基于 GIS 的给水管网阀门管理系统的设计与开发

路文丽[1] 刘遂庆[1] 信昆仑[1] 陈宇辉[2]

(1 同济大学环境科学与工程学院,上海 200092; 2 宁波大学建筑工程与环境学院,宁波 315211)

摘要 基于对城市给水管网设备管理实际需求的调查,以地理信息系统为技术支持,在宏扬给水管网地理信息系统软件(HY-waterGIS)平台上,对管网设备管理系统的设计开发做了深入研究,并以阀门管理为例,说明给水管网设备管理系统的建立过程。

关键词 设备管理 阀门 系统设计 GIS

Design and development of GIS based MIS for valves management in water distribution network

Lu Wenli[1], Liu Suiqing[1], Xin Kunlun[1], Chen Yuhui[2]

(*1. School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Faculty of Architecture, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China*)

Abstract: The actual status of valves management in municipal water distribution network was investigated. Under the technical support of the GIS principles, a thorough research to design and develop an equipment administration system for water distribution network was conducted and a GIS Based Management Information System for valves as an example has been established on the platform of HY-water GIS. In this paper the establishment procedure of administration system for the devices in water distribution network was also explained.

Keywords: Device administration; Valve; System design; GIS

给水管网是由多种设施构成的庞大而复杂的系统,涉及的设备种类多、数据量大、更新速度快。随着社会经济的不断发展,我国城市给水管网的扩建、改造工程量剧增,其设备管理问题也日趋突出。给水管网 GIS 除对管网平面图进行管理外,还需管理大量的大样图,平、剖面图和设备照片等,而且供水企业往往对设备操作频繁,因此,加强对附属设备的科学有效管理十分必要。本文以阀门管理为例,说明建立给水管网设备管理系统的过程。

1 设备管理方法简介

1.1 传统的手工管理

这种方法以纸张为存储介质,靠人工收集、整理、统计、管理、检索各种资料,不仅工作量大、操作繁琐,而且资料的完整性差,统计管理分析效率低。在实际的应用中,难以利用图纸资料中已有的数据和图素的位置关系[1],不利于资料的保存、检索和更新。

1.2 数据库管理[2]

建立设备管理数据库及其 MIS(管理信息系统)是利用计算机进行设备管理最常用的方法之一。通过编制简单程序,利用通用的数据库平台,即可进行设备资料记录、分析等初级的智能化辅助管理,但是无法进行基于图形的查询,也不能进行爆管、关阀分析等专业辅助决策管理。

1.3 GIS 管理

GIS 能够统一管理大量的空间数据和属性数据,实现附属设备的显示、编辑、查询功能;可以进行

图形与属性数据间的双向查询操作，标有设备精确位置的图形和属性数据能够同时显示在同一屏幕上，方便直观[2]；更重要的是，利用 GIS 的空间分析功能，可实现包括关阀分析在内的多种高级的设备管理及辅助决策功能。

2 阀门管理系统需求分析

2.1 系统建立工作流程

阀门管理系统的开发遵循软件开发的过程和步骤，但由于其自身的特点，又有别于一般的软件开发。为了使系统开发达到预期目标，针对供水企业机构管理的特点，采用科学的开发步骤和技术，确定系统建立的工作流程如图 1 所示。

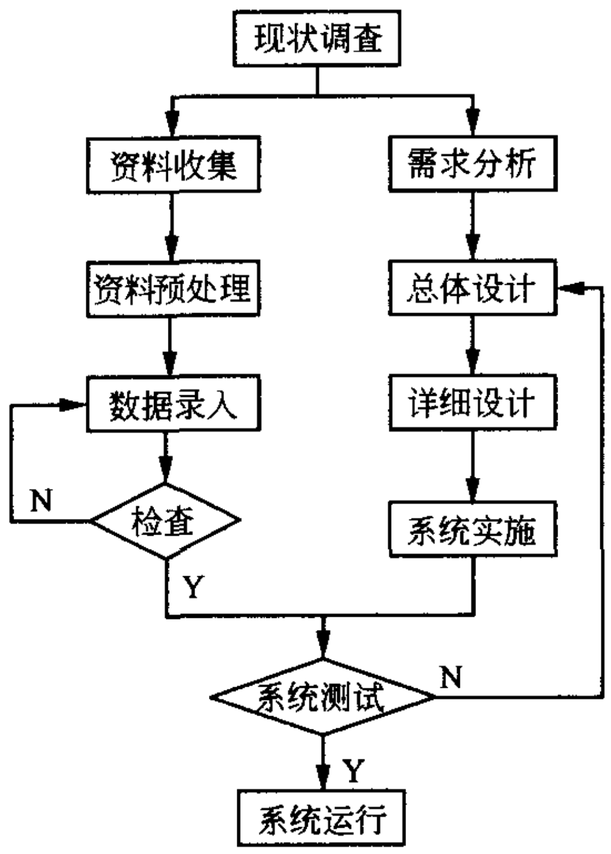

图 1 系统建立工作流程

2.2 现状调查

通常情况下，阀门管理在供水企业中涉及到的部门主要有管线所、工程部、维修部、设备管理部、资料室等[3]。这些部门的软硬件资源通常包括计算机、专业给水管网 GIS 系统、管网水力模型系统、通用数据库管理系统等。表 1 列出了阀门管理所需数据及来源、主要存储形式，为数据的获得、输入以及维护提供了参考。

2.3 需求分析

阀门管理系统既应具备 GIS 所共有的图形管理基本功能，又应具备录入记录、生成图表等功能，以满足管理人员的工作需要。同时，阀门管理系统应满足易操作性、可靠性、可兼容性、可扩展性等特点。因此，阀门管理系统应该能够实现以下功能：①能够直观地反映阀门空间分布情况和实时工作状况；

表 1 阀门管理数据清单

数据	数据来源	部门来源	存储形式
属性信息	阀门卡片/GIS 属性数据库	设备管理部	卡片/属性数据库
操作记录	阀门卡片/维修记录表/通用数据库文件	维修部	卡片/图表/通用数据库
阀门详图	照片/GIS 空间数据库/阀门卡片/CAD 图纸	设备管理部	卡片/照片/空间数据库/图纸

②提供多种查询方式实现对阀门的快速检索；③能够管理阀门的启闭记录和维修记录；④管道爆管事故、冲洗维护时，能够快速生成关阀方案，并自动显示相关阀门的信息；⑤能够提供多种输入、输出方式。

3 阀门管理系统设计

3.1 总体结构设计

通过现场调查、分析，根据给水管网附属设备的管理内容和用户需求，本系统采用二次开发的方式，选用同济宏扬软件有限公司开发的宏扬给水管网地理信息系统软件(HY-water GIS)作为开发平台，采用 Visual C++6.0 进行开发。

结合宏扬给水管网 GIS 的体系结构，设计阀门管理系统结构如图 2 所示。

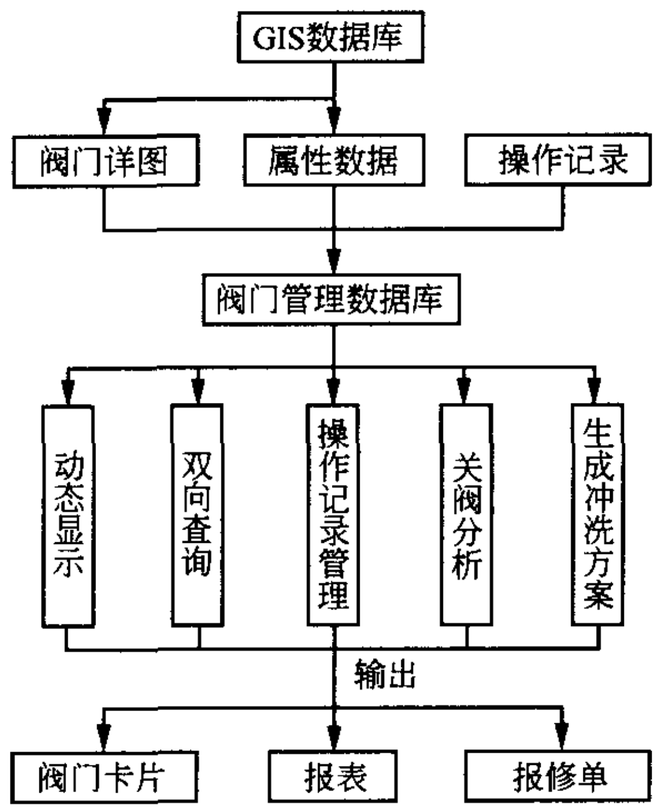

图 2 阀门管理系统总体结构

3.2 数据库设计

3.2.1 数据分析

阀门管理数据可分为三类：阀门基本属性信息、阀门详图和操作记录。

(1) 属性信息。为保证整个 GIS 系统能够准确迅速地操作阀门属性信息，本系统的属性信息采用

从 GIS 管网系统中读入的方式。主要属性信息包括:阀门编号、X 坐标、Y 坐标、所在管道、位置、口径、类型、动力方式、生产厂家、备注等。

(2) 阀门详图。主要存储阀门的地理位置及其与管网的连接关系信息,主要包括三类:阀门大样图、平剖面图和阀门照片。

(3) 操作记录。主要记录供水企业对阀门进行的操作信息,根据用户需求分析和现状调查结果,阀门操作记录通常包括:阀门编号、操作日期、操作类型和操作人等。

3.2.2 数据库设计

根据数据分析和用户需求,结合 GIS 需要,设计该系统的概念模型如图 3 所示。

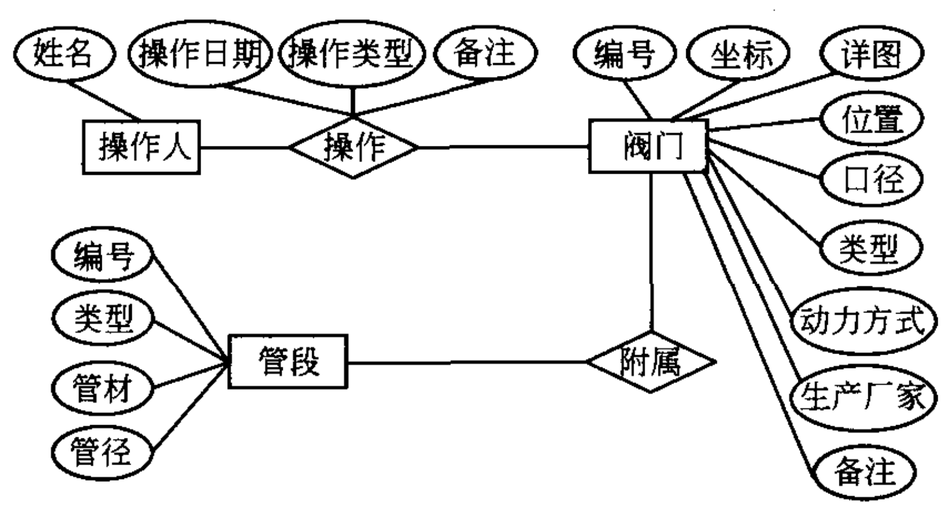

图 3 阀门属性数据库的 E-R 模型

3.3 功能实现

依据前文所述的系统设计目标和原则,在数据管理方案的基础上,提出了系统功能的实现方案。

3.3.1 数据输入

本系统提供手工输入和数字化输入方式。图形输入支持图片格式、CAD 和 SHAPE 格式文件;数据输入支持 Excel、Access、SQL Server 格式的文件。

3.3.2 动态显示

可根据阀门的空间分布和实时工作状况动态显示整个管网的阀门现状,不同工作状态可用不同颜色显示,如关闭阀门后,由该阀门控制的管段从蓝色转为黑色,阀门也由绿色转为黑色。

3.3.3 双向查询

可以实现由数查图、由图查数的双向查询,可按照管网 GIS 中的阀门位置进行检索,也可直接在阀门卡片界面上选择阀门编号查询,操作简单,大大方便了工作人员的使用。

3.3.4 操作记录管理

提供了对启闭、维修记录进行添加、删除、修改和替换的功能。

3.3.5 报表输出

本系统提供默认格式的阀门属性表、操作维修表、阀门报修单等,既可打印输出,也可输出到 Word 或 Excel 文件中。

同时,本系统还支持自定义格式的报表输出,对数据类型、数量无限制。

3.3.6 阀门卡片输出

本系统提供阀门卡片输出功能,可根据用户自定义的格式,即属性、图形与维修记录配套打印输出,并可打印以该阀门为中心,100 m×75 m 的1∶500管网图,以方便工作人员操作、维修时定位阀门。

3.3.7 维修预警

当管网中某一阀门使用年限过长或维修次数过多时,系统提出警告。

3.3.8 关阀分析

供水管网突然发生爆管事故或是管段维护时,能够快速生成关阀方案,并结合 GIS 生成停水区域,自动查询出与之相关的用户信息,同时,能够自动显示相关阀门的信息,并自动生成阀门抢修单、用户停水通知单、1∶500 的阀门位置图等。若再指定失效阀门,即可进行二次关阀分析。

3.3.9 冲洗方案生成

本系统提供给水管段安装完毕后、正式投入使用前,自动制定冲洗方案的功能,方案包括:管段冲洗时间、冲洗路线、需开启阀门及操作程序等。可自动生成报表、冲洗管道平面图等。

4 工程应用

依据上述设计方案,进行了基于 GIS 的给水管网阀门管理系统设计,并录入华东某市的阀门数据。

该市市区面积 273 km^2,城区人口约为 70 万。该市以地表水为水源,2000 年平均日供水量达 22.5 万m^3,*DN*100 以上(含)给水管网长度约为 545 km,阀门约 13 200 个,消火栓约 1 400 个,水表约 3 600 个。

GIS 已在以下方面为该市供水管网管理发挥积极作用。

(1) 阀门综合管理。通过阀门的空间查询、定位和操作管理功能,技术人员可以根据 GIS 准确地

了解相关区域的阀门信息，摆脱了主要依靠经验来定位阀门和查找档案图纸的不便。

阀门的动态显示功能可以直观地显示出阀门的不同工作状态，大大提高了业务信息的可用性、直观性。

(2) 事故抢修。维修预警和关阀分析功能模块可以迅速辅助工程技术人员定位发生事故(如爆管等)的管道位置，并迅速制定出关阀方案，打印出阀门位置图和停水通知单等，大大提升了事故处理的效率，尽可能地降低了管网事故所造成的经济损失，减少了由于事故处理不及时所带来的社会影响。

(3) 管线维护。通过冲洗方案生成功能可迅速生成管段冲洗时间、冲洗路线、需开启阀门及操作程序等，为管网运行管理工作提供了有力的支持和参考。

在该项目中，阀门管理系统充分发挥了其在数据查询、动态显示、关阀分析、操作记录管理等方面的优势，得到了管理工作人员的好评，大约 90%的用户对该设备管理系统功能表示满意，大约 10%的用户表示基本满意。

5 结束语

实际运行表明，该系统运行稳定，可以满足给水管网阀门日常管理的实际需求，并可大大减轻了管理人员的工作强度，提高了阀门管理的信息化水平。

同时，该系统具有较强的通用性，只要根据不同设备的不同需求稍做修改就可以应用于消火栓、水表、水泵、测压点、测流点等其他设备的管理之中。

参考文献

1 邓海英，赵洪宾，解斌. 供水管网事故时阀门关闭方案的确定. 中国给水排水，2000，16(6)：42～44

2 黄宇阳，韩德宏. 利用 GIS 进行阀门管理的研究. 中国水利，2000，20(10)：47

3 常立冬. 给水管网地理信息系统需求分析与设计：[学位论文]. 上海：同济大学，2006

4 陈宇辉，刘遂庆. 城市给水排水管网系统专用 GIS 平台开发与应用. 给水排水，2006，32(1)：101～104

5 张新长，马林兵，张青年. 地理信息系统数据库. 北京：科学出版社，2005

✉通讯处：200092 上海市四平路 1239 号 同济大学环境科学与工程学院明净楼 214 室

E-mail：luwenli369@163.com

电话：(021)65985869/65988261

收稿日期：2006-08-21

修回日期：2006-11-16

2007 年《给水排水》增刊征稿启事

《给水排水》杂志创刊于 1964 年，是中国建筑科学类中文核心期刊，中国科技论文统计源期刊，中国期刊方阵双效期刊，中华人民共和国建设部优秀期刊，发行量居同行业之首。

随着《给水排水》影响的不断扩大，投稿量也逐年上升，但由于版面限制，许多优秀论文无法刊出。为解决这一问题，经上级批准，拟定于 2007 年 7 月出版《给水排水》增刊。增刊具有国家正式批号，论文水平和收录情况同正刊，现对增刊征稿，具体事宜如下：

征稿范围：水环境评价与规划研究，河道水体修复技术，水力模型研究，污水脱氮除磷和深度处理的试验研究，污泥的处理与处置，污水管网安全与布置，生物检测技术，绿色生态住宅小区给排水设计探索，计算机及自控技术，政策法规研讨，水厂运行管理，水务投资、运营，国外先进水处理技术等。

征稿要求：内容新颖、论点正确、文字简练、语言通畅、语法正确；注明论文题目、摘要、关键词、单位全称、作者姓名(详细地址、邮编及联系电话和 E-mail)；请务必提交软盘或 E-mail 电子文稿(文稿要求用 word 文件格式)，一般以不超过 5 000 字为宜；来稿请不要一稿多投，在内部刊物和会议上交流过的稿件，投稿时请说明，所有来稿，文责自负。

截止时间：2007 年 6 月 5 日。

投稿 E-mail：gsps5@vip.163.com (请注明“增刊投稿”)。

联系人：夏韵

电话：(010)68316321

增刊将收取一定的费用，用于论文的审阅、编辑、录排、校对、印刷、发行等。