

Mc
Graw
Hill Education

Introduction to Geographic Information Systems

Third Edition

地理信息系统导论

(第3版)

Kang-tsung Chang 著

陈健飞 等 译

Mc
Graw
Hill

清华大学出版社

Kang-tsung Chang 著

陈健飞 等 译

Introduction to Geographic Information Systems (Third Edition) 地理信息系统导论 (第3版)

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统导论(第3版) / (美) 陈健飞等译. — 北京: 清华大学出版社, 2009.1
ISBN 978-7-302-18717-1

1. 地... Ⅱ. 陈... Ⅲ. 地理信息系统—教材 Ⅳ. P202

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第010141号

责任编辑: 董月
责任校对: 董月
责任印制: 董月

出版发行: 清华大学出版社
http://www.tup.com.cn
地址: 北京, 010-62770175
社址: 010-62770175
社址: 010-62770175
社址: 010-62770175

印 刷: 北京加泰利印刷厂
装 订: 北京市平谷区少明装订厂

经 销: 全国新华书店
开 本: 160×230
印 张: 27.0
字 数: 600千字
印 次: 2009年4月第1次印刷
印 数: 1-2000
定 价: 45.00元

清华大学出版社
北京

Kang-tsung Chang

Introduction to Geographic Information Systems, 3e

EISBN: 0-07-282682-7

Copyright © 2009 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition is published and distributed exclusively by Tsinghua University Press under the authorization by McGraw-Hill Education(Asia)Co., within the territory of the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由美国麦格劳-希尔教育出版(亚洲)公司授权清华大学出版社在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)独家出版发行。未经许可之出口,视为违反著作权法,将受法律之制裁。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2005-5115号

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统导论(第3版)/(美)张康聪(Chang, K. T.)著;陈健飞等译. —北京:清华大学出版社,2009.4

书名原文: Introduction to Geographic Information Systems, 3e

ISBN 978-7-302-19340-1

I. 地… II. ①张… ②陈… III. 地理信息系统—教材 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010591 号

责任编辑:龙啟铭

责任校对:徐俊伟

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮编:100084

邮购:010-62786544

印刷者:北京四季青印刷厂

装订者:三河市李旗庄少明装订厂

经销:全国新华书店

开本:185×230

印张:27.5

字数:613千字

版次:2009年4月第1版

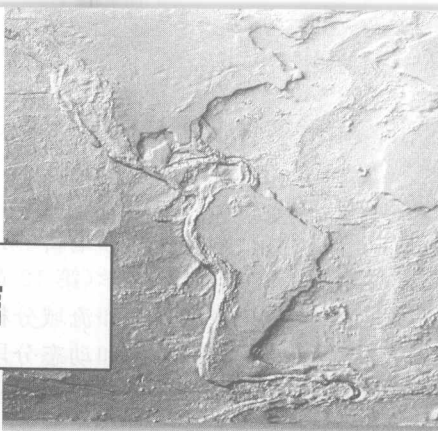
印次:2009年4月第1次印刷

印数:1~3000

定价:58.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。

联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:019904-01



原版序言

GIS 的重要性

地理信息系统(GIS)是用于获取、储存、查询、分析和显示地理空间数据的计算机系统。地理空间数据描述空间要素的位置和特征,比如道路、宗地和森林。GIS 所具有的处理位置和属性的功能,使其区别与其他信息系统,从而建立了在广阔领域有应用需求的 GIS 技术。

自 20 世纪 70 年代以来,GIS 的重要性体现在自然资源管理领域,包括土地规划、自然灾害评估、野生生物生长环境分析和林木管理等。近些年来,GIS 已被用于犯罪制图与分析、救急规划、地籍管理、市场分析和交通规划。GIS 与其他地理空间技术的结合,已显示出在基于位置的服务、在线互动地图绘制、车内导航系统和精细农业等方面的应用。2004 年 8 月,地理空间技术被美国劳工部列为三大主要上升领域之一,另外两个领域分别是纳米技术和生物技术。

GIS 不是只为专家所用。功能强大且价格适宜的计算机硬件和软件、图形用户界面和公共数字化数据,已将 GIS 带入主流应用。在学习 GIS 导论课程的班上,发现有来自 20 多个专业的学生已属寻常现象。

GIS 设计涉及地理学、地图制图学、空间分析、测量、数学和数据库管理等领域的基础概念。例如,获取 GIS 数据时需要考虑

的空间参照系统,即是地图制图和测量长期建立的概念。空间参照系统决定了空间要素的位置如何量测,不论空间参照系统是图形的还是投影的。GIS 设计总是与计算机技术保持同步推进。GIS 生产商从 20 世纪 90 年代以来就已把面向对象技术吸收到用户界面设计中。同样的技术现已被采纳用于 GIS 数据模型。为了精通 GIS,我们必须既熟悉其基本概念,又熟悉新的技术。

第 3 版强化重点

第 3 版共 19 章,第 1~5 章主要解释 GIS 的概念和数据模型。第 6~9 章涵盖了数据输入、编辑和管理。第 10 章和第 11 章包括数据显示和探查。第 12 章和第 13 章提供核心数据分析的概述。第 14~16 章重点阐述地形制图和分析。第 17 章和第 18 章涉及运动和线状要素的分析。第 19 章介绍 GIS 模型和建模。根据课程设计和学生需求,本书第 3 版可作为第一或第二门 GIS 课程的教材。本书总的目的是给学生提供 GIS 概念和实践的坚实基础。

在第 3 版中,著者在以下主题添加或扩展了讨论:

- 基于矢量数据模型(例如,geodatabase)(第 4 章)
- 小波转换(第 5 章)

- 几何转换(第7章)
- 拓扑规则和编辑(第8章)
- 空间统计学(第12章)
- 视域分析和流域分析(第15章)
- 地理编码和动态分段(第17章)
- 路径分析(第18章)
- ArcToolbox 中的命令行、Model-Builder 和 Python 脚本的应用(第15章和第19章)

第3版还有一些新的特点。一是每章都包含有复习题;二是每章的应用部分都增加了挑战性作业,旨在进一步提高解决问题能力;三是每章的应用部分包括了一系列与作业相关问题,以强化学习过程。因为如果仅仅遵循指南完成任务而不思考所以然,便不可能学好 GIS。

本版保留了第1版和第2版的长处。同时对引自诸多领域的参考文献做了更新,信息更加丰富。注释栏提供了特定软件的资料、实际案例和附加的相关信息。全书完善了插图,添加了一些必需的新图。

理论与应用相结合

第3版仍然强调 GIS 的实践。每章应用部分仍包含解决问题的作业,利用数据集和指南来完成。共有 77 个作业,每章分别有 3~6 个作业。完成这些作业的指南对应于 ArcGIS 9.0。

除了第18章中的两个作业外,本版的所有作业都使用 ArcGIS Desktop 9.0 版及其扩展模块 Spatial Analyst、3D Analyst、Geostatistical Analyst 和 ArcScan。而第18章中涉及“最短路径分析”和“定位与配置”的两个作业需要用 ArcInfo Workstation 来完成。一旦 ESRI 公司推出 Network Analyst 扩展模块,这两个作业便可在 ArcGIS Desktop 上方便运行。

由实践部分获取的手头经验有助于完成课文讨论和强化 GIS 功能的工作知识。虽然可以通过阅读掌握 GIS 概念,但是只有通过实践才可能完全领会隐含在菜单和按钮后面的概念。而且,当今 GIS 职位市场的正规要求是能够熟练应用商业化 GIS 软件包。

本书英文原版第3版的网址为: www.mhhe.com/changgis3e, 含有以口令保护的指导手册。请联系 McGraw-Hill 销售代表以获取进入该网站所需信息。

数据来源说明

本书的一些作业使用了由下列网址下载的数据集:

Clearwater National Forest

http://www.fs.fed.us/rl/clearwater/gis/library/library_w.htm

Montana GIS data clearinghouse

<http://www.nris.state.mt.us/>

Northern California Earthquake Data Center

<http://quake.geo.berkeley.edu/>

University of Idaho Library

<http://inside.uidaho.edu>

Washington State Department of Transportation GIS Data

<http://www.wsdot.wa.gov/mapsdata/geodatacatalog/default.htm>

Wyoming Geographic Information Advisory Council

<http://wgiac2.state.wy.us/html/>

致谢

(略)

张康聪(Kang-tsung Chang)



译者序

本书是美国麦格劳-希尔教育出版公司出版的“Introduction to Geographic Information Systems, Third Edition”的中译本。英文原著由美国爱达荷大学地理系张康聪(Kang-tsung Chang)教授积 20 余年 GIS 教学、研究和应用的经验撰写而成,是国际上 GIS 领域广为流行的一部精品教材。本书第 1 版的中译本于 2003 年 10 月出版发行以来,广受欢迎,已 7 次印刷,累计发行量接近 2 万册。不少高等学校相关专业将其作为 GIS 课程的首选教材,一些高校和中国科学院研究生院将其指定为研究生入学考试课程《地理信息系统》的首选参考书,诸多新编 GIS 教材将其作为主要参考文献。读者反映使用该教材使 GIS 不再神秘,能较快上手。综上可见该教材的引进对我国 GIS 技术的教学和普及产生了实实在在的影响,对 GIS 教材建设起了一定的示范作用。本书最大优势在于著者的编写理念符合 GIS 这一技术课程的教学规律,在教材编写中体现概念和实践并重,把 GIS 的主要功能通过主流软件平台进行演示和验证;本教材另一显著优势在于编著者把自己多年教学过程积累的 GIS 数据和应用案例,以数据光盘形式随书提供给读者共享,既便利教师备课和教

学,又可供读者自学和练习,确实使该教材物超所值。书中还配有以解决问题为导向的习作及其详细操作指南,使学习过程能够立竿见影。实践证明,通过强调实际操作的学习过程,十分有助于对 GIS 原理、方法和应用的了解,并伴随着学习过程就获得了对主流 GIS 软件主要功能的掌握。

本书第 3 版不仅保留了第 1 版和第 2 版的优势和特色,而且与时俱进地做了修订和拓展:对应于 GIS 软件的升级,把 GIS 软件平台更新为 ArcGIS 9. x;同时深入浅出、全面介绍了 GIS 领域的新进展。第 3 版涵盖的内容和章节安排详见原版序言。第 3 版的每章结构由 6 部分组成:正文、重要概念和术语解释、复习题、应用习作、挑战性作业和参考文献,其中复习题和挑战性作业是第 3 版新增的部分。随书附有数据文件光盘一张。

本书译校过程得到笔者指导的研究生的帮助,陈志强、梁惠清、林征、庾思慧翻译了部分章节的初稿,陈小娟、秦鹏、郑敏、王卫测试了应用部分的译稿;龚建周博士协助草校了部分章节;刘家兴、张筱林、郑敏、王卫、黄婷薇协助清样的二校;清华大学出版社龙啟铭编辑负责策划和编辑,谨此致谢。

本教材的出版受到广州大学教材出版基金的资助。在数十万字译稿终于完稿之时,笔者不由联想起北京大学蔡运龙教授在“当代地理科学译丛”序言中所感叹的:“时下搞翻译是一件苦差事,需要语言和专业的学养自不待言,那实在是需要面对寒窗坐冷板凳才行的。…然而,依然有仁人志士愿付出这种牺牲,一个很简单的想法是:戒除浮躁之风,

从我做起”，对蔡教授的此番感叹颇有同感。限于水平和时间，译文错漏在所难免，欢迎读者不吝指正。

陈健飞

2000 年 7 月于广州大学

目 录

第 1 章 绪论	1	第 2 章 坐标系统	20
1.1 什么是 GIS?	1	2.1 地理坐标系统	21
1.1.1 GIS 应用	1	2.1.1 地球的近似表示	21
1.1.2 GIS 组成	3	2.1.2 大地基准	22
1.2 GIS 简史	3	2.2 地图投影	24
1.3 地理参照数据	5	2.2.1 地图投影类型	25
1.3.1 空间数据	5	2.2.2 地图投影参数	25
1.3.2 属性数据	7	2.3 常用地图投影	27
1.3.3 空间数据与属性数据的联合	7	2.3.1 横轴墨卡托投影	27
1.4 GIS 操作	8	2.3.2 兰勃特正形圆锥投影	27
1.4.1 空间数据输入	8	2.3.3 阿伯斯等积圆锥投影	28
1.4.2 属性数据管理	9	2.3.4 等距圆锥投影	28
1.4.3 数据显示	9	2.4 投影坐标系统	29
1.4.4 数据探查	9	2.4.1 通用横轴墨卡托格网系统	29
1.4.5 数据分析	10	2.4.2 通用极射坐标系格网系统 (UPS)	31
1.4.6 GIS 模型和建模	11	2.4.3 国家平面坐标系统 (SPC)	31
1.5 本书的结构	11	2.4.4 公用土地调查系统 (PLSS)	32
1.6 概念与实践	12	2.5 在 GIS 中运用坐标系统	33
重要概念和术语	13	2.5.1 投影文件	33
复习题	14	2.5.2 预定义坐标系统	33
应用: 绪论	15	2.5.3 即时(on-the-fly)投影	34
挑战性作业	19		

VI 地理信息系统导论 (第3版)

重要概念和术语	35	复习题	69
复习题	36	应用: 基于对象的矢量数据模型	70
应用: 坐标系	37	挑战性作业	72
挑战性作业	40		
第3章 地理关系矢量数据模型	42	第5章 栅格数据模型	73
3.1 地理关系数据模型	43	5.1 栅格数据模型要素	74
3.2 简单要素的表示	43	5.1.1 像元值	74
3.3 拓扑	44	5.1.2 像元大小	75
3.3.1 拓扑统一地理编码格式 (TIGER)	45	5.1.3 栅格波段	75
3.3.2 ESRI 的 Coverage 模型	46	5.1.4 空间参照	75
3.3.3 Coverage 数据结构	46	5.2 栅格数据类型	76
3.3.4 拓扑的重要性	48	5.2.1 卫星影像	76
3.4 非拓扑矢量数据	49	5.2.2 USGS 的数字高程模型 (DEM)	77
3.5 复合要素的数据模型	51	5.2.3 非 USGS 的数字高程模型	78
3.5.1 不规则三角网(TIN)	51	5.2.4 全球数字高程模型	79
3.5.2 分区	51	5.2.5 数字正射影像	79
3.5.3 路径	54	5.2.6 二值扫描文件	80
重要概念和术语	55	5.2.7 数字栅格图(DRG)	80
复习题	56	5.2.8 图形文件	81
应用: 地理关系矢量数据模型	56	5.2.9 特定 GIS 软件的栅格数据	81
挑战性作业	59	5.3 栅格数据结构	81
第4章 基于对象的矢量数据模型	60	5.3.1 逐个像元编码	81
4.1 基于对象数据模型	60	5.3.2 游程编码(RLE)	82
4.1.1 类	61	5.3.3 四叉树	82
4.1.2 类间关系	62	5.3.4 头文件	83
4.2 Geodatabase 数据模型	63	5.4 数据压缩	84
4.2.1 空间要素的几何表示	63	5.5 数据转换	86
4.2.2 数据结构	64	5.6 栅格数据与矢量数据的结合	87
4.3 界面	65	重要概念和术语	88
4.4 拓扑规则	67	复习题	89
4.5 Geodatabase 数据模型的优点	68	应用: 栅格数据模型	90
重要概念和术语	69	挑战性作业	92

第6章 数据输入 93

6.1 现有的地理信息系统数据	93
6.1.1 美国联邦地理数据委员会	94
6.1.2 美国地理空间一站式服务 (Geospatial One-Stop)	94
6.1.3 美国地质调查局	94
6.1.4 美国人口普查局	95
6.1.5 美国自然资源保护局	95
6.1.6 美国州域公共数据举例	95
6.1.7 美国区域公共数据举例	96
6.1.8 美国大都市公共数据举例	96
6.1.9 美国县级公共数据举例	96
6.1.10 美国私人公司的 GIS 数据	96
6.2 元数据	96
6.3 现有数据的转换	97
6.3.1 直接转换	97
6.3.2 中性格式	98
6.4 创建新数据	100
6.4.1 遥感数据	100
6.4.2 野外数据	100
6.4.3 有 x、y 坐标的文本文件	103
6.4.4 用数字化仪数字化	103
6.4.5 扫描数字化	104
6.4.6 屏幕数字化	107
6.4.7 源地图的重要性	107
重要概念和术语	108
复习题	109
应用: 数据输入	110
挑战性作业	113

第7章 几何变换 115

7.1 几何变换	115
7.1.1 地图到地图和图像到 地图的变换	115

7.1.2 变换方法	116
7.1.3 仿射变换	117
7.1.4 仿换变换参数的几何 解释	118
7.1.5 控制点	118
7.2 均方根 (RMS) 误差	120
7.3 数字化地图上的均方根误差	121
7.4 像元值重采样	123
7.4.1 重采样方法	123
7.4.2 重采样的其他用途	123
重要概念和术语	125
复习题	125
应用: 几何变换	126
挑战性作业	129

第8章 空间数据编辑 131

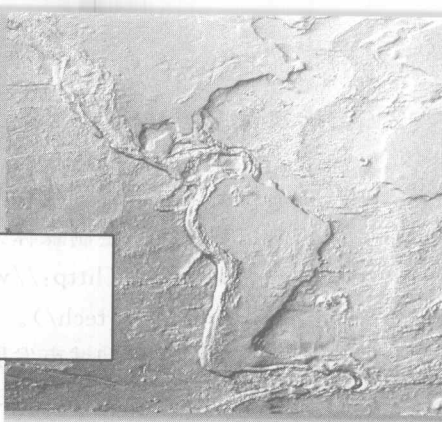
8.1 定位错误	131
8.1.1 使用二手数据源的定位 错误	132
8.1.2 产生数字化错误的原因	132
8.1.3 使用第一手数据源的定位 错误	133
8.2 空间数据准确度标准	133
8.3 拓扑错误	134
8.3.1 几何要素的拓扑错误	134
8.3.2 图层之间的拓扑错误	136
8.4 拓扑编辑	137
8.4.1 Coverages 的拓扑编辑	138
8.4.2 用地图拓扑编辑	140
8.4.3 用拓扑规则编辑	140
8.5 非拓扑编辑	141
8.5.1 编辑现有要素	141
8.5.2 由现有要素创建新要素	142
8.6 其他编辑操作	142
8.6.1 图幅拼接	143

8.6.2 线的简化和平滑	144	10.3 地图的注记	179
重要概念和术语	145	10.3.1 字体的变化	179
复习题	146	10.3.2 字体变化的选择	180
应用:空间数据编辑	146	10.3.3 文字在地图主体的放置	181
挑战性作业	153	10.4 地图设计	184
第9章 属性数据的输入与管理 154		10.4.1 排版	184
9.1 GIS中的属性数据	156	10.4.2 视觉层次	186
9.1.1 属性表的类型	156	10.5 地图的生产	189
9.1.2 数据库管理	157	重要概念和术语	191
9.1.3 属性数据的类型	157	复习题	193
9.2 关系数据库模型	158	应用:数据显示和地图编制	193
9.2.1 MUIR:关系数据库一例	159	挑战性作业	199
9.2.2 正规化	160	第11章 数据探查 200	
9.2.3 关系类型	162	11.1 数据探查	200
9.2.4 合并和关联表格	164	11.1.1 描述性统计量	201
9.3 属性数据输入	165	11.1.2 图形	201
9.3.1 字段定义	165	11.1.3 动态图形	205
9.3.2 数据输入方法	165	11.1.4 数据探查与GIS	206
9.3.3 属性数据校核	165	11.2 属性数据查询	206
9.4 字段与属性数据的处理	166	11.2.1 SQL(结构查询语言)	207
9.4.1 添加和删除字段	166	11.2.2 查询表达式	208
9.4.2 属性数据的分类	166	11.2.3 运算类型	209
9.4.3 属性数据的计算	167	11.2.4 查询操作举例	210
重要概念和术语	167	11.2.5 关系数据库查询	210
复习题	168	11.3 空间数据查询	211
应用:属性数据的输入与管理	169	11.3.1 由指针选择要素	211
挑战性作业	172	11.3.2 由图形选择要素	211
第10章 数据显示与地图编制 173		11.3.3 由空间关系选择要素	212
10.1 地图的符号表示	174	11.3.4 属性数据查询与空间数 据查询的结合	213
10.1.1 空间要素与地图符号	174	11.4 栅格数据查询	213
10.1.2 色彩的运用	175	11.4.1 由像元数值查询	213
10.1.3 数据的分类	176	11.4.2 用选择要素查询	214
10.2 地图的种类	177	11.5 地理可视化	214

11.5.1 数据分类	214	13.2 局部运算	249
11.5.2 空间集聚	215	13.2.1 单一栅格的局部运算	249
11.5.3 地图比较	216	13.2.2 重新分类	250
重要概念和术语	217	13.2.3 多个栅格的局部运算	250
复习题	218	13.2.4 局部运算的应用	252
应用: 数据探查	219	13.3 邻域运算	253
挑战性作业	223	13.3.1 邻域统计值	253
第 12 章 矢量数据分析 225		13.3.2 邻域运算的应用	254
12.1 建立缓冲区	225	13.4 分区运算	255
12.1.1 建立缓冲区中的差别	226	13.4.1 分区统计量	256
12.1.2 建立缓冲区的应用	227	13.4.2 分区运算的应用	257
12.2 地图叠置	228	13.5 自然距离量测运算	257
12.2.1 要素类型和地图叠置	228	13.5.1 配置与方向	258
12.2.2 地图叠置方法	229	13.5.2 距离量测运算的应用	259
12.2.3 Shapefile 的叠置	231	13.6 其他的栅格数据运算	259
12.2.4 碎屑多边形	231	13.6.1 栅格数据管理	259
12.2.5 地图叠置中的误差传递	232	13.6.2 栅格数据提取	260
12.2.6 地图叠置的应用	233	13.6.3 栅格数据的综合归纳	260
12.3 距离量测	234	13.7 基于矢量与基于栅格的数据分析的比较	261
12.4 模式分析	235	13.7.1 地图叠置	261
12.4.1 最近邻分析	235	13.7.2 建立缓冲区	262
12.4.2 量测空间自相关的莫兰指数	235	重要概念和术语	262
12.4.3 量测高/低聚集度的 G 统计量	237	复习题	263
12.4.4 模式分析的应用	238	应用: 栅格数据分析	263
12.5 地图操作	239	挑战性作业	266
重要概念和术语	241	第 14 章 地形制图与分析 267	
复习题	242	14.1 用于地形制图与分析的数据	267
应用: 矢量数据分析	243	14.1.1 数字高程模型(DEM)	267
挑战性作业	247	14.1.2 不规则三角网(TIN)	268
第 13 章 栅格数据分析 248		14.2 地形制图	270
13.1 数据分析环境	248	14.2.1 等高线法	270
		14.2.2 垂直剖面法	271
		14.2.3 地貌晕渲图	271

14.2.4 分层设色法	273	第16章 空间插值	310
14.2.5 透视图	273	16.1 空间插值的要素	310
14.3 坡度和坡向	274	16.1.1 控制点	310
14.3.1 用栅格计算坡度和坡向的算法	276	16.1.2 空间插值的类型	311
14.3.2 用 TIN 计算坡度和坡向的算法	278	16.2 整体拟合法	312
14.3.3 影响坡度和坡向量算的因子	279	16.2.1 趋势面模型	312
14.4 表面曲率	280	16.2.2 回归模型	314
14.5 栅格与 TIN	282	16.3 局部拟合法	315
重要概念和术语	283	16.3.1 森泰多边形	315
复习题	284	16.3.2 密度估算	316
应用:地形制图和分析	285	16.3.3 反距离权重插值	318
挑战性作业	289	16.3.4 薄板样条函数	319
第15章 视域分析和流域分析	290	16.4 克里金法	322
15.1 视域分析	290	16.4.1 半变异图	322
15.2 视域分析中的参数	293	16.4.2 模型	324
15.3 视域分析的应用	295	16.4.3 普通克里金法	325
15.4 流域分析	296	16.4.4 泛克里金法	328
15.4.1 已填洼 DEM	296	16.4.5 其他克里金法	330
15.4.2 流向	297	16.5 空间插值方法的比较	330
15.4.3 流量累积	297	重要概念和术语	332
15.4.4 河网	298	复习题	333
15.4.5 河流链路	299	应用:空间插值	334
15.4.6 全流域(Areawide Watersheds)	299	挑战性作业	338
15.4.7 基于点的流域	299	第17章 地理编码和动态分段	340
15.5 影响流域分析的因素	301	17.1 地理编码	340
15.6 流域分析的应用	303	17.1.1 地理编码参照数据库	341
重要概念和术语	303	17.1.2 地理编码过程	341
复习题	304	17.1.3 地址匹配选项	342
应用:视域分析和流域分析	304	17.1.4 其他类型的地理编码	344
挑战性作业	308	17.2 地理编码的应用	344
		17.3 动态分段	345
		17.3.1 路径	345
		17.3.2 创建路径	346

17.3.3 事件	348	18.5.4 定位-配置	372
17.3.4 创建事件表	348	18.5.5 城市交通规划模型	374
17.4 动态分段的应用	350	重要概念和术语	375
17.4.1 数据管理	350	复习题	376
17.4.2 数据显示	350	应用: 路径分析和网络应用	376
17.4.3 数据查询	350	挑战性作业	380
17.4.4 数据分析	351		
重要概念和术语	351	第 19 章 GIS 模型与建模	381
复习题	352	19.1 GIS 建模的基本元素	381
应用: 地理编码和动态分段	352	19.1.1 GIS 模型的分类	381
挑战性作业	357	19.1.2 建模过程	382
		19.1.3 GIS 在建模中的作用	383
第 18 章 路径分析和网络应用	358	19.1.4 GIS 与其他建模程序的 结合	383
18.1 路径分析	358	19.2 二值模型	384
18.1.1 源栅格	358	19.3 指数模型	386
18.1.2 耗费栅格	359	19.3.1 加权线性综合法	386
18.1.3 耗费距离量测	359	19.3.2 其他方法	387
18.1.4 生成最小累积耗费路径	360	19.3.3 指数模型的应用	389
18.1.5 耗费距离量测的改进	363	19.4 回归模型	391
18.2 路径分析的应用	364	19.4.1 线性回归模型	391
18.3 网络	364	19.4.2 对数回归模型	392
18.3.1 链路和链路阻抗	365	19.5 过程模型	392
18.3.2 节点和转弯阻抗	365	19.5.1 土壤侵蚀模型	393
18.3.3 单行道或禁行道	365	19.5.2 其他过程模型	395
18.3.4 天桥和地下通道	365	19.5.3 GIS 与过程模型	395
18.4 网络拼接	366	重要概念和术语	396
18.4.1 聚集线要素	366	复习题	397
18.4.2 创建拓扑	366	应用: GIS 模型与建模	397
18.4.3 对网络要素赋予属性	367	挑战性作业	402
18.5 网络应用	369		
18.5.1 最短路径分析	369	参考文献	404
18.5.2 最近设施	370		
18.5.3 配置	371		



第 1 章

绪 论

何种技术可以有效地应用于森林管理、救急车辆路径分析、移动电话通信网络设计、城市管理、道路设计和提供饥荒救助？根据美国劳工部网站（<http://www.careervoyages.gov/emergingfields-geospatial.cfm>）关于新兴领域的阐述，它就是地理空间（geospatial）技术。从 2004 年 8 月起，地理空间技术被美国劳工部列为最重要的三大新兴领域之一，与其并列的是纳米技术和生物技术。地理空间技术覆盖许多领域，其中包括遥感、地图制图、测绘和摄影测量。但是，若要在地理空间技术中将这此不同领域的的数据整合起来，则需依靠地理信息系统。

1.1 什么是 GIS？

地理信息系统（GIS）是用于采集、存储、查询、分析和显示地理参照数据的计算机系统。地理参照数据又称地理空间数据，是用于描述位置和空间要素属性的数据，例如道路、宗地和地球表面的植被覆盖。GIS 这种处理和分析地理参照数据的能力使其有别

于其他信息系统。正是该能力使 GIS 成为一种应用广泛的重要技术，如同美国劳工部网页所表达的情景。

1.1.1 GIS 应用

从一开始，GIS 就在自然资源管理领域显示其重要性，包括土地利用规划、自然灾害评估、野生生物栖息地分析、河滨带监控和林木管理。以下是互联网上的一些例子。

- 美国地质调查局的“国家地图（National Map）”项目，该项目提供全美范围的地理空间数据，应用于自然灾害、风险评估、美国安全和许多其他领域（<http://nationalmap.usgs.gov>）。
- 美国人口普查局维护的“在线地图资源（On-line Mapping Resources）”网站，互联网用户可以在该网站绘制美国各个地域公共地理数据的地图（http://www.census.gov/geo/www/maps/CP_OnLineMapping.htm）。

- 美国森林服务机构用 GIS 和其他计算机技术绘制森林火灾地图,并建立火情模型(http://www.fs.fed.us/fire/tools_tech/)。
- 美国住房和城市发展部的制图项目,将住宅开发信息与环境数据结合在一起(<http://www.hud.gov/offices/cio/emaps/index.cfm>)。

近年来 GIS 已被用于犯罪分析、编制急救计划、地籍管理、市场分析和交通应用。以下是互联网上的一些例子。

- 美国国家司法研究所使用 GIS 绘制犯罪记录地图,并分析其时空模式(<http://www.ojp.usdoj.gov/nij/maps/>)。
- 美国联邦救急管理机构将水灾保险率地图数据库链接到 GIS 数据库的自然要素(http://www.fema.gov/fhm/mm_main.shtm)。
- 科罗拉多州 Larimer 县允许公众进

入 GIS 数据库中查询属于该县的土地记录(<http://www.larimer.org/>)。

GIS 与全球定位系统(GPS)、无线技术和互联网的结合也已导致一些新的可喜的应用。以下是一些例子。

- 基于位置服务(LBS)技术可确定移动电话用户的位置并接收位置信息,比如附近的自动取款机和餐馆。
- 互动制图网站可让用户选择图层显示,并编制他们自己的地图。
- 车内导航系统可寻找出发地与目的地之间的最短路径,并为驾驶员提供导航服务。
- 精细农业促进定位耕作活动,如除草剂和肥料施用等。

注释栏 1.1 包含了上述 GIS 应用的更多信息。随着 GIS 被公共传媒日益熟悉,将会有更多新的应用——不论是常规的还是创新的。



注释栏 1.1 更多 GIS 应用趣例

- 美国房地产商联合会有个互动地图绘制服务,可帮助潜在购房者查找符合其要求的房地产,并在街区地图上观看这些房地产(<http://www.realtor.com>)。
- Keyhole 有个“互联网 3 维地球可视化”(internet 3-D earth visualization)程序,允许用户从该公司的服务器访问地球表面各个部分的高分辨率卫星影像(<http://www.keyhole.com/>)。(已被 Google 公司收购,<http://earth.google.com>。译者注)
- Dodgeball 向移动电话用户提供一种服务,可将其朋友甚至朋友的朋友在 10 个街区之内定位(<http://www.dodgeball.com/>)。
- 一个非营利的基于艺术的技术公司——“Eyebeam”有个网页名为“Fundrace”,该网页可显示美国主要城市竞选活动分布的地理编码位置(<http://www.fundrace.org>)。

1.1.2 GIS 组成

类似其他信息技术, GIS 需要下列 4 个组成对地理参照数据进行操作。

- 计算机系统。计算机系统包括计算机硬件设备和可运行 GIS 软件的操作系统。典型的选择是使用 Windows 操作系统(如: Windows 2000, Windows XP)的个人计算机或使用 UNIX 或 Linux 操作系统的工作站。外设包括用于显示的显示器, 用于空间数据输入的数字化仪和扫描仪, GPS 接收器和野外工作的移动设备, 以及打印机和绘图仪。
- GIS 软件。GIS 软件包括程序和用于驱动硬件的用户界面。GIS 中的普通用户界面是菜单、图标、命令行和脚本。
- 智囊(Brainware)。与计算机软硬件一般重要, 智囊是指应用 GIS 的目的和目标, 以及动机和理由。
- 基础设施。基础设施是指支持 GIS 运作所必需的物质的、组织的、行政的和文化的环境。基础设施包括必备的技能、数据标准、数据交换中心和通用的组织模式。

1.2 GIS 简史

GIS 并不新鲜, 从 20 世纪 60 年代以来计算机就已用于存储和处理地理参照数据。从 20 世纪 60 年代末到 70 年代, 与 GIS 相关的早期工作例子如下。

- 爱丁堡大学的计算机制作地图, 哈佛计算机图形实验室和试验制图单位

(Coppock, 1988; Chrisman, 1988; Rhind, 1988)。

- 加拿大土地勘察和其后的加拿大地理信息系统的发展 (Tomlinson, 1984)。
- Ian McHarg 的《自然设计》(Design with Nature) 的出版及其所包含的用于适宜性分析的地图叠置方法 (McHarg, 1969)。
- 美国人口普查局的 DIME (二值独立地图编码) 系统中引入带有拓朴关系的城市街道网络 (Broome 和 Meixler, 1990)。

尽管多年来 GIS 被看作是一个难学、昂贵和只有少数人拥有的软件, 然而在 20 世纪 90 年代, 随着图形用户界面 (GUI)、功能强大、较便宜的软硬件和公共数字化数据的出现, 已经拓宽了 GIS 应用的范围并使 GIS 进入主流应用。注释栏 1.2 列出了 GIS 软件生产商及其主要产品。

各种商业报告提示 ESRI 公司和 Intergraph 公司在软件市场和软件收入方面居于 GIS 产业的主导地位。ESRI 公司的主要软件产品是 ArcGIS, 它包括 ArcView、ArcEditor 和 ArcInfo 三种不同级别版本。这 3 种版本均可在 Windows 平台上运行, 并共享相同的应用软件和扩展模块桌面, 然而不同点在于其功能差异。ArcView 具有数据综合、查询、显示和某些分析功能。ArcEditor 增加了数据编辑功能。ArcInfo 比 ArcView 和 ArcEditor 具有更多数据转换和分析功能。GIS 软件包是用扩展模块和单机使用程序来拓展其功能。Intergraph 公司有两个主要产品: GeoMedia 和 MGE。GeoMedia 是一个桌面 GIS 软件包, 用于数