

# 绿色施工技术集成与成本优化管理研究

赵庚彤

甘肃省引大入秦水资源利用中心

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6629

**[摘要]** 本文针对水利水电工程绿色施工技术集成与成本管控脱节的关键痛点,结合分析研究意义、问题现状等提出全周期模块化技术集成路径、全生命周期成本优化手段和多维协同保障措施,“问题—策略—保障”逻辑闭环,为工程建设的绿色化及成本控制提供助力。本研究从通用场景入手对不同细分工程类型针对性不足,也可结合数字孪生搭建智慧协同平台提高管控精度,推动行业绿色发展。

**[关键词]** 绿色施工; 技术集成; 成本优化管理

**中图分类号:** TV **文献标识码:** A

Research on green construction technology integration and cost optimization management

Gengtong Zhao

Gansu Provincial Water Resources Utilization Center for Large-scale Water Diversion into Qin

**[Abstract]** This paper addresses the critical pain point of disconnection between green construction technology integration and cost control in water conservancy and hydropower projects. By analyzing research significance and current challenges, it proposes a full-cycle modular technology integration path, lifecycle cost optimization methods, and multi-dimensional collaborative safeguard measures. The "problem-strategy-safeguard" logical closed loop provides support for green construction and cost control in engineering projects. While the study initially focuses on general scenarios with insufficient targeting for specific engineering types, it also suggests leveraging digital twin technology to build intelligent collaborative platforms for enhanced management precision, thereby promoting green development in the industry.

**[Key words]** green construction; technology integration; cost optimization management

## 引言

水利水电工程属于国家基础设施建造的重要板块,它肩负着防洪、发电、供水等诸多任务,不过施工耗时长久且能耗较高,并且会对生态环境造成较大冲击,这些特性与当今绿色发展理念之间存在矛盾之处。近些年来,绿色施工技术渐渐得到推行,可是很多工程遇到“采用绿色技术加大成本”、“各种碎片化的技术难以集成使用”的状况,致使绿色转型进程较为迟缓,在此情况下开展绿色施工技术整合及成本优化管理的研究很有必要,这样做既能化解技术和费用相互配合的难题,又能给水利水电工程高质量发展给予新思路,本文将从研究意义、现实情形以及策略构思这三部分着手展开论述,最后得出一个切实可行的协同改善方案。

## 1 研究意义

1.1 丰富工程管理中“绿色化-低成本-高效益”的融合理论

目前工程管理理论中绿色施工和成本控制是两个独立的研究方向,没有关于两者结合的系统研究。本论文通过对水利水电工程的施工特点进行分析,把绿色技术参数与成本核算

指标深度融合,建立“技术-成本”耦合模型,填补了绿色施工与成本优化融合的空白,为工程管理学科提供了新的视角及理论基础<sup>[1]</sup>。

### 1.2 降低能耗、减少环境污染

水利水电工程施工包含大型设备作业、土方挖掘、混凝土浇筑等环节,能耗占比大且容易引发扬尘、废水之类污染。本研究通过集成节能型施工技术、应用环保材料等手段,减少施工期间的能源消耗和污染物排放,在一定程度上减轻水利工程建设过程中对周边生态环境造成的破坏,符合国家节能减排政策的要求<sup>[2]</sup>。

### 1.3 提升水利水电工程的生态效益与经济社会效益

从生态效益方面来说,绿色施工技术集成可以保护工程周边的水土资源和生物多样性,减少施工对流域生态造成的干扰;从经济效益角度来讲,成本优化管理能够降低绿色技术应用的成本,提高工程的投资回报率;从社会效益角度来看,绿色工程可以提升区域居住环境品质,保障施工人员健康,增强大众对水利工程的认可度,实现三大效益的统一。

## 2 水利水电绿色施工技术集成与成本管理现状

### 2.1 绿色施工技术应用现状

当前,水利水电工程领域已开始初步尝试使用一些绿色施工技术,在大型的工程中就应用了BIM协同施工、光伏临时供电系统、雨水回收利用系统等技术,但是也存在着“碎片化、区域性不均衡、深度不足”的特征。从使用的范围看,很多绿色技术的应用还只是停留在一个施工环节上,比如有的只在混凝土浇筑的时候采用低碳材料,有些只在临时办公区安装节能照明,并没有形成一套覆盖“施工准备-主体施工-验收运维”全过程的技术集成体系,因此这些绿色技术并没有发挥出最大的效能。从地域分布上看,资金实力雄厚、技术储备丰富的大央企承建的重点项目,如长江三峡、白鹤滩水电站等,绿色技术的运用率达60%以上;而中小型水利工程,尤其是县域灌区改造和小型水库除险加固项目,因资金缺乏、对绿色技术认识不足,绿色技术应用率不到20%,仅采用一些简单的环保措施。从应用深度上看,大多数工程对绿色技术的应用仅仅停留在“皮毛”上,比如只是用最基础版的BIM软件建模,并没有与成本控制、进度管理等紧密结合;有些先进的技术(数字孪生施工监控技术、低碳混凝土养护技术)因为缺少专业的操作人才,导致其不能发挥最好的作用,甚至有“引进来放着不用”的情况<sup>[3]</sup>。

### 2.2 成本管理现状

目前,水利水电工程的成本管理仍以“事后核算、静态管控”为主,与绿色施工技术的应用需求严重脱节。在成本核算方面,现有的核算指标主要集中在传统施工要素(人工、材料、机械等)的直接成本,未考虑绿色技术的长期效益(如后期运维成本节约、能耗降低收益、环保罚款减免等),只关注绿色技术的初期投入成本,使绿色技术被贴上“初期投资高”的标签,被认为不经济,企业不愿意推广使用<sup>[4]</sup>。

### 2.3 技术集成与成本管理的耦合问题

技术整合和成本把控之间存在“双向脱离、协同不足”的耦合问题,极大地限制了绿色施工的推进成效。一方面,在制定技术集成方案时没有同步进行成本可行性的论证,造成方案“好看不好用”。一些技术集成方案只注重环保效能,不顾工程资金预算和成本承受能力,一味堆砌先进技术,如某水电站施工方案中就集成了数字孪生监控、AI质量检测、智能节能等许多高端技术,测算下来成本比传统方案高了50%以上,超出项目预算太多,只能缩减技术规模,绿色施工效果大打折扣。另一方面,在成本管理过程中没有根据绿色技术的特性来调整管控逻辑,从而忽略了绿色技术的成本优势。成本管理人员仍然采用传统的“按要素核算”模式,不能准确地把绿色技术带来的节能降耗收益、环保罚款减免收益等隐性成本节约拆分出来,例如某工程使用了扬尘抑制集成技术之后,减少了100万元的环保罚款,降低了50万元的周边居民补偿费用,但是这些收益没有被单独核算,使企业认为绿色技术“只增成本不增收益”。另外,缺乏专业的技术成本协同管理机制及团队也是重要原因。技术部门与成本部门各自为政、沟通不畅,技术方案制定后仅交由成本部门事后核

算,未形成方案制定、成本核算、优化调整的闭环管理,进一步加剧了二者的耦合矛盾<sup>[5]</sup>。

## 3 水利水电绿色施工技术集成与成本优化管理策略

### 3.1 绿色施工技术集成路径

创建全周期技术筛选和评价体系,结合水利水电工程“施工准备-主体施工-验收运维”各个阶段的主要任务和生态需求,创建“技术适配性-环保效能-成本可控性”三维筛选指标体系。在施工准备阶段,主要选择场地平整的植被保护技术、临时设施节能技术等;主体施工阶段,根据基础处理、坝体施工、机电安装等不同施工环节,选择低碳混凝土技术、土方开挖扬尘抑制技术、大型设备节能改造技术等;验收运维阶段,选择植被恢复技术、水质监测技术等。使用层次分析法对候选技术进行量化评价,确定各个阶段的核心技术和辅助技术,形成“施工环节、核心技术、环保指标、成本区间”对应表,保证技术选型的针对性和可行性。打造模块化集成和动态优化方案:把绿色施工技术按功能分为“节能模块”“环保模块”“智慧管理模块”三大模块,每个模块下面再分成具体技术单元(如节能模块包含光伏供电单元、设备节能改造单元等)。按照工程规模、生态敏感度、预算等不同的需求来选择不同的模块,组合形成个性化的解决方案。大型水电站可以选用全组合节能环保智能化的方案,中小型灌区可以选择基本节能简易环保的方案。同时建立动态优化机制,在施工期间,根据地质状况的变化、政策的调整、成本的起伏等状况,实时对模块组合进行调整,遇到极端天气造成光伏供电效率降低的时候,及时增加柴油-光伏混合供电单元,保证技术集成效果的稳定。加强技术集成的示范推广及标准制定,挑选3至5个不同类型的水利水电工程作为实验试点,实行模块化集成方案,在不同情况下分析得出技术匹配的经验,编纂出台一部水利水电绿色施工技术集成分则,确定每一个模块运用条件、操作流程和成效评定标准,以供整个行业内推行参照<sup>[6]</sup>。

### 3.2 成本优化管理方法

创建全生命周期成本核算模型,重新构建成本核算体系,把绿色施工技术的成本和收益包含在全生命周期之内,初期投入成本有技术引进费,设备购置费,人员培训费,中期运作成本包含能耗费,运维费,环保治理费,后期收益涉及节能降耗收益,环保罚款减免收益,运维成本节省收益。用净现值法(NPV)、内部收益率法(IRR)等对绿色技术长期经济效益进行量化评价,以低碳混凝土技术为例,初投入多出200万元,但是全生命周期内能节约能耗及运维费用350万元,计算得出净现值120万元,IRR为8%,明确其经济上的可行性,消除初期成本高的错误认识。引入智慧化成本动态控制系统的做法,是用BIM技术搭建起“技术参数-成本数据”的联动模型,把绿色技术的应用场景、技术指标同成本要素实时对接起来,光伏板铺设面积、发电效率同电费成本直接关联,低碳混凝土用量同材料成本、能耗成本联动。对成本进行实时监控,当某个环节成本超出了预警阈值的时候,会推送预警信息并且分析原因,在绿色建材采购成本超支时,系统可以快速匹配备选供应商报价和技术适配性,提供最优的替换方

案。同时具有大数据分析能力,能对历史工程的数据进行挖掘,建立绿色技术成本数据库,给新工程项目提供准确的测量依据,加强了成本控制的预见性。推行“技术-成本”联动考核机制,把绿色技术成本优化成效作为成本管理人员绩效考核指标的一部分,比如成本节约率、绿色技术效益核算准确率等,从而激励其主动去学习绿色技术知识,提高成本管控的针对性<sup>[7]</sup>。

### 3.3 协同优化保障措施

完善制度和政策保障,出台《水利水电绿色施工与成本协同管理规范》,确定技术集成同成本管理协同的流程,在技术方案制定之时就要同步开展成本可行性论证,在成本核算之时也要单独核算绿色技术的效益。推动地方政府出台配套激励政策,对采用绿色施工技术集成方案,同时成本达标的企业项目,实行工程结算溢价(结算总价上浮3%~5%)、税收减免(企业所得税减半征收2年~3年)及专项补贴(按绿色技术投入金额的10%~15%)等激励方式来降低企业的初始投入压力。强化复合型人才队伍的培养:实行“校企合作、在职培训”双轨培养方式,同高等院校合作设立水利水电绿色施工及成本管理专业方向;培养掌握技术知识和成本管控能力的复合型人才;对在职人员进行定期的培训,培训内容包括绿色施工技术理论、全生命周期成本核算方法、智慧管控工具的操作等,培训考核合格后才能上岗。同时成立一个由技术、成本部门组成的跨部门小组来进行合作,技术负责人、成本负责人一起负责,技术人员、财务会计、环保工程师都是小组成员,从各方面参与到方案设计、成本估算以及施工过程的管理中来。建立全流程监管和考核制度,形成政府监督、第三方评价、企业自查三级监督体系。政府部门不定期对项目技术集成度,成本优化率进行抽查,第三方机构对项目绿色施工效果,经济效益进行独立评价,企业建立内部自检台账,记录技术应用及成本变化情况。将“技术集成达标率”“成本优化率”

“绿色效益实现率”作为工程考核的主要指标,与企业的资质升级、项目招投标资格等相挂钩,对成效显著的企业予以表彰并优先授予政府项目,对未达标的公司予以约谈并限期整改,形成完整的“激励约束”闭环。

## 4 结束语

综上所述,本文主要就水利水电工程绿色施工技术集成与成本管控进行探讨。在充分分析研究价值、现实应用状况以及耦合问题之后,提出全周期模块化技术集成路径、全生命周期成本优化途径和多维协同保障体系,并形成完整逻辑闭环,为水利工程绿色转型和成本控制提供切实可行的实施指引。

## 参考文献

- [1]陈华新.水利水电工程经营管理问题剖析与管理优化路径[J].价值工程,2025,44(29):78-81.
- [2]王波.聚焦“三维管理”推动“三效提升”以大商务管理为企业高质量发展赋能[J].施工企业管理,2024,(09):88-90.
- [3]季慕州.市政水务工程三维会商平台建设与应用研究[J].城市道桥与防洪,2025,(05):230-234+242.
- [4]焦兴国.水利工程绿色施工与生态环境保护的协同研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(08):48-50.
- [5]张俊峰,蔚荣.绿色发展理念下的水利水电工程施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(03):226-228.
- [6]廖欢.基于绿色发展理念的水利水电工程施工技术研究[J].红水河,2022,41(05):80-83.
- [7]何祖朋.绿色施工技术在水利工程中的应用研究[J].科技风,2021,(19):197-198.

## 作者简介:

赵庚彤(1971--),男,汉族,河北省衡水市人,工程师,本科,水利水电工程管理。