

水利工程建设对河流生态的影响及缓解措施

金群力 曾隆浩

永嘉县水利局 浙江 温州 325100

摘要: 本文聚焦水利工程建设对河流生态的影响及缓解措施。先阐述水利工程与河流生态系统的关系,接着从水文、形态地貌、水质、连通性、水生生物等方面分析水利工程建设对河流生态的主要影响,并剖析其影响机理。最后从工程规划与设计、施工、运行阶段及生态修复与补偿等方面提出缓解措施,旨在推动水利工程与河流生态和谐共生,实现水利工程建设领域的可持续发展。

关键词: 水利工程; 河流生态; 生态影响; 缓解措施

引言: 河流生态系统对地球生态意义重大,承载着多重生态功能。水利工程作为关键基础设施,在保障社会经济发展中不可或缺。然而,其建设与运行打破了河流生态系统的自然平衡,产生系统性影响。在生态文明建设指引下,建设生态大坝、实现水利工程与河流生态共存共生成为核心导向。研究水利工程建设对河流生态的影响及缓解措施,对推动水利行业可持续发展具有重要意义。

1 水利工程建设与河流生态系统概述

河流是地球的血脉、生命的源泉,承载着水文循环、生物栖息、物质运输等多重生态功能,构成了完整且复杂的河流生态系统,是人与自然和谐共生的重要载体。水利工程作为水资源调控与防灾减灾的核心基础设施,在保障社会经济发展、满足防洪、发电、灌溉、供水等需求方面发挥着不可替代的作用。然而,水利工程的建设与运行必然会打破河流生态系统的自然平衡,对河流的水文、地貌、水质及生物群落等产生系统性影响^[1]。当前,在生态文明思想的科学指引下,我国正以坚定的决心和切实的行动致力于建设生态大坝。积极推动水利工程与河流生态实现共存共生,彻底摒弃以往“重效益轻生态”的陈旧传统理念。将河流视为有生命的整体,充分考量其生态需求,力求在水利工程建设中,既满足人类对水资源开发利用、防洪减灾等方面的发展权益,又保障河流自身的健康权益,实现二者和谐统一。这一理念转变已成为水利工程建设领域实现可持续发展的核心导向,引领着我国水利事业朝着更加绿色、生态、可持续的方向稳步迈进。

2 水利工程建设对河流生态的主要影响

2.1 对水文情势的影响

水利工程的建设与运行首先会对区域水文情势产生系统性扰动,打破自然状态下径流的时空分配格局。大

坝、水库等设施对天然径流的拦截与调控,导致汛期径流量减少、枯水期补水量增加,改变了流域内水资源的自然分配节律。同时,库区水位因蓄水显著抬升,下游河道水位则可能出现阶段性下降,水流流速减缓降低了水体交换能力,影响流域内的水文动力过程。另外,水利工程还会改变河流的洪水过程,削减洪峰流量、延长洪水历时,且可能引发库区水温分层,下泄低温水对下游生态产生影响。如黄河流域部分水库非汛期蓄水,曾导致下游部分河段流量锐减,甚至出现断流,严重影响河流生态系统正常功能。

2.2 对河流形态与地貌的影响

水利工程建设会显著改变河流的天然形态与地貌特征,打破河流长期形成的演化平衡。大坝的修建会拦截河流泥沙,导致库区泥沙淤积,使库区河床抬高、水域面积扩大,原本狭窄的河道变为宽阔的库区,改变了河流的纵向坡度与横向形态。下游河道则因泥沙补给减少,出现河床下切、河岸侵蚀等现象,破坏了河流原有的深潭、浅滩交替格局,导致河道形态趋于单一化。此外,工程施工过程中的土方开挖、植被清除等行为,会扰动地表土壤,加剧水土流失,进一步破坏河流周边的地貌环境,影响河流地貌的自然演化进程,削弱河流对周边生态环境的支撑作用。

2.3 对水质的影响

水利工程建设与运行对河流水质的影响具有双重性,总体而言负面效应更为突出。一方面,库区水流流速减缓,水体自净能力下降,污染物易在局部区域积累,导致库区水质恶化,尤其容易引发水体富营养化,滋生藻类等浮游生物。另一方面,大坝拦截会改变河流的径污比,下游河道径流量减少时,污染物浓度相对升高,加重水质污染。同时,施工过程中产生的废水、生活污水若处理不当直接排入河道,会携带大量泥沙、化

学物质,污染水体;库区淹没的植被、土壤等会分解释放营养物质,进一步加剧水质富营养化。

2.4 对河流连通性的影响

河流连通性是维持河流生态系统完整性的核心,而水利工程建设会严重破坏河流的纵向、横向及垂向连通性。大坝、水闸等设施的修建会直接阻断河流的纵向连通,割裂上下游河道的水力联系,阻碍水流、泥沙及营养物质的自然输送,导致上下游生态环境出现明显差异。横向连通性方面,水利工程建设可能占用河流滩地、湿地,破坏河流与周边湖泊、沼泽等附属水域的联系,减少水体交换,导致附属水域萎缩、生态功能退化^[2]。垂向连通性则会因水库蓄水导致地下水位上升,或因下游河道水位下降导致地下水位降低,破坏地下水与地表水的补给关系,进而影响河流周边的植被生长与土壤环境,加剧生态系统的碎片化。

2.5 对水生生物的影响

水利工程建设对水生生物的影响极为深远,贯穿于它们生存、繁殖、迁徙的每一个关键环节,已然成为导致水生生物多样性下降的关键因素。大坝的阻隔作用首当其冲。它像一道不可逾越的屏障,无情地切断了鱼类等水生生物的洄游通道。许多洄游性鱼类因此无法顺利抵达产卵场和索饵场,繁殖活动受到极大阻碍,种群数量难以维持。库区的水文情势、水质以及地貌发生显著改变,也对水生生物的栖息环境造成严重破坏。流速减缓,使得那些依赖急流环境生存的鱼类和底栖生物失去了适宜的生存条件;水温分层现象则干扰了水生生物正常的生长发育进程。泥沙淤积会覆盖鱼类产卵场,让鱼卵难以孵化,幼鱼存活率大幅降低。而施工过程中的强烈扰动与严重污染,更是直接导致部分水生生物死亡,改变了水生生物群落结构,使适应能力强的优势物种取代原有敏感物种,引发群落逆向演替。

3 水利工程建设对河流生态影响的机理分析

3.1 水文情势改变的影响机理

水利工程导致的水文情势改变,是影响河流生态系统的核心机理,主要通过改变水流的时空分布、动力条件及理化性质,间接作用于生态系统各组分。从时空分布来看,水库蓄水与泄水调控改变了径流的季节分配与年际变化,打破了水生生物适应的自然水文节律,如鱼类繁殖依赖的洪水脉冲信号消失,导致繁殖受阻。从动力条件来看,流速减缓会降低水体溶解氧含量,影响水生生物呼吸,同时减少泥沙与营养物质的输送,导致下游河道贫瘠化,影响生物饵料供给。从理化性质来看,库区水温分层会改变水体的温度分布,下泄低温水会对

下游水生生物产生冷害;径流调控还会改变水体pH值、浊度等参数,影响水生生物的生理代谢,进而引发整个河流生态系统的连锁反应。

3.2 生境破碎化的生态效应

水利工程建设所引发的生境破碎化,已然成为导致河流生态系统退化的关键内在机理。其本质在于将原本完整、连续的河流生态系统,硬生生地分割成一个个孤立的斑块,严重破坏了生态系统的连续性与整体性。大坝的修建是造成纵向破碎化的典型因素,大坝的阻隔作用,将河流纵向切割为库区、坝下河段等相互孤立的不同区域。水生生物的洄游通道被阻断,基因交流无法正常进行,种群被隔离,长此以往,物种的遗传多样性大幅降低,珍稀物种灭绝的风险显著增加。而横向破碎化则表现为河流与周边附属水域的联系被切断^[3]。这使得湿地逐渐萎缩,滩地面积不断减少,生物栖息地的面积与多样性大打折扣,陆生与水生生物的栖息和迁徙都受到极大影响。更为严重的是,生境破碎化还会降低生态系统的稳定性与自我修复能力。生态系统就像一个精密的网络,破碎化使其结构变得松散,对干扰的抵抗力大幅下降,容易引发一系列连锁生态问题,如病虫害频发、水质恶化等,进而进一步加剧河流生态系统的退化。

3.3 环境要素变化的累积影响

水利工程建设会引发水文、水质、地貌等多个环境要素的同步变化,这些变化并非孤立存在,而是相互作用、累积叠加,对河流生态系统产生长期深远的影响,其累积效应具有滞后性与不可逆性。水文情势改变会导致水质恶化、地貌重塑,而水质恶化又会影响水生生物生存,进而破坏生态系统的物质循环与能量流动;地貌改变则会进一步加剧水文情势与水质的变化,形成恶性循环。这种累积效应会逐步削弱河流生态系统的服务功能,最终导致生态系统失衡,且恢复难度极大。

4 水利工程建设生态影响的缓解措施

4.1 工程规划与设计阶段的生态措施

工程规划与设计阶段作为缓解水利工程生态影响的关键源头环节,其重要性不言而喻。秉持“生态优先、系统治理”原则是这一阶段的核心指导思想,旨在从顶层设计层面最大程度减少对生态的扰动。首先,将生态环境影响评价与生物多样性调查严格纳入项目立项前置条件,通过全面深入的调查评估,精准划定生态红线,明确核心敏感区的范围,严禁在核心敏感区布局关键工程设施,从源头上杜绝可能对生态造成严重破坏的行为。其次,针对工程选址、坝型、库容等核心参数展开多方案严谨论证。在众多方案中,优先挑选对生态扰动

最小的方案,例如采用“低坝多级”模式替代传统的高坝大库模式,这种模式能有效减少淹没面积,降低对生态系统的割裂程度,维护生态的完整性。同时,注重生态化设计,配套建设鱼道、生态泄洪口等设施,保障水生生物洄游通道畅通,确保下游最小生态流量,预留生态调度空间,使水利工程功能与生态保护实现有机结合,实现生态效益与工程效益的双赢。

4.2 施工阶段的生态保护措施

施工阶段的生态保护核心在于严格控制施工扰动,尽可能减少临时破坏,降低对生态环境的影响。严格限定施工范围,采用“分区作业、限时施工”的科学模式。充分考虑生态敏感时期,避开鱼类繁殖期、候鸟迁徙期等关键生态时段,避免对这些生物的生存和繁衍造成干扰。施工营地、料场等选址时,尽量选择非生态敏感区,减少对生态环境的直接破坏。全面落实水土保持与污染防治措施。对施工扰动区域采取护坡、植草等有效措施,防止水土流失,保护土壤资源。施工废水、生活污水必须经过严格处理,达标后方可回用或排放,严禁直接排入河道,避免对水体造成污染。采用低噪声、低扬尘的施工设备,减少施工过程中产生的噪音和扬尘,降低对周边动植物的惊扰。引入环保监理制度,实时监控施工过程中的生态指标,建立施工期生态破坏应急预案。一旦出现意外造成的植被损毁、栖息地破坏等情况,能够及时开展临时修复,将生态影响降到最低。

4.3 运行阶段的生态调度与管理

运行阶段的生态调度与管理是缓解水利工程生态影响的关键环节,核心在于打破传统“以经济效益为核心”的调度模式,实现生态与经济的协同优化。首先,实施科学合理的生态调度。根据流域生态需求,动态调整水库水位、泄流量和泄流时间。例如,在鱼类产卵期实施“脉冲式泄流”,模拟自然洪水过程,为鱼类繁殖创造适宜的环境条件,刺激鱼类繁殖。枯水期则保障下游生态流量,维持河流生态系统的基本功能,确保水生生物的生存和繁衍。其次,构建智慧化生态监测体系。布设物联网监测设备,实时采集水质、水文、水生生物种群等数据,建立生态预警模型。通过对这些数据的分析和处理,及时发现生态系统中存在的问题,并调整运营策略,保障生态系统的稳定运行。同时,优化经济效

益结构,优先保障防洪、供水等公益性功能,推广清洁能源交易,减少对发电效益的过度依赖,实现生态效益与经济效益的平衡发展。

4.4 生态修复与补偿措施

生态修复与补偿措施是弥补水利工程生态损失、促进生态系统恢复的重要保障,需贯穿工程全生命周期。在生态修复方面,重点开展水文连通性修复与栖息地修复工作。构建生态型堤岸,建设鱼道与生态廊道,恢复河流蜿蜒性与深潭浅滩序列,为水生生物提供多样化的栖息环境。种植水生植被,改善水质,增加水生生物的食物来源,进一步改善水生生物栖息环境。对库区周边、河道两岸实施植被恢复,治理水土流失与土壤盐碱化,提高土地的生态功能^[4]。在生态补偿方面,明确工程建设方、受益方的补偿责任,设立生态补偿基金。该基金用于受影响区域的生态修复、移民安置和产业转型,确保受影响地区的社会经济可持续发展。开展珍稀鱼类增殖放流、珍稀植物迁地保护等工作,弥补生物多样性损失,增加生物种群的数量和多样性,推动河流生态系统逐步恢复平衡,实现人与自然的和谐共生。

结束语

水利工程建设对河流生态影响深远,涉及水文、地貌、水质等多个方面,且影响机理复杂。但通过在工程规划与设计、施工、运行等阶段采取针对性生态措施,以及实施生态修复与补偿,能有效缓解不利影响。未来,需持续探索创新,不断完善生态保护策略,实现水利工程经济效益与生态效益的有机统一,让河流生态系统在水利工程建设中得以健康、可持续发展。

参考文献

- [1]刘军.水利工程建设对河流生态系统的影响研究[J].中国新技术新产品,2025(24):131-133.
- [2]邹濯臣.水利工程建设对河流生态系统的影响及生态修复策略[J].电脑校园,2023(39):123-125.
- [3]胡军庆.探究水利工程对河流生态系统的影响及生态水利工程建设[J].建材发展导向(下),2022,20(7):13-15.
- [4]赵光峰.水利工程建设对生态环境的影响及保护措施研究[J].农业灾害研究,2025,15(11):163-165.