



全国高等院校水利水电类精品规划教材

工程测量 实践指导

主编 张 鑫 何习平

主审 沈君河



黄河水利出版社

全国高等院校水利水电类精品规划教材

工程测量实践指导

主 编 张 鑫 何习平

主 审 沈君河

黄 河 水 利 出 版 社

· 郑州 ·

内 容 提 要

《工程测量实践指导》是高等学校教材《工程测量》的配套用书。全书分测量实验实习须知、测量实验指导、测量实习指导和测量实验实习报告四部分。其主要内容包括水准仪、经纬仪、全站仪与GPS的认识和使用等共计14个实验,并列有14个实验报告。书中以2周教学实习时间为例,介绍了实习要求、实习具体内容及方法等测量教学实习纲要。教师可根据专业要求及仪器、场地条件灵活选用。

本书主要供大学本科、专科水利水电与土木建筑工程类专业的工程测量课程教学使用,也可供中等技术学校的水利水电与土木建筑工程类专业师生和初学测量者参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实践指导/张鑫,何习平主编. —郑州:黄河
水利出版社,2008.12
全国高等院校水利水电类精品规划教材
ISBN 978-7-80734-533-6

I. 工… II. ①张… ②何… III. 工程测量-高等学
校-教学参考资料 IV. TB22

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第209369号

策划组稿:马广州 电话:0371-66023343 E-mail:magz@yahoo.cn

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsclcs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:5.5

字数:127千字

印数:1—4 100

版次:2009年1月第1版

印次:2009年1月第1次印刷

定价:9.00元

出版者的话

近年来,随着我国对基础设施建设投入的加大,水利水电工程建设也迎来了前所未有的黄金时间。截至 2006 年,全国已建成堤防 28.08 万公里,各类水库 85 849 座,2006 年水利工程在建项目 4 614 个,在建项目投资总规模达 6 121 亿元(《2006 年全国水利发展统计公报》)。据《可再生能源发展“十一五”规划》,到 2010 年,我国水电总装机容量将达到 1.9 亿千瓦。水利水电工程的大规模建设对设计、施工、运行管理等水利水电专业人才的需求也更为迫切,如何更好地培养适应现今水利水电事业发展的优秀人才,成为水利水电专业院校共同面临的课题。作为水利水电行业的专业性科技出版社,我社长期关注水利水电学科的建设与发展,并积极组织水利水电类专著与教材的出版。

在对水利水电类本科层次教材的深入了解中,我们发现,以应用型本科教学为主的众多水利水电类专业院校普遍缺乏一套完整构建在校本科生专业知识体系又兼顾实践工作能力的教材。在广泛调研与充分征求各课程主讲老师意见的基础上,按照高等学校水利学科专业教学指导委员会对教材建设的指导精神与要求,并结合教育部实施的多层次建设、打造精品教材的出版战略,我社组织编写了本系列“全国高等院校水利水电类精品规划教材”。

此次规划教材的特点是:

- (1) 以培养水利水电类应用型人才为目标,充分重视实践教学环节。
- (2) 在依据现有的专业规范和课程教学大纲的前提下,突出特色,力求创新。
- (3) 紧扣现行的行业规范与标准。
- (4) 基本理论与工程实例相结合,易于学生接受与理解。

本系列教材除了涵盖传统专业基础课及专业课外,还补充了多个新开课程的教材,以便于学生扩充知识与技能,填补课堂无合适教材可用的空缺。同时,部分教材由工程技术人员或有工程设计施工从业经历的老师参与编写,也是此次规划教材的创新。

本系列教材的编写与出版得到了全国 21 所高等院校的鼎力支持,特别是三峡大学党委书记刘德富教授和华北水利水电学院副院长刘汉东教授对系列教材的编写与出版给予了精心指导,有效保证了教材出版的整体水平与质量。在此对推进此次规划教材编写与出版的各院校领导和参编老师致以最诚挚的谢意,是他们在编审过程中的无私奉献与辛勤工作,才使得教材能够按计划出版。

“十年树木,百年树人”,人才的培养需要教育者长期坚持不懈的努力,同样,好的教材也需要经过千锤百炼才能流传百世。本系列教材的出版只是我们打造精品专业教材的开始,希望各院校在对这些教材的使用过程中,提出改进意见与建议,以便日后再版时不断改正与完善。

黄河水利出版社

全国高等院校水利水电类精品规划教材

编 审 委 员 会

主 任：	三峡大学	刘德富	华北水利水电学院	刘汉东
副主任：	西安理工大学	黄 强	郑州大学	吴泽宁
	云南农业大学	文 俊	长春工程学院	左战军
委 员：	西安理工大学	姚李孝	西北农林科技大学	辛全才
	扬州大学	程吉林	三峡大学	田 斌
	华北水利水电学院	孙明权	长沙理工大学	樊鸣放
	重庆交通大学	许光祥	河北农业大学	杨路华
	沈阳农业大学	迟道才	河北工程大学	丁光彬
	山东农业大学	刘福胜	黑龙江大学	于雪峰
	新疆农业大学	侍克斌	内蒙古农业大学	刘廷玺
	三峡大学	张京穗	华北水利水电学院	张 丽
	沈阳农业大学	杨国范	南昌工程学院	陈春柏
	长春工程学院	尹志刚	昆明理工大学	王海军
	南昌大学	刘成林	西华大学	赖喜德

前 言

《工程测量实践指导》是与工程测量基本教材相配套的辅助教材,旨在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,训练学生野外实际测量作业的基本技能,提高工程测量课程的教学质量。全书共分四个部分:第一部分是测量实验实习须知,强调仪器借领和使用注意事项,以及测绘资料的记录计算规则;第二部分是测量实验指导,共有课堂实验 14 个;第三部分是测量实习指导,主要包括大比例尺地形图测绘、数字测图和施工放样;第四部分是测量实验实习报告。全书偏重于对实验实习要求、方法与步骤的介绍,具有很强的实用性和可操作性。

参加本书编写的人员和分工如下:第一部分由南昌工程学院何习平编写;第二部分与第四部分的实验一、实验二、实验三、实验八由云南农业大学王建雄编写,实验四、实验五、实验六、实验七由云南农业大学龚振文编写,实验九、实验十、实验十四由西北农林科技大学张鑫编写,实验十一、实验十二由西北农林科技大学耿宏锁编写,实验十三由西北农林科技大学李雅素编写;第三部分由西北农林科技大学张鑫、王维新和杨江涛编写。全书由张鑫统一修改定稿,由沈君河教授主审。在本书的编写和统稿过程中,得到了李元科高级实验师的大力协助。在此,致以诚挚的感谢!

由于编者水平有限,书中可能存在不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 5 月于杨凌

目 录

前 言

第一部分 测量实验实习须知	(1)
一、测量实验与实习的一般规定	(1)
二、测量仪器使用规则	(1)
三、测量记录与计算规则	(3)
第二部分 测量实验指导	(5)
实验一 水准仪认识及使用	(5)
实验二 普通水准测量	(6)
实验三 水准仪检验与校正	(7)
实验四 经纬仪认识及使用	(8)
实验五 测回法观测水平角	(9)
实验六 全圆测回法观测水平角	(11)
实验七 竖直角测量	(12)
实验八 视距测量	(12)
实验九 全站仪认识与使用	(13)
实验十 全站仪控制测量	(16)
实验十一 四等水准测量	(17)
实验十二 GPS 认识及使用	(18)
实验十三 碎部测量	(20)
实验十四 全站仪坐标放样	(21)
第三部分 测量实习指导	(26)
一、实习概述	(26)
二、大比例尺地形图测绘	(29)
三、数字测图	(31)
四、施工放样	(46)
第四部分 测量实验实习报告	(54)
一、实验报告	(54)
二、实习报告	(74)

第一部分 测量实验实习须知

一、测量实验与实习的一般规定

测量工作是一项集体性工作,任何个人都是很难单独完成的。因此,测量实验与实习工作通常以小组为单位进行。

(1)实验或实习前,要认真阅读《工程测量》相关章节和《工程测量实践指导》的相应内容,弄清实验或实习的目的、要求、需用仪器和工具,以及实验或实习的方法、步骤和注意事项等。

(2)实验或实习开始前,以小组为单位,由组长负责到测量实验室领取所需仪器和工具,做好仪器借用登记工作。领到仪器后,到指定实验地点集中,待实验指导教师作全面讲解后,方可开始实验。

(3)实验或实习应在规定的时间和指定的场地内进行,各成员不得无故缺席或迟到、早退,不得擅自改变地点。

(4)实验或实习时,必须听从指导教师的指导,严格按照实验或实习要求进行观测、记录、计算等各项工作,认真、按时、独立地完成任务。

(5)爱护测量仪器和工具。实验过程中或实验结束后,如发现仪器或工具有损坏、遗失等情况,应及时报告指导教师。指导教师和仪器管理人员查明情况后,根据具体情况,做出相应的经济处罚或批评。

(6)实验或实习时,各小组长应根据实验或实习内容,进行适当的人员分工,并注意工作轮换。各小组成员要做到积极参与、互相配合、共同完成。

(7)实验或实习结束时,须将观测记录和实验报告交指导教师审查,待老师同意后,方可收拾仪器离开实验地点,并及时向测量实验室还清所借仪器和工具,做好登记工作,结束实验或实习。

二、测量仪器使用规则

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。爱护测量仪器和工具,首先必须了解并熟悉测量仪器和工具的结构以及正确使用方法。现将各种常规测量仪器(水准仪、经纬仪等)和工具的正确使用与保护方法分述如下。

(一)常规测量仪器的正确使用与保护方法

(1)领取仪器时,应先检查仪器箱是否盖好并扣紧,提环、背带是否牢固。携带仪器时,应注意保护仪器不受碰撞和震动。

(2)从仪器箱内取出仪器时,应记清仪器在箱内的安放位置,以便放回正确位置。

(3)取出仪器时,不可用手拿仪器望远镜或竖盘,应一手持仪器基座或支架等坚实部位,一手托住仪器,并注意做到轻取轻放。

(4)将仪器安置在三脚架上,在中心连接螺旋尚未连接好之前,不能松手,以防仪器从三脚架上摔下。

(5)仪器架好后,必须有专人保护,特别是在街道、施工场地等人来人往处实验或实习时,更应注意保护仪器。

(6)开始操作前,三脚架的脚尖必须牢固地插入土中,在坚硬的地面(如水泥路面)处要特别注意保护三脚架不致移动。

(7)操作仪器要手轻心细,各制动螺旋不要拧得太紧。仪器制动后,切不可用力转动仪器被制动的部位,以免损坏仪器轴系机构,各微动螺旋不可旋至极端位置。千万不可拧动仪器轴座固定螺旋,以防仪器松开或掉下。

(8)如仪器某部位失灵或发生故障,切不可强行扳动,更不得任意拆卸或自行处理,应及时报告实验或实习指导教师。

(9)勿使仪器淋雨或暴晒。打伞观测时,应防风吹伞动撞坏仪器。

(10)仪器光学部分(包括物镜、目镜、放大镜等)有灰尘或水汽时,严禁用手、手帕或纸张去擦,应报告指导教师,用专用工具处理。

(11)远距离搬迁仪器时,必须将仪器取下,装回仪器箱中进行搬迁;近距离搬站时,可将仪器制动螺旋松开(万一仪器被撞,可自由转动以免严重损坏),收拢三脚架,连同仪器一并夹于腋下,一手托住仪器一手抱住三脚架,并使仪器在上、脚架在下,呈微倾斜状态进行搬迁,切不可将仪器扛在肩上搬迁。

(12)实验完毕后,应先检查零件是否齐全,然后松开制动螺旋,将所有的微动螺旋旋至中央位置,按原样慢慢地将仪器放回箱中,旋紧制动螺旋,关好仪器箱并立即上锁。注意当仪器箱关不上时不可强行关箱。

(二)全站仪的正确使用与保护方法

(1)尽量选择在大气稳定、通视良好的时候观测。

(2)避免在潮湿、肮脏、强阳光下以及热源附近充电,电池应放完电后再充电,长期不用时也应放完电后存放。

(3)不要把仪器存放在湿热环境下。使用前,要及时打开仪器箱,使仪器与外界温度一致。应避免温度骤变使镜头起雾缩短仪器测程。

(4)观测时不要将望远镜直视太阳。

(5)观测时,应尽量避免日光持续暴晒或靠近车辆热源,以免降低仪器效率。

(6)用望远镜瞄准反射棱镜时,应尽量避免在视场内存在其他反射面如交通信号灯、猫眼反射器、玻璃镜等。

(7)在潮湿的地方进行观测时,观测完毕将仪器装箱前,要立即彻底除湿,使仪器完全干燥。

(三)测量工具的正确使用与保护方法

(1)钢尺、皮尺不可足踏或让车辆压过,不得在地面上拖拉尺子,以防尺子着水并弄

- 脏。尺子使用后,应及时擦去泥垢并涂油防锈。
- (2) 钢尺拉出和卷入时不应过快,否则易出现拉不出或卷不进等故障。
 - (3) 钢尺性脆易断,不可抛掷,更不可弯折,拉紧钢尺时,尺身应平直不得有扭结。
 - (4) 拉紧皮尺时,用力不可过大,以恰好拉直为宜。
 - (5) 水准尺、钢尺及皮尺等应注意保护尺身刻划不受磨损。
 - (6) 水准尺、花杆、测伞及三脚架等均不能斜靠在墙面上或树上,以防倒下摔坏,要平放在地面上或可靠的墙角处。标杆不能作棍棒使用,不能用其抬物或垫坐,以防弯曲。
 - (7) 勿用垂球尖冲击地面,以防球尖碰坏。
 - (8) 使用测图板时,应注意保护板面,不得在板面上乱画乱写,不能对测图板施加重压。
 - (9) 小件工具(如测钎、尺垫等)用完后应立即收好,以防遗失。

三、测量记录与计算规则

(一) 测量记录注意事项

- (1) 外业手簿记录必须用 2H 或 3H 铅笔直接记入规定的表格,不得先记在草稿纸上,然后再转抄。
- (2) 记录字体应端正、清晰,字体大小一般只占格子的 2/3,字脚靠近底线,字头上方留出空隙作错误更正。
- (3) 记录前须填写实验日期、天气、仪器号码、班级、组别、观测者、记录者等观测手簿的表头内容。
- (4) 记录者在观测者报出观测数据并准备记录数据前,应先将观测数据复读(即回报)一遍,让观测者听清楚,以防出现听错或记错现象。
- (5) 测量记录应书写工整,不得潦草,要保证实验记录清楚整洁、正确无误。严禁在手簿上书写无关的内容,更不得丢失手簿。
- (6) 禁止擦拭、涂改和挖补数据。记录数字如有差错,不准用橡皮擦去,也不准在原数字上涂改,应根据具体情况进行改正。如果是米、分米或度位数字读(记)错,则可在错误数字上划一斜线,保持数据部分的字迹清楚,同时将正确数字记在其上方;如为厘米、毫米、分或秒位数字读(记)错,则该读数无效,应将本站或本测回的全部数据用斜线划去,保持数据部分的字迹清楚,并在备注栏中注明原因,然后重新观测,并重新记录。测量过程中,不准更改的数位及重测范围规定见表 1-1。

表 1-1 不得更改的测量数据数位及应重测的范围

测量种类	不准更改的数位	应重测的范围
水 准	厘米及毫米的读数	一测站
水平角	分及秒的读数	一测回
竖 角	分及秒的读数	一测回
量 距	厘米及毫米的读数	一尺段

(7) 严禁连环更改数据。如已修改了算术平均值,则不能再改动计算算术平均值的任何一个原始数据;若已更改了某个观测值,则不能再更改其算术平均值。

(8) 记录数字要正确反映观测精度。对于要求读到毫米位的,若读数为 1m2dm6cm,应记成 1260,不能记成 126;同理,如要求读到厘米时,应记成 126,而不应记成 1260。角度测量时,“度”最多三位、最少一位,“分”和“秒”各占两位,如读数是 $0^{\circ}2'4''$,应记成 $0^{\circ}02'04''$ 。测量数据记录数位规定见表 1-2。

表 1-2 测量数据精确单位及应记录的位数

测量种类	数字单位	记录字数的位数
水准	毫米	4 个
角度的分	分	2 个
角度的秒	秒	2 个

(二) 测量计算注意事项

(1) 测量计算时,数字进位应按照“四舍六入五凑偶”的原则进行。如要求精确到个位数,下列数据的最后结果分别是:123.4→123;123.6→124;124.5→124;123.5→124。

(2) 测量计算时,数字的取位规定:水准测量视距应取位至 1.0 m,视距总和取位至 0.01 km,高差中数取位至 0.1 mm,高差总和取位至 1.0 mm;角度测量的秒取位至 1.0″。

(3) 每站观测结束后,必须在现场完成规定的计算和检核,若发现测量结果超限应立即重测,只有在确认无误后,方可迁站。

(4) 实验计算必须仔细认真。测量实验时,严禁任何因超限等原因而更改观测记录数据,一经发现,将取消实验或实习成绩并严肃处理。

第二部分 测量实验指导

测量实验是课堂教学期间某一章节内容讲授之后安排的室外实践性教学,是加深学生直观概念的必要途径。每项实验的时数和小组人数可根据具体情况灵活安排,但应保证每人都能练习观测、记录等工作。使观测成果在限差之内是实验要求,检查是否超限是必不可少的实验步骤,然而考虑到实验目的只是练习方法,故每项实验的限差均列在注意事项中。

实验一 水准仪认识及使用

一、实验目的

- (1)掌握 DS_3 型水准仪的基本构造,认识其各个操作部件的名称和作用。
- (2)练习水准仪的整平、瞄准,应能准确地读出水准尺读数。
- (3)初步掌握两点间高差测量的方法。

二、实验要求

- (1)认识仪器各个操作部件的名称和作用。
- (2)对 DS_3 型水准仪进行整平,瞄准水准尺,转动微倾螺旋,使符合水准管气泡居后读数。

三、仪器工具

DS_3 型水准仪一台,水准尺一把。

四、实验内容

- 3 人为一实验小组,每人独立完成仪器整平、认识、读数。

五、实验方法与步骤

(1)安置仪器。先将三脚架张开,使其高度适当,架头大致水平,并将架腿踩实,再开箱取出仪器,将其固连在三脚架上。

(2)认识仪器。指出仪器各部件的名称和位置,了解其作用并熟悉其使用方法。同时掌握水准尺的分划记注。

(3)粗略整平。双手食指和拇指各拧一对脚螺旋,同时对向(或反向)转动,使圆水准器气泡向中间移动,再转动另一只脚螺旋,使气泡移至圆水准器居中位置。一次不能居中,应反复进行。(练习并体会圆水准器气泡移动方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向

一致。)

(4)水准仪的操作(瞄准、精平和读数)。

瞄准——转动目镜调焦螺旋,使十字丝清晰;松开制动螺旋,转动仪器,用缺口和准星瞄准水准尺,旋紧制动螺旋,转动微动螺旋,使水准尺位于视场中央;转动物镜调焦螺旋,消除视差,使目标清晰(体会视差现象,练习消除视差的方法)。

精平——转动微倾螺旋,使符合水准管气泡两端的半影像吻合(成圆弧状),即符合气泡严格居中。

读数——从望远镜中观察十字丝在水准尺上的分划位置,读取四位数字,即只读出米、分米、厘米的数值,估读毫米的数值。

(5)观测练习。在仪器两侧各立一根水准尺,分别进行观测(瞄准、精平、读数)、记录并计算高差。

六、注意事项

(1)安置时应使三脚架架头大致水平,才能保证脚螺旋粗略整平圆水准器。

(2)脚架跨度不能太大,避免摔坏仪器。

(3)实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

实验二 普通水准测量

一、实验目的

(1)掌握水准测量的施测方法、记录、计算。

(2)熟悉高差闭合差调整及高程计算的方法。

二、实验要求

(1)布设闭合水准路线。

(2)仪器与前、后尺距离应大致相等。

(3)根据观测结果,计算水准路线高差闭合差、高差闭合差改正数及待定点高程。

(4)高差闭合差允许值为:平地 $f_h = \pm 40\sqrt{L}$ (mm),山地 $f_h = \pm 12\sqrt{n}$ (mm)。

三、仪器工具

DS₃ 型水准仪一台,水准尺一对。

四、实验内容

3 人为一实验小组,完成闭合水准路线测量。

五、实验方法与步骤

(1)选定一条闭合水准路线,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 、 $\cdots$ 。

(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,并在限差内对闭合差进行配赋,推算各待定点的高程。

六、注意事项

(1)仪器的安置位置应保持前、后视距大致相等。每次观测读数前,应使符合水准管气泡居中,并消除望远镜视差。

(2)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。

(3)超限应重测。

(4)实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

实验三 水准仪检验与校正

一、实验目的

(1)了解 DS_3 型水准仪各轴线之间应满足的几何关系。

(2)掌握 DS_3 型水准仪检验与校正的操作。

二、实验要求

(1)每位学生应按照检验与校正的步骤独立进行检验,校正应在老师的指导下进行。

(2)仪器检验与校正的次序不能颠倒。

三、仪器工具

DS_3 型水准仪一台,水准尺一对,拨针一根,小螺丝刀一把。

四、实验内容

3 人为一实验小组,完成水准仪的检验与校正。

五、实验方法与步骤

(一)圆水准器的检验与校正

(1)检验:安置水准仪,用脚螺旋调整圆水准器气泡居中,仪器旋转 180° ,若气泡偏离圆心,则须校正。

(2)校正:用拨针拨圆水准器校正螺旋,使水准器气泡返回偏离量的一半,用脚螺旋调整剩余的偏离量,反复进行几次,直至仪器转到任意位置,圆水准器气泡都在圆心为止。

(二) 十字丝横丝垂直于竖轴的检验与校正

(1)检验:用十字丝横丝一边照准一小点,旋转微动螺旋,若横丝明显离开小点,则须校正。

(2)校正:取下护盖,用螺丝刀松开十字丝固定螺丝,微微旋转十字丝环,直至符合要求为止,最后拧紧固定螺丝。

(三) 水准管轴平行于视准轴的检验与校正

(1)检验:选定相距 80 ~ 100 m 的 A 、 B 两点等距离处安置仪器测出 A 、 B 两点高差,然后改变仪器高,再测出 A 、 B 两点高差;若差值不大于 5 mm,则取平均值作为 A 、 B 两点的高差 h_{AB} 。

仪器搬至 A 点附近(距 A 点 2 ~ 3 m 为宜), A 点水准尺读数为 a' , B 点水准尺读数为 b' ,若 $b' \neq a' - h_{AB}$,而差值大于 5 mm 时,则需要校正。

(2)校正:旋转微倾螺旋,用十字丝对准 B 点水准尺上读数 $b'_{\text{算}}$ ($b'_{\text{算}} = a' - h_{AB}$),此时水准管气泡偏离,用拨针拨动水准管一端校正螺旋,使气泡居中,反复进行。

六、注意事项

(1)选定水准仪检验与校正的场地应平坦。

(2)拨动水准管一端校正螺旋时,应先松后紧,松紧适当,校正好后再拧紧该螺旋。

实验四 经纬仪认识及使用

一、实验目的

掌握 DJ₆ 型光学经纬仪的基本构造、各操作部件的用途及使用方法。

二、实验要求

(1)认识经纬仪各个操作部件的名称和作用。

(2)练习经纬仪对中、整平、瞄准及读数方法。

(3)在盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

三、仪器及工具

DJ₆ 型光学经纬仪一台,花杆两根,测钎两根。

四、实验内容

(1)操作仪器,熟悉 DJ₆ 型光学经纬仪操作部件的名称和作用。

(2)熟悉 DJ₆ 型光学经纬仪的度盘读数并进行练习。

(3)每人用盘左位置瞄准目标,测量两方向间的水平角。

五、实验方法与步骤

(1) 安置三脚架于测站上,脚架高度应按照自己的身高而定,架头大致水平,垂球尖顶与测站点大致重合。

(2) 用中心连接螺旋将经纬仪连接在三脚架上,不要连接得太紧,使经纬仪基座板在架头上可以滑动,滑动经纬仪基座精确对中,对中后旋紧中心连接螺旋。

(3) 整平:水准管平行于任意两个脚螺旋的连线,转动脚螺旋使水准管气泡居中;将仪器旋转 90° ,转动第三个脚螺旋使水准管气泡居中,反复进行几次,直到水准管转动到任何位置气泡均居中为止。

(4) 认识经纬仪各部件的名称以及作用;仪器在任意方向练习读数,直读到分,估读(最小分划值的 0.1 个格)到秒。

(5) 盘左(正镜)位置瞄准目标 A ,读出水平度盘读数并记入手簿中,顺时针旋转仪器瞄准目标 B ,读数并计算水平角(用 B 读数减去 A 读数)。

六、注意事项

(1) 将经纬仪由箱中取出并安装到三脚架上时,必须一只手拿住经纬仪,另一只手托住基座的底部,并立即将中心螺旋旋紧,严防仪器从脚架上掉下摔坏。

(2) 瞄准时,必须瞄准测钎的根部。

(3) 实验的同时必须认真填写实验数据并计算。

实验五 测回法观测水平角

一、实验目的

(1) 掌握经纬仪的操作方法及水平度盘读数的配置方法。

(2) 掌握测回法观测水平角的观测顺序、记录和计算方法。

二、实验要求

(1) 按测回数配置水平度盘的起始方向读数。

(2) 用测回法观测水平角。

三、仪器工具

经纬仪一台,花杆两根,测钎两根,记录板一个。

四、实验内容

要求 3 人为一实验小组,每人观测一个测回并完成相应的记录与计算。

五、实验方法及步骤

(一) 对中、整平

利用光学对点器:将三脚架打开,使其高度适当,架头大致水平,并使架头大致位于点标志的竖直上方,踩紧三脚架,将仪器固连在三脚架上。调整光学对点器目镜,使对点器中的对中标志清晰(十字丝或小圆圈),再调整光学对点器物镜,使地面成像清晰。调整脚螺旋,使对中标志与地面点标志重合。利用三脚架三个架腿的伸缩使圆水准器气泡居中,再用脚螺旋精平仪器(转动照准部,使水准管平行于任意一对脚螺旋,同时相对旋转这两个脚螺旋,使水准管气泡居中;将照准部绕竖轴转动 90° ,再转动第三只脚螺旋,使气泡居中)。从光学对点器中观察,检查对中标志是否仍与地面点标志重合,如有小的偏离,稍松连接螺旋,在架头上平移仪器,使两标志重合,再用脚螺旋精平仪器。然后再检查对中,如此反复,直至对中、整平都符合要求。

(二) 瞄准

用望远镜上的照门和准星瞄准目标,使目标位于视场内,旋紧望远镜和照准部的制动螺旋;转动望远镜的目镜螺旋,使十字丝清晰;转动物镜调焦螺旋,使目标影像清晰;转动望远镜和照准部的微动螺旋,使目标被十字丝的纵丝单丝平分,或被双根纵丝夹在中央。

(三) 度盘配置

设共测 n 个测回,则第 i 个测回的度盘位置为略大于 $(i-1) \times 180^\circ/n$ 。

(四) 一测回观测

盘左:瞄准左目标 A ,进行读数记 a_1 (读数时,调节反光镜的位置,使读数窗亮度适当;旋转读数显微镜的目镜调焦螺旋,使度盘及分微尺的刻划清晰;读取度盘刻划位于分微尺所注记的度数,从分微尺上该刻划所在位置的分度估读至 $0.1'$)。顺时针方向转动照准部,瞄准右目标 B ,进行读数记 b_1 ;计算上半测回角值 $\beta_{\text{左}} = b_1 - a_1$ 。

盘右:瞄准右目标 B ,进行读数记 b_2 ;逆时针方向转动照准部,瞄准左目标 A ,进行读数记 a_2 ;计算下半测回角值 $\beta_{\text{右}} = b_2 - a_2$ 。

检查上、下半测回角值互差是否超限。若不超限,计算一测回角值 $\beta = (\beta_{\text{左}} + \beta_{\text{右}})/2$ 。

六、注意事项

- (1) 瞄准目标时,尽可能瞄准其底部,以减少目标倾斜引起的误差。
- (2) 同一测回观测时,切勿转动度盘变换手轮,以免发生错误。
- (3) 观测过程中若发现气泡偏移超过一格,应重新整平重测该测回。
- (4) 计算半测回角值时,当左目标读数 a 大于右目标读数 b 时,则应加 360° 。
- (5) 限差要求为:对中误差小于 3 mm ;上、下半测回角值互差不超过 $\pm 36''$,超限重测该测回;各测回角值互差不超过 $\pm 24''$,超限重测该测站。
- (6) 实验的同时必须认真填写实验数据并计算。