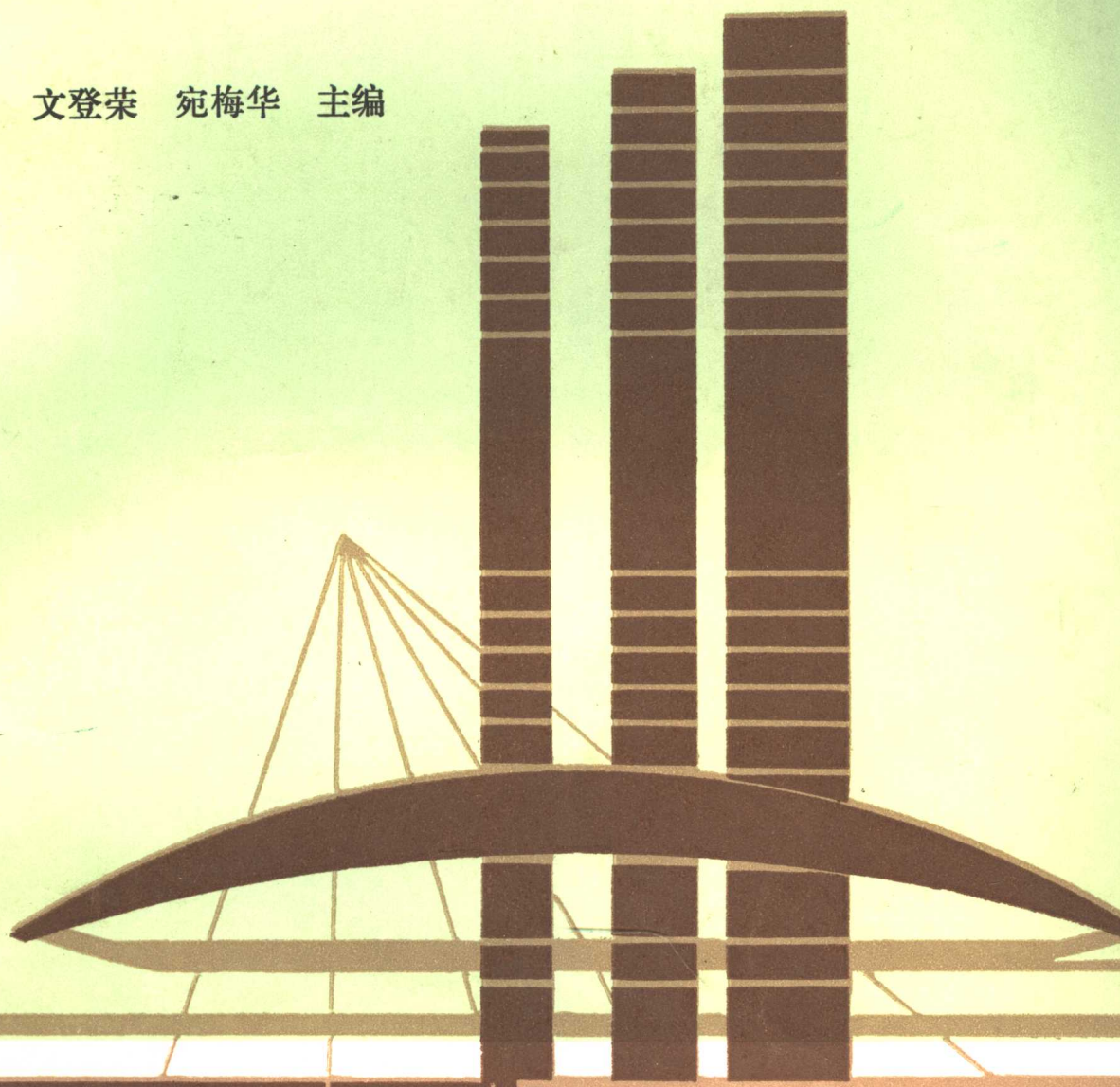


文登荣 宛梅华 主编

A stylized graphic featuring a bridge with three tall, dark towers. The bridge has a curved arch and is supported by thin lines. The towers are composed of horizontal segments. The background is a light green gradient, and the foreground is a dark brown gradient with perspective lines.

测量学

中央广播电视大学出版社



测 量 学

文登荣 宛梅华 主编

中央广播电视大学出版社

测 量 学

文登荣 宛梅华 主编

*

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

一二〇一工厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张13 插页2 千字331

1985年7月第1版 1985年10月第1次印刷

印数 1—55,000

书号: 15300·23 定价: 2.40元

内 容 提 要

全书共十二章,分属三个部分。第一部分(一~五章)介绍测量学基本概念、主要测量仪器的使用、测量基本工作及测量误差基本知识;第二部分(六~九章)介绍大比例尺地形图的基本知识、测绘、阅读及应用;第三部分(十~十二章)介绍建筑施工测量、线路施工测量、建(构)筑物的变形观测及竣工总平面图的编绘;本书最后附有红外测距仪等有关内容。前十章为土建类各专业通用,后两章为有关专业选用。

本书也可供工科院校建筑类专业教学使用,和从事土建工程技术人员参考。

前 言

本书是根据中央广播电视大学一九八四年四月在重庆召开的理工科土建类专业教学大纲审定会讨论通过的土建类《测量学教学大纲》编写的,作为工业与民用建筑、给水排水、城乡规划等土建类专业广播教学试用教材。为适应教学需要,本教材分为《测量学》和《测量实验及实习》两册出版。

本书在编写中根据广播电视教学特点,除着重介绍测量基本概念、基本理论和基本操作,注意本学科必要的系统性外,还简要介绍某些施工测量经验和测量新技术,并力求叙述简明、图文并茂、通俗易懂,以便于自学。

本教材由重庆建筑工程学院文登荣、宛梅华主编,陈福山主审。编写者有文登荣(第一、十、十一章)、盛能文(第二、三章)、宛梅华(第四、五章及附录)、黄筱英(第六、九、十二章)、赵书玉(第七、八章)。全书插图由赵书玉、黄筱英描绘。

限于水平,希望广大师生和读者对书中缺点错误提出批评指正。

编者

一九八五年五月

目 录

第一章 绪 论

§1-1 测量学的任务及其在建筑工程中的作用	1
§1-2 地面点位的确定	2
§1-3 测量工作概述	7
习 题	9

第二章 水准测量

§2-1 水准测量原理	10
§2-2 水准仪、水准尺及尺垫	11
§2-3 水准仪的使用	16
§2-4 水准测量	17
§2-5 水准测量成果计算	22
§2-6 微倾水准仪的检验与校正	24
§2-7 精密水准仪简介	27
习 题	28

第三章 角度测量

§3-1 水平角测量原理	31
§3-2 DJ ₆ 型光学经纬仪	31
§3-3 经纬仪的使用	35
§3-4 水平角测量方法	37
§3-5 竖直角测量	42
§3-6 经纬仪的检验与校正	44
§3-7 DJ ₂ 型光学经纬仪简介	49
习 题	51

第四章 距离丈量与直线定向

§4-1 丈量工具	52
§4-2 直线定线	53
§4-3 钢尺量距一般方法	55
§4-4 钢尺检定	56
§4-5 钢尺量距精密方法	57
§4-6 直线定向	60
§4-7 罗盘仪及其使用	62
习 题	63

第五章 测量误差基本知识

§5-1 测量误差概述	64
§5-2 衡量精度的标准	66
§5-3 算术平均值及其中误差	68
§5-4 用最或然误差计算观测值中误差	69
§5-5 误差传播定律	70
习 题	75

第六章 大比例尺地形图的基本知识

§6-1 地形图概述	76
§6-2 比例尺	76
§6-3 图的分幅、编号和图廓	77
§6-4 地物符号	80
§6-5 地貌符号	84
习 题	89

第七章 小地区控制测量

§7-1 概 述	91
§7-2 导线测量外业	92
§7-3 导线坐标计算	95
*§7-4 小三角测量的外业	101
*§7-5 小三角测量内业计算	103
§7-6 经纬仪前方交会	106
§7-7 高程控制测量	107
习 题	110

第八章 大比例尺地形图测绘

§8-1 视距测量	112
§8-2 小平板仪的构造及使用	119
§8-3 测图前的准备工作	120
§8-4 碎部测量	122
§8-5 地形图的拼接、检查与整饰	126
习 题	127

第九章 地形图的阅读及应用

§9-1 地形图的阅读	128
§9-2 地形图应用的基本内容	128
§9-3 地形图在规划设计中的应用	132
习 题	138

第十章 施工测量的基本工作

§10-1 施工测量概述	139
§10-2 测设的基本工作	140
§10-3 测设点位的基本方法	142
§10-4 坡度线测设	144
§10-5 激光测量仪器在施工测量 中的应用	145
习 题	151

第十一章 建筑施工测量

§11-1 建筑场地施工控制网的建立	152
§11-2 民用建筑施工测量	155
§11-3 工业厂房施工测量	159

§11-4 高层建筑施工测量	164
§11-5 烟囱施工测量	167
§11-6 厂区道路施工测量	168
§11-7 建筑物的变形观测	171
§11-8 竣工总平面图的编绘	174
习 题	176

第十二章 管道工程测量

§12-1 管道选线及中线测量	177
§12-2 管道纵断面图的测绘	178
§12-3 带状地形图的测绘	182
§12-4 管道施工测量	182
§12-5 水下地形测量和河床断面 测量	188
习 题	191

附录一 红外测距仪

附录二 水准仪系列的技术参数

附录三 经纬仪系列的技术参数

主要参考文献

第一章 绪 论

§1-1 测量学的任务及其在建筑工程建设中的作用

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，以及确定地球的形状和大小等的科学。

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——研究在广大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、施工和管理阶段所进行的各种测量工作的学科。

摄影测量学——通过摄影像片和辐射能的各种图像记录手段，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。

本书虽定名为《测量学》，但其主要内容则属于《普通测量学》的范畴。它着重介绍：测量仪器的构造与使用、图根控制网的建立、地形图的测绘与应用，以及一般工程的施工测量。测量学在建筑工程中的作用是：在工程的勘测阶段，建立测图控制网、测绘地形图和断面图、以及进行道路桥梁等定线测量工作，为规划设计提供地形资料；在工程设计阶段，应用地形图进行总体规划及技术设计，使工程布局经济合理；在工程施工阶段，进行施工放样和设备安装测设，作为施工的依据；在工程管理阶段，对大型建(构)筑物进行变形观测和维修养护测量，以监视运行情况，确保工程安全。由此可见，在工程建设的各个阶段，都需要进行测量工作，尤其在建设之初勘测更为重要。因此，测量被人们誉为建设的尖兵。作为工业与民用建筑、城乡规划等建筑类专业的一名建筑工程技术人员，必须懂得测量学的基本知识，能测绘小块地区的大比例尺地形图，能阅读和应用地形图，并掌握建筑工程的一般施工测量方法。

测量学是一门古老的科学，早在几千年前，中国、埃及等世界文明古国的人民，已经把测量技术应用于土地划分、河道整理及地域图测绘工作。例如，我国在战国时期就发明了指南针，不仅促进了我国古代测绘事业的发展，而且在中世纪传入了欧洲，并为全世界所广泛应用，至今仍是测定磁方位角的简便仪器。又如，我国在唐朝(公元724年)就首次用弧度测

量方法测定地球的形状和大小，也是世界上最早的子午线弧长测量。

随着其它科学的发展和进步，测量学也随之发展，并继续向电子化、自动化方向前进。例如，十七世纪随着望远镜的发明而产生光学测量仪器；十九世纪随着航空事业和摄影技术的发展而发明航空摄影测量，开始了测量工作的机械化时代；二十世纪五十年代，开始了现代光学及电子学理论在测量中的应用，创制出电磁波测距仪及准直定位仪等一系列测量仪器；六十年代后，随着电子计算技术与遥感技术的迅速发展和人造地球卫星的发射，在测量学领域中出现了自动绘制地形图的仪器和大地测量学的新分支——卫星大地测量学，它通过遥感技术迅速获得大量和丰富的地面信息，成为了解地球表面的先进手段。

我国建国以来，党和人民政府对测绘事业极为重视。在全国建立和统一了国家坐标系统和高程系统，测绘了国家基本图，并在最近建立了1980年国家大地坐标系；培训了大批测绘人员；制创出精密光学经纬仪、水准仪、电磁波测距仪及摄影测量仪器。这些由于广大测绘人员的努力和先进的测量仪器、测量技术的广泛应用，已在全国的城镇、工矿建设中和大型工程如长江大桥、成昆铁路、葛洲坝水利枢纽等的建设中发挥了很大的作用。

§1-2 地面点位的确定

测量工作的实质是确定地面点的位置。而确定地面点位的测量工作要在地球表面上进行，所以要了解地球的形状和大小，并知道地面点位在地球表面上的表示方法。

一、地球的形状和大小

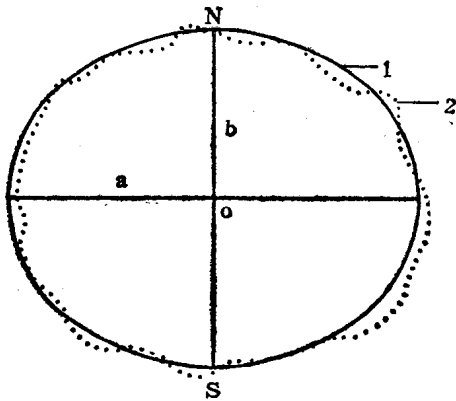
地球表面错综复杂，有高山，有深谷，有平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高达8848.13米，最深的马里亚纳海沟深达11022米。尽管它们高低起伏约达20公里，但与半径为6371公里的地球比较，还是可以忽略不计的。此外，地球表面海洋面积约占71%，陆地面积仅占29%。因此，人们可以把海洋面所包围的球体看作为地球总的形状。水在静止时的表面称为水准面。一个与处于流体静平衡的海洋面(无潮汐等扰动)重合，并延伸穿过大陆内部的水准面称为大地水准面。通常用大地水准面表示整个地球形状。由于海水有潮汐，处于流体静平衡的理想海洋面是不存在的。实际上，人们是以平均海水面代替大地水准面，并以此作为地面点高程的起算面。

水准面的特性是曲面处处与其铅垂线相垂直。铅垂线是重力方向线。与铅垂线相垂直的平面(或直线)称为水平面(或水平线)；包含铅垂线的平面称为铅垂面(或竖直面)。铅垂线、水平线、水准面、水平面、竖直面是以后测量常用的主要线和面。

由于地球内部质量分布不均匀，引起铅垂线方向的不规则变化，因而导致大地水准面成为有微小起伏的复杂曲面；如果把地球表面的图形投影到这个复杂的曲面上，对于地形制图或测量计算工作都是非常困难的。为此，人们经过几个世纪的观测和推算，发现地球的形状非常接近于一个规则的椭球体，如图1-1所示，所以选用一个规则的、并能用数学式表示的椭球体来代替地形总的形状。如图1-2，这个椭球体是由一个椭圆绕其短轴NS旋转而成的形体，称为地球椭球，又称为地球椭球体。

地球椭球的形状和大小，通常是以其长半轴 a 及扁率 $\alpha = (a-b)/a$ 来表示(b 为短半轴)。1978年我国利用卫星观测成果和全国大地测量资料，推算出适应我国实际情况的地球椭球体元素为：

$$a=6378143\text{米}$$



1.地球椭球面; 2.大地水准面

图 1-1

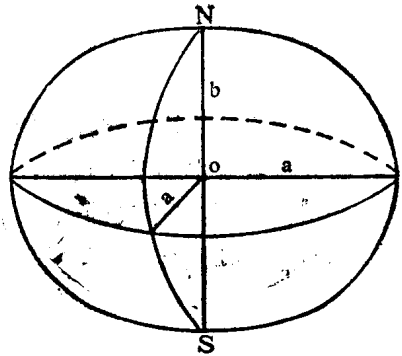


图 1-2

$$a = \frac{1}{298.255}$$

由于地球椭球的扁率很小, 因此在测区比较少时, 可以把地球看作是圆球, 其半径为:

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

二、地面点的平面位置

确定地面点的平面位置就是将地面点A、B、C、D、E沿铅垂线方向投影到球面上(图1-3), 或水平面上(图1-11)而得出各点的平面位置a、b、c、d、e。表示地面点平面位置的方法通常用下列三种坐标:

(一) 地理坐标

地理坐标是指用经度(λ)和纬度(ϕ)表示地面点位置的球面坐标, 如图1-4所示。经度是从本初子午线起算, 分为东经(0° - 180°)和西经(0° - 180°)。纬度是从赤道起算, 分为北纬(0° - 90°)和南纬(0° - 90°)。例如, 北京中心地区的地理坐标为东经 $116^\circ 28'$, 北纬 $39^\circ 54'$ 。

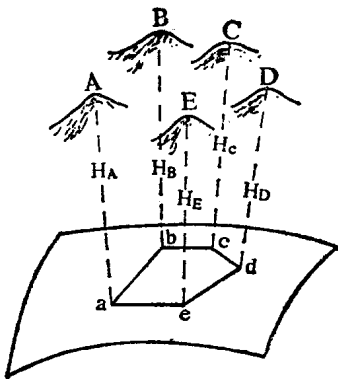
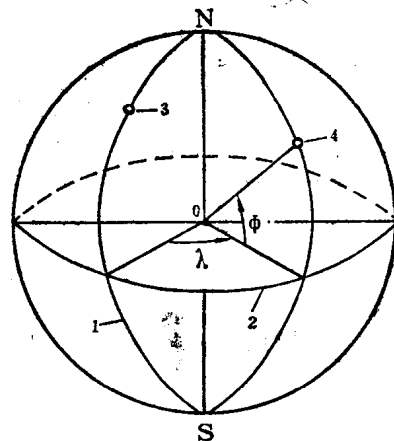


图 1-3



1.本初子午线; 2.赤道; 3.格林威治; 4.北京

图 1-4

(二) 高斯平面直角坐标

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。投影分带是从本初子午线起,每隔经差 6° 自西向东分带,称为六度带。带号依次编为1、2、……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1-5所示,任意带 N 的中央子午线经度 λ_0 可按下式求出:

$$\lambda_0 = 6N - 3$$

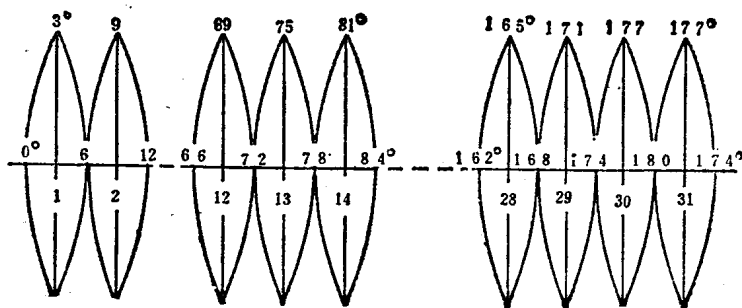
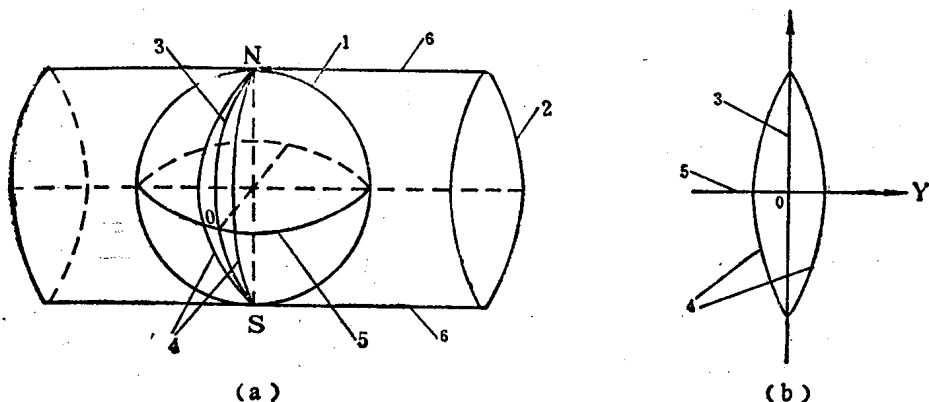


图 1-5

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



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 1-6

上,如图1-6(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1-6(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1-8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1-7(a)中， A 、 B 两点的纵坐标 x_a 、 x_b 均为正值，而横坐标： $y_a = +154760$ 米， $y_b = -163780$ 米。为使用方便起见，故规定将坐标纵轴西移500公里，如图1-7

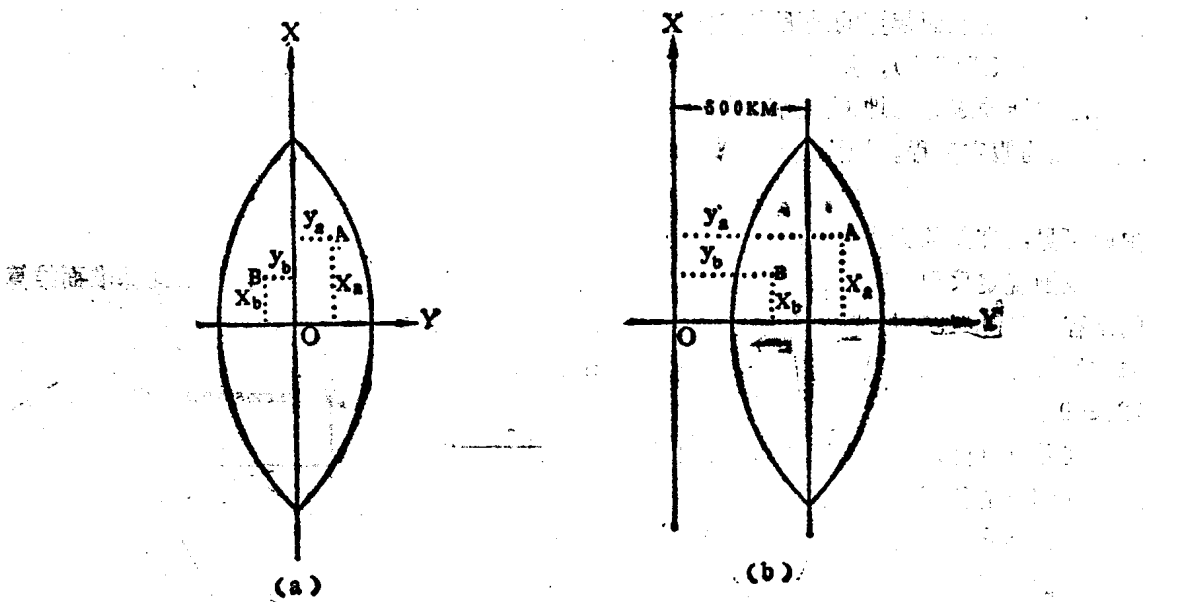


图 1-7

(b)所示，则 A 、 B 两点的横坐标值分别为 $y_a = 500000 + 154760 = 654760$ 米， $y_b = 500000 - 163780 = 336220$ 米。为了说明某点所属的投影带，则在点的横坐标值前冠以带的编号。如 A 点位于第18带内，则其横坐标值为 $y_a = 18654760$ 米。

(三) 假定平面直角坐标

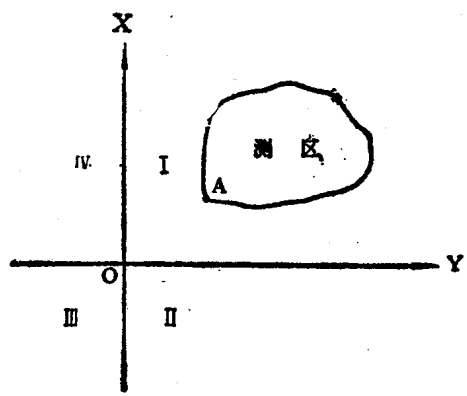
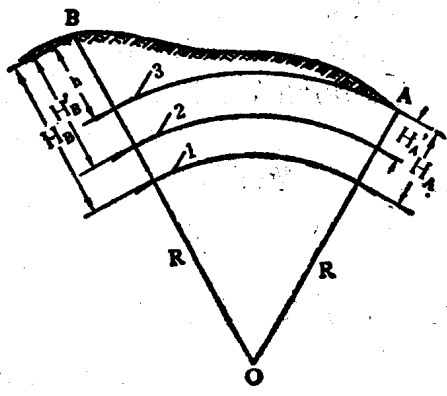


图 1-8



1.大地水准面；2.任意水准面；3.B点水准面

图 1-9

不与该测区统一坐标系相联系的平面直角坐标系，称为假定平面直角坐标系。在小范围的独立测区中，可以把测区平均高度的水准面作为水平面看待，把地面点沿铅垂线方向直接投影到该水平面上，并且将坐标原点选在测区的西南角外，取过原点的子午线为X轴，通过原点而与子午线相垂直的直线为Y轴，以构成假定平面直角坐标系，如图1-8所示。例如，假定测区西南角点A的平面直角坐标为 $x_a=1000$ 米， $y_a \approx 1000$ 米，则使整个测区位于第I象限，坐标值均为正值，以便使用。

三、地面点的高程

由高程基准面起算的地面点高度称为地面点高程。由大地水准面起算的地面点高度，称为绝对高程(或海拔)，用 H 表示。如图1-9所示， H_A 、 H_B 分别表示A、B两点的绝对高程。若由任意水准面起算的地面点高度称为假定高程(或相对高程)，用 H' 表示。图中 H'_A 、 H'_B 是A、B点的假定高程。地面两点高程之差称为高差，用 h 表示。A、B两点的高差为：

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

由此可见：高差的大小与高程起算面无关。

我国规定采用青岛1956年黄海平均海水面作为全国统一高程基准面。凡由此基准面推算的高程，统称“1956年黄海高程系”。该高程系是以青岛观象山水准原点为依据，由验潮站连测，得原点高程为72.289米。

在独立地区，为满足工程需要，也可以任一水准面作为高程起算的依据。

四、用水平面代替水准面的限度

前面已经谈到，在小范围内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容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。为方便起见，假定大地水准面为一球面，其半径为 R 。

(一) 用水平面代替水准面对距离的影响

如图1-10，设地面直线AB在水平面 ab' 上的投影长度为 t ，在大地水准面 ab 上的投影长度为 d ，其所对的圆心角为 θ ；如果以 t 代替 d ，则其差数 $\Delta d = t - d$ 就是用水平面代替水准面所产生的水平距离误差。由图可以看出：

$$\Delta d = t - d = R \operatorname{tg} \theta - R \theta = R(\operatorname{tg} \theta - \theta) \tag{1-1}$$

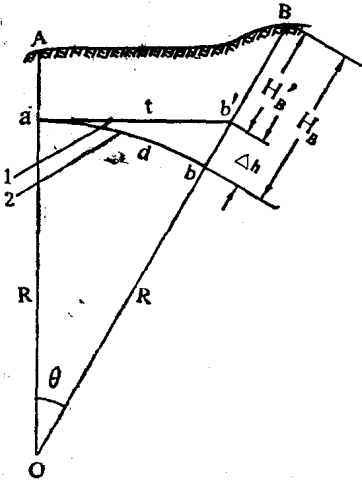
根据三角函数的级数公式：

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

由于 θ 值很小，只取上式右边前二项，代入(1-1)式，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



1. 水平面, 2. 大地水准面
图 1-10

$$\Delta d = \frac{d^3}{3R^2}, \text{ 或 } \frac{\Delta d}{d} = \frac{d^2}{3R^2} \quad (1-2)$$

以 $R=6371$ 公里和不同的 d 值, 代入 (1-2) 式计算, 得出表 1-1 中所列的数值。

表 1-1

d (公里)	Δd (厘米)	$\Delta d/d$
10	0.82	1:1200000
20	7	1:304000
50	102	1:48700

由表 1-1 看出, 当距离为 10 公里时, 用水平面代替水准面所产生的距离误差为 1:1200000, 而目前最精密的距离丈量, 其相对误差约为 1:1000000, 因此, 可得出结论: 在半径为 10 公里的圆面积内, 可以用水平面代替水准面。

(二) 用水平面代替水准面对高程的影响

如图 1-10 所示, 从大地水准面起算, 地面点 B 的高程为 H_B , 当以水平面 ab' 代替大地水准面时, 则 B 点的高程为 H'_B 。其差数 Δh 就是用水平面代替水准面所产生的高程误差, 即地球曲率差对高程的影响。由图可得:

$$\begin{aligned} (R + \Delta h)^2 &= R^2 + t^2 \\ 2R \times \Delta h + (\Delta h)^2 &= t^2 \end{aligned}$$

即

$$\Delta h = \frac{t^2}{2R + \Delta h}$$

前面已经证明, 两点间投影在水平面上的长度和在大地水准面上的弧长相差甚小, 可以用 d 代替 t , 同时 Δh 与地球半径 R 比较, 亦可忽略不计。这样, 上式可以写成:

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

以 $R=6371$ 公里和不同的 d 值代入 (1-3) 式计算, 则得表 1-2 所列数值。

表 1-2

d (米)	10	50	100	500	1000	2000
Δh (毫米)	0.007	0.2	0.78	20	78	310

由表 1-2 看出, 地球曲率对高程的影响是比较大的, 因此, 即使较短的距离也要考虑地球曲率对高程的影响。

§1-3 测量工作概述

如前所述, 测量工作的实质是确定地面点的位置。点的平面位置和高程是以 x 、 y 和 H 表示的。但是 x 、 y 、 H 的值不能直接测定, 必须通过测量基本工作, 测出点位关系的基本元素, 从而推算出 x 、 y 、 H 的值。

一、测量的基本工作

如图1-11所示,欲确定地面图形 A 、 B 、 C 、 D 、 E 的平面位置,应先测定各边的水平距离和其邻边之水平角 β ,以及 AB 边与北方的夹角 α ,同时假定 A 点的坐标 x_a 、 y_a ,则可用图解法或解析法描绘出该图形的平面位置 a 、 b 、 c 、 d 、 e 。如果再测定相邻点间的高差 h ,并推算出各点的高程 H_A 、 H_B 、 H_C 、 H_D 、 H_E ,则地面点 A 、 B 、 C 、 D 、 E 的空间位置便完全确定了。因此,水平距离、水平角和高差是确定地面点位关系的基本元素。高程测量、角度测量和距离测量是测量的基本工作。这些将分别在第二、三、四章中详细介绍。

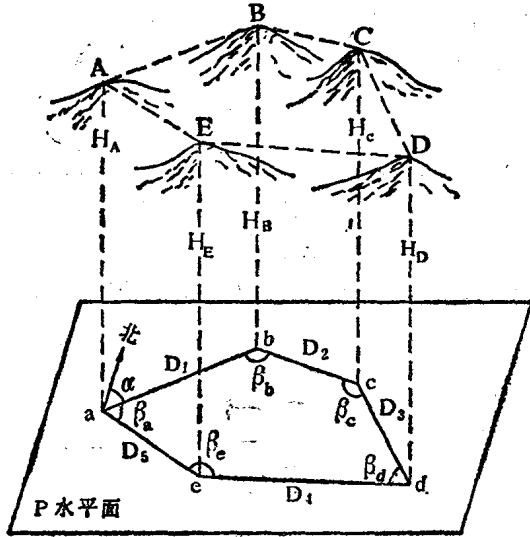


图 1-11

二、测量工作的基本原则

如图1-12所示,测绘地形图时,要测定许多碎部点(地物、地貌的特征点)的平面位置和高程,再按比例尺缩绘在图纸上而获得地形图。由于测量工作会伴随着一系列的测量误差,

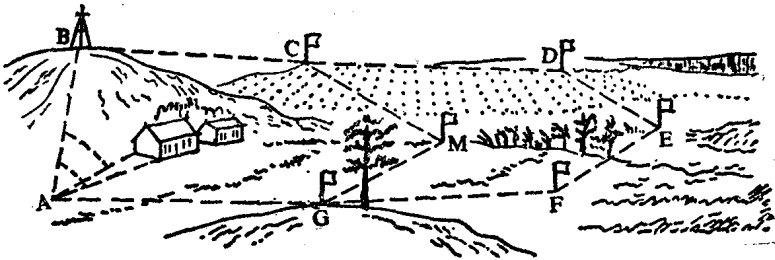


图 1-12

如果由一地物测定另一地物,逐点测定其间的水平距离、水平角和高差,以计算各点的坐标和高程;或用水角、水平距离按图解法逐点缩绘成地形图,则测量误差将会逐点传递,逐渐积累,最后,将导致误差累积与图形变形达到不能容许的程度。因此,为了避免测量误差的积累和缩短成图周期,测量工作必须遵循“从整体到局部”,“先控制后碎部”的顺序进行施测。如图所示,先在测区内统一选定若干起控制作用的点,如 A 、 B 、 C 、……、 M 点,组成多边形(或三角形),再用比较精密的仪器和方法测定其间的水平距离、水平角和高差,以

推算点的 x 、 y 和 H (详见第七章),并展绘在图纸上,然后以这些控制点为基础,测定其周围碎部点与控制点 A 、 B 、……之间关系的基本几何元素,如图中 A 点所示,并按图解法缩绘于图纸上(详见第八章)。

上述“从整体到局部”,“先控制后碎部”的测量工作程序,是测量工作的基本原则。无论是地形图测绘还是施工测量工作,都必须遵循这一基本原则。

习 题

1. 测量学的任务是什么?
2. 普通测量学与大地测量学有什么区别?
3. 什么叫水准面?它有什么特性?
4. 什么叫大地水准面,它在测量学中的作用是什么?
5. 什么叫高程、绝对高程和假定高程?
6. 在什么情况下可以采用假定直角坐标系?测量学上的平面直角坐标系与几何学中的平面直角坐标系有哪些不同?
7. 用水平面代替水准面对高程和距离各有什么影响?
8. 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?
9. 测量的基本工作是什么?

第二章 水准测量

为测定地面点高程所进行的测量工作，称为高程测量。高程测量因使用仪器和施测方法的不同，而分为气压高程测量、三角高程测量和水准测量。其中水准测量是精确测定地面点高程的主要方法。本章将着重介绍水准测量原理、微倾水准仪的构造和使用、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七章叙述。

§2-1 水准测量原理

水准测量原理是利用一条水平视线，借助于带有分划的标尺，来测定地面两点之间的高差，从而由已知点的高程推算出未知点的高程。如图2-1所示，设A点的高程 H_A 为已知，欲确定B点的高程 H_B ，则可在A、B两点各树立标尺，根据水平视线分别在A、B点标尺上读取的读数 a 、 b ，就能计算A、B两点间的高差 h_{AB} ，即

$$h_{AB} = a - b$$

则B点的高程为

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

在水准测量中，我们总是以工作的前进方向来区分后视和前视的，如果由A点向B点前进，我们就称A点为后视点，读数 a 为后视读数；B点为前视点，读数 b 为前视读数。因此A、B两点间的高差

$$h_{AB} = \text{后视读数} - \text{前视读数}$$

当 h_{AB} 为正值时，说明B点高于A点； h_{AB} 为负值时，说明B点低于A点。在计算高程时，高差应连同其符号一并运算。

B点的高程也可以通过仪器的视线高程计算得到。即

视线高程

$$H_i = H_A + a$$

B点高程

$$H_B = H_i - b$$

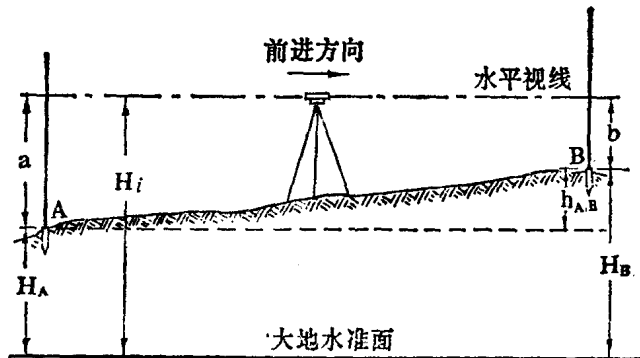


图 2-1