

水利工程建设中环境影响评估与生态修复策略探讨

陶国强

内蒙古引绰济辽供水有限责任公司

DOI:10.12238/etd.v6i8.17114

[摘要] 文章聚焦水利工程建设,先分析其对水、土壤、生物及社会环境的影响,如施工期水体污染、土壤侵蚀,运营期生物栖息地破坏、文化遗产受威胁等。接着探讨环境影响评估方法,涵盖传统与现代方法及选择优化策略。最后提出生态修复策略,针对不同环境要素给出具体修复措施,包括构建废水处理系统、植被重建、移民安置规划等,旨在实现水利工程建设与生态环境协调发展。

[关键词] 水利工程; 环境影响评估; 生态修复策略

中图分类号: TV212 **文献标识码:** A

Discussion on Environmental Impact Assessment and Ecological Restoration Strategies in Water Conservancy Project Construction

Guoqiang Tao

Inner Mongolia Yinchuan Jiliao Water Supply Co., Ltd.

[Abstract] This article focuses on water conservancy project construction, first analyzing its impacts on water, soil, biology, and the social environment, such as water pollution and soil erosion during the construction phase, and destruction of biological habitats and threats to cultural heritage during the operation phase. It then discusses methods for environmental impact assessment, covering traditional and modern approaches as well as strategies for selection and optimization. Finally, ecological restoration strategies are proposed, including specific restoration measures for different environmental elements, such as constructing wastewater treatment systems, vegetation reconstruction, and resettlement planning, aiming to achieve coordinated development between water conservancy project construction and the ecological environment.

[Key words] Water Conservancy Project; Environmental Impact Assessment; Ecological Restoration Strategies

引言

水利工程在防洪、灌溉、发电等方面发挥着关键作用,但工程建设与运营对生态环境产生诸多影响。准确识别这些影响,科学评估其程度,并采取有效生态修复策略,是保障工程建设可持续发展的关键。本文深入剖析水利工程建设对各环境要素的影响,探讨环境影响评估方法,针对性提出生态修复策略,为水利工程建设与生态环境和谐共生提供理论支持与实践参考。

1 水利工程建设的环境影响识别

1.1 对水环境的影响

水利工程建设对水环境的影响贯穿施工期与运营期。施工阶段,土方开挖、混凝土浇筑等作业产生的悬浮物、建筑垃圾会随地表径流进入周边水体,导致水体浊度升高,遮挡水生植物光合作用所需光照,影响水生生物呼吸与摄食。同时,施工废水若未经处理直接排放,其中的水泥浆、油污等污染物会改变水体pH值,破坏水体化学平衡。运营期,水库蓄水会改变区域水文情势,减缓水流速度,降低水体自净能力,易引发富营养化现象^[1]。水

利工程可能阻断河流自然连通性,影响鱼类等水生生物洄游通道,导致流域内水体交换能力下降,部分区域出现水体滞留,进而改变水体温度、溶解氧等关键水质参数,对水环境整体生态功能造成连锁影响。

1.2 对土壤环境的影响

水利工程建设对土壤环境的影响体现在多个维度。施工过程中,场地平整、道路修建等活动会直接破坏地表植被覆盖,使土壤表层失去保护,在降雨和风力作用下极易发生水土流失,导致土壤颗粒流失、肥力下降。水库等蓄水工程运营后,库区及周边区域地下水位上升,土壤含水量长期处于饱和状态,会引发土壤沼泽化;而在工程下游,因来水量减少,土壤水分补给不足,易出现土壤干旱化甚至沙化。同时,施工过程中使用的机械燃油泄漏、化学药剂残留,以及工程弃渣堆放过程中产生的有害物质,会渗透至土壤深层,污染土壤结构,影响土壤微生物活性。工程建设导致的地形地貌改变,会使土壤侵蚀模数发生变化,进一步加剧土壤退化,对农业生产和区域生态稳定造成不利影响。

1.3对生物环境的影响

水利工程建设会对生物环境造成显著且复杂的影响。施工期, 土地占用、植被砍伐会直接破坏陆生生物栖息地, 导致区域内陆生植物种类减少, 依赖特定植被生存的昆虫、鸟类等动物因食物来源和栖息空间丧失而数量下降。同时, 施工噪音、振动会干扰野生动物的正常活动, 迫使部分物种迁移, 破坏原有生态群落结构。运营期, 水库蓄水形成的人工水体与自然河流生态系统差异较大, 会导致原有河流中的水生植物因水文条件改变而难以存活, 以其为食的水生动物随之减少。更为关键的是, 水坝等工程会阻断鱼类洄游通道, 影响鱼类繁殖周期, 导致洄游性鱼类种群数量锐减。水体环境变化还会改变水生生物群落构成, 耐污性强的物种可能过度繁殖, 挤占其他物种生存空间, 破坏生物多样性和生态系统的稳定性。

1.4对社会环境的影响

水利工程建设对社会环境的影响涉及居民生活、经济发展和文化传承等多个方面。工程建设往往需要征用大量土地, 导致部分居民被迫搬迁, 改变原有居住环境和生活方式, 若安置工作不到位, 可能引发就业、教育、医疗等一系列民生问题。在经济层面, 水利工程运营后可发挥防洪、灌溉、发电等效益, 为区域农业生产提供稳定水源, 降低洪涝灾害损失, 同时带动电力产业发展, 促进相关产业链升级。但施工期间可能对周边交通造成拥堵, 影响当地商业活动正常开展, 部分农业用地因工程建设被占用, 短期内会对农业生产造成一定冲击。文化方面, 部分水利工程建设区域可能涉及历史古迹、民俗文化遗址, 工程施工若保护不当, 会对文化遗产造成不可逆转的破坏, 同时居民搬迁也可能导致传统民俗文化的传承中断, 影响区域文化多样性。

2 水利工程建设环境影响评估方法

2.1传统评估方法

传统评估方法在水利工程环境影响评估中应用历史悠久, 技术体系相对成熟。其中, 清单法通过构建详细的环境影响清单, 系统罗列工程建设可能涉及的环境因子及潜在影响, 操作简便且覆盖面广, 能为评估工作提供基础数据支撑, 适用于工程前期初步筛查环境影响因素^[2]。矩阵法在清单法基础上, 通过建立影响因子与工程活动的关联矩阵, 对影响程度和权重进行量化评分, 使评估结果更具可比性, 可用于判断不同环境因子受影响的优先级。类比法则通过选取已建成且相似的水利工程作为参照, 分析其已产生的环境影响, 进而推断拟建工程可能出现的影响, 该方法依托实际工程数据, 评估结论可信度较高, 尤其适用于缺乏基础监测数据的区域。但传统方法也存在明显局限, 如量化精度不足、难以评估复杂的间接影响, 对生态系统整体关联性的考量不够全面。

2.2现代评估方法

现代评估方法借助先进技术手段, 有效弥补了传统方法的不足, 提升了水利工程环境影响评估的科学性和精准度。数值模拟法通过构建水文、水质、生态等数学模型, 利用计算机技术模拟工程建设前后环境因子的动态变化过程, 可精准预测水水流

速、水质指标、生物种群数量等变化趋势, 为评估提供量化依据, 广泛应用于水库蓄水对水环境和生态系统的影响评估。3S技术(地理信息系统、全球定位系统、遥感技术)能快速获取工程区域地形地貌、植被覆盖、土地利用等空间信息, 通过空间分析功能直观呈现工程对环境的空间影响范围和程度, 提高评估工作的效率和空间分辨率。另外, 生态系统服务价值评估法从生态系统提供的供给、调节、支持等服务功能角度, 量化工程对生态系统价值的影响, 使评估结果更贴合生态保护需求, 为工程决策提供更全面的参考。

2.3评估方法的选择与优化

水利工程建设环境影响评估方法的选择与优化需结合工程特性、区域环境特征及评估目标综合判定。在工程前期可行性研究阶段, 由于基础数据有限且需快速筛查影响因素, 可优先采用清单法和类比法, 快速识别主要环境影响因子, 为工程方案初步设计提供依据。进入详细设计和施工阶段, 需对环境影响进行精准量化评估, 此时应引入数值模拟法和3S技术, 结合现场监测数据, 构建精细化评估模型, 准确预测工程建设对水环境、生物环境等的具体影响程度。对于大型综合水利工程, 单一评估方法难以全面覆盖各类影响, 应采用多种方法融合的方式, 如将生态系统服务价值评估法与数值模拟法结合, 既量化环境影响的生态价值, 又明确其时空变化规律。同时, 需建立评估方法动态优化机制, 根据工程建设进度和监测数据反馈, 及时调整评估参数和方法, 提升评估结果的可靠性。

3 水利工程建设生态修复策略

3.1水环境生态修复策略

水环境生态修复是一项复杂且关键的工作, 必须紧密结合工程影响特点, 采取精准有效的针对性措施来恢复水体生态功能。在施工期, 施工活动往往会造成水体污染, 此时应构建科学合理的施工废水处理系统。采用沉淀、过滤、生物处理等多种工艺组合的方式, 沉淀可去除废水中的较大悬浮物, 过滤能进一步滤除细小颗粒, 生物处理则利用微生物分解废水中的油污和化学污染物, 确保处理后的废水达到排放标准再排放^[3]。运营期, 水体富营养化问题较为突出, 可适量投放水生植物如芦苇、睡莲等, 它们能吸收水体中的氮、磷等营养物质, 同时投放微生物制剂, 借助微生物降解有机污染物, 从而改善水质。为恢复河流连通性, 在水坝等工程设施上修建鱼道、生态闸门等过鱼设施, 保障鱼类等水生生物洄游通道畅通无阻。建立流域水资源统一调度机制也至关重要, 合理调控水库泄水量和泄水时间, 模拟自然水文情势, 维持下游河道基本生态流量, 避免因水量不足导致水体自净能力下降。定期开展水体环境监测, 实时掌握水质变化动态, 依据监测结果及时调整修复措施, 确保修复效果持续稳定。

3.2土壤环境生态修复策略

土壤环境生态修复需严格遵循“预防为主、综合治理”的原则, 针对不同的土壤污染和退化类型采取相应的修复措施。施工期容易引发水土流失, 对此要及时对裸露土壤进行植被覆盖。

优先选用当地原生草本植物和灌木, 构建多层次的植被防护体系, 草本植物可快速覆盖地表, 减少土壤侵蚀, 灌木则能增强防护的稳定性。同时, 修建截水沟、挡土墙等水土保持工程设施, 截水沟能拦截地表径流, 挡土墙可降低水流对土壤的冲刷力度。针对水库周边土壤沼泽化问题, 开挖排水盲沟能有效降低地下水位, 改善土壤水分状况; 对于下游干旱化土壤, 通过修建灌溉渠道, 合理调配水资源, 为土壤补充水分。对于受污染的土壤, 可采用物理修复如翻耕、客土置换, 改变土壤的物理结构; 化学修复如投放土壤改良剂, 改善土壤的化学性质; 生物修复如种植超积累植物, 吸收土壤中的有害物质, 三种方式相结合的综合修复技术, 恢复土壤肥力。建立土壤质量长期监测体系, 定期监测土壤理化性质和污染状况, 根据监测结果优化修复方案, 同时加强对修复后土壤的养护管理, 提升土壤生态系统的自我恢复能力。

3.3 生物环境生态修复策略

生物环境生态修复的核心要义在于全方位恢复生物栖息地、大力维护生物多样性, 以此维持生态系统的动态平衡。在陆生生物修复领域, 针对施工破坏的植被区域, 必须开展科学且合理的植被重建工作。要严格遵循“适地适树”原则, 优先选用当地原生植物。这些植物历经长期自然选择, 对本地气候、土壤等环境条件具有高度适应性, 能更好地生长繁衍。通过合理搭配不同植物种类, 构建与周边生态环境相协调的植物群落, 为陆生动物打造丰富的食物来源和安全的栖息空间。同时, 划定专门的野生动物保护区域, 严格控制人类活动, 减少对其的干扰。若有必要, 还需建立野生动物迁徙廊道, 保障动物能够自由、正常地活动和繁殖, 维持其种群的稳定发展。在水生生物修复方面, 除修建过鱼设施保障鱼类洄游通道畅通外, 还可在水库、河道内营造人工鱼巢、投放人工水草, 模拟自然生态环境, 为水生生物提供适宜的栖息、繁衍场所。积极开展鱼类增殖放流活动, 投放土著鱼类种苗, 补充鱼类种群数量, 促进水生生物资源的恢复。另外, 加强生物多样性监测至关重要, 通过详细调查区域内动植物种类和数量的变化, 深入分析修复措施对生物群落的影响。依据监测结果及时调整修复策略, 严格避免引入外来物种造成生态入

侵, 确保生物生态系统能够稳定恢复, 实现生态的良性循环。

3.4 社会环境生态修复策略

社会环境生态修复要兼顾民生保障、经济发展和文化传承, 实现工程建设与社会发展的协调统一。在移民安置方面, 制定科学合理的安置规划至关重要。建设配套完善的居住小区, 不仅要提供舒适的居住环境, 还要配套建设学校、医院、商业网点等公共服务设施, 满足移民在教育、医疗、购物等方面的基本生活需求。同时, 开展移民职业技能培训, 结合区域产业发展需求, 培育特色种植、养殖、乡村旅游等产业, 为移民提供稳定的就业岗位, 促进移民增收, 让他们能够在新环境中安居乐业^[4]。针对工程建设可能影响的历史文化遗产, 要提前开展详细调查和评估, 制定专项保护方案。采取迁建、修缮、数字化记录等保护措施, 确保文化遗产得到有效保护和传承, 让历史文化得以延续。建立健全公众参与机制, 及时公开工程建设和生态修复信息, 广泛听取当地居民的意见和建议, 妥善解决工程建设引发的社会矛盾, 营造良好的社会氛围, 使工程建设能够得到当地居民的支持与配合, 实现社会环境的和谐稳定发展。

4 结束语

水利工程建设对生态环境的影响是多方面且复杂的, 环境影响评估与生态修复工作至关重要。通过科学识别影响、合理选择评估方法、精准实施修复策略, 可有效降低工程建设对环境的负面影响, 实现生态系统的恢复与稳定。未来, 需持续探索创新评估与修复技术, 加强全过程管理, 推动水利工程在发挥效益的同时, 更好地保护生态环境, 促进人与自然和谐共生。

[参考文献]

- [1] 庞奕锋. 生态水利工程设计在水利建设中的应用探索[J]. 水上安全, 2024, (19): 80-82.
- [2] 刘志福. 水利工程建设中的水土保持与生态环境保护研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (19): 126-128.
- [3] 赵强, 刘悦, 陈辉. 大型水库水利工程生态修复技术的选择与效果评估[J]. 水资源保护, 2024, 40(3): 45-52.
- [4] 孙晓, 周敏, 吴昊. 农田水利工程中生态修复技术对农业生态环境的影响[J]. 农业现代化研究, 2023, 44(4): 715-724.