

该表所列出的指标是对多年来政府和研究人员在国土资源可利用方面所作工作的一些总结, 并不能说明这是国土资源可持续利用指标的全貌。

三、社会可持续发展

可持续发展的最终目的是社会可持续发展和人类可持续发展, 人类社会可持续发展的关键是资源、人口、生态三者的逻辑、因果关系。三者如同一个等边三角形的三个其位点一样, 只要有一个点发生不成比例关系发展和变位, 这个平衡关系就会被打破, 如图 3-1 所示。



图 3-1 社会可持续发展的逻辑/比例三角关系示意图 (林培)

(1) 资源环境和人口承载力发展历史以及人类历史的沉重教训。

① 历史教训: 马雅文化、两河流域和丝绸之路。

② 关键因素是人口的数量和人口的质量。

(2) 人类社会可持续发展的期望和光明前景。

① 社会文化。

② 科学技术。

第四章 国土资源信息系统

现代空间数据获取技术和计算机网络等技术的迅速发展, 推动了地理信息系统技术在国土资源管理中的应用。作为专业空间信息系统, 国土资源信息系统 (Land Resources Information System, 简称 LRIS) 是以地理信息系统为基础, 采集、存储、管理、描述和分析国土资源数据, 为不同时空尺度上的国土资源利用管理服务的专业信息系统。与一般的专业地理信息系统相比, 国土资源涉及的数据类型复杂, 各类自然资源和社会经济数据需要融合管理, 因此国土资源信息系统需要突出它的数据管理功能, 其次人类社会经济活动和资源利用的时空多尺度和效应的外溢性, 需要国土资源数据保持现势性, 数据更新功能应是国土资源信息系统的重要功能, 可以在基础空间数据的基础上, 为社会和公众提供各类资源数据服务; 其次国土资源利用决策复杂, 需要各类专业模型综合分析, 国土资源信息系统将比一般专业系统更具有综合决策应用能力。该章简要介绍国土资源信息系统的基础, 即地理信息系统基本内容, 国土资源信息系统框架, 资源数据获取与数据库更新, 应用平台建设和基本的空间分析功能等。

第一节 概述

一、国土资源信息系统构成

国土资源信息系统作为专题信息系统, 它可以分为各门类资源管理信息系统和相应的监测信息系统, 如土地资源管理信息系统、矿产资源管理信息系统、森林资源动态监测信息系统、土地利用动态监测系统、荒漠干旱化监测系统等。但在科学发展观下, 国土资源信息系统最终要综合各类自然资源, 为人

类社会和谐发展提供综合决策分析,因此国土资源信息系统应是一个分布式综合集成复杂巨系统。

结合地理信息系统的构成和国土资源信息系统的具体的特点,一般说来,一个完整的国土资源信息系统与 GIS 一样,通常由四个部分构成(图 4-1),它们是计算机硬件环境、软件环境、资源信息数据、系统维护和使用人员。

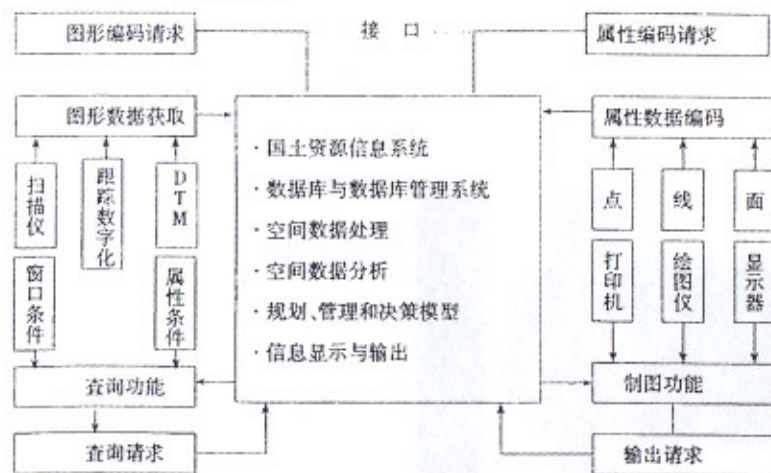


图 4-1 国土资源信息系统

1. 硬件环境

国土资源信息系统的硬件配置一般包括以下几个部分(图 4-2):

(1) 计算机主机

可以单机,服务器或工作站,也可以组成计算机网络系统来应用。

(2) 数据输入设备

用于将系统所需要的各种数据输入计算机,并将模拟数据转换成数字化数据。其他一些专门设备,如数字化仪、扫描仪、数字摄影测量仪、遥感图像处理系统、野外数据获取设备等,它们均可以通过数字接口与计算机相联接。

(3) 数据存储设备

主要指存储数据的磁带、光盘、硬盘及相应的驱动设备。

(4) 数据输出设备

包括图形终端显示设备、绘图仪、打印机、磁介质硬拷贝机、可擦写光盘以及多媒体输出装置等,它们将以图形、图像、文件、报表等不同形式显示数据的分析处理结果。

(5) 数据通讯传输设备

配上网络系统连线、网卡及其他网络专门设施,资源信息系统就可通过网络与服务器或其他工作站交流信息或共享数据。

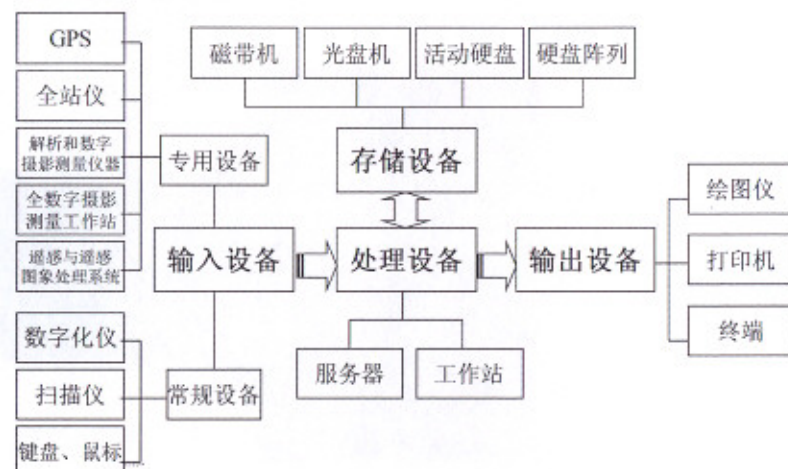


图 4-2 常见硬件设备

2. 软件环境

国土资源信息系统运行所必需的各种程序,通常包括(图 4-3):

(1) 计算机系统软件

一般由计算机厂家提供,为用户开发和使用计算机提供方便的程序资源,通常包括操作系统、汇编系统、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。

(2) 系统软件和其他支持软件

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、存储、转换、输出和与用户接口。

(3) 国土资源信息应用分析程序

通过地理信息系统工具专门开发的地理信息系统软件包,其次系统开发人员或用户根据各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,应用程序作用于专题数据或区域数据构成资源信息系统的具体内容,并从空间数据中提取信息,用于资源评价、分析和决策等。

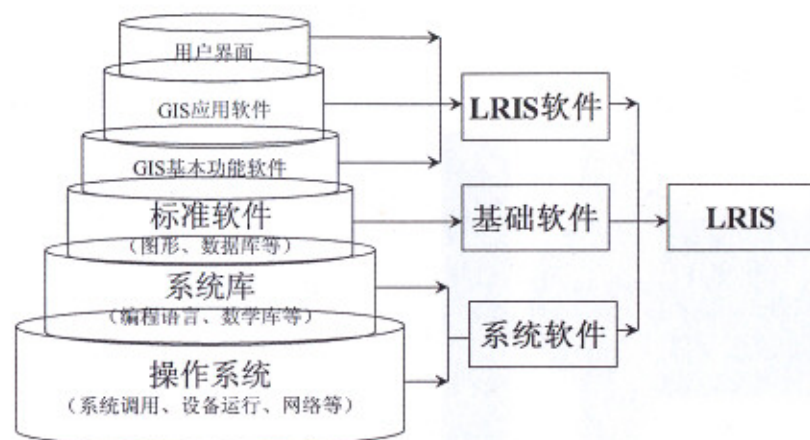


图 4-3 软件环境

3. 资源信息数据

资源信息数据是资源信息系统的操作对象与管理内容。它是指以国土空间位置为参照,描述自然、社会和人文经济等的数据。这些数据可以是数字、文字、表格、图像和图形等,由系统建造者通过数字化仪、扫描仪、键盘、磁带机或其他输入设备输入到资源信息系统中,是信息系统可表达的现实世界经过模型抽象的实质性内容,主要包括空间数据和非空间的属性数据两大类。

(1) 空间数据。用来确定图形和制图特征的位置,是以地球表面空间位置为参照的。具体说来,它反映了以下两方面信息:

①几何坐标:主要用于标识资源实体在自然界或包含某个区域的地图的空间位置,如经纬度、平面直角坐标、极坐标等。

②实体间的拓扑关系:表示点、线、面、网等实体之间的空间联系,如网络结点与网络之间的枢纽关系,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。空间拓扑关系对于地理空间数据的编码、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。

(2) 非空间的属性数据。用来反映与几何位置关系的属性,即通过所说的非几何属性,它是与资源实体相联系的地理变理或地理意义,一般是经过抽象的概念,通过分类、命名、量算、统计等方法得到。非几何属性分为定性和定量两种,前者包括名称、类型、特征等,如地质地貌类型、土地类型、土地利用和覆被类型、行政区划等;后者则包括数量和等级等,如面积、长度、土地等级、人口数量、降雨量、水土流失量、矿石品位、储量级别等。任何资源实体至少都包含有一个属性。

4. 系统使用和管理人员。国土资源信息系统潜在生命力在于系统的计算机软硬件和丰富的数据,但转化为生产力的关键在于系统使用和维护人员。仅仅有系统硬、软件和数据还不成一个完整的资源信息系统,它必须处于相应的机构或组织环境内,需要人进行系统组织、管理、维护和数据更新、系统扩充等工作,以及在使用应用工作中大量用户(图4-4)。

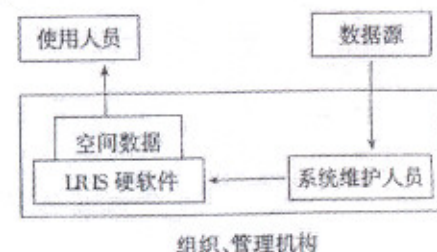


图 4-4 国土资源信息系统、管理与环境

二、空间信息技术平台的有关发展

首先随着 GPS (全球定位系统) 的发展与应用, 以及与 GIS、GPS 之间的相互结合, 共同构成了国土资源信息数据管理的强大技术体系。其次在相关信息技术 (计算机软硬件、数据库技术、人工智能、专家系统、计算机辅助决策系统、自动控制技术、多媒体技术、网络技术) 发展下, 为国土资源新系统建设提供了技术支撑环境。

GPS 卫星定位和导航技术与现代通信技术相结合, 可实时采集和提供从绝对精度和相对精度米级、厘米级乃至亚毫米级的空间数据, 可提供高精度的三维高程模型, 提高高精度遥感数据的正射纠正精度。目前遥感技术进入一个全新的时期, 载有合成空间雷达、高光谱及 1~3m 的高分辨率传感器卫星相继发射升空, 逐步克服了地面分辨率、光谱分辨率对国土资源数据量化的制约, 其次多极化、多角度遥感也使二维空间数据向三维结构信息转化。组件式 GIS 发展, 提高了专业人员开发专业系统的能力和开放性, 新一代 WEBGIS 实现各种资源的全面共享, 能够分布式协作和智能化处理信息, 可以解决传统 WEBGIS 的分布式互操作等目前的技术难点, 做到真正的信息共享。动态仿真、虚拟现实与 WEBGIS 的结合, 为专家和用户提供更好的认知环境。移动通讯技术将使 WEBGIS 的应用得到进一步延伸。可见空间信息技术平台的发展, 为推动构建新一代数字地球、数字国土提供了强大技术平台。作为国家基础信息的重要组成部分, 国土资源数字化必将为资源节约型社会的构建起到推动作用。

数字地球是由美国副总统戈尔于 1998 年首次提出的, 即一种可以嵌入海量地理数据的多分辨率和三维的地球表示, 本质上是构建一个全世界相对统一共享的基础数字化环境, 在此框架上可以添加许多人类可持续发展所需要的各类数据。概括地说, 数字地球就是信息化的地球, 它包括全部地球资料的数字化、网络化、智能化和可视化的过程在内, 数字地球的核心思想是用数字化手段整体性地解决地球问

题并最大限度地利用信息资源。

借鉴数字地球的建设构想和服务目标, 数字国土的概念应运而生。作为数字地球而具特殊性的组成部分, 数字国土包括全部国土资源资料的数字化、网络化、智能化和可视化的过程在内, 以遥感、全球定位系统为主的空间技术和以计算机科学为主的高新信息技术相结合, 完成国家综合资源调查计划, 最终实现国土资源数字化, 为国民经济建设和社会可持续发展实现长期和全方位服务, 提供数据源, 为国家开展数字地球信息网络建设提供大量基础信息。构筑数字国土的主要支撑技术有计算机及网络通讯技术、卫星遥感 (RS) 技术, 全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)、虚拟现实技术、海量数据的存储处理技术、卫星图像智能处理、大型数据库等。目前我国已积累了相当数量的卫星和遥感数据资料, 一批国家级的地理数据库已经建立, 包括国家基础地理信息系统 1:100 万和 1:25 万数据库, 海洋信息资源、环境等数据库, 气候气象数据库, 矿产资源数据库, 1:50 万土地利用数据库、1:10 万土地资源数据库等, 这一切是发展数字国土进而建设数字地球最重要的组成部分。

第二节 国土资源数据库

与一般管理信息系统相比, 国土资源数据库更加突出对空间数据的组织和管理, 这正是地理信息系统最具有生命力的地方所在。该节简单介绍一下空间数据组织与数据库管理。

一、空间数据基本结构

1. 空间实体类型。不管现实世界空间对象有多复杂, 总可以抽象分解为基本的四类空间实体包括点、线、面和体。空间实体就是由这 4 个基本实体类型组合形成, 实体的属性可构成了实体特征, 包括面积、大小、各类属性以及类别数据。对空间实体的描述有 5 种内容

即识别码、位置、实体特征、实体的角色、行为或功能以及实体的空间特性。

(1) 点实体：表示特定位置，维数为 0 的物体。有如下几种类型：实体点用来代表一个实体；注记点用于定位注记；内点用于负载多边形的属性，存在于多边形内；结点 Node 表示线的终点和起点；角点表示线段和弧段的内部点。

(2) 线状实体：由一系列有序坐标表示，包括线段、边界、链、弧段、网络等（图 4-5）。刻画出基本特性包括实体长度：从起点到终点的总长；弯曲度：用于表示像道路拐弯时弯曲的程度；方向性：长流方向是从上游到下游，公路则有单向与双向之分。

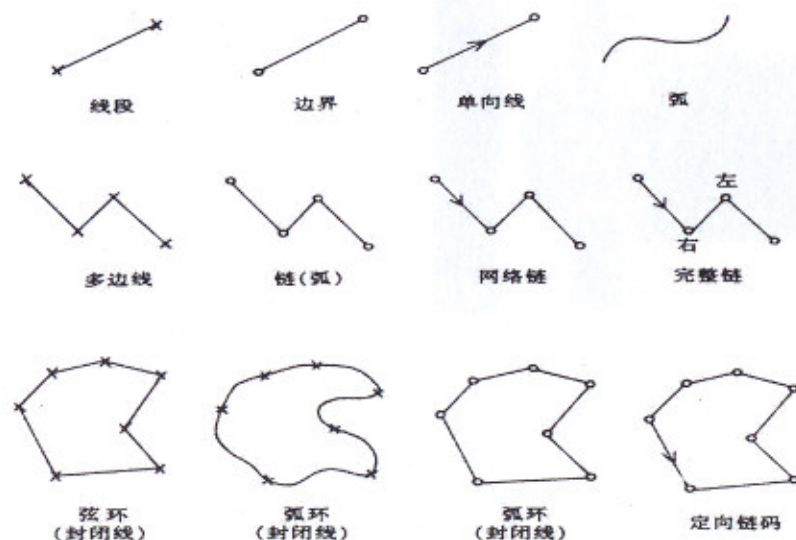


图 4-5 线状实体类型

(3) 面状实体：面状实体也称为多边形，是对湖泊、岛屿、地块等一类现象的描述。在数据库中由一封闭曲线加内点来表示。面状实体有如下空间特性：面积范围、周长、独立性或与其它的地物相邻，

如中国及其周边国家；内岛或锯齿状外形；重叠性与非重叠性等（图 4-6）。

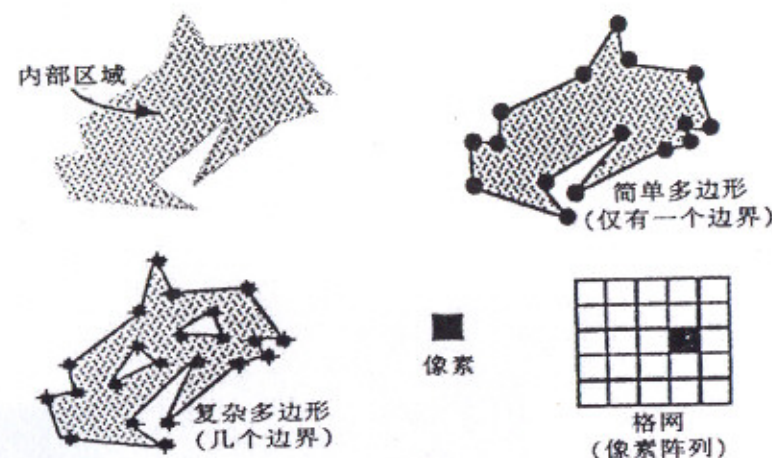


图 4-6 面状实体类型

(4) 立体状实体：立体状实体用于描述三维空间中的现象与物体，它具有长度、宽度及高度等属性。如工程开掘和填充的土方量，断面图与剖面图、矿产储量分布。

描述地理实体的数据本身的组织方法，称为内部数据结构。内部数据结构基本上可分为两大类：即矢量结构和栅格结构，来存储包括空间位置、拓扑关系和属性三个方面的内容。

2. 矢量结构。矢量数据结构是通过记录坐标的方式，尽可能地将点、线、面地理实体表现得精确无误。其坐标空间假定为连续空间，不必象栅格数据结构那样进行量化处理。因此矢量数据能更精确地定义位置、长度和大小。此外除数学上的精确坐标假设外，矢量数据存储是以隐式关系以最小的存储空间存储复杂的数据。

矢量数据结构通过记录空间对象的坐标及空间关系来表达空间对象的位置。空间的一个坐标点构成点；由多个点组成的弧段为线；

多个弧段组成的封闭多边形为面。

图 4-7、4-8 分别是点和线实体的矢量数据结构,面实体的矢量编码结构表较复杂,不但要表示位置和属性,更重要的是能表达区域的拓扑特征,如形状、邻域和层次结构等,以便使这些基本的空间单元可以作为专题图的资料进行显示和操作。

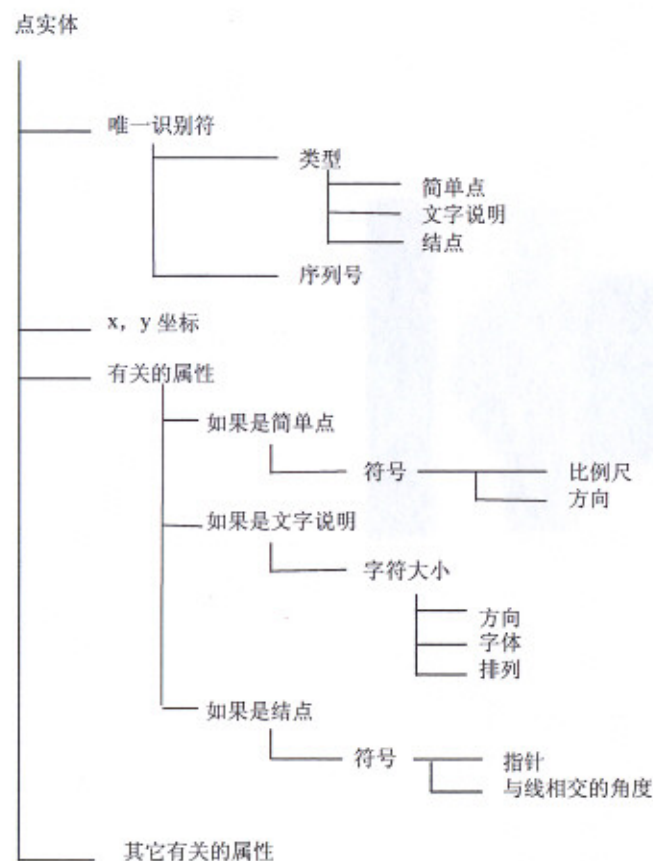


图 4-7 点实体的矢量数据结构

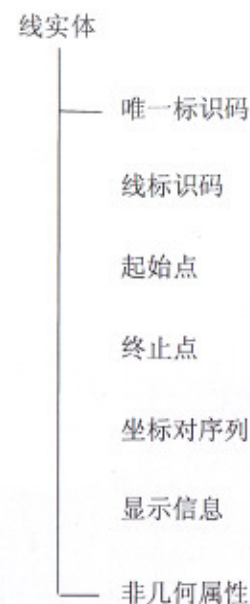


图 4-8 线实体的矢量数据结构

最为简单的是面条结构(图 4-9),只记录空间对象的位置坐标和属性信息,不记录拓扑关系。空间对象位置直接跟随空间对象存储;在点位字典方面点坐标独立存储,线、面由点号组成。无拓扑关系,主要用于显示、输出及一般查询,公共边重复存储,存在数据冗余,难以保证数据独立性和一致性。多边形分解和合并不易进行,邻域处理较复杂;处理嵌套多边形比较麻烦,可用于制图及一般查询,不适合复杂的空间分析。

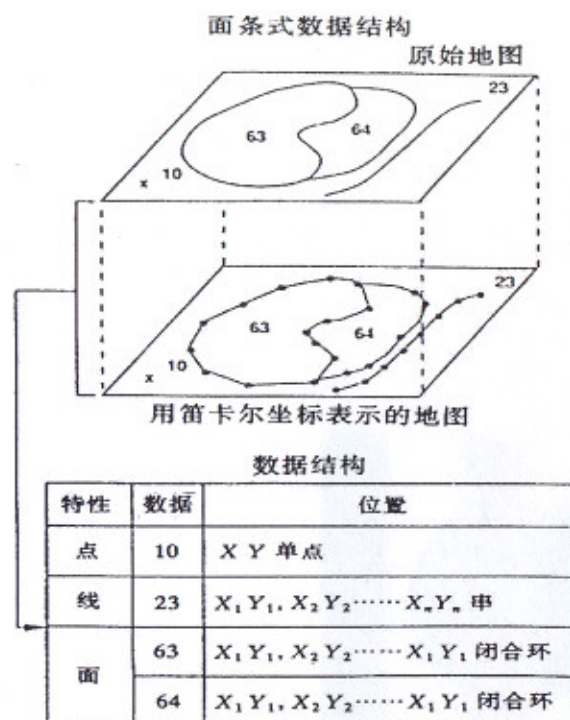


图 4-9 面条式数据结构

拓扑数据结构则通过分别建立点、弧段和多边形之间拓扑关系进行组织。如树状索引，分别建立多边形与线、点间的组成关系索引。最为常用的是链状双重独立式数据结构，在双重独立式数据结构的一种改进，在双重独立式数据结构中，一条边只能用直线两端点的序号及相邻的面域来表示，而在链状数据结构中，将若干直线段合为一个弧段（或链段），每个弧段可以有許多中间点。在链状双重独立数据结构中，主要有四个文件：多边形拓扑文件、结点拓扑文件、弧段拓扑文件和弧段坐标文件（图 4-10）。

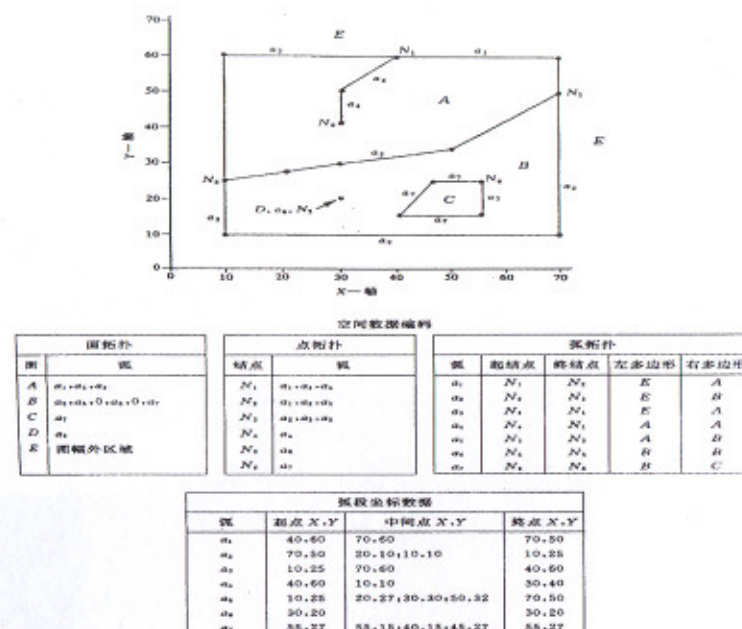


图 4-10 链状双重独立数据结构示意

3. 栅格数据结构。栅格数据结构实际就是像元阵列，每个像元由行列确定它的位置。由于栅格结构是按一定的规则排列的，所表示的实体位置很容易隐含在网络文件的存储结构中，且行列坐标可以很容易地转为其它坐标系下的坐标。像元中值明确地代表了实体的属性或属性的编码，每个栅格单元只能存在一个值。

对于栅格数据结构而言，点为一个像元，线是在一定方向上连接成串的相邻像元集合，而面则是聚集在一起的相邻像元集合（图 4-11）。栅格数据在组织方式上有三种（图 4-12），将为常用的是以像元为组织单元依次组织，其次按不同的空间实体分层组织。存储方面有链式编码、游程编码、块式编码、四叉树和八叉树编码方式等，对数据起到压缩作用。

与矢量数据结构相比,栅格数据结构以离散的量化栅格值表示空间对象,位置隐含,属性明显,数据结构简单,易于遥感数据结合,但缺点是数据量大,几何和属性偏差,面向位置的数据结构,难以建立空间对象之间的关系。随计算机运算速度和存储空间设备的发展,将矢量和栅格结构相互结合的矢栅结构得到发展。

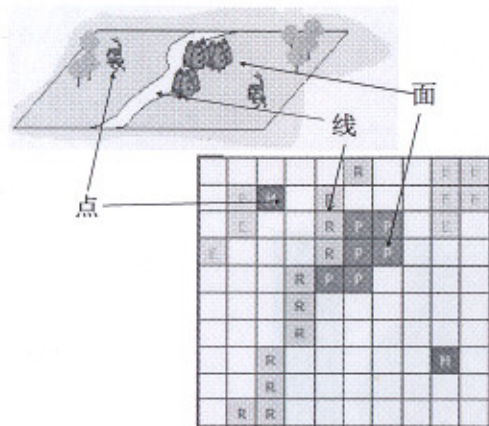


图 4-11 栅格数据结构示意

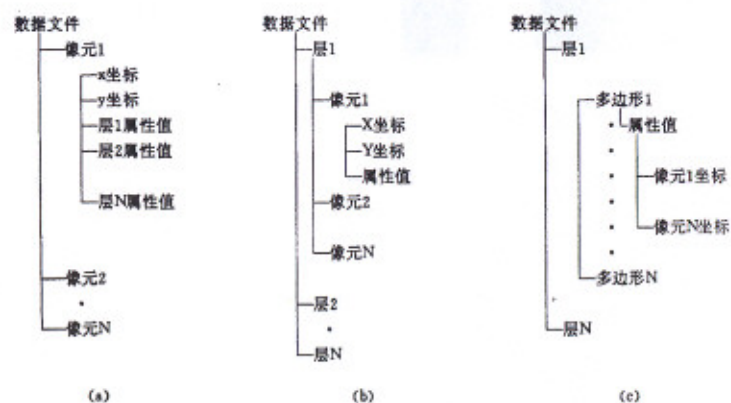


图 4-12 栅格数据组织方式

4. 数据库结构。空间数据库结构主要是对这些数据进行组织存储。数据库结构主要有三类模型包括关系模型、层次模型和网状模型。这三种数据模型不但在数据库发展的历史过程中起了主要作用,而且现在仍然是商用数据库的主要数据模型。

(1) 关系模型:是满足一定条件的二维表格,称为关系表。一个实体由若干个关系组成,而关系表的集合就构成关系模型。图 4-13 所示地图 M,可用图 4-14 所示的关系表表示。此外,属性数据(与多边形有关的属性数据)也可用属性数据表表示。属性数据可能各种各样,例如,线段 a、b、c、...、g 可以表示道路、河流或巷道等,所有这些关系通过某种共同特征联系起来。

关系模型具有数据结构简单,能直接处理各对象关系,数据修改和更新方便,容易理解和理解等优点。对数据之间的联系不是用指针表示,而是由数据本身通过公共值隐含地予以表示,还可以用布尔逻辑运算和数学运算规则来操作。因此,关系模型是当前传统数据库中最常用的数据模型。

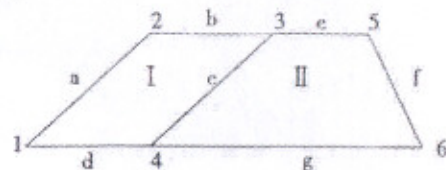


图 4-13 M 示意图

多边形号	边号
I	a
	b
	c
	d
II	e
	f
	g
	a

边号	起始点号	终止点号
a	1	2
b	2	3
c	3	4
d	4	1
e	2	5
f	5	6
g	6	4

端点号	X 坐标	Y 坐标
1	X_1	Y_1
2	X_2	Y_2
3	X_3	Y_3
4	X_4	Y_4
5	X_5	Y_5
6	X_6	Y_6

(a) 多边形与边关系

(b) 边端点关系

(c) 端点坐标关系

图 4-14 M 图关系表

(2) 层次模型: 以记录类型为节点的有向树 (tree), 其主要特征是: (1) 除根节点外, 任何节点都有且只有一个“父亲”; (2) “父”节点表示的实体与“子”节点表示的实体是一对多的联系。例如: 图 4-13 示地图 M, 层次结构图形式为图 4-15 所示。

层次数据库结构的优点是存取方便且速度快、结构清晰、容易理解。但它的结构化较呆板, 缺乏灵活性, 同样一个属性数据要存储多次, 引起大量冗余数据。显然, 这种数据结构不适合用于拓扑空间数据的组织。

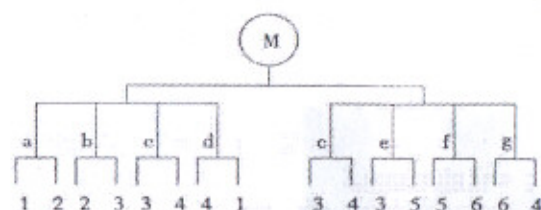


图 4-15 层次数据库结构

(3) 网状模型: 层次模型中数据的连接只限于上下通路, 许多情况下, 图形数据库结构要求具有更多的通路, 以便更为快速地把需要的数据组织起来, 网络模型能够比较有效地解决这个问题。其特点为: 1) 可以有一个以上的结点没有“父”结点; 2) 至少有一个结点有多于一个“父”结点; 3) 结点之间可以有多种联系; 4) 可以存在回路。图 4-13 所示的地图 M 如果用一个网络数据库来存储, 形如图 4-16 所示。

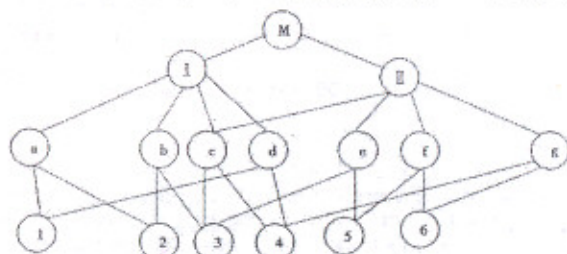


图 4-16 网络数据库结构

网络数据库结构的优点是能够明确而方便地显示数据间复杂关系, 数字冗余小。但由于数据间联系要通过指针表示, 指针数据项的存在使数据量大大增加, 当数据间关系复杂时指针部分会占大量数据库存储空间。另外, 修改数据库中的数据时, 指针也必须随着变化。因此, 网络数据库指针的建立和维护可能成为相当大的额外负担。

上述三种数据库模型均可用来描述包括图形数据和属性数据在内的空间数据。目前在空间信息数据管理方面采取的主要方式有:

(4) 全关系数据库管理方案。属性数据、几何数据同时采用关系式数据库进行管理, 空间数据和属性数据不必进行烦琐的连接, 数据存取较快。但在涉及空间查询、对象嵌套等复杂的空间操作属间接存取, 效率比 DBMS 的直接存取慢。常见的 GIS 软件: System9, Small World、Geovision 等。

(5) 扩展型的关系数据库管理方案。在标准的关系数据库上增加空间数据管理层, 即利用该层将地理结构查询语言 (GeoSQL) 转化成标准的 SQL 查询, 借助索引数据的辅助关系实施空间索引操作。解决了空间数据变长记录的存储问题, 由数据库软件商开发, 效率较高。用户不能根据 GIS 要求进行空间对象的再定义, 因而不能将设计的拓扑结构进行存储。常见的 GIS 软件: TIGER, Geo++, Geo Tropics 等。

(6) 文件、关系数据库混合型管理方案。属性数据建立在关系数据库上, 数据存储和检索比较可靠、有效; 几何数据采用图形文件管理, 功能较弱, 特别是在数据的安全性、一致性、完整性、并发控制方面, 比商用数据库要逊色得多。空间数据分开存储, 数据的完整性有可能遭到破坏。常见 GIS 软件: Arc/Info, MGE, SICARD、GENEMAP 等。

上述数据模型的应用显现出一定局限性和不足, 主要可以概括为: 空间数据记录是变长的 (如点数的可变性), 而一般的数据库都只允许把记录的长度设定为固定; 在存储和维护空间数据拓扑关系方

面存在着严重缺陷,一般都难以实现对空间数据的关联、连通、包含、叠加等基本操作,不能支持复杂的图形功能;单个地理实体的表达需要多个文件、多条记录,一般的 DBMS 也难以支持,难以保证具有高度内部联系的 GIS 数据记录需要的复杂的安全维护。

二、面向对象技术在数据库模型中的应用

1. 面向对象的基本概念。面向对象(object-oriented, oo)的概念起源于程序设计语言——面向对象的编程语言(简称 OOP),强调对象概念的统一,引入对象、对象类、方法、实例等概念和术语,采用动态联编和单继承性机制。它以 OOP 为核心,集各种软件开发工具为一体,建立 OO 计算环境,配有很强的图形功能和多窗口用户界面。基本出发点就是以对象作为最基本的元素,尽可能按照人类认识世界的方法和思维方式来分析和解决问题。

对象是客观世界实体的抽象描述,由信息(数据)和对数据的操作组合而成。我们身边的一切事物,小至一粒米,大到一个人、一个学校,都是对象。消息是对象之间通信的手段,用来指示对象的操作。方法是对象接收到消息后应采取的动作序列的描述。对象具有封装性,对外部只提供一个抽象接口而隐藏具体实现细节,当要对对象的功能做完善和扩充工作而进行修改时,其影响仅限于该对象内部,而不会对外界产生影响。类是对一组客观对象的抽象,它将该组对象所具有的共同特征集中起来,以说明该组对象的功能和性质。在扩充构成上,类则形成了一个具有特定功能的模块和一种代码共享的手段。类的确定方法是归纳,提炼所遇到对象的共同特性。例如,居民住宅、饭店、工厂可分别是一个类,也可以抽象为建设用地类。类具有继承性,体现在对象继承结构上,下层对象继承上层对象的特征,便于软件的演化和扩充。在实际工作中,单纯描述一个独立的对象如何工作是没有意义的,而描述一个类的工作是有效的,是对一类事物的概括。一个类一般来讲不做实际工作,它只不过是构造实例的模板,真正工

作的是对象,也就是类的实例。这是对象与类之间关系的具体表现。

2. 面向对象的 GIS 数据库设计。GIS 中的各种地物,在几何性质方面不外乎表现为四种类型,即点状地物、线状地物、面状地物以及由它们混合组成的复杂地物,因而这四种类型可以作为 GIS 中各种地物类型的超类。GIS 中的地物可根据国家分类标准或实际情况划分类型。如土地利用 GIS 的对象可分为耕地、园地、林地等二级类,地物类型的每二级类又可以进一步分类,如耕地可再分成水田、水浇地、旱地等子类,另一方面,几种具有相同属性和操作的类型可综合成一个超类。

面向对象的数据模型从概念上将人们对 GIS 的理解提高到了一个新的高度。一方面,它巧妙地容纳了 GIS 中拓扑数据结构的思想,能有效地表达空间数据的拓扑关系。另一方面,面向对象数据模型在表达和处理属性数据时,又具有许多独特的优越性。目前,采用面向对象数据模型,建立面向对象数据库系统,主要有三种实现方式:(1)扩充面向对象程序设计语言(OOP),在 OOP 中增加 DBMS 的特性。在现有的面向对象系统或语言上加上数据库管理功能,以丰富系统的库管理能力,从而建立一个面向对象的数据库;(2)扩充 RDBMS,在 RDBMS 中增加面向对象的特性,在现有的数据库管理系统上引入面向对象的数据库模型,使其支持面向对象的设计方法而形成一个面向对象的数据库系统;(3)建立全新的支持面向对象数据模型的 OODBMS。

当前,用于空间信息管理的面向对象数据库模型一般都采用第一种方法,即几何数据用面向对象语言加数据管理功能方法,属性数据用 DBMS 加面向对象数据库模型方法。

3. 面向对象时空数据库模型。任何人类活动和自然现象的变化都需要经历一定的时间,记录国土资源过去发生的历史数据有时候是非常重要的。例如,地籍管理中的宗地可能经过多次的买卖或变化。在处理土地纠纷中,人们需要详细的历史记录作为法律依据。对资源

系统发展变化过程的分析研究也需要考虑时间和空间两个方面的状况和变化。因此,实现时空复合操作,将空间分析的问题进一步拓展为时空分析的范畴,已成为当今空间信息系统研究的一个重要方向。时空地理信息系统是一种四维(X, Y, Z, T)或二维(S, T)信息系统,其中(X, Y, Z)或(S)表示空间系统,(T)表示时间,这是一种具有时空复合分析功能和多维信息视觉化的系统,是国土资源信息系统建立和完善的必要途径。

最初人们的研究兴趣是在二维空间信息系统中加入时态信息,通常把它们归结为历史数据库的问题。当前,人们把这一研究扩大到真三维、真四维。人们在研究历史数据库时,提出了两个概念,事件时间(World Time)和系统时间(System Time)。事件时间是指某一空间对象在现实时间中发生变化的时间,系统时间是数据库用来跟踪记录变化的时间。一般只考虑事件时间。有三种方法来表达空间对象在数据库中的变化。第一种是当一个或者若干个对象在一次事件中发生变化时,对这些对象涉及的关系表重建一个新的版本;第二种是对变化的对象给定一个新的版本;第三种仅仅对对象变化所涉及到的属性段增加一个新的值。显然,第一种方法冗余度是最大的。第三种方法最理想,它不仅数据的冗余度最小,而且在一条记录中记录了历史信息,便于查询。然而,第三种方法在传统的关系数据库模型中遇到了挑战。第三种方法要求在一个属性字段中要能够存放多个属性值,这显然不符合关系模型的基本范式要求。随着面向对象方法的推广应用,为第四种方法的使用带来了希望,也就产生了面向对象时间数据库模型的概念。面向对象数据库模型打破了关系模型范式的限制,直接支持对象的嵌套和变化记录,是一种解决空间信息系统时态问题的理想模型。

三、数据库管理进展

对于信息量庞大、数据类型复杂的各种国土资源信息,处理好这

些数据的相互兼容,如何提高多个子数据库之间协调工作的效率,以及满足垂直国土资源管理的需要,分布式数据库和数据仓库技术为国土资源数据库的纵向和横向管理提供了新的技术途径。

1. 分布式数据库。分布式数据库(Distributed Data Base, 简称DDB)是数据技术与网络技术相结合的产物。分布式数据库是物理上分散在计算机网络点上,而逻辑上属于同一个系统的数据集合。

国土资源信息分布式数据库是一组存储在不同计算机(大型、小型、微型或工作站)存储设备上的数据库,通过计算机网络而组成一个逻辑上统一的数据集合。这一数据集合的特性是具分布性和逻辑协调性。所谓分布性,是说数据库中的数据不是存放在单一部门或机关的单个存储设备上,而是根据管理和应用的需要,将国土资源的整体数据划分为一定结构的子集分散存储在各个部门或机关,这一特点明显地区别于单一地点的集中式数据库。所谓逻辑协调性,是说各部门或机关的数据相互之间有严密的约束规则,在逻辑上是一个整体,这又明显地区别于分散在各站点上通过计算机联网可以远程存取的数据集或文件的集合,因为后者的各个分散的数据集之间没有内在逻辑联系。从这两个特性出发,可以认为分布式的数据库有全局数据库(逻辑虚拟的)和局部数据库(物理分散实际存在的)的概念。分布式数据库的结构如图4-17所示。

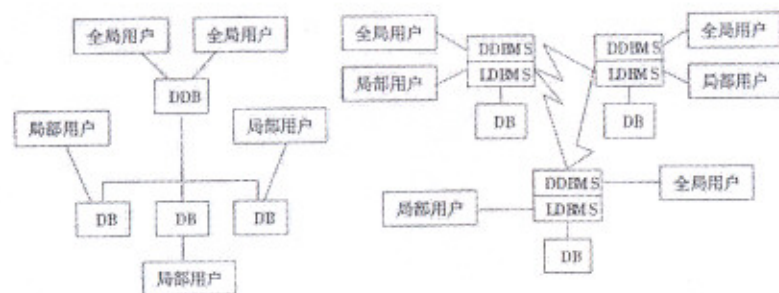


图 4-17 分布式数据库结构

分布式数据库具有如下特点:

(1) 可靠性: 在 DDB 中, 单一部件的失效, 不一定使整个系统失效, 而且分布式数据库可以通过在各个不同的场所冗余地存放数据来恢复失效的数据。

(2) 自治性: DDB 允许每个场所有各自的自主权, 即可以对自己管理的信息加以控制, 可以制定各自使用信息的策略。采用局部责任制, 可以较少地依靠远程数据处理中心。

(3) 模块性和系统的价值能力: DDB 把一些功能较少的数据库结合成一个功能更强的数据系统, 用来满足任何一个单一数据库都无法满足的应用要求。

(4) 费用低: 由于系统的模块性, 从长远发展的观点来看, 比相同功能的集中式数据库系统的成本要低。

(5) 灵活性: 除了系统结构上的灵活性外, 通过数据的动态传递与冗余, DDB 可以适应应用的不断变化。

(6) 分布透明性和冗余透明性: 用户或用户程序在 DDB 上操作时, 不知道数据的分布与冗余, 对它来说, DDB 系统与单一的集中式数据库没有什么区别, 分布式数据库的这个特点使它与集中式数据库具有相同的外部特征。

2. 数据仓库

(1) 从数据库到数据仓库: 传统的数据库技术是以单一的数据资源, 即数据库为中心, 进行从事务处理、批处理到决策分析等各种类型的数据处理工作。然而, 不同类型的数据处理有着不同的处理特点, 以单一从数据组织方式进行组织的数据库并不能反映这种差异, 满足不了数据处理系统的要求, 随着计算机技术的飞速发展, 数据仓库技术应运而生。

理解和应用数据仓库技术首先要将数据处理分为两大类: 操作型处理和分析处理。操作型处理也叫事务处理, 是指对数据库联机的日常操作, 通常是对一个或一组记录的查询和修改, 主要是为企业的特

定应用服务的, 人们关心的是响应时间、数据的安全性和完整性。分析型处理则用于管理人员的决策分析, 例如决策支持系统 (DDS)、多维分析等, 经常要访问大量的历史数据。数据库系统作为数据管理手估, 在事务处理应用方面获得了巨大的成功, 但它对分析处理的支持一直不能令人满意, 尤其是当以业务处理为主的联机事务处理应用与以分析为主的决策支持系统应用共享于同一个数据库系统中时, 这两种类型的处理发生了明显的冲突。在事务处理环境中直接构建分析型应用是一种失败的尝试。因此, 要提高分析和决策的效率和有效性, 必须把分析型数据从事务处理环境中提取出来, 建立单独的分析处理环境数据仓库就是为了构建这种分析处理环境而出现的一种数据存储和组织技术。

国土资源系统的构建, 一方面要加强各类资源信息的规范化、科学化管理, 为相应部门提供联机操作办化自动化等日常应用服务; 另一方面, 分析整理庞大的、多样化的、涉及多部门的信息, 为高层领导和国家级部门提供全局性的决策依据显得尤为重要。在国土资源信息系统中应用数据仓库技术将为分析与决策提供有力的数据组织前提。

(2) 数据仓库及其特征: 为了适应数据分析处理要求, 可以将分析型数据也就是数据仓库数据的特点概括为四点: 数据仓库的数据是面向主题的; 数据仓库的数据是集成的; 数据仓库的数据是不可更新的; 数据仓库的数据是随时间不断变化。

所谓数据仓库就是一个用以更好地支持企业或组织的决策分析处理的、面向主题的、集成的、不可更新的、随时间不断变化的数据集。下面着重讨论数据仓库数据的四个基本特征。

①数据是主题与面向主题的: 数据仓库中的数据是面向主题进行组织的。主题是一个抽象的概念, 是在较高层次上将资源信息系统中的数据综合、归类并进行分析利用的抽象。在逻辑意义上, 它是对应资源的某一宏观分析领域所涉及的分析对象。面向主题的数据组织方

式,就是在较高层次上对分析对象的数据的一个完整、一致的描述,能完整、统一地刻画各个分析对象所涉及的资源的各项数据,以及数据之间的联系。

与面向主题相对应的是数据库面向应用的数据组织方式,面向应用数据组织是详细调查、收集数据库的基础数据及其处理的过程,着重反映某资源内部数据的动态特征,即资源管理部门内的数据流动情况以及部门间的数据输入输出关系。这种数据组织方式生成的各项数据库模式与资源管理中实际的业务处理流程中涉及的单据或文档有很好的对应关系。总的来说,面向应用来进行企业数据的组织,其抽象程度不够高,没有完全实现数据与应用的分离。

面向主题的数据组织应该分为两个步骤,首先是抽取主题,然后确定每一个主题所包含的数据内容。在从面向应用到面向主题的转变过程中,需要丢弃原来不必要的、不适于分析的信息,同时将分散在各信息子系统里面有关主题的信息集成为一个完事的描述,以使在此基础上针对这一主题进行分析处理。虽然这种数据组织方式使得主题之间有内容重叠,但需要强调的是:主题之间的重叠是逻辑上的需要,而不是同一数据内容的重复物理存储。主题本身是一个逻辑上的概念,每个主题在数据仓库中都是由一组关系表实现的,基于一个主题的所有表都含有一个称为公共码键的属性作为其主码的一部分。公共码键将各个表统一联系起来,体现它们是属于一个主题的。

②数据是集成的:数据仓库中的综合数据不能从原有的数据库系统直接得到。因此,在数据进入数据仓库之前,必然要经过统一与综合。要统一源数据中所有矛盾之处,如字段的同名异义、异名同义、单位不统一、字长不一致等等,此外还要进行必要的综合和计算。

③数据是不可更新的:数据仓库的数据主要供企业决策分析之用,所涉及的数据操作主要是数据查询,一般情况下并不进行修改操作。由于只提供查询的操作,所以数据仓库管理系统 DWMS 与 DBMS 相比要简单的多。DBMS 中许多技术难点,如完整性保护、并发控

制等,在 DWMS 中几乎可省去,只是相应地对数据查询提出了更高的要求,要求采用各种复杂的索引技术。

④数据是随时间不断变化的:数据仓库数据不可更新是针对应用来说的,随时间推移,数据仓库的数据是不断变化的。这一特征表现在以下三方面:第一,数据仓库随时间变化不断增加新的数据内容。第二,数据仓库随时间变化不断删去旧的数据内容。第三,数据仓库中包含有关大量的综合数据,这些数据中很多同时间有关,如数据经常按照时间段进行综合,或隔一定的时间段进行抽样等。

尽管数据仓库与传统数据库之间存在着较大的差异,但需要明确一点的是,数据仓库不是对原有数据库的替代,数据仓库的建设不完全是另起炉灶,而是利用现有的操作型数据,对其进行信息的集成,数据仓库与数据库同样都是国土资源信息系统和决策支持系统的基础设施。

第三节 数字国土信息获取与更新

数字国土信息是指按照统一分类体系、规范和标准进行收集整理的、存储在计算机存储器中的数据信息,并用这些数据信息来表示国土资源各要素信息和相关信息的特征及其分布位置。获取数字国土信息的来源大致分为以下几种:

- (1) 基础图件:包含构成国土资源的各个要素,如基础地形数据、气候、土壤以及地质等。
- (2) 航空、航天遥感资料。
- (3) 通过实地考察、试验取得的资料。
- (4) 国土资源法律、法规,文字报告,照片。
- (5) 调查、变更统计资料。
- (6) 其他信息系统提供的资料。

针对不同的数据来源,数字信息获取技术也各不相同,下面首先

对常用的空间数据输入方法加以介绍。

一、空间数据的输入

国土资源空间数据来源有多种,不论哪种来源的数据最终都被归结为图形数据和属性数据两大类,对应地要对图形数据和属性数据采用不同的方法输入信息系统。

1. 图形数据的输入。图形数据的输入过程实际上是图形数字化处理的过程,以下是几种普遍适用的输入方法:

(1) 手工键盘输入:手工键盘输入图形数据就是把点、线、面实体的地理位置(坐标),通过键盘输入到数据文件或程序中去。

手工键盘输入栅格数据则相对复杂,栅格图形数据是以一系列像元表示点、线、面实体。手工输入过程为:先选择适当的像元大小和形状并绘制透明格网;然后确定地物的分类标准,划分并确定每一类别的编码;最后将透明格网覆盖在待输入图件,依格网的行列顺序用键盘输入,每个像元的属性值即各类别的编码值。

手工键盘输入方法简单,不用任何特殊设备,但效率低,需要做十分繁琐的笔标取点或编码工作。

(2) 手扶跟踪数字化仪输入:这是较常用的图形数据输入方式。数字化时,把待数字化的资料——地图、航片等固定在数字化板上,首先用鼠标器输入至少四个控制点坐标和图幅范围,随后即可输入图幅内各点、曲线和坐标。

(3) 自动扫描输入:自动扫描输入方式速度快,不受人为因素的影响,操作简单;缺点是硬件设备昂贵,图形识别技术尚未完全成熟。这种方法是图形自动输入的发展方向。

(4) 解析测图仪法空间数据输入:解析测图仪利用航空或航天影像像对,建立空间立体模型,直接测得地面三维坐标(X, Y, Z),并直接输入计算机,形成空间数据库。这种仪器不仅能记录三维坐标,还能通过联网的计算机处理比例尺变形和其他图幅变形。这种输入方

法在建立数字地面模型(DTM)时尤其重要。

(5) 已有数字形式空间数据的输入:这种方式用来接收已是数字化形式的信息数据,包括机载或星载多光谱扫描磁带等系统引进的信息。这些外来信息数据虽然已是数字格式,但其格式不一定与GIS数据库一致,还需作某些必要的预处理。

2. 属性数据的输入。属性数据即空间实体的特征数据,属性数据一般采用键盘输入。属性数据输入的一种常用方法是首先把属性数据输入一个顺序文件,经编辑、检查无误后转存到数据库的相应文件或表格中。

二、RS、GPS 与国土资源信息系统更新集成

数字信息的采集是建立国土资源信息系统的一项最基础性的工作,仅仅依靠上述的人间数据输入方式获取信息的周期长、工作量大,难以满足庞大的信息获取要求。因而,国土资源信息系统的建立与完善应加强同RS、GPS的集成,在保证数据获取的实时性、动态性的同时,加强对数据的处理、分析及应用。

遥感,广义地说,是在不直接接触的情况下,对目标物或自然现象远距离感知的一种探测技术,英文 Remote Sensing (RS)。狭义而言,是指在高空和外层空间的各种平台上,运用各种传感器(如摄影仪、扫描仪和雷达等)获取地表信息,通过数据的传输和处理,从而实现研究地面物体形状、大小、位置、性质及其环境的相互关系的一门现代化应用技术科学。

国土资源信息系统是管理与分析国土资源空间数据的有效工具,而遥感是一种空间数据采集和分类的有效工具,它们的工作对象都是空间实体,彼此之间存在着密切的联系。遥感是国土资源信息系统的一个重要数据源和强有力的数据更新手段,它可以作为国土资源信息系统的数据采集子系统,为其提供及时、准确、综合和大范围的各种资源与环境数据;同时,遥感所具有的动态多时相特点,又为GIS

空间数据库的更新或建立动态系统提供动态数据源。相应的,国土资源信息系统又可以为遥感提供一定的辅助信息和分析手段,从而提高遥感信息识别的精度和效率。如果通过匹配处理将不同遥感手段得到的图像综合起来分析,并加入其他空间信息,则有利于专题信息分类和定量评价。国土资源信息系统将为遥感信息与其他信息的综合提供一个良好的环境。总之,两者的集成会相互填补缺陷,更加充分地发挥各自的优点。

全球定位系统(GPS)作为当前最先进的定位工具迅速成为GIS产业十分重要的数据采集工具。近几年来,GIS型DGPS接收机用于采集地面上的位置数据及详细的属性信息正日益发展。在国土资源信息系统中,GPS将被广泛应用于数据采集、数据更新及质量控制。此外,GPS的高动态精密三维定位,可以为遥感图像提供精确的实时数据,使得遥感图像的实时几何校正处理和遥感图像与国土资源信息系统数据的精确配准成为可能。GPS所采集的所有数据都可以通过GPS输出端与计算机串口或并口连接后输入,因而应该将GPS与RS一起看作是国土资源信息的重要数据来源之一。

由于国土资源信息涉及部门多,地域广,系统建立过程中要充分利用已建立的各类专业空间信息。目前,RS、GPS与国土资源信息系统集成技术发展中需要解决的问题是:研究如何依托已建立的国土资源信息系统来实现航空、航天遥感影像的智能化全数字过程,并从中快速发展在那些地区空间信息发生变化,进而实现国土资源信息系统数据库的自动(或半自动)快速更新。主要内容为:

(1) 国土资源信息与现势的航空、航天影像复合。

(2) 从国土资源信息与航空、航天影像之配准中,自动(或半自动)检测空间信息的变化和增加。

(3) 由国土资源信息系统的属性数据以及它与现势影像配准之结果,自动(或半自动)提取语义信息与获取知识。

(4) 国土资源信息自动(或半自动)更新。

应该说,上述集成技术同样是“3S”集成技术中需要解决的理论问题和关键技术。国土资源信息系统的建立应该紧跟当今“3S”集成研究领域里的新思路和新方法,使得高科技的低成本、高效率、高质量优势得以充分发挥。

1. 与现代遥感技术的衔接分析。现代遥感平台发展为国土资源调查更新提供了全新概念上的数字作业底图。进入20世纪90年代到21世纪初期近10年来卫星遥感发展的主要特点是高分辨率发展,体现在空间分辨率、光谱分辨率和温度分辨率三个方面,长线阵CCD成像扫描仪可达到1~2m的空间分辨率,成像光谱仪的光谱细分可达到5~6 μm 的水平。热红外辐射计的温度分辨率可从0.5K提高到0.3K乃至0.1K。这些高分辨率遥感影像已经到达了航片的类似精度,满足进行1:1万比例尺的地形测图和土地利用图的更新。遥感卫星多传感器技术发展,几乎能全面覆盖大气窗口的所有部分。光学遥感可包含可见光、近红外和短波红外区域。热红外遥感的波长可达8~14 μm ,微波遥感观测目标物电磁波的辐射和散射,分被动微波遥感和主动微波遥感,波长范围0.1~100cm,与传统的光学航片相比提供了大量波谱数字影像,更适合计算机处理计算。最后多时相特征发展,尤其小卫星群计划的推行,可以用实现每3~5天对地表重复一次采样。其次数字航空摄影也可提供了现代信息处理技术下的数字航片。

现代遥感平台发展提供的米级高分辨率全色、多光谱同步卫星为1:1万正射遥感影像图提供多源遥感数据,与常规调查所采用的工作底图相比的优点:1) 遥感影像提供了丰富的实地景观,方便外业补测控制点的选择;2) 正射影像制作技术提供了可靠的地理坐标基础,可以避免历史工作底图地理坐标的退化问题;3) 为室内更新补绘提供可丰富的信息,包括丰富的光谱数据和清晰的纹理特征;4) 数字影像和后续数字化解译与GIS系统结合方便。但缺点是与常规变更的工作底图比一次性数据投入成本高,但丰富的遥感实地景观一般可保持4-5年的有效性作为工作底图;其次处理技术要比常规底图

要求高。

近年来,随着计算机硬、软件技术的不断提高,以及计算机图像处理和识别技术在遥感领域的广泛应用,遥感数字图像的处理和信息提取得到了迅速的发展。在图像分类(识别)方面:除目前常用的统计模式识别方法外,又出现了模糊理论识别方法和神经网络识别方法,在此基础上又扩展成用于纹理的神经网络分类、小波神经网络分类、遗传算法用于纹理分类等。这些传统基于像素为分类单元的分类方法在计算速度上和分类精度上都取得了不同程度改善,但对于纹理特征更具变异,光谱统计特征不稳定,空间信息过于丰富,影像地物的尺寸、形状、邻域地物关系丰富的高分辨率遥感图像处理,仍略显不足。因此利用图像分割技术形成目标区域,建立基于区域的分类方法将会充分发挥空间格局知识提高分类体系的深度和精度。在多源遥感影像的融合方面,提出了很多先进的数据融合方法,如基于小波的、基于特征的、基于局部直方图匹配滤波的融合技术等,更好的发挥了遥感数据的几何、光谱多源性优势。在遥感变化信息提取方面发展了单变量图像差值法、图像比值法、图像回归法、植被指数法、主成分分析法等变化信息增强方法、K-T变换法、G-S变换法和变化向量分析法等定性提取方法以及直接多时相分类比较等系列方法。其次正射影像图制作技术方面,从传统的光学几何图像通过航片角度斜正仪、航片正射投影仪(ZS系统),发展到具有全数字化微分校正技术的数字正射光谱波段序列,以及影像地图制作中镶嵌接边的新技术(最小灰度差、最短路径法等)数字图像处理技术。

在计算机技术、通讯技术、航空(天)遥感技术和数字图像理论技术发展支持下,国土资源调查更新传统依赖外业实地调绘可部分发展为全数字化室内变更信息计算机处理,传统依靠光学机械仪器和纸质地形图的室内转绘成图将被依靠数字地形模型和全数字微分纠正系统的数字正射影像制作所取代。但遥感也有自身的局限性。遥感影像的覆被特征无法满足各国土地资源要素的全要素解译。可见遥感技术与

国土资源信息集成结合首先可以为信息获取更新提供全新的数字化作业底图,其次与计算机图像处理技术结合部分实现室内获取更新。

2. 与GPS技术的衔接分析。常规获取更新依靠大量外业补测调绘工作将变更内容的位置边界标绘在作业底图上、同时填写各类调查记录表,即便是遥感技术进行获取更新,仍需要一定量的外业工作。随着掌上计算机(PDA)性能的不断提高、满足精度要求的微型GPS接收机的出现,解决更新调查全过程数字化、计算机化瓶颈的外业调绘、数据采集信息化问题的时机已经到来。实现外业调绘、数据采集信息化的主要目的是实现野外数据一次性的数字化采集,并通过对所采集数据的计算机处理,提高变更效率和数据库精度,进一步实现不同行政区域间大范围数据的无缝数据库和数据的互操作打下基础。

野外数据采集信息化的核心是要在野外现场完成室内不能够确定更新数据、检核更新数据的一次性数字化输入。野外采集的标准化将是集成和衔接的主要依据。主要包括以下三个方面:(1)所采集描述的内容与结构的标准化,必须将调查的内容转换为反映变更内容及其相互关系的野外数据库结构,即变更空间数据库结构、变更调查记录表结构。(2)更新内容描述语义的标准化,就是要实现对分类体系、地类属性等内容描述的标准化,要避免常见的地类以及属性上出现同名异物与同物异名的问题引起混淆与混乱,而外业调查结果失去价值。(3)必要的分类与编码,按照变更内容和体系层次进行系统编码、尤其有关各地类标注的符号数据库的建立和操作有利于外业数字化作业效率和精度。

可见GPS-PDA系统应用在外业主要工作是数字化获取变更内容的空间位置和属性数据信息。在满足上述条件基础上,要针对不同更新内容空间信息的复杂程度,确定GPS-PDA与数据获取更新集成的作业方式与技术方法,主要包括:基准站设立,不同空间形态的数据采集方式,属性数据采集方法、空间坐标转换、更新数据后处理等技术方法的集成。与常规外业补测技术相比,GPS-PDA系统应用在获

取变更外业优点是一次数字化获取、精度高、作业速度快,缺点是易受作业条件干扰,一次作业范围受基准站控制。

3. 国土资源 3S 系统集成模式。对于 3S 系统的集成研究,不同专业背景的学者从各自的需要、背景出发纷纷发表不同的观点,主要从数据流、集成程度等角度进行系统集成分析。

(1) 3S 技术集成的松散耦合模式分析:松散耦合,即通过特殊的数据文件进行数据交换,将国土资源系统数据管理和获取涉及到的 3S 系统联结起来完成系统建设。就各系统而言,两两之间只是通过系统提供的数据输出格式进行切换,没有借助系统进行数据反馈。显然该集成模式最为简单,不需要系统再次复杂开发,在分析作业流程和确定 3S 数据处理方法的基础上,通过系统间数据交换格式连接各子系统间的输入输出和数据处理方法。缺点是集成化程度低,没有充分利用 3S 技术间互补优势,其次依赖各 S 系统提供的数据输出格式和导入格式进行系统间数据流交换,操作繁琐,容易导致数据关系丢失和误差传递,较难进行一体化质量控制。

(2) 3S 技术集成的紧密耦合模式分析:该模式系统之间的数据格式依然不同,但系统间开发集成标准数据格式,可自动进行双向数据存取。就各系统而言,两两之间通过系统提供的标准数据输出格式互动。显然该集成模式较为复杂,需要大量建立在标准数据格式基础上的系统分析功能,但不强求大系统,可以保持相对独立。

(3) 完全集成模式分析:数据的存取分析基于相同的数据模型和共同的数据管理系统,子系统之间的作用非常简单有效。但目前国土资源信息化规定、流程和技术方法以及标准化格式等问题,使系统缺乏良好兼容性的数据格式,多维数据之间的融合分析、系统信息流的实时安全传输不能保证,因而要想真正实现 3S 系统内部的无缝连接的集成技术模式,实现一体化数据管理的系统目前较为困难。

第四节 国土资源信息系统的开发

地理信息系统(GIS)按其功能和内容可分为工具型地理信息系统和应用型地理信息系统,而国土资源信息系统作为应用型地理信息系统,主要是依托地理信息系统开发平台,根据自己的需要和系统的应用目的,在此基础上进行二次开发,建成解决单项资源或多项资源实际问题的信息系统。尽管国土资源类型多样,涉及内容各不相同,但系统本身所包含的内容大同小异。下面仅以土地资源信息系统为例,阐述国土资源信息系统的开发。

一、国土资源信息系统开发

1. 开发方法。在计算机软件开发工作中,软件工程的方法是开发管理的基本方法,面向对象的程序设计方法则是目前软件系统编程实现的最优方法,从应用 GIS 实现的三种方式来看,国土资源信息系统的开发同样具有以下三种方式:

(1) 独立开发:指不依赖任何 GIS 工具软件,独立进行国土资源信息系统开发。从空间数据的采集、编辑到数据的处理分析及结果输出,所有的算法都由开发者设计,然后选用某种程序设计语言,如 C++、PASCAL 等,在一定的操作平台上编程实现。与通用 GIS 工具软件相比,开发过程相似,只是在功能结构上更针对于应用目标。

(2) 单纯二次开发:指完全借助于 GIS 工具软件提供的开发语言,进行国土资源信息系统开发。目前流行的 GIS 工具软件中,有许多提供了可供用户进行二次开发的宏语言,如美国环境系统研究所(ESRI)开发的 ArcView 提供了 Avenue 语言,美国 MapInfo 公司研制的 MapInfo 提供了 MapBasic 语言等等。用户可以利用这些宏语言,以原 GIS 工具软件为开发平台,开发出自己的针对国土资源的应用程序。

(3) 集成二次开发: 集成二次开发是利用 GIS 工具软件 (如 ArcView、MapInfo 等) 实现 GIS 的基本功能。以通用编程软件尤其是面向对象的可视化开发工具 (如 Delphi、Visual C++、Visual Basic、Power Builder 等) 为开发平台, 充分发挥 GIS 工具软件在空间数据处理上的优势及可视化开发工具在应用程序开发上的强大功能, 进行二者的集成二次开发。

集成二次开发又分两种方式: 一是采用 (对象连接嵌入自动化) OLE Automation 技术或利用 (动态数据交换) DDE 技术, 用软件开发工具开发前台可执行应用程序, 以 OLE 自动化方式或 DDE 方式启动 GIS 工具软件在后方运行, 实现应用程序中的地理信息系统功能; 二是利用 GIS 工具软件生产厂家提供的建立在 OCX 技术基础上的 GIS 功能软件, 如 ESRI 的 MapObjects、MapInfo 公司的 MapX 等, 在 Visual C++ 等编程工具编制的应用程序中将 GIS 功能嵌入。

二、国土资源信息系统开发平台

工具型地理信息系统是一种通用的具有地理信息系统一般特点的外壳软件, 用户可根据自己的需要和特定的应用目的在此基础上进行二次开发, 从而建成具体的应用型地理信息系统。国土资源信息系统可根据用户的特定要求, 也可依托不同的 GIS 软件为开发平台。但作为系统平台, 对以下几方面的信息必须要有一定的了解和认识。

1. 系统平台一般特征

(1) 软件的一般信息: 主要包括软件名称、运行环境、首次推出时间、目前用户数量、软件价格、售后服务等。

(2) 软件所采用的数据结构: 主要是指数据结构的类型, 例如拓扑矢量结构、非拓扑矢量结构、四叉树结构等等, 以及不同数据结构能否进行转换, 系统在处理不同数据结构时用户界面是否统一等情况。

(3) 软件所支持的数据库管理系统: 包括系统通过哪种数据库管理系统 (DBMS) 来存储和管理属性数据, 以及该 DBMS 与地理信息系统的接口情况等。

(4) 软件的体系结构: 指的是将各种软件模块组织一个完整软件系统的技术与方法。目前大多数的商业化地理信息系统平台软件都采用混合型或扩充 DBMS 型两种体系结构。

ARC/INFO 平台是使用混合型结构的一个典型例子。在该结构中, 非空间的属性数据存储于 INFO 关系型 DBMS 中, ARC 系统提供了空间数据的存储和操作, 空间分析功能则由工具箱结构提供。ARC 系统具有进行数据输入、编辑与网络分析等功能的独立模块, 用以完成所需的空間分析。

SYSTEM9 是一个在已有的 DBMS 上进行扩充而建造的扩充 DBMS 型体系结构的例子。在该结构中, 空间坐标、拓扑数据以及非空间的属性数据都使用统一的数据模型进行了扩充, 用来处理空间定位功能和进行空间查询。

2. 系统平台的基本功能

(1) 数据输入: 主要包括地图数字化输入、图像扫描输入、表格数据录入以及外部数据的转换输入等子功能。

(2) 数据输出: 主要包括以下方面子功能: 图形输出 (点位符号图、线状符号图、面状符号图、方体图等)、图像输出、统计图表 (条形图、扇形图、折线图、散点图、直方图等)、外部数据输出。

各种商业化地理信息系统软件能够提供各不相同的输入、输出数据格式, 目前主要的图形格式包括: ARC (ARC/INFO 软件采用的格式)、AVHRR (气象卫星数据)、DEM (数据高程模式)、DLG (数字化线图)、DIME (双键码)、DXF (AutoCAD 数据)、HPGL (HP 图形命令语言)、LANDSAT 和 SPOT (遥感卫星数据格式)、TIGER (TIGER 软件格式)、SIF (Standard interchange Format)、TIFF (Tagged Image File Format, 一种工业标准的栅格图像格式)、IGES (Initid

系统名称	AEC/ INFO	ER-DAS	GRASS	INFO MAP	Map Info	MOSS	SPANS	SYS-TEM9	MGE	TEG RIS
功能	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
走廊分析	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
地图布尔操作	*	*	*	*		*	*	*	*	*
专题布尔操作	*	*	*	*		*	*	*	*	*
邻近搜索	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
移动窗口过滤		*	*			*	*			
最优路径	*	*	*	*		*	*		*	
加权最优路径	*	*	*				*		*	
坐标几何	*		*	*		*		*	*	
网络分析	*		*	*			*		*	
矢量转网格	*	*	*		*	*	*		*	*
网格转矢量	*	*	*	*			*		*	*
投影变换	*	*	*	*		*	*	*	*	*

三、开发应用实例

土地资源子信息系统是对某地区土地资源及有关信息进行有效管理,实现数据的查询检索、复合处理、专题分析和模式评价,为土地资源的合理开发、利用、整治和规划提供科学的决策依据,该系统功能结构如图 4-18 所示。

该系统包括一个数据库模型子系统及土地生产潜力和土地适应性评价两个应用模型。先期建立的数据处理包括基础信息、土地信息、气候资源和社会经济信息等,系统的数学模型子系统包括简单的统计分析、回归分析、主成分分析、聚类分析、层次分析、时间序列分析、灰色系统模型、人口预测模型、数量化理论、非线性规划和系统动力学等。根据作物生产力形成的机理,考虑光、温、水、土等生态因子及高程、地形条件,对比上述因子的影响,按照光、温、水、土等生产潜力因子逐步复合衰减计算的方法,建立土地生产潜力分析模型,其分析流程如图 4-19 所示。

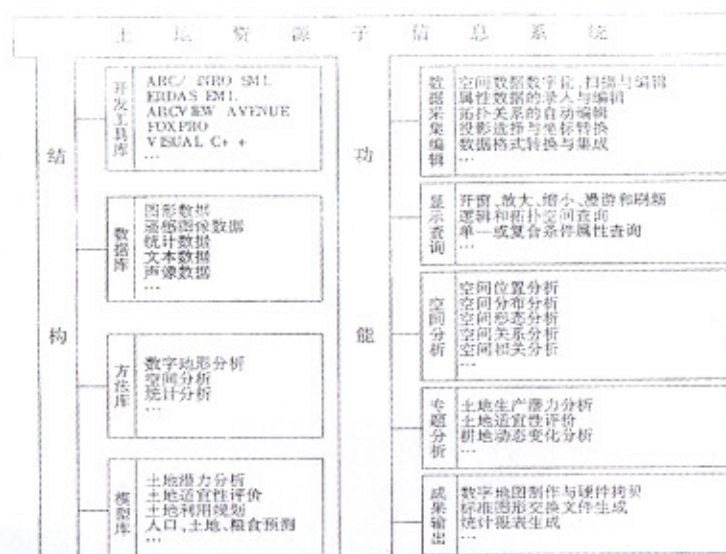


图 4-18 土地资源信息系统功能结构图

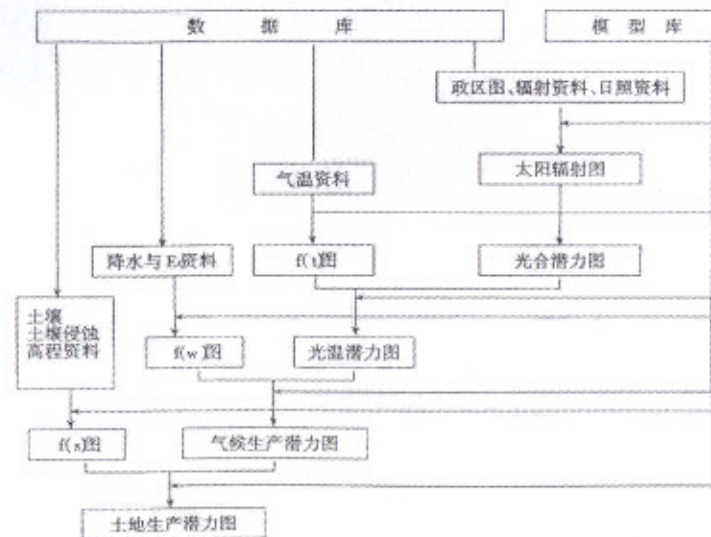


图 4-19 土地生产潜力分析流程图

1. 土地生产力生态因子空间化模拟系统。随着现代信息技术的进步,现代资源与环境的研究已经从第一阶段的侧重调查、分类和制图,进入到第二阶段的侧重模拟、评价和管理,对环境要素进行动态模拟和仿真,并以三维的形式充分表现。利用现代信息技术进行复杂地表特征下的光、温、水、土等生境要素时空模拟技术已经得到应用。其基本思路是利用现代 GIS 三维表面分析技术,建立三维数字地面模型(Digital Terrain Models,简称 DTM),然后利用专业模型进行基于 DTM 的生态因子模拟。目前国内外对单环境要素模拟已经进行了较多研究。由于山地存在明显的地形遮蔽现象,因此在计算土地生产潜力时,对太阳辐射和温度的时空模拟显得十分重要,同时太阳辐射还是许多其它专业模型的基础参数。因此建立复杂地形遮蔽条件下的日照时间、太阳辐射量、温度等因子的时空模拟系统,对土地生产潜力量化计算具有重要支持作用。

图 4-20 是土地生产力生态因子时空模拟和应用技术框架。框架分为两个层次,分别是生态因子模拟模型和专业应用模型。数字生境时空模拟,以专业地图、遥感资料、统计文字资料为基础,通过扫描矢量化和属性编辑建立空间/属性数据库和数字地面模型,空间数据库可以采用矢量格式或栅格格式;数字生境时空模拟综合运用地学、农学、天文学、水文学等领域的研究成果,为各种专业应用提供稳定或变化的地学背景参数和相对活跃辐射、温度、降水、蒸散等基础参数。专业应用模型。以数字生境模拟结果为基础,引入土地承载力模型、土壤侵蚀模型、土地评价模型等专业模型,从而实现生境模拟在农业资源开发、利用决策中的应用。

以图 4-20 所示技术框架,开发了基于 grid 空间数据的生境模拟和应用软件系统模型,已经建立地形遮蔽、日照时数、太阳辐射量等基于机理过程的模拟以及温度、水热生长期等生态因子的统计模式,其中的日照时数和太阳辐射量时时空变异性最明显的因子,同时也是众多其他生境因子模拟的基础和前提,因而具有特别重要的意义。该

模拟软件的空间数据以栅格格式为主,以数字地面高程模型,以及由数字地面高程模型为基础而产生的地表坡度、坡向为基础,此外还包括土壤数据、地质数据和气象统计数据等。以上数据为生境模拟模型提供基础参数。

2. 土地评价系统。随着 GIS 系统日益发展,越来越多的土地评价系统与决策咨询利用 GIS 软件来完成,通过 GIS 软件对土地评价、利用决策相关的图形和属性数据进行编辑管理,并在统计分析软件平台上利用数学模型和方法对属性数据进行分析。目前这些评价系统,有关专门土地评价系统研究工作做的很少。而目前这些评价主要是针对特定用途或模型,需要相应的 GIS 软件和统计软件,对于用户来说比较复杂,有的虽然利用 GIS 组件开发,但是评价模型比较单一。因而在本土地评价系统中,将 GIS 技术和数学方法、模型进行集成,利用组件式 GIS SuperMap Objects 和 VB6.0,以及 Delphi5.0 和嵌入式地理信息系统 TopMap 开发出较通用的土地评价系统,集成了多种评价模型,便于使用者选择合适的模型来进行评价(图 4-21)。

(1) 土地评价系统模块简单介绍

评价因子处理模块。评价因子涉及到数值型、域值型和概念型指标,因此对各评价因子需要分别处理,对于用域值型和概念型指标采取直接评分法,对于数值型指标采取隶属函数法。隶属函数采取升半梯形隶属函数、梯型隶属函数、降半梯形隶属函数(图 4-22)。权重确定模块。方法包括经验评分法、层次分析(AHP)法、主成分分析、灰色关联度分析法(图 4-23)。评价模型模块包括加权指数求和法、灰色关联度法、模糊综合评价法、物元分析法和聚类分析法。通过选择不同的评价方法计算后,选择不同等级范围,可以得到评价成果图,同时可以加入到成果查询利用菜单中,以决策咨询使用(图 4-24)。其他辅助评价和决策功能还包括:统计分析和统计图表制作等(图 4-25)。

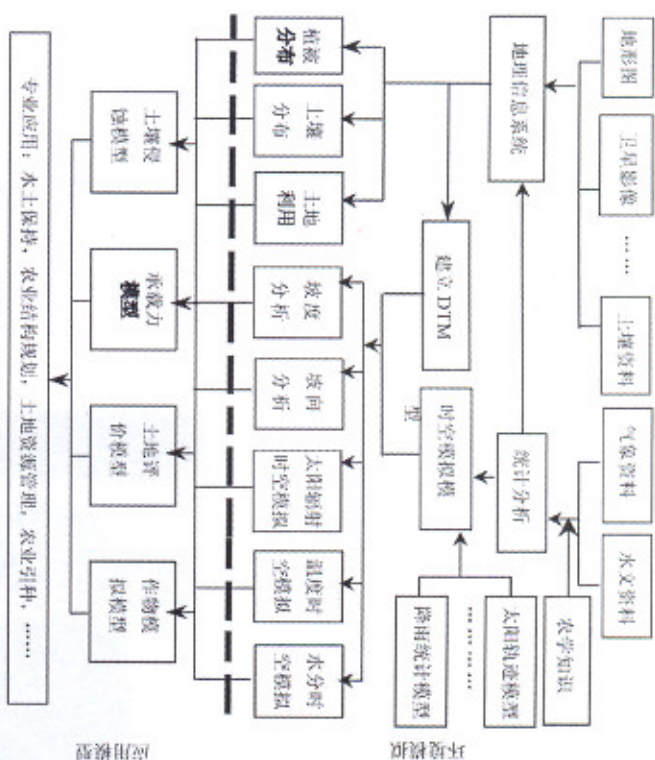


图 4-20 生态因子模拟和应用技术框架

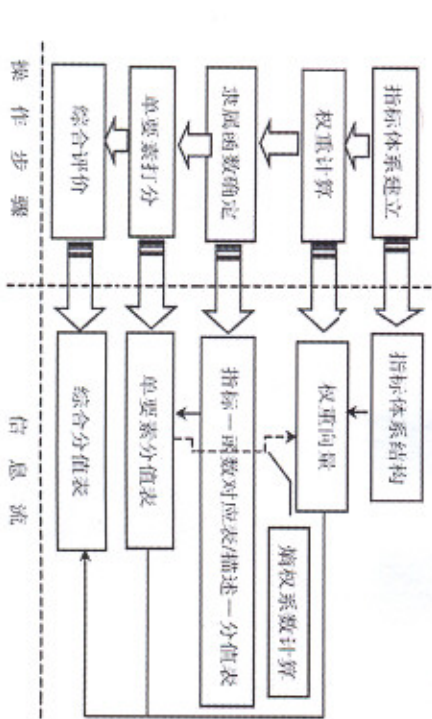


图 4-21 土地适宜性评价模型

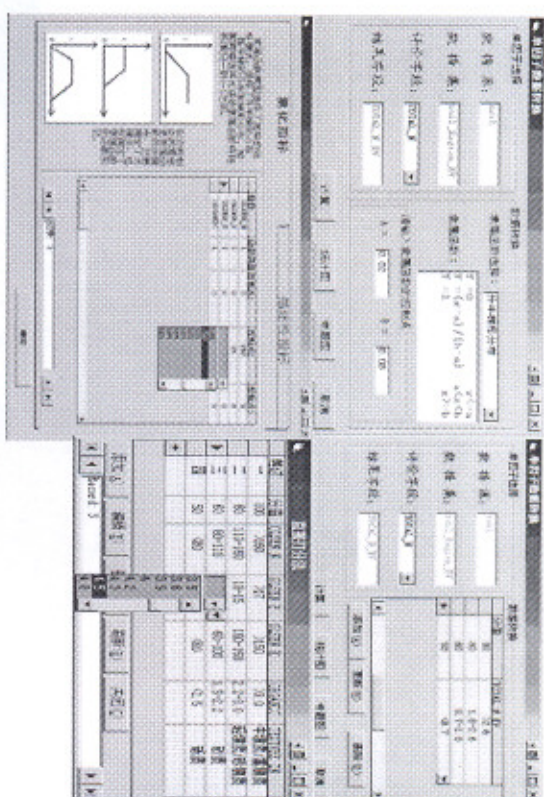


图 4-22 评价因子量化系统界面

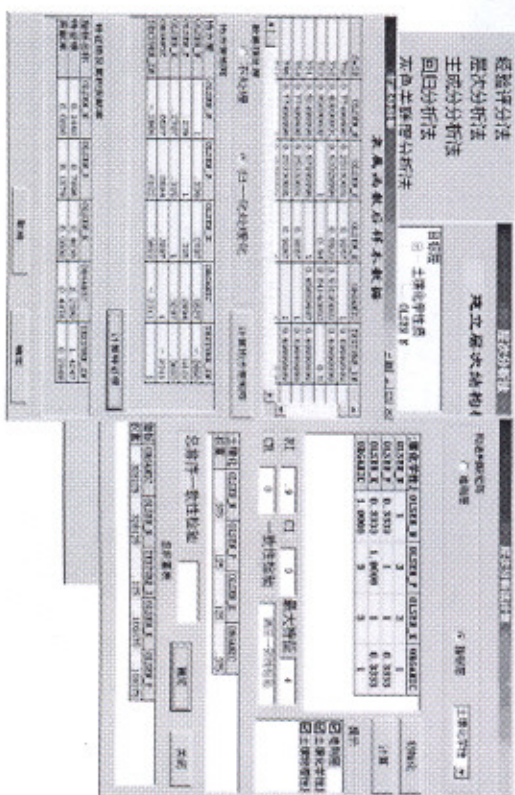


图 4-23 评价权重确定模块系统界面

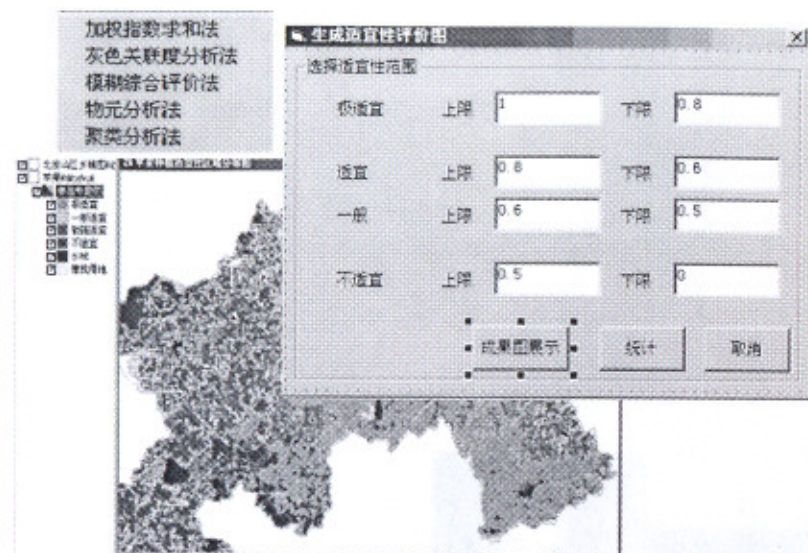


图 4-24 评价模型模块系统界面

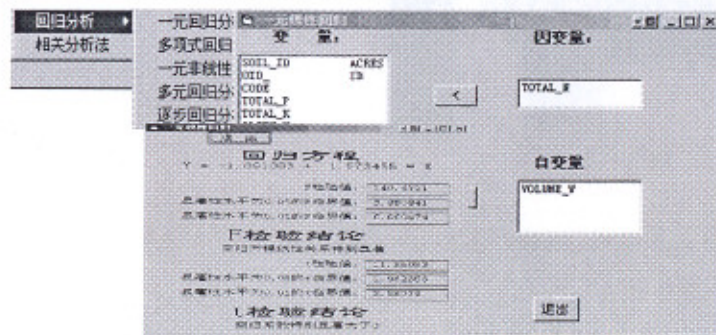


图 4-25 简单统计分析界面

(2) 赵超英、周象文,《国土资源、环境生态与人口可持续发展战略》 中国大地出版社 2002.

(3) 黄润华、许嘉琳、冯争华,《人口资源与环境》 高等教育出版社 2006.

(4) G. TyLER MILLER, JR. Liring in the Environment. Principles, cornections, and Solutions, 8th Edition International Thomson publishing 1994.

(5) 谢元礼 地理信息系统课件 西北大学 2005.

(6) 程承旗 地理信息系统概论课件 北京大学 2005.

(7) 北京市农林科学院农业综合发展研究所 北京山区农业资源可持续利用与数字山区建设, 2005.

主要参考文献

(1) 吕贻峰,《国土资源学》 中国地质大学出版社 2001.

第五章 国土资源管理与法规

第一节 国土资源管理

一、国土资源管理概述

1. 概念

国土资源管理是指国家运用行政、经济、法律、科学技术等手段对影响国土资源的各种行为进行调整的行政管理活动。

2. 特点

具体包括广泛性和综合性,科学性和技术性,区域性和地方性,法制性利民主性。

3. 国土资源管理的地位

是现代国家的一项基本管理活动,它是市场经济条件下国家所担当的新的职能。

二、国土资源管理体制

1. 国土资源管理体制的概念

是指有关国土资源行政管理的组织结构、职责权限结构及其运行方式。

2. 国土资源管理的机构介绍

国务院和地方各级政府,国务院和县级以上地方人民政府的国土资源行政土管部门,国务院和县级以上地方人民政府与国土资源管理有关的其他行政主管部门。

3. 国土资源管理的职责

包括国务院国土资源行政主管部门的职责利地方国土资源管理

机构的职责两方面。

三、国土资源管理的主要内容

1. 国土资源产权管理

(1) 国土资源产权关系:产权主体之间,在财产占有、使用、收益、处分等行为中发生的各种关系的总利。

(2) 国土资源产权主体权力与义务界定。

(3) 国土资源产权关系的保证体系。

(4) 我国国土资源产权制度特点:所有制形式单一;产权制度管理相对集中;所有权利使用权分离;不同资源的产权管理分离;产权交易在国家行政管理运行。

2. 国土资源配置管理

(1) 国土资源配置的方式:包括市场配置和计划配置。

(2) 国土资源配置的主要原则:均衡与增长的原则,需求管理和供给管理原则,宏观经济措施的松紧原则。

(3) 我国的国土资源配置:应以区域国土资源合理配置为前提,以区域生产综合体的形式开发利用资源,形成国民经济发展区域推动中心,促进社会经济整体发展。

3. 国土资源规划管理

(1) 国土资源规划的类型及主要内容:国土资源规划可分为全国国土资源总体划、区域性国土规划、专项国土规划三种。

(2) 国土规划的内容。

(3) 国土资源规划编制的基本原则:规划方案的制定要有科学的依据,目标和任务必须和国情与国力相适应,国土资源的开发利用要与治理保护相结合,遵循国家的有关法律和政策。

(4) 国内外国土规划的态势介绍。

4. 国土资源的保护管理

(1) 保护与合理利用国土资源的原则:经济、社会和生态效益