



北京市高等教育精品教材立项项目

测量学(第二版)

杨松林 主编 杨腾峰 师红云 副主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

北京市高等教育精品教材立项项目

测 量 学

(第二版)

杨松林 主编

中 国 铁 道 出 版 社

2013年·北京

内 容 简 介

本书共分16章。前10章为基础部分,包括测量学的基本概念和基础理论,水准测量、角度测量、距离测量与直线定向及各种测量仪器的构造和使用方法,测量误差的基本知识,小地区控制测量,GPS测量,大比例尺地形图的测绘方法及应用,测设的基本工作等内容。第11~16章主要讲述工业与民用建筑、铁路、公路、桥梁、隧道及管道等工程的测量工作。

本书前10章的基础部分,可作为土建、交通、环境、建筑学类各专业本科生的教学用书。第11章以后为工程测量的实用部分,可根据上述不同专业的教学需要选用。本书也可作为其他相关专业及有关工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

测量学/杨松林主编. —2版. —北京:中国铁道出版社,2013.12

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 978-7-113-16795-0

I. ①测… II. ①杨… III. ①测量学—高等学校—教材 IV. ①P2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第200802号

书 名:测量学(第二版)

作 者:杨松林 主编

责任编辑:李丽娟 编辑部电话:(010)51873135 电子信箱:llj704@163.com

封面设计:崔丽芳

责任校对:马 丽

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:三河市华丰印刷厂

版 次:2002年2月第1版 2013年12月第2版 2013年12月第1次印刷

开 本:787mm×960mm 1/16 印张:25.25 字数:540千

书 号:ISBN 978-7-113-16795-0

定 价:48.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

第二版前言

本书第一版于2002年2月出版,转眼10余年了,在这期间,随着科学技术的发展,教材中原作为新技术介绍的GPS、全站仪等已得到广泛应用,而用常规经纬仪、水准仪的一些施工测量方法也已显得陈旧,并被GPS、全站仪测量方法所取代。为了更好地反映新技术的应用,有必要对第一版教材进行修订。修订时力求在保持第一版特色的基础上,更新内容,并在强调基本理论和方法的同时,兼顾教材的实践性和通用性。

第二版对第一版的章节内容进行了调整和精简,删除了原第17章地理信息系统简介,这部分内容将在地理信息课程中学习。对原第16章全球卫星定位系统简介在内容上进行了加强和修改,增加了GPS控制网、GPS测量的实施等内容,调整为现在的第7章,为后续章节中增加GPS测量内容奠定了基础。在大比例尺地形图测绘、测设的基本工作、线路曲线测设、铁路及公路线路测量等章节中,增加了相应的全站仪、GPS RTK测量方法和实例。对铁路及公路线路测量一章进行了较大的删改,增加了高速铁路工程测量的内容。修改后的教材共16章。前10章为测量学的基础部分,其内容可作为土木工程、交通工程、环境工程、建筑学等专业领域本科生教学之用;第11章以后为工程测量的实用部分,其内容可供上述专业领域中各不同专业方向的本科生教学选用。

第二版教材中,各章编修人员与第一版基本相同,北京交通大学巩惠参加了第2、9章的编修工作,中铁一局譙生有参加了第11章的编修工作,最后由主编杨松林统稿、定稿。

第二版编修工作还得到了中铁一局彭万平的大力支持,谨在此表示感谢。本书在修编过程中继续得到了北京交通大学土建学院和石家庄铁道大学土木学院领导及其他许多老师的支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中仍难免存在缺点和疏漏之处,恳请读者及专家批评指正,不吝赐教。

编 者

2013年9月

第一版前言

本书是为了适应高等学校教学改革拓宽专业面,顾及不同专业领域中各专业方向对测量学的要求,总结编者多年的教学经验而编写的。编写本书的指导思想是使学生掌握测量学的基本理论和基本测量方法,注重学生创新能力、动手能力的培养。在内容的编写上力求做到先进性和实用性、理论与实践相结合,由浅入深,循序渐进,突出重点。为此,第一章绪论中即着重指出,测量的实质是测定点位的空间位置,测量工作的各种方法及其目的,都是围绕着这一主题而进行的。书中每章的开头均有本章的内容提要,章后附有习题,以便读者学习。

本书前9章为测量学的基础部分,第10章以后为工程测量的实用部分。前9章的内容可作为土木建筑工程、交通工程、建筑学等专业领域本科生的教学用书。第10章以后的内容可供上述专业领域中各不同专业方向的本科生教学选用。本教材也可作为其他相关专业的教学用书,以及有关工程技术人员的参考用书。

本书由北方交通大学杨松林任主编,杨腾峰、师红云任副主编。杨松林、师红云、杨腾峰完成全书的统稿和审校工作。参加编写的人员有北方交通大学杨松林(第1、11、12、15章),师红云(第2、5、8、16章),王斌(第9章),王斌、胡吉平(第10章),石家庄铁道学院杜建刚(第3章),高北辰(第4章),李少元(第6章),杨腾峰(第7章),王国辉、马莉(第13章),侯永会(第14章)。

承蒙朱成焱教授为本书作序,对编者给予了极大的支持和鼓励,谨在此表示衷心感谢。本书在编写过程中还得到了北方交通大学土建学院领导和其他许多老师及同行的支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2001年12月于北京

目 录

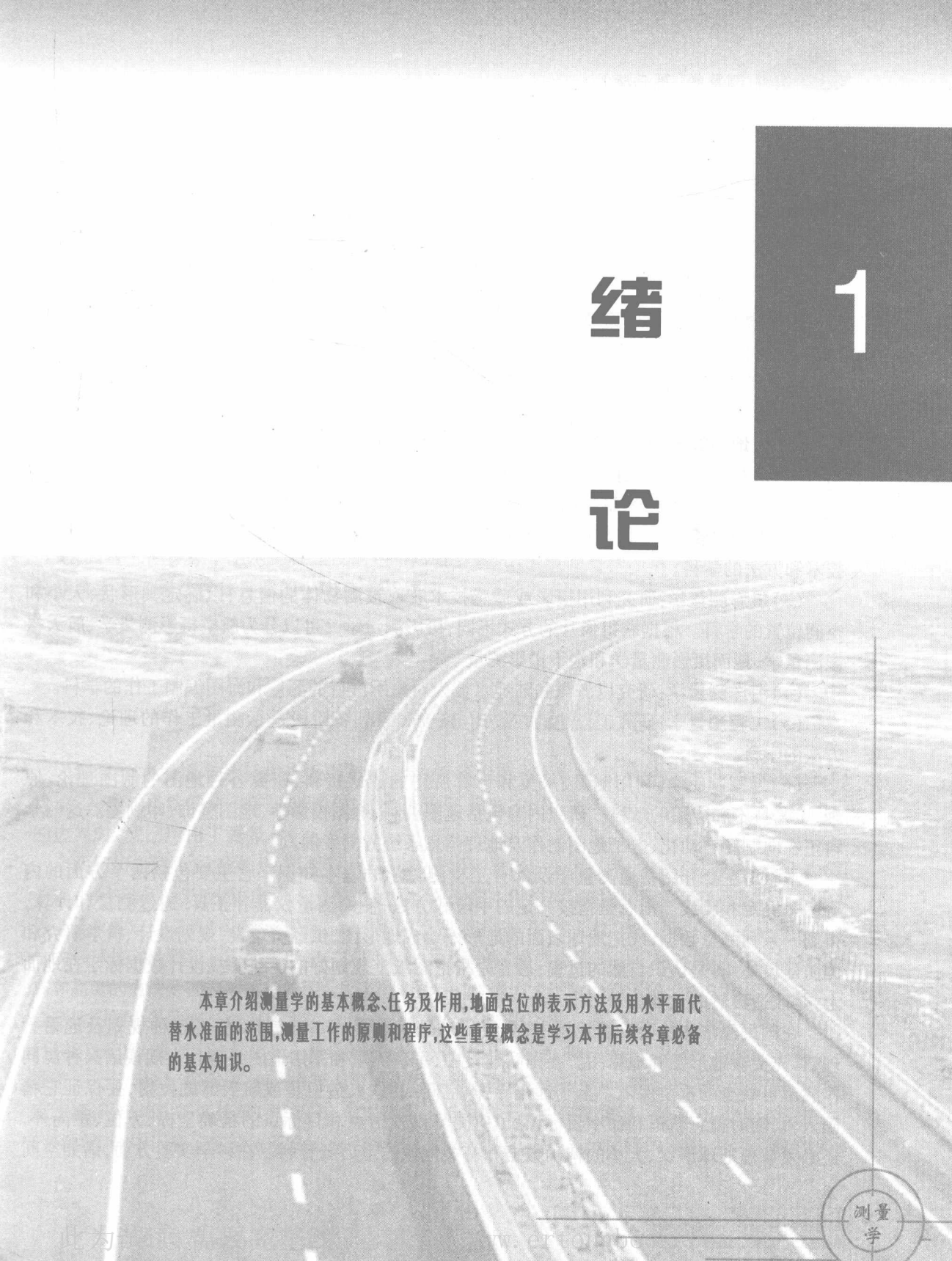
1	绪 论	1
1.1	测量学的任务及作用	2
1.2	测量学的发展概况	3
1.3	地面点位的表示方法	4
1.4	水平面代替水准面的范围	10
1.5	测量工作的程序和原则	12
	思考题与习题	14
2	水准测量	15
2.1	高程测量概述	16
2.2	水准测量原理	17
2.3	水准测量的仪器及其使用	20
2.4	水准测量的方法	28
2.5	水准测量的成果计算	32
2.6	水准仪的检验和校正	34
2.7	水准测量的误差分析	40
2.8	精密水准仪和精密水准尺	43
2.9	电子水准仪	45
	思考题与习题	48
3	角度测量	51
3.1	角度测量原理	52

3.2	经纬仪的原理与构造	53
3.3	水平角观测方法	58
3.4	竖直角观测方法	64
3.5	经纬仪的检验与校正	68
3.6	水平角观测的误差分析	72
3.7	电子经纬仪	75
	思考题与习题	77
4	距离测量与直线定向	81
4.1	距离测量概述	82
4.2	钢尺量距	82
4.3	视距测量	85
4.4	光电测距	86
4.5	全站仪	94
4.6	直线定向	96
	思考题与习题	103
5	测量误差的基本知识	105
5.1	测量误差概述	106
5.2	评定精度的指标	110
5.3	误差传播定律	113
5.4	等精度直接观测平差	118
5.5	不等精度直接观测平差	122
	思考题与习题	126
6	小地区控制测量	129
6.1	控制测量概念	130
6.2	导线测量	132
6.3	小三角测量	141
6.4	交会法定点	150
6.5	高程控制测量	153

思考题与习题	159
7 全球卫星导航系统测量	161
7.1 卫星导航概述	162
7.2 GPS 的组成	163
7.3 GPS 坐标系	167
7.4 GPS 定位原理	169
7.5 GPS 定位方法	172
7.6 GPS 测量的实施	175
思考题与习题	178
8 大比例尺地形图的测绘	179
8.1 地形图基本知识	180
8.2 地形图图式	183
8.3 测图前的准备工作	189
8.4 大比例尺地形图的常规测绘方法	191
8.5 地形图的拼接、检查和整饰	197
8.6 全站仪、GPS 数字化测图	199
思考题与习题	202
9 地形图的应用	205
9.1 地形图的识读	206
9.2 地形图应用的基本内容	207
9.3 地形图在工程中的应用	212
9.4 数字地形图的应用	218
思考题与习题	219
10 测设的基本工作	221
10.1 水平距离、水平角和高程的测设	222
10.2 点的平面位置的测设	225
10.3 已知坡度直线的测设	229
思考题与习题	229

11	工业与民用建筑中的施工测量	231
11.1	施工测量概述	232
11.2	建筑场地上的施工控制测量	233
11.3	民用建筑施工中的测量工作	237
11.4	高层建筑物的轴线投测和高程传递	241
11.5	工业厂房施工测量	243
11.6	特殊构筑物的施工测量	248
11.7	激光定位技术在施工测量中的应用	250
11.8	建筑物的变形观测	253
11.9	竣工总平面图的编绘	258
	思考题与习题	259
12	线路曲线测设	261
12.1	线路平面组成和平面位置的标志	262
12.2	圆曲线及其主点的测设	263
12.3	圆曲线的详细测设	264
12.4	圆曲线加缓和曲线及其主点测设	269
12.5	圆曲线加缓和曲线的详细测设	275
12.6	任意点极坐标法测设曲线	279
12.7	长大曲线和回头曲线的测设	283
12.8	全站仪及 GPS 测设曲线	286
12.9	曲线测设的误差规定	288
	思考题与习题	289
13	铁路及公路线路测量	291
13.1	铁路线路测量概述	292
13.2	新线初测	293
13.3	新线定测	298
13.4	线路施工测量	309
13.5	既有铁路线路和站场测量	312

13.6	高速铁路测量	328
13.7	公路线路测量	336
13.8	公路施工测量	338
	思考题与习题	341
14	桥梁施工测量	343
14.1	桥轴线长度的确定及控制测量	344
14.2	桥梁墩、台中心定位及轴线测设	347
14.3	桥梁细部放样	351
	思考题与习题	353
15	隧道测量	355
15.1	概述	356
15.2	洞外控制测量	357
15.3	隧道进洞测量	360
15.4	隧道洞内控制测量	363
15.5	隧道贯通精度的预计	366
15.6	隧道施工测量	371
15.7	隧道竣工测量	374
	思考题与习题	375
16	管道工程测量	377
16.1	概述	378
16.2	管道中线和纵横断面测量	378
16.3	管道施工测量	382
16.4	顶管施工测量	386
16.5	管道竣工测量和竣工图的编绘	389
	思考题与习题	390
	参考文献	392



绪

1

论

本章介绍测量学的基本概念、任务及作用,地面点位的表示方法及用水平面代替水准面的范围,测量工作的原则和程序,这些重要概念是学习本书后续各章必备的基本知识。

测量学



1.1

测量学的任务及作用

测量学是测绘科学的重要组成部分,是研究地球形状和大小以及确定地球表面(含空中、地表、地下和海洋)物体的空间位置,并对这些空间位置信息进行处理、储存、管理的科学。

测绘科学是一门既古老而又在不断发展中的学科。按照研究范围和对象及采用技术的不同,可以分为以下多个学科:

(1) **大地测量学**:研究和测定地球形状、大小和地球重力场,以及建立大地区控制网的理论、技术和方法的学科。在大地测量学中,必须考虑地球的曲率。由于空间技术的发展,大地测量学正在从常规大地测量学向空间大地测量学和卫星大地测量学方向发展。

(2) **普通测量学**:不顾及地球曲率的影响,研究在地球表面局部区域内测绘工作的理论、技术和方法的学科。

(3) **摄影测量学**:研究利用摄影或遥感技术获取被测物体的信息,以确定其形状、大小和空间位置的学科。根据获得像片的方式不同,摄影测量学又可以分为航空摄影测量学、航天摄影测量学、地面摄影测量学和水下摄影测量学等。

(4) **海洋测量学**:研究以海洋和陆地水域为对象所进行的测量和海图编制工作的学科。

(5) **工程测量学**:研究工程建设在设计、施工和管理各阶段进行测量工作的理论、技术和方法的学科。

(6) **地图制图学**:利用测量、采集和计算所得的成果资料,研究各种地图的制图理论、原理、工艺技术和应用的学科。研究内容包括地图编制、地图投影学、地图整饰、印刷等。这门学科正在向制图自动化、电子地图制作及地理信息系统方向发展。

本教材主要介绍普通测量学及部分工程测量学的基本知识。它主要包括两个方面的内容——**测定和测设**。前者是指按一定的手段和方法,使用测量仪器和工具,通过测量和计算,得到一系列测量数据,或把地球表面的地形缩绘成地形图,供经济建设、规划设计、科学研究和国防建设使用,是认识自然的过程;后者是指把图纸上规划好的建筑物或设计数据标定在地面上,是改造自然的过程。

在国民经济和社会发展规划中,测绘信息是最重要的基础信息之一,各种规划及地籍管理,首先要有地形图和地籍图。在国防建设中,军事测量和军用地图是现代大规模诸兵种协同作战不可缺少的重要保障。至于远程导弹、空间武器、人造卫星或航天器的发射,要保证它精确入轨,随时校正轨道和命中目标,除了应测算出发射点和目标点的精确坐标、方位、距离外,还必须掌握地球形状、大小的精确数据和有关地域的重力场资料。在科学实验方面,诸如空间



科学技术的研究、地壳的形变、地震预报以及地极周期性运动的研究等,都要应用测绘资料。此外,在海底资源勘测,海上油井钻探等方面,也都需要提供测量资料。

在工农业建设、各类土木工程建设中,从勘测设计阶段到施工、竣工阶段,都需要进行大量的测绘工作。例如,铁路、公路在建造之前,为了确定一条最经济合理的路线,事先必须进行该地带的测量工作,由测量的成果绘制带状地形图,在地形图上进行线路设计,然后将设计路线的位置标定在地面上以便进行施工;在路线跨越河流时必须建造桥梁,建造之前,要绘制河流两岸的地形图,以及测定河流的水位、流速、流量和桥梁轴线长度等,为桥梁设计提供必要的资料,最后将设计的桥台、桥墩位置用测量的方法在实地标定;路线穿过山地需要开挖隧道,开挖之前,也必须在地形图上确定隧道的位置,并由测量数据来计算隧道的长度和方向,在隧道施工期间,通常从隧道两端开挖,这就需要根据测量的成果指示开挖方向等,使之符合设计要求。又例如,城市规划、给水排水、煤气管道等市政工程建设,工业厂房和高层建筑建造,在设计阶段,要测绘各种比例尺的地形图,供建筑物设计用;在施工阶段,要将设计的建筑物的平面位置和高程在实地标定出来,作为施工的依据;待施工结束后,还要测绘竣工图,供日后扩建、改建和维修之用。对某些重要的建筑物在建成以后需要进行变形观测,以保证建筑物安全使用。可见,测量工作贯穿于土木工程建设的全过程。因此,学习和掌握测量学的基本知识和技能是涉及土木工程建设各专业的一门技术基础课。



1.2

测量学的发展概况

测量学的发展与社会生产及其他科学的发展紧密相关。测量学的起源可追溯到上古时代,在人类与自然的斗争中,如我国古代大禹治理洪水,以及古埃及尼罗河泛滥后在整理土地的边界时,就已运用了测量。

我国历史悠久,文化灿烂,测量在我国很早已得到发展。公元前7世纪春秋时期,管仲著《管子》一书中已有关于地图的论著和早期的地图。公元前4世纪战国时期,我国就有用磁石制成的世界上最早的定向工具“司南”。公元前2世纪东汉张衡创造了“浑天仪”和“地动仪”,这是世界上最早的天球仪和地震仪。公元3世纪三国时期的刘徽著有《海岛算经》一书,论述了有关测量海岛距离和高度的方法。西晋裴秀编绘了《禹贡地域图》和《地形方丈图》,总结了前人的制图经验,提出了绘制地图的六条原则——制图六体,即分率(比例尺)、准望(方位)、道里(距离)、高下(高程)、方斜(形状)、迂直(曲直),这是世界上最早的编制地图的规范。公元400年中国发明了测量距离的记里鼓车。公元742年唐张遂、南宫说等人自河南滑县到上蔡丈量了300 km的子午线弧长,并用日晷测定纬度,得出纬距每度长351里50步,这是世界上最早的子午线弧度测量。11世纪北宋沈括在他的《梦溪笔谈》中记载了磁偏角现象,他曾绘制了《天下州县图》,是当时最好的地图,并用罗盘和水平



尺测量地形。13 世纪元代郭守敬在全国进行了大规模的纬度测量,共测了 27 个点。17 世纪末(清康熙二十三年)开始了全国性的测图工作,到 1718 年完成了《皇舆全览图》,在此基础上于 1761 年(清乾隆二十六年)又编成了《大清一统舆图》。

在国外,17 世纪初测量学在欧洲得到较大发展。1617 年荷兰人斯纳留斯首次进行了三角测量。1608 年荷兰的汉斯发明了望远镜,随后被应用到测量仪器上,使测绘科学产生了巨大变革。随着第一次产业革命的兴起,测量的理论和方法不断得到发展。1687 年牛顿发表了万有引力,提出了地球是一个旋转椭球体。1794 年高斯提出的最小二乘法理论,以及随后提出的横圆柱投影,对测绘科学理论的发展起到了重要的推动作用。在 19 世纪中许多国家都进行了精确的全国地形测量。20 世纪初随着飞机的出现和摄影测量理论的发展,产生了航空摄影测量,给测绘科学又一次带来巨大的变革。

20 世纪 50 年代起,电子学、计算机、激光技术和空间技术的兴起,使测绘科学又得到新的发展。如自动安平水准仪、光电测距仪、电子经纬仪、电子全站仪、三维激光扫描仪、陀螺经纬仪、GPS 接收机等新型测绘仪器的不断出现,以及电子计算机、遥感技术、惯性测量、卫星大地测量和近景摄影测量等新技术的应用,使测绘科学发展到一个新的阶段,并正向自动化、数字化的方向继续前进。

近几十年,我国测绘事业有了很大发展。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、国家基本图的测绘工作;完成了珠穆朗玛峰和南极长城站的地理位置和高程测量;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、葛洲坝水电站、宝山钢铁厂、北京正负电子对撞机等工程的精确放样和设备安装测量。在测绘仪器制造方面,现在不仅能生产系列的光学测量仪器,还研制成功各种测程的光电测距仪、全站仪、卫星激光测距仪和数字摄影测量系统等先进仪器设备。在测绘人才培养方面,已培养出各类测绘技术人员数万名,大大提高了我国测绘科技水平。近年来,GPS 全球定位系统已得到广泛应用,北斗测量卫星系统、数字摄影测量系统及国产 GIS 软件日愈成熟,我国的测绘科技水平正在迅速赶上并在某些方面开始领先于国际测绘科技水平。



1.3

地面点位的表示方法

1.3.1 地球的形状与大小

地球自然表面是极不规则的曲面,有高山、丘陵、平原和海洋。其中最高的珠穆朗玛峰高出海面达 8 848.13 m,最低的马里亚纳海沟低于海面达 11 022 m。但是这样的高低起伏,相对于地球半径 6 371 km 而言还是很微小的。顾及到海洋约占整个地球表面的 71%,陆地面



积仅约占 29%, 习惯上把海水面所包围的地球形体看作地球的形状。

地球上任一点都同时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, 重力的方向线称为铅垂线。铅垂线是测量工作的基准线。处处与重力方向垂直的连续曲面称为水准面, 水准面是受地球重力影响而形成的, 是一个重力等位面, 它们之间因重力不同, 不会相交。与水准面相切的平面称为水平面。水准面因其高度不同而有无穷多个, 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。

用大地体表示地球的形状是恰当的, 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复杂的曲面[图 1.1(a)], 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, 并可用数学式表示的几何形体(即地球椭球)来代替地球的形状[如图 1.1(b)]作为测量计算工作的基准面。地球椭球是一个椭圆绕其短轴旋转而成的形体, 故又称旋转椭球。如图 1.2, 旋转椭球体由长半径 a (或短半径 b) 和扁率 α 所决定。我国目前采用的元素值为长半径 $a = 6\,378\,137\text{ m}$ (短半径 $b = 6\,356\,752\text{ m}$), 扁率 $\alpha = 1:298.257$ 。其中

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

并选择陕西泾阳县永乐镇某点为大地原点进行大地定位。由此建立起来的全国统一坐标系, 就是“1980 年国家大地坐标系”。

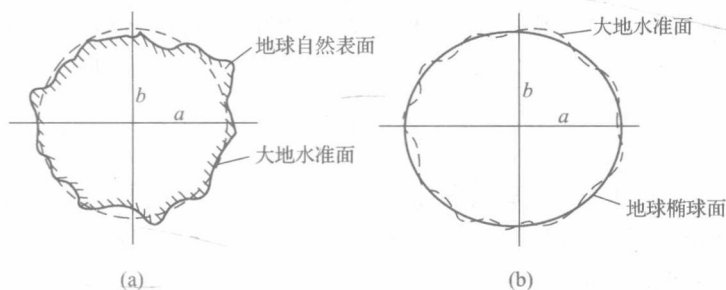


图 1.1 地球自然表面、大地水准面和地球椭球面

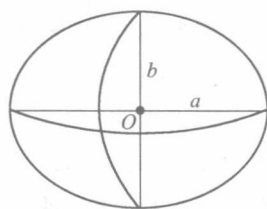


图 1.2 旋转椭球体

由于地球椭球的扁率很小, 当测区范围不大时, 可近似地把地球椭球作为圆球, 其半径 R 按下式计算:

$$R = (2a + b)/3$$

其近似值为 $6\,371\text{ km}$ 。

1.3.2 地面点位的确定

测量工作的中心任务是确定地面点的空间位置, 通常是求出该点的二维球面坐标或投影到



平面上的二维平面坐标以及该点到大地水准面的铅垂距离,也就是确定地面点的坐标和高程。

1.3.2.1 地面点的坐标

地面点的坐标根据实际情况,通常可以选用下列三种坐标系统中的一种来确定。

1. 地理坐标

地面点在球面上的位置用经纬度表示,称为**地理坐标**。地理坐标又按坐标所依据的基准线和基准面的不同以及求坐标的方法不同,分为**天文坐标**和**大地坐标**两种。

(1) 天文坐标

天文坐标又称天文地理坐标,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 1.3 所示,NS 为地球的自转轴(或称地轴)。N 为北极,S 为南极。过地面任一点与地轴 NS 所组成的平面称为该点的子午面,子午面与地面的交线称为子午线(或称经线)。F 点的天文经度 λ ,是过 F 点的子午面 NFKSO 与首子午面 NGMSO(即通过英国格林尼治天文台的子午面)所成的夹角。它自首子午线向东或向西从 0° 起算至 180° ,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。

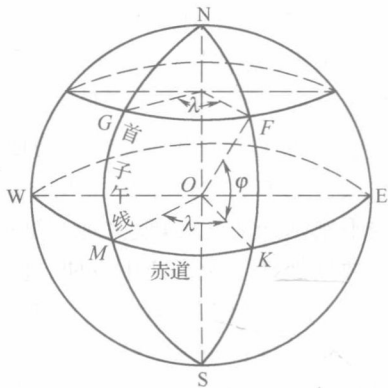


图 1.3 天文坐标

垂直于地轴的平面与球面的交线称为纬线,垂直于地轴的平面并通过球心 O 与球面相交的纬线称为赤道。经过 F 点的铅垂线和赤道平面的夹角,称为 F 点的纬度,常以 φ 表示。由于地球是椭球体,所以地面点的铅垂线不一定经过地球中心。纬度从赤道向北或向南自 0° 起算至 90° ,分别称为北纬或南纬。

(2) 大地坐标

大地坐标又称大地地理坐标,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(与旋转椭球面垂直的线)与赤道面的交角。

天文经纬度是用天文测量的方法直接测定的,而大地经纬度是根据按大地测量所得的数据推算而得的。地面上一点的天文坐标和大地坐标之所以不同,是因为各自根据的基准面和基准线不同,前者依据的是大地水准面和铅垂线,后者是旋转椭球面和法线。

2. 高斯平面直角坐标

地理坐标是球面上的坐标,常用于大地测量问题的解算。但若将其直接应用于工程建设、规划、设计、施工等,则很不方便。故需将球面上的元素按一定条件投影到平面上建立平面直角坐标系。地图投影学中有多种投影方法,我国通常采用高斯横圆柱投影的方法,简称**高斯投影**。

高斯投影的方法是将地球划分成若干带,然后将每带投影到平面上。如图 1.4 所示,投影



带是从首子午线(通过英国格林尼治天文台的子午线)起,每经差 6° 划一带(称为六度带),自西向东将整个地球划分成经差相等的 60 个带。带号从首子午线起自西向东编,用阿拉伯数字 1、2、3、 $\dots$ 、60 表示。位于各带边上的子午线称为分带子午线,位于各带中央的子午线,称为中央子午线或轴子午线。第一个六度带的中央子午线的经度为 3° ,任意带的中央子午线经度 L_0 ,可按下式计算:

$$L_0 = 6N - 3 \quad (1.1a)$$

式中 N ——投影带的编号数。

若已知地面上任意一点的经度 L ,则计算该点所在 6° 带编号的公式为:

$$N = \text{Int}\left(\frac{L+3}{6} + 0.5\right) \quad (1.1b)$$

式中 Int 为取整函数。

如图 1.5(a),高斯投影属于一种正形投影,即投影后角度大小不变,长度会发生变化。其方法是设想用一个平面卷成一个空心圆柱,把它横着套在地球椭球外面,使圆柱的中心轴线位于赤道面内并且通过球心,使地球椭球上某六度带的中央子午线与圆柱面相切,在椭球面上的图形与圆柱面上的图形保持等角的条件下,将整个六度带投影到圆柱面上,然后将圆柱沿着通过南北极的母线切开并展开成平面,便得到六度带在平面上的投影[图 1.5(b)]。中央子午线经投影展开后是一条直线,其长度不变形。以此直线作为纵轴,即 x 轴;赤道经投影展开后是一条与中央子午线相正交的直线,将它作为横轴,即 y 轴;两直线的交点作为原点,则组成高斯平面直角坐标系。纬圈 AB 、 DC 投影在高斯平面直角坐标系内仍为曲线

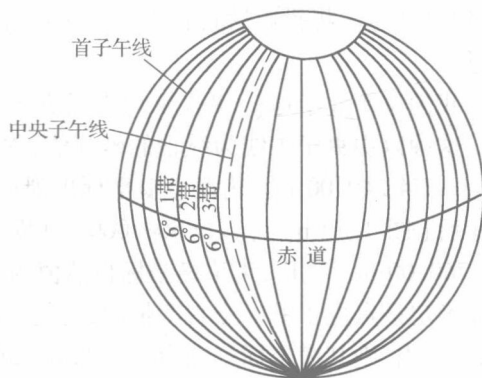


图 1.4 高斯投影

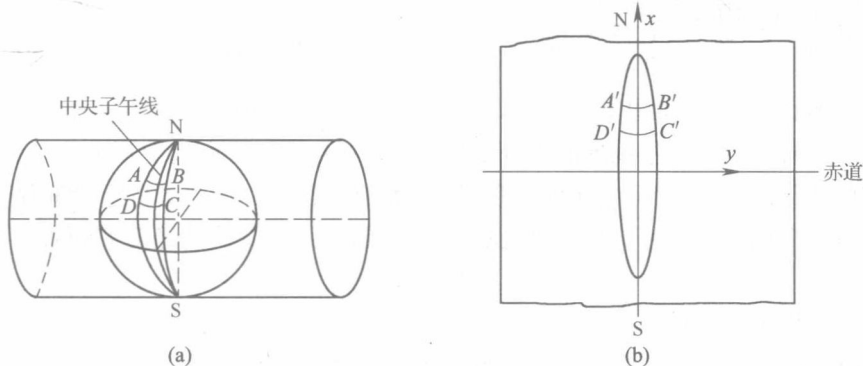


图 1.5 高斯投影方法