



人民交通出版社“十一五”  
高职高专土建类专业规划教材

# 建筑工程测量

主 编 王建干 赵雪云  
主 审 王光遐 潘朝辉



人民交通出版社  
China Communications Press



人民交通出版社“十一五”  
高职高专土建类专业规划教材

# 建筑工程测量

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| 主 编 | 王建干 | 赵雪云 |
| 副主编 | 吴聚巧 | 许尧芳 |
| 主 审 | 王光遐 | 潘朝辉 |



人民交通出版社

China Communications Press

## 内 容 提 要

本书共分为 10 章,其主要内容包括:绪论,水准测量,角度测量,距离测量与直线定向,测量误差基本知识,地形测量,测设的基本工作,工业与民用建筑施工测量,道路工程测量,以及管道工程测量等。

本书为职业技术学院建筑工程专业教材,也可供相关行业的工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目 (C I P) 数据

建筑工程测量/王建干等主编. —北京:人民交通出版社, 2007.9

ISBN 978-7-114-06290-2

I. 建… II. 王… III. 建筑测量 IV. TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 144889 号

书 名: 建筑工程测量

著 作 者: 王建干 赵雪云

责任编辑: 陈志敏 邵 江

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 17.25

字 数: 312 千

版 次: 2007 年 9 月 第 1 版

印 次: 2007 年 9 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06290-2

定 价: 35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



## 高职高专土建类专业规划教材编审委员会

### 主任委员

吴 泽(四川建筑职业技术学院)

### 副主任委员

危道军(湖北城建职业技术学院)

赵 研(黑龙江建筑职业技术学院)

李 进(济南工程职业技术学院)

韩 敏(人民交通出版社)

范文昭(山西建筑职业技术学院)

袁建新(四川建筑职业技术学院)

许 元(浙江广厦建设职业技术学院)

### 土建施工类分专业委员会主任委员

赵 研(黑龙江建筑职业技术学院)

### 工程管理类分专业委员会主任委员

袁建新(四川建筑职业技术学院)

### 委员 (以姓氏笔画为序)

马守才(兰州工业高等专科学校)

王 安(山东水利职业学院)

王延该(湖北城建职业技术学院)

田恒久(山西建筑职业技术学院)

刘志宏(江西建设职业技术学院)

朱玉春(河北建材职业技术学院)

张晓丹(河北工业职业技术学院)

李春亭(北京农业职业技术学院)

杨家其(四川交通职业技术学院)

邹德奎(哈尔滨铁道职业技术学院)

陈志敏(人民交通出版社)

侯洪涛(济南工程职业技术学院)

钟汉华(湖北水利水电职业技术学院)

黄国斌(徐州建筑职业技术学院)

韩家宝(哈尔滨职业技术学院)

蔡 东(广东建设职业技术学院)

毛燕红(九州职业技术学院)

王 强(北京工业职业技术学院)

王社欣(江西工业职业技术学院)

边亚东(中原工学院)

刘晓敏(黄冈职业技术学院)

张修身(陕西铁路工程职业技术学院)

李中秋(河北交通职业技术学院)

杨太生(山西建筑职业技术学院)

肖伦斌(绵阳职业技术学院)

闵 涛(湖南交通职业技术学院)

罗 斌(湖南工程职业技术学院)

战启芳(石家庄铁道职业技术学院)

曹明东(徐州建筑职业技术学院)

蒋晓燕(浙江广厦建设职业技术学院)

詹亚民(湖北城建职业技术学院)

谭 平(北京京北职业技术学院)

### 顾问

杨嗣信(北京双圆工程咨询监理有限公司)

侯君伟(北京建工集团)

谢建民(中国广厦控股集团)

陈德海(北京广联达软件技术有限公司)

### 秘书处

邵 江(人民交通出版社)



近年来我国职业教育蓬勃发展,教育教学改革不断深化,国家对职业教育的重视达到前所未有的高度。为了贯彻落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》的精神,提高我国土建领域的职业教育水平,培养出适应新时期职业需要的高素质人才,人民交通出版社深入调研,周密组织,在全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的热情鼓励和悉心指导下,发起并组织了全国四十余所院校一大批骨干教师,编写出版本系列教材。

本套教材以《高等职业教育土建类专业教育标准和培养方案》为纲,结合专业建设、课程建设和教育教学改革成果,在广泛调查和研讨的基础上进行规划和展开编写工作,重点突出企业参与和实践能力、职业技能的培养,推进教材立体化开发,鼓励教材创新,教材组委会、编审委员会、编写与审稿人员全力以赴,为打造特色鲜明的优质教材做出了不懈努力,希望以此能够推动高职土建类专业的教材建设。

本系列教材先期推出建筑工程技术、工程监理和工程造价三个土建类专业共计四十余种主辅教材,随后在2~3年内全面推出土建大类中7类方向的全部专业教材,最终出版一套体系完整、特色鲜明的优秀高职高专土建类专业教材。

本系列教材适用于高职高专院校、成人高校及二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的土建类各专业使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

人民交通出版社

2007年1月

# 前言

## QIANYAN

在从事建筑工程类专业测量学教学的过程中,我们常常感到缺乏一本适合本专业的测量学教材,长期以来,有这样两个问题困扰着我们:一是如何将测量学的理论和实践与建筑工程建设结合得更紧密,使测量技术更好地服务于建筑工程的建设;二是如何在教学中体现出建筑工程测量工作的系统性和可操作性?基于这样的思考,我们深入建筑工程施工现场进行调研,和现场施工技术人员进行探讨,并结合近年来测绘新技术、新方法和新设备,不断地改进课堂教学。在参考了众多同行专家论著的基础上,最后形成了本教材。

本教材编写中,我们始终注重以下几个方面,并使之成为本教材的主要特点:

1. 体现建筑工程测量知识的系统性。全书既有测量的基本知识和技能,又有测定和测设的专门知识和技能。

2. 建筑工程测量论述体现可操作性。通过例题说明建筑工程测量的具体过程、方法和步骤。

3. 注重建筑工程测量理论和实践教学环节,以求实效。通过习题和题库练习巩固所学理论知识;通过操作实验和综合训练熟练掌握基本技能。

4. 适当结合新技术。对于与建筑工程相关的一些测绘新仪器、新技术和新方法作了相应的介绍,以便于学生今后更快、更好地应用这些新技术。

参加本教材编写的人员有:浙江广厦建设职业技术学院王建干(第1章、第2章、试题库、实训)、山西建筑职业技术学院赵雪云(第3章)、浙江广厦建设职业技术学院王晓平(第4章、第5章、第7章)、河北交通职业技术学院吴聚巧(第6章)、浙江广厦建设职业技术学院许尧芳(第8章)、山西建筑职业技术学院李永琴(第9章、第10章)、浙江广厦建设职业技术学院宁先平



(实验)。最后由王建干对全书进行了统稿。

本书承蒙北京测量学会王光遐和天津市建筑工程职工大学潘朝辉审阅,在逐字逐句地审阅过程中,提出了不少意见和改进建议,特此致谢!

由于我们水平有限,书中一定有不少缺点和错误,谨请读者批评指正,我们的电子信箱为:wjg211@mail.guangshaxy.com。

编者

2007年6月

# 目 录 MULU

|                       |    |
|-----------------------|----|
| <b>第一章 绪论</b> .....   | 1  |
| 第一节 建筑工程测量的任务.....    | 1  |
| 第二节 地面点位的确定.....      | 2  |
| 第三节 用水平面代替水准面的限度..... | 8  |
| 第四节 测量工作概述.....       | 9  |
| 第五节 相关法律与法规 .....     | 10 |
| 复习思考题 .....           | 10 |
| <b>第二章 水准测量</b> ..... | 12 |
| 第一节 水准测量原理 .....      | 12 |
| 第二节 水准测量的仪器和工具 .....  | 13 |
| 第三节 水准仪的使用 .....      | 17 |
| 第四节 水准测量的方法 .....     | 19 |
| 第五节 水准测量的成果计算 .....   | 23 |
| 第六节 微倾式水准仪的检定 .....   | 27 |
| 第七节 水准测量误差与注意事项 ..... | 30 |
| 复习思考题 .....           | 32 |
| <b>第三章 角度测量</b> ..... | 35 |
| 第一节 水平角测量原理 .....     | 35 |
| 第二节 光学经纬仪 .....       | 36 |
| 第三节 经纬仪的使用 .....      | 43 |
| 第四节 水平角测量 .....       | 45 |
| 第五节 竖直角测量 .....       | 49 |
| 第六节 经纬仪的检定 .....      | 52 |
| 第七节 角度测量误差及注意事项 ..... | 55 |
| 复习思考题 .....           | 58 |





|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>第四章 距离测量与直线定向</b>   | 61  |
| 第一节 钢尺量距               | 61  |
| 第二节 视距测量               | 71  |
| 第三节 光电测距               | 74  |
| 第四节 直线定向               | 79  |
| 第五节 全站仪简介              | 82  |
| 复习思考题                  | 86  |
| <b>第五章 测量误差基本知识</b>    | 87  |
| 第一节 测量误差及其分类           | 87  |
| 第二节 衡量精度的标准            | 91  |
| 第三节 算术平均值及其中误差         | 93  |
| 复习思考题                  | 97  |
| <b>第六章 地形测量</b>        | 98  |
| 第一节 小区域控制测量            | 98  |
| 第二节 地形图的基本知识           | 116 |
| 第三节 大比例尺地形图的测绘         | 122 |
| 第四节 地形图的应用             | 129 |
| 复习思考题                  | 141 |
| <b>第七章 测设的基本工作</b>     | 145 |
| 第一节 测设的基本工作            | 145 |
| 第二节 点的平面位置测设           | 150 |
| 第三节 坡度线测设              | 154 |
| 复习思考题                  | 156 |
| <b>第八章 工业与民用建筑施工测量</b> | 158 |
| 第一节 建筑场地施工控制测量         | 158 |
| 第二节 民用建筑施工测量           | 163 |
| 第三节 高层建筑施工测量           | 172 |
| 第四节 工业建筑施工测量           | 176 |
| 第五节 烟囱施工测量             | 182 |
| 第六节 建筑物的沉降观测与倾斜观测      | 184 |
| 第七节 竣工总平面图的编绘          | 192 |
| 复习思考题                  | 194 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| <b>第九章 道路工程测量</b> .....     | 196 |
| 第一节 概述.....                 | 196 |
| 第二节 道路中线测量.....             | 197 |
| 第三节 纵横断面测量及土石方工程量计算.....    | 207 |
| 第四节 道路工程施工测量.....           | 214 |
| 复习思考题.....                  | 219 |
| <b>第十章 管道工程测量</b> .....     | 221 |
| 第一节 概述.....                 | 221 |
| 第二节 管道工程施工测量.....           | 221 |
| 复习思考题.....                  | 227 |
| <b>附录 《建筑工程测量》试题库</b> ..... | 229 |

# 第一章 绪论

## 第一节 建筑工程测量的任务

### 一 测量学的概念

测量学是研究三维空间中各种物体的形状、大小、位置、方向和其分布的学科。它的内容包括测定和测设两部分。

(1)测定是指使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列特征点的测量数据,或将地球表面的地物和地貌缩绘成地形图。测定也称测绘或测图。

(2)测设是指用一定的测量方法将设计图纸上规划设计好的建筑物位置,在实地标定出来,作为施工的依据。测设也称放样或放线。

测定和测设的工作程序和内容相反。前者把地上实物测到图纸上,后者将设计蓝图测到实地上,它们彼此是逆过程。

测量学按照研究对象及采用的技术不同,可分为以下几个分支学科:大地测量学、摄影测量与遥感学、地图制图学、海洋测绘学、普通测量学、工程测量学。工程测量学的内容很广泛,如建筑工程测量、公路测量、铁路测量、矿山测量、水利工程测量。

### 二 建筑工程测量的任务

建筑工程测量是测量学的一个重要组成部分。它是研究建筑工程在勘测设计、施工和运营管理阶段所进行的各种测量工作的理论、技术和方法的学科。它



的主要任务是：

### (1) 测绘大比例尺地形图

把工程建设区域内的各种地面物体的位置和形状，以及地面的起伏状态，依照规定的符号和比例尺绘成地形图，为工程建设的规划设计提供必要的图纸和资料。

### (2) 建筑物的施工测量

把图纸上已设计好的建(构)筑物，按设计要求在现场标定出来，作为施工的依据；配合建筑施工，进行各种测量工作，以保证施工质量；开展竣工测量，为工程验收、日后扩建和维修管理提供资料。具体包括建立施工场地的施工控制网、建筑场地的平整测量、建(构)筑物的定位、放线测量、基础工程的施工测量、主体工程的施工测量、构件安装时的定位测量和标高测量、施工质量的检验测量、竣工图测量。

### (3) 建筑物的变形观测

对于一些重要的建(构)筑物，在施工和运营期间，为了确保安全，应定期对建(构)筑物进行变形观测。

测量工作贯穿于工程建设的整个过程，是一项先导性的工作。测量工作的质量直接关系到工程建设的速度和质量。

## 第二节 地面点位的确定

### 一 地球的形状和大小

地球是自然球体，其表面是不平坦和不规则的，有高达 8 844.43m 的珠穆朗玛峰，也有深至 11 022m 的马利亚纳海沟，虽然它们高低起伏悬殊，但与半径为 6 371km 的地球比较，相对起伏还是很小的。另外，地球表面海洋面积约占 71%，陆地面积仅占 29%。因此，地球表面的大部分被水所包围。

#### 1. 水准面和水平面

水准面：处处与重力方向线垂直的连续曲面，如静止时的广阔水面（海洋或湖泊等）。高低不同的水准面有无数个，水准面是曲面，而不是平面。与水准面相切的平面，称为水平面。

#### 2. 大地水准面

人们设想以一个静止不动的海水面延伸穿越陆地，形成一个闭合的曲面包围了整个地球称为大地水准面，即与平均海水面相吻合的水准面。它是测量工

作的基准面,是绝对高程的起算面,大地水准面上的绝对高程均为零。由大地水准面所包围的形体,称为大地体。

### 3. 铅垂线

重力的方向线称为铅垂线,它是测量工作的基准线,高程的大小必须沿铅垂线方向来衡量,高斯平面坐标的投影方向也必须是铅垂线方向。在测量工作中,取得铅垂线的方法如图 1-1 所示。

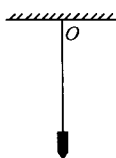


图 1-1 铅垂线

### 4. 地球椭球体

由于地球内部质量分布不均匀,致使大地水准面成为一个有微小起伏的复杂曲面,如图 1-2a)所示。参考椭球面是接近大地水准面,可用数学式表示的椭球面,可作为测量计算工作基准面。一般都选用参考椭球面来代替地球总的形状。参考椭球面是由椭圆 NWSE 绕其短轴 NS 旋转而成的,又称旋转椭球体,如图 1-2b)所示。

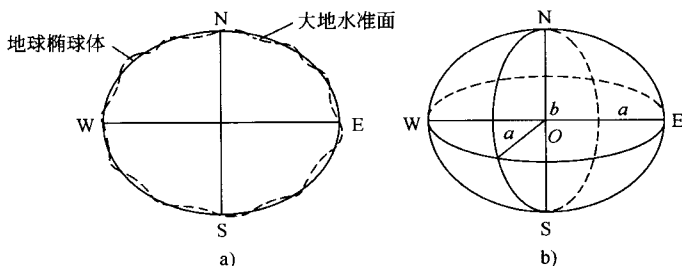


图 1-2 大地水准面与地球椭球体

a)大地水准面;b)参考椭球面

决定地球椭球体形状和大小的参数:椭圆的长半径  $a$ ,短半径  $b$  和扁率  $\alpha$ 。

其关系式为:

$$\alpha = (a - b) / a \quad (1-1)$$

我国目前采用的地球椭球体的参数值为: $a=6\,378\,140\text{m}$ , $b=6\,356\,755\text{m}$ , $\alpha=1:298.257$ 。

由于地球椭球体的扁率  $\alpha$  很小,当测量的区域不大时,可将地球看作半径为  $R=(2a+b)/3=6\,371\text{km}$  的圆球。

由于地球半径较大,在小范围内(以  $10\text{km}$  为半径区域内)进行平面位置测量工作时,可以用水平面代替大地水准面。

综上所述,人们对地球的认识过程为:自然球体→大地体→地球椭球体→球



体→局部平面。

## 确定地面点位的方法

测量工作的实质是确定地面点的位置,而地面点的空间位置须由三个参数来确定,即该点在大地水准面上的投影位置(两个参数: $\lambda$ 、 $\varphi$ 或 $x$ 、 $y$ )和该点的高程 $H$ (一个参数)。

### 1. 地面点在大地水准面上的投影位置

地面点在大地水准面上的投影位置,可用地理坐标、高斯平面直角坐标和独立平面直角坐标表示。

(1)地理坐标:是用经度 $\lambda$ 和纬度 $\varphi$ 表示地面点在大地水准面上的投影位置,由于地理坐标是球面坐标,不便于直接进行各种计算。

(2)高斯平面直角坐标:利用高斯投影法建立的平面直角坐标系,称为高斯平面直角坐标系。在广大区域内确定点的平面位置,一般采用高斯平面直角坐标。1980年以前,我国的国家坐标系统称为“1954年北京坐标系”;1980年以后,我国的国家坐标系统称为“1980年国家大地坐标系”,以陕西省泾阳县永乐镇某点为坐标原点进行大地定位。

高斯投影法是将地球划分成若干带,然后将每带投影到平面上。

如图1-3所示,投影带是从首子午线(通过英国格林尼治天文台的子午线)起,每隔经度 $6^\circ$ 划分一带,称为 $6^\circ$ 带,将整个地球划分成60个带。带号从首子午线起自西向东编, $0^\circ\sim 6^\circ$ 为第1号带, $6^\circ\sim 12^\circ$ 为第2号带,……。位于各带中央的子午线,称为中央子午线,第1号带中央子午线的经度为 $3^\circ$ ,任意号带中央子午线的经度 $\lambda_0$ ,可按式(1-2)计算。

$$\lambda_0 = 6^\circ N - 3^\circ \quad (1-2)$$

式中: $N$ —— $6^\circ$ 带的带号。

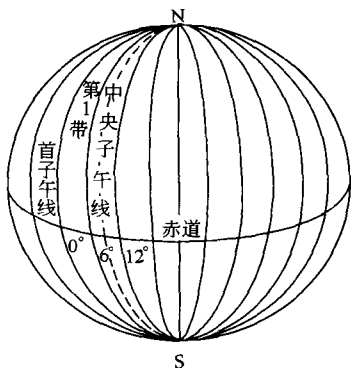


图1-3 高斯平面直角坐标的分带

我们把地球看作圆球,并设想把投影面卷成圆柱面套在地球上,如图1-4所示,使圆柱的轴心通过圆球的中心,并与某 $6^\circ$ 带的中央子午线相切。将该 $6^\circ$ 带上的图形投影到圆柱面上。然后,将圆柱面沿过南、北极的母线 $KK'$ 、 $LL'$ 剪开,并展开成平面,这个平面称为高斯投影平面。中央子午线和赤道的投影是两条互相垂直的直线。

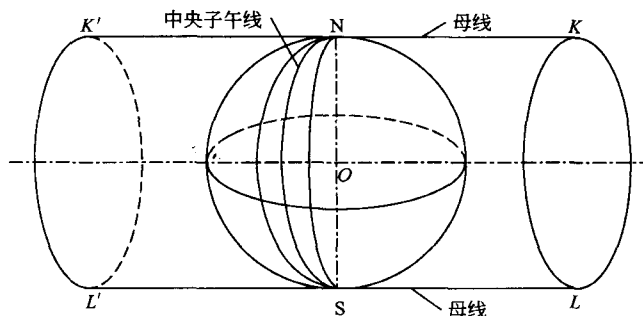


图 1-4 高斯平面直角坐标的投影

规定:中央子午线的投影为高斯平面直角坐标系的纵轴  $x$ , 向北为正;赤道的投影为高斯平面直角坐标系的横轴  $y$ , 向东为正;两坐标轴的交点为坐标原点  $O$ 。由此建立了高斯平面直角坐标系,如图 1-5 所示。

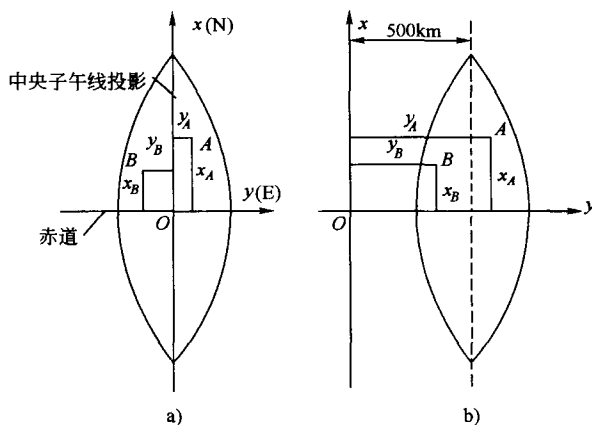


图 1-5 高斯平面直角坐标

a) 坐标原点西移前的高斯平面直角坐标; b) 坐标原点西移后的高斯平面直角坐标

地面点的平面位置,可用高斯平面直角坐标  $x$ 、 $y$  来表示。由于我国位于北半球,  $x$  坐标均为正值,  $y$  坐标则有正有负,如图 1-5a) 所示,  $y_A = +136\,780\text{m}$ ,  $y_B = -272\,440\text{m}$ 。为了避免  $y$  坐标出现负值,将每带的坐标原点向西移  $500\text{km}$ ,如图 1-5b) 所示,纵轴西移后:

规定在横坐标值前冠以投影带带号。如 A、B 两点均位于第 20 号带,则:

$$y_A = 20\,636\,780\text{m}, y_B = 20\,227\,560\text{m}$$



当要求投影变形更小时,可采用  $3^\circ$  带投影。如图 1-6 所示,  $3^\circ$  带是从东经  $1^\circ 30'$  开始,每隔经度  $3^\circ$  划分一带,将整个地球划分成 120 个带。每一带按前面所叙方法,建立各自的高斯平面直角坐标系。各带中央子午线的经度  $\lambda'_0$ ,可按式(1-3)计算。

$$\lambda'_0 = 3^\circ n \quad (1-3)$$

式中:  $n$ —— $3^\circ$  带的带号。

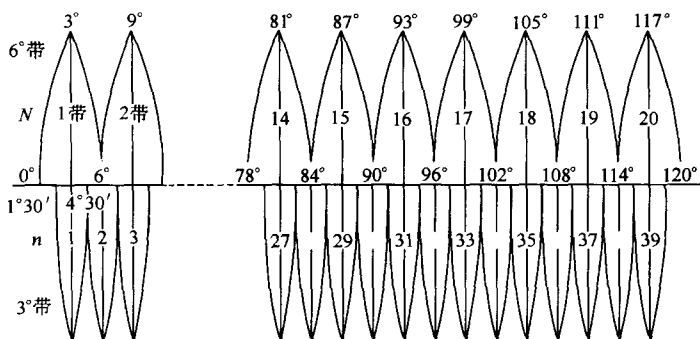


图 1-6 高斯平面直角坐标系  $6^\circ$  带投影与  $3^\circ$  带投影的关系

(3) 独立平面直角坐标: 在局部区域内确定点的平面位置, 可以采用独立平面直角坐标。当测区范围较小时, 可以用测区中心点  $a$  的水平面来代替大地水准面, 如图 1-7 所示。在这个平面上建立的测区平面直角坐标系, 称为独立平面直角坐标系。

如图 1-7 所示, 在独立平面直角坐标系中, 规定南北方向为纵坐标轴, 记作  $x$  轴,  $x$  轴向北为正, 向南为负; 以东西方向为横坐标轴, 记作  $y$  轴,  $y$  轴向东为正, 向西为负; 坐标原点  $O$  一般选在测区的西南角, 使测区内各点的  $x$ 、 $y$  坐标均为正值; 坐标象限按顺时针方向编号, 如图 1-8 所示, 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。

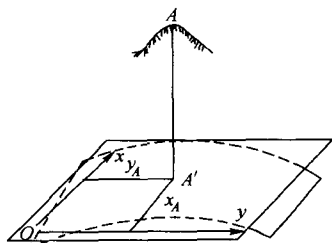


图 1-7 独立平面直角坐标系

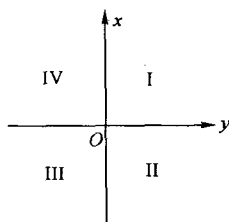


图 1-8 坐标象限



## 2. 地面点的高程

(1)绝对高程:地面点到大地水准面的铅垂距离,称为该点的绝对高程,简称高程,用  $H$  表示。如图 1-9 所示,地面点  $A$ 、 $B$  的高程分别为  $H_A$ 、 $H_B$ 。

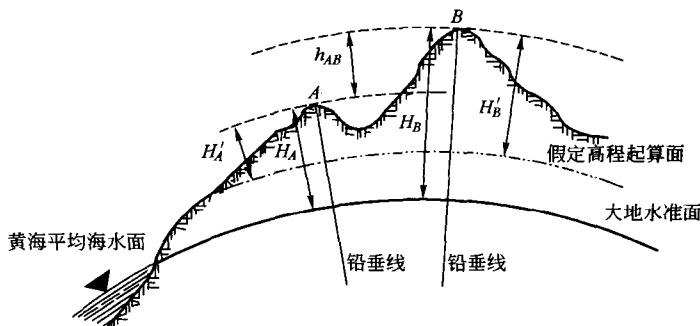


图 1-9 高程和高差

目前,我国采用的是“1985 年国家高程基准”,在青岛建立了国家水准原点,其高程为 72.260m(1985 前我国采用的是“1956 年黄海高程系”,测得水准原点高程为 72.289m)。

(2)相对高程:地面点到假定水准面的铅垂距离,称为该点的相对高程或假定高程。如图 1-9 中, $A$ 、 $B$  两点的相对高程为  $H'_A$ 、 $H'_B$ 。在建筑施工测量中,常选用底层室内地坪面为该工程任何点相对高程起算的基准面,记为  $\pm 0$ 。建筑物某部位的标高,系指某部位的相对高程,即某部位距室内地坪的铅垂距离。

(3)高差:地面两点间的高程之差,称为高差,用  $h$  表示。在图 1-9 中, $A$ 、 $B$  两点的高差也可理解为过  $A$ 、 $B$  两点各作同心圆后,其半径之差。高差有方向和正负。

$A$ 、 $B$  两点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-4)$$

当  $h_{AB}$  为正时, $B$  点高于  $A$  点;当  $h_{AB}$  为负时, $B$  点低于  $A$  点,当  $h_{AB}$  为零时, $B$  点和  $A$  点一样高。由公式(1-4)看出高差的大小与高程起算面无关。

$B$ 、 $A$  两点的高差为:

$$h_{BA} = H_A - H_B = H'_A - H'_B \quad (1-5)$$

$A$ 、 $B$  两点的高差与  $B$ 、 $A$  两点的高差,绝对值相等,符号相反,即:

$$h_{AB} = -h_{BA} \quad (1-6)$$

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。