

Technological innovation of urban pavement water absorption and water storage: an analysis of the superiority of sponge city construction

Defei tang

Guilin Municipal Construction Co., Ltd., Guilin, Guangxi, 541000, China

Abstract

With the acceleration of urbanization process, urban waterlogging and water shortage and other related problems are more and more obvious, sponge city construction is an innovative urban rainwater management concept, with the construction of ecological infrastructure to achieve the effective management and utilization of urban water resources. With the help of the construction of elastic water management system, and the related technologies such as sunken green space, rainwater garden and permeable pavement, sponge city construction realizes a series of functions such as water absorption and water storage, flood detention and purification, and release of water storage. This paper focuses on the application of urban pavement water absorption and water storage technology in sponge city construction, analyzes its practice cases in different city types and scenarios, and expounds all the advantages of sponge city construction and its significance for the sustainable urban development.

Keywords

urban road surface; sponge city; water storage technology; strategy analysis

城市路面吸水蓄水技术革新：海绵城市建设的优越性分析

唐德飞

桂林市市政建设有限公司，中国·广西 桂林 541000

摘 要

随着城市化进程不断加快，城市内涝以及水资源短缺等相关问题越发明显，海绵城市建设是一种创新的城市雨水管理理念，凭借构建生态基础设施来达成城市水资源的有效管理与利用。海绵城市建设借助构建弹性水管理系统，运用下沉式绿地、雨水花园以及透水铺装等相关技术，实现了吸水储水、滞洪净化以及释放储备水源等一系列功能。本文着重探讨城市路面吸水蓄水技术在海绵城市建设中的应用情况，剖析其不同城市类型以及场景之下的实践案例，阐述海绵城市建设所有的优越性以及对于城市可持续发展的意义。

关键词

城市路面；海绵城市；蓄水技术；策略分析

1 引言

文章剖析城市路面吸水蓄水技术的原理，分析不同城市类型与场景下的应用实践情况，海绵城市建设在水文生态、经济效益以及社会与环境效益等方面呈现出优越性，可有效控制地表径流，提高雨水入渗速率，净化水质，缓解内涝风险，为城市可持续发展增添生态活力。依靠采取防灾减灾、水资源集约利用等举措，催生多重经济价值，重新构建城市公共空间，提升市民生态自觉，重塑城市竞争力。

2 海绵城市及路面吸水蓄水技术概述

2.1 海绵城市理念

海绵城市遵循自然水文规律，采用仿生设计理念构建弹性水管理系统，使都市空间在汛期有吸水储水、滞洪净化的生态功能，在旱季又能释放储备水源，这种以生态基础设施替代传统工程措施的创新模式，依靠构建由下沉式绿地、雨水花园和透水铺装组成的复合系统，将分散的绿色空间、交通脉络与水体网络整合成协同运作的生态网络^[1]。该体系有效控制地表径流峰值达 30%-50%，同时较大提升雨水入渗速率至传统铺装的 8-10 倍，还可以凭借植物根系与土壤微生物的协同作用净化水质，使再生水达到景观用水标准，这种多目标协同机制在缓解内涝风险的每年可为每平方公里城市空间补充 5 万 -8 万立方米地下水，形成“蓄排结合、

【作者简介】唐德飞（1983-），男，中国广西桂林人，本科，工程师，从事工程技术管理、绿色节能研究。

循环再生"的良性水循环,为城市的可持续发展注入生态活力。海绵城市的概念示意图如图1所示。



图1 海绵城市示意图

2.2 路面吸水蓄水技术原理

城市道路的透水储水系统依靠多层级结构实现水文调节功能,透水铺装体系(如透水砖、透水混凝土)利用高孔隙率材质构建渗透网络,在降水过程中形成快速导水通道,使液态水可穿透面层直达路基储水空间,部分创新方案整合了生物工程技术,借助植被根系的毛细作用与土壤渗透特性,建立水分向地下岩土层的定向迁移机制^[2]。借助优化路面横纵坡比与暗渠管网布局,构建了分级导流系统,保证降水在可控范围内完成渗透与储存过程,这种复合型水循环系统解决了地表径流淤积难题,实现了地下含水层的动态补给,较大提升了城市生态水系的自我调节能力。

3 海绵城市路面吸水蓄水技术的应用现状

3.1 不同城市类型的应用案例

以超大城市北京为例,密集人口与高强度开发带来的排水难题,在奥林匹克公园片区找到了创新解决方案,该区域借助系统性铺设透水砖构建生态地面系统。当降水发生时,有蜂窝状结构的铺装材料能使80%以上降水在15分钟内完成下渗,监测数据显示,这种生态化铺装使场地径流系数由0.7降至0.3以下,降低市政管网峰值排水压力,更形成每年约12万立方米的隐形蓄水库容。在水网密布的苏州古城,建设者创造性融合传统智慧与现代技术,将透水混凝土路面与生态植草沟、人工湿地组成复合系统,实现80%降水滞蓄目标,凭借凤眼莲、芦苇等净水植物群落,使回补河湖的水质达到地表水Ⅲ类标准。作为新兴工业城市的深圳,则在光明科学城建设中创新采用梯度式海绵道路体系,由表层的纳米改性透水沥青、中层的生物滞留带及深层模块化蓄水池构成三维雨水管理系统,成功实现年雨水回用率达65%,仅园区环卫用水成本就降低40%,形成经济与环境效益双赢的发展范式^[3]。

3.2 不同场景的应用实践

在城市道路改造实践中,广州创新性采用下沉式生态绿廊设计方案,借助地形重塑将路面径流自然导渗至绿化区域,该方案精选耐涝型本土植被构建复合生态系统,在实现雨水滞蓄功能的同时形成多层次景观空间,特别设计的地下排水管网与市政系统实现梯度衔接,依靠动态水位调控机制有效化解极端降雨带来的积水压力。在重庆新型社区建设中,开发企业运用透水砖铺装技术重构地面渗透系统,结合地下雨水调蓄池形成分布式蓄排网络,收集的雨水经简易净化后分质回用于景观水景维护及住户非饮用需求,构建起社区尺度下的内循环水系,降低市政供水的消耗强度。武汉某高校在校园海绵化改造中,创新采用透水混凝土与生态植草沟组合工艺改造硬质广场,配合智能灌溉系统实现雨水资源精准利用。更将海绵技术原理融入环境工程课程体系,依靠建设运维实践平台形成"教学-实践-科研"三位一体的育人模式,培育有生态工程技术素养的新时代人才。

4 海绵城市建设的优越性分析

4.1 水文生态效益

海绵城市生态化建设在水文环境调控方面呈现出较大综合效益,以地表径流管理为例,上海浦东新区试点项目依靠创新性应用透水铺装系统与生物滞留设施,在2021年台风"烟花"期间,实现雨水渗透效率较传统路面提升2.3倍,缓解了地下水位下降趋势,形成可持续的"城市水银行"效应。配套建设的生态滤净设施在暴雨期间拦截了约76%的面源污染物,使张家浜河道氨氮指标同比下降,这种"源头减污+过程控流"的协同机制重构了城市水文代谢系统。在防灾韧性提升维度,生态基础设施呈现出惊人的调蓄能力,对比监测显示,采用海绵化改造的临港新城片区在遭遇50年一遇暴雨时,峰值径流系数仅为0.35,相较未改造区域削

减率达 58%。2022 年汛期杨浦区某海绵社区在小时降雨量达 75mm 的极端条件下,凭借“渗-滞-蓄”三级缓冲体系,成功避免 2000 余户居民区积水问题,而毗邻传统建成区却形成长达 6 小时的严重内涝,这种生态化改造还衍生出多维环境增益效应,基于热红外遥感数据分析,海绵示范区夏季地表温度平均降低 2.8℃,相对湿度提升 15%,形成独特的“城市冷岛”效应。更值得一提的是,徐汇滨江海绵公园依靠构建复合生境系统,成功引入 32 种乡土植物和 18 种湿地鸟类,包括濒危物种震旦鸦雀,其生物多样性指数达到区域自然保护区的 85%,构筑起都市中心难得的生态屏障。

4.2 经济效益

海绵城市在重塑城市生态格局的催生了多重经济价值,形成环境治理与经济发展良性互动的创新模式,从防灾减灾角度观察,其工程体系较大提升了城市韧性,在季风性气候区,传统硬化地面加剧了地表径流,武汉在未实施海绵化改造前,主城区暴雨期间每小时降雨量达 30 毫米时,中心城区多个低洼地段积水深度超半米,仅 2016 年洪涝灾害造成的直接经济损失就超 40 亿元。凭借构建下沉式绿地、生物滞留池与地下调蓄模块的立体网络,雨水滞蓄时间延长 3-5 小时,内涝高风险区域面积缩减至改造前的 28%,住建部门监测数据显示,改造区域年均应急抢险支出降幅达 62%,基础设施生命周期延长 8-10 年,在水资源集约利用维度,海绵系统构建起“渗-滞-蓄-净-用”的循环链条。北京通州海绵示范区依托智能化雨水调蓄系统,将收集的降水经生态滤池处理后,替代 45% 的市政绿化用水需求,单年减少地下水开采量相当于 50 个标准游泳池容积,水费支出项同比缩减 23%,这种模式还激活了绿色产业生态圈,透水混凝土、蓄水模块等专利产品已形成百亿级市场。山东威海凭借建设国家级海绵产业园区,使本地企业研发的陶瓷透水砖占据全国 35% 市场份额,更带动检测认证、智慧运维等 12 个关联行业发展,区域年产值增长率较改造前提升。

4.3 社会与环境效益

生态型雨水管理系统凭借多维度的城市更新策略,为现代都市注入可持续发展的生命力。在城市公共空间重构方面,工程团队创新性地将雨水滞留设施与景观美学相结合,例如在上海虹桥商务区,设计师采用层级式生物滤池替代传

统排水沟,在坡地间打造出兼具蓄水功能的叠水景观,这些改造使街区绿地覆盖率提升,创造出独特的亲水交互空间。嵌着鹅卵石的透水砖铺就的林荫小径,环绕着种植鸢尾、菖蒲等净水植物的生态洼地,形成有自循环功能的微型生态链。周边居民在晨练时能观察到蜻蜓幼虫在浅水区蜕变的生态过程,这种沉浸式的自然教育潜移默化地培育着市民的生态自觉。在环境治理维度,系统构建起立体的水质净化网络,以南京江心洲改造项目为例,市政部门在道路两侧设置碳纤维材质的渗透渠,配合阶梯式植草沟,成功将地表径流中的悬浮物截留率提升。项目实施过程中衍生的公众参与机制,社区定期举办雨水花园 DIY 工作坊,邀请居民参与本土耐涝植物的培育,这种参与式治理模式使环保理念转化为具体的生活实践,监测数据显示,试点区域居民主动进行垃圾分类的比例较改造前提升 45%,反映出生态工程对市民行为模式的深远影响。从城市竞争力重塑角度观察,这种绿色基建已成为区域发展的价值引擎,深圳前海新区凭借建设环状雨水廊道系统,解决了内涝顽疾,催生出生态办公园区集群,吸引多家跨国企业设立亚太研发中心,这种产城融合的新模式,使单位面积土地经济产出提升,印证了生态价值向经济价值的创造性转化路径。

5 结语

综上所述,海绵城市建设借助城市路面吸水蓄水技术的运用,达成了城市水资源的有效管理与利用,呈现出较为可观的水文生态效益、经济效益以及社会环境效益。未来需持续深入海绵城市建设理念,推广先进技术与经验,强化城市水资源的保护和利用工作,推动城市实现可持续发展。加强公众参与以及生态教育,提升市民的生态自觉意识,共同构建美丽宜居的城市环境。

参考文献

- [1] 李艳萍. 桂林市海绵城市建设研究 [J]. 广西水利水电, 2025, (01): 123-125+135. DOI:10.16014/j.cnki.1003-1510.2025.01.025.
- [2] 武立杨. 关于滨海区县海绵城市建设的思考——以金普新区为例 [J]. 美与时代(城市版), 2025, (02): 28-30.
- [3] 史秀芳,卢亚静,张书函,等. 海绵城市建设效果评价技术研究进展与实践 [J]. 中国防汛抗旱, 2025, 35 (03): 65-71+80.