

老旧供水管网接口松动导致漏损的检测与处理

种 苗

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710086

【摘要】：城市老旧供水管网长期运行易出现接口松动、密封失效等状况，导致管网漏损偏高、供水压力波动明显。围绕接口松动引发的漏损问题，剖析复杂环境下病害成因与影响特点，运用声学检测、压力监测、视频内窥等技术确定漏损点位，依据接口损坏程度采取加固密封、更换重构等处置方案，依托后续监测巩固修复成效。相关成果可为老旧供水管网接口漏损治理提供技术支持，降低管网漏损比例，保障城市供水系统稳定运行。

【关键词】：供水管网；接口松动；漏损检测；修复处理

DOI:10.12417/2811-0528.26.15.053

城市供水系统是基础设施的关键构成，运行状态直接影响公共服务水平与水资源利用成效。老旧供水管网长期处于高负荷运转状态，受地层变化、管材老化及外界荷载等因素作用，接口松动、密封性能下降等问题不断显现，造成水资源大量流失与管网压力异常波动。管网漏损会提升供水企业运营成本，还可能引发地面沉降等安全隐患，阻碍城市长期稳定发展。相关研究围绕老旧供水管网接口松动引发的漏损问题，展开针对性检测与治理，可减少管网运行损耗，维护供水系统稳定，增强管网日常运维能力，具备实际应用与工程推广价值。

1 老旧供水管网接口松动漏损问题突出

老旧供水管网长期埋设于地下复杂环境，土壤沉降、地质变化与车辆荷载等外力持续作用，管道接口易出现松动、密封失效等问题，难以维持原有密闭性。部分管网建设年代久远，接口所用材质经长期使用后逐渐老化变脆，配套的橡胶密封圈失去弹性、密封性能大幅下降，金属连接件也因长期接触潮湿环境发生锈蚀变形，导致原有密封效果无法保障，逐步产生不同等级的漏损风险。接口松动会直接破坏管网整体密闭性，在供水压力的作用下，清水从缝隙中持续渗出，造成大量水资源损耗，同时引发管网压力起伏波动，影响末端用户的正常用水供给^[1]。地下漏损位置会持续冲刷周边土体，长期下来易引发路面塌陷、地基掏空等衍生问题，不仅增加供水企业的制水成本与输配环节损耗，且隐蔽区域的接口松动漏损难以察觉，随着运行时长不断累积，漏损规模逐渐扩大，管网运行风险持续攀升，对城市供水系统的平稳运行构成长期且严峻的威胁。

2 供水管网接口松动漏损精准检测技术应用

2.1 声学检测技术定位接口漏损区域

声学检测技术借助管网水流在接口松动缝隙中高速喷射产生的振动声波特征定位漏损，通过地面听音杆、电子相关仪等设备采集地下管道周边声信号，捕捉松动接口水流泄漏形成

的连续噪声。沿管线布设传感器，记录不同点位声波幅值与频率变化，通过相关分析算法计算泄漏声波在管道介质中的传播时差，结合管线敷设坐标解算漏点位置。该技术可过滤交通振动、地下水流等环境噪声，区分正常管流声与泄漏特征声，在埋深较大、干扰复杂的老旧管网中，仍能实现接口松动漏损厘米级定位，为后续开挖修复提供可靠数据，提升管网漏损排查效率与准确性，为城市供水管网精细化运维提供技术支持。见图1。

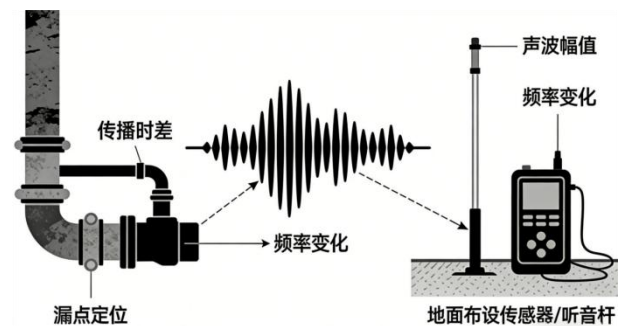


图1 供水管网声学检测技术定位接口漏损原理示意图

2.2 压力监测技术识别接口异常渗漏点

压力监测技术通过在管网关键节点合理布设高精度压力变送器，实时采集各管段的运行压力数据，结合管网实际敷设情况与水力特性，构建科学完善的动态监测模型，实现对管网运行状态的全方位、全天候监控。接口松动引发的漏损会打破管网原有的水力平衡，导致局部管段压力持续下降、波动幅度异常增大，与正常运行状态下的压力参数形成明显差异。通过将实时监测的压力数据与管网常规运行压力标准曲线进行精准比对，可快速锁定压力异常下降的管段范围^[2]。依托专业管网水力模型开展反演运算，深入分析压力变化速率、空间分布规律，进一步缩小接口渗漏的可疑区域，提升定位精准度。该方式无需大面积开挖作业，可实现24小时不间断在线监测，

适配长距离、复杂环境下的老旧管线渗漏排查,能及时捕捉细微渗漏迹象,为管网分区计量、漏损预警提供可靠数据支撑,有效控制漏损率、稳定供水压力,其工程实用性强,具备重要的实际应用价值,可广泛应用于老旧管网的漏损治理工作。

2.3 视频内窥技术直观核查接口松动状况

视频内窥技术以管道爬行者搭载高清摄像探头,从管网检修井或预留管口进入管道内部,实时传输内壁与接口部位的高清影像。通过调节摄像角度与照明强度,可清晰捕捉接口密封圈错位、连接件松动、缝隙开裂等形态特征,判断接口松动程度与渗漏关联程度。设备具备距离计量与定位功能,同步记录异常接口的管线里程与空间位置,将影像资料与管线地理信息数据匹配存档。该技术可直观呈现传统检测手段难以获取的内部结构状态,规避外部检测误判造成的无效开挖,为接口修复方案制定提供直观参考,完善老旧管网病害检测体系,提升管网病害诊断精度,具备重要学术与工程参考价值。

3 管网接口松动漏损修复治理与质量管控

3.1 接口松动部位针对性加固密封处理

对经检测判定存在松动但结构完好的管网接口,采用机械加固与密封填充相结合的方式处理。清理接口外围泥沙与锈蚀层后,用专用卡箍对接口缝隙进行紧固,限制接口径向与轴向位移。缝隙内部填充弹性密封胶,配合膨胀止水材料形成多层密封构造,阻隔水流渗漏路径。不同材质管道接口匹配对应密封材料,保障材料与管壁的粘结效果与耐老化性能。施工阶段严格把控密封材料填充密实程度,防止出现空鼓与断续情况。该工艺可在小作业范围内完成接口补强,降低对周边土体与路面的扰动,为老旧管网接口原位修复提供可行技术方案,增强管网接口抗变形与防渗性能。

3.2 破损严重接口更换与重新连接施工

结构破损、变形严重且无法加固修复的管网接口,需实施

整体更换与重新连接作业。按检测点位进行小范围开挖,暴露破损接口后切除受损管段,清理管口端面至平整洁净。选用与原管材性能匹配的新型接口管件,柔性连接方式可降低地质沉降对接口的影响。安装时控制管件同轴度与间隙尺寸,规范安装橡胶密封垫圈,保障接口密封效果^[3]。连接完成后对接口进行外部防护处理,涂刷防腐涂层减缓材料老化。施工严格遵循管网改造技术规范,确保新接口结构强度与密闭性,恢复管线整体输水能力,为老旧供水管网更新改造提供标准化施工依据。

3.3 修复后接口运行稳定性监测管控

对经加固与更换后的管网接口实施持续运行状态监测,布设压力传感器与声学监测装置,采集运行压力及振动信号。建立接口运行特征数据库,比对修复前后数据差异,判断密封效果与结构稳定性。定期开展人工复核,结合听音检测与外观巡查,排查接口二次渗漏及松动迹象。监测数据接入管网运维平台,实现异常及时预警与记录归档。根据监测结果调整接口防护措施,形成监测—分析—反馈的闭环管控体系。长期监测数据可为同类接口修复效果评价提供依据,完善老旧管网接口修复后的质量管控,提升供水系统运行可靠性。

4 结语

老旧供水管网接口松动引发的漏损,直接影响城市供水安全与水资源利用效率。多元化检测技术可快速定位隐患接口,针对性加固与更换施工能有效遏制渗漏、恢复管网密闭性。后期持续运行监测与质量管控,可巩固修复成效、延长管网使用年限。接口漏损的科学治理,既能减少水资源浪费与运营成本,也能降低路面塌陷、管网爆管等安全隐患。完善的检测与处置技术体系,可为老旧供水管网提质改造提供可行路径,保障城市供水系统稳定运行,助力节水型城市建设,具备重要实践价值。

参考文献:

- [1] 张瑞瑞,付世沫,魏媛媛,等.供水管网泄漏声信号分类与识别[J].声学技术,2025,44(04):629-639.
- [2] 李彩霞,闫倩倩,武艳涛,等.供水管道漏损因素及控制技术研究[J].科技创新与应用,2023,13(15):140-142+146.
- [3] 马时霏.基于流体声发射技术的农村供水工程管网漏损点快速定位方法[J].中国水能及电气化,2025,(01):58-63.