

城市老旧供水管网漏损检测技术与改造施工要点

高 杰

中煤特殊凿井有限责任公司 安徽 淮北 235000

【摘 要】：城市老旧供水管网受管材老化、接口松动、交通荷载和运行压力波动共同影响，暗漏、渗漏和爆管风险常在同一片区交替出现。本文识别压力流量异常和接口腐蚀失效，分析声学定位信号采集降噪、压力流量监测误差识别及多源漏点判别的技术边界，提出分区隔离、不停水组织、管段更新和压力复核相衔接的改造施工控制要点。检测精度取决于台账、夜间流量、声波传播和阀门边界，改造效果取决于施工扰动控制和通水后的运行复测。

【关键词】：城市供水；老旧管网；漏损检测；声学定位；改造施工

DOI:10.12417/2811-0528.26.20.007

城市老旧供水管网埋设年代长，管材类型、接口形式和周边荷载条件差异明显，漏损往往不只表现为明显爆管，还会以暗漏、渗漏、压力异常和夜间流量抬升等形式持续消耗水量。国务院办公厅印发的城市管道老化更新改造方案已将供水等老化管道纳入更新对象，CJJ 92-2016《城镇供水管网漏损控制及评定标准》也把漏损分析、控制和评定作为供水企业运行管理的重要内容。对于存量城区而言，单纯依靠巡线报修难以及时发现地下暗漏，单纯开挖换管又容易造成交通扰动和二次损伤，漏损检测技术与改造施工要点需要放在同一技术链中分析。

1 城市老旧供水管网漏损运行概况

（1）管网漏损压力流量异常特征识别：老旧供水管网的漏损首先体现在水量平衡和压力边界的偏移。分区入口流量在夜间稳定用水时段仍保持高位，末端压力又未同步升高，通常说明水量在管段、接口或阀门井内持续外逸^[1]。CJJ 92-2016把漏损分析、控制和评定纳入统一口径，工程管理可把夜间最小流量、单位管长漏损量和压力波动幅度作为筛查指标。老旧片区若存在庭院管线混接、贸易计量不完整或消防支管长期未复核，分区统计会把计量误差与真实漏失叠加，异常识别应先核对边界阀、用户表计和管网台账，再进入现场探漏。（2）老旧管材接口腐蚀失效方式分析：漏损位置多集中在灰口铸铁管、钢管、早期球墨铸铁管和老式承插接口的薄弱部位。铸铁管受外壁腐蚀、土壤电化学作用和车辆荷载影响，局部壁厚减薄后会出现针孔状暗漏；钢管防腐层破损后，焊缝、套管穿越段和异种金属连接处容易形成渗漏通道；承插接口受橡胶圈老化、管基不均匀沉降和水锤冲击影响，表现为接口错口、环向渗水或阀门井积水。更新规划不能只按管龄排序，还要叠加材质、埋深、抢修频次和水质投诉位置。

2 城市供水管网漏损检测关键技术

（1）声学定位漏损信号采集降噪分离原理：声学检测利

用漏水射流冲击管壁、土体和附属构筑物产生的振动信号确定疑似漏点。听漏仪适合在阀门、消火栓、表井等接触点快速巡查，相关仪则通过两个传感器接收同一漏声到达时间差，结合声波在管材中的传播速度反推位置^[2]。老旧城区背景噪声复杂，车辆振动、泵站启停、二次供水设备和雨污水管流声都可能掩盖漏声，采集时应选择夜间低用水时段，先记录无漏背景，再按管材、管径和传感器间距校正波速。（2）压力流量监测误差识别局限：压力流量监测适合在分区计量区域内发现漏损趋势，但它给出的通常是异常区域而非精确漏点。分区入口流量计、压力记录仪和远传水表可以形成连续时序数据，若夜间最小流量抬升而用户侧用水结构没有变化，漏损概率明显增加^[3]。其局限在于边界阀内漏、临时施工用水、消防试水、表计漂移和管网调度切换都会造成类似曲线。工程应用中应把传感器校验周期、安装直管段条件、采样间隔和通信掉线率纳入判断，避免把一次尖峰当成持续漏损。（3）典型漏点多源信息综合判别情形：典型漏点判别应形成“分区异常、管段复测、点位确认”的顺序。某片区入口流量连续三晚高于基准而白天投诉不明显时，可先排查边界阀和大用户用水，再布设噪声记录仪缩小范围；路面无积水但阀门井水位异常时，应检查井壁渗入、排水倒灌和阀体填料渗漏；压力突降伴随浊度波动时，还要评估负压吸入和内壁扰动风险。漏点开挖前，声学相关峰值、相邻测点压力差、接口位置和地下管线探测成果应叠加到同一处置图上。复测方案确定后，还应把开挖许可、交通导改和备品管件同步核对，避免检测结论到施工准备之间出现时间断档。漏损筛查参数组合见表 1。

表 1 老旧供水管网漏损筛查设计参数

筛查分区	夜间最小流量基准比	压力波动幅度(MPa)	声学复测点数(处)	优先处置等级	施工响应
------	-----------	-------------	-----------	--------	------

低风险区	1.05	0.02	2	3	持续监测
疑似暗漏区	1.25	0.04	4	2	管段复测
接口渗漏区	1.38	0.05	5	2	井室检查
一级漏损区	1.60	0.08	8	1	隔离开挖
改造复核区	1.12	0.03	3	3	压力复核
边界复核区	1.18	0.03	4	2	阀门复查

(注:续表1)

表1中,夜间最小流量和压力波动幅度共同限定漏损疑似等级,一级漏损区的夜间最小流量基准比为1.60,压力波动幅度达到0.08MPa,应优先布设声学复测并准备隔离施工;边界复核区虽未达到最高异常强度,仍需通过阀门复查排除边界串水。

3 城市老旧供水管网改造施工控制

(1) 分区隔离不停水施工组织控制原理:改造施工的首要控制点是把漏损处置限定在可隔离、可供水、可恢复的边界内。施工前应复核现状阀门启闭能力,按道路、用户类型和管径划分临时供水单元,必要时设置旁通管、临时加压设备和消防取水保障^[4]。隔离方案不能只看图纸阀门位置,还要现场试关,确认关阀后上游压力、下游余压和周边支路水质变化。医院、学校、餐饮集中街区和高层住宅的停水窗口应避开高峰时段,临时管线还要提前冲洗消毒。分区隔离施工控制关系见图1。



图1 老旧供水管网漏损检测与改造施工控制示意

参考文献:

- [1] 吕其军.老旧小区供水管网改造策略研究[J].城市开发,2026,(8):138-140.
- [2] 徐道鑫.面向未来的城市给排水地下管网改造路径探索与方法集成[J].散装水泥,2026,(7):100-102.
- [3] 李元睿,范浩阳.老旧城区给排水管网更新改造规划与实施路径[J].中国房地产业,2026,(19):50-53.
- [4] 王扬.老旧城区市政给排水管网改造设计的技术探索[J].中国住宅设施,2026,(6):248-250.

图1中,DMA分区筛查和分区流量计先把异常缩小到片区,声学探测仪再定位疑似漏点,阀门隔离把施工影响限定在局部管段,管段更新后通过压力监测和压力复核确认系统恢复。

(2) 老旧管段更新施工质量控制内容:管段更新应根据漏损原因选择开挖更换、内衬修复、穿插管、局部包封或阀门井整治。开挖更换适合接口错位、管体破裂和管基失稳段,重点控制沟槽支护、地下管线保护、管基承载和接口清洁;非开挖修复适合交通压力大、管体线形尚可但内壁腐蚀或渗漏分散的管段,施工前必须完成清管、内窥检查、障碍处理和端口密封。新旧管连接处是二次漏损高发位置,应核对管径转换、法兰压力等级、伸缩节余量和防腐补口质量。

(3) 漏损检测施工特点及改造运行效果:漏损检测施工的特点在于“先判别、后开挖、再复测”,其运行效果应回到分区水量和压力稳定性中评价。改造完成后,不能只以路面恢复和通水成功作为终点,还应进行冲洗消毒、压力试验、夜间流量复测和用户端水质反馈核对。若改造段夜间最小流量下降但未端压力波动扩大,说明局部换管可能改变原有水力分配,需要同步调节减压阀和分区边界;若声学信号消失而井室仍积水,则要排除排水倒灌或地下水渗入。运行台账中应保留改造前后同口径夜间流量、关键节点压力和抢修记录,后续再按季度比较异常回升位置,把新漏点与已改造接口区分开。

4 结语

城市老旧供水管网漏损治理应以运行数据为起点,以漏点定位为施工依据,以改造复核为闭合条件。压力流量监测能够识别分区异常,声学定位能够把异常收敛到具体管段,但两类技术均受表计、阀门边界、管材和环境噪声影响,必须与管网台账、井室检查和现场复测共同使用。改造施工要把不停水组织、沟槽安全、管材接口、防腐补口、冲洗消毒和压力复核连续控制起来。对于管龄长、抢修频次高和接口失效集中的片区,应优先建立分区监测和风险排序机制,在检测确认后分段实施更新。