

基于低影响开发的滨河缓冲带景观设计研究

史 秀*

(辽宁省城乡建设规划设计院有限责任公司, 沈阳 110006)

摘 要:本研究基于低影响开发(LID)理念,在滨河缓冲带建设中探索采用生态保护与景观设计相结合的方式,以提升沿河湿地生态系统功能,促进水生态安全与城市可持续发展。通过分析滨河缓冲带建设的现存问题,结合低影响开发技术手段,提出低影响开发理念下的滨河缓冲带景观设计三大原则,从初期源头削减和分散控制、中途净化与传输以及末端集中处理的三阶段提出雨水管理策略,并结合典型案例总结各阶段设施的功能及生态效益。结果表明,低影响开发措施能够通过雨水渗透、滞留、净化和循环再利用等方式,有效减少径流对河道的冲刷,降低污染物排放,最终达到恢复滨河缓冲带的生态功能的作用。

关键词:低影响开发;生态保护;滨河缓冲带;景观设计

中图分类号:TU98

文献标志码:A

文章编号:1672-2736(2024)10-0010-12

0 引言

城市化进程中,人类活动对自然水体的干扰日益加剧,导致城市水体污染和生态环境恶化问题日益严重。滨河缓冲带,作为城市水体与陆地生态系统之间的过渡带,对于维护城市水生态安全、保护生物多样性具有重要作用。它不仅能够减少径流对河道的直接冲刷,还能通过植被的过滤作用减少污染物的输入,从而保护水质。然而,传统的河道管理往往忽视了滨河缓冲带的生态功能,导致其生态服务功能下降。为了应对这一挑战,低影响开发理念(Low Impact Development, LID)应运而生。低影响开发理念起源于美国马里兰州^[1-3],最初是为了解决城市快速发展带来的不透水地面增加问题,以及最佳管理措施(Best Management Practices, BMPs)^[4]在控制城市洪涝和分散污染源方面的不足。目前,低影响开发理念逐渐得到广泛应用,并在全球范围内推广^[5]。龙岩等人通过模拟广州庙头涌排涝片的透水铺装、雨水花园和绿色屋顶等LID设施,评估了其对城市水文和水环境的影响。结果表明,LID设施能有效削减径流量和污染物负荷,降低洪涝风险,改善城市水环境^[6]。在给水厂设计

中,低影响开发技术的应用可以显著提高厂区的地表径流削减率和地表下渗率,减少洪峰流量和节点积水量,降低厂区内涝风险^[7]。田坤等^[8]人的研究表明深圳新城公园的低影响开发改造工程有效削减了径流总量和峰值流量,延迟了峰现时间,提高了雨水径流控制效果。韩春利等^[9]人基于低影响开发理念的海绵服务区径流污染控制技术,通过生态种植槽系统设计,有效削减了雨水径流污染负荷。以浙江安吉县灵溪公园和徐州市欣欣路为例的滨水景观空间设计,都展示了低影响开发理念在滨水区域的应用潜力^[10,11]。随着低影响开发理念在城市规划和滨河缓冲带建设中的广泛应用,其理论和实践正在不断深化,为城市河道管理提供了新的视角和方法。因此,如何在滨河缓冲带建设中应用低影响开发理念,实现生态保护与景观设计的有机结合,成为当前城市河道管理的重要课题。

1 低影响开发的概述

1.1 低影响开发的理论内涵

低影响开发(LID)是一种可持续的城市雨水管理方法,其核心理念是在源头控制雨水,通

过模拟自然水循环过程,减少城市化对水文循环的影响^[12]。该理念在 20 世纪 90 年代末由美国马里兰州、西雅图市、波特兰市共同提出。低影响开发强调在城市开发建设过程,通过一系列分散式、小规模雨水管理措施(图 1),如雨水花园、透水铺装、绿色屋顶等,实现雨水的就地渗透、储存、净化和利用,从而减少径流量和污染负荷,保护和恢复城市水体的自然生态功能^[6,7]。目前的国内外研究表明,LID 设施在控制城市内涝、提高水环境质量方面具有显著效果。如张仕烜等^[13]在武汉地区的中学校园景观设计中,探讨了 LID 策略在雨水花园设计中的应用,强调了生态与教育相结合的设计目标。孙宝芸等^[14]针对北方地区公交港湾停靠站路段的研究,提出了适用于北方气候特征的 LID 设施布局方案,并通过模型模拟验证了其对雨水径流的削减和延迟作用。

低影响开发的实施不仅仅关注于减少径流量,更重视于通过生态友好的方式,恢复和增强自然水循环的能力。它作为一种生态友好的雨水管理策略,已被广泛应用于城市道路、校园、住宅区等多个领域,并取得了显著的研究成果。这些研究不仅验证了 LID 在减少径流量、控制污染负荷方面的有效性,还强调了其在恢复城市水文

循环、提升生态环境质量方面的重要性。

1.2 低影响开发的技术手段

低影响开发的技术手段旨在通过一系列措施模拟自然水循环,减少城市化对水文循环的影响^[15]。这些技术手段主要包括雨水的渗透收集、净化过滤和调控储蓄,以实现雨水的有效管理和利用(图 2)。

雨水的渗透收集,通常通过透水铺装、绿色屋顶、下凹式绿地等措施实现。它们能够促进雨水渗透,补充地下水,同时滞留雨水,增加蒸腾作用,改善小气候。雨水净化过滤通过植草沟、植被缓冲带和旱溪来实现,这些措施利用植被和土壤过滤雨水,能够减少污染物,保护水质。雨水调控储蓄则通过人工湿地、多功能调蓄池和雨水罐等措施,能够模拟自然湿地生态环境,短期滞留雨水,减轻排水压力,同时还能收集雨水用于清洁和灌溉。这些措施的综合应用不仅提升了城市水环境质量,改善了生态系统服务功能,而且对实现城市滨河缓冲带建设中的低影响开发至关重要。通过一系列措施的实施有效减少了城市雨水径流量,降低了径流速度,减少了对河道的冲刷和侵蚀,保护了河岸稳定性,同时通过雨水的渗透和净化,减少了污染物的输入,改善了水质,恢复和增强了滨河缓冲带的生态功能^[16]。

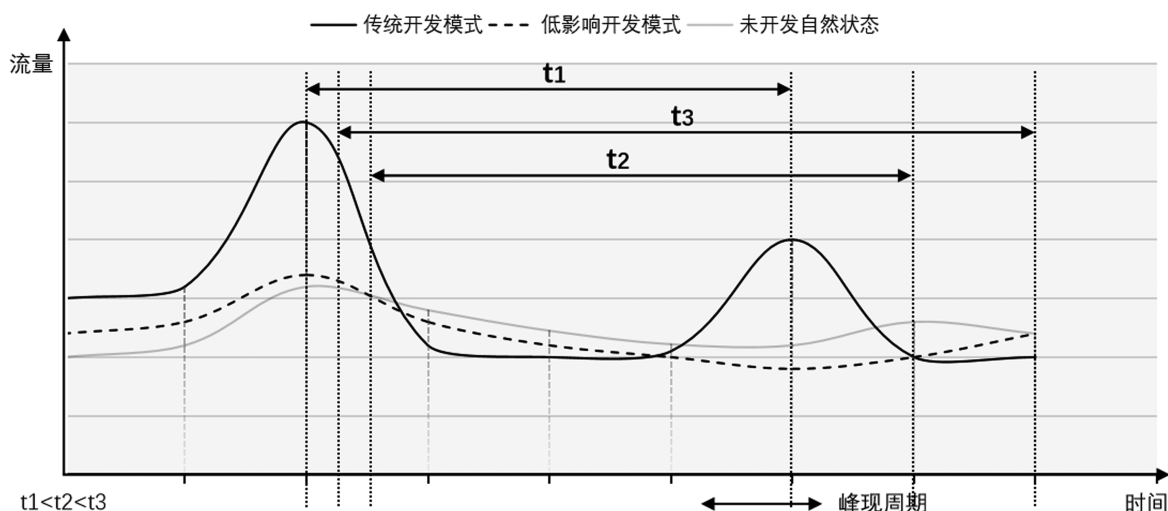


图 1 低影响开发模式与传统开发模式的场地雨水径流变化对比示意图

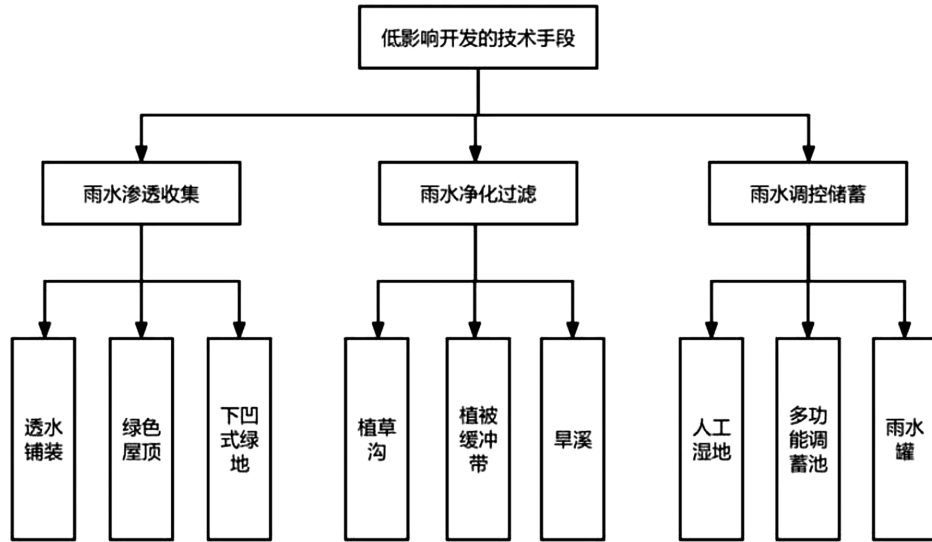


图 2 低影响开发技术手段架构图

1.3 低影响开发的作用

低影响开发技术的应用与作用涵盖多个方面(图 3)。例如,李彤等^[17]研究表明,低影响开发有利于保护文化遗产和生态环境,促进可持续发展。戚建等^[18]通过西安小寨海绵城市改造项目,展示了低影响开发技术在城市化进程中海绵城市建设的应用,有助于加快实现碳减排目标。闫泽铭等^[19]在城镇住宅建设中应用低影响开发设施,有效预防了住宅项目内涝问题。银翼翔

等^[20]通过对低影响开发小区降雨径流的滞留与滞后效应的研究,发现 LID 设施能显著提高径流滞后效应。

在滨河缓冲带的建设中采用低影响开发策略,能够显著降低城市雨水的直接排放量,减缓水流速度,减轻对河岸的侵蚀作用,从而维护河岸的稳定性。这些措施通过促进雨水的渗透和自然净化过程,有效减少了污染物的排放,提高了水质,恢复并增强了滨河缓冲带的生态功能。

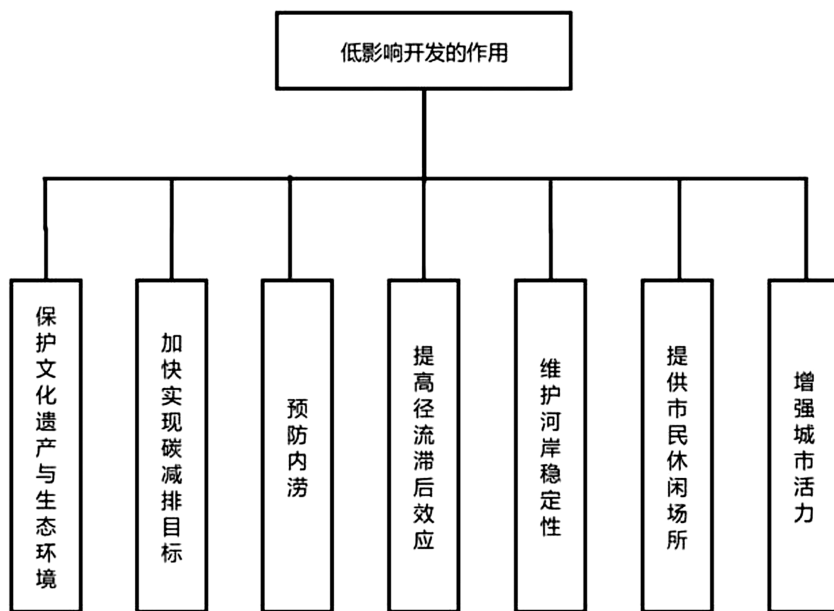


图 3 低影响开发的作用

同时,低影响开发策略还能为城市增加绿色空间,提升生物多样性,美化城市景观,为居民提供休闲娱乐的场所,进而增强城市的活力^[21]。

2 滨河缓冲带建设的现存问题

在当前的城市滨河缓冲带建设中,许多城市仅采取传统的景观设计手法,使滨河缓冲带建设面临一些挑战和问题(图4)。这些问题不仅影响了滨河缓冲带的生态功能,也限制了其在城市水环境治理中的作用,需要后期结合低影响开发手段实现生态功能与景观功能的有机统一。

2.1 缺乏流域尺度的系统规划

如今有很多城市在建设滨河缓冲带时,缺少水系流域管理层面和生态层面的系统规划。这种局部的、孤立的规划方法导致了滨河缓冲带的生态雨洪网络体系和雨洪安全格局的缺失,未能形成区域内绿色网络化系统^[22]。这种单一工程和短期绩效的规划目标,缺乏对生态系统尺度和流域范围的整体考虑,限制了滨河缓冲带在维护城市生态安全中的潜力。

2.2 忽视水文和生态系统的综合考量

多数城市在滨河缓冲带的建设初期存在未全面考量城市水文状况的恢复、水生动植物生态

系统的修复和地下水位的补充等关键因素。相反,许多项目仅注重生态、景观、游憩功能,忽视了滨河缓冲带在雨洪调蓄、旱涝调节等水文功能方面的重要作用。这种偏重形象工程的建设方式,未能充分发挥滨河缓冲带在海绵城市建设中的综合功能。

2.3 依赖灰色基础设施的管线设计

在传统的城市河流管理实践中,排水系统的设计往往侧重于利用地下管道和快速排水的设施(即“灰色基础设施”)来迅速将雨水从城市表面引导走。这种以快速排空为主要目标的雨洪管理策略,往往忽视了雨水在源头和中途的控制与利用。在面对城市洪涝灾害、雨水径流污染、城市水生态系统破坏等挑战时显得力不从心。这种设计忽视了雨水的自然渗透、净化和循环利用,加剧了城市水环境问题。

2.4 河流自然形态的破坏

在滨河缓冲带的建设中,为了减轻城市排水管网的负担,许多城市采取了裁弯取直和硬质驳岸的修缮方式,破坏了河流的自然弯曲形态和缓缓流淌的自然属性。这种传统的城市排水策略不仅侵蚀了河流的自然特征,还导致了河流边缘的自然生态区域被大量侵占。这不仅减少了动

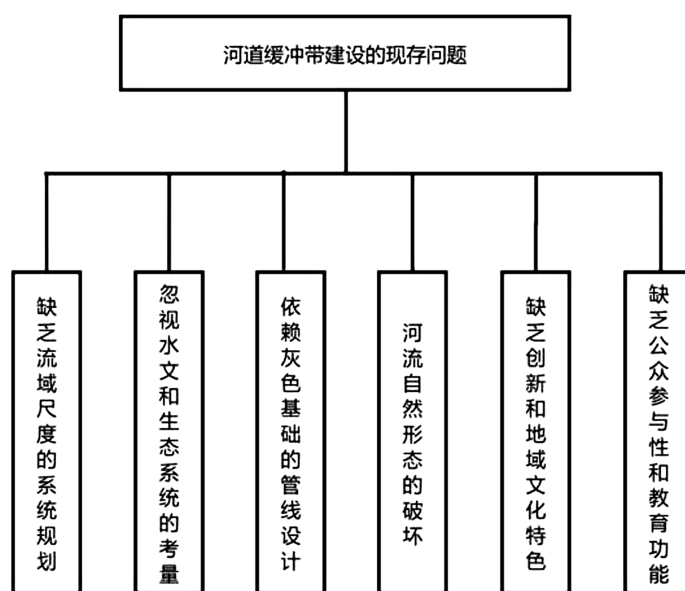


图4 滨河缓冲带建设的现存问题示意图

植物的自然栖息地,还对城市水体的生态平衡造成了严重的干扰。河流的自然流动和岸边的生物多样性因此受到了威胁,水生生物的生存环境遭到了破坏,进而影响了整个城市水生态系统的健康和稳定。

2.5 缺乏创新和地域文化特色

在很多城市中,河岸绿道的建设往往过于追求表面的美观,而忽视了设计的多样性和创造性。这些绿道的设计往往缺乏个性和地方特色,未能体现出当地的文化和自然风貌。这种缺乏考虑的、重复性的开发模式,不仅未能营造出独特的场所感,也未能吸引市民前来体验和探索。如何在保护和传承历史文化遗产的同时,创造出具有本土风情的景观,唤起市民对这片土地的情感和认同,成为了当前城市规划和设计中需要迫切关注和解决的挑战。

2.6 缺乏公众参与性和教育功能

目前,许多城市的滨河绿道建设主要集中在提供休闲娱乐空间和提升城市景观上,而忽视了环境和科普教育的功能^[23]。这些绿道往往未能充分发挥其多功能性,缺乏对公众参与的吸引力和与自然互动的体验^[24]。此外,现有的滨河绿道设计往往缺乏趣味性和吸引力,未能激发市民的参与兴趣。

这种现状与生态文明城市建设的需求不符,特别是在我国推进海绵城市建设的背景下^[25],城市滨河缓冲带的低影响开发显得尤为重要。海绵城市建设强调的是通过自然积存、自然渗透、自然净化的理念^[26],来优化城市水文循环和生态系统的健康。因此,探索城市滨河缓冲带低影响开发的新途径,对于解决现有问题具有重要意义^[27]。

为了实现这一目标,需要研究和设计能够兼顾雨洪管理、生态保护和科普教育的景观规划^[28]。这样的规划不仅要考虑生态修复和生物多样性的保护,还要考虑如何通过设计提升市民的参与度和体验感,从而增强他们对城市自然环境的认同和归属感。通过这种方式,城市滨河缓

冲带不仅能成为生态修复的重要区域,也能成为市民教育和休闲的宝贵资源。

3 滨河缓冲带建设中景观的低影响开发策略

3.1 基于低影响开发理念下的滨河缓冲带景观设计原则

低影响开发理念下的规划是一项综合性工程,需政府、开发商、设计单位及市政水利等多部门协作完成,并在绿化、道路等多方面配合下实现径流总量控制、峰值控制、污染控制和水资源利用的规划目标。通过查阅《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建》及相关文献,结合国内外雨洪管理案例,归纳出低影响开发下的三大滨河缓冲带景观设计原则:生态优先原则、源头控制原则、因地制宜原则,如图 5 所示。

生态优先原则是在滨河缓冲带景观设计过程中,将自然生态的保护和可持续性放在首位的一种指导理念。近年来,自然生态环境的保护与建设已成为全球关注的核心议题之一。其核心是在设计过程中,优先关注生态系统的完整性和环境的自我修复能力。应用这一原则时,滨河缓冲带景观设计时应尽量减少对自然的干扰,保护水土、维护生物多样性等生态功能,探索人与自然和谐共处的途径,实现社会发展与自然环境的有机融合。

源头控制原则是以小规模、分散化的方式,在问题发生的源头解决水资源管理问题,从而实现经济、生态与社会效益的平衡发展。在滨河缓冲带景观设计过程中,源头控制原则强调源头控制,通过将雨水渗透、滞留和再利用融入设计,保护自然水循环系统,减少城市化对生态环境的负面影响。这不仅有效缓解了城市排水系统的压力,降低城市洪涝风险,同时也促进了雨水的回收再利用,提高水资源的利用效率,节约水源。

因地制宜原则强调根据不同城市的自然条件和环境特点,制定适合本地的景观设计方案。尽管城市河流具有共性,但由于各地在水文条件、

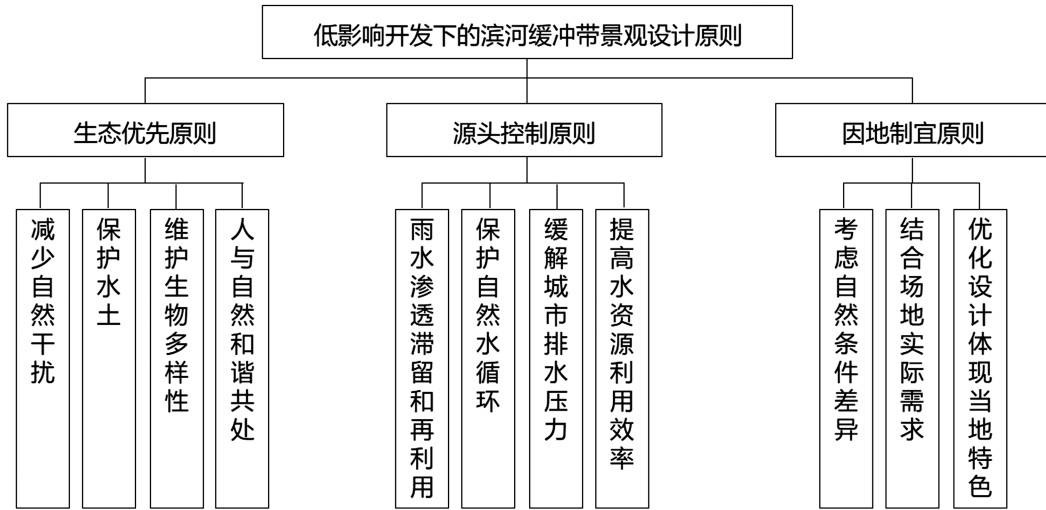


图5 低影响开发下的滨河缓冲带景观设计原则

地理风貌和气候环境方面存在显著差异,在设计过程中需充分考虑这些差异,以确保方案的科学性和可行性。当前,在将低影响开发技术融入滨河缓冲带景观设计时,更需深入了解河道绿地的具体情况,包括场地条件、河流特性、植物配置现状以及城市降水规律等信息^[29]。通过全面的调查和分析,根据实际需求进行优化设计,以实现设计方案的针对性和有效性。坚持因地制宜的原则,不仅能够提升设计的生态效益和美学价值,还能更好地体现当地特色,促进城市的可持续发展。

3.2 基于低影响开发理念下的滨河缓冲带景观设计思路

滨河缓冲带作为河流景观的核心栖息地和流域的关键结构,对于保护水源和增强河岸及半水生生物的栖息地联系至关重要。低影响开发理念下的滨河缓冲带景观设计主要分为三个阶段:初期源头削减和分散控制,中途净化与传输,末端集中处理(图6)。本文按照雨水径流途径和雨水设施重要功能,将低影响开发技术措施分为六类:雨水削减过滤设施,雨水蓄存设施、雨水传输设施、雨水渗透设施、雨水调蓄设施、末端净

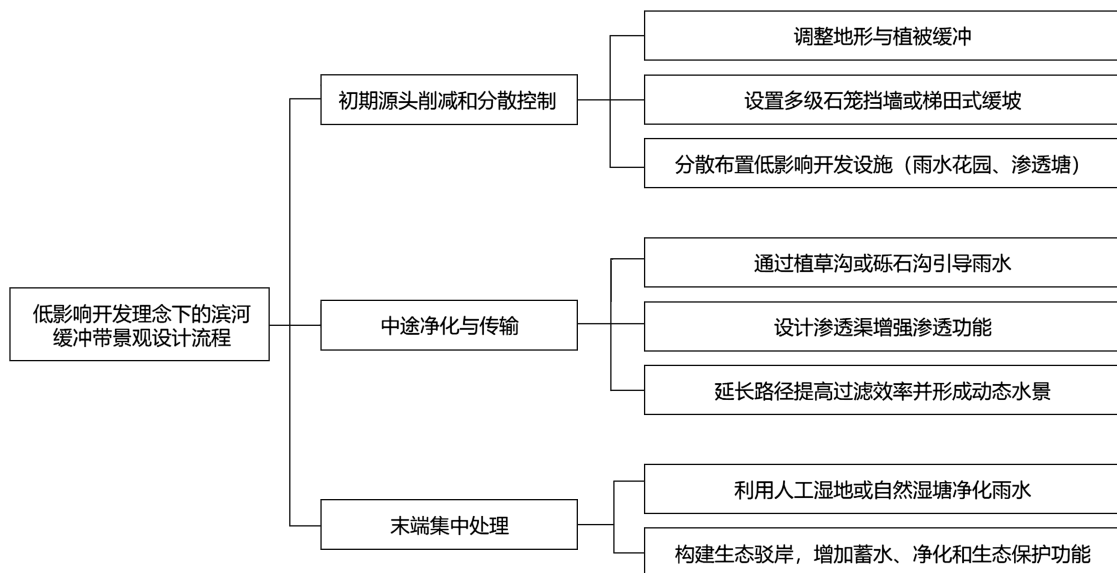


图6 低影响影响下的景观设计流程示意图

表 1 不同阶段的雨水设施

景观设计阶段	雨水设施分类	雨水设施名称
初期源头削减和分散控制	雨水渗透设施	透水铺装、绿色屋顶、下凹式绿地、渗透塘...
	雨水蓄存设施	调蓄池、调节塘...
	雨水削减过滤设施	植被缓冲带、石笼挡墙...
中途净化与传输	雨水传输设施	植草沟、砾石沟、渗渠...
	雨水调蓄设施	调蓄池、调节塘...
末端净化储水设施	末端净化储水设施	雨水生态塘、生物岛...

化储水设施。构建城市雨水与自然河道之间完善的水循环系统(表 1)。

3.2.1 初期源头削减和分散控制

初期源头削减与分散控制是低影响开发下滨河缓冲带景观设计的重要实践方式,通过源头管理有效减少雨水径流对市政管网和自然河道的污染,实现雨水的削减、控制和净化。大部分滨河缓冲带从河岸到水域界面存在地形高差,因此雨水径流在从城市不透水表面流向自然河道的过程中,需要通过低影响开发技术对其进行全面的削减、调控和净化^[30]。

在滨河缓冲带中,雨水径流从城市界面流向自然河道时,应优先削减雨水流速并延长其径流路径,以降低地形高差带来的冲击力。通过调整地形和利用植被缓冲,在缓坡或陡坡地形上种植乡土树种,植物根系可有效减缓雨水流速,同时提升生态景观的多样性。在陡坎区域,可以设置多级石笼挡墙或将陡坎放坡处理成梯田式缓坡,形成植被缓冲带。这样不仅延长了雨水径流路径,还能通过植被群落进一步净化雨水,打造出结合乡土植被与山石景观的梯田式生态景观。

为了实现雨水的局部处理与自然排水,可以通过合理规划与设计分散布置低影响开发设施。根据地形条件设置雨水花园、渗透塘等设施,有效控制雨水径流的同时实现净化功能。在后期建设中,可根据场地自然排水特点进行功能性设计,例如在停车场等硬质铺装区域采用生态停车场,通过就地消纳雨水,减轻后续排水系统的负担,并与下阶段雨水传输系统衔接,保证整体排水路径的完整性与高效性。

鸣翠湖项目位于山东省东营市河口区,项目规模为 97hm²,总体设计是结合生态理念和雨洪管理的思想,将河口西部的湖滨新区地块由原来的城市边缘设计成为连接新城、老城及自然环境的主要枢纽,最终建成大型滨水开放空间——鸣翠湖。该项目面临的问题主要是周边地块开发产生的污染物使土壤盐碱化,使湖滨驳岸遭到破坏。基于低影响开发的设计思路,东营市河口区湖滨新区鸣翠湖的滨河缓冲带景观设计针对周边地块因开发产生的污染问题设置生态滤水带。这些滤水带利用植物根系和滤料吸附雨水径流中的污染物质,降低流速,减少径流对水体的直接冲击,保护湖区水质。同时,在道路和广场附近设置雨水花园,通过收集和过滤雨水径流,减少地表径流的直接排放,并提升雨水下渗效率,从而改善土壤盐碱化问题。

3.2.2 中途净化与传输

中途净化与传输是低影响开发下滨河缓冲带景观设计的中间环节,其核心是利用生态化工程手段对雨水进行清洁和输送。通过植草沟或砾石沟等设施,将来自上一级设施或道路的雨水引导至下一步的处理系统,以确保雨水的有效管理。在需要增强渗透功能的情况下,可以在传输路径中设计渗透渠,利用其吸收和下渗能力,在输送过程中部分消减地表径流。在场地面积有限的条件下,可以通过增加传输设施的蜿蜒曲度,延长路径长度,以提高雨水过滤净化效率。同时,这样的设计还可以形成具有动态美感的水景观,不仅增加场地的趣味性,也为公众提供了一个观察和了解雨水处理过程的机会。

湖中小岛气候公园,也被称为“漂浮花园”,位于丹麦维堡。该项目紧邻 Sønderø 湖畔,因此经常被湖水淹没产生巨大的经济损失。Moller & Gronborg 设计团队为了解决这一问题,充分利用自然条件与技术手段,将生态净化与传输功能融入景观中,构建了具有显著环境效益和游乐功能的雨水调蓄设施。在雨水调蓄设施的初始环节,设计了前缘洼地,用于对雨水径流中较大的颗粒物进行沉淀处理。前缘洼地通过地形设计,有效降低了雨水中的悬浮物浓度。当雨水从前缘洼地进入由小岛、脚踏石和蜿蜒溪流组成的净化区时,净化区对雨水中的小颗粒物和杂质进行进一步过滤,同时这些蜿蜒的溪流通过不同层级的净化池,还具备分解有机物和改善水质的功能,进一步提升水体净化效果(图7)。雨水在净化区处理后流入溢流区进行最终的调节。溢流区与净化区原理类似,但具有更大的蓄水能力,用于处理在降雨量较大情况下的雨水径流。此外,该设计将处理后的雨水通过溢流管传输至 Sønderø 湖中,完成整个雨水净化和传输流程。溢流管的设置确保了雨水在不同水位条件下的高效传导,同时减少对湖区自然生态的直接冲击。

3.2.3 末端集中处理

末端集中处理是低影响开发下滨河缓冲带景观设计的最后环节,旨在雨水汇入自然河道之前,通过人工湿地或自然湿塘等设施对其进行蓄

存和净化。这些设施利用滨河区域的自然地形和土壤条件,结合湿生植物和水生植物的过滤吸收作用,有效去除雨水中的污染物,同时营造生态化、多功能的滨水景观。生态驳岸作为水陆分界的重要部分,通过自然性改造替代传统硬质驳岸,利用天然材料和植被群落提升河道自净能力,并设计河道浅滩区、消落带、抛石驳岸等区域,形成兼具蓄水、净化和生态保护功能的多层次空间。末端区域构建植物、水生生物、微生物互作的生态系统,为多种生物提供栖息地,并通过生态景观设计推广雨水管理与自然生态结合的理念,实现水质改善与可持续发展。

江苏昆山吴淞滨江在城市开发、工业用地等建设中,环境受到严重污染,水体污染非常严重。为了创建滨水开放空间,同时恢复吴淞滨江的环境,美国 SWA 团队提出了用水治理景观基础设施解决水体污染问题的方案。该方案最核心的部分在于末端集中处理采用了多级净化措施,将水质治理与景观设计紧密结合,实现生态与功能的有机统一。项目以改善水体污染为目标,通过科学实验与实地监控数据分析,规划了一套基于景观的水质净化系统(图8)。设计中首先设置沉降池,用于去除雨水中的大颗粒污染物,随后通过水渠将雨水引入深水曝气池,在曝气过程中进一步去除杂质,增加溶解氧含量。接着,雨水通过浅水处理通道流入河岸湿地公园和生态淹没湿地,完成最后的净化,再排放至港湾和未来

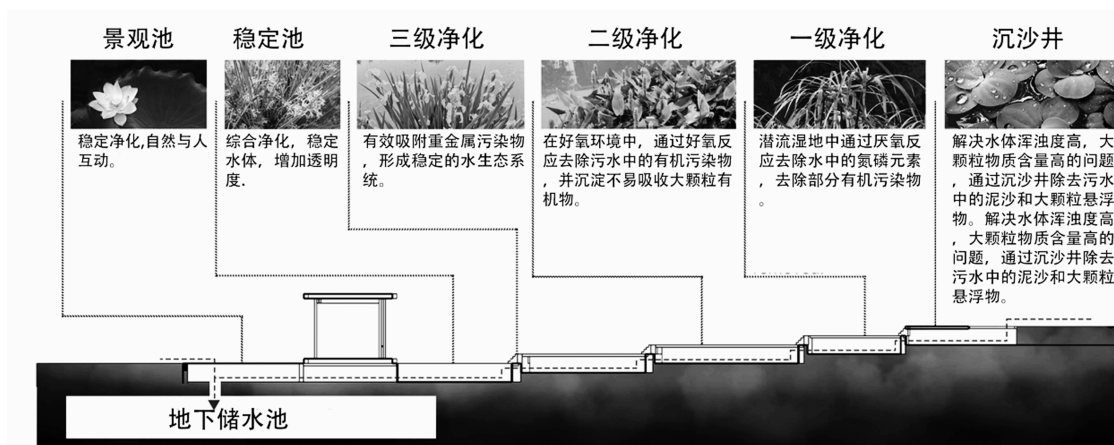


图7 雨水净化区

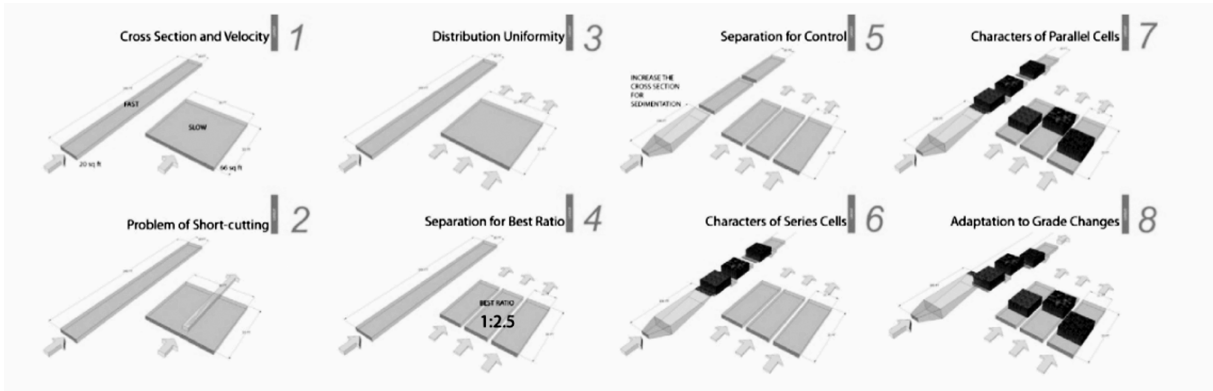


图 8 净化和反复的水利实验图

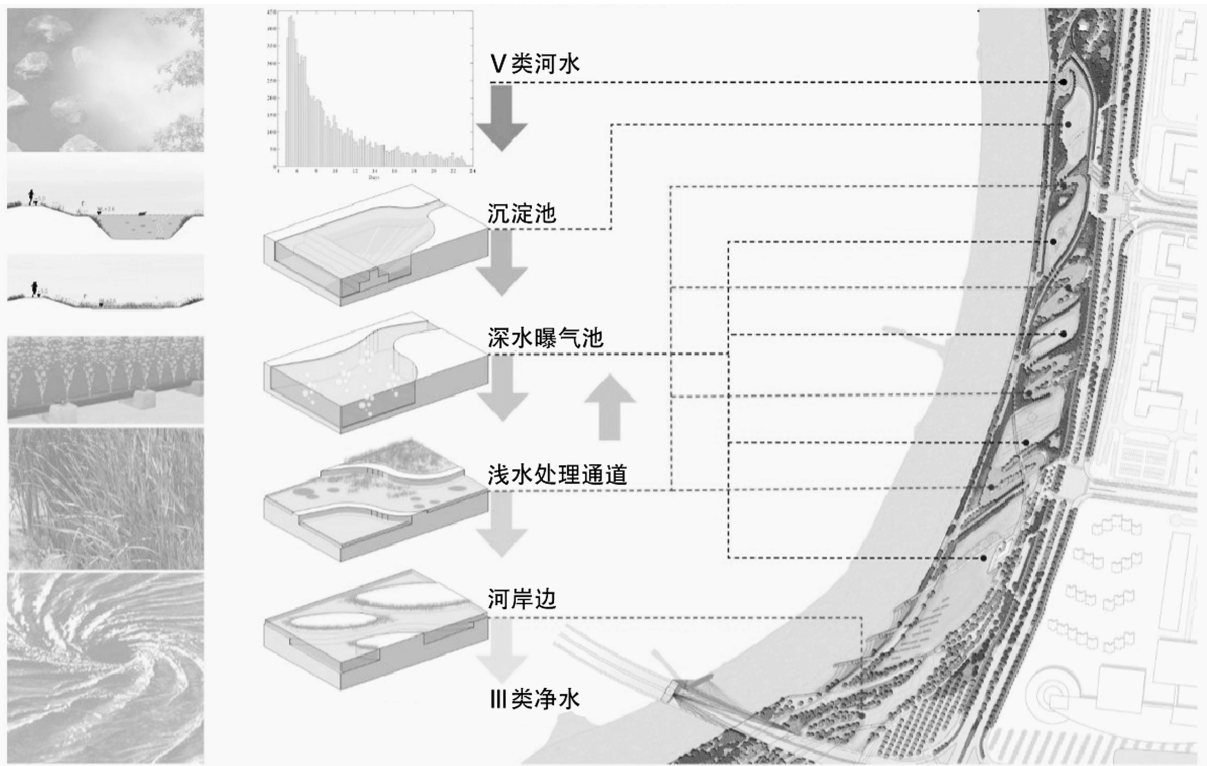


图 9 湿地净化系统分析图

商业区。该项目利用多级的沉降池、曝气池、水渠和湿地形成一个完整的雨洪管理和水质净化体系,利用科学的阻滞时间与流速调控技术,实现生态效益与社会效益的最大化(图 9)。这一模式不仅成功改善了水质,还为未来的水质治理和景观设计提供了实践参考。

4 结语

滨河缓冲带景观的低影响开发研究表明,作

为城市与水域交界地带,滨河缓冲带以其敏感的水文肌理、多层次自然地形和多样化植被空间,成为低影响开发理念的理想场所。在景观设计中,以生态优先为核心,通过沉降、渗透、过滤和蓄存等多级雨水处理措施,实现水资源的高效利用和雨水链闭环管理,进一步增强生态系统稳定性和水土保持能力,同时提升生物多样性,营造独特生态景观。

但研究存在一些不足。首先,在理论方面对

低影响开发相关领域的多学科研究尚不充分,例如与水文、生态、工程等专业的协同分析存在欠缺。其次,在实际操作中,不同低影响设施与复杂景观功能的协同设计,仍需要更系统化的解决方案和技术支持。尽管如此,随着生态保护意识的提升,低影响开发在风景园林中的应用前景广阔。通过多学科合作与深入研究,可优化设施与景观功能结合,为行业创新发展提供更多实践和理论支持。

参考文献(References):

- [1] Spillett P B, Evans S G, Colquhoun K. International Perspective on BMPs/SUDS: UK – Sustainable Stormwater Management in the UK[R]. EWRI, 2005.
- [2] Dietz E M, Clausen C J. Stormwater runoff and export changes with development in a traditional and low impact subdivision[J]. Journal of Environmental Management, 2008, 87(4): 560—566.
- [3] US EPA. Low Impact Development(LID): A Literature Review[R]. United States Environmental Protection Agency, 2000. EPA – 841 – B – 00 – 005.
- [4] Martin C, Ruperd Y, Legret M. Urban stormwater drainage management: The development of a multicriteria decision aid approach for best management practices [J]. European Journal of Operational Research, 2006, 181(1): 338 – 349.
- [5] US EPA. National Water Quality Inventory, 2000 Report[R]. 2002.
- [6] 龙岩, 刘珂璇, 张子怡, 等. 低影响开发设施的水文与水环境效应评估[J]. 水电能源科学, 2024, 42(06): 54 – 58.
- [7] 周煜溪, 杨媛媛, 邵磊. 基于低影响开发理念的给水厂设计[J]. 洛阳理工学院学报(自然科学版), 2024, 34(03): 8 – 13, 77.
- [8] 田坤, 宫永伟, 陈世杰, 等. 深圳新城公园低影响开发改造工程效果[J]. 深圳大学学报(理工版), 2023, 40(03): 370 – 378.
- [9] 韩春利, 熊新竹, 陈瑶, 等. 基于低影响开发理念的海绵服务区径流污染控制技术[J]. 交通运输研究, 2023, 9(02): 42 – 52.
- [10] 钱思维. 基于低影响开发的滨水景观空间设计——以浙江安吉县灵溪公园为例[J]. 美术教育研究, 2023, (06): 126 – 128.
- [11] 郭乘伸, 邱玉磊. 基于低影响开发理念的道路景观改造设计——以徐州市欣欣路为例[J]. 美与时代·城市, 2022, (11): 49 – 51.
- [12] 刘谦. 城市滨河绿道低影响开发雨洪管理的景观规划设计研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2019.
- [13] 张仕烜, 陈文强. 低影响开发在武汉地区中学校园景观设计的应用研究——以武钢三中雨水花园优化设计为例[J]. 鞋类工艺与设计, 2024, 4(16): 157 – 160.
- [14] 孙宝芸, 汪子皿, 鲁泓麟, 等. 北方地区公交港湾停靠站路段低影响开发研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2024, 26(02): 185 – 190.
- [15] 张煜森. 基于雨洪管理的山地丘陵区小流域景观规划设计[D]. 郑州: 河南农业大学, 2023.
- [16] 北京市规划和自然资源委员会. DB11/T 685—2021 海绵城市雨水控制与利用工程设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2021.
- [17] 李彤, 于洋, 李梦春, 等. 陕西洛河河岸明清古村落低影响开发与数字化保护[J]. 百科知识, 2024, (15): 41 – 42.
- [18] 戚建, 文哲, 柏海. 低碳绿色建造与海绵城市低影响开发技术[J]. 安装, 2023, (01): 71 – 73.
- [19] 闫泽铭, 刘闰丰. 城镇住宅建设中的低影响开发设施应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(03): 178 – 180.
- [20] 银翼翔, 秦华鹏, 余淑琦, 等. 低影响开发小区降雨径流的滞留与滞后效应[J]. 深圳大学学报(理工版), 2022, 39(02): 142 – 151.
- [21] 方美清, 王晶晶, 孙朗富. 基于低影响开发的盐城市老旧社区弹性景观设计[J]. 水利规划与设计, 2022, (10): 15 – 20.
- [22] 巴传祥. 基于海绵城市理论的城市滨河绿道景观设计研究——以深圳大沙河为例[D]. 荆州: 长江大学, 2022.
- [23] 中国环境科学研究院. 河湖生态缓冲带保护修复技术指南[Z]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2021.
- [24] 杨泽宇. 健康城市视角下的滨河绿道研究综述[J]. 建筑与文化, 2019, (04): 163 – 164.
- [25] 北京建筑大学. 海绵城市建设技术指南——低

-
- 影响开发雨水系统构建[Z].北京:住房和城乡建设部,2014.
- [26] 广州市水务规划勘测设计研究院.广州市海绵城市规划设计导则——低影响开发雨水系统构建[Z].广州:广州市水务局,2017.
- [27] 中国环境科学研究院.浙江省河流生态缓冲带划定与生态修复技术指南[Z].杭州:浙江省生态环境厅,2020.
- [28] 朱玲,王睿,魏宜,等.生态系统服务视角下的城市滨河缓冲带生态修复策略研究[J].景观设计,2020,(06):4-11.
- [29] 王婧雯.低影响开发理念下城市河道景观优化研究[D].郑州:华北水利水电大学,2021.
- [30] 李晓.基于低影响开发的滨河缓冲带景观设计研究[D].北京:北京农学院,2017.
-
- 作者简介:**
第一作者/通讯作者:史秀,1987年生,女,山东省济宁人,辽宁省城乡建设规划设计院有限责任公司,高级工程师,主要研究方向为风景园林。Email:1016787625@qq.com
-

Research on Landscape Design of Riparian Buffer Zone based on Low Impact Development

SHI Xiu *

(Liaoning Urban and Rural Construction Planning and Design Institute Co. , Ltd. , Shenyang 110000, China)

Abstract: Based on the Low Impact Development (LID), the integration of ecological protection and landscape design is explored in the construction of riparian buffer zones to further enhance the functions of wetland ecosystems along the rivers, promoting aquatic ecological security and urban sustainable development. By analyzing the existing problems in the construction of riparian buffer zones and combining LID technical means, the study proposes three principles of landscape design for riparian buffer zones under LID concept. Rainwater management strategies are proposed in three stages: initial source reduction and decentralized control, intermediate purification and transmission, and final centralized treatment. The functions and ecological benefits of facilities during each stage are summarized in conjunction with typical cases. The results show that LID measures can effectively reduce the scouring of river channels by runoff and reduce pollutant emissions through rainwater infiltration, detention, purification, and recycling, ultimately restoring the ecological functions of riparian buffer zones.

Key words: low impact development; ecological protection; riparian buffer zone; landscape design