

21世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材

建 筑 工 程 测 量

(含实习指导)

J I A N Z H U G O N G C H E N G C E L I A N G

王云江 主 编



中国计划出版社

21 世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材

建筑工程测量

(含实习指导)

王云江 主 编

21 世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材

建筑工程测量

(含实习指导)

主编 王云江

★

中国计划出版社出版

(地址:北京中国版权贸易中心北里甲 11 号国家大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:010-63900433 03009381)

新华书店北京发行所发行

河南富中印务有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 30 印张 401 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—3000 册

★

中国计划出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量:含实习指导 / 王云江主编. —北京:中国计划出版社, 2008. 2

21世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-80242-051-9

I. 建… II. 王… III. 建筑测量—高等学校:技术学校—教材 IV. TU198

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第002989号

内 容 简 介

本书根据高职高专建筑工程测量课程教学大纲编写。全书共分14章,内容包括:建筑工程测量概述、水准测量、角度测量、距离测量与直线定向、测量误差的基本知识、小地区控制测量、大比例尺地形图的测绘与应用、施工测量的基本工作、建筑施工控制测量、民用建筑施工测量、工业建筑施工测量、建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘、管道与道路施工测量、全站仪及GPS应用。每章附有练习题。

本书不仅可作为高职高专建筑工程专业、给水排水工程专业的教材,还可供相关工程技术人员参考使用。

21 世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材

建筑工程测量

(含实习指导)

王云江 主编

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787×1092毫米 1/16 20印张 491千字

2008年2月第一版 2008年2月第一次印刷

印数1—3000册

☆

ISBN 978-7-80242-051-9

定价:32.00元

《21 世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材》

专家编审委员会

主 任 乔志远

副主任 (按拼音顺序排名)

何 辉 郝 俊 刘正武 姚谨英

委 员 (按拼音顺序排名)

陈俊峰 冯 钢 胡六星 李伙穆

李永光 马守才 马有占 王劲松

王秀花 汪忠洋 王云江 武 敬

伍乐生 肖明和 战启芳 张 迪

张 敏 曾庆军

丛书总序

教育事业的发展与改革需要坚持两个主体,即学生和教师,而教材则是两个主体的媒介,属于教学的载体。在高职教育迅猛发展的今天,教材作为知识传承的载体,在高职教育的发展过程中起着至关重要的作用,但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐,许多高职院校一直沿用偏重于研究型的教材,缺乏针对性强的实用教材。

近年来,房地产行业已经发展成为国民经济的支柱性产业之一,随着我国城市化进程的加快,土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关高职院校人才培养的需要,中国计划出版社通过调研课程改革与建设的现状,规划了涵盖建筑工程技术类(比如建筑施工技术、建筑材料等)、工程管理类(工程造价、工程监理、建筑工程计量与计价、建筑工程项目管理等)、建筑装饰类(色彩与素描、建筑装饰制图与识图等)等三大方向的系列教材。经过各位主编老师和参编老师的辛勤劳动,并在中国计划出版社各级领导的关心和土建部编辑的努力工作下,首批教材终于在2007年秋季开始陆续出版发行了。

我国高职院校土建专业的教育,在国家教育部和建设部的指导下,经土木建筑专业教育指导委员会的研讨,已经形成了宽口径的“大土建”的专业发展模式,明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格,从宽口径的视角,要求毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作。业务范围涉及房屋建筑、工程管理、建筑施工等方面,并且制定了一套教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲,由一批长期在教学第一线从事教学,具有丰富的教学经验,并有过多年工程经验的教师担任主编。本系列教材具有如下特点:

(1)按照宽口径土木工程专业培养方案,注重提高学生综合素质和创新能力,注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识体系,不刻意追求理论研究型教材深度;内容少而精,向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2)在理解土木工程相关学科的基础上,深入研究各课程之间的相互关系,各课程教材既反映本学科发展水平,保证教材自身体系的完整性,又尽量避免内容的重复。

(3)培养学生,单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法,要取得专门实践的成功是不够的,因为这些方法随科学技术的发展也在不断改进中。为了了解并与这些迅速发展的方法同步,教材编撰时侧重培养学生透彻理解教材中的基本理论、基本方法的能力,同时又能帮助学生熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景,以不变应万变,这也是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4)我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程,系1999—2002年完成修订,内容有一定的取舍和更新,反映了我国土木工程设计与施工技术的发展。作为应用型教材,为帮助学生毕业后能够顺利获得注册执业资格,特意安排了规范规程相关条文和算例。

(5)当代土木工程设计,越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件,有些由于结构特殊的要求,则要求工程师自行编写程序。本系列相关结构课程的教材中,在阐述真实结构、简化计算模型和数学表达式三者关系的基础上,给出了设计方法的详细步骤,这些步骤均可容易地转换成工程结构设计的流程图,有助于培养学生编写计算机程序的能力。

(6)按照科学发展观,从可持续发展的角度出发,根据课程特点,反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺,以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式,以提高教学效果和效率。

衷心感谢本系列教材的各位编著者,没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践,要出版如此规模的系列实用教材是不可想象的。同时感谢中国计划出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台,为进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚地希望使用本系列教材的广大师生不吝指正,欢迎随时给我们提出宝贵的意见,以期进一步对本系列教材进行修订和完善。

《21世纪全国高职高专土木建筑专业“十一五”规划教材》

专家编审委员会

2007年8月

前 言

本教材是根据高职高专土木建筑专业培养目标、培养方案和教学大纲编写的。

本书在编写中充分考虑到高等职业技术教育的教学特点,从培养高技能应用型人才这一根本目标出发,在论述基础理论和方法的同时,重视基本技能的训练与实践性教学环节,力求简明扼要、深入浅出、注重实用、图文并茂,以“必须、够用”为度,突出了课程的基础性、实用性、技能性。教材摒弃了工程建改中陈旧的测量方法,吸纳了先进的测量技术。

全书内容包含三个部分,共 14 章。第一部分为第 1~5 章,主要介绍测量的基本知识,高程、角度和距离测量的基本原理和方法,测量仪器的构造、使用、检校;第二部分为第 6、7 章,讲述了控制测量、地形图的测绘及应用;第三部分为第 8~14 章,介绍建筑控制、民用与工业建筑测量、变形观测、管线施工测量、全站仪及 GPS 应用。为了满足教学的需要,同时编写了配套用书《工程测量实习指导》。

本书由王云江主编,宿敏副主编,来丽芳主审。具体分工为:宿敏编写第 1、4、5 章,陈桂珍编写第 2、3 章,杜向科编写第 6、7 章,潘益民编写第 8 章,王云江编写第 9~13 章,孙家兵编写第 14 章。

由于编者水平有限,书中难免存在纰漏,恳请广大读者批评指正。

编者

2007 年 12 月

目 录

第 1 章 建筑工程测量概述	1
1.1 建筑工程测量的任务与作用	1
1.1.1 建筑工程测量的任务	1
1.1.2 建筑工程测量的作用	2
1.2 地面点位的确定	2
1.2.1 地面点平面位置的确定	2
1.2.2 地面点高程位置的确定	3
1.2.3 用水平面代替水准面的限度	3
1.2.4 确定地面点位的三个基本要素	4
1.3 测量工作的原则和程序	5
练习题	6
第 2 章 水准测量	7
2.1 水准测量基础知识	7
2.1.1 水准测量原理	7
2.1.2 未知点的高程计算	8
2.2 水准仪及其使用	8
2.2.1 DS3 型微倾式水准仪	9
2.2.2 水准尺和尺垫	11
2.2.3 水准仪的使用	12
2.3 水准测量方法	13
2.3.1 水准点和水准路线	13
2.3.2 水准测量的方法和记录	15
2.3.3 水准测量检核	17
2.3.4 水准测量的误差和注意事项	18
2.4 水准测量成果计算	19
2.4.1 水准测量精度要求	19
2.4.2 闭合水准路线成果计算	20
2.4.3 附合水准路线成果计算	22
2.4.4 支水准路线成果计算	23
2.5 水准仪的检验与校正	24
2.5.1 水准仪的轴线及其应满足的几何条件	24
2.5.2 水准仪检验与校正	25

2.6 其他水准仪简介	27
2.6.1 自动安平水准仪	27
2.6.2 精密水准仪	28
2.6.3 数字水准仪	30
练习题	31
第3章 角度测量	33
3.1 水平角的测量原理	33
3.2 DJ6 型光学经纬仪	34
3.2.1 光学经纬仪的构造	34
3.2.2 光学经纬仪的读数方法	36
3.3 经纬仪的使用	38
3.3.1 安置经纬仪	38
3.3.2 照准目标	39
3.3.3 读数	40
3.4 水平角测量	40
3.4.1 水平角的测量方法	40
3.4.2 水平角测量的误差及注意事项	41
3.5 竖直角观测	43
3.5.1 竖直角测量原理	43
3.5.2 竖直度盘的构造	43
3.5.3 竖直角计算公式	44
3.5.4 竖盘指标差	45
3.5.5 竖直角观测方法和计算	46
3.6 经纬仪的检验与校正	46
3.6.1 经纬仪应满足的几何条件	46
3.6.2 经纬仪检验与校正	47
3.7 电子经纬仪简介	50
练习题	53
第4章 距离测量与直线定向	55
4.1 钢尺量距	55
4.1.1 钢尺量距工具	55
4.1.2 直线定线	56
4.1.3 钢尺量距的一般方法	57
4.1.4 钢尺量距注意事项	58
4.2 视距测量	59
4.2.1 视距测量原理	59
4.2.2 视距测量的观测与计算	60
4.2.3 视距测量误差及注意事项	61
4.3 光电测距	62

4.3.1	光电测距原理	62
4.3.2	光电测距方法	63
4.4	直线定向	63
4.4.1	标准方向	64
4.4.2	方位角的概念	64
4.4.3	坐标方位角的计算	65
4.4.4	象限角	67
	练习题	67
第5章 测量误差的基本知识		69
5.1	测量误差概述	69
5.1.1	测量误差产生的原因	69
5.1.2	测量误差的分类	70
5.2	衡量精度的标准	71
5.2.1	中误差	72
5.2.2	容许误差	72
5.2.3	相对误差	73
5.3	算术平均值及其中误差	73
5.3.1	算术平均值	73
5.3.2	用观测值的改正数计算中误差	74
5.3.3	算术平均值的中误差	74
5.4	误差传播定律	75
5.4.1	线性函数	76
5.4.2	非线性函数	77
	练习题	78
第6章 小地区控制测量		79
6.1	控制测量概述	79
6.1.1	平面控制测量	79
6.1.2	高程控制测量	81
6.1.3	小地区控制测量概述	82
6.2	导线测量外业	83
6.2.1	导线的布设形式	83
6.2.2	导线测量的外业工作	84
6.3	导线测量内业	85
6.3.1	闭合导线内业计算	85
6.3.2	附和导线内业计算	88
6.4	高程控制测量	90
6.4.1	三、四等水准测量	92
6.4.2	图根水准测量	94
6.4.3	三角高程测量	94

练习题	96
第7章 大比例尺地形图的测绘与应用	98
7.1 地形图的基本知识	98
7.1.1 地形图与比例尺	98
7.1.2 地形图的分幅、编号与图廓	100
7.1.3 地物与地貌在图上的表示方法	101
7.2 大比例尺地形图的测绘	106
7.2.1 测图前的准备工作	106
7.2.2 经纬仪测图	107
7.2.3 地形图的拼接、检查与整饰	109
7.2.4 数字化测图简介	110
7.3 地形图的应用	111
7.3.1 地形图的识读	111
7.3.2 地形图的基本应用	112
7.3.3 地形图在工程建设中的应用	114
练习题	120
第8章 施工测量的基本工作	123
8.1 施工测量概述	123
8.1.1 施工测量的概念	123
8.1.2 施工测量的特点	123
8.2 测设的基本工作	124
8.2.1 测设已知水平距离	124
8.2.2 测设已知水平角	125
8.2.3 测设已知高程	126
8.3 测设平面点位的方法	127
8.3.1 直角坐标法	127
8.3.2 极坐标法	128
8.3.3 前方交会法	129
8.3.4 距离交会法	130
8.4 已知坡度直线的测设	130
练习题	132
第9章 建筑施工控制测量	133
9.1 施工控制网概述	133
9.2 平面施工控制网	134
9.2.1 建筑基线	134
9.2.2 建筑方格网	135
9.3 高程施工控制网	138
练习题	138
第10章 民用建筑施工测量	140

10.1	民用建筑施工测量概述	140
10.2	测设前准备工作	141
10.2.1	熟悉设计图纸	141
10.2.2	现场踏勘	143
10.2.3	平整和清理施工现场	143
10.2.4	编制施工测量方案	143
10.3	民用建筑物的定位与放线	143
10.3.1	建筑物的定位	143
10.3.2	建筑物的放线	145
10.4	建筑物基础施工测量	150
10.4.1	基础开挖深度的控制	150
10.4.2	基础垫层标高的控制	150
10.4.3	基础标高的控制和弹线	151
10.5	墙体施工测量	151
10.5.1	墙体定位	151
10.5.2	墙体各部位标高控制	151
10.5.3	轴线投测	152
10.6	高层建筑施工测量	152
10.6.1	高层建筑施工测量的特点	152
10.6.2	高层建筑施工测量	152
10.7	复杂建(构)筑物施工测量	158
10.7.1	圆形建筑	158
10.7.2	多边形建筑	159
10.7.3	梯形平面组合建筑	160
	练习题	160
第11章	工业建筑施工测量	162
11.1	厂房矩形控制网与柱列轴线的测设	162
11.1.1	厂房矩形控制网的测设	162
11.1.2	厂房柱列轴线的测设	163
11.2	基础施工测量	163
11.2.1	柱基放线	163
11.2.2	基坑抄平	164
11.2.3	基础模板的定位	164
11.2.4	设备基础施工测量	164
11.3	厂房构件安装测量	165
11.3.1	柱子安装测量	166
11.3.2	吊车梁安装测量	167
11.3.3	吊车轨道安装测量	168
11.3.4	屋架安装测量	169

11.3.5	设备安装测量	169
11.4	钢结构工程中的施工测量	170
11.4.1	平面控制	170
11.4.2	高程控制	170
11.4.3	定位轴线检查	170
11.4.4	柱间距检查	170
11.4.5	单独柱基中心检查	171
11.4.6	标高实测	171
11.4.7	轴线位移校正	171
11.5	烟囱施工测量	171
11.5.1	烟囱基础施工测量	171
11.5.2	烟囱筒身施工测量	172
	练习题	173
第12章	建筑物变形观测和竣工总平面图的编绘	174
12.1	建筑物变形观测概述	174
12.1.1	变形观测的意义	174
12.1.2	变形观测的内容	175
12.2	建筑物沉降观测	175
12.2.1	水准点和观测点的布设	175
12.2.2	建筑物的沉降观测	176
12.2.3	沉降观测的成果整理	177
12.2.4	沉降观测中常遇到的问题及其处理	178
12.3	建筑物倾斜观测	179
12.3.1	一般建筑物的倾斜观测	179
12.3.2	塔式建筑物的倾斜观测	180
12.4	建筑物的裂缝、位移、挠度与滑坡观测	181
12.4.1	建筑物的裂缝观测	181
12.4.2	建筑物的位移观测	182
12.4.3	建筑物的挠度观测	183
12.4.4	建筑物的滑坡观测	184
12.5	竣工总平面图的绘制	184
12.5.1	竣工总平面图的绘制内容	185
12.5.2	竣工总平面图的绘制	185
12.5.3	竣工总平面图的附件	186
	练习题	186
第13章	管道与道路施工测量	187
13.1	管道施工测量	187
13.1.1	管道中线测量	187
13.1.2	管道纵、横断面测量	188

13.1.3 管道施工测量	190
13.1.4 顶管施工测量	193
13.1.5 管道竣工测量	196
13.2 道路施工测量	197
13.2.1 圆曲线的主点测设	197
13.2.2 圆曲线的详细测设	199
13.2.3 道路施工测量	202
练习题	208
第14章 全站仪及GPS应用	209
14.1 全站仪及特点	209
14.1.1 概述	209
14.1.2 全站仪的基本结构介绍	210
14.1.3 南方全站仪的主要特点	212
14.2 全站仪测量操作	213
14.2.1 测前准备	213
14.2.2 开机与仪器设置	213
14.2.3 角度、距离测量	214
14.2.4 坐标测量	216
14.2.5 放样测量	219
14.2.6 程序测量	223
14.3 数据采集	225
14.3.1 数据采集的具体步骤	227
14.3.2 设置采集参数	227
14.3.3 数据采集文件的选择	227
14.3.4 坐标文件的选择	228
14.3.5 设置测站点和后视点	228
14.3.6 进行待测点的测量,记录数据	229
14.4 内存管理与数据通信	230
14.5 GPS简介	233
14.5.1 GPS概述	233
14.5.2 GPS系统组成	233
14.5.3 GPS定位的基本原理	234
14.5.4 GPS在测量中的应用	235
主要参考文献	239
工程测量实习指导	241

第1章 建筑工程测量概述

教学要求:通过本章学习,明确建筑工程测量的基本任务与作用,熟悉测量工作中的平面坐标系及高程系,了解地面点位的确定方法及基本测量工作方法,了解测量工作的原则和程序。

教学提示:建筑工程测量的重要任务是测定和测设,测量工作的实质是确定地面点的平面位置 x 、 y 和高程位置 H ,测量高程、水平角和水平距离是测量的三项基本工作,测量工作的基本原则是“先控制后碎部”、“从整体到局部”、“由高级到低级”。

1.1 建筑工程测量的任务与作用

工程测量学是一门研究在工程建设和自然资源开发各个阶段中所进行的控制测量、地形测绘、施工放样、变形监测及建立相应信息系统的理论和技术的学科。工程测量是直接为各项工程建设服务的。任何土建工程,如工业与民用建筑、城镇建设、道路、桥梁、给水排水管线等,从勘测、规划、设计到施工阶段,甚至在使用管理阶段,都需要进行测量工作。

按照工程建设的具体对象来划分,有建筑测量、城镇规划测量、道路桥梁测量、给水排水工程测量等。

1.1.1 建筑工程测量的任务

建筑工程测量属于工程测量学的范畴,是工程测量学在建筑工程建设领域中的具体表现。建筑工程的主要任务包括测定、测设两方面。

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固定性物体(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, 监视重要建筑物或构筑物在施工、运营阶段的沉降、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。

1.1.2 建筑工程测量的作用

建筑工程测量是市政工程施工中一项非常重要的工作, 在建筑工程建设中有广泛的应用, 它服务于建筑工程建设的每一个阶段, 贯穿于建筑工程的始终。在工程勘测阶段, 测绘地形图作为规划设计提供各种比例尺的地形图和测绘资料; 在工程设计阶段, 应用地形图进行总体规划和设计; 在工程施工阶段, 要将图纸上设计好的建筑物、构筑物的平面位置和高程按设计要求测设于实地, 以此作为施工的依据; 在施工过程中进行土方开挖、基础和主体工程的施工测量; 在施工中还要经常对施工和安装工作进行检验、校核, 以保证所建工程符合设计要求; 施工竣工后, 还要进行竣工测量, 施测竣工图, 供日后扩建和维修之用; 在工程管理阶段, 对建筑和构筑物进行变形观测, 以保证工程的安全使用。由此可见, 在工程建设的各个阶段都需要进行测量工作, 而且测量的精度和速度直接影响到整个工程的质量和进度。因此, 工程技术人员必须掌握工程测量的基本理论、基本知识和基本技能, 掌握常用的测量仪器和工具的使用方法, 初步掌握小地区大比例尺地形图的测绘方法, 正确掌握地形图应用的方法, 以及具有一般土建工程施工测量的能力。

1.2 地面点位的确定

测量工作的基本任务(即实质)是确定地面点的位置。地面点的空间位置由点的平面位置 X 、 Y 和点的高程位置 H 来确定。

1.2.1 地面点平面位置的确定

在普通测量工作中, 当测量区域较小(一般半径不大于 10km 的面积内), 可将这个区域的地球表面当作水平面, 用平面直角坐标来确定地面点的平面位置, 如图 1.1 所示。

测量平面直角坐标规定纵坐标为 x , 向北为正, 向南为负; 横坐标为 y , 向东为正, 向西为负; 地面上某点 M 的位置可用 x_M 和 y_M 来表示。平面直角坐标系的原点 O 一般选在测区的西南角, 使测区内所有点的坐标均为正值。象限以北东开始按顺时针方向依次为 I、II、III、IV。与数学坐标的区别在于坐标轴互换, 象限顺序相反, 其目的是便于将数学中的公式直接应用到测量计算中而不需作任何变更。

在大地测量和地图制图中要用到大地坐标。用大地经度 L 和大地纬度 B 表示地面点在旋转椭球面上的位置, 称为大地地理坐标, 简称大地坐标。如图 1.2 所示, 地面上任意点 P 的大地经度 L 是该点的子午面与首子午面所夹的两面角; P 点的大地纬度 B 是过该点的法线(与

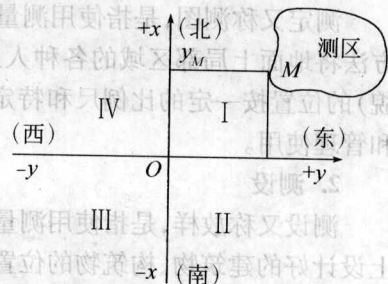


图 1.1 平面直角坐标

旋转椭球面垂直的线)与赤道面的夹角。

大地经纬度是根据大地测量所得的数据推算而得出的。我国现采用陕西省泾阳县境内的国家大地原点为起算点,由此建立新的统一坐标系,称为“1980 年国家大地坐标系”。

1.2.2 地面点高程位置的确定

地球自然表面很不规则,有高山、丘陵、平原和海洋。海洋面积约占地表的 71%,而陆地约占 29%,其中最高的珠穆朗玛峰高出海平面 8844.43m,最低的马里亚纳海沟低于海平面 11022m。但是,这样的高低起伏,相对于地球半径 6371km 来说还是很小的。

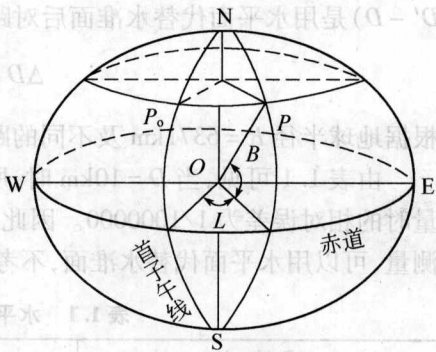


图 1.2 大地坐标

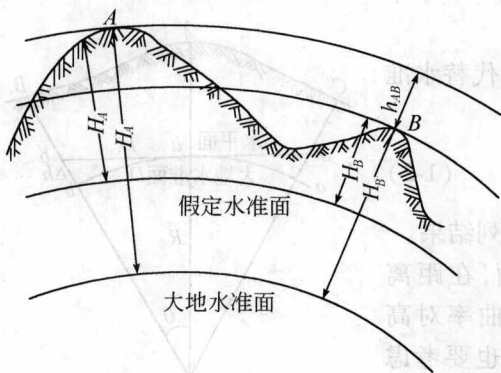


图 1.3 大地水准面

地球上自由静止的海水面称为水准面,它是个处处与重力方向垂直的连续曲面。与水准面相切的平面称为水平面。由于水面高低不一,因此水准面有无限多个,其中与平均海水面相吻合并向大陆、岛屿延伸而形成的闭合曲面,称为大地水准面,如图 1.3 所示。

我国以在青岛观象山验潮站 1952—1979 年验潮资料确定的黄海平均海水面作为起算高程的基准面,称为“1985 国家高程基准”。以该大地水准面为起算面,其高程为零。为了便于观测和使用,在青岛建立了我国的水准原点(国家高程控制网的起算点),其高程为 72.260m,全国各地的高程都以它为基准进行测算。

地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程,亦称海拔或标高。如图 1.3 所示, H_A 、 H_B 即为地面点 A、B 的绝对高程。

当在局部地区引用绝对高程有困难时,可采用假定高程系统,即假定任意水准面为起算高程的基准面。地面点到假定水准面的铅垂距离,称为相对高程。如图 1.3 所示, H'_A 、 H'_B 即为地面点 A、B 的相对高程。例如房屋工程中常选定底层室内地坪面为该工程地面点高程起算的基准面,记为 (± 0) 。建筑物某部位的标高,是指某部位的相对高程,即某部位距室内地坪 (± 0) 的垂直间距。

两个地面点之间的高程差称为高差,用 h 表示。 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$ 。

1.2.3 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以水平面代替水准面。那么,究竟测区范围多大时,可用水平面代替水准面呢?

1. 水平面代替水准面对距离的影响

如图 1.4 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 ($\Delta D =$