

The Importance of Intelligent Construction of Urban Underground Integrated Pipeline

Yaye Zhang

Zhongshui Huachuang International Engineering Design Consulting Co., Ltd., Haikou, Hainan, 570208, China

Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the intelligent construction of underground pipeline system has become increasingly important. This paper focuses on the analysis of the intelligent pipeline management system in improving the efficiency of urban infrastructure management, disaster prevention and reduction, environmental pollution control and energy saving and consumption reduction. The application of intelligent technology in pipeline monitoring, fault warning, precise positioning and automatic inspection is expounded, and its potential in improving the comprehensive competitiveness of cities and realizing green development is demonstrated.

Keywords

city; underground integrated pipeline; intelligent; significance

建设城市地下综合管道智能化的重要性

张亚叶

中水华创国际工程设计顾问有限公司, 中国·海南海口 570208

摘要

随着城市化进程的加速, 地下管道系统的智能化建设变得日益重要, 论文重点分析了智能化管道管理系统在提高城市基础设施管理效率、防灾减灾、环境污染控制以及节能降耗等方面的作用。通过阐述智能技术在管道监测、故障预警、精准定位与自动化巡检中的应用, 展示了其在提升城市综合竞争力和实现绿色发展的潜力。

关键词

城市; 地下综合管道; 智能化; 重要性

1 引言

城市地下管道系统作为现代城市基础设施的重要组成部分, 其管理与维护直接影响到城市的运行效率和安全性。传统的管道管理方式已经不能满足当前快速发展的城市需求, 而引入智能化技术可以为管道管理带来革命性的变化。通过智能监测、数据分析和自动化控制, 城市地下综合管道的管理能够实现更高效的资源配置、精确的故障预警以及实时的环境监控。这些技术的应用既能提升城市运营效率, 还能为实现绿色发展、应对灾害及改善公共服务提供坚实的基础。

2 提高城市基础设施管理效率

2.1 管道监测与故障预警

在城市地下管道智能化建设的进程中, 传统的管道管理依赖人工巡检, 往往面临效率低、误差大、反应慢等问题。

尤其是在复杂的城市环境中, 地下管道遍布整个城市, 涉及到水、电、气等多个领域, 且因埋设深、环境恶劣, 极易发生老化、破损、泄漏等隐患, 传统的手动检查不仅耗费大量时间与资源, 且无法实时掌握管道的健康状态。为了解决这一问题, 通过应用传感器技术、物联网技术和大数据分析, 智能化管道监测系统能够对管道的各项运行参数(如压力、温度、流量、振动等)进行24小时不间断的监测(如图1所示)。这些传感器实时收集的数据, 经过数据传输系统传送到中央管理平台, 在大数据的支持下, 系统能自动进行分析与处理。一旦监测到管道状态出现异常(如压力过大、温度异常或出现微小的泄漏), 系统能够迅速发出预警信息, 及时告知管道维护人员, 从而避免事故的发生或扩大。而这种高效的预警机制既能提升管道故障的响应速度, 更可使城市基础设施管理能够实现“主动维护”, 而不是等问题发生后再进行修复, 从而减少突发事件的发生概率。例如, 某些管道监测系统能够通过声波、气体传感等手段, 精准探测管道内部的微小裂纹或泄漏, 并通过人工智能算法预测潜在故障的发生时间与位置。同时, 系统可以基于数据分析预测管

【作者简介】张亚叶(1988-), 女, 黎族, 中国海南陵水人, 本科, 工程师, 从事给水排水工程研究。

道的老化趋势,通过对管道使用寿命的精确估算,为维修计划的制定提供数据支持,这种从预警到预测的管理方式,能有效延长管道的使用寿命,降低维护成本,并减少因突发故障带来的社会经济损失。



图1 城市地下综合管道智能化监测示意图

2.2 精准定位与维护

随着城市化进程的加快,传统的管道管理方式依赖人工检查和经验判断,存在响应慢、定位不准确等问题,会导致大量的资源浪费和不必要的维修成本。而在智能化管理系统中,精准定位技术通过综合运用全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)以及传感器技术,能够实时追踪和定位地下管道的位置。这一技术的应用,可以避免传统人工排查的盲目性与低效性,大大缩短故障诊断和修复的时间,例如通过在管道中布设传感器,结合GIS地图系统,操作人员可以清晰查看到管道的走向、深度、周围环境等信息,确保在维修或改建过程中,定位精准无误,极大减少人为错误和资源浪费。同时,在精准定位技术的基础上,智能化维护系统可以实现对管道的“主动健康管理”,传统的管道维护主要是以事故为导向,等到管道发生故障或泄漏后才进行处理,这种被动维护模式既能增加管道的停运时间,还可能带来巨大的经济损失^[1]。而智能化维护系统则是基于传感器、监控设备和大数据分析,能够实时监测管道的运行状态,识别管道潜在的安全隐患。通过对管道各项指标(如压力、流量、温度等)的实时监控,系统能够提前预警管道出现的异常情况,如压力过高、泄漏风险等,从而实现提前维护,防患于未然。再者,智能化维护系统的核心优势是能够根据实时数据进行精准预测和决策,例如系统通过对管道运行数据的分析,能够预测管道老化、腐蚀的速度以及可能的故障发生时间,进而制定个性化的维护计划。通过这种基于数据驱动的预测性维护,城市管理部门可以根据管道的实际情况,科学合理地安排维修工作,避免无谓的频繁检查和过度维护,并提高管道系统的整体运行效率和使用寿命。

2.3 自动化巡检与无人值守

随着城市地下管道系统的日益复杂,传统巡检方式依赖人工逐点检查和记录,往往需要投入大量人力物力,且无法做到24小时不间断的监控,这种模式既存在时间上的滞后,导致一些潜在故障未能及时发现,还容易受到人为因素

的影响,增加管理的不确定性。而在自动化巡检系统中,通过集成传感器、摄像头、无人机和机器人等先进设备,管道的各个部分可以实现全天候、不间断的自动巡检。这些设备能够实时收集管道状态数据(如压力、温度、湿度、腐蚀情况等),并通过数据传输系统将信息上传至中央管理平台,供管理人员进行实时分析与决策。同时,在一些复杂或危险的环境中,人工巡检不仅成本高昂,还可能面临安全风险。而无人机巡检能够灵活地飞行,精准地拍摄管道的外部情况,通过高清图像识别技术,自动识别裂缝、沉降或其他潜在问题。无人机配备的传感器和热成像技术,还可以探测到管道的温度异常或泄漏现象,及时捕捉到肉眼无法发现的细节,这些数据通过云平台实时上传后,后台系统能够自动生成巡检报告,并及时向工作人员发出警报,确保问题能够在最短的时间内被发现并处理^[2]。此外,传统的管道管理系统需要大量人工参与数据录入、检查记录等工作,而无人值守系统可以将人工干预降到最低。通过自动化的巡检与监控,管道管理系统能够自主运行,定期执行预定的任务,如定时检查、数据采集、设备自我诊断等,即便在夜间或节假日,系统也能持续工作,确保管道系统的稳定性与安全性。

3 保障城市安全与可持续发展

3.1 防灾减灾能力增强

在城市的地下综合管道系统中,管道系统的损坏或故障,尤其是在自然灾害发生时会引起严重的次生灾害。而智能化管道系统能够在灾害发生之前,通过实时监测与数据分析进行预警,当灾难性事件,如地震、洪水、暴雨等自然灾害发生时,地下管道系统会受到严重的物理冲击或水浸,而智能监测系统能够及时探测到这些潜在的威胁。借助传感器技术、物联网和大数据分析,系统可以实时监控管道的压力、温度、水位、水质等多种指标,一旦检测到异常数据,如管道压力剧烈波动、温度升高等,系统会立即发出预警信号。这种早期预警功能能够让城市管理者和应急响应部门在灾害发生前做出迅速反应,从而减少灾害带来的破坏,例如在暴雨引发的城市内涝情况下,智能系统通过实时监控管道的流量和水位,能够及时调节排水系统的工作,避免管道超负荷运行导致的堵塞或溢出,最大程度降低洪水对城市基础设施和民众生活的影响。同时,在灾害发生后,传统的手动巡检和人工维修常常面临着响应时间长、效率低、修复质量难以保证等问题,尤其在灾后紧急情况下,人工干预往往无法快速有效地解决问题。而智能化管理系统能够自动识别管道的受损区域,并提供具体的修复建议,减少依赖人工的时间和精力。通过智能化技术,如无人机巡检、机器人维修等,管道系统可以在灾后迅速完成巡查和修复,大大缩短管道恢复的时间,减少灾后对城市的影响,例如在地震发生后,智能系统能够快速定位管道破裂的具体位置,结合无人机或机器人进行高效检查和自动修复,确保供水、供电、排水等基

础服务的恢复速度。

3.2 环境污染控制

在现代城市化进程中,管道系统的安全性与管理质量直接影响着城市的环保水平,特别是在污水、废气和有害物质的处理与排放方面。现代智能化系统通过嵌入传感器与物联网技术,能够对管道中的水质、气体成分、温度、压力等参数进行24小时实时监控,这些传感器既能够检测到常见的污染物质,如有毒气体、重金属或工业废水,还能识别管道系统的异常状态,如泄漏、阻塞或腐蚀等问题。这种实时数据采集与分析,能够在污染源开始泄漏时发出警报,提醒管理人员采取应急措施,从而防止污染扩散,最大限度减少环境污染的风险。例如,当污水管道发生渗漏或超标排放时,智能监测系统能够根据传感器检测到的水质变化,迅速判断出污染物质的种类及浓度,并结合位置数据,定位泄漏点。通过这一精准的定位,修复工作能够迅速展开,避免大量污染物流入水体或土地,从而减少环境损害^[1]。同时,随着人工智能技术的发展,管道管理系统能够根据历史数据和预测模型预测潜在的污染风险,对管道可能发生的泄漏、腐蚀等问题做出预测,提前做好防范措施,进一步提升城市的环保水平。此外,智能化系统还能帮助城市在资源优化和节能降耗方面实现更大突破,通过大数据与云计算的结合,管道系统能够实现动态调度和资源分配,确保污水和废气的处理过程更加高效,例如系统可以根据污水处理厂的实时负荷情况,智能调整处理流程,确保各类污染物得到最大程度的降解和处理。通过这种精细化的资源管理,城市在减少污染时,还能够提高能源使用效率,降低运行成本。

3.3 节能降耗与资源优化

在城市地下综合管道的智能化建设中,随着城市化的不断推进,基础设施的建设和管理对能源消耗和资源使用的需求日益增长。由于传统管道管理通常依赖定期人工巡检和经验判断,这种方式往往存在效率低、响应迟缓和能耗浪费等问题。而智能化系统则通过传感器、物联网和大数据技术,能全天候地对管道状态进行监控,实时采集管道的运行

数据,精确分析每个管道节点的能耗和资源流动,例如在供水系统中,智能管道管理能够通过压力、流量等传感器的实时数据,自动调整水泵的运行模式,避免因压力过高或水流过大造成的能源浪费。系统能够根据需求预测,自动调整能源供应,从而大大减少不必要的能量消耗。同时,智能化管道管理还可通过优化管道资源的调度,达到最大限度地提高资源利用效率的目标。对于城市的污水处理、供暖、供电等多个管道系统,智能化系统能够根据实时的数据反馈,精确调控每个环节的工作状态,例如供暖系统的智能化管道管理系统通过温度传感器实时监控每个区域的温度变化,并根据室内需求调整管道流量和热源供应,避免过度供热带来的能源浪费。通过这种动态调整,系统能够高效利用现有资源,降低不必要的能耗,并减少资源的过度消耗,从而实现节能和成本的双重效益。此外,智能化管道系统通过对历史数据的分析,能够预测和避免潜在的资源浪费,例如系统能够识别出哪些管道段存在能效不高的问题,进而通过维护、修复或改造措施,优化管道的运行效率。对于长期消耗大量能源但效果不显著的管道,智能系统还可以建议改进措施或替换更高效的设备。

4 结语

综上所述,建设城市地下综合管道的智能化管理系统,既是提高城市基础设施管理效率的必然要求,更是保障城市安全、促进可持续发展的重要措施。通过智能化技术的广泛应用,管道监测、资源优化与故障预警等方面可以得到显著提升,这不仅能帮助城市更好地应对各种挑战,优化资源配置,还能为城市的绿色转型和智能化发展奠定基础。

参考文献

- [1] 杨勇.城市地下综合管廊建设中的防水施工技术[J].智能建筑与智慧城市,2019(9):110-111+114.
- [2] 张巍.城市地下综合管廊的现状与发展探索[J].工程技术研究,2019,4(13):28-29.
- [3] 刘斌.城市地下综合管廊建设存在的问题与应对措施探讨[J].低碳世界,2019,9(5):129-130.