

海绵城市理念下市政排水系统优化研究

吴 龙

邯郸市亦翔市政工程有限公司, 河北 邯郸 056000

[摘要]随着城市化进程加快和极端降雨事件频发,传统市政排水系统面临严峻挑战。海绵城市理念的提出为市政排水系统优化提供了全新思路。文中系统阐述了海绵城市理念下排水系统优化的重要意义,深入分析了当前市政排水系统存在的排水设施承载能力不足、雨污分流效果不理想、雨水资源利用率较低、排水系统运行管理有待完善等突出问题。针对这些问题,从优化排水管网布局、完善低影响开发设施建设、强化雨水收集与资源化利用、构建智慧排水监测与调度体系、建立全过程运维管理机制五个方面提出了系统化的优化措施,以期海绵城市理念下市政排水系统的转型升级提供理论参考与实践指导。

[关键词]海绵城市;市政排水系统;低影响开发;雨污分流;智慧排水

DOI: 10.64635/ja.2026.1382

中图分类号: TU992

文献标识码: A

Research on the Optimization of Municipal Drainage Systems under the Sponge City Concept

Wu Long

Handan Yixiang Municipal Engineering Co., Ltd., Handan, Hebei 056000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the frequent occurrence of extreme rainfall events, traditional municipal drainage systems are facing severe challenges. The sponge city concept provides a new approach for optimizing municipal drainage systems. This paper systematically explains the significance of drainage system optimization under the sponge city concept, and deeply analyzes prominent problems in current municipal drainage systems, including insufficient carrying capacity of drainage facilities, unsatisfactory performance of rainwater and sewage separation, low utilization efficiency of rainwater resources, and the need to improve drainage system operation and management. In response to these problems, systematic optimization measures are proposed from five aspects: optimizing the layout of drainage pipe networks, improving the construction of low-impact development facilities, strengthening rainwater collection and resource utilization, building an intelligent drainage monitoring and dispatching system, and establishing a whole-process operation and maintenance management mechanism. The study aims to provide theoretical reference and practical guidance for the transformation and upgrading of municipal drainage systems under the sponge city concept.

Keywords: sponge city; municipal drainage system; low-impact development; rainwater and sewage separation; intelligent drainage

引言

伴随着城市化的发展以及气候变暖,极端降雨事件越来越多,城市暴雨积水的问题也越来越严重。传统市政排水系统由于规划滞后、管网容量不够、雨污合流溢流等造成短时强降雨时排水能力不足,很容易造成城市内涝。海绵城市理念的提出给城市排水问题的解决提供了一种新的思路。海绵城市是通过加强城市规划、建设、管理,发挥建筑、道路、绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗、缓释作用,实现雨水自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展模式,强调自然方式和工程技术相结合,实现雨水的有效利用和管理。目前我国已经开展了 90 个城市

海绵城市试点、示范工作,但是夏季强降雨导致的积水内涝仍然时有发生。在海绵城市理念的指导下,怎样对市政排水系统进行系统性的优化,已经成为一个急需研究的问题。本文将从海绵城市理念下的排水系统优化意义入手,对目前存在的问题进行分析,并提出相应的优化措施。

1 海绵城市理念下排水系统优化的意义

海绵城市理念下的市政排水系统优化有着诸多重要的意义。首先,从提高城市排水防涝能力角度出发,海绵城市以渗、滞、蓄、净、用、排六个字为方针,首先促进雨水下渗,滞缓排,慢排,不一起排,净化利用,超出部分再排走,从而减少雨水齐步排给管网造成的压力。以源

头减排、过程控制、末端治理相结合的方式来进行系统性的处理，可以有效地削减雨水径流峰值，从而减轻城市内涝的压力。海绵城市建设可以提高城市的排水安全，改善城市水环境。其次，海绵城市理念重视依靠绿色基础设施完成雨水的自然积存、自然渗透、自然净化，可以较好地削减雨水径流污染，治理排水管网系统“晴天藏污纳垢、雨天零存整取”的问题。再次，海绵城市通过雨水收集、调蓄、回用等方式，把雨水变成可以再利用的水资源，从而改善城市缺水状况。另外海绵城市理念下排水系统的优化也有利于城市发展方式由末端治理向源头防控、由工程措施向生态方法转变、由单一目标向多元共治转变。

2 海绵城市理念下市政排水系统存在的问题

2.1 排水设施承载能力不足

目前我国城市排水设施承载能力不足问题比较严重。老旧排水管渠的设计重现期低，排水系统整体排放能力不足，不能满足短时强降水的排水要求。尤其在低洼地区、老城区、管网排水能力不足的地方，极端降雨很容易造成严重的积水灾害。伴随着城市化的进程加快，城市下垫面硬化面积不断增大，雨水径流系数明显提高，但是排水管网的建设改造却不能跟上城市发展的速度。目前“百年一遇”的强降雨越来越频繁，但是许多城市排水系统不能满足这样的要求。另外部分排水管网建于较早，管材老化、管径小、管道淤积严重，使系统排水能力下降。遇降雨历时短、暴雨强度大时，城区排水系统会很快达到超负荷状态，从而引发城区内涝。

2.2 雨污分流效果不理想

雨污分流是提高排水系统效率、改善水环境质量的重要手段，但是很多城市雨污分流的效果并不理想。由于实际条件下地下管网普遍存在着错接混接、满管流、流速低等状况。一方面老旧城区仍采用合流制排水系统，雨季时大量雨水进入污水管网，不但会增加污水处理厂的运行负荷，还会造成未经处理的污水溢流到水体中。另一方面，分流制和合流制共存的情况造成管网系统十分混乱，在降

雨的时候，沉积物被集中冲刷进河，使得水质急剧恶化^[1]。传统的雨污合流系统不但会加大水污染的风险，还会造成城市内涝等一系列环境问题。雨污分流改造进度缓慢，资金投入不足、施工难度大、管网普查基础薄弱等均影响到雨污分流改造的进度。由于管网建设年代已久、资料缺乏等原因造成数据不完整。

2.3 雨水资源利用率较低

雨水是宝贵的自然资源，在目前市政排水系统中雨水的资源化利用水平很低。大部分城市的排水系统仍然坚持着“快排”的思想，将雨水迅速排入河道或者污水处理厂，缺少系统的收集、调蓄和回用设施。老旧小区排水系统老化，调蓄能力差，雨水资源利用率低。城市规划与建设中雨水花园、下沉式绿地、透水铺装等雨水利用设施的建设还不到位，已建成的设施由于维护不当而功能减弱。海绵城市的核心就是通过模仿自然水循环来实现城市雨洪资源的高效管理和利用。但是从实践上看，大部分城市对于雨水收集和回用系统还处在起步阶段，雨水回用于绿化灌溉、道路清洗、景观补水等用途的规模较小。

2.4 排水系统运行管理有待完善

排水系统运行管理是保证排水系统正常发挥作用的重要环节，但是目前很多城市的排水系统运行管理水平还存在不足。极端灾害场景下的应急指挥仍然依靠经验以及静态预案，缺少了智慧化的决策辅助模型以及系统的应用，从而造成面对突发灾害时响应滞后。由于缺乏足够的资金投入，巡检频率低、维修养护不到位，造成部分设施一直处在带病运行的状态。大多数测量仪器的精度不高，操作人员技术素质良莠不齐，造成部分入库管网数据出现误差，不能真实的反映出实际情况^[2]。信息化建设滞后，排水管网普查、更新工作开展迟缓，管网长度、管径、材质、埋深、流向等数据无据可查。跨部门协调机制缺失，缺少跨区域、跨流域的总体规划，造成排水系统建设与管理出现碎片化的状况。海绵城市设施运行维护单位应当建立完善的制度，但是实际中运维责任主体不明、操作规程缺失等现象还比较普遍。

表 1 海绵城市理念下市政排水系统存在的主要问题

问题类别	具体表现	对排水系统运行的影响
排水设施承载能力不足	管网老化、管径偏小、设计标准偏低，难以应对极端暴雨天气	导致城区内涝频发，雨季排水不畅，严重影响城市交通与居民生活
雨污分流效果不理想	分流制与合流制并存，管网错接混接问题突出，改造推进缓慢	雨水携带污水直排水体，加重受纳水体污染，降低污水处理厂运行效率
雨水资源利用率较低	缺乏系统的雨水收集与调蓄设施，中水回用推广不足	造成水资源浪费，加剧城市缺水问题，增加径流峰值流量
排水系统运行管理有待完善	管养经费不足、巡检频次低、应急响应机制不健全，信息化水平不高	故障发现与处置不及时，设施功能衰减，系统整体韧性不足

3 海绵城市理念下市政排水系统优化措施

3.1 优化排水管网布局

排水管网布置合理是提高排水系统效能的基础工作。应该把工程弹性同生态适应性结合起来的排水管网布局设计方法,用多维度参数优化和灰色-绿色基础设施协同来创建动态适应的城市排水系统。规划上要充分利用地理信息系统(GIS)技术来开展海绵城市雨污分流排水管网规划,获取海绵城市基础地理数据、气象水文数据以及城市设施数据,用GIS技术创建空间数据库,给管网布局优化赋予科学支撑。从设计上来说要按照“源头减排、过程控制、系统治理”的总体思路,科学制定海绵城市建设的技术路线,确定雨水滞蓄空间、径流通道和设施的布置。应根据海绵设施的要求合理确定排水管网的管径、坡度、埋深,防止海绵设施与传统排水系统发生矛盾。采用模块化管段设计、分布式调蓄单元弹性布置的方式,用分级容量来应对极端降雨。从建设角度来说,要保证海绵城市设施同主体工程一起设计、一起施工、一起投入使用。

3.2 完善低影响开发设施建设

低影响开发(LID)属于海绵城市理念的主要技术手段,应该从源头上实现雨水的滞蓄、渗透和净化。根据当地情况建设雨水花园、下沉式绿地、生物滞留带、植草沟、透水铺装等低影响开发设施。利用透水铺装、生物滞留设施、生态树池、植草沟、下沉式绿地等低影响开发设施相结合的方式,使雨水得到自然积存、渗透、净化、利用。新建区域应当把低影响开发理念融入到城市规划的各个环节当中,创建起城市小区雨水控制利用技术体系,包含雨水生物滞留设施、渗透设施和贮留设施系统。在旧城区改造中要按照海绵城市的理念,提出“源头分散、中途传输、末端调蓄”的系统排水改造方案,改善微地形、提高透水率、合理布置雨水花园、下凹绿地、生物滞留带等设施^[3]。极端降雨时,只用LID措施模式来控制雨水是不够的,需要增加蓄水池才能有效地控制雨水。因此应该把低影响开发设施同传统的灰色基础设施结合起来,形成灰绿结合、蓄排统筹的综合排水系统。

3.3 强化雨水收集与资源化利用

雨水收集和资源化利用属于城市水资源可持续管理的关键方式。应该采取多尺度规划和灰绿技术相结合的方法,在宏观到微观的各个层次上对雨水进行管理。源头处应建立多级滞渗系统来达到源头径流消减的目的。在过程环节要建立分区集水系统来优化水资源分配。在末端环节,

应整合绿色生态净化单元提升水质等级。应建设雨水调蓄池、雨水罐、地下蓄水模块等蓄水设施,将收集到的雨水经过简单的处理后用作城市绿化灌溉、道路清洗、景观水体补水等用途。采用初期雨水管理、多元化利用、价值机制,使雨水资源得到高效循环。从制度上讲要加大政策支持力度,形成可持续发展的运营机制。推行智慧调度管理来提高系统的效能。雨水收集和资源化利用可以缓解城市排水系统压力,也可以节约水资源,达到生态效益和经济效益的统一。

3.4 构建智慧排水监测与调度体系

信息化、智能化属于改善排水系统运行管理效能的有效途径。海绵城市形成的大量矢量化资料、监测数据给排水系统智能化打下了良好的基础。依靠物联网技术把海绵设施、排水管网、监测设备等进行联网,创建起感知网络,从而对数据实施实时感知并收集起来。运用大数据技术对大量监测数据加以保存,并且可对数据实施有效管理、分析与挖掘,从而从中提炼出其中蕴含的潜在价值。利用云计算技术,把计算和存储资源提供给复杂的模型运算以及数据分析使用。用人工智能做智能诊断、智能预估、自动化调度控制。从监测角度来讲,在海绵设施、排水管网、泵站、水体等重要节点处增设大量的在线监测设备,对降雨、流量、水位、水质等进行实时采集^[4]。利用气象雨量、道路积水、泵站运行、视频监控等各方面的监测手段,结合系统内部的数字模型,对雨前防灾预警、雨中监控调度、雨后总结分析进行全过程闭环管理。在调度上应该建立统一的污水处理厂、泵站、管网运行状态在线监测、分析、预警平台,实现监管统一化、决策智能化、调度精细化。

3.5 建立全过程运维管理机制

全过程运维管理属于保证排水系统、海绵设施长久运转的手段。应当建立运营维护管理制度、操作规程和应急预案,确定管理人员,对海绵城市设施进行登记,开展定期监测评估、巡查、维修和养护,保证设施正常运行。全生命周期管理中,应城市规划建设管理全过程要尊重科学规律,积极落实海绵城市建设的要求。应该研究以全生命周期为基础的海绵城市道路运维风险管理体系的创建,对全生命周期各个阶段的风险实施系统的识别和控制。就责任落实而言,应当确定城市管理部门对海绵城市设施的运行维护管理工作进行指导。技术标准上应建立海绵城市建设工程竣工验收和运行维护技术规程。实行排水设施排查、设计、施工、运维全过程信息化系统应用,制定并建立排水设施数据采集及入库标准,从源头统一

排水数据规范。

4 结语

海绵城市理念给市政排水系统优化升级赋予了新的理论架构和技术途径。本文从海绵城市理念入手,对目前市政排水系统存在的排水设施承载能力不够、雨污分流效果不好、雨水资源利用率低、运行管理不完善等问题进行了系统的分析,并提出了优化排水管网布局、完善低影响开发设施建设、加强雨水收集与资源化利用、建立智慧排水监测与调度体系、建立全过程运维管理机制等一系列的优化措施。海绵城市理念下的排水系统优化,强调自然方式与工程技术相结合,是从传统“快排”模式向“渗、滞、蓄、净、用、排”综合治理模式的根本转变。未来要继续推进海绵城市理念在市政排水系统中的全面实施,把“+海绵”理念融入到城市建设项目各个领域当中去,打破海绵城市建设的碎片化困境,形成点、线、面相结合的海绵城市建设全域推进态势。同时还要加快海绵城市创建的速

度,科学地安排建设时间,将历史遗留下来的欠账慢慢补上。只有这样,才能使市政排水系统由“工程排水”转变为“生态排水”,给城市水安全、水生态和水资源的可持续发展提供有力的保障。

【参考文献】

- [1]张佳宝.基于海绵城市理念的市政排水系统优化策略研究[J].科技与创新,2026,(2):206-208.
- [2]姜月.基于海绵城市理念的市政排水系统优化设计[J].工程技术研究,2025,10(2):180-182.
- [3]贺忆.海绵城市理念下市政工程给排水系统优化设计与实践[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(2):7-9.
- [4]吴丽颖.海绵城市理念对市政道路排水系统可持续发展的影响[J].建材发展导向,2026,24(12):136-138.

作者简介:吴龙(1988.01—),毕业院校:河北工程大学,所学专业:给水排水工程,当前就职单位:邯郸市亦翔市政工程有限公司。