

水利水电工程对河流生态系统服务功能的影响

郭佳佳

密山盛合工程材料检测有限公司 黑龙江密山

【摘要】 水利水电工程的建设对河流生态系统服务功能产生深远影响。本文探讨了这些工程如何改变水流、水质和生物多样性，进而影响到供给、调节、文化和支持等生态系统服务。虽然水利水电工程为人类社会提供了清洁能源和水资源管理的重要手段，但同时也带来了诸如水体富营养化、鱼类迁徙路径受阻等问题。通过分析现有案例，本文提出了若干减轻负面影响的策略，包括生态流量保障、鱼道建设和环境监测等，合理规划与科学管理是实现水利水电工程与河流生态系统和谐共生的关键。

【关键词】 水利水电工程；河流生态系统；生态服务功能；可持续发展

【收稿日期】 2025 年 2 月 24 日 **【出刊日期】** 2025 年 3 月 28 日 **【DOI】** 10.12208/j.jer.20250124

Influence of water resources and hydropower projects on the ecosystem service functions of rivers

Jiajia Guo

MiShan ShengHe Engineering Material Testing Co. Ltd, Mishan, Heilongjiang

【Abstract】 The construction of water resources and hydropower projects has a profound impact on the ecosystem service functions of rivers. This paper explores how these projects change the water flow, water quality, and biodiversity, and thus affect the ecosystem services such as provisioning, regulating, cultural, and supporting services. Although water resources and hydropower projects provide important means for clean energy and water resources management in human society, they also bring about problems such as eutrophication of water bodies and obstruction of fish migration routes. Through the analysis of existing cases, this paper puts forward several strategies to mitigate the negative impacts, including ensuring ecological flow, constructing fishways, and environmental monitoring, etc. Reasonable planning and scientific management are the keys to achieving the harmonious coexistence of water resources and hydropower projects and river ecosystems.

【Keywords】 Water resources and hydropower projects; River ecosystem; Ecosystem service function; Sustainable development

引言

随着全球能源需求的增长和水资源管理的需求，水利水电工程在全球范围内迅速扩展。这类工程对自然环境尤其是河流生态系统的影响引起了广泛关注。河流不仅为众多生物提供栖息地，还承担着物质循环、水源涵养等多种生态服务功能。一旦受到干扰，这些服务可能遭到破坏，从而影响到依赖它们的人类社区。理解水利水电工程对河流生态系统服务功能的具体影响，并探索相应的缓解措施，对于推动可持续发展具有重要意义。

1 水利水电工程对河流生态系统结构的影响

水利水电工程的建设对河流生态系统结构产生了多方面的深远影响。大坝的修建改变了河流原有的水流模式，导致河流上下游水量分配发生显著变化。这种改变不仅影响了河流的自然流动状态，还进一步影响到河岸带和湿地等周边环境的湿度条件，从而改变了这些区域植被类型与分布。由于水体滞留时间增加，水库中泥沙沉积速度加快，使得下游河段面临侵蚀加剧的风险，河床形态也随之发生变化，进而影响到依赖特定河床条件生存的生物群落^[1]。水库的形成也改变了原有水域的温度结构，通常表现为表层水温升高而底层水温降低，这对冷水性鱼类及其他水生生物构成了严

峻挑战。

在水文情势变化的水利水电工程还对河流中的生物多样性造成了直接冲击。大坝的存在阻断了许多洄游鱼类的迁徙路径,这不仅威胁到它们的繁殖活动,而且可能造成某些物种数量急剧减少甚至濒临灭绝。对于那些依赖于河流连续性的生物来说,如某些两栖动物和底栖无脊椎动物,其生存空间被分割成若干孤立的小块,遗传交流受到限制,种群间的基因流动受阻,长此以往可能导致种群退化乃至消失^[2]。由于工程建设期间及运营过程中产生的噪音、振动以及人为干扰等因素,也会对河流生态系统的稳定性和完整性产生负面影响,破坏了原本宁静和谐的生态环境,迫使许多敏感物种迁移或死亡。

水利水电工程还间接影响到了河流生态系统的营养物质循环过程。大坝拦截了大量来自上游的泥沙和有机物,降低了下游河段的营养输入量,这直接影响到初级生产力水平,并通过食物链效应波及整个生态系统的能量传递效率。水库底部厌氧环境的形成促进了甲烷等温室气体的释放,增加了局部乃至全球气候变化的压力。水利水电工程虽然为人类社会带来了巨大的经济效益和社会效益,但其对河流生态系统结构造成的诸多负面影响同样不容忽视,必须采取有效措施加以缓解,以实现人与自然和谐共生的目标。

2 生态系统服务功能受损表现及其后果

水利水电工程对生态系统服务功能的影响广泛而深刻,尤其在供给、调节、文化和支持服务方面表现尤为突出。河流作为自然生态系统的重要组成部分,其提供的淡水供应是人类社会赖以生存的基础之一。随着大坝的建设,水流模式的改变导致了下游河段水量减少,影响了农业灌溉和居民生活用水的安全与稳定。水体富营养化问题在水库中日益严重,蓝藻等有害藻类的爆发不仅降低了水质,还威胁到饮用水源的安全^[3]。对于渔业资源而言,由于洄游路径受阻,鱼类繁殖条件恶化,捕捞量显著下降,这对依赖渔业为生的社区构成了直接挑战。

调节服务的受损同样不可忽视。河流及其周边湿地在洪水控制、气候调节等方面发挥着关键作用。但水利水电工程改变了原有水文循环,削弱了这些区域吸收和缓释洪水的能力,增加了下游地区遭遇洪灾的风险。由于植被覆盖度变化及土壤湿度条件的改变,局部小气候也受到影响,极端天气事件发生的频率可能有所增加。生物多样性的减少进一步削弱了生态系统的自我调节能力,使得整个系统更加脆弱,难以应对气候

变化带来的挑战。生态系统的稳定性遭到破坏后,其恢复能力大幅降低,一旦遭受外界干扰,很难迅速恢复正常功能。

文化和服务支持方面的损失也不容小觑。许多河流不仅是物质资源的源泉,更是文化传承和社会记忆的重要载体。水利工程的实施往往伴随着景观变迁,古老的祭祀场所、传统渔场等文化遗产面临消失风险,对当地居民的精神生活造成了深远影响^[4]。教育价值方面,河流生态系统的变化限制了人们尤其是青少年接触自然、学习生态知识的机会。科学研究发现,生态系统的简化会阻碍新物种的发现和科技进步,因为生物多样性是创新药物开发和新型材料研究的重要源泉。保护河流生态系统不仅仅是为了维护环境质量,更是为了保障人类社会的长远发展。

3 减轻水利水电工程负面影响的策略与方法

减轻水利水电工程对河流生态系统负面影响的策略与方法涉及多方面的措施,旨在实现工程效益与生态保护之间的平衡。在设计和规划阶段,采用环境影响评估(EIA)工具来识别潜在风险,并制定相应的缓解计划至关重要。通过科学合理地确定大坝的位置、规模以及运行方式,可以有效减少对河流自然流动状态的干扰。在一些项目中采取了季节性调节水库水位的方法,以模拟自然洪水脉冲,维持下游湿地的生态功能。构建旁通道系统或鱼道,为洄游鱼类提供安全通道,确保其繁殖活动不受阻碍。优化水库调度方案,保障关键时期的生态流量,对于维护生物多样性和生态系统的健康状态具有重要意义。

生态修复措施同样不可或缺,特别是在那些已经遭受严重破坏的区域。植被恢复是改善河岸带生态环境的重要手段之一,通过种植本地植物物种,不仅可以增强土壤稳定性,还能为野生动物提供栖息地,促进生物多样性恢复^[5]。针对水质恶化问题,实施有效的污水处理及污染物控制措施显得尤为重要。建立人工湿地或采用生物过滤技术,能够有效地去除水体中的营养物质和有害物质,改善水质状况。另外,加强环境监测网络建设,利用现代信息技术如遥感和地理信息系统(GIS),实时跟踪生态系统的变化情况,及时调整管理策略,提高应对突发事件的能力。这些措施共同作用,有助于逐步恢复河流生态系统的结构和功能。

公众参与和社会共治也是减轻水利水电工程负面影响的关键因素。鼓励并引导社区居民参与到项目的决策过程中,不仅能增加透明度,还能增强当地民众对环境保护的责任感。开展环保教育和宣传活动,提升公

众的生态保护意识,形成全社会共同关心和支持生态保护的良好氛围。建立健全法律法规体系,强化对违规行为的监管力度,确保各项环保措施得到有效执行^[6]。通过政府、企业和社会各界的共同努力,探索出一条既能满足能源需求又能保护河流生态系统的可持续发展之路。这不仅有利于当前环境问题的解决,也为后代留下了宝贵的自然资源。

4 促进水利水电工程与河流生态系统和谐发展的途径

实现水利水电工程与河流生态系统的和谐发展,需要从多角度出发,采取综合性的策略。推动绿色设计理念在水利水电工程项目中的应用,意味着在规划、设计直至运行的每一个环节都充分考虑生态保护的需求。采用低影响开发技术(LID),例如建设生态友好型坝体结构,可以减少对河流自然形态的破坏。在项目选址阶段,优先考虑那些对生态环境影响较小的区域,并通过科学评估确定最优方案。结合现代信息技术,如大数据分析和人工智能,优化水库调度,以达到既能满足防洪、供水、发电等需求,又能保护河流生态系统的目的。

建立跨学科的合作机制也是确保水利水电工程与河流生态系统和谐发展的关键。这包括整合生态学、水利工程学、社会学等多个领域的知识和技术资源,共同解决复杂的生态问题。通过开展联合研究项目,探索如何在不影响水电生产效率的前提下,最大限度地保护生物多样性^[7]。这种合作不仅限于学术界内部,还需要政府机构、非政府组织以及当地社区的广泛参与。各方共同努力,制定并实施一系列具体的行动计划,比如建立保护区、开展生态修复项目等。加强国际间的交流与合作,借鉴其他国家在平衡水利水电开发与环境保护方面的成功经验,对于提升我国相关领域的管理水平具有重要意义。

构建可持续发展的框架是实现水利水电工程与河流生态系统和谐共生的根本途径。这意味着不仅要关注当前的经济效益和生态保护,还要着眼于未来的发展趋势。加大对可再生能源的投资力度,逐步减少对传统水能的依赖;推广循环经济模式,提高资源利用效率,减少废弃物排放;培养公众的环保意识,鼓励社会各界积极参与到生态文明建设中来^[8]。通过上述措施,可以在保障能源安全的有效保护河流生态系统,实现经济发展与环境保护双赢的局面。这样一种全面而深入的

方法,不仅能够应对当前面临的挑战,也为后代留下了一个更加美好的地球家园。

5 结语

水利水电工程对河流生态系统的影响具有双面性,既带来了能源和水资源管理上的显著效益,也对生态环境造成了诸多挑战。通过科学规划与设计、实施生态修复措施、加强环境监测以及促进公众参与,可以有效减轻这些负面影响。构建绿色发展理念,推动跨学科合作,并致力于可持续发展的长远目标,是实现水利水电工程与河流生态系统和谐共生的关键路径。唯有如此,我们才能在满足当代社会需求的保护好珍贵的自然资源,为子孙后代留下一个生机勃勃的地球家园。这不仅需要政府和社会各界的共同努力,更需要每个人增强环保意识,共同承担责任。

参考文献

- [1] 赖丁全. 水利工程对河流生态系统的累积影响及对策研究[J]. 中国水运, 2024, (17): 63-65.
- [2] 吴红艳. 水利工程对河流生态系统的影响研究[J]. 水上安全, 2024, (15): 94-96.
- [3] 王猛, 彭笑孔, 周明明. 水利工程对河流生态系统的影响及其改善措施[J]. 水利规划与设计, 2024, (06): 85-88.
- [4] 刘安富, 万伟, 李政龙, 等. 河流生态修复技术在水利水电工程中的应用[J]. 人民黄河, 2022, 44(S1): 69-70.
- [5] 吉美慧. 水利工程对河流生态系统的影响及生态水利工程的建设[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(22): 42-44.
- [6] 刘福全, 杜崇, 韩旭, 等. 国内外河流生态系统修复相关研究进展[J]. 陕西水利, 2021, (09): 13-14+17.
- [7] 王荣方, 李卫忠, 汪粉明. 水利工程与河流生态系统关系研究[J]. 运输经理世界, 2021, (08): 133-134.
- [8] 张德锋. 水利工程对河流生态系统服务功能的影响评价方法初探[J]. 黑龙江科技信息, 2017, (05): 188.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

