

水闸卷扬式启闭机的安全运行管理

汪一铨

连云港市石梁河水库管理处 江苏连云港 222323

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21578

[摘 要] 卷扬式启闭机是水闸工程核心设备之一，其安全运行直接关系到防洪排涝与工程效益。本文系统阐述启闭机运行管理全流程，涵盖运行前机械、电气及闸门钢丝绳的量化检查标准，运行中操作规程、实时监测参数及异常应急处置原则，运行后清洁润滑、定期检修与档案台账管理要求。通过建立全过程、可量化的技术管理体系，旨在降低设备故障率，延长使用寿命，为水闸工程安全运行提供规范化技术支撑。

[关键词] 水闸；卷扬式启闭机；安全运行；管理

卷扬式启闭机凭借结构紧凑、起吊能力大、运行平稳等优势，广泛应用于各类水闸工程中，承担着闸门启闭的重要任务。然而，启闭机长期处于露天、潮湿、重载的工作环境，若运行管理不到位，易出现钢丝绳断裂、制动失灵、电气故障等安全问题，直接危及工程安全。本文结合工程实际，从机械检查、电气测试、运行监控、维护保养及档案管理等方面，梳理卷扬式启闭机安全运行的关键技术要点，为现场运行管理人员提供可操作的技术指导。

一、运行前的安全检查与准备

（一）机械设备检查要点

减速器油位须保持在油标中线位置，油质清澈无乳化变质现象，每季度应取样化验一次。制动器闸瓦与制动轮间隙控制在 0.5 至 1 毫米之间，两侧间隙差值不超过 0.1 毫米，闸瓦贴合面积不小于总面积的 70%。电磁铁吸合作应快速准确，释放时无延迟卡滞，线圈温升不超过 60 摄氏度。联轴器螺栓紧固力矩按标准值拧紧，弹性圈磨损量大于原厚度的 1/3 时必须更换，尼龙棒销磨损量超过直径的 5%则需全部换新。开式齿轮齿面润滑脂均匀覆盖整个齿宽，齿面点蚀面积不超过齿面的 15%，齿厚磨损超过 10%时须安排更换。卷筒轴承座用手感测温无烫手现象，地脚螺栓用扳手逐一紧固并做好防松标记。所有转动部位防护罩固定牢靠，防护网孔不大于 12 毫米，安全警示牌悬挂在醒目位置。手摇机构离合器操作手柄切换顺畅，摇柄插口无变形磨损，手摇时无空转打滑。启闭机机架焊缝经目视和着色探伤检查无裂纹，防锈涂层脱落处经打磨后涂刷环氧富锌底漆和面漆，涂层总厚度不小于 200 微米。每次检查须将结果填入设备点检表，发现异常情

况立即标注并安排维修。上述机械检查项目的关键控制指标，汇总见表 1。

表 1 机械部分主要技术控制指标

检查项目	关键指标	控制值
制动器间隙	单侧/两侧差值	0.5~1mm / ≤0.1mm
弹性圈磨损	更换阈值	>原厚 1/3
尼龙棒销磨损	更换阈值	>直径 5%
齿面点蚀/齿厚磨损	允许上限	≤15% / ≤10%
防护网孔	最大尺寸	≤12mm
涂层总厚度	最小值	≥200 μ m

（二）电气系统测试项目

供电线路绝缘电阻使用 500 伏兆欧表测量，动力电缆相间及对地绝缘值不低于 0.5 兆欧，控制电缆绝缘值不低于 1 兆欧。电缆外护套无龟裂破损，接头压接端子紧固螺栓扭矩符合标准，接线处无氧化变色。控制柜内总开关及分路空气开关动作灵活，触头闭合压力均匀，银合金触头烧蚀深度超过 0.3 毫米须打磨或更换。接触器衔铁吸合可靠，线圈电阻值在标称范围正负 10%以内，热继电器整定电流按电机额定电流的 110%设定，动作时间满足反时限特性。欠压保护继电器设定动作电压为额定电压的 85%，失压保护在断电后自动复位。限位开关采用重锤式或旋转式，动作行程精确到毫米级，开度指示器编码器数值与闸门实际提升高度偏差值不超过 5 毫米。接地电阻用接地摇表测量，独立接地体阻值不大于 4 欧姆，共用接地系统阻值不大于 1 欧姆。现场操作按钮盒防护等级达到 IP65，按钮动作行程不小于 2 毫米，急停按钮旋转复位后设备不得自启动。起升与下降方向标识采用箭

头加文字的形式, 颜色红绿区分, 防止操作人员误判方向。

(三) 闸门与钢丝绳状态确认

钢丝绳受力情况下测量直径, 磨损超过原直径的 7% 换绳, 一个捻距内断丝超过总丝数的 5% 换绳。绳端压板不少于两块, 间距为绳直径的 6 倍, 绳头用铁丝扎紧或熔断防松散。钢丝绳在卷筒上缠绕顺序整齐, 每层之间无交叉挤压, 偏角不超过 1.5 度。闸门门叶面板用直尺靠量平面度偏差不得超过每米 2 毫米, 焊缝处不允许有裂纹渗水。止水橡皮表面光滑无硬化龟裂, 压缩量保持在 2 至 4 毫米, 压板螺栓采用镀锌件, 每半年更换 1 次。闸门在门槽内升降用手摇机构试运行全程, 滑动摩擦力均匀, 无刮擦卡阻现象。门槽轨道工作面用油石打磨光滑, 轨道垂直度偏差不得超过 0.5%。门槽底部及两侧无淤积泥沙、树枝等杂物, 排水孔畅通无堵塞。开度指示标尺用红白漆分段涂刷, 上下限位撞块位置用锁紧螺母固定, 每月校验 1 次。启闭机吊头与闸门吊耳连接的销轴直径磨损不得超过 1%, 轴套间隙不大于 0.5 毫米, 润滑脂加注后能转动灵活, 无轴向窜动。

二、运行中的操作控制与监控

(一) 启闭操作规程与速度控制

启动前先鸣电铃 10 秒钟, 提醒闸门下及周围人员注意撤离到安全地点, 待确认人员撤离到安全地点后方可合闸送电。合闸后观察电源指示灯是否亮起, 电压表指示是否正常, 先点动试车 1 次, 观察起升、下降方向是否与操作手柄方向一致。启动运行后, 逐级加速, 第 1 秒内电流不允许超过额定电流的 3 倍, 随后逐步增加到额定值。最大运行速度控制在设计额定速度的 $\pm 5\%$ 范围内, 运行中始终保持匀速运行, 不允许在运行中突然反向操作。当闸门距上限或下限位置前 2 米处时, 将速度降低到额定速度的 30%, 靠限位开关切断电源使启闭机停止运行。两台及以上启闭机联动运行时, 相互之间任一台启动的时间差不允许超过 0.5 秒, 速度同步误差不大于 5%, 并由编码器实时比较各启闭机的开度值。操作时操作员必须面向启闭机, 双手不得离开控制台, 每 30 分钟记录 1 次电流表读数、电压表读数和闸门开度值。当室外风力超过 6 级或能见度低于 50 米时, 停止所有露天启闭作业, 并将闸门锁止在当前位置。

(二) 运行参数实时监测项目

电机运行电流不得超过额定电流的 80% 至 95%, 三相电流

不平衡度经公式计算后不得超过 10%, 否则应查找电机或电源是否存在问题。供电电压不得超过额定电压的 $\pm 10\%$, 低于此值应启动备用电源或调整负荷。用红外测温枪每 10 分钟测量减速器壳体温度一次, 最高温度不得超过 80 摄氏度, 轴承温升不得超过 40 摄氏度。制动器制动时闸瓦与制动轮不得有溜闸滑动现象, 闸门静态下滑量每 10 分钟不得超过 5 毫米, 超过此值应调整制动力矩。钢丝绳运行时用目测观察无抖动或周期性跳动, 出现上述现象应检查导向轮是否磨损或绳槽偏斜。卷筒轴承座振动速度有效值不得超过 4.5 毫米每秒, 其有效值按如下均方根公式计算:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

开度指示仪数字显示不能有间断和停滞, 与机械标尺投影相比不得超过 5 毫米。控制柜上各指示灯 (如电源、运行、故障等) 均应显示正常, 声光报警器无声光信号。液压制动器油压表的指示值应在设计工作压力范围内, 压力下降超过 5% 应检查液压管路是否泄漏。

(三) 异常情况应急处置原则

运行时电流表指针突跳升高或电压下降超过 15%, 并引起总开关跳闸时, 操作人员应立即按急停按钮, 并切断上级电源, 然后向值班负责人报告。电动机运行时钢丝绳剧烈抖动或伴有尖锐的金属摩擦声时, 应立即停机并将闸门锁在当前位置, 然后检查卷筒绳槽、导向轮及钢丝绳本身是否有断股、压伤现象。制动器完全失灵, 闸门溜管下滑时, 应立即迅速合上手动制动机构的刹车手柄或液压应急阀, 反向点动电机将闸门提升到安全位置。电气控制柜内冒烟或出现火花时, 首先应切断隔离开关切断总电源, 然后用干粉灭火器对准火焰根部喷射, 严禁用水或泡沫灭火剂灭火, 以防发生触电事故。限位开关因损坏或移位而造成过卷扬, 闸门已升到极限位置仍不停止运行时, 应立即紧急断开动力电源, 改用手摇机构将闸门缓慢下放至正常位置。在处理上述每种事故或故障时, 现场必须有专人监护, 并设置警戒带, 阻止无关人员进入现场, 保证操作人员的安全。

三、运行后的维护保养与记录

(一) 日常清洁与润滑管理

每班运行结束后, 先断开总电源, 用毛刷和棉布清除启闭机上的灰尘、油泥和积水, 制动轮工作面不得存有油污,

如有油污需用工业酒精擦净。拆下减速器油箱上部的透气帽，清洗干净，保证通气孔畅通，擦净油标玻璃，以便观察实际油位。所有润滑点按随机润滑图表规定的周期加润滑油，开式齿轮加极压锂基润滑油二号，轴承和销轴加二硫化钼锂基脂。加油枪嘴和油嘴号码相配合使用，注油时将旧油挤出，有新油冒出即算完成，各品牌油或不同基础油种不能混用。制动器各铰接销轴每月用机油壶滴加3至5滴机油润滑，保证运行灵活，但不能滴到制动轮表面上。钢丝绳表面用钢丝刷刷除附着的硬质砂尘颗粒后，涂抹钢丝绳防锈润滑油，每两周涂抹一次，涂脂量以不滴落为准。卷筒表面和绳槽内部不得存有泥沙，应用压缩空气吹净。控制柜内部每季度用吸尘器吸净粉尘，并用干布擦拭绝缘件，柜门密封条完好，关闭后起防潮防尘作用。机房地面每天扫拖干净，排水沟无堵塞，相对空气湿度不超过80%。

（二）定期检修与易损件更换

每6个月进行一次一级保养，主要内容有：用扭矩扳手紧固全部基础螺栓及连接螺栓，调整制动器间隙，放空减速器内旧油，用煤油清洗内腔后加注新润滑油。每年进行二级保养，主要内容有：除一级保养项目外，还应拆检减速器齿轮的副啮合印痕及齿侧间隙，检查卷筒轴颈与轴承的配合间隙；用塞尺检查各限位开关的动作精度，并重新调整。制动闸瓦衬垫的磨损厚度达到原始厚度的1/3时，铆钉头下沉量不足1毫米时，都应立即更换整副闸瓦，不得只换一边。接触器主触头烧蚀的深度超过0.5毫米或银层已露出铜基体时，需更换新触头。热继电器整定值与实际运行电流的偏差超过正负5%时，需拨动整定旋钮重新调整。钢丝绳符合下列任何一项报废标准时，整根钢丝绳都必须用新绳换新，新绳和旧绳不能拼接使用，换上的钢丝绳要做一次静载试车。所有旋转密封圈和防尘橡胶件每年全部更换一次，并用密封胶密封接合面。

（三）运行档案与故障台账管理

每台启闭机自安装验收投入运用之日起建立独立设备档案，档案中有出厂合格证、安装竣工资料、设计图纸、历次检修报告和改造批准文件。运行日志每班填写，主要记录启闭次数、累计运行时间、每次载荷吨位、启闭电流、电压最

大及最小值、闸门开度始末、本班操作人和交班时间。故障台账按时间顺序记载启闭机所有的故障情况，每一故障记录包含故障现象描述、初步诊断原因、更换零部件的名称和数量、修复后的主要测试数据和验收人员签字。月度运行报表，月末由设备管理员汇总全月运行情况，主要计算设备完好率、统计故障频率，电流、温升等主要参数随时间推移趋势折线图。年度总结报告，年度末编写设备技术状况评估报告，评估报告中包含齿轮磨损量数据、制动器剩余寿命预测、电气元件老化程度等文字分析，提出下一年的大修或技术改造意见。档案资料应同时具有纸质原件和相应的电子扫描件，电子文档存档于专用服务器并备份，保存期限从设备报废之日算起不少于5年。

四、结语

卷扬式启闭机的安全运行管理是一项系统性强、技术性高的工作，需要将检查、操作、监控、维护、记录等各个环节有机衔接。本文所述各项量化指标与操作规程，均源于工程实践与标准规范，具有较强的可操作性。运行管理人员应严格执行各阶段技术要求，注重将日常巡查与定期检修相结合，及时准确填写运行档案，逐步形成制度化、规范化的管理体系，从而有效保障水闸工程安全可靠运行，充分发挥其在防洪减灾与水资源调度方面的效益。

【参考文献】

- [1]刘红军，刘思雨. 卷扬式启闭机行程和弧形闸门开度函数关系研究[J]. 治淮，2026，(1)：29-30+33.
- [2]褚震洲. 水闸工程卷扬式启闭机急停装置的设计与应用研究[J]. 水利技术监督，2026，(2)：265-267+304+343.
- [3]匡正，陈伟，万泉，等. 卷扬式启闭机异常反转监测及应对措施[J]. 江苏水利，2025，(5)：63-67.
- [4]王帅. 电力液压制动器在卷扬式启闭机中的应用[J]. 黑龙江水利科技，2024，52(2)：101-104.
- [5]王子钰，张慧峰，张状，等. 浅谈大型水闸卷扬式启闭机的维护与保养[J]. 科技风，2022，(31)：82-84.

作者简介：汪一铖，1999年1月，汉族，男，安徽休宁，（硕士）研究生，助理工程师，主要从事水利工程运行管理工作。