

地理
信息

地理信息系统
现代理论与技术 | 系列丛书

国土资源 信息系统

GUOTU ZIYUAN XINXI XITONG

吴国平 吕亚生 宋崇辉 ○ 编

东南大学出版社

地理信息系统现代理论与技术系

F061.6

3

国土资源信息系统

吴国平 吕亚生 宋崇辉 编

东南大学出版社
南京

内 容 提 要

本书以国土资源信息系统的设计与应用为主线,系统地阐述了国土资源信息系统的基本概念、设计的基本原理与方法等,运用GIS平台进行国土资源信息系统的设计与建立。全书共分9章,主要内容有国土资源信息系统基本概念;系统理论与技术基础;系统数据库设计与建立;系统设计与开发;软件系统设计;国土资源应用基本模型;城镇土地定级估价信息系统、地籍信息系统和土地利用规划管理信息系统等常用系统的设计与建立等。

本书是作者在多年从事国土资源信息系统教学和科研的基础上编写而成的,内容丰富、结构严谨,强调基础理论与信息系统设计相结合,可作为国土资源管理、地理信息系统等相关专业的本科生和研究生教材,也可作为从事相关专业的科技工作者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

国土资源信息系统 / 吴国平, 吕亚生, 宋崇辉编.

--南京: 东南大学出版社, 2012.9

(地理信息系统现代理论与技术系列丛书)

ISBN 978-7-5641-3745-8

I. ①国… II. ①吴… ②吕… ③宋… III. ①国土资源—地理信息系统—研究 IV. ①F061.6-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第202858号

国土资源信息系统

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京市四牌楼2号 邮编: 210096

出 版 人: 江建中

网 址: <http://www.seupress.com>

电子邮箱: press@seupress.com

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 南京玉河印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 14

字 数: 266千

版 次: 2012年9月第1版

印 次: 2012年9月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-5641-3745-8

定 价: 36.00元

前 言

国土资源信息系统是对国土资源数据与信息的采集、整理、存储、管理、处理、表达、应用和传播的计算机科学,是国土资源学与空间信息科学的调试结合。经过几十年来的教学、科研的发展,国土资源信息系统的理论和方法研究都取得了很大进步,并广泛应用于国土资源管理、地籍信息管理、土地利用规划等各个方面和国土资源各业务部门。因此,研究国土资源信息系统的设计、实现的理论和方法,对于促进国土资源管理的现代化和信息化具有重要的理论和实践意义。

目前,国内已陆续出版了一系列的国土资源规范化、标准化和信息化方面的研究文章和教材,对国土资源信息系统的相关概念,国土资源信息系统的空间数据模型、参照系统、国土资源信息的数据采集、数据获取、数据管理、数据处理和分析研究、数据输出及国土资源信息系统工程设计和建立的理论和方法体系作了介绍。国土资源信息系统是国土资源学与空间信息科学相结合的理论和实践性均较强的学科,一方面必须注重理论知识的传播和学习,另一方面更要注重设计建立方面的实践应用。本教材的编写,很好地改变了国土资源信息系统教材缺乏的现状,满足了国土资源管理与应用专业和空间信息科学专业本科教学的需要。

本教材以国土资源信息系统的基本概念、基础知识和系统设计与建立为主导,系统地阐述了国土资源信息系统设计的基本原理、方法和运用多种GIS软件系统进行国土资源信息系统的设计与建立的方法。全书共分九章,第一章主要介绍国土资源信息系统的基本概念、构成和功能;第二章着重介绍了国土资源信息系统的理论基础与技术基础;第三章对国土资源信息系统数据库设计进行了详细阐述;第四章对国土资源信息系统的系统设计与开发进行了介绍;第五章主要阐述国土资源信息系统的软件系统设计;第六章则从土地信息分析方面介绍了几种应用模型;第七章到第九章则从城镇土地定级估价、地籍管理、土地利用规划管理等方面介绍了常用的国土资源信息系统的设计、建立与应用。

本书是南京大学地理与海洋科学学院、地理信息科学系、国土资源与旅游学系多年教学和科研工作的结晶。全书由吴国平确定结构体系,参加编写人员还有吕亚生、宋崇辉,全书由吴国平统稿和定稿。院里老师们多年来的教学研究和科研工作,为本书的编写提供了大量的宝贵资

源。本书的完成,也得到了院里有关老师的关怀和支持,并为本书提出了许多有益的建议和修改意见,同时本书的出版得到了南京大学教务处、地理与海洋科学学院、地理信息科学系、国土资源与旅游学系,以及东南大学出版社的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限、时间仓促,书中遗漏和错误在所难免,希望专家、读者批评指正。

南京大学地理与海洋科学学院、地理信息科学系

吴国平

2012年6月28日于南大北园

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 国土资源数据与信息	1
一、数据与信息	1
二、国土资源信息	3
第二节 国土资源信息系统基本概念	5
一、地理信息系统	5
二、国土资源信息系统	6
第三节 国土资源信息系统构成及功能	9
一、国土资源信息系统基本构成	9
二、国土资源信息系统功能	10
三、国土资源信息系统与相关学科的关系	12
第四节 国土资源信息系统发展过程	13
一、国外 LIS 的发展	14
二、国内 LIS 发展	15
三、GIS 的应用	16
第五节 国土资源管理信息系统发展趋势	16
一、3S 集成技术	16
二、时空 LIS	17
三、LIS 应用模型	17
四、Internet 与 GIS 的结合	17
五、LIS 与专家系统、神经网络的结合	18
第二章 系统的理论与技术基础	19
第一节 理论基础	19
一、地图制图学理论	19
二、地理空间信息的表达	22
三、地图投影与空间坐标系	26
四、地理空间认知理论	28
第二节 分类与编码	29
一、信息分类的基础	29
二、土地利用信息分类	31
三、国土资源信息编码	33
第三节 相关的技术基础	36
一、计算机及网络技术基础	36
二、办公自动化的技术基础	36
三、GIS、RS、GPS 的技术基础	37
第四节 数据规范与标准	38
一、美国国家数字制图数据标准	38

	二、ISO/TC211 地理信息标准	39
	三、开放式地理数据互操作规范	39
	四、地理空间数据交换格式	39
第五节	数据处理与管理技术	40
	一、栅格数据结构	40
	二、矢量数据结构	43
	三、栅格与矢量数据结构的选择与转换	44
	四、矢量格式向栅格格式的相互转换	45
	五、数据处理	46
第六节	空间数据的元数据	47
	一、元数据的概念	47
	二、元数据的类型	48
	三、空间数据元数据的标准	51
	四、空间数据元数据的获取与管理	51
第七节	辅助决策技术	52
	一、空间决策支持系统的基本概念	52
	二、空间决策支持系统的理论基础	55
	三、决策的基本特点与过程	56
	四、空间决策支持系统的组成	57
第三章	国土资源信息系统数据库	58
第一节	空间数据库概念	58
	一、国土资源数据特征	58
	二、数据库的特点	59
	三、数据库的层次	61
	四、数据管理的组织和实现	61
	五、数据库特征	62
	六、空间数据库的数据模型	63
	七、空间数据库系统的发展趋势	65
第二节	国土资源信息的数据模型	66
	一、层次模型	66
	二、网络模型	68
	三、关系模型	71
	四、面向对象数据库模型	74
	五、时空一体化数据模型	75
第三节	空间数据库设计	76
	一、空间数据库设计概述	76
	二、数据库设计内容	77
	三、数据库设计三大范式	80
	四、数据库设计中的 14 个技巧	82
第四节	空间数据仓库	86
	一、数据仓库的组成	86
	二、数据仓库设计和建立	88
	三、数据字典	88

四、空间数据仓库	90
第五节 数据库系统的运行与保护	92
一、数据库系统运行	92
二、数据库系统安全保护	92
第四章 国土资源信息系统设计与开发	94
第一节 国土资源信息系统设计	94
一、系统目标	94
二、系统分析	97
三、系统要求	98
四、系统设计	98
五、系统实施	99
六、系统评价	100
第二节 国土资源信息系统设计原则	101
一、需求索引原则	101
二、循序渐进原则	102
三、数据资源原则	102
四、标准化原则	103
五、信息共享与协同服务原则	103
六、技术创新原则	104
七、安全保密原则	104
第三节 国土资源信息系统模式和步骤	105
一、基本方法	105
二、结构化设计模式	106
三、原型化设计模式	107
四、设计步骤	107
第四节 用户需求分析	108
一、国土资源 GIS 的用户分类	108
二、现状调查	109
三、调查内容的组织、分析与表达	110
四、财力、人力和组织状况分析	111
五、需求分析的过程	111
第五章 软件系统设计	113
第一节 对软件系统的基本需求	113
一、功能需求	113
二、性能需求	114
三、环境需求	115
四、可靠性需求	115
五、安全保密需求	116
六、用户界面需求	116
七、资源使用需求	116
第二节 软件系统设计	117
一、系统设计原则	117

二、设计思想	117
三、系统关键技术设计	118
四、系统数据模型与数据库设计	121
第三节 软件系统主要功能	121
一、功能概述	121
二、主要功能模块	122
第四节 软件系统的集成	123
一、基于数据的系统级集成	123
二、基于通信协议的框架级集成	124
三、基于组件化的对象级集成	125
第五节 软件系统的维护与更新	125
一、系统维护的内容	126
二、系统维护的类型	126
三、考虑因素	127
四、技术支持与人员培训	128
五、系统更新	128
第六章 国土资源信息应用基本模型	129
第一节 国土资源信息应用理论基础	129
一、概述	129
二、土地区位论	130
三、地租理论	130
四、可持续发展与土地评价	132
第二节 土地评价数学方法	136
一、概述	137
二、建立土地信息系统的一般过程	137
三、主成分分析	138
四、层次分析法	139
五、聚类分析法	140
六、关联度分析法	141
七、模糊集合综合评价法	141
八、模糊神经网络方法	142
第三节 土地生产潜力评价模型	142
一、概述	142
二、美国的国土资源生产潜力评价系统	143
三、中国国土资源生产潜力评价体系	145
第四节 土地适宜性评价模型	147
一、概述	147
二、土地适宜性评价分类系统	148
三、土地适宜性评价的程序	150
第七章 城镇土地定级估价信息系统	154
第一节 概述	154
一、概念	155

	二、系统建设意义	155
	三、系统建设目标	155
第二节	系统设计原则	156
	一、遵循规程与技术创新兼顾原则	156
	二、面向对象的原则	156
	三、模块化设计原则	156
	四、一致性原则	156
	五、应用程序与数据分离的原则	156
	六、安全性原则	157
第三节	系统总体设计	157
	一、系统总体结构设计	157
	二、系统模块总体设计	157
	三、系统界面总体设计	159
	四、系统流程图	159
第四节	系统数据库设计	159
	一、设计原则	159
	二、数据来源	160
	三、数据组织	160
第五节	系统功能模块设计	161
	一、土地定级模块	161
	二、基准地价评估模块	162
	三、基准地价更新模块	163
	四、宗地地价评估模块	165
第六节	系统安全性设计	166
	一、软件系统登录密码控制	166
	二、重要数据用户读写权限控制	166
	三、系统变更记录	166
	四、数据备份	166
第八章	地籍管理信息系统	167
第一节	地籍管理信息系统概述	167
	一、基本概念	167
	二、系统建设意义和目标	168
	三、地籍管理信息系统分类	169
第二节	系统总体设计	169
	一、系统目标	169
	二、基本原则	170
	三、系统总体设计	171
第三节	系统模块总体设计	172
第四节	系统数据库设计	173
	一、系统数据源分析	173
	二、数据库设计	175
	三、数据字典	176
第五节	系统功能设计	176

一、地籍初始建库模块	177
二、产权登记管理模块	177
三、地籍信息查询模块	178
四、统计输出模块	178
五、办文跟踪模块	179
六、网络信息发布模块	180
七、系统维护模块	180
第六节 系统安全性设计	180
一、系统安全策略	180
二、系统安全性设计	181
 第九章 土地利用规划管理信息系统	182
第一节 土地利用规划	182
一、基本概念	182
二、编制程序	182
三、编制原则	183
四、土地利用总体规划的主要任务	183
第二节 系统建设目标	184
一、系统建设目标	185
二、技术路线	185
三、具体目标	186
第三节 系统开发原则	186
一、系统设计依据	186
二、系统开发原则	186
第四节 系统功能模块总体设计	187
一、规划信息分析模块	188
二、规划动态监测模块	188
三、规划辅助修编模块	189
四、规划实施管理模块	192
五、规划成果管理模块	192
六、规划维护管理模块	192
第五节 系统数据库的设计	192
一、数据分类编码	193
二、数据库的概念化设计	193
三、数据库的逻辑设计	193
四、历史数据库	194
 附录 常用 GIS 软件系统	195
第一节 ArcGIS	195
第二节 MapGIS	199
第三节 MapInfo	205
 参考文献	211

第一章 绪 论

第一节 国土资源数据与信息

一、数据与信息

(一) 数据

数据是一种未加工的原始资料,它是表示和记录信息的文字、符号、图像和声音的组合。这种组合既具体生动地表示出信息的内容,也满足了处理、传播和使用的需要。数据包括数值数据和非数值数据,它是计算机处理的对象,也是计算机处理的结果。数字、文字、符号、图像都是数据。空间数据描述的是现实世界各种现象的三大基本特征:空间、时间和专题属性,即描述地理实体与位置有关的位置数据、描述地理实体间拓扑关系的拓扑数据和描述地理实体非图形数据的属性数据。

(二) 信息

信息是用文字、数字、符号、语言、图像等介质来表示事件、事物、现象等的内容、数量或特征,从而向系统(人们)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。信息具有客观性、实用性、可传输性和共享性等特征。信息来源于数据。信息(Information)是一个抽象的概念,它是事物的特征及诸事物之间的相互联系的一种抽象反映。这种反映能被人们认识和理解并作为知识来识别事物,从而达到认识世界、改造世界的目的。信息是客观世界的真实反映,或者说信息反映了客观世界。

(1) 空间特征指空间物体的位置、形状和大小等几何特征,以及与相邻物体的拓扑关系。

(2) 专题特征指的是除了时间和空间特征以外的空间现象的其他特征。

(3) 时间特征是指空间数据总是在某一特定时间或时间段内采集得到或计算产生的。

(三) 数据种类

1. 基础制图数据

基础制图数据包括综合自然地理数据和人文景观数据。

(1) 图形结构

简称“图”,一种复杂的数据结构,数据元素间的关系是任意的。其他数据结构(如树、线性表等)都有明确的条件限制,而图形结构中任意两个数据元素间均可相关联。常用来研究生产流程、施工计划、各种网络建设等问题。

(2) 拓扑结构

计算机网络的拓扑结构是引用拓扑学中研究与大小、形状无关的点、线关系的方法。把网络中的计算机和通信设备抽象为一个点,把传输介质抽象为一条线,由点和线组成的几何图形就是计算机网络的拓扑结构。网络的拓扑结构反映出网络中各实体的结构关系,是建设计算机网络的第一步,是实现各种网络协议的基础,它对网络的性能以及系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

最基本的网络拓扑结构有:环形拓扑、星形拓扑、总线拓扑三个。

2. 自然资源数据

通常包括生物资源,农业资源,森林资源,国土资源,矿产资源,海洋资源,气候气象,水资源等。

3. 调查统计数据

通常是采用遥感技术和地面观测方法,进行全面调查或者抽样调查而获取的数据。

全国土地调查得到有关国土资源数据和信息。

4. 数字高程数据

获取和存储高程数据有4种基本方法:规则格网法、离散等高线法、断面量测法和不规则三角网法。

5. 法律文档数据

6. 已有系统数据

(四) 数据与信息相互关系

信息和数据是两个相互联系、相互依存但又相互区别的概念(图1-1)。数据是客观对象的表示和信息的载体,而信息则是数据内涵,是数据的内容和解释。信息以数据的某种形式来表现,而数据则是表示信息的某种手段。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。一定形式的数据可表示某一确定的信息。例如,“确保18亿亩耕地”这样一条信息,它可以用汉语表达,也可以用英语表达,还可以用声音或图表来表达,由此可见,信息具有某种稳定性的特征,它是更直接反映客观现实的概念。

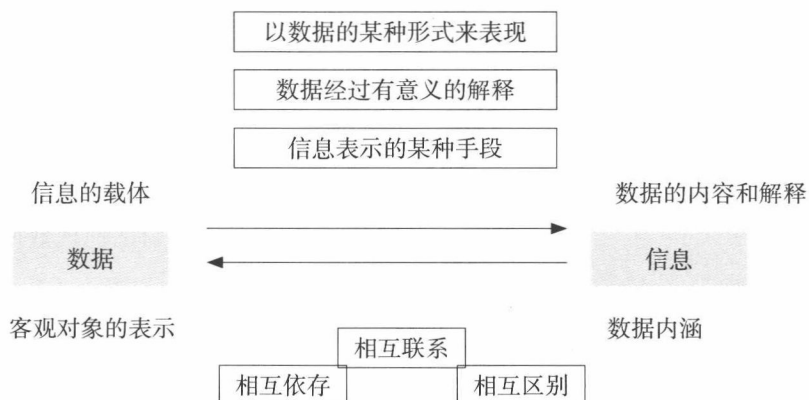


图1-1 数据与信息的相互关系

二、国土资源信息

(一) 概念

土地是自然与经济的综合体。土地既是地球表面一定地域所有自然属性的主体,又是人为作用于地表,赋予地表以经济、人文、利用方式、权属等属性的主体。国土资源信息是指表征土地系统诸要素的数量、质量、分布特征、相互联系和变化规律的数字、文字、图像和图形等的总称。国土资源信息用文字、数字、符号、图形等不同形式定性、定量、定位、定时、可视化地全面表征土地的这些属性特征。国土资源信息表征了有关土地实体的性质、特征和变化状态,它是对表达土地特征与现象之间关系的土地数据的解释。

从土地数据到国土资源信息的发展,是人类认识土地的一次飞跃。土地科学的一个重要任务就是迅速地采集到土地的几何信息、属性信息,并适时地识别、转换、存储、传输、再生成、显示、控制和应用这些信息。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块所在位置,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;属性特征有时又称非空间数据,是属于一定地块、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发生的时刻/时段如地籍数据。

国土资源信息属于空间信息,其位置的识别是与数据联系在一起的,这是国土资源信息区别于其他类型信息的最显著的标志。国土资源信息的这种定位特征,是通过经纬网建立的地理坐标来实现空间位置的识别;国土资源信息还具有多维结构的特征,即在二维空间的基础上实现多专题的第三维结构,而各个专题型、实体型之间的联系是通过属性码进行的,这就为土地系统综合研究提供了可能,也为土地系统多层次的分析和信息的传输与筛选提供了方便。国土资源信息的时序特征十分明显,因此可以按照时间尺度将国土资源信息进行划分。国土资源信息的这种动态变化的特征,一方面要求国土资源信息的获取要及时,并定期更新;另一方面要从其变化过程中研究其变化规律,从而做出对土地需求的预测,为科学决策提供依据。认识国土资源信息的这种区域性、多层次性和动态变化的特征对建立国土资源信息系统,实现人口、资源、环境等的综合分析、管理、规划和决策具有重要意义。

(二) 国土资源信息的特征

国土资源信息除了具有信息的一般特性,如共享性、客观性外,还具有以下独特特征:

1. 区域分布性

国土资源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,不可重叠,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

国土资源信息既有空间特征,又有属性特征,并包括一个较长的发展时段,因此其数据量很大。如全国 1:400 万土地利用数据,经过一定的综合后,其 ARC/INFO 的 Coverage 格式数据量为 8.2 G。尤其是随着全球对地测计划不断发展,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. 信息载体多

描述土地实体可以用文字、数字、地图和影像等形式以及纸质、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。

4. 动态特征明显

主要是指某些国土资源信息的周期性变化、波动性变化。这是一组随时间而变化的国土资源信息,有一定的趋势性。有些国土资源信息呈周期性变化。例如气候有季节性变化,种植业和养殖业一般都有季节性,他们投放到市场的商品数据和对有关生产资料的需求数据,也都有季节性的变化,这种变化基本上是以一年为周期的变化。有些国土资源信息呈波动性变化。由于经济的发展具有一定的波动性,由使用土地引起的经济活动也就具有一定的波动性,反映这些经济动态的国土资源信息也就具有波动性变化。例如,随着市场的波动,地租、地价也会随着变化。国土资源信息是随时间变化的,为了研究和管理这部分国土资源信息,除了空间参考系以外,还应当建立时间参考系,以年、季、月、日作为横轴的单位,研究这些国土资源信息的变化规律。

(三) 国土资源信息构成

国土资源信息构成和表达形式见图 1-2。

1. 基本构成

国土资源信息绝大部分可以利用空间对地遥感观测获取,其基本构成如下:

- (1) 国土法规、国土规划、国土利用;
- (2) 区域地质、地貌、海洋地质学研究;
- (3) 地球物理和地球化学方面;
- (4) 工程地质和环境地质;
- (5) 矿产资源和产权产籍;
- (6) 其他。

2. 表达形式

具体的采用图件形式表达,即

- (1) 地籍详查图,根据研究区域确定基本比例尺为 1:500、1:1000 或 1:2000;
- (2) 土地利用规划图,基本比例尺为 1:1 万、1:2.5 万、1:5 万或 1:10 万;

- (3) 各种专题图,基本比例尺为:1:100万、1:50万、1:25万、1:20万、1:5万;
- (4) 其他。

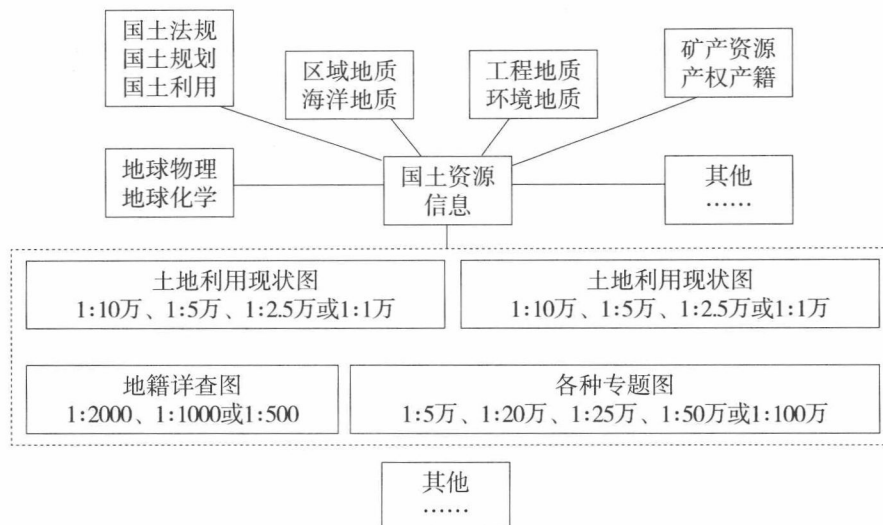


图1-2 国土资源信息构成和表达形式

第二节 国土资源信息系统基本概念

一、地理信息系统

(一) 地理信息系统的基本概念与原理

地理信息系统是整个地球或部分区域的资源、环境在计算机中的缩影。

1. GIS的历史定义

地理信息系统是以地理空间数据为基础,在计算机软硬件的支持下,对空间相关数据进行采集、管理、操作、模拟、分析和显示,并采用地理模型分析方法,适时提供多种空间和动态的地理信息,为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统。

地理信息系统从外部看,它表现为计算机软硬件系统,其内涵是由计算机程序和地理数据组织而成的地理空间信息模型,是一个逻辑缩小的高度信息化的地理系统。信息的流动及信息流动的结果,完全由计算机程序的运行和数据的交换来仿真,地理学家可以在GIS的支持下,提取地理系统的不同侧面、不同层次的空间和时间特征信息,也可以快速模拟自然过程的演变和思维过程,取得地理预测和实验的结果,选择优化方案,避免错误的决策。

2. GIS的现代定义

地理信息系统是空间数据的管理系统。

(二) 地理信息系统的基本功能

地理信息系统是以空间数据数据库为基础,是空间数据和属性数

据的综合体,在计算机软硬件的支持下,对相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,实现空间与属性的双向查询(图1-3),具有知识维、逻辑维和时间维的三维特性(图1-4)。

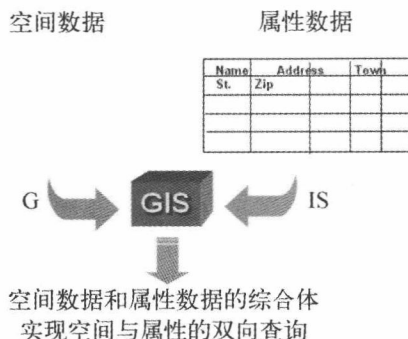


图1-3 地理信息系统基本功能

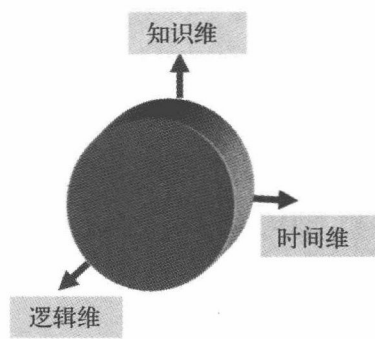


图1-4 地理信息系统的三维特性

二、国土资源信息系统

国际测量人员联合会(FIG)对土地信息系统(Land Information System,简称LIS)的定义是:“LIS是一种用于法律、行政管理和经济决策的工具,并辅助规划和开发。一方面,这种系统是由数据组成,数据库中包含特定地区的与土地有关的空间配准数据;另一方面,该系统的组成部分还包括一些处理过程和技术手段,用于系统采集、更新、处理和发布数据。一个LIS的特点是系统内数据具有统一的空间参考系,便于对系统内的数据与系统外的其他与土地有关的数据建立关联”。

(一) 国土资源信息系统的基本特点

- (1) 面向国土资源部门的专用GIS,对全国GIS的建设和应用具有重要意义;
- (2) 是“数字中国”和“数字国土”的重要组成部分;
- (3) 基于网络环境的分布式GIS,体系结构上具有逻辑上统一、物理上分散的特点;
- (4) 对系统的标准化和规范化要求较高;
- (5) 数据提供部门要对数据的准确性、完整性和现势性负责,遵循“权威部门使用权威数据”的原则;
- (6) 国土资源GIS与国土资源部门的OA和MIS相结合;
- (7) 安全保密非常重要;
- (8) 是社会性的技术工程,既要解决复杂的技术问题和多源数据问题的采集和融合问题,还要面对大量的组织协调问题。

(二) 国土资源信息系统特征

国土资源信息系统(LIS)是以土地空间数据数据库为基础,在计算机软硬件的支持下,对土地相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示,并采用空间模型分析方法,适时提供多种空间和动态的国土资源