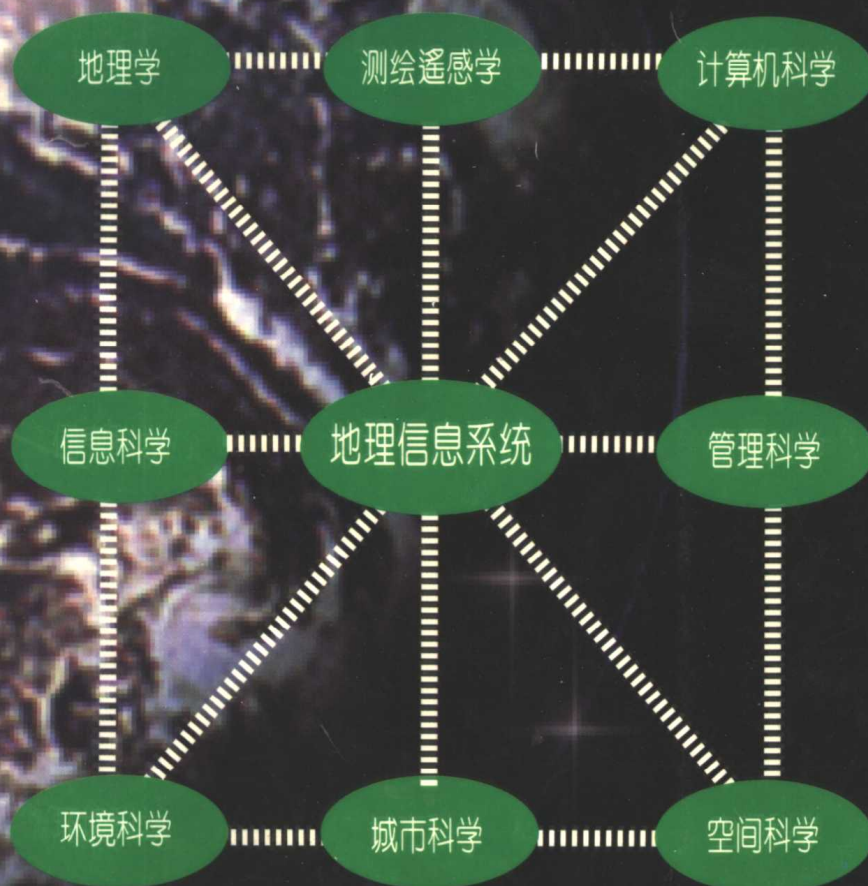


GIS

地理信息系统原理和实用工程技术丛书

# 地理信息系统 原理和方法

边馥苓 主编



测绘出版社

# 地理信息系统原理和方法

边馥苓 主编

朱国宾、余洁 副主编

测绘出版社

·北京·

## 内 容 介 绍

本书从地理信息系统所具有的“空间概念”和“空间特性”出发,着重叙述了地理信息系统的构成、功能、地理基础、空间数据的获取、组织与管理、空间分析、制图输出与应用等基本概念。对一些与其相关的引深理论:地理信息系统的数学建模、三维地理信息系统概念和地理信息系统网络工程等也作了描述。此外,为配合地理信息系统工程技术人员入门,书中阐述了信息系统工程化思想和系统工程的框架。附录中对国内常用的 GIS 基础软件、商用数据库和空间数据转换标准作了介绍。

本书可作为地理信息工程专业的本科生和研究生的教材;对有关工程技术人员也很有参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理和方法/边馥苓主编. —北京:测绘出版社,1996.8

ISBN 7-5030-0892-X

I. 地… II. 边… III. 地理信息系统 IV. P91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 15316 号

测绘出版社出版发行

(100045 北京市复外三里河路 50 号)

3209 工厂印刷·新华书店总店北京发行所经销

1996 年 8 月第一版·1996 年 8 月第一次印刷

开本:787×1092 1/16·印张:18.25

字数:443 千字·印数:0001—3000 册

定价:45.00 元

# 前 言

当前以建立信息高速公路为龙头的全球信息化浪潮正扑面而来。各种媒介目不暇接的介绍、报导和预测,使人们注视到由通讯网、数据库、信息系统和各种日用电子设备组成的信息基础设施的建立和完善,将会实现全国乃至全球范围内信息的瞬息的共享、交流和沟通,从而改变社会化大生产的协作方式。应运而生并得到迅速发展和应用的地理信息系统技术,伴随着计算机技术和空间技术的发展,已成为数字化和信息化多源空间信息的统一载体,在支持经济和社会的可持续发展中起着重要作用,从而成为世纪之交的这场影响极为深远的产业革命的重要组成部分。

地理信息系统是集计算机科学、地理学、测绘遥感学、环境科学、城市科学、空间科学、信息科学、应用数学、管理科学为一体的新兴科学。是多学科集成并应用于各领域的基础平台。而这种集成并非是积木式的累加,而是对信息的各种加工、处理过程的应用、融合和交叉渗透,并且实现各种信息的数字化的过程,是一项资金和技术密集的过程。在潜在的 GIS 应用市场的吸引之下,GIS 的用户期望在高投入之后有高效益的回报。因而,从事 GIS 工作的技术人员了解地理信息系统的原理、方法和开发技术是非常必要的。

《地理信息系统原理和实用工程技术丛书》是作者本人和 40 余名研究生从事地理信息系统教学、科研和工程实践的总结。全丛书共四册,分别是:地理信息系统原理和方法、地理信息系统工程实用开发技术、地理信息系统空间数据库建库与更新技术、地理信息系统实用模型与分析技术,将在两年内全部出版。

本书是上述丛书的第一本,由边馥苓主编,朱国宾、余洁副主编,并特邀时晓燕编写第五章、边馥萍编写第九章。参加本书资料收集、编写、制图和校对工作的还有:孟令奎、侯立波、李建松、钟毅、谈晓军、卢新海、廖建军、胡自风、何勇等。本书的出版得到了测绘出版社及其他同行专家的大力支持,在此表示衷心的感谢!

本书的编写旨在为初学者指点迷津,也为从事地理信息工程技术工作的人员提供一些可供借鉴的经验,虽不成熟,但有探索。愿以这不完善的雏形献给读者,更渴望同行专家给予批评、指正。

边馥苓

1996 年 7 月于武汉

# 本书编委会名单

主 编：边馥苓

副 主 编：朱国宾 余 洁

特邀编委：时晓燕 边馥萍

其他编委：孟令奎 侯立波 李建松

钟 毅 谈晓军 卢新海

廖建军 胡自风 何 勇

# 目 录

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b>第一章 地理信息系统的产生与发展</b> .....     | ( 1 ) |
| § 1-1 信息革命的影响 .....               | ( 1 ) |
| § 1-2 地理信息系统的产生与发展 .....          | ( 2 ) |
| § 1-3 我国地理信息系统发展状况 .....          | ( 4 ) |
| § 1-4 城市地理信息系统的发展 .....           | ( 4 ) |
| <b>第二章 地理信息系统导论</b> .....         | ( 7 ) |
| § 2-1 地理信息系统基本概念 .....            | ( 7 ) |
| § 2-2 地理信息系统的特点 .....             | ( 8 ) |
| § 2-3 地理信息系统的功能 .....             | ( 9 ) |
| § 2-4 地理信息系统的属性 .....             | (11)  |
| § 2-5 地理信息系统的目标和应用 .....          | (11)  |
| § 2-6 地理信息系统的效益分析 .....           | (13)  |
| <b>第三章 地理信息系统的空间特性</b> .....      | (18)  |
| § 3-1 空间实体及其描述 .....              | (18)  |
| § 3-2 空间问题论述 .....                | (27)  |
| § 3-3 空间处理方法 .....                | (35)  |
| <b>第四章 地理信息系统的系统工程概念</b> .....    | (50)  |
| § 4-1 地理信息系统的目标 .....             | (50)  |
| § 4-2 地理信息系统的工程数据流程与工作流程 .....    | (51)  |
| § 4-3 地理信息系统的实体框架 .....           | (54)  |
| § 4-4 地理信息系统的运行环境 .....           | (55)  |
| § 4-5 地理信息系统的工程标准 .....           | (59)  |
| § 4-6 地理信息系统开发策略 .....            | (59)  |
| § 4-7 地理信息系统的更新 .....             | (61)  |
| <b>第五章 地理信息系统的地理基础</b> .....      | (63)  |
| § 5-1 地图投影的基本原理 .....             | (63)  |
| § 5-2 地理信息系统中地图投影的设计与配置 .....     | (68)  |
| § 5-3 我国地理信息系统中常用的地图投影配置与计算 ..... | (71)  |
| <b>第六章 地理信息系统的地理数据获取</b> .....    | (75)  |
| § 6-1 地理信息系统数据源 .....             | (75)  |
| § 6-2 地理信息系统的地理数据质量 .....         | (79)  |
| § 6-3 数据的加工整理 .....               | (84)  |
| § 6-4 数据的输入与输出 .....              | (85)  |
| § 6-5 数据的检核和存贮 .....              | (95)  |

|             |                       |       |
|-------------|-----------------------|-------|
| <b>第七章</b>  | <b>空间数据组织与结构</b>      | (100) |
| § 7-1       | 栅格数据结构                | (102) |
| § 7-2       | 矢量数据结构                | (108) |
| § 7-3       | 栅格与矢量数据结构的选择与转换       | (112) |
| § 7-4       | 空间数据分层组织              | (114) |
| <b>第八章</b>  | <b>空间数据管理</b>         | (118) |
| § 8-1       | 数据库的管理                | (118) |
| § 8-2       | 数据模型                  | (122) |
| § 8-3       | 地理信息系统空间数据库           | (128) |
| <b>第九章</b>  | <b>地理信息系统的数学建模</b>    | (131) |
| § 9-1       | 数学建模的思想和步骤            | (131) |
| § 9-2       | 数据回归分析建模方法            | (132) |
| § 9-3       | 层次分析建模方法              | (140) |
| <b>第十章</b>  | <b>空间分析</b>           | (149) |
| § 10-1      | 空间分析中所涉及的概念           | (149) |
| § 10-2      | 空间量测                  | (151) |
| § 10-3      | 空间变换                  | (152) |
| § 10-4      | 空间内插                  | (161) |
| § 10-5      | 空间决策支持                | (165) |
| § 10-6      | 空间分析应用实例              | (170) |
| <b>第十一章</b> | <b>三维地理信息系统技术</b>     | (172) |
| § 11-1      | 概述                    | (172) |
| § 11-2      | 三维数据结构                | (173) |
| § 11-3      | 三维数据的显示               | (182) |
| § 11-4      | 三维 GIS 系统的设计          | (188) |
| § 11-5      | 应用实例:三维 GIS 在石油勘探中的应用 | (191) |
| <b>第十二章</b> | <b>地理信息系统网络工程</b>     | (194) |
| § 12-1      | 计算机网络基础               | (194) |
| § 12-2      | 地理信息系统网络规划与实施         | (204) |
| § 12-3      | 地理信息系统网络工程应用实例        | (211) |
| <b>第十三章</b> | <b>地理信息系统制图输出</b>     | (215) |
| § 13-1      | 计算机制图与地理信息系统          | (215) |
| § 13-2      | 计算机制图的基本过程            | (216) |
| § 13-3      | 计算机制图输出的显示处理          | (218) |
| § 13-4      | 计算机制图的主要设备及软件系统       | (221) |
| § 13-5      | 计算机制图的发展趋势            | (224) |
| § 13-6      | 电子地图系统简介              | (226) |
| <b>第十四章</b> | <b>地理信息系统工程化思想</b>    | (229) |
| § 14-1      | 地理信息系统工程概念            | (229) |

§ 14-2 地理信息系统工程化思想及其理论基础 ..... (231)

§ 14-3 地理信息系统工程建设 ..... (239)

§ 14-4 地理信息系统文档设计 ..... (250)

**附录 A 国内常用 GIS 基础软件简介 ..... (258)**

**附录 B 商用数据库系统简介 ..... (276)**

**附录 C 用于空间数据转换的标准介绍 ..... (279)**

**主要参考文献 ..... (282)**

# 第一章 地理信息系统的产生与发展

长久以来,地图是人类用于描述现实世界的主要手段。由于电子计算机的问世,使用计算机来描述和分析产生在地球空间上的各类现象导致了地理信息学的发展。

地理信息学(Geomatics)源于地球科学(Geosciences)和信息学(informatics)思想的合成。这个现代术语代表了用各种现代化方法来采集、量测、分析、存贮、管理、显示、传播和应用与地理和空间分布有关的数据的一门综合和集成的信息科学和技术,是测绘、遥感、计算机、应用数学以及各种应用学科的有机结合。地理信息系统(Geographic Information System,简称GIS)就是地理信息学方法的一种实现手段,是以上多学科技术集成的基础平台。

## § 1-1 信息革命的影响

本世纪中叶,计算机的发明与应用成为第一次信息革命的标志。从此人类在经历了 6000 年的农业社会和近 300 年的工业社会之后,像自然界的进化一样,步入了第三个文明社会——信息社会。信息社会是一个知识化的社会,信息的爆炸、技术的爆炸导致了信息存贮和处理方法的重大变革,信息的海量存贮和管理、信息的迅速处理和传递、信息的分布和共享构成了信息社会的重要支柱。信息技术凝聚着新的文明,为人类创造了新的社会模式、工作和生活模式。人类工作的重点从单纯的物质生产转移到信息处理上来。信息产业的发展日益迅猛,已成为当代经济发展的重要特征。1990 年世界信息产业的产值达 1489 亿美元。到了 90 年代中期已突破 1 万亿美元,成为跃居传统产业之上的最大产业之一。现在,发达国家信息产业的产值占国民生产总值的 40%~60%,年增长率是传统产业的 3~5 倍。

自 1994 年美国副总统戈尔提出了把各国的信息基础设施联网,构成全球信息高速公路的方案之后,以建立信息高速公路为龙头的全球信息化浪潮,已成为世纪之交的一场影响极为深远的变革,被称之为第二次信息革命。这也是一次以微电子技术、信息技术和现代通讯技术相结合为特征的产业革命。工业革命是用蒸汽机,后来用电力机械代替畜力、体力劳动。而这一次信息革命,是用信息和计算机化的智能介入整个社会的生产、管理、服务和生活系统,改组现有的全部社会产业构成,对社会经济、政治、文化等一切方面发生影响。例如美国在 1993 年正式宣布的“全美信息高速公路计划”预计在 10~20 年内,建起一个能够给用户提供大量信息,由通讯网、计算机、数据库以及各种日用电子设备组成的完备网络。这一巨大网络即信息高速公路,用光缆将通讯网、计算机网和有线电视网连接、延伸和扩展,使之遍及全国;同时运用数字化技术和光纤通讯技术,成万倍地提高信息传输能力,通过集电话、传真、电脑、电视、录像等为一体的信息处理、传输和显示的多媒体技术,将文字、声音、图形和影像等高密度信息,以高速度、大容量和高精度传送到每一个家庭、办公室、实验室、教室、图书馆和医院,为人们提供声

音、数据、文字、图形和影像的交互式多媒体服务。美国这一目标是到 2000 年将现有的生产率提高 20%~40%，带来 3500 亿美元的经济效益；到 2007 年，年国民生产总值增加 3210 亿美元，并带动其它关键产业和服务业的发展。

在这场信息革命中，地理信息系统是信息科学和信息技术发展的一个重要组成部分。它也是信息高速公路上的节点和重要基础设施。在信息社会，地理信息系统作为一种集地理空间特征和各种统计信息为一体的特殊信息系统，是政府部门进行科学管理和快速决策时不可缺少的工具。

## § 1-2 地理信息系统的产生与发展

国外不少人认为，19 世纪以来普遍应用的地图和专题图就是一种模拟式的地理信息系统。照此定义，我国的地理信息系统的产生更加源远流长。苏州文庙保存下的宋碑：天文图碑、地理图碑、平江图碑等就是有力的证明。古老的天文图碑是根据宋代天文学家在元丰年间（公元 1078~1085 年）对天体实际观察的结果绘制而成。天文图分天体、地体、北极、南极、赤道、日、黄道、月、白道、经星、纬星、天汉、十二次、十二分野，记载了 1440 颗星的位置。平江图采用了平面与立体结合的传统画法，显示了宋代苏州府城的地理状况。图上不仅画了城墙、河道、官厅、街坊、寺观、桥梁、园林、古迹等，还用‘缩写法’把城外的一些重要山水画了进去。地理图碑是宋代的中国地图。刻绘了山脉、长江、黄河、长城以及全国各级行政机构——路、府、州的位置。这些碑刻图表现了不同比例尺、不同区域空间内各种地理要素之间的空间位置，隐含地表示了这些要素之间的拓扑关系，并以平面和立体结合的绘画方法将空间地理要素进行复合分解为多维显示。以计算机为平台的现代地理信息系统中的种种空间问题的处理思想与方法不正是古代这些宝贵遗产的继承和延伸吗！

地理信息系统产生和发展的历史背景和原因可归纳为 3 条：

1. 资源环境信息的爆炸所至。随着国土规划、区域开发、环境保护和大型工程规划设计的开展；全国人口普查、土地详查和工业普查等大量数据的获取；海洋、陆地和大气方面各种定位监测站网的布置；卫星与航空多层次遥感手段提供的丰富信息和更新能力等，都在为经济建设提供极其丰富的信息资源。

2. 由于交叉科学的发展，规划、决策和管理部门的工作方式正在迅速改变。50 年代常规的调查报告和统计图表的方式，早已使人感到应接不暇。60 年代编绘专题图和地图集曾经盛极一时，这些地图较之文字确有一目了然、雅俗共赏之妙，可生产周期过长，更新困难。80 年代出现了以计算机为主体，得到遥感、遥测技术、系统工程方法支撑的信息系统，它成为政府部门规划、决策和管理职能的现代化保证。

3. 由于社会的进步，人类开始觉悟到对于自然资源的利用，不能是简单地掠夺，而应当合理地管理利用，并且把开发和保护结合起来。吸取过去深刻的教训，对自然资源应采用科学的管理、进行定量分析和预测。

“地理信息系统”概念的提出，要追溯到 50 年代。由于电子计算机科学的兴起和它在航空摄影测量与地图制图学中的应用，使人们开始有可能用电子计算机来收集、存贮和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据，并希望通过计算机对数据的分析来直接为管理和决

策服务,这样就导致了地理信息系统的问世。

1956年,奥地利测绘部门首先利用电子计算机建立了地籍数据库,随后各国的土地测绘和管理部门都逐步发展土地信息系统(LIS)用于地籍管理。1963年,加拿大测量学家 R. F. Tomlinson 首先提出了地理信息系统这一术语,并建立了世界上第一个 GIS——加拿大地理信息系统(CGIS),用于自然资源的管理和规划。稍后,美国哈佛大学研究出 SYMAP 系统软件。但是,由于当时计算机技术水平不高,存贮量小,磁带存取速度慢,使得 GIS 带有更多的机助制图色彩,地学分析功能极为简单。当时的系统能实现手扶跟踪数字化地图,进行地图数据的拓扑编辑,分幅数据的拼接,并发展了基于栅格的操作方法。

早期 GIS 发展的另一显著特点是许多与 GIS 有关的组织和机构纷纷建立。例如,1966 年美国成立城市和区域信息系统协会(URISA),1969 年又建立起州信息系统全国协会(NASIS),国际地理联合会(IGU)于 1968 年设立了地理数据收集和处理委员会(CGDSP)。这些组织和机构的建立,对于传播地理信息系统的知识和发展 GIS 技术,起到了重要的指导作用。

进入 70 年代以后,由于计算机硬件和软件技术的飞速发展,尤其是大容量存取设备——磁盘的使用,为空间数据的录入、存贮、检索和输出提供了强有力的手段。用户屏幕和图形、图像卡的发展增强了人机对话和高质量图形显示功能,促使 GIS 朝实用方向迅速发展。一些发达国家先后建立了许多专业性的土地信息系统和地理信息系统。例如,从 1970 至 1976 年,美国地质调查局就建成 50 多个信息系统,作为地理、地质和水资源等领域空间信息的工具。其它如加拿大、联邦德国、瑞典和日本等国也相继发展了自己的 GIS。与此同时,一些商业公司开始活跃起来,软件在市场上受到欢迎。据统计,在 70 年代大约有 300 多个系统投入使用。1980 年美国地质调查局出版的《空间数据处理计算机软件》报告,总结了 1979 年以前世界各国空间信息系统的发展概况。这期间许多大学和研究机构开始重视 GIS 软件设计及应用的研究。例如,美国纽约州立大学布法罗校区创建了 GIS 实验室,后来在 1988 年发展成为包括加州大学和缅因州大学在内的由美国国家科学基金会支持的国家地理信息和分析中心(NCGIA)。因此,GIS 这一技术受到政府部门、商业公司和大学的普遍重视,成为一个引人注目的领域。

80 年代是 GIS 普及和推广应用的阶段,由于计算机的发展,推出了图形工作站和微型 PC 机等性能价格比大为提高的新一代计算机,计算机和空间信息系统在许多部门广泛应用。计算机网络的建立,使地理信息的传输时效得到极大的提高。GIS 系统软件和应用软件的发展,使得它的应用从解决基础设施的规划(如道路、输电线)转向更复杂的区域开发,例如土地的农业利用,城市化的发展,人口规划与安置等。地理因素成为投资决策中不可缺少的依据,在许多工业国家,LIS 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,厄尔尼诺现象及酸雨、核扩散及核废料,以及全球变化与全球监测。80 年代,GIS 软件的研制和开发也取得了很大成绩。到 1995 年,市场上有报价的软件已达上千种,并且涌现出一些有代表性的 GIS 软件。

GIS 发展的另一个特点是先从应用开始,在应用中不断地开展理论研究,以完善 GIS。Marble 等在 1984 年拟订了处理空间数据的计算机软件说明的标准格式,指出地理信息系统今后的发展应着重研究空间数据的算法,数据结构与模型以及数据库管理系统等三个方面。

进入 90 年代,随着地理信息产业的建立和数字化信息产品在全世界的普及,GIS 将深入到各行各业及至各家各户,成为人们生产、生活、学习和工作中不可缺少的工具和助手。

## § 1-3 我国地理信息系统发展状况

我国地理信息系统发展始于 80 年代初,至今已有 15 年历史,经历了从无到有,从研究到实用,形成领域,走向产业化的过程。这个过程的前期可以这样说,1980 年以前为舆论准备,队伍组建,开始了 GIS 的启蒙研究;进入 80 年代后,我国执行“六·五”和“七·五”计划期间,地理信息系统进入了试验阶段。

在典型试验中主要研究规范和标准、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。以农业为对象,研究有关质量评价和动态分析预报的模式与软件,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。在专题试验和应用方面,在全国大地测量和数字地面模型建立的基础上,建成了 1:100 万国土基础信息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试验。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获得认可。

80 年代末到 90 年代以来,中国的 GIS 随着社会主义市场经济的发展走上了全面发展阶段。国家测绘局正在全国范围内建立数字化测绘信息产业,遥感应用从典型试验逐步走向运行系统,这样就可保证向 GIS 源源不断地提供地形和专题信息。沿海、沿江经济开发区的发展,土地的有偿使用和外资的引进,急需 GIS 为之服务。与国家各级在“七·五”期间建立的统计、企业管理、交通运输数据库相结合,各种形式的专题 GIS 已在“八·五”期间建立和运转起来。其中包括用于农作物估产和灾害监测的遥感与 GIS 运行系统,以及在大、中、小城市建立的城市信息系统或土地信息系统。

近几年来,我国经济信息化的基础设施和重大信息工程已纳入国家计划,并正在开发众所周知的“金桥”、“金卡”、“金地”等全国性的重大信息工程。在我国,一批国家级和地方级的地理信息系统相继建立,并投入运行和应用;一批涉及数字化地理信息技术的标准和规范已经公布执行;一批专业遥感基地已经建立,并进入产业化运行;一批具有产业规模的测绘生产单位已经得到技术改造;初步建成了具有相当规模的数字化测绘基地;一批数字化地图数据已经采集入库;一批综合运用“三 S”技术的重点项目已经实施,并在自然灾害监测和国土资源调查中发挥效益;国内一批适用于数据采集、处理和输出的硬设备已研制成功,并进入了市场;一批地理信息系统软件已研制开发,并提供用户使用;一批高等院校已设立了一些与地理信息学科和工程相关的新的专业,专门培养相应科技人才;一批专门从事地理信息产业活动的高科技企业相继成立,并活跃在市场中。此外,还专门成立了“中国 GIS 协会”和“中国 GPS 技术应用协会”等等。这些情况标志着我国地理信息产业已经进入了一个新的发展阶段。

## § 1-4 城市地理信息系统的发展

城市是一个巨大的信息融炼器,它作为各种政治、经济、文化的汇聚中心,时刻进行着各种信息的交换、融合和派生。而日益发展起来的城市信息系统则做为地理信息系统的一个重要分

支已被视为是当代城市建设中一项重要的基础设施。城市信息系统是将反映城市现状、规划、变迁的各类空间数据(如地形、地貌、建筑、道路、综合管线等)以及描述这些空间特征的属性数据通过计算机进行输入、存贮、查询、统计、分析、输出的一门综合型空间信息系统。它具有能把城市各类信息置于其客观的空间分布中进行管理和综合分析的能力,十分符合城市信息的多尺度、大空间的管理特点,与基于统计分析的传统管理型信息系统(MIS)相比,具有更大的优越性。同时,由于它采用了计算机网络、数据库管理、图形图像学、多媒体技术等最新科技成果,能共享多部门之间的数据,对多时态的空间信息能作出生动、直观的描述,并能运用各种数学手段进行辅助决策,把处理结果迅速地以图、文、表、声、像一体化的形式提供给用户。因此,城市地理信息系统已成为城市建设、规划和管理迈入现代化行列的一个标志。

## 一、国际上城市信息系统发展状况

城市地理信息系统起源于西方发达国家,这是与其高度的物质文明密切相联的。人类在发展物质文明,拓展生存空间,提高生活质量的同时,充分意识到资源的宝贵和现实的浪费,从而提出了对现代化管理的更高要求,这是城市信息系统的得以应运而生的前提。作为一种决策手段和工具,城市地理信息系统在城市规划、建设、管理及资源与环境保护中正发挥着愈来愈重要的作用,并渗透到国家政府、机关、经济部门以及人民生活的各个组成部分。根据美国《GIS WORLD》杂志的调查统计,有84%的美国联邦政府机构在办公室中正使用和将要使用GIS技术,有7万个以上的地方和州政府部门使用GIS技术。是否具备和使用先进的城市地理信息系统,已成为衡量一个城市管理水平和投资环境的重要标志。以澳大利亚布里斯班市为例,为申请举办奥运会,该市以其已建立的城市地理信息系统作为有利的竞争条件之一。亚洲四小龙之一的新加坡,也于1986年开始,投入新币3600万元,历时7年实施名为“整体性国土资源系统”的城市地理信息系统,并于1993年基本完成。它能为决策部门提供新加坡的土地、建筑、人口和开发条件等方面的动态信息,对规划和土地开发等政府行为进行分析和评估,追踪管理开发状况及相关过程,并产生用于管理和决策的咨询报表等。可以说,高度发展的软科学环境之一——城市地理信息系统,正把高度发展的西方物质文明推向一个新的高度。

## 二、我国城市信息系统发展状况及特点

随着我国改革开放的不断深入,城市地理信息系统正以崭新的姿态进入城市建设、规划的各个领域。早在80年代,洛阳、常州、沙市城市规划管理世行贷款项目中,城市地理信息系统即作为其中重点内容在我国“登陆”。进入90年代后,经济发达地区(主要是沿海开放城市)在经济高速增长的同时,其城市规划、建设和管理方面也面临着严峻的挑战。在寸土如金的城市中,城市空间信息已成为宝贵的资源,如何准确快速地获取、处理和分析这些数据,已成为政府管理部门的当务之急。在这样的环境和形势,沿海部分城市纷纷投入大量的资金建设自己的城市地理信息系统,并且随着其影响和作用的不断扩大,逐步影响到北部沿海城市和内陆地区。据不完全统计,我国已建立具有一定规模的城市信息系统的城市有:海口、深圳、北京、天津、北海、上海、常州、沙市、洛阳、厦门,县级地区有:浙江省玉环县、大亚湾经济技术开发区等。另有一些沿海及内地城市,如青岛、福州、武汉、烟台、佛山、大庆等,正积极筹备上马,建立自己的城市地理信息系统。

我国的城市信息系统起步虽晚,但经过若干年基础研究和项目实践,已经取得了不少的成

果,形成了具有我国特色的城市地理信息系统模式。其基本特点是:

1. 城市地理信息系统属高科技密集型技术,客观上需要雄厚的物质基础作为保证,因此,我国首先建立城市地理信息系统的城市大都集中在沿海及某些经济发达地区,并从经济上、政策上得到主管部门的大力支持。如同经济发展战略一样,其发展轨迹也是由沿海向内地逐步辐射。

2. 我国的计算机使用和普及落后于西方发达国家,也未曾经历西方国家在 70 年代兴起的办公自动化阶段。而城市地理信息系统的大规模运作是建立在计算机软硬件及网络基础之上的。因此,我国的城市地理信息系统的开发和操作应顾及到办公自动化的实施以及其它相关软件环境(如 CAD)的兼收并蓄,以迎头赶上现代化管理的潮流。

## 第二章 地理信息系统导论

### § 2-1 地理信息系统基本概念

通俗地讲,地理信息系统是整个地球或部分区域的资源、环境在计算机中的缩影。

严格地讲,地理信息系统是反映人们赖以生存的现实世界(资源与环境)的现势和变迁的各类空间数据及描述这些空间数据特征的属性,在计算机软件 and 硬件支持下,以一定的格式输入、存贮、检索、显示和综合分析应用的技术系统。(见图 2-1)

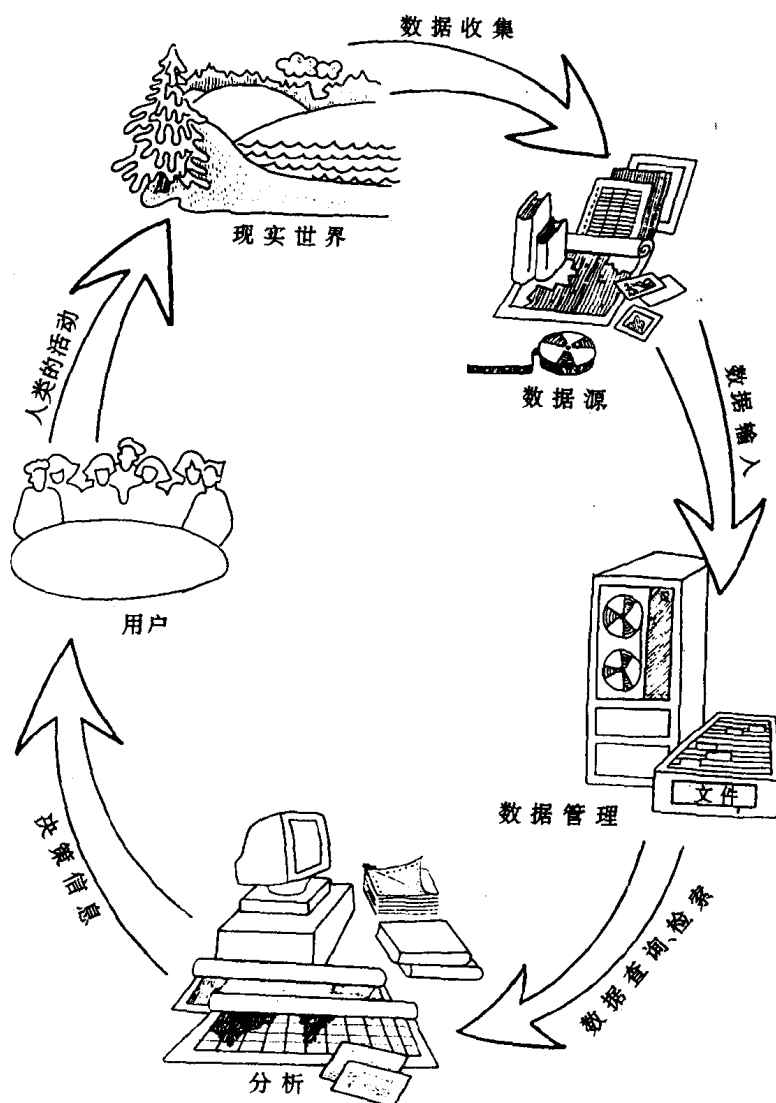


图 2-1 空间数据在地理信息系统中的处理过程

地理信息系统(GIS)与管理信息系统(Manage Information System,简称 MIS,如:情报检索系统、档案管理系统、财务管理系统等)的主要区别在于:GIS要对图形数据库和属性数据库共同管理、分析和应用,GIS的软硬件设备要复杂、系统功能要强;而 MIS 则只有属性数据库的管理,即使存贮了图形,也是以文件形式管理,图形要素不能分解、查询、没有拓扑关系。应当注意,管理地图和地理信息的不一定就是 GIS。例如:有一张土地利用图,如图 2-2 所示,在计算机中没有存贮图形,只存贮了右边的列表。

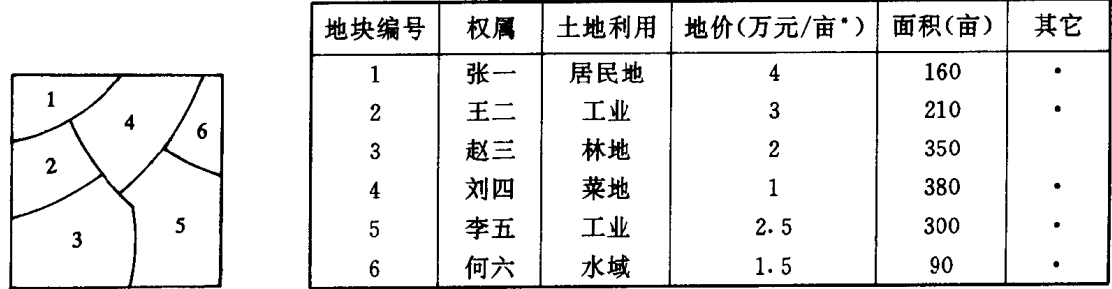


图 2-2

图中数据是按矩阵排列,一行称为一个“记录”,一列是同类项称为一个“域”,每一行代表一个独立的土地单元所具有的属性。查询时可以做逻辑运算,不受域和记录个数的限制。例如:可以检索面积大于 200 亩,地价小于 3.5 万元的工业用地的地块。查询结果为地块 2 和 5。这里虽然管理的是土地资源信息,但没有反映空间结构(与地理位置无关),因而该系统仍属于 MIS 的类型。

地理信息系统和地图数据库虽然都有空间查询、分析和检索功能,但是地图数据库不可能像 GIS 那样,去综合图形数据和属性数据进行深层次的空间分析,提供辅助决策的信息。

地理信息系统与计算机辅助制图系统(CAD)的共同特点是二者都有参考系统,都能描述图形数据,但 CAD 系统图形功能较强,属性库功能相对要弱。

## § 2-2 地理信息系统的特点

地理信息系统按其范围大小可分成全球的、区域的和局部的三种。通常所表示的区域愈小则数据的描述愈详细,空间数据需用较大比例尺来表示。为了满足地理信息系统对地球表面、空中和地下的若干要素空间分布和相互关系的研究,地理信息系统必须具备以下基本特点:

### 1. 公共的地理定位基础

所有的地理要素,要按经纬度或者特定的坐标系统进行严格的空间定位,才能使具有时序性、多维性、区域性特征的空间要素进行复合和分解,将隐含其中的信息变为显示表达,形成空间和时间上连续分布的综合信息基础,支持空间问题的处理与决策。

### 2. 标准化和数字化

\* 亩是我国现行计量标准应废除的单位,1 亩=666. 6m<sup>2</sup>。余同。

将多信息源的空间数据和统计数据进行分级、分类、规格化和标准化,使其适应于计算机输入和输出的要求,便于进行社会经济和自然资源、环境要素之间的对比和相关分析。

3. 多维结构

在二维空间编码基础上,实现多专题的第三维信息结构的组合,并按时间序列延续,从而使它具有信息存贮、更新和转换能力,为决策部门提供实时显示和多层次分析的方便。如图 2-3 所示。

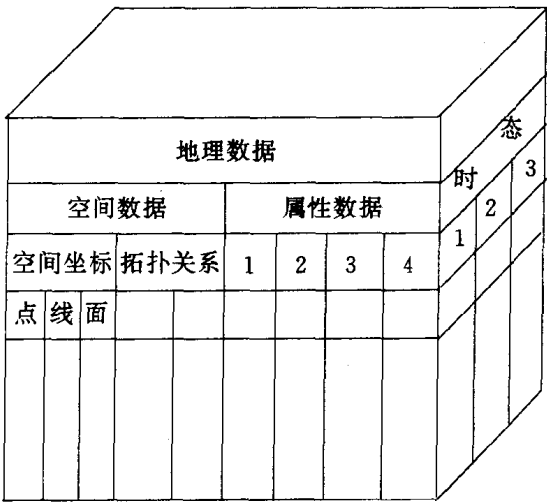


图 2-3 地理信息系统的多维结构

§ 2-3 地理信息系统的功能

地理信息系统的基本功能是：

1. 数据输入、存贮、编辑

对多种形式(影像、图形和数字)、多种来源的信息,可以实现多种方式(自动、半自动、人工)的数据输入(即数字化),建立空间数据库。

数据输入,即在数据处理系统中,将系统外部的原始数据(多种来源、多种形式的信息)传输给系统内部,并将这些数据从外部格式转换为系统便于处理的内部格式的过程。它包括数字化、规范化和数据编码三方面的内容。

所谓数字化,包括不同信息经过扫描数字化或跟踪数字化器,进行模数转换、坐标变换等,形成各种数据文件,存入数据库内。

所谓规范化,即对不同比例尺、不同投影坐标系、不同精度的外来数据,必须统一坐标、统一记录格式,以便在同一基础上进一步工作。其中有的工作,如投影坐标变换可以在数字化过程中进行。

所谓数据编码,就是根据一定的数据结构和目标属性特征,将数据转换为便于计算机识别和管理的代码或编码字符(由系统内部的软件来完成)。

数据输入方式与使用的设备密切相关,常有三种形式:一是手扶跟踪数字化器的矢量跟踪数字化。这种仪器是最常用的图形数据采集装置,它通过人工选点或跟踪线段进行数字化。它