

城市地下管网建设与智能监控技术的结合探讨

禹滔

430521*****8734

摘要: 本文聚焦城市地下管网建设领域,深入探讨智能监控技术与地下管网建设结合的价值与意义。当前城市地下管网普遍面临老化严重、运维效率低下等问题,传统人工为主的管理模式已难以满足城市化快速发展的需求。文章通过系统分析地下管网建设的现状与突出痛点,梳理适配地下管网场景的智能监控技术类型,进一步探讨两者融合的应用路径与优化策略,旨在为提升城市地下管网建设质量、实现管网高效运维提供理论参考,助力城市基础设施向智能化、精细化方向发展。

关键词: 城市地下管网建设;智能监控技术;管网运维;基础设施智能化

DOI: 10.64216/3080-1508.25.11.019

引言

城市地下管网是保障城市水循环、能源输送与废弃物排放的核心基础设施,直接关系到居民日常生活质量与城市整体正常运转。随着城市化进程不断加快,传统地下管网建设逐渐暴露出规划滞后、布局不合理、运维过度依赖人工等问题,这些问题易引发管网泄漏、堵塞、破裂等故障,不仅影响城市运行效率,还可能造成资源浪费与环境风险。智能监控技术凭借实时感知、数据分析、自动预警等优势,为解决地下管网建设与运维中的难题提供了新的技术路径。本文围绕城市地下管网建设与智能监控技术的结合展开探讨,以期为推动城市地下管网智能化升级提供有益思路。

1 城市地下管网建设的现状与现存问题

1.1 城市地下管网建设的规划与布局现状

城市地下管网建设的规划与布局受城市发展历程影响较大,部分老旧城区管网建设时间早,规划理念较为落后,管网线路布局混乱,不同类型管网之间缺乏协同设计,易出现管线交叉冲突问题。同时,部分城市在新区建设中,虽重视管网规划,但仍存在与城市整体发展规划衔接不足的情况,导致管网覆盖范围与城市人口、产业布局不匹配,后期需频繁进行管网改造,增加了建设成本与城市运行干扰。此外,管网规划中对未来城市发展需求的预判不足,难以适应城市规模扩大与功能升级带来的管网负荷增长。

1.2 城市地下管网运维管理中的效率问题

城市地下管网运维管理长期依赖人工巡检模式,工作人员需现场排查管网状况,不仅耗时耗力,还存在巡检盲区,难以全面掌握管网运行状态。在管网故障排查

中,传统方法往往需要开挖路面寻找故障点,不仅效率低下,还会对城市交通与居民生活造成较大影响。同时,管网运维数据管理较为分散,不同部门、不同区域的管网数据未实现有效整合,数据共享程度低,导致运维决策缺乏全面、准确的数据支撑,进一步降低了运维管理效率,难以满足管网精细化运维的需求。

1.3 城市地下管网应对突发故障的能力短板

城市地下管网在面对极端天气、地质变化等突发情况时,应对能力存在明显短板。部分老旧管网材质老化、抗腐蚀能力差,在暴雨、洪涝等极端天气下易出现破裂、泄漏等故障,且故障发生后,由于缺乏实时监测与快速响应机制,故障排查与修复耗时较长,可能引发城市内涝、水质污染等次生问题。此外,管网系统缺乏统一的应急指挥平台,各运维部门之间协同联动不足,在突发故障处理中难以形成合力,进一步影响了故障应对效率与效果。

2 适配城市地下管网建设的智能监控技术类型

2.1 基于实时数据采集的管网感知监控技术

基于实时数据采集的管网感知监控技术,通过在管网关键节点安装各类传感器,实现对管网运行参数的实时采集与监测。常见的传感器包括流量传感器、压力传感器、水质传感器、温度传感器等,这些传感器能够实时捕捉管网内介质的流量、压力、水质指标、温度等数据,并通过无线通信技术将数据传输至后端管理平台。该技术可实时掌握管网运行状态,及时发现管网异常波动,为管网运维提供精准的数据支撑,有效避免因数据滞后导致的运维不及时问题。

2.2 支持数据分析的管网智能预警技术

支持数据分析的管网智能预警技术,以管网实时采集的数据为基础,结合大数据分析算法与管网运行模型,对管网运行状态进行深度分析与评估。通过建立管网故障预测模型,对采集到的流量、压力、水质等数据进行趋势分析与异常识别,能够提前预判管网可能出现的故障,如管道堵塞、泄漏、腐蚀等,并及时发出预警信号。同时,该技术可对管网故障原因进行初步分析,为运维人员制定修复方案提供参考,大幅提升管网故障预警的准确性与及时性,降低故障造成的损失。

2.3 助力远程调控的管网智能控制技术

助力远程调控的管网智能控制技术,通过在管网系统中部署智能控制设备,如智能阀门、智能泵组等,结合后端管理平台的控制指令,实现对管网运行状态的远程调控。当管网出现压力异常、流量过大或过小等情况时,运维人员可通过管理平台发送控制指令,远程调节智能阀门的开度、智能泵组的运行参数,及时调整管网运行状态,保障管网稳定运行。此外,该技术可实现管网运行的自动化调控,减少人工现场操作,提高管网调控效率,尤其在偏远或复杂区域的管网管理中具有显著优势。

3 城市地下管网建设与智能监控技术的结合路径

3.1 地下管网规划设计阶段的智能监控技术融入

在地下管网规划设计阶段融入智能监控技术,需充分考虑智能监控设备的安装需求与数据传输要求,将其纳入管网整体规划设计方案。在管网线路规划中,结合智能监控技术的感知范围与数据传输距离,合理确定管网节点布局,为传感器、通信设备的安装预留空间。同时,在管网设计中,需考虑不同类型智能监控技术的适配性,如根据管网介质特性选择合适的传感器类型,根据管网所处环境确定通信技术方案。此外,将管网规划设计数据与智能监控平台数据接口进行提前对接,为后续施工与运维阶段的技术应用奠定基础。

3.2 地下管网施工建设阶段的智能监控技术应用

在地下管网施工建设阶段应用智能监控技术,可实现对施工过程的实时监测与质量管控。通过在施工区域部署视频监控设备、位移传感器、振动传感器等,实时监测施工进度、施工工艺执行情况以及周边地质环境变化,及时发现施工中的不规范操作与安全隐患,确保施工质量与安全。同时,在管网铺设完成后,可利用智能

检测技术,如管道内窥检测技术、泄漏检测技术等,对管网安装质量进行全面检测,排查管道焊接缺陷、接口密封不严等问题,确保管网建设质量符合设计标准,为后续管网稳定运行提供保障。

3.3 地下管网运维管理阶段的智能监控技术落地

在地下管网运维管理阶段落地智能监控技术,需构建一体化的智能运维管理平台,整合管网感知监控、智能预警、远程调控等技术功能。通过平台实时接收管网感知数据,利用智能预警技术对管网运行状态进行监测与预警,一旦发现异常情况,及时发出预警信号并推送至相关运维人员。运维人员可通过平台查看故障位置、故障类型及初步分析结果,制定修复方案,并利用远程调控技术在赶赴现场前对管网进行临时调控,减少故障影响。同时,平台可对管网运维数据进行存储与分析,形成运维档案,为管网长期运维与改造提供数据支持。

4 推动城市地下管网与智能监控技术融合优化策略

4.1 完善地下管网与智能监控技术融合的标准体系

完善地下管网与智能监控技术融合的标准体系,需结合当前技术发展现状与行业需求,制定涵盖技术选型、设备安装、数据接口、平台建设、运维管理等方面的统一标准。明确智能监控设备的技术参数、安装规范、数据传输协议等要求,确保不同厂商的设备能够兼容互通,避免因标准不统一导致的技术应用障碍。同时,制定管网数据管理与安全标准,规范数据采集、存储、传输、使用等环节的管理要求,保障管网数据安全。此外,根据技术发展与应用实践,定期更新标准体系,确保标准的科学性与时效性。

4.2 加强地下管网智能监控技术研发与成果转化

加强地下管网智能监控技术研发与成果转化,需加大科研投入,鼓励科研机构、高校与企业开展产学研合作,针对地下管网场景的特殊性,研发适配性更强、性能更稳定的智能监控技术与设备。重点突破传感器小型化、低功耗、抗干扰技术,提升数据采集的准确性与稳定性;加强大数据分析算法、人工智能模型的研发,提高管网故障预警与诊断的精准度;研发适应复杂地下环境的无线通信技术,保障数据传输的可靠性。同时,建立技术成果转化平台,推动科研成果快速应用于实际工程,缩短技术从研发到落地的周期,提升智能监控技术

在地下管网领域的应用水平。

4.3 提升管网建设与运维人员的智能技术应用能力

提升管网建设与运维人员的智能技术应用能力,需制定系统的培训计划,针对不同岗位人员的需求,开展分层分类培训。对技术研发人员,重点培训智能监控技术的前沿理论(如边缘计算在管网监测中的应用)与研发方法;对施工人员,重点培训智能监控设备的安装规范(如设备防水密封处理工艺)与施工工艺;对运维人员,重点培训智能运维管理平台的操作方法、数据解读能力(如通过压力数据判断管网堵塞位置)与故障处理技能(如远程启动阀门应急关闭)。同时,鼓励企业与高校、职业院校合作,如与市政工程职业学院联合开设“智能管网运维”专业课程,培养具备地下管网知识与智能技术应用能力的复合型人才。此外,建立人员考核机制,将智能技术应用能力纳入岗位考核指标(占比不低于30%),考核合格者颁发专项技能证书,激发人员学习与应用智能技术的积极性,为技术融合提供人才保障。

5 城市地下管网与智能监控技术融合的发展展望

5.1 智能监控技术在地下管网领域的创新应用方向

未来,智能监控技术在地下管网领域的创新应用将更加注重多技术融合与场景化适配。一方面,将物联网、大数据、人工智能、5G等技术深度融合,构建更智能、更高效的管网监控体系,如利用人工智能技术实现管网故障的自动诊断与修复方案的智能生成,利用5G技术实现海量监控数据的高速传输与低延迟控制。另一方面,针对不同类型的地下管网,如供水管网、排水管网、燃气管网等,研发更具场景针对性的智能监控技术,满足不同管网的运行特性与监控需求,进一步提升智能监控技术的应用精准度与有效性。

5.2 地下管网与智能监控技术融合的智能化升级趋势

地下管网与智能监控技术融合将向全生命周期智能化升级趋势发展。从管网规划设计、施工建设、运维管理到更新改造的全流程,将实现智能化覆盖。在规划设计阶段,利用数字孪生技术构建管网数字模型,结合智能算法优化管网布局;在施工建设阶段,通过BIM技

术与智能监控技术结合,实现施工过程的数字化管控;在运维管理阶段,构建一体化智能运维平台,实现管网故障的实时预警、快速响应与智能修复;在更新改造阶段,基于管网长期运行数据的分析,科学制定改造方案,实现管网全生命周期的智能化管理,大幅提升管网建设与运维的精细化水平。

5.3 两者融合对城市基础设施高质量发展的推动作用

城市地下管网与智能监控技术的融合,将为城市基础设施高质量发展提供重要支撑。通过提升地下管网的智能化水平,可有效降低管网故障发生率,减少资源浪费与环境风险,保障城市基础设施的稳定运行。同时,两者融合产生的海量管网运行数据,可为城市规划、基础设施优化布局提供数据支持,推动城市基础设施建设更加科学、合理。此外,该融合模式可带动智能监控设备制造、软件研发、运维服务等相关产业的发展,形成新的经济增长点,为城市基础设施高质量发展注入新动力,助力建设更加智慧、宜居、可持续发展的现代化城市。

6 结论

本文围绕城市地下管网建设与智能监控技术的结合展开研究,通过分析城市地下管网建设的现状与现存问题,梳理适配的智能监控技术类型,探讨两者结合的应用路径,提出推动融合的优化策略,并展望未来发展趋势。研究表明,传统城市地下管网建设与运维模式已难以适应城市化发展需求,而智能监控技术的融入为解决管网规划滞后、运维低效、故障应对能力弱等问题提供了有效方案。通过在管网规划设计、施工建设、运维管理各阶段落实智能监控技术,完善标准体系、加强技术研发、提升人员能力,可实现城市地下管网的智能化升级。

参考文献

- [1] 贺承冬,宋振贤. 我市稳步推进城市地下管网建设改造[N]. 张掖日报, 2025-08-06(001).
- [2] 丛联宇. 智慧城市地下管网信息化建设关键技术探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(S1): 195-198.
- [3] 王永战. 管网建设扎实城市里子厚实[N]. 人民日报, 2024-03-21(004).
- [4] 王凯,刘鹏飞. 城市级地下管网BIM建设及应用[J]. 测绘通报, 2022, (11): 132-134.