

全国高职高专工程测量技术专业规划教材

测量学

实训教程

王金玲 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

全国高职高专工程测量技术专业规划教材

测量学实训教程

王金玲 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

《测量学实训教程》是《测量学基础》(王金玲主编,中国电力出版社2007年8月出版)的配套学习指导用书。全书共分为四个部分:第一部分为测量实训须知;第二部分为测量课间实训;第三部分为测量综合实习指导;第四部分为附录。

本书主要适用于高职高专工程测量技术专业,也可用于建筑、土木、交通、水利、农林等专业的高职高专实训教学,亦可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测量学实训教程/王金玲编著. —北京:

中国电力出版社,2008

全国高职高专工程测量技术专业规划教材

ISBN 978-7-5083-7614-1

I. 测... II. 王... III. 测量学—高等学校:技术学校—教材 IV. P2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第150607号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑:王晓蕾 责任印制:陈焊彬 责任校对:常燕昆

北京市铁成印刷厂印刷·各地新华书店经售

2008年10月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16 5.5印张 138千字

定价:13.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

前 言

高职高专教育的特点是注重理论与实践相结合，在论述基本理论和方法的同时，重视基本技能的训练和实践性教学环节，特别强调学生实际动手能力的培养。测量课程本身就是一门操作性很强的技术性课程，课程进行时要进行课间实训，课程结束后要进行综合实习。为了满足教学的需要，特编写了这本实训教材以供学生参考使用。

本实训教材共包括四个部分。第一部分为“测量实训须知”，对学生参与实训，提出最基本的要求，详细介绍了测量仪器的正确使用方法和测量资料的记录、计算方法。第二部分为“测量课间实训”，根据《测量学基础》教学大纲的要求以及不同的测量仪器和测量方法，共列出十四个实训项目，每个项目均有明确的实训目的、实训仪器和工具、实训组织与学时、实训任务、实训方法和步骤、注意事项，并在每项实训的后面附有实训报告；实训报告主要为标准化的记录表格，有利于规范学生的测量习惯。第三部分为“测量综合实习指导”，包括图根控制测量和地形图的测绘，将理论教学、单项课间实训串成一体，系统地结合起来。第四部分为“附录”，包括测量中常用的度量单位、常用测量仪器技术指标及用途、常用地形图图式、2008年5月1日实施的《工程测量规范》摘要，以便于学生进行测量时对资料的查询。

本书由王金玲编著，承蒙武汉大学龚玉珍教授审阅，提出了很多宝贵意见和建议；本书在编写过程中，还参阅了大量著作文献，在此一并表示谢意。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥和疏忽之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一部分 测量实训须知	(1)
第二部分 测量课间实训	(4)
实训一 DS ₃ 型水准仪的认识和使用	(4)
实训报告一 DS ₃ 型水准仪的认识和使用	(7)
实训二 普通水准测量	(8)
实训报告二 普通水准测量	(9)
普通水准测量成果计算	(10)
实训三 四等水准测量	(11)
实训报告三 四等水准测量	(12)
四等水准测量成果计算表	(15)
实训四 DS ₃ 微倾式水准仪的检验与校正	(16)
实训报告四 DS ₃ 微倾式水准仪的检验与校正	(19)
实训五 DJ ₆ 型光学经纬仪的认识和使用	(20)
实训报告五 DJ ₆ 型光学经纬仪的认识和使用	(22)
实训六 测回法观测水平角	(23)
实训报告六 测回法观测水平角	(24)
实训七 方向观测法观测水平角	(26)
实训报告七 方向观测法观测水平角	(28)
实训八 竖直角测量	(30)
实训报告八 竖直角测量	(31)
实训九 DJ ₆ 经纬仪的检验与校正	(32)
实训报告九 DJ ₆ 经纬仪的检验与校正	(35)
实训十 钢直尺量距与罗盘仪定向	(37)
实训报告十 钢直尺量距与罗盘仪定向	(39)
实训十一 视距测量	(40)
实训报告十一 视距测量	(41)
实训十二 图根导线测量	(42)

实训报告十二 图根导线测量	(44)
导线坐标计算表	(47)
实训十三 前方交会测量	(49)
实训报告十三 前方交会测量	(51)
实训十四 碎部测量	(52)
实训报告十四 碎部测量	(54)
第三部分 测量综合实习指导	(56)
第四部分 附录	(61)
附录一 测量中常用的度量单位	(61)
附录二 常用测量仪器技术指标及用途	(62)
附录三 常用大比例尺地形图图式	(64)
附录四 工程测量规范摘要	(66)
附录五 中华人民共和国测绘法	(75)
参考文献	(82)

第一部分 测量实训须知

测量学的理论教学、课间实训教学和综合实习教学是本课程的三个重要环节。只有坚持理论与实践的密切结合,通过测量仪器的操作、观测、记录、计算等实训,才能巩固基本理论知识,掌握工程测量的基本原理和基本技术方法。

一、实训的目的与要求

1. 实训目的

- (1) 初步掌握测量仪器的基本构造、性能和操作方法。
- (2) 正确掌握观测、记录和计算的基本方法,求出正确的测量结果。
- (3) 巩固并加深测量理论知识的学习,使理论和实践密切结合。
- (4) 加强实践技能训练,提高动手能力。
- (5) 培养学生严谨、认真的科学素养,团结协作的团队意识,吃苦耐劳的坚韧品格。

2. 实训要求

- (1) 开始实训前,必须预习实训指导书,弄清实训目的、实训要求、所用仪器和工具、实训方法和步骤,以及实训注意事项。
- (2) 实训开始前,以小组为单位到仪器室领取实训仪器和工具,并做好仪器使用登记工作。领到仪器后,到指定实训地点集中,待指导教师讲解后,方可开始实训。
- (3) 每次实训,各小组长应根据实训内容,进行适当的人员分工,并注意工作轮换。小组成员之间应该团结协作、密切配合。
- (4) 实训时,必须认真、仔细地按照测量程序和测量规范进行观测、记录和计算工作。遵守实训纪律,保证实训任务的完成。
- (5) 爱护测量仪器和工具。实训过程中或实训结束后,如发现仪器或工具有损坏、遗失等情况,应报告指导教师或仪器管理人员,待查明情况后,作出相应的处理。
- (6) 实训完毕,需将实训记录、计算和结果交指导教师审查,待老师同意后方可收拾仪器离开实训地点。
- (7) 实训结束后,要及时还清实训仪器和工具。未经指导教师许可,不得任意将测量仪器转借他人或带回宿舍。

二、测量仪器的借领与使用

1. 测量仪器的借领

- (1) 每次实训,学生以小组为单位,由小组长向仪器室借领仪器和工具。借领者应当场检查,并在借领单上签名,经管理人员审核同意后,将仪器拿出仪器室。
- (2) 离开借领地点之前,必须锁好仪器箱并捆扎好各种工具。搬运仪器时,必须轻拿轻放,避免由于剧烈振动而损坏仪器。

(3) 借出的仪器、工具，未经指导教师同意，不得与其他小组调换或转借。

(4) 实习结束后，各组应清点所用仪器、工具如数交还仪器室。

2. 测量仪器的使用

(1) 开箱前应将仪器箱放在平稳处。开箱后，要看清仪器及附件在箱内的安放位置，以使用毕后将各部件稳妥地放回原处。

(2) 仪器架设时，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三脚架连接牢固。

(3) 仪器安置后，不论是否操作，必须有专人看护，防止无关人员摆弄或行人车辆碰撞损坏。

(4) 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。

(5) 转动仪器时，应先松制动螺旋，再平稳转动。使用微动螺旋时，应先旋紧制动螺旋。制动螺旋应松紧适度，微动螺旋或脚螺旋不要旋到极端。

(6) 在使用过程中，如发现仪器转动失灵或有异样声音，应立即停止工作，对仪器进行检查，并报告实训室，切不可任意拆卸或自行处理。

(7) 勿使仪器淋雨或曝晒。打伞观测时，应防止风吹伞动撞坏仪器。

(8) 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，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，并使仪器在脚架上呈微倾斜状态进行搬迁，切不可将仪器扛在肩上搬迁。

(9) 实训结束后，仪器装箱应保持原来的放置位置。如果仪器盒子不能盖严，应检查仪器的放置位置是否正确，不可强行关箱。

(10) 使用钢直尺时，切勿在打卷的情况下拉尺，并防止脚踩、车压。钢直尺使用完后，必须擦净、上油，然后卷入盒内。

(11) 花杆及水准尺应该保持其刻划清晰，不得用来扛抬物品以及乱扔乱放。水准尺放置在地上时，尺面不得靠地。

三、测量的记录与计算

1. 测量记录

(1) 测量观测数据须用 2H 或 3H 铅笔记入正式表格。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。

(2) 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，并复诵回报以资检核，不得另纸记录事后转抄。

(3) 记录时，要求字体端正清晰、数位对齐、数字齐全。字体的大小一般占格宽的 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ ，字脚靠近底线，表示精度或占位的“0”（例如水准尺读数 1.600 或 0.859；度盘读数 $92^{\circ}04'00''$ 中的“0”）均不能省略。

(4) 观测数据的尾数不得涂改，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，应重测该测站，钢直尺量距时；毫米级数字出错，应重测该尺段。

(5) 观测数据的前几位(如米、分米、度)出错时,则在错误数字上划细斜线,并保持数据部分的字迹清楚,同时将正确数字记在其上方。注意不得涂擦已记录的数据,禁止连续更改数字。例如,水准测量中的黑、红面读数,角度测量中的盘左、盘右,距离测量中的往、返测等,均不能同时更改,否则要重测。

(6) 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)。

(7) 测量实训,严禁伪造观测记录数据,一经发现,将取消实训成绩并严肃处理。

2. 测量计算

(1) 每站观测结束后,必须在现场完成规定的计算和校核,确认无误后方可迁站。

(2) 测量计算时,数字进位应按照“四舍六入五凑偶”的原则进行。比如对 1.3244、1.3236、1.3235、1.324m 这几个数据,若取至毫米位,则均应记为 1.324m。

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

(4) 观测手簿中,对于有正、负意义的量,记录计算时,一定要带上“+”号或“-”号。即使是“+”号也不能省略。

(5) 简单计算,如平均值、方向值、高差(程)等,应边记录边计算,以便超限时能及时发现问题并立即重测。较为复杂的计算,可在实训完成后及时算出。

(6) 计算必须仔细认真,保证无误。

第二部分 测量课间实训

实训一 DS₃ 型水准仪的认识和使用

一、实训目的

- (1) 认识 DS₃ 型微倾水准仪的基本构造, 熟悉各部件的名称、功能及作用。
- (2) 初步掌握水准仪的使用方法。
- (3) 能准确读取水准尺的读数。
- (4) 测出地面上任意两点间的高差。

二、实训仪器和工具

每组借 DS₃ 型微倾水准仪 1 台套, 水准尺 2 根, 尺垫 2 个, 记录板 1 个, 铅笔、计算器。

三、实训任务

- (1) 熟悉水准仪各部件的名称及其作用。
- (2) 学会整平水准仪的方法。
- (3) 学会瞄准目标, 消除视差及利用望远镜的中丝在水准尺上读数。
- (4) 学会测定地面两点间的高差。

四、实训组织和学时

每组 4 人, 轮流操作, 课内 2 学时。

五、实训方法和步骤

- (1) 认识水准仪各部件名称及其作用。水准仪外形如图 2-1 所示。

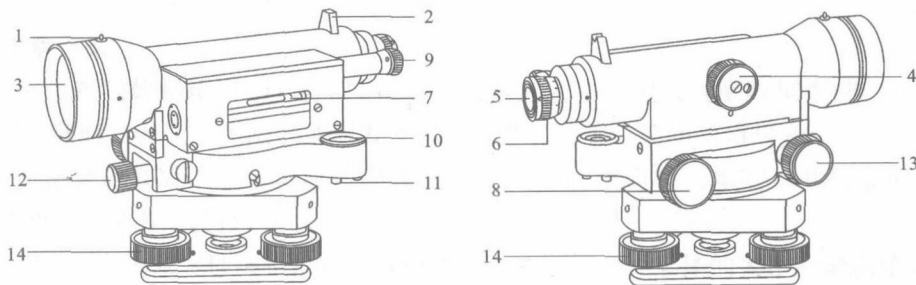


图 2-1 DS₃ 型微倾水准仪

- 1—准星; 2—缺口; 3—物镜; 4—物镜调焦螺旋; 5—目镜; 6—目镜调焦螺旋; 7—管水准器;
8—微倾螺旋; 9—管水准器气泡观察窗; 10—圆水准器; 11—圆水准器校正螺旋;
12—水平制动螺旋; 13—水平微动螺旋; 14—脚螺旋

(2) 认识 DS₃ 型水准仪。

- 1) 指导教师应详细地介绍 DS₃ 型水准仪的基本构造、各个部件及其作用。
- 2) 指导教师应讲解 DS₃ 型水准仪的正确安置方法, 并现场示范。
- 3) 指导教师应介绍水准尺及其分划特点。
- 4) 指导教师应介绍照准、精平、读数方法及检查并消除视差的方法。

(3) 水准仪的使用。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→精确整平→读数。

1) 安置仪器。

①在测站上将三脚架张开, 按观测者的身高调节三脚架腿的高度, 使架头大致水平。若为泥土地面, 应将三脚架脚尖踩入土中, 以防仪器下沉; 若为水泥地面, 要采取防滑措施; 若为倾斜地面, 应将三脚架的一只脚安放在高处, 另两只脚安置在低处。

②打开仪器箱, 记住仪器的摆放位置, 以便仪器装箱时按原位放回。将水准仪从仪器箱中取出, 用中心连接螺旋将仪器连在三脚架上, 中心连接螺旋松紧要适中。

2) 粗略整平。粗略整平简称粗平, 就是旋转脚螺旋使圆气泡居中。方法是首先对向转动两只脚螺旋, 使圆水准器气泡向中间移动, 再转动另一脚螺旋, 使气泡移至居中位置, 如图 2-2 所示。

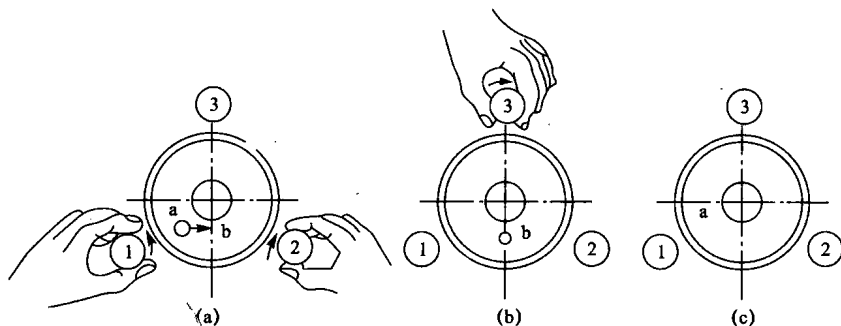


图 2-2 粗平水准仪

3) 瞄准水准尺。首先转动仪器, 用望远镜上的准星和照门瞄准水准尺, 拧紧制动螺旋 (手感螺旋有阻力)。然后转动目镜调焦螺旋, 使十字丝清晰, 再转动物镜调焦螺旋, 消除视差, 使目标成像清晰。最后转动仪器微动螺旋, 使水准尺成像在十字丝交点处。

4) 精平。转动微倾螺旋使符合水准管气泡两端的影像严密吻合 (气泡居中), 此时视线即处于水平状态, 如图 2-3 所示。

5) 读数。仪器精平后, 立即用十字丝的中丝在水准尺上读数, 首先估读出水准尺上毫米数, 然后将全部读数读出。一般应读出四位数, 即米、分米、厘米及毫米。读完应立即检查仪器是否仍精平, 若气泡偏离较大, 需重新调平再读数。

(4) 测定地面上两点间的高差。

- 1) 在地面上选择 A、B 两个固定点, 并在两点上竖立

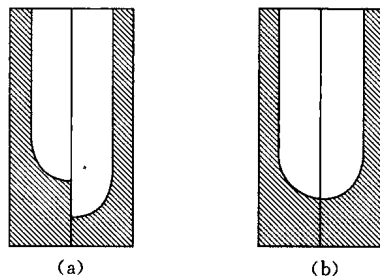


图 2-3 符合水准器影像

(a) 气泡不居中; (b) 气泡居中

水准尺。

- 2) 在 A、B 两点间安置水准仪，并使仪器至 A、B 两点的距离大致相等。
- 3) 瞄准后视尺 A，精平后读取读数 a ，记入记录表中。
- 4) 松开仪器制动螺旋，瞄准前视尺 B，精平后读取读数 b ，记入记录表中。
- 5) 计算 A、B 两点间的高差 h_{AB} ($h_{AB}=a-b$)。
- 6) 不移动水准尺，改变水准仪的高度（高度变化要大于 10cm），再测两点间的高差，所测高差互差应不大于 5mm，否则应重新测量。

六、注意事项

- (1) 读数前应消除视差，并使符合气泡严格符合。
- (2) 微动螺旋和微倾螺旋不要旋到极限，应保持在中间运行。
- (3) 观测者的身体各部位不得接触脚架。
- (4) 记录和计算应正确、清晰、工整。实训完成后，将实习记录交指导老师审阅验收合格后方可将仪器归还到实验室。

实训报告一 DS₃ 型水准仪的认识和使用

日期 _____
班组 _____

天气 _____
仪器 _____

观测者 _____
记录者 _____

安置仪器	测点	后视读数/mm	前视读数/mm	高差/m	高程/m
第一次					
第二次					

实训二 普通水准测量

一、实训目的

- (1) 进一步熟练水准仪的使用步骤和方法。
- (2) 掌握普通水准测量的观测、记录、计算和校核的方法。
- (3) 熟悉水准路线的布设形式。
- (4) 掌握高差闭合差的调整和高程的计算。

二、实训仪器和工具

DS₃ 型水准仪 1 台套, 水准尺 2 根, 尺垫 2 个, 记录板 1 个, 铅笔、计算器。

三、实训任务

- (1) 每组布设并观测闭合(或附和)水准路线一条。
- (2) 观测精度满足要求后, 根据观测结果进行水准路线高差闭合差的调整和高程计算。

四、实训组织和学时

每组 4 人, 轮流操作, 课内 2 学时。

五、实训方法和步骤

(1) 将水准尺立于已知水准点上作为后视, 水准仪置于施测路线附近合适的位置。在施测路线的前进方向上取仪器至后视大致相等的距离放置尺垫, 竖立水准尺作为前视, 注意视距不超过 100 m。

(2) 瞄准后尺, 精平后用中丝读取后视读数, 掉转望远镜, 瞄准前尺, 精平后用中丝读取前视读数, 分别记录、计算。

(3) 迁至下一站, 重复上述操作程序, 直至全部路线施测完毕。

(4) 根据已知点高程及各测站高差, 计算水准路线的高差闭合差, 并检查高差闭合差是否超限, 其限差公式为

$$f_{h允} = \pm 40 \sqrt{L} \text{ (mm)} \text{ 或 } f_{h允} = \pm 12 \sqrt{n} \text{ (mm)}$$

式中 L ——水准路线的长度, km;

n ——测站数。

(5) 若高差闭合差在容许范围内, 则对高差闭合差进行调整, 计算各待定点的高程。

六、注意事项

- (1) 微倾水准仪每次读数前水准管气泡要严格居中。
- (2) 注意用中丝读数, 不要误读为上、下丝读数。读数时要消除视差。
- (3) 水准视距长度应小于 100m, 中丝最小读数不得小于 0.3m, 最大读数不得超过 2.7m。
- (4) 后视尺垫在水准仪搬动前不得移动。仪器迁站时, 前视尺垫不能移动。在已知高程点和待定高程点上不得放尺垫。
- (5) 水准尺必须扶直, 不得前后左右倾斜。

实训报告二 普通水准测量

日期_____

天气_____

观测者_____

班组_____

仪器_____

记录者_____

测站	测点	后视读数/mm	前视读数/mm	高差/m	高程/m
计算校核	$\sum a - \sum b =$ $\sum h =$				
成果检验	$f_h =$ $f_{h允} =$				

普通水准测量成果计算

测段 编号	点名	测站数	实测高差 /m	改正数 /m	改正后的 高差/m	高程/m	备 注
						</	

实训三 四等水准测量

一、实训目的

- (1) 掌握四等水准测量的观测、记录、计算及校核方法。
- (2) 熟悉四等水准测量的主要技术指标。
- (3) 掌握水准路线的布设及闭合差的计算。

二、实训仪器和工具

DS₃ 型水准仪 1 台套, 水准尺 1 对, 尺垫 2 个, 记录板 1 个, 记录板 1 个, 铅笔、计算器。

三、实训任务

- (1) 用四等水准测量方法观测一闭合或附合水准路线。
- (2) 进行高差闭合差的调整与高程计算。

四、实训组织和学时

每组 4 人, 轮流操作, 课内 4 学时。

五、实训方法和步骤

- (1) 选择一条闭合(或附合)水准路线, 按下列顺序进行逐站观测:

- 1) 照准后视尺黑面, 精平后读取下丝、上丝、中丝读数。
- 2) 照准后视尺红面, 精平后读取中丝读数。
- 3) 照准前视尺黑面, 精平后读取下丝、上丝、中丝读数。
- 4) 照准前视尺红面, 精平后读取中丝读数。

- (2) 将观测数据记入表中相应栏中, 计算和校核要求如下:

- 1) 视线高度在 0.3~2.7m 之间。
- 2) 视线长度不超过 100m。
- 3) 前、后视距差不超过 $\pm 3\text{m}$, 视距累积差不超过 $\pm 10\text{m}$ 。
- 4) 红、黑面读数差不超过 $\pm 3\text{mm}$ 。
- 5) 红、黑面高差之差不超过 $\pm 5\text{mm}$ 。
- 6) 高差闭合差不超过

$$\pm 20\sqrt{L}\text{mm (平地) 或 } f_{h允} = \pm 6\sqrt{n}\text{ mm (山区)}$$

式中 L ——水准路线的长度, km;

n ——测站数。

六、注意事项

- (1) 观测的同时, 记录员应及时进行测站计算检核, 符合要求方可迁站, 否则应重测。
- (2) 仪器未迁站时, 后视尺不得移动; 仪器迁站时, 前视尺不得移动。