

水利泵站水闸维护保养与故障排除

吴 斐

宿迁市淮西水利工程管理处 江苏 宿迁 223700

摘要: 水利泵站水闸是水资源调控的核心设施,其维护保养与故障排除需贯穿全生命周期。本文从基础概述、维护体系构建、故障诊断及排除技术四方面展开,涵盖日常/定期维护流程、机械/电气/液压故障诊断及修复技巧,通过科学养护与精准修复,保障设备稳定运行,实现工程效益与生态保护双重目标,支撑区域水资源高效调度。

关键词: 水利泵站水闸;维护保养;故障排除

引言:水利工程中,水利泵站水闸承担防洪排涝、农业灌溉、城市供水及生态补水功能,其稳定运行直接关系到区域水安全与资源高效利用。设施老化加剧背景下,科学维护与故障快速排除成为工程长效性保障核心需求。通过日常巡检、定期检修、专项技术优化及精准故障诊断,可延长设备寿命,降低运行风险,推动水利工程可持续发展与生态健康维护。

1 水利泵站水闸基础概述

水利泵站水闸是水利工程中水资源调控的核心设施,承担防洪排涝、农业灌溉、城市供水及生态补水功能;其结构由闸室、上下游连接段及启闭设备构成,通过闸门启闭调节河道水位与流量,保障区域水安全及资源高效利用。结构形式依工程条件设计,开敞式适用宽浅河道,利泥沙冲刷;涵洞式用于地形受限区,减少占地并优化水流;直升式通过垂直升降闸门实现快速调控。闸门材质采用钢材、混凝土或复合材料,需耐腐蚀、抗冲击,适应水下复杂环境。运行基于水力学与结构力学理论,启闭机控制闸门升降实现水流精准调控。洪水期泄洪降水位,缓解防洪压力;枯水期蓄水保灌溉及生态需求,维持水循环平衡。稳定性影响防洪安全与资源配置效率,需定期检测结构安全、验证水力学模型及评估功能^[1]。维护贯穿全生命周期,日常维护包括启闭试验、轨道润滑、止水橡胶更换;定期检修检测混凝土裂缝、钢结构锈蚀及地基沉降,及时修复隐患,延长水闸寿命,保障工程长期效益与生态健康。

2 水利泵站水闸维护保养体系构建

2.1 日常维护保养内容与流程

水利泵站水闸日常维护聚焦设备安全运行与功能稳定,构建系统化流程。每日巡检检查启闭机、传动装置、闸门轨道的润滑状态及异响,清理表面淤积物与附着生物,防机械磨损;每周开展设备功能测试,包括闸门启闭灵活性验证、限位开关有效性检测及电气系统线

路排查,确保部件协同运作。月度维护侧重结构完整性检查,定量评估混凝土裂缝、金属部件锈蚀程度,采用环保防腐涂料局部修复,并建立电子化维护档案,记录保养时间、操作人员、部件状态及跟踪措施,形成闭环管理。维护遵循“预防为主、修复为辅”原则,通过定期保养延长设备寿命,降低突发故障概率,保障汛期与非汛期稳定运行,支撑区域水资源调度与防洪安全需求。

2.2 定期维护保养方案与周期规划

水利泵站水闸定期维护需结合设备特性与季节变化制定周期规划。季度维护重点开展结构安全评估,通过无损检测排查闸门、启闭机隐蔽部位裂缝及变形隐患,同步清洁润滑系统并补充油脂,保障传动部件低摩擦运行。半年维护聚焦电气系统检查,测试备用电源切换效率、电缆绝缘性能及控制回路响应速度,预防线路老化故障。年度维护实施全系统检修,包括金属部件防腐层更新、混凝土碳化深度检测、水密性试验及功能模块校准。所有作业采用环保材料与低扰动工艺,避免生态影响,形成“检测-评估-修复-优化”闭环管理,保障长期稳定运行,实现工程效益与生态保护双目标。

2.3 专项维护保养技术要点

水利泵站水闸专项维护聚焦关键技术环节,提升设备抗老化与抗干扰能力。启闭机齿轮箱采用高精度油液检测技术,定期分析油脂粘度与杂质含量,预防机械磨损;闸门金属结构实施电化学防腐处理,通过阴极保护系统抑制锈蚀扩展,延长使用寿命。电气系统强化防雷防潮设计,安装浪涌保护器并定期检测接地电阻,保障雷电天气设备安全;混凝土结构采用纳米渗透材料修复细微裂缝,增强密实度与抗渗性能。维护策略结合运行数据与环境监测动态调整,如汛期前加强水密性检测,旱季重点排查电气隐患,实现性能优化与故障风险前置管控,保障工程安全高效运行,促进工程效益与生态保护协调统一。

2.4 维护保养质量控制措施

水利泵站水闸维护保养质量控制需贯穿全流程，确保措施有效且生态友好。质量标准明确设备性能指标，如启闭机精度、闸门密封性、电气绝缘电阻等，维护后须达设计规范。检测环节采用无损技术检查金属结构，精密仪器测量电气参数，水密试验验证密封性，确保数据真实可靠。过程监控动态跟踪关键步骤，如润滑油脂量、防腐涂层质量、电气接线规范性，防止操作偏差。问题整改及时闭环，对裂缝、锈蚀、线路老化等隐患制定修复方案并跟踪效果，确保彻底消除。维护材料优先选用环保型产品，减少水体及生态扰动，实现质量可控可追溯，保障水闸长期稳定运行，达成工程效益与生态保护双重目标。

3 水利泵站水闸常见故障类型及诊断方法

3.1 机械结构类常见故障

水利泵站水闸机械结构类故障多表现为部件磨损、变形或功能失效。启闭机齿轮磨损易导致传动效率下降，表现为运行异响、启闭速度不均，需定期检测齿面啮合度及油脂状态。闸门轨道变形可能引发闸门卡阻、密封失效，需通过激光测距仪检测轨道直线度，及时校正或更换变形段。传动轴弯曲则可能导致振动加剧、轴承寿命缩短，需用千分表测量轴径跳动量，评估是否需校直或更换；螺栓松动是常见隐患，可能引发结构连接失效，需定期检查关键部位螺栓预紧力，采用力矩扳手复紧。机械结构故障诊断需结合目视检查、仪器检测与运行数据对比，如振动监测仪捕捉异常频率、红外测温仪排查过热点^[2]。通过系统化检测与针对性修复，保障机械结构稳定运行，延长设备整体使用寿命，支撑水利工程安全高效调度。

3.2 电气控制类常见故障

水利泵站水闸电气控制类故障常见于线路老化、元件失效及系统异常；线路短路或断路可能导致启闭机无法启动、闸门运行异常，需用万用表检测电压电流，排查绝缘破损或接线松动。接触器、继电器触点烧蚀易引发控制信号中断，需观察触点状态并测试吸合释放功能；传感器故障如水位计、限位开关失效，会影响自动化控制精度，需定期校准并检测信号输出稳定性。控制系统软件异常可能表现为指令延迟或误操作，需通过专业诊断软件扫描程序逻辑，修复代码错误或更新固件。电气故障诊断需结合仪器检测与运行数据分析，如示波器捕捉信号波形异常、红外热像仪排查过热点。通过系统化排查与精准修复，保障电气系统稳定运行，提升泵站水闸自动化控制水平，支撑水利工程安全高效调度与

生态保护协同发展。

3.3 液压传动类常见故障

水利泵站水闸液压传动类故障多涉及系统泄漏、压力异常及执行元件失效。液压油污染或粘度变化易导致泵体磨损加剧，表现为运行噪音增大、输出压力波动，需定期检测油液清洁度与理化指标。管路接头松动或密封件老化可能引发油液泄漏，需通过目视检查与超声波检测定位漏点，及时更换密封件或紧固连接件；液压缸内泄漏会导致闸门启闭速度异常，需测试活塞密封性能并检测回油量；控制阀卡滞或响应延迟可能引发动作失准，需拆解清洗阀体并测试阀芯滑动灵活性。液压故障诊断需结合油液分析仪、压力传感器等设备数据，通过对比设计参数与运行状态，精准定位故障点。通过系统性维护与精准修复，保障液压系统稳定运行，提升泵站水闸操作精度与响应效率，支撑水利工程安全调度与生态保护协同发展。

3.4 故障诊断技术与流程

水利泵站水闸故障诊断需构建系统化技术流程，融合目视检查、仪器检测与数据分析。初步检查聚焦外观异常，辅以低倍放大镜识别表层问题；详细检测采用精密仪器，如振动分析仪捕捉机械振动异常、红外热像仪定位电气过热点、超声波探伤仪检测金属内部缺陷、油液分析仪评估液压污染程度。诊断流程遵循“先易后难、由表及里”原则，先通过运行数据监控发现异常参数，再针对性开展专项检测^[3]。故障定位需结合多源信息交叉验证（如振动频率关联机械磨损、电气信号波动对应控制模块故障）。修复后实施功能验证，确保故障彻底排除。通过标准化流程与技术组合应用，实现故障快速识别、精准定位与有效修复，保障泵站水闸长期稳定运行，支撑水利工程安全与生态保护双重目标。

4 水利泵站水闸常见故障排除技术

4.1 机械结构故障排除技巧

水利泵站水闸机械结构故障排除需聚焦精准修复与性能优化。齿轮磨损可采用齿面修形技术恢复啮合精度，配合高精度油脂减少摩擦损耗；轨道变形通过激光校准仪调整直线度，局部磨损段镶嵌耐磨合金板增强耐久性。传动轴弯曲采用液压校直机恢复同轴度，校直后进行动平衡测试，避免振动加剧；螺栓松动通过力矩扳手按标准预紧力复紧，关键部位加装防松垫片或涂覆螺纹锁固剂。修复后进行空载试运行与负载测试，验证启闭灵活性、密封性能及结构稳定性；采用超声波探伤仪等无损检测技术监控金属内部缺陷，确保修复质量。通过系统性修复技巧与严格验收标准，实现机械结构故障

快速排除，保障泵站水闸长期稳定运行，支撑水利工程安全高效调度与生态保护协同发展。

4.2 电气控制故障排除方法

水利泵站水闸电气控制故障排除需构建系统化修复流程，线路短路或断路时，先断电并用万用表逐段检测，定位绝缘破损或接线松动点，专用压接工具重新压接线缆，确保接触电阻符合标准。接触器、继电器触点烧蚀需拆解元件，细砂纸打磨氧化层至表面光洁或更换同规格元件，测试吸合释放功能是否灵敏无卡顿。传感器失效如水位计读数偏差、限位开关误触发，需标准信号源校准输出精度，调整零点与量程参数，必要时更换高精度敏感元件；软件异常表现为指令延迟或误操作，需专业诊断软件扫描程序逻辑，修复语法错误或更新固件版本。修复后进行空载试运行与负载测试，验证信号响应速度、执行元件动作准确性及系统协同性，全程记录操作步骤与检测数据，形成可追溯维修档案，保障电气系统长期稳定运行。

4.3 液压传动故障排除方案

水利泵站水闸液压传动故障排除需聚焦系统修复与性能优化。针对液压油污染问题，需定期更换符合标准的液压油，并清洗油箱、滤芯及管路，防止油液氧化、杂质沉积导致泵体磨损或阀件卡滞。密封件老化引发泄漏时，应选用耐高温、耐腐蚀的优质密封材料，精确测量安装尺寸，确保密封面平整无缺口。泵体磨损导致压力不足或流量波动时，需拆解检查齿轮、叶片等关键部件，采用镀铬、喷涂等修复工艺恢复尺寸精度，或直接更换同型号泵体。控制阀卡滞影响动作响应时，需拆解清洗阀芯与阀体，去除油垢、杂质，测试阀芯滑动灵活性，必要时更换精密阀件^[4]。修复后需进行压力测试与功能验证，确保系统压力稳定、动作精准，全程记录维修参数与检测数据，形成可追溯的维修档案，保障液压系统长期高效运行。

4.4 故障排除后的调试与校验

故障排除后的调试与校验需确保系统功能恢复与性能达标。调试环节应分阶段进行，先开展空载试运行，验证启闭机启闭灵活性、电气控制信号响应速度及液压系统压力稳定性，确认无异常振动、噪音或泄漏。随后进行负载测试，模拟实际工况下的闸门启闭操作，检测机械结构承载能力、电气系统抗干扰性能及液压系统流量稳定性，确保各部件协同运行无卡顿。校验环节需采用精密仪器检测关键参数，如闸门密封性能测试、电气绝缘电阻测量、液压系统压力波动范围监测，确保所有指标符合设计标准。全程记录调试与校验数据，形成完整维修档案，为后续维护提供参考。通过系统化调试与严格校验，确保故障彻底排除，设备性能全面恢复，支撑泵站水闸长期安全稳定运行，满足水利工程安全调度与生态保护双重需求。

结束语：未来，应深化智能监测与环保材料融合应用，构建“智慧感知-智能分析-精准决策”运维新模式。通过物联网传感器实时监测设备状态，AI算法预测故障趋势；采用低能耗涂料、可降解止水材料等绿色建材，降低碳足迹。推动维护模式向智能化、低碳化升级，为区域水安全与生态健康提供长效保障，助力水利工程高质量发展。

参考文献

- [1]刘汉印.水利工程水闸设备的手电两用螺杆启闭机的操作运行和维护研究[J].中国设备工程,2025(15):100-102.
- [2]林琳.水利泵站设备故障分析与管理维护要点[J].科技创新与应用,2020(21):183-184.
- [3]郭文辉.浅谈水利水电工程机电设备运行维护与检修[J].水电站机电技术,2024,47(3):109-111.
- [4]颜刚.水利工程中机电设备安装问题及维护措施的研究与实践[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(2):0097-0100.