

建

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

筑工程测量

王淑红 王愉龙 主 编



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

建筑工程测量

王淑红 王愉龙 主 编

清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本教材主要以高等专科学校学生为对象,以介绍建筑工程技术专业测量为目的,在详尽介绍了测量学的一些基本知识和原理及工程测量常用几种仪器的操作方法和测量原理后,结合建筑工程专业施工分别介绍了施工现场控制测量、施工测量、建筑物变形观测及竣工总平面图的编绘,在本书最后简单介绍了 GPS 测量新技术以增加学生的新视野。

全书共分为 14 章,内容包括绪论、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、全站仪及其操作、测量误差基本知识、小区域控制测量、大比例尺地形图测绘及应用、建筑施工测量的基本知识、建筑施工现场地的控制测量及民用、工业建筑施工测量、建筑物变形观测和竣工总平面图编绘及 GPS 全球卫星定位系统简介等。各章后附有本章小结、思考题与习题,可综合培养学生分析问题与解决问题的能力。另外,还新增了附录专题,与本书前面的理论知识结合紧凑。同时也突显了职业教育理论与实践相结合的教育特色。

本书可作为高等专科学校建筑工程专业的教材,也可供其他相关层次的技术人员及相关函授人员参考学习。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/王淑红,王愉龙主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2009.6

ISBN 978-7-81123-696-5

I. 建… II. ①王…②王… III. 建筑测量-高等学校-教材 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 101994 号

责任编辑:杨正泽

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京东光印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:20.25 字数:454 千字

版 次:2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-696-5/TU·46

印 数:1~4 000 册 定价:32.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

高等职业技术教育的目的是培养面向生产和管理第一线的应用型人才。如何培养适应社会需要的理论功底扎实、实践动手能力强、具有较强创新意识、适应岗位工作快的高素质实用型人才是职业教育的重要任务。

为了适应高等职业教育发展特色,本教材以培养高职高专人才为目标,以学生为中心,以就业为导向,在内容设计中突出职业教育的特色。注重学生创新意识、动手能力的培养,注重工学结合,密切联系建筑工程建设实践活动。在编写时,理论结合实践,由浅入深、循序渐进,内容编写上力求做到先进性、实用性和侧重性,使学生能尽快掌握工程测量的基本原理和方法。另外,全站仪以其操作方便,智能化程度高,精确度越来越好等优势,在工程测量中应用越来越广,因此在本教材中增加了全站仪基本操作使用方法,让学生在掌握水准仪、经纬仪等基本测量仪器使用方法的基础上,熟练掌握全站仪的使用方法和操作要领。为方便学生的课间实习,本书附录中介绍了课间实习的要求和基本实习项目,可作为实习时的参考资料,真正达到理论服务于实践的职业教育特色。

本书由陕西交通职业技术学院王淑红、王愉龙任主编。参加编写的人员有陕西交通职业技术学院王淑红(第1、4、9、13章),陕西交通职业技术学院王愉龙(第3、7、12章),陕西交通职业技术学院郭琴(第2、6、11章),陕西交通职业技术学院张本平(第5章),陕西交通职业技术学院何宜典(第8章),贵州交通职业技术学院雷建海(第10、14章)。

本书在编写过程中,得到了陕西交通职业技术学院领导的大力支持和关怀;陕西交通职业技术学院薛安顺、张鹏、翁光远、丰培洁、寸江峰在本书的编写过程中给予了大力支持,在此表示衷心的感谢;对参考文献的作者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏和不妥之处,敬请使用本书的广大读者批评指正。

编 者

2009年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 测量学的任务及其在建筑工程中的应用	1
1.1.1 测量学的任务	1
1.1.2 测量学的分类	1
1.1.3 测量学在建筑工程建设中的应用	2
1.2 地球的形状和大小	3
1.2.1 大地水准面	3
1.2.2 旋转椭球体	3
1.3 地面点位的表示方法	4
1.3.1 地面点的坐标	4
1.3.2 地面点的高程	9
1.4 用水平面代替大地水准面的限度	11
1.4.1 距离测量时用水平面代替水准面的限度	11
1.4.2 高程测量时用水平面代替水准面的限度	12
1.5 测量工作的程序原则及基本工作	12
1.5.1 测量工作的程序与原则	12
1.5.2 测量的基本工作	14
◇ 本章小结	14
◇ 思考题与习题	15
第 2 章 水准测量	16
2.1 水准测量原理	16
2.1.1 水准测量的原理及基本方法	16
2.1.2 未知点高程的推算	17
2.2 水准测量的仪器、工具及其使用	18
2.2.1 水准仪的种类	18
2.2.2 DS ₃ 型微倾式水准仪的构造及其使用	18
2.2.3 水准尺和尺垫	21
2.3 微倾式水准仪的基本操作方法	22
2.4 普通水准测量	25

2.4.1	高程测量等级及水准点	25
2.4.2	水准测量路线的布设形式	26
2.4.3	施测方法	27
2.4.4	水准测量的检核	30
2.4.5	水准测量的成果计算	32
2.5	微倾式水准仪的检验和校正	36
2.5.1	水准仪的轴线及其关系	36
2.5.2	水准仪的检验项目及校正	37
2.6	水准测量的误差及注意事项	40
2.6.1	水准测量的误差来源	40
2.6.2	注意事项	41
2.7	其他水准仪简介	42
2.7.1	精密水准仪简介	42
2.7.2	自动安平水准仪简介	45
2.7.3	电子水准仪简介	45
◇	本章小结	47
◇	思考题与习题	48
第3章	角度测量	51
3.1	角度测量原理	51
3.1.1	水平角测量原理	51
3.1.2	竖直角测量原理	51
3.2	光学经纬仪	52
3.2.1	DJ ₆ 级光学经纬仪的构造	52
3.2.2	DJ ₂ 级光学经纬仪的构造	54
3.3	经纬仪的基本操作	56
3.3.1	对中与整平	57
3.3.2	瞄准	58
3.3.3	读数	58
3.4	水平角测量	58
3.4.1	测回法	58
3.4.2	方向观测法	59
3.5	竖直角测量	61
3.5.1	竖直度盘的构造	61
3.5.2	竖直度盘自动归零装置	62
3.5.3	竖直角的计算公式	62

3.5.4 竖直角观测方法	64
3.6 光学经纬仪的检验与校正	65
3.6.1 照准部水准管的检验与校正	65
3.6.2 十字丝竖丝的检验与校正	66
3.6.3 视准轴的检验与校正	66
3.6.4 横轴的检验与校正	67
3.6.5 竖盘指标水准管的检验与校正	68
3.6.6 光学对中器的检验与校正	68
3.7 角度测量误差及注意事项	69
3.7.1 影响角度测量成果的主要因素	69
3.7.2 注意事项	69
3.8 电子经纬仪简介	70
◇ 本章小结	70
◇ 思考题与习题	71
第4章 距离测量与直线定向	75
4.1 卷尺量距	75
4.1.1 量距工具	75
4.1.2 直线定线	76
4.1.3 距离丈量的一般方法	78
4.1.4 钢尺量距的误差及应注意的事项	80
4.2 视距测量	80
4.2.1 视距测量的原理和公式	81
4.2.2 视距测量的观测与计算	83
4.2.3 视距测量的误差来源及消减方法	83
4.3 直线定向	84
4.3.1 标准方向线与方位角的概念	84
4.3.2 正反坐标方位角	85
4.3.3 坐标方位角的传递公式	86
4.3.4 象限角	87
4.3.5 坐标正、反算	87
4.3.6 罗盘仪的构造与使用方法	89
◇ 本章小结	90
◇ 思考题与习题	91
第5章 全站仪及其操作	92
5.1 全站仪概述	92

5.1.1	全站仪的概念	92
5.1.2	全站仪的分类	92
5.1.3	全站仪的组成	93
5.2	全站仪及其辅助设备	94
5.2.1	全站仪的外部结构	94
5.2.2	全站仪键盘上各键的基本功能	95
5.2.3	全站仪的辅助设备	96
5.3	全站仪的测距原理	97
5.3.1	电磁波测距的基本方法	97
5.3.2	电磁波测距仪的分类	97
5.3.3	电磁波测距原理	98
5.4	全站仪的基本功能及其操作	100
5.4.1	测量前的准备工作	100
5.4.2	全站仪的基本操作与使用方法	100
5.5	红外测距误差分析	107
5.5.1	固定误差	107
5.5.2	比例误差	108
◇	本章小结	108
◇	思考题与习题	109
第6章	测量误差基本知识	110
6.1	测量误差概述	110
6.1.1	测量误差的概念	110
6.1.2	误差的来源	110
6.1.3	测量误差的分类	111
6.2	偶然误差的特性	112
6.2.1	表格统计分析法	112
6.2.2	图形分析法	113
6.3	观测值的算术平均值及改正值	114
6.3.1	算术平均值	114
6.3.2	观测值的改正数	115
6.4	评定观测值精度的标准	116
6.4.1	中误差	116
6.4.2	容许误差	118
6.4.3	相对中误差	118
6.5	误差传播定律及应用	119

6.5.1 线性函数的中误差	119
6.5.2 非线性函数的中误差	121
◇ 本章小结	122
◇ 思考题与习题	122
第7章 小区域控制测量	124
7.1 控制测量概述	124
7.1.1 国家控制网	124
7.1.2 城市控制网	125
7.1.3 小区域控制网	125
7.2 经纬仪导线测量的外业	126
7.2.1 导线的布设形式及其等级	126
7.2.2 经纬仪导线测量工作	127
7.3 经纬仪导线测量的内业计算	129
7.3.1 闭合导线的坐标计算	129
7.3.2 附和导线的坐标计算	132
7.4 全站仪导线测量	135
7.4.1 外业观测工作	135
7.4.2 以坐标为观测值的导线近似平差计算	135
7.5 交会定点	137
7.5.1 测角交会	137
7.5.2 距离交会	139
7.6 高程控制测量	139
7.6.1 三、四等水准测量	140
7.6.2 三角高程测量	142
◇ 本章小结	144
◇ 思考题与习题	145
第8章 大比例尺地形图测绘及应用	148
8.1 地形图的基本知识	148
8.1.1 概述	148
8.1.2 测图比例尺	148
8.1.3 地形图的图外注记	150
8.2 地物和地貌在图上的表示方法	152
8.2.1 地物在图上的表示方法	155
8.2.2 地貌在图上的表示方法	156
8.3 测图前的准备工作	161

8.3.1	图纸的准备	161
8.3.2	坐标格网的绘制	161
8.3.3	展绘控制点	162
8.4	大比例尺地形图测绘	162
8.4.1	碎部点的选择	163
8.4.2	经纬仪测绘法	164
8.4.3	地形图的绘制	166
8.5	地形图的检查、拼接与整饰	168
8.5.1	地形图的检查	168
8.5.2	地形图拼接	169
8.5.3	地形图的整饰	169
8.6	全站仪地面数字测图	169
8.6.1	全站仪数字化测图概述	170
8.6.2	野外数据采集与编码	171
8.6.3	全站仪数字化测图内业成图	172
8.6.4	全站仪数字化测图的特点	173
8.7	地形图的应用	174
8.7.1	求点的坐标	175
8.7.2	求两点间的水平距离	175
8.7.3	确定直线的方位角	176
8.7.4	求点的高程	176
8.7.5	求直线的坡度	177
8.7.6	面积量算	177
8.7.7	场地平整时填挖边界的确定和土方量计算	178
◇	本章小结	181
◇	思考题与习题	181
第9章	建筑施工测量的基本知识	183
9.1	概述	183
9.2	施工测设的基本工作	183
9.2.1	已知水平距离的测设	183
9.2.2	已知水平角度的测设	184
9.2.3	已知高程的测设	186
9.3	已知坡度线测设	188
9.3.1	水平视线法	188
9.3.2	倾斜视线法	189

9.4 测设平面点位的方法	189
9.4.1 经纬仪测设点位的方法	190
9.4.2 全站仪坐标法测设平面点位的方法	192
9.5 圆曲线的测设	193
9.5.1 圆曲线的主点测设	194
9.5.2 圆曲线的详细测设	195
◇ 本章小结	200
◇ 思考题与习题	200
第10章 建筑施工场地的控制测量	202
10.1 概述	202
10.2 建筑基线	203
10.2.1 建筑基线的布设	203
10.2.2 建筑基线的测设方法	204
10.3 建筑方格网	205
10.3.1 建筑方格网的布设	205
10.3.2 建筑方格网的测设	206
10.4 施工场地的高程控制测量	207
10.5 施工控制点的坐标计算	208
◇ 本章小结	210
◇ 思考题与习题	210
第11章 民用建筑施工测量	211
11.1 概述	211
11.1.1 民用建筑施工测量的内容	211
11.1.2 施工测量准备工作	211
11.2 建筑物的定位和放线	215
11.2.1 建筑物的定位	215
11.2.2 建筑物的放线	218
11.3 基础工程施工测量	220
11.3.1 基槽开挖的深度控制	220
11.3.2 垫层轴线的投测	222
11.3.3 基础墙标高的控制	223
11.3.4 防潮层顶面标高的控制	224
11.3.5 基础面标高的检查	224
11.4 墙体施工测量	224
11.4.1 一层楼房墙体定位	224

11.4.2	二层以上轴线投测	225
11.4.3	二层以上的高程传递	226
11.5	高层建筑施工测量	227
11.5.1	高层建筑定位测量	227
11.5.2	高层建筑基础施工测量	228
11.5.3	高层建筑的轴线投测	229
11.5.4	高层建筑的高程传递	233
◇	本章小结	234
◇	思考题与习题	235
第 12 章	工业建筑施工测量	236
12.1	厂房矩形控制网测设	236
12.2	厂房柱列轴线与柱基施工测量	237
12.3	厂房预制构件安装测量	238
12.4	烟囱、水塔施工测量	242
◇	本章小结	244
◇	思考题与习题	245
第 13 章	建筑物变形观测和竣工总平面图编绘	246
13.1	变形观测概述	246
13.1.1	变形测量的目的和内容	246
13.1.2	变形观测的技术要求	247
13.1.3	变形观测的特点	247
13.1.4	建筑物变形观测的方法	248
13.2	建筑物沉降观测	248
13.2.1	高程基准点及工作基点的布设	249
13.2.2	沉降观测点的布设	249
13.2.3	建筑物的沉降观测	250
13.3	建筑物倾斜观测	254
13.3.1	一般建筑物的倾斜观测	254
13.3.2	圆台形建筑物的倾斜观测	255
13.4	建筑物位移与裂缝观测	256
13.4.1	建筑物的位移观测	256
13.4.2	裂缝观测	256
13.5	竣工总平面图的编绘	257
13.5.1	竣工总平面图编制的目的	257
13.5.2	竣工测量	257

13.5.3 竣工总平面图的编绘	258
◇ 本章小结	259
◇ 思考题与习题	259
第 14 章 GPS 全球卫星定位系统简介	260
14.1 GPS 全球定位系统的建立	260
14.1.1 空间星座部分	260
14.1.2 地面监控部分	261
14.1.3 用户接收部分	261
14.2 GPS 定位的基本原理	262
14.2.1 动态绝对定位原理	262
14.2.2 静态相对定位原理	263
14.3 GPS 测量控制网设计	264
14.3.1 GPS 测量精度指标	264
14.3.2 GPS 网的图形设计	265
14.3.3 GPS 网基准设计	266
14.4 GPS 测量的外业观测	267
14.5 GPS 测量的内业计算	268
14.6 GPS 实时动态定位简介	268
◇ 本章小结	270
◇ 思考题与习题	270
附录 A 测量实习须知	271
附录 B 实习指导	275
实习一: DS ₃ 型水准仪的认识与技术操作	275
实习二: 等外闭合水准路线的施测	276
实习三: DS ₃ 型水准仪的检验	279
实习四: 经纬仪的认识与使用	281
实习五: 测回法观测水平角	283
实习六: 竖直角测量	285
实习七: 经纬仪的检验	286
实习八: 卷尺一般量距及直线定向	289
实习九: 全站仪的认识与使用	291
实习十: 全站仪坐标测量和放样实习	293
实习十一: 四等水准测量	295
实训十二: 经纬仪测绘法测图	298
实习十三: 全站仪数字化测图	300

实习十四：测设点的平面位置和高程.....	301
实习十五：圆曲线主点测设	303
实习十六：切线支距法详细测设圆曲线	305
实习十七：偏角法详细测设圆曲线.....	307
参考文献	309

第1章

绪论

1.1 测量学的任务及其在建筑工程中的应用

1.1.1 测量学的任务

测量学是一门研究如何测定地球表面点的位置，如何将地球表面的地貌、地物、行政和权属界限测绘成图，如何将图纸上规划设计好的点和线在实际地面上标定出来，以及如何确定地球的形状和大小的一门科学。它的主要任务包括两大部分：测绘和测设。

测绘是指使用测量仪器和工具，通过实际测量和计算将地物和地貌的位置按一定比例尺和规定的符号缩小绘制成图，供科学研究和工程建设规划设计使用。

测设是指将图纸上设计出的建筑物和构筑物的位置在实地标定出来，作为施工的依据，又称施工放样。

1.1.2 测量学的分类

测量学按照研究范围和对象的不同，主要可分为以下几个分支学科。

① 大地测量学——研究测定地球的形状、大小和地球重力场的理论，是在地球表面广大区域内建立国家大地控制网等方面的测量理论、技术和方法的学科，为测量学的其他分支学科提供最基础的测量数据和资料。

② 普通测量学——研究地球表面较小区域（不顾及地球曲率的影响，把该小区域内的投影球面直接作为平面对待）内测绘工作的基本理论、技术和方法的学科，主要是指用地面作业方法，将地球表面局部地区的地物和地貌等测绘成图。

③ 工程测量学——研究在工程建设的规划、设计、施工、运营、管理等各阶段进行的测量工作的理论和方法的学科。

④ 海洋测量学——是以海洋水体和海底为测绘对象，研究测量及海图编制的理论和方法的学科。

⑤ 地图制图学与地理信息工程——是一门专门研究利用地图图形科学地、抽象概括地反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互关系及其动态变化，对空间信息进行获取、智能抽象、存储、管理、分析、处理、可视化及其应用的学科。

⑥ 摄影测量与遥感学——研究利用摄影和遥感技术获取被测地表物体的影形或数字信息，进行分析处理，绘制成图或数字模型的理论和方法的学科。

1.1.3 测量学在建筑工程建设中的应用

建筑工程测量属于工程测量学的范畴，是测量学的基本原理、方法和技术在建筑工程活动中的应用，包括工程在规划设计、施工建设和运营管理各个阶段所进行的各种测量工作。在不同的领域，测量工作的内容和步骤也不同。在城市规划、给水排水、煤气管道、工业厂房和高层建筑建设中的测量工作内容和步骤如下。

1. 规划设计阶段

运用各种测量仪器和工具，通过实地测量和计算，把工程建设区域一定范围内地面上的地物、地貌按一定的比例尺测绘成地形图，为规划设计提供资料和依据。

2. 施工建设阶段

将图纸上设计好的建筑物或构筑物的平面位置和高程，按设计要求在实地上用桩点或线条标定出来，作为施工的依据。准确的测量定位是保证工程质量、贯彻设计意图的关键。因此，在工程施工过程中须进行大量复杂的测量工作，其主要是建立控制及施工放样。

3. 运营管理阶段

工程完工后，要测绘竣工图，供日后扩建、改建、维修和城市管理使用，对重要建筑物或构筑物，在建设中和建成以后都需要定期进行变形观测，监测建筑物或构筑物的水平位移和垂直沉降，了解建筑物或构筑物的变形规律，以便采取措施，保证建筑物的安全。

由此可见，各种工程建设以及工程建设的各个阶段都离不开测量工作，测量工作贯穿工程建设的始终。作为一名工程技术人员，要熟练掌握工程建设各个阶段的测量方法和基本原理，同时也要不断学习和掌握新技术、新方法的应用。测量学是一门与时俱进、不断发展的科学。近十年来，大量新技术和方法如：数字测图、全站仪和 GPS 测量及计算机数据处理等已逐步应用到测量工作中。作为一名现代工程技术人员，只有不断学习、提高自己的知识水平，才能担负起现代化工程建设的需要，并能将它们应用到土木工程建设的生产实践中，只有这样，才能担负起工程规划设计、施工建设和运营管理等各个阶段的任务。

1.2 地球的形状和大小

1.2.1 大地水准面

测量工作主要是在地球的自然表面进行的, 为了确定地面点的位置和测绘地形图, 就必须研究地球的形状和大小。

众所周知, 地球的自然表面有高山、丘陵、盆地和海洋, 是极不规则的。世界最高点珠穆朗玛峰岩石顶面海拔 8 844.43 米, 最低点太平洋西部的马里亚纳海沟低于海平面 11 034 米。但这样大的高低起伏, 相对于平均半径为 6 371 千米的地球来说是很小的, 又由于地球表面上 71% 的面积被海水覆盖着, 而陆地面积只占到地球表面积的 29%, 所以可把海水所覆盖的形体看做地球总的形状。由此, 假想一个自由静止的海水面, 向陆地延伸形成一个闭合曲面, 这个闭合曲面称为水准面。水准面是由流体海水面受地球重力影响而形成的重力等势面, 所以是一个处处与重力方向垂直的连续曲面。重力的方向线称为铅垂线, 铅垂线是测量工作的基准线。由于海水受潮汐和风浪的影响, 海水面时高时低, 因此水准面有无数个。我们将其中一个与平均海水面相吻合的水准面称为大地水准面, 如图 1-1 (a) 所示。大地水准面是测量工作的基准面。由大地水准面所包围的形体, 称为大地体。

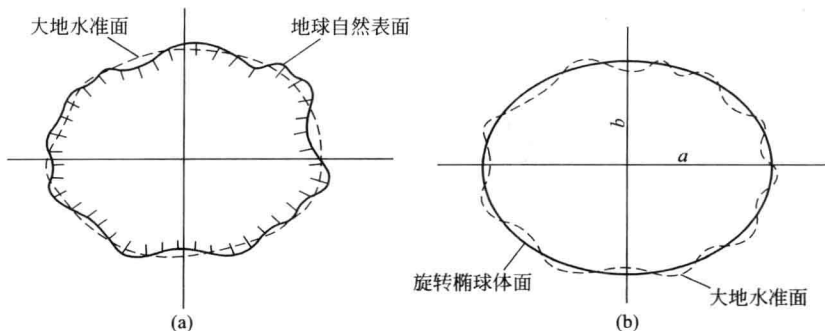


图 1-1 地球的自然表面、大地水准面和旋转椭球面

1.2.2 旋转椭球体

用大地体表示地球的形状是比较合适的, 但是由于地球内部的质量分部不均, 引起局部重力异常, 导致地面上各点的铅垂线方向产生不规则变化, 所以大地水准面实际上是一个有