

职业教育规划教材——公路与桥梁类
全国职业教育公路专业群建设系列教材

《公路工程测量》

实训与练习

主编 徐霄鹏
主审 丁雪松

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

前 言

为了落实“以就业为导向，以能力为本位”的职业教育理念，进一步深化教学改革，强化学生专业技能，健全适应市场需求的课程体系和以技能训练为主的理论、实践一体化教学模式。根据《公路工程测量》课程的特点编写了《〈公路工程测量〉实训与练习》辅助教学书。

《〈公路工程测量〉实训与练习》是公路施工与养护专业《公路工程测量》课程教学的辅助用书，也可作为高级工、技师、高级技师培训的辅助用书。该书具有以下特点：

1. 本书编写内容与高级工等级标准、考核标准相衔接，符合国家职业标准要求。
2. 全书采用最新的标准和规范，符合先进性、科学性和实用性的要求。
3. 本书编写以基本知识和操作技能为主，教学实训与工程实际问题相结合，体现职业教育特色。
4. 本书分类、分任务进行实训，体现测量新仪器、新技术，力争实现课堂教学与工程实际的“零距离”结合。

本书内容包括绪论、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差基本知识、控制测量、地形图的测绘和应用、公路中线测量、路线纵横断面测量、全站仪与 GPS 测量、施工放样测量、桥梁施工测量等课程的专业知识综合训练和技能实训。

本书由徐霄鹏担任主编，丁雪松担任主审，赵小飞、董明担任参编。本书在编写过程中得到了公路工程系全体教师的大力支持和帮助，在此致以诚挚的感谢。

由于编者的业务水平和教学经验有限，书中难免有不妥之处，恳切希望使用本书的教师和读者批评指正。

编 者

2015 年 7 月

目 录

第一部分 实训须知

1 测量实训规定	错误! 未定义书签。
2 测量仪器工具的借领与使用规则	错误! 未定义书签。
3 测量记录与计算规则	错误! 未定义书签。
4 测量实训组织与实施	错误! 未定义书签。

第二部分 实 训

绪 论	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	6
单元一 水准测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
实训一 自安(微倾式)水准仪的技术操作与读数	错误! 未定义书签。
实训二 往返水准路线测量	错误! 未定义书签。
实训三 附和水准路线测量	错误! 未定义书签。
实训四 闭合水准路线测量	错误! 未定义书签。
实训五 DS ₃ 水准仪的检验	错误! 未定义书签。
实训六 自动安平水准仪的检验	错误! 未定义书签。
单元二 角度测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
实训七 电子经纬仪的认识与技术操作	错误! 未定义书签。
实训八 测回法观测水平角	错误! 未定义书签。
实训九 方向观测法观测水平角	错误! 未定义书签。
实训十 竖直角测量	错误! 未定义书签。
实训十一 视距测量	错误! 未定义书签。
实训十二 电子经纬仪的检验	错误! 未定义书签。

单元三 距离测量与直线定向	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
实训十三 直线测量(经纬仪定线)	错误! 未定义书签。
单元四 测量误差基本知识	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
单元五 控制测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
实训十四 闭合导线平面控制测量	错误! 未定义书签。
实训十五 附和导线平面控制测量	错误! 未定义书签。
实训十六 三、四等水准测量	错误! 未定义书签。
单元六 地形图的测绘和应用	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
单元七 公路中线测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	88
单元八 路线纵横断面测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	错误! 未定义书签。
实训十七 公路中线中平测量	错误! 未定义书签。
单元九 全站仪与 GPS 测量	1
基本知识综合练习	1
实训十八 全站仪坐标测量	3
实训十九 全站仪测距、测角(复测法)	5
实训二十 GPS 坐标测量(灵锐 S86)	7
单元十 施工放样测量	错误! 未定义书签。
基本知识综合练习	103
实训二十一 全站仪坐标放样	错误! 未定义书签。
实训二十二 全站仪距离测量与距离放样	错误! 未定义书签。
实训二十三 全站仪后方交会法测设新点	错误! 未定义书签。
实训二十四 全站仪道路中线放样(元素法)	错误! 未定义书签。
实训二十五 全站仪道路中线放样(交点法)	错误! 未定义书签。
实训二十六 GPS 坐标放样(灵锐 S86)	错误! 未定义书签。

实训二十七 公路路线高程点放样	错误！未定义书签。
单元十一 桥涵施工测量	错误！未定义书签。
基本知识综合练习	错误！未定义书签。
实训二十八 直线桥墩、台（桩）基础施工放样	错误！未定义书签。
实训二十九 锥坡施工放样	错误！未定义书签。
单元十二 隧道测量	错误！未定义书签。
基本知识综合练习	错误！未定义书签。

第三部分 基本知识综合练习答案

绪 论	错误！未定义书签。
单元一 水准测量	错误！未定义书签。
单元二 角度测量	错误！未定义书签。
单元三 距离测量与直线定向	错误！未定义书签。
单元四 测量误差基本知识	错误！未定义书签。
单元六 地形图的测绘和应用	错误！未定义书签。
单元七 公路中线测量	错误！未定义书签。
单元八 路线纵横断面测量	错误！未定义书签。
单元九 全站仪与 GPS 测量	错误！未定义书签。
单元十 施工放样测量	错误！未定义书签。
单元十一 桥涵施工测量	错误！未定义书签。
单元十二 隧道测量	错误！未定义书签。
参考文献	147

单元九 全站仪与 GPS 测量

基本知识综合练习

一、填空题

1. 全站仪测距可分为精测、粗测和_____三种模式。
2. GPS 系统由三大部分组成，空间星座部分：包括 GPS 工作卫星和备用卫星；地面控制部分：控制整个系统和时间，负责轨道监测和预报；_____部分：主要是各种型号的接收机。
3. 全站仪是由_____、_____和_____组成，它是一种能够自动测角、自动测距和自动记录计算且能自动显示测量结果，并能与外围设备交换信息的多功能测量仪器。
4. “倾斜补偿”中可以设置双轴补偿功能，该功能是指仪器对竖轴的微小倾斜（ $\pm 3'$ 之内）进行补偿，对在竖轴倾斜状态下所测的_____与_____进行改正。
5. _____是全站仪测距时必不可少的合作目标。
6. GPS 测量可同时测定待测点的_____和_____。
7. 目前 GPS 系统已经建成，其工作卫星在空间的分布保障了在地球上任何时刻。任何地点均至少可以同时观测到_____颗卫星，由于卫星信号的传播和接收机不受天气的影响，因此 GPS 是一种全球性、全天候的连续实时定位系统。

二、选择题

1. 利用水平角（ ）功能可将任何方向设为零。
A. 方位角 B. 置零 C. 重复测量 D. 角度测量
2. 跟踪测量模式精确到厘米位，主要用于（ ）测量。
A. 距离 B. 放样 C. 坐标 D. 偏心
3. 在全站仪的操作中，按（ ）可立即进入温度、气压和棱镜常数的设置菜单。
A. Esc 键 B. * 键 C. ★ 键 D. ENT 键
4. 使用全站仪放样时，可根据测区（ ）情况计算格网因子，并输入仪器。
A. 高程 B. 坐标系 C. 方位角 D. 放样点的已知距离
5. 用全站仪测量坐标时，仪器应安置在（ ）。
A. 已知缓圆点 B. 已知导线点 C. 已知转点 D. 已知圆直点
6. 用全站仪放样公路中线点时，必须正确输入仪器常数、棱镜常数并（ ）。
A. 不需进行温度和气压的改正 B. 进行温度和气压的改正
C. 必须进行倾斜补偿 D. 必须使用 9 组棱镜
7. RTK 技术，当前的测量精度（RMS），平面可达（ ），高程 $20 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ （ $1 \text{ ppm} = 10^{-6}$ ）。
A. $5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ B. $10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ C. $5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$ D. $10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$
8. 由于 RTK 数据链的传播限制和定位精度要求，RTK 测量一般不超过（ ）。
A. 5 km B. 10 km C. 15 km D. 20 km

三、判断题

- () 1. 全站仪坐标放样适用于在实地测定出已知坐标的点。
- () 2. 使用全站仪时，卸下电池前务必先关闭电源。
- () 3. 全站型电子速测仪简称全站仪，它由光电测距仪、电子经纬仪和数据处理系统组成。
- () 4. 全站仪的测距头可以直接照准太阳。
- () 5. “倾斜补偿”是对仪器横轴和竖轴误差的补偿与改正。
- () 6. 在野外观测中，遇到刮风甚至大风天气时，启动双轴补偿功能可能会影响观测。
- () 7. 利用【R/L】键可以选择右角/左角，“HR” / “HL”是指盘左/盘右。
- () 8. 由于全站仪重量大，因此在迁站时，即使距离很近，也应取下仪器装箱后再进行迁站。
- () 9. 用全站仪测设公路中线时可先在沿线两侧一定范围内布设导线点，形成路线控制导线，然后依据控制导线进行路线测量。
- () 10. 用全站仪测距时，精测模式是最准确的模式。
- () 11. RTK 定位技术是基于载波相位观测值的实时动态定位技术，它能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位结果，并达到厘米级精度。
- () 12. 在 RTK 作业模式下，基准站通过数据链将其观测值和测站坐标信息一起传送给流动站。

四、简答题

1. 使用全站仪测量之前有哪些准备工作？

2. GPS 测量的作业模式有哪几种？

3. 实时 GPS 测量在公路工程中的应用有哪些？

实训十八 全站仪坐标测量

(本实训课时 4 课时)

一、实训任务

全站仪坐标测量。

二、实训目的要求

1. 实训目的

学会用全站仪测量坐标。

2. 实训要求

- (1) 能够根据测区需要建立新点。
- (2) 能够正确安置全站仪。
- (3) 能够选择坐标测量程序。
- (4) 能够精确测定新点坐标。

三、实训实施

1. 实训内容

- (1) 选择新点建立标志。
- (2) 安置仪器，对中、整平、开机，输入温度、气压、棱镜常数等。
- (3) 选择坐标测量模式，输入测站点坐标、方位角（或后视点坐标）并照准后视点。
- (4) 准确测量新点坐标。
- (5) 记录。

2. 实训步骤

- (1) 在测区选择新点建立标志。
- (2) 在测区已知控制点上安置仪器，对中、整平、开机，输入温度、气压、棱镜常数等。
- (3) 选择坐标测量程序，输入测站点坐标、方位角（或后视点坐标），照准后视点仪器。
- (4) 在新点安置棱镜，对中、整平。
- (5) 全站仪准确照准新点棱镜，选择坐标测量模式，按测量键测量新点坐标。

3. 实训记录计算

全站仪坐标测量记录计算见表 2.9.1。

表 2.9.1 全站仪坐标测量记录计算表

设置参数	温度值	$T =$ °C (已知)	大气压	$P =$ hPa (已知)	棱镜 常数	$K =$ mm
已知点		x	y	z	备注	
A					测站点	
B					后视点	
方位角	$\alpha_{AB} =$					
C					待测点	
D					待测点	
E					待测点	

4. 实训报告

实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

实训题目	全站仪坐标测量	成绩
实训技能目标		
主要仪器及工具		
1. 实训操作内容简述		
2. 实训总结(体会) (实训中遇到的问题解决的方法、对本次实训的意义和建议、实训收获)		

实训十九 全站仪测距、测角（复测法）

（本实训课时 4 课时）

一、实训任务

全站仪测距、测角。

二、实训目的要求

1. 实训目的

学会用全站仪测量距离、角度（复测法）。

2. 实训要求

- （1）能够正确安置全站仪。
- （2）能够选择测量模式。
- （3）能够精确测定已知两点之间的距离。
- （4）能够用复测法测量水平角。

三、实训实施

1. 实训内容

- （1）确定地面点建立标志。
- （2）安置仪器，对中、整平、开机，输入温度、气压、棱镜常数等。
- （3）选择距离测量模式，测量距离。
- （4）选择角度复测模式，测量水平角。

2. 实训步骤

- （1）在测区选择测点建立标志。
- （2）在已知点上安置仪器，对中、整平、开机，输入温度、气压、棱镜常数等。
- （3）在测点安置棱镜，对中、整平。
- （4）选择距离测量模式，准确照准测点棱镜，按测量键测量测点距离。
- （5）在角度测点建立测量标志。
- （6）选择角度复测模式，准确照准测点，用复测法测量水平角。

3. 实训记录计算

全站仪测距、测角（复测法）记录计算表见表 2.9.2。

表 2.9.2 全站仪测距、测角 (复测法) 记录计算表

设置参数	温度值	$T=$ °C (已知)	大气压值	$P=$ hPa (已知)	棱镜常数	$K=$ mm
角度测量	角度测量次数	$N=$	绘制测量草图			
	角度累加值	$H_t=$				
	角度均值	$H_m=$				
距离测量	OA 水平距离	$D_{OA}=$				
	OB 水平距离	$D_{OB}=$				

4. 实训报告

实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

实训题目	全站仪测距、测角	成绩
实训技能目标		
主要仪器及工具		
1. 实训操作内容简述		
2. 实训总结 (体会) (实训中遇到的问题和解决的方法、对本次实训的意义和建议、实训收获)		

实训二十 GPS 坐标测量（灵锐 S86）

（实训课时 4 课时）

一、实训任务

GPS 机（灵锐 S86）坐标测量。

二、实训目的要求

1. 实训目的

学会用 GPS 机（灵锐 S86）测量坐标。

2. 实训要求

- （1）能够正确安置灵锐 S86（基准站的安置、流动站的安置）。
- （2）能够准确输入测量参数。
- （3）熟练调用坐标测量程序，对未知点进行坐标测量。

三、实训实施

1. 实训内容

- （1）确定地面点建立标志。
- （2）安置灵锐 S86（基准站的安置、流动站的安置）。
- （3）熟练调用坐标测量程序，对未知点进行坐标测量。

2. 实训步骤

- （1）在测区选择测点建立标志。
- （2）安置基准站，输入已知数据。
- （3）建立流动站输入数据。
- （4）选择坐标测量程序，测量测点坐标。

3. 实训记录计算

灵锐 S86 坐标测量记录表见表 2.9.3。

表 2.9.3 灵锐 S86 坐标测量记录表

参数设置				
已知点	x	y	z	备注
A				
B				
C				
D				
方位角	$\alpha_{AB} =$			
测点				
E_1				待测点
F_1				待测点
G_1				待测点
H_1				待测点

4. 实训报告

实训报告

日期： 班级： 组别： 姓名： 学号：

实训题目	GPS (灵锐 S86) 坐标测量	成绩	
实训技能目标			
主要仪器及工具			
1. 实训操作内容简述			
2. 实训总结 (体会) (实训中遇到的问题解决的方法、对本次实训的意义和建议、实训收获)			

