

给排水管网漏损监测技术应用研究

文 / 何育鑫 广州至一工程咨询有限公司

摘要：给排水管网属于城市基础设施的重要组成部分，管网漏损问题也成了广大群众关注的重点。对此，文章将以给排水管网漏损监测技术为核心，详细分析给排水管网漏损概述，并在基于声学原理的监测技术、基于压力分析的监测技术等多个方面入手，论述常见给排水管网漏损监测方法，之后简述给排水管网漏损监测技术应用存在的问题和解决措施，探索给排水管网漏损监测技术的未来发展趋势，希望可以在文章的说明下，有效地为相关工作人员提供建议。

关键词：给排水管网漏损；监测技术；技术分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.033

引言

在城市化进程持续推进的背景下，城市给排水管网作为保障社会经济稳定运行与广大群众正常生活的生命线，其规模与复杂程度日益增大。但是因为受到老化、腐蚀等多种因素影响，管网漏损问题频发，导致水资源被大量耗费，还会引发地面塌陷、水污染等安全事故，严重威胁城市安全与人们的健康。传统人工巡检的方法效率低下，无法满足现代化城市精细化管理要求，亟需应用先进技术与设备进行漏损监测，及时发现漏损点，降低漏损率，保障城市给排水系统安全、稳定运行。

一、给排水管网漏损概述

所谓给排水管网漏损问题，其所指代的就是指城市供水系统在运行过程中，因为管道自身存在缺陷抑或是外部环境因素影响而出现的水源非计划性损失问题。这一情况的产生主要因为管道材质老化、腐蚀等自身因素，或者受到地质沉降、交通荷载等外部压力影响^[1]。漏损问题的出现不但会直接导致水资源被浪费，还会加剧城市水资源供需矛盾，造成供水企业制水成本加大与能耗压力。如若给排水管道长期漏损，将会持续冲刷管道的基础，最终诱发地面塌陷、路面空洞等次生灾害，对广大群众正常生活造成影响，危及公共安全。给排水管网漏损点也成了外部环境污染侵入管网的通道，对整体水质安全带来潜在风险，影响人们的饮水健康。由此可以得见，管网漏损已经成为限制城市可持续发展、影响民生保障的突出问题，对其展开合理控制是现代城市水务管理工作所面临的重要任务。

二、常见给排水管网漏损监测技术

（一）基于声学原理的监测技术

声学监测技术的原理就是借助漏水情况下产生的声音特性确定漏损点，若管道产生漏损问题，水源在破损位置喷射出来后，和周围介质之间发生摩擦，必然会形成特定频率的声音。经分析发现，应用频率较高的监测工具为听音杆、漏水噪声记录仪和噪声相关仪。听音杆是最为基础的工具，进行监测时，工作人员只需要将听

音杆与管道之间相互接触，即可根据经验判断是否存在漏水声音（如图1所示）。其操作便利，但是检测范围十分有限，通常来说只能检测距离接触点比较近的漏损部位。如在一些小型社区的管网监测工作中，对于显著的漏损事故，经验丰富的工作人员利用听音杆即可迅速找出漏损部位^[2]。



图1 听音杆

漏水噪声记录仪可以长时间、持续性地记录管道周边存在的噪声信号，其可调控的采样频率范围一般处于10Hz—10kHz。经由分析记录的声音数据，工作人员可判断是否存在漏水问题。如某一城市在进行老旧城区管网监测工作时，借助漏水噪声记录仪发现了若干处隐蔽的暗漏问题，提升检查效率。

噪声相关仪比上述两种工具更加精准、有效，工作人员只需要在管道两端放置传感器，再测量漏水噪声传播到两个传感器的时间差，根据管道的长度、声速等参数信息，即可精准计算出漏损问题出现部位，其定位精度高达±1m之内。如在一条长度为500米的供水管道检测工作中，噪声相关仪精准找到漏损点，大幅节约维修时长，提升维修效率。

（二）基于压力分析的监测技术

压力监测技术的原理为结合管道产生的内部压力变化来判断漏损情况，当管道无破损问题时，其处于压力稳定状态，如若发生漏损事故，那么管道内部压力将发生波动。压力监测技术、压力梯度技术为常见的监测手段，前者需要工作人员在管道上安装压力传感器（如图2所

示)，借助传感器实时监测压力数值，如若压力突然降低并超出一定的阈值范围，就代表存在漏损问题。如在某一大型工厂的给排水管网中，工作人员将压力降低阈值设定为 0.05MPa，当监测到压力下降 0.1MPa 时，经检查发现有一处管道破损造成漏水。



图 2 压力传感器

后者需要工作人员计算管道不同部位的压力差来

设备名称	运行原理	测量精度
超声波流量计	借助超声波在流体之中的传播特点测量流量	±0.5%—1%
电磁流量计	根据电磁感应原理测量流量	±0.3%—0.5%

表 1 流量监测设备的运行原理和精度

当管道处于正常运行的状态，其流量是相对稳定的，如若产生漏水问题，那么流量也会随之加大。经由比对不同时段内流量数据或者和理论流量数值进行比较，当流量偏差大于 3%—5%，就表明可能存在漏损事故。但是对于间歇性漏损问题而言，因为流量变化不稳定、不连续，这一技术的应用也会产生漏检问题。

(四) 基于物联网与传感器技术的监测系统

这一监测技术是将若干种传感器（如压力传感器、水质传感器等）安装于管网的各个节点部位，再借助物联网技术将数据信息传输至监控中心。

压力传感器的测量精度高达 ±0.1%—0.3%，水质传感器可以实时监测水源中的各种组成成分，如余氯、浊度等。如某一智能小区的给排水管网中安装了这一监测系统，运行一定时间后，水质传感器检测到水体的浊度急速提升，流量传感器显示流量异常加大，监控中心立刻发出警示提醒，经排查发现，一处管道被泥沙堵塞后出现破裂，最终造成漏损问题。

这一监测系统的应用可以达成对整个管网的实时性、全面性监测，工作人员也可以第一时间发现漏损并进行处理。利用大数据分析技术，还可以对漏损事故进行预测和评估，如经由分析历史数据，预测出某一段管道在未来一定时间中可能会产生漏损情况，工作人员即可预先进行维护处理^[4]。但是这一系统建设成本高昂，对网络稳定性要求严苛，若处于网络信号较差的区域环境中，可能影响数据传输与监测成效。

确定出现漏损的位置，通常而言，压力梯度变化超出 0.05MPa/km 时，就代表可能出现了漏损问题。如在一条长度为 2 公里的管道中，借助压力梯度技术发现某一段管道的压力梯度变化达到 0.1MPa/km，最终定位到该段存在漏损点。

在实际工作中，基于压力分析的监测技术对于检查大漏损问题有着显著应用效果，可以帮助工作人员迅速找出问题所在。但是在复杂性较强的管网系统中，因为管道分支较多、水流情况冗余，压力变化也容易受到多种要素影响，可能会出现误判的情况，检测误差处于 ±5%—10% 左右^[3]。

(三) 基于流量监测的技术

流量监测技术在管道漏损检查中应用效率较高，其原理为经由测量管道中流量变化来判断是否出现漏损问题，常见流量监测设备为超声波流量计与电磁流量计（如表 1 所示）。

三、给排水管网漏损监测技术应用存在的问题和解决措施

(一) 存在的问题

在给排水管网漏损监测技术应用进程中，暴露出了多种亟待优化的问题。技术层面上来看，不同监测技术各有缺点，声学监测技术容易受到周边环境因素的扰动，在闹市区抑或是工厂周围，环境噪声超出 60dB 时，监测精准度将大幅下降，工作人员无法精准确定漏损点。

压力监测技术在复杂管网系统中的应用，会受到管道分支多、水流状况复杂等因素的影响，最终出现误判问题，微小漏损时压力变化并不显著，检测误差处于 ±5%—10%。流量监测技术难以精确检测间歇性漏损问题，因为间歇性漏损的流量变化并不持续，容易漏检，小流量管道的测量误差更大。

设备方面来看，部分监测设备精度较低，长时间应用后容易产生老化、漂移等问题，严重拉低监测数据精确度。如部分老旧压力传感器与流量传感器的应用，必然会使得测量误差逐渐增加。除精度因素外，监测设备的维护与更新成本较高，对于部分资金有限的地区或者单位而言，无法及时更换先进设备，这就导致监测工作无法顺利、有序进行。

管理方面来看，现阶段还不具备统一化的监测标准和规范，不同地区、单位的监测方式与数据信息处理手段各不相同，使得监测成果缺少可比性。监测数据的分析与利用不足，大部分情况下只是单纯地记录数据，没

有全方位发挥出大数据分析在预测漏损、优化管网运行等方面的价值。

（二）问题解决措施

对于上述问题而言，工作人员可以在多个方面着眼改进。面对技术方面的局境，应积极研发多技术结合的监测系统，将声学、压力等多种监测技术之间相互结合起来，发挥出各个技术的优势与价值，提升漏损监测准确度与可靠性。如借助声学技术初步确定漏损区域，再利用压力和流量监测技术更进一步找出漏损点。做好对环境噪声的处理技术研究工作，降低噪音对声学监测的扰动。

设备管理方面来看，创设完备的设备运维和更新制度，定期对监测设备展开校对维护，保障设备始终处于正常运行与高精度测量的状态^[5]。增设专项资金，结合设备的应用年限与性能状况，及时更新老化、陈旧的设备，引进性能稳定、更加智能的监测设备。

进行管理优化时，可制定出统一的给排水管网漏损监测规范，明确监测方法、数据信息处理与报告格式等多种内容，提升监测成果可比性。强化对监测数据的分析与利用，创设大数据分析平台，对历史信息展开深度探索，以此达成对漏损问题的预测和预警，为管网优化运行与维护提供科学参考。还应加强不同区域与单位之间的合作力度，相互分享先进的监测经验与技术成果。

四、给排水管网漏损监测技术的发展趋势

（一）智能化和自动化发展

在经济与科技持续发展进步的时代环境中，未来给排水管网漏损监测技术也将向着智能化、自动化的趋势前进，智能化体现于监测设备可以自动分析数据信息，利用先进的算法与模型，迅速、精准地判断漏损情况。如借助机器学习算法对海量监测数据展开探究并学习，自动找出漏损问题特点与模式，不需要工作人员过多的干预。自动化则体现在监测系统可以自主实施监测任务，自主调控监测数据，如依据不同时段的用水情况自动化调节监测频次。如若发现漏损问题，系统将立刻发出警示提醒，并为工作人员提供详尽的漏损部位与漏损程度信息，大幅提升漏损监测效率与实时性，节约人力成本，避免人为失误。

（二）多技术融合应用

将若干种技术搭配结合应用，属于给排水管网漏损监测技术的重要发展趋向，如若只应用单一的监测手段，必然会面临技术局限的问题，而将声学、流量等多种技术之间相互结合起来，可以全方位发挥出各个技术的价值作用。如声学技术可以精确定位漏损点，压力与流量监测技术可以实时反馈管网的运行状态，物联网技术的应用可以实现对数据信息的稳定传输和共享。在多技术结合下，管网漏损问题将更加全面、精准地展现出来，

提升检测稳定性与有效性^[6]。不同技术之间相互补足、相互验证，可规避单一技术误判与漏检问题，为管网的安全运行提供强有力的保障。

（三）与城市数字化管理的结合

未来，给排水管网漏损监测技术将会和城市数字化管理之间相互结合起来，城市数字化管理包含了城市运行过程中各个方面与要素，给排水管网作为城市基础设施体系中的关键构成部分，其漏损监测信息可被归入城市数字化管理平台中。经由和其他城市管理系统的数据共享或者交互，有效达成对城市水资源的综合管控与优化配置。如结合GIS技术，可直观、详细地展示管网分布与漏损状态，为城市规划与建设提供参考建议。城市数字化管理平台也可以对漏损监测信息展开分析并处理，及时调度工作人员进行修护，提升城市管理效率。

结语

综上所述，给排水管网属于保障城市正常运行与广大群众生活用水的重要基础设施，但是在管网应用年限增加与外部环境影响的境况之下，管道漏损问题越发严峻，如若产生漏损情况，不但会导致大量水资源被耗费，还会加剧供水企业的运营成本，严重情况下还会引起地面塌陷等安全事故问题。为提升给排水管网供水稳定性，为人们创设一个安全的水环境，就需要积极进行给排水管网漏损监测技术的分析与研究，应用合理、科学的漏损监测技术，及时发现漏损点，降低漏损影响，提升水资源利用率。本篇文章也详细阐述了漏损监测技术的应用要点和未来发展趋势，希望可以为我国水务事业做出贡献。

参考文献

- [1] 郭玉琴, 杨成慰, 李东原, 等. 城市更新视角下市政给排水系统漏损监测技术规划设计研究 [J]. 中国住宅设施, 2025, (07): 161-163.
- [2] 王一涵. 市政给排水管网漏损问题分析及水资源保护策略 [J]. 清洗世界, 2024, 40 (03): 136-138.
- [3] 朱琳. 高层建筑给排水漏损监测优化设计与节水技术研究 [J]. 重庆市大数据和人工智能产业协会, 重庆建筑编辑部, 重庆市建筑协会. 天津市天甲建筑工程有限公司; , 2025: 1738-1741.
- [4] 刘润宇. 市政给排水管网漏损问题研究 [J]. 全面腐蚀控制, 2024, 38 (11): 72-74.
- [5] 夏欣, 李灵, 闻超奇. 新质生产力驱动下给排水管道漏损技术的数字化转型与升级 [J]. 广西网络安全和信息化联合会. 浙江九舟建设发展有限公司; 浙江闻秀景观工程有限公司; , 2025: 242-244.
- [6] 於万军. 市政给排水管网漏损问题分析及水资源保护策略 [J]. 水上安全, 2024, (10): 127-129.