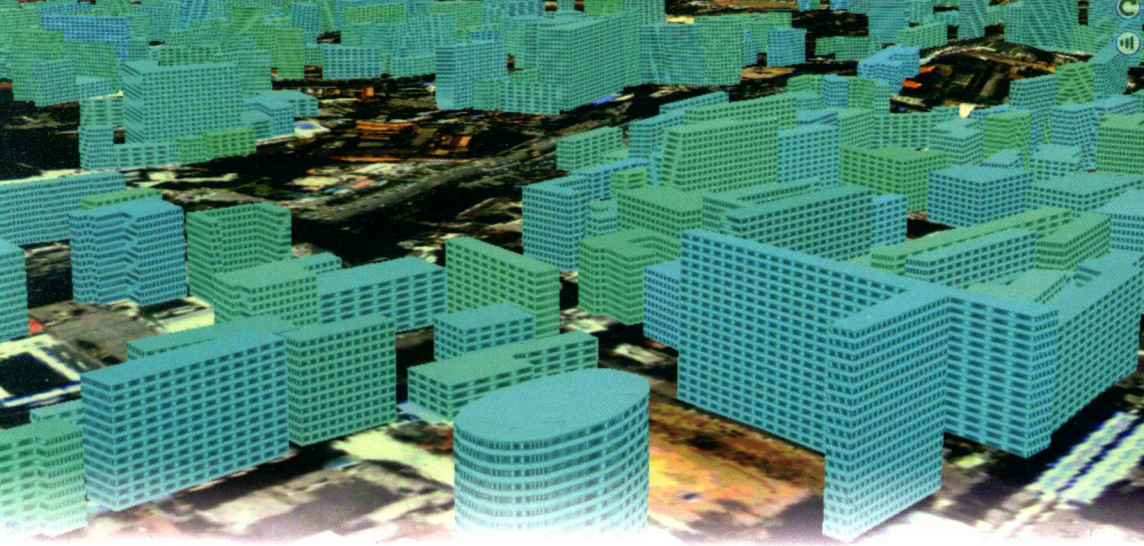




国家自然科学基金资助项目

湖北省学术著作出版专项资金资助项目

GIS Application in Urban Planning

城市规划 GIS技术应用

刘淼 / 编著

中国
城市
研究
文库



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

城市规划 GIS 技术应用

刘 森 编著

华中科技大学出版社
中国·武汉

内容简介

本书可望为有兴趣学习 GIS 从事城市规划方向的规划师和同学们从最实用的基本理论、最常用的软件操作和案例方面提供参考和借鉴。本书分为三个篇章:第一篇为 GIS 基本理论,概括了需要重点掌握的 GIS 理论,可以起到提纲挈领的作用。第二篇为实用 GIS 空间分析,对规划设计中最常用的数据空间分析方法、地统计分析和土地利用模型进行了介绍,基本能够满足 GIS 空间分析需求。第三篇为案例分析,分别从土壤侵蚀、生态敏感性、土地适宜性、生态关键区和大气环境效应方面进行了介绍。

图书在版编目(CIP)数据

城市规划 GIS 技术应用/刘森编著. —武汉:华中科技大学出版社,2014.6
ISBN 978-7-5680-0184-7

I. ①城… II. ①刘… III. ①地理信息系统-应用-城市规划-高等学校-教材
IV. ①TU984

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 136040 号

城市规划 GIS 技术应用

刘 森 编著

责任编辑:张秋霞

责任校对:张 琳

封面设计:范翠璇

责任监印:秦 英

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:北京中印联印务有限公司

开 本:787mm×996mm 1/16

印 张:15.5

字 数:304 千字

版 次:2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:42.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

湖北省学术著作出版专项资金 丛书编委会

主 编	鲍家声	赵万民
委 员	(以姓氏笔画为序)	
	万 敏	华中科技大学
	王 林	江苏科技大学
	朱育帆	清华大学
	张孟喜	上海大学
	胡 纹	重庆大学
	顾保南	同济大学
	顾馥保	郑州大学
	戴文亭	吉林大学

前 言

截止到 2011 年,全球生活在城市的人口有 36.32 亿,城市化率达到 52.1%。中国正处于城镇化快速发展阶段,城市化率由 1949 年的 10.6% 提高到 2011 年的 51.3%。按照联合国的统计和预测,2050 年城市化率将达到 67.2%。城市快速扩展会导致一系列的生态环境问题,如城市热岛、大气污染、水体污染、水资源短缺等。规划设计在引导城市发展方面起到重要作用,城市格局的变化在很大程度上决定着发展的过程。如何科学合理地在不同尺度上,如区域(城市群)、城市和小区等尺度上进行规划设计变得越来越关键,而 GIS 技术凭借其强大的空间数据管理和分析能力已成为不可或缺的技术保证。

本书分为三个部分。第一篇为理论篇,概括了需要重点掌握的 GIS 理论,起到提纲挈领的作用。第二篇为实用 GIS 空间分析,其中,第六章和第七章分别对规划设计中最常用的矢量数据和栅格数据空间分析方法进行了介绍,第八章介绍地统计扩展模块,第九章对分析方法进行了扩展,介绍在规划中有重要应用价值的土地利用模型。第三篇为案例分析,分别从土壤侵蚀、生态敏感性、土地适宜性、生态关键区和大气环境效应方面进行了介绍。

本书是笔者对 GIS 在规划应用中的初步归纳和探讨。因笔者研究方向为景观生态学,参与了较多生态规划方面的工作,故本书在生态规划方面有所偏重。

本书在国家自然科学基金项目“三维城市扩展及其环境效应研究(NO. 41171155)”资助下完成。除笔者外,胡远满、常禹、布仁仓、李春林、徐岩岩、陈探、周媛、孙凤云、马俊、宫继萍和张薇参与了本书的编写工作。

本书的编写目的在于介绍 GIS 在规划中能够用到的基本理论与空间分析方法,希望能对 GIS 初学者起到指导作用;介绍规划前期分析和规划预案生态环境效应的分析方法与方向,期望对规划师的分析思路有一定启发。因时间仓促,书中难免有错误之处,敬请读者指正。

作者

2015 年 3 月

目 录

第一篇 理 论 篇

第一章 地理信息基本原理	3
第一节 地理信息系统的基本概念	3
第二节 地理信息系统的组成	5
第三节 地理信息系统的主要功能	6
第四节 GIS 软件介绍	8
第二章 地理信息系统空间数据结构	10
第一节 矢量数据结构	10
第二节 栅格数据结构	13
第三节 Geodatabase	26
第四节 格式转换	29
第三章 空间参照系统和地图投影	38
第一节 地球椭球体	38
第二节 地图比例尺	40
第三节 坐标系	41
第四节 地图投影	45
第四章 空间数据采集与处理	59
第一节 数据源种类	59
第二节 空间数据采集	67
第五章 地理信息可视化	70
第一节 空间信息输出方式与类型	70
第二节 可视化的一般原则	72
第三节 可视化表现形式	75
第四节 ArcGIS 中专题图制作	80

第二篇 实用 GIS 空间分析

第六章 矢量数据空间分析	93
第一节 矢量数据空间校正	93
第二节 空间叠加分析	95
第三节 缓冲区分析	106
第四节 网络分析	110
第七章 栅格数据空间分析	123
第一节 不规则三角网(TIN)介绍	123
第二节 DEM 生成	124
第三节 基于 DEM 的表面分析	127
第四节 Distance 分析	138
第五节 基于 DEM 的水文分析	142
第六节 空间插值分析	149
第七节 分区统计	153
第八节 重分类与栅格计算	155
第八章 地统计扩展模块简介	159
第九章 土地利用模型	172
第一节 土地利用模型概述	172
第二节 土地利用模型研究案例介绍	177

第三篇 案例分析

第十章 土壤侵蚀分析	195
第十一章 生态敏感性分析	199
第十二章 土地适宜性评价	209
第十三章 生态关键区识别	220
第十四章 以大气环境效应为目标的城市绿地景观格局优化与规划	226
参考文献	240

DIYIPIAN

第一篇

理论篇



第一章 地理信息基本原理

第一节 地理信息系统的基本概念

1963年,加拿大学者 R. F. Tomlinson 首先提出了地理信息系统 (GIS, geographic information system) 这一概念,并开发了世界上第一个地理信息系统。GIS 结合地理学与地图学以及遥感和计算机科学,已经广泛应用于不同的领域,是用于输入、存储、查询、分析和显示地理数据的计算机系统。随着 GIS 的发展,GIS 也被称为“地理信息科学”(geographic information science)或“地理信息服务”(geographic information service)。GIS 是一种基于计算机的工具,它可以对空间信息进行分析和处理。随着计算机软硬件和通信技术的不断进步,GIS 的理论和技術方法已得到了飞速的发展,其研究和应用已渗透到自然科学及应用技术的很多领域,如地理学、地质学、环境监测、土地利用、城市规划、交通安全等,并日益受到各国政府和产业部门的重视。

(一) 数据和信息

数据(data)是一种未经加工的原始资料,是对客观事物的符号表示,是通过数字化手段记录下来的可以被鉴别的符号。在计算机科学中,数据是所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称,数字、文字、符号、声音、图像都是数据。

信息(information)是经过加工后的数据,它对接收者有用,是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的內容、数量或特征,从而向人们(或系统)提供关于现实世界新的事实和知识,作为生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。信息具有客观性(事实性)、适用性、等级性、可传输性、可压缩性、增殖性、转换性和共享性等特征。

数据是对客观对象的表示,而信息则来源于数据,是数据内涵的意义,是数据的内容和解释。例如,从实地或社会调查数据中可获取到各种专门信息;从测量数据中可以抽取出地面目标或物体的形状、大小和位置等信息;从遥感图像数据中可以提取出各种地物的图形大小和专题信息。

(二) 地理信息

地理信息是指表征地理圈或地理环境固有要素或物质的数量、质量、分布特

征、联系和规律的数字、文字、图像和图形的总称。地理信息是指有关地理实体的性质、特征及运动状态的表征和一切有用的知识,它是对表达地理特征与地理现象之间关系的地理数据的解释。而地理数据则是各种地理特征和现象间关系的符号化表示,包括空间位置、属性特征(简称属性)及时域特征三部分。空间位置数据描述地物所在位置,这种位置既可以根据大地参照系定义,也可以定义为地物间的相对位置关系;属性特征数据有时又称非空间数据,是属于一定地物、描述其特征的定性或定量指标;时域特征数据是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段。空间位置、属性及时间是地理空间分析的三大基本要素。

地理信息除了具有信息的一般特性外,还具有以下独特特性。

① 空间分布性。地理信息具有空间定位的特点,先定位后定性,并在区域上表现出分布式特点,其属性表现为多层次,因此地理数据库的分布或更新也应是分布式的。

② 海量数据。地理信息既有空间特征,又有属性特征,另外还具有时间特征,因此其数据量很大。尤其是随着全球对地观测计划的不断发展,我们每天都可以获得上万亿兆的关于地球资源、环境特征的海量数据。

③ 信息载体的多样性。地理信息的第一载体是地理实体的物质和能量本身,除此之外,还有描述地理实体的文字、数字、地图和影像等符号信息载体以及纸质、磁带、光盘等物理介质载体。就地图而言,它不仅是信息的载体,也是信息的传播媒介。

(三) 数据模型

数据模型是对客观事物及其联系的描述,包括对数据内容和各类实体数据之间联系的描述,是数据库设计的基础。对数据库而言,数据模型反映了数据整体逻辑结构,或用户所看到的数据之间的逻辑结构,反映了实体之间的逻辑关系。例如,在GIS的矢量模型中,节点或中间点由空间坐标对表示,而弧段由一系列的节点和中间点组成,面则是由弧段组成的封闭多边形。这些关系的描述,清晰地反映了矢量结构图形实体的逻辑关系。

(四) 数据结构

数据结构是计算机存储、组织数据的方式,是相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。数据结构研究的是数据的逻辑关系及数据表示,或研究信息在计算机中的组织和表示方法。通常情况下,精心选择的数据结构可以带来更高的运行或者存储效率。如果说,数据模型较为抽象,那么,数据结构就是些具体的东西。

(五) 地理信息系统

地理信息系统(GIS)又称为“空间信息系统”。它是在计算机硬件、软件系

统支持下,以人类社会赖以生存的地球三维空间中的物体为处理对象,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述,生成并输出各种地理信息,从而为工程设计、土地利用、资源管理、城市管理、环境监测、管理决策等应用服务的计算机系统,是计算机科学、遥感与航测技术、计算机图形学、计算机辅助设计、应用数学、地理学、地质学等学科综合发展的产物。地理信息系统处理和管理的对象是多种地理空间实体数据及其关系,包括空间定位数据、图形数据、遥感图像数据、属性数据等,用于分析和处理在一定地理区域内分布的各种现象和过程。

GIS 有如下特性。

① GIS 的物理外壳是计算机化的技术系统,该系统又由若干个相互关联的子系统构成,如数据采集子系统、数据管理系统、数据处理和分析子系统、图像处理子系统、数据产品输出子系统等。这些子系统的品质、结构直接影响着 GIS 的硬件平台、功能、效率、数据处理的方式和产品输出的类型。

② GIS 的操作对象是空间数据,即点、线、面、体这类有三维要素的地理实体。空间数据的最根本特点是每一个数据都按统一的地理坐标进行编码,实现对其定位、定性和定量的描述。

③ GIS 的技术优势在于它的数据综合、模拟与分析评价能力,可以得到常规方法或普通信息系统难以得到的重要信息,实现地理空间过程演化的模拟和预测。

④ GIS 与测绘学和地理学有着密切的关系。大地测量、工程测量、矿山测量、地籍测量、航空摄影测量和遥感技术为 GIS 中的空间实体提供各种不同的比例尺和精确的定位数。电子速测仪、GPS 全球定位技术、解析或数字摄影测量工作站、遥感图像处理系统等现代测绘技术的使用,可直接、快速和自动地获取空间目标的数字信息产品,为 GIS 提供丰富和更为实时的信息源,并促使 GIS 向更高层次发展。地理学是 GIS 的理论依托。GIS 被誉为地理学的第三代语言——用数字形式来描述空间实体。

GIS 按研究的范围大小可分为全球性的、区域性的和局部性的;按研究内容的不同可分为综合性的和专题性的。同级的各种专业应用系统集中起来,可以构成相应地域同级的区域综合系统。在规划、建立应用系统时应统一规划这两种系统的发展,以减小重复率,提高数据共享程度和实用性。

第二节 地理信息系统的组成

— 地理信息系统主要由四部分组成,即计算机硬件系统、计算机软件系统、地理空间数据、系统应用人员(即用户)。其核心内容是计算机硬件和软件系统,而

地理空间数据反映了应用地理信息系统的信息内容,用户决定了地理信息系统的工作方式。

(一) 计算机硬件系统

计算机硬件系统由输入设备、输出设备和存储设备组成。其中,输入设备包括数字化仪、扫描仪、键盘、数字相机、GPS 和遥感,输出设备包括显示器、绘图仪、打印机,存储设备包括软盘和硬盘等。

(二) 计算机软件系统

计算机软件系统包括操作系统和服务程序。GIS 软件系统包括数据输入和校验、数据存储和管理、数据变换分析、数据显示和输出及用户接口模块。数据输入和校验包括能将地图数据、遥感数据、统计数据和文字报告转换成计算机兼容的数据形式的各种转换软件。

(三) 地理空间数据

地理空间数据是地理信息系统的重要组成部分,是系统分析加工的对象,是地理信息系统表达现实世界的经过抽象的实质性内容,是描述自然、社会和人文经济景观的数据。它一般包括三个方面的内容:空间位置坐标数据,地理实体之间空间拓扑关系以及相应于空间位置的属性数据。通常,它们以一定的逻辑结构存放在空间数据库中。空间数据来源比较复杂,根据不同的研究对象、不同的范围、不同的类型,可采用不同的空间数据结构和编码方法。

(四) 系统应用人员

地理信息系统是一个复杂的系统,仅有计算机硬件、软件及数据还不能构成一个完整的系统,必须要有系统的使用及管理人员。专业人员,特别是那些复合人才(既懂专业又熟悉地理信息系统的人)是地理信息系统成功应用的关键,而强有力的组织是系统运行的保障。由于地理信息系统的应用往往需要专业背景,所以,无论是需求分析、总体设计,还是专业功能的开发和应用,都离不开专业人员的参与。

第三节 地理信息系统的主要功能

(一) 地理信息系统解决的问题

地理信息系统能够回答以下 5 个方面的问题。

- ① 位置问题,在特定的位置有什么或是什么的问题。
- ② 条件问题,什么地方有满足某些条件的问题。
- ③ 变化趋势问题,利用综合数据分析,识别已发生或正在发生的地理事件

或现象的问题。

④ 模式问题,分析已发生或正在发生事件的相关因素(原因)的问题。

⑤ 模型问题,需要数学模型支持的问题。

GIS 应用模型的构建和选择也是关系到系统应用成败的重要因素。虽然 GIS 为解决各种现实问题提供了有效的基本工具,但对于某一专门应用问题的解决,必须通过构建专门的应用模型,例如,土地利用适宜性模型、选址模型、洪水预测模型、人口扩散模型、森林增长模型、水土流失模型、最优化模型和影响模型等。

这些应用模型是客观世界中相应系统经由观念世界到信息世界的映射,反映了人类对客观世界利用和改造的能动作用,并且是 GIS 技术产生社会效益的关键所在,也是 GIS 生命力的重要保证,因此在 GIS 技术中占有十分重要的地位。

(二) 地理信息系统主要功能

地理信息系统包括以下 6 个方面的功能。

1. 数据采集与编辑

数据采集与编辑,即在数据处理系统中将系统外部的原始数据传输到系统内部,并将这些数据从外部格式转化为系统便于处理的内部格式的过程。对于多种形式、多种来源的信息,可实现多种方式的数据输入。数据输入方式主要有图形数据输入、栅格数据输入、测量数据输入和属性数据输入。数据编辑主要包括属性编辑和图形编辑。属性编辑主要与数据库管理结合在一起完成,图形编辑主要包括拓扑关系建立、图形编辑、图形整饰、图幅拼接、图形变换、投影变换等功能。

2. 数据存储与管理

数据存储与管理是建立地理信息系统数据库的关键步骤,涉及空间数据和属性数据的组织。栅格模型、矢量模型或栅格矢量混合模型是常用的空间数据组织方法。空间数据结构的选择在一定程度上决定了系统所能执行的数据与分析功能。在地理数据组织与管理中,最为关键的是如何将空间数据与属性数据融合为一体。目前大多数系统都是将二者分开存储,通过公共项(一般定义为地物标识码)来连接。

3. 数据处理和变换

为了保证系统数据的规范和统一,使数据满足用户需求,数据处理在地理信息系统中必不可少。数据处理的任务和操作内容有:数据变换、数据重构和数据抽取。

4. 空间分析与统计

空间分析主要包括数据操作运算、数据查询检索与数据综合分析。数据查询检索即从数据文件、数据库或存储装置中,查找和选取所需的数据,是为了满足各种可能的查询条件而进行的系统内部数据操作。数据综合分析可以提高系统评价、管理和决策的能力,主要包括信息量测、属性分析、统计分析、二维模型分析、三维模型分析及多要素综合分析等。

5. 产品制作与显示

地理信息系统产品是指经由地理信息系统处理和分析的结果。地理信息系统产品制作与显示的功能包括:设置地图范围、投影、比例尺,组织地图要素显示顺序,定义文字字型和字号,设置地图符号的大小和颜色,标注图名和图例,以及图形编辑等。

6. 二次开发

地理信息系统技术为了能够被广泛应用于各个领域,满足各种不同的应用需要,它必须具备的一个重要的基本功能是二次开发环境,包括提供专用的脚本语言开发环境、可供用户在自己的编程环境中调用的地理信息系统函数库,或者系统将某些功能做成组件形式供用户开发语言调用等。这样,用户可以方便地编制自己的地理信息系统应用程序,生成可视化的用户界面,完成地理信息系统的各项应用领域的功能开发。

第四节 GIS 软件介绍

现有的 GIS 平台种类很多。国外的一些主要的 GIS 平台软件有以下几种。

(一) ESRI GIS

ESRI 公司于 1969 年成立于美国加利福尼亚,其主要产品有以下几种。

①ArcInfo:是 ArcGIS 主打桌面产品,包含几乎全部 GIS 功能,拥有强大的空间分析工具。②ArcGIS Server:为用户提供用于空间数据管理、制图、3D 可视化和基于浏览器的编辑、地理处理、空间分析、建模等服务功能。③ArcView:主要用于数据使用、分析和制图。④ArcReader:免费的地图查询、浏览、打印软件。⑤ArcEditor:基于 ArcView,增加了地理信息数据库管理和数据创建等功能。本书的数据格式和分析均基于 ArcGIS 软件平台进行。

(二) Intergraph

Intergraph 公司于 1969 年成立于美国阿拉巴马州的汉斯维尔市,公司主要

从事计算机辅助设计、制造以及专业制图领域的硬件、软件服务。该公司主要产品包括专业桌面 GIS (GeoMedia)、GIS (MGE) 和因特网 GIS (GeoMedia Web Map)。

(三) MapInfo

MapInfo 公司于 1986 年在美国特洛伊市成立, 该公司主要提供数据可视化、地图化技术, 其代表软件是 MapInfo。此软件主要功能有: 图形的输入与编辑、图形的查询与显示、数据库操作、地图空间分析和图形输出等。

国内的 GIS 软件有以下几种。

(一) SuperMap GIS

SuperMap GIS 是北京超图地理信息技术有限公司研制的大型地理信息系统平台, 提供包括空间数据采集、数据管理、数据处理、地理空间信息发布和移动/嵌入式应用开发在内的全方位的产品, 涵盖了 GIS 应用工程建设主要过程。目前是占中国市场份额最大的国产 GIS 软件。

SuperMap GIS 的主要产品包括: 空间数据库引擎 SuperMap SDX+, 服务式开发平台 SuperMap iServer. NET, SuperMap iServer Java, 组件开发平台 SuperMap Objects (COM), SuperMap Objects . NET, SuperMap Objects Java, 嵌入式开发平台 eSuperMap, 桌面平台 SuperMap Deskpro, SuperMap Express, SuperMap Viewer, 导航应用开发平台 SuperMap SNE。

(二) MapGIS

MapGIS 是武汉中地数码科技有限公司开发的地理信息系统软件, 其功能模块包括: 数据输入模块、数据处理模块、数据输出转换、数字高程模型等。MapGIS 产品的体系框架包括: 开发平台、工具产品和解决方案。其产品主要包括: 服务器开发平台 (DC Server)、遥感处理开发平台 (RSP)、三维 GIS 开发平台 (TDE)、互联网 GIS 服务开发平台 (IG Server)、嵌入式开发平台 (EMS)、数据中心集成开发平台和智慧行业集成开发平台等。

(三) Citystar(城市之星)

Citystar 由北京大学开发研制, 是一个面向桌面应用的 GIS 平台, 其主要功能模块包括: 编辑、查询、制图、矢量化、遥感、三维等。

第二章 地理信息系统空间数据结构

空间数据结构是指适合于计算机存储、管理、处理的几何数据的逻辑结构。换句话说,是指几何数据以什么形式在计算机中存储和处理。

空间数据结构分为矢量数据结构和栅格数据结构两大类型。

第一节 矢量数据结构

基于矢量模型的数据结构简称为矢量数据结构。矢量也称向量,数学上称“具有大小和方向的量”为向量。在计算机图形中,相邻两节点间的弧段长度表示大小,弧段两端点的顺序表示方向,因此弧段也是一个直观的矢量。

矢量数据结构是通过记录坐标的方式来表示点、线、面等地理实体空间分布的一种数据组织方式。这种数据组织方式定位明显,属性隐含,能最好地逼近地理实体的空间分布特征;数据精度高,数据存储的冗余度低,便于进行地理实体的网络分析,但对于多层空间数据的叠合分析比较困难。矢量数据结构的获取方法主要有:手工数字化法、手扶跟踪数字化法、数据结构转换法。矢量数据结构分为以下几种主要类型。

(一) 简单数据结构

在简单数据结构中,空间数据按照基本的空间对象(点、线或多边形)为单元进行单独组织,不含有拓扑关系数据,最典型的是面条(spaghetti)结构。这种数据结构有如下几个主要特点。

① 数据以点、线或多边形为单元进行组织,数据编排直观,数字化操作简单。

② 每个多边形都以闭合线段存储,多边形的公共边界被数字化两次和存储两次,造成数据冗余和不一致。

③ 点、线或多边形有各自的坐标数据,但没有拓扑数据,互相之间不关联。

④ 岛只作为一个单个图形,没有与外界多边形的联系。

(二) 拓扑数据结构

1. 拓扑的基本概念

拓扑学(Topology)一词源于希腊文,意为“形状的研究”(study of form)。