

高等专科学校教学用书

建筑工程测量

长春建筑高等专科学校 姜春元 主编

冶金工业出版社

(京) 新登字 036 号

高等专科学校教学用书

建筑工程测量

长春建筑高等专科学校 姜春元 主编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街五十四号)

新华书店总店科技发行所发行

中国计量出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 12.25 字数 286 千字

1993 年 10 月第一版 1993 年 10 月第一次印刷

印数 1~7600 册

ISBN 7-5024-1240-9
TU·97 (课) 定价 5.85 元

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 建筑工程测量的任务	(1)
第二节 地面点位的确定	(1)
第三节 测量工作概述	(7)
思考题与习题	(10)
第二章 水准测量	(11)
第一节 水准测量原理	(11)
第二节 水准测量的仪器和工具	(12)
第三节 DS_3 微倾式水准仪的使用	(16)
第四节 水准测量的施测和记录	(18)
第五节 水准测量的误差及注意事项	(20)
第六节 水准测量观测成果的实测检核	(22)
第七节 水准测量的成果计算	(24)
第八节 微倾式水准仪的检验与校正	(26)
第九节 自动安平水准仪、精密水准仪和激光水准仪	(29)
思考题与习题	(31)
第三章 角度测量	(34)
第一节 水平角测量的原理和经纬仪	(34)
第二节 J_6 级光学经纬仪	(35)
第三节 J_2 级光学经纬仪	(37)
第四节 经纬仪的使用	(39)
第五节 水平角的观测方法	(40)
第六节 垂直角的观测	(43)
第七节 水平角测量误差及注意事项	(47)
第八节 经纬仪的检验与校正	(49)
思考题与习题	(51)
第四章 距离测量与直线定向	(53)
第一节 钢尺量距的一般方法	(53)
第二节 钢尺量距的精密方法	(55)
第三节 光电测距仪简介	(58)
第四节 直线定向	(62)
第五节 罗盘仪及其使用	(65)
思考题与习题	(66)
第五章 观测误差的基本知识	(68)
第一节 观测误差概述	(68)

第二节 衡量精度的标准 (70)

第三节 观测值的算术平均值 (71)

第四节 误差传播定律 (74)

思考题与习题 (78)

第六章 小地区控制测量 (80)

第一节 控制测量概述 (80)

第二节 导线测量的外业工作 (81)

第三节 导线的内业计算 (85)

第四节 小三角测量 (93)

第五节 前方交会测量 (97)

第六节 高程控制测量 (98)

思考题与习题 (103)

第七章 大比例尺地形图的基本知识及其测绘 (105)

第一节 地形图概述 (105)

第二节 地形图的比例尺 (105)

第三节 地形图的图名、图号和图廓 (106)

第四节 地物符号 (109)

第五节 地貌符号 (111)

第六节 地形图测绘前的准备工作 (115)

第七节 视距测量 (116)

第八节 碎部测量 (118)

思考题与习题 (123)

第八章 地形图的应用 (125)

第一节 地形图应用的基本内容 (125)

第二节 地形图在规划设计中的应用 (127)

第三节 城市用地的地形分析 (131)

第四节 地形图的精度和选用 (133)

思考题与习题 (135)

第九章 测设的基本工作 (137)

第一节 水平角、水平距离和高程的测设 (137)

第二节 点的平面位置的测设 (139)

思考题与习题 (141)

第十章 工业与民用建筑物的施工测量 (143)

第一节 施工测量概述 (143)

第二节 施工控制网的建立 (144)

第三节 民用建筑施工测量 (148)

第四节 工业厂房施工测量 (154)

第五节 烟囱的施工测量 (159)

第六节 激光铅垂仪在施工测量中的应用 (160)

第七节 建筑物的变形观测 (161)

第八节 竣工总平面图的测编 (165)

思考题与习题 (167)

第十一章 曲线型建筑物的施工放样 (168)

第一节 圆弧形平面图形的施工放样 (168)

第二节 椭圆形平面图形的施工放样 (169)

第三节 双曲线平面图形的施工放样 (170)

第四节 抛物线平面图形的施工放样 (172)

思考题与习题 (173)

第十二章 管道工程测量 (174)

第一节 中线测量 (174)

第二节 纵断面测量 (176)

第三节 横断面测量 (179)

第四节 带状地形图的测绘 (180)

第五节 管道施工测量 (181)

第六节 顶管施工测量 (184)

第七节 管道竣工测量 (185)

思考题与习题 (186)

主要参考文献 (187)

第一章 绪 论

第一节 建筑工程测量的任务

建筑工程测量的内容包括测定和测设两个部分。测定是指使用测量仪器和工具，通过一系列的观测和计算，获得确定地面点位置的数据，或将建设地区的地表面的地形缩绘成地形图，供建筑工程规划和设计时使用。测设是指把图纸上设计好的建筑物、构筑物的位置，按照设计和施工的要求在地面上标定出来，作为施工的依据。具体说来，建筑工程测量有以下几方面的任务：

(1) 测绘大比例尺地形图。把工程建设地区的各种地物（如房屋、道路、森林与河流等）和地貌（地面的高低起伏，如山头、盆地、丘陵与平原等）通过外业实地测量和内业计算整理，按一定的比例尺缩小绘成各种地形图、断面图，或用数字表示出来，为工程建设的各阶段提供必要的图纸和资料。

(2) 建（构）筑物的施工放样。将图纸上所设计的建筑物、构筑物，按照设计与施工的要求在现场标定出来，作为施工的依据。在建筑施工和设备安装过程中，也要进行各种测量工作，配合指导施工，以便保证施工和安装的质量。

(3) 竣工总平面图的编绘。为了检验工程施工定位质量，工程竣工后，要对建（构）筑物、各种设施，各种生产、生活管道，特别是隐蔽工程的平面位置和高程位置进行竣工测量。绘制竣工总平面图，为建筑物交付时的验收和以后的改建、扩建以及使用中的检修提供资料。

(4) 建筑物的沉降与变形观测。在工程建筑物施工或运营期间，为了监测其基础和结构的安全和稳定状况，了解设计是否合理，需要定期地对其位移、沉降、倾斜以及摆动进行观测，为鉴定工程质量以及工程结构和地基基础研究提供资料。

由此可见，建筑工程测量在城乡规划、工业与民用建筑、给水与排水、建筑学、地下建筑和农村建筑等专业中有着重要的作用。所以，从事工程建设的技术人员，必须掌握一定的测量知识和技能。

本书主要介绍有关大比例尺地形图的测绘及其应用以及有关中、小型建筑物的施工放样技术等内容。对于土建类专业的学生，本课程的基本要求是：

- (1) 掌握建筑工程测量必要的基本理论、基本知识和基本技能；
- (2) 了解常用测量仪器（水准仪、经纬仪、钢尺）的构造，掌握其使用和检验方法，了解其校正的方法；
- (3) 了解小地区大比例尺地形图测绘的过程，并初步掌握其测绘方法；
- (4) 学会读图和应用地形图；
- (5) 了解建筑工地测量的主要内容和工序，并具有一般工程施工放样的能力。

第二节 地面点位的确定

地球自然表面的形态是多种多样的，地面还有许多各种类型的建筑物。因此，要测绘的

地貌和地物是十分复杂的，欲将其测绘到图纸上，就需要在地物和地貌的轮廓线上选择一些具有表形特征的点，只要将这些点测绘到图纸上，就可以参照实地情况比较准确地将地物、地貌描绘出来而获得地形图。从图 1-1(a) 中 可以看出，房屋的平面位置是由 1、2、3、……等表示房屋轮廓的转折点的连线构成的。因此，只要将 1、2、3、……点的平面位置测绘在图纸上，相应地连接这些点，就可以获得房屋在图上的平面位置。一条道路，如图 1-1(b)，它的边线不规则，但弯曲部分可以看成是由许多短直线组成的，若能确定 1、2、3、……等路

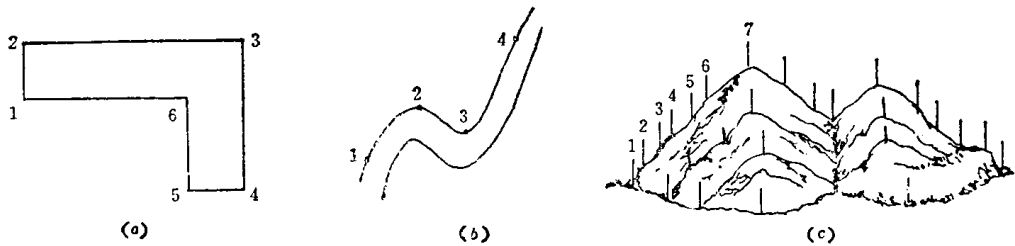


图 1-1

边转折点在图上的位置，再考虑到路宽，比照道路形状的变化，就可以在图上描绘出这条道路的平面位置了。如图 1-1(c) 所示，地面起伏形态可以用地形特征线上的坡度变化点（包括方向变化点）1、2、3、……各点所组成的线段来表示。可以把各线段内的坡度看成是大体一致的，所以测量 1、2、3、……的高低位置后，地面的起伏也就大概地表达出来了。表示高低变化的 1、2、3、……各点称之地貌特征点。

由此可见，测量工作的基本任务就是确定地面点的位置，无论是测绘地形图还是建筑物的施工放样，都可以归结为确定地面点的位置问题。下面研究地面点的表示方法。

一、地球的形状与大小

测量工作是在地球表面上进行的，测量的成果又需要归算到一定的平面上，才能进行计算和绘图。因此，首先要对地球的形状与大小有一个初步的了解。地球自然表面极不规则，有陆地和海洋。其中我国的珠穆朗玛峰高达 8848.13 m，是世界上的最高点，而太平洋的马里亚纳海沟深达 11022 m，是世界上的最低点。由于海洋面积占地球表面的百分之七十，所以人们总是把地球的形状看作是被海水包围的球体。自由静止的水面称为水准面。它是一个封闭的曲面，并处处与铅垂线相垂直。过水准面上某点与水准面相切的平面称为水平面。水准面有无数个，其中与平均海水面相吻合并向大陆、岛屿内延伸而形成的曲面称为大地水准面。大地水准面所包围的地球形体称为大地体。由于地球内部质量分布不均匀，引起地面各

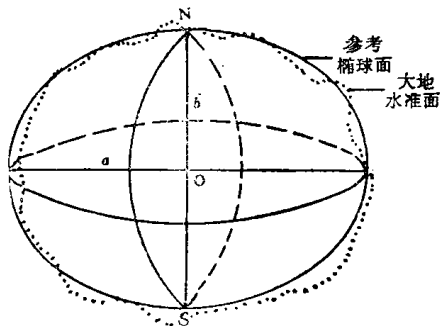


图 1-2

点的铅垂线方向不规则的变化。因而大地水准面是具有复杂的形状的物理曲面，如图 1-2 所示。在实用上，常用与其逼近的旋转椭圆体的表面代替大地水准面，以便把测量结果归算到旋转椭圆体面上进行计算或制图。

旋转椭圆体面是一个数学表面，它的大小可由长半径 a ，短半径 b 和扁率 α 来表示。我国 1980 年以后采用的数值为：

$a = 6\,378\,140\text{ m}$ $b = 6\,356\,755\text{ m}$

$$a = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298.257}$$

由于旋转椭圆体扁率较小，在建筑工程测量中可把它当作圆球体看待，其半径取为：

$$R = \frac{a+a+b}{3} = 6371 \text{ km}$$

二、确定地面点位的方法

测量的基本工作是确定地面特征点的位置。在数学上，一个点的空间位置，通常用它在三维空间直角坐标系中的坐标 x 、 y 、 z 三个量来确定，测量上也采用同样的方法确定点的空间位置。如图 1-3 所示，将地面点 A 、 B 、 C 沿着铅垂线方向投影到大地水准面上（范围较小时可用水平面代替大地水准面），得到 a 、 b 、 c 各投影点位，其平面位置用 x 、 y 表示，其竖向位置用 H 表示。

1. 地面点的高程位置

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（又称海拔），用 H 表示，如图 1-4 所示。地面点 A 、 B 的绝对高程 H_A 、 H_B ，就是 A 、 B 点的竖向坐标。

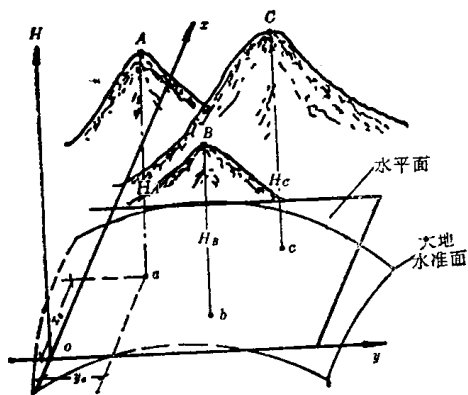


图 1-3

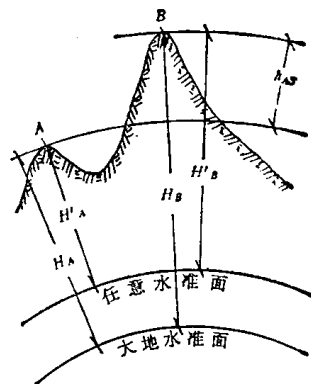


图 1-4

大地水准面是计算高程的基准面，我国采用“1985 年 国家高程基准”，它是由青岛验潮站 1953 年至 1979 年的验潮资料计算确定的，并推算得青岛水准原点高程为 72.260 m，全国各地高程都以它为基准进行测算（停止使用 1956 年青岛水准原点的高程 72.289 m）。

地面上两点间的高程差称为高差，如图 1-4，用 h 表示。高差有方向和正负之分， A 点至 B 点的高差为：

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

当 h_{AB} 为正时，说明 B 点高于 A 点。而 B 点至 A 点的高差为：

$$h_{BA} = H_A - H_B$$

当 h_{BA} 为负时，说明 A 点低于 B 点。可见， A 至 B 的高差与 B 至 A 的高差绝对值相等而符号相反，即：

$$h_{AB} = -h_{BA}$$

当使用绝对高程有困难时（无法与国家高程系统水准点联测），可采用假定的高程系统，

即采用任意假定的水准面为高程起算面。地面点到任意选定的水准面的铅垂距离称为该点的相对高程（假定高程）。如图 1-4 中的 H'_A, H'_B 。在建筑工程中所使用的标高，就是相对高程，它是以建筑物地坪（±0.000 面）为基准面起算的。由图 1-4 可以看出：

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A$$

可见对于相同的两点，不论采用绝对高程还是相对高程，其高差值不变，均能表达两点间的高低相对关系。

2. 地面点的平面位置

(1) 独立（假定）平面直角坐标系。当测量区域较小且相对独立时（较小的建筑区和厂矿区），通常把较小区域的椭球面当作水平面看待，即用通过测区中部的水平面代替曲面，如图 1-5 所示。地面点在水平面上的投影位置，可以用该平面的直角坐标系中的坐标 x, y 来表示。这样选择坐标系对测量工作的计算和绘图都较为简便。

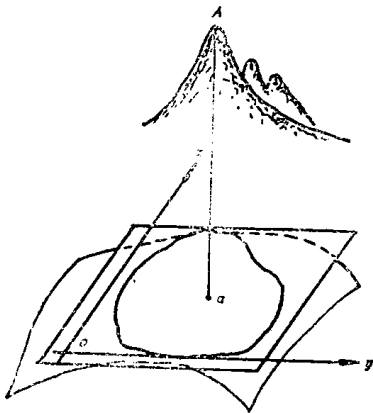


图 1-5

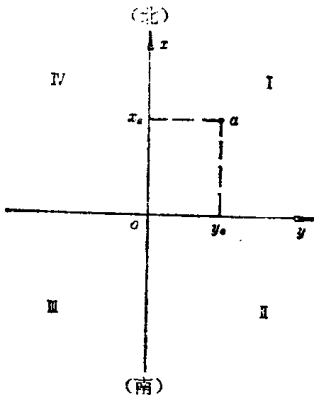


图 1-6

测量上都以某点的子午线为基准方向，由子午线的北端起按顺时针确定直线方向，使平面直角坐标系的纵轴即 x 轴与子午线北方一致，象限排列如图 1-6 所示。这样选择直角坐标系可使数学中的解析公式不做任何变动地应用到测量计算中。显然坐标纵轴（南北方向） x 指北为正，坐标横轴 y （东西方向）指东为正。平面直角坐标系的原点，可按实际情况选定。通常把原点选在测区西南角，其目的是使整个测区内各点的坐标均为正值。

(2) 高斯平面直角坐标系。在解决较大范围的测量问题时，应将地面上的点投影到椭圆体面上，再按一定的条件投影到平面上来，形成统一的平面直角坐标系，通常采用高斯投影的方法来解决这个问题。

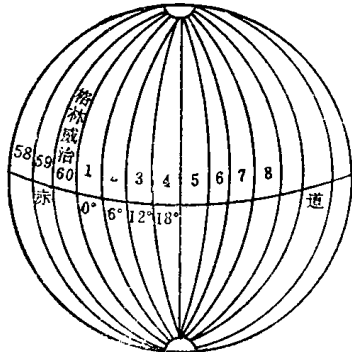


图 1-7

如图 1-7 所示，高斯投影是将地球按一定的经差划分若干个带，然后将每带按高斯正投影条件投影到平面上。投影带是从首子午线（通过英国格林威治天文台的子午线）起，每经差 6° 划为一带（称为六度带），自西向东将整个地球划分成经差相等的 60 个带，带号从首

子午线起向东，用阿拉伯数字编定，即用1、2、3、……60表示。位于各带中央的子午线称为该带的中央子午线。第一个六度带的中央子午线的经度为3°，任意带的中央子午线经度 L_0 为：

$$L_0 = 6N - 3$$

式中 N ——投影带的号数。

分带后，每一个六度带仍然是一个曲面。为了能用平面直角坐标表示点的位置，必须将曲面按高斯正形投影条件转换成平面。如图 1-8(a) 所示，把地球作为一个圆球看待，设想把一个与地球同直径的横圆柱切于圆球面上，使圆柱面与圆球体某六度带的中央子午线相切，将整个六度带在保持角度不变的条件下投影到横圆柱面上。然后将横圆柱面沿着通过南北极的母线切开并展成平面，便得到该六度带在平面上的描写形，此平面称为高斯投影平面，如图 1-8(b) 所示。

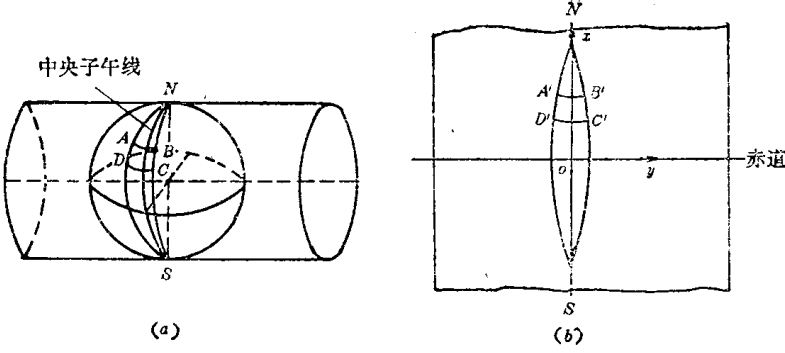


图 1-8

投影后，在高斯平面上，中央子午线和赤道投影成互相垂直的直线，取中央子午线为坐标纵轴 x ，赤道为横轴 y ，它们的交点 O 为坐标原点，从而构成这一带的高斯平面直角坐标系。在这个投影面上的每个点都可以用直角坐标值 x 、 y 来表示。该坐标系的纵坐标 x 自赤道向北为正，向南为负；横坐标 y 自中央子午线向东为正，向西为负。我国领土位于北半球，各带的纵坐标均为正值，而横坐标有正有负。为了使各带的横坐标 y 不出现负值，在测量中规定每带中央子午线的横坐标都加 500 km，也就是将坐标原点西移 500 km，如图 1-9 所示。

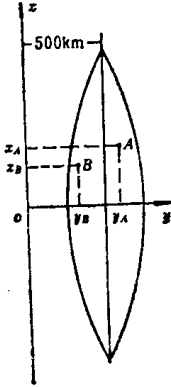


图 1-9

由于高斯投影是按带各自投影，故每带都有相应的平面直角坐标系。为了表明点的某组坐标是属于哪一带的坐标值，规定在横坐标值前加写带号，这种增加 500 km 和带号的坐标，称国家统一坐标，因此，带内任一点的坐标值为：

$$x = X$$

$$y = \text{带号} + 500 \text{ km} + Y$$

式中 x 、 y 为相对赤道和中央子午线的自然坐标值。

例如

$$x_A = 321821.98 \text{ m}$$

$$y_A = 20\,587\,307.25\text{ m}$$

可以看出 A 点在第 20 带,点位是由赤道向北 321 821.98 m 与中央子午线向东 587307.25m - 500 000 m = 87 307.25 m 的交点处。

在高斯平面直角坐标系中,离中央子午线愈近的部分其长度变形愈小,随着离中央子午线愈远其长度变形愈大,且中央子午线两侧对称位置的变形是相互对称的。在工程和城市测量中要求长度变形较小时,应采用高斯投影三度带坐标系。三度带是从东经1°30′起,每隔经差3°划分一带,将整个地球划分为 120 个带,它与六度带的关系见图 1-10 所示。三度带中单数带的中央子午线与六度带的中央子午线重合。而双数带的中央子午线则与六度带的边界子午线重合。三度带中央子午线的经度 L_0 可按式计算:

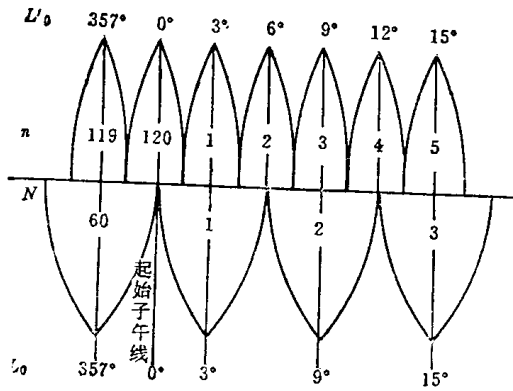


图 1-10

带中单数带的中央子午线与六度带的中央子午线重合。而双数带的中央子午线则与六度带的边界子午线重合。三度带中央子午线的经度 L_0 可按式计算:

$$L_0 = 3n$$

式中 n ——三度带的带号。

我国境内六度带带号最西为第 13 带,最东的一带为 23 带,全国共 11 个六度带。由此可以推算出我国境内三度带带号及带数。

(3) 地理坐标。地面点在椭圆体面上的投影位置用经度与纬度来表示,称之为地理坐标。

地面上每个点都有一对地理坐标。例如,位于北京地区某点的地理坐标为东经116°28′、北纬39°54′。知道了点的地理坐标,就可以确定该点在椭圆体面上的投影位置。这种表示点位的方法常用在大地测量学中,在建筑工程测量中一般不使用此坐标系。

三、用水平面代替水准面的限度

前面已经谈到,在小区域内测量时可用水平面代替水准面,把地面点直接投影到水平面上以确定其位置。那么在多大范围内才能允许用水平面代替水准面呢?下面就其对距离和高程的影响进行分析。为讨论方便,仍假设地球是一个圆球体。

1. 对距离的影响 如图 1-11 所示,设地面两点 A、B 投影到大地水准面椭圆体面的长度 $\widehat{ab'}$,其所对圆心角为 θ ,而在水平面上的投影长度 $\overline{ab}$ 。设 $\widehat{ab'}$ 长度为 D , $\overline{ab}$ 长度为 D' ,则二者之差即为用水平面代替水准面所引起的距离误差,用 ΔD 表示,即

$$\Delta D = D' - D = R \operatorname{tg} \theta - R \theta$$

$$= R(\operatorname{tg} \theta - \theta)$$

(1-1)

根据三角函数的级数展开公式:

$$\operatorname{tg} \theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{5}{12}\theta^5 + \dots$$

由于 θ 值很小,只取上式右边前二项,代入(1-1),得

$$\Delta D = R\left(\theta + \frac{1}{3}\theta^3 - \theta\right) = \frac{R\theta^3}{3}$$

因为 $\theta = \frac{D}{R}$,所以

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad \text{或} \quad \frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \tag{1-2}$$

以 $R = 6371 \text{ km}$ 和不同的 D 值，代入 (1-2) 式进行计算，结果填入表 1-1。

表 1-1

$D(\text{km})$	$\Delta D(\text{cm})$	$\Delta D/D$
10	1	1:1200000
20	7	1:300000
50	102	1:49000
100	812	1:12000

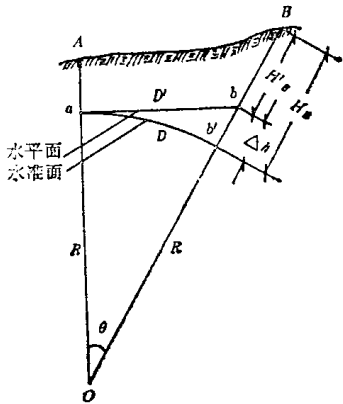


图 1-11

由表 1-1 可以看出，当距离为 10 km 时，用水平面代替水准面所产生的距离误差为 1：1 200 000，而目前最精密的距离测量，其相对误差约为 1：1 000 000，因此可以得出结论：在半径为 10 km 的圆面积内，用水平面代替水准面对距离的影响可忽略不计。

2. 对高程的影响 如图 1-11 所示。地面点的高程为 H_B ，当用水平面 $\overline{ab}$ 代替大地水准面时，则 B 点高程为 H_b ，其差值 Δh 就是水平面代替水准面所产生的高程误差，即地球曲率对高程的影响。由图 1-11 可看出：

$$(R + \Delta h)^2 = R^2 + (D')^2$$

即

$$\Delta h = \frac{(D')^2}{2R + \Delta h}$$

因为 D' 和 D 相差很小，取 $D' \approx D$ ；又因 Δh 与 R 值相比也很小，取 $2R + \Delta h \approx 2R$ ，则

$$\Delta h = \frac{D^2}{2R} \tag{1-3}$$

将不同的 D 值和 $R = 6371 \text{ km}$ 代入上式计算，结果代入表 1-2。由表 1-2 可以看出：即使在

表 1-2

$D(\text{km})$	0.2	0.5	1	2	3	4	5
$\Delta h(\text{cm})$	0.31	2	8	31	71	125	196

较短的距离内，用水平面代替水准面对高程的影响也是很大的，它所带来的高程影响在建筑工程测量中是不能允许的。因此，在高程测量中，应顾及地球曲率对高程的影响。

第三节 测量工作概述

测量工作的实质是确定地面点的位置。一个点的位置是由其平面坐标 x 、 y 和高程 H 三

个数值确定的。但地面点的坐标和高程一般并非直接测出，而是先测出确定点的相对位置关系的基本要素，然后利用必要的已知数据推算出来。

一、确定地面点位的三个基本要素

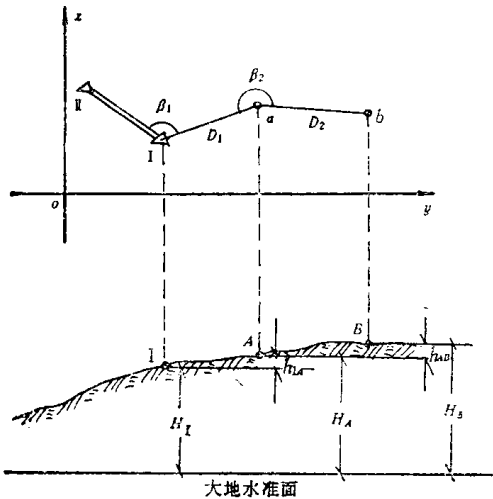


图 1-12

如图 1-12 所示，地面点 A 、 B 在平面直角坐标系中的位置是 a 和 b ， I 、 I 是已知点（即其坐标和高程是已知的）。为了得到 A 、 B 点的坐标和高程，可先观测出水平角 β_1 、 β_2 ，水平距离 D_1 、 D_2 ，以及高差 h_{IA} 、 h_{AB} ，再根据已知点 I 的坐标，方向 $I-I$ 和 I 点的高程 H_I ，便可推算出 A 和 B 点的位置。由此可见，地面点间的位置关系是以水平距离、水平角（方向）和高差来确定的。所以距离测量，角度测量和高程测量是测量的基本工作，而水平距离、水平角和高差是确定地面点位的基本要素。

二、测量工作的原则与程序

测量工作分外业和内业两部分。外业工作主要是在室外进行的，如测角，量距，测高差和测图等。内业工作是在室内进行的，主要内容是整理室外测量的数据，进行计算和绘图。当然，外业工作也包括一些简单的计算和绘图内容。

通常，把需要测量的地区称为测区，如图 1-13(a) 所示。欲将该地区的地貌、地物测绘到图上，如果从第一栋房屋开始测定第二栋房屋，又由第二栋房屋依次测定第三栋房屋……直到测完最后一栋房屋。道路上各点，如果也是这样一点接一点测下去，显然最终可以测出各房屋和道路的特征点的位置并绘制成图。但由于测量中不可避免地产生误差，前一点误差会传递到后一点，逐渐积累起来，将可能达到不能允许的程度，更重要的是这种作业方式不便于分幅测绘整体拼接。为此，在测量中，常是先选择一些具有控制意义的点，如图 1-13(b) 中的 A 、 B …… F 等点，用比较精密的仪器和方法把它们的位置测定出来，作为各种测量的控制点，再根据这些点测量房屋、道路等的轮廓点。这些用于测量房屋、道路等轮廓点位置的 A 、 B …… F 等点，对测区起着控制的作用，构成了测区的骨干点，是测图的根据，我们称这些点为图根控制点，简称图根点。房屋、道路等的轮廓点称地物特征点。表示地貌特征的点称为地形点，把它们统称为碎部点。对图根点的测量和计算工作，叫做图根控制测量；对碎部点的测量和绘图，叫做碎部测量，又称地形测图。

如上所述，测量上是先测定图根控制点而后测量碎部点，这样一种工作程序，通常称它为“由控制到碎部”的测量程序。当测区较大，需测绘多幅图时，一般是先在整个测区布满图根点，然后才在一个一个的局部地区测量碎部点，称为“由整体到局部”。遵循这种程序，就可以使整个测区连成一体，从而获得大幅完整的地形图；使测量误差分布比较均匀，保证测图的精度；便于分幅测绘，平行作业，加快测图的速度。

如果测区更大，例如一个城市，一个县，要使测绘的地形图保证精度，连成一体，那又要先测量比图根点的精度还高的控制点。同样，一个省，乃至全国范围内，又需测定更高精度的控制点，称为高级控制点。如此，从全国到全省，从省到县，直到一个小的测区，测量

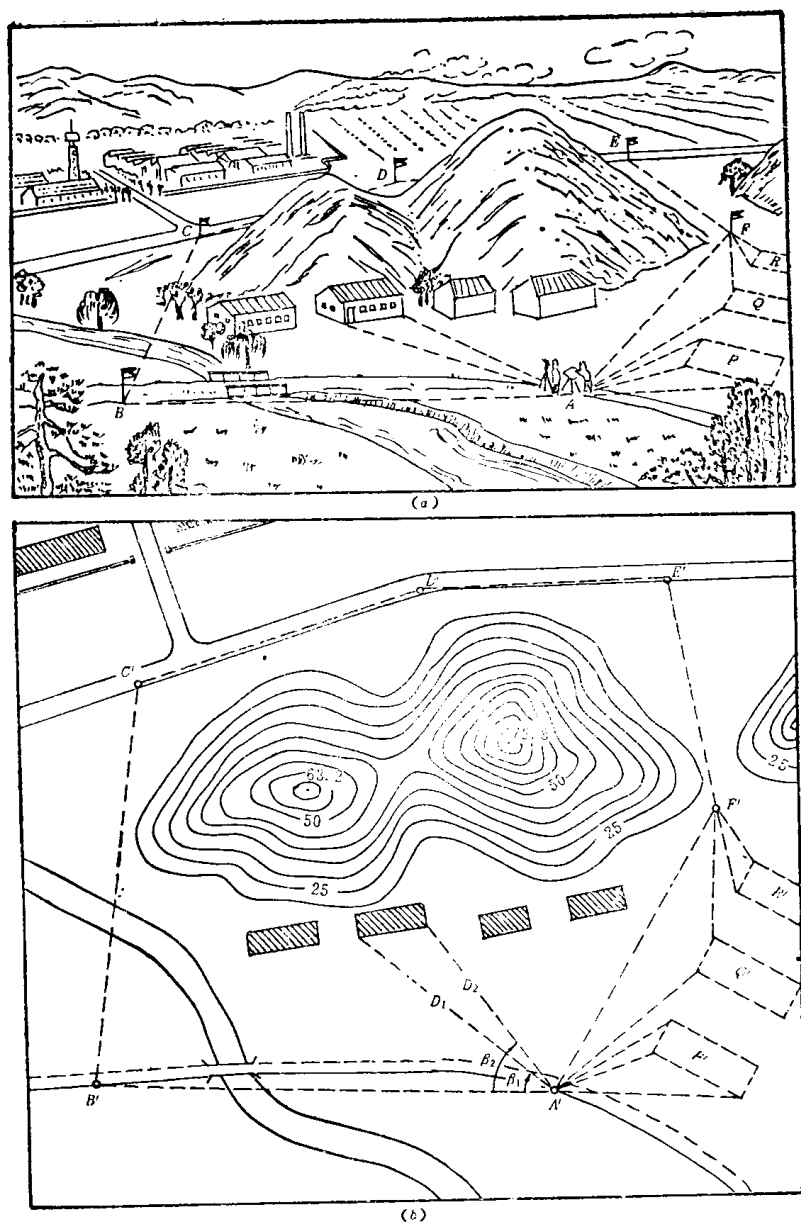


图1 13

工作总是从高级到低级逐级进行的，叫做“由高级到低级”。上述三种测量程序的实质相同，只是各自的侧重点不同而已。“由高级到低级”是从精度上说的；“由整体到局部”指的是布局；而“由控制到碎部”则是先后顺序。这是测量工作中，必须遵循的原则。

此外，为了使测量成果中不带有错误，就要求随时进行检查，没有对前一段工作成果的检查，就不能进行后一段的工作，这是测量工作必须遵循的又一个原则。

综上所述，整个地形测量工作大致分为：用较精密的仪器和方法，在全测区建立高级控制点，它的数量较少，精度要求较高；在高级控制点的基础上，建立图根控制点，它的数量较多，精度比高级控制点稍低，是控制点进一步加密，也是地形测图的依据；地形测图，就是根据每一图幅内的控制点，在野外测量碎部点，并绘制成图。

上述测量工作的原则和程序，不仅适用测图工作，也适合放样测量工作，如图1-13中，欲将图上设计好的建筑物 P' 、 Q' 、 R' 测设于实地，作为施工的依据，须先于实地进行

控制测量，然后安仪器于控制点 A 、 F 上，按设计要求进行建筑物的放样测量工作。所以，在放样测量工作中也要遵循上述原则。

思考题与习题

1. 建筑工程测量的基本任务是什么？
2. 何为大地水准面、椭圆体面和水平面？它在测量中的作用是什么？
3. 何谓绝对高程和相对高程？
4. 已知 H_A 、 H_B 写出 A 至 B 及 B 至 A 的高差表达式。
5. $h_{AB} = -16.000\text{m}$ ，问 A 点高还是 B 点高？
6. 测量上使用的平面直角坐标系有哪几种？它们是怎样建立的？与数学上使用的直角坐标系有何不同？
7. 设我国某地处于东经 $125^\circ 50'$ ，试计算它所在六（三）度带的带号与中央子午线的经度？
8. 用水平面代替水准面对距离和高程有何影响？
9. 地面点的位置用哪几个元素来确定？为了确定地面点的位置，应该做哪些基本的测量工作？
10. 在测量工作中，为了防止误差的积累，加速测量进度，应该采用怎样的工作程序？

第二章 水准测量

测量地面点高程位置的工作，称为高程测量。根据所用仪器和施测方法的不同，高程测量主要分为水准测量与三角高程测量两种。其中水准测量是精确测量高程的方法，也是工程测量中常用的一种方法。本章主要介绍水准测量原理、水准仪的简单构造和使用、水准测量的施测方法及成果计算等内容。三角高程测量将在第六章介绍。

第一节 水准测量原理

水准测量，就是利用水准仪提供的水平视线和水准尺，直接测定地面点之间的高差，然后根据一点的已知高程，推算欲测点的高程。如图 2-1 所示，已知地面点 A 的高程为 H_A ，如果能测出 A 与 B 之间的高差 h_{AB} ，即可计算出 B 点的高程 H_B 。用水准测量观测 A、B 两点间的高差时，可分别在 A、B 点铅直地竖立尺底为零起点的带有刻划的水准尺，在 A、B 之间安置水准仪，水准仪提供的水平视线在 A 尺上截取的读数，称为后视读数，用 a 表示；在 B 尺上截取的读数，称为前视读数，用 b 表示，

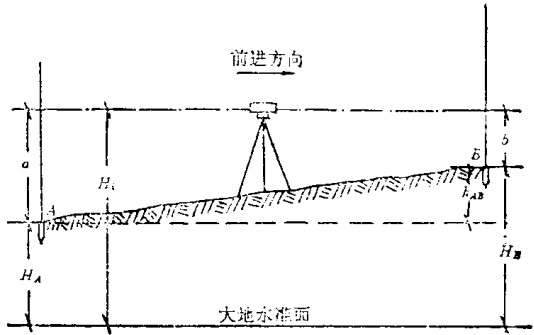


图 2-1

从图 2-1 中可以看出，后视读数减去前视读数，就是 A、B 两点之间的高差 h_{AB} ，即

$$h_{AB} = a - b \quad (2-1)$$

由上式可以看出，若后视读数 a 大于前视读数 b ，则高差 h_{AB} 为正，说明前视点 B 高于后视点 A。反之，若后视读数 a 小于前视读数 b ，则高差为负，说明前视点 B 低于后视点 A。

测出 A、B 两点的高差后，便可计算 B 点的高程，即

$$H_B = H_A + h_{AB} \quad (2-2)$$

这种由高差计算高程的方法，称为高差法。需要注意的是，式 (2-2) 为代数表达式， h_{AB} 本身含有正、负号。

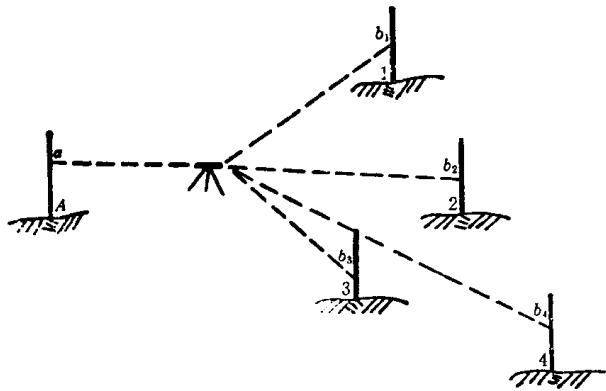


图 2-2

由图 2-1 还可以看出，若先算出水平视线的高程

$$H_i = H_A + a \quad (2-3)$$

然后用式 (2-4) 亦可计算前视点 B 的高程，即

$$H_B = H_i - b \quad (2-4)$$

这种用视线高程计算未知点高程的方法，称为视线高法，又称仪器高法。在安置一次仪器需要测出多个测点的高程时，用这种方法更为便利。如图 2-2 所示，设已知 A 点的高程 H_A ，欲求 1、2、3……n 各点的高程。为此，可安