

水利工程运行管理中的维修养护策略与成本控制

张宏洋

盱眙县清水坝电灌站 江苏 盱眙 211700

摘要: 水利工程长效安全运行离不开精细化维修养护与科学成本管控。当前行业普遍存在养护模式被动、标准不一、技术滞后等问题,同时面临成本管控体系不完善、资源浪费、考核机制缺失等诸多短板。本文系统剖析问题成因,从标准化预防性养护、智能化技术升级、责任机制优化三方面完善养护策略,依托全生命周期理念优化成本管控体系,创新运维与融资模式,助力水利工程提质降本、长效运维。

关键词: 水利工程;运行管理;维修养护策略;成本控制

引言:水利工程是防洪减灾、水资源调配、生态保护的核心基础设施,兼具长期性、公益性与高风险性运行特征。随着各类水利设施服役年限增加,设备老化、隐患增多、运维成本攀升等问题日益凸显。传统粗放的管护模式与单一的成本管理方式,已无法适配现代化水利发展需求。为破解养护低效、成本失控难题,本文结合工程运维实际,探究科学养护与精细化成本控制策略,为水利工程高效长效运行提供参考。

1 水利工程维修养护与成本控制现状及问题分析

1.1 水利工程维修养护核心内容与运行管理特点

(1) 核心养护内容:水利工程维修养护涵盖坝体、渠道、泵站、闸门等主体工程的日常保养、故障维修、隐患排查及生态运维。具体包括坝体裂缝处理与防渗加固、渠道清淤疏浚与衬砌修复、泵站机组检修与电气设备测试、闸门防腐止水更换与启闭机保养等常态化作业,同时兼顾水质监测、生态流量保障等绿色运维任务,确保工程安全运行与生态效益协同发挥。(2) 运行管理特点:水利工程运行呈现长期性、公益性、系统性与风险性四大特征。长期性要求全生命周期持续投入,公益性决定其效益以社会福祉为主、经济回报有限,系统性强调枢纽各单元联动协调,风险性则体现为水情变化、材料老化等不确定因素叠加影响,且受季节更替、极端天气等自然条件显著制约,管理窗口期集中、应急响应时效要求高^[1]。

1.2 当前维修养护工作现存问题

(1) 养护模式滞后:多数工程仍沿用“坏了再修”的被动抢修模式,预防性养护流于形式,缺乏系统性的养护计划安排。日常巡检标准化程度低、规定频次执行不严,无法实现隐患早发现、早处置,小病拖大、大病拖难现象较为普遍。(2) 养护标准不统一:各地区、各类型工程缺乏精细化的养护作业规程与质量验收标准,养护质量依赖个人经验判断,“一渠一策、一闸一法”的差异

化标准体系缺失,同类工程在不同区域养护成效差异明显。(3) 运维技术落后:智能化监测、数字化运维等先进手段应用覆盖面偏窄,仍以人工眼看、手摸、耳听为主要巡检手段,数据采集处理效率偏低,信息传递存在滞后,难以支撑精准化决策与科学化调度。

1.3 运维成本控制现存问题

(1) 成本管控体系不完善:缺乏全生命周期成本理念引导,预算编制偏重当年需求、忽视长远规划,动态调整与执行监控机制缺位,超预算、无预算支出频发,资金使用随意性较大,管控约束力不足。(2) 资源浪费严重:人力、物料、机械等资源配置缺乏科学定量依据,重复进场维修、过度预防性更换现象普遍,物资积压与紧急采购并存,设备利用率不高,资金使用效率整体偏低。(3) 成本考核机制缺失:尚未建立与养护质量挂钩的成本绩效考核标准,权责利划分模糊,基层人员“重质量、轻成本”倾向明显,成本节约的内生动力不足,管控责任难以有效落实。

1.4 问题成因综合分析

(1) 制度层面:运维管理制度和成本管控制度顶层设计不完善,既有行业规范针对性和可操作性不强,基层落地执行缺乏刚性约束与督导闭环,制度约束力偏弱,执行偏差难以纠偏。(2) 人员层面:一线运维人员专业培训覆盖面不足、复合型素养欠缺,成本管控意识普遍薄弱,既懂工程技术又懂经营管理的复合型人才缺口较大,直接制约精细化管控水平的提升。(3) 技术层面:传统养护惯性强、新技术引进阻力大,信息化平台、智能决策支持系统尚未有效嵌入日常管理链条,数据采集分析与业务决策之间存在断层,技术手段滞后削弱了全过程精细化管控能力。

2 水利工程运行管理优化维修养护策略

2.1 构建标准化常态化预防性养护体系

(1) 制定分级养护标准: 根据工程类型差异、运行年限长短及风险等级高低, 科学划分日常养护、专项养护与大修作业三级标准体系。针对不同级别明确对应的养护周期、作业内容、技术规范及验收指标, 实现“一类一策、分级施策”的精准养护, 使新建工程与老旧设施各有适配标准, 高坝与低闸各有差异要求, 避免“一刀切”造成的资源错配与养护缺位。(2) 建立常态化巡检机制: 明确巡检频次、巡检内容与责任人员三重清单, 根据季节变化和工程运行特点动态调整巡检密度, 汛前、汛后、极端天气前后加密排查。引入清单式管理和痕迹化记录, 配套巡检问题闭环追踪制度, 对发现问题实行挂号销号管理, 做到件件有着落、事事有回音, 切实实现隐患早发现、早报告、早处置, 将风险消灭在萌芽状态^[2]。(3) 推行预防性养护模式: 从根本上扭转“坏了再修”的传统被动抢修思维, 建立基于工程健康状态评估的主动预防体系。针对结构老化、金属防腐失效、机电设备磨损等典型退化路径, 制定周期性的保养更换计划, 在故障萌芽期即介入处置, 以系统性事前干预替代零散事后抢修, 有效延长工程服役寿命, 显著降低长周期综合养护成本。

2.2 引入智能化数字化养护技术

(1) 搭建智能监测系统: 在大坝、渠道、泵站、闸门等关键部位部署位移计、渗压计、振动传感器及智能巡检机器人等前端感知设备, 构建全天候在线监测网络, 实时捕捉工程变形、渗流异常、机组温振等关键指标。配套建立异常阈值报警机制, 实现从人工定期巡查到实时连续监测的根本转变, 为养护决策提供精准、连续的动态数据支撑^[3]。(2) 应用数字化运维平台: 开发集成养护台账、巡检记录、维修工单、备品备件管理于一体的数字化运维管理平台, 实现养护流程全链条线上流转。通过移动终端现场打卡、拍照上传、电子签名等功能, 确保作业记录真实可溯、影像资料自动归档, 大幅提升信息传递效率与管理透明度, 减少纸质报表带来的滞后与误差, 使管理端实时掌握一线作业动态。(3) 依托大数据预判风险: 汇聚历史养护数据、实时监测数据与工程基础信息, 构建故障预测分析模型。运用数据挖掘与趋势研判技术, 提前识别工程薄弱环节与潜在隐患, 精准拟定差异化养护方案和最优维修时机, 变“经验判断”为“数据决策”, 实现由事后响应向事前预警的模式升级, 提高养护资源配置的前瞻性与科学性。

2.3 完善养护管理组织与责任机制

(1) 优化岗位配置: 细化运维操作、养护实施、质量监管三类岗位职责边界, 建立岗位责任清单, 明确每

个岗位的职能范围、工作标准与协作流程, 做到定人、定岗、定责、定考核。健全纵向指挥与横向协调机制, 理顺管理层级关系, 杜绝职能交叉与管理真空, 确保养护作业各环节衔接顺畅、高效运转。(2) 强化人员专业培训: 制定年度分层培训计划, 围绕养护技术规范、智能设备操作、安全作业规程及成本管控方法四大模块开展系统专项培训。采取理论教学与现场实操相结合、内部交流与外部研修相补充的方式, 建立培训考核与持证上岗制度, 确保持续提升一线人员专业素养与复合型管理能力, 有效弥补人才缺口。(3) 建立考核奖惩机制: 将养护质量达标率、设备完好率、隐患整改及时率、成本控制成效等核心指标纳入绩效考核体系, 实行量化打分与等级评定。将考核结果与薪酬分配、岗位晋升、评优评先直接挂钩, 配套问责追责制度, 形成正向激励与反向约束并重的管理闭环, 切实激发全员参与质量管控与成本优化的积极性与主动性。

3 水利工程维修养护精细化成本控制策略

3.1 树立全生命周期成本管控理念

(1) 贯穿工程全流程管控: 将成本管控思维延伸至工程全生命周期的每一个环节, 覆盖日常养护、故障维修、设备更新、工程改造等各阶段的成本发生点。从规划阶段的成本预估、运行期的周期性支出了解, 到中后期的大修及改造投入, 实行全链条、分阶段的成本追踪与累积核算, 系统掌握资金流向, 规避只关注当期支出、忽略远期累计成本的认知偏差, 形成从“建”到“管”再到“更新”的完整成本闭环, 为长期投入决策提供可靠依据。(2) 平衡养护成本与工程效益: 基于工程安全等级和实际运行状况, 科学权衡养护投入的边际效益, 精准识别必要养护与可优化支出之间的界限。坚决杜绝为压缩开支而削减必要防护措施所导致的安全风险累积, 同时也严格防止脱离实际需求的过度维修、超前更换等资源空耗行为。在确保工程安全稳定运行、功能正常发挥的前提下, 寻求投入产出比的最优方案, 实现成本控制与工程效益的动态平衡, 切实提升资金使用效能。

3.2 优化成本预算与资源配置管理

(1) 精细化预算编制: 根据各工程部位的差异化养护需求、历年维修记录及设备老化趋势, 结合物价波动系数, 科学编制年度、季度养护预算。引入零基预算理念, 对每一项养护作业的必要性和费用标准逐项核定, 细化预算科目至具体子项目, 减少粗放预留空间, 确保资金分配契合实际作业量, 切实提高预算编制的精准度和执行匹配率^[4]。(2) 优化物资设备管理: 构建涵盖需

求计划、集中采购、入库检验、分区存储、定额领用、余料回收的全链条标准化物资管理体系。针对消耗性材料和备品备件实行定额储备与动态补库相结合,根据设备类型和故障频率设定合理的库存上下限,避免物资积压占用资金。统筹协调养护设备跨区域调度使用,盘活闲置资产,提升设备周转利用率,降低重复购置带来的资本性支出负担。(3)合理调配人力资源:根据工程运行季节性和非季节性的养护工作量差异,优化人员编制结构,精简冗余管理岗位,建立弹性用工与跨区支援机制。推行一专多能型岗位设置,鼓励技术工人兼具巡检、维修、操作等多重技能,提升单工效能,压缩固定人工成本占比,实现人力投入与工作量的精准匹配,显著降低单位工程的人工运维成本。

3.3 建立动态成本管控与监督机制

(1)实施成本动态监控:借助财务信息化系统,实时跟踪养护成本支出进度,按月度、季度编制成本执行分析报告,将实际发生额与预算目标进行偏差比对,及时发现异常超支或资金沉淀问题,责令限期查明原因并纠正整改,确保各项支出始终运行在可控区间之内,防止小缺口演变为大漏洞。(2)完善成本审核监督:建立班组、部门、财务三级审核机制,贯穿维修方案评审、物资采购比价、合同签订、施工变更确认、竣工结算验收全流程。严格执行事前审批控制、事中跟踪监管、事后审计问责相结合的监督模式,堵塞虚报冒领、重复计费、偷工减料等管理漏洞,确保每一笔养护支出真实、合规、合理。(3)推行成本台账管理:按养护类型、工程项目、费用科目等多维度建立电子化成本台账,逐笔记录支出金额、审批依据、使用去向及完成效果等信息,实现成本支出全要素可追溯、全周期可复盘,为后期成本分析和预算优化提供详实、可靠的数据基础^[5]。

3.4 创新成本管控模式与融资机制

(1)引入市场化运维模式:积极探索将部分标准化程度较高的常规养护作业通过政府购买服务、公开招标外包等方式交由社会专业机构承接,借助市场竞争机制

降低养护单价,同时引入先进管理经验提升作业效率,使管理单位得以聚焦核心监管职责,实现降本增效与专业化水平双提升。(2)搭建多元融资渠道:主动对接中央水利发展基金、省级财政奖补资金等政策性支持通道,同时探索以PPP模式、特许经营等方式引入社会资本参与工程维修养护及更新改造,拓宽资金来源渠道,缓解财政资金单一依赖带来的投入不足压力,保障工程养护投入的连续性和稳定性。(3)推广节能降耗技术:在养护维修中积极推广高性能复合新材料、变频节能设备及环保型养护工艺,降低电能、燃料及物料单耗。同时运用废旧材料再生利用、绿色照明改造、泵站机组提效等手段,在不降低养护质量标准的前提下,持续压减长期运维能耗开支,实现经济与生态效益的协同提升。

结束语

综上,水利工程维修养护与成本控制是相辅相成、缺一不可的系统性工作。唯有摒弃传统被动养护与粗放管控模式,融合标准化运维、数字化技术与精细化成本管理,完善权责考核与资源配置机制,创新市场化运维模式,才能有效破解当前管护痛点。未来需持续深化技术革新与制度优化,平衡工程安全、运维质量与经济效益,推动水利工程运行管理向规范化、智能化、低成本化高质量转型。

参考文献

- [1]任雪璐.成本控制策略在水利工程中的应用[J].管理科学与工程,2025,14(6):1087-1094.
- [2]赵英博.“双碳”目标驱动下水利工程全生命周期成本优化路径研究[J].红水河,2025,13(04):23-31.
- [3]蒋茜.水利工程全生命周期造价管理及其优化策略[J].水上安全,2025,26(04):100-102.
- [4]陈静,高翔.全生命周期视角下的水利工程运维成本分析[J].水资源与水工程学报,2024,35(4):98-103.
- [5]张海坪.水利工程设施维护管理中的成本控制策略[J].工程技术与创新,2024,11(03):56-59.