 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i6.10791

Exploration of the Application of Internet of Things Technology in Urban Smart Drainage Systems

Bowen Tian Weifeng Dong Xing Yang

519 Team ofNorth China Geological Exploration Bureau, Baoding, Hebei, 071051, China

Abstract

With the accelerating urbanization process and frequent occurrences of meteorological disasters such as extreme rainfall, the shortcomings of traditional urban drainage systems—characterized by passive response, manual maintenance, and information silos—have become increasingly apparent, failing to meet the core demands of urban lifeline infrastructure development, integrated smart water management, and public safety assurance. From an engineering professional perspective, this paper integrates specialized technologies including smart pipeline networks, IoT sensors, and geographic information platforms to systematically examine the significance, existing challenges, and optimal implementation pathways of IoT applications in urban smart drainage systems. By synthesizing real-world engineering cases and practical technical experiences, it identifies key integration points between IoT technology and various components of drainage systems, providing theoretical insights and practical references for enhancing the efficiency of urban smart drainage systems, strengthening urban water security defenses, and advancing smart water management and urban infrastructure development.

Keywords

Internet of Things technology; smart drainage system; existing issues; application approaches

物联网技术在城市智慧排水系统中的运用探究

田博文 董伟峰 杨星

华北地质勘查局五一九大队，中国 · 河北 保定 071051

摘 要

当前城市化进程持续加快，极端降雨等气象灾害频发，传统城市排水系统“被动应对、人工运维、信息孤岛”的弊端日益凸显，已难以满足城市生命线建设、智慧水务一体化发展及民生安全保障的核心需求。本文立足工程师专业视角，结合智慧管网、物联传感器、地理信息平台等相关专业技术，系统探究物联网技术在城市智慧排水系统中的运用意义、现存问题及高效运用路径，通过整合实际工程案例与技术实操经验，明确物联网技术与排水系统各环节的融合要点，为推动城市智慧排水系统提质增效、筑牢城市水安全防线、赋能智慧水务及城市生命线建设提供理论参考与实践借鉴。

关键词

物联网技术；智慧排水系统；存在问题；运用路径

1 引言

近年我国城市化率不断提升，城市建成区面积持续扩大，人口集聚效应日益明显，加之全球气候变化引发的极端降雨、暴雨内涝等灾害频发，传统城市排水系统面临着前所未有的压力，与此同时，我国智慧水务、城市生命线建设相关政策持续推进，2026 年 1 月 1 日《生态环境监测条例》正式施行，明确要求加快建立现代化生态环境监测体系，推动物联网等技术在监测领域规模化应用。基于此，本文聚焦物联网技术在城市智慧排水系统中的运用，结合专业实践经验，深入分析其运用意义、现存问题，并提出针对性的优化路径，旨在推动物联网技术与城市智慧排水系统深度融合，助力城市排水系统实现智慧化转型。

【作者简介】田博文（1984–），女，中国河北保定人，本科，副高级工程师，从事物联传感器，智慧排水，智慧供水，智慧水务研究。

2 物联网技术在城市智慧排水系统中运用的意义

2.1 助力城市生命线建设，筑牢城市水安全防线

城市排水系统承担着雨水排放、污水输送、防涝减灾的核心功能，其安全稳定运行关系城市的正常运转与居民的生命财产安全。物联网技术通过在排水管网、泵站、雨水口、低洼易涝点等关键节点部署物联传感器，能够实现对排水系统运行状态的全方位、实时化、精细化监测，打破传统排水系统的“信息黑箱”[1]。举例来说，在地下排水管网中部署流量传感器、压力传感器、液位传感器，可实时采集管网内

水流速度、水位、压力等关键参数，精准识别管网淤积、堵塞、破损等隐患；在低洼易涝点部署雨量传感器、积水传感器，可实时监测降雨量与积水深度，结合地理信息平台实现隐患点位的精准定位，提前发出内涝预警。

2.2 推动智慧水务一体化发展，提升行业管理效能

物联网技术的运用，能够实现排水系统与供水系统、污水处理系统的信息互通、协同联动，构建“源 - 网 - 站 - 厂 - 河”全链条数字化管理体系。通过物联网平台整合排水管网监测数据、泵站运行数据、污水处理数据等，能够实现对排水系统运行状态的全局把控，优化排水调度方案，提升排水系统的运行效率，同时物联网技术能够实现排水系统的智能化运维，通过传感器实时监测设备运行状态，提前预判设备故障，减少人工巡检成本，提升运维效率。通过物联网网关、云平台、应用系统的协同作用，可实现泵站运行状态的全方位监测与智能故障诊断，大幅减少了人工成本，延长了设备寿命。

2.3 赋能相关专业落地，拓展技术应用场景

作为工程师，在实践工作中深刻体会到，城市智慧排水系统的建设并非单一技术的应用，而是多专业技术的融合共生，物联网技术作为核心纽带，能够将各专业技术有机结合，发挥协同效应。智慧管网技术依托物联网传感器实现管网的精准监测与智能化管理，物联网技术的运用为智慧管网提供了实时、精准的数据支撑，推动智慧管网技术在城市排水领域的规模化应用；物联传感器作为物联网技术的核心组成部分，其研发与应用能够满足排水系统多参数、高精度监测的需求，同时推动传感器技术的升级迭代，拓展传感器在地下管网、恶劣环境下的应用场景；地理信息平台与物联网技术的融合，能够实现排水管网、隐患点位、泵站等设施的空间可视化管理，精准定位设施位置与运行状态，为排水系统的规划、建设与运维提供空间数据支撑 [2]。

3 物联网技术在城市智慧排水系统中运用存在的问题

3.1 技术适配性与协同性不足

城市排水管网多深埋地下，潮湿、腐蚀性强且光线匮乏，部分管网老化严重、管径参差不齐，现有部分物联网设备难以适应这种复杂工况，稳定性大打折扣，故障频发的同时，监测数据的精准度也无法得到有效保障，如水下传感器寿命短、抗干扰能力弱，在地下管网的潮湿环境中易出现数据漂移，影响监测效果；部分通信设备在地下密闭环境中信号传输不稳定，导致数据传输延迟、丢失等问题。各物联网设备、系统之间的协同性不足，存在“信息孤岛”现象。目前，城市智慧排水系统中部署的物联网设备来自不同厂家，设备规格、通信协议、数据格式不统一，导致不同设备、不同系统之间无法实现高效的数据互通与协同联动，同时异构网络融合技术不成熟，4G、5G、NB-IoT 等通信技术的衔接不够顺畅，进一步降低了系统的协同性。

3.2 落地深度与场景拓展不够

物联网技术在城市智慧排水系统中的应用，尚未突破基础监测的浅层局限，场景覆盖的广度与应用落地的深度均存在明显不足，未能将其智能化优势充分释放。多数城市的智慧排水系统，仅能完成排水管网水位、流量、雨量等基础参数的采集与简单预警，对于排水系统智能化调度、设备故障精准诊断、管网寿命科学预测等深层次应用场景，缺乏足够的挖掘与探索。物联网技术在城市智慧排水系统中的应用场景较为单一，多集中在城市主干道、大型泵站等重点区域，对于老旧小区、城中村、郊区等区域的覆盖不足，导致这些区域仍存在监测盲区，排水隐患难以被及时发现。物联网技术在排水系统的规划、设计、建设等前端环节的应用较少，多集中在运维环节，未能实现全生命周期的智能化管理。

3.3 成本、人才与标准缺失

成本压力偏高、专业人才短缺，两大难题相互交织，共同制约着物联网技术在城市智慧排水系统中的规模化推广与长效运行。物联网技术的部署与运维涉及设备采购、安装调试、网络搭建、后期维护等多个环节，前期投入资金量大，后期运维成本也居高不下。人才层面城市智慧排水系统的物联网运用需要既掌握物联网技术、又熟悉排水系统专业知识的复合型人才，而目前这类人才较为匮乏，如传统排水行业的从业人员多擅长排水系统的运维与管理，缺乏物联网技术相关的知识与技能，无法熟练操作物联网设备与系统。

3.4 统筹协调与安全管控薄弱

统筹协调机制的不完善与安全管控能力的薄弱，进一步削弱了物联网技术在城市智慧排水系统中的应用效能。城市智慧排水系统建设涉及水务、住建、环保、气象等多个部门，各部门职责划分不够清晰，缺乏高效的协同联动机制，导致物联网技术的部署与应用缺乏系统性统筹规划，如水务部门负责排水系统的运维，气象部门负责降雨监测，环保部门负责污水排放监测，各部门之间的数据无法及时共享，协同联动不足，导致物联网技术无法充分发挥其预警、调度的优势，在极端降雨天气下难以形成防控合力。

4 物联网技术在城市智慧排水系统中高效运用的路径

4.1 技术优化：提升适配性与协同融合能力

立足城市排水管网地下潮湿、腐蚀性强、信号薄弱的实际工况，有针对性开展物联网设备研发与升级，才能让技术真正贴合排水系统运行需求。优化物联网设备的适配性能，结合城市排水系统的复杂运行环境，开展设备研发与升级改造。针对地下管网潮湿、腐蚀性强、信号差的特点，研发防水、防腐、抗干扰、低功耗的物联网传感器与通信设备，提升设备的稳定性与使用寿命，例如，采用工业级标准设计物联网网关，支持宽电压供电，能够在 -25℃至 +75℃的

严酷环境下稳定工作，同时优化通信模块，采用 4GCat-1、NB-IoT 等技术，确保地下环境中数据传输的稳定性 [3]。针对不同管径、不同老化程度的管网，优化传感器的安装方式与监测参数，确保监测数据的准确性。建立统一的物联网技术标准，明确设备规格、通信协议、数据格式等，推动不同厂家的设备兼容，实现数据互通共享；构建统一的物联网平台，整合排水管网监测系统、泵站控制系统、内涝预警系统、地理信息平台等，实现各系统之间的协同联动，为管理人员提供全局化的决策支撑。

4.2 场景拓展：深化应用落地，适配细分领域

要让物联网技术的价值在城市智慧排水系统中充分释放，不能局限于基础监测的浅层应用，必须向更广阔的场景延伸、向更深层次的落地发力。全生命周期、全区域的智能化覆盖，既是物联网技术的应用目标，也是推动排水系统提质升级的关键方向。结合物联网监测数据，构建排水系统智能调度模型，根据降雨量、管网水位、泵站运行状态等参数，自动优化调度方案，提升排水系统的运行效率，同时利用物联网传感器实时监测设备运行状态，结合大数据分析技术，提前预判设备故障，实现故障精准诊断与及时处置，减少设备故障对排水系统运行的影响。拓展物联网技术的应用场景，实现全区域、全环节覆盖，如扩大物联网设备的部署范围，覆盖老旧小区、城中村、郊区等薄弱区域，消除监测盲区，确保排水隐患能够被及时发现。

4.3 管理完善：强化统筹协调与安全管控

物联网技术在城市智慧排水系统中的高效运转，离不开完善的管理体系与坚实的管控保障。强化跨部门统筹协同，构建权责清晰、联动高效的工作机制，明确水务、住建、环保、气象等各部门的职责分工，加强各部门之间的数据共享与联动配合，形成防控合力，如气象部门及时共享降雨预警数据，水务部门结合排水系统监测数据，提前制定防汛调度方案，确保极端降雨天气下排水系统稳定运行。物联网技术融入城市智慧排水系统的过程中，安全管控是不可逾越的底线，构建完善的数据安全防护体系，对物联网系统采集的排水监测数据、管网信息等城市基础设施核心数据，实施全方位加密、备份与防护措施，严防数据泄露、篡改、丢失等问题，保障城市基础设施安全；强化网络安全防护，部署防火墙、入侵检测系统等安全设备，严密防范网络攻击，确保物联网设备与系统稳定运行。

4.4 瓶颈破解：优化成本管控、补齐人才短板

成本、人才两大难题的破解，是物联网技术在城市智慧排水系统中规模化推广的前提。两者相互关联、相互影响，需多措并举、协同发力，才能为技术落地扫清障碍、提供支撑。缓解成本压力，加大政府财政专项投入，设立物联网技术应用专项基金，同时鼓励社会资本参与，采用 PPP 等多元化融资模式，减轻财政负担；优化设备采购与运维模式，通过集中采购、批量部署降低采购成本，依托智能化运维减少人工投入，实现降本增效。补齐人才短板，构建高校、企业、科研机构协同的人才培养体系，定向培养兼具物联网技术与排水系统专业知识的复合型人才；开展从业人员常态化培训，提升现有人员综合能力，同时引进高端复合型人才，强化人才支撑。

5 结语

结合全文来看，物联网技术能够有效助力城市生命线建设、推动智慧水务一体化发展、赋能相关专业落地，但目前在技术适配性与协同性、场景落地深度、成本人才标准、统筹协调与安全管控等方面仍存在短板，通过技术优化、场景拓展、管理完善等措施，能够有效破解这些问题，推动物联网技术与城市智慧排水系统深度融合，实现排水系统的精细化、智能化、协同化管理。未来，相关人员应继续完善标准体系，培养专业人才，推动城市智慧排水系统的持续升级，为城市生命线建设筑牢水安全屏障，为城市可持续发展提供有力支撑。

参考文献

[1] 罗彩钦.基于物联网的智慧排水监测系统构建研究[J].网络安全和信息化,2025,(11):58-60.

[2] 杨梅先.物联网技术在城市智慧排水系统中的应用研究[J].中国宽带,2025,21(09):136-138.

[3] 刘甲军,郑春来,张卫见,等.基于物联网技术的智慧排水在线监测系统研究[J].智能城市,2021,7(09):162-164.