

技术总结

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.13.007

基于NB-IoT和DMA技术相结合的小区漏损控制分析

龚珑聪^{1,2}, 卓雄¹, 许俊鸽³

(1. 福州城建设计研究院有限公司, 福建 福州 350001; 2. 福州市自来水有限公司, 福建 福州 350001; 3. 福州大学 土木工程学院, 福建 福州 350108)

摘要: 选取福州市世纪蓝景城小区作为基于窄带物联网(NB-IoT)和独立计量区(DMA)技术相结合的小区定量漏损管控试点,NB-IoT智能远传水表采集数据实时传送至漏损平台,根据连续监测数据确定夜间最小流量检测限,及时判断新的漏损点。对漏损维修记录进行归纳分析得知漏损常见形态及分布情况,发现暗漏频发于各栋楼的引入管,评估决策后更换引入管,同时安装NB户表。该试点历经15个月完成改造,改造完成后夜间最小流量稳定在 $2.5\text{ m}^3/\text{h}$ 以下。平台连续监测12个月的实时数据表明,月真实漏损率均低于5%,居民户均日用水量和居民户均夜间合法用水量之间呈现较显著的线性关系。将NB-IoT和DMA技术相结合可快速且准确地识别漏损点并进行修复,有效控制了管网漏损量,节约水资源量约 $28 \times 10^4\text{ m}^3$,能够为小区供水管网定量漏损控制提供借鉴。

关键词: 分区计量; 窄带物联网; 漏损控制; 供水管网; 漏损率

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)13-0040-07

Analysis of Leakage Management in Community Based on Combination of NB-IoT and DMA Technology

GONG Long-cong^{1,2}, ZHUO Xiong¹, XU Jun-ge³

(1. Fuzhou City Construction Design & Research Institute Co. Ltd., Fuzhou 350001, China; 2. Fuzhou Water Supply Co. Ltd., Fuzhou 350001, China; 3. College of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Quantitative leakage management of water supply and distribution network of Century Blue King City Community in Fuzhou was analyzed based on combination of NB-IoT and DMA. Real-time data were collected and transmitted to the leakage platform by NB-IoT intelligent remote water meters. The minimum night flow was determined according to continuous monitoring data, and the new water leakage points were discovered in time. The common pattern and distribution of leakage could be identified by summarizing and analyzing the leakage maintenance records. It was found that the leakage frequently occurred in the service pipe of each building. It was thus decided to replace the service pipes and install NB intelligent remote water meter after evaluation. The project was completed after 15 months of transformation, and the minimum night flow was always less than $2.5\text{ m}^3/\text{h}$. The real-time data

continuously monitored by the platform for 12 months indicated that the averaged monthly leakage ratio was all lower than 5%, and there was a significant linear relationship between the average daily and night legal resident water consumptions. Through the combination of NB-IoT and DMA technology, the leakage points could be quickly and accurately identified and repaired, and the leakage of the pipeline network could be effectively controlled, which saved about $28 \times 10^4 \text{ m}^3$ water resources. The practice can provide reference for quantitative leakage control of residential water supply network.

Key words: district metering area; NB-IoT; leakage management; water supply network; leakage ratio

城市供水管网漏损问题日益受到关注,“水十条”中明确规定:2017 年全国供水管网漏损率控制在 12% 以内,2020 年控制在 10% 以内;“三部委”联合发布《节水型社会建设“十三五”规划》,要求开展公共供水管网漏损管控工作。可以看出,供水管网漏损控制工作十分迫切。互联网技术的出现给供水管网漏损治理带来了巨大的机遇与发展平台,因而供水行业的水务建设开始向智慧化发展^[1]。物联网(IoT)是在互联网基础上延伸与扩展的一种网络,其实现了低成本传感器核心技术的突破,并催生出大量的新技术和新产品,深刻改变着水务行业的运营模式。窄带物联网(NB-IoT)是 IoT 领域的新兴技术,它支持低功耗设备、低延时敏感度在广域网蜂窝数据的高效连接^[2]。NB-IoT 相较于传统数据传输具有如下优势:在相同基站覆盖条件下,是其他无线技术接入量的 50~100 倍,每个扇区能够支持 5 万~10 万连接量;电池使用寿命可达几年甚至 10 年以上;覆盖能力是无线宽带的 100 倍;正常工作仅需要消耗大约 180 Hz 的频段,无需重新建网,可搭建于已有的通信平台上,射频和天线基本能够复用;单个连接模块成本不超过 5 美元,且有望降至 1 美元^[3]。NB-IoT 技术是利用运营商的网络组织物联网,由终端数据采集后直接上传到云端,构建综合性的智慧水务云平台^[4]。2017 年 3 月深圳水务集团与华为、中国电信联合发布全球首个 NB-IoT 智慧水务商用项目,这是 NB-IoT 技术进入我国水务行业的里程碑,目前三大运营商的 NB-IoT 网络在各大城市均已商用,并且信号接收状况良好。以智能水表应用为例,NB-IoT 水表数据与有线 PLC 抄表数据 60% 的成功回传率相比,其可以保证抄表数据的成功回收率达到 99% 以上,数据的可靠性得以大幅提高。

分区计量管理是漏损治理常采用的方法,包括

区域管理和独立计量区(DMA)。独立计量区是将供水管网划分为若干具有永久性边界的、相对独立的区域,在线监测每个区域的流量和压力数据,通过模型结构量化漏损水平,住宅小区作为分区计量管理的末端,是最小的独立计量区域^[5-6]。在 DMA 实施过程中应用 NB-IoT 技术,通过基站与云平台建立连接,将实时采集的数据、设备状态信息等传输至平台,终端能够通过访问平台获取相关数据,方便水务公司进行数据分析及用水管理,真正实现管网漏损的“常态”监控^[7-8]。福州市供水管网覆盖范围逐年扩大,但随着管网的不断延伸,管网运行迎来新挑战,供水产销差数据居高不下,漏损量攀升是福州市自来水公司的最大痛点。据统计,截至 2019 年底,管网漏损率达到 20.14%。因此,如何降低漏损、准确探测、及时修复、优化调度、保障供水管网安全稳定运行已经成为政府和供水企业的迫切问题。福州市政管网的老仓山片区建立以住宅小区为研究对象的 DMA 三级分区,住宅小区的给水管网水力边界相对独立,可以将行政管理和 DMA 分区划分结合起来,简化 DMA 的建立成本。但随着住宅小区“一户一表”改造的深入,住宅小区的管网漏损率逐步上升,占城市供水漏损的比例也随之增加。笔者在世纪蓝景城住宅小区设置基于 NB-IoT 的 DMA 供水漏损治理试验区,应用窄带物联网技术和智能感知设备,由终端数据采集供水管网信息以后上传到漏损治理平台,比对漏损限定水平,及时准确地发现新的漏损点并修复,达到了降低产销差、节约水资源的目的,可以为福州其他住宅小区 DMA 漏损治理提供借鉴。

1 基于 NB-IoT 的供水 DMA 建立

1.1 小区概况

世纪蓝景城小区位于福州市仓山区,包括 24 栋居民楼和 1 座幼儿园,占地面积为 76 000 m^2 。小区

的夜间最小流量约为 $28 \text{ m}^3/\text{h}$,如图5所示,小区的日平均用水量在 $40 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右,即夜间最小流量超过日均用水量的50%。由此判断该小区存在严重的管网漏损问题,因为夜间最小流量值应低于日均流量的20%,即夜间最小流量大于夜间允许最小流量^[10]。此外,根据图5中小区实时传回的总进水量数据,初步可以确定该小区的夜间最小流量时段为03:00—05:00,以此作为居民夜间合法用水量数据的调取时段。

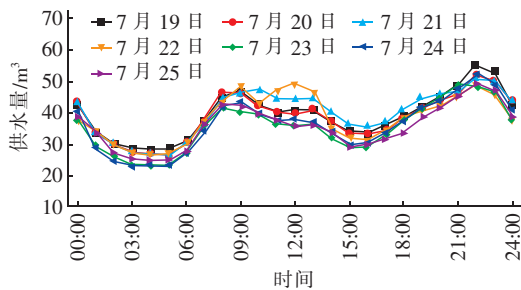


图5 治理前小区日供水总量变化曲线

Fig. 5 Curve of total water supply in residential areas before governance

2 治理过程及效果分析

2.1 第一阶段治理

从各个楼表对应的用户及供水情况进行现场排查分析,1[#]、5[#]、20[#]、24[#]楼直供楼表水量过高,表后存在漏水(见表1)。15[#]楼直供与增压给水管被人为连通在一起,引起水表监控异常;9[#]~12[#]楼增压监控表水量偏高,疑似表后漏水。探漏修复后连续数日观察该小区的夜间最小流量,依据累计数据绘制该小区夜间最小流量变化曲线,如图6所示。可知,夜间最小流量主要在 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 上下浮动,低于日平

均流量的20%,依据经验可以确定夜间最小流量为 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$,可作为该DMA的检测限值。结合夜间最小流量的变化和DMA检测限值,可以及时判断区域是否存在新增漏损。如果夜间最小流量远超过DMA检测限,持续一段时间没有回落到正常水平,与此同时试验区内也没有新增用户,即可判断小区内可能发生新的漏损或偷水现象,应及时安排相关人员进行检测排查。

表1 2018年7月1[#]、5[#]、20[#]、24[#]直供水情况

Tab. 1 1[#], 5[#], 20[#] and 24[#] direct water supply situation

in July 2018

楼号	楼表供水量/ m^3	户数/户	住户用水量/ m^3
1 [#] 楼直供	922	9	112
5 [#] 楼直供	3 457	12	133
20 [#] 楼直供	3 105	8	99
24 [#] 楼直供	3 793	7	158

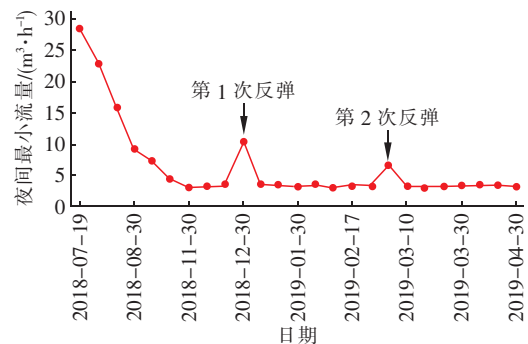


图6 修复前后夜间最小流量变化曲线

Fig. 6 Curve of minimum night flow before and after repair

若判定存在较明显漏水,可采用听漏技术进行定位并修复,26处漏损点位置分布及其治理情况如表2所示。

表2 漏损点位置分布及其治理情况

Tab. 2 Leakage point location distribution and its governance

维修时间	漏损点位置	管径/mm	管材	埋深 H/m	漏损类型
2018年7月	楼梯旁	DN40	铸铁	≤ 0.5	5处均为腐蚀
2018年8月	楼梯旁	DN40/DN32/DN65	铸铁	≤ 0.5	2处腐蚀,1处接口漏
2018年9月	店面门口/楼梯旁	DN40/DN32/DN32/DN50	铸铁	$0.5 \leq H \leq 1.0$	4处接口漏
2018年10月	楼梯旁及外侧	DN65/DN50/DN50/DN65/DN32/DN40	铸铁	$0.2 \leq H \leq 0.6$	2处接口漏,4处腐蚀
2018年11月	楼梯旁	DN32/DN40/DN32/DN50	铸铁	$0.3 \leq H \leq 0.6$	3处腐蚀,1处接口漏
2018年12月	楼梯间	DN50	铸铁	2.0	腐蚀
2019年1月	楼梯旁	DN32	铸铁	1.0	腐蚀
2019年3月	楼梯间和店面门口	DN40/DN65	钢管	$0.5 \leq H \leq 1.0$	1处腐蚀,1处接口漏

2018年7月19日进行漏点开挖维修,修复了位于5[#]楼1梯位、20[#]楼1梯位、24[#]楼1~2梯位之间的3处暗漏点,夜间最小流量由 $28.3 \text{ m}^3/\text{h}$ 降至

$23 \text{ m}^3/\text{h}$ (见图6);7月29日修复了位于1[#]楼3梯旁和24[#]楼1梯旁的2处暗漏点,夜间最小流量降至 $15.9 \text{ m}^3/\text{h}$ 。8月份修复两处漏损点并改造一处管

网,夜间最小流量降至 $9.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 。9月份和10月份分别修复4处和6处暗漏点,夜间最小流量持续降至 $4.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。11月份共修复4处暗漏点,夜间最小流量可降至 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 并保持稳定。但在2018年12月30日发生第一次反弹,小区的夜间最小流量升至 $10.2 \text{ m}^3/\text{h}$,远超DMA夜间最小流量的检测限,判断该小区内可能存在新的漏损点,相关人员进行了检测排查,2019年1月2日对23#楼3梯的暗漏点进行修复,夜间最小流量降至 $3.3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。2019年3月3日发生第二次反弹,夜间最小流量升至 $6.7 \text{ m}^3/\text{h}$,超过DMA夜间最小流量的检测限,判断该小区内可能出现新的漏损点,对15#楼店面和11#楼3梯两处暗漏点进行修复后,夜间最小流量降至 $3 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

2.2 第二阶段改造

2.2.1 更换户表

对试验区内管网漏损的常见形态及分布情况进行归纳分析,发现管网漏损大部分位于二次供水管网,尤其频发于建筑物的各楼梯位附近的引入管,主要原因是建筑物地基下沉致使引入管被压断、损坏造成的漏水。经管网评估决定进行户改或局部管网改造,更换引入管并为每户安装NB户表,为彻底治理小区漏损提供便利条件;2019年10月底水表安装完毕,11月中旬实现NB户表数据在线实时传输。2019年12月—2020年11月的监测数据见表3。

表3 连续12个月的供/用水量及漏损

Tab.3 Water supply/consumption and leakage for 12 consecutive months

项 目	供水量/ m^3	用水量/ m^3	真实漏失 量/ m^3	真实漏 损率/%
2019年12月	9 994.805	9 636.760	358.045	3.582
2020年1月	9 192.601	8 861.059	331.542	3.607
2020年2月	7 565.822	7 385.822	180.000	2.379
2020年3月	9 424.500	9 058.595	365.905	3.882
2020年4月	9 760.200	9 324.080	436.120	4.468
2020年5月	10 446.500	9 977.326	469.174	4.491
2020年6月	10 571.200	10 181.448	389.752	3.687
2020年7月	11 390.199	10 926.401	463.798	4.072
2020年8月	11 290.301	10 922.820	367.481	3.255
2020年9月	10 402.500	10 159.373	243.127	2.337
2020年10月	10 405.098	10 113.441	291.657	2.803
2020年11月	9 933.801	9 707.614	226.187	2.277
总计	120 377.527	116 254.739	4 122.788	—

NB户表采用同一时间戳,数据每隔5 min传输1次,借助实时回传用户的用水量数据,可准确计算

出真实漏损水量,年真实漏损率为3.425%。同时,平台管理人员可根据NB户表实时传回的数据夜间是否“归零”,直观判定用户是否发生漏水,如果发生漏水现象能够及时通知用户,提升供水管理的服务质量。

2.2.2 供水压力的调整

不合理的管网工作压力可能导致管道破裂、供水漏损,造成能耗损失。通过小区实时压力数据,结合管网最不利点的压力来分析供水规律,降低用水低峰期的管道压力,充分挖掘最不利点压力的优化潜力,从而达到减少供水漏损和节约能源的目的。目前国际上通用的管道压力与漏水量的关系模型见式(1)^[11]。

$$q = \alpha H^\beta \quad (1)$$

式中: q 为单一漏点的漏损水量; α 为漏损系数; H 为管道压力; β 为漏损指数(取值范围为0.5~2.5)。

世纪蓝景城小区用水来自城门水厂,出厂供水压力分时段优化调度。该小区由市政管网直供与水泵叠压联合二次供水,市政管网来水的平均压力为0.25 MPa。小区居民楼最高为10层,经计算供水最不利点选在18#楼10层的供水管最高点末梢。18#楼附近的叠压泵后压力为0.54 MPa,00:00—05:00居民用水量小,最不利供水点的剩余压力较大。核算水头损失后,将叠压泵后压力调整至0.45 MPa;同时,将其余几台供至6层的叠压泵的压力由0.36 MPa调整至0.30 MPa。压力调整期间,实时关注小区夜间最小流量变化和用户水压情况,保证小区正常供水需求。调整前的压力和漏损水量分别为 H_0 和 q_0 ,调整后的压力和漏损水量分别为 H_1 和 q_1 。由式(1)可得式(2)。

$$\frac{q_0}{q_1} = \left(\frac{H_0}{H_1} \right)^\beta \quad (2)$$

漏损指数 β 取1^[12],根据式(2)可得调整后漏损水量 q_1 比调整前漏损水量 q_0 降低约16.7%。因此,用水低峰时段合理进行压力调整,不仅不会影响居民正常用水,而且可以有效减少漏损^[11]。

2.3 治理持续效果

世纪蓝景城小区经过户改或局部管网改造后,每户安装NB户表可以实时传递用户用水量数据。连续运行12个月的漏损平台数据(见图7)表明,NB水表数据成功回传率在99%以上,夜间最小流

量基本稳定在 $2.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右。小区配水管道总长度为 0.864 km ,可计算得到夜间单位管长最小流量检测值约为 $2.16 \text{ m}^3/(\text{km} \cdot \text{h})$ 。根据成功回传数据统计,月均和年均的真实漏损率低于 5% 。

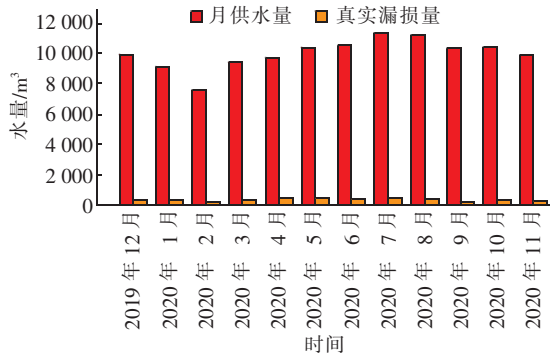


图7 供水量和真实漏损量的变化

Fig. 7 Change of water supply and real leakage

2.4 数据拟合分析

根据平台连续监测 365 d 的数据统计,流量最小时段出现频次具体如下:03:00—04:00 为 227 次,04:00—05:00 为 128 次,夜间最小流量出现时段均在 03:00—05:00,与前期初步确定的时段一致。由平台连续监测数据计算居民户均日用水量和居民户均夜间合法用水量,结果见表 4。

表4 连续12个月的用水量统计

Tab. 4 Water consumption statistics for 12 consecutive months

项 目	居民户均日用水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{户}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	居民户均夜间合法用 水量/($\text{L} \cdot \text{户}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)
2019 年 12 月	0.390	2.457
2020 年 1 月	0.358	2.144
2020 年 2 月	0.334	1.662
2020 年 3 月	0.375	1.934
2020 年 4 月	0.394	2.201
2020 年 5 月	0.414	2.369
2020 年 6 月	0.436	3.115
2020 年 7 月	0.449	3.395
2020 年 8 月	0.450	3.863
2020 年 9 月	0.427	3.473
2020 年 10 月	0.408	2.986
2020 年 11 月	0.405	2.730
平均值	0.403	2.694

基于统计学原理及居民用户的夜间用水特点,当用户达到一定数量时,居民户均夜间合法用水量与居民户均日用水量存在一定的相关关系。将表 4 中数据绘成居民户均日用水量(X)与居民户均夜间

合法用水量(Y)的散点图,结果见图 8。

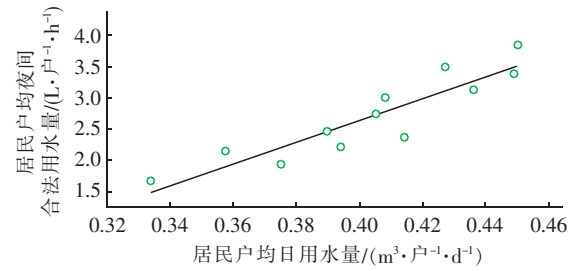


图8 居民户均日用水量与居民户均夜间合法用水量的线性拟合关系

Fig. 8 Linear fitting relationship between average daily and night legal resident water consumptions

Y 与 X 有较好的相关性,采用皮尔森相关系数 r 衡量两个变量之间的线性相关关系 ($-1 \leq r \leq 1$),见式(3)。

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{S_X} \right) \left(\frac{Y_i - \bar{Y}}{S_Y} \right) \quad (3)$$

式中: \bar{X} 和 \bar{Y} 为平均数; S_X 和 S_Y 为样本标准差。

经计算,居民户均日用水量与居民户均夜间合法用水量的皮尔森相关系数 $r=0.991$,表示两个变量正相关且线性相关程度较高。因此,假设居民户均日用水量与居民户均夜间合法用水量为线性相关关系,继而进行线性拟合,拟合公式如下:

$$Y = 17.372X - 4.313, R^2 = 0.812 \quad (4)$$

为判断拟合公式是否为居民户均夜间合法用水量 Y 关于居民户均日用水量 X 的线性函数,以及线性回归方程是否有实用价值,采用 t 检验法对回归方程进行检验,显著性水平为 0.05 。经计算, $|t| = 7.034 > t_{0.025}(10) = 2.228$,依 t 检验法的判定标准,居民户均夜间合法用水量 Y 与居民户均日用水量 X 之间存在显著的线性相关关系。当类似的未装智能远传水表的 DMA 小区缺乏夜间合法用水量资料时,可以参考式(4)测算小区的夜间合法用水量,再结合监测到的小区进水压力推算全天物理漏损量。因此,测算夜间合法用水量对确定小区物理漏损具有重要意义。

3 结论

以世纪蓝景城小区设置基于 NB-IoT 和 DMA 相结合的小区漏损控制系统作为试点,采用 NB 智能远传水表将数据上传至漏损治理平台。第一阶段安装 NB 户表和 NB 楼表,通过连续监测的数据确定

小区的夜间最小流量检测限为 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 该限值可协助相关部门及时发现管网新的漏损点。第二阶段对试验区内管网漏损的常见形态及分布情况进行归纳分析, 经评估决策后进行户改和局部管网改造, 安装 NB 户表后连续监测一年的数据显示, 夜间最小流量稳定在 $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下, 节约的水资源量约为 $28 \times 10^4 \text{ m}^3$, 连续监测数据统计得出月均和年均真实漏损率均低于 5%。该小区居民户均夜间合法用水量与居民户均日用水量之间存在显著的线性相关关系, 可为小区漏损控制管理提供借鉴。

参考文献:

- [1] 马金锋, 陈求稳, 徐强, 等. 供水管网独立计量分区漏损控制系统开源架构研究[J]. 中国给水排水, 2018, 34(17): 1-8.
MA Jinfeng, CHEN Qiuwen, XU Qiang, *et al.* Research on open source architecture of district metered area leakage control system for water supply pipe network [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(17): 1-8 (in Chinese).
- [2] CHEN J M, HU K, WANG Q, *et al.* Narrow-band internet of things: implementations and applications[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2017, 4(6): 2309-2314.
- [3] 邬贺铨. 物联网技术与应用的新进展[J]. 物联网学报, 2017, 1(1): 1-6.
WU Hequan. Technology and application process on internet of things[J]. Chinese Journal on Internet of Things, 2017, 1(1): 1-6 (in Chinese).
- [4] 黄继文. 基于 NB-IoT 移动通信网络的“智慧水务”抄表系统[J]. 广西水利水电, 2018(4): 90-93.
HUANG Jiwen. Intelligent water meter reading system based on NB-IoT mobile communication network[J]. Guangxi Water Resources & Hydropower Engineering, 2018(4): 90-93 (in Chinese).
- [5] ATIQUR R, WU Z Y. Multistep simulation-optimization modeling approach for partitioning water distribution system into district meter areas[J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2018. DOI: 10.1061/(asce)wr.1943-5452.0000927.
- [6] WU Y P, LIU S M, WANG X T. Distance-based burst detection using multiple pressure sensors in district metering areas[J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001001.
- [7] OZDEMIR O. Water leakage management by district metered areas at water distribution networks [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2018. DOI: 10.1007/s10661-018-6559-9.
- [8] AZEVEDO B B, SAURIN T A. Losses in water distribution systems: a complexity theory perspective [J]. Water Resources Management, 2018, 32: 2919-2936.
- [9] LIU H X, ZHAO M K, ZHANG C, *et al.* Comparing topological partitioning methods for district metered areas in the water distribution network [J]. Water, 2018. DOI: 10.3390/w10040368.
- [10] 李岚, 吴珊, 寇晓霞, 等. 基于独立计量区的夜间最小流量的研究进展[J]. 给水排水, 2018, 44(6): 135-141.
LI Lan, WU Shan, KOU Xiaoxia, *et al.* Research progress of minimum night flow based on district metering area [J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 44(6): 135-141 (in Chinese).
- [11] 王子瑜, 彭绪华, 李树平, 等. 基于压力管理策略的供水管网漏损评估与控制[J]. 净水技术, 2020, 39(s2): 103-106, 110.
WANG Ziyu, PENG Xuhua, LI Shuping, *et al.* Evaluation and control of leakage in water distribution system based on pressure management strategy [J]. Water Purification Technology, 2020, 39(s2): 103-106, 110 (in Chinese).
- [12] 邵志明. 分区压力管理降低供水管网漏损率的应用[J]. 给水排水, 2017, 43(10): 116-119.
SHAO Zhiming. Application of zoning pressure management in reducing leakage of water supply pipe network [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(10): 116-119 (in Chinese).

作者简介: 龚珑聪 (1984-), 男, 福建三明人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为供水运行与管理。

E-mail: 467711563@qq.com

收稿日期: 2021-01-25

修回日期: 2021-03-15

(编辑: 任莹莹)