

复压闭锁引起的变压器后备保护死区分析

刘沪平¹, 陈恒祥¹, 田 辉¹, 汤大海², 刘建民³

(1. 南京供电公司, 江苏 南京 210008; 2. 镇江供电公司, 江苏 镇江 212000;

3. 滨海供电公司, 江苏 滨海 224500)

摘 要: 复压闭锁过流保护作为变压器主保护的后备保护, 反映各种短路故障。不同型号的主变后备保护装置对于保护功能的配置不尽相同, 某些只配置高压侧后备的保护装置, 在某种特定的运行方式下, 其复压闭锁功能会造成后备保护出现死区。一旦在死区内发生短路故障, 后备保护将拒动, 这将使得该短路故障无法直接切除, 进而可能导致主设备损坏。通过对复压闭锁逻辑原理的分析, 找出了后备保护死区产生的原因, 在此基础上针对不同情况提出了几种简单易行的改进方法。

关键词: 复合电压闭锁; 后备保护; 变压器; 死区

中图分类号: TM407

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2010)06-0047-04

为反映变压器外部短路故障引起的过电流以及作为纵差动保护和瓦斯保护的后备, 变压器应装设反映相间或接地短路故障的后备保护, 带延时跳开相应的断路器。根据变压器容量和保护灵敏度要求, 变压器后备保护宜选用电流保护、复合电压(负序电压和线间电压)启动的过电流保护或复合电流保护(负序电流和单相式电压启动的过电流保护)^[1]。经复压闭锁的过流保护能够降低动作电流, 灵敏度较高, 在主变后备保护装置中得到了普遍的应用。

1 复合电压闭锁过流保护原理分析

复合电压闭锁过流保护(简称复压闭锁)由复合电压元件、过电流元件和时间元件组成, 作为主变及相邻设备短路故障的后备保护, 该保护的接入电流为主变某侧电流互感器(TA)二次三相电流, 接入电压为主变该侧或其他侧电压互感器(TV)二次三相电压。

目前常用的几种变压器后备保护有南瑞继保的 RCS-978、国电南自的 PST-1200、南瑞中德的 NSP772、南瑞科技的 NSR695R 等。

以两圈变为例, 有些后备保护装置将高压侧后备保护和低压侧后备保护进行分别配置, 接入电流为主变本侧 TA 二次三相电流, 接入电压为主变本侧 TV 二次三相电压, 典型的如南瑞继保的 RCS-978、国电南自的 PST-1200 等。

保护逻辑框图如图 1 所示, 本侧复压元件可由复压闭锁投退控制字选择是否投入。

由图 1 可以看出, 当本侧电压降低, 或负序电压大于整定值及本侧过电流时, 本侧后备保护即动作, 经延时切除变压器。其他侧复压启动也可开放本侧过流保护。当设置本侧电压退出时, 该侧复压元件

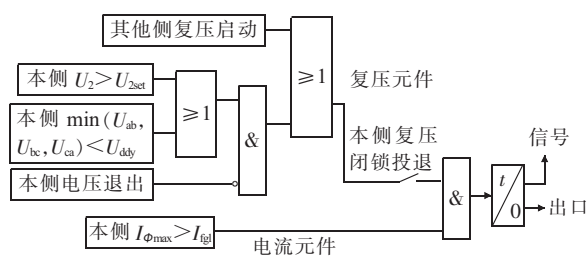


图 1 分别配置高低侧后备的复压过流保护逻辑框图

开放, 过流保护可不经复压闭锁直接出口。

有些变压器后备保护只配置高压侧后备保护, 一般情况下, 接入电流为主变高压侧 TA 二次三相电流, 接入电压为主变低压侧 TV 二次三相电压, 例如南瑞中德的 NSP772、南瑞科技的 NSR695R 等。其保护逻辑框图如图 2 所示。

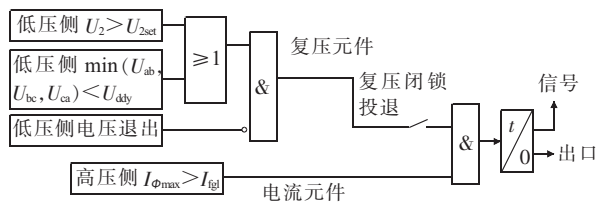


图 2 仅配置高压侧后备的复压过流保护逻辑框图

对于只配置高压侧后备保护的装置, 当复压闭锁功能投入时, 只有在低压侧母线电压满足复压闭锁开放条件后, 过流保护才能出口跳闸。而同时配置高低侧后备保护的装置, 当故障产生时, 即使低压侧复压不开放, 高压侧后备在检测到故障且复压闭锁开放的同时, 也会将低压侧后备保护的复压闭锁开放, 这能够保证故障可靠切除。

2 保护死区产生的运行方式背景

某 110 kV 变电站一次系统简图如图 3 所示。该 110 kV 变电站一次系统结构为江苏省 110 kV 终

端变电站的典型配置,有主变2台,电压等级为110/10 kV,110 kV为内桥接线,2回进线,10 kV为单母线分段接线。

该变电站110 kV主变后备保护只配置高后备保护,接入电流为主变110 kV侧TA二次三相电流,接入电压为10 kV母线TV二次三相电压。相过流I段保护、相过流II段保护投入,相过流I段复压闭锁投入、相过流II段复压闭锁投入。复压闭锁定值低电压、负序过压投入。

当1号主变停运检修时,10 kV I段母线通过母联110开关由2号主变供电。1号主变检修完成后,进行送电投运操作,常规的操作流程如下:投入主变差动保护和后备保护,合上701开关,1号主变带电,101开关处于分位;1号主变充电完成后合上101开关,断开110开关,10 kV I段母线、10 kV II段母线分列运行。

如图3所示,在此送电操作过程中,在1号主变二侧TA与101开关之间存在一个保护死区。若在该死区内发生三相短路故障,1号主变差动保护判区外故障,不动作,1号主变后备保护过流保护启动,但由于此时10 kV I段母线正常带电,电压为额定值,经低压侧母线电压复压闭锁,1号主变后备保护也不动作。站内110 kV线路未安装任何保护,此时,该短路故障无法切除,需上级变电站的线路保护经延时后动作切除此短路故障。

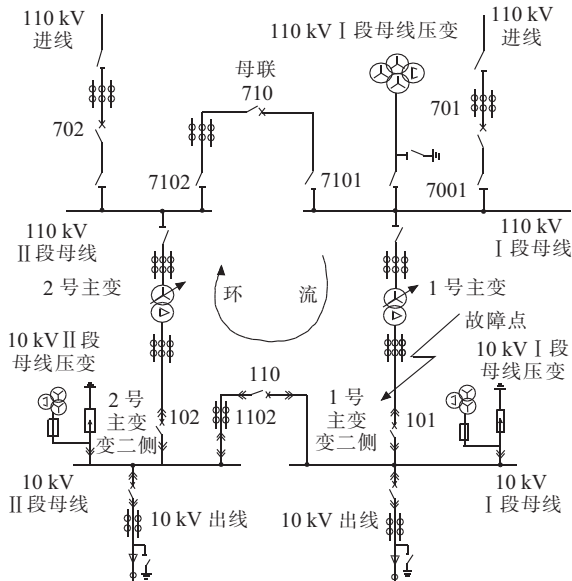


图3 某110 kV变电站一次系统简图

一般,主变压器的热稳定时间不能超过2 s,该死区引起的后备保护拒动事故将可能造成主变损坏。

3 避免保护死区的措施

在上述1号主变停运检修后送电投运的运行操作过程中,10 kV I段母线一直处于正常带电运行状

态,此时后备保护中的过流保护仍经低压侧复压闭锁是不合理的,这也是产生后备保护死区的根本原因。

因此,应设法在此运行操作过程中增加一个将后备保护低压侧复压闭锁功能退出的环节。所增加的这个操作应当易于运行操作人员执行,或可以自动执行复压闭锁退出。

一般的主变后备保护装置都会引出一个复压闭锁投退接点,如RCS-978装置有“退低压侧电压”接点,PST-1200装置各侧后备保护模块都有相应侧的“投入复压闭锁”接点,NSP772装置有“本侧复压闭锁解除”接点,NSR695R装置有“本侧TV退出”接点。通过操作这些接点的通断,即可将后备保护装置的低压侧复压闭锁功能退出。

若没有低压侧复压闭锁退出接点,可通过更改保护程序,使用某种方法将“低压侧复压闭锁退出”控制字置“1”,主变后备保护过流动作将不经低压侧复压闭锁即可直接出口。

几种改进措施如下。

(1) 增设“复压闭锁退出”压板。为了使得此项操作易于运行操作人员执行,通过增设功能压板来实现便是一个简单易行的方法,而且可以明确到运行操作票中。具体方法是为主变后备保护设置一个“后备保护低压侧复压闭锁退出”压板,将其引入主变后备保护装置的相应功能接点。当该压板投入时,保护装置将低压侧复压闭锁功能退出,当后备保护装置检测到过流启动后,可不经复压闭锁直接出口跳闸。主变后备保护“低压侧复压闭锁退出”压板回路如图4所示。

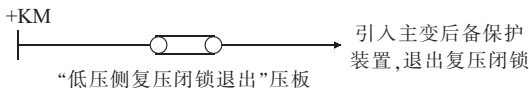


图4 主变后备保护“低压侧复压闭锁退出”压板回路

这样,在对1号主变进行充电时,将该“后备保护低压侧复压闭锁退出”压板投入,若发生图3中的死区短路故障,后备保护仍可通过过流保护启动保护动作出口,跳701开关。改进后的1号主变送电投运操作流程如下:投入1号主变差动保护和后备保护,投入1号主变后备保护“低压侧复压闭锁退出”压板,合上701开关,1号主变带电,101开关处于分位,退出1号主变后备保护“低压侧复压闭锁退出”压板,然后合上101开关,断开110开关,10 kV I段母线、10 kV II段母线分列运行。

(2) 通过主变二侧开关的常闭接点自动退出复压闭锁功能。方法(1)中的“后备保护低压侧复压闭锁退出”压板只在进行主变停运检修后送电投运的

特定运行操作过程中使用, 运方改变后再将压板退出。这种方法将该压板专用化, 且需运行人员手动操作。一旦出现误操作, 将该压板在不应投入时投入或忘记退出该压板时, 还会导致正常运行时复压闭锁功能失效。方法(2)将方法(1)中的“后备保护低压侧复压闭锁退出”压板取消, 直接通过主变变二侧开关的常闭接点接入保护装置来实现低压侧复压闭锁功能的自动退出, 无需运行人员进行操作。考虑到可能会有其他将复压闭锁退出的回路, 比如其他保护的動作或某功能压板的投入也可以将复压闭锁功能退出。方法(2)将其他接点或压板并联接入后备保护装置, 实现低压侧复压闭锁退出功能。这种方法有一定的常效性和自适应性, 具体回路如图 5 所示。

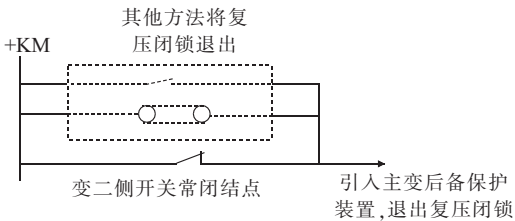


图 5 通过变二侧开关常闭接点自动退出复压闭锁回路

(3) 低压侧二次电压回路中串入重动接点实现电压自动切除。用主变变二侧开关常闭接点来启动中间继电器, 通过该中间继电器来控制低压侧母线 TV 的二次回路的通断, 进而可以控制复压闭锁功能的自动投退。这种方法不需要保护装置带有低压侧复压闭锁退出接点, 也不需要改动保护装置的程序, 但是由于增加了一个中间继电器, 回路上的更改也较多, 其整体可靠性和稳定性可能不如方法(2)。具体实现回路如图 6 所示。

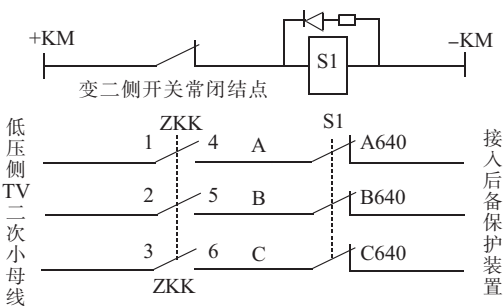


图 6 低压侧二次电压回路中串入重动接点自动切除电压回路

(4) 直接拉合低压侧母线 TV 的二次电压回路空气开关。实现 101 开关在分位时退出复压闭锁最简单的方法是在合 701 开关之前, 将低压侧母线 TV 的二次回路电压空气开关拉开, 此时后备保护复压闭锁开放, 当在死区处发生短路故障时, 后备保护能够可靠动作。然后, 在合上 101 开关后再将此电压空气开关推上, 复压闭锁功能即可恢复。

这种方法无需改动任何回路, 操作也很简单。但是, 此方法需要拉合二次电压空气开关, 实施起来不太符合运行操作规范。另外, 在拉开该二次电压空气开关后, 合上 101 开关时(此时 110 在合位), 若在 1 号主变和 2 号主变之间短时间内出现冲击环流, 且环流很大时(见图 3), 由于 1 号主变后备保护复压闭锁开放, 过流保护会直接出口, 这将造成主变后备保护误动和事故扩大。而前面几种方法无此隐患, 因此, 不建议采用方法(4)。

(5) 增加一段过流保护定值不启用该段复压闭锁^[2,3]。某些情况下, 尤其是变压器短路阻抗较大且系统电源较强的情况下, 低压侧发生短路故障时, 高压侧电压可能跌落不多, 高压侧复合电压元件也不一定能够满足闭锁条件。当主变后备保护只配置高压侧复压元件时, 也会造成保护装置拒动。针对这种情况, 需要提出更可靠、有效的办法来解决。从定值整定的角度来考虑, 可采用增加一段过流保护的方法, 即已有的过流保护启用复压元件按正常整定, 增加的这段过流保护不启用复压元件并按适当提高该保护的过流定值整定。

本例中, 增加Ⅲ段过流保护, 并退出其复压元件。当在上述死区中出现短路故障而造成复压闭锁不开放时, 或低压侧出现短路故障而变压器短路阻抗较大且系统电源较强造成高压侧复合电压闭锁无法开放时, 则在过流Ⅰ段、Ⅱ段保护经复压闭锁无法出口的情况下, 能通过Ⅲ段过流保护动作不经复压闭锁直接出口, 可靠切除故障。而在正常运行状态下, 由于过流Ⅰ段、Ⅱ段保护定值低于Ⅲ段过流保护定值, 经复压开放, 能够率先出口动作。这样就可以同时解决上述死区问题和因变压器短路阻抗较大且系统电源较强造成高压侧复合电压闭锁无法开放的问题。

4 结束语

只有一侧后备保护的配置方式在现行的 110 kV 变电站主变保护中普遍存在。在充分研究复压闭锁的逻辑原理和具体主变后备保护装置功能的基础上, 对某典型 110 kV 变电站 1 号主变停电检修后送电操作过程中出现的主变后备保护死区进行了深入的分析, 找出了保护死区的产生原因, 并提出了 5 种简单易行的改进方法。通过分析和对比, 方法(2)所采取的措施既能够实现避免死区的功能, 自适应能力较强, 实现起来也很简单, 具有一定的推广价值。方法(5)提出的定值整定方法适用于只配置一侧后备保护的场合, 同时还可以有效解决因变压器短路阻抗较大且系统电源较强造成高压侧复合电压闭锁

无法开放的问题,该方法实现起来简单可靠,经过调度部门批准可以执行。保护配置方面,继电保护和安全自动装置技术规程中指出对于单侧电源双绕组变压器和三绕组变压器,其相间短路后备保护宜装于各侧,该保护宜考虑能反映 TA 与断路器之间的故障^[1]。因此,在条件允许的情况下,应尽量为主变的各侧都安装后备保护,可彻底解决这一保护死区问题。

日常的生产工作中类似于该主变后备保护死区的情况可能会经常出现,这从一定程度上暴露出生产维护工作中的保护配置和运行操作存在的一些缺陷。在新的变电站设计环节,进行保护功能配置时,很容易只考虑到正常运行时的功能需要,而忽视了一些特殊运行方式下的情况。运行调度人员在编制操作票时,如果未能充分考虑到不同保护装置在不同运行方式下保护覆盖范围发生的变化,也容易造成操作缺陷。因此,在讨论新投保护装置的技术协议时,应严格按照保护规程的各项规定,并充分考虑到一些特殊的功能要求,比如分段备自投的检合流闭锁功能、3 台主变系统中低频低压减载装置的电压取值、110 kV 母联穿越性电流对主变差动保护接线

方式的影响等。保护人员对运行操作票和保护定值的合理性也需多把关,在进行重要操作前需要和运行人员共同研究、完善操作流程,减小操作风险。

参考文献:

[1] GB/T 14285—2006,继电保护和安全自动装置技术规程[S].
[2] DL/T 584—2007,3~110 kV 电网继电保护运行整定规程[S].
[3] DL/T 559—94,220~500 kV 电网继电保护运行整定规程[S].
[4] 江苏省电力公司.电力系统继电保护原理与实用技术[M].北京:中国电力出版社,2006.

作者简介:

刘沪平(1980-),男,江苏盐城人,工程师,主要从事变电检修及继电保护工作;
陈恒祥(1972-),男,江苏扬州人,技师,主要从事变电检修及继电保护工作;
田 辉(1968-),男,江苏南京人,工程师,主要从事变电检修管理工作;
汤大海(1963-),男,江苏镇江人,高级工程师,主要从事电网继电保护运行管理工作;
刘建民(1970-),男,江苏盐城人,工程师,主要从事电网建设管理工作。

Analysis of Transformer Backup Protection Dead-zone Coursed by Compound Voltage Locking

LIU Hu-ping¹, CHEN Heng-xiang¹, TIAN Hui¹, TANG Da-hai², LIU Jian-min³

(1.Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China; 2.Zhenjiang Power Supply Company, Zhenjiang 212000, China; 3.Binhai Power Supply Company, Binhai 224500, China)

Abstract:Compound voltage locking overcurrent protection is the backup protection for transformer. Different transformer backup protection devices have different protecting function, some devices only have high voltage side backup protection. In certain operation modes, there will be dead-zone in such backup protection. If short fault occurs in this dead-zone, the backup protection device will refuse to trip, so the short fault can't be cleared, and then transformer would be destroyed. This thesis analyses the logic of compound voltage locking, it finds the reasons of the backup protection dead-zone, and then it puts forward several simple improvement methods according to different instance.

Key words:compound voltage locking; backup protection; transformer; dead-zone

(上接第 46 页)

Analysis Affection of Paint Film of Grading Ring for Measuring Grading Capacitor's Dielectric Loss

SUN Heng-feng, LU Jian-ren, PAN Heng-jin, ZHANG Yang, JI Nan, GENG Yong-de

(Yancheng Power Supply Company, Yancheng 224000, China)

Abstract:This paper establish the model for paint film of grading ring and grading capacitor. The conclusion of model is according with the measuring data, which verify valid of the model. It indicates that paint film has obvious affection to measuring grading capacitor's dielectric loss according to calculating the test date. Thus measuring line should connect with the naked metal of grading capacitor to avoiding affection of the paint film.

Key words:circuit breaker; grading ring; paint film; grading capacitor; dielectric loss