

东华理工大学重点教材建设项目

国家自然科学基金项目 (编号:41204003、41304020、41206078)

江西省数字国土重点实验室开放研究基金项目 (DLLJ201415)

江西省教学改革项目 (JXJG13353)

联合资助

测量学实习指导书

CELIANGXUE SHIXI ZHIDAOSHU

刘向铜 熊助国 李平 王胜平 陈本富 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

东华理工大学重点教材建设项目

国家自然科学基金项目(编号:41204003、41304020、41206078)

江西省数字国土重点实验室开放研究基金项目(DLLJ201415)

江西省教学改革项目(JXJG13353)

联合资助

测量学实习指导书

CELIANGXUE SHIXI ZHIDAOSHU

刘向铜 熊助国 李平 王胜平 陈本富 等著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

测量学实习指导书/刘向铜等著. —武汉:中国地质大学出版社,2015.3
ISBN 978-7-5625-3599-7

- I. ①测…
- II. ①刘…
- III. ①测量学
- IV. ①P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 044204 号



测量学实习指导书

刘向铜 熊助国 李平 王胜平 陈本富 等著

责任编辑:姜 梅

责任校对:周 旭

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:135 千字 印张:5.25

版次:2015 年 3 月第 1 版

印次:2015 年 3 月第 1 次印刷

印刷:武汉市籍缘印刷厂

印数:1—500 册

ISBN 978-7-5625-3599-7

定价:18.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

测量学是测绘工程专业一门最具基础性、综合性的学科,是测绘类各门课程的基础。测量学教学中比较重要的一点就是实践环节的教学,实践教学环节在与测量学相关课程理论教学中不可或缺,是理论联系实际的重要部分,可以培养学生的动手能力,增加学生对测量仪器操作和测量实施的感性认识。它在培养学生严谨的治学态度、活跃的创新意识、理论联系实际和适应科技发展的综合应用能力等方面具有不可替代的作用。本实习指导书的编写目的在于培养学生的基本测量技能,提高学生的动手能力,使学生初步掌握测量工作的实际操作和实施方法;培养学生的科学思维和创新意识,使学生掌握实验研究的基本方法,提高学生的分析能力和创新能力;提高学生的科学素养,培养学生理论联系实际和实事求是的科学作风、认真严谨的科学态度、积极主动的探索精神,以及遵守纪律、团结协作、爱护公共财产的优良品德。

该实习指导书是在作者多年从事测量学的教学与科研实践的基础上编写而成。全书按照实践教学环节的需要,逐个实验进行编写,包含了测量学教学中所涉及的绝大部分实验操作。同时,为了满足集中实习的需要,在后半部分对测量学的集中实习编写了集中实习指导。本书可以作为本科、专科测绘工程及相关专业测量学或者相近课程的实践教学用书或者实践参考用书。本书共分为四个部分,除了封面注明的人员以外,东华理工大学测绘工程教研室的王乐洋、鲁铁定、王建强、朱煜峰、罗艳、陈生海、罗亦泳、吴华玲、肖根如、赵宝贵也参与了本书的编写。刘荣教授和吴良才教授为本书的编写提出了宝贵的指导意见。全书由刘向铜负责

统稿与文字整理工作，熊助国负责全书的审校工作。

本书在编写过程中得到了南方数码公司的大力支持。主要出版经费来自“东华理工大学重点教材建设资助项目”，并且得到了国家自然科学基金项目(编号：41204003、41304020、41206078)、江西省数字国土重点实验室开放研究基金(DLLJ201415)、江西省教学改革项目(JXJG13353)的资助。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者谅解并且提出宝贵意见。

作 者

2015 年 1 月于江西

目 录

第一部分 测量实习须知

第二部分 常规测量仪器的操作

实验一	DS3 水准仪的认识及使用	(4)
实验二	普通水准测量	(7)
实验三	四等水准测量	(9)
实验四	DS3 水准仪的检验与校正	(11)
实验五	经纬仪的认识与使用	(14)
实验六	测回法观测水平角	(17)
实验七	方向法观测水平角	(19)
实验八	垂直角观测与竖盘指标差的计算	(21)
实验九	DJ6 光学经纬仪的检验与校正	(23)
实验十	经纬仪大比例尺地形图测绘	(26)

第三部分 数字化测图技术和方法

实验一	全站仪的认识和使用	(30)
实验二	光电测距导线作业	(32)
实验三	全站仪采集碎部点坐标	(36)
实验四	大比例尺数字化测图外业	(37)
实验五	大比例尺数字化测图内业	(42)
实验六	CASS9.0 软件的认识	(43)

实验七 利用 CASS9.0 软件编辑地物	(46)
实验八 利用 CASS9.0 软件编辑等高线	(55)

第四部分 测量学集中实习

第一节 测量学实习的目的与任务	(61)
第二节 测量学实习的准备工作	(62)
第三节 控制测量	(66)
第四节 测量学实习的碎部测量	(69)
第五节 测量学实习总结	(73)
第六节 实习纪律及注意事项	(74)
附录 测量学实习报告封面	(76)
主要参考文献	(77)

第一部分

测量实习须知

一、测量实习规定

(1)在测量实验之前,应复习教材中的有关内容,认真仔细地预习实验或实验指导书,明确目的与要求、熟悉实验步骤、注意有关事项,并准备好所需文具用品,以保证按时完成实验任务。

(2)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和归还手续。

(3)实验应在规定的时间进行,不得无故缺席或迟到早退;应在指定的场地进行,不得擅自改变地点或离开现场。

(4)服从教师的指导,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。每项实验都应取得合格的成果并提交书写工整规范的实验报告,经指导教师审阅签字后,方可交还测量仪器和工具,结束实验。

(5)实验过程中,应遵守纪律,爱护现场的花草、树木和农作物,爱护周围的各种公共设施,任意砍折、踩踏或损坏者应予赔偿。

二、测量仪器工具的借领与使用规则

1. 测量仪器工具的借领

(1)在教师指定的地点办理借领手续,以小组为单位领取仪器、工具。学生应以小组为单位于上课前凭学生证向实验室借领。借领时,各组依次由1~2人进入室内,在指定地点清点、检查仪器和工具,然后在登记表上填写班级、组号及日期。借领人签名后将登记表及学生证交管理人员。

(2)借领时应该当场清点检查。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,伸缩处的固定螺旋是否滑扣等。如有缺损,可以补领或更换。

(3)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。

(4)借出仪器、工具之后,不得与其他小组擅自调换或转借。

(5)实习完毕后,应将所借用的仪器、工具上的泥土清扫干净再交还实验室,由管理人员检查验收后发还学生证。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,并按有关规定给予赔偿。

2. 测量仪器使用注意事项

(1)携带仪器时,应注意检查仪器箱盖是否关紧锁好,拉手、背带是否牢固。

(2) 打开仪器箱之后,要看清并记住仪器在箱中的安放位置,避免以后装箱困难。仪器应该放在地面或者其他平台上才能打开,不能托在手上或者抱在怀中打开。

(3) 取仪器之前,应注意先松开制动螺旋,再用双手握住支架或基座轻轻取出仪器,放在三脚架上,保持一手握住仪器,一手去拧连接螺旋,最后旋紧连接螺旋使仪器与脚架连接牢固。

(4) 装好仪器之后,注意随即关闭仪器箱盖,防止灰尘和湿气进入箱内。仪器箱上严禁坐人。

(5) 人不离仪器,必须有人看护仪器,禁止无关人员拨弄仪器,防止行人和车辆碰撞仪器,切勿将仪器靠在墙边或树上,以防跌损。在野外使用仪器时,应该撑伞,严防日晒雨淋。

(6) 若发现透镜表面有灰尘或其他污物,应先用软毛刷轻轻拂去,再用镜头纸擦拭,严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免损坏镜头。观测结束后应及时套好物镜盖。

(7) 各制动螺旋勿扭过紧,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。转动仪器时,应先松开制动螺旋,再平衡转动。使用微动螺旋时,应先旋紧制动螺旋。动作要准确、轻捷,用力要均匀。

(8) 仪器装箱时,要放松各制动螺旋,装入箱后先试关一次,在确认安放稳妥后,再拧紧各制动螺旋,以免仪器在箱内晃动、受损,最后关箱上锁。

(9) 使用仪器时,对仪器性能尚未了解的部件,未经指导教师许可,不得擅自操作。

(10) 测距仪、电子经纬仪、电子水准仪、全站仪、GPS 等电子测量仪器,在野外更换电池时,应先关闭仪器的电源;装箱之前,也必须先关闭电源,才能装箱。

(11) 仪器搬站时,对于长距离或难行地段,应将仪器装箱,再行搬站。在短距离和平坦地段,先检查连接螺旋,再收拢脚架,一手握基座或支架,一手握脚架,竖直地搬移,严禁横杠仪器进行搬移。装有自动归零补偿器的经纬仪搬站时,应先旋转补偿器关闭螺旋将补偿器托起才能搬站,观测时应记住及时打开。

(12) 三脚架架设时高度要适中,要拧紧固定螺旋,三条腿分开的跨度要适中并且踩紧脚架。

(13) 水准尺、标杆禁止横向受力,以防弯曲变形。作业时,水准尺、标杆应由专人认真扶直,不准贴靠树上、墙上或电线杆上,不能磨损尺面分划和漆皮。塔尺的使用,还应注意接口处的正确连接,用后及时收尺。

(14) 测图板的使用,应注意保护板面,不得乱写乱扎,不能施以重压。

(15) 小件工具如垂球、测钎、尺垫等的使用,应用完即收,防止遗失。

(16) 测距仪或全站仪使用的反光镜,若发现反光镜表面有灰尘或其他污物,应先用软毛刷轻轻拂去,再用镜头纸擦拭。严禁用手帕、粗布或其他纸张擦拭,以免损坏镜面。

(17) 仪器在装箱前要松开各个制动螺旋,将脚螺旋调至中部,然后一手握住仪器,一手松开连接螺旋,双手把仪器放入箱中。

(18) 在潮湿的地方观测时,观测完毕后要彻底除湿才能将仪器装箱。

三、测量记录与计算规则

(1) 所有观测成果均要使用硬性(2H 或 3H)铅笔记录,同时熟悉表上各项内容及填写、计算方法。

(2) 记录观测数据之前,应将表头的仪器型号、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手簿上的相应栏内填写,并回报,以防听错、记错。不得另用纸记录事后转抄。

(4)记录时要求字体端正、整洁、清晰,最好是正楷字体,字体的大小一般占格宽的一半左右,字脚靠近底线,留出空隙作改正错误用。

(5)测量时,数字取位的规定:水准测量的视距取至 1.0m;视距总和取至 0.01km;高差中数取至 0.1mm;高差总和取至 1.0mm;角度测量秒取至 1.0″。

(6)观测手簿中有正负意义的量,应该带上“+”和“-”,即使是正号也不能省略。

(7)数据要全,不能省略零位。如水准尺读数 1.310,度盘读数 $30^{\circ}00'00''$ 中的“0”均应填写。

(8)水平角观测,秒值读记错误应重新观测,度、分读记错误可在现场更正,但同一方向盘左、盘右不得同时更改相关数字。垂直角观测中分的读数,在各测回中不得连环更改。

(9)距离测量和水准测量中,厘米及以下数值不得更改,米和分米的读记错误,在同一距离、同一高差的往、返测或两次测量的相关数字不得连环更改。

(10)更正错误,均应将错误数字、文字整齐划去,在上方另记正确数字和文字。划改的数字和超限划去的成果,均应注明原因和重测结果的所在页数。禁止擦拭、涂改和挖补。禁止连环涂改。若已修改了平均数,则不准再改计算得此平均数之任何一原始数。若已改正一个原始读数,则不准再改其平均数。假如两个读数均错误,则应重测重记。

(11)按四舍六入,五前单进双舍(或称奇进偶不进)的取数规则进行计算。如数据 1.223 5 和 1.224 5 进位均为 1.224。

(12)每测站观测结束,应在现场完成计算和检核,确认合格后方可迁站。实验结束,应按规定每人或每组提交一份记录手簿或实验报告。

第二部分

常规测量仪器的操作

实验一 DS3 水准仪的认识及使用

一、目的

- (1) 认识 DS3 微倾式水准仪的基本构造、各操作部件的名称和作用,并熟悉使用方法。
- (2) 掌握 DS3 水准仪的安置、瞄准和读数方法。

二、仪器及用具

每组借 DS3 微倾式水准仪 1 台、水准尺 1 对、尺垫 2 个、测伞 1 把。

三、水准仪的使用方法与步骤

水准仪在一个测站上的操作顺序为:安置仪器—粗略整平—瞄准水准尺—精确置平—读数。

1. 安置仪器

在测站上打开三脚架,按观测者的身高调节三脚架腿的高度,使三脚架架头大致水平,如果地面比较松软则应将三脚架的 3 个脚尖踩实,使脚架稳定。然后将水准仪从箱中取出平稳地安放在三脚架头上,一手握住仪器,一手立即用连接螺旋将仪器固连在三脚架头上。

2. 粗平

粗平即初步地整平仪器,通过调节 3 个脚螺旋使圆水准器气泡居中,从而使仪器的竖轴大致铅垂。在整平的过程中,气泡移动的方向与左手大拇指转动脚螺旋时的移动方向一致,如图 2-1-1 所示[要点:双手食指和拇指各拧一个脚螺旋,同时对向(或反向)转动,使圆水准器气泡向中间移动;再拧另一个脚螺旋,使气泡移至圆水准器居中位置。若一次不能居中,可反复进行]。如果地面较坚实,可先练习固定三脚架两条腿,移动第三条腿使圆水准器气泡大致居中,然后再调节脚螺旋使圆水准器气泡居中。

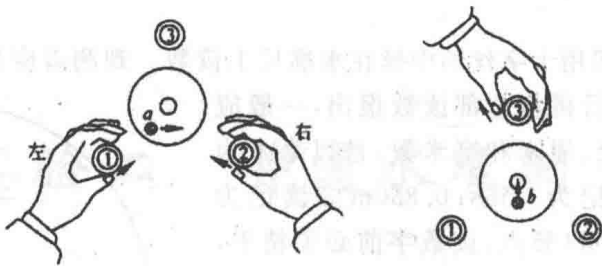


图 2-1-1 水准仪的粗平

3. 瞄准水准尺

- (1)目镜调焦。将望远镜对着明亮的背景(如天空或白色明亮物体),转动目镜调焦螺旋,使望远镜内的十字丝像十分清晰。
- (2)初步瞄准。松开制动螺旋,转动望远镜,用望远镜筒上方的照门和准星瞄准水准尺,大致进行物镜调焦使在望远镜内看到水准尺像,此时立即拧紧制动螺旋。
- (3)物镜调焦和精确瞄准。转动物镜调焦螺旋进行仔细调焦,使水准尺的分划像十分清晰,并注意消除视差,如图 2-1-2 所示。再转动水平微动螺旋,使十字丝的竖丝对准水准尺或靠近水准尺的一侧。

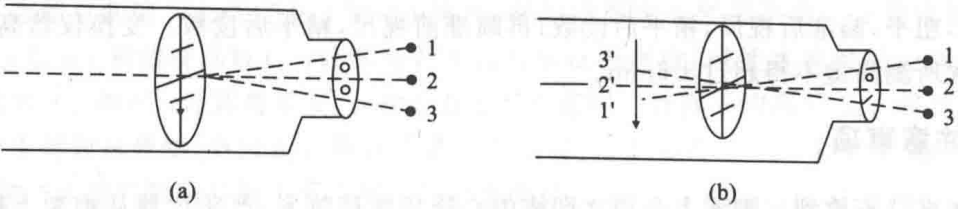


图 2-1-2 水准仪消除视差

4. 精平

转动微倾螺旋,从气泡观察窗内看到符合水准器气泡两端影像严密吻合(气泡居中),此时视线即为水平视线。注意微倾螺旋转动方向与符合水准器气泡左侧影像移动的规律。如图 2-1-3 所示。

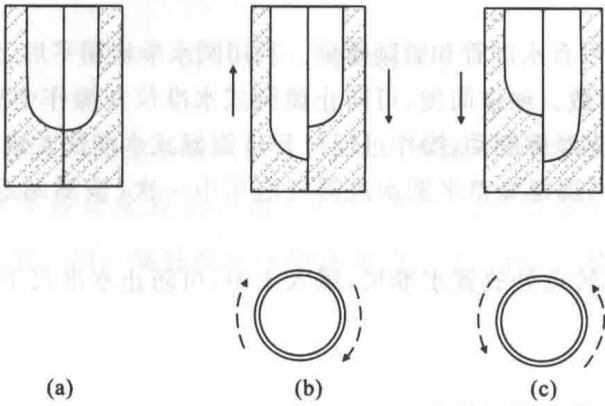


图 2-1-3 水准仪的精平

5. 读数

仪器精平后,应立即用十字丝的中丝在水准尺上读数。观测者应先估读水准尺上毫米数(小于一格的估值),然后再将全部读数报出,一般应读出四位数,即米、分米、厘米和毫米数,且以毫米为单位。如1.568m应读记为1 568;0.860m应读记为0 860,如图2-1-4所示(要点:读数字前必须精平,读数应迅速、果断、准确,读数后应立即重新检视符合水准器气泡是否仍旧居中,如仍居中,则读数有效,否则应重新使符合水准气泡居中后再读数)。

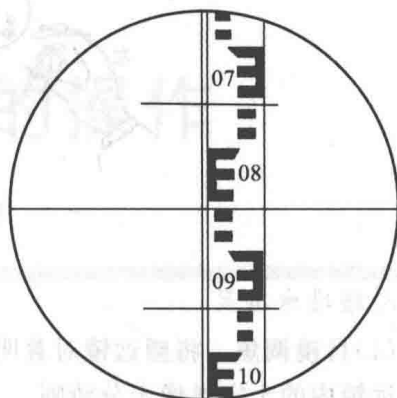


图2-1-4 水准仪精平

注意:自动安平水准仪没有水准管和微倾螺旋。利用圆水准器粗平后,借助自动补偿器的作用可迅速获得水平视线的读数。操作简便,可防止微倾式水准仪在操作中忘记精平的失误。自动安平水准仪无制动螺旋,靠摩擦制动,操作过程与DS3微倾式水准仪大致相同,无需精平。

四、一测站水准测量练习

在地面选定两点分别作为后视点和前视点,放上尺垫并立尺,在距两尺距离大致相等处安置水准仪,粗平,瞄准后视尺,精平后读数;再瞄准前视尺,精平后读数。变换仪器高度再进行观测,两次所测高差不得超过 $\pm 6\text{mm}$ 。

五、注意事项

(1)水准仪安放到三脚架上必须立即将中心连接螺旋旋紧,严防仪器从脚架上掉下摔坏。仪器的安置位置应保持前、后视距大致相等。

(2)在读数前,注意消除视差;必须使水准器气泡居中(微倾式水准仪水准管气泡两端影像符合)。

(3)注意倒像望远镜中水准尺图形与实际图形的变化(水准尺始终是小数一端触底直立)。

(4)立尺员要思想集中,立直水准尺。注意已知水准点和待定水准点不放尺垫。仪器未搬迁,后视点尺垫不能移动;仪器搬迁时,前视点尺垫不能移动。迁站时应防止摔碰仪器或丢失工具。

(5)自动安平水准仪没有水准管和微倾螺旋。利用圆水准器粗平后,借助自动补偿器的作用可迅速获得水平视线的读数。操作简便,可防止微倾式水准仪在操作中忘记精平的失误。自动安平水准仪无制动螺旋,靠摩擦制动,操作过程与DS3微倾式水准仪大致相同,无需精平。

(6)同一测站,只能用脚螺旋整平圆水准器气泡居中一次(该测站返工重测应重新整平圆水准器)。

(7)尺垫的作用是在转点处放置水准尺,踩入土中,可防止水准尺下沉。

六、上交资料

原始记录本、计算数据和实验报告。

实验二 普通水准测量

一、目的

- (1) 练习普通水准测量一测站的测量、记录和计算。
- (2) 掌握普通水准测量的施测、记录、计算、闭合差调整及高程计算的方法。

二、仪器及用具

每组借 DS3 微倾式水准仪 1 台、水准尺 1 对、尺垫 2 个、记录板 1 块、测伞 1 把。

三、水准仪的使用方法与步骤

- (1) 选定一条水准路线, 估计各个转点位置, 确定起始点及水准路线的前进方向。
- (2) 在起始点和第一个待定点分别立水准尺, 在距该两点大致等距离处安置仪器, 分别观测得后视读数 a'_1 和前视读数 b'_1 , 计算高差 h'_1 ; 改变仪器高度 (或换水准尺另一面), 再读取后、前视读数 a''_1 和 b''_1 , 计算高差 h''_1 。检查互差是否超限。计算平均高差 h_1 。将仪器搬至第一、第二点中间设站观测, 测出 h_2 。依次推进测出 h_3 、 h_4 …。如图 2-2-1 所示 (要点: 转点上应放置尺垫。未进行测站检核不允许搬动后视水准尺)。

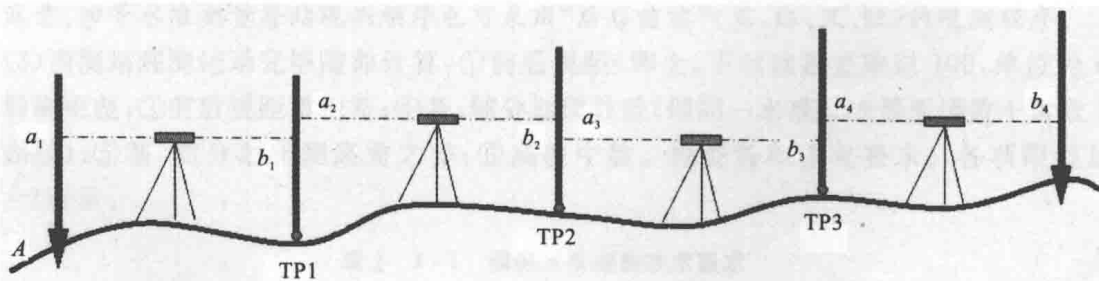


图 2-2-1 高程的传递

- (3) 根据已知点高程及各测站的观测高差, 计算水准路线的高差闭合差, 并检查是否超限。对闭合差进行配赋, 推算各待定点的高程 (要点: 等外水准测量的精度 $\pm 40\sqrt{L}$ mm 或者 $\pm 12\sqrt{N}$ mm, 超限应重测。同一测站两次所测高差应小于 5mm。闭合差按照路线距离或者测站数配赋)。

四、注意事项

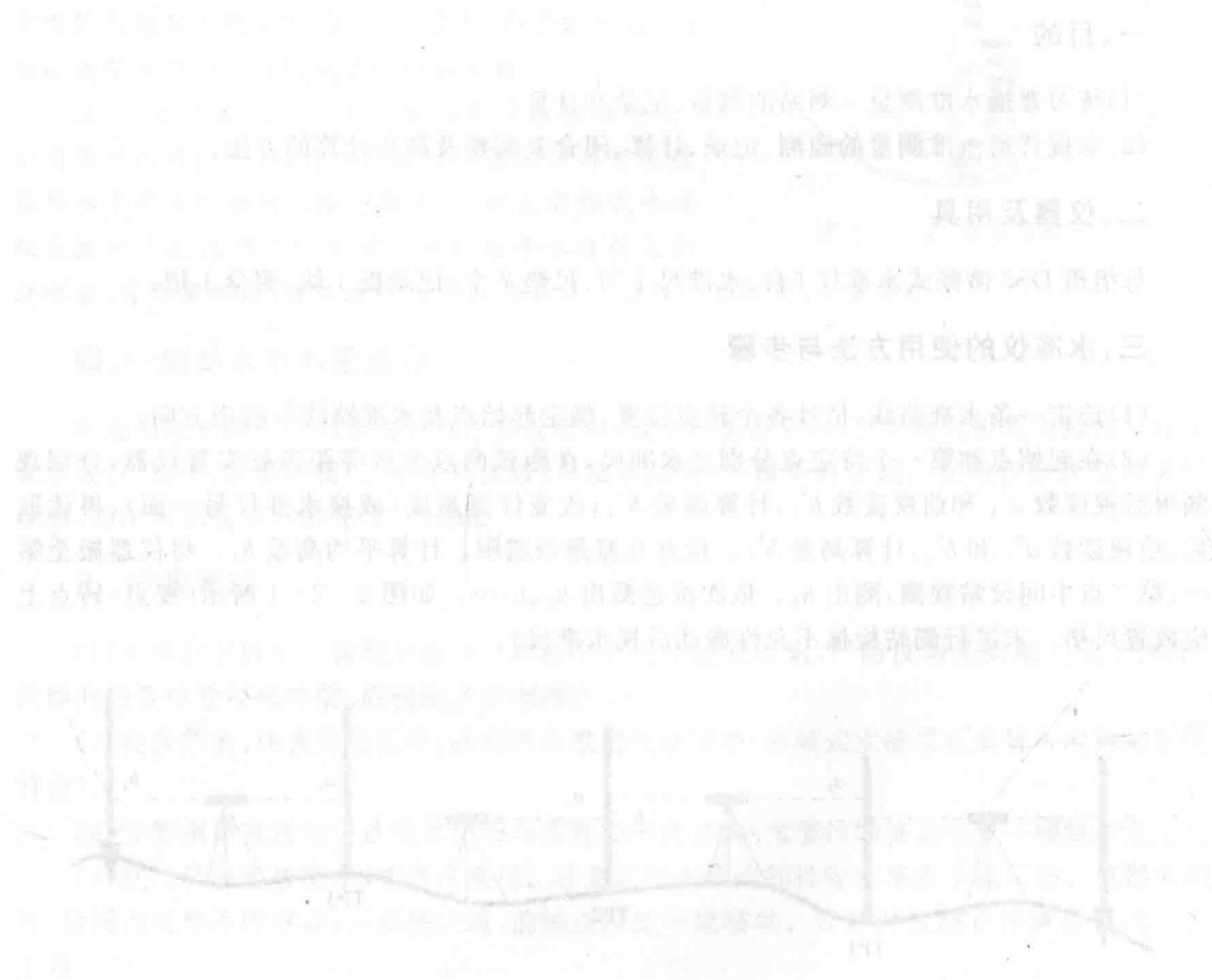
- (1) 在测站上, 观测员按一个测站上的操作程序进行观测, 即: 安置—粗平—瞄准后视尺—

精平—读数—瞄准前视尺—精平—读数(本次实验可只读水准尺黑面)。观测员读数后,记录员必须向观测员回报,经观测员默许后方可记入记录手簿,并立即计算高差。

(2)同一测站,只能用脚螺旋整平圆水准器气泡居中一次(该测站返工重测应重新整平圆水准器)。

五、上交资料

原始记录本、计算数据和实验报告。



水准测量的原理是利用水准仪测定两点间的高差。水准仪的视准轴应水平,通过水准尺上的读数,计算出两点间的高差。水准测量的基本步骤包括:安置水准仪、瞄准水准尺、读数、计算高差。水准测量的精度取决于仪器的精度、观测员的技能以及环境因素的影响。水准测量是工程测量中的基础工作,广泛应用于地形测量、工程测量等领域。

水准测量的精度要求:在工程测量中,水准测量的精度要求通常分为三等、四等、五等。三等水准测量的精度要求为每公里往返测高差中误差不超过±3mm,四等水准测量的精度要求为每公里往返测高差中误差不超过±5mm,五等水准测量的精度要求为每公里往返测高差中误差不超过±10mm。

实验三 四等水准测量

一、目的

- (1)掌握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、仪器及用具

每组借 DS3 微倾式水准仪 1 台、双面水准尺 1 对、尺垫 2 个、记录板 1 块、测伞 1 把。

三、实验步骤

- (1)由教师指定一已知水准点,选定一条闭合水准路线。一人观测、一人记录、两人立尺,施测两个测站后应轮换工种。
- (2)四等水准测量测站观测程序如下:①照准后视标尺黑面,读取下丝、上丝读数,精平,读取中丝读数;②照准前视标尺黑面,读取下丝、上丝读数,精平,读取中丝读数;③照准前视标尺红面,精平,读取中丝读数;④照准后视标尺红面,精平,读取中丝读数。
这种观测顺序简称为“后前前后”(黑、黑、红、红)。
注意:四等水准测量每站观测顺序也可采用“后后前前”(黑、红、黑、红)的观测程序。
- (3)当测站观测记录完毕随即计算:①前后视距(即上、下丝读数差乘以 100,单位为 m);②前后视距差;③前后视距累积差;④基、辅分划读数差(即同一水准尺的黑面读数+常数 K—红面读数);⑤基、辅分划所测高差之差;⑥高差中数。检查各项限差要求。各项限差如表 2-3-1 所示。

表 2-3-1 四等水准测量技术要求

视线长度	前后视距差	前后视距累积差	黑红面读数差	黑红面高差之差	高差闭合差
≤80m	≤5.0m	≤10.0m	≤3.0mm	≤5.0mm	≤±20√L

注:L 为水准路线总长(km)。

- 当测站观测记录完毕,应立即计算并按表中各项限差要求进行检查。若在本测站上检查发现有限差超限应立即重测;若在迁站后才检查发现有限差超限时,则应从水准点或间歇点起,重新观测。
- (4)依次设站,按同法施测直至全路线施测完毕。
 - (5)全路线施测完毕后计算:①路线总长(即各站前、后视距之和);②各站前、后视距差之

和(应与最后一站累积视距差相等);③各站后视读数,各站前视读数和,各站高差中数之和(应为上两项之差的1/2);④路线闭合差(应符合限差要求);⑤各站高差改正数及各待定点的高程。对整条路线高差和视距进行检核,计算高差闭合差。

四、注意事项

- (1)严守作业规定,不合要求者应自觉返工重测。视线高度应该大于0.2m。
- (2)小组成员的工种轮换应做到使每人都能担任到每一项工种。
- (3)测站数应为偶数。要用步测使前后视距离大致相等,在施测过程中,注意调整前后视距离,使前后视距累积差不致超限。
- (4)每站观测结束应当即计算检核,若有超限则重测该测站。全路线施测计算完毕,各项检核均已符合,路线闭合差也在限差之内,即可收测。

五、上交资料

每组上交四等水准测量记录和高差误差配赋表各一张。

闭合路线高差	闭合路线视距	每站高差中数	每站视距中数	高差改正数	改正后高差
$\sum h_i = 0$	$\sum S_i = 0$	$\sum h_i / n$	$\sum S_i / n$	$-h_i / n$	h_i