

水库水利工程运行中的生态影响及协调治理方法探讨

张浩然

河南省出山店水库运行中心

DOI:10.12238/etd.v6i8.17140

[摘要] 水库水利工程运行会对生态环境产生诸多影响。在水文情势方面,改变流量、水温、泥沙运动等规律;水质上,可能出现富营养化、自净能力降低等问题;水生生物面临洄游通道受阻、栖息地改变等困境;陆生生态系统则因植被破坏、动物栖息地丧失而受影响。针对这些影响,可采用生态工程修复法重建栖息地、恢复植被;通过水利调度优化保障生态流量、调控水位;利用生态监测与预警及时掌握生态变化;借助公众参与与教育提升环保意识、鼓励监督,以实现生态与工程的协调发展。

[关键词] 水库水利工程;生态影响;协调治理

中图分类号: TV697 文献标识码: A

Ecological Impacts and Coordinated Management Methods in the Operation of Reservoir Water Conservancy Projects

Haoran Zhang

Henan Province Chushandian Reservoir Operation Center

[Abstract] The operation of reservoir water conservancy projects can have multiple impacts on the ecological environment. In terms of hydrological conditions, it alters the patterns of flow, water temperature, and sediment movement; in water quality, issues such as eutrophication and reduced self-purification capacity may arise; aquatic organisms face challenges like blocked migration routes and altered habitats; terrestrial ecosystems are affected by vegetation destruction and loss of animal habitats. To address these impacts, ecological engineering restoration methods can be employed to rebuild habitats and restore vegetation; water conservancy dispatch optimization can ensure ecological flow and regulate water levels; ecological monitoring and early warning systems can promptly track ecological changes; and public participation and education can enhance environmental awareness and encourage supervision, achieving coordinated development between ecology and engineering.

[Key words] Reservoir Water Conservancy Projects; Ecological Impacts; Coordinated Management

引言

随着社会经济的快速发展,水库水利工程在防洪、灌溉、发电、供水等方面发挥着至关重要的作用。然而,其运行过程也不可避免地与生态环境产生交互作用。在资源日趋匮乏、生态系统功能日趋退化的当下,如何权衡水库水利工程带来的效益与对生态环境造成的潜在影响,成为亟待解决的问题。深入探讨水库水利工程运行与生态环境之间的关系,寻求两者和谐共生的路径,对于保障社会经济可持续发展、维护生态平衡具有深远意义。

1 水库水利工程概述

水库水利工程是人类为控制和利用水资源、防治水害而建设的重要基础设施,在国民经济和社会发展中扮演着关键角色。从定义来看,水库是人工建造的蓄水设施,通过在河道、山谷等

合适位置修筑堤坝等建筑物形成。它能调节水流,在防洪方面作用显著,可有效控制洪水,避免下游地区遭受洪涝灾害。在干旱季节,又能为周边地区提供灌溉、生活和工业用水,保障社会生产生活的正常运转。在功能方面,水库具有多种重要作用。防洪是其核心功能之一,它通过拦蓄洪水,削减洪峰流量,减轻洪水对下游城市、农田和基础设施的破坏。灌溉功能为农业发展提供了坚实保障,确保农作物在生长季节有充足的水源供应,提高了农业产量和稳定性。供水功能满足了城市居民和工业企业的用水需求,是城市发展和工业生产的重要支撑。发电功能利用水库蓄水形成的落差,推动水轮机转动,将水能转化为电能,为社会提供清洁、可再生的能源^[1]。此外,水库改善了周边的生态环境,为众多野生动植物提供了栖息和繁衍场所,促进了生物多样性的发展,也为旅游业的发展创造了条件,吸引了大量游客前来

观光游览。从分类角度,水库可以根据不同标准进行划分。按功能可分为防洪水库、灌溉水库、供水水库、发电水库等;按规模可分为大型、中型和小型水库;按地理位置可分为平原水库、山区水库和丘陵水库等;按建设目的可分为农业水利工程、工业水利工程和城市水利工程等。不同类型的水库在各自的领域发挥着独特的作用,共同为人类的生产生活和生态环境的保护贡献力量。

2 水库水利工程运行中的生态影响分析

2.1 对水文情势的影响

水库水利工程的运行在很大程度上改变了原有的水文情势,具体表现如下:(1)流量稳定性改变:水库对来水进行调节,使得季节性高峰期流量消失,不同阶段水流速变缓,流量的稳定性和水的流速频率发生变化,下游河道流量的时间分布和大小都与天然状态有较大差异,影响了河流生态系统的稳定性。(2)水温结构变化:原有的水温结构被打破,流入库中的水温与流出的水温产生温差,这种水温变化会影响水生生物的生长、繁殖和生存,改变水生生物的群落结构。(3)泥沙运动规律改变:水库蓄水后,上游河段流速减缓,泥沙淤积在库区内,不仅减少了库容,降低了水库运行效益,还阻断了天然河道,改变了泥沙的运动规律,进而影响整条河流上下游和河口水文特征。(4)水质净化能力变化:一方面,水流减慢利于悬浮物沉降,降低水体硬度;另一方面,水流速减小使水与空气的气体交换速率和污染物迁移扩散力降低,富氧能力减弱,不利于水库自身自净。(5)水位与地下水水位变化:水库蓄水使水位抬高、水面增大,水汽蒸发增加,还会导致水库渗漏,地下水水位上升,引发周围土地盐碱化、沼泽化等问题,影响周边生态环境。

2.2 对水质的影响

水库水利工程的运行极大地改变了河流原有的水文情势,以下几个方面的影响尤为显著:(1)流量调节不均:水库对径流的调节作用,使季节性高峰流量消失,不同阶段水流速变缓,流量稳定性和频率改变,下游枯水期流量可能减少,影响水生生物生存与用水需求。(2)水温分层明显:水库改变了原有的水温结构,使流入和流出的水温产生温差,形成明显的水温分层现象,影响水生生物的新陈代谢和繁殖周期,破坏生态平衡。(3)泥沙淤积严重:水库蓄水使上游流速减慢,大量泥沙在库区淤积,导致库容减小、使用年限缩短,还阻断河道,改变泥沙运动规律,影响上下游及河口的水文特征。(4)水质自净减弱:水流减慢虽利于悬浮物沉降,但降低了水与空气的气体交换速率和污染物迁移扩散能力,富氧能力减弱,削弱了水库的自净能力。(5)水位波动频繁:水库蓄水使水位抬高、水面扩大,蒸发量增加,还可能导致渗漏,使地下水水位上升,引发周边土地盐碱化、沼泽化等问题,威胁生态环境安全。

2.3 对水生生物的影响

水库水利工程运行对水生生物产生多方面影响。栖息环境改变方面,水库建设淹没或改造水域,造成水生生物栖息地丧失或破碎化。比如一些河流被截断,原来连续的水域变为分散的片

段,使得水生生物生存空间大幅缩减。同时,水流模式改变导致河岸冲刷加剧,破坏了水生生物栖息地的稳定性,像一些鱼类的产卵场被破坏,影响其繁殖。物种多样性受损,水利工程改变水生生物的基因交流,导致遗传多样性降低,影响种群的适应性和生存能力。外来物种入侵也是一大问题,水利工程改变水流模式和水温,为外来物种入侵创造有利条件,外来物种与本土物种竞争资源,影响本土物种的生存和发展^[2]。生存条件恶化,水库蓄水过程中,水体营养物质富集,导致富营养化,造成水华爆发,影响水生生物的呼吸和食物来源。工程建设过程中,施工活动和工程材料可能释放有害物质,导致水体污染,影响水生生物的健康和生存。

2.4 对陆生生态系统的影响

水库水利工程运行对水生生物的影响广泛且深远。许多水生生物,尤其是鱼类,具有洄游习性。水库大坝的建设切断了它们的洄游路线,使它们无法到达适宜的产卵、觅食和越冬场所。例如中华鲟,其繁殖需要特定的上游江段环境,大坝的阻隔使其繁殖受到严重影响,种群数量急剧减少。水库蓄水后,水流速度、水温、水深等水文条件发生变化。原本适应急流环境的鱼类,因水流变缓,生存空间缩小。同时,水库水温分层现象明显,底层水温较低,影响了一些鱼类的生长和繁殖。此外,水库的建设还可能导致水生植物分布改变,破坏了水生生物的食物来源和庇护场所。水利工程改变了水域的生态环境,为外来物种的入侵创造了条件。外来物种与本地水生生物竞争资源,挤压本地物种的生存空间,对本地生物多样性造成威胁。如一些水库引入的外来鱼类,可能会捕食本地鱼类的卵和幼鱼,导致本地鱼类数量减少。

3 水库水利工程生态影响的协调治理方法

3.1 生态工程修复法

生态工程修复法是协调治理水库水利工程生态影响的重要手段。(1)栖息地重建:对因水库建设受损的水生生物栖息地进行重建,如营造浅滩、深潭等多样化的水域环境,为鱼类、底栖生物等提供适宜的栖息、繁殖场所,恢复生态系统的完整性。(2)植被恢复:在水库周边及库岸带种植耐水湿的植被,如芦苇、菖蒲等水生植物和柳树、杨树等陆生植物。这些植被不仅能稳固土壤、减少水土流失,还可为水生生物提供食物和庇护,增强生态系统的稳定性。(3)生物多样性恢复:通过科学评估,引入合适的本土水生生物物种,包括鱼类、浮游生物、底栖动物等,重建生物群落结构,提高生物多样性,促进生态系统的良性循环。(4)生态浮岛设置:在水库水面设置生态浮岛,种植水生植物。植物根系可吸收水中的氮、磷等营养物质,降低水体富营养化程度,同时为微生物提供附着载体,增强水体自净能力。(5)生态廊道建设:构建连接水库与周边自然生态系统的生态廊道,促进生物的迁徙和基因交流,使水库生态系统与外界生态系统相互连通,提升生态系统的抗干扰能力。

3.2 水利调度优化法

水利调度优化法是缓解水库水利工程生态影响的关键举措,

能够在保障工程效益的同时,最大程度降低对生态环境的破坏。在生态流量保障方面,依据河流生态需水规律精确计算并保证水库下泄的生态流量至关重要,特别是在枯水期,适当增加下泄量,可维持下游河道基本生态功能,为水生生物提供生存繁衍所需的水量和水流条件,确保其正常的生命活动。根据不同季节和生态需求,灵活调整水库水位。在鱼类繁殖期,将水位维持在适宜水平,能为鱼类创造良好的产卵环境,有助于鱼类种群的繁衍壮大;在候鸟迁徙季,保留一定的浅滩湿地,可为候鸟提供觅食和栖息空间,促进生物多样性的发展。对于梯级水库或多个水利工程,推行联合调度策略十分必要。通过统一联合调度,统筹考虑各水库的蓄泄关系,能够优化水资源配置,减少单个水库调度对生态的不利影响,从而实现流域水资源的高效利用和生态保护的协同发展。应急调度预案的制定和实施能够有效应对极端气候事件或生态突发状况,当发生严重干旱时,优先保障生态用水,可避免生态系统因缺水而遭受严重破坏;出现水污染事故时,加大下泄流量以稀释污染物,可降低污染对生态环境的危害程度。

3.3 生态监测与预警法

生态监测与预警法是及时掌握水库水利工程生态影响状况、有效应对生态问题的重要方法。(1)构建监测体系:建立涵盖水质、生物多样性、生态系统结构与功能等多方面的全方位监测体系,对水库及周边生态环境进行长期、连续监测。(2)运用先进技术:采用遥感、地理信息系统(GIS)、无人机等先进技术手段,实现对生态环境的动态监测和精准评估,提高监测的效率和准确性。(3)设置预警指标:确定科学合理的生态预警指标,如水质超标阈值、生物多样性减少幅度等,一旦监测数据接近或超过预警指标,及时发出预警信号。(4)建立预警机制:制定完善的预警响应机制,明确不同预警级别对应的响应措施和责任主体,确保在生态问题出现时能够迅速采取行动。(5)加强信息共享:搭建生态监测信息共享平台,促进各部门、各地区之间的信息交流与合作,实现数据资源的有效整合和利用,为生态决策提供全面、及时的信息支持。

3.4 公众参与与教育法

公众参与与教育法在协调治理水库水利工程生态影响方面具有重要作用。通过开展形式多样的宣传活动,如举办环保主题

讲座、发放宣传手册、利用社交媒体进行科普等,向公众普及水库水利工程生态影响的相关知识,让公众了解生态保护的重要性和紧迫性,从而提高公众的环保意识,使其自觉参与到生态保护行动中来。建立健全公众参与监督的机制,畅通公众反馈渠道。鼓励公众对水库建设和运行过程中的生态破坏行为进行监督和举报,及时发现和解决潜在的生态问题。同时,邀请公众参与生态环境评估和决策过程,听取他们的意见和建议,使决策更加科学合理。组织公众参与水库周边的生态修复和保护志愿者活动,如植树造林、清理垃圾、监测水质等^[3]。让公众在实践中亲身体验生态保护的意义,增强他们的责任感和使命感。通过志愿者活动,还可以培养公众的团队合作精神和环保技能,形成良好的社会风尚。将水库水利工程生态保护相关知识纳入学校教育体系,编写专门的教材和课程,对学生进行系统的教育。通过课堂教学、实践活动等方式,培养学生的生态保护意识和科学素养,使他们成为未来生态保护的主力军。

4 结语

未来,水库水利工程的运行与生态环境保护的协调发展将面临更多挑战和机遇。我们需进一步强化生态工程修复、水利调度优化、生态监测与预警、公众参与与教育等治理方法的实践应用。结合新兴技术与理念,不断完善和创新治理手段,精准把握不同水库生态影响特点,量身定制解决方案。在保障防洪、灌溉、发电等工程效益的基础上,以科学严谨的态度最大程度降低对生态的破坏。通过不懈努力,实现水利工程与生态环境和谐共生,为社会经济与生态保护的可持续发展注入源源不断的动力。

[参考文献]

- [1]翟宁,方腾.水利工程对环境的影响与生态修复策略研究[J].安家,2022(7):0250-0252.
- [2]王堂钊.水利工程运行管理与生态环境保护的协调发展研究[J].行车指南,2023(2):56-57.
- [3]张焕爱.水利工程中的生态修复技术与方法探讨[J].大众科学,2024,45(10):74-76.

作者简介:

张浩然(1996--),男,研究生,助理工程师,主要从事水库运行管理,生态环境研究。