

# 一起 110 kV 变电站防误闭锁装置异常引起的故障分析处理

刘善军

(镇江供电公司,江苏 镇江 212000)

**摘要:**110 kV SF<sub>6</sub> 封闭式组合电器(GIS)设备的隔离开关防误闭锁逻辑由电气闭锁和间隔逻辑闭锁在控制回路上前后串联,实现了双重化闭锁,提高了防误闭锁的能力。对双重化防误闭锁装置异常导致隔离开关拉不开异常情况进行了分析处理,并从变电运维角度提出了改进方案和避免异常发生的措施。

**关键词:**间隔逻辑闭锁;电气闭锁;防误闭锁装置;运维一体化;误动作

**中图分类号:**TM76

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2016)03-0080-04

随着电力系统信息化的推进,新建变电站运行设备实现了综合自动化控制,变电站生产运行管理向信息化、网络化、智能化方向发展,电力系统运行的可靠性进一步提高。电气误操作是威胁电力系统稳定运行的主要因素之一,主要包括带电误合(挂)接地闸刀(接地线)、带负荷分合隔离开关、带接地闸刀(接地线)合断路器、误入带电间隔等。根据国家电网《防止电气误操作装置管理规定》,凡有可能引起事故的一次电气设备,均应装设防误装置。防误闭锁装置为人员、电网、设备提供一道安全的屏障,但当防误闭锁装置发生异常时会影响设备正常操作,甚至会导致电气设备不安全运行。因而,防误装置故障的判断、处理及改进具有重要的探讨价值。

## 1 110 kV 变电站防误闭锁装置简介

变电站防误装置类型主要包括:电磁闭锁、机械联锁、机械程序锁、机械锁、带电显示装置、微机防误、电气闭锁、逻辑闭锁等。传统变电站设备大多采用电磁闭锁、机械程序闭锁、机械锁、带电显示装置闭锁、微机闭锁等传统闭锁装置,这些闭锁装置需要现场进行操作,导致传统变电站闸刀等设备不具备远方操作功能,因而传统防误闭锁装置已不能满足变电站运行管理的需要。作为变电站自动化运用发展方向的间隔逻辑防误闭锁系统则拥有更完善的防误要求,能够通过电气设备实时状态的自我判断来实现防误闭锁;新建变电站的 110 kV 设备大多为 SF<sub>6</sub> 封闭式组合电器(GIS)设备,满足电气闭锁对环境高标准要求。因而,目前新建变电站主要采用电气闭锁和间隔逻辑闭锁相结合的方式,该闭锁方式既实现了闸刀的双重化防误闭锁功能,又使闸刀具有了远方操作功能。

### 1.1 电气闭锁

电气闭锁是利用断路器、隔离开关等设备的位置辅助接点接入需要闭锁的接地闸刀或隔离开关的操

作回路,通过出入接点的接通或断开来实现设备间的相互闭锁<sup>[1]</sup>。电气防误闭锁的优点是操作可靠,既可实现间隔内闭锁,又可实现间隔外防误闭锁。缺点是二次回路复杂,安装、维护工作量大,目前 110 kV 及以上室内隔离开关大多采用此类闭锁装置<sup>[2]</sup>。

### 1.2 间隔逻辑闭锁

间隔逻辑闭锁系统是通过设备 I/O 测控单元对断路器、隔离开关、接地闸刀等设备的位置辅助接点进行采样,并通过 A/D 变换转换为数字量并进行逻辑判断,实现对现场一次设备的防误闭锁。测控装置本身具有可编程逻辑功能,可以根据电气设备的位置变化信息实现在线闭锁,同时可以有效防止在集控中心或调度远方遥控操作变电站断路器和电动闸刀时误操作,使得防误措施更安全。

间隔层防误闭锁包括间隔间联锁和间隔内闭锁 2 种方式。间隔内闭锁采用装置本地实时库,间隔间联锁则通过网络和协议,实现测控装置间的信息交换,达到闭锁目的。间隔间联锁的信息一部分来源于装置本地,另一部分源于联锁装置。测控装置通过网络获取联锁信息的方法有 2 种,即定寻检和定时查询。网络中的各个测控装置通过这 2 种方式可以及时地从其他测控装置获取联锁信息,实现全站防务<sup>[3]</sup>。

### 1.3 隔离开关的双重化防误闭锁

110 kV GIS 设备的隔离开关防误闭锁逻辑由电气闭锁和间隔逻辑闭锁在控制回路上前后串联,达到双重化闭锁的目的,其逻辑原理如图 1 所示。

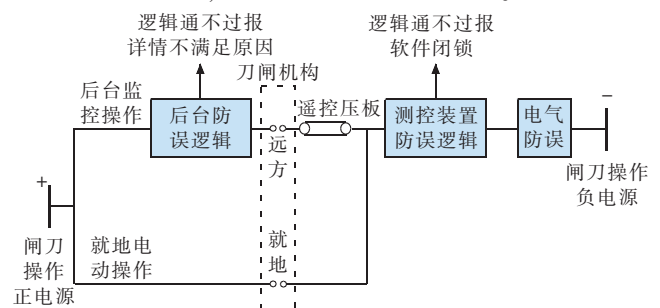


图 1 隔离开关操作防误逻辑原理

正常操作情况下,隔离开关后台遥控操作需要后台防误逻辑(有的变电站没有)、间隔防误逻辑、电气防误三层全通过才能遥控成功。隔离开关测控装置操作需要间隔逻辑、电气防误两层通过才能遥控成功。隔离开关汇控柜就地电动操作除了电气防误外同意也需要通过间隔防误逻辑闭锁<sup>[3]</sup>。

## 2 案例分析

由于新建 110 kV 变电站 110 kV 隔离开关都采用了“电气闭锁”+“间隔逻辑闭锁”相结合的闭锁方式,即无论是监控后台操作还是汇控柜就地操作,其防误闭锁均由电气闭锁和间隔逻辑闭锁共同实现。这种防误闭锁方式在提高防误闭锁装置可靠性的同时,也给运维人员验收工作和日常异常处理带来了一定困难。

### 2.1 事故案例

110 kV 白龙山变电站一次系统(如图 2 所示),1 号主变压器运行,2 号主变压器冷备用,710、720、9N0 在合位,913 为分位。2013 年 05 月 4 日,调度下令“将 2 号主变由冷备用改为运行”、“1 号主变由运行改为冷备用(913 开关、710 开关冷备用)”。运行维护人员在执行“拉开 9131 隔离开关”操作任务时,9131 隔离开关拒动。

### 2.2 隔离开关拉不开原因分析

隔离开关拒动原因主要有以下几点:(1) 隔离开关不满足防误装置闭锁条件;(2) 隔离开关遥控压板取下;(3) 隔离开关操作回路或机构出现问题;(4) 公

用测控装置故障;(5) 间隔逻辑闭锁装置中闭锁逻辑设置错误;(6) 电气闭锁装置故障;(7) 闸刀、开关等位置辅助接点接触不良<sup>[4]</sup>。

运维人员先后检查确认操作票操作顺序正确、后台机、测控装置、汇控柜无告警异常信号、该隔离开关遥控压板在投入状态、隔离开关操作电源、电机电源正常。因而,进一步对 913 隔离开关控制回路进行检查,其控制回路如图 3 所示,该控制回路中隔离开关防误装置联锁部分为图 4 所示。在图 3 和图 4 中, CB31 为 913 开关、DS31 为 9131 隔离开关、ES31 为 913101 接地闸刀、ES32 为 913301 接地闸刀、ES11 为 7114 母线接地闸刀、KM1 为合闸继电器、KM2 为分闸继电器、SA1 为电气闭锁解锁切换开关、SA2 为 913 隔离开关远方/就地操作切换开关。

根据现场图纸,运用二次系统事故分析的逆序检查法,检查到图 4 中 XL:1 处对地电压为 -110 V, XL:10 处对地电压为 -110 V,说明电气闭锁回路良好。当检查到 XL:9 处时发现对地电压为 0,因而判断为 9131 隔离开关控制回路中逻辑闭锁接点未接通,导致 9131 隔离开关操作失败。按照《安规》中解锁钥匙使用的相关规定,对 9131 隔离开关逻辑闭锁切换开关由联锁位置切至解锁位置,9131 隔离开关被成功拉开。待全部操作结束后,联系检修人员对 9131 隔离开关逻辑闭锁装置进行检查处理。

### 2.3 异常分析判断

该变电站的测控装置型号为 PCS-9705,在逻辑闭

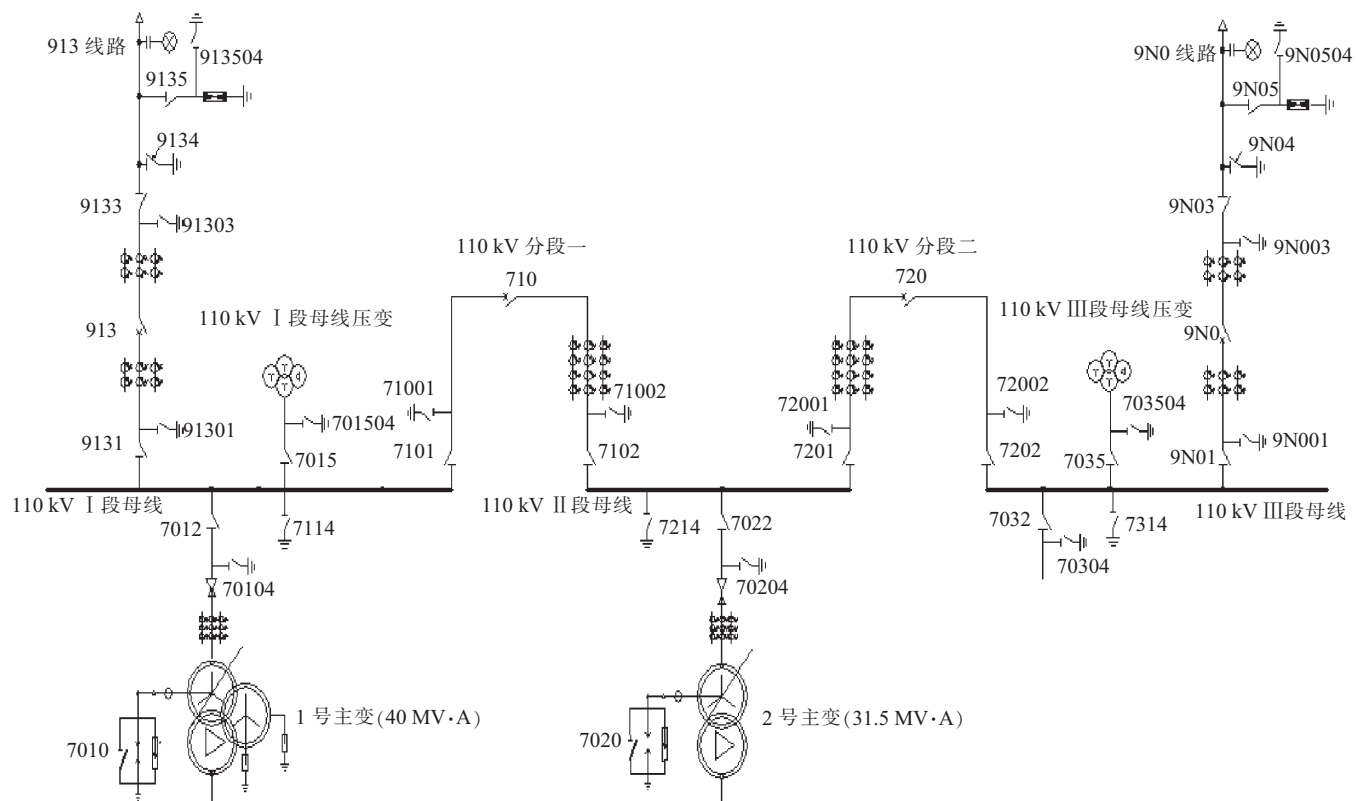


图 2 110 kV 某变电站一次系统(110 kV 部分)

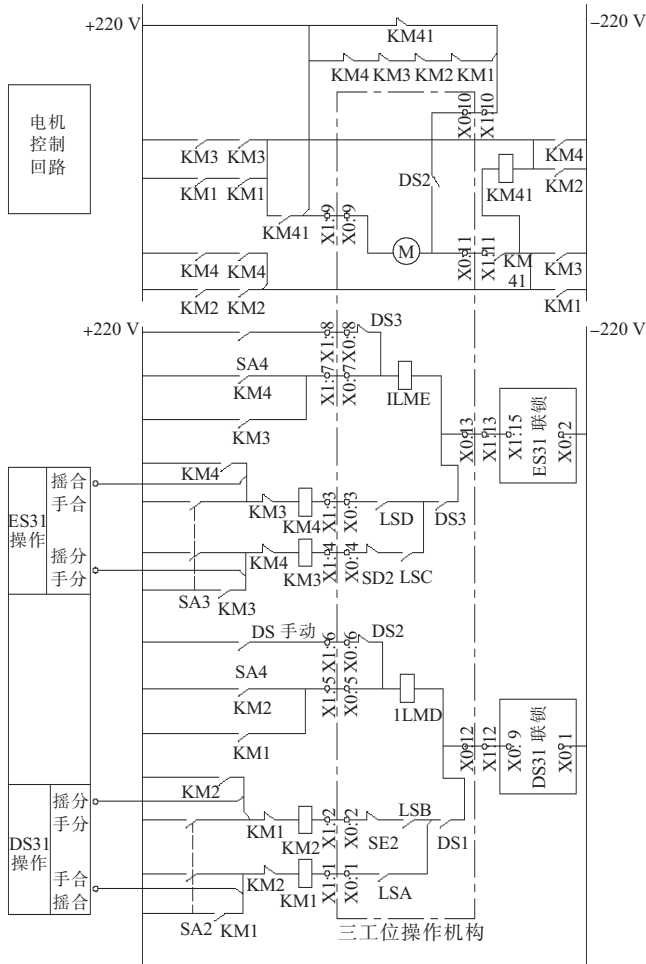


图3 隔离开关控制回路

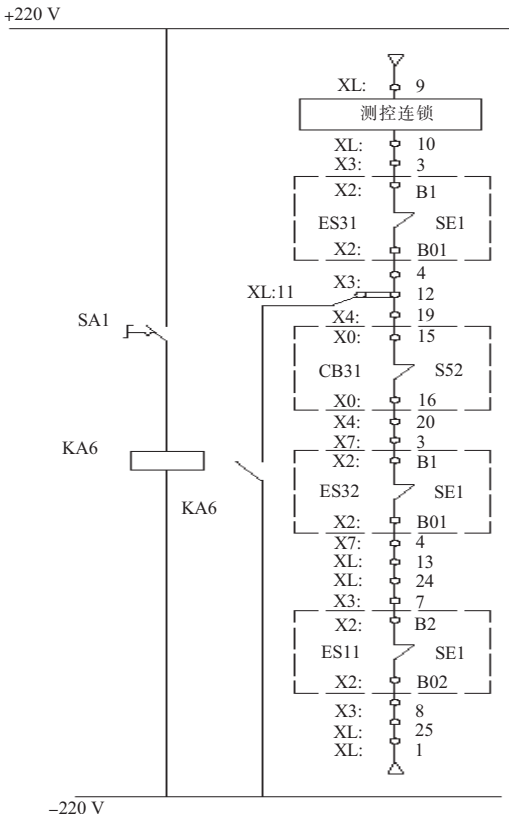


图4 隔离开关防误装置联锁

锁功能投入时,装置能够接受逻辑闭锁编程,当远方遥控或就地操作时,装置自动启动逻辑闭锁程序,以决定控制操作是否允许。在装置的监控参数中,为每一个控制对象提供了对应的逻辑闭锁控制字,该控制字置“1”,表示对应控制对象的闭锁功能投入。闭锁逻辑可通过专用的逻辑组态工具软件编辑,经以太网口直接下载到装置。

检查发现该测控装置无任何告警现象,无任何模块异常现象。在测控装置上翻看逻辑菜单无法查出实现该闭锁逻辑功能的条件哪一个不满足。

对照 9131 闸刀逻辑闭锁图,可以看出 9131 闭锁逻辑由本间隔 91301 隔离开关分位、110 kV I 段母线 7114 母线接地闸刀分位、本间隔 91303 接地闸刀分位和 913 线路三相无流构成,必需同时满足以上条件时,才能允许操作 9131 隔离开关。

现场一次设备运行状态为 913 开关处于分位、91301 接地闸刀处于分位、91303 接地闸刀处于分位、9114 接地闸刀处于分位、913 线路三相无流,满足 9131 隔离开关分闸条件,其逻辑如图 5 所示。检修人员到现场后通过专用的逻辑组态工具软件编辑调出测控装置的 9131 闭锁逻辑,如图 6 所示。

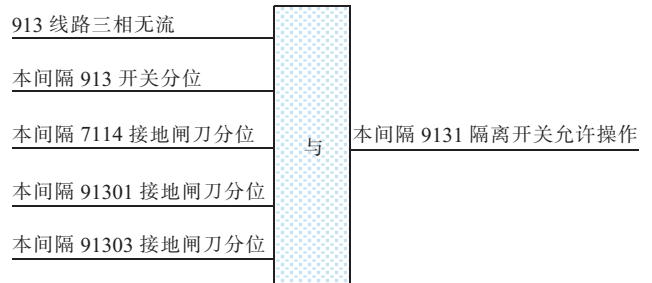


图5 隔离开关设计闭锁逻辑

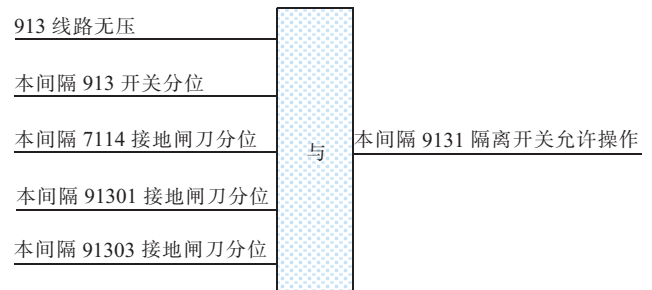


图6 隔离开关测控装置逻辑闭锁

对比图 5 和图 6 可以看出,测控装置中闭锁逻辑与设计闭锁逻辑不完全相同,测控装置中闭锁条件为检测 913 线路无压,而所设计闭锁逻辑为检测 913 线路三相无流,在 913 线路带电情况下,9131 隔离开关必然拉不开。检修人员通过专用的逻辑组态工具软件编辑修改了测控装置的 9131 闭锁逻辑,9131 闸刀操作成功。

结合白龙山变电站设备运行情况,9131 隔离开关

拒在验收操作时,线路尚未投运,逻辑闭锁装置采线路无压,逻辑闭锁回路可以通过,故操作正常。变电站投运时 913 开关、9131 隔离开关、9133 隔离开关均在合上位置,由上级电源对母线充电,所以 9131 隔离开关拒绝操作问题未暴露。但该操作为投运后的第一次操作,线路带电,逻辑闭锁装置采线路无压,逻辑闭锁回路未通过,所以 9131 隔离开关出现拒绝操作的现象。

### 3 改进措施

基于对 9131 隔离开关拒绝操作的原因分析,从变电运维角度提出以下措施,以避免再次发生此类问题。

(1) 将逻辑闭锁“可视化”。间隔测控装置虽有逻辑闭锁功能,但是不能直接查看逻辑闭锁条件,给故障查找和变电验收工作增加了难度。对于新设备采购应倾向于具有闭锁条件显示功能的间隔测控装置,或在具备条件的情况下,联系厂家对现有间隔测控装置进行技术改造,或者在变电站后台机显示逻辑关系。

(2) 管理上重视变电站防误闭锁装置验收工作,针对新型防误闭锁装置应及时改进验收方式,例如间隔逻辑闭锁中某些条件需要由运维人员和检修人员共同配合验收,例如间隔 TA 无流条件闭锁逻辑等。

### 4 结束语

通过 9131 闸刀拒动的异常分析处理可以看出,新

建变电站采用防误间隔逻辑闭锁和电气防误闭锁相结合的双重化闭锁方式,其相比传统防误闭锁具有一定复杂性,因而防误装置异常的判断处理更加复杂,对变电运维人员技术水平提出更高要求,应加强对运维人员有关防误闭锁知识的培训,包括防误装置原理、防误操作流程、日常管理和维护中注意事项等。在保证安全的前提下,可以考虑通过优化变电运维工作方式、培训内容,来提高变电运维管理水平。变电站防误闭锁装置的运行维护、异常处理则可以作为变电运维一体化工作一项有效尝试,运维人员正确迅速对防误闭锁装置异常做出判断,有助于提高操作效率和操作可靠性,确保电网安全稳定运行。

#### 参考文献:

- [1] 李艳军. 综合自动化变电站防误闭锁系统应用研究[J]. 华中电力, 2012, 25(2): 34-37.
- [2] 赵旭峰. 变电站防误闭锁装置的功能及应用[J]. 江苏电机工程, 2010, 29(4): 59-64.
- [3] 王鹏程. 综合自动化变电站防误闭锁系统的应用分析[J]. 中国电力教育, 2010(S1): 573-574.
- [4] 王一清. 综合自动化变电站中隔离刀闸防误操作的闭锁策略分析[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(5): 137-140.

#### 作者简介:

刘善军(1982),男,山东临沂人,工程师,从事变电站管理维护工作。

## Analysis on a Fault Caused by Anti-mislock Device in 110 kV Substation

LIU Shanjun

(Zhenjiang Power Supply Company, Zhenjiang 212000, China)

**Abstract:** The anti-mislock function of 110 kV SF<sub>6</sub> based GIS is comprised of one electric blocking coupled with an interval logic blocking. The double-blocking enhanced the ability of preventing anti-mislock. The breaking failure of disconnecting switch caused by the abnormal of double-blocking anti-mislock device is analyzed. Based on the analysis, from the point of view of operation and maintenance, some improving plans and measures to prevent the abnormal of double-blocking anti-misblock devices are proposed.

**Key words:** interval logic blocking; electric blocking; anti-mislock; integration of operation and maintenance; mal-operation

(上接第 79 页)

## Double-fed Induction Generator Rotor Fault Diagnosis Based on Grid-side Current of Back-to-back Converter

ZHU Ling, WANG Jianfeng, SHI Weijun

( Jiangsu Electric Power Company Maintenance Branch, Taizhou 225300, China)

**Abstract:** Condition monitoring and fault diagnosis of rotor windings of double fed induction generator (DFIG) can detect the fault timely and reduce operation and maintenance costs effectively. First, a double fed induction generator's rotor fault model is established in PSCAD software based on its mathematical model, and then the fault characteristic frequency of the grid-side current of back-to back converter is detected through simulation analysis. In addition, the experimental platform of double fed induction generator is built in laboratory, and the recorded data is analyzed by using FFT under different operational conditions and different fault levels. Thus the fault characteristic frequency of the grid-side current of back-to-back converter is validated. Also when rotor fault severity is intensified, the fault characteristic frequency amplitude increases.

**Key words:** DFIG (double fed induction generation); rotor fault; grid-side current of back-to-back converter; experimental platform