

卷扬式启闭机闸门飞车处置措施探讨

肖 强, 万 泉, 俞 薇, 吕 松

(江苏省江都水利工程项目管理处, 江苏 扬州 225200)

摘要: 水闸工程中卷扬式启闭机加钢质平板闸门的启闭形式运用较广。在工程运行过程中, 启闭机闸门飞车是易发事故和常见故障, 对工程的安全运行存在较大隐患。详细分析了启闭机闸门飞车形成的原因和危害, 通过在万福闸同轴主副卷筒固定卷扬式启闭机的三相异步电动机输出轴侧安装一套速度传感器装置, 将产生飞车的信号输入到电动机控制回路中, 引导电动机进入制动工况, 使闸门平稳匀速下降, 可有效避免启闭机闸门飞车事故的发生。

关键词: 卷扬式启闭机; 闸门飞车; 电动机制动; 速度传感器

中图分类号: TV131.66 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2019) 02-0059-04

Discussion on the disposal measures of winch hoist gate runaway

XIAO Qiang, WAN Quan, YU Wei, LV Song

(Jiangu Water Conservancy Project Management Office, Yangzhou 225200, Jiangsu)

Abstract: The opening and closing forms of winch hoist and steel flat gate are widely used in sluice engineering. In the process of engineering operation, the gate runaway of hoist is a prone accident and a common fault, which has great hidden dangers to the safe operation of the project. The causes and hazards of gate runaway of the hoist gate were analyzed in detail. By installing a speed sensor device on the output shaft side of the three-phase asynchronous motor of the fixed winch hoist with the coaxial main and auxiliary drum of Wanfu Brake, The signal generated by the gate runaway was input into the motor control loop to guide the motor into the braking condition, so as to make the gate drop steadily and uniformly, which could effectively avoid the occurrence of the gate runaway accident.

Key words: winch hoist; gate runaway; motor braking; speed sensor

1 概述

水闸是水利工程体系中重要的控制性建筑物, 是科学管理、调度洪水、保障水资源供给的主要手段之一。江苏省是全国水闸工程最多、门类最全的省份之一^[1]。在我省众多水闸工程中, 卷扬式启闭机加钢质平板闸门的启闭形式运用最为广泛。在多年的工程运行管理过程中, 水闸的启闭机及

闸门等机械设备在泄水运行期间易发生的事故和常见的故障主要有闸门卡阻、闸门共振、止水损坏及启闭机闸门飞车等。尤其是启闭机闸门飞车会对水闸的机电设备造成较为严重的损害, 给水闸的运行和人员带来较大的安全隐患, 如何有效及时地处置启闭机闸门飞车的形成, 避免飞车事故的发生, 一直是工程管理者在水闸安全运行过程中认真思考和亟需解决的问题。

收稿日期: 2018-06-13

作者简介: 肖强 (1964—), 男, 本科, 主要从事水闸工程管理工作。

2 启闭机闸门飞车的形成和危害

2.1 启闭机闸门飞车形成的原因分析

通常情况下,根据卷扬式启闭机主要部件的设计理论,造成启闭机闸门飞车的主要原因是由于制动器闸瓦间隙过大或主弹簧夹紧力不够缺乏足够的制动力矩造成的^[2]。然而,在参考像江苏省第二大水闸——万福闸这类长期运行的大(1)型水闸技术报告的有关数据分析后,技术人员发现,该闸同轴主副卷筒固定卷扬式启闭机电磁制动器的闸瓦间隙过大和主弹簧夹紧力缺失是一个缓慢的、循序渐进的形成过程,并不是在短时间内发生而造成启闭机闸门飞车的。那么在工程实际运行过程中,启闭机闸门会突然、瞬间发生飞车事故的诱因又是什么?通过万福闸管理所运行人员长期的仔细观察和分析认为:当操作者接通启闭机电源,开启闸门上升到预定开度后,按下停止按钮,启闭机三相异步电动机停止工作,制动器线圈同时断电,电磁吸力消失,衔铁被释放,制动器抱闸。此时,如果制动器受外界因素或机械卡阻造成制动器抱闸失灵,闸门在自重的作用下,开始加速下滑,电动机的转速越来越快。根据三相异步电动机输出转矩公式: $T=9550 \times P/n$ (P 为电动机额定输出功率, n 为电动机额定转速),电动机转速越快,转矩越小,且电动机的转矩与旋转磁场的强弱和感应电流成正比^[3],直到转速出现最高值,电机转矩、旋转磁场及感应电流丧失,造成衔铁不能释放,此刻启闭机闸门飞车现象随即形成。

2.2 启闭机闸门飞车的危害

启闭机闸门飞车事故的危害很大,会对水闸的机电设备造成难以预料的严重损坏,甚至会危及运行人员人身安全。主要的危害有以下几种:①闸门门体急剧下降,摩擦力增大,闸门止水(尤其是侧止水)损坏严重;②在巨大的惯性作用下放光卷筒上预留钢丝绳后,钢丝绳反方向上升迅速折断钢丝绳,折断的钢丝绳若抽打到人身上会导致人员伤亡;③闸门快速下坠至底槛,造成门体变形,门槽、埋件及底槛等部位损坏;④由于启闭机高速运转使电动机转速超过设计转速,对电动机机械部分和电气部分都会有影响,机械部分主要是造成轴承异常磨损,电气部分会使电动机发热量过大,烧毁电机线圈,降低电动机使用寿命。

3 处置启闭机闸门飞车的有效措施

针对处置启闭机闸门飞车而采取的行之有效的措施,管理所技术人员结合工程实际情况,不断探索,勇于创新,及时总结出操作经验。

(1)紧急状态下迅速切断电源后,在保证人员安全的前提下,逆时针用力扳动电磁制动器框架,使其紧急制动,减缓闸门下滑速度;或用木棍压迫制动轮、用人力压迫闸瓦,制造摩擦,短时间内阻止闸门下滑^[4]。这种方法仅限于万福闸工程所采用的启闭机,换作它处、其它型号的启闭机则未必有效,且存在安全隐患,对运行人员的身体、心理素质和反应能力有较高要求。

(2)电动机在卷扬式启闭机运行过程存在两种工况,即电机工况和制动工况。电机工况是在闸门上升时,电动机输出力矩与电动机旋转方向一致,电动机的转速低于同步转速。制动工况是在闸门下降时,电动机输出力矩与电动机转速相反,电动机转速略高于同步转速。因此,当启闭机闸门飞车发生时,迅速按下启闭机下降按钮,电动机回路接通,制动器松闸,电动机进入制动工作状态,闸门开始平稳、匀速下降,即可有效避免飞车事故的发生。事实上,一旦发生启闭机闸门飞车事故,要想在飞车形成初期第一时间按下闸门下降按钮,将事故消灭在萌芽状态,存在以下难点:①当闸门飞车事故发生时,卷筒组飞速运转发出异响,操作人员面对突发事件时会变得惊慌失措,当反应过来时再进行操作则为时以晚;②由于万福闸启闭机房总长接近 500 m,运行人员在进行远方操作或自动化控制时,若发生启闭机闸门飞车事故,运行人员可能无法及时发现。

(3)综合比较以上两种措施,发现基于引导电动机进入制动工况下对启闭机闸门飞车进行有效处置的总体思路是正确的。难点在于使用何种装置,判读产生飞车的信号,并将信号输入到电动机控制回路中。经过技术人员的充分思考,多方查证和试验,探索创新出一套速度传感器装置,该装置主要由智能转速表、霍尔式接近开关、继电器、磁铁等元器件组成,通过超过闸门下降时电动机转速的最高设定值,速度传感器发出警报,接通闸门下降控制回路,引导电动机进入制动工况,将闸门飞车转化为平稳、匀速下降,从而达到有效处置启闭机闸门飞车的目的。

4 速度传感器装置在引导电动机进入制动工况的运用

4.1 智能转速表的选型

智能转速表是速度传感器装置的核心部件。关于智能转速表的选型,首先确定可适配触电开关与各种霍尔、光电、接近开关,该智能转速表可辨别电动机正反转,小数点位置可任意设定,抗干扰能力达到 IEC801 3 级,然后结合电动机的型号和具体参数,通过速度传感器使用的具体情景,分析各型转速表的性能参数,来选择最为合适的智能转速表,型号为 ZNZS2-6E1R,其主要技术参数见表 1,接线图及端子说明见图 1。

4.2 速度传感器装置安装运用步骤

速度传感器装置安装运用步骤为: ①用 AB 胶将强磁铁粘贴在三相异步电动机输出轴上, 在距离霍尔式接近开关探头 5 ~ 8 mm 处安装一镀锌角钢支架, 用以固定霍尔式接近开关, 霍尔式接近开关连接智能转速表; ②按照智能转速表说明书相关步骤设置, 分数次测出电动机在闸门上升和下降过程中输出轴上的转速, 取其平均值为: 上升时转速 950 r/min, 下降时转速 1010 r/min, 随后在转速表上设定闸门下降时的最高设定值为 1100 r/min; ③在万福闸 5# 启闭机上试验, 设定闸门开度为 1.5 m, 模拟启闭机闸门飞车动作; ④当发生启闭机闸门飞车时, 闸门迅速下滑至开度 1.2 m,

表 1 ZNYS2-6E1R 智能转速表主要技术参数

型号：ZNZS2-6E1R	输入信号：脉冲信号
测量精度：±0.1%	测量显示范围：0 ~ 999999
供电电源：AC/DC 100 ~ 250V	整机功耗：< 4 W
继电器工作电压：DC 24V	输出容量：AC 250V 3A
输入信号频率：0 ~ 10 Hz（占空比 1:1）	输入阻抗：3.0 K
输入信号：L ≤ 2 V、H ≥ 6 V、脉冲宽度 ≥ 40 μS（10k CPS）	使用环境：温度 0 ~ 60 ℃，相对湿度 ≤ 85%
外形尺寸：48 mm × 96 mm × 75 mm	安装方式：卡入式

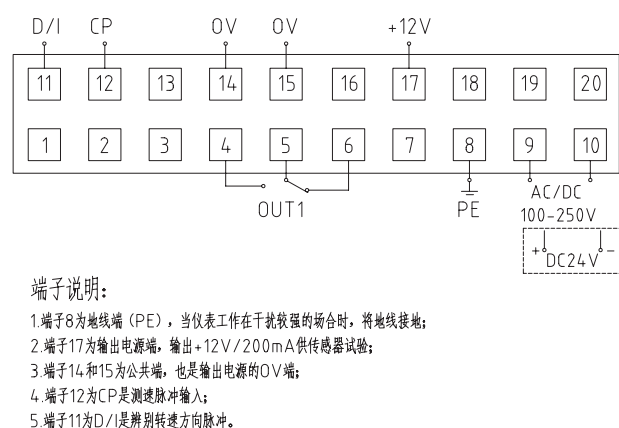
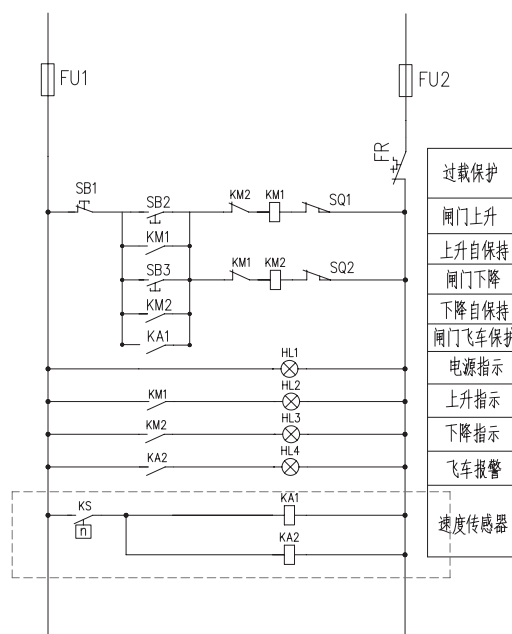


图 1 智能转速表接线图与端子说明

最后确定智能转速表继电器的具体工作电压,目前可选的直流电压规格有 12 V、24 V。根据设备具体情况,我们选择使用 24 V 的直流电源,并在启闭机二次控制回路中,增设速度传感器控制装置,其电气控制原理见图 2。



注：图中虚线框内为速度传感器控制部分电路图。

图 2 速度传感器电气控制原理图

此时电动机转速达到 1300 r/min, 超过最高设定转速 1100 r/min; 速度传感器发出报警, 中间继电器动作, 将信号传输到闸门控制回路中, 随即闸门下降回路接通, 电动机输出转矩大于闸门自重产生的下降力矩, 电动机进入回馈制动状态; 当电动机制动转矩与闸门自重产生的下降力矩相等时, 闸门由飞车状态逐渐变为平稳、匀速下降。速度传感器装置工作示意图详见图 3。

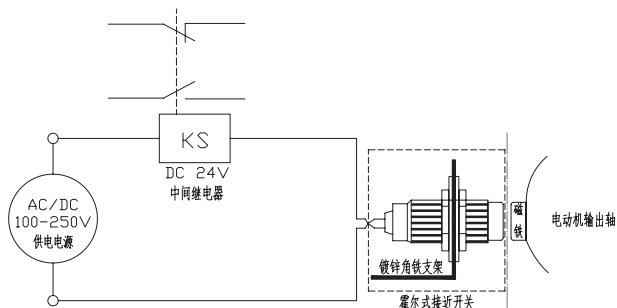


图3 速度传感器装置工作示意图

5 结语

经过多次试验与实地运行, 通过安装速度传感器装置引导电动机进入制动工况, 有效及时地

处置了启闭机闸门飞车的发生, 避免飞车事故的发生, 实现了在启闭机闸门飞车初期即将飞车状态改出, 闸门平稳、匀速下降的目标和初衷, 且该处置措施设备技术成熟, 使用可靠, 故障率低, 经济适用, 适合于直升式平板闸门、弧形闸门及双扉式闸门等闸门形式的卷扬式启闭机的安全运行监测和设备维护。该装置不仅可以在水闸启闭机械中推广运用, 还可应用于门式起重机、水文缆道绞车、曳引式电梯等其它工程领域装配有卷扬机的机械设备。下一步, 可根据该装置在万福闸工程的实际使用情况, 进一步总结经验, 不断完善优化, 努力提升工程设备操作水平, 确保工程运行安全。

参考文献:

- [1] 江苏省水利工程管理资料汇编(水闸分册)[G]. 江苏省水利厅, 2005.
- [2] 同轴主副卷筒固定卷扬式启闭机使用说明书[Z]. 江苏省水利机械制造有限公司, 2016.
- [3] 李良仁, 倪志莲, 张怡典, 汪临伟. 电工与电子技术[M]. 电子工业出版社, 2013.
- [4] 江苏省江都水利工程管理处反事故应急预案汇编[G]. 江苏省江都水利工程管理处, 2016.