

# 500 kV 变电站监控系统改造防误闭锁处理分析

陈裔生<sup>1</sup>, 欧繁<sup>1</sup>, 蔡泽祥<sup>2</sup>, 华栋<sup>2</sup>, 高俊<sup>3</sup>, 陈朝恒<sup>4</sup>, 陈谦<sup>5</sup>

(1. 广东电网公司 佛山供电局, 广东 佛山 528000; 2. 华南理工大学 电力学院, 广东 广州 510640;  
3. 中南电力设计院, 湖北 武汉 430071; 4. 南京中德保护控制系统有限公司, 江苏 南京 210061;  
5. 广西送变电建设公司, 广西 南宁 530031)

**摘要:** 针对某变电站监控系统改造防误闭锁系统的情况, 提出了防误闭锁系统在改造时期的要求、方案及技术要点。新监控系统防误闭锁有监控闭锁逻辑、微机五防闭锁、电气闭锁和同一机构内的接地刀闸机械闭锁4个部分。新监控系统的每个间隔都装有测控装置, 负责对其间隔的断路器、刀闸和接地刀闸及其相关电流/电压进行控制和测量等功能。论述了改造期间原防误闭锁修复的闭锁条件、形式和方法。所提出的防误闭锁处理方案已经对变电站监控系统顺利完成了改造, 效果良好。

**关键词:** 监控系统; 变电站; 微机五防; 系统改造; 防误闭锁

中图分类号: TM 76

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2010)03-0145-04

## 0 引言

罗洞站原防误闭锁是利用断路器、隔离开关、接地刀闸的辅助接点引到主控室的重动继电器, 通过重动继电器接点对操作电源的串、并联接法来实现的。

罗洞站的防误闭锁实现方法体现了间隔、一次设备之间的强耦合性, 这与监控系统改造在单位时间内只能针对单个间隔进行改造存在矛盾, 所以必然会出现2种情况: 一是新改造的间隔与未改造的间隔设备失去相互闭锁功能; 二是破坏了原有的间隔与间隔之间的联锁回路, 这些情况的出现对于运行中的变电站日常操作将是非常不利的<sup>[1]</sup>。在改造期间和完成改造后, 应该采用怎样的闭锁方式才能保证全站的一次设备操作都在防误闭锁的监视下完成是本次监控系统改造需要解决的一个问题。

## 1 防误闭锁逻辑分析

罗洞站的220 kV、35 kV电压等级的接地刀闸是手动操作的, 接受同一机构的隔离开关与五防锁的闭锁。所以在考虑防误闭锁时, 只需要考虑断路器、接地刀闸对隔离开关的闭锁逻辑; 而500 kV电压等级的接地刀闸采用电磁锁闭锁形式的电动操作模式, 接地刀闸同时受微机五防及同一电气连接的隔离开关电气回路的闭锁。

### 1.1 全站防误闭锁结构分析

罗洞站新监控系统防误闭锁分监控闭锁逻辑、微机五防闭锁、电气闭锁和同一机构内的接地刀闸机械闭锁4部分。防误闭锁判断流程如图1所示。

如图1所示, 在后台系统、间隔测控装置及操作

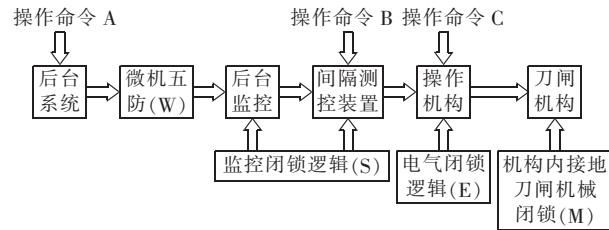


图1 防误闭锁判断流程

Fig.1 Judgment procedure of misoperation-preventive locking

机构上发操作命令, 会接受闭锁逻辑判断:

$$B_A = W + S + E + M$$

$$B_B = S + E + M$$

$$B_C = E + M$$

其中,  $B_A$ 、 $B_B$ 、 $B_C$  表示操作命令 A、B、C 所接受的闭锁逻辑总和; S 表示监控闭锁逻辑; W 代表微机五防; E 表示电气闭锁逻辑; M 表示机械闭锁。

### 1.2 闭锁逻辑表示

监控闭锁逻辑、电气闭锁逻辑、微机五防对隔离开关的闭锁逻辑基本一致, 监控闭锁逻辑与微机五防属于微机闭锁防误, 其闭锁逻辑的表示法类似; 而电气闭锁逻辑采用辅助开关闭锁, 表示方法与微机闭锁不同; 机械闭锁逻辑很简单, 本机构内的隔离开关与接地刀闸之间的联锁, 在此不作详述。

图2反映了隔离开关QS<sub>1</sub>的电气闭锁原理和监控系统闭锁逻辑表示。图2(a)表示一个典型的双母带旁路的线路间隔一次接线, 1M、2M、3M分别表示2段主母线及旁路母线。从图2(b)反映出, QS<sub>1</sub>电动操作条件有2个: 第一是电动电源串接了断路器QF、接地刀闸SE<sub>1</sub>、SE<sub>2</sub>和隔离开关QS<sub>2</sub>的辅助开关常闭接点, 表示QS<sub>1</sub>允许操作条件是QF、SE<sub>1</sub>、SE<sub>2</sub>和QS<sub>2</sub>在分位; 第二是电源串接母联间隔的QF、QS<sub>1</sub>、QS<sub>2</sub>、本线路间隔的QS<sub>2</sub>常开接点, 表示在倒母操作时, 母联

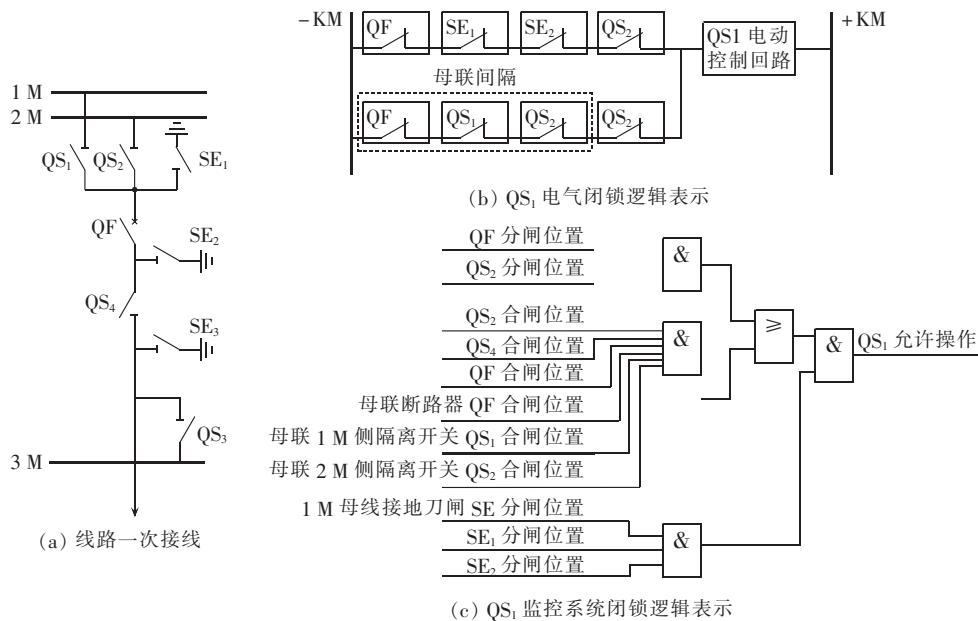


图 2 220 kV 线路间隔防误闭锁逻辑表示

Fig.2 Misoperation-preventive locking logic of 220 kV line cell

QF 及其两侧隔离开关 QS<sub>1</sub>、QS<sub>2</sub> 在合位, 同时本线路间隔 QS<sub>2</sub> 也在合位的时候, QS<sub>1</sub> 允许操作。图 2(c) 更直观地把这种逻辑条件与、或关系表示出来。由于实现起来方便, 在微机闭锁逻辑中加入了“1 M 母线接地刀闸分闸位置”这个条件; 而在电气闭锁逻辑中, 只限制在本线路间隔内闭锁, 所以没有把这个条件加进去。

## 2 防误闭锁改造的实现方案

### 2.1 改造期间全站防误闭锁的实现

由于改造会对原有闭锁方式造成破坏, 而且新改造的部分又会与未改造部分失去联锁功能, 因此, 在开始改造前, 应建立一套独立的微机五防系统, 根据罗洞站实际情况编写独立完备的防误闭锁, 用于保证在改造期间不会出现某个间隔或某个设备失去闭锁的情况。

鉴于罗洞站在广东电网乃至南方电网的重要地位, 在安装独立微机五防系统过程中, 对运行中设备的处理上, 原则上提出“三不”: 不停电施工; 五防系统不串入设备的二次回路; 不在安装地点钻孔。所以, 独立微机五防系统的闭锁方案分 2 步实现。

a. 对于运行中设备和未进行监控改造的设备, 按照上述“三不”原则, 对断路器、电动刀闸的就地操作、控制屏操作采用闭锁盒的做法, 可以避免二次接线工作, 对现场设备改动量小, 易于实施, 使得监控改造不影响一次设备之间的相互闭锁, 不影响日常安全生产工作。

b. 对于停电进行监控系统改造的设备间隔, 则是把独立的五防锁串进断路器、电动刀闸的就地操作和测控屏操作的电气回路正电源; 同时, 新建立的监控系统与独立微机五防系统互相提供接口实现通信, 由微机五防系统根据监控系统里采集全站设备

实时位置, 对监控系统提出的操作申请消息进行即时判断, 并返回允许操作或禁止操作的指令<sup>[2]</sup>。

### 2.2 改造间隔的防误闭锁增加

除了独立微机五防系统的配备外, 新改造间隔在测控装置、监控系统后台写入了防误闭锁逻辑。

新监控系统的每个间隔都装有测控装置, 负责对该间隔的断路器、刀闸和接地刀闸及其相关电流、电压量进行控制与测量, 而且全站任意 2 个或多个测控装置可以按地址直接互访, 进行数据交互。基于上述条件, 笔者与监控系统厂家技术人员一起针对每把刀闸、接地刀闸编写了相关的操作防误闭锁, 并分别写进所对应的测控装置, 使每一台测控装置可以直接实时采集本间隔所有隔离开关及接地刀闸所需要的闭锁条件, 即时判断允许或闭锁操作。

电气回路闭锁作为操作防误的最后一道防线, 也在监控系统改造中一并实现。与旧系统在辅助继电器上实现逻辑不同, 新改造的间隔将直接在场地取隔离开关、接地刀闸的辅助接点接入电气闭锁回路, 减少了因辅助继电器故障而引起闭锁回路失效或误动的几率; 而且每个间隔的闭锁回路严格使用本间隔的直流电源, 避免寄生回路的产生<sup>[3-4]</sup>。

### 2.3 改造期间原防误闭锁的修复

对于被破坏的旧防误闭锁, 为了保持未改造设备操作的可靠性和正确性, 必须恢复其闭锁回路。把防误闭锁被破坏部分看成一个整体, 主要面向外部回路提供的闭锁条件, 修复的方法是屏蔽已改造间隔对在原防误闭锁中的作用。

改造间隔对被闭锁间隔的闭锁条件有串联闭锁和独立闭锁 2 种形式, 如图 3 中 A、B 所示。其修复方法是一样的, 把改造间隔闭锁回路 A、B 两端短接, 恢复被闭锁间隔的闭锁回路。

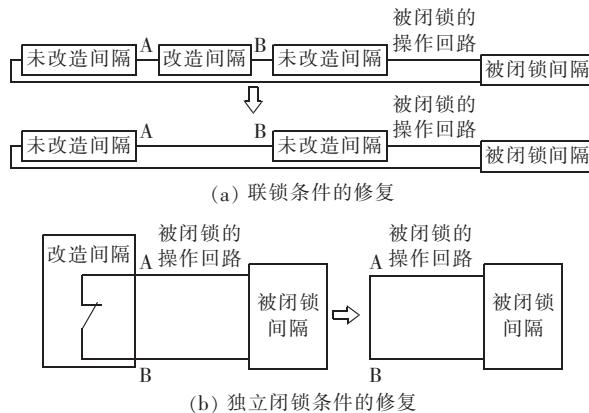


图3 旧防误闭锁的修复

Fig.3 Repair of original misoperation-preventive locking

### 3 罗洞站新监控系统防误闭锁的特点

罗洞站监控系统改造后,防误闭锁由4部分组成:监控系统闭锁、微机五防闭锁、场地刀闸操作电气闭锁以及机械闭锁<sup>[5-9]</sup>。

改造后的闭锁系统实现变电站防误闭锁应满足五防系统基本要求,下面介绍具体特点。

**a.** 站控层与就地操作的独立五防微机监控。独立五防微机系统与监控系统后台直接通信,采集全站一次设备实际位置量。它有2种监控形式,一种是嵌入站控层后台服务器的操作程序中,当条件满足才允许操作;另外一种是利用编码锁串进电动操作回路中,或做成机械档板挡住操作开关,当条件满足,回路接通,操作才得以进行。

**b.** 站控层、间隔层的相对独立的全站闭锁防误。监控系统的站控层、间隔层分别写入了全站防误闭锁逻辑,相互独立判断。在间隔层,测控装置之间互发报文,然后进行逻辑运算进而进行联闭锁<sup>[10]</sup>。只需要建立、完善间隔层网络和装置,即使在后台系统崩溃的情况下,也可以实现全站操作闭锁逻辑的判断,实现间隔层操作。间隔层与后台服务器的弱耦合联系增强了全站防误闭锁的灵活性与可靠性。

**c.** 电气闭锁回路防误。作为电动防误操作的最后一道防线,电气闭锁回路是取断路器、隔离开关与接点刀闸的辅助接点直接经过相应逻辑接到操作回路。这样就会避免当需要就地操作时,运行人员发生误操作的事故,是对监控系统防误闭锁的重要补充<sup>[11]</sup>。

**d.** 隔离开关与接地刀闸的机械闭锁。罗洞站的接地刀闸没有电动操作机构,与同一架构上的隔离开关直接实现机械闭锁,弥补电气闭锁的不足。

### 4 结语

500 kV变电站进行监控系统改造,实现对变电站运行情况进行自动监视、管理、协调和控制,提高了变电站的可观、可控性能。4层防误闭锁的实现,会使变电站的运行更加安全可靠<sup>[12-15]</sup>。目前已基

本完成了改造,全站设备运行正常。

### 参考文献:

- 胡丹云,韦钢,陈晓强,等.变电站综合自动化现状及其改进[J].华东电力,2006,34(7):51-54.  
HU Danyun,WEI Gang,CHEN Xiaoqiang,et al. Status quo and improvement of substation automation [J]. East China Electric Power,2006,34(7):51-54.
- 陈萍,黄冰,周晓阳.超高压变电站监控系统[J].电力自动化设备,2007,27(7):116-118.  
CHEN Ping,HUANG Bing,ZHOU Xiaoyang. Supervision and control system for extra-high voltage substation[J]. Electric Power Automation Equipment,2007,27(7):116-118.
- 董海山,布文哲.综合自动化技术在变电站的应用及存在问题的分析[J].河北电力技术,2006,25(3):12-13.  
DONG Haishan,BU Wenzhe. Application of integrated automation technique in transformation substation and the problems analysis [J]. Hebei Electric Power,2006,25(3):12-13.
- 李猛,林榕.变电站综合自动化实施方案的分析[J].广东电力,2006,19(2):59-63.  
LI Meng,LIN Rong. Analysis of implementation schemes for substation integrated automation [J]. Guangdong Electric Power,2006,19(2):59-63.
- 徐忠伟,刘广生.国产500 kV变电站计算机监控系统的应用实践[J].电网技术,2001,25(9):61-63.  
XU Zhongwei,LIU Guangsheng. A preliminary analysis on domestic computer based monitoring and control system for power substations[J]. Power System Technology,2001,25(9):61-63.
- 杨明,罗海云.开关场设备操作连锁方案比较[J].电力自动化设备,2001,21(8):54-56.  
YANG Ming,LUO Haiyun. Discussion on switchyard interlocking solutions[J]. Electric Power Automation Equipment,2001,21(8):54-56.
- 章卫光.防误闭锁装置的应用分析探讨[J].华东电力,2006,34(6):78-80.  
ZHANG Weiguang. Analysis of anti-misoperation locking devices using[J]. East China Electric Power,2006,34(6):78-80.
- 梁若文,胡国新,周炎.微机五防装置使用中应注意的问题与不足[J].高电压技术,2005,31(8):79-80.  
LIANG Ruowen,HU Guoxin,ZHOU Yan. Problems in 5 kinds of interlocking minicomputer protection [J]. High Voltage Engineering,2005,31(8):79-80.
- 牟媛.适用于500 kV变电站的全站闭锁式监控系统[J].电力系统自动化,2001,25(19):55-57.  
MOU Yuan. Supervisory control system with full-station interlock for 500 kV substation[J]. Automation of Electric Power Systems,2001,25(19):55-57.
- 陈志军,李剑刚,高宏伟.500 kV综合自动化变电站的防误闭锁应用[J].继电器,2006,34(18):69-71.  
CHEN Zhijun,LI Jiangang,GAO Hongwei. Application of mistake proof and lock installation in 500 kV comprehensive automatic substation[J]. Relay,2006,34(18):69-71.
- 顾拥军,皮卫华,杨乘胜,等.变电站防误闭锁应用分析[J].继电器,2005,33(2):66-70.  
GU Yongjun,PI Weihua,YANG Chengsheng,et al. Application analysis of anti-mistake defense system in substation[J]. Relay,2005,33(2):66-70.
- 王茂,王进都,侯峰,等.国华准电500 kV系统防误闭锁装置改造[J].内蒙古电力技术,2004,22(5):84-86.  
WANG Mao,WANG Jindu,HOU Feng,et al. Retrofit on preventing error-operation locking device in 500 kV system in Guohua Zhunge'er power plant[J]. Inner Mongolia Electric Power,2004,22(5):84-86.

- [13] 谭跃凯,李胜利. 集控站微机防误闭锁系统的应用探讨[J]. 高压电器,2002,38(3):31-33.  
TAN Yuekai,LI Shengli. Study on preventing mal-operation on lock system in concentration control station by micro-computer [J]. High Voltage Apparatus,2002,38(3):31-33.
- [14] 黄国方. 单元化逻辑闭锁装置[J]. 电力自动化设备,2003,23(4):59-60.  
HUANG Guofang. Unit style logic interlock device[J]. Electric Power Automation Equipment,2003,23(4):59-60.
- [15] 陈玉明. 220 kV 新塘变电站自动化系统的功能与设计原则[J]. 电力自动化设备,1999,19(5):43-45.  
CHEN Yuming. Automation system functions and design concept of Xintang 220 kV substation[J]. Electric Power Automation Equipment,1999,19(5):43-45.

tion Equipment,1999,19(5):43-45.

(责任编辑: 汪仪珍)

#### 作者简介:

陈裔生(1979-),男,广东佛山人,工程师,硕士,研究方向为电力系统继电保护及安全监控研究(E-mail:chenyisheng@tom.com);

欧繁(1974-),男,广东佛山人,工程师,硕士,从事现场继电保护试验、设备失效分析和事故处理技术研究;

蔡泽祥(1960-),男,江苏南京人,教授,博士研究生导师,研究方向为电力系统继电保护、电力系统稳定与控制。

## Handling of misoperation-preventive locking in supervisory control system reform of 500 kV substation

CHEN Yisheng<sup>1</sup>, OU Fan<sup>1</sup>, CAI Zexiang<sup>2</sup>, HUA Dong<sup>2</sup>, GAO Jun<sup>3</sup>, CHEN Zhaoheng<sup>4</sup>, CHEN Qian<sup>5</sup>

(1. Foshan Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Foshan 528000, China;

2. Electric Power College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

3. CSEPD, Wuhan 430071, China; 4. Nanjing Sino-Germany Protection & Substation

Control Systems Ltd., Nanjing 210061, China; 5. Guangxi Transmission &

Substation Construction Company, Nanning 530031, China)

**Abstract:** The requirements, handling scheme and key techniques of misoperation-preventive locking system for the supervisory control system reform of a 500 kV substation are presented. The reformed misoperation-preventive locking system has the monitoring logic locking, microcomputer-based five-preventive locking, electrical locking and mechanical grounding switch locking. The measuring and control equipment is installed in each cell to control the supervised breakers, switches and grounding switches and measure the relative currents and voltages. The locking condition, form and means for the repair of damaged original locking are discussed. The handling scheme is implemented effectively.

**Key words:** supervisory control system; substation; microcomputer-based five preventions; system reform; misoperation-preventive locking