 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i9.11586

Optimization of Internal Flooding Discharge Capacity in Municipal Drainage Systems under the Sponge City Framework

Huizhen Su

Suning Branch of Guoneng Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Cangzhou, Hebei, 062350, China

Abstract

As urban construction intensity continues to increase—with rising rates of paved surfaces, more frequent extreme rainfall events, and aging drainage facilities—numerous interconnected challenges have led to a steadily escalating risk of urban waterlogging. The "Sponge City" concept emphasizes leveraging a series of measures—including infiltration, detention, storage, purification, utilization, and discharge—to reestablish an urban stormwater management model, thereby providing a novel technical approach to enhancing the flood discharge capacity of municipal drainage systems. When optimizing municipal drainage systems, efforts should not rely solely on expanding pipe diameters or adding pumping stations; instead, they should integrate source-based runoff control, improvement of pipeline network capacity, establishment of storage spaces, smart monitoring and early warning systems, and operational and maintenance management. By integrating grey infrastructure with green infrastructure, it is possible to alleviate peak stormwater flow pressures, enhance urban resilience to heavy rainfall, and shift drainage and flood prevention efforts from a passive response to an active governance strategy.

Keywords

sponge city; municipal drainage system; urban flooding; flood discharge capacity; optimization strategies

海绵城市背景下市政排水系统内涝排涝能力优化

苏慧臻

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司，中国·河北 沧州 062350

摘　要

城市建设强度持续加大，硬化地表增多、极端降雨频繁、排水设施老化等诸多问题相互交织，致使城市内涝风险不断攀升。海绵城市理念着重借助渗、滞、蓄、净、用、排等一系列举措重新建立城市雨水管理模式，为市政排水系统排涝能力的提高给予了全新的技术思路。市政排水系统进行优化时，不能仅仅依靠扩大管径、增加泵站，而应当把源头径流控制、管网能力提高、调蓄空间建立、智慧监测预警、运维管理相互协同起来。借助灰色基础设施与绿色基础设施相融合，能够减轻雨水峰值压力，提高城市应对强降雨的韧性，促使排水防涝工作从被动处置转变为主动治理。

关键词

海绵城市；市政排水系统；城市内涝；排涝能力；优化策略

1 引言

城市内涝属于市政基础设施建设、城市治理里特别突出的问题。一部分城市在快速扩张进程中，雨水管网建设标准比较低，老旧城区管线存在淤积状况，错接混接情况也常见，排水出路不足这类现象比较普遍。当遇到短历时强降雨时，道路低洼之处、下穿通道、地下空间、老旧片区就容易出现积水现象。海绵城市建设并非单纯增添绿地或者铺设透水材料，而是需要城市在降雨整个过程里拥有吸收、滞留、调蓄、有序排放的能力。所以，对海绵城市背景下市政排水系统内涝排涝能力进行优化方面的研究，有着比较强的现实意义。

【作者简介】苏慧臻（1996–），女，中国河北肃宁人，本科，助理工程师，从事铁道建筑给排水工程研究。

2 海绵城市背景下市政排水系统优化的基本逻辑

2.1 从末端排放转向全过程调控

传统市政排水系统对管网、泵站有着较多的依赖，主要是进行末端排放，管理重点聚焦于“尽快排走雨水”。这样的模式在一般降雨状况下能够起到作用，然而在面对高强度、短历时暴雨的时候，管网极易瞬间处于满负荷运行状态，进而形成地面积水。海绵城市理念将雨水控制提前至源头、过程环节，借助屋面雨水收集、下凹式绿地、透水铺装、植草沟、雨水花园、调蓄池等措施来削减径流总量，延缓汇流

时间。全过程调控并非是要削弱管网的作用，而是通过分散消纳与集中排放相结合的方式，降低排水系统的瞬时压力，使得市政管网、自然渗透空间、人工调蓄设施能够形成联动。

2.2 从单一工程措施转向系统协同

城市排水防涝工作涉及到道路、绿地、河道、管网、泵站、地下空间、应急管理等诸多系统，仅依靠单个工程措施很难单独解决内涝问题。海绵城市建设注重灰色基础设施与绿色基础设施相互协作，一方面要提高雨水管渠、检查井、雨水口、泵站等传统设施的能力，另一方面也要发挥绿地、水体和开放空间的滞蓄功能。在实际规划的时候，应当以排水分区和汇水路径作为依据，清晰明确雨水从地表汇集、流入管网、进行调蓄转输直至最终排放的完整流程。只有把道路竖向设计、片区开发强度、雨水设施布置、河湖水系调度等方面综合起来考虑，才能够防止出现局部改造有效果但整体排涝能力不足的情况。

2.3 从被动抢排转向韧性治理

以往在城市内涝治理方面，常常呈现出雨后进行抢险工作、进行临时抽排、实施局部修补等情况。虽说这样做能够在短期内缓解积水问题，然而却很难从根本上提高城市的安全韧性。在海绵城市的背景之下，排水系统的优化工作更注重风险识别、预防控制、具备快速恢复的能力。城市需要依据历史积水点、降雨频率、地形高差、人口密度、重要设施的分布状况，来建立内涝风险分区，针对下穿通道、地铁出入口、地下车库、医院学校周边等重点区域实施有差异的防护措施。排涝能力不光体现在雨水排出的速度上，还体现在系统在遭受暴雨冲击之后，能不能维持基本运行、及时发出预警、快速进行处置、尽快恢复城市秩序。

3 市政排水系统内涝排涝能力不足的主要表现

3.1 管网排水能力与降雨强度不匹配

许多城市老城区的雨水管网建设时间比较早，其设计标准如今与现阶段城市建设密度、道路硬化率、极端降雨强度已经不太相适应了。部分片区的管径偏小，坡度不够，管道淤积情况严重，一旦遇到强降雨，雨水就没办法及时进入并输送出去。新建片区的管网条件相对来说较好，不过要是周边下游管道或者河道排口的能力不足，同样会出现“上游能排、下游不畅”这样的问题。管网系统具备连续性，局部的瓶颈有可能对整个排水分区的运行产生影响。排涝能力不足并非仅仅体现在管道尺寸方面，还跟雨水口布设密度、检查井维护状态、排放口水位顶托、道路竖向组织有着紧密的关联。

3.2 海绵设施与市政管网衔接不足

在一些项目里面，海绵城市设施被当作景观附属部分看待，出现了重视建设而轻视运行，重视示范却轻视衔接的情况。像下凹式绿地、雨水花园、透水铺装这些设施虽然设置好了，可是它们的服务汇水面积、溢流路径、渗排结构、维护要求和市政雨水管网没能有效衔接起来，在强降雨的时候容易出现设施负荷过大、积水往外流或者排放受到阻碍的状况。个别区域只看重绿化景观效果，忽略了地下土壤渗透性、地下水位、管线冲突、后期养护条件，使得设施实际的控水能力降低。要是海绵设施没办法纳入到排水系统的整体计算、运维模式当中，就很难在内涝防治里起到稳定的作用。

3.3 监测预警和日常运维相对薄弱

市政排水系统因为长期埋设在地下，所以其运行状态不容易直接了解清楚。部分城市目前仍然主要依靠人工巡查、雨后进行处置，对于管道淤堵、雨水口堵塞、泵站负荷情况、河道水位、低洼点积水缺乏实时监测。要是在汛期前清淤排查做得不充分，那么落叶、泥沙、垃圾进入雨水口后就会使进水能力降低。泵站设备老化、备用电源不足、调度规则不明确，同样会对排涝效率产生影响。内涝治理不单单是工程建设方面的问题，还是持续运维方面的问题。要是缺少动态数据的支持、闭环管理机制，就算前期投入较多，也可能由于维护不到位使得设施功能衰减。

4 海绵城市理念下排涝能力优化的关键路径

4.1 强化源头减排，削减地表径流峰值

源头减排是增强排涝能力的关键基础所在。城市中的道路、广场、居住区、公共建筑，需要依据汇水状况来配置透水铺装、绿色屋顶、雨水桶、植草沟还有下凹式绿地，以此让部分雨水在产生的最初阶段就能够实现渗透、滞留、净化。对于新建区域而言，在规划审批阶段要明确年径流总量控制率、雨水调蓄容积、溢流排放要求，防止建成之后还要进行被动的补救。针对老旧城区，可以结合道路改造、小区更新、公园绿地提高，挑选具备条件的区域来分散建设小微海绵设施。源头减排的价值就在于延迟雨水集中进入管网的时间，降低短时的峰值流量，从而为后续的排水、调度创造出相应的空间。

4.2 完善管网系统，打通排水关键节点

海绵城市建设无法取代市政管网改造。在内涝容易发生的片区，要进行管网普查工作、水力模型分析，弄清楚管径大小、坡度状况、是否存在淤积情况、有无错接现象、是否有缺陷、排口受顶托的情况，找出限制排涝能力的关键节点所在之处。老旧管道可以结合道路更新来进行扩容改造，对于雨污混接、管道破损、倒坡这些问题要同时加以整治。道路低洼的地方应当增加雨水口或者设置线性排水设施，并且对道路横坡和纵坡进行优化，以此让雨水能够迅速汇入排水通道之中。排口受到河道高水位影响的区域，可以设置闸门、泵排设施或者调蓄空间，防止外水出现倒灌的情况。管网优化需要坚持系统校核，而不是仅仅解决单个积水点的问题。

4.3 构建调蓄体系，提升超标准降雨应对能力

当遭遇超出管网设计标准的强降雨时，单单凭借排水

管渠，很难完全防止积水出现，故而要建立多层次的调蓄模式。城市能够借助公园绿地、广场、运动场、河湖水系、地下空间来设置临时调蓄区域，在暴雨期间暂时储存一部分雨水，等到管网和河道水位降低以后再有序排出。对于大型交通枢纽、商业中心、地下空间的周边而言，应当依据风险等级配备雨水调蓄池、截流设施、应急泵排系统。调蓄设施进行设计时要兼顾平时利用、汛期功能，防止长期闲置致使维护出现困难。采用“源头小型滞蓄、片区中型调蓄、城市骨干水系承接”这样的组合方式，能够有效提高城市对极端降雨的缓冲能力。

5 市政排水系统排涝能力优化的保障措施

5.1 推进智慧监测与精细化调度

智慧监测对提高市政排水系统的排涝能力起着重要支撑作用，它的价值并非仅仅是增加感知设备，而是借助数据联通来提高风险识别、调度决策的水平。城市能够在主干雨水管网、关键检查井、泵站、排口、河道水位点、下穿通道还有历史积水点设置雨量、水位、流量和视频监测设施，由此动态把握降雨过程、排水系统的运行状态。把气象预报、地形高程、汇水范围与管网水力模型相结合，就能够提前对不同片区的积水风险进行研判，进而为泵站预排、闸门调控、道路管制、人员值守提供依据。对于积水容易发生的区域，要建立分级预警标准，明确关注、预警、报警、应急响应的条件，防止处置依赖经验判断。智慧调度还需要打通住建、水务、交通、应急等部门的数据链路，让监测信息能够直接进入指挥流程，形成“监测—研判—调度—处置—复盘”的闭环机制，以此提高排涝工作的主动性、精准性与协同性。

5.2 健全运维机制与责任体系

排水防涝设施功能的有效发挥有持续方面的要求，要是后期养护工作做得不好，哪怕前期建设的标准比较高，也有可能因为出现淤堵、破损、设备老化、管理脱节等情况，使得排涝效率降低。市政管理部门需要围绕雨水管网、雨水口、检查井、泵站、排口、海绵设施来建立常态化的运维制度，把清淤疏通、设施巡检、设备试运行、隐患排查、台账更新涵盖到日常的管理工作当中。海绵设施的运维不能只靠园林养护来代替，还要留意下凹式绿地溢流口、透水铺装孔隙、雨水花园渗排层、调蓄设施出水口的功能状况。排水管理会涉及到多个部门、不同的权属主体，要明确建设、移交、养护、巡查、应急处置的责任，建立起问题发现、派单整改、结果核验、责任追溯的机制，避免设施出现“建而少管”“坏而迟修”的现象，保障排涝模式能够长期稳定地运行。

5.3 加强规划统筹与公众参与

市政排水系统的排涝能力优化工作应当在城市规划、片区开发、道路改造、河湖治理、老旧小区更新等一系列过程中全面贯穿，不能等到积水已经形成之后才去做局部的补救。在规划阶段的时候，要对地形坡向、汇水路径、下游承载能力、调蓄需求展开综合分析，保留好雨水通道、生态缓冲区、应急滞蓄空间，防止因为高强度开发而挤占了自然排水廊道。新建项目需要把海绵城市控制指标落实到位，将源头减排、雨水调蓄、溢流排放等内容纳入设计审查当中，老旧城区可以结合道路翻修、小区改造、绿地更新来进行分片治理。居民、商户、物业是发现雨水口堵塞、井盖异常、局部积水情况的重要主体，应该建立起便捷的上报渠道，规范施工排水、小区雨污接驳工作，促使排涝能力从政府主导治理转变为多方共同治理。

6 结语

在海绵城市的大背景之下，市政排水系统内涝排涝能力的优化属于一项系统工程。在这个工程里，既要着重关注管网、泵站、排口等传统设施的改造工作，同时还要充分发挥绿色基础设施在源头进行减排、在过程中实现调蓄的作用。当下，面临着极端降雨数量不断增多、城市空间高度集约的现实压力，城市排水防涝工作不能仅仅停留在雨后进行抢排、对局部问题进行修补的方面，而是应当凭借规划统筹、工程提高、智慧监测、精细运维、社会参与等多方面，进而形成一种综合治理的格局。唯有将雨水管理全面贯穿于城市建设、运行的整个过程当中，才能够提高城市的安全韧性，减少内涝对交通、生产、居民生活所产生的影响，促使市政基础设施朝着更加安全、高效、绿色的方向不断发展。

参考文献

[1] 高明刚,宋乐元.基于博弈论-TOPSIS组合模型的市政排水系统排涝能力评价[J].中国新技术新产品,2026,(13):94-96.

[2] 杨飞,王佳胜,孙思.市政排水系统排涝能力模糊评价模型构建与应用[J].城市建筑,2026,23(10):187-189.

[3] 周嗣,干家欣,戚海棠,等.水文规划与防洪排涝优化在城市化进程中的应用研究[J].水上安全,2026,(2):82-84.

[4] 张奇梅.基于SWMM驱动的防洪排涝整治工程优化配置模型研究[J].广东水利电力职业技术学院学报,2025,23(3):23-27.