

供水管网管理优化创新及工程实践

李飞宇, 张 敏, 高金良, 袁一星
(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

【摘 要】 哈尔滨市供排水集团与哈尔滨工业大学给排水系统研究所联合建立项目组,在压力测试、用水量变化规律测试、阀门阻力测试、管道比阻测试、漏失量分配等方面进行系列创新,并采用 GPS、SCADA 等先进设备,最终为哈尔滨建立供水管网数字化管理及优化分析系统,成功地用于指导实践。

【关键词】 供水管网;数字化管理

【中图分类号】 TU821.3

【文献标识码】 B

【文章编号】 1001 - 6864(2009)03 - 0102 - 02

THE INNOVATION AND PRACTICE OF WATER NETWORKS MANAGEMENT IN HARBIN

LI Fei-yu, ZHANG Min, GAO Jin-liang, YUAN Yi-xing

(School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: The laying and operation of pipe network system are quite complex, and condition parameters show strong dynamic. So Water Supply and Drainage Company of Harbin City and Research Center on Water Supply and Drainage system of the Harbin Institute of Technology established the project team. They took series of innovation in pressure tests, changes in water consumption test, valve resistance test, pipe resistance test, loss distribution and other aspects, and used advanced equipments, such as GPS, SCADA. Finally the team established water supply networks digital management and optimization analysis system for Harbin, and put into practice successfully.

Key words: water supply networks; digital management; optimization analysis; pressure test

供水管网数字化管理及优化分析系统是利用计算机技术、通讯技术、管理科学和科学计算等技术对集团内部、外部信息进行收集、传递、存储、加工和计算分析,以辅助管理人员判断决策、调度生产,实现供水系统安全、可靠、经济地运行的人机系统。针对哈市供

水管网的实际问题,项目组做了大量的准备工作,从实地考察、问题分析、技术路线选择等宏观工作到管道资料的整理更新、软件的开发应用、压力流量管道比阻测量等微观工作,都实现系列新举措。

1 供水管网管理优化的技术思路

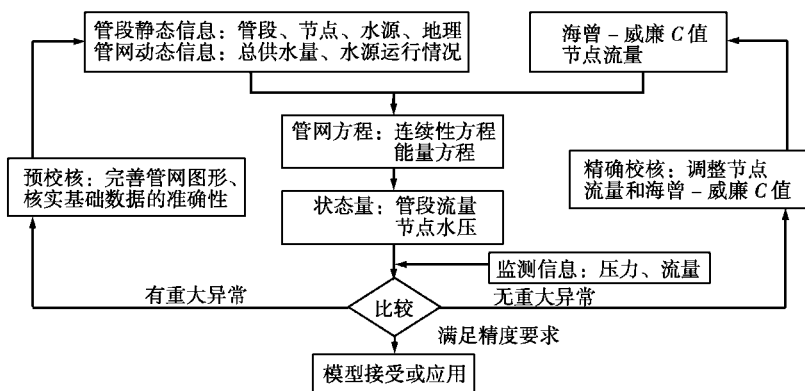


图1 “供水管网数字化管理与优化分析系统”技术思路

2 供水管网管理优化的实践

2.1 管网数字化工作

2005 年 6 月初项目组正式展开市政管线信息数字化工作,经过 11 天的努力,圆满完成 1848 张 1 500 图

纸的输图工作。之后进入信息复核、纠正阶段,共处理212处问题,保证了管网拓扑结构及相关参数的正确性,为随后各项工作提供可靠数据。

2.2 GPS在项目中的应用

哈市供水管道信息更新滞后,部分管道的信息不准确,甚至无信息可查,为保证水力模型的完整性和准确性,该项目采用了GPS测量技术。GPS可以测量三维坐标的特性满足建模过程中需获取部分节点高程坐标的要求。

2.3 管网压力测试创新

哈市供水形式复杂、管网压力波动幅度大,为了准确掌握供水状况,项目组选择了100个压力测试点。目前国内主要以人工采集压力数据为主。大中型供水公司,采用远程终端控制系统,即电子设备向控制中心发射信号,再转化为压力文本文件。而该项目采用由哈工大给排水系统研究所监制压力数据存储单元,为配合数据收集,并研发了相关软件,将测压点编号,实现一一对应的映射关系,便于数据的保存和整理。

同远程终端控制系统相比较,压力数据存储单元具有如下优点:设备成本低;人工消耗小,只需要人员定期到现场用电脑读取数据;采集周期灵活,其采样周期的最小设定值为1min,有很大的可调区间。

2.4 用水量变化规律测试创新

项目组对用户月用水量及相关数据进行了整理和分析。将分为九类:工业、商业、企事业单位、学校、制药、服务业、居民、医院和洗浴。通过图上选点、实地考察,确定42个用水大户作为测试点。

为提高测试的精度,节省人力物力,哈工大给排水系统研究所针对本项目特点研制开发了自动化、智能化、高灵敏度的流量采集器——流量感应仪,并成功地投入应用,以10min为一个采样周期,获得的数据量超过北京、上海、天津等大型城市。

2.5 管道比阻测试研究创新

多年运行的管道,由于微生物、沉积物的附着、沉淀,过水断面缩小,水头损失增大,海曾-威廉C值大大降低。为了建立准确的管网模型,必须对管道比阻进行实测。项目组开创了四种新方法,化繁为简,提高精度。这四种方法分别为:两点法、三点法、四点法和五点法^[1],依据管道现场具体情况选择合适的方法进行测试。哈市供水管网中没有消火栓,只有少量的水鹤,这给管道比阻测试实施带来不便。实测中组创造了两个两点法,制备专用放水装置,即“假水鹤”放水,并不断改进仪器,取得巨大成果。

2.6 阀门阻力实测研究创新

在实际管网中,由于调节流量和压力的需要,很多阀门半开甚至全闭,这时产生的水头损失比正常多

几十,甚至几百几千倍,因此对有代表性的部分阀门进行实测是非常有意义的。由伯努利方程可推出阀门的局部阻力系数:

$$= P / \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

式中,为阀门的局部阻力系数; v 为流速; P 为压力差。

因此,在获得压差、流速后,可获得待测阀门在每一个开度下的局部阻力系数。利用回归模型对已获得实验数据进行拟合,可获得阀门的 k -的数学描述。

通常先采取超声波流量计,或人工读取水表的方式测取流量,再计算流速。但超声波流量计成本极高,且当管道内壁结垢或腐蚀严重时,常因无法确定直径而不能计算流速。人工读取水表法,精确度不足。本项目创造性地在国内外首次实现毕托管^[2]不停水实测方法,利用水力学知识,由压力差直接求出流速,更加快速、准确、对实测管道要求很小,在流量实测中具有里程碑的意义。

2.7 漏失量分配模型研究创新

在管网建模中,节点流量的分配是否与实际情况吻合有很大影响,而漏失量在供水系统中往往占相当大的比重,因此应着重考虑漏失因素,这样才能更准确地模拟管网实际运行状况。项目组对管网漏失量进行分析,将管网的漏失量合理地分配至节点,形成了节点流量中漏失量数据。

由统计资料获悉,哈市总供水量约80万t,漏失率约为15%,因此总漏失量约12万t。利用上述数学模型将漏失总量分配到各节点,经过反复地平衡校核,计算结果与实际情况基本吻合。

3 结语

经过项目组4年多的系列创新和突破,为哈市量身定做的“供水管网数字化管理及优化分析系统”基本竣工,并进行了初步的管网优化分析,实践证明取得良好的效果。该系统可实现操作控制自动化、智能化,可为哈市供水业节省大量的人力物力,并便于管理者及时了解管网的实际情况,从而做出正确决策。

参考文献

- [1] 舒诗湖,何文杰,高金良,赵洪宾.城市给水管网系统中管道比阻测定方法的改进[J].管道技术与设备,2007,(1):14-16.
- [2] 何文杰.毕托管测试技术[J].大同职业技术学院学报,2000,(14):60-61.

[收稿日期] 2008-10-27

[作者简介] 李飞宇(1983-),男,哈尔滨人,硕士,从事市政工程专业。

(编辑 陈伟)