

城市三维地质调查数据库

郑 坤,侯卫生,刘修国

中国地质大学信息工程学院,湖北武汉 430074

摘要: 将城市地质调查中的基础地理、工程地质、地球物理、地球化学等数据综合起来进行一体化管理,对城市规划、建设、环境综合评价、公众信息发布具有重要的意义.在通过分析城市地质调查数据的广泛性、多样性、多维性等特点的基础上,对数据进行了分类整理,提出了适合城市三维地质信息管理与服务系统建设的基于勘测点的数据结构模型,这种结构具有简单、易维护、可以满足多层次查询需求等特点.在此基础上结合城市三维地质应用设计了 C/S(Client/Server)和 B/S(Browse/Server)混合的数据库体系结构,达到了应用的要求.

关键词: 城市三维地质;信息管理与服务系统;数据结构模型;数据库体系结构.

中图分类号: TP311

文章编号: 1000-2383(2006)05-0678-05

收稿日期: 2006-05-30

Database Designed for Urban 3D Geological Investigations

ZHENG Kun, HOU Wei-sheng, LIU Xiu-guo

Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: It is essential to manage geological data such as geophysical, geochemical, geotechnical and geographical data in urban planning, construction, environmental evaluation and public information issue. Based on an analysis of the characteristics of city geological data, such as universality, diversity, and multi-dimensionality, this paper classifies the investigations geological data, and proposes a structural data model on the basis of the survey and geodesic dots. It has many characteristics, including simplicity and easy maintenance, and it can be requeried at any level. Based on the data structure, a mixture database system structure is designed, including Client/Server structure and Browse/Server structure, which can realize the professional data processing and maintaining, information publishing and browsing, fit for constructing city 3-dimensional geological information management and service system.

Key words: urban 3D geology; information management and service system; data structural model; database system structure.

0 引言

城市是人类文明的聚集地,其发展和建设同人类生活息息相关.与世界上其他许多城市一样,我国大多数城市都已经或正在经受着环境地质的困扰.随着经济的不断发展、人类活动的加剧以及对自然资源的过度索取,水资源短缺、地面沉降、城市垃圾污染等灾害都一一凸现出来.这不仅制约了城市的进一步发展,而且影响了城市的可持续发展.为解决

这一问题,并谋求人类与自然的和谐发展,地质勘探、城市建设等部门进行了大量的地质勘察工作,包括工程水文地质钻孔、水文地质观测、地球物理勘探、地球化学勘探、航空测量、卫星遥感测量等多个专业领域,积累了丰富的地质资料.但是,由于历史和技术原因,使得这些资料大多没有得到有效的管理和利用,形成了数据需求与数据存在的尴尬局面.

近十年来,随着 GIS 技术的发展,尤其是空间数据引擎技术的进一步发展,使空间数据、拓扑关系与属性数据的一体化存储成为现实. GIS 技术的日

趋成熟,使各种复杂的数据处理、图件编绘、过程模拟和评价决策系统的运行成为可能,而 Web GIS 技术的发展使人们能通过互联网实时获取地理空间数据,实现了资源共享(吴信才和白玉琪,2000;刘亚彬和刘大友,2000;胡志勇和何建邦,2000;胡建武等,2003)。正是在这些技术不断发展的背景下,为查明影响城市发展的资源和环境状况,综合评价城市发展的资源保障能力和环境承载力,对城市可持续发展规划、建设与管理及社会公众信息需求提供地质科学依据,促进城市经济的繁荣和发展,建立一个集测绘、工程地质、水文地质、地球物理、地球化学等多专业综合一体的城市综合地学信息管理服务 and 三维可视化决策平台成为城市建设中的一个迫切需求,也是建设“数字城市”不可或缺的一部分(朱良峰等,2004)。在这个决策平台建设的过程中,其数据库的良好建设是成功与否的关键所在,也是整个平台运行的基础。本文在探讨城市三维地质调查数据的特点的基础上,对数据进行了科学的分类整理,提出了适合城市三维地质信息管理与服务系统的数据结构模型及数据库体系结构。

1 城市三维地质调查数据的特点

城市三维地质调查数据是一个广义的概念,它指的是与城市地质相关的数据,包括地面勘察、地下勘察、航空摄影、卫星摄影等多角度立体数据。它具有广泛性、多样性、海量性等特点。

(1) 广泛性:从数据来源来看,城市地质数据包含地质测量数据(如地形测量、摄影图片等)、地质勘察(如工程地质勘察、水文地质勘察、地球物理和地球化学等)、环境监测(如地面沉降监测、水动态监测、地震监测、垃圾填埋场监测等)、土地管理等方面的数据。其中,工程地质勘察数据又包含地表调查数据、钻探数据、坑探井探数据等方面,地球物理勘察数据根据测量依据的不同可进一步分为重力、磁法、地震、电法、测井、地热数据等多种,而地球化学根据采集研究对象的不同可分为水地球化学、土壤地球化学、湖泊沉积物地球化学等多种类型。

(2) 多样性:虽然从数据表现形式来看,城市地质数据仅有图象、文字、图形等信息。但是,由于不同专业获取手段和方法不同,其表现形式也不尽相同,如工程勘察数据以钻孔文本数据为主,而地形数据则以图形为主;甚至对于同一种表现形式的数据而

言,由于采集时所使用的仪器不同,其数据标准也不同,如人工地震数据有 SE2404, SEG-2, SEG-Y 等多种形式的数据库。从数据载体(存在方式)来看,城市地质数据既有传统的纸质图形、表格和文档,又有电子格式的各种文档,还有各种磁带、磁盘存储的文档、图形、图象等。

(3) 多维性:城市地质数据同其他地质数据一样,是与时间和空间紧密相连的数据,具有时间和空间上的差异。从数据获取的空间位置来看,城市地质数据有来自空中(如航空磁法、航空摄影图片等)、地表(如人工地震、地形测量等)、地下(如钻孔数据、地下监测数据等)等 3 个方面。空间的多维性不仅体现在采集的位置,还体现在多尺度上,如不同比例尺的地形测量数据、重力勘探数据等。我国城市地质调查虽然由于历史和技术的原因在很长时间内不具有很强的连续性,但是,资料的历史跨越空间比较大,部分城市的资料最早可以追溯至 20 世纪 50 年代初期。从时空角度而言,城市地质数据是三维空间和时间维交织在一起的四维数据。

各专业数据虽然形式千差万别,却内在的从不同的角度反映了整个城市地下地质情况,是城市地质数据有机的组成部分。在构建城市三维地质数据库时,要利用一定的技术手段使它们能有机的结合起来,从而确保实现数据交换与共享、系统间相互兼容,进而实现历史、现时和预测未来信息的相互可比。

2 城市三维地质调查数据结构模型

总体而言,城市三维地质调查数据由城市三维地质调查数据和城市三维地质调查的元数据构成。它们分别为地理空间实体数据和对地理空间实体的描述数据。地理空间数据是对地理空间实体的抽象映射,它由非结构化空间数据及结构化属性数据 2 部分组成(戴勤奋等,2004)。空间数据包括各种钻孔的点位信息、地球物理测点、测线信息、地球化学采样点位信息、城市三维调查覆盖区域信息和各种测量信息等。属性数据则包括各测点、测线上采集的原始信息(如地球物理数据等)、样品测试信息(如土工试验数据等)等数据。元数据是用于描述地理空间数据的数据,是对地理空间数据的进一步补充和说明,如工程地质钻孔中的分层描述信息等。它是对数据进行进一步分析处理、网上信息发布所必不可少的数据。

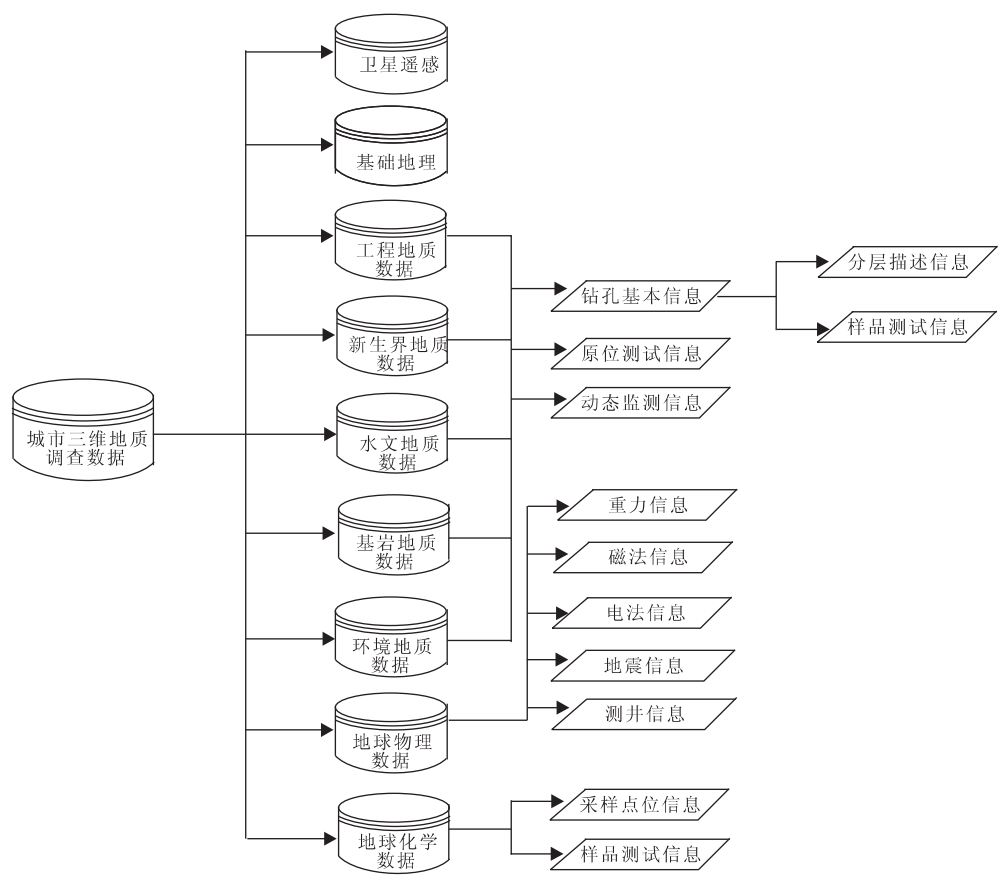


图 1 城市三维地质调查数据结构模型

Fig. 1 Data structure model of the urban 3-dimentional geological investigations
其中斜形代表一类数据

2.1 调查数据模型设计与分析

对于一个城市而言,三维地质调查虽然是一个整体,但由于所涉及专业众多、内容广泛,在数据库的设计中要将所有的数据有机结合成为一个整体,需要对数据做分类整理. 根据目前所进行的城市三维地质调查项目来看,调查所涉及的专业主要有:地理地图、遥感图象、航空图片、工程地质、水文地质、地球物理、地球化学等几个方面. 根据专业的不同,笔者将数据实体分成 9 个大类,并分别建成不同的专题属性数据库(图 1).

图 1 所示的数据结构模型,从物理上将数据隔离开来. 但对于同一地质体,以上数据是从不同的方面揭示了该地质体的不同属性,因而要建立一个好的城市地质数据库或城市三维地质系统,理顺并合理地应用这些实体之间的关系是成功的关键,也是达到城市三维地质调查目标的必需基础.

工程地质、水文地质、基岩地质和新生界地质的空间数据大多以钻孔为基础,进而引申出相应的分

层描述信息和样品测试信息等,含有少部分原位测试和动态检测数据,如水量监测数据等. 而对于地球物理而言,由于方法众多,每一种方法所测量的参数、手段和数据表达方式都不尽相同,所以地球物理数据按照方法的不同进一步细分成重力、磁法、电法、地震和测井数据. 地球化学的所有数据则是以采样点位为基础空间数据,其样品测试信息则如同钻孔中的样品测试一样,依赖于采样点位. 尽管所有这些数据虽然在结构或形式上千差万别,所表达的物理属性也不同,但都有一个共同点:以勘测点(包括钻孔、地球物理测点、地球化学采样点位等)作为所依赖的地理空间位置. 对于同一城市的地质调查,各种方法及手段所覆盖区域是一致的. 而地球物理成果的获取需要钻孔数据做校正和检验. 因而,各种实体可以通过钻孔或勘测点关联起来,从而达到数据的综合处理和对地质体综合评价分析,具体的层次结构见图 2.

采用这种数据的层次结构的优点有:(1)数据模

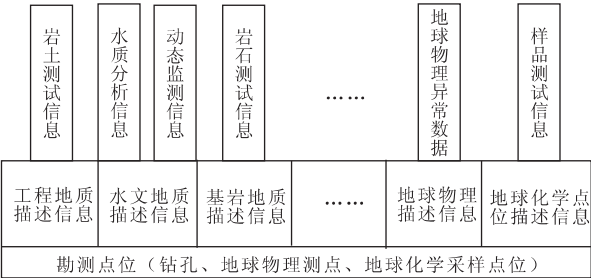


图 2 城市三维地质调查数据实体层次结构

Fig. 2 Hierarchy of the entities

型简单、数据冗余度低;(2)数据的独立性比较高,便于维护和管理;(3)可以很好的保持数据的完整性和一致性;(4)既可以满足多层次查询的需求,又可以实现同一空间上的多资料分析,还有利于资料在不同时间段的对比分析.

2.2 元数据组织

如果把地质调查数据作为城市三维地质数据库的核心内容,那么作为描述或诠释数据的元数据在城市三维地质数据库中处于基础地位.合理的元数据组织不仅能促进数据的有效管理维护,还能保证用户能正确地理解、合理地使用和评价数据.此外,良好的元数据组织是实现数据共享和公众信息发布的基础.

国际标准化组织/地理信息委员会 (ISO/TC211)曾于 2001 年发布 ISO19115 空间元数据标准(ISO/TC 211 Secretariat, 2001).该标准是目前诸多国家共同的元数据标准.其空间元数据实体由数据标志信息、数据质量信息、空间参照系信息、数据内容信息、数据发布信息及元数据参考信息等信息类组成.如前分析,城市三维地质调查数据具有其特殊性,完全照搬该标准并不能满足建库需求,需要添加相应的信息,如分层描述信息等.

根据城市三维地质数据的特点,并保证元数据与地质调查数据的有机结合,笔者采用了数据集的管理方式对元数据进行组织.元数据随同地质调查数据一起存储在各个专题数据库中,每种元数据组成一类数据集.

3 数据库体系结构

城市三维地质数据库不仅包括原始采集的数据,还包括为进行地质解释、地质应用和政府决策和公共信息发布所生成的二维和三维地质和模型数

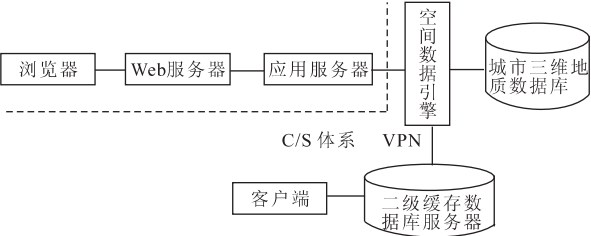


图 3 城市三维地质调查数据库体系结构

Fig. 3 Database architecture of the urban 3-dimensional geological investigations

据.在建立数据库的体系结构时需要综合考虑以下 4 个方面的因素:(1)有利于批量数据的上传与下载;(2)有利于数据的专业分析与处理;(3)有利于数据的发布;(4)保证数据的安全.

常用的体系结构为 C/S 或 B/S 结构.这 2 种结构均有其自身的优缺点.笔者在 Zhu and Wu (2003)的基础上,根据数据的特点和城市三维地质系统的需求提出了一种 C/S 和 B/S 混合体系结构(图 3).C/S 体系中虚拟专用网络将客户端和数据库连接起来,可以满足不同地域的专业用户对数据的使用需求,而二级缓存服务器的使用则加快了数据的读取时间.该体系主要用于专业业务处理和数据管理和维护.B/S 体系主要是在专业分析成果基础上用于政府决策和公共信息发布.采用这种混合式的数据库体系结构可以充分利用 2 者的优点,取长补短,满足不同层次客户的需求.C/S 结构可以提供强大的数据交换、处理和交互操作功能,具有很强的专业性,安全性高,适用于专业应用和分析人员;B/S 结构属于开放式体系,安全性低,提供的数据量少,表现形式直接,适用政府决策部门和公众人员.

4 结论

城市三维地质调查数据库是整个城市三维地质服务系统的基础,它的结构合理与否直接制约着整个系统的运转.在探讨城市地质调查数据特点的基础上,充分考虑各种地质数据之间的内在联系,对城市三维城市地质数据库构建提出了一个基于勘测点的数据结构模型以及 C/S 和 B/S 混合结构的数据库体系结构.在大型数据库如 Oracle 以及空间数据引擎如 MAPGIS 的 TDE 等的支持下,可满足不同时期、不同专业类别地质数据的统一存储、综合管理及多层次的应用需求.

References

Dai, Q. F. , Wei, H. L. , Su, G. H. , et al. , 2004. Modeling of marine geological survey database. *Application Research of Computers* , 21 (3) : 65 — 66 (in Chinese with English abstract).

Hu, J. W. , Wu, X. C. , Song, L. H. , 2003. Technique for isomeric database design in environment GIS application. *Journal of Jilin Post and Telecommunication Institute* , 21 (1) : 61 — 64 (in Chinese with English abstract).

Hu, Z. Y. , He, J. B. , 2000. The architecture and technical solution of distributed geographical information sharing. *Computer Engineering and Applications* , 36 (12) : 51 — 54 (in Chinese with English abstract).

ISO/TC 211 Secretariat, 2001. DIS 19115 geographic information-metadata. ISO, [s. n.].

Liu, Y. B. , Liu, D. Y. , 2000. A review on spatial reasoning and geographic information system. *Journal of Software* , 11 (12) : 1598 — 1606 (in Chinese with English abstract).

Wu, X. C. , Bai, Y. Q. , 2000. Development and prospect of geographic information system. *Computer Engineering and Applications* , 36 (4) : 8 — 9 (in Chinese with English abstract).

Zhu, L. F. , Wu, X. C. , 2003. Study of management and

service system of urban 3D geological data supported by 3D GIS. *Journal of Wuhan Urban Construction Institute* , 20 (4) : 40 — 46.

Zhu, L. F. , Wu, X. C. , Liu, X. G. , 2004. Study of information system of urban 3D geological data supported by 3D GIS. *Rock and Soil Mechanics* , 23 (6) : 882 — 886 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

戴勤奋, 魏合龙, 苏国辉, 等, 2004. 区域海洋地质调查数据库结构模型. 计算机应用研究, 21 (3) : 65 — 66.

胡建武, 吴信才, 宋利好, 2003. 环境地理信息系统中异构数据库的设计. 吉林大学学报 (信息科学版) , 21 (1) : 61 — 64.

胡志勇, 何建邦, 2000. 分布式地理信息共享形式及技术策略. 计算机工程与应用, 36 (12) : 51 — 54.

刘亚彬, 刘大友, 2000. 空间推理和地理信息系统综述. 软件学报, 11 (12) : 1598 — 1606.

吴信才, 白玉琪, 2000. 地理信息系统 (GIS) 发展现状及展望. 计算机工程与应用, 36 (4) : 8 — 9.

朱良峰, 吴信才, 刘修国, 2004. 3D GIS 支持下的城市三维地质信息系统研究. 岩土力学, 23 (6) : 882 — 886.