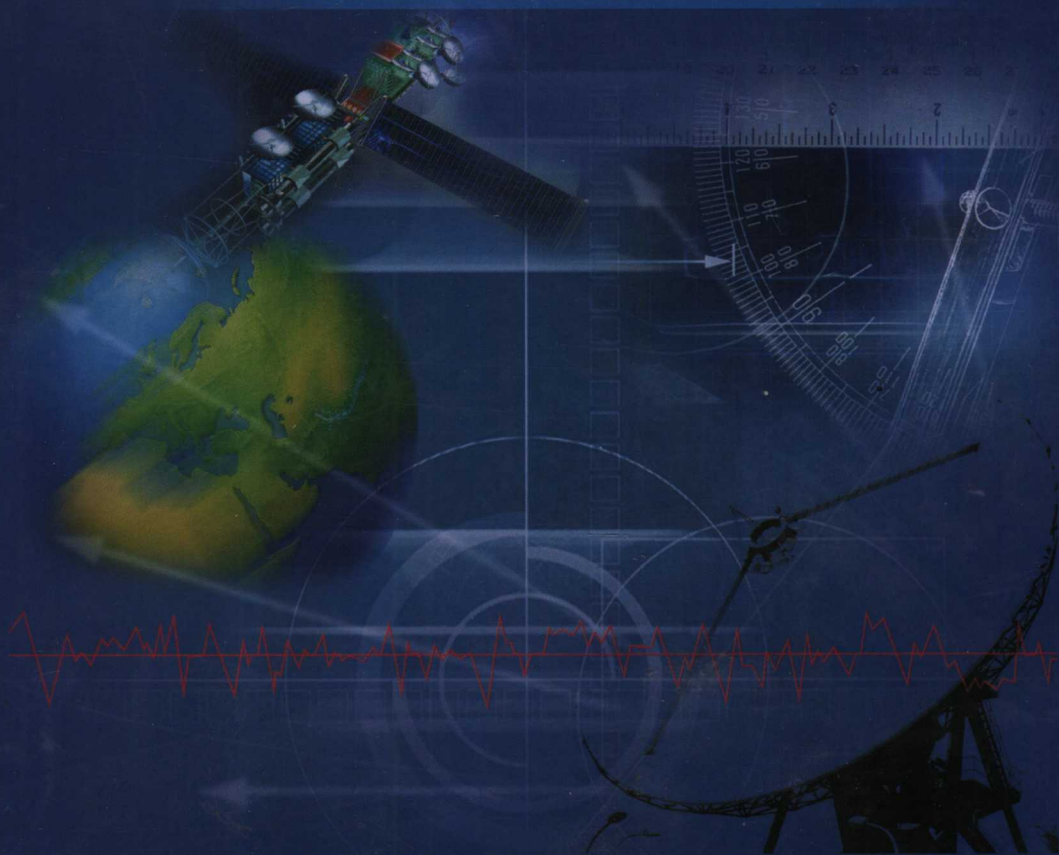


高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

地理信息系统原理

Dili Xinxi Xitong Yuanli

张东明 主编



黄河水利出版社

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

地理信息系统原理

主 编 张东明
参 编 宁永香 王 琴 马 驰
高永琴 章武英

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书是由高等学校测绘学科教学指导委员会指导和组织编写的,是测量工程专业高职高专层次的专业基础课“十五”规划通用教材。全书共分十章,主要是对 GIS 的基本理论、方法和技术的详细讲解。

本书可供高职高专院校 GIS 专业、测绘类专业教学使用,也可作为测绘工程、地理信息工程技术人员和计算机技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统原理/张东明主编. —郑州:黄河水利出版社,2007.8

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专规划教材

ISBN 978-7-80734-220-5

I.地… II.张… III.地理信息系统—高等学校:技术学校—教材 IV.P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 094915 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:15.25

字数:352 千字

印数:1—4 100

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-220-5/P·69

定价:25.00 元

高等学校测绘学科教学指导委员会“十五”高职高专
规划教材审定委员会

主 任 宁津生

副主任 陶本藻 王 依

委 员 赵文亮 方源敏 李晓桓

序

我国的高职高专教育经历了十余年的蓬勃发展,获得了长足的进步,如今已成为我国高等教育的重要组成部分,在国家的经济、社会和科技发展中发挥着积极的服务作用,测绘类专业的高职高专教育也是如此。为了加深高职高专教育自身的改革,并使其高质量地向前发展,教育部决定组建高职高专教育的各学科专业指导委员会。国家测绘局受教育部委托,负责组建和管理高职高专教育测绘类专业指导委员会,并将其设置为全国高等学校测绘学科教学指导委员会下的一个分委员会。第一届分委员会成立后的第一件事就是根据教育部的要求,研讨和制定了我国高职高专教育的测绘类专业设置,新设置的专业目录已上报教育部和国家测绘局。随后组织委员和有关专家按照新的专业设置制定了“十五”期间相应的教材规划。在广泛征集有关高职高专院校意见的基础上,确定了规划中各本教材的主编和参编院校及其编写者,并规定了完成日期。为了保证教材的学术水平和编写质量,教学指导分委员会还针对高职高专教材的特点制定了严格的教材编写、审查及出版的流程和规定,并将其纳入高等学校测绘学科教学指导委员会统一管理。

经过各相关院校编写教师们的努力,现在第一批规划教材正式出版发行,其他教材也将会陆续出版。这些规划教材鲜明地突出了高职高专教育中专业设置的职业性和教学内容的应用性,适应高职高专人才的职业需求,必定有别于高等教育的本科教材,希望在高职高专教育的测绘类专业教学中发挥很好的作用。

这里要特别指出,黄河水利出版社在获悉我们将出版一批规划教材后,为了支持和促进测绘类专业高职高专教育的发展,经与教学指导委员会协商,今后高职高专测绘类专业的全部规划教材都将由该社统一出版发行。这里谨向黄河水利出版社表示感谢。

由教学指导委员会按照新的专业目录,组织、规划和编写高职高专测绘类专业教材还是初次尝试,希望有测绘类专业的各高职高专院校能在教学中使用这些规划教材,并从中发现问题,提出建议,以便修改和完善。

高等学校测绘学科教学指导委员会主任
中国工程院院士



2005年7月10日于武汉

前 言

地理信息系统(GIS)是测绘、地理、资源、环境、遥感、计算机、信息管理技术等多学科交叉的边缘学科。它是数据采集、存储、管理、描述、分析地球表面及空间和地理分布有关的信息系统。近几年来, GIS、RS(遥感)、GPS(全球卫星定位系统)技术及其集成技术(“3S”集成技术)在我国的研究与应用越来越广泛,成为了测绘新技术发展的一个崭新方向。GIS、RS、GPS技术已经形成了产业化,为了适应这些新技术的应用需要,国内GIS教育如雨后春笋般发展起来。很多高校在原来地图学、遥感、资源与环境、测绘等学科的基础上开设了地理信息系统专业。高职高专专业目录中也增设了地理信息与地图制图技术专业,高职高专院校中的GIS教育在测绘类专业的基础上起步,目前处于发展阶段。

高职高专地理信息人才培养的目标是培养能将地理信息科技成果转化成生产力的高素质职业岗位技术应用型专门人才。GIS教学主要突出信息获取和数据采集方面的内容,面向生产及工程一线,全面提高学生的实际操作能力、工程应用能力和创新能力。

在编写过程中考虑到高职高专学生的实际情况,对GIS的基本理论、方法和技术作了详细的讲解,对于GIS的开发等较高层次的内容仅作简单介绍,同时为满足GIS软件实践教学的需要,在书中专门增加了软件应用章节。软件应用章节可根据各院校的教学情况采用,也可供学生自学使用。

本书由昆明冶金高等专科学校的张东明确定编写大纲和整体结构。参加编写的人员有宁永香、王琴、马驰、高永琴、章武英。各章节的编写分工如下:第一章和第八章由王琴(黄河水利职业技术学院)编写;第二章和第七章由宁永香(太原理工大学阳泉学院)编写;第三章和第四章由章武英(甘肃林业职业技术学院)编写;第五章由高永琴(河北工程技术高等专科学校)编写;第六章由张东明(昆明冶金高等专科学校)编写;第九章和第十章由马驰(沈阳农业大学)编写。本书由张东明负责统稿、定稿。

本书的编写得到了全国测绘学科教学指导委员会高职高专分委会的大力支持,2006年6月在郑州召开了教材编写大纲的讨论和审定会议,为编写工作打下了坚实的基础。本书是参与编写的各院校教师共同努力的结果,同时,本书在编写过程中参阅了大量的书籍,在此对这些书籍的作者表示感谢。

由于GIS技术的不断发展和更新,书中错误在所难免,希望读者不吝指正。

编 者

2007年3月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 地理信息系统的基本概念.....	(1)
第二节 地理信息系统的组成.....	(5)
第三节 地理系统的功能.....	(7)
第四节 GIS的发展	(10)
思考题	(14)
第二章 地理信息系统的数据结构	(15)
第一节 概 述	(15)
第二节 空间数据的拓扑关系	(17)
第三节 矢量数据结构	(19)
第四节 栅格数据结构	(26)
思考题	(33)
第三章 空间数据的获取与处理	(34)
第一节 GIS的数据来源	(34)
第二节 空间数据的编码	(36)
第三节 空间数据的获取	(41)
第四节 空间数据录入后的处理	(47)
第五节 地理信息系统的数据质量	(57)
思考题	(67)
第四章 空间数据库	(68)
第一节 数据库概述	(68)
第二节 数据库系统的数据模型	(72)
第三节 GIS空间数据库	(76)
第四节 GIS中空间数据库的数据模型	(78)
第五节 面向对象数据库系统	(79)
思考题	(85)
第五章 空间数据查询与分析	(87)
第一节 空间数据查询	(87)
第二节 空间数据分析	(91)
第三节 数字地形模型及地形分析.....	(103)
思考题.....	(111)
第六章 地理信息与地图制图	(112)
第一节 地理信息数据表现.....	(112)

第二节	专题信息与专题地图设计	(120)
第三节	地理信息与计算机地图制图	(128)
第四节	地理信息的可视化技术	(132)
第五节	电子地图系统简介	(137)
	思考题	(140)
第七章	地理信息系统应用技术	(142)
第一节	“3S”集成技术及应用	(142)
第二节	网络地理信息系统及应用	(147)
第三节	地理信息系统在测绘、国土等行业中的应用	(154)
	思考题	(156)
第八章	MAPGIS 软件应用	(157)
第一节	MAPGIS 软件简介	(157)
第二节	图形输入	(161)
第三节	图形编辑	(168)
第四节	MAPGIS 地图制图与输出	(177)
	思考题	(182)
第九章	ArcMap 软件应用	(183)
第一节	ArcGIS 简介	(183)
第二节	ArcMap 基础功能应用	(185)
第三节	ArcMap 地图与数据编辑	(192)
第四节	ArcMap 空间查询与分析操作	(198)
第五节	ArcMap 地图制图与输出	(202)
	思考题	(206)
第十章	MapInfo 软件应用	(207)
第一节	MapInfo 软件简介	(207)
第二节	MapInfo 基础功能应用	(209)
第三节	MapInfo 数据表的管理与操作	(215)
第四节	MapInfo 空间查询与分析操作	(220)
第五节	MapInfo 地图制图与输出	(226)
	思考题	(231)
	参考文献	(232)

第一章 绪 论

地理信息系统是利用计算机存储、处理地理信息的一种技术与工具,是一种在计算机软件、硬件支持下,把各种资源信息和环境参数按空间分布或地理坐标,以一定格式和分类编码输入、处理、存储、输出,以满足应用需要的人—机交互信息系统。它通过对多要素数据的操作和综合分析,方便快速地把所需要的信息以图形、图像、数字等多种形式输出,满足各应用领域或研究工作的需要。本章将重点介绍地理信息系统的基本概念,如信息、数据、地理信息、地理数据、信息系统和地理信息系统,同时介绍其组成、功能、发展历史和展望。

第一节 地理信息系统的基本概念

1 信息和数据

1.1 信息

1.1.1 信息的含义

关于信息有各种不同定义,狭义信息论将信息定义为“两次不定性之差”,即指人们获得信息前后对事物认识的差别。广义信息论认为:信息是主体与外部客体之间相互联系的一种形式,是主体和客体之间一切有用的消息和知识,是表征事物特征的一种普遍形式。

信息是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的的内容、数量或特征,从而向人(或系统)提供关于现实世界新的事实和知识,作为生产、建设、经营、管理、分析和决策的依据。

在信息系统中,信息是向人或机器提供关于现实世界各种事实的知识,是经过加工后的数据,是数据、消息中所包含的意义,它不随载体的物理设备形式的改变而改变。

1.1.2 信息的特点

信息来源于数据,具有以下特点:

(1)客观性。信息是客观存在的,任何信息都是与客观事物紧密联系的,但同一信息对不同的部门来说会有完全不同的重要性。任何信息都是与客观事实紧密相关的,这是信息正确性和精确度的保证。

(2)实用性。信息系统将地理空间的巨大数据流收集、组织和管理起来,经过处理、转换和分析,变为生产、管理、经营、分析和决策的依据,因而它具有广泛实用性。

(3)传输性。信息可以在信息发送者和接收者之间传输,既包括系统把有用信息送至终端设备(包括远程终端)和以一定形式或格式提供给有关用户,也包括信息在系统内同各个子系统之间的传输和交换。信息在传输、使用、交换时其原始意义不改变。

(4)共享性。现代信息社会中,信息共享是一个最基本的特点。信息可以传输给多个用户,为多个用户共享,而其本身并无损失。

1.2 数据

对于计算机而言,数据是指输入到计算机并能被计算机进行处理的一切现象(数字、文字、符号、声音、图像等)。计算机环境中数据是描述实体或对象的唯一工具。数据是用以载荷信息的物理符号,没有任何实际意义,只是一种数学符号的集合,只有在其上加上某种特定的含义,它才代表某一实体或现象,这时数据才能变成信息。数字、文字、符号、图像都是数据。数据是客观对象的表示,而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地面目标或物体的形状、大小和位置等信息;从遥感图像数据中可以提取出各种地物的图形大小和专题信息。

信息与数据是不可分离的。信息由与物理介质有关的数据表达,数据中所包含的意义就是信息。数据是信息的载体,但并不就是信息。只有理解了数据的含义,对数据做出解释,才能提取数据中所包含的信息。对数据进行处理(运算、排序、编码、分类、增强等)就是为了得到数据中包含的信息。

2 地理信息和地理数据

2.1 地理信息

地理信息是指与空间地理分布有关的信息,它是指表示地表物体和环境固有的数量、质量、分布特征、联系和规律的数字、文字、图形、图像等的总称。地理信息是对表达地理特征与地理现象之间关系的地理数据的解释。地理信息除了具有信息的一般特性外,还具有以下独特特性:

(1)区域性。地理信息属于空间信息,其位置是通过数据进行标识的,这是地理信息区别于其他类型信息最显著的标志。区域性即是指按照特定区域的经纬网或公里网建立的地理坐标来实现空间位置的识别,并可以按照指定的区域进行信息的并或分。

(2)多维性。是指在二维空间的基础上,实现多个专题的第三维结构。

(3)动态性。是指地理信息的动态变化特征,即时序特征。可以按时间尺度将地理信息划分为超短期的(如台风、地震)、短期的(如江河洪水、秋季低温)、中期的(如土地利用、作物估产)、长期的(如城市化、水土流失)、超长期的(如地壳变动、气候变化)等。这就要求及时采集和更新地理信息,并根据多时相区域性指定特定的区域。

2.2 地理数据

地理数据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、属性特征及时态特征三部分。空间位置数据描述地物所在位置,这种位置既可以根据大地参照系定义,如大地经纬度坐标,也可以定义为地物间的相对位置关系,如空间上的距离、邻接、重叠、包含等;属性数据又称为非空间数据,是对地物特征的定性或定量描述,即描述了信息的非空间组成部分,包括语义与统计数据等;时态特征是指地理数据采集或地理现象发生的时刻或时段,时态数据对环境模拟分析非常重要,越来越受到地理信息系统学界的重视。从地理实体到地理数据、从地理数据到地理信息的发展,反映了人类认识的一个巨大飞跃。

3 信息系统和地理信息系统

3.1 信息系统

信息系统是具有采集、处理、管理和分析功能的系统,它能为企业部门或组织的决策过程提供有用信息。信息系统大部分都由计算机系统支持,并由计算机硬件、软件、数据和用户四大要素组成。另外,智能化的信息系统还包括知识。计算机硬件包括各类计算机处理及终端设备;软件是支持数据信息的采集、存储加工、再现和回答用户问题的计算机程序系统;数据则是系统分析与处理的对象,构成系统的应用基础;用户是信息系统所服务的对象。

根据信息系统所执行的任务,信息系统可分为事务处理系统和决策支持系统。事务处理系统强调的是数据的记录和操作,如民航订票系统是其典型示例之一。决策支持系统是用以获得辅助决策方案的交互式计算机系统,一般是由语言系统、知识系统和问题处理系统共同构成。在基于计算机的信息系统中,处理过程的作用是告诉人们各部分间的相互关系,如图 1-1 所示。

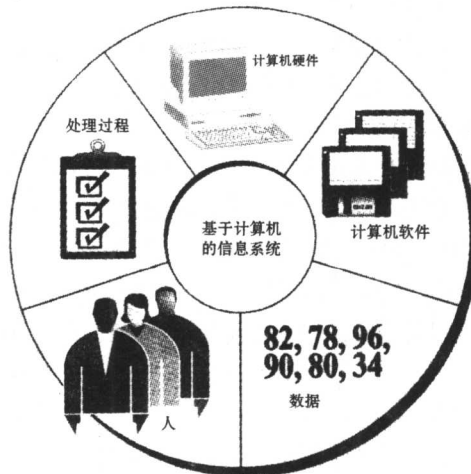


图 1-1 信息系统的组成

3.2 地理信息系统

3.2.1 地理信息系统的定义

地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机软、硬件系统支持下,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。地理信息系统处理、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。

地理信息系统定义为:在计算机软硬件支持下,以采集、存储、管理、处理、检索、分析和显示空间物体的地理分布数据及与之相关的属性,并以回答用户问题等为主要任务的技术系统。

地理信息系统具有信息系统的各种特点。地理信息系统与其他信息系统的主要区别在于其存储和处理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要素和地理现象,这些地理特征至少由空间位置参考信息和非位置信息(属性信息)两个部分组成。

通过上述的讨论,可提出 GIS 的基本概念如下:

(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、面方式编码并以 (x, y) 坐标串储存管理的离散型空间数据,或者以一系列栅格单元表达的连续型空间数据。空间数据的最根本特点是每一个地理目标都按统一的地理坐标进行编码,实现对其定位、定性、定量和拓扑关系的描述。GIS 以空间数据作为处理和操作的主要对象,这是它区别于其他类型信息系统的根本标志,也是其技术难点所在。

(3)GIS 的技术优势在于它的数据综合、模拟与分析评价能力,可以得到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。这就是 GIS 的研究核心,也是 GIS 的重要贡献。

(4)GIS 与测绘学和地理学有着密切的关系。大地测量、工程测量、矿山测量、地籍测量、航空摄影测量和遥感技术为 GIS 中的空间实体提供各种不同比例尺和精度的定位数据;电子速测仪、GPS 全球定位技术、解析或数字摄影测量工作站、遥感图像处理系统等现代测绘技术的使用,可直接、快速和自动地获取空间目标的数字信息产品,为 GIS 提供丰富和更为实时的信息源,并促使 GIS 向更高层次发展。综上所述,地理学是 GIS 的理论依托。

3.2.2 地理信息系统的分类

地理信息系统根据其研究范围的大小,可分为全球性信息系统和区域性信息系统;根据其研究内容,可分为专题信息系统和综合信息系统;根据其使用的数据模型,可分为矢量、栅格和混合型信息系统,如图 1-2 所示。

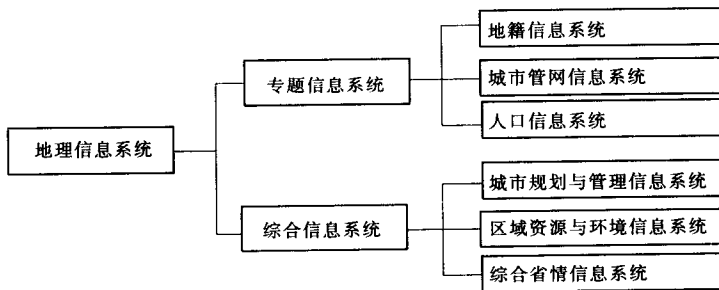


图 1-2 地理信息系统的分类

第二节 地理信息系统的组成

一个实用的 GIS 系统,要支持对空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示等功能,其基本组成一般包括以下五个主要部分:系统硬件、系统软件、空间数据、用户(应用人员)和应用模型。其核心部分是计算机系统(软件和硬件),空间数据反映 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。它们之间的关系如图 1-3 所示。



图 1-3 地理信息系统的组成

1 硬件系统

硬件系统包括各种硬件设备,是系统功能实现的物质基础,GIS 硬件平台的基本类型如图 1-4 所示,用以存储、处理、传输和显示地理信息或空间数据。计算机与一些外部设备及网络设备的联接构成 GIS 的硬件环境。

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、输出设备和网络设备。

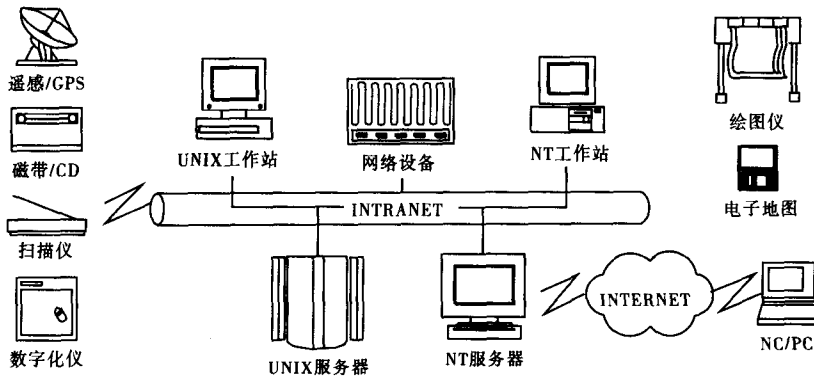


图 1-4 GIS 的硬件配置

(1)计算机主机。计算机是 GIS 的主机,它是硬件系统的核心,包括主机、服务器、桌面工作站,用做数据的处理、管理与计算。

(2)输入设备。包括数字化仪、扫描仪和全站型测量仪器等。

(3)存储设备。即磁带机、光盘机、活动硬盘和硬盘阵列等。

(4)输出设备。即绘图仪、打印机和高分辨率显示装置等。

(5)网络设备。包括布线系统、网桥、路由器和交换机等,具体的网络设备根据网络计算的体系结构来确定。

2 软件系统

计算机软件系统是 GIS 运行时所必需的各种程序,它由以下 3 部分组成。

2.1 计算机软件系统

主要指计算机操作系统,这些软件通常由计算机生产厂家提供。当今使用的操作系统有 UNIX、Windows 98/2000/XP、Windows NT、VMS 等。它们关系到 GIS 软件和开发语言使用的有效性,因此也是 GIS 软硬件环境的重要组成部分。

2.2 GIS 软件及其支撑软件

GIS 的软件层次见图 1-5。GIS 专业软件一般包含了处理地理信息的高级功能,可作为其他应用系统建设的平台。其代表产品有 ARC/INFO、MGE、MAPINFO、MAPGIS、GEOSTAR 等。它们包含的主要核心模块如下:

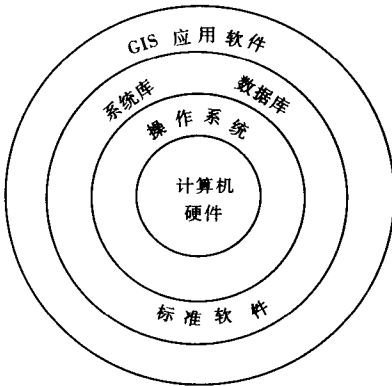


图 1-5 GIS 的软件层次

(1)数据输入和编辑。支持数字化仪手扶跟踪数字化、图形扫描及矢量化,以及对图形和属性数据提供修改和更新等编辑操作。

(2)空间数据管理。能对大型的、分布式的、多用户数据库进行有效的存储、检索和管理;数据处理和分析能转换各种标准的矢量格式和栅格格式数据,完成地图投影转换,支持各类空间分析功能等。

(3)数据输出。提供地图制作、报表生成、符号生成、汉字生成和图像显示等。

(4)用户界面。提供生产图形用户界面工具,使用户不用编程就能制作美观的图形用户界面。

(5)系统二次开发能力。利用提供的应用开发语言,可编写各种复杂的 GIS 应用系统。

2.3 应用程序

应用程序是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。

3 空间数据

空间数据是地理信息的载体,是地理信息系统的操作对象,它具体描述地理实体的空间特征、属性特征和时间特征。空间特征是指地理实体的空间位置及其相互关系;属性特

征表示地理实体的名称、类型和数量等;时间特征指实体随时间而发生的相关变化。

根据地理实体的空间图形表示形式,可将空间数据抽象为点、线、面三类元素,它们的数据表达可以采用矢量和栅格两种组织形式,分别称为矢量数据结构和栅格数据结构。

在地理信息系统中,空间数据是以结构化的形式存储在计算机中的,称为地理空间数据库。数据库由数据库实体和数据库管理系统组成。数据库实体存储有许多数据文件和文件中的大量数据,而数据库管理系统主要用于对数据的统一管理,包括查询、检索、增删、修改和维护等。

4 用户

人是 GIS 中的重要构成因素, GIS 不同于一幅地图, 而是一个动态的地理模型。仅有系统硬件和数据还不能构成完整的地理信息系统, GIS 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。一个周密规划的地理信息系统项目应包括负责系统设计和执行的项目经理、信息管理的技术人员、系统用户化的应用工程师以及最终运行系统的用户, 他们的业务素质和专业性是 GIS 工程及其应用成败的关键。

5 应用模型

GIS 应用模型的构建和选择也是系统应用成败至关重要的因素。虽然 GIS 为解决各种现实问题提供了有效的基本工具, 但对于某一专门应用目的的解决, 必须通过构建专门的应用模型, 例如土地利用适宜性模型、选址模型、洪水预测模型、人口扩散模型、森林增长模型、水土流失模型、最优化模型和影响模型等。

这些应用模型是客观世界中相应系统经由观念世界到信息世界的映射, 反映了人类对客观世界利用、改造的能动作用, 并且是 GIS 技术产生社会效益的关键所在, 也是 GIS 生命力的重要保证, 因此在 GIS 技术中占有十分重要的地位。

由于地理信息系统应用范围越来越广, 常规系统提供的处理和分析功能很难满足所有用户的要求。因此, 一个优秀的地理信息系统应当为用户提供二次开发手段, 以使用户开发新的空间分析模块, 即开发各种应用模型, 扩充地理信息系统功能。

第三节 地理信息系统的功能

1 基本功能

地理信息系统的基本数据流程为: 数据准备、数据输入、数据管理、数据处理、空间分析和数据输出。建立一个实用的地理信息系统, 从数据准备到系统完成, 内部必须经过各种数据转换。地理信息系统的功能主要是完成流程中不同阶段的数据转换工作。一般的 GIS 包括以下几项基本功能。

1.1 数据采集与输入

数据采集与输入是指在数据处理系统中将系统外部的原始数据传输给系统内部,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。对多种形式、多种来源的信息,可实现多种方式的数据输入。主要有图形数据输入,如地形图输入;栅格数据输入,如扫描图像的输入、遥感图像的输入;测量数据输入,如全球定位系统(GPS)数据的输入;属性数据输入,如数字和文字的输入等。

1.2 数据编辑与更新

数据编辑主要包括属性编辑和图形编辑。属性编辑主要与数据库管理结合在一起完成。图形编辑主要包括拓扑关系建立、图形编辑、图形整饰、图幅拼接、图形变换、投影变换、误差校正等功能。数据更新即以新的数据项或记录来替换数据文件或数据库中相对应的数据项或记录,它是通过删除、修改、插入等一系列操作来实现的。数据更新可以满足动态分析的需要,对自然现象的发生、发展做出合乎规律的预测预报。

1.3 数据存储与管理

数据存储,即将数据以某种格式记录在计算机内部或外部存储介质上。属性数据管理一般直接利用常用关系数据库软件,如 ORACLE、SQL Server、FoxBase、FoxPro 等进行管理。空间数据管理是 GIS 数据管理的核心,各种图形或图像信息都以严密的逻辑结构存放在空间数据库中。

1.4 空间查询与分析

空间查询与分析是 GIS 的核心,是 GIS 最重要的和最具有魅力的功能,也是 GIS 有别于其他信息系统的本质特征。主要包括数据操作运算、数据查询检索与数据综合分析。数据查询检索即从数据文件、数据库或存储装置中,查找和选取所需的数据。综合分析功能可以提高系统评价、管理和决策的能力,主要包括信息量测、属性分析、统计分析、二维模型分析、三维模型分析、多要素综合分析等。

1.5 数据显示与输出

数据显示是中间处理过程和最终结果的屏幕显示,通常以人机交互方式来选择显示的对象与形式,对于图形数据根据要素的信息量和密集程度,可选择放大或缩小显示。GIS 不仅可以输出全要素地图,也可以根据用户需要,分层输出各种专题图、各类统计图、图表及数据等。

1.6 二次开发与编程

为使 GIS 技术广泛应用于各个领域,满足不同的应用需要,它必须具备二次开发的环境,用户可在自己的编程环境中调用 GIS 的命令和函数,或者系统可将某些功能做成专门的控件供用户的开发语言调用等。这样,用户就可以非常方便地编制自己的菜单和程序,生成可视化的用户应用界面,完成 GIS 的各项应用功能的开发。

2 应用功能

2.1 资源管理

资源的清查、管理和分析是地理信息系统最基本的职能,也是应用最广的领域。其主要任务是将各种来源的数据汇集在一起,并通过系统的统计和覆盖分析功能,按多种边界

和属性条件,提供区域多种条件组合形式的资源统计和进行原始数据的快速再现。主要包括森林和矿产资源的**管理**、野生动植物的**保护**、土地资源潜力的**评价**和**土地利用规划**,以及**水资源的时空分布特征研究**等。

2.2 城乡规划

常规的城乡规划设计是在测绘人员提供的测绘图件、资料下进行的。由于 GIS 主要以数字地图的形式输入、输出,查询、分析直观易懂,因此很容易为规划设计人员所接受。在 GIS 中,由于所获取的测绘基础数据详尽、可靠、准确,大大提高了城乡规划的**科学性**。同时,计算机具有**高速运算和极强的逻辑判断功能**,可在短时间内提供多方案比选,增加了规划设计方案的**合理性**。而且,计算机可以自动地生成各种规划用图、表格和报告,利用数据库又易于删补、更新,因而还可以实现**城市规划的动态监控和动态设计**。通过对 GIS 的研究和使用,还可增强测绘人员和城市规划人员的协作,使信息的获取和使用臻于统一,促进城市规划工作。

2.3 测绘与地图制图

地理信息系统技术源于机助制图,一个地理信息系统拥有机助制图系统的所有组成和功能,并且地理信息系统还有**数据处理的功能**。

2.4 国土监测

借助遥感数据的搜集,利用地理信息系统,可以有效地用于森林火灾的**预测预报**、洪水灾情监测和洪水淹没损失的估算,为**救灾抢险和防洪决策**提供及时准确的信息。例如黄河三角洲地区的防洪减灾研究表明,在 ARC/INFO 地理信息系统支持下,通过建立大比例尺数字地形模型和获取有关的空间和属性数据,利用 GIS 的**叠置操作和空间分析**等功能,可以计算出若干个泄洪区域内的土地利用及面积,比较不同泄洪区内房屋和财产损失等,可以确定泄洪区内**人员撤退、财产转移和救灾物资供应的最佳路线**,保证以最快的速度有效应付突发事件的发生。

2.5 环境保护

利用 GIS 技术建立城市环境监测、分析及预报信息系统;为实现环境监测与管理的**科学化、自动化**提供最基本的条件;在区域环境质量现状评价过程中,利用 GIS 技术,实现对整个区域的环境质量进行**客观、全面地评价**,以反映区域中受污染的程度以及空间分布状态;在野生动植物保护中,世界野生动物基金会采用 GIS 空间分析功能,帮助世界最大的猫科动物改变它目前濒于灭种的境地。以上应用都取得了很好的效果。

2.6 辅助决策

GIS 利用拥有的数据库和互联网传输技术,已经实现了**电子商贸的革命**,满足了企业决策**多维性的需求**。当前在全球协作的商业时代,90% 以上的企业决策与地理数据有关,例如,企业的**分布、客货源、市场的地域规律、原料、运输、跨国生产、跨国销售**等。利用 GIS 迅速有效地管理空间数据,进行**空间可视化分析**,确定商业中心位置和潜在市场的分布,寻找商业地域规律,研究商机时空变化的趋势,不断为企业创造新的商机。GIS 和互联网已成为最佳的决策支持系统和威力强大的商战武器。