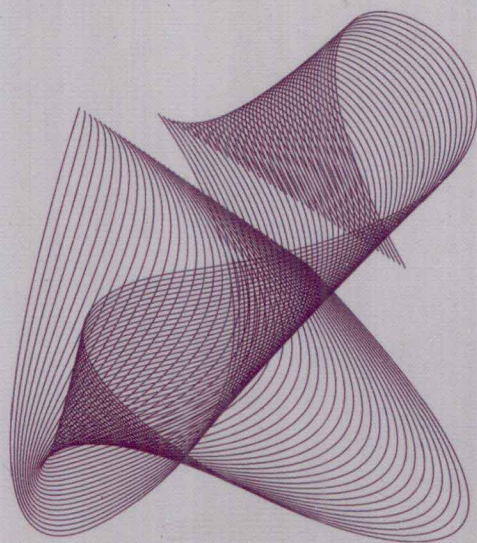




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

“信息化与信息社会”系列丛书之
高等学校信息管理与信息系统专业系列教材

地理信息系统 原理及应用



胡祥培 刘伟国 王旭茵 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

“信息化与信息社会”系列丛书之

高等学校信息管理与信息系统专业系列教材

地理信息系统原理及应用

胡祥培 刘伟国 王旭茵 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是面向 21 世纪课程教材和普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是全国信息管理和信息系统专业的公共核心课程教材。本书介绍了地理信息系统的基础理论、技术体系及其应用方法,在内容体系上包括 GIS 的基本概念、基本的原理与方法、空间数据库、空间数据处理、空间分析与空间查询、GIS 应用系统的分析设计与评价、GIS 应用系统的集成、主流的 GIS 平台与工具、GIS 的管理决策等。

根据信息管理与信息系统类专业的特点,本书以培养学生的信息获取、信息处理及信息应用能力为核心,组织各章节内容。在理论深度上,力求深入浅出,从最基本的概念、原理和方法出发,通过生动的、有代表性的实例介绍 GIS 在各个领域的应用。

本书可作为高校信息管理与信息系统类专业本科生教材、信息与管理学科研究生的主要参考书及相关科研和产业部门科技人员的参考资料。

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。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理及应用 / 胡祥培, 刘伟国, 王旭茵主编. —北京: 电子工业出版社, 2011.6

(“信息化与信息社会”系列丛书. 高等学校信息管理与信息系统专业系列教材)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-121-13642-9

I. ①地… II. ①胡… ②刘… ③王… III. ①地理信息系统—高等学校—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 099326 号

策划编辑: 刘宪兰

责任编辑: 张 京

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30 字数: 638.4 千字

印 次: 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 51.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

作者简介

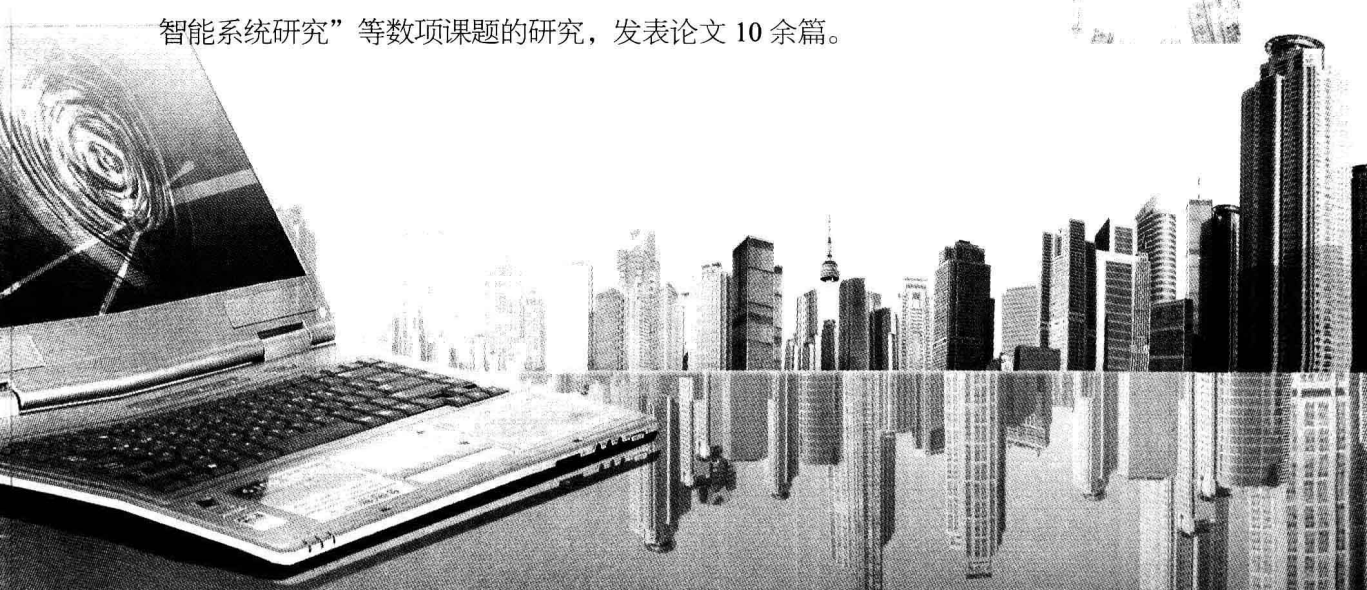
胡祥培，长江学者特聘教授，国家杰出青年基金获得者。1983年毕业于哈尔滨工业大学并留校任教，1995年12月进入大连理工大学管理科学与工程博士后流动站工作，1997年8月破格晋升为教授，2000年4月被确定为博士生导师。曾获国家教学成果二等奖并多次获省科技进步奖和省自然科学优秀论文奖，入选国家新世纪“百千万人才工程”国家级人选、国务院学位委员会第六届学科评议组管理科学与工程组成员。现任大连理工大学研究生院常务副院长等职。主要研究方向：电子商务与物流管理、知识工程、智能运筹学与动态系统实时优化控制。在国内外期刊发表论文100余篇。

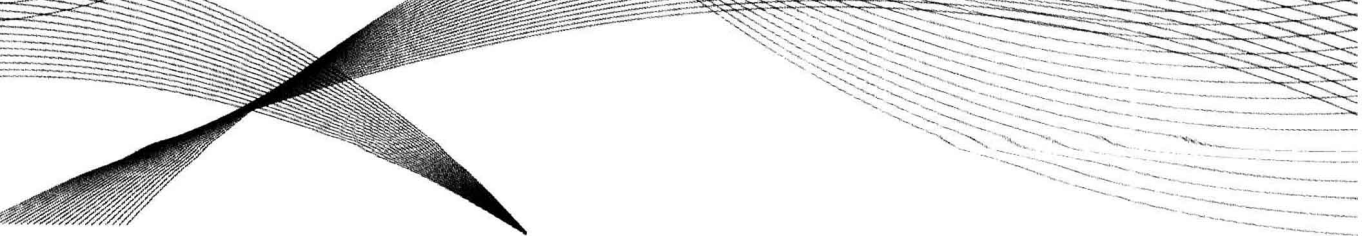


刘伟国，1998年毕业于西北师范大学并留校任教。2005年于大连理工大学获得硕士学位，现为西北师范大学讲师。其主要研究方向：电子商务与物流管理、GIS等。参与国家自然科学基金重大项目“新兴电子商务重大基础问题与关键技术研究”的子课题“面向服务的商务智能与知识管理方法研究”等数项课题的研究，发表论文10余篇。



王旭茵，1998年毕业于大连理工大学。2004年于大连理工大学获得硕士学位，其硕士学位论文被评为辽宁省优秀硕士论文。现为西北师范大学讲师。其主要研究方向：电子商务与物流管理、动态系统的实时优化控制等。参与国家自然科学基金项目“电子商务订单实时优化处理的智能系统研究”等数项课题的研究，发表论文10余篇。





总 序

信息化是世界经济和社会发展的必然趋势。近年来，在党中央、国务院的高度重视和正确领导下，我国信息化建设取得了积极进展，信息技术对提升工业技术水平、创新产业形态、推动经济社会发展发挥了重要作用。信息技术已成为经济增长的“倍增器”、发展方式的“转换器”、产业升级的“助推器”。

作为国家信息化领导小组的决策咨询机构，国家信息化专家咨询委员会一直在按照党中央、国务院领导同志的要求就信息化前瞻性、全局性和战略性的问题进行调查研究，提出政策建议和咨询意见。在做这些工作的过程中，我们愈发认识到，信息技术和信息化所具有的知识密集的特点，决定了人力资本将成为国家在信息时代的核心竞争力，大量培养符合中国信息化发展需要的人才已成为国家信息化发展的一个紧迫需求，成为我国应对当前严峻经济形势，推动经济发展方式转变，提高在信息时代参与国际竞争比较优势的关键。2006年5月，我国公布《2006—2010年国家信息化发展战略》，提出“提高国民信息技术应用能力，造就信息化人才队伍”是国家信息化推进的重点任务之一，并要求构建以学校教育为基础的信息化人才培养体系。

为了促进上述目标的实现，国家信息化专家咨询委员会一直致力于通过讲座、论坛、出版等各种方式推动信息化知识的宣传、教育和培训工作。2007年，国家信息化专家咨询委员会联合教育部、原国务院信息化工作办公室成立了“信息化与信息社会”系列丛书编委会，共同推动“信息化与信息社会”系列丛书的组织编写工作。编写该系列丛书的目的，是力图结合我国信息化发展的实际和需求，针对国家信息化人才教育和培养工作，有效梳理信息化的基本概念和知识体系，通过高校教师、信息化专家、学者与政府官员之间的相互交流和借鉴，充实我国信息化实践中的成功案例，进一步完善我国信息化教学的框架体系，提高我国信息化图书的理论和实践水平。毫无疑问，从国家信息化长远发展的角度来看，这是一项带有全局性、前瞻性和基础性的工作，是贯彻落实国家信息化发展战略的一个重要举措，对于推动国家的信息化人才教育和培养工作，加强我国信息化人才队伍的建设具有重要意义。

考虑当前国家信息化人才培养的需求、各个专业和不同教育层次（博士生、硕士生、本科生）的需要，以及教材开发的难度和编写进度时间等问题，“信息化与信息社会”系列丛书编委会采取了集中全国优秀学者和教师、分期分批出版高质量的信息化教育丛书的

方式,根据当前高校专业课程设置情况,先开发“信息管理与信息系统”、“电子商务”、“信息安全”三个本科专业高等学校系列教材,随后再根据我国信息化和高等学校相关专业发展的情况陆续开发其他专业和类别的图书。

对于新编的三套系列教材(以下简称系列教材),我们寄予了很大希望,也提出了基本要求,包括信息化的基本概念一定要准确、清晰,既要符合中国国情,又要与国际接轨;教材内容既要符合本科生课程设置的要求,又要紧跟技术发展的前沿,及时地把新技术、新趋势、新成果反映在教材中;教材还必须体现理论与实践的结合,要注意选取具有中国特色的成功案例和信息技术产品的应用实例,突出案例教学,力求生动活泼,达到帮助学生学以致用目的,等等。

为力争出版一批精品教材,“信息化与信息社会”系列丛书编委会采用了多种手段和措施保证系列教材的质量。首先,在确定每本教材的第一作者的过程中引入了竞争机制,通过广泛征集、自我推荐和网上公示等形式,吸收优秀教师、企业人才和知名专家参与写作;其次,将国家信息化专家咨询委员会有关专家纳入到各个专业编委会中,通过召开研讨会和广泛征求意见等多种方式,吸纳国家信息化一线专家、工作者的意见和建议;再次,要求各专业编委会对教材大纲、内容等进行严格的审核,并对每一本教材配有一至两位审稿专家。

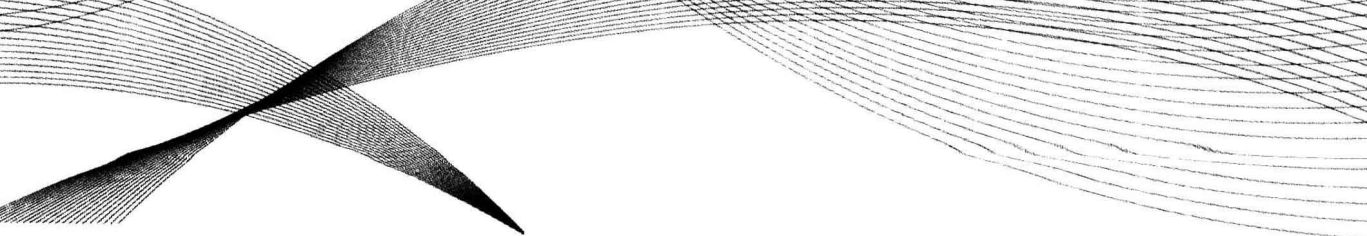
如今,我们很高兴地看到,在教育部和原国务院信息化工作办公室的支持下,通过许多高校教师、专家学者及电子工业出版社的辛勤努力和付出,“信息化与信息社会”系列丛书中的三套系列教材即将陆续和读者见面。

我们衷心期望,系列教材的出版和使用能对我国信息化相应专业领域的教育发展和教学水平的提高有所裨益,对推动我国信息化的人才培养有所贡献。同时,我们也借系列教材开始陆续出版的机会,向所有为系列教材的组织、构思、写作、审核、编辑、出版等做出贡献的专家学者、老师和工作人员表达我们最真诚的谢意!

应该看到,组织高校教师、专家学者、政府官员以及出版部门共同合作,编写尚处于发展动态之中的新兴学科的高等学校教材,还是一个初步的尝试。其中,固然有许多的经验可以总结,也难免会出现这样那样的缺点和问题。我们衷心地希望使用系列教材的教师和学生能够不吝赐教,帮助我们不断地提高系列教材的质量。

曲作波

2008年12月15日



序 言

日新月异的技术发展及应用变迁不断给信息系统的建设者与管理者带来新的机遇和挑战。例如，以 Web 2.0 为代表的社会性网络应用的发展深层次地改变了人们的社会交往行为以及协作式知识创造的形式，进而被引入企业经营活动中，创造出内部 Wiki (Internal Wiki)、预测市场 (Prediction Market) 等被称为“Enterprise 2.0”的新型应用，为企业知识管理和决策分析提供了更为丰富而强大的手段；以“云计算”(Cloud Computing) 为代表的软件和平台服务技术，将 IT 外包潮流推向了一个新的阶段，像电力资源一样便捷易用的 IT 基础设施和计算能力已成为可能；以数据挖掘为代表的商务智能技术，使得信息资源的开发与利用在战略决策、运作管理、精准营销、个性化服务等各个领域发挥出难以想象的巨大威力。对于不断推陈出新的信息技术与信息系统应用的把握和驾驭能力，已成为现代企业及其他社会组织生存发展的关键要素。

根据 2008 年中国互联网络信息中心 (CNNIC) 发布的《第 23 次中国互联网络发展状况统计报告》显示，我国的互联网用户数量已超过 2.98 亿人，互联网普及率达到 22.6%，网民规模全球第一。与 2000 年相比，我国互联网用户的数量增长了 12 倍。换句话说，在过去的 8 年间，有 2.7 亿中国人开始使用互联网。可以说，这样的增长速度是世界上任何其他国家所无可比拟的，并且可以预期，在今后的数年中，这种令人瞩目的增长速度仍将持续，甚至进一步加快。伴随着改革开放的不断深入，互联网的快速渗透推动着中国经济、社会环境大步迈向信息时代。从而，我国“信息化”进程的重心，也从企业生产活动的自动化，转向了全球化、个性化、虚拟化、智能化、社会化环境下的业务创新与管理提升。

长期以来，信息化建设一直是我国国家战略的重要组成部分，也是国家创新体系的重要平台。近年来，国家在中长期发展规划以及一系列与发展战略相关的文件中充分强调了信息化、网络文化和电子商务的重要性，指出信息化是当今世界发展的大趋势，是推动经济社会发展和变革的重要力量。《2006—2020 国家信息化发展战略》提出要能“适应转变经济增长方式、全面建设小康社会的需要，更新发展理念，破解发展难题，创新发展模式”，这充分体现出信息化在我国经济、社会转型过程中的深远影响，同时也是对新时期信息化建设和人才培养的新要求。

在这样的形势下，信息管理与信息系统领域的专业人才，只有依靠开阔的视野和前瞻性的思维，才有可能在这迅猛的发展历程中紧跟时代的脚步，并抓住机遇做出开拓性的贡

献。另外,信息时代的经营、管理人才以及知识经济环境下各行各业的专业人才,也需要拥有对信息技术发展及其影响力的全面认识和充分的领悟,才能在各自的领域之中把握先机。

因此,信息管理与信息系统的专业教育也面临着持续更新、不断完善的迫切要求。我国信息系统相关专业的教育已经历了较长时间的发展,形成了较为完善的体系,其成效也已初步显现,为我国信息化建设培养了一大批骨干人才。但我们仍然应该清醒地意识到,作为一个快速更迭、动态演进的学科,信息管理与信息系统专业教育必须以综合的视角和发展的眼光不断对自身进行调整和丰富。本系列教材的编撰,就是希望能够通过更为系统化的逻辑体系和更具前瞻性的内容组织,帮助信息管理与信息系统相关领域的学生以及实践者更好地掌握现代信息系统建设与应用的基础知识和基本技能,同时了解技术发展的前沿和行业的最新动态,形成对新现象、新机遇、新挑战的敏锐洞察力。

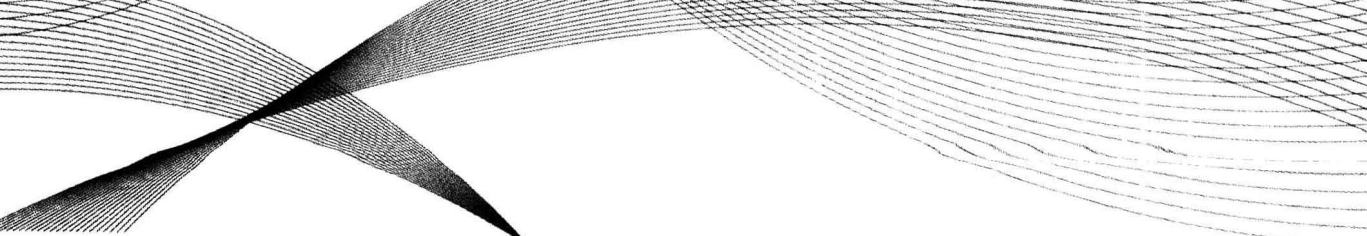
本系列教材旨在体系设计上较全面地覆盖新时期信息管理与信息系统专业教育的各个知识层面,既包括宏观视角上对信息化相关知识的综合介绍,也包括对信息技术及信息系统应用发展前沿的深入剖析,同时也提供了对信息管理与信息系统建设各项核心任务的系统讲解。此外,还对一些重要的信息系统应用形式进行重点讨论。本系列教材主题涵盖信息化概论、信息与知识管理、信息资源开发与管理、管理信息系统、商务智能原理与方法、决策支持系统、信息系统分析与设计、信息组织与检索、电子政务、电子商务、管理系统模拟、信息系统项目管理、信息系统运行与维护、信息系统安全等内容。在编写中注意把握领域知识上的“基础、主流与发展”的关系,体现“管理与技术并重”的领域特征。我们希望,这套系列教材能够成为相关专业学生循序渐进了解和掌握信息管理与信息系统专业知识的系统性学习材料,同时成为知识经济环境下从业人员及管理者的有益参考资料。

作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,本系列教材的编写工作得到了多方面的帮助和支持。在此,我们感谢国家信息化专家咨询委员会及高等学校信息管理与信息系统系列教材编委会专家们对教材体系设计的指导和建议;感谢教材编写者的大量投入以及所在各单位的大力支持;感谢参与本系列教材研讨和编审的各位专家、学者的真知灼见。同时,我们对电子工业出版社在本系列教材编辑和出版过程中所做的各项工作深表谢意。

由于时间和水平有限,本系列教材难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

高等学校信息管理与信息系统
专业系列教材编委会

2009年1月



前 言

进入 21 世纪以来,信息技术革命越来越迅速地改变着人类生活和社会的各个层面,而作为全球信息化浪潮的一个重要组成部分,地理信息系统 (Geographical Information Systems, GIS) 日益受到各界的普遍关注,并在多个领域得到了广泛的应用。GIS 置身于信息科学、空间科学、管理科学之中,是一门集计算机学科、地理学、测绘和遥感学科、环境科学、空间科学、信息科学和管理科学为一体的多学科交叉的新兴边缘学科。作为一种兼容、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的空间信息计算机系统, GIS 按一种新的方式组织和使用地理信息,以便更有效地分析和生产新的地理信息,同时, GIS 的应用改变了地理信息的分发和交换的方式。因此, GIS 提供了一种认识和理解地理信息的新方式,从而使 GIS 进一步发展成为一门处理空间数据的学科。

GIS 的许多技术和方法都是从实践中得以研究利用的,具有很强的实践性。为了将 GIS 的成果及时地转化为教学资源,也为了让信息管理与信息系统类专业的学生能很好地掌握 GIS 的应用成果并更好地应用 GIS 为社会服务,编者在借鉴已有相关成果的基础上,编写了本书。

在编写本书的过程中,根据多年的教学科研经验,曾尝试多种编排顺序,编者费尽心思,反复推敲、仔细斟酌,经过多方征求意见,才确定了目前的结构。当然,这样的编排结构也许存在不合理之处,但这并不影响对 GIS 相关知识的掌握与理解。本书是为给信息管理和信息系统专业类学生打下 GIS 概念和 GIS 应用两方面的坚实基础而设计编写的,并试图涵盖 GIS 各个主题。从编写结构上来讲,本书分为三个部分。第一部分是 GIS 基础与原理篇(第 1~6 章),主要有 GIS 基本概念、GIS 数据结构及编码、GIS 数据的获取及处理、GIS 空间数据管理及空间数据库、GIS 空间分析及 GIS 输出及可视化等内容。第二部分是 GIS 设计开发及工具篇(第 7~10 章),主要包括 GIS 应用系统的分析设计、GIS 应用系统的集成及 GIS 主要开发工具等。第三部分是 GIS 应用及管理决策篇(第 11~13 章),涉及的主要内容有“数字地球”及“数字城市”、GIS 与人文社会的应用管理决策、GIS 在环境资源中的应用管理决策等。

本书的覆盖面较为广泛,编写过程中充分考虑信息管理与信息系统类专业的特色、该类专业读者的知识涵盖面及应用特点,经反复实践和思索,除注意结构、层次及文字的要求外,本教材编者力求做到以下几点。

(1) 根据信息管理与信息系统类专业的特点,以培养学生的信息获取和信息处理及信息应用能力为核心,组织各章节内容。不过分讲究原理方法,也不过于强调技术,而是针对 GIS 的相关内容,先介绍基本的概念原理;然后,通过生动的、有代表性的实例介绍 GIS 在各个领域的应用;最后,通过案例分析,介绍 GIS 在不同领域如何获取信息、使用信息、如何开发相应的 GIS 应用系统和应用平台。使学生通过学习,在对实际空间信息管理问题的解决能力上有明显提高。

(2) 体系比较完整,内容叙述精练,重点突出,并尽可能将 GIS 最新发展和应用反映到教材中来。本书从内容体系上包括了 GIS 的基本概念、基本原理与方法、空间数据库、空间数据处理、空间分析与空间查询、GIS 应用系统的分析设计与评价、GIS 应用系统的集成、主流的 GIS 平台与工具、GIS 的管理决策等。值得一提的是,本书对地理信息系统的集成与对空间数据挖掘和空间数据仓库也有详细的论述,尤其是系统深入地描述 GIS 的应用和管理决策,这些无疑具有较大的实用价值。

(3) 在理论深度上,既根据信息管理类专业学生的特点,力求深入浅出,从最基本的概念、原理和方法开始介绍,又结合实例和应用系统来阐述相应的内容。

近五年,特别是近两年来,国内出版了一批关于 GIS 的教材,编者看到的就有几十种,分别由高等教育出版社、电子工业出版社、科学出版社、机械工业出版社和各大学出版社出版,同时,原版影印或翻译了十多种国外的 GIS 教材。深感庆幸的是作者从这些教材及书籍中受益匪浅。本书的编写广泛参阅了当今国内外同类优秀教科书的内容、该领域学者的研究成果及作者近年来的教学科研实践经验。特别是世界四位 GIS 权威学者 Paul A.Longley, Michael F.Goodchild, David J.Maguire, David Rhind 编写的《Geographical Information Systems: Principles and Technical Issues(Second Edition)》及《Geographical Information Systems: Management Issues and Applications(Second Edition)》, Michael N. DeMers 编写的《Fundamentals of geographic information systems (Third Edition)》,以及陆守一教授编写的《地理信息系统》、陈述彭院士编著的《地理信息系统导论》、邬伦教授编写的《地理信息系统》、闫国年等编写的《地理信息系统集成原理与方法》等,这些是编者教学科研中爱不释手的参考书。近几年来, GIS 的相关书籍及文献出版一波胜过一波,它们成了作者最有价值的教学工具收藏品。此外,还有难以计数的科技文献及论文,每当阅读起来,总使编者有新的收获。所有这一切,恕编者不能在这里一一道来,所有这些都是本书编写的知识海洋。在此,对这些作者及先贤们表示衷心的感谢,他们的辛勤劳动成果不仅是本书编写的源泉,也将惠及本书的每一位读者。

本教材可作为高校信息管理与信息系统类专业本科生教材、研究生主要参考书,可供有关科研和产业部分科技人员参考。GIS 或有关专业人员阅读后,会颇有收益。

参加本书编写工作的人员有:大连理工大学的胡祥培和王旭坪,西北师范大学经济

管理学院的刘伟国及王旭茵，华侨大学的郭武斌，还有大连理工大学管理学院的博士研究生方艳。本书由胡祥培、刘伟国及王旭茵任主编，章节编写的具体分工为：第1章由刘伟国、胡祥培编写，第2、3、5、9章由刘伟国编写，第4章由郭武斌编写，第6、7、11章由王旭茵编写，第10、12、13章由王旭坪编写，第8章由方艳、胡祥培编写。全书由胡祥培、刘伟国统稿、定稿。

最后，由衷感谢北京超图软件股份有限公司、北京东方泰坦科技有限公司、厦门精图信息技术有限公司、大连启明海通信息技术有限公司、中地数码集团及北京农业大学资源与环境学院段增强老师的大力支持。感谢大连理工大学研究生吴丽荣、刘琳琳、李超、苗一迪在本书编辑和文字校对过程中付出的辛劳。此外，还要感谢“信息化与信息社会系列教材编委会”及电子工业出版社的相关人员，他们的辛勤劳动与付出为本书增色不少，也使本书顺利付梓。

由于编者理论水平和实践经验有限，书中不当和疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正，谢谢！

编 者

2010年05月

目 录

上篇 GIS 基础与原理

第 1 章 绪论	3
1.1 地理信息系统的基本概念	4
1.1.1 数据、信息、地理数据和地理信息	4
1.1.2 信息系统和地理信息系统	5
1.2 地理信息系统的构成	11
1.3 地理系统的功能概述	14
1.3.1 数据采集与编辑	14
1.3.2 数据处理和变换	15
1.3.3 数据存储管理	15
1.3.4 空间查询和分析	15
1.3.5 可视化显示输出	15
1.4 地理信息系统的产生与发展	16
1.4.1 国外 GIS 发展概述	16
1.4.2 国内 GIS 的发展	18
1.4.3 GIS 的研究趋势展望	19
本章小结	21
问题讨论	22
第 2 章 GIS 空间数据结构	23
2.1 地理空间信息基础	24
2.1.1 地理空间及其表达	24
2.1.2 空间数据	29
2.1.3 空间数据模型	31
2.2 栅格数据结构	34
2.2.1 栅格数据结构概述	34
2.2.2 栅格结构数据的获取途径	35
2.2.3 栅格数据的编码	36
2.3 矢量数据结构	41
2.3.1 矢量数据结构编码的基本内容	41
2.3.2 矢量数据的特征和获取方式	43

2.3.3 矢量数据结构的编码方式	43
2.4 栅格—矢量一体化数据结构	48
2.5 两种数据结构的比较	49
本章小结	50
问题讨论	50
第 3 章 空间数据的获取和处理	51
3.1 GIS 空间数据源	52
3.1.1 GIS 的数据种类	52
3.1.2 GIS 空间数据误差分析	53
3.2 GIS 空间数据的获取	54
3.2.1 属性数据的获取	54
3.2.2 空间数据（几何数据）的获取	59
3.3 GIS 空间数据处理	62
3.3.1 空间数据的编辑	63
3.3.2 空间数据的坐标变换	64
3.3.3 拓扑关系的建立	66
3.3.4 空间数据的压缩	68
3.3.5 空间数据的结构转换	71
3.3.6 空间数据的内插	74
3.3.7 空间数据的综合集成	76
本章小结	76
问题讨论	76
第 4 章 空间数据管理和空间数据库	77
4.1 数据库与数据库管理	78
4.1.1 数据管理模式	78
4.1.2 数据库模型	80
4.1.3 传统关系数据库模型的局限性	83
4.2 空间数据库与空间数据管理	83
4.2.1 空间数据库的概念	83
4.2.2 空间数据管理模式概述	85
4.3 空间查询语言	88
4.3.1 标准数据库查询语言 SQL 基础	88
4.3.2 空间查询语言的发展	89
4.3.3 扩展 SQL 以处理空间数据	91
4.3.4 空间查询应用示例	94
4.4 空间数据库的发展趋势	97
4.5 空间数据仓库概述	99

4.5.1 数据仓库简介	99
4.5.2 空间数据仓库	101
本章小结	103
问题讨论	104
第 5 章 GIS 空间分析	105
5.1 空间分析概述	106
5.2 空间查询	107
5.2.1 空间查询概述	107
5.2.2 空间查询的类型	108
5.3 叠加分析	112
5.3.1 矢量叠加分析	112
5.3.2 栅格叠加分析	114
5.4 缓冲区分析	115
5.4.1 缓冲区分析概述	116
5.4.2 缓冲区的建立	116
5.4.3 缓冲区分析实例	118
5.5 空间网络分析	118
5.5.1 空间网络构成	119
5.5.2 空间网络分析方法	120
5.5.3 网络分析应用实例	122
5.6 空间统计分析	123
5.6.1 空间变量筛选分析	124
5.6.2 变量聚类分析	125
5.7 地形分析及数字地形模型	126
5.7.1 数字地面模型及数字高程模型 (DEM) 概述	126
5.7.2 DEM 的数据源及获取	127
5.7.3 数字高程模型 DEM 的主要表示模型	128
5.7.4 DEM 的分析及应用	132
本章小结	134
问题讨论	134
第 6 章 GIS 产品输出及可视化	135
6.1 GIS 产品输出类型	136
6.1.1 地图输出	136
6.1.2 图像输出	137
6.1.3 统计图输出	137
6.1.4 文本和表格输出	138
6.1.5 其他输出	138

6.2 GIS 产品输出设备	138
6.2.1 矢量绘图设备	139
6.2.2 栅格绘图设备	139
6.2.3 图形终端或屏幕输出	140
6.3 GIS 中的地图绘图	141
6.3.1 普通地图绘图	142
6.3.2 影像地图绘图	152
6.3.3 电子地图制作	153
6.4 GIS 专题地图绘制	156
6.4.1 专题地图的类型	156
6.4.2 专题地图的表示方法	157
6.4.3 专题地图的设计制作	162
6.5 GIS 可视化和虚拟现实	162
6.5.1 可视化概述	163
6.5.2 可视化技术	167
本章小结	168
问题讨论	168

中篇 GIS 应用设计与开发工具

第 7 章 GIS 应用系统分析设计	171
7.1 GIS 应用系统概述	172
7.1.1 GIS 应用系统的特征	172
7.1.2 GIS 应用系统的开发模式	173
7.1.3 GIS 应用系统开发模型	173
7.1.4 GIS 应用系统的开发方法	176
7.1.5 GIS 应用系统开发的主要阶段	181
7.2 GIS 应用系统的分析	182
7.2.1 GIS 应用系统需求分析	182
7.2.2 GIS 可行性分析	183
7.2.3 可行性分析报告	185
7.3 GIS 应用系统的设计	185
7.3.1 GIS 应用系统设计的基本原则	186
7.3.2 GIS 应用系统的设计	186
7.4 数据管理设计	192
7.5 输入/输出设计和界面设计	193
7.5.1 GIS 应用系统的输入设计	193
7.5.2 GIS 应用系统的输出设计	194
7.5.3 GIS 系统的界面设计	194

7.6 GIS 应用系统的实施与维护	200
7.6.1 实施与测试	201
7.6.2 运行与维护	203
7.7 GIS 应用系统的评价与更新	203
7.7.1 GIS 应用系统的评价	204
7.7.2 GIS 应用系统的更新	205
本章小结	206
问题讨论	206
第 8 章 GIS 应用系统的集成	207
8.1 地理信息系统集成概述	208
8.1.1 地理信息系统集成的基本概念	208
8.1.2 地理信息系统集成模式	209
8.1.3 地理信息系统集成的发展趋势	212
8.2 地理信息系统数据集成原理与方法	212
8.2.1 空间数据与属性数据的集成	212
8.2.2 多源空间数据的集成	222
8.2.3 空间数据与知识规则的集成	225
8.3 地理信息系统模型集成原理与方法	227
8.3.1 地理信息系统模型及其特点	227
8.3.2 地理信息系统模型常用方法	228
8.3.3 地理信息系统模型集成方法	230
8.4 地理信息系统集成框架	231
8.4.1 基于客户/服务器机制的地理信息系统集成	231
8.4.2 基于空间元数据的地理信息系统集成	233
8.4.3 基于分布式计算的地理信息系统集成	235
8.5 地理信息系统应用平台集成实例——GIS 等值线模型与城区物流配送系统的集成	236
本章小结	240
问题讨论	240
第 9 章 GIS 开发工具	241
9.1 Arc/Info 系列	242
9.1.1 Arc/Info 概述	242
9.1.2 Arc/Info 的数据模型	243
9.1.3 Arc/Info 中的地图数据管理	244
9.1.4 Arc/Info 的栅格分析	245
9.1.5 Arc/Info 构成模块	245
9.1.6 ESRI 的其他 GIS 产品	248
9.2 MapInfo 系列 GIS 工具	255

9.2.1	MapInfo Professional	256
9.2.2	MapInfo MapX	258
9.2.3	MapXtreme	260
9.2.4	MapInfo SpatialWare	261
9.3	SuperMap GIS	262
9.3.1	SuperMap GIS 软件构成	262
9.3.2	SuperMap GIS 的特点	263
9.4	其他 GIS 开发工具	265
9.4.1	GeoStar 系列	265
9.4.2	MapGIS	269
9.4.3	Intergraph 产品系列	271
9.4.4	CityStar	273
9.4.5	GenaMap 系列	275
	本章小结	276
	问题讨论	276
第 10 章	GIS 发展新技术	277
10.1	互联网 GIS	278
10.1.1	GIS 的网络化	278
10.1.2	WebGIS 概述	279
10.1.3	WebGIS 的结构和技术	281
10.1.4	WebGIS 应用前景	286
10.2	组件式 GIS	287
10.2.1	组件式 GIS 概述	287
10.2.2	组件式 GIS 开发平台及产品	291
10.2.3	ComGIS 和 WebGIS 的关系	294
10.3	嵌入式 GIS	296
10.3.1	嵌入式系统概述	296
10.3.2	嵌入式 GIS 概述	298
10.3.3	嵌入式 GIS 开发工具和技术	300
10.4	VR-GIS	301
10.4.1	虚拟现实技术 (VR) 概述	302
10.4.2	VR-GIS	304
10.5	Open GIS	309
10.5.1	Open GIS 概述	309
10.5.2	Open GIS 的组成部分	310
10.5.3	Open GIS 的特点	312
10.6	其他 GIS 技术	312