

南京林业大学林学品牌专业教材建设工程

GIS DAOLUN YU KEYAN JIBEN FANGFA

GIS导论与 科研基本方法

李明阳 王子 钱春花◎主编

中国林业出版社



大学林学品牌专业教材建设工程

GIS 导论与科研基本方法

李明阳 王 子 钱春花 主编

中国林业出版社

图书在版编目(CIP)数据

GIS 导论与科研基本方法 / 李明阳, 王子, 钱春花主编. — 北京: 中国林业出版社, 2017. 3 (2017. 7 重印)
ISBN 978-7-5038-7890-9

I. ①G… II. ①李… ②王… ③钱… III. ①地理信息系统 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 046036 号

国家林业局生态文明教材及林业高校教材建设项目

中国林业出版社·教育出版分社

策划编辑: 高红岩 责任编辑: 张东晓 高红岩

电话: (010)83143560 传真: (010)83143516

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)83143500

http: //lycb. forestry. gov. cn

经 销	新华书店
印 刷	北京中科印刷有限公司
版 次	2017 年 3 月第 1 版
印 次	2017 年 7 月第 2 次印刷
开 本	850mm × 1168mm 1/16
印 张	9. 25
字 数	245 千字
定 价	20. 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

地理信息科学专业(Geographic Information Science),原名地理信息系统专业(Geographic Information System)。在教育部2012年印发的《普通高等学校本科专业目录(2012年)》中,地理信息系统专业已改为地理信息科学专业。地理信息科学是研究地理信息采集、分析、存储、显示、管理、传播与应用,及研究地理信息流的产生、传输和转化规律的一门科学。截至2015年,全国共有140所本科院校开设地理信息科学专业。

地理信息科学是1992年Goodchild提出的,与地理信息系统相比,它更加侧重于将地理信息视为一门科学,而不仅仅是一个技术实现,主要研究在应用计算机技术对地理信息进行处理、存储、提取以及管理和分析过程中提出的一系列基本问题。

地理信息科学是近20年来新兴的一门集地理学、计算机技术、遥感技术和地图学于一体的边缘学科,主要培养具备地理信息科学与地图学、遥感技术方面的基本理论、基本知识、基本技能,能在科研机构或高等院校从事科学研究或教学工作,能在城市、区域、资源、环境、交通、人口、住房、土地、灾害、基础设施和规划管理等相关领域的政府部门、金融机构、公司、高校、规划设计院所,从事与地理信息系统有关的应用研究、技术开发、生产管理和行政管理等工作的高级专门人才。

专业导论与科研方法课,是为了使刚刚迈进大学校园的大学生了解专业内涵特点的一门入门课。通过讲授专业与社会经济发展的关系、专业涉及的主要学科知识、专业人才培养基本要求、科研的一般方法及专业特殊研究方法等内容,帮助大学新生形成较为系统的专业认识,了解科学研究的基本方法。该课程的重点主要是介绍本专业的发展历程、专业形成及浅显的知识,一般是科学概述等,是一个由浅入深的过程,为以后专业基础课、专业课的学习做铺垫。

国内现有的与地理信息系统导论相关教材主要侧重于地理信息科学的基本理论、主要应用和新技术。比较有代表性的教材有《地理信息系统导论》(第5版),Keith C. Clarke著,叶江霞、吴明山译;《地理信息系统导论》,刘明皓主编。这些教材较少涉及地理信息科学的专业特点、职业选择,对物联网、大数据、云计算、智慧城市与地理信息科学相关技术缺乏基本介绍,对地理信息系统的开发技术介绍不够全面,更没有包含科学研究的一般方法及GIS和遥感专业研究方法。因此,结合林业行业特点,编著一本涵盖职业选择、GIS林业应用、科研基本方法的林业院校地理信息科学专业的专业导论与科研方法教材,就成为激发学生对地理科学知识的兴趣、提高本科生培养质量的一项重要工作。

本书分为概念篇、应用篇、开发篇、方法篇、职业篇五部分。概念篇包括第一章“GIS及相关技术”,介绍了遥感、GIS、全球定位系统及其相关的云计算、物联网、智慧城市的基本概念及

技术特征。应用篇包括第二章“3S 技术应用”，第三章“物联网、大数据、云计算及智慧城市的应用”，第四章“数字林业”。与概念篇的概念及技术特征不同，应用篇侧重点放在相关技术的应用上。第五章“GIS 开发”属于开发篇，介绍了桌面 GIS 开发、WEB GIS 开发、移动 GIS 开发、虚拟 GIS 开发、开源式 GIS 开发 5 种不同 GIS 开发的主要技术特征。本章的最后一节结合编者的科研实践，介绍了基于 ArcGIS 平台的森林资源空间平衡抽样插件研制的一般过程和主要步骤。方法篇包括第六章“科研基本方法”、第七章“遥感图像处理方法”、第八章“GIS 空间数据分析方法”三章内容。在第六章主要介绍了科研方法体系、科学研究基本方法。第七章主要介绍了图像预处理、图像增强、图像镶嵌与裁剪、遥感信息提取与参数反演的主要方法，在第七章的最后一节，编者结合编写组的科研实践，进行了县域尺度森林地上生物量遥感估测案例分析。第八章在介绍空间数据的特点、常用空间数据分析软件技术特征的基础上，结合编写组的科研实践，进行了紫金山风景林美景度空间数据挖掘案例分析。第九章“GIS 及相关专业职业选择”属于职业篇，主要介绍了地理信息科学、遥感科学与技术、测绘工程三种不同专业的职业选择，分析了就业市场的行情及存在的问题。

南京林业大学森林经理学科博士研究生王子、钱春花，硕士研究生余超、张密芳、胡曼、荣媛、杨笑笑、刘雅楠、刘菲、江一帆、郝思宇、孙昕参与了教材的编写工作。具体分工为：第一章 GIS 及相关技术（刘雅楠）；第二章 3S 技术应用（钱春花）；第三章物联网、大数据、云计算及智慧城市的应用（胡曼、张密芳）；第四章数字林业（刘菲）；第五章 GIS 开发（江一帆、郝思宇）；第六章科研基本方法（王子）；第七章遥感图像处理方法（余超）；第八章 GIS 空间数据分析方法（李明阳）；第九章 GIS 及相关专业职业选择（荣媛、杨笑笑、孙昕）。李明阳负责教材的统稿、定稿工作。河南农业大学林学院的姜文倩老师、贵州林业调查规划院的宋立奕博士在教材初稿的检查、完善、补充工作中付出了不少心血，在此一并表示感谢。

在教材编写过程中，编者参考了国内外各种版本的地理信息导论教材，教材在写作过程中还参考和引用了国内外不同学者在这一领域的文献和成果，在此，谨表衷心的感谢。由于时间仓促，教材难免存在不当之处，恳请读者批评指正。

编 者
2016 年 11 月

前 言	
第一章 GIS 及相关技术	1
第一节 3S 技术概论	1
第二节 地理信息系统	2
第三节 遥感技术	8
第四节 全球定位系统	12
第五节 3S 技术的集成与发展	15
第六节 物联网	19
第七节 云计算	22
第八节 智慧城市	26
第二章 3S 技术应用	32
第一节 地理信息系统的应用	32
第二节 遥感技术的应用	34
第三节 全球定位系统的应用	37
第四节 3S 技术的集成应用	38
第五节 3S 在林业上的应用	41
第三章 物联网、大数据、云计算及智慧城市的应用	45
第一节 物联网的应用	45
第二节 大数据的应用	46
第三节 云计算	48
第四节 智慧城市的应用	49
第四章 数字林业	52
第一节 数字林业相关概念	52
第二节 数字林业体系结构	54
第三节 数字林业建设关键技术	55
第四节 数字林业的功能和作用	59
第五节 数字林业发展中存在的问题	60
第五章 GIS 开发	62
第一节 桌面 GIS 开发	62

第二节	WebGIS 开发	66
第三节	移动 GIS 开发	71
第四节	虚拟 GIS 开发	78
第五节	开源 GIS 开发	82
第六章	科研基本方法	87
第一节	科研方法概述	87
第二节	科学研究方法体系	89
第三节	科学研究基本方法	89
第七章	遥感图像处理方法	92
第一节	图像预处理方法	92
第二节	图像增强	94
第三节	图像裁剪与镶嵌	95
第四节	遥感信息提取与参数反演	96
第五节	县域尺度森林地上生物量遥感估测案例分析	98
第八章	GIS 空间数据分析方法	106
第一节	空间数据的特点	106
第二节	空间数据分析方法	107
第三节	空间数据分析软件	111
第四节	紫金山风景林美景度空间数据挖掘案例分析	121
第九章	GIS 及相关专业职业选择	128
第一节	GIS 专业职业选择	128
第二节	遥感科学与技术专业就业市场分析	133
第三节	测绘工程专业就业市场分析	137
主要参考文献		141

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)简单来说就是一种对地理信息进行处理的技术系统。具体来讲,地理信息系统是利用计算机硬件、软件的支持,对整个或部分的地球表层(包括大气层)空间中所需的地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示以及描述的技术系统。GIS作为3S技术中的重要组成部分,在现实应用中很少独立行使功能,因此遥感(Remote Sensing, RS)技术以及全球定位系统(Global Positioning System, GPS)也是理解和掌握GIS技术过程中必须了解的技术。同时在3S技术集成发展的过程中,一些新的理念也应运而生。其中,物联网、云计算和智慧城市作为现代3S技术发展过程中所孕育的重要理念,其相关概念同样是了解3S技术不可忽视的一部分。

第一节 3S 技术概论

3S技术是地理信息系统、遥感技术和全球定位系统的统称,是空间技术、传感器技术、卫星定位与导航技术和计算机技术、通信技术相结合,多学科高度集成的对空间信息进行采集、处理、管理、分析、表达、传播和应用的现代信息技术。广义的3S技术包括空间信息获取、传感器和信息探测、图形图像处理、空间定位、动态监测、信息管理与存储、预测评价与决策分析等。3S技术是现代技术发展的先导,对全世界的科技进步发挥着重要作用,同时,在测绘、农业、林业等领域也有极广泛的应用。

3S技术发展始于20世纪60年代,计算机科学的兴起以及航空摄影、测量与地图制图学对计算机技术的广泛使用,为人们利用计算机收集、存储和处理各种地理空间数据,并通过计算机对地理数据进行分析提供了可能,进而服务于管理和决策。至今,3S技术的发展经历了4个阶段:20世纪60年代的开始期、70年代的发展期、80年代的大发展期、90年代进入用户普及时代。在进入21世纪后更是走进了千家万户、各行各业。近年来,3S技术被世界各国普遍重视,受到各国政府的广泛关注。

中国的3S技术研究工作开始较晚,但发展迅速。邓小平20世纪80年代提出:“开发信息资源,服务四化建设。”江泽民也指出:“四个现代化,哪一个也离不开信息化。”

我国“九五”科技规划中更是将3S技术列为国家15项重中之重的高新技术发展项目。

1995年1月国务院批准了《中华人民共和国计算机信息网络国际联网管理暂行规定》,此举表明了中国信息高速公路(China ISH)计划的正式启动。根据我国国情,我国从抓“三金工程”,即金桥工程(国家经济信息网,覆盖全国的八横八纵光缆网络)、金关工程(国家外贸信息管理系

统)、金卡工程(电子货币工程)入手,正式拉开了我国信息化建设的序幕。我国在实施“三金工程”的同时,也积极开展中国的空间信息基础设施建设,其中包括:国务院基础地理信息系统网络——9201工程,中科院的“全国生态网络”以及国家计委、国家教委、中国科学院联合项目“国家空间信息基础设施及示范系统——国家资源环境数据库及地区经济信息系统”等工程。

3S技术是计算机技术和地理学相结合的产物,利用计算机技术来处理与地理空间有关的问题,这是研究方法的一次飞跃,它为地理学研究从定性描述走向定量分析、从单系统走向复杂系统的研究提供了一个现代化的工具。

第二节 地理信息系统

一、地理信息系统的概念

地理信息系统是在计算机硬件系统与软件系统支持下,以采集、存储、管理、检索、分析和描述空间物体的定位分布及与之相关的属性数据,并回答用户问题等为主要任务的计算机系统,是一门集合计算机科学、地理学、测绘学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学和管理科学等学科而迅速发展起来的新兴边缘学科。地理信息系统中“地理”并不是指狭义上的地理学,而是指广义上的地理坐标参照系统中的空间数据、属性数据以及在此基础上得到的相关数据。

从20世纪90年代科学与技术发展的潮流和趋势来看,地理信息系统有三个方面的含义:第一,地理信息系统是一种计算机技术,这是人们的普遍认识。第二,地理信息系统是人们对过去庞大的空间数据进行管理和操作的一种方法,人们通过这种方法可以将全球变化或者区域可持续发展等问题进行集成、统一和融合,进而实现全方位地审视地球上的每一个现象的目标。第三,地理信息系统是人的思想延伸,它的思维方式与传统的直线式思维方式有很大不同,人们能从极大的范围关注到与地理现象有关的周围的一些现象变化及这些变化对本体所造成的影响。

地理信息系统是与地理位置相关的信息系统,因此它具有信息系统的各种特点。在地理信息系统中,可以通过抽象的方法把现实世界划分为诸多的地理实体和地理现象,进而由空间位置与专题属性特征来定位、定性和定量的表达这些地理特征。地理信息系统与其他信息系统的区别在于它所存储和处理的是按统一地理坐标进行过编码的信息,可以通过地理位置及与该位置有关的地物属性信息进行信息检索。

二、地理信息系统的发展

1. 国外地理信息系统的发展

在日常的决策过程中,与地理现象有关的问题大约占到总量的80%,而且这些地理现象又同时包含着空间和非空间两类信息。那么,如何将这些信息清楚地表达出来,如何能从这些大量的信息中挖掘出反映自然世界的客观规律,如何将大量分散建立的地理信息库集中起来为大多数人共享,这些问题就成为进行决策之前不得不考虑的问题,这些问题正是地理信息系统产生的思想基础。

国外的地理信息系统发展历史大致可以分为四个阶段：①开拓阶段(20世纪60年代)；②GIS发展阶段(20世纪70年代)；③GIS推广应用阶段(20世纪80年代)；④GIS社会化阶段(20世纪90年代)。

20世纪60年代初期是GIS的开拓阶段。这一阶段GIS思想开始萌生并在技术方法方面进行了初步探索。

1962年，计算机图形学这一术语首先在麻省理工学院的一名研究生的学位论文中被提出，他论证了交互式计算机图形学这一研究领域的可行性和可用性，使交互式计算机图形学有了独立地位。在这一基础上，地理信息系统开始萌芽。

1963年，加拿大测量学家Roger F. Tomlinson首次提出了“地理信息系统”这一术语，他提出通过用计算机处理和分析大量的土地利用地图数据，并提议加拿大土地调查局建立CGIS，以实现专题地图的叠加、面积量算等。这是在全球范围内第一个地理信息系统(加拿大1:5000CGIS)。20世纪60年代中后期，大量与GIS相关的研究机构和组织建立。

20世纪70年代，GIS进入真正的发展阶段。发达国家大规模地建设GIS，法国建立了深部地球物理信息系统和地理数据库系统(GITAN)；美国地质调查局(USGS)也建立了典型的地理信息系统(GIRAS)，用于获取和处理地质、地形、地理和水资源信息；日本国土地理院(GSI)为了服务于国家和地区土地规划，从1974年便开始建立数字国土信息系统，主要用于存储、处理和检索测量数据、地形地质、行政区划、土地利用、航空像片信息等重要地理、空间信息。此外，图形、图像卡的发展和磁盘的出现也为空间数据的录入、存储、检索和输出提供了更加强有力的手段。

20世纪80年代的GIS技术是在70年代技术开发的基础上进行普及和全面推向应用的阶段，也是GIS发展的重要时期。

随着计算机的发展，计算机和空间信息系统被广泛应用于许多部门，与此同时性能较强的微型计算机系统不断普及推广，其价格也有了大幅度下降，这些图形输入、输出和存储设备的迅猛发展，使得地理信息系统软件产业得到了迅猛发展。

由于微型计算机系统的软件环境限制较严，使得地理信息系统在微型计算机中发展的许多算法和软件技术具有较高的执行效率，从而使地理信息系统软件技术在栅格数据扫描输入方面、地理信息管理方面以及数据输出方面取得了巨大突破。

这一阶段GIS技术的发展特点：多种学科领域技术应用，地理信息工具迅猛发展并取得广泛应用，国际化的GIS全面推向应用。

20世纪90年代开始，社会各界对地理信息系统认识的普遍加深和社会对地理信息系统需求的大幅增加，促进了地理信息系统应用范围的不断扩大与深化，公众开始关注国家级乃至全球性的地理信息系统应用问题。伴随着全球地理信息产业的建立和全世界范围内数字化信息产品的普及，地理信息系统已经深入到各行各业乃至千家万户中，成为人们生产生活、学习工作中不可缺少的工具和助手。目前为止，地理信息系统已经在一定程度上改变了现有机构，特别是政府相关决策部门的运行方式、设置与工作计划等，地理信息系统已成为其必备的工作系统。

2. 国内地理信息系统的发展

1980年,中国科学院遥感应用研究所成立了全国第一个地理信息系统研究室,成为我国地理信息系统开始发展的标志。尽管我国地理信息系统的研究与应用起步较晚,但是经过多年地理信息系统工作者的努力,我国在地理信息系统的发展上取得了长足进步。纵观我国地理信息系统的发展历程,可以归纳为准备阶段(1978—1980)、起步阶段(1980—1985)、发展阶段(1985—1995)、产业化阶段(1996年以后)四个阶段。

我国GIS启蒙性研究是从1978年开始。全国科技力量以协作开展的腾冲联合航空遥感试验为契机,建立了中国第一个地理信息分析学科组。

1980年中国科学院遥感应用研究所成立全国第一个地理信息系统研究室,至此我国地理信息系统正式步入发展阶段。研究室建立期间通过对一系列理论的探索和区域性的研究,初步制定了国家地理信息系统规范。截至1985年,随着国家资源与环境信息系统实验室成立,开展区域实验研究,我国地理信息系统领域已经积累了丰富的经验,在地理信息系统的硬件配置提高、软件研制开发、局部系统建立、区域实验研究、理论探索研究、规范制定实施、技术队伍培养和初步应用实验等各个方面都取得了较大进步。

我国GIS的高速发展时期是在1990年到1995年间,在此期间,我国开展了GIS和遥感联合科技攻关计划,在技术进步和基础建设上,全面开展数字化测绘体系,同时在大规模进行国家基础信息数据库和资源环境数据库建设的前提下,努力推进软件系统的国产化、遥感与GIS技术的一体化。在此之后地理信息系统已经从实验研究、地区性应用走向了大规模产业化,成为国民经济重大问题的解决提供分析和决策的依据。

1996年以后是我国GIS的产业化阶段。经过最近30年的发展,中国GIS已在研究和应用上逐步形成行业,具备了走向产业化的条件,GIS基础软件技术支持得到了全面的加强,由此出现了一大批拥有自主知识产权的国产GIS软件,如武汉吉奥公司的Geogtar、北京超图公司的SuperMap、北京大学的Citystar(城市之星)、武汉奥发公司的MapGIS、北大方正的方正智绘等,我国的GIS产业化模型已初步形成。

三、地理信息系统的组成与特点

1. 地理信息系统的组成结构

地理信息系统主要由计算机硬件系统、计算机软件系统、空间数据和人员四部分组成,其中,计算机软硬件系统是其工作的核心。空间数据反映了地理信息系统的地理内容,而人员一定程度上决定了系统的工作模式与信息表达。其系统构成如图1-1所示。

2. 地理信息系统的特点

总体而言,GIS具有以下特征:①空间性和动态性,并具备采集、管理、分析和输出多种地理信息的能力;②可以从空间数据中提取和传输空间信息;③必须有计算机系统的支持。

另外,为了满足对地球全方位的若干要素相互关系和空间分布的研究,GIS必须具备以下几个特点:

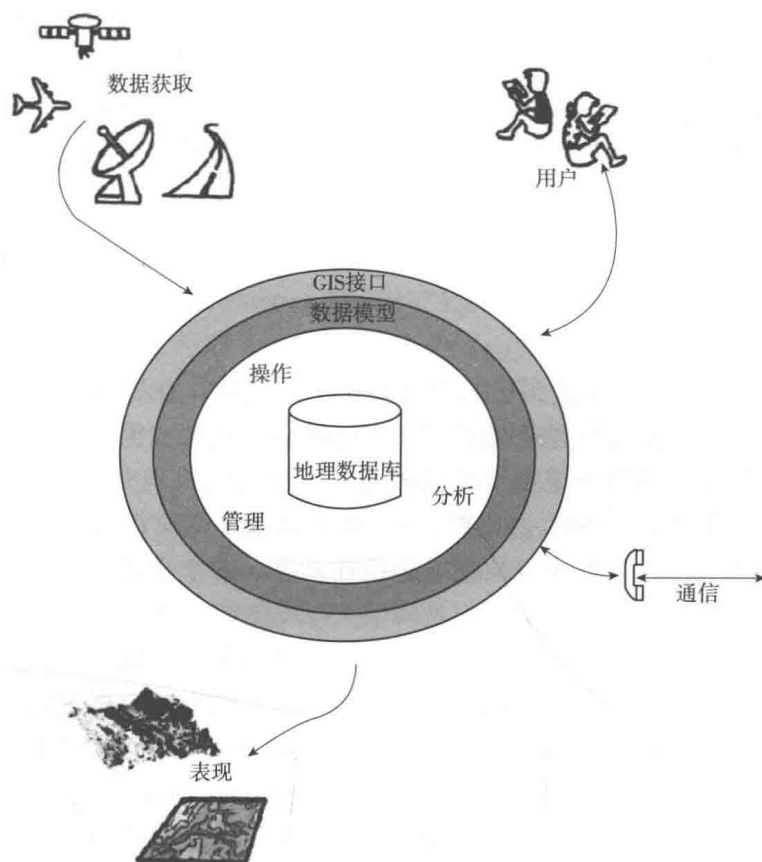


图 1-1 GIS 的结构组成

①位置特征。所有的地理要素，只有按照特定的坐标系统的空间定位，才能为具有地域性、多维性、时序性特征的空间要素进行分解和归并，将隐藏信息提取出来，形成时间和空间上连续分布的综合信息基础，支持空间问题的处理与决策。

②标准化。对多信息源的统计数据和空间数据进行一定的归并分类、量化分级等标准化处理，使其满足计算机数据输入和输出的要求，进而实现资源、环境和社会等因素之间的对比和相关分析。

③多维结构。通常是在原有二维空间结构基础上，添加多专题的第三维信息的组合结构，这显然是常规二维或二维半的图形所不具备的。其可以依时间序列延续，及时更新、存贮和转换数据，通过多层次数据分析为决策部门提供支持。

④具有丰富的信息。GIS 数据库中除了包含地理位置信息外，还包含大量与其相关的其他信息，如人口分布、城市交通、自然灾害和作战指挥等。

四、地理信息系统与其他信息系统的区别

GIS 与数据库管理系统 (DBMS) 尽管都是与数据库有关的系统，但是仍然具有很大的差别。GIS 具有以一定的方式对空间数据进行解释和判断的能力，从而使用户可以从数据中得到某些知

识。可以说, GIS 是能对空间数据进行分析的 DBMS, 因此 GIS 中包括 DBMS。

GIS 不同于管理信息系统(MIS), MIS 一般只进行属性数据库的管理, 即使存储了图形数据, 也是以文件形式管理, 不能对图形数据进行编辑、查询、分析和专题显示, 更没有图形间拓扑关系。而 GIS 则能够对图形数据和属性数据库进行共同管理、分析和应用。MIS 可以管理地图和地理信息, 但未必就等于 GIS, 其在概念上更类似于 DBMS。

五、地理信息系统未来发展前景

1. GIS 将更加高维化

GIS 在矿山与地质领域的应用受到很大限制的重要原因是其在处理三维问题上的不足。现有的 GIS 软件虽然可以用数字高程模型来处理空间实体的高程坐标, 但是由于它们无法建立空间实体的三维拓扑关系, 使得很多真三维操作难以实现, 因而人们将现有的 GIS 称为二维 GIS 或 2.5 维 GIS。矿山、地质以及气象、环境、地球物理、水文等众多的应用领域都需要三维 GIS 平台来支持他们大量的真三维操作。空间可视化技术是指在动态、时空变换、多维的可交互的地图条件下探索视觉效果和提高视觉效果的技术。虚拟现实(VR)技术, 也称虚拟环境和人工现实, 已在游戏中成功使用。运用空间可视化技术和虚拟现实技术进行地形环境仿真, 真实再现地景, 用于交互式观察和分析, 提高对地形环境的认知效果, 是今后三维 GIS 可视化发展的一个重点。

四维 GIS(4D GIS)一般是指在原有的三维 GIS 基础上加入时间变量而构成的 GIS。许多人认为地质特征是不变的, 但实际上大部分地质特征是动态的、变化的, 不是所有地质情况都是变化缓慢的, 水灾、地震、暴风雨以及滑坡都会使局部地质条件发生快速而巨大的变化。地质学家对 4D(立体 3D 加上时间)的空间—时间模型尤感兴趣。但是, 增加一维将带来很大的问题, 如数据量的几何级数增长, 致使数据的采集、存取、处理都带来一系列的问题。不过, 这些问题可以随着计算机技术、数据库技术以及相关电子技术的发展而得到解决。因此, 如何设计 4D GIS 并运用它来描述和处理地理对象的时态特征是一个重要的发展领域。

四维 GIS 还可以指在原有的三维 GIS 基础上加入地形或地貌而构成的 GIS, 这种 GIS 特别适用于军队。因为军事决策不仅需要地理信息的支持, 在很大程度上还依赖于作战区域的地形地貌。

2. GIS 与其他学科结合更加紧密, 应用更加广泛

3S(地理信息系统 GIS、遥感 RS、全球定位系统 GPS)或 5S(前面 3S 加上数字摄影测量系统 DPS、专家系统 ES)的集成, 使得测绘、遥感、制图、地理、管理和决策科学相互融合, 成为快速而实时的空间信息分析和决策支持工具, 使 GIS 广泛用于交通、环保规划、公安侦破、车船自动驾驶、大田农作物因地施肥、科学耕种和海上捕鱼等。不管是在 3S 还是 5S 的集成概念中, “3”和“5”已不是一个确切的数字概念, 它们是泛指多个系统。3S 和 5S 强调的是“1+1>2”, 有了这个观念, 我们就可以将 GIS 与其他可以结合的任何学科进行集成研究, 输出方式更直观, 以满足人们生产、生活的各种需求, 使人们可以合理利用资源、保护环境, 实现人类可持续性发展。事实上, GIS 已涉及社会科学、自然科学的许多领域, 因此, 我们还可以得出这样的结论, GIS 必将发展成为集社会科学、自然科学于一体的全球性、综合性巨型软科学。

3. 基于因特网的 Web GIS 成为未来主流

从 GIS 发展的历程来看, GIS 每一次大的发展都与计算机发展水平有关, 今后仍将是这样。如今计算机网络的兴起和迅速发展, 信息高速公路的建设, 为 GIS 的新发展铺设了通行无阻的金光大道。由于地理信息和大量的空间数据都是以文字、数字、图形和影像方式表示的, 将它们数字化, 送入电子计算机, 便可方便、快速和及时地将地理信息传送到需要的地方去, 以发挥地理信息在国民经济建设、国防建设和文化教育等行业中的应用价值。

随着 Internet 的迅速发展, 利用 Internet 在 Web 上发布和出版空间数据, 为用户提供空间数据浏览、查询和分析的功能, 已经成为 GIS 发展的必然趋势。于是, 基于 Internet 技术的地理信息系统——Web GIS 就应运而生。不过由于 Internet 技术还很年轻, 有着很大的发展空间, 这也会给 Web GIS 带来很好的发展机遇。GIS 正朝着一个可运行的、分布式的、开放的、网络化的全球 GIS 发展。

Web GIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物。GIS 通过 WWW 功能得以扩展, 真正成为一种大众使用的工具。从 WWW 的任意一个节点, Internet 用户可以浏览 Web GIS 站点中的空间数据、制作专题图, 以及进行各种空间检索和空间分析, 从而使 GIS 进入千家万户。

Web GIS 使 GIS 应用走向公众, 通过网络可以将空间信息传至千家万户, 如美国纽约州某县通过电视有线网, 向公众发布城市和土地等信息。香港旅游局也正在着手建立香港旅游信息系统, 该系统的基础数据直接来源于香港地政署的大型空间数据库, 旅游信息则由旅游协会(TA)提供。计划首先在尖沙咀等旅游热点安装触摸屏, 游客可以通过它直接了解香港地理环境和查询旅游信息。

Web GIS 还可以应用于 Internet 建立企业/部门内部的网络 GIS, 可以在科研机构、政府职能部门、企事业单位得到广泛应用。Web GIS 提供了一种易于维护的分布式 GIS 解决方案。尽管目前的 Web GIS 软件提供的空间分析功能很难满足专业应用的需要, 但是随着技术的发展, Web GIS 终将取代传统的 GIS。

4. 空间数据基础设施建设

“数字地球”一词已在世界广为提及, 但很多人并不理解它的真正含义, 仅仅把它理解成全球各零散的数字信息在因特网上的流通。按照美国副总统戈尔在阐述“数字地球”概念时所举的例子不难理解, 它实际上就是一个 GIS。要实现地球数字化必须有数据基础, 数字地球的基础是空间数据基础设施。空间数据基础设施建设包括空间数据服务体系、空间数据交换网站、数字地球空间数据框架和空间数据标准体系的建立。要在今后做到“秀才不出门, 便知天下事”, 做到网上“逛商场”, 空间数据基础设施建设必须要搞好。

5. 与多媒体技术的结合

多媒体技术正在进入 GIS 中, 以改善 GIS 的数据采集、数据处理以及成果表达与输出的效能, 发挥声、像等多媒体的应用。目前, 图形图像的立体显示已成功地融入数字摄影测量系统(DPS)中, DPS 与 GIS 的集成和多媒体技术的应用将把我们感兴趣的東西变成一个虚拟实体, 我们可以通过 GIS 的输出系统用视觉、听觉、触觉、嗅觉等来感知它。

6. MGIS 将在我军现代化建设过程中走上发展的快车道

应该看到,我军战场数字化建设水平与国外先进水平相比,还有很大的差距。单兵数字化系统实质上就是一个对战场信息进行实时采集、存储、管理、施效的综合电子信息系统。外军已经在这方面做了大量的工作并取得了初步的成果,而我军还远落在后面。虽然我军的现代化建设目前还处于劣势,但只要抓住发展机遇,充分利用好现代科学技术的成果,我军现代化建设进程就能走上发展的快车道,这也就为 MGIS 的发展提供了良机。

第三节 遥感技术

一、遥感的概念

遥感是从不同高度的遥感平台上,通过探测器接受来自目标物体反射和发射的电磁波信息,经数据处理分析来识别目标物体和现象的技术。在探测中使用的运载工具称为遥感平台,如飞机、卫星等。获取目标物体信息的探测仪器为传感器,如相机、摄影机等。遥感技术是从人造卫星、飞机或其他飞行器上收集地物目标的电磁辐射信息,判认地球环境和资源的技术。

遥感技术包括传感器技术,信息传输技术,信息处理、提取和应用技术,目标信息特征的分析与测量技术等。遥感技术可应用于气象、地质、地理、农业、林业、陆地水文、海洋、测绘、污染监测及军事侦察等领域。

二、遥感的原理

振动的传播称为波,电磁振动的传播是电磁波。电磁波的波段按波长由短至长可依次分为: γ -射线、X-射线、紫外线、可见光、红外线、微波和无线电波。电磁波的波长越短其穿透性越强。遥感探测所使用的电磁波波段是从紫外线、可见光、红外线到微波的光谱段。太阳作为电磁辐射源,它所发出的光也是一种电磁波。太阳光从宇宙空间到达地球表面须穿过地球的大气层。太阳光在穿过大气层时,会受到大气层的吸收和散射影响,因而使透过大气层的太阳光能量受到削减。但是大气层对太阳光的吸收和散射影响随太阳光的波长而发生变化。通常把太阳光透过大气层时透过率较高的光谱段称为大气窗口。大气窗口的光谱段主要有紫外线、可见光和近红外波段。

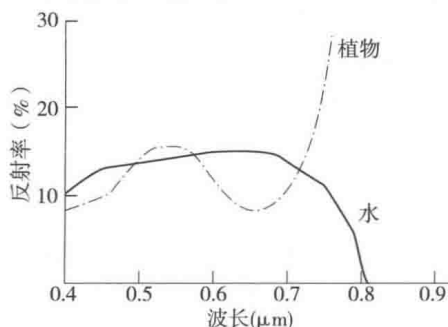


图 1-2 不同地物的反射光谱曲线

地面上的任何物体(即目标物),如大气、土地、水体、植被和人工构筑物等,在温度高于绝对零度(即 $0K = -273.16^{\circ}C$)的条件下,它们都具有反射、吸收、透射及辐射电磁波的特性。当太阳光从宇宙空间经大气层照射到地球表面时,地面上的物体就会对由太阳光所构成的电磁波产生反射和吸收。由于每一种物体的物理和化学特性以及入射光的波长不同,因此它们对入射光的反射率也不同。各种物体对入射光反射的规律称为物体的反射光谱,不同物体的反射光谱曲线各不相同(图 1-2)。遥感探测正是将遥感仪器所接受到

的目标物的电磁波信息与物体的反射光谱相比较,从而可以对地面的物体进行识别和分类。这就是遥感所采用的基本原理。

三、遥感系统的组成

遥感是一门对地观测综合性技术,它的实现既需要一整套的技术装备,又需要多种学科的参与和配合,因此实施遥感是一项复杂的系统工程。根据遥感的定义,遥感系统主要由以下四部分组成。

①信息源是遥感需要对其进行探测的目标物。任何目标物都具有反射、吸收、透射及辐射电磁波的特性,当目标物与电磁波发生相互作用时会形成目标物的电磁波特性,这就为遥感探测提供了获取信息的依据。

②信息获取是指运用遥感技术装备接受、记录目标物电磁波特性的探测过程。信息获取所采用的遥感技术装备主要包括遥感平台和传感器。其中,遥感平台是用来搭载传感器的运载工具,常用的有气球、飞机和人造卫星等;传感器是用来探测目标物电磁波特性的仪器设备,常用的有照相机、扫描仪和成像雷达等。

③信息处理是指运用光学仪器和计算机设备对所获取的遥感信息进行校正、分析和解译处理的技术过程。信息处理的作用是通过通过对遥感信息的校正、分析和解译处理,掌握或清除遥感原始信息的误差,梳理、归纳出被探测目标物的影像特征,然后依据特征从遥感信息中识别并提取所需的有用信息。

④信息应用是指专业人员按不同的目的将遥感信息应用于各业务领域的使用过程。信息应用的基本方法是将遥感信息作为地理信息系统的数据源,供人们对其进行查询、统计和分析利用。遥感的应用领域十分广泛,最主要的应用有军事、地质矿产勘探、自然资源调查、地图测绘、环境监测以及城市建设和管理等。

四、遥感技术的特点

遥感作为一门对地观测综合性科学,它的出现和发展既是人们认识和探索自然界的客观需要,更有其他技术手段与之无法比拟的特点。

1. 感测范围大,具有综合、宏观的特点

遥感是从飞机上或人造地球卫星上,居高临下获取的航空像片或卫星图像,比在地面上观察视域范围大得多。又不受地形地物阻隔的影响,景观一览无余,为人们研究地面各种自然、社会现象及其分布规律提供了便利的条件。

例如,航空像片可提供不同比例尺的地面连续景观像片,并可提供相应的立体观测。航片图像清晰逼真,信息丰富。一张比例尺 1:35000 的 23cm×23cm 的航空像片,可展示出地面 60 余平方千米范围的地面景观实况,并且可将连续的像片镶嵌成更大区域的像片图,以便进行大尺度的宏观分析和研究。卫星图像的感测范围更大,一幅陆地卫星 TM 图像可反映出 34225km² (即 185km×185km) 的景观实况。我国全境仅需 500 余张这种图像,就可拼接成全国卫星影像图。因

此,遥感技术为宏观研究各种现象及其相互关系,如区域地质构造和全球环境等问题,提供了有利条件。

2. 信息量大,具有手段多、技术先进的特点

遥感是现代科技的产物,它不仅能获得地物可见光波段的信息,而且可以获得紫外、红外、微波等波段的信息。不但能用摄影方式获得信息,而且还可以用扫描方式获得信息。遥感所获得的信息量远远超过了用常规传统方法所获得的信息量。这无疑扩大了人们的观测范围和感知领域,加深了对事物和现象的认识。

例如,微波具有穿透云层、冰层和植被的能力;红外线则能探测地表温度的变化等。因而遥感使人们对地球的监测和对地物的观测达到多方位和全天候。

3. 获取信息快,更新周期短,具有动态监测特点

遥感通常为瞬时成像,可获得同一瞬间大面积区域的景观实况,现实性好;而且可通过不同时相取得的资料及像片进行对比、分析和研究地物动态变化的情况,为环境监测以及研究分析地物发展演化规律提供了基础。

例如,陆地卫星每16天即可对全球陆地表面成像一遍,气象卫星甚至可每天覆盖地球一遍。因此,可及时地发现病虫害、洪水、污染、火山和地震等自然灾害发生的前兆,为灾情的预报和抗灾救灾工作提供可靠的科学依据和资料。

4. 用途广、效益高的特点

使用遥感技术获取信息受到的条件限制少。在地球上有很多地方,自然条件极为恶劣,人类难以到达,如沙漠、沼泽、高山峻岭等。采用不受地面条件限制的遥感技术,特别是航天遥感可方便及时地获取各种宝贵资料。遥感已广泛应用于农业、林业、地质矿产、水文、气象、地理、测绘、海洋研究、军事侦察及环境监测等领域,深入到很多学科中,应用领域在不断扩大。而且遥感成果获取的快捷以及所显示出的效益,也是传统方法不可比拟的。遥感正以其强大的生命力展现出广阔的发展前景。

五、遥感技术的发展

遥感是以航空摄影技术为基础,在20世纪60年代初发展起来的一门新兴技术。开始为航空遥感,自1972年美国发射了第一颗陆地卫星后,这就标志着航天遥感时代的开始。经过几十年的迅速发展,成为一门实用的、先进的空间探测技术。遥感技术的发展可大致分为三个阶段。

1. 萌芽时期(1608—1857)

(1) 无记录地面遥感阶段(1608—1838)

1608年汉斯·李波尔赛制造了世界第一架望远镜。1609年伽利略制作了放大三倍的科学望远镜并首次观测月球。1794年气球首次升空侦察为观测远距离目标开辟了先河,但望远镜观测不能把观测到的事物用图像的方式记录下来。

(2) 有记录地面遥感阶段(1839—1857)

1839年达盖尔(Daguarre)发表了他和尼普斯(Niepcce)拍摄的照片,第一次成功将拍摄事物记