

21世纪
高等学校
本科系列教材

工程测量学

Gongcheng Celiangxue

■ 总主编 罗固源 ■ 刘星 吴斌 主编
■ 王熔 主审



重庆大学出版社

工程测量学

刘 星 吴 斌 主 编
王 熔 主 审

重庆大学出版社

内 容 简 介

全书共 11 章,分成三个部分。第一部分(1~6 章)介绍测量学基本概念,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(7~9 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(10~11 章)介绍土木工程施工测量,线路施工测量、地下工程施工测量及变形观测等内容。本书不仅讲述了传统测量仪器的基本知识,同时也讲述了当今现代测绘新技术。

该书内容精炼、要点突出,适用专业面广,既可作为高等学校非测绘专业的测量学教材,也可作为从事土建工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程测量学/刘星,吴斌主编. —重庆:重庆大学出版社,2004. 1

(土木工程专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-2988-X

I. 工... II. ①刘.. ②吴... III. 工程测量—高等学校—教材 IV. TB22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 100806 号

工程测量学

刘 星 吴 斌 主 编

王 熔 主 审

责任编辑 周 立 版式设计 周 立

责任校对 任卓惠 责任印制 张立全

*

重庆大学出版社出版发行

出版人·张鹤盛

社址 重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编 400030

电话 (023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址·http //www. cqup. com. cn

邮箱 fvk@ cqup. com. cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美彩色报刊印务有限公司印刷

*

开本 787 × 1092 1/16 印张:17 字数:424 千

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—4 000

ISBN 7-5624-2988-X/TU · 131 定价 25 00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有 翻印必究

前言

本书是根据高等学校土木工程类教学大纲的要求,结合我校几十年来教学、测绘生产实践经验和当前现代测绘技术编写的。全书着重介绍测量学的基本概念、基本理论和基本方法,还介绍了现代测绘科学的新技术和新方法。本书除注意本学科必要的系统性外,还力求叙述简明、图文并茂、通俗易懂。本书可作为土木工程、道路与桥梁工程、建筑学、城市规划、城镇建筑、采矿工程、给水排水工程、环境工程、水利工程、供热通风与空调工程、工程管理、房地产管理等专业学生的教材,也可作为广大的工程技术人员参考用书。

本教材由重庆大学刘星、吴斌主编。编写者有刘星(第1、10章)、郑应亨(第2章)、吴斌(第3章)、张亚莉(第4章)、刘文谷(第5章)、谭家兵、刘星(第6章)、张伟富(第7、9章)、第8章(谭家兵、张亚莉、郑应亨)、第11章(吴斌、魏矿灵)。

王榕教授审阅了全书,并提了宝贵的修改意见。对此,我们表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中可能存在不少疏漏和错误之处,敬请读者批评指正。

编者
2003年11月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 测量学概述	1
1.2 地面点的确定	2
1.3 用水平面代替水准面的限定	7
1.4 测量的工作概述	9
思考题与习题	11
第 2 章 水准测量	12
2.1 水准测量原理	12
2.2 水准测量的仪器和工具	13
2.3 普通水准测量	18
2.4 微倾式水准仪的检验与校正	26
2.5 自动安平水准仪	30
2.6 精密水准仪和水准尺	31
2.7 电子水准仪	34
思考题与习题	35
第 3 章 角度测量	37
3.1 水平角测量的原理	37
3.2 光学经纬仪	38
3.3 光学经纬仪平盘部分的检验和校正	47
3.4 竖直角测量	51
3.5 电子经纬仪	53
思考题与习题	57
第 4 章 距离测量与直线定向	59
4.1 钢尺量距	59
4.2 电磁波测距	62
4.3 直线定向	65
4.4 罗盘仪及其使用	67
思考题与习题	68
第 5 章 测量误差理论的基本知识	70
5.1 测量误差概述	70

5.2	衡量精度的指标	74
5.3	误差传播定律及其应用	76
5.4	等精度直接观测平差	80
5.5	不等精度观测的最或然值及其中误差	83
	习题与思考题	86
第 6 章	电子全站仪与全球定位系统	88
6.1	电子全站仪	88
6.2	电子全站仪测量	91
6.3	全球定位系统(GPS)	91
6.4	GPS 坐标测量	93
	思考题与习题	100
第 7 章	小地区控制测量	101
7.1	控制测量概述	101
7.2	平面控制测量	105
7.3	高程控制测量	117
7.4	GPS 控制网测量	124
	思考题与习题	130
第 8 章	地形图的基本知识与测绘	133
8.1	地形图的基本知识	133
8.2	大比例尺地形图的测绘	148
8.3	航空摄影测量简介	159
8.4	地籍测量和房产测量简介	162
8.5	水下地形测绘	166
	思考题与习题	171
第 9 章	地形图在工程中的应用	172
9.1	地形图的识读及应用	172
9.2	确定图形面积	178
9.3	土地平整时的土石方计算	180
9.4	城市用地的地形分析	184
9.5	GIS 概述	186
	思考题与习题	191
第 10 章	土木施工测量	194
10.1	测设的基本工作	195
10.2	建筑场地的施工控制测量	201
10.3	民用建筑场地的施工测量	205
10.4	工业建筑施工测量	213
10.5	大坝施工测量	219
10.6	建筑物的变形观测	222

10.7 竣工测量	231
思考题与习题	233
第 11 章 线路工程测量	234
11.1 概述	234
11.2 中线测量	235
11.3 线路纵横断面测量	242
11.4 道路施工测量	245
11.5 管道工程测量	248
11.6 桥梁施工测量	251
11.7 隧道工程施工测量	254
习题与思考题	261
参考文献	263

第 1 章 绪 论

1.1 测量学概述

测绘学是研究对地球整体及其表面和外层空间中的各种自然和人造物体与地理空间分布有关的信息进行采集、处理、管理、更新和利用的科学和技术。它是一门一级学科。若研究的对象不一样或者采用的技术手段不同,可把测绘学划分为多个学科。

大地测量学是研究和确定地球形状、大小、重力场、整体与局部运动和地表面点的几何位置以及它们的变化和理论的科学。

摄影测量与遥感学是研究利用电磁波传感器获取目标物的影像数据,从中提取语义和非语义信息,并用图形、图像和数字形式表达的科学。

工程测量学是研究工程建设和自然资源开发中各个阶段的控制和地形测绘、施工放样、变形监测的理论的科学。

海洋测绘学是以海洋水体和海底为对象所进行的测量和海图编制工作。

地图制图学是研究模拟和数字地图的理论、设计、测绘、复制的技术方法以及应用的学科。

众所周知:地球是一个球体,其表面是有曲率的,若不考虑地球表面的曲率对测量的影响,在一个小范围来研究测绘学的理论和方法的范畴,称之为普通测量学。本教材主要介绍普通测量学的基本理论、方法和工程测量学中有关施工测量的基本内容,以及现代测绘技术的基本理论,因此可以称之为工程测量学。

从本质上来讲,测量学的实质就是确定点的位置,并对点的位置信息进行处理、储存、管理。测量学的任务主要有两方面内容:测定和测设。测定就是采集描述空间点信息的工作;测设就是把设计好的建筑物(或者构筑物)细部点的信息标定在地面上的工作。

在当前信息社会中,测绘资料是管理机构重要的基础信息之一。测绘成果也是信息产业的重要内容。测绘技术及成果应用面很广,对于国民经济建设、国防建设和科学研究有着重要的作用。国民经济建设的发展总体规划,城市建设与改造、工矿企业建设、公路铁路修建、各种水利工程和输电线路的兴建、农业规划和管理、森林资源的保护和利用、地下矿产资源的勘探和开采都需要测量工作。在国防建设中,测绘技术不但对国防工程建设、作战战略部署和现代

诸兵种协同作战起着重要的保证作用,而且对于现代化的武器装备,如远程导弹、空间武器及人造卫星和航天器的发射也起着重要作用。测量技术对于空间技术研究、地壳形变、地震预报、地球动力学、地球与人类可持续发展研究等科学研究方面也是不可缺少的工具。

工程测量学主要面向土木建筑、环境、道路、桥梁、水利等学科。其主要任务是:

(1) 研究测绘地形图的理论和方法

地形图是工程勘测、规划、设计的依据。工程测量学是研究确定地球表面局部区域建筑物、构筑物、地面高低起伏形态的三维坐标的原理和方法。研究局部地区地图投影理论,以及将测量资料按比例绘制成地形图或制成电子地图的原理和方法。

(2) 研究在地形图上进行规划设计的基本原理和方法

本教材主要介绍在地形图上进行土地平整、土方计算、道路选线和区域规划的基本原理和方法。

(3) 研究工程建(构)筑物施工放样、工程质量检测的技术方法

施工放样是工程施工的依据。工程测量学是研究将规划设计在图纸上的建筑物(或者构筑物)准确地标定在地面上的技术和方法。研究施工过程及大型金属结构物安装中的检测技术。

(4) 对大型建筑物的安全进行变形监测

在大型建筑物施工过程中或竣工后,为确保建筑物的安全,应对建筑物进行位移和变形监测。本教材主要介绍变形观测的技术方法。

测量学是一门历史悠久的科学,早在几千年前,由于当时社会生产发展的需要,中国、埃及、希腊等古代国家的人民就开始创造与应用测量工具进行测量。随着社会生产的发展,逐渐应用到社会的许多生产部门。我国古代劳动人民为测量学的发展做出了宝贵的贡献。在远古时代我国就发明了指南针,以后又发明了浑天仪等测量仪器,并绘制了相当精确的全国地图。指南针于中世纪由阿拉伯人传到欧洲,以后在全世界得到广泛应用,到今天仍然是利用地磁测定方位角的简便测量工具。在17世纪望远镜的发明,人们利用光学进行测量,使测绘科学迈进了一大步。自19世纪末发展了航空摄影测量后,又使测绘学增添了新的内容,20世纪50年代以来,由于现代光学、激光、电子学理论、电子计算机、遥感及空间技术在测绘学中的应用,创制了一系列电磁波测距仪、全站仪、电子水准仪、激光准直仪和卫星定位的仪器等现代测绘仪器设备。惯性理论在测绘学中的应用,又创造了陀螺定向、定位仪器。因此出现了把地形测量从白纸测图变为数字测图的技术,从而使测量工作迅速地向内外业一体化、自动化、智能化和数字化方向迈进,使测量工作成为当今信息社会的重要组成部分。人造地球卫星的发射以及通过遥感、遥测技术使人类获得了丰富的地面信息。随着现代科学技术的飞速进展,测绘科学也必然会向更高层的数字化和自动化方向发展。

1.2 地面点的确定

1.2.1 地球的形状和大小

测量学的实质就是确定地面点的空间位置。要测量地球表面上点的相互位置,必须首先

建立一个共同的坐标系统,而测量工作是在地球表面上进行,因此测量的坐标与地球的大小形状有密切关系。

我们知道,地球的自然表面有高山、丘陵、平原、盆地及海洋等起伏状态。就整个地球而言,海洋的面积约占 71%,陆地的面积约占 29%。虽然陆地上最高的山峰珠穆朗玛峰海拔 8 848.13 米,海底最深的海沟太平洋西部的马里亚纳和菲律宾附近的海沟深达 11 022 米,但和地球半径 6 371 千米来比较,是可以忽略不计的。所以把地球的形状想象为一个处在静止状态的海洋面,延伸通过大陆后所包围的形体。

如图 1-2-1(a) 所示,假想静止不动的水面延伸穿过陆地,包围了整个地球,形成一个闭合的曲面,这个曲面称为水准面。水准面是受地球重力影响而形成的,它的特点是面上任意一点的铅垂线都垂直于该点的曲面。水面可高可低,因此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,如图 1-2-1(b) 所示。

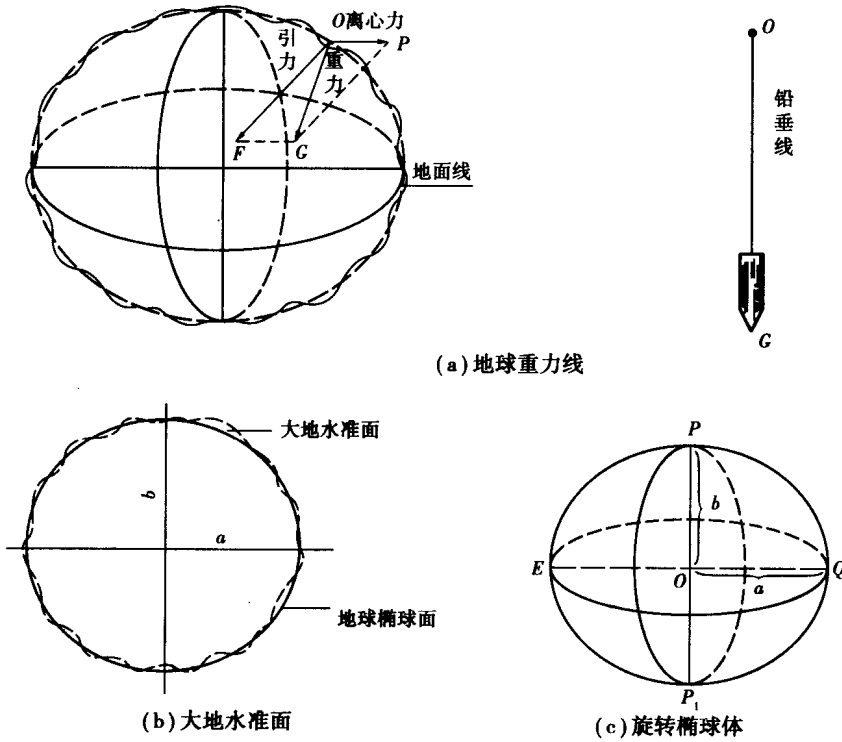


图 1-2-1 大地水准面与地球椭球面

由于地球内部质量分布不均匀,重力也受其影响,引起铅垂线方向的变动,致使大地水准面成为一个复杂的曲面。如果将地球表面上的图形投影到这个复杂的曲面上,在计算上是非常困难的。为了解决这个问题,选用一个非常接近大地水准面、并可用数学式表示的几何形体来代表地球总的形状。这个数学形体是由椭圆 PEP_1Q 绕其短轴 PP_1 旋转而成的旋转椭球体,又称地球椭球体。其旋转轴与地球自转轴重合,如图 1-2-1(c) 所示,其表面称为旋转椭球面(参考椭球面)。

决定地球椭球体的大小和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:

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

随着测绘科学技术的进步,可以越来越精确地确定椭圆元素,目前我国采用的地球椭球体的参数为:

$$a = 6\,378.140 \text{ km}$$

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

由于地球椭球体的扁率很小,当测区面积不大时,可以将其当做圆球看待,其半径 R 按式(1-2-2)计算:

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

其近似值为 6 371 km。

1.2.2 确定地面点的方法

(1) 地理坐标系

地理坐标系又按坐标所依据的基本线和基本面的不同以及求坐标方法的不同可分为天文地理坐标和大地地理坐标两种。

1) 天文地理坐标

天文地理坐标又称天文坐标,是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 1-2-2 所示: PP_1 为地球的自转轴(简称地轴), P 为北极, P_1 为南极。过地面上任意一点的铅垂线与地轴 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(或称经线)。 F 点的经度 λ , 是过 F 点的子午面 $PFKP_1$ 与首子午面 $PGMP_1$ 所组成的夹角(两面角), 自首子午线向东或向西计算, 数值为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。在首子午线以东者为东经, 以西者为西经, 同一子午线上各点的经度相同。

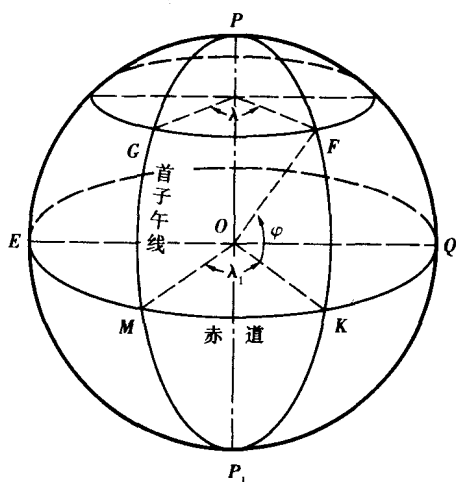


图 1-2-2 地理坐标

垂直于地轴的平面与地球表面的交线称为纬线。垂直于地轴的平面并通过球心 O 与地球表面相交的纬线称为赤道。 F 点的纬度 φ , 是 F 点的铅垂线 FO 与赤道平面 $EMKQO$ 之间的夹角, 自赤道起向南或向北计算, 数值为 $0^\circ \sim 90^\circ$, 在赤道以北为北纬, 以南者为南纬。

经度和纬度的值是用天文测量方法测定。例如我国首都北京中心地区的概括天文坐标为东经 $116^\circ 24'$, 北纬 $39^\circ 54'$ 。

2) 大地地理坐标

大地地理坐标又称为大地坐标,是表示地面点在旋转椭球面上的位置,用大地经度 L 和大地纬度 B 表示。 F 点的大地经度 L , 就是包含 F 点的子午面和首子午面所夹的两面角; F 点的大地纬度 B , 就是过 F 点的法线(与旋转椭圆球面垂直的线)与赤道面的夹角。大地经、纬度是根据一个起始

的大地点(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,再按大地测量所得的数据推算而得的。我国以陕西省泾阳县大地原点为起算点,由此建立新的统一坐标系,称为“1980年国家大地坐标系”。

(2) 平面直角坐标系

1) 高斯平面直角坐标

地理坐标对局部测量工作来说是不方便的,测量计算最好在平面上进行。但地球是一个不可展的曲面,把地球面上的点位化算到平面上,称为地图投影,我国是采用高斯投影的方法。

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1-2-3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1-2-4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(1-2-3)计算:

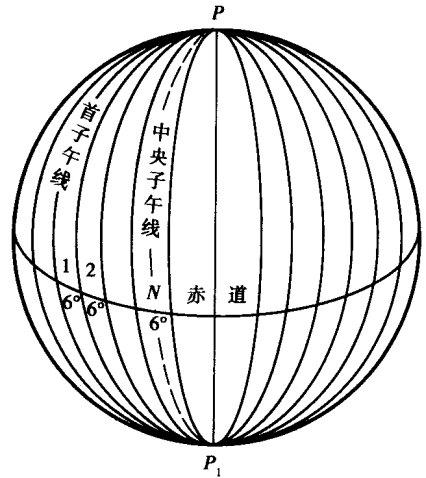


图1-2-3 投影分带

$$\lambda_0 = 6N - 3 \tag{1-2-3}$$

式中为 N 投影带号。

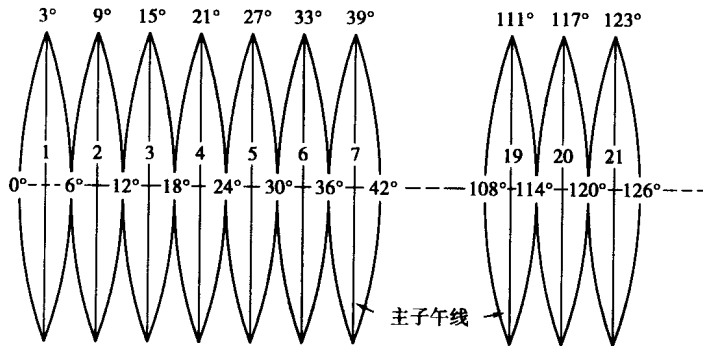


图1-2-4 6° 带中央子午线及带号

投影时设想取一个空心圆柱体(图1-2-5)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,以中央子午线为坐标纵轴 x ,以赤道为坐标横轴 y ,两轴的交点作为坐标原点 O ,组成高斯平面直角坐标系,如图1-2-6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 坐标则有正有负。例如图1-2-6(a)中, $y_A = +37\ 680\text{ m}$, $y_B = -34\ 240\text{ m}$,为避免出现负值,将每带的坐标原点向西移 500 km ,则每点的横坐标值也均为正值,如图1-2-6(b)中, $y_A = 500\ 000 + 37\ 680 = 537\ 680\text{ m}$, $y_B = 500\ 000 - 34\ 240 = 465\ 760\text{ m}$ 。

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

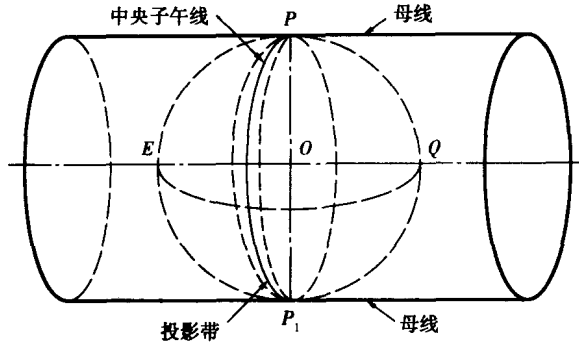


图 1-2-5 高斯平面直角坐标的投影

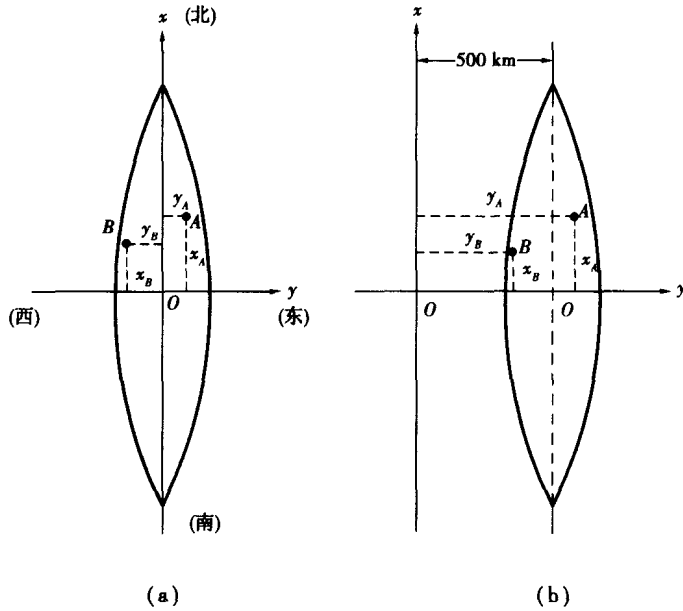


图 1-2-6 高斯平面直角坐标

如, A 点位于第 20 带内, 则其横坐标值 $y_A = 20\ 537\ 680\ \text{m}$ 。

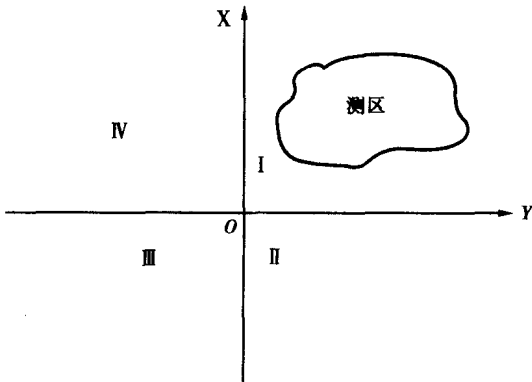


图 1-2-7 独立坐标系的建立

高斯投影中, 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: 25 000 或更小比例尺测图的精度, 当进行 1: 10 000 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。

2) 小地区平面直角坐标

当测量的范围较小时, 可以不考虑地球表面的曲率点测量的影响, 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,以该测区中心的子午线方向为 x 轴方向。建立该地区的独立平面直角坐标系。

测量所用的平面直角坐标系(图 1-2-7)和数学所采用的平面直角坐标系有些不同:数学中的平面直角坐标的横轴为 x 轴、纵轴为 y 轴,象限按顺时针方向编号;而测量学中则横轴为 y 轴、纵轴为 x 轴,象限按顺时针方向编号。其原因是测量学中是以南北方向线为角度的起算方向,同时将象限按逆时针方向编号便于将数学中的公式直接应用到测量计算中去。

(3) 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),简称高程。如图 1-2-8 中, A 、 B 两点的绝对高程分别为 H_A 、 H_B 。

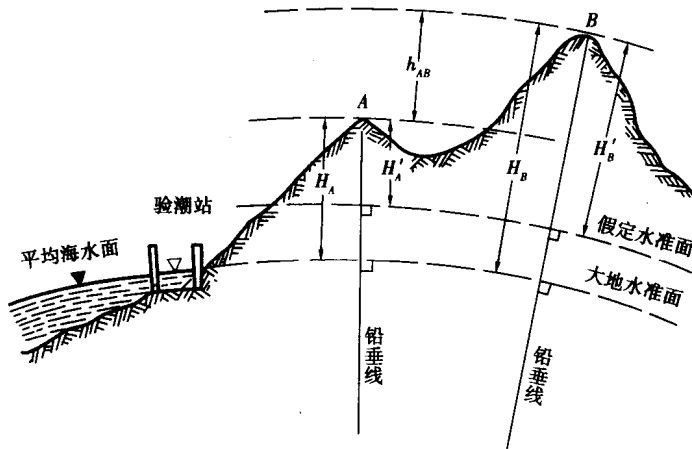


图 1-2-8 高程和高差

在局部地区,若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铅垂距离称为相对高程(又称假定高程)。 A 、 B 点的相对高程分别以 H'_A 、 H'_B 表示。

地面两点高程之差称为高差,用 h 表示。 A 、 B 两点的高差为:

$$h_{AB} = H_B - H_A = H'_B - H'_A \quad (1-2-4)$$

由此说明:高差的大小与高程起算面无关。

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,求得海平面的平均高度作为高程零点,过该点的大地水准面作为高程基准面,即在大地上水准面上的高程为零。我国采用“1985 年国家高程基准”,它是根据青岛验潮站 1952—1979 年的观测资料确定的黄海平均海水面(其高程为零)作为高程起算面,并在青岛建立了水准原点,水准原点的高程为 72.260 m,全国各地的高程均以它为基准进行推算。

1.3 用水平面代替水准面的限定

水准面是一个曲面,曲面上的图形投影到平面上,总会产生一定的变形。用水平面代替水准面,其产生的变形不超过测量容许的误差,则完全是可以的。以下讨论以水平面代替水准面

对距离和高程测量的影响,以便明确可以代替的范围,或者在什么情况下须加以改正。

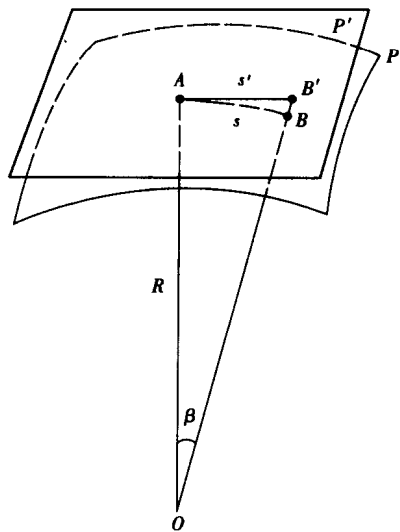


图 1-3-1 水平面代替水准面的影响

以 $\beta = \frac{s}{R}$ 代入上式,得

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

或

$$\frac{\Delta s}{s} = \frac{1}{3} \left(\frac{s}{R} \right)^2 \tag{1-3-2}$$

取 $R = 6\,371\text{ km}$, 并以不同的 s 值代入上式,则可以得出距离误差 Δs 和相对误差 $\frac{\Delta s}{s}$, 如表 1-3-1 所示。

表 1-3-1 用水平面代替水准面的距离误差 Δs 和相对误差 $\frac{\Delta s}{s}$

距离 s/km	距离误差 $\Delta s/\text{cm}$	相对误差 $\frac{\Delta s}{s}$
10	0.8	1 : 1 200 000
25	12.8	1 : 200 000
50	102.7	1 : 49 000
100	821.2	1 : 12 000

由表 1-3-1 可知,当距离为 10 km 时,以平面代替曲面所产生的距离相对误差为 1 : 120 万,这样微小的误差,就是在地面上进行最精密的距离测量也是容许的。因此,在半径为 10 km 的范围内,即面积约 300 km² 内,以用水平面代替水准面所产生的距离相对误差可以忽略不计。

1.3.2 高程测量的限定

在图 1-3-1 中, A、B 两点在同一水准面上,其高程应相等。B 点投影到水平面上得 B' 点,

1.3.1 对水平距离的限定

如图 1-3-1 所示,设球面 P 与水平面 P' 在 A 点相切, A 、 B 两点在球面上的弧长为 s , 在水平面上的距离为 s' , 球的半径为 R , AB 所对球心角为 β (弧度), 则:

$$s' = R \cdot \tan\beta$$

$$s = R \cdot \beta$$

以水平长度 s' 代替球面上弧长所产生的误差为

$$\Delta s = s' - s = R \tan\beta - R\beta = R(\tan\beta - \beta)$$

将 $\tan\beta$ 按级数展开,并略去高次项,得

$$\tan\beta = \beta + \frac{1}{3}\beta^3 + \dots$$

因而近似得到

$$\Delta s = R \left[\left(\beta + \frac{1}{3}\beta^3 + \dots \right) - \beta \right] = R \cdot \frac{\beta^3}{3}$$

则 BB' 即为以平面代替水准面所产生的高程误差。设 $BB' = \Delta h$, 则:

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

$$2R\Delta h + \Delta h^2 = s'^2$$

即

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

上式中, 用 s 代替 s' , 同时 Δh 与 $2R$ 相比可以忽略不计, 则

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

以不同的距离代入上式, 则可以得出相应高程误差值, 如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 以平面代替水准面所产生的高程误差

s/km	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	5	10
$\Delta h/\text{cm}$	0.08	0.3	0.7	1.3	2	8	31	196	785

由表 1-3-2 可知, 以平面代替水准面, 在 1 km 的距离上高程误差就有 8 cm。因此, 当进行高程测量时, 应顾及水准面曲率(又称地球曲率)的影响。

1.4 测量的工作概述

1.4.1 测量工作的原则和程序

测量工作应遵循两个原则: 一是“由整体到局部, 由控制到碎部”; 二是“步步检核”。

第一项原则是对总体工作而言。任何测绘工作都应先总体布置, 然后再分阶段、分区、分期实施。在实施过程中要先布设平面和高程控制网, 确定控制点平面坐标和高程, 建立全国、全测区的统一坐标系。在此基础上再进行细部测绘和具体建(构)筑物的施工测量。只有这样, 才能保证全国各单位各部门的地形图具有统一的坐标系统和高程系统。减少控制测量误差的积累, 保证成果质量。

第二项原则是对具体工作而言。对测绘工作的每一个过程、每一项成果都必须检核。在保证前期工作无误条件下, 方可进行后续工作, 否则会造成后续工作的困难, 甚至全部返工。只有这样, 才能保证测绘成果的可靠性。

1.4.2 测量的基本工作

以地形图的测绘为例说明。为了保证全国各地测绘的地形图能有统一的坐标系, 并能减少控制测量误差积累, 国家测绘局在全国范围内建立了能覆盖全国的平面控制网和高程控制网。在测绘地形图时, 首先应在测区范围内布设测图控制网及测图用的图根控制点。这些控制网应与国家控制网联测, 使测区控制网与国家控制网的坐标系统一致。图根控制点还应便于安置仪器进行测图。如图 1-4-1 中, A, B, \dots, F 为图根控制点, A 点只能测山前的地形图, 山后要用 C, D, E 等点测量。地物、地貌特征点也称为碎部点, 地形图碎部测量中大多采用极坐标法, 见图 1-4-2。设地面上有三个点 A, B, C , 其中 A, B 为已知点, 现要测定 C 点的平面坐

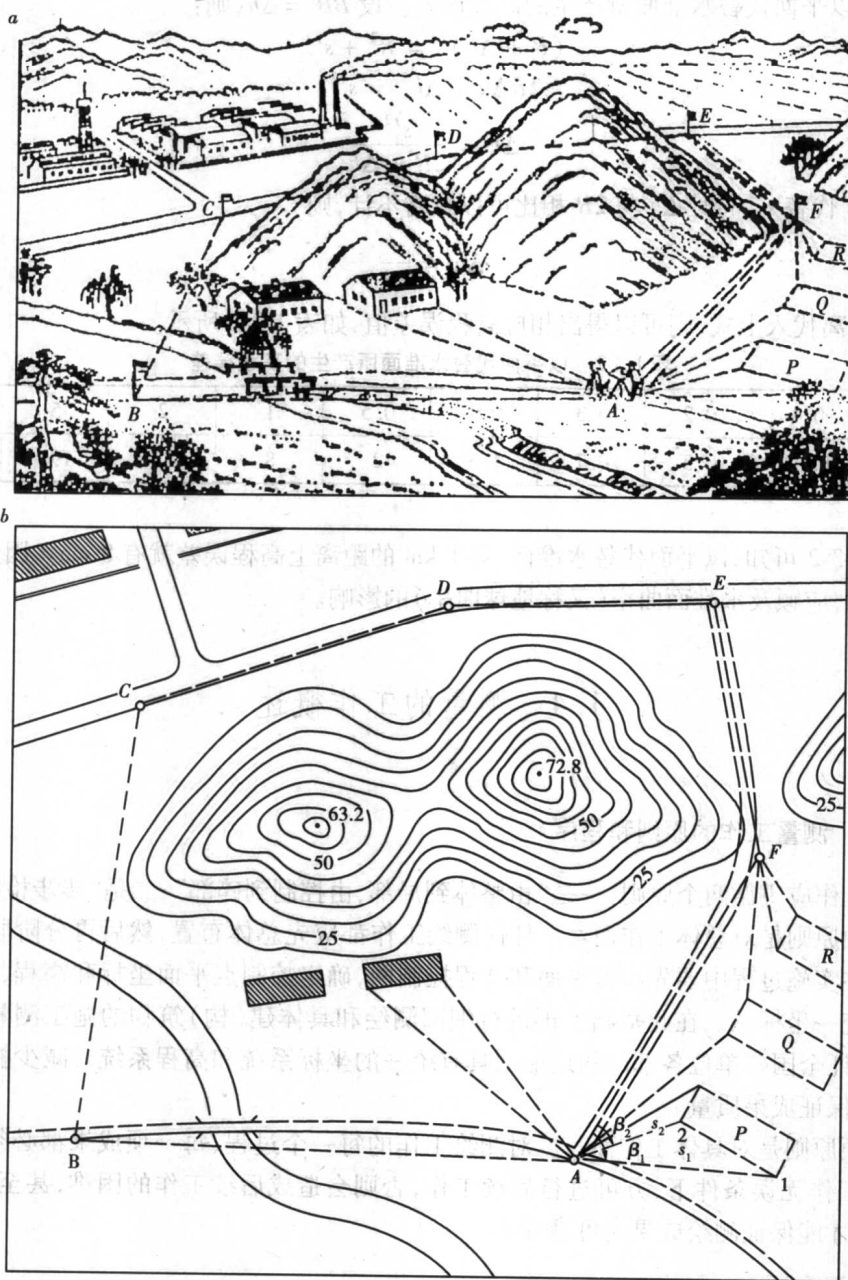


图 1-4-1 控制和地形测量

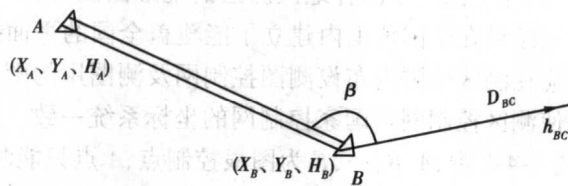


图 1-4-2 测量的基本工作