

地理信息系统 理论与应用

DILI XINXITONG LILUNYUYINGYONG

范况生 主编



西安地图出版社

商丘师范学院青年骨干教师资助项目
商丘师范学院教育教学改革研究项目

地理信息系统理论与应用

主 编 范况生

副主编 张志国

编 委 (按姓氏笔划排序)

于丽丽 王新建 邢会敏 张志国

张 梅 张竟竟 李红忠 陈文峰

孟德友 范况生 贺 振

西安地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地理信息系统理论与应用 / 范况生主编。-西安: 西安地图出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-80748-421-9

I. 地… II. 范… III. 地理信息系统 IV. P208

中国版图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 094805 号

地理信息系统理论与应用

范况生 主编

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码: 710054)

新华书店经销 黄委会勘测规划设计研究院印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 19.375 印张 496 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80748-421-9

定价: 28.00 元

前 言

地理信息系统 (GIS) 起源于 20 世纪 60 年代, 它作为一种地理学研究新技术, 从一开始出现, 就给传统地理学研究的手段带来了巨大变革。进入 20 世纪 70 年代以后, 随着一些基本概念、基本理论、基本算法的形成, 地理信息系统逐渐成为一门独立的学科, 并且由于计算机硬件和软件技术的不断更新, 使 GIS 朝着实用方向迅速发展。进入二十一世纪后, GIS 应用涉及空间信息的所有领域, 并呈迅速发展的趋势。目前, GIS 已深入到各行各业, 成为城市规划、设施管理和工程建设的重要工具, 同时在军事战略分析、商业策划、移动通信、文化教育乃至人们的日常生活当中都得到了广泛的应用。目前, 许多公司推出了具有地图搜索功能的网站, 如著名的 GOOGLE 网站推出了具有 GIS 功能的全球地理图片搜索系统, 用户通过这个搜索引擎甚至有可能搜索到自家的房子的图片。

GIS 应用增长的速度如此之快, 究其原因: 一是人们对 GIS 提供的应用潜力有了更多了解。据统计, 我国就有百余所大学开设了 GIS 学位课程及其相关课程, 随着空间信息技术教育的进步和意识的传播, GIS 已经迅速渗透到许多组织机构; 二是 GIS 的数据管理、空间分析和可视化等方法。随着大量科研人员的研究, GIS 的相关应用得到了更好的技术支持; 三是数据的商品化程度有了一定提高, 人们容易获得更多、更便宜的数据。另外, 许多通用的 GIS 软件系统采纳了窗口模式, 如 UNIX 上的 X 视窗和 PC 上的 WINDOWS 环境, 这使得应用 GIS 更加容易, 同时 GIS 软硬件价格的降低和面向最终用户应用系统的开发, 这些都促进了 GIS 市场的发展。

GIS 的应用实践表明, 对 GIS 的科学管理和 GIS 人才是决定 GIS 应用成败的关键。如何充分有效并安全的使用 GIS, 如何对 GIS 进行数据管理 (GIS 应用的核心问题)、如何将 GIS 作为一种管理工具、如何拓展 GIS 的应用领域等等, 这一系列的问题必须通过培养大批高素质的 GIS 应用人才才能得以解决。从某种意义上讲, GIS 的人才发展现状在一定程度上, 决定了整个 GIS 的发展。面对这种形势, 高等学校如何有效地培养高质量 GIS 应用型人才是一项非常紧迫的任务

GIS 发展之快、应用之广、影响之深刻是许多相关学科无法比拟的。GIS 应用的内容包括: GIS 主要功能, 数据采集和质量控制、数据查询和管理、空间分析模型应用、电子地图编辑与制作、WEBGIS 空间信息发布, 主要 GIS 软件操作与使用、GIS 应用实习等。GIS 作为一种高级管理工具, 其主要作用应该是支撑整个管理机构的正常运作, 使其在完成本机构的战略任务和管理目标的过程中, 扮演一个可持续发展并使工作变得更加简单的重要角色。

目前, 在政府管理决策中应用 GIS, 已成为政务 GIS 重要的研究和应用领域。GIS 在“条块结合, 以块为主”的城市信息化管理中发挥了巨大作用。目前全国各省市不仅建立了土地规划、环境保护、水务、公安、农业、商业、人口等 GIS 系统, 而且在有关区县还建立了空间信息管理平台。这一平台是空间数据库、网络和应用三位一体的集成, 在电子政务中发挥了重要作用。

在上述研讨、分析的基础上, 本教程的内容安排为: 前九章为基础理论部分, 重点分析地理信息系统的运行管理、地理信息系统的选择、社会因素对 GIS 应用的影响、数据分发与服务、专题地图的编制等应用基础理论问题; 从第十至第十八章, 侧重地理信息系统在不同

行业中的应用，针对不同行业的特点，就 GIS 在该行业的应用展开分析，从应用现状、技术支撑体系、系统实现、案例分析等多层次加以阐述；最后第十九和第二十章是地理信息系统工程管理和应用展望，主要论述了 GIS 系统工程管理的重要性和管理方法，以及不同国家学者的地理信息系统的发展观，GIS 与教育、与时俱进的 GIS 内涵、未来 GIS 应用的发展和新一代地理信息系统等内容。本书的部分案例由部分兄弟单位提供，我们负责整理，在此表示感谢。

本书的编写得到了商丘师范学院环境与规划系人文地理重点学科，商丘师范学院青年骨干教师项目和商丘师范学院教育教学改革研究项目的大力资助。书中各个章节是由商丘师范学院环境与规划系多位老师共同努力完成，各章节主笔分工如下：第 1、2（第 1-5 节）、3 章：贺振；第 4、5、7 章和第 8 章（第 4 节）：张竟竟；第 2 章（第 6-7 节）和第 6 章：张梅；第 8 章（第 1-3 节）：孟德友；第 9 章：于丽丽；第 10、12 和 14 章：范况生；第 11 和 19 章：李红忠；第 13、15 和 17 章：张志国；第 16 章：陈文峰；第 18 章：邢会敏；第 20 章：王新建。在本书的编写过程中，史本林教授、余方镇教授、赵文亮副教授、贺俊平老师等对本书也提出了很多宝贵建议，并给予了大力支持，在此表示衷心感谢。

因 GIS 应用教程内容较多，涉及面较广，时间紧张，且由于编者对地理信息系统理论认识尚不够深刻，书中难免有不妥之处，敬请专家、学者批评指正。

范况生

2008 年 6 月于商丘师范学院

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 国内外应用现状	(1)
1.2 技术发展对 GIS 应用的影响	(4)
1.3 地理信息系统应用的发展	(7)
1.4 本书编写目的和内容	(8)
第 2 章 地理信息系统基础	(11)
2.1 地理信息系统概念	(11)
2.2 GIS 功能	(12)
2.3 GIS 的组成	(15)
2.4 GIS 中的数据处理	(18)
2.5 GIS 工作原理	(30)
2.6 GIS 的应用领域	(31)
2.7 GIS 与相关学科的关系	(34)
第 3 章 选择地理信息系统	(36)
3.1 装备地理信息系统的几个重要环节	(36)
3.2 商业概念和用户需求的定义	(37)
3.3 数据获取	(39)
3.4 GIS 软硬件选择	(40)
3.5 数据库建设	(43)
3.6 数据质量	(47)
3.7 地理信息系统的投资与效益评估	(50)
第 4 章 GIS 系统开发环境	(53)
4.1 主要 GIS 软件产品	(53)
4.2 GIS 硬件与网络	(61)
4.3 GIS 系统的网络建设	(64)
第 5 章 GIS 系统设计	(69)
5.1 GIS 系统设计	(69)
5.2 空间数据库的建立	(70)
5.3 用户界面及地图显示	(75)
5.4 二次开发模式	(79)
5.5 系统集成方法	(82)
第 6 章 地理信息系统的业务运行管理	(86)
6.1 GIS 管理工作量规划	(86)
6.2 GIS 运行预算	(89)
6.3 GIS 运行管理与监督	(91)
第 7 章 社会因素对 GIS 应用的影响	(93)

7.1	教育和人才	(93)
7.2	数据编码与隐私	(94)
7.3	数据政策	(98)
第 8 章	数据分发与服务	(100)
8.1	地理空间框架数据	(100)
8.2	遥感数据源的特征与管理	(102)
8.3	元数据与空间数据目录	(104)
8.4	国内外数据标准	(112)
第 9 章	专题地图编制	(120)
9.1	专题地图的特点	(120)
9.2	计算机制图的生产工艺	(121)
9.3	专题地图编制方法	(122)
9.4	专题地图的应用	(126)
9.5	几种常用出版软件介绍	(131)
第 10 章	政府管理与决策	(132)
10.1	政务 GIS 的理论基础和技术支撑体系	(132)
10.2	我国政务 GIS 的应用现状	(135)
10.3	政务 GIS 建设实例	(137)
10.4	区县 GIS 的应用	(141)
第 11 章	GIS 在城市规划管理中的应用	(147)
11.1	城市规划管理	(147)
11.2	GIS 在城市规划中的应用	(148)
11.3	城市规划实施监测 GIS 开发及应用	(155)
11.4	城市土地利用变化分析 GIS	(157)
第 12 章	交通管理	(163)
12.1	上海市城市交通管理 GIS 基础平台建设	(163)
12.2	公路地理信息系统	(169)
第 13 章	GIS 在移动服务中的应用	(176)
13.1	概述	(176)
13.2	一种移动 GIS 整体解决方案	(177)
13.3	系统设计	(180)
13.4	系统功能及其实现	(183)
13.5	结语	(189)
第 14 章	GIS 在人口管理中的应用	(190)
14.1	引言	(190)
14.2	系统设计	(191)
14.3	系统实现	(197)
14.4	总结	(204)
第 15 章	GIS 在应急管理中的应用	(205)
15.1	引言	(205)

15.2	系统设计	(206)
15.3	系统实现	(209)
15.4	系统应用	(215)
15.5	总结	(219)
第 16 章	GIS 在商业中的应用	(220)
16.1	商业区位布局与分析	(220)
16.2	GIS 在商业中的应用	(222)
16.3	上海市商业区位分析 GIS 软件开发	(223)
第 17 章	GIS 在农业中的应用	(232)
17.1	地理信息系统在农业领域中的应用	(232)
17.2	上海市农工商现代农业园区平台设计	(235)
17.3	平台建设的解决方案	(238)
17.4	平台特色及应用	(245)
17.5	GIS 在农业应用中的展望	(246)
第 18 章	GIS 在环境保护中的应用	(247)
18.1	GIS 在环境保护中的应用	(247)
18.2	大气污染扩散空间信息系统研究	(248)
18.3	上海市汽车尾气污染研究	(249)
18.4	结论	(256)
第 19 章	GIS 工程管理	(257)
19.1	工程管理方法	(257)
19.2	项目管理实施	(259)
19.3	GIS 系统分析	(263)
19.4	GIS 需求分析	(265)
19.5	工程项目管理	(266)
第 20 章	地理信息系统应用展望	(284)
20.1	地理信息系统发展观	(284)
20.2	空间数据生产	(286)
20.3	国际协作与共享	(286)
20.4	GIS 教育	(287)
20.5	与时俱进的 GIS 内涵	(289)
20.6	未来 GIS 的发展	(292)
20.7	新一代地理信息系统	(294)
参考文献		(296)

第1章 绪论

人类赖以生存的社会正面临着新经济时代所带来的种种变革，信息技术的飞速发展引发了一场深刻的生产和生活方式变革，互联网络技术的发展和运用不仅改变着人类工作、商务的模式，更改变着人类生活的形态和观念，在物质世界之上形成了全球信息化热潮。作为信息高速公路五个应用领域中的首要应用，电子政府/电子政务在全球范围内受到广泛的重视，可以说政府信息化是经济信息化和社会信息化的前提，电子政务是未来国家核心竞争力的重点要素之一。目前，发达国家纷纷提出了自己的“电子政务（电子政府）计划”。如美国的政府再构建计划（Reinvent Government）、英国的政府现代化计划（Modernizing Government）和新加坡的政府互联计划（Connected Government）。而地理信息系统技术是实现电子政府/电子政务的核心技术手段。

我国政府也积极推进信息化的发展，十六大报告将信息化建设摆在战略位置。随着信息化战略进程的加快，GIS在各行各业系统中的应用蓬勃兴起。社会各行业、各部门都积极迎战信息化热潮，进行各自的GIS平台的建设，但它们都是自成体系分割管理的，还没有一个统一的基础信息管理平台来统一管理基础数据，达到各业务信息共享利用、综合分析和提供各种层次的决策支持。为了改变“信息割裂、业务分散”这一现状，本书本着加强“业务横向联系、信息综合利用、强调决策分析”的原则，对现阶段GIS平台的建设和应用情况进行了汇总，紧紧以GIS应用为核心，针对GIS应用的热点问题进行了探讨。

1.1 国内外应用现状

1.1.1 GIS应用更深化

“数字城市”是地理信息系统、遥感、全球定位系统、通信技术、计算机技术、因特网络、仿真和虚拟现实等现代科技的高度综合与集成，是“数字地球”建设中最关键的节点与建设难点。空间信息和其他信息结合并存储在分布式计算机网络上、能供远程用户共享访问并形成一种新的城市空间，是未来城市的重要组成部分和城市信息化的重要标志。

数字城市建设可广泛应用于城市规划与设计、电子商务、数字小区、数字旅游等综合信息服务系统，为人们提供一种崭新的工作和生活方式，并在很大程度上改变人们的思维方式与生活习惯。

数字城市建设的目标就是通过建设宽带多媒体通信网络，以遥感、地理信息系统与全球定位系统为基础平台，建立城市空间信息基础设施，在此基础上整合城市各部门不同的信息源，实现电子政府、电子商务等，实现城市规划、建设、管理、政府政策、公众服务、人口、资源、环境、经济与社会可持续发展的信息化。这将使城市地理信息系统综合应用与遥感、

全球卫星定位系统、通信网络、多媒体技术达成更加紧密的集成与协同，使其应用达到一个更高的层次。

1.1.2 GIS 应用更普及

Internet 的发展从最初的网络互通到当前应用 Web 协议实现信息共享，并且正在向着 Web 与 IT 结合的 Web 服务方向发展。显然，从信息共享到信息应用共享，再到基础架构共享，Internet 的发展是应用需求、技术与标准不断升级的结果。网络作为 Internet 的第三次浪潮，在世界各国引起了前所未有的关注和重视。

20 世纪 90 年代中后期，GIS 与因特网结合，出现了 WebGIS，它是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物，通过 Internet 可以使 GIS 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 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图，以及进行各种空间检索与空间分析，从而使 GIS 进入千家万户。WebGIS 很容易与其他信息进行无缝集成，具有良好的可扩展性和跨平台特性。随着经济全球化、全球信息化的加速发展，未来在全球范围内，地理空间数据基于 Internet 的网上数据分发、数据查询、电子商务、百姓生活等方面将得到迅速发展。

Web 的出现，仅仅实现了主页的互联，而 Grid 的出现与发展，最终将完全解决所有计算、存储、信息资源共享的问题。空间信息网格(Spatial Information Grid, SIG)，是一种汇集和共享空间信息资源、进行一体化组织与处理、具有按需服务能力的空间信息基础设施。SIG 提供了一体化的空间信息获取、处理与应用服务的基本技术框架，以及智能化的空间信息处理平台和基本应用环境。

无论是已有的 WebGIS，还是未来发展的 Grid GIS，它们都是存在于 Internet 硬件体系结构之上的服务与应用，是城市地理信息系统综合应用从专业走向普及的重要载体。

1.1.3 GIS 应用更规范

自 1960 年以来，随着空间信息技术的迅速发展，空间信息技术的标准化问题也日益受到国际社会的高度重视。

美国早在 1960 年就制定了联邦信息处理标准(FIPS)计划，并由国家和技术研究院(NIST)直接负责。在这一计划中，首先制定的标准是地理编码标准，被广泛称做 FIPS 编码。在 20 世纪 80 年代初，美国国家标准局(NBS)与地质调查局(USGS)签订了协调备忘录，把 UCGS 作为联邦政府研究制定地理数据标准的领导机构。1993 年，美国国家标准协会(ANSI)成立了“地理信息系统技术委员会”(X3L1)。1994 年，美国总统克林顿签署了“地理数据采集和使用的协调——国家空间数据基础设施”的行政命令，对空间数据的标准化进行研究。

加拿大是国际上信息规范化和标准化研究卓有成效的国家之一。早在 1978 年，加拿大测绘学会(CCSM)就授权加拿大能源矿产资源部测绘局(SMB-DEMUR)成立适当机构，研究制定数字制图数据交换标准，并为此成立了三个委员会。

瑞典的地理信息标准化工作，在早期主要是靠实际需求推动，由地方政府联合会发展，开展地图数据交换格式的研究工作，其中包括了大比例尺应用中所有的制图数据编码。1989 年，瑞典土地信息技术研究与发展委员会(ULI)提出了由其牵头的国家 STANLI 项目计划。1990 年，瑞典标准化机构(SIS)的下属机构 SIS-STG 直接负责 STANLI 的地理信息系统标准

化计划。

法国标准化协会(AFNOR)在20世纪90年代初向欧洲标准化委员会(CEN)提出了“地理信息范围内标准化”的建议,并获得批准,为此在CEN内成立了地理信息技术(CEN/TC287),下设四个工作组,其研究内容包括通用术语和词汇表、数据分类和特征码、通用概念数据模型、通用坐标系、定位方法、数据描述、查询和更新、欧洲空间数据格式(ETF)。

国际标准化组织(ISO)是世界范围国家标准部门(ISO成员国)的联盟。它通过ISO技术委员会进行国际标准的研制工作。随着国际地理信息产业的蓬勃发展,为促进全球地理信息资源的开发、利用和共享,国际标准化组织于1994年3月召开的技术局会议决定成立地理信息/地球信息技术委员会(ISO/TC211)。该技术委员会的工作范围为数字地理信息领域标准化。其主要任务是针对直接或间接与地球上位置相关的目标或现象信息,制定一套结构化的定义、描述和管理地理信息的系列标准(系列编号为ISO19100),这些标准说明管理地理信息的方法、工具和服务,包括数据的定义、描述、获取、处理、分析、访问、表示,并以数字/电子形式表现在不同用户、不同系统和不同地方之间转换这类数据的方法、工艺和服务,从而推动地理信息系统间的相互操作,包括分布式计算环境的互操作。该项工作与相应的信息技术及有关数据标准相联系,并为地理数据进行各种开发,尤其是城市地理信息系统综合应用提供标准框架。

ISO/TC211已经立项研制的地理信息系列标准共有40个。截至目前为止,已完成国际标准或技术报告(IS或IS/TR)7个,完成国际标准或技术报告草案的最后版本(FDIS)7个,完成国际标准或技术报告草案(DIS)10个,撤销国际标准项目1个。

1994年成立的开放地理信息系统协会(Open GIS Consortium, OGC)是生产与管理部门为实现地理空间数据信息的相互操作而成立的公共与私人组织联合体。其目标是实现地理空间数据与地理空间信息处理资源的全面集成,通过信息基础设施广泛使用商业化的、可互操作的地理空间信息处理软件。目前已经开展了简单要素实施规范、网络覆盖层实施规范、目录服务实施规范、显示表达实施规范、要素鉴别和关系规范、几何关系规范、常规覆盖层实施规范等7项规范标准的制定工作,并开展了相关软件支撑工具的研制工作。OGC与ISO/TC211已经达成协议,ISO/TC211组织制定的标准,OGC予以采纳和实施,使该项标准具有ISO/TC211和OGC的“双重标记”。

我国空间信息标准化的工作最初走的是一条自主开发的道路,即充分吸取国外先进经验和教训,从我国的实际出发,结合GIS技术发展和系统开发的需要,从理论上进行研究,制定和发布实施了若干急需的标准。许多专业部门近年来研制的一些非GIS目的国家标准,也被直接作为空间信息标准,诸如“中华人民共和国行政区划代码”、“中华人民共和国邮政编码”、“公路路线命名编号和编码规则”等。

随着中国加入WTO,而WTO要求各成员国要以国际标准为基础制定本国标准,我国的标准化工作也由原来的“参考国际标准和国外先进标准”自主制定,转为立足修改采用已有国际标准。目前已有42.4%的国家标准和一批行业标准采用了国际标准和国外先进标准,重点行业采用国际标准的比例达到了60%以上。但就空间信息领域而言,国际标准的本土化工作还相当艰巨。迄今,有5项ISO/TC211制定的空间信息标准已经或正处在转化过程之中。

1.《地理信息术语》,采用ISO19104 Geographic Information – Terminology的CD版,按等同采用转化为国家标准,已发布实施。

2.《地理信息一致性与测试》,采用ISO19105 Geographic Information- Conformance and

Testing, 按等同采用转化为国家标准, 待审批。

3. 《地理信息元数据》, 采用 ISO19115 Geographic Information- Metadata 的 DIS 版, 按重新起草法修改采用转化为国家标准, 待征求意见。

4. 《地理信息质量基本元素》, 采用 ISO19113 Geographic Information- Quality Principles 的 FIDS 版, 按重新起草法修改采用转化为国家标准, 待征求意见。

5. 《地理信息质量评价程序》, 采用 ISO19114 Geographic Information- Quality Evaluation Procedures 的 DIS 版, 按重新起草法修改采用转化为国家标准, 待征求意见。

在空间数据的规范化、标准化方面, 美英等国在数据标准方面都是采用国家统一标准, 不仅如此, 国家政府网站的结构和内容也都采用统一标准。这种标准化、规范化的管理和服务基础, 为社会加快信息化进程、推动城市地理信息系统综合应用打下良好的基础。

1.1.4 GIS 应用更有效

20 世纪 80 年代以来, GIS 技术在国内城市规划、土地管理、交通、电力、电信、地下管网等领域都得到了广泛的应用, 其产业化已初具规模。主要表现为: 国家和一些省、市加强了对空间基础设施的建设, 并为发展以 GIS 为核心的应用系统提供了一批具有权威性的基础地理框架数据; 一批基于 GIS 研发的应用系统已从早期的“实验型”或“科研成果型”转化为业务化运作系统, 并开始在管理、监测、规划、决策等过程中取得重要的社会和经济效益; 国外 GIS 软件在社会各部门得到长期广泛的应用, 形成了巨大的应用群体; 自主开发的国产 GIS 软件产品正逐步走向成熟, 其中一批系统软件产品已经进入市场, 并初步具备了市场竞争能力; 多层次的 GIS 研究与开发队伍不断扩大, 涉及 GIS 领域的高科技公司不断涌现。

究其根本, 在我国 GIS 应用逐渐从传统的政府管理、公共事业管理、国土测绘及教育科技等领域, 进入电子政务、信息服务等公众应用领域, GIS 在传统领域中的应用更贴近实际管理与业务需求, 逐渐成为影响日常工作流程与生活方式的重要科技手段。

1.2 技术发展对 GIS 应用的影响

近年来, 由于社会对地理信息系统的巨大需求, 地理信息系统应用日益广泛, 以及计算机科学的飞速发展, 为地理信息系统提供了先进的工具和手段。地理信息系统得到快速的发展, 并出现了一些新的技术, 突出表现在与其他信息技术结合, 计算机技术飞速发展, 特别是软件的发展, 促进 GIS 技术发生了很大的变化。国际 GIS 技术的发展趋势, 主要体现在两个方面, 一是综合(integration), 二是分化(fractionation)^[4]。

1.2.1 GIS 技术综合

GIS 技术的综合, 主要体现在与其他信息技术的结合上, 我们常说的“3S”即 GIS、RS (Remote Sensing) 和 GPS 的一体化, 就是技术综合的体现。然而, 现在的 GIS 已经远远超出了这些, 它已经与 CAD、多媒体、通信、Internet、办公自动化、虚拟现实等多种技术结合, 形成了综合的信息技术。综合是 GIS 技术开发和应用值得注意的重要方向。GIS 与有关信息技术的结合简述如下:

GIS—CAD: CAD 为计算机辅助制图和设计, 是一门空间设计技术, 可用以设计地球; GIS 是一门空间管理技术, 用以管理地球。二者结合将为我们提供一个设计和管理地球的工具。

GIS—RS : (RS) 航空航天遥感技术, RS 是指从远距离高空及外层空间的各种平台上, 利用可见光、红外及微波等电磁探测仪器, 通过摄影或扫描信息感应、传输和处理技术, 来研究地面物体及其与环境的相互关系的现代技术科学。当代遥感的发展主要表现在它的传感器、高分辨率和多时相的特征。国外已实现地面分辨率为 1m 的航天遥感系统, 并已公开出售。在影像处理方面, 开始尝试智能化专家系统。遥感信息的应用分析已从单一遥感资料向多时相、多数据源的复合分析, 从静态分析向动态监测过渡, 从对资源和环境的定性调查向计算机辅助的定量分析过渡, 从对各种现象的表面描述向软件分析和计量探索过渡, 近年来, 由于航空遥感具有的快速机动性和高分辨率的显著特点使之成为遥感的重要方面。

早期的 GIS 往往与 RS 是联系在一起。广义地讲, RS 是 GIS 的重要组成部分, 作为 GIS 的一种重要信息源。同时, GIS 的应用也提高了 RS 的数据提取和分析能力。随着高精度 RS 的发展和 RS 动态网络的出现, GIS 与 RS 的结合会更加密切。

GIS—GPS: GPS (全球定位系统) 被认为是 21 世纪影响人类社会的 12 大技术之一, GPS 作为一种全新的现代定位方法, 已逐渐在越来越多的领域取代了常规光学和电子仪器。20 世纪 80 年代以来, 尤其是 90 年代以来, GPS 卫星定位和导航技术与现代通信技术相结合, 在空间定位技术方面引起了革命性的变化。用 GPS 同时测定三维坐标的方法将测绘定位技术从陆地和近海扩展到整个海洋和外层空间, 从表态扩展到动态, 从单点定位扩展到局部与广域差分, 从事后处理扩展到实时(准实时) 定位与导航, 绝对精度扩展到米级、厘米级乃至亚毫米级, 从而大大拓展它的应用范围和在各行业中的作用, 它具有定位精度高、实时定位速度快、提供三维坐标、操作简便、全天候作业及全球地面连续覆盖等特点。然而, GPS 离不开 GIS, 必须与 GIS 结合。特别是智能化汽车和道路系统(IVHS) 的建设, 将为 GIS 和 GPS 的应用开辟新的途径。

GIS—Internet 技术: 基于 Internet 技术的 GIS, 即 WebGIS, 所谓 Web GIS 是在 Internet 信息发布、数据共享、交流协作基础之上实现 GIS 的在线查询和业务处理等功能 Web 分布式交互操作是工作的重心。Web GIS 的基本组成包括: Web 服务器; Browser 浏览器(GIS 插件); 页面描述语言: HTML, VRML; Web 交互程序: JAVA, CGI, ActiveX; GIS 数据库管理器: ARCSTORM, SDE; 利用 WWW 发布空间信息和提供各种应用, 可以实现远程寻找所需要的各种地理空间数据, 包括图形和图像, 而且可以进行各种地理空间分析, 这种发展是通过通信技术使 GIS 进一步与信息高速公路接轨, 同时也是 GIS 进入千家万户的重要途径。

GIS—多媒体技术: GIS 也是一种重要的媒体。GIS 与多媒体结合已经成为现实, 在多媒体系统中嵌入 GIS 功能, 或在 GIS 系统增加多媒体功能, 极大地增强了二者的功能。

GIS—数据通信技术: 数据通信技术是现代信息技术发展的重要基础。地球空间信息技术的发展在很大程度上依赖于数据通信技术的发展, 目前在世界范围内, 通信技术处于飞速发展阶段, 特别是宽带通信、多媒体通信、卫星通信等新技术的应用以及迅速增长的需要, 为数据通信技术的发展创造了良好的外部环境。

GIS—虚拟现实技术: GIS 与虚拟现实技术结合, 提高了 GIS 图形显示的真实感和对图形的操作性。

1.2.2 GIS 技术分化

GIS 软件的发展经历了从早期的功能处理模块,发展到组件式的 GIS 和 WebGIS 的过程。目前,组件式 GIS 和 WebGIS 已经成为许多大型 GIS 公司产品的开发方向。组件式 GIS 的最大好处是能够使 GIS 功能嵌入其他软件,或将其他软件功能引入到 GIS 中来。

组件式 GIS 基于标准的组件式平台,各个组件之间不仅可以进行自由、灵活的重组,而且具有可视化的界面和使用方便的标准接口。国际上大多数 GIS 软件公司把开发组件式软件作为重要的发展战略。Intergraph 公司声称已经进入组件式 GIS 的时代,其 Jupiter 计划,正在移植和开发多种组件式 GIS。ESRI 和 MapInfo 也分别推出了 MapObjects 和 MapX。组件式技术已经成为业界标准,用户可以像使用其他 ActiveX 控件一样使用组件式 GIS 控件,使非专业的普通用户也能够开发和集成 GIS 应用系统,推动了 GIS 大众化进程。组件式 GIS 的出现使 GIS 不仅是专家们的专业分析工具,同时也成为普通用户对地理相关数据进行管理的可视化工具。

分布式 GIS 系统是组件式 GIS 的发展趋势,分布式 GIS 系统是建立在物理上分布且异构的组件之上的系统,它采用了开放式地理信息系统协会 OGC(Open GIS Consortium) 所制定的开放式地理数据相互操作规范 OGIS (Open GIS Interoperability Specification) 来实现 GIS 系统各组件间的互操作,这一技术使得人们可以在任何时间、任何地点、以任何方式接入特定的 GIS 系统,实现对空间数据的资源共享。

如果从空间信息处理的角度看,可将 GIS 的发展分为空间信息的管理、分析、模拟和调控四个阶段,这四个阶段分别活跃于 20 世纪 60 ~80 年代,及 90 年代初、90 年代中期和 2000 年以后。从数据库管理来说,21 世纪将出现空间、属性数据一体化,栅格、矢量数据一体化,网络 GIS 和四维数据等时空信息的管理;空间信息分析模型将由空间模型与空间关系分析、专业模型共同组成^[4]。

1.2.3 GIS 应用新方向

GIS 应用有两个值得注意的方面,一是面向大型项目,二是面向公众。在大项目方面,如美国内务部土地管理局的土地与矿产资源系统(ALMRS) 和森林局 615 项目,仅软件和硬件的耗资就高达 12 亿美元。美国海军的海图计划,建库的费用也在数亿美元以上。另一方面,GIS 的应用已经走向公众,通过网络将空间信息传至千家万户,如美国已有城市通过有线电视网向公众发布城市空间信息。中国香港地政署与旅游协会(TA) 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地政署的大型数据库,旅游信息则由旅游协会提供,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和旅游信息。

GIS 应用最值得注意的动向是 GIS 功能的变化。GIS 的应用过去只是限于管理方面,随着信息技术的发展,GIS 已经逐步进入控制阶段。如位于美国西雅图波音公司附近的一家名为欧米嘎的小型飞机制造公司,主要生产小型无人驾驶飞机,它通过 GIS、GPS 和通信等技术的集成应用,可以在地面上由一个 GPS 系统直接控制飞机的飞行,达到全自动的环境监测、灾害跟踪、侦察等目的。

虽然,在北美和西欧等发达国家,GIS 应用已经形成一定规模,但是,应用深度并不理

想, 大多 GIS 也只是停留于制图, 其分析和辅助决策的功能并没有得到应有的发挥。如在洛杉矶和南加利福尼亚州数十个城市的市政局中, 几乎都设有制图部门, 都采用了 GIS 技术和安装了 GIS 系统, 这些系统往往只是满足于制图, 并没有与自 20 世纪 70 年代起就建立起来的人口和户籍数据库连接起来, 难以进行分析和辅助决策支持。

从目前我国 GIS 应用情况看, 总体水平是比较高的, 同时存在着巨大的应用潜力, 对 GIS 的需求将不断增加。我国 GIS 的应用, 首先是在科研部门和测绘及资源环境等领域, 现在已经扩展到土地管理、设施管理、军事和商业领域。可以说, 土地管理和设施管理是近几年我国 GIS 应用的热点, 随后商业 GIS 将是一个新的热点。我国 GIS 应用正进入到一个需求旺盛期, 早在市场发育的初期阶段, 政府主管部门, 研究部门就已注意到, 我国 GIS 应用需要加以引导。目前, 我国已经建成的 GIS 应用系统估计在数百个, 百万元至千万元级的系统, 也有数十个之多。我国 GIS 应用已经初步形成一个多层次、不同规模、不同尺度的应用局面。

1.3 地理信息系统应用的发展

地理信息系统技术发展的主要原动力来自日益广泛的应用领域对地理信息系统不断提出的要求。随着社会需求的不断变化, GIS 的应用正在向各个领域渗透。例如, 在 SARS 防治过程中, 国内外有关机构迅速开展了 SARS 疫情控制与预警地理信息系统的研究, 及时地建成了多个省级以上系统并投入使用。充分证明了 GIS 应用的广泛性和巨大潜能。

GIS 应用系统的发展历程大致可以归纳为四个阶段。即项目型 GIS (如土地利用评估系统), 集中式 GIS (如城市地下管线信息系统), 业务型 GIS (如空间决策支持系统), 社会型 GIS (如基于位置的服务(LBS)和移动定位服务(MLS))。目前, GIS 已经深入各个行业的应用之中, 在电信、能源、水利、公安、军队、交通、城市规划、环保等领域都发挥显著的作用, 逐渐成为资源环境管理与规划、城市交通设施管理和工程建设、商业策划、灾害防治、军事战略分析等领域的重要工具, 并逐步走进人们的日常生活之中。GIS 与数据库技术、通信技术一样, 已成为现代信息技术的重要组成部分。走向社会化和大众化, 是 GIS 发展的必由之路。当前, GIS 应用系统的发展具有以下主要特点。

1.3.1 GIS 标准化

GIS 的标准化对于它在国际范围内的推广和使用将起到促进作用, 国际标准组织已经专门就地理空间技术从各个方面进行标准化制定和实施。今后 5~10 年将是 GIS 业界制定标准的重要时期。标准化内容可能包括 GIS 的各个组成部分、各个操作过程、各种数据类型、软件硬件系统等。标准化的真正实现将使人们能在一个共同理解基础上共享信息和资源。

1.3.2 数据商业化

数据是整个 GIS 的操作对象, 没有数据, 就谈不上信息系统。在西方社会, 地理数据的生命周期长达数十年。地理数据的开发、更新和维护费时费力, 在 GIS 界曾经有人统计过, GIS 硬件、软件 and 数据的造价比是 1:10:100, 所以如何更有效地生产和维护地理数据将会

是 GIS 未来面临的主要挑战之一。

1.3.3 系统专门化

目前流行的面向对象和构件技术的地理信息系统 (ComGIS), 是把 GIS 的功能模块划分为多个控件, 每个控件完成不同的功能, 通过可视化的软件开发工具集成起来, 形成最终 GIS 应用。软件的构件化是 GIS 软件专业化的必要准备。将来的各类应用系统中, GIS 可能将作为一个必须的部分存在。

1.3.4 GIS 企业化

GIS 网络化的发展使得 GIS 在机构内部各部门之间更有效地进行通信、交流和各种资源的共享。企业和机构可以从更高的层次上对 GIS 在企业中的使用进行统筹安排和计划, 这种方式被称为“企业化 GIS”。企业化 GIS 对技术和管理人员有更高的要求, 需要企业不断地对人员进行技术和管理培训。

1.3.5 GIS 全球化

据专家估计, 在经济建设、日常生活活动所涉及的数据中, 80% 与地理信息密切相关, 因此, GIS 被公认是 21 世纪的支柱性产业, 是信息产业的重要组成部分。网络技术的发展使得世界空间缩小, 使人们之间的关系更加紧密; 世界经济的发展也在要求人们建立一个更稳定、和谐的环境。在这个环境中 GIS 越来越成为一种有效的工具来帮助人们了解他们所生存和依赖的自然条件状况和社会变化状况。

1.3.6 GIS 大众化

在人们日常生活中, GIS 潜移默化地改变着人们的生活方式。以往人们需要使用地图来定向、定位和导航, 而现在地图已经存储在数据库中, 利用 WAP 网站就能够为用户提供各类城市信息的地理位置查询服务; 从一个地点到另一个地点的最佳路线轻而易举地就可以使用 GIS 系统得到; 到一个新地方, 不需要再费力寻找餐馆、旅店、娱乐中心、购物中心、银行、旅游景点等, GIS 就是最好的向导。

1.4 本书编写目的和内容

1.4.1 编写目的

本书的目的旨在整合国内外现阶段具有代表性的行业地理信息系统平台, 编写一部比较系统的 GIS 应用教程, 该教程可为专业 GIS 公司, 行业部门、政府机构提供平台建设参考; 也可以作为教材在高等院校和科研院使用, 让学生了解各行业 GIS 平台建设的平台设计、数据采集、软件开发、空间分析、综合决策等一系列问题, 培养学生对 GIS 平台的总体把握能力, 为以后从事该行业的工作打下坚实的基础; 对于一般读者而言, 将加深他们对 GIS 这一新兴学科的进展和技术进步的理解, 对促进 GIS 服务走向大众化, 无疑将具有促进意义。

1.4.2 编写内容

本书总共为十九章，分为三个部分：第一部分为 GIS 应用原理，为第一章至第六章，主要讨论选择地理信息系统，地理信息系统的业务运行管理，社会因素对 GIS 应用的影响，数据分发与服务，专题地图编制等内容。该部分是 GIS 应用的理论基础，涉及当今 GIS 应用的关键问题。第二部分是 GIS 应用分析，为第七章至第十八章，重点讨论 GIS 在许多领域的应用方案，主要包括政府管理与决策，城市规划，交通管理，移动服务，商业农业等方面。第三部分为第十九章，为地理信息系统应用发展展望。该章在分析现阶段 GIS 应用技术的基础上，对 GIS 的应用前景和发展方向进行的探讨，主要针对地理信息系统发展观、国际协作与共享、未来地理信息系统发展、地理信息系统的教育、新一代地理信息系统及其应用等方面进行了详尽的探讨。

GIS 在电子政务中的应用，形成了政务 GIS 的专门研究和应用领域。根据信息专家的统计分析，政府机关的综合业务管理和辅助决策活动 80%以上与空间定位和空间辅助决策相关，上述情况为政务 GIS 提供了广阔的发展和空间。本书第八章，针对政府日常工作中，遇到的与空间信息有关的事件，如防汛减灾辅助决策、国有资产管理、区县地理信息系统等内容进行了讨论。

城市规划和管理是 GIS 的一个重要应用领域，利用 GIS 技术可进行城市规划的辅助设计、工程选址等工作，也可进行城市管理的规划控制、辅助决策等工作。土地和地籍管理涉及土地使用性质变化、地块轮廓变化、地籍权属关系变化等许多内容，借助 GIS 技术可以有效地完成对土地和地籍状况的监测和管理。

随着移动通信传输技术从第一代升级为 2G、2.5G、3G，并必将向更快的数据传输速度发展。世界一流的软件开发商通过与手机生产大企业合作，把计算机的一些功能添加到手机上，使其除了传递声音信息外，还能提供数据和图像服务，使手机逐步成为“移动电脑”、“无线网络”。当前，移动通信业存在许多技术创新和技术应用的为用户服务的领域。在这些服务中，移动 GIS 可以说是最新的，也可能是目前最有前途的一种。尤其在地理信息发布系统中，移动 GIS 占有重要的地位。分布广泛的终端设备如 WAP 电话、PDA、寻呼机，甚至普通电话，都可以获取空间信息，使得多维地理信息的获取成为可能。为了使读者对移动 GIS 及 M/S 结构有明晰的了解，应用 GIS 技术可实现区域生态规划、环境现状评价、环境影响评价、污染物处理的决策支持、环境与区域可持续发展的决策支持、环保设施的管理、环境规划等。我们对移动地理信息系统的空间信息获取与处理，空间信息服务，空间信息移动用户应用服务系统建设等内容进行了探讨。

在本书的章节安排上，我们从应用角度出发，把 GIS 应用理论作为全书的主线，在讨论理论的基础上进行应用案例的分析，同时兼顾当今 GIS 应用的新方向，对 GIS 的一些热点问题进行了相关论述。本书在结构上层层递进，前六章是后十二章的理论基础，最后一章是全书的总结与展望，特别是书中给出的众多应用分析，是了解和掌握当今 GIS 应用发展的窗口，通过这些具体的 GIS 应用建设，读者可以很好地了解 GIS 在当今世界的广泛应用方向。本书将 GIS 基础理论、应用技术和应用实践融于一体，构建 GIS 应用教程的新体系，并创新性地提出 GIS 在一些领域的解决方案，其中有许多 GIS 应用技术具有明显的前沿，反映了当今 GIS 应用的发展趋势。本应用教程是 GIS 专业的四大核心课程之一，本书作为 GIS