基于绿色理念的水利水电施工技术

邵　宇

中国水利水电第七工程局有限公司　四川　成都　610213

摘　要：针对水利水电传统施工模式资源利用效率偏低、污染管控不足、生态修复滞后的共性问题，本文以绿色施工理念为核心导向，结合水利水电工程野外临水的特殊作业场景，梳理传统施工阶段的三类核心生态与资源问题，系统整合节能降耗、清洁环保、生态防护三类核心绿色施工技术，构建覆盖施工前期规划、中期精细化管控、后期生态复原的全流程管控体系，并从物料选用、人员素养、技术设备升级三个层面提出优化提升路径。研究成果可为水利水电工程绿色施工落地提供体系化的实操参考，助力水利基建领域实现工程建设与生态保护的协同推进。

关键词：绿色理念；水利水电；施工技术；生态保护；资源优化

引言：水利水电工程作为重要的民生基础设施，传统粗放式施工模式长期存在资源消耗强度高、污染管控不足、生态扰动明显等问题，与当前基建领域低碳转型、生态优先的发展要求存在明显偏差。本研究立足水利水电工程野外临水作业的场景特征，系统梳理传统施工模式下的资源与生态核心问题，从核心技术、全过程管控、优化提升三个维度构建完整的绿色施工实施体系，为同类工程落实绿色施工理念提供可落地的技术路径与管控参考。

1 水利水电传统施工的生态与资源问题

1.1 资源消耗量大，利用效率偏低

水利水电工程施工工序复杂，土石方作业、混凝土浇筑、机械设备运行等环节需要消耗大量砂石、水泥、水资源、电力及燃油等资源。传统施工模式缺乏精细化资源管控意识，施工配比粗放、物料堆放无序、设备运行冗余等问题突出。混凝土、砂石等建材浪费现象普遍，施工用水重复利用率较低，大型机械设备空转、低效运行造成大量能源损耗，整体资源利用效率难以达到最优状态，形成不必要的资源损耗[1]。

1.2 施工污染类型多，生态扰动明显

水利水电施工现场多位于自然生态区域，施工过程产生的污染会直接影响周边生态环境。土石方开挖、场地平整作业会产生大量扬尘，造成空气污染；施工废水、机械冲洗废水、混凝土拌合废水随意排放，会扰动水域水质，改变局部水文环境；施工废渣、建筑垃圾、生活垃圾随意堆放，会造成土壤污染和水土淤积；同时，施工机械运行产生的噪音、振动，会干扰区域内动植物生存环境，破坏局部生态平衡。

1.3 地貌植被破坏严重，生态修复滞后

水利水电工程施工需要进行场地开挖、边坡修整、河道整治等作业，不可避免会占用土地、破坏原有地表植被与自然地貌。传统施工模式侧重工程施工进度与质量，忽视施工过程中的生态保护，开挖边坡裸露、地表土层破坏后未及时做好防护处理，极易引发水土流失、边坡坍塌等问题。且施工阶段生态修复工作滞后，施工结束后才开展植被恢复，长期裸露的地表进一步加剧了生态损耗，破坏了区域生态系统的完整性。

2 基于绿色理念的水利水电核心施工技术

2.1 节能降耗施工技术

节能降耗施工技术以全施工周期内削减能源与资源无效消耗为核心目标，针对水利水电工程大工程量、长作业周期的场景特征完成施工工艺体系定向优化。（1）在土石方施工作业环节，采用数字化精细化开挖技术，结合工程设计参数与现场地质勘测数据精准划定开挖边界与控制深度，从作业执行层面杜绝超挖、无序开挖等传统施工常见问题，直接减少不必要的土石方开挖与回填工程量，同步降低物料转运环节的资源损耗。（2）在混凝土施工作业环节，通过多维度配合比优化试验，在满足结构设计强度、抗渗抗冻等级等核心指标的前提下合理降低水泥熟料用量，掺加高性能减水剂与工业固废类环保掺和料，在保障混凝土施工质量与结构耐久性的基础上，减少建材消耗与水泥生产环节的间接污染排放。（3）在施工设备配置层面，优先选用一级能效节能型施工机械，通过动态调度优化设备组合运行模式，避免多设备无效叠加作业、长时间空转待机，持续降低施工过程中的燃油与电力消耗，从作业源头落实绿色施工

的节能要求[2]。

2.2 清洁环保施工技术

清洁环保施工技术以施工全流程污染精准管控为核心导向，实现各类施工污染物的源头减量、过程可控与末端无害化处置，适配水利水电工程野外作业、临近水体的特殊施工场景。（1）针对施工扬尘污染，采用散料全封闭堆放、作业面常态化洒水抑尘、场外运输车辆全覆盖密闭等组合技术措施，从产尘、扩散全链条抑制扬尘无组织排放，降低对周边区域大气环境的影响。针对施工生产废水，搭建分级沉淀、过滤的简易处理系统，对混凝土拌合废水、机械设备冲洗废水进行逐级净化，处理达标后的清水可循环用于场地降尘、设备二次冲洗，实现施工废水的资源化闭环利用。（2）针对施工固体废弃物，严格执行分类收集、分路径处置机制，可回收的工程废渣、建材余料统一归集后就地资源化再利用，不可回收生活垃圾集中清运至合规处置点，杜绝固废随意堆放引发的区域生态污染。同时优先选用低噪型施工设备，对高噪音固定作业区域设置装配式隔音防护屏障，有效削减施工噪音的向外扩散强度。

2.3 生态防护与水土保持施工技术

生态防护与水土保持施工技术是绿色水利水电施工技术体系的核心组成部分，核心作用是最大限度削减工程建设对区域原有地貌、植被群落、水土生态系统的扰动破坏。（1）在边坡防护施工作业中，摒弃传统全硬质衬砌的单一防护模式，采用适配不同地质条件的生态边坡防护技术，将乡土植被种植、生态格网固土、植草砖护坡等柔性防护工艺组合应用，在满足边坡结构抗滑稳定、防冲刷安全要求的前提下，快速恢复边坡地表植被覆盖，有效抵御强降雨引发的坡面水土流失。（2）在河道整治施工作业中，采用近自然生态河道整治技术，最大限度保留原有河道的自然岸线形态，避免过度裁弯取直、全断面硬化河道等破坏性行为，维持河道原有流态与浅滩深潭结构，保护本土水生生物的自然栖息环境。工程施工全周期同步跟进水土保持作业，对开挖形成的裸露作业面及时铺设固土防护网、播撒本土草种恢复植被，动态防控施工期新增水土流失，实现主体工程建设与生态防护措施同步推进。

3 绿色理念下水利水电施工过程管控要点

3.1 施工前期绿色规划管控

施工前期系统性绿色规划是绿色施工理念落地的前置核心基础，需结合水利水电项目现场特有的地貌、水文、生态本底特征，编制适配性强的专项绿色施工实施方案。工程正式开工前，联合生态、地质、施工多专业技术人员完成全现场全域生态环境勘察，系统梳理区域内地表植被分布、水文敏感点、动植物栖息区域等核心生态要素，精准划定施工作业红线边界，在满足工程建设基本需求的前提下最大限度避让原生植被集中区与法定生态敏感区域。同步开展施工总平面布局绿色优化，科学统筹物料封闭式堆放区、低噪设备集中作业区、环保型施工生活区的空间排布，最大限度压缩临时用地占用规模，减少对原生地表土层的扰动破坏。提前编制资源循环利用、施工污染分级治理、全过程水土保持三类专项子方案，明确各施工工序的绿色执行标准、资源消耗管控阈值与生态防护硬性要求，为后续施工全周期的绿色管控工作提供明确的执行依据[3]。

3.2 施工中期精细化绿色管控

施工中期是水利水电工程资源集中消耗、污染集中产生、生态扰动强度最高的核心阶段，需针对全施工工序落实穿透式精细化绿色管控。在物料全流程管理层面，严格规范建材进场验收、分区储存、定额领用的全链条流程，推行按需领料、精准下料的管控机制，从作业执行端减少建材无效损耗与浪费。在现场作业管控层面，明确各岗位人员与施工设备的绿色作业准则，严格杜绝超范围违规开挖、施工污水无序排放、原生植被随意破坏等违规行为。在环境动态管控层面，布设现场扬尘、临近水域水质、施工噪音的实时监测点位，根据不同施工工序的工况变化动态调整环保管控措施。同步跟进动态水土保持作业，随施工进度同步完成边坡临时防护、裸土全覆盖、周边原生植被隔离保护等工作，实时削减施工活动带来的生态负面影响。

3.3 施工后期生态整理管控

工程主体施工完成后，需及时开展施工现场绿色整理与生态修复工作。全面清理施工现场残留的建筑垃圾、施工废渣、废弃设备，平整施工场地，恢复场地原有地形地貌。针对施工占用的临时用地、裸露地表，开展系统性植被恢复作业，选用适配本地气候、土壤环境的绿植品种，提升植被成活率，修复区域生态景观。同时拆除施工现场临时污染处理设施、临时施工设备，清理施工痕迹，优化场地水土环境，实现施工现场生态复原。

4 绿色水利水电施工的优化提升措施

4.1 优化绿色施工物料选用

施工物料的环保属性与资源利用效率直接决定水利水电工程整体施工的绿色化水平，需从准入端全面优化绿色施工物料的选用管控标准。（1）优先筛选节能环

保、可循环利用、环境低影响的新型施工建材，替代传统高资源消耗、高污染排放的常规建材。在符合工程结构安全指标的前提下，优先选用再生机制砂石、再生骨料混凝土等资源化循环建材，提升工程周边建筑固废与施工废渣的就地消纳利用率；同步选用无毒无害、低挥发性的环保型外加剂、防腐防渗防护材料，从材料本身属性层面削减施工过程中的化学类污染排放。（2）建立全链条物料质量管控机制，结合施工现场总平面布置与物料需求节奏，科学规划物料场内场外运输路径与分区储存方案，减少物料转运、堆放环节的不必要损耗与二次污染，从施工物料准入与运维的全源头维度，系统性提升水利水电工程施工的绿色化程度[4]。

4.2 提升施工人员绿色施工素养

现场作业人员的施工行为是绿色施工理念落地执行的核心载体，人员的专业认知与操作素养直接决定各项绿色施工技术与管控措施的实际落地成效。（1）需建立常态化分层分类绿色施工专项培训机制，针对不同岗位作业人员定向讲解绿色施工工艺操作要点、环保作业管控规范、资源节约实操技巧、水土生态防护核心要求等内容，确保所有一线作业人员、现场管理人员充分掌握对应岗位的绿色施工操作标准，消除认知层面的执行偏差。（2）强化施工现场全流程作业引导，针对各工序明确细化绿色施工执行流程，从作业面管控层面杜绝粗放式作业、建材资源无效浪费、施工污染物随意无序排放等违规行为。通过持续的宣贯与现场约束，逐步构建全员参与的绿色施工共识，让节能降耗、生态保护、清洁施工的要求自然融入每一道施工工序，依托全岗位人员绿色施工素养的系统性提升，为水利水电工程绿色施工整体质量提供稳定的人的要素支撑。

4.3 推进施工技术与设备升级

依托施工装备迭代与技术体系升级，可持续释放水利水电工程绿色施工的效能空间，从硬件与工艺双重维度夯实绿色施工的落地基础。（1）积极引入轻量化、高能效、智能化的新型施工装备，全面替代传统高能耗、高排放、低作业效率的老旧设备，通过设备能效等级的系统性提升，直接降低施工作业过程中的燃油与电力消耗，同时减少重型设备作业对周边地表生态的不必要扰动。（2）针对不同水利水电项目的差异化工况特征，持续对现有成熟绿色施工工艺进行定向优化改良，结合具体施工场景对节能降耗、污染治理、生态防护类技术参数进行动态调整，大幅提升技术方案与项目实际需求的适配性，保障各项绿色工艺的实际落地效果。（3）同步推动多类绿色施工技术的集成化协同应用，将土石方精细化开挖、施工废水分级处理、边坡生态防护等分散技术进行体系化融合搭配，形成覆盖施工全流程的系统化绿色施工技术体系，从整体层面全面提升水利水电工程的绿色建设水平[5]。

结束语

绿色施工是水利水电工程领域落实生态优先发展理念的核心路径，也是推动传统基建模式向低碳化、生态化转型的必然选择。本文从问题识别、技术体系构建、全过程管控、优化提升四个层面完成了绿色水利水电施工的完整框架搭建，覆盖了从源头技术应用到过程执行落地的全链条环节。未来随着数字化管控技术与绿色施工装备的持续迭代，水利水电绿色施工体系将进一步向精准化、集成化方向升级，在保障工程建设质量与安全的前提下，最大限度削减工程建设对区域生态系统的扰动，实现水利工程建设效益与生态环境保护效益的协同统一。

参考文献

[1] 王斐. 绿色理念下水利水电施工技术和管理措施分析 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2026,(4):009-012.

[2] 邓照宇. 基于 BIM 技术的水利水电工程绿色施工方法研究 [J]. 中国高新科技,2026,(2):41-42+47.

[3] 杨俊元. 绿色施工理念在水利水电工程中的实践研究 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(7):083-086.

[4] 王泉. 绿色低碳理念融入水利水电施工全过程的路径探索 [J]. 中国科技期刊数据库工业 B,2026,(6):005-008.

[5] 傅添乐. 绿色施工理念在水利水电工程中的应用实践 [J]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(7):034-036.