

Study on quality control measures of wind power mixed tower construction cycle

Kunquan Ji Chao Zhou

State Power Investment Group Wuling Electric Power Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

Hydropower projects are characterized by their massive scale, substantial investment, technical complexity, and extended construction periods, which exert profound impacts on both environmental and social dimensions. Therefore, hydropower project development is not only crucial for investment returns but also closely tied to regional economic growth, energy security, and ecological conservation. As these projects are vital to national economic and social progress, the importance of effective engineering management cannot be overstated. This paper analyzes the requirements for hydropower project management. Through a specific hydropower project case study, it explores implementation strategies for comprehensive project management, including optimizing engineering management systems, rigorously controlling material and equipment quality, establishing end-to-end quality control measures, and leveraging information technology. By enhancing effective management practices, this approach aims to improve construction quality in hydropower projects and lay the foundation for safeguarding people's quality of life.

Keywords

whole process control; hydropower station project; project management countermeasures

基于全过程管理的水电站工程项目管理对策思考

计坤全 周超

国家电投集团五凌电力有限公司, 中国 · 湖南长沙 410000

摘要

水电站项目规模宏大、投资额巨大、技术复杂且建设周期较长,对环境、社会均产生深远影响,因此水电站项目建设不仅关系着投资回报,也与区域经济发展、能源安全、生态环境保护等有密切的关系。水电站工程关系着国家经济与社会的发展,工程管理工作的重要性不言而喻。本文针对水电站工程项目管理要求进行分析,并且结合某水电站工程项目,从完善水电站工程管理体系、严格把控材料设备质量、制定全过程质量管理对策、借助信息化技术几个方面分析全过程管理应用对策,通过有效管理提高水电站项目施工质量,为保障人们生活生活质量奠定基础。

关键词

全过程管控; 水电站工程; 项目管理对策

1 引言

水电站工程项目采取全过程管理具有重要意义,可实现统筹全局、风险全程防控的效果,有效提高投资效益。水电站工程项目管理中采取全过程管理,提供了一个系统化、集成化的管理框架,能够从源头控制风险、优化资源配置、保障关键目标实现,最大程度将水电站项目的社会效益、经济效益发挥出来,因此在水电站工程项目管理中实施全过程管理具有重要意义,突破了传统管理的限制、优化传统管理的不足,是提高水电项目管理质量的必要选择。

2 工程概况

本文以某水电站工程举例,该区域社会经济发展较快,对能源需求量呈逐年上涨的趋势,当地水能资源有较高的发展潜力,通过水电站项目建设可增加清洁可再生能源供应,优化区域能源结构、缓解电力供需矛盾;同时有利于促进当地经济发展,并且具有防洪减灾、灌溉供水的效果,改善下游生态环境。该工程正常蓄水位为 830m,死水位 932m,总库容 268 亿 m^3 ,调节库容 49.2 亿 m^3 ,具有年调节能力。工程大坝为混凝土重力坝,最大坝高有 290m,坝顶长度为 2353m。电站装机容量为 1245 万千瓦,机组台数有 8 台,单机容量为 17 万千瓦。

3 水电站工程项目管理要求

水电站工程项目管理要求极为严格和复杂,而且由于项目规模较大、技术难度较高、投资额巨大、建设周期长,

【作者简介】计坤全(1982-),男,中国云南曲靖人,本科,工程师,从事新能源建设工程项目管理研究。

因此管理要求也非常严苛。首先,要保证合规性。遵循国家及地方颁布的《建筑法》、《建筑工程质量管理条例》、《环境影响评价法》、《水土保持法》等一系列法律法规。获取项目备案、用地预审和规划许可、环境影响评价批复等一系列行政许可文件。其次,目标驱动的精化管理。保证工程结构安全、设备可靠,功能满足发电、防洪、灌溉等设计目标,符合国家及行业强制性标准和合同约定,强调全过程质量控制,涉及设计评审、材料检验、隐蔽工程验收等内容^[1]。最后,安全要求。构建完善HSE管理体系,见图1。涵盖健康、安全、环境的内容,制定且落实严格的安全规章制度、操作规程和应急预案,对高边坡、深基坑、大坝填筑/浇筑、高空作业等高危工程进行严格的管理。秉承着“安全投入、安全培训、基础管理、应急救援”的安全管理原则,零容忍重大安全事故。

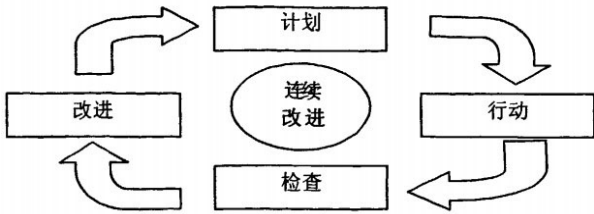


图1 HSE管理体系运作模型图

4 全过程管理在水电站工程项目管理的应用对策

4.1 构建完善的水电站管理体系

首先,明确全过程管理体系核心框架。重视顶层设计,建立“规划-设计-施工-移交-运营”无缝衔接机制,明确各阶段责任主体和交付标准。以全生命周期效益最大化为核心目标,将技术管理、成本管理和风险防控协调起来。构建一体化管理团队,统筹协调业主、设计、施工、监理单位,赋予跨阶段决策权,避免出现责任断层^[2]。其次,管理体系实施要点。(1)决策和规划阶段,纳入运营期成本模型,对维护成本、设备更换周期进行分析,评估生态影响、移民安置的长期社会风险。同时采用BIM+GIS技术模拟工程全周期场景,对水电站工程进行合理选址并且制定施工方案。(2)建设阶段。采用BIM5D模型对施工成本、施工进度进行管理,监控实际成本和施工进度与设计要求的偏差。关键设备例如水轮机、闸门采用数字孪生标签,关联生产、安装等环节。(3)运维阶段。采用IoT传感器+AI算法预测设备故障,同时对库区边坡、大坝变形进行自动化实时监测。

4.2 严格把控材料质量

全过程管理中的材料质量把控,是保证水电站工程安全、运营寿命的关键,加强材料管理可避免结构失效、渗漏、设备故障等问题发生。秉承着“预防为主、过程控制、源头把控、闭环管理”的材料管理原则,结合水电站项目建设不

同阶段制定针对性的管理对策:(1)规划与设计阶段,对材料质量进行源头把控。谁家文件中必须清晰、准确的规定所有材料的技术规格、质量标准、环保要求等。比如水泥品种标号、外加剂类型、钢筋级别及力学性能、防水材料性能等。结合水电站工程特点、环境条件等进行材料选型。(2)材料供应商管理。对供应商的生产能力、质量保证体系等进行严格审查。采购合同中,需要将设计文件中的材料技术要求、验收标准、检测方法、质量证明文件要求等纳入合同条款。对重要结构材料例如大型铸锻件、关键机电设备、特种防水材料等实施驻厂监造制度,对原材料、生产工艺、过程检验进行监督。(3)进厂检验阶段。材料进入施工现场时,严格核对材料名称、设备规格、质量证明文件的真实可靠,材料和设备外观要进行严格检查,避免有破损、变形、锈蚀等问题。按照合同及监理要求,在监理工程师的监督下对进场材料进行随机抽检,同时递交给有资质的第三方检测机构进行复查。重点对钢筋、水泥、砂石骨料、混凝土、防水材料、外加剂等材料进行复查,秉承着“先检后用”的原则,未经检验或检验不合格的材料不可用于施工^[3]。

4.3 构建全过程质量管理对策

水电站项目管理中全过程质量管理的应用是保证工程安全性、环保性、经济性的重要手段。(1)前期决策与设计阶段。强化地质、水文、气象等基础数据采集,通过无人机航测、三维地质建模等技术,避免由于勘察失误造成的设计不足问题。严格按照水电行业设计规范,利用BIM技术进行碰撞检查、施工模拟,避免设计冲突。对坝型、机组选型、输水系统等关键方案进行技术经济与安全性的综合论证,组织专家对设计文件进行“三校两审”,保证结构安全、材料选型以及施工方案的合理性。(2)招标采购与合同管理。选择具备水电特级资质、类似工程业绩的承包商,且供应商要通过ISO9001认证和行业准入审查,水轮机、发电机采用“制造厂资格审查+驻厂监造”制度。细化合同条款,明确材料技术标准、工艺要求、验收流程^[4]。(3)施工过程管理。施工准备阶段,重点审查大坝浇筑、隧洞开挖、机电安装等关键工序的工艺可行性,对首个仓号混凝土浇筑、首条焊缝等样板工程验收达标后可进行批量施工。设置旁站监理,对隐蔽工程例如基础灌浆、防渗墙施工进行管理,合理应用数字化监控技术对混凝土温度、大坝位移进行实时监测。关键工序的专项控制对策见表1。

表1 施工关键工序的专项控制对策

施工工序	质量控制要点
大坝混凝土	骨料级配在线监测、温控冷却水系统、分层浇筑间歇期、振捣密实度检测
压力钢管安装	焊缝100%无损检测、水压试验、防腐涂料厚度检测
机组安装	轴线对中精度 $\leq 0.02\text{mm/m}$ 、轴承间隙控制、振动值测试

4.4 利用信息技术提高管理质量

随着我国科技的发展,信息技术成为水电站工程项目管理中以提高管理质量、管理效率的核心驱动力,通过数字化、智能化技术将全过程管理的优势发挥出来。(1)设计阶段。采用 BIM 技术整合地质、水电站工程结构、机电多专业模型,自动进行碰撞检测,避免了后期设计变更的风险。对水电站大坝浇筑、隧洞开挖等复杂工序实施 4D 模拟,优化施工方案,本文研究水电站采用 BIM 模型后降低 17% 的设计冲突,节约成本约 2 亿元。GIS+ 无人机航测及时,可建立库区三维实景模型,精准分析边坡稳定性、淹没范围等,为工程选址决策提供支持;同时能够监测施工区域内地质、地形的变化,预警地质灾害。(2)施工过程采用智能监控系统。见表 2。同时施工过程的物资管理通过智慧手段:RFID/ 二维码溯源对钢筋、水泥等关键材料绑定电子标签,扫描即可查询生产批次、检测报告、使用部位等;通过智能仓储系统监测仓库温度湿度,环境异常则自动发出警报。

(3)质量检验环节。采用自动化检测设备进行质量检查,比如智能回弹仪可检测混凝土强度,数据直接上传云平台,自动生成报告;无人机搭载热成像仪可检测面板坝渗漏点;机器人爬行者可对隧洞衬砌空鼓进行扫描。采用 AI 质量预警平台,整合施工、检测、监控数据,构建质量风险预测模型。在本案例中,根据气温、水泥用量预测混凝土开裂概率,从而精准化调节混凝土配合比^[1]。(4)运维阶段。利用大数据技术进行预测性维护,例如智能运维系统(SIS)中整合机组振动、温度、效率等 10 万+ 测点数据,构建设备健康指数模型,该工程通过大数据分析减少非计划停机 40%。运维人员利用 AR 眼镜,现场扫描设备自动调取维护手册,远程专家实时标注指导。具体实施路径见图 2。大数据技术应用可有效提高水电站施工质量,该项目关键工序合格率从 90% 提高到 99.5%;设计变更大幅度减少,返工率也有明显下降;工程项目工期相比预计缩短 10 ~ 15%。

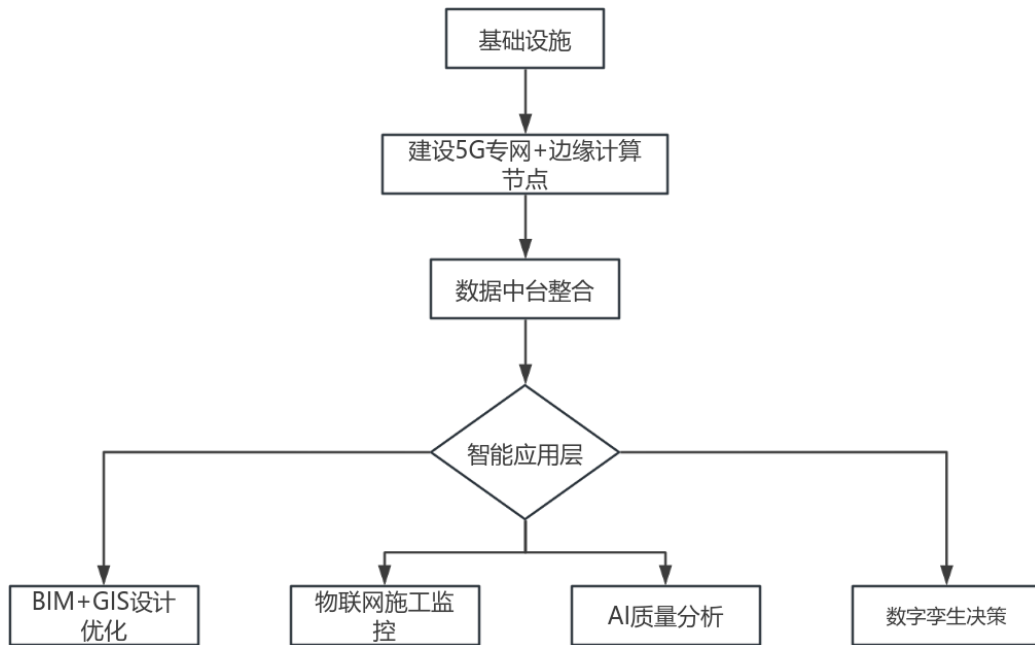


图 2 大数据技术预测性维护应用流程

5 结语

为了推动经济发展和人们生活质量的提高,则需在水电站项目工程管理中实施全过程管理,从施工前准备、施工过程中及后期维护中构建完善的管理对策,不断更新管理理念,最大程度激发水电站项目的作用。

参考文献

[1] 罗明兴,罗明清,丰辉.水电站全寿命周期管理中的环境伦理问题探讨[J].广东水利水电,2025(5):106-111.

[2] 周梦,李斐.新时期水电站工程的造价控制及管理分析[J].工程建设与设计,2025(5):243-245.
 [3] 赵涛.基于全过程管理的水利水电工程质量控制方法研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(3):005-008.
 [4] 王鸽,李浩,黄成家,毛沁瑜,何展国.大型水电站工程建设质量管理云平台研发与应用[J].四川水利,2025,46(1):153-157.
 [5] 孙澄,王飞,解文龙.多模式整合的建筑工程项目全过程管理实践探索——以重庆两江协同创新核心区为例[J].新建筑,2025(1):117-121.