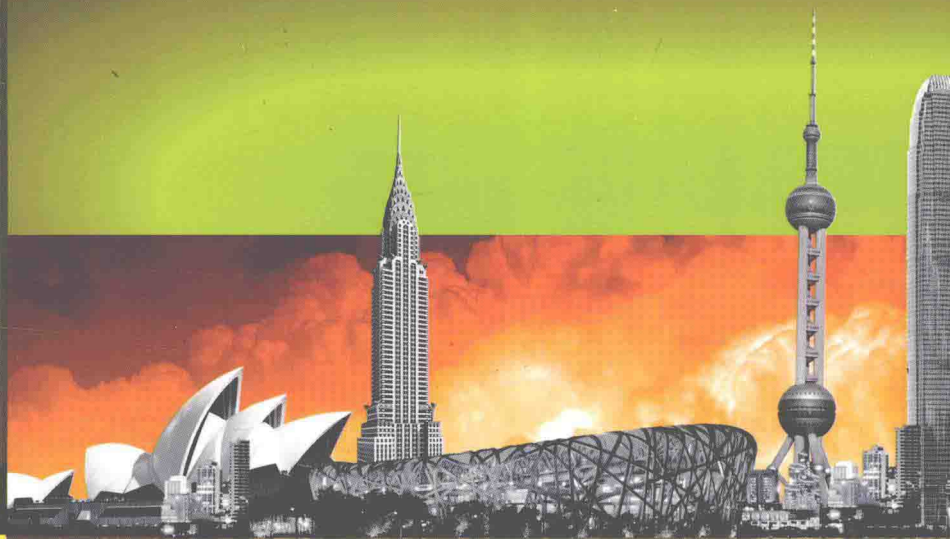


建筑工人便携手册



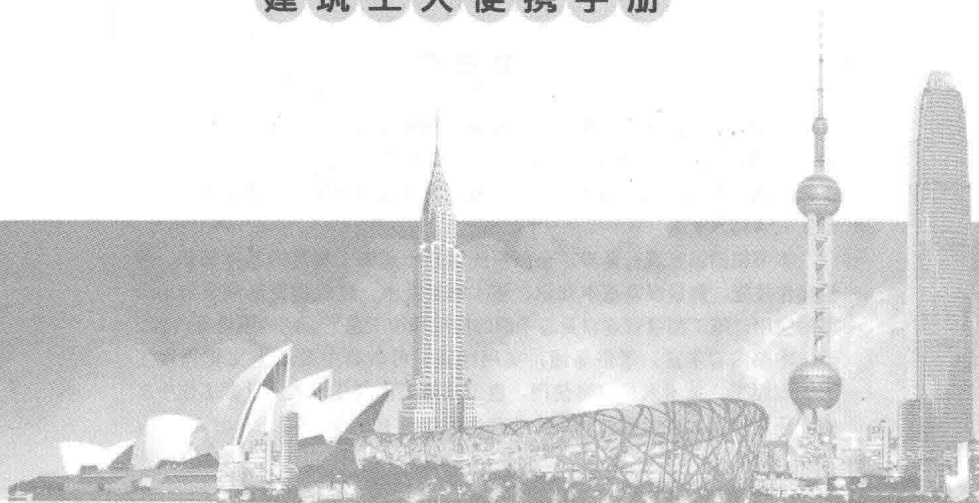
测量放线工

主编 张鸢
参编 孙庆魁 张彤



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

建筑工人便携手册



测量放线工

主编 张鸢

参编 孙庆魁 张彤



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《建筑工人便携手册》中的《测量放线工》分册。手册共分为12个分册,包括《抹灰工》、《电工》、《水暖工》、《砌筑工》、《装饰装修工》、《钢筋工》、《测量放线工》、《模板工》、《混凝土工》、《油漆工》、《架子工》、《防水工》。

本书根据国家现行标准,全面系统地介绍了施工测量的基本知识、测量操作技能、测量误差基本知识、施工测量技术、建筑物变形测量与地形图的应用、施工测量管理以及总平面的应用和竣工总平面图的编绘等内容。

本书内容丰富,通俗易懂,实用性强,可供高中及以上文化程度工人、农民工、技术人员参考使用,也可供施工现场技术人员日常工作中参阅,还可作为大中专院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

测量放线工/张鸢主编. —北京:中国电力出版社,
2014.10
(建筑工人便携手册)
ISBN 978-7-5123-6279-6

I. ①测… II. ①张… III. ①建筑测量-技术手册
IV. ①TU198-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第173893号

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
航远印刷有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2014年10月第一版 2014年10月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 7.625印张 192千字
印数 0001—3000册 定价 30.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



建筑工人便携手册

测量放线工

前言

随着建筑行业迅速发展,对于从业技术人员也提出了更高的要求,建筑工人、技术人员也需要与时俱进,不断提高和完善自己,以满足职业需求,因此我们组织编写了《建筑工人便携手册》,共分为12个分册,包括《抹灰工》、《电工》、《水暖工》、《砌筑工》、《装饰装修工》、《钢筋工》、《测量放线工》、《模板工》、《混凝土工》、《油漆工》、《架子工》、《防水工》。本丛书作者均为相关专业技术人员,技术水平高,经验丰富。本套丛书以现行相关的国家标准、行业标准为依据,将建筑工程施工中常见的技术问题,难点以及解决方法经过作者认真整理、归纳、筛选而成。作者在丛书编写过程中经过反复推敲,多次修改,以确保图书质量。

本套丛书内容丰富,通俗易懂,实用性强,可供高中及以上文化程度工人、农民工、技术人员参考使用,也可供施工现场技术人员日常工作中参阅,还可作为大中专院校相关专业师生的参考书。

限于时间和作者水平,疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作者

2014年8月



前言

第一章 施工测量的基本知识	1
第一节 地面点位的确定	1
第二节 测量的基本工作和原则	7
第三节 用水平面代替水准面对测量结果的影响	10
第二章 测量操作技能	14
第一节 测量仪器的使用	14
第二节 水准测量	43
第三节 角度测量	58
第四节 距离测量	68
第五节 建筑物的定位与放线	83
第六节 四等水准测量	89
第七节 直线定向	93
第八节 坐标测量	101
第九节 基线测量	103
第十节 平面控制测量	105
第三章 测量误差基本知识	125
第一节 测量误差产生的原因及种类	125
第二节 衡量精度的标准	128
第三节 算术平均值原理	130
第四节 误差传播定律	131
第四章 施工测量技术	134
第一节 建筑施工测量概述	134

第二节	民用建筑施工测量	145
第三节	高层建筑施工测量	165
第四节	工业建筑施工测量	169
第五章	建筑物变形测量与地形图的应用	178
第一节	沉降观测	178
第二节	位移观测	182
第三节	变形观测	186
第四节	裂缝观测	193
第五节	地形图的应用	194
第六章	施工测量管理	202
第一节	施工测量技术质量管理	202
第二节	施工测量安全管理	205
第七章	总平面的应用和竣工总平面图的编绘	208
第一节	总平面图的应用	208
第二节	竣工总平面图的编制	229
参考文献		235

施工测量的基本知识

第一节 地面点位的确定

一、地球形状及大小

测量需在地球表面进行,地球表面既不平,又不规则,例如我国西藏的珠穆朗玛峰高为 8844.43m,太平洋西部的马里亚纳海沟深达 11022m,两者高度相差近 20000m。虽然地球表面深浅不一,但相对于半径为 6371km 的地球而言还是很小的。就整个地球来说,71%被海洋所覆盖,因此人们将地球总的形状看成是被海水包围的球体。如果将球面假想成一个静止的海水面向陆地延伸而形成的封闭曲面,那么这个处于静止状态的海水面便称为水准面,它所包围的形体称为大地体。

通常人们取地球平均的海水面作为地球形状和大小的标准,因而把平均海水面称为大地水准面,如图 1-1 所示,测量工作应在大地水准面上进行。

静止的水准面因受重力作用与铅垂线处处正交,由于铅垂线是不规则的,因此大地水准面也是一个不规则的曲面。测量工作通常要用悬挂锤球的方法确定铅垂线的方向,垂线的方向即为测量工作的基准线。

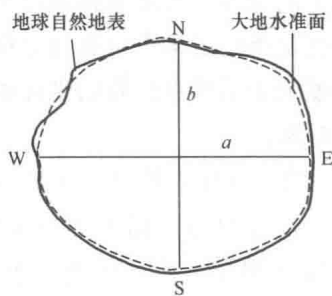


图 1-1 地球形状示意

由于大地水准面是个不规则的曲面,在其面上不便于建立坐

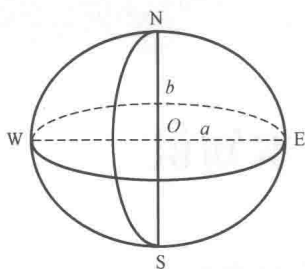


图 1-2 地球椭球体

标系和进行计算,所以要寻找一个规则的曲面来代替大地水准面。测量实践证明,大地体与一个以椭圆的短轴作为旋转轴的旋转椭球的形状十分相似,而旋转椭球是可以用来公式来表达的。因此,这个旋转椭球可作为地球的参考形状和大小,称为参考椭球体,如图 1-2 所示。

图 1-2 中,椭圆的长半轴 a 、短半轴 b 及扁率 α 是决定地球椭球体形状和大小的参数,关系式为

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

由于地球椭球体的扁率 α 很小,所以当测量区域不大时,可将地球看成是一个圆球,即半径取为 6371km。

二、测量坐标系

(一) 大地坐标系

在测量工作中,通常用大地经度和大地纬度来表示点在椭球面上的位置。经度是指通过某点的子午面与起始子午面的夹角,纬度是指经过某点法线与赤道面的夹角。这种用大地经度和大地纬度来表示某点位置的坐标系称为大地坐标系,也是全球统一的坐标系。

图 1-3 中, P 点子午面与起始子午面的夹角 L 即为 P 点的经度,过 P 点的铅垂线与赤道面的夹角 B 即为 P 点的纬度。地面上任何一点都对应着一对大地坐标。

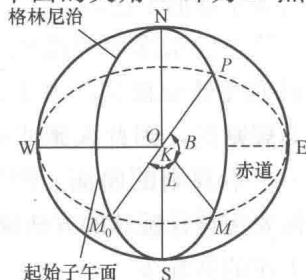


图 1-3 大地坐标系

(二) 平面直角坐标系

1. 独立平面直角坐标

在小区域内进行测量时,经常采用独立平面直角坐标来测定地面

点位置。如图 1-4 所示，独立平面直角坐标系规定以南北方向为坐标纵轴 x 轴（向北为正），东西方向为坐标横轴 y 轴（向东为正），坐标原点一般选在测区西南角以外，以使测区内各点坐标均为正值。独立平面直角坐标系与数学上的平面直角坐标系不同，为了定向方便，测量上，平面直角坐标系的象限按顺时针方向编号，并将其 x 轴与 y 轴互换，目的是将数学中的公式直接用于测量计算，如图 1-5 所示。

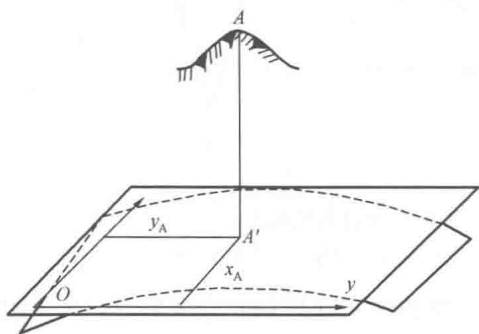


图 1-4 独立平面直角坐标系

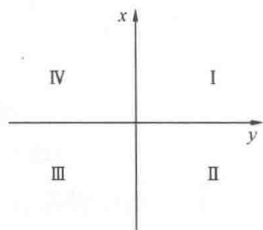


图 1-5 独立坐标象限

2. 高斯平面直角坐标系

当测区范围比较大时，不能将球面的投影面看成平面，测量上通常采用高斯投影法来解决这个问题。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，此法常用于大区域测量点的平面位置。

(1) 高斯平面直角坐标的形成。如图 1-6 所示，假想一个椭圆柱横套在地球椭球体上，使其与某一条经线相切，用解析法将椭球面上的经纬线投影到椭圆柱面上，然后将椭圆柱展开成平面，即获得投影后的图形，如图 1-6 (a) 所示。

中央子午线投影到椭圆柱上是一条直线，将这条直线作为平面直角坐标系的纵坐标轴，即 x 轴，表示南北方向。赤道投影后是与中央子午线正交的一条直线，将这条直线作为平面直角坐

标系的横坐标轴，即 y 轴，表示东西方向。这两条相交的直线相当于平面直角坐标系的坐标轴，构成高斯平面直角坐标系，如图 1-6 (b) 所示。

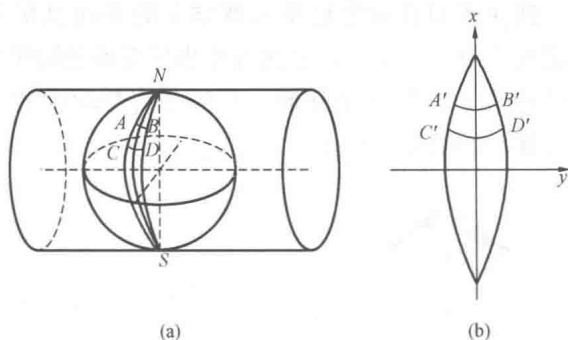


图 1-6 高斯平面直角坐标系

(a) 投影后的图形；(b) 建立高斯平面直角坐标系

(2) 高斯投影分带。高斯投影将地球划分为很多带，为了限制变形，将每一带投影到平面上。

带的宽度一般分为 6° 、 3° 和 1.5° 等几种，简称 6° 带、 3° 带、 1.5° 带，如图 1-7 所示。 6° 带投影是从零度子午线开始，由西向东，每 6° 为一带，全球共分 60 带，编号分别用阿拉伯数字 1、2、3、 $\dots$ 、60 表示。位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线。每带的中央子午线，其经度与带号的关系如下

$$L = 6N - 3 \quad (1-2)$$

由于高斯投影的最大变形位于赤道上，且随经度的增大而增大。

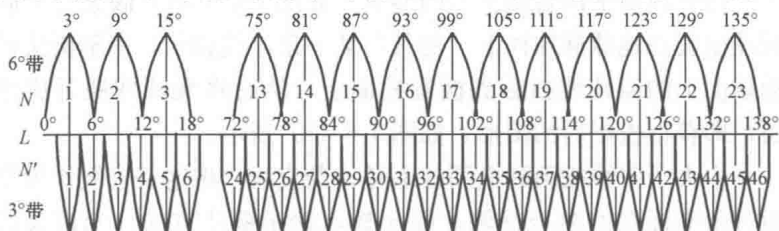


图 1-7 高斯投影分带

6°带的投影只能满足 1 : 25000 比例尺的地图, 若想得到大比例尺地图, 则要限制投影带的经度范围。3°带的投影是从 1°30' 子午线开始, 由西向东, 每 3°为一带, 全球共分 120 带, 编号分别用阿拉伯数字 1、2、3、…、120 表示。3°带的中央子午线, 其经度与带号的关系如下

$$L = 3N' \quad (1-3)$$

相反, 根据某点的经度也可以计算其所在的 6°带和 3°带的带号, 公式分别为

$$N = [L/6] + 1 \quad (1-4)$$

$$N' = [L/3 + 0.5] \quad (1-5)$$

以上式中 N ——6°带的带号;

N' ——3°带的带号;

[] ——取整。

(三) 地心坐标系

地心坐标系是指利用空中卫星位置来确定地面点位置的表示方法, 如图 1-8 所示。

1. 地心空间直角坐标系

如图 1-8 所示, 坐标系原点 O 与地球质心重合, Z 轴指向地球北极, X 轴指向格林尼治子午面与地球赤道的交点, Y 轴垂直于 XOZ 平面构成右手坐标系。

2. 地心大地坐标系

如图 1-8 所示, 椭球体中心与地球质心重合, 椭球短轴与地球自转轴重合, 大地经度 L 是指过地面点的椭球子

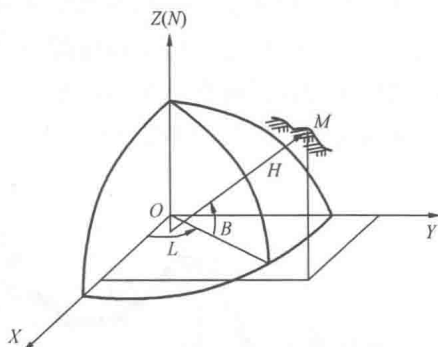


图 1-8 地心坐标系

午面与格林尼治子午面的夹角, 大地纬度 B 是指过地面点与椭

球赤道面的夹角，大地高 H 是指地面点的法线到椭球面的距离。

因此，在地心坐标系中，任意地面点的地心坐标均可表示为 (x, y, z) 或 (L, B, H) ，二者之间可以换算。

三、高程系统

(一) 绝对高程

绝对高程（简称高程），也可称为海拔，是指地面点到大地水准面的铅垂距离，以 H 表示，图 1-9 所示的 H_A 、 H_B 分别为 A 点和 B 点的高程。

我国的绝对高程是从黄海平均海水面起算的，该面上各点的高程为零。水准原点是指高程系统起算点，我国的水准原点建立在青岛市观象山的山洞内。根据青岛验潮站连续 7 年（1950～1956 年）的水位观测资料，可以确定我国大地水准面的位置，由此推算大地水准原点高程为 72.289m，以此为基准建立的高程系统称为“1956 黄海高程系”。后来根据验潮站 1952～1979 年的水位观测资料，重新确定了黄海平均海水面的位置，由此推算出大地水准原点的高程为 72.260m，此高程基准称为 1985 年国家高程基准。

(二) 相对高程

水准点是指在全国范围内利用水准测量的方法布设的一些高程控制点。在一些远离已知高程的国家控制点地域，可以假定一个水准面作为高程起算基准面，地面点到假定水准面的铅垂距离称为相对高程，图 1-9 中的 A 、 B 两点的相对高程为“ H'_A 、 H'_B ”。

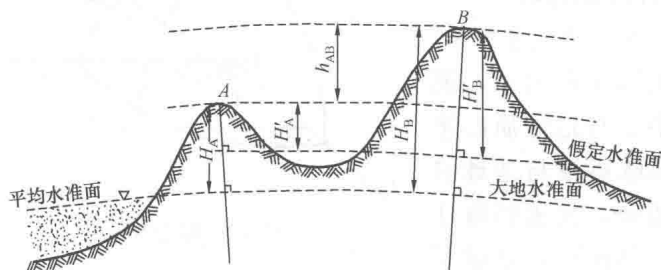


图 1-9 地面点高程

(三) 地面点间的高差

地面两点之间的高程或相对高程之差，称为高差，以 h 来表示。图 1-9 中 AB 两点之间的高差通常可以表示为 h_{AB} ，即

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-6)$$

由此可知，地面两点之间的高差仅取决于两点的位置，而与高程的起算面无关。

四、确定地面点位的基本要素

在小范围测区内，可以将大地水准面看作是平面，地面点的

空间位置由地面点在投影平面上的坐标 x 、 y 和高程 H 决定。如图 1-10 所示，在实际测量中， x 、 y 和 H 的值并非直接测定，而是通过测量水平角 β_a 、 β_b 、 $\dots$ 和水平距离 D_1 、 D_2 、 $\dots$ ，再以 A 点的坐标和 AB 边的方位角为起算数据，推

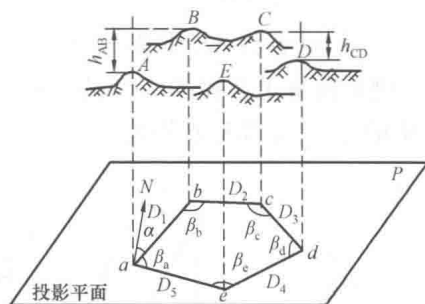


图 1-10 确定地面点位的基本要素

算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的坐标；通过测量点之间的高差 h_{AB} 、 $\dots$ ，以 A 点的高程为起算数据，推算出 B 、 C 、 D 、 E 各点的高程。由此可以看出，水平距离、水平角、高差是确定地面点位的三个基本要素。距离测量、角度测量和高差测量是测量的三项基本工作。

第二节 测量的基本工作和原则

一、测量的基本工作

测量学要测定地面各点的空间位置，通常需要大量、反复地进行以下三项基本工作：

(一) 测量点的绝对（或相对）高程

如图 1-11 所示的 H_A 、 H_B （或 H'_A 、 H'_B ）。

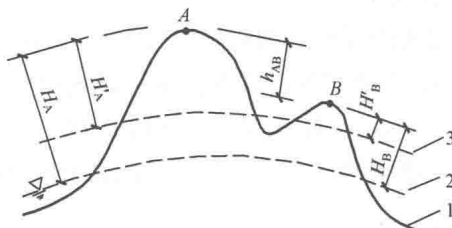


图 1-11 点位的高差、绝对和相对高程

1—地球的表面；2—大地水准面；3—假定的水准面

(二) 测量水平投影角

测量两条水平投影线间的夹角，称为水平投影角，如图 1-12 中的 β_1 、 β_2 ，简称水平角。

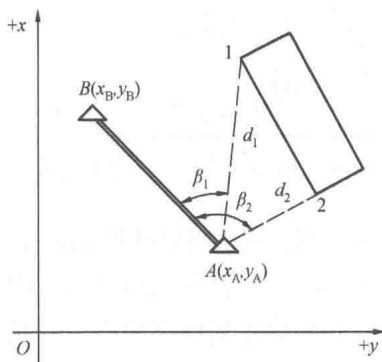


图 1-12 确定平面上点位的原理

(三) 测量水平距离

测量两点在基准面水平投影点间的距离，称为测量水平距离，如图 1-12 中的 d_1 、 d_2 。

测量的三项基本工作，就是测高程、测水平角和丈量水平距离。初学者需切实理解这三项基本工作的施测原理，好好掌握施测的方法和

和操作技能。在测量过程中，对测量数据需要进行整理计算，并绘制成图，所以初学者还必须练好测量计算和制图的基本功，才能提出精度要求的测量成果。

二、测量的基本原则

测量学的主要任务是测绘地形图和施工放样。地形测图通常是在选定的点位上安置仪器，测绘地物、地貌。如果只是在一个选定的点位上施测整个测区所有的地物、地貌，则是十分困难甚

至是不可能的。如图 1-13 所示,在 A 点只能测绘 A 点附近的房屋、道路、地面起伏等地物地貌,对于山的另一边或者较远的地方则观测不到,因此必须连续地逐个设站观测。也就是说测量工作必须按照先整体后局部、先控制后碎部的原则进行。

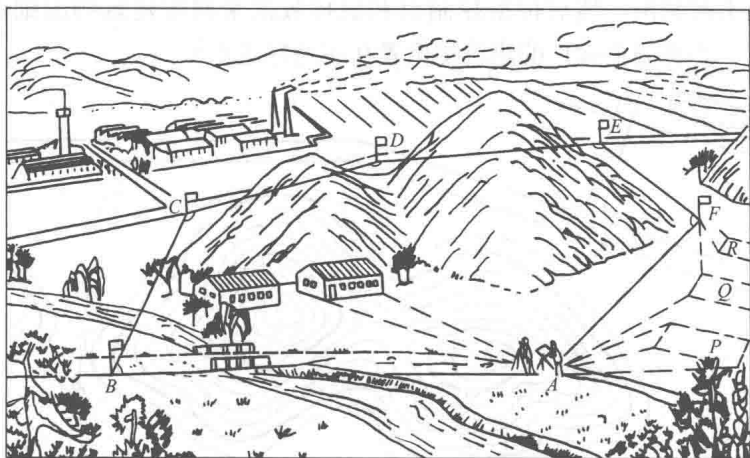


图 1-13 控制测量与碎部测量

在图 1-13 中,先在整个测区范围内均匀选定若干数量的控制点,如图中的 A、B、C、D、E、F 点,以控制整个测区。将选定的控制点按照一定方式联结成网形,称为控制网。然后进行控制测量工作,即以较精密的测量方法测定网中各个控制点的平面位置和高程。再分别以这些控制点为依据,测定点位附近地物、地貌的特征点(碎部点),并勾绘成图,如图 1-14 所示,此项工作称为碎部测量。在布局上应先考虑整体,再考虑局部;工作步骤是先进行控制测量,再进行碎部测量。

按照先整体后局部、先控制后碎部的原则实施测图。由于建立了统一的控制系统,使整个测区各个局部都具有相同的误差分布和精度,特别是对于大面积的分幅测图,不但为各图幅的同步作业提供了便利,同时也有效地保证了各个相邻图幅的拼接和使用。

在图 1-14 中, 控制点 A 、 F 附近的建筑物 P 、 Q 、 R (图中虚线) 就是根据控制点 A 、 F 及建筑物 P 、 Q 、 R 的设计坐标求出水平角和水平距离, 在实地进行测定的。建筑物施工放样也必须遵循先整体后局部、先控制后碎部的原则。先在施工地区布设施工控制网, 然后根据控制点和放样数据来测设建筑物的细部点, 并将图上设计的建筑物位置在实地标定出来。

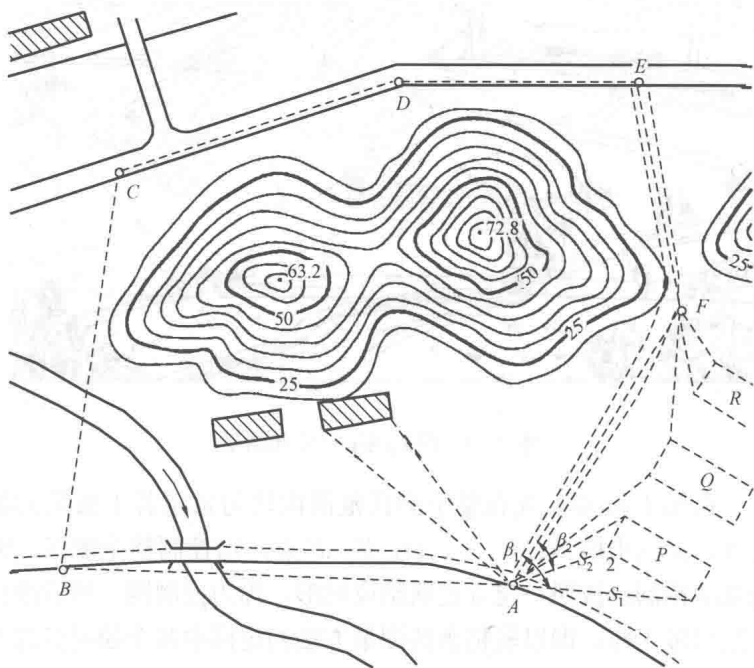


图 1-14 某测区地形图

第三节 用水平面代替水准面对测量结果的影响

一、对测量距离的影响

如图 1-15 所示, 地面上有 A 、 B 两点, 其在大地上水准面上的投影为 a 、 b , 如果用过 a 点的水平面代替大地水准面, 那么

a 、 b 点在大地水准面上的投影则为 a 、 b' ，地面 A 、 B 两点在水平面与大地水准面的距离分别为 D' 、 D 。

图 1-15 中，用 ΔS 表示 D' 代替 D 所产生的误差，那么

$$\Delta S = D' - D \quad (1-7)$$

由 $D = R\theta$ ，且在 $\triangle aOb$ 中， $D' = R\tan\theta$ ，所以

$$\begin{aligned} \Delta S &= D' - D = R\tan\theta - R\theta \\ &= R(\tan\theta - \theta) \end{aligned} \quad (1-8)$$

将 $\tan\theta$ 按级数展开，即为

$$\tan\theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{2}{15}\theta^5 + \dots \quad (1-9)$$

由于面积不大，所以 D' 不会太长，且 θ 角很小，因此略去 θ 五次方以上各项，并代入式 (1-8) 得

$$\Delta S = \frac{1}{3}R\theta^3 \quad (1-10)$$

将 $\theta = \frac{D}{R}$ 代入式 (1-10)，即得

$$\Delta S = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1-11)$$

以 $R = 6371\text{km}$ 和不同的 D 值代入公式 $\Delta S = \frac{D^3}{3R^2}$ ，算出相应的 ΔS 及 $\Delta S/S$ 的值见表 1-1。

表 1-1 地球曲率对水平距离和高程的影响

水平距离 (m)	距离误差 (mm)	距离相对误差	高程误差 (mm)
100	0.000008	1/1250000 万	0.8
1000	0.008	1/12500 万	78.5

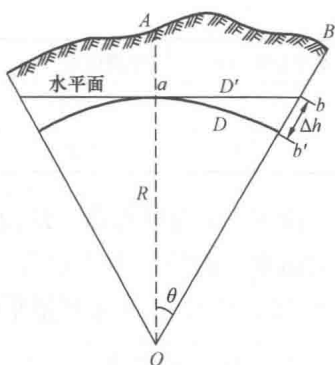


图 1-15 水平面代替大地水准面图