Analysis to a Transformer Protection Event

ZHAI Jun-yi, DUAN Li-wei，DU Shi-min,CAO Ling-ling

(Pingdingshan Power Supply Company, Pingdingshan, Henan, China 467001;)
junyi1203@sohu.com

Abstract: This paper carried out a detailed experimental analysis to related switches and protective devices of typical leapfrog tripping accident of power grid, found out the reason that failures to operate of compound voltage lockout over-current protection of transformer medium-low-voltage side, that the protection could not accurately provide logical conditions of compound voltage when breakdown occurred, and put forward concrete solutions that delayed widening 5~10s should be increased in logical conditions of start-up circuit of compound voltage at medium-low-voltage side in order to guarantee high backup protection can operate reliably. This paper has a certain reference value for preventing accidents recurrence and increasing reliability of protective devices.

Key Words: relay protection; operation failure; compound voltage; over-current protection; sensitivity; manual simulation

对一起变压器保护拒动事故的分析

翟君毅，段利伟，杜世民，曹玲玲
(河南省电力公司平顶山供电公司，河南 平顶山 467001)
junyi1203@sohu.com

【摘要】本文对一起典型电网越级跳闸事故中相关的开关及保护装置进行了详细的实验分析，找出了变压器中、低压侧复合电压闭锁过流保护在故障时不能正确提供复合电压逻辑条件，是导致保护拒动的原因，提出了在中、低压侧复合电压动作回路启动时的逻辑条件增加 5-10s 的延时展宽，以保证高后备保护可以可靠动作的具体解决方案，对杜绝事故的再次发生、提高保护装置可靠性有一定的参考价值。

【关键词】继电保护；拒动；复合电压；过流保护；灵敏度；人工模拟

引言

继电保护是电力系统的重要组成部分,被称为电网的安全屏障,同时又是可能导致事故扩大的根源,它的性能好坏直接影响电网的安全运行。当继电保护装置不能正常工作，或者出现错误时，将直接导致，设备损坏、事态扩大、甚至电网瓦解,给国民经济和人民生活造成严重影响。2009 年发生的一起保护拒动，引起两座 110kV 变电站全站失压，后果严重。本文通过对保护设备的实验分析，还原事故状态,分析原因，找到解决方案，消除缺陷，使设备可靠运行，实现供电企业效益和社会效益实现双赢。

1 事故经过

2009 年 02 月 01 日 23 时 15 分，WG 线路 WG1 开关后备保护距离III段动作跳闸，WG 线路是 T 接线路，连接 110kV FJ 变和 110kV GZ 变，致使 FJ 变和 GZ 变两座 110kV 变电站全站失压。

经巡视发现是 110kV GZ 变一条 35kV 用户线路发生故障，引起 WG1 开关保护距离III段后备保护动作跳闸，故障测距为 WG 线路外故障，经III段延时保护装置正确动作。由于 GG 线路保护跳闸，GG 线路开关拒动。而 GZ 主变的中后备、高后备保护也都没能动作，导致故障越级，使 WG1 保护距离III段跳闸开关动作。

2 初步分析

经调查，35kV 用户线路 WG 发生故障，WG1 开关故障拒动，此时应该 GZ 变#1 主变保护后备保护动作，但开关没动，导致越级，现场操作开关跳合正常，初步

诊断为 GZ 变电站主变保护设备本身出口问题。

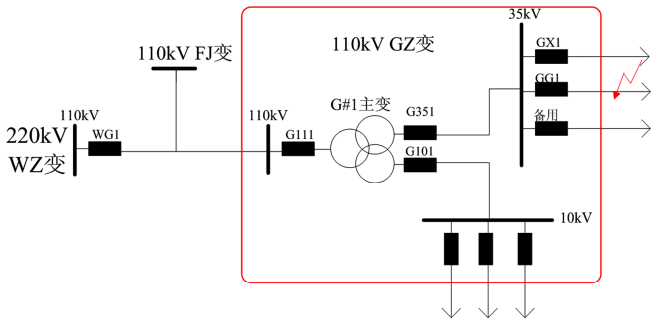

图 1 一次系统图

Fig.1 Primary system diagram

2.1 设备检查

1）2009 年 2 月 1 日 23 点 15 分，GG 线路用户侧发生故障，GG 保护测电流为 I_A=18.04A，15:04:05:223 后加速限时动作、15:04:05:224 后加速过流动作、15:04:05:623 限时电流速断动作，15:04:05:224 断路器失灵动作，保护动作均正确，GG1 由于开关问题未跳开。

2）G#1 主变保护是 ISA 主变保护，检查发现中压侧后备保护动作，高、低压测保护不动，查看其中压侧后备保护报文，该侧 CT 变比为 600/5，保护在 15:04:05:124 时刻采集的电流值为 I_A=18.03A，G#1 主变保护后备保护复合电压过流Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ保护段动作，按照定值复合电压闭锁过流 Ⅰ 段经 2.1s 动作，应跳 350；复合电压闭锁过流 II 段经 2.4s 动作，跳 351；复压Ⅲ段经 2.7 s 动作，应该跳三侧；但三侧开关均未动作.

原理上说，此时即使中压侧开关不动，高压侧后备保护也应该动作的，但高压侧后备保护也没有动作，以至于故障越级，上一级 WZ 变 WG 110kV 线路保护经 3s 后，其距离保护正确动作出口，跳 WG 线路，WGI 保护为许继 WXH-11X 保护，距离Ⅲ段保护是作为 WF 线路的远后备保护，延伸到 GZ 站，以至于 GG 线路故障拒动时，WG1 保护距离Ⅲ段动作，开关跳闸，使 GZ 变、FJ 变两个 T 接的单电源终端站全站失压。

2.2 对G #1 主变保护检查分析

2.2.1 现场测试

经现场测试，我们发现发生故障的 35kV 用户 GG 线路开关有故障，跳闸出口但开关拒动，以至于故障越至 G#1 主变中压侧。测试中压侧后备保护，加故障量至中压侧，中压侧复合电压闭锁过流保护Ⅰ、Ⅱ段均动作，但中后备侧 351 开关未动作；加故障量至高压侧，高压侧复合电压闭锁过流保护Ⅰ、Ⅱ段均动作，但用中压侧电压时，保护不能动作。初步确定为变压器保护装置内部故障。

2.2.2 中压侧后备保护拒动原因

本次中压侧复合电压闭锁过流保护Ⅰ、Ⅱ段动作，但开关没有跳闸。用保护试验装置到现场检测，做试验时，给装置加低电压至电压元件开放，电流加至过流定值，中压侧后备保护装置显示保护正确动作，带开关传动，351 开关没有反应。

用实验线直接沟通跳、合闸回路，351 开关可以跳合，排除开关问题；在装置上回路负极“2”和跳闸回路“37”之间加试验灯，继续做复合电压过流保护，试验灯不亮。说明装置根本没有出口。由于保护装置内部显示、故障报文都正常，用万用表测量至操作箱、至保护本身发现都没有出口，于是怀疑是装置本身出口继电器故障。

2.2.3 高压侧后备保护拒动原因

现场情况为，高后备保护未动作，因此从保护装置上查原因。高后备保护定值检查正确，压板投入正确，未见其他异常。所以我们从试验保护装置动作情况入手。

首先需要说明的是复合电压闭锁过电流保护，也就是复合电压起动的过电流保护。本保护作为相邻元件及变压器内部故障的后备保护，当过流保护的灵敏度不足时，增加复合电压闭锁回路。在不对称性故障出现负序电压时或者对称性故障及三相电压低于某一值时，才开放过流保护，这样过流保护的定值可大大降低，同时也提高了保护的灵敏度[1]。

复合电压元件、电流取自本侧的过流元件二者构成‘与’逻辑后经延时出口。

（1） 复合电压元件由负序电压元件（ $U_2>U_{fx}$）和相间低电压元件（$U_{\Phi\Phi}>U_{fx}$）的‘或’逻辑构成。负序电压元件用来保护不对称短路，相间的低电压元件能够保护三相短路。这两个元件的‘或’逻辑可以反应各种相间短路。此外负序电压经过 Y_N,d 接线变压器转换后，幅值的变化决定于变压器的变比，相位变化 30^0，使用方便。负序电压元件的电压定值按躲过正常运行时的不平衡电压整定，一般定值为（0.06~0.08）倍的二次额定电压。所以对不对称短路灵敏度很高，这是用复合电压的一个最大优点。复合

978-1-935068-23-5 © 2010 SciRes.

电压元件除用本侧复合电压（电压取自本侧的 TV，动作判据为： $U_2>U_{fx}$ ；）外必要时也可用变压器其它各侧（高、中、低三侧 TV，动作判据为：$\min(U_{ab}, U_{bc}, U_{ca})<U_{ddy}$ ；）的复合电压，以上两个条件为“或”的关系。装置在定值单中提供了是否需要复合电压以及是否还需要用其它侧的复合电压的选择控制字。当本侧电压退出（本侧 TV 检修或旁路代路未切换 TV）以及装置发现 TV 断线时对复合电压元件如何处理有一些投退控制字[2]。

（2）过流元件，电流取自本侧的 T_A。动作判据为：Ia, Ib, Ic 三相电流> I_{fg1} 过电流定值，以“或”的关系动作，本保护配置一段两时限，每一时限的跳闸逻辑可通过调试 PC 机整定。

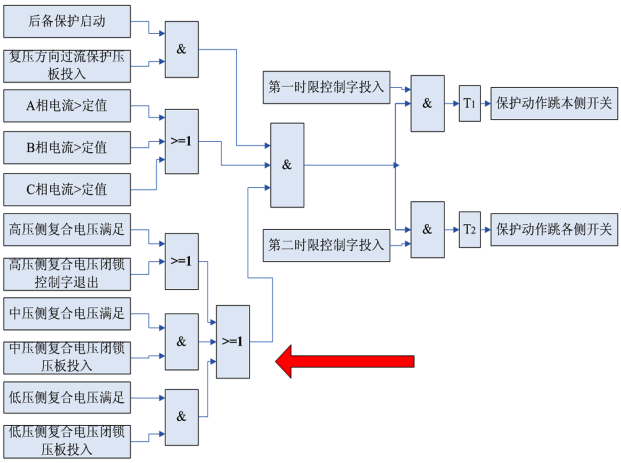

图 2：复合电压闭锁过流保护原理图（高压侧）

Fig.2 Principle diagram of composite voltage lockout over-current protection (high voltage)

采用“或”门逻辑，提高高、中、压侧对低压侧故障的灵敏度。

① 高压侧复合电压闭锁过流保护，设两段。

- 复合电压闭锁过流保护：一个时限跳本侧开关。
- 复合电压闭锁过流保护：第一个时限跳本侧开关；第二个时限跳主变各侧开关。复合电压取高、中、低压侧电压。

② 中压侧复合电压闭锁过流保护，设两段。

- 复合电压闭锁过流保护：第一个时限跳中压侧母联；第二个时限跳本侧开关。
- 复合电压闭锁过流保护：第一个时限跳本侧开关；第二个时限跳主变各侧开关。
- 复合电压取高、中、低压侧电压。

③ 低压侧复合电压闭锁过流保护：设两段。由于可以正确动作，这里不再叙述。

分步试验：高压侧后备复合电压闭锁的投入情况为三侧联用，分以下几种情况分别试验：

- 高、中、低三侧均加正常电压，通入 1.05 倍的过流定值，保护不动作，闭锁可靠；
- 中、低二侧加正常电压，高压侧加入复合电压的动作条件（负序、低电压达到定值），当达到电流定值时，保护正确动作，说明本侧复合电压闭锁过流保护动作正确；
- 高、中二侧加正常电压，低压侧加入复合电压的动作条件（负序电压小于定值、低电压超过定值），当通入 1.05 倍的过流定值，保护不动作，说明保护不正确拒动；
- 高、低二侧加正常电压，中压侧加入复合电压的动作条件（负序电压小于定值、低电压超过定值），当通入 1.05 倍的过流定值，保护不动作，说明保护不正确拒动。

经过试验表明：高后备保护在本侧提供的复合电压闭锁逻辑条件正确，而中低压侧在故障时不能正确提供复合电压逻辑条件，保护不能动作。

因此，逐步排查中、低压侧的复合电压闭锁回路配线，检查无异常配线正确；加复合电压动作条件，监视复合电压逻辑状态，发现其为瞬态不能保持，因此无法和高后备保护正确配合，这是造成高后备保护拒动的真正原因。

人工模拟中，低压侧复合电压动作条件，高后备保护加动作电流，保护可靠动作，并做传动试验，I 时限跳分段，出口正确动作，II 时限跳 111 开关，可靠跳闸，III时限跳 G#1 主变三侧，三侧均正确动作。因此如何使中低压侧正确提供复压动作条件是处理问题的关键。

3 制定对策

与厂家一起对所有 ISA 变压器保护进行如下技术改造：

1）更换备用出口继电器，中压侧复合电压闭锁过流保护可靠动作 。

2）对中低压侧复合电压动作回路启动时的逻辑条件增加 5~10s 的延时展宽（如图 3），以保证高后备保护可靠动作。

改进后复合电压闭锁过流保护原理图如下：

3）建议运方组重新校验此类主变保护在中、低压侧短路时，高后备保护的灵敏度。

4 结论

通过以上三点对策的实施，人工模拟中、低压侧复合电压动作条件，高后备保护加动作电流，保护可

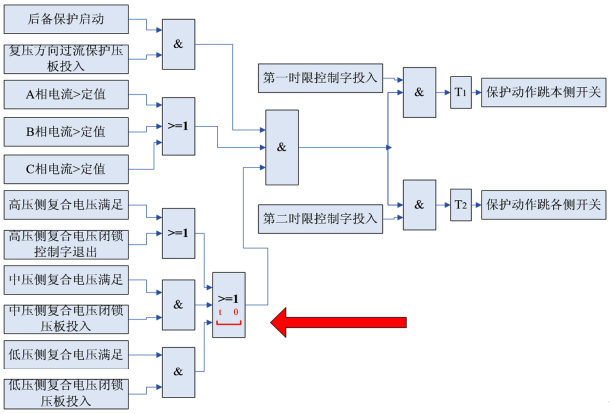

图 3 改进后原理图

Figure.3 Improved principle diagram

靠动作，并做传动试验，I 时限跳分段，出口正确动作，II 时限跳 111 开关，可靠跳闸，III时限跳 G#1 主变三侧全跳，三侧均正确动作。中低压侧故障时，能正确提供复压动作条件，做传动试验，保护可靠动作。

本文通过实验分析找出了的设备缺陷，其思路及方法为以后此类的问题解决有一定的借鉴。提出方案的实施，从根本上杜绝此类事故的再次发生，提高继电保护装置的可靠性，确保电网安全稳定运行，实现了多供少损的供电方针，收到良好的社会效益。

References (参考文献)

[1] Wang Mmeiyi.Power Grid Relay Protective[M].China Electric Power Press.2000:1-10
王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京：中国电力出版社，1999.
[2] Nanjing NARI-relays Electric Co.,Ltd. Transformer Protection Manual[M].2001.
南京南瑞继保电气有限公司变压器保护说明书[M]. 2001

978-1-935068-23-5 © 2010 SciRes.