

一起主变中后备保护动作事件案例分析

代希雷¹, 张 港²

(1. 国网浙江省电力有限公司丽水供电公司, 浙江 丽水 323000;
2. 国网江苏省电力有限公司海安市供电分公司, 江苏 海安 226600)

摘要 受雷电天气影响, 某 220kV 变电站 110kV 古万 1689 线保护动作, 开关未跳闸, 造成 #1 主变中后备保护动作, 110kV 母联开关跳闸、#1 主变 110kV 开关跳闸。相关人员进行了 110kV 古万 1689 线保护装置带开关传动试验、#1 主变开展油化试验、110 千伏古万 1689 线开关机构试验及端子箱分闸回路摇绝缘试验, 重启了保护装置, 并对古万 1689 线出口插件板进行检查, 初步判定为保护装置偶发性故障。

关键词 中后备保护; 偶发性故障; 主变

中图分类号: TM4

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)10-0097-03

变压器是电力系统中重要的设备之一, 承担着电压转换、电能分配等重要任务。然而, 在运行过程中, 变压器可能会发生各种故障, 如短路、过载等, 这些故障会对整个电力系统产生严重影响。因此, 对变压器进行有效的保护至关重要。变压器后备保护是变压器保护的重要组成部分, 它能够在变压器发生故障时及时切断电源, 以防止故障扩大, 保障电力系统的稳定运行。变压器的后备保护既可以作为变压器瓦斯保护和本体差动保护的后备, 也可以对外部故障引起变压器的过电流起到保护作用, 作为变压器各侧母线以及相邻出线的远后备保护^[1]。由于线路故障概率比较大, 如果故障线路的保护装置或断路器拒动, 将使变压器通过较大的故障电流而不能切除故障^[2]。主变后备保护动作, 将切除故障电流, 有利于电力系统稳定^[3]。

1 变压器保护要点分析

1.1 变压器后备保护概述

当变压器发生故障时, 回路上的保护装置会发出瞬时信号, 断开回路开断元件, 这个动作的保护就是主变保护。当主保护因多因素影响而没有相应动作, 并且依据各回路要求, 在很短延时时间后, 后备保护装置将启动, 跳开故障回路, 后备保护反应变压器外部故障。为确保电力变压器在相邻元件及内部故障时得到备用保护, 需安装外部接地、过电流保护和中性点过电压保护等装置。这样一来, 即使主保护失效, 后备保护也能及时作用, 以保障设备和人员的安全。

后备保护的经营范围包括变压器本身、供电回路以及连接在回路上的负荷设备。后备保护包括多种类型的

保护装置, 如阻抗保护、低电压过流保护、复合电压过流保护和过流保护。这些保护装置能够监测变压器的过流情况, 但不同类型的保护装置灵敏度存在较大差异。

1.2 后备保护类型

变压器后备保护主要用于在主保护(如差动保护)未能及时动作或误动作时, 能够及时切断故障电源, 以减轻故障对变压器的损害。后备保护的种类较多, 常见的有低电压保护、过电流保护、阻抗保护等^[4]。

(1) 低电压保护。当变压器电源侧发生故障导致电压降低时, 低电压保护能够及时切断电源, 以防止变压器过负荷运行。(2) 过电流保护。当变压器负荷侧发生故障导致电流过大时, 过电流保护能够通过跳开断路器来切断电源, 以保护变压器和其他设备的安全。(3) 阻抗保护。阻抗保护是一种基于阻抗元件的保护方式, 能够在变压器内部发生故障时快速切断电源。

1.3 差动保护

变压器差动保护是变压器保护的一种重要类型。基于电路的基尔霍夫电流定律, 即对于一个电路, 任意时刻流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和。在变压器差动保护中, 通过将变压器两侧的电流互感器接入电路, 并比较两侧的电流大小和相位, 来判断变压器是否发生故障。当变压器正常运行时, 流入差动继电器的电流为零, 即两侧的电流大小相等、相位相反。当变压器内部发生故障时, 故障电流会流过差动继电器, 触发差动保护动作, 切断变压器电源。差动保护具有以下优点: (1) 反应灵敏。差动保护能够

快速反应变压器内部故障,保证故障切除时间短,减小故障对变压器和电力系统的损害。(2)具有良好的选择性。差动保护仅在变压器内部发生故障时才会动作,不会受到其他设备故障的影响。(3)可靠性较高。差动保护的原理简单,易于实现,且不易受系统运行方式和负荷变化的影响。但是在实践过程中发现,差动保护也存在一些局限性,例如易受互感器误差和不平衡电流的影响等。因此,在实际应用中,需要结合变压器的具体情况和运行要求,选择适合的后备保护方案。

2 研究背景

在电力系统中,主变设备是承担电能传输和变换的重要设备之一。为了保证主变的正常运行,通常会安装相应的保护装置,以防止设备故障和电网故障对主变造成损坏^[5]。然而,在实际运行中,偶尔会发生保护动作事件,这需要对事件进行分析和处理,以找出事件的根本原因,并采取相应的措施进行改进。

3 故障前运行方式

某变电站220千伏、110千伏为双母线接线方式,35千伏为单母分段接线方式。故障前1#主变和2#主变220千伏和110千伏侧并列运行,35千伏侧分裂运行,1#主变中性点接地。

据气象站在故障时段观测的气象数据,04时至06时期间,故障区域天气情况为:雷雨天气,气温在26℃~35℃间,东南风5级,相对湿度68%RH,降水量29mm。

4 故障过程及保护动作情况

05时46分13秒156毫秒,古万1689线相间距离I段出口,故障电阻为 $0.26+j0.669$ 欧,故障测距为7.69km,零序II段出口,零序电流为28.272A。

4.1 故障时保护动作第一阶段

通过对故障录波图进行深入研究发现,在05时46分13秒134毫秒,古万1689线发生A、B相接地故障,A相故障电流为17.854A,B相故障电流为18.720A,零序电流为17.306A。但是古万1689线开关没有跳开,导致故障电流一直存在,并在05时46分13秒783毫秒,故障由A、B两相接地短路演变为三相短路。

4.2 故障时保护动作第二阶段

05时46分15秒826毫秒,1#主变110kV后备保护1时限动作,跳开110kV母联开关,05时46分16秒145毫秒,1#主变110kV后备保护2时限动作跳开1#主变110kV开关,故障切除。

5 现场检查情况及处理过程

5.1 现场检查情况

110千伏古万1689线路25#塔A、B两相均有雷电烧伤痕迹,保护测距约7.69km。

110千伏古万1689线断路器型号为3AP1-FG,生产厂家为杭州西门子开关有限公司。经现场检查,开关机构内部接线无松动,开关端子箱接线无松动,无进水情况。

5.2 原因分析

1. 对110kV古万1689线的保护装置进行了带开关传动试验,并在开关端子箱进行了对分闸回路跳闸线圈的电位监视。在前五次传动试验中,保护装置发生了两次保护动作。然而,经过对137端子的电位监视发现,跳闸线圈未收到正电位,导致110kV古万1689线路断路器未进行分闸。随后进行了六七十次试验,保护装置均能正确动作并实现开关的跳闸,同时重合闸也能正确合上开关。因此初步怀疑出现了保护装置的偶发故障。

2. 对1#主变开展油化试验,试验结果合格。

3. 对110千伏古万1689线开关机构开展试验及对端子箱分闸回路摇绝缘,结果均正常。

4. 重启保护装置、对古万1689线出口插件板进行检查,未发现异常。

5.3 事故后处理

1. 进行快速故障检测。为尽快消除隐患,保障正常供电,现场更换古万1689线路保护的跳闸出口插件,并进行10次以上传动试验,传动试验均合格后,于8月23日凌晨1点38分恢复古万1689线路运行。在保护装置发生故障时,应迅速进行故障检测。可以通过装置本身的自诊断程序或人工检查方式进行。一旦发现故障,应立即启动故障处理程序。

故障检测阶段确认有故障发生后,立即将故障装置隔离,这样可以避免故障扩大,影响其他设备的正常运行。在进行装置隔离时,应遵循安全操作规程,确保操作过程的安全性。

2. 故障诊断与修复。在装置隔离后,需要进行详细的故障诊断。这包括对故障装置进行全面的检查、分析,找出故障原因。故障诊断需要具备丰富的专业知识和实践经验,以便准确判断故障原因。在修复过程中,应确保装置的安全性和稳定性,同时尽量减少对电力系统的影响。在修复过程中,应遵循安全操作

规程, 确保维修人员的安全。

3. 检验装置。修复完成后, 需要对装置进行检验, 以确保其正常运行。检验包括功能测试、性能测试和外观检查等。只有在确保装置各项功能正常后, 才能将其重新投入电力系统。

4. 分析记录与故障汇报。在故障处理过程中, 应对故障相关信息进行详细记录, 包括故障发生时间、故障现象、故障诊断结果、修复过程等。通过对这些信息进行分析, 可以找出故障的根本原因, 从而为预防类似故障的再次发生提供依据。在故障处理完成后, 应编写故障处理报告。报告应包括故障处理的整个过程、相关记录和分析结果。通过报告汇报, 可以让相关部门了解故障情况, 为后续工作提供参考。

6 保护装置偶发故障优化与改进措施

6.1 硬件与软件优化

6.1.1 硬件

选用经过严格筛选和测试的元器件, 从源头上保证硬件的可靠性。对于关键部件, 如 CPU、通信接口等, 应设计硬件冗余机制, 确保在故障发生时能够快速切换到备用设备。合理设计电路, 降低元器件之间的电磁干扰, 提高硬件整体的稳定性。

6.1.2 软件

增加软件容错机制, 通过设计有效的容错算法, 能够在软件故障发生时及时发现和恢复, 保证软件的正常运行。增加软件测试环节, 对软件进行全面、细致的测试, 提前发现并修复潜在的软件故障。同时, 在软件系统中, 加入自诊断程序, 实时监测软件运行状态, 发现异常立即报警并采取相应的处理措施。

6.2 变压器后备保护的注意事项

为保证变压器后备保护的有效性和可靠性, 需要注意以下几点:

1. 选择合适的后备保护方式。应根据变压器的具体运行要求和负荷情况, 选择适合的后备保护方式。

2. 定期检查后备保护设备。在正常运行过程中, 应定期检查后备保护设备的运行状态, 发现问题及时处理。

3. 定期校准后备保护设备。为了保证后备保护设备的准确性和可靠性, 应定期进行校准实验。

4. 注意操作安全。在进行切断电源操作时, 应严格按照操作规程进行, 以保证操作安全。

5. 加强日常维护。应加强对后备保护设备的日常

维护, 保证其正常运行。

6. 进一步完善 110 千伏、220 千伏开关拒动、误动处置措施, 规范处置断路器异常时处置流程。

7. 加强设备检测, 要求保护厂家加强设备质量把控, 避免因为保护装置偶发性故障造成故障时断路器无法跳闸异常事件发生。

6.3 闭锁元件需引入跳闸位置接点

闭锁元件是一种常见的电气元件, 它在电路中起到了重要的作用。它可以防止在某些情况下电路意外关闭或打开, 从而保证电路的安全运行。闭锁元件的引入使得电路的控制更加灵活和可靠。闭锁元件可以确保跳闸位置接点只能在特定条件下打开或关闭, 通常用于控制电路的跳闸位置接点。跳闸位置接点是一种用于控制电路的开关, 通常用于断开或闭合。这样可以避免因操作失误或其他意外情况导致电路关闭或打开, 从而保证电路的安全运行。闭锁元件通常包括两个部分: 闭锁电磁铁和闭锁开关。闭锁电磁铁是一种具有电磁性质的设备, 它可以通过电流的流动产生磁场, 从而控制闭锁开关的状态。闭锁开关是一种特殊设计的开关, 它只能在闭锁电磁铁产生磁场的情况下打开或关闭。当闭锁电磁铁产生磁场时, 闭锁开关才能被操作, 否则它将保持在原来的状态。

7 结语

综上所述, 本文以后备保护动作为例, 分析该变电站发生故障主要原因。研究表明, 变电站主要出现保护装置偶发性故障。通过跳闸位置接点融入闭锁元件以及优化硬件与软件, 从而提升变电站运行安全性与稳定性, 具有较强的实用性。

参考文献:

- [1] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理增订版 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [2] 张静波, 王新彤, 肖志国. 预防变压器外部短路冲击损坏事故的措施 [J]. 电网技术, 2008, 32(24): 101-104.
- [3] 潘贞存, 王葵, 杜世双, 等. 中低压母线加装专用继电保护的必要性和几种方案的探讨 [J]. 电网技术, 2002, 26(09): 75-77.
- [4] 张山, 陈维江, 李成榕, 等. 变电站 10KV 进线保护段研究 [J]. 电网技术, 2007, 31(01): 71-74.
- [5] 刘桂林, 马静辉. 变压器后备保护拒动事故原因分析及对策 [J]. 电力系统自动化, 2013, 37(03): 129-133.