

21世纪应用型人才培养教材
高等职业教育测绘课程系列规划教材

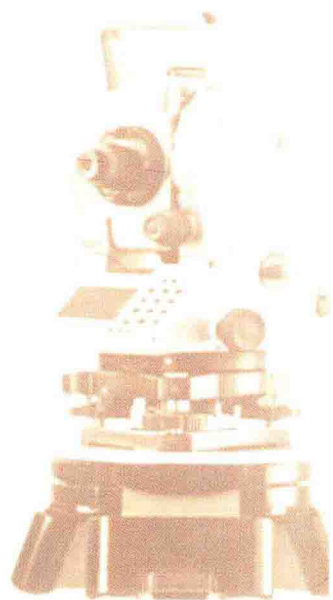
工程测量实训指导

GONGCHENG CELIANG SHIXUN ZHIDAO

主 编◎鲁 纯 谭立萍 张慧慧
副主编◎赵黎明 唐 均 宋锡洪



西南交通大学出版社



人才培养教材

高等职业教育测绘课程系列规划教材

工程测量实训指导

主 编 鲁 纯 谭立萍 张慧慧

副主编 赵黎明 唐 均 宋锡洪

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

工程测量实训指导 / 鲁纯, 谭立萍, 张慧慧主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2015.2
21 世纪应用型人才培养教材 高等职业教育测绘课程
系列规划教材
ISBN 978-7-5643-3762-9

I. ①工… II. ①鲁… ②谭… ③张… III. ①工程测
量—高等学校—教材 IV. ①TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 032055 号

21 世纪应用型人才培养教材
高等职业教育测绘课程系列规划教材

工程测量实训指导

主编 鲁 纯 谭立萍 张慧慧

责 任 编 辑 胡晗欣
特 邀 编 辑 柳堰龙
封 面 设 计 何东琳设计工作室

出 版 发 行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮 政 编 码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷 四川五洲彩印有限责任公司

成 品 尺 寸 185 mm × 260 mm

印 张 6.25

字 数 155 千

版 次 2015 年 2 月第 1 版

印 次 2015 年 2 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-3762-9

定 价 14.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是编者在总结多年的高职高专教学改革成功经验的基础上,结合我国工程测量的基本情况,按照工程测量专业高职高专人才培养的特点编写的《工程测量实用教程》的配套实训教材。

本书作为“工程测量”实训课程基础配套教材,内容全部依据最新的规范、标准,编写侧重于培养应用型人才,突出工程测量单项技能和综合能力的训练。教材编写坚持以“应用”为目的,以“必需、够用”为度,从而满足学生职业生涯发展的需求,适应测绘、交通、建筑等工程单位测量岗位的要求。为使本教材具有较强的技能性、实用性和先进性,教材编写人员多次深入施工现场,与现场施工技术人员进行探讨,征求了部分测绘单位和施工单位专家的意见,力求使教材突出高职高专教育的特点,注重理论与实践相结合,尤其强调学生实际动手能力的培养。

本书由辽宁省交通高等专科学校鲁纯、谭立萍、张慧慧担任主编,重庆能源职业学院赵黎明、甘肃工业职业技术学院唐均、四川省泸县建筑职业中专学校宋锡洪担任副主编。编写具体分工如下:鲁纯编写第1章,宋锡洪编写第2章、第3章,唐均编写第4章,赵黎明编写第5章,谭立萍编写第6章,张慧慧编写第7章。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和疏忽,敬请读者批评指正。

编 者

2014年11月

目 录

第 1 部分 工程测量实训概述

第 1 章 工程测量实训总则	1
1.1 测量实训要求	1
1.2 实训前的准备工作	1
1.3 测量记录与计算规则	3

第 2 部分 工程测量课间实训

第 2 章 水准测量	5
2.1 水准仪的认识与技术操作	5
2.2 普通水准仪测量	8
2.3 闭合水准路线测量	11
2.4 四等水准测量	15
2.5 四等水准闭合水准路线的测量	19
2.6 水准仪的检验及校正	24
第 3 章 角度测量	30
3.1 DJ ₆ 经纬仪的认识与使用	30
3.2 DJ ₂ 经纬仪的认识与使用	33
3.3 测回法观测水平角	36
3.4 DJ ₆ 光学经纬仪的竖直角观测	38
3.5 DJ ₆ 光学经纬仪的检验与校正	41
第 4 章 导线测量	45
4.1 全站仪的认识与使用	45
4.2 全站仪导线测量	48
第 5 章 地形图测绘	51
5.1 数字化测图	51
5.2 经纬仪测图	54

第 3 部分 施工放样

第 6 章 基础施工放样	56
6.1 经纬仪放样	56

6.2	全站仪放样	59
6.3	高程放样	61
6.4	坡度放样	63
6.5	圆曲线主点测设	65
6.6	切线支距法详细测设圆曲线	67
6.7	偏角法详细测设圆曲线	69
6.8	用切线支距法测设带有缓和曲线段的平曲线	71
6.9	用偏角法测设带有缓和曲线段的平曲线	76

第 4 部分 测绘综合实训

第 7 章	地形图综合实训	81
7.1	1 : 500 地形图经纬仪测绘综合实训	81
7.2	1 : 500 数字地形图测绘综合实训	85
参考文献		93

第1部分 工程测量实训概述

第1章 工程测量实训总则

1.1 测量实训要求

(1) 在实训之前,必须复习教材中的有关内容,认真仔细地预习本书,以明确目的,了解任务,熟悉实训步骤或实训过程,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、迟到或早退;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,经指导教师审阅并同意后,才可交还仪器工具,结束工作。

(6) 在实训过程中,还应遵守纪律,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。

1.2 实训前的准备工作

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。在仪器工具的借领与使用中,必须严格遵守下列规定。

1.2.1 仪器工具的借领

(1) 实训时凭学生证到仪器室办理借领手续,以小组为单位领取仪器工具。

(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) 实训结束，应及时收装仪器工具，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。

1.2.2 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。

(3) 提取仪器之前，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) 装好仪器之后，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。

1.2.3 仪器的使用

(1) 仪器安置之后，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) 在打开物镜时或在观测过程中，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) 在野外使用仪器时，应该撑伞，严防日晒雨淋。

(6) 在仪器发生故障时，应及时向指导教师报告，不得擅自处理。

1.2.4 仪器的搬迁

(1) 在行走不便的地区迁站或远距离迁站时，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。其方法是：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准度盘中心，水准仪的水准器向上）；再收拢三脚架，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。

1.2.5 仪器的装箱

(1) 每次使用仪器之后，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。

1.2.6 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，应将尺身提起，不得沿地面拖行，以防损坏刻画。用完钢尺应擦净、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，不能磨损尺面刻画的漆皮，不用时安放稳妥。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，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。

1.3 测量记录与计算规则

测量记录是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) 在测量记录之前，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，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 $1/3 \sim$

1/2，字脚靠近底线；表示精度或占位的“0”（例如，水准尺读数 1.500 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，应重测该尺段。

（6）观测数据的前几位若出错时，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 前奇进偶舍”的规则进行凑整。例如对 1.424 4 m，1.423 6 m，1.423 5 m，1.424 5 m 这几个数据，若取至毫米位，则均应记为 1.424 m。

（10）应该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2部分 工程测量课间实训

第2章 水准测量

2.1 水准仪的认识与技术操作

1. 技能目标

(1) 了解水准仪(DS₃型)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、瞄准、读数和高差计算。特别掌握运用“左手大拇指规则”旋转脚旋使气泡居中,初学者必须多次练习,为以后的试验和多种仪器安置和整平工作打下基础。

2. 实训计划与使用设备

(1) 实训学时安排为2学时。每个实训小组由5人组成,其中2人立尺,1人操作仪器,1人记录,1人计算。

(2) 每组的实训设备:DS₃型水准仪1台,水准尺2根,记录夹1块,尺垫2个,固定架1个。

3. 方法与步骤

(1) 安置仪器。先将三脚架张开,使起始高度适当,架头大致水平,并将脚架踩实;开箱取出仪器,将其和脚架连接螺旋牢固连接。

(2) 认识仪器各部件,并了解其功能和使用方法。

(3) 粗略整平。先用双手同时向内(或向外)转同一对脚螺旋,运用“左手大拇指规则”旋转脚旋使圆水准器泡移动到中间,再转动第3只脚螺旋使气泡居中。若一次不能居中,可反复进行,如图2-1所示。

(4) 瞄准。转动目镜调焦螺旋,使十字丝分划清晰;松开制动螺旋,转动仪器,用准星和照门瞄准水准尺,拧紧制动螺旋;转动微动螺旋,使水准尺位于视场中央;转动物镜调焦螺旋,使水准尺清晰,注意消除视差。详细内容参见教科书。

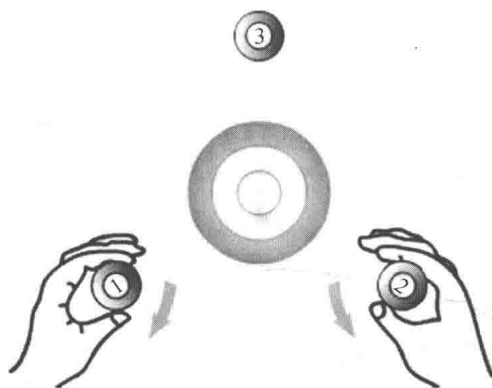


图 2-1 圆水准气泡调节

(5) 精平与读数。眼睛通过位于目镜左方的符合气泡观察窗观看水准器泡, 右手转动微动螺旋, 使气泡亮端的半影像吻合 (成圆弧状), 即符合气泡严格居中, 如图 2-2 所示。用十字丝横丝在水准尺上读取四位数字, 读数时应从小往大读, 按照 m, dm, cm, mm 的次序, 一次报出四位数。

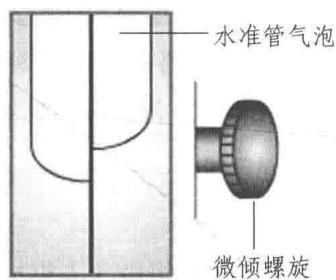


图 2-2 管水准气泡调节

4. 注意事项

(1) 三脚架安置高度适当, 架头大致水平。三脚架确实安置稳妥后, 才能把仪器连接于架头。

(2) 调节各种螺旋均应有轻重感。掌握正确的操作方法, 操作应轮流进行, 每人操作一次, 严禁几人同时操作仪器。第二人开始练习时, 改变一下仪器的高度。竖立水准尺与 A 点上, 用望远镜瞄准 A 点上的水准尺, 精平后读取后视读数, 并记入手簿; 再将水准尺立于 B 点上, 瞄准 B 点上的水准尺, 精平后读取前视读数, 并记入手簿。计算 A, B 两点的高差 $H_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$ 。改变仪器高, 由第二人做一遍, 并检查与第一人所测结果是否相同。

(3) 读数前水准管气泡必须居中, 读数后一定要检查气泡是否仍然居中, 若不居中则必须重新读取读数。

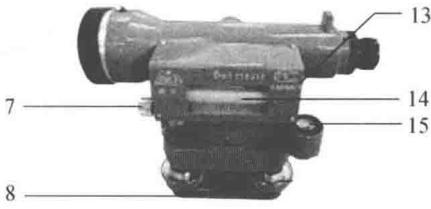
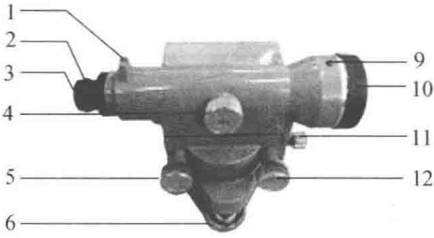
5. 实训报告

实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

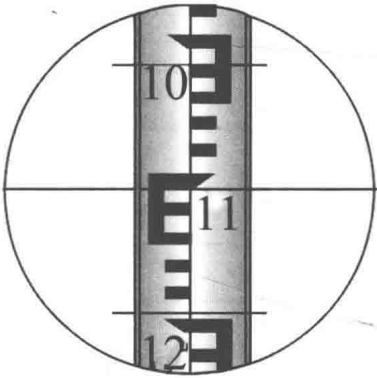
实训题目		成绩	
实训目的			
主要仪器及工具			

1. 标出水准仪的各部件名称

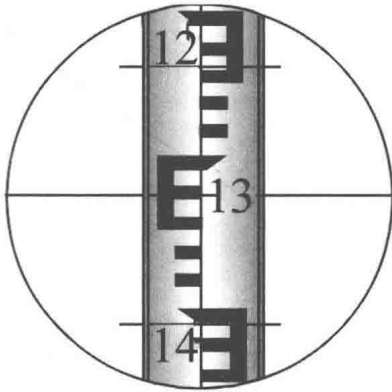


1: _____; 2: _____; 3: _____; 4: _____; 5: _____; 6: _____; 7: _____; 8: _____;
9: _____; 10: _____; 11: _____; 12: _____; 13: _____; 14: _____; 15: _____

2. 读出水准尺的读数



读数 _____



读数 _____

实训总结	
------	--

2.2 普通水准仪测量

1. 技能目标

- (1) 练习水准路线的选点、布置。
- (2) 掌握普通水准测量路线的观测、记录、计算检核以及集体配合、协调作业的施测过程。

2. 实训计划与使用设备

- (1) 实训学时安排为 2 学时。每个实训小组由 5 人组成, 其中 2 人立尺, 1 人操作仪器, 1 人记录, 1 人计算。
- (2) 每组的实训设备: DS₃ 型水准仪 1 台, 水准尺 2 根, 记录夹 1 块, 尺垫 2 个。
- (3) 自备: 铅笔、计算器。

3. 方法与步骤 (见图 2-3)

(1) 领取仪器后, 根据教师给定的已知高程点, 在测区选点。选择 2~3 个待测高程点, 并标明点号, 形成一条水准路线。

(2) 在距已知高程点 1 (起点) 与点 2 大致等距离处架设水准仪, 在起点与第一个待测点上竖立尺。

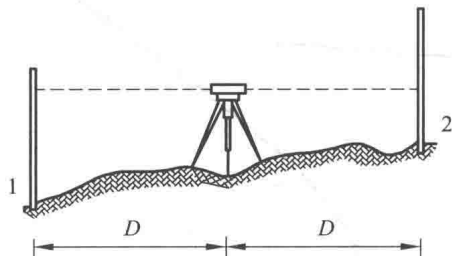


图 2-3 水准仪测量原理

(3) 仪器整平后便可进行观测, 同时记录观测数据。用双仪器高法 (或双尺面法) 进行测站检核。

(4) 第一站施测完毕, 检核无误后, 水准仪搬至第二站, 第一个待测点上的水准尺尺底位置不变, 尺面转向仪器; 另一把水准尺竖立在第二个待测点上, 进行观测, 依此类推。

(5) 当两点间距离较长或两点间的高差较大时, 在两点间可选定一或两个转点作为分段点, 进行分段测量。在转点上立尺时, 尺子应立在尺垫上的凸起物上。

4. 注意事项

- (1) 前、后视距应大致相等。
- (2) 读取读数前, 应仔细对光以消除视差。
- (3) 每次读数时, 都应精平 (转动微倾螺旋, 使符合式气泡吻合)。并注意勿将上、下丝的读数误读成中丝读数。

- (4) 观测过程中不得进行粗平。若圆水准器气泡发生偏离，应整平仪器后，重新观测。
- (5) 应做到边测量、边记录、边检核，误差超限应立即重测。
- (6) 双仪器高法进行测站检核时，两次仪器的变换高度应不小于 10 cm，两次所测得的高差之差应小于等于 5 mm。
- (7) 尺垫仅在转点上使用，在转点前后两站测量未完成时，不得移动尺垫位置。

5. 实训报告

水准测量记录表

日期：____年____月____日 天气：____ 观测者：____
仪器型号：____ 班组：____ 记录者：____

测站	点号	后视读数/m	前视读数/m	高差/m	备注



实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

实训题目		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			

2.3 闭合水准路线测量

1. 技能目标

- (1) 练习普通水准测量的施测、记录、计算、闭合差调整及高程计算方法。
- (2) 熟悉闭合水准路线的施测方法。
- (3) 路线高差闭合差的限差值：

$$f_{h容} = \pm 12\sqrt{n} \text{ mm}$$

式中 n ——测站数。

- (4) 各项操作轮流进行，每人至少完成一个测站的观测。

2. 实训计划与使用设备

- (1) 实训学时安排为 2 学时。每个实训小组由 5 人组成，其中 2 人立尺，1 人操作仪器，1 人记录，1 人计算。
- (2) 每组的实训设备：DS₃ 型水准仪 1 台，水准尺 2 根，记录夹 1 块，尺垫 2 个。
- (3) 自备：铅笔、计算器。
- (4) 每实训小组完成一闭合水准路线普通水准测量的观测、记录、高差闭合差调整及高程计算工作。

3. 实训方法与步骤

(1) 场地布置：选一适当场地，在场中选 1 个坚固点，以之作为已知高程点 A （假定为一整数），选定 B, C, D 三个坚固点作为待定高程点，进行闭合水准路线测量。由水准点到待定点的距离，以能安置 2~3 站仪器为宜。水准测量水准仪安置与水准尺距离如图 2-4 所示。

(2) 安置水准仪于 A 点和转点 TP_1 大致等距离处，进行粗略整平和目镜对光。

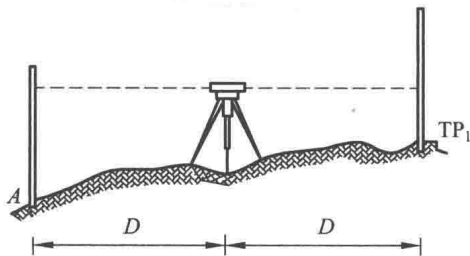


图 2-4 水准测量水准仪安置与水准尺距离示例