普通高等教育“十一五”国家级规划教材

现代测量学（第二版）

Modern Surveying

翟 翊 赵夫来 杨玉海 王同合 编著

测绘出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

现代测量学

Modern Surveying

（第二版）

翟翊　赵夫来　杨玉海　王同合　**编著**

安徽师范大学图书馆 藏书

测绘出版社

·北京·

© 翟翊　赵夫来　杨玉海　王同合　2016
所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 提 要

全书共13章,按内容分为四个单元。第一单元为测量学基础知识,内容包括绪论、测量的基本知识、测量误差的基本知识。第二单元为角度测量和距离测量,角度测量首先以直观的光学经纬仪入手,介绍测角原理和方法,然后介绍了电子经纬仪测角原理及其使用;距离测量和全站仪测量重点介绍了电磁波测距的原理、全站仪的使用和成果处理,包括距离测量及其数据处理;此外,还介绍了角度和距离化算到高斯平面的概念和方法。第三单元为控制测量,包括控制测量的点位布设、导线测量实施及计算,GNSS定位原理、测量及其成果处理。第四单元为数字测图,重点介绍野外数字测图的内容,包括数字地图信息的野外获取、数字地图的编辑成图、地形图的应用等;考虑到三维激光扫描技术的发展,本书在第十二章增加了激光扫描测量的内容。

本书可作为高等院校测绘工程专业及其相关专业的专业基础教材,也可供从事测绘专业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代测量学 / 翟翊等编著. — 2版. — 北京:测绘出版社,2016.7
普通高等教育"十一五"国家级规划教材
ISBN 978-7-5030-3956-0

Ⅰ.①现… Ⅱ.①翟… 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(2016)第137269号

责任编辑	雷秀丽	**执行编辑**	王佳嘉	**封面设计**	李　伟
责任校对	董玉珍	**责任印制**	陈　超		

出版发行	测绘出版社	**电　话**	010—83543956(发行部) 010—68531609(门市部) 010—68531363(编辑部)
地　址	北京市西城区三里河路50号		
邮政编码	100045		
电子信箱	smp@sinomaps.com	**网　址**	www.chinasmp.com
印　刷	北京京华虎彩印刷有限公司	**经　销**	新华书店
成品规格	184mm×260mm		
印　张	20.25	**字　数**	500千字
版　次	2008年12月第1版　2016年7月第2版	**印　次**	2016年7月第6次印刷
印　数	10321—11120	**定　价**	45.00元

书　号 ISBN 978-7-5030-3956-0

本书如有印装质量问题,请与我社门市部联系调换。

序

“测量学”是测绘学科不可缺少的公共技术基础课。通过该课程的教学，为学生在校学习掌握后续专业课程和今后从事测绘工作打好专业技术基础。近些年来，随着现代科学技术的飞速发展，在测绘学科中出现了以3S(GPS、RS、GIS)技术为代表的许多新测绘技术。测绘仪器电子化，数据处理自动化，测绘生产数字化，成果服务网络化，不仅是现代测绘技术的发展趋势，而且正在全面实现当中。因此测绘学的理论基础、工程体系、应用领域和科学目标均发生巨大变化，测绘学已发展成为研究地球和其他实体的与时空分布有关的地理信息的采集、量测、处理、显示、管理和利用的科学与技术。因此“测量学”的教学内容也应有相应的改革和变化。

解放军信息工程大学翟翊等四位教授合编的《现代测量学》，是在原同名教材基础上修编完成的。原教材曾获得第五届全国优秀测绘教材二等奖。教材具有先进的科学思想和理论水平，及时反映了测绘学科理论和技术的发展。本次修编，作者较好地处理了传统“测量学”与现代测绘新技术的关系，删除了“测量学”中过时的传统测绘内容，充实了现代测绘新技术。全书以数字测图为主线，以测绘新概念、新技术为重点，介绍了地形控制测量的理论和方法、野外数字测图的内容，包括数字地图信息的野外采集、数据处理和存贮，以及数字地图的编辑成图等。为了满足其他相关非测绘学科专业对“测量学”教学的要求，该教材还增加了建筑工程测量、建筑施工测量、建筑物变形观测等内容。

教材内容充实，结构严谨，叙述循序渐进，深入浅出，编写文笔流畅，通俗易懂，是一本具有改革气息的教材。

教材符合测绘学科专业本科培养计划和课程标准，不仅可作为测绘工程和其他相关专业“测量学”课程的教材，还可作为测绘和其他相关专业技术人员的技术参考书。

教育部高等学校测绘学科教学指导委员会主任
中国测绘学会测绘教育工作委员会主任
中国工程院院士
2008年7月

第二版前言

本书前身是解放军出版社2003年出版的同名教材，该教材2005年获第五届全国高等学校优秀测绘教材二等奖。2006年，作者根据测绘学科的发展和教育部高等学校测绘学科教学指导委员会制定的测绘工程专业教材规划的精神，对教材内容做了较大修改，通过教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”审批。

教材第一版自2008年出版之后又经四次印刷，被多所大学引用，深受读者欢迎。本次修订，作者广泛征求了使用本教材的教师和读者的意见，总结了多年来利用该教材教学的经验。原教材的一些内容，许多学校有专门的课程和教材，如地图数字化和建筑工程测量的内容，这次修订删除了该部分内容。考虑到三维激光扫描技术的发展，增加了有关内容。

修订工作由翟翊主持。全书共分13章，由翟翊、赵夫来、杨玉海和王同合编写。其中第一、二、三章由翟翊编写，第四、十、十一、十三章由赵夫来编写，第五、六章由杨玉海编写，第七、八、九、十二章由王同合编写。最后由翟翊统稿。

本书编写得到了信息工程大学地理空间信息学院领导和教科办同志们的大力支持，同时还得到了信息工程大学测量工程教研室全体同志的帮助，在此表示衷心的感谢！特别感谢信息工程大学导航与空天目标工程学院王力为本书第十三章三维激光扫描测量提供了材料。书中不当之处，欢迎广大读者批评指正。

作者

2016年5月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一版前言

本书是按照普通高等教育“十一五”规划教材的要求，根据测绘专业本科培养计划和课程标准编写的，不仅可作为测绘工程和其他相关专业“测量学”课程的教材，还可作为测绘和其他相关专业科技人员的技术参考书。

近年来，测绘科学和技术的飞速发展，新的测量仪器设备不断涌现，测绘技术从形式到内容都发生了巨大变化，测量自动化和测量成果的数字化已成为现代测量的发展方向。为了适应测量理论、技术、方法和仪器的最新发展，便于读者理解和掌握测量的基本原理和方法，本书力求以点位的确定为中心，以数字测图为主线，以测绘新概念、新技术为重点，不仅充实了现代测量的新技术，如 GPS 技术、数字测图的原理和方法等新内容，还对全站仪、电子经纬仪、电磁波测距仪、数字水准仪等做了较详细的介绍，同时，考虑到本书内容的通用性，还增加了地图数字化、地形图的应用、建筑施工测量和建筑物变形观测等内容。

全书共分五个单元。第一单元介绍测量学的基本概念、测量坐标系的建立、地形图和测量误差的基本知识；第二单元介绍角度测量、距离测量以及电子经纬仪、电磁波测距仪和全站仪的测量原理等内容；第三单元介绍导线测量、水准测量和三角高程测量的原理和方法，同时对数字水准仪的测量原理，GPS 测量的理论、方法和成果处理进行了阐述；第四单元重点介绍野外数字测图的内容，包括数字地图信息的野外获取、数据结构、数据处理以及数字地图的编辑成图，地图数字化和地形图的应用等；第五单元介绍工程测量的基础、建筑工程测量的基本方法和建筑物的变形监测等内容。

本书由翟翊、赵夫来、郝向阳和杨玉海编写。其中郝向阳编写第一、二、十二章，翟翊编写第三、七、八、九、十四章，赵夫来编写第四、十、十一、十三章，杨玉海编写第五、六、十五、十六章，全书由翟翊任主编并统稿。

解放军信息工程大学测绘学院现代测量技术教研室全体同志和国内有关专家同行对本书的编写提出了许多宝贵意见和建议，在此深表谢意。

合肥工业大学王侬教授和解放军信息工程大学的西勤教授对本书进行了全面审查，提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

最后，感谢解放军信息工程大学测绘学院训练部对本书编写出版的大力支持，感谢测绘出版社为本书出版所给予的指导和帮助。

书中不当之处，欢迎广大读者批评指正，以便再版时修订。

编著者

2008 年 4 月于郑州

目　录

第一单元　现代测量学基础

第 1 章　绪论 …… 3

1.1　测量学的任务及主要内容 …… 3

1.2　测绘学科的发展 …… 3

1.3　测量学的学科分支 …… 5

1.4　测量学的地位与作用 …… 6

第 2 章　测量的基本知识 …… 8

2.1　测量基准面 …… 8

2.2　测量坐标系 …… 10

2.3　高斯-克吕格投影 …… 13

2.4　高程系统 …… 18

2.5　方位角 …… 20

2.6　地图、地形图和地图比例尺 …… 22

2.7　地形图的分幅与编号 …… 24

第 3 章　测量误差的基本知识 …… 30

3.1　测量误差概述 …… 30

3.2　精度估计的标准 …… 34

3.3　观测值的算术平均值及其中误差 …… 37

3.4　误差传播定律 …… 39

3.5　非等精度观测值的最或然值及其中误差 …… 41

第二单元　角度与距离测量

第 4 章　角度测量 …… 51

4.1　角度测量的概念 …… 51

4.2　J6 光学经纬仪 …… 52

4.3 水平角和垂直角的观测与记录…… 58
4.4 经纬仪的检验校正…… 64
4.5 仪器误差对水平角的影响…… 68
4.6 电子经纬仪…… 72
4.7 水平角观测值的归算…… 77
第5章 距离测量 …… 81
5.1 钢尺量距…… 81
5.2 视距测量…… 84
5.3 电磁波测距…… 86
第6章 全站仪测量 …… 99
6.1 全站仪测量概述…… 99
6.2 全站仪的基本功能…… 99
6.3 全站仪目标自动识别与照准原理 …… 109
6.4 全站仪数据通信 …… 111

第三单元 控制测量

第7章 平面控制测量…… 125
7.1 平面控制测量概述 …… 125
7.2 导线的布设与实施 …… 129
7.3 坐标计算及方位角传递 …… 132
7.4 单导线的近似平差计算 …… 133
7.5 单导线的严密平差计算 …… 139
7.6 导线观测值粗差的定位 …… 144
7.7 测角交会测量 …… 147
7.8 测边交会与边角后方交会 …… 151
第8章 高程控制测量…… 154
8.1 高程控制测量概述 …… 154
8.2 水准测量的基本原理 …… 156
8.3 水准仪及水准标尺 …… 157
8.4 水准仪与水准标尺的检验与校正 …… 161
8.5 三、四等水准测量…… 165
8.6 水准测量的误差分析 …… 171

8.7 数字水准仪 …… 176
8.8 三角高程测量 …… 180
8.9 测距高程导线 …… 183
8.10 跨河水准测量 …… 185
第 9 章 GNSS 测量 …… 188
9.1 GPS 概述 …… 188
9.2 GPS 绝对定位的基本原理 …… 191
9.3 GPS 相对定位方法 …… 193
9.4 GPS 测量的作业模式 …… 195
9.5 GPS 控制网的技术设计 …… 197
9.6 GPS 控制测量的实施 …… 199
9.7 GPS 观测数据的预处理 …… 203
9.8 GPS 控制网平差计算 …… 205
9.9 GPS 水准与精密单点定位 …… 207

第四单元 数字测图

第 10 章 野外数据采集 …… 213
10.1 数字测图概述 …… 213
10.2 碎部点的测定方法 …… 216
10.3 图式符号及信息编码 …… 220
10.4 地物测绘 …… 227
10.5 地貌测绘 …… 230
10.6 野外采样信息的数据结构 …… 235
10.7 常用野外数据采集模式 …… 240
第 11 章 数字成图的原理与方法 …… 243
11.1 坐标变换 …… 243
11.2 地物符号设计的基本原理 …… 245
11.3 等高线的自动绘制 …… 251
11.4 图形裁剪 …… 258
11.5 规则图形的正形化处理 …… 261
11.6 图幅接边处理 …… 263
11.7 图廓整饰与绘图输出 …… 265

第 12 章 三维激光扫描测量 …… 267
12.1 激光扫描仪及其分类 …… 267
12.2 激光扫描仪测量原理 …… 269
12.3 激光扫描仪数据采集 …… 277
12.4 扫描数据预处理 …… 281
12.5 三维建模与可视化 …… 287
12.6 激光扫描仪精度测试 …… 291
12.7 激光扫描仪的工业应用 …… 293
12.8 激光扫描仪在地形测量中的应用 …… 294
第 13 章 地形图的应用 …… 298
13.1 地形图概述 …… 298
13.2 地形图的基本量算 …… 298
13.3 地形图的基本应用 …… 300
13.4 数字高程模型的建立 …… 304
13.5 数字高程模型的应用 …… 309
参考文献 …… 314

第一单元　现代测量学基础

现代测量学是测绘工程专业的基础课程，主要研究基本测量理论、地面点空间位置的测量方法和地形图测绘的理论与方法。本单元主要介绍现代测量学的基本知识、测量坐标系的建立、地形图和测量误差的基本知识。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第1章　绪论

1.1　测量学的任务及主要内容

测量学是研究如何测定地面点的平面位置和高程，将地球表面的地形及其他信息测绘成图，以及确定地球形状和大小的学科。显然，测量学以地球为研究对象，主要任务是利用测量仪器测定地球表面自然形态的地理要素和地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性等，并将地面的自然形态和人工设施等绘制成地图。

测量学包括普通测量学、大地测量学、地形测量学、摄影测量学、工程测量学和海洋测量学等学科，各分支学科分别对测量学中的一些理论和技术问题进行专门研究。从狭义的角度来说，测量学是指研究基础测量理论、基本测量方法和基本地形测图技术的学科，一般情况下这种概念的测绘工作限于较小区域的测量和制图，不考虑地球曲率的影响，将地球的局部表面当作平面来处理。目前的测量学在测绘科学体系中一般是指狭义的测量学概念。尽管测量学的各分支学科已基本从测量学的研究对象中分离而相对独立地进行发展，但测量学中涉及的有关基本概念、基本理论和基本方法仍是其各分支学科的基础。

近年来，随着科学技术的飞速发展，以计算机技术、电子技术、卫星导航定位技术和地理信息系统等为代表的先进技术的发展，全球卫星导航系统接收机、全站式电子速测仪、三维激光扫描仪和数控绘图仪等一大批现代测量仪器和设备得到了应用，并逐步替代了传统的测量仪器。因此，测量方法、测量手段和测量成果的形式都发生了根本性的变革，相应的测量概念、理论与技术也随之发生了变化。在这样的形势下，尽管测量学的研究对象和基本任务没有改变，但测量学的研究内容却发生了广泛而深刻的变化，现代测量学的概念也应运而生。

现代测量学是研究基本测量理论，利用现代测量仪器和测量方法测定地面点的空间位置，将地球表面的自然形态和人工设施测绘成数字地图的理论、技术和方法的学科。

1.2　测绘学科的发展

测绘学科起源于人类社会的生产需求，随着人类社会经济活动发展而发展。地球是人类繁衍生息的载体，在人类社会的发展过程中，必然要不断地认识、利用和改造自然环境。测量技术和测量工具是认识自然的有力武器，测量成果则直接应用于人类的社会经济活动。测绘学科具有悠久的发展历史。古埃及尼罗河洪水泛滥，水退之后两岸土地需重新划界，就有了测量工作。我国开展测量并利用测量成果，相传从公元前两千多年大禹治水时就开始了，司马迁在《史记·夏本记》中对其有“左准绳，右规矩”的记载，说明在上古时期就已经开始使用测量工具了。测量学的历史发展主要体现在测量理论、测量工具和测量成果与应用三个方面。

人类对地球的理解和认识经历了由定性到定量、由粗到精的过程。最早人们认为天圆地方，直到公元前6世纪，古希腊毕达哥拉斯论证了地球为球形。公元前3世纪，古希腊的埃拉

托色尼用天文观测方法首次推算了地球的周长和半径,证实了地圆说。公元 8 世纪,我国唐代天文学家张遂进行了世界上最早的实地弧度测量,通过测绳丈量的距离和日影长度推算出纬度差为 1°所对应的子午线弧长。1276 年中国元朝天文学家郭守敬主持了大规模的天文测量,并用球面三角解算天文问题,首次以海洋面作为高程的基准面。17 世纪末期,英国物理学家牛顿和荷兰的惠更斯首次根据力学原理提出地球是两极略扁的椭球,即地扁说。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了弧度测量,证实了地扁说。1806 年和 1809 年,法国的勒让德和德国的高斯分别提出了最小二乘准则,为测量平差理论奠定了基础。1849 年,英国的斯托克斯提出了根据重力测量数据确定地球形状的理论和计算方法。1873 年,德国的利斯廷提出了大地水准面的概念,并以此来表示地球的形状。19 世纪,法国最先开始近代三角测量,并提出用天文方位角控制三角测量误差积累的概念。人类对地球形状的认识过程以及所进行的测量实践,促进了测量学理论与技术的发展。

地图是测量工作的主要成果,地图的表示方法和制作方法是测量学发展的重要标志。早在春秋战国时期(公元前 770 年—公元前 221 年)就测出了"版图"和"土地之图",《管子·地图篇》中记载了地图的内容及其在军事上的应用,所谓"凡兵主者,必先审知地图"。1986 年,在甘肃天水放马滩秦墓出土了 7 幅成图时间不晚于秦始皇八年(公元前 239 年)的地图,是目前我国发现的较早的实物地图。公元前 3 世纪,埃拉托色尼最先在地图上绘制了经纬线。1973 年,在湖南长沙马王堆出土的 3 幅帛地图,绘于汉文帝十二年(公元前 168 年)以前,地图品种有《地形图》《驻军图》和《城邑图》;其中的《地形图》幅面为 96 cm 的正方形,图幅所示方位为上南下北,比例尺为 1∶18 万,图上大小 30 多条河流绘制清晰,与当今的地图所显示的河流骨架基本一致;从其表示内容、符号设计、制图精度与工艺水准看,已具相当高的水平。公元 2 世纪,古希腊的托勒密在他的巨著《地理学指南》中汇集了当时已明确的地球知识,描述了编制地图的方法,并提出了将地球曲面用平面表示的地图投影问题。西晋时期的裴秀提出了"制图六体"的原则,正确地解决了地图比例尺、方位、距离及其化算问题,并编绘出《地形方丈图》。16 世纪,欧洲墨卡托的《世界地图集》和中国罗洪先的《广舆图》代表了当时地图制作的最高水平。之后,随着测量仪器的不断发明和应用,使得根据实地测量结果绘制国家规模的地形图成为可能。清康熙年间,在全国范围内进行了大规模的地形图测绘,形成了《皇舆全览图》,为我国近代的测量学发展奠定了基础。社会的发展,迫切希望能在图纸上真实、形象地显示地貌起伏形态,由此出现了晕渲法、晕滃法和晕点法,直到 1729 年等高线法的出现,才圆满地解决了平面图纸上显示三维地貌的难题,能够在图上进行精确的距离、方向、高程、面积和土方计算。与此同时,地图分幅、图式符号设计、比例尺系列等方面的确定也逐步趋于科学化和规范化。

测量数据的获取离不开测量仪器,测量学的形成和发展在很大程度上依赖于测量仪器的革新与发展,测量仪器的进步甚至会引起测量理论、测量技术、测量成果的进步和发展以及测量应用领域的拓展。17 世纪之前,测量使用的工具比较简单,测量精度也比较低,以测距为主,如绳尺、步弓和矩尺等。1608 年,荷兰工匠利伯希发明望远镜;次年,意大利物理学家伽利略在利普塞尔发明的基础上,研制了高倍望远镜;1640 年,英国的加斯科因在望远镜上增加了十字丝,用于精确照准,成为光学测量仪器的开端。1730 年,英国的西森制成用于角度测量的经纬仪,促进了三角测量的发展。随后,相继出现了小平板仪、大平板仪和水准仪等光学测量仪器,用于野外直接测绘地形图。19 世纪中叶,法国的洛瑟达首创摄影测量方法;20 世纪初,出现了地面立体摄影测量技术;随着飞机的发明,摄影与航空技术开始用于测量,使测制地形

图的方法产生了重大变革。利用航空像片测制地形图，虽然仍需做一定的野外工作，但已大大减轻了野外工作量，提高了测图精度，加快了成图速度。可以说，从17世纪到20世纪中叶，光学测量仪器体系逐步形成并得到了较快发展，同时带动了传统测量理论与方法的发展并趋于成熟。到20世纪中叶以后，随着电子技术的发展，测量仪器开始向电子化的方向发展。1948年，电磁波测距仪的发明，克服了量距的困难，使导线测量、三边测量方法得到重视和发展。与此同时，电子计算机的发明和发展，促进了基于计算机的测量仪器设备的进一步发展，出现了用于航空摄影测量的解析测图仪和数控绘图仪，使得地形图测绘更加简便、快速和精确。

随着空间技术、计算机技术和信息技术以及通信技术的发展，特别是以“3S”(GIS、GPS、RS)技术为代表的现代测绘科学技术的发展，使测量手段发生了根本性的变化。常规大地测量被卫星大地测量所代替；航空摄影测量拓展为航空航天摄影测量，且利用遥感技术可以多波段、多类别地对地形进行探测，已进入了数字摄影测量阶段；地形测量已经由模拟测图转变为数字测图，测量成果也不仅仅是一纸地图，而是以数字地图和数字地面模型为主的数字地理信息，可用于各种类型的地理信息系统；工程测量实现了测量和数据处理的一体化；海洋测量的仪器和方法实现了自动化和信息化。传统的地形测量方法已经发生根本变化，以光学经纬仪、水准仪和平板仪为主要代表的传统测量仪器正在被全球卫星定位导航系统(GNSS)接收机、全站仪所取代。就地形测图而言，利用全站仪和动态GNSS接收机结合掌上电脑所构成的数字测图系统已完全改变了传统的测图模式，并可直接测得数字地图。数字地图不仅改变了地图产品的存储、生产模式，同时有利于地图产品的传输和更新，为建立地图数据库和地理信息系统提供了数据保障。

从测量学的发展历史可以看出，测量学的发展除了自身理论和方法的进步之外，在很大程度上取决于其他先进技术和仪器设备的发展，测量仪器和数据处理设备的每一次突破都相应地带来测量理论和技术的一次飞跃。可以预见，随着超站仪、测量机器人和激光雷达等新技术和仪器设备的引入，测量学的理论和技术又将迎来新一轮的快速发展。

1.3　测量学的学科分支

随着测量学理论和技术的不断发展，测量学的研究范围和研究对象随之细化，技术手段也不断得以扩展，从而形成了大地测量学、地形测量学、摄影测量学、工程测量学、海洋测量学等学科分支。

大地测量学是研究和测定地球形状、大小和地球重力场的理论、技术和方法的学科。其基本任务是建立地面控制网、重力网，精确测定控制点的空间位置，为地形测图和各种测量工作提供基础控制，为研究地球形状、大小、重力场及其变化提供基本数据。大地测量学又分为几何大地测量学、物理大地测量学和空间大地测量学。

摄影测量学是研究利用摄影或遥感手段获取被摄物体的影像数据，进行分析与处理，以确定被摄物体的形状、大小和空间位置，并判定其性质的学科。根据相机与被摄物体的距离远近，摄影测量分为航空摄影测量、航天摄影测量、地面摄影测量、近景摄影测量等。

地形测量学是研究测绘地形图的基本理论、技术和方法的学科。地形测量就是测绘地形图的全过程。地形包括地物和地貌，地形图是按照一定的比例尺，表示地物、地貌平面位置和

高程的正射投影图。随着测绘科学技术的进步,地形测量学研究如何利用现代测量仪器和测量方法测绘数字地形图,测量的成果为数字地形图,因此称为数字地形测量学。

工程测量学是研究工程建设在勘察设计、施工和管理阶段进行的各种测量工作的学科。主要研究内容包括工程控制网建立、地形测量、施工安装测量、竣工测量,以及变形监测和维修养护测量等。按照研究对象又可分为建筑工程测量、水利工程测量、矿山工程测量、铁路工程测量、公路工程测量、管线工程测量、桥梁工程测量、隧道工程测量、军事工程测量等。

海洋测量学是以海洋水体和海底为研究对象,研究海洋定位、测定海洋大地水准面和平均海水面、海底地形、海洋重力、海洋磁力、海洋环境等自然和社会信息的地理分布及编制各种海图的理论和技术的学科。主要研究内容包括海洋大地测量、海道测量、海底地形测量和海图编制。

1.4 测量学的地位与作用

测量学是一门应用学科,主要处理和解决物体的空间定位与空间表达问题。可以说,在所有人类活动需要准确测定所关心事物空间位置的场合,都离不开测量学。因而,测量学在科学研究、国民经济建设和国防建设等社会经济发展的诸多方面都发挥着重要作用并占有重要地位。

1.4.1 测量学在科学研究中的作用

地球是人类赖以生存和发展的基础和载体。随着人类的活动和自然形态与环境的变迁,人类对自身生存环境的变化也愈加关注,人类发现诸如地壳运动、地球潮汐、海平面变化和重力场变化等一系列具有区域性和全球性的重大课题需要深入认识和解决。测量学可以提供地球构造运动和地球动力学方面的观测数据和精确的几何信息,在探索地球的奥秘、深入认识和研究与地球有关的各种问题的发展变化规律方面发挥着重要作用。同时,利用测量学方法在研究地球相关问题的知识,也可以在对月球、火星等其他星体的研究中得以应用。

1.4.2 测量学在国民经济建设中的作用

测量学与国民经济建设的许多领域具有密不可分的关系,在国民经济建设中发挥着巨大而广泛的作用。在城乡建设规划、土地与海洋资源的调查与利用、农林牧渔的发展、生态环境保护以及各种工程建设中,都必须进行相应的测量工作,以获取各种必要空间位置信息,测制各种比例尺的地图和建立各种地理信息系统,为规划、设计、施工、管理和决策提供信息保障。例如,在城市建设、地质勘探、矿山开发、水利交通设施的建设中,首先要有准确的、现势性好的地形资料,才能进行科学的规划、设计、施工和管理;在一些大型隧道、桥梁和大坝等工程建设的全过程中,都需要依靠测量工作来保证工程的顺利实施。

1.4.3 测量学在国防建设中的作用

自古以来,测量技术以及通过测量所提供的地形数据和地图产品都在军事上起着不可或缺的重要作用。在军事上,地形图是战场地形的客观反映,作战计划的制订、兵力的配备与部署以及作战指挥,都以准确的地形图为基本依据。军事地形图也是部队实施机动的向导,精确

的地形信息是炮兵确定射击诸元的基础。在现代化战争中，武器装备和打击目标的定位、导弹的发射和制导也都离不开高精度的空间位置信息。以地理空间信息为基础的军事指挥系统和战场态势分析评估都需要以数字化的测量数据和基础地理信息作为保障，数字地理信息已成为现代战争中战场信息必不可少的组成部分。

思考题与习题

1. 什么是现代测量学？现代测量学与传统的测量学相比有何特点？
2. 结合自己的经历和所掌握的知识，说明测量学的地位和作用。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com