

城市内涝治理系统化实施方案探索与实践

刘健¹ 刘冬² 张洋³

1. 徐州市供水排水管理中心, 江苏 徐州 221000
2. 沛县水利局沛城镇水利管理服务站, 江苏 徐州 221600
3. 徐州市南水北调工程管理中心, 江苏 徐州 221000

[摘要]城市内涝是指由于城市排水系统不畅或无法满足极端降水事件时的需求, 导致雨水在城市内部积聚形成的现象。成因复杂多样, 涉及到地形地貌、城市化进程、基础设施建设及管理等多方面因素。随着城市人口的增加和建设用地的扩展, 原本透水的自然地表被大量的建筑、道路和人工覆盖物所取代, 使得雨水难以渗透, 增加了城市内涝的风险。传统的内涝治理方式往往依赖于单一的工程措施, 如扩建排水管网或增设抽水泵站, 但这些方法在面对日益频发和复杂化的内涝事件时显得力不从心。因此, 为了有效应对城市内涝问题, 需要采用综合治理策略, 结合工程、非工程措施以及信息化管理技术的综合应用, 实现从源头控制到系统优化的全方位防治, 提升城市的防洪排涝能力和可持续发展水平。

[关键词]内涝治理; 实施方案; 内涝成因; 综合治理

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13978

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Exploration and Practice of Systematic Implementation Plan for Urban Flood Control

LIU Jian¹, LIU Dong², ZHANG Yang³

1. Xuzhou Water Supply and Drainage Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China
2. Peicheng Town Water Resources Management Service Station of Peixian Water Resources Bureau, Xuzhou, Jiangsu, 221600, China
3. Xuzhou South to North Water Transfer Project Management Center, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract: Urban waterlogging refers to the phenomenon where rainwater accumulates within a city due to poor drainage systems or inability to meet the demands of extreme precipitation events. The causes are complex and diverse, involving various factors such as topography, urbanization process, infrastructure construction and management. With the increase of urban population and the expansion of construction land, the naturally permeable surface has been replaced by a large number of buildings, roads, and artificial coverings, making it difficult for rainwater to penetrate and increasing the risk of urban waterlogging. The traditional methods of waterlogging control often rely on a single engineering measure, such as expanding drainage networks or adding pumping stations, but these methods are inadequate in the face of increasingly frequent and complex waterlogging events. Therefore, in order to effectively address urban waterlogging issues, it is necessary to adopt comprehensive governance strategies, combining engineering and non-engineering measures with the comprehensive application of information management technology, to achieve comprehensive prevention and control from source control to system optimization, and to enhance the city's flood control and drainage capabilities and sustainable development level.

Keywords: waterlogging control; implementation plan; causes of waterlogging; comprehensive control

引言

随着城市化进程的加速和气候变化的影响日益显现, 城市内涝问题正成为全球城市面临的普遍挑战之一。城市内涝不仅影响了居民的生活质量和城市基础设施的运行效率, 还对经济、环境和社会稳定造成了重大影响。因此, 如何有效地治理和预防城市内涝, 成为当前城市规划和管理中亟需解决的重要课题。

1 城市内涝的危害与影响

城市内涝是指由于极端降雨、排水系统失效或城市化进程中土地利用变化等因素引起的城市地区积水现象, 这一现象不仅影响居民的正常生活, 还对城市交通、基础设施等方面带来严重影响。首先, 城市内涝会导致建筑物被淹, 设备

设施损坏, 严重影响市民的生活和工作。其次城市内涝会导致道路交通拥堵甚至中断。洪水会淹没道路和桥梁, 使车辆无法正常行驶, 导致城市交通瘫痪。此外, 积水还会造成公共交通设施损坏, 进一步加剧交通问题。此外, 长期内涝还会导致土壤侵蚀加剧、地基沉降增加, 对城市基础设施和建筑物的稳定性构成潜在威胁。因此, 科学有效的内涝治理对于保障城市正常运行、提升居民生活质量具有重要意义。

2 城市内涝成因分析

2.1 区域流域因素

城市内涝的成因涉及多个方面, 其中区域流域因素是重要的考量因素之一。区域流域的地形、土地利用类型及地表覆盖情况直接影响了降水径流的产生和流动路径。复杂的地

形和高地势差可能导致降水迅速汇集形成洪水,进而引发城市内涝^[1]。同时,不合理的土地利用和城市化进程中大量的非透水表面覆盖,如建筑物、道路和人工铺装,大大降低了地表的渗透能力,加剧了降水径流量,从而增加了城市内涝的发生频率和严重程度。因此,有效的区域流域规划与管理对于减少城市内涝具有重要意义,需要综合考虑地形、土地利用结构和水资源的合理配置,以提升城市的防洪排涝能力。

2.2 城市化影响

城市化进程对城市内涝问题有着显著影响。随着城市化的推进大量的土地被开发和覆盖,原有的自然地表被人工建筑、道路和其他非透水覆盖物取代,这些变化显著降低了地表的渗透能力,使得降水无法迅速渗入地下,导致了城市地区的地表径流增加和地下水补给减少,增加了城市内涝的风险和频率。此外,城市化过程中对于排水系统的建设和维护也尤为重要,因为一个良好的排水系统可以有效地处理和管理城市降水,减少内涝的发生。因此,城市化影响是城市内涝成因中不可忽视的重要因素,需要在城市规划和建设中加以合理控制和管理。

2.3 基础设施问题

城市内涝问题的成因中,基础设施因素至关重要。城市基础设施的老化、容量不足或者设计不当,都可能导致排水系统的失效或者运行效率下降,进而加剧城市内涝的发生和程度。例如,老旧的排水管网可能存在漏损或堵塞问题,无法有效地将降水排出城市,导致水流积聚在地面上形成积水。另外,设计不当的排水系统可能无法有效应对极端降水事件,导致水流超过系统承载能力而发生内涝现象。因此,城市内涝治理需要重视基础设施的检修与更新,以提升排水系统的抗灾能力和运行效率,从而有效减少内涝对城市生活和发展的影响。

2.4 管理与规划缺陷

城市内涝问题的成因之一是管理与规划的缺陷。有效的城市内涝治理需要科学合理的管理和规划策略,包括对排水系统的定期维护和更新、对建设项目的环评影响评估及控制,以及对城市发展过程中水资源的合理利用等方面的考虑。管理不当或规划缺陷可能导致排水设施布局不合理,未能充分考虑到地形地貌和降水特征,或者未能有效整合各部门和利益相关方的资源和力量,进而影响了排水系统的运行效率和抗灾能力。因此,加强管理与规划的科学性和系统性,对于预防和减少城市内涝问题具有重要的意义。

3 城市内涝治理系统化实施方案与实践

3.1 总体治理思路与目标

城市内涝治理的总体思路和目标应当立足于整体性、系统性和可持续性。首先,总体治理思路包括从源头控制、中游调控到末端处理的全过程管理,即通过科学规划和综合布局,优化城市排水系统的设计和建设。其次,治理目标应明确关注降低内涝风险、提升城市抗洪排涝能力,同

时兼顾生态环境保护 and 城市可持续发展的要求。在实施过程中,需要充分考虑地形地貌、降水特征和城市化水平等因素,结合现代技术手段如智能化控制系统、大数据分析 and 人工智能应用,以确保治理方案的科学性和有效性。通过这样的综合治理思路和明确的目标,可以为城市内涝问题的有效预防和管理奠定坚实的基础。

3.2 综合治理措施

3.2.1 工程措施

综合治理城市内涝问题的工程措施是确保城市排水系统高效运行和有效应对极端降水的核心部分。首先,排水管网优化与扩展是其中重要的一环,这涵盖了对现有排水管网的全面评估,包括管道的年限、材质和流量承载能力等因素的考虑。通过定期检修和更新老化管道、修复漏损部位或增设新的排水管道,可以提升整体排水系统的稳定性和抗风险能力。其次,雨水收集和存储设施的建设是另一个重要的工程措施,这包括建设雨水花园、雨水收集池、地下蓄水设施等,用于临时储存和利用降水。这些设施不仅可以减少城市地表径流,还可以通过后续的利用,如景观灌溉或工业用水,实现资源的可持续利用,降低城市降水对排水系统的冲击。进一步,先进的排水技术如绿色屋顶、透水铺装和人工湿地的应用,可以有效提升城市地表的透水性。绿色屋顶通过植被覆盖和多孔材料构造,能够吸收和延缓降水,减少直接流入排水系统的水量;透水铺装则通过特殊设计的路面 and 人行道,促进雨水迅速渗透到地下水层,减少地表积水;人工湿地则利用植物和土壤的生态功能,过滤和净化径流水质,同时增加地表的水文延时,减少降水的径流量。最后,工程措施还需考虑到地形调整和土地利用规划的因素。合理的地形调整可以通过适当的坡度设计和水流导向,减少水流汇集和积水的形成;而在城市建设和规划中,通过科学的土地利用规划,合理布局和设计建筑物和道路,能够有效减少非透水面积,提高整体的水资源利用效率和排水系统的负荷能力。

3.2.2 非工程措施

综合治理城市内涝问题的非工程措施是通过政策、社会参与和技术手段等多方面的综合应对策略,以增强城市的抗洪排涝能力和减少内涝风险。首先,法律法规与政策支持是非工程措施的核心,建立和完善相关的内涝防治法律法规体系,包括环境保护、城市规划和水资源管理等方面的法规制度,为内涝治理提供法律保障和政策支持,促进内涝防治工作的顺利进行和长期有效实施。其次,公众参与和教育宣传是非工程措施中至关重要的部分,通过开展内涝预防知识的普及教育和技术培训,提升公众对内涝问题的认知和理解,增强市民自我防护意识和应急响应能力。同时,促进社区和公众组织参与内涝治理,鼓励居民参与到内涝预防和应急响应的实际行动中,共同推动城市内涝治理工作的深入开展。第三,监测预警系统建设是非工程措施中的关键环节,通过建立先进的内涝监测预警系统,包括实时监测降水情况、地下水水位和城市排水系统运

行状态等,及时预警和响应内涝风险,为城市内涝治理提供科学依据和技术支持。这些系统不仅可以提高内涝预测的准确性和响应速度,还能有效降低内涝事件对城市居民和经济的损失,实现城市内涝治理的智能化和信息化管理。

3.3 信息化管理平台建设

3.3.1 物联网技术

信息化管理平台在城市内涝治理中的关键作用日益凸显,而物联网技术则是其重要的技术支撑和应用手段之一。物联网技术通过将传感器和设备与互联网连接,实现对城市内涝相关数据的实时监测、收集和分析,从而为内涝预防和应急响应提供科学依据和技术支持^[2]。物联网技术在内涝治理中的应用包括多方面内容。首先通过部署在地下排水管网、雨水收集设施和水泵站等关键设施的传感器,可以实时监测和传输液位、流量、压力等数据,帮助运营人员及时了解设施运行状态和水情变化,实现设备的远程监控和智能化管理。其次,物联网技术能够构建起城市内涝监测预警系统。通过布设在城市各区域的雨量计、地下水位传感器等设备,实时采集和传输降水数据和地下水位信息。结合实时地图和数据分析技术,可以及时预测并警示可能发生的内涝风险,为城市管理者提供决策支持和紧急响应指导。第三,物联网技术还能够促进城市内涝治理的智能化和信息化管理。通过数据的集中管理和分析,可以发现和分析内涝问题的潜在原因和热点区域,为优化排水系统设计和城市规划提供科学依据。同时,结合大数据和人工智能技术,可以实现数据的深度挖掘和预测分析,进一步提升内涝治理的精准性和效率。

3.3.2 大数据与人工智能

大数据与人工智能在城市内涝治理中的应用,为信息化管理平台提供了强大的数据分析和智能决策支持能力。首先,大数据技术通过收集、存储和分析大规模的城市内涝相关数据,如降水量、地下水位、地形地貌等,能够揭示内涝发生的规律和潜在风险因素。通过数据挖掘和分析,可以识别出内涝易发区域和可能的内涝原因,为城市管理者提供科学依据和优化内涝治理策略的决策支持。其次,人工智能技术在内涝治理中的应用主要体现在预测和智能决策方面。通过建立基于人工智能算法的预测模型,结合历史数据和实时监测信息,可以实现对内涝事件的精准预测和预警^[3]。这些预测模型能够及时发现内涝可能发生的迹象,并提前采取有效的预防和应急措施,最大限度地减少内涝对城市生活和经济活动的影响。第三,大数据与人工智能技术的结合还能够推动城市内涝治理的智能化管理和优化。通过实时数据监测和分析,可以动态调整排水系统的运行策略,实现对水流的精确控制和调节。同时,基于机器学习和深度学习算法的应用,可以提高内涝治理系统的自适应能力,逐步优化系统性能和效率,实现城市内涝治理的持续改进和提升。

3.3.3 BIM 技术在城市内涝治理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术在城市内涝治理中的应用,突显了在设计、建设和管理城市基础设施方面的关键作用。

首先,BIM技术通过整合和建模城市排水系统的各个组成部分,包括管道网络、雨水收集设施和泵站等,实现了对城市水资源的全面数字化管理。通过BIM模型,工程师和设计师能够在虚拟环境中精确地模拟和分析不同设计方案对内涝治理效果的影响,从而优化设计方案并提高项目的可持续性和效率。其次,BIM技术在施工阶段的应用使得内涝治理工程的实施更加精准和高效。建立在BIM模型基础上的施工管理系统,可以帮助监理团队和施工人员实时监控工程进度和质量,确保设计方案的准确实施。例如,在施工过程中,可以利用BIM技术进行三维模拟和碰撞检测,避免设计与实际施工之间的冲突和误差,从而保障内涝治理工程的顺利进行和质量的高效控制。第三,BIM技术在内涝治理系统的运营和维护阶段的应用,能够实现设施的智能化运行管理和长期监测。通过将实时监测数据与BIM模型集成,运营管理团队可以实时掌握设施的运行状态和效率,并及时采取必要的维护和调整措施。此外,BIM技术还支持设施的历史数据追溯和预测性维护,通过分析和比对不同时间段的数据变化,提前预警可能出现的设施故障或性能下降,从而降低维护成本和提升设施的整体可靠性和持久性。

4 结语

城市内涝治理是一个复杂而持续的挑战,直接关系到城市居民的生活质量和城市的可持续发展。本文通过分析城市内涝的成因、治理策略及其实施方案,强调了综合治理措施在解决内涝问题中的重要性和必要性。从工程措施到非工程措施,再到信息化管理平台的建设,每一项都在不同层面和角度为内涝防治提供了有力支持。在未来的城市规划和建设中,我们需要更加重视科学技术的应用,尤其是物联网、大数据和人工智能等先进技术在内涝治理中的广泛应用,以提升城市排水系统的智能化和预测能力。同时,政策法规的完善和社会公众的参与也是保障城市内涝治理成功的重要保障。通过持续的创新和合作,我们有信心克服城市内涝带来的挑战,打造更加安全、宜居的城市环境,为城市的可持续发展贡献我们的力量。

[参考文献]

- [1] 吴友恒. 泉州市城市内涝治理系统化实施方案探索与实践[J]. 福建建筑, 2023(10): 101-105.
 - [2] 付乐, 张世元. 城市内涝治理系统设计要点及案例分析[J]. 科技和产业, 2022, 22(1): 236-240.
 - [3] 周一青. 我区制定城市内涝治理系统化实施方案[N]. 宁夏日报, 2021-12-29(02).
- 作者简介: 刘健(1987.12—), 毕业院校: 扬州大学, 所学专业: 水利工程, 当前就职单位: 徐州市供排水管理中心, 工程师; 刘冬(1975.11—), 扬州大学农学院, 农田水利专业, 沛县水利局沛城镇水利管理服务站, 工程师; 张洋(1994.4—), 毕业院校: 南昌工程学院, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 徐州市南水北调工程管理中心, 职称级别: 助理工程师。