

# 市政道路排水系统设计与施工技术的创新研究

卫东厂

江西锦龙建业工程有限公司 江西上饶 334000

**【摘要】**针对传统市政道路排水系统在暴雨天气下排水能力不足等问题，通过对某市政道路改造工程为研究对象，创新性地采用生态与工程相结合的排水系统设计方案。研究表明，通过优化管网布局、采用透水性路面结构、设置生态调蓄设施等创新技术，显著提升了道路排水效能。实验数据显示，改造后的路段在暴雨条件下，排水速度提高43%，积水深度降低56%，系统运行维护成本降低25%。创新设计方案不仅解决了传统排水系统的不足，还实现了雨水资源的高效利用，为同类工程提供了可借鉴的技术参考。

**【关键词】**市政道路；排水系统；创新设计；施工技术；生态调蓄

随着城市化进程加快和极端天气频发，传统市政道路排水系统面临着严峻挑战。频繁的道路积水不仅影响交通安全和市民出行，还给城市基础设施带来重大安全隐患。现有研究表明，传统排水系统存在管网布局不合理、排水能力不足、维护成本高等问题。因此，创新排水系统设计与施工技术，提高系统综合效能，已成为市政工程领域亟需解决的重要课题。针对这一现状，结合某市政道路改造工程实践，开展了系统性研究，以期找到更优的技术解决方案。

## 1 工程概况

某城区春阳路改造工程地处某市主城区核心位置，作为商贸中心与文教区之间的重要交通枢纽，全线贯穿2.8公里，路幅宽度40米，承担区域主要交通流量。道路原有排水系统采用传统重力流雨水管网，管网密度不足，致使中等强度降雨条件下即出现路面积水现象。地质勘察数据显示，工程区域地下水位埋深较浅，地层以粘土为主，土壤渗透系数低，不利于雨水下渗。传统排水系统与区域水文地质条件的叠加效应，导致排水能力远低于城市发展需求标准。工程设计需在确保道路通行条件下完成系统化改造，对施工组织提出了严格要求。针对排水系统存在的的技术性问题，研究从系统设计创新与施工工艺优化两个维度展开分析。通过对管网布局进行科学规划，选用透水性路面结构，合理布设生态调蓄设施，形成了完整的技术创新体系。工程设计充分考虑区域水文地质特征，采用生态与工程措施相结合的系统化方案，提升了排水系统整体效能。创新技术的集成应用解决了传统排水系统在暴雨条件下的功能缺陷，对同类市政道路排水系统改造具有重要的示范意义。

## 2 排水系统设计创新与施工技术

### 2.1 排水系统创新设计原理

市政道路排水系统创新设计采用“低影响开发与传统工程结合”的系统化方案，通过优化管网布局、应用透水性路面结构、设置生态调蓄设施提升排水效能。设计理念基于海绵城市建设要求，构建径流源头控制、过程控制和末端处理的完整排水体系。创新设计原理主要体现在三个方面：一是采用分散与集中相结合的排水模式，通过多级调蓄控制峰值流量，有效降低系统负荷；二是应用新型透水材料与生态化设施，提升系统对雨水的渗透、净化能力，实现雨水资源的高效利用；三是引入智能化监测与控制技术，实现排水系统的动态调节，提高系统响应能力。设计过程采用水文水力模型进行系统优化，充分考虑道路等级、交通流量、区域气候特征等因素，采用模块化、标准化设计方法，增强系统适应性。通过建立排水设施布局优化模型，对管网布局、调蓄设施规模、溢流系统参数等关键要素进行综合分析，实现系统投资与运行效益的最优平衡<sup>[1]</sup>。创新设计理念的应用改变了传统单一排水模式的局限性，构建了一个集雨水收集、污染控制、资源利用于一体的现代化排水系统。

### 2.2 创新管材与施工工艺应用

市政道路排水系统工程创新重点围绕管材选型与施工工艺两个维度展开。管材创新选用新型HDPE双壁波纹管，该材料具有重量轻、强度高、抗冲击性能优异的特点，同时采用热熔对接工艺提高了管道接口密封性能。施工工艺创新采用定向钻进与顶管施工相结合的非开挖技术，有效减少对道路交通影响，提高施工效率。基础施工引入高强度快硬混凝土技术，解决软土地基沉降问题。井室安装采

用装配式结构,配合智能测量放线技术,确保管道安装精度。现场施工质量控制采用信息化手段,实现施工过程全程监控与数据记录。创新工艺的应用显著提高了施工质量和效率,解决了传统施工中的技术难点。施工过程建立了完整的质量保证体系,包括原材料检验、施工工艺控制、竣工验收等环节,通过标准化、规范化的施工管理,确保排水系统施工质量达到设计要求。在施工组织方面,采用分段施工与全过程质量控制相结合的方式,建立了施工质量追溯机制,为排水系统长期稳定运行奠定基础。创新管材与施工工艺的系统应用,实现了施工技术工程质量的同步提升。

### 2.3 路面结构创新与施工技术

市政道路排水系统设计中,路面结构创新采用具有透水、调蓄功能的复合结构体系,应用改性透水沥青混合料配合特殊级配设计,提升路面透水性及耐久性。结构设计采用多层次组合方案,各功能层有机结合形成整体排水系统。路面结构由上至下依次为改性透水沥青面层、透水性基层、调蓄层及下封层构成,层间采用新型土工材料作为分隔层,解决层间结合问题。施工工艺创新引入智能温控与自动找平系统,结合全幅铺装与分段压实相结合的施工组织模式,保证透水层施工质量。路面施工采用智能摊铺设备,实现高精度找平和压实度控制,确保结构层间紧密结合。养护技术创新建立渗透系数动态监测机制,实时监控路面透水性能,及时发现并处理堵塞问题。工艺控制重点关注混合料温度、压实度、渗水系数等关键参数,建立施工质量控制标准体系。通过建立养护台账,采用预防性养护策略,实现精细化管理,延长路面使用寿命。创新路面结构设计与施工工艺的系统应用,使路面在满足交通承载要求的同时具备良好的排水功能,为市政道路排水系统建设提供了技术支撑。

### 2.4 生态设施施工新技术研究

市政道路排水系统中的生态设施施工采用标准化、装配式施工技术,重点创新雨水调蓄池、生态滞留带、渗透设施等关键构件的施工工艺。调蓄池施工采用轻质模块拼装技术,提升施工效率,同时应用高分子防渗材料进行防渗处理,确保系统密封性。生态滤料选用新型复合材料,提高污染物截留效率,滤料结构采用多层级配设计,增强系统净化能力。绿化种植采用适应性植物配置方案,选择耐污、耐淹、耐旱植物,配合固根与保水技术提高植物成活率<sup>[2]</sup>。溢流系统设置自动调节装置,实现超量径流的智能调控。施工过程采用分区、分项施工技术,建立施工质量控制体系,对

各项施工工序进行精细化管理。后期运维系统采用智能化监测设备,实现生态设施运行状态的实时监控。在设计及施工阶段预留检修通道和监测接口,为后期维护管理提供便利条件。通过建立完善的运维管理制度和维护工作流程,确保生态设施长期稳定运行,实现雨水的收集、净化和资源化利用目标,形成系统化的生态排水体系。

## 3 创新技术应用效果分析

### 3.1 排水系统运行效能评估

市政道路排水系统创新设计的运行效能通过一年期监测数据得到验证。管网关键节点布设的在线监测设备完整记录了系统运行参数,结果表明改造路段在面对中等强度降雨时,积水深度与消退时间均优于设计标准。低影响开发理念与传统工程措施的融合显著提升了管网水力效率,使排水系统的整体性能达到预期目标。生态与工程相结合的设计方案显著增强了系统抗冲击负荷能力,年度设备故障率维持在低水平,分散与集中相结合的排水模式确保了设施运行稳定性。排水管网水密性与结构强度检测结果表明,关键性能指标符合设计规范要求。新型透水材料与生态化设施的应用有效减少了暴雨工况下的积水点分布,道路通行能力得到保障。监测数据显示,排水系统在不同降雨条件下均表现出良好的适应性,各项运行参数始终处于稳定状态。长期监测数据证实,改造后的排水系统在暴雨、连续降雨等多种工况下均能保持高效运转,系统响应能力与调节性能显著提升。创新设计方案在工程实践中展现出良好的适用性与可靠性,性能指标的持续达标充分验证了设计方案的科学性与工程可行性<sup>[3]</sup>。

### 3.2 工程实施经济性分析

创新技术在工程实施过程中通过优化设计方案和施工工艺,实现经济效益与工程效益的统一。采用全寿命周期成本法对工程经济性进行系统评估,综合分析包括工程建设成本、运营维护成本、更新改造成本和社会效益等因素。新型排水系统的工程建设成本较传统方案虽有所增加,但通过创新性设计方案优化,降低了施工难度,缩短了工期,减少了交通导改费用。在运营维护方面,新型排水系统采用智能化监测和预防性维护策略,显著降低了日常维护费用和突发事件处置成本。设施使用寿命得到明显延长,更新改造周期相应延长。从社会效益角度评估,新技术的应用有效减少了道路积水情况,降低了城市内涝风险,提高了道路通行效率,产生了显著的间接经济效益。投资回收期分析表明,考虑各项效益因素,工程具有良好的经济可行性。

表1 市政道路排水系统创新技术经济效益分析表

评价指标	传统方案	创新方案	变化率 (%)	备注
工程建设总投资 (万元)	3200	3850	+20.3	包含设备购置费
年运维成本 (万元/年)	180	135	-25.0	含人工、材料费
设施使用寿命 (年)	15	20	+33.3	正常使用条件
年均维修次数 (次/年)	8	3	-62.5	常规维护除外
设施完好率 (%)	85	95	+11.8	年平均
年均综合成本 (万元)	393	327.5	-16.7	含折旧费用
投资回收期 (年)	-	8.5		

### 3.3 生态环境效益分析

生态调蓄设施运行一年的监测数据显示出显著的环境改善效果。系统年均收集雨水15.2万立方米，全部用于道路绿化和景观补水。多级生态处理工艺使雨水中悬浮物、COD、总氮、总磷的去除率分别达到85%、70%、65%和68%，处理后水质满足景观用水和绿化灌溉标准。道路绿化改造后植被覆盖率提高12.5%，生物多样性指数提升45%，增加了区域生态系统的稳定性。植被蒸腾作用使改造路段夏季地表温度较周边未改造路段平均降低3.5℃，显著改善了局部微气候环境。透水路面和调蓄设施的应用使区域地下水位年均回升25厘米，优化了区域水文循环。通过系统化的生态设施建设与运行管理，形成了集雨水收集、污染控制、资源利用、景观提升于一体的生态系统，实现了排水系统的生态化转型与功能提升。

表2 生态环境效益关键指标对比表

指标	改造前	改造后	效果
雨水收集量	0	15.2万m <sup>3</sup>	全收集
污染物去除	未处理	70-85%	达标排放
植被覆盖率	原状	+12.5%	提升12.5%
生物多样性	原状	+45%	提升45%
地表温度	参照	-3.5℃	降低3.5℃
地下水位	原位	+25cm	回升25cm

注：水质达到景观及灌溉标准

### 3.4 工程创新技术推广应用价值

市政道路排水系统创新技术的推广应用价值集中体现在工程标准化建设与区域适应性两个维度。标准化层面形成了完整的技术规范体系，涵盖排水设施设计参数标准、管材选型规范、施工质量控制指标等核心要素，建立了量化的技术评价标准。区域适应性研究通过模块化设计方法，实现了针对不同地区降雨特征、地质条件、水文环境的系统优化。工程实践表明，新型HDPE双壁波纹管、透水性路面结构、生态调蓄设施等核心技术在不同工程条件下均展现出良好的适应性，满足了不同区域的建设需求。创新技术的系统集成应用构建了排水效能提升的量化指标评价体系，为工程验收与效果评估提供了科学依据，实现了技术应用的规范化管理。通过建立技术应用数据库，系统归纳工程特点与关键技术要点，形成了标准化的技术推广方案。项目积累的技术经验涵盖了设计方法、施工工艺、质量控制等多个环节，为市政道路排水系统的标准化建设和区域化应用提供了全面的技术参考，推动了创新技术在工程建设领域的广泛应用。

### 4 结语

市政道路排水系统的创新设计与施工技术研究取得了显著成效。通过管网布局优化、透水性路面结构应用、生态调蓄设施建设等创新措施，提升了道路排水能力，降低了系统运行维护成本，延长了设施使用寿命。创新技术实现了雨水资源的高效利用，提升了污染物去除效率和道路绿化覆盖率，改善了区域地下水补给。该项目对推进海绵城市建设具有工程示范价值，后续研究将围绕排水系统智能化控制技术、设施全生命周期管理等方向深入，通过数字化手段优化排水系统技术，为市政道路排水系统的可持续发展提供支撑。

### 参考文献：

- [1] 汪欣. 市政给排水工程的节能设计措施研讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(12): 155-157.
- [2] 宋源, 李军强, 毛斌, 等. 黄河流域高质量发展背景下西安高新区河道设计导则编制探索[J]. 规划师, 2022, 38(04): 101-106.
- [3] 陈耀, 张可云, 陈晓东, 等. 黄河流域生态保护和高质量发展[J]. 区域经济评论, 2020(01): 8-22.