

Research on intelligent operation and maintenance management of sluice gate opening and closing machine based on life cycle theory

Geng Chen Yu Fang Zhishan Tang

Huadian Electric Power Research Institute Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract

The effective implementation of operation and maintenance management for sluice gate hoists can ensure their normal operation, providing more support and assurance for the stable operation of water conservancy projects. Applying intelligent technologies based on the full lifecycle concept can better improve the quality and efficiency of operation and maintenance management. This article focuses on this aspect, mainly discussing key points of intelligent operation and maintenance of sluice gate hoists under the full lifecycle concept, potential challenges in intelligent operation and maintenance, and solutions. It is hoped that through the discussion and analysis presented in this article, it will provide more references and insights for relevant personnel, enabling effective optimization and adjustment of operation and maintenance management for sluice gate hoists.

Keywords

water conservancy and hydropower gate opening and closing machine; operation and maintenance management; whole life cycle; implementation path

基于全生命周期理论的水利水电闸门启闭机智能运维管理研究

陈庚 方瑜 唐志山

华电电力科学研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 310030

摘 要

水利水电闸门启闭机运维管理工作的有效落实可以确保闸门启闭机能够正常运转, 为水利工程的稳定运行提供更多的助力和保障, 而基于全生命周期理念应用智能化技术可更好地提高运维管理的质量和效能, 本篇文章也将目光集中于此, 主要从全生命周期理念下水利水电闸门启闭机智能运维的关键要点、智能运维中可能面临的挑战与解决对策等方面展开论述, 希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相关工作人员提供更多的参考与借鉴, 对水利水电闸门启闭机运维管理作出有效优化和调整。

关键词

水利水电闸门启闭机; 运维管理; 全生命周期; 落实路径

1 引言

在水利工程运行期间闸门启闭机运行的可靠性与稳定性对于水利工程防洪、灌溉、发电等相应功能能否发挥会起到至关重要的影响。因此必须加强对闸门启闭机的运维管理, 而借助物联网、传感器技术、大数据与人工智能技术和数字孪生与可视化技术实现智能运维管理可以更好地提高运维管理的质量和效率。

2 全生命周期视角下水利水电闸门启闭机智能运维管理实践要点

全生命周期视角下, 在分析水利水电闸门启闭机智能运维管理落实路径的过程中应当从不同阶段的实际需求出发明确运维管理的重点及不同现代化技术的应用要点, 具体可以从规划设计阶段、运行维护阶段、退役更新阶段三大阶段来展开分析。

2.1 规划设计阶段

规划设计对于水利水电闸门启闭机运行过程中可能出现的故障问题及运维管理重点与核心会起到至关重要的影响, 保障规划设计的科学性有效性和针对性可更好地降低后续运维管理的压力, 为运维管理效能质量的提升提供更多的

【作者简介】陈庚 (1984–), 男, 中国山东泰安人, 硕士, 高级工程师, 从事特种设备安全研究。

助力,而在规划设计阶段也可通过智能化技术的有效应用提高设计质量和设计水平。

2.1.1 通过智能数据分析明确设计要点

设计方案是水利水电启动机闸门能否正常运转及闸门使用寿命的重要影响因素,为此相关工作人员必须加强设计管理,而明确设计要点则是设计管理中的重中之重,相关工作人员在设计中可借助故障数分析失效模式与影响分析更好地识别关键失效部件,如卷扬机轴承、液压系统、密封件等等。在此基础之上可收集水利工程现场的实际数据,对于该地区的气候特点、地势力形有较为全面的了解,结合实际情况来预测分析水利工程运行工况,明确对水利水电闸门启闭机的应用要求,例如明确启闭频率、荷载条件等等,借助数字仿真技术来分析设计过程中应注意的关键问题。

2.1.2 借助数字化建模构建三维模型

通过立体直观模型设计来对设备参数、材料属性、安装图纸做出适当调整,并通过运行参数的优化和改良确定后续运维管理的要点与核心,为后续运维管理提供更多的信息参考。在数字化建模的过程中还可借助二维码标签与设备模型建立映射关系,实现物理设备与数字模型的唯一标识关联,这也可以为后续运维数据追溯、运维管理策略调整提供更多的借鉴和参考。

2.1.3 通过设计优化为后续运维管理提供辅助

例如想要实现智能运维管理就需要应用传感器技术,而这则需要在设计阶段预留智能化接口,明确传感器安装位置和通信协议,为后续智能化自动化监测系统的建设与应用提供更多辅助。同时,在设计工作落实的过程中还需结合设计参数数据模型来确定初始维护计划,例如明确不同部件的检测周期、更换阈值及可能预见的突发性和应急预案,为初步运行维护管理提供更多的帮助。

2.2 运行维护阶段

2.2.1 部署多元传感器

在运行维护阶段可通过部署多元传感器的方式实现实时全域状态监测,更好地明确水利水电闸门启闭机的运行参数。例如借助传感器收集整理启闭机电机电流信息、钢丝绳张力信息、制动温度信息等等,了解启闭机的实时运行情况。在传感器部署中一方面需要确定传感器的部署位置,确保传感器收集到的数据信息可以精确反馈各仪器设备的运行情况,可根据不同仪器设备的运行环境、运行需求、常见问题明确应引入的传感器及传感器布置的具体位置。另外一方面需要明确传感器布置间距及数量,避免传感器布置过多导致资源浪费,也避免传感器布置过少导致收集到的数据信息完整性不足。

2.2.2 应用智能化诊断技术

通过智能化诊断技术可以提高风险问题的响应能力和突发性事件的处理能力。例如可借助知识图谱、大数据技

术、人工智能技术构建完善的故障诊断修理系统和多级预警体系,大数据技术和人工智能技术可以快速识别传感器传送的实时信息,了解启闭机的实时运行情况,并通过算法调整确定不同监测数值的安全阈值范围,若监测数值超过安全阈值范围则会自动触发警报,配合多级预警机制来明确不同问题的应急响应措施。例如当实时监测数值超过预警数值的两倍以上时则会发送红色预警,自动停机以降低事故风险。同时在监测预警系统优化和调整的过程中还可借助知识图谱来为维修方案的调整提供更多的参考和借鉴,这就需要在系统开发应用的过程中整合设备手册、历史故障案例及故障解决方法等相应信息,配合专家系统构建故障现象、原因分析、维修方案的多级智能匹配机制,系统在监测数值同时会自动分析数值,若数值超过安全阈值范围则会提取关键词,并对标数据库和专家系统明确故障问题的出现原因,推送相应的解决方案,为相关工作人员故障维修提供更多的帮助和便捷。

2.2.3 采用现代化技术优化管理水平

可借助数字孪生技术、虚拟现实技术等相应现代化技术来为预测性维护和资源优化配置提供更多的帮助,虚拟现实技术可通过构建数字模型的方式来明确设施设备的剩余使用寿命,根据监测数据分析结果生成退化数据和量化图表,例如明确轴承磨损量、绝缘电阻衰减曲线等等,预测不同设施设备的失效时间,并拟定更换计划。数字孪生技术则可通过数字模拟分析预测不同维修方案在执行过程中所需要消耗的成本和资源,选择最佳最优的维修时期,生成最优工单。例如系统会自动对比预防性更换轴承和故障后更换的经济性及风险,为维修人员推送工作清单^[1]。

2.3 退役更新阶段

主要有三点措施,其一,针对设施设备更新退役问题可构建三级评估体系,从技术性能、经济成本和环境影响三个维度来展开分析,对退役决策作出适当调整,从技术层面需充分考量设施设备的精良程度、能耗情况。从经济层面需分析设施设备维修养护所需要消耗的成本。从环境层面需分析在退役处理过程中是否会造成环境影响和环境危害,配合层次分析法确定各指标的权重得出综合评分,在数字化模型构建和实时数据分析中若发现设施设备的综合平均分评分低于60则触发退役流程;其二,可通过智能化退役处理的方式来提高退役处理效率和质量,借助区块链技术实时记录退役流程信息,例如设施设备拆解时间、部件流向等等,为后续的责任追溯提供更多的帮助,还可通过智能化技术对退役部件进行检测,例如通过光谱分析、涡流探伤等相应技术来更好地明确哪些部件可再造应用,配合再制造技术恢复其性能,实现资源化再利用。第三,整合退役阶段反馈的缺陷问题,并将数据信息共享至设计平台,设计人员可根据现存问题来对接接下来的设计进行优化和调整,实现设计、运维、

退役、改进的螺旋上升。

3 基于全生命周期理论的水利水电闸门启闭机智能运维管理面临的挑战

在水利水电闸门启闭机智能运维管理工作落实的过程中还很有可能会遇到如下几点挑战,导致运维管理的实际效果与预期目标存在较大的差距。

3.1 数据安全与数据标准统一问题

为更好地提高运维管理的智能化程度,在运维管理的过程中需引入各种各样的传感器设备,但是因传感器生产厂家不同、类型不同,可能会存在传感器输送的数据格式不统一、质量参差不齐等相应的问题,这会导致后续在数据整合管理过程中很容易会出现错漏、丢失等相应风险,影响运维管理的正常开展^[2]。

3.2 系统集成与协调问题

在水利水电闸门启闭机全生命周期运维管理工作落实的过程中所涉及的主体单位是相对较多的,例如设备生产单位、运维单位、监管部门等等。而这时做好系统集成、打破信息孤岛是十分必要的,但是很有可能因各部门间信息系统存在较大的差异,进而导致部门间的协同效率相对较低,为全生命周期运维管理带来更多的挑战。

3.3 人员智能运维管理水平需提升

智能运维管理下相关工作人员既需要了解水利水电闸门启闭机运维管理的工作技术,同时也需要掌握大数据技术、人工智能技术等相应现代化技术,但就现阶段来看,很多工作人员受专业教育等多重因素的影响往往无法掌握现代化技术,导致了运维管理的实际效果与预期的目标仍有差距。

4 全生命周期视角下水利水电闸门启闭机智能运维管理挑战应对策略

4.1 确定全生命周期数据标准体系

针对数据安全问题可通过确定全生命周期数据标准体系的方式明确数据接口规范和数据编码规则,通过统一数据标准及口径来避免因数据格式转换出现数据错漏丢失等相应问题,保障数据安全。同时可通过防火墙、数据加密传输协议的有效应用构建安全防护体系,保证数据安全。在该方面相关单位可以和第三方签订合同,结合水利水电闸门启动机的运转需求和运维管理需求要求第三方定期落实系统维护及升级工作,确保设施设备始终处于最佳运行状态,在系统构建中通过合同内容完善明确需求,做好各平台系统的连接,在此之后第三方机构需要根据开发的系统特点明确数据

格式,为格式及口径统一提供更多帮助。在系统运行期间,第三方机构也需要定期进行系统检修,分析系统存在的问题并完善系统功能,在保障系统适配性的同时保障系统数据安全。

4.2 构建全生命周期管理平台

针对系统集成与协同问题可通过构建全生命周期管理平台并设置设计、运维、退役等相应模块加强与各部门各主体之间的沟通和交流。在此基础之上各部门各主体可通过线上平台讨论分析共同构建协同运维管理机制,划分责任,提高各主体的协同合作能力和工作质量,配合区块链技术打造智能合约,实时分配工作任务,提高各部门协同配合效果。例如在出现设备故障时,系统会自动发送数据信息,由厂商远程诊断,运维单位现场处理,监管单位进行进度跟踪,以此来确保运维管理能够切实落实于实践当中。

4.3 加强人员专项培训

针对人员素养能力问题可通过开展专项培训的方式帮助相关工作人员更好地明确物联网技术、区块链技术、人工智能技术等相应现代化技术在水利水电闸门启闭机运维管理中的应用方向、应用要点及具体的操作方法,不断提高相关工作人员的专业素养和专业能力,帮助相关工作人员优化能力结构、丰富知识储备,提高相关工作人员大数据技术、人工智能技术等相应现代化技术的操作与应用能力,打造复合型人才队伍,同时也可通过提高人才准入门槛、与高校和科技单位合作培养人才等多种方式有效解决人才问题,为智能化运维管理提供人才基础^[3]。

5 结语

全生命周期理论下想要实现水利水电闸门启闭机智能运维管理,就需要从规划设计阶段、运行维护阶段、退役更新阶段三大阶段的工作内容出发明确不同阶段运维管理的重点与核心,发挥现代化技术的技术优势,实现智慧化、自动化、智能化运维管理,在此基础之上需要紧抓数据安全、人才保障、系统集成等相应关键问题优化相应的保障措施,建立应对方案,为水利水电闸门启闭机运维管理的智慧化、现代化建设提供更多的助力和保障。

参考文献

- [1] 陈亚辉. 乌江船闸闸门启闭机管理与维护研究 [J]. 水电站机电技术, 2025, 48 (03): 71-74.
- [2] 其乐木格. 水利设施管理养护要点探析 [J]. 内蒙古水利, 2024, (S2): 100-101.
- [3] 李旭,张瑞华. 实时在线监测系统在大藤峡闸门启闭机中的应用 [J]. 红水河, 2023, 42 (05): 40-44.