

# 一起关于弹簧式储能开关运行异常的故障分析

## A Fault Analysis on Abnormal Operation of Spring Energy Storage Switch

孙浩

Hao Sun

中国南方电网超高压输电公司天生桥局 中国·贵州 兴义 562400

Tianshengqiao Bureau, EHV transmission company of China Southern Power Grid, Xingyi, Guizhou, 562400, China

**摘 要:** 论文主要介绍了弹簧式储能开关在实际生产运行中的概况,同时列举了一些关于储能式开关在运行中发生的较为典型的相关故障,通过对故障原因和类型的分析,提出了关于储能式开关运维策略的建议,进一步满足了开关安全稳定运行的要求。

**Abstract:** This paper mainly introduces the general situation of spring energy storage switch in actual production operation, and some typical related faults occurred in operation of energy storage switch are listed at the same time. By analyzing the causes and types of faults, some suggestions on operation and maintenance strategy of energy storage switch are put forward, which further meet the requirements of safe and stable operation of switch.

**关键词:** 弹簧开关; 储能; 故障

**Keywords:** spring switch; energy storage; failure

**DOI:** 10.36012/etr.v2i7.2238

### 1 引言

弹簧操动机构是一种以弹簧作为储能元件的机械式操动机构。弹簧操动机构结构简单、可靠性高,分合闸操作采用两个螺旋压缩弹簧实现。储能电机给合闸弹簧储能,合闸时合闸弹簧的能量一部分用来合闸,另一部分用来给分闸弹簧储能。

### 2 弹簧式断路器的构造

断路器的每极柱分别安装在基架上,每个基架旁边都有一个操作机构,每个绝缘支柱由几个大小伞绝缘支柱支撑一个双断口组件,该组件由两个灭弧单元、与之并联的两个均压电容以及一个曲柄机构组成。其中控制箱安装在 B 相上。每相极柱之间的双断口有两个灭弧单元,均压电容均匀双断口的电压分配,断路器每相的 SF<sub>6</sub> 气体密度由一个密度继电器监控,压力由一只压力表显示,而位于断路器 B 相上的控制箱,包含所有控制和检测断路器的设备以及所需电气接线

端子, SF<sub>6</sub> 气体在操作机构箱中分相监视。

### 3 弹簧式断路器的分合闸过程

第一,合闸。通过脱扣器的操作,合闸棘爪释放,合闸弹簧释放的能量经过凸轮传输给连杆和与之相连的操动轴,在此过程中,通过操动轴的转动,操动杠杆和连杆,使分闸弹簧储能,连杆的运动经过操动机构连杆、转轴和操动杆传输到中间的灭弧单元上,与此同时,灭弧单元的触头闭合。在合闸结束时,剩余能量将被合闸缓冲器吸收,凸轮和轮滚组织储能轴回摆,转动连杆被分闸棘爪锁住,极柱现在处于合闸状态,并做好分闸准备,然后合闸弹簧在 15s 内再一次被完全储能,机械闭锁,防止在分闸操作之前操作机构的再次合闸。

第二,分闸。激励脱扣器,释放分闸棘爪,灭弧单元的触头通过分闸弹簧,经连杆操动操作机构连杆、杠杆、转轴和操动杆分开,同时分闸操作结束时的动能被分闸缓冲器吸收,分闸缓冲器同时成为分闸终点。

**【作者简介】**孙浩(1992~),男,陕西咸阳人,助理工程师,从事电力系统维护研究。

## 4 典型故障分析

### 4.1 故障背景

2019 年,某换流站发现 500kV 交流滤波器断路器合闸后,工作站显示断路器弹簧未储能,现场检查发现 500kV 交流滤波器断路器 A 相合闸弹簧未储能。在发生故障后,此换流站 500kV 交流滤波器断路器操作到检修状态后,对现场显示未储能到位的断路器就地控制箱和 A 相本体机构进行了检查,发现储能时间继电器 K67 动作。现场通过手动储能方式使电机转动,然后对 A 相机机构本体进行检查,检查发现储能电机可正常转动,但储能电机上方齿轮箱不工作,现象为电机转动,但齿轮箱上方输出轴不能转动,从而不能输出动力使合闸弹簧压缩,因此,锁定故障点为储能电机上方齿轮箱。

### 4.2 故障处理结果

对断裂销子进行更换,将断裂销子取出,并更换上新销子,安装好齿轮箱和储能电机,并手动转动电机输出轴,观察电机输出轴及电机转子是否同步转动,并将电机及齿轮箱整体安装到机构中,紧固该部位的 3 颗安装螺栓,螺栓力矩 20N.m。手摇机构储能发现电机转子及输出轴可正常同步运转,恢复电机二次接线,合上储能电源,S4 钥匙复位储能时间继电器 K67,A 相机机构电机运转,机构开始储能合闸弹簧,在观察储能过程无异、中控后台无异常信号且运行验收无误后终结抢修工作票。

### 4.3 故障原因分析

如图 1、图 2 所示,储能控制回路中的 K67 储能时间继电器动作,其接点断开后机构储能控制回路断线,K9LA 储能继电器失去励磁,其在储能回路中的接点断开后导致 A 相储能回路断线,电机停止运转,现场显示 A 相合闸弹簧未储能。此时现象为 A 相储能电源 F1LA 合上,但 A 相电机不运转,机构不储能。储能时间继电器 K67 动作原因为:电机输出轴销子质量不佳,不能承受足够的力,导致储能过程中断裂,其后电机空转运行并不输出力,机构不能储能,储能回路运行至电机打压超时 30s 后机构仍未储能,此时 K67 储能时间继电器动作。

## 5 弹簧式断路器的部分运维建议

第一,阻值异常的原因为线圈内部散热不佳造成匝间绝缘下降,线圈断电瞬间的过电压导致匝间绝缘击穿,建议增

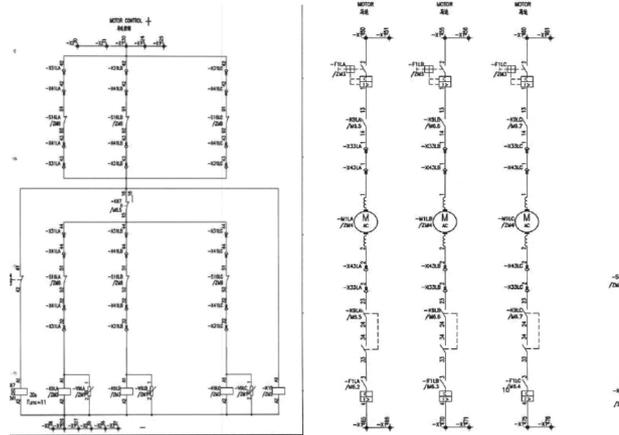


图 1 储能控制回路

图 2 储能回路

加匝间绝缘度以及改善线圈散热措施对线圈进行改进。

第二,常规储能电机采用串励电机,生产现场易出现储能过冲问题,电机储能过冲后可造成储能凸轮在再次储能过程中,与马达输出顶杆的啮合力不足,导致储能凸轮与顶杆失稳,反向击打合闸缓冲器及制动挡块,造成合闸缓冲器破损或者机构铸造壳体破裂。

第三,FA5 型操动机构合后即分的主要原因为未分闸掣子(俗称“扳机”)固定扭矩偏低,当该扭矩裕量减少后,断路器合闸过程中的震动可能导致分闸掣子中的支撑掣子无法有效锁住分闸掣子,进而出现合后即分的现象,由于断路器合闸过程中的震动特性具有一定的分散性,该类合后即分的重现性较低,建议以对该类断路器分闸掣子进行更换。

第四,部分断路器存在均压电容器封闭盖板材质采用不当,且盖板表面阳极氧化工艺控制不佳的现象,造成阳极氧化层附着性及耐腐蚀性较差,在表面阳极氧化层脱落后,封闭盖板在外部含硫酸雨的作用下,由于原电池的反应而形成化学腐蚀,最终腐蚀盖板封闭圈,建议对该类缺陷进行改进,包括对封闭盖板材质、优化盖板表面阳极氧化处理工艺及封闭槽结构、改进电容器注油工艺及工序等。

## 6 结语

弹簧储能机构是一种较新的断路器操作机构,这种操作机构可以使断路器的具体性能得到大大提升,传统的电磁操作机构在合闸速度提升的过程中,会遭受一定的限制。由于其使用的合闸功率较大,对电源存在较高的要求。而弹簧储能机构主要使用电动或者手动操作,以实现自动合闸,提高合闸速度。另外,还需注意改善实际生产中遇到的各种缺陷。