

四维协调框架下景观化海绵城市道路设计研究 ——以江苏昆山虹祺路为例

Research on Landscape Sponge City Road Design Under the Four-Dimensional Coordination Framework: A Case Study of Hongqi Road in Kunshan, Jiangsu Province

仇云云¹ 席佳丽¹ 罗玉兰^{2*}
QIU Yunyun¹ XI Jiali¹ LUO Yulan^{2*}

(1.昆山市住房和城乡建设局, 昆山 215300; 2.上海市园林科学规划研究院, 上海 200232)
(1. Kunshan Housing and Urban-Rural Development, Kunshan, Jiangsu, China, 215300; 2. Shanghai Academy of Landscape Architecture Science and Planning, Shanghai, China, 200232)

文章编号: 1000-0283(2026)01-0076-08

DOI: 10.12193/j.laing.20250314002

中图分类号: TU986

文献标志码: A

收稿日期: 2025-03-14

修回日期: 2025-06-23

摘要

当前海绵城市建设普遍面临雨水处理效能不足与景观协调性欠佳的双重挑战, 景观化海绵城市设计成为提升综合效益的关键途径。基于景观生态学与海绵城市建设理论, 总结国内外景观化海绵城市道路的发展现状并系统构建功能优化、景观融合、教育展示与文化遗产四维协调设计策略, 以昆山虹祺路改造工程为实证案例, 分析其道路现状及发展问题, 并在此基础上详细阐述道路设计中雨水处理能力的提升、海绵景观化的手法、教育功能的体现、文化记忆的创新等设计手法, 可为海绵城市理念与景观设计的深度耦合提供参考, 为其他城市道路景观化海绵城市设计提供借鉴。

关键词

市政道路; 景观化海绵城市; 功能优化; 景观融合; 教育科普; 文化记忆

Abstract

The current construction of sponge cities generally faces the dual challenges of insufficient rainwater treatment efficiency and poor landscape coordination. Landscape sponge city design has become a key way to enhance comprehensive benefits. Based on theories of landscape ecology and sponge city construction, this study summarizes the current development status of landscape sponge city roads worldwide. It systematically constructs a four-dimensional coordinated design strategy for functional optimization, landscape integration, educational display, and cultural inheritance. At the same time, taking the Hongqi Road in Kunshan as an example, the current situation and development problems of the road are analyzed, and based on this, the design methods of improving rainwater treatment capacity, sponge landscaping techniques, embodying educational function, and innovation in cultural memory in road design are introduced in detail. The insights provided can serve as a reference for the deep integration of Sponge City concepts with landscape design and offer valuable lessons for the landscaping of Sponge City designs in other urban road projects.

Keywords

municipal road; landscape sponge city; function optimization; landscape integration; educational science popularization; cultural memory

仇云云

1990年生/女/山东德州人/硕士/工程师/研究方向为海绵城市设计管理工作

席佳丽

1987年生/女/江苏常州人/硕士/高级工程师/研究方向为海绵城市建设管理工作

罗玉兰

1975年生/女/上海人/硕士/正高级工程师/研究方向为园林植物适生选育及推广应用

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: luoyulan12@126.com

基金项目:
国家重点研发计划项目 (编号: 2023YFC3804902)

道路是城市空间及景观的重要组成部分，也是形成积水内涝、产生面源污染的重要场所，因此将海绵城市技术应用于道路景观设计中十分必要^[12]。目前，海绵城市理念在中国市政工程领域已广泛应用，然而受道路空间约束、路基安全、排水安全、养护管理等因素影响，道路海绵城市建设仍面临严峻挑战^[3]。在此背景下，探索融合景观美学与海绵功能的人性化道路设计策略具有重要意义^[4]。

本研究选取昆山市作为典型案例区，该市地处长三角核心区太湖流域碟形洼地，具有“上游压、下游顶、中间囤”的典型水文特征，现实防洪困境及水生态环境压力愈发严峻。基于其2009年以来的海绵城市建设经验，特别是作为江苏省试点（2016–2018年）和国家示范城市（2022–2025年）的实践成果，以昆山虹祺路改扩建工程为研究对象，创新性地提出“景观+海绵”协同设计框架，通过功能优化、景观营造、科普教育和文化表达4个维度的系统设计策略，旨在解决当前海绵道路建设中普遍存在的景观效果不佳、海绵效能不足等问题，为同类项目提供可借鉴的技术策略和实践经验。

1 道路景观化海绵城市设计研究进展

1.1 国外道路景观化海绵城市设计研究进展

国外海绵城市建设虽未具体定义，但相关研究起步较早且相对成熟，其中不乏关于道路景观海绵城市设计的研究成果。20世纪70年代，美国的麦克哈格提出的绿色街道理念是结合自然应对道路雨水的重要景观办法^[5]。经多年实践，绿色街道在英国、加拿大、澳洲等多个国家被广泛应用，在改善雨洪问题的同时，为道路沿线创造了更多绿色复合型景观空间^[6]。20世纪90年代后出现

了许多雨水管理新思想。如澳大利亚提出水敏性城市设计理念，其在道路设计中强调结合生物滞留池的应用营造更有生态趣味的景观街道^[7]；英国广泛采用可持续城市排水系统提升道路雨水管理效率，带来了景观附加额外效益^[8]。21世纪初，德国通过排水系统的变革引入治水全新理念，形成第三代雨水利用技术及标准^[9]，其斯图加特市通过海绵城市建设促进了城市树木的健康生长，使道路景观更加持久^[10]。目前，发达国家已形成较为完善的雨水处理系统，各国结合实际情况对城市海绵道路景观设计采取了不同的技术手段，城市道路等各类海绵城市建设内容也十分丰富^[11]，且大部分模拟自然景观，改善居住环境^[12]。

1.2 国内道路景观化海绵城市设计研究进展

国内景观化海绵城市的发展可分为三个阶段。在概念提出与初步探索阶段（2011–2016年），张善峰等^[13]引入绿色街道，开创了中国雨水管理与道路景观设计融合的先河；张大敏^[14]提出适合中国道路景观设计的雨水管理模式，进一步推动了海绵与景观的结合；李和谦^[15]正式提出“景观化海绵城市”概念，并构建“双线+双模式”设计方法。在理论深化与设计原则形成阶段（2017–2019年），王昱茹^[16]提出海绵城市道路景观设计的7大策略。田震^[17]提出“景观微地形+生态滞留池”和“上种植槽+下蓄水池”两种道路设计方案。进入研究高峰与实践探索阶段（2020年至今），学者们从多个角度深化了相关研究。部分学者持续研究设计方法，如高浩博^[18]提出根据产流量布置海绵设施，保障道路雨水处理功效；李芳^[19]主张要追求景观美学并提出科学性、艺术性、地域性等设计原则，欧阳翡翠^[20]指出

应设置可视化设施提高海绵科普教育功能，胡二红^[21]等倡导结合文化背景，设计具有人文特色的海绵景观。部分学者聚焦植物专项研究，或分析道路海绵植物设计及种植原则，或研究植物配置稳定模式^[22-25]。张宇璐^[26]运用软件模拟实现对海绵道路雨水景观的设计。王祥勇^[27]在总结既有研究成果的基础上指出海绵道路普遍存在植物长势差、景观效果不佳等问题。国内景观化海绵城市研究已从理论拓展至实践，然而，现有研究仍较多偏重理论，实证案例“景观+海绵”整合的系统性研究不足且实际建设成效不佳，如何协调道路海绵功能与景观效果仍是挑战。

2 景观化海绵城市道路设计策略

道路景观化海绵城市设计应基于场地基本特征与专项规划，确定设计目标与具体策略，通过多专业协同优化海绵设施布局，设计统筹功能、景观、教育与文化4大维度，在满足行车安全及雨洪调控的基础上，提升视觉美学价值，同时融入教育科普功能，并结合地域人文要素深化设计内涵，进一步促进景观品质的提升，以构建“安全—美观—智慧—人文”的一体化设计体系。

2.1 功能可靠性

景观化海绵城市道路应充分发挥海绵城市“自然积存、渗透、净化”的核心功能。（1）道路作为城市排水系统的重要载体，需严格满足排水防涝要求，确保排水安全。（2）优先采用绿色海绵设施，结合道路特点配合使用灰色海绵设施，有效控制雨水径流污染。（3）道路作为城市公共空间，宜融合生态与工程措施，优化并提升区域水环境综合治理能力。

表1 景观化海绵城市道路设计流程及策略汇总表
Tab. 1 The design processes and strategies of landscape sponge city road

现状分析 Current situation analysis	总体策略 Overall strategy	分项策略 Sub item strategy	详细策略 Detailed strategy	分目标校核 Sub target verification	综合目标 Comprehensive objective
场地现状规划条件设计条件	多专业统筹确定设施布局制定总体方案	功能可靠	排水安全	海绵城市建设目标 达标+景观建设效果优美	复合型景观化海绵道路
			绿色优先、灰绿结合		
			区域贡献		
		景观可视	主动式微地形塑造		
			精细化植物配置		
		科普教育	可视化展示设施		
			可参与互动设施		
		人文艺术	保留原有风貌		
			融入地方元素		

2.2 景观可视性

景观化海绵道路需统筹雨洪调控与景观美学^[28]。(1) 采用系统化主动式整体设计，基于生态排水原理，通过微地形处理技术将海绵设施有机融入景观体系，实现多功能空间整合。(2) 海绵植物配置应统筹道路整体景观风貌，选择根系发达、净化力强的植物^[29]，结合季相特征构建乔灌草复层群落，在保障水文功能的同时营造丰富的景观时序变化。

2.3 教育科普性

景观化海绵道路设计应系统整合科普功能，实现“可视化科普”与“互动式体验”双重目标。(1) 在重要节点结合地形高差设置可见功能的海绵设施，充分展示雨水处理净化全过程^[30]。(2) 强调参与互动科普模式，通过可操作互动装置，激发公众探索兴趣。通过“展示—体验”双维设计模式，有效实现生态功能、科普教育与景观美学的协同优化。

2.4 文化创新性

景观化海绵道路应以“生态—文化”协同推进，突显文化塑造^[31]。(1) 进行保护性

整合，重视并保留场地原生景观要素，维系历史文脉^[32]，实现传统空间肌理与现代海绵功能的有机融合。(2) 创新雨水景观设计理念，将传统图案、原始素材等地域文化符号转译为海绵设计语言，通过海绵设施的装饰构建、文化标识等载体，形成具有文化识别度的海绵景观体系。这种“保护—创新”文化传承双重机制既能强化文化传承，又能提升市民归属感。

3 昆山虹祺路（张家港河—顾家河）道路改扩建工程景观化海绵城市设计实践

3.1 研究区域概况

3.1.1 场地分析及目标定位

研究区域位于昆山高新区智谷小镇核心区域，区位条件优越，现状道路乔木长势良好，但存在人行系统缺失、休闲设施不足、景观单调等问题，已无法满足市民通行及日常生活休闲需求。在生态空间格局上，研究区域是傀儡湖水源保护区与大渔中心河、庙泾河等重要水体构成的生态廊道节点，亟需构建水源保护区域的海绵缓冲绿带；在功能组织上，衔接高品质居住区、杜克大学及国家级城市湿地公园等功能组团，需打造融合

湿地特色与大学城风貌的示范林荫景观道；在文化传承上，虹祺路始建于1982年，将当时的昆山工业区与苏南、上海连通，见证了昆山的工业发展史及改革创新之路，应延续并传承昆山精神文脉，建设工业记忆廊道。

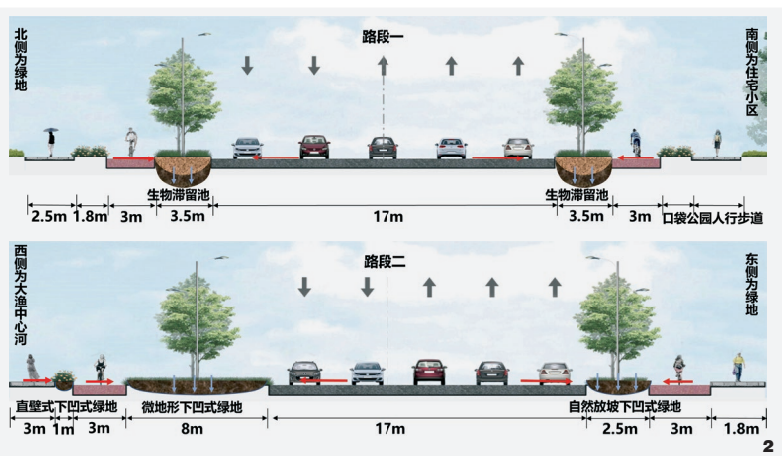
3.1.2 改造内容

场地于2022年在现有道路基础上进行拓宽改建，整体呈L形空间格局，由东西向（林荫路—顾家河，390 m）路段一和南北向（张家港—杜克大道，1 000 m）路段二两个区段组成。西侧紧邻大渔中心河，改造总面积约为57 450.84 m²（图1）。场地规划设计双向四车道外加两侧透水铺装人行道路，其中硬质路面面积约为27 552.31 m²，透水铺装面积约为11 748.41 m²，侧分带、交叉口口袋公园等绿化面积约为18 150.12 m²。

3.2 景观化海绵城市设计方法

3.2.1 多措并举，综合提升道路雨水处理能力

利用道路自然起伏形态引导雨水重力汇集，科学组织划分汇水分区，合理利用侧分带设置海绵设施。其中路段一于乔木之间布置生物滞留池，收集两侧道路雨水；路段二



西侧8 m机非隔离带结合景观营造微地形下凹式绿地收集两侧道路雨水，人行道绿化带局部设置直壁式下凹式绿地收集人行道雨水，东侧绿化带设计自然放坡下凹式绿地收集两侧道路雨水(图2)。同时，通过侧石开口、平时下沉等精细化设计，全面提高雨水收集效率，最大程度引导道路雨水汇流至海绵设施，实现了地形利用、径流组织与海绵设施的有机融合。

基于海绵指标优化和行人体验提升双重目标，项目非机动车道及人行道全线采用透水路面，在雨水导流至海绵设施之前，可自行下渗部分径流，减少排水压力。其中，非机动车道采用高粘彩色透水沥青，人行道采用帕米孔天然骨料艺术砼。在保障结构安全的同时，显著提升“小雨不湿鞋”的步行舒适度，实现水文功能与使用功能的协同提升。

充分挖掘滨水道路附属绿地海绵价值，在保障排水安全前提下创新突破，建立弹性调蓄机制。晴天时将大渔中心河道内承接的周边地块雨水打入路段二微地形下凹式绿地内净化，消纳道路范围内径流的同时，采用全过程径流控制策略，提升周边河道水系生

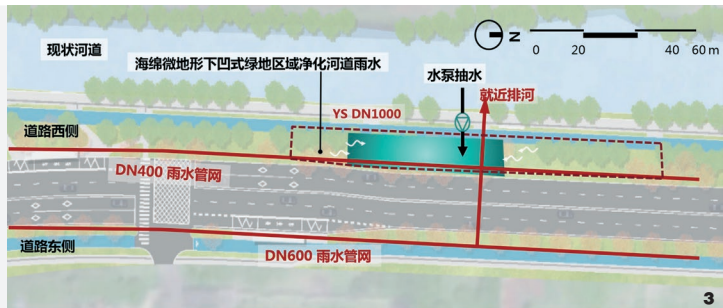
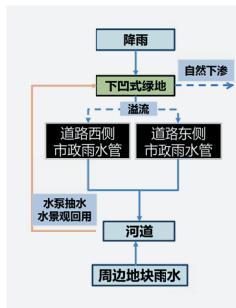


图1 本项目范围平面图
Fig. 1 The Plan of this project scope

图2 虹祺路海绵设施
Fig. 2 Sponge facilities of Hongqi road

图3 雨水径流控制策略
Fig. 3 Rainwater runoff control strategy

态环境质量，创新性构建了道路—地块—水系联动的综合海绵系统(图3)。

3.2.2 精准设计，高质量打造各类海绵景观

根据不同路段绿化带宽度、景观风貌等条件，设计多样化海绵设施，通过精细化地形设计将海绵设施隐藏于道路景观。其中，路段一道路侧分带生物滞留池匹配下凹式绿地建立大范围下凹种植群，通过乔木种植区整体下凹保持景观连续性；路段二侧分带创新微地形设计，将下凹空间与堆坡地形有机结合，打造海绵花境，赋予道路景观美感；道路交叉口口袋公园，保留状香樟乔木基础上，在绿化堆坡外围边缘处设置1 m宽隐蔽式带状海绵设施，表面敷设石子，配合种植

观赏植物，既实现雨水处理需求，又维持了景观完整性，实现海绵功能与生态景观的有机融合(图4)。

细节处理上注重海绵设施与道路常规附属设施的统一性。在材料选择上，采用成品拼装海绵排水侧石，实现与常规侧石无缝衔接；在色彩搭配上，透水铺装采用色系协调方法，其中，人行道采用米灰色，非机动车道采用蓝色涂面，维持整体色调统一的基础上，打破道路常规黑灰色，提升道路景观活力；技术处理上，高效统筹海绵设施内溢流系统与雨水井，设置溢流雨水检查井、隐蔽式溢流雨水算等，减少绿地中井体数量，有效解决了海绵设施与道路景观的兼容性问题。

海绵设施内植物与道路景观植物同步

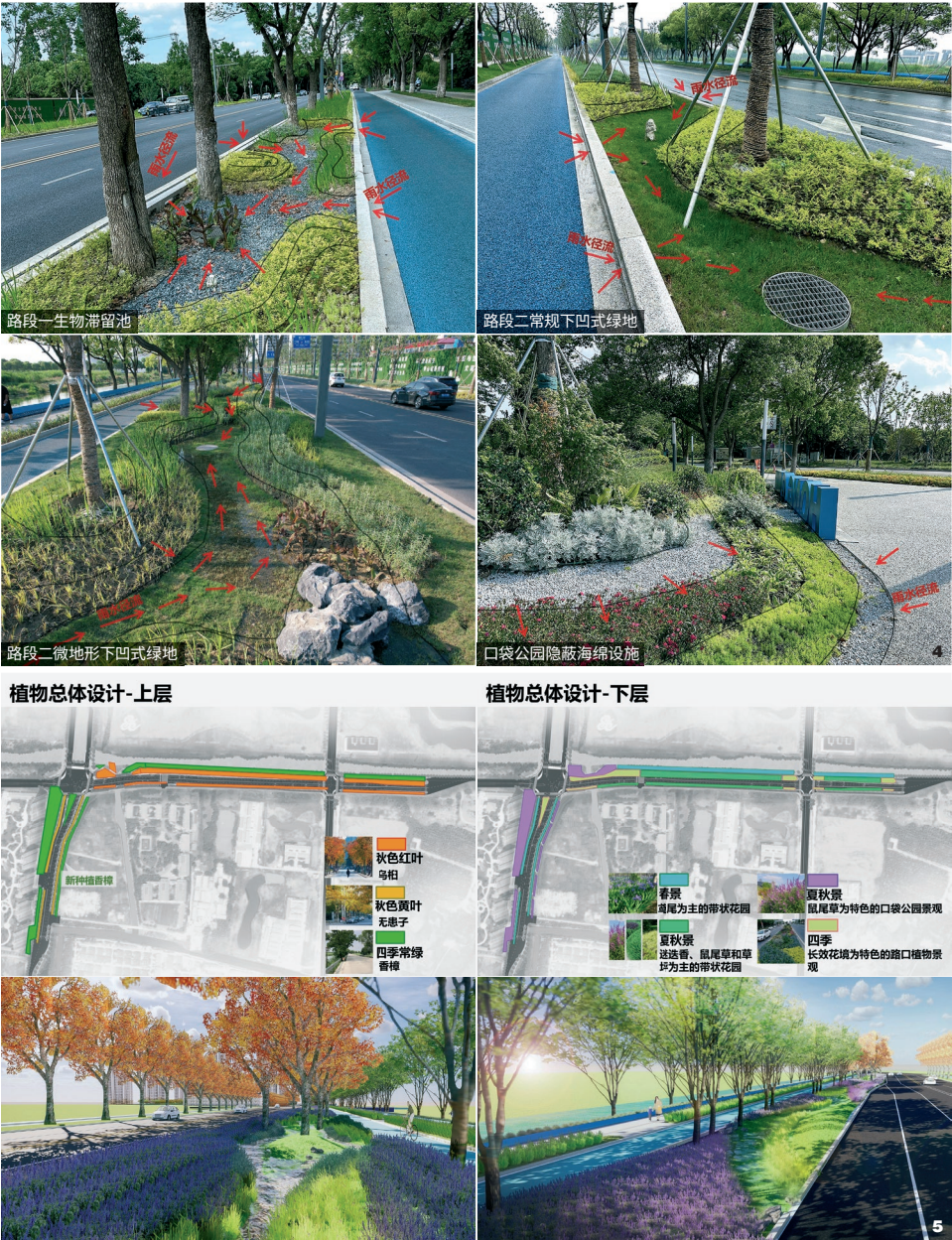


图4 融于景观中的微地形海绵设施
Fig. 4 Micro terrain sponge facilities integrated into the landscape

图5 植物总体设计及节点效果图
Fig. 5 Overall plant design and node rendering

一体化设计。植物突出大段落流线型景观特色成片种植，将海绵设施以巧妙生态的方式融入道路景观整体风貌，构建功能与美学融合的植物配置体系。植物选型上采

用“功能—景观”双向原则，上层结构选用常绿或色叶树种，下层配置观赏草花多种适生植物，地表采用粒径细腻砾石与混播草坪构建设施渗透面，形成种类丰富、色彩鲜

艳、层次错落的植物空间，成功塑造了“生态为基、景观为表”的复合景观化海绵道路系统(图5)。

3.2.3 共享设施，提升百姓可感可触海绵新成效

项目创新性地构建了“展示—互动”双模式海绵城市科普教育体系。在路段二滨河区域，利用自然地形高差优势设计下沉阶梯式可视化生物滞留池展示区。设置启动水阀，水泵引入河道雨水，结合重要文字标识，展示滞留池滞水层、种植层、过滤层、砾石层等内部结构，同时，为雨水引流与收集提供竖向自然下渗净化过程展示空间，达到生态效益与教育功能协调提升(图6)。

在道路交叉口口袋公园内打造可参与互动的海绵设施。设置独立闭环式雨水收集、回用、展示系统，该系统通过独立雨水管线收集道路交叉口及口袋公园内雨水进入旱溪场地下埋设的15 m³蓄水模块，回收雨水用于公园旱溪场地互动喷泉取水。地面设置踩踏压力感应踏板触发水景表演，回用水经艺术化地面排水沟进入周边生物滞留池，实现公园内的雨水循环利用，通过参与互动的方式，激发市民的科学兴趣、拓展科学体验(图7)。

3.2.4 旧物新生，留住江南水乡道路文化记忆

项目聚焦“记忆”与“新生”，通过系统性保留与转化策略实现历史文脉延续。改造中，注重保留场地原有景观风貌，并通过废旧物利用体现低碳可持续理念。场地完全保留了现状约150株香樟乔木为空间骨架，并以此为坐标设计其他低维护的植物群落。采用废弃物再生技术将场地原有混凝土铺面破除后的碎块重新组合为交叉口口袋公园活动节点的铺装、装置、小品等(图8)，形式生

动, 既节约建设成本, 又体现低碳可持续理念, 同时留住市民对于老虹祺路的记忆, 使旧物新生, 实现历史记忆、生态效益与低碳目标的协同提升。

项目创新性地构建了时空叙事型文化展示系统, 通过物质载体与历史文脉的深度融合, 生动诠释了“昆山之路”精神内涵。设计以“虹祺”为表达符号, 以“1982–2022年建设历史大事记”为时空编码, 将其历史事件发展脉络以一系列的文化符号串联融入于海绵设施、公园小品、特色铺装之中 (图9), 谱写叙事形慢行故事线, 将珍贵的历史记忆在现代城市公共空间中生动重现。这种“符号—空间—事件”三位一体的叙事模式, 为海绵城市建设中的文化传承提供了创新范式。

4 结论与讨论

当前中国海绵城市建设普遍存在在设计模式单一、景观融合度不足等问题^[3], 严重制约了项目的实施效果与社会认可度。本研究以昆山虹祺路改扩建工程为实证案例, 基于“景观+海绵”的协调设计理论, 构建了四维一体化设计框架。功能维度通过竖向优化与设施集成提升雨水处理效能; 景观维度通过微地形塑造与植物配置增强美学价值; 教育维度通过可视化与参与互动式创建科普新体系; 文化维度通过植入历史记忆与城市地域特色符号彰显海绵魅力。

本研究实现4大突破: (1) 通过精细的竖向设计和合理的设施布局, 有效提升了道路的雨水处理能力, 利用容积法校核量化分析后, 道路最终实现年径流总量控制率65%、年污染物去除率55%; (2) 通过精细化地形处理、植物设计与细节设计风格的统一协调, 有效解决海绵功能与道路景观的常规冲突, 实现海绵功能与生态景观的高度融合; (3)

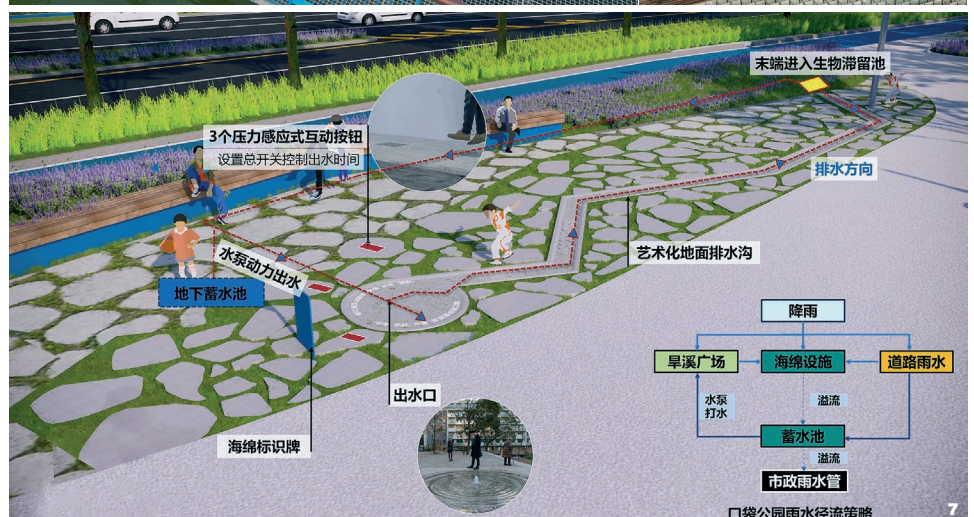


图6 可视化生物滞留池
Fig. 6 Visualization biological retention zone

图7 旱溪场地互动喷泉
Fig. 7 Interactive fountain in pocket park

图8 原道路混凝土铺装利用节点
Fig. 8 Node utilization of original road concrete pavement



图9 景观小品中“昆山之路”精神内涵的体现
Fig. 9 The embodiment of the spiritual connotation of "Kunshan Road" in landscape sketches

以“展示—互动”双模式构建了海绵城市科普教育新范式,为海绵城市建设不断注入新活力;(4)项目聚焦文化遗产与记忆新生,构建了“时空叙事”展示系统,为道路海绵城市增添了地域特征与景观特色。这种“海绵融于景观”的生态型设计体系,不仅实现“1+1>2”的建设效果,也为风景园林与绘

排水、市政等专业的深度融合提供了宝贵参考，为其他城市的海绵道路设计提供了示范。未来需以四维协调框架为理论指导，结合典型工程案例实证，深化“功能可靠、景观可视、教育科普、文化创新”4大设计策略的研究，探索其在不同类型景观化海绵项目中的差异化应用路径与标准化实施范式。

注：文中图片由昆山海绵研究会、江苏都市交通规划设计研究院以及苏州园林设计院股份有限公司联合绘制；表格由作者自绘。

参考文献

- [1] 韩素华, 曹倩男, 陆敏博. 新建及改造道路海绵城市设计探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2021(11): 29-32.

- [2] 刘宇曦. 海绵城市在道路景观中的应用研究——以武汉海绵城市建设为例[J]. 现代工程科技, 2023, 2(02): 69-72.
- [3] 楼诚, 孙烨, 黄屹, 等. 城市道路海绵城市设计的建设效果评价及设计优化[J]. 中国给水排水, 2021, 37(02): 49-55.
- [4] 冯程亮. 海绵城市建设与景观设计的耦合性探索[J]. 建筑经济, 2023, 44(S1): 283-285.
- [5] (美)麦克哈格. 设计结合自然[M]. 芮经纬, 译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1992.
- [6] 黄欣茹, 宋彦, 陈燕萍. 利用绿色街道推进我国海绵城市建设——美国绿色街道建设的经验启示[J]. 国际城市规划, 2018, 33(02): 120-127.
- [7] 赫伯特·德赖赛特, 迪特尔·格劳. 水敏性创新设计[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2014.
- [8] ASHLEY R, WALKER L, D'ARCY B, et al. UK Sustainable Drainage Systems: Past, Present and Future[J]. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering, 2015, 168(3): 125-130.
- [9] MAX D. 雨水处理及回用在德国海绵城市排水系统中的应用[J]. 净水技术, 2017, 36(03): 1-7.
- [10] ADOLF BLATT. Stuttgart Sickerstein Pavers for the 'Sponge City'[J]. Betonwerk+Fertigteile-Technik, 2022, 88(9): 28-30.
- [11] GUAN M F, SILLANPÄÄ N, KOIVUSALO H. Assessment of LID Practices for Restoring Pre-development Runoff Regime in an Urbanized Catchment in Southern Finland[J]. Water Science and Technology, 2015, 71(10): 1485-1491.
- [12] MARTIN-MIKLE C J, DE BEURS K M, JULIAN J P, et al. Identifying Priority Sites for Low Impact Development (LID) in a Mixed-use Watershed[J]. Landscape and Urban Planning, 2015, 140: 29-41.
- [13] 张善峰, 王剑云. 绿色街道——道路雨水管理的景观学方法[C]// 中国风景园林学会2011年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [14] 张大敏. 城市道路景观的生态设计措施探讨[J]. 中国园林, 2013, 29(04): 30-35.
- [15] 李和谦. 北方海绵城市道路景观设计方法研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
- [16] 王昱茹. 海绵城市视角下关中城市道路景观设计研究[D]. 西安: 长安大学, 2017.
- [17] 田震. 海绵城市作用下城市道路绿化设计研究[J]. 现代园艺, 2018(21): 162-164.
- [18] 高浩博. 沔西新城道路海绵系统景观设计研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2022.
- [19] 李芳. “海绵城市”理念下市政道路景观设计研究——以R市A大道为例[J]. 绿色科技, 2021, 23(11): 72-73.
- [20] 欧阳翡翠. 低碳背景下的街区尺度海绵城市景观亮点营造分析[J]. 建设科技, 2023(15): 21-23.
- [21] 胡二红. 试析海绵城市理论在道路绿化景观设计中的应用[J]. 新材料·新装饰, 2024, 6(03): 67-70.
- [22] 周飞翔, 徐秋阳. 既有市政道路海绵城市改造案例中若干关键问题探讨[J]. 中国给水排水, 2022, 38(12): 100-106.
- [23] 洪斌升. 台州东部新区市政道路与海绵城市中景观植物的调研及应用[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2021.
- [24] 徐洪武. 基于海绵城市理论的道路植物选择与应用——以池州市齐山大道为例[J]. 农业与技术, 2022, 42(05): 122-126.
- [25] 范云丹. 海绵型道路绿化中LID设施植物选择与配置[J]. 现代园艺, 2021(10): 130-132.
- [26] 张宇璐. 基于Mike水文模拟分析的城市坡地道路雨水景观设计研究——以西安公园南路路段为例[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2023.
- [27] 王祥勇, 阙乙森, 张茂申. 市政道路海绵城市研究进展[J]. 重庆建筑, 2022, 21(S1): 132-136.
- [28] 王晶. 沔西新城创新港中学海绵设施景观设计研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2023.
- [29] 张宇恒, 张秀娟, 左婵, 等. 海绵城市思路下的园林道路景观修复[J]. 黑龙江农业科学, 2021(02): 83-87.
- [30] 彭家园, 刘志成, 郑毅彬. 城市雨水公园自然蓄集系统及其科普功能规划设计——以北京小月河雨水公园规划设计为例[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2018, 20(04): 392-399.
- [31] 王雅儒. 海绵城市的景观文化服务功能IPA评价及优化研究——以沔西新城为例[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2022.
- [32] 高波. “海绵城市”理念引领下的高校景观规划设计探索——以徐州工程学院东校区景观设计为例[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024(01): 129-131.
- [33] 张景舜. 浅谈中国“海绵城市”建设现状及发展趋势[J]. 科技视界, 2019(27): 197-200.