

# 城市排水系统内涝治理与改扩建的协同机制研究

简富海

天津市政工程设计研究总院有限公司成都分公司 四川 成都 610000

**摘要：**本文深入剖析城市排水系统内涝治理与改扩建协同机制的内在逻辑与关键要素。在城市化快速发展与气候变化加剧的双重背景下，城市内涝问题愈发严峻，传统治理与建设模式面临挑战。通过分析内涝形成的多维度原因，揭示内涝治理与排水系统改扩建的紧密耦合关系。从规划理念融合、技术集成创新、管理体制变革以及多方利益协调等层面构建协同机制框架，并结合国内外典型案例进行实证分析，验证协同机制的有效性与可行性，为城市排水系统可持续发展提供理论支撑与实践指导。

**关键词：**城市排水系统；内涝治理；改扩建；协同机制

## 1 引言

全球城市化加速，城市规模扩张，下垫面性质剧变，自然地表多被不透水建筑、道路取代，雨水下渗能力骤降，地表径流大增。同时，气候变化致极端天气频发，暴雨强度与频率上升，城市排水系统压力空前，内涝灾害愈发严重。城市内涝带来诸多恶果，不仅造成交通瘫痪、设施损坏、居民财产受损等直接经济损失，还对生态环境、社会稳定和可持续发展影响深远。城市排水系统改扩建是提升排水能力、缓解内涝的关键，但传统改扩建多侧重单一工程建设，与内涝治理整体战略协同不足，效果欠佳。因此，深入研究城市排水系统内涝治理与改扩建的协同机制，能提高城市应对内涝灾害的能力，保障城市安全运行，对促进城市可持续发展具有重要的理论价值与现实意义。

## 2 城市内涝形成的多维度原因分析

### 2.1 自然因素

气候变化是导致城市内涝频发的重要自然因素之一。全球气候变暖使得大气环流异常，极端天气事件增多，暴雨强度和频率显著增加。短时间内的强降雨往往超出城市排水系统的设计标准，导致排水不畅，形成内涝。此外，城市所处的地理位置、地形地貌等自然条件也会影响内涝的发生。例如，位于河流下游、平原城市或沿海地区的城市，容易受到河流洪水或海潮的顶托，加剧内涝灾害的程度。

### 2.2 人为因素

城市化进程中的不合理开发建设是引发城市内涝的主要人为因素。一方面，城市大规模的建设活动改变了原有的自然地形和水系结构，填湖造地、河道硬化等现象普遍存在，削弱了城市对雨水的调蓄和下渗能力<sup>[1]</sup>。另一方面，城市排水系统建设滞后于城市发展速度，排水

管网老化、破损严重，排水标准偏低，泵站等排水设施能力不足，无法满足城市排水需求。此外，城市管理不善，如垃圾堵塞排水管道、违规排放污水等，也进一步加剧了排水系统的堵塞和损坏，降低了排水效率。

### 2.3 社会经济因素

城市人口的增长和经济的发展对城市排水系统提出了更高的要求。随着城市人口的增加，城市不透水面积不断扩大，雨水径流相应增加，给排水系统带来了更大的压力。同时，城市经济的发展使得城市地下空间开发利用程度不断提高，地下商场、地铁站等设施的建设增加了排水系统的复杂性和难度。此外，城市财政投入不足、排水设施维护管理资金短缺等问题，也制约了城市排水系统的建设和更新改造，影响了内涝治理的效果。

## 3 城市排水系统内涝治理与改扩建的耦合关系

### 3.1 内涝治理对排水系统改扩建的需求导向

城市内涝治理的目标是降低内涝发生的风险和频率，减少内涝造成的损失。为了实现这一目标，需要对城市排水系统进行全面的评估和分析，找出排水系统存在的薄弱环节和问题所在。根据内涝治理的需求，确定排水系统改扩建的重点区域和项目，如对老化破损的排水管网进行非开挖修复或更新改造、提高泵站的排水能力、建设雨水调蓄设施等。因此，内涝治理为排水系统改扩建提供了明确的需求导向，指导改扩建工程的科学实施。

### 3.2 排水系统改扩建对内涝治理的支撑作用

合理的排水系统改扩建是有效治理城市内涝的基础和保障。通过改扩建工程，可以提高城市排水系统的排水能力和运行效率，增强城市对雨水的吸纳、蓄渗和缓释能力。例如，新建或扩建排水管网可以增加雨水的排放通道，提高排水速度；通过海绵城市建设，新增各

类不同形式的低影响开发设施,主要有透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井、湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐、调节塘、调节池、植草沟、渗管/渠、植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤等,可以在暴雨期间储存多余的雨水,减轻排水系统的压力;采用先进的排水技术和设备,如智能排水控制系统、高效排水泵等,可以实现排水系统的精准调度和高效运行。因此,排水系统改扩建为内涝治理提供了有力的支撑,有助于实现内涝治理的目标。

### 3.3 两者协同的动态性与复杂性

城市排水系统内涝治理与改扩建是一个动态的、复杂的过程。随着城市的发展和变化,内涝治理的需求也会不断发生变化,排水系统改扩建需要根据新的需求进行调整和优化。同时,内涝治理和排水系统改扩建涉及到多个部门和利益主体,如城市规划部门、水务部门、环保部门、建设单位、居民等,各部门和利益主体之间的协调和合作难度较大<sup>[2]</sup>。此外,内涝治理和排水系统改扩建还受到自然条件、技术水平、资金投入等多种因素的影响,使得两者协同过程更加复杂。

## 4 城市排水系统内涝治理与改扩建协同机制框架构建

### 4.1 规划理念融合:从单一工程规划到综合系统规划

传统城市排水系统规划多聚焦于工程设施建设,如铺设排水管道、设置排水泵站等,却忽视了与城市整体发展、土地利用、生态环境等规划的有机融合。这种单一模式导致排水系统与其他城市系统缺乏协调,整体效能难以发挥,且难以适应城市未来发展。为协同内涝治理与排水系统改扩建,需转变规划理念,从单一工程规划迈向综合系统规划。综合系统规划需全面考量城市地形地貌、气候条件、水系分布、人口分布等多方面因素。地形地貌决定雨水流向和积聚区域,规划时应利用地形优势布局排水设施;气候条件,特别是降雨特征,影响排水系统设计标准,需根据当地气候确定排水能力和建设规模;水系是城市排水重要通道,要保护利用,确保排水系统与水系有效衔接;人口分布影响排水设施服务范围和需求,需依人口密集程度规划排水管道管径和排水泵站容量。同时,规划应具前瞻性和灵活性。城市发展变化快,规模扩大、土地利用方式改变、气候异常等均要求排水系统规划预留发展空间,采用模块化、可扩展设计,便于未来改扩建和升级。此外,要将内涝治理目标纳入城市总体规划,统筹协调排水系统与其他基础设施建设,确保排水系统与交通、能源、通信等相互配合,共同保障城市正常运行。

### 4.2 技术集成创新:运用先进技术提升协同效能

在排水系统建设中,需强化关键技术的研究与开发。新型排水管材耐腐蚀、抗压且排水性能佳,糙率低,管道不易淤积堵塞,可延长管道寿命、提升排水效率;高效排水泵能快速排水,缩短内涝时间;智能排水控制系统可依据实时数据自动调节设备运行,实现智能化管理。这些先进技术的应用,能显著提高排水系统性能与可靠性,为内涝治理筑牢基础。同时,要善用大数据、物联网、云计算等信息技术,搭建城市排水系统智能管理平台。在排水设施上安装传感器,实时采集水位、流量、流速及泵站运行状态等数据,并传输至平台。借助大数据分析技术深度挖掘数据,可及时发现系统问题与潜在风险,为内涝治理决策提供依据。物联网技术实现排水设施互联互通,让设备协同作业;云计算技术为数据处理存储提供强力支撑,保障平台高效运行<sup>[3]</sup>。通过技术集成创新,可达成内涝治理与排水系统改扩建的信息共享与协同作业。改扩建时,利用智能管理平台数据,能精准评估现有系统状况,确定重点区域与方案;施工期间,实时监测施工影响,及时调整方案,确保系统正常运行。内涝治理时,智能管理平台可实时掌握内涝情况,合理调度排水设备,提升治理效率,全方位保障城市排水系统稳定高效运行。

### 4.3 管理体制变革:建立跨部门协同管理机制

城市排水系统内涝治理与改扩建关联城市规划、水务、环保、建设、交通等多部门及企业、居民等利益主体。各部门职责有别,沟通协作机制缺失,易出现管理重叠与空白,影响治理及改扩建的效率效果。为此,需建立跨部门协同管理机制。可由政府牵头,成立各相关部门参与的城市排水系统管理协调机构,统筹协调各项工作,制定统一计划与政策,化解部门间矛盾问题。同时,明确各部门职责分工,健全工作责任制与考核机制。城市规划部门将排水系统规划纳入城市总体规划,合理布局设施;水务部门负责建设与运营管理;环保部门监督水质达标;建设部门监管工程质量;交通部门协调与交通设施关系等,确保工作落实。此外,要加强与社会公众的沟通互动。公众是城市排水系统的使用者和受益者,其参与支持对治理及改扩建意义重大。可通过举办听证会、座谈会、问卷调查等方式,广泛征求公众意见建议,了解其需求诉求。同时,加强宣传教育,提高公众对城市内涝治理和排水系统改扩建的认识理解,鼓励公众参与管理与监督。如此,方能形成政府、企业、社会共同参与的良好局面,推动城市排水系统内涝治理与改扩建工作顺利开展。

### 4.4 多方利益协调:平衡不同利益主体的需求

城市排水系统内涝治理与改扩建中,政府、企业、居民等利益主体需求各异。政府着眼城市安全运行与公共利益,期望提升防洪排涝能力,保障居民生命财产安全,推动城市可持续发展;企业追求经济效益,参与建设和运营希望获合理投资回报;居民关心生活环境与财产安全,盼有效解决内涝、改善居住条件。实现协同发展,需平衡各方需求,建立公平合理的利益分配机制。政府可运用政策引导、财政补贴、税收优惠等手段鼓励企业参与。如给建设企业财政补贴,降低其成本;对运营企业实行税收优惠,提高效益<sup>[4]</sup>。同时,加强企业监管,确保按标准规范建设和运营,保障排水系统质量安全。保障居民权益方面,要充分考虑其意见需求,在内涝治理和改扩建中尽量减少对生活的干扰。对因建设给居民造成的损失,应给予合理补偿。此外,加强宣传教育,提升公众对城市内涝治理和排水系统改扩建的认知与理解,争取支持配合。通过平衡不同利益主体需求,构建政府引导、企业参与、居民支持的格局,实现三方共赢,推动城市排水系统内涝治理与改扩建协同共进,为城市安全稳定发展奠定坚实基础。

## 5 国内外典型案例分析与启示

### 5.1 国外案例:荷兰鹿特丹水广场

荷兰鹿特丹是一个地势低洼的城市,经常面临洪水和内涝的威胁。为了应对这一问题,鹿特丹建设了多个水广场。水广场是一种多功能的城市公共空间,平时可以作为市民休闲娱乐的场所,暴雨时则可作为雨水调蓄设施,储存多余的雨水。水广场的设计充分考虑了与城市排水系统的衔接,通过地下管道将雨水引入水广场进行调蓄,待洪水退去后再将雨水缓慢排放至排水系统。鹿特丹水广场的建设不仅有效提高了城市的防洪排涝能力,还改善了城市生态环境,提升了城市品质。这一案例启示我们,在城市排水系统内涝治理与改扩建中,应注重创新设计理念,将工程设施与城市公共空间有机结合,实现多功能利用。

### 5.2 国内案例:青岛老城区排水系统改造

青岛老城区是中国为数不多的具有完善排水系统的城市之一,其排水系统始建于德国占领时期,采用了雨污分流制,设计科学合理。然而,随着城市的发展,青岛老城区排水系统也面临着一些问题,如部分管道老化、排水能力不足等。为了解决这些问题,青岛市政府启动了老城区排水系统改造工程。改造工程在保留原有排水系统特色的基础上,运用先进的技术和设备对排水管道进行更新改造,提高了排水系统的排水能力和运行效率。同时,改造工程还注重与城市历史文化的保护相结合,保持了老城区的风貌特色。青岛老城区排水系统改造案例告诉我们,在城市排水系统改扩建中,应充分尊重历史和现状,注重传统技术与现代科技的有机结合,实现城市排水系统的可持续发展。

## 结语

本文深入研究了城市排水系统内涝治理与改扩建协同机制,得出城市内涝是多维度因素共同作用的结果,内涝治理与排水系统改扩建紧密耦合,构建协同机制需从多方面入手,且国内外典型案例提供了宝贵经验。展望未来,随着城市化推进和气候变化加剧,城市内涝问题将更严峻,研究将不断深入,可重点关注城市内涝形成机理、运用新技术提升协同效能、开展不同类型城市协同机制实证研究,以总结普遍适用模式和经验。

## 参考文献

- [1]林若洲.考虑暴雨空间不均匀性的城市内涝特征与优化改扩建研究[D].浙江大学,2022.
- [2]宋纯.基于排水模型的城市排水系统雨水管网改造研究[J].水利技术监督,2025,(08):356-359+364.
- [3]李雪晴,高姗姗,王丰龙.智慧城市中可持续城市排水系统的智能解决方案[J].智能城市,2025,11(04):141-143.
- [4]吴传杰.提升城市排水系统韧性——智慧水务与隧道排水改造研究[J].城市道桥与防洪,2025,(03):169-173.