

水利工程维修养护管理与运行效能提升研究

位向前 董森灿 赵政吉

河北省水务中心石津灌区事务中心, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着水利工程大规模建设期向管理运维期转变, 维修养护管理成了保证工程安全运行和效能发挥的重要环节。目前维修养护管理存在着制度体系不健全、巡查检测能力差、信息化程度低、运行调度与维修养护协同性差等主要问题。公益性水利工程运行管理模式不合理、支出没有补偿来源、管理粗放、资产运营体制不健全, 造成工程不能正常维修养护, 效益不断下降。维修养护项目管理中质量、进度、成本管理有明显的不足。经由健全制度体系、加强风险管控、推进信息化应用、优化运行调度和维修养护协作, 可以明显改善工程运行效能, 达成安全、稳定、高效运行的目的。

[关键词]水利工程; 维修养护; 运行管理; 运行效能

DOI: 10.33142/ec.v9i9.20417

中图分类号: TV732

文献标识码: A

Research on Maintenance Management and Operational Efficiency Improvement of Water Conservancy Engineering

WEI Xiangqian, DONG Sencan, ZHAO Zhengji

Hebei Provincial Water Affairs Center Shijin Irrigation District Affairs Center, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the transition from large-scale construction of water conservancy projects to management and operation, maintenance management has become an important link in ensuring the safe operation and efficiency of the projects. At present, there are major problems in maintenance management, such as an incomplete institutional system, poor inspection and testing capabilities, low level of informatization, and poor coordination between operation scheduling and maintenance. The operation and management mode of public welfare water conservancy projects is unreasonable, there is no source of compensation for expenses, the management is extensive, and the asset operation system is not sound, resulting in the inability to maintain and repair the projects normally, and the efficiency continues to decline. There are obvious deficiencies in quality, schedule, and cost management in maintenance project management. By improving the institutional system, strengthening risk control, promoting information technology applications, optimizing operation scheduling and maintenance cooperation, the operational efficiency of the project can be significantly improved, and the goal of safe, stable, and efficient operation can be achieved.

Keywords: water conservancy engineering; maintenance and upkeep; operation management; operational efficiency

引言

水利工程属于国民经济和社会发展的基础设施, 水利工程的安全稳定运行同防洪安全、供水安全、生态安全密切相关。近些年来, 我国水利工程建设投资不断攀升, 众多水利工程建成并投入使用, 工程管理重心慢慢由建设期转移到运维期。维修养护属于工程运行效率提升的重要环节, 维修养护水平的好坏会直接决定工程的使用寿命以及综合效益的发挥情况。但是由于受传统管理模式惯性的影响, 水利工程维修养护管理在制度建设、技术手段、协同机制等各方面还存在着许多不足, 不能满足新阶段水利高质量发展的需要。因此对维修养护管理及运行效能存

在的现实问题进行系统的分析, 寻求切实可行的改善途径, 有重大的理论价值和现实意义。

1 水利工程维修养护管理与运行效能提升的基本要求

水利工程维修养护管理要贯彻工程全生命周期管理思想, 把保证工程安全、发挥工程效益作为根本目的。基本要求有三个方面: 一是制度规范化, 创建起包含维修养护全过程的标准化管理体系, 明晰管理事项, 细化技术要求, 规范操作流程, 让精细化管理同日常工作紧密结合。二是手段现代化, 借助互联网、大数据、云计算这些现代信息技术, 推动工程监测、安全鉴定、维修养护这些工作

实现信息化、智能化,从而达成系统的、全程的、可追溯的目的。三是效能最优,在保证工程安全运行的基础上,合理配置维修养护资源,提高资金使用效率和人力资源效能,实现维修养护投入与运行效益的动态平衡。

2 水利工程维修养护管理及运行效能现状

2.1 维修养护管理机制

目前水利工程维修养护管理机制呈现出多元化的态势。大型水利枢纽工程一般都建立了比较规范的维修养护制度,采取年度计划管理、专项审批、定期考核相结合的方式开展工作。中小型水利工程采用物业化管理方式,即通过公开招标的方式选择专业化的管理队伍,统一负责公益性水利工程的巡查、维修、运行等管护工作,实行集约化管护。一些灌区工程实行了物业化的巡管新模式,制定出相应的管护标准,规定了巡查的频次、维修的标准和操作的程序,从而使工程的管理规范化、标准化、精细化。但是总体来讲,公益性水利工程运行管理模式还存在着不合理的地方,公益性支出缺少补偿来源、国有公益性资产运营体制不健全等影响维修养护工作正常开展的问题。

2.2 工程运行效能现状

水利工程运行效率受工程条件、管理水准、外界环境等诸多方面共同作用而产生。就工程安全而言,一些早期建造的水利工程存在着老化失修的情况,缺少足够的维修养护经费致使工程隐患不断累积,运行效率呈现逐渐下降的趋势。从水资源利用效率角度来说,灌区工程灌溉供水保证率、生态用水保证率等指标受调度管理水平以及工程完好率的制约。从管理效能来说,基层水利管理技术力量薄弱、专业人才缺乏、巡检台账填报负担大,运行管理的精细化程度有待提高。通过实践可知,在智慧水利平台进行综合调度可以使生态用水的保证率提高到100%,灌溉供水的保证率提高到8%,发电量增加到31%,说明工程运行效率还存在很大的提高空间。

3 水利工程维修养护管理与运行效能提升存在的问题

3.1 维修养护管理制度不够完善

维修养护管理制度体系不健全,主要是指制度执行力度不够、新旧制度衔接不顺畅。新版《水利工程维修养护管理实施细则》出台以后,管护任务变大、管辖范围广、专职人员少等状况明显,存在流程衔接不畅、资料填报不规范等共性问题^[1]。部分基层单位制度意识薄弱,日常管护工作流于形式,维修养护质量、进度、成本管理没有得到有效约束。制度上对于权责的划分也存在着模糊之处,维修养护同运行管理、资产管理部门之间职能交叉重叠,

造成维修养护计划审批流程过长,紧急维修事项处置缓慢。另外公益性水利工程维修养护经费没有稳定的补偿渠道,资金短缺造成维修养护计划不能全面实施,工程效益不断衰退。维修养护质量评价体系没有建立起来,缺少对维修养护效果的后评估机制,质量责任难以追溯,部分维修工程完工后短期内就出现了同类病害反复的情况,造成资金的重复投入和资源的浪费,从而加重了经费紧张的局面。

3.2 工程巡查与隐患排查能力不足

水利工程点多、面广、线长,传统的人工巡检方式很难达到全面覆盖的目的。传统的堤防人工巡检覆盖面小、效率低、隐患发现和处理滞后等问题比较明显。基层巡查人员业务能力参差不齐,不能够很好地发现坝体白蚁侵蚀、堤防沉降位移等隐蔽性安全隐患。白蚁侵蚀会破坏山塘坝体结构造成渗漏坍塌,传统的巡查手段很难发现白蚁的活动迹象^[2]。巡查装备配备严重不足,大多数基层管理单位仍然以目测手记为主,缺少必要的检测仪器和快速诊断工具,隐患的发现很大程度上依靠个人的经验,误判漏判率较高。隐患排查后的整改环节也存在着短板,一些隐患被发现之后,并没有形成排查、整改、复核、销号的完整闭环,风险管控链条出现断裂。隐患分级分类标准不具体,一般隐患和重大隐患的划分不清,造成资源分配的优先级不明,有限的人力、物力不能集中到高风险的地方。另外,隐患信息传递渠道不畅通,巡查出的隐患问题多为口头或者简单的书面报告的形式上报,缺少标准化的信息传递流程,使管理层不能及时得到隐患信息并且做出有效的决策。

3.3 维修养护技术与信息化水平有待提升

维修养护技术手段总体上是传统的,新技术、新工艺的推广使用不够。基层测绘设备短缺、专业技术力量薄弱是普遍存在的状况,大部分县级水利管理单位缺少专业测绘队伍和检测装备,工程安全监测大多依靠人工定期观测,监测频次和精度不能达到规范的要求。维修养护作业仍然以传统的施工工艺为主,新型修补材料、快速加固技术、水下检测修复装备等先进的手段很少使用,养护效率和质量控制水平较低。信息化建设上虽然部分工程已经布置了监测感知设备,但是由于数据的孤岛化,使得监测数据不能整合到一个统一的管理平台上,从而不能为科学决策提供支持。水雨情监测、全景视频、白蚁探测等智慧感知手段在部分地区已经试点应用,但是覆盖范围小,小型水利工程的信息化基础设施更是薄弱。已经建成的信息化系统功能利用率普遍较低,大多数平台只能完成数据采集和展示,缺少数据分析、趋势预警、辅助决策等深层次的应用,

系统建设同实际管理需求相脱离。维修养护作业仍然以人工经验为主,没有数据驱动的精准支撑来决定隐患的发现和 处理。另外,信息化系统建成之后运维经费、专业技术人才保障不到位,基层单位普遍存在设备闲置、系统瘫痪的情况,信息化投入无法长期发挥作用。

3.4 运行调度与维修养护协同不足

水利工程运行调度和维修养护属于不同的管理部门,缺少协同联动的机制。运行调度部门主要负责水量调配、防洪调度,维修养护部门主要负责工程设施的完好状态,两部门之间信息交流不畅、工作衔接不紧^[3]。湿地公园、水闸等水利工程运管工作存在着制度有缺陷、责任有缺位、措施有缺少、创新有缺失等问题。运行调度方案没有考虑到工程设施的实际工况,维修养护计划也没有与调度运行需求相衔接,造成工程在关键调度期由于维修养护不到位而影响效能的发挥,或者维修养护作业与调度运行发生冲突。运行调度和维修养护之间没有统一的信息共享通道,工程实时工况数据不能及时传送到调度决策部门,养护时间窗口和调度计划不能协调,使部门间效能损失进一步加大。

4 水利工程维修养护管理与运行效能提升策略

4.1 完善维修养护管理制度与责任体系

应该加快维修养护管理制度标准化建设,整理管理事项、确定管理流程、细化技术要求,力求精细化管理同日常工作紧密结合,探索制定规范化和精细化相结合的工程管理标准化模式和方法。全面落实水利工程安全运管责任,分级公布责任人,实行月报表、季考核、年考评制度,用考核倒逼责任落实。就新版实施细则执行中出现的困难而言,提出新的思路、优化人员配置,抽调基层业务骨干组成专项工作组,细化岗位职责、明确工作分工,构建上下联动、全员参与、协同高效的组织架构。拓宽维修养护经费来源渠道,探索建立公益性支出补偿机制,保证维修养护资金的持续稳定投入。

4.2 强化工程巡查检测与隐患风险管控

创建起多层次、立体化的巡查检测体系。日常巡查实

行巡查巡检打卡制、运行操作工单制、维修养护订单制管理,规范巡查频次及操作程序。从深层次上讲,创建起定期和定向的专家把脉体系,每年两次组织省级水利安全生产专家团队到一线进行精准检查,利用省级专业视角来弥补基层监管的不足之处,从而达到对重大风险、隐蔽隐患的全面排查和科学研判的目的。隐患处置方面,严格按照排查、整改、复核、销号的闭环管理机制执行,一般隐患立即整改,重大事故隐患实行挂牌督办。建立白蚁等生物侵害监测防控体系,实行日常巡查、县级普查、市级抽查三级联动防控机制。

4.3 推进维修养护技术与信息化管理应用

促使维修养护技术由人工经验走向数据赋能。在监测感知层,建立空天地一体化监测体系,科学设置水位、流量、视频等各类监测站点,实现对水情、雨情、工情的全天候感知。使用无人机全域航测模式生成正射影像图和数字地表模型,用 AI 开发工具自动化提取防浪墙、堤顶路面轴线矢量、高程等关键数据。在管理平台层建立智慧管理平台,开发集成水量调度、工程运维、用水管理等功能的系统,接入气象、水文等多源数据,创建灌区大数据资源池。推进数字孪生的应用,用空间三维和数字孪生技术把工程设施的实时运行数据纳入到统一平台当中,从而达到对管理过程的可视化、精细化以及立体化的实现。目前维修养护技术以及信息化管理在各个层级的水利工程中的应用程度存在较大差别,主要特征和适用条件见表 1。

从基础层到优化层,技术集成度、智能化水平呈逐级上升趋势,各个层次的工程应根据自身的规模、功能、资金条件选择适合的技术路径。目前大多数中小型水利工程还处在基础层向提升层过渡的阶段,而大型工程正在向集成层、优化层发展。应根据当地实际情况有序推进信息化技术的分层应用,防止因过度重视高技术投入而造成资源浪费,并且要重视各个层次之间数据的互通以及系统的兼容性,从而给运行调度和维修养护协同管理工作赋予统一的技术平台。

表 1 水利工程维修养护信息化技术应用层级对比

技术类型	应用层级	核心功能	适用工程类型	主要成效指标
人工巡检+台账管理	基础层	现场目视检查、纸质/电子台账记录	小型水库、农村河道、灌区末级渠系	覆盖率约 60%, 隐患发现率约 40%
自动化监测+感知设备	提升层	水位、流量、渗流、位移实时监测	中型水库、重点水闸、城市防洪工程	数据采集频率达分钟级, 预警响应时间缩短至 30 分钟以内
无人机航测+AI 识别	集成层	正射影像生成、堤防轴线提取、隐患智能识别	大型河道堤防、灌区骨干渠道	巡检效率提升 3~5 倍, 隐患识别准确率达 85% 以上
数字孪生+智慧平台	优化层	三维可视化、调度方案模拟、多源数据融合分析	大型水利枢纽、大型灌区、流域骨干工程	调度决策效率提升 20% 以上, 水资源利用率提高 8%~31%

4.4 加强运行调度与维修养护协同管理

创建起运行调度同维修养护协同联动的机制,按照部门主管+一家公司管护的方式,建立一个集约化管理模式,对运行调度和维修养护等职能进行整合。从信息共享角度出发,依靠智慧管理平台完成运行数据和工程工况数据的交换,巡检数据、影像同屏显示在可视化地图大屏上,给运行调度决策赋予工程即时状况支撑。从调度决策上制定运行调度办法,确定灌溉、供水、生态、发电用水分配方案和调度规则,用智慧水利平台的数据建立日常用水场景。在应急管理方面,创建应急调水模式,制订应急调水预案,利用智慧水利平台快速模拟出各种调度方案,由原来的依靠经验决策转变为依靠数据驱动,保证维修养护作业和调度运行在应急情况下有条不紊地进行。

5 结语

水利工程维修养护管理及运行效能提升属于一项系统工程,牵涉到制度创建、技术应用、人才保障、资金投入等诸多方面。目前水利工程正处在由大建设向精细化运维转变的重要时期,维修养护管理所存在的制度缺失、技

术不足、协同困难等问题必须引起足够的重视。促使维修养护管理由粗放型向精细化转变,从依靠经验向依靠数据的智能模式转变,从零散的修补工作向有计划、协同化的运作转变,这就是提高工程运行效率的必然之路。未来要不断推进管理体制变革,加快信息化技术的融合应用,完善运行调度和维修养护的协同机制,努力创建起现代化水利工程运行管理体系,为水利事业高质量发展打下坚实的基础。

[参考文献]

- [1]马丽.关于水利工程维修养护项目管理的探讨[J].工程建设与设计,2025(2):228-230.
- [2]刘文凯.水利工程维修养护存在问题及对策分析[J].河北水利,2024(4):34-35.
- [3]孔琼菊,刘晓文,李昂,等.多目标协同下小水电站三化管理模式创新与实践[J].水利水电快报,2025,46(2):90-93.

作者简介:位向前(1991—),男,汉族,河北省辛集市人,本科,河北工程大学水利水电工程专业毕业,现就职于河北省水务中心石津灌区事务中心,从事水利工程运行工作。