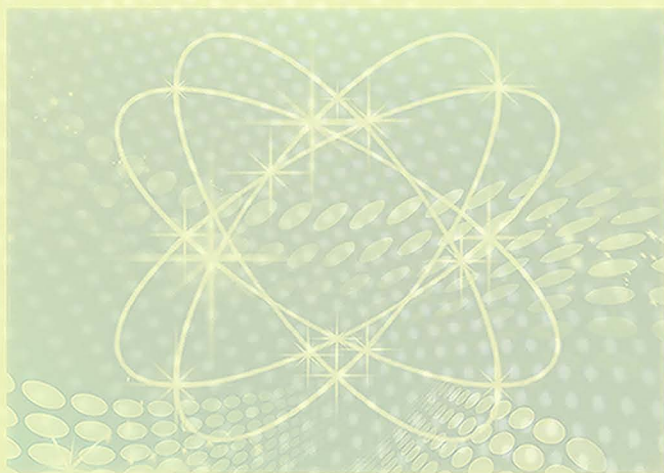


测绘基础

主编 张东明



武汉大学出版社

高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版

测 绘 基 础

主 编 张东明
副主编 弓永利 杨爱琴
主 审 王金玲

武汉大学出版社

内 容 简 介

本书是按照教育部 2012 年印发的《高等职业学校专业教学标准(试行)》——高职测绘地理信息类专业对人才培养的要求及课程设置,由全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会组织编写的“十二五”规划教材之一。按照测绘生产过程,基于进行地面点定位和地形图测绘等工作任务所需的知识与技能要求,组织教材内容。本书共 10 章,内容包括:测绘的发展及应用、测绘基础知识、角度测量、距离测量、测量误差与数据处理基础、平面控制测量、大比例尺地形图测绘、地形图的应用、技能训练等。

本书可满足高职高专院校测绘地理信息类专业对“测绘基础”课程教学的需求,也可作为测绘工程、土建大类、路桥、交通、国土等各专业工程技术人员从事测绘工作的参考书。

序

武汉大学出版社根据高职高专测绘类专业人才培养工作的需要，于2011年和教育部高等教育高职高专测绘类专业教学指导委员会合作，组织了一批富能行本测绘教学经验的教师，结合目前教育部高职高专测绘类专业教学指导委员会研制的“高职测绘类专业规范”对人才培养的要求及课程设置，编写了一套《高职高专测绘类专业“十二五”规划教材·规范版》。该套教材的出版，顺应了全国测绘类高职高专人才培养工作迅速发展的要求，更好地满足了测绘类高职高专人才培养的需求，支持了测绘类专业教学建设和改革。

当今时代，社会信息化的不断进步和发展，人们对地球空间位置及其属性信息的需求不断增加，社会经济、政治、文化、环境及军事等众多方面，要求提供精度满足需要，实时性更好、范围更大、形式更多、质量更好的测绘产品。而测绘技术、计算机信息技术和现代通信技术等多种技术集成，对地理空间位置及其属性信息的采集、处理、管理、更新、共享和应用等方面提供了更系统的技术，形成了现代信息化测绘技术。测绘科学技术的迅速发展，促使测绘生产流程发生了革命性的变化，多样化测绘成果和产品正不断努力满足多方面需求。特别是在保持传统成果和产品的特性的同时，伴随信息技术的发展，已经出现并逐步展开应用的虚拟可视化成果和产品又极好地扩大了应用面。提供对信息化测绘技术支撑的测绘科学已逐渐发展成为地球空间信息学。

伴随着测绘科技的发展进步，测绘生产单位从内部管理机构、生产部门及岗位设置，进而相关的职责也发生着深刻变化。测绘从向专业部门的服务逐渐扩大到面对社会公众的服务，特别是个人社会测绘服务的需求使对测绘成果和产品的需求成为海量需求。面对这样的形势，需要培养数量充足，有足够的理论支持，系统掌握测绘生产、经营和管理能力的应用性高职人才。在这样的需求背景推动下，高等职业教育测绘类专业人才培养得到了蓬勃发展，成为了占据高等教育半壁江山的高等职业教育中一道亮丽的风景。

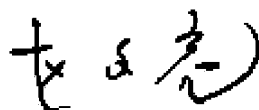
高职高专测绘类专业的广大教师积极努力，在高职高专测绘类人才培养探索中，不断推进专业教学改革和建设，办学规模和专业点的分布也得到了长足的发展。在人才培养过程中，结合测绘工程项目实际，加强测绘技能训练，突出测绘工作过程系统化，强化系统化测绘职业能力的构建，取得很多测绘类高职人才培养的经验。

测绘类专业人才培养的外在规模和内涵发展，要求提供更多更好的教学基础资源，教材是教学中的最基本的需要。因此面对“十二五”期间及今后一段时间的测绘类高职人才培养的需求，武汉大学出版社将继续组织好系列教材的编写和出版。教材编写中要不断将测绘新科技和高职人才培养的新成果融入教材，既要体现高职高专人才培养的类型层次特征，也要体现测绘类专业的特征，注意整体性和系统性，贯穿系统化知识，构建较好满足现实要求的系统化职业能力及发展为目标；体现测绘学科和测绘技术的新发展、测绘管理

与生产组织及相关岗位的新要求；体现职业性，突出系统工作过程，注意测绘项目工程和生产中与相关学科技术之间的交叉与融合；体现最新的教学思想和高职人才培养的特色，在传统的教材基础上勇于创新，按照课程改革建设的教学要求，让教材适应于按照“项目教学”及实训的教学组织，突出过程和能力培养，具有较好的创新意识。要让教材适合高职高专测绘类专业教学使用，也可提供给相关专业技术人员学习H，在培养高端技能应用性测绘职业人才等方面发挥积极作用，为进一步推动高职高专测绘类专业的教学资源建设，作出新贡献。

按照教育部的统一部署，教育部高等教育高职高专测绘类专业教学指导委员会已经完成使命，停止工作，但测绘地理信息职业教育教学指导委员会将继续支持教材编写、出版和使用。

教育部测绘地理信息职业教育教学指导委员会副主任委员



二〇一三年一月十七日

前 言

为了进一步推动高职高专测绘类专业的教学资源建设,整合全国优质教学资源,结合教育部2012年印发的《高等职业学校专业教学标准(试行)》——高职测绘地理信息类专业对人才培养的要求及课程设置,全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会组织编写能“十二五”规划教材,本书是其中之一。

在《高等职业学校专业教学标准(试行)》中,“工程测量技术”、“工程测量与监理”、“地理信息系统与地图制图技术”等7个测绘地理信息类专业均将“测绘基础”作为专业基础课程进行开设。在教材编写中,结合高职教育特点和学生实际,根据测绘地理信息行业企业发展需要和完成测绘职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力和素质要求,选取教材内容,注重介绍与测绘工程实践密切相关的作业方法、手段、技术和技能。教材体现教、学、做相结合,理论与实践一体化的教学特点,按照测绘生产的过程,基于地面点定位和地形图测绘的工作任务对所需的知识与技能进行分解和重构,有针对性地序化与构建能力单元,按照测绘基本技能、水准测量、导线测量、测量误差基本知识应用、地形图测绘等项目组织教材内容,开展相关测绘知识、理论、技能和方法的学习。

本书由昆明冶金高等专科学校张东明教授担任主编,内蒙古建筑职业技术学院弓永利、甘肃工业职业技术学院杨爱琴担任副主编。参加编写的人员有张新盈(河南水利与环境职业学院)、陈旭(黄河水利职业技术学院)、师军良(黄河水利职业技术学院)、张莉(包头铁道职业技术学院)、陈占(昆明冶金高等专科学校)。各章节的编写分工如下:第1章、第10章、附录由张东明编写,第2章由杨爱琴编写,第3章由张新盈编写,第4章由陈旭编写,第5章由师军良编写,第6章由张莉编写,第7章由陈占编写,第8章由弓永利、张东明编写,第9章由弓永利编写。全书由张东明负责统稿、定稿,并对部分章节进行了补充和修改。

本书由湖北水利水电职业技术学院王金玲教授担任主审,为书稿提供了宝贵的修改意见。武汉大学出版社王金龙老师为书稿的出版付出了大量辛勤劳动。在此表示衷心的感谢!

本书的编写得到了全国测绘地理信息职业教育教学指导委员会和武汉大学出版社的大力支持,是参与编写的各院校教师共同努力的结果。同时,在编写本书的过程中参阅了大量的书籍,在此对这些参考书籍的编者表示由衷的感谢。

由于作者水平有限,书中错误在所难免,希望读者不吝指正。

编 者

2013年7月

目 录

第 1 章 测绘的发展及应用	1
1.1 测绘的基本概念与研究内容	1
1.2 测绘的发展历史	4
1.3 测绘的学科与职业分类	6
1.4 测绘在经济建设和社会服务中的作用	9
本章小结	11
习题和思考题	11
第 2 章 测绘基础知识	12
2.1 地球在测绘中的描述	12
2.2 平面坐标系	14
2.3 高程系统	18
2.4 地面点位的确定	19
2.5 测绘中常用的单位	23
本章小结	24
习题和思考题	24
第 3 章 角度测量	25
3.1 角度测量原理	25
3.2 角度测量仪器的使用	26
3.3 水平角测量方法与技术	34
3.4 竖直角测量方法与技术	38
3.5 角度测量误差与预防	40
3.6 角度测量仪器的常规检验与校正	42
本章小结	45
习题和思考题	46
第 4 章 距离测量	49
4.1 钢尺量距	49
4.2 视距测量	56
4.3 电磁波测距	58

4.4 直线定向·····	62
本章小结·····	69
习题和思考题·····	70
第5章 高程测量 ·····	73
5.1 水准测量的原理·····	73
5.2 水准测量的常规仪器和工具·····	75
5.3 电子水准仪·····	78
5.4 水准测量高差观测·····	80
5.5 普通水准测量·····	84
5.6 三、四等水准量·····	86
5.7 水准路线和高程计算·····	88
5.8 测量误差与预防·····	91
5.9 水准测量仪器的常规检验与校正·····	93
5.10 三角高程测量·····	95
本章小结·····	99
习题和思考题·····	99
第6章 测量误差与数据处理基础 ·····	103
6.1 测量误差理论的概述·····	103
6.2 测量误差传播定律·····	108
6.3 测量平差值的计算·····	114
6.4 精度评定·····	119
本章小结·····	123
习题和思考题·····	124
第7章 平面控制测量 ·····	126
7.1 控制测量概述·····	126
7.2 导线测量的外业工作·····	129
7.3 导线测量的内业计算·····	133
7.4 小三角测量·····	140
7.5 交会定点·····	141
本章小结·····	145
习题和思考题·····	145
第8章 大比例尺地形图测绘 ·····	147
8.1 地形图的基础知识·····	147
8.2 地形图图式·····	155

8.3 地形测图的准备工作	166
8.4 地形图的测绘	169
8.5 地形图的拼接与整饰	175
8.6 地形图的检查验收与质量评定	176
本章小结	179
习题和思考题	180
第9章 地形图的应用	182
9.1 地形图的识读	182
9.2 地形图的基本应用	186
9.3 地形图在工程设计中的应用	191
9.4 地形图在平整土地中的应用	194
本章小结	198
习题和思考题	199
第10章 技能训练	201
训练1 认识与操作 DJ ₆ 经纬仪	201
训练2 测回法水平角观测	203
训练3 方向法水平角观测	205
训练4 竖直角观测	207
训练5 经纬仪的检验与校正	209
训练6 全站仪的认识与基本操作	210
训练7 认识与操作 DS ₃ 水准仪	212
训练8 普通水准测量	214
训练9 四等水准测量	216
训练10 微倾式水准仪的检验和校正	218
训练11 视距测量	220
训练12 全站仪三要素测量	221
训练13 图根导线测量	222
训练14 经纬仪碎部测量	224
本章小结	225
附录 测绘基本术语	226
参考文献	231

第 1 章 测绘的发展及应用

【教学目标】测绘基础是测绘地理信息类专业学生的专业入门课程，是一门理论和实践紧密结合的课程。在本章的教学中，通过对测绘概念的学习，掌握从事绘地理信息工作的内容，了解测绘技术的发展，对测绘学科的各个应用领域有所了解。在学习测绘职业岗位内容的基础上，了解各个职业资格对知识、技能的要求，为后续专业课程的学习起先导作用。通过了解测绘在经济建设和社会服务中的作用，增强学生对测绘地理信息专业学习的兴趣。

1.1 测绘的基本概念与研究内容

1.1.1 测绘的基本概念

测绘是一门古老的学科和专业，有着悠久的历史。测绘是测量和地图制图的简称。常规而言，就是以地球表面为研究对象，利用测量仪器测定地球表面自然形态和地表人工设施的形状、大小、空间位置及其属性，然后根据观测到的数据通过地图制图的方法将地面的自然形态和人工设施绘制成地图。

随着人类活动范围的扩大和科学技术水平的发展，对地球表面形状和现象的测绘，不限于较小区域，而扩大到大区域，例如一个国家，一个地区，甚至全球范围。此时，测绘不仅研究地球表面自然形态和地表人工设施的几何信息获取方法、以及几何信息和属性信息的表达与描述，而且将地球作为一个整体研究其物理信息，例如地球重力场等。所以，从大的概念上讲，测绘就是研究测定和推算地面及其外空间点的几何位置，确定地球形状和地球重力场，获取地球表面自然形态和人工设施的几何分布以及与其属性有关的信息，编制全球或局部地区各种比例尺的普通地图和专题地图，建立各种地理信息系统，为国民经济发展和国防建设以及地学研究服务。

从应用层面上讲，测绘是为国民经济、社会发展以及国家各个部门提供地理信息保障，并为各项工程顺利实施提供技术、信息和决策支持的基础性行业。对于高职学生的学习和就业而言，测绘主要就是在测绘、水利、电力、公路、铁路、国土资源、城市规划、建筑、冶金、地质勘探、矿山、林业、农业、石油、海洋等行业，为各项工程顺利实施提供空间位置信息与测绘技术保障。其主要职业岗位是工程测量、大地测量、地籍测绘、房产测量、摄影测量、地理信息数据生产等。

在国家层面，测绘是准确掌握国情力、提高管理决策水平的重要手段，对于加强和改

善宏观调控、促进区域发展、建设创新国家等具有重要作用。同时测绘工作涉及国家秘密，地图体现国家主权和政治主张，对于维护国家主权、安全和利益至关重要。

在 2002 年由全国科学技术名词审定委员会公布的《测绘学名词》一书中，对测绘学的定义是：英文名称为 Geomatics, surveying and mapping，研究与地球有关的基础空间信息的采集、处理、显示、管理、利用的科学与技术。

我国的测绘地理信息高等教育主要有高等职业教育、本科教育、研究生教育。研究生教育专业为测绘科学与技术，下设大地测量学与测量工程、摄影测量与遥感、地图制图学与地理信息工程三个研究方向；本科教育专业设置为测绘类，下设测绘工程、遥感科学与技术两个专业；高等职业教育专业设置为测绘地理信息类，下设工程测量、工程测量与监理、摄影测量与遥感技术、大地测量与卫星定位技术、地理信息系统与地图制图技术、地籍测绘与土地管理信息技术、矿山测量等七个目录内专业，此外还设置了测绘与地理信息技术、测绘工程技术、测绘与地质工程技术等三个目录外专业。

1.1.2 测绘的研究内容

从测绘的基本概念和我国测绘高等教育的专业设置可知，其研究内容很多，涉及国家经济建设的多个行业和领域。从测绘地球研究方面而言，其主要内容为以下几个方面：

1. 建立全国统一的测绘基准和测绘系统

在已知地球形状、大小及其重力场的基础上建立一个统一的地球坐标系统，用以表示地球表面及其外部空间任一点在这个地球坐标系中的几何位置。全国统一的测绘基准和测绘系统是各类测绘活动的基础。

测绘基准是指一个国家的整个测绘的起算依据和各种测绘系统的基础，包括所选用的各种大地测量参数、统一的起算面、起算基准点、起算方位以及有关的地点、设施和名称等。我国目前采用的测绘基准主要包括大地基准、高程基准、深度基准和重力基准。

1982 年，我国建成了由 4.8 万个点组成的国家平面控制网，建立了 1980 国家大地坐标系——西安坐标系。1997 年，建成了国家高精度 GPS A、B 级网，实现了三维地心坐标的全国覆盖。2003 年，建成了由 2500 个点组成的 2000 国家 GPS 大地控制网。2004 年，建成了由近 5 万个点组成的 2000 国家大地控制网。

1984 年，建成总里程 9.3 万千米、包括 100 个环的国家一等水准网。1990 年建成了总里程 13.6 万千米的国家二等水准网，在上述成果的基础上建成了 1985 国家高程系统。

1985 年，建成了由 6 个重力基准点、46 个重力基本点和 163 个重力一等点组成的 1985 国家重力基本网。2003 年建成了由 19 个基准点和 119 个基本点构成的新一代国家重力基准——2000 国家重力基本网。从 20 世纪 80 年代以来，我国开始了测绘基准现代化进程，见图 1.1 所示。

2. 地表形态的测绘

依据控制测量建立起的地面上大量点的坐标和高程，使用测绘仪器（如全站仪、水准仪、GNSS 测量系统、摄影测量和遥感系统等），按一定的测量方法，进行地球表面的起伏变化、地形地貌、各种自然地物和人工建（构）筑物的测量工作，并按照一定的规范和技术要求，绘制各种比例尺的地形图或建立地理信息数据库等工作。

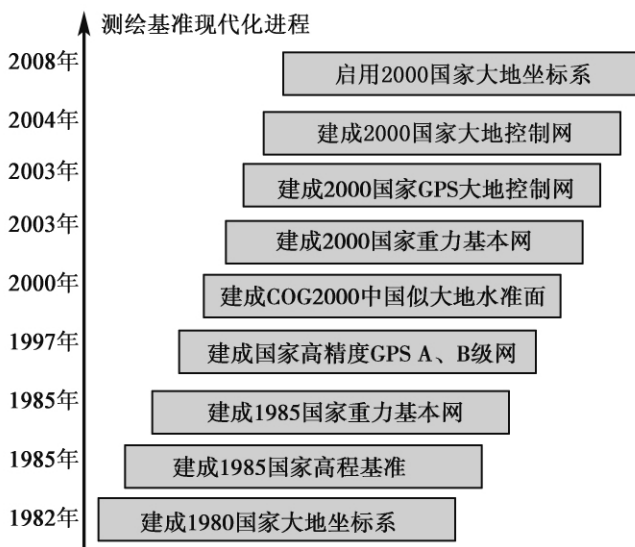


图 1.1 我国的测绘基准现代化进程

3. 地图制图

将使用测量仪器和测量方法获取的自然界与人类社会现象的空间分布、相互联系及其动态变化信息以地图的形式反映和展示出来。在经过地图投影、综合、编制、整饰和制印后，形成各种比例尺的普通地图和专题地图。

4. 工程建设测绘

各种经济建设和国防工程建设的勘测、设计、施工和管理阶段都需要进行测绘工作。这些测绘工作直接为各项工程的勘测、设计、施工、安装、竣工、监测以及运营管理提供保障和服务，用测绘资料引导工程建设的实施，监测建(构)筑物的形变。

5. 海洋测绘

海洋面积占地球面积的 71%。同时，我国也是一个海洋大国，东、南面有长达 1.8 万公里的海岸线，与之相邻有渤海、黄海、东海和南海。因而，利用测绘仪器，在一定的测绘方法支持下，对海洋及其邻近陆地和江河湖泊进行测量和调查，编制各种海图和航海资料。

6. 测量数据处理

在进行各种类型的测绘工作时，由于测量仪器构造上存在的缺陷、观测者的技术和自然环境各种因素，如气温、气压、风力、透明度和大气折光等变化，对测量工作都会有影响，给测量结果带来误差。因此，需要依据数学上的一定准则，由一系列带有观测误差的测量数据，求出未知量的最佳估值及其精度。依据不同的测绘理论和方法，使用不同的仪器和设备，采用不同的数据处理和平差手段，最后获取符合不同应用领域要求的测绘成果。

纵观上述研究内容，可以看出测绘的三个基本任务是：一是精确地测定地面点的位置

(X, Y, Z)及地球的形状和大小；二是将地球表面的形态及其他相关信息测绘成图；三是进行经济建设和国防建设所需要的测绘工作。

1.2 测绘的发展历史

测绘是一门古老的学科，有着悠久的历史。测绘技术起源于社会的生产需求，伴随着人类的活动而产生，随着社会的进步而进步。

远在公元前 1400 年的古埃及，在尼罗河泛滥后，农田边界的整理过程中，就产生了较早的测量技术，用于地产边界的测量工作。公元前 3 世纪，希腊的科学家就用天文测量方法测定地球的形状和大小。公元前 340 年，希腊科学家亚里士多德在他的《论天》一书中明确提出地球的形状是圆的。又过了 1 个世纪后，亚历山大的埃拉托斯尼采用在两地观测日影的方法，首次推算出地球子午圈的周长和地球的半径，证实了地圆说。这是测量地球大小的“弧度测量”方法的初始形式。到 17 世纪末，为了用地球的精确大小定量证实万有引力定律，英国的牛顿和荷兰的惠更斯首次从力学原理提出地球是两极略扁的椭球，即为地扁说。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，法国的拉普拉斯和德国的高斯相继指出地球的非椭球性。1873 年，利斯廷创造出“大地水准面”一词，并以此面表示地球的形状。直到 1945 年，前苏联的莫洛坚斯基创立了用地面重力测量数据直接研究地球自然表面形状的理论。因此，人类对地球形状的认识经历了“圆球→椭球→大地水准面→真实地球自然表面”的过程。

中国是一个文明古国，测绘技术也发展得相当早，相传公元前两千多年夏代的《九鼎》就是原始地图。《史记夏本纪》中描写大禹治水时测量情景的“左准绳，右规矩，载四时，以开九州，通九道、陂九泽、度九山”。“准”是测量高低的，“绳”是量距的，“规”画圆，“矩”是画方形和三角形。那时还有一个测量单位是“步”，折三百步为一里，《山海经》也说，禹王派大章和竖亥两位徒弟步量世界大小。颛顼高阳氏(公元前 2513—前 2434 年)时，便开始观测日、月五星，定一年长短。到了秦代(公元前 246~前 207 年)用颛顼历定一年的长短为 365.25 日。公元前 7 世纪前后，即春秋时期管仲在所著《管子》一书中已收集了早期的地图 27 幅。1973 年，长沙马王堆三号汉墓出土的西汉初期的帛地图《地形图》、《驻军图》、《城邑图》是目前所发现的我国最早的地图。

公元 2 世纪，古希腊的托勒密在他的巨著《地理学指南》里汇集了当时已明确的有关地球的一般知识，阐述了编制地图的方法，并提出了将地球曲面表示为平面的地图投影问题。100 多年后，两晋初年裴秀编绘的《禹贡地域图》是世界最早的历史图集。裴秀编绘的《地形方丈图》是中国全国大地图，并且提出世界最早的制图理论，即《制图六体》，六体是“分率、准望、道里、高下、方邪、迁直”。分率——比例尺、准望——测量方法、道里——测量距离、高下——测量高低、方邪——测量角度、迁直——测量曲线与直线，使地图制图有了标准，提高了地图的可靠程度。16 世纪，以荷兰墨卡托的《世界地图集》和中国罗洪生的《广舆图》为代表，总结了 16 世纪以前西文和东方的历史成就。17 世纪初，荷兰人汉斯发明了望远镜，斯约尔创造了三角测量方法。法国人都明、特里尔提出用等高线表示地貌。德国科学家高斯提出最小二乘法理论，而后他又提出了横圆柱投影学说，使

得地图的测量更为精确。清初康熙年间，在中国历史上首次使用测量仪器测绘完成了全国性大规模的《皇舆全览图》。18 世纪出现了水准测量方法，提高了地形测图的精度。1899 年摄影测量理论得到发展，1903 年发明了飞机后，便使用了航空摄影测量方法测绘地形图。

20 世纪 50 年代前后，电子学、电子计算机、近代光学和航天技术的迅速发展为测绘科学的发展开辟了新的途径。1947 年光波测距的问世，使距离的测量工作产生了一大变革，20 世纪 40 年代自动安平水准仪问世，使得水准测量更为方便快捷。电子经纬仪的问世，使得读数方法有了较大的改革，观测数据可自动记录，自动处理，大大提高了劳动效率，人造地球卫星的上天，产生了卫星大地测量这门测绘学科，卫星多普勒定位，卫星拍摄地球影像，监视自然现象变化，对深山、荒漠及海洋进行有效的勘测。陀螺经纬仪的产生，提高了矿井定向的精度。概率与数理统计、线性代数等工程数学的理论和方法被应用于测绘科学，使测量平差的理论有了较大发展。

我国北斗卫星导航系统已于 2011 年 12 月正式提供试运行服务，并在 2012 年形成覆盖亚太大部分地区的服务能力。开发了与北斗兼容的多频多系统高精度定位芯片，结束了我国高精度卫星导航定位产品“有机无芯”的历史，打破了国外品牌一统天下的局面。

2012 年我国成功发射了首颗民用立体测绘卫星——资源三号，在推动遥感领域的产业化发展方面产生了积极效应，后续系列测绘卫星也在积极筹划和发展之中。目前，中巴资源卫星、北京一号、天绘一号、资源三号卫星影像的应用逐渐增多，应用水平不断提升。

随着地理信息系统在各个行业应用的不断成熟，大量地理信息系统软件不断涌现，如北京超图软件公司的 SuperMap、武汉中地数码公司的 MapGIS、武大吉奥公司的 GeoStar、北京数字政通公司的数字城管地理信息系统等。伴随信息化和数字城市建设不断推进，地理信息系统集成应用已拓展到经济社会各个领域。

2010 年初，国家测绘地理信息局启动平台公众版——天地图的建设。天地图集成了海量地理信息资源，主要包括全球范围的 1:100 万矢量地形数据、250m 分辨率卫星遥感影像，全国范围的 1:25 万公众版地图数据、导航电子地图数据、15m 分辨率卫星遥感影像、2.5m 分辨率卫星遥感影像、全国 300 多个城市 0.5m 分辨率卫星遥感影像。天地图中我国范围内的数据尤为详尽，覆盖范围从宏观的中国全境到微观的县市乃至乡镇、村庄，数据内容包括不同详细程度的交通、水系、境界、政区、居民地、地名等矢量数据和不同分辨率的遥感影像数据等。

在我国，测绘现已经发展成为地理信息产业。地理信息产业是以现代测绘和地理信息系统、遥感、卫星导航定位等技术为基础，以地理信息开发利用为核心，从事地理信息获取、处理、应用的高新技术产业、新型高端服务业。2007 年以来，我国测绘地理信息产业规模以年均超过 25% 的速度持续快速增长。2011 年，我国已有地理信息企业 2 万家，其中拥有测绘资质的企业 1.2 万多家，测绘地理信息产业总产值接近 1500 亿元；地理信息产业从业人员超过 40 万人，210 多所高校开设了测绘地理信息技术专业教育，200 多个研究机构开展了测绘地理信息相关技术研究工作。2012 年，我国测绘地理信息产业总产值已超过 2000 亿元。

1.3 测绘的学科与职业分类

测绘是一门既古老而又不断发展创新的学科。按照研究范围和对象及采用技术的不同,以及测绘从事的职业岗位不同,可以进行学科分类和职业岗位分类划分。

1.3.1 传统测绘学科分类

1. 大地测量学

大地测量学是一门古老而又年轻的科学,是地球科学的一个分支。它的基本目标是测定和研究地球空间点的位置、重力及其随时间变化的信息,为国民经济建设和社会发展、国家安全以及地球科学和空间科学研究等提供大地测量基础设施、信息和技术支持。现代大地测量学与地球科学和空间科学的多个分支相互交叉,已成为推动地球科学、空间科学和军事科学发展的前沿科学之一,其范围已从测量地球发展到测量整个地球外空间。

2. 摄影测量学

通过“摄影”进行“测量”就是摄影测量。摄影测量的基本含义是基于像片的量测与解译,它是利用光学或数码摄影机摄影得到的影像,研究和确定被摄物体的形状、大小、位置、性质和相互关系的一门学科和技术。它的基本原理是来自测量的交会方法。我们知道,把物体放在眼前,分别用左眼和右眼去看它,会发现位置有微小变动。摄影测量就是在不同的角度进行摄影,利用这样的立体像对的“移位”来构建立体模型,进行测量。根据对地面获取影像时摄像机安放位置的不同,摄影测量可分为航空摄影测量、航天摄影测量与地面(近景)摄影测量。

3. 地图制图学

地图具有可量测性、直观性、一览性,因此应用广泛。编制全球或局部地区的各种比例尺的普通地图和专题地图,为国民经济的发展和国防建设以及地学研究服务,这是测绘学科的基本任务。

地图制图学就是要研究如何把地球椭球上的点投影到平面上,选用怎样的符号表示在地图上使其不仅能直观地表示物体并能反映本质规律。地图的种类是多种多样的,在内容上分为普通地图(以相对平衡的详细程度表示水系、地貌、土质植被、居民地、交通网、境界等)和专题地图(根据需要突出反映一种或几种主题要素或现象)。按地图维数可分为二维地图、二点五维地图、三维地图、四维地图。

20世纪90年代以来,随着计算机技术和激光技术的发展,数字制图技术诞生,它以地图、统计数据、实测数据、野外测量数据、数字摄影测量数据、GNSS数据、遥感数据等为数据源,以电子出版物为平台,使地图制图与印刷融为一体,给地图制图带来了革命性的变化。研究多数据源的地图制图技术方法,设计制作各种新型数字地图产品(如真三维地图),采用数字地图制图技术与地理信息系统技术编制国家电子地图集,建立国家地图集数据库与国家地图集信息系统是今后的主要发展方向。

4. 工程测量学

工程测量学主要研究在工程建设的勘测、设计、施工和管理各个阶段所进行的与地形

及工程有关的信息采集和处理、工程的施工放样及设备安装、变形监测分析和预报等的理论、技术和方法，以及研究对与测量和工程有关的信息进行管理和使用。工程测量工作遍布国民经济建设和国防建设的各个部门和各个方面。其工作内容包括工程控制网的建立、工程地形图的测绘、施工放样定位、竣工测量以及变形测量等。

工程测量可以根据其服务的对象划分为工业建设测量、铁路公路测量、桥梁测量、隧道及地下施工测量、建筑工程测量以及水利工程建设测量等。

5. 海洋测绘学

海洋面积约占地球总面积的 71%，是人类生命的摇篮。一切海洋活动，包括经济、军事、科研，像海上交通、海洋地质调查和资源开采、海洋工程建设、海洋疆界勘定、海洋环境保护、海底地壳和板块运动研究等，都需要测绘提供不同种类海洋地理信息要素、数据和基础图件。海洋测绘是海洋测量和海图绘制的总称，其任务是对海洋及其邻近陆地和江河湖泊进行测量和调查，获取海洋基础地理信息，编制各种海图和航海资料，为航海、国防建设、海洋开发和海洋研究服务。海洋测量的内容主要包括海洋重力测量、海洋磁力测量、大地控制与海底控制测量、定位、测深、海底地形勘测和海图制图。

1.3.2 测绘新技术列举

1. 卫星导航定位技术(GNSS)

它是利用在空间飞行的卫星不断向地面广播发送具有某种频率并加载了某些特殊定位信息的无线电信号来实现定位测量的导航定位系统。

2. 航天遥感技术(RS)

它是不接触物体本身，用传感器采集目标物的电磁波信息，经处理、分析后识别目标物，揭示几何、物理性质的相互联系及其变化规律的现代科学技术。

3. 数字地图制图技术(Digital Cartography)

它是根据地图制图原理和地图编辑过程的要求，利用计算机输入、输出等设备，通过数据库技术和图形数字处理方法，实现地图数据的获取、处理、显示、存储和输出。

4. 地理信息系统技术(GIS)

它是在计算机软件 and 硬件系统支持下，把各种地理信息按照空间分布及属性以一定的格式输入、存储、检索、更新、显示、制图和综合分析应用的技术系统。

5. 3S 集成技术(Integration of GNSS, RS and GIS Technology)

在 3S 技术的集成中，GNSS 主要用于实时、快速地提供目标的空间位置；RS 用于实时、快速地提供大面积地表物体及其环境的几何与物理信息，以及它们的各种变化；GIS 则是对多种来源时空数据的综合处理分析的平台。

6. 卫星重力探测技术(Satellite Gravimetry)

它是将卫星当成地球重力场的探测器或传感器，通过对卫星轨道的受摄运动及其参数的变化或者两颗卫星之间的距离变化进行观测，据此了解和研究地球重力场的精细结构。

7. 虚拟现实技术(Virtual Reality Technology)

它是由计算机组成的高级人机交互系统，构成一个以视觉感受为主，包括听觉、触觉、嗅觉的可感知环境。

1.3.3 测绘职业岗位分类

按照国家职业标准,测绘职业划分为大地测量员、地籍测绘员、地图制图员、房产测量员、工程测量员和摄影测量员等六个职业岗位。每个职业共设五个等级,分别为:初级(国家职业资格五级)、中级(国家职业资格四级)、高级(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)、高级技师(国家职业资格一级)。

1. 大地测量员

能使用测量仪器设备,依据有关技术标准进行大地测量的观测、记录 and 数据处理人员。能进行重力测量、三角测量、水准测量、卫星定位测量、数据处理和技术与质量管理等工作。

2. 地籍测绘员

能使用测绘仪器设备,对土地及其附属物的现状进行测绘和调查的人员。能进行地籍测绘踏勘、地籍调查、地籍测绘、控制网的数据处理、宗地图的绘制、控制测量检查、地籍调查成果检查、地籍图检查、测量仪器设备维护等工作。

3. 地图制图员

能使用数据采集、编辑设备或工具,编制地图的人员。能进行地图设计书编写、普通地图编绘、专题地图编绘、地图的数据处理、地图的出版准备、普通地图的检查、专题地图的检查、制图仪器设备维护等工作。

4. 房产测量员

能使用测绘仪器,按照房产测量规范和有关规定,采集和表述房屋及其用地信息的从业人员。能进行房产要素调查、控制与碎部测量、房屋测量、控制网的数据处理、面积计算、房产图的绘制、面积统计、控制测量质量检查、面积测量质量检查、房产图质量检查、测量仪器设备维护等工作。

5. 工程测量员

能使用测量仪器设备,按工程建设的要求,依据有关技术标准进行测量的人员。能根据各种施工控制网的特点进行图纸和起算数据的准备、能根据工程放样方法的要求准备放样数据、仪器准备、控制测量、工程测量、地形测量、数据整理、计算、控制测量检验、工程测量检验、地形测量检验和测量仪器设备维护等工作。

6. 摄影测量员

能利用航空摄影影像和各种遥感影像资料、测绘仪器和计算机系统,测绘地形图及相关数据产品的人员。能进行像片控制测量、像片调绘、空三加密、影像测图、地图编制等工作。

为了提高测绘专业技术人员素质,保证测绘成果质量,维护国家和公众利益,目前我国正在着手执行注册测绘师制度。注册测绘师是指经考试取得《中华人民共和国注册测绘师资格证书》,并依法注册后,从事测绘活动的专业技术人员。注册测绘师英文译为:Registered Surveyor。测绘师执业资格通过考试方法取得,实行全国统一大纲、统一命题,考试每年举行一次。注册测绘师资格考试设三个科目,分别为“测绘综合能力”、“测绘管理与法律法规”和“测绘案例分析”,参加考试的人员,必须在一个考试年度内全部合