

园林景观设计管理中景观设计与海绵城市设计融合的生态可持续发展路径——以安昌河水环境治理工程为例

王阳阳

绵阳科技城新区投资控股（集团）有限公司，四川 绵阳 621000

摘要: 在城市化进程加速的背景下，传统城市发展模式引发的内涝频发、水资源短缺及生态失衡等问题亟待解决。海绵城市理念作为一种创新的雨洪管理模式，为园林景观设计注入了生态可持续发展的新动能。本文以绵阳市安昌河水环境治理工程先期实施段为研究对象，系统探讨海绵城市设计与景观设计融合的理论框架、技术路径及实践成效，旨在为城市生态空间建设提供可复制的范式。研究表明，通过“渗、滞、蓄、净、用、排”技术体系与园林景观要素的深度耦合，不仅可实现年径流总量控制率 91.91%、污染削减率 78.40% 的生态目标，还能构建兼具功能复合性与美学价值的城市公共空间，为新时代城市可持续发展提供重要支撑。

关键词: 园林景观设计；海绵城市；生态可持续；雨洪管理

DOI: 10.63887/fns.2025.1.2.15

1 引言

1.1 研究背景

城市化进程中，硬质化地表扩张导致城市水文循环失衡，内涝灾害、面源污染及热岛效应等“城市病”频发。据《2023 中国城市内涝报告》显示，全国超 60% 的城市年均内涝灾害发生频次达 3 次以上，传统快排模式的局限性日益凸显。与此同时，公众对高品质生态空间的需求持续增长，推动园林景观设计从单一园林美学功能向生态服务功能转型。海绵城市理念倡导通过生态化技术手段模拟自然水文过程，实现雨水的自然积存、渗透与净化，为解决城市水问题提供了新思路。安昌河流域作为绵阳科技城新区的重要生态廊道，其水环境治理工程率先践行海绵设计与景观设计的一体化整合，对同类项目具有示范意义。

1.2 研究意义

理论层面，本研究通过提炼海绵城市设计与景观设计融合的技术逻辑，丰富园林景观生态学的理论体系，为跨学科研究提供新视角；实践层面，依托安昌河项目的实证分析，总结可复制的设计策略与管理模式，为城市更新、城区建设中的生态空间规划提供技术参考，助力“双碳”目标下城市可持续发展路径的探索^[1]。

2 园林景观设计 with 海绵城市设计融合的理论框架

2.1 核心概念解析

海绵城市: 通过“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术手段，构建具有弹性的城市雨洪管理系统，核心目标包括年径流总量控制、径流污染削减及内涝防治。

园林景观设计: 以生态学为基础，融合美学、社会学等多维度需求，通过地形塑造、植物配置、设施布局等手段营造功能复合的户外空间。

融合逻辑：以生态可持续为导向，将海绵设施（如下凹绿地、透水铺装等）转化为景观要素，实现雨洪管理功能与景观美学、游憩功能的协同优化。

2.2 理论基础

景观生态学：强调景观要素的空间结构与生态过程的相互作用，为海绵设施的布局提供“斑块 - 廊道 - 基质”的空间规划思路。

低影响开发（LID）：通过分散式、小规模的源头控制设施，最小化城市开发对自然水文的干扰，与园林景观的微尺度设计高度契合。

可持续设计理论：统筹环境效益、经济效益与社会效益，追求资源的循环利用与生态系统的自我维持^[2]。

2.3 价值维度

生态价值：提升雨水资源利用率，削减面源污染，改善水生态环境，增强生物多样性。

社会价值：提供安全、舒适的公共活动空间，促进公众生态意识的提升，助力海绵城市理念的普及。

经济价值：降低市政管网建设与维护成本，通过生态景观提升周边土地价值，实现可持续的经济回报。

3 安昌河项目海绵设计与景观设计融合的实践路径

3.1 项目概况

安昌河水环境治理工程先期实施段位于绵阳科技城新区，用地面积 262483 m²，园林景观设计目标定位为“海绵示范与景观品质提升的复合型生态廊道”。项目针对场地内涝风险高、水体污染严重及景观破碎化等问题，提出“海绵设施景观化、景观空间生态化”的设计策略，实现年径流总量控制率 91.91%（对应设计降雨量 60.16mm）、年径流污染削减率 78.40% 的核心指标。

3.2 融合设计的关键技术

3.2.1 地形与竖向设计

下凹式绿地系统：结合场地微地形，设计 50-200mm 下凹深度的绿地单元，坡度控制在 1%-3%，确保雨水自然汇流。例如，在广场周边设置下凹式绿地，通过缓冲带与硬质铺装衔接，既承接场地雨水，又形成层次丰富的景观界面。

台地式景观结构：在坡度较大区域采用台地式布局，通过台阶、挡墙结合植草沟设计，实现雨水的分级滞蓄与净化，同时营造富有韵律的景观序列^[3]。

3.2.2 透水铺装体系构建

材料选择：车行道采用透水沥青（孔隙率 $\geq 15\%$ ），人行道部分采用仿石透水砖（渗透系数 $\geq 2\text{mm/s}$ ），停车场采用植草砖与透水沥青，实现不同功能区域的透水铺装全覆盖。

结构设计：全透式路面设置级配碎石垫层与透水土工布，土基渗透系数要求 $\geq 10^{-6}\text{m/s}$ ；半透式路面在结构层下部设置封层，防止雨水渗入路基影响结构安全。

景观整合：通过色彩搭配与图案设计，将透水铺装转化为艺术化的地面景观，如在滨水步道采用蓝灰色透水混凝土模拟水波纹理，增强空间识别性。

3.2.3 雨水花园与生物滞留设施

布局策略：在驿站周边、道路转角等小尺度空间布置雨水花园，汇水面积与花园面积比例控制在 20:1-25:1，形成“微型海绵单元”。例如，不可移动构筑物周边设置以肾蕨、千屈菜为主的雨水花园，有效承接屋面雨水。

植物配置：选择耐水湿、净化能力强的乡土植物，如芦苇、菖蒲、鸢尾等，四季常绿植物占比 $\geq 80\%$ ，既保障生态功能，又提升季相景观效果。

构造设计：自上而下设置蓄水层（100-250mm）、覆盖层（50-80mm 树皮）、种植土层（ $\geq 300\text{mm}$ ）、人工填料层（砂质壤土或砾石）及排水层，底部设置穿孔排水管与市政管网衔接。

3.2.4 水系与景观水体整合

生态驳岸设计:采用“卵石+水生植物”的自然驳岸形式,坡度缓于1:3,为水生生物提供栖息空间。例如,安昌河主河道驳岸种植芦苇、香蒲等挺水植物,结合卵石滩地形成生物缓冲带^[4]。

景观水体调蓄:利用现状鱼塘改造为调蓄湖泊,水域面积4.98公顷,常规调蓄水位0.1145m,调蓄容积5682m³,兼具雨水调蓄与景观游憩功能。非雨季作为市民休闲空间,雨季通过水位调控实现洪水滞留。

水生态修复:通过沉水植物群落构建(如苦草、狐尾藻)、曝气增氧及微生物投放,提升水体自净能力,透明度提升至1.5m以上,水质达到《地表水环境质量标准》IV类标准。

3.2.5 植物群落与生态功能协同

雨洪适应型植物配置:根据不同设施的水分条件,划分湿生植物区(如芦苇、水葱)、耐水湿植物区(如鸢尾、美人蕉)与耐旱植物区(如景天、佛甲草),形成梯度化的植物群落。

生态效益量化:项目绿地率达65%,植被覆盖度提升后,场地年蒸散量增加12%,热岛强度降低1.5℃,空气中负氧离子浓度提升30%,生态服务功能显著增强。

景观季相设计:以“四季有景”为目标,春季配置多种樱花、海棠,夏季以紫薇、蓝花楹等为主,秋季种植银杏、红枫,冬季保留常绿乔木例如:罗汉松等植物,实现生态功能与美学价值的统一。

3.3 管理机制创新

全周期管控体系:建立“规划-设计-施工-运维”一体化管理流程,在设计阶段引入多专业协同(水利、景观、结构等),施工过程中实施海绵设施专项验收,运维阶段通过智能监测系统(如水位传感器、水质检测仪)动态评估设施效能。

公众参与机制:设置海绵城市科普标识系统,定期开展“海绵工坊”公众体验活动,邀请市民参与雨水花园养护,形成“政府主导、专业支撑、公众参与”的共建模式^[5]。

政策保障与技术标准:参照《绵阳市海绵城市建设管理条例》及《海绵城市建设技术指南》,制定项目专属的设计导则与施工规范,确保海绵设施的建设标准与长期性能。

3.4 融合设计的可持续性评估

3.4.1 生态效益评估

雨水管理效能:通过SWMM模型模拟,项目实施后,50年一遇暴雨内涝风险区域减少82%,雨水外排总量降低65%,径流系数从0.68降至0.39,达到《海绵城市建设技术指南》要求。

污染削减效果:初期雨水经海绵设施处理后,SS(悬浮物)去除率达85%,COD(化学需氧量)、TN(总氮)、TP(总磷)浓度分别降低60%、55%、50%,有效改善安昌河水质。

生物多样性提升:项目新增水生植物12种、陆生植物28种,吸引鸟类、昆虫等生物种类增加30%,生态系统复杂度显著提升,形成稳定的生物链结构。

3.4.2 社会经济效益评估

公共空间品质:通过海绵设施与景观的融合,新增休闲步道3.2公里、滨水活动场地5处,市民活动空间面积增加40%,满意度调查达92%以上,成为区域标志性生态景观节点。

经济成本效益:与传统排水模式相比,项目节省管网建设成本约1500万元,年节水效益达50万吨(折合水费约200万元),周边土地价值提升约8%,投资回收期约8年,具备良好的经济可行性。

示范效应:作为绵阳市海绵城市示范项目,安昌河项目工程为环境改造提升项目、为各区建设提供了可复制的技术模板,截至2024

年，已吸引省内外 30 余批次考察团学习，推动区域海绵城市建设覆盖率提升 12%。

3.4.3 挑战与应对策略

技术集成复杂性：海绵设施与景观要素的空间冲突（如地下管线与透水铺装的布局矛盾）需通过 BIM 技术进行精细化设计，优化竖向与管线综合。

运维管理专业性：建立“专业团队 + 社区参与”的运维模式，开发智能监测 APP，实时预警设施故障，降低维护成本（较传统模式降低 30%）。

长效政策保障：建议将海绵城市指标纳入土地出让条件，建立跨部门的绩效考核机制，确保新建项目同步落实海绵设计要求。

3.5 园林景观设计与海绵城市设计融合的可持续发展路径展望

3.5.1 技术创新方向

技术创新是推动园林景观设计 with 海绵城市设计融合发展的核心动力。智能化融合将成为未来发展的重要趋势。通过引入物联网（IoT）、无人机监测等先进技术，构建“感知 - 分析 - 响应”的智能海绵系统，能够实现对雨水径流的动态调控与设施效能的实时评估。例如，在景观水体中安装智能阀门，利用物联网技术实时监测水位和水质数据。当降雨量增加时，智能阀门可以根据预设的算法自动调节调蓄水位，确保水体既能有效蓄洪，又能避免过度蓄水对周边景观造成影响。同时，无人机监测可以定期对海绵设施进行巡查，及时发现设施的损坏和堵塞问题，为设施的维护和管理提供精准的数据支持。

新材料的应用也将为园林景观设计与海绵城市设计的融合带来新的机遇。研发高透水性、高强度的再生材料，如再生骨料透水混凝土、生态陶瓷透水砖等，不仅可以降低碳排放，还能提升景观材料的循环利用率。这些再生材料具有良好的透水性能，能够让雨水迅速渗透

到地下，补充地下水，减少地表径流。同时，它们的强度和耐久性也能够满足景观建设的需求，为城市景观增添独特的质感。

生态修复技术的升级也是技术创新的重要方向。探索微生物燃料电池、人工湿地与景观水体的耦合技术，能够进一步提升面源污染治理效能，实现能源的可持续利用。微生物燃料电池可以利用污水中的有机物产生电能，为海绵设施的运行提供动力。人工湿地则可以通过植物和微生物的作用，去除污水中的污染物，净化水质。将这两种技术与景观水体相结合，不仅能够改善水体环境，还能打造出具有生态功能和景观价值的湿地景观。

3.5.2 多维度协同策略

园林景观设计与海绵城市设计的融合需要从规划、设计和管理等多个维度进行协同。在规划层面，应将海绵城市专项规划与城市总体规划、绿地系统规划深度衔接，划定“海绵廊道 - 生态节点”网络，确保宏观尺度的水文过程连续性。通过合理规划海绵廊道和生态节点，可以引导雨水径流的自然流动，减少城市内涝的发生。

在设计层面，推动“景观 - 水利 - 交通”多专业协同设计平台的建立至关重要。通过参数化设计工具，可以实现设施布局与景观形态的协同优化。例如，在设计城市公园时，景观设计师可以与水利工程师和交通工程师共同合作，将雨水花园、下沉式绿地等海绵设施与公园的道路、广场等景观元素有机结合，既满足了海绵城市的功能需求，又提升了公园的景观品质。

在管理层面，建立海绵设施资产数据库，探索“使用者付费”“生态补偿”等市场化机制，能够吸引社会资本参与海绵城市建设与运维。通过资产数据库，可以对海绵设施的运行状况进行实时监测和管理，提高设施的维护效率。同时，市场化机制的引入可以减轻政府的财政负担，促进海绵城市的可持续发展。

3.5.3 公众参与与教育体系

公众的参与和支持是园林景观设计 with 海绵城市设计融合发展的重要保障。科普体系构建是提升公众生态意识的有效途径。在项目现场设置互动式科普装置,如雨水循环演示模型,可以让公众直观地了解海绵城市的工作原理和生态效益。开发海绵城市主题的中小学研学课程,能够培养青少年的生态意识和创新精神。

社区共建模式可以鼓励居民参与家庭雨洪管理,形成“城市 - 社区 - 家庭”三级海绵网络。推广“海绵庭院”“屋顶花园”等微海绵单元,让居民在日常生活中就能参与到海绵城市建设中来。

文化价值挖掘能够赋予生态设施文化叙事功能,增强公众认同感。将海绵城市理念融入地域文化元素,通过景观艺术装置、公共艺

术作品等形式,打造具有地方特色的园林设计与海绵城市共融和谐的生态景观。这样不仅可以提升城市的文化品位,还能让公众更加深入地理解和支持海绵城市建设。

结论

安昌河水环境治理工程的实践表明,景观设计与海绵城市设计的深度融合是实现城市可持续发展的有效路径。通过生态化技术手段与景观美学的协同创新,不仅破解了城市水问题,还创造了高品质的公共生态空间,实现了生态效益、社会效益与经济效益的多赢。未来,需进一步依托技术创新、多专业协同及公众参与,构建更具韧性与适应性的城市生态系统,为“山水人城和谐共生”的新型城市发展模式提供理论与实践支撑。

参考文献

- [1]住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.
- [2]绵阳市人民政府.绵阳市海绵城市建设管理条例[Z].2024.
- [3]约翰·莱尔.人类生态学:城市设计的生态学途径[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [4]张辰,等.海绵城市建设技术与实践[M].上海:同济大学出版社,2016.
- [5]中国城市规划设计研究院.海绵城市建设技术指南解读与实施手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2015.