

海绵城市理念下的市政道路给排水系统设计研究

李茵茵

广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025120004

摘要：海绵城市理念对市政给排水系统有重要指导意义。其理念下的新型市政道路给排水系统在设计要求上与传统系统不同，旧城道路排水系统存在合流制管网效能低、内涝与面源污染等问题。在海绵城市理念下改造市政管网，要构建雨水渗透系统，提质污水管网，优化透水铺装、调蓄设施等设计，以提升系统绩效，推动海绵城市建设。

关键词：海绵城市理念；市政道路给排水系统；系统优化

Research on Municipal Road Water Supply and Drainage System Design under the Concept of Sponge City

Li Yinyin

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : The concept of sponge city has important guiding significance for municipal water supply and drainage system. The design requirements of the new municipal road water supply and drainage system under its concept are different from those of the traditional system. The old city road drainage system has the problems of low efficiency of combined pipe network, waterlogging and non-point source pollution. To transform the municipal pipe network under the concept of sponge City, it is necessary to build a rainwater infiltration system, improve the quality of sewage pipe network, optimize the design of permeable pavement and storage facilities, so as to improve the system performance and promote the construction of sponge city.

Keywords : sponge city concept; municipal road water supply and drainage system; system optimization

引言

2021年，《关于推进海绵城市建设的指导意见》颁布，旨在提升城市生态系统功能和城市防涝能力。海绵城市核心理念如低影响开发、雨水自然循环及生态优先原则，对市政给排水系统意义重大。其理念下的新型市政道路给排水系统在设计要求上与传统系统有本质区别，旧城道路排水系统也存在诸多问题。在改造既有市政管网系统时面临空间限制等挑战。基于此，从雨水渗透系统构建、污水管网提质设计等多方面着手，融入海绵城市理念，以提升市政道路给排水系统功能，实现城市可持续发展。

一、海绵城市理念与市政道路给排水系统的内在关联

(一) 海绵城市核心理念解析

海绵城市核心理念主要包含低影响开发、雨水自然循环以及生态优先原则，这些理念对市政给排水系统有着重要的指导意义。低影响发展理念旨在通过模仿自然水文循环，采用源头分散式措施，如绿色屋顶、雨水花园等，来减少开发活动对自然水文状态的改变，有效控制雨水径流的产生量与峰值流量，为市政道路给排水系统减轻排水压力，提高其应对强降雨的能力。雨水自然循环强调恢复和保护城市的自然水循环过程，使雨水在城市中能够自然渗透、蒸发、储存与净化，市政道路给排水系统可依此构建雨水收集、利用和排放体系，实现雨水资源的高效利用。生

态优先原则要求在市政道路给排水系统设计中，优先考虑生态系统的保护和修复，采用生态友好的材料与技术，营造良好的水生态环境，保障城市的可持续发展^[1]。

(二) 新型给排水系统特征需求

海绵城市理念下的新型市政道路给排水系统，在设计要求上与传统系统存在本质区别。渗透铺装方面，传统系统多侧重路面排水的快速性，将雨水迅速排离路面。而新型系统强调通过具有良好透水性的材料，使雨水能及时下渗，补充地下水，调节土壤湿度，缓解城市热岛效应^[2]。调蓄设施上，传统给排水系统调蓄能力有限，遇到强降雨易致内涝。新型系统则注重设置雨水花园、蓄水池等调蓄设施，有效收集、储存雨水，在干旱时加以利用，实现雨水资源的合理调配。径流污染控制方面，传统系统较

少关注径流中的污染物。新型系统通过植被缓冲带、生态滤沟等措施，对径流进行净化，降低污染物含量，减少对水体的污染，从而提升城市水环境质量。

二、既有市政管网系统改造的困境分析

(一) 旧城道路排水系统现状问题

在海绵城市理念下审视旧城道路排水系统，其现状问题较为突出。合流制管网运行效能有待检测，当前存在诸多隐患。内涝频发是一大典型病害，随着城市发展，旧排水系统难以应对日益增长的雨水径流量，在暴雨等极端天气下，排水不畅，导致路面积水严重，影响交通和居民生活^[3]。同时，面源污染也是棘手问题。合流制管网将污水与雨水混合排放，降雨初期，路面上的污染物会随雨水一同进入排水系统，未经有效处理就直接排放，对水体环境造成污染，影响城市水生态。这些现状问题严重制约了旧城道路排水系统的功能发挥，迫切需要在海绵城市理念下进行改造与优化。

(二) 设施更新中的空间限制因素

在海绵城市理念下对既有市政管网系统进行改造时，空间限制因素给雨污分流改造工程带来诸多制约。一方面，地下管线交错状况严重。城市发展使得地下各类管线，如电力、通信、燃气等管线与给排水管线纵横交织^[4]。这不仅增加了施工定位难度，而且在改造过程中，稍有不慎就可能破坏其他管线，引发安全事故与功能障碍。另一方面，施工界面狭窄也成为阻碍。随着城市建设趋于饱和，市政道路周边空间被大量占用，留给排水系统改造的施工界面十分有限。施工设备难以施展，材料堆放空间不足，施工人员操作空间受限，极大地影响了施工效率与质量，使雨污分流改造工程的推进面临重重困难。

三、海绵导向下的道路给排水系统优化设计

(一) 雨污分流系统设计重构

1. 雨水渗透系统构建

在海绵导向下构建雨水渗透系统，能有效提升道路给排水系统的海绵功能。可在道路两侧合理设置渗透地面，比如采用透水砖铺设人行道，其孔隙率等参数需科学设计，以保障雨水能快速下渗，减少地表径流。还应优化绿化带设计，增大绿化带土壤的渗透系数，例如添加合适比例的砾石等介质，提高土壤透水性^[5]。此外，设计雨水花园，利用植物根系与土壤的吸附、过滤作用，促进雨水下渗净化。通过这些措施，构建起完善的雨水渗透系统，将大量雨水就地吸纳、渗透，补充地下水，降低道路积水风险，实现道路给排水系统与自然生态的良性互动，提升海绵城市建设成效。

2. 污水管网提质设计

在海绵城市理念下对污水管网进行提质设计，需多方面入手。管材防腐是关键环节，应选用耐腐蚀性能良好的管材，如新型的HDPE双壁波纹管，其抗腐损能力强，可有效延长污水管网的使用寿命，减少因管材腐蚀导致的渗漏等问题^[6]。同时，要

在检测井设置智能监测设备，实时掌握污水管网的运行状况，包括流量、水位、水质等参数。借助这些数据，能够及时发现管网堵塞、破损等异常情况，以便迅速采取修复措施，保障污水管网的高效运行。通过这种全生命周期改造策略，实现污水管网的提质，让雨污分流系统更好地服务于市政道路给排水系统，提升海绵城市建设水平。

(二) LID设施与道路系统整合

1. 透水铺装结构设计

在海绵导向下，透水铺装结构设计至关重要。针对不同交通荷载，需对透水混凝土路面层级配参数进行优化^[7]。对于轻型交通区域，如人行道、自行车道，可适当增加细集料比例，提高透水性能与表面平整度，增强行人与骑行舒适度；而在重型交通区域，像城市主干道、货运道路，要调整级配使粗集料占比合理增大，以提升结构承载能力，确保在频繁重型车辆碾压下不发生变形、损坏。同时，要关注透水层与基层、底基层的协同工作，透水层既能高效收集和渗透雨水，基层与底基层又能稳定支撑路面结构，保障整个透水铺装结构在实现雨水管控功能的同时，满足市政道路的交通使用要求。

2. 调蓄设施空间布局

在海绵导向下的道路给排水系统优化设计中，调蓄设施空间布局至关重要。合理的布局能够有效提升道路应对雨水的能力，减少内涝等问题。调蓄设施应结合道路周边地形地貌、土地利用情况以及水流方向来布局^[8]。例如，在地势较低处可设置雨水塘、蓄水池等，充分利用重力作用收集雨水。对于线性的道路系统，可沿着道路走向，在适当间隔处布置小型调蓄设施，形成连续的调蓄体系。同时，考虑与周边的下沉式绿地、道路景观带协同布局，让雨水能顺利从景观带流入调蓄设施。这样不仅能提高雨水的调蓄效率，还能实现道路给排水系统与景观的融合，提升道路的整体生态效益，为海绵城市理念在市政道路给排水系统中的落地提供有力支撑。

四、海绵城市技术在道路工程中的实践应用

(一) 径流污染控制技术体系

1. 初期雨水截流装置

在海绵城市理念下的市政道路给排水系统设计中，初期雨水截流装置至关重要。研发具有自动弃流功能的智能分流井装置是关键举措。该装置能够依据设定的参数，对初期雨水进行精准截流。其通过对雨水流量、水质等指标的实时监测，实现自动弃流，将污染较为严重的初期雨水引入污水处理系统，避免其直接排入自然水体，减轻对水环境的污染^[9]。这一智能分流井装置的应用，有效提升了初期雨水截流的效率与准确性，保障了径流污染控制技术体系的高效运行，有助于打造更加生态、环保的市政道路给排水系统，更好地践行海绵城市理念，促进城市水资源的可持续利用与生态环境的保护。

2. 生态过滤设施组合

在海绵城市理念下，生态过滤设施组合对于市政道路径流污

染控制至关重要。通过构建雨水花园与人工湿地联用的三级净化系统，能有效降低径流污染。雨水花园作为初级净化环节，利用植物、土壤和微生物的协同作用，对雨水进行初步过滤，去除部分悬浮物和污染物。随后，水流进入人工湿地，其丰富的水生植物进一步吸附、分解污染物，通过基质的过滤和微生物的降解，实现更深度的净化。这种联用的三级净化系统，从不同层面和角度对径流进行处理，大大提高了净化效率，确保道路径流在排入自然水体前达到较低污染水平，减少对水环境的负面影响^[10]。

（二）雨水资源化利用系统

1. 路面径流收集方案

在海绵城市理念下，路面径流收集方案对于雨水资源化利用至关重要。可在道路两侧设置下沉式绿化带，其深度通常为15~20厘米，宽度依据道路实际情况而定，一般在1~2米。通过合理的坡度设计，引导路面雨水流入绿化带。同时，在道路低点或合适位置设置雨水口，雨水口间距根据道路长度、宽度及当地降雨强度等因素综合确定，一般间隔30~50米。雨水口连接至地下排水管网，管网管径需依据计算的雨水流量来确定，以确保能有效收集和输送径流雨水。这些收集的路面径流雨水，经过沉淀、过滤等初步处理后，可用于道路浇洒、绿化灌溉等，实现雨水的资源化利用，有效提升市政道路给排水系统的生态效益与资源利用效率。

2. 存储回用设施配置

在海绵城市理念下的市政道路给排水系统设计中，雨水资源化利用系统的存储回用设施配置十分关键。地下蓄水池是重要的存储设施，其容积计算需精准且与绿化灌溉系统有效衔接。计算地下蓄水池容积时，要综合考虑道路所在区域的降雨特征，如多年平均降雨量、降雨强度分布等，同时结合道路绿化面积及灌溉需求。一般依据灌溉定额、灌溉周期以及雨水收集效率等参数来确定合适的容积。绿化灌溉系统则应根据不同植物种类的需水特性和季节变化进行设计。例如，耐旱植物与喜水植物的灌溉频次和水量不同。通过合理配置存储回用设施，实现雨水的高效收集、存储与精准灌溉回用，既满足道路绿化用水需求，又提高水资源利用效率，践行海绵城市理念。

（三）监测评估技术应用

1. 物联网监测系统构建

在海绵城市理念下的市政道路给排水系统设计中，物联网监

测系统构建极为关键。通过部署管网压力、水质参数的实时感知终端网络，实现对市政道路给排水系统的全面监测。在管网压力方面，感知终端能实时捕捉管道内压力变化，一旦压力异常，可及时预警，便于工作人员排查是否存在管道堵塞、破裂等问题，保障排水的顺畅。对于水质参数，感知终端可精准测量酸碱度、污染物含量等指标，掌握水质动态。这些感知终端收集的数据，借助物联网技术传输至管理平台，管理人员能远程实时查看分析，据此调整给排水策略，为海绵城市市政道路给排水系统的稳定高效运行提供有力技术支撑，从而更好地实现海绵城市理念在市政道路工程中的落地。

2. 系统绩效评估体系

海绵城市理念下市政道路给排水系统的系统绩效评估体系，需建立多维度评价指标。内涝消除率是重要指标之一，它直观反映了道路应对强降雨时，排水系统能否有效消除积水，避免内涝发生，保障道路正常通行。径流控制率同样关键，体现系统对雨水径流的控制能力，减少雨水快速汇集带来的排水压力，促使雨水合理下渗、滞留与净化。通过对这些指标的量化评估，可全面了解海绵城市技术在道路给排水系统中的实际运行效果，发现设计与建设中的不足，以便及时调整优化，确保市政道路给排水系统切实发挥海绵城市理念下的功能，提升城市应对雨水问题的综合能力，实现可持续发展的目标。

五、总结

海绵城市理念为市政道路给排水系统设计带来了新的思路与方法。在道路给排水系统改造中，海绵城市技术实现了多方面的集成创新，例如通过生物滞留设施、植草沟等的合理设置，有效提升了雨水的收集与净化能力，减少地表径流，缓解城市内涝问题。同时，透水铺装的应用增强了道路的透水性，改善城市水循环。未来，数字孪生技术在管网运维管理中的深化应用具有广阔前景。它能够构建虚拟模型模拟真实管网运行状态，实现实时监测、精准预警和高效调度，助力市政道路给排水系统更科学、智能地运行，从而推动海绵城市建设不断完善，提升城市的生态环境质量与可持续发展能力。

参考文献

- [1] 李昂. 滨水景观设计在海绵城市理念下的研究——以新沂市为例 [D]. 东南大学, 2021.
- [2] 凡文秀. 海绵城市理念下的新建住宅小区景观设计研究 [D]. 华南农业大学, 2021.
- [3] 王文峰. 基于海绵城市理念的哈尔滨新区规划设计研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2021.
- [4] 赵希贤. 海绵城市理念下的鸡心岛滨水绿道景观设计研究 [D]. 湖北工业大学, 2024.
- [5] 谢慧敏. 基于海绵城市理念的老旧小区景观改造设计研究 [D]. 湖南理工学院, 2022.
- [6] 宋胜男. 基于海绵城市理念的市政道路给排水设计研究 [J]. 智能城市应用, 2023, 6(04):25~27.
- [7] 袁静. 基于海绵城市理念层面的市政道路给排水设计 [J]. 中国新技术新产品, 2021, (12):110~112.
- [8] 王旭阳, 耿适为, 王冬, 等. 海绵城市理念下市政道路排水设计及关键问题探讨 [J]. 给水排水, 2022, 48(S01):569~573.
- [9] 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.
- [10] 钱震宇. 基于海绵城市理念下市政道路给排水设计分析 [J]. 居业, 2021, (02):24~25.