

绿色理念下水利水电施工技术和措施探究

卢国庆

桂林市临桂区义江水电管理所 广西壮族自治区桂林市 541100

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17643

[摘要] 在全球气候变化带来的严峻挑战下，绿色理念已受到社会各界的广泛关注。在该理念的引导下，在水利水电项目建设规划时，必须严格遵循降低能耗、减少污染等原则。然而，在水利水电项目实际施工过程中，如何切实有效地平衡环境保护与资源的合理利用，成为水利水电行业技术人员亟须解决的关键问题。基于这一背景，本文将深入研究现代水利水电施工中的绿色技术与管理措施并剖析其实际应用的成效，为今后水利水电工程在这些方面的实践提供借鉴。

[关键词] 绿色理念；水利水电施工技术；管理措施；工程实践

随着生态环境保护新技术的持续应用，水利水电工程正逐渐朝着低碳化、智能化方向转变。绿色理念着重突出建设生态文明的标准，要求水利水电行业技术人员从规划设计阶段开始，运用精细化管理手段，严格管控建设施工的污染排放。这样既能切实保护生态环境，又能推动工程技术的发展。因此，深入探究绿色理念下的水利水电施工技术和措施，对于促进行业的可持续发展具有极为重要的意义。

1. 绿色理念下水利水电施工技术和措施效益分析

1.1 生态环境效益分析

当今社会，绿色理念逐渐深入人心，而绿色理念下的水利水电施工技术和措施在生态环境方面展现出了极为显著的效益。施工阶段，通过精心选用环保材料和运用先进的施工工艺，极大程度地减少了施工过程中对周边土壤、水源和空气的污染。环保材料本身具有低污染、可降解等特性，降低了源头污染物的产生。先进的施工工艺则采用更加科学合理的施工方法或措施，例如采用封闭施工、洒水降尘、控制噪音及休息时段禁止施工等措施，有效减少了扬尘对空气的污染和噪音污染。对施工废水进行严格地处理和循环利用，避免了废水直接排放对周边水源造成的污染。而且，施工时还注重对周边土壤的保护，避免过度开挖和破坏，减少了水土流失的风险。

1.2 经济效益分析

从经济效益的角度深入分析，绿色理念下的水利水电施工技术和措施具有诸多不可忽视的优势。一方面，工程建设和运营过程，采用先进的节能技术和设备是关键所在。先进的节能技术能够优化工程的能源利用方式，提高能源转换效率，从而降低了工程的能耗。另一方面，水利水电工程的建设运营对相关产业的发展起到了强大的带动作用。工程建设过程中，需要大量的建筑材料、机械设备等物资，这带动了建材、机械制造等相关产业的发展。而工程运营时，

也需要专业的技术人员进行维护和管理，创造了大量的就业机会。这些就业机会不仅提高了当地居民的收入水平，还促进了地区经济的增长。

1.3 社会效益分析

绿色理念下的水利水电施工技术和措施对社会效益的提升同样具有不可忽视的重要意义。水利水电工程的建设为周边地区提供了稳定的水资源供应，这对于保障居民的生活用水和农业灌溉用水需求至关重要。稳定的水资源供应确保了居民能够获得充足、安全的饮用水，提高了居民的生活质量。在农业方面，充足的灌溉用水保障了农作物的生长和丰收，促进了农业的发展。同时，工程的建设也改善了交通、通信等基础设施条件。建设水利水电工程，往往需要修建道路、桥梁等交通设施，这方便了工程建设期间材料设备运输，也便于周边地区居民的交通出行。通信设施的改善则加强了区域间的信息交流和沟通，促进了区域间的交流和合作，推动了当地社会经济发展。

2. 绿色理念下水利水电施工技术

2.1 节能技术

节能技术的核心是通过高效管理现有资源，减少能源浪费、提升利用率，同时兼顾工程环保性。它整合先进设备、科学管理体系与智能化控制手段，从多维度推动施工过程的高效节能：借助实时能源监控系统，动态追踪能源使用状态并及时优化，规避无效消耗；倡导选用环保材料与可再生资源，降低对不可再生资源的依赖，充分挖掘自然资源的利用价值；通过系统整合与流程优化，让施工各环节紧密衔接，最大限度减少能量损失。在实践中，节能技术既涵盖具体节能设备的应用，更贯穿于全流程的精细化管理。它强调对能源消耗数据的精准监测，实现能效的实时动态管控，既是单一的技术手段，更是系统化的资源管理理念。通过这一技术的落地，项目能在保障高效运行的基础上，实现能源消耗的

合理降低与经济使用，最终达成可持续发展的整体目标。

2.2 大体积混凝土施工技术

大体积混凝土施工技术专为大型水利水电工程的结构特性研发，是大面积、大体积混凝土浇筑作业的核心技术，直接关系到混凝土结构的稳定性与工程整体质量。水利水电工程混凝土用量大，温度裂缝是施工中的突出难题。该技术通过精细化浇筑管控，聚焦解决温度差异引发的应力集中问题：严格控制混凝土内部与表面的温差，减少温度应力以降低裂缝风险；优化混凝土配比，选用低水化热材料减少热量产生；科学规划浇筑速度、分层厚度及时间间隔，避免内部积热积聚。这项技术的应用，不仅强化了水利水电工程混凝土结构的稳定性、保障了工程质量，还为绿色施工理念的落地提供了关键技术支撑，助力减少自然资源消耗，推动工程建设的高效与可持续发展。

2.3 预应力锚固技术

预应力锚固技术是通过在混凝土或岩体结构中主动施加预应力，缓解结构内部应力集中现象，进而显著提升结构抗压性能的关键技术。其核心是借助锚索、钢筋等构件，在结构施工初期预先施加拉力，以此抵消后期使用中可能出现的变形或裂缝，从根源上保障结构长期运行的稳定性，有效抵御外部荷载对结构的不利影响。在实际工程应用中，该技术对精度的要求极高。从锚固孔的精准开挖，到锚索张拉力的精确控制，每个环节都需通过严格的技术管控实现预应力均匀分布，确保锚固效果达标。尤其在水利水电项目中，为进一步提升施工质量与工程安全性，预应力锚固技术常与先进的检测监测系统结合，实时追踪锚固系统的受力状态，为工程安全运行提供动态保障。值得关注的是，该技术的创新应用正不断突破传统局限。例如，中国地质调查局武汉地质调查中心研发的“预应力玄武岩纤维锚杆快速施工装置及方法”，创新性地提出“锚孔钻进时同步下放玄武岩纤维筋，套筒钻杆回退提升时同步完成注浆”的一体化工艺，不仅有效解决了传统玄武岩纤维锚杆制作与施工流程复杂、效率低下的痛点，更将施工效率提升至新水平，为预应力锚固技术的绿色化、高效化发展提供了重要实践参考。

2.4 盾构成洞技术

盾构成洞技术是一种通过盾构机在地下掘进并同步完成隧洞结构成型的机械化施工方法，其核心在于利用盾构机的钢质外壳支护开挖面，防止围岩坍塌，同时在机内进行土方开挖、渣土运输及预制管片拼装，最终形成稳定的隧道衬砌结构。该技术的主要施工流程为：首先在隧洞设计轴线的起点建造竖井或基坑，用于盾构机的组装和始发；随后，盾构

机通过刀盘旋转切削土体，开挖出圆形断面，切削的渣土通过螺旋输送机或泥水管道运出洞外；在盾构机推进过程中，同步拼装预制混凝土管片形成隧道衬砌，并及时向管片与围岩的间隙中注入浆液，确保隧道稳定性和控制地面沉降；盾构机每推进一环距离，即在盾尾支护下拼装一环管片，循环作业直至到达终点。该技术的优势包括：施工安全性高，因作业均在盾构钢壳内进行，避免开挖面坍塌；环境影响小，地下作业不影响地面交通和居民生活，且噪声污染低；施工效率高，可实现全自动化作业，掘进速度快；适用于水利水电项目中松软含水地层及埋深较大的长隧洞工程，如水电站引水隧洞、水利枢纽放水隧洞，也适用于隧道、地铁等。

3. 绿色理念下水利水电施工技术的管理措施

3.1 分析绿色施工影响因素，编制施工方案

绿色施工的影响因素是一个有机体，核心涵盖环境保护、资源利用、能源消耗，三者共同构成衡量工程可持续发展水平的关键标尺，直接决定项目能否实现“生态友好、资源节约、高效低耗”的建设目标。在项目规划的源头阶段，这些因素便深度融入施工方案的顶层设计。其中，环境影响评估是方案编制的核心依据，需结合施工区域如河流、湿地、自然保护区等的生态敏感程度，预判项目施工活动可能引发的水土流失、噪声污染、生物栖息地破坏等问题，制定针对性防护措施。资源利用效率则聚焦材料全生命周期管理，从优化材料选型，到全过程控制损耗，末端回收循环利用。能源消耗管理的核心是设备能效管控，优先选用一级能效施工机械，通过科学调度减少设备空转、怠速等无效耗能。更应注重，施工现场废弃物管理是贯穿上述维度的重要交互环节，其不仅要求对建筑垃圾、施工废水、生活废弃物进行分类收集，更强调通过高效处理技术实现资源化与减量化。例如，将废旧混凝土破碎后用作路基垫层，将砂石冲洗废水经沉淀过滤后循环利用，从而最大限度降低对周边环境的负面影响。面对不断升级的环境保护标准与生态管控要求，我们需以这些影响因素为导向，创新管理策略。建设施工全过程，要打破生态与效益对立的传统认知，通过科学规划施工布局、设定精细化操作流程等手段，实现生态效益与经济效益的协同统一，在提升施工效率的同时，从源头控制能源消耗与环境扰动，真正将绿色理念落地为可执行的施工实践。

3.2 设定节能技术应用指标，确保能效优先

首先需设定具体可落地的节能目标，该目标需兼顾经济效益与环保要求。例如明确施工期设备综合能效提升、运营期单位发电量能耗降低等量化指标，既通过节能减少能源采购成本，又满足国家及地方对工程建设碳排放、能耗限值的

环保标准，实现降本与减排的双重价值。据此，施工企业可建立全周期能源监控体系。通过在拌和站、起重机、水泵等关键设备加装能耗传感器，实时采集电耗、油耗数据，对比指标阈值判断能源使用是否合规。一旦发现某设备能耗超标，可及时检修设备或调整操作规范，确保所有环节严格遵循节能标准，逐步提升系统整体能效。施工企业需优先选用符合国家一级能效标准的设备，例如用电动混凝土罐车替代传统燃油罐车，用变频水泵替换定频水泵；同时根据施工进度动态调整设备投入量，避免资源浪费，确保每台设备都以最高能效状态运行。通过搭建智能化施工管理平台，将能耗数据、设备状态、施工进度等信息整合联动：当系统监测到某区域施工负荷下降时，会自动下调周边设备功率或关停闲置设备，减少无效作业能耗；还能通过数据分析预判能耗峰值，提前调整施工工序，进一步优化能源使用效率。

3.3 优化大体积混凝土配比，减少温控裂缝

绿色理念的大体积混凝土配比，是通过科学调配水泥、砂、碎石及添加剂的用量，满足工程性能要求的同时实现环保目标。其核心在于平衡混凝土的工作性、耐久性与抗裂性。通过优化配比减少水泥用量，降低混凝土内部温度峰值，从而缓解温度应力，从根本上预防温控裂缝。还需结合施工区域的温湿度、地质等局部环境设计配比，确保混凝土在特定环境下仍能保持稳定性能。采纳最新科研成果，针对性提升混凝土的初期强度与终极强度，兼顾施工效率与长期结构安全。通过严格的实验室测试，反复调整材料比例，确保配比方案的稳定性和可靠性，避免现场施工风险。运用先进测量仪器实时监测混凝土内部温度，适时采取混凝土浇筑体内冷却措施，根据实时监测数据及时调整浇筑参数、养护方法等施工措施与策略，最大程度降低温度裂缝发生率。

3.4 规范预应力锚固实施流程，提升结构稳定性

在绿色发展理念的指引下，于水利水电工程中应用预应力锚固技术，必须依托详尽的标准化操作流程，方可切实增强结构的整体稳定性，同时兼顾施工效率与环境保护要求。该技术的核心要点在于通过对全流程实施精准管控，将技术优势转化为实际的结构安全保障成效。前期规划工作务必精准到位。不仅要科学合理地设计锚固系统的布局，还需严格筛选符合绿色发展理念的锚固材料，从源头上把控工程质量以及对环境的影响。现场施工过程需注重细节。在钻探锚孔时，必须确保达到规定的精度要求；施加张拉力时，需严格按照设计标准执行操作，避免因操作偏差而对锚固效果产生不利影响。实现与环境的适配是应用该技术的关键所在。

3.5 做好安全管控，以盾构成洞技术高效推动水利水电工程建设

盾构成洞技术的施工管理措施，主要包括人员管理、设备维保、工艺控制、安全风控及管理制度等方面。选拔具备良好道德素质、责任意识和专业知识的人员组成管理团队，明确分工和责任，定期组织培训和经验交流，确保施工操作规范。严格执行“清洁、润滑、紧固、调整、防腐”的十字方针，定期检查液压系统、电气元件等关键部件，避免故障发生；维护时严禁随意操作设备阀门和参数，确保设备处于良好状态。按照操作规程进行换装配件，如清洗液压部件、过滤添加油料等；优化掘进参数（如土压平衡或泥水平衡），实时监测盾构姿态和地质变化，调整出渣量和推进速度。同时识别危险源（如起重伤害、机械故障等），制定应急预案和专项防控措施；加强作业环境管理，确保通风、排水和照明条件；严格执行用电安全、防火防爆及有限空间作业规范。还要建立维护保养记录和掘进日志，详细记录施工参数、设备状态及故障处理情况；定期分析盾构机运行数据，优化管理流程，形成设备档案以便后续追溯。

结束语

综上所述，绿色理念下的水利水电施工技术和管理措施在环境、经济和社会效益方面均展现出显著优势。节能技术、大体积混凝土施工技术、预应力锚固技术等先进施工技术的应用，以及对绿色施工影响因素的分析、节能指标的设定、混凝土配比的优化、锚固流程的规范和盾构成洞技术等管理措施探究，为水利水电工程的可持续发展提供了坚实的技术和管理支撑。

【参考文献】

- [1] 孙本辉. 绿色理念下水利水电施工技术和措施[J]. 安装, 2024 (S2): 160-161.
- [2] 李家平, 屠新红. 水利水电工程建筑的施工技术与策略研究[J]. 价值工程, 2025, 44 (7): 59-62.
- [3] 吴永莉. 水利水电工程施工中水资源管理与节水技术应用研究[J]. 水上安全, 2025 (14): 82-84.
- [4] 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 (5): 47-48.
- [5] 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.
- [6] 高延伟, 翁子才, 张照煌. 盾构技术在隧洞施工中的应用分析[*]. 中国水利水电科学研究院学报, 第18卷第6期 2020 (12): 82-85.