

高等学校试用教材

房 地 产 测 绘

顾孝烈 主编

中国建筑工程工业出版社

(京)新登字 035 号

本书系适用于房地产经营与管理专业、土地管理等专业学习有关地籍测绘和房产测绘的教材。根据上述专业对房地产测绘知识的要求,从介绍测量基本知识与技术开始,继而介绍土地与房产的面积量算、地籍与房产的调查、地籍图与房产图的测绘等内容。本书力求做到:逻辑严密、技术先进;结合我国实际情况与现行法规,使理论联系实际。除了作为高等学校教材以外,本书也可作为从事土地管理、房地产经营管理专业的技术人员在工作中的参考书。

高等学校试用教材

房 地 产 测 绘

顾孝烈 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:14¼ 插页:2 字数:344 千字

1996年6月第一版 1996年6月第一次印刷

印数:1— 3,300册 定价:11.90元

ISBN 7-112-02696-2

TU·2064 (7793)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

土地是人类赖以生存和发展的物质基础。随着社会经济的发展和人口的增长，土地问题日益引起人们的重视。我国人多地少，土地资源紧张。因此，要“十分珍惜每寸土地和合理利用每寸土地，切实保护耕地”。要对土地进行科学的管理，首先应开展地籍调查和地籍测量。地籍测量为土地管理提供图纸、数据、资料等基础信息。

地籍的原意是土地的登记簿册，记载土地的位置、数量、质量、权属等内容。随着社会生产力的发展，地籍的内容也在不断地充实和完善。现在地籍指的是有关土地的自然属性、经济开发、权属状况等的调查、测量、记录、登记和变更等。

按地籍工作的目的和发展阶段可分为税收地籍、产权地籍和多用途地籍：

(1) 税收地籍——主要是丈量地块的边界、估算土地的面积，并对土地进行评价，据此按土地等级收税。

(2) 产权地籍——主要是保护土地的产权，为进行土地的转让和交易服务。因此比税收地籍要求更高，需要精确测定宗地（确定地产权的单元）界址点的位置，较准确地计算其面积。

(3) 多用途地籍——不仅为土地的确权、税收、交易服务，而且还为城乡规划、市政管理等服务，是建立土地信息系统的一个重要组成部分。因此要求测量的内容更广泛，测量的精度要求也更高。

房屋建筑是土地上的附着物，土地是房屋的载体。房产和地产都是不动产，是密不可分的。在城市中把建有房屋的土地连同房屋一起称为房地产。自从80年代初，我国的经济体制实行改革开放以来，全国各城镇正在逐步实行土地的有偿使用，房屋的商品化和住房制度改革，加强房地产的管理已成为城市中十分重要而迫切的任务。

城市房地产的管理首先是产籍的管理。产籍由地籍发展而来，以房屋与土地并重、以房产和地产一体为特征。产籍包括产权档案（产权的取得、转移、变更、灭失等的记录）和反映土地与房屋现状的图纸和表册等。产籍管理的资料主要来源于地籍测量和房产测量。房产测量主要是测定和调查房屋及其用地状况，以城市地形测量和地籍测量为基础，又可以认为是地籍测量的深化，使土地上的房产现状表现得更为翔实和细致，以满足房地产管理的需要。由于地籍测量（以确定土地的权属为主）和房产测量（以确定房屋的权属为主）虽有重点不同的区别，但终究不可分割，所以这两项工作又可合称为房地产测量，或称房地产测绘。

房地产测绘是为城镇房地产管理服务的一门应用技术，是调查和测定房地产的自然状况、人工建筑状况、权属和使用状况的专业测量。实施测绘时，以房地产的权属调查结果为依据，以权属单元（宗地、丘、户）为基础，用测量技术，以测定土地界址、房屋建筑的平面位置、形状和面积为重点，测绘各种有关房地产的平面图和有关资料。在进行多用途地籍测量时，还应兼顾城镇规划用图所需要的地形和地物的测绘。

地籍管理和房产管理都是以权属管理为核心，以土地和房产的经营、开发为目的，属于社会科学范畴。而房地产测绘则属于自然科学范畴，是城市测绘工作中的一个重要组成部分。根据“测量必须尽可能满足国家经济建设多方面需要”的原则，房地产测绘工作中既有统一于城市测量的部分，例如大范围内（整个城市或某一大区）的控制测量和地形平面图测绘等，又有房地产的特殊需要部分，例如权属界址点的测定、宗地图、房屋分丘分层分户图的测绘等。

本书是针对房地产管理中的地籍测量和房产测量而编写的。共分九章，第一章至第四章为测量仪器使用和测量误差的基本知识；第五章为房地产测绘中所需要进行的小地区控制测量；第六章为地形图测绘的基本知识与图的应用，它是地籍图和房产图测绘的基础；第七章为面积量算，它是房地产测量成果中的一个重要内容；第八章为地籍和房产调查；第九章为房地地籍测绘。每一章的最后附有学习本章的思考题与练习题。在附录中介绍了房地产测量所用到的度量单位、导线计算和面积计算的袖珍机程序。

本书的编写分工如下：同济大学顾孝烈编写第一章至第五章、附录和绘制全书插图，同济大学程效军编写第六章和第七章，程效军和华南建设学院周霞波共同编写第八章和第九章，顾孝烈担任主编。

本书由华南建设学院张作容教授担任主审工作，对本书稿提出过许多宝贵意见；苏州城建环保学院沈范荣教授负责本书编审工作，在此一并致以衷心感谢。

本书编者欢迎读者批评指正。

目 录

前 言

第一章 测绘工作概述	1
第一节 测绘学的任务和作用	1
第二节 地球的形状和大小	2
第三节 地面点位的确定	3
第四节 测绘工作程序	6
第二章 角度测量	11
第一节 水平角和垂直角	11
第二节 经纬仪的构造及度盘读数	12
第三节 水平角观测	24
第四节 垂直角观测	31
第三章 距离和高程测量	37
第一节 卷尺量距	37
第二节 视距测量	44
第三节 电磁波测距	48
第四节 超声波测距	55
第五节 水准测量	56
第六节 三角高程测量	62
第四章 测量误差基本知识	66
第一节 测量误差概念	66
第二节 评定精度的标准	69
第三节 观测值的算术平均值及改正值	71
第四节 用观测值的改正值计算中误差	72
第五节 误差传播定律	74
第六节 误差传播定律的应用	78
第五章 小地区控制测量	81
第一节 控制测量概述	81
第二节 平面控制网的定位、定向和坐标换算	84
第三节 导线测量	88
第四节 交会定点	100
第六章 地形图测绘与应用	108
第一节 地形图的基本知识	108
第二节 测图前准备工作	117
第三节 地形图测绘	119
第四节 航空摄影测量成图	129

第五节 电子速测仪测图 133

第六节 计算机辅助成图 136

第七节 地形图应用 140

第七章 图形面积量算..... 144

第一节 面积量算概述 144

第二节 几何图形面积量算 144

第三节 不规则图形面积量算 148

第四节 面积量算的改正 159

第五节 面积量算的精度 160

第八章 地籍和房产调查..... 165

第一节 地籍调查的目的和内容 165

第二节 初始地籍调查的准备工作 166

第三节 初始地籍调查 167

第四节 房地产调查的目的与内容 175

第五节 房屋调查 176

第六节 房屋用地调查 179

第九章 房地产地籍测绘..... 181

第一节 房地产地籍控制测量..... 181

第二节 界址点测定 181

第三节 地籍图测绘 185

第四节 宗地图测绘 190

第五节 变更地籍测量 192

第六节 房产分幅图测绘 195

第七节 房产分丘图和分层分户图测绘 199

第八节 房产图清绘 202

第九节 房屋建筑面积和用地面积量算 203

第十节 房产变更测量 205

附录..... 207

附录一 房地产测量的度量单位 207

附录二 导线测量错误检查及坐标计算程序 209

附录三 面积计算程序 215

参考文献..... 220

第一章 测绘工作概述

第一节 测绘学的任务和作用

测绘学是研究地面点位的确定,将地球表面的地物、地貌和行政、产权界线测绘成图,或将规划设计的点和线在地面定位的科学。从以上定义可见,测量工作大致可分为两部分:前者是“测绘”,即将地面已有点位通过测量手段获得反映地面现状的图和图形信息,供土地及其附属物的规划、设计和管理之用;后者是“测设”,即将土地及其附属物的建设、开发和利用的设计方案(其空间位置也是以一系列的点位表示)在实地标定,作为工程建筑物的施工依据,或设置土地界址,用于土地的行政和权属划分。

测绘学根据研究的重点对象和应用范围来分类,包括以下几门主要学科:

(1) 大地测量学——研究地球表面广大地区的点位测定及整个地球的形状、大小和地球重力场测定的理论和方法的学科。

(2) 地形测量学——研究将地球表面局部地区的自然地形、人工建筑和行政权属界线等测绘成地形图、地籍图或房产图的基本理论和方法的学科。

(3) 摄影测量学——研究利用航空或航天器对地面摄影或遥感,以获取地物和地貌的影像和光谱,并进行分析处理,从而绘制地形图等的基本理论和方法的学科。

(4) 工程测量学——研究工程建设在设计、施工和管理阶段中所需要进行的测量工作的基本理论和方法的学科。

本书主要介绍属于地形测量学科的地籍测量和房产测量,合称为房地产测绘。关于地形图测绘、地籍图测绘和房产图测绘,其共同的特点是用测量手段采集土地及其附属物的几何信息,其基本理论、所用测量仪器及采集和表达的方法是相同的,仅是在采集对象的细节上各有所侧重,而且地籍测量和房产测量一般是在地形测量的基础上进行的,本书第六章介绍地形图测绘的一般方法,第九章介绍地籍图测绘和房产图测绘的特殊要求和方法。

在国民经济建设中,测绘技术有比较广泛的应用。在房地产的开发、管理和经营中,房地产测绘起着很重要的作用。房地产测绘的图纸和数据资料,准确地提供了每个权属单元(宗地或丘)的位置、界线、形状和面积,每幢房屋与每层房屋的几何尺寸和建筑面积,经土地管理和房屋管理部门确认后具有法律效力,可以保护土地使用权人和房产所有权人的合法权益,可为合理开发、利用和管理土地与房产提供可靠的图纸和数字资料,同时还可为国家对房地产的合理税收提供正确的数据。

第二节 地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的,地球的形状和大小直接与测量工作和数据处理有关。

地球的自然表面有高山、丘陵、平原、海洋等起伏状态,是一个不规则的曲面。就整个地球而言,海洋的面积约占 71%,陆地的面积约占 29%,如图 1-1 (a) 所示。假想某一静止不动的水面延伸而穿过陆地,包围整个地球,形成一个闭合的曲面,称为水准面。水准面是受地球重力影响而形成的,它的特点是曲面上任意一点的铅垂线都垂直于该点上曲面的切面,水面可高可低。符合这个特点的水准面有无数个,其中与平均海水面相吻合的水准面称为大地水准面,它可以近似地代表地球的形体,如图 1-1 (b) 所示,其中 PP_1 为地球自转轴。

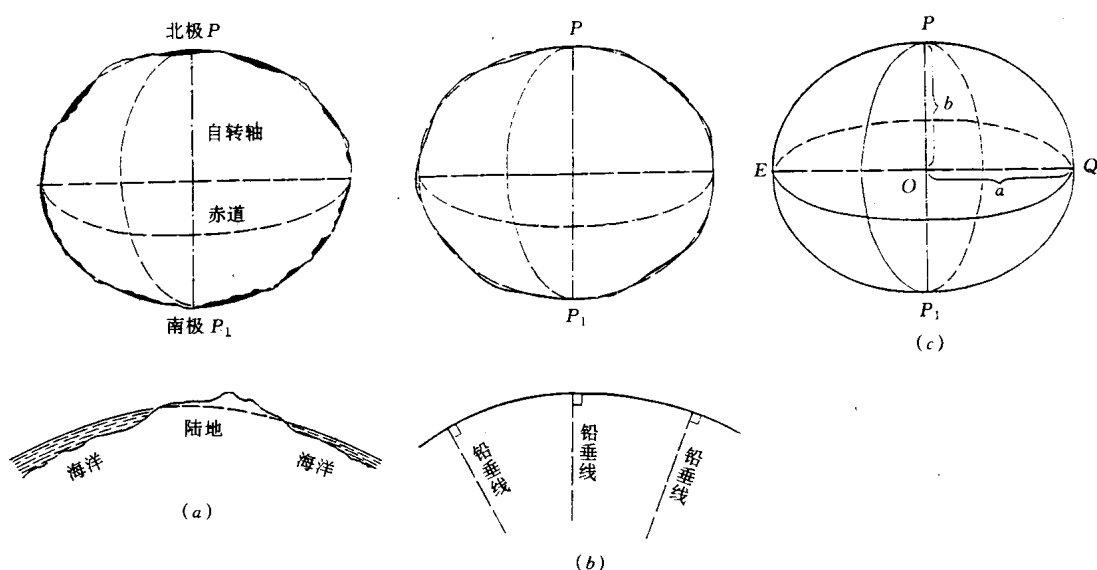


图 1-1 大地水准面与旋转椭球体
(a) 地球自然表面; (b) 大地水准面; (c) 旋转椭球体

由于重力受地球内部质量分布不均匀的影响而引起铅垂线方向的变动,使大地水准面成为一个不完全是均匀变化的曲面。如果将地球表面上的点位投影到这样的曲面上,计算是非常困难的。为了解决这个问题,选用一个非常接近大地水准面,并可用数学公式表示的几何形体来建立一个投影面。这个数学形体是由包括地球自转轴 PP_1 的椭圆 PEP_1Q 绕 PP_1 旋转而成的椭球体,又称地球椭球体,其表面称为旋转椭球面,如图 1-1 (c) 所示。

决定地球椭球体形状的元素为椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 、扁率 f ,其关系式为:

$$f = \frac{a - b}{a} \quad (1-2-1)$$

随着科学的进步,可以越来越精确地确定椭圆元素,到目前为止已知其精确数值为:

$$a = 6378137\text{m}$$

$$b = 6356752\text{m}$$

$$f = \frac{1}{298.257}$$

由于地球椭球体的扁率甚小，当测区面积不大时，可以把地球当作圆球看待，其半径 R 按下式计算：

$$R = \frac{1}{3}(2a + b) \quad (1-2-2)$$

其近似值为 6371km。

第三节 地面点位的确定

测量工作的根本任务是确定地面点位。确定地面点位的空间位置通常是求出该点的球面坐标，或求出投影在水平面上的平面直角坐标 (x, y) 以及该点到大地水准面的铅垂距离——高程 (H) 。以下介绍几种确定地面点位的坐标系：

一、地理坐标系

地理坐标系属于球面坐标系，按球面坐标所依据的基本线和基本面的不同，以及求坐标的方法不同，可分为天文地理坐标和大地地理坐标两种。

(一) 天文地理坐标

天文地理坐标表示地面点在大地水准面上的位置，用天文经度 λ 和天文纬度 φ 表示，如图 1-2 所示。确定球面坐标 (λ, φ) 所依据的基本线为铅垂线，基本面为包含铅垂线的子午面。图中 PP_1 为地球的自转轴， P 为北极， P_1 为南极。过地面上任一点 F 的铅垂线 FO 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（也称经线）。 F 点的经度 λ 是通过 F 点的子午面 $PFKP_1$ 与首子午面 $PGMP_1$ （国际公认通过英国 Greenwich 天文台的子午面，为计算经度的起始面）所组成的两面角。其计算方法为自首子午线向东或向西计算，数值在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间，向东为东经，向西为西经。垂直于地轴的平面与球面的交线称为纬线。垂直于地轴并通过球心 O 的平面称为赤道平面，该平面与球面的交线称为赤道，即 $EQKM$ 。 F 点的纬度 φ 是 F 点的铅垂线 FO 与赤道平面之间的交角。其计算方法为自赤道起向南或向北计算，数值在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间，在赤道以北为北纬，以南为南纬。

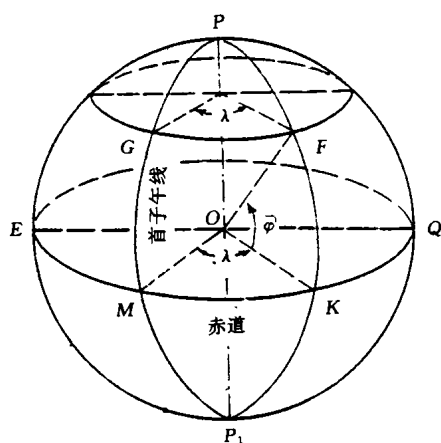


图 1-2 地球坐标

(二) 大地地理坐标

大地地理坐标是表示地面点在旋转椭球体面上的位置，用大地经度 L 和大地纬度 B 表示，所依据的基本线和基本面为椭球面的法线与包含法线和南北极的大地子午面。 F 点的大

地经度 L 是 F 点的大地子午面与首子午面所夹的两面角, F 点的大地纬度 B 是过 F 点的法线与赤道平面的交角。大地经纬度是根据一个起始的大地点 (称为大地原点, 该点的大地经纬度与天文经纬度一致) 的大地坐标, 按大地测量所得数据推算而得。我国以设立在陕西省泾阳县的大地原点为大地坐标的起算点, 由此建立的坐标系称为“1980 年国家大地坐标系”。

二、平面直角坐标系

采用地理坐标系确定地面点位仅适用于少数高级控制点, 而对于大量的其他点位来说是不方便的。测量的计算与绘图最好在平面上进行, 但是地球表面是一个不可展平的曲面。把球面上的点位化算到平面上, 称为地图投影。我国普遍采用高斯 (Gauss) 投影的方法。

(一) 高斯平面直角坐标

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), 如图 1-3 所示, 自西向东将整个地球划分为 60 个带。带号从首子午线开始, 用阿拉伯数字表示, 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), 如图 1-4 所示, 第一个 6° 带的中央子午线的经度为 3° , 任意一个带的中央子午线经度 λ_0 可按式计算:

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

式中 N 为投影带号。

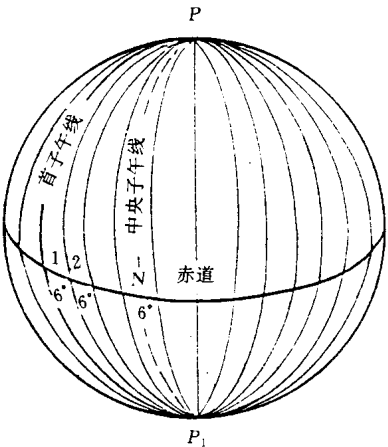


图 1-3 投影分带

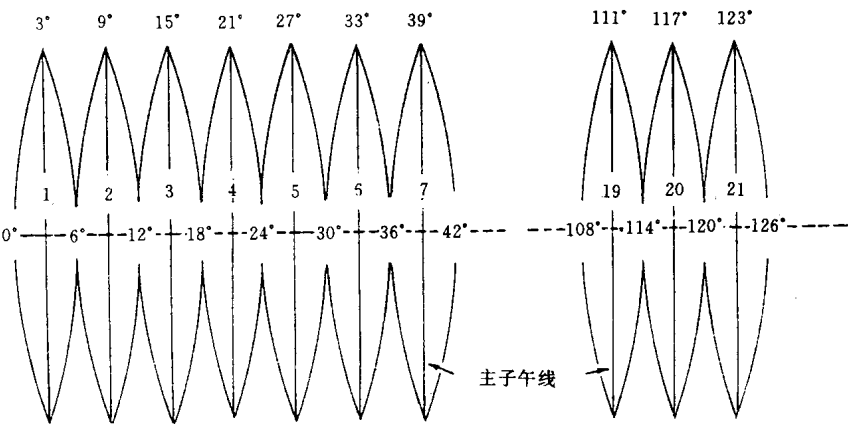


图 1-4 6° 带中央子午线及带号

投影时设想取一个空心圆柱体 (图 1-5) 与地球椭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。投影后, 中央子午线与赤道为互相垂直的直线, 分

别作为坐标系的纵轴(X轴)与横轴(Y轴),两轴的交点O作为坐标原点,组成高斯平面直角坐标系,如图1-6(a)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坐标值有正有负,例如图1-6(a)中 $y_a = +27680\text{m}$, $y_b = -34240\text{m}$,为避免出现负值,将每带的坐标原点向西移500km,则每点的横坐标值也均为正值,如图1-6(b)中, $y_a = 500000 + 37680 = 527680\text{m}$, $y_b = 500000 - 34240 = 465760\text{m}$ 。

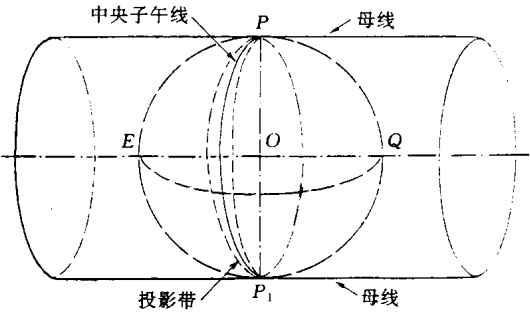


图 1-5 高斯平面直角坐标的投影

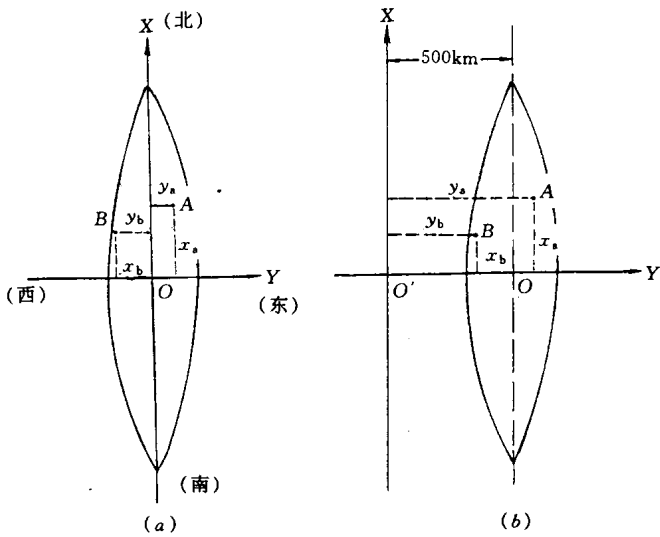


图 1-6 高斯平面直角坐标

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20527680m。

高斯投影中,虽然能使球面图形的角度与平面图形的角度保持不变,但任意两点间的长度却产生变形(投影在平面上的长度大于球面长度)称为投影长度变形。离中央子午线愈远则变形愈大,变形过大对于测图和用图都是不方便的。6°带投影后,其边缘部分的变形能满足1:25000或更小比例尺测图的精度,当进行1:10000或更大比例尺测图时,要求投影变形更小,可采用3°分带投影法或1.5°分带投影法。

(二) 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作平面看待。将坐标原点选在测区西南角使坐标均为正值,以该地区中心的子午线为x轴方向。建立该地区的独立平面直角坐标系。

三、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。图 1-7 中 A、B 两点的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。

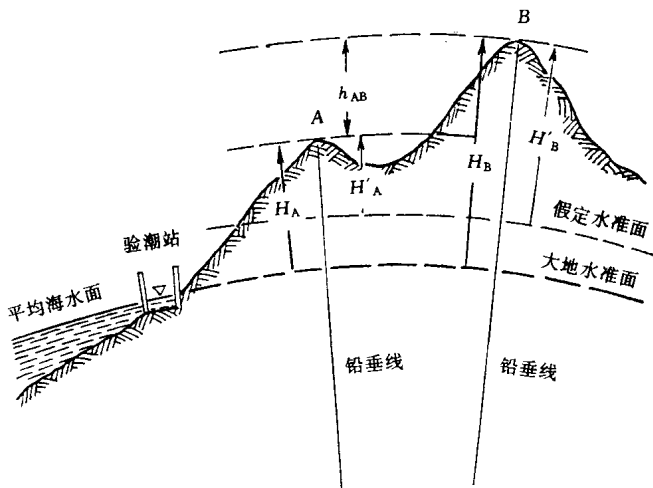


图 1-7 高程和高差

由于海水面受潮汐、风浪等影响，它的高低时刻在变化，通常是在海边设立验潮站，进行长期观测，求得海水面的平均高度作为高程零点，通过该点的大地水准面作为高程基准面，即在大地水准面上高程为零。

在局部地区，如果无法知道绝对高程时，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垂直距离，称为假定高程或相对高程。A、B 点的相对高程分别为 H'_A 、 H'_B 。

地面两点间绝对或相对高程之差称为高差，用 h 表示。A、B 两点高差为

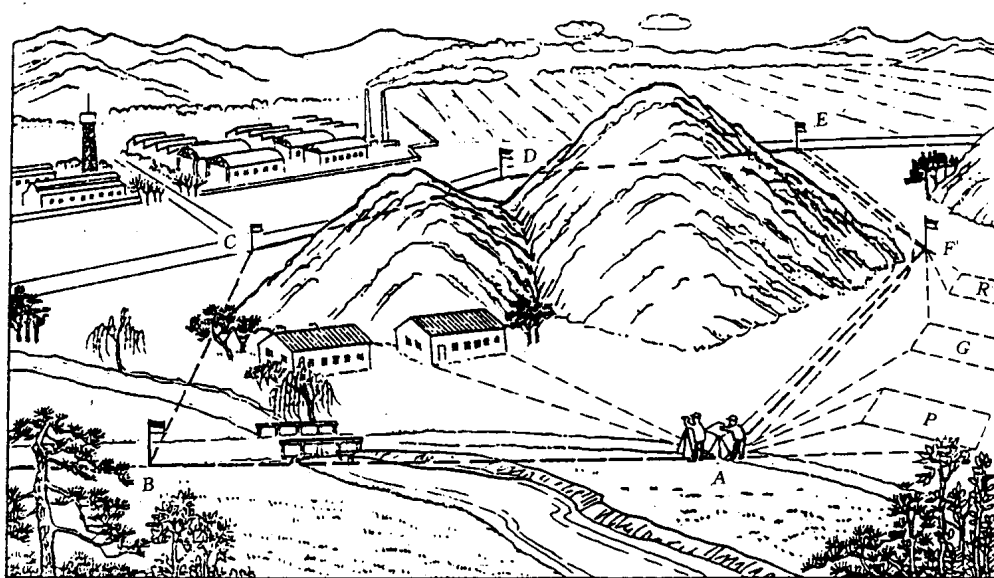
$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-3-2)$$

第四节 测绘工作程序

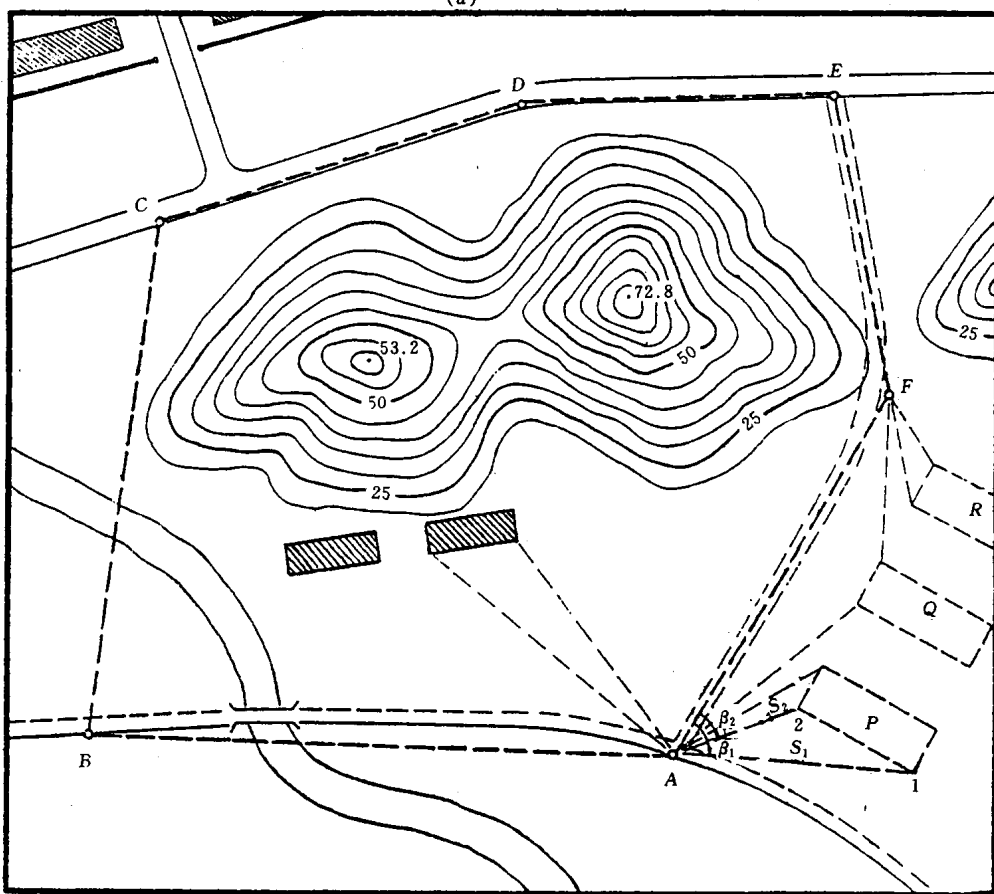
一、测绘工作的基本原则

地球表面的外形是复杂多样的，在测绘工作中大致将其分为两大类：地面由自然形成的高低起伏等变化，例如山、岭、河、海等称为地貌；地面上由人工建造的固定附着物，例如房屋、道路、界标、桥梁等称为地物。地貌和地物统称为地形。

测绘地形图、地籍图或房产图时，要在某一测站测绘该地区所有的地物和地貌是不可能的，例如在图 1-8 (a) 中的 A 点上只能测量附近的地物和地貌，对于离 A 点较远的地方以及小山后面的部分就观测不到，因此就需要在若干测站上分区施测，最后才能拼接成一幅完整的地形图，如图 1-8 (b) 所示。实际工作时应采用如下的测绘方法：首先用较严密的方法与较精密的仪器测定一些控制点（如图 1-8 中 A、B、C、D、E、F）作为图形的骨架并保证图形的整体精度，再在各个控制点上分别施测周围的地物和地貌。也就是在测绘的布局上是“由整体到局部”，在精度方面是“从高级到低级”，在次序上是“先控制后细部”。这就是测绘工作应遵循的原则。



(a)



(b)

图 1-8 控制和细部测量

二、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(图 1-9a)称为导线,其转折点称为导线点。测量导线边的长度 S_{AB} 、 S_{BC} ……和导线边之间的转折角 β_A 、 β_B ……称为导线测量,控制点构成连续三角形形式(图 1-9b)称为三角网或三边网,这些点称为三角点。测量三角形的各个内角 α_1 、 β_1 、 γ_1 ……或三角形各边长 AB 、 AC 、 BC ……称为三角测量或三边测量。通过测量角度和边长,可以算出各个平面控制点的坐标(x, y)。

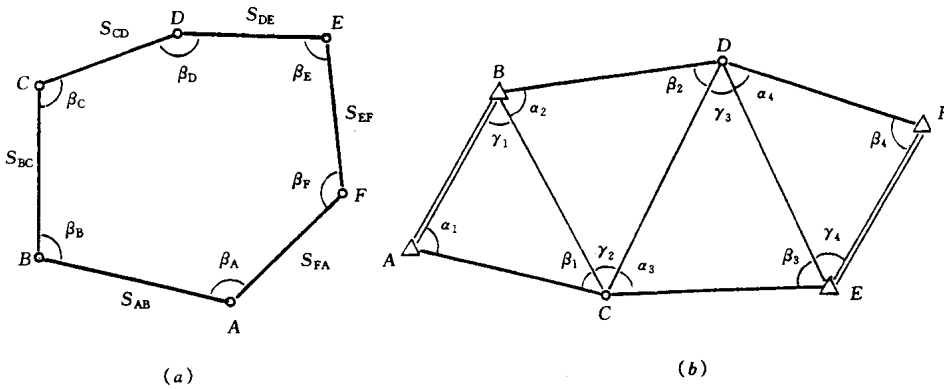


图 1-9 平面控制网

高程控制网为一系列水准点构成的水准网,平面控制点也可以同时作为高程控制点用。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)。

三、细部测量

在控制测量的基础上就可以进行细部测量。图 1-10 所示为图解测绘法:首先按控制点 A 、 B ……的坐标值(x, y)在平板仪的图纸上展绘各点位置 a 、 b ……,然后测绘各控制点周围的地物和地貌。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,把平板

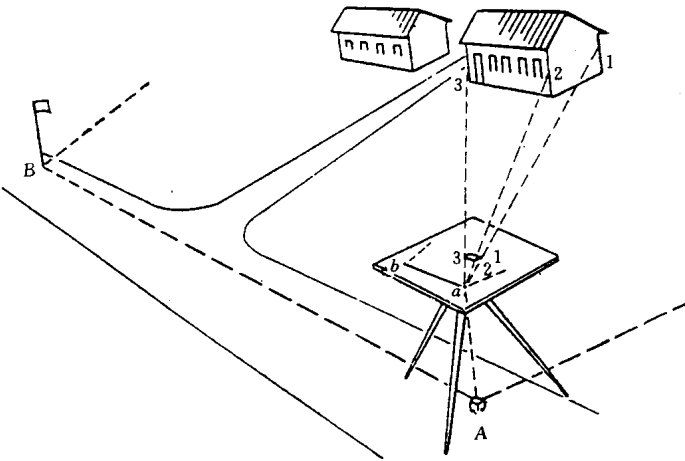


图 1-10 地物测绘

置平，并使图纸上的 ab 方向和地面上 AB 方向一致；测定 A 点附近房屋的位置时，可以从图纸上的 a 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 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ 的水平距离，在相应的方向线上按作图的比例分别量出 $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ ，这样就得到图上的 1、2、3 点；房屋通常是矩形的，可以用三角板推平行线的方法绘出另一墙角，这样就在图上测绘了这座房屋的平面位置。依此类推，在每个控制点上测绘其周围的地物。

在地面有高低起伏的地方，根据控制点的高程可以测定一系列地形特征点的高程，据此可以绘制用等高线表示的地形，如图 1-11 所示。

四、点位测设

点位测设是把规划拨定的地块或设计的房屋、道路等工程建筑物，按其特征点（界址点、轴线点等）用测量方法将其设计指定位置用混凝土桩、石桩、木桩等在实地标定，据此可以进行开发经营和施工建设。

例如图 1-8 (b) 所示，在控制点 A 、 F 附近，由城市规划部门拨定了 P 、 Q 、 R 地块（图中用虚线表示），作为建造住宅之用，需要在实地标定它们的位置（称为拨地）。根据控制点 A 、 F 的坐标及地块界址点的设计坐标，计算角度 β_1 、 β_2 ……和距离 S_1 、 S_2 ……，然后分别在控制点 A 、 F 上用测量仪器定出角度 β_1 、 β_2 ……所指出的方向，并沿这些方向量出距离 S_1 、 S_2 ……，在实地定出 1、2 等地块界址点。

五、基本观测量

点与点之间的相对位置可以根据距离、角度和高差来确定，因此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：

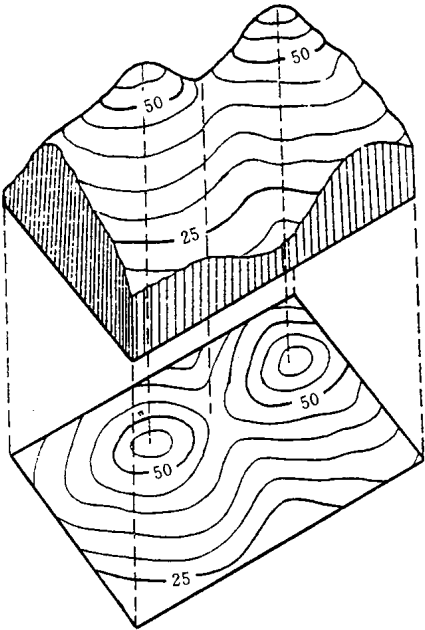


图 1-11 用等高线表示地形

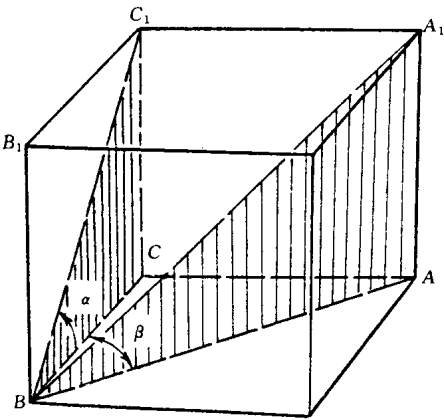


图 1-12 基本观测量

1. 距离

水平距离为位于同一水平面内两点之间的距离（如 BC 、 BA ），倾斜距离为不位于同一

水平面内两点之间的距离 (如 BC_1 、 BA_1)。

2. 角度

水平角 β 为水平面内两条直线间的夹角 (如 $\angle CBA$)，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 $\angle CBC_1$)。

3. 高差

高差为两点间的垂直距离 (如 AA_1 、 CC_1)。

思 考 题

1. 测绘学的主要任务是什么?
2. 房地产测绘的主要任务是什么?
3. 如何表示地球的形状和大小?
4. 确定地面点位有哪几种方法?
5. 何谓高斯平面直角坐标?
6. 何谓绝对高程与相对高程?
7. 何谓高差? 如何计算?
8. 进行测绘工作时应遵循的基本原则是什么?
9. 测量工作中有哪些基本观测量?

第二章 角 度 测 量

第一节 水平角和垂直角

角度测量是确定地面点位时的基本测量工作之一。常用的测角仪器是经纬仪，它既可测量水平角，又可测量垂直角。

一、水平角观测原理

如图 2-1 所示， A 、 B 、 C 为地面上任意三点，将三点沿铅垂线方向投影到水平面 H 上，得到相应的 A_1 、 B_1 、 C_1 点，则水平线 B_1A_1 与 B_1C_1 的夹角 β 即为地面 BA 与 BC 两方向线间的水平角。由此可见，地面上任意两直线间的水平角度，为通过该两直线所作铅垂面间的两面角。

为了测定水平角值，可在角顶的铅垂线上安置一架经纬仪，仪器必须有一个能水平放置的刻度圆盘——水平度盘，度盘上有顺时针方向的 $0^\circ \sim 360^\circ$ 的刻度，度盘的中心放在 B 点的铅垂线上，另外，经纬仪还必须有一个能够瞄准远方目标的望远镜，望远镜不但可以在水平面内转动，而且还能在铅垂面内旋转。通过望远镜分别瞄准高低不同的目标 A 和 C ，其在水平度盘上相应读数为 a 和 c ，则水平角 β 即为两个读数之差。即

$$\beta = c - a \quad (2-1-1)$$

二、垂直角观测原理

同一铅垂面内，某方向的视线与水平线的夹角称为垂直角 α （又称竖直角、高度角），其角值从 $0^\circ \sim \pm 90^\circ$ 。

目标视线在水平线以上的称为仰角，角值为正（ $+\alpha$ ）；目标视线在水平线以下的称为俯角，角值为负（ $-\alpha$ ），如图 2-2 所示。为了测定垂直角，经纬仪还必须在铅垂面内装有一个刻度盘——垂直度盘（简称竖盘）。

垂直角和水平角一样，其角值为度盘上两个方向的读数之差，所不同的是，垂直角的两个方向中的一个水平方向，对某种经纬仪来说，视线水平时的竖盘读数应为 0° 或 90° 的倍数，所以测量垂直角时，只要瞄准目标，读出竖盘读数，即可计算出垂直角。

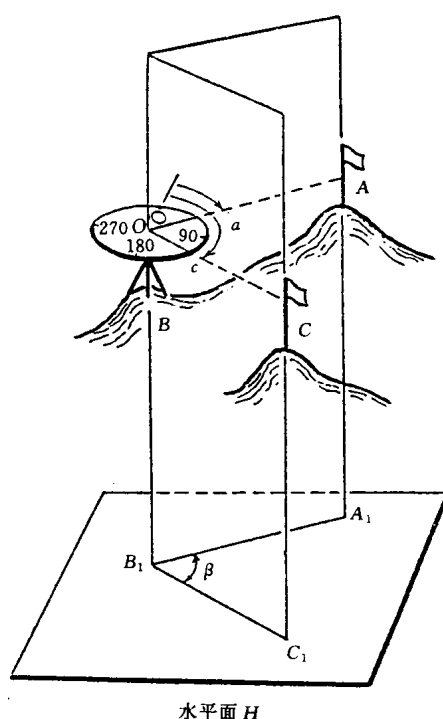


图 2-1 水平角