

城市给水排水管网信息管理及分析系统的建设与研究

¹ 彭永臻 ² 马勇 ² 王晓莲 ² 戴晋国 ² 高守有 ² 王亚宜

(1. 北京工业大学环能学院 北京 100022

2. 哈尔滨工业大学市政与环境工程学院 哈尔滨 150090)

【摘要】 简要论述了建立城市给水排水管网信息管理系统的必要性, 并用系统工程的思想和方法阐述了系统建立的原则, 提出了本系统技术路线、实施方法以及系统主要功能, 实践证明该系统具有很强的实用性, 能为给水排水管网的现状分析、事故分析和科学管理提供可靠的信息来源, 并可为城市的规划、管理和建设提供有效的辅助决策。

【关键词】 地理信息系统 给水排水管网管理 空间分析

一、城市给水排水管网管理中存在的问题

近几年来, 随着经济的快速发展, 城市建设突飞猛进, 对城市建设的管理水平要求也越来越高, 城市给水排水管网是城市的重要基础设施之一, 在地下呈立体交叉网状分布, 具有分布集中性和不可见性, 城市给排水管网管理的难度较大。近年来全国许多城市进行了城市管线普查, 并建立了管线竣工动态测量机制, 但传统的图纸和图表的管理方式难以对大量的管线信息进行有效的管理和利用, 造成资料不全、精度不高、现实性不强, 往往在施工或维护过程中发生给水排水管网被破坏的事故。而利用地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 技术建立城市给水排水管网管理信息系统, 可实现城市给水排水管网的自动化管理, 提高城市管理水平、优化城市管线布局、减少不必要的资金浪费。为此城市给水排水管网信息系统的建立势在必行^[1]。

地理信息系统是在计算机软件 and 硬件的支持下, 运用系统工程和信息科学理论的交叉学科。它不仅能够存储、分析和表达现实世界中各种对象的属性信息, 而且能够处理空间定位特征, 能将空间信息和属性信息有机的结合起来, 从空间和属性两个方面对现实对象进行查询、检索和分析, 并将结果以各种直观的形式、精确的表示出来, 以提供给规划、管理、决策和研究者应用。经过 30 多年的发展, GIS 已广泛地应用于环境资源管理等多方面, 在我国正处在开始快速发展阶段^[2]。

二、系统设计原则

建立城市给水排水管网信息管理系统是一项大型系统工程, 它的设计要求在结构上科学合理、功能上能够充分满足用户需求, 根据系统的特点, 确定如下设计原则^[3]:

1. 数据规范化 系统工程对于信息分类、编码和空间坐标尽量与国家或行业标准一

致。数据存储尽量采用通用矢量、栅格及文本格式,使其具备良好的数据传输、数据交换及应变能力。

2. 系统的完备性 主要指系统功能的完备,系统应具有数据采集、管理、处理、查询、编辑、显示、绘图、转换、分析和输出等功能,另外信息内容要全面,以便实现有效使用。

3. 系统具有实用性和先进性 系统应易于操作、更新及管理,并满足多方面用户的要求,系统的功能目标设计应具有较高的起点。

4. 系统具有扩充性和兼容性 为了满足用户对系统的要求和今后系统的扩充,在数据编码功能和系统结构上留有扩充的余地,同时数据具有可交换性,选择标准的数据格式和设计合适的数据格式转换软件,实现与不同的 GIS、CAD、各类数据库之间的数据共享。

三、系统设计目标

1. 管网数据自动进行分类、处理、入库,并维护数据的完整性、一致性,在数据遭到意外破坏时能进行恢复处理,对管线属性信息的使用应提供用户使用权限管理,保证数据的安全性。应用网络技术,与其他城市规划建设管理信息系统进行沟通和互连。

2. 提供方便、灵活的功能以迅速准确地更新库中的管网数据,保证资料的现势性,建立办公自动化体系。

3. 提供图形、属性的交互查询和逻辑条件语句的综合查询,快速高效地检索出用户要求的资料数据。

4. 能按照管线数据的各种特性对其进行统计,并能绘制管线任意比例大小的断面图,为城市给水排水管网的决策分析和预测提供准确的辅助信息,保证给水排水管网规划的顺利实施。

5. 系统能结合管网信息查询、统计、分析功能制作输出用户所需的各种管线图、资料报表及其多媒体信息。

四、系统的建立

1. 系统软硬件的结构

(1) 硬件配置 微机、数字化仪、扫描仪、激光打印机、绘图仪等。

(2) 软件配置 当前国内外 GIS 技术与产品发展较快,可供选择的软件很多。我们从软件的功能、价格、维护、技术特性、咨询服务、二次开发及今后的软件升级换代费用等方面综合考虑,最终选择了基于 Windows9X/NT/2000 的组件式 GIS 开发工具—TopMapActiveX GIS,作为主要的开发工具和支持平台。在操作系统上选择当今流行的 Windows98 系统,利用其强大的网络功能满足数据共享的需要。

2. 系统数据库设计

GIS 制作技术的核心是数据库设计。它的主要任务是完成空间数据结构和属性数据结构的设计以及图形和属性信息的关联。建立起它们之间快速、有效、准确的联系,是构造地理信息系统的基础与关键。目前 GIS 通常采用空间数据库和属性数据库分别来管理图形数据和属性数据,两个数据库之间通过公共目标标识码(ID)加以联接。

(1) 空间数据库的设计 为了满足系统对空间数据库的需要以及数据输入、空间关系

建立的方便,以图层的结构组织空间数据,通过数字化仪和其它矢量化软件编辑空间数据。本系统图层分为两大部分,即背景图层和专题图层。

背景图层有①道路层:线状地物,用于管线的规划、设计和定位②建筑物:面状地物,表示城市建筑的分布情况③其它重要公共设施层。

专题图层包括:给水管网层、排水管网层、雨水管网层、给水阀门层、检查井层等,按线状要素和点状要素处理。

(2) 属性数据库设计 根据关系型数据库管理系统的要求,对每一图层的图形实体所对应的属性数据及其结构进行定义,然后统一整理、编码。例如,排水管网的属性包括ID、编号、管径、管长、坡度、管材、使用年限、埋设日期、地理位置、权属单位、备注和起点的坐标、地面标高、管底标高、埋深;终点的坐标、地面标高、管底标高、埋深。

3. 系统建立技术路线

应用地理信息系统发展的热点组件技术将相应的空间数据移植到 TopMap ActiveX 控件上,在 Visual Basic 6.0 的开发环境下,开发出针对性、实用性以及方便性很强的给水排水管网信息管理及分析系统。

4. 用户界面的设计与实现

良好的用户界面是保证系统正常运行的一个重要因素。它影响到用户对系统的应用态度,进而影响系统功能的发挥,考虑到系统使用对象大多是非计算机专业人员,所以①界面全部在窗口环境下开发,用户不需要掌握 Visual Basic、数据库的命令和结构,只需通过菜单、按钮、图片即可做到正确操作。②简明的操作注明,以帮助用户顺利完成工作步骤。③尽量减少键盘输入,通讯信息和共享信息由系统调入并显示在屏幕上,由用户检查确认等办法来减少人工输入可能产生的数据录入质量问题。

五、系统的主要功能模块

城市给水排水管网信息管理系统是一项系统工程,它涉及到多个学科的技术成果,因此要求其结构上科学合理,功能上充分满足用户需要。根据目前给水排水管网管理工作中的实际要求,以及系统的设计原则和目标为基础,我们建立如图1所示的功能模块。

1. 图形显示 系统提供了多种图形窗口的可视化操作。放大、缩小、漫游、重画、全图显示、设置显示内容等功能使用户的编辑操作更加方便、准确,特别是多媒体信息的复合显示,融图、文、动画、声音于一体,使信息的表达更加生动具体。

2. 图形和属性双向查询 所谓双向查询就是根据图中的管段或设施查找与其对应的属性信息,也可移动属性库中的记录来查找对应的图形,亦可根据属性数据库中字段的逻辑组合条件来确定图形的信息,还可根据设施的编号来查看其多媒体信息。

3. 空间分析 主要包括缓冲区的生

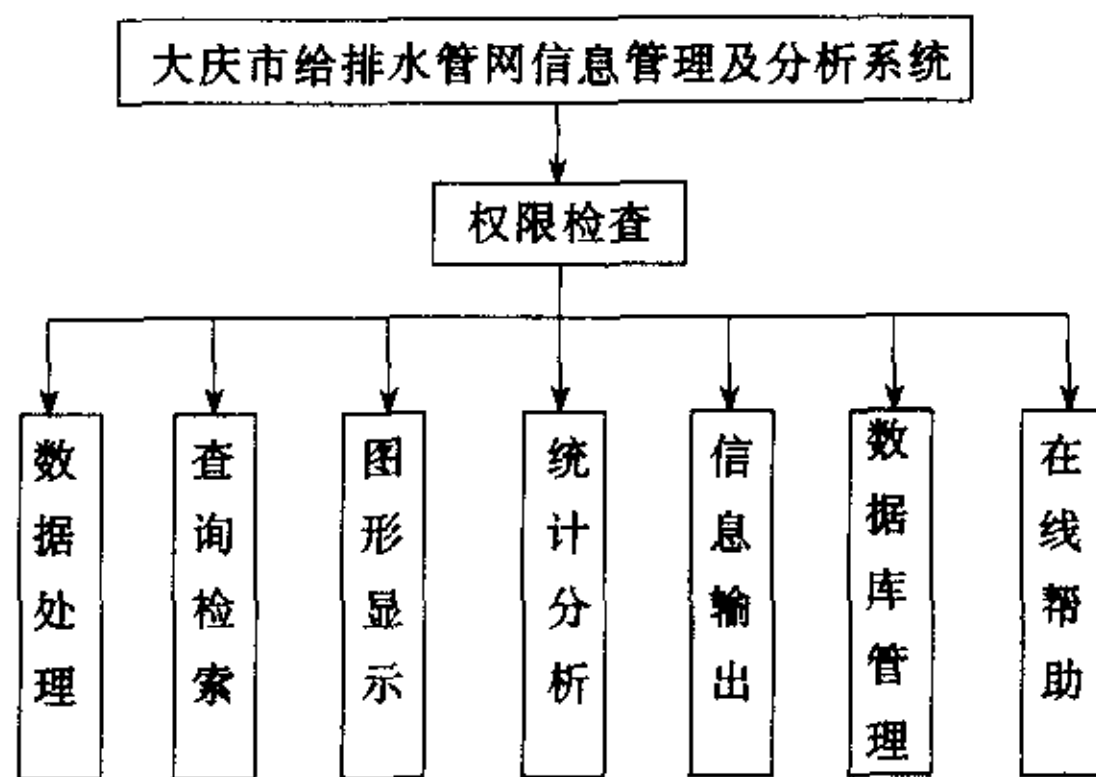


图1 系统功能模块图

成, 分级图的制作和空间落入、穿越和包含分析。例如可对某排水泵站 50m 范围内的排水管线进行缓冲区分析, 以及存在于某生活小区的排水管线和检查井; 另外可以对不同管径的管线进行颜色和线型的分级以了解管线的分布情况等。

4. 信息输出 系统可打印输出任意查询报表、统计图表和分级专题图, 可任意设置输出图形的样式和比例大小, 可导出工程图形以供不同的用户使用。

5. 断面图分析 系统可生成任意比例尺大小和不同样式的管线断面图, 并可将断面图打印输出, 以便分析地下管线的分布情况。

6. 数据管理 该模块的主要功能是对管线的空间和属性数据进行检验、编辑和数据建库; 另外对管线数据及时动态更新, 保证数据的准确性和现势性。

7. 统计计算 系统提供对管线有关属性的统计计算功能。利用属性数据库, 按照特定的过滤条件可获得用户所需的数据, 如利用管线属性可统计出不同年限内铺设的管段种类、数量和其他资料等, 为管段的更新提供准确的资料。还可计算管线长度、多边形的面积等。

8. 帮助功能 提供系统的在线帮助和为用户提供快捷的使用指南。

9. 安全功能 通过设置用户权限, 进行权限和密码登入, 系统能查询到用户的管理级别, 并根据用户的管理级别, 设置用户可用的功能。从而使无权使用的用户功能不起作用, 使不同的管理员有不同的使用范围, 达到分级管理的目的, 确保数据安全。

10. 事故处理和分析 根据管线事故发生地点, 及时确定事故影响范围和最近的阀门关闭方案, 以尽快实施事故处理方法。

六、系统建立的实践意义

大庆市给水排水管网信息管理及分析系统已投入使用, 效果良好, 具有重大的现实实践意义:

1. 灵活的查询模块的建立, 可以从海量的数据库中迅速地确定所需要的管网信息及其周围建筑物和附属物的分布情况, 极大地提高了工作效率。

2. 给水排水管网图文数据库的建立, 方便了资料的日常管理工作以及管网的维护工作。

3. 给水排水管网信息的获得和分析, 可以使得规划和管理人员定性、定量地了解给水排水管网的运行情况。

4. 对给水排水管网事故情况的分析, 可以迅速给出最优的事故处理方案, 准确地输出应该关闭的阀门和检修的检查井, 用以指导抢修和维护。

5. 可很方便地对管网数据进行删除、增加和修改, 保证管网数据的现势性, 优化系统的改扩建工作。

6. 系统采用面向用户、面向空间、面向任务的设计思想, 设计出简单实用、操作方便并有在线帮助的人机界面, 使操作人员经简单培训即可进行业务操作, 也推广了系统的应用范围。

7. 通过对管网断面图的生成, 可以很好的显示管网状况和相关位置, 使管网的隐蔽特性变成公开。这种立体三维的表达方式对城市管线规划建设管理非常有益, 实现地下管线的可视化管理。

七、结语

城市给水排水管网信息管理及分析系统以空间数据库和属性数据库为基础,采用网络、GIS、多媒体等高新技术,有效地实现了给水排水管网信息的录入、编辑、维护、查询和统计等功能。系统的建立和运行极大地提高了给水排水管网规划管理的准确性,同时减少或取代了以往手工作业时的低水平、机械式的重复劳动,提高了工作效率。目前城市给水排水管网信息管理系统开发建设基于技术支持的问题业已解决,而如何建立一套满足我国中小城市经济状况且能保证城市给水排水管网信息现势性的机制是保证城市给水排水管网信息管理及分析系统实用性的根本。

参 考 文 献

- [1] 张望军. 清远市给排水管网信息系统的开发建设. 给水排水. Vol.27, No.4, 2001: 95~96.
- [2] 李得仁. 地理信息系统导论. 北京: 测绘出版社, 1993.
- [3] 袁国斌等. 城市地下管线信息管理系统的引入及其建立途径. 地球科学—中国地质大学学报. Vol.23, No.4, 1998: 430~433.

Building and Research of Urban Water and Wastewater Pipe Network Information Management and Analysis System

Peng yongzhen Ma Yong Wang Xiaolian

Dai Jinguo Gao Shouyou Wang Yayi

(Faculty of Municipal and Environmental Engineering, Harbin institute of
Technology, Harbin 150090)

【Abstract】 This article simply discusses the necessity of establishing urban water and wastewater pipe network information management system. It introduces the principle, technical route as well as the major functions applying the idea and method of systematic engineering. It is demonstrated that the system has a strong practicability, which can provide water and wastewater pipe network with useful information about status analysis, accident analysis and scientific management. It can also provide useful assistant decision-making for urban layout, management and building.

【Key words】 Geographic information system (GIS), Water Wastewater pipe network, Spatial analysis