

水利水电工程环境保护与生态修复技术

杨利国¹ 夏 浩²

1. 河南省水务规划设计研究有限公司江苏分公司 江苏 南京 210000

2. 镇江市丹徒区住房和城乡建设局 江苏 镇江 212000

摘要: 水利水电工程乃国家基建之基,对经济发展与能源保障至关重要。本文聚焦其生态影响,详析规划、施工至后期各阶段对环境的微妙变化,并提出生态保护与修复策略,如生态流量调控、鱼类通道构建、水质监管、社区共治及生态补偿等。此外,深入阐述水土保持修复技术,如土壤保护、修复规划及监测体系构建,旨在为水利水电工程可持续发展提供科学指导与技术支持,确保经济建设与生态保护和谐共生。

关键词: 水利水电工程;环境保护;生态修复技术

引言:随着全球对清洁能源需求的不断增加,水利水电工程作为重要的可再生能源项目,在促进经济社会发展的同时,也对生态环境产生了深远的影响。因此,如何在确保工程效益的同时,有效保护生态环境,实现水利水电工程的可持续发展,成为当前亟待解决的问题。旨在通过分析水利水电工程对生态环境的影响,探讨生态保护与修复技术的具体应用策略,为相关领域的研究和实践提供参考。

1 水利水电工程对生态与环境的影响概述和特点

改革开放使中国的农村经济与工业都有了很大的发展,同时水利与水电工程建设也是在如火如荼地开展,特别是三峡大坝的施工水平早已达到了世界领先的水准,但是,成功的背后往往就是以损害地球生态环境为代价的。水利水电建设不但会造成对江河湖泊的严重水文影响,而且还会带来向水库移民的恶劣社会后果,工程区域内的淹没和大坝阻隔都会对生态多样性带来损害,长时间以往就会严重危害大气的环保和人体安全。水电工程建设,特别是重大的水利水电工程项目往往会严重破坏当地的自然环境,并且这种损害往往是全方位、深层次、多原因的,所以,水电工程活动及其对周围环境的影响,最重要的特征就是“多变性”。造成影响环境“多变性”的最根本原因就在于人类与生态系统之间的复杂性,由于天然生态环境体系本身就具有特殊的自我调节特性,再加上人们行为模式的多样性,导致造成环境破坏的主要原因都不能确定,而人类对这些不确定性也就更难以实现有效的环境管理^[1]。

2 水利水电工程对生态环境造成的影响

2.1 项目规划阶段对生态环境的影响

在水利水电项目开始建造以前,先要明确项目的规模等级,项目的规模级别越大,对自然环境的干扰程度

和损害程度也越大。工程项目的投资等级也必须以流域内的自然资源开发计划为基础制定,因此在流域内的自然资源开发计划制定以后,项目的具体资源开发计划也就明确下来了,在理论的高度上说明了对各个流段内的生态环境造成的损害,尽管还不能对生态环境构成实际的损害,不过这些损害就是可预见性的。

2.2 项目施工阶段对生态环境的影响

水利水电的建设过程会给自然环境带来最直接的损害,这些破坏性作用包括造成地质灾害、污染、水土流失、植物损害、噪声污染等。项目在进行过程中会产生大量的废物,而一旦对这种废物没有有效的处置将会浪费有限的地面资源,从而导致堆放区域植被的破坏,严重损害了土壤环境。水利水电施工会包括注浆成型、挖沟造渠等施工方式,这种工艺将带来大量的工业废水,而一旦直接进入河道,就会直接导致对下游的水体环境污染。在工程的施工过程中会形成巨大的灰尘,严重污染附近的空气质量。因为水利水电工程范围广,施工的机械数量多,所以大型设备工作环境中会产生噪声,除大型建筑设备以外,工地的爆破声也会带来噪声污染。这种空气和噪声污染不但会干扰附近住户的正常生活,而且可能导致某些传播病毒的扩散蔓延,对现场工作人员以及附近的住户形成潜在的危险。

2.3 项目结束之后对生态环境的影响

水利水电项目对生态环境的负面影响不但出现在建设项目的实施过程,而且将一直延续到建设项目完成以后,也就是项目的执行过程。水利水电工程运营中对自然环境产生的干扰与损害是持续的,而且是不可避免的。水电施工建成并投入使用后,由于库区蓄水增加了水体的表面积,也造成了大量的水份蒸发,使得饮用水越来越短缺。水电站长期的大量蓄水也会引起水电站周

围的地质构造改变,易于引起地震、渗漏和地质灾害。在有泥沙的河道区域,随着上游蓄水水位被提高,下游排水速率降低,从而使得河道中运载淤泥的能力逐渐减弱,同时大量的泥沙累积到了水库的下方,从而导致水库的有效库容量下降,达不到了预定的防洪要求^[2]。

3 生态保护与修复技术

3.1 生态流量管理

生态流量管理在水利水电工程中的应用,是人与自然和谐共生理念的生动实践。它要求工程规划与运营过程中,深入考虑河流生态系统的自然需求,通过精细化的水文监测与数据分析,精准计算出既能满足发电、灌溉等人类经济活动需求,又能维持河流基本生态功能的合理流量范围。这一过程不仅涉及复杂的数学模型与算法应用,还需结合生态学、环境科学等多学科知识,确保决策的科学性与合理性。实施生态流量管理,意味着在干旱季节或用水高峰期,通过调节水库下泄水量,为下游河道补充必要的生态用水,以保障鱼类洄游、湿地存续和水体净化等自然过程的顺利进行,这也推动了流域水系内生态多样性的修复和提高,从而增加了生态系统的韧性和稳定性。从长期而言,生态流量控制的有效开展,对减少水资源短缺、提高水体环境质量、改善流域内的人生存条件和推动流域可持续发展,有着重大意义。

3.2 鱼类洄游通道建设

鱼类洄游通道的建设,是水利水电工程中不可或缺的一环,它深刻体现了人类工程与自然生态和谐共存的智慧。在设计阶段,工程师们需充分考虑河流的水文特性、鱼类的生物学习性及迁徙路径,确保过鱼设施的科学布局与合理规模。鱼梯的设计需模拟自然水流条件,便于鱼类逆流而上;鱼道则需保持水质清洁,提供适宜的水温和流速环境;而升鱼机作为现代科技的结晶,更是能在极端条件下为鱼类提供安全高效的过坝通道。此外,为了提高过鱼效率,部分设施还配备了声光诱导系统,利用鱼类对特定声音和光线的敏感性,引导它们顺利进入通道。

3.3 生态修复工程

生态修复工程作为水利水电项目后期的重要环节,其深远意义远超过简单的环境复原。在实施过程中,生态混凝土作为一种创新材料,通过模拟自然石材的多孔结构,促进水体与土壤的交互作用,为微生物和植物根系提供生长空间,从而加速生态系统的自我恢复能力。植被恢复方面,根据当地原生植被种类和群落结构,科学选择并种植适宜的水生和陆生植物,不仅能够美化河岸景观,还能有效减少水土流失,改善水质,为鱼类、

鸟类等野生动物提供食物来源和庇护所。湿地构建则是生态修复中的亮点,它不仅能够调节区域气候,净化水质,还是众多珍稀水生生物的繁殖和栖息地。通过模拟自然湿地形态,构建人工湿地系统,可以恢复河流与湖泊之间的自然联系,促进水循环和物质交换,进一步提升生态系统的整体稳定性和恢复力。

3.4 水质监测与治理

水质监测与治理是确保水体健康、维护生态平衡的关键环节。随着科技的进步,现代水质监测体系正逐步实现智能化、网络化,利用遥感卫星、无人机、智能传感器等高新技术,实现对水体环境的全天候、全方位监控。这不仅提高了监测的准确性和效率,还大大缩短了应急响应的时间。在治理方面,除了传统的生物净化和化学沉淀方法外,还涌现出了一系列创新技术,如膜处理技术、高级氧化技术、生态浮岛等,这些技术针对不同类型的污染物,提供了更加精准、高效的解决方案。结合大数据分析和人工智能技术,可以对水质变化趋势进行预测,提前制定治理策略,实现水质管理的精细化和科学化。此外,加强污染源监管是水质保护的源头治理措施。通过建立健全的排污许可制度,加大对违法排污行为的打击力度,推动产业升级和环保改造,减少污染物排放,从根本上改善水质状况。

3.5 社区参与与生态补偿

社区参与与生态补偿机制的深度融合,是推动水利水电工程可持续发展的关键动力。社区作为直接受项目影响的群体,其声音和需求在规划、建设及运营全过程中应得到充分尊重和体现。通过组织定期的公众听证会、设立环保意见箱、开展环保教育活动等形式,不仅增强了社区居民的环保意识,还激发了他们参与环保行动的热情,形成了自下而上的环保监督力量。生态补偿机制则是一种经济激励手段,旨在弥补因工程建设而对自然环境造成的损害。通过建立科学的评估体系,量化生态损失,并据此设立生态补偿基金,专项用于支持受损区域的生态修复、生物多样性保护及可持续发展项目。鼓励企业采用绿色生产方式,减少污染排放,对积极履行生态责任的企业给予税收减免、政策扶持等奖励,形成正向激励机制。此外,生态补偿机制还应注重长期效益与短期利益的平衡,确保补偿资金的有效利用和生态修复项目的持续实施,为后代留下更加美好的生态环境。

4 加强水利水电工程生态环境保护与修复的对策建议

4.1 加强科技创新,发展先进适用技术

为了加强科技创新,发展先进适用技术,我们应显著加大对水利水电工程领域的科技投入,特别是针对影

响生态环境的关键技术问题,设立专项研究基金,吸引顶尖科研团队攻关克难。同时,充分利用大数据、云计算、物联网等现代信息技术,构建起高效、精准的生态环境监测预警体系,实现对工程建设及运营全过程的环境影响实时监控与预警。在此基础上,深入研发一批针对性强、效果显著的生态修复技术,确保这些技术能够精准匹配不同工程区域的特定需求,提高生态修复工作的科学性和有效性。此外,还应加强技术集成与示范工作,通过建设一批示范项目,展示先进技术的实际应用效果,带动整个行业的技术进步。为加速科技成果的转化与应用,应大力鼓励产学研深度融合,建立技术创新平台,促进科研机构、高校与企业之间的紧密合作,共同推动水利水电工程环境保护与生态修复技术的创新发展。

4.2 完善法律法规,健全制度保障体系

为了完善法律法规,健全制度保障体系,在水利水电工程领域,我们首先需要制定专门的法律法规,明确界定政府、企业、社会组织及公众在环境保护与生态修复中的责任与义务,确保各方行为有法可依、有章可循。同时,进一步完善相关配套制度,特别是建立健全生态补偿和生态环境损害赔偿制度,通过经济手段激励生态保护行为,对损害生态环境的行为进行有效追责,形成“谁破坏、谁修复,谁污染、谁付费”的良性循环。此外,还应健全生态流量管理制度,将其纳入水量分配的整体方案之中,确保河流生态基流得到合理保障,维护河流生态系统的健康稳定。为了保障这些制度的顺利实施,还需建立稳定的资金保障机制,设立专项基金,用于支持生态修复、监测预警、技术研发及宣传教育等工作。

4.3 强化监督管理,落实环境影响评价制度

为了强化监督管理,确保水利水电工程的环境影响评价制度得到有效落实,我们需要建立健全一套完善的监督管理体系。要明确各级监管部门的职责与权限,确保监管工作无死角、无盲区。加大执法力度,对违反环保法规的行为依法严惩,形成有效震慑。在项目建设前,必须严格开展系统的环境影响评价工作,全面评估工程对生态环境的潜在影响,并据此提出科学合理的减

缓和补偿措施,力求将环境风险降到最低。在工程建设和运行过程中,实施全过程的生态环境监理,加强日常监督检查,确保各项环保措施得到有效执行。同时,建立工程生态环境档案,详细记录工程建设前、中、后的生态环境状况,为后续的监测、评估和管理提供基础数据支持。

4.4 推进公众参与,提高全社会生态意识

推进公众参与,是提升全社会生态意识、促进水利水电工程环保工作的重要途径。首先,应充分发挥公众参与的积极作用,建立健全的参与渠道和平台,如公众听证会、意见征集网站等,鼓励公众积极参与到工程的规划、设计、施工、运行等各个环节中,让公众的声音成为推动工程环保工作的重要力量。同时,建立信息公开制度,确保工程相关信息能够及时、准确地向社会发布,保障公众的知情权和监督权。通过公开透明的信息发布,增强公众对工程的信任和支持,促进工程建设的顺利进行。此外,加强宣传教育也是提高公众环保意识的关键。应通过多种渠道和形式,普及生态文明理念和环保知识,提高公众的环保意识和责任感^[1]。

结束语

在水利水电工程的建设与运营中,环境保护与生态修复技术不仅是工程可持续发展的基石,更是人类与自然和谐共生的体现。通过综合运用生态流量管理、鱼类洄游通道、生态修复、水质监测治理及社区参与生态补偿等措施,我们能够有效减轻工程对生态环境的影响,促进生态系统的恢复与平衡。未来,随着科技的进步和环保意识的提升,我们有信心探索出更多创新、高效的环保与修复技术,为水利水电工程的绿色发展贡献力量,共筑美丽家园。

参考文献

- [1]杨欢.水利水电工程对区域生态环境的影响及保护策略[J].云南水力发电,2024,40(05):18-21.
- [2]刘畅.低碳背景下水利水电工程建设中生态环境保护问题研究[J].环境与生活,2023,(12):94-95.
- [3]王丽华.水利水电工程建设能源节约与生态环境保护管理工作要点[J].福建水力发电,2021,(01):30-31.