



DILI XINXI
XITONG JIQI ZAI YUANLINZHONG
DE YINGYONG

地理信息系统 及其在园林中的应用

赵 群 郭丽萍 主编



地理信息系统及其在园林中的应用

主 编 赵 群 郭丽萍
副主编 甘宇亮 杨大兵
参编者 尹 洁 张维妮

 气象出版社
China Meteorological Press

内 容 简 介

本书主要讲述了地理信息系统的基本概念、基本原理及其在农林业中的应用。全书共分九章,具体内容包括:地理信息系统的基本概念,地理信息系统空间数据结构,地理信息系统数据库,空间分析,数字高程模型,地理信息系统在林业中的应用,农业种植结构调整空间决策支持系统,地理信息系统在园林中的应用等。本书可作为高等院校园林、林学、城市规划等有关专业的地理信息系统课程的基本教材,也可作为园林规划、城市规划设计及林业等相关单位工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统及其在园林中的应用/赵群,郭丽萍主编.

北京:气象出版社,2011.2

ISBN 978-7-5029-5168-9

I. ①地… II. ①赵… ②郭… III. ①地理信息系统-应用-园林
IV. ①P208②TU986-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 020175 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

责任编辑:方益民 林雨晨

封面设计:博雅思企划

责任校对:永 通

印 刷:北京京科印刷有限公司

开 本:720 mm×960 mm 1/16

字 数:225 千字

版 次:2011 年 3 月第 1 版

印 数:1—3000

邮政编码:100081

发 行 部:010 68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:周诗健

责任技编:吴庭芳

印 张:11.75

印 次:2011 年 3 月第 1 次印刷

定 价:25.00 元

前 言

本教材在广泛收集和查阅大量地理信息系统相关资料的基础上,结合地理信息系统的应用和发展,对地理信息系统的基本概念和基本原理及应用作了适当介绍。

本教材主要内容注重介绍地理信息系统的理论和地理信息系统在农林业中的应用,使园林和林学等相关专业人员,在学习地理信息系统理论的同时,了解其在农林业中的应用,能够更好地掌握这门技术。本教材在选材和内容表达上尽量做到简明通俗,注重实用,适合初、中、高级技术人员和大专院校师生参考和阅读。

本书共分九章,第一章至第四章由郭丽萍编写,第五章至第九章由赵群、甘宇亮、杨大兵编写。书中部分图、表和统稿由赵群、尹洁、张维妮整理。

由于编者水平和时间有限,书中难免有错误和不当之处,敬请读者给予批评指正。

编者

2010 年 10 月

目 录

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 地理信息系统的基本概念	(1)
第二节 地理信息系统的特征	(4)
第三节 地理信息系统的类型	(6)
第四节 地理信息系统的组成和功能	(9)
第五节 GIS 的国内外发展概况	(11)
第六节 林业 GIS 国内外发展状况	(17)
第二章 GIS 数学基础	(21)
第一节 地理空间的数学建构	(21)
第二节 按照建库要求进行投影变换	(35)
第三章 地理信息系统空间数据结构	(37)
第一节 空间数据及其特征	(37)
第二节 空间数据的拓扑关系	(41)
第三节 空间数据结构	(45)
第四节 矢量结构与栅格结构的比较及转换	(49)
第五节 空间数据的编码方法	(56)
第四章 地理信息系统空间数据库	(65)
第一节 空间数据库概述	(65)
第二节 数据库系统的组成与结构	(70)
第三节 数据库管理系统	(75)
第四节 数据库模型	(78)
第五节 空间信息查询	(95)
第五章 空间分析	(99)
第一节 空间信息量算	(100)
第二节 空间信息分类	(101)
第三节 缓冲区分析	(103)
第四节 叠加分析	(106)

第五节	网络分析·····	(110)
第六节	空间统计分析·····	(111)
第六章	数字高程模型·····	(113)
第一节	数字高程模型概述·····	(113)
第二节	数字高程模型的表示方法·····	(117)
第三节	数字高程模型的主要表示模型·····	(119)
第四节	规则矩形网格的生成·····	(123)
第五节	不规则三角网的生成方法·····	(127)
第六节	数字高程模型的分析和应用·····	(130)
第七章	地理信息系统在林业中的应用·····	(137)
第一节	数据库建设·····	(138)
第二节	森林资源管理地理信息系统·····	(141)
第三节	林业地理信息管理系统·····	(144)
第八章	农业种植结构调整空间决策支持系统·····	(148)
第一节	系统概述·····	(148)
第二节	系统详细设计·····	(148)
第三节	系统功能·····	(157)
第四节	应用实例·····	(160)
第九章	地理信息系统在园林中的应用·····	(169)
第一节	园林规划设计的依据与原则·····	(169)
第二节	基于 GIS 园林绿化现状调查与数据处理·····	(169)
第三节	基于 GIS 园林规划设计·····	(172)
第四节	基于 GIS 空间分析·····	(174)
第五节	数字园林框架的构建·····	(176)
参考文献	·····	(179)

第一章 绪 论

21 世纪是信息时代,网络技术、信息处理技术、数据库技术、决策支持系统和智能应用系统的发展,使人类生活和社会面貌发生了深刻的变化,极大地促进了环境、资源、城市等学科在规划、管理、决策、分析过程中的可靠性和科学性。地理信息系统作为重要组成部分,日益受到相关部门的重视。

第一节 地理信息系统的基本概念



一、数据与信息

数据是通过数字化并记录下来的可以被识别的符号,用以定性或定量地描述事物的特征和状况,数字、文字、符号、图像和声音等都可以是数据,而并非只有能输入计算机系统的才为数据。

信息是现实世界中各种事物的特征、形态以及不同事物间的联系等在人脑里的抽象反映。狭义的信息是指人们获得信息前后对事物认识的差别;广义的信息是指主体与外部客体之间的一切有用信息或知识,是表征事物特征的一种普遍形式。

信息具有与客观事实紧密相关的客观性;信息具有实时性和时间价值的时效性;信息具有可以在时空之间实现传递的传输性;信息具有可以在多个用户之间传输,为多个用户共享的共享性等特点。

二、数据与信息的关系

信息与数据是不可分离的,有着十分密切的联系。数据是信息的载体,是反映客观事物属性的记录。数据是信息的表达形式。任何事物的属性都是通过数据来表达的。数据通过解释才有意义,经过加工处理才成为信息,只有理解了数据的含义,对数据作解释,才能得到数据中所包含的信息。

信息是数据的内涵,是数据的内容和解释。信息必须通过数据才能传播。如数字“0”和“1”,当用来表示某种地理现象在某个地域内是否存在时,它就具有了存在

(用“1”表示)和不存在(用“0”表示)的信息。如数据 2, 4, 6, 8, …, 是一组数据, 分析后得出它是一组等差数列, 那它是一条信息, 是有用的数据; 而数据 2, 41, 6, 11, …, 不能说明任何东西, 它就不是信息。

三、地理数据与地理信息

地理数据是直接或间接关联着相对地球的某个地点的数据, 是表示地理位置、分布特点的自然现象和社会现象的诸要素文件。它包括自然地理数据和社会经济数据。如土地利用类型数据、植被数据、土壤数据、水文数据、地质地貌数据、城镇居民地数据、行政界限及社会经济数据等。

地理信息是广义信息的概念, 它不随数据形式的改变而改变。地理信息 (geographic information) 是指与地理空间分布有关的信息, 它是以数字、文字、图形、图像形式表示的地表物体和环境固有的数量、质量、分布特征、联系及规律的总称。

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, 其位置的识别是与数据联系在一起的, 它具有区域性, 这是地理信息区别于其他类型信息的最显著的标志。地理信息又具有多维结构的特征, 即在同一 XY 位置上具有多个专题和属性的信息结构。例如在一个地面点位上, 可取得高度、噪声、污染、交通等多种信息。而且, 地理信息有明显的时序特征, 即动态变化的特征, 这就要求及时采集和更新它们, 并根据多时相的数据和信息来寻找随时间变化的分布规律, 进而对未来作出预测或预报。

四、地理信息系统的定义

地理信息系统 (Geographic Information System), 简称 GIS, 是一种同时管理地理空间信息和数据库属性数据的信息系统。在传统的信息系统中, 数据主要保存在数据库中, 如果数据库中的数据仅以文字的形式表现出来, 不仅形式呆板, 而且可能将一些重要的信息隐藏在文字背后。如果借助地图的形式来表达, 就会很生动。最原始的解决方案是使用一张纸地图, 在上面将数据库的数据标出, 然后在地图上分析, 这种方法非常烦琐, 如果利用 GIS 提供的数据的地理属性, 就可以将这些数据分层、分类叠加在电子地图上, 并且地图对象与数据库属性数据建立对应关系, 这样通过 GIS 就可以轻松地实现地图与数据库的双向查询。例如对投资环境的分析, 需要用到现代理论和方法, 这些理论和方法涉及的范围很广, 包括区位论、城市土地经济理论、城市空间经济学、城市交通经济学、模糊数学、层次分析法、统计方法和数据库方法、专家系统法等, 仅凭某种方法是不能胜任对投资环境的分析, GIS 是能使现代理论和方法统一在一起的唯一的信息系统。

由此可以看出, GIS 给信息系统带来的不仅仅是使显示地图锦上添花, 而且是通过将数据进行直观的、可视化的分析和查询, 发掘隐藏在文本数据之中的各种潜在的联系, 为用户提供一种崭新的决策支持方式。

地理信息系统是处理地理信息的系统。首先, GIS 是一种计算机系统, 它具备一般计算机系统所具有的功能, 如采集、管理、分析和表达数据等功能。其次, GIS 处理的数据都和地理信息有着直接间接的关系。地理信息是有关地理实体的性质、特征、运动状态的表征和一切有用的知识, 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或现象所在的位置; 属性数据有时又称做非空间数据, 是属于一定地物或现象、描述其特征的定性或定量指标; 时域特征是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段。

D. J. Cowen(1988)在分析现有地理信息系统定义的基础上, 将其归结为以下四类:

1. 面向数据处理过程的定义

这种定义认为地理信息系统由地理数据的输入、存储、查询、分析与输出等子系统组成。过程定义本身很清楚, 强调数据的处理流程, 但其外延太广泛, 不利于将地理信息系统与其他地理数据自动化处理系统分开。

2. 面向专题应用的定义

在面向过程定义的基础上, 按其分析的信息类型来定义地理信息系统, 如土地利用信息系统、矿产资源管理信息系统、投资环境评估信息系统、城市交通管理信息系统等。面向专题应用的定义有助于描述地理信息系统的应用领域范畴。

3. 工具箱定义

这种定义基于软件系统分析的观点, 认为地理信息系统包括各种复杂的处理空间数据的计算机程序和各种算法。工具箱定义系统地描述了地理信息系统软件应具备的功能, 为软件系统的评价提供了基本的技术指标。

4. 数据库定义

在工具箱定义的基础上, 更加强调分析工具和数据库间的连接。一个通用的地理信息系统可看成是许多特殊的空间分析方法与数据管理系统的结合。

另外, 从地理信息系统在实际应用中的作用与地位来看, 目前对地理信息系统的认识可归纳为三个相互独立又相互关联的观点。一是地图观点, 强调地理信息系统作为信息载体与传播媒介的地图功能, 认为地理信息系统是一种地图数据处理与显示系统, 每个地理数据集可看成是一张地图, 通过地图代数实现数据的操作与运算, 其结果仍然表现为一张具有新内容的地图。测绘及各种专题地图部门非常重视地理

信息系统的快速生产高质量地图的能力。第二种观点称为数据库观点,多为具有计算机科学背景的用户所接纳,强调数据库系统在地理信息系统中的重要地位,认为一个完整的数据库管理系统是任何一个成功的地理信息系统不可缺少的部分。第三种观点则是分析工具观点,强调地理信息系统的空间分析与模型分析功能,认为地理信息系统是一门空间信息科学。第三种观点普遍为地理信息系统界所接受,并认为这是区分地理信息系统与其他地理数据自动化处理系统的唯一特征。

目前,对地理信息系统的定义还存在分歧。这种分歧起因于地理信息系统本身诞生历史不长、发展速度很快、应用领域广泛等因素。因此,地理信息系统的定义可能基于系统具备的功能,也可能基于应用或其他方面。美国 Parker 认为“地理信息系统是一种存储、分析和显示空间数据的信息技术”;Michael Goodchild 认为“地理信息系统是采集、存储、管理、分析和显示有关地理现象信息的综合系统”;美国联邦数字地图协调委员会认为“地理信息系统是由计算机硬件、软件 and 不同方法组成的系统,该系统设计来支持空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示,以便解决复杂的规划和管理问题”;加拿大 Roger Tomlinson 认为“地理信息系统是全方位分析和操作地理数据的数字系统”;Peter Burroughs 认为“地理信息系统属于从现实世界中采集、存储、提取、转换和显示空间数据的一组有力工具”;俄罗斯学者认为“地理信息系统是一种解决各种复杂的地理相关问题,以及具有内部联系的工具集合”。

不同的人从不同的角度对地理信息系统的定义不尽相同,综上所述,地理信息系统从技术内涵角度定义为用于采集、模拟、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统。地理信息系统是有关空间数据管理和空间信息分析的计算机系统。从 GIS 系统应用角度,可进一步定义为:“GIS 由计算机系统、地理数据和用户组成,通过对地理数据的集成、存储、检索、操作和分析,生成并输出各种地理信息,从而为土地利用、资源评价与管理、环境监测、交通运输、经济建设、城市规划以及政府部门行政管理提供新的知识,为工程设计和规划、管理决策服务。”

GIS 是涉及地学、测量学、数学、空间科学、信息科学、管理科学的一门新兴的交叉学科,同时,地理信息系统是以地理空间数据库为基础,采用地理模型分析方法,实时提供多种空间的动态地理信息,为地理研究和地理决策服务的计算机决策支持技术系统。

第二节 地理信息系统的特征

一般来说,地理信息系统处理数据具有多样性,既包括地图和影像数据,也包括以光盘、磁带为载体的数据,这些数据描述地理空间实体的空间特征和属性特征。地理信息系统的数据库是按统一地理坐标系进行编码,数据的空间特征和属性特征相关

联,实现地理实体的空间定位、定性和定量描述。地理信息系统具有空间分析功能,通过建立空间模型分析空间数据,模拟空间运行过程,实现辅助决策和预测。

地理信息系统与一般的管理信息系统区别为:(1)地理信息系统在分析处理问题中使用了空间数据与属性数据,并通过数据库管理系统将两者联系在一起共同管理、分析和应用,从而提供了认识地理现象的一种新的思维方法;而管理信息系统则只有属性数据库的管理,即使存储了图形,也往往以文件形式等机械形式存储,不能进行有关空间数据的操作,如空间查询、检索、相邻分析等,更无法进行复杂的空间分析。(2)地理信息系统强调空间分析,通过利用空间解析式模型来分析空间数据,地理信息系统的成功应用依赖于空间分析模型的研究与设计。

地理信息系统具有如下三个特征:

一、空间可视化

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,使我们对于在空间中各事物的状态有一个非常直观的感受。无论是在屏幕上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,都使我们对现实世界空间关系的认识更为直观、具体。

2. 地物专题属性信息的可视化

地理信息系统的空间可视化功能还包括对空间分布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,并能够完善地建立二者之间的联系。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、直辖市、自治区人口统计数据,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。

二、空间导向(空间查询与浏览)

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。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”,并及时将地图的显示范围缩放到所有“公园”空间分布的范围内,这样同样是空间导向作用的体现。利用地理信息系统,我们不仅可以纵览研究区域的全域,还可以利用缩放和漫游等 GIS 所提供的基本功能,深入到我们更感兴趣的区域去研究。一个完善的地理信息系统提供了空间数据库功能,使我们可以以小比例尺查看全局,以中比例尺查看局部,以大

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是相似的。

三、空间思维(空间分析)

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。地理信息系统的空间数据库在存储各地物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 空间数据库中并存储的信息。专业地理信息系统软件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。

第三节 地理信息系统的类型

地理信息系统分为工具型地理信息系统、应用型地理信息系统、实用型地理信息系统。

一、工具型地理信息系统

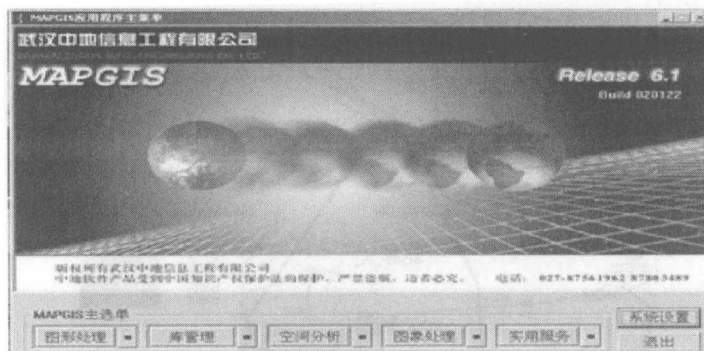
工具型地理信息系统也称地理信息系统开发平台或外壳,它是具有地理信息系统基本功能,供其他系统调用或用户进行二次开发的操作平台(图 1-1)。

二、应用型地理信息系统

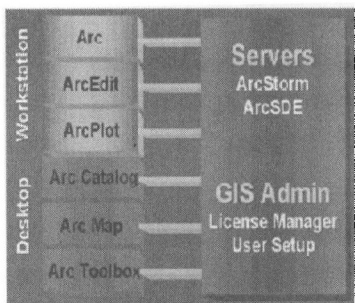
应用型地理信息系统是根据用户的需求和应用目的而设计的一种解决一类或多类实际应用问题的地理信息系统,除了具有地理信息系统的基本功能外,还具有解决地理空间实体及空间信息的分布规律、分布特性及相互依赖关系的应用模型和方法。应用型地理信息系统按研究对象性质和内容又可分为专题地理信息系统(thematic GIS)和区域地理信息系统(regional GIS)。

1. 专题地理信息系统

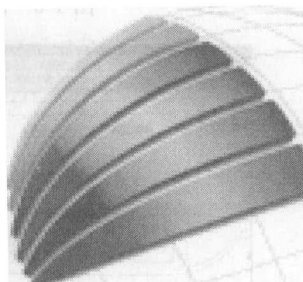
专题地理信息系统是为特定目的和专业服务,具有有限目标和专业特点的地理信息系统。如森林动态监测信息系统、农作物估产信息系统、草场资源管理信息系



MAPGIS



ARCGIS



MAPINFO

图 1-1 工具型地理信息系统

统、水土流失信息系统、交通规划信息系统、土地详查信息系统(图 1-2)、配电网信息系统(图1-3)、环境保护信息系统(图 1-4)等。

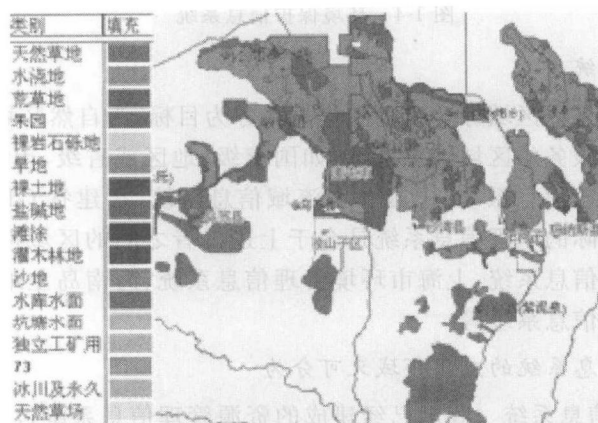


图 1-2 土地详查信息系统

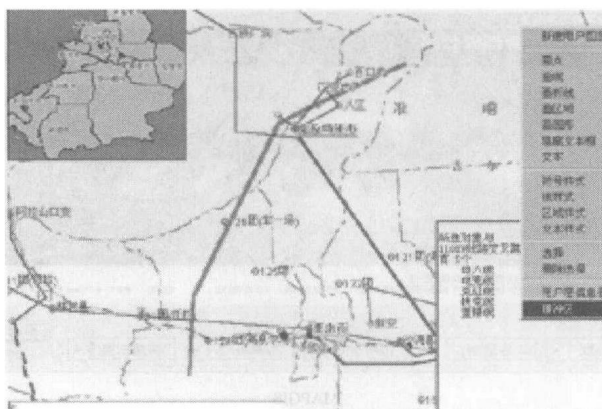


图 1-3 配电网信息系统

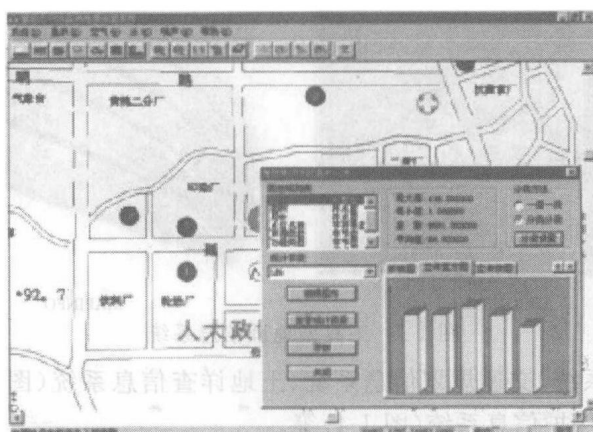


图 1-4 环境保护信息系统

2. 区域信息系统

区域信息系统是以区域综合研究和信息服务为目标,为自然区划、不同级别行政区或流域为单位而服务的区域信息系统,如国家级、地区或省级、市级或县级信息系统等。如加拿大国家信息系统、中国黄河流域信息系统、福建省 GIS 基础数据库信息系统等。许多实际的地理信息系统是介于上述二者之间的区域性专题信息系统。如北京市水土流失信息系统、上海市环境管理信息系统、海南岛土地评价信息系统、河南省冬小麦估产信息系统等。

3. 依照地理信息系统的应用领域又可分为

(1)资源管理信息系统 我国已经建成的资源管理信息系统包括土地利用现状数据库、土地利用规划数据库、基本农田数据库、各类矿产资源数据库等。

(2)城乡规划地理信息系统 城乡规划地理信息系统要涉及资源、环境、人口、交

通、经济、教育、文化、金融等领域的大量数据,将这些数据信息抽象、综合建立统一的数据库系统,进行城市与区域多目标开发规划,包括城镇总体规划、城市建设用地适宜性评价、道路交通规划、城市环境动态监测等方面。

第四节 地理信息系统的组成和功能

在我国,地理信息系统又称为资源与环境信息系统。地理信息系统主要由四个部分构成,即硬件系统、软件系统、地理空间数据和系统管理操作人员。其核心是软件系统,空间数据库反映了 GIS 的地理内容,而管理人员和用户则决定系统的工作方式和信息表示方式。

一、硬件系统

计算机硬件系统是计算机系统中的实际物理装置的总称,可以是电子的、电的、磁的、机械的、光的元件或装置,是 GIS 的物理外壳。系统的规模、精度、速度、功能、形式、使用方法甚至软件都与硬件有极大的关系,受硬件指标的支持或制约。GIS 由于其任务的复杂性和特殊性,必须由计算机设备支持。构成计算机硬件系统的基本组件包括输入/输出设备、中央处理单元、存储器等,这些硬件组件协同工作,向计算机系统提供必要的信息,使其完成任务;保存数据以备现在或将来使用;将处理得到的结果或信息提供给用户。

二、软件系统

GIS 运行所需的软件系统如下:

1. 计算机系统软件

由计算机厂家提供的、为用户使用计算机提供方便的程序系统,通常包括操作系统、汇编程序、编译程序、诊断程序、库程序以及各种维护使用手册、程序说明等,是 GIS 日常工作所必需的软件。

2. 地理信息系统软件和其他支持软件

包括通用的 GIS 软件包,也可以包括数据库管理系统、计算机图形软件包、计算机图像处理系统、CAD 等,用于支持对空间数据输入、存储、转换、输出和与用户接口。

3. 应用分析程序

系统开发人员或用户根据地理专题或区域分析模型编制的用于某种特定应用任务的程序,是系统功能的扩充与延伸。在 GIS 工具支持下,应用程序的开发应是透明的和动态的,与系统的物理存储结构无关,而随着系统应用水平的提高不断地优化

和扩充。应用程序作用于地理专题或区域数据,构成 GIS 的具体内容,这是用户最为关心的真正用于地理分析的部分,也是从空间数据中提取地理信息的关键。用户进行系统开发的大部分工作是开发应用程序,而应用程序的水平在很大程度上决定系统的应用性优劣和成败。

三、系统开发、管理与使用人员

人是 GIS 中的重要构成因素,地理信息系统从其设计、建立、运行到维护的整个生命周期,处处都离不开人的作用。仅有系统软硬件和数据还不能构成完整的地理信息系统,还需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、系统扩充完善、应用程序开发,并灵活采用地理分析模型提取多种信息,为研究和决策服务。对于合格的系统设计、运行和使用来说,地理信息系统专业人员是地理信息系统应用的关键,而强有力的组织是系统运行的保障。

四、地理空间数据

地理空间数据是以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文经济景观数据,可以是图形、图像、文字、表格和数字等。它是由系统的建立者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其他系统通信输入 GIS,是系统程序作用的对象,是 GIS 所表达的现实世界经过模型抽象的实质性内容。不同用途的 GIS 其地理空间数据的种类、精度均不相同,一般情况下包括如下三种数据:

1. 已知坐标系中的位置

即几何坐标,标识地理景观在自然界或包含某个区域的地图中的空间位置,如经纬度、平面直角坐标、极坐标等,采用数字化仪输入时通常采用数字化仪直角坐标或屏幕直角坐标。

2. 实体间的空间关系

实体间的空间关系通常包括:度量关系,如两个地物之间的距离远近;延伸关系(或方位关系),定义了两个地物之间的方位;拓扑关系,定义了地物之间连通、邻接等关系,是 GIS 分析中最基本的关系,其中包括了网络节点与网络线之间的枢纽关系、边界线与面实体间的构成关系、面实体与岛或内部点的包含关系等。

3. 与几何位置无关的属性

即通常所说的非几何属性或简称属性,是与地理实体相联系的地理变量或地理意义。属性分为定性的和定量的两种,前者包括名称、类型、特性等,后者包括数量和等级;定性描述的属性如土壤种类、行政区划等,定量的属性如面积、长度、土地等级、人口数量等。非几何属性一般是经过抽象的概念,通过分类、命名、量算、统计得到。

任何地理实体至少有一个属性,而地理信息系统的分析、检索和表示主要是通过属性的操作运算实现的,因此,属性的分类系统、量算指标对系统的功能有较大的影响。

第五节 GIS 的国内外发展概况

GIS 是为解决资源与环境等全球性问题而发展起来的技术与产业。GIS 起源于 20 世纪 60 年代,1963 年,加拿大测量学家汤姆林森(Roger F. Tomlinson)博士提出把常规地图变成数字形式地图并存入计算机的想法。加拿大开始研究建立世界上第一个地理信息系统(CGIS),随后又出现了美国哈佛大学的 SYMAP 和 GRID 等系统。自那时起,GIS 开始服务于经济建设和社会生活。在北美、西欧和日本等发达国家,现在已建立了国家级、洲际之间以及各种专题性的地理信息系统。我国 GIS 的研究与应用始于 20 世纪 80 年代,近 30 年来发展也十分迅速,在计算机辅助绘制地图等方面开展了大量基础性的试验与研究工作,在理论、技术方法和实践经验等方面都有了长足的进步。

一、国外 GIS 发展的 4 个阶段

1. 学术探索阶段

20 世纪 50 年代,由于电子技术的发展及其在测量与制图学中的应用,人们开始有可能用电子计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据。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,随后这一技术被各国广泛应用于土地测绘与地籍管理。1963 年,加拿大测量学家首先提出地理信息系统这一术语,并建立了世界上第一个地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS),用于资源与环境的管理和规划。稍后,北美和西欧成立了许多与 GIS 有关的组织与机构,如美国城市与区域信息系统协会(URISA)、国际地理联合会(IGU)、地理数据收集和處理委员会(CGDPS)等,极大地促进了地理信息系统知识与技术的传播和推广应用。

2. 飞速发展阶段

20 世纪 70 年代,由于计算机技术的工业化、标准化与实用化,以及大型商用数据库系统的建立与使用,地理信息系统对地理空间数据的处理速度与能力取得了突破性进展。这个时期,不同专题、不同规模、不同类型的各具特色的地理信息系统在世界各地纷纷研制,美国、加拿大、英国、瑞典和日本等国对地理信息系统的研究都投入了大量的人力、物力、财力。美国纽约州立大学等许多大学开始注意培养地理信息系统方面的人才,创建地理信息系统实验室。1972 年,CGIS 全面投入运行和使用,