

COMPUTER

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

高等学校计算机基础及应用教材

GIS 在环境科学 与工程中的应用

李旭祥 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

高等学校计算机基础及应用教材

GIS 在环境科学与工程中的应用

李旭祥 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本地理信息系统在环境科学与工程中应用的著作,全面阐述了地理信息系统的特征、类型、功能、数据采集和数据库设计,着重介绍地理信息系统在环境科学与工程中的应用技术和方法。

全书分九章,重点介绍地理信息系统的组成、功能及其发展与现状,实用地理信息系统的数据特征、数据来源及数据质量,地理信息系统数据库设计的主要内容和方法,国内外常见的 GIS 软件及其使用方法,GIS 在生态控制中的应用和开发,基于 GIS 的水污染控制、管理和监测系统,GIS 在大气污染控制中的应用,GIS 在其他环境控制中的应用,环境虚拟及模型建立对各种环境的主要影响因素。

本书是大学高年级本科生和研究生的学习用书,也可供从事环境科学和环境工程方面的科技工作者、信息资源开发等领域的技术人员参考。

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

GIS 在环境科学与工程中的应用/李旭祥编著. —北京:电子工业出版社,2003.1

(高等学校计算机基础及应用教材)

ISBN 7-5053-8357-4

I . G… II . 李… III . 地理信息系统—应用—环境科学—高等学校—教材 IV . X

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 102823 号

责任编辑:童占梅 韩同平

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:345.6 千字

版 次:2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

地理信息系统(GIS)作为有关空间数据管理、空间信息分析及传播的计算机系统,广泛应用于土地利用、资源管理、环境监测、交通运输、城市规划、经济建设等领域。GIS 基础软件和应用软件的发展,使得它的应用从解决基础设施的管理和规划(如道路、输电线)转向更复杂的区域开发,例如土地利用、城市规划、人口规划与部署等。许多工业化国家把土地信息系统作为有关部门的必备工具,投入日常运转。与卫星遥感技术相结合,GIS 开始用于解决全球性问题,例如,全球沙漠化、全球可居住区的评价、厄尔尼诺现象与酸雨、核扩散与核废料以及全球气候与环境的变化监测。

我国对地理信息系统的研究起步稍晚,但发展势头相当迅猛。主要研究领域有:数据规范和标准、空间数据库建设、数据处理和分析算法及应用软件的开发等。如以农业为对象,研究有关质量评价和动态分析预报的模式及软件,并用于水库淹没损失、水资源估算、土地资源清查、环境质量评价与人口趋势分析等多项专题研究。我国在建立全国大地测量和数字地面模型的基础上,建成了全国 1:100 万地图数据库系统和全国土地信息系统、1:400 万全国资源和环境信息系统及 1:250 万水土保持信息系统,并开展了黄土高原信息系统以及洪水灾情预报与分析系统等专题研究。用于辅助城市规划的各种小型信息系统在城市建设和规划部门也获得了认可。

本教程的编写正是处在这样一个特殊时期。编写本教程的目的是希望 GIS 系统能尽快地应用于环境科学和工程领域,为推动环境领域的快速发展贡献一份力量。在参阅了国内外有关教材、专著和论文的基础上,考虑到环境科学与工程领域的绝大多数学生和研究人员没有系统接受过地理信息系统课程和技术的基本训练,本教材的宗旨是普及 GIS 知识,探讨其在环境领域中的应用方法,着眼于知识创新的切入点,并由此确立编写本教材的思路。

本教程力求将地理空间基本理论、地理信息系统技术方法和地理信息系统的实际应用三者融为一体,使读者学习地理信息系统的基本概念和设计方法,掌握与地理信息系统的技术实现和方法应用有关的基本理论,了解 GIS 二次开发及其在环境科学与工程中的应用实例和发展方向,从而使读者能够真正领会和把握地理信息系统的科学性、技术性和实践性。

在本教程写作中,作者参加了西安交通大学环境虚拟实验室建设和国家级秦岭生态功能区建设等科研工作,并经过了多届课程教学实践,不断修改完善课程讲义,力求能满足读者的需求。本书是大学高年级本科生和研究生的学习用书,也可供环境科学和环境工程科技工作者参考。

参加本教程编写、录入、编排的人员有:黄海燕、王强林、张兴、吕飞,在此表示感谢。新疆大学刘志辉教授和兰州大学刘勇教授仔细审阅了全稿,并提出许多宝贵意见,在此特致衷心的感谢。

由于编者水平有限,教材中存在的不足之处,敬请读者不吝指正。

联系地址:xxli@mail.xjtu.edu.cn

作 者

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 地理信息系统的定义	(1)
1.1.1 信息和地理信息	(1)
1.1.2 信息系统和地理信息系统	(2)
1.2 地理信息系统的基本内容	(4)
1.3 地理信息系统的特性	(4)
1.3.1 GIS 与计算机制图系统的区别与联系	(4)
1.3.2 GIS 与数据库管理系统的区别与联系	(5)
1.3.3 GIS 与 CAD 的区别与联系	(5)
1.3.4 GIS 与遥感图像处理系统的区别与联系	(6)
1.3.5 GIS 与事务处理系统的区别与联系	(6)
1.4 地理信息系统的类型	(6)
1.5 地理信息系统的结构与功能	(8)
1.5.1 地理信息系统的组成	(8)
1.5.2 地理信息系统的主要功能模块	(9)
1.6 地理信息系统的发展与前景	(10)
1.6.1 地理信息系统软件发展的历史回顾	(10)
1.6.2 第四代地理信息系统及其发展思路	(13)
思考题	(14)
第 2 章 实用地理信息系统的数据	(15)
2.1 空间数据的基本特征	(15)
2.2 数据的测量尺度	(17)
2.3 数据来源	(18)
2.4 地图投影	(19)
2.5 全球定位系统	(20)
2.6 遥感数据	(21)
2.7 地图	(24)
2.7.1 地图种类	(24)
2.7.2 地图符号	(25)
2.7.3 地图制作过程和地图综合	(26)
2.7.4 计算机制图	(27)
2.8 数据质量	(27)
2.8.1 数据质量的基本特点	(27)
2.8.2 数据误差的主要来源	(29)
2.8.3 数据的误差类型	(30)

2.9 空间数据类型转换	(30)
2.9.1 栅格与矢量数据的比较	(30)
2.9.2 栅格数据与矢量数据的转换	(31)
思考题	(32)
第3章 地理信息系统的数据库设计	(33)
3.1 地理信息系统数据库及其设计	(33)
3.1.1 GIS 数据库	(33)
3.1.2 GIS 数据库设计的概念	(34)
3.1.3 GIS 数据库设计过程	(34)
3.2 用户需求分析	(35)
3.2.1 现状调查	(35)
3.2.2 需要了解的内容	(35)
3.2.3 调查内容的组织和分析	(37)
3.3 概念化设计	(40)
3.3.1 数据库的宏观地理定义	(40)
3.3.2 数据库数据模型的确定	(42)
3.4 详细设计	(47)
3.4.1 数据源的选择	(47)
3.4.2 各种数据的评价	(47)
3.4.3 空间数据层的设计	(50)
3.4.4 数据字典	(50)
3.4.5 存储管理结构的设计	(51)
3.5 实施规划	(53)
3.5.1 数据采集过程的自动化设计	(53)
3.5.2 数据库的质量控制	(53)
3.5.3 开发进度的监测	(55)
3.6 试点项目	(56)
3.7 数据库设计实例	(57)
3.7.1 合肥市防震减灾地理信息数据库设计	(57)
3.7.2 基于 GIS, ES 的凉山州土壤数据库设计与实现	(60)
思考题	(62)
第4章 常用 GIS 软件介绍	(64)
4.1 概述	(64)
4.2 MapInfo 软件	(69)
4.2.1 MapInfo 系统的功能特点	(69)
4.2.2 MapInfo 产品系列	(70)
4.2.3 MapInfo 数据与文件结构	(70)
4.2.4 MapInfo 基本功能	(71)
4.2.5 MapInfo 应用实例	(79)
4.3 Arc/Info 软件	(86)

4.3.1	体系结构	(87)
4.3.2	Workstation Arc/Info 简介	(87)
4.3.3	Desktop Arc/Info 简介	(93)
4.3.4	PC Arc/Info	(94)
4.4	GeoStar软件	(99)
4.5	MAPGIS系列软件	(101)
4.5.1	MAPCAD 彩色地图编辑出版系统	(101)
4.5.2	MAPGIS 地理信息系统	(103)
4.5.3	MAPGIS 6.0 版新增功能	(104)
4.5.4	MAPGIS 的 WebGIS 解决方案——MAPWeb	(107)
4.5.5	环保地理信息系统	(108)
	思考题	(109)
第 5 章	GIS 在生态控制中的应用	(110)
5.1	数字地球与数字城市	(110)
5.2	国家级生态示范区地理信息系统	(115)
5.3	基于GIS平台的城市规划信息系统	(118)
5.3.1	城市小区规划应用系统的建立	(119)
5.3.2	基于 GIS 平台的山区城镇选址信息系统	(121)
5.4	生态环境监测信息系统	(122)
5.4.1	系统开发的基础	(123)
5.4.2	系统功能结构	(123)
5.5	水土流失动态监测网络系统	(126)
5.5.1	基于 Arc/Info 的土壤侵蚀遥感调查与数据采集	(127)
5.5.2	湖北省水土流失动态监测网络体系结构与管理信息系统	(128)
5.6	土壤资源持续利用与信息技术	(131)
	思考题	(135)
第 6 章	GIS 在水污染控制中的应用	(136)
6.1	水污染控制规划系统	(136)
6.1.1	概率规划模型	(136)
6.1.2	基于 GIS 的水污染控制规划	(136)
6.1.3	GIS 在海湾陆源污染物总量控制中的应用	(138)
6.1.4	GIS 支持下水质模型的应用	(141)
6.2	基于GIS城市下水管网信息管理系统	(142)
6.2.1	技术方案	(143)
6.2.2	设计原则	(144)
6.2.3	系统结构及模块功能	(145)
6.2.4	系统技术要求	(147)
6.2.5	MAPGIS 管线系统	(147)
6.3	环境监测信息系统	(150)
6.3.1	环境监测信息	(150)

6.3.2	系统分析	(150)
6.3.3	系统设计和实施	(154)
6.3.4	实时在线监测信息系统	(155)
6.3.5	无锡市污染源自动监控网络系统	(160)
6.3.6	环境监测信息系统的发展	(163)
思考题		(163)
第7章 GIS在大气污染控制中的应用		(164)
7.1	城市大气污染控制管理系统	(164)
7.1.1	系统结构	(164)
7.1.2	大气污染扩散空间信息系统	(166)
7.2	面向对象的大气环境信息系统	(169)
7.2.1	系统的总体设计	(169)
7.2.2	系统集成	(172)
7.2.3	系统的面向对象性	(172)
7.2.4	系统的建模和计算	(173)
7.2.5	大气质量评价子系统	(174)
7.2.6	大气污染源识别子系统	(176)
7.2.7	大气污染模式预测子系统	(176)
7.2.8	数据库管理器子系统	(176)
思考题		(177)
第8章 GIS在其他环境控制中的应用		(178)
8.1	基于GIS的城市交通噪声管理系统	(178)
8.1.1	噪声	(178)
8.1.2	交通噪声预测与规划	(179)
8.1.3	应用实例	(183)
8.2	GIS技术在环境污染事故应急管理中的应用	(184)
8.2.1	GIS/ES 技术	(185)
8.2.2	GIS/ES 技术应用于突发性环境污染事故应急管理的优越性	(185)
8.2.3	基于 GIS/ES 技术的突发性环境污染事故应急管理系统	(187)
8.2.4	环境污染事故指挥系统	(188)
8.2.5	重大污染事故区域预警系统	(189)
思考题		(191)
第9章 环境虚拟与模型的建立		(192)
9.1	沙尘环境	(192)
9.1.1	沙尘环境概述	(192)
9.1.2	沙尘环境效应	(194)
9.2	风环境	(195)
9.2.1	风环境概述	(195)
9.2.2	风环境效应	(196)
9.3	霉菌环境	(196)

9.3.1	霉菌环境概述	(196)
9.3.2	霉菌环境效应	(196)
9.4	空间环境	(197)
9.4.1	空间环境模拟技术的内容	(197)
9.4.2	主要空间环境	(198)
9.5	水质模型	(198)
9.5.1	水质模型分类	(199)
9.5.2	水质数学模型建立的一般步骤	(199)
9.5.3	水质模拟技术	(201)
	思考题	(202)
	英文缩略词英汉对照表	(203)
	参考文献	(205)

第1章 概 论

1.1 地理信息系统的定义

1.1.1 信息和地理信息

1. 信息

信息 (Information) 是用数字、文字、符号、语言等介质来表示事件、事物、现象等的
内容、数量或特征。信息向人们 (或系统) 提供关于现实世界新的事实知识, 作为生产、管
理、经营、分析和决策的依据。

信息具有客观性, 适用性, 可传输性和共享性等特征。客观性是指信息都与客观事实
相关, 这是信息正确性和精确度的保证; 适用性是指从大量数据中收集、组织和管理有用的
信息, 这是由建立信息系统目的性所决定的; 可传输性是指信息可以在系统内或用户之间以
一定形式或格式传送和交换, 随着网络技术的发展, 信息的可传输性日益重要; 信息的共享
性是信息可传输性带来的结果, 也就是信息可为多个用户共享。

信息来自于数据, 数据是未加工的原始资料。数字、文字、符号、图形和影像都是数
据。数据是对客观对象的表示, 信息则是数据内涵的意义, 是数据的内容和解释。例如, 从
测量数据中可以抽取出目标和物体的形状、大小和位置等信息, 从遥感卫星图像数据中可以
抽取出各种图形和专题信息, 从实地调查数据中则可抽取出各专题的属性信息。

2. 地理信息

地理信息 (Geographic Information) 是指与所研究对象空间地理分布有关的信息, 它表
示地表物体和环境固有的数据、质量、分布特征、联系和规律。

地理信息属于空间信息。它与一般信息的区别在于它具有区域性、多维性和动态性。
区域性是指地理信息的定位特征, 且这种定位特征是通过公共的地理基础来体现的。例如,
用经纬网或公里网坐标来识别空间位置, 并指定特定的区域。多维性是指在一个坐标位置上
具有多个专题和属性信息。例如, 在一个地面点上, 可取得高程、污染、交通等多种信息。
动态性是指地理信息的动态变化特征, 即时序特性, 从而使地理信息常以时间尺度划分成不
同时间段信息。这就要求及时采集和更新地理信息, 并根据多时相数据和信息来寻找时间分
布规律, 进而对未来做出预测和预报。

客观世界是一个庞大的信息源。随着现代科学技术的发展, 特别是借助近代数学, 空
间科学和计算机科学, 人们已能够迅速地采集到地理空间的几何信息、物理信息和人文信息,
并适时适地地识别、转换、存储、传输、显示并应用这些信息, 更好地为人类服务。

1.1.2 信息系统和地理信息系统

信息系统 (Information System) 是具有采集、处理、管理和分析数据能力的系统, 它能为单一的或有组织的决策过程提供各种有用信息, 其功能框图见图 1-1。信息系统的四大功能为数据采集、管理、分析和表达。更简单地说, 信息系统是基于数据库的问答系统 (如图 1-2 所示)。

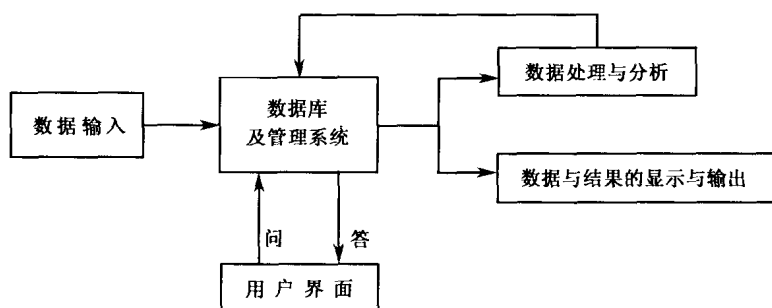


图 1-1 信息系统功能框图

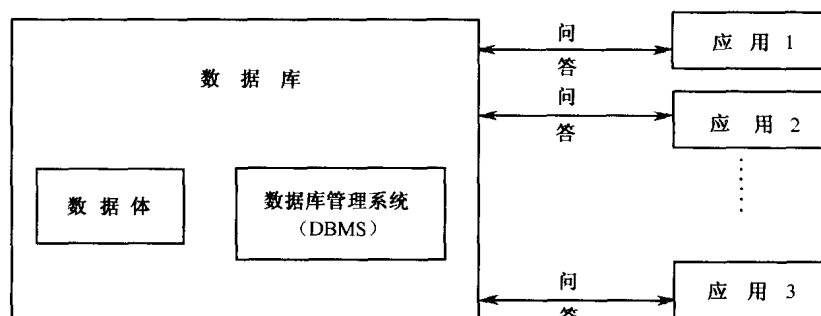


图 1-2 作为问答系统的信息系统

从计算机科学角度看, 信息系统是由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成的问答系统, 智能化的系统还包括知识 (如图 1-3 所示)。硬件包括各类计算机处理机及其终端设备, 软件是支持数据与信息采集、存储、加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统, 数据则包括定量和定性数据, 用户是信息系统所服务的对象, 是信息系统的主人。

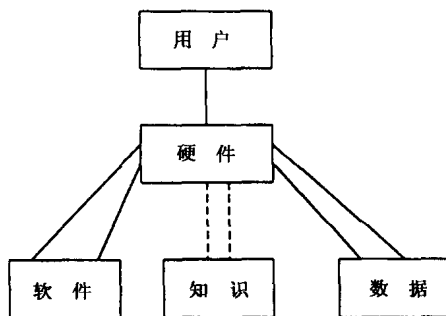


图 1-3 计算机科学意义上的信息系统

用户包括一般用户和从事系统建立、维护、管理和更新的高级用户。

由于计算机技术的飞速发展及计算机应用的普及, 不同应用领域的各种信息系统相继

出现,且种类繁多,但从系统结构及处理方法看,主要分为下列几种:

(1) 管理信息系统 (MIS, Management Information System): 是一种基于数据库的回复系统,它往往停留在数据级上支持管理者,如人事管理信息系统,财务管理信息系统,产品销售信息系统等。

(2) 决策支持系统 (DSS, Decision Support System): 是在 MIS 基础上发展起来的一种信息系统,它不仅为管理者提供数据支持,还提供方法和模型的可能支持,并对问题进行仿真和模拟,从而辅助决策者进行决策。

(3) 智能决策支持系统 (IDSS, Intelligent Decision Support System): 是在决策支持系统中进一步引入人工智能 (AI, Artificial Intelligence) 技术。如: 专家系统 (ES, Expert System) 解决非结构化问题,提高系统决策自动化程度。

(4) 空间信息系统 (SIS, Spatial Information System): 是对空间数据进行采集、处理、管理和分析的信息系统。由于空间数据的特殊性,使空间信息系统的组织结构及处理方法有别于一般信息系统。

地理信息系统 (GIS) 是一种特定而又十分重要的空间信息系统,它是以采集、储存、管理、分析和描述整个或部分地球表面 (包括大气层在内) 与空间和地理分布有关的数据的空间信息系统。由于地球是人们赖以生存的基础,所以 GIS 是与人类的生存、发展和进步密切相关的一门信息科学与技术,受到人们愈来愈广泛的重视。

随着地理信息系统的应用,产生了多种相应系统。如自然资源管理信息系统 (Natural Resources Management Information System)、资源与环境信息系统 (Resources and Environment Information System)、土地资源信息系统 (Land Resources Information System)、空间数据处理系统 (Spatial Data Processing System)、空间信息系统 (Spatial Information System)。这些系统研究的对象不同,但研究方法基本上是相似的。

地理信息系统是一门多技术交叉的空间信息科学,它依赖于地理学、测绘学、统计学等基础性学科,又取决于计算机硬件与软件技术、航天技术、遥感技术和人工智能与专家系统技术的进步与成就,如图 1-4 所示。此外,地理信息系统又是一门以应用为目的的信息产业,它的应用可深入到各行各业。

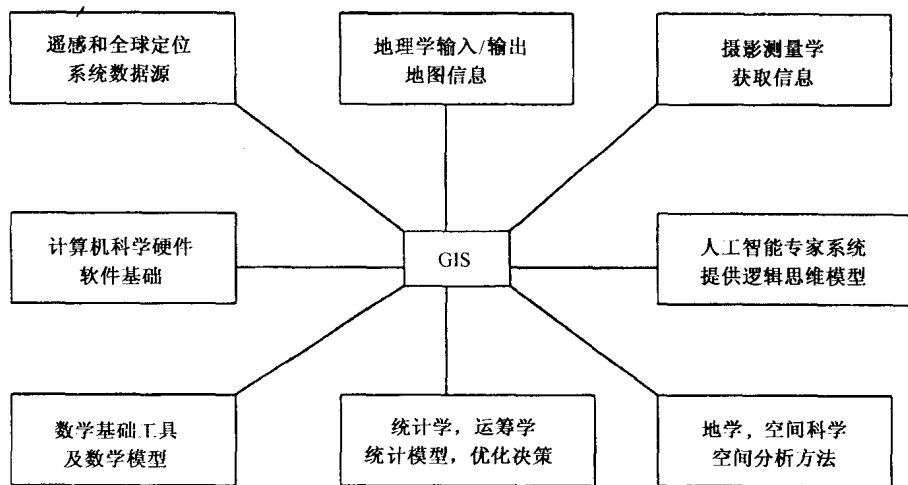


图 1-4 地理信息系统与相关学科

1.2 地理信息系统的基本内容

由表 1-1 和表 1-2 可以了解地理信息系统技术涉及的基本内容。

表 1-1 英国地理信息与分析中心 GIS 教学大纲

一、GIS 概论
引言, 硬/软件, 栅格 GIS, 数据获取, 空间数据的性质, 空间现象及关系, GIS 的功能, 栅格/矢量数据模型对比及相关问题
二、GIS 技术问题
坐标系统及地理编码, 矢量数据结构及算法, 栅格数据存储, 关于地表的数据结构和算法, 客体与时间, 数据库, 误差模拟与数据不确定性, 可视化
三、GIS 的应用
GIS 应用领域, 决策支持, 系统规划, 系统实现, GIS 新方向

表 1-2 Unwin GIS 教学大纲

第一部分 GIS 概论
GIS 的定义及历史, 作为商品的数据和信息, GIS 的应用潜力实例
第二部分 GIS 的制图与空间分析概念
空间数据类型, 地理参考, 地图投影, 坐标变换, 空间的基本概念, 对点、线、面和表面的基本操作
第三部分 计算机环境下的实现
不同层次信息的数字表达, 数据模型(栅格、矢量、面向对象), 误差, 矢量/栅格讨论, 计算机技术的进展
第四部分 GIS 操作
硬件, 数据存储媒介, 处理器及处理环境, 显示, 生产系统举例
第五部分 GIS 应用
应用领域, 全球尺度上的应用, 用 GIS 决策, 项目管理, 价格, 效益分析
第六部分 机构问题
数据使用权, 质量保证与标准, 法律意义, GIS 管理, 教育和培训

由表 1-1 和表 1-2 可以看出, GIS 的内容主要包括: ①有关的计算机软、硬件; ②空间数据的获取; ③空间数据的表达及数据结构; ④空间数据的处理; ⑤空间数据的管理; ⑥空间数据分析; ⑦空间数据的显示与可视化; ⑧GIS 的应用; ⑨GIS 的项目管理、开发、质量保证与标准化; ⑩GIS 机构设置与人员培训等。

1.3 地理信息系统的特性

如上所述, 计算机制图、计算机辅助设计、数据库管理系统、遥感图像处理技术奠定了地理信息系统的技术基础。地理信息系统是这些技术的综合, 它与这些技术和系统之间既有联系又有区别, 这里将它们逐一加以比较, 以突出地理信息系统的特性。

1.3.1 GIS 与计算机制图系统的区别与联系

机助制图是地理信息系统的主要技术基础, 它涉及 GIS 中的空间数据采集、表示、处

理、可视化甚至空间数据的管理。无论是在国际,还是在国内, GIS 早期的技术都主要反映在计算机制图方面。计算机制图系统或者说数字地图系统,在概念和功能上有很大的差异,它涵盖了相当大的范围,从大比例尺的数字测图系统、电子平板,到小比例尺的地图编辑出版系统、专题图的桌面制图系统、电子地图制作系统及地图数据库系统。它们的功能主要强调空间数据的处理、显示与表达,有些数字制图系统还包含空间查询功能。

地理信息系统和数字制图系统的主要区别在于空间分析方面。一个功能完善的地理信息系统可以包含数字制图系统的所有功能,此外它还应具有丰富的空间分析功能。

尽管利用数字地图的集合,可以建立一个数字地图库,并用数据库管理技术对其实现查询和检索功能,但它绝不可能像地理信息系统那样提供出规划和决策方案。这是因为地理信息系统中往往根据不同专业要求配有相应的分析模型,因此它有很强的处理分析能力。

实际上,数字地图及制图应该是地理信息系统的重要组成部分。首先表现在数字地图是地理信息系统重要的数据源,数字地图制图系统中存储和管理的信息往往是地理信息系统所需要的;其次表现在地理信息系统中,处理分析结果常以数字地图形式来表现和输出的。例如,对某区域进行土地利用规划后输出土地利用规划图,该输出功能包括数字地图的制图。

1.3.2 GIS 与数据库管理系统的区别与联系

目前,数据库管理系统一般指商用的关系数据库管理系统,如 Oracle, SyBase, SQL Sever, Infomix, FoxPro 等。它们不仅是一般事务管理系统,如银行系统、财务系统、商业管理系统、飞机订票系统等系统的基础软件,而且通常也是地理信息系统中属性数据管理的基础软件。目前甚至有些 GIS 的图形数据也交给关系数据库管理系统管理,而关系数据库管理系统也在向空间数据管理方面扩展,如 Oracle, Infomix, Ingres 等都增加了管理空间数据的功能。今后有可能将 GIS 中的图形数据和属性数据全部由商用关系数据库管理系统管理。

但是数据库管理系统和地理信息系统之间还存在着区别。地理信息系统除需要具有强大的空间数据的管理功能之外,还需要具有图形数据的采集、空间数据的可视化和空间分析等功能。所以, GIS 在硬件和软件方面均比一般事务数据库更加复杂,在功能上也比后者要强大得多。例如,电话查号台可看做一个事务数据库系统,它只能回答用户所查询的电话号码;而一个用于通信的地理信息系统除了可查询电话号码外,还可提供所有电话用户的地理分布、电话空间分布密度、公共电话的位置与分布、距离新装用户最近的电信局等信息。

1.3.3 GIS 与 CAD 的区别与联系

计算机辅助设计(CAD)是计算机技术用于机械、建筑、工程和产品设计的系统,它主要用于设计各种产品和工程的图形,大到飞机小到微芯片等。

GIS 与 CAD 系统的共同特点是:两者都有坐标参考系统,都能描述和处理图形数据及其空间关系,也都能处理非图形属性数据。它们的主要区别是:CAD 处理的多为规则几何图形及其组合,图形功能极强,属性功能相对较弱。而 GIS 处理的多为地理空间的自然目标和人工目标,图形关系复杂,需要有丰富的符号库和属性库。GIS 需要有较强的空间分析功能,图形与属性的相互操作十分频繁,且多具有专业化的特征。此外,CAD 一般仅在单幅图上操作,海量数据的图库管理的能力比 GIS 要弱。

由于 CAD 具有极强的图形处理能力,也可以设计丰富的符号和连接属性,因此许多用

户都把它作为数字制图系统使用。有些地理信息系统将 CAD 作为数据采集的辅助工具。例如, AutoCAD 软件与很多 GIS 之间有接口, 以便把 AutoCAD 输入的图形数据传送给地理信息系统。美国 ESRI 公司和 AutoDESK 公司合作推出的 ARC-CAD, 可以同 AutoCAD 一起在微机上实现地理信息系统功能, 并同 GIS 软件 Arc/Info 有机地结合起来。AutoDESK 公司还推出了 AutoMap。

1.3.4 GIS 与遥感图像处理系统的区别与联系

遥感图像处理系统是专门用于对遥感图像数据进行分析处理的软件, 它主要强调对遥感栅格数据的几何处理、灰度处理和专题信息提取。遥感数据是地理信息系统的重要信息源。遥感数据经过遥感图像处理系统处理之后, 或是进入 GIS 系统作为背景影像, 或是与经过分类的专题信息一道协同进行 GIS 与遥感的集成分析。

一般来说, 遥感图像处理系统还不便于用于地理信息系统。然而, 许多遥感图像处理系统的制图功能较强, 可以设计丰富的符号和注记, 并可进行图幅整饰, 生产精美的专题地图。有些基于栅格的 GIS 除了能进行遥感图像处理之外, 还具有空间叠置分析等 GIS 的分析功能。但是这种系统一般缺少实体的空间关系描述, 难以进行某一实体的属性查询和空间关系查询以及网络分析等功能。当前, 遥感图像处理系统和地理信息系统的发展趋势是两者的进一步集成, 研究开发出能在同一用户界面内实现对图像和图形进行处理以及矢量、栅格影像和 DEM 数据的整体结合的存储方式。

1.3.5 GIS 与事务处理系统的区别与联系

地理信息系统同一般事务处理系统及信息系统的主要区别是: 地理信息系统处理的数据是空间数据, 它不仅管理反映空间属性的一般的数字、文字数据, 还要管理反映地理分布特征及其之间拓扑关系的空间位置数据, 而且要把两者有机结合起来进行协调管理和分析。而事务数据处理系统, 相对地要简单得多。例如, 电话管理系统可看做一个事务处理系统, 它主要用来回答用户所询问的电话号码以及用户所在的地区、通信地址等信息, 其功能着重查询和检索, 没有深层次的分析功能。此外, 地理信息系统对计算机硬件 and 软件资源的要求比一般事务处理系统高。例如, 地理信息系统必须具有处理空间数据的输入、输出装置, 如数字化仪、扫描仪, 绘图仪等。再有, 由于地理信息系统处理数据量大, 运算复杂, 对计算机的存储能力、运算速度等的要求也比较高。

1.4 地理信息系统的类型

地理信息系统应用面广, 技术潜力大, 且发展极为迅速, 因此很难用一个固定方法进行分类。通常可从下面几种角度来分类。

1. 以研究对象性质和内容分类

(1) 综合性地理信息系统: 按国家统一标准, 存储管理全国范围内的各种自然和社会经济数据的地理信息系统, 或对全球气候、人口、资源进行存储管理的全球地理信息系统。如加拿大国家地理信息系统, 中国自然环境综合信息系统等。

(2) 专题性地理信息系统: 指以某一专业、任务或现象为目标建立的地理信息系统, 这种系统中数据项的内容及操作功能的设计都是为某一特定专业任务服务的。如小流域综合治理地理信息系统, 森林资源管理信息系统等。

2. 以研究对象分布范围分类

(1) 全球性地理信息系统: 这种系统研究区域往往涉及全球范围。如全球人口资源地理信息系统。

(2) 区域性地理信息系统: 指以某种区域(如行政区)为对象进行研究管理和规划的信息系统。如美国明尼苏达州土地管理信息系统, 我国黄土高原地理信息系统等。

3. 以地理信息系统应用功能分类

(1) 工具型地理信息系统。地理信息系统是一个复杂而庞大的空间管理信息系统。用地理信息系统技术解决实际问题时, 有大量软件开发任务, 各用户重复开发对人力财力是很大的浪费。工具型地理信息系统为地理信息系统的使用者提供一种技术支持, 使用户能借助地理信息系统工具中的功能直接完成应用任务; 或者利用工具型地理信息系统, 加上专题模型完成应用任务。目前, 国外已有很多商品化的工具型地理信息系统, 如 Arc/Info, GENAMAP, MapInfo, MGE 等。国内近几年也正在积极开发工具型地理信息系统, 并取得了很大的成绩。

(2) 应用型地理信息系统。应用型地理信息系统的开发分两类, 一类是借助工具型地理信息系统开发的; 另一类是为某专业部门应用自行开发的, 这种系统的针对性强, 适于在本专业中推广使用。

4. 以地理信息系统数据结构类型分类

地理信息系统的数据结构直接影响它的输入、存储、管理及输出方法和手段。

(1) 矢量数据结构地理信息系统: 指以 X , Y 坐标对来表示空间数据的点、线和面等图形的地理信息系统。

(2) 栅格数据结构地理信息系统: 指以二维数组来表示空间各象元特征的地理信息系统。

(3) 混合数据结构地理信息系统。

由于矢量数据结构地理信息系统和栅格数据结构地理信息系统的特点不同, 适用范围不同, 相互之间不能替代, 因此出现了矢量数据结构和栅格数据结构并存的地理信息系统。

矢量栅格数据结合通常采用矢量和栅格数据相互间转换来实现。这方面出现了很多算法, 但这种转换不仅花费时间多, 更主要的是经过转换后, 会使原始信息受到不同程度的损失。因此, 研究者一直在探索和寻找一体化的数据结构, 即混合数据结构, 在这方面尽管取得了一些成绩, 但技术尚不完全成熟。

1.5 地理信息系统的结构与功能

1.5.1 地理信息系统的组成

地理信息系统主要由四部分组成：计算机硬件系统，计算机软件系统，空间数据，系统的使用、管理和维护人员即用户。其核心内容是计算机硬件和软件，空间数据反映了应用地理信息系统的信息内容，用户决定了系统的工作方式，如图 1-5 所示。

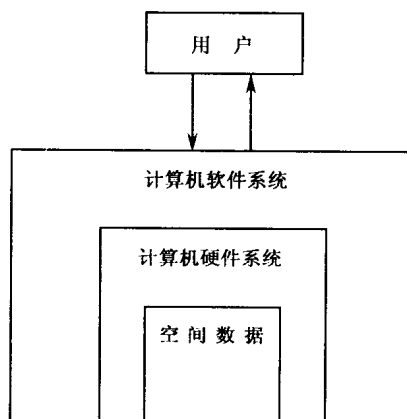


图 1-5 地理信息系统的构成

(1) 计算机硬件系统

计算机硬件系统是计算机系统中实际物理设备的总称，主要包括：计算机主机，输入设备，存储设备和输出设备。

(2) 计算机软件系统

计算机软件系统是地理信息系统运行时所必需的各种程序，包括：

① 计算机系统软件。

② 地理信息系统软件及其支撑软件。包括地理信息系统工具或地理信息系统实用软件程序，以完成空间数据的输入、存储、转换、输出及其用户接口功能等。

③ 应用程序。这是根据专题分析模型编制的特定应用任务的程序，是地理信息系统功能的扩充和延伸。一个优秀的地理信息系统工具，对应用程序的开发应是透明的。应用程序作用于专题数据上，构成专题地理信息系统的基本内容。

(3) 空间数据

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。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，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，随着研究对象不同，范围不同，类型不同，可采用不同的空间数据结构和编码方法，其目的就是为了更好地管理和分析空间数据。

(4) 系统的使用、管理和维护人员

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