

## 工程管理

## 海绵城市理念下市政道路排水系统设计与施工优化

熊能

江西金泰工程造价咨询有限责任公司 江西南昌 330000

**【摘要】**海绵城市理念以“渗、滞、蓄、净、用、排”为核心，为解决传统市政道路排水系统“重排轻蓄”导致的城市内涝、水资源浪费等问题提供了新路径。本文以海绵城市理念为指导，聚焦市政道路排水系统的设计与施工环节，分析传统排水系统在功能定位、技术应用及施工管控上的弊端。从设计优化与施工优化两大维度，提出融合透水铺装、植草沟、雨水花园等海绵设施的设计方案，明确各设施的参数选型与布局原则；同时针对施工过程中的材料管控、工艺优化、质量验收等关键环节制定管控策略。结合实际工程案例验证优化方案的可行性，结果表明，优化后的排水系统可使道路区域雨水径流系数降低30%以上，雨水资源化利用率提升25%，为海绵城市建设中市政道路排水系统的升级提供实践参考。

**【关键词】**海绵城市；市政道路；排水系统；设计优化；施工管控

Design and Construction Optimization of Municipal Road Drainage Systems Under the Sponge City Concept  
Xiong Neng

Jiangxi Jintai Engineering Cost Consulting Co., Ltd. Nanchang, Jiangxi 330000

**【Abstract】**The sponge city concept, centered on "infiltration, detention, storage, purification, utilization, and drainage," offers a novel approach to addressing urban waterlogging and water resource wastage caused by traditional municipal road drainage systems' "emphasizing drainage over storage." Guided by the sponge city philosophy, this study focuses on the design and construction of municipal road drainage systems, analyzing the drawbacks of conventional drainage systems in functional positioning, technological application, and construction management. From two dimensions—design optimization and construction optimization—it proposes integrated designs incorporating permeable pavements, vegetated swales, rain gardens, and other sponge city facilities, specifying parameter selection and layout principles for each. Additionally, it formulates control strategies for key aspects such as material management, process optimization, and quality acceptance during construction. Practical engineering cases validate the feasibility of the optimized solutions, demonstrating that the upgraded drainage system can reduce the road area's rainfall runoff coefficient by over 30% and increase rainwater resource utilization by 25%, providing practical references for upgrading municipal road drainage systems in sponge city development.

**【Key words】**Sponge city; municipal roads; drainage system; design optimization; Construction control

## 一、引言

市政道路排水系统是城市基础设施的重要组成部分，直接关系到城市防洪排涝能力与水资源利用效率。传统市政道路排水系统以“快速汇水、集中排放”为设计核心，依赖雨水口、排水管渠等硬性设施将雨水快速排入市政管网，这种模式不仅易在暴雨天气引发路面积水、城市内涝，还导致大量雨水资源白白流失，违背生态环保理念。随着海绵城市建设在全国范围内的推进，“生态优先、雨洪管理”的理念逐渐融入市政道路建设中。海绵城市理念下的市政道路排水系统，通过整合生态设施与工程设施，实现雨水的自然渗透与循环利用，既能提升排水防涝能力，又能修复

城市水生态。因此，探究海绵城市理念下市政道路排水系统的设计与施工优化策略，对推动城市基础设施高质量发展具有重要现实意义。

## 二、传统市政道路排水系统的现存问题

### （一）设计理念滞后，生态功能缺失

传统排水系统设计仅关注“排水”单一功能，忽视雨水的生态循环价值。道路路面多采用不透水沥青或混凝土铺装，雨水无法渗透入地下补充地下水，反而形成大量地表径流，加剧城市内涝风险。同时，设计中未考虑雨水净化环节，雨水携带路面污染物直接排入自然水体，造成水体污染。此

外，排水系统与周边环境衔接不足，缺乏植草沟、雨水花园等过渡设施，导致生态廊道断裂。

### （二）施工质量管控不足，设施效能衰减

施工过程中存在材料选用不合理、工艺执行不规范等问题。例如，排水管渠采用低强度管材，易因路面荷载挤压出现破损渗漏；雨水口施工时未做好反滤层处理，导致泥沙淤积堵塞排水通道。同时，施工单位对海绵设施施工技术掌握不足，如透水铺装基层压实度控制不当，既影响透水性能又降低路面承载力，导致设施实际效能远低于设计标准。

### （三）系统协同性差，运维难度大

传统排水系统各设施独立运行，缺乏统一规划与协同设计。雨水口布置间距不合理、排水管渠管径匹配度低，易出现“局部积水、排水不畅”的问题。此外，设施运维缺乏针对性方案，透水铺装孔隙堵塞、植草沟植被枯萎等问题得不到及时处理，导致排水系统效能逐年衰减，后期维护成本大幅增加。

## 三、海绵城市理念下市政道路排水系统设计优化

### （一）总体设计原则：生态优先，系统整合

设计需以“源头减排、过程控制、末端治理”为逻辑，将海绵设施与道路主体工程、周边绿地系统有机融合。结合道路等级、区域降雨量、土壤渗透性等实际条件，合理确定雨水径流控制目标，确保道路区域雨水径流系数控制在 0.3 以下。同时，建立“透水铺装+植草沟+雨水花园+调蓄池”的多级排水体系，实现雨水从渗透、净化到回用的全流程管控。



### （二）关键海绵设施设计优化

透水铺装设计。根据道路功能分区选择适宜的透水铺装类型：机动车道采用“透水沥青混凝土+透水基层+透水垫层”结构，面层孔隙率控制在 18%~25%，基层采用 C15 透水混凝土，厚度不低于 18cm；人行道与非机动车道可采用透水砖铺装，砖体抗压强度不低于 C30，缝隙采用中砂填充以增强透水性。铺装设计需设置 2%~3%的横坡，引导雨水流向

两侧植草沟，同时在基层下方铺设土工布防止土壤颗粒堵塞孔隙。

植草沟与雨水口协同设计。在道路两侧绿化带内设置生态植草沟，沟体断面采用倒梯形，深度 0.3~0.5m，坡度与道路一致，内部种植狗牙根、早熟禾等耐涝草本植物。植草沟内间隔 20~30m 设置一座生态雨水口，雨水口采用透水性井壁结构，内部填充碎石过滤层，实现雨水初步净化后再排入管网。对于暴雨期超量雨水，通过植草沟内的溢流设施导入市政排水系统，避免漫流。

雨水花园与调蓄设施设计。在道路交叉口、公交站点等开阔区域设置雨水花园，面积根据汇水范围确定，一般不小于汇水面积的 5%。雨水花园采用“种植土层+砂层+碎石层”的三层结构，种植土层厚度 0.3m，选用渗透系数大的砂壤土，碎石层内铺设穿孔排水管收集净化后的雨水。同时，在道路地下设置模块化雨水调蓄池，容积按 50mm 降雨量标准设计，收集的雨水经处理后用于道路绿化灌溉与路面冲洗，提升水资源利用率。

### （三）管网系统优化：适配海绵设施，提升排水效能

对传统排水管渠进行改造升级，采用 HDPE 双壁波纹管等高强度、耐腐蚀管材，管径根据海绵设施处理后的径流量确定，较传统设计减小 20%~30%。在管网节点设置智能流量监测装置，实时监控排水流量，避免管网超载。同时，构建“海绵设施+管网”的联合调度系统，暴雨初期雨水经海绵设施渗透净化，中后期超量雨水通过管网快速排放，实现“蓄排结合”的优化效果。

## 四、海绵城市理念下市政道路排水系统施工优化

### （一）施工前期准备：精准把控，奠定基础

深化勘察设计。施工前对道路沿线地质条件、地下管线分布进行详细勘察，结合勘察结果优化施工方案。例如，在土壤渗透性差的区域，增加碎石垫层厚度以提升透水性能；避开地下管线密集区域调整植草沟位置。

材料管控。建立严格的材料进场检验制度：透水沥青需检测孔隙率、马歇尔稳定度等指标，透水砖需进行抗压强度与透水系数测试，不合格材料严禁进场。对植草沟植被苗木进行检疫，选择根系发达、适应性强的本地物种，提高成活率。

### （二）关键施工工艺优化

透水铺装施工过程中，基层施工阶段需采用小型压路机进行分层压实，每层压实度严格控制在 95% 以上，以保证结构稳定性，同时避免因过度压实而降低材料的透水性能。面

层摊铺时,混合料温度应精确控制在150–160℃之间,确保摊铺厚度均匀一致。碾压工序必须采用轻型压路机,轻柔操作,以防止面层孔隙被堵塞,从而维持良好的透水功能。施工结束后,需立即采取覆盖措施进行保湿养护,养护时间不少于7天,且在养护期间严禁任何车辆或设备通行,以保证铺装结构充分成型并达到设计强度。

植草沟与雨水花园施工阶段,首先需按设计图纸精确控制沟体开挖坡度,确保线性流畅、坡向准确,避免局部低洼形成积水区域。在种植土层施工前,需对原土进行改良,通过掺入30%的河沙和10%的有机肥料,有效提升土壤的透气性与肥力。植被栽植完成后应立即浇足定根水,以促进根系与土壤的结合,并设置临时围挡设施防止人为或机械对苗木造成损伤。雨水花园的碎石层铺装前,应在土层与碎石层之间铺设专用土工布,实现有效分隔,防止土壤颗粒随水流进入碎石孔隙或排水管道,造成堵塞影响排水性能。

管网施工过程中,采用“开槽法与非开挖技术相结合”的灵活施工策略,尤其在交通繁忙或敏感区域优先选用顶管工艺,最大限度降低对现有交通和周边环境的影响。管道安装作业中,必须保证承插接口密封严密,采用橡胶圈实施柔性连接,以提高管道的适应性和防渗性能。安装完成后,需分段进行严格的闭水试验,验证管道密封性能,试验合格后方可进行沟槽回填,回填材料及压实度需符合设计规定,避免后期沉降。

### (三) 施工质量管控: 实施全过程监测, 确保工程效能

建立并执行“工序自检、监理抽检与第三方专业检测”相结合的多层级质量控制体系。透水铺装施工结束后,需现场检测其透水系数,设计要求不低于0.5mm/s;植草沟施工验收时,需复核沟底纵坡和断面尺寸,允许偏差控制在±5%范围内;管网系统安装后,除进行水压试验外,还需开展流量测试,确保管道排水能力满足设计要求。此外,积极应用BIM技术构建精细化施工模型,通过动态模拟预测施工冲突,优化工序衔接与资源调配,提升整体施工质量与效率。

### (四) 施工后期运维: 落实长效管理机制, 维持系统效能

## 参考文献

- [1]庄怀志. 海绵城市理念下市政道路排水设计创新路径探究[J]. 新城建科技, 2025, 34(08): 99–101.
- [2]童伟兵. 海绵城市理念下市政道路排水系统的创新设计研究[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会, 重庆建筑编辑部, 重庆市建筑协会. 智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(三). 浙江中瓊建设有限公司; , 2025: 839–843. DOI: 10.26914/e.cnkihy.2025.032133.
- [3]方柯. 海绵城市理念下市政道路排水系统设计优化与工程实践[C]//江西省工程师联合会. 第二届智能工程与经济建设学术研讨会论文集(一). 中国铁建港航局集团有限公司第二工程分公司; , 2025: 153–156. DOI: 10.26914/e.cnkihy.2025.036872.

制定并执行针对性运维管理方案: 定期使用高压水枪对透水铺装表面进行冲洗, 清除积蓄于孔隙中的泥沙及杂质, 维持其透水能力; 每月巡查植草沟内植被生长状况, 及时补植枯萎或缺损苗木, 定期清除杂草, 保持沟体形态与排水功能; 每季度对调蓄池开展清淤作业, 保障有效调蓄容积, 同时检查水位传感器、流量计等智能监测设备的运行状态, 确保整个雨水管理系统长期稳定运行。通过制度化、周期性的运维措施, 保障海绵城市设施持续发挥生态与工程效益。

## 五、工程案例验证

某城市主干道改造工程采用海绵城市理念优化排水系统设计与施工, 道路全长2.8km, 设置透水铺装1.2万m<sup>2</sup>, 植草沟3200m, 雨水花园8处, 地下调蓄池1座(容积500m<sup>3</sup>)。工程完工后经监测, 暴雨期路面无明显积水, 雨水径流系数从改造前的0.65降至0.28, 雨水资源化利用率达到28%, 每年可节约绿化灌溉用水1.5万m<sup>3</sup>。同时, 道路周边地下水水位较改造前有所回升, 水体水质得到改善, 验证了优化方案的生态效益与经济效益。

## 六、结论

海绵城市理念下的市政道路排水系统, 通过设计阶段的生态设施整合与管网优化, 以及施工阶段的材料管控、工艺升级与质量监测, 有效解决了传统排水系统的诸多弊端, 实现了排水防涝与生态保护的双重目标。实践表明, 将透水铺装、植草沟等海绵设施与传统管网有机结合, 可显著提升道路雨水径流控制能力与水资源利用效率。未来, 需进一步加强海绵技术与智能技术的融合, 通过大数据、物联网等技术实现排水系统的精准调控, 同时完善相关设计标准与施工规范, 推动海绵城市理念在市政道路建设中的广泛应用, 为建设生态宜居城市提供有力支撑。