

平原水库运行阶段水闸设备运维管控实践探究

肖伟

新疆维吾尔自治区塔里木河流域开都孔雀河水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i8.7100

[摘要] 平原水库是平原地区防洪排涝、水资源调配、农田灌溉和生态补水的重要水利设施,水闸设备的工作状态好坏直接关系到水库工程的安全和调度效果。与山区水库相比,平原水库水位变幅小、泥沙淤积严重、水体流动性差,水闸长期浸泡在潮湿的环境中,还受到大量的泥沙、酸碱腐蚀等环境因素的影响,因此它的维护管理水平要比山区水库要高很多。本文根据平原水库的运行特点和水利运维规范,对水闸设备运维管控中存在的管理、养护、人员、智能化四个方面存在的不足进行梳理,从标准化、精细化、专业化、智能化四个方面提出可实施的优化措施,提高水闸运行可靠性,保证平原水库安全稳定长效运行。

[关键词] 平原水库; 水闸设备; 运维管控; 设备养护; 智能化运维

中图分类号: TV66 **文献标识码:** A

Exploration of Operation and Maintenance Control Practice of Water Gate Equipment during the Operation Stage of Plain Reservoirs

Wei Xiao

Kongque River Water Conservancy Management Center in Kaidu, Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] Plain reservoirs are important water conservancy facilities for flood control and drainage, water resource allocation, farmland irrigation, and ecological water replenishment in plain areas. The working condition of water gate equipment directly affects the safety and scheduling effectiveness of reservoir projects. Compared with mountainous reservoirs, plain reservoirs have smaller fluctuations in water level, severe sedimentation, and poor water mobility. The water gates are immersed in a humid environment for a long time and are also affected by a large amount of sediment, acid and alkali corrosion and other environmental factors. Therefore, their maintenance and management level is much higher than that of mountainous reservoirs. This article summarizes the deficiencies in management, maintenance, personnel, and intelligence in the operation and control of water gate equipment based on the operating characteristics of plain reservoirs and water conservancy operation and maintenance standards. It proposes feasible optimization measures from the aspects of standardization, refinement, specialization, and intelligence to improve the reliability of water gate operation and ensure the safe, stable, and long-term operation of plain reservoirs.

[Key words] plain reservoir; Water gate equipment; Operation and maintenance control; Equipment maintenance; Intelligent operation and maintenance

引言

平原水库属于区域水资源调配、防汛减灾、城乡供水及农田灌溉的重要基础设施,水闸作为主要的控制性启闭设备,其运维水平直接关系到水库调度效率以及工程运行安全。受平原地形、水文等条件的影响,库区泥沙淤积严重,空气湿度大,水闸设备容易发生腐蚀、积垢、故障,运维要求更加精细化、常态化。目前大多数基层平原水库仍然沿用传统的粗放型运维模式,存

在着缺少运维标准、隐患排查不到位、技术手段落后、人员缺乏能力的问题,不能满足智慧水利和现代工程管理的要求。因此,本文根据工程实践对平原水库水闸运维控制现状及主要问题进行系统的分析,并提出有针对性、可落地的对策,给同类水利工程设备运行维护提供一定的参考。

1 平原水库水闸设备运维管控核心理论与基础概述

1.1 平原水库水闸设备核心构成及运行特性

平原水库水闸设备是由闸门主体、启闭装置、电气控制装置和安全辅助装置等几大部分组成的,各个系统互相配合完成挡水、泄水、调水以及安全防护的功能。闸门一般为钢质、混凝土结构,启闭设备有卷扬机、液压启闭机、钢丝绳等动力部分,电气部分控制和监控设备,辅助装置起密封、限位、应急防护的作用^[1]。相比于山区水库水闸,平原水库水闸运行特点明显不同,第一是常年低水位常态化运行,设备启停频繁、空载运行时间长,第二是库区流速平缓、泥沙淤积量大,容易造成闸体卡顿、传动部件磨损,第三是区域高湿、水体有机质和盐分偏高,设备钢结构、电气元件腐蚀老化速度更快,整体运行工况更加复杂,对运维养护的频次和管控标准要求也更高。

1.2 水闸设备运维管控核心理论与规范依据

平原水库水闸运维管控主要依靠设备全生命周期管理、精细化运维、风险防控这三个核心理论,严格对照国家以及行业标准来开展工作。全生命周期管理理论把设备的投运、养护、维修、更新和报废等全过程都包括在内,用闭环控制来减少运维成本、提高设备寿命。精细化运维理论抛弃粗放式管理,从细化流程、量化标准、精准控制三个方面提高运维规范化程度。风险防控理论主要针对设备运行中的隐患展开工作,依靠常态化的检查、风险分层、预先干涉来阻止由于设备问题而造成工程安全方面的麻烦。运维工作严格按照《水闸技术管理规程》、《水利水电工程金属结构设备安全检测技术规范》等标准执行,并且根据平原水库特殊的工况条件来制订养护和检修的流程,保证水闸设备的合规、安全、高效运行。

2 平原水库运行阶段水闸设备运维管控现存核心问题

2.1 运维管理制度不完善,标准化体系缺失

目前平原水库水闸运维普遍存在制度体系不健全、标准化程度低、落实不到位的问题,缺少适应平原特殊工况的专门运维制度。大多数水库直接套用通用水利运维条款,没有考虑到当地泥沙淤积、设备高腐蚀、频繁启停等特点来细化标准,造成养护周期、检修规范、隐患处理流程等不清楚,日常养护、季度检修、年度大修工作界限不清,存在漏检、少养、标准低的现象。而且运维监督考核制度缺失,岗位职责不明了,运维台账登记混乱,数据更新迟缓,设备的运维全过程无法追溯^[2]。另外缺少设备分级管控机制,没有根据设备的重要程度对运维资源进行差异化分配,造成关键设备保养不到位、次要设备过度维护的现象,管理效率较低。

2.2 设备常态化养护不到位,隐患积累问题突出

常态化的精细养护落实不及时,隐患长时间累积,这是造成平原水库水闸设备经常出现故障的主要因素。基础养护工作流于形式,运维人员不经常清理闸体、导轨和启闭设备表面的泥沙、水生动物杂物,容易造成闸门启闭卡阻、止水密封失效、部件磨损加快等问题;启闭设备润滑、钢丝绳检测、螺栓紧固等基础保养不及时,很容易导致传动故障、钢丝绳断股等问题。缺少专项防腐、结构养护措施,钢闸门涂层脱落锈蚀、混凝土结构

碳化开裂等病害不能及时修补。日常巡检主要是对设备的表面进行观察,对于液压系统异常、线路绝缘老化、传感器精度偏差等隐性缺陷的检查较少,微小的隐患长时间积累,汛期大负荷运行时容易造成设备失效,严重威胁水库防洪调度的安全。

2.3 运维队伍专业能力不足,实操水平参差不齐

基层运维队伍专业能力不足、人才结构失衡,这是制约水闸运维质量提高的人为因素。目前基层运维人员大部分为兼职在岗,没有经过系统的专业培训,只掌握基本的启停操作,对于液压调试、电气故障排查、钢结构防腐、智能设备运维等专业技能掌握不够。同时运维队伍老龄化严重,水利智能化、机电运维专业青年人才流失量大,人才断层问题严重,不能满足现代化智慧运维的要求。除此之外,常态化的培训、实操演练、考核体系不健全,运维人员对于新的技术、新的规范标准、新的应急流程缺乏了解,出现极端天气、设备突发故障等情况时处置不当、反应迟缓,容易使故障的范围进一步扩大,给工程的运行安全带来风险^[3]。

3 平原水库水闸设备运维管控落地性优化策略

3.1 健全标准化运维制度体系,压实闭环管控责任

为了提升平原水库运维制度的规范性、落实率,应创建出契合当地工况的、标准化的、闭环式的运维制度,明晰各级管控责任。根据平原水库泥沙淤积、设备高腐蚀的特点,按照行业规范细化完善运维管理制度,明确日常巡检、季度养护、年度大修的工作内容、操作标准、时限要求,细化各类设备的养护频次和技术规范,杜绝运维工作的随意性。其次建立设备分级管控制度,把设备分为核心关键、重要辅助、一般配套三个等级,实行不同的巡检保养方式,合理分配维护资源,保证核心设备的正常运转^[4]。最后,建立“执行-监督-整改-考核”的闭环管理机制,确定各个岗位的运维责任,推行电子化运维台账,保证工作的全过程可以被追溯。把运维质量、隐患整改效果纳入绩效考核,实行奖惩追责制,从制度上规范运维流程、加大执行力度。

3.2 落实精细化常态化养护,从源头规避设备隐患

根据平原水库水闸设备病害的规律,推行常态化的、精细化的养护模式,以泥沙淤积、设备腐蚀、部件磨损、线路老化等为突破口,细化养护过程,从根本上消除隐患积累的问题。一是规范日常基础养护流程,建立每日巡检清单,巡检人员每天对闸门启闭情况、止水密封、启闭机运行异响、线路完好情况进行检查,对闸门、导轨、启闭机等部位的泥沙、水生物进行清理,防止因杂物堆积影响设备使用;每周对启闭机传动轴承、钢丝绳、液压杆件进行清洁润滑,检查钢丝绳磨损、断丝情况,紧固设备连接螺栓,保证机械传动的顺畅,每月对电气控制柜绝缘性能、应急电源储备情况进行检测,清除设备表面灰尘和湿气,防止电气故障发生。二是加强季节性专项养护,根据汛期、枯水期、冬季低温等不同工况制定专项养护方案,汛期前完成设备全面检修、止水装置更换、应急设备调试,清理库区闸前淤积泥沙,保证设备高负荷运行安全;枯水期重点做好钢结构防腐养护,对闸门锈蚀部位进行打磨除锈、喷涂防腐涂料,对混凝土结构裂缝、

碳化部位采用聚合物混凝土修补加固;冬季做好设备防冻保温,排空液压系统积水,防止管道冻裂损坏。三是建立隐患分级处置制度,巡检发现的轻微隐患现场整改,一般隐患建立台账、限期整改、跟踪复查,重大隐患停止运行、上报备案、专项抢修,做到隐患动态清零,从源头上杜绝小隐患变成大故障。

3.3 搭建专业化运维队伍,提升实操管控能力

立足基层运维队伍能力短板,采用人才引进、常态培训、实操演练、岗位赋能的方式打造一支业务精湛、责任心强的专职运维队伍,全面提升水闸设备运维实操水平。第一,改善人员队伍结构,优先招录水利工程、机电设备、智能化管控等领域的专业技术人才,充实基层运维队伍;对现有兼职运维人员实施定岗定编,明晰岗位职责,慢慢削减兼职岗位,创建起专职运维团队。另外推行“师徒制”,安排老职工对新员工进行带教培训,迅速提高新员工的实操水平,解决人才断层问题。其次是建立常态化的培训体系,制定年度培训计划,每月一次针对水利设施养护展开专项技术培训,主要教学水闸设备的构造原理,水闸标准化维护流程,水闸常见的故障处理,水闸设备电气液压的维护方法,水闸设备智能化系统的操作等基本知识;每年四次聘请水利部门专业人员和厂家技术人员来开展水闸设备的操作技术、水闸设备维护技术、水闸设施检修技术等方面的操作培训^[5],提高操作人员处理水闸设备问题的能力。再次常态化的开展应急演练,每年至少开展4次以上的防汛应急、设备故障抢修、突然停电等各种应急情况的演练活动,规范应急处置程序,提高队伍快速反应、协同处置的能力。最后,健全技能考核与激励机制,对运维人员实行定期实操考核制度,考核结果同薪酬、评优、晋升直接挂钩,对工作表现优秀的技能熟练人员给予奖励,提高人员学习积极性、履职积极性,全方位筑牢运维人员队伍基础。

3.4 推进运维智能化升级,构建智慧管控体系

顺应智慧水利的发展趋势,根据传统人工运维的不足之处,分阶段推进水闸设备运维的智能化、信息化建设,形成实时监测、智能预警、远程控制、数据驱动的智慧运维体系,提升运维效率和管控准确性。首先,健全智能监测感知系统,对水闸主要部位布置水位计、闸门启闭量传感器、应力计、变形仪、高清摄像机等设备,实现对水库水位、闸门动作、设备振动、结构形变、环境参数等进行全天候、不间断的数据采集,取代传统的人员巡检方式,提高数据获取的准确性与及时性,准确发现隐性的运行隐患^[6]。其次,建设一体化智慧运维平台,把设备监测数据、

巡检记录、养护台账、故障信息、调度数据等全部纳入平台内,做到各方面的运维数据集中管理、实时共享、智能分析。依靠平台大数据算法创建设备故障预警模型,对设备参数异常、老化趋向、隐患危险加以智能评判,自动发出预警信号,促使运维方式发生由“被动抢修”向“主动预判”的改变。再次,对水闸的自动化控制系统进行升级,将传统的手动开关改为全自动控制模式,可以达到水闸闸门远程操控、开度自动调节、限位保护自动启动的效果,适应于汛期应急调洪、生态补水精确供水的要求,减少人工操作差错和运维费用。

4 结束语

平原水库水闸运维控制属于区域防汛安全和水资源有效调配的根基性系统工程。本文结合平原水库特殊的水文和运行工况,对水闸的运维核心理论进行梳理,对目前水闸运维管理中的制度体系不健全、精细化养护缺失、运维人员能力不足、智能化水平落后四个主要问题进行分析。针对制度标准、养护精细化、队伍专业化、管控智能化四个方面提出了相应的措施并形成了闭环的运维管控体系。未来要继续以平原水库的运行特点为依托,不断优化运维模式,推进智慧水利技术在平原水库的应用,不断提高水闸设备运维的规范化、精细化、智能化水平,发挥好平原水库工程效益,为区域水利安全和水资源可持续利用奠定坚实的基础。

[参考文献]

- [1]黄晓阳,刘璐.水利工程施工中水闸安全监测与智能化运维技术研究[J].科技与创新,2026,(13):166-168.
- [2]罗张文.水利工程中水闸加固施工技术的探讨[J].中国科技纵横,2026,(12):117-119.
- [3]潘琦杰.沿海水闸运维管理与排涝效能协同优化[J].水上安全,2026,(10):106-108.
- [4]朱长青.水闸设备故障诊断与预测维护技术的应用[J].技术与市场,2025,32(12):128-130.
- [5]李震,丁华.水闸工程运行维护中信息化监测技术的应用研究[J].产品可靠性报告,2025,(11):51-53.
- [6]张峰,张伟.基于BIM的水闸工程信息化运维管理系统设计与应用研究[J].水上安全,2025,(19):70-72.

作者简介:

肖伟(1987--),男,汉族,重庆人,大学本科,工程师,研究方向:水库、渠道工程建设与管理。