

城市三维地质数据管理与服务系统框架研究

朱良峰, 吴信才, 刘修国

(中国地质大学 信息工程学院, 湖北 武汉 430074)

[摘要] 城市地质数据的数字化管理与服务是“数字城市”工程的重要内容, 3D GIS 将在未来的城市数字化建设中扮演核心角色。介绍了 3D GIS 的发展现状及应用前景, 详细讨论了基于 3D GIS 构建的城市地质数据管理与服务系统的设计思路和结构功能。三维数据结构的研究是 3D GIS 的核心问题并成为当前制约 3D GIS 深入发展与应用的瓶颈。由于缺乏对三维地质数据进行有效管理与可视化表达的三维数据模型, 当前 GIS 的三维地质建模能力与三维空间分析能力都极为薄弱。在分析城市三维地质数据多种建模方法的基础上, 采用一种基于 TIN 和 TEN 的混合数据结构来构建城市地质数据建模系统。针对城市三维地质数据的特点, 探讨了城市三维地质海量数据的采集与管理、城市三维地质数据信息的 Web 发布等重要问题, 力求为系统功能的最终实现提供完整的解决方案。

[关键词] 三维地理信息系统(3D GIS); 城市地质; 地质数据; 信息系统; 网络地理信息系统; 三维地质建模

[中图分类号] P208 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2004)01-0069-07

[作者简介] 朱良峰(1978—), 男, 安徽太和人, 博士研究生, 现从事三维 GIS 技术研究工作。

城市是现代文明的中心, 城市建设与发展所涉及的地质问题与人类的生产和生活密切相关。目前, 我国绝大多数大城市都饱受环境地质问题的困扰。由于城市中人类工程活动剧烈, 人地关系矛盾突出, 导致城市水土资源短缺, 环境质量恶化, 从而产生诸如自然资源贫乏、水土资源紧缺、环境污染严重、城市地面沉降、海水咸水入侵、区域地壳稳定性、软土地基稳定性等城市地质问题, 严重影响了城市的可持续发展^[1~3]。为解决这些问题, 城市地矿和勘测部门开展了长期的工作, 在几十年的城市建设与勘测实践中获取了大量的地质资料数据。由于技术条件的限制和行业部门的分隔, 当前我国城市地质工作的信息化程度普遍不高, 使花费了巨大人力、物力、财力获取的海量数据无法得到有效地管理、再现与利用, 形成了数据需求与实际应用的矛盾。解决这个矛盾需要充分利用计算机、地理信息系统、城市遥感等现代信息技术的最新成果, 对城市地质数据进行有效地存贮、管理、可视化再现与网络化服务。当前, 以 GIS 技术为核心的 3S 技术迅

速发展并获得广泛应用, 为城市地质数据的管理与服务开辟了一个崭新的途径, 使建立一个基于三维 GIS 技术的城市三维地质数据管理与服务系统成为可能。该系统能够进行城市三维地质多源海量数据的一体化存储与管理, 并在此基础上进行各种专业分析和各类工程地质信息的网络发布, 从而为制定科学合理的城市发展规划提供基础地质资料和决策依据。笔者基于三维 GIS 研究现状与发展趋势, 将三维 GIS 技术的最新研究成果应用于城市三维地质数据管理与服务系统这一实际工程领域中去, 为系统功能的最终实现提供支持。

1 三维 GIS 支持下的城市三维地质数据管理与服务系统

1.1 系统开发目标

3D GIS 支持下的城市三维地质数据管理与服务系统的开发目标是: 结合 GIS、MIS、OA 技术的特点与发展趋势, 开发一个集信息输入、数据库管理和三维地质空间数据可视化分析于一体的智能化的城市地质信息综合管理系统, 使之能够全面满足三维地质数据管理的多方面需求, 为管理人员和工

程技术人员提供综合化、智能化、规范化的基础平台。具体而言,系统包括以下三个方面的内容:

(1)基于 GIS 的城市地质数据库和信息管理系统。

根据城市立体区域地质、水文地质、地热资源、矿产资源勘查、工程地质与环境地质勘查成果,整合多源海量数据,建立城市地质信息综合数据库和信息管理系统,为三维城市地质信息的科学化、网络化管理与服务提供技术支撑^[4~6]。

(2)基于 GIS 平台,在城市三维地质数据库的基础上开发城市地质服务专业分析系统。

系统应能在对城市三维地质数据进行有效管理的基础上进行各种专业分析,查明、评价与城市布局、建设和发展相关的基础地质条件和地质环境质量,提出城市土地综合利用、地下空间资源及地质环境资源合理开发利用、地质灾害防治、地质环境保护和矿产资源开发引起的生态环境整治等方面的对策和建议,为制定科学合理的城市发展规划提供基础地质资料和决策依据。

(3)基于 Web GIS 的城市地质信息发布与服务系统,可实现城市地质空间数据信息和综合图件的 Web 发布。

1.2 系统的总体结构

根据需求分析和系统开发目标,按照 N 层体系结构建立 GIS 支持下的城市三维地质数据管理与服务系统的总体架构(图 1)。系统总体上划分为 3 层,即客户层、中间层、数据库层,其中中间层又可细化为 Web 服务层和应用逻辑层。实际应用部署时,某个 Web 服务器可以调用多个应用服务器提供的功能;应用服务器可以是针对某个专题的专用服务器,也可以是针对主题或领域的集成服务器;应用服务器与不同的专题数据库服务器连接,根据应用逻辑获取、更新专题数据库中的数据,并完成

相应的功能。在客户层,不同的用户采用不同的体系结构:对系统设计、实施、管理、维护等技术人员(专业用户)采用 C/S 结构,而对其他一般用户采用 B/S 结构。

1.3 系统的功能结构

3D GIS 支持下的城市三维地质数据管理与服务系统根据现有的城市地质勘测资料,充分利用网络技术、数据库技术、GIS 技术构建城市三维地质综合信息数据库,并在此基础上开发数据的管理及维护、数据查询统计、数据分析评价、三维地质数据可视化表达与分析等功能,实现城市地质数据的资源共享、信息发布。按照模块化程序设计思想,系统划分为 6 个基本模块,其结构如图 2。系统功能细化为 7 个部分。

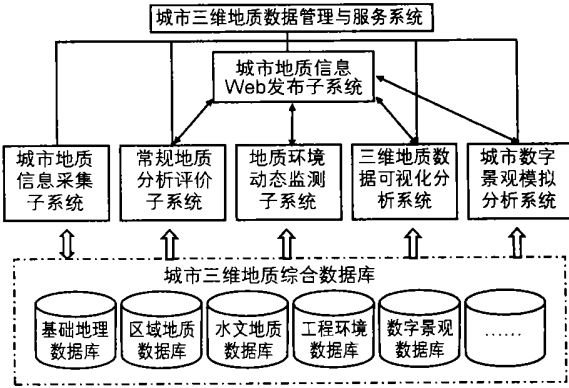


图 2 城市三维地质数据管理与服务系统模块结构

Fig. 2 Structure of function module of management and service system for urban 3D geological data

1.3.1 城市地质信息采集功能

系统将以文字报告和图件为基础的城市地质调查成果信息和基本地理信息,利用 GIS 技术进行全面、系统的汇总、建库和展示,实现地质调查成果的数字化、成果资料的社会化和数据信息的共享化,为相关部门提供有效的数字化信息和科学的决策依据。

1.3.2 查询统计功能

系统能够实现对系统涉及的各类数据的关联查询及统计,包括图形/属性数据之间以及图形/资料数据之间的互检索(如按行政区号、按地貌单元、按工程地质分区、按水文地质分区、按地质参数、按城市功能、按环境地质要素、按地质灾害类型、按用户需要自定义查询等)、属性数据的统计及专题图的绘制等功能。系统能对多参数地质数据进行统计分析并可采用多种方式(如直方图、分布曲线图、

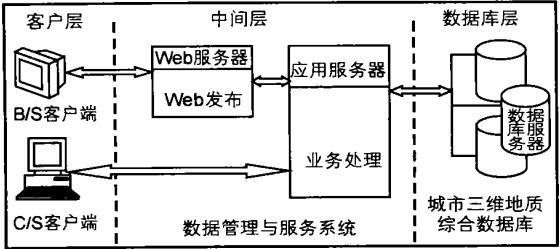


图 1 城市三维地质数据管理与服务系统体系结构

Fig. 1 Framework of management and service system for urban 3D geological data

相关关系曲线等)来表述分析结果。

1.3.3 城市地质分析评价功能

系统在GIS平台的支持下进行常规的地质分析评价,具体内容包括:地基稳定性评价、建筑物地基适宜性评价、地下水与地表水环境质量评价、土壤环境质量评价、土地适宜性评价;城市不同类型用地的质量评价和区划、城市生态环境评价、城市地质环境质量评价等。另外,系统能将城市地质环境监测数据及时采集并进行分析、发布,具有一定的动态监测功能。

1.3.4 城市三维地质建模与可视化功能

系统采用灵活友好的交互建模方式和经过优化的数据组织结构,将以点、线为基本形态的零散、局部的勘查资料解释结果在三维空间中综合起来,重现地下地质界面和地质体的空间形态和组合关系,进而重建三维地质构造形态模型,通过剖分获取三维地质体的真三维实体填充模型,将三维地质模型用三维图形图象生动地表现出来,实现对三维地质模型的旋转、平移、放大、缩小等可视化操作及实时漫游。系统综合应用体视化技术和传统的可视化技术,基于地质体三维实体模型绘制各种等值线、等值面,提供表现地质体内应力、渗透率等各种属性值的功能,提供对三维地质实体模型进行任意剖切、开挖、虚拟钻探等可视化模拟功能,提供包括体积、面积、距离计算等的三维量算功能。

1.3.5 成果输出功能

系统能将经过分析评价后生成的各种成果文件、工程实施中各类阶段性属性数据进行多种形式的输出。

1.3.6 Web发布功能

系统针对广域网用户提供Web发布功能,用户只需使用标准的浏览器就可以访问和浏览系统所提供的公共服务信息,包括图形浏览、图形检索、属性查询、资料查询等功能。

1.3.7 系统维护功能

系统能够提供系统运行与安全方面的保障功能(如角色管理、用户管理等)、数据质量检查与备份、恢复等数据维护功能。

2 系统实现中的几个关键问题

2.1 3D GIS支持下的三维地质建模与地质数据可视化

传统意义上的GIS即二维GIS源于二维地图计

算机处理技术,2D GIS所具有的强大的二维空间数据组织能力和二维空间分析功能已为应用实践所明证。但现实世界是三维的(如果算上时间则是四维的),二维GIS表征三维空间信息的能力极为有限,这使其在地质、矿山、海洋、城市、气象等众多领域中的深入应用受到很大的限制。开发结构简单、功能完善的真三维GIS软件系统是当前GIS研究人员的重要目标。

三维GIS的核心问题是三维空间数据模型的构建。目前,由于三维空间数据模型理论和技术尚不成熟,导致GIS的三维空间建模能力和三维空间分析能力都极为薄弱,这也是影响和制约三维GIS深入发展与应用的瓶颈。三维GIS采用的空间数据模型可分为3类^[7~13]:

(1)基于体元的数据模型。主要有:三维栅格结构、指针结构、八叉树结构(Octree)、结构实体几何结构(CSG)、不规则四面体结构(TEN)、三维Voronoi多面体结构等。

(2)基于边界面的数据模型。主要有:格网结构(Grid)、面片结构(如TIN)、超图数据结构、结构边界表示、非均匀有理B样条函数、三维矢量数据结构等。

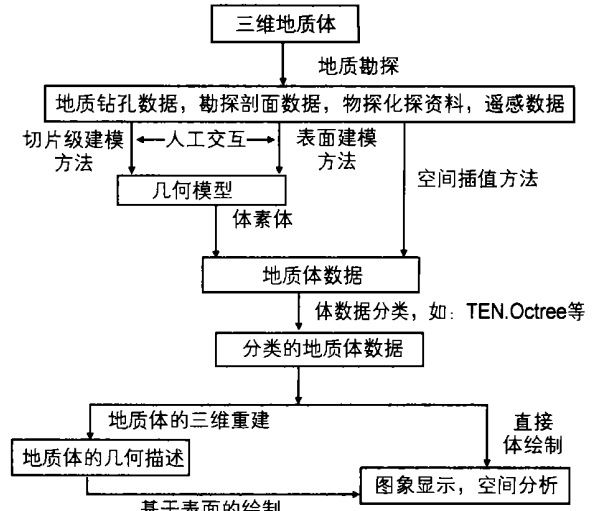
(3)混合数据模型。主要有:Octree+TEN、TIN+CSG、Octree+TIN、面向对象的数据模型等。从实际应用效果来看,基于体元的数据模型比较适合于空间操作与空间分析,但数据量大,运算速度慢,基于边界面的数据模型数据量小,便于数据显示和数据更新,但难以组织起有效的空间分析。混合数据模型将两种或两种以上的数据模型加以综合,能够适应不同分辨率、不同背景条件、不同应用的要求^[12]。由于三维几何和拓扑的复杂性,很难用一个统一的数据模型对多变的三维空间信息进行完整有效的描述,采用混合数据模型不失为一种可行的方法。

三维地质建模是三维GIS在地学中的一个重要应用。它在真三维环境下将空间信息管理、地质解译、空间分析和预测、地学统计、三维实体分析以及图形可视化等工具结合在一起用于地质分析,能够预测地质变量和地质特征的空间变化^[14]。一个完善的三维地质建模系统应具有强大的三维数据可视化功能,能够逼真的呈现三维动态显示效果,通过强大的交互式空间分析工具,更加灵活自然地表现三维地质实体,最大限度地增强地质分析的直

观性和准确性。三维地质建模是在三维空间中对地质实体和地质数据的建模。地质实体从形态上可分为层状实体(包括简单层状地质实体和复杂层状地质实体)和非层状实体两类^[15],地质数据也可分为与地层的空间分布相关的数据和与地层的空间分布不相关的数据两大类。在表现形式上,地质数据的特点在于其采样的稀疏性和分布的零散性,如何将这些稀疏零散的数据在三维空间内进行模拟与重构一直是一个值得深入探索的问题。

根据三维地质建模采用的空间数据模型的不同,可分为基于面模型的建模、基于体模型的建模和混合数据结构建模等^[16];依照具体实现方法的差异可分为三维空间插值建模、几何建模、人工交互建模等^[17]。三维空间插值是指通过有限的已知点或分区数据,通过一定的函数关系式推求任意点或分区数据,从而在三维空间内重构一个连续特征的变化^[15]。显然,空间插值只对地质体结构相对简单、边界约束不明显且采样点足够密集的情况下才有效,对大多数结构复杂、采样点稀疏的地质体来讲,进行空间插值的意义不大。几何建模可分为切片级建模和表面建模两种。切片级建模利用平行或基本平行的地质剖面数据建立三维空间物体的真三维实体模型,并在此基础上满足特定的要求与应用。表面建模是先根据层状地质体的各层分界面按照 DEM 的方法对各个层面进行插值拟合,然后按照各层属性对多层 DEM 进行交叉划分处理,形成空间中严格按照分层属性为要素进行划分的三维地质体的几何框架,在此基础上,引入地下空间中的特殊地质现象、人工构筑物等点、线、面、体对象,完成对三维地下空间的完整剖分^[16]。人工交互建模是指在一个可视化的三维建模环境中,由用户根据自己的经验和专家知识勾画出地质实体的轮廓,在此基础上构建三维地质体的几何模型并进行其他相关分析。对于某些结构复杂的地质实体,人工交互建模具有特殊的重要意义。图 3 详细描述了三维地质建模及地质数据体视化的基本流程。需要特别指出的是,对不同类型和特性的地质数据,可能需要采用不同的建模方法。例如:常见的层状地质实体或者与层状地质体空间分布相关的地质数据具有沿地层方向的强约束条件,对其建模一般不宜采用常规的空间自动插值方法,可考虑使用几何建模方法或者进行人工交互建模。另外,由于地质问题的高度复杂性和多解性,地质建

模应是一个反复迭代的过程,任何建模方法都应该允许并且需要用户进行必要的人工干预,期待采用一种建模方法完全自动的解决所有地质建模问题是不切实际的。



据文献[14 18~20]

图 3 三维地质建模及体视化基本流程

Fig. 3 Process of 3D geology modeling and its volume visualization

在城市三维地质数据管理与服务系统的三维地质建模子系统中,针对城市地质数据的特点,设计了一个高度可视化的真三维建模环境,实现了在三维空间中“所见即所得”的三维建模效果。适当的辅以用户交互,系统能够重建任意复杂的地质体。在层状地质体的数据组织上,系统采用表面建模方法,先用不规则三角网(TIN)形成多层的三维几何模型,然后采用四面体(TEN)对三维几何模型进行体素化,构建出完整的真三维实体填充模型,并可在此基础上进行各种三维分析。系统采用的数据结构主要有 5 类:结点(结点编号,结点坐标 (x, y, z) 、属性),线(线编号,起点编号(或坐标),终点编号(或坐标),属性),三角形(三角形编号,边号,属性),TIN 面(TIN 面编号,三角形号,属性),四面体(四面体编号,结点编号,属性)。系统先由一系列的层面分层控制结点生成 TIN 三角网,用 TIN 来构建三维空间实体的表面,然后采用特定的缝合算法“缝合”相邻 TIN 面,形成在竖向上的多层三维空间模型,在此基础上对三维模型进行四面体化,形成最终的真三维地质体模型。系统采用的这种混合数据结构综合了 TIN 和 TEN 的优点(如 TIN 能够快速形成三维空间实体的轮廓,便于显示和数据

更新;而TEN能够精确的表达空间实体的边界,可以进行有效地空间分析),最大限度地弥补了单一数据结构的缺陷,既具有灵活高效的拓扑关系,又可以充分利用映射和光线跟踪等可视化算法,因此具有较强的通用性和柔韧性,能够胜任各种不同复杂程度的三维地质建模。另外,系统还提供了多种空间插值方法(如距离倒数加权法、Kriging法、多层B样条曲面法等)和数据处理方案,使用户能够根据不同的需求和数据特点进行选择,最大限度方便用户建模。

2.2 城市三维地质海量数据的采集与管理

城市三维地质数据所涉及的信息众多且来源广泛,按照数据来源的不同可分为工程地质勘察数据(包括地表调查数据、钻探数据、坑探井探数据等)、物探数据(包括重、磁、电及地震数据)、化探数据、遥感数据等4大类^[19]。按照数据表现形式不同可分为图形、图像和文字等3类信息。这些信息综合在一起,能够完整地描述城市地质环境的现状,对城市地质环境的分析评价和三维地质模型的构建有着至关重要的意义。城市地质数据具有来源广泛、资料分散、时间跨度大、不同比例尺、数据量巨大、数据种类繁多等特点,如何针对数据特点将这些多源海量地质数据进行整合,从而进行一体化的采集、存储与管理,是关系到系统成败的一个重大问题。系统在实现过程中,将空间数据库分为图形库、属性数据库和多媒体信息数据库3大类。图形库包括基础地理底图、基础地质图、水文地质、工程地质、环境地质、地球化学、地热资源、矿产资源、地下空间、土地利用、城市垃圾、固体废弃物处置等各类成果图件;属性库包括GIS内部属性表和各类城市地质数据库,多媒体信息包括各类报表、文档、影像资料和城市数字景观数据等。

在系统设计时,为便于以后的数据管理与分析,对空间信息采用分层管理的模式,在具体实现时是将具有相同特征的空间信息放在同一图层上。具体而言,系统将数据库划分为基础地理数据库、区域地质数据库、工程环境数据库、水文环境数据库、数字景观数据库等多个专题数据库(见图2),每个专题数据库中的数据又由若干“要素层”信息组成。

为了更有效地对系统所涉及的多源海量数据进行管理、再现和分析,系统除了在纵向上以“要素层”为单位来组织数据之外,在横向(平面)上对图

件等矢量数据采用分幅地图库的模式进行管理,以图幅为单位来管理各分幅地图。从平面范围来看,系统图形库是由各个图幅拼接而成的,而从纵向上来看,系统图形库则是由各个“要素层”数据叠加而成。按照这种组织方式,结合灵巧的具体实现,系统提供了灵活直观地数据入库手段、强有力地数据查询方式和高效快捷地漫游显示等功能和特性。系统针对图形数据库管理的特殊性,提供了图幅接边功能以消除相邻图幅间的接合误差,当这些图幅拼接为一完整图形时,不至于让人感到整幅图是分块拼合的结果,并且易于实现对跨图幅图元进行整体查询和归并检索输出,同时也保证了系统的快速高效性能。

2.3 城市三维地质数据服务与信息 Web 发布

基于WebGIS的城市三维地质信息Web发布是实现系统服务功能的关键。目前空间信息的发布有3种模式^[21]:集中模式;客户机/服务器(C/S, Client/Server)模式;浏览器/WebGIS服务器/数据库服务器(B/S, Browser/Server)模式。集中模式的缺陷在于用户终端只能接受输入并将其简单地发送至服务器,其他操作都集中于服务器,造成服务器负载过重。C/S模式是一种分布式系统结构,可以在客户端和服务端适当地分配任务,将一部分服务器端的功能转移到用户端上。B/S模式是C/S结构的扩展,它将服务器分解为数据库服务器和WebGIS应用服务器,将应用服务器作为客户端与数据库服务器的中间层,可以更好地区分数据访问操作和应用模型,从而最大限度地分解服务器的压力,提高网络性能。B/S模式是目前WebGIS最常采用的一种结构模式。在具体实现方法上,WebGIS可采用CGI, JDBC, ISAPI, ActiveX控件, ASP组件等,其中ASP(ActiveX Server Page)组件技术是微软为IIS 3.0开发的动态站点设计技术,它具有动态、高效、易于交互的特点,正逐步取代其他技术而成为一种流行的应用系统解决方案。大量实践证明,基于ASP组件的WebGIS实现方案是一种高效实用的网络地图服务(Internet Map Service)发布模式。

基于上述各种技术方法的考虑和比较,系统对城市三维地质数据的Web发布采用B/S模式,其体系结构如图4。整个系统可分为3层:GIS数据服务器层、WebGIS服务器层和浏览器层。浏览器层的平台是Windows 95(或以上),采用普通的HTML浏

览器,接收普通的 HTML 页面,其任务是访问 Web GIS 服务器中有关的 ASP 页面,并请求地图数据。Web GIS 服务器层的平台采用 Windows NT(或 Windows 2000 Server)以及 Web GIS 平台。Web GIS 服务器接收到浏览器端的请求后,利用 Web GIS 组件进行处理、分析、计算等,如果需要 GIS 数据服务器的数据,则向 GIS 数据服务器发出请求。用于响应客户请求的一系列 ASP 程序,可以在建站时由 Web GIS 快速生成。GIS 数据服务器层的平台是 UNIX 或 Windows NT(或 Windows 2000 Server)以及城市三维地质数据库。它完成数据的定义、存储、检索、完整性约束以及有关的数据库管理工作,它接收 Web GIS 服务器的数据请求并将处理结果交送 Web GIS 服务器。

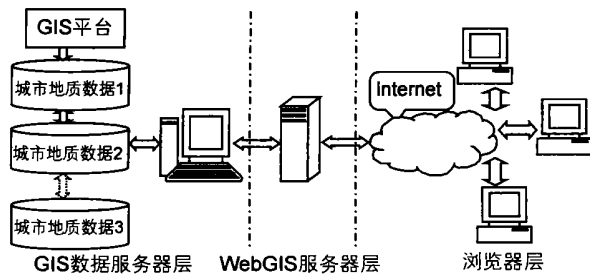


图 4 城市三维地质信息 Web 发布系统结构

Fig. 4 Structure of the broadcast system for urban 3D geological data

基于 Web GIS 构建的城市三维地质数据服务信息 Web 发布系统遵循 GIS 理论和 GIS 标准构造,为最终用户提供了一种廉价快捷的方式来获取城市三维地质信息,它具有如下特点:

- (1) 图像数据压缩比高、速度快、传输光栅数据、数据保密性好。
- (2) 客户端响应速度与数据量关系小、响应速度恒定、适合公众浏览。
- (3) 可定制、易扩展等。

3 结语

“数字城市”是“数字地球”的重要组成部分,城市三维地质数据的可视化管理与分析是“数字城市”工程的支柱,3D GIS 将在未来的城市数字化建设中扮演核心角色。

三维数据结构研究是 3D GIS 的核心问题并成为当前制约 3D GIS 深入发展与应用的瓶颈,由于缺乏对三维地质数据进行有效管理与可视化表达的

三维数据模型,当前 GIS 的三维地质建模能力与三维空间分析能力都极为薄弱。在介绍了基于 3D GIS 构建的城市地质数据管理与服务系统的设计思路与结构框架下,在分析城市三维地质数据多种建模方法的基础上,采用了一种基于 TIN 和 TEN 的混合数据结构来构建城市三维地质数据建模系统,初步应用情况显示其具有理想的建模效果。目前,系统关键模块的研制已经完成,该系统即将应用于北京、重庆等城市的三维地质数据管理与地质数据公共服务信息发布之中。随着实际应用的检验,系统功能将不断得到扩展与完善。

[参 考 文 献]

- [1] 董德茂,吕金波. 开拓北京城市地质环境调查的新思路[J]. 中国地质, 2000, 27(1): 38~40.
- [2] 韩文峰,宋畅. 我国城市化中的城市地质环境与城市地质作用探讨[J]. 天津城市建设学院学报, 2001, 7(1): 1~5.
- [3] 姜华君,王宏,夏军,等. 地质信息可视化的应用——城市环境地质研究之发展方向[J]. 中国地质, 2002, 29(3): 330~334.
- [4] 伍素兰. 城市地质数据管理与决策系统的设计方法[J]. 现代电子技术, 1996, 18(1): 6~12.
- [5] 张时忠. Info-Geotech 工程勘察管理信息系统开发方案[J]. 地质科技情报, 2001, 20(3): 105~109.
- [6] 修文群,池天河. 城市地理信息系统[M]. 北京: 希望电子出版社, 1999.
- [7] 杨斌,田永青,朱仲英. GIS 前瞻性技术的若干应用研究[J]. 微型电脑应用, 2002, 18(1): 9~12.
- [8] 肖乐斌,钟耳顺,刘纪远,等. 三维 GIS 的基本问题探讨[J]. 中国图像图形学报, 2001, 6A(9): 842~848.
- [9] 吴信才. 地理信息系统的基本技术与发展动态[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(4): 329~333.
- [10] 符海芳,朱建军,崔伟宏. 3D GIS 数据模型的研究[J]. 地球信息科学, 2002, 4(2): 45~49.
- [11] 李青元,林宗坚,李成明. 真三维 GIS 技术研究的现状与发展[J]. 测绘科学, 2000, 25(2): 47~51.
- [12] 彭仪普,刘文熙. 数字地球与三维空间数据模型研究[J]. 铁路勘测, 2002, 28(4): 1~4.
- [13] 李清泉,李德仁. 三维空间数据模型集成的概念框架研究[J]. 测绘学报, 1998, 27(4): 325~330.
- [14] 方海东,刘义怀,施斌,等. 三维地质建模及其工程应用[J]. 水文地质工程地质, 2002, 29(3): 52~55.
- [15] 李培军. 层状地质体的三维模拟与可视化[J]. 地学前缘, 2000, 7(增刊): 271~277.
- [16] 吴立新,史文中,Christopher Gold. 3D GIS 与 3D GMS 中的空间构模技术[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(1): 5~11.
- [17] Jennifer Horsman. Methods of constructing a 3D geological model from scatter data[DB/OI].
- [18] 颜辉武. 体视化技术及其在地下水资源研究中的应用[D]. 武

[19] 汉: 武汉大学, 2002.

[20] 侯恩科, 吴立新. 三维地学模拟几个方面的研究现状与发展趋势[J]. 煤田地质与勘探, 2000, 28(6): 5~8.

[19] 宁书年, 李育芳. 三维地质体可视化软件理论探讨[J]. 矿产与地质, 2002, 16(4): 254~255.

[21] 朱庆, 钟若飞, 李德仁. 基于 Web 的海洋遥感信息管理与发布系统的设计[J]. 海洋学报, 2002, 24(增刊 1): 191~199.

Study on the framework of management and service system for urban 3D geological data

ZHU Liang-feng, WU Xin-cai, LIU Xiu-guo

(School of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 730074, China)

Abstract: Management and service of urban geological data is one of the most important tasks in the project of Digital City, and 3D GIS will play a key role in setting up digital cities. This paper introduces the research status and the future application about 3D GIS. The authors design a management and service system for urban geological data based on 3D GIS and discuss the frame of system designs, structures and functions. The study of 3D data structure is the core of all the questions during the exploitation of 3D GIS. Because we have not discover an effective 3D data structure to describe 3D geological data, today's GIS has the shortage to the management and spatial analysis of 3D data, and it is almost impossible to the visualization of very complex 3D geological data. Based on the review of current 3D geology modeling related to 3D geological data, the authors give a new data structure to describe the urban data. It is a kind of hybrid data structure based on TIN and TEN, and we think it is an efficient way to solve the current problem. For the characteristics and requirement of urban geological data, the paper further discusses some key problems met in the carrying out of the system, such as the data acquisition, management of very large-scale database, the broadcast of urban geological information through Web etc. All above present the feasible and complete way to the implementation of the system.

Key words: 3D GIS; urban geology; geological data; information system; Web GIS; 3D geology modeling

(英文审定: 郭新成)

长安大学新增“地质资源与地质工程”一级学科

经国务院学位委员会及陕西省学位委员会审核批准, 长安大学 2003 年新增“地质资源与地质工程”一级学科博士学位授权点, 七个二级学科博士学位授权点及十八个硕士学位授权点。这七个二级学科博士学位授权点中地学学科有: 大地测量学及测量工程、构造地质学、矿产普查与勘探、地球探测与信息技术。

硕士学位授权点中地学学科有: 地图学与地理信息系统、固体地球物理学、地球化学、摄影测量与遥感、旅游管理。

在 2003 年国务院专业学位申报工作中, 新增的地学学科工程硕士领域有测绘工程。另外, 新增的地质工程学科将招收高等学校教师在职攻读硕士学位。

(流沙)