智能化检测技术在市政管道修复中的应用

陈肖云

【摘 要】随着城市化进程的不断推进，市政基础设施在为城市发展提供支持的同时，也面临着老化、损坏和维护不及时等问题，特别是市政管道。市政管道作为城市水利、排水、供气、供热等多种服务的关键设施，其长期使用过程中可能出现不同程度的破损、堵塞和腐蚀等问题。这些问题不仅影响城市的运行效率，还可能对环境、居民的生活质量以及城市的可持续发展带来威胁。因此，如何有效监测、诊断和修复市政管道，成为了当前城市管理中的重要课题。本文将围绕智能化检测技术在市政管道修复中的应用展开研究，并提出未来可能的解决方案，以期为相关从业人员提供参考。

【关键词】智能化检测技术；市政管道；修复应用

引言

近年来，随着信息技术、物联网、人工智能等领域的飞速发展，智能化检测技术为市政管道的检测和修复带来了新机遇。这些技术通过远程监测、实时数据传输、自动化诊断等手段，大大提高了管道检测的精度和效率。例如，基于传感器的智能监测系统，可以对管道的压力、温度、流量等数据进行实时采集，并通过分析算法及时发现异常情况；而视频检测技术和无人机巡检技术，则可以突破传统方法的局限，对管道内部进行全方位、无死角的检查。

1 智能化检测技术概述

智能化检测技术就是在先进传感器、数据处理及分析手段支持下，实现对建筑及基础设施实时监控及评价的技术系统。就市政管道检测而言，智能化检测技术主要有传感器技术，图像及视频检测和无人机巡检。通过携带高精度传感器，上述技术能够对管道内压力、温度和流量等关键参数进行实时获取，进而对管道运行状态进行综合评价。如采用光纤传感器可对管道微小变形及温度变化进行监测，实现高灵敏度故障报警。另外，图像及视频检测技术利用高分辨率摄像头采集管道内部图像并结合图像处理算法可对管道破损、沉降或者污垢进行识别，在较大范围内提高了检测效率及精度。

无人机巡检技术在最近几年逐渐崛起，尤其是对于人力难以接近的地区。无人机上安装有高清摄像头及热成像设备等，可对管道外部情况进行空中实时监测，快速获得故障情况下图像数据，大大提高应急响应速度。另外数据分析和人工智能技术相结合使收集的海量数据实现自动化分析。该系统通过机器学习和深度学习算法可以在历史数据中对管道可能存在的问题进行学习和预测，以达到预测性维护和减少管道故障的可能性。总之，将智能化检测技术融入其中，不仅能够提升管道检测效率及准确性，而且还能为市政管道维修及恢复提供科学依据，让城市管理更智能、更高效。

图 1 传感器检测现场

2 智能化检测技术在市政管道中的应用

2.1 管道健康监测

管道健康监测作为市政管道管理的重点环节，主要是对管道运行状况及安全性进行实时评价，并借助先进技术手段及时发现可能存在的问题从而降低事故发生率。采用传感器技术可在管道关键节点处设置压力，温度和流速等各类传感器，可对管道内外环境变化进行连续监测，实时采集数据并传送给管理中心分析。通过构建管道状态监测模型使管理人员能够动态分析数据并确定管道中可能出现的裂缝，腐蚀及堵塞情况。另外图像和视频监测技术应用使管道可视化监测得以实现。高清摄像头与智能图像处理软件结合，既可以对管道外观缺陷进行识别，又可以对内部结构完整性进行分析并给出直观结果。需要注意的是智能化监测系统一般都整合有

作者简介：陈肖云（1982.11——）女，汉族，硕士研究生，工程师，副教授，主要从事市政管道工程、地下管网智能检测与维护方面的教学和研究工作。

报警机制，当监控到有异常情况出现或者存在故障风险时，该系统将自动报警，以提醒有关人员采取抢修措施。该实时精确监测手段在提高管道维护工作效率的同时，也有效地延长管道使用寿命，确保城市基础设施安全平稳运行。通过管道健康监测可以使城市管理者更加科学的制定维护计划以达到更加有效配置资源，保障城市供水，排水及其他重要业务的持续可靠。

2.2 预测性维护

预测性的维护工作是基于对设备和设施状态的实时监测以及数据的深入分析，其核心目标是通过提前识别可能的故障来进一步完善维护策略，从而降低维修的总成本和减少停工的时长。在进行市政管道的管理时，智能化的检测技术是预测性维护工作不可或缺的支柱。我们在关键的管道上安装了多种传感器，以实时收集管道内的压力、温度、湿度和流速信息，并利用无线网络技术将这些数据传输至中央数据库进行存储。通过机器学习和数据分析技术，我们可以构建历史数据模型，并明确正常操作与故障模式之间的差异。通过应用这些模式，该系统能够预测管道何时可能出现故障，并提前提供维护建议，以指导管理层采取适当的预防措施。

该方法显著增强了维修工作的针对性和避免了常规定期维护造成的资源浪费。同时预测性维护也使管理者能够依据管道实际用途及动态数据灵活地调整维护计划以保证必要时优先考虑损失严重或者将要发生故障的管线。该数据驱动维护策略在提高管道运行可靠性和延长使用寿命的同时也有效地减少突发故障带来的经济损失。市政部门可以通过预测性维护的实施来实现对管道更加有效的管理，促进城市基础设施整体运行效率的提升，使其更好的为城市居民服务。

2.3 故障诊断与评估

故障诊断与评估对于市政管道管理具有重要作用，旨在对管道系统存在的故障进行迅速而准确的识别与分析，从而及时采取措施进行维修。现代智能化检测技术在故障诊断中的运用，给故障诊断带来了有力支撑。通过在管道的关键部位安装高灵敏度的传感器，能够实时监测管道的运行状况，包括压力的波动、流量的变化和温度的异常等。当传感器探测到参数超出正常值范围后，该系统将自动触发告警并将有关数据记录下来，从而为之后的分析提供了重要的依据。

利用数据挖掘与分析算法并结合机器学习模型将历史故障案例与实时监测数据相结合，可以有效地识别出常见的泄漏，堵塞或者腐蚀故障模式。该智能化诊断方法可以显着减少故障识别所需时间和故障处理效率。同时图像和视频检测技术可实现管道内部可视化检查、准确定位故障位置、给维修人员直观参考以优化修复方案等。故障评估的目的是通过深入分析故障的严重程度以及其对系统整体的影响，从而协助管理层更高效地分配资源，并制定出更为优先的处理策略。在智能化技术的推动下，故障诊断与评估在促进市政管道养护工作科学高效进行的同时，也确保城市基础设施安全平稳运行，给居民生活带来强有力的保障。

2.4 修复决策支持

在市政管道维修决策支持中智能化检测技术起到关键作用。该智能系统可以综合集成从实时监测，历史维护记录，专家经验和外部环境中获取的各种信息。这些数据经过高级数据分析技术处理后，为修复决策的制定提供全面而精确的信息依据。

该系统既可深入分析管道现状，又可预测出将来可能出现的趋势，有利于管理人员更加准确的判断维修的必要性与紧迫性。在修复方法选择方面，智能系统根据管道材质，损坏程度，周边环境和修复成本等诸多因素自动提出各种可行修复建议。这些提议不仅涉及到传统修复方式，而且也可能涉及到某些革新和更加有效的修复技术。

同时智能系统也可以优化修复方案，如利用模拟仿真技术来预测各种修复方案所产生的影响，以选出最佳修复方案。该数据驱动决策支持方式显着提升修复决策科学性与准确性，降低人为因素造成的错误判断与风险。

另外，该智能系统通过可视化工具可以把复杂的修复决策过程直观易懂地展现在管理人员面前，使管理人员可以更加迅速地了解问题并进行决策。该智能化修复决策支撑方式在提高修复效率的同时也减少了修复成本，从而为市政管道安全高效地运营提供强有力的保障。

3 智能化检测技术的发展趋势

市政管道领域中智能化检测技术的飞速进展，主要得益于大数据、人工智能（AI）、物联网（IoT）和5G 技术等前沿科技的助力。在最近的几年中，由于传感器技术的持续进步，智能检测设备在精确度和实时响应上都有了明显的提升。以现代超声波传感器为例，其测量精度可以达到 0.1mm。而通过使用高分辨率的摄像头和激光雷达（LiDAR），无人机和管道机器人能够实现对管道内部状态的高清成像和三维建模，这些数据可以被精确地传输到后台系统进行分析。随着 AI 技术和机器学习的广泛应用，管道的检测数据可以进行实时的智能化分析，自动检测可能出现的裂纹、腐蚀或其他损伤，并利用预测模型来评估管道的预期使用寿命。得益于这些先进技术，故障的诊断准确率得到了显著的提升，同时误报的情况也大幅度减少。例如，有些智能系统可以通过比对过去的数据和环境参数，准确地预测管道可

能出现的问题，甚至可以提前发出预警，从而避免突发的事故。

另外，5G 技术的广泛应用使得实时数据传输变得更为高效，确保了远程监控系统能够实时获取各种传感器的数据，从而极大地加快了管道检测和修复过程的响应速度。展望未来，物联网预计将与这些先进的智能传感器进行深度整合，从而构建一个更加完善的智能管网监控系统。通过设备间的互联互通，可以进一步提升检测的全面性和准确性。5G 所具备的低延迟和大带宽特点，为智能检测系统提供了更大规模应用的可能性。据预测，到 2030 年，全球的市政管道行业将广泛采纳智能检测技术，这将导致成本下降大约 30%，同时预期管道的维护时间会增加超过 25%。这种发展趋势不仅增强了管道维修的效益和安全性，同时也为智慧城市的建设和持续发展打下了坚实的基石。

4 结束语

将智能化检测技术运用到市政管道修复工作中，对促进管道维修和修复工作高效，准确和安全，提供有力的技术支撑。通过智能机器人，传感器以及大数据分析技术等智能化检测设备可以对管道运行状态进行实时监测，准确定位出存在的故障问题，为后续维修提供详细的数据支撑。这些先进技术的使用显著减小了传统人工检测与修复时人为产生的误差，在提高工作效率的同时，还大大降低了环境影响，确保城市基础设施能够持续平稳地运行。

参考文献：

[1] 林智益 . 翻转内衬技术在市政污水管道修复中的应用 [J]. 四川水泥 ,2024(12).

[2] 张秉新 . 紫外光固化技术在市政管道非开挖修复中的应用 [J]. 交通世界 ,2024(15):80-82.

[3] 王翠娥 , 李军 . 市政排水管道非开挖修复技术研究及工程应用 [J]. 中华建设 ,2023:128-130.

[4] 朱其李 . 浅谈市政排水管道的检测与修复技术 [J].2024(1):136-138.

[5] 陈鸿柳 . 市政给排水管网非开挖检测修复关键技术探究 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术 ,2023.