

中小城市供水管网信息系统开发实用技术

鲍新华¹, 王伟卓¹, 李鸿雁¹, 周光—¹

(吉林大学环境与资源学院, 吉林 长春 130026)

摘要 阐述了基于 GIS 的中小城市供水管网的设计模式和系统实现的核心技术, 重点分析了关键技术的实现方法和系统的主要功能。该开发策略可弥补传统方法通用性的局限, 有效提高工作效率。实践证明了该开发模式的有效性, 具较强的应用价值。

关键词 地理信息系统 (GIS) 供水管网 信息系统 EPANET

中图分类号 TP274+.2 **文献标识码** B **文章编号** 1004-6933(2009)S1-0116-02

随着社会经济和城市建设的飞速发展, 地下管线大量增加, 城市地下空间的有效利用和科学管理显得越来越重要, 因此, 如何管理供水管网已成为很多供水企业的重要课题。采用人工管理设计图纸、施工资料, 工作量大且不能准确反应管线的基本特征、属性和联系, 同时, 纸质资料容易损坏、变形, 图纸精度在长期的应用、保存中慢慢降低, 城市内管线频繁变更导致了对资料快速更新提出更高的要求。国内外供水领域的研究者普遍认为, 利用地理信息系统 (GIS) 技术建立城市管网信息系统是一条解决该问题的有效途径^[1]。

MapGIS 是国内优秀的 GIS 软件之一, 在许多领域有着广泛的应用, 具有表达直观、通用性强、兼容性强等特点。因此, MapGIS 是目前国内在各城市供水管网信息系统中应用最为广泛的软件。EPANET 是由美国环保署主持开发的用于有压管网水力、水质分析的程序, 其强大的水力计算功能为供水管网的优化调度和即时查询提供了手段。

1 供水管网信息管理系统的设计原则

由于受专业领域的局限或对管网系统认识不足的原因, 许多供水企业花费大量人力、物力和财力, 历时数年所开发的供水管网信息系统, 除作为对外宣传的工具外, 真正实用或发挥作用的不多^[3]。究其原因, 主要有以下几点:

- 在开发供水管网信息系统时存在多头开发问题, 没有考虑数据库的兼容以及相互之间的接口。
- 供水管网信息系统的开发过程中没有充分

考虑管网内部物质流动带有方向性和即时性, 仅仅利用 GIS 传统的图形和属性管理功能。

c. 没有对管网系统的现状和需求进行深入分析, 对一些供水公司管理急切需要的功能, 如管网属性数据调用、管网即时信息查询等, 没有进行开发或开发的功能远远不能满足实用需要。

d. 没有对供水管网信息系统建设的长期性和复杂性予以充分重视和考虑, 如存在数据收集不全面、未对将来的软件和硬件配套预留接口等。

为了解决以上问题, 在结构上力求科学合理, 功能上能满足用户需求, 根据系统特点, 确定如下设计原则:

a. 规范化原则: 主要涉及数据库的规范化设计, 即空间数据与属性数据分开存放, 并统一命名规则, 以便做到管理上的规范。

b. 完整性规则: 包括需存储城市管网的拓扑图形、属性数据等静态信息和管网维护、阀门开关等动态信息。

c. 适用性原则: 系统应易于操作、更新及管理, 附加专属模块, 用于针对供水管网特性的查询、计算。

d. 扩充性原则: 在数据编码和系统结构上留有扩充余地, 预留扩展接口, 如具有图文导入和添加新区域等功能。

2 供水管网信息管理系统开发模式

2.1 系统开发模式

利用传统的 GIS 开发平台, 采用专门的设计开

发语言。这种开发方式的特点是具有庞大的函数和命令库,增加了普通开发技术人员的掌握难度,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由 GIS 厂商提供,大大提高了应用开发与系统建设的成本。由于成本昂贵,此种方式适用于大型城市。

采用 GIS 组件技术。它具有许多传统开发平台无法比拟的优点,小巧灵活、价格便宜、可直接嵌入开发工具、开发方便简捷,是未来开发的重要方向^[2]。

本文采用基于 GIS 的中小城市供水管网信息系统的设计模式,添加应用于水力计算和即时查询功能的 EPANET 模块。

2.2 EPANET 简介

EPANET 以供水网络分析的连续性方程和能量方程或管段压降方程为基础,联立描述管网元件的特性方程及边界条件等,通过求解水力学方程得到约束条件。主要分为计算模块和结果输出模块,可对管网不经简化处理直接建模,避免了管道简化后带来的误差,并且计算所需时间和存储单元较少。但是,EPANET 对背景地图的兼容性存在一定缺陷,故需要 GIS 的支持。

2.3 系统特色

应用 EPANET 的 GIS 开发结合了两种系统的特点,既利用了 GIS 的强大的图形处理、输出功能,又可以进行快速准确的水力计算,为下一步综合管理供水管网提供了强有力的支持。

3 供水管网信息管理系统数据的管理模式

供水管网信息管理系统建立在海量信息的基础上,只有做好管网数据的录入,并且不断更新数据,才会使供水管网信息系统发展为实用性强、可动态管理的新系统。针对供水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:

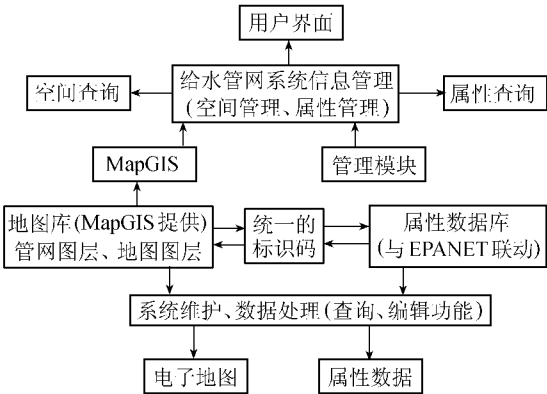


图 1 供水管网信息管理系统数据结构

从图 1 可以看出,地图数据文件和属性数据库作为整个系统的基础是平行的,在两个数据库之上是应用程序,分为表现、管理单元和维护、处理单元。供水管网系统信息管理单元调用 MapGIS 所提供的数据来实现对管网的表现;调用 EPANET 模块所提供数据实现属性管理。

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(由 MapGIS 数据提供)与属性数据库(与 EPANET 联动)之间的动态连接,实现查询图形库时可直接查询与之相关联的属性数据库中的内容,动态地获得数据库中的有关信息,进行空间分析和专题分析。系统提供两种查询方式:从地图信息查询属性,点击图中管段(节点等)单元时,系统求出所选单元的代码参数,按照参数从属性数据库中提取信息,以弹出窗口的形式表现;按照指定属性搜寻合适管段(节点等),用户在属性查询窗口输入指定属性条件,系统求出符合条件的单元代码,在地图中响应。

为实现以上操作,在建立地图数据库和属性数据库的时候采用统一的标识符,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^[4]。

4 供水管网信息管理系统的主要功能

系统功能设计完全以服务于供水管网为目标,预设如下 5 个模块,按图 2 结构设置:

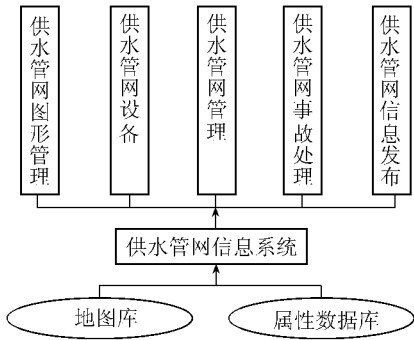


图 2 供水管网信息系统功能结构

4.1 图形管理模块

系统将地图库分为地图和管网两个图层,分别由 MapGIS 和 EPANET 管理。由于企业关注的重点是供水管网,一般不需要对电子地图进行编辑、修改,所以系统中电子地图主要作为背景显示图,系统仅对其显示与否进行控制。同时根据用户需要,在全图时,可以显示较为简单的行政区、街道、河流等信息,放大到局部后,则根据需要显示各种详细信息,这样可以极大提高 GIS 的运行效率和查询定位的准确性^[5]。

(下转第 120 页)

并与已建的污水处理厂连接,实行集中处理。另外,在汾泉河各支流的入口处,修建控水控污建筑物,每座建筑物由拦沙坎、自动拦污栅、沉沙池和入清节制闸4部分组成,其作用为截断支流污水,把污水导入污水干管,同时拦截支流泥沙和漂浮物^[6]。

在防洪和水环境治理的基础上,还要搞好水资源的综合利用,尽可能地利用污水和雨洪资源,促进污水、雨洪资源化,以提高水资源的利用效率和效益。在加快治理建设的同时,要注意解决城乡供水、农村用水和农业灌溉问题,加大节水和治污力度,加强小流域综合治理和水土保持生态建设。

4 结 语

对汾泉河进行生态治理后,可为上游各支流的除涝、防洪打开排水出路,提高干流的防洪除涝能力,较好地发挥工程的经济效益。对周口地区 1951~1990 年历年的降水量涝灾面积,按雨量~涝灾相关法分析可知:治理后,如遇 3 年一遇的降雨,该区域内可减免涝灾 4 万 hm²,渍灾 2 万 hm²,增产粮食 3 300 万 kg,,为经济的可持续发展打下了可靠的基础。另外,该流域一些地区分布着大面积的砂姜黑土,土质黏重、排水不良、可耕性差、适耕期短,治理

后由于水利条件的改善,地下水位得到有效控制,减少砂姜黑土区水渍时间,改良土壤性质,有利于增加农作物产量。最后,通过建立生态功能区和增绿造景,既美化了环境又增强了河流的调蓄输水能力,降低传染性疾病的发病率,改善人居条件和卫生状况,基本消除环境给人类健康带来的恶劣影响,提高人群的健康水平和生活水平,社会效益和生态效益十分显著。

参考文献:

[1] 刘新仁,王玉太,朱国仁. 淮北平原汾泉河流域水文模型[J]. 水文,1989(1):12-18.
[2] 吴加宁,董福平. 浙江省河道治理思路与措施[J]. 中国水利,2004(1):41-43.
[3] 马兵成. 平原地区河流生态治理探讨[J]. 广东水利水电,2004(4):23-23.
[4] 董琦,张晓英. 平原地区河道生态治理方法综述[J]. 治淮,2008(2):47-48.
[5] 燕乃玲,虞孝感. 淮河流域生态系统退化问题与综合治理[J]. 水利发展研究,2007,7(8):13-17.
[6] 张龙,叶少有. 南淝河生态治理对策研究[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报,2008,8(2):7-9.

(收稿日期:2008-10-31 编辑:高渭文)

(上接第 119 页)

4.2 设备编辑模块

管网设备数据由空间数据和属性数据组成。空间数据主要定义设备的坐标位置和相对位置,便于查找检修;属性数据主要包括设备的规格、工况等。录入时提供基本的增加、修改、删除等操作,并支持多种录入方式。

4.3 管理模块

管理子系统用于对管网信息进行全面了解和分析,提供地图信息与属性数据的双向查询工具和管段、节点即时状态查询工具,并对查询检索出的数据进行统计输出。

4.4 事故处理模块

事故处理是指管网中突发爆管时,系统将能够根据水源分布情况以及阀门状态,制定出合理的处理方案,及时排除故障。利用系统可以快速搜寻事故发生地,并且查明周围相关节点属性,反复搜索直到找到形成最小封闭区域的所有闭阀方案,利用系统的水力计算功能,在短时间内演算多种方案,得出最优结果。

4.5 信息发布模块

由系统所支持的数据双向查询功能,可以使系统方便快捷的提供各种图纸、报表等信息。

5 结 语

GIS 技术作为一门交叉学科,其技术体系已渗透到各行各业。从长远来看,由于它具有精确度高、直观性强和便于操作性等特点,基于 GIS 技术的城市供水管网信息系统将是整个城市地理信息系统的一个重要组成部分。

笔者以方便、简洁、实用为最基本原则,对供水管网信息系统开发提出设想,采用 GIS 与 EPANET 相结合,为中小城市供水管网信息系统开发提供了经济、高效、通用性强的开发模式,具有较高的应用、推广价值。

参考文献:

[1] 赵洪宾. 给水管网系统理论和分析[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.
[2] 严煦世. 供水工程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.
[3] 廖敏辉,吴玉琴,张钺. 广州市供水管网地理信息系统的开发与应用[J]. 给水排水,2002,28(10):81-84.
[4] 王淑莹,马勇,王晓莲,等. GIS 在城市给水排水管网信息管理系统中的应用[J]. 哈尔滨工业大学学报,2005,37(1):123-126.

[5] 姜雅斌,蒲天宏,顾红生,等. 基于 GIS 的城市管网管理系统的设计与实现[J]. 微型计算机信息,2006,26(3):223-225.
(收稿日期:2009-03-02 编辑:高渭文)