

绿色施工理念下水利工程施工成本优化路径探讨

赵佳琦 赵敏杰

乌海市水利发展和工程质量服务中心 内蒙古 乌海 016000

摘要: 在生态文明建设持续推进的背景下,绿色施工已成为水利工程高质量发展的重要方向。本文围绕绿色施工与水利工程成本的内在关联,系统剖析绿色施工理念内涵、施工成本构成以及二者之间的双重影响机制,识别环保措施、资源节约环节产生的成本增量与综合效益。从规划设计、施工技术、组织管理三个层面构建成本优化路径,并从政策、企业、行业三个维度提出保障机制。研究表明,绿色施工虽会产生短期成本增量,但可通过资源高效利用、返工损耗减少、长效运维成本降低实现整体效益提升。科学统筹绿色管控与成本管控,能够推动水利工程实现经济效益、生态效益与社会效益协同提升,为水利行业可持续发展提供可行思路。

关键词: 绿色施工;水利工程;成本优化;可持续发展

引言:水利工程建设规模大、施工周期长、资源消耗高,传统模式易造成扬尘、噪声、水土污染与资源浪费,也带来不必要的成本支出。随着绿色发展理念深入人心,水利工程施工逐步向节能、减排、降耗、环保转型,但部分项目仍存在绿色投入与成本控制失衡、效益转化不清晰等问题。合理推进绿色施工,并非单纯增加投入,而是通过技术优化、管理精细、资源循环实现全周期成本最优。当前,不少项目对绿色施工的成本构成认知不足,对长期效益挖掘不够,导致实施积极性不高。基于此,本文探析绿色施工与工程成本的相关性,识别增量成本与潜在效益,提出系统化成本优化路径,对推动水利工程绿色化、集约化发展具有重要现实意义。

1 绿色施工与水利工程成本的相关性分析

1.1 绿色施工理念的核心内涵

绿色施工以可持续发展为导向,贯穿工程建设全过程,核心是在保证质量与安全的前提下,最大限度节约资源、减少环境负面影响,实现节能、节地、节水、节材与环境保护目标。其内涵强调源头管控、过程减耗、末端治理相结合,注重施工方案绿色化、材料选用环保化、能源利用高效化、废弃物资源化。与传统施工相比,绿色施工更重视全生命周期价值,不局限于建设期投入,更关注运行期维护成本、生态修复成本与社会外部成本。在水利工程中,绿色施工还需兼顾水土保持、水体保护、生态廊道保留等特殊要求,通过科学组织与技术创新,将生态约束转化为管理优势,实现工程建设与生态保护协同推进^[1]。

1.2 水利工程施工成本构成分析

水利工程施工成本结构复杂,主要由直接成本与间接成本两部分组成。直接成本包括人工、材料、机械使

用、土石方工程、混凝土工程、基础处理等费用,占比通常在75%以上,其中材料费用与机械费用占比最高。间接成本包括现场管理、安全文明施工、环保措施、检测监测、临时工程等费用。传统成本核算多聚焦建设期显性支出,忽视生态破坏、资源浪费、后期维修等隐性成本。在绿色施工要求下,环保投入、节能设备、再生材料、扬尘噪声控制等费用被纳入管理范畴,成本边界进一步扩展。全面识别成本构成,是实现绿色施工与成本优化协同的基础,也为精准管控与效益测算提供依据。

1.3 绿色施工对成本的双重影响机制

绿色施工对水利工程成本呈现短期增加、长期降低的双重影响机制。短期来看,环保设备购置、再生材料使用、扬尘与污水处理措施、水土保持工程等会带来直接成本增量,部分新技术应用也会提高初期投入。但从长期看,绿色施工可显著降低资源采购费用、能耗费用、废弃物处置费用,减少因环境违规、质量缺陷、生态修复产生的额外支出。同时,资源循环利用、节水节能技术可持续降低运营成本,良好的生态形象还能提升项目综合效益,减少社会协调成本。科学把握双重影响,避免片面追求低成本而忽视生态代价,也防止过度绿色投入导致成本失控,是实现整体优化的关键。

2 水利工程绿色施工成本增量与效益识别

2.1 环境保护措施的成本与效益

水利工程环保措施主要包括扬尘控制、噪声治理、污水处理、水土保持、植被恢复、土壤保护等内容,相关投入构成绿色施工典型成本增量。施工现场围挡、喷淋系统、渣土覆盖、沉淀池建设、生态护坡等均会增加初期费用,但可显著降低外部风险与后期治理成本。环保措施到位能够避免环保处罚、周边投诉、停工整改,

减少生态修复与水土流失治理支出。同时,良好施工环境可提升作业效率,降低安全隐患与人员健康风险。从效益角度看,环保投入虽提高直接成本,但大幅降低隐性成本与社会成本,整体呈现投入可控、效益长效的特征,为项目可持续实施提供保障。

2.2 资源节约措施的成本与效益

2.2.1 节材与材料资源利用

节材措施主要包括优化混凝土配合比、使用再生骨料、推广预制构件、加强模板周转、减少材料损耗、推进建筑垃圾资源化等。采用高性能外加剂、再生建材会小幅提升材料单价,但可大幅降低材料总消耗量与废弃物清运成本。精细化材料管理、数字化下料、余料回收利用可将损耗率显著降低,减少重复采购与浪费。从成本效益看,材料费用占比高,小幅损耗下降即可带来明显成本节约。长期来看,再生材料与循环利用模式还能降低供应链波动风险,提升项目经济性与绿色水平^[2]。

2.2.2 节水与水资源利用

水利工程天然具备水资源管控优势,节水措施包括施工用水循环系统、雨水收集利用、基坑水净化回用、节水型设备应用等。建设循环管路、净化装置、储水设施会产生一定成本,但可大幅减少自来水取用费用,降低排水与污水处理费用。尤其在缺水区域或水源保护地,节水措施能显著降低取水成本与合规成本。同时,水资源高效利用可减少周边水体扰动,降低生态治理支出。综合来看,节水投入回收周期较短,长期效益稳定,是绿色施工中性价比突出的优化方向。

2.2.3 节能与能源利用

节能措施主要涉及选用高效节能机械、合理规划施工供电、利用太阳能与风能辅助供电、优化机械调度减少空载运行、采用节能照明与温控设备等。节能型机械与新能源装置初期投资较高,但可持续降低燃油、电力消耗,减少机械运维成本。优化施工部署与工序衔接,减少机械往返与待机,也能显著降低能耗支出。在大型水利工程中,能耗费用基数大,节能效益尤为明显。同时,低碳施工有助于满足政策要求,提升项目绿色评级,间接增强企业市场竞争力,实现经济与生态双重收益。

3 基于绿色施工的水利工程成本优化路径

3.1 规划设计阶段的源头优化

规划设计是成本控制的源头,更是绿色施工理念落地的关键环节,将绿色理念前置融入设计全过程,可从根本上规避后期施工中的生态破坏与成本浪费,大幅降低后期施工与运维成本。设计阶段需先开展场地生态详查,全面掌握施工区域的地形地貌、植被覆盖、水文地

质及生态敏感点分布,结合场地实际优化工程总体布局,合理划定施工区域与生态保护区域,尽量避开生态敏感区,减少大规模土石方开挖与原生植被破坏,从而降低生态修复、边坡支护及植被重建的额外费用。积极推广生态友好型结构形式,优先选用本土化、易获取、低能耗、可回收的建筑材料,减少远距离运输带来的燃油消耗、运输费用及碳排放成本,同时降低材料损耗率。结合水利工程自身供水、防洪等核心功能,优化水资源利用方案,同步设计施工用水循环系统与雨水收集利用设施,实现施工用水与工程运行节水一体化,减少自来水取用与污水处理费用。同时,开展多方案技术经济比选,综合评估不同设计方案的建设成本、长期运维成本与生态环境成本,摒弃“重建设、轻生态”“重短期、轻长期”的设计思路,确定绿色效益与经济最优的设计方案,从源头避免施工阶段因设计不合理导致的大规模变更、返工整改,切实提升成本可控性,为后续绿色施工与成本优化奠定坚实基础。

3.2 施工技术层面的创新优化

技术创新是破解绿色施工与成本控制矛盾、降低绿色成本、提升综合效益的核心路径,通过推广先进适用的绿色施工技术,可在满足环保要求的同时,实现工效提升与成本节约的双重目标。在混凝土施工环节,推广混凝土绿色配比技术,科学提高粉煤灰、矿渣等工业固废掺量,不仅能降低水泥用量,减少水泥生产过程中的能耗与碳排放,还能降低混凝土水化热峰值,有效规避温度裂缝产生,减少裂缝检测、修补的人工与材料成本。在养护环节,应用节水型养护、雾化养护技术,替代传统洒水养护模式,既能减少水资源消耗,又能降低人工巡检与洒水的人工投入,同时提升养护质量,避免因养护不当导致的混凝土强度不足、返工等问题。积极推广装配式施工、模块化安装技术,将混凝土构件、钢筋加工等工序转移至工厂标准化生产,减少现场浇筑作业,降低施工废料产生量,同时缩短现场施工周期,减少人工、机械的闲置成本。采用深基坑闭环水处理、渣土密闭运输、智能喷淋等自动化环保设备,替代传统人工环保管控模式,既能提升扬尘、污水治理效率,又能降低人工管控成本,避免因环保不达标导致的停工整改、罚款等额外支出^[1]。同时,广泛应用BIM技术进行施工模拟、材料精准算量、进度优化与工序衔接,提前规避施工中的碰撞、返工、窝工问题,减少资源浪费与成本损耗,实现环保与成本双赢。

3.3 组织管理层面的精细优化

组织管理精细化是平衡绿色施工与成本控制的重要

保障,通过完善管理体系、细化管理流程、强化过程管控,可将绿色施工要求转化为成本优势,避免绿色投入沦为单纯的成本负担。建立绿色施工专项管理体系,明确项目管理人员、技术人员、施工班组及一线作业人员在节能、节材、环保等方面的责任分工,将绿色施工指标、成本控制目标分解至每个班组、每个岗位,实行“层层负责、层层落实”的管理机制,确保绿色措施落地见效。在材料管理方面,实施材料集中采购、统一调度模式,通过批量采购降低材料采购单价,同时建立材料库存动态管理机制,精准把控材料用量,提高模板、脚手架等周转材料的利用率,减少材料库存积压与浪费,降低材料仓储、损耗成本。在机械管理方面,优化机械排班计划,根据施工工序与进度合理调配机械,提高设备使用率,减少机械空载运行、闲置等无效能耗,同时加强机械日常维护保养,延长设备使用寿命,降低机械维修与更换成本。加强施工现场废弃物分类回收管理,对施工渣土、混凝土废料、钢筋边角料等进行分类收集、加工处理,推动资源化再利用,减少废弃物清运、处置费用,同时减少资源浪费。强化施工过程监测,对施工用水、用电、材料消耗实行精准计量管控,实时掌握消耗数据,及时发现并纠正浪费、超耗等问题,通过全方位、精细化管理减少无效支出,让绿色施工真正成为降低成本、提升效益的重要支撑。

4 保障机制与建议

4.1 政策层面的激励与约束

政策层面应构建激励与约束并重的制度体系,为绿色施工成本优化提供环境支撑。完善水利工程绿色施工标准与评价体系,将节能降耗指标纳入招投标与验收要求。加大对绿色技术、循环利用项目的财政补贴与税收优惠,降低企业初期投入压力。建立绿色信用评价机制,对绿色成效突出的企业在招投标中给予加分。同时,强化环境监管,对高污染、高浪费行为加大处罚力度,倒逼企业转变施工模式。通过政策引导,让绿色施工从外部压力转化为内生动力,推动行业整体成本结构优化。

4.2 企业层面的能力建设

企业应加强绿色施工能力建设,将成本优化融入内

部管理体系。加大技术研发与人才培养投入,提升绿色技术应用与方案优化能力。建立全生命周期成本核算机制,科学评估绿色投入与长期效益,避免短视决策。完善项目管理流程,将绿色指标与成本考核挂钩,推动现场精细化落地。鼓励企业总结典型案例,形成标准化绿色施工工法,降低重复试错成本^[4]。通过内部能力提升,企业可在合规前提下实现资源高效利用,持续提升项目盈利能力与市场竞争力。

4.3 行业层面的协同推进

行业层面应搭建协同平台,促进技术共享、经验互鉴与资源整合。建立水利工程绿色施工技术库与成本数据库,为项目比选与造价管理提供参考。推动产学研合作,加快低成本绿色技术转化应用,降低行业整体绿色投入水平。加强行业交流培训,提升从业人员绿色成本管控意识。推动产业链协同,引导建材、机械、运维企业协同开发绿色产品,形成稳定供给体系。通过行业协同,降低单个项目绿色转型成本,推动水利工程整体向高效、低碳、集约方向发展。

结束语

绿色施工与成本优化并非相互对立,而是可以通过科学规划、技术创新与精细化管理实现协同统一。水利工程具有投资大、周期长、生态影响显著的特点,推行绿色施工既能满足生态保护要求,又能通过资源节约、损耗降低、后期运维费用减少实现全周期成本最优。未来应持续深化绿色技术应用,完善全生命周期成本管控体系,推动政策、企业、行业协同发力,让水利工程真正走向安全、优质、绿色、经济的可持续发展道路。

参考文献

- [1]王自旭.浅析水利工程施工成本控制策略[J].中国招标,2023(8):156-157,161.
- [2]李辉.水利工程施工成本控制的项目部管理路径[J].中国科技纵横,2025(14):109-111.
- [3]杨国强.水利工程施工成本预算及控制措施研究[J].中国招标,2025(11):124-126.
- [4]樊丹丹.水利工程施工成本预算及控制对策[J].水利水电快报,2022,43(z1):60-61.