

水利工程建设对生态环境的影响及保护措施

赵玮泽

中铁第九集团有限公司第七工程局 辽宁 沈阳 110000

【摘要】：水利工程建设通过径流调节、水位抬升与物理阻隔，打破河流节律，阻断洄游通道，诱发土壤盐碱化与植被消失，形成连锁衰退。保护措施套用模板，忽视区域群落差异；监测指标限于水质水量，缺生物多样性及功能追踪；数据分散，决策滞后；流域行政目标错位，补偿规则空白，协同失灵。优化路径以本底调查—分区管控—刚性生态流量为前置，将栖息地重建、洄游通道、岸线自然化、微地形塑造、植被恢复与主体工程同尺度耦合；施工分期避让，运营精细调度，设绩效考核与适应性调整。构建覆盖水量、水质、生物、连通性的动态监测网络，统一标准，共享数据，预警阈值触发即时处置。建立流域统筹机构，统一技术规范，完善补偿与联席会议制度，联合执法、应急联动、监督问责，形成跨区域共治闭环，保障流域生态系统全生命周期稳定。

【关键词】：水利工程；生态保护；差异化方案；动态监测；跨区域协同

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.062

引言

大型水利工程在防洪、发电、供水方面释放巨大效益的同时，也重塑了河流的水文—生态耦合关系，其生态效应已从局部栖息地破损扩展为流域尺度系统性衰退。传统“末端治理”思维将生态问题简化为水质达标或单一物种救护，忽视水文节律、地貌多样性与生物群落之间的反馈机制，导致保护措施与区域生态特征错位，投入持续增加而退化趋势未能扭转。监测数据碎片化、部门标准异构、行政边界刚性分割进一步放大了管理不确定性，使科学决策缺乏连续时空证据，流域整体性功能难以被量化评估。在“双碳”目标与生态文明制度升级的双重约束下，水利工程生态管理亟需由“工程—生态”对立走向“工程—生态”协同，通过前置性生态设计、动态化监测评估、制度化流域共治，重塑河流弹性。厘清多维影响—问题根源—优化路径的逻辑链条，可为后续建立可复制的流域生态安全管理模式提供方法论支撑，对丰富水生态学理论及完善水利工程技术规范具有直接学术价值。

1 水利工程建设对生态环境的多维度影响

水利工程建设会通过改变河流的水文情势对生态环境产生多维度影响。首先，工程对径流的调节和水位的变化会打破河流原有的自然节律，这种改变会影响河流生态系统的稳定状态。其次，工程建设可能阻断水生生物的洄游通道，破坏它们的栖息地，导致生物多样性降低。再者，水利工程的建设还会对周边土壤环境和陆生生态系统产生间接影响，比如水位变化可能引发土壤盐碱化，工程施工过程中的土地占用和植被清除会破坏陆生植被，进而影响依赖这些植被生存的陆生生物。这些影响相互关联，呈现出复杂且系统的特性，为后续开展生态保护措施的问题分析和优化策略制定提供了基础依据。

2 水利工程生态保护措施的现存问题与挑战

(1) 生态保护措施的针对性与系统性不足当前保护措施常采用照搬通用模式的方式，未结合工程所在区域的生态特征，比如不同流域的生物群落差异，导致措施效果不佳。这种缺乏针对性的做法，不仅无法解决特定区域的生态问题，还可能造成资源的浪费。部分工程仅关注单一生态要素，如水生生物，忽略生态系统的整体性特征，造成保护的片面性。措施制定缺乏对长期生态效应的考量，短期效果明显但难以持续，无法应对生态系统的动态变化。系统性的不足，则使得保护措施无法形成完整的体系，各环节之间缺乏有效衔接，进一步削弱了保护效果，难以契合实际生态需求。

(2) 生态监测体系的不完善与数据支撑缺失现有监测体系存在多方面问题。监测指标较为单一，多聚焦水质、水量等常规指标，缺乏对生物多样性、生态系统功能等关键指标的长期跟踪。监测技术手段落后，自动化与智能化水平存在不足，难以实现实时动态监测。监测技术的落后，使得工作人员需要投入更多的时间和精力去处理监测工作，降低了工作效率。数据共享机制尚未健全，不同部门、区域的监测数据难以整合，影响决策的科学性与及时性。数据无法有效整合，导致决策层难以获取全面准确的信息，影响了保护措施的及时调整。

(3) 跨区域协同保护机制的缺失与管理壁垒水利工程生态保护中跨区域协同存在诸多难点，流域内不同行政管理目标存在不一致的情况，有的区域以保障农业灌溉、工业用水和居民生活供水为核心，将水利工程的经济效益与功能最大化置于优先位置，在工程运行中更侧重流量调度与防洪减灾，有的区域则更注重流域生态系统的完整性与可持续性，强调对水生生物栖息地的保护、水质的提升以及湿地生态系统的修

复,这种目标导向的差异使得各区域在制定生态保护措施时难以达成统一共识,导致政策执行出现局部化偏差,无法形成覆盖整个流域的协同保护体系;缺乏有效的沟通协调机制,水利、环保、农业、林业等多个利益相关部门之间的职责划分不够清晰,存在交叉管理或管理真空的现象,部门间的信息传递往往滞后或不完整,日常协作多停留在会议层面而缺乏实质性的联动,遇到跨区域生态问题时容易出现相互推诿或重复工作的情况,合作效率受到严重影响;生态补偿机制尚未完善,补偿的范围与标准未能充分考虑不同区域的实际生态贡献与保护成本,上游生态保护区域的投入往往得不到合理的经济回报,下游受益区域对保护区域的补偿力度不足,且补偿资金的来源与分配缺乏稳定的制度保障,导致保护区参与协同保护的积极性受挫,这些因素叠加在一起,使得跨区域的生态保护工作难以形成有效的整体合力,无法实现对流域生态系统的全面保护与修复。

3 水利工程生态保护的优化策略与实践路径

围绕生态系统整体开展差异化保护方案设计。首先,应进行全要素的本底调查,涵盖水文过程、生物群落、土壤理化状况与地形格局,并且识别关键生态过程与约束条件。然后,按照空间分区与功能分区,划定保护红线、修复单元和调控单元,确定目标值与阈值,来开展分层分级的管理工作。在工程规划阶段,应将生态用水需求、生态流量与生态水位作为刚性约束,进行径流调度方案的配置,预留生态走廊与缓冲带,进行连通性布局。在设计阶段,应整合栖息地重建、鱼类洄游通道设置、岸线自然化、底栖生境微地形塑造、植被恢复与土壤改良等技术,形成与主体工程同尺度的一体化方案。在建设阶段,应开展分期施工与季节避让,减少扰动,同时实施弃渣与裸地的临时防护,去处理沉积与扬尘工作。在运营阶段,应建立生态调度规则,开展水位与流量的精细化管理工作,并且配合补水、补沙与清障措施,来维持栖息地的稳定性。同时,应考虑上下游与左右岸的连锁影响,进行跨单元的耦合分析,避免局部优化引发系统性风险。最后,应设置绩效考核与适应性调整机制,按照监测结果去调整工程运行与修复强度,使保护与工程目标得以契合,并且在全生命周期内提高区域生态系统的协调发展水平。

构建动态化的生态监测与评估体系应从指标完善入手,指标体系应覆盖水量、水位、水质、生物多样性、栖息地质量、生态系统服务功能与连通性,并区分核心指标与补充指标,保证监测内容契合生态系统的关键环节;其次,应进行时空布设,设置干流、支流、湿地与岸带的监测点位,明确频次与周期,形成多尺度网络,并且建立基线与趋势序列;再次,应推广智能化监测手段如物联网与遥感,结合自动采样与连续记录,来提升采集与分析效率,同时设置人工核查流程,减少误差;应

建立统一的标准与质量控制程序,开展数据的校核与比对,保证不同来源数据的可比性;应建设数据共享机制,打破部门壁垒,进行跨区域数据的整合与归集,形成可用于决策的资料库;然后,应设置预警阈值与触发规则,一旦指标偏离设定范围,马上启动核查与处置流程;应定期开展生态评估,内容包括状态评估、趋势评估与压力源评估,提出调整建议;最后,应建立评价与反馈闭环,将评估结论用于修订监测方案与保护措施,使系统在运行中稳定并且持续,提高监测支撑的决策能力。在此基础上,需强化体系运行的保障支撑,一方面要组建专业的监测队伍,定期组织技能培训与知识更新,确保人员能熟练操作智能监测设备并准确解读数据,另一方面要鼓励公众参与生态监测的辅助工作,通过简易观测工具记录周边水体变化或生物活动情况,形成专业监测与公众参与的互补机制,让监测数据更全面反映生态实际状态;同时,要关注体系的适应性调整,随着水利工程运行时间的推移和生态环境的变化,及时更新监测指标与方法,比如当发现某类生物栖息地出现新的干扰因素时,可增加针对性的监测项目,确保体系始终贴合生态保护的实际需求,还要加强与相关科研机构的合作,引入前沿的生态评估理论与技术,提升监测与评估的科学性和精准度,让体系能更好地服务于水利工程生态保护决策。

建立跨区域协同保护与管理机制应以流域尺度统筹为核心。首先,应设置流域级协调机构,明确各行政区域与各部门的职责分工,制定共同目标与工作计划,并且形成工作清单与时间安排;其次,应统一技术标准与监管要求,规范生态流量、栖息地保护、排放控制与修复措施,减少政策不一致造成的执行偏差;再次,应完善生态补偿机制,依据贡献与影响开展资金结算与奖励约束,设置绩效考核与资金拨付规则,平衡上下游与左右岸的利益诉求;应建立联席会议与常态化沟通渠道,处理跨界问题,推进联合巡查与联合执法,并且设置争议解决程序;应组织区域间技术交流与培训,共享方法与工具,提高队伍能力与执行水平;然后,应建立协同决策机制,对重大生态事项开展联合研究与论证,形成一致的决策文件与执行路径;还应设置应急联动机制,在突发事件中进行信息通报、资源调配与现场处置,降低风险;最后,应建立监督评估与问责程序,按阶段审查协同成效,提出整改要求,使协同共治得以落实并且持续,在流域范围内提升生态保护的整体效果;在此基础上,需进一步强化流域内各主体的协同意识,通过定期举办流域生态保护论坛、开展联合宣传活动等方式,营造人人参与的良好氛围,同时推动建立流域生态保护信用体系,将协同表现纳入相关主体的信用评价,增强机制的约束力与引导力,确保跨区域协同保护与管理机制能够长期稳定运行。

4 结语

水利工程生态问题的复杂性决定了任何单一措施都无法

在流域尺度上实现持久平衡。将生态流量、栖息地质量与生物多样性目标前置工程规划、设计、建设、运营全周期，通过差异化方案把水文节律、地貌多样性与生物需求耦合为同一技术语言，是破解“工程—生态”对立的起点。动态监测网络以统一标准打破数据孤岛，使生态状态变化被实时感知、及时校正；跨区域协同机制以补偿规则与问责程序固化共同责任，将行政

边界转化为共治节点。当刚性生态约束、自适应管理与流域共治制度形成闭环，水利工程便不再是生态退化的单向驱动，而成为维持河流弹性的可调节变量。未来需在长期基线观测与模型预测基础上，持续优化调度规则与补偿阈值，使保护成效与工程效益同步提升，实现流域生态系统在人工干预下的自稳定与自修复。

参考文献:

- [1] 刘伟,白萍萍,张金磊.水利工程建设过程中的生态环境保护问题探讨[J].人民黄河,2025,47(S1):78-79.
- [2] 宋金函.水利工程对水文生态环境的影响[J].水利水电科技进展,2025,45(03):113.
- [3] 徐学军.长江流域防洪规划实施的生态环境影响及保护措施[J].人民长江,2025,56(11):131-136+170.
- [4] 李旭成,李继军,陈新民.水利工程绿色施工技术与生态环境保护研究[J].中国设备工程,2025,(22):213-215.
- [5] 付嘉莹.水利工程河道生态护坡施工技术[J].石河子科技,2025,(06):67-68.
- [6] 张晗璐,吴昌春.小浪底水利枢纽生态环境保护实践与探讨[J].人民黄河,2025,47(S1):71-72.
- [7] 付意成,张剑,赵进勇,彭文启,张春玲.水利工程生态服务价值系统研究[J].水利学报,2025,56(05):564-575.