

GIS 在城市给水排水管网信息管理系统中的应用

王淑莹¹, 马 勇², 王晓莲¹, 彭永臻²

(1. 北京工业大学 环境与能源工程学院, 北京 100022; 2. 哈尔滨工业大学 市政与环境工程学院, 哈尔滨 150090, E-mail: mayongmy@sina.com)

摘 要: 提出了中小城市给水排水管网 GIS 的设计模式, 并应用该方法对大庆市给水排水管网信息管理系统进行了开发, 重点分析了系统的功能以及关键技术的实现方法. 系统的建立可弥补传统管理方法的局限性, 有效提高了工作效率. 实践证明该模式是有效的, 具有较强的使用价值.

关键词: 地理信息系统(GIS); 大庆市; 给水排水管网; 信息管理系统

中图分类号: TU.99

文献标识码: A

文章编号: 0367-6234(2005)01-0123-04

Application of GIS to water and wastewater pipelines information management system

WANG Shu-ying¹, MA Yong², WANG Xiao-lian¹, PENG Yong-zhen²

(1. School of Environmental and Energy Engineering, Beijing Polytechnic University, Beijing 100022; 2. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, E-mail: mayongmy@sina.com)

Abstract: Urban water and wastewater pipelines have strong spatial distributing characteristics, easily management using GIS. A design model of middle and small city water and wastewater pipelines based on Geographic Information System (GIS) is presented. Da qing city water and wastewater pipelines information management system is developed by using this model. System function and key technology are analyzed emphatically. The system can make up the conventional manage limitation and highly enhance work efficiency. Practice indicates that the model is valid and practical.

Key words: Geographic Information System, Da qing city, Water Wastewater pipelines, Information management system

给水排水管网作为城市的重要基础设施之一, 由于在地下呈立体交叉网状分布, 具有分布集中性和不可见性, 其管理的难度越来越大, 应用传统的图纸和图表管理方式难以对大量的管网信息进行有效的管理和利用, 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^[1]. 地理信息系统 (Geographic Information System, 简称 GIS) 提供了一种管理大型复杂空间数据的实际手段, 它融计算机图形和数据库于一体, 采用存储和处理空间信息的高新技术, 把地理位置和相关属性有

机地结合起来, 根据实际需要, 准确、真实、图文并茂地输出给用户, 满足用户对空间信息的需求, 并借助其独有的空间分析功能和可视化表达方式辅助决策提供支持^[2]. 因此, 从现实世界对象表达和分析手段的丰富性和有效性来看, GIS 以极大信息、强大技术功能和图形化方式等多功能而具有广阔的应用前景, 是给水排水管网信息管理的方向和必然趋势.

1 系统的开发模式

目前给水排水管网信息管理系统有两种开发模式: ① 利用传统的 GIS 开发平台, 如 Arc/Info、Intergraph, 它们采用专门的设计开发语言, 具有庞大的函数和命令库, 增加了普通开发技术人员

收稿日期: 2003-05-20.

基金项目: 黑龙江省青年基金资助项目 (GOOE2518).

作者简介: 王淑莹 (1953-), 女, 副教授;

彭永臻 (1949-), 男, 教授, 博士生导师.

的掌握难度,延长了产品的开发周期.另外,空间数据和属性数据管理系统均直接由 GIS 厂商提供,大大提高了应用开发与系统建设的成本,也限制了用户根据应用需要和各种数据库工具的优劣,选择数据库工具的机会.所以,这种模式由于不灵活的开发方式及昂贵的价格,在很大程度上限制了 GIS 应用领域的拓展.而这是目前各大城市所采用的方式,如上海、北京和广州均应用 Arc/Info 建立了城市市政管网管理系统;② 采用组件 GIS 技术,它具有许多传统 GIS 开发平台无法比拟的优点,小巧灵活、价格便宜、可直接嵌入 MIS 开发工具、开发方便简捷,是未来 GIS 开发的重要方向^[3].

大庆市作为中等城市,其给水排水管网基础设施的管理也存在上述问题.由于资金有限,探讨一种建立中小城市给水排水管网信息管理系统有效的开发模式具有重大的经济和科学意义.基于上述要求,通过充分的市场调查、分析,采用了第二种开发模式,选择了国产 GIS 软件(TopMap),并以当前 GIS 热点技术 - 组件式 GIS 在 Visual Basic 6.0 的开发环境下进行二次开发.

2 系统数据的管理模式

由于系统建立在海量信息的基础上,包括空间数据(给水管网、污水管网、雨水管网、给水阀门井、污水检查井、道路、建筑物、给水厂、污水厂等基本信息)、属性数据(来源于与专题、工程相关的数据和有关部门的统计数据)以及与工程相关的图像、图片、声音和有关文档数据.只有做好管网数据的录入建库,并且不断修改、更新原有数据,才会使给水排水管网信息管理系统发展为现势性强、查找方便、输出形式多样化的新型系统,从而实现系统的动态管理,有效的提高工作效率.针对给水排水市政行业的特点和管理现状,经综合分析,采用如图 1 所示的数据管理模式.

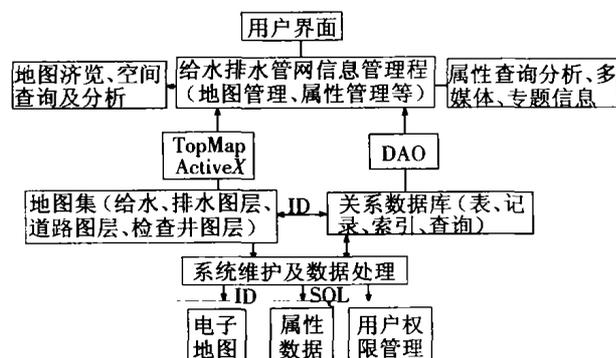


图 1 系统数据结构

从图 1 可以看到,地图文件系统与关系数据库是平行的,在地图数据和关系数据库之上是应用程序,应用管理程序通过关系数据库(也可通过地图管理关系数据库)管理地图文件.系统空间数据库和属性数据库之间存在动态关联,利用图形库与关系数据库之间的动态连接,使用户在查询图形库时,可直接查询到与之相连的关系数据库中的内容,动态地获得数据库中的有关信息.也可直接操作地图、获取全面的信息,包括图元的空间信息和属性信息,进行空间分析和专题分析.即由图到属性:当用户点击地图时,系统就求出该动作的参数,找到被选中的图元,并从数据库服务器取得其属性数据,收到服务器的响应后,在属性数据窗体里显示出被选中图元的属性数据.由属性到图:属性查询窗体用于输入查询条件,用户可以用 SQL 直接表达查询条件,也可以交互地选择字段和条件值.查询结果用图形和表格同时表达出来,并直接与地图相对应(如图 2).为实现以上操作,可通过地图数据库与属性数据库中的公共标识符(唯一的 ID 号)实现两者的连接,并在空间数据处理系统与数据库管理系统之间建立统一的用户界面.

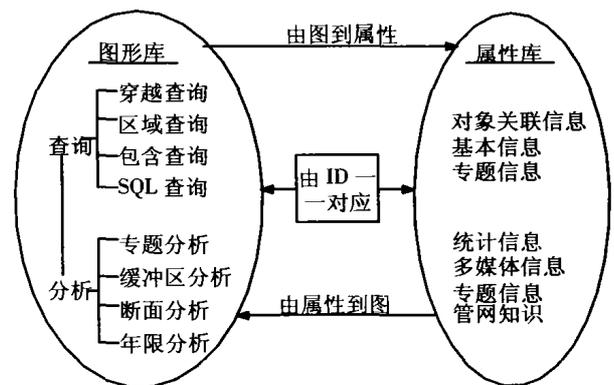


图 2 数据结构和属性数据相互查询

3 系统的分析及实现

3.1 系统功能分析

系统的功能描述如表 1 所示,主要包括地图操作(漫游、放大、缩小、空间对象长度、面积、周长、距离等的计算、画线、实体选择和编辑)、信息查询(空间查询、属性查询)、信息分析(属性分析、空间分析、专题分析)、系统维护等.

其中空间分析中的“单一对象分析”,是指直接展示用户选中的地图对象的相关信息,包括其属性信息、相关图像、声音、文档、多媒体信息等.该项工作将鼠标光标设置为“点选择”,移动鼠标到查询对象上,单击鼠标左键选中对象并激活查

询窗口。“多重对象分析”,是指根据用户划定的区域,分页显示选中对象的相关信息,包括属性数据、相关图像、声音、文档等。并具有多重对象数据分析功能。该项工作将鼠标光标设置为“圆形区域选择”、“矩形区域选择”和“多边形区域选择”等状态后,在地图上划定一区域即可。“缓冲区分析”,是指将用户设定的区域(也可是一条线),以

给定的缓冲区范围(如距离某给水厂 1000m 以内的区域)搜索地图对象,列出这些对象的相关信息,对这些信息还可进一步的分析。“关联查询”是指事先确定好图元对象的隶属关系,如设定某污水管线穿越的检查井,这样在查询到该污水管线时,可以查询其关联的检查井信息。

表 1 大庆市给水排水管网信息管理系统基本功能描述表

功 能	输 入	输 出	功 能 描 述
身份认证	用户名和口令	是否成功登录以及用户的访问权限	为了保证数据的安全和完整性,必须确定用户是否真有合法的身份,对合法用户还要确定其访问权限
地图操作	用户选定的操作	显示相应的地图	打开、关闭、图层控制、漫游、放大、缩小、移动、前一视图、全图显示、鸟瞰图、信息标注等高效操作控制功能
图元对象查询	选取的图元	图元对象的属性数据及其关联数据	确定用户选择的对象,求出其 ID 编号,然后取得其对象的属性数据和与之关联的其他对象数据,以表的形式显示
空间分析	在地图上设定空间对象	查询结果集	提供穿越、区域、包含、缓冲区、边界等交互查询方式,能进行单一对象、多重对象、关联对象的查询,进行叠加分析和缓冲区分析。对查询集进行空间对象统计和位置分析
属性分析	SQL 语句	符合查询条件的对象及其属性数据	包括常规的 MIS 查询和基于 GIS 的交叉查询,可根据查询结果进行统计分析并进行空间定位搜索
统计分析	统计条件和方式	统计结果表和图	进行多种条件的数理统计分析,形成完整的图表
断面绘制	选定管线	管线空间位置图	显示管网空间分布状况和地理位置,使管网的隐蔽特性变成公开
年限分析	管网埋设年代	处于给定年限的管网信息	为了保证超过使用年限的给水排水管网,必须进行及时更修和维护,本功能提供满足设定条件的管网信息及其空间分布
事故分析	出现事故的区域	给出事故最优处理方案	进行管网事故的处理,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
热点技术多媒体	点击热点点击	与热点相关的事件多媒体内容	鼠标单击引起与热点相关的事件(窗口、图像、文本、动画等) 进行多媒体播放、超文本浏览
在线帮助	选定命令	命令的使用方法	对使用系统进行在线帮助

3.2 系统关键技术实现

3.2.1 系统安全性的实现为了保证系统的安全性,系统通过设置用户权限、分级管理以及动态记录系统运行情况来解决数据安全性问题。用户权限设为三级,即系统管理员、系统操作员和一般操作员,对于没有授权的用户将无权使用本系统。在系统配置模块中,通过权限设置功能,管理用户权限,如设置用户密码和管理级别等,只有系统管理员有权对系统进行配置。系统管理员还可对整个系统管理,包括如何设置密码,查阅下级管理员的使用情况,更改系统配置,进行系统维护等。系统操作员在使用本系统时,有权修改管线数据库的内容,还可以对库内的数据进行编辑。一般的操作

员可以操作系统的各种数据的输入、编辑、输出等功能。

3.2.2 数据查询的实现数据查询是系统的一个重要功能,分为两种形式:基于空间数据的查询和基于属性数据的查询。其实现方法为:当用户在地图上点击任意给水排水管网时,系统将从服务器输出其属性数据,并在属性数据窗体里显示出被选中对象的属性数据。也可在属性查询窗体输入查询条件,如用 SQL 语句构造查询条件,还可以交互地选取条件值,然后可以根据查询结果进行常规的统计汇总以及多维分析。查询结果可用图形和表格同时表达出来,并可进行空间定位。

3.2.3 导航图的实现导航图,又称鹰眼,是为了

让用户在进行地图的放大、缩小、漫游操作时,能够明确知道当前窗口在整幅图中的位置.实现导航图的关键在于保证用户在地图上进行的放大、缩小、漫游等操作能对应地反应在地图上.通常实现导航图的方法都是在实用导航图的时候,临时创建鹰眼图片文件,采用这种方法,如果网络负担较重时,速度会很慢.有一种方法,可以提高速度,即事先根据鹰眼的大小创建好鹰眼图片,当用户进行放大、缩小和漫游操作时,只需计算出地图显示的区域和鹰眼图片的对应位置即可.

3.2.4 事故分析的实现城市给排水管网的功能会因各种类型故障而破坏,如何快速、准确地找出事故点的位置,及时调度阀门,使维修时间最短、停水区域最小、关闭的阀门最少,成为保证供水和排水可靠性的关键所在.具体实现方法为:当管网中某处发生爆炸,系统操作人员根据用户反映的街区名称,在管网地图中查找,确定爆管的管段编号、管径、管材、埋设日期和准确地理位置,根据管段编号查找需关阀门,并在图形上闪烁,然后运行阀门调度程序,可得出阀门优化调度的方案,将这些资料打印出来交给施工人员,以便迅速准确地准备材料、进入现场抢修.

3.2.5 专题图的制作专题地图是一种属性数据与空间数据相结合的分析手段,可在背景图层上突出地表示一种或几种要素的信息.它通过对某个特定的专题在地图上进行渲染,使信息数据以图的形式在地图上生动地体现出来,清楚地看出数据记录中难以发现的趋势和规律.具体的实现方法为:选择专题地图的类型(如块状、点状、饼状、柱状等类型),然后确定专题图的变量(可以是一个字段或表达式),其次确定需要显示何种信息,信息存储在什么位置(它可以在创建地图时所基于的表中,也可以在 ODBC 支持的外部数据库中).由于生成的专题图以图层的形式显示在地图中,所以需要图层的显示与控制,另外专题地图被创建后,系统会自动生成一个图例来解释专题图中不同颜色、符号或大小代表的含义.

3.3 系统特点

本系统面向市政管理,能提供查询分析和决策支持.系统充分发挥地理信息系统技术特点,采用先进的图形处理技术和数据库管理技术,将地图空间信息和数据库属性信息结合起来,进行综合管理,系统与图形界面良好结合,分析结果可视,充分体现了 GIS 特点,系统的主要特点有

1) 强大的信息支持和全方位管理.以大庆市

为背景的可视化场景,支持相关工程多重关联复杂信息管理,包括各种信息数据库、关联数据库、地理图层,支持各类信息(地理图形、属性、数据库、文本、图片、声音及影像等多媒体信息),进行全方位管理.

2) 开放的体系结构, GIS 和 MIS 一体化,功能模块控件化,操作直观简单、可扩展性.

3) 面向功能管理,查询方式灵活多样,地图与属性可双向查询、交叉查询.

4) 方便的多媒体资料浏览和播放,以直观或三维的形式展示给用户.

5) 快捷的信息跟踪和定位.及时翻译,信息浏览轻松自如,属性定位方便快捷;

6) 强有力的决策支持.信息专题、区域对象的统计分析、渲染,快速定位搜索,形象直观.

7) 快捷的给水排水管网事故情况分析,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.

8) 方便的管断面图生成,可以很好地显示管网状况和相关位置,使管网的隐蔽特性变成公开,实现管网的可视化管理.

4 结 语

大庆市给排水管网 GIS 系统是基于空间图形和属性信息,采用网络、GIS、多媒体等高新技术,实现工程信息以及其他有关信息的一体化集成共享,面向工程管理、信息支持和辅助决策的地理信息系统.它为中小城市给排水管网的管理提供了充分的数据资料和成熟的数据管理模式,以及使用模式.系统可为管网的改建和修建提供及时、准确的技术支持,取代了以往手工作业时的低水平、机械式的重复劳动,大大提高了工作效率.目前,本系统已经初步投入运行,取得良好效果.

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[J]. 给水排水, 2001, 27(4): 95-96.
- [2] 李得仁. 地理信息系统导论[J]. 北京: 测绘出版社, 1993. 8-11.
- [3] 周涛. GIS 软件两个热点技术浅析[J]. 测绘通报, 1999, 49(3): 40-41.

(编辑 杨波)