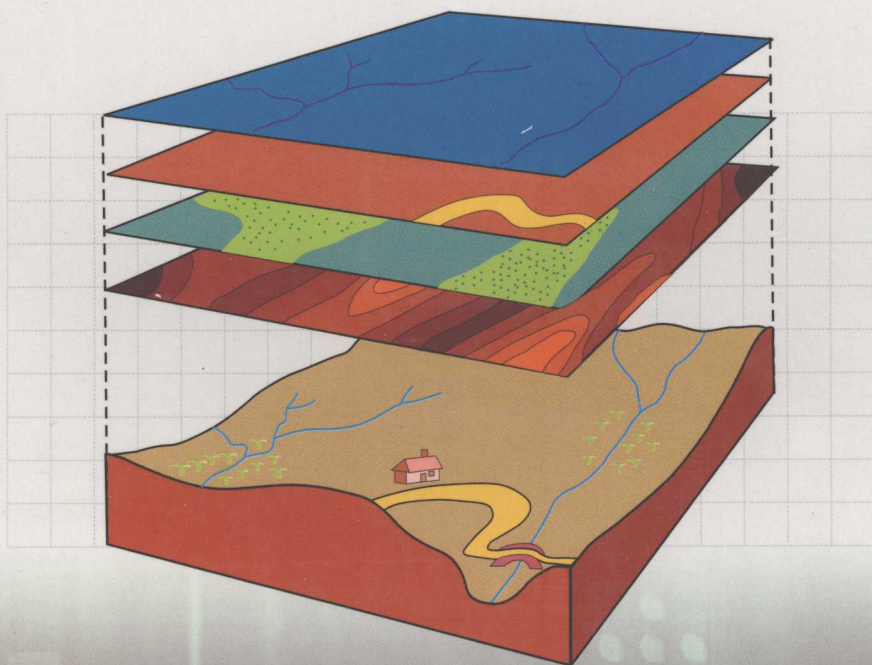


土地

信息系统原理

TUDI XINXI XITONG YUANLI

王 静 辛全才 主编



西北农林科技大学出版社

土地信息系统原理

王 静 辛全才 主编

西北农林科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

土地信息系统原理/王静,辛全才编著. —杨凌:西北农林科技大学出版社,2005
ISBN 7-81092-117-7

I. 土… II. ①王…②辛… III. 土地资源—管理信息系统 IV. F301.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 003063 号

土地信息系统原理

王 静 辛全才 主编

出版发行	西北农林科技大学出版社	
地 址	陕西杨凌杨武路 3 号	邮 编: 712100
电 话	总编室: 029-87093105	发行部: 87093302
电子邮箱	press0809@163.com	
印 刷	西北农林科技大学印刷厂	
版 次	2005 年 1 月第 1 版	
印 次	2005 年 1 月第 1 次	
开 本	787mm×960mm 1/16	
印 张	17.75	
字 数	347 千字	

ISBN 7-81092-117-7/F·18

定价: 27.50 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系

前 言

土地信息系统(Land Information system—LIS)是近年来迅速发展起来的一门新兴技术。它作为制图学、计算机技术、地理、遥感、统计、测绘、通讯、规划和管理等多学科交叉运用的产物,代表了现代计算机应用技术和其他学科相互渗透的发展方向。

该书把信息系统原理和应用综合到一起,比较全面、系统、详尽地介绍了运用系统科学、信息科学理论方法和计算机技术,进行土地空间数据采集、处理和管理,以及建立土地分析模型及其应用的实例。《土地信息系统原理》共分九章,包括土地信息系统概论、空间数据结构的数据基础、空间数据编码、数据资源管理技术、土地信息系统应用模型、决策支持系统、面向对象的开发方法、土地信息系统总体设计和土地信息系统专项子系统的构成与设计等。

本书理论与实践结合紧密,结构严谨,实例丰富,图文并茂,叙述方法深入浅出,便于教学与自学。特别是本书融合了作者编制完成的应用软件及近10个应用系统的亲身实践。

该书的使用对象是土地管理、土地规划与利用、土地资源以及水土保持等相近专业的学生,也可供从事该方面研究的技术人员参考。

由于土地信息系统是一门新兴的发展中学科,在该领域许多理论和方法还处于研究探索阶段,可参阅的文献资料较少,加之时间紧张,编者水平有限,错误在所难免,恳请广大读者指正。

编 者

2005年1月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 信息时代的地理学	1
第二节 土地信息系统的基本概念	2
第三节 土地信息系统的构成	6
第四节 GIS 与相关学科及技术的关系	10
第五节 地理信息系统的应用	12
第六节 土地管理信息系统与地理信息系统	14
第七节 土地管理信息系统的业务范围	15
第八节 地理信息系统发展简史及国内外主要系统简介	18
第九节 土地信息系统的研究体系与发展方向	26
第二章 土地信息基础	29
第一节 常规的土地空间信息描述法	29
第二节 土地信息数字化描述方法	34
第三节 空间数据的类型和关系	37
第四节 土地信息的内容和质量	42
第五节 属性数据的分类与编码	44
第六节 区域综合分析	48
第三章 地理信息系统空间数据结构	51
第一节 栅格数据结构及其编码	52
第二节 矢量数据结构及其编码	60
第三节 栅格结构与矢量结构的比较及其相互转换算法	70
第四章 数据资源管理技术	80
第一节 数据处理	80
第二节 文件的组织	84
第三节 数据库系统的构成	89
第四节 数据库体系结构	92
第五节 DBMS 的组成	97
第六节 数据模型	98

第七节 E—R 方法	113
第八节 从 E—R 图导出关系数据模型	118
第九节 关系规范化	122
第五章 土地信息系统应用模型与专家系统	135
第一节 地学模型概述	135
第二节 地理信息系统分析模型建立方法与逻辑原理	137
第三节 模型应用实例	140
第四节 规划模型	148
第六章 决策支持系统	153
第一节 决策及决策支持系统的概念	153
第二节 决策支持系统的组成	157
第三节 智能决策支持系统	166
第四节 群体决策支持系统	169
第五节 专家系统在土地资源管理中的应用	172
第七章 面向对象的技术	174
第一节 面向对象的技术概述	174
第二节 面向对象的系统分析	183
第三节 面向对象的程序设计	189
第四节 面向对象的数据库技术	191
第八章 土地信息系统设计	198
第一节 土地信息系统设计	198
第二节 土地信息系统设计与开发的步骤	199
第三节 用户需求分析	202
第四节 土地信息系统的软、硬件配置设计	205
第五节 数据库的设计过程	209
第六节 空间数据采集系统	217
第七节 空间信息输出系统	223
第八节 土地信息系统输出产品类型	225
第九节 用户界面设计	226
第九章 土地信息系统专项子系统	228
第一节 土地信息系统专项子系统的划分及设计	228
第二节 系统的概念组成与总体结构	255
参考文献	276

第一章 绪 论

第一节 信息时代的地理学

地理学历史上的任何重大进展,都与人类的重要历史阶段紧密联系在一起,如果说地理大发现和地理制图技术的革新促进了近代地理学的诞生,那么信息时代的到来、计算机技术和系统分析方法的应用则为现代地理学再现了广阔的前景。

地理学走进了信息时代,这个时代以信息资源的科学管理和充分利用为特性。信息时代的地理学,对地理信息的采集、管理、分析提出了更高的要求。可以说,地理决策的科学性,取决于对地理信息的获取和分析技术水平,于是地理信息系统技术应运而生。

现代地理学的最重要的特征是对地理系统空间和过程的定量综合分析。地理空间是地理学永恒的主题,地理信息与其他信息的根本区别之一就在于其强烈的空间特性。现代地理学将空间分布与时间过程相结合,探求地理实体的空间分布格局及其成因和发展规律。20世纪60年代至70年代的地理学数量革命,将现代的数学方法广泛地引入了地理空间分析领域,用数学模型探索地表事物之间规律性的空间关系,力求定量和精确地确定空间过程,从而揭示地表事物的分布模式和空间关系,为生产布局服务。现代地理学的另一个显著特点是从系统的角度进行人地关系的研究,在讨论地区差异的同时,更重视在单一而有限的地理区域内,进行各种现象关系的分析研究,既要探求区域间的差异性和相似性,又要探索区域内部和更大的宏观区域的系统相关性。

地理学所面临的是一个人文、经济、自然和社会组成的复杂的巨系统,是物质、能量和信息的统一体。地球是一个客观存在,这一客观实体与人类存在着广泛的信息联系,没有信息就没有统一的世界,信息传递是系统内部和系统之间相互作用的重要方式。地理学所要揭示的是一个物质世界,而地理学家感受到的却是一个现实的信息世界,地理学家所认识的地貌、土壤、植被、城市、区域都是地理实体向人类发送的信息,地理学家对这些信息进行分类、评价、分析,“去粗取精、去伪存真”,得到规律性的信息以指导决策,地理学事实上是基于这个与真实

世界并存并且在信息意义上等价的信息世界,其信息场构成了我们的认识系统。地理信息系统就是要以地理信息世界模拟表达地理现实世界,用信息联系反映地理现象之间的联系,仿真各种自然的和地理思维的过程,完成现代地理学对地理空间和时间过程研究的艰巨任务。

地理系统是由相互联系的地理因素联结而成的统一体,包括资源、能源、交通、人口、科技、经济、政治、教育、流通、生态环境、管理、信息流动等多个方面,是一个复杂的多层次的开放性动态系统,地理系统具有一定的空间范围和时间演变规律,在一定时间内,地理系统具有稳定性和适应性,地理系统的状态和性质决定传输给它的能量、物质及其表现——地理信息,如何转化为新的物质、能量和信息。现代地理学就是要通过系统信息分析,通过决策和反馈,调控系统行为,达到以最小的熵增代价取得最大的经济效益和社会效益的目的。地理学、系统理论和信息科学、计算机技术相结合发展起来的地理信息系统,为城市和区域复杂系统的研究提供了强有力的工具。

第二节 土地信息系统的基本概念

一、信息、系统、信息系统

(一)信息、土地信息

1. 信息和数据

信息(information)是近代科学的一个专门术语,已广泛应用于社会各个领域。关于信息有各种不同定义,狭义信息论将信息定量地定义为“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,信息是指主体(人、生物或机器)与外部客体(环境,其他人、生物或机器)之间相互联系的一种形式,是主体和客体之间的一切有用的消息或知识,是表征事物特征的一种普通形式。

本书采用如下的定义:信息是向人们或机器提供关于现实世界新的事实,即数据和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。

数据(data)是指某一目标定性、定量描述的原始材料,包括数字、文字、符号、图形、图像以及它们能转换成的数据等形式。数据是用以载荷信息的物理符号,在计算机信息系统中往往与计算机系统有关。

信息与数据是不可分离的,信息是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。数据是记录下来的某种可以识别的符号,具体形式多种多样,也可以由一种数据形式转换为其他数据形式,但其中包含的信息的内容不会

改变。数据是信息的载体,但并不一定就是信息,只有理解了数据的含义,对数据做出解释,才能得到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所包含的信息,人的知识、经验作用到数据上,可以得到信息,而获得信息量的多少,与其知识水平有关。

2. 土地信息

土地信息是有关土地实体的性质、特征及运动状态的表征和一切有用的知识,它是对表达土地特征与土地现象之间关系的土地数据的解释。而土地数据则是各种土地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,如空间上的相邻、包含等。属性数据有时又称非空间数据,是属于一定地物、描述其特征的定性或定量指标。时域特征是指土地数据采集或土地现象发生的时刻/时段。时间数据对环境模拟分析非常重要,正受到土地信息系统学界越来越多的重视。空间位置、属性及时间是土地空间分析的三大基本要素。

3. 土地信息的特征

土地信息除了具有信息的一般特性,还具有以下独特特性:

(1)空间分布性。土地信息具有空间定位的特点,先定位后定性,并在区域上表现出分布式特点,其属性表现为多层次,因此土地数据库的分布或更新也应是分布式。

(2)数据量大。土地信息既有空间特征,又有属性特征,另外土地信息还随着时间的变化而变化,具有时间特征,因此其数据量很大。尤其是随着全球对土地观测计划不断发展,我们每天都可以获得上万亿兆的关于地球资源、环境特征的数据。这必然对数据处理与分析带来很大压力。

(3)信息载体的多样性。土地信息的第一载体是土地实体的物质和能量本身,除此之外,还有描述土地实体的文字、数字、地图和影像等符合信息载体以及纸质、磁带、光盘等物理介质载体。对于地图来说,它不仅是信息的载体,也是信息的传播媒介。

(二)系统

系统(system)是具有特定功能的、相互有机联系的许多要素(element)所构成的一个整体,对计算机而言,是为实现某些特定的功能,由必要的人、机器、方法或程序按一定的相关关系联系起来进行工作的集合体,内部要素之间的相互联系通过信息流实现。系统的特征由构成系统的要素及其相互之间的联系方式所决定。

(三) 信息系统

1. 信息系统的基本组成

信息系统是具有采集、管理、分析和表达数据能力的系统。在计算机时代,信息系统都部分或全部由计算机系统支持,并由硬件、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。

2. 信息系统的类型

根据系统所执行的任务,信息系统可分为事务处理系统(Transaction Process System)和决策支持系统(Decision Support System)。事务处理系统强调的是数据的记录和操作,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。

二、土地信息系统的定义与类型

土地信息系统简称 GIS(Geographical Information System),也称作土地资源信息系统(Land Resources Information System),在我国有时也称为资源与环境信息系统(Natural resources and Environment Information System)。类似的名称还有许多,但研究对象、研究方法基本上是一致的,土地信息系统主要是用于理论研究和探索中所用的名词,而其他名称则用于倾向应用目的的具体系统。

土地信息系统,是多种学科交叉的产物,是以土地空间数据库为基础,采用土地模型分析方法,适时提供多种空间的和动态的土地信息,为土地研究和土地决策服务的计算机技术系统,具有以下三个方面的特征:

①具有采集、管理、分析和输出多种土地空间信息的能力,具有空间性和动态性;

②以土地研究和土地决策为目的,以土地模型方法为手段,具有区域空间分析、多要素综合分析和动态预测能力,产生高层次的土地信息;

③由计算机系统支持进行空间土地数据管理,并由计算机程序模拟常规或专门的土地分析方法,作用于空间数据,产生有用信息,完成人类难以完成的任务。计算机系统的支持是 GIS 的重要特征,使 GIS 得以快速、精确、综合地对复杂的土地系统进行空间定位和过程动态分析。

土地信息系统的外观表现为计算机软硬件系统,其内涵却是由计算机程序和土地数据组织而成的土地空间信息模型,一个逻辑缩小的、高度信息化的土地系统,从视觉、计量和逻辑上对土地系统从功能上进行模拟,信息的流动以及信息流动的结果,完全由计算机程序的运行和数据的变换来仿真,土地学家可以在GIS支持下提取土地系统各不同侧面、不同层次的空间和时间特征,也可以快速地模拟自然过程的演变或思维过程的结果,取得土地预测或“实验”的结果,选择优化方案,这种信息模拟是几乎没有什么代价的,可以避免错误的决策带来的损失。

当具有一定地学知识的用户使用土地信息系统时,他面对的就不再是毫无意义的数据,而是由空间数据组成的现实世界的一个抽象模型,它比地图所表达的自然世界模型更为丰富和灵活,用户可以按应用的目的观察这个现实世界模型的各方面的内容,也可以提取这个模型所表达现象的各种空间尺度指标。更为重要的是,他可以将自然发生或思维规划的过程加在这个数据模型之上,取得对自然过程的分析和预测的信息,用于管理和决策,这就是土地信息系统的深刻内涵。

土地信息系统按其内容可以分为三大类:

①专题信息系统(Thematic Information System),是具有有限目标和专业特点的土地信息系统,为特定的专门目的服务。如森林动态监测信息系统、水资源管理信息系统,矿产资源信息系统、农作物估产信息系统、草场资源管理信息系统、水土流失信息系统等。

②区域信息系统(Regional Information System),主要以区域综合研究和全面的信息服务为目标,可以有不同的规模,如国家级的、地区或省级的、市级和县级等为各不同级别行政区服务的区域信息系统,也可以按自然分区或流域为单位的区域信息系统。区域信息系统如加拿大国家信息系统、美国橡树岭(Oakridge)地区模式信息系统、美国圣地亚哥县信息系统、我国黄河流域信息系统等。

许多实际的土地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、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土地信息系统工具或土地信息系统外壳(GIS Tool)。土地信息系统工具是一组具有图形图像数字化、存贮管理、查询检索、分析运算和多种输出等土地信息系统基本功能的软件包。它们或者是专门设计研制的,或者是在完成了实用土地信息系统后抽取掉具体区域或专题的土地空间数据后得到的,具有对计算

机硬件适应性强、数据管理和操作效率高、功能强等优点,且具有普遍性并易于扩展,操作简便、容易掌握,适于用来作为土地信息系统支撑软件以建立专题或区域性的实用性信息系统,也可用作教学软件。由于土地信息系统软件设计技术要求较高,而一般地学工作者的软件编制能力不足以编制十分复杂的系统软件,况且重复编制比较复杂的基础软件也造成人力的极大浪费,因此采用土地信息系统工具,加入与具体任务有关的空间数据并开发相应的应用软件,无疑是建立实用土地信息系统的一条捷径。目前土地信息系统工具的研制还不十分成熟,在功能覆盖、应用程序接口、硬件适应面和使用灵活性上还不能满足所有领域不同层次的需要,但随着人们对它的重视和研究工作的开展,水平会大大提高,成为类似通用的数据库管理系统(如 DBASE III、Foxpro 等)的软件工具。

国内外已在不同档次的计算机设备上研制了一批土地信息系统工具,如美国环境系统研究所研制的在 VAX 系列机上运行的 ARC/INFO 和适用于 PC 机的 Micro ARC/INFO 系统,美国耶鲁大学森林与环境研究学院的 MAP(Map Analysis Package)系统,建立在工作站上的 Intergraph,以及我国研制的微机土地信息系统工具 SPACEMAN 等。

在通用的土地信息系统工具支持下建立实用信息系统,可以节省软件开发的人力、物力、财力,缩短系统建立周期,提高系统技术水平,使土地信息系统技术易于推广,也使广大地学工作者把更多的精力投入到高层次的应用模型开发上,这种工作方法正为越来越多的地学工作者所接受,如图 1.1 所示。

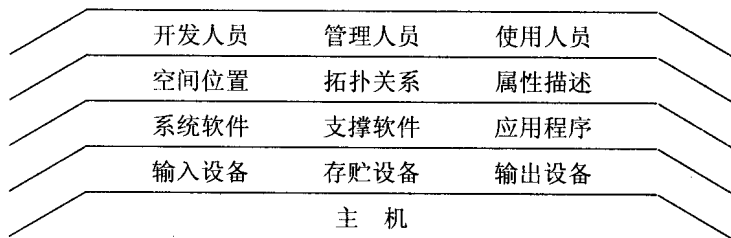


图 1.1 土地信息系统的构成

第三节 土地信息系统的构成

完整的 GIS 主要由四个部分构成,即计算机硬件系统、计算机软件系统、土地空间数据和系统管理操作人员,其核心部分是计算机系统。空间数据库反映了 GIS 的土地内容,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。系

统构成如图 1.2 所示。

一、计算机硬件系统

计算机硬件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。GIS 硬件配置一般包括四个部分:

- ①计算机主机;
- ②数据输入设备:图形数字化仪、图像扫描仪、键盘、通讯端口等;
- ③数据存贮设备:软盘、硬盘、磁带、光盘及相应的驱动设备;
- ④数据输出设备:图形/图像显示器、矢量/栅格绘图机、行式/点阵打印机等。

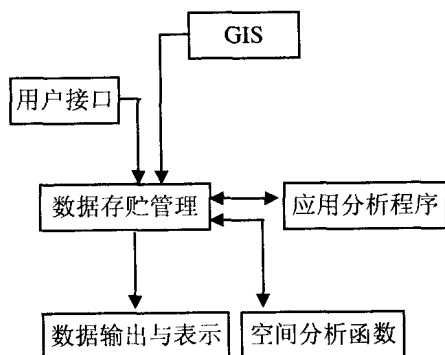


图 1.2 GIS 软件包

二、计算机软件系统

指 GIS 运行所必需的各种程序,通常包括:

1. 计算机系统软件

由计算机厂家提供的、为用户开发和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。

2. 土地信息系统软件和其他支撑软件

可以是通用的 GIS 工具系统或专门开发的 GIS 软件包,也可包括数据库管理系统、计算机图形软件包、CAD、图像处理系统等,用于支持对空间数据输入、存贮、转换、输出和与用户接口。

(1)数据输入与校验:通过各种数字化设备将各种已存在的地图数字化,或者通过通讯或读磁盘、磁带的方式录入遥感数据和其他系统已存在的数据,还包括以适当的方式录入各种统计数据、野外调查数据和仪器记录的数据。

数据校验即通过观察、统计分析和逻辑分析检查数据中存在的错误,并通过适当的编辑方式加以改正。

(2)数据存贮与管理:数据存贮和管理内容包括空间景物的位置、相互间联

系以及它们的土地意义(属性)的结构和组织,和数据格式的选择与转换、数据压缩编码、数据的连接、查询、提取等。

(3)空间分析函数转换与空间指标量测:指对单幅或多幅专题图件及其属性数据进行分析运算和指标量测,在这种操作中,以一幅或多幅图作为输入,而分析计算结果则以一幅或多幅新生成的图件表示,在空间定位上仍与输入的图件一致,故可称为函数转换。空间函数转换可分为基于点或象元的空间函数,如基于象元的算术运算、逻辑运算或聚类分析等;基于区域、图斑或图例单位的空间函数,如叠加分类、区域形状量测等;基于邻域的空间函数,如象元连通性、扩散、最短路径搜索等。量测包括对面积、长度、体积、空间方位、空间变化等指标的度算。函数转换还包括错误改正、格式变换和预处理。

(4)数据输出与表示模块:输出与表示是指将土地信息系统内的原始数据或经过系统分析、转换、重新组织的数据以某种用户可以理解的方式提交给用户,即经过颜色的调配、尺寸缩放、边框注记和其他附加信息产生,表格格式安排,图形的分割、拼接、复合,数据的排序等输出处理,以地图、表格、数字或曲线的形式表示于某种介质上。可采用 CRT(Cathode Ray Tube)显示器、胶片拷贝、点阵打印机、笔式绘图仪等作为输出设备,也包括将结果数据记录于磁存贮介质设备或通过通讯线路传输到用户的其他计算机系统。

(5)用户接口模块:该模块用于接收用户的指令和程序,系统通过菜单和命令解释方式接收、解释并运行完成用户要求任务的系统程序。用户自行编制的应用程序可以是调用系统功能的批处理程序,也可以是处理系统数据的分析程序,用户接口模块可接纳用户开发的应用程序,并提供系统与用户程序的数据接口。该模块还随时向用户提供系统运行信息和系统操作帮助信息,这就使土地信息系统成为人一机交互的开放式系统。

3. 应用分析程序

是系统开发人员或用户根据土地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。在优秀的 GIS 工具支持下,应用程序的开发应是透明的和动态的,与系统的物理存贮结构无关,而随着系统应用水平的提高和不断优化扩充。应用程序作用于土地专题数据或区域数据,构成 GIS 的具体内容,这是用户最为关心的真正用于土地分析的部分,也是从空间数据中提取土地信息的关键。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了系统实用性的优劣和成败。

三、土地空间数据

土地空间数据是指以地球表面空间位置为参照的自然、社会和人文景观数

据,可以是图形、图像、文字、表格和数字等,由系统的建立者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其他通讯系统输入 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 其土地空间数据的种类、精度都是不同的,但基本上都包括三种互相联系的数据类型:

1. 某个已知坐标系中的位置

即几何坐标,标识土地实体在某个已知坐标系(如大地坐标系、直角坐标系、极坐标系、自定义坐标系)中的空间位置,可以是经纬度、平面直角坐标、极坐标等,也可以是矩阵的行、列数等。

2. 实体间的空间相关性

即拓扑关系,表示点、线、面实体之间的空间联系。如网络结点与网络线之间的枢纽关系(图 1.3a),边界线与面实体间的构成关系(图 1.3b)。面实体与岛或内部点的包含关系等(图 1.3c)。空间拓扑关系对于土地空间数据的编码、录入、格式转换、存储管理、查询检索和模型分析都有重要意义,是土地信息系统的特色之一。

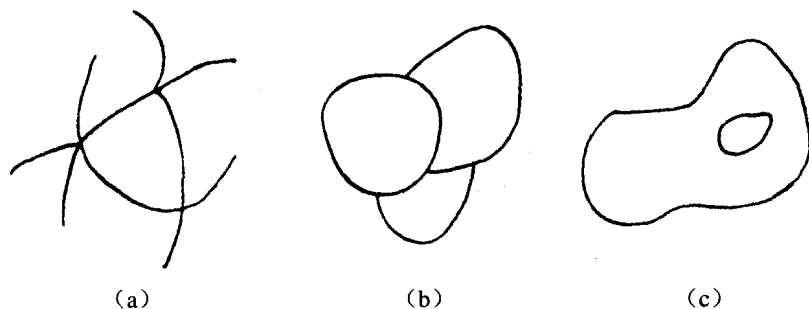


图 1.3 几种典型的拓扑关系

3. 与几何位置无关的属性

即常说的非几何属性或简称“属性”(attribute)。是与土地实体相联系的土地变量或土地意义。属性分为定性和定量两种,前者包括名称、类型、特性等,后者包括数量和等级。定性描述的属性如岩石类型、土壤种类、土地利用类型、行政区划等,定量的属性如面积、长度、土地等级、人口数量、降雨量、河流长度、水土流失量等。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。任何土地实体至少有一个属性,而土地信息系统的分析、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。

土地信息系统特殊的空间数据模型决定了土地信息系统特殊的空间数据结构和特殊的数据编码,也决定了土地信息系统具有特色的空间数据管理方法和系统空间数据分析功能,成为土地学研究和资源管理的重要工具。

四、系统开发、管理和使用人员

人是 GIS 中的重要构成因素。土地信息系统从其设计、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土地信息系统,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,并灵活采用土地分析模型提取多种信息,为研究和决策服务。

第四节 GIS 与相关学科及技术的关系

GIS 是现代科学技术发展和社会需求的产物。人口、资源、环境、灾害是影响人类生存与发展的四大基本问题。为了解决这些问题,必须要自然科学、工程技术、社会科学等多学科、多手段联合攻关。于是,许多不同的学科,包括地理学、测量学、地图制图学、摄影测量与遥感学、计算机科学、数学、统计学以及一切与处理和分析空间数据有关的学科,都在寻找一种能采集、存储、检索、变换、处理和显示输出从自然界和人类社会获取的各式各样数据、信息的强有力工具,其归宿就是土地信息系统。因此,GIS 明显地具有多学科交叉的特征,它既要吸取诸多相关学科的精华和营养,并逐步形成独立的边缘学科,又将被多个相关学科所运用,并推动它们的发展。GIS 的相关学科及技术见图 1.4。

地理学和测绘学以地域单元研究人类居住的地球及其部分区域,研究人类环境的结构、功能、演化以及人地关系。空间分析是 GIS 的核心,土地学作为 GIS 的分析理论基础,可为 GIS 提供引导空间分析的方法和观点。测绘学和遥感技术不但为 GIS 提供快速、可靠、多时相和廉价的多种信息源,而且它们中的许多理论和算法可直接用于空间数据的变换、处理。

遥感是一门 20 世纪 60 年代以后发展起来的新兴学科。由于遥感信息所具有的多源性,弥补了常规野外测量所获取数据的不足和缺陷,再加上在遥感图像处理技术上的巨大成就,使人们能够从宏观到微观的范围内,快速而有效地获取和利用多时相、多波段的地球资源与环境的影像信息,进而为改造自然、造福人类服务。GPS 卫星全球定位系统是新一代卫星导航和定位系统。美国已于 1993 年完成了整个系统的部署,达到全效能服务的阶段。它在测量和勘察领域可以取代常规大地测量来完成各种等级的定位工作;在航空摄影和遥感领域,GPS 遥感对地定位系统很有发展前途;在舰船、飞机、汽车的导航定位,导弹的精确制导

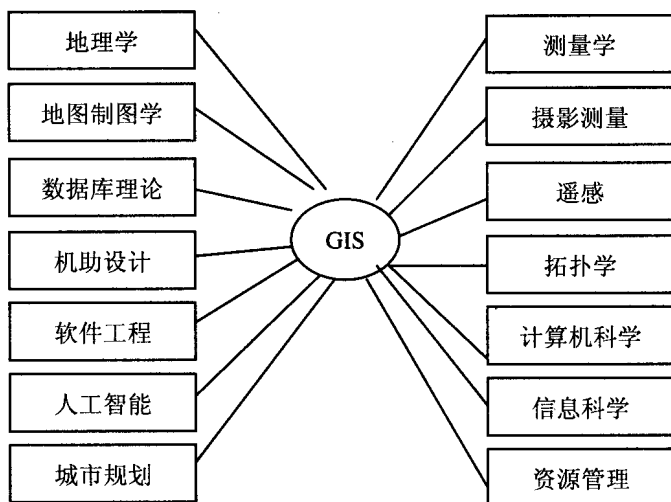


图 1.4 GIS 的相关学科技术

方面应用更为广泛;在地球动力学、重力场、磁场等的研究中也能发挥很大作用。

GIS 最初是从机助制图起步的,早期的 GIS 往往受到地图制图中内容表达、处理和应用方面的习惯影响。但是建立在计算机技术和空间信息技术基础上的 GIS 数据库和空间分析方法,并不受传统地图纸平面的限制。GIS 不应当只是存取和绘制地图的工具,而应当是存取和处理空间实体的有效工具和手段,存取和绘制地图只是其功能之一。

GIS 与计算机科学、数学、运筹学、统计学、认知学等学科也密切相关。计算机辅助设计(CAD)为 GIS 提供了数据输入和图形显示的基础软件;数据库管理系统(DBMS)更是 GIS 的核心;数学的许多分支,尤其是几何学、图论、拓扑学、统计学、决策优化方法等被广泛应用于 GIS 空间数据的分析。

总之,遥感技术可以为资源勘探和环境监测提供丰富、实时的宏观信息,并为计算机制图系统和 GIS 的数据更新提供可靠、快速的数据源。但遥感对浩如烟海的社会经济统计数据、人类活动的大量信息却无力获取。计算机制图技术可为土地信息的时空分布和产品输出提供先进的手段,但它本身无区域综合、分析和决策的功能。GPS 技术、数字摄影测量和遥感技术可成为 GIS 数据采集和及时更新的主要技术手段和有力支撑。而 GIS 既能提供信息查询、检索服务,又能提供综合分析评价,它在资源和技术方面的博才与运筹帷幄的优势,是遥感、GPS 和自动制图技术所不及的。因此,只有它们的有机结合,才能使遥感和 GPS 技术所获取的瞬时信息经过积累和延伸,具有反映自然历史发展过程和人为影