

水利水电枢纽工程对河流生态环境的影响分析

武 双

河北省水务中心石津灌区事务中心 河北 石家庄 050000

摘 要：在探讨水利水电枢纽工程对社会经济发展的重要贡献时，本文深入分析了其对河流生态环境产生的双重影响。工程在防洪减灾、水资源有效调配、发电供能及航运发展等方面发挥了积极作用，但同时也对河流的水文情势、水质状况、水生生物栖息地及土壤岸坡稳定性产生了不利影响。针对这些挑战，本文提出了生态流量保障、鱼类保护及河岸带生态修复等策略，旨在促进水利水电工程的可持续发展，实现经济效益与生态环境保护的双赢。

关键词：水利水电枢纽工程；河流生态环境；影响分析

引言

随着全球水资源需求的增长，水利水电枢纽工程作为调节水资源、利用水能资源的重要手段，在促进社会经济发展中扮演着至关重要的角色。然而，这些大型工程的建设与运行，不可避免地对河流生态环境产生了深远的影响。本文旨在全面审视水利水电枢纽工程对河流生态系统的多方面影响，并探讨相应的生态保护与修复措施，以期平衡经济发展与生态环境保护提供科学依据。

1 水利水电枢纽工程概述

1.1 水利水电枢纽工程的组成和功能

水利水电枢纽工程是一个综合性的系统，由多个重要部分组成，各自发挥着独特而关键的功能。（1）大坝：大坝是水利水电枢纽工程的核心建筑之一，通常由混凝土或土石等材料建成。它的主要作用是拦截河流，形成水库，从而调节水流、蓄水防洪。大坝能够有效地控制河流水量，在洪水期储存多余的水量，减轻下游洪水压力；在枯水期则可以根据需要放水，保障水资源的合理分配^[1]。（2）水库：水库是由大坝拦截形成的蓄水区域。其功能多样，除了具备防洪调节的作用外，还能周边地区提供灌溉用水，支持农业生产；为城乡居民和工业企业提供生活和生产用水，保障用水需求；水库可以蓄积雨水和地表径流，补充地下水资源。（3）发电厂房：这是水利水电枢纽工程中将水能转化为电能的关键场所。通过水轮机带动发电机运转，利用水库中储存的水的势能和动能进行发电。所产生的清洁电能为地区的经济发展和居民生活提供了重要的能源支持。（4）通航设施：通航设施的设置使原本因地势落差或水流条件不佳而难以通航的河道得以实现船只的通行。常见的通航设施包括船闸和升船机等，它们能够帮助船只克服水位差，顺利通过水利枢纽，促进了内河航运的发展，加强了区域间的经济交流和物资运输。

1.2 水利水电枢纽工程的运行原理

水利水电枢纽工程的运行基于一系列的物理原理和精心设计的系统。首先，大坝的建设拦截了河流，形成了水位差。水库中蓄积的大量水体具有了势能。当需要发电时，打开水闸，水库中的水在重力作用下快速向下流动，形成强大的水流。水流冲击水轮机的叶片，使水轮机旋转。水轮机与发电机通过轴连接，水轮机的旋转带动发电机的转子在磁场中旋转，根据电磁感应原理，将机械能转化为电能。在防洪方面，当预测到上游有较大洪水时，提前关闭发电水闸，增大水库的蓄水量，从而削减洪峰流量，减轻下游洪水压力。在洪水过后，再逐步放水，维持河流的正常流量。对于灌溉和供水，根据农作物需水规律和居民用水需求，有计划地调节水库的放水流量和时间。通航设施的运行则依靠水位的调节。例如船闸，通过关闭上下游闸门，充放水使闸室内水位与上下游水位平齐，从而使船只能够顺利通过不同水位的河段。水利水电枢纽工程巧妙地利用了水的势能和动能，通过精确的控制和调节，实现了发电、防洪、灌溉、供水和通航等多种功能。

2 对河流生态环境的积极影响

2.1 防洪减灾

水利水电枢纽工程在防洪减灾方面发挥着至关重要的作用。大坝的修建能够有效地减轻洪水对下游地区的威胁。在洪水季节，大坝可以拦蓄大量洪水，调节水流的流量和速度，降低洪峰的峰值。通过合理的调度，将原本可能瞬间倾泻而下的洪水进行蓄积和缓慢释放，使得下游河道能够承受相对平稳的水流，从而避免了洪水的迅猛冲击。在某些强降水频发的地区，修建水利水电枢纽工程后，下游地区遭受洪水淹没的面积和频率显著减少，居民的生命和财产安全得到了有力保障。水利水电枢纽工程能够大幅降低洪灾损失。洪水带来的不仅仅

是人员伤亡,还包括房屋、农田、基础设施等的损毁。大坝的存在降低了洪水的破坏力,减少了房屋倒塌、农田被淹、道路桥梁冲毁等情况的发生,从而降低了直接的经济损失。此外,由于洪灾风险的降低,保险赔付、灾后重建等间接经济成本也随之减少,使得社会能够将更多的资源用于发展而非救灾和恢复。

2.2 水资源调配与利用

水利水电枢纽工程在水资源调配与利用方面具有显著优势。首先,它有力地保障了城乡居民的生活用水。通过蓄水和调配,即使在干旱季节或水资源短缺的地区,也能确保居民稳定地获得清洁、安全的饮用水。这不仅提高了居民的生活质量,还有助于预防因缺水导致的公共卫生问题。该工程为工农业生产用水提供了坚实的支持。在农业方面,可根据农作物的生长周期和需水规律,精准地进行灌溉供水,提高农作物的产量和质量,促进农业的可持续发展。在工业领域,稳定的水资源供应保障了工厂的正常运转,满足了各类生产工艺对水的需求,有助于提高工业生产效率和产品质量。在一些干旱地区,水利工程的建设使得原本荒芜的土地得以开垦为农田,农业生产得以大规模开展;一些工业集中的地区,也因充足的水资源供应而吸引了更多的企业入驻,带动了当地经济的快速发展。

2.3 发电效益

水利水电枢纽工程在发电方面展现出了巨大的效益。它为我们提供了清洁能源,减少了对传统能源如煤炭、石油和天然气的依赖。与传统的化石能源相比,水电具有可再生、低碳排放的特点。通过利用水流的能量转化为电能,不会产生大量的温室气体、硫化物和氮氧化物等污染物,对环境的影响相对较小^[2]。这一清洁能源的供应对于改善能源结构、缓解能源短缺和应对气候变化具有重要意义。随着水电在能源消费中的比重增加,我国对进口能源的依赖程度降低,能源安全得到进一步保障。水电的发展也带动了相关产业的技术进步和创新,促进了能源领域的可持续发展。以我国西南部的一些大型水电基地为例,其源源不断的清洁电力不仅满足了当地的需求,还通过特高压输电线路输送到东部沿海地区,为经济发达但能源资源相对匮乏的地区提供了强大的动力支持,有力地推动了区域协调发展。

2.4 促进航运发展

水利水电枢纽工程对航运发展有着积极的推动作用。通过改善河道通航条件,原本狭窄、浅滩众多、水流湍急的河道得以整治,水深增加,航道宽度拓宽,为大型船舶的通行提供了可能。一些河流在建设水利枢纽

之前,只能通行小型船只或在特定季节通航,而工程建成后,可实现全年通航并容纳更大吨位的船舶。这不仅提高了航运效率,还显著降低了运输成本。由于河道条件的改善,船舶的航行速度加快,运输时间缩短,货物周转更加迅速。水利枢纽工程中的通航设施,如船闸和升船机等,使得船舶能够克服水位落差,实现连续通航,减少了货物的中转和装卸环节,进一步降低了物流成本。航运安全性也得到了极大提升。平稳的水流和良好的通航条件减少了船舶碰撞、搁浅等事故的发生风险,保障了人员和货物的安全运输。现代化的航运管理系统和导航设施的引入,进一步增强了航运的安全性和可靠性。

3 对河流生态环境的消极影响

3.1 水文情势改变

水利水电枢纽工程的建设会导致河流的水文情势发生显著改变。流量和水位变化是其中的重要方面。大坝的蓄水功能使得河流的自然流量模式被打乱,原本季节性的丰水期和枯水期流量差异可能变得不明显。在蓄水期,下游流量可能大幅减少,导致河流生态系统的需水得不到满足。水流速度和流态的改变也不容忽视。大坝建成后,水流速度可能减缓,水的流动方式从急流变为缓流甚至静水。这会影响河流的挟沙能力,导致泥沙淤积在水库中,而下游河道则可能因泥沙补给减少而出现河床下切的现象。这些水文情势的改变对河流生态系统的结构和功能产生深远影响。依赖特定水流条件生存的水生生物可能面临栖息地丧失和物种减少的风险,河流的自净能力也可能下降,进而影响整个水生态系统的健康。

3.2 水质变化

水利水电枢纽工程对水质的影响不容忽视。水温分层现象是常见的问题之一。由于水库水体深度较大,在垂直方向上容易形成明显的水温分层。表层水温和底层水温差异较大,这会影响到水中溶解氧、营养物质和污染物的分布。底层水温较低且溶解氧含量少,容易导致底泥中污染物的释放,影响水质。污染物的聚集和扩散也受到影响。水库的蓄水作用可能使流入的污染物在库区聚集,难以迅速排出。由于水流速度减缓,污染物的扩散能力减弱,可能在局部区域形成高浓度污染带,对水生生物和周边生态环境造成危害。此外,水温分层和污染物的变化还可能相互作用,进一步加剧水质恶化,对水资源的利用和生态系统的平衡带来挑战。

3.3 水生生物栖息地破坏

水利水电枢纽工程对水生生物的栖息地造成了严重破坏。鱼类洄游通道受阻是其中的一个突出问题。许多

鱼类具有洄游习性，它们需要在特定的季节往返于河流的不同区域进行繁殖、觅食和生长。大坝的建设阻断了它们的洄游路径，使得鱼类无法到达传统的栖息地，导致繁殖成功率下降，种群数量减少。底栖生物的生存环境也发生了重大改变。水库的形成改变了河底的基质条件、水流速度和水深等，底栖生物赖以生存的环境变得不稳定。原本适应急流环境的底栖生物可能难以在缓流或静水区域存活，导致底栖生物群落结构发生变化，生物多样性降低。这种栖息地的破坏对整个水生生态系统的食物链和能量流动产生连锁反应，影响生态系统的平衡和稳定。

4 生态保护和修复措施

4.1 生态流量保障

确定合理的生态流量标准是保障河流生态系统健康的关键。这需要综合考虑河流的自然特征、生态需求以及人类用水需求等多方面因素。通过对河流生态系统中水生生物的生存、繁殖和栖息地需求进行深入研究，结合水文数据和生态模型，确定能够维持河流基本生态功能的最小流量^[3]。对于一些依赖特定水流速度和流量进行繁殖的鱼类，需要确保在关键时期有足够的水流条件。还要考虑到河流对周边湿地和地下水的补给需求，以维持整个生态系统的平衡。实施生态调度是落实生态流量保障的重要手段。根据确定的生态流量标准，结合水库的蓄水情况和用水需求，制定科学合理的调度方案。在满足防洪、发电等功能的同时，适时增加或减少水库的放水量，以模拟自然的水流变化过程。在鱼类繁殖季节增加放水，创造适宜的水流条件；在干旱季节，合理分配水资源，保障河流生态系统的基本需水。

4.2 鱼类保护措施

建设鱼道是解决鱼类洄游通道受阻问题的重要举措。鱼道的设计应充分考虑目标鱼类的习性和洄游特点，如鱼类的游泳能力、偏好的水流速度和水深等。可以采用多种形式的鱼道，如池式鱼道、槽式鱼道、丹尼尔式鱼道等。进行增殖放流也是补充鱼类资源的有效方法。通过人工繁殖和培育鱼苗，在合适的季节和地点将其放入河流，增加鱼类的种群数量。但增殖放流需要科

学规划，确保放流的鱼苗具备良好的遗传品质和适应能力。栖息地保护和恢复对于鱼类的生存至关重要。保护河流中天然的产卵场、育肥场和越冬场，减少人类活动的干扰。对于已经受损的栖息地，可以通过改善水质、恢复河道形态、增加水生植被等措施进行修复。

4.3 河岸带生态修复

种植植被是稳定岸坡、修复河岸带生态的重要手段。选择适合当地环境的本土植物物种，如乔木、灌木和草本植物等，进行合理搭配种植。植物的根系可以深入土壤，增强土壤的稳定性，减少水土流失。种植根系发达的柳树、杨树等乔木，可以有效地固定岸坡；而在近水区域种植水生草本植物，如菖蒲、芦苇等，不仅能够美化环境，还能净化水质，为水生生物提供栖息地^[4]。构建湿地生态系统也是河岸带生态修复的有效途径。通过恢复和建设湿地，可以增加水体的停留时间，促进污染物的降解和营养物质的循环。同时，湿地为众多鸟类、两栖动物和昆虫提供了生存空间，丰富了生物多样性。在河岸带低洼地区建设人工湿地，种植湿地植物，引入水生动植物，形成一个完整的生态系统。

结语

综上，水利水电枢纽工程在带来显著经济与社会效益的同时，也对河流生态环境构成了复杂挑战。通过实施生态流量保障、鱼类保护与河岸带生态修复等综合性措施，可以在一定程度上缓解工程对河流生态系统的负面影响，促进人与自然的和谐共生。未来，需继续加强科学研究，优化工程设计与管理，以实现水利水电工程的可持续发展与河流生态环境的保护双赢。

参考文献

- [1]孙征.建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响[J].佛山陶瓷,2024,34(3):60-62.
- [2]胡又平.浅析建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响[J].建材发展导向(上),2020,18(2):17-18.
- [3]欧阳星燎.试论建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响[J].门窗,2021(11):154-155.
- [4]江昆.建筑材料性能对混凝土早期裂缝的影响研究[J].建筑工程技术与设计,2020(8):95.