

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

JIANZHU GONGCHENG CELIANG

建筑工程测量



聂俊兵

赵得思

主编



黄河水利出版社

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

建筑工程测量

主 编 聂俊兵 赵得思
副主编 王新鹏 张晓平 黄 慧
主 审 周建郑

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书是根据全国高职高专建筑工程技术专业规划教材编写委员会制定的编写规划,针对高职高专的特点,突出工学结合的特色而编写的。全书共分六篇二十章,内容主要包括:测量理论基础、现代测绘仪器设备、地形图测绘及应用、建筑施工测量、建筑物变形观测和房地产测绘及地籍调查。

本书主要适用于测量学、土木工程测量、建筑工程测量等课程教学用书,也可供有关专业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程测量/聂俊兵,赵得思主编. —郑州:黄河水利出版社,2010.2

全国高职高专建筑工程技术专业规划教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 757 - 6

I. ①建… II. ①聂…②赵… III. ①建筑测量 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ①TU198

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 214994 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:17.25

字数:420 千字

印数:1—4 100

版次:2010 年 2 月第 1 版

印次:2010 年 2 月第 1 次印刷

定价:31.00 元

前 言

《建筑工程测量》全书的内容突破传统的编排方式,主要分为测量理论基础、现代测绘仪器设备、地形图测绘、建筑施工测量、建筑物变形观测和房地产测绘及地籍调查六部分。

第一篇是测量理论基础。包括测量误差及误差传播律、工程控制测量、各类测量工作的基本理论和基本方法。在安排这部分内容的时候没有介绍相关仪器的功能结构使用方法,而是把这部分内容单独安排在第二篇。

第二篇是现代测绘仪器设备。首先介绍水准器,它提供了外业测量的基准线,是各类测量仪器设备不可缺少的必备部件,然后分别介绍钢尺、水准仪、经纬仪、全站仪、GPS 以及激光铅垂仪、激光扫描仪、电子水准仪、电子经纬仪等现代测量仪器设备的结构功能和使用方法。

第三篇是地形图测绘及应用。内容包括地图概述、地形图测绘和地形图应用。

第四篇是建筑施工测量。包括建筑施工测量、装修施工测量、线路工程测量三部分。由于建筑类专业一般没有开设工程测量这门课,但目前又有很多毕业生在从事高速公路、高速铁路、市政工程等线路工程方面的工作,因此增加了这部分内容。

第五篇是建筑物变形观测。随着大型工程项目(西气东输、南水北调、跨海大桥、高速公路铁路、水利枢纽设施、奥运场馆、城市标志建筑等)的建设,变形观测的项目越来越多,越来越受到重视,因此把它作为单独的一部分来列出。主要介绍了建筑物(构筑物)的沉降观测、水平位移观测、挠度和裂缝观测、深基坑变形观测以及竣工总平面图的编绘方法。

第六篇是房地产测绘及地籍调查。主要是为了满足部分院校的需求,拓宽专业视野,适应就业市场的变化而酌情增加的。

全书的内容是按照组件式、模块化的思想来安排的,各个院校可以根据自己的教学大纲和教学侧重点来选择相关的学习内容。

本书编写人员及编写分工如下:甘肃工业职业技术学院赵得思(第一章、第七章、第八章)、安徽工业经济职业技术学院王新鹏(第二章、第三章)、石家庄职业技术学院聂俊兵(第四章、第十一章、第十三章、第二十章)和刘丽巧(第五章、第六章)、石家庄地质职工大学王福增(第九章、第十章)、安徽工业经济职业技术学院陈永芳(第十二章)、濮阳职业技术学院黄慧(第十四章、第十七章)、漯河职业技术学院张晓平(第十五章、第十六章)、黄河勘测规划设计有限公司赵静(第十八章、第十九章)。全书由聂俊兵、赵得思担任主编,由聂俊兵负责全书的统稿,由黄河水利职业技术学院周建郑主审。

本书在编写的过程中,参阅了大量的文献,引用了同类书刊中的一些资料,首先在此谨向有关作者表示谢意!感谢各位参编老师的辛勤努力,同时感谢卢路娟、韩会娇两位同志为本书出版所做的工作,在此一并感谢其他所有人的关心和支持。

由于作者水平有限,虽然在编写过程中做了大量工作,但书中仍难免有错漏和不当之处,恳切希望使用本书的教师和广大读者对本书提出宝贵意见。

编 者
2009 年 8 月

目 录

前 言

第一篇 测量理论基础

第一章 概 论	(1)
第一节 测量学	(1)
第二节 建筑工程测量概述	(6)
小 结	(10)
习题与思考题	(11)
第二章 测量误差的基本知识	(12)
第一节 测量误差概述	(12)
第二节 衡量精度的指标	(14)
第三节 误差传播律	(16)
第四节 研究误差理论的意义	(19)
小 结	(20)
习题与思考题	(20)
第三章 控制测量概述	(21)
第一节 控制测量的基本概念	(21)
第二节 平面控制测量	(23)
第三节 高程控制测量	(26)
第四节 控制测量的发展趋势	(26)
小 结	(29)
习题与思考题	(30)
第四章 测量基本方法	(31)
第一节 距离测量	(31)
第二节 高程测量	(37)
第三节 四等水准测量	(46)
第四节 方向测量	(49)
第五节 角度测量	(53)
第六节 坐标测量	(58)
第七节 基线测量	(59)
第八节 导线测量	(60)
小 结	(67)
习题与思考题	(67)

第二篇 现代测绘仪器设备

第五章 水准器	(68)
第一节 水准器	(68)
第二节 仪器的整平及对中	(69)
第三节 水准器与视准轴的检验与校正	(71)
小 结	(74)
习题与思考题	(74)
第六章 钢 尺	(75)
第一节 钢尺检定	(75)
第二节 钢尺量距的精密方法	(76)
小 结	(79)
习题与思考题	(80)
第七章 水准仪	(81)
第一节 水准仪的结构	(81)
第二节 水准仪的使用方法	(83)
第三节 水准仪的检验与校正	(85)
小 结	(86)
习题与思考题	(86)
第八章 经纬仪	(87)
第一节 经纬仪的结构	(87)
第二节 经纬仪的使用方法	(89)
第三节 经纬仪的检验与校正	(90)
小 结	(94)
习题与思考题	(94)
第九章 全站仪	(95)
第一节 全站仪的结构与功能	(95)
第二节 全站仪的使用	(98)
第三节 坐标测量的基本方法	(101)
第四节 全站仪的检验与校正	(102)
小 结	(103)
习题与思考题	(103)
第十章 GPS	(104)
第一节 全球定位系统	(104)
第二节 GPS 定位原理与方法	(106)
第三节 其他卫星导航系统	(108)
小 结	(109)
习题与思考题	(109)

第十一章 其他测绘仪器设备	(110)
第一节 激光铅垂仪	(110)
第二节 激光扫描仪	(112)
第三节 电子水准仪	(113)
第四节 电子经纬仪	(114)
小 结	(117)
习题与思考题	(117)

第三篇 地形图测绘及应用

第十二章 地图及地形图的测绘	(118)
第一节 地图概述	(118)
第二节 地形图测绘	(119)
第三节 地貌测绘	(123)
第四节 地物测绘	(128)
第五节 地形图的拼接、检查与整饰	(130)
小 结	(132)
习题与思考题	(132)
第十三章 地形图分析与地形图应用	(133)
第一节 地形图识图	(133)
第二节 地图分析	(135)
第三节 地形图的应用	(140)
小 结	(147)
习题与思考题	(147)

第四篇 建筑施工测量

第十四章 放样的基本工作	(148)
第一节 已知距离、角度、高程的放样	(148)
第二节 点的坐标放样	(151)
第三节 已知坡度直线的测设	(153)
小 结	(155)
习题与思考题	(155)
第十五章 建筑及线路施工测量	(157)
第一节 概 述	(157)
第二节 建筑施工场地的控制测量	(158)
第三节 民用建筑施工测量	(162)
第四节 高层建筑施工测量	(175)
第五节 工业建筑施工测量	(179)
第六节 竣工总平面图的编绘	(188)
小 结	(190)
习题与思考题	(191)

第十六章 装修施工测量	(192)
小 结	(196)
习题与思考题	(196)
第十七章 线路工程测量	(197)
第一节 线路工程测量概述	(197)
第二节 中线测量	(198)
第三节 圆曲线的测设	(203)
第四节 纵横断面的测量	(209)
第五节 道路施工测量	(216)
第六节 管道施工测量	(220)
小 结	(225)
习题与思考题	(225)

第五篇 建筑物变形观测

第十八章 建筑物变形观测	(226)
第一节 建筑物变形观测概述	(226)
第二节 建筑物的沉降观测	(227)
第三节 建筑物的位移观测	(235)
第四节 建筑物的挠度和裂缝观测	(239)
第五节 深基坑工程变形测量	(240)
第六节 深基坑工程变形监测案例	(244)
小 结	(248)
习题与思考题	(249)

第六篇 房地产测绘及地籍调查

第十九章 房地产测绘	(250)
第一节 房地产测绘的概述	(250)
第二节 房产调查	(251)
第三节 房地产测量	(254)
第四节 房产面积测算	(257)
小 结	(258)
习题与思考题	(259)
第二十章 地籍调查	(260)
第一节 地籍概述	(260)
第二节 地籍调查	(261)
第三节 地籍测量	(262)
小 结	(266)
习题与思考题	(266)
参考文献	(267)

第一篇 测量理论基础

第一章 概 论

通过本章学习,要明确测量学的定义,了解测量学的基本概念,掌握确定地面点位的要素,理解测量学基准线、基准面及观测量,并对测量工作在建筑工程项目各个工作阶段的主要测量任务、测量的基本原则等有初步认识。

第一节 测量学

测量学是研究地球表面的形状和大小以及确定地面点之间相对位置的科学。

一、地球形状和大小

测量工作是在地球表面进行的,所以必须了解地球的形状和大小。地球表面约 71% 的面积被海洋覆盖,虽有高山和深海,但这些高低起伏与地球半径相比是很微小的,可以忽略不计。所以,人们设想有一个不受风浪和潮汐影响的静止海水面,向陆地和岛屿延伸形成一个封闭的曲面,这个曲面就是大地水准面,大地水准面所围成的空间形体被称为大地体。长期测量实践表明,大地体近似于一个旋转椭球体,如图 1-1 所示。为了便于用数学模型来描述地球的形状和大小,测绘工作便取大小与大地体非常接近的旋转椭球体作为地球的参考形状和大小,因此旋转椭球体又称为参考椭球体,它的外表面又称为参考椭球面,如图 1-2 所示。我国目前采用的参考椭球体的参数为:

长半径 $a = 6\,378\,140\text{ m}$

短半径 $b = 6\,356\,755\text{ m}$

扁率 $\alpha = (a - b)/a = 1/298.257$

由于参考椭球体的扁率很小,所以在测量精度要求不高的情况小,可以把地球看做是圆球,其半径为 6 371 km。

二、地面点位的确定

测量工作的根本任务是确定地面点空间位置。确定地面点空间位置通常是求出该点的球面位置或投影在水平面上的平面位置(坐标)以及该点到大地水准面的铅垂距离(高程)。如图 1-3 所示,设想将地面上高度不同的 A、B、C、D、E 五个点分别沿铅垂线方向投影到大地

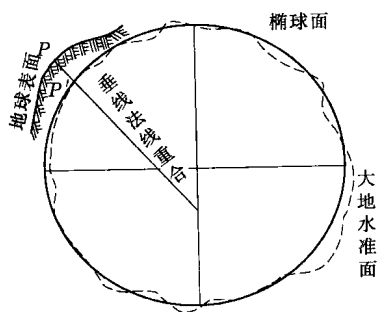


图 1-1 旋转椭球体

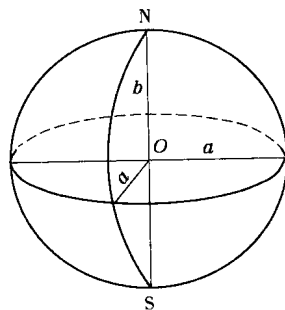


图 1-2 参考椭球面

水准面 P' 上,得到相应的投影点 a, b, c, d, e ,这些点分别表示地面点在球面上的相应位置。

如果在测区的中央作水平面 P 与大地水准面 P' 相切,过 A, B, C, D, E 各点的铅垂线与水平面相交于 a, b, c, d, e ,这些点便代表地面点在水平面上的相应位置。由此可见,地面点的空间位置可以用点在水准面或水平面上的平面位置及点到大地水准面的铅垂距离来确定。

(一) 地面点的高程

地面点到大地水准面的铅垂距离称为绝对高程,又称海拔。

我国的高程是以青岛验潮站 1953 ~ 1979 年验潮资料确定的黄海平均水面为基准,并在青岛建立了国家水准原点,其高程为 72.260 m,称为“1985 年国家高程基准”。

地面两点间绝对高程之差称为高差,用 h 表示。图 1-4 中 A, B 两点的绝对高程分别为 H_A, H_B ,则 A, B 两点高差为 $h_{AB} = H_B - H_A$ 。

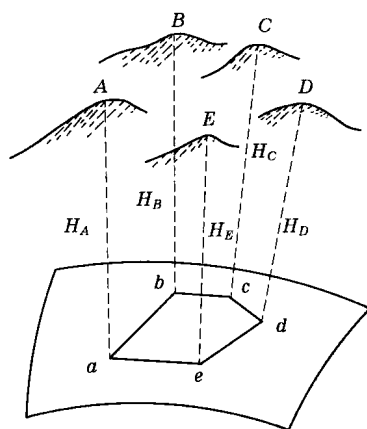


图 1-3 地面点的相对位置

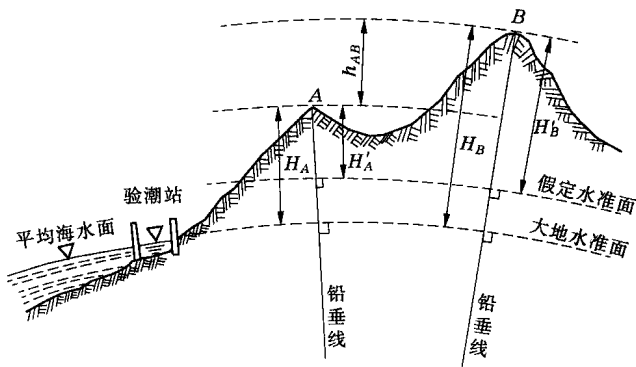


图 1-4 高程和高差

局部地区采用国家高程基准有困难时,也可以假定一个水准面作为高程起算面,地面点

到假定水准面的铅垂距离称为该点的相对高程。 H'_A 、 H'_B 分别表示 A 、 B 两点的相对高程。地面两点之间相对高程之差也称为高差,用 h 表示,则 A 、 B 两点之间的高差为 $h_{AB} = H'_B - H'_A$ 。

A 、 B 两点之间的高差用绝对高程、相对高程表示,分别为 $h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$,如图 1-4 所示,说明相邻两点绝对高差与相对高差值相等。

这样,如果某项工程建设远离已知高程的国家控制点,则指定工区某个固定点并假设其高程,则工区其他各个工程点的高程均以与指定点的相对高差为准,计算其相对高程。将来如果需要,只需要与国家高程控制点进行联测,再换算成绝对高程就可以了。

(二) 地面点的坐标

1. 地理坐标

地理坐标按坐标所依据的基本线和基本面的不同以及求坐标方法的不同可分为天文地理坐标和大地地理坐标两种。

1) 天文地理坐标

天文地理坐标又称天文坐标,是表示地面点在大地球水准面上的位置,用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示。如图 1-5 所示, PP_1 为地球的自转轴(简称地轴)。 P 为北极, P_1 为南极。过地面上任一点的铅垂线与地轴 PP_1 所组成的平面称为该点的子午面,子午面与球面的交线称为子午线(或称经线)。 F 点的经度 λ ,是过 F 点的子午面 $PFKP_1O$ 与首子午面 PMP_1O (国际公认的通过英国格林尼治天文台的子午面为计算经度的起始面)所组成的夹角(二面角),自首子午线向东或向西计算,数值为 $0^\circ \sim 180^\circ$,在首子午线以东者为东经,以西者为西经。同一子午线上各点的经度相同。

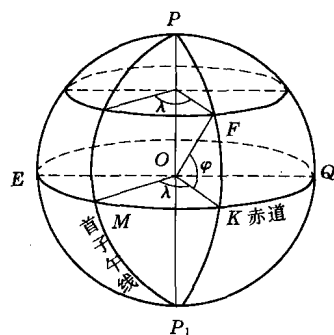


图 1-5 天文地理坐标系

垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬线,垂直于地轴的平面并通过球心 O 与地球表面相交的纬线称为赤道。 F 点的纬度,是 F 点的铅垂线 F_0 与赤道平面 $EMKQO$ 之间的夹角,自赤道起向南或向北计算,数值为 $0^\circ \sim 90^\circ$,在赤道以北为北纬,以南为南纬。经度 λ 和纬度 φ 的值是用天文测量方法测定的。例如,我国首都北京中心地区的概略天文坐标为东经 $116^\circ 24'$,北纬 $39^\circ 54'$ 。

2) 大地地理坐标

大地地理坐标又称大地坐标,是表示地面点在旋转椭球面上的位置,用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。如图 1-6 所示, F 点的大地经度 L ,就是包含 F 点的子午面和首子午面所夹的二面角; F 点的大地纬度 B ,就是过 F 点的法线(与旋转椭球面垂直的线)与赤道面的夹角。大地经度、纬度是根据一个起始的大地点(大地原点,该点的大地经纬度与天文经纬度一致)的大地坐标,再按大地测量所得的数据推算而得的。我国以陕西省泾阳县

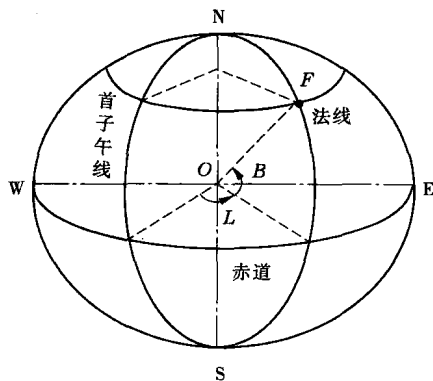


图 1-6 大地地理坐标

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”(又称“1980 西安坐标系”)。

2. 平面直角坐标系

1) 地区平面直角坐标

当测量的范围较小时,可以把该测区的地表一小块球面当做平面。将坐标原点选在测区西南角,使坐标值均为正值,以该地区中心的子午线为纵轴方向,建立该地区的独立平面直角坐标系。

测量工作中所用的平面直角坐标与解析几何中所介绍的基本相同,只是测量工作以 x 轴为纵轴,一般用它表示南北方向,以 y 轴为横轴,表示东西方向(见图 1-7),这是由于在测量工作中以极坐标表示点位时其角度值是以北方为准按顺时针方向计算的夹角,而数学中则是从横轴按逆时针计算的缘故;把 x 轴与 y 轴纵横互换后,全部平面三角学公式同样能在测量计算中应用。为了使施工计算方便,测量上用的平面直角坐标的原点有时是假设的。假设原点的位置则有意设置在测区的西南部,这样,可使测区内各点的 x 、 y 值均为正。

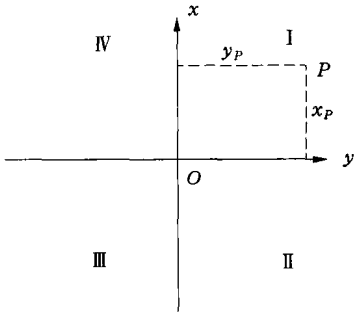


图 1-7 测量平面直角坐标

2) 高斯平面直角坐标系

我国是采用高斯投影的方法。首先是将地球按经线划分成带,称为投影带。投影带是从首子午线起,每隔经度 6° 划为一带(称为 6° 带),自西向东将整个地球划分为 60 个带。带号从首子午线开始,位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线(或称主子午线),用阿拉伯数字 1,2,3,...表示,第 N 带的中央子午线经度 λ_0 可按下式计算

$$\lambda_0 = 6^\circ N - 3^\circ \tag{1-1}$$

式中 N ——投影带号,如图 1-8 所示。

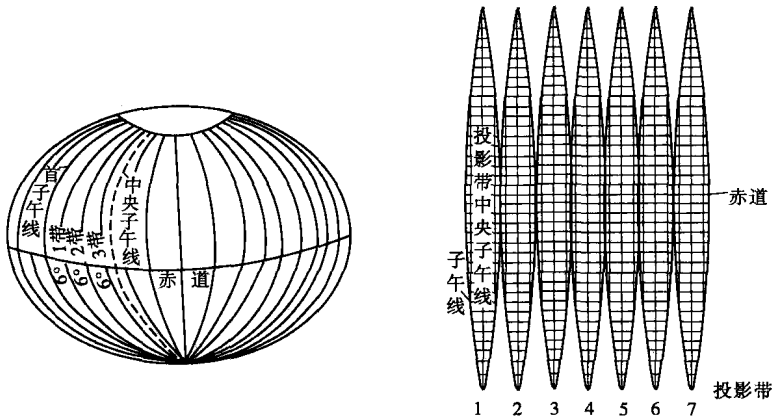


图 1-8 地球椭球投影分带

投影时设想取一个空心圆柱体与地球椭球投影分带球体的某一中央子午线相切,在球面图形与柱面图形保持等角的条件下,将球面上图形投影在圆柱面上,然后将圆柱体沿着通

过南北极的母线切开,并展开成为平面,如图 1-9 所示。中央高斯平面直角坐标子午线与赤道为互相垂直的直线。

投影后,以中央子午线为坐标纵轴 x ,以赤道为坐标横轴 y ,两轴的交点作为坐标原点,组成高斯平面直角坐标系统,如图 1-9 所示。

在坐标系内,规定 x 轴向北为正, y 轴向东为正。我国位于北半球, x 坐标值为正, y 坐标则有正有负,为避免出现负值,将每带的坐标原点向西移 500 km,则每点的横坐标值均为正值: $y_A = 500\,000 + 37\,680 = 537\,680(\text{m})$, $y_B = 500\,000 - 34\,240 = 465\,760(\text{m})$ 。

为了根据横坐标值能够确定某点位于哪一个 6° 带内,则在横坐标值前冠以带的编号。例如,A 点位于第 20 带内,则其横坐标值 y_a 为 20 537 680 m。

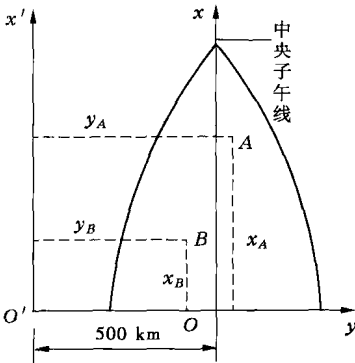


图 1-9 高斯平面直角坐标系

三、地球表面曲率对测量工作的影响

水准面是一个曲面,曲面上的图形投影到平面上,总会产生一定的变形。在局部范围内,如果把一小块水准面当做平面,其产生的变形不超过测量和制图误差的容许范围就可以用水平面代替水准面。

以下讨论以水平面代替水准面对距离和高程测量的影响,以便明确可以代替的范围,或必要时加以改正。

(一) 水准面曲率对水平距离测量的影响

如图 1-10 所示,设球面 P 与水平面 P' 在 A 点相切, A, B 两点在球面上的弧长为 S ,在水平面上的距离为 S' ,球的半径为 R ,取为 6 371 km,并以不同的 S 值代入式(1-2),则可得出距离误差 ΔS 和相对误差 $\Delta S/S$,如表 1-1 所示。

$$\Delta S = S^3/3R^2 \tag{1-2}$$

由表 1-1 可知,当距离为 10 km 时,以水平面代替水准面所产生的距离相对误差为 1:120 万,这样微小的误差,就是在地面上进行最精密的距离测量也是容许的,对于制图则更可以容许。因此,在半径为 10 km 的范围内,即面积约 300 km² 内,以水平面代替水准面所产生的距离误差可以忽略不计。

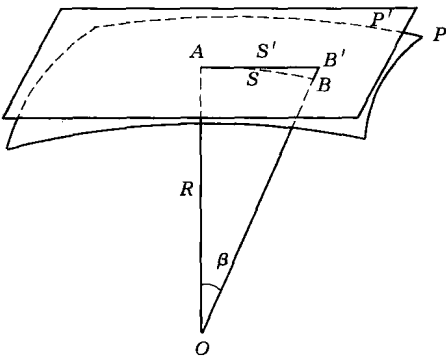


图 1-10 水平面代替水准面的影响

表 1-1 水平面代替水准面的距离误差和相对误差

距离 $S(\text{km})$	距离误差 $\Delta S(\text{cm})$	相对误差 $\Delta S/S$
10	0.8	1:1 200 000
25	12.8	1:200 000
50	102.7	1:49 000
100	821.2	1:12 000

(二) 水准面曲率对高程测量的影响

在图 1-10 中, A 、 B 两点在同一水准面上, 其高程应相等。 B 点投影到水平面上得 B' 点, 则 BB' 即为水平面代替水准面产生的高程误差。 设 $BB' = \Delta h$, 则 $(R + \Delta h)^2 = R^2 + S'^2$, 即 $2R\Delta h + \Delta h^2 = S'^2$, 化简后可得

$$\Delta h = S'^2 / (2R + \Delta h) \quad (1-3)$$

式(1-3)中, 用 S 代替 S' , 同时 Δh 与 $2R$ 相比可略而不计, 则 $\Delta h = S^2 / (2R)$, 以不同的距离 S 代入式(1-3), 则得相应的高程误差值(见表 1-2)。

由表 1-2 可知, 以水平面代替水准面, 在 1 km 的距离上高程误差就有 8 cm。 因此, 当进行高程测量时, 应顾及水准面曲率(又称地球曲率)的影响。

表 1-2 水平面代替水准面的高程误差

$S(\text{km})$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	5	10
$\Delta h(\text{cm})$	0.08	0.3	0.7	1.3	2	8	31	196	785

第二节 建筑工程测量概述

一、测量工作

测量工作的主要目的是确定点的位置, 即坐标和高程。 但在实际工作中, 常常不是直接测量点的坐标和高程, 而是测量已知点与待定点之间以及待定点相互之间的几何位置关系, 即距离、水平角和高程, 然后根据已知点的坐标和高程来计算待定点的坐标和高程。

如图 1-11 所示, 地面点在水平面上的投影是 a 、 b 。 在实际工作中, 并不是直接测出它们的坐标和高程, 而是通过实际观测, 得到水平角 β_1 、 β_2 和平距 D_1 、 D_2 , 再根据已知点 I、II 的坐标、方向, 就可以推算出 a 、 b 点的坐标。

欲求 a 、 b 点的高程, 则要测量出高差 h_{Ia} 、 h_{ab} , 然后推算出 a 、 b 点的高程。 所以, 测定地面点高程主要是测量高差。

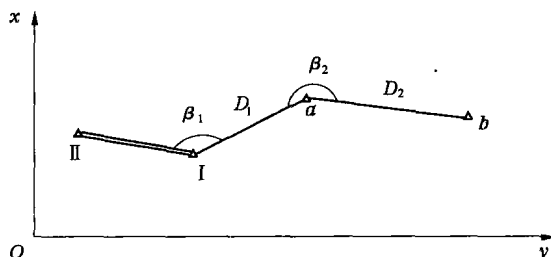


图 1-11 地面点的投影

可见, 测定地面点的坐标主要是测量水平距离和水平角, 测定地面点的高程主要是测量高差、距离、水平角和高程, 是确定地面点位的三个基本要素。 因此, 距离测量、角度测量、高差测量是测量工作的基本内容。

距离、角度和高差这些量称为基本观测量。 基本观测量可用一个简单而明显的例子如

图 1-12 所示的立方体中的一些量来表示。

(一) 距离

水平距离为位于同一水平面内两点之间的距离(如 BC_1 、 BA)，倾斜距离为位于不同水平面内两点之间的距离(如 BC 、 BA_1)。

(二) 角度

水平角 β 为水平面内两条直线间的夹角(如 $\angle C_1BA$)，垂直角 α 为位于同一竖直面内水平线与倾斜线之间的夹角(如 $\angle CBC_1$)。

(三) 高差

高差为两点间的垂直距离(如 AA_1 、 CC_1)。

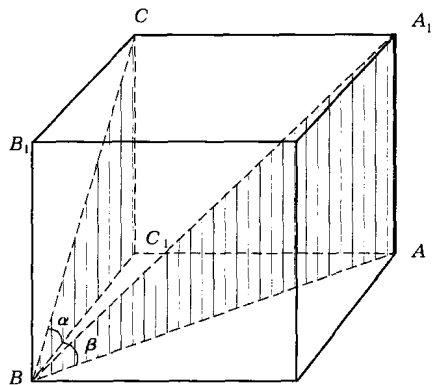


图 1-12 基本观测量

建筑工程测量学是运用测量学的基本原理和方法为各类建筑工程服务的一门学科。建筑工程测量的工作内容包括测定和测设两个部分。测定是指使用各种测量仪器和工具通过实地测量和计算，把地球表面缩绘成地形图，供科学研究、国防建设和经济建设规划设计使用。测设是将图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置在地面上标定出来，作为施工的依据。

二、测量在建筑工程各阶段的任务

测量工作贯穿工程建设的整个过程，在勘察设计、施工建设和运营阶段的任务是：

(1) 在勘测设计阶段，要测绘各种比例尺的地形图，供选择厂址及管道路线之用，供总平面图设计及竖向设计之用。

(2) 在施工阶段，要将设计的建筑物和管线等的平面位置与高程测设于实地，作为施工的依据。

(3) 进行竣工测量，施测竣工图，供日后扩建和维修之用。

(4) 竣工运营后，对某些大型及重要的建筑物还需要进行变形观测，以保证建筑物的安全使用。

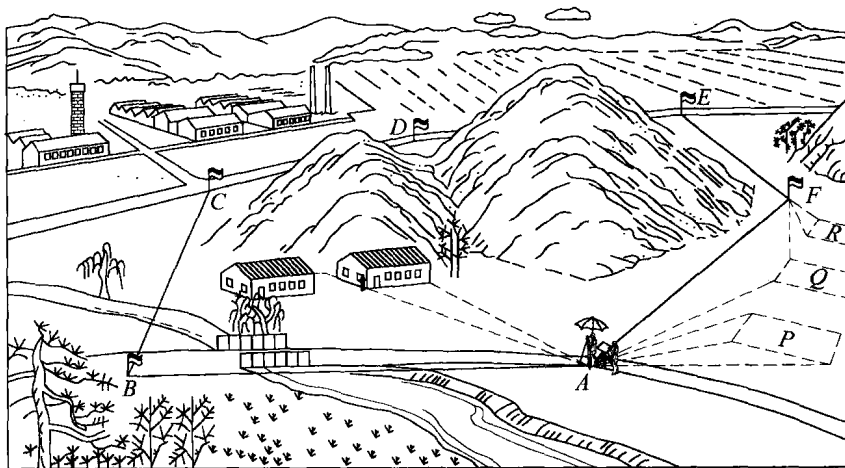
建筑工程测量的主要任务是测绘地形图和施工放样。

三、建筑工程测量的基本原则

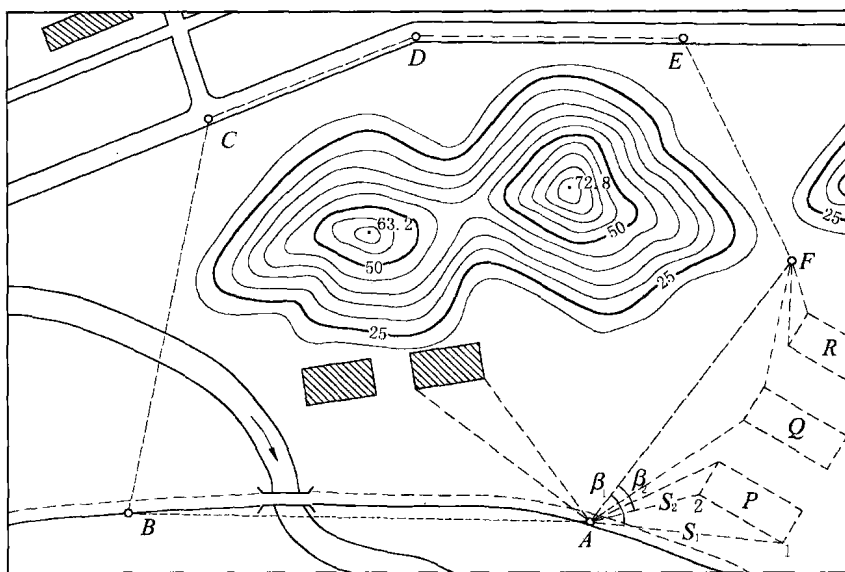
地球表面的外形是复杂多样的，在测量工作中将其分为地物和地貌两大类。地面上的物体(如河流、道路、房屋等)称为地物，地面的高低起伏称为地貌。地物和地貌统称为地形。

测图时，要在某一点上测绘该地区所有的地物和地貌是不可能的。如图 1-13(a)中的 A 点，在该点只能测量附近的地物和地貌，对位于山后面的部分以及较远的地物就观测不到，因此需要在若干点上分区施测，最后才能拼接成一幅完整的地形图(见图 1-13(b))。实际工作时应采用如下工作程序：首先用较严密的方法、较精密的仪器测定一些控制点(A、B、C、D、E 和 F)，以保证整体的精度，再根据控制点施测周围的地物和地貌。在布局上要按照“由整体到局部”开展测量工作。

进行建筑工程测量时，需要测定(或测设)许多特征点(也称碎部点)的坐标和高程。如



(a)



(b)

图 1-13 控制和地形测量

果从一个特征点开始到下一个特征点逐点进行施测,虽可得到 F 一个点的位置,但由于测量中不可避免地存在误差,会导致前一点的测量误差传递到下一点,这样累计起来可能会使点位误差达到不可容许的程度。另外,逐点传递的测量效率很低,因此测量工作在精度上必须按照“由高级到低级”的原则进行。

在次序上“先控制后碎部”也是测量工作应遵循的基本原则之一。也就是先在测区内选择一些有控制作用的点(称为控制点),把它们的坐标和高程精确地测定出来,然后分别以这些控制点为基础,测定出附近碎部点的位置。这种方法不但可以减少碎部点测量误差积累,而且可以同时在各个控制点上进行碎部测量,提高工作效率。

在控制测量或碎部测量工作中都有可能发生错误,小错误影响成果质量,严重错误则造成返工浪费,甚至造成不可挽回的损失。为了避免出错,测量工作就必须遵循“前步工作未做检核,不进行下一步工作”的原则。

因此,测量工作应遵循的原则是:在布局上“由整体到局部”,在精度上“由高级到低级”,在次序上“先控制后碎部”,同时还要坚持步步检核的原则。

四、控制测量

遵照“先控制后碎部”的测量程序,为了测绘地形图,必须先进行控制测量。控制测量分为平面控制测量与高程控制测量。

由一系列平面控制点构成平面控制网。以连续折线形式构成的平面控制网,如图 1-14(a)中的 $A-B-C-D-E-F$,称为导线,这些点称为导线点,测量导线边的长度 S_{AB} 、 S_{BC} 、 $\cdots$ 和导线边之间的转折角 β_A 、 β_B 、 $\cdots$ 称为导线测量。由控制点构成的连续三角形,称为三角网,这些点称为三角点,如图 1-14(b)所示。在三角网中测量基线 S_{AB} 、 S_{EF} 及三角形各个内角 α_1 、 β_1 、 γ_1 、 α_2 、 β_2 、 γ_2 等。通过导线测量或三角网测量,可以计算出各个平面控制点的坐标(x, y)。

高程控制网一般为由一系列水准点构成的水准网或将三角网、导线网同时作为高程控制网。一般用水准测量或三角高程测量的方法测定高程控制点的高程(H)。

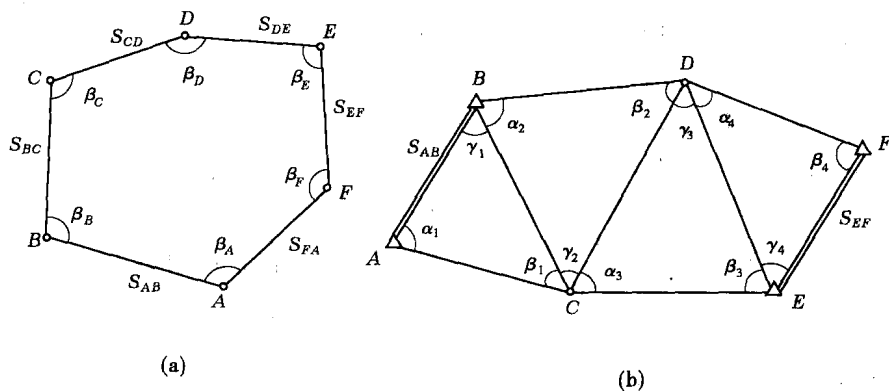


图 1-14 平面控制网

五、地形测量

在控制测量的基础上就可以进行碎部测量。如图 1-15 所示,首先按控制点 A 、 B 、 $\cdots$ 的坐标值(x, y),在图纸上展绘各点位置,然后依相应的控制点测绘周围的地物和地貌。例如,在控制点 A ,先使图纸上的 a 点对准地面上相应的 A 点(对点),把图板放水平(整平),并使图纸上的 ab 方向和地面 AB 方向一致(定向),最后固定图板。测定 A 点附近的房屋位置时,可从图纸上的点向房屋的三个墙角 1、2、3 画三条方向线,同时量出地面上 A_1 、 A_2 、 A_3 的水平距离,在相应的方向线上按比例分别量出 a_1 、 a_2 、 a_3 ,这样就得到了图上的 1、2、3 点。通常,房屋是矩形的,可以用推平行线的方法绘出另一个墙角,这样就在图上测定了这幢房屋的平面位置。依此类推,在逐个控制点上测绘其他地物。在地面高低起伏的地方,根据控