

海绵城市理念在城市道路设计中的应用

吴昌煜

唐山市规划建筑设计研究院有限公司湖北分公司 湖北 武汉 430000

摘要: 随着城镇化进程的不断推进,传统硬化道路引发的内涝频发、水文循环失衡等问题日益凸显,海绵城市理念在城市道路设计中的落地应用至关重要。首先明确生态优先、系统协同等四大核心设计原则,厘清其核心内涵与实践要求。接着深入分析路面结构、排水系统等维度的核心应用路径。最后从设计适配、运维前置等方面,提出全流程优化要点,为城市道路生态化建设提供参考。

关键词: 海绵城市; 城市道路设计; 低影响开发; 生态韧性

引言: 快速城市化进程中,传统城市道路以刚性硬化铺装为核心的建设模式,严重割裂了城市自然水文循环,引发内涝灾害频发、地下水补给不足、热岛效应加剧等一系列生态与民生问题。随着城市发展对生态宜居、安全韧性的需求持续提升,将海绵城市理念深度融入道路全流程设计,已成为城市基础设施绿色转型的必然趋势。城市道路作为城市线性骨架,其海绵化改造是构建城市生态水系统的核心环节,对修复城市水文循环、提升人居环境品质具有重要作用。

1 海绵城市理念应用于城市道路设计的重要性

海绵城市理念融入城市道路设计,是提升城市生态韧性的关键路径。其通过优化路面材质与排水系统,实现雨水自然积存、渗透、净化,减少地表径流对市政管网的冲击,降低城市内涝风险;道路作为城市骨架,其海绵化改造可有效连接绿地、水系等生态单元,形成连续的雨水廊道,促进区域水循环平衡。同时,透水铺装、下沉式绿化带等设计能调节城市微气候,降低热岛效应,提升行人舒适度;这种设计理念强调道路与自然的和谐共生,而非单一的功能性建设,推动城市从“灰色基础设施”向“绿色生态网络”转型;其核心在于通过低影响开发技术,实现城市发展对自然水文过程的尊重与修复,为城市可持续发展注入生态智慧^[1]。

2 海绵城市理念融入城市道路设计的核心原则

2.1 生态优先原则

生态优先原则在海绵城市道路设计中体现为对自然生态过程的尊重与修复。通过选用透水铺装、生态边坡等材料,减少对原生土壤与植被的破坏,保障雨水自然下渗与地表微循环;道路线形设计需顺应地形走势,避免大规模挖填方,保护场地原有水文特征;绿化配置优先选用本地物种,构建近自然植物群落,提升生物多样性与生态稳定性。同时,通过微地形塑造引导雨水流向,

结合生态滞留设施实现雨水就地消纳,减少对市政管网的依赖;这种设计强调道路与周边生态系统的有机融合,推动城市道路从“人工构造物”向“生态载体”转变,为城市可持续发展奠定生态基础。

2.2 系统协同原则

系统协同原则强调城市道路设计中各要素需形成有机联动网络,实现功能互补与效能最大化。道路表面透水铺装需与绿化带、生物滞留池等设施协同运作,通过雨水径流的多级滞留、渗透与净化,构建连续的生态水循环链条;设计需统筹考虑道路与周边建筑、绿地、水系的空间关系,形成“点—线—面”结合的生态网络,提升区域整体生态韧性。时间维度上,需兼顾不同季节降水特征,通过可调节的排水设施适应旱涝变化,保障系统全年稳定运行;空间尺度上,需从道路单元扩展至城市片区,通过雨水管网与自然水系的衔接,实现小尺度生态单元向大尺度生态网络的延伸。系统协同最终通过工程措施与非工程措施的深度融合,在保障交通功能的同时,构建具有自适应能力的城市生态基础设施,推动道路从单一功能载体向综合生态服务系统转型^[2]。

2.3 功能适配原则

功能适配原则要求城市道路设计需精准匹配区域功能定位与生态需求,实现交通功能与生态效益的双重优化。主干道应选用高强度透水铺装材料,兼顾承载力与渗透性,保障高频交通下的排水效率;支路及居住区道路可融入景观化设计,通过曲线布局、本土植被搭配,提升步行体验与生态美学价值。地形适应性方面,坡地道路需设计阶梯式生态挡墙与截水沟,控制水土流失;平地道路则通过下沉式绿地与雨水花园组合,增强雨水滞留能力;气候响应上,需根据区域降水特征调整透水铺装孔隙率与排水设施容量,旱季注重保水保湿,雨季强化快速下渗与临时存储。功能适配最终通过材料选择、空间

布局与设施配置的精细化设计,使道路在满足交通、景观、生态等多重功能需求的同时,形成与自然高度契合的城市基础设施,推动城市道路从单一功能通道向多功能生态载体转型。

2.4 自然循环原则

自然循环原则以模拟自然水循环过程为核心,通过道路设计促进雨水在“渗透—滞留—净化—利用”中实现自我调节。透水铺装材料与路面结构需匹配区域水文特征,如孔隙率设计适配降水强度,既保障瞬时下渗能力又避免泥沙堵塞;绿化带与生物滞留池需形成梯度式布局,通过植物根系与土壤介质协同作用,实现雨水径流的多级净化与缓慢释放。设计需兼顾蒸发与补给平衡,如浅表层渗水促进土壤保湿,深层渗透补充地下水,维持区域水循环动态稳定。自然循环最终通过工程措施与自然过程的深度耦合,使道路成为城市水循环的“活性节点”,在减少地表径流、降低内涝风险的同时,推动城市从“人工排水”向“自然水循环”转型,形成具有生态韧性的可持续城市水系统。

3 海绵城市理念在城市道路设计中的核心应用维度

3.1 路面结构设计中的应用

海绵城市理念在路面结构设计中的核心应用聚焦于材料创新与结构优化,通过透水铺装材料如透水混凝土、透水沥青的选用,实现雨水快速下渗与地表径流减少。路面结构层采用分层设计,上层透水层与下层蓄水层协同作用,既保障行车安全又提升雨水滞留能力;排水系统整合下沉式绿化带、生态树池等元素,形成立体排水网络,增强雨水收集与净化效率;路面边缘设计生态滞留带,结合植物配置与土壤介质,实现雨水自然过滤与生物净化;这种设计注重路面与周边环境的生态衔接,通过微地形调整引导雨水流向,避免局部积水。同时,路面结构需兼顾承载力与耐久性,确保在满足交通功能的同时实现生态效益最大化;其本质是通过低影响开发技术重构路面与自然的关系,推动城市道路从单一交通载体向生态基础设施转变,为城市可持续发展提供坚实的地面支撑^[3]。

3.2 道路排水系统设计中的应用

海绵城市理念在道路排水系统设计中的应用需聚焦雨水自然循环的恢复与强化。通过优化排水管渠布局,减少雨水径流速度,延长雨水在系统中的滞留时间,促进自然净化过程;采用生态排水沟、植草沟等绿色基础设施替代传统混凝土排水沟,提升雨水渗透能力与生物净化效果。结合道路纵坡设计,利用地形高差引导雨水流向,实现雨水有序排放与资源化利用;排水系统需兼顾

功能性与生态性,通过植被配置与土壤介质优化,增强雨水生物净化能力。同时,排水管网需与周边绿地、水系等生态单元有效衔接,形成连续的雨水生态廊道,提升城市整体水循环效率;这种设计强调排水系统与自然生态的和谐共生,推动城市道路排水从“快速排放”向“生态滞留”转型,为城市可持续发展提供生态排水支撑。

3.3 道路绿化空间设计中的应用

海绵城市理念下道路绿化空间设计需融合生态功能与景观美学。通过植物选型优化,选用本地耐涝、耐旱物种,如芦苇、鸢尾等,增强雨水滞留能力与生物多样性;绿化带采用复合结构设计,上层乔木遮荫降温,中层灌木固土护坡,下层草本植物净化雨水,形成立体生态屏障。结合道路走向与地形特征,设计曲线型绿化带,引导雨水自然汇聚至低洼区域,实现雨水就地消纳;绿化空间布局需兼顾行人通行需求与生态效益,通过设置生态步道、休憩节点,提升道路空间的互动性与舒适度。同时,通过土壤改良与微生物群落培育,增强雨水渗透与净化能力,推动道路绿化从“景观装饰”向“生态功能体”转型,为城市可持续发展注入绿色活力。

3.4 道路附属设施设计中的应用

道路附属设施设计需融入海绵城市理念,通过细节优化实现生态功能与实用价值的双重提升。路灯底座可设计为透水铺装结构,结合小型雨水收集槽,将雨水引导至周边绿化带或生物滞留池,既减少地表径流又为植物提供灌溉水源;灯杆顶部可集成太阳能板,实现绿色能源自给,降低城市能耗。公交站台可采用绿色屋顶设计,搭配本土耐湿植物,形成微型生态景观,同时通过屋顶坡度引导雨水至站台周边下沉式绿地,增强雨水滞留能力;垃圾桶与标识牌底座可选用透水材料,如透水混凝土或再生砖,既保障设施稳固性又促进雨水下渗,减少地面湿滑风险。最终,附属设施通过功能整合与生态设计,形成兼具实用功能与生态效益的复合型设施单元,推动城市道路附属设施从“单一功能构件”向“生态服务节点”转型,提升城市生态韧性与人居环境品质^[4]。

4 海绵城市理念在城市道路设计中的应用优化要点

4.1 设计要素的适配性优化

设计要素的适配性优化需聚焦材料、结构与环境的深度匹配,实现生态效益与功能需求的动态平衡。材料选择应兼顾透水性能与耐久性,如高强度透水混凝土适用于高承载力主干道,而再生透水砖可优先用于低交通量区域,既保障渗透效率又降低资源消耗;结构布局需结合地形特征,坡地道路通过阶梯式挡墙与截水沟组合控制水土流失,平地道路则利用横坡调整与排水暗渠实

现雨水定向引导；气候响应方面，需根据区域降水模式调整设施参数，如多雨地区增强雨水花园蓄水能力，干旱地区优化保水材料配比。最终，适配性优化通过要素精准匹配与动态调整，使道路设计在满足交通、排水等基础功能的同时，形成与自然环境高度契合的生态复合系统，推动城市道路向“自适应生态载体”转型，提升整体生态韧性与可持续性。

4.2 生态功能的稳定性优化

生态功能的稳定性优化需聚焦系统长效运行与生态效益的持续释放，通过材料耐久性提升与生态过程强化实现动态平衡。透水铺装材料需优化孔隙结构与抗堵塞能力，如添加纳米级疏水涂层延长使用寿命，同时通过定期微表处施工维持渗透效能，植被配置应构建多物种共生系统，如乔灌木搭配与本土耐湿植物组合，增强抗病虫害能力与生态稳定性。雨水管理设施需设计可调节容量结构，如模块化雨水花园与可扩展式生物滞留池，适应不同季节降水变化。最终，稳定性优化通过材料创新、结构优化与生态过程强化，形成具有自我修复与调节能力的城市生态基础设施，在长期运行中持续释放雨水净化、地表降温、生物多样性提升等生态效益，推动城市道路生态功能从“短期工程”向“长期生态服务”转型。

4.3 空间利用的合理性优化

海绵城市理念下空间利用的合理性优化需聚焦道路与生态空间的协同布局。通过道路断面优化，将行车道、人行道与绿化带进行立体复合设计，既保障交通功能又提升生态容量；利用道路边坡、路肩等闲置空间设置雨水花园、生态滞留池，实现雨水就地消纳与净化；结合地形高差设计阶梯式绿化带，增强雨水径流路径的自然引导能力；空间布局需兼顾动态交通需求与静态生态效益，避免过度占用道路有效通行面积。同时，通过植物配置的层次化设计，提升道路景观的生态美学价值，形成兼具功能性与观赏性的绿色廊道；这种优化强调空间的高效利用与生态功能的深度融合，推动城市道路从单一线性空间向多功能生态网络转变，为城市可持续发展提供空间支撑^[5]。

4.4 运维需求的前置性优化

运维需求的前置性优化需在设计阶段融入后期运维逻辑，实现生态效益与运维效率的双重提升。材料选择应优先考虑耐久性与易维护性，如透水混凝土须具备抗堵塞涂层，减少后期频繁冲洗需求，植被配置需选用低维护本土物种，降低修剪、灌溉等运维成本；设施布局需兼顾功能性与可达性，如雨水花园位置需避开乔木根系干扰区，便于定期清理淤泥；排水设施检修口应设置在道路边缘易到达区域，缩短故障排查时间；智能化监测系统可集成传感器实时采集雨水滞留量、水质参数，通过数据预警提前识别潜在问题，降低突发故障风险。最终，前置性优化通过设计—运维全周期协同，使道路在长期运行中保持高效生态功能，同时降低运维人力与资源消耗，推动城市道路运维模式从“被动响应”向“主动预防”转型。

结束语：海绵城市理念融入城市道路设计，是城市基础设施从灰色刚性向绿色柔性转型的核心实践。其通过多维度的设计优化，在保障道路交通核心功能的基础上，实现了雨水的自然积存、渗透与净化，有效缓解城市内涝风险，修复区域水文循环，同时提升了道路空间的生态服务价值。未来城市道路设计需持续深化全周期生态化管控，推动技术创新与系统协同，为城市可持续发展筑牢坚实的生态基础。

参考文献

- [1]火磊.海绵城市理念在城市道路设计中的应用[J].建筑与装饰,2025(14):109-111.
- [2]李帅.海绵城市理念在城市道路排水施工中的应用[J].建筑与装饰,2025(18):187-189.
- [3]刘明涛.基于海绵城市理念的城市道路排水系统设计[J].四川水泥,2025(5):87-89.
- [4]鲁理涛.海绵城市理念下城市道路排水技术及应用[J].科技创新与应用,2025,15(10):169-171+176.
- [5]卢宇,陈禹佟.海绵城市理念的城市道路规划与设计对策研究[J].门窗,2025(2):97-99.