



高等职业教育“十一·五”规划教材

道路工程测量实训

齐秀廷 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育“十一五”规划教材

道路工程测量实训

主 编 齐秀廷

副主编 吴聚巧

参 编 裴建新 许路成 薛培权



机械工业出版社

本书是根据交通部最新发布的标准、规范,并结合近几年道路测量的新经验以及交通职业技术学院教学的有关要求编写,是全国交通职业技术学院道路与桥梁专业“道路工程测量”课程的配套教材。全书由概述、测量课间实习指导(包括技能目标、仪器与工具、实习方法与步骤、实习报告、问题思考等)、测量综合实习指导、附录四部分组成。

本书可作为高等职业院校、中等职业学校道路与桥梁、高等级公路维护与管理、公路监理等专业的教材,也可作为相关专业工程技术人员及测绘工作者的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

道路工程测量实训/齐秀廷主编. —北京:机械工业出版社, 2005.8

高等职业教育“十一五”规划教材

ISBN 7-111-16987-5

I. 道… II. 齐… III. 道路测量-高等学校:技术学校-教材 IV. U412.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080498 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李俊玲 版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧

封面设计:姚毅 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·9.75 印张·232 千字

定价:16.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68326294

本社服务热线电话:(010) 68311609

本社服务邮箱:marketing@mail.machineinfo.gov.cn

投稿热线电话:010-88379540

投稿邮箱:sbs@mail.machineinfo.gov.cn

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育“十一五”规划教材

(道路与桥梁、公路监理专业)

编 审 委 员 会

主任委员	孟祥林	南京交通职业技术学院
副主任委员	钟建民	山西交通职业技术学院
	罗凤姿	湖南工程职业技术学院
委 员	王保群	山东交通职业技术学院
	田 平	河北交通职业技术学院
	白淑毅	广东交通职业技术学院
	务新超	黄河水利职业技术学院
	刘 武	江西交通职业技术学院
	周志坚	福建交通职业技术学院
	周传林	南京交通职业技术学院
	林丽娟	徐州建筑职业技术学院
	胡兴福	四川建筑职业技术学院
	李俊玲	机械工业出版社 (兼委员会秘书)

出版说明

自 20 世纪 90 年代开始,我国公路建设步入了持续、快速发展的轨道。截至 2004 年年底,我国高速公路通车里程已达 3.42 万 km 公里,年增长 21.2%,全国公路通车总里程达到 185.6 万 km。公路交通建设的发展,使社会急需大量的素质高、应用能力强、富有创新精神的复合型人才,各高等职业院校面临着向社会输送合格的公路专门人才的紧迫任务。“教书育人,教材先行”,人才的培养,离不开优秀的教材。基于此背景和要求,机械工业出版社组织全国多所交通及土建类院校编写了这套针对道路与桥梁、公路监理、高等级公路维护与管理等专业的系列教材。

本系列教材具有以下特点:

1. 贯彻了交通部发布的最新的标准规范,保证了实效性、使教学能与实际紧密结合。

2. 为突出高等职业教育的特点,本套教材的编写班子以双师型教师为主,并吸收了部分企业的技术人员参加教材的编、审工作,使教材能更贴近实际,能反映公路工程建设中最新的技术、工艺和方法。

3. 不追求教材的系统性和完整性,以够用、实用为原则,将理论知识与实际操作融为一体。基础理论知识以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学,重点培养学生的动手能力和思维方法。

4. 每本教材中都有“学时分配建议表”,供授课教师参考;每章前有“学习目标”,章后有“小结”、“思考题”、“习题(或操作实训)”,更利于学生学习和复习。

5. 以学生好学、教师上课方便为宗旨,将教学改革成果引入到教材中,并陆续配备电子教案、学习指导等,力争为一线教师提供较全面的立体化的教材。

6. 在教材内容的选取上,以三年制教学为主,也充分考虑了两年制教学的要求,可供三年制和两年制教学使用。

希望本系列教材的出版,能促进高等职业院校道路与桥梁等专业的教材建设,为培养符合市场需要的高技能人才起到积极的推动作用。

机械工业出版社

前 言

《道路工程测量实训》是根据交通部最新发布的标准、规范，并结合近几年道路测量的经验以及交通职业技术学院教学的有关要求编写的，是全国交通职业技术学院道路与桥梁专业“道路工程测量”课程的配套教材。

全书由概述、测量课间实习指导、测量综合实习指导、附录四部分组成。在编写过程中，编者在力求实用性、知识性和通俗性的基础上，总结了各校的教学经验，注重了实践教学和操作技能训练，便于教师教学和指导学生实习。

学时分配建议表

教学内容	概述	测量课间 实习指导	测量综合 实习指导	附录	合计
学时数	2	58	30	4	94

本书由山西交通职业技术学院齐秀廷主编，山西交通职业技术学院钟建民主审。概述、第一部分实习二十三至实习二十八、第二部分、附录B、附录C由齐秀廷编写；第一部分实习十六至实习二十二、实习二十九由河北交通职业技术学院吴聚巧老师编写；第一部分实习一至实习十一由山西交通职业技术学院裴建新编写；第一部分实习十二至实习十五和附录A由山西交通职业技术学院许路成、薛培权编写。

由于编者水平有限，书中的错误和缺点在所难免，希望读者在使用中能提出宝贵的意见，以便今后补充修正。

编 者

目 录

出版说明

前言

概述 1

第一部分 测量课间实习指导 3

实习一 水准仪的基本知识 3

实习二 普通水准测量 7

实习三 三、四等水准测量 10

实习四 微倾式水准仪的检验与校正 14

实习五 自动安平水准仪 的认识与操作 18

实习六 DJ₂ 型光学经纬仪 的认识与操作 20

实习七 测回法测量水平角 23

实习八 方向观测法测量水平角 26

实习九 竖直角测量 30

实习十 DJ₂ 型光学经纬仪 的检验与校正 33

实习十一 电子经纬仪的认识与操作 37

实习十二 全站仪的认识与使用 40

实习十三 全站仪测量平面控制导线 46

实习十四 用全站仪进行涵 洞涵轴线的放样 51

实习十五 用 GPS 建立测量控制网 55

实习十六 经纬仪测绘法测图 59

实习十七 大平板仪测图 63

实习十八 小平板仪与经 纬仪联合测图 67

实习十九 切线支距法详 细测设圆曲线 70

实习二十 偏角法详细测设圆曲线 75

实习二十一 切线支距法详细测设带 缓和曲线的平曲线 79

实习二十二 偏角法详细测设带缓 和曲线的平曲线 84

实习二十三 圆外基线法测设虚交 89

实习二十四 切基线法测设复曲线 93

实习二十五 用全站仪测设平曲线 96

实习二十六 基平测量 103

实习二十七 中平测量 106

实习二十八 横断面测量 109

实习二十九 极坐标法测设 点的平面位置 113

第二部分 测量综合实习指导 117

附录 129

附录 A 测量中常用的度量 单位及其换算关系 129

附录 B 《公路工程测量工》考核大纲 130

附录 C 公路工程测量工（高级）职业 技能鉴定考试模拟试卷 133

参考文献 145

概 述

理论教学、测量课间实习教学和测量综合实习教学是道路工程测量课程的三个重要的教学环节。坚持理论与实践的紧密结合,认真进行测量仪器的操作和测量实践训练,才能真正掌握道路工程测量的基本原理和基本技术方法。

一、测量实习的有关规定

(1) 在测量实习课前,应仔细阅读《道路工程测量》教材中有关内容,预习《道路工程测量实训》中相应项目,了解学习的内容、方法和注意事项。

(2) 测量实习一般分小组进行。学习委员或班长向任课教师提供分组的名单,确定小组负责人,负责协调工作,办理所用仪器的借领和归还手续。

(3) 实习是集体学习行动,任何人不得无故缺席或迟到;应在指定场地进行,不得随便改变地点。

(4) 在实习中,要认真观看指导老师进行的示范操作;在使用仪器时,严格按操作规则进行。

(5) 在实习过程中,应遵守学校的规章制度,爱护现场设施。

二、使用测量仪器规则

测量仪器都是精密光学仪器或光、机、电一体化的贵重设备,对仪器的正确使用、精心爱护和科学保养,是测量人员必须具备的素质,也是保证测量的质量,提高工作效率的必要条件。在使用测量仪器时应养成良好的工作习惯,严格遵守下列规则。

1. 仪器的借领

(1) 实习时凭学生证到实习室办理借领手续,以小组为单位领取实习仪器。

(2) 借领时应当场清点检查:实物与清单是否相符;仪器工具与其附件是否齐全;背带及手提是否牢固;脚架是否完好等。

(3) 借出仪器工具后,不得与其他小组擅自调换或转借。

(4) 实习结束后,应及时收装仪器工具,送还借领处检查验收,办理归还手续。

2. 仪器的携带

携带仪器前,检查仪器箱是否扣紧背带和手提是否牢固。

3. 仪器的安装

(1) 安放仪器的三脚架必须稳固可靠,要特别注意伸缩腿的稳固。

(2) 从仪器箱提取仪器时,应先松开制动螺旋,用双手握住仪器支架或基座放到三脚架上。一手握住仪器,一手拧连接螺旋,直至拧紧。

(3) 仪器取出后,应关好箱盖,不准在箱上坐人。

4. 仪器的使用

(1) 仪器安装在三脚架上之后,无论是否观测,观测者必须守护仪器。

(2) 应撑伞给仪器遮阳。雨天禁止使用仪器。

(3) 仪器镜头上的灰尘、污痕,只能用软毛刷或镜头纸轻轻擦去,不能用手指或其他物品擦拭,以免磨坏镜面。

(4) 旋转仪器各部分螺旋时要注意:制动螺旋不要拧得太紧,微动螺旋不要旋转至尽头。

5. 仪器的搬迁

(1) 贵重仪器或搬站距离较远时,必须把仪器装箱后再搬。

(2) 水准仪近距离搬站,先检查连接螺旋是否拧紧,松开各制动螺旋,收拢三脚架,一手握住仪器基座或照准部,一手抱住脚架,稳步前进。

6. 仪器的装箱

(1) 从三脚架取下仪器时,先松开各制动螺旋,一手握住仪器基座或支架,一手拧松连接螺旋,用双手从支架上取下装箱。

(2) 在箱内将仪器正确就位后,拧紧各制动螺旋,关箱扣紧。

7. 测量工具的使用

(1) 钢尺应防止扭曲、打结和折断,防止行人踩踏或车辆碾压,避免尺身着水。携尺前进时,不得沿地面拖行。钢尺拉伸时用力应均匀,用完后应及时擦净,避免受潮。

(2) 花杆、塔尺应注意防水、防潮,防止横向受力,不能磨损尺面刻度。塔尺应注意接口处的正确连接。

(3) 小件工具如垂球、测钎、尺垫等应用完即收,防止遗失。

(4) 一切测量工具都应保持清洁,专人保管搬运,不能随意放置。

三、外业记录规则

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) 观测数据按规定的表格现场记录。记录应采用 2H 或 3H 硬度的铅笔。记录观测数据之前,应将仪器型号、日期、天气、测站、观测者及记录者姓名填写齐全。

(2) 记录者听到观测数据后,应复诵一遍记录的数字,避免记错。记录时要求字体端正清晰,数位对齐,数字对齐。

(3) 观测数据的尾数不得更改,记错或读错后必须重测重记。

(4) 记录者记录完一个测站的数据后,应当场进行必要的计算和检核,确认无误后,观测者才能搬站。

(5) 对错误的原始记录数据,不得涂改,也不得用橡皮擦掉,应用横线划去错误数字,把正确的数字写在原数字的上方,并在备注栏说明原因。

(6) 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,如 1.3284m、1.3275m、1.3285m、1.3276m 这几个数据,若取至毫米位,则均应记为 1.328。

第一部分 测量课间实习指导

实习一 水准仪的基本知识

一、实习目的

- (1) 认识水准仪的基本构造。
- (2) 熟悉水准仪各部件的功能及应用。
- (3) 熟悉水准仪的操作方法。

二、实习仪器与工具

- (1) 由仪器室借领：普通水准仪 1 台、脚架 1 个、水准尺 1 根、记录板 1 块、测伞 1 把。
- (2) 自备：铅笔、计算用纸。

三、实习步骤与方法

1. 了解水准仪的构造、各部件功能
2. 练习水准仪的安置和粗平

水准仪的安置主要是使圆水准器气泡居中，仪器大致水平。其操作方法是：选好仪器安置点，将仪器用连接螺旋安装在三脚架上，先踏实两脚架尖，摆动另一只脚架使水准器气泡概略居中，然后转动脚螺旋，使气泡精确居中。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 1a 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 1b 所示，再按箭头所指方向转动脚螺旋③，使气泡居中。

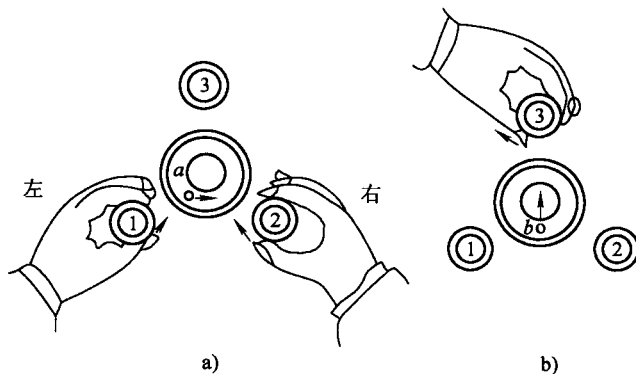


图 1

3. 练习用望远镜照准水准尺并消除视差

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。然后松开制动螺旋，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，十字丝横丝在标尺上错动则可确认有视差，说明标尺物像没有呈现在十字丝平面上，这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. 练习水准仪的精确整平

转动微倾螺旋使管水准器的符合水准气泡两端的影像符合。转动微倾螺旋要稳重，慢慢地调节，避免气泡上下不停错动。

5. 练习读数

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、实习报告

填写实习报告（表1）。

五、问题思考

- (1) 普通水准仪主要由哪几部分组成？其作用是什么？
- (2) 目镜的作用是什么？目镜对光螺旋的作用是什么？
- (3) 十字丝有何作用？它是如何固定在望远镜筒上的？上下丝有什么用途？
- (4) 什么叫圆水准器轴？何谓圆气泡居中？圆气泡居中时圆水准器轴处于什么位置？
- (5) 水准仪如何精确整平？
- (6) 如何才能使望远镜照准水准尺？
- (7) 微倾式水准仪的构造特点是什么？
- (8) 什么叫视准轴？如何使视准轴水平？

表 1 水准仪的基本认识实习报告

日期_____ 天气_____ 组别_____ 姓名_____ 学号_____

实习题目	水准仪的基本认识	成绩	
实习目的			
主要仪器及工具			

一、水准仪主要操作部件的认识。按图 2 填下表说明。

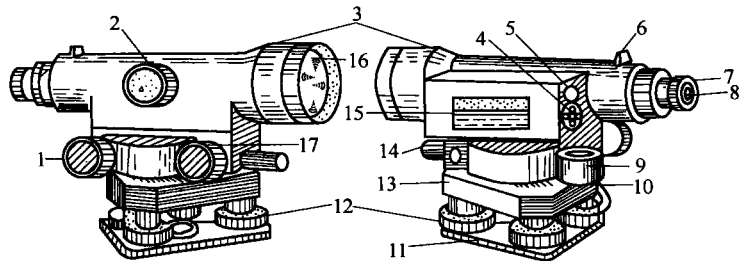


图 2

序号	操作部件名称	作 用	序号	操作部件名称	作 用
1			10		
2			11		
3			12		
4			13		
5			14		
6			15		
7			16		
8			17		
9					

(续)

二、用箭头标明如何转动三只脚螺旋，使图 3 所示的圆水准气泡居中。

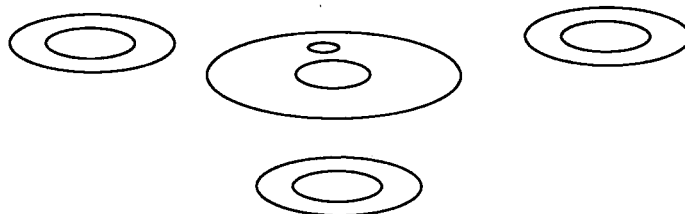


图 3

三、水准仪观测、读数的步骤：

四、实习总结：

实习二 普通水准测量

一、实习目的

- (1) 进一步熟悉水准仪的构造及使用方法。
- (2) 学会普通水准测量的野外操作过程及方法。
- (3) 测量一闭合水准路线，绘制记录表格，熟悉记录方法，掌握闭合差的计算。

二、实习仪器与工具

- (1) 由仪器室借领：普通水准仪 1 台、脚架 1 个、水准尺 2 根、尺垫 2 块、记录板 1 块、测伞 1 把。
- (2) 自备：计算器、铅笔、小刀、计算用纸。

三、实习步骤与方法

(1) 每一组测量一条闭合水准路线，其长度为能安置 6~8 个测站为宜，高差小的地方闭合路线距离不小于 500m。确定起始点及水准路线的前进方向。人员分工是：2 人扶尺，1 人记录，1 人观测。施测 2~3 站后轮换工作。

(2) 在每一测站上，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，使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。然后根据前、后视读数计算本站高差 h_i 。

(3) 水准测量记录要特别细心，记录者与观测者应配合默契。观测者所报读数要与记录者复核，记录要清楚，表格要干净。观测结束后，立即算出高差闭合差 $W_h = \sum h_i$ 。如果 $W_h \leq W_{h容}$ ，说明观测符合要求，即可推算出各转点高程（假定起点高程为 100.000m）。否则，要进行重测。

四、实习记录

填写实习记录表（表 2）。

五、实习报告

填写实习报告（表 3）。

六、问题思考

- (1) 水准尺的类型有哪几种？长度各为多少？
- (2) 试述粗平的具体操作方法。其目的是什么？
- (3) 试述精平的具体操作方法。其目的是什么？
- (4) 什么叫视差？如何消除视差？

- (5) 读数前应注意哪些问题?
- (6) 什么叫水准点? 什么叫转点? 转点在水准测量中起什么作用?
- (7) 水准路线可布设成哪几种形式? 什么叫闭合水准路线? 什么叫附合水准路线?
- (8) 试述普通水准测量的施测方法。

表 2 普通水准测量记录表

日期: _____ 天气: _____ 记录人: _____						
仪器: _____ 组别: _____ 观测人: _____						
测站 点名	后视读数 /m	前视读数 /m	高差/m		高程/m	备 注
			+	-		
Σ						
$\Sigma a - \Sigma b$				Σh		

表 3 普通水准测量实习报告

日期_____ 天气_____ 组别_____ 姓名_____ 学号_____

实习题目	普通水准测量	成绩	
实习目的			
主要仪器及工具			

一、测量路线布置图：

二、主要操作步骤：

三、实习总结：

实习三 三、四等水准测量

一、实习目的

- (1) 学会用双面水准尺进行三、四等水准测量的观测、记录以及计算方法。
- (2) 熟悉三、四等水准测量的主要技术指标,掌握测站及水准路线的检核方法。

二、实习仪器与工具

- (1) 由仪器室借领:水准仪 1 台、脚架 1 个,双面水准尺 2 根,记录板 1 块,尺垫 2 个,测伞 1 把。
- (2) 自备:计算器、小刀、计算用纸。

三、实习步骤与方法

(1) 自选一条闭合或附和水准路线,其长度以安置 4~6 个测站为宜,长度 600m 左右,沿线标定待定点的地面标志。

(2) 在起点与第一个立尺点之间设站,安置好水准仪后,按以下顺序观测:

1) 后视黑面尺,读取下、上丝读数;精平,读取中丝读数;分别记入表 4 的 (1)、(2)、(3) 位置。

2) 前视黑面尺,读取下、上丝读数;精平,读取中丝读数;分别记入表 4 的 (4)、(5)、(6) 位置。

3) 前视红面尺,精平,读取中丝读数;记入表 4 的 (7) 位置。

4) 后视红面尺,精平,读取中丝读数;记入表 4 的 (8) 位置。

这种观测顺序简称“后—前—前—后”,也可采用“后—后—前—前”的观测顺序。

(3) 各种观测记录完毕应随即进行如下计算:

1) 黑、红面分划读数差(即同一水准尺的黑面读数+常数 K -红面读数)填入表 4 的 (9)、(10) 位置。 K 为双面尺红、黑两面底部划画相差的数值。

2) 黑、红面分划所测高差之差填入表 4 的 (11)、(12)、(13) 位置。

3) 高差中数填入表 4 的 (14) 位置。

4) 前、后视距(即上、下丝读数差乘以 100,单位为 m)填入表 4 的 (15)、(16) 位置。

5) 前、后视距差填入表 4 的 (17) 位置。

6) 前、后视距累积差填入表 4 的 (18) 位置。

检查各项计算值是否满足限差要求。

(4) 依次测量,全路线施测完毕后进行如下计算:

1) 路线总长(即各站前、后视距之和)。

2) 各站前、后视距差之和(应与最后一站累积视距差相等)。

3) 各站后视读数之和、各站前视读数之和、各站高差中数之和(应为上两项之差的 1/2)。