

基于绿色理念的水利水电施工技术

周斯果 谭学品

中国水利水电第七工程局有限公司 四川 成都 610213

【摘要】：随着生态环境保护日益受到重视，水利水电工程建设面临兼顾效率与可持续性的迫切需求。本研究旨在探讨将绿色理念系统融入施工过程的具体技术路径，以降低工程对周边环境的负面影响，并提升资源利用效率。研究构建了绿色理念指导下的施工技术理论框架，梳理了该领域从早期环保意识到当前系统性绿色技术集成的发展脉络。在此基础上，重点剖析了包括生态友好型材料选用、施工废水与废弃物循环处理、节能降耗工艺以及施工区域生态修复在内的关键技术体系，并提出了相应的实践应用策略。研究表明，采纳绿色施工技术能有效减少水土流失、保护生物多样性，同时实现能源与物料消耗的显著降低，对推动水利水电行业向环境友好型转型具有积极作用。

【关键词】：绿色理念；水利水电；施工技术

DOI:10.12417/3083-5526.25.05.028

引言

随着全球气候变化趋势加剧与生态环境保护日益受到重视，水利水电工程作为国家重要的基础设施，其建设模式正面临深刻转型。传统的施工方式往往依赖于高能耗、高排放的强干预型作业，在河道开挖、坝体浇筑、土石方转运等过程中，容易引发水土流失、水质污染、植被破坏及生物栖息地割裂等问题，对周边生态系统造成显著扰动。进入21世纪以来，随着可持续发展理念在全球范围内的普及，以及我国生态文明建设战略的持续推进，水利水电行业迫切需要探索一种能够兼顾工程效率与生态环境可持续性的新型施工路径。因此，将系统性绿色理念融入施工全过程，构建环境友好型施工体系，已成为行业转型升级的必然要求与核心议题。本研究旨在系统探讨将绿色理念融入水利水电施工过程的具体技术路径。其核心目的在于，通过梳理并整合生态友好型材料、节能工艺、循环水处理及生态修复等关键技术，构建一套可指导实践的绿色施工技术框架，以有效降低工程对环境的负面影响，并提升资源与能源的利用效率。研究试图回答如何在实际施工中落实“节能、节地、节水、节材与环境保护”的目标，从而推动水利水电工程从传统的工程中心模式，向工程与生态协同共生的新模式转变。

1 绿色理念下水工施工技术的理论框架与演进

1.1 水利水电工程绿色施工的内涵与核心原则

水利水电工程绿色施工是指在水利水电项目建设的全过程中，以可持续发展思想为指导，通过系统性地采用环保、节能、高效的技术与管理方法，力求最大限度地节约资源、减少对环境的负面影响，并促进生态恢复的一种施工模式。其核心内涵已超越传统施工末端治理的范畴，强调从项目规划、设计、材料采购、现场作业到后期修复的全链条、全周期生态化改造，旨在实现工程建设与自然生态系统的协同共生。正如相关研究所指出的，绿色施工理念在水利水电工程中的引入，是推动该行业向高质量发展转型的关键举措之一。

在这一理念下，绿色施工遵循着一系列明确的核心原则。首要原则是生态优先，即在施工决策与活动中，始终将保护生态系统完整性和生物多样性置于优先考虑位置，主动规避或减轻对敏感生境的扰动。其次，是资源节约与循环利用原则，这要求在整个施工过程中贯彻节能、节地、节水、节材的“四节”目标，并大力推动施工废水、固体废弃物等资源的回收与再利用。再次，是低碳环保原则，强调通过使用清洁能源、低排放工艺与环保材料，显著降低施工活动的温室气体排放与污染物排放。最后，是全周期协同原则，即确保绿色理念不仅贯穿施工阶段，还要与前期规划设计及后期运营维护、生态修复紧密衔接，形成完整的绿色管理闭环。这些原则共同构成了水利水电工程绿色施工实践的基石，引导施工活动从以工程效率为中心的单一目标，转向追求环境效益、社会效益与经济效益的多重目标平衡。

1.2 传统施工模式与绿色施工模式的技术对比与发展趋向

传统施工模式通常以工程进度和成本控制为核心，其技术路径多表现为高能耗、高排放的线性作业流程。例如，在土石方工程中，大规模爆破与敞开放式开挖易造成严重的水土流失；混凝土制备往往依赖高能耗设备与普通硅酸盐水泥，碳足迹较高；施工废水与废弃物常采取末端简单处理甚至直接排放的方式，资源循环利用率低；施工机械多以柴油动力为主，噪声与废气污染显著。这种模式虽在特定历史时期保障了工程效率，但往往以牺牲周边生态环境为代价，与当前可持续发展的宏观要求已不相适应。

与之相对，绿色施工模式则是在“生态优先、节约集约”核心理念指导下，对技术体系进行的系统性重构。在材料技术层面，绿色模式倡导使用低热水泥、工业废渣掺合料等环保型建材，并推广可再生模板与支护材料。在工艺技术层面，低影响开挖、真空抽水、机械连接等工艺的应用，旨在实现最小化生态扰动。在水与废弃物管理上，绿色模式强调施工废水的多级处理与循环利用，并对固体废弃物进行分类资源化利用。在能

源利用上,则大力推广电动机械、太阳能照明等清洁能源装备。这些技术并非孤立存在,而是通过数字化管理平台(如BIM技术)进行集成与优化,形成一个旨在实现“节能、节地、节水、节材与环境保护”协同目标的有机整体。

从发展趋向看,水利水电施工技术正经历从传统模式向绿色模式的深刻转型。这种转型并非对传统技术的全盘否定,而是在其基础上进行的生态化、智能化升级。未来的发展将更加注重技术的系统集成与全周期协同,推动施工活动从被动应对环境问题转向主动构建环境友好型体系。随着“双碳”目标的持续推进以及人工智能、物联网等技术的深度融合,绿色施工技术将进一步向标准化、精准化与智能化方向发展,成为引领水利水电行业高质量发展的核心驱动力。

2 关键绿色施工技术体系的分析与应用策略

2.1 基于环境友好的材料与资源利用技术

在施工过程中,材料的选用与资源的消耗直接关系到工程的环境影响与资源效率。基于环境友好的材料与资源利用技术,旨在从源头减少生态足迹,其核心在于优先选用环保型建材并系统性地推动资源的循环利用。

在材料技术方面,绿色施工倡导以低环境影响材料替代传统高能耗建材。例如,在混凝土制备中,采用掺入粉煤灰、矿渣等工业副产品作为掺合料的环保型混凝土,不仅能有效降低水泥用量,减少生产过程中的碳排放,还能改善混凝土的工作性能与长期耐久性。此外,推广使用可重复利用的钢模板、铝合金模板等周转材料,替代一次性木质模板,能够显著减少木材消耗与建筑垃圾的产生。正如相关研究所指出的,这些绿色建材的应用是推动施工过程向低碳转型的重要基础。

在资源利用方面,该技术体系强调“减量化、再利用、资源化”的循环原则。对于施工过程中产生的大量废弃物,如开挖渣土、废弃混凝土块、钢筋余料等,不应简单外运填埋,而应通过现场分类、破碎、筛分等预处理,将其转化为可用于路基回填、护坡砌筑或再生骨料的资源,实现“变废为宝”。同时,施工营地与搅拌站等临时设施的建设,也应遵循集约用地、采用可拆卸重复利用的标准化构件,从而节约土地资源并减少临时建筑垃圾。

水资源的高效利用是另一关键环节。施工期间产生的基坑排水、车辆冲洗废水、养护废水等,应通过建立沉淀、过滤等简易处理设施进行收集与净化,处理后的中水可用于施工现场洒水降尘、绿化灌溉或混凝土养护,大幅减少新鲜水的取用量,实现水资源的阶梯循环利用。通过系统性采纳上述材料与资源利用技术,能够在保障工程质量与进度的前提下,从源头降低资源消耗与环境污染负荷,为构建绿色施工体系奠定坚实的物质基础。

2.2 节能降耗与生态保护导向的施工工艺与机械优化

为了实现水利水电工程的绿色转型,在施工工艺与机械设备层面进行面向节能降耗与生态保护的优化至关重要。这一优化方向旨在通过技术创新与设备更新,从作业过程源头减少能源消耗与生态扰动,实现经济效益与环境效益的协同提升。

在施工工艺优化方面,核心在于采用低环境影响、高效率的作业方法。低影响开挖技术是典型代表,其摒弃了传统大规模爆破和敞开放式开挖的模式,转而采用精准爆破、分层分块开挖以及严格控制扰动范围的方法。这能够有效减少土石方量、降低边坡失稳风险,并最大限度地保护地表植被与土壤结构,从而显著减轻水土流失。在基础施工环节,真空抽水技术相较于传统强排水方式,能以更低的能耗和更小的地下水位降幅完成排水任务,有助于保护周边水文地质环境的稳定。此外,在钢筋连接等精细作业中,推广使用套筒灌浆、机械连接等无明火、低噪音的工艺,不仅能节约钢材、减少损耗,还能避免焊接烟尘和光污染,改善施工现场的空气质量。

在施工机械优化方面,重点是推动设备动力系统的清洁化与运行管理的智能化。大力推广使用以电力驱动的施工机械,如电动挖掘机、电动装载机和电动压路机,替代传统的柴油动力设备。这种替代能够从根本上消除施工机械的尾气排放,大幅降低现场的温室气体与颗粒物污染,同时其运行噪音也显著降低,有助于保护施工区域的声环境。对于仍需使用燃油设备的大型机械,则通过加装尾气净化装置、采用高效滤清系统进行环保改造。另一方面,通过引入物联网与智能调度技术,对混凝土搅拌站、泵送系统等高能耗设备的运行进行实时监控与智能调控,根据施工负荷动态匹配输出功率,避免设备空转或低效运行,从而实现能源的精准节约。

这些经过优化的工艺与机械,共同构建了一个以节能降耗和生态保护为导向的施工操作体系。它们不仅直接减少了施工过程中的能源与物料消耗,降低了碳排放,更重要的是通过减少对土壤、水体、空气和生物的直接干扰,为施工区域的生态保护提供了坚实的技术支撑,是实现水利水电工程绿色施工目标的核心实践路径。

结语

本研究系统探讨了将绿色理念融入水利水电施工全过程的技术路径与策略。通过对绿色施工内涵与原则的梳理,以及对材料资源利用、节能工艺、生态保护等关键技术体系的深入剖析,可以得出以下核心结论:将绿色理念系统性地应用于水利水电施工,能够形成一套从源头削减、过程控制到末端修复的完整技术框架。该框架不仅强调采用生态友好型材料与循环利用技术以降低资源消耗,还重视通过低影响工艺与清洁能源机械来减少能耗与生态扰动。实践证明,采纳这些技术能够显著减轻施工活动对水土、植被及生物多样性的负面影响,同时

提升能源与物料的利用效率,推动水利水电工程向环境友好与资源节约的方向转型,具有重要的生态与经济价值。

参考文献:

- [1] 袁文凯.绿色理念下的水利水电工程施工技术探究[J].《云南水力发电》,2025,(4):120-123.
- [2] 谭泽浩.绿色理念下水利水电施工技术和管理措施研究[J].《水上安全》,2025,(17):96-98.
- [3] 刘万德.生态环保背景下水利水电工程施工中的绿色施工技术[J].《区域治理》,2025,(22):0109-0111.
- [4] 曾凡妮.绿色理念下水利水电施工技术和管理措施探究[J].《科技与创新》,2025,(12):123-126.
- [5] 朱孟东.基于 BIM 技术的水利水电工程施工管理体系研究[J].《科技创新与应用》,2025,(13):185-188.