



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国测绘教育系统重点教材
第五届全国高等学校优秀测绘教材

土 木 工 程 教 材 精 选

现代普通测量学

(第2版)

王 依 过静珺 主编
Wang Nong Guo Jingjun



清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国测绘教育系统重点教材
第五届全国高等学校优秀测绘教材

土 木 工 程 教 材 精 选

现代普通测量学

(第2版)

王 侗 过静珺 主编
Wang Nong Guo Jingjun



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本教材为土木工程类专业基础课教材。全书共分14章：第1、2章介绍测量工作的基础知识；第3~6章介绍测量基本原理、方法和仪器，包括高程测量、角度测量、距离测量和误差处理的基本知识；第7、8章介绍控制测量及全球定位系统；第9、10两章介绍基础地理信息获取方法及其应用；第11~13章介绍施工测量方法和建筑变形监测；第14章介绍摄影测量与遥感的基本知识和方法。

本教材可作为高等院校土木工程类、道桥类、地质矿产类、农林类和环境工程类等专业的本科教材，也可作为有关工程技术人员参考书。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代普通测量学/王依,过静珺主编.—2版.—北京：清华大学出版社,2009.8
(土木工程教材精选)

ISBN 978-7-302-20470-1

I. 现… II. ①王… ②过… III. 测量学—高等学校—教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 107409 号

责任编辑：汪亚丁

责任校对：王淑云

责任印制：孟凡玉

出版发行：清华大学出版社

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编：100084

社 总 机：010-62770175

邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者：清华大学印刷厂

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：203×253 印 张：22 插 页：3 字 数：568 千字

版 次：2009 年 8 月第 2 版 印 次：2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数：1~6000

定 价：32.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题，请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话：(010)62770177 转 3103 产品编号：019382-01

第 2 版前言

进入 21 世纪以来,随着现代科学技术的发展,测绘科学又上了一个新台阶,涌现出许多新的测绘理论、技术、方法和设备。另外,土木建筑业已是国民经济的支柱产业,在新的形势下,作为土木工程类专业的测量学重点教材——《现代普通测量学》,理应进行修订、更新。我们在保持第 1 版教材特点的基础上,力求本着与时俱进和紧密结合专业两个原则进行修订,修订的内容主要包括:

1. 突出以点的定位为中心,数字测图和数字化施工测量为主线的原则

以确定点位为中心,讲述测量学的目的、理论、方法和应用。删除陈旧的测图和施工测量方法,充实新的数字测图和数字化施工测量方法,以适应现代化的要求。

2. 以现代测绘新技术为主导,突出测绘新技术,增强教材的先进性

充实测绘新技术、新仪器、新方法的内容,如 GNSS 理论与技术、网络 RTK、自动陀螺仪、数字水准仪、地面三维扫描系统以及最新全站仪技术的应用;增加了成图软件在土木建筑工程中应用的内容;加强摄影测量与遥感技术在测绘中的应用知识等。新增的内容充分反映测绘科学技术的新发展,以提高教材内容的现代化水平。同时,压缩、删减了较陈旧的内容,如钢尺量距、平板仪测点位等。

3. 紧密结合专业的要求,用测绘新技术为相应专业服务

在专业部分增添地理信息系统(GIS)数字地面模型、成图软件等新内容,结合实际为相关专业服务。删除原书的两个附录,增加和扩大摄影测量与遥感的内容,作为第 14 章。增加了全站仪、GNSS 和数字水准仪的产品系列附录,以便读者查询。

4. 认真贯彻国家的测绘新规范、新细则、新规定、新图式等。

5. 自始至终贯彻理论联系实际的原则

加强基础理论知识,突出能力的培养,作为本教材编写的指导思想。结合工程建设的实际,将原第 12 章隧道工程测量稍加压缩移入第 11 章,将线路测量、管道测量组成一章结合工程软件,重新进行编写。

本教材由王依、过静珺主编,高飞、白征东、赵红蕾参加编写,王依进行统稿和定稿。全书共分 14 章,具体分工是:王依编写第 1、10、11、12 章及三个附录;过静珺编写第 2、5、8 章;高飞编写第 3、4、9 章;白征东编写第 6、7、13 章;赵红蕾编写第 14 章。

本书在修订过程中得到了宁津生院士的多次指导和大力支持,在此深表谢忱!

清华大学季如进教授参加了本教材第 1 版的编写,虽然未参与第 2 版的修订工作,但他在本教材申

报和通过“十一五”国家级规划教材、2005年8月获得全国测绘教材一等奖以及在第2版的修订过程中都给予了大力的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,教材中的缺点、问题在所难免,请读者不吝指正。

编者

2008年12月

第 1 版前言

面对 21 世纪教育改革的新发展,为了贯彻执行新的专业目录,全国高等学校测绘类专业教学指导委员会决定编写土木建筑类专业的测量学重点教材。我们受此委托,编写了《现代普通测量学》。

我们考虑,教材中首先要充实现代测绘新技术,如 GPS、GIS、RS、数字测图等有关内容,以及新的测绘仪器和设备,如全站仪、陀螺经纬仪、智能经纬仪、数字水准仪等内容,使土木建筑类专业的学生不但能了解当前测绘科学发展的现状,更能结合专业的要求,拓宽视野,开阔思路,更好地应用测绘新技术为其专业服务。

当前正处于新老测绘技术的转换时期,现代测绘科学的技术和理论正在积极地被开发应用,传统的测绘技术也仍在使用。如果在教材中只追求新技术的充实,过多地删除传统的测绘内容,那么,仍然会脱离当前教学和生产的实际,达不到教学改革的目的。因此我们力图在充实新技术的同时,仍保留必要的传统内容。对陈旧的和今后使用较少的内容,如小平板仪、小三角锁、图解法测图等,要删简、压缩。

本教材主要用于新的土木建筑类专业的教学。但是,该专业面已经拓宽,如建筑工程、城镇建设、交通土建、矿井建设等,都属于土建类专业的范畴。因此对书中的基本部分要尽量统一,专业部分可求同存异,专业需要的内容可从教材中选取讲授。为适应上述两方面的要求,在尽量压缩篇幅的情况下,内容也有所增多。

本教材力图以点位的确定为中心,以数字化测量为主线,以测绘新概念、新技术、新仪器为重点进行叙述;明确非测绘专业测量学课程的特点,试求建立由浅入深,先易后难,循序渐进的教材体系,同时又力求符合生产程序。本书内容包括两大部分:前六章以点位为中心,讲述三个元素的单项测定和基本概念,7、8、9 三章介绍点位信息的综合采集和管理,第 10 章是在以上各章的基础上,阐述地理空间信息的应用知识,以上十章属基本部分;第 11、12、13 三章结合专业的施工测量,属专业部分。为了适应有关专业的需要,还编写了航空摄影与遥感、地籍测量的基本知识列于附录中。在每章的最后还附有习题与思考题,便于学生自学和练习。

本教材由王依、过静珺主编,季如进、高飞参加编写。编写分工是:王依编写第 1、10、11、12 章;过静珺编写第 2、5、8 章及附录 A;季如进编写第 6、7、13 章及附录 B;高飞编写第 3、4、9 章。为了集思广益,曾两次在全国测绘教育委员会组织的测量学教学改革研讨会上征求对本书的意见,我们得到了兄弟院校同行们的支持和帮助;在编写过程中得到了宁津生院士的多次指导,在此深表感谢。

本书由陶本藻教授、王大武教授审稿,陶本藻教授复审。他们在审稿过程中提出了宝贵的意见和建

议,为提高书稿的质量起了重要作用,在此深表谢忱。

本书由许先琳同志绘制了插图,由吴兆福、刘光鑫、郁青等同志协助打印书稿;合肥工业大学教材科的同志给予了各方面的支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,教学改革经验不足,教材中的缺点错误在所难免,请读者不吝指正。

编 者

2000年12月

目 录

第 2 版前言	I	2.3 地面点位的确定	11
第 1 版前言	III	2.4 测量常用坐标系统与坐标系间 坐标转换	12
第 1 章 绪论	1	2.4.1 天文坐标系	12
1.1 测绘学与测量学	1	2.4.2 大地坐标系	12
1.1.1 测量学研究的范围和 内容	1	2.4.3 空间直角坐标系	13
1.1.2 测量学的分科	1	2.4.4 我国目前常用坐标系	13
1.2 测绘学的发展	2	2.4.5 坐标系的转换	14
1.2.1 测绘学发展简史	2	2.4.6 高斯投影和高斯平面 直角坐标系	15
1.2.2 现代测绘学的发展现状	3	2.4.7 平面独立坐标系	18
1.2.3 我国测绘事业的发展	5	2.5 地面点的高程	18
1.2.4 地球空间信息学与 现代测绘学的任务	5	2.6 用水平面代替水准面的限度	19
1.3 现代测绘学在国民经济建设 中的作用	6	2.6.1 对距离的影响	19
1.3.1 现代测绘学在国民经济 建设中的作用	6	2.6.2 对水平角的影响	20
1.3.2 现代测量学在土木建筑 工程中的作用	6	2.6.3 对高程的影响	20
1.4 学习测量学的目的和要求	7	2.7 测量工作的基本概念	21
习题与思考题	7	2.7.1 测量工作的原则	21
第 2 章 测量学的基础知识	8	2.7.2 地形图测绘	21
2.1 地球形状和大小	8	2.7.3 施工测量	22
2.2 地球椭球	10	习题与思考题	23
		第 3 章 水准测量	24
		3.1 水准测量原理	24
		3.2 水准仪及其使用	25
		3.2.1 DS3 微倾式水准仪及其 使用	25

3.2.2	精密水准仪及其使用	29	4.3.2	电子经纬仪的测角原理	64
3.3	自动安平水准仪	31	4.4	经纬仪的检验与校正	68
3.4	数字水准仪	33	4.4.1	照准部水准管轴的检校	68
3.4.1	数字水准仪的测量原理	33	4.4.2	十字丝竖丝的检校	69
3.4.2	蔡司(天宝)数字水准仪 的读数原理	34	4.4.3	视准轴的检校	69
3.4.3	数字水准仪的特点	35	4.4.4	横轴的检校	70
3.5	水准测量方法	36	4.4.5	竖盘指标差的检校	71
3.5.1	水准测量的外业实施	36	4.4.6	电子经纬仪的检校	71
3.5.2	水准路线测量的成果 检核	38	4.5	角度测量误差分析及注意事项	71
3.5.3	水准测量的内业计算	40	4.5.1	仪器误差	72
3.6	水准仪的检验与校正	42	4.5.2	观测误差	73
3.6.1	微倾式水准仪的检验与 校正	42	4.5.3	外界条件的影响	74
3.6.2	自动安平水准仪的检验 与校正	44	习题与思考题	74	
3.6.3	数字水准仪的检定	46	第5章 距离测量与直线定向	77	
3.7	水准测量误差的分析及注意 事项	48	5.1	钢尺量距	77
3.7.1	水准管水准仪的误差	48	5.1.1	量距工具	77
3.7.2	自动安平水准仪和数字 水准仪的误差	50	5.1.2	直线定线	78
习题与思考题		50	5.1.3	量距方法	78
第4章 角度测量		53	5.1.4	钢尺量距的成果整理	80
4.1	角度测量原理	53	5.1.5	钢尺检定	81
4.1.1	水平角测量原理	53	5.1.6	钢尺量距的误差分析	81
4.1.2	竖直角测量原理	53	5.2	视距测量	83
4.2	经纬仪及角度观测	54	5.2.1	视距测量概述	83
4.2.1	DJ6级光学经纬仪的 构造	54	5.2.2	视线水平时的视距公式	83
4.2.2	经纬仪的安置	56	5.2.3	视线倾斜时的视距公式	84
4.2.3	水平角测量	57	5.2.4	视距常数测定	85
4.2.4	竖直角测量	60	5.3	红外测距仪	85
4.3	电子经纬仪	63	5.3.1	测距仪的测距原理	86
4.3.1	概述	63	5.3.2	测距仪的工作原理和工作 过程	89
			5.3.3	边长改正	90
			5.4	全站仪及其使用	91
			5.4.1	全站仪的基本构造	92
			5.4.2	全站仪的构造特点	92
			5.4.3	全站仪的基本测量功能	93
			5.4.4	NTS-660 全站仪	94

5.5	直线定向	97
5.5.1	直线定向的概念	97
5.5.2	直线定向方法	97
5.5.3	正、反坐标方位角及其推算	98
	习题与思考题	100
第6章 测量误差及数据处理的基本知识		
	知识	102
6.1	概述	102
6.1.1	测量与观测值	102
6.1.2	观测与观测值的分类	102
6.1.3	测量误差及其来源	103
6.1.4	研究测量误差的指导原则	103
6.2	测量误差的种类	104
6.2.1	粗差	104
6.2.2	系统误差	104
6.2.3	偶然误差	105
6.3	偶然误差的特性及其概率密度函数	105
6.4	衡量观测值精度的指标	107
6.4.1	精度指数	107
6.4.2	中误差	108
6.4.3	极限误差	110
6.4.4	相对误差	111
6.5	误差传播定律	111
6.6	同精度直接观测平差	114
6.6.1	求最或是值	114
6.6.2	评定精度	115
6.7	不同精度直接观测平差	117
6.7.1	权的概念	117
6.7.2	测量中常用的确权方法	118
6.7.3	求不同精度观测值的最或是值——加权平均值	119

6.7.4	不同精度观测的精度评定	120
6.8	点位误差	121
6.8.1	点位真误差	122
6.8.2	点位方差与点位中误差	122
6.9	最小二乘法原理及其应用	124
6.9.1	最小二乘法原理	125
6.9.2	最小二乘法原理的应用	126
	习题与思考题	126
第7章 控制测量		
7.1	控制测量概述	128
7.1.1	控制测量及其布设原则	128
7.1.2	国家基本控制网	129
7.1.3	城市控制网	130
7.1.4	工程控制网	132
7.1.5	图根控制网	132
7.2	导线测量	133
7.2.1	导线测量概述	133
7.2.2	导线测量的外业工作	134
7.2.3	导线测量的内业计算	135
7.3	控制点加密	140
7.3.1	前方交会	140
7.3.2	极坐标法	142
7.3.3	后方交会	142
7.4	三、四等水准测量	143
7.5	三角高程测量	146
7.5.1	三角高程测量原理	146
7.5.2	地球曲率和大气折光对高差的影响	146
7.5.3	三角高程测量的观测和计算	147
	习题与思考题	148

第8章 全球定位系统的定位技术	151	9.2.4 地形图的分幅编号与图廓 注记.....	185
8.1 概述.....	151	9.3 大比例尺地形图传统测绘方法 ...	190
8.2 GNSS定位原理.....	152	9.3.1 测图前的准备工作.....	190
8.3 卫星定位系统的构成.....	153	9.3.2 碎部测量的方法.....	191
8.3.1 空间星座部分.....	153	9.3.3 地形图的拼接、整饰和 检查.....	193
8.3.2 地面监控部分.....	155	9.4 数字测图方法.....	194
8.3.3 用户设备部分.....	157	9.4.1 概述.....	194
8.4 GNSS接收机构成及工作 原理.....	157	9.4.2 野外数据采集的作业 模式及碎部点位信息 的采集.....	196
8.4.1 GNSS接收机构造和 工作原理.....	157	9.4.3 数字地面模型的建立和 等高线的绘制.....	203
8.4.2 GNSS接收机分类.....	159	9.4.4 地形图的处理与输出.....	205
8.5 卫星定位基本方法.....	160	9.5 普通地形图的数字化.....	206
8.5.1 卫星定位方法概述.....	160	9.5.1 概述.....	206
8.5.2 伪距观测值及伪距单点 定位.....	160	9.5.2 CASSCAN5.0扫描 矢量化.....	207
8.5.3 载波相位观测值及观测 方程.....	161	习题与思考题.....	209
8.5.4 载波相位测量相对 定位.....	162	第10章 地理空间信息的应用	211
8.5.5 GNSS实时差分定位.....	163	10.1 概述.....	211
8.5.6 网络RTK定位技术.....	165	10.2 地形图应用的基本知识.....	212
8.6 GNSS控制测量.....	167	10.2.1 在地形图上确定点位 坐标.....	212
8.6.1 GNSS控制测量精度 指标.....	167	10.2.2 在地形图上量算线段 的长度.....	213
8.6.2 常规城市GNSS控制网 建设.....	168	10.2.3 在地形图上量算某 直线的坐标方位角 ...	213
习题与思考题.....	173	10.2.4 求算地形图上某点的 高程.....	213
第9章 基础地理信息采集及成图方法	174	10.2.5 在地形图上量测曲线 长度和折线长度.....	214
9.1 基础地理信息概述.....	174	10.2.6 在地形图上量算 某直线的坡度.....	214
9.1.1 信息与地理信息.....	174	10.3 面积量算.....	215
9.1.2 地理空间数据与地图.....	175		
9.2 地形图的基本知识.....	177		
9.2.1 地形图的比例尺.....	177		
9.2.2 地物符号.....	179		
9.2.3 地貌符号——等高线.....	181		

10.3.1	直接法	215	11.4.1	一般民用建筑的施工 测量	240
10.3.2	解析法	215	11.4.2	工业厂房的施工 测量	241
10.3.3	图解法	216	11.4.3	高层建筑的轴线投测 和高程传递	243
10.3.4	在数字地形图上计算 地表面积	217	11.5	桥梁工程测量	245
10.4	在地形图上按一定方向绘 制断面图	219	11.5.1	桥梁施工控制网	245
10.5	地形图在平整场地中的应用	220	11.5.2	桥梁施工测量	248
10.5.1	在纸载地形图上平整 场地	220	11.6	隧道工程测量	251
10.5.2	在数字地形图上平整 场地	221	11.6.1	隧道工程地面控制 测量	251
10.6	地理信息系统在城市管理中的 应用	224	11.6.2	地上、地下联系测量 概述	252
10.6.1	城市基础地理信息 系统	224	11.6.3	几何定向	253
10.6.2	城市管线信息系统 的应用	227	11.6.4	陀螺经纬仪定向	255
	习题与思考题	228	11.6.5	高程传递	260
第 11 章	土木建筑工程中的施工测量	229	11.6.6	地下控制测量	261
11.1	施工测量概述	229	11.6.7	隧道施工测量	263
11.1.1	施工测量的特点	229	11.6.8	隧道贯通测量	267
11.1.2	施工测量的原则	229	11.7	竣工测量与竣工总图的 编制	267
11.2	测设的基本内容和方法	230	11.7.1	概述	267
11.2.1	已知水平距离的 测设	230	11.7.2	竣工测量	268
11.2.2	已知水平角的测设	232	11.7.3	竣工总图的编绘	269
11.2.3	已知高程点的测设	232		习题与思考题	269
11.2.4	平面点位的测设	233	第 12 章	线路测量	271
11.3	建筑施工控制网	235	12.1	概述	271
11.3.1	测量坐标系与施工 坐标系的转换	236	12.2	定线测量	271
11.3.2	矩形施工控制网	236	12.2.1	穿线法	272
11.3.3	工业厂房矩形 控制网	239	12.2.2	拨角法	273
11.4	建筑施工测量	240	12.3	中线测量	273
			12.4	圆曲线的测设	274
			12.4.1	圆曲线要素的计算与 主点测设	274
			12.4.2	主点里程的计算	274

12.4.3	用偏角法测设圆 曲线	275	13.2.3	沉降观测的成果整理 和分析	297
12.4.4	用切线支距法测设圆 曲线	276	13.3	建筑物水平位移观测	298
12.4.5	用极坐标法测设圆 曲线	277	13.3.1	基准线法	298
12.5	线路水准测量	277	13.3.2	导线法	300
12.6	纵、横断面图的测绘	278	13.3.3	前方交会法	300
12.6.1	纵断面图的测绘	278	13.4	建筑物的倾斜观测与裂缝 观测	300
12.6.2	横断面图的测绘	279	13.4.1	倾斜观测	300
12.7	道路施工测量	281	13.4.2	裂缝观测	302
12.7.1	路基的测设	281	13.5	建(构)筑物动态变形监测	302
12.7.2	竖曲线的测设	282	13.5.1	动态变形监测的特点 和一般要求	302
12.8	管道工程测量	284	13.5.2	利用 GPS 监测高大 建筑物的动态位移	303
12.8.1	中线测量	284	13.6	现代测量技术及其在建(构)筑 物变形监测中的应用	305
12.8.2	管道纵横断面图 测量	284	13.6.1	测量机器人	306
12.8.3	管道施工测量	285	13.6.2	激光跟踪仪	308
12.8.4	管道竣工测量	286	13.6.3	三维激光扫描仪	312
12.9	数字地形图在线路工程中的 应用	286		习题与思考题	317
12.9.1	生成线路里程 文件	286	第 14 章 摄影测量与遥感		319
12.9.2	道路土方计算	287	14.1	概述	319
12.9.3	道路曲线设计	290	14.1.1	摄影测量技术	319
	习题与思考题	292	14.1.2	遥感技术及其发展	320
第 13 章 建(构)筑物变形测量		293	14.1.3	遥感数据采集方式和 技术分类	320
13.1	概述	293	14.1.4	遥感技术的应用	321
13.1.1	变形观测及其特点	293	14.2	航空摄影测量	322
13.1.2	变形观测的基本 方法	294	14.2.1	航空摄影	322
13.1.3	变形观测系统	295	14.2.2	航空像片的几何 特性	323
13.2	建筑物的沉降观测	295	14.2.3	航空像片的立体观察 和立体量测原理	325
13.2.1	沉降观测系统的 布设	296			
13.2.2	沉降观测的实施	296			

14.3	航空摄影测量成图方法	327	14.5.1	遥感影像的专题 制图	332
14.3.1	像片平面图和正射 影像	327	14.5.2	影像地图的制作	333
14.3.2	立体测图	328	14.5.3	遥感影像用于地图的 修编	333
14.3.3	数字测图概述	329		习题与思考题	334
14.4	遥感影像的处理	330		参考文献	335
14.4.1	遥感影像的辐射 校正	330		附录 A 电子全站仪系列表	插页
14.4.2	遥感图像的几何校正 和正射影像	331		附录 B 全球导航定位系统(GNSS) 系列表	插页
14.4.3	遥感影像分类	331		附录 C 数字水准仪系列表	插页
14.4.4	影像分割	332			
14.5	遥感影像制图	332			

绪 论

1.1 测绘学与测量学

测绘学是测量学与制图学的统称。它研究的对象是地球整体及其表面和外层空间中的各种自然物体、人造物体的有关空间信息。它研究的任务是对这些与地理空间有关的信息进行采集、处理、管理、更新和利用。测量学是研究测定地面点的几何位置、地球形状、地球重力场,以及地球表面自然形态和人工设施的几何形态的科学;制图学是结合社会和自然信息的地理分布,研究绘制全球和局部地区各种比例尺的地形图和专题地图的理论和技术的科学。由此可见,测量学与制图学是测绘学的两个组成部分,其中测量学是它的重要组成部分。

1.1.1 测量学研究的范围和内容

传统的测量学研究的对象是地球及其表面,但随着现代科学技术的发展,它已扩展到地球的外层空间,观测和研究的对象已由静态发展到动态,同时,所获得的观测量,既有宏量,也有微量,使用的手段和设备,也已转向自动化、遥测、遥感和数字化。

测量学研究的内容分测定和测设两部分。测定是将地面上客观存在的物体,通过测量的手段,将其测成数据或图形;测设是将人们的工程设计通过测量的手段,标定在地面上,以备施工。

1.1.2 测量学的分科

伴随着社会的进步,科学技术的发展,各方面对测量的要求不断变化和提高,测量学的分科也越来越细,诸如以下学科。

1. 大地测量学 它是研究和测定地球形状、大小和地球重力场,以及测定特定地面点空间位置的科学,它分几何大地测量学、物理大地测量学和卫星大地测量学(或空间大地测量学)三个分支学科。几何大地测量学是以一个与地球外形最为接近的几何体(旋转椭球)代表地球形状,用天文方法测定该椭球的形状和大小的学

科;物理大地测量学是研究用物理方法测定地球形状及其外部重力场的学科;卫星大地测量学是利用人造地球卫星进行地面点的定位,以及测定地球形状、大小和地球重力场理论、方法的学科。

2. 摄影测量与遥感学 它是研究用摄影和遥感的手段,获取被测物体的信息,并进行分析、处理,以确定物体的形状、大小和空间位置,并判定其属性的学科,它分为地面摄影测量学、航空摄影测量学和航天遥感测量学。

3. 工程测量学 它是研究工程建设和资源开发中在规划、设计、施工和运营管理各个阶段的测量工作理论、技术和方法的学科。由于建设工程的不同,根据其不同的要求,工程测量学又分为矿山测量学、水利工程测量学、公路测量学、铁道测量学,以及海洋工程测量学等;又由于工程的精度要求不同,又有精密工程测量学、特种精密工程测量学等。

4. 海洋测绘学 它是研究以海洋水体和海底为对象所进行的测量和海图编制理论、方法的学科。

5. 普通测量学 它是研究地球局部地区,不考虑地球曲率的影响,使用常规测量仪器、设备,进行测定和测设的学科。

本教材称为现代普通测量学,是在普通测量学的基础上,增加了现代测量科学技术的内容,同时又根据土木工程各专业的要求,充实了部分工程测量的内容而编写的。

另外,地图制图学是研究地图的编制和应用的学科,它是测绘学的一个重要组成学科,不属于测量学的范畴,它主要研究用地图图形信息反映自然界和人类社会各种现象的空间分布、相互联系及其动态变化。

1.2 测绘学的发展

1.2.1 测绘学发展简史

科学的产生和发展是由生产决定的。测绘科学也不例外,它是人类长期以来,在生活和生产方面与自然界斗争的结晶。由于生活和生产的需要,测量工作很早以前就被用于实际。早在公元前 21 世纪夏禹治水时,已使用了“准、绳、规、矩”四种测量工具和方法;埃及尼罗河泛滥后农田的整治也应用了原始的测量技术。

中国古代在天文测量方面一直走在世界前列,远在颛顼高阳氏(公元前 2513—公元前 2434 年)便开始观测日、月、五星定一年的长短,战国时已首先创制了世界最早的恒星表。秦代(公元前 246—公元前 206 年)用颛顼历定一年的长短为 365.25 天,与罗马人的儒略历相同,但比其早四五百年。宋代的《统天历》定一年为 365.242 5 日,与现代值相比,只有几十秒之差,可见天文测量在中国古代已有很大发展,并创制了浑天仪、圭、表和复矩等仪器用于天文测量。

在研究地球形状和大小方面,在公元前就已提出丈量子午线上的弧长,以推断地球的大小、形状。我国于唐代(公元 724 年)在僧一行主持下,实量河南从白马,经浚仪、扶沟,到上蔡的距离和北极星高度,得出子午线 1 度的弧长为 132.31km,为人类正确认识地球作出了贡献。17 世纪以来,牛顿和惠更斯从力学的观点,提出地球是两极略扁的椭球,纠正了地圆说,为正确地认识地球奠定了理论基础。1849 年斯托克斯提出利用重力观测资料确定地球形状的理论,从而提出了大地水准面的概念。

地(形)图是测绘工作的重要成果,它是生产和军事活动的重要工具,最早于公元前 20 世纪之前,苏美尔人、巴比伦人已绘制地图于陶片等的载体上,说明地图早已被人们所重视。我国最早的地图记载是夏禹铸九鼎,已是地图的雏形。公元前 7 世纪,春秋时期管仲著《管子》一书中对地图已有所论述;平山县发掘出土的春秋战国时期的“兆域图”,已经有了比例和符号的概念;在湖南长沙马王堆发现公元前 168 年的长沙国地图和驻军图,地物、地貌和军事要素已有表示。公元 2 世纪,古希腊的托勒密在《地理学指南》一书中,首先提出了用数学的方法将地球表象描绘成平面图的问题,已经提出了原始的地图投影的问题。公元 224—271 年,我国西晋的裴秀总结了前人的制图经验,拟定了小比例尺地图的编制法规,称《制图六体》,是世界上最早的制图规范之一。此后我国和其他一些国家都编制过多种地图,如元代朱思本绘制的《舆地图》;明代罗洪先绘制的《广舆图》和德国墨卡托编制的《地图》,已经构成地图集的形式。16 世纪测绘技术发展较快,尤其是三角测量方法的应用,为大地测量创造了条件,为测绘地形图打下了基础。

明代郑和下西洋绘制的《郑和航海图》、我国清代的《皇舆全图》(1708—1718)等在当时已是比较完善的地图了。

17 世纪开始,在资产阶级革命的推动下,生产力有所发展。为了满足生产力发展的需要,科学技术得到了迅猛发展。如望远镜的面世和应用,为测绘科学的发展开拓了光明前景,使测量方法、测绘仪器有了重大的改变;同时,在测量理论方面也有不少创造,最小二乘法理论就是其中的重要一项,一直使用至今。1903 年飞机的发明,使航空摄影测量成为可能,不但提高了成图工作速度,减轻了劳动强度,重要的是改变了测绘地形图的工作现状,为由手工业生产方式向自动化转化开创了光明的前途。

忆往昔,测绘科学技术的发展也和其他科学技术的发展一样,是由原始的、落后的方式,在漫长的人类社会发展的历程中,一步步发展起来的。是生产促进了测绘科学的发展,同时测绘科学技术又为发展生产力创造了条件。

1.2.2 现代测绘学的发展现状

20 世纪中叶,新的科学技术得到了快速发展,特别是电子学、信息学、电子计算机科学和空间科学等在自身发展的同时,给测绘科学的发展开拓了广阔的道路,创造了发展的条件,推动着测绘技术和仪器的变革与进步。测绘科学的发展很大部分是从测绘仪器发展开始的,然后使测绘技术发生重大的变革。如,1947 年,光波测距仪的问世;20 世纪 60 年代激光器作为光源用于电磁波测距,使长期以来艰苦的手工业生产方式的测距工作发生了根本性的变革,氦氖激光光源的应用使测程达到 60km 以上,精度达到 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 。固体激光器的应用使测程更加增大,使测月、测卫工作得以实现;80 年代开始,多波段(多色)载波测距的出现,抵偿、减弱了大气条件的影响,使测距精度大大提高,ME5000 测距仪达到 $\pm(0.2+0.1\times 10^{-6}D)$ 的标称精度。除了光波测距以外,微波测距也有很大发展,80 年代之后,全自动化的微波测距仪 CA-100、WM-20 等已用于军事部门。随着光源和微处理机的问世和应用,测距工作向着自动化方向发展。与此同时,砷化镓发光管和激光光源的使用使测距仪的体积大大减小,重量减轻,向着小型化迈出了一步,同时也使大地测量工作中以测角为主的面貌得到了彻底改变,除用三角测量外,还可用导线测量和三边测量,这些均在工程中得到广泛应用。