



市政专业高职高专系列教材

工程测量实训与习题

王云江 主编

 中国建筑工业出版社

市政专业高职高专系列教材

工程测量实训与习题

王云江 主编



中国建筑工业出版社

工程测量实训与习题

专 业_____

班 级_____

姓 名_____

学 号_____

本书分四部分，第一部分为工程测量实训须知；第二部分为工程测量课间实训，编写了土木类专业常用的十三个课间实训指导和实训报告；第三部分为工程测量教学综合实训，介绍了实训的内容、方法及技术要求等，附列了实训报告及其用表；第四部分为工程测量习题。

本书系工程测量课程的配套教材，是根据该课程的基本内容和要求而编写的，其目的是使学生在掌握测量基本理论和基本知识的基础上，加强对学生测、算、绘等基本技能的训练，以适应素质教育的新要求。

本书可供高等院校土木类专业配合工程测量课程教学的实习使用，也适合上述专业的函授、高教自考教学之用，还可供测绘和土木类工程技术人员学习和参考。

前 言

建筑工程测量课程是一门实践性很强的专业基础课。学习者首先要掌握该课程的基本理论知识，再以课堂单项实验来所学理论知识，训练动手操作能力，达到初步掌握测量工作的测、算、绘等三项技能。在讲授与实验的交互过程中系统学习本课程后，通常还要为学生安排两周左右的测量教学实训，以便更加全面深入地掌握和应用测量理论知识，为今后走上专业工作岗位打下坚实的基础。

本书是根据高职土木类专业工程测量课程教学大纲和工程测量实训大纲的要求编写的。全书分为四部分，第一部分为工程测量实训须知，主要介绍测量实习的目的、要求、工具借用规则、实训报告填写与计算要求等内容；第二部分为工程测量课间实训，编写了土建、市政等土木类专业需用的十三个课间实训指导和实训报告；第三部分为工程测量教学综合实训，介绍了实训的内容、方法及技术要求等，附列了实训报告及其用表；第四部分为工程测量习题，目的是提高学生的理解能力和实际能力。每个实训均包括实训目的、仪器和用具、方法和步骤、技术要求、注意事项、实训报告等几部分。测量教学实训在实践性、综合性、效能性上比测量课堂实验要求更高，学生将得到更多训练。通过终合实训，将所学测绘技术知识进一步系统化，同时培养学生“认真、负责、严格、精细、实事求是”的科学态度和良好作风，提高学生的全面素质，使测量教学水平上一个新台阶。

本书由浙江建设职业技术学院王云江主编，杜向科、陈桂珍、刘小慧参编，米延华、柳小燕主审。高等职业技术教育以培养应用型人才为目标，我们在测量实验与实训项目的选项上力求做到简明、扼要、易学、实用。所以，本书与工程测量教材配套使用，是必要和适宜的。本书也可以在工程测量教学的实践中单独使用。

限于我们的认识和水平，本书中会有不当之处，热忱欢迎读者批评、指正，以便日后修订。

编 者

2012 年 1 月

目 录

第一部分 工程测量实训须知	1
一、测量实训的目的	1
二、测量实训的要求	1
三、测量仪器、工具的借用规则	1
四、实训报告填写与计算要求	2
五、测量仪器、工具的操作规程	3
六、测量课间实训成绩考核办法	5
第二部分 工程测量课间实训	6
实训一 DS ₃ 水准仪的认识与使用	6
实训二 普通水准测量	9
实训三 水准仪的检验与校正	11
实训四 光学经纬仪的认识与使用	13
实训五 测回法观测水平角	16
实训六 DJ ₂ 经纬仪的认识与使用	18
实训七 测回法观测三角形的内角	20
实训八 全圆方向法观测水平角	22
实训九 光学经纬仪的检验与校正	24
实训十 距离测量	27
实训十一 全站仪的认识与使用	30
实训十二 四等水准测量	33
实训十三 点位测设与坡度线测设	35
第三部分 工程测量教学综合实训	39
一、实训组织、计划及注意事项	39
二、控制测量（大比例地形图测绘）	40
三、构筑物轴线测设和高程测设	49
四、圆曲线主点测设和偏角法测设圆曲线	53
第四部分 工程测量习题	55
第一章 绪论	55
第二章 水准测量	55
第三章 角度测量	58
第四章 距离测量与直线定向	59
第五章 测量误差的基本知识	60
第六章 全站仪及 GPS 应用	61

第七章	小地区控制测量	62
第八章	大比例尺地形图的测绘与应用	66
第九章	施工测量的基本工作	69
第十章	建筑施工控制测量	70
第十一章	民用建筑工程测量	71
第十二章	工业建筑施工测量	72
第十三章	道路工程测量	73
第十四章	管道工程测量	74
第十五章	桥梁工程测量	75
第十六章	隧道工程测量	76
第十七章	轨道交通工程测量	77
第十八章	工程变形监测	78

第一部分 工程测量实训须知

一、测量实训的目的

建筑工程测量是一门实践性很强的专业基础课，测量实训是教学环节中不可缺少的环节。只有通过仪器操作、观测、记录、计算、绘图、编写实训报告等，才能验证和巩固好课堂所学的基本理论，掌握仪器操作的基本技能和测量作业的基本方法。培养学生分析问题、解决问题的能力，使学生具有认真、负责、严格、精细、实事求是的科学态度和工作作风。因此，必须对测量实训予以高度重视。

二、测量实训的要求

(1) 测量实训之前，必须认真阅读本书和复习教材中的相关内容，弄清基本概念和实训目的、要求、方法、步骤和有关注意事项，使实训工作能顺利地按计划完成。

(2) 按实训书中提出的要求，于实训前准备好所需文具，如铅笔、小刀、计算器、三角板等。

(3) 实训分小组进行，正组长负责组织和协调实训的各项工作，副组长负责仪器、工具的借领、保管和归还。

(4) 对实训规定的各项内容，小组内每人均应轮流操作，实训报告应独立完成。

(5) 实训应在规定时间内进行，不得无故缺席、迟到或早退；实训应在指定地点进行，不得擅自变更地点。

(6) 必须遵守本实训书中所列的“测量仪器、工具的借用规则”和“测量记录与计算规则”。

(7) 应认真听取教师的指导，实训的具体操作应按实训指导书的要求、步骤进行。

(8) 测量实训中出现仪器故障、工具损坏和丢失等情况时，必须及时向指导教师报告，不可随意自行处理。

(9) 测量实训结束时，应把观测记录和实训报告交实训指导教师审阅，经教师认可后方可收拾和清理仪器、工具，归还实验室。

三、测量仪器、工具的借用规则

测量仪器一般都比较重，对测量仪器的正确使用、精心爱护和科学保养，是测量工作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、提高工作效率和延长仪

器、工具使用寿命的必要条件。测量仪器、工具的借用必须遵守以下规则：

(1) 以小组为单位，凭有效证件前往测量仪器室，借领实训书上注明的仪器、工具。

(2) 借领时，应确认实物与实训书上所列仪器、工具是否相符，仪器、工具是否完好，仪器背带和提手是否牢固。如有缺损，立即补领或更换。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。

(3) 仪器搬运前，应检查仪器箱是否锁好，搬运仪器、工具时，应轻拿轻放，避免剧烈振动和碰撞。

(4) 实训过程中，各组应妥善保管仪器、工具。各组间不得任意调换仪器、工具。

(5) 实训结束后，应清理仪器、工具上的泥土，及时收装仪器、工具，送还仪器室检查，取回证件。

(6) 爱护测量仪器、工具，仪器、工具若有损坏或遗失，应填写报告单说明情况，并按有关规定给予赔偿。

四、实训报告填写与计算要求

(1) 实训记录必须直接填在规定的表格内随测随记，不得转抄。

(2) 凡记录表格上规定应填写的项目不得空白。

(3) 观测者读数后，记录者应立即回报读数，以防听错、记错。

(4) 记录与计算均用 2H 或 3H 绘图铅笔记载。字体应端正清晰、数字齐全、数位对齐、字脚靠近底线，字体大小应略大于格子的一半，以便留出空隙改错。

(5) 测量记录的数据应写齐规定的位数，规定的位数视要求的不同而不同。对普通测量而言：水准测量和距离测量以米为单位，小数点后记录三位；角度的分和秒取两位记录位数。

表示精度或占位的“0”均不能省略，如水准尺读数 2.45m，应记为 2.450m；角度读数 $21^{\circ}5'6''$ 应为 $21^{\circ}05'06''$ 。

(6) 禁止擦拭、涂抹与挖补，发现错误应在错误处用横线划去。淘汰某整个部分时可以斜线划去，不得使原数字模糊不清。修改局部（非尾数）错误时，则将局部数字划去，将正确数字写在原数字上方。所有记录的修改和观测成果的淘汰，必须在备注栏注明原因（如测错、记错或超限等）。

(7) 观测数据的尾数部分不准更改，应将该部分观测值废去重测。

不准更改的部位：角度测量的分和秒的读数，水准测量和距离测量的厘米和毫米的读数。

(8) 禁止连续更改，如水准测量的黑、红面读数，角度测量中的盘左、盘右读数，距离丈量中的往、返测读数等，均不能同时更改，否则应重测。

(9) 数据的计算应根据所取的位数，按“4 舍 6 入，5 前单进双舍”的规则进行凑整。例如，若取至毫米位则 1.1084m、1.1076m、1.1085m、1.1075m 都应记为 1.108m。

(10) 每个测站观测结束后，必须在现场完成规定的计算和检核，确认无误后方可

迁站。

五、测量仪器、工具的操作规程

1. 打开仪器箱时的注意事项

(1) 仪器箱应平放在地面或其他台子上才能开箱，不要托在手上或抱在怀里开箱，以免不小心将仪器摔坏。

(2) 开箱后未取出仪器前，要注意仪器安放的位置与方向，以免使用完毕装箱时因安放位置不正确而损伤仪器。

2. 自箱内取出仪器时的注意事项

(1) 不论何种仪器，在取出前一定要先放松制动螺旋，以免取出仪器时因强行扭转而损坏制、微动装置，甚至损坏轴系。

(2) 自箱内取出仪器时，应一手握住照准部支架，另一手扶住基座部分，轻拿轻放，不要用一只手抓仪器。

(3) 自箱内取出仪器后，要随即将仪器箱盖好，以免沙土、杂草等不洁之物进入箱内。还要防止搬动仪器时丢失附件。

(4) 取仪器和使用过程中，要注意避免触摸仪器的目镜、物镜或用手帕等物去擦仪器的目镜、物镜等光学部分。

3. 架设仪器时的注意事项

(1) 伸缩式脚架三条腿抽出后，要把固定螺旋拧紧，但不可用力过猛而造成螺旋滑丝；防止因螺旋未拧紧而使脚架自行收缩而摔坏仪器。三条腿拉出的长度要适中。

(2) 架设脚架时，三条腿分开的跨度要适中。并得太靠拢易被碰倒，分得太开易滑，都会造成事故。若在斜坡上架设仪器，应使两条腿在坡下（可稍放长），一条腿在坡上（可稍缩短）。若在光滑地面上架设仪器，要采取安全措施（例如，用细绳将三脚架连接起来或用防滑板），防止滑动摔坏仪器。

(3) 架设仪器时，应使架头大致水平（安置经纬仪的脚架时，架头的中央圆孔应大致与地面测站点对中），若地面为泥土地面，应将脚架尖踩入土中，以防仪器下沉。

(4) 从仪器箱取出仪器时，应一手握住照准部支架，另一手扶住基座部分，然后将仪器轻轻安放到三脚架头上。一手仍握住照准部支架，另一手将中心连接螺旋旋入基座底板的连接孔内旋紧。预防因忘记拧上连接螺旋或拧得不紧而摔坏仪器。

(5) 仪器箱不能承重，故不可踏、坐仪器箱。

4. 仪器在使用过程中要满足以下要求

(1) 在阳光下或雨天作业时必须撑伞，防止日晒和雨淋（包括仪器箱）。

(2) 任何时候仪器旁必须有人守护，禁止无关人员搬弄和防止行人车辆碰撞。

(3) 如遇目镜、物镜外表面蒙上水汽而影响观测，应稍等一会儿或用纸片扇风使水汽散尽；如镜头有灰尘，应用仪器箱中的软毛刷拂去或用镜头纸轻轻拭去。严禁用手指或手帕等物擦拭，以免损坏镜头上的药膜。观测结束后应及时安上物镜盖。

(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。

(5) 操作仪器时,用力要均匀,动作要准确轻缓。用力过大或动作太猛都会造成仪器损伤。制动螺旋不能拧得太紧,微动螺旋和脚螺旋不要旋到顶端,宜使用中段螺纹。使用各种螺旋不要用力过大或动作太猛,应用力均匀,以免损伤螺纹。

(6) 仪器使用完毕装箱前要放松各制动螺旋,装入箱内要试合一下,在确认安放正确后,将各部制动螺旋略为旋紧,防止仪器在箱内自由转动而损坏某些部件。

(7) 清点箱内附件,若无缺失则将箱盖合上、扣紧、锁好。

(8) 仪器发生故障时,应立即停止使用,并及时向指导教师报告。

5. 仪器的搬迁

(1) 远距离迁站或通过行走不便的地区时,必须将仪器装箱后再迁站。

(2) 近距离且平坦地区迁站时,可将仪器连同脚架一同搬迁。其方法是:先检查连接螺旋是否旋紧,然后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,水准仪物镜向后),再收拢三脚架,一手托住仪器的支架或基座于胸前,一手抱住脚架放在肋下,稳步行走。严禁斜扛仪器或奔跑,以防碰摔。

(3) 迁站时,应清点所有的仪器和工具,防止丢失。

6. 仪器的装箱

(1) 仪器使用完后,应及时清除仪器上的灰尘和仪器箱、脚架上的泥土,套上物镜盖。

(2) 仪器拆卸时,应先松开各制动螺旋,将脚螺旋旋至中段大致同高的地方,再一手握住照准部支架。另一只手将中心连接螺旋旋开,双手将仪器取下装箱。

(3) 仪器装箱时,使仪器就位正确,试合箱盖,确认放妥后,再拧紧各制动螺旋,检查仪器箱内的附件是否缺少,然后关箱上锁。若箱盖合不上,说明仪器位置未放置正确或未将脚螺旋旋至中段,应重放,切不可强压箱盖,以免压坏仪器。

(4) 清点所有的仪器和工具,防止丢失。

7. 测量工具的使用

(1) 钢尺使用时,应避免打结、扭曲,防止行人踩踏和车辆碾压,以免钢尺折断。携尺前进时,应将尺身离地提起,不得在地面上拖曳,以防钢尺尺面刻划磨损。钢尺用毕后,应将其擦净并涂油防锈。钢尺收卷时,应一人拉持尺环,另一人把尺顺序卷入,防止绞结、扭断。

(2) 皮尺使用时,应均匀用力拉伸,避免强力拉拽而使皮尺断裂。如果皮尺浸水受潮,应及时晾干。皮尺收卷时,切忌扭转卷入。

(3) 各种标尺和花杆的使用,应注意防水、防潮和防止横向受力。不用时安放稳妥,不得垫坐,不要将标尺和花杆随便往树上或墙上立靠,以防滑倒摔坏或磨损尺面。花杆不得用于抬东西或作标枪投掷。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,不准乱戳乱画,不能施以重压。

(5) 小件工具如垂球、测钎和尺垫等,使用完即收,防止遗失。

六、测量课间实训成绩考核办法

测量课间实训是测量课堂教学期间每一章节内容讲授之后安排的实际操作训练，是加深学生直观概念的必要途径。每个测量课间实训均附记录表格，学生应在观测时现场记录，并作必要的计算，在实训结束时上交。教师根据具体情况给出优、良、及格和不及格，作为测量课程的平时成绩。

第二部分 工程测量课间实训

实训一 DS₃ 水准仪的认识与使用

一、实训目的

- (1) 了解 DS₃ 水准仪的基本构造和性能,认识其主要构件的名称和作用。
- (2) 练习水准仪的安置、照准、读数和高差计算。

二、仪器和工具

DS₃ 水准仪 1 台,水准尺 2 根,尺垫 2 个。自备 2H 铅笔 2 支和测伞 1 把。

三、内容

- (1) 熟悉 DS₃ 型水准仪各部线的名称及作用。
- (2) 学会使用圆水准器整平仪器。
- (3) 学会照准目标,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、方法和步骤

1. 安置仪器

松开三脚架的伸缩螺旋,按需要调节三条腿的长度后,旋紧螺旋。安置脚架时,应使架头大致水平。在土地面,应将脚架的脚尖踩入土中,以防仪器下沉;对水泥地面,要采取防滑措施;对倾斜地面,应将三脚架的一个脚安放在高处,另两只脚安置在低处。

打开仪器箱,记住仪器摆放位置,以便仪器装箱时按原位置摆放。双手将仪器从仪器箱中拿出平稳地放在脚架架头,接着一手握住仪器,另一手将中心螺旋旋入仪器基座内旋紧。

2. 认识 DS₃ 水准仪的主要部件和作用

应了解 DS₃ 水准仪的外形和主要部件的名称和作用及使用方法。了解水准尺分划标记的规律,掌握读尺方法。

3. 粗平

粗平就是旋转脚螺旋使圆水准器气泡居中,从而使仪器大致水平。为了快速粗平,对坚实地面,可固定脚架的两条腿,一手扶住脚架顶部,另一手握住第三条腿作前后左右移动,眼看着圆水准器气泡,使之离中心不远(一般位于中心的圆圈上即可),然后再用脚螺旋粗平。脚螺旋的旋转方向与气泡移动方向之间的规律是:气泡移动的方向与左手大拇指转动脚螺旋的方向一致,同时右手大拇指转动同一方向的另一个脚螺旋进行相对运动。

若从仪器构造上理解脚螺旋的旋转方向与气泡移动方向之间的规律,则为:气泡在哪

个方向则哪个方向位置高；脚螺旋顺时针方向（俯视）旋转，则此脚螺旋位置升高，反之则降低。

4. 照准水准尺

转动目镜对光螺旋，使十字丝清晰；然后松开水平制动螺旋，转动望远镜，利用望远镜上部的准星与缺口照准目标，旋紧制动螺旋；再转动物镜对光螺旋，使水准尺分划成像清晰；此时，若目标的像不在望远镜视场的中间位置，可转动水平微动螺旋，对准目标。随后，眼睛在目镜端略作上下移动，检查十字丝与水准尺分划像之间是否有相对移动，如有，则存在视差，需重新做目镜对光和物镜对光，消除视差。

5. 精平与读数

精平就是转动微倾螺旋，使水准管气泡两端的半边影像吻合成椭圆弧抛物线形状，使视线在照准方向精确水平。操作时，右手大拇指旋转微倾螺旋的方向与左侧半气泡影像的移动方向一致。精平后，以十字丝中横丝读出尺上的数值，读取四位数字。尺上在分米处注字，每个黑色（或红色）和白色分格为 1cm。读数时应注意尺上的注字由小到大的顺序，读出米、分米、厘米，估读至毫米。

综上所述，水准仪的基本操作程序为：安置—粗平—照准—精平—读数。

五、技术要求

（1）在地面选定两固定位置作后视点和前视点，放上尺垫并立尺。仪器尽可能安置于后视点和前视点的中间位置。

（2）每人独立安置仪器，粗平、照准后视尺，精平后读数；再照准前视尺，精平后读数。

（3）若前、后视点固定不变，则不同仪器高两次所测高差之差不应超过 5mm。

六、注意事项

（1）仪器安放在三脚架头上，最后必须旋紧连接螺旋，使连接牢固。再旋转水平微动螺旋精平。

（2）当水准仪照准、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上可以发觉，而尺子的前后倾斜则不易发觉，立尺者应注意。

（3）微动螺旋和微倾螺旋应保持在中间运行，不要旋到极限。

（4）观测者的身体各部位不得接触脚架。

（5）水准仪在读数前，必须使长水准管气泡严格居中，照准目标必须消除视差。

（6）从水准尺上读数必须读 4 位数：米、分米、厘米、毫米。记录数据应以米或毫米为单位，如 2.275m 或 2275mm。

实训报告一 水准测量记录 单位：

日期_____天气_____班组_____仪器_____观测者_____记录者_____成绩_____

测站	点号	后视 读数	前视 读数	高 差		高 程	备 注
				+	-		

实训二 普通水准测量

一、实训目的

进一步熟悉水准仪的构造和使用，掌握普通水准路线测量的施测、记录与计算。

二、仪器和工具

DS₃ 水准仪 1 台，水准尺 2 根，尺垫 2 个。自备 2H 铅笔 2 支和测伞 1 把。

三、内容

(1) 做闭合水准路线测量（至少要观测四个测站）。

(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、方法与步骤

(1) 由教师指定进行闭合水准路线测量，给出已知高程水准点的位置和待测点（2~3 个）的位置，水准路线测量共需 4~6 个测站。

(2) 全组共同施测，2 人立尺，1 人记录，1 人观测；搬站后轮换工作。

(3) 在起始水准点和第一个立尺点之间安置水准仪（注意用目估或步量使仪器前、后视距离大致相等），在前、后视点上竖立水准尺（注意已知水准点和待测点上均不放尺垫，而在转点上必需放尺垫），按一个测站上的操作程序进行观测，即安置—粗平—照准后视尺—精平—读数—照准前视尺—精平—读数。观测员的每次读数，记录员都应回报检核后记入表格中，并在测站上算出测站高差。完成一次高差观测，接着改变仪器高 10cm，重新观测一次。两次观测同一测站的高差的较差不得超过 5mm，否则应返工。

(4) 依次设站，用相同方法施测，直到回到起始水准点，完成闭合水准路线测量。

(5) 将各测站、测点编号及后、前视读数填入报告的相应栏目中，每人独立完成各项计算。

五、技术要求

高差闭合差容许值按 $f_h \leq \pm 12\sqrt{n}$ 计算，式中 n 为测站数；或 $f_h \leq \pm 40\sqrt{L}$ 计算，式中 L 为水准路线长度的公里数。要求成果合格，可以平差；否则，应重测。并将闭合差分配改正，求出待测点高程。若超限应重测。

六、注意事项

(1) 前、后视距应大致相等。

(2) 同一测站，圆水准器只能整平一次。

(3) 每次读数前，要消除视差和精平。

(4) 水准尺应立直，水准点和待测点上立尺不放尺垫，只在转点处放尺垫，也可选择有凸出点的坚实地物作为转点而不用尺垫。

(5) 仪器未搬迁，前、后视点若安放尺垫则均不得移动。仪器搬迁了，后视点才能携尺和尺垫前进，但前视点尺垫不得移动。

第二部分 工程测量课间实训

实训报告二 普通水准测量 单位：

日期 天气 班组 仪器 观测者 记录者 成绩

测站	点号	后视 读数	前视 读数	高 差		改正数	改正后 高 差	高 程	备 注
				+	-				