

# 变电站防误闭锁装置的功能及应用

赵旭峰, 朱学勇

(镇江供电公司, 江苏 镇江 212001)

**摘 要:** 变电站防误闭锁装置是防止运行电气设备误操作引发的人身和重大设备事故发生的重要措施。在新技术条件下, 出现了一些新的防误闭锁装置, 通过与现有成熟的防误闭锁装置的有效结合, 将大大提高变电站运行设备操作的可靠性。

**关键词:** 防误闭锁装置; 电气闭锁; 微机闭锁; 逻辑闭锁

**中图分类号:** TM63

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2010)04-0059-03

变电所的误操作事故是危害极大的责任事故, 国家电网公司、省公司以及基层供电公司一直把此类事故列为必须杜绝的事故。在分析每年电力系统发生的几起电力生产重大设备事故和造成人员重伤的情况后, 可以发现设备的防误功能存在缺陷, 不能起到防误作用是导致发生事故的主要原因之一。按照国家电网公司《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。如何有效应用电气设备的防误闭锁装置, 以防此类事故不再重演的课题亟待探讨。

## 1 防误闭锁装置的功能及使用技术

### 1.1 五防功能的实现方法和特点

目前变电站里对于手动操作的低电压开关设备, 一般采用机械方式达到机械闭锁; 电动操作的开关设备通过断路器辅助转换开关中的辅助接点按照一定的逻辑关系接入控制回路, 以实现操作互锁。闭锁装置主要有以下 5 类。

(1) 机械闭锁。机械闭锁是靠隔离开关、接地闸刀操作机构的机械结构相互制约, 从而达到相互联锁的闭锁方式。其特点是闭锁可靠, 不易发生误操作; 这种闭锁实现的前提是隔离开关和对应的接地闸刀为一体化设备, 如果要想实现隔离开关和其他设备的隔离开关或接地闸刀的闭锁就非常困难。若要实现, 一般采用电气闭锁或其他跨间隔的闭锁。

(2) 电磁闭锁。电磁闭锁是利用断路器、隔离开关、断路器柜门等的辅助接点, 接通或断开需闭锁的隔离开关、断路器柜门等电磁锁电源, 使其操作机构无法动作, 从而实现开关设备之间的相互闭锁。这种闭锁装置原理简单, 实现便捷, 非同一体体的开关设备之间就可实现闭锁; 它在干燥的环境下运行比较可靠。但受我们的国情所限, 大多安装在 35 kV 及以下室内设备上。在使用中由于辅助切换开关种

种原因不能正常切换, 以及电磁锁不能满足密封要求而容易受潮锈蚀, 使电磁闭锁在实际操作常常碰到锈蚀、失灵等机械故障, 影响其正常使用, 造成操作上的隐患。因此对室外高压开关设备要实现防误闭锁大多采用电气逻辑闭锁。

(3) 电气逻辑闭锁。电气回路逻辑闭锁是利用断路器、隔离开关等设备的位置辅助接点接入需闭锁的隔离开关或接地闸刀等电动操作回路上, 从而实现开关设备之间的相互闭锁。特点是二次回路复杂, 安装、维护工作量大, 经常需要检修的同志协助或配合操作, 以便及时消除闭锁失灵。实现的基本条件是操作机构的电动操作回路串接相应隔离开关、接地闸刀及断路器的位置辅助接点。目前 110 kV 及以上的室外隔离开关设备大多采用此类闭锁装置, 但实际运行情况离理想目标差距太大, 主要因素是设备位置辅助切换开关密封不好、锈蚀和切换不到位等。

(4) 微机防误闭锁。微机五防系统通过软件将现场大量的二次闭锁回路变为电脑中的五防闭锁规则库, 实现了防误闭锁的数字化。它主要由主计算机、电脑钥匙、电气编码锁、机械编码锁等功能元件组成。微机防误闭锁系统是将断路器、隔离开关、接地闸刀(接地线)、断路器柜门的辅助接点(或结合一次主接线模拟图板), 通过微机编码锁具来实现闭锁。

与传统电气五防相比, 微机五防具有以下优点。

(1) 微机五防系统一般不直接采用现场设备的辅助接点, 接线简单, 通过五防系统微机软件规则库和现场编码锁具实现防误闭锁。

(2) 微机五防系统可根据现场实际情况, 编写相应的“五防”规则, 可以实现较为完整的“五防”功能。缺点是在微机系统故障而解除闭锁时, 五防功能完全失去。另外, 微机五防系统还存在“走空程”导致误操作的问题。

缺点是在微机系统故障而解除闭锁时, 五防功能完全失去。另外, 微机五防系统还存在“走空程”导

致误操作的问题。

微机五防系统主要操作过程是先在微机模拟屏上模拟操作,并将操作过程用编码保存至电脑钥匙,然后按照操作票内容依次对电编码锁和机械编码锁进行解锁操作,也即对运行人员进行的实际操作进行监控,在操作过程中,电脑钥匙给出操作提示,运行人员应按照电脑钥匙的提示逐步地进行正确的操作,若运行人员的实际操作与电脑钥匙的提示不符,电脑钥匙将发出报警并强制闭锁,从而有效地避免了误操作事故的发生(图 1)。

微机防误闭锁引入了数字化的概念,具有一定的防误效果。但在使用过程中易出现操作繁琐、速度慢和编码锁在污秽严重的地区,亦会发生锈蚀、卡涩,影响正常操作等不足制约了它的使用与推广。

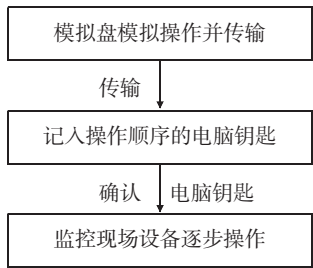


图 1 微机五防系统操作流程

(5)逻辑闭锁。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(图 2)。它包括单元测控装置的逻辑闭锁以及站控监控系统的后台机逻辑闭锁,后者通过后台监控软件对前者上传的设备位置的遥信量(数字量)进行再次逻辑判断,得出“允许”或“禁止”两个结论。两者上下级串联,从而实现在监控系统对现场一次设备远控操作(即站内 SCADA 控制)的两级逻辑防误闭锁(图 3)。

监控后台机系统远程控制现场设备的主要流程为 I/O 测控装置采样现场设备的位置状态,进行逻辑判断的同时上传状态信号至监控后台机,当现场设备状态满足逻辑闭锁条件,I/O 测控装置和监控后台软件的逻辑均判断为允许时,监控系统满足远控现场设备的要求,此时,当监控系统发出操作指令后,经 I/O 测控装置传输至现场设备的操作机构箱,完成对设备的远控。反之,当现场设备状态不满足逻辑闭锁条件时,监控系统闭锁操作,达到防误的目的(图 3 红色所示)。

在防非同期方面,I/O 测控装置将断路器两侧电压作为同期检测点,其同期检测部件检测来自断路器两侧的母线 CVT 及线路 CVT 输入电压的幅度、相角及频率的瞬时值,实行自动同期捕捉合闸。

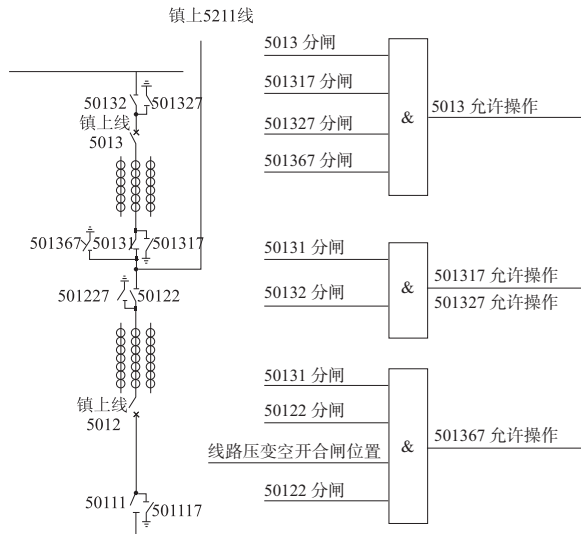


图 2 500 kV 不完整串间隔中部分隔离开关与接地闸刀的逻辑闭锁图

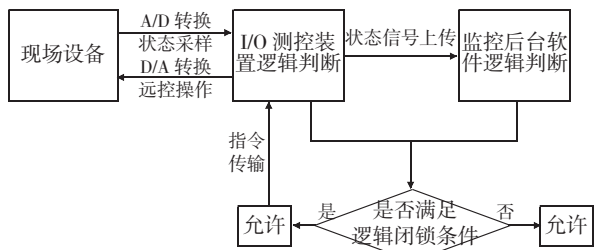


图 3 逻辑防误系统流程图

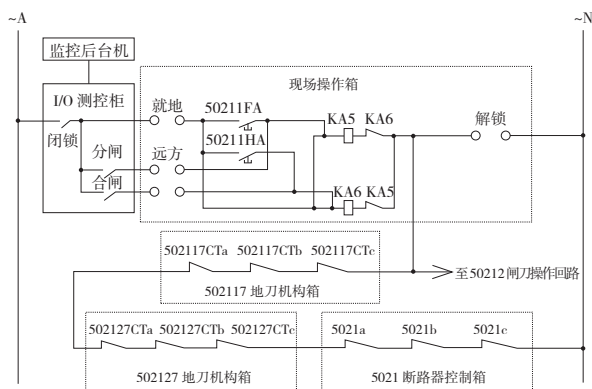
同时装置还设置有同期投退切换开关,在特殊运行方式下灵活切换,满足各种运方要求。

可以看出逻辑闭锁既有电气闭锁的位置接点采样,又有微机防误的数字化编程,是两者在现代数字化技术下有机结合的产物,实现了真正意义上的数字化逻辑防误闭锁,其主要特点为信号传输容量大、判断速度快、安全可靠。目前新投运 220 kV 及以上变电所普遍开始应用此类防误闭锁,常见的有 RD800 系统及南瑞中德的 NSC-300UX 监控系统。

### 1.2 防误闭锁装置的应用

随着计算机及网络通信技术的发展,变电所自动化技术对电气五防系统的要求进一步提高,传统电气防误闭锁方式已不能满足要求,而作为变电所自动化运用发展方向的逻辑防误系统则拥有更完善的防误要求。为防止测控装置逻辑判断失误等情况的发生,在大力推广应用逻辑防误系统的同时,保留设备间隔的电气闭锁回路或将五防系统接点引入到电动操作回路中,应该比较有效的防误闭锁措施。新投运的镇江上党 500 kV 开关站的防误闭锁装置就是主要采用逻辑闭锁和电气闭锁相结合的方式。以操作一台 500 kV 隔离开关为例,整个防误闭锁共有 4 层,依次为:监控后台机逻辑闭锁、测控单元逻

辑闭锁、电气闭锁、隔离开关和接地闸刀机械闭锁(一体化设备)。



FA 为分闸按钮; HA 为合闸按钮;  
KA5 为分闸继电器; KA6 为合闸继电器

图 4 500 kV 隔离开关控制回路图

如图 4 所示,电气闭锁和测控单元逻辑闭锁在隔离开关的控制回路上前后串联,达到双重闭锁的目的。正常操作情况下,远控操作需要满足这 4 层闭锁条件才能完成,误操作的概率大大降低。当然,如此多层次的闭锁必然会牵涉到一个解锁比较复杂的问题。在实际应用中,由于 4 层闭锁的操作优先级依次为站控层遥控操作→I/O 测控屏操作→就地电动操作→就地手摇操作,后一级操作闭锁前一级。在其中一层闭锁发生故障时,可以通过解锁或者到下一层就地操作来完成。具体分为以下几类情况。

(1) 监控后台机故障,即监控逻辑闭锁判断出现异常,此时在监控系统上已经无法完成远控操作。一般采取在 I/O 测控单元就地操作来完成。此时,除了监控后台机逻辑闭锁外,其他闭锁装置正常介入。

(2) I/O 测控装置故障, 由于监控后台机逻辑闭锁的采样由 I/O 测控装置上传, 其逻辑判断同样会出现异常。为安全起见, 一般考虑将 I/O 装置解锁, 强制将控制回路的测控单元接点闭合(图 3 I/O 测控柜中的“闭锁”接点), 完成控制回路的通畅, 并在现场操作箱内就地电动操作。

(3)电气回路闭锁故障,此时电气闭锁回路中的位置辅助接点异常,在检查测控单元采样无异常后,通过解锁电气闭锁回路(图3中的“解锁”接点短接电气闭锁回路)。可以在监控系统远控操作或I/O测控装置上就地操作,具体方法参照变电所现场规程。

(4)在特殊操作条件下的解锁,如断路器分合闸被闭锁,需要解锁拉开两侧隔离开关来隔离故障断路器等,由于电气闭锁和测控单元逻辑闭锁的前后串联,其闭锁回路也是双重性的,需要将电气回路和

测控单元逻辑闭锁同时解锁,而此时,监控逻辑闭锁系统由软件对设备位置的遥信量进行判断仍处于闭锁状态,所以一般采用在 I/O 测控装置上就地操作来完成此类特殊运作的操作。

从以上几类情况可以看出,采用分层的立体式防误闭锁系统对保障设备的安全运行、减少误操作的可能性是切实有效的。当然鉴于其双重化的闭锁回路具有一定的复杂性,也对运行人员熟悉相关闭锁回路的程度提出了更高的要求。

## 2 防误操作的管理措施

(1)认真贯彻执行《华东电网防止电气误操作安全管理规定》，结合实际制定本企业的实施细则，并严格执行。

(2)加大对一线员工的培训力度,使他们熟练掌握职责范围内的设备(包括防误装置)的现场布置、系统联系、结构原理、性能作用、操作程序。

(3)运行人员在操作前应认真填写、审核操作票,严格按照“六要八步”来执行操作;操作中出現异常时,严禁在未查明原因前进行强分、强合操作。在解锁操作中,必須确认是闭锁装置故障并在得到站长或上级领导的許可后,方可解锁操作,并做好解锁记录,记录解锁的原因、时间、申請人及同意人,履行解锁使用手續。

(4)加强防误装置的管理。明确防误专责人,建立防误装置台帐,制定电气防误闭锁装置的运行规程和检修制度。明确运行人员巡回检查要把防误装置作为检查项目,防误装置的检修试验应列入相应设备的检修项目,对存在的问题要立即整改,保证防误装置安装率、完好率、投入率 100%。

(5)现场设备都应按国电公司的安全设施规范化要求,有明显、清晰的名称、编号及色标。电动刀闸操作箱亦应纳入规范化管理,电动按钮应使用双重名称,电动按钮应有防误碰措施,操作后应及时断开操作电源,刀闸操作电源必须有独立的控制开关。

(6)对于新建工程,五防闭锁装置要与主设备同时设计、同时施工、同时验收、同时投入运行,功能上必需满足五防要求。

### 3 结束语

随着电力系统的容量增加,电压等级的不断提高,电站综合自动化系统得到应用与推广,电气设备远控操作逐步全面普及,数字式逻辑防误闭锁应运而生,通过与现有成熟的防误闭锁装置的有效结合,将大大提高变电站运行设备操作的灵活性、可靠性。



必然会提高其可靠性和使用寿命,其节约的生产和制造成本优势,必然会发扬和光大在 66 kV 至 220 kV 电压等级的应用。35 kV 及以下等级电压建议采用弱模信号输出的电子式互感器或 LPCT 原理的电磁式互感器。

电子式互感器作为新技术应用,必然会遇到一些具体问题,不同原理、不同厂家的电子式互感器的特性可能会存在差异,在差动保护应用中,应该制定相关的标准,规范电子式互感器的特性。在特性不明朗时,尽量使用同一种原理的电子式互感器。

#### 4 结束语

从长远的角度来看电子式互感器和传统互感器相比,具有明显的技术和价格优势。随着智能变电站的发展和运行经验积累,其稳定性和测量性能将会显著提高,最终将彻底取代传统电磁式互感器。在稳步推进电子式互感器的过程中,应针对不同原理的电子式互感器,综合考虑系统的建设成本,有选择地应用电子式互感器,才能体现电子式互感器应用的经济性。

#### 参考文献:

- [1] 王 鹏,罗承沐,张贵新. 基于低功率电流互感器的电子式电流互感器[J].电力系统自动化,2006,30(4):98-101.
- [2] 李九虎,郑玉平,古世东,等. 电子式互感器在智能变电站的应用[J]. 电力系统自动化,2007,31(7):94-98.
- [3] 王夏霄,张春熹,张朝阳,等. 一种新型全数字闭环光纤电流互感器方案[J].电力系统自动化,2006,30(16):77-80.
- [4] 高 翔,张沛超. 智能变电站的主要特征和关键技术[J]. 电网技术,2006,30(23):67-72.
- [5] 尚秋峰. 光学电流互感器实用化方法的研究[D].华北电力大学,2005.
- [6] 方春恩,李 伟,王佳颖,等. 基于电阻分压 10 kV 电子式电压互感器[J].电工技术学报,2007,22(5):58-53.
- [7] 李岩松,郭志忠川,杨以涵. 提高光学电流互感器运行稳定性的方法[J].电力系统自动化,2006,30(18):61-65.
- [8] 赵丽君,席向东. 智能变电站应用技术[J].电力自动化设备,2008,28(5):118-121.
- [9] 叶罕罕,许 平. 智能变电站的电压互感器配置和电压切换[J]. 电力系统自动化,2008,32(24):93-95.

#### 作者简介:

程 莉(1964-),女,江苏泰州人,工程师,从事变电及线路技术经济工作。

### Analysis on the Electronic Measurement Transformer Selection for Application in Intelligent Substation

CHENG Li

(Jiangsu Electric Power Design Institute, Nanjing 211100, China)

**Abstract:** There are three kinds of the electronic measurement transformer that apply in intelligent substation: optoelectronic transformer, active electronic current transformer and weak-mode small-signal transformer. As the key equipment of digitized substation process layer, how to select the electronic transformer is the practical problem confronted in intelligent substation construction. Through the introduction of the electronic transformers manufacturers, and the investigation of the digital substation in operation, the application situation of the electric transformer are analyzed and summarized. It also compares and analyzes these transformers from many aspects such as implementation principle, reliability and economy. At last the valuable idea for reference on selection is presented.

**Key words:** intelligent substation; optoelectronic transformer; electronic measurement transformer; weak-mode small-signal transformer

(上接第 61 页)

#### 参考文献:

- [1] 江苏省电力公司. 500 kV 变电所通用运行规程[S]. 2006.
- [2] 陈玉顺. 电气二次防误闭锁与微机防误闭锁共同运行的必要性[J]. 农村电气化, 2005(9): 23-25.
- [3] 江苏省电力公司. 防止电气误操作装置管理规定[S]. 2003.

#### 作者简介:

赵旭峰(1981-),男,浙江新昌人,助理工程师,从事变电站运行工作;  
朱学勇(1968-),男,江苏镇江人,助理工程师,技师,从事变电站运行工作。

### Function and Application of Anti-taking Degating Device in Substation

ZHAO Xu-feng, ZHU Xue-yong

(Zhenjiang Power Supply Company, Zhenjiang, 212001, China)

**Abstract:** The anti-taking degating device in substation is an important measure to prevent personal and serious facility accidents caused by incorrect operation in electric equipment running. With the help of new technologies, some new anti-taking degating devices have arisen. With the effective combination of the existed mature anti-taking degating devices and new ones, it will greatly improve the reliability of substation operating equipments operation.

**Key words:** anti-taking degating device; electric lock; microcomputer lock; logic lock