

地理信息系统理论与应用丛书

吴立新 史文中 编著

地理信息系统原理与算法



科学出版社

www.sciencep.com

地理信息系统理论与应用丛书

地理信息系统原理与算法

吴立新 史文中 编著

教育部第三届“高校青年教师奖”支持计划
香港政府研究资助局项目(3_ZB40)
中国矿业大学研究生教材出版基金
香港理工大学基金(1.34.9709)

联合资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统总结、详细整理了国内外 GIS 理论与核心算法的成果,并进行归纳分类、比较分析和提炼演绎。全书以 GIS 原理和 GIS 算法为纲,形成“GIS 原理”和“GIS 算法”上、下两篇。上篇基于学科融合与交叉提出了广义地理系统和广义地理目标的概念,进而系统讲解了 2D GIS 空间数据模型、数据结构、空间关系、地学信息分类与空间编码、地图投影与图形变换等基本原理,并介绍了近年 GIS 理论的最新进展,如 3D GIS 空间数据模型、动态 GIS 及时态关系和地理元数据。下篇基于空间数据处理、空间图形处理、空间度量与分析、可视化与数据挖掘共 4 大方面,系统阐述和演绎了空间数据压缩、空间数据内插、空间数据转换、空间数据误差分析算法,多边形自动生成与裁剪、TIN 的构建、Voronoi 图的构建和空间变换算法,空间度量、数字地形分析、空间统计和空间分析算法,以及 GIS 可视化操作和空间数据挖掘与知识发现等核心算法。

本书可作为 GIS 相关专业的硕士生、博士生教材,也可作为 GIS 高级研究人员、GIS 系统研发人员和 GIS 高级程序员的参考用书和技术指南。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理与算法/吴立新,史文中编著. —北京:科学出版社, 2003

(地理信息系统理论与应用丛书)

ISBN 7-03-012190-2

I. 地… II. ①吴… ②史… III. 地理信息系统 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 085815 号

责任编辑:彭胜潮 姚岁寒/责任校对:宋玲玲

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2003 年 10 月第一次印刷 印张:29 1/2

印数:1—3 500 字数:654 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

序 言

一部有关 GIS 算法的著作的出版,是我期盼已久的事情。

自 20 世纪 90 年代以来,我国 GIS 理论、方法、技术与应用研究蓬勃发展, GIS 教育更是蒸蒸日上,尤其是 GIS 方向的硕士、博士研究生的培养规模日益扩大。GIS 原理与算法已成为 GIS 高级研究的焦点和 GIS 基础软件开发的关键。长期以来,国内一直缺乏一部系统阐述 GIS 核心算法的著作或研究生教材;国外也只是在 1997 年才由荷兰学者出版了一部名为《GIS 算法基础》(Algorithmic Foundations of GIS)的书(16 开,287 页)。该书重点阐述了 GIS 中的 Voronoi 方法、DEM 和 TIN 算法、空间数据综合算法、内存扩展算法等有限内容。

吴立新、史文中两位教授系统总结、详细整理了国内外 GIS 理论与核心算法的成果,并进行归纳分类、分析比较和提炼演绎,同时结合中国内地和香港地区 GIS 研究生教育的经验和实际,并融合双方近年在 GIS 理论与算法方面的研究成果,完成了这部著作。纵观全书,以 GIS 原理和 GIS 算法为纲形成上、下两篇,结构清晰,体系完整。

上篇“GIS 原理”部分不仅系统讲解了 2D GIS 空间数据模型、数据结构、空间关系、地学分类与空间编码、地图投影与图形变换等 GIS 原理的基本问题,而且纳入了近年 GIS 理论的最新发展,如 3D GIS 空间数据模型、时态 GIS 及时态关系和地理元数据。尤其,从地理认知理论出发,扩充了地理系统的概念和 GIS 的学科范畴,基于学科融合与交叉把涉及地球内部、表面及外部的地理系统称为广义地理系统,进而提出了广义地理目标的新概念,并以此形成本书的基础与前提。

下篇“GIS 算法”部分从空间数据处理、空间图形处理、空间度量与分析、可视化与数据挖掘共 4 个板块出发,系统阐述和演绎了空间数据压缩、空间数据内插、空间数据转换、空间数据误差分析算法,多边形自动生成与裁剪、TIN 的构建、Voronoi 图的构建和空间变换算法,空间度量、数字地形分析、空间统计和空间分析算法,以及 GIS 可视化操纵和空间数据挖掘与知识发现算法。

可以说,该书的成果是国内外 GIS 理论与算法研究成果的集大成,是对我国 GIS 学术界和教育界的一大贡献。该书不仅可作为我国 GIS 研究生教育的公共教材,也可作为我国 GIS 高级开发人员的技术指南。相信,该书的出版,必将促进我国 GIS 研究、教育与技术的发展。同时,希望作者继续关

注本领域国内外研究动态和最新成果，随时对新理论、新算法进行总结、归纳和提炼，以便在本书后续再版中不断纳入进去，使本书的体系和内容不断丰富和完善。

中国科学院院士

中国工程院院士



2003年6月27日于武汉

前 言

英国 Edinburgh 大学地理学教授 Terry Coppock 自 20 世纪 50 年代后期开始, 就使用早期的计算机进行与土地利用变化及国土资源相关信息的收集、管理和操作工作, 并于 20 世纪 80 年代中叶创刊了 *International Journal of Geographical Information Systems* (简称 IJGIS, 现改名为 *International Journal of Geographical Information Science*) 这一最具国际影响的 GIS 刊物, 并担任首任编辑。前加拿大地理师协会主席、皇家地理学会 Murchison 奖获得者、测量学家 Roger Tomlinson, 则在 20 世纪 60 年代认识到数字计算机可以用于加拿大土地调查署的海量地图信息的分析工作, 并通过应用实践证明计算机是地理信息处理与分析的最佳选择, 率先提出了 Geographical Information System (GIS) 的术语, 进而成为 GIS 之父。美国加州大学地理系 Michael F. Goodchild 教授自 70 年代以来为推动国际 GIS 理论与技术发展作出了积极贡献; 我国的陈述彭院士、李德仁院士等老一代科学家均为推动和发展中国的 GIS 理论、技术与产业做出了卓越贡献。地理信息技术经过 40 年的发展, 已经形成国际 GIS 理论研究、技术开发、社会应用与产业化四项并举的欣欣向荣局面。

我国自 20 世纪 80 年代开始大力赶超以来, 目前已基本达到与国际先进水平齐平, 在某些方面甚至有所超越。在理论研究方面, 国内许多高校的大地测量学与测量工程 (081601)、摄影测量与遥感 (081602)、地图制图学与地理信息工程专业 (081603)、矿山空间信息学与沉陷工程 (081620)、自然地理学 (070501)、人文地理学 (070502)、地图学与地理信息系统 (070503)、地球探测与信息技术 (081802)、城市规划与设计 (081303)、土地资源管理 (120405) 等二级学科均已经有了相应的博士点或硕士点, 并进行与 GIS 相关的研究生培养和理论探索; 中国科学院系统的地理科学与资源研究所、遥感应用研究所以及中国测绘科学研究院、国家基础地理信息中心等单位也在 GIS 理论研究方面取得显著成绩。技术开发方面, 除中国高校和科学院系统之外, 许多公司 (包括外资公司、合资公司和独资公司等), 均在 GIS 的基础开发与应用开发方面取得突出成绩。社会应用方面, GIS 的应用领域已经深入社会经济的各个层面、各个领域, 如城市、乡村、气象、农业、林业、矿山、地质、水文、人口、保险、公安、交通、海关等; 从地理专业应用, 到行业应用、综合应用和公众应用, 几乎“无所不包, 无所不在, 无所不能”。产业化方面, 从 90 年代初期开始, 我国 GIS 的产业化初见端倪; 1994 年中国 GIS 协会 (CAGIS) 的成立和 1997 年中国科学技术协会第 25 次青年科学论坛 (以“地理信息科学与产业化”为主题) 的召开, 有效地规范、引导和促进了我国 GIS 产业化发展。目前中国内地 GIS 的产业收入 (包括软件销售、数据服务、技术开发、技术服务) 已超过 30 亿元。

国际上自 GIS 经典之作 *Principles of GIS for Land Resources Assessment* (P. A. Burrough, 1986) 出版以来, GIS 方面的教材、著作、论文集等层出不穷。代表作有: *Three Dimensional Applications in GISs* (J. Raper, 1989), *GIS and Cartographic Mo-*

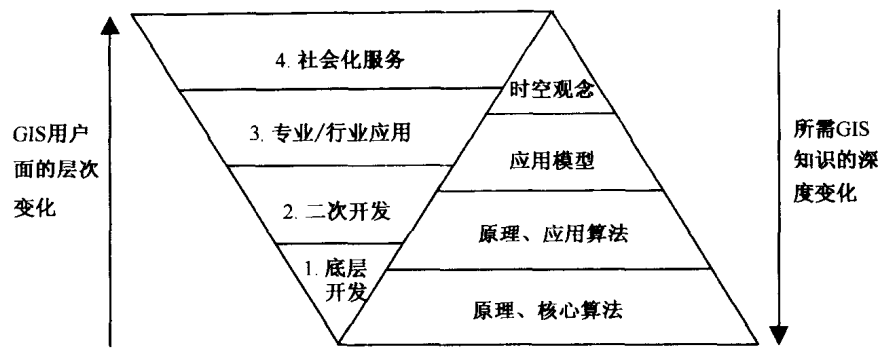
delling (C. D. Tomlin, 1990), *GIS: Principles and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild and D. W. Rhind, 1991), *Time in GIS* (G. Langran, 1992), *GISs: Spatial Modelling and Policy Evaluation* (M. M. Fischer and P. Nijkamp, 1992), *GIS: A Computing Perspective* (M. F. Worboys, 1995), *Fundamentals of GISs* (M. N. DeMers, 1996), *Integrated Modelling for 3D GIS* (M. Pilouk, 1996), *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries* (P. A. Burrough and A. U. Frank, 1996), *Algorithmic Foundations of GIS* (M. V. Kreveld et al., 1997), *Getting Started With GISs* (K. C. Clarke, 1997), *Principles of GISs* (P. A. Burrough and R. A. McDonnell, 1998), *A Introduction to The Theory of Spatial Object Modelling* (M. Molenaar, 1998), *Geographical Information Systems* (P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire and D. W. Rhind, 1999), *Fundamentals of GISs* (M. N. DeMers, 2000), *Spatial Data Quality* (W. Z. Shi, P. F. Fisher and M. F. Goodchild, 2002), *Temporal GIS: Advanced Functions for Field-Based Applications* (G. Christakos et al., 2002) 等。国内在第二本 GIS 教材《地理信息系统导论》(黄杏元等, 1989) 出版使用以来, 迄今已有数十本 GIS 教材或著作出版, 其中不乏优秀之作, 已经而且继续在教学、研究、开发与应用方面发挥积极作用。

多年来, 作者在从事 GIS 方向研究生培养与 GIS 核心教学过程中, 在 MGIS、GeoMo^{3D}和 Cyber Hong Kong 等技术系统的研究开发过程中, 以及在与有关公司、企业的 GIS 研发人员的合作交流过程中, 深深感受到一个问题, 即研究生不同于本科生, GIS 高级研发人员不同于一般程序员, 他们在 GIS、数学、计算机技术、软件开发等方面已经具备了一定的知识和经验。他们在研究生学习或产品研发 (尤其是 GIS 底层开发) 阶段所缺的主要是 GIS 的基本原理和核心算法方面的知识。而事实上, 国内一直缺乏一本适合 GIS 研究生和 GIS 研发人员这一特定群体的教材或著作, 国际上也没有特别针对这一高层次需求的专门书籍。往往为了解某一个算法、编制某一个程序, 而不得不查找大量的有关资料, 结果还可能一无所获。

因此, 作者深感撰写出版一部关于 GIS 基本原理和核心算法的书籍的必要性和紧迫性。但由于时间关系, 以及知识积累与资料准备等原因, 多年来一直未能如愿。终于, 最近我们在教育部“高校青年教师奖”专项基金和香港特别行政区政府有关课题的支持下, 能专心在香港理工大学和中国矿业大学(北京校区)之间开展合作, 将国内外有关 GIS 基本原理和算法两方面的成果进行了系统的整理、梳理、分类和总结, 进而进行剖析、比较、提炼、扩展、举例和评述, 并结合作者的两个研究小组近年在三维 GIS、矿山 GIS、空间数据质量与不确定性、空间数据挖掘、数字矿山关键理论与技术等方面的研究成果进行总结分析和重点介绍, 完成了这部书。书中, 不乏作者多年从事“GIS 原理”、“GIS 原理与算法”、“三维地学模拟理论与方法”、“三维地学模拟技术”、“土地与地理信息系统设计与开发”、“高级地理信息系统”等研究生课程教学的心得和素材积累。

GIS 的用户层结构与所需 GIS 知识结构的关系可以用下图描述: 用户层越高, 其涉及面越宽, 所需 GIS 知识越浅; 反之, 用户层越低, 其涉及面越窄, 所需 GIS 知识越深。本书的目标, 就是要满足第 1~2 层次的人员对 GIS 原理与算法的需要, 同时扩充

第 3 层次人员的 GIS 知识结构。



GIS 用户结构与所需 GIS 知识结构的层次关系

完稿之日，顿觉一身轻松，总算了却一桩夙愿。希望本书能实现它的目标，同时对我国 GIS 教育、理论与技术发展有所促进。

目 录

序 言 前 言

上篇 GIS 原理

第一章 地理认知理论与模型	(1)
§ 1.1 GIS 与广义地理系统	(1)
1.1.1 学科融合与 GIS 内涵发展	(2)
1.1.2 广义地理系统与广义地理目标	(4)
§ 1.2 地理抽象过程	(5)
§ 1.3 地理认知模型	(7)
参考文献	(9)
第二章 2D GIS 空间数据模型	(10)
§ 2.1 三种传统数据模型	(10)
§ 2.2 面向对象数据模型	(13)
§ 2.3 空间数据组织与管理	(16)
2.3.1 空间数据的特征	(16)
2.3.2 空间数据库管理系统	(17)
2.3.3 空间数据的组织	(20)
§ 2.4 空间索引机制	(22)
参考文献	(27)
第三章 2D GIS 空间数据结构	(28)
§ 3.1 矢量数据结构	(28)
3.1.1 无拓扑的矢量数据结构	(28)
3.1.2 有拓扑的矢量数据结构	(30)
§ 3.2 栅格数据结构	(32)
3.2.1 栅格像元的取舍法则	(33)
3.2.2 栅格尺寸的选择	(34)
3.2.3 栅格数据的组织	(36)
§ 3.3 矢栅结合的数据结构	(38)
§ 3.4 镶嵌数据结构	(40)
3.4.1 规则镶嵌数据结构	(40)
3.4.2 不规则镶嵌数据结构	(41)
§ 3.5 超图数据结构	(41)
3.5.1 超图数据结构的概念	(42)

3.5.2 超图数据组织	(42)
参考文献	(43)
第四章 3D GIS 空间数据模型	(45)
§ 4.1 空间维数与空间构模	(45)
4.1.1 3D GIS 与 3D GMS 之比较	(45)
4.1.2 空间维数讨论	(46)
4.1.3 空间构模技术分类	(47)
§ 4.2 3D 空间构模原理	(48)
4.2.1 基于面模型的准 3D 空间构模	(48)
4.2.2 基于体模型的真 3D 空间构模	(51)
4.2.3 基于面-体混合的 3D 空间构模	(56)
§ 4.3 基于 GTP 的 3D 地学构模	(57)
4.3.1 GTP 构模原理	(58)
4.3.2 GTP 构模特点	(59)
4.3.3 GTP 构模过程	(59)
4.3.4 GTP 数据结构	(60)
§ 4.4 基于 GTP 的 3D 模型更新	(62)
4.4.1 加入新钻孔的模型更新	(62)
4.4.2 加入新空间点的模型更新	(64)
§ 4.5 基于 GTP 的真 3D 地学模拟	(65)
4.5.1 系统开发与关键技术	(65)
4.5.2 真 3D 地学模拟实例	(67)
参考文献	(69)
第五章 空间关系	(72)
§ 5.1 空间关系表达与描述	(72)
5.1.1 空间关系概念与研究进展	(72)
5.1.2 空间关系描述方法	(73)
5.1.3 空间关系表达方法	(73)
§ 5.2 空间方向关系	(75)
5.2.1 空间方向与空间方向关系	(75)
5.2.2 空间方向关系描述模型	(78)
§ 5.3 空间距离关系	(84)
§ 5.4 2D 空间拓扑关系	(85)
5.4.1 点集拓扑学原理	(85)
5.4.2 2D 空间拓扑关系描述	(86)
5.4.3 2D 空间拓扑关系维护	(88)
5.4.4 9I 模型	(89)
5.4.5 2D 空间拓扑关系研究进展	(91)
§ 5.5 3D 空间拓扑关系	(93)

5.5.1	3D 空间拓扑描述方法	(93)
5.5.2	基于 GTP 的真 3D 拓扑	(98)
§ 5.6	其他空间关系	(102)
5.6.1	3D 空间拓扑关系全集	(102)
5.6.2	空间相似与空间相关关系	(105)
参考文献		(106)
第六章	时态 GIS 及时态关系	(109)
§ 6.1	时空过程与时空数据库	(109)
6.1.1	时空过程	(109)
6.1.2	时空数据库	(110)
§ 6.2	时空数据模型	(111)
6.2.1	时间附加型	(111)
6.2.2	时间新维型	(112)
6.2.3	面向对象型	(115)
6.2.4	基于状态和变化的统一模型	(116)
6.2.5	其他时空数据模型	(117)
§ 6.3	时态拓扑关系	(118)
6.3.1	时态拓扑关系的定义	(119)
6.3.2	时态拓扑关系的描述	(120)
参考文献		(121)
第七章	地学信息分类与空间编码	(123)
§ 7.1	分类编码原则与标准	(123)
7.1.1	分类编码原则	(123)
7.1.2	分类编码标准	(124)
§ 7.2	分类编码模型	(125)
§ 7.3	无边界 GIS 空间编码	(126)
7.3.1	传统的 ID 编码法分析	(126)
7.3.2	QuaPA 法编码原理	(127)
7.3.3	QuaPA 法的全球推广	(131)
参考文献		(134)
第八章	地理元数据	(136)
§ 8.1	信息共享与元数据	(136)
§ 8.2	地理元数据的构成与描述	(138)
8.2.1	地理元数据的构成	(138)
8.2.2	地理元数据的描述	(140)
§ 8.3	地理元数据管理与操作	(141)
8.3.1	地理元数据管理	(141)
8.3.2	地理元数据操作	(142)
§ 8.4	地理元数据标准	(144)

8.4.1 国外与国际元数据标准	(144)
8.4.2 中国元数据标准	(147)
参考文献	(149)
第九章 地图投影与图形变换	(151)
§ 9.1 地球与地理参数	(151)
9.1.1 地球的形状与大小	(151)
9.1.2 地理参数与坐标	(152)
§ 9.2 地图投影的基本原理	(153)
9.2.1 地图投影的基本分类	(153)
9.2.2 地图投影变形问题	(155)
§ 9.3 GIS中地图投影选择	(156)
9.3.1 地图投影选择的一般原则	(156)
9.3.2 中国 GIS 的地图投影选择	(158)
9.3.3 面向数字地球的投影问题	(160)
§ 9.4 图形变换	(161)
9.4.1 窗口区和视图区的坐标变换	(161)
9.4.2 规格化坐标到设备坐标的变换	(163)
9.4.3 二维图形的几何变换	(163)
9.4.4 三维图形的几何变换	(167)
参考文献	(169)

下篇 GIS 算法

第十章 空间数据压缩算法	(170)
§ 10.1 基于矢量的压缩算法	(170)
10.1.1 曲线的数据压缩算法	(170)
10.1.2 面域的数据压缩算法	(172)
§ 10.2 基于栅格的压缩算法	(174)
10.2.1 游程长度压缩算法	(174)
10.2.2 差分映射算法	(175)
10.2.3 常规四叉树压缩算法	(176)
10.2.4 线性四叉树压缩算法	(176)
10.2.5 二维行程压缩算法	(181)
参考文献	(183)
第十一章 空间数据内插算法	(184)
§ 11.1 点的内插算法	(184)
11.1.1 基于整体拟合的算法	(185)
11.1.2 基于局部拟合的算法	(186)
§ 11.2 区域内插算法	(192)
11.2.1 点的区域内插算法	(192)

11.2.2 面的区域内插算法	(193)
§ 11.3 采样点曲线拟合	(196)
11.3.1 张力样条函数法	(196)
11.3.2 分段三次多项式法	(197)
11.3.3 分段圆弧法	(199)
11.3.4 切线方向法	(200)
参考文献	(200)
第十二章 空间数据转换算法	(202)
§ 12.1 矢量数据向栅格数据转换	(202)
12.1.1 内部点扩散算法	(202)
12.1.2 射线算法	(203)
12.1.3 扫描算法	(203)
12.1.4 复数积分算法	(208)
12.1.5 边界代数算法	(209)
§ 12.2 栅格数据向矢量数据转换	(212)
12.2.1 基于图像处理的矢量化算法	(213)
12.2.2 基于窗口匹配的矢量化算法	(214)
§ 12.3 TIN 向规则格网 DEM 转换	(216)
参考文献	(221)
第十三章 空间数据误差分析算法	(222)
§ 13.1 空间数据误差分类与来源	(222)
§ 13.2 属性误差的分析算法	(223)
13.2.1 误差矩阵	(223)
13.2.2 属性数据精度的缺陷率度量算法	(225)
§ 13.3 位置误差分析算法	(229)
13.3.1 几种误差指标的算法	(229)
13.3.2 置信区域方法	(231)
13.3.3 误差概率分布	(239)
参考文献	(244)
第十四章 多边形自动生成与裁剪算法	(246)
§ 14.1 多边形性质及有关处理	(246)
14.1.1 多边形图的基本性质	(246)
14.1.2 异常处理	(247)
14.1.3 岛的判断	(247)
14.1.4 内点计算	(248)
§ 14.2 弧-弧拓扑生成算法	(250)
14.2.1 基于方位角的算法	(250)
14.2.2 基于 Q_i 的算法	(251)
14.2.3 基于矢量外积的算法	(252)

§ 14.3 多边形自动生成算法	(254)
14.3.1 基于方位角的左转算法	(254)
14.3.2 结点依次搜索算法	(255)
§ 14.4 多边形图裁剪算法	(258)
14.4.1 无拓扑多边形图裁剪算法	(258)
14.4.2 有拓扑多边形图裁剪算法	(260)
参考文献	(262)
第十五章 TIN 的构建算法	(264)
§ 15.1 Delaunay 三角网	(264)
15.1.1 Delaunay TIN 基础	(264)
15.1.2 Delaunay TIN 的构建算法	(266)
§ 15.2 基于离散点的构 TIN 算法	(269)
15.2.1 无约束构 TIN 算法	(269)
15.2.2 有约束构 TIN 算法	(273)
§ 15.3 基于等高线的构 TIN 算法	(276)
15.3.1 基于等高线构 TIN 的一般算法	(276)
15.3.2 基于矿层底板等高线图的构 TIN 算法	(277)
参考文献	(282)
第十六章 Voronoi 图构建算法	(283)
§ 16.1 平面点集 Voronoi 图构建算法	(283)
16.1.1 基于矢量的 Voronoi 图自动构建	(285)
16.1.2 基于栅格的 Voronoi 图自动构建	(286)
16.1.3 基于 Voronoi 图的 D-TIN 构建	(289)
§ 16.2 线/面集 Voronoi 图构建算法	(290)
16.2.1 基于 C^1 偏置的 Voronoi 图构建算法	(291)
16.2.2 基于动态距离变换的 Voronoi 图构建算法	(294)
§ 16.3 球面 Voronoi 图构建算法	(295)
16.3.1 球面点集 Voronoi 图构建算法	(296)
16.3.2 球面格网 Voronoi 图构建算法	(297)
参考文献	(301)
第十七章 空间变换算法	(304)
§ 17.1 地图坐标变换算法	(304)
17.1.1 相似变换算法	(304)
17.1.2 仿射变换算法	(305)
§ 17.2 地图投影变换算法	(306)
17.2.1 算法分析	(306)
17.2.2 算法实现过程	(308)
§ 17.3 透视投影变换算法	(309)
17.3.1 简单的一点透视变换算法	(310)

17.3.2 复杂的一点透视变换算法	(311)
参考文献	(314)
第十八章 空间度量算法	(315)
§ 18.1 空间距离与方向度量算法	(315)
18.1.1 基于矢量的距离与方向度量算法	(315)
18.1.2 基于栅格的距离与方向度量算法	(318)
§ 18.2 面积度量算法	(319)
18.2.1 基于矢量的面积度量算法	(319)
18.2.2 基于栅格的面积度量算法	(320)
§ 18.3 体积度量算法	(322)
18.3.1 山体体积算法	(322)
18.3.2 挖填方体积算法	(323)
§ 18.4 坡度坡向度量算法	(323)
18.4.1 基于矢量的坡度坡向度量算法	(324)
18.4.2 基于栅格的坡度坡向度量算法	(325)
参考文献	(325)
第十九章 数字地形分析算法	(326)
§ 19.1 基本地形因子分析算法	(326)
19.1.1 斜坡因子分析算法	(326)
19.1.2 面元因子分析算法	(330)
§ 19.2 地形特征提取算法	(331)
19.2.1 基于规则格网 DEM 的算法	(331)
19.2.2 基于等高线和 TIN 的算法	(333)
§ 19.3 数字地形典型应用算法	(335)
19.3.1 流水分析算法	(335)
19.3.2 通视分析算法	(338)
参考文献	(340)
第二十章 空间统计分析算法	(342)
§ 20.1 多变量统计分析算法	(342)
20.1.1 主成分与主因子分析算法	(342)
20.1.2 关键变量分析算法	(343)
20.1.3 变量聚类分析算法	(343)
§ 20.2 空间分类统计算法	(347)
20.2.1 空间聚类分析算法	(347)
20.2.2 空间聚合分析算法	(347)
20.2.3 判别因子分析算法	(349)
§ 20.3 层次分析算法	(350)
参考文献	(353)
第二十一章 空间分析算法	(354)

§ 21.1 路径分析算法	(354)
21.1.1 地理网络的基本概念	(354)
21.1.2 最短路径算法	(356)
21.1.3 最佳路径算法	(358)
21.1.4 最小连通树算法	(359)
§ 21.2 资源分配算法	(360)
21.2.1 网络流优化算法	(362)
21.2.2 定位与分配算法	(363)
§ 21.3 缓冲区分析算法	(364)
21.3.1 缓冲区的基本类型	(364)
21.3.2 缓冲线算法	(366)
21.3.3 特殊情况处理	(370)
§ 21.4 叠置分析算法	(373)
21.4.1 基于栅格的叠置分析算法	(373)
21.4.2 基于矢量的叠置分析算法	(376)
参考文献	(379)
第二十二章 GIS 可视化操纵算法	(380)
§ 22.1 地形简化算法	(380)
22.1.1 地形简化算法综述	(381)
22.1.2 LOD 模型分类	(382)
22.1.3 LOD 模型生成算法	(383)
§ 22.2 多分辨率纹理生成算法	(388)
22.2.1 一般算法	(388)
22.2.2 “分治”算法	(389)
§ 22.3 纹理映射算法	(390)
22.3.1 纹理映射原理与算法	(390)
22.3.2 纹理分辨率选择算法	(391)
§ 22.4 光相关算法	(392)
22.4.1 消隐算法	(392)
22.4.2 可见性算法	(393)
22.4.3 光照算法	(393)
22.4.4 透明算法	(395)
参考文献	(397)
第二十三章 空间数据挖掘与知识发现算法	(399)
§ 23.1 空间数据仓库与数据挖掘	(400)
23.1.1 空间数据仓库技术	(400)
23.1.2 可发现的知识类型	(401)
23.1.3 SDMKD 在 GIS 与遥感中的应用	(403)
§ 23.2 算法分类剖析	(404)

23.2.1 概率统计类算法	(405)
23.2.2 模糊数学类算法	(407)
23.2.3 人工智能类算法	(409)
23.2.4 图形图像类算法	(413)
23.2.5 空间分析类算法	(414)
§ 23.3 矿山空间数据挖掘系统设计	(415)
23.3.1 矿山数据的基本特征	(415)
23.3.2 矿山数据仓库体系结构	(416)
23.3.3 矿山数据挖掘过程	(417)
参考文献	(419)
附录: GIS 术语中英文及其缩写对照表	(422)
后记	(440)