

河流生态系统修复与水道治理工程研究

廖建兵

鄂州市河道堤防保护中心, 湖北 鄂州 436000

摘要：本研究围绕河流生态系统修复与水道治理工程两大核心内容展开，旨在探讨理论基础与关键技术，以及理论与实践的整合研究。本研究伊始，详尽剖析了河流生态系统的结构功能复合体，并深入探讨了生态系统修复的根本原理。在此基础上，提出了针对河流生态系统修复的核心技术措施。继而，本文概述了水道治理工程的核心要素，解析了其与生态系统修复之间的紧密联系，并提出了治理工程的设计原则及操作策略，同时对技术革新与未来趋势进行了展望。最终，本研究深入探讨了河流生态系统修复与水道治理工程之间的协同作用机制，提出了以生态系统健康为导向的治理工程优化方案，并就修复与治理工程的持续管理与维护策略进行了深入讨论。

关键词：河流生态系统；生态修复；水道治理；工程研究；生态系统稳定性

Research on River Ecosystem Restoration and Waterway Management Engineering

Liao Jianbing

Ezhou River and Embankment Protection Center, Ezhou, Hubei 436000

Abstract： This study focuses on the two core areas of river ecosystem restoration and waterway management engineering, aiming to explore the theoretical foundation, key technologies, and the integration of theory and practice. At the beginning of this study, a detailed analysis of the structural and functional complex of the river ecosystem was conducted, and the fundamental principles of ecosystem restoration were thoroughly explored. Based on this, core technical measures for river ecosystem restoration were proposed. Then, this paper summarizes the core elements of waterway management engineering, analyzes its close connection with ecosystem restoration, and proposes design principles and operational strategies for management engineering. Additionally, it provides an outlook on technological innovations and future trends. Finally, this study deeply explores the synergistic mechanism between river ecosystem restoration and waterway management engineering, proposes an ecosystem health-oriented optimization plan for management engineering, and conducts an in-depth discussion on the continuous management and maintenance strategies of restoration and treatment projects.

Keywords： river ecosystem; ecological restoration; waterway management; engineering research; ecosystem stability

引言

随着社会经济的快速发展，人类活动对河流生态系统的影响日益加剧，导致河流生态环境问题日益突出。河流生态系统的退化不仅影响了水资源的合理利用，还对生物多样性、水质安全及区域生态环境造成了严重威胁。因此，河流生态系统修复与水道治理工程研究成为当今水资源保护与生态文明建设的重要课题。本研究旨在探讨河流生态系统修复的理论基础与实践方法，以及水道治理工程的关键技术，以期为实现河流生态系统的健康、可持续发展提供科学依据。

一、河流生态系统修复理论基础与关键技术

在深入探讨河流生态系统修复之前，须深刻把握河流生态系统的本质属性及其所发挥的生态功能。以下章节将系统阐述河流生态系统的结构与功能，并在此基础上，揭示生态系统修复的基本原理，探讨河流生态系统修复的关键技术，以及构建科学的评价体系。

(一) 河流生态系统结构与功能

河流生态系统的结构与功能是研究河流生态系统的核心问题其本质是研究河流生命系统与生命支持系统的相互关系。近 20 多年来各国学者提出了不少概念和模型试图从这个复杂、开放、动态、非平衡和非线性的河流生态系统中抽象、概括出一些主要特征增进对系统的理解^[1]。河流生态系统的结构与功能构成了一个错综复杂、相互依存的生态网络，从宏观的地理形态和水文条件到

微观的生物群落组成，每一层面都深刻影响着系统的整体健康和动态平衡。这一系统以其独特的地理形态和水文特征，塑造了多样的河床材料和水质环境，为生物多样性的维持和生态功能的发挥提供了基础。生物群落的相互作用和能量流动，不仅体现了河流生态系统的生产、消费和分解功能，而且揭示了其在物质循环和生态系统服务提供方面的重要角色^[2]。河流生态系统的调节功能，如气候调节、洪水缓冲和水质维持，进一步彰显了其在维持区域乃至全球环境平衡中的不可或缺性。结构的复杂性与功能的多样性相互交织，赋予了河流生态系统独特的韧性和适应性，使其在面对环境挑战时能够保持生态过程的连续性和生态服务的稳定性，体现了自然生态系统的深邃内涵和科学研究的深远意义。

（二）生态系统修复的基本原理

生态系统修复的核心理念植根于生态系统的自我恢复力，依托于对生态系统复杂内部关系的深刻洞察，如物种间的互动、生态位分化和功能耦合的生态过程。修复实践遵循自然法则，倡导最小干预，旨在通过激发生态系统的自组织潜能，以最经济的手段实现生态功能的恢复与提升。在此过程中，针对生态退化的根本原因，包括污染、栖息地破坏和外来物种入侵，依据物种多样性、生态位原理和生物适应性，采取物种重新引入、生境重建和生态过程恢复的措施，旨在重构生态系统的结构和功能^[3]。同时，充分考虑生态系统的时空尺度特性，确保修复措施在适当的时空范围内得以执行，以维护修复工作的成效及其持续性。更重要的是，生态系统修复强调了人与自然的和谐共融，融合自然属性与社会经济考量，追求生态、社会与经济的协同发展。此举需求采纳跨学科、跨领域的系统性方法论，拟定科学的修复策略，旨在促进生态系统的持久健康与稳定，进而实现人与自然的和谐共生。

（三）河流生态系统修复的关键技术

河流生态系统修复的关键技术聚焦于重塑河流的自然水文特征，通过科学规划水资源分配和生态水工学方法，如生态堰坝建设和河岸植被修复，模拟自然水循环，保障生态流量，为水生生物创造适宜的栖息地。同时，修复工作着重于生物群落的重建，通过本土物种重引入和栖息地恢复，促进生态过程的完整性和功能群落的稳定性。污染控制和水质改善技术则通过综合措施削减污染物，运用生态工程手段提升河流自净能力，恢复水体生态功能。此外，对河流地貌和沉积过程的调控，如模拟自然河流地貌多样性，调控泥沙运动，旨在恢复生境多样性，为不同生物提供生存空间^[4]。

二、水道治理工程理论与实践

水道治理工程作为水资源管理的重要组成部分，对于维护河流健康、保障水资源安全至关重要。以下章节将全面概述水道治理工程的基本内容，探讨其与生态系统修复的紧密关联，阐述设计原则与实施策略，并展望技术创新与未来发展的方向。

（一）水道治理工程概述

水道治理工程是一项集科学性、系统性、综合性和可持续性

于一体的复杂工程实践，其核心目标是通过一系列工程措施和管理策略，恢复和提升水道的自然功能，保障水资源的合理利用与水生态环境的持续健康发展。该工程概述涉及水文学、水力学、生态学、环境工程等多个学科领域，旨在深刻揭示水道治理的内涵和价值^[5]。

水道治理工程涵盖了水道的规划、设计、施工、维护和管理全过程。工程以流域为单位，综合考虑水循环、水资源配置、水质保护、生态系统服务、防洪减灾等多个方面。通过对水道的疏浚、拓宽、截弯取直、生态修复、景观重塑等手段，旨在实现水流畅通、水质改善、生物多样性恢复、景观美学提升等多重目标。

（二）水道治理工程与生态系统修复的关联性

水道治理工程与生态系统修复之间的关联性，深刻揭示了二者之间相互依存、相互促进的紧密联系。这种关联性体现在，水道治理工程的核心目标在于恢复和强化水道的自然属性和功能，而生态系统修复则专注于重建生态系统的生物多样性和生态服务功能^[6]。这种工程与生态相结合的策略，不仅体现了对水环境综合治理的深刻洞察，也体现了对生态系统完整性和自然规律的尊重。

在实施水道治理工程的过程中，通过精心规划的水文条件改善、水质优化、栖息地恢复等综合措施，不仅为生态系统的自然修复和恢复提供了坚实的基础，同时也确保了水资源的长期可持续利用。这种做法充分展现了现代治水理念中追求工程与生态和谐共生的先进思想。在此过程中，每一项工程措施都被赋予了更深层次的专业内涵，不仅着眼于短期的治理效果，更注重长远的生态效益，从而在专业性和内涵上达到了一个新的高度，体现了人类对自然环境的深刻理解和负责任的态度。

（三）水道治理工程的设计原则与实施策略

水道治理工程的设计原则与实施策略，是确保工程科学性、合理性和有效性的关键所在，其核心在于遵循自然法则和生态规律，以生态优先、安全为前提，综合运用现代工程技术和生态修复理念，精心规划和执行每一项治理措施。在设计原则方面，始终坚持流域综合治理、生态保护与恢复并重，以及适应性管理三项基本原则，确保工程既能满足防洪、供水、发电等基本需求，又能保护和恢复水生生态系统^[7]。在实施策略上，则采取分期分步、动态调整的方法，结合地理信息系统、水文模拟等先进技术，精准识别治理重点区域，合理配置资源，同时强化监测和评估，以实现水道治理工程的长期稳定和生态系统的持续改善，体现了对水道治理工程深刻的专业理解和丰富的实践内涵。

（四）水道治理工程的技术创新与未来发展

水道治理工程的技术创新与未来发展，紧密依托现代科技的发展趋势，不断探索和突破传统工程技术的局限，以智能化、绿色化、综合化为核心导向，推动着水道治理领域的深刻变革。技术创新方面，依托大数据分析、云计算、物联网等信息技术，实现了对水道系统动态监测与智能管理，同时，生态材料、生态护坡、水生植物修复等新技术的研究与应用，有效提升了水道生态功能的恢复与增强^[8]。未来发展则聚焦于构建智慧水网体系，通过

集成创新的水资源管理模型、水文预报模型和灾害预警系统,实现水道治理工程的精准决策和高效响应,旨在推动水道治理向更加智能化、精准化、可持续化的方向发展,这不仅体现了对水道治理工程科学发展的深刻洞察,也彰显了对于构建和谐人水关系的不懈追求和深远内涵。

三、河流生态系统修复与水道治理工程的整合研究

在河流生态系统的修复与水道治理工程中,两者的整合研究是实现河流健康和可持续管理的关键。以下章节将深入探讨修复与治理工程的协同作用机制,阐述以生态系统修复为导向的水道治理工程优化策略,并讨论修复与治理工程的长效管理与维护措施。

(一) 修复与治理工程的协同作用机制

修复与治理工程的协同作用机制,是一种将生态系统修复的目标与水道治理工程实践紧密结合的运作模式,它强调在尊重自然生态过程的基础上,通过工程措施与生态措施的有机融合,实现二者之间的相互促进和共同提升。这种机制深入挖掘了生态学原理在工程实践中的应用价值,通过构建生态工程与水道治理的协同平台,不仅确保了工程效益的最大化,而且促进了生态系统的自我修复和长期稳定,展现了高度的专业性和深刻的生态智慧^[9]。在这一机制下,修复与治理工程不再是孤立的单元,而是形成了一个相互依存、相互作用的整体,为水环境综合治理提供了科学有效的路径,体现了对生态文明建设内涵的深刻理解和实践探索。

(二) 生态系统修复导向的水道治理工程优化

生态系统修复导向的水道治理工程优化,是一种以生态系统健康为核心,以恢复和提升生态功能为目标,对传统水道治理工程进行创新和改进的策略。它强调在工程设计和实施过程中,充分考虑生态系统的需求,通过优化工程布局、调整施工技术、采用生态友好材料等措施,最大限度地减少对生态环境的负面影响,同时促进生态系统的自然修复和增强^[10]。这种优化策略体现

了对水道治理工程与生态环境关系深刻理解的专业素养,以及对生态系统完整性和可持续性高度重视的内涵。通过这种优化,水道治理工程不仅能够实现其传统功能,更能在保护和恢复生态环境方面发挥积极作用,为构建和谐人水关系和实现生态文明建设提供有力支撑。

(三) 修复与治理工程的长效管理与维护

修复与治理工程的长效管理与维护,是确保河流生态系统修复成果和水道治理工程效益得以持久发挥的关键环节,它要求建立一套科学、系统、动态的管理体系,以实现工程全生命周期内的持续监督、定期评估和及时调整。这一过程涉及对工程结构稳定性、生态功能恢复状况、水质水量变化等关键指标的长期监测,以及对可能出现的问题和风险的预见性管理。长效管理与维护不仅体现了对工程质量和生态效果的高度负责,更彰显了对自然资源可持续利用和生态环境持续改善的深远考量,它要求管理者具备前瞻性的视野和专业的素养,以确保修复与治理工程能够适应环境变化,满足社会需求,持续地为维护河流健康和保障区域水安全作出贡献。

四、结束语

展望未来,河流生态系统修复与水道治理工程研究需在以下几个方面继续深化:一是加强跨学科研究,融合生态学、水利工程、环境科学等多领域知识,提高修复与治理技术的针对性和实用性;二是关注新技术、新材料在河流生态修复与水道治理中的应用,提高工程效果和可持续性;三是充分考虑气候变化、区域差异等因素,制定具有针对性的修复与治理策略;四是强化政策法规支持,建立健全河流生态环境保护与治理的长效机制。

总之,河流生态系统修复与水道治理工程的研究任务艰巨且道路漫长,然而坚信在全社会的共同协作与努力下,我国河流生态环境必将迎来显著的改善,进而实现人与自然和谐共生的理想图景。本研究希望能为相关领域的专家学者提供有益的启示,为推动我国河流生态环境保护与治理事业的发展贡献一份力量。

参考文献

- [1] 董哲仁. 河流生态系统结构功能模型研究[J]. 水生态学杂志, 2008, 29(05): 1-7.
- [2] 董哲仁, 孙东亚, 赵进勇, 等. 河流生态系统结构功能整体性概念模型[J]. 水科学进展, 2010, 21(04): 550-559. DOI: 10.14042/j.cnki.32.1309.2010.04.016.
- [3] 王瑞霖, 邹晶, 狄剑英, 等. 河流旁路生态系统构建及应用实践[J]. 环境生态学, 2023, 5(10): 103-108.
- [4] 蔡晨茵, 赵立科, 徐慧, 等. 基于功能价值法的河流生态系统服务价值优化综合评估[J]. 水电能源科学, 2023, 41(09): 44-47+35. DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20222401.
- [5] 徐宗学, 马欣洋. 河流生态系统健康评价——以银川市典农河为例[J]. 水利发展研究, 2023, 23(09): 1-7. DOI: 10.13928/j.cnki.wrd.2023.09.001.
- [6] 张展, 张瑜, 张岩, 等. 河流生态系统中磷的运移与循环[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(07): 14-15+20.
- [7] 刘倩, 白钰. 山区乡村段河流生态系统修复策略研究[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(07): 9-11.
- [8] 曾思琦, 范舒欣, 董丽, 等. 浅谈河流生态系统修复中的植物景观营建[J]. 景观设计, 2023, (03): 86-90.
- [9] 陈默. 水电开发对河流生态系统生产总影响研究[D]. 重庆交通大学, 2023. DOI: 10.27671/d.cnki.gcjtc.2023.000902.
- [10] 张瑞阳. 太子河河流生态系统健康状况评价[J]. 地下水, 2023, 45(03): 105-106+126. DOI: 10.19807/j.cnki.DXS.2023-03-035.