

生态保护理念在水利工程施工中的融合与实践

崔 力

汉中市汉江水利水电勘察设计有限公司 陕西 汉中 723000

摘 要：水利工程在建设过程中与生态系统交互紧密，传统施工模式对生态扰动大。本文阐述生态保护理念与水利工程施工的融合基础，包括内在关联与核心导向；从施工前期规划、过程管控、后期收尾各环节分析融合路径；提出施工技术升级、管理模式完善、人员意识培育等关键举措；探讨施工技术创新、融合模式完善、长效机制构建等优化方向，为推动水利工程施工生态化转型提供参考。

关键词：生态保护理念；水利工程施工；融合路径；关键举措；优化方向

引言：河流作为自然地理核心要素，其生态功能与水利工程人工功能复杂耦合。传统施工以单一工程目标为导向，改变河道形态、阻断水流连续性，导致河流生态系统服务功能退化。现代生态保护理念强调系统思维，要求统筹考虑水循环自然属性与人工调控边界条件，通过优化工程布局等途径降低对生态系统扰动强度，寻求人工设施与自然过程动态平衡，在此背景下探讨融合与实践十分必要。

1 生态保护理念与水利工程施工的融合基础

1.1 生态保护理念与水利工程施工的内在关联

水利工程建设与生态系统运行存在天然的交互关系。河流作为自然地理要素的核心载体，其水文过程、泥沙输移及生物迁徙等生态功能，与水利工程的水资源调配、防洪减灾等人工功能形成复杂耦合^[1]。传统施工模式往往以单一工程目标为导向，通过改变河道形态、阻断水流连续性或破坏岸坡植被等方式实现功能需求，这种干预方式虽满足短期工程效益，却导致河流生态系统服务功能退化。现代生态保护理念强调系统思维，要求在水利工程施工中统筹考虑水循环的自然属性与人工调控的边界条件，通过优化工程布局、调整施工时序、改进技术手段等途径，降低对生态系统的扰动强度。这种关联性体现在工程对水文节律的适应性设计、对生物通道的预留以及对地貌演变的干预控制等方面，本质是寻求人工设施与自然过程的动态平衡。

1.2 生态保护理念融入水利工程施工的核心导向

生态保护理念在施工阶段的渗透需遵循功能兼容、过程可控、恢复可期的导向原则。功能兼容导向要求工程结构在满足防洪、供水等基础功能的同时，兼顾生态系统的完整性需求。例如，通过设计生态型护岸替代传统硬质化结构，既保障岸坡稳定，又为水生生物提供栖息场所；通过构建多级跌水替代单一闸坝，既维持水位

调控能力，又恢复河流纵向连通性。过程可控导向聚焦施工活动的生态影响范围与强度，通过精细化施工管理实现扰动最小化。这包括采用低噪声设备减少对野生动物行为的干扰，运用微地形改造技术控制水土流失，以及通过分区作业隔离施工区与生态敏感区等措施。恢复可期导向强调施工结束后生态系统的自我修复能力，通过预留自然演替空间、配置本土物种群落、构建生态缓冲带等方式，为生态系统提供恢复基础。这种导向体系将生态保护从末端治理转向过程控制，推动水利工程施工向“生态友好型”模式转型。

2 生态保护理念在水利工程施工各环节的融合路径

2.1 施工前期规划阶段的生态融合

施工前期规划是生态保护理念融入的关键起点，需以生态特征适配性为基础构建规划框架。规划阶段需系统分析施工区域的水文、地质、植被及生物群落特征，识别生态敏感区与关键生态功能区，以此为约束条件确定工程布局范围。例如，针对河流生态系统，需重点评估施工对水流连续性、泥沙输移规律及水生生物栖息地的影响，通过调整堤线走向或优化建筑物位置，避免阻断鱼类洄游通道或破坏产卵场^[2]。施工方案的生态化优化方向应聚焦功能兼容与扰动最小化，通过多方案比选确定生态成本最低的实施路径。这包括采用分散式布局替代集中式布局以减少地表硬化面积，运用生态型结构替代传统刚性结构以降低对地貌的改变强度，以及通过施工时序安排避开生物繁殖期或迁徙期等关键生态节点。规划阶段还需建立生态影响预判机制，利用水文模型与生态模型模拟施工可能引发的连锁反应，为方案调整提供科学依据。

2.2 施工过程中的生态保护融合

施工过程是生态保护理念落地的实践环节，需通过多维度管控实现扰动可控。施工场地的生态管控需划定

生态保护红线,对敏感区实施封闭管理,限制人员与设备活动范围,同时设置临时生态缓冲带隔离施工区与自然环境。施工工艺的生态化调整需优先选用低影响技术,例如采用非爆破开挖技术减少振动对土壤结构的破坏,运用湿法作业控制粉尘扩散,通过精准爆破参数设计降低飞石对植被的损伤。施工废弃物的生态化处置需遵循资源化原则,对弃土、弃渣进行分类堆放与再利用,将可降解废弃物转化为场地平整材料,对含重金属或化学污染物的废弃物实施专项处理以防止二次污染。施工过程中的生态扰动控制需建立动态监测体系,实时跟踪水质变化、土壤侵蚀强度及生物行为异常等指标,根据监测结果调整施工参数或采取补救措施,例如通过增加沉沙池数量控制泥沙入河量,或通过临时补水维持敏感区水位稳定。

2.3 施工后期收尾阶段的生态融合

施工后期收尾是生态系统功能恢复的重要阶段,需以自然演替为基础实施人工辅助修复。施工区域的生态修复需根据受损程度制定差异化策略,对轻度扰动区通过植被自然更新实现恢复,对重度扰动区则需人工播种本土物种并铺设生态基质以加速群落重建。施工设施拆除后的生态整理需彻底清除硬化地面与建筑垃圾,对残留的桩基或混凝土结构进行破碎处理并覆土复绿,同时修复因施工中断的地表径流路径以恢复水文连通性。收尾阶段还需建立长期监测机制,对植被覆盖率、生物多样性指数及土壤肥力等关键指标进行跟踪评估,根据恢复情况适时调整维护措施,例如通过补植关键物种优化群落结构,或通过施加有机肥提升土壤生态功能,最终实现施工区域与周边自然环境的无缝融合。

3 生态保护理念融入水利工程施工的关键举措

3.1 施工技术的生态化升级

施工技术的生态化升级是降低工程生态影响的核心路径,需从材料选择、工艺改进及设备革新三方面协同推进^[3]。材料选择应优先采用环境友好型替代品,例如以生物基混凝土替代传统水泥基材料,通过添加植物纤维增强材料韧性并减少碳排放;使用可降解土工织物替代塑料薄膜,避免长期残留对土壤结构的破坏。工艺改进需聚焦低扰动技术,例如采用静压植桩技术替代振动沉桩,通过液压驱动降低施工振动对周边生物栖息地的干扰;运用定向钻孔技术铺设管线,减少地表开挖面积与植被破坏范围。设备革新需引入智能化控制技术,例如配备实时监测系统的挖掘机,通过传感器反馈调整作业力度,避免过度开挖导致土壤结构失衡;使用电动化施工机械替代燃油设备,从源头减少噪声与尾气排放对生态环境的污染。技术升级

还需建立动态优化机制,根据施工区域生态特征调整技术参数,例如在湿地区域采用浮式施工平台,避免重型设备碾压破坏底栖生物生存环境。

3.2 施工管理模式的生态化完善

施工管理模式的生态化完善需构建全周期管控体系,将生态保护目标分解至设计、采购、施工及验收各环节。设计阶段应建立生态审查制度,由生态学家参与方案评审,重点评估工程对水文连通性、生物迁徙路径及地貌演变的潜在影响,提出优化建议并纳入施工图纸。采购环节需制定绿色供应链标准,优先选择具有环保认证的材料供应商,对高污染风险物资实施全程追溯管理,确保原材料来源符合生态要求。施工阶段应推行分区作业制度,将施工区域划分为核心区、缓冲区和保护区,对不同区域实施差异化管控措施,例如在保护区设置物理隔离带,禁止非必要人员与设备进入。验收阶段需引入生态绩效评估,将植被恢复率、水土流失控制率及生物多样性指数等指标纳入考核体系,未达标项目不得通过竣工验收。管理模式完善还需强化信息共享,通过建立数字化管理平台整合生态监测数据、施工进度信息及环境监管要求,为决策提供实时依据。

3.3 施工人员的生态保护意识培育

施工人员的生态保护意识培育需构建“认知-技能-行为”三位一体的教育体系。认知层面应开展生态知识普及培训,通过专题讲座、现场教学等方式,帮助施工人员理解水利工程与生态系统的相互作用关系,明确个体行为对环境的影响路径。技能层面需进行生态施工专项训练,教授低扰动作业技巧、废弃物分类处理方法及应急生态修复技术,例如培训挖掘机操作员如何通过调整铲斗角度减少土壤压实度,指导电工正确处理含油废抹布以防止土壤污染。行为层面应建立激励机制,将生态保护表现纳入绩效考核,对主动采取生态友好措施的班组给予奖励,对违规操作导致生态破坏的行为实施处罚^[4]。意识培育还需营造文化氛围,通过张贴生态标语、组织环保主题活动等方式,强化施工人员对生态保护的责任感,推动生态理念从制度约束转化为自觉行动。

4 生态保护理念与水利工程施工融合的优化方向

4.1 施工技术的生态化创新方向

施工技术的生态化创新需突破传统工程思维,聚焦材料、工艺与智能技术的深度融合。材料研发应向环境友好型转型,例如开发低碱度胶凝材料替代传统水泥,减少生产过程中的碳排放与水体污染风险;研制可降解型土工格栅,在完成边坡加固功能后逐步分解为无害物质,避免长期残留影响土壤生态。工艺创新需强化对自

然过程的模拟,例如采用仿生排水技术,借鉴植物根系的水分疏导机制,设计具有毛细作用的排水结构,在降低地下水位的同时减少对土壤结构的破坏;运用地形重塑技术,通过三维激光扫描与实时建模,精准控制开挖回填量,最大限度保留原始地貌特征。智能技术集成应提升生态响应能力,例如为施工机械配备振动传感器,根据地质条件自动调节冲击频率,防止因振动过大引发边坡失稳;在施工区域部署水质监测浮标,实时追踪悬浮物浓度变化,为泥浆处理方案调整提供数据支持。技术创新的实施需建立跨学科协作平台,整合材料科学、生态学与信息技术领域的研究力量,形成从基础研究到工程应用的完整转化路径。

4.2 施工融合模式的完善路径

施工融合模式的完善需构建“预防-控制-修复”的全链条管理体系。预防阶段应推行生态影响前置评估,在工程可行性研究阶段引入生态风险预测模型,量化施工活动对生物多样性、水文连通性及地貌稳定性的潜在影响,为方案优化提供科学依据。控制阶段需实施精细化分区管理,根据生态敏感度划分核心保护区、缓冲适应区与开发利用区,对核心区实施全封闭管理,缓冲区采用柔性隔离措施,开发利用区则通过生态补偿设计平衡工程需求与生态保护。修复阶段应建立动态修复机制,利用原生植被种子库技术,在施工扰动区域播种本地物种,加速生态系统自我恢复;对受损水生生物栖息地,通过人工鱼礁投放与水流场调控,重建适宜的生存环境。模式完善还需建立多部门协同机制,明确水利、环保、林业等部门的职责分工,形成生态保护合力。

4.3 长效融合机制的构建方向

长效融合机制的构建需以制度保障与文化培育为双重支撑。制度层面应完善生态保护责任追溯体系,明确建设、设计、施工及监理单位的生态责任边界,建立施

工期生态损害赔偿制度,将修复成本纳入工程预算;推行生态保护信用评价,将企业生态施工表现纳入招投标评分标准,对连续达标企业给予政策倾斜。监管层面需构建“天地空”一体化监测网络,利用卫星遥感监测大面积生态变化,无人机巡查施工区域环境状况,水下机器人追踪水生生物活动,形成全方位监管体系^[5]。文化培育应将生态保护纳入行业教育体系,在职业院校开设生态水利课程,培养兼具工程技术与生态知识的新型人才;在企业内部推行生态文化认证,将生态理念融入企业价值观,通过开展生态主题竞赛、设立绿色施工示范项目等方式,营造全员参与的生态保护氛围。

结束语

生态保护理念融入水利工程施工是行业发展的必然趋势。从各环节融合路径的探索,到关键举措的实施,再到优化方向的明确,每一步都推动着水利工程施工向生态友好型转变。通过施工技术创新、管理模式完善和长效机制构建,可有效降低工程对生态的影响,实现工程功能与生态功能的有机统一,促进水利工程建设与生态保护的协同共进,为生态环境的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]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.
- [2]殷世鹏.绿色施工理念在水利工程质量验收指标体系中的融合路径[J].工程技术研究,2025,7(13):237-239.
- [3]孙桂芳,孙志超.水利工程中的河道生态护坡施工技术[J].中国新技术新产品,2021(7):122-124.
- [4]董中秀.河道建设中的生态水利工程设计研究[J].模型世界,2025(35):216-218.
- [5]杨洪波,丁亮.水土保持生态修复在水利工程设计中的应用[J].建筑工程技术与设计,2021(4):1115.