

智能排水系统对城市洪涝灾害防治的影响与挑战

毛明军¹ 宋云川²

1. 诸暨市暨阳排水管理有限公司 浙江 绍兴 312000

2. 诸暨市水业建设工程有限公司 浙江 绍兴 312000

摘要: 在全球气候变化与城市化快速发展的当下,城市洪涝问题愈发严峻。本研究聚焦智能排水系统,深度剖析其工作原理,洞察城市洪涝现状,探究其防治影响与面临挑战,全方位展现其在提升城市防洪涝能力中的关键价值,为城市防洪涝实践提供新思路。

关键词: 智能排水系统;城市洪涝灾害;防治影响;挑战

引言

随着全球气候变暖,极端降雨事件日益频繁,城市化进程中不透水面积的大幅增加,城市洪涝灾害正以更高的频率和更大的危害侵袭着现代都市。传统排水系统难以应对复杂多变的洪涝风险,智能排水系统依托先进技术应运而生,有望成为提升城市洪涝防治能力、保障城市安全与可持续发展的核心力量,对城市防灾减灾意义重大。

1 智能排水系统基础与原理

1.1 智能排水系统的组成架构解析

智能排水系统由多个关键部分协同构成。传感器网络作为系统的“感知触角”,在城市排水管网的关键节点、河道、泵站以及易涝区域广泛部署,涵盖雨量传感器、水位传感器、水质传感器等。它们实时采集雨情、水情、水质等关键数据,并迅速传输至控制系统。控制系统宛如“智慧大脑”,通常由中央服务器和智能软件组成,负责接收、分析传感器数据。排水管网则是系统的“血脉”,不仅包括传统的雨水管网、污水管网,还融入了智能阀门、智能井盖等设备,能够根据控制系统指令,灵活调整水流方向与流量。通信网络保障各部分间数据的快速、稳定传输,实现信息互联互通^[1]。

1.2 各类智能技术在排水系统中的应用方式

物联网技术是智能排水系统的基石,它将分散的传感器、设备等连接成一个有机整体,实现数据的实时采集与共享。大数据技术对海量的排水数据进行存储、处理与分析,挖掘数据背后的规律,为决策提供支持^[2]。例如,通过分析历史降雨与排水数据,预测不同区域的洪涝风险。人工智能技术中的机器学习算法可对传感器数据进行实时分析,构建城市排水模型,实现对排水系统

的智能优化。在暴雨来临时,依据模型预测自动调整泵站运行参数,提高排水效率。地理信息系统(GIS)则为排水系统提供可视化平台,直观展示排水管网布局、水流走向等信息,方便管理与决策。

1.3 智能排水系统的运行原理与工作机制阐述

智能排水系统运行时,传感器持续采集城市排水相关数据,并通过通信网络将数据快速传输至控制系统。控制系统运用大数据与人工智能技术,对数据进行深度分析,预测降雨趋势、评估管网排水能力。当监测到降雨量增大或水位上升至警戒值时,系统自动启动预警机制,向相关部门与居民发送警报^[3]。同时,根据分析结果,控制系统向排水管网中的智能阀门、泵站等设备发出指令,优化排水调度。智能阀门自动调节开度,控制水流方向,避免局部积水;泵站调整水泵运行功率,加大排水流量,确保城市排水系统高效、稳定运行,有效应对洪涝威胁。

2 城市洪涝灾害现状与传统防治困境

2.1 城市洪涝灾害的发生特点与危害分析

城市洪涝灾害发生特点显著。近年来,受气候变化影响,暴雨强度增大、持续时间缩短,短时间内大量降水超出城市排水能力。城市化进程中,高楼大厦林立,道路、广场等硬化面积增加,雨水下渗受阻,地表径流迅速汇集,加剧洪涝灾害。洪涝灾害危害巨大,不仅会淹没道路,导致交通瘫痪,影响居民出行与城市正常运转;还会造成房屋进水,损坏居民财产,威胁居民生命安全^[4]。洪涝积水还可能引发污水倒灌,污染城市水环境,传播疾病,对城市生态环境与居民健康构成严重威胁。

2.2 传统排水系统在洪涝防治中的局限性探讨

传统排水系统在洪涝防治方面存在诸多局限。排水管网设计标准相对较低,多依据多年前的降雨数据与城市发展规模,难以应对日益频发的极端降雨。管网老

作者简介: 毛明军,1981年1月,男,汉族,绍兴诸暨人,本科,工程师,研究方向:信息系统集成

化、堵塞问题严重,部分管道使用年限长,出现腐蚀、破裂现象,影响排水能力。传统系统缺乏实时监测手段,无法及时准确掌握雨情、水情变化,导致排水调度滞后。泵站运行多依靠人工经验,难以根据实际情况精准调整,在洪涝发生时,无法迅速有效地排除积水,致使城市内涝频发^[5]。

2.3 现有洪涝防治措施的成效与问题评估

现有洪涝防治措施取得了一定成效。城市建设了一批防洪堤、排涝泵站等工程设施,在一定程度上提高了城市的防洪排涝能力。制定了相关应急预案,在洪涝灾害发生时,能够组织力量进行抢险救灾,减少损失^[6]。但也存在诸多问题,工程设施建设往往分散,缺乏系统性规划,各设施间协同性不足。应急预案在实际执行中,存在信息沟通不畅、物资调配不及时等问题。城市规划中对洪涝风险考虑不够充分,部分建设项目侵占河道、破坏排水系统,削弱了城市自身的防洪排涝能力。

3 智能排水系统对城市洪涝防治的影响

3.1 提升洪涝监测预警能力的作用分析

智能排水系统极大地提升了洪涝监测预警能力。高密度的传感器网络能够实时、精准地采集城市各区域的雨情、水情数据,通过先进的数据传输与处理技术,快速分析并预测洪涝风险。相比传统监测方式,其监测范围更广、精度更高、时效性更强。提前数小时甚至数天发出洪涝预警,为居民疏散、物资调配、抢险准备等争取宝贵时间,有效降低洪涝灾害损失^[7]。系统还能依据历史与实时数据,对不同区域洪涝风险进行分级,针对高风险区域重点监测,通过手机APP、短信等多渠道将预警信息精准推送至相关人员,确保预警信息及时触达。

3.2 优化排水调度与防洪决策的效果探究

智能排水系统依据实时数据,运用智能算法优化排水调度与防洪决策。通过对排水管网流量、水位等数据的分析,合理调整智能阀门开度与泵站水泵运行参数,实现排水资源的高效配置。在洪涝发生时,能迅速判断积水严重区域,优先保障重点区域排水,避免因排水不合理导致的积水蔓延。为城市管理者提供科学、精准的决策支持,提高防洪决策的科学性与及时性。借助地理信息系统(GIS),以可视化形式呈现排水调度方案,直观展示水流走向、各区域排水状况,方便管理者直观把控,进一步优化决策。

3.3 增强城市整体防洪排涝韧性的贡献探讨

智能排水系统显著增强了城市整体防洪排涝韧性。通过实时监测与智能调控,提高城市排水系统应对洪涝灾害的能力,减少内涝发生频率与积水深度。促进城市基

础设施的协同运行,在洪涝期间保障电力、通信等系统正常运转。提升城市应对洪涝灾害的自适应能力,当遭遇不同强度洪涝时,能自动调整运行模式,保障城市基本功能,增强城市在洪涝灾害下的恢复力。系统还能与城市应急管理体系深度融合,整合各方资源,在洪涝灾害全过程实现高效响应,提升城市综合防灾减灾能力^[8]。

4 智能排水系统应用面临的挑战

4.1 技术层面的难题剖析

技术层面挑战重重。传感器在复杂的城市环境中,易受电磁干扰、污水腐蚀等影响,导致数据准确性下降。智能算法在处理海量、复杂数据时,存在运算速度慢、模型适应性差等问题,难以满足实时决策需求。不同厂家的智能设备与软件系统间,存在通信协议不统一、数据格式不一致等兼容性问题,阻碍系统集成与协同运行。网络安全也是一大隐患,智能排水系统易遭受网络攻击,数据泄露或系统瘫痪将严重影响城市防洪排涝安全。

4.2 资金与成本方面的挑战探讨

资金与成本方面压力巨大。智能排水系统建设需要大量资金投入,包括传感器、控制系统、通信设备等硬件购置,以及软件研发、系统集成等费用。系统维护成本高,需定期对设备进行检修、校准,更新软件,保障系统稳定运行。智能排水系统的经济效益在短期内难以体现,投资回报周期长,这使得部分城市在推广应用时面临资金短缺困境,限制了智能排水系统的大规模建设与应用。

4.3 管理与政策配套的问题分析

管理与政策配套存在诸多问题。城市排水管理涉及多个部门,如城管、水利、环保等,部门间职责不清、协调不畅,导致智能排水系统建设与运行缺乏统一规划与有效管理。相关政策法规不完善,在智能设备安装、数据共享、系统维护等方面缺乏明确规定,增加了系统建设与运营的不确定性。公众对智能排水系统认知不足,参与度低,不利于系统的推广与应用。

5 应对挑战与推进智能排水系统发展的策略

5.1 技术创新与突破的策略研究

技术创新与突破是关键。加大对传感器技术研发投入,开发高可靠性、抗干扰的传感器,提高数据采集准确性。优化智能算法,运用云计算、边缘计算等技术,提升数据处理速度与模型适应性。制定统一的智能设备通信协议与数据标准,促进设备与系统间的互联互通。加强网络安全技术研发,建立完善的网络安全防护体系,保障智能排水系统安全稳定运行。

5.2 资金筹集与成本控制的方法探讨

多渠道筹集资金与控制成本。政府加大财政投入，设立专项基金支持智能排水系统建设。鼓励社会资本参与，通过PPP模式等，吸引企业投资。在成本控制上，优化系统设计，采用性价比高的设备与技术。建立科学的设备维护管理体系，延长设备使用寿命，降低维护成本。通过提高系统运行效率，间接降低城市洪涝灾害损失，提升智能排水系统的经济效益。

5.3 完善管理与政策支持体系的措施分析

完善管理与政策支持体系。明确各部门在智能排水系统建设与管理中的职责，建立跨部门协调机制，加强协同合作。制定完善的政策法规，规范智能排水系统设计、运营、维护等环节。加强宣传教育，提高公众对智能排水系统的认知与参与度，营造良好的发展环境，推动智能排水系统在城市洪涝防治中广泛应用与持续发展。

6 结论

智能排水系统在城市洪涝防治中展现出巨大潜力，显著提升监测预警、排水调度等能力，增强城市防洪涝韧性。尽管面临技术、资金、管理等挑战，但通过技术创新、资金筹集与政策完善等策略，智能排水系统将不断发展完善，成为城市应对洪涝灾害的有力武器，为城

市安全、可持续发展保驾护航，助力城市在洪涝威胁下实现平稳运行与韧性发展。

参考文献

- [1]姜金秋.下凹桥积水风险预测及智能控制系统搭建[D].天津理工大学,2024.
- [2]卢兴超,徐宗学,李永坤,等.基于多智能体模型的城市洪涝灾害动态风险评估[J].水资源保护,2024,40(04):36-47.
- [3]范玲.中国城市洪涝灾害韧性的作用机理、时空格局演化与提升路径研究[D].山西财经大学,2023.
- [4]张源.洪涝灾害下的城市恢复力评估与提升研究[D].东莞理工学院,2023.
- [5]孙忠,蒋晓涵,钮志文,等.智慧海绵城市背景下南阳市洪涝灾害防治方法研究[J].未来城市设计与运营,2022,(11):34-39.
- [6]李继军,白茹玺,梁占泽,等.自动化控制技术在矿井供排水系统的应用[J].陕西煤炭,2019,38(03):106-109+113.
- [7]王吉.供排水系统自动化监控技术的研究与应用[J].电脑编程技巧与维护,2019,(09):13-15.
- [8]刘吉源.试论电气工程及自动化建设存在的问题及对策[J].农家参谋,2018,(14):230-231.