基于海绵城市理念的市政排水系统改造研究

张辉¹, 刘俊²

1. 青岛安博劳务工程有限公司, 山东 青岛 266000

2. 山东华德市政工程集团有限公司, 山东 青岛 266000

DOI:10.61369/ERA.2025070026

摘要 : 本文聚焦基于海绵城市理念的市政排水系统改造研究, 阐述了海绵城市的概念内涵, 强调其在构建人与自然和谐共生城市生态系统中的重要意义, 以及与市政排水系统相互补充、协同增效的关系。深入分析了当前市政排水系统的现状及存在的问题, 针对这些问题提出了基于海绵城市理念的改造策略, 详细设计了改造方案。

关键词 : 海绵城市; 市政排水系统; 改造策略; 生态可持续发展

Research on the Transformation of Municipal Drainage System Based on the Concept of Sponge City

Zhang Hui¹, Liu Jun²

1. Qingdao Anbo Labor Engineering Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266000

2. Shandong Huade Municipal Engineering Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266000

Abstract : This paper focuses on the research of municipal drainage system transformation based on the concept of sponge city. It elaborates on the conceptual connotation of sponge city, emphasizing its significance in building a harmonious and symbiotic urban ecosystem between humans and nature, as well as its complementary and synergistic relationship with the municipal drainage system. The paper conducts an in-depth analysis of the current status and existing problems of the municipal drainage system and proposes transformation strategies based on the sponge city concept to address these issues. Detailed transformation plans are designed.

Keywords : sponge city; municipal drainage system; transformation strategy; ecological sustainable development

引言

海绵城市理念强调城市生态系统的整体性和韧性, 倡导通过综合运用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施, 构建人与自然和谐共生的城市水生态环境。它不仅是对传统城市建设模式的反思与突破, 更是实现城市可持续发展的必然选择。将海绵城市理念融入市政排水系统改造, 对于提升城市排水防涝能力、改善水环境质量、实现雨水资源化利用具有重要意义。本文旨在深入探讨基于海绵城市理念的市政排水系统改造, 分析当前市政排水系统的现状与问题, 提出切实可行的改造策略与方案, 为推动城市排水系统升级、促进城市生态可持续发展提供理论依据与实践参考。

一、海绵城市理念及关键技术

(一) 海绵城市的概念及内涵

海绵城市理念, 是在资源逐渐减少、污染逐渐加重的今天所提出的一项新兴理念。根据海绵城市理念的要求, 城市应能够像“海绵”一样, 具有一定“弹性”, 不仅需要能够吸水, 还需要保证能够存水, 必要时将存储的水资源释放, 为城市的发展提供资源支持^[1]。海绵城市的内涵不仅局限于雨水管理, 更强调生态系统的整体性和系统性。其核心在于通过对城市规划、建设的管控, 综合采用“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施, 修复城市水

生态, 涵养水资源, 增强城市防涝能力, 改善城市水环境, 最终实现城市的可持续发展。

(二) 海绵城市与市政排水系统的关系

海绵城市与市政排水系统相互补充、协同增效, 共同构成城市排水防涝的完整体系。传统市政排水系统主要依靠管道、泵站等设施, 将雨水快速排出城市, 以应对暴雨等极端天气, 但这“快排式”的排水方式在面对高强度降雨时, 容易出现排水能力不足, 导致内涝^[2]。海绵城市理念下的设施侧重于从源头对雨水进行控制, 通过“渗、滞、蓄”等措施, 降低雨水径流的速度和总量, 减轻市政排水系统的压力。两者结合, 形成了“源头减排 - 过程

控制—系统治理”的完整排水防涝体系，提高了城市应对雨水灾害的能力，保障城市的水安全和生态平衡^[3]。

二、市政排水系统现状及问题分析

（一）市政排水系统现状调查

目前我国市政排水系统主要由排水管网、排水泵站、污水处理厂等设施构成，在城市建设进程中，排水管网规模不断扩大，许多城市已形成了较为庞大的地下管网体系。以钢筋混凝土管、塑料管材为主的排水管道，承担着城市雨水和污水的输送任务。排水泵站则作为关键节点，在地势低洼或管道高程落差较大的区域，通过水泵提升，保障水流顺利排出。在运行管理方面，多数城市建立了相对完善的监测体系，利用传感器、在线监测设备等技术手段，实时监控排水管网的流量、水位、水质等参数^[4]。同时部分城市引入了智慧排水管理平台，整合排水系统的各类数据，实现对排水设施的智能化调度与管理。此外定期的管网清淤、设备维护工作也在有序开展，一定程度上保障了排水系统的正常运行^[5]。然而不同城市间的发展水平存在显著差异，一线城市及发达地区的市政排水系统建设与管理相对先进，而部分中小城市及老旧城区，在设施更新、技术应用等方面仍较为滞后。

（二）市政排水系统存在的问题

随着城市化进程加快，城市下垫面硬化面积大幅增加，雨水径流系数增大，传统排水系统的设计标准已难以满足高强度降雨的排水需求。尤其是在暴雨季节，部分城市频繁出现内涝，道路积水严重，影响交通出行和居民生活，甚至威胁到生命财产安全^[6]。许多城市的排水管网建设年代久远，部分管道已超期服役，管道腐蚀、破损、接口渗漏等情况严重。这不仅降低了排水效率，还容易导致污水渗漏污染地下水，以及雨水混入污水管网，增加污水处理厂的处理负荷。而且排水管网的布局不合理，存在雨污合流现象，部分区域排水管网管径过小、坡度不足，影响水流速度，造成排水不畅。排水系统的维护管理成本高且效率低，排水管网分布范围广、埋藏深，检测和维修难度大^[7]。传统的人工巡检方式效率低下，难以全面、及时发现管网存在的问题。同时排水设施的维护资金投入不足，导致部分损坏设施无法及时修复，进一步加剧了排水系统的运行风险。此外城市建设过程中的施工活动容易对既有排水管网造成破坏，而后续的修复和衔接工作若不到位，也会影响排水系统的整体性能。

三、基于海绵城市理念的市政排水系统改造策略

（一）改造原则

在整个改造过程中，始终把生态环境保护放在首要位置，尽可能减少对自然生态系统的破坏，致力于恢复和重建城市水生态系统，强化生态系统的自我调节与修复能力，以实现人与自然和谐共生的目标^[8]。充分考量不同城市和区域在地理环境、气候条件、经济发展水平以及原有市政排水系统状况等方面的差异，制定契合实际的针对性改造方案，避免采用统一标准，确保改造措

施能够切实有效落地实施。从城市整体角度出发，将海绵城市理念下的市政排水系统改造与城市总体规划、土地利用规划、生态环境保护规划等进行有机融合，全面协调地上与地下、老城区与旧城区、雨水与污水等多方面关系，达成系统的整体优化。在保障改造效果的前提下，综合权衡改造成本与收益，合理选择技术和材料，优先运用成本低、效果优且维护便捷的改造技术和措施，保障改造项目在经济层面具备可行性，实现资源的高效合理利用^[9]。

（二）改造目标

提升排水防涝能力是改造的核心目标，通过建设海绵城市设施与优化升级市政排水系统，从源头降低地表径流，增强城市对暴雨等极端天气的抵御能力，进而显著减少内涝发生频率，降低积水深度，为城市居民生命财产安全与正常生活秩序筑牢防线。这一防线的构建也为改善水环境质量创造了有利条件，借助雨水渗透、净化和截留等手段，不仅能减少面源污染，还可有效降低雨污合流对污水处理厂的冲击，提升污水收集和处理效率，最终实现城市水体水质的改善与水生态系统健康状态的恢复。当水环境质量得到保障后，雨水资源化利用便有了坚实的基础，依托于前面建立的雨水处理体系对雨水进行系统的收集、储存和净化，将其广泛应用于城市绿化灌溉、道路冲洗、景观补水等非饮用水领域，可有效提升水资源的循环利用率，缓解城市水资源短缺问题^[10]。通过构建完善的海绵城市与市政排水协同系统，将排水防涝、水质改善、雨水利用等成果整合，全面增强城市生态系统的韧性和稳定性，有助于提升城市的生态服务功能，推动城市向绿色、低碳、可持续方向发展，实现城市建设与生态保护的和谐统一。

（三）改造策略

在城市规划阶段就将海绵城市理念深度融入市政排水系统规划，合理布局城市绿地、水体、广场等空间，增加透水地面面积，预留充足的雨水调蓄空间，同时依据城市不同区域的功能定位和排水需求，制定差异化的排水系统设计标准，提升排水系统的适应性和灵活性。对现有排水管网开展全面排查与评估，修复破损、老化的管道，扩充管径不足区域的管道容量，调整不合理的管网坡度，解决雨污合流问题；在排水管网关键节点增设雨水调蓄池、沉泥井等设施，提升管网的排水和沉淀能力；结合海绵城市建设，在道路、停车场等区域推广透水铺装，在建筑物屋顶建设绿色屋顶，在城市绿地中建设雨水花园、下沉式绿地等，从源头削减雨水径流。通过建立智慧排水管理平台，整合海绵城市设施和市政排水系统的各类监测数据，运用物联网、大数据、人工智能等技术，实现对排水系统运行状态的实时监控、智能分析和精准调度，及时发现系统中的故障和隐患并自动生成解决方案，提高维护管理效率和准确性。同时借助平台对雨水资源的收集、储存和利用进行精细化管理，优化水资源配置。建立多部门协作机制，加强规划、建设、水利、环保等部门之间的沟通协调，打破部门壁垒，形成工作合力，确保改造工作顺利推进；通过宣传教育、社区活动等方式，提高公众对海绵城市和市政排水系统改造的认识和理解，鼓励公众积极参与改造工作，共同监督

和维护城市排水设施。

四、改造方案设计及技术措施

(一) 改造区域选择

内涝频发区域应作为重点改造对象，这类区域通常地势低洼、排水不畅，或是因城市建设导致原有水系被破坏，在暴雨季节极易出现积水现象，严重影响居民生活和城市正常运转。生态环境敏感区域也需纳入改造范围，如城市中的河流、湖泊周边，湿地、绿化带等生态脆弱地带，通过海绵城市改造可以有效减少面源污染，改善水体水质，保护和修复生态系统。水资源短缺区域也是改造的重要方向，通过对雨水的收集和利用，能够提高水资源的循环利用率，缓解用水压力。此外结合城市规划和需求，对于正在进行大规模开发建设的新区，可提前将海绵城市理念融入规划设计，避免重复建设；而对于老旧小区、商业街等区域，可通过局部改造提升排水能力和生态环境质量。

(二) 改造方案设计

基于不同改造区域的特点和需求，制定差异化的改造方案。对于老旧城区，采取“局部改造 + 系统优化”的策略，优先对破损、老化的排水管网进行修复和更新，扩大管径，调整坡度，解决雨污合流问题；在公共空间和小区内，利用有限的场地建设小型雨水花园、透水铺装停车场、下沉式绿地等海绵设施，增加雨水的渗透和储存能力。新建城区则从规划源头落实海绵城市理念，在道路设计中采用透水路面，合理设置绿化带和生物滞留设施；建筑项目强制要求建设绿色屋顶、雨水收集系统；规划建设大型雨水调蓄公园、湿地公园等，构建完善的海绵城市生态系统，实现雨水的自然积存、渗透和净化。对于生态环境敏感区域，以生态修复和保护为核心，通过恢复自然水系、建设生态驳岸、种植水生植物等措施，增强水体的自净能力；同时在周边区域建设雨水净化湿地，对汇入水体的雨水进行预处理，减少污染

物排放。在水资源短缺区域，重点建设雨水收集和储存设施，如雨水罐、蓄水池等，并配套建设雨水净化系统，将收集的雨水用于绿化灌溉、道路冲洗等，提高雨水资源化利用效率。

(三) 关键技术措施

在改造过程中采用透水混凝土、透水砖等材料铺设路面和广场，使雨水能够迅速下渗到地下，补充地下水，同时减少地表径流；在绿地建设中采用下凹式绿地和生态树池，通过土壤和植物的过滤作用净化雨水，并增加雨水的渗透量。雨水储存技术主要依托雨水调蓄池、蓄水池、雨水罐等设施，在降雨时收集储存雨水，在需要时进行回用；大型雨水调蓄池可结合城市公园、绿地等进行建设，兼具景观和调蓄功能，小型雨水罐则适用于家庭和小型公共建筑，用于收集屋面雨水。雨水净化技术通过物理、化学和生物等多种手段去除雨水中的污染物，常见的有植被缓冲带、人工湿地、砂滤池等。此外智慧监测与管理技术贯穿改造全过程，通过在排水管网、海绵设施中安装传感器，实时监测水位、流量、水质等数据，并将数据传输至智慧排水管理平台。平台利用大数据分析和人工智能算法，实现对排水系统的智能调度和优化管理，及时发现和处理设施故障和排水隐患。

五、结束语

基于海绵城市理念对市政排水系统进行改造，是应对城市内涝、水资源短缺和水生态失衡等问题的有效路径，更是推动城市可持续发展的必然选择。通过对海绵城市理念的深入理解与应用，将“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施与市政排水系统的优化升级紧密结合，从规划设计到具体实施，从设施改造到智慧化管理，全方位提升城市排水防涝能力，改善水环境质量，实现雨水资源的高效利用。这一改造不仅需要政府、企业和科研机构的协同合作，加大技术研发与资金投入，更离不开公众的广泛参与和支持。

参考文献

- [1] 黄成泽. 海绵城市理念在市政排水系统中的应用研究[J]. 居业, 2021, (10): 190-191.
- [2] 刘焱. 海绵城市中的市政排水系统分析[J]. 现代园艺, 2016, (20): 162. DOI: 10.14051/j.cnki.xddy.2016.20.125.
- [3] 麻芳. 基于海绵城市理念的市政排水工程设计探讨[J]. 新城建科技, 2024, 33(10): 51-53.
- [4] 于亚杰. 海绵城市理念在市政给排水设计中的应用[J]. 工程技术研究, 2024, 9(19): 198-200. DOI: 10.19537/j.cnki.2096-2789.2024.19.065.
- [5] 周毓豪. 基于海绵城市理念的市政道路给排水设计分析[J]. 工程建设与设计, 2024, (19): 120-122. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.10.037.
- [6] 李程熙, 何希. 基于海绵城市理念下的城市公共空间更新实践——以重庆市盘溪河、肖家河、跳墩河流域海绵城市改造专项工程展示区为例[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (28): 217-219. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202428073.
- [7] 卢颖. 海绵城市在公共建筑给排水设计中的应用[J]. 大众标准化, 2024, (18): 127-129.
- [8] 孙小晶. 海绵城市建设理念下雨水资源化利用及案例应用研究——以上海市某园区雨水系统改造项目为例[J]. 城市建筑, 2024, 21(19): 15-17+27. DOI: 10.19892/j.cnki.csjz.2024.19.04.
- [9] 吴怡桦. 海绵城市理念在市政给排水设计中的应用分析[J]. 工程建设与设计, 2024, (17): 103-105. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2024.09.033.
- [10] 许雪艳. 海绵城市理念在城市轨道交通建设中的融合运用[J]. 江苏建材, 2024, (04): 134-136.