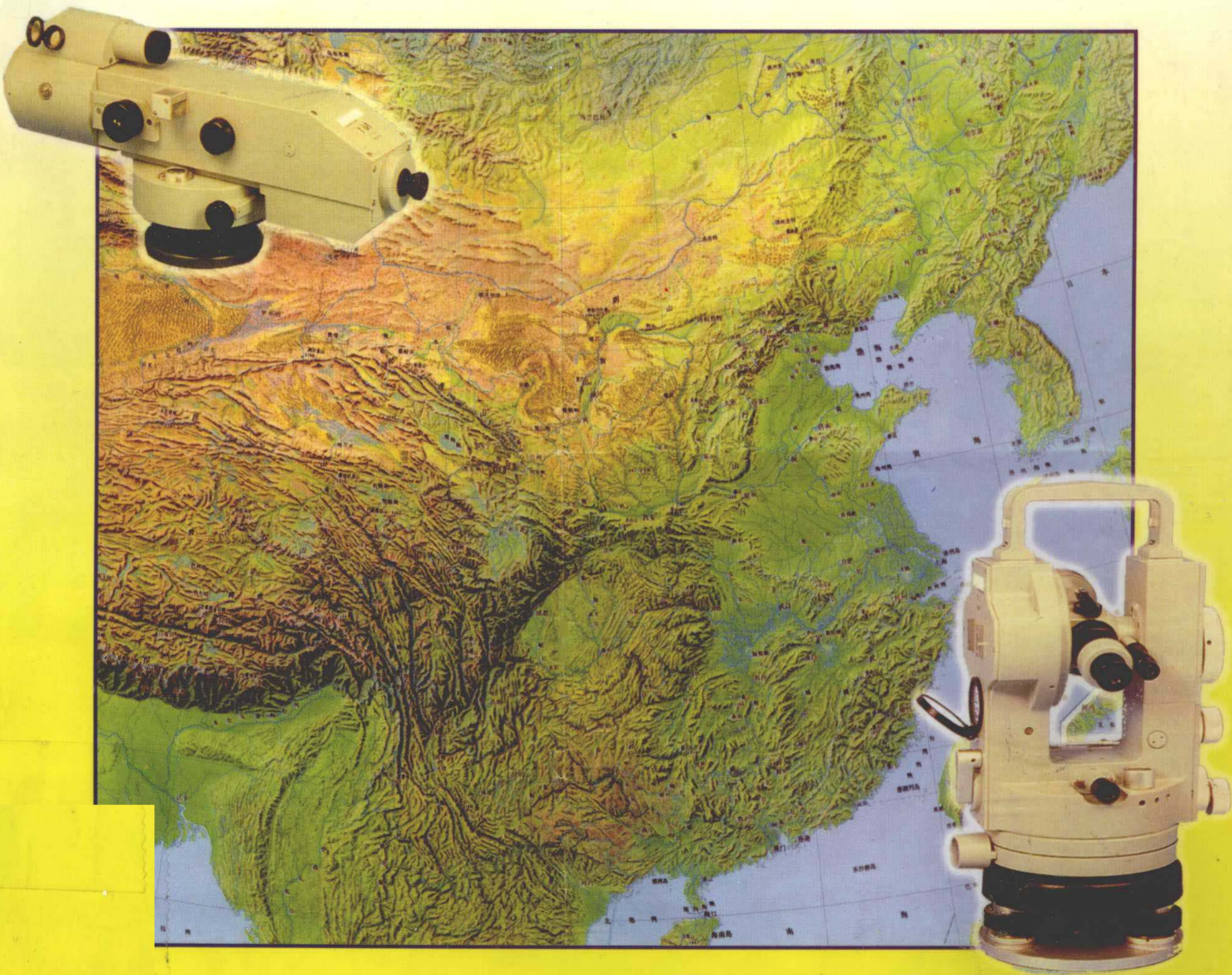


❖ 现代测绘科技丛书

测绘学基础

王家贵 金继读 刘立忱 马俊海 编著



教育科学出版社

《现代测绘科技丛书》

测绘学基础

王家贵 金继读 刘立忱 马俊海 编 著

教育科学出版社

责任编辑:徐长发

封面设计:安广军

图书在版编目(CIP)数据

现代测绘科技丛书/武文波 主编

测绘学基础/王家贵 金继读 刘立忱 马俊海 编著

北京.教育科学出版社,2000.05

ISBN 7-5014-1648-6

I. ①现…②武…

II. ①测…②王…③金…④刘…⑤马…

III. 测绘学—基础

IV. P. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(20)第 01469 号

测绘学基础

编著 王家贵 金继读 刘立忱 马俊海

教育科学出版社出版

(北京海淀区北三环中路 46 号)

通州印刷厂印刷

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月北京第 1 次印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:22.50

字数:547 千字

印数:1000 册

ISBN 7-5014-1648-6/P. 208-7(课)

定价:30.00 元

《现代测绘科技丛书》编著说明

辽宁工程技术大学测量工程系具有近五十年的办学历史,具有雄厚的师资力量、较先进的教学设备及丰富的办学经验。“大地测量学与测量工程”学科为辽宁省重点学科,“测量工程实验室”为国家煤炭工业重点实验室。现有“大地测量学与测量工程”、“地图制图学与地理信息工程”、“摄影测量与遥感”三个硕士授权点。近年来在科研和教学上均取得了可观的成果和经验,在东北地区、煤炭工业系统乃至全国都有一定的影响。

随着计算机技术、微电子技术、空间技术、通讯技术和信息技术的不断进步,测绘仪器设备不断更新换代,测绘技术领域也发生了深刻的变化。从数据的采集、处理和管理,到数据的存储、输出,不断向自动化、数字化、集成化、科学化的方向迈进。GPS技术、RS技术、GIS技术、数字化测绘技术开始广泛地应用于国民经济建设的各个领域。为了适应测绘科学技术的迅猛发展,满足科教兴国战略方针的需要,从1995年开始,我们进行了面向二十一世纪的课程体系和教学内容的改革,已取得显著成果,并按新的教学体系和教学内容组织编著了这套《现代测绘科技丛书》。该科技丛书是按新科学体系经过优化组合后编著而成,其特点是面向未来、面向现代化,删除陈旧内容,纳入新理论和新技术。每部书既注意基本原理、基础知识的阐述,又大量的融入高新技术,并具有大量的实际操作内容。这些都是全体科技人员的科研成果、生产实践和教学经验的科学总结。该科技丛书密切结合教学实践妥善处理了传统技术与新技术之间的关系,各书之间既相互衔接,又自成体系。

在本科技丛书的编著中,徐州师范大学、东北大学、河北理工学院、黑龙江工程学院、鞍山钢铁学院、长春建筑高等专科学校、本溪冶金高等专科学校等院校的有关专家参加了编著工作,并提出了宝贵意见,对本科技丛书的完成给予了有益的帮助。

本科技丛书是经过多年教学试用后重新组织编著的。编著者都是具有丰富教学、科研和生产实践经验的教授和副教授,同时组织了专家审阅和修改,现决定正式出版。该科技丛书适用对象为测绘生产及科研工作者的参考和自学用书,亦可作为“测绘工程”、“地理信息系统”、“城市规划”、“土地管理”及相关专业本、专科生教学用书。

《现代测绘科技丛书》编著委员会成员:

主任:武文波

副主任:宋伟东、金继读、刘谊、马洪滨、王仲锋、包永德、王晏民

编委(以姓氏笔画为序):马洪滨、马明栋、马振利、马俊海、王家贵、王仲锋、王国君、王晏民、石金锋、包永德、宋伟东、刘立忱、刘谊、乔仰文、朱伟刚、邢贵和、任秀、杜维甲、杜明义、李勇、李正中、金继读、武文波、张永彬、徐爱功、施群德、赵长胜、赵波、景海涛、谢宏全

秘书:马振利、朱伟刚

《现代测绘科技丛书》(第一部分)名称、编著者:

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1、数据库原理及在测量中应用 | 武文波、马洪滨、景海涛、王崇倡 |
| 2、面向对象的测量程序设计 | 马明栋、赵长胜、施群德、杜维甲 |
| 3、计算机绘图原理及应用 | 杜明义、包永德、朱伟刚、李巍 |
| 4、数字化测图原理及应用 | 宋伟东、张永彬、金继读、赵波 |
| 5、GPS 卫星定位原理及其在测绘中的应用 | 乔仰文、赵长胜、谢宏全、徐爱功 |
| 6、测量平差 | 赵长胜、石金锋、王仲锋、李勇 |
| 7、测绘学基础 | 王家贵、金继读、刘立忱、马俊海 |
| 8、地理信息系统原理 | 马明栋、武文波、申立群、宋伟东 |
| 9、遥感技术基础 | 徐爱功、杜明义、刘谊、武文波 |
| 10、现代路线工程测量 | 李正中、任秀、周涌波、武文波 |
| 11、测量学(非测绘专业用) | 刘谊、邢贵和、马振利、王国君 |

《现代测绘科技丛书》编著委员会

辽宁工程技术大学测量工程系

2000年1月20日

前 言

本书是我系“面向二十一世纪教学内容和课程体系改革”中组织编写的《现代测绘科技丛书》之一,以替代原《测量学》教课书。考虑到原《测量学》在测绘本科专业中的作用,现在测绘学科的学科名称,以及原《测量学》涵盖了测与绘,故将本书命名为《测绘学基础》。

本书的编写者积累了广大教师及个人的测绘本科《测量学》教学经验,吸取了教学内容和课程体系改革的成果,组织了本书的内容。

在编写过程中注意了以下几点:

1. 该书是用于测绘专业本科做技术基础课的教课书,应将测绘学最基础的理论、测绘基本知识与技术方法作为主要内容,使读者在学习之后能解决小区域内的一般性的常规测绘工作。这是编写本书的基本原则。

2. 尽可能妥善处理新旧知识的取舍。

3. 我单位在教学内容和课程体系改革后取消了原《地形绘图》课,故本教材纳入了地形图的基本知识的内容,不再介绍手工绘图方法,而由其它课讲授机助绘图。

4. 本书应用的现行技术标准为:GB50026—93《工程测量规范》、CJJ8—99《城市测量规范》。

作为本书的配套教学资料《测绘学基础“思考题和习题”及“实验、实习指导书”》另外编写出版。

本书由王家贵、金继读、刘立忱、马俊海四人合编,王家贵任主编,全书由王家贵统稿和审稿。在编写过程中王佩贤老师提供了光电测距仪的资料,得到了辽宁工程技术大学测量工程系领导和教师及其它单位的测绘同仁的大力支持,在此一并谨致谢意。

编写的时间比较紧迫,错误不足之处在所难免,本书编著者谨请使用本书的教师和读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 绪论

- 第一节 测绘学的任务和作用..... (1)
- 第二节 测绘学发展概况..... (1)

第二章 测绘学的基本知识

- 第一节 地球的形状、大小及地面点位的确定 (4)
 - 一、地球的形状和大小 (4)
 - 二、确定地面点位的方法 (5)
- 第二节 直线定向和地面点坐标测算原理 (10)
 - 一、直线定向..... (10)
 - 二、地面点坐标测算原理..... (13)
- 第三节 地球表面曲率对测量工作的影响 (14)
 - 一、水准面的曲率对水平距离的影响..... (14)
 - 二、水准面曲率对高差的影响..... (15)
 - 三、水准面曲率对水平角度的影响..... (15)
- 第四节 地形图的测绘原理及图的比例尺 (16)
 - 一、地形图测绘原理..... (16)
 - 二、地形图的比例尺..... (17)
- 第五节 测绘工作概述 (18)
 - 一、控制测量概述..... (18)
 - 二、测绘基本工作..... (20)

第三章 水准测量

- 第一节 水准测量原理 (21)
 - 一、水准测量基本概念..... (21)
 - 二、连续水准测量..... (21)
- 第二节 水准测量的仪器及工具 (22)
 - 一、水准仪的结构和各部件的作用..... (22)
 - 二、水准尺和尺垫..... (27)
- 第三节 水准仪的操作 (28)
- 第四节 水准测量及成果整理 (29)
 - 一、水准点和水准路线..... (29)
 - 二、水准测量方法..... (31)

三、普通水准测量成果整理·····	(35)
第五节 水准仪和水准尺的检验校正·····	(38)
一、水准仪的检验和校正·····	(38)
二、水准尺的检验·····	(42)
第六节 水准测量的误差来源及注意事项·····	(44)
一、仪器误差·····	(44)
二、观测误差·····	(45)
三、外界因素的影响·····	(46)
第七节 自动安平水准仪·····	(48)
一、视线自动安平基本原理·····	(48)
二、补偿器的结构·····	(48)
三、自动安平水准仪的使用·····	(49)
四、自动安平水准仪补偿性能的检验·····	(49)
第四章 角度测量	
第一节 角度测量原理·····	(51)
第二节 光学经纬仪·····	(51)
一、J6级光学经纬仪·····	(52)
二、J2级光学经纬仪的读数方法·····	(56)
第三节 水平角观测·····	(59)
一、经纬仪的安置·····	(59)
二、竖立照准标志及照准目标方法·····	(60)
三、水平角观测方法·····	(61)
四、水平角观测注意事项·····	(64)
第四节 竖角测量·····	(64)
一、竖角测量的用途·····	(64)
二、竖盘构造与竖角观测·····	(65)
三、竖盘指标自动归零装置·····	(69)
第五节 经纬仪的检验和校正·····	(69)
一、经纬仪应满足的几何条件·····	(69)
二、照准部水准管轴垂直于竖轴的检验与校正·····	(70)
三、十字丝的竖丝垂直于横轴的检验与校正·····	(71)
四、望远镜的视准轴垂直于横轴的检验与校正·····	(71)
五、横轴垂直于竖轴的检验与校正·····	(72)
六、竖盘指标差的检验与校正·····	(72)
七、光学对中器的检验与校正·····	(73)
第六节 水平角观测的误差及其减弱的措施·····	(73)
一、仪器误差·····	(73)
二、仪器对中误差与目标偏心误差·····	(76)

三、观测误差	(77)
四、外界条件的影响	(78)
第七节 经纬仪的电子测角原理	(78)
一、编码度盘测角	(79)
二、光栅度盘测角	(80)
三、动态测角系统	(81)
第五章 距离测量	
第一节 直接测距的工具和直线定线	(83)
一、直接测距的工具	(83)
二、直线定线	(84)
第二节 钢尺量距	(86)
一、一般精度距离丈量	(86)
二、钢尺精密量距	(87)
三、钢尺量距的误差及注意事项	(92)
第三节 普通视距测量原理与方法	(94)
一、视距测量的概念	(94)
二、普通视距测量的原理和公式	(95)
三、视距观测和计算	(97)
四、视距测量的误差及注意事项	(97)
第四节 光电测距仪	(99)
一、电磁波测距概念及分类	(99)
二、测距原理	(99)
三、短程红外测距仪及其使用	(101)
第六章 测量误差的基本知识	
第一节 测量误差概述	(106)
一、观测误差	(106)
二、观测误差产生的原因	(106)
三、观测误差的分类	(107)
第二节 偶然误差的特性	(108)
第三节 评定精度的指标	(110)
一、中误差 m	(110)
二、平均误差 θ	(111)
三、或然误差 ρ	(112)
四、相对误差	(112)
五、容许误差	(113)
第四节 同精度观测值的最或然值	(113)
一、算术平均值	(113)

二、观测值的改正数	(114)
三、同精度观测值的精度	(114)
第五节 误差传播定律	(117)
一、基本公式	(117)
二、几种典型函数的中误差	(118)
第六节 不同精度观测的最或然值及权	(123)
一、带权平均值及权	(123)
二、权的作用	(124)
三、单位权	(125)
四、权的确定	(126)
五、观测值函数的权	(128)
第七节 带权平均值的精度	(129)
一、带权平均值中误差	(129)
二、单位权中误差	(130)
第八节 测量误差知识的应用	(133)
一、距离测量的精度	(133)
二、水准测量的精度	(134)
三、水平角观测的精度	(139)

第七章 小区域控制测量

第一节 概述	(142)
一、平面控制测量	(142)
二、高程控制测量	(143)
第二节 导线测量	(144)
一、导线测量概述	(144)
二、导线测量的外业工作	(145)
三、单一导线测量的计算	(148)
四、导线网的分别平差法	(153)
五、导线测量错误的检查	(154)
第三节 导线测量的精度	(157)
一、直伸支导线终点的中误差	(158)
二、直伸导线闭合差的中误差	(160)
三、直伸附和导线最弱点的中误差	(161)
第四节 解析交会法测量	(163)
一、测角交会定点	(166)
二、测两边夹一角后方交会	(177)
第五节 交会定点的精度	(179)
一、前方交会点的精度	(179)
二、侧方交会点的精度	(181)

三、三点后方交会点的精度	(182)
四、单三角形交会点的精度	(183)
五、两边交会点的精度	(185)
第六节 小三角测量	(187)
一、小三角的布设形式及外业工作	(187)
二、小三角计算	(189)
第七节 高程控制测量	(200)
一、水准测量	(200)
二、三角高程测量原理及应用	(201)
 第八章 地形图的基本知识	
第一节 地形图的内容和种类	(209)
第二节 地物在地形图上的表示方法	(209)
第三节 地貌在地形图上的表示	(211)
第四节 地形图图式	(216)
第五节 地形图制图字体	(230)
第六节 地形图注记	(238)
第七节 地形图的分幅和编号	(242)
一、梯形分幅和编号	(243)
二、矩形分幅和编号	(246)
第八节 梯形图幅图廓点的直角坐标	(247)
第九节 地形图图外注记	(249)
 第九章 大比例尺地形测量	
第一节 地形测量的技术计划	(252)
第二节 图根点的密度与测站点测定	(253)
一、图根点的测量方法和加密层次	(253)
二、图根点的密度	(254)
三、测站点的增补	(255)
第三节 测图前的准备工作	(255)
一、图纸的准备	(255)
二、绘制坐标方格网	(255)
三、展绘图廓点及控制点	(258)
四、展绘图外点方向线	(258)
第四节 图解测量原理及平板仪	(259)
一、图解测量原理	(259)
二、平板仪及其附件	(260)
三、平板仪的安置	(262)
第五节 碎部点的测定方法	(266)

一、极坐标法	(266)
二、方向交会法	(267)
三、距离交会法	(268)
四、直角坐标法	(268)
五、方向距离交会法	(269)
六、碎部点高程的测定	(269)
第六节 大比例尺测图方法	(270)
一、大平板仪测图	(270)
二、平板仪配合经纬仪测图	(271)
三、经纬仪和分度规极坐标法展点测图	(272)
四、小平板仪与钢尺和水准仪联合测图	(273)
五、光电测距仪直角坐标展点测图	(274)
第七节 地物的测绘	(276)
第八节 地貌的测绘	(279)
一、地貌特征点的选择	(279)
二、各种地貌的测绘	(279)
三、测绘地貌的跑尺方法	(284)
四、绘等高线	(284)
第九节 细部点坐标的测量	(287)
第十节 图廓边测图及图的拼接	(290)
一、图廓边测图	(290)
二、图的拼接	(290)
第十一节 地形图的铅笔清绘与整饰	(291)
第十二节 地形图的修测	(292)
第十三节 地形测量的结束工作	(293)
一、检查与验收	(293)
二、技术总结和提交资料	(295)

第十章 地形图应用

第一节 地形图应用的基本内容	(298)
第二节 地形图上面积的量测	(300)
一、图解法	(300)
二、用求积仪量测面积	(301)
三、解析法	(306)
四、面积测定的精度	(307)
第三节 工程建设中的地形图应用	(309)
一、按一定方向绘制地形断面图	(309)
二、在地形图上确定汇水范围	(309)
三、在地形图上按规定坡度选定最短路线	(310)

四、地形图在平整土地中的应用	(310)
第十一章 施工测量的基本工作	
第一节 概述	(315)
第二节 设计长度的测设	(315)
第三节 已知水平角的测设	(315)
第四节 点的平面位置的测设	(318)
一、极坐标法	(318)
二、直角坐标法	(319)
三、角度交会法	(320)
四、距离交会法	(320)
五、自由设站法	(320)
第五节 已知高程的测设	(321)
一、已知高程点的测设	(321)
二、已知坡度的测设	(322)
第六节 民用建筑施工中的基本测量工作	(323)
一、测设前的准备工作	(323)
二、民用建筑物的定位与轴线桩测设	(324)
三、龙门板的设置	(326)
四、基础施工前的测量工作	(326)
附录 测量计算中的有效数字	(327)
附图一 耀华新村	
附图二 南岔镇	
参考文献	(332)

第一章 绪论

第一节 测绘学的任务和作用

测绘学是研究地球的形状、大小和地球表面上各种物体的几何形状及其空间位置的科学,为人们了解自然和改造自然服务。

测绘学的基本内容是测绘和测设两部分。测绘是利用测量仪器工具对研究的对象进行测量,经数据处理得到一系列数据资料,或把地球表面的地貌、地物绘制成图,供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用。测设是把图纸上规划设计好的建(构)筑物的位置标定在实地上,作为施工的依据。

测绘学按照研究范围和对象的不同,可有大地测量学、普通测量学、摄影测量学、工程测量学、海洋测绘学、地理信息系统与制图学等分科。

大地测量学主要研究整个地球的形状、大小和地球重力场问题,以及建立国家控制网的理论、技术和方法。近年来,因人造卫星的发射和科学技术的发展,大地测量学又分为常规大地测量学和卫星大地测量学。测量小范围地球表面形状时,可将该块地球表面当作平面看待而不考虑地球曲率的影响所进行的测绘工作,属于普通测量学的范畴。利用摄影像片来研究地球表面形状、大小和空间位置的理论和方法,属于摄影测量学范畴。因获得像片的方法不同,摄影测量学又可分为航空摄影测量学、地面摄影测量学。遥感技术的发展,摄影方式和研究对象变得更加广阔,应用范围更广。工程测量学则是研究工程建设中的测量理论、技术和方法。海洋测绘学是以海洋和陆地水域为对象所进行的测绘工作。地理信息系统与制图学是研究利用测绘技术及其它方式获取的地理信息建立地理信息系统,或经某种投影方式将地球表面形状、大小编绘和制印出各种地图。

测绘科学应用很广泛。在国民经济建设和发展规划中,测绘信息是最重要的基础信息之一。各种规划(如土地规划、城市开发规划)首先要有地形图和地籍图。在各项工程建设中,从勘测设计阶段到施工、竣工阶段,都需进行大量的测绘工作。国防建设和现代军事更离不开测绘提供的精确的点位等信息。以致于地震预测预报、海底资源勘测、油井钻探、地下电缆埋设、灾情监视与调查、宇宙空间技术等都需由测绘提供信息和协同工作。即使在国家的各级管理工作中,测绘提供的信息是不可缺少的。如供国家领导人应用的地理信息系统即是以测绘信息为基础建设而成。

第二节 测绘学发展概况

测绘科学同其它科学一样,随着生产需要而发生和发展。早在古史时代,夏禹治水及古埃及尼罗河泛滥后农田边界的从新划分就已用简单的测量工具进行了测量。

公元前 7 世纪前后春秋时期的管仲在所著《管子》一书中已收集了早期的地图 27 幅。到公元前 5 世纪至 3 世纪战国时代,我国已利用磁石制成最早的指南工具“司南”。公元前 130 年,西汉初期的《地形图》及《驻军图》已于 1973 年从长沙马王堆三号汉墓中出土,为目前所发现我国最早的地图。公元前 350 年左右(战国时代)我国甘德和石申合编了世界第一个星表,即《甘石星表》。三至四世纪魏晋时期的刘徽著《海岛算经》,论述了有关测量和计算海岛距离及高度的方法。西晋的斐秀(224~271 年)提出了世界最早的制图理论,即《制图六体》。唐代贾耽(730~805 年)根据《制图六体》的理论编出《海内华夷图》,宋代有人参考原图制成的《华夷图》和《禹迹图》刻在石碑上,现尚保存于西安(原图已失传)。九世纪李吉甫的《元和群县图志》是我国古代最完善的全国地图。在 720 年前后,唐代僧一行(本名张遂)主持进行了大规模的天文测量。其中于 724 年,自滑县经浚仪、扶沟到上蔡直接丈量了长达三百公里的子午线弧长,并且用日圭测太阳的阴影来定纬度。这一工作是由太史监南宫说负责,是我国第一次应用弧度测量的方法测定了地球形状和大小,也是世界上最早的一次子午线弧长的测量。宋代的沈括(1031~—1095 年),在 1072~1074 年间创用分层筑堰法,使用水平尺、罗盘进行地形测量;并且制作了表示地形的立体模型,称为“木图”,比欧洲最早的地形模型早七百余年。元代郭守敬(1231~1316 年),在他倡议下进行了大规模的天文测量,拟定了全国纬度测量计划,共实测了 27 个点。18 世纪初,即清代初年,进行了大地测量全国测图工作,于 1708~1718 年间完成了《皇舆全图》。在此以后一段时间内,我国的测绘科学发展缓慢。中华人民共和国成立后,测绘科学才又得到了新的发展。

在 17 世纪初,世界上一些国家的资产阶级革命兴起,生产力得以发展,测绘科学随同其它科学逐步发展起来。17 世纪初测绘科学史上一次较大的变革是将望远镜用于天象观测,而后望远镜普遍用于各种测量仪器。1683 年法国进行了弧度测量,证明地球确是两极略扁的椭球体。此后,世界测绘科学在测量理论、技术方法和测绘仪器各方面都有很多创造发明。如德国的高斯(1777~1855 年)于 1794 年提出了最小二乘法理论,以后又提出了横圆柱投影学说。这些理论经后人改进后至今仍在应用。1903 年飞机的发明,促进了航空摄影测量学的发展。

20 世纪 50 年代前后,电子学、信息论、相干光理论、电子计算机、空间科学技术等迅速发展,它们又推动了测绘科学的发展。1947 年研究利用光波测距,到 60 年代中期电磁波测距仪问世后,量距工作产生一大变革。目前在国际市场上测距仪有近百种,瑞士 Kern 厂与 Wild 厂合并后的 Leica 公司生产的 GEeMENSORCR204/234,其测程为 10Km,标称精度为 $\pm(0.1\text{mm}\pm 0.1\sim\frac{1\text{mm}}{\text{km}}\times\text{公里数})$ 。TERRAMETER 公司生产的双色激光测距仪 LDM2,其测程为 20Km,标称精度为 $\pm(0.1\text{mm}\pm 0.1\frac{1\text{mm}}{\text{km}}\times\text{公里数})$ 。电子经纬仪的出现是地面测量技术的一项显著进步,它使野外测量到室内数据处理成为自动化的过程。把电子经纬仪、测距仪和用于数据处理的微形电脑结合成一体的称为全站仪的仪器,可以用于三维坐标测量,并将其坐标成果存于全站仪的内存储器上,通过接口设备可传输给计算机,做其它工作使用,使自动化程度上升到较高水平。自动化程度更高的测量机器人已开始用到工程测量的许多方面。

全球定位系统(Global Positioning System,简称为 GPS),于 1973 年由美国政府组织研制,于 1993 年全部建成。最初主要用于军事目的,现在已成功地用于大地测量学、工程测量

等许多测绘领域,定位精度可达毫米级,甚至 0.1 毫米级,高程精度可达 5 毫米甚至更高的精度。

目前不仅航空摄影广泛用于大面积大比例尺成图,近景摄影也用于变形观测等工程测量领域。计算机技术的飞速发展,使测绘工作变成自动化、数字化,而且使测量成果应用的更加广阔。

我国测绘科学自中华人民共和国成立后进入了一个崭新的发展阶段。50 年代初期就创办了测绘院校,一些工程型院校创办了测量专业。1956 年成立国家测绘局,以及成立测绘研究、业务部门,测绘工作各方面都取得了巨大成绩,与技术先进国家的差距愈来愈小。测绘仪器制造从无到有,已能自制航空摄影机、红外摄影机、立体测图仪等;生产不同类型的电磁波测距仪、经纬仪、水准仪、自动安平水准仪等,以及组装 GPS 接收机。我国的所有重大建设工程项目的测量工作都是由我们自己的测绘工程技术人员承担。如全国天文大地网的整体平差准备工作开始于 1976 年,1982 年 5 月完成了全部平差工作。用于整体平差的观测值数量约 30 万,输入计算机的各种数据和信息达一百万。这次的平差计算,无论是数据之多,还是地球椭球参数的选取和平差数学模型的建立及平差方案均体现了中国在解放后测绘科学的高水平发展。珠朗玛峰和南极长城站的定位和高程测量,北京正负电子对撞机、核电站等工程的精确放样和设备安装、我国第一套电子地图系统(全称为国务院地理信息系统)已在国务院常务会议室投入使用,都标志我国当前的测绘技术达到较高水准。测绘工作的自动化、数字化正在实现和愈来愈普及。预计不久的将来会更上一层楼。

第二章 测绘学的基本知识

第一节 地球的形状、大小及地面点位的确定

一、地球的形状和大小

测绘工作的主要研究对象是地球的自然表面,但地球的自然表面是不规则的。最高的珠穆朗玛峰高出海水面 8848.13m,最低的马里亚纳海沟低于海水面 11022m。尽管这样大的高低起伏,相对于半径 6371km 的地球来说仍可忽略不计。再顾及到海洋约占整个地球表面的 71%,陆地面积仅占 29%,因此,人们把海水面所包围的地球形体看作地球的形状。

由于地球的自转运动,地球上任一点都要受到离心力和地球引力的双重作用,这两个力的合力称为重力(图 2-1),重力的方向线称为铅垂线。铅垂线是测绘工作的基准线。静止的水面称为水准面。水准面是受重力影响而形成的,是一个处处与重力方向垂直的连续曲面,并且是一个重力场的等位面。与水准面相切的平面称为水平面。水准面可高可低,因此符合上述特点的水准面有无数多个,其中与平均海水面吻合并向大陆、岛屿内延伸而形成的闭合曲面,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,引起铅垂线的方向产生不规则的变化,致使大地水准面是一个不规则的曲面(图 2-2),无法在这曲面上进行测量数据处理。为此,用一个非常接近于大地水准面可用数学式表示的几何形体来代替地球的形状作为测量计算工作的基准面。这个几何形体是以一个椭圆绕其短轴旋转而成,将该形体作为地球的参考形状和大小,一般称其外表面为参考椭球面(图 2-3)。若对参考椭球面的数学式加入地球重力异常变化参数的改正,便得到大地水准面的近似的数学式。这样,从严格的意义上讲,测绘工作是取参考椭球面为测量的基准面,但在实际工作中,当对测量成果的要求不十分严格时,仍取大地水准面作为测量的基准面,以铅垂线为基准线。

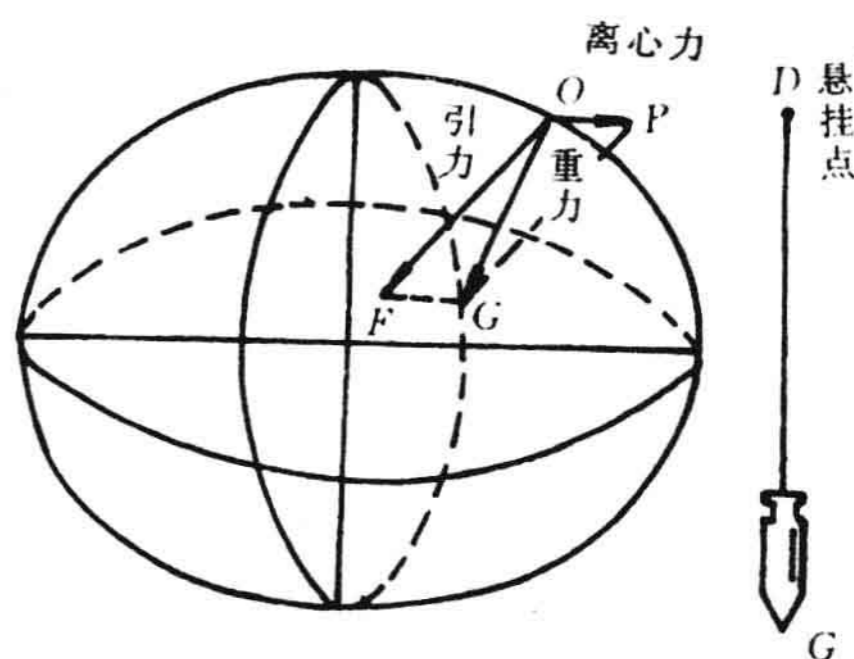


图 2-1

椭球体由长半轴 a (或短半轴 b)和扁率 α 所决定,其中扁率 α 为

$$\alpha = (a - b) / a$$

几个世纪以来,许多学者分别测算出参考椭球体的元素值,表 2-1 为几次测算的成果。