

城市输配水系统漏水量检测

贾宝秋¹ 阎立华¹ 张亚峰² 许秀红¹

(1 沈阳建筑工程学院市政与环境工程系, 沈阳 110015; 2 沈阳市自来水总公司, 沈阳 110002)

摘要 由于现有检测漏水方法的局限性,不能直接用于整个城市范围漏水量的检测。通过实例介绍了一种城市输配水系统漏水量检测分析方法,即根据城市输水系统的设置情况,在传统区域检漏法基础上,将检测漏水区域扩展至整个城市用水区,在同一时间抄读供水端和用户端计量装置,通过了解全市供水规律,分析、计算、确定其漏水量。

关键词 漏水量 漏损率 城市输配水系统 检漏

城市输配水系统中的输水管和配水管网,因其管线长,分布广,管道接头多等原因,普遍存在漏水现象。据 1997 年国际供水协会资料,国际平均漏损率为 17%。国内由于多种原因未见准确报道。估计国内平均漏损率不会低于国际平均漏损率。如此高的漏损率给社会经济发展和供水企业带来一系列消极影响。特别是那些没有查明漏损率的城市,掩盖了宝贵的水资源未被利用的事实,导致城市供水规模不断盲目地扩大,城市供水企业经济效益低下。无论国内外,这都是一个亟待解决的问题。

查明城市输配水系统漏水情况是解决问题的前提。但是现有的漏水检测方法都有其局限性,不能直接用于全市范围漏水的检测。另外输配水系统管道及其附件的设置现状也限制了现有检测方法的应用。因此,根据该城市输水系统的设置情况,在传统区域检漏法基础上,将检测漏水区域扩展至整个城

探索研究了求解“最优”工艺设计方案的方法,取得了优于传统设计方案的效果。同时,为活性污泥工艺系统方案的传统设计方法发展为系统设计方法奠定了一定的理论基础。

(2)本文所提出的优化模型及寻优求解方法,不仅适用于对活性污泥法工艺系统方案进行优化设计,同时还可发展用于对设计方案的经济性评估提供决策参考,也可以根据需要对整个活性污泥工艺过程进行仿真和模拟。

(3)从 Lynn 等于 20 世纪 60 年代初首次结合系统分析理论和非线性规划方法解决污水处理工艺优

市用水区,即在同一时间抄读供水端和用户端计量装置,了解全市供水规律,分析、计算、确定其漏水量。

1 某市输配水系统状况

该市供水面积 185 km²,水厂平均日供水量 154 万 m³,输水管总长 444 km,配水管网总长 2 180 km。具体见表 1。

表 1 城市输配水管网状况

输配水系统	管材所占比例/%			使用期
	混凝土	铸铁	石棉水泥	
输水管道	68	24	8	>15 年占 52%
配水管道	1.2	98	0.8(其他)	>25 年占 50%以上

该城市总供水量的 96% 经供水端计量装置计量;4% 根据泵房机组运行情况计量。记录数据在公司的调度室备案。

该城市用水户总计 1 178 041 户,其中工业用户 2 845 户;公共用户 21 750 户;居民用户 1 153 446

化问题以来,国外对该领域的研究已经有长达 40 多年的历史,而国内目前尚未引起足够的重视,可供借鉴的研究成果非常缺乏。本研究较之国外的研究水平,在寻优方法及建模理论上均有所突破,但寻优结论尚处于理论可行阶段。如付之实践,则还需在考虑系统不确定性以及工程实用性等因素的基础上加以不断完善和改进。

□电话:(023)67867155

E-mail:pang.yu777@163.net

修回日期:2003-9-30

户。工业和公共用户端全部实行装表计量。居民用户的 85% 依靠二次加压泵站供水, 全市共设 2 351 座二次加压泵站, 泵站出水管装设了计量水表, 部分二次加压泵站进、出水管上均装设了计量水表, 居民用户 89% 装有户式计量水表。

该市配水管网采用低压运行方式, 日间供水压力: 0.1~0.12 MPa; 夜间供水压力: 0.12~0.16 MPa。配水管网水压经 20 个压力自动远传监测点监测。

2 供水量与用水量检测

输配水系统供水量由有效供水量和漏失水量构成。有效供水量是指供水出厂后各类用户实际使用到的水量, 包括收费和不收费水量, 漏水量与供水量之比即为输配水系统漏损率。

2.1 供水量检测

本次检测从 1999 年 1 月 28 日 9 时至 29 日 9 时, 在供水端 24 小时内逐时检测供水量(资料从公司中心调度室调取), 见图 1。

2.2 用水量检测

从工业用户选取 140 户; 公共用户选取 203 户; 居民用户选取 134 座二次加压泵站作为样本。对样本户在 24 小时内逐时抄读水表, 根据实测数据(略)绘制出各类样本用户用水变化曲线, 见图 2~图 4。将上述三条曲线叠加, 即可得到各类样本用户综合用水变化曲线, 见图 5。

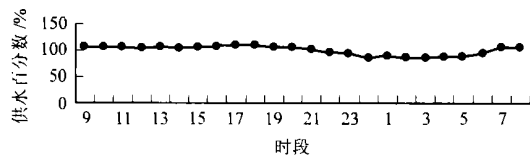


图1 1999年1月28日~29日水源供水变化曲线

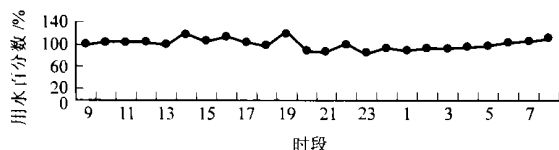


图2 1999年1月28~29日工业样本户用水变化曲线

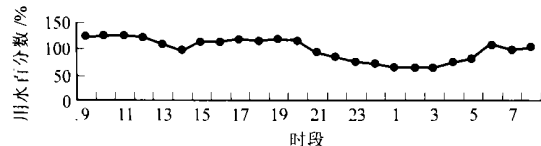


图3 1999年1月28~29日公共样本户用水变化曲线

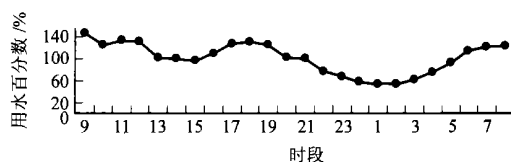


图4 1999年1月28~29日居民样本户用水变化曲线

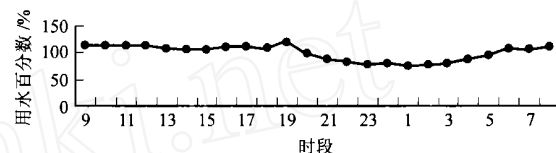


图5 1999年1月28~29日样本用户用水综合变化曲线

3 漏水量分析计算

由图 5 可知, 虽然漏水量在每小时均可能发生, 但是在凌晨 2 时左右, 即所谓“最小流量时”, 用户(仅为昼夜连续用水户)用水量最小, 而且日间可能发生的一些用水在此时不发生, 此时供水量和用水量之差基本上可代表此时系统的漏水量。

图 1~图 4 同一时刻均出现了较小的水量值, 也说明了“最小流量时”的存在。对于一个城市特定的用户群而言, 这个“最小流量时”应该是稳定的, 且应重复出现, 该城市以往用水量的测定也证实了这一点。

分析样本用户综合用水曲线图 5, 可简化为图 6。

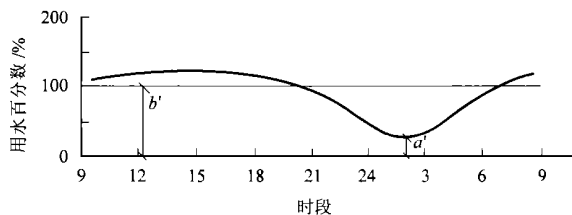


图6 样本用户综合用水简化曲线

图 6 中: a' 为最小流量时样本用户用水量, 由实测资料获得; b' 为测量日样本用户平均时用水量, 由实测资料获得。

对于全体用户应有同样变化趋势的用水曲线, 见图 7。

图 7 中: a 为最小流量时全体用户用水量; b 为平均日平均时用水量, 即平均日平均时有效用水量, 来自公司营业部门销售记录。

显然, 对于样本用户与全体用户间有下列关系: $a'/b' = a/b$ 。所以有 $a = b(a'/b')$ 。

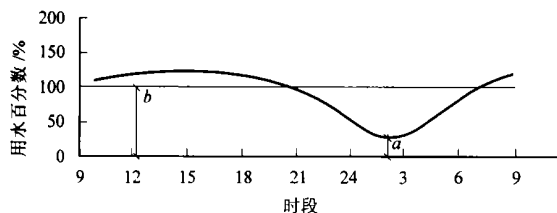


图7 全体用户综合用水简化曲线

由最小流量时水源供水量 A , 减去此时用水量 a , 则 $A - a = L$, 即可得到此时漏水量 L 。

对于本例: $a = 54\ 890 \times 34\ 310 \div 45\ 981 = 40\ 958\ \text{m}^3/\text{h}$, $L = 57\ 355 - 40\ 958 = 16\ 397\ \text{m}^3/\text{h}$ 。

由于最小流量时, 系统工作压力高于日间工作压力, 所以应对漏水量进行压力修正。根据水力学孔口出流原理导出水压修正系数 $\beta = (P_2/P_1)^{1/2}$ (P_1 为最小流量时管网水压; P_2 为最小流量以外时管网水压)。根据管网 24 小时工作压力, 逐时进行压力修正, 求出的平均压力修正系数 $\beta = 0.927$, 则漏水量 $L \times \beta \times 24 = 364\ 800\ \text{m}^3/\text{d}$ 。而测量的供水量为 $1\ 537\ 999\ \text{m}^3/\text{d}$, 则测量日该市输配水系统漏损率为 $364\ 800 \div 1\ 537\ 999 \times 100\% = 23.72\%$ 。

由于本次检测是以抄读供水端和用户端计量表为基础, 所以两端计量表的精度会对漏水量的确定产生影响。根据该市对两端计量装置的标定结果: 供水端计量装置的误差 $+1.5\%$; 用户端计量装置误差 -3% 。经两项修正后, 该市漏水量 $L' = 333\ 775\ \text{m}^3/\text{d}$, 测量供水量 $A' = 1\ 514\ 929\ \text{m}^3/\text{d}$, 则修正后的

漏损率 $L'/A' = 22\%$ 。

4 检测方法分析

4.1 采用“最小流量时”可解决的问题

(1) 该时输配水系统供水能力大于用户用水需求, 消除了在其他时刻可能存在的供水能力小于用户用水需求, 导致对漏水量分析的影响。

(2) 由于最小用水时发生在凌晨, 消除了一些日间发生的未计量水量对漏水量分析的影响。如浇洒道路、绿地、管道冲洗、消防等。

4.2 确定的漏水量仍有一定程度偏差

(1) 城市供水系统所存在的私接水的水量仍包含在漏水量中, 除非加强管理使私接水减至最小。

(2) 本次检测居民用户的样本是 134 座二次加压泵站, 泵站水池的渗漏和溢流水已包含在漏水量中, 但二次加压泵站后直到居民户式表前系统的漏水量 (如果供水企业拥有二次加压泵站产权), 也应计入到漏水量中。

(3) 城市漏水量的检测在有条件的城市, 宜年内按季节不同施测和按年际施测分析。本次检测由于条件所限未能做到这一点。

综上, 采用本法进行漏水量分析如能采取有效措施, 消除或减弱引起偏差的因素, 城市输配水系统漏水量分析将更准确。

○电话: (024)23894068

收稿日期: 2003-3-28

北京投资 15 亿元建设 4 座污水处理厂

北京市今年将投资 15 亿元建设 4 座污水处理厂, 治污重点集中在凉水河流域和奥运村周边地区, 使北京新增污水处理能力 $30\ \text{万}\ \text{m}^3/\text{d}$, 污水处理率将提高十个百分点。

位于丰台区西部的卢沟桥污水处理厂将于今年 10 月投入运行。届时每天将有 $10\ \text{万}\ \text{m}^3$ 的再生水源通过马草河注入凉水河。该流域设计规模最大的小红门污水处理厂污水处理能力为 $60\ \text{万}\ \text{m}^3/\text{d}$, 年底将完成大部分主体结构, 2005 年底投入运行, 届时该流域的污水将全部经过二级处理后排入凉水河, 从而使凉水河的水环境得到明显改善。位于奥运场馆北侧的清河污水处理厂二期工程, 今年 10 月将投入运营, 届时清河流域每天 $40\ \text{万}\ \text{m}^3$

的污水将全部得到处理。与此同时, 紧邻奥林匹克中心区东侧的北小河污水处理厂改扩建工程将于今年上半年开工建设。根据北京市总体规划, 北小河污水处理厂将承担奥运村地区所排放的污水处理, 并为奥运中心区提供优质的再生水水源。改扩建后的北小河污水处理厂污水处理能力将达到 $10\ \text{万}\ \text{m}^3/\text{d}$, 可完全满足奥运村地区的需要。

此外, 还将铺设 $200\ \text{km}$ 管线, 进一步完善四大水系污水管网。并加快再生水回用工程, 开工建设清河、北小河、吴家村 3 座再生水厂。通过以上措施, 今年北京污水处理率有望达到 66% 。

(水 工)