



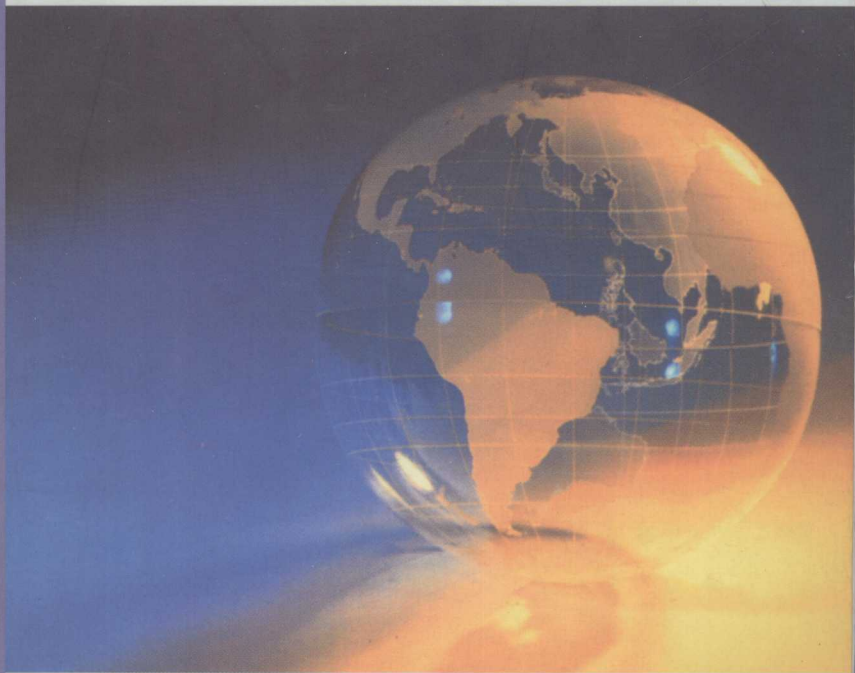
DILI XINXI XITONG
YU DILI JIAOXUE

地理信息系统 与地理教学

◆ 邢继德 蔡依萍 李 东 编著

XITONG YU DILI JIAOXUE

DILI



浙江大學出版社

地理信息系统与 地 理 教 学

邢继德 蔡依萍 李 东 编著

浙 江 大 学 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统与地理教学/邢继德,蔡依萍,李东编著. —杭州:浙江大学出版社,2001.12

ISBN 7-308-02843-7

I. 地... II. ①邢...②蔡...③李... III. ①地理信息系统—基本知识②地理课—教学研究—中学
IV. ①P91②G633.552

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 083000 号

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

责任编辑 陈晓菲

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江上虞印刷厂

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 7.25

字 数 182 千字

版 印 次 2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

印 数 0001--5000

书 号 ISBN 7-308-02843-7/G·431

定 价 11.00 元

前 言

地理信息系统使地理学这门古老的学科焕发了生机。它虽然是 20 世纪末才诞生的新学科,但其发展速度非常之快,对地理学的影响也相当大。它使地理学在地理信息的获取、处理和应用手段上产生了革命性的变化,从而丰富和发展了地理学的理论、方法和技术。

当前,地理信息系统技术已被广泛地应用到科学研究、城市规划、环境保护、国土开发以及有关的经济和管理部门,对科技的发展、社会的进步起了重要的推动作用。然而,目前在基础教育阶段,有关地理信息系统的介绍几乎还是空白。因此,我们认为有必要让地理信息系统尽快走进中小学课堂。而要做好这项工作,师资和教材都是急需解决的问题。基于这方面的原因,我们组织编写了这本主要面向中小学教师的继续教育教材。

本书力求突出前沿性、新颖性和可读性,同时就有关的新理论、新观点、新概念和新技术作较为全面系统的介绍,以为广大中小学教师(特别是地理教师)、在校大学生以及应用地理信息系统技术的有关技术人员和管理人员提供一本尽可能新的、可读性较强的关于地理信息系统的读本。

全书共分四章。第一章绪论,主要介绍地理信息系统的有关概念、特征、类型及功用等;第二章介绍空间数据与空间数据结构;第三章是全书的重点,结合教学实际,介绍地理信息系统在地理教学

中的应用;最后一章主要介绍地理信息系统方面的发展动态及相关的学科知识,如遥感、全球卫星定位系统、环境信息科学、地理信息科学等,并相应介绍了有关数字地球的概念和知识。

本书的第一、四章由邢继德负责编写;第二章由李东负责编写;第三章由蔡依萍负责编写;附录部分由邢继德、蔡依萍编写。全书由邢继德统稿。

编 者
2001年8月

目 录

第一章 绪 论	(1)
§ 1 地理信息系统的基本概念	(1)
1.1 地理信息系统的定义	(1)
1.2 地理系统的功能	(4)
1.3 地理系统的结构	(7)
1.4 地理系统的研究内容	(8)
1.5 地理系统的特征	(10)
§ 2 地理系统的应用	(10)
2.1 地理系统的应用领域	(10)
2.2 地理系统在国内有关研究中的应用	(13)
§ 3 地理系统的类型	(18)
3.1 GIS 模块	(18)
3.2 集成式 GIS	(18)
3.3 模块化 GIS	(19)
3.4 核心式 GIS	(19)
3.5 组件式 GIS	(19)
3.6 万维网 GIS	(20)
§ 4 地理信息技术	(25)
4.1 地理技术的发展与开发对策	(25)
4.2 地理系统技术的产品化	(28)

4.3	地理信息技术的应用与推广	(29)
§ 5	地理信息系统的产生和发展	(32)
5.1	信息革命的影响	(33)
5.2	地理信息系统的产生与发展	(34)
5.3	我国地理信息系统发展状况	(36)
第二章	空间数据与空间数据结构	(38)
§ 1	空间数据	(38)
1.1	空间数据的概念	(38)
1.2	数据来源	(39)
1.3	空间数据分类	(41)
1.4	空间数据的特征	(41)
1.5	地理空间的拓扑关系	(42)
§ 2	地理信息系统数据库	(43)
2.1	GIS 数据库特点	(44)
2.2	数据库模型	(44)
2.3	面向对象的数据系统	(47)
§ 3	栅格数据结构	(48)
3.1	栅格数据的概念	(48)
3.2	栅格数据的取值方法	(49)
3.3	减少栅格数据存储量的编码方法	(52)
§ 4	矢量数据结构	(59)
4.1	矢量数据的概念	(59)
4.2	矢量数据结构编码的基本内容	(60)
4.3	几种多边形矢量编码方法	(61)
§ 5	栅格结构与矢量结构的比较及其相互转换算法	(65)
5.1	栅格结构与矢量结构的比较	(65)
5.2	栅格数据与矢量数据的相互转换	(66)

第三章 地理信息系统在地理教学中的应用	(72)
§ 1 GIS 与地理教学	(72)
1.1 传统的地理教学	(72)
1.2 GIS 的地理教学探讨	(73)
1.3 地理教学新模式	(75)
§ 2 GIS 在中学地理教学中的应用实例	(77)
§ 3 GIS 与其他教学技术	(78)
3.1 地理信息系统与图像处理技术	(78)
3.2 地理信息系统与多媒体技术	(79)
3.3 地理信息系统与因特网技术	(80)
3.4 技术集成的关键——数据格式转换	(81)
第四章 地理信息系统发展展望	(82)
§ 1 地理信息系统的发展动态与趋势	(82)
1.1 热点研究领域	(82)
1.2 发展趋势	(86)
1.3 技术发展动向	(92)
§ 2 地理信息系统的相关学科	(97)
2.1 遥感	(98)
2.2 全球卫星定位系统	(99)
2.3 “3S”一体化	(104)
§ 3 资源信息科学	(106)
3.1 资源信息科学的基本概念	(106)
3.2 资源信息科学在资源环境研究中的应用	(110)
3.3 开展资源信息科学前沿研究,促进资源科学 研究现代化	(114)
§ 4 地球信息科学	(117)
4.1 概要	(117)
4.2 地球信息科学的缘起	(118)

4.3 地球信息科学的含义	(121)
4.4 地球信息科学的研究内容	(125)
§ 5 数字地球	(129)
5.1 数字地球的背景	(130)
5.2 数字地球的定义	(131)
5.3 对我国数字地球建设的设想	(132)
5.4 关于数字地球的几项关键技术	(133)
5.5 迎接“数字地球”的挑战	(138)
5.6 中国“数字地球”发展战略	(145)
附录.....	(154)
附录 I MapInfo 基本操作步骤	(154)
附录 II GIS 常用英文词汇	(164)
附录 III GIS 网站	(196)
参考文献.....	(222)

§ 1 地理信息系统的基本概念

1.1 地理信息系统的定义

地理信息系统 (Geographical Information System, 简称 GIS) 是计算机科学、地理学、测量学、地图学等多门学科综合的技术。要给出完全一致的有关 GIS 的定义是困难的, 因为 GIS 涉及的面太广, 站在不同的角度, 给出的定义就不同。通常可以从四个方面来定义 GIS:

面向功能的定义 GIS 是采集、存储、检查、操作、分析和显示地理数据的系统。

面向应用的定义 根据 GIS 应用领域的不同, 将 GIS 分为各类应用系统, 例如土地信息系统、城市信息系统、规划信息系统、空间决策支持系统等。

工具箱定义方式 GIS 是一组用来采集、存储、查询、变换和显示空间数据的工具的集合。这种定义强调 GIS 提供的是用于处

理地理数据的工具。

基于数据库的定义 GIS 是这样一类数据库系统,它的 数据有空间次序,并且提供一个对数据进行操作的操作集合,用来回答对数据库中空间实体的查询。

虽然 GIS 是一门多学科综合的边缘学科,但其核心是计算机科学,基本技术是数据库、地图可视化及空间分析(见图 1-1)。

因此,我们认为,可以给出这样的定义,即:GIS 是处理地理数据的输入、输出、管理、查询、分析和辅助决策的计算机系统。

虽然 GIS 使用了地图、可视化、数据库等技术,但与计算机辅助设计(CAD)系统、计算机地图系统、数据库系统等均有很大的区别。

CAD 系统提供交互式的图形处理功能,以辅助建筑、VLSI 等人造对象的设计,其主要特点是设计者与计算机模型的交互性。目前许多 CAD 开始支持对象的非图形性质。而 GIS 处理的数据大多来自现实世界,较之 CAD 的人造对象更为复杂,数据量更大。另外,CAD 中的拓扑关系较为简单。更重要的是,GIS 强调对空间数据的分析,而 CAD 这方面的功能要弱得多。

计算机地图系统侧重于数据查询、分类及自动符号化,具有辅助设计地图和产生高质量矢量形式的输出机制。它强调数据显示而不是数据分析,地理数据往往缺少拓扑关系;另外,它与数据库的联系通常是一些简单的查询。

数据库系统则是各种类型信息系统的核心。通用数据库侧重非图形数据的优化存储与查询,其图形查询与显示功能极为有限,

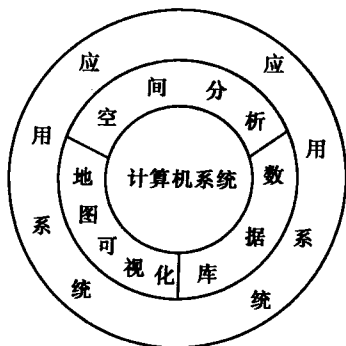


图 1-1

数据分析功能也很有限。然而,数据库的一些基本技术,如数据模型、数据存储、数据检索等,都在 GIS 中得到广泛采用,成为 GIS 的核心技术。

地理信息系统的主要计算机应用软件是 ARC/INFO、MGE、GeoMedia、GenaMap、MapInfo、AutoDesk Map、ArcView、MapObjects、MapX、Maptitude、MapGIS、GeoStar、MapEngine 等。

地理信息系统的基础地理数据比例尺为 1:400 万、1:100 万、1:25 万、1:5 万、1:1 万、1:2000、1:1000 和 1:500 等;基础地理数据种类为数字线划图(DLG)、数字栅格图(DRG)、数字正射影像图(DOQ)和数字高程模型(DEM)等。

地理信息系统是近十几年来发展起来的一门综合应用系统。它能把各种信息如地理位置和有关的视图等结合起来,并把地理学、几何学、计算机科学及各种应用对象、CAD 技术、遥感、全球卫星定位系统(GPS)技术、因特网、多媒体技术及虚拟现实技术等融为一体,利用计算机图形与数据库技术来采集、存储、编辑、显示、转换、分析和输出地理图形及其属性数据。从而可根据用户需要将这些信息图文并茂地传送给用户,以便于其分析及决策时使用。GIS 的应用遍及金融、电信、交通、国土资源、电力、水利、农林、环境保护、地矿等领域。权威的统计资料和研究报告表明,国民经济信息数字化 80%以上都构筑在地理信息系统之上,GIS 产业已达到近 100 亿美元的规模。

地理信息系统作为传统学科(地理学、地图学和测量学等)与现代科学技术(遥感技术、全球定位系统、计算机科学等)相结合的产物,正逐渐发展成为处理空间数据的多学科综合应用技术;从计算机技术角度看,主要是空间数据库技术;从数据收集角度看,主要是地理信息系统、全球定位系统以及遥感技术的有机结合;从应用角度看,其主体是数据互访和空间分析决策的专门技术;从信息

共享的角度看,其主体是计算机网络技术。

一个 GIS 系统,主要包括空间数据输入子系统、空间数据存储与管理子系统、数据处理与分析子系统、输出子系统。

一个 GIS 系统的功能构成为:(1)数据输入、存储、编辑;(2)操作运算;(3)数据查询、检索;(4)应用分析;(5)数据显示、结果输出;(6)数据更新。

GIS 能回答和解决以下五类问题:(1)位置,即在某个地方有什么。位置可以是地名、邮政编码或者地理坐标等。(2)条件,即符合某些条件的实体在哪里。例如,在某个地区寻找面积不小于 1000M^2 的不被植被覆盖且地质条件适合建造大型建筑的区域。(3)趋势,即在某个地方发生的某个事件及其随时间变化的过程。(4)模式,即在某个地方的空间实体的分布模式。模式分析揭示了地理实体之间的空间关系。(5)模拟,即某个地方如果具备某种条件会发生什么。

1.2 地理信息系统的功能

1.2.1 空间地物轮廓特征的可视化

信息系统是对现实世界的计算机模拟,而地理信息系统则突出了它对现实世界空间关系的模拟,使我们对于空间中特定事物的状态有一个非常直观的感受。在屏幕上无论是展示一幅可以无级缩放和信息查询的地图,还是展现一幅三维的地形模型,都可使我们对现实世界空间关系的认识更为直观、具体。

地理信息系统的空间可视化功能还包括对空间分布的地物的属性信息的图形可视化。这一点是由地理信息系统的一个重要特征来保证的,即 GIS 实现了空间信息和属性信息的集成管理,并能够完善地建立两者之间的联系。例如,利用一张中国的行政区划图,我们可以从地理信息系统数据库中提取各省、自治区、直辖市某一年的人口统计数据,计算人口密度,并按人口密度的分级指标

指定不同的色彩和填充方式显示行政区所对应的图斑(这实际上是一个从属性到空间的关联过程)。这样,空间地物的专题属性特征就可以通过地理信息系统工具实现具有空间参照信息的可视化。

1.2.2 空间导向(Spatial Navigation)

利用地理信息系统,我们不仅可以纵览所研究的区域,还可以利用缩放和漫游等 GIS 所提供的基本功能深入到我们感兴趣的特定区域去研究。

一个完善的地理信息系统提供的空间数据库功能,使得我们可以用小比例尺查看全局,用中比例尺查看局部,用大比例尺查看细部。在比例尺不断增大的同时,展现给用户的空间信息内容会不断更新。例如,在浏览一个行政省全局时,只需要显示大的河流、省级公路铁路以及市县级行政分区图斑等全局信息,而随着比例尺的不断增大,就需要显示宗地、建筑物、公园等具体的空间地物。这些与地图学中强调的制图综合的概念相似。

地理信息系统的空间导向功能还可以从空间查询功能中得到体现。例如利用一张省级土地利用图,我们可以通过空间查询找到“城市中的公园”,并即时将地图的显示范围缩放到所有“公园”空间分布的范围内。这同样是空间导向作用的体现。

1.2.3 空间思维(Spatial Thinking)

地理信息系统的空间数据库在存储各地物的空间描述信息的同时,还存储了地物之间的空间关系,这一特点为进行空间分析提供了基础。

地理信息系统的空间思维,就是要利用 GIS 数据库中已经存储的信息,通过 GIS 的工具(例如缓冲区分析、叠置分析),生成 GIS 空间数据库中的存储信息。

地理信息系统将许多空间分析工具集成起来,并提供二次开发工具。在进行空间分析时,用户将各种分析工具按所研究领域的

专业模型组织成一个程序(即计算机可以识别和操作的思路),交由地理信息系统完成,最后提供空间可视化的分析结果。

地理信息系统的空间思维功能使我们能够揭示空间关系、空间分布模式和空间发展趋势等其他类型信息系统所无法完成的任务。城市与区域规划就是地理信息系统技术体现空间思维特征的最典型的应用领域。

利用地理信息系统完成各项任务,与使用传统的方法相比,具有许多优越性,可以将其概括为:(1)允许存储多种性质的数据,包括图形的、影像的、调查统计等等,同时易于读取、确保安全。(2)允许使用数学、逻辑方法,借助于计算机指令编写各种程序,易于实现各种分析处理,系统具有判断能力和辅助决策能力。(3)提供了多种造型能力,例如覆盖分析、网络分析、地形分析,可以用来进行土地评价、土壤侵蚀估计、土地合理利用规划等模式研究,以及用来编制各种专题图、综合图等等。(4)数据库可以及时更新,确保现势性;用户在使用时具有安全感,保证不漏读数据,处理结果令人信服。(5)易于改变比例尺和地图投影,易于进行坐标变换、平移或旋转,地图接边,制表和绘图等工作。(6)减少了数据处理和图形化成本;且在短时间内可以反复检验结果,开展多种方案的比较,从而可以减少错误,确保质量。

上述诸方面的应用效益是明显的。然而随着任务的复杂程度的改变,更由于系统软件采用了模拟传统作业的设计思想和技术路径,其效率和能力还远远不能满足各种复杂任务的客观要求。首先是资料的输入方法还处于半自动化状态,其效率不高,这已成为最大的障碍。地图数字化作业,其加工准备要花费全部工作量的 $1/2-2/3$,数字化又要占去其余的时间,因此这一难关还有待于攻破。其次是编辑和数据库更新仍然是十分麻烦的工作,只能部分地实现自动化。最后是大数据库的数据查询和重新产生新的图形的效率很低,目前还没有找到改进的办法。

在发展中国家,存在大量廉价劳动力和系统设备(包括硬件和软件)相对昂贵的现实,使得地理信息系统更难在一切应当使用的领域中得到推广。

上述各种技术方面的问题,往往是互相联系的,并且涉及到许多学科,需要多方面的努力和联合攻关。如何加强和实现多学科的联合作战,是一个需要探索的问题。因此,地理信息系统的发展正面临着十分艰巨的任务,需要有关方面作出长期的努力。

1.3 地理信息系统的结构

1.3.1 地理资料的数字化

地理资料的搜集是建立地理信息系统时最为耗时费力的工作。资料的来源不外乎自行收集,向厂商购买,或是将资料形式进行转换。而接下来的工作便是将地图、各种相关资料输入 GIS 的数据库中,并加以整理。

1.3.2 地理资料管理

网络与数据库的结合,使 GIS 的范围延伸到更广的领域,除了需要管理平面信息如地图、图层外,还需要管理与平面信息相关联的立体信息。

1.3.3 地理资料的分析与处理

地理资料收集的目的,便是发挥决策与支持的作用。因此要对地理属性数据进行分析,并利用几何运算、参数转换等多种方法对空间资料进行分类、整理和处理。

1.3.4 地理资料的提取与演示

将需要的地理信息以可视化的方式展现出来。例如一份地理资料的展现,可以采用直方图、饼形图、折线图、散布图等较为直观的方式,再通过打印机或绘图仪将图表打印出来。

1.4 地理信息系统的研究内容

1.4.1 输入

如何将地理数据有效地输入到 GIS 中是一项琐碎、费时、代价昂贵的工作。目前大多数的地理数据是从低质地图输入 GIS。常用的方法是数字化和扫描。数字化的主要问题是低效率和高代价；扫描输入则面临另一个问题，即如何把扫描得到的栅格数据转换成 GIS 数据库通常要求的点、线、面、拓扑关系属性等形式。就这一领域目前的研究进展而言，全自动的智能地图识别短期内没有实现的可能，因而，交互式的地图识别应是矢量化方法的一种较为现实的途径。市场上已有多种交互式矢量化软件出售。

目前，GIS 的输入正在越来越多地借助非地图形式，遥感就是其中的一种。遥感数据已经成为 GIS 的重要数据来源。与地图数据不同的是，遥感数据输入到 GIS 较为容易，但如果通过对遥感图像的解释来采集和编译地理信息则是一件较为困难的事情。因此，GIS 中开始大量融入图像处理技术，许多成熟的 GIS 产品，如 MAPGIS 中都具有功能齐全的图像处理子系统。

地理数据采集的另一项主要进展是全球定位系统(GPS)技术。GPS 可以准确、快速地定位地球表面的任何地点。因而，除了作为原始地理信息的来源外，GPS 还在飞行器跟踪、紧急事件处理、环境和资源监测、管理等方面有着很大的潜力。

1.4.2 存储

GIS 中的数据分为栅格数据和矢量数据两大类，如何在计算机中有效存储和管理这两类数据是 GIS 的基本问题。在计算机高速发展的今天，尽管微机的硬盘容量已达到 GB 级，但计算机的存储器对灵活、高效地处理地图这类对象而言仍是不够的。GIS 的数据存储却有其独特之处：大多数的 GIS 系统中采用了分层技术，即根据地图的某些特征，把它分成若干层，整张地图是所有层叠加