

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

现代测量技术

Xiandai Celiang Jishu

潘松庆 主编



黄河水利出版社

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

现代测量技术

主编 潘松庆

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材。主要介绍工程技术类及房地产开发施工和管理人员所必须的测量基本理论、基本知识、基本方法和基本操作技能。本书在介绍传统测量仪器、测量技术的同时,也介绍现代测量的新仪器和新技术及其在工程施工和房地产开发中的应用。本书与配套教材《现代测量技术实训》相结合,可用于对学生测量的外业操作技能和内业计算能力进行全面训练。

本书主要适用于高等职业技术学院、高等专科学校、成人教育学院、职工大学等院校的建筑工程技术、交通工程技术、地下工程技术、房地产开发与土地管理及其相关专业的测量课教学和学生自学使用,亦可供生产单位测量、施工等专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代测量技术/潘松庆主编. —郑州:黄河水利出版社,
2008.6

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划
教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 439 - 1

I. 现… II. 潘… III. 测量学 - 高等学校:技术学校 -
教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 068808 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E - mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20

字数:462 千字

印数:1—4 100

版次:2008 年 6 月第 1 版

印次:2008 年 6 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专
规划教材审定委员会

主任 宁津生

副主任 陶本藻 王 依

委员 赵文亮 方源敏 李晓桓

序

我国的高职高专教育经历了十余年的蓬勃发展,获得了长足的进步,如今已成为我国高等教育的重要组成部分,在国家的经济、社会和科技发展中发挥着积极的服务作用,测绘类专业的高职高专教育也是如此。为了加深高职高专教育自身的改革,并使其高质量地向前发展,教育部决定组建高职高专教育的各学科专业指导委员会。国家测绘局受教育部委托,负责组建和管理高职高专教育测绘类专业指导委员会,并将其设置为全国高等学校测绘学科教学指导委员会下的一个分委员会。第一届分委员会成立后的第一件事就是根据教育部的要求,研讨和制定了我国高职高专教育的测绘类专业设置,新设置的专业目录已上报教育部和国家测绘局。随后组织委员和有关专家按照新的专业设置制定了“十五”期间相应的教材规划。在广泛征集有关高职高专院校意见的基础上,确定了规划中各本教材的主编和参编院校及其编写者,并规定了完成日期。为了保证教材的学术水平和编写质量,教学指导分委员会还针对高职高专教材的特点制定了严格的教材编写、审查及出版的流程和规定,并将其纳入高等学校测绘学科教学指导委员会统一管理。

经过各相关院校编写教师们的努力,现在第一批规划教材正式出版发行,其他教材也将会陆续出版。这些规划教材鲜明地突出了高职高专教育中专业设置的职业性和教学内容的应用性,适应高职高专人才的职业需求,必定有别于高等教育的本科教材,希望在高职高专教育的测绘类专业教学中发挥很好的作用。

这里要特别指出,黄河水利出版社在获悉我们将出版一批规划教材后,为了支持和促进测绘类专业高职高专教育的发展,经与教学指导委员会协商,今后高职高专测绘类专业的全部规划教材都将由该社统一出版发行。这里谨向黄河水利出版社表示感谢。

由教学指导委员会按照新的专业目录,组织、规划和编写高职高专测绘类专业教材还是初次尝试,希望有测绘类专业的各高职高专院校能在教学中使用这些规划教材,并从中发现问题,提出建议,以便修改和完善。

高等学校测绘学科教学指导委员会主任
中国工程院院士



2005年7月10日于武汉

前 言

近年来,在《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神指引下,我国高等职业教育得到了蓬勃发展。为了适应这一高等教育发展的新形势,在高等学校测绘类专业教学指导委员会的规划、组织和指导下,依据高职高专测量课程教学大纲,编写了这本主要面向高职高专院校工程技术类相关专业的测量教材。

本书共分13章,其中第一章介绍测量的基本知识;第二~四章介绍常用测量仪器和测量的基本工作;第五章简单介绍测量误差及其处理;第六~七章介绍小区域控制测量及大比例尺地形图的测绘和应用;第八章介绍施工测量的基本工作和一般方法;第九~十三章分别介绍测量在建筑工程、交通工程、地下工程、变形监测以及房地产开发和地籍管理中的应用。

测量是理论和实践并重的科学技术。为了满足高职高专工程技术类相关专业人才培养目标和应用型技术人才的实际需要,本书将测量基础理论和应用技术实践相结合、测量工作外业操作和内业计算能力的训练相结合,重点突出测量在各种工程施工和房地产开发中的应用与作业技能的培养;为了在一定程度上反映现代测绘科学技术的新发展,本书在介绍传统测量仪器、测量技术的同时,也介绍现代测量的新仪器和新技术及其在工程施工中的应用;后面的章节中介绍多种工程施工测量及房地产测量和地籍测量的基本知识,旨在贯彻以学生为中心,以就业为导向的方针,既扩大学生的知识面,又利于拓宽学生的就业面。

本书每章开头列有学习目标和重点,每章末尾列有内容提要及复习题、练习题和思考题,书末还附有测量计算有关常识及各章练习题的答案,以便于学生对相关内容的学习、复习、理解和掌握。

本书还有配套教材《现代测量技术实训》一册,主要内容包括测量实验课、习题课和集中实训的指导,以及测量实训作业的各种记录、计算表格和操作考查题选,以便于对学生的测量外业操作和内业计算能力进行全面训练。

本书由高等学校测绘学科教学指导委员会主任、武汉大学宁津生院士担任主审,河海大学土木工程学院潘松庆教授(现在广州城建职业学院任教)担任主编。

昆明冶金高等专科学校赵文亮教授及河海大学章书寿教授和白忠良教授对本书的编写给予了具体指导。编者谨此向宁津生院士、赵文亮教授、章书寿教授和白忠良教授及其他为本书的编写和出版提供宝贵支持和热心帮助的专家表示诚挚感谢!对于本书中引用参考文献的资料、插图的原作者表示衷心感谢。

本书适于高职高专院校建筑工程技术、交通工程技术、地下工程技术、房地产开发和

土地管理及相关专业的测量教学和学生自学使用,也可作为有关技术人员的参考用书。

由于编者水平所限,书中疏漏、错误和不足之处恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

2008年2月

目 录

序

宁津生

前 言

第一章 测量基本知识	(1)
第一节 测量的任务、作用和本课程的主要内容与学习要求	(1)
第二节 地面点位确定	(2)
第三节 直线定向和坐标推算	(10)
第四节 测量的基本工作和原则	(14)
本章内容提要	(16)
复习题	(17)
练习题	(17)
思考题	(18)
第二章 水准测量	(19)
第一节 水准测量原理	(19)
第二节 DS_3 型微倾式水准仪的组成和使用	(20)
第三节 普通水准测量	(24)
第四节 DS_3 型微倾式水准仪检验和校正	(30)
第五节 水准测量误差分析	(33)
第六节 自动安平水准仪	(36)
第七节 精密水准仪	(37)
本章内容提要	(40)
复习题	(41)
练习题	(41)
思考题	(43)
第三章 角度测量	(44)
第一节 角度测量原理	(44)
第二节 普通光学经纬仪的组成和使用	(45)
第三节 水平角测量	(49)
第四节 竖直角测量	(52)
第五节 光学经纬仪检验和校正	(55)
第六节 电子测角	(59)
第七节 角度测量误差分析	(61)
本章内容提要	(63)
复习题	(63)

练习题	(64)
思考题	(66)
第四章 距离测量	(67)
第一节 钢尺量距	(67)
第二节 视距测量	(71)
第三节 光电测距	(74)
第四节 距离测量误差分析	(79)
第五节 全站仪	(80)
本章内容提要	(86)
复习题	(86)
练习题	(86)
思考题	(87)
第五章 测量误差及其处理的基本知识	(88)
第一节 测量误差概述	(88)
第二节 评定精度的指标	(91)
第三节 观测值函数中误差	(93)
第四节 算术平均值及其中误差	(98)
第五节 加权平均值及其中误差	(102)
本章内容提要	(105)
复习题	(106)
练习题	(106)
思考题	(107)
第六章 小区域控制测量	(109)
第一节 控制测量概述	(109)
第二节 导线测量	(111)
第三节 交会测量	(119)
第四节 四等水准测量	(123)
第五节 三角高程测量	(126)
第六节 GPS 定位及其在测量中的应用	(128)
本章内容提要	(137)
复习题	(137)
练习题	(138)
思考题	(142)
第七章 大比例尺地形图测绘和应用	(143)
第一节 地形图基本知识	(143)
第二节 大比例尺地形图测绘	(150)
第三节 地形图应用的基本内容	(162)
第四节 地形图在施工中的应用示例	(165)

本章内容提要	(171)
复习题	(171)
练习题	(171)
思考题	(173)
第八章 施工测量基本工作	(175)
第一节 施工测量概述	(175)
第二节 基本测设	(176)
第三节 点位测设	(180)
本章内容提要	(185)
复习题	(185)
练习题	(185)
思考题	(186)
第九章 建筑工程施工测量	(187)
第一节 建筑工程施工控制测量	(187)
第二节 民用建筑施工测量	(191)
第三节 工业建筑施工测量	(197)
第四节 激光测量仪器及其在建筑施工测量中的应用	(203)
本章内容提要	(206)
复习题	(206)
练习题	(207)
思考题	(207)
第十章 交通工程施工测量	(209)
第一节 交通工程施工控制测量	(209)
第二节 道路中线测量	(212)
第三节 道路曲线测设	(216)
第四节 道路纵、横断面测量与土石方计算	(224)
第五节 道路施工测量	(230)
第六节 桥梁施工测量	(235)
本章内容提要	(238)
复习题	(239)
练习题	(239)
思考题	(242)
第十一章 地下工程施工测量	(243)
第一节 地下工程施工控制测量	(243)
第二节 隧道联系测量	(245)
第三节 隧道施工与贯通测量	(249)
第四节 管道施工测量	(258)
本章内容提要	(263)

复习题	(263)
练习题	(264)
思考题	(265)
第十二章 变形监测与竣工测量	(266)
第一节 变形监测	(266)
第二节 竣工测量	(272)
本章内容提要	(273)
复习题	(274)
练习题	(274)
思考题	(274)
第十三章 房地产测量与地籍测量	(275)
第一节 概述	(275)
第二节 房地产调查	(276)
第三节 房地产碎部测量	(280)
第四节 地籍调查	(284)
第五节 地籍碎部测量	(290)
本章内容提要	(297)
复习题	(297)
练习题	(299)
思考题	(300)
附录 1: 测量计算须知	(301)
1 测量常用计量单位	(301)
2 测量常用计算取位	(301)
3 计算中的凑整法则	(302)
4 函数型计算器进行角度运算和坐标转换须知	(302)
附录 2: 各章练习题答案	(304)
参考文献	(308)

第一章 测量基本知识

学习目标

了解测量的任务、作用及本课程的主要内容、学习目的和要求,同时学习有关测量的基本知识,包括如何确定地面点的位置,如何进行直线定向和坐标推算以及测量的基本工作和原则。

学习重点

本课程的主要内容、学习目的和要求;关于水准面、大地水准面、平面直角坐标系统和高程系统的概念;方位角的定义、方位角的推算、坐标正算和坐标反算,以及测量工作的基本原则。

第一节 测量的任务、作用和本课程的主要内容与学习要求

1 测量的任务

测量是研究地球的形状和大小、确定地球表面各种自然和人工物体的形态及其变化、对各种地物和地貌的空间位置与属性等信息进行采集、处理、描绘和管理的一门科学和技术。

测量的传统任务主要包括两个方面,一为测绘地形图,二为施工放样。此外,为各种工程建筑进行变形监测也是测量的重要任务之一。

所谓测绘地形图,就是将局部地区的地物、地貌信息依据一定的理论和方法测绘成各种比例尺的地形图,以满足勘察、规划、设计和管理的需要;所谓施工放样,就是将设计图纸上的建筑物或构筑物的空间位置在实地测设出来,以便于施工;而安全监测,则是通过精确测定建筑物、构筑物的沉降、倾斜或水平位移,分析其形状的变化,从而保证各种建筑施工和运营的安全。

2 测量在工程建设中的作用

测量在工程建设中的应用十分广泛。在工程建设中,无论是工业与民用建筑工程,还是道路及桥梁交通工程,或是地铁和管道等地下工程,以及环境治理和房地产的开发等,其勘察、规划、设计的各个阶段都离不开测量提供的各种比例尺的地形图;而施工阶段则需要通过测量进行放样,以作为施工的依据;施工完毕,还需测绘竣工图,为工程提供完整的竣工资料;而无论施工阶段还是工程建成后的运营阶段,其沉降、倾斜、位移等变形监测在工程的安全施工和运营中同样起到必不可少的作用。由此可见,测量工作贯穿于各种工程建设的全过程,测量的理论和方法对工程建设的各个阶段以及房地产的开发和管理

等均起重要的测绘保障作用。

3 测量的发展简介

测量是一门古老而又年青的学科。之所以古老,是因为由于生产和生活的需要,人类社会自古代就开始了原始的测量工作,例如公元前 21 世纪的夏禹治水,埃及尼罗河泛滥后的农田整治等,均应用了简单的测量技术;之所以年青,是因为近年来,现代科学技术如电子学、信息学、空间科学和计算机技术的迅猛发展,给测量科学技术的进步以极大的推动。传统的光学仪器逐步被电子仪器所取代,全站仪的使用和计算机的推广应用,显著改善了测量的外业和内业工作。自 20 世纪 70 年代开始建立的全球卫星定位系统则给测量工作带来了革命性的变化。由全球定位技术(GPS)、遥感技术(RS)和地理信息系统技术(GIS)组成的 3S 技术更将测量成果提供的基础信息与各种带有空间特征的地理信息相结合,使地理信息系统的普遍推广和“数字地球”的建立应用即将成为现实,从而为测量的发展和计算机技术在测量中的应用提供了更加广阔的前景。

本书之所以冠名为《现代测量技术》就是因为书中既包含传统测量的基础理论和基本知识,同时也介绍现代测量的新仪器和新技术及其在各种工程施工和房地产开发中的应用,如新型电子测量仪器全站仪的原理和使用,地形图数字测绘的基础知识,及全球定位技术在测量中的应用等,以尽可能反映现代测量技术的新发展、新水平。

4 测量课程的主要内容、学习目的与要求

测量的理论与实践是工科工程类学生必须掌握的基础知识和专业技能之一,因此测量是建筑工程、道桥工程、地下工程及房地产开发等及其相关专业的一门技术基础课。

本课程的主要内容包括测量的基本知识,常用测量仪器即水准仪、经纬仪和全站仪的组成与使用,三种基本测量工作即高程测量(重点是水准测量)、角度测量和距离测量的作业技能,小区域控制测量的建立,地形图的测绘和应用,各种工程常用的施工测量方法,以及房地产开发和管理中的测绘工作等。通过本课程的学习,要求学生掌握测量的基本理论、基本知识和基本技能,能够在专业工作中正确应用地形图,使用测量仪器和常用方法进行一般工程的施工放样与安全监测,同时对小区域大比例尺地形图及房产图、地籍图的测绘,电子测角、光电测距的全站仪原理与 GPS 测量的原理和方法等有所了解。

测量是一门理论和实践并重的课程,唯有通过必要的实验环节和操作训练,才能更好地理解和掌握有关的理论知识和作业技能。因此,对课堂讲授、实验教学以及随后的测量综合实训都应予以同样的重视。

测量工作的顺利完成不仅需要一定的理论知识和作业技能,还必须具有高度的责任感、认真的作业态度、不怕艰苦的工作作风和良好的团队精神,这些在课程学习的同时都需要注意不断加以培养。

第二节 地面点位确定

无论是地物、地貌,还是设计图纸上的建筑物、构筑物,都有各种几何形状。几何形状

有点、线、面之分,但都可分解为点。因此,无论是测绘地形图还是施工放样,究其实质都是测定(或测设)地面上一系列点的空间位置。本节首先介绍关于地球形状和大小的概念,然后讨论测量工作中表示地面点的空间位置时常用的坐标系统和高程系统。

1 地球的形状和大小

1.1 水准面和大地水准面

地球的表面高低起伏,十分复杂。如世界屋脊珠穆朗玛峰,高达 8 844. 43m,太平洋水底马里亚纳海沟,却深至 11 022m。为了描述地球的形状和大小,高斯首先提出了水准面和大地水准面的概念。所谓水准面,是假想处于静止状态的海水面延伸穿过陆地和岛屿,将地球包围起来的封闭曲面(图 1-1)。由于受风浪和潮汐的影响,海水面的高度不断变化,水准面即有无数个。所谓大地水准面是通过平均海水面的水准面,因而大地水准面具有唯一性。大地水准面所包围的球体则称为大地体。

水准面和大地水准面具有共同的特性,即处处与铅垂线方向相垂直。所谓铅垂线方向也就是地球重力的方向。重力即地球自转的离心力和地心引力的合力,而重力的方向取决于地面的纬度和地壳内部物质的质量,纬度不同或地壳内部物质质量的变化,均会引起不同地点重力方向的改变,因而大地水准面实际上是一物理面,其形状是不规则的,难以建立一定的数学模型。这样一来,用大地体来描述地球的形状和大小就有其局限性。

1.2 地球椭球

科学家们研究发现,尽管大地体不规则,但可用一个形状相似的椭球体来替代(图 1-2)。所谓椭球体就是用一椭圆面绕其短轴旋转而成的形体,它不仅与大地体形状大小很接近,而且其面为数学面,可以建立相应的数学模型,因而用它描述地球的形状和大小,则更能满足科学研究和工程计算的需要,而这样的椭球体即为地球椭球。

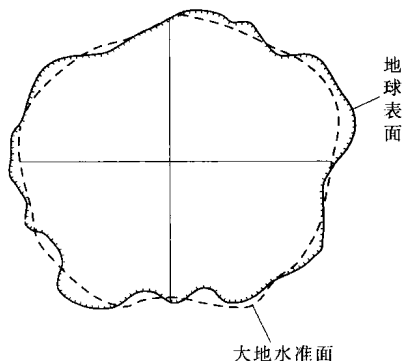


图 1-1 地球表面与大地水准面

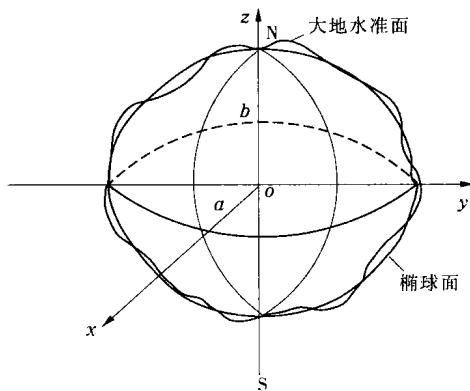


图 1-2 大地水准面与地球椭球

地球椭球的形状和大小至少需要以下三个基本参数来确定:

椭球长半轴:

$$a$$

椭球短半轴:

$$b$$

椭球扁率:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}$$

其中, a 、 b 用于表示地球的大小, α 用于表示地球的形状, 具体数值可用天文大地测量、重力测量或卫星大地测量等方法来测定。世界上很多国家的学者, 经过长期的努力, 采用本国大量的测量成果, 推算出了各自的椭球基本参数, 20 世纪以来世界各国的部分地球椭球参数如表 1-1 所示。

表 1-1 几种地球椭球参数

学者或椭球名称	长半轴 a (m)	短半轴 b (m)	扁率 α	推算年代和国家
海福特	6 378 388	6 356 912	1: 297.0	1909 年美国
克拉索夫斯基	6 378 245	6 356 863	1: 298.3	1940 年苏联
IUGG - 75	6 378 140	6 356 755.3	1: 298.257	1975 年 IUGG
中国	6 378 143	6 356 758	1: 298.255	1978 年中国
WGS - 84	6 378 137		1: 298.257 223 563	1984 年美国

注: IUGG 为国际大地测量与地球物理联合会的英文缩写。

以往, 地球椭球常称为参考椭球, 就是因为各国推算的基本参数都是基于本国或局部的测量成果, 往往对本国更为适用, 而对别的国家仅有参考价值。1979 年 IUGG 综合世界上多个国家的测量成果得出的 IUGG - 75 椭球更加精确, 适合在大多数国家推广使用, 因而称为总地球椭球。

在地理学或测量学中, 当研究问题的精度要求不高时, 往往可以将地球视为圆球, 其半径采用地球曲率半径的平均值, 为 6 371km。

1.3 椭球定位

地球椭球选定以后, 还需要合理地确定椭球体与大地体的相关位置, 这就是椭球定位。最简单的椭球定位为单点定位, 即将所选择的地面点 P 沿铅垂线投影到大地水准面上 P' 点, 使椭球面与大地水准面在 P' 点相切, 过 P' 点的铅垂线与椭球的法线相重合(图 1-3)。之后再采用多点定位, 根据更多地区的天文重力测量成果对单点定位的结果进行修正, 从而使得大地体与椭球体在更大范围内取得相互密合的最佳效果。大地水准面和铅垂线是大地测量作业的基准面和基准线, 而经过椭球定位后的参考椭球面和椭球面的法线则是大地测量计算的基准面和基准线。在椭球定位的基础上即可建立大地测量的坐标系, 其原点称为大地原点。

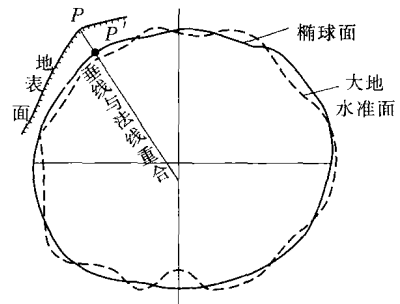


图 1-3 椭球定位

我国新中国成立后采用克拉索夫斯基椭球, 建立了 1954 年北京坐标系, 其原点位于苏联普尔科沃(现俄罗斯境内); 1980 年重新采用 IUGG - 75 椭球, 建立了 1980 年西安坐标系, 其原点位于陕西省泾阳县永乐镇。

2 坐标系统

测量工作的本质就是确定地面点的空间位置。地面点的空间位置可用其三维坐标表示, 其中二维是球面或平面坐标。在不同的测量工作中需要采用不同的坐标系统。

2.1 大地坐标系

大地坐标系是以大地经度、大地纬度表示地面点的球面坐标。

如图 1-4 所示,将地面某点沿椭球法线投影到椭球面上 P 点,过 P 点的子午面与过英国格林尼治天文台的起始子午面之间的二面角 L 为点 P 的大地经度,简称经度,由起始子午面向东的称为东经,由起始子午面向西的称为西经,取值范围均为 $0^\circ \sim 180^\circ$;过 P 点的椭球法线与赤道面的交角 B 为 P 点的大地纬度,简称纬度,由赤道面向北的称为北纬,由赤道面向南的称为南纬,取值范围均为 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。使用时,通常在东经和北纬的值前冠以“+”号,在西经和南纬的值前冠以“-”号,以示区别。

大地坐标系又可分为参心坐标系和地心坐标系。参心坐标系是利用参考椭球建立的坐标系,坐标原点为参考椭球的几何中心,如我国的 1954 年北京坐标系和 1980 年西安坐标系;地心坐标系是利用总地球椭球建立的坐标系,坐标原点为地球的质心,如美国 1984 年推出的 WGS-84 坐标系统。

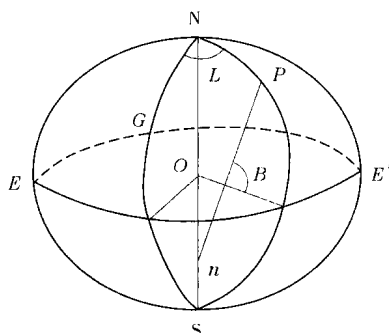


图 1-4 大地坐标系

2.2 高斯平面直角坐标系

在地形图测绘和工程建设的勘察、规划、设计和施工中,所用图纸一般都是绘在平面上的,数据运算一般也是在平面上进行的,这比直接在椭球面上绘图和运算要方便得多,因而有必要将椭球面上的点位和图形投影到平面上,并用平面直角坐标来表示。将球面上的图形投影到平面上需要应用地图投影的理论,地图投影的实质在于控制投影时必然会产生变形。不同的地图投影模型,其差别主要在于控制变形的种类和方法不同。高斯平面直角坐标系采用的是高斯投影,而高斯投影属于等角投影,即局部范围内投影前后的角度保持不变,又称正形投影,也就是局部范围内投影前后的形状保持相似。

高斯投影实际上是一种横轴圆柱投影,即设想用一个椭圆柱套住地球椭球体,使椭圆柱的中轴横向通过椭球体的中心,将椭球面上的点位和图形投影到椭圆柱的面上,然后将椭圆柱沿通过南、北极的母线展开成平面,即得到高斯投影平面(图 1-5(a))。在此平面上,椭球体和椭圆柱相切的一条子午线和赤道的投影为两条相互正交的直线,即构成高斯平面直角坐标系。该子午线称为中央子午线,其投影为直角坐标系的纵轴,赤道的投影则为直角坐标系的横轴。只有中央子午线投影后的长度保持不变,而其他的图形投影后均会发生变形,且离开中央子午线越远,变形越大(图 1-5(b))。

为了将这种变形限制在一定的容许范围以内,高斯采用了分带投影的方法,即将地球椭球体在椭圆柱内按一定的经度区间(经差)进行旋转,每旋转一次就构成一个狭长的投影带,每个投影带内椭球体和椭圆柱面相切的子午线就是该带的中央子午线。投影带的经差为 6° 的简称为六度带,自格林尼治天文台的起始子午线起始,共分 60 带,编号为 1~60(图 1-6)。各带中央子午线的经度 L_0 可用式(1-1)计算:

$$L_0 = 6^\circ \times N - 3^\circ \quad (1-1)$$

式中 N 为六度带带号。

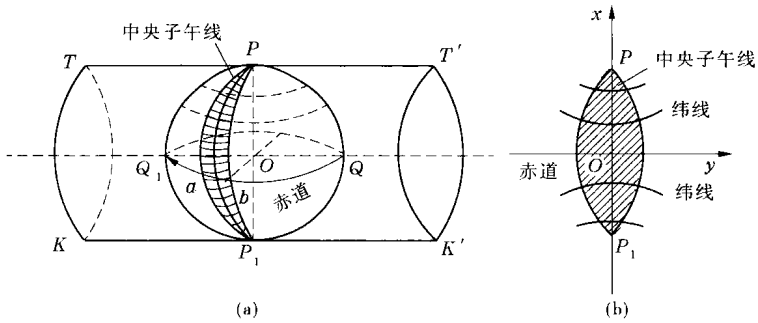


图 1-5 高斯投影

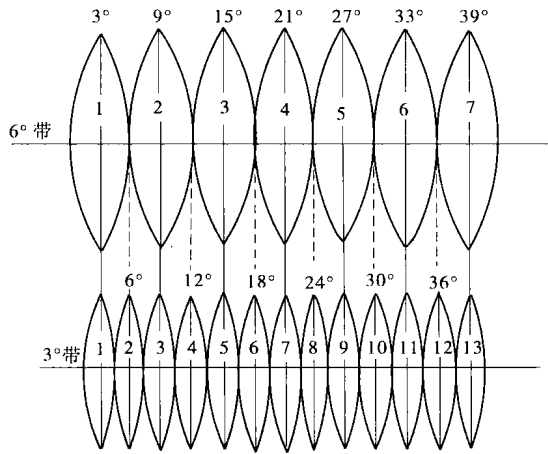


图 1-6 高斯投影六度带和三度带的分带方法

若已知某点的大地经度 L , 则可用式(1-2)计算该点所在的六度带带号:

$$N = \frac{L}{6} (\text{取整数}) + 1 \quad (1-2)$$

投影带的经差为 3° 的简称为三度带, 自东经 1.5° 始, 共分 120 带, 编号为 1 ~ 120 (图 1-6)。各带中央子午线的经度可按公式(1-3)算得:

$$L_0 = 3^\circ \times n \quad (1-3)$$

式中 n 为三度带带号。

若已知某点的大地经度 L , 则按式(1-4)计算该点所在的三度带带号:

$$n = \frac{L - 1.5}{3} (\text{取整数}) + 1 \quad (1-4)$$

我国幅员辽阔, 西起东经约 74° , 东至东经 135° , 共跨 11 个六度带, 21 个三度带。由于我国领土全部位于赤道以北, 因此所有投影带内的 X 坐标均为正值, 而 Y 值在同一投影带内有正有负(图 1-7(a))。为此, 将每个投影带的坐标纵轴西移 500km, 使所有 Y 坐标均为正值, 同时在 Y 坐标前冠以带号, 以利于使用。设六度带内有 A 、 B 两点(图 1-7(b)), $Y_A = 18\,537\,680.423\text{m}$, $Y_B = 20\,438\,270.568\text{m}$, 即表示 A 点位于六度带第 18 带中央子午线以东 $537\,680.423 - 500\,000 = 37\,680.423(\text{m})$, B 点位于六度带第 20 带中