

# 水利水电工程施工中生态环境保护分析

余彩虹

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪、发电、灌溉、供水等方面发挥着不可替代的作用。然而,其施工过程中不可避免地对区域生态环境造成扰动,如水土流失、水体污染、生物多样性下降、景观破碎化等问题日益凸显。本文系统分析了水利水电工程施工阶段对生态环境的主要影响类型与机理,梳理了当前我国在施工期生态环境保护方面存在的突出问题,并结合国内外先进经验,从制度建设、技术应用、管理优化和生态修复四个维度提出了系统性的对策建议。研究表明,通过强化全过程生态监管、推广绿色施工技术、构建生态补偿机制和实施科学的生态修复工程,可在保障工程效益的同时,最大限度地减轻对生态环境的负面影响,推动水利水电工程向绿色、低碳、可持续方向发展。

**关键词:** 水利水电工程; 施工期; 生态环境; 水土保持; 生态修复; 绿色施工

## 引言

随着我国经济社会发展和“双碳”战略推进,清洁能源需求上升,水利水电作为重要可再生能源,在能源结构转型中地位关键。近年来,金沙江、雅砻江等流域梯级开发及南水北调等重大工程相继建设,在带来效益的同时,建设对自然生态的扰动也引发关注。水利水电工程施工周期长、作业面广,涉及多个环节,会对区域水文、地貌等构成影响。缺乏科学规划与监管,易引发水土流失等生态问题,甚至造成不可逆损害。当前,生态文明建设上升为国家战略,相关法律法规对工程生态保护提出更高要求。如何保障国家安全的同时实现工程与生态协同共赢,是行业核心课题。本文聚焦施工阶段,剖析生态环境影响机制,评估保护措施成效与不足,提出优化路径,为工程绿色发展提供参考。

## 1 水利水电工程施工对生态环境的主要影响

### 1.1 水土流失与地貌扰动

水利水电工程施工过程中,大规模的土石方开挖、边坡削坡及场地平整等活动严重破坏了原有地表植被覆盖和土壤结构,导致地表抗蚀能力急剧下降。尤其在山区和丘陵地带,强降雨极易诱发严重的水土流失。相关研究表明,施工期的土壤侵蚀模数可达到自然状态下的数十倍甚至上百倍。大量泥沙随地表径流进入河道,不仅造成水库淤积、库容减少,还会导致下游河道抬升、水质浑浊,进而影响水生生物的生存环境<sup>[1]</sup>。此外,高强度的开挖作业还可能改变局部微地貌形态,破坏山体稳定性,诱发滑坡、崩塌等地质灾害,不仅威胁工程本身的安全,也对周边居民的生命财产构成潜在风险。这种由施工活动引发的地貌扰动具有累积性和不可逆性,若

不加以有效控制,将对区域生态系统的长期稳定产生深远影响。

### 1.2 水环境质量下降

施工期间,水环境污染问题尤为突出。混凝土拌合、养护及施工机械冲洗等环节产生的废水中含有大量悬浮物、油污和碱性物质,若未经处理直接排放,将显著降低水体透明度并改变其理化性质。同时,施工营地集中居住大量人员,若生活污水处理设施不完善或运行不规范,生活污水直排极易导致水体富营养化,引发藻类暴发,消耗水中溶解氧,破坏水生生态平衡。此外,施工物料如水泥、油料、化学品等在储存或使用过程中若发生跑冒滴漏,经雨水冲刷后进入水体,可能造成重金属或有机污染物的累积,对鱼类、浮游生物等水生生物产生毒性效应。这些污染源叠加作用,使得施工期成为流域水环境质量波动最为剧烈的阶段,对下游饮用水源、农业灌溉及生态用水安全构成潜在威胁。

### 1.3 生物多样性受损

水利水电工程往往穿越生态敏感区或生物多样性热点区域,施工活动对当地生物多样性造成多维度冲击。首先,施工占地(包括坝址、料场、渣场及临时道路)直接占用并分割了野生动物的栖息地,导致种群隔离,阻碍基因交流,使小种群面临更高的灭绝风险。其次,施工围堰、临时便道等构筑物可能无意中阻断鱼类洄游通道或陆生动物的迁徙路径,干扰其生命周期关键行为。再者,施工机械产生的高强度噪声和夜间照明形成显著的声光污染,干扰野生动物的觅食、繁殖和育幼等自然行为节律,迫使其逃离原有栖息地,进一步压缩其生存空间。更值得警惕的是,施工人员、车辆及物料的

频繁流动可能无意引入外来物种，这些物种一旦在本地定殖，可能通过竞争、捕食或传播疾病等方式对本地生态系统造成不可预见的破坏。上述影响相互交织，共同削弱了区域生态系统的稳定性和恢复力。

#### 1.4 景观生态格局改变

大规模的水利水电工程建设彻底改变了原有的自然景观风貌。高耸的大坝、裸露的开挖边坡、堆积如山的弃渣场以及纵横交错的施工道路，共同构成了一幅与周边自然环境格格不入的人工景观图景。这种剧烈的景观变化不仅造成视觉污染，降低了区域的美学价值和生态旅游潜力，更重要的是导致了景观格局的破碎化和均质化。原有的连续生态廊道被切断，斑块间的连通性下降，生态系统的物质循环和能量流动受到阻碍。景观异质性的丧失进一步削弱了生态系统的稳定性和抗干扰能力，使其在面对气候变化或其他外部压力时更为脆弱。因此，景观生态格局的改变不仅是美学层面的问题，更是生态系统功能退化的重要表征。

### 2 当前施工期生态环境保护存在的主要问题

#### 2.1 生态保护意识有待加强

部分建设单位和施工单位仍存在“重建设、轻环保”的思想，将生态保护视为额外负担或“软任务”，未能将其内化为工程管理的核心要素。在工期和成本压力下，生态保护措施往往被简化、弱化甚至忽略，存在“说起来重要、做起来次要、忙起来不要”的现象。

#### 2.2 全过程监管体系不健全

目前，生态环境保护监管多集中于环评审批和竣工验收两个节点，对施工过程的动态、精细化监管相对薄弱。监理单位在生态环保方面的专业能力和话语权不足，难以有效监督施工单位落实各项环保措施<sup>[1]</sup>。同时，多部门（水利、生态环境、林业、自然资源等）协同监管机制尚不顺畅，存在信息壁垒和监管盲区。

#### 2.3 绿色施工技术应用不足

虽然已有不少成熟的绿色施工技术（如生态边坡防护、施工废水循环利用、低噪声设备等），但在实际工程中推广应用的广度和深度不够。一方面，部分技术成本较高，建设单位缺乏应用动力；另一方面，缺乏针对不同地域、不同类型工程的绿色施工技术标准体系和评价指南，导致技术选择具有盲目性。

#### 2.4 生态修复措施滞后且效果不佳

许多工程的生态修复工作往往被安排在施工后期甚至竣工后才启动，错过了最佳修复时机。修复措施也多停留在简单的植被恢复层面，缺乏对生态系统结构和功能的整体性、系统性考量。例如，植被选择不当（多为

单一速生树种）、后期管护缺失，导致成活率低、生物多样性恢复缓慢，难以形成稳定的生态系统。

### 3 加强水利水电工程施工期生态环境保护的对策建议

#### 3.1 强化顶层设计与制度保障

推动水利水电工程绿色转型，必须从顶层设计入手，将“生态优先、绿色发展”理念深度融入工程全生命周期管理。在项目前期论证阶段，应开展更为详尽的生态本底调查和生态敏感性评估，科学划定生态保护红线，从源头规避高生态风险区域。同时，亟需完善相关法规标准体系，修订施工期环境保护技术规范，明确各项生态措施的技术参数、验收标准及责任主体，并探索建立施工期生态信用评价与奖惩机制，将环保表现与企业市场准入、项目审批直接挂钩<sup>[3]</sup>。在监管层面，应着力构建覆盖施工全过程的动态监管体系，推广“智慧工地”建设，利用物联网、无人机、遥感等现代信息技术对关键生态指标进行实时监测预警。此外，必须强化监理单位的生态环保监理职能，赋予其必要的监督权和处罚权，并打通水利、生态环境、林业等部门的信息壁垒，建立高效协同的联合监管机制，形成监管合力。

#### 3.2 全面推广绿色施工技术与工艺

绿色施工是减轻施工期生态扰动的关键路径。应通过优化施工组织设计，最大限度减少临时占地和土石方开挖量，从源头控制生态影响。在材料使用上，大力推广商品混凝土和预拌砂浆，减少现场搅拌带来的粉尘和废水污染。对于施工废水，应建立处理与回用系统，实现资源化利用或达标排放；对建筑垃圾则应实施分类回收，提高资源循环利用。在具体工艺上，边坡防护应优先采用植生袋、生态混凝土、三维植被网等兼具工程稳定性与生态功能的复合技术；河道施工应采用分期导流、生态围堰等柔性措施，减少对河流自然水文情势和水生生物的干扰；设备选型上应优先使用低噪声、低排放的先进机械，并科学安排作业时间，避开野生动物繁殖等生态敏感期。更重要的是，应积极应用BIM（建筑信息模型）和GIS（地理信息系统）等数字化技术，进行施工模拟与路径优化，精准控制施工范围，实现对生态扰动的精细化管理。

#### 3.3 实施系统化、科学化的生态修复

生态修复必须摒弃“事后补救”的被动思维，转向“边施工、边修复”的主动模式。对于已完成施工的区域，应立即启动生态修复程序，缩短生态裸露时间，防止次生灾害发生。修复工作应遵循“基于自然的解决方案”（NbS）原则，尊重自然演替规律，优先选用适应当地环境的乡土植物，构建乔、灌、草多层次、多物种的

近自然植物群落,以恢复生态系统的结构复杂性和功能完整性。针对水生生态系统,应同步规划并建设仿自然通道的过鱼设施,在施工期设置临时过鱼通道,并辅以鱼类增殖放流等措施,保障水生生物的连通性。修复工程完成后,必须建立长效管护机制,配备专业人员进行养护,并运用遥感与地面调查相结合的方式,对植被覆盖、生物多样性、土壤健康等指标进行长期跟踪监测,根据评估结果动态优化修复策略,确保修复成效的可持续性。

### 3.4 构建多元协同的生态补偿机制

对于工程建设中不可避免的生态损失,应建立公平、有效、多元的生态补偿机制。在法定层面,工程业主必须足额缴纳水土保持补偿费、森林植被恢复费等费用,确保生态修复资金有保障。在此基础上,应积极探索流域内或区域间的横向生态补偿机制,将部分工程收益定向用于支持上游或周边地区的生态保护、社区发展和民生改善。例如,可通过设立生态基金、支持生态友好型产业(如林下经济、生态旅游)等方式,让生态保护者获得合理回报,实现生态保护者与受益者的利益平衡<sup>[4]</sup>。这种“谁受益、谁补偿,谁保护、谁获益”的机制,不仅能有效调动地方政府和社区参与生态保护的积极性,也为水利水电工程的可持续发展营造了良好的社会环境。

### 4 案例分析:某大型水电站施工期生态保护实践

以我国西南地区某大型水电站为例,该项目地处生物多样性热点区域,生态环境极为敏感。在施工期,项目方采取了一系列创新性生态保护措施:(1)精细化生态避让:通过高精度航拍和地面调查,精准识别并避让了珍稀植物集中分布区和野生动物重要廊道。(2)全过程水土保持:构建了“拦、截、排、蓄、覆”五位一体的水土流失综合防治体系,在渣场下游设置了多级沉沙池,并对所有边坡实现了100%的工程与植物措施防护。(3)智能环保监控:建立了覆盖整个工区的环境在线监

测网络,对水质、噪声、扬尘等数据实时上传至管理平台,一旦超标自动报警。(4)系统性生态修复:设立了专门的生态修复试验基地,筛选出20余种适生乡土植物,并在施工迹地大规模应用。同步建设了仿自然通道的鱼道,并开展了鱼类增殖放流。(5)社区共建共管:与当地社区合作,聘请当地居民参与生态管护,并支持社区发展生态友好型产业。该项目的经验表明,通过系统规划、科技赋能和多方参与,完全可以在大型水利水电工程建设中实现高水平的生态保护。

### 5 结语

水利水电工程施工期是生态环境扰动最为剧烈且影响深远的阶段。面对生态文明建设的新时代要求,必须彻底摒弃“先破坏、后治理”的传统路径,转向全过程、全要素、全链条的生态保护新范式。这不仅需要在理念上牢固树立“生态优先、绿色发展”的导向,更要在制度上健全全过程监管体系,在技术上全面推广绿色施工工艺,在实践上推行“边施工、边修复”的科学模式,并通过多元化的生态补偿机制实现利益共享。唯有将生态保护内化为工程建设的内在基因和自觉行动,才能真正实现水利水电工程经济效益、社会效益与生态效益的有机统一,为建设人与自然和谐共生的现代化提供坚实支撑。未来,随着绿色低碳技术的持续进步和生态文明制度的不断完善,水利水电工程必将从生态扰动者转变为生态守护者,成为推动绿色发展的典范。

### 参考文献

- [1]王俊峰.水利水电工程施工中生态环境保护分析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(11):136-137.
- [2]历明涛.水利水电工程施工现场环境保护和污染控制技术[J].皮革制作与环保科技,2024,5(23):32-34+37.
- [3]秦舟.水利水电工程施工中的问题及环境保护研究[J].低碳世界,2023,13(02):130-132.
- [4]周建兴.浅析水利水电工程施工现场环境保护和污染控制措施[J].建材发展导向,2022,20(16):16-18.