

水利水电施工中绿色施工技术的应用与推广策略

拉扎提·切克斯

新疆维吾尔自治区金沟河流域水利管理中心 新疆维吾尔自治区 塔城地区沙湾 832100

摘要: 在全球环保意识提升与可持续发展战略推进的背景下,水利水电工程作为国家基础设施建设的核心领域,其施工过程中的资源消耗与生态影响备受关注。绿色施工技术通过创新工艺、优化管理,在资源节约、污染防控、生态修复等方面展现出显著优势,成为破解工程建设与环境保护矛盾的关键路径。本文系统梳理了绿色施工技术的核心内涵,分析了其在水利水电工程中的技术路径与实践成效,并从政策支持、技术创新、社会协同等维度提出推广策略,旨在为行业绿色转型提供理论支撑与实践指导。

关键词: 水利水电工程;绿色施工技术;生态修复;可持续发展;政策协同

引言

水利水电工程作为防洪、发电、灌溉、供水等综合效益的载体,对国家经济发展与民生保障具有战略意义。然而,传统施工模式在土方开挖、材料运输、弃渣堆放等环节易引发植被破坏、水土流失、水质污染等生态问题,对区域生态平衡构成严重威胁。随着全球气候变化与生态环境保护要求的提高,传统高能耗、高污染的施工方式已难以适应新时代发展需求。在此背景下,绿色施工技术以“减量化、再利用、资源化”为原则,通过科学管理与技术创新,最大限度降低施工对生态环境的扰动,成为实现工程建设与生态保护协同发展的必然选择。其推广应用不仅关乎工程自身的可持续性,更对维护流域生态安全、推动行业绿色转型具有深远影响。

1 绿色施工技术的核心内涵与价值

1.1 绿色施工技术的定义与特征

绿色施工技术是指在工程建设全生命周期中,通过优化施工方案、采用环保材料、应用节能设备、实施生态修复等手段,实现资源高效利用、污染最小化、生态功能恢复的综合性技术体系。其核心特征包括:(1)系统性:覆盖规划、设计、施工、运行全流程,强调各环节的协同与衔接,避免单一环节优化导致的整体效益损失。(2)创新性:依赖BIM技术、智能监控系统等数字化工具,通过数据驱动决策,提升施工管理的精细化水平。(3)生态导向性:以维护生物多样性、修复受损生态系统为目标,将生态保护纳入施工成本与效益的核算体系。

1.2 绿色施工技术的应用价值

1.2.1 生态效益:降低环境扰动,修复脆弱生态系统

水利水电工程多位于河流、峡谷等生态敏感区,施工期土方开挖、材料堆放等行为易导致植被覆盖率下降、土壤侵蚀加剧、水体富营养化等问题。绿色施工技术通

过“最小干预”原则,采用分层开挖与即时支护技术,降低边坡失稳风险;在河道疏浚中应用环保型挖泥船,避免底泥污染物扩散;通过植被恢复技术,重建工程区域的生态屏障,提升生态系统服务功能。

1.2.2 经济效益:提升资源利用效率,降低全生命周期成本

绿色施工技术通过水循环利用、建筑垃圾再生等措施,显著降低资源消耗。例如,混凝土养护用水的回收处理可减少新鲜水用量;建筑垃圾的分类回收与资源化利用可降低填埋费用与材料采购成本。此外,生态修复技术的早期投入可减少后期环境治理成本,避免因生态破坏导致的罚款与补偿支出,实现经济效益与生态效益的双赢。

1.2.3 社会效益:增强公众认可,促进可持续发展

绿色施工技术的应用提升了工程的社会形象,增强了公众对水利项目的支持度。通过设计生态友好型设施(如仿自然鱼道、景观式弃渣场),可缓解工程对周边社区的视觉与心理影响;通过公众参与机制,让居民参与生态修复与监督,增强其对工程的归属感与认同感,为工程顺利实施创造良好的社会环境。

2 绿色施工技术在水利水电工程中的关键应用路径

2.1 节能与能源优化技术

2.1.1 新能源设备应用

在施工设备选型中,优先采用电动挖掘机、混合动力自卸车等低排放设备,减少燃油消耗与温室气体排放。同时,推广太阳能光伏供电系统,满足施工营地照明、办公等用电需求,降低对传统电网的依赖^[1]。此外,地源热泵技术可用于营地空调系统,利用地下浅层地热资源实现高效制冷与制热,进一步节约能源。

2.1.2 施工组织优化

通过优化施工流程减少设备闲置时间,提高机械利

用率。例如,合理安排混凝土浇筑与养护工序衔接,避免因等待养护时间导致的设备停滞;利用峰谷电价差异,将高能耗作业(如钢筋加工)安排在电价低谷时段,降低能源成本。此外,采用模块化施工方法,缩短现场作业周期,减少能源消耗与环境污染。

2.2 水资源管理与循环利用技术

2.2.1 一体化水资源管理系统

在施工现场周边设置雨水收集沟与蓄水池,收集的雨水经沉淀过滤后用于场地洒水降尘、车辆冲洗与绿化灌溉。同时,建立施工用水计量系统,对各工序用水量进行实时监测与统计分析,制定节水目标与考核机制,强化用水管理。

2.2.2 废水处理与回用

对混凝土养护用水进行回收处理,通过沉淀池去除杂质后循环使用;生活污水采用A²O工艺(厌氧-缺氧-好氧)处理,达标后用于冲厕与场地清洁;含油废水通过隔油池与气浮装置处理,实现油水分离与水质净化。通过分级回用体系,最大限度提高水资源利用率,减少污水排放。

2.3 节材与废弃物资源化技术

2.3.1 绿色建材应用

优先选用本地化、可再生的建筑材料,减少运输能耗与碳排放。推广高性能混凝土与新型环保建材,如掺加粉煤灰、矿渣等工业废料的绿色混凝土,降低水泥用量;采用铝合金模板替代传统木模板,提高周转次数,减少木材消耗;使用可降解塑料薄膜替代聚乙烯薄膜,降低白色污染风险。

2.3.2 建筑垃圾分类回收

建立分类回收体系,对钢材、木材等直接回收再利用;废弃砂浆、砖石经破碎筛分后作为填充料;无法再利用的废弃物进行无害化处理(如焚烧发电、卫生填埋)。通过资源化利用,减少固体废弃物排放,降低对土地资源的占用压力。

2.4 生态保护与修复技术

2.4.1 植被保护与恢复

施工前对工程区域的植被资源进行详细调查,建立保护清单,对古树名木、珍稀植物采取迁地保护或就地围挡保护措施^[2]。在土方开挖过程中,采用“分层剥离、分层回填”的方式保护表层土壤,将剥离的耕植土集中堆放并覆盖保湿,用于后期边坡绿化与植被恢复。同时,选择本地适生植物进行播种或栽植,提高植被成活率与生态适应性。

2.4.2 水生生态保护

针对大坝阻隔鱼类洄游通道的问题,设计仿自然鱼

道或集运鱼系统,通过模拟自然水流条件与栖息地环境,保障鱼类洄游与繁殖需求。同时,实施生态流量调度,根据下游河道生态需水确定最小下泄流量,避免因水流减缓导致的水质恶化与生态系统退化。此外,通过增殖放流、人工鱼巢建设等措施,促进水生生物种群恢复。

2.5 噪声与污染控制技术

2.5.1 噪声控制

选用低噪声设备,对高噪声机械设置隔声罩或隔声屏障;合理安排施工时间,夜间禁止进行强噪声作业;在施工现场周边设置绿化隔离带,利用植被的吸声作用降低噪声传播。同时,为施工人员配备耳塞或耳罩等个人防护装备,减少噪声对健康的影响。

2.5.2 大气污染防治

在施工现场设置自动喷淋系统,减少扬尘污染;对水泥、粉煤灰等粉状物料采用密闭储存与输送,避免泄漏;对运输车辆进行覆盖与清洗,防止物料洒落与带泥上路。此外,采用湿法作业(如洒水切割、喷雾降尘)控制施工过程中的粉尘排放,改善空气质量。

3 绿色施工技术推广的制约因素与挑战

绿色施工技术推广面临多重制约因素与挑战。技术标准不足,标准体系尚不完善,部分技术参数缺乏统一规范,技术选择随意性大、实施效果参差不齐,影响规模化应用,部分企业采用低标准技术致生态修复效果不佳;成本控制压力大,初期投入高,如新能源设备采购等,绿色建材价格也普遍高于传统材料,增加工程造价,短期资金压力制约了企业应用积极性;监管机制不完善,涉及多部门存在职责交叉、信息共享不足等问题,部分地区环境监测数据核查不严,处罚力度不足,削弱监管效力;社会认知度低,公众对绿色施工技术深层次价值缺乏了解,部分居民因担心生活不便抵触绿色技术,媒体宣传也不足,未能形成良好舆论氛围,增加技术落地难度。

4 绿色施工技术推广策略

4.1 政策支持:构建多维度的制度保障体系

4.1.1 法律强制与经济激励并重

政府应将碳排放指标、材料循环利用率等核心参数纳入建筑行业准入标准,并在项目审批环节设置环保评估前置程序,对未达标项目实行“一票否决”。同时,对达到超低能耗标准的项目给予增值税减免,对使用再生建材超过50%的企业实施所得税优惠,通过经济杠杆引导企业主动采用绿色技术。此外,设立绿色施工专项基金,对技术示范项目提供贴息贷款或补贴,降低企业初期投入压力。

4.1.2 区域政策协同与市场机制创新

建立跨省市的绿色施工指标交易市场,允许环保绩效优异的企业通过出售碳排放配额获取额外收益,形成“污染者付费、保护者受益”的市场机制。例如,长江经济带九省二市可联合推出“绿色施工积分制”,企业可通过实施生态修复、节能改造等行为积累积分,兑换税收优惠或政策支持,激发企业参与绿色施工的积极性。

4.2 技术创新:突破全生命周期管理瓶颈

4.2.1 数字化技术赋能绿色施工

推广BIM技术与能耗模拟软件的深度融合,实现施工方案的碳足迹评估。通过BIM模型,优化混凝土浇筑顺序、设备布置方案等,减少模板使用量与机械移动距离,降低碳排放^[1]。同时,建立覆盖全产业链的绿色技术共享平台,集成BIM模型库、设备能效数据库和材料环境声明(EPD)数据库,通过区块链技术实现数据可信追溯,促进技术交流与成果转化。

4.2.2 关键技术攻关与成果转化

聚焦生态混凝土、生物基建材、光伏一体化构件等前沿领域,加大研发投入。例如,研发具有自修复功能的生态混凝土,通过添加微生物胶囊或纤维材料,在裂缝产生时自动分泌碳酸钙或形成纤维桥接,延长结构寿命;开发基于工业废渣的生物基建材,利用微生物矿化作用将废渣转化为高性能建筑材料,实现废弃物的高值化利用。政府应设立绿色技术攻关专项,对突破性成果给予奖励,并推动产学研用协同创新,加速技术从实验室到工程现场的转化。

4.3 社会协同:构建多层次参与机制

4.3.1 公众参与与监督

开发集成AR识别功能的移动应用,普通市民扫描工地围挡即可查看实时环保数据(如噪声值、粉尘浓度),并设立有奖举报模块鼓励公众参与环境监督。重大项目推行环境听证会制度,采用沉浸式VR技术让市民体验不同施工方案的环境影响,广泛征求公众意见。例如,在水电站建设中,通过VR模拟展示鱼道设计效果,收集公众对水流速度、栖息地布局的建议,优化生态保护措施。

4.3.2 社区共建与利益共享

建立施工企业与周边居民的定期对话机制,通过噪声污染防治承诺书、生态补偿协议等形式形成契约化约束。例如,水库建设企业与库区居民签订《生态修复共建协议》,企业提供树苗与技术支持,居民参与植被养护,成果按比例分享(如木材收益、生态旅游收入),实现“工程惠民”与“生态保护”的双赢。此外,通过社区培

训、生态教育等活动,提升居民对绿色施工技术的认知与支持度。

4.4 人才培养:强化绿色施工能力建设

4.4.1 专业教育与技能培训

在高校水利工程、环境工程等专业中增设绿色施工技术课程,编写《水利水电工程绿色施工指南》等教材,将生态保护、资源循环利用等理念融入人才培养体系^[4]。企业定期组织施工人员参加绿色技术培训,考核合格者颁发“绿色施工认证证书”,并与薪酬晋升挂钩。例如,通过“绿色施工大讲堂”平台,邀请行业专家讲解新能源设备操作、废弃物分类回收等实用技能,提升一线人员的绿色施工水平。

4.4.2 跨学科团队建设

鼓励设计、施工、环保等领域的专家组成联合团队,开展绿色施工方案协同设计。例如,组建“生态施工创新中心”,整合水利工程师、生态学家、材料科学家等人才,研发适用于复杂地质条件的绿色施工技术(如陡坡生态防护技术、深水区废弃物打捞技术)。通过跨学科协作,突破单一领域的技术局限,提升绿色施工技术的创新性与适用性。

5 结语

绿色施工技术在水利水电工程中的应用与推广,是实现工程建设与生态保护协同发展的必由之路。通过政策支持、技术创新、社会协同与人才培养的协同推进,可有效突破技术标准化不足、成本控制压力大等瓶颈,推动行业向低碳、环保、可持续方向转型。未来,随着数字孪生、人工智能等技术的深度融合,绿色施工将实现从“经验驱动”向“数据驱动”的跨越,通过实时监测与智能决策,进一步优化资源利用效率与生态修复效果。同时,随着全球气候治理的深入,绿色施工技术将成为水利水电工程参与国际竞争的核心优势,为构建人与自然和谐共生的水利发展新格局提供坚实支撑。

参考文献:

- [1]刘畅.基于绿色理念的水利水电施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):202-204.
- [2]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.
- [3]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.
- [4]魏莉.绿色环保模式下提升水利水电工程施工技术管理水平的策略[J].中国轮胎资源综合利用,2024,(11):84-86.