

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

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

主 编 杨晓平 王云江

主 审 陈纲伦

副主编 高成民 曾学礼 马彩霞

参 编 文 学 宋秀虎

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/杨晓平 王云江 主编  
武汉:华中科技大学出版社,2006年2月  
ISBN 7-5609-3175-8

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

建筑工程测量

杨晓平 王云江 主编

责任编辑:曾 光 彭保林  
责任校对:吴 晗

封面设计:刘 卉  
责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社  
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉万卷鸿图科技有限公司  
印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×1092 1/16  
版次:2006年2月第1版  
ISBN 7-5609-3175-8/TU·53

印张:14.75  
印次:2006年2月第1次印刷

字数:342 000  
定价:26.00元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

## 内 容 提 要

本书是 21 世纪高职高专建筑工程技术系列规划教材之一。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。

全书共九章。其中第一章、第二章为测量的基础知识,地形图、建筑平面图的识读及应用,以及测量误差知识。第三章至第六章为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。第七章至第九章为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,在施工测量方法的讲述中重点突出全站仪在工程施工中的应用,以体现教材的时代性。

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。

## 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。

本书在内容上力求讲清基本概念,测量基础理论知识适度、够用,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,并能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。

教材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,以利学生及时复习和巩固已学知识。

本书由杨晓平、王云江主编,华中科技大学陈纲伦教授主审。杨晓平进行统稿和定稿工作,具体分工为:湖北城市建设职业技术学院杨晓平编写第五、六、七、八章,浙江建设职业技术学院王云江编写第一、九章,陕西咸阳管理学院高成民编写第二、三章,咸宁职业技术学院曾学礼编写第四章,其中第二章第二节有河北邯郸职业技术学院马彩霞编写,第六章第二节由湖北城市建设职业技术学院文学编写,第二章第一节由恩施职业技术学院宋秀虎编写。

在编写过程中,得到了编者所在学院、华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

2005.12.20

# 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| <b>第一章 绪论</b> .....               | (1)  |
| 第一节 建筑工程测量的任务与作用.....             | (1)  |
| 一、建筑工程测量的任务.....                  | (1)  |
| 二、建筑工程测量的作用.....                  | (2)  |
| 三、测量工作的要求.....                    | (2)  |
| 第二节 地面点位的确定.....                  | (3)  |
| 一、地面点平面位置的确定.....                 | (3)  |
| 二、地面点高程位置的确定.....                 | (3)  |
| 三、用水准面代替水准面的限度.....               | (4)  |
| 四、确定地面点位的三个基本要素.....              | (5)  |
| 第三节 测量工作的原则和程序.....               | (6)  |
| 思考题与习题.....                       | (8)  |
| <b>第二章 测量及建筑施工测量的基础知识</b> .....   | (9)  |
| 第一节 地形图、建筑总平面图的识读及地形图的应用.....     | (9)  |
| 一、地形图、规划图、施工总平面图的识读.....          | (10) |
| 二、直线定向的概念及方向的表达方法.....            | (19) |
| 三、地形图的基本应用.....                   | (21) |
| 四、地形图在工程施工的应用.....                | (24) |
| 第二节 测量误差的基本知识.....                | (27) |
| 一、测量误差及其来源.....                   | (27) |
| 二、测量误差的分类及偶然误差的基本规律.....          | (28) |
| 三、衡量测量成果的三种精度标准.....              | (29) |
| 思考题与习题.....                       | (30) |
| <b>第三章 水准测量与高程测设</b> .....        | (32) |
| 第一节 水准测量原理与水准仪的使用.....            | (32) |
| 一、水准测量的原理.....                    | (32) |
| 二、水准测量仪器及工具.....                  | (34) |
| 三、水准仪操作步骤.....                    | (39) |
| 四、地面两点的高差测量.....                  | (40) |
| 五、水准仪应满足的基本条件.....                | (41) |
| 第二节 水准路线测量.....                   | (42) |
| 一、水准路线.....                       | (42) |
| 二、水准路线布设及外业施测方法、数据记录工作中的注意事项..... | (44) |
| 三、水准路线测量成果处理方法.....               | (46) |

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 第三节 水准仪在建筑施工中的基本应用 .....              | (50) |
| 一、建筑标高与绝对高程的关系 .....                  | (50) |
| 二、施工场地上水准控制点位置的确定及高程测量 .....          | (51) |
| 三、已知高程的测设及建筑物 $\pm 0.000$ 的测设方法 ..... | (52) |
| 四、基础施工中基槽(坑)的抄平测量 .....               | (52) |
| 五、坡度线的测设 .....                        | (53) |
| 思考题与习题 .....                          | (55) |
| 第四章 钢尺量距及其在施工中的应用 .....               | (57) |
| 第一节 钢尺量距 .....                        | (57) |
| 一、概述 .....                            | (57) |
| 二、直线定线 .....                          | (59) |
| 三、普通钢尺量距方法 .....                      | (60) |
| 四、精密钢尺量距 .....                        | (63) |
| 第二节 钢尺在施工中的应用 .....                   | (65) |
| 一、一般方法 .....                          | (65) |
| 二、精密方法 .....                          | (66) |
| 思考题与习题 .....                          | (67) |
| 第五章 经纬仪角度测量及其在施工中的应用 .....            | (68) |
| 第一节 经纬仪的使用及角度测量方法 .....               | (68) |
| 一、角度测量原理 .....                        | (68) |
| 二、经纬仪结构及读数方法 .....                    | (70) |
| 三、经纬仪的使用 .....                        | (73) |
| 四、水平角和竖直角观测 .....                     | (74) |
| 五、经纬仪应满足的条件 .....                     | (76) |
| 六、角度观测注意事项 .....                      | (77) |
| 第二节 经纬仪图根导线测量 .....                   | (77) |
| 一、图根导线的定义及布设形式 .....                  | (77) |
| 二、图根导线测量的外业工作 .....                   | (78) |
| 三、图根导线测量的内业计算 .....                   | (79) |
| 第三节 经纬仪在施工测量中的基本运用 .....              | (85) |
| 一、已知水平角度的测设 .....                     | (85) |
| 二、建筑轴线投测 .....                        | (86) |
| 三、倾斜观测 .....                          | (87) |
| 思考题与习题 .....                          | (89) |
| 第六章 全站仪基本操作及 GPS 测量简介 .....           | (90) |
| 第一节 全站仪及其基本操作 .....                   | (90) |
| 一、概述 .....                            | (90) |
| 二、全站仪的基本结构及功能 .....                   | (91) |
| 三、全站仪的有关设置 .....                      | (95) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 四、全站仪的操作 .....                    | (98)  |
| 五、全站仪使用时的注意事项 .....               | (111) |
| 第二节 全球定位系统 GPS 简介及静态定位应用 .....    | (111) |
| 一、全球定位系统 GPS 简介 .....             | (111) |
| 二、GPS 系统的组成 .....                 | (112) |
| 三、GPS 静态定位在控制网中的应用 .....          | (113) |
| 四、静态 GPS 数据处理软件介绍 .....           | (116) |
| 思考题与习题 .....                      | (123) |
| <b>第七章 建筑工程施工测量</b> .....         | (124) |
| 第一节 施工测量的基本工作 .....               | (124) |
| 一、施工测量概述 .....                    | (124) |
| 二、建筑施工控制测量 .....                  | (128) |
| 第二节 民用建筑施工放线测量 .....              | (134) |
| 一、概述 .....                        | (134) |
| 二、民用建筑的定位 .....                   | (137) |
| 三、建筑物细部放线 .....                   | (139) |
| 四、建筑物基础工程施工测量 .....               | (141) |
| 五、建筑物墙体施工测量 .....                 | (142) |
| 六、复杂建(构)筑物施工测量 .....              | (144) |
| 第三节 高层建筑的施工测量 .....               | (147) |
| 一、高层建筑施工测量的特点 .....               | (147) |
| 二、高层建筑施工测量的实施步骤 .....             | (147) |
| 三、滑模施工中的测量工作 .....                | (151) |
| 第四节 工业建筑定位放线测量 .....              | (152) |
| 一、厂房矩形控制网放样方案制定及测设数据的计算 .....     | (152) |
| 二、厂房控制网的测设 .....                  | (154) |
| 三、厂房外轮廓轴线和柱列轴线的测设 .....           | (155) |
| 四、厂房基础施工测量 .....                  | (155) |
| 五、厂房预制构件安装测量 .....                | (162) |
| 六、钢结构工程中的施工测量 .....               | (165) |
| 思考题与习题 .....                      | (166) |
| <b>第八章 建筑物变形观测及竣工总平面图编绘</b> ..... | (168) |
| 第一节 建筑变形观测概述 .....                | (168) |
| 一、建筑物变形观测的意义和特点 .....             | (168) |
| 二、建筑物变形观测的内容及技术要求 .....           | (169) |
| 第二节 建筑物及深基坑垂直位移观测 .....           | (170) |
| 一、水准基点的布设及高精度水准网的建立 .....         | (170) |
| 二、沉降监测点的布设 .....                  | (171) |
| 三、沉降观测的周期确定 .....                 | (172) |



|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 四、沉降监测的技术要求及观测方法 .....        | (173)        |
| 五、沉降观测的成果整理 .....             | (173)        |
| 六、沉降观测中常遇到的问题及其处理 .....       | (175)        |
| 第三节 建筑物及深基坑水平位移测量 .....       | (176)        |
| 第四节 建筑物倾斜观测 .....             | (178)        |
| 第五节 挠度和裂缝观测 .....             | (179)        |
| 一、挠度观测 .....                  | (179)        |
| 二、裂缝观测 .....                  | (179)        |
| 第六节 竣工测量及竣工总平面图的编绘 .....      | (180)        |
| 一、概述 .....                    | (180)        |
| 二、竣工测量的内容 .....               | (181)        |
| 三、竣工总平面图的编绘方法 .....           | (181)        |
| 四、竣工总平面图的附件 .....             | (182)        |
| 思考题与习题 .....                  | (182)        |
| <b>第九章 管道、道路及桥梁施工测量 .....</b> | <b>(184)</b> |
| 第一节 管道工程测量 .....              | (184)        |
| 一、管道中线测量 .....                | (184)        |
| 二、管道纵、横断面测量 .....             | (185)        |
| 三、管道施工测量 .....                | (187)        |
| 四、顶管施工测量 .....                | (190)        |
| 五、管道竣工测量 .....                | (192)        |
| 第二节 道路工程测量 .....              | (194)        |
| 一、道路中线测量 .....                | (194)        |
| 二、圆曲线的主点测设 .....              | (198)        |
| 三、圆曲线的详细测设 .....              | (199)        |
| 四、道路施工测量 .....                | (204)        |
| 第三节 桥梁施工测量 .....              | (214)        |
| 一、桥梁施工控制测量 .....              | (214)        |
| 二、桥梁墩台中心测设 .....              | (216)        |
| 三、桥梁施工测量 .....                | (219)        |
| 四、涵洞施工测量 .....                | (221)        |
| 五、桥梁变形观测 .....                | (222)        |
| 思考题与习题 .....                  | (224)        |
| <b>参考文献 .....</b>             | <b>(226)</b> |

# 第一章 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工作方法。

## 第一节 建筑工程测量的任务与作用

工程测量学是一门在研究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，无论是工业与民用建筑、城镇建设、道路、桥梁、给排水管线等，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分，有建筑测量、城镇规划测量、道路桥梁测量、给排水工程测量等。

### 一、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。

## 二、建筑工程测量的作用

建筑测量是建筑施工中一项非常重要的工作，在建筑工程建设中有着广泛的应用，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，测绘地形图为规划设计提供各种比例尺地形图和测绘资料；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；在施工过程中的土方开挖、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，以供日后改建和维修之用；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与进度。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。

## 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、原始，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：熟悉钢尺、水准仪、经纬仪和平板仪、全站仪的使用。

(3) 会测量方法：掌握测量操作技能和方法。

(4) 会识图用图：能识读地形图和掌握地形图的应用。

(5) 会施工测量：重点掌握建筑工程施工测量内容。

## 第二节 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。

### 一、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 的面积内),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。象限从北东开始按顺时针方向依次为 I、II、III、IV 排列, 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地大地坐标。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(与旋转椭圆球面垂直的线)与赤道面的夹角。

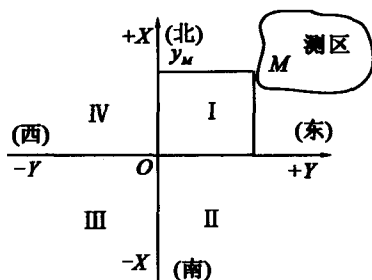


图1-1

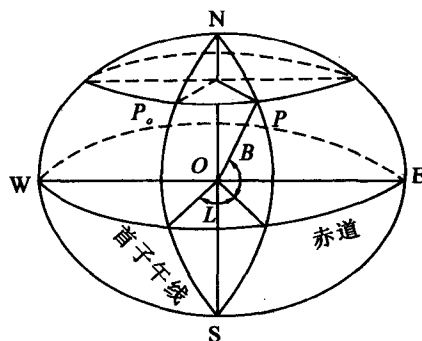


图1-2

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, 由此建立新的统一坐标系, 称为“1980 年国家大地坐标系”。

### 二、地面点高程位置的确定

地球自然表面很不规范, 有高山、丘陵、平原和海洋。海洋面积约占地表的 71%, 陆地约占 29%, 其中最高的珠穆朗玛峰高出海水面 8 844.43 m, 最低的马里亚纳海沟低于海水面 11 022 m。但是, 这样的高低起伏, 相对于地球半径 6 371 km 来说还是很小的。

地球上自由静止的水面称为水准面, 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。

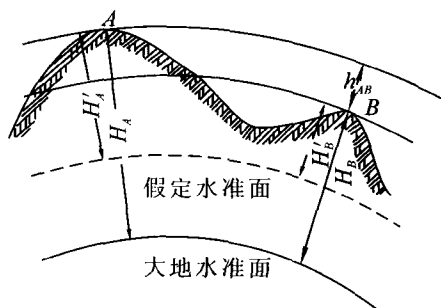


图1-3

我国以在青岛观象山验潮站 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。在测量中以大地水准面为测量的基准面, 又由于地面点的铅垂线与水准面相垂直, 铅垂线又是容易确定的, 因而地面点的铅垂线便作为测量的基准线。

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, 称为地面点的相对高程。如图 1-3 所示,  $H'_A$ 、 $H'_B$  即为地面点 A、B 的相对高程。

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 ( $\pm 0.000$ )。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 ( $\pm 0.000$ ) 的垂直间距。

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

由此看出, 高差的大小与高程的起算面无关。

### 三、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  $\Delta D (\Delta D = D' - D)$  是用水平面代替水准面对距离的影响值。它们与地球半径

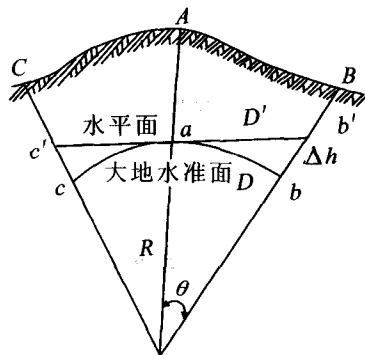


图1-4

$R$  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  $10\text{ km}$  的圆面积内进行距离测量, 可以用水平面代替水准面, 不考虑地球曲率对距离的影响。

表1-1

| $D/\text{km}$ | $\Delta D/\text{cm}$ | $\Delta D/D$ |
|---------------|----------------------|--------------|
| 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 所列结果。

表1-2

| $D/\text{km}$        | 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  $1\text{ km}$  内就有  $8\text{ cm}$  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。

## 四、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,  $X$ 、 $Y$  和  $H$  的值不能直接测定, 而是通过测定水平角  $\beta_a$ ,  $\beta_b$ , ... 水平距离  $D_1$ ,  $D_2$ , ... 以及各点间的高差  $h$ , 再根据已知点  $A$  的坐标、高程和  $AB$  边的方位角计算出  $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$  各点的坐标和高程(见图 1-5)。

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。

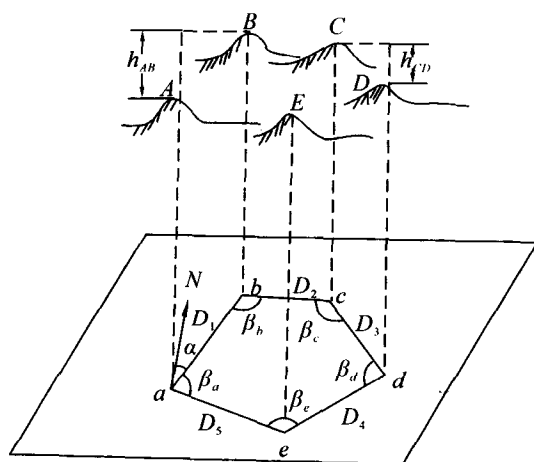


图1-5

### 第三节 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 1-6 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, … 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。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。例如，图中利用控制点 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。

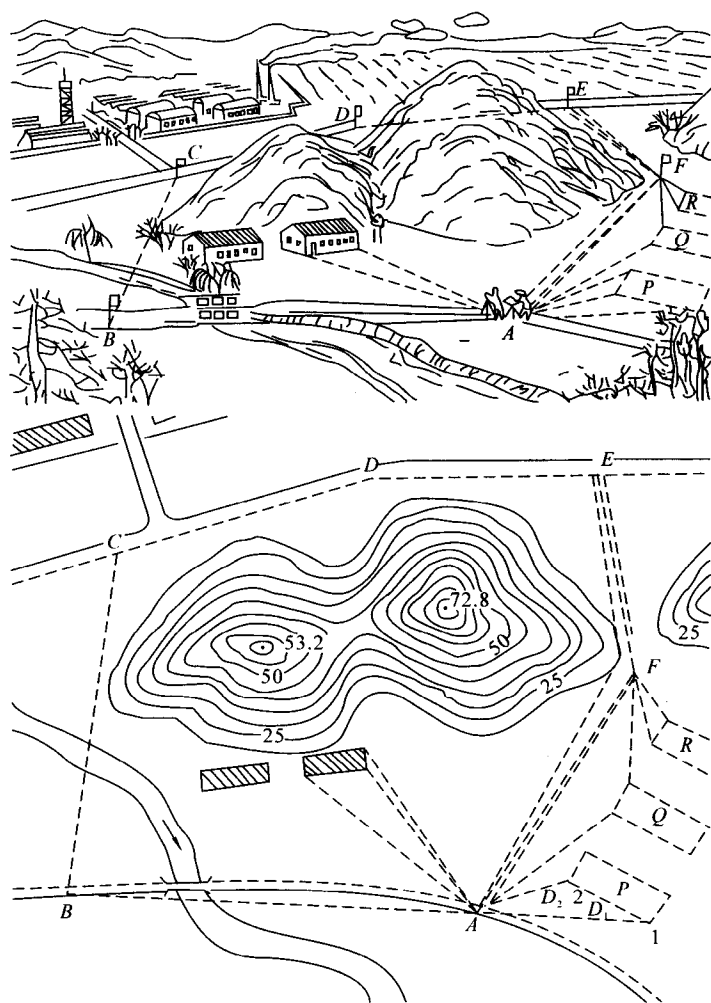


图1-6

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，然后再进行室内计算、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，然后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。



## 思考题与习题

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. 何谓大地水准面、1985 年国家高程基准、绝对高程、相对高程和高差？
4. 测量上的平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系有什么区别？
5. 确定地面点位置的三个基本要素是什么？测量的三项基本工作是什么？
6. 测量工作的原则和程序是什么？
7. 已知地面某点相对高程为  $21.580\text{ m}$ ，其对应的假定水准面的绝对高程为  $168.880\text{ m}$ ，则该点的绝对高程为多少？要求绘出示意图表示点位与基准面。