

水利水电施工管理的创新策略探析

李凤亚

阜南县水利局 安徽 阜阳 236300

摘要: 水利水电施工管理面临工程规模大、周期长、技术复杂及自然与政策约束等挑战,传统模式存在资源分配低效、安全风险突出、信息化滞后等问题。创新策略需融合精益管理、数字化与绿色施工理论,依托BIM+GIS、物联网、大数据等技术构建动态管控体系,推行EPC总承包模式与扁平化组织结构,完善动态考核与标准化流程,以实现施工全过程的智能化、绿色化与高效化转型。

关键词: 水利水电; 施工管理; 创新策略

引言: 水利水电工程作为国家基础设施建设的核心领域,其施工管理水平直接影响工程质量、生态安全与经济效益。然而,传统管理模式因资源分配低效、安全风险难控、信息化滞后等问题,难以适应新时代“双碳”目标与智能建造技术发展的要求。本文从理论框架、技术驱动、模式创新等维度,系统探讨水利水电施工管理的创新路径,旨在为破解行业痛点、推动管理升级提供理论支撑与实践参考。

1 水利水电施工管理的核心特征与挑战

1.1 行业特性分析

(1) 工程规模大、周期长、技术复杂。水利水电项目多为国家级或省级重点工程,涉及大坝浇筑、隧洞开挖、机电安装等多专业交叉作业,单体项目投资规模常达数亿至数百亿元,建设周期普遍在5-10年。受地形地质条件制约,施工需应用高边坡支护、深水围堰、碾压混凝土等专项技术,对施工工艺和设备精度要求严苛。

(2) 自然环境与政策约束的双重影响。项目多选址于偏远山区或河流流域,易受洪水、泥石流、地震等自然灾害威胁,施工窗口期受季节气候限制。同时,项目需通过环评、水保、移民安置等多重政策审批,征地拆迁与生态保护要求不断提高,政策调整直接影响施工进度与方案规划。

1.2 传统管理模式的痛点

(1) 资源分配低效与成本超支问题。传统管理依赖人工调度,人、材、机资源配置缺乏动态优化,易出现设备闲置、材料积压或供应短缺等问题,导致施工成本超出概算,部分项目成本超支率可达10%-20%。(2) 施工安全风险与应急管理不足。高空、地下、涉水作业场景多,安全隐患点分散,传统人工巡检难以实现全覆盖。应急管理体系不完善,应急预案缺乏实战演练,面对突发事件时响应迟缓,易引发安全事故。(3) 信息

化水平滞后与协同效率低下。各参建方数据孤岛现象突出,设计、施工、监理等环节信息传递依赖纸质文件或线下沟通,变更签证流程繁琐,协同决策效率低,导致施工进度延误。(4) 环保合规压力与可持续发展矛盾。传统施工模式重工程进度、轻生态保护,易产生水土流失、植被破坏等问题。环保监测数据人工填报,真实性与时效性不足,难以满足“绿水青山就是金山银山”的发展要求,项目面临环保处罚风险^[1]。

2 水利水电施工管理创新的理论基础

2.1 创新管理理论框架

(1) 精益管理理论。其核心要义在于消除施工全流程中的各类浪费,通过流程优化实现资源高效配置。在水利水电施工场景中,精益管理聚焦施工环节的无效等待、材料过度消耗、工序冗余等问题,通过梳理施工流程、细化作业标准、建立动态反馈机制,减少非增值活动。例如,在大坝浇筑作业中,通过精益管理优化混凝土搅拌、运输、浇筑的衔接流程,避免设备闲置和混凝土浪费,同时提升浇筑质量与效率,为施工管理创新提供高效化、集约化的核心思路。(2) 数字化管理理论。以数据为核心驱动,依托BIM、物联网、大数据等技术实现施工管理的可视化、智能化与协同化。其中,BIM技术可构建水利水电工程全生命周期的三维模型,实现设计、施工、运维阶段的信息互通;物联网技术通过部署传感器、定位设备等,实时采集施工机械运行状态、人员位置、环境参数等数据;大数据技术则对海量数据进行分析挖掘,为进度管控、风险预警、资源调度提供科学决策支持,构建起“数据驱动决策”的管理新模式^[2]。

(3) 绿色施工理论。以节能减排、生态修复为核心目标,强调施工过程与生态环境的和谐共生。该理论要求水利水电施工摒弃传统粗放式模式,在施工策划、实施及收尾阶段融入生态保护理念,通过采用环保施工材

料、优化施工工艺、落实水土保持措施等,减少施工对周边植被、水体、土壤的破坏。同时,注重施工后的生态修复工作,实现工程建设与生态保护的协同推进,为绿色施工实践提供理论指引。

2.2 政策与技术驱动因素

(1) 国家“双碳”目标与绿色施工政策要求。国家“碳达峰、碳中和”目标的提出,为水利水电施工管理创新划定了绿色发展方向。相关部门陆续出台的绿色建筑、生态环保等政策,明确要求水利水电工程在建设过程中严格落实节能减排指标,加强生态环境保护与修复。例如,政策对施工中的扬尘控制、污水排放、建筑垃圾处理等提出明确标准,倒逼施工企业突破传统管理模式,将绿色理念贯穿施工全流程,成为推动管理创新的重要政策导向。(2) 智能建造技术的赋能作用。5G、AI、无人机监测等智能建造技术的快速发展,为水利水电施工管理创新提供了核心技术支撑。5G技术实现施工现场高清视频传输、设备远程控制等功能,破解了偏远施工区域通信不畅的难题;AI技术可应用于施工质量检测、安全风险识别等场景,通过图像识别、数据建模实现隐患的精准预判;无人机监测则能高效完成高边坡、大范围施工区域的巡查测绘,提升监测效率与覆盖面,推动施工管理从“人工主导”向“智能赋能”转型。

3 水利水电施工管理创新策略

3.1 管理理念创新

(1) 从“结果导向”到“全过程动态管控”。摒弃传统仅关注施工结果与最终验收的管理思维,构建覆盖施工策划、实施、验收全阶段的动态管控体系。通过建立实时数据监测与进度追踪机制,对施工中的人、材、机资源配置、工序衔接、质量安全状态进行动态把控,提前预判并解决潜在问题。例如,在隧洞开挖施工中,通过动态管控及时调整开挖进度与支护方案,避免因盲目推进导致的安全隐患或进度延误,实现施工过程的精准化、可控化管理。(2) 引入生命周期管理理念(规划-设计-施工-运维一体化)。打破传统水利水电工程各阶段割裂的管理模式,将管理视野延伸至工程全生命周期。在施工管理中提前衔接规划设计目标与运维需求,通过信息共享平台实现规划、设计、施工、运维环节的协同联动。比如,施工阶段同步构建运维所需的设备档案与监测系统,为后续运维工作奠定基础,提升工程全生命周期的综合效益。

3.2 技术手段创新

(1) 数字化施工管理平台: BIM+GIS集成应用、实时进度模拟。依托BIM技术构建工程三维可视化模型,

融合GIS地理信息系统的空间分析能力,实现施工场地布局、地形地貌、管线分布等信息的一体化呈现。通过平台进行实时进度模拟,对比计划进度与实际进度差异,精准定位进度滞后节点并优化调整。同时,平台支持各参建方数据共享,提升协同决策效率,破解传统管理中信息壁垒问题。(2) 智能监控系统: 基于物联网的施工安全预警与质量追溯。通过在施工现场部署物联网传感器、视频监控、人员定位等设备,实时采集高边坡位移、基坑沉降、设备运行参数、人员作业轨迹等数据。借助数据传输与分析系统,实现安全隐患的自动识别与分级预警,提前规避高空坠落、坍塌等安全风险。同时,建立质量追溯体系,对混凝土浇筑、钢筋绑扎等关键工序的质量数据进行全程记录,实现质量问题的可追溯、可整改^[3]。(3) 绿色施工技术: 生态护坡、低碳材料与废弃物循环利用。推广生态护坡技术,采用植草砖、格宾网、植被混凝土等环保材料替代传统硬质护坡,减少对周边生态环境的破坏,提升边坡稳定性与生态修复能力。积极应用低碳节能材料与施工工艺,降低施工过程中的能源消耗与碳排放。建立建筑垃圾分类回收与循环利用机制,对废弃混凝土、钢材等进行加工再利用,实现资源节约与环保达标双重目标。

3.3 组织模式创新

(1) 扁平化项目组织结构与跨部门协同机制。精简传统层级式管理架构,减少中间管理环节,构建扁平化的项目组织模式,提升指令传达与信息反馈效率。建立跨部门协同机制,整合施工、技术、安全、环保等部门资源,明确各部门职责边界与协同流程,针对复杂施工任务开展联合攻关,提升团队协作效能。(2) EPC总承包模式下的责任共担与资源整合。推行EPC总承包模式,由总承包单位统筹设计、采购、施工全流程管理,实现各环节的无缝衔接。建立业主、总承包单位、分包单位、监理单位等多方参与的责任共担机制,明确各方在质量、安全、进度、成本等方面的责任。通过总承包单位的资源整合能力,优化供应链管理,实现设备、材料的集中采购与高效调配,提升项目整体管理效率^[4]。

3.4 制度保障创新

(1) 动态化绩效考核体系与激励机制。建立以施工进度、质量安全、环保达标、成本控制等为核心指标的动态绩效考核体系,根据项目施工阶段特点实时调整考核权重,实现考核的精准化、科学化。配套完善激励机制,对绩效考核优秀的团队与个人给予物质与精神奖励,对违规操作、管理失职行为进行问责,充分调动员工的积极性与责任心。(2) 标准化施工流程与风险防控

预案。制定覆盖各施工工序的标准化操作流程,明确施工工艺要求、质量检验标准与安全操作规范,实现施工过程的规范化管理。针对水利水电施工中可能面临的自然灾害、安全事故、环保风险等,建立完善的风险防控预案体系,明确风险识别、评估、应对的流程与责任主体,定期开展应急演练,提升项目应对突发风险的能力。

4 水利水电施工管理创新的挑战与对策建议

4.1 实施障碍分析

(1) 技术成本高与中小企业转型困难。水利水电施工管理创新依赖数字化、智能化技术装备的投入,BIM系统搭建、物联网设备部署等前期成本高昂,后期还需持续投入资金进行维护与升级。行业内大量中小企业资金实力薄弱、利润空间有限,难以承担技术转型的高额成本,导致创新技术在行业内的推广应用存在明显断层,制约了整体管理水平的提升。(2) 复合型人才短缺与培训体系滞后。管理创新需要既精通水利水电施工技术,又掌握数字化技术、绿色施工理念的复合型人才。当前行业内现有从业人员多擅长传统施工管理,对新兴技术的应用能力不足。同时,行业人才培养体系滞后,缺乏针对性的复合型人才课程,难以快速补齐人才短板,影响创新策略的落地实施。(3) 数据安全与隐私保护风险。数字化管理过程中会产生大量工程数据、人员信息、设备参数等敏感数据,这些数据在传输、存储与共享过程中面临泄露、篡改等安全风险。目前行业内部分企业数据安全防护体系不完善,缺乏专业的安全管理人才与技术手段,加之相关数据保护标准不健全,进一步加剧了数据安全隐患。

4.2 对策建议

(1) 政策扶持:税收优惠、专项补贴与标准制定。政府相关部门应出台针对性政策,对采用创新技术的施工企业给予税收减免、研发费用加计扣除等优惠;设立专项补贴资金,重点支持中小企业的技术转型。同时,加快制定水利水电施工管理创新的技术标准与规范,明

确数据安全、绿色施工等方面的要求,为企业创新提供清晰的政策指引与保障。(2) 技术普惠:开源平台开发与行业共享机制。鼓励行业龙头企业联合科研机构开发开源的数字化施工管理平台,降低中小企业的技术应用门槛。建立行业技术共享机制,整合优质技术资源、设备资源与数据资源,通过共享租赁、技术帮扶等方式,推动创新技术在全行业的普惠应用,缩小企业间的技术差距。(3) 人才培养:产学研联合培养与职业资格认证。推动高校、科研院所与施工企业建立产学研合作机制,开设定制化的复合型人才课程,强化实践教学环节,实现人才培养与行业需求的精准对接。完善职业资格认证体系,增设数字化管理、绿色施工等相关认证项目,引导从业人员主动提升技能,同时加强现有人员的专项培训,快速充实人才队伍。

结束语

水利水电施工管理创新是应对行业复杂挑战、实现高质量发展的必由之路。本文通过剖析传统管理模式的痛点,结合精益管理、数字化与绿色施工理论,提出从理念革新、技术赋能到制度保障的全链条创新策略。未来,需进一步强化政策引导、技术普惠与人才培养,推动行业向智能化、绿色化、协同化方向转型,最终实现工程建设与生态保护的和谐共生,为全球水利事业发展贡献中国智慧。

参考文献

- [1]谷云峰.水利工程施工管理中存在的问题及改进措施[J].水上安全,2024,(21):160-162.
- [2]顾振红.水利工程施工管理的重要性和对策探析[J].全面腐蚀控制,2024,38(08):75-77.
- [3]杨连信.水利水电施工管理的创新探讨[J].中国住宅设施,2024,(06):79-81.
- [4]蓝茂富.水利水电施工管理的创新策略探析[J].价值工程,2022,41(06):140-142.