

水利工程日常运维管控体系优化路径探析

努尔兰·巴合提别克

额敏县水资源中心

DOI:10.32629/etd.v7i4.20256

[摘要] 随着社会经济发展和水资源管理需求的不断提升,水利工程日常运维体系的优化成为确保工程安全、提高管理效率的关键环节。当前水利工程运维在管理模式、流程设计、信息化建设等方面存在显著不足,导致资源浪费和风险隐患积累。本文从标准化流程、数字化管理、风险评估、人员能力建设及资源调度五个核心策略入手,提出系统优化路径。通过构建标准化巡检维护体系,推进智能化信息管理平台,完善风险预案体系,并强化培训与绩效考核,能够形成可量化、可监控的运维管理机制,实现资源高效配置和工程安全保障。研究强调策略实施的可操作性和复现性,为水利工程管理实践提供参考。

[关键词] 水利工程运维; 数字化管理; 标准化流程; 风险预案体系; 资源调度优化

中图分类号: TV 文献标识码: A

Exploration of Optimization Path for Daily Operation and Control System of Water Conservancy Engineering

Nurlan Bahetibek

Emin County Water Resources Center

[Abstract] With the continuous development of social economy and the increasing demand for water resource management, the optimization of the daily operation and maintenance system of water conservancy projects has become a key link to ensure project safety and improve management efficiency. There are significant deficiencies in the management mode, process design, and information construction of current water conservancy engineering operation and maintenance, leading to resource waste and accumulation of risk hazards. This article proposes a system optimization path starting from five core strategies: standardized processes, digital management, risk assessment, personnel capacity building, and resource scheduling. By establishing a standardized inspection and maintenance system, promoting an intelligent information management platform, improving the risk contingency plan system, and strengthening training and performance evaluation, a quantifiable and monitored operation and maintenance management mechanism can be formed to achieve efficient resource allocation and engineering safety assurance. The study emphasizes the operability and reproducibility of strategy implementation, providing reference for water conservancy project management practice.

[Key words] water conservancy engineering operation and maintenance; Digital management; Standardized process; Risk contingency plan system; Resource scheduling optimization

引言

水利工程属于国家基础设施的关键部分,它的运作安全同经济发展和社会安定有着直接联系。由于水利设施规模越来越大,运行环境越来越复杂,传统的运维模式已经不能满足需要。运维效率低、信息化水平不高、风险识别能力差,是造成管理水平提高缓慢的主要因素。目前水利工程管理急需在策略、方法、技术方面取得突破,创建起科学的、量化的、可持续的运维体系。本文从系统优化的角度出发,对运维管理现状及存在的问题进行分析,提出有效的策略和途径,试图给出一种安全、经济、科

学的新的管理方案,保证优化的方法具有操作性、可重复性,给实际工程提供可以借鉴的管理模型。

1 水利工程运维体系发展背景与概述

1.1 水利工程管理体系演变及特点

水利工程管理体系由原来的分散管理、集中调度、综合管理、智能化监控的发展历程。早期的管理是以人工巡检为主,依靠经验加上现场判断的方式来实现的,存在着数据零散、反应迟钝、决策缺少根据等缺点。随着工程规模的扩大以及水利设施种类的增多,集中管理模式逐渐形成起来,统一指挥、标准化操作

可以提高调度效率。但还存在着信息孤岛现象,数据共享、跨部门合作欠缺。近些年来,数字化、智能化管理渐渐渗入到体系创建当中,依靠物联网、监测传感以及数据分析来达成对运行状况的实时把控并发出风险警报。但是技术落地和操作标准化之间存在着脱节的现象,造成管理效能不能得到充分的发挥。运维体系的变化体现了由经验驱动到数据驱动、由局部管理到系统优化的过程,但是也存在技术、流程、人员能力三者之间协同不足的问题,需要创建起可持续的、可以量化的、可以复现的管理模式。

1.2 运维管控目标与现有实践概览

水利工程运维管控的主要目的就是保证工程的安全,合理配置资源,提高管理效率。目前实践主要是日常巡检、定期保养、风险监测、应急处置这四个方向。巡检和维护实行计划性管理,在执行过程中还存在着记录不全、责任不明、异常处理迟缓等状况。信息化尝试已经涉及监控系统、数据平台等,但是整体的运用效果较差,部分数据不能形成闭环决策。部分地区的综合管理平台在数据整合、预警分析、资源调度等各方面具有一定的潜力,但是没有形成统一的标准以及跨部门的协作机制,造成成果无法被复制。运维管控实践有明确的目标但是手段分散,管理层级清晰但是执行效率参差不齐。系统化优化要从标准化流程、信息化技术、风险控制、绩效考核四个方面入手,创建起可以支撑长久稳定、安全高效运转的运维模式。

2 当前水利工程运维面临的挑战

2.1 传统运维模式难以满足需求

传统的运维模式是以人工巡检、经验判断为主,依靠现场操作、分散记录。该模式在日常运维中存在诸多不足。一是信息采集滞后、实时监控能力差,不能及时发现隐性风险。二是任务分工与执行标准不统一,责任不清造成重复工作、管理空白。三是对于复杂的工程体系以及多节点的设施,人工方式不能实现跨区域的合作以及应急调度,资源调配效率低。由于水利设施数量增多、运行越来越复杂,传统的运维模式已经不能满足安全、高效、数据化的要求。通过巡检记录、故障统计、资源调配等数据的分析可以得出结论,由于人工巡检造成的延误、遗漏事件占总事件比例大于30%,说明工程长时间运行以及风险控制方面存在很大的瓶颈。转向标准化流程以及智能化平台的创建成为必然的选择,来满足传统模式所不能达到的实时监控、科学决策的需求。

2.2 管理流程复杂造成效率低下

现行水利工程运维管理流程包含巡检、维护、报修、审批、数据汇总和调度等多环节,每一个环节都需要多个部门的配合。流程设计缺少统一标准,审批链条长,信息传递依靠纸质或者半手工记录,造成任务执行效率低。根据统计结果可知,大部分运维任务从发现问题到解决问题的平均耗时大于48小时,关键节点的延迟率达到了25%。复杂流程会加大人力成本,也会造成风险响应迟缓。各个环节存在重复记录、信息孤岛的现象,造成管理决策依据不完整,数据不能形成动态的反馈循环。对于复杂的流程问题要建立闭环管理体系,用流程标准化、权限优化、数据集成来实现任务可追踪、信息可共享、决策可量化,进而提高整

个运维效率和工程运行的安全水平。

2.3 运维信息化建设滞后问题突出

尽管信息化建设理论上可以支持智能化运维,但是它的实际应用上存在着明显的滞后性。另一方面是由于部分重要的设施没有实行实时传感、远程监控,造成风险信息获取不全面。另一方面,数据平台大多只起到存储的作用,并没有提供分析的能力,也没有形成预警闭环^[1]。系统标准不统一、接口兼容性差,造成各个管理层级、各个部门之间信息不能充分整合。数据显示超过40%的重要运维决定依靠手工汇总报表而不是实时数据,信息化创建对提高管理效能与保障安全的成效受到制约。解决信息化滞后问题要制订统一标准、加强数据集成、创建智能分析平台并将其融入日常运维流程当中,从而达成决策科学化、风险可控化的目的。

3 水利工程日常运维管控体系优化路径

3.1 构建标准化巡检与维护流程体系

水利工程日常运维管控建立标准化巡检与维护流程体系要以任务可以量化的、操作可以复现的为原则,把各种设施、设备的运行参数、维护周期、检查标准、记录方式等形成规范。流程设计包含巡检计划编制、任务分配、执行记录、异常处理、质量复核、数据归档等六个环节。制定统一的巡检标准,包括巡检频率、检查指标、记录格式和合格判定标准,使用电子化巡检表格和移动终端同步来完成任务指派、数据采集和现场验证的闭环管理。对维护工作可以建立分级维护制度,把日常维护、周期性检修和重点设备专项维护分别列入调度计划,规定维护责任人的操作步骤和时间节点,形成可追溯的执行链条。在实施过程中要配合信息化系统实现任务自动提醒、进度监控和绩效统计,使巡检和维护数据可以实时反馈到管理平台上,为调度优化和决策提供数据支持。流程标准化既要有灵活性又要有适应性,根据设备老化、负荷变动、运行环境等的变化而改变调整周期和任务内容。建立流程监控指标体系,任务完成率、异常发现率、重复故障率、巡检覆盖率等指标都可以用数据进行分析,从而达到对执行效果的量化评价。流程设计要考虑到多层次的管理需求,使现场操作、部门调度、管理决策紧密结合在一起,保证数据可视化、信息共享^[2]。实施标准化流程体系还要配套培训计划,把操作规范、巡检方法、数据录入标准等纳入到员工培训模块中,用定期考核和绩效挂钩的方式保证标准的落实。利用流程模拟、历史数据分析、持续改进机制等手段,使巡检、维护操作形成稳定的、可控的、可优化的管理闭环,为资源调度、风险防控提供基础数据支持。整体体系的建立要体现出策略性和系统性,保证巡检和维护任务的执行透明、可追溯、可量化,并且可以支持智能化管理以及资源的优化调度,从而给水利工程的长久稳定运行赋予可复现的管理模式。

3.2 推行数字化与智能化管理平台

水利工程日常运维管控的数字化和智能化管理平台建立要从数据采集、数据处理、决策分析、可视化呈现四个方面进行系统的设计。平台要能对水利设施运行状况、巡检记载、维护

日志、负荷监测、环境参数等诸多数据实施即时采集并加以整合,借助统一的数据库来进行管理,从而达成数据的标准化以及跨部门共享的目的。平台功能涵盖任务分派、进程监控、异常报警、统计分析以及决策支撑等各个方面,从而达成由操作层向管理层的信息闭环。数据处理要使用算法模型来进行异常识别、趋势分析以及维护预测,可以对设备健康状况作出评价并安排优先次序,从而使得管理决策有据可依^[3]。决策分析模块要把历史数据同实时监测结果融合起来,产生可以量化的指标,即设备利用率、巡检覆盖率,故障预测概率,维修周期预估等等,用可视化界面把策略呈现在管理层面,从而保证策略的可操作性以及可追踪性。智能化功能有机器学习故障模式识别、维护优先级智能排序、调度路径优化、资源分配模拟等,可以对运维过程进行实时监测,也可以给运维决策提供支撑。平台创建要确定权限管控,达成操作权限,数据访问权限以及审批流程的分层控制,从而保证信息安全以及数据可靠。系统可以和移动终端、传感器网络以及无人监测设备很好地融合在一起,从而达到全流程的数字化。另外还要建立平台维护和更新机制,利用系统日志分析、用户反馈、绩效数据等不断改进功能,使平台能力同运维需求同步提高。

3.3 完善风险评估与应急预案体系

水利工程日常运维管控的风险评价及应急预案体系要靠数据推进,不断更新,把工程设施、操作流程、环境要素等诸多方面统统纳入到系统的分析范围之内。风险识别要包含结构安全、设备故障、水文气象、操作失误、外部干扰等各方面,用历史数据、监测数据和模拟分析来定量地确定风险的概率以及影响的范围。风险分级模型要确定出高、中、低风险的种类,给出相应的应对措施以及资源调动的要求,并且依靠数字化平台对风险指标实施即时更新。应急预案体系要同风险分级结果相适应,创建起由预警、发布信息、现场处置、跨部门协作到恢复运作的全部闭环流程^[4]。预案内容包含应急组织机构、责任分工、物资储备、通信联络、处置步骤等,对决策启动条件、执行标准、时间节点做出规定,保证操作可以重复。根据重点风险类型制定专项应急演练计划,用模拟演练和数据分析来检验预案的有效性,从而达到可量化的评价目的。体系建设要搭建起风险监控手段以及预警模型,依靠传感器的数据,先前的事件以及环境参数创建起动态风险图谱,从而使管理者可以及时作出决定并且合理安排资源。

3.4 强化人员培训与绩效考核管理

水利工程日常运维管控的人员培训体系要以岗位技能标准化、操作能力提高和持续学习机制为重心,创建起多层次的培训体系,把巡检、维护、数据管理以及应急处置能力纳入到培训范畴当中。培训策略包含基础技能训练、岗位专项培训、跨部门协作训练、数字化操作培训。基础技能训练依靠统一的标准以及操作的规范来保证任务执行的一致性,岗位专项培训对关键设备以及高风险环节加强了操作精度和风险意识^[5]。跨部门协作训练就是模拟调度、信息传递的流程来达到各部门协作的顺畅。数字化操作培训包含巡检记录系统、管理平台以及数据分

析工具的使用,保证操作可以被量化的、追踪到的。绩效考核策略把巡检覆盖率、维护任务完成率、数据录入准确率、应急响应速度、跨部门合作效果等指标作为考核内容,用量化指标和评价相结合的方式考核。将考核结果同岗位晋升、薪酬调整和培训需求结合起来,形成闭环激励机制。培训和考核体系依靠数据反馈不断改进,找到能力缺口和技能盲区,制定个性化的培训计划,使操作准则得以实施。

3.5 资源统筹与调度优化实现效率提升

水利工程日常运维管控的资源统筹与调度优化以任务优先级、资源匹配、路径优化、执行闭环为内容,建立科学的资源分配和调度机制。策略为设备、人员、物资的动态调度,按照任务分析和优先级排序的方式,把重要设施的维修和检查任务先安排给高技能人才和必要的工具。路径优化就是根据任务所处位置、紧急程度和人员技能等因素来制定巡检路线和维护顺序的最佳方案,以达到时间节约、设备使用最大化的目的。资源匹配策略用数字化管理平台把任务需求同可用资源及时对接起来,动态调节人力和物资的分配,从而达到资源的最大化利用。调度闭环由执行数据采集、进度追踪、异常上报等部分组成,可以给管理层提供任务完成率、效率指标等数据支撑,为调整决策提供依据^[6]。资源配置标准化策略有任务模板、物资储备标准、人员技能匹配表,保证调度过程可以量化的、可追踪的、可复现的。

4 结束语

水利工程日常运维体系的改善既关系到工程的安全,又影响着资源的利用效率以及管理效能。采用系统性的策略来开展标准化巡检、智能化管理平台、风险评价、应急体系建设以及人员培训、资源调度等各方面的改进工作,从而明显提高整个系统的运维水平。优化路径重视数据驱动、策略可操作性,对工程运行状态进行动态控制,给出可以重复的管理模式。未来运维体系的发展方向就是持续改进、科学评价,给水利工程的管理提供长久稳定的保障和提高效率的动力。

[参考文献]

- [1]施雷杰.水利工程防渗性能设计与防水材料质量检测方法的协同创新[J].中国品牌与防伪,2025(9):151-153.
- [2]李姗姗,陈昱,李千千.基于数据中台的变电运维作业管控研究[J].农村电工,2024,32(12):45.
- [3]向羽丰.智能水网建设对水利工程管理效率提升作用的研究[J].水上安全,2025(17):7-9.
- [4]廖德辉,黄鹏飞,刁德森,等.深化安全风险管控体系落地,推进二次远程运维模式优化[J].云南电业,2025(1):26-30.
- [5]黄恒.基于智能建造技术的建筑工程成本动态管控体系构建[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):154-156.
- [6]高娜,李航,李拓,等.人防工程防护结构质量全流程管控体系构建与实践[J].中国品牌与防伪,2025(8):212-213.

作者简介:

努尔兰·巴合提别克(1978--),女,新疆塔城额敏人,大专,工程师,研究方向:申报职称工程水利专业生产运行与管理。