

基于三层构架的空间数据库分布式体系结构^{*}

张新长¹, 叶圣涛²

(1. 中山大学遥感与地理信息工程系, 广东 广州 510275;
2. 广西建筑综合设计研究院, 广西 南宁 530011)

摘 要: 空间数据库的分布式体系结构一直是理论研究的热点和工程实践必须面对的问题。提出了基于三层构架的空间数据库分布式体系结构: 本地空间数据模型层、统一的空间元数据模型层和统一的全局空间数据模型层, 并把这种体系结构用于广东省水资源规划信息管理系统, 用于管理分布式的水资源规划信息。

关键词: 体系结构; 本地空间数据模型; 统一的空间元数据模型; 统一的全局空间数据模型

中图分类号: P228 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2005) 06-0131-03

1 问题的提出

空间数据库的体系结构随着计算机技术的发展而不断重构, 总的来说走的是一条从集中式向分布式, 从单机模式向网络化模式的发展道路^[1,2]。如何在 Internet/Intranet 计算平台上, 使用以 .net、Java 和 GML 为代表的新分布式计算技术构建新型的空间数据库体系结构是值得进一步研究和实践的。这方面的需求主要表现在:

一是理论研究的需要。在地理信息领域, 由于统一采用 GML 和开放地理数据模型描述空间信息, 使得传统的 GIS 正在向新型的 GIS 转变^[3]。传统的 GIS 大多面向个人电脑和集中式计算平台, 采用各自的空间信息模型和管理模式^[4]。新型的 GIS 面向 Internet 和分布式计算平台, 采用开放的空间信息模型和统一的空间信息描述语言^[5]。面对传统 GIS 与新型 GIS 如何转化和接轨的问题, 必须在空间数据库的分布式体系结构上给予理论回答。

二是实践的需要。由于空间信息的共享性要求以及为了避免重复性建设, 水资源、国土资源、道路交通等领域的信息化建设, 具有典型的部一省一市一县的分级管理特点。考虑到使用、管理、维护以及建设费用等方面问题, 各级的数据由各级负责调查完成并建库, 然后在汇总到上一个层次, 因此各级建设可能采用不同的管理模式和空间数据模型, 如何在更高层次将其整合是一个很重要的问题。而如果能一方面保证数据库访问接口的一致

性, 另一方面, 在高层采用新型 GIS 技术统一底层不同的空间数据模型和管理模式, 则问题可以得到解决。

2 基于三层构架的空间数据库分布式体系结构

2.1 空间信息的分布式计算模式抽象

图 1 是对空间信息的分布式计算模式的典型抽象, 这一抽象描绘了所要建设的空间数据库需要具备用户开放性和通信子网开放性。系统可以适应多用户同时访问和多个通信子网的互访。如图 1 可以形象地表达本系统软件向上对用户的开放性, 向下对通信子网的开放性。两者的结合使得系统的总体构架上架形成一个开放树, 用户和通信子网分别可比喻为树枝和树根。

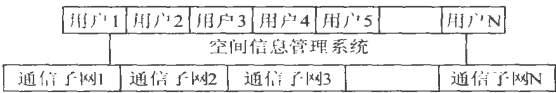


图 1 空间信息的分布式计算模式抽象图

Fig 1 Abstract figure distributed computation of spatial information

2.2 三层架构的空间数据库分布式体系结构

空间数据库分布式体系结构是指将物理上分布在不同 Intranet 内的“信息孤岛”, 在逻辑上组织成可以在 Internet 上互操作的数据库^[6,7]。

三层架构是 Intranet 内的本地空间数据模型层、Intranet 和 Internet 之间的元数据模型层和

^{*} 收稿日期: 2004-11-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40471106); “985 工程” GIS 与遥感的地学应用科技创新平台基金资助项目 (10520320040006)

作者简介: 张新长 (1957 年生), 男, 教授, 博士生导师; E-mail: eeszc@zsu.edu.cn

Internet 上的全局空间数据模型层。

在本地空间数据库层上解决空间数据和属性数据的管理，为实现图文一体化奠定基础；在统一的元数据层上实现统一的数据库访问接口，从而实现程序与数据的分离；在开放的全局空间数据模型层上实现统一的数据交换接口，从而实现空间数据的共享。

2.2.1 本地空间数据模型层 图 2 主要包含三个不同特征的数据集合^[8,9]：空间数据集合，属性数据集合，模型数据集合。其中包含的关系主要是：空间数据与空间对象的包含关系，基本要素、空间数据、属性数据的关联关系，属性数据与模型数据的映射关系，这些关系是建立空间数据库的基础。

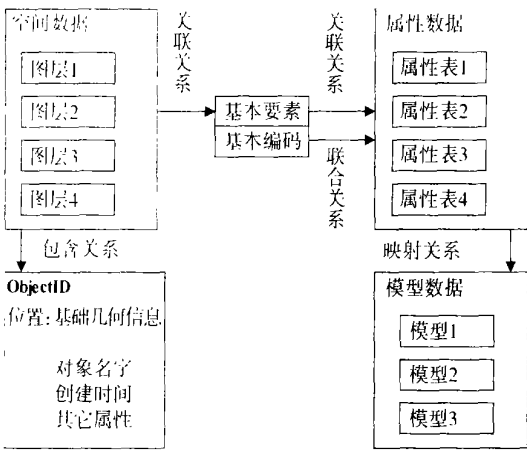


图 2 数据库逻辑结构设计

Fig 2 Design of logical structure of database

2.2.2 统一的元数据模型层

(1) 元数据作用分析。

对空间数据进行如此多级别的抽象，其目的只有一个，那就是通过元数据去适应多变的空间数据，通过元模型去提供统一、稳定的空间数据访问接口。元数据处于数据与数据库访问接口之间，使得整个数据库体系由“空间数据—空间数据模型—空间数据访问接口”变为“空间数据—空间数据模型—空间元数据—空间元模型—空间数据访问接口”。这一变化使得原本直接基于空间数据模型的空间数据访问接口变为基于空间元模型。这意味着只要保证空间元模型不变，不管空间数据和空间数据模型如何变化，空间数据库访问接口就不会变化。空间元数据的这种价值可以在一定程度上解决空间关系复杂性和空间数据模型多样性。

(2) 元数据对象模型。

空间数据的元数据对象模型主要是为实现空间数据的管理而设计的。由于空间数据库采用“专题（子库）—图层—要素”的层次结构进行组织。所

以，其空间数据的元数据也按照这一层次结构进行设计。MD_Map 代表整个空间数据的组织情况，其内部主要的属性为包括版权信息、精度信息、坐标系、投影信息、空间范围、图层集合等信息。内部的方法主要包括地图缩放、地图漫游、地图量算等可以用来处理整个地图信息的方法。MD_Layer，代表图层，记录一个图层的显示特征、显示范围、符号化信息、标注信息、与基本要素表连接信息等。内部的方法主要包括图层的符号化、渲染、标注、查询属性信息。MD_Symbol，表示图层符号化信息。其内部有一个 MD_SymbolField 类型集合，记录该符号化表的表结构情况。MD_Annotation，表示图层标注信息。MD_BaseData，表示图层与基本要素表连接信息。

由于属性数据按照“专题—属性表—基本要素”的方式组织，所以元数据的设计也是按照这一思想进行组织。MD_Attribute，代表整个属性数据库，其内部有一个 MD_Theme 类型的数据集合，记录整个属性数据库由哪些专题组成。MD_Theme，代表专题数据，其内部有一个 MD_Table 类型的数据集合，记录一个专题包含哪些基表。MD_Table，代表一个属性表，其内部有一个 MD_Field 类型的数据集合，描述一个属性表的结构。MD_Field，代表构成一个属性表的字段，记录该字段的主外键信息，索引信息，默认值信息，中英文名称信息，是否为空，数据类型和数量单位等信息。其内部包括查询、新增、修改、删除属性表的方法。

2.2.3 全局空间数据模型层 制定一个统一的开放的空间数据模型是 OGC（Open GIS Consortium）的一个核心目标。OGC 的开放地理数据模型的目标是建立一个统一的描述几何、空间参照系、转换、形状、位置几何构造、拓扑、组成几何的常用构造、覆盖范围、图表范围功能等的“万能”空间数据模型。OpenGIS 开放规范定义了 GML，并用它作为描述空间数据的统一语言，为实现在 Internet 环境下空间数据的流通奠定了良好的基础。只要在程序中作一个转换程序，将本地空间数据库中的数据转换为 GML 表述的基于全局空间数据模型的数据就可以实现数据的交换，进而实现空间数据的共享^[10]。

3 实例研究

广东省水资源规划管理信息系统是水利部水资

源规划管理信息系统的一部分。因此具有典型的按行政分级管理的特性。水资源信息由县级开始收集，然后向上一级汇总，最后汇总到水利部。系统包括三个基本的子系统：空间数据管理子系统，属性数据管理子系统，空间数据发布子系统。因此，这个系统即涉及到 Internet 及 Intranet 计算。

就底层空间数据库而言，考虑到数据量、数据种类、费用、人力资源状况，可以采用复杂程度不同的管理模式。为了向上一层的汇总的方便，使用的数据结构按照国家水利部的标准和广东省水利厅附加的标准来设计。

为了使底层的数据能够相互交换，并且能够使不同的数据库适应相同的应用系统。通过统一的元数据模型来实现统一的数据库访问接口。从而实现数据库与应用系统的分离。在客户端建立相同的元数据对象模型，并实现这个元数据对象模型的操作方法和能够响应的事件，那么就可以实现通过元数据模型来间接的实现数据库访问和管理的要求。

高层采用 OGC 所提出的统一空间数据模型、统一的标准、统一的描述语言实现空间数据的交换，从而可以实现 Internet 计算，服务于广大欲了解水资源信息用户。

第一，通过本地空间数据模型，统一的空间元数据模型和统一的全局空间数据模型组成三层架构的空间数据库分布式体系结构。在这种体系结构下，空间数据库可以满足 Internet /Intranet 计算的需要。第二，可以通过提高数据的抽象层次而使空间数据模型独立于软件设计。如果两个异构的空间数据模型采用同样的空间元数据模型，则可以开发出相同的空间数据库访问接口。这就是为什么空间元数据是实现空间信息共享的关键技术的原因所在。

第三，基于 GML 的统一的开放空间数据模型从目前的情况来看要完全取代以前的空间数据模型还不是很现实，但是作为一个处于更高层次的数据模型则是可行的。通过应用服务器将本地空间数据模型转换为统一的开放空间数据模型，从而实现 Internet 计算。

参考文献:

[1] 赵伟华, 楼永坚, 张红娟. 一种分布式空间数据互操作体系结构[J]. 杭州电子工业学院学报, 2002, 22(6): 44—48.

[2] 沈体雁, 程承旗, 袁文. 基于空间元数据的分布式地理数据管理模型及应用研究[J]. 测绘通报, 1997, (7): 34—37.

[3] 朱前飞, 高芒, 廖俊国. 一种基于 GML 的空间数据共享方案的研究. 工程勘察, 2004, (1): 57—63.

[4] 沈占锋, 骆剑承, 蔡少华, 郑江, 陈秋晓, 孙庆辉. 网格 GIS 的应用架构及关键技术. 地球信息科学, 2003, (4): 57—62.

[5] MATAMER OZSU, PATRICK VALDURIEZ. Principles of Distributed Database Systems[M]. London: Prentice Hall, 1999.

[6] 郭伦, 张毅. 分布式多空间数据库系统的集成技术[J]. 地理学与国土研究, 2002(2): 6—10.

[7] 邵佩英. 分布式数据库系统及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[8] 肖乐斌, 钟耳顺, 刘纪远, 等. GIS 空间概念模型的研究[A]. 中国地理信息系统协会 2001 年论文.

[9] 肖乐斌, 钟耳顺, 刘纪远, 等. 面向对象整体 GIS 数据模型的设计与实现[EB/OL]. <http://www.gischina.com/maindoc/simchin/gisforum>, 2002.

[10] 潘雨青, 陈天滋. 基于 GML 的地理空间数据模型[J]. 江苏大学学报: 自然科学版, 2002(11): 82—85.

System Structure Distributed in Spatial Database
Based on Architecture of Three layer

ZHANG Xin chang¹, YE Sheng tao²

(1. Department of Remote Sense and GIS, Sun Yat sen University, Guangzhou 510275;

2. Guangxi Institute of Architecture Design & Research, Nanning 530011)

Abstract: The system structure distributed in spatial database is always the focus of theoretical research and the problem that projects must face. The paper puts forward to architecture of three layer distributed spatial database. These layers include local spatial model layer, union spatial metadata model layer and union global spatial data model layer. The system structure was applied to water planning information system of Guangdong province. It was useful for managing distribute data.

Key words: system structure; local spatial data model; union spatial metadata model; global union spatial data model