

水电水利工程在生态环境保护中的应用研究

胡守宇

湖北枝江，枝江市董市镇董和路 13 号，443200；

摘要：随着全球能源结构转型与生态环境保护需求的日益增强，水电水利工程作为兼具能源开发与水资源管理功能的重要基础设施，其在生态环境保护中的作用与价值逐渐成为学术界与工程界关注的焦点。本文系统梳理了水电水利工程对生态环境的双重影响，深入探讨了生态护坡技术、鱼类增殖放流、分层取水技术等生态保护技术在工程中的具体应用，结合国内外典型案例分析了当前工程建设中存在的生态问题，并从政策法规、技术创新、管理模式等维度提出针对性的优化策略，旨在为实现水电水利工程建设与生态环境保护的协同发展提供理论参考与实践指导。

关键词：水电水利工程；生态环境保护；生态护坡；鱼类保护；分层取水技术

DOI：10.69979/3029-2727.25.04.038

引言

水电水利工程是人类改造自然、利用自然资源的重要方式，其通过拦河筑坝、蓄水发电、调节径流等功能，在防洪、灌溉、供水、能源生产等领域发挥了不可替代的作用。然而，传统工程建设模式在追求经济效益与工程效益的过程中，往往忽视了对生态环境的保护与修复，导致河流生态系统完整性破坏、生物多样性减少、局部气候改变等一系列生态问题。随着生态文明建设理念的深入贯彻，如何在水电水利工程建设与运行过程中实现生态环境保护目标，成为亟待解决的关键问题。本文通过对工程生态影响的系统性分析，结合具体生态保护技术的应用实践，探索工程建设与生态保护的协调发展路径，对于推动水利水电行业的绿色可持续发展具有重要的现实意义。

1 水电水利工程对生态环境的双重影响

1.1 积极影响

1.1.1 水资源优化与防洪

水电工程通过水库调蓄，改善水资源利用，缓解干旱地区水资源短缺，降低洪水威胁，保护生态系统与人类社会。

1.1.2 生态保护与修复

水电工程注重生态保护，建设人工湿地等设施，恢复河流生态系统，提升水质，促进生物多样性。

1.1.3 清洁能源与碳减排

水电是清洁可再生能源，减少化石能源消耗，降低污染物排放，有助于推动能源结构绿色转型。

1.2 消极影响

1.2.1 河流生态破坏

筑坝改变河流水文，影响生物洄游繁殖，改变泥沙输移规律，导致生态问题，威胁陆生生物。

1.2.2 生物多样性减少

工程占用土地，破坏植被，导致生物多样性降低，生物迁移可能引发生态失衡。

1.2.3 地质气候影响

水电工程可能诱发地质灾害，改变局部气候，如增加湿度、减小气温日较差，影响降水模式与风速。

2 水电水利工程中生态保护技术的应用

2.1 生态护坡技术

生态护坡技术是一种将工程防护与生态修复相结合的技术手段，通过在边坡上种植适宜的植物，利用植物根系的固土作用与地上部分的蒸腾作用，增强边坡的稳定性，同时改善边坡的生态环境。常见的生态护坡技术包括植被混凝土护坡、三维网植草护坡、藤蔓植物护坡等。植被混凝土护坡是将水泥、骨料、植被种子、保水剂等材料按一定比例混合，喷射到边坡表面，形成具有一定强度与透水性的植被生长层，既能防止边坡水土流失，又能为植物生

长提供基础。三维网植草护坡则是通过铺设三维网垫,固定草种与土壤,利用植物根系与三维网的协同作用,提高边坡的抗冲刷能力。这些技术在水电水利工程的岸坡防护中得到了广泛应用,如某水电站的库区岸坡采用生态护坡技术后,边坡绿化率达到 90% 以上,水土流失量减少了 80% 左右,同时为鸟类与昆虫提供了良好的栖息环境。

2.2 鱼类保护技术

2.2.1 鱼道建设

鱼道是一种帮助鱼类克服水位落差障碍、实现洄游的设施,其通过营造适宜鱼类游动的水流条件,引导鱼类从下游向上游迁徙。鱼道的设计需要充分考虑鱼类的生物学特性与行为习性,如不同鱼类的游泳能力、洄游季节等。常见的鱼道类型包括池式鱼道、槽式鱼道、丹尼尔式鱼道等。池式鱼道由一系列连通的水池组成,水流通过溢流堰或底孔在水池间流动,形成适宜鱼类休息与游动的环境;槽式鱼道则是一条具有一定坡度的水槽,通过控制水槽内的水流速度,满足鱼类洄游的需求。某河流上的水电站建设了池式鱼道,运行后监测数据表明,该鱼道对多种洄游性鱼类的通过率达到 70% 以上,有效缓解了工程对鱼类洄游的阻碍。

2.2.2 鱼类增殖放流

鱼类增殖放流是通过人工繁殖培育鱼类幼苗,并将其放流到自然水域,以补充鱼类资源、恢复鱼类种群数量的一种生态保护措施。在水电水利工程建设前,对受影响的珍稀濒危鱼类进行人工繁殖,建立种苗基地,在工程运行期间定期进行增殖放流,可有效减少工程对鱼类资源的影响。例如,为保护长江流域的珍稀鱼类,相关部门在三峡工程建设前后开展了大规模的鱼类增殖放流活动,累计放流中华鲟、白鲟等珍稀鱼类幼苗数百万尾,对维持长江鱼类种群的稳定性起到了积极作用。

2.2.3 人工鱼巢构建

人工鱼巢是为鱼类提供产卵、孵化场所的人工设施,通过模拟自然水域的产卵环境,吸引鱼类前来产卵繁殖。人工鱼巢的材料通常包括树枝、水草、卵石等,其结构与布置方式需要根据不同鱼类的产卵习性进行设计。在水库库区与河流缓流区构建人工鱼巢,可有效弥补工程建设导致的自然产卵场减少问题,提高鱼类的繁殖成功率。某水

库通过构建人工鱼巢,使鲤鱼、鲫鱼等经济鱼类的产卵量增加了 50% 以上,改善了水库的渔业资源状况。

2.3 分层取水技术

分层取水技术是一种根据水库不同深度水体的水质与水温特性,通过设置分层取水设施,提取适宜水温与水质的水体用于下游生态补水或灌溉的技术。水库水体在垂直方向上存在温度分层现象,表层水温较高,深层水温较低。在鱼类繁殖季节,下游河道需要适宜的水温条件,通过分层取水设施提取表层温暖水体,可满足鱼类繁殖对水温的需求;而在夏季高温季节,提取深层低温水体进行生态补水,可降低下游河道水温,改善水生生物的生存环境。某水电站采用分层取水技术后,下游河道水温在鱼类繁殖期保持在适宜范围内,使该区域的鱼类繁殖成功率提高了 30% 左右,同时有效改善了下游农田灌溉用水的水质。

3 国内外典型案例分析

3.1 国内案例: 三峡水利枢纽工程

三峡水利枢纽工程是世界上最大的水电水利工程之一,其在生态环境保护方面采取了一系列综合措施。在鱼类保护方面,建设了鱼类增殖放流站,累计放流珍稀鱼类幼苗数百万尾;同时,开展了鱼类行为学研究,优化了鱼道设计,提高了鱼类洄游的通过率。在生态修复方面,实施了库区边坡生态治理工程,采用植被混凝土护坡、藤蔓植物护坡等技术,对库区岸坡进行生态修复,累计治理面积达数十平方公里,有效防止了水土流失,改善了库区生态环境。此外,三峡工程还通过科学调度水库水位,调节下游河道流量,维持了长江中下游地区的生态用水需求,保护了河流生态系统的稳定性。

3.2 国外案例: 挪威水电工程生态修复实践

挪威是水电开发较为成熟的国家,其在水电工程建设过程中高度重视生态环境保护与修复。挪威的水电站普遍采用了鱼道、人工鱼巢等鱼类保护设施,并建立了完善的生态监测体系,对工程影响区域的生物多样性进行长期监测。在生态修复方面,挪威注重利用自然恢复力量,结合人工干预措施,对工程建设破坏的植被与生态系统进行修复。例如,某水电站建设后,通过在库区周边种植本地树种、恢复湿地生态系统等措施,使该区域的生态环境在短

时间内得到了有效恢复,生物多样性水平接近工程建设前的状态。挪威的经验表明,通过科学合理的生态保护与修复措施,水电工程建设与生态环境保护是可以实现协调发展的。

4 水电水利工程生态保护现存问题

4.1 生态评估体系不完善

当前,我国水电水利工程的生态评估主要集中在工程建设前期的环境影响评价阶段,但对工程运行期与退役期的生态影响评估缺乏系统性与持续性。生态评估指标体系不够完善,对一些长期生态影响,如生物群落结构变化、生态系统服务功能演变等缺乏有效的评估手段,导致难以及时发现工程建设与运行过程中出现的生态问题,无法为生态保护措施的调整与优化提供科学依据。

4.2 生态保护技术应用的局限性

虽然生态护坡、鱼类保护等技术在水电水利工程中得到了一定的应用,但部分技术仍存在局限性。例如,生态护坡技术在高陡边坡的应用效果有待提高,一些植物品种对边坡环境的适应性较差,容易出现枯萎死亡现象;鱼类保护技术中的鱼道设计对不同鱼类的适应性不足,导致部分鱼类无法顺利通过鱼道。此外,生态保护技术的成本较高,在一些中小型水电水利工程中推广应用面临困难。

4.3 施工期生态扰动问题突出

水电水利工程施工期对生态环境的扰动较大,包括土地占用、植被破坏、噪声污染、水土流失等。施工过程中产生的弃渣、废水、废气等污染物若处理不当,会对周边生态环境造成严重破坏。尽管相关法律法规对施工期生态保护提出了明确要求,但在实际工程中,由于施工单位环保意识淡薄、监管不到位等原因,施工期生态扰动问题仍然较为突出。

4.4 区域生态协同保护机制缺失

水电水利工程往往跨越多个行政区域,涉及多个利益主体,如地方政府、企业、居民等。当前,我国缺乏有效的区域生态协同保护机制,各利益主体之间在生态保护目标、责任分工、利益分配等方面存在矛盾与冲突,难以形成生态保护的合力。例如,在跨流域调水工程中,水源地

与受水区之间在水资源分配、生态补偿等方面容易产生纠纷,影响工程的生态保护效果。

5 优化水电水利工程生态保护的对策建议

5.1 完善生态评估与监测体系

建立涵盖工程建设前期、运行期与退役期的全过程生态评估体系,丰富生态评估指标,加强对生物多样性、生态系统服务功能等长期生态影响的评估。同时,构建智能化生态监测网络,利用遥感技术、物联网技术、大数据分析等手段,对工程影响区域的生态环境进行实时动态监测,及时掌握生态环境变化趋势,为生态保护决策提供科学依据。加强生态评估与监测结果的应用,将其作为工程设计、施工、运行管理的重要依据,实现生态保护的精细化管理。

5.2 加强生态保护技术创新与推广

加大对生态保护技术研发的投入,鼓励科研机构、高校与企业开展联合攻关,研发适合不同工程类型与生态环境条件的生态保护技术。针对高陡边坡生态修复、复杂水流条件下鱼类保护等技术难题,开展专项研究,提高生态保护技术的适应性与有效性。建立生态保护技术推广应用机制,通过政策扶持、资金补贴等方式,鼓励中小型水电水利工程采用先进的生态保护技术,降低技术应用成本。加强生态保护技术的培训与交流,提高工程建设与管理的技术水平。

5.3 强化施工期生态保护管理

加强对施工单位的环保教育,提高其生态保护意识,将生态保护纳入施工单位的绩效考核体系。严格执行施工期环境监理制度,加强对施工过程中弃渣、废水、废气等污染物处理与排放的监管,确保各项环保措施落实到位。优化施工组织设计,合理安排施工进度与施工区域,减少对周边植被与生态系统的扰动。在施工结束后,及时对施工迹地进行生态修复,恢复植被与生态环境。

5.4 构建区域生态协同保护机制

建立跨区域的生态保护协调机构,明确各利益主体的生态保护责任与义务,加强沟通与协调,形成生态保护的合力。完善生态补偿机制,对因水电水利工程建设而受到生态损失的区域与主体进行合理补偿,保障其合法权益。

加强流域层面的生态保护规划,统筹考虑水资源开发与生态保护的关系,实现流域生态环境的整体保护与协同发展。推动建立生态保护公众参与机制,鼓励公众参与生态保护监督,提高公众的生态保护意识。

6 结论与展望

6.1 结论

水电水利工程在生态环境保护中具有双重作用,既有通过水资源优化配置、清洁能源替代等方式对生态环境的保护与改善作用,也存在因工程建设导致的河流生态系统破坏、生物多样性减少等问题。通过应用生态护坡技术、鱼类保护技术、分层取水技术等一系列生态保护技术,结合国内外典型案例的成功经验,可以在一定程度上缓解工程建设对生态环境的负面影响,实现工程建设与生态环境保护的协调发展。然而,当前我国水电水利工程生态保护仍面临生态评估体系不完善、技术应用局限性、施工期生态扰动突出、区域协同保护机制缺失等问题,需要从政策法规、技术创新、管理模式等多个维度采取针对性的优化

措施。

6.2 展望

未来,随着生态文明建设的深入推进与科技水平的不断提高,水电水利工程在生态环境保护中的作用将更加凸显。一方面,需要进一步加强生态保护理论研究,深化对工程与生态环境相互作用机制的认识,为生态保护技术的研发与应用提供更坚实的理论基础;另一方面,应积极推动智慧水利、生态水利等

参考文献

- [1]陈俊超,水利工程施工环境保护技术探索[J].当代水电科技,2025,2(2)
- [2]董俊峰,水利水电工程中水闸施工技术分析[J].当代水电科技,2025,2(2)
- [3]苏晋吉,水利水电工程灌浆施工质量管理的挑战与应对策略[J].当代水电科技,2025,2(2)
- [4]王乃全,水利技术管理中工程技术的应用与发展[J].当代水电科技,2025,2(2)