

智慧水务系统在城市供水管网漏损控制中的应用研究

曾易平

中铁二院成都工程检测有限责任公司 四川成都

【摘要】智慧水务系统的引入为城市供水管网漏损控制提供了全新的管理模式。通过大数据、物联网和人工智能等技术的融合应用，能够实现管网运行的实时监测、异常预警和精准定位，大幅提升了漏损检测与修复的效率。研究表明，智慧水务不仅可以有效降低管网漏损率，还能促进水资源的集约利用和供水企业的精细化管理。本研究以智慧水务系统在城市供水管网漏损控制中的应用为核心，重点探讨其技术路径、运行机制及实践效果，提出优化策略与实施建议，以期为我国城市供水管网的高效运维与水资源的可持续利用提供参考。

【关键词】智慧水务；城市供水管网；漏损控制；大数据；物联网

【收稿日期】2025 年 7 月 14 日

【出刊日期】2025 年 8 月 12 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250356

Research on the application of smart water supply systems in leakage control of urban water supply pipe networks

Yiping Zeng

Creec Chengdu Engineering Inspection Co., Ltd. Chengdu, Sichuan

【Abstract】The introduction of smart water supply systems has provided a brand-new management model for the leakage control of urban water supply pipe networks. Through the integrated application of technologies such as big data, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence (AI), real-time monitoring of pipe network operations, abnormal early warning, and precise positioning can be realized, which significantly improves the efficiency of leakage detection and repair. Studies have shown that smart water supply not only effectively reduces the leakage rate of pipe networks but also promotes the intensive utilization of water resources and the refined management of water supply enterprises. Focusing on the application of smart water supply systems in the leakage control of urban water supply pipe networks, this research mainly explores their technical paths, operation mechanisms, and practical effects, and puts forward optimization strategies and implementation suggestions. It is expected to provide references for the efficient operation and maintenance of urban water supply pipe networks and the sustainable utilization of water resources in China.

【Keywords】Smart water supply; Urban water supply pipe network; Leakage control; Big data; Internet of things (IoT)

引言

城市化进程的加快使得供水管网的安全运行和水资源的高效利用面临更大挑战。管网漏损不仅导致大量水资源的浪费，还会增加供水企业的运营成本，甚至影响居民生活质量。传统的漏损控制手段多依赖人工巡检和经验判断，效率低下，难以满足现代城市发展的需要。在此背景下，智慧水务系统的出现为管网漏损控制提供了新的解决思路。该系统通过物联网传感器实时采集管网运行数据，利用大数据与人工智能技术进行综合分析，实现对漏损的动态监测与智能管控。本文将从智慧水务系统的构建与应用出发，探讨其在城市

供水管网漏损控制中的关键作用，并分析其在提升城市供水管理水平和保障水资源可持续利用方面的意义。

1 城市供水管网漏损问题的现状与挑战

城市供水系统是保障居民生活与城市经济运行的关键基础设施，而管网漏损问题却长期存在并难以根治。在许多城市的实际运行中，管道老化、接口不严密、施工质量差以及后期维护不足，都会造成不同程度的水资源流失。漏损不仅导致水资源利用效率下降，也使得供水企业面临巨大的运营压力^[1]。尤其在水资源紧张的地区，漏损问题加剧了水资源供需矛盾，使得水资源配置效率降低。供水系统的复杂性还使得漏损情况往

往呈现隐蔽性和持续性,难以通过传统手段进行及时发现和处理。这种情况下,管网漏损逐渐成为制约城市供水系统可持续运行的核心瓶颈。

在现有的管网运行环境中,漏损问题表现出明显的多样性和复杂性。一方面,老旧城区的地下管网埋设时间久远,管道材质多为灰口铸铁或钢管,耐腐蚀性不足,随着使用年限增加,漏损发生的频率也不断上升。另一方面,新区管网虽然铺设年代较近,但在快速建设过程中常常忽视了施工规范与质量控制,导致运行初期就存在较多隐患。城市交通荷载增加、地质条件变化以及第三方施工挖掘等外部因素,也频繁造成管道破损和渗漏。漏损发生后,不仅会增加无效供水量,还可能导致局部水压波动,影响供水服务质量,甚至危及城市公共安全。

传统的漏损检测与管控方式以人工巡检和定期维护为主,这种方式存在效率低、覆盖范围有限、应对滞后等缺陷。由于管网分布范围广,埋设深度大,人工排查往往难以及时发现微小漏点,直到漏损量显著增加或居民用水受影响时才暴露问题。漏损问题的定位与修复往往需要大量时间和人力,导致处理周期长、成本高昂。在这种背景下,单纯依靠传统管理手段已经无法满足现代城市对供水安全与高效管理的要求,亟需借助新一代信息技术的介入,推动管网漏损控制向智能化、精细化方向发展。

2 智慧水务系统在管网监测中的关键技术应用

智慧水务系统的建设依托物联网、大数据和人工智能等新兴技术,为管网漏损控制提供了精准高效的技术支撑。在管网监测过程中,物联网传感器能够实现压力、流量、水质等关键运行参数的实时采集,通过分区计量与分级监控方式形成完整的管网运行数据库。这些数据经过大数据平台的集中处理,可以快速识别异常波动情况,从而对可能发生的漏损事件进行提前预警。与传统依赖人工经验判断相比,这种基于实时数据的监测方式具备更高的准确性与响应速度,为管网管理提供了全新的模式。

在智慧水务系统中,人工智能算法的应用进一步提升了监测的智能化水平。通过建立基于历史数据的模型,能够对管网运行的规律进行深度学习,并对不同区域、不同管径以及不同供水模式下的运行状态进行动态预测。当系统检测到数据偏离正常波动范围时,算法能够迅速判断是否存在漏损风险,并给出可能发生的位置^[2-6]。这种预测性分析不仅能够减少漏损问题的反应时间,还可以有效降低人工排查的盲目性,大幅提

高管网维护的精准度。GIS 地理信息系统的引入,使得漏损数据能够与空间位置直观结合,便于管理人员进行可视化决策。

智慧水务系统还强调系统间的协同与融合。在实际应用中,管网监测不仅依赖单一技术,而是通过传感网络、无线通信、云计算平台和控制终端的有机结合,实现了多层级、多维度的数据互通。这种一体化架构打破了传统供水管理的割裂状态,使得管网运行状态能够被全面掌控。通过远程监控中心,管理人员可以实时了解全市范围内的供水运行情况,并根据系统预警开展有针对性的巡检与抢修工作。这样的技术应用极大缩短了问题发现与处理的时间差,使得供水企业能够从被动响应逐步转向主动防控,显著提升了城市供水系统的整体运行效率。

3 基于智慧水务的漏损控制策略与实践路径

在智慧水务系统的支持下,漏损控制不再仅仅是被动的修复行为,而是形成了从监测、分析到决策和执行的全链条闭环。通过建立分区计量与分区管理的模式,供水企业能够对管网的运行状态进行更为精细的把控。每个分区都设有独立的流量和压力监测点,当某一区域出现异常变化时,可以迅速锁定潜在漏损位置。这种分区化管理方式将大规模管网问题拆解为小单元,有助于提升漏损检测的效率和准确度,并在最短时间内开展针对性的修复工作。

在具体实践中,智慧水务的应用不仅改变了漏损监测的模式,还推动了管网维修方式的深刻转型。传统的漏损处理大多依赖大范围开挖和人工检修,这种方式往往费时费力,不仅成本高昂,还容易对道路、绿化等市政设施造成二次破坏。而在智慧水务框架下,借助声学检测、负压检测以及智能巡检机器人等先进技术,能够在不开挖或少开挖的条件下实现对漏点的精准定位^[7]。这些技术通过与实时数据分析相结合,不仅能够快速锁定漏损点的位置和性质,还能评估其发展趋势,从而大幅缩短抢修周期,减少资源浪费。无人机巡检、地理信息平台等新兴手段的不断拓展,突破了传统检测的空间和时间限制,使得管网维护更加高效、智能,整体运维水平实现了质的提升。

智慧水务在漏损控制中的应用还体现在管理机制的优化。通过建立基于数据驱动的决策体系,供水企业可以制定更为科学的维护计划。系统会根据历史运行情况和预测模型,提前识别潜在的高风险区域,并合理安排维护资源。这种方式有效避免了资源浪费,使得有限的资金和人力能够投入到最需要的环节。智慧水务

还推动了信息共享与多方协作,供水企业、政府部门和公众之间形成了互动机制。当漏损问题发生时,公众能够通过移动端平台进行信息反馈,政府可以协调资源,而供水企业则快速实施修复,从而构建起一个高效的社会化管控体系。

4 智慧水务在供水管网运维中的综合效益分析

智慧水务系统在供水管网运维中的应用不仅带来了漏损率的显著下降,还实现了水资源利用效率的提升。通过实时监测与精确定位,供水企业能够大幅减少无效供水量,从而降低生产与输配环节的能耗和费用。在能源日益紧张和水资源短缺的背景下,这种节能减耗的效果不仅具有经济意义,更具有环境保护价值。智慧水务系统通过对水资源的优化配置,为城市可持续发展提供了重要保障。

在运营管理方面,智慧水务的应用不仅推动了供水企业从粗放型管理向精细化管理的深度转型,还进一步重塑了传统的运行模式。依托大数据平台,企业能够对管网运行状态进行动态掌控,实时捕捉流量、水压、水质等多维度信息,并通过科学建模与智能分析,精准识别潜在隐患。这种以数据驱动的方式,使企业能够制定更为合理的考核指标和维护计划,形成闭环管理机制,从而在保障供水安全的同时提高运维效率^[8]。更为重要的是,智慧水务将运维管理与服务质量深度融合,居民能够持续享受到稳定、可靠和优质的供水服务,用户体验显著改善。对于企业而言,降低风险和成本的还提升了市场竞争力和社会信誉,形成可持续发展的长效机制。这种由技术赋能带来的系统性提升,标志着城市供水行业正逐步迈向智能化、科学化的新阶段。

智慧水务带来的综合效益还体现在社会层面。漏损率的下降意味着水资源浪费的减少,有助于缓解城市水资源紧张的矛盾。智慧水务的推广推动了相关产业链的发展,包括传感器制造、信息平台建设以及智能维护设备的研发与应用,这些产业的发展不仅促进了技术进步,也带动了就业与经济增长。更为重要的是,智慧水务提升了公众对水资源保护的认知,通过透明化的信息平台,居民能够直观感受到节水与漏损控制的成果,从而形成良性的社会共识。这种社会效益与经济效益的叠加,为智慧水务在城市供水系统中的深入

应用奠定了坚实基础。

5 结语

智慧水务在城市供水管网漏损控制中的应用,体现了信息技术与水务管理的深度融合。通过实时监测、智能分析与精准维修,不仅有效降低了漏损率,还提升了供水系统的稳定性与可靠性。其推广应用使供水企业逐步实现由经验管理向科学管理的转型,推动水资源的集约化与可持续利用。智慧水务在经济、社会与生态效益方面形成了综合优势,为缓解水资源紧张、提升居民生活质量和促进城市现代化建设提供了坚实支撑,具有广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 唐作寿,李亚洁,冯宜伟,等. 全天候城市智慧水务平台顶层设计与关键技术研究[J]. 供水技术,2025,19(04):6-9+30.
- [2] 许海波,于志明. 智慧水务综合管理平台建设及关键技术研究[J]. 测绘与空间地理信息,2025,48(05):72-74.
- [3] 段昌松. 智慧水务建设研究[J]. 智能城市,2025,11(05):131-133.
- [4] 胡明昭. 智慧水务系统在城市供水管理中的创新应用与实践[J]. 水上安全,2025,(09):16-18.
- [5] 刘奕呈. 智慧水务建设现状及发展趋势[J]. 合作经济与科技,2025,(09):135-137.
- [6] 包晓玲,师亚萍. 科技赋能智慧水务打造民生服务新标杆[N]. 安徽科技报,2025-04-16(002).
- [7] 张勉,李梦琦,李雯静,等. 基于 GIS 技术的智慧水务城市综合管理平台研究[J]. 绿色建造与智能建筑,2025,(04):157-159.
- [8] 付晓峰,张昊哲. 数字赋能清流永续智慧服务润物无声[N]. 济南日报,2025-03-24(003).

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

