

国土资源空间数据一体化的集成与管理

姚敏^{1,2}, 钟耳顺¹, 方利^{1,2}

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:从分析国土资源空间数据的特点出发,提出国土资源空间数据一体化的集成与管理。指出采用空间数据库技术是一体化管理的基础;同时,对多源空间数据一体化集成、多尺度空间数据的一体化管理、历史空间数据的管理等问题进行了分析,并给出了相应的实现方法。

关键词:国土资源; 空间数据集成; 一体化管理

1 引言

以土地资源、矿产资源以及海洋资源等信息为主的国土资源信息是关系国家安全以及社会和经济可持续发展的最为基础的信息。建设综合的国土资源信息系统,不仅会加快国土资源管理与服务工作的信息化,提高日常办公效率和国土资源管理水平,增强信息利用率以及更新速度;同时,对整个国家信息化和经济社会的发展带来深远的影响。

近年来,随着计算机软硬件以及空间信息技术的发展,我国国土资源信息化取得了很大的成就,已经有大量的国土资源信息系统为国土资源管理提供支持和服务;同时,国土资源空间数据库建设更是取得了快速的发展。

早期的国土资源空间数据和非空间数据是分离的,分别由不同的信息系统管理,数据基本上以文件方式存储。随着GIS空间数据库技术的不断成熟,使用空间数据库管理空间数据,实现空间数据和属性数据一体存放在数据库管理系统中,避免了以文件方式存储数据所面临的海量数据存取困难、多用户并发以及远程数据共享等方面的局限。国土资源空间数据库的建设是国土资源信息化的核心。其标准化、信息集成、资源共享是国土资源综合应用的一体化空间数据库建设的关键。将不同类型、不同格式、不同内容、不同尺度、不同时间的空间数据集成在统一的空间数据库中管理,是开展各种国土资源管理业务应用的重要内容。

2 国土资源空间数据特点分析

国土资源空间数据的特点主要体现在如下方面:

(1) 国土资源数据类型。国土资源数据类型按照数据的形式划分,可以分为空间图形数据、业务属性数据以及相关的文档、多媒体数据等;按照数据应用的多样性划分,国土资源数据包括基础地理数据、土地资源管理数据、矿产资源管理数据等类型。它们决定了其应用的多样性,在国土资源管理业务中,经常会将各种数据综合应用,体现了国土资源管理的科学性特点。

(2) 国土资源空间数据的格式。国土资源空间图形数据的格式也是多种多样的,国土资源测绘调查大多是基于CAD平台;同时,在国土资源数据中,还包括已建成的GIS数据,如MapInfo、ArcGIS、SuperMap、MapGIS等矢量数据格式;另外,国土资源空间数据还包括遥感影像数据,如航空影像数据、卫星影像数据(Spot、Ikonos、TM、QuikBird等等)。国土资源空间数据格式的多样性,决定了数据应用和共享的复杂性。

(3) 国土资源空间数据的尺度。国土资源空间数据在使用中具有多尺度的需求,同种国土资源要素在不同尺度上表现出不同的性质,只有使用多尺度的数据才能完全地体现出国土资源管理的业务需求和差异。比如,在城镇地籍管理中,对空间位置

收稿日期:2005-07-10; 修回日期:2005-12-08.

作者简介:姚敏(1976-),男,陕西人,中国科学院地理信息产业中心博士研究生,研究方向为GIS软件开发与应用。

E-mail: yaomin@supermap.com

精度要求很高,常采用大比例尺的空间数据(1:500、1:1000);而在土地利用现状管理中,经常使用 1:10000 比例尺;建设用地管理会经常使用这几种比例尺的结合等等。

(4) 国土资源空间数据的时间。国土资源空间数据的另外一个重要特点,就是时间特性。国土资源总是处于一种持续变化的过程,每种变化都要以空间数据的更新来体现。在国土资源管理中,经常需要对历史的变化信息进行查询和分析,以提高决策的合理性和科学性。

3 国土资源空间数据一体化的构建

3.1 空间数据和非空间数据的一体化技术

空间数据库技术是国土资源空间数据一体化管理的基础。当前 GIS 技术发展的最新趋势是采用关系数据库或对象关系数据库管理空间数据。与传统的文件型空间数据存储方案相比,关系数据库或者对象关系数据库的空间数据管理方式(空间数据库)具有海量数据管理能力、多用户并发控制、严格的权限管理、空间信息与属性信息一体化存储等许多优点。空间数据库越来越多成功地应用于 GIS 项目,并使 GIS 融入 IT 技术的主流。

空间数据库技术的核心是采用某种空间数据引擎,通过空间数据库引擎存取空间数据库中的数据。目前商业化的 GIS 软件大多支持空间数据库技术,SuperMap 的 SDX、ESRI 的 SDE 和 ArcSDE、Oracle 的 Oracle Spatial、Informix 的 Spatial Data

blade、MapInfo 的 SpatialWare 等,都是空间数据库技术的典型体现。

3.2 多源数据的一体化集成

多源国土资源空间数据的一体化集成:(1)多种格式的空间数据,特别是矢量空间数据的集成;(2)多空间数据服务器应用的一体化集成;(3)多分辨率影像数据库技术。

(1)多格式的空间数据集成模式

数据转换方式:目前大多数空间数据集成都是基于数据转换方式实现。其解决思路是将多种格式的空间数据通过某种目标软件支持的中间格式转换到目标软件自有的格式,其中转换通过专门的数据转换模块实现。目前大多数 GIS 软件平台都对常用的空间数据交换格式如 EOO、MIF、DXF 等支持较好,能够方便地实现由原始数据格式到目标软件数据格式的转换。但是数据转换方式存在许多问题,主要表现在:①在数据相互转换的过程中,容易丢失信息。如空间要素的图形表达信息(线型、符号、颜色等);②数据更新和数据应用的不同步。数据转换的目的往往是为了数据应用的需求,而如果数据更新仍然采用和数据应用不同的空间数据管理平台,往往更新的是转换前的数据,更新后需要重新转换到应用 GIS 平台的格式,造成更新和应用的的不同步;③数据共享困难。如果数据需要共享给其他单位或部门,在使用不同的 GIS 平台的情况下,数据还需要进行再转换,增加了数据共享的难度。

直接访问方式:是指在不同的 GIS 软件之间,

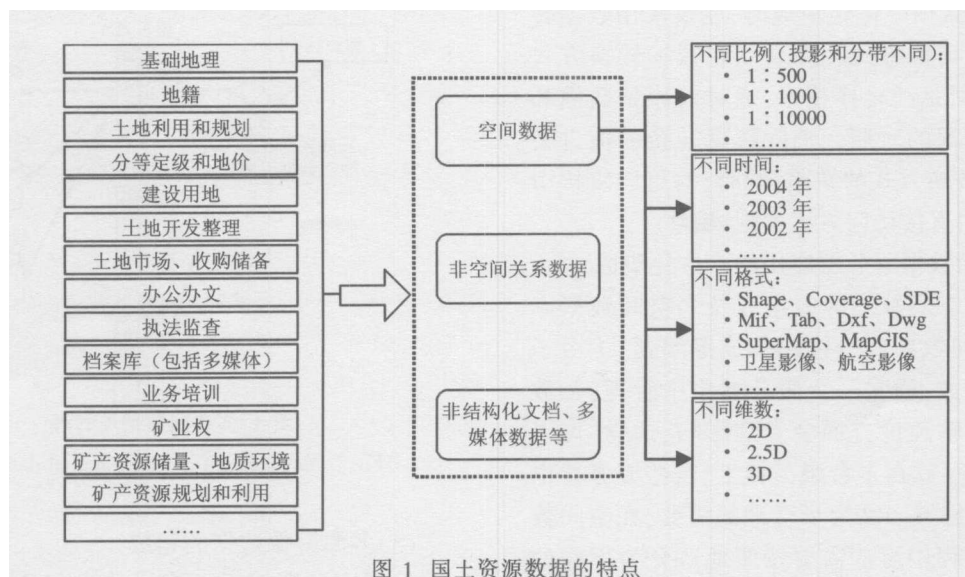


图 1 国土资源数据的特点

Fig.1 The characteristics of land and resources data

相互访问对方的 GIS 数据格式, 而不需要重新转换。目前一些商业软件支持这种模式, 如 SuperMap 可以直接访问 DWG、DGN、SDE、Oracle Spatial 等空间数据格式。直接访问方式对多格式空间数据的一体化集成提供了一种良好的解决方案, 使得不同的软件之间可以不用转换而直接读取对方数据, 使得数据的更新和应用更为方便。但是, 直接访问方式仍然存在许多问题: ①首先, 空间数据格式多种多样, 不同的 GIS 软件其数据组织不尽相同, 很难有一种软件能够支持所有的空间数据格式的直接访问; ②各个 GIS 软件厂商由于考虑自身的利益, 其原始的数据结构一般是不公开的, 造成直接访问方式很难实现; ③各种原始空间数据格式的数据结构都处于一种不断变化的过程中, 这就造成在实现直接访问时的代价较高。尽管存在上述问题, 对用户而言, 与数据转换相比, 直接访问方式仍然不失为一种崭新的一体化空间数据集成方式。

数据互操作方式: 是 OGC (Open GIS Consortium) 制定的数据共享规范, GIS 互操作是指在异构数据库和分布式计算的情况下, GIS 用户在相互理解的基础上, 能透明地获取所需的信息。OGC 为数据互操作制定了统一的规范, 从而使得一种 GIS 系统同时支持不同的空间数据格式成为可能。虽然目前数据互操作方式还处于研究阶段, 在国土资源空间数据库建设中还未应用, 但数据互操作方式作为以后多源空间数据一体化集成的趋势, 将在未来国土资源空间数据一体化集成中逐步发挥作用。

鉴于数据互操作方式目前还远未成熟, 我们在国土资源空间数据一体化集成时, 建议采用数据转换模式和直接访问方式相结合, 在数据转换方式中, 引入元数据驱动转换技术, 通过对原始数据和目标数据元数据的对照, 消除数据转换的信息丢失, 克服数据转换方式的缺陷; 同时, 对可以直接访问的数据, 采用直接访问方式实现(图 2)。

(2) 多空间数据服务器应用的一体化集成

国土资源空间数据的应用涉及多空间数据库服务器、多空间数据库一体化集成等问题: ①由于空间数据量庞大, 通常一台服务器集中管理, 在数据的处理和传输速度方面会受到影响, 这样, 可以将空间数据库存放在多台服务器上, 这些服务器也可能跨不同的地域。②为了管理的需要, 在空间数据库的建设过程中可能需要按照地区分为不同的空间数据库管理; 同时, 不同区域的用户有可能互

相访问其他地区的数据, 对于不同的用户来说, 对空间数据库的操作权限可能有所差异。这种分散空间数据库方式需要一种有效的管理方式。

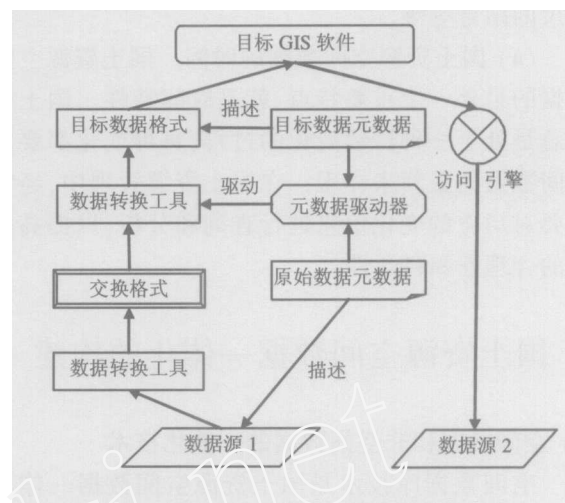


图 2 多格式空间数据一体化管理示意

Fig.2 Multi-formatted spatial data integration

因为在元数据描述中, 包含对于空间数据所在服务器、所在数据源的描述, 在此前提下, 可以通过建立元数据管理器, 将不同服务器组成一个虚拟的空间数据服务站点, 所有的客户端数据应用都是通过元数据管理器来实现, 都是在该虚拟服务器下进行工作(图 3)。通过元数据管理器实现不同空间数据服务器的集成管理。使系统管理、数据备份、系统安全得到有效保障, 从而实现空间数据的分布式存储和集中化管理, 满足大规模空间数据库应用系统建设的需要。

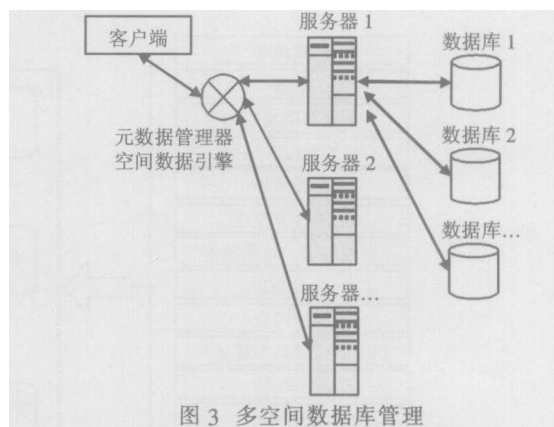


图 3 多空间数据库管理

Fig.3 Management of multi-spatial database

(3) 多源影像数据的集成

采用多源数据无缝集成技术与矢量栅格数据

复合、融合技术,提取国土资源矢量数据,更新数据库,是国土资源信息化的一个重要的途径。随着遥感图像的商业化,遥感影像成为地理信息系统(GIS)一个非常重要的信息源,这对海量数据及时地存储与传输提出了很高的要求。近年来由多尺度分析、时频分析、金字塔算法等发展起来的小波分析理论已经成为图像压缩、处理和分析的有效方法。如基于离散小波变换(DWT)的多分辨率无缝影像数据库 MrSID (Multiresolution Seamless Image Database) 是由美国 LizardTech 公司开发的新一代图像压缩、解压、存储和提取技术。它利用离散小波变换对图像进行压缩、拼接和镶嵌,通过局部转换,使图像内部任何一部分都具有一致的分辨率和非常好的图像质量。MrSID 使高质量的海量遥感影像的存储与传输成为了可能。由于离散小波变换和离散余弦变换本质上的区别,使 MrSID 具备了 JPEG 所无法比拟的明显优势,因而有着非常广阔的应用前景。除 MrSID 外,另外一种成熟的小波影像压缩技术是澳大利亚的 ErMapper 公司的增强的小波压缩技术 ECW (Enhanced Compressed Wavelet)。目前,一些 GIS 平台已经支持这两种压缩格式,如 SuperMap 在同时支持这两种压缩格式的基础上,还开发出自己的压缩格式 SIT。

遥感影像在提高压缩比、保证图像质量的基础上,同时还需要实现与矢量空间数据的叠加和还原显示;同时,以数据库方式存储和管理影像数据也是一体化管理的一个重要方面。

4 国土资源空间数据的一体化管理

空间数据的一体化管理是国土资源空间数据管理和应用的一个重要方法。诸如多尺度空间数据一体化管理模式是在国土资源空间数据库中保存大比例尺的空间,而对于小比例尺的空间数据采用计算机自动逐级综合的方式获得。国内外许多学者对自动综合方式进行了研究,但由于地学要素的复杂性,很难确定不同尺度空间数据表达标准,到目前为止还没有理想的解决方案,由大比例到小比例尺的综合,大多还是由人工干预完成。

目前,在国土资源管理中,仍然是多种比例尺空间数据并存的方式,这就决定了国土资源空间数据的多尺度性。将不同尺度的国土资源空间数据分

别按照各自的分层和编码保存在空间数据库中,实现不同尺度空间数据的叠加和按不同比例尺范围显示。如在客户端的应用中,当地图比例尺为 1:10000 左右时,显示 1:10000 的空间数据;在 1:500 时,显示 1:500 的空间数据。

多种比例尺空间数据叠加和显示的前提是统一的投影和坐标体系。在我国大多数地区,不同比例尺的空间数据采用不同的坐标和分带,给数据的一体化集成带来了困难。原则上,转换到统一的投影和坐标体系进行管理是最理想的方式。但是转换后会造成空间特征一定的变形,而且会给管理带来一定的麻烦,比如会造成外业测绘和数据管理采用不同的投影和坐标系统,给数据更新增加难度。

在实际应用中,对同一尺度的空间数据,可以在空间数据库中保存多种投影和坐标系的备份。当需要多种尺度空间数据叠加显示时,根据业务应用的需,通过对元数据描述的分析从空间数据库中获取所需要的投影和坐标的空间数据。对于空间数据的更新、制图输出、统计等等则采用本尺度原有的投影和坐标系统完成(图 4)。

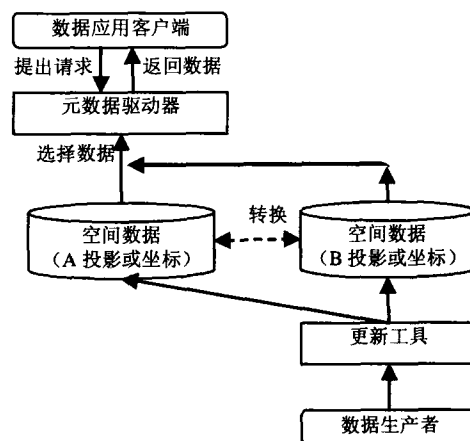


图 4 不同投影坐标数据一体化管理示意

Fig.4 Integration of multi-coordinate spatial data

历史空间数据的管理,由于国土信息的动态性特点,国土信息从时间、空间上都不断发生变更,国土信息系统必须记录和实现这些变更。这就决定了国土资源空间数据库强调历史数据的管理与应用,宗地历史数据的回溯、土地动态监测等,都需要解决历史数据的管理问题。

早期历史数据的管理是按照一定的时间分段存储历史数据,如按照年份、月份等等,这种方式的

缺点是数据存储量成倍增长,而且时间连续性差。目前较好的方法是只存储变化了的空间实体的历史数据。主要是在目前关系数据库管理系统的基础上,如果空间实体发生变化,将变化前的实体作为历史信息存储,变化后的实体作为现状存储。通过记录实体的产生时间、消亡时间来确定实体的生命

周期,从而将实体的整个生命过程记录下来,为历史回溯奠定基础。但是仅记录这些信息还是不够的,对于重要的实体如宗地,还需要记录历史实体和现状实体的父子关系。从而可以将实体的变迁状态和变迁的轨迹记录下来(图5)。

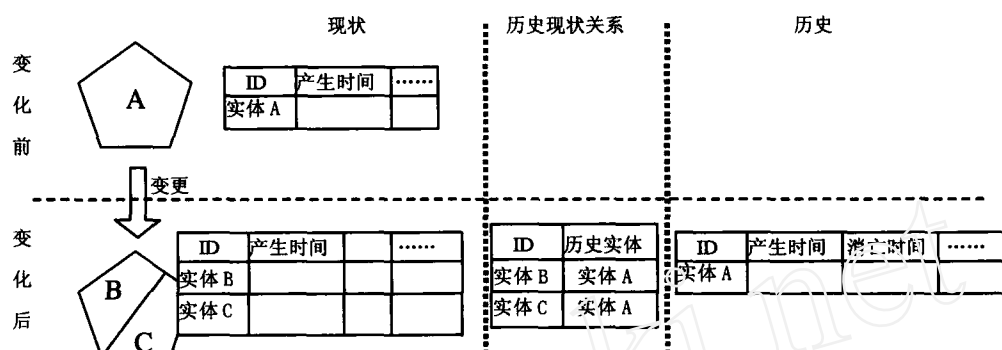


图 5 国土资源历史空间数据管理示意

Fig.5 Management of historical spatial data

5 结语

国土资源空间数据具有多类型、多格式、多尺度以及时间变化等特点。这些特点决定了国土资源空间数据管理的复杂性。通过多个国土资源空间数据库建设,总结了一套国土资源空间数据一体化管理的思路、体系和技术方法。从已建成的国土资源空间数据库来看,在国土资源空间数据库管理以及综合应用方面,取得了较好的效果。在这种一体化空间数据库的应用基础上,我们正在继续研究和开发基于元数据驱动的空间数据管理平台以及面向国土资源以及政府部门应用的空间数据服务系统,以求为“数字城市”乃至整个“数字国土”的建设提供参考和支持。

参考文献

- [1] 钟耳顺. 土地信息系统建设中的若干问题. 第三届中国土地信息系统学术研讨与经验交流会论文集. 2000, 4~11.
- [2] Bogaerts, M J M. A comparative overview of the evolution of land information systems in central Europe. Computers, Environment and Urban Systems, 1998, 21, 109~131.
- [3] P J M van Oosterom, C H J Lemmen. Spatial data management on a very large cadastral database. 2001, 25, 509~528.
- [4] 王康弘, 钟耳顺. 地籍实体的时间变化过程分析. 地理研究. 2001, 20 (3):372~379

Study on Integrative Management of Land and Resources Spatial Data

YAO Min, ZHONG Ershun, FANG Li

(1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2 Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The problems of how to manage the land and resources spatial data are presented based on the analyses of their characteristics. The land and resources spatial data are characterized by multi-sources, multi-scales, multi-dimensions, multi-times, etc.

The application of spatial database technique is the precondition of integrative management of land and resources spatial data. Multi-sources land and resources spatial data can be managed by converting them to the same format or can be accessed directly. In order to reduce the conversion error, metadata can be used while the land and resources spatial data be converted from one format to another. Multi-scales land and resources spatial data can be managed by metadata driving technique because the content of metadata includes the information of scale and projection. For historical spatial data, the paper gives the method of time sequence storage, when the parcels changed, they would be stored in the historical spatial database. All the changed parcels can be traced to their original state. Only by solving the above problems, can the integrative management of land and resources spatial data be realized.

Key words: land and resources; spatial data; integrative management

上接 P16

GRID Services for Large Scale Elevation Derivatives Computation

ZHANG Lili, ZHU Jiang, ZENG Zhiming, CAO Guofeng

(Institute of Geographic Science, and Natural Resource Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Analysis of automatically extracting terrain features based on Digital Elevation Model (DEM) such as slope gradient, slope aspect, curvature, flow paths and delineate drainage networks, is always a kind of fundamental work for many geoscientists. Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), which produced a near global scope database of high accuracy elevation data, offers an opportunity to extend terrain analysis from local to global. However, it is a major disincentive for geoscientist to deal with massive DEM data even in a limited interesting research area. Grid Services for Elevation Derivatives (GSED) is proposed for spatial data dissemination and continental-scale topographic analysis computation based on DEM. The architecture of GSED is presented in the paper and unique problems that appear in the computing test are elaborated. Automation topographic factor extraction from SRTM is carried out through GSED. Traditional sequential algorithm has been reorganized to adapt to the distributed computing environment. Tibetan Plateau is selected as the focus area, and preliminary result is established for comparison with GTOPO30. The result confirms that GSED is an effective method to solve the problem of high throughput computation with large scale geographic data.

Key words: GIS; grid service; globus toolkit; SRTM; GSED