

水利工程启闭机常见故障分析及处理措施研究

张兴锋

山东红石环保科技有限公司 山东 济南 250061

摘要: 本文聚焦水利工程启闭机, 阐述其核心作用与运行特点, 指出其具有连续性、环境适应要求高、荷载变化大等特点。分析常见故障类型, 包括机械传动系统、电气控制系统、结构腐蚀与变形故障及成因。提出针对性处理措施, 涵盖各系统故障处理及“预防为主、修复为辅”的结构故障处理策略。还介绍故障预防与日常维护措施, 如建立定期巡检机制、强化日常润滑与防腐维护、加强设备调试与状态监测, 以保障启闭机稳定运行, 提升水利工程效能。

关键词: 水利工程; 启闭机; 常见故障; 处理措施; 设备维护

引言: 水利工程作为国家基础设施建设的关键部分, 对保障水资源合理利用、防洪减灾以及促进经济社会发展意义重大。启闭机作为水利工程的核心控制设备, 承担着精确调控水利设施过流能力、调节水位、保障灌溉与供水等重要任务。然而, 受连续运行、复杂环境及荷载变化大等因素影响, 启闭机在长期使用中易出现机械磨损、电气故障、结构腐蚀变形等问题。深入分析这些常见故障的成因, 并制定针对性处理措施, 同时加强故障预防与日常维护, 对于保障水利工程安全稳定运行、提高水资源利用效率以及维护人民群众生命财产安全, 具有不可忽视的重要作用。

1 水利工程启闭机的核心作用与运行特点

在水利工程体系中, 启闭机是极为关键的控制设备, 发挥着不可替代的核心作用。它主要借助驱动机构产生的动力, 带动闸门进行精确的升降操作, 从而实现水利设施过流能力的有效调控。通过这种调控, 能够精准地调节水位, 在洪水来临时及时宣泄洪水, 避免洪涝灾害的发生; 同时, 也能保障灌溉和供水需求的稳定供应, 为农业生产和居民生活提供坚实的水资源保障。

启闭机的运行特点呈现出多方面的显著特征。(1) 具有连续性。水利工程往往需要长期稳定运行, 启闭机作为其中的重要组成部分, 也需持续工作, 以满足不同时段对水位和流量的调节需求。(2) 对环境适应性要求极高。启闭机通常长期处于户外环境, 面临着复杂多变的自然条件。在潮湿环境中, 水汽容易侵入设备内部, 加速金属部件的锈蚀; 风雨的侵蚀会破坏设备的外壳和防护结构; 泥沙的冲刷和堆积则可能影响设备的正常运行, 增加部件的磨损。(3) 荷载变化大。在运行过程中, 启闭机需要承受多种荷载的共同作用, 包括闸门自身的重量、水压力以及水流冲击力等。而且, 这些荷载

的大小并非固定不变, 而是会随着水位和流量的变化而发生波动。例如, 在洪水期间, 水位急剧上升, 水压力和水流冲击力大幅增加, 启闭机所承受的荷载也会显著增大。此外, 部分启闭机由于工作需要, 需频繁进行启停操作, 这对机械传动系统和电气控制系统的稳定性提出了极高的要求。一旦系统稳定性不足, 就容易出现故障, 影响启闭机的正常运行^[1]。

这些独特的运行特点, 使得启闭机在长期使用过程中, 不可避免地会出现机械磨损、电气故障、结构腐蚀等各类问题。因此, 深入开展启闭机常见故障的分析工作, 并制定切实有效的处理措施, 对于保障水利工程的正常运行、提高水资源利用效率以及确保人民群众生命财产安全, 都具有至关重要的意义。

2 水利工程启闭机常见故障类型及成因分析

2.1 机械传动系统故障

机械传动系统是启闭机的核心组成部分, 主要包括齿轮、丝杠、联轴器、轴承等部件, 其故障发生率较高, 主要表现为传动卡滞、异响、振动过大等, 成因主要包括三个方面。一是润滑不足, 由于长期运行过程中润滑脂老化、流失, 或未及时补充润滑介质, 导致齿轮、轴承等运动部件之间摩擦阻力增大, 出现卡滞、异响, 严重时会造成部件磨损、咬合损坏; 二是机械磨损, 启闭机长期承受交变荷载, 齿轮齿面、丝杠螺纹、轴承滚道等部位易出现磨损、变形, 导致传动精度下降, 出现振动过大、传动不畅等问题; 三是部件松动或损坏, 由于频繁启停、荷载冲击, 联轴器螺栓、齿轮固定螺栓等易出现松动, 若未及时紧固, 会导致传动偏移, 引发振动和异响, 严重时会造成部件断裂、损坏^[2]。

2.2 电气控制系统故障

电气控制系统负责启闭机的启停、调速、限位等控

制功能,故障主要表现为无法启动、启停失控、限位失灵等,其成因主要分为两类。一方面,电气元件老化或损坏,启闭机的接触器、继电器、按钮、限位开关等电气元件,长期处于潮湿、多尘环境,易出现触点氧化、线圈烧毁、元件老化等问题,导致电路接触不良、信号传输异常,进而引发控制故障;另一方面,线路故障,线路老化、绝缘层破损、接线松动等,会导致短路、漏电、信号中断等问题,影响电气控制系统的正常工作,严重时可能引发电气安全事故,同时导致启闭机无法正常启停或运行失控。

2.3 结构腐蚀与变形故障

启闭机的金属结构(如机架、闸门连接部件、丝杠等)长期暴露在户外或水下环境中,易受到水汽、泥沙、腐蚀性介质的侵蚀,出现腐蚀、变形等故障。腐蚀故障主要分为电化学腐蚀和化学腐蚀,电化学腐蚀是由于金属结构与周围介质形成原电池,导致金属表面氧化脱落,常见于水下或潮湿部位;化学腐蚀则是金属与腐蚀性物质直接发生化学反应,导致结构损坏。变形故障主要是由于长期承受荷载冲击、温度变化,或安装精度不足,导致机架、丝杠等结构出现弯曲、变形,影响启闭机的正常运行,严重时会导致闸门无法精准定位,甚至出现结构断裂。

3 水利工程启闭机常见故障的针对性处理措施

3.1 机械传动系统故障处理措施

水利工程启闭机机械传动系统出现故障时,需依据具体成因精准施策,保障传动系统稳定可靠运行。(1)若因润滑不足导致卡滞、异响,应先全面清理运动部件表面的油污与杂质,防止其阻碍润滑效果。随后,选用符合设备工况要求的润滑脂进行更换,并建立科学合理的定期润滑维护机制。综合考虑设备运行频率以及所处环境条件,精确确定润滑周期,杜绝因润滑缺失引发部件过度磨损。(2)针对机械磨损故障,若磨损程度较轻,可运用打磨、修复等工艺手段,恢复部件的原始精度,使其满足正常运行要求。若磨损严重,则必须及时更换损坏部件,更换后要开展细致的调试工作,保证传动精度达到规定标准。(3)对于部件松动或损坏情况,要定期对各连接螺栓、紧固件进行检查,一旦发现松动,立即紧固。若部件出现断裂、损坏,应迅速更换,防止故障范围扩大。同时,强化设备运行过程中的振动监测,借助专业监测设备,实时掌握振动数据,及时发现异常并妥善处理^[3]。

3.2 电气控制系统故障处理措施

水利工程启闭机电气控制系统出现故障时,严格遵

循“先排查、后修复”的原则至关重要,这能有效保障电路安全,确保控制功能稳定正常。(1)针对电气元件老化或损坏故障,要建立定期检查机制,对接触器、继电器、限位开关等关键元件的运行状态进行细致查看。一旦发现触点氧化、线圈烧毁等异常情况,需立即更换对应元件。在更换过程中,务必选用与原型号完全一致的元件,保证元件之间的兼容性,避免因型号不匹配引发新的故障。(2)对于线路故障,要开展全面且深入的检查工作。仔细查看线路的绝缘层是否存在老化、破损现象,一旦发现,及时更换线路。同时,认真检查接线端子,紧固所有松动的端子,防止因接触不良导致故障。此外,还要深入排查短路、漏电等安全隐患,确保线路连接可靠、绝缘性能良好。(3)要定期对电气控制系统进行除尘、防潮处理,降低环境因素对系统的影响,保证控制信号能够顺畅传输,提升系统的稳定性与可靠性。

3.3 结构腐蚀与变形故障处理措施

水利工程启闭机结构出现腐蚀与变形故障时,应秉持“预防为主、修复为辅”的策略,最大程度降低故障发生率,并及时妥善处理已出现的问题。(1)针对腐蚀故障,若为轻度腐蚀,可先对腐蚀部位进行精细打磨,彻底清除锈迹,随后均匀、牢固地涂刷耐腐蚀性强的防腐涂层材料,形成有效的防护屏障,延缓腐蚀进程。对于严重腐蚀的部件,其结构强度和性能已大幅下降,必须及时更换,且更换后要严格按照规范做好防腐处理,确保新部件的使用寿命。(2)对于变形故障,若变形程度较轻,可运用专业的校正工具和技术,对结构进行校正,并通过加固措施增强结构的稳定性。校正完成后,需进行严格的强度检测,保证结构精度和强度符合运行要求。若变形严重,无法通过修复恢复其性能,则需更换变形部件。同时,要深入排查变形原因,从安装精度和运行荷载等方面进行优化,防止类似变形故障再次发生。此外,还应定期对金属结构开展防腐检查和维护工作,及时清理表面的泥沙、杂质,减少腐蚀介质的附着^[4]。

4 启闭机故障的预防与日常维护措施

4.1 建立定期巡检机制

水利工程启闭机作为水利设施的关键设备,其运行状态直接关系到整个水利系统的安全与效能发挥。因此,建立一套科学完善、行之有效的定期巡检机制极为必要。要精心规划并制定启闭机定期巡检计划,对巡检内容进行详尽且精准的界定。在机械传动系统方面,需仔细检查齿轮的啮合情况,查看是否存在磨损、错位等

问题;认真观察轴承的运转状态,判断是否有异常声响、发热等现象。对于电气控制系统,要全面检查线路的连接是否牢固,有无松动、老化迹象;精确测量元件的参数,确保其处于正常范围。同时,不能忽视金属结构的锈蚀和变形情况。依据启闭机的实际运行频率以及所处环境条件,如长期高频率运行或处于潮湿、多沙尘的恶劣环境,合理确定巡检周期,保证巡检的及时性。明确责任人,将巡检任务落实到具体人员。巡检时,重点排查部件磨损、松动、腐蚀以及电气元件异常等情况,做好详细记录。发现隐患立即处理,防止故障发生,保障启闭机稳定运行。

4.2 强化日常润滑与防腐维护

水利工程启闭机运行环境复杂多样,面临高负荷、多工况等挑战,强化日常润滑与防腐维护是保障其稳定可靠运行、延长使用寿命的核心举措。构建科学严谨的润滑维护制度至关重要。需依据设备各机械传动部件的实际工况,如转速高低、负荷大小、运行频率等,精准确定润滑脂的补充与更换周期。对于高转速、高负荷的部件,应缩短润滑周期,增加润滑频次;对于低转速、低负荷的部件,可适当延长周期。定期开展润滑作业,采用专业工具和规范操作,确保润滑脂均匀涂抹在运动部件表面,使其始终处于良好的润滑状态,有效降低摩擦系数,减少部件磨损,避免因润滑不足出现卡滞、异响等故障,保障机械传动系统平稳运行。同时,要高度重视金属结构的防腐维护。制定详细的防腐计划,定期对金属结构进行全面除锈处理,运用机械打磨、化学清洗等方法,彻底清除表面的锈迹和腐蚀产物。之后,均匀、牢固地涂刷防腐涂层,选用质量可靠、耐腐蚀性强的涂料,确保涂层厚度符合要求。及时清理结构表面的泥沙、水渍等杂质,防止其加速腐蚀。对于水下部件,选用专用高性能防腐材料,增强防腐效果,延长设备整体使用寿命。

4.3 加强设备调试与状态监测

水利工程启闭机安装环节至关重要,安装完成后必须开展全面且细致的调试工作。调试内容涵盖机械传动

系统,确保齿轮啮合精准、传动平稳;电气控制系统,保证各电气元件动作准确、控制逻辑无误;限位功能调试,使启闭机在规定行程内安全运行,且运行精度严格符合设计要求,为后续稳定运行奠定基础。在日常运行过程中,强化设备运行状态监测不可或缺。借助专业的振动监测设备,实时获取设备振动数据,分析其振动特征;利用温度传感器,精准监测关键部位的温度变化;对电气参数进行持续监测,掌握电压、电流等参数的动态情况。通过这些监测手段,实时掌握设备运行状态,一旦发现异常信号,及时预判故障发生趋势,提前采取针对性防范措施,有效降低故障发生率。此外,还需定期对设备进行全面调试,根据运行实际情况及时调整运行参数,确保设备始终处于最佳运行状态^[5]。

结束语

水利工程启闭机的稳定运行是保障水利系统安全与效能的核心要素。通过对其常见故障的深入剖析与针对性处理,以及全面落实故障预防与日常维护措施,能够有效降低启闭机故障发生率,延长设备使用寿命。这不仅有助于提升水利工程的整体运行质量,更能在防洪、灌溉、供水等关键领域发挥重要作用,切实保障人民群众生命财产安全,促进水资源的合理开发与高效利用。未来,随着技术的不断进步,我们应持续优化启闭机的故障处理与维护策略,以适应日益复杂的水利工程建设与运行需求,推动水利工程事业迈向更高水平。

参考文献

- [1]陈杰文.水闸闸门启闭机运行可靠性与故障诊断方法研究[J].水上安全,2025(23):131-133.
- [2]李龙啸,赵国平.水闸启闭机设备维护保养及长效管理手段研究[J].水上安全,2025(23):55-57.
- [3]时忠伟,赵国平.水闸运行管理中启闭机故障应急处理方法研究[J].水上安全,2025(21):26-28.
- [4]刘皓.水利工程中的水闸施工技术探讨[J].砖瓦世界,2023(12):154-156.
- [5]王玉.水闸液压启闭系统的常见故障分析与维修[J].设备管理与维修,2023(24):87-89.