

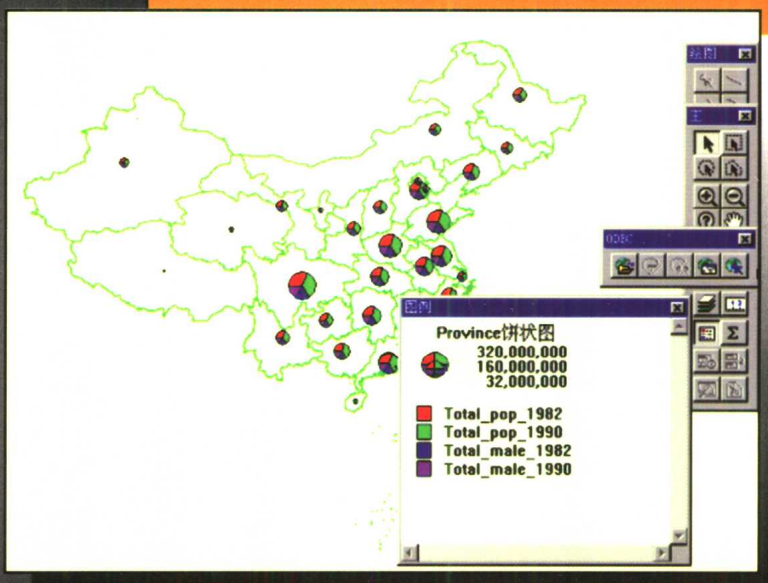
姚娜 编著

计算机最新技术培训教材

PEKING UNIVERSITY PRESS

GIS、MapInfo 与MapBasic

学习教程



- 详细讲述地理信息系统的方方面面
- 从入门到精通的地理信息系统优秀教程

北京大学出版社

<http://cbs.pku.edu.cn>



计算机最新技术培训教材

GIS、MapInfo 与 MapBasic 学习教程

姚 娜 编著

北京 大学出版社

北 京

CSPT/45

内 容 简 介

本书系统地论述了地理信息系统（GIS）的基本概念、发展过程、GIS 的数据组织；主要介绍了 GIS 的基础理论和方法、开发平台 MapInfo 及其二次开发语言 MapBasic，并以此为指导，向初学者介绍如何利用 GIS 开发工具 MapInfo 及其二次开发语言 MapBasic 来开发一个桌面地理信息系统。

本书实用性强，适用于 GIS 开发人员。

图书在版编目（CIP）数据

GIS、MapInfo 与 MapBasic 学习教程/姚娜编著. —北京：北京大学出版社，2000.5

（计算机最新技术培训教材）

ISBN 7-301-01830-4

I. G… II. 姚… III. ①地理信息系统, GIS②地图编绘—图形软件, MapInfo③BASIC 语言 IV. P91

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 07023 号

书 名：GIS、MapInfo 与 MapBasic 学习教程

著作责任者：姚 娜

责任编辑：郭怀峥

标准书号：ISBN 7-301-01830-4/TP·136

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱：xxjs@pup.pku.edu.cn

排 版 者：南方立德（Leader）信息技术中心

印 刷 者：河北省滦县印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.875 印张 408 千字

2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

定 价：27.00 元

前 言

GIS（地理信息系统）是集计算机科学、地理学、测绘遥感学、环境科学和城市科学等相关学科为一体的综合技术。随着 GIS 在国民经济各领域的广泛应用，GIS 已经成为国家信息产业中一个重要组成部分和重点发展方向。

GIS 作为国家信息产业的重要组成部分，近几年得到了飞速发展。尤其是 GIS 技术和 Internet 技术的结合，将推动 GIS 走进千家万户，渗透到国民经济各个领域，成为未来信息产业的中流砥柱。WebGIS 也因此成为目前 GIS 应用研究的热点。

因此根据市场及读者的需求，我们编写了这本书。本书共十一章，讲述了四部分内容：GIS 概述、GIS 开发平台 MapInfo、MapInfo 二次开发语言 MapBasic 及其与其他应用程序的连接、GIS 的新发展 WebGIS：

- 概述。首先从 GIS 基础开始，概述了 GIS 的基本概念、GIS 的发展、GIS 的数据组织管理、GIS 应用模式和 GIS 互操作的基本概念，并以此为指导概述了一般地理信息系统的开发。
- MapInfo 平台。从 MapInfo 的安装开始，详细讲述了 MapInfo 的基本概念、基本应用以及高级功能。
- MapBasic 及其与其他应用程序的连接。讲述了 MapBasic 的基本语法与应用，重点介绍了其中的事件处理函数的应用，在此基础上介绍 MapBasic 如何管理工作表和地图对象；然后介绍如何使用 MapBasic 与其他应用程序进行连接，即如何使用除了 MapBasic 以外的编程语言来控制 MapInfo Professional 窗口。
- GIS 新发展 WebGIS。论述了 WebGIS 的基本概念，探讨和分析了 WebGIS 的应用模式、客户/服务器模型、地理数据管理和检索及空间数据“动态”交换等主要技术问题；通过研究 WebGIS 的实现技术，讨论了客户端和服务端两大类实现方案，提出了实现 WebGIS 的一些策略。

本书可以说是一个实践——研究——再实践的过程。在实践中进行总结，在研究过程中提高认识，并在此基础上应用新技术、新方法，使应用水平不断深入和提高，从而更好地解决实际问题。使读者能够从对 GIS 知之很少到比较全面了解和成功解决应用实现中的问题，获益非浅。

本书由孙景利策划，姚娜主编。另外，林乐、高翔、刘子锐、黄少棠、黄瀚华、凌贤伍、瞿小玉、孙宝玉、黄昌明、王洪秀、田尊五、吴广志、刘世德、李小峰、汪春军、张志明、王国戟、朱黎、陈果、李剑、董团结、顾云飞、刘贤轶、尹之恒、蒋伟峰等也参加了全书的编写。由于时间篇幅所限，疏漏和不妥之处，在所难免。真诚希望读者予以指正。

编 者

2000年4月

目 录

第一章 地理信息系统概论	1
1.1 信息与信息系统	1
1.2 地图与空间信息	1
1.3 地理信息与地理信息系统	3
1.4 GIS 的发展	5
1.5 GIS 的硬件软件环境	10
1.6 GIS 的功能与应用领域	11
第二章 GIS 的数据组织管理	17
2.1 空间数据的输入与编辑	17
2.2 空间数据管理	18
2.3 GIS 的数据组织管理	23
2.4 GIS 的应用模式	25
2.5 GIS 的互操作	27
2.6 GIS 的空间数据表示	29
第三章 地理信息系统的开发	32
3.1 GIS 技术概论	32
3.2 GIS 开发的必备工具 MapInfo Professional	33
3.3 地理信息系统功能分析	36
第四章 地理信息系统开发平台——MapInfo 概述	39
4.1 MapInfo 与桌面地图系统	39
4.2 MapInfo 的安装与启动	42
4.3 MapInfo 公司的 WWW 站点	45
第五章 MapInfo 的基本概念	46
5.1 地图化概念	46
5.2 地图图层化	49
5.3 特殊的图层	52
5.4 绘制和编辑地图	56
5.5 标注地图	65
5.6 地理编码	69
5.7 专题地图	74
5.8 专题地图的类型	77

5.9 栅格图像	83
5.10 投影和坐标系	86
第六章 MapInfo 的基本应用	89
6.1 快速启动 MapInfo	89
6.2 工作空间	90
6.3 工作窗口	93
6.4 配准栅格图像	97
6.5 MapInfo 表的管理	99
6.6 MapInfo 信息的选择与查询	106
第七章 MapInfo 的高级功能	123
7.1 重新分区	123
7.2 使用布局	129
7.3 地理分析	137
7.4 在其他程序中嵌入 MapInfo 地图	145
第八章 MapBasic 基础	152
8.1 MapBasic 概述	152
8.2 MapBasic 开发过程	154
8.3 MapBasic 语言	158
8.4 创建用户界面	166
第九章 MapBasic 管理工作表和地图对象	173
9.1 管理工作表	173
9.2 地图对象的使用	176
第十章 MapBasic 与其他应用程序连接	182
10.1 在集成环境中绘制地图	182
10.2 运行 MapBasic 应用程序	201
10.3 运行其他应用程序	201
10.4 使用动态数据交换 (DDE)	202
10.5 调用动态链接库 (DLL)	212
第十一章 GIS 新发展——WebGIS	214
11.1 WebGIS 概述	214
11.2 WebGIS 的应用模型	217
11.3 WebGIS 的客户机/服务器模型	218
11.4 WebGIS 地理数据管理及检索机制	220
11.5 WebGIS 地理分析“巨事务”处理方案	221
11.6 WebGIS 空间数据“动态”存取接口	221

11.7	WebGIS 基本框架.....	222
11.8	WebGIS 客户端实现技术.....	223
11.9	WebGIS 服务器端实现技术.....	229
11.10	WebGIS 的其他技术问题.....	234
附录一	MapInfo 函数.....	235
附录二	MapBasic 语言.....	238
附录三	MapInfo 菜单命令.....	240

第一章 地理信息系统概论

1.1 信息与信息系统

信息及其通信已成为现代社会发展的重要部分。信息来自于用符号表达的数据的解译，是数据的内涵，而数据是信息的载体。信息的价值取决于它的现势性、实用性及搜索和处理它的代价。

信息系统可分为业务处理系统和决策支持系统两类。业务处理系统侧重于往来业务的记录与操作，如银行账户管理和航运订票系统的管理，其步骤一般可以进行明确定义。决策支持系统侧重于处理、模拟和分析，它为政府官员、公司经理等管理者进行决策服务，其典型应用包括指挥战争、应急处理、市场分析等。它们要求有灵活的信息提取和策略选择功能。各种信息系统具有以下共同特点：所存信息必须经过有效的组织以便提取，信息的使用权有严格的管理规定，系统内的信息和技术必须随时不断地进行维护和更新，系统管理者及用户应不断地得到培训等。

地理信息系统是一种决策支持系统，拥有信息系统的各种特点。它与其他信息系统的主要区别在于其存储的信息是经过地理编码的。地理位置及与该位置有关的地物特征属性信息成为信息检索的重要部分。在地理信息系统中，现实世界被表达成一系列的地理特征，这些地理特征至少有空间位置参考和非位置信息两个组成部分。地理信息系统有时被称作空间信息系统；其实“空间”比“地理”有更广泛的含义，它包括从原子及分子结构、生物体的部位到星体格局等各种尺度的空间位置，而“地理”主要指与人类活动最密切的地表空间。

1.2 地图与空间信息

从产生人类文明的远古时代起，地图就一直是描述地球表面空间事物的工具，也是储存空间信息的载体。无论是交通运输、农田水利建设、市政建设和管理，还是疆土、行政区域的划定，以至军事、国防，离开了地图，人类就无法进行正常的活动。

到了近代社会，人类在地球表面的活动越来越激烈，地图的用途越来越广泛，种类也越来越多，但地图的制作一直很麻烦、耗时，各国各地政府不得不制作通用的或标准的地图（一般多为地形图）来供各行各业使用。但事实上，通用地形图往往不够用，例如在农业规划方面，除了地形外，还要有地表植被、地下水、土壤成分的分布情况；在公共卫生方面，不同疾病在不同地区的发病率、死亡率常常和生活习惯、居住条件、自然环境有密

切的关系。诸如此类，都要对一些特定事物在空间上的分布情况进行描述、分析，并把信息储存起来重复利用。为此，通常的解决办法是制作专题地图。如用不同颜色组成的色块图（如表示事故、犯罪的性质），不同线型、线宽组成的线条图（表示某些公用设施），等等。

专题地图很难或无法标准化、通用化，事先还需要大量的准备工作。如作土壤、岩石的分类图必须先对很多指标作分类统计；绘制城市规划用的人口密度图必须分别在地图上量算面积和查阅人口统计资料。这些工作费时费力，稍有不慎就要返工。另外靠一两张专题地图来分析空间事物还是不够，人们还要进一步从专题地图上获取信息，如工程建设中的土方量估计，需要在等高线地图上量算各种设计方案的填挖方位置和数量；农业用地的适宜性分析需要把很多张专题图叠加起来，作综合评价，等等。

综上所述，以纸片或胶片为媒介的专题地图有很大的局限。归纳起来主要有：

(1) 原始数据必须简化、分类后才便于表达、理解，但很多有用的信息在分类中被丢失。

(2) 为了减少信息丢失，必须绘得非常细致、精确，这就导致工作量很大，制作复杂，而过分精细反而不便于观察。

(3) 精确而复杂的地图不得不分成一张张、一幅幅，同时要观察几张、几幅时，很不方便，而且不连续。

(4) 分类完毕后，若要换一种方式重新分类，又得从头做起。

(5) 在图上查找、检索、量算很不方便，误差大。

(6) 要加入新的信息，或要建立起不同专题地图之间的联系非常困难。

此外，地图的更新方法复杂，更新周期太长，常常要十几年或更长的时间。对于变化很快的事物，如城市建设，很难及时跟踪。

为了有效地研究、规划、开发、保护、管理人类赖以生存的空间环境，需要方便、迅速、精确地对空间信息进行储存、查询、分析、表达的工具，以弥补手工绘制专题地图、标准地图的不足。

本世纪 50 年代末，数字式电子计算机作为商品推向了社会，人类从此进入了信息技术的时代。计算机图形学、计算机地图绘图、航空摄影测量与遥感、识字图像处理、数据库管理系统等几项与计算机密切相关的技术的发展，大大有助于对空间信息的储存、分析与表达，对空间信息的收集、储存、转换、分析、表达都有很大帮助，使人们处理空间信息的能力大大地提高了。随着工作的深入，人们发现单独地运用这些技术仍有很多局限，例如计算机地图制图只是比手工绘图更为精确、简便、迅速，所储存的数据之间只有少量的内在联系，无法完成复杂的分析。航测遥感技术是获取信息的重要手段，但野外现场调查和社会调查仍是非常重要的信息来源，应把从多种渠道得到的信息综合起来。事物管理用的数据库管理系统软件也不适合处理空间信息。总的来说，上述各项技术大都存在着获取、显示空间信息的能力强，综合管理、分析能力相对弱的问题。因此，具有独特的对空间信息进行储存、管理、转换、分析功能，又吸取了上述各项技术的成果，并与它们相互交叉的地理信息系统技术逐渐地产生、发展、完善起来了。和上述其他技术相比，在空间信息的管理、分析方面，地理信息系统技术处于核心地位。它是发明地图以来，人类在处理地理信息上的一次巨大飞跃。

1.3 地理信息与地理信息系统

1.3.1 地理信息

地理信息是指与研究对象的空间地理分布有关的信息，它表示地球表层物体及环境所固有的数量、质量、分布特征，相互联系和变化规律。从地理实体到地理数据，再到地理信息的发展，反映了人类认识的巨大飞跃。地理信息属于空间信息。地理数据的种类、特征是与其地理位置联系在一起的，因此具有地域性。地理信息又具有多重结构的特征，即在同一经纬度位置上可以有多种专题和属性的信息结构。例如，在同一个地域，有其相应的高程值、地表状况等多种信息。此外，地理信息还有明显的时序特征，即动态变化特征。这就要求及时采集和更新地理信息，并根据多时相的数据或信息来寻求随时间的分布和变化规律，进而对未来作出预测或预报。

1.3.2 地理信息系统

地理信息系统（Geographic Information System 或 Geo-information System, GIS）有时又称为“地学信息系统”或“资源与环境信息系统”。它是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下，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、显示和描述的技术系统。GIS 处理、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，解决复杂的规划、决策和管理问题。GIS 的概念框架如图 1-1 所示。

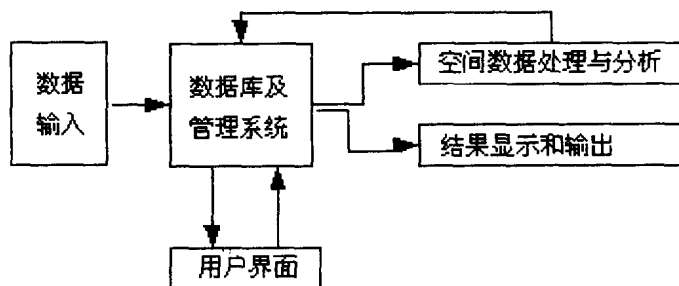


图 1-1 GIS 的概念框架构成

图 1-2 所示为 GIS 对现实世界提出的问题的处理过程及其与外部世界的关系。图 1-3 则是 GIS 的组织机构图。

地理信息系统把要处理的信息分为两类，第一类是反映事物地理空间位置的信息，从计算机的角度可称空间位置数据，也常称地图数据、图形数据；第二类是与事物的地理位置有关，反映事物其他特征的信息，可称专题属性信息或专题属性数据，也称文字数据、

非图形数据。

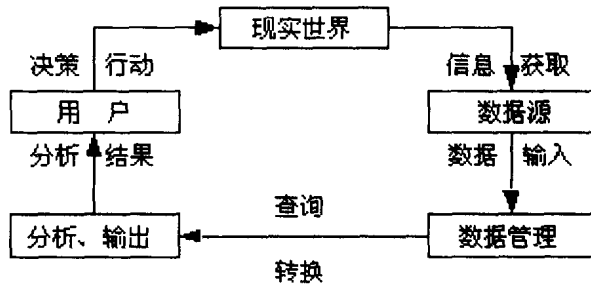


图 1-2 GIS 对现实世界的处理过程及其与外部世界的关系

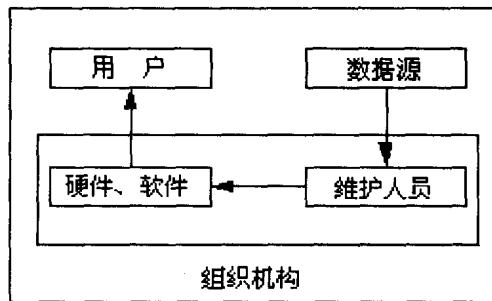


图 1-3 GIS 的组织机构

事物空间位置最基本的表示方法是点、线、面和三维表面。所谓点是该事物的大小、长度可以忽略不计，如水井、监测站等。所谓线是该事物的面积可以忽略不计，但长度、走向很重要，如道路、河流、地下管线可在地图上用线来表示。所谓面是该事物具有特定的、封闭的边界，如行政区域、房屋建筑在地图上就是由线围成的不规则多边形。所谓三维表面是该事物在一定地理范围内是连续变化的，其边界是模糊的，如不规则的地形表面等。地理信息系统将点、线、面、三维表面储存在计算机中，成为事物的空间数据。地理信息系统最基本的功能是将分散收集到的各种空间、属性信息输入到计算机中，建立起有相互联系的数据库。当外界情况变化时，只要更改局部的数据，就可维持数据库的有效性和现势性。

将数据储存在计算机中，其目的是分析和输出。查询、分类是 GIS 最简单也是最常用的分析功能。例如，空间数据可以和手工地图相类似的表达方式显示在计算机的屏幕上，指定任意的空间位置就可以知道有关事物的属性。除了查询外还可以进行分类。查询、分类的结果可以一般以图或报表的形式绘制、打印在纸上。更复杂一些，GIS 可从空间位置的相互关系上进行综合分析。对于不规则的地形，可在地图上（或实测）获得一些关键点的坐标和标高，然后推算出整个区域大致的三维地形表面，绘出等高线、三维网状地面透视图等。

综上所述，对空间信息及其相关的属性信息的处理是 GIS 的基本功能，空间信息的查询和分析是 GIS 和其他数据处理系统的主要区别，迅速、及时地更新数据库，大规模、综

合性地管理与地理分布有关的信息是计算机方式和手工方式的根本区别。

通过上述的分析和定义可得出 GIS 的如下基本概念：

(1) GIS 的物理外壳是计算机化的技术系统，它又由若干个相互关联的子系统构成，如数据采集子系统、数据管理子系统、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，这些子系统的优劣、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。这是 GIS 区别于其他类型信息系统的根本标志，也是其技术难点之所在。

(3) GIS 的技术优势在于它的数据综合、模拟与分析评价能力，可以产生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。

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与专题性的。它们间的关系如图 1-4 所示。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，以减小重复浪费，提高数据共享和实用性。

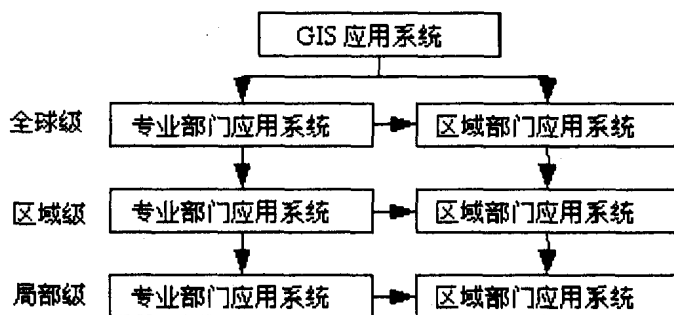


图 1-4 GIS 应用系统的类型与关系

1.4 GIS 的发展

1960 年加拿大测量学家诺基尔·汤姆林逊 (Roger F·Tomlinson) 博士提出，要把地图变成数字形式的地图，便于计算机处理和分析这样一个新颖的思想，当时很少有人能看到计算机在 GIS 这个新的领域中的应用前景。之后于 1963 年，他又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。同样，当时也很少有人能预见到这会成为一个新兴产业的名称标志。然而，在过去短短的 30 几年中，地理信息系统由一个诱人的思想发展成为一个新兴产业和学科——地理信息产业和地理信息学或地学信息学 (Geomatics 或 Geo-information)。下面简单回顾一下 GIS 的发展历程和它在中国的发展概况。

1.4.1 GIS 的发展简史

随着 50 年代电子计算机科学的兴起及在航空摄影测量与地图制图学中的应用, 以及政府部门对土地利用规划与资源管理的需求, 逐渐产生利用计算机来收集、存储和处理与空间地理分布有关的图形和属性数据, 并借助计算机的分析和输出为管理和规划决策服务, 这就导致了计算机化地理信息系统的问世。1956 年奥地利测绘部门首先利用计算机建立了地籍数据库, 随后各国的土地管理和测绘部门也逐步发展土地信息系统 (LIS) 用于地籍管理。从 1963 年开始投入人力和财力开发的世界上第一个 GIS (CGIS), 至 1971 年完成, 历时 8 年。稍后, 美国哈佛大学研究出 SYMAP 系统软件。但由于当时计算机技术水平不高, 存储量小, 使得 GIS 带有较多的机助制图色彩, 地学分析功能少且极为简单。在这一期间出现了基于栅格数据格式和矢量数据格式的 GIS, 但图形交互功能缺乏。此间, 许多与 GIS 有关的组织和机构纷纷建立。例如, 1966 年美国城市和区域信息系统协会 (URISA) 成立, 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)。这些组织机构的建立为传播 GIS 知识, 发展 GIS 技术起了重要的推动作用。到 60 年代末期, GIS 的应用前景已经引起许多政府部门、研究机构和大学中不少思想敏锐人士的关注。主要的关注点集中在什么是 GIS, 它能够干什么等? 一些学术会议专门就 GIS 问题展开了探讨。因此, 可以说 60 年代是 GIS 思想和技术方法的探索时期。

70 年代是 GIS 的发展时期。在这期间计算机发展到第三代, 大容量随机存取设备——磁盘的使用, 为空间数据的录入、存储、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 朝着实用化方向迅速发展。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 到 1976 年, 美国地质调查局建成了 50 多个专业 GIS, 为地理、地质和水资源等的空间信息管理服务。加拿大、联邦德国、瑞典、日本等国也相继发展了自己的专业 GIS。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 70 年代约有 300 多个系统投入使用。1980 年美国地质调查局出版了《空间数据处理计算机软件》的报告, 基本总结了 1979 年以前世界各国 GIS 的发展概况。此外, D·F·Marble 等拟订了处理空间数据的计算机软件登录的标准格式, 对全部软件作了系统的分类, 提出 GIS 发展研究的重点是: 空间数据处理的算法, 数据结构和数据库管理系统这 3 个方面。在这期间, 由于西方国家环境浪潮的兴起, 导致 GIS 在自然资源开发、环境保护和土地利用规划等领域的应用。同时, 许多大学和研究机构开始重视 GIS 软件设计和应用研究。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)。说明 GIS 技术已经受到政府部门、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 在理论、方法和技术上取得突破与趋向成熟的阶段。此期间越来越多的专业杂志创立, 并发表 GIS 的应用和理论、方法方面的文章; 一些计算机公司开始向用户介绍和展示 GIS 软件样板; 对 GIS 有所了解和认识的人日渐增多。此外, 计算机硬件技术大为发展, 图形工作站推出, 微型 PC 机的性能价格比不断提高, 软件开发工具的广

泛应用和数据库技术的推广,都对 GIS 的成熟起着推动作用。这期间, GIS 的数据处理能力,空间分析能力,人机交互对话,地图的输入、编辑和输出技术均有了较大发展,并且在许多领域中得到应用。80 年代后期,以工作站为平台的 GIS 软件日益发展。商品化的 GIS 软件除了具有上述功能之外,还能为用户提供良好的用户界面,多种数据格式转换的接口,计算机网络通信,有的甚至还提供一种“宏语言”作二次开发。在实用方面,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问题,例如土地的多目标规划,城市发展战略研究及投资环境决策研究等。在这些研究工作中,地理因素成为不可缺少的依据。GIS 与卫星遥感技术相结合,开始用于解决全球性的难题,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,以及全球海面变化与监测等。在此期间推出了不少商品化的 GIS 软件,代表性的有 ARC/INFO、TIGRIS、GENAMAP、IGDS/MRS、Microstation、SYSTEM9 等。有的可在工作站和微机两种版本上运行。

进入 90 年代以来,由于高性能低价格的工作站和微机充斥市场,计算机网络技术的推广应用,以及 UNIX 操作系统,Windows 或 X-Windows 开发工具和并行处理机技术的不断发展,使 GIS 发展成为具有开放性、信息资源共享和支持多种硬件平台(多层次)的高科技产品,使用环境更为方便。

90 年代世界各国对 GIS 科技的开发和研究,主要集中在如下一些方面:空间信息分析的新模式和新方法;空间关系及数据模型,包括与时间有关的四维数据结构;人工智能和专家系统的引入;显示与输出技术;GIS 的效益评价;保密性等。总之,国际上的 GIS 已经从具备储存、分析评价、查询检索、自动制图等一般功能,向信息采样自动化、多样化、多功能的综合分析评价模型,智能化的专家系统,充分与遥感遥测技术直接进行信息更新,以及规范化、标准化和信息充分共享等方面发展。

1.4.2 中国 GIS 的发展概况

我国 GIS 的起步较晚,但发展较快、势头良好。大体可分为下列几个阶段。

第一个阶段是准备阶段。70 年代初期我国开始在测量、制图和遥感领域应用计算机技术。随着世界遥感技术的发展,我国于 1974 年开始引进美国陆地卫星图像资料,开展了遥感图像处理和解译工作。1976 年召开了第一次遥感技术规划会议,形成了遥感技术试验和应用研究的蓬勃发展新局面。此后,开展了各种区域性航空遥感试验研究,获得了大量多层次、多时相、多应用目标的综合地学信息。遥感在地学各个领域中的推广应用,地学实验技术和理论研究的需要,以及地球科学、环境科学研究向宏观和微观的战略发展,为地理信息系统的发展开辟了道路。1978 年国家计委在安徽黄山召开了全国第一届数据库学术讨论会。同年 10 月在浙江杭州召开了第一届环境遥感学术讨论会,在会上我国著名的地理学家、地图学家陈述彭院士发出了在我国开展地理信息系统研究的倡议。从此,地理信息系统研究的舆论准备、组织建设和可行性实验,在全国由点到面逐步地开展起来。

第二个阶段是试验起步阶段。进入 80 年代之后,我国在 GIS 的研究和应用方面取得了实质性的进展。在理论探索、规范探讨、实验技术、软件开发、系统建立、人才培养和区域性、专题性试验等方面都积累了经验,取得了突破和进展。例如,在二滩、渡口地区建立了我国第一个信息系统模型以及全国范围的空间数据库试验方案,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, 1:250 万水土保持信息系统。在专题性信息系统试验研究方面, 如黄土高原信息系统, 洪水灾情预报与分析系统、全国树木资源与环境信息系统, 矿产资源数据库等。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了认可。

同时, 信息系统规范化标准化的研究工作也有计划地开展。1983 年 11 月, 国家科委组建了资源与环境信息系统国家规范研究组, 在充分调查分析国内外历史和现状的基础上, 于 1984 年 9 月提出了“资源与环境信息系统国家规范研究报告”。上述各个方面卓有成效的工作, 使我国逐步形成了自己的建立和发展 GIS 的技术路线、原则和政策, 避免了一些盲目分散或过度集中的通病; 使具有实际效能的区域性 GIS 和专业性 GIS 得到并行发展, 还注意发展微机 GIS, 以便于推广应用。

第三个阶段是发展阶段。从 1986 年到 1995 年前后, 我国的 GIS 事业随着社会主义市场经济的发展走上了全面、迅速发展的阶段。在此期间, 全国许多行业部门和部分省区积极发展各有特色的 GIS 系统, 在理论和应用研究、人才培养等方面取得了丰硕成果。由于沿海、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, 推动了 GIS 的发展。

总之, 我国的 GIS 技术在研究基地和队伍建设、技术研究和成果应用、前沿领域开拓以及参与重大的全球性研究计划, 如国际空间年、国际减灾 10 年等当前服务的进展迅速, 已经大大缩短了同世界先进国家的差距, 并已跻身于国际先进行列。

1992 年 10 月, 联合国经济发展部 (UNDES) 在北京召开了城市 GIS 学术讨论会, 并建议筹建中国 GIS 协会。经过一年多的筹备工作, 于 1994 年 4 月 25—27 日在北京召开中国地理信息系统协会 (简称 CAGIS) 成立大会暨技术报告会, 以指导、协调和推动全国 GIS 事业的发展。

此外, 1992 年 8 月在美国纽约的布法罗市召开了首届 GIS 中国学者大会, 海内外 120 多名中国学者与会, 共同研讨 GIS 的现状和未来的发展, 显示了中国学者对国际 GIS 学科的关注和在理论与应用领域中作出的贡献。

第四个阶段是持续发展、形成行业和走向产业化的阶段 (1996 年开始)。经过前面 10 多年的发展, 中国 GIS 已在研究和应用上逐步形成行业, 开始走向产业化的道路, 将成为国民经济建设和社会生活的一种共同需要和普遍使用的工具, 并在城市建设, 农业, 能源等基础建设、环境保护、灾害防治和海洋开发等方面发挥重大作用。其中包含着许多理论、技术方法和应用问题需要研究和解决。

1.4.3 GIS 的发展趋势及国内外研究状况

近年来, 随着相关技术和领域的发展, GIS 也表现出强劲的发展趋势, 主要包括以下几个方面:

1. GIS 数据生产

GPS (全球定位系统)、DTS (数字全站仪)、DPS (数字摄影测量系统) 和 RS (遥感技术) 成为 GIS 快速获取高质量空间数据的主要手段; 图纸扫描技术和栅格数据矢量化技术将会继续发展; 高质量的影像数据在 GIS 数据中所占的比例会越来越大; 将大量使用实

时的高分辨率卫星遥感数据；多媒体数据也成为 GIS 数据的组成部分。

2. GIS 数据管理

采用对象——关系数据库系统 (Object-Relational DBMS) 对 GIS 的空间数据和属性数据进行有效和集成的管理, 提供全面和强有力的空间 SQL 查询和访问能力; 增加地理元数据 (Metadata) 和检索机制, 通过对分布的空间地理数据的定量和定性的描述, 提高地理空间信息的共享程度, 使地理空间信息更加大众化。

3. OpenGIS

OpenGIS 是未来 GIS 的发展主流, 它的核心是 OGC 提出的开放地理数据互操作规范 (Open Geodata Interoperability Specification), 它要解决的问题是在分布式计算环境下的地理数据继承和共享、地理操作的分布和共享以及 GIS 应用领域扩展的需求。

4. GIS 数据分析

除了继续增强 GIS 原有的空间拓扑分析外, 将逐渐增加栅格数据的分析能力。

5. GIS 软件模式

在经历了从软件包式 GIS、模块式 GIS、核心式 GIS 的模式后, GIS 软件已经发展到组件式 GIS、Web 式 GIS 模式。

6. GIS 与相关信息的综合

GIS 与相关信息的综合将使 GIS 应用更加广泛, 这些相关信息技术包括 CAD、遥测遥感、GPS、Internet、多媒体、虚拟现实、办公自动化和电子商务等。

目前, 从计算机应用的角度来看, 对 GIS 的研究主要集中在基于分布计算平台的开放式 GIS 技术, 其中包括基于工业标准的 RDBMS 空间数据管理服务器; 嵌入强大分析功能的桌面 GIS 技术; 组件 GIS 技术; WebGIS 技术。

在以上这 4 个方面, 国外的研究都比较早, 而且都形成了相应的产品。比如在基于 RDBMS 空间数据管理服务器方面, 利用面向对象技术对成熟的 RDBMS 产品进行扩展, 成为对象——关系数据库, 使其把空间信息和属性集成并进行有效的管理, 典型的产品有 ESRI 的 SDE、MapInfo 的 SpatialWare; 在桌面 GIS 技术方面, 主要是把 GIS 成熟的地理数据管理、分析等技术应用到桌面平台, 满足该层次用户的需求, 这些产品的性能较高, 产品更新也很快, 能迅速应用目前的计算机技术, 它们占据了国内外大部分市场, 这些产品包括 ESRI 的 ArcView、MapInfo 的 MapInfo Professional、Intergraph 的 MGE、Caliper 的 Maptitude 等; 在组件 GIS 方面, 主要是应用 ActiveX 技术, 把 GIS 的功能子集封装为性能优异的组件, 可以非常方便地嵌入用户的各种应用中, 国外的产品包括 ESRI 的 MapObjects、MapInfo 的 MapX、Intergraph 的 GeoMedia 等; 在 WebGIS 方面, 国外公司投入巨资进行研究, ESRI 的 Internet Map Server for ArcView and MapObjects、MapInfo 的 MapInfo ProServer 和 MapXtreme、Intergraph 的 GeoMedia Web Map、Autodesk 的 MapGuide 等产品也相继推出。

在国内, 由于最早在 GIS 领域做研究工作的是测绘、勘察、规划等部门的非计算机专业人士, 所以他们的着重点在于 GIS 的应用上。随着 GIS 应用的发展和计算机人士的加入, GIS 技术的研究工作近几年在我国有了很大的发展。虽然起步较晚, 但是取得了不错的成绩, 例如在桌面 GIS 方面, 中国地质大学和武汉测绘科技大学推出了 MAPGIS 和 GeoStar; 在组件 GIS 方面, 北京朝夕公司和中科院地理信息产业发展中心推出了 MapEngine

和 ActiveMap; 在 WebGIS 方面, 武汉测绘科技大学推出了 InternetGIS。这些产品和国外同类产品相比虽然尚有差距, 但充分说明了我们在 GIS 软件研究方面的能力。相信在不久的将来, 它们将超过国外产品。

空间数据的继承和共享以及空间分析、计算的共享是开放 GIS 必须解决的问题, 因此开放的 GIS (Open GIS) 成为目前研究的热点。由于 Internet 和 WWW 技术具有的开放特征, 使得 WebGIS 成为实现开放 GIS 的最佳途径。WebGIS 研究的重点主要是在分布式计算平台上应用 Internet 技术, 通过合理部署地理计算和地理数据, 实现空间信息服务。

1.5 GIS 的硬件软件环境

GIS 一般由硬件、软件、数据和用户构成, 对于一个实用的 GIS 系统缺一不可。反之, 它们对 GIS 的发展既有贡献也有约束作用。

1. 硬件环境

GIS 一般的硬件环境如图 1-5 所示。计算机系统、网络系统、数据采集/输入系统和地图输出系统构成了 GIS 的硬件环境。计算机系统是核心, 用作数据和信息的处理、加工和分析; 数据采集/输入系统包括数字化仪、解析测图仪、扫描仪、数字摄影测量系统和遥感图像处理系统和 GPS 等, 用于地理数据和信息的采集和输入; 地图输出/存储系统包括绘图仪、打印机、磁带机、硬盘和光盘机等; 网络系统包括把以上 3 部分联网以及和其他网络互联的网络设备。

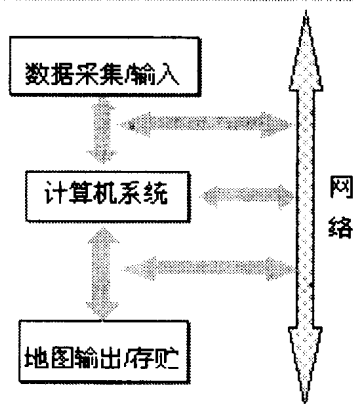


图 1-5 GIS 硬件环境

2. 软件系统

软件是 GIS 核心, 它代表着 GIS 的功能和性能。图 1-6 表示 GIS 软件的体系结构。系统的内核是操作系统, 外一层是数据库系统和其他系统软件, 再外一层就是 GIS 系统软件和 GIS 应用软件。按照 GIS 对数据进行采集、加工、管理、分析和表达可将 GIS 软件分为数据输入/转换、图形和属性数据编辑、数据存储和管理、空间查询和分析以及数据