

测量学

主编 董世远 刘玉梅



NEUPRESS
东北大学出版社

测量学

主 编 董世远 刘玉梅
编写人员 董世远 刘玉梅 李茹仁
王景利 刘雅芬 符 岩

东北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

测量学/董世远,刘玉梅主编. —沈阳:
东北大学出版社,1997.2

ISBN7-81054-164-1

I. 测…

I. ①董…②刘…

II. 测量学

IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 01845 号

©东北大学出版社

(沈阳·南湖 110006)

东北大学印刷厂印刷

东北大学出版社发行

1997年2月第1版

1997年2月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:16

字数:399千字

印数:1~3100册

定价:18.80元

前 言

本书是根据土木类各专业对测量学的基本要求编写而成的,可用于建筑工程、建筑学、给水排水、城市规划、道路桥梁、房地产管理、村镇建设等专业以及工业与民用建筑自学考试指导教材,同时也可供从事测量工作的工程技术人员参考。全书共分十五章,第一章至第四章介绍测量学的基本知识和各种测量仪器的构造、使用及检验校正方法;第五章介绍测量误差的基本理论;第六章至第九章介绍控制测量基本方法及大比例尺地形图的测绘及应用;第十章至第十五章介绍施工测量,着重介绍了建筑工程、道路桥梁工程中的测量工作,同时也介绍了摄影测量的基本方法。各专业在使用本书时,可根据需要安排选用。

本书在编写上,力求与目前测绘学科发展水平相适应,为此,对一些陈旧内容以及目前已不采用的测量方法进行了删减,如钢尺精密丈量等。而对一些目前较普及的仪器进行了介绍,如电子全站仪、GPS系统等。为满足教学需要,每章之后附有思考题与习题,为配合实验、实习,与本书配套的实验实习指导书也同时出版。

本书由沈阳建筑工程学院测量教研室编写。主编为董世远、刘玉梅。参加编写人员的分工是:董世远、符岩(第一,七,八,九,十,十五章),刘玉梅(第十一,十二,十三,十四章),李茹仁(第五,第六章),王景利(第三,四章)刘雅芬(第二章),测量学的编写人员参加了实验实习指导书的编写工作。

在本书的编写过程中,得到沈阳建筑工程学院戴志法、李长华两位老师的大力支持,在此表示感谢。

由于编写人员水平与实践经验有限,书中不当之处一定存在,恳请读者指出,以便不断完善。

编者

1996.12

目 录

第一章 绪论	(1)
第 1 节 测量学的任务及其在土木工程中的作用	(1)
第 2 节 我国测量学发展概况	(2)
第 3 节 测量工作的基准	(2)
第 4 节 测量工作的原则和程序	(8)
第二章 水准测量	(10)
第 1 节 水准测量原理	(10)
第 2 节 水准测量的仪器和工具	(11)
第 3 节 水准仪的使用	(15)
第 4 节 水准测量的实施	(16)
第 5 节 水准测量的内业	(19)
第 6 节 微倾式水准仪的检验与校正	(20)
第 7 节 水准测量的误差及注意事项	(23)
第 8 节 自动安平水准仪	(25)
第 9 节 精密水准测量	(26)
第三章 角度测量	(30)
第 1 节 水平角观测原理	(30)
第 2 节 DJ ₆ 级光学经纬仪	(31)
第 3 节 DJ ₂ 级光学经纬仪	(33)
第 4 节 水平角观测	(35)
第 5 节 竖直角观测	(40)
第 6 节 经纬仪的检验和校正	(43)
第 7 节 角度测量误差来源及注意事项	(46)
第 8 节 电子全站仪测角系统介绍	(48)
第四章 距离丈量与直线定向	(55)
第 1 节 钢尺量距的一般方法	(55)

第2节	红外光电测距仪简介	(59)
第3节	直线定向	(67)
第4节	用罗盘仪测定磁方位角	(70)
第五章	测量误差基本知识	(72)
第1节	测量误差概述	(72)
第2节	衡量精度的标准	(74)
第3节	等精度直接观测值的最可靠值	(78)
第4节	用最或然值误差计算中误差	(80)
第5节	误差传播定律	(82)
第六章	小地区控制测量	(88)
第1节	概述	(88)
第2节	导线测量	(89)
第3节	导线测量的内业计算	(92)
第4节	小三角测量	(99)
第5节	高程控制测量	(104)
第6节	GPS简介	(108)
第七章	大比例尺地形图的基本知识	(114)
第1节	地形图概述	(114)
第2节	比例尺	(114)
第3节	图的分幅、编号和图廓	(115)
第4节	地物符号	(118)
第5节	地貌符号	(122)
第八章	大比例尺地形图的测绘	(128)
第1节	测图前的准备工作	(128)
第2节	视距测量	(129)
第3节	碎部测量的方法	(132)
第4节	地形图的绘制	(135)
第九章	地形图的阅读及应用	(138)
第1节	地形图的阅读	(138)

第 2 节	地形图应用的基本内容	(139)
第 3 节	地形图在规划设计中的应用	(142)
第十章	测设的基本工作	(148)
第 1 节	水平距离、水平角和高程的测设	(148)
第 2 节	点的平面位置的测设	(150)
第 3 节	已知坡度直线的测设	(153)
第十一章	管道工程测量	(155)
第 1 节	概述	(155)
第 2 节	管道中线测量	(155)
第 3 节	管道纵横断面图测量	(158)
第 4 节	管道施工测量	(163)
第 5 节	顶管施工测量	(166)
第 6 节	管道竣工测量	(169)
第十二章	道路测量	(172)
第 1 节	概述	(172)
第 2 节	初测与定线	(174)
第 3 节	中线测量	(175)
第 4 节	圆曲线测设	(179)
第 5 节	困难地段圆曲线测设	(184)
第 6 节	复曲线测设	(188)
第 7 节	回头曲线	(190)
第 8 节	缓和曲线	(192)
第 9 节	路线纵断面测量	(201)
第 10 节	路线横断面测量	(204)
第十三章	道路与桥梁施工测量	(209)
第 1 节	道路施工测量	(209)
第 2 节	小型桥梁施工测量	(212)
第 3 节	大、中型桥梁施工控制测量	(213)
第 4 节	大、中型桥梁施工测量	(215)

第十四章 摄影测量的基本知识	(219)
第1节 概述.....	(219)
第2节 航空摄影与航摄像片.....	(220)
第3节 航测控制测量和像片的判读与调绘.....	(224)
第4节 像片的立体观察与量测.....	(225)
第5节 航测成图方法简介.....	(230)
第6节 地面立体摄影测量.....	(233)
第7节 摄影测量在建筑工程及道路桥梁工程中的应用.....	(234)
第十五章 工业与民用建筑施工测量	(235)
第1节 建筑场地施工控制网概述.....	(235)
第2节 民用建筑放样.....	(237)
第3节 工业厂房放样.....	(239)
第4节 建筑物的沉降观测与倾斜观测.....	(242)
第5节 竣工总平面图的编绘.....	(246)

第一章 绪 论

第 1 节 测量学的任务及其在土木工程中的作用

测量学是研究如何测定地面点的平面位置和高程,将地球表面的地形及其他信息测绘成图,以及确定地球形状和大小的科学。

测量学的任务包括测绘和测设两个方面。测绘是用各种方法测定地球表面的地貌及地物的位置,并编绘成各种地图资料,为经济建设、国防建设及科学研究服务。测设(又称放样)是用一定方法将图上设计的建(构)筑物的平面位置及高程标定在实地上,作为施工的依据。

测量学按其研究对象和应用范围,可以分为下列几门学科:

普通测量学——研究地球表面小区域内测绘工作的基本理论、技术、方法和应用的学科,是测量学的基础。

地形测量学——研究测绘地形图的基本理论、技术和方法的学科。

大地测量学——研究在大区域地面上建立国家大地控制网,测定地球形状、大小和地球重力场的理论、技术与方法的学科。

工程测量学——研究工程建设在勘测、设计、施工和运营阶段所进行的各种测量工作的学科。

摄影测量学——通过摄影像片和遥感等各种图像记录手段,对其进行处理、量测、判释和研究,以测得物体的形状、大小和位置的模拟形式或数学形式的成果以及关于环境的可靠信息的学科。

根据我们所学专业的具体要求,本教材主要介绍普通测量学及部分工程测量学的内容。

测绘科学应用很广,在国防方面,诸如国界的划分,战略的部署,战役的指挥,都要应用地形图和进行测量工作。在经济建设方面,必须有计划地对我国资源进行一系列地调查和勘测工作,以便进行开发,在进行这种调查和勘测时,都需要应用地形图和进行测量工作。另外,在各项工农业基本建设中,从勘测设计阶段到施工、竣工阶段,都需要进行大量地测绘工作。在科学实验方面,诸如空间科学技术的研究,地壳的变形,海岸的变迁,地震预报以及地极周期性运动的研究等,都要用到测绘资料。

测绘科学在土木类各专业的工作中有着广泛的应用。例如:在勘测设计阶段,要求有多种比例尺的地形图,供城镇规划、选择厂址及管道线路选线之用,供总平面图设计和竖向设计之用。在施工阶段,要将设计的建筑物、构筑物的平面位置和高程测设于实地,以便进行施工。施工结束后,还要进行竣工测量,施测竣工图,供日后扩建和维修之用。即使竣工以后,对某些大型及重要的建筑物和构筑物还要进行变形观测、沉降观测以保证建筑物的安全使用。

第2节 我国测量学发展概况

我国测量技术的发展历史很长,在世界上占有重要的地位。早在新石器时期就有“测北极高下、量日影短长、定南北东西、观星期广阔”之说。历史的辉煌并不重要,重要的是今天及未来。随着科学技术的进步,测绘科学也得到了发展,特别是电子技术的快速发展使得测量手段更加先进。我国的测绘技术,由于近代历史中的种种客观因素影响,发展速度及水平与国际先进水平相比,是有一定差距的。

新中国成立以后,我国测绘事业有了很大的发展。建立和统一了全国坐标系统和高程系统;建立了遍及全国的大地控制网、国家水准网、基本重力网和卫星多普勒网;完成了国家大地网和水准网的整体平差;完成了国家基本图的测绘工作;完成了珠穆朗玛峰的平面位置和高程的测量;配合国民经济建设进行了大量的测绘工作,例如进行了南京长江大桥、葛州坝水电站、宝山钢铁厂、北京正负电子对撞机、大亚湾核电站等工程的精确放样和设备安装测量。在测绘仪器制造方面,从无到有,现在不仅能生产常规测量仪器,先进的电子测绘仪器也研制成功,有的已批量生产。测绘人才培养方面,已培养出高、中级测绘人才数万名,大大地提高了我国测绘科技水平。

近年来,由于航天技术、遥感技术和微处理机的发展和应用,国际测绘科技发展很快。例如光电测距仪在向小型、高精度、自动化发展的同时,又发展了全站式测距仪,并出现了所谓综合测绘系统,即在野外用全站式测距仪测量,记入电子手簿中,自动求算各点的三维坐标,然后将信息输入微机,在室内自动绘出各种图形。航空摄影测量方面,各国都在研制数字化摄影测量系统。制图方面,已从机助制图发展到地理信息系统的新阶段,地图的新品种不断涌现,数字地形图、立体地形图等得到了很快的发展,GPS系统使得测量技术进入了一个新的时代,标志着传统测量方式有了划时代的改变。

第3节 测量工作的基准

一、地球的形状和大小

测量工作是在地球表面上进行的,而地球自然表面很不规则,有高山、丘陵、平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高出海水面达 8848.13m,最低的马里亚纳海沟低于海水面达 11022m。但是这样的高低起伏,相对于地球半径 6371km 来说还是很小的。再顾及到海洋约占整个地球表面的 71%,所以,人们常把被海水面所包围的形体看作地球的形体。

由于地球的自转运动,地球上任一点都要受到离心力和吸引力的作用,这两个力的合力称为重力,重力的作用线为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线。当水面处于静止状态时,其表面必然处处与铅垂线相垂直,我们称水在静止时的表面为水准面,与水准面相切的平面称为水平面。水准面有无数个,其中与平均海水面重合并向大陆、岛屿内延伸而形成的封闭曲面,称为大地水准面。大地水准面是测量工作的基准面。由大地水准面包围的形体,称为大地体。

用大地体表示地球体形是恰当的,但由于地球内部质量分布不均匀,引起铅垂线的方向产生不规则的变化,致使大地水准面成为一个非常复杂的曲面,如图 1-1(a)所示。人们无法在

这曲面上进行测量数据处理。为了使用方便,通常用一个非常接近于大地水准面的规则几何表面(即地球椭球面)来代替它,如图 1-1(b)所示,作为测量计算工作的基准面。地球是一椭圆绕其短轴旋转而成的体形,故又称地球椭圆柱或旋转椭球,如图 1-2,其形体由长半径 a 及扁率 α (或短半径 b) 所决定。我国目前采用的元素值为

$$\begin{aligned} a &= 6378140\text{m} & b &= 6356155\text{m} \\ \alpha &= 1 : 298.257 \end{aligned}$$

其中

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

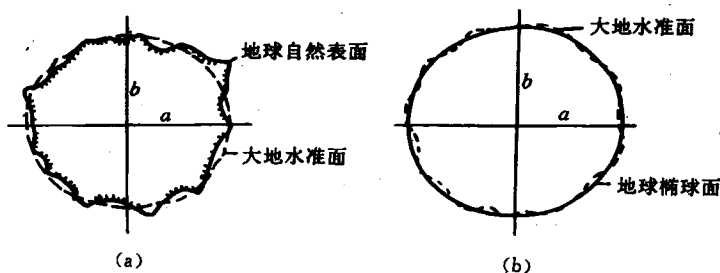


图 1-1

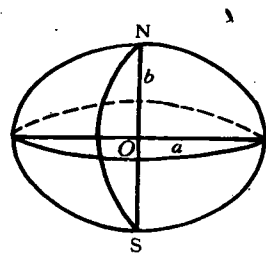


图 1-2

并选择陕西省泾阳县永乐镇某点为大地原点,进行了大地定位。由此而建立起全国统一坐标系,就是现在使用的“1980 年国家大地坐标系”。

由于地球椭球的扁率很小,因此在小范围内可近似地把它作为圆球,其半径 R 约为 6371km

二、确定地面点位的方法

地面上各种地形都是由一系列连续不断的点所组成,确定地面上的图形位置,最基本的工作就是确定地面点的位置。

从数学中知道,一点的空间位置需用三个量来确定。在测量工作中,是将地面点 A, B, C, D, E (图 1-3)沿着铅垂线方向投影到大地水准面上,得到 a, b, c, d, e 等投影位置。地面点 A, B, C, D, E 的空间位置,就可用 a, b, c, d, e 等投影位置在大地水准面上的坐标和 a, b, c, d, e 等点到 A, B, C, D, E 的铅垂距离 H_A, H_B, \dots 来表示。

1. 地面点的高程

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,或称海拔。图 1-4 中的 H_A 和 H_C 即为 A 点和 C 点的高程。海水受潮汐和风浪的影响,是个动态的曲面。我国在青岛设立验潮站,长期观测和记录黄海海水面的高低变化,取其平均值作为大地水准面的位置(其高程为零),作为我国计算高程的基准面,并在青岛建立了水准原点。目前,我国采用“1985 国家高程基准”,它是采用青岛验潮站 1953 年至 1977 年验潮资料计算确定的,并测算得青岛

水准原点高程为 72.260m^①,全国各地的高程都以它为基准进行测算。

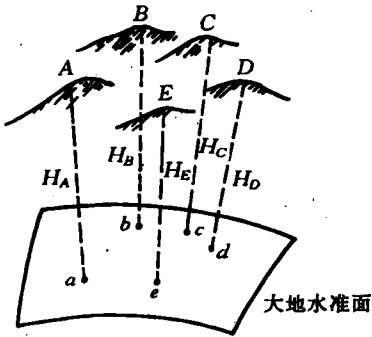


图 1-3

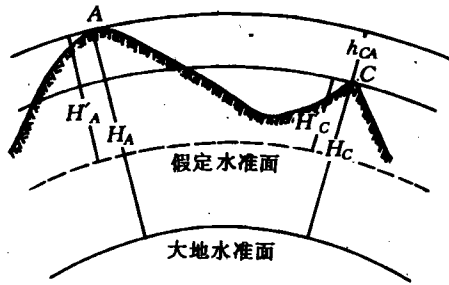


图 1-4

当个别地区引用绝对高程有困难时,可采用假定高程系统,即采用任意假定的水准面为起算高程的基准面。图 1-4 中地面点到某一假定水准面的铅垂距离,称为假定高程或相对高程。例如 A 点的假定高程为 H'_A , C 点的假定高程为 H'_C 。

两个地面点之间的高程差称为高差。地面点 A 与 C 之间的高差 h_{CA} 为

$$h_{CA} = H_A - H_C = H'_A - H'_C$$

由此可见两点间的高差与高程起算面无关。

2. 地面点在投影面上的坐标

地面点在大地水准面上投影位置的坐标一般用球面坐标经度 L 和纬度 B 表示,为了实用方便起见,常采用平面直角坐标系来表示地面点位,下面是常用的两种平面直角坐标系。

(1)独立平面直角坐标系。大地水准面虽是曲面,但当测量区域(如半径不大于 10km 的范围)较小时,球面近似于平面,可以用测区中心点 a 的切平面 P 来代替曲面(图 1-5),地面点在投影面上的位置就可以用平面直角坐标来确定。测量工作中采用的平面直角坐标系如图

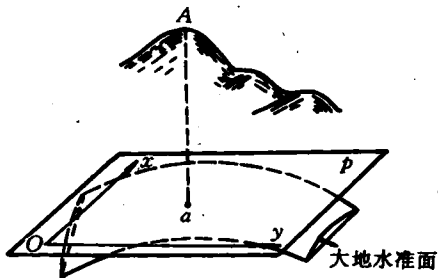


图 1-5

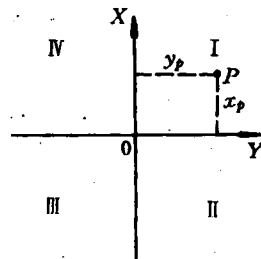


图 1-6

1-6 所示。规定南北方向为纵轴,并记为 x 轴; x 轴向北为正,向南为负。以东西方向为横轴,并记为 y 轴; y 轴向东为正,向西为负,地面上的某点 P 的位置可用 x_p 和 y_p 来表示。平面

① 1956 年高程基准和青岛水准原点高程 72.289 米,已由国测发[1987]198 号文件通告废止。

直角坐标系中象限按顺时针方向编号, x 轴与 y 轴互换, 这与数学上的规定是不同的, 其目的是为了定向方便, 将数学中的公式直接应用到测量计算中, 不需作任何变更。原点 O 一般选在测区的西南角(图 1-5), 使测区内各点的坐标均为正值。

(2)高斯平面直角坐标系。用地理坐标表示地面点在球面上的位置是非常形象的, 但对于测量计算工作来说是极为不便的。在较大范围内, 为了简便地把球面上的点位描绘到平面图纸上, 我国采用的是高斯投影方法。

高斯投影方法, 是按一定经差把地球椭球面沿子午线划分成若干投影带, 称为高斯投影分带。投影分带是从零子午线起, 每隔经差 6° 自西向东分带, 称为六度带。带号依次编为 1, 2, \dots 60 带。各带中央的一条子午线, 称为该带的中央子午线。第 1 带的中央子午线经度为 3° , 如图 1-7 所示, 任意带 N 的中央子午线经度 L_0 可按下式求出:

$$L_0 = 6N - 3 \quad (1-2)$$

N ——六度带的带号

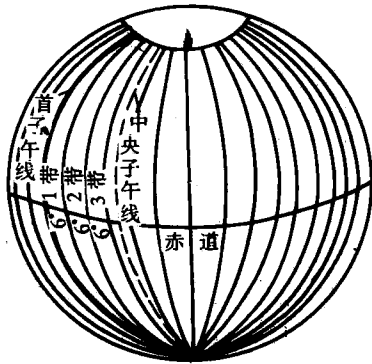


图 1-7

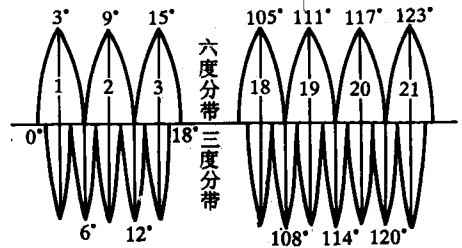
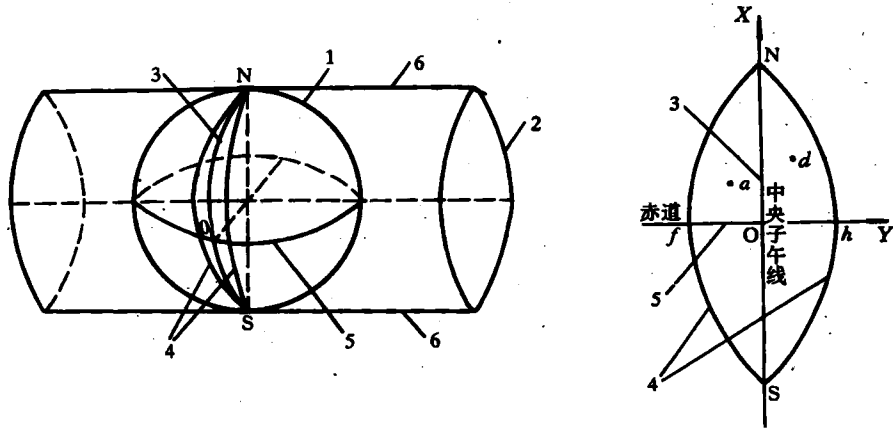


图 1-8

投影时, 为说明方便起见, 把地球看成圆球, 设想用一个圆柱面横套在圆球上, 使圆柱面与圆球面上的某投影带中央子午线相切, 按照投影带中央子午线投影为直线且长度不变和赤道投影为直线的条件, 先将圆球面上中央子午线两侧一定经差范围内的图形投影到圆柱面上,

如图 1-9(a)所示, 然后将圆柱面沿过南北两极的母线剪开并展平, 即为高斯投影平面, 如图 1-9(b)所示。投影后, 除中央子午线与赤道成为相互垂直的直线外, 其它子午线均为对称于中央子午线的曲线, 所以取中央子午线为纵坐标轴, 赤道为横坐标轴, 而构成高斯平面直角坐标系。在计算中为了完全应用全部三角公式和符号规则, 故定纵坐标轴为 X , 横坐标轴为 Y , 并且平面直角坐标系中的四个象限 I, II, III, IV 是按顺时针方向编号, 如图 1-6 所示。

在高斯平面直角坐标系中规定, 纵坐标从赤道起, 向北为正, 向南为负; 横坐标从中央子午线起, 向东为正, 向西为负。我国位于北半球, 故所有纵坐标值 x 均为正值, 而各带的横坐标值 y 则有正有负。如图 1-10(a)中, A, B 两点的纵坐标 x_a, x_b 均为正值, 而横坐标: $y_a = +154760\text{m}, y_b = -163780\text{m}$ 。为使用方便起见, 故规定将坐标纵轴西移 500km , 如图 1-10(b)所示, 则 A, B 两点的横坐标值分别为 $y_a = 500000 + 154760 = 654760\text{m}, y_b = 500000 - 163780 = 336220\text{m}$ 。为了说明某点所属的投影带, 则在点的横坐标值前冠以投影带的带号。



1. 地球; 2. 圆柱面; 3. 中央子午线; 4. 分带子午线; 5. 赤道; 6. 母线

图 1-9

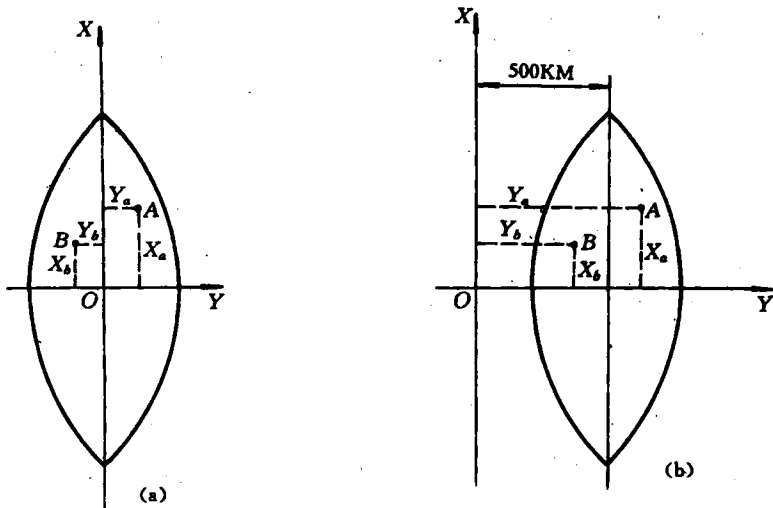


图 1-10

如 A 点位于第 18 带内, 则其横坐标值为 $y_a = 18654760\text{m}$ 。

高斯投影中, 离中央子午线近的部分变形小, 离中央子午线愈远变形愈大, 两侧对称。当要求投影变形更小时, 可采用三度分带投影法。它是从东经 $1^\circ 30'$ 起, 每经差 3° 划分一带, 将整个地球划分为 120 个带(图 1-8), 每带中央子午线的经度 L'_0 可按下式计算:

$$L'_0 = 3n \quad (1-2)$$

式中 n ——三度带的带号。

三、用水平面代替水准面的范围

用水平面代替水准面, 只有测区小时才允许, 那么, 这个区域的范围究竟多大呢?

如图 1-11, A, B, C 是地面点, 它们在大地上水准面上的投影点是 a, b, c , 用该区域中心点的切平面代替大地水准面后, 地面点在水平面上的投影点是 a', b', c' 点, 现分析由此产生的影响。

图 1-11 中, 设 A, B 两点在水准面上的距离为 D, 在水平面上的距离为 D', 两者之差为 ΔD , 这就是用水平面代替水准面所引起的距离差异。在推导公式时, 近似地将大地水准面视为半径为 R 的球面, 故

$$\Delta D = D' - D = R(\operatorname{tg}\theta - \theta) \quad (1-3)$$

已知 $\operatorname{tg}\theta = \theta + \frac{1}{3}\theta^3 + \frac{2}{15}\theta^5 + \dots$, 因 θ 角很小, 只取其前两项代入式(1-3)得

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

因 $\theta = \frac{D}{R}$, 故

$$\Delta D = \frac{D^3}{3R^2} \quad (1-4)$$

$$\frac{\Delta D}{D} = \frac{D^2}{3R^2} \quad (1-5)$$

将地球半径 $R = 6371\text{km}$, 以及不同的距离 D 代入式(1-5), 便得到表 1-1 所列的结果。由表 1-1 可以看出, 当 $D = 10\text{km}$ 时, 所产生的相对误差为 1:1,200,000, 这样小的误差, 对精密量距来说也是允许的。所以, 在以 10km 为半径的圆面积内, 可用水平面代替水准面。

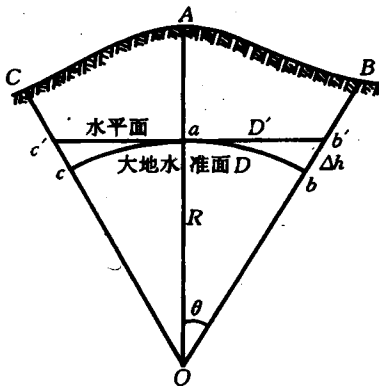


图 1-11

关于用水平面代替水准面对高程的影响, 仍以图 1-11 说明之。地面点 B 的高程应是铅垂距离 bB , 用水平面代替水准面后, B 点的高程为 $b'B$, 两者之差 Δh , 即为对高程的影响。由图得

$$\Delta h = bB - b'B = ob' - ob = R\sec\theta - R = R(\sec\theta - 1) \quad (1-6)$$

已知 $\sec\theta = 1 + \frac{\theta^2}{2} + \frac{5}{24}\theta^4 + \dots$, 因 θ 值很小, 仅取前两项代入式(1-6); 另外 $\theta = \frac{D}{R}$, 故得

$$\Delta h = R(1 + \frac{\theta^2}{2} - 1) = \frac{D^2}{2R} \quad (1-7)$$

用不同的距离代入式(1-7), 便得到表 1-2 所列的结果。从表 1-2 可以看出, 用水平面代替水准面, 对高程的影响(即地球曲率的影响)是很大的, 距离 200m 就有 0.31cm 的高程误差, 这是不能允许的。因此, 在高程测量中, 即使距离很短, 也应顾及地球曲率对高程的影响。

表 1-1

D(km)	$\Delta D(\text{cm})$	$\Delta D/D$
10	0.8	1:1,200,000
20	6.6	1:300,000
50	102.6	1:49,000
100	821.2	1:12,000

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

四、确定地面点位的三个基本要素

如图 1-12 所示,地面点 A, B 在投影面上的位置是 a 和 b , I, II 是已知点。实际工作中,并不能直接测出 A 和 B 点的高程和坐标,而是观测水平角 β_1, β_2 和水平距离 D_1, D_2 ,以及 h_{IA} 和 h_{AB} ,再根据已知点 I 的坐标、 $I - II$ 的方位和高程 H_I ,推算出 A 和 B 点的坐标和高程,以确定它们的位置。

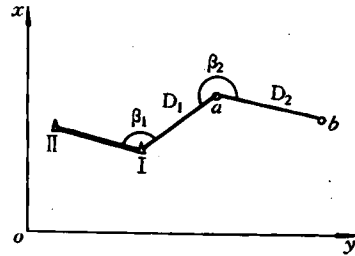


图 1-12

由此可见,地面点间的位置关系是以距离、水平角(方向)和高程来确定的。所以,高程测量、水平角测量和距离测量是测量学的基本内容。高程、水平角(方向)和距离是确定地面点位的三个基本要素。

第 4 节 测量工作的原则和程序

地球表面复杂多样的形态,可分为地物和地貌两大类。地面上自然形成或人工建造的固定性物体称为地物,如河流、湖泊、道路和房屋等。地面的高低起伏形态称为地貌,如山岭、谷地和陡崖等。下面以地物和地貌测绘到图纸上为例,介绍测量工作的原则和程序。

图 1-13(a)为一幢房屋,其平面位置由房屋轮廓线的一些折线所组成,如能确定 1~6 各点的平面位置,这幢房屋的位置就确定了。图 1-13(b)是一条河流,它的岸边线虽然很不规则,但弯曲部分可看成是折线所组成,只要确定 7~13 各点的平面位置,这条河流的位置也就确定了。至于地貌,其地势起伏变化虽然复杂,但仍可看成是由许多不同方向、不同坡度的平面相交而成的几何体,相邻平面的交线就是方向变化线和坡度变化线,只要确定出这些方向变化线与坡度变化线交点的平面位置和高程,地貌的形状和大小的基本情况也就反映出来了。因此,不论地物或地貌,它们的形状和大小都是由一些特征点的位置所决定。这些特征点也称

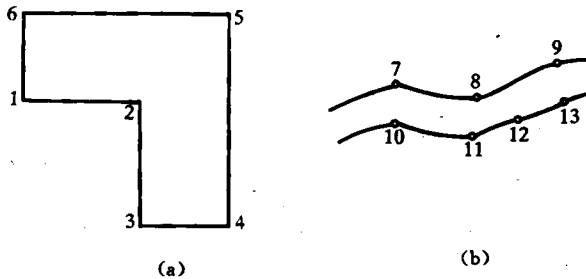


图 1-13

碎部点。测图时,主要就是测定这些碎部点的平面位置和高程。

测定碎部点,其程序通常分为两步:第一步控制测量。如图 1-14,先在测区内选择若干具有控制意义的点 1,2,3...作为控制点来控制整个测区,并以较精确的方法测定其位置。第二步碎部测量,即根据控制点测定其周围局部碎部点的位置。例如在控制点 1 上测定其周围的碎部点 L, M, N 等;在控制点 2 上测定其周围的碎部点 A, B 等。这种“从整体到局部”、“先控制后碎部”的方法是组织测量工作的一个原则,它可以减少误差的传递和积累,并且可同时在几个控制点上同时进行测量,加快测量进度。另外,从上述可知,当测定控制点的相对位置有错误时,以其为基础所测定的碎部点位也就有错;碎部测量中有错误时,以此资料绘制的地形图也就有错误。因此,测量工作必须重视检核工作,故“前一步工作未作检核不进行下一步工作”是组织测量工作的又一个原则。

上述测量工作的原则和程序,不仅适用于测定工作,也适用于测设工作。如图 1-14 所示,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,须先在实地进行控制测量,然后安置仪器于控制点 1 和 6 上,进行建筑物测设。在测设工作中也要步步检核,以防出错。

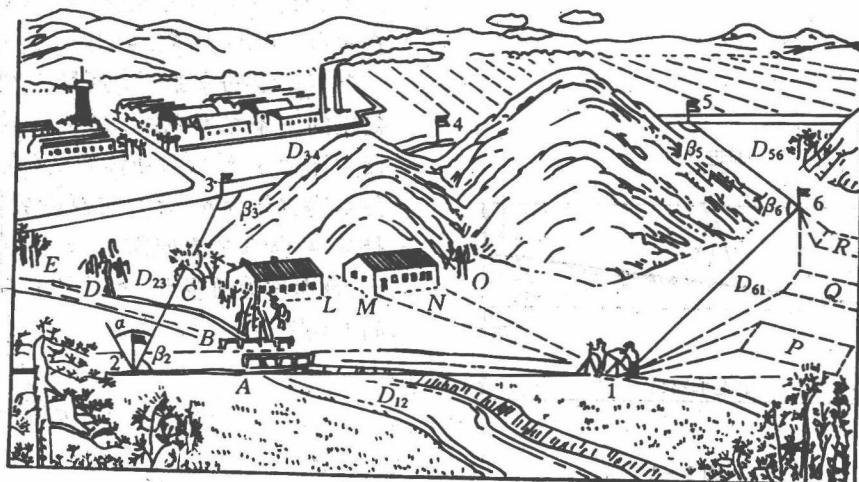


图 1-14

思考题与习题

1. 测量学研究对象是什么?
2. 测绘与测设有何区别?
3. 何谓大地水准面?它在测量工作中的作用是什么?
4. 何谓绝对高程和相对高程?两点之间相对高程之差与绝对高程之差是否相同?
5. 测量工作中所用的平面直角坐标系与数学上的有哪些不同之处?
6. 高斯平面直角坐标系是怎样建立的?
7. 某点的经度为 $118^{\circ}50'$, 试计算它所在的六度带和三度带的带号, 相应六度带和三度带的中央子午线的经度是多少?
8. 用水平面代替水准面, 对距离和高程有何影响? 在多大范围内允许用水平面代替水准面?
9. 测量工作为什么要遵循“从整体到局部”“先控制后碎部”的原则?
10. 确定地面点位的三个基本要素是什么?