

基于绿色理念的水利水电施工技术

杨 健

中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘 要：水利水电工程建设与自然生态系统关系密切，传统施工模式存在资源消耗高、生态干扰大、污染管控弱等突出问题。本文围绕绿色理念与水利水电施工的融合路径展开论述，剖析传统施工在资源利用、生态保护、技术应用及现场管控层面的短板，系统阐述节能型土石方施工、节水型混凝土施工、生态型边坡防护、低污染扬尘控制及施工废弃物资源化处理等核心绿色施工技术，并从全过程管控、资源优化配置、生态保护举措及技术落地优化等维度提出实施保障体系，为推动水利水电工程向低碳化、生态化方向转型提供技术参考。

关键词：绿色施工理念；水利水电工程；节能降耗；生态保护；资源循环利用

引言：水利水电工程依托流域水域与山地地貌开展建设，施工活动与区域自然生态系统深度交织，推行绿色施工具备天然适配基础。长期以来，行业普遍采用粗放式施工组织模式，资源统筹规划不足、生态扰动强度大、全过程污染防控体系不完善，已难以适配新时代水利工程可持续建设要求。

绿色施工以工程建设与流域生态协调共生为核心导向，通过优化施工布局、革新施工工艺、完善现场环保管控机制，平衡工程建设质量、施工效率与生态保护需求，推动水利水电施工由传统粗放模式向精细化、低碳化转型。

1 绿色理念与水利水电施工基础

1.1 绿色施工理念内涵

绿色施工理念是新时期工程建设领域衍生的新型发展思想，贯穿水利水电工程施工的全流程环节。理念聚焦工程建设与自然生态的协调共存，转变传统施工模式偏重建设进度与施工质量的单一发展思维^[1]。施工开展过程中，该理念引导施工体系合理调配各类建设资源，控制资源消耗强度，弱化施工活动对周边自然环境的干扰与破坏。理念涵盖资源节约、生态保护、污染管控、环境适配等多重建设维度，对施工过程中的资源利用方式、施工操作模式、环境干预程度做出科学规范。

1.2 水利水电施工行业绿色发展特征

水利水电工程施工场地多依托自然水域与山地地貌开展，施工活动涉及的生态环境范围更广，绿色发展呈现出区别于其他工程行业的独有特征。施工过程会对水域水文环境、区域植被体系、地形地貌结构产生直接影响，行业绿色发展重点围绕水域生态维护与陆地生态

保护双向推进。工程施工周期跨度较长，资源投入总量大，绿色发展模式注重全过程的资源管控与环境治理，贯穿施工筹备、现场作业、场地复原多个阶段。行业建设与自然生态关联度极高，绿色发展强调施工行为的生态适配性，根据不同区域的生态禀赋调整施工方案。相较于建筑、市政等工程，水利施工生态影响更具长期性、全域性，因此绿色发展需兼顾阶段性管控与长效生态养护。

1.3 绿色理念融入水利水电施工的适配属性

水利水电工程具备公益属性与生态属性，建设初衷本身包含水资源调控、水生态治理、水土保持等生态建设内容，与绿色施工理念形成天然适配关系。各类水利水电工程施工活动依托水文资源开展，作业场景与自然生态系统深度交融，为绿色施工技术与管理模式的落地提供适配场景。现代化水利水电建设不再局限于水利调控与发电供水的基础功能，逐步延伸至生态修复、环境优化、资源养护等多元功能领域，建设发展需求与绿色理念的核心内涵高度契合。二者的深度融合，能够最大化发挥水利工程的生态赋能作用，实现工程建设与流域生态治理的有机统一、双向赋能。

2 水利水电传统施工存在的突出问题

2.1 施工资源利用粗放，利用效率偏低

传统施工资源调配缺乏精细化测算，建材、用水、电力等资源投放量与实际施工需求匹配度不足。砂石、钢材、混凝土等主材采购与取用管控缺失，物料损耗率偏高，剩余建材无序堆放加剧资源浪费；施工用水未设置循环回收设施，生产废水未经净化直接外排，水资源无序消耗问题突出；施工设备能耗管控标准缺失，设备

空转、长时间待机现象普遍,能源损耗量大;施工废弃物回收复用体系不完善,可再生砂石、废弃混凝土多直接废弃,资源循环利用率长期处于较低水平^[2]。

2.2 施工活动扰动生态,多重污染叠加

水利水电施工场地横跨水域、山体、林地多元生态空间,传统施工模式易引发复合型生态破坏。土方开挖、场地平整扰动原有土层结构,破坏地表植被覆盖,削弱区域水土保持能力;施工扬尘扩散恶化局部大气环境;含泥沙、悬浮物的施工废水直排河道,破坏原有水体生态平衡;废渣随意堆放造成土壤板结、土质退化;大型机械持续作业产生噪声,干扰区域动植物栖息繁衍,破坏原生生态系统稳定性。

2.3 传统施工工艺环保配套存在局限性

传统施工工艺以保障进度、结构安全为核心,设计阶段未配套环保优化方案。主流作业方式高扰动、高消耗,源头污染管控能力不足,难以同步治理扬尘、废水、固废等污染物;节能、节水型新工艺应用覆盖面窄,多数工序仍沿用老旧高消耗施工手段;工艺体系缺少同步生态修复配套技术,施工造成的生态损伤无法在作业阶段同步修复,生态损耗持续累积;行业技术迭代速度较慢,老旧工艺长期沿用,难以满足生态化建设新标准。

2.4 现场环保管控机制滞后,管理约束力不足

传统施工现场管理重心集中于安全、质量管控,生态环保管理存在明显短板。现场缺少标准化环保作业细则,环保要求无法落实至各工序;管控方式以人工巡查为主,存在监管盲区,粗放作业行为难以及时纠正;资源节约、污染治理、边坡防护等工作缺少专项管理流程,各工序环保管控衔接脱节;管理人员环保意识薄弱,一线作业人员缺少标准化环保操作培训,粗放施工行为缺乏有效约束。

3 基于绿色理念的水利水电核心施工技术

3.1 节能型土石方施工技术

节能型土石方施工技术依托现场工况调整施工布局与设备调配方式,缓解土石方作业普遍存在的高能耗问题。施工开展期间,结合场地原生地形规划开挖路径与转运路线,缩短物料运输的实际距离,弱化机械设备长时间连续作业带来的能源损耗。精准界定土方开挖范围与作业深度,贴合工程实际需求控制施工体量,避免多余土方扰动造成的重复性施工行为。合理搭配各类施工设备协同作业,优化设备运行节奏,减少设备空转、待机无效耗能情况^[3]。利用场地原有地形优势划分施工

区域,缩减大规模土方改造作业量,从施工源头实现能耗管控。

3.2 节水型混凝土施工技术

节水型混凝土施工技术围绕拌合、浇筑、养护全流程优化用水模式,改善传统施工水资源浪费严重的现状。通过调整混凝土基础配比结构,搭配适配的环保外加剂优化物料和易性,适度减少拌合阶段的清水使用量。摒弃粗放式全域洒水养护方式,采用密闭保湿养护工艺锁住混凝土结构内部水分,依靠自身湿度完成硬化成型过程,有效降低养护环节的用水消耗。施工现场搭建专用水循环收集设施,收集施工过程中产生的洁净余水,经过沉淀、过滤、净化等简单处理后再次投入现场辅助作业,提升水资源循环利用水平。

3.3 生态型边坡防护与支护施工技术

生态型边坡防护与支护施工技术改变传统单一硬质固化的边坡处理思路,兼顾边坡结构稳定与区域生态保护的实际需求。施工过程严控边坡开挖规模与扰动范围,最大程度保留坡面稳定土层与原生植被,降低施工活动对自然地貌和生态基底的破坏程度。选用轻量化、环保型支护材料替代传统高耗能硬质建材,缩减施工资源投入,降低作业过程对周边环境的干扰。结合坡面土质条件和坡度特征搭配柔性支护结构,配合乡土植被种植填补坡面裸露区域,强化坡面水土保持能力,让边坡支护结构兼具稳定性与生态适配性。

3.4 低污染现场施工与扬尘控制技术

低污染现场施工与扬尘控制技术聚焦粉尘生成源头,落实全方位、精细化的现场管控举措。施工场区外围设置封闭围挡,阻隔场内粉尘向外扩散蔓延。露天堆放的各类施工物料采取遮盖防护手段,抵御风力扰动引发的起尘现象。土石方运输全程采用密闭防护措施,避免物料沿途洒落产生二次扬尘问题。对场内通行道路定期开展湿润处理,压制路面浮尘升腾,从物料堆放、场内运输、土方作业等多个场景阻断粉尘扩散路径,持续改善施工现场的空气环境。

3.5 施工废弃物资源化处理技术

施工废弃物资源化处理技术针对施工现场产生的固体废料和施工废水,建立系统化分类处置与再生利用体系。施工产生的废弃混凝土、零散砂石等物料,经过破碎、筛分、净化等工序加工成再生集料,可直接用于场地回填、路基铺设等施工环节。作业过程排出的废水通过多级净化处理,清除水体中混杂的泥沙与悬浮杂质,处理后的水体可用于场地降尘、设备冲洗等辅助作业。

规范各类施工废弃物的处置流程,减少废渣直接外排、填埋的体量,构建低碳循环的绿色施工模式。

4 绿色理念下水利水电施工实施保障体系

4.1 施工全过程绿色管控模式

绿色施工管控模式贯穿水利水电工程全部施工阶段,将生态防护与资源集约的管控标准融入各项施工工序^[4]。工程筹备阶段针对既定施工方案开展绿色化筛查,调整不合理的施工排布方式,剔除资源消耗偏高、生态扰动偏大的作业工序。现场作业阶段依托精细化管理思路,规范设备运行操作、物料取用存放、施工污染处置等具体流程,让环保管控贯穿日常作业细节。施工收尾阶段有序开展场地杂物清理与生态修复作业,规整施工现场整体环境。细化各工序交接环节的环保管理细则,搭建全覆盖、无死角的现场绿色管控体系。通过全周期、全流程的闭环管控,彻底杜绝阶段性环保疏漏,保障绿色施工各项标准落地、常态执行。

4.2 施工资源优化配置方式

水利水电施工需结合工程建设进度与现场工况,对各类施工资源进行科学统筹调配。依据阶段性施工进度规划物料采购与投放体量,精准匹配现场施工需求,减少物料长期堆放引发的变质损耗与场地占用问题。合理规划各类施工机械设备的作业区域与作业时长,平衡设备运行负荷,减少空载运转、重复作业带来的能源消耗。结合不同工序的作业难度与作业需求分配人力,优化岗位人员配置结构,提升现场作业整体效率。对施工用水、施工用电实行定额管控模式,明确各作业区域资源使用标准,持续优化资源消耗结构,提升各类建设资源的利用效率。科学的资源配置模式可有效降低无效资源消耗,压缩工程建设能耗成本,实现提质增效与节能降耗双向赋能。

4.3 施工现场生态保护举措

施工现场生态保护工作针对水土资源、地表植被、水域环境、大气环境等核心生态要素落实专项防护措施。土方开挖与场地平整作业中,通过表层遮盖、坡面加固等方式稳固土层结构,抑制水土流失问题滋生。重点保护施工区域内的原生植被资源,严控作业扰动范围,最大程度保留区域自然生态基底。严格规范施工废水、固体废渣的处置流程,杜绝污染物随意排放和堆积造成的水土环境破坏。常态化落实现场扬尘治理与作业噪音管控措施,削弱施工活动对区域大气环境及生物栖息环境的干扰。结合施工推进带来的场地环境变化,动

态调整防护方式,适配各阶段生态保护工作需求。全方位、动态化的生态防护举措,可最大限度降低施工生态扰动,守护流域原生生态结构与生态功能。

4.4 绿色施工技术落地优化路径

结合水利水电工程场地地貌、水文条件与施工特点,筛选适配现场工况的绿色施工工艺,微调技术应用细节适配现场作业条件。针对一线作业人员开展专项实操培训,夯实绿色施工技术实操能力,保障节能、环保、资源化施工工艺有效落地。逐项排查各类绿色工艺在现场应用中的适配短板,结合施工实际优化工序流程与技术应用方式^[5]。主动吸纳行业前沿的绿色施工技术成果,迭代更新现有施工技术体系,逐步替代传统高能耗、高污染的老旧施工模式,持续提升水利水电工程绿色施工的实操水平。通过技术优化、人员赋能、体系迭代,破解绿色技术落地适配难题,持续提升工程绿色施工专业化、规范化水平。

结束语

绿色施工理念为水利水电工程高质量、可持续建设提供全新发展路径。通过节能土石方、节水混凝土、生态边坡支护、扬尘综合治理、废弃物资源化等绿色技术系统应用,可有效降低工程建设对流域生态的扰动,显著提升水资源、建材循环利用水平。配合全过程绿色管控、资源科学配置、现场生态防护、工艺配套优化构成的完整保障体系,能够实现工程建设质量与流域生态保护协同发展。

在“双碳”战略背景下,随着低碳施工装备、新型生态建材持续研发推广,水利水电行业将逐步摆脱高能耗、高扰动的传统建设模式,在保障防洪、供水、发电核心功能的基础上,持续推进流域生态长效养护,助力水资源可持续开发利用。

参考文献

- [1] 赵大永. 面向绿色理念的水利水电施工技术 [J]. 建筑与装饰,2023(03):193-195.
- [2] 甄金龙. 基于绿色理念的水利水电施工技术 [J]. 汽车博览,2024(14):112-114.
- [3] 朱向东. 绿色理念的水利水电施工技术和管理措施 [J]. 车时代,2025(07):121-123.
- [4] 崔怀亮. 基于绿色理念的水利水电施工技术探究 [J]. 现代装饰,2024,580(11):163-165.
- [5] 沈彬. 基于绿色理念的水利水电施工技术研究 [J]. 模型世界,2024(11):120-122.