

21

世纪高职高专 建筑工程技术系列规划教材

◎ 杨晓平 王云江 主编

建筑工程测量

2

J ianzhu
Gongcheng Celiang

华中科技大学出版社

[http:// www.hustp.com](http://www.hustp.com)

21 世纪高职高专建筑工程技术系列规划教材

建筑工程测量

(第 2 版)

主 编	杨晓平	王云江	
副主编	黄晓翔	高成民	
	曾学礼	马彩霞	
参 编	文 学	宋秀虎	熊 娜
主 审	周业梅		

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本书以测量的基本理论和基本概念为基石,以基本技能技术和应用方法为主要内容,以突出测量技术在工程中的应用为核心,加强了实践环节的教学内容。本书力求有别于本科及中专教材,在教材框架上有所创新。

全书共9章,其中第1章、第2章介绍测量的基础知识,地形图、建筑平面图的识读及应用,以及测量误差知识;第3章至第6章介绍几种测量仪器的操作方法及其在工程施工中的基本应用方法,并详细介绍了水准测量、角度测量及距离测量;第7章至第9章介绍几种工程项目的施工测量程序及施工测量方法,并介绍了沉降观测、基坑的垂直位移及水平位移的观测等几种变形观测方法。

本书可作为高职高专工程类专业的教材,也可供各建筑工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量(第2版)/杨晓平 王云江 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.1
ISBN 978-7-5609-3175-3

I. 建… II. ①杨… 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(2010)第 251561 号

建筑工程测量(第2版)

杨晓平 主编

策划编辑:张 毅

责任编辑:张 毅

封面设计:刘 卉

责任校对:张 琳

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉兴明图文信息有限公司

印 刷:武汉万隆印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15.75

字 数:380千字

版 次:2011年1月第2版第6次印刷

定 价:26.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

前言

本书是根据教育部、建设部联合制定的高职高专《建筑工程技术及建筑类相关专业的课程设置体系和建筑工程测量教学大纲》编写的。我们以建筑工程技术专业的教育标准、培养目标为依据,在总结多年的高职高专教学改革的成功经验的基础上,结合我国建筑工程测量的基本情况,从培养工程技术方面的高技能应用型人才这一根本目标出发,组织编写了本书。

本书在内容上以适度、够用为原则,力求讲清基本概念和测量基础理论知识,重视基本技能的训练与实践性教学环节,并注重实用性,叙述简明,深入浅出,并运用图表说明内容和操作技巧,便于读者学习和理解,加深印象,尽可能做到通过学习与教学实训,即可应用到工程实践中。

本书的编写打破了传统的学科理论体系,以求在教材框架上有所创新,摒弃了一些在建设工程中较少使用的陈旧的教学内容,吸纳了先进的测量技术与方法,对全站仪等现代测绘仪器及其在工程施工建设中的具体应用方法作了详细的介绍,各项测量观测、数据的记录与计算均有具体的案例和相应的表格。同时为了便于教学,每章后面均附有思考题与习题,以利于学生及时复习和巩固已学知识。

本书由杨晓平主编并且进行统稿和定稿工作,周业梅主审,黄晓翔、马彩霞、肖胜文、刘伟、徐爱梅、彭美萍、史芬担任副主编,文学、熊娜、徐洁云、谢青岑、刘敏参与编写。

本书在编写过程中,得到了编者所在院校湖北城市建设职业技术学院、武汉工业职业技术学院、邯郸职业技术学院、江西理工大学、江西环境工程职业学院、新余学院、萍乡高等专科学校、江西工业贸易职业技术学院和

中科技大学出版社有关领导及编辑的鼓励与积极支持,同时还参阅了许多参考文献,在此一并表示由衷的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不妥和错误之处,恳请读者及同行批评指正。

编 者

2010 年 10 月

目 录

第 1 章	绪论	/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
1.1.3	测量工作的要求	/3
1.2	地面点位的确定	/3
1.2.1	地面点平面位置的确定	/3
1.2.2	地面点高程位置的确定	/4
1.2.3	用水平面代替水准面的限度	/5
1.2.4	确定地面点位的三个基本要素	/6
1.3	测量工作的原则和程序	/7
	思考题与习题 1	/9
第 2 章	测量及建筑施工测量的基础知识	/10
2.1	地形图、建筑总平面图的识读及地形图的应用	/10
2.1.1	地形图、规划图、施工总平面图的识读	/11
2.1.2	直线定向的概念及方向的表达方法	/20
2.1.3	地形图的基本应用	/22
2.1.4	地形图在工程施工的应用	/24
2.2	测量误差的基本知识	/28
2.2.1	测量误差及其来源	/28
2.2.2	测量误差的分类及偶然误差的基本规律	/28
2.2.3	衡量测量成果的三种精度标准	/29
	思考题与习题 2	/31

第3章 水准测量与高程测设 /32

3.1 水准测量原理与水准仪的使用	/32
3.1.1 水准测量的原理	/32
3.1.2 水准测量仪器及工具	/34
3.1.3 水准仪操作步骤	/39
3.1.4 地面两点的高差测量	/41
3.1.5 水准仪应满足的基本条件	/42
3.2 水准线路测量	/43
3.2.1 水准线路	/43
3.2.2 水准线路布设及外业施测方法、数据记录 工作中的注意事项	/44
3.2.3 水准线路测量成果处理方法	/47
3.3 水准仪在建筑施工中的基本应用	/51
3.3.1 建筑标高与绝对高程的关系	/51
3.3.2 施工场地水准控制点位置的确定及高程测量	/51
3.3.3 已知高程的测设及建筑物 ± 0.000 的测设方法	/52
3.3.4 基础施工中基槽(坑)的抄平测量	/53
3.3.5 坡度线的测设	/54
思考题与习题 3	/56

第4章 钢尺量距及其在施工中的应用 /58

4.1 钢尺量距	/58
4.1.1 概述	/58
4.1.2 直线定线	/60
4.1.3 普通钢尺量距方法	/61
4.1.4 精密钢尺量距	/64
4.2 钢尺在施工中测设水平距离的方法	/67
4.2.1 一般方法	/67
4.2.2 精密方法	/67
思考题与习题 4	/68

第5章 经纬仪角度测量及其在施工中的应用 /69

5.1 经纬仪的使用及角度测量方法	/69
5.1.1 角度测量原理	/69
5.1.2 经纬仪结构及读数方法	/70

5.1.3	经纬仪的使用	/74
5.1.4	水平角和竖直角观测	/75
5.1.5	经纬仪应满足的条件	/77
5.1.6	角度观测注意事项	/78
5.2	经纬仪图根导线测量	/78
5.2.1	图根导线的定义及布设形式	/78
5.2.2	图根导线测量的外业工作	/79
5.2.3	图根导线测量的内业计算	/80
5.3	经纬仪在施工测量中的基本运用	/86
5.3.1	已知水平角度的测设	/86
5.3.2	建筑轴线投测	/87
5.3.3	倾斜观测	/88
	思考题与习题 5	/90

第 6 章 全站仪基本操作及 GPS 测量简介 /91

6.1	全站仪及其基本操作	/91
6.1.1	概述	/91
6.1.2	全站仪的基本结构及功能	/92
6.1.3	全站仪的有关设置	/97
6.1.4	全站仪的操作	/99
6.1.5	全站仪使用时的注意事项	/110
6.2	全球卫星定位系统及其静态定位应用	/111
6.2.1	全球卫星定位系统简介	/111
6.2.2	全球卫星定位系统的组成	/112
6.2.3	卫星定位测量	/113
6.2.4	静态 GPS 数据处理软件介绍	/118
	思考题与习题 6	/122

第 7 章 建筑工程施工测量 /123

7.1	施工测量的基本工作	/123
7.1.1	施工测量概述	/123
7.1.2	建筑施工控制测量	/130
7.2	民用建筑施工放线测量	/139
7.2.1	概述	/139
7.2.2	民用建筑的定位	/144
7.2.3	建筑物细部放线	/145

7.2.4	建筑物基础工程施工测量	/147
7.2.5	建筑物墙体施工测量	/148
7.2.6	复杂建(构)筑物施工测量	/150
7.3	高层建筑的施工测量	/153
7.3.1	高层建筑施工测量的特点	/153
7.3.2	高层建筑施工测量的实施步骤	/153
7.3.3	滑模施工中的测量工作	/158
7.4	工业建筑定位放线测量	/159
7.4.1	厂房矩形控制网放样方案的制定及测设数据的计算	/159
7.4.2	厂房控制网的测设	/160
7.4.3	厂房外轮廓轴线和柱列轴线的测设	/162
7.4.4	厂房基础施工测量	/162
7.4.5	厂房预制构件安装测量	/169
7.4.6	钢结构工程中的施工测量	/173
	思考题与习题 7	/175

第 8 章 建筑物变形监测及竣工总平面图编绘 /177

8.1	建筑物变形监测概述	/177
8.1.1	建筑物变形监测的意义和特点	/177
8.1.2	建筑物变形监测的内容、方法及技术要求	/178
8.1.3	建筑物变形监测工作的一般规定	/180
8.2	垂直位移监测	/181
8.2.1	垂直位移监测基准网的建立	/181
8.2.2	垂直位移监测网的建立	/183
8.2.3	垂直位移监测的周期确定	/185
8.2.4	垂直位移监测的技术要求及观测方法	/185
8.2.5	沉降观测的成果整理	/186
8.2.6	沉降观测中遇到的现象及其处理方法	/188
8.3	建筑物及深基坑水平位移监测	/189
8.3.1	基准线法	/189
8.3.2	视准线小角法	/190
8.3.3	变形监测点设站法	/190
8.3.4	导线法和前方交会法测水平位移	/191
8.4	建筑物倾斜观测	/191
8.4.1	水准仪观测法	/191
8.4.2	经纬仪观测法	/191

8.4.3 悬挂垂球法	/192
8.5 挠度和裂缝观测	/192
8.5.1 挠度观测	/192
8.5.2 裂缝观测	/192
8.6 竣工测量及竣工总平面图的编绘	/194
8.6.1 概述	/194
8.6.2 竣工测量的内容	/194
8.6.3 竣工总平面图的编绘方法	/195
8.6.4 竣工总平面图的附件	/196
思考题与习题 8	/196

第 9 章 管道、道路及桥梁施工测量 /197

9.1 管道工程测量	/197
9.1.1 管道中线测量	/197
9.1.2 管道纵、横断面测量	/198
9.1.3 管道施工测量	/200
9.1.4 顶管施工测量	/204
9.1.5 管道竣工测量	/206
9.2 道路工程测量	/207
9.2.1 道路中线测量	/208
9.2.2 圆曲线的主点测设	/211
9.2.3 圆曲线的详细测设	/213
9.2.4 道路施工测量	/217
9.3 桥梁施工测量	/226
9.3.1 桥梁施工控制测量	/226
9.3.2 桥梁墩台中心测设	/229
9.3.3 桥梁施工测量	/231
9.3.4 涵洞施工测量	/233
9.3.5 桥梁变形观测	/234
思考题与习题 9	/237

参考文献	/239
-------------	------

第1章 绪论

学习目标

通过本章的学习,掌握测量及工程测量的概念,明确工程测量的基本任务与作用,了解测量基准面、基准线的定义及作用,认识测量工作中的平面坐标系及高程系,了解地面点的确定方法及基本测量方法。

1.1 建筑工程测量的任务与作用

1

工程测量学是研究在工程建设、工业和城市建设以及资源开发中,在规划、勘测设计、施工建设和运营管理各个阶段所进行的控制测量、地形和有关信息的采集和处理(即大比例尺地形图测绘)、地籍测绘、施工放样、设备安装、变形监测及分析和预报等,以及研究对测量和工程建设有关的信息进行管理和使用的学科,它是测绘学在国民经济和国防建设中的直接应用。

工程测量学是一门应用学科,按其研究对象,可分为建筑工程测量、铁路工程测量、公路工程测量、桥梁工程测量、隧道工程测量、水利工程测量、地下工程测量、管线(输电线、输油管)工程测量、矿山测量、军事工程测量、城市建设测量以及三维工业测量、精密工程测量、工程摄影测量等。

一般的工程建设分为规划设计、施工建设和运营管理三个阶段。其相应的工程测量任务也包括这三阶段所进行的各种测量工作。

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。建筑工程测量的测量手段主要包括测定和测设两方面。测定又称为地形测绘,是指使用测量仪器和工具,用一定的测绘程序和方法对地表或其上的局部地区的地形进行量测,计算出地物和地貌的位置(通常用三维坐标表示),按一定比例尺及规定的符号将其缩小绘制成地形图,供科学研究和工程建设规划设计使用。测设是使用测量仪器和工具,按照设计要求,采用一定的方法,将在地形图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。

建筑工程测量是指各种建(构)筑物在工程项目的勘察设计、施工及运营管理这三个阶段所进行的各项测量工作,其主要任务包括以下三个方面。

1. 规划设计阶段的大比例尺地形图测绘工作

把工程建设区域内的各种地面物体的位置、形状以及地面的起伏形态,依据规定的符号和比例尺绘制成地形图,为工程建设的规划设计提供必要的图纸和资料。

2. 工程建设施工阶段的施工测量工作

把图纸上已设计好的各种工程的平面位置和高程,按设计要求在地面上标定出来,作为施工的依据,并配合施工进行各种施工标志的测设工作,确保施工质量;施测竣工图,为工程验收、日后扩建和维修提供资料。

3. 工程施工及运营期间的变形观测工作

对于一些重要的工程,在施工和运营期间,为了确保安全,还需要进行变形观测工作。

总之,建筑工程测量工作是贯穿于建筑工程项目实施的整个过程的,这就要求从事工程建设的人员应具备必要的测量知识与技能,方能胜任相应的测量工作任务及岗位。

1.1.2 建筑工程测量的作用

建筑工程测量工作是建筑工程项目实施阶段中的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,贯穿于建筑工程项目实施的始终。

(1) 在工程建设勘察设计阶段,需测绘大比例尺地形图,以此为工程项目的勘察设计者提供规划设计所必需的大比例尺地形图和地形测绘相关基础数据资料。例如,在工程设计阶段,必须利用地形图进行总体规划和建筑设计等工作。

(2) 在工程项目的施工阶段,需要施工测量人员进行施工放样测量工作,以便将图纸上设计好的建(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。例如,在施工过程中的土方开挖、基础和主体工程施工所进行的平面定位及放线、抄平等施工测量工作;在施工中还要经常对施工对象和安装对象工作进行检验、校核等测量工作,以保证所建工程符合设计要求。

(3) 施工竣工后,还要进行竣工测量,施测竣工图,以供日后改建和维修之用。

(4) 在工程项目竣工后的运营阶段,为确保工程项目的安全使用,必须对运营中建(构)筑物进行变形监测及安全预报等测量工作。

由此可见,在工程建设项目实施的各个阶段都需要进行测量工作,而且测量的精度和速度将直接影响整个建设工程项目的质量与进度。因此,开展建设工程项目的各类工程技术人员必须掌握建筑工程测量的相关基本理论、基本知识和基本技能,掌握常规测量仪器及工具的使用方法,了解并掌握小地区大比例尺地形图的测绘方法,熟练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。

1.1.3 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,测量速度和质量将直接影响工程建设的实施进度和质量。对工程项目的建设而言,施工测量工作是一项非常细致且极为关键的技术工作,稍有不慎就会影响工程项目的实施进度,甚至会造成返工浪费。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) 爱护测量工具,正确使用仪器,并要定期维护和校验仪器。

(4) 认真做好测量记录工作,要做到内容真实、原始,书写清楚、整洁。

(5) 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

建筑工程测量是建筑工程技术专业的一门实践性极强的技能性的核心基础课程,同时,本课程还是本专业的后续专业课程的基础,施工测量技能是建筑工程技术专业的学生所必须掌握的核心能力。因此,要求学生通过教学达到“一知四会”的基本要求。

(1) 知原理:对测量的基本理论、基本原理要切实知晓并清楚。

(2) 会用仪器:掌握钢尺、水准仪、经纬仪和全站仪等常规测量仪器的使用方法。

(3) 会测量方法:掌握测量操作技能和方法。

(4) 会识图用图:能识读地形图并掌握地形图的基本应用方法和在工程建设中的应用方法。

(5) 会施工测量:重点掌握建筑工程施工测量相关技术,并能应用于工程建设实际工作中。

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。为了确定地面点的空间位置,需要建立测量坐标系。一个地面点的空间位置需要三个坐标量来表示,所以,确定地面点的空间位置的实质就是确定地面点在空间坐标系中的三维坐标。在小地区范围内进行测量工作时,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 来表达。

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 10 km 的区域范围内),可将这个区域的地球表面当做水平面,用平面直角坐标来确定地面点的平面位置,如图 1-1

所示。

测量工作中所定义的平面直角坐标系规定纵坐标轴为 X , 向北为正, 向南为负; 横坐标轴为 Y , 向东为正, 向西为负; 地面上某点 M 的平面位置可用 x_M 和 y_M 来表示。平面直角坐标系原点 O , 一般选在测区的西南角, 以便测区内所有点的平面坐标值均为正值。平面直角坐标系的象限从北东开始按顺时针方向依次为 I、II、III、IV 排列, 与数学上所定义的平面直角坐标的区别在于坐标轴的符号名称互换, 象限顺序相反, 其目的是便于将数学中的运算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圆球面上的位置, 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 点大地纬度 B 是过该点的法线(与旋转椭球面垂直的线)与赤道面的夹角。

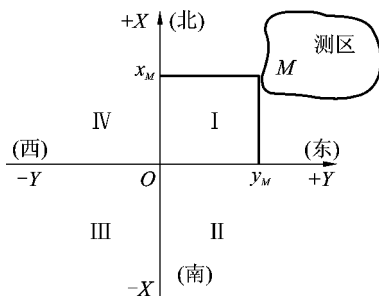


图 1-1 地面点平面位置表达

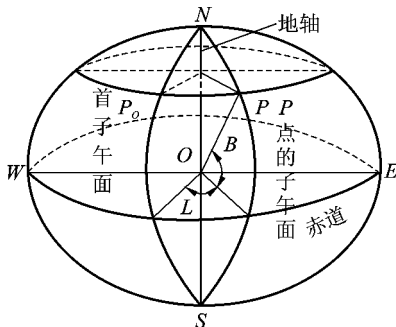


图 1-2 大地坐标系

大地经纬度是根据大地测量所测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

测量工作的实质是确定地面点的空间位置, 进而测定和推算地面的几何位置、地球的形状和大小, 并对地球整体及其表面的地物与地貌相对位置予以确定。由空间几何学可知, 地面点位需要三个量来描述, 并且需结合地球的形状及大小来具体研究。

测量学的主要研究对象是地球的自然表面, 但地球表面极不规则, 有高山、丘陵、平原、盆地、湖泊、河流和海洋。世界第一高峰珠穆朗玛峰高达 8 844.43 m, 而位于太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11 022 m。尽管有这样大的高低起伏, 但相对于地球庞大的体积和半径来说, 仍很微小, 可以忽略不计。地球的形状是极其复杂的, 通过长期的测绘工作和科学研究, 人们了解到地球是一个两极略扁的椭球体, 地球表面上海洋面积约占 71%, 陆地面积约占 29%。因此, 测量中把地球形状看成是由静止的海水面向陆地延伸并围绕整个地球所形成的某种形状。

地球表面任一质点都同时受到两个力的作用, 其一是地球自转产生的惯性离心力; 其二是整个地球质量产生的引力, 这两种力的合力称为重力。重力的作用线称为铅垂线。用细绳悬挂一个锤球, 其静止时所指示的方向即为悬挂点的铅垂方向。

地球上处于自由静止状态的水面称为水准面。从物理学知道,水准面是受地球重力影响形成的重力等位面,其特点是水准面上任意一点的铅垂线方向(即重力方向)都与该点的曲面相垂直。在地球表面重力作用空间,通过任何高度位置点的平面中会有有一个水准面,因此水准面有无数个。其中,把一个假想的、与不受风浪和潮汐影响的静止的平均海水面相重合并向陆地延伸且包围整个地球的特定重力等位面称为大地水准面。由该曲面所包裹起来地球体部分称为大地体,如图 1-3 所示。

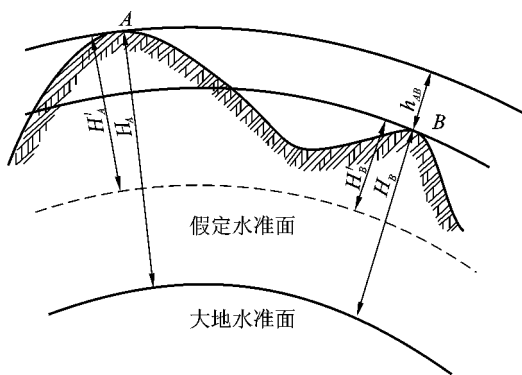


图 1-3 大地水准面

大地水准面和铅垂线是测量外业工作所依据的基准面和基准线。

我国以青岛观象山验潮站 1952—1979 年验潮资料确定的黄河平均海水面作为起算高程的基准面,称为“1985 年国家高程基准”。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 72.260 m,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 分别为地面点 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,称为地面点的相对高程。如图 1-3 所示, H'_A 、 H'_B 分别为地面点 A、B 的相对高程。

在建筑施工测量中,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(± 0.000)。建筑物某部位的标高是指某部位的相对高程,即某部位距底层室内地坪(± 0.000)的垂直间距。

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

由此看出,高差的大小与高程的起算面无关。

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 ($\Delta D = D' - D$) 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

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad \text{或} \quad \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-1)$$

根据地球半径 $R = 6\,371\text{ km}$ 及不同的距离 D 值, 代入式(1-1), 得到表 1-1 所列的结果。

由表 1-1 可见, 当 $D = 10\text{ km}$, 所产生的相对误差为 $1 : 1\,250\,000$ 。目前最精密的距离丈量时的相对误差为 $1 : 1\,000\,000$ 。因此, 可以得出结论: 在半径为 10 km 的圆面积内进行距离测量时, 可以用水平面代替水准面, 不考虑地球曲率对距离的影响。

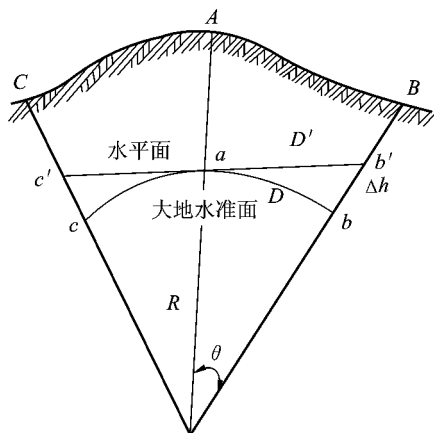


图 1-4 用水平面代替水准面

表 1-1

D/km	$\Delta D/\text{cm}$	$\Delta D/D$
10	0.8	$1 : 1\,250\,000$
20	6.6	$1 : 300\,000$
50	102	$1 : 49\,000$

2. 水平面代替水准面对高程的影响

如图 1-4 所示, $\Delta h = Bb - b'B$, 这是用水平面代替水准面对高程的测量影响值。其值为

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \quad (1-2)$$

用不同的距离代入式(1-2)中, 得到表 1-2 所列的结果。

表 1-2

D/km	0.2	0.5	1	2	3	4	5
$\Delta h/\text{cm}$	0.31	2	8	31	37	125	196

从表 1-2 可以看出, 用水平面代替水准面, 在距离 1 km 内就有 8 cm 的高程误差。由此可见, 地球曲率对高程的影响很大。在高程测量中, 即使距离很短, 也要考虑地球曲率对高程的影响。实际测量中, 应该通过改正计算或采用正确的观测方法来消除地球曲率对高程测量的影响。

1.2.4 确定地面点位的三个基本要素

如前所述, 地面点的空间位置是以地面点在投影平面上的坐标 X 、 Y 和高程 H 决定

的。在实际的测量中,如图 1-5 所示, B 、 C 、 D 、 E 各点的 X 、 Y 和 H 的值不能直接测定,而是通过测定水平角 $\beta_a, \beta_b, \dots$ 水平距离 $D_1, D_2, \dots$ 以及各点间的高差 h , 再根据已知点 A 的坐标、高程和 AB 边的方位角来计算的)。

由此可见,水平距离、水平角和高程是确定地面点位的三个基本要素。水平距离测量、水平角测量和高差测量是测量的三项基本工作。

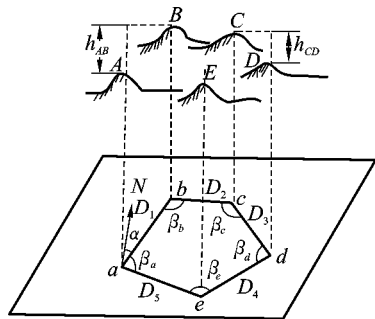


图 1-5 地面点的确定示例

1.3 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 1-6 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 $1, 2, 3, \dots$ 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,用低一级精度的仪器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。例如,图上在控制点 1 测定周围碎部点 $L, M, N, O, \dots$ 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。

建筑施工测量时,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。例如,图 1-6 中利用控制点 1、6 测设拟建的建筑物 R, Q, P 。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。

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,都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