



变电站防误闭锁系统的实现及分析

孙靖宇¹, 沈军²

(1.北京首钢设计院,北京 100041;2.北京首钢电力厂,北京 100041)

【摘要】从变电站防误闭锁的实际应用出发,介绍了首钢 220 kV 变电站防误闭锁系统的实现方法。分析了电气回路联锁、微机五防系统和自动化系统内的防误闭锁三类防误闭锁方式各自的特点,指出应根据管理方式、操作习惯等多方面的因素来选用不同方式的防误闭锁。

【关键词】防误闭锁; 变电站自动化系统; 微机五防系统

【中图分类号】TM645

【文献标识码】B

【文章编号】1006-6764(2006)03-0001-04

Application and Analysis of Anti-misclosedown System in Substation

SUN Jing-yu¹, SHEN Jun²

(1.Designing Institute, Beijing Capital Iron & Steel Co., Beijing 100041, China; 2.Electrical Power Plant, Beijing Capital Iron & Steel Co., Beijing 100041, China)

[Abstract] On the basis of application of the anti-misclosedown system in the substation, the application method of the anti-misclosedown system for the 220 kV substation of Beijing Capital Iron & Steel Co. is introduced. The characteristics of the anti-misclosedown modes of interlock of electric circuit, 5 protection systems of microcomputer and automation system are analyzed respectively. It points out that the factors such as management mode and operation custom should be taken into consideration when the anti-misclosedown system is selected.

[Key Words] anti-misclosedown system; automation system of substation; 5 protection

systems of microcomputer

1 引言

电力生产中,各类人为误操作事故时有发生。为确保电力系统的安全运行,必须实施防误闭锁及相关组织管理手段,避免各类误操作事故的发生。在形式各异的闭锁中,有最简单的挂锁以及机械程序锁、电气回路联锁、微机五防系统、自动化系统内的防误闭锁。其中最简单的挂锁操作麻烦且过于原始,已逐步淘汰;机械程序锁存在着“空走程序”等问题;成套高压设备(如 10 kV 手车断路器、带接地刀闸的隔离开关等)的机械联锁是较为可靠的,但其闭锁的范围有限。现阶段,电气回路联锁和机械联锁在各变电站应用的较为广泛,同时随着变电站自动化系统及微机五防系统的大量应用,逐步形成了电气回路联锁、数字化五防闭锁系统并存的局面。首钢 220 kV 变电站防误闭锁系统将电气回路联锁、微机五防系统和自动化系统内的防误闭锁三类方式有机地结合

起来,取得了较好的效果。

2 防误闭锁的内容和原则

电力系统历来十分重视系统的安全运行,但每年总会发生因电气误操作而导致的各类事故,造成了许多不必要的损失。为此,我国电力系统早在 1980 年就提出了电气设备“五防”的要求,并以法规形式(能源安保 1990 年 1110# 文《防止电气误操作装置管理规定》)规定了电气防误码的管理、运行、设计和使用原则。按“规定”,防误装置的设计应遵循的原则是:凡有可能引起误操作的高压电气设备,均应装设防误装置和相应的防误电气闭锁回路。从这一原则出发,提出了“五防”规定。

所谓“五防”即指:防止误分、合断路器;防止带负荷分、合隔离开关;防止带电挂(合)接地线(接地刀闸);防止带接地线(接地刀闸)合断路器(隔离开关);防止误入带电间隔。为实现“五防”功能,在电气设备生产、安装、设计中应遵循以下原则:防误闭锁

装置的结构应简单、可靠,操作维护方便,尽可能不增加正常操作和事故处理的复杂性。电磁锁采用间隙式原理,锁栓能自动复位。成套的高压开关设备应优先选用机械联锁防误。防误装置应设有解锁工具(钥匙)。防误装置应不影响开关设备的主要技术性能。防误装置应做到防尘、防异物、防锈、防霉、不卡涩。户外的防误装置还应有防水、防潮、防霉的措施。“五防”中除防止误分、误合断路器可采用提示性的设施外,其他“四防”应采用强制性措施。

20世纪90年代以后,变电站综合自动化系统得到了广泛应用,无人值班或少人值守的变电站大量出现,在计算机监控系统中是否要实现“五防”系统和如何实现成为新的课题。为此,国电公司2000年发布的《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》的第二章“防止电气误操作事故”第2.5条明确规定:采用计算机监控系统时,远方、就地操作,均应具备防误闭锁功能。

3 电气回路联锁的实现方法

电气回路联锁是一种现场电气防误技术,主要通过相关设备的辅助接点的联接来实现防误闭锁。这是电气闭锁最简单的形式,闭锁可靠。

首钢220 kV变电站的220 kV、110 kV电压等级的断路器和隔离开关均采用了常规设备,10 kV开关柜采用了全封闭式开关柜。220 kV、110 kV电压等级的断路器与隔离开关及隔离开关与接地刀之间采用了电气回路联锁,来实现简单的“五防”功能。如图1所示的一次电气接线图可用如图2所示的电气联锁回路来实现一定的逻辑功能。

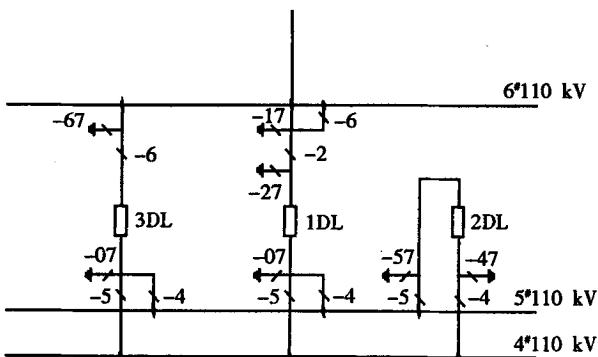


图1 一次电气接线

这种电气回路闭锁实现了基本的“五防”功能,实现起来方便、可靠。对于检修人员的误操作(如无票操作、误碰设备等),其他形式的防误闭锁可能失去作用,电气回路联锁就成了最后一道防线。理论上电气联锁的闭锁逻辑比较可靠和完善,但在实际使用中却存在一些问题:

(1)设备提供的辅助接点有限且各电压等级间的联系很不方便,相关闭锁回路的设计容易出现多余闭锁或闭锁不到的情况。

(2)这种方式需要接入大量的二次电缆,接线方式较为复杂,运行维护较为困难。

(3)在运行中存在断路器或刀闸辅助接点不可靠等问题,特殊情况下只能由检修人员靠“封线”或“断线”来解除闭锁。

(4)其防误功能随二次接线而定,不易增加和修改,不能实现完全的“五防”。

(5)一般的电气联锁回路只有防止断路器、隔离开关和接地刀的误操作,对误入带电间隔、接地线的挂接(拆除)等则无能为力。

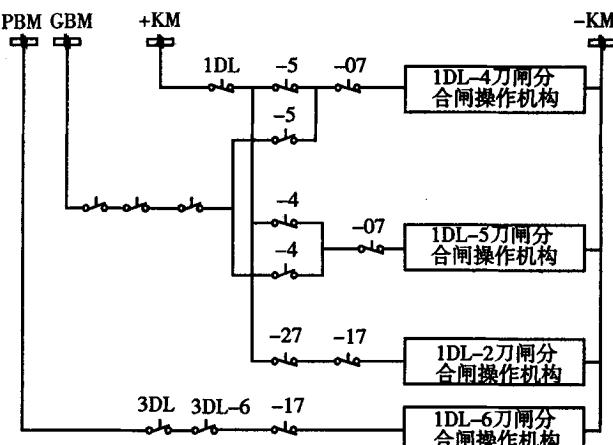


图2 电气回路联锁图

4 自动化系统内防误闭锁功能的实现

近几年,计算机技术在变电站监控系统中得到了广泛的应用,微机型变电站综合自动化系统取代了常规控制系统。充分利用自动化系统所提供的强大硬件、软件环境以及数据信息来有机融合变电站防误闭锁是切实可行的。事实上,断路器、隔离开关位置及相应的模拟量信息等已经采集到监控系统中,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闭锁。在自动化系统内实现防误闭锁并不是取消五防,而是利用自动化系统的各种技术优势来重新整合防误闭锁方式。当然,利用自动化系统实现变电站防误闭锁应在满足五防系统基本要求基础上做到以下几点:

(1)防误闭锁系统的硬件要尽量少,以最大限度地减少防误系统本身的维护量。

(2)防误闭锁系统的硬件及电气设备的辅助触点应随时被自动化系统监视,以保证其防误闭锁的可靠性、有效性。

(3)为电气操作人员设置灵活且安全的操作模式。

(4)为变电站操作人员提供良好的人机界面,操作不符合防误要求时给予提示,防误系统异常时及时报警。

(5)具有良好的可维护性,在变电站扩容改造时可方便快捷地进行修改和维护。

《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》中明确规定当地监控及远方遥控操作必须具备防误闭锁功能。在已有电气回路联锁的基础上,变电站自动化系统内也要实现防误闭锁功能,其防误闭锁的实现方式也多种多样,但是从防误对象来看不外乎两大类,一是带电动机可遥控操作的设备如断路器、隔离开关、有载调压分接头开关等,这些设备是正常运行时所需要操作的,一般不需要人员到场操作,除非遥控失灵才需要人员到现场用手动方式紧急操作;二是不带电气机构只能手动操作的设备如接地刀等,这些设备需要人员到现场才能操作(如检修)。

首钢220 kV变电站的220 kV、110 kV电压等级的断路器和隔离开关均采用电动机构,可以实现遥控操作。接地刀闸为手动机构,无法实现遥控操作。对于断路器及隔离开关的操作闭锁包括操作出口的跳合闸闭锁、断路器与隔离开关及地刀相互间操作闭锁、及键盘操作的权限设置。自动化系统的防误闭锁可以从以下两个层面来实现:

(1)间隔级防误闭锁:利用测控装置本身的逻辑功能完成。为了适应不同的接线方式,不同的闭锁要求,装置带有可编程逻辑功能,可以维护人员方便地设置闭锁逻辑。

(2)间隔间防误闭锁:间隔级防误只能用本间隔的信息来设置相关闭锁逻辑,如果需要使用其它间隔或公用信息来设置相关闭锁即所谓间隔间防误(也可称为系统级防误),目前由两种解决办法:一是在总控单元或前置机内设置机内设置专用防误闭锁软件,根据站内所有开关量/模拟量的情况和防误规则实现防误闭锁;二是利用网络和协议(如以太网TCP/IP)实现测控装置间的信息交换。

通过高级编程语言来实现上述“五防”闭锁逻辑关系,是对监控系统采集的数据信息进行了整合,全面提升了解常规“五防”闭锁功能,主要体现在:

(1)对断路器及隔刀的分合闸闭锁逻辑进行了有益的扩充,并严格执行《北京供电局微机防误闭锁装置操作闭锁规则编写原则》,使闭锁逻辑简明、完善,杜绝误操作的可能性。

(2)利用监控软件的强大计算功能,增加了“虚遥信”点,加强了对开入量正确性的检测手段。如断

路器采用“虚遥信”逻辑判断功能。利用监控装置采集来的断路器辅助开关常开常闭两个位置信号,进行逻辑组合。最终得到1DL=2时断路器在合位;1DL=0时断路器在分位;1DL=1时断路器位置判断错误,并可由人机界面提示值班人员查找原因。

(3)满足各种特殊运行方式和操作习惯的需要,做到开关、隔刀电动调试时不解锁,不发生人为事故。

(4)提供了友好的人机界面,便于操作人员进行停送电操作。

(5)增加了对测控装置的监测,避免由于遥信错误发生误闭锁现象。

(6)各种逻辑判断信息均可保留在监控系统的数据库中,方便查阅。

(7)具有良好的维护性和扩充性,便于变电站的改扩建工作。

(8)闭锁逻辑有很强的适应能力,不仅满足正常的停送电操作任务,在检修调试时也无需解锁。这是电气回路闭锁所不能或很难达到的。

电气回路闭锁和自动化系统内防误闭锁功能都实现了对带电动操作机构的高压电气设备的“五防”闭锁功能,并可在有人值守变电站的操作员站和无人值守的远方主站上来完成。但对于现场大量存在的不带电动操作机构的电气设备,如地刀(地线刀闸)、遮拦网门(开关柜门)等,上述闭锁装置均失去了作用。用于高压开关设备防止电气误操作的微机五防系统在这方面发挥了其自身优势,是电气回路闭锁和自动化系统内防误闭锁功能的有益补充。

5 微机五防闭锁系统的实现

微机五防系统通常主要由主机、电脑钥匙、机械编码锁、电气编码锁、模拟屏等功能元件组成。微机防误闭锁装置闭锁的设备有四类:开关、刀闸、地线(地线刀闸)、遮拦网门(开关柜门),上述设备是通过微机锁具(电编码锁和机械编码锁)实现闭锁的。微机五防系统通过软件将现场大量的二次闭锁回路转换为电脑中的五防闭锁规则库,实现了防误闭锁的数字化,并可以实现以往不能实现或者很难实现的防误功能。

早期的五防系统比较简单,多数仅在相应的操作开关KK处加装电气编码锁,只有在操作状态下才由五防系统经过一定的操作规则来解锁,其他时间处于闭锁状态;对于隔离开关、地刀和网门等使用机械编码锁实现。微机五防系统根据运行部门提供的操控原则或典型操作票进行相应的模拟预演和实

际操作。其闭锁逻辑大致与电气联锁相当,基本上停留在“钥匙+锁”的原始模式,还谈不上整体解决方案。部分产品还存在一些设计缺陷,其普遍表现为:

(1)监视设备的状态量取自模拟屏,客观上模拟屏显示的设备状态真实性不够,即所谓“虚遥信”而非实时信息;另外,防误闭锁装置运行正常与否不可监控,防误闭锁装置及其配套元件的损坏或不正常给正常电气操作带来了不必要的障碍,造成操作时间延长。

(2)系统存在“走空程”问题。现场用电脑钥匙解锁过程中经常会发生锁没有打开,而电脑钥匙的程序却已经走到了下一步的情况,此时只能靠强制解锁;这样实质上“五防”已经形同虚设,根本起不到其应起的作用。

(3)五防功能以操作逻辑为核心,对于无票操作和误碰(主要是检修人员)则有可能防不住。

首钢 220 kV 变电站针对早期微机五防系统存在的缺点,利用当地监控和微机五防两套系统进行通讯的方法来加以解决。通过通讯将两系统联系起来,遥控操作前先在微机五防系统进行模拟预演操作,模拟预演结束后,五防系统对相关操作点下达软解锁命令,再由当地监控系统按照遥控操作的步骤进行操作;操作结束后,由五防系统下达闭锁操作命令,恢复闭锁。当地监控系统所采集的设备状态信号均来自现场,反映一次设备的实际运行状态。通过通讯将这些实时信息传递给微机五防系统,以保证其防误闭锁的可靠性、有效性。针对有些信号如网门、接地线、验电、保险等无法从现场采集,但是当地监控系统和远方又需要监视的信号,可利用微机五防系统将从电脑钥匙上送出的状态信息传递给当地监控系统和远方。

白庙 220 kV 变电站采用的是珠海晋电的 UT-2000 系列微机五防闭锁系统。整个系统包括:主机、电脑钥匙、机械编码锁、电气编码锁、模拟屏等功能元件。在有电动操作机构的设备,在其分合闸回路中串入一个接点,此接点受电气编码锁的控制。对于手动机构的设备则配以机械编码锁,该锁具同样受微机五防系统防误闭锁逻辑的控制。通过在操作回路中增加强制闭锁,解决了以往遥控操作只有软闭锁,当发生雷击或程序紊乱等装置自身故障的异常情况下可能导致误出口引起的误操作。而机械编码锁则加强了对电气设备的确认,避免误合接地刀闸及带地线送电等恶性事故发生。对于分合闸回路串入接点的处理,我们采用以冷备用原方式保证其

实时性。也就是该闭锁接点只有在模拟预演结束,由防误系统根据开关量/模拟量的情况和防误规则下达解锁命令后自保持接通输出,但在操作结束后即恢复闭锁。冷备用的优点是非工作状态下,串联在分合闸回路中的闭锁接点处于断电模式,更有效地杜绝了雷击或其他干扰对系统的影响,真正实现了强制闭锁。

在进行电气操作时,操作员首先在模拟屏上进行模拟操作。模拟屏上的电脑主机通过五防闭锁规则库中的闭锁规则来判断每一步操作的正确性,模拟操作完毕后自动生成电气操作票。操作员使用电脑钥匙将操作票取出,并按照操作步骤打开需操作电气设备上安装的机械编码锁和电气编码锁。同时通过自动化系统和微机五防闭锁系统之间的通讯联系,将允许解锁信号传送到控制后台,值班人员就可以在自动化控制系统中完成电气操作任务。每完成一步电气操作,模拟屏根据自动化系统发送上来的断路器、隔离刀闸、接地刀闸的位置信息对本次操作的电气设备重新进行闭锁并将下一步电气操作解锁。

在整个微机五防闭锁系统中,最关键的是五防闭锁规则库。其编写规则仍以《北京供电局微机防误闭锁装置操作闭锁规则编写原则》为依据,与自动化系统内五防闭锁编写内容不同之处在于增加了对手动机构的闭锁,是对自动化系统中的逻辑闭锁关系的进一步扩充。同时,还可以在母线及变压器附近设置固定的临时接地线悬挂点并用机械编码锁实现相应的逻辑闭锁关系。

由于对电气设备的操作仍在监控后台完成,模拟屏预演完毕须向监控后台发出允许操作的指令。五防模拟屏发出的允许指令也成为监控系统逻辑闭锁的条件之一。同时在微机五防闭锁系统发生严重故障时可具备软解锁功能,由监控系统独立完成逻辑闭锁功能。这些都在自动化系统中的逻辑闭锁软件编程上有所体现,并提供相应的人机界面。

6 结论

从白庙 220 kV 变电站防误闭锁系统的实际应用来看,微机五防+变电站自动化(间隔层防误)+简单电气联锁的方式还是取得了良好的效果。这种方式不仅实现了对当地监控系统遥控操作的软硬件闭锁,而且解决了对手动操作的强制防误。整个防误系统结构完整,优势明显,为今后变电站防误系统的设计及实现提供了新的思路。 收稿日期:2005-10-09

作者简介:孙靖宇(1971-),男,毕业于北方工业大学成教学院计算机科学与技术专业,供用电工程师,现从事发供电设计工作。