

500 kV 综合自动化变电站的防误闭锁应用

陈志军, 李剑刚, 高宏伟

(苏州供电公司, 江苏 苏州 215004)

摘要: 防误闭锁装置是变电站重要的组成部分之一。阐述了变电站对防误闭锁装置的基本要求, 分析了传统防误闭锁装置的特点, 并针对其不足之处, 重点介绍了利用综合自动化装置实现变电站防误闭锁系统的实施方案。通过以运行中的 500 kV 张家港变电站为例, 证明综合自动化防误闭锁系统在各种可能操作方式下都能实现可靠的防误闭锁功能, 同时也提出了其不足之处和需要改进的地方。

关键词: 防误闭锁; 综合自动化; 变电站

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)18-0069-03

0 引言

电力系统如何防止错误的倒闸操作, 一直是困扰本行业的重大问题。随着我国电力系统的迅速发展, 实现变电站遥测、遥信、遥控和遥调的综合自动化系统开始在各电压等级变电站普及, 随之而来的对传统运行值班方式的变革, 更是对防误装置提出了更高的要求。因此, 在新的运行值班模式下, 综合自动化变电所的防误闭锁系统需要发挥更大的作用, 也需要更加完善。

1 对防误系统的要求

目前应用比较多的闭锁系统包括机械闭锁、电气防误闭锁和微机防误闭锁装置。而机械闭锁仅限于刀闸与接地刀闸之间的闭锁; 电气防误闭锁回路方式可靠, 但需要接入大量的二次电缆, 接线方式比较复杂, 运行维护较困难, 经常出现电缆接触不良而造成无法操作现象; 微机五防装置也存在“走空程”危险, 运行人员稍一疏忽就可能酿成误操作事故。

而且从过程来看, 误操作可以分成三个部分: 运行值班人员误操作、检修人员误操作、其它人员误操作。运行人员的误操作主要发生在误拉、合刀闸和开关、误合地刀、误入充电间隔等容易造成恶性事故的方面, 一般微机防误就可以实现这个目的。但由于微机防误是在微机上实现的, 是虚拟的, 所以不能完全解决检修人员和其它人员的误操作问题。

对于检修人员, 误操作主要发生在检修、试验过程的操作中。由于微机防误系统并不能包含变电站的所有操作, 特别是检修人员的操作, 故检修人员的误操作的防止就显得非常重要。在不能依赖微机防

误的前提下, 电气回路闭锁成了最后一道防线。由于完全的电气闭锁二次接线复杂, 且不易维护, 在微机防误系统中一般都不设计电气闭锁或仅设计本单元的不完整的电气闭锁, 这无疑增加了误操作的可能性。

其他人员误操作主要是指对正常操作无关的人员处于操作台或机构箱等附近时, 误碰而导致的误操作事故, 这类情况相对较少, 但也时常发生, 这个问题微机防误也不能很好地解决。

因此, 需要寻找到一个能兼顾三者的防误方案, 而利用综合自动化系统就能达到这个目的。因为所有的综合自动化系统无一例外的都将变电所内的断路器、刀闸和接地刀闸位置及相应的模拟量信息采集到监控系统中, 利用这些信息和现有的防误逻辑即可实现防误判断, 再辅以适当的硬件就能实现防误系统。因此, 利用综合自动化系统实现防误操作, 焦点在于配置什么样的外围硬件设备能使防误系统运行得安全、可靠。500 kV 张家港变电站就以综合自动化系统为核心构建了全站防误闭锁系统, 取得了良好的效果。

2 变电站综合自动化系统及防误系统构成

张家港变电站于 2004 年 3 月投入运行, 为完全自动化变电站, 可以对站内开关、刀闸和大部分地刀进行远方遥控, 图 1 为站内综合自动化系统配置情况。

张家港变自动化系统采用分层分布式结构, 间隔层测控单元采用 6MD66、6MD2001 系列, 站控层后台软件采用 RD800 系统。间隔层测控单元按开关配置, 主单元 (6MD2001) 采用 A、B 双机互为备用

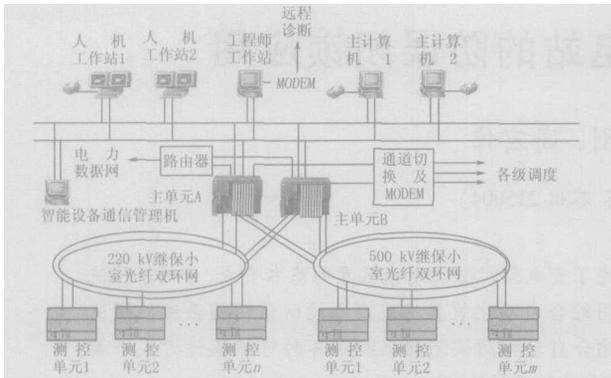


图 1 500 kV 张家港变电站综合自动化系统配置

Fig 1 Comprehensive automation system configuration of Zhangjiagang 500 kV substation

模式。间隔层及主单元之间采用光纤双环网连接，确保了系统通讯的可靠性。其中，站控层（RD800）和间隔层测控单元（6MD66）均具有防误闭锁功能。

站内共设计有四层防误闭锁，根据操作方式的不同，产生效力的闭锁方法不一样，它们分别是：站控层 RD800 逻辑闭锁、间隔层 6MD66 逻辑闭锁、本间隔不完全电气闭锁和刀闸与地刀之间的机械闭锁。

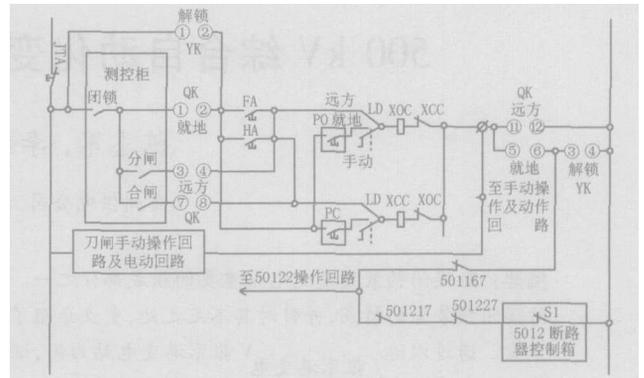
操作时站控层软件对库内实时遥信信息进行逻辑计算，当满足五防条件时，相应的遥控命令才能下达，否则，将拒绝下达命令并弹出不满足五防条件的信息，它所实现的闭锁逻辑是完整、独立的。类似的，操作时间隔层测控单元对采集的遥信信息也进行逻辑计算，当五防条件满足时，其控制的闭锁触点闭合，操作才可以进行。当闭锁条件中涉及其它测控单元的信息时，该测控单元可以从主控单元（6MD2001）上调用，所以它所实现的闭锁逻辑也是完全的。

电气闭锁只接入了本单元或间隔的开关、刀闸的辅助触点，所以实现的闭锁是不完全的。

3 变电站防误系统工作情况

开关进行操作时没有闭锁条件需要满足，一般都采用提示性闭锁；但刀闸和地刀等采用的是强制性闭锁。刀闸和大部分接地刀闸（少量 35 kV 接地刀闸只能手动操作）均具备五种操作方式：站控层 RD800 上遥控操作、间隔层测控单元 6MD66 上遥控操作、刀闸操作箱上电动操作、刀闸机构箱上电动操作和手动操作。

下面以站内采用 3/2 接线的 500 kV 系统中第一串（完整串）50121 开关刀闸为例来说明站内五防闭锁的工作情况，图 2 为站内 50121 刀闸操作回路



注：图中 QK 为刀闸操作箱内“远/近”控切换开关；LD 为刀闸机构箱内“远方/就地/手动”切换开关；FA、HA 为刀闸操作箱内刀闸分、合闸按钮；YK 为刀闸操作箱内刀闸解锁钥匙；JTA 为急停按钮；PO、PC 为刀闸机构箱内分、合闸按钮；XOC、XCC 为启动刀闸分合闸的中间继电器。

图 2 50121 刀闸操作回路图

Fig 2 50121 switching operating circuit

图。正常情况下，6MD66 和刀闸操作箱中解锁钥匙均应切至闭锁位置。

3.1 站控层 RD800 上遥控操作

在 RD800 上操作刀闸时，图 2 中 QK、LD 等“远/近”控切换开关均应切至“远方”位置。此时，有站控层 RD800 逻辑闭锁、间隔层逻辑闭锁和机械闭锁进行防误控制。

当遥控命令下达后，站控层 RD800 首先进行防误闭锁计算，如果条件满足，就将遥控命令下发给相应的测控单元；测控单元也进行了防误闭锁计算，如果条件满足，则图中“闭锁”触点闭合，遥控命令就被发送到相应刀闸；此时，主刀和地刀之间还存在机械闭锁。在这种操作模式下，三层闭锁中任何一层不满足，都使得操作无法进行，有效地避免了误操作。

3.2 间隔层 6MD66 上遥控操作

在间隔层 6MD66 上遥控操作刀闸时，图 2 中 QK、LD 等“远/近”控切换开关均应切至“远方”位置。此时只有间隔层逻辑闭锁和机械闭锁两层闭锁，闭锁相对薄弱，而且不利于实现提示性闭锁，还容易误入间隔，所以一般不推荐采用这种操作方式，不过这时闭锁也是完整的。

3.3 刀闸操作箱和刀闸机构箱上电动操作

这两种操作模式下，图 2 中 QK 应切至“就地”位置，LD 分别切至“远方”、“就地”位置。此时，刀闸有间隔层 6MD66 上逻辑闭锁、本间隔不完全电气闭锁、主刀与地刀之间的机械闭锁三层闭锁关系。操作时，如果测控单元进行防误闭锁计算后满足条

件,则“闭锁 触点闭合,如果电气闭锁回路(接地刀闸 501167、501217、501227和 5012开关常闭触点串联而成)也满足条件,操作回路接通,如机械闭锁亦满足,则刀闸开始动作。任何一层闭锁关系不能通过,都不能对刀闸进行操作。可见,对任何形式的就地电动操作,都有可靠的闭锁存在。

3.4 手动操作

如果在刀闸机构箱内手动操作,此时分两种情况。如果 QK“远/近”控切换开关在“就地”位置,将有本间隔不完全电气闭锁和机械闭锁发挥作用;当 QK切至“远方”位置时,则只有机械闭锁会发挥作用,这可能是一个需要改进的地方。不过,站内 220 kV 刀闸和 35 kV 刀闸手动操作时起作用的闭锁包括间隔层闭锁、电气闭锁和机械闭锁。可见,手动操作要实现可靠的闭锁也是可以实现的。

3.5 解锁操作

该防误系统有两把解锁钥匙,一把在间隔层 6MD66上,只能解除间隔层的闭锁;另一把是位于刀闸操作箱内 YK(参见图 2),它可以解除全站除机械闭锁以外的所有闭锁。正常情况下,这两把解锁钥匙均位于“闭锁”位置。特殊情况下,按要求可以使用解锁钥匙时,根据实际情况进行处理。

正常操作时,如果能确定是测控单元闭锁出现问题,可以申请将测控单元 6MD66上解锁钥匙切至“解锁”位置,此时只是解除了测控单元上的逻辑闭锁,不影响其它闭锁的正常工作,只要不是在测控单元上操作,还有其它闭锁装置发挥作用。如果现场需要解除该刀闸所有的闭锁时,才将刀闸操作箱内的解锁钥匙切至“解锁”位置。需要注意的是,从图 2中可以看出,此时只能采用电动操作方式,而正常情况下,所有的切换开关都在“远方”位置,无法进行电动操作。所以,除非运行人员进行解锁操作,其它情况下即使解锁钥匙在“解锁”位置,误碰分合闸按钮也不会发生误操作。

4 结论

通过上面的分析可以看到,在闭锁装置正常工作的情况下,无论采用哪种操作方式,都能实现有效的闭锁。对前面提到的三种误操作可能情况:运行

值班人员、检修人员、其它人员的误操作都能起到有效的防误作用。

不过,它也存在不足。从前面的分析也可以看出,无论采用哪种操作方式,间隔层防误系统都是重要的一环。但是在实际运行过程中发现,变电投运后,在变电站扩建、测控单元软件升级、测控单元异常处理后,受现场运行条件的限制,难以对测控单元的闭锁关系进行完整的验收。这一方面需要在变电站基建过程中进行详尽的验收,确保闭锁逻辑的正确性;另一方面,是否可以考虑解决间隔层的闭锁逻辑验收的问题,比如在测控单元间隔层增加一台可以进行模拟操作的工控机,专门用于校验间隔层闭锁逻辑的正确性。

此外,500 kV 刀闸手动操作时,应考虑无论“远/近”控切换开关在什么位置,都要使间隔层闭锁、电气闭锁和机械闭锁发挥作用,否则还是有发生误操作的可能性。

参考文献:

- [1] 黄金生. 220 kV 综合自动化变电所防误闭锁装置浅析[J]. 浙江电力, 2001, (3): 62-64.
HUANG Jin-sheng Analysis of Antimal-blocking Equipment in 220 kV Comprehensive Substation [J]. Zhejiang Electric Power, 2001, (3): 62-64.
- [2] 王远璋. 变电站综合自动化现场技术与运行维护[M]. 北京:中国电力出版社, 2004.
WANG Yuan-zhang Spot Experience and Operation Maintenance for Substation Comprehensive Automation [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [3] 马镇威,杨建华,周华敏. 浅议当前电气操作中“五防”装置的不足[J]. 华中电力, 2001, 14(2): 70.
MA Zhen-wei, YANG Jian-hua, ZHOU Hua-min Shortage of "Five-proof" Equipment in Electrical Operation [J]. Central China Electric Power, 2001, 14(2): 70.

收稿日期: 2005-12-18

作者简介:

陈志军(1976-),男,硕士研究生,工程师,现从事变电运行工作; E-mail: laugher_007@sina.com

李剑刚(1972-),男,技师,现从事变电运行工作;

高宏伟(1981-),男,助工,现从事变电运行工作。

Application of mistake proof and lock installation in 500 kV comprehensive automatic substation

CHEN Zhi-jun, LI Jian-gang, GAO Hong-wei

(Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China)

(下转第 78 页 continued on page 78)

王小平 (1974 -),女,博士,副教授,研究方向为复杂系统建模与仿真,系统分析与集成,调度算法研究等。

Review of the simulating platform of electricity market

ZENGLiang, QIHuan, WANG Xiao-ping, XIAO Heng-hui

(Institute of System Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper summarizes and evaluates the state of simulating study in electricity market. After analyzing two kinds of simulating platforms, i.e., using CORBA & Agent technology and Java as the foundation, a new different simulating platform of electricity market based on HLA is presented. Compared with the conventional simulation technique, the simulating platform of electricity market based on HLA enjoys several advantages such as platform independency, loose coupling among application service and run-time infrastructure, expeditiousness and flexibility of foundations assembling and restructuring, communication and cooperation capability between foundations and time manage strategies.

Key words: electricity market; simulating platform; CORBA; Agent technology; Java; HLA

(上接第 65 页 continued from page 65)

- [3] 张项安,单强,张弦. 变压器零序差动保护的几个问题[J]. 继电器, 2005, 33(15): 13-17.
ZHANG Xiang-an, SHAN Qing, ZHANG Xuan. Several Problems on Zero-sequence Differential Protection for Transformer [J]. Relay, 2005, 33(15): 13-17.

收稿日期: 2006-03-13; 修回日期: 2006-04-22

作者简介:

李兴(1975-),男,工程师,从事高压直流输电生产管理; E-mail: lixing@spsc.com.cn

郭卫民(1980-),男,助理工程师,从事高压直流输电运行工作。

Principle of restricted earth fault protection and CT's polarity setting method of SIEMENS 7UT612

LIXing, GUO Weimin

(Guangzhou Bureau, CSG EHV Power Transmission Company, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Differential protection, the main protective function for transformer internal fault, is much significant for the protection of transformers. The restricted earth fault protection, one of the main differential protections for transformer, should be focused a great deal of attention on. This paper aims at the principle of restricted earth fault protection for converter transformer at the Zhaoqing converter station. Moreover, the setting methods of starpoint CT's polarity and things that call for caution are also introduced.

Key words: zero-sequence differential protection; neutral point CT's polarity; failure analysis

(上接第 71 页 continued from page 71)

Abstract: Mistake proof and lock installation is one of the most important parts of substations. This paper describes the essential request on mistake proof and lock installations. Through analyzing the traits of the traditional installations, it proposes the ways of using comprehensive automatic installation to implement mistake proof and lock. And the successful using in 500kV Zhangjiagang substation proves that the system can work well in different conditions. At last, it gives some improvement measures.

Key words: mistake proof and lock; comprehensive automatic; substation