

# 水电站泄洪闸门开度异常跳变原因分析及处理

吴周军 涂希 王新

雅砻江流域水电开发有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5625

**[摘要]** 泄洪闸门是水电站重要辅助设备,对水库库容调节、水利工程防洪起到至关重要的作用。本文对某大型水电站表孔泄洪闸门开度异常跳变导致闸门关闭失败的故障进行分析并给出了处理措施,为其他电站处理闸门控制系统故障、闸门控制系统设计及运行维护提供借鉴。

**[关键词]** 水电站; 泄洪闸门; 开度跳变

**中图分类号:** TV663 **文献标识码:** A

## Analysis And Treatment Of Abnormal Jumps In Hydropower Station Spillway Gate Openings

Zhoujun Wu Xi Tu Xin Wang

YALONG RIVER HYDROPOWER DEVELOPMENT COMPANY,LTD

**[Abstract]** Spillway gates are important auxiliary equipment in hydropower stations, playing a crucial role in the regulation of reservoir storage and flood prevention of water conservancy projects. This paper analyzes the failure of abnormal gate opening jumps in the spillway gates of a large hydropower station, which led to the failure of the gate closure, and provides treatment measures. It offers references for other power stations in dealing with gate control system failures, gate control system design, and operation and maintenance.

**[Key words]** hydropower station; spillway gates; gate opening Jump

### 引言

某水电站安装4台同型号600MW的混流式水轮机组,机组运行额定水头115米。水电站库容为4.3亿立方米的日调节水库,共有5个表孔泄洪闸门。该水电站表孔弧形闸门为双吊点弧形闸门,闸门孔口尺寸15m\*19.827m,总水压力29614KN,弧面半径为21m,操作方式为动水启闭,采用2\*2500KN悬挂式(油缸端部支撑)液压启闭机,启动速度设计最快为600mm/min。

闸门控制系统以可编程逻辑控制器(PLC)为核心,通过相对位移传感器(CIMSIV)检测启闭机有杆腔行程,换算为闸门开度。PLC根据设定的流程发出指令,驱动执行器动作,同时PLC通过人机界面显示系统数据和状态,也可接受由人机界面设置的闸门预设开度及远方预设闸门开度。控制系统通过控制电机启停为启闭机提供压力油,并通过油路中的比例流量阀,控制闸门提落速度,实现闸门纠偏功能,如图1。

### 1 闸门提落开度反向异常跳变现象

运行人员控制远程发令关闭#1、#5表孔闸门过程中(0.5m至0m),监控系统报“5#表孔装置故障动作”,#5表孔闸门油泵停止,闸门关闭失败。现场检查左缸传感器数据异常,左缸开度216mm,右缸开度207mm,左右缸偏差9mm。

查询#5表孔闸门落门数据发现,落门过程中左缸开度值并非一直连贯减小,存在开度值突然增大的反向跳变现象(如图2),

右缸开度变化连贯减少。由于左缸开度的反向跳变,导致左右缸偏差突然增大,最大达到15mm,引起纠偏动作造成闸门略微偏斜,闸门控制系统工作异常。

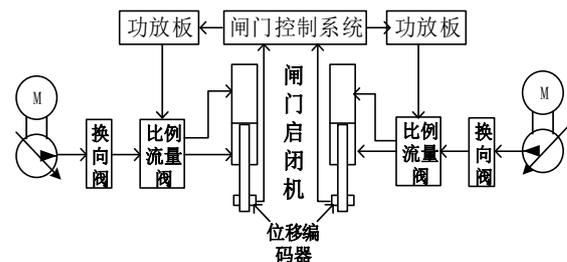


图1 泄洪闸门系统示意图

检修人员重新进行4次机械手动起落门试验,闸门开度在0m至0.5m之间,前两次数据稳定,第三次和第四次左缸数据均出现反向跳变情况。

### 2 故障检查

#### 2.1 传感器计数元件检查

对左、右缸开度传感器测量回路进行互换,通过起落门试验检查控制柜内传感器开度传感器测量情况,试验现象为右缸开度测量值仍然出现跳变,排除了开度传感器工作不稳定的情况。

#### 2.2 测量回路检查

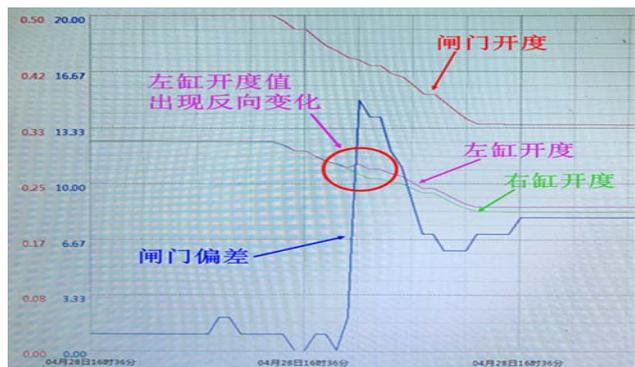


图2 #5表孔闸门开度变化图

对#5表孔闸门开度传感器进行拆解,对左缸开度传感器电缆的2根电源芯线和4根信号芯线进行绝缘测试,各芯线间及各芯线与地线间绝缘良好,未出现绝缘降低及接地等现象,绝缘合格。检查回路接线,未出现回路错接、短接、反接现象,排除了回路故障或存在干扰的情况。

### 2.3 传感器本体检查

通过左、右缸开度传感器进行互换,通过起落门试验检查开度传感器测量情况,试验现象仍为左缸开度测量值出现跳变,排除传感器本体故障。

### 2.4 传感器安装位置检查

对开度传感器与活塞杆之间的安装间隙进行检查测量,通过测量数据计算得出左缸开度传感器与活塞杆间距离为0.42mm,右缸开度传感器与活塞杆间距离为3.56mm。

对#5表孔左、右缸开度传感器进行互换,进行机械手动起落门试验检查,共进行试验4次,前两次数据稳定,第三次和第四次左缸数据出现反向跳变情况。开度数据异常时左缸测量数据出现反向跳变情况时的波形图(如图3)。

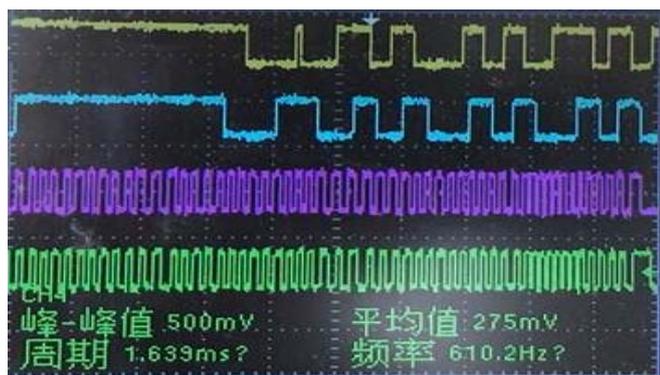


图3 左缸传感器数据反向跳变时的波形图

## 3 原因分析及处理

### 3.1 开度传感器检测原理

表孔闸门有杆腔采用陶瓷活塞杆,活塞杆表面喷涂金属陶瓷涂层,该活塞杆涂层后具有硬度高、化学稳定性好、刚度、摩擦系数低,耐腐蚀等特点,同时适于工作环境恶劣的地区。开度传感器通过感应陶瓷活塞杆陶瓷覆盖层下部测齿的排列来输出相应的电平信号。开度传感器探头内部存在A、B两个一定间

距的位置接近开关,通过测量闸门活塞杆测齿的间距,输出A、B两路具有一定相位差的方波信号,信号格式为RS-422格式,通过方波信号进行正反向判别,当A信号上升沿超前于B信号上升沿时为加计数,为有杆腔伸出,即闸门关闭,当A信号上升沿落后于B信号上升沿时为减计数,活塞杆收缩,即闸门提升,计数的快慢取决于波形的频率。通过计数器对计数数量进行转换,进而求得开度的相对变化量。

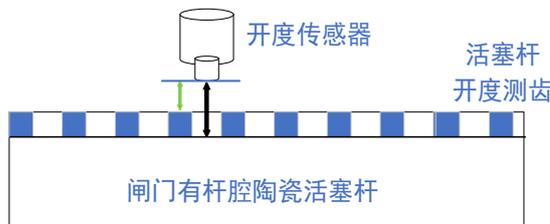


图4 开度传感器测量原理图

### 3.2 故障分析

通过测量数据及试验分析,左缸开度传感器安装间距不足是导致左缸开度反向跳变的直接原因,但并非每次试验都出现闸门开度反向跳变现象,说明该间距位于跳变临界值,在闸门提落过程中,因外部震动原因引起闸门反向跳变。

根据传感器与活塞杆间距及开度传感器工作原理,左缸传感器与活塞杆表面间距较短,在闸门提落过程中,存在一定震动量,导致油缸开度传感器在测量部分凹槽时,间距不足,A、B信号回路测量无法复归为低电平,保持多个测齿高电平,左缸开度计数数量变少,闸门开度变化变慢,导致测量的左右缸开度变化有偏差,当传感器与活塞杆间距恢复可测量高低脉冲间距时,存在部分B信号回路先恢复上升沿脉冲的情况,则导致此时开度计数为增,出现开度反向跳变。

### 3.3 故障处理

通过多次间距试验,开度传感器在传感器探头与活塞杆表面1.5-5mm间距时,A、B信号曲线稳定,变化一致未出现脉冲测量不准确情况。根据试验结果及右缸间距情况,在左缸传感器与安装基座间增加厚度为3mm的橡胶垫片。

间距调整后,进行多次无水起落门试验,共进行8次0.5m开度的机械手动方式起落门试验,7次自动方式下起落门试验(包含1次全行程起落门试验),传感器工作稳定,闸门起落正常(如图5)。

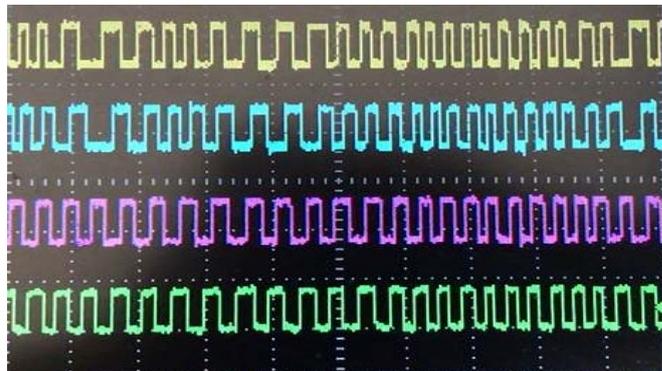


图5 增装后传感器工作波形图

无水试验合格后,检修人员进行两次动水起落门试验(0-0.5m),传感器工作稳定,闸门起落正常。

#### 4 总结

本文通过对某电站表孔闸门开度反向异常跳变事件的分析处理,总结及建议如下:

在本故障的检查处理过程中,由于开度传感器安装在闸门有杆腔端部靠墙方向,在高空吊笼中进行作业时作业空间狭小,工作开展不便。建议开度传感器的安装位置确定时需充分考虑检修维护工作开展的便利性。

在技术分析中,需以事实为依据,不能简单的认为开度传感器测量距离越近,数据越稳定。在该事件的处理过程中,通过反复多次试验验证和数据对比分析得知,开度传感器与陶瓷活塞杆距离过近时数据测量反而会出现失稳情况,故障分析排查需客观全面。

通过缺陷处理时多次试验及汛期的32次启落门实际操作,表孔闸门开度传感器经过本文的处理后一直工作稳定,验证了本文的分析及处理方法是正确有效的。

通过对闸门开度反向异常跳变事件的成功分析和处理,为处理同类闸门开度异常跳变事件提供案例参考,同时对闸门控制系统设计及检修维护工作开展具有一定的借鉴意义。

#### [参考文献]

[1]陈伟.水电站泄洪闸门启闭机故障原因分析和处理[J].上海大中型电机,2007(1):40-41.

[2]夏江涛.泄洪闸门启闭机自动变速控制系统[J].电机与控制应用,2008,35(1):32-35.

[3]董大龙.白水峪电厂泄洪弧形闸门控制系统改造[C].水电站梯级调度、自动控制技术研讨会论文集,2008:272-275.

#### 作者简介:

吴周军(1991--),男,汉族,浙江人,本科,工程师,从事大型水电站水轮发电机检修维护及智能化建设探索。

涂希(1988--),男,汉族,江西宜春人,本科,工程师、经济师,从事水电站、光伏电站控制检修维护及智能化建设探索。

王新(1992--),男,汉族,河南人,本科,工程师,从事水电站运行管理与设备安全。