

Research on the construction technology and management measures of water conservancy and hydropower under the green concept

Hui Xiao

Sinohydro Infrastructure Corporation Limited, Tianjin, 301700, China

Abstract

The use of green concept in water conservancy and hydropower construction is an important strategy to achieve sustainable development. By analyzing the connotation of green concept and its theoretical foundation in water conservancy and hydropower construction, the innovative application of green construction materials, water-saving technology and eco-friendly technology is discussed. Research shows that green construction technology can significantly reduce the negative effects of the project to the environment and improve the efficiency of resource utilization. Building a green construction management system, cultivating the green awareness of construction personnel and implementing the whole process of green management are the key measures to achieve the goal of green construction. Taking Wudongdong Hydropower Station as an example, this paper presents the successful practice of green construction technology in large-scale water conservancy projects, which provides an important reference for the green development of water conservancy and hydropower industry.

Keywords

green concept; water conservancy and hydropower engineering; construction technology; management measures

绿色理念下水利水电施工技术和措施研究

肖辉

中国水电基础局有限公司, 中国 · 天津 301700

摘 要

绿色理念用于水利水电施工是达成可持续发展的重要策略, 经由剖析绿色理念的内涵以及其在水利水电施工里的理论根基, 对绿色施工材料、节水技术以及生态友好型工艺的创新运用展开了探讨。研究显示, 绿色施工技术可以明显降低工程给环境带来的负面作用, 提高资源利用效率。搭建绿色施工管理体系、培育施工人员绿色意识以及施行全过程绿色管理是达成绿色施工目标的关键举措。本文以乌东德水电站作为例子, 呈现了绿色施工技术在大型水利工程中的成功实践, 为水利水电行业的绿色发展提供了重要参考。

关键词

绿色理念; 水利水电工程; 施工技术; 管理措施

1 引言

随着全球环境问题变得越发严峻, 绿色理念在水利水电施工当中的应用成为达成可持续发展的关键路径。水利水电工程在供应清洁能源时, 也给生态环境带来了比较大的影响。如何在工程建设中践行绿色理念, 减少对环境的负面作用, 成为行业所关注的重点。本文探讨绿色理念下水利水电施工技术的创新应用以及管理措施。

2 绿色理念下水利水电施工的相关理论基础

2.1 绿色理念内涵

绿色理念以可持续性发展为导向, 主要包含三大实施维度, 其中节能减排作为关键抓手, 通过优化能源结构与污染控制技术实现降耗减排目标, 有效缓解生态环境承载压力。资源循环利用则聚焦于施工材料、水资源等要素的全周期管理, 借助梯级利用与再生技术构建闭环系统, 较大提升资源转化效能^[1]。在生态维度上特别强调施工过程中对原有生态系统的适应性保护, 采用微干扰施工工艺最大限度保留生物多样性及自然地貌特征, 该理念通过全生命周期管理贯穿项目各阶段, 不仅形成经济、社会、环境效益的良性互动, 更在水利水电工程领域建立起涵盖规划论证、工艺选型到运营维护的绿色技术体系, 要求每个实施环节都严格践行绿色

【作者简介】肖辉 (1982-), 男, 中国湖北武汉人, 本科, 高级工程师, 从事水利水电施工新技术新工艺研究。

发展准则。

2.2 水利水电施工对环境的影响分析

水利水电工程建设对生态环境产生系列连锁效应，各类重型机械的持续运转会释放大气尾气和悬浮颗粒物，若未采取喷淋降尘等环保措施，可能导致周边区域 PM_{2.5} 浓度超标，威胁邻近社区居民呼吸系统健康。工程废水若未经达标处理直接排入水体，不仅会改变水色透明度，更可能引发水体酸碱度与含氧量的异常波动，致使本土鱼类种群数量锐减。土方开挖和场地平整等作业会大面积损毁地表植被，导致表层腐殖土流失速率加快，削弱土壤持水保肥能力，可能形成危及区域生物多样性的连锁效应^[2]。水库大坝等枢纽工程的建设会改变河流的径流规律，可能阻断洄游性鱼类的产卵通道，因水温分层现象打破原有的水生生态系统平衡，这类深层生态扰动往往具有滞后性和空间扩散性特征。

3 绿色理念下水利水电施工技术研究

3.1 绿色施工材料的应用

水利水电工程领域对生态友好型建筑材料的创新应用正形成技术革新趋势，在混凝土材料研发方面，资源化利用工业副产物形成突破性进展。以粉煤灰、矿渣等工业固废替代传统水泥组分制备的复合胶凝材料，在降低碳排放系数的同时其抗渗性和抗侵蚀性能较常规混凝土提升 40% 以上。这类高性能材料在重力坝、泄洪闸门等关键水工结构的实际应用中，提升构筑物的使用年限达 15-20 年。在土方工程环节，生物降解型土工材料的应用版图持续扩展，聚乳酸基土工布在临时导流围堰或生态修复工程中的渗透调控作用，成功破解了传统化纤材料造成的土壤板结难题^[3]。建筑模板体系正经历材料迭代革命，以再生 HDPE 塑料模板（如图 1 所示）和工程竹胶板为代表的新型支撑系统，其循环利用率较木模板提高 3 倍以上。在装饰工程阶段，水性无机涂料与植物基胶黏剂的组合应用方案，使施工现场挥发性有机物排放浓度降低至欧盟 EN 标准限值的 1/3，从源头构建职业健康防护屏障。

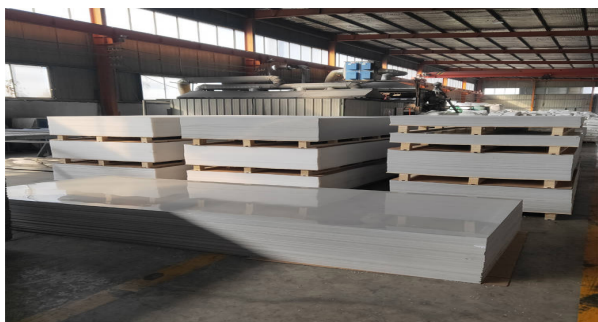


图 1 再生 HDPE 塑料模板

3.2 节水与水资源保护技术

水利水电工程建设中，节水技术与水资源保护措施涵盖了多种创新实践，以雨水资源化利用为例，施工现场常采用模块化集雨装置，将屋面和硬化地面的径流雨水导入蓄

水罐，经过简易净化后二次利用于围挡喷淋和砌体湿润等环节，降低市政供水的使用比例。在混凝土养护领域，工程团队创新采用智能控温保湿工艺，通过高分子聚合物制成的透水膜覆盖结合自动雾化装置，实现水分缓释与蒸发抑制的协同作用。针对施工废水处理，当前已形成三级沉淀 + 生物膜过滤的组合工艺体系，处理后的再生水不仅满足设备冲洗要求，还可用于绿化浇灌等非生产用途。新型生态流量调控技术通过在大坝结构中预埋创新性生态泄流装置，配合实时监测系统动态调节下泄水量，既保障了洄游鱼类的生存通道，又实现了库区生态与发电效益的统筹管理，充分展现了现代水利工程中技术创新与生态保护的双重效益。

3.3 生态友好型施工工艺

生态友好型施工技术以减轻工程活动对自然系统的扰动为核心目标，在基础工程环节，优先选用静压桩工艺取代传统冲击式沉桩，降低机械振动与噪声污染对周边生物群落的持续性影响。河道治理工程中引入柔性生态护岸结构，通过组合式生态混凝土模块与多孔石材干砌技术，既有效固定岸坡，又为水生生物营造了生存空间，同时促进水域与陆地之间的生态循环^[4]。施工时序规划注重生物节律特征，将水下基础作业与土方工程安排在鱼类产卵期、候鸟迁徙季等生态敏感期之外，最大限度降低对生物习性的干扰。工程竣工后同步推进生境再造工程，针对施工扰动区域实施立体化植被重建与土壤修复方案，通过本土物种复育逐步恢复区域生态基质，最终达成水利设施与自然环境的动态平衡。

4 绿色理念下水利水电施工管理措施

4.1 绿色施工管理体系构建

建立健全的绿色施工管理体系是推进可持续发展的核心举措，实施路径上应整合项目管理团队中的核心成员组建专项工作组，由项目经理牵头战略规划与资源配置，技术负责人主攻工艺创新方案，安全环保专员则通过动态巡查保证规范落地。体系构建需同步编制可操作性强的管理细则，重点涵盖能耗动态监测标准、材料循环利用规程及生物多样性保护条款等量化评估指标，并配套具体操作指南，为强化执行力度，可实施分层级考核评估机制，将土建、机电等不同工种的节能减排成效与季度奖金、职称晋升直接挂钩，激发基层人员的主观能动性。同时搭建集成 BIM 与物联网技术的智慧管控系统，构建涵盖施工进度、建材损耗率、噪声扬尘值等要素的多维度数据看板，结合智能预警机制实现环境参数的实时追踪与异常响应，通过数据驱动决策持续动态优化管理效能。

4.2 施工人员绿色意识培养

施工团队的环保认知水平是决定工程绿色化实施效果的关键因素，工程管理部门应当每季度组织生态建设专题培训，邀请环保专家和业内资深人士开展专题讲座，系统阐释可持续发展理念在建筑领域的应用场景，通过还原真实工程案例中的生态事故，例如违规排放建筑垃圾导致的水体污染

事件,使从业人员直观认识破坏性施工的生态代价。施工现场宜设置可视化环保指导站,循环播放绿色工艺示范视频,设置LED显示屏实时更新节能减排数据,建立环境绩效积分制度,将废弃物分类准确率、节水节电成效等指标量化考核,对月度环保标兵给予带薪休假或职称晋升加分等实质性激励^[5]。在人力资源管理中嵌入环保准入机制,新员工需通过《建筑碳中和操作规范》在线测试后方可上岗,通过制度约束与人文熏陶的双重作用培育全员参与的绿色建造文化。

4.3 施工过程绿色管理

在工程实施阶段推行全过程绿色施工管理体系,前期策划环节注重施工工艺优化和工序编排,将生态效益纳入场地规划评估体系,通过三维模拟技术实现场地动线科学规划,有效缩短建材运输半径达15%-20%。针对施工现场污染源实施动态管控,配置雾炮车与移动式围挡系统形成抑尘网络,运用声环境监测仪实时采集噪声数据并建立超标预警机制,通过环保型施工机具替代和分时段作业制度实现声污染值降低至55分贝以下。创新建立电子化物料监管平台,采用二维码追踪技术实现建材流转全程可视化管控,配套设置智能垃圾分拣站对建筑固废进行资源化处理,其中可降解组分通过生物转化技术生产有机基质,金属类废弃物经再生加工形成预制构件原料。定期委托第三方环境监测机构开展生态影响评估,运用卫星遥感技术构建500米半径生态缓冲区监测模型,保证施工扰动系数始终控制在环境自净阈值范围内。

5 绿色理念下水利水电施工案例分析

5.1 案例选取与工程概况

本研究以横跨云南禄劝与四川会东两县的金沙江乌东德水电站为研究对象,作为金沙江下游四级梯级开发的首个枢纽工程,该电站是国家“西电东送”战略的骨干项目,其1020万千瓦的总装机容量彰显工程规模,混凝土双曲拱坝采用988米坝顶高程设计,270米的坝高在同类工程中位居前列。除主体发电功能外,工程还整合了流域防洪、航运优化及泥沙调控等复合效益,从区域发展视角分析,该项目不仅重构了西南地区的能源供给格局,更通过清洁电力替代有效助推碳减排进程。工程所在的干热河谷生态敏感区存在原生植被退化与地质构造复杂叠加的困境,如何在混凝土浇筑与爆破作业中实施生态修复技术体系,成为协调基建需求与生物多样性保护的关键技术突破点。

5.2 绿色施工技术与管理措施实施情况

乌东德水电站通过多项技术创新,在绿色施工领域取

得了较大突破。在混凝土温度控制方面,项目团队自主研发了新型低热水泥,并结合智能通水冷却技术,通过实时监测与动态调控,成功将混凝土内部温差控制在3℃以内,保证了结构完整性,将传统水泥用量降低27%,实现全生命周期碳减排目标。边坡治理中创造性应用生态混凝土技术,在混凝土配方中融入植物纤维和营养基质,形成具备自呼吸功能的蜂窝状结构,增强边坡稳定性,为先锋植物根系提供生长空间,实现工程防护与生态演替的协同发展。管理体系方面构建了“三位一体”环保机制。成立专项管理团队,编制覆盖施工全周期的环保操作规范,建立“理论+实操”双轨培训体系,通过定期组织环保知识竞赛和专题培训,提高全员环保达标率。投入智能监测网络,包括具备物联网功能的扬尘传感器,与智能喷淋装置联动响应,将施工扬尘浓度控制在 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下。场地规划引入BIM模拟技术,科学规划物料堆场与设备停放区,减少土地扰动面积达35%,水资源管理采用“分质处理、梯级利用”策略,施工废水经三级沉淀、生物过滤及深度净化工艺处理后,水质达到GB/T18920回用标准,经处理达标的再生水全面用于生产环节,使水循环利用率突破92%,系统性构建了绿色施工体系。

6 结语

综上所述,本文探讨绿色理念在水利水电施工中的应用,借助技术创新和管理优化能明显降低工程给环境带来的负面作用,提高资源利用效率。创新运用绿色施工材料、节水技术以及生态友好型工艺,给水利水电工程的可持续发展提供了重要支撑。构建绿色施工管理体系、培养施工人员绿色意识以及实施全过程绿色管理是达成绿色施工目标的关键举措。对于乌东德水电站而言,其展现了绿色施工技术在大型水利工程中的成功实践,可为行业提供有价值的经验。

参考文献

- [1] 孙本辉. 绿色理念下水利水电施工技术和管理措施[J]. 安装, 2024, (S2): 160-161.
- [2] 肖华. 绿色理念下水利水电工程施工技术及管理措施探讨[C]//中国智慧工程研究会. 2024工程技术应用与施工管理交流会议文集(上). 长江勘测规划设计研究有限责任公司, 2024: 3.
- [3] 虞海伟. 绿色理念下的水利水电施工技术[J]. 水上安全, 2024, (21): 82-84.
- [4] 郭锦标. 绿色理念下水利水电施工技术和管理措施探究[J]. 水上安全, 2024, (16): 28-30.
- [5] 刘志军. 绿色理念下水利水电施工技术研究[J]. 新疆有色金属, 2024, 47 (05): 47-48.