



GAOZHIGAOZHUANGUIHUAJIAOCAI
世纪高职高专规划教材

工程测量

实训指导

主编 李长成

主审 许娅娅



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

工程测量实训指导

主 编 李长成

副主编 宋永娟 李月姝 徐 词

参 编 于 波 陈立春 王 坤

魏 斌 车广侠 赵金云

主 审 许娅娅

内 容 提 要

本书体现了工程测量实习实训指导的特点,注重原理性、基础性,有很强的针对性和实用性。全书共分三部分:第一部分为课间实训,共编写了二十八项实训内容;第二部分为工程测量综合实训内容,共有三个实训方案可供选择;第三部分为附录,共有三项附录内容。本书是工程测量教材的配套用书,不同的院校和专业,根据其教学计划和专业特点,可进行有针对性的安排与选择。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程测量实训指导 / 李长成主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 8
ISBN 978 - 7 - 5640 - 3630 - 0

I. ①工… II. ①李… III. ①工程测量-高等学校-教学参考资料 IV. ①TB 22
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 156982 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州京华印刷制版厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 11

字 数 / 209 千字

版 次 / 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 19.80 元

责任印制 / 母长新

对本书内容有任何疑问及建议,请与本书编委会联系。邮箱: bitdayi@sina.com

图书出现印装质量问题,请与本社市场部联系,电话: (010)68944990

前 言

培养技术应用型人才是我国高职高专院校的人才培养目标,为了使交通土建类及测绘类的学生更好地掌握实用测量技术,我们编写了这本《工程测量实训指导》教材。本教材的编写较好地适应了高等职业技术教育的特点和需要,注重原理性、基础性,体现了实训指导的特点,有很强的针对性和实用性。本教材共分三部分:第一部分为课间实训指导,共编写了二十八项实训内容;第二部分为工程测量综合实训指导,共有三个实训方案可供选择;第三部分为附录,共有三项附录内容。不同的院校和专业,可根据其教学计划和专业特点,进行有针对性的安排与选择。

本书由吉林交通职业技术学院的李长成老师担任主编,宋永娟、李月姝和徐词三位老师担任副主编。吉林省弘盛交通建设开发有限公司的于波和吉林交通职业技术学院的陈立春、王坤、魏斌、车广侠、赵金云等老师参加了本书部分内容的编写工作。具体分工为:李长成编写课间实训十七至二十八、附录三;宋永娟编写实训一至三;李月姝编写实训五至八和附录一;徐词编写实训九至十一;于波编写实训十六;陈立春编写实训总则和综合实训方案三;王坤编写实训十二、十三;魏斌编写实训十四和综合实训方案一;车广侠编写实训十五、综合实训方案二;赵金云编写实训四和附录二。全书由李长成统稿。

本书为《工程测量》的配套教学用书,书中的实训内容各学校可根据自己的实际情况选做。

本书由长安大学公路学院道路勘测研究所的许娅娅教授担任主审。我们对参加审稿的专家和其他对本书的编写提出了宝贵意见和建议的专家,表示衷心的感谢!

本书在编写过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊的部分资料,在此,谨向有关作者表示衷心的感谢!北京理工大学出版社为本书的出版做了大量工作,在此也深表谢意!

由于作者水平有限,本书在编写过程中,编者虽做了很大努力,但书中仍难免有错漏及不妥之处,诚请广大读者批评指正。

编 者

目 录

工程测量实训总则	(1)
第一部分 工程测量课间实训指导	(4)
实训一 水准仪的认识与技术操作	(4)
实训二 普通水准测量	(8)
实训三 微倾式水准仪的检验与校正	(12)
实训四 自动安平水准仪的认识与技术操作	(16)
实训五 DJ ₆ 经纬仪的认识与技术操作	(19)
实训六 DJ ₂ 级光学经纬仪的认识与技术操作	(23)
实训七 电子经纬仪的认识与操作	(26)
实训八 用测回法观测水平角	(29)
实训九 竖直角观测	(33)
实训十 DJ ₆ 级光学经纬仪的检验与校正	(37)
实训十一 钢尺量距与直线定向	(43)
实训十二 四等水准测量	(47)
实训十三 全站仪的基本操作与使用	(52)
实训十四 全站仪测量平面控制导线	(56)
实训十五 用 GPS 建立测量控制网	(61)
实训十六 圆曲线主点测设	(66)
实训十七 切线支距法详细测设圆曲线	(69)
实训十八 偏角法详细测设圆曲线	(73)
实训十九 圆外基线法测设虚交	(77)
实训二十 切基线法测设复曲线	(81)
实训二十一 用切线支距法测设带有缓和曲线段的平曲线	(85)
实训二十二 用偏角法测设带有缓和曲线段的平曲线	(90)
实训二十三 用全站仪测设平曲线	(95)
实训二十四 基平测量	(102)
实训二十五 中平测量	(106)
实训二十六 横断面测量	(110)
实训二十七 用全站仪进行涵洞轴线放样	(113)
实训二十八 用极坐标法放样平面点位	(118)

第二部分 工程测量综合实训指导	(122)
方案一	(125)
方案二	(132)
方案三	(141)
第三部分 附录	(147)
附录一 测量中常用的度量单位	(147)
附录二 国家职业技能鉴定规范	(149)
附录三 中华人民共和国测绘法	(155)
参考文献	(162)

工程测量实训总则

一、测量实训规定

(1)实训之前,须复习教材中相关内容,以明确目的、了解任务,熟悉实训步骤及过程,注意有关事项,并准备好所需文具用品。

(2)实训分小组进行,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)实训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)必须遵守本书列出的“测量仪器、工具的借领与使用规则”和“测量记录与计算规则”。

(5)服从教师的指导,严格按照本书的要求认真、按时、独立地完成任务。每项实训都应取得合格的成果,提交书写工整、规范的实训报告或实训记录,经指导教师审阅同意后,才可交还仪器、工具,结束测量工作。

(6)实训过程中应遵守纪律,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

对测量仪器、工具的正确使用、精心爱护和科学保养,是测量人员必备的素质和技能,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中,必须严格遵守下列规定。

(一) 仪器、工具的借领

(1)实训时以小组为单位,凭学生证到仪器室办理借领手续。

(2)借领时应该当场清点检查:实物与清单是否相符;仪器及其附件是否齐全;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。

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

(4)借出仪器后,不得与其他小组擅自调换或转借。

(5)实训结束后,应及时收装仪器,送还借领处检查验收,办理归还手续。如有遗失或损坏,应写出书面报告说明情况,并按有关规定给予赔偿。

(二) 仪器的安置

(1)在三脚架安置稳妥之后,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。

(2) 打开仪器箱后,要记住仪器在箱中的安放位置,避免之后装箱困难。

(3) 取出仪器前,应先松开制动螺旋,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) 装好仪器后,注意随即关闭仪器箱盖,防止灰尘和湿气进入箱内。严禁坐在仪器箱上。

(三) 仪器的使用

(1) 仪器安置好后,不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。

(2) 打开物镜时或观测过程中,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。观测结束后应及时套好镜盖。

(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。

(4) 制动螺旋应松紧适度,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) 野外使用仪器时,应该撑伞,严防日晒雨淋。

(6) 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) 在行走不便的地区迁站时,必须将仪器装箱之后再搬迁。

(2) 短距离迁站时,可将仪器连同脚架一起搬迁。操作方法是:先取下垂球,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);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,稳步行走。严禁斜扛仪器,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有关工具。

(五) 仪器的装箱

(1) 使用仪器后,应及时清除仪器上的灰尘及脚架上的泥土。

(2) 仪器拆卸时,应先将仪器脚螺旋调至大致同高的位置,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) 测量工具的使用

(1) 钢尺的使用:应防止扭曲、打结和折断,防止行人踩踏或车辆碾压,尽量避免尺身着水。携尺前进时,应先将尺身提起,不得沿地面拖行,以防损坏钢尺刻划。钢尺用完后应擦净、涂油,以防生锈。

(2) 皮尺的使用:应均匀用力拉伸,避免着水、车压。如果皮尺受潮,应及时晾干。

(3) 各种标尺、花杆的使用:应注意防水、防潮,防止受横向压力,不能磨损尺面刻划的漆皮,不用时应安放稳妥。塔尺的使用,还应注意接口处的正确连接,用后及时收尺。

- (4)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。
- (5)小件工具(如垂球、测钎、尺垫等)的使用:应用完即收,防止遗失。
- (6)一切测量工具都应保持清洁,由专人保管搬运,不能随意放置,更不能作为捆扎、抬、担的它用工具。

三、测量记录与计算规则

测量记录是对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)测量记录之前,应准备好硬芯(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,并复诵回报以资检核。不得另纸记录再事后转抄。
- (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 $1/2 \sim 1/3$,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,应重测该测段。
- (6)若观测数据的前几位出错,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去后,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,确认无误后方可迁站。
- (9)数据运算应根据所取位数,按“4 舍 6 入,5 前单进双舍”的规则进行凑整。例如对 2.1244 m, 2.1236 m, 2.1235 m, 2.1245 m 这几个数据,若取至毫米位,则均应记为 2.124 m。
- (10)应保持测量记录的整洁,严禁在记录表上书写无关内容,更不得丢失记录表。

第一部分 工程测量课间实训指导

实训一 水准仪的认识与技术操作

一、目的与要求

- (1)认识水准仪的一般构造。
- (2)熟悉水准仪的技术操作方法。

二、仪器与工具

- (1)由仪器室借领:DS₃水准仪 1 台、水准尺 1 根、记录板 1 块、测伞 1 把。
- (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,将仪器用连接螺旋拧紧安装在三脚架上,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是:气泡需要向哪个方向移动,左手拇指就向哪个方向转动脚螺旋。如图 1-1(a)所示,气泡偏离在 *a* 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 *b* 的位置,如图 1-1(b)所示,再按箭头所指方向转动脚螺旋③,使气泡居中。

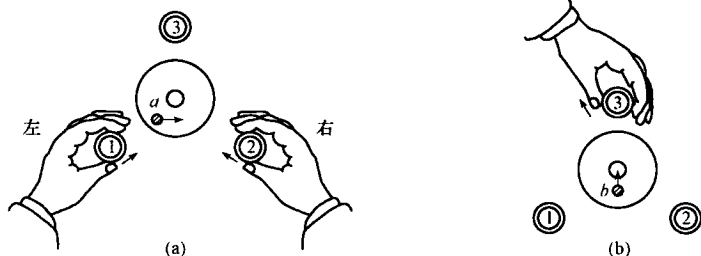


图 1-1

(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。然后松动制动螺旋,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 1-2(a)所示。如果眼睛上、下晃动,十字丝横丝在标尺上错动就说明存在视差,即标尺物像没有呈现在十字丝平面上,如图 1-2(b)所示。若有视差,将影响读数的准确性。消除视差时要仔细进行物镜对光,使水准尺看得最清楚,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。

(4)精确整平水准仪。转动微倾螺旋使管水准器的符合水准气泡两端的影像附合,如图 1-3所示。转动微倾螺旋时,要缓慢地调节,避免气泡上下不停错动。

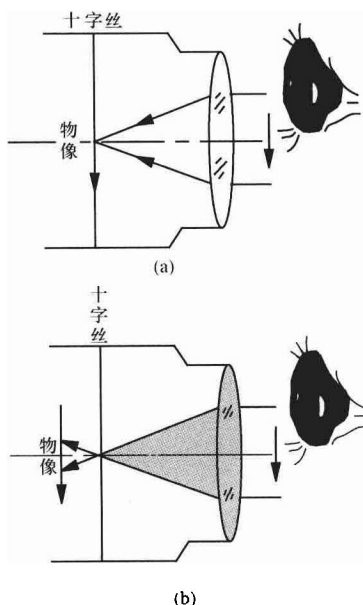


图 1-2

(a)没有视差现象;(b)有视差现象

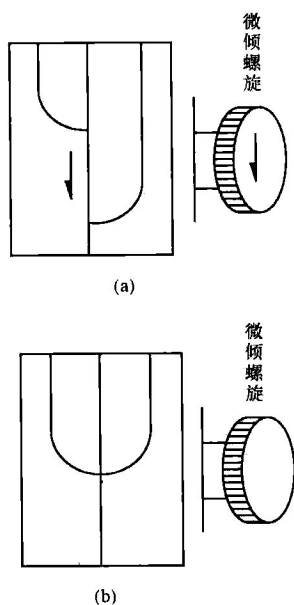


图 1-3

(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。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)水准仪为精密光学仪器,在使用中要按照操作规程作业,各个螺旋要正确使用。

(3)在读数前务必将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;发现气泡错开,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)实训过程中要及时填写实训报告。发现问题时,要及时向指导教师汇报,不得自行处理。

(6)水准尺必须要有人扶稳,决不能立在墙边或靠在电杆上、树上,以防摔坏水准尺。

(7)螺旋转到头要返转回来少许,切勿继续再转,以防脱扣。

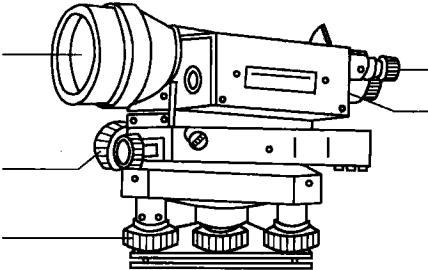
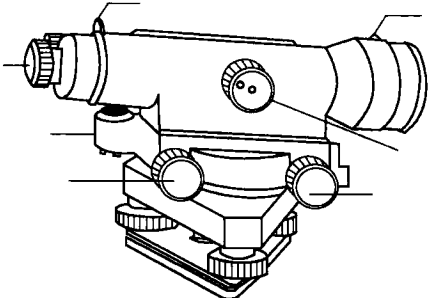
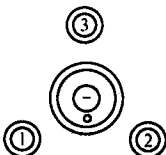
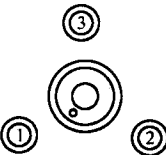
五、上交资料

每人上交水准仪的认识与技术操作实训报告一份。

实训一

实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

实训题目	水准仪的认识与技术操作	成绩	
实训目的			
主要仪器及工具			
1. 在下图引出的标线上标明仪器该部件的名称。			
			
2. 用箭头标明如何转动三只脚螺旋,使下图所示的圆水准气泡居中。			
			
3. 简述消除视差的步骤：			
4. 简述微倾式水准仪进行水准测量前,分别应如何操作使仪器圆水准气泡和管水准气泡居中。			
5. 实训总结：			

实训二 普通水准测量

一、目的与要求

- (1)熟悉水准仪的构造及使用方法。
- (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,计算其闭合差。

二、仪器与工具

- (1)由仪器室借领:DS₃水准仪 1 台、水准尺 2 根、记录板 1 块、尺垫 2 个。
- (2)自备:计算器、铅笔、小刀、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 6~8 个测站为宜。确定起始点及水准路线的前进方向。人员分工为:两人扶尺,一人记录,一人观测。施测 2~3 站后轮换工作。

(2)在每一站上,观测者首先应整平仪器,然后照准后视尺,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,紧接着照准前视尺,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。

(3)用(2)叙述的方法依次完成本闭合线路其余测站的水准测量。

(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,要回报观测者,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 $f_h = \sum f_{hi}$,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度(假定起点高程为 500 m);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。
- (2)中丝读数一般以米为单位时,读数保留小数点后三位,记录员也应记满四个数字,“0”不可省略。
- (3)扶尺者应与观测人员配合好,须将尺扶直,选择好立尺点。
- (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)每站水准仪置于前、后尺距离基本相等处,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弄错转点位置。

(7)为校核每站高差的正确性,应按变换仪器高度的方法进行施测,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容许值为 $f_{\text{容}} = \pm 40\sqrt{L}$ (或 $\pm 12\sqrt{n}$) mm。

五、上交资料

(1)每人上交合格的普通水准测量记录表一份。

(2)每人上交水准测量实训报告一份。

实训二(2)

实训报告

日期：

班级：

组别：

姓名：

学号：

实训题目	普通水准测量	成绩	
实训目的			
主要仪器及工具			
实训场地布置草图			
实训主要步骤			
实训总结			