

基于绿色理念的水利水电施工技术

胡学娇

江苏江淮水利集团有限公司 江苏 宿迁 223600

摘 要:传统水利水电施工模式易引发水土流失、水体污染、资源浪费等生态问题,难以适配当下生态水利发展要求。本文以绿色施工理念为核心,结合水利水电工程施工特点,梳理绿色施工的相关理论与基本原则,分析现阶段施工造成的生态扰动及绿色技术落地存在的问题。从土石方施工、混凝土施工、基础防渗加固、污染治理等方面阐述核心绿色施工技术,同时配套资源循环、生态修复、智能管控等优化措施,为水利水电工程绿色化、生态化施工开展提供实操参考。

关键词:水利水电工程;绿色理念;施工技术;生态保护;绿色管控

引言:水利水电工程是水资源开发利用、防洪减灾的重要基础设施,工程建设规模大、施工周期长,对区域生态环境影响显著。过往工程建设多侧重施工质量与进度,忽视生态环境保护,导致区域水土结构、河道生态遭到破坏。为有效降低施工生态扰动、节约工程资源,本文结合实际施工场景,探究绿色理念下的水利水电施工技术与配套措施,助力工程建设与生态保护协同发展。

1 绿色水利水电施工相关理论与核心原则

1.1 绿色施工理念的核心内涵

水利水电工程绿色施工,区别于单纯的末端环保治理,是贯穿工程全周期的生态化施工模式。其核心是在满足工程质量、安全和工期标准的前提下,最大限度降低施工活动对水域、土壤、植被及周边生态系统的破坏,兼顾工程建设效益与生态环境效益。该理念摒弃了传统工程重建设、轻保护的发展思维,以资源节约、生态保护、污染防控为核心,统筹施工前期规划、中期作业、后期修复全流程,实现水利工程建设与自然生态的协调发展,契合水利行业可持续发展的核心需求。

1.2 水利水电绿色施工的基本原则

水利水电绿色施工需遵循三大核心原则。一是生态优先原则,所有施工方案优先考量生态影响,规避河道破坏、水土流失、水体污染等生态问题。二是资源高效利用原则,针对水利工程耗材量大、用水量大、土方作业多的特点,节约建材、水资源、土地等资源,提升资源利用率。三是因地制宜原则,结合工程所在地水文条件、生态环境、气候特征制定施工方案,贴合区域生态特点开展施工与生态保护工作,避免标准化施工带来的生态适配性问题。

1.3 绿色施工与传统施工的差异化对比

传统水利水电施工以工程建设目标为核心,侧重施工效率与工程质量,对生态保护关注度较低,施工过程易产生扬尘噪音、水体污染、植被破坏、土方浪费等问题,后期生态修复成本较高。而绿色施工将生态保护贯穿施工全过程,从源头控制污染与资源损耗,通过优化施工工艺、管控施工流程、循环利用施工资源,减少对生态环境的扰动。二者本质差异在于发展理念,传统施工侧重单一工程效益,绿色施工实现工程、经济、生态三重效益的统一,更适配当下生态水利的发展要求^[1]。

2 水利水电施工生态环境影响及现存问题

水利水电工程施工规模大、作业周期长、场地覆盖范围广,施工过程会对区域自然生态、水土环境造成直接扰动,同时传统施工模式存在诸多环保短板,绿色施工落地也存在诸多现实问题,具体如下:(1)生态环境直接扰动问题。工程土方开挖、河道整治、场地平整等作业,会直接破坏地表原有植被覆盖,造成区域土壤裸露,极易引发水土流失。河道施工会改变原有水文流向与水体环境,施工泥沙、悬浮颗粒物进入水体,会造成水质浑浊,影响水生生物生存环境。同时,施工占地会占用动植物栖息地,造成区域生物多样性下降,打破原有生态平衡。(2)传统施工技术环保短板。传统水利施工侧重工程进度与结构安全,工艺设计未兼顾生态保护。混凝土浇筑、机械作业、渣土堆放等工序缺乏环保管控措施,易产生施工废水、机械油污、施工扬尘及建筑垃圾,且多数施工现场未配套完善的污染物处理设施,污染物随意排放现象普遍。(3)绿色施工落地应用痛点。目前多数施工单位绿色施工标准执行不到位,绿

色施工技术应用流于形式。同时,绿色施工成本偏高、专业技术人员匮乏,部分生态保护施工工艺操作复杂,适配中小型水利工程的低成本绿色技术较少,导致绿色施工难以全面落地普及^[2]。

3 基于绿色理念的水利水电核心施工技术

3.1 绿色土石方施工与边坡防护技术

土石方开挖、填筑与边坡治理是水利水电工程前期核心施工内容,传统粗放式作业易造成大面积土体裸露、土方堆积无序、边坡稳定性差等问题。绿色土石方施工技术以减量施工、原位利用、生态防护为核心,优化施工工艺与作业模式,适配河道治理、大坝基建、渠道开挖等各类水利工程场景。(1)精细化土石方开挖技术。施工前结合工程地形、地质条件精准测算开挖范围与开挖深度,摒弃大范围盲目开挖模式,采用分层分段、自上而下的开挖方式。针对软土、风化岩等特殊地质,控制单次开挖厚度,减少土体扰动范围。同时同步规划土方调配方案,将开挖产生的合格土石方直接用于场地填筑、路基回填,实现土方就地周转利用,大幅减少外运土方量和弃土堆积占地。(2)生态化边坡防护施工技术。摒弃传统单纯混凝土硬化、浆砌石封闭式防护工艺,采用复合型生态边坡防护技术。对于土质边坡,采用植草护坡、三维土工网护坡、生态袋护坡等工艺,依托土工材料固定土体,搭配本土植被实现边坡固土;对于岩质边坡,采用锚杆框架梁结合喷播植草技术,在保障边坡结构稳定的前提下,预留植被生长空间。临近河道的边坡优先采用格宾石笼、生态砌块护坡,兼顾抗冲刷性能与河道生态连通性。

3.2 节水节能型混凝土施工技术

混凝土是水利水电工程用量最大的建材,传统混凝土施工存在拌合用水量大、材料损耗高、养护水资源浪费、能耗超标等问题。节水节能型混凝土施工技术从配比优化、施工工艺、养护方式多维度优化,适配坝体、闸室、渠道、基础承台等混凝土结构施工。(1)绿色混凝土配比优化技术。依托现场原材料检测数据,优化混凝土配合比,通过掺入粉煤灰、矿渣微粉等工业废渣掺合料,替代部分水泥原料,降低水泥用量与生产能耗。根据工程结构强度、抗渗、抗冻等技术要求,精准控制砂石骨料级配与含水率,减少混凝土拌合损耗,避免材料浪费。同时采用高效减水剂,在保障混凝土工作性能的前提下,大幅降低拌合用水量。(2)节能浇筑与节水养护技术。采用泵送混凝土连续浇筑工艺,减少设备启停能耗与混凝土间断损耗,针对大体积混凝土采用分层薄层浇筑,规避温控裂缝问题,减少后期返工修补耗

材。养护阶段摒弃传统大水漫灌养护模式,采用覆盖土工布、保湿膜、蓄水养护等节水工艺,高温天气搭配喷雾保湿设备,在保证混凝土养护质量的同时,缩减养护用水消耗,杜绝水资源无效流失。

3.3 生态友好型基础防渗与加固技术

水利工程基础防渗、地基加固是保障工程防渗、抗滑、稳定的关键工序,传统防渗加固工艺多采用重型机械碾压、大面积注浆、刚性封堵等方式,易破坏基底土层结构、污染地下水。生态友好型施工技术以低扰动、无污染、轻量化施工为核心,适配水库、堤坝、河道、泵站等基础工程施工。(1)低扰动防渗施工技术。替换传统深层开挖防渗工艺,优先采用土工膜防渗、膨润土防水毯防渗等轻型防渗技术。土工膜施工采用整幅铺设、热熔焊接工艺,减少拼接缝隙,施工过程无需大规模开挖土体,对基底水文与土壤结构扰动极小。膨润土防水毯依托天然矿物材料防渗,无化学污染,适配河道、人工湖等临水基础防渗场景,施工后可与周边土体自然融合。(2)绿色地基加固技术。针对软弱地基处理,摒弃高污染、高扰动的化学注浆工艺,优先采用粉体搅拌桩、静压桩、真空预压等低噪音、低振动加固技术。静压桩施工无冲击振动,不会破坏周边土体与地下水环境;粉体搅拌桩采用干性粉体固化材料,避免浆液外流造成的土壤与水体污染,施工废渣产量极低,可有效维持地基周边生态原状。

3.4 绿色降噪、降尘与废弃物处理技术

水利水电施工现场机械密集、土方作业频繁、施工废弃物产量大,易产生扬尘、噪音、固废污染等问题。绿色环保管控施工技术聚焦施工现场污染源头治理,实现施工过程低污染、零乱排,满足现场绿色施工管控标准。(1)施工现场降尘施工技术。土方作业、物料堆放、运输环节落实全流程降尘措施。裸露土体、砂石料堆采用防尘网全覆盖封闭,施工现场主干道、作业区布设自动喷淋降尘系统。车辆出入口设置洗车平台与沉淀池,所有运输车辆密闭覆盖、冲洗干净后方可离场,杜绝带泥上路、物料遗撒。干燥大风天气增加喷淋频次,常态化控制施工现场扬尘浓度。(2)施工降噪管控技术。优先选用低噪音、节能型施工机械设备,对挖掘机、破碎机、空压机等高噪音设备加装隔音罩、减震垫。合理规划施工工序,规避夜间高噪音作业,临近居民区、村落的施工区域设置隔音围挡,阻隔施工噪音传播。定期对机械设备进行检修保养,减少设备故障产生的异常噪音,稳定施工现场噪音排放指标。(3)施工废弃物资源化处理技术。对施工现场产生的建筑垃圾、废

弃土方、废旧建材实行分类收集、分区堆放。废弃混凝土、碎石经破碎筛分处理后,可作为路基基层、回填骨料二次利用;施工废水、雨水经沉淀池过滤净化后,用于场地降尘、设备清洗、土方养护,实现水资源循环利用。严格管控施工生活垃圾与工业废料,统一收集外运合规处置,杜绝现场随意丢弃、填埋污染^[3]。

4 水利水电绿色施工配套优化技术与措施

4.1 施工资源循环利用与节约技术

水利水电工程施工资源消耗量大、集中性强,落实资源节约与循环利用技术,是降低施工能耗、践行绿色施工的重要举措。在水资源利用方面,施工现场可设置分级沉淀池与集水池,统一收集基坑排水、施工废水及场地雨水。经过沉淀、过滤净化后的水体,可循环用于场地降尘、设备清洗、土方养护等施工环节,针对混凝土、灌浆作业产生的污染废水单独处理,严禁污水直排,实现水资源闭环利用。在建材与土方利用方面,对现场废弃混凝土、砂石、废旧砌块等固废分类回收,经破碎筛分加工为再生骨料,应用于临时道路铺设、基坑回填等工程。同时科学调配开挖土方,优质土体就地用于回填及绿化覆土,减少土方外运与外购,有效节约土地资源,降低工程耗材损耗。

4.2 施工现场生态修复与水土保持技术

水利施工易扰动地表土体、破坏植被与河道生态,通过水土保持与生态修复技术,可有效治理水土流失,修复施工造成的生态损伤。施工期间实行分区水土保持,针对开挖区、填筑区、堆土区制定差异化防护方案,对裸露土体及时覆盖封闭,场区周边布设截排水、沉沙设施,拦截地表径流,防止雨水冲刷造成土体流失。河道施工严格限定作业范围,减少滩涂占用,规避河道泥沙淤积问题。工程完工后,及时拆除临时硬化设施、清理建筑垃圾,对临时占地开展土地复垦。植被恢复优先选用本地草本、灌木物种,适配区域水土气候条件,河道岸坡搭配生态护坡种植水生、湿生植被,重构

河道生态体系,恢复区域生态原貌。

4.3 智能化绿色施工管控辅助技术

智能化数字化管控可改变传统粗放式施工管理模式,精准管控施工污染与资源消耗,提升绿色施工落实效果。施工现场布设扬尘、噪音、水质智能监测设备,全天候实时采集环境数据,异常数据自动预警,便于管理人员及时调整施工方案。搭配智能水电计量设备,精准统计能耗、水耗数据,定位资源浪费点位,实现精细化节能管控。同时依托 BIM 技术提前模拟施工布局、工序流程与资源调配,优化场地规划,减少无效施工与资源浪费。结合现场监控与移动管理终端,对施工工序、环保措施落实情况进行动态监管,杜绝违规排污、无序施工等问题,保障绿色施工技术规范落地^[4]。

结束语: 本文系统梳理了绿色理念下水利水电工程的核心施工技术与配套优化措施,针对性解决了传统施工生态破坏、资源损耗、环保管控不足等问题。通过生态化施工工艺、资源循环利用及智能化管控手段,可有效降低施工对水土、植被及河道生态的负面影响。现阶段绿色施工仍存在落地难、成本高等问题,后续需持续优化低成本绿色施工技术,完善现场管控体系,推动水利水电工程绿色施工常态化、标准化发展。

参考文献

- [1] 杨乐意. 基于绿色理念的水利水电施工技术的思考[J]. 消费导刊, 2025, (16): 0008-0010.
- [2] 袁章永. 基于绿色理念的水利水电施工技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2025, (10): 026-029.
- [3] 胡耀谱, 刘玲. 基于绿色理念的水利水电施工技术和管理措施[J]. 灌溉排水学报, 2023, 42(4): I0002-I0002.
- [4] 冯杨, 梁增乾, 张婉如. 基于绿色理念的水利水电施工技术的探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023, (10): 41-44.