

# 水闸启闭设备故障诊断与维修策略研究

闫国正

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 随着水利设施重要性凸显,水闸启闭设备稳定运行至关重要。本文聚焦于水闸启闭设备故障诊断与维修策略展开研究。首先阐述水闸启闭设备常见的机械、电气、液压故障类型,深入剖析设备老化、操作不当、环境因素及维护保养不足等故障成因。接着介绍直观诊断、仪器检测、逻辑分析及智能诊断等多种故障诊断方法。最后提出预防性、预测性、纠正性维修策略,并探讨维修策略的选择与优化。旨在为保障水闸启闭设备正常运行,提升其可靠性与安全性提供理论依据与实践指导,助力水利工程的高效管理与维护。

**关键词:** 水闸启闭设备;故障诊断;维修策略

引言:水闸作为水利工程中的关键建筑物,在防洪、灌溉、供水、航运等方面发挥着不可或缺的作用。而启闭设备作为水闸的核心组成部分,其运行状态直接影响水闸功能的正常发挥。一旦启闭设备出现故障,不仅可能导致水闸无法正常启闭,影响水利工程的效益,甚至可能引发严重的安全事故,威胁人民生命财产安全。然而,在实际运行过程中,水闸启闭设备受多种因素影响,故障时有发生。因此,深入研究水闸启闭设备的故障类型、成因,探索有效的故障诊断方法与科学的维修策略,对于保障水闸安全运行、提高水利工程管理水平具有重要的现实意义。

## 1 水闸启闭设备常见故障类型

### 1.1 机械故障

水闸启闭设备的机械故障较为常见。比如传动部件,齿轮磨损、链条断裂等情况时有发生,这会导致动力传输受阻,启闭动作不顺畅。轴类零件也易出现问题,像轴弯曲、轴颈磨损等,影响设备的正常运转精度。此外,连接件松动,如螺栓、销轴等连接不牢固,会使设备结构稳定性下降,在启闭过程中产生振动和异常声响,严重时甚至引发设备损坏。

### 1.2 电气故障

电气故障在水闸启闭设备运行中不容忽视。电源方面,可能出现电压不稳、缺相等问题,影响设备正常供电。电机故障也较为频繁,像电机绕组短路、断路,会导致电机无法启动或运转异常。控制线路方面,线路老化、接触不良等,会造成控制信号传输中断或错误,使得设备不能按照预定指令进行启闭操作,影响水闸的正常调度。

### 1.3 液压故障

液压系统是水闸启闭设备的重要部分,其故障影响

较大。液压油方面,油液污染、油温过高或过低都会影响系统性能。油液污染会加速元件磨损,降低系统可靠性。液压泵故障也常见,如泵的容积效率下降、压力不足,会导致启闭力不足。液压阀故障也不容忽视,像换向阀卡死、溢流阀调压失灵等,会使液压系统无法正常工作,影响水闸启闭的平稳性和准确性<sup>[1]</sup>。

## 2 水闸启闭设备故障成因分析

### 2.1 设备老化

水闸启闭设备长期处于运行状态,随着使用年限的增加,各部件不可避免地出现老化现象。金属部件如齿轮、轴类等,在持续的摩擦、受力作用下,会发生磨损、疲劳,导致尺寸精度下降、强度减弱,影响设备的正常传动和承载能力。橡胶密封件也会因长时间受压、接触油液等而老化变质,出现密封不严的问题,引发液压系统泄漏。电气元件同样会因使用时间过长,性能逐渐衰退,如电阻值变化、电容容量减小等,造成电路工作不稳定,增加设备故障发生的概率。

### 2.2 操作不当

操作人员对水闸启闭设备的操作流程和规范不熟悉,是引发故障的常见原因。在启闭过程中,未按照规定的操作顺序进行,如先开启闸门后启动电机,或者启闭速度过快、过猛,会使设备承受过大的冲击力,导致机械部件损坏。对设备的运行参数设置不合理,如液压系统的压力、流量等,超出设备的设计范围,也会影响设备的正常运行。此外,在设备运行过程中,未及时关注设备的运行状态,对出现的异常情况未能及时处理,也会使小故障逐渐发展成重大故障。

### 2.3 环境因素

水闸所处的环境较为复杂,对启闭设备的运行有很大影响。在潮湿的环境中,金属部件容易生锈腐蚀,降

低其强度和耐磨性,影响设备的传动和连接性能。同时,潮湿环境还会使电气元件受潮,导致绝缘性能下降,引发短路、漏电等电气故障。在高温环境下,液压油的黏度会降低,润滑性能变差,加速液压元件的磨损;而低温环境则会使液压油黏度增大,流动性变差,导致设备启动困难。此外,水闸周边的灰尘、泥沙等杂质也会进入设备内部,影响设备的正常运行。

#### 2.4 维护保养不足

水闸启闭设备缺乏定期、全面的维护保养,是导致故障频发的重要因素。由于维护保养工作不到位,设备表面的灰尘、油污等得不到及时清理,会加速部件的磨损和腐蚀。对设备的润滑系统缺乏定期检查和更换润滑油,会使部件之间的摩擦增大,产生过多的热量,影响设备的正常运行。同时,对设备的紧固件未定期进行检查和紧固,会导致连接松动,引发振动和异常声响。此外,对设备的电气系统缺乏定期的检测和维护,不能及时发现潜在的电气故障隐患,增加了设备故障发生的风险<sup>[2]</sup>。

### 3 水闸启闭设备故障诊断方法

#### 3.1 直观诊断法

直观诊断法是凭借维修人员的感官,如视觉、听觉、触觉和嗅觉等,对水闸启闭设备进行故障初步判断的方法。视觉上,查看设备外观有无明显损坏、变形、裂纹,部件连接是否松动,油液有无泄漏、变色等情况。例如观察齿轮的齿面磨损程度、链条的松弛状态等。听觉方面,倾听设备运行时的声音,正常运转时声音平稳有节奏,若出现异常声响,如撞击声、摩擦声、杂音等,可能预示着部件损坏或松动。触觉可用于感受设备的振动和温度,振动异常可能表明存在不平衡或松动问题,温度过高则可能是过载、润滑不良或散热不佳导致。嗅觉能察觉是否有烧焦等异常气味,这往往与电气元件过热或短路有关。直观诊断法简单直接,无需复杂设备,能快速发现一些明显的故障,但准确性受维修人员经验影响较大,对于隐蔽故障难以精准判断,常作为故障诊断的初步手段。

#### 3.2 仪器检测法

仪器检测法借助各种专业检测仪器对水闸启闭设备进行精确检测,以获取设备运行状态和故障信息。例如使用振动检测仪,可测量设备各部位的振动频率、振幅等参数,通过分析这些数据判断是否存在不平衡、松动、轴承磨损等故障。红外测温仪能快速准确地测量设备表面的温度,及时发现过热的部件,判断是否存在过载、散热问题或电气故障。油液分析仪可对液压系统中的油液进行检测,分析油液的污染程度、成分变化等,

从而判断液压元件的磨损情况。电气检测仪器如万用表、绝缘电阻测试仪等,可检测电气系统的电压、电流、电阻等参数,判断电气元件是否正常工作。仪器检测法具有准确性高、能检测隐蔽故障的优点,但需要专业人员操作,且检测仪器成本较高,适用于对设备故障诊断要求较高的场景。

#### 3.3 逻辑分析法

逻辑分析法是根据水闸启闭设备的工作原理、结构特点和各部件之间的逻辑关系,对故障现象进行逐步分析和推理,从而确定故障原因和部位的方法。维修人员首先要熟悉设备的正常运行流程和各部件的功能,当设备出现故障时,依据故障现象,按照一定的逻辑顺序,从可能的故障源开始排查。例如,若设备无法启动,可从电源供应、控制电路、电机等环节依次分析,判断是哪个环节出现问题导致设备无法启动。通过逻辑分析,可以缩小故障范围,避免盲目拆卸设备,提高故障诊断效率。但逻辑分析法要求维修人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,能够准确把握设备各部分之间的逻辑关系,否则可能导致分析结果不准确,延误故障排除时间。

#### 3.4 智能诊断法

智能诊断法是利用现代信息技术,如人工智能、大数据、传感器网络等,对水闸启闭设备进行故障诊断的方法。通过在设备上安装大量的传感器,实时采集设备的运行数据,如振动、温度、压力、流量等,并将这些数据传输到计算机系统中。利用大数据分析技术对采集到的数据进行处理和分析,建立设备正常运行的数据模型。当设备出现故障时,实际运行数据与正常数据模型产生偏差,通过人工智能算法,如神经网络、专家系统等,对偏差数据进行分析和判断,确定故障类型和位置。智能诊断法具有自动化程度高、诊断速度快、准确性高的优点,能够实现对设备的实时监测和故障预警,提前发现潜在的故障隐患,为设备的维护和维修提供科学依据。但智能诊断法的实施需要投入较高的成本用于传感器安装、系统开发和维护,且对技术人员的专业素质要求较高<sup>[3]</sup>。

### 4 水闸启闭设备维修策略

#### 4.1 预防性维修策略

预防性维修策略是基于设备运行时间和规定周期,主动对水闸启闭设备开展维修保养工作,旨在预防故障发生,延长设备使用寿命。该策略依据设备制造商提供的维护手册以及过往运行经验,制定详细的定期维修计划,涵盖设备清洁、润滑、紧固、调整以及零部件更

换等内容。例如,按照一定时间间隔对设备的传动部件进行润滑,防止因干摩擦导致磨损加剧;定期检查并紧固设备的连接螺栓,避免因松动引发振动和故障。预防性维修策略的优势在于能够提前消除潜在故障隐患,降低设备突发故障的概率,保障设备运行的稳定性和可靠性。然而,其也存在一定局限性,由于是按固定周期进行维修,可能存在过度维修的情况,造成资源浪费,同时对于一些突发故障的预防效果有限,无法完全适应设备实际运行状况的动态变化。

#### 4.2 预测性维修策略

预测性维修策略借助先进的传感器技术、数据分析技术和监测设备,实时收集水闸启闭设备的运行状态信息,如振动、温度、压力、流量等参数,并通过数据分析模型对设备的健康状况进行评估和预测。通过对设备运行数据的持续监测和分析,能够及时发现设备性能的早期劣化趋势,预测故障发生的时间和部位,从而在故障发生前有针对性地安排维修工作。这种维修策略可以根据设备的实际运行状况制定维修计划,避免了预防性维修中的过度维修问题,提高了维修资源的利用效率。同时,由于能够提前发现故障隐患,为维修工作争取了充足的时间,可有效降低设备突发故障对水利工程运行的影响。但预测性维修策略的实施需要投入较高的成本用于传感器安装、数据采集与分析系统建设,且对技术人员的专业素质要求较高。

#### 4.3 纠正性维修策略

纠正性维修策略是在水闸启闭设备出现故障后,针对故障现象进行维修,使设备恢复正常运行状态的维修方式。当设备发生故障时,维修人员首先对故障进行诊断,确定故障原因和部位,然后采取相应的维修措施,如更换损坏的零部件、修复故障电路等。纠正性维修策略是一种事后维修方式,其优点是无需提前投入大量资源进行预防性维护,维修工作具有明确的针对性,只对出现故障的部分进行修复。然而,该策略的缺点也较为明显,由于是在设备出现故障后才进行维修,会导致设备停机时间较长,影响水利工程的正常运行,尤其是对于一些关键设备,可能会造成较大的经济损失。此外,故障发生后可能会对设备造成进一步的损坏,增加维修

难度和成本。

#### 4.4 维修策略的选择与优化

水闸启闭设备维修策略的选择与优化需要综合考虑多方面因素。首先要考虑设备的重要性,对于关键设备,其故障可能对水利工程造成严重影响,应优先采用预测性维修策略,实时监测设备状态,提前预防故障发生;对于一般设备,可根据实际情况选择预防性维修或纠正性维修策略。其次,要考虑设备的故障特征,对于故障发生规律明显、有周期性的设备,适合采用预防性维修策略;对于故障发生随机性较大的设备,预测性维修策略更为合适。此外,还需考虑维修成本、维修技术水平、设备运行环境等因素。在实际应用中,往往不是单一采用某一种维修策略,而是将多种策略有机结合,形成综合维修策略。同时,要不断根据设备的运行数据和维修经验,对维修策略进行优化调整,以提高维修工作的效率和效果,保障水闸启闭设备的安全稳定运行<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

水闸启闭设备作为水利工程的关键设施,其故障诊断与维修策略研究意义重大。通过对常见故障类型、成因的深入剖析,以及多种故障诊断方法的探讨,我们能够更精准地定位设备故障。同时,不同维修策略各有优劣,合理选择与优化组合至关重要。在实际应用中,需综合考量设备状况、运行环境、成本等因素,制定科学适宜的维修方案。未来,随着科技发展,智能诊断等新技术将不断完善,为水闸启闭设备提供更高效可靠的保障,确保水利工程安全稳定运行,更好地服务于经济社会发展与民生保障。

#### 参考文献

- [1]孙飞.水闸工程中启闭机与机电设备的维修保养[J].中国新技术新产品,2021(11):150
- [2]刘浩涟.水闸启闭机安装及机电设备维护[J].华东科技(综合),2022(1):0189-0189,0225.
- [3]张绪亮,邵胜利,李兆杰.水闸启闭机与机电设备的保养操作[J].企业文化(下旬刊),2023(9):229-229.
- [4]路跃.水闸工程启闭机的管理与维护措施分析[J].科学与信息化,2022(25):181,183.