

基于GIS的市政管理信息集成方案及关键技术

曾文¹, 张德津²

1. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

2. 武汉中地数码科技有限公司, 湖北武汉 430074

摘要: 为了有效避免信息孤岛现象, 充分发挥市政信息资源的作用, 提出基于GIS的市政管理信息动态集成方案。采用多层体系结构, 通过对市政设施和业务信息的筛选、过滤和综合, 形成市政综合数据仓库, 通过分布式一体化动态管理机制保证数据的现势性和完整性, 利用数据挖掘技术进行分析和预测。该方案的实施, 将有利于提高城市的应急处理、规划决策和社会服务能力。

关键词: 地理信息系统(GIS); 市政管理; 信息集成; 数据仓库。

中图分类号: P208; TP311

文章编号: 1000-2383(2006)05-0688-05

收稿日期: 2006-04-28

Scheme and Key Techniques for GIS-Based Integration of Municipal Management Information

ZENG Wen¹, ZHANG De-jin²

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

2. Wuhan Zondy Cyber-Tech Co., Ltd., Wuhan 430074, China

Abstract: For the purpose of avoiding the emergence of isolated information islands and making full use of municipal information resources, this paper presents a scheme for a GIS-based dynamic integration of municipal management information. This scheme utilizes a hierarchical architecture. By selecting, filtering and synthesizing municipal information on facilities and operations, a composite municipal data warehouse is created and maintained. An integrated dynamic management mechanism for distributed municipal information ensures that the synthetic municipal data are complete and consistent with current status. Analysis and prediction can then be conducted based upon data mining techniques. Implementation of this scheme will improve the emergency handling capabilities of a city, urban planning, decision making and many aspects concerning service to society.

Key words: GIS; municipal management; information integration; data warehouse.

0 引言

中国城市正以前所未有的速度发展, 市政建设日新月异。但是与其他行业相比, 供水、燃气、排水、路灯、道路、园林、环卫等市政公用行业的数字化程度还不高, 这种矛盾已经越来越影响城市的发展。目前有些城市也在大力加强市政信息化建设, 建立了部分信息系统, 但是这些系统往往由各专业权属单

位和政府部门独立建立, 在管理上缺乏统一规划, 在技术上缺乏集成手段, 信息孤岛现象越来越严重。这就造成以下问题: (1) 数据建库的重复投资; (2) 各部门间数据一致性无保障; (3) 数据更新困难, 数据现势性差; (4) 市政业务与设施数据相割裂, 市政管理宏观控制和规划水平难以提高。

所以必须研究市政管理信息化集成的理论、技术和方法, 建立动态更新的一体化的系统, 一方面推

动市政各部门管理信息化(特别是设施管理和业务办理信息化),另一方面促进整个城市范围内市政信息的集成共享,使信息资源得到最大限度的运用,为城市可持续发展提供保障。

1 市政管理信息集成的目标和意义

市政管理信息的集成,旨在运用地理信息系统、分布式数据库等技术,研究市政设施信息分类编码标准、市政设施的通用空间数据模型、数据管理和共享机制、数据动态更新和全局现势性保持、设施数据与市政业务的有效集成,构筑一个可应用于相关政府部门和企业的硬件和软件平台,有效管理并动态集成城市市政设施数据和业务数据,提供辅助规划设计、施工工程组织、辅助决策、事故预警事故应急处理等功能,并通过 Internet 提供信息发布和社会化服务。

市政管理信息的集成具有多方面的意义:

(1)显著提高市政公用行业和政府管理部门信息化水平,提高城市市政管理效率。设施信息和办公信息的集成,可以使市政权属单位和主管部门的工作流程更加科学,运营成本大幅度降低。通过建设统一的信息平台,各单位和部门之间能够实现方便地信息互访和交换。

(2)有助于落实政府主管部门的行政力,加快市政建设步伐,减少事故发生。统一的信息平台和现势性良好的数据,将为政府主管部门进行有效地监控、协调和指挥提供技术上的保证。

(3)建立城市应急反应基础,提高城市应变能力。小到处理爆管事故,大到应对自然灾害,市政行业是城市应急反应体系中最重要的一环之一。只有将市政信息进行统一集成,才能制订可行的应急方案,并实施有效的指挥调度。

(4)为城市市政发展预测和综合规划提供依据。集成的市政管理信息可以形成市政综合数据仓库,利用联机分析处理(on-line and analytical processing, OLAP)、数据挖掘等新技术,可以最大限度地发挥集成数据在分析预测和决策支持中的作用(Roberts and Moore, 1998)。

(5)提高市政行业的社会化服务水平,增加市政管理透明度。基于市政信息集成平台,可以构筑市政信息门户,通过 Internet 向公众提供查询服务,发布停水、停气、道路维修、工程进度等信息;接受报装报

修申请和各类投诉。

2 市政管理信息集成的建设内容

市政管理信息集成的建设内容包括以下6点:

(1)建立市政信息分类编码标准和数据交换体系。市政公用事业涉及到的设施和业务信息来源众多,样式各异,这给信息共享带来了不便。集成市政管理信息,首先必须统一市政数据分类编码标准,形成标准化的数据交换体系以及系统开发技术规程与系统建设运行模式。市政信息分类编码和数据交换体系是实现市政信息有效管理、数据共享和动态更新的基础。分类编码应符合科学性、系统性、稳定性、完整性、兼容性、可扩展性、适应性和灵活性(阎正等, 1998)。

(2)整理规范各类专业数据。参照编码标准和交换体系,审视供水、燃气、排水、道路、公交、园林、环卫等行业的设施和业务专题信息,进行归类、整理和改造。市政管理信息集成体系要充分考虑不同管理模式,除各类管、线、网、沟等设施数据之外,还应允许整合其他市政管理需要的空间和非空间数据,方便分析和决策。针对专业权属单位已经建立的信息系统,设计“数据映射器”,将现有数据变换到统一的数据交换格式;针对尚未进行信息化管理的原始数据,则在建库时就按照统一编码标准和数据模型来组织,以利于数据抽取和同步。

(3)整合市政公用事业空间数据。集成市政各行业的设施和业务专题信息,在统一的编码标准和统一的地理参照之下形成统一的市政综合数据仓库,在统一的地理信息平台上进行查询、统计、分析,输出各类综合图件及报表。在专业权属单位数据库与市政综合数据仓库之间,采用“数据同步器”来自动更新和同步,保持数据一致性、完整性和准确性。

(4)设施数据与市政业务的有效集成。实现市政建设信息系统中GIS与MIS(management information system)、OA(office automation)的无缝连接。包括:GIS与MIS的无缝连接;GIS与OA的无缝连接;规划、建设与管理的远程协同设计、实时会商与统计上报等。

(5)在信息集成基础上的综合分析和辅助决策。包括各类专业市政设施空间关系和相互影响分析、施工工程统一组织、事故预警事故应急处理、趋势预测、决策支持等。

(6)市政信息 Web 发布和社会化服务。通过 In-

ternet 提供 GIS 图形显示、查询功能;实现市政公众信息发布;提供报装报修及投诉服务。

3 市政管理信息集成总体框架

通过对市政管理工作特点的分析,可以形成如图 1 所示的市政管理信息综合集成系统的基础框架。该框架具有多层体系结构,包括数据层、应用层(业务逻辑层)、Web 服务层和表现层。其中数据层使用数据库服务器群存储所有的地理基础信息、专业数据信息和其他业务相关信息,并且负责数据的安全、完整性控制和维护、数据的一致性管理和并发控制;应用层由一系列应用服务器组成,提供查询、统计、分析、预测功能,维护业务逻辑,支持行政办公,各类数据库在功能上的融合,也在这一层次实现;Web 服务层通过 Web Service 技术提供功能调用接口,构成内部信息门户,为外部访问提供统一服务,支持移动办公。表现层提供界面表现,输出数据、图形和报表给最终用户。

通过上述基础框架,政府主管部门可以通过 C/S(Client/Service)或 B/S(Browse/Service)模式访问市政综合信息并开展政务办公;各权属单位可以通过授权模式查看其他单位的设施和业务数据,如供水公司可以查看燃气、排水、路灯等的行业信息,为设计、施工、决策提供信息支持;其他的用户可以通过 B/S 模式查看被发布的信息(图 2)。

市政管理信息集成利用 GIS 管理各行业空间

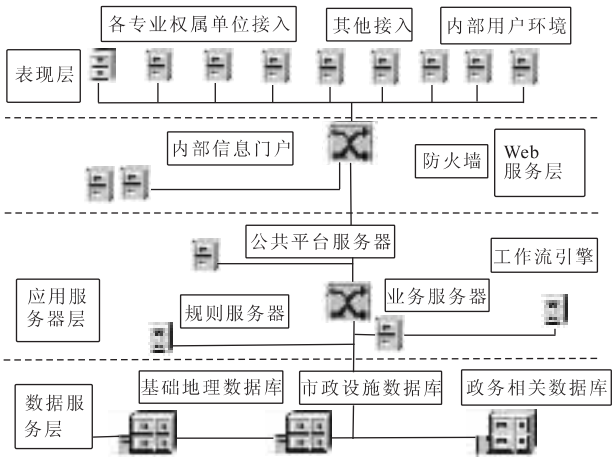


图 1 市政管理信息集成系统的基础框架

Fig. 1 Basic frame of integration of municipal management information

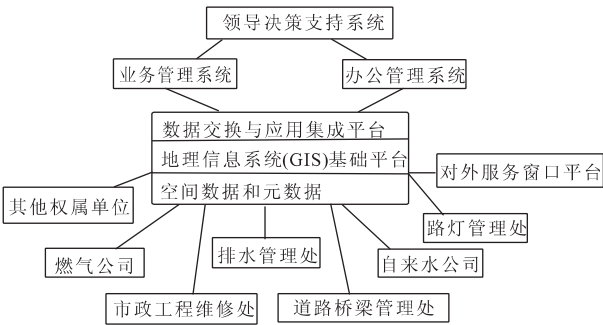


图 2 市政管理信息集成逻辑结构

Fig. 2 Logical structure of integration of municipal management information

地理信息,构成统一基础平台,对外提供统一的数据展现和功能服务。该平台集中管理协调各权属单位和各处室的日常业务,并在此基础上通过数据挖掘、智能分析,为管理部门提供辅助决策支持,减少重复投资,节约建设费用,也保证了所有权属单位基础数据的一致性和准确性。

4 市政管理信息集成关键技术

4.1 GIS 技术

地理信息系统 (geographic information system, GIS) 是用于采集、模拟、处理、检索、分析和表达地理空间数据的计算机信息系统。GIS 所特有的空间分析功能和可视化表达方式正符合市政设施所具有的区域性强、隐蔽、复杂、动态、数据量大等特点;同时,由于市政管理信息绝大多数都和地理位置密切相关, GIS 也是把各类市政管理信息有效聚合的黏合剂,所有的信息通过和地理位置相关就可以达到有机结合的目标。所以, GIS 技术是市政管理信息集成的基础 (Sussman, 1996)。

4.2 市政设施通用空间数据模型

市政行业涉及管道、缆线、沟渠、道路、桥涵等各类设施,类型众多,特性各异。为了实现城市级的综合集成与共享,需要设计适合市政设施地理信息表达的空间数据模型 (曾文和张德津, 2002)。由于设施自身及设施之间关系的复杂性,该模型需要抛弃传统点线面模型,全面面向空间实体,支持一对多、多对一、多对多、继承、子类等关系,满足各类市政设施信息表达的需要。

4.3 网络分布式一体化管理技术

有生命力的信息集成应是动态的、不断更新的,

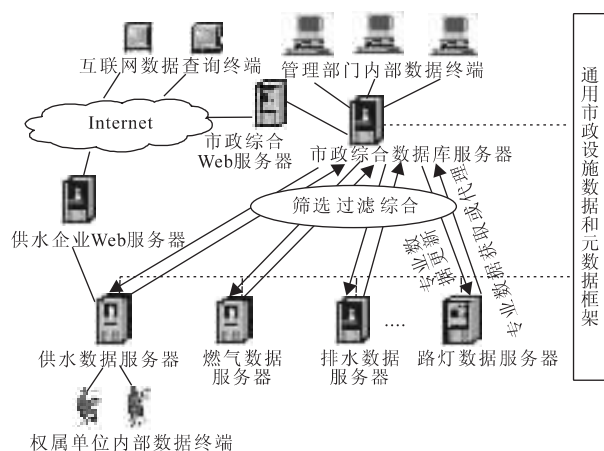


图3 市政信息分布式一体化动态管理概念模型

Fig. 3 Conceptual model of integrated dynamic management of distributed municipal information

而不是静态的、一次性的。市政专业权属单位是各类市政设施投资建设和变更的主体,也是各类市政运营活动的直接实施者,因而也不可避免地成为市政设施和业务数据的维护者和变更者。政府综合管理部门没有能力对各类数据实施动态更新,更新只能由权属单位来做,而各权属单位在地域上一般是分散的,所以需要采用分布式数据库技术,将各个市政行业数据库的变化动态反映到集成的综合数据库服务器之中。

另一方面,专业权属单位所管理的设施及业务数据与政府综合管理部门所管理的数据在详尽程度上有明显差异,前者更详尽,后者则是前者在城市规划意义上的综合。这意味着数据的动态更新并不是简单的数据库记录复制。

所以,在整个城市范围内分散存在的、详尽程度不一的市政数据库之间,保持数据动态更新和全局现势性是市政管理信息集成系统需要解决的关键问题。市政管理信息的分布式一体化管理,采用如图3所示的概念模型。

按照这个模型,首先要对权属单位的二级(详尽)设施及业务数据进行抽取、筛选和综合,在政府综合管理部门建立市政综合数据库;在专业权属单位变更设施及业务数据时,变更能够即时发送到综合数据库,从而保证一级(综合)数据与二级数据间的对应与同步。为了减轻网络负荷,在二级数据库和一级数据库之间传输的不是完整的数据记录,而是数据变化量(即变更日志);一级综合数据库并不是完全依照这种变更日志来进行修改,也需要经过筛

选、过滤和综合的过程,才能决定是否需要修改以及如何修改。另外,这个概念模型也显示,各个权属单位都可以访问市政综合数据库中其他市政单位的综合性设施和业务数据,这对于各个权属单位的设计、施工、抢修,具有重要的意义。

4.4 数据仓库和数据挖掘

数据仓库是用于管理决策支持的面向主题的、集成的、稳定的、随时间变化的数据集集合(Inmon, 1996)。通过数据仓库,可以把市政单位不同业务系统的数据集成起来,提供一个统一的视图,获得有关单位运作状况、设备状况和客户行为的更为综合的信息。

在数据清洗、集成,最终建立数据仓库的基础上,可以进行联机分析处理和数据挖掘,从不同的角度观察市政单位的运行数据,查找规律,获取知识,使海量数据的潜在价值得以充分发挥,最大限度地支持决策和规划。例如,利用数据挖掘技术,采用灰色模型、回归模型等方法,可以进行水量预测;通过关联规则挖掘、分类预测、规则推理方法,可以发现气温、水质、管材等诸多因素对管道耗损的影响,得到材质老化预测模型,对设备维护和管网改扩建提供指导。

由于数据仓库基于GIS技术创建,所以运用空间数据挖掘技术,可以进行更加复杂的分析和预测(毛克彪和田庆久,2002)。

5 结语

市政管理信息集成,需要建立在标准化、空间化、可视化的基础之上,因而要充分发挥GIS的作用。另外,需要建立完善的法规和管理制度,在相关技术手段的配合下,确保元数据集信息完整性和准确性,保证数据安全和数据的动态更新。在系统建设过程中,要充分考虑到市政单位信息化水平的不一致性,按步骤分阶段实施。

随着国家加大对城市基础设施的投入,以及公用事业特许经营制度的执行,市政公用行业正面临着巨大的发展机遇。虽然起步较晚,市政行业信息化正在呈现加速趋势。市政管理信息集成是“数字市政”建设的重要组成部分。基于GIS的市政管理信息集成方案的研究和应用,将丰富完善数字城市理论架构和实践积累,有利于推动城市信息化大范围深层次的研究。

References

Inmon,W. H. ,1996. The data warehouse and data mining. *Communications of the ACM*,39(11): 49—50.

Mao,K. B. ,Tian,Q. J. ,2002. The technology and methods of spatial data mining and their application. *Remote Sensing Technology and Application*,17(4):198—204 (in Chinese with English abstract).

Roberts,A. M. ,Moore,R. V. ,1998. Data and databases for decision support. *Hydrological Processes*,12(6): 835—842.

Sussman,R. ,1996. Implementing municipal GIS: Human behaviour and the decision-making process. *Computer, Environment and Urban Systems*,20(3): 213—223.

Yan,Z. ,Jiang,J. T. ,He,J. B. ,et al. ,1998. Manual of standardization of urban geographic information sys-

tems. Science Press,Beijing. 20—21 (in Chinese).

Zeng,W. ,Zhang,D. J. ,2002. Design of MAPGIS pipeline management development platform. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*,27(3): 250—254(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

毛克彪,田庆久,2002. 空间数据挖掘技术方法及应用. 遥感技术与应用,17(4):198—204.

阎正,蒋景瞳,何建邦,等,1998. 城市地理信息系统标准化指南. 北京:科学出版社. 20—21.

曾文,张德津,2002. MAPGIS 管网开发平台的设计. 地球科学——中国地质大学学报,27(3):250—254.

(上接 662 页)

management system based on large GIS. Wuhan Zondy Cyber-Tech Co. ,Ltd. ,Wuhan(in Chinese).

Du,X. P. ,Zhou,S. P. ,Wan,B. ,2004. The design and implementation of multi-tier spatial database server based on data replication. *Computer Engineering and Applications*,40(21): 172—173(in Chinese with English abstract).

Wuhan Zondy Cyber-Tech Co. ,Ltd. ,2003. MAPGIS7. 0 White Paper. Wuhan Zondy Cyber-Tech Co. ,Ltd. ,Wuhan(in Chinese).

附中文参考文献

杜小平,周顺平,万波,2004. 基于数据复制的多级空间数据库服务器体系结构设计与实现. 计算机工程与应用,40(21):172—173.

武汉中地数码科技有限公司,2003. MAPGIS7. 0 技术白皮书. 武汉:武汉中地数码科技有限公司.

中国地质调查局发展研究中心,2005. 基于大型 GIS 的地质调查空间数据管理系统总体技术报告. 武汉:武汉中地数码科技有限公司.