

广州市供水管网管理系统的设计与实现

王海 常迪 (广州中山大学软件所 510275)

摘要:本文介绍了广州市供水管网管理系统的设计与实现过程,就计算机技术在此领域的应用提出了一种先进、实用、低成本、易推广的实现方法。

关键字:供水管网 eBASE ADS

一、引言

广州市作为改革开放前沿的一个中心城市,经济发展迅速,人口增长快,因而生产用水及生活用水需求量大,供水区域广,使得其供水管网非常庞大而且复杂,并且还在不断地迅速增长。

广州市供水管网以管道和阀门构成整个供水网络的主体,同时由于管理工作的需要,还安装了为数众多的测流点、测压点等附属设备,其中仅 DN100 以上的管段就达 4000 多公里,阀门超过 3000 个(DN600 以上的约 1000 个),测压点、测流点各有几百个。大量的主干管道及其他设备是掩埋在地下的,隐蔽而且分散,使得日常管理、维护、爆管事故处理以及管网更新等非常困难。此外,还有大量的测流、测压、售水数据需要进行分析。因此,传统的人工管理和纸介质的存储方式已无法满足管网的现代化管理的要求,充分利用计算机技术准确有效地存储、检索、显示、修改城市管网信息资料,并定量地分析与计算管网的各种动态数据,已变得非常必要。

为此,中山大学软件研究所与广州市自来水公司合作,用一年多的时间,开发了广州市供水管网图形管理系统,对广州市供水网络中的输水干管(DN200 以上)、阀门、测压点、测流点等进行管理,并对大量的测流、测压、售水数据进行分析、计算,反映管网运行状况,为管网管理提供有效的支持。

该系统主要的功能包括:阀门管理,爆管抢修关阀方案,测压点及其数据管理,测流点及其数据管理,管网图及数据库管理等。系统中还提供了一些智能化的处理,辅助管理人员进行科学决策。

二、系统设计

管网管理系统的目标是为管网管理提供灵活高效的

数据支持,为专家的工作提供有效帮助。同时系统自身在一些方面也提供智能推理功能,辅助专家决策,从而降低工作强度,提高效率和决策科学性。

供水管网是一个庞大复杂的网络系统,为了使用户能够直观、方便地管理整个供水管网,本系统以图形管理的方式进行设计,整个系统建立在供水管网图的基础上,用户操作一般都在管网图上进行,并且能够从管网图上了解到管网的运行状况。

为此,系统首先必须包含一个完整的图形工具,用来管理管网图(包括输入、输出、修改、缩放、漫游等功能)。为了能够方便地处理图形,管网图的定义必须是严格基于图论的。

其次,系统必须包含一个数据库工具,完成对阀门、测流点、测压点、测流测压值等大量数据的管理,这个数据库工具必须能够与图形工具进行通信,以把管网图形中的图元与实体数据连接起来,为图形化管理打下基础。

有了这两个底层工具以后,我们就可以在高层针对系统的需求进行进一步的设计,实现各种管理功能以及分析、计算、预测。

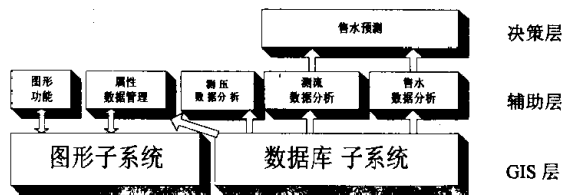


图 1

根据用户需要,本系统要完成以下高层功能:各种设备的属性数据管理(录入、更新、查询、统计、报表输出);各种数据的分析与处理;爆管抢修关阀方案等。

整个系统的层次结构如下:

考虑到用户投资成本问题,本系统运行平台选定为微机。

三、系统实现

1. 系统总体结构

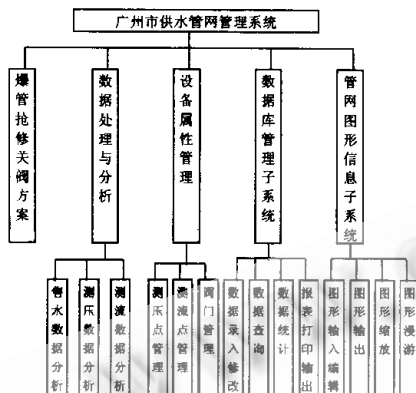


图 2

2. 管网图形信息子系统

本子系统对应总体结构设计中的图形工具,完成管网图的输入、输出、修改、缩放、漫游等功能,是本系统的基础。

由于管网图非常庞大而且结构复杂,自己开发图形系统比较困难,而且开发成本较高,基于以上考虑,我们决定选用已有的成熟的商业作图软件来代替。经过多次比较及权衡利弊,我们选用了 AutoCAD。

AutoCAD 是一个成熟、可靠、先进的系统,提供了强大的开发工具,允许用户在 AutoCAD 上进行高层开发,它的用户程序接口支持五种程序设计语言:ADS、AutoLISP、DIESEL、DCL、SQL,利用这些接口,我们就可以在 AutoCAD 上编写应用程序,控制 AutoCAD 完成我们需要的功能。在本系统中,我们主要使用了 ADS 及 AutoLISP。

在管网图形信息子系统上,我们利用 eBASE + ADS 的方式实现与数据库的连接(详见下一节),可在图形上直接对与图形目标相关的属性信息进行增删、修改、查询、统计,以对话框的方式与用户进行交互,为爆管抢修关阀策略等提供基础数据;同时,还可以根据用户指定或

查询得到的记录在图上定位对应的图形目标。

3. 数据库管理子系统

管网图形和与其密切相关的属性信息是存放在管网图中的,但还有其他大量的与其相关不紧密而又必不可少的属性信息必须存放在数据库中。因此,我们还需要一个数据库子系统。这个数据库子系统除了完成一般的数据库操作外,还要能够与管网图形信息子系统连接,建立图形目标与实体记录的对应关系。

AutoCAD 本身提供了与数据库连接的工具:ASE/ASI。ASE/ASI 是 AutoCAD 内含的数据访问接口,但仅支持 dBase III, dBase IV, Paradox 3.5 等数据库,其中 ASE 是数据库访问的命令接口,ASI 是数据库访问的应用程序接口。ASE/ASI 支持工业标准的 SQL 语言。而且用户通过更换不同的数据库驱动便可以用同样的 SQL 命令查询不同的数据库源。ASE 以命令和对话框的形式来控制数据库,简单易学但是效率低,难以用程序来提高效率。ASI 提供一组 API,用户可以通过 AutoLisp 和 ADS 来编程,以提高工作效率。具体的使用可查阅参考文献[1]。

还有一种方案:利用 ADS 开发系统来调用 C 语言数据库管理系统,从而达到利用外部数据库的目的。我们采用了由中山大学软件研究所自主开发的高效的 C 语言 xBASE 系统 -- C 语言多媒体数据库系统 eBASE。eBASE 具有高速、小巧、灵活、可靠、占用资源少的特点,属于 XBASE 家族,同 XBASE 数据库级兼容,可与 C 语言实现无缝连接。eBASE 克服了前一方案的缺点:它具备网络功能,有完善的数据共享机制;支持多媒体功能;与 XBASE 数据库兼容,能以高效的方式实现与大众化数据库的连接,与其他系统共享。

参考文献[5]对这两种方案进行了比较。结果表明,两种方案各有千秋,总体来说 C 语言数据库的方式更胜一筹。C 语言数据库系统 eBase 的优良的逻辑查询性能和对多媒体功能的支持使得构建功能更强、速度更快的 AutoCAD 软件包成为可能。我们目前正是利用了这些特性在系统中集成了多媒体和智能推理等功能。

利用 eBASE,我们实现了对管网的全部数据信息的管理,可对管网的属性数据进行录入、修改、查询、统计、报表输出,实现与图形信息子系统的连接,从管网图上选择图形目标来管理相关记录。此外,还为爆管关阀方案

的提出及其他分析计算提供了大量可靠的数据。

4. 高层功能模块的实现

有了底层的图形工具与数据库工具后,我们就可以在高层针对需要开发各功能模块。

(1)设备属性数据管理。对管网中需要管理的设备如阀门、测压点、测流点等进行可视化的管理。

(2)数据分析与处理。对测压、测流点采集的大量信息进行分析、计算,反映管网运行状况,为管网管理提供有效的支持。对已有售水资料进行分析与处理,并给出预测。

(3)爆管抢修关阀方案。当管道发生事故爆裂或进行管道施工时,需要关闭相关阀门。由于管网比较复杂,阀门数目较多,由人工进行搜索非常困难,并且容易遗漏,为此,本系统应用图搜索算法,自动搜索管网图,找出需关闭的阀门,提出关阀方案。

(4)其他。本系统还实现了一些必要的辅助功能,但与管网无直接联系,不再赘述。

5. 系统性能及特点

该系统已经在广州市自来水公司使用,通过了用户验收及广东省科委组织的鉴定。实践证明,该系统是实用的,有效的,先进的。

- 以图形管理的方式设计,直接在管网图上进行管理,提供了一个功能完善的管网图形信息子系统,将图形数据与属性数据分离,利用高效实用的 ADS + eBASE 的方式将它们连接起来,实现了方便的面向图形目标的数据库操作方式,使用了较为先进的技术。

- 功能针对用户需要进行开发,能够满足用户的需要;各种功能的使用既可从菜单、对话框上进行,对熟练用户还可从命令行上进行,使用方便、快捷。

- 以微机为工作平台,WINDOWS 为操作系统,对硬件要求不高,一般可以运行 AutoCAD 即可,加上购买软件(Windows、AutoCAD、AutoCAD 中文环境等)的费用及开发费用,其成本与同类系统相比是非常低的。

- 系统的底层都采用成熟的现有软件(AutoCAD、e-BASE),降低了开发成本,缩短了开发时间,并且系统的

可靠性与稳定性有保障,出错机率较小,系统的维护也比较容易。

- 可以很容易地移植到其他城市,只需重新绘制管网图,根据用户需要做少许修改即可,对用户只要求掌握 AutoCAD 的简单操作。因此,本系统很容易推广。

- 提供了一些智能化的功能,能帮助用户作出科学的决策。

四、结束语

本文介绍了广州市供水管网图形管理系统的设计与实现,阐述了计算机技术在供水管网管理中的应用,对这方面的计算机应用提出了一个廉价、实用、方便、易推广的一个方案,我们的实践证明,这个方案是可行的,能满足城市供水行业日常生产管理的需要,具有相当广泛的适应范围,为市政建设的管理、设计、决策的现代化奠定了良好的基础。

本文提出的实现方案,不仅适用于供水行业,而且对具有类似性质的其他问题,如交通网络管理、电信网络管理等都具有一定的实用性。

本系统还可针对需要进一步完善,例如,可以增加管网的辅助规划功能,根据各种相关数据科学、准确、经济地规划新区域的供水管道网络。

参考文献

- [1] Kurt Hampe, Jim Boyce, AutoCAD 应用开发工具大全,清华大学出版社,1993
- [2] 陈文贤,深入剖析 AuotLISP,学苑出版社,1993
- [3] 罗凯、陶莉、李旭伟, AutoCAD 12 深入编程,天津科技出版社,1991
- [4] 张建,深圳市供水管网计算机图形管理系统的设计与实现,计算机应用,1995 年第五期
- [5] 王志刚、陈有青、王建平, AutoCAD 与多媒体数据库的连接,计算机应用,1996 年第一期

(来稿时间:1998 年 10 月)