

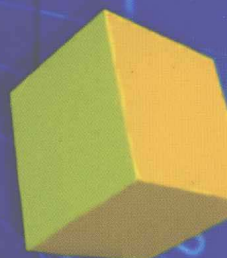
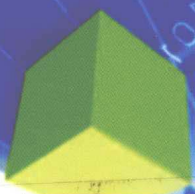


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地理信息系统数据库

(第二版)

张新长 马林兵 张青年 编著



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

地理信息系统数据库

(第二版)

张新长 马林兵 张青年 编著

获第六届全国高等学校优秀测绘教材二等奖

科学出版社

北京

第二版前言

随着地理信息技术的快速发展和应用领域的不断拓展,地理信息系统及其数据库正在融入 IT 技术的主流,成为 IT 技术的重要组成部分。

目前,人类正在步入以知识经济为特征的信息社会,世界各国都把发展信息产业、信息基础建设和培养信息建设人才作为重要的发展战略。面对信息技术的快速发展,面对地理信息系统充满生机与活力的前景,近年来,我国很多高等院校设立了“地理信息系统”本科专业,很多与地理信息系统相关的专业,如城市规划、国土资源、土地利用、环境保护、水文水利、农林规划、交通规划等,纷纷开设了地理信息系统系列课程。在研究生教学中,很多学科把地理信息系统及其数据库技术作为学位课程和选修课程。由于地理信息系统数据库是本学科重要的核心课程之一,与空间信息打交道的各行各业在建立本部门地理信息系统时,首先需要解决的问题就是如何建立地理信息系统数据库平台,而目前我国还没有一种比较全面和系统地介绍地理信息系统数据库方面的适合高等院校学生使用的教材。在这种形势下,加速对地理信息系统学科全面建设,培养能全面掌握地理信息系统数据库理论和技术方法的人才,已成为高等院校地理信息系统领域的教师义不容辞的责任。

本书为第二版是在第一版基础上增补、修改和删除了部分章节编写而成,更切合实际应用。全书共七章。第 1 章:绪论,首先从 GIS 数据库概念入手,论述了 GIS 数据库的基本特征、对它的认知、作用及研究意义;简单介绍了 GIS 数据库研究的历史发展过程,以及 GIS 数据库的 DBMS 概念和 RDBMS 的基本特征;同时着重论述了 GIS 数据库突出特点和目前所面临的主要问题。第 2 章:空间数据的表达与管理,主要包括空间分布的基本概念、空间数据表达、空间结构与组织、空间索引、空间数据管理和 GIS 数据库查询语言等基本技术和方法;通过对空间数据方方面面的介绍,说明了空间数据是 GIS 的核心内容之一;本章还介绍了 GIS 数据库的空间分布类型、各种数据结构、空间数据挖掘的基本类型、面向对象数据库方式等与 GIS 数据库有关的一些理论和技术方法。第 3 章:GIS 数据库设计,在第 2 章的基础上,从研究 GIS 数据库技术与方法角度出发,研究和探讨了 GIS 数据库设计和建立的技术路线。其中主要包括:GIS 数据库的概念设计、关系型数据库设计、面向对象的数据库设计、地理信息元数据的设计、基于 Geodatabase 的数据库设计;并对空间数据采集建库等技术和方法进行了探讨。第 4 章:Web GIS 数据库技术,从 Web GIS 数据库的基本特征入手,全面系统地论述了 Web GIS 数据库网络技术基础、Web GIS 数据库应用服务器和 Web GIS 数据库应用服务器实现技

术;通过对 Web GIS 数据库设计规划可行性分析,制订 GIS 数据库开发计划;同时介绍了 Web GIS 数据库设计的概念、目标等内容,从而为系统设计、实施提供有力保障。第 5 章:GIS 数据库标准化,从 GIS 数据库标准体系研究入手,全面制订了 GIS 标准体系的编制原则和方法、GIS 标准体系的构成;通过对 GIS 数据分类与编码的分析,制订 GIS 数据库的数据质量和 GIS 数据库的安全与保密措施,为 GIS 数据库标准化实施提供了可参考的规范。第 6 章:GIS 数据库基础应用,介绍了 GIS 数据库在 GIS 中的作用、GIS 数据库应用模式、GIS 数据库基础应用实例;详细介绍了 GIS 数据库在城乡地形地籍数据建库中的应用、在国土资源基础地理信息建库中的应用以及在地形数据库更新中的应用等案例。通过对几个具有典型示范案例的基本情况介绍,从不同侧面详细地论述了 GIS 数据库的具体实现技术和方法,以及一些有待完善的方面。第 7 章:GIS 数据库发展前沿,在上述理论、技术与应用的基础上,从 GIS 数据库国内外应用现状出发,全面论述 Open GIS 标准与 GIS 互操作等 GIS 数据库发展前沿状况;进一步研究和探讨了空间数据仓库、智能 GIS 数据库、定制 Web GIS 数据库和面向对象 GIS 数据库等有待完善的技术与方法。

本书由张新长策划并拟定编写大纲,第 1 章、第 6 章、第 7 章和第 4 章部分内容 by 张新长编写;第 2 章、第 5 章和第 4 章部分内容由马林兵编写;第 3 章由张青年编写。全书由张新长统稿。在本书编写过程中,中国科学院院士、香港大学叶嘉安教授给予热情指导和帮助并为本书写序;华东师范大学张超教授,北京大学邬伦教授,中山大学许学强教授、黎夏教授和陈晓宏教授,武汉大学龚健雅教授和刘耀林教授都给予了多方面的帮助;特别值得一提的是,中国科学院地理信息产业发展中心主任钟耳顺教授对本书给予了大力支持和协助,并提供了很多极其宝贵的素材;中山大学地图学与 GIS 专业硕士研究生熊湘琛等协助整理了文字及图片;作者在编写过程中还参阅和引用了国内外学者的很多论著,书中仅列出了主要部分,在此一并表示衷心感谢。

本书有幸入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材,同时得到了中山大学优秀教材项目的资助。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作 者

2009 年 12 月于广州中山大学

第一版序

自 20 世纪 90 年代以来,无论是在理论探索、教育培养还是行业应用领域,GIS 在我国都取得了飞速的发展。GIS 数据库是地理信息系统的核心,虽然 GIS 数据库在设计、建立、管理、质量控制、应用、发布等方面已取得了一系列的研究和应用成果,但还有很多不尽如人意的地方,值得进一步探讨和研究。目前,国内有关 GIS 的教材有很多,但大多数的内容面面俱到,而专门以 GIS 数据库为主要内容的著作或教材尚不多见。

GIS 处理的往往是海量的空间数据,一个地理信息系统工程项目成功与否,是同 GIS 系统数据库建设得好坏密切相关的,在这方面,国内已有不少失败的例子和经验教训。中山大学遥感与地理信息工程系张新长教授、马林兵讲师、张青年副教授三位具有博士学位的专家,结合他们多年的教学、科研和工程项目实践经验,以 GIS 数据库为中心,系统总结了国内外已取得的研究成果,紧跟当前最新的研究动态,从全面实用的角度出发,编写了这部 GIS 数据库教材,是非常令人欣喜和鼓舞的。纵观全书,它以 GIS 数据库为纲领,向 GIS 的多个领域辐射和延伸,结构清晰,体系完整。

全书共七章,各章之间互有关联,又各有侧重,既有理论,也有实践。从理论上讲,该书系统讲解了空间对象及定义、空间数据的结构与组织、空间数据管理方式、GIS 数据库的设计、GIS 数据库的建立方法、GIS 数据库标准化理论和数据质量模型、Web GIS 数据库理论与方法等;从实践上讲,该书涉及了大型遥感影像数据库和数字高程模型数据库的建立、国家标准“地球空间数据交换格式”介绍、Oracle Spatial 的介绍,以及 GIS 数据库系统在城乡地形地籍数据建库中的应用、在国土资源基础地理信息建库中的应用和在水资源规划管理中的应用等。另外,该书还介绍了 GIS 互操作、开放式 GIS、空间元数据、空间数据挖掘、空间数据仓库、时态 GIS、GIS 建模等前沿性的研究内容。

可以说,该书的成果是对当前国内外 GIS 数据库理论与应用的集大成,是对我国 GIS 研究领域、教育界、相关应用行业的一大贡献。该书不仅可以作为高年级本科生、研究生的教材,也可以作为 GIS 工程技术人员、企事业单位的地理信息数据管理维护人员的参考指南。可以相信,该书的出版将会促进我国 GIS 的研究、教育和工程应用的发展。同时,希望作者继续广泛收集国内外的相关资料,跟踪 GIS 数据库的新方法、新技术、新应用、新动向,在将来的后续再版中,

不断充实该书的内容,完善该书的体系,使该书成为 GIS 领域内优秀的教材和参考书。

中国科学院院士
香港大学讲座教授

叶嘉安

2004 年 10 月 8 日

第一版前言

随着地理信息技术的快速发展和应用领域的不断拓展,地理信息系统及其数据库正在融入 IT 技术的主流,成为 IT 的重要组成部分。

目前,人类正在步入以知识经济为特征的信息社会,世界各国都把发展信息产业、信息基础建设和培养信息建设人才作为重要的发展战略。面对信息技术的快速发展,面对地理信息系统充满生机与活力的前景,近年来,在我国的很多高等院校设立了“地理信息系统”本科专业,很多同地理信息系统相关的专业,如城市规划、国土资源、土地利用、环境保护、水文水利、农林规划、交通规划等,纷纷开设了地理信息系统系列课程。在研究生教学中,很多学科把地理信息系统及其数据库技术作为学位课程和选修课程。由于地理信息系统数据库是本学科重要的核心课程之一,与空间信息打交道的各行各业在建立本部门地理信息系统时,首先需要解决的问题就是如何建立地理信息系统数据库,而目前我国还没有一套比较全面和完整的介绍地理信息系统数据库方面的高等院校教材。在这种形势下,如何加速对地理信息系统学科全面建设,培养能掌握地理信息系统数据库的理论和科学技术方法的人才,已成为高等院校地理信息系统领域的教师义不容辞的责任。

本书全面、系统地论述了地理信息系统数据库的基本理论、技术方法、实践应用、最新理论与发展趋势,所涉及各方面的主要内容及关键技术是当前地理信息系统数据库研究与开发的主要问题。全书共分七章,内容包括:第 1 章,绪论。首先从 GIS 数据库概念入手,论述了 GIS 数据库的基本特征、对它的认知、作用及研究意义;简单介绍了 GIS 数据库研究的历史发展过程,以及 GIS 数据库的 DBMS 概念和 RDBMS 的基本特征;着重论述了 GIS 数据库突出特点和目前所面临的主要问题。第 2 章,空间数据的表达与管理。主要包括空间分布的基本概念、空间数据表达、空间数据挖掘、空间数据管理、空间索引和 GIS 数据库查询语言等基本技术,通过对空间数据的介绍,说明了空间数据是 GIS 的核心内容之一;介绍了 GIS 数据库的空间分布类型、各种数据结构、空间数据挖掘基本类型、面向对象数据库方式等与 GIS 数据库有关的一些理论和技术方法。第 3 章,GIS 数据库设计与建立。在第 2 章的基础上,从研究 GIS 数据库技术与方法角度出发,研究和探讨了 GIS 数据库设计和建立的技术路线,其中主要包括 GIS 数据库的概念设计、关系型数据库设计、面向对象的数据库设计、地理信息元数据的设计、基于 Geodatabase 的数据库设计,以及空间数据采集建库等技术和方法。第 4 章,Web GIS 数据库技术。从 Web GIS 数据库的基本特征入手,全面系统地论述了 Web GIS

数据库网络技术基础、Web GIS 数据库应用服务器和 Web GIS 数据库应用服务器实现技术;通过对 Web GIS 数据库设计规划可行性分析,制订 GIS 数据库开发计划;介绍了 Web GIS 数据库设计的概念、设计的目标等内容,从而为系统设计、系统实施提供了有利的保障。第 5 章, GIS 数据库标准化。从 GIS 数据库标准体系研究入手,全面制订了 GIS 标准体系的编制原则和方法、GIS 标准体系的构成;通过对 GIS 数据分类与编码的分析,制定 GIS 数据库的数据质量和 GIS 数据库的安全与保密措施;介绍了国土资源部颁布的《县(市)级土地利用规划数据库标准》,为 GIS 数据库标准化实施提供了可参考的规范。第 6 章, GIS 数据库基础应用。介绍了 GIS 数据库在 GIS 中的作用、GIS 数据库应用模式、GIS 数据库基础应用实例;详细介绍了在城乡地形地籍数据建库中的应用、在国土资源基础地理信息建库中的应用和在水资源规划管理中的应用的案例;通过对几个具有典型示范案例的基本情况介绍,从不同侧面详细地论述了 GIS 数据库的具体实现技术和方法以及一些有待完善的方面。第 7 章, GIS 数据库发展前沿。在上述理论、技术与应用的基础上,从 GIS 数据库国内外应用现状出发,全面论述 Open GIS 标准与 GIS 互操作等 GIS 数据库发展前沿状况;进一步研究和探讨了空间数据仓库、智能 GIS 数据库、定制 Web GIS 数据库和面向对象 GIS 数据库等有待完善的技术与方法。

本书由张新长策划并拟定编写大纲,第 1 章、第 6 章、第 7 章由张新长编写,第 2 章、第 5 章由马林兵编写,第 3 章由张青年编写,第 4 章由张新长和马林兵合作编写,全书由张新长统稿。本书在编写过程中,得到了全国高等学校测绘学科教学指导委员会主任委员、中国工程院院士、武汉大学宁津生教授的关心和支持,并将其作为全国高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”规划教材;中国科学院院士、香港大学叶嘉安教授也给予了热情指导和帮助,并为本书作序;华东师范大学张超教授,北京大学邬伦教授,中山大学许学强教授、黎夏教授、陈晓宏教授,武汉大学龚健雅教授和刘耀林教授都给予了多方面的帮助。特别一提的是,本教材的编写得到了中国科学院地理信息产业发展中心主任钟耳顺教授的大力支持和协助,并提供了很多极其宝贵的素材;中山大学地图学与 GIS 专业硕士研究生叶圣涛、黄秋华、李照、唐桢等协助文字和图片整理等工作。本教材在编写过程中还参阅和引用了国内外学者的很多论著,书中仅列出了主要部分。在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

张新长

2004 年 10 月于广州中山大学

目 录

第二版前言

第一版序

第一版前言

第 1 章 绪论	1
1.1 GIS 数据库概述	1
1.1.1 GIS 数据库定义	1
1.1.2 GIS 数据库特征	2
1.1.3 GIS 数据库作用	4
1.2 GIS 数据库的形成与发展	7
1.2.1 数据库发展综述	7
1.2.2 GIS 数据库历史发展	8
1.2.3 GIS 数据库基础性与共享性	14
1.3 GIS 数据库与 DBMS 原理和关系模型	16
1.3.1 GIS 数据库基本概念	16
1.3.2 DBMS 的基本原理	18
1.3.3 RDBMS 的基本特征	21
思考题	22
主要参考文献	23
第 2 章 空间数据的表达与管理	24
2.1 空间数据的表达	24
2.1.1 地理系统与地理现象	24
2.1.2 空间对象及其定义	25
2.1.3 空间对象关系和表达	31
2.2 空间数据结构与组织	37
2.2.1 栅格数据模型	38
2.2.2 矢量数据模型	40
2.2.3 栅格-矢量一体化数据模型	44
2.2.4 数字高程模型	44
2.3 空间索引	47
2.3.1 格网索引	48

2.3.2 二叉树索引	49
2.3.3 R树和R+树空间索引	52
2.4 空间数据管理	54
2.4.1 文件与关系数据库混合管理方式	54
2.4.2 纯关系型数据库管理方式	55
2.4.3 对象-关系数据库管理方式	55
2.4.4 Oracle Spatial 介绍	56
2.4.5 遥感影像数据库管理	58
2.4.6 数字高程模型数据库管理	67
2.5 GIS数据库查询语言	68
2.5.1 SQL 查询语言	68
2.5.2 当前几种空间信息查询语言	71
思考题	75
主要参考文献	75
第3章 GIS数据库设计	76
3.1 GIS数据库设计概述	76
3.1.1 GIS数据库设计概念	76
3.1.2 数据库设计目标	77
3.1.3 GIS数据库设计过程	77
3.2 GIS数据库概念设计	78
3.2.1 实体-联系模型	79
3.2.2 实体-联系扩展模型(EER)	84
3.2.3 E-R模型设计步骤与方法	85
3.2.4 面向空间应用的E-R模型设计	86
3.3 GIS数据库逻辑设计	89
3.3.1 关系模型的基本概念	89
3.3.2 空间数据的关系化表示	92
3.3.3 关系规范化理论	97
3.3.4 逻辑模型设计步骤与方法	101
3.3.5 OpenGIS简单地理要素SQL实现框架	104
3.4 GIS数据库物理设计	108
3.4.1 定义数据库结构	109
3.4.2 聚簇设计	113
3.4.3 索引设计	115
3.5 地理信息元数据设计	116

3.5.1 地理信息元数据确定的原则	116
3.5.2 地理信息元数据的主要内容	116
3.5.3 地理信息元数据的组织	118
3.6 基于 Geodatabase 的数据库设计	119
3.6.1 Geodatabase 数据模型	119
3.6.2 Geodatabase 数据库设计步骤与方法	124
思考题.....	128
主要参考文献.....	128
第4章 Web GIS 数据库技术	130
4.1 Web GIS 概述	130
4.1.1 互联网与 GIS 结合的发展	130
4.1.2 Web GIS 的基本概念	131
4.1.3 Web GIS 的实现模式	132
4.2 Web GIS 的空间数据组织	139
4.2.1 Web GIS 空间数据的特点	139
4.2.2 Web GIS 地理信息服务空间数据流程	140
4.2.3 基于超图的分布式空间数据组织	141
4.2.4 基于 GML 的异构 Web GIS 空间数据组织	152
4.3 Web GIS 数据库应用服务器	156
4.3.1 Web GIS 数据库应用服务器开发技术	156
4.3.2 Web GIS 数据库应用服务器框架	159
4.3.3 地理信息网上发布案例	161
4.4 基于 Web Service 的开放式 Web GIS	169
4.4.1 Web Service 概述	170
4.4.2 开放式 Web GIS	172
思考题.....	175
主要参考文献.....	175
第5章 GIS 数据库标准化	176
5.1 GIS 数据库标准体系	176
5.1.1 制订标准体系的目的和意义	176
5.1.2 GIS 标准体系的编制原则和内容	177
5.1.3 国内外 GIS 标准的研究进展	180
5.2 GIS 数据的分类与编码	187
5.2.1 GIS 数据分类编码的意义	187
5.2.2 GIS 数据分类编码的原则	187

5.2.3 GIS数据分类编码的方法	188
5.2.4 GIS数据的分类体系和指标体系	192
5.3 GIS数据库的数据质量	193
5.3.1 GIS数据质量概述	193
5.3.2 GIS数据源的质量问题	194
5.3.3 GIS数据库建立过程中的数据质量问题	196
5.3.4 数据质量分析与评价	200
5.4 GIS数据库行业规范	203
思考题	210
主要参考文献	210
第6章 GIS数据库基础应用	211
6.1 在城乡地形地籍数据建库中的应用	211
6.1.1 概述	211
6.1.2 建库规范与标准	211
6.1.3 数据建库总体方案	212
6.1.4 数据标准化方案	215
6.1.5 数据预处理与入库	221
6.1.6 地籍数据库安全保护方案	226
6.2 在国土资源基础地理信息建库中的应用	228
6.2.1 综述	228
6.2.2 项目技术特色和创新点	249
6.3 地形数据库增量更新实现	252
6.3.1 城市基础地形数据的分类分层设计	253
6.3.2 在数据库中的编码	254
6.3.3 基础地形数据的获取与转换	257
6.3.4 更新流程及方法	260
6.3.5 基础地形数据历史回溯	271
6.3.6 实例研究	273
思考题	276
主要参考文献	276
第7章 GIS数据库发展前沿	277
7.1 GIS数据库研究和应用现状	277
7.1.1 国外研究现状	277
7.1.2 国内应用现状	282
7.2 Open GIS标准与GIS互操作	285

7.2.1 Open GIS 标准	285
7.2.2 GIS 互操作	287
7.3 GIS 数据库进一步研究探讨	290
7.3.1 空间数据仓库	290
7.3.2 智能 GIS 数据库	296
7.3.3 定制 Web GIS 数据库	303
7.3.4 面向对象 GIS 数据库	308
思考题	312
主要参考文献	312

第 1 章 绪 论

1.1 GIS 数据库概述

作为计算机软件的一个重要分支,数据库技术一直是备受业界关注的焦点。从 20 世纪 60 年代末开始,数据库技术经历了层次数据库、网状数据库和关系数据库而进入数据库管理系统(database management system,DBMS)阶段至今,数据库技术的研究也不断取得进展。

1.1.1 GIS 数据库定义

数据库系统的个体含义是指一个具体的数据库管理系统软件和用它建立起来的数据库;它的学科含义是指研究、开发、建立、维护和应用数据库系统所涉及的理论、方法、技术所构成的学科。在这一含义下,数据库系统是软件研究领域的一个重要分支,常称为数据库领域。数据库研究跨越计算机应用、系统软件和理论三个领域,其中应用促进新系统的研制开发,新系统带来新的理论研究,而理论研究又对前两个领域起着指导作用。数据库系统的出现是计算机应用的一个里程碑,它使得计算机应用从以科学计算为主转向以数据处理为主,从而使计算机得以在各行各业乃至家庭普遍使用。为了实现对任意部分数据的快速访问,就要研究许多优化技术。这些优化技术往往很复杂,而提供给用户的是简单易用的数据库语言。由于对数据库的操作都由数据库管理系统完成,所以数据库就可以独立于具体的应用程序而存在,从而使数据库又可以为多个用户所共享。

GIS 数据库对 GIS 的意义不言而喻,但是全面、准确的 GIS 数据库的定义,在各种文献中很少有,或者很简单,如 GIS 数据库是用来存储空间数据的数据库;或者因太注重细节而不够全面,如 GIS 数据库是空间数据集合,它实现对具有一定地理要素特征的相关空间数据集合的统一管理,空间数据间紧密联系共同反映现实世界中某一区域内综合信息或专题信息间的联系,主要应用于地理空间数据处理和分析(潘瑜涛等,2003)。

在综合了目前国内外学术界的基本观点的基础上,本书对 GIS 数据库的定义是:GIS 数据库是指以特定的信息结构(如国土、规划、环境、交通等)和数据模型(如关系模型、面向对象模型等)表达、存储和管理从地理空间中获取的某类空间信息,以满足 Internet/Intranet 上的不同用户对空间信息需求的数据库。

上述定义涉及几个术语,它们是理解 GIS 数据库的关键。

地理空间:指在现实世界中,地球上大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和土壤圈相互作用的部分,地球上最复杂的物理过程、化学过程、生物过程和生物地球化学过程就发生在该范围中;同时地理空间还可以认为是物质、能量、信息存在形式在形态、结构、过程、功能关系上的分布方式和格局及其在时间上的延续(陈述彭等,2000)。

空间信息:指在信息世界中有关地理空间信息。这是对现实世界的第一次抽象,即从现实世界到信息世界。

信息结构 and 数据模型:指在计算机世界中,通过抽象、建模形成不同数据种类的表示形式,通过 GIS 数据库所建立的数据模型(如关系数据模型)来进行存储、获取、表达和管理。这是对现实世界的第二次抽象,即从信息世界到计算机世界。

1.1.2 GIS 数据库特征

用传统的数据库系统的概念来管理空间数据,存在以下不足之处:

1) 传统的数据库管理的是不连续的、相关性较小的数字或者字符,而空间数据是连续的,并且有很强的空间相关性。

2) 传递的数据库管理的实体类型较少,并且实体类型间只有简单的、固定的空间关系,而 GIS 数据库的实体类型繁多,实体间存在复杂的空间关系。

3) 传统数据库中存储的数据通常为等长记录的数据,而空间数据的目标坐标长度不定,具有变长记录,并且数据项可能很多,很复杂。

4) 传统数据库只操作和查询数字和文字信息,而 GIS 数据库需要大量的空间数据操作和查询。

空间数据具有一定的特殊性,它不仅具有普通对象的属性特征,而且具有与位置有关的空间特征,难以在关系模型中直接表达,因此,利用关系数据库来存储空间数据在理论和技术上都具有实际意义。GIS 数据库是空间数据有组织的集合,所以,GIS 数据库除了一般数据特征外,还具有一些区别于其他一般数据库的特征,这些特征表现在以下七个方面。

1. 空间特征

空间特征是空间数据最主要的特征,它描述了空间物体的位置、形态,甚至需要描述物体的空间拓扑关系。例如,描述一条河流,一般数据侧重于河流的流域面积、水流量、枯水期;而空间数据则侧重于描述河流的位置、长度、发源地等和空间位置有关的信息,复杂一点的还要处理河流与流域内各河流间的距离、方位等空间关系。

2. 抽象特征

空间数据描述的是真实世界所具有的综合特征,非常复杂,必须经过抽象处理。不同主题的 GIS 数据库,人们所关心的内容也有差别。在不同的抽象中,同一自然地物可能会有不同的语义,如既可以被抽象成水系要素,也可以被抽象成行政边界,如省界、县界等。

3. 空间关系特征

空间数据除了空间坐标隐含了空间分布关系外,空间数据中也记录了拓扑数据结构表达的多种空间关系。这种拓扑数据结构一方面方便了空间数据的查询和空间分析,另一方面也给空间数据的一致性和完整性维护增加了复杂程度。特别是有些几何对象,没有直接记录空间坐标的信息,如拓扑的面状目标仅记录组成它的弧段的标识,因而进行查找、显示和分析操作时都要操纵和检索多个数据文件。

4. 多尺度与多态性

不同观察尺度具有不同的比例尺和精度,同一地物在不同情况下会有形态差异。例如,任何城市在地理空间都占据一定范围的区域,可以被作为面状空间对象。在比例尺较小的 GIS 数据库中,城市是作为点状空间对象来处理的。

5. 非结构化特征

在当前通用的关系数据库管理系统中,数据记录一般是结构化的,即它满足关系数据模型的第一范式要求,也就是说每一条记录是定长的,数据项表达的只能是原始数据,不允许嵌套记录。而空间数据则不能满足这种结构化要求。若将一条记录表达成一个空间对象,它的数据项可能是变长的。例如,1 条弧段的坐标,其长度是不可限定的,它可能是 2 对坐标,也可能是 10 万对坐标;此外,1 个对象可能包含另外的 1 个或多个对象。例如,1 个多边形,它可能含有多条弧段。若 1 条记录表示 1 条弧段,在这种情况下,1 条多边形的记录就可能嵌套多条弧段的记录,所以它不满足关系数据模型的范式要求,这也就是为什么空间图形数据难以直接采用通用的关系数据管理系统的主要原因之一。

6. 分类编码特征

一般而言,每一个空间对象都有一个分类编码,而这种分类编码往往属于国家标准,或行业标准,或地区标准,每一种地物的类型在某个 GIS 中的属性项个数是相同的。因而在许多情况下,一种地物类型对应于一个属性数据表文件。当然,如果几种地物类型的属性项相同,也可以有多种地物类型共用一个属性数据表文件。

7. 海量数据特征

空间数据量是巨大的,通常称海量数据。之所以称为海量数据,是指它的数据量比一般的通用数据库要大得多。一个城市 GIS 的数据量可能达几十个 GB,如果考虑影像数据的存储,可能达几百个 GB 乃至 TB 级。这样的数据量在城市管理的其他数据库中是很少见的。正因为空间数据量大,所以需要在二维空间上划分块或者图幅,在垂直方向上划分层来进行组织。

GIS 中空间数据的存储方式有两类:①空间数据的文件方式管理加属性数据的关系数据库管理;②空间数据和属性数据的全关系数据库管理。目前,基于数据库的 GIS 系统已经实现了图形数据和属性数据的无缝结合:所有空间、属性及栅格影像数据都存储于中央数据库中,既方便了数据的维护,又确保了数据的完整性和一致性。基于关系数据库或者对象关系数据库(ORDB)的空间数据管理已经成为 GIS 发展的趋势。

1.1.3 GIS 数据库作用

通常,一个实体对象的作用是指这个实体对象在整体中的地位,也就是整体与部分之间的关系。所以,要考察 GIS 数据库的作用,必须将它放在特定的整体中,才能显示出来。

1) 从信息抽象体系来看,GIS 数据库是从现实世界的真实地球到计算机世界中的映射。信息流是有关人流、物质流和能量流的性质、特征和状态的表征,它依附于人流、物质流和能量流而存在,即以人流、物质流和能量流为载体。因此可以通过研究地球系统信息流来认识、理解和模拟地球人流、物质流和能量流的运动规律。

2) 从空间信息技术体系的构成看,空间信息技术体系可以分为三个部分:空间信息获取技术,空间信息处理技术,空间信息应用技术。GIS 数据库作为对现实地理空间的抽象,必将成为上述三种技术的基础和核心。空间信息的获取技术是指利用测量、摄影、遥感和 GPS 等技术从现实的地理空间中获取信息的技术。而要想使获取来的信息能够为以后使用,则必须使这些信息以某种特定格式存储起来。空间信息处理技术是指基于特定格式的空间信息集上的某种算法;空间信息应用技术是指从现有的空间数据集中,通过空间分析和模型计算,分析出某一空间对象的现状结构和变化趋势的技术。因此,建设 GIS 数据库在整个空间信息技术体系中都具有重要的作用。

3) 从社会需求体系的构成看,社会的信息需求中有很多是与空间有关的。就目前的情况来看,主要是政务需求。空间信息基础设施建设已经成为电子政务建