

高等职业教育建筑工程专业
工学结合“十三五”规划教材

建筑工程测量

JIANZHU
GONGCHENG CELIANG

主 编 / 方 意 杨阿兰 邓祎文



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量: 含实训 / 方意, 杨阿兰, 邓祎文主
编. —成都: 电子科技大学出版社, 2016. 7
ISBN 978-7-5647-3570-8

I. ①建… II. ①方… ②杨… ③邓… III. ①建筑测
量—高等职业教育—教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 082476 号

内 容 提 要

本书以提高学习者的职业实践能力和职业素养为宗旨, 倡导以学生为本的教育培训理念, 根据理论和实践相结合的教学指导思想, 突出职业教育的特色, 以项目教学法的形式编写。

本书在编写过程中, 严格按照建筑相关专业对工程测量课程的教学要求, 对学生工程测量的外业操作技能和内业计算能力进行全面训练。全书内容形式更贴近实际, 且实用性、实践性更强, 图文对照, 新颖直观, 通俗易懂, 流程清晰, 便于自学。

本书可供高职高专、成人教育、职工大学、高级技工学校等院校的建筑工程技术、工程造价、工程管理及其相关专业工程测量课的实践教学和学生自学使用, 亦可供生产单位测量、施工等专业技术人员参考。

建筑工程测量

主 审 陈 勇

主 编 方 意 杨阿兰 邓祎文

副主编 梁 军 田九玲 高秀兰

参 编 田淑静 段秋亚 王玉娥 邹秀芳 谭达权 岳崇伦

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 郭蜀燕 谭炜麟

责任编辑: 谭炜麟

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 郫县犀浦印刷厂

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 21 字数 580 千字

版 次: 2016 年 7 月第一版

印 次: 2016 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3570-8

定 价: 49.50 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

《建筑工程测量》为适应高职高专教学特色,实现“课、证、赛、实践一体”的教材,主要由三部分组成。第一部分为工程测量基础知识,内容涵盖平面图地形图的基础知识、水准测量、角度测量、全站仪以及 GPS 测量、建筑工程施工测量等知识;第二部分为测量基础知识强化习题,包含考证以及竞赛理论题目;第三部分为测量实训指导,包括测量实训的性质、任务和基本要求、实训的主要内容、时间场地及人员组织、作业时间分配、领用仪器、具体作业内容和技术要求、注意事项、实训成果、操作考核及成绩评定等。

本书在编写过程中参考了工程测量的新标准和新规范,知识面广,具有较强的教学适应性和较宽的专业适应面。既能满足从事测量工作的需要,同时针对技能鉴定和技能竞赛。既能注重学生理论知识的教学又能突出建筑工程测量的实践性。能在单一的理论中结合实际工作,提高学生的学习能力。

本书由广州城建职业学院方意、三门峡职业技术学院杨阿兰、广东建设职业技术学院邓玮文担任主编,六安职业技术学院梁军、河南工业职业技术学院田九玲、广州城建职业学院高秀兰担任副主编,云南国土资源职业学院田淑静、广东建设职业技术学院段秋亚、王玉娥、邹秀芳、广州城建职业学院谭达权、岳崇伦等参编,陈勇担任主审。其中,项目一、二由方意编写,项目三、四、五由杨阿兰编写,项目六、七、八由邓玮文编写,项目九、十由梁军、田九玲、高秀兰编写,实训部分、实验一到六由田淑静编写、其他部分由田九玲编写。段秋亚、王玉娥、邹秀芳、谭达权、岳崇伦等也参与了本书的编写。本书由方意编写大纲,修改和统稿。

本书编者都有多年从事测量教学并在施工一线实践的双师型教师,本书经电子科技大学出版社和各位编者精心策划,准确定位,严格参照各种相关规范,注重实践性,在知识讲解上力争做到深入浅出,满足施工一线需要。书中编入了很多建筑工程测量新知识,具有较强的教学实用性和较宽的专业适应面。

由于编者水平所限,书中疏漏和错误在所难免,恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 测量识图

项目一 工程测量介绍.....	2
学习目标	2
1.1 工程测量学介绍.....	2
一、工程测量学介绍.....	2
二、建筑工程测量的任务.....	3
三、测量工作的要求.....	3
四、常用的测量单位.....	4
1.2 测量工作的原则和程序.....	4
1.3 工程测量安全管理.....	6
一、一般安全要求.....	6
二、施工测量安全管理.....	6
三、变形测量安全管理.....	7
思考与练习题	7
项目二 建筑标高及水准测量.....	8
学习目标	8
2.1 建筑标高	8
一、高程与建筑标高.....	8
二、用水平面代替水准面的限度.....	9
2.2 水准测量的工具及使用.....	11
一、水准测量的基本原理.....	11
二、水准仪的构造.....	13
三、测量工具.....	15
四、水准仪的操作.....	16
五、自动安平水准仪.....	17
六、电子水准仪.....	18
2.3 普通水准测量的外业和内业.....	27
一、水准点和水准路线.....	27
二、水准测量的方法、记录计算以及注意事项.....	28
三、水准测量成果处理与计算.....	31
2.4 水准测量的误差来源及注意事项.....	38
一、仪器误差.....	38
二、观测误差.....	38

三、外界条件影响.....	38
四、水准仪的检验与校正.....	39
思考与练习题	43
项目三 点的水平定位和坐标测量.....	47
学习目标	47
3.1 点的水平位置确定与坐标系统.....	47
一、地面点位确定的原理.....	47
二、地面点平面位置的确定.....	48
3.2 坐标确定与角度测量	52
直线定向及方位角测量.....	52
3.3 角度测量的基本概念及测量工具.....	57
一、角度测量原理.....	57
二、经纬仪的构造.....	59
三、经纬仪的使用.....	66
四、角度测量.....	68
五、光学经纬仪的检验与校正.....	75
六、电子经纬仪.....	80
3.4 度测量的误差来源及注意事项.....	82
一、仪器误差.....	82
二、观测误差.....	85
三、外界条件的影响.....	86
3.5 全站仪进行坐标测量	86
一、预备事项.....	86
二、键盘功能与信息显示.....	90
三、初始设置.....	94
四、角度测量.....	97
五、坐标测量.....	101
3.6 GPS 进行坐标测量	105
一、GPS-RTK 平面控制测量	106
二、GPS-RTK 高程控制测量	107
三、GPS-RTK 控制测量成果处理与检查	108
四、GPS-RTK 地形测量	108
五、GPS-RTK 系统使用说明	110
思考与练习题	118
项目四 建筑轴线及距离测量.....	120
学习目标	120
4.1 建筑轴线及钢尺测距离.....	120
一、量距的工具.....	120

二、直线定线.....	121
三、钢尺量距的一般方法.....	122
四、钢尺检定.....	124
五、钢尺精密量距.....	125
六、钢尺量距的误差分析及注意事项.....	126
七、钢尺在施工中的应用.....	127
4.2 电磁波测距简介及视距测量.....	128
一、电磁波测距简介.....	128
二、视距测量.....	132
思考与练习题.....	134

第二篇 施工测量放样

项目五 控制测量.....	136
学习目标.....	136
5.1 导线测量.....	137
一、导线的布设.....	137
二、导线测量外业.....	139
5.2 导线测量的内业计算.....	141
一、闭合导线计算.....	141
二、附和导线的计算.....	144
5.3 高程控制测量.....	146
一、三、四等水准测量.....	146
二、三角高程测量.....	150
5.4 测量误差的基本知识.....	153
一、测量误差.....	153
二、测量误差的来源.....	154
三、测量误差的分类.....	154
四、偶然误差的特性.....	155
五、系统误差的特点.....	155
5.5 评定误差精度的标准.....	155
一、中误差.....	155
二、相对误差.....	156
三、极限误差.....	156
四、偶然算术平均值.....	157
思考与练习题.....	158
项目六 地形和建筑规划测量.....	160
学习目标.....	160
6.1 地形图的基本知识.....	160
一、地形图.....	160

二、比例尺	160
三、地物符号	162
四、地形图的图名、图号、图廓及接图表	165
五、地貌的表示方法	170
6.2 地形图应用的基本知识	174
地形图的基本用途	174
6.3 地形图绘制	181
一、数据采集	181
二、数据通信	188
三、数据编辑成图（内业成图）	192
6.4 建筑总平面图及建筑施工图的识读	199
思考与练习题	201
项目七 土方与基础工程施工测量	202
学习目标	202
7.1 场地平整测量	202
一、用区域土方量平衡	202
二、DTM 法土方计算	203
三、方格网法土方计算	206
7.2 基础施工放样测量	208
一、建筑施工测量的基本工作	209
二、点位测设	212
三、基础施工测量	223
7.3 轴线定位资料	233
思考与练习题	237
项目八 主体结构及砌体施工测量	238
学习目标	238
8.1 高程传递	238
一、利用皮数杆传递高程	238
二、用钢尺直接丈量	239
三、悬吊钢尺法	239
8.2 轴线传递	240
一、建筑物轴线的竖向投测	240
二、工业建筑的施工测量	243
思考与练习题	250
项目九 变形观测与竣工测量	251
学习目标	251
9.1 建筑物的变形观测	251
一、建筑物的沉降观测	251

二、建筑物的倾斜观测.....	253
三、建筑物的裂缝观测.....	256
四、建筑物位移观测.....	256
9.2 竣工测量	257
一、竣工总平面图内容.....	257
二、竣工总平面图绘制.....	257
思考与练习题	258
项目十 道路和管道测量.....	259
学习目标	259
10.1 道路中线测量	259
10.2 道路曲线测设	263
一、圆曲线主点的测设.....	263
二、缓和曲线的测设.....	268
三、主点的测设.....	270
四、带有缓和曲线的圆曲线加密桩的详细测设.....	271
10.3 道路纵横断面测量	273
一、道路纵断面测量.....	273
二、道路施工测量.....	275
10.4 道路和管道测量资料	277
思考与练习题	287

第三篇 实训手册

测量实验须知	289
实验一 DS3 水准仪认识和使用	291
实验二 普通水准测量	293
实验三 微倾式水准仪检验和校正.....	296
实验四 DJ6 经纬仪认识和使用	299
实验五 水平角测量（测回法）	301
实验六 竖直角测量和竖盘指标差测定.....	303
实验七 光学经纬仪检验和校正.....	305
实验八 四等水准测量	309
实验九 测设点的平面位置和高程.....	312
实验十 全站仪角度、距离和高差测量.....	315
实验十一 全站仪坐标测量	317
实验十二 全站仪放样测量	320
实验测试一	322
实验测试二	326

第一篇 测量识图

项目一 工程测量介绍

学习目标

1. 了解建筑工程测量的任务和内容。
2. 了解测量工作的原则和程序。
3. 了解工程测量安全管理。

1.1 工程测量学介绍

一、工程测量学介绍

测量学是一门历史悠久的科学，是研究地球的形状和大小以及确定地面点之间相对位置的科学。早在几千年前，由于当时社会生产发展的需要，中国、埃及、希腊等古代国家的人民就开始创造与运用测量工具进行测量。在我国古代就发明了指南针，以后又发明了浑天仪等测量仪器，并绘制了相当精确的全国地图。指南针于中世纪由阿拉伯人传到欧洲，以后在全世界得到了广泛的应用，直到今天，它仍然是利用地磁测定方位的简便测量工具。

测量工作主要有以下两个方面。

1. 测定

测定又称测图，是指使用测量仪器和工具，通过测量和计算，并按照一定的测量程序和方法将地面上局部区域的各种人工构筑物（地物）和地面的形状、大小、高低起伏（地貌）的位置按一定的比例尺和特定的符号缩绘成地形图，以供工程建设的规划、设计、施工和管理使用。

2. 测设

测设又称放样，是指使用测量仪器和工具，按照设计要求，采用一定的方法，将设计图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置测设到实地，作为工程施工的依据。

此外，施工中各工程工序的交接和检查、校核、验收工程质量的施工测量，工程竣工后的竣工测量，监视建筑物或构筑物安全阶段的沉降、位移和倾斜所进行的变形观测等，也是工程测量的主要任务。

本书主要讲解建筑工程测量，它属于工程测量学范畴，是城市建筑物勘测设计、施工、设备安装和竣工验收期间所进行的测量工作，其主要任务有以下几种。

1. 在设计阶段，要测绘各种比例尺的地形图，供结构物的平面及竖向设计使用。
2. 在施工阶段，要将设计结构物的平面位置和高程在实地标定出来，作为施工的依据。
3. 工程完工后，要测绘竣工图，供日后扩建、改建、维修和城市管理应用，对某些重要的建筑物或构筑物，在建设中和建成以后都需要进行变形观测，以保证建筑物的安全。

二、建筑工程测量的任务

1. 测图

测图指使用测量仪器和工具,依照一定的测量程序和方法,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或者把局部地球表面的形状和大小按一定的比例尺和特定的符号缩绘到图纸上,供规划设计以及工程施工结束后,测绘竣工图,供日后管理、维修、扩建之用。

2. 用图

用图指识别地形图、断面图等的知识、方法和技能。用图是先根据图面的图式符号识别地面上地物和地貌,然后在图上进行测量。从图上取得工程建设所必需的各种技术资料,从而解决工程设计和施工中的有关问题。

3. 放样

放样是测图的逆过程。放样是将图纸上设计好的建(构)筑物按照设计要求通过测量的定位、放线、安装,将其位置和标高标定到施工作业面上,作为工程施工的依据。

4. 变形观测

对某些有特殊要求的建(构)筑物,在施工过程中和使用期间,还要测定有关部位在建筑荷载和外力作用下,随着时间而产生变形的规律,监视其安全性和稳定性,观测成果是验证设计理论和检验施工质量的重要资料。

5. 竣工测量

在建筑物和构筑物竣工验收时,为获得工程建成后的各建筑物和构筑物以及地下管网的平面位置和标高资料而进行的测量工作。

三、测量工作的要求

1. 测量工作的要求

测量工作在整个建筑工程建设中起着不可缺少的重要作用,测量速度和质量直接影响工程建设的速度和质量。它是一项非常细致的工作,稍有不慎就会影响工程进度甚至返工浪费。因此,要求工程测量人员必须做到以下几点。

(1) 树立为建筑工程建设服务的思想,具有对工作负责的精神,坚持严肃认真的科学态度。做到测、算工作步步有校核,确保测量成果的精度。

(2) 养成不畏劳苦和细致的工作作风。不论是外业观测,还是内业计算,一定要按现行规范规定作业,坚持精度标准,严守岗位责任制,以确保测量成果的质量。

(3) 要爱护测量工具,正确使用仪器,并要定期维护和校验仪器。

(4) 要认真做好测量记录工作,要做到内容真实、准确,书写清楚、整洁。

(5) 要做好测量标志的设置和保护工作。

2. 学习建筑工程测量的要求

建筑工程测量是一门实践性较强的技术基础课程,并为学习建筑工程有关科学技术知识打下必要的基础。因此,要求学生对测量的基本理论、基本原理要清楚;熟悉钢尺、水准仪、经纬仪和全站仪的使用;掌握测量操作技能和方法;能识读地形图和掌握地形图的应用;会施工测量:重点掌握建筑工程施工测量内容。

四、常用的测量单位

工程测量常用的角度、长度、面积的度量单位及换算关系分别列于表 1-1～表 1-3。

表 1-1 角度单位制及换算关系

60 进制	弧度制
1 圆周=360°	1 圆周=2 π 弧度
1°=60′	1 弧度=180° / π =57.2958°= ρ °
1′=60″	

表 1-2 长度单位制及换算关系

公制	英制
1km=1000m	英里 (mi) 英尺 (ft) 英寸 (in)
1m=10dm	1km=0.6214mi
=100cm	=3280.8ft
=1000mm	1m=3.2808ft
	=39.37in

表 1-3 面积单位制及换算单位

公制	市制	英制
1km ² =1×10 ⁶ m ²	1km ² =1500 亩	1km ² =247.11 英亩
1m ² =100dm ²	1m ² =0.0015 亩	=100 公顷
=1×10 ⁴ cm ²	1 亩=666.666667m ²	1m ² =10.764ft ²
=1×10 ⁶ mm ²		1cm ² =0.155in ²

1.2 测量工作的原则和程序

无论是测绘地形图或是施工放样，都不可避免地会产生误差，甚至还会产生错误。为了限制误差的累积传递，保证测区内一系列点位之间具有必要的精度，测量工作都必须遵循“从整体到局部、先控制后碎部、由高级到低级”的原则进行，如图 1-1 所示。首先在整个测区内，选择若干个起着整体控制作用的点 A，B，C……作为控制点，用较精密的仪器和方法，精确地测定各控制点的平面位置和高程位置的工作称为控制测量。这些控制点测量精度高，且均匀分布整个测区。因此，控制测量是高精度的测量，也是带全局性的测量。然后以控制点为依据，用低一级精度测定其周围局部范围内的地物和地貌特征点，称为碎部测量。碎部测量是较控制测量低一级的测量，是局部的测量，碎部测量由于是在控制测量的基础上进行的，因此碎部测量的误差就局限在控制点的周围，从而控制了误差的传播范围和大小，保证了整个测区的测量精度。

建筑施工测量是首先对施工场地布设整体控制网，用较高的精度测设控制网点的位置，然后在控制网的基础上，再进行各局部轴线尺寸和高低的定位测设，其精度要求依测设的具体施工对象而定。因此，施工测量也遵循“从整体到局部、先控制后碎部”的施测原则。

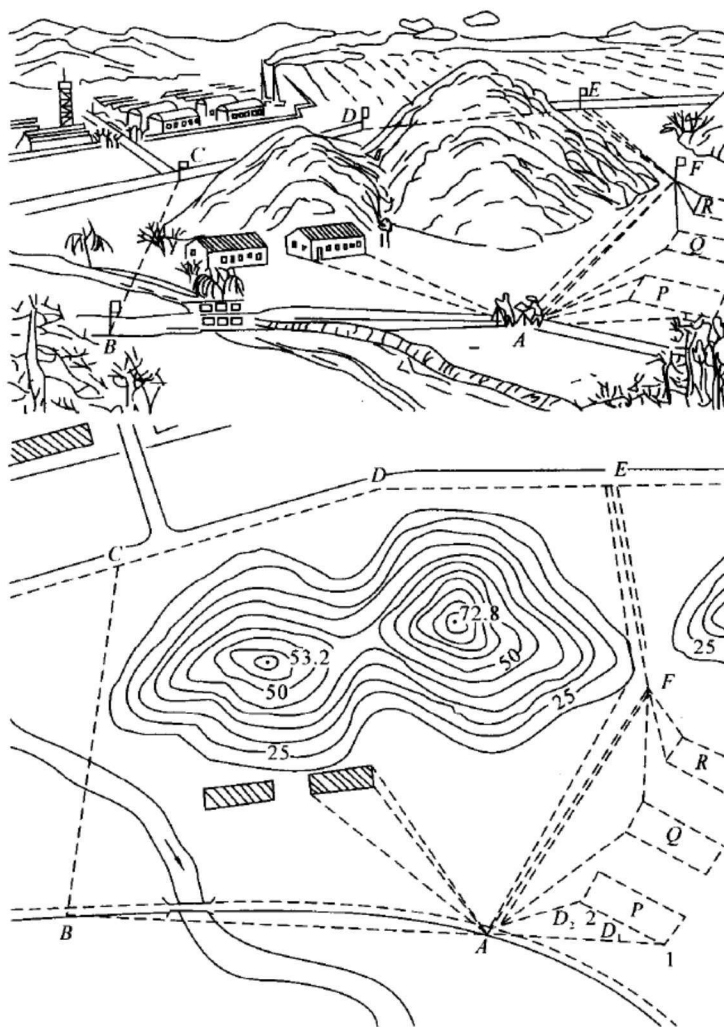


图 1-1 控制测量与碎部测量

测量工作的程序分为控制测量和碎部测量两个阶段。

遵循测量工作的原则和程序，不但可以减少误差的积累和传递，而且还可以在几个控制点上同时进行测量工作，既加快了测量的进度，缩短了工期，又节约了开支。

测量工作有外业和内业之分，上述测定地面点位置的角度测量、水平距离测量、高差测量是测量的基本工作，称为外业。将外业成果进行整理、计算（坐标计算、高程计算）、绘制成图的工作，称为内业。

为了防止出现错误，无论在外业或内业工作中，还必须遵循另一个基本原则“边工作边校核”。应用校核的数据说明测量成果的合格和可靠。测量工作实质上是通过实践操作仪器获得观测数据，确定点位关系的。因此是实践操作与数字密切相关的一门技术，无论是实践操作有误，还是观测数据有误，或者是计算有误，都是点位的确定上产生的错误所致。因而在实践操作与计算中都必须步步校核，校核已进行的工作有无错误。一旦发现错误或达不到精度要求的成果，必须找出原因或返工重测，以保证各个环节的可靠性。

建筑施工测量应遵循“先外业、后内业”，也应遵循“先内业、后外业”这种双向工作程

序。规划设计阶段所采用的地图，应首先取得实地野外观测资料和数据，其次再进行室内计算、整理、绘制成图，即“先外业、后内业”的工作程序。测设阶段是按照施工图上所定的数据、资料，首先在室内计算出测设所需要的放样数据，再次再到施工场地按测设数据把具体点位放样到施工作业面上，并做出标记，以作为施工的依据，因而是“先内业、后外业”的工作程序。

1.3 工程测量安全管理

一、一般安全要求

(1) 进入施工现场的作业人员，必须首先参加安全教育培训，考试合格后方可上岗作业，未经培训或考试不合格者，不得上岗作业。

(2) 不满 18 周岁的未成年人，不得从事工程测量工作。

(3) 作业人员服从领导和安全检查人员的指挥，工作时思想集中，坚守作业岗位，未经许可，不得从事非本工种作业，严禁酒后作业。

(4) 施工测量负责人每日上班前，必须集中本项目部全体人员，针对当天任务，结合安全技术措施内容和作业环境、设施、设备安全状况及本项目部人员技术素质、安全知识、自我保护意识及思想状态，有针对性地进行班前活动，提出具体注意事项，跟踪落实，并做好活动记录。

(5) 六级以上强风和下雨、下雪天气，应停止露天测量作业。

(6) 作业中出现不安全险情时，必须立即停止作业，组织撤离危险区域，报告领导解决，不准冒险作业。

(7) 在道路上进行导线测量、水准测量等作业时，要注意来往车辆，防止发生交通事故。

二、施工测量安全管理

(1) 进入施工现场的人员必须戴好安全帽，系好帽带；按照作业要求正确穿戴个人防护用品，着装要整齐；在没有可靠安全防护设施的高处（2m 以上）悬崖和陡坡施工时，必须系好安全带，高处作业不得穿硬底和带钉易滑的鞋，不得向下投掷物体；严禁穿拖鞋、高跟鞋进入施工现场。

(2) 施工现场行走要注意安全，避让现场施工车辆，避免发生事故。

(3) 施工现场不得攀登脚手架、井字架、龙门架、外用电梯，禁止乘坐非乘人的垂直运输设备上下。

(4) 施工现场的各种安全设施、设备和警告、安全标志等未经领导同意不得任意拆除和随意挪动。确因测量通视要求等需要拆除安全网等安全设施的，要事先与总包方相关部门协商，并及时加以恢复。

(5) 在沟、槽、坑内作业必须经常检查沟、槽、坑壁的稳定情况，上下沟、槽、坑必须走坡道或梯子，严禁攀登固壁支撑上下，严禁直接从沟、槽、坑壁上挖洞攀登上下或跳下，间歇时，不得在槽、坑坡脚下休息口

(6) 在基坑边沿进行架设仪器等作业时，必须系好安全带并挂在牢固可靠处。

(7) 配合机械挖土作业时, 严禁进入铲斗回转半径范围。

(8) 进入现场作业面必须走人行梯道等安全通道, 严禁利用模板支撑攀登上下, 不得在墙顶、独立梁及其他高处狭窄而无防护的模板面上行走。

(9) 地上部分轴线投测采用内控法作业的, 在内控点架设仪器时要注意上方洞口安全, 防止洞口坠物发生人员和仪器事故。

(10) 施工现场发生伤亡事故, 必须立即报告领导, 抢救伤员, 保护现场。

三、变形测量安全管理

(1) 进入施工现场必须佩戴好安全用具, 戴好安全帽并系好帽带; 不得穿拖鞋、短裤及宽松衣物进入施工现场。

(2) 在场内、场外道路进行作业时, 要注意来往车辆, 防止发生交通事故。

(3) 作业人员处在建筑物边沿等可能坠落的区域应佩戴好安全带, 并挂在牢固位置, 未到达安全位置不得松开安全带。

(4) 在建筑物外侧区域立尺等作业时, 要注意作业区域上方是否交叉作业, 以防止上面坠物伤人。

(5) 在进行基坑边坡位移观测作业时, 必须佩戴安全带, 并挂在牢固位置, 严禁在基坑边坡内侧行走。

(6) 在进行沉降观测点埋设作业前, 应检查所使用的电气工具, 如电线橡皮套是否开裂、脱落等, 检查合格后方可进行作业, 操作时戴绝缘手套。

(7) 观测作业时拆除的安全网等安全设施应及时恢复。

思考与练习题

1. 建筑测量的任务是什么? 其内容包括哪些?
2. 测量工作的实质是什么?
3. 测量工作的原则和程序是什么?

项目二 建筑标高及水准测量

学习目标

1. 掌握建筑标高在建筑施工中的作用。
2. 掌握直水准测量原理。
3. 熟练使用水准仪进行高程测量。
4. 掌握普通水准测量的内业计算，了解水准测量误差来源及其注意事项。

在施工图纸中，建筑立面图能够直观地表示从某一个方向看建筑的外观。从图中不但可以看出简单的建筑外立面的示意图，更重要地看出建筑每一层的高度及每一构件在建筑的垂直位置。也就是每个构件的标高。

标高是怎么得出来的，将在这个项目中进行讲述。

2.1 建筑标高

一、高程与建筑标高

如 ± 0.000 就表示建筑物的高度，也可以称之为其高程。但这个高程是相对于首层室内地面。除了这一相对高程之外，还有相对于我国水准原点的绝对高程，也就是人们习惯上称为的海拔高度。

1. 绝对高程

地面上任意一点沿铅垂方向到大地水准面的距离，称为该点的绝对高程，简称高程，如图 2-1 中的 A 、 B 两点的高程为 H_A 、 H_B 。

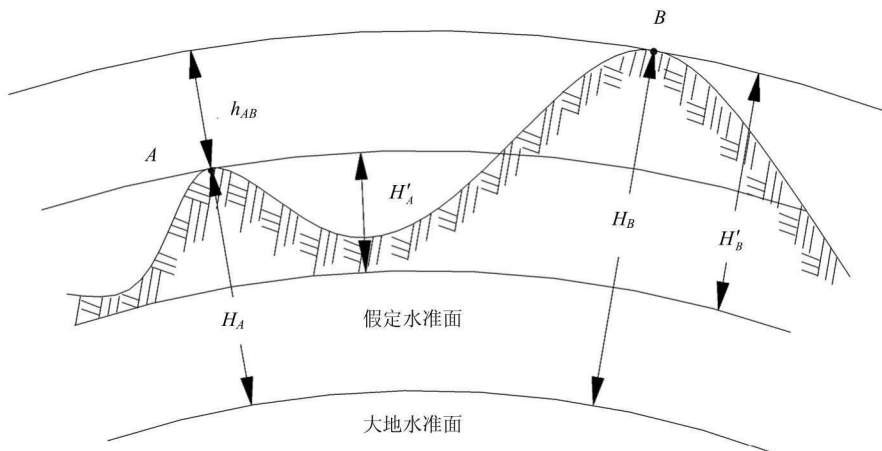


图 2-1 绝对高程相对高程示意图

我国在青岛设立了水准原点，作为全国高程的起算面，在青岛验潮站附近的观象山埋设固定标志，用精密水准测量方法与验潮站所求出的平均海水面进行联测，测出其高程为 72.289m，它的高程作为全国高程的起算点，称为水准原点。根据这个面起算的高程称为“1956 年黄海高程系统”。由于 1956 年黄海高程系青岛验潮站的资料观测时间较短，国家决定重新计算黄海平均海面，以青岛验潮站 1952~1979 年潮汐观测资料计算的平均海水面为国家高程起算面，称为“1985 国家高程基准”，根据新的高程基准推算的青岛水准原点高程为 72.260m，1985 年国家高程基准高程=1956 年黄海高程-0.029 m。

2. 相对高程

局部地区无法知道绝对高程时，假定某一水准面作为高程的起算面，地面点到假定水准面的铅垂距离称为该点的相对高程，图 2-1 中的 H_A' 和 H_B' 。

3. 建筑标高

标高表示建筑物各部分的高度，标高分为绝对标高和相对标高，以建筑物室内首层主要地面高度为 ± 0.000 ，作为标高的起点所计算的标高称为相对标高。在相对标高中，凡是包括装饰层厚度的标高称为建筑标高，注写在构件的装饰层面上。

4. 高差

两地面点之间的高程之差称为高差，常用 h 表示。图 2-1 中点 B 相对于点 A 的高差为

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

高差有正有负，当点 B 高程大于点 A 高程时， h_{AB} 为正，反之为负。

例：已知点 A 高程 $H_A = 695.238\text{m}$ ，点 B 高程 $H_B = 699.670\text{m}$ ，则点 B 相对于点 A 的高差 $h_{AB} = 699.670 - 695.238 = 4.432\text{m}$ ；点 B 高于点 A ；而点 A 相对于点 B 的高差应为 $h_{BA} = 695.238 - 699.670 = -4.432\text{m}$ ；同样点 B 高于点 A 。

由此可见

$$h_{AB} = -h_{BA}$$

根据地面点的三个参数 x ， y ， H ，地面点的空间位置就可以确定了。

二、用水平面代替水准面的限度

在测量中，当测区范围很小时才允许用水平面代替水准面。那么究竟测区范围多大时，可用水平面代替水准面呢？

1. 水平面代替水准面时距离的影响

如图 2-1 所示， A 、 B 两点在水准面上的距离为 D ，在水平面上的距离为 D' ，则 ΔD ($\Delta D = D' - D$) 是用水平面代替水准面对距离的影响值。它们与地球半径 R 的关系为

$$\Delta \frac{D^3}{3R^2} \text{ 或 } \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2}$$

根据地球半径 $R = 6371 \text{ km}$ 及不同的距离 D 值，代入式，计算可得

D (km)	ΔD (cm)	$\Delta D/D$
1	0.00	—
10	0.82	1/120 万
15	2.77	1/54 万
20	6.57	1/30 万
25	12.83	1/19 万