

城市化进程中河流水生态修复

——技术与实践的综合研究

张春华

河北省唐山水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v8i8.5681

[摘要] 城市化进程对河流生态系统的影响是当今环境保护领域中亟需解决的重大问题。随着城市规模的不断扩大,河流水体面临着水质恶化、生物多样性下降以及水文特征变化等诸多挑战。本文通过对当前河流水生态修复技术的系统分析,探讨了生物修复、生态工程以及基于自然的解决方案(NBS)在实际应用中的优势与局限性。同时,本文结合国内外多个典型案例,评估了不同技术方法在实践中的效果,并提出了适应中国国情的综合修复策略。研究表明,综合运用多种技术手段,构建多层次的治理机制,并加强修复效果的长期监测,是实现河流生态系统可持续发展的关键。

[关键词] 城市化进程; 生态修复; 生态工程; 多层次治理

中图分类号: TV882.8 **文献标识码:** A

River Water Ecological Restoration in Urbanization Process

——Integrated Study on Technology and Practice

Chunhua Zhang

Tangshan Hydrological Survey and Research Center, Hebei Province

[Abstract] The impact of urbanization on river ecosystems is a major issue that urgently needs to be addressed in the field of environmental protection today. With the continuous expansion of urban scale, river water bodies are facing many challenges such as deteriorating water quality, declining biodiversity, and changes in hydrological characteristics. This article explores the advantages and limitations of biological restoration, ecological engineering, and nature based solutions (NBS) in practical applications through a systematic analysis of current river water ecological restoration technologies. At the same time, this article evaluates the effectiveness of different technical methods in practice by combining multiple typical cases at home and abroad, and proposes comprehensive repair strategies that are suitable for China's national conditions. Research has shown that the comprehensive use of multiple technological means, the construction of multi-level governance mechanisms, and the strengthening of long-term monitoring of restoration effects are key to achieving sustainable development of urban river ecosystems.

[Key words] urbanization process; Ecological restoration; Ecological engineering; Multi level governance

随着城市化进程的加速,城市河流生态系统正面临前所未有的压力。城市扩张引发的河道硬化、污染物增加以及栖息地破坏,导致水质恶化和生物多样性下降,这些问题直接威胁到城市的生态平衡和居民生活质量。传统的河流治理方法在面对这些复杂挑战时往往难以奏效,导致生态退化难以逆转。近年来,生物修复、生态工程及基于自然的解决方案等技术逐渐兴起,为恢复受损的河流生态系统功能提供了新的途径,成为应对城市化带来生态挑战的重要研究方向。

1 城市化进程中的河流水生态修复技术方法

1.1 生物修复技术

生物修复技术在河流水生态修复中扮演着重要角色,利用微生物、植物和动物等生物体的自然功能来处理污染物和恢复生态平衡。微生物修复技术依赖于特定微生物的代谢能力,将河流中的有机污染物和部分无机污染物降解转化为无害或低毒的物质。通过优化微生物的生长环境,如调节水体pH值和温度,增强其降解能力,能够有效去除水中的污染物,从而改善水质^[1]。

植物修复技术是通过植被的根系吸收、固定或转化水体中的污染物,减少水体中的有害物质浓度。水生植物不仅能够有效吸收氮、磷等营养物质,防止水体富营养化,还能通过根系分泌物的作用,促进微生物的活性,从而间接提升微生物的降解效率。

动物修复技术主要通过引入或保护特定的水生动物,来恢复和维持河流的生态平衡。例如,一些滤食性鱼类和贝类能够通过摄食水中的浮游生物和有机碎屑,间接降低水体的营养负荷,改善水质,具体见图1。

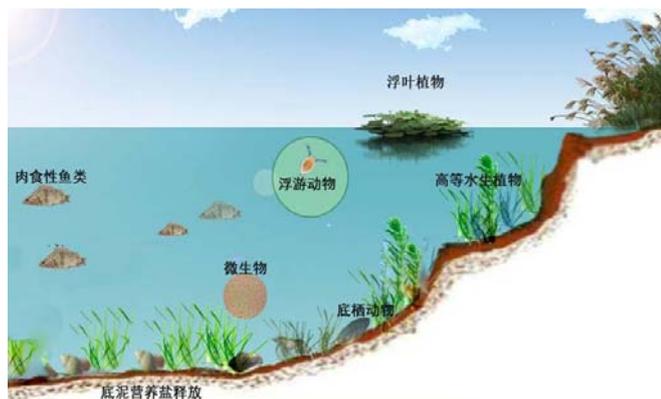


图1 河流水生态修复图

1.2 生态工程技术

生态工程技术是将工程技术与生态学原理相结合,以实现河流生态系统的恢复与重建。湿地构建与人工湿地技术是其中一项广泛应用的技术,通过模拟自然湿地的结构和功能,人工湿地能够有效过滤和降解水体中的污染物。湿地中的植物、微生物和土壤共同作用,去除水中的有机物、重金属和营养物质,从而显著改善水质^[2]。

河道自然化改造与河岸带修复技术则着重于恢复河流的自然形态和功能。通过恢复河流的自然弯曲形态,减缓水流速度,增加水体与河岸之间的交换,改善水质和栖息地条件。河岸带植被的修复,不仅能够防止河岸侵蚀,还为河流生物提供了重要的生境^[3]。

雨水管理与绿色基础设施建设是生态工程技术中的另一个重要组成部分。这些技术旨在通过减少硬质地表的径流量和提高雨水的渗透性,来缓解城市化对河流水文特征的不利影响。绿色屋顶、雨水花园和渗透性铺装等措施,不仅能够有效截留和净化雨水,还能缓解城市内涝问题,提升生态环境质量。

1.3 基于自然的解决方案(NBS)

基于自然的解决方案(NBS)是一种融合自然过程和生态学原理的创新修复策略,旨在通过模仿或恢复自然生态系统的功能,来解决河流生态问题。NBS强调自然恢复与生态重建,试图通过减少人类干预,依靠自然的自我修复能力,逐步恢复河流的生态平衡。

在实际应用中,NBS通过恢复河流的自然水文过程和生态连接性,增强河流对环境变化的适应能力。比如,通过恢复河流的

自然形态和流态,促进沉积物的自然搬运和栖息地的多样性重建,为水生生物提供良好的生存环境。

2 城市化进程中河流水生态修复技术与实践的综合策略

2.1 综合技术路径的选择与组合

在城市化背景下,河流水生态修复面临多种复杂环境问题,单一技术往往难以应对多重挑战。因此,综合技术路径的选择与组合成为实现生态修复目标的关键。生物修复与生态工程技术的结合是一种有效的策略。通过将微生物和植物修复技术与河道自然化改造相结合,可以在净化水质的同时恢复河流的自然结构与功能。植物修复技术能够有效吸收和固定水体中的污染物,而河道自然化改造则能提供多样化的栖息地,支持生物多样性的恢复。这种技术的协同作用,不仅能够短期内提升河流水质,还能在长期内增强生态系统的自我维持能力。

基于自然的解决方案(NBS)与传统工程技术的互补应用也极具潜力。在城市环境中,空间的限制和高度的人为干预往往使得自然修复过程难以充分发挥作用。在这种情况下,将NBS与工程技术相结合,可以在保留自然过程优势的同时,克服传统工程在空间和功能上的限制。例如,在城市河道修复中,既可以通过NBS恢复河流的生态功能,又可以通过工程手段确保河流的防洪能力。这样的一体化策略不仅能够提高修复项目的效率,还能实现生态与社会功能的双重目标^[4]。

综合技术路径的选择应基于本地化与适应性原则,不同的生态环境和城市化程度要求不同的修复策略。在技术选择和组合过程中,需要充分考虑当地的气候条件、水文特征以及社会经济因素,以确保修复措施的有效性和可持续性。同时,修复策略还应具有灵活性,能够根据环境变化和修复进展进行动态调整,以应对不确定性和突发事件。

2.2 多层次治理机制的构建

有效的河流水生态修复不仅依赖于技术手段的应用,还需要多层次治理机制的支持。政府主导与公众参与的结合,是实现修复目标的重要保证。政府在生态修复项目中通常扮演主导角色,负责政策制定、资金投入以及项目实施。然而,仅依赖政府的力量往往难以满足复杂的生态修复需求。因此,在修复过程中,需要广泛吸纳公众参与,增强社会对生态修复的支持与监督。通过公众参与,可以更好地了解当地生态问题的根源,增强修复措施的针对性和实效性。

跨部门协作与利益相关者协调也是构建多层次治理机制的关键。河流生态系统涉及水资源管理、土地利用、环境保护等多个领域,单一部门难以独立解决所有问题。有效的生态修复需要各相关部门之间的密切协作,形成合力。例如,在实施河道修复时,水利部门与环保部门应共同制定修复方案,确保既能达到水质改善目标,又能恢复生态功能。同时,应建立利益相关者的协调机制,包括政府机构、企业、社区和环保组织等,共同参与决策过程,平衡各方利益,推动修复措施的顺利实施^[5]。此外,

完善的法律与政策体系,能够在保障修复项目顺利推进的同时,确保修复成果的长期维护与可持续利用。

2.3 生态修复效果的监测与评估

实现河流水生态修复的目标,离不开科学的监测与评估体系。生态指标体系的构建是修复效果监测的基础。通过选取合适的水质、生物多样性、水文特征等指标,可以全面反映河流生态系统的健康状况。这些指标不仅应涵盖当前的修复目标,还应考虑长期生态平衡的维持,确保修复措施能够持续发挥作用。

长期监测与动态评估方法在修复效果评估中具有重要意义。河流生态系统具有动态性和复杂性,修复过程中可能面临各种不确定因素的影响。通过长期监测,可以及时掌握河流生态系统的变化趋势,评估修复措施的实际效果,并根据监测数据进行动态调整。例如,若监测数据表明某一修复技术的效果不如预期,则应迅速调整修复方案,增加新的修复措施或优化现有措施,以确保修复目标的实现。

3 总结

本文通过对城市化进程中河流水生态修复技术的系统分析,探讨了生物修复、生态工程和基于自然的解决方案等多种方法在实际应用中的优缺点。研究表明,综合运用多种技术路径,并结合多层次治理机制,是实现河流生态系统可持续修复的关键。

通过建立科学的监测与评估体系,可以确保修复措施的有效性和长期性。未来的修复策略应更加注重本地化和适应性原则,并借助现代信息技术,实现更精确和动态的生态管理,以应对日益严峻的城市化挑战。

【参考文献】

[1]舒琴,梁梦怡,黄璞.河长制背景下提高沿岸居民参与河流生态修复意愿的策略探究——以从化流溪河为例[J].水上安全,2024,(08):107-109.

[2]王文统,赵进勇.莱茵河两百年治理历程对我国河流生态修复相关工作的启示[J].环境生态学,2023,5(12):73-79+86.

[3]徐宜雪,谢自建.土地利用对兴凯湖入湖河流水质影响及生态修复策略[J].环境工程技术学报,2023,13(06):1997-2005.

[4]程远.生态修复理念下的景观设计研究——以德国德莱萨姆河流景观设计为例[J].上海包装,2023,(09):130-132.

[5]刘闪,王洁瑜,刘爱环,等.山区河流水生态系统修复技术研究——以贵州省水城区段北盘江为例[J].安徽农业科学,2023,51(15):175-180.

作者简介:

张春华(1980--),女,满族,河北省唐山人,大学本科,高级工程师,研究方向:水文水资源。