

220 kV 变电站主变压器重瓦斯保护动作事故分析

罗贤举

(玉林供电局, 广西 玉林 537000)

摘要: 针对某 220 kV 变电站主变压器重瓦斯保护受到 110 kV 线路保护故障干扰的误动行为, 详细介绍了事故的经过, 充分利用从该变电站收集到的包括线路保护装置、主变压器非电量保护装置以及故障录波装置的录波报告, 对主变压器重瓦斯保护、110 kV 线路保护的動作时序和故障录波报告进行详细分析, 同时通过对一、二次设备进行事故后细致检查、试验, 得出了造成此次主变压器重瓦斯保护误动的主要原因, 提出了相应的防范和整改措施。分析过程具有一定的借鉴价值。

关键词: 重瓦斯保护; 一次设备; 二次设备; 干扰

Abstract: According to the malfunction of heavy gas protection of one 220 kV main transformer caused by the interference of one 110 kV line protection malfunction, the process of the accident is introduced in detail. Using the recording reports of line protection device, non-electricity protection device of main transformer and fault recorder collected from the substation, the heavy gas protection of main transformer, time sequence of 110 kV line protection actions and the fault recorder report are analyzed in detail. The primary equipment and secondary equipment are also inspected and tested carefully after the malfunction. Then, the main reasons that caused the malfunction of heavy gas protection are given, and the relevant prevention measures and solutions are presented. The analysis process has some value for reference.

Key words: heavy gas protection; primary equipment; secondary equipment; interference

中图分类号: TM771 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2011)01-0077-03

0 引言

2009 年 8 月 12 日 16:25, 某 220 kV 变电站 1 号主变压器重瓦斯保护动作, 切除了 1 号主变压器 10 kV 侧 901 开关。16:36, 经调度下令, 值班员合上 1 号主变压器 10 kV 侧 901 开关, 8 月 12 日 17:00, 事故喇叭响, 后台机发出“1 号主变压器本体重瓦斯动作”、“901 开关出口跳闸”, 但经值班员现场检查, 901 开关在合闸位置。

1 事故前变电站的运行方式

220 kV 某变电站有 1 台 220 kV 主变压器, 2 条 220 kV 线路, 110 kV 线路若干, 10 kV 线路若干。事故前, 220 kV 双母线并列运行, 2053 开关、1 号主变压器 220 kV 侧 2001 开关运行在 I 母, 2052 开关运行在 II 母; 110 kV 双母线并列运行, 1 号主变压器 110 kV 侧 101 开关运行在 I 母, 110 kV PS 线 107 开关运行在 II 母; 10 kV 单母分段运行, 1 号主变压器 10 kV

侧 901 开关运行在 I 段。

2 事故经过及处理情况

2.1 事故发生经过

(1) 2009 年 8 月 12 日 16:25, 事故喇叭响, 主控室后台机发出“1 号主变压器本体重瓦斯动作”、“107 开关保护跳闸”、“901 开关出口跳闸”、“107 开关重合闸动作”, 运行人员检查 1 号主变压器保护屏, 发现本体保护装置发出“本体信号”、“本体跳闸”信号, 10 kV 操作箱出现“保护跳闸”信号, 110 kV PS 线 107 开关保护装置显示“保护跳闸”、“重合闸”信号, 运行人员现场检查, 发现 901 开关在分闸位置, 107 开关、2001 开关、101 开关在合闸位置, 检查 10 kV 设备未发现异常, 检查 1 号主变压器本体未发现异常, 瓦斯继电器未发现气体。故障信息显示: 110 kV PS 线 107 开关零序 II 段动作, U、W 两相接地故障, 故障距离 13.18 km。当时天气为雷雨天气。

(2) 2009 年 8 月 12 日 16:36, 调度下令合上 1 号主变压器 10 kV 侧 901 开关。16:38, 变电站值班员

合上 901 开关。

(3) 2009 年 8 月 12 日 17:00, 事故喇叭响, 后台机发出“1 号主变压器本体重瓦斯动作”、“107 开关保护跳闸”、“901 开关出口跳闸”、“107 开关重合闸动作”, 检查 1 号主变压器保护屏, 发现本体保护装置发出“本体信号”、“本体跳闸”, 10 kV 操作箱无信号, 107 开关保护装置显示“保护跳闸”、“重合闸”信号。

现场检查 107 开关在分闸位置, 901 开关、2001 开关、101 开关在合闸位置, 检查 10 kV 设备未发现异常, 1 号主变压器本体未发现异常, 瓦斯继电器未发现气体。故障信息显示: 110 kV PS 线 107 开关距离 I 段动作, W 相接地故障, 故障距离 5.18 km。当时天气为雷雨天气。

2.2 检查处理情况

(1) 2009 年 8 月 12 日 20:10 检修人员到达现场, 对设备进行检查处理。

① 对一次设备检查处理: 初步检查主变压器和其连接出线的设备外观, 未发现异常, 瓦斯继电器无气体。因当时 1 号主变压器 10 kV 侧 901 开关已恢复运行, 加上正在下大雨, 没能对主变压器进行停电检查、试验, 1 号主变压器在运行状态。

② 对二次设备检查处理: 核对保护装置的保护信息与运行记录一致, 初步核对二次接线无异常。因当时 1 号主变压器已运行, 没能对 1 号主变压器保护进行检查、校验。

(2) 8 月 13 日 12:10, 天气稍晴, 1 号主变压器由运行转检修, 检修人员第二次到现场, 对事故原因进行调查, 对 1 号主变压器及其保护装置进行检查、试验。

① 一次设备检查、试验情况: 外观检查, 主变压器本体和各连接线外观正常, 瓦斯继电器无气体、无放电痕迹; 对主变压器本体油取样色谱分析, 未发现异常; 对 901 开关进行了回路接触电阻、开关动作特性、绝缘电阻和交流耐压试验, 均在合格范围, 未发现异常; 该变电站地网测试记录情况: 地网导通测试时间为 2008 年 3 月 23 日, 导通良好; 地网接地电阻测试时间为 2005 年 3 月 8 日, 阻值 0.49Ω (设计要求值 $\leq 0.77 \Omega$)。结论: 未发现 1 号主变压器及 901 开关异常, 可投入运行。

② 二次设备检查、试验情况: 检查主变压器非电量保护二次接线, 现场与图纸相符; 检查主变压器本

体瓦斯继电器内无气体, 接点动作可靠, 模拟瓦斯继电器动作能可靠跳主变压器三侧开关; 检查非电量保护控制电缆芯对芯和芯对地绝缘, 绝缘电阻大于 $500 \text{ m}\Omega$, 绝缘良好; 检查主变压器保护控制电缆屏蔽层两端接地良好; 在主变压器本体重瓦斯启动回路接入 200 ms 的干扰脉冲, 动作情况如表 1。

表 1 干扰脉冲对重瓦斯保护的影响情况

序号	干扰脉冲值 /V	干扰脉冲时间 /ms	信号继电器动作情况	开关跳闸情况
1	78	200	动作	未动作
2	80	200	动作	未动作
3	96	200	动作	901 跳闸
4	104	200	动作	2001B 相跳闸
5	106	200	动作	2001W 相、101 跳闸
6	112	200	动作	2001U 相跳闸

备注: 后台信号及录波开关均接瓦斯继电器动作信号继电器接点, 而不是出口继电器接点。

3 事故原因分析

(1) 故障原因分析^[1]: 2009 年 08 月 12 日 16:25, 110 kV PS 线 107 开关零序 II 段保护动作跳闸, U、W 相接地故障, 重合成功。2009 年 08 月 12 日 17:00, 110 kV PS 线 107 开关距离 I 段保护动作跳闸, W 相接地故障, 重合不成功。PS 线两次故障在主变压器本体重瓦斯启动回路上出现了干扰, 结合故障录波和模拟加压进行分析, 第一次干扰源是出现在 PS 线第一次故障启动后 290 ms 左右, 第二次干扰源是出现在是 PS 线第二次故障启动后 200 ms 左右, 时间上可比性不大。第一次故障电流持续的时间为 1000 ms 左右。第二次故障电流持续的时间为 200 ms 左右。并且第一次故障为 U、W 接地故障, 故障电流为第二次 W 相接地故障电流的 2 倍左右。无论是从时间上还是从强度上来说第一次都要比第二次来得更强烈, 也就是说第一次干扰的强度要大, 干扰脉冲的幅值刚好在 96 V 至 104 V 之间, 致使 1 号主变压器本体重瓦斯信号继电器动作掉牌和 901 开关跳闸。第二次干扰脉冲的幅值在 96 V 以下, 只是造成本体重瓦斯信号继电器动作掉牌, 没有造成开关跳闸。由以上分析可得出 1 号主变压器保护重瓦斯动作跳 901 开关动作, 是因为受到 110 kV PS 线接地故障的干扰, 非电量保护用的电缆芯产生暂态电压, 使重瓦斯保护误动^[2-5]。

(2)干扰源成因分析:变电站的干扰是复杂多变的,很难像拿出故障录波来证明故障电流的存在一样有力的证据来证明干扰的存在。但是可以通过现象去分析和判断。①保护人员对主变压器本体重瓦斯启动跳闸回路进行了认真检查排除了回路接线错误的可能性。②干扰是在 110 kV 母线流过故障电流时出现,而非电量保护控制电缆刚好处在 110 kV 母线底下电缆沟。当 110 kV 母线流过故障电流时将在母线周围产生磁场,对周围的回路进行切割产生感应电,致使非电量保护用的电缆芯产生暂态电压,使重瓦斯保护误动作。③第一次和第二次故障主变压器本体重瓦斯动作的情况也不同,第一次是信号掉牌及跳 901 开关。第二次只是信号掉牌,与两次故障电流的大小有着一定的联系。假如是回路有错误,应该不会出现前后不同的情况。

4 技术整改措施

(1)更换非电量保护出口继电器插件,因为出口继电器动作电压不满足规程要求(规程要求经长回路的出口继电器的动作电压要求大于 50%额定电压小于 70%额定电压)。

(2)做好控制电缆的屏蔽层接地。

(3)更换插件后,按照新投运设备的要求,继电保护人员重新对非电量保护装置做全面的检验,尤其

(上接第 45 页)

采用自同期合闸可行性越高,多个分布式电源接入系统,除距离变电所低压母线最近的分布式电源冲击电流较大,不推荐采用自同期合闸外,其余位置的 DG 都适合采用自同期合闸;

(2)对于逆变型分布式电源,并网逆变器很关键,电流瞬时值反馈可以实现合闸并网条件;

(3)采用“后加速”方式时,从技术的角度是可以实现的,但将使配电网的保护变得复杂。

4 结 论

分布式电源接入配电网后势必会改变配电网的拓扑结构和潮流方向,使原来简单的单电源辐射型网络变成复杂的多电源网络。现有的基于单端电源系统设计的配电系统保护和自动重合闸装置也必须

是干扰脉冲对主变压器重瓦斯保护影响的试验,并进行开出传动试验。检验合格后,非电量重瓦斯保护方可投入运行。

5 结 论

本次重瓦斯保护动作是受到 110 kV PS 线接地故障的干扰,非电量保护用的电缆芯产生暂态电压而引起的。对本次特殊故障情况下保护动作行为的分析,有益于今后类似故障情况下保护动作行为的快速准确判断,具有一定的借鉴价值。

参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型故障分析 [M]. 北京:中国电力出版社, 2001.
- [2] 王梅义. 电网继电保护应用 [M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [3] 李火元. 电力系统继电保护与自动装置 [M]. 北京:中国电力出版社, 2001.
- [4] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护技术问答(第二版) [M]. 北京:中国电力出版社, 1999.
- [5] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编(第二版) [M]. 北京:中国电力出版社, 1999.

(收稿日期: 2010-09-09)

做出相应的调整,否则由于分布式电源的存在必定使保护出现拒动、误动等问题,影响保护的选择性和灵敏性,甚至对配电系统及设备的安全稳定运行造成破坏。

参考文献

- [1] 朱成章. 发展直燃式空调机对电力工业的作用 [J]. 华东电力, 2000, 28(5): 27-28.
- [2] 孙福杰,何俊佳,邹积岩. 基于重合器和分段器的 10 kV 环网供电技术的研究及应用 [J]. 电网技术, 2007, 24(7): 33-36.
- [3] 袁超,吴刚. 分布式发电系统继电保护技术 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(2): 100-102.
- [4] 谢昊,卢继平. 重合闸在分布式发电条件下的应用分析 [J]. 重庆大学学报:自然科学版, 2007(2): 30-33.

(收稿日期: 2010-10-15)