



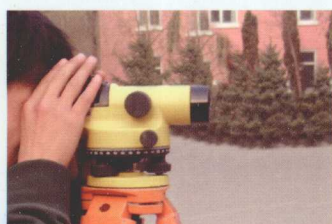
普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材



Surveying & Mapping

测量学

史玉峰 主编



中国林业出版社

内容简介

普通高等教育“十二五”规划教材
全国高等农林院校“十二五”规划教材

测量学

史玉峰 主编 测绘 (910) 自然科学与数学

中国林业出版社 (CIP) 数据编号: 2012010101

中国林业出版社

责任编辑: 王卫平
电话: 82520109

中国林业出版社

地址: 北京市西城区

邮编: 100044

电话: 82520109

网址: www.cflp.com.cn

电子邮箱: cflp@163.com

印刷: 北京

装订: 平装

开本: 16开

印张: 16

中国林业出版社

地址: 北京市西城区
邮编: 100044
电话: 82520109
网址: www.cflp.com.cn
电子邮箱: cflp@163.com

内 容 简 介

全书共分 11 章。第 1 章为绪论,介绍测量工作的基础知识;第 2~5 章为测量基本原理、方法和仪器设备的使用,包括水准测量、角度测量、距离测量等基本知识和全站仪的原理与使用;第 6 章为测量误差的基本知识,介绍测量误差处理基础理论和方法;第 7 章介绍小区域控制测量,重点为导线测量;第 8、9 章介绍大比例尺地形图数据采集、绘制与应用方法;第 10 章介绍施工工程测量,包括建筑施工测量、道桥施工测量、管道工程测量、园林工程测量;第 11 章为现代测绘技术简介,包括 GNSS、摄影测量与遥感、GIS 等。

本书可作为高等学校农林类、土木工程类、交通工程类、环境工程类等专业的本科教材,也可作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

测量学/史玉峰主编. - 北京:中国林业出版社, 2012. 6

普通高等教育“十二五”规划教材. 全国高等农林院校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5038-6627-2

I. ①测… II. ①史… 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 (2012) 第 115619 号

中国林业出版社·教材出版中心

责任编辑:牛玉莲

电话:83220109 83221489

传真:83220109

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话: (010) 83224477

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销 新华书店
印 刷 北京市昌平百善印刷厂
版 次 2012 年 6 月第 1 版
印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷
开 本 850mm × 1168mm 1/16
印 张 18.5
字 数 412 千字
定 价 34.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《测量学》编写人员

主 编：史玉峰

副 主 编：栾志刚 陈改英 吴学伟

编写人员（按拼音排序）：

陈改英（北京农学院）

陈红华（南京林业大学）

陈 健（南京林业大学）

何立恒（南京林业大学）

李桂苓（嘉兴学院）

栾志刚（南京林业大学）

史晓云（南京林业大学）

史玉峰（南京林业大学）

隋铭明（南京林业大学）

王志杰（南京林业大学）

魏浩翰（南京林业大学）

吴学伟（东北林业大学）

郑加柱（南京林业大学）

前 言

本书是根据高等学校测量学课程的教学大纲要求,本着提高教学质量、培养高素质人才的目的,结合新形势下高等教育的发展需求,在总结近年来测量学课程教育教学改革成果的基础上,由南京林业大学、东北林业大学、北京农学院、嘉兴学院等高校的测量教师在多次学术交流、教学研讨、使用修正、反复实践的基础上编写而成,也是南京林业大学精品教材建设立项项目的研究成果。

本书在编写过程中遵循“完整性、系统性、先进性和科学性”的编写原则,突出教材内容的“基础性、实用性、通用性”和“少而精、宽而新”的编写宗旨。本书既强调了经典的测量基本知识、基本理论和基本技能,也有测绘新技术、新仪器、新方法。本书具有以下特点:

(1) 以现代测绘新技术为主导,精简提炼传统测绘理论,突出教材的先进性与实用性,内容较全面。书中力图全方位地反映测绘基础知识,对传统测绘理论进行精简提炼,补充测绘新技术,增强教材的先进性。

(2) 突出以空间点的定位为中心、数字测图和数字化施工测量为主线的原则,体系较新颖。以确定空间点位为中心,介绍测量学的目的、理论、方法和应用。

(3) 自始至终贯彻理论联系实际的原则,形成较新的教学内容和方法体系。紧密结合最新的工程测量方向,力求符合工程实际,拓宽了专业面。

(4) 认真贯彻国家的测绘新规范、新细则和新规定等,采用了最新颁布实施的国家标准和规范。

本书由史玉峰任主编,栾志刚、陈改英、吴学伟任副主编,郑加柱、何立恒、陈红华、史晓云、魏浩翰、陈健、王志杰、李桂苓和隋铭明等人员参加编写。全书由史玉峰统稿和定稿。

本书承蒙东南大学胡伍生教授审阅,他对本书提出了宝贵的意见和建

议，为提高书稿质量起了重要作用；中国林业出版社对本书进行认真审校；丁月平、张俊等研究生为本书绘制了部分插图；在本书的编写过程中，参考了许多国内外有关教材和参考书，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中难免存在缺点和疏漏，敬请读者批评指正。

作 者

2012 年 3 月

目 录

02	.....	量测学水	章 5 第
15	.....	量测学水	1 5
55	.....	量测学水	5 5
75	.....	量测学水	7 5
85	.....	量测学水	8 5
95	.....	量测学水	9 5
105	.....	量测学水	10 5
115	.....	量测学水	11 5
125	.....	量测学水	12 5
135	.....	量测学水	13 5
145	.....	量测学水	14 5
155	.....	量测学水	15 5
165	.....	量测学水	16 5
175	.....	量测学水	17 5
185	.....	量测学水	18 5
195	.....	量测学水	19 5
205	.....	量测学水	20 5
215	.....	量测学水	21 5
225	.....	量测学水	22 5
235	.....	量测学水	23 5
245	.....	量测学水	24 5
255	.....	量测学水	25 5
265	.....	量测学水	26 5
275	.....	量测学水	27 5
285	.....	量测学水	28 5
295	.....	量测学水	29 5
305	.....	量测学水	30 5
315	.....	量测学水	31 5
325	.....	量测学水	32 5
335	.....	量测学水	33 5
345	.....	量测学水	34 5
355	.....	量测学水	35 5
365	.....	量测学水	36 5
375	.....	量测学水	37 5
385	.....	量测学水	38 5
395	.....	量测学水	39 5
405	.....	量测学水	40 5
415	.....	量测学水	41 5
425	.....	量测学水	42 5
435	.....	量测学水	43 5
445	.....	量测学水	44 5
455	.....	量测学水	45 5
465	.....	量测学水	46 5
475	.....	量测学水	47 5
485	.....	量测学水	48 5
495	.....	量测学水	49 5
505	.....	量测学水	50 5
515	.....	量测学水	51 5
525	.....	量测学水	52 5
535	.....	量测学水	53 5
545	.....	量测学水	54 5
555	.....	量测学水	55 5
565	.....	量测学水	56 5
575	.....	量测学水	57 5
585	.....	量测学水	58 5
595	.....	量测学水	59 5
605	.....	量测学水	60 5
615	.....	量测学水	61 5
625	.....	量测学水	62 5
635	.....	量测学水	63 5
645	.....	量测学水	64 5
655	.....	量测学水	65 5
665	.....	量测学水	66 5
675	.....	量测学水	67 5
685	.....	量测学水	68 5
695	.....	量测学水	69 5
705	.....	量测学水	70 5
715	.....	量测学水	71 5
725	.....	量测学水	72 5
735	.....	量测学水	73 5
745	.....	量测学水	74 5
755	.....	量测学水	75 5
765	.....	量测学水	76 5
775	.....	量测学水	77 5
785	.....	量测学水	78 5
795	.....	量测学水	79 5
805	.....	量测学水	80 5
815	.....	量测学水	81 5
825	.....	量测学水	82 5
835	.....	量测学水	83 5
845	.....	量测学水	84 5
855	.....	量测学水	85 5
865	.....	量测学水	86 5
875	.....	量测学水	87 5
885	.....	量测学水	88 5
895	.....	量测学水	89 5
905	.....	量测学水	90 5
915	.....	量测学水	91 5
925	.....	量测学水	92 5
935	.....	量测学水	93 5
945	.....	量测学水	94 5
955	.....	量测学水	95 5
965	.....	量测学水	96 5
975	.....	量测学水	97 5
985	.....	量测学水	98 5
995	.....	量测学水	99 5
1005	.....	量测学水	100 5

前 言

第 1 章 绪论	1
1.1 测绘学简介	2
1.1.1 测绘学研究对象与内容	2
1.1.2 测绘学的分类	2
1.2 测绘学的发展	3
1.2.1 测绘学发展简史	3
1.2.2 我国测绘事业的发展	4
1.2.3 地球空间信息学与现代测绘学的任务	5
1.3 测量学的学习目的与要求	6
1.4 地球形状与大小	6
1.5 地面点位的确定与测量坐标系	8
1.5.1 地理坐标系	8
1.5.2 空间直角坐标系	9
1.5.3 高程系统	13
1.5.4 WGS-84 坐标系	14
1.5.5 2000 中国国家大地坐标系	15
1.6 地球曲率对测量工作的影响	15
1.6.1 水平面代替水准面对水平距离的影响	16
1.6.2 水平面代替水准面对水平角度的影响	16
1.6.3 水平面代替水准面对高程的影响	17
1.7 测量工作概述	17
1.7.1 测量的基本工作	18
1.7.2 测量的基本原则	18
1.8 测量常用计量单位与换算	19

第2章 水准测量	20
2.1 水准测量原理	21
2.2 水准测量设备及其使用	22
2.3 水准测量的外业	27
2.3.1 水准点	27
2.3.2 水准路线	28
2.3.3 普通水准测量的施测	29
2.4 水准测量的内业计算	31
2.4.1 高差闭合差计算和检核	31
2.4.2 高差闭合差调整	32
2.4.3 计算改正后的高差	32
2.4.4 计算待定点的高程	32
2.4.5 水准测量成果整理实例	32
2.5 水准仪的检验和校正	34
2.5.1 圆水准器的检验和校正	35
2.5.2 十字丝的检验和校正	36
2.5.3 水准管轴平行于视准轴的检验和校正	36
2.5.4 水准尺的检验和校正	38
2.6 自动安平水准仪的构造及使用	39
2.7 精密水准仪简介	41
2.8 电子水准仪的构造及使用	42
2.9 水准测量的误差分析	44
2.9.1 仪器误差	44
2.9.2 观测误差	44
2.9.3 外界条件的影响	45
第3章 角度测量	48
3.1 角度测量原理	49
3.1.1 水平角观测原理	49
3.1.2 竖直角观测原理	49
3.2 经纬仪的构造及使用	50
3.2.1 DJ ₆ 型光学经纬仪的构造	50
3.2.2 经纬仪的安置与使用	52
3.3 水平角观测方法	54
3.3.1 测回法	55
3.3.2 方向观测法	56
3.3.3 水平角观测的注意事项	58
3.4 竖直角观测方法	58

3.4.1	竖直度盘及读数系统	58
3.4.2	竖直角计算	59
3.4.3	竖盘指标差	60
3.4.4	竖直角观测	61
3.5	经纬仪的检验与校正	61
3.5.1	水准管轴垂直于竖轴的检验与校正	62
3.5.2	十字丝的竖丝垂直于横轴的检验与校正	63
3.5.3	视准轴垂直于横轴的检验与校正	63
3.5.4	横轴垂直竖轴的检验与校正	64
3.5.5	竖盘指标差的检验与校正	65
3.5.6	光学对中器的检验与校正	65
3.6	电子经纬仪	66
3.6.1	编码度盘测角系统	67
3.6.2	光栅度盘测角系统	68
3.6.3	动态测角系统	69
3.7	角度测量误差分析	70
3.7.1	仪器误差	70
3.7.2	观测误差	71
3.7.3	外界条件的影响	73
第4章 距离测量与直线定向		75
4.1	钢尺量距	76
4.1.1	量距工具	76
4.1.2	直线定线	77
4.1.3	钢尺量距的一般方法	77
4.1.4	钢尺量距的精密方法	78
4.1.5	钢尺量距的误差分析	79
4.2	视距测量	80
4.2.1	视准轴水平时的视距测量原理	80
4.2.2	视准轴倾斜时的视距测量原理	81
4.2.3	视距测量的观测和计算	82
4.2.4	视距测量的误差分析	83
4.3	电磁波测距	84
4.3.1	电磁波测距概述	84
4.3.2	光电测距仪的基本原理	85
4.3.3	光电测距成果整理	87
4.3.4	光电测距的误差分析	88
4.4	直线定向	89

4.4.1	直线定向的概念	89
4.4.2	坐标方位角的计算	91
第5章 全站仪及其使用 93		
5.1	全站仪的基本结构	94
5.2	全站仪的基本功能	95
5.2.1	角度测量	95
5.2.2	距离测量	96
5.2.3	坐标测量	96
5.2.4	放样	96
5.2.5	数据采集	96
5.2.6	存储管理	97
5.2.7	数据通信	97
5.3	全站仪的操作步骤	97
5.3.1	测量准备	97
5.3.2	拓普康 GTS330N 系列全站仪	98
5.3.3	全站仪操作注意事项	105
第6章 测量误差及数据处理的基本知识 107		
6.1	测量误差概述	108
6.1.1	测量与观测值	108
6.1.2	观测误差	108
6.1.3	观测误差的来源	108
6.1.4	观测误差的分类	109
6.1.5	偶然误差的特性	110
6.2	衡量观测值精度的标准	111
6.2.1	中误差	112
6.2.2	极限误差和容许误差	112
6.2.3	相对误差	113
6.3	误差传播定律	113
6.4	等精度直接观测平差	116
6.4.1	最或是值的计算	117
6.4.2	评定精度	117
6.5	不等精度直接观测平差	119
6.5.1	权与中误差的关系	120
6.5.2	加权平均值及其中误差	121

第7章 控制测量	124
7.1 控制测量概述	125
7.1.1 国家平面控制网	125
7.1.2 城市平面控制网	126
7.1.3 图根控制网	127
7.2 导线测量	129
7.2.1 导线测量的外业工作	130
7.2.2 导线测量的内业计算	131
7.3 交会定点	135
7.3.1 前方交会	135
7.3.2 后方交会	137
7.3.3 测边交会	138
7.4 高程控制测量	139
7.4.1 国家高程控制网	139
7.4.2 城市高程控制网	140
7.4.3 图根高程控制	141
7.5 三、四等水准测量	141
7.5.1 三、四等水准测量的技术要求	141
7.5.2 三、四等水准测量观测方法	142
7.5.3 测站计算与检核	143
7.5.4 三、四等水准测量的成果整理	144
7.6 三角高程测量	145
7.6.1 三角高程测量原理	145
7.6.2 地球曲率和大气折光对三角高程测量的影响	145
7.6.3 三角高程测量的观测与计算	146
第8章 大比例尺地形图的测绘	149
8.1 地形图的基本知识	150
8.1.1 地形图的比例尺	150
8.1.2 大比例尺地形图图式	152
8.1.3 等高线	157
8.2 地形图的分幅与编号	161
8.2.1 梯形分幅法	162
8.2.2 国家基本比例尺地形图新的分幅与编号方法	165
8.3 传统的大比例尺地形图的测绘方法	167
8.3.1 大比例尺地形图测绘的基本要求	167
8.3.2 测图前的准备工作	169
8.3.3 碎部测量的方法	170

8.3.4	地形图的绘制、拼接、检查和整饰	172
8.4	数字化测图技术	175
8.4.1	数字化测图技术概述	175
8.4.2	全站仪数字测图	177
8.4.3	普通地形图的数字化	180
第9章 地形图的应用		182
9.1	概述	183
9.1.1	地形图主要内容	183
9.1.2	地形图识读	184
9.2	地形图应用的基本内容	185
9.2.1	确定点的坐标	185
9.2.2	两点间的水平距离量测	186
9.2.3	直线方位角量测	187
9.2.4	点位高程量测	187
9.2.5	两点间的坡度量测	187
9.2.6	图形面积的量算	188
9.2.7	在图上设计等坡线	189
9.3	地形图在工程建设中的应用	190
9.3.1	绘制地形断面图	190
9.3.2	确定汇水面积的边界线	190
9.3.3	建筑设计中的地形图应用	191
9.3.4	给排水设计中的地形图应用	191
9.3.5	勘测设计中的地形图应用	192
9.3.6	城镇建设用地分析中的地形图应用	192
9.4	地形图在平整场地中的应用	193
9.4.1	方格法估算土方量	194
9.4.2	断面法估算土方量	198
第10章 施工测量		201
10.1	概述	202
10.1.1	施工测量概述	202
10.1.2	施工测量的测设工作	202
10.2	建筑施工测量	206
10.2.1	施工控制测量	207
10.2.2	建筑施工测量	208
10.2.3	竣工测量	211
10.3	道桥施工测量	211

10.3.1	概述	211
10.3.2	道路施工测量	212
10.3.3	桥梁施工测量	223
10.4	管道工程测量	225
10.4.1	管道设计阶段的测量工作	226
10.4.2	管道施工阶段的测量工作	227
10.4.3	顶管施工测量	228
10.4.4	管道竣工测量	229
10.5	园林工程测量	229
10.5.1	园林道路测设	229
10.5.2	公园水体测设	229
10.5.3	堆山测设	230
10.5.4	不规则形状的园林建筑的测设	231
10.5.5	园林树木种植定点放样	231
第 11 章	现代测绘技术简介	235
11.1	全球导航卫星系统简介	236
11.1.1	概述	236
11.1.2	GPS 简介	239
11.1.3	GNSS 特点和应用前景	250
11.2	遥感概论	251
11.2.1	概述	251
11.2.2	现代遥感技术系统的构成	255
11.2.3	遥感技术的应用	256
11.2.4	EOS 计划简介	260
11.3	地理信息系统概述	262
11.3.1	GIS 概念	262
11.3.2	GIS 的基本功能	263
11.3.3	GIS 与数据	264
11.3.4	GIS 的应用	266
11.4	摄影测量简介	269
11.4.1	概述	269
11.4.2	摄影测量的基本原理	270
11.4.3	航空摄影测量的主要工作与流程	273
11.4.4	数字摄影测量	275
11.4.5	近景摄影测量简介	278
参考文献	.....	281

第1章

绪论

内容已录校阅完

1.1 测绘学简介

1.2 测绘学的发展

1.3 测量学的学习目的与要求

1.4 地球形状与大小

1.5 地面点位的确定与测量坐标系

1.6 地球曲率对测量工作的影响

1.7 测量工作概述

1.8 测量常用计量单位与换算



1.1 测绘学简介

1.1.1 测绘学研究对象与内容

测绘学是一门古老的学科,有着悠久的历史。1880年,赫尔默特(Helmert)将测绘学定义为以地球为研究对象,对它进行测定与描绘的科学。随着科学技术的发展和社会的进步,测绘学的概念与研究对象也在不断发展变化着。测绘学的一个比较完整的基本概念为:研究对实体(包括地球整体、表面以及外层空间各种自然和人造的物体)中与地理空间分布有关的各种几何、物理、人文及其随时间变化信息的采集、处理、管理、更新和利用的科学与技术。

针对地球而言,测绘学的研究内容是测定空间点的几何位置、确定地球形状、地球重力场和各种动力现象,研究采集和处理地球表面各种形态及其变化信息并绘制成图的理论、技术和方法以及各种工程建设中的测绘理论、技术和方法。

众所周知,地球表面极不规则,有高山、丘陵、平原、盆地、湖泊、河流和海洋等自然形成的物体,还有房屋、工厂、道路、桥梁等人工建造的建筑物和构筑物。测绘学将这些地表物体分为地物和地貌;测绘的主要任务是对地物和地貌进行测定,对构筑物进行测设。

地物:地表上天然或人工形成的物体,包括湖泊、河流、海洋、房屋、道路、桥梁、管线、森林、植被等。

地貌:自然地表高低起伏的形态,包括山地、丘陵等。

测定:使用测量仪器和工具,通过测量和计算,将地貌和地物的位置按照一定的比例、规定的符号缩小绘制成图,供科学研究和工程建设使用。

测设:也称为“放样”、“放线”、“定位”等,是指按设计文件要求将建筑物(构筑物)的关键点(如桥墩中心)或关键轴线(如隧道中线)等在实地测量后标定出来,作为施工的必要依据。

1.1.2 测绘学的分类

1) 大地测量学(geodesy)

大地测量学主要是研究地球的形状及大小、地球重力场、地球板块运动、地球表面点的几何位置及其变化的科学。大地测量学是整个测绘学科各个分支的理论基础,也是开展其他测绘工作的前提。大地测量学的基本任务是建立高精度的地面控制网及重力水准网,为研究地球形状及大小、地球重力场及其分布、地球动力学研究、地壳形变及地震预测等提供精确的位置信息,同时也为各类工程施工测量及摄影测量提供依据,为地形测图及海洋测绘提供控制基础。

2) 摄影测量学(photography)与遥感(remote sensing, RS)

摄影测量学与遥感是研究利用摄影或遥感的手段获取目标物的影像数据,从中提取几何的或物理的信息,并用图形、图像或数字形式表达测绘成果的学科。它的主要

研究内容有:获取目标物的影像,对影像进行处理,将所测得的成果用图形、图像或数字表达。

摄影测量与遥感是一种快速获取地球表面上地貌及地物影像的技术,在通信技术、航空航天技术、计算机技术等的支持下,可以实时地获取地物、地貌的相关信息,并形成数字地图,为 GIS(geographical information system)提供基础信息数据。利用遥感技术(电磁波、光波及热辐射)也可快速获取地球表面、地球内部、环境景象及天体等传感目标的信息信号,它在农业调查、土地性质分析、植被分布调查、地下资源探测、气象及环境污染监测、文物考古及自然灾害预测中应用非常广泛。

3) 工程测量学(engineering surveying)

工程测量学主要是研究在工程施工和资源开发利用中的勘测设计、建设施工、竣工验收、生产运营、变形监测和灾害预报等方面的测绘理论与技术。工程测量的特点是应用基本的测量理论、方法、技术及仪器设备,并结合具体的工程特点采用具有特殊性的施工测绘方法。它是大地测量学、摄影测量学及地形测量学的理论与方法在具体工程中的应用。

4) 地图学(cartology)

地图学是以地图信息传递为中心,研究地图的基本理论、地图制作技术和地图应用的综合性科学。地图学是由地图理论、地图制图方法及地图应用三大部分组成。地图是测绘工作的重要产品形式之一。地图学科的不断发 展,促使地图产品从模拟地图向数字地图转化,从二维静态向三维立体、四维动态转变。计算机制图技术及地图数据库的不断完善,促使了地理信息系统的产生,数字地图的发展和应用领域的不断拓展,为地图学的发展及地图应用开辟了新的前景。

5) 海洋测量学(marine surveying)

海洋测量学是以海洋水体及海底地形为对象,研究海洋定位,测定海洋大地水准面及平均海平面、海面及海底地形、海洋重力及磁力等自然及社会信息的地理分布,并编制成各种海图的理论与技术的学科。

6) 普通测量学(surveying)

普通测量学简称测量学,它是研究地球表面较小区域内测绘工作的基本理论、技术和应用方法的学科。它研究的对象只是地球表面上局部区域内各类固定性物体的形状和位置,所进行的工作即是地形测量和一般工程测量。由于地球半径较大,地球表面曲率较小,在一定条件下,地面上的小区域可以近似地看成平面。因此,有关地形测量的许多问题,都是以平面为依据进行的。地形测量的基本任务包括图根控制测量和地形测图,具体工作有距离测量、角度测量、高程测量、定向测量和观测数据的处理与绘图等。

1.2 测绘学的发展

1.2.1 测绘学发展简史

科学技术的产生与发展是由生产决定的,测绘科学技术也不例外,它是长期以来

人类在生活和生产中与自然界斗争的结晶。测绘学有着悠久的历史,测绘技术起源于社会生产的需求,随着社会的进步而发展。

早在公元前1400年,埃及就已有地产边界的测定,开设了测量工作。我国是世界四大文明古国之一,测绘科学有着悠久的历史。公元前7世纪左右,管仲所著《管子》一书中就收集了早期的地图27幅。公元前3世纪前,中国人已知道天然磁石磁性,并已有了某些形式的磁罗盘。公元前2世纪,司马迁在《史记·夏本纪》中叙述了禹受命治理洪水而进行测量工作的情况,所谓“左准绳,右规矩,载四时,以开九州、通九道、陂九泽、度九山”。这说明在上古时代,中国人为了治水就已经会用简单的测量工具。战国时期发明的指南针,促进了古代测绘技术的发展。1973年长沙马王堆西汉古墓出土的3幅《帛地图》是目前世界上保存最早的地图。西晋裴秀所著的《制图六体》,是一部世界最早较系统的测绘地图的规范。唐朝刘遂等人,在河南滑县至上间实测了一段长达351里80步(唐代1里为300步)的子午线弧长,并用日圭测太阳的阴影来确定纬度,是世界上最早的子午线弧长测量。宋代的沈括曾用水平尺、罗盘进行地形测量,创立了分成筑堰的方法,并且制作了表示地形的立体模型,比欧洲最早的地形模型早了700余年。元代郭守敬创造了多种天文测量仪器,在全国进行了大规模的天文观测,共实测了72个点,并首创了以海平面为基准来比较不同地点的地势高低。明代郑和7次下西洋,绘制了中国第一部《航海图》。清康熙新定以200里折合地球子午线 1° (清代 1° 为1800尺,1尺折合经线长度为0.01秒)为世界上以经线弧长作为长度标准之始,并于1781年完成了《皇舆全图》。17世纪末,为了用地球的确切大小定量证实万有引力定律,英国的牛顿(J. Newton)和荷兰的惠更斯(C. Huygens)首次从力学原理提出地球是两极略扁的椭球,称为地扁说。18世纪中叶,法国科学院在南美洲的秘鲁和北欧的拉普兰进行弧度测量,证实了地扁说。19世纪初,随着测量精度的提高,通过各处弧度测量结果的研究,法国的拉普拉斯(P. S. Laplace)和德国的高斯(C. F. Gauss)相继指出地球的非椭球性,现在的研究结果证明地球总体上是一个不规则的梨形体。

1.2.2 我国测绘事业的发展

到20世纪,我国开始采用了一些新的测量技术,但将测量作为一门现代科学,还是在新中国成立后才得以迅速发展。党和国家对测绘工作给予很大的关怀和重视,1956年成立了国家测绘局;建立了测绘研究机构;各业务部门也纷纷成立测绘机构和科研机构;组建了专门培养测绘人才的院校,目前,设有测绘工程专业的院校已近百所,具有测绘科学技术硕士、博士学位授予权的院校也有数十所。

50多年来,我国测绘工作的主要成就是:①在全国范围内(除台湾省)建立了高精度的天文大地控制网,建立了适合我国的统一坐标系统——1980年国家大地坐标系;20世纪90年代,利用GPS(global positioning system)测量技术建立了包括AA级、A级和B级在内的国家GPS控制网;21世纪初对喜马拉雅山进行了重新测高,测得其主峰海拔高程为8844.43m;建立了CGCS(chinese geodetic coordinate system)2000大地测量坐标系,2000中国国家大地坐标系为地心坐标,是采用国家测绘局、总参测绘