

# 城市燃气管网 GIS 系统的开发\*

彭世尼 周茂林

(重庆大学城市建设与环境工程学院)

彭世尼等.城市燃气管网 GIS 系统的开发.天然气工业,2006,26(2):132-134.

**摘要** 随着我国天然气工业的不断发展,对于城市天然气管网的智能化管理已经作为一个全新的课题出现在燃气企业里。过去所使用的 MIS 系统(Management Information System),无论从效率、准确度、智能程度上讲,都已经不能满足目前城市燃气管网的精确管理。因此地理信息系统(Geography Information System,简称 GIS 系统)作为一种新的计算机管理系统应运而生,其主要特点是:有精确的管理、有标准的地图提供直接判断、空间关系与实物对应明确、管理直观。文章以企业对管理系统的需求以及技术可行性为出发点,阐述了 GIS 系统应具有的基本性能;同时结合燃气工程技术的发展,对燃气 GIS 系统做了应用开发研究;此外还对现阶段部分燃气 GIS 信息系统的不足做出了分析。

**关键词** 城市 燃气 管网 地理信息系统 需求 开发 分析

目前已经有不少的燃气 GIS(地理信息系统,geography information system)软件面世,但是多数都存在着类似的毛病:形式上虽五脏俱全,但实际运用中却显得力不从心。究其原因,主要是这些软件多为一些信息公司所开发,在专业应用方面缺乏深入研究,故应用效果不理想。目前笔者正致力于城市燃气 GIS 信息系统的开发,在此,对城市燃气 GIS 的需求分析和拓展应用作一介绍。

## 一、需求分析

### 1. 技术可行性

由于管网结构不断发生变化,管理人员难以记住管网的实际情况。为此,在建立城市燃气 GIS 信息系统时,首先要在计算机内建立管网流程图库、管网竣工图库、管网设备和管线属性数据库;然后将管网的流程图与管网竣工图、管网设备及管线属性数据库结合起来,多层次相互调用。由于管网流程图上各节点的流量和压力等数据都直接来自于各个遥测监控点,总调度计算机通过燃气管网的水力计算,又可将计算结果反馈到各监控点,从而调控各个监控点的流量和压力,保持系统动态平衡,完全实现对管网运行状态的动态跟踪管理。根据工程的总体要求和现有的技术水平及网络环境、通讯设施,笔者认

为城市燃气 GIS 信息系统在技术方案的实施上是完全可行的。

### 2. 系统性能要求

城市燃气 GIS 信息系统必须能够充分解决目前和将来可能会出现的问题,满足燃气事业发展的需要,吸取不同燃气企业的先进管理经验,使系统更加直观和方便,便于管理者决策分析。因此该系统需要满足以下原则。

(1)实用性原则:应该保证 GIS 信息系统软硬件体现的安全、可靠、稳定,便于工作的正常开展。

(2)先进性原则:系统设计、运行平台、开发工具、拓扑结构、数据库选型、硬件设备选型要符合 GIS 主流技术发展的方向。

(3)可扩展性原则:GIS 系统的建设是一个持续过程,应该伴随燃气企业及燃气科学技术方面的发展而发展,这就要求系统设计充分考虑到系统的可扩展性,系统结构模块化,灵活、高效、经济的构架系统。

(4)开放性原则:GIS 系统必须与企业的其他应用系统充分兼容,与各系统配合工作,实现数据共享、信息互补。

(5)可操作性与易用性原则:GIS 系统在设计与实施中要考虑系统面对的用户,是系统的安装设置、

\* 本文受国家“十五”攻关课题“小城镇燃气供给系统建设关键技术研究”(编号:2003BA808A15-3)资助。

**作者简介:**彭世尼,1961年生,教授,硕士生导师;从事燃气输配、燃烧及节能工程技术领域的教学科研工作。地址:(400045)重庆市重庆大学。电话:13908347363。E-mail:sunwell2004@yahoo.com.cn

使用操作、开发维护、日常管理等工作简单易行,符合维护人员及使用者的操作习惯,减轻其日常工作量,并能提供友好的用户界面及在线帮助。

## 二、系统开发研究

### 1. 基本功能研究

据当前软件技术发展趋势,利用 GIS、DATABASE 数据库、数据通讯等技术,建立燃气管网的输配调度系统,为管网运行管理服务。

(1)竣工图库管理:计算机屏幕上的坐标为相对坐标,可相互换算。地形图按国家统一标准编号,并用数据结构算法实现。

(2)地形图的显示:可按分区、按管径、按管网压力、网络分层显示。地形图的查找和问讯方式可分别以屏幕和地形图号为单位,沿上、下、左、右、左上、右上、左下、右下共 8 个相连接的方向移动显示。显示控制包括放大、缩小、平移、重置中心点等。

(3)地形图查询:系统依托数据库,实现图文数据的交互查询将主要以 GIS 的空间拓扑关系处理为依据,考虑点、线、面的包含、相邻、相交等。采用一般查询、条件查询、区域查询、属性查询等。

(4)地形图编辑:编辑规定比例地形图、编辑地名及代码、编辑矢量链表参数,地形图的输入、图形矢量化、图形数据库建立。

(5)符号库设计:包括标准图元库、标准色标库、各图元矢量数据库、规定比例地形图库、标记库、属性数据库和其他资料库。

### 2. 抢险调度决策系统

#### (1)燃气设备及设施设计程序

1)管网动态流程控制:以大中型城市为例,管网动态流程管理分为三级控制管理。最高级为一级控制管理;第二级为气站、阀室工艺流程控制和调压箱二级管理;第三级为用户管理。

2)球罐站场、气站阀室工艺流程:通过遥测监控系统来对各级站场工艺流程,各种设备、信号、测控点数据的采集进行管理,并与其他系统多层次相互叠加、相互调用。

3)阀井、管道控制管理:①阀井、调压箱编号与阀井管理,根据行政区、片区,设计足够的编码位数,由计算机自动编号,编号应严格按照小区、阀井(室)、调压箱的隶属关系进行;②调压箱二级管理与用户管理,主要是阀井对调压箱的管理以及根据调压箱与用户楼栋的挂接关系,而实现对每个用户的管理。

#### (2)故障抢险调度决策

1)故障区环网动态流程示意:当系统自动(监测点)或人工(非监测点)报警后,以此为起点,沿故障点气源方向逐路去查询与该点直接相连的一级阀室、阀井、管线,受影响的设备和管线将自动闪烁,系统逐路进行判别后,逐个确定受影响范围;当该故障点处于环网状态时,系统自动按不同的气源流动方向逐路进行判别,一直查询到与该点气源呈惟一关系为止;当某一路径查询完毕后原路返回。这样就圈定了一个最小封闭区。在检索过程中,若遇到阀门失灵的情况,将检索路径自动向上一级阀推进,使封闭区自动向外延伸。形成抢险分析中的一级关阀和二级关阀方案。

2)故障区检索分析及受影响区域的划分、决策:沿封闭区内的每个阀井逐路往下检索它所管辖的每个调压箱,直至每个用户;本过程结束后,受影响的调压箱和用户数目就圈定了。计算机根据圈定的大小封闭区,能自动给出几套停气方案,供我们选择施工抢险最容易的一套进行,以最大程度地减小故障影响。

### 3. 燃气管网编辑系统

燃气管网编辑系统主要是在计算机内模拟一套管网动态流程。虽然它是用计算机绘图工具、标准图元、不同的颜色区分所绘出的图,但由于它的流量、压力等数据均来自于测控点;管道、阀井、阀室等设备的数据均来自于实测数据。因此模拟运行过程基本反映了实际运行过程。

(1)动态流程图显示:与遥测系统相结合,采用“两级”显示与其他显示方式。“两级显示”是在总调室和各分公司等二级管理部门显示全市、各分区的管网动态流程。其他显示方式为按管径、管网压力、流程图分层显示。

(2)动态流程图编辑系统与动态流程图数据库建立:通过这个空间关系的建立,实现图与其技术参数的一一对应,给燃气企业的统计、计算、检索提供方便。

### 4. 管网仿真模拟系统

#### (1)燃气需求量预测

对工业用户和民用气户(居民、集体、商业户)的燃气具、用气户数、用气人口、工业用户的用气规模、产品量进行测算。根据厂矿用气计划和用气情况给出供气方案。

#### (2)燃气管网水力计算

对管网维修处理时进行设计及更改,同时保存

设计结果,辅助完成竣工图。

### (3)管网输差、负荷分析与动态平衡

应用输差分析理论,由计算机系统对输差产生的各种因素进行定量、定性分析;综合分析整个管网的负荷状况、输差分配状况以及现有的测控调度能力,做出最优调度策略,使其达到相对的动态平衡状态。

### (4)管网优化设计、管网供应及优化调度

根据某城市整个管网的运行状况、石油部门供气量、储配站储气量、用户用气量需求、各监测点等情况应用优化理论做出相应的调度策略。

### (5)管网可靠性分析

用数学模型建立的模拟管网的情况,与实际的管网供用气状况作对比,从而反映整个管网系统的可靠性程度。

### (6)遥测监控

遥测监控系统组成与管理。系统实行“三级监控”和“两级调度”运管模式。

1)“三级监控”:第一级由管网上的重要节点、无人站、住人站、储配站组成,这些点、站是天然气输配直接监测和进行控制操作的生产一线场所;第二级为各个测控点、站的直管部门;第三级为燃气企业的总调室,实行全系统管理监督控制。

2)“两级调度”管理:第一级为公司总调室对全市管网进行压力、流量平衡控制调度;第二级为二级监控部门对管网压力、流量平衡控制调度进行监督,保证第一级指令实施。在设备上由软件进行限制。

3)遥测监控系统结构:采用树型拓扑综合结构。

4)遥测监控系统功能。

①遥测功能:控制中心能对全部管网各检测点上的压力、流量进行定时和连续测量,调度人员通过显示器观察掌握,统计报或连续的曲线图形,通过磁盘机、光盘机存盘存档。

②过程调节控制功能:在管网运行过程中,系统根据测得的数据与给定值连续不停地进行比较计算,将所得偏差值进行负反馈调节,使系统输出始终稳定在给定状态上。其中主要调节参数是压力。在调节中用“人工调节”改变给定状态,以“自动调节”可实现无扰动切换。

③系统管理功能与外转管理功能:系统管理主要是站点安全管理、系统各设备仪器正常运转的程序管理、系统故障监测和安全自卫等;外围管理是对与本系统联网的其他系统,如地理信息系统、抢险调

度系统等,协调外转与本系统的关系,做到相互资源共享。

### 5.管道风险评价系统

管道风险评价包括风险识别、评价因素、评价方法、权重分析及对评价结果的处理意见。风险识别是指通过对燃气设施以及设备的确认,确认其承受风险的程度,也就是评价的主体。评价因素是指主体受客观因素影响的元素作为评价需要考虑的外来危险源。评价方法强调的是在影响因素确定之后分析其对主体的作用权限及程度,以及内部存在的联系,从而确定评价算法。目前研究得较多的是专家打分法,权限确定等方法。由于当前燃气事业发展迅速,大中型城市天然气的管道发展历时长,管道危险程度存在着巨大的差别。因此,一种有效的评价方法将会更加有效地指导燃气企业进行管道维护,更好地避免燃气安全事故,减少经济损失。笔者在开发中,采用综合评价体系及事故后风险评价体系进行城市燃气管网的风险评价,取得了良好效果。

## 三、结 论

(1)笔者所开发的 GIS 系统采用了先进的组件式开发,模块化功能较强,兼容性好,为企业实现多系统同时使用打下了良好的基础。

(2)城市燃气 GIS 系统除了其基本数字化燃气管网的功能之外,其重要的功能在于数字化燃气管网的应用。这些应用是建立在城市燃气工程技术之上的。笔者所开发的 GIS 系统中,工程设计、管网模拟、负荷预测与调度、风险评价体系等模块是充分应用 GIS 的数据库,利用数学、图论、计算机科学等学科建立起来的,因而具有较好的实用性和综合性。

(3)城市燃气 GIS 系统的开发是一个漫长的过程,需要程序开发人员与燃气技术人员的充分结合与共同努力,才能使系统不断完善。

### 参 考 文 献

- [1] 顾爱东.关于燃气 GIS 系统开发的方案与功能的探讨[J].上海煤气,2004(3):27-30.
- [2] 费学欣.燃气管网的适用性评价与风险管理[J].城市燃气,2003(7).
- [3] 重庆燃气集团.GIS 系统开发的招标文件[OL].<http://www.cqgas.cn>.

(修改回稿日期 2005-11-14 编辑 居维清)