撑伞防晒,雨天禁止观测;对于电子测量仪器,在任何情况下,均应撑伞防护。

(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(切不可拧得过紧);微动螺旋不要旋到顶端,即应使用中间的一段螺纹。

(5) 仪器在使用中发生故障时,应及时向指导教师报告,不得擅自处理。

4. 仪器的搬迁

(1) 在行走不便的地段搬迁测站或远距离迁站时,必须将仪器装箱后再搬。

(2) 近距离或在行走方便的地段迁站时,可以将仪器连同三脚架一起搬迁。先检查连接螺旋是否旋紧,松开各制动螺旋,如为经纬仪,则将望远镜物镜向着度盘中心,均匀收拢各三脚架腿,左手托住仪器的支架或基座,右手抱住脚架,稳步行走。严禁斜扛仪器进行搬迁。

(3) 迁站时,应带走仪器所有附件和工具等,防止遗失。

5. 仪器的装箱

(1) 实验结束,仪器使用完毕,应清除仪器上的灰尘,套上物镜盖,松开各制动螺旋,将脚螺旋调至中段并使大致同高。一手握住仪器支架或基座,一手旋松连接螺旋使之与三脚架脱离,双手从脚架头上取下仪器。

(2) 仪器放入箱内,使正确就位,试关箱盖,确认放妥(若箱盖合不上口,说明仪器位置

未放置正确,应重放。切不可强压箱盖,以免损伤仪器)后,再拧紧仪器各制动螺旋,然后关箱,搭扣,上锁。

(3) 清除箱外的灰尘和三脚架脚尖上的泥土。

(4) 清点仪器附件和工具。

6. 测量工具的使用

(1) 使用钢尺时,应使尺面平贴地面,防止扭转、打圈,防止行人踩踏或车轮碾压,尽量避免尺身沾水,量好一尺段再向前量时,必须将尺身提起离地,携尺前进,不得沿地面拖尺,以免磨损尺面刻划甚至折断钢尺。钢尺用毕,应将其擦净并涂油防锈。

(2) 皮尺的使用方法基本上与钢尺的使用方法相同,但量距时使用的拉力应小于使用钢尺时的拉力。皮尺沾水的危害更甚于钢尺,皮尺如果受潮,应晾干后再卷入盒内。卷皮尺时,切忌扭转卷入。

(3) 使用测图板时,应注意保护板面,不得乱写乱扎,不能施以重压。

(4) 使用水准尺和标杆时,应注意防止受横向压力,防止竖立时倒下,防止尺面刻划受磨损。标杆不能作棍棒使用。

(5) 小件工具(如垂球、测钎、尺垫等)用完即收,防止遗失。

第二部分 测量实验项目

测量实验是“测量学”课堂教学期间讲授某一章节以后安排的实践性教学环节。通过测量实验,加深对测量基本概念的理解,初步掌握测量工作的实际操作技能,也为课程后续内容的学习打好基础。本书列出 22 个测量实验项目,有几项是基本的,有几项是结合专业的或综合的;有些实验可分次进行,有些实验可合并进行,其顺序基本上按照“测量学”学习的次序安排。实验项目应由教师在每次布置实验课任务时通知,以便预习,在实验前明确实验的内容和要求。

每次实验一般为 2 学时,实验小组人数一般为 3~4 人,但也应根据实验的具体内容以及仪器设备条件作灵活安排,以保证每人都能参与观测、记录、做辅助工作等实践。每项实验所附的测量记录表格,应在观测时当场记录,并进行必要的计算,在实验结束时上交。

实验一 水准仪的认识及使用(DS3)

一、目的和要求

- (1) 了解 DS3 级微倾式水准仪的基本构造和性能,认识其主要部件的名称和作用。
- (2) 练习水准仪的安置、瞄准、读数。
- (3) 练习普通水准测量的施测、记录和计算方法。

二、计划和设备

- (1) 实验安排 2 学时。实验小组由 4 人组成,1 人操作仪器,1 人记录,2 人立尺,轮流操作。
- (2) 每组 DS3 级微倾式水准仪 1 台,水准尺 2 根,记录板 1 块。

三、方法和步骤

1. 认识水准仪的构造和各部件的名称

图 1-1 为 DS3 级微倾式水准仪的外形及各部件的名称。

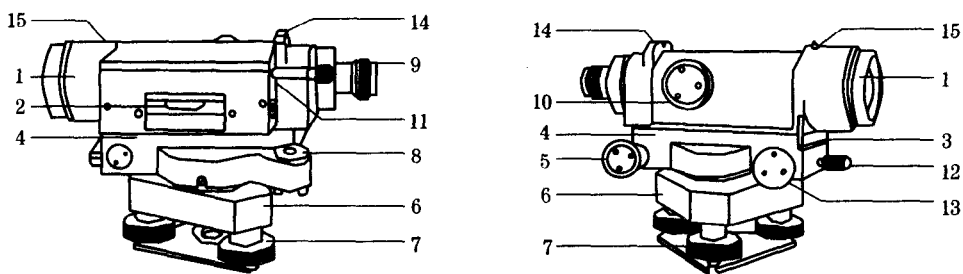


图 1-1 DS3 级微倾式水准仪

1. 望远镜物镜; 2. 水准管; 3. 簧片; 4. 支架; 5. 微倾螺旋; 6. 基座; 7. 脚螺旋; 8. 圆水准器;
9. 望远镜目镜; 10. 物镜调焦螺旋; 11. 气泡观察镜; 12. 制动螺旋; 13. 微动螺旋; 14. 照门; 15. 准星

2. 水准仪的安置和使用

(1) 安置仪器:仪器所安置的地点称为测站。在测站上松开三脚架伸缩螺旋,按需要调整架腿的长度,将螺旋拧紧。先将三脚架架腿,使架头大致水平,把三脚架的脚尖踩入土中;然后把水准仪从箱中取出,放到三脚架架头上,一手握住仪器,一手将三脚架架头上的连接螺旋旋入仪器基座内,拧紧,并检验是否已真正连接牢固,关上仪器箱。

(2) 粗平:水准仪的粗平是通过旋转仪器的脚螺旋使圆水准的气泡居中而达到的。如图 1-2 所示,按“左手拇指规则”旋转一对脚螺旋(图 1-2(a))和第三个脚螺旋(图 1-2(b)),使气泡居中。这是置平测量仪器的基本功,必须反复练习。

(3) 瞄准:望远镜瞄准目标前,先进行目镜调焦,使十字丝最清晰;放松制动螺旋,转动

望远镜,通过望远镜上的照门和准星初步瞄准水准尺,旋紧制动螺旋;进行物镜调焦,使水准尺分划成像清晰;旋转微动螺旋,使水准尺像的一侧靠近十字丝纵丝(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位移(视差);如果存在视差,则重新进行目镜调焦和物镜调焦,以消除视差。

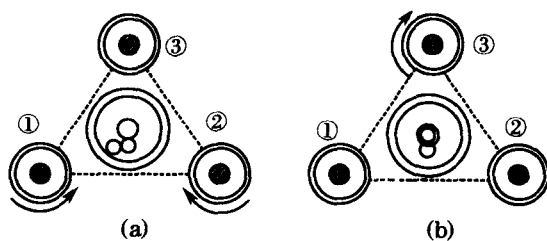


图 1-2 使圆水准器气泡居中

(4) 精平:精平使水准管气泡居中,使水准仪的视线水平,是水准测量中关键性的一步。转动微倾螺旋,使水准管气泡居中;从目镜左方的符合气泡观察窗可以看到气泡两个半边的像,如图 1-3 所示,当两边的像符合时,水准管气泡居中。注意微倾螺旋转动方向与水准管气泡像移动方向的一致性。

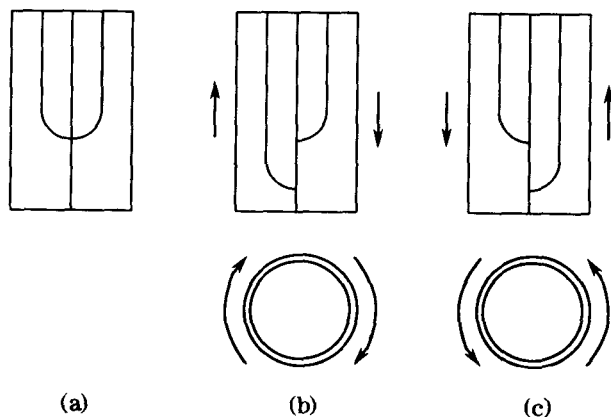


图 1-3 符合气泡

(5) 读数:在倒像望远镜中看到水准尺像是倒立的,为了读数的方便,水准尺上的注字是倒写的,在望远镜中看到的字是正的。尺上注字以 m(米)为单位,每隔 10 cm 注字,每个黑色(或红色)和白色的分划为 1 cm,根据十字丝的横丝可估读到 mm。数分划的格数时,应从小的注字数往大的注字数方向数。对于倒像望远镜,则是从上往下数。

综上所述,水准仪的基本操作程序可以归纳如下:

安置——粗平——瞄准——精平——读数

3. 水准测量记录练习

每人练习水准仪安置和操作方法以后,对两支竖立的水准尺分别进行瞄准、精平、读数,并在附录表 1-1“水准仪的认识与使用”中做记录,计算两水准尺立尺点的高差。该记录表作为本次实验成果上交。

4. 自动安平水准仪的使用

图 1-4 所示为 DSZ2 型自动安平水准仪的外形及各部件的名称。

自动安平水准仪利用圆水准器粗平仪器,仪器中的补偿棱镜在地球重力的作用下自动使仪器视准轴的水平(精平),操作较一般水准仪简便,又可防止一般水准仪在操作中忘记精

平的失误。其操作步骤如下：

(1) 安置三脚架和连接仪器：选好测站，安放三脚架，使架头大致水平，用连接螺旋使水准仪与三脚架固连。对于 C30 型的球面三脚架头，将水准仪连接上后，略为旋松连接螺旋，轻轻推动仪器在球面上滑动，使圆水准器的气泡约有一半以上进入中央圆圈，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：轻轻地在水平方向转动仪器，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成像清晰；检查是否存在视差，如有，则再作对光调整。

(4) 读数：自动安平水准仪的读数与一般水准仪相同。

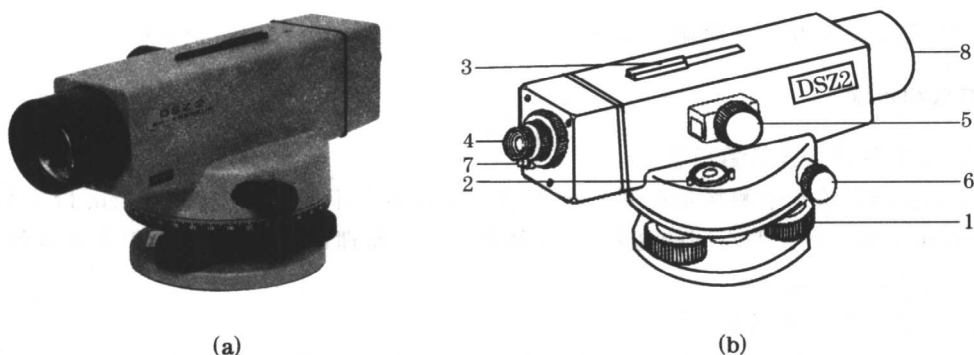


图 1-4 DSZ2 型自动安平水准仪

1. 脚螺旋；2. 圆水准器；3. 瞄准器；4. 目镜调焦螺旋；5. 物镜调焦螺旋；
6. 微动螺旋；7. 补偿器检查按钮；8. 物镜

四、注意事项

(1) 仪器安放到三脚架架头上，必须旋紧连接螺旋，使连接牢固。

(2) 水准仪在读数前，必须使长水准管气泡严格居中。

(3) 瞄准目标必须消除视差。

(4) 从水准尺上读数必须读 4 位数：m, dm, cm, mm。不到 1 m 的读数，第一位数为零；如为整分米、整厘米读数，相应的位数也应补零。

实验二 普通水准测量(变动仪器高法)

一、目的和要求

- (1) 练习水准测量测站和转点的选择、水准尺的立尺方法、测站上的仪器操作。
- (2) 掌握水准测量(两次仪器高法)的施测、记录、高差闭合差调整和高程计算的方法。

二、计划和设备

- (1) 实验安排 2 学时。实验小组由 4 人组成,轮流分工为:1 人操作仪器,1 人记录,2 人立水准尺。
- (2) 实验设备为 DS3 级微倾水准仪 1 台,水准尺 2 根,尺垫 2 只,记录板 1 块。

三、方法和步骤

1. 了解普通水准测量方法

变动仪器高法水准测量是在同一个测站上安置两次不同高度(相差 10 cm 以上)的仪器,都以水平视线测定两点间的高差,两次测得的高差在理论上应该相等,用来检查每一测站在观测中是否有错误。

2. 变动仪器高法水准测量

(1) 从实验场地的某一水准点出发,选定一条闭合水准路线,其长度以安置 4~5 个测站、视线长度 40~60 m 为宜。立尺点可以选择有凸出点的固定地物或安放尺垫。

(2) 在起点(某一水准点)与第一个立尺点的中间(前、后视的距离大致相等,用目估或步测)安置水准仪并粗平,观测者按下列顺序观测:

后视立于水准点上的水准尺,瞄准,精平,读数;

前视立于第一点上的水准尺,瞄准,精平,读数;

改变水准仪高度(10 cm 以上),重新安置水准仪;

前视立于第一点上的水准尺,瞄准,精平,读数;

后视立于水准点上的水准尺,瞄准,精平,读数。

(3) 观测者的每次读数,记录者应当场记下;后视、前视完毕,应当场计算高差,并作测站检核。本实验记录于附录表 2-1“普通水准测量记录”。

(4) 依次设站,用相同的方法进行观测,直至回到出发的点。

(5) 全路线施测完毕,应作线路检核,计算前视读数之和、后视读数之和、高差之和。同时,在附录表 2-2“高差误差配赋表”中进行水准测量成果计算。

四、注意事项

(1) 当水准仪瞄准、读数时,水准尺必须立直。尺子的左、右倾斜,观测者在望远镜中根据纵丝可以发现,而尺子的前后倾斜则不易发现,立尺者应注意。

(2) 每一测站,两次仪器高测得两个高差值之差不应大于 6 mm(等外水准容许值),否

则该测站应重测。

(3) 每一测站,通过上述测站检核,才能搬站;仪器未搬迁时,前、后视水准尺的立尺点如为尺垫,则均不得移动。仪器搬迁了,说明已通过测站检核,后视的立尺人才能携尺和尺垫前进至另一点;前视的立尺人仍不得移动尺垫,只是将尺面转向,由前视转变为后视。

(4) 闭合线路的高差闭合差不应大于 $\pm 12\sqrt{n}$ (山地), n 为测站数。

(5) “普通水准测量记录”表应全部填写完毕,及在“高差误差配赋表”中计算的水准测量成果,作为本次实验的成果上交。

实验三 四等水准测量(双面尺法)

一、目的和要求

(1) 进一步熟悉水准仪的操作,掌握用双面水准尺进行四等水准测量的观测、记录和计算方法。

(2) 熟悉四等水准测量的主要技术指标,掌握测站和路线的检核方法。

二、计划和设备

(1) 实验安排 2 学时。实验小组由 4 人组成,轮流分工为:1 人操作仪器,1 人记录,2 人立水准尺。

(2) 实验设备为 DS3 级微倾式水准仪 1 台,双面水准尺 2 根,尺垫 2 只,记录板 1 块。

三、方法和步骤

1. 了解四等水准测量的方法

双面尺法四等水准测量是在小地区布设高程控制网的常用方法,是在每个测站上安置一次水准仪,但分别在水准尺的黑、红两面刻划上读数,可以测得每次高差,进行测站检核。除此以外,还有其他一系列的检核方法。

2. 四等水准测量的实验

(1) 从实验场地的某一水准点出发,选定一条闭合水准路线;或从一个水准点出发至另一水准点,选定一条附合水准路线。路线长度为 200~400 m,设置 4~6 个测站,视线长度为 30 m 左右。立尺点可以选择有凸出点的固定地物或安放尺垫。

(2) 安置水准仪的测站至前、后视立尺点的距离(用步测或用视距测量)应大致相等。在每一测站,按下列顺序进行观测:

后视水准尺黑色面——读上、下丝读数,精平,读中丝读数;

前视水准尺黑色面——读上、下丝读数,精平,读中丝读数;

前视水准尺红色面——精平,读中丝读数;

后视水准尺红色面——精平,读中丝读数。

(3) 记录者在附录表 3-1“四等水准测量记录”中按表头标明次序 (1)~(8),记录各个读数,(9)~(10)为计算结果:

$$\text{后视距离 (9)} = 100 \times \{ (1) - (2) \}$$

$$\text{前视距离 (10)} = 100 \times \{ (4) - (5) \}$$

$$\text{视距之差 (11)} = (9) - (10)$$

$$\sum \text{视距差 (12)} = \text{上站 (12)} + \text{本站 (11)}$$

$$\text{红黑面差 (13)} = (6) + K - (7), (K = 4687 \text{ 或 } 4787)$$

$$(14) = (3) + K - (8)$$

$$\text{黑面高差 (15)} = (3) - (6)$$

红面高差 (16) = (8) - (7)

高差之差 (17) = (15) - (16) = (14) - (13)

平均高差 (18) = $\frac{1}{2} \{ (15) + (16) \}$

四等水准测量的技术限差规定如表 3-1。

表 3-1 四等水准测量的技术限差

视线高度 (m)	视线长度 (m)	前、后视距差 (m)	前、后视距累积差 (m)	红、黑面读数差 (mm)	红、黑面高差之差 (mm)
>0.2	≤80	≤5	≤10	≤3	≤5

每站读数结束[(1)~(8)],随即进行各项计算[(9)~(16)],并按表 3-1 进行各项检验,满足限差要求后才能搬站。

(4) 依次设站,用相同的方法进行观测,直至线路终点,计算线路的高差闭合差。按四等水准测量的规定,线路高差闭合差的容许值为 $\pm 20 \sqrt{L}$ mm。L 为线路总长(单位:km)。

四、注意事项

(1) 四等水准测量比工程水准测量有更严格的技术规定,要求达到更高的精度,其关键在于:前、后视距要相等(在限差以内);从后视转为前视(或相反),望远镜不能重新调焦;水准尺应完全竖直,最好用附有圆水准器的水准尺。

(2) 每站观测结束,应立即进行计算和检核,若有超限,则应重测该站。全线路观测完毕,线路高差闭合差在容许范围以内方可收测,结束实验。

(3) 实验结束后,应上交经过各项检核计算后的附录表 3-1“四等水准测量记录”,及在附录表 3-2“高差误差配赋表”中计算的成果。

实验四 水准仪的检验及校正(DS3)

一、目的和要求

- (1) 了解水准仪各轴线间应满足的条件。
- (2) 掌握 DS3 级微倾式水准仪的检验及校正的方法。

二、计划和设备

(1) 实验安排 2 学时。实验小组由 4 人组成,轮流分工为:1 人观测、检校,1 人记录,2 人立尺或将水准尺固定在实验场地的固定地物上。

(2) 实验设备为 DS3 级微倾式水准仪 1 台,水准尺 2 根,尺垫 2 个,小螺丝刀 1 把,校正针 1 根,记录板 1 块。

三、方法和步骤

1. 水准仪的轴线及其应满足的几何关系

如图 4-1 所示,水准仪的主要轴线有:
 CC_1 为望远镜视准轴, LL_1 为水准管轴, $L'L'_1$ 为圆水准器轴, VV_1 为竖轴。在进行水准测量时,水准仪必须提供一条水平视线。因此,水准仪的视准轴必须平行于水准管轴($LL_1 // CC_1$),这是水准仪应满足的主要条件。此外,水准仪还应满足以下两个条件:① 圆水准器轴平行于仪器的纵轴($L'L'_1 // VV_1$);② 十字丝的中丝(横丝)垂直于仪器的纵轴。

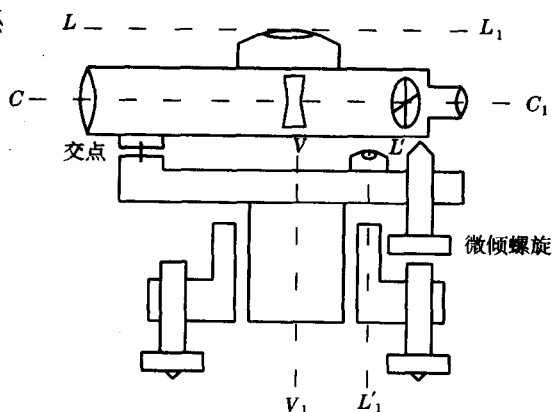


图 4-1 水准仪的轴线

2. 水准仪检验与校正

(1) 圆水准器轴平行于纵轴的检验和校正

如图 4-2 所示,转动脚螺旋使圆水准器气泡居中,将水准仪绕纵轴旋转 180° 后,若气泡仍居中,说明 $L'L'_1 // VV_1$ 的条件满足,否则需要校正。校正的方法是:先稍松圆水准器底部

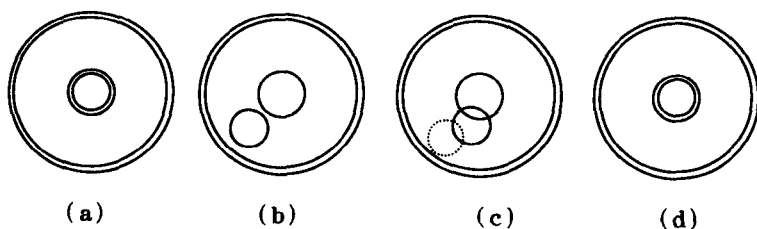


图 4-2 圆水准器的检验与校正