

现代化技术在水利水电工程运维中的应用研究

代园伟 罗雄

昆明龙慧工程设计咨询有限公司，云南省昆明市，650000；

摘要：本文以感知—决策—执行一体化为逻辑框架，阐释现代化技术在水利水电运维中的角色转型与价值承载。研究依次梳理现场感知与巡检、协同调度与作业支持、风险预警与资产管理等应用场景，归纳人员适配不足、流程脱节、数据挖掘不足等现实挑战，并提出素养培育、流程嵌入与数据价值转化的策略路径与实施要点。预期教学成果体现在构建面向一线的分层课程与实操考核、形成可复制的传帮带体系，以及将数据驱动的闭环治理转化为班组日常，使运维节奏更稳、协作更顺、预防性维护落到实处。

关键词：水利水电运维；现代化技术；流程融合；数据闭环；人员素养

DOI：10.69979/3060-8767.26.05.083

引言

水利水电工程的安全与经济运行正面临多源复杂工况与长期连续作业的双重压力，传统以经验驱动的巡检与处置方式在响应时效、协同效率与风险前瞻方面暴露出天然局限。以物联网、移动终端、数据分析与协同平台为代表的现代化技术，正在把现场信息从离散记录转变为可追溯、可计算与可调度的资源，但技术潜能往往滞于展示层，难以进入制度化的触发与闭环。围绕这一鸿沟，本文聚焦感知—决策—执行的工作链，系统梳理在巡检、调度与资产管理中的应用场景，剖析人员能力、流程制度与数据价值之间的失配机理，并提出面向一线的素养培育、面向流程的嵌入式改造与面向结果的数据转化机制。研究旨在为管理单位构建可落地、可复用、可评估的运维治理路径，提升风险防控的前瞻性与资源配置的确定性。

1 现代化技术在水利水电工程运维中的应用场景梳理

现代化技术在水利水电工程运维中不再是单点工具，而是一条贯穿感知、决策与执行的工作链，诸多日常管理由此获得更稳定的节奏与更清晰的分工。首先，在现场感知与巡检环节，管理单位借助图像化巡查、自动采集与远程观察，缩短发现问题的时间；一线人员通过便携终端同步记录环境、水位与构筑物状态，使巡检由经验判断转为以证据为主的记录，现场信息更连贯。传感器网络覆盖关键部位，实时回传振动、温度、渗流等参数，管理人员可在远端掌握设施运行态势，及时发现异常征兆。移动终端配备标准化表单与影像采集功能，确保记录格式统一、内容完整，便于后续检索与比对。

再者，在协同调度与作业支持方面，指挥部门在同一界面汇聚水情、工情和作业进度，明确优先级与资源分配；作业队伍按清单执行，遇到变化便在授权范围内调整路径，减少往返与等待，作业节奏更有序。平台集成气象预报、上下游调度指令与设备状态，辅助决策者预判来水趋势与负荷需求，提前优化机组启停方案。现场人员通过定位与通信模块保持联络，指令传达与执行反馈同步留痕，责任边界清晰可溯。最后，在风险预警与资产管理层面，管理者结合运行记录与历史故障清单，设定阈值与触发条件，提前安排检修窗口；财务与物资部门据此统筹备件与资金节奏，使资产状态与生产目标保持一致，预算安排更有依据。系统对累积数据进行趋势分析，识别性能衰减规律，支撑状态检修决策。资产台账关联技术档案与维护履历，实现全生命周期跟踪，为更新改造与投资规划提供量化参考^[1]。

2 现代化技术在水利水电工程运维应用中的现实挑战

2.1 运维人员技术适配能力不足

在水利水电工程运维现场，技术是否发挥作用很大程度取决于运维人员的适配能力和日常使用习惯，这一问题直接影响工作链条的稳定性。其一，运维人员对物联网监测、数据分析等概念理解偏浅，常把平台当成记录工具，忽略其支撑判断与协作的价值。因认识不到位，运维人员难以把系统功能与岗位目标对应，预警提示易被当作噪声，也难在日常复盘中总结可用规则。其二，运维人员在设备连接、参数设置、报表检索等操作上不够熟练，面对复杂界面容易犹豫，操作步骤一旦中断就难以继续。因为担心误操作，运维人员倾向保留手工做

法,数据录入不及时,系统链条被割裂,后续统计受限^[2]。其三,运维人员把现场异常转化为数据提问与分析任务的能力较弱,指标选取、趋势解读和结果解释缺少方法,对模型输出的可信度也无清晰判断。缺少这一转化环节,运维人员难以把分散读数汇成判断,技术优势难以落地到排班、检修和物资准备。

2.2 技术应用与运维管理流程脱节

管理部门若未把技术嵌入制度与流程,数据价值难以进入日常管理。其一,管理部门在流程设计中未设置基于数据的触发节点和闭环规则,平台上的告警和作业信息只能停留在界面,反馈路径滞后,决策节奏与现场脱节。管理部门没有把处置时限、责任人和回访记录写入节点,信息传递断点就会增多。其二,管理部门在岗位职责与考核中仍以经验与纸质凭据为主,平台输出没有成为办理依据,授权边界也未随之调整,基层人员会优先遵循旧做法。管理部门没有把合规与安全条款与平台流程对表,线下盖章仍被视为唯一有效,技术意见被动滞后。其三,管理部门在跨部门协作上未重绘接口与时限,数据口径不统一,权限分级与响应节拍不匹配,调度、检修、物资与财务各自成段,协同增益难以显现。管理部门也没有设定统一的交接清单与追踪机制,部门边界与流程轨迹对不上号,协作成本居高。

2.3 运维数据价值挖掘不充分

管理单位面对日益增长的运维记录,却难把数据变成可用知识,价值释放的步伐明显滞后。其一,管理单位未建立系统化分析路径,大量记录停留在归档与展示,未形成可验证的判断与结论。管理单位把记录分散保存,口径杂乱,日常复盘只围绕当天状态,缺少跨时段对比与逻辑梳理,也难形成统一的指标解释。其二,管理单位把平台当作看图看表的窗口,内容多用于水位与工况的即时掌握,很少延伸到影响判断的因果分析^[3]。因为关注点锁定在是否正常,管理单位对异常背后的规律缺少追问,管理单位的监测就被动化,管理单位对数据的信任感也随之下降。其三,管理单位没有把数据转化为排班、检修和备料的可执行依据,策略仍依赖经验与惯例,改进路径缺少证据支撑。由于缺少面向故障的触发标准与规律和结果验证,管理单位难以提前安排窗口与资源,预测性维护长期停留在口头层面,数据价值难得释放。

3 现代化技术在水利水电工程运维中优化应用的策略路径

3.1 强化运维人员技术素养培育

技术落地与否很大程度取决于人能不能把工具用顺、用稳,因此管理单位在运维一线推进现代化技术时,应把素养培育置于基础环节,围绕学、练、带三个层面形成稳定安排。先由管理单位定期组织现代化技术培训课程,把平台功能、报警理解、信息记录规范等内容拆分成短时主题,安排季度轮训与入职必修相结合,让新人尽快起步,老员工能更新方法,并配备夜校、移动学习包与现场演示,便于随时复看与按需练习。管理单位在课程设计上突出场景讲解与任务演练,讲清为什么用、在哪些点上用、用完如何复盘,让学员把工具与岗位目标对应起来,并在培训后设置巩固期与问答时段,减少遗忘,推动习惯形成。再由管理单位建立技术实操考核机制,以现场常见任务为主线设置操作清单与评分要点,对设备连接、参数设置、报表检索和远程协作等步骤进行全过程检验,督促学以致用,并配套开机清单与停机清单,标注常见错误和改正办法。

管理单位将考核节奏与日常排班相配套,固定月测与不定期抽测并行,把结果用于个体辅导和培训迭代,既不过分追求速度,也不放松规范,并建立错题库与优秀作业库,按季汇编提示,供个人复练。后由管理单位引入技术能手传帮带模式,明确导师名单、带教对象与周期安排,列出跟岗学习、现场演示、问题复盘三类清单,让经验迁移变得有迹可循,并组织经验分享会与小组研讨,把隐性经验写成通用做法。管理单位为传帮带设置奖励与时长保障,安排导师参与班前会与巡检复盘,按周记录成长目标与已完成的关键动作,逐步形成一支稳定的骨干梯队,并在内网公布带教进展与表现亮点,营造互学互助的氛围。

3.2 推动技术应用与管理流程深度融合

管理部门要把技术嵌进流程而不是挂在平台外层,让每一条记录都能牵引任务、牵引责任、牵引资源,管理的节拍由此与现场保持同频,并把流程中的模糊地带用清单化语言加以界定,让人、事、物都找到对应位置。一是,管理部门在设备巡检环节整合物联网监测与人工记录,按工点、设备和风险级别重画巡线路径和频次,并在系统中设定触发条件、处置时限与回访节点,使发现、派发、核验连成一条清晰的链条。管理部门将采集格式、图片与文本的对应关系、坐标和时间的标注要求写入作业单,并把平台生成的异常条目直接转成工单与材料清单,减少手抄与重复确认,并将巡检视频与静

态照片按站点归档,设定保存期限与调阅规则,巡检由此稳定、可追溯。

二是,管理部门在故障处理环节引用分析结果指导判断,把告警强度、变化趋势与历史记录合并成处置优先级,并给出可选的应对方案、所需人员与工器具,使处置动作有据可循且节奏明晰。管理部门在处置链中固定复盘口径与更新频率,将每次处理后的效果与下一次告警的差异挂到同一条任务线上,并把处置日志的字段与预案条目对齐,明确录入角色、审核时点与追记方式,形成对策略的迭代与取舍,让规则越用越清楚。

三是,管理部门为协同联动重建接口与节拍,把调度、检修、物资与财务纳入同一张日程图与任务清单,并以权限分级、信息可见范围和响应时段为界,把跨部门的等待与反复询问压缩在可接受范围内^[4]。管理部门将平台输出与岗位职责、考核规则和预算安排对齐,把节点责任、合规要求与结果证明写进流程文本与班组例会,促使技术结论自然进入排班、检修和备料的日常选择,形成可验证的闭环。

3.3 构建运维数据价值转化机制

要让数据成为运维的常用资源,管理单位要把记录变成判断,把判断落到行动,使信息在采集、分析与应用之间形成往返的闭环,数据不再停在看图与报表,而是让每条记录牵引任务、牵引责任、牵引资源。管理单位先要把采集端理顺,设定统一口径与命名方式,明确时间、位置、工况、设备编号与采集人这类基础要素的记录要求,使同一指标在不同站点和不同班组之间可比。管理单位还要建立质量校核与责任回溯,规定采集频次、填报时点与补录边界,标注异常来源与处置状态,保留原始图片与语音的留痕,并给出缺失与冲突的纠错路径,明确退回与重采的触发条件与处理时限,让原始信息干净完整。管理单位再要把分析环节固定下来,围绕少量关键指标绘制趋势与波动区间,按站点、季节和工况做分组对比,提炼出升降拐点和持续时间,用清晰语言说明触发的依据、可接受的偏差与提醒的强度,并把原始图像与文字描述纳入对照,使判断不偏离现场语境^[5]。

管理单位并在分析中设置复核与修订节奏,以实际运行结果校改参数,对误报与漏报做标记和解释,把模

型从一次性结论转为可学习的规则,并把解释词汇写成通用词表,方便一线理解与复述。管理单位最后要把结论落到日常安排,把预警等级对应到班组排班、检修窗口与备件释放,按优先级生成工单、材料清单和到场时点,明示所需技能与安全要点,减少等待、返工和重复确认,明确交接人与回访时间。管理单位还要建立应用评估,把每次使用后的停机时长、缺陷变化、物料周转和预算消耗写入同一条任务线,定期对照目标修订阈值、人员配置与备料节奏,并在例会上复盘取舍,使数据真正转化为效率与质量的稳定支撑。

4 结语

围绕水利水电运维的现代化转型,研究以链式视角明确了技术在感知、决策与执行中的定位,识别了人员适配不足、流程与制度脱节、数据价值释放不充分三类关键障碍,并提出素养培育、流程融合与数据闭环三条互补路径。实践推进宜坚持小步快跑与闭环验证:以场景化训练与实操考核提升一线可用度;以触发条件、处置时限与回访节点固化责任与节拍;以标准采集、可解释分析与应用评估推动预测性维护落地。后续工作可在指标口径、权限分级与资产全生命周期管理上深化规范化建设,形成可复制推广的治理样板,持续提升运维的稳定性、透明度与成本效益。

参考文献

- [1] 祝彩丽. 水利工程资金管理与会计监督创新模式探索[J]. 中国集体经济, 2026, (06): 105-108.
- [2] 郭亚萍, 刘建岗. 水利工程施工中边坡开挖和支护技术分析[J]. 水上安全, 2026, (01): 157-159.
- [3] 王春雨. 启闭机电气控制系统智能化改造在水利工程中的应用研究[J]. 水上安全, 2026, (01): 49-51.
- [4] 黄镇中, 李星. 数字孪生技术在水利工程与水上运输协同发展中的应用[J]. 珠江水运, 2026, (01): 154-156.
- [5] 张海亮, 施春华, 赵珂. 智能化监测系统在水利工程中的应用与发展[J]. 科学技术创新, 2026, (02): 169-172.
- [6] 谢丽斐. 基于数字孪生技术的水利工程运维管理策略研究[J]. 张江科技评论, 2025, (12): 46-48.