



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

测 量 学

卞正富 主编

非测绘类专业用

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series For 21st Century

测 量 学

卞正富 主编

非测绘类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

测量学/卞正富主编. —北京: 中国农业出版社;
2002.2

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-07450-1

I. 测... II. 卞... III. 测量学-教材 IV. P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 001341 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭
责任编辑 郑剑玲

北京东光印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 25.5

字数: 609 千字

定价: 35.70 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是普通高等院校非测绘类专业《测量学》课程面向 21 世纪教材。全书共分 14 章,分别介绍了测量学的任务与作用、水准测量、经纬仪与角度测量、距离测量与直线定向、测量误差与测量平差、小地区控制测量、GPS 技术及应用、大比例尺地形图测绘、地形图的应用、施工测量的基本工作、地籍测量、房产测量、数字化测图与数字地籍测量、土地利用与管理中的其他测量工作。

本书结构新颖、内容充实、文字流畅、图文并茂,既介绍了常规测绘仪器的使用,又反映了数字化测绘、GPS 定位等测绘新技术,理论与实践并重,每章附有重点提示、课后阅读参考书目和复习思考题。本书由中国矿业大学、沈阳农业大学、西南农业大学、武汉大学(原武汉测绘科技大学)、河北农业大学、甘肃农业大学、新疆农业大学、东北农业大学等八所高校教师合作完成。

本书适用于土地资源管理、工程管理、水利水电工程、农学、农业资源与环境、资源环境与城乡规划、园艺、林学、土木工程等专业,也可供与上述专业有关的函授大学、职业大学作教材及自学者使用。

土地资源管理专业
“面向 21 世纪课程教材”编委会

顾 问	李 元	刘书楷	周 诚	沈守愚	毕宝德	林增杰
	韩桐魁	叶公强	董德显	梁学庆	林 培	
主 任	王万茂					
副主任	曲福田	叶剑平	张凤荣	吴次芳		
委 员	(按姓氏笔画为序)					
	王万茂	王秋兵	卞正富	邓良基	艾建国	叶剑平
	曲福田	刘耀林	肖洪安	吴 群	吴次芳	吴克宁
	何训坤	张凤荣	张安录	陆红生	林 卿	欧名豪
	赵小敏	黄贤金	雷国平			

主 编	卞正富	中国矿业大学
副主编	纪明喜	沈阳农业大学
	谷达华	西南农业大学
编 委	周乐皆	河北农业大学
	刘普海	甘肃农业大学
	唐祥云	武汉大学
	张书毕	中国矿业大学
	李民生	新疆农业大学
	侯淑涛	东北农业大学
主 审	周丙申	中国矿业大学

总 序

此套高等院校土地资源管理专业主干课程系列教材是经教育部高等教育司批准立项的“面向 21 世纪课程教材”，共 15 种。

随着中国高等教育本科专业目录的调整，1997 年前经济学科中的土地管理和工学中的土地规划与利用两专业合并成土地资源管理专业，归属公共管理学科。随着专业属性的变化，有关土地资源管理专业课程设置和教学内容的改革与教材建设显得十分迫切。作为公共管理学科的土地资源管理，就其内涵来讲，是着眼于社会或政府如何确立和巩固与现行社会经济基础制度相适应的土地占有方式，调整土地关系；如何采取一系列经济、法律、行政与技术手段，对土地资源利用进行规划、控制、调节、监督和组织，实现土地资源既公平又有效的配置和可持续利用。在发达国家，经济市场化使得自然资源与环境管理成为政府的主要职能之一，以土地资源管理为核心的资源与环境管理已成为公共管理教学与研究的重要内容和主要分支学科，在大学本科、研究生及 MPA 教育中受到广泛重视。

中国土地资源管理学科建设，一方面要充分借鉴国外成熟的公共管理和土地资源管理的理论与方法；另一方面应以现阶段社会经济发展的土地资源问题为研究对象。随着我国经济体制的深入改革，尤其是计划经济向市场经济的转变，土地资源的产权关系、配置方式发生着深刻的变化；中国加入 WTO 后，不仅政府职能发生转变，经济全球化也急剧改变着区域土地利用结构，在促使经济快速发展的同时，也导致了难以预测的社会和环境变化；信息技术的进步及其在土地资源利用与管理中的应用，也大大改变着政府对土地资源的管理方式。所有这些，都应体现在土地资源管理学科体系、课程设置和教材内容之中。

近年来，全国各有关高校十分重视土地资源管理专业教材编写与出版工作。尤其是老一辈土地资源管理学家相继出版了一批有影响的教材或著作，如《土地经济学》（刘书楷）、《土地经济学》（毕宝德）、《土地利用规划学》（王万茂、韩桐魁、董德显）、《地籍管理》（林增杰、严星）、《土地管理学》（陆红生）、《土地资源学》（林培）等，对该学科教材建设起到了十分重要的作用。一批中青年学者也脱颖而出，编写了一批选题新颖的教材，拓展了该专业的知识体系。2000 年 12 月在南京召开了全国土地资源管理学科建设研讨会，2002 年 1 月教育部高等学校公共管理类教学指导委员会土地资源管理学科组和全国高等学校土地管理院长（系主任）联谊会在哈尔滨召开了土地资源管理专业本科教育教学改革研讨会，加快了我国土地资源管理专业本科教育教学改革与教材建设步伐。全国高等学校土地管理院长（系主任）联谊会和中国农业出版社在各高校自由申报、专家推荐的基础上，确定了 15 本教材的选题，并会同全国近 30 所大学组织这一套教材的编写工作。其宗旨：一是初步形成作为公共管理学科的土地资源管理专业的基础知识体系；二

是体现面向 21 世纪土地资源管理发展的要求，迎接新世纪对该专业人才培养的挑战；三是反映该学科教育教学改革的最新成果。我们希望此系列教材的出版，能为我国学习土地资源管理及相关专业的大学生们提供一套全新的教材，也为今后的教材建设打下一个良好的基础。

由于土地资源管理学科历史较短，教育教学改革还在进行，加上编写时间仓促，本套教材从选题到内容会有值得商榷之处，希望得到广大读者的评议和指正。

曲福田

2002 年 2 月

前 言

本书为普通高等院校非测绘类专业《测量学》“面向 21 世纪课程教材。本书结构新颖、内容充实、文字流畅、图文并茂，既介绍了常规测绘仪器的使用，又反映了数字化测绘、GPS 定位等测绘新技术，理论与实践并重，每章附有重点提示、课后阅读参考书目和复习思考题。本书除适用于土地资源管理专业外，还兼顾了工程管理（原房地产经营与管理）、水利水电工程、农业资源与环境、资源环境与城乡规划、园艺、林学、土木工程等专业的要求，这些专业可选学本教材的部分内容。

参加编写的人员及分工如下：卞正富编写了第一章、第十一章第一至第五节；纪明喜编写了第六章；谷达华编写了第四章、第十四章第一至第四节；侯淑涛编写了第五章第一至第七节；刘普海编写了第二章、第三章；唐祥云编写了第十三章；张书毕编写了第七章、第十一章第六至第十节、第十四章第五节、第五章第八节；周乐皆编写了第十章、第十二章；谷达华、李民生、刘普海共同编写了第八章；周乐皆、刘普海、李民生共同编写了第九章。纪明喜、谷达华、刘普海、唐祥云、张书毕和卞正富六位同志参加了统稿工作，统稿过程中，对有关章节作了较大的改动。最后由卞正富统一修改定稿。

中国矿业大学周丙申教授审阅了本书全部书稿，中国矿业大学朱鸿禧教授、张华海教授、武汉大学詹长根教授分别审阅了第一章、第七章、第八章、第九章、第十一章和第十三章书稿，他们对本书提出了宝贵的意见，在此作者表示衷心的感谢。

本书前九章内容主要参照 1999 年版《城市测量规范 CJJ 8-99》编写，地籍测量与房产测量部分分别参照 1993 年《城镇地籍调查规程 TD 1001-93》和 2000 年《房产测量规范 GB/T 17986.1-2000, 17986.2-2000》编写。在编写过程中参阅了国内外大量的文献，尤其是国内同类测量学教材，在此本教材编写组对这些文献的作者表示诚挚的谢意。中国矿业大学硕士生赵华、路云阁、博士生杨敏做了部分书稿的录入和插图制作等工作，作者在此谨致谢忱。

本教材力求简明扼要、通俗易懂，并兼顾不同教学学时数的学校和专业不同的要求，尽力反映常规的测绘手段和现代测绘科技的新成果与新发展，体现教材的成熟性、前瞻性和严谨性，但由于作者水平所限，加上新形势下组织多个院校编写一本全国通用教材有一定的难度，因此，本教材不当之处甚至错误在所难免，恳请读者批评指正，使本教材更加完善，使相关专业的测量学教学工作适应 21 世纪人才培养的要求。

卞正富

2002 年 1 月于徐州

目 录

总序

前言

第一章 绪论	1
第一节 测量学的任务与作用	1
第二节 地球的形状与大小	8
第三节 地面点位置的表示	10
第四节 地球曲率对测量工作的影响	15
第五节 测量工作的基本内容和程序	17
第二章 水准测量	20
第一节 水准测量原理	20
第二节 水准测量仪器和工具的构造及使用	21
第三节 水准测量的实施与校核方法	25
第四节 水准测量成果的内业计算	29
第五节 水准仪的检验和校正	31
第六节 水准测量误差来源及减弱措施	34
第七节 自动安平水准仪与电子水准仪	38
第三章 经纬仪与角度测量	42
第一节 角度测量原理	42
第二节 DJ ₆ 级光学经纬仪	43
第三节 DJ ₂ 级光学经纬仪	46
第四节 电子经纬仪	48
第五节 水平角测量	49
第六节 竖直角测量	53
第七节 经纬仪的检验和校正	55
第八节 角度观测的误差来源及其消减方法	61

第四章 距离测量与直线定向	65
第一节 距离丈量	65
第二节 钢尺量距的误差来源及减弱措施	70
第三节 视距测量	72
第四节 光电测距	75
第五节 直线定向	82
第五章 测量误差的基本知识	88
第一节 测量误差概述	88
第二节 观测值的算术平均值	91
第三节 衡量精度的标准	92
第四节 误差传播定律及其应用	95
第五节 最小二乘法平差原理	100
第六节 直接观测平差	102
第七节 条件平差	107
第八节 间接平差	111
第六章 小地区控制测量	118
第一节 控制测量概述	118
第二节 导线测量的外业工作	119
第三节 导线测量的内业计算	122
第四节 小三角测量	137
第五节 交会定点	144
第六节 高程控制测量	149
第七章 GPS 技术及应用	159
第一节 GPS 系统的构成	160
第二节 GPS 定位技术	162
第三节 影响 GPS 定位精度的因素	168
第四节 GPS 定位技术的实施	169
第五节 GPS 技术的应用	173
第八章 大比例尺地形图测绘	176
第一节 地形图比例尺	176
第二节 地物地貌在地形图上的表示方法	177
第三节 地形图测绘的内容	183
第四节 测图前的准备工作	190

第五节 大比例尺地形图测绘	191
第六节 地形图的拼接、检查和整饰	198
第七节 地形图的修测	199
第九章 地形图的识读与应用	203
第一节 概述	203
第二节 地形图的分幅与编号	203
第三节 地形图的识读	209
第四节 地形图的一般应用	214
第五节 地形图在工程中的应用	219
第六节 在地形图上量算图形面积	225
第十章 施工测量	231
第一节 施工测量概述	231
第二节 测设的基本工作	232
第三节 点的平面位置测设方法	235
第四节 建筑施工测量	238
第五节 线路工程测量	245
第六节 圆曲线测设	250
第十一章 地籍测量	254
第一节 地籍与地籍管理概述	254
第二节 地籍调查的工作内容与程序	256
第三节 地籍测量的数学基础	263
第四节 地籍平面控制测量	270
第五节 界址点测量	276
第六节 地籍图测绘	284
第七节 土地面积量算	292
第八节 变更地籍调查与测量	295
第九节 农村地籍测量	301
第十节 地籍调查与测绘成果的检查、上交及验收	303
第十二章 房产测量	308
第一节 概述	308
第二节 房产调查	310
第三节 房产要素测量	315
第四节 房产图绘制	317
第五节 房产面积测算	321

第六节 房产变更测量	326
第七节 房产测量成果的检查与验收	328
第十三章 数字化测图与数字地籍测量	331
第一节 概述	331
第二节 数字化测图的硬件环境	334
第三节 数字化测图的软件环境	340
第四节 数字化测图的作业流程	344
第五节 数字地籍测量与房产测量	357
第十四章 土地利用与管理中的其他测量工作	366
第一节 土地平整测量	366
第二节 土地权属界址线复原时的测绘工作	371
第三节 土地利用规划设计的现场铺图	376
第四节 划拨土地测量	380
第五节 勘界测量工作	385
附录-1 水准仪系列技术参数	392
附录-2 电子水准仪系列技术参数	392
附录-3 经纬仪系列技术参数	392

第一章 绪 论

重点提示：要求学生了解测绘科学的基本任务和作用，重点掌握测量学上地球形状和大小的表示方法及地面点位置的表示方法。本章涉及水准面与大地水准面、大地体、参考椭球体、椭球定位、地理坐标、平面坐标、投影变形、高斯投影、高程及高程基准、数字地球、空间基础设施、地球空间信息学等概念，要求同学熟练掌握，除此之外，学生还应牢记测量工作应遵循的原则，了解地球曲率对测量工作的影响。

第一节 测量学的任务与作用

一、测绘科学在人类文明发展史中的作用

测绘科学是一门古老的科学，在人类的文明发展史中起着重要的作用。测绘科学的发展首先从满足人们兴修水利、划分土地、军事战争及航海等需要开始。

1. 我国测绘科学的成就及其在社会发展史中的作用 我国在无文字记述的三皇五帝时代，就有伏羲氏“测北极高下……定南北东西”、“神农氏立地形，甄度四海”、黄帝“置衡量度亩数”、夏禹“行山表木，定高山大川……左准绳，右规矩”等等传说，反映了先祖们在征服自然的过程中，一开始就需要通过测绘来认识世界。

商周时期。近世考古发现殷墟甲骨文中已有弓、规、矩的记载，青铜器铭文也记述了军事地图和封疆测绘。

春秋战国时期。地图制作发展较快，诸如荆轲献“督亢”地图而“图穷匕首见”、若秦说合“以天下地图案之”、为军赋而测土地之图、韩非子谓“献图则地削”、《孙子兵法》论地形均附有地图数篇、管仲专著《地图篇》等。甘石星表为世界最古老的恒星表。特别是近世《兆城图》、《放马滩秦墓地图》的出土，进一步证实了春秋战国测绘的繁荣。

秦汉时期。秦统一度量并广收六国之图、令史禄修灵渠测南岭地形、每破诸侯则写放故室作之咸阳北阪。汉代《周髀算经》和《九章算术》标志着与测绘有关的数学的产生；张衡集浑天说之大成著《灵宪》，并创水运浑天仪及领先西方 1700 年的候风地动仪，萧何尽收秦地图建石渠阁而藏之等。特别是近世长沙马王堆汉墓三幅帛制地图的出土，是汉代测绘达于高峰的实证。

三国、魏晋南北朝时期。三国时，马钧复制指南车，刘徽注《九章算术》并增补“重差（唐

代取名《海岛算经》)一卷,张松告刘备蜀中地理形势并画地图山川处所,司马昭征蜀,命有司撰访吴蜀地图,孙礼凭旧图解决争界八年讼案,晋代裴秀所创“制图六体”在中国地图学史上具有划时代的意义,他还编撰了《禹贡地域图十八篇》及《天下大图》并编绘为《地形方丈图》。南北朝谢庄制作《木方丈图》是中国立体地图之始。

隋、唐时期。隋唐是中国测绘发展又一高峰,隋文帝统一尺度以均田度地,宇文恺为筑长城、凿运河、建大兴东都而规度测量,并著《东都图记》及《明堂图议》绘制明堂及木样。隋代图经图志的繁荣史无前例,《区宇图志》1200卷是全国山川图、城郭图及其图经、地志的总集,《西域图记》也标志着隋代域外地理与地图的发展。唐代图经地志几遍全国而更趋繁荣,《元和郡县图志》是全国性总图志的范本。唐代还建立了州县地图地志定期报送制度,并据以编制全国性《十道图》。唐代统治者大多比较重视图籍的搜集和管理,而出现了开元图籍盛世。敦煌发现的唐代星图及窦叔蒙著《海涛志》和封演著《说潮》等,领先于世界数百年而达较高水平。李筌撰《太白阴经》记述测量地势的“水平”、“照板”、“度竿”,杜佑撰《通典》,设测量章节引述水平测量方法。

五代十国时期。五代乱世,惟北周有所革兴,十国较少战乱,吴蜀及沿海经济较繁荣,在水利、城建、均田等测绘方面有局部推进,北周柴荣还亲绘《均田图》,并认真治理黄河水患,这些也为宋代测绘发展创造了一定条件。

两宋时期。重视疆域、土地测量,重修《十道图》、测绘《十八络图》,并令天下贡地图与版籍和集诸州图用绢百匹作《淳化天下图》等,并颁《经界法》打量画土开展全国土地测绘。沈括作为杰出代表,著《梦溪笔谈》首先发现磁偏角而改进指南针装置。

辽、金、元时期。辽、金对测绘无多建树。元代在测绘方面取得了令人瞩目的成就,其疆域最为广阔,进行了大量拨地、屯田、核田、经理的田土测量。在天文测量和海洋测量方面更有发展,郭守敬发明了许多天文测量仪器,主持了大规模恒星位置测定。他主持的“四海测验”是中古时代无可比拟的大范围地理纬度测量。在大面积地形和水准测量中首创海拔高程概念。海洋方面已用针路标定航线和测定在极星高度导航。海图已普遍使用,《海道经》中保存的《海道指南图》是中国目前发现的最早的古海图实物。朱思本编制的《舆地图》是汉代以来地理和地图成就的科学总结和现势资料与实地调查相结合的产物,形成了朱思本地图制图体系而影响及明代。

明朝时期。是中国传统测绘向西法过渡的转折,徐光启等引用西法,较精确地施行了纬度测量,并有浮海之人至赤道以南测量南极诸星位置。《郑和航海图》举世闻名。郑若曾还著有若干海防图志和地图。地图制图在品种数量上均有较大发展,如罗洪先编《广舆图》,是中国第一本综合地图集。陈祖绶编《皇明职方地图》是对朱思本、罗洪先制图传统的继承、发扬和创新。明末,利玛窦带来了西方测绘技术,中国测绘开始由传统向近代方法的转变。

清朝时期。是进一步推行新法测绘的时期,清初任用西方传教士进行测绘,促使测绘技术由传统向近代的转变。突出的体现是在康乾盛世和清末光绪年间。在此两段时期内,前后两次开展了全国性经纬度测量,构成了全国经纬控制网,康熙亲定以200里*合地球经线1度弧长,并

* 里为非法定计量单位:1里=1/2km。

以当时工部营造尺为标准,1 800 尺^{*}为1里,每尺合经线0.01",使长度单位统一,把长度单位与地球经线每度弧长联系起来,这在当时世界上是一个创举,是以地球形体来确定尺度的最早尝试。在全国性测量方面测绘了《康熙皇舆全图》、《雍正皇舆全图》、《乾隆内府皇舆图》、光绪年间的《清会典图》及各省地图集、1:2 000~1:5 万各比例尺地形图约9万 km²、若干疆界、行政区划、地籍及各种专业地图等。

中华民国时期。在测绘机构、法规、教育等方面对清末有所继承、改进和发展,但由于袁世凯窃国、军阀混战、列强划分势力范围、日本帝国主义疯狂侵略,国家始终未能真正统一,在长期战争的情况下,测绘受到严重的制约而进展缓慢,按南京政府《全国陆地测绘十年计划》,其基本控制测量完成数不足50%,地形图测绘仅1:5 万图完成77%,但约有一半国土面积未进行任何测量,惟地图制图完成了1:100 万全国地图的编绘。

2. 世界测绘科技的成就 在公元前4 000 多年前,古埃及由于尼罗河泛滥后,需要重新划分土地的边界,就进行土地丈量,从而产生了最初的测量技术。古希腊人也很早就掌握了土地测量方法,“测量学”按希腊文的含义即是“土地划分”。以后,随着科学和文化的进步,测绘科学的应用也日益扩展。在公元前3 世纪,希腊科学家就利用天文测量方法初步测定了地球的大小和形状。当然,那时使用的仪器和方法都是非常简单和原始的。

17 世纪(1608 年),荷兰人汉斯发明了望远镜,斯纳尔创造了三角测量方法,之后,法国人将望远镜装置在全圆分度器上用于角度测量,成为现代经纬仪的鼻祖。18 世纪中叶,出现了水准测量,法国地理学家毕阿土(Buache philippe, 1700—1773)在总结前人成果和经验的基础上,第一次提出了用等高线表示地形起伏和高低;后来,物理学家都克拉(Ducarla Bonifas, 1738—1816)又把这种方法做了详细的校订,并加以完善,使之更加实用。19 世纪,德国人高斯提出了“最小二乘法原理,之后又提出了横圆柱正形投影。1859 年,法国人洛斯达开创摄影测量,并制成第一台地形摄影仪,用于地面摄影并制成地图,1899 年摄影测量的理论研究取得进展,1903 年发明了飞机,在第一次世界大战中,开始应用航空摄影测量方法测绘地形图后,才使地形测量由野外转到室内。

1783 年,英国制造出度盘直径90cm,重达9kg 的经纬仪,1846 年,德国建立卡尔·蔡司光学仪器厂,开始了现代光学测绘仪器—光学经纬仪、水准仪的大规模生产。

二、测绘科学在科学技术进步与国民经济发展中的作用

1. 传统测量学的分支学科 传统的测量学被定义为“研究地球的形状和大小以及确定地面点位置的科学”。它的主要任务包括测定和测设两部分。测定就是使用测量仪器和工具,将测区内的地物和地貌缩绘成地形图,供规划设计、工程建设和国防建设使用。测设(也称放样、标定)就是把图上设计好的建筑物和构筑物的位置标定到实地上去,以便于施工。上述定义中尚不包括地图制图的内容,地图制图是对反映地球形状、地球重力场、地球上自然和社会要素的位置、形状、空间关系、区域空间结构的数据进行处理、分析或综合后加以表达和利用的学科。测

* 尺为非法定计量单位:1 尺=1/3m。

量和地图制图简称为测绘。

传统的测量学主要包括以下一些分支学科：

(1) 大地测量学。它以地球表面大区域为研究对象，这时必须考虑地球的曲率，因而在理论和方法上严密复杂。大地测量学研究地球的形状、大小及地球重力场的理论和测定方法，主要任务是在全国范围内布设大地控制网和重力网，精密测定一系列点的空间位置（三维坐标）和重力，为地学科学、空间科学、地形图测绘及工程施工提供控制依据。若只以国家三、四等控制为研究内容并为地形图测绘、地籍测量和施工测量提供控制基础，这种大地测量学特称控制测量学。大地测量学发展很快，研究的对象已从地球伸向宇宙空间，且可进一步分成常规大地测量学和人造卫星大地测量学。前者的内涵如前所述，后者是研究人造地球卫星观测方法和运动规律来解决大地测量问题的现代大地测量。

(2) 摄影测量学。是以获取地表摄影像片和辐射能的各种图像记录为手段，经过对图像的处理、量测、判释和研究，解决地形图测绘和环境信息的一门学科。按获取像片的方法不同，分为地面摄影测量学和航空摄影测量学。就其任务而言，早期主要用于地形图测绘，即用摄影机获取地面像片，在室内经处理后，建立与实地高低起伏相似的光学模型，使大量的野外作业转化为室内作业，减轻了测绘工作者的体力劳动，提高了测图效率，降低了测图成本。用摄影测量的手段成图是当今大面积地形图测绘的主要方法。摄影测量发展很快，特别是与现代遥感技术相配合，使用的光源可以是可见光、近红外光，并发展为在电磁波其他范围内得到影像；运载工具可以是飞机、卫星，并发展为宇宙飞船和其他飞行器；所测物体可以是固体，也可以是液体或气体，并可以随时间很快变化，从而使摄影测量服务的领域大为拓宽，除测绘地形图外，还用于矿产资源勘察、地球板块运动研究、环境污染监测、农业估产和农林灾害预防等。因此，摄影测量与遥感已成为非常活跃和富有生命力的一个独立学科。

(3) 地图制图学。利用测量所得的资料，研究如何投影编绘成地图，以及地图制作的理论、工艺技术和应用等方面的测绘科学是制图学的范畴。地图的功能是传递星球（如地球）表面的各种信息，它与文字描述的区别在于它对信息的分布能予以精确直观的定位，即一幅平面的地图上能传递三维信息，或以抽象的手段表达信息的动态。地图分析就是把地图表象作为研究对象，对于我们感兴趣的客体，利用地图上所载负的客观实体的信息进行科学研究，探索和揭示它们的分布、联系、演化过程等规律，预测预报它们的前景，即将地图作为空间模型，用多种方法对各种地图表象进行分析解释。

(4) 普通测量学。它不是一个独立的学科，而是测绘类各专业的公共基础，主要研究测量的基本原理、大比例尺地形图测绘理论、方法和工程测量基本方法。测量学是以地球表面小区域为研究对象，因地球曲率半径很大（平均为 6 371km），可视小区域球面为平面而不必顾及地球的曲率，这样一来，使理论和方法都得到简化。若只研究地球表面小区域地形图测绘的理论和方法，就称为地形测量学。把地球表面的形态，采用正射投影的理论，使用一定符号，按一定比例，相似地缩绘到平面图上，这种图叫做地形图。地形图的测绘和应用是普通测量学核心内容之一，地形图在国民经济和国防建设中有着广泛的用途。

(5) 工程测量学。是研究各项工程在规划设计、施工放样、竣工验收和运营等阶段中测量理论和方法的一门学科。主要任务有：将图上设计好的建筑物标定到实地，确保其形状、大小、位