

[变压器]

一起合并单元故障引起的主变压器动作事故分析

文/国网安徽省安庆供电公司 吴薇 余志林 杜家伟 张仁标 吴周长

结合近年来智能变电站的实际运行情况，分析了一起220 kV变电站的主变压器低压侧合并单元故障引起的主变压器保护动作的事故。通过对一次设备、波形和主变压器故障录波器的分析，阐述智能变电站合并单元在其运行过程中存在的异常问题，并提出相应的解决方法。

随着智能变电站的发展以及IEC 61850协议的推广，目前安徽省智能变电站已经开始大量新建和改造。智能变电站与传统变电站的一个首要区别是在过程层增加了合并单元、智能终端等设备，实现了一次设备的智能化。合并单元作为电压量、电流量的采集设备，主要用来对一次互感器传输过来的电气量进行合并和同步处理，并将处理后的数字信号按照特定格式传输给间隔层相关设备使用的装置，在一定程度上实现了过程层数据的共享和数字化。

合并单元故障可能引起其输出的采样值报文与实际值不相符，从而导致继电保护误动拒动等问题。本文针对某220 kV变电站主变压器保护动作的事故进行分析，通过对一次设备的波形主变压器故障录波器的分析，阐述智能变电站合并单元运行过程中存在的异常问题，并提出相应的解决方法。

事故前电网运行方式

某220 kV智能变电站一次接线图如图1所示，该站已有1台180 MV·A 有载调压三相自耦变压器，220 kV侧已建出线3回（4865线、2841线和2842线），采用单母线接线；110 kV侧前期工程已建出线9回（571线、573线、574线、575线、576线、579线、580线、581线和582线），采用双

母线接线；35 kV侧已建出线8回（312线、313线、314线、315线、316线、321线、322线和323线），采用单母线分段接线。

I #主变压器110 kV侧：I #主变压器501带110 kV I、II段母线运行，母联500在合位。

I #主变压器35 kV设备侧：I #主变压器301带35 kV I、II段母线运行。

该站的主变压器独立配置差动保护和后备保护，且差动保护和后备保护配套的合并单元也是独立配置的。双重化配置的AB两套保护的电压采样值、电流采样值应采各自独立的合并单元，双重化配置的合并单元应采用互感器的两组次级。合并单元除应为本期保护设备提供足够的接口，还应为继电保护设备预留一定数量的备用接口。双重化配置的两套保护的跳闸回路与两个一次设备智能终端一一对应，两个智能终端与断路器的两个跳闸线圈也应一一对应。

故障时保护动作情况

2014年10月5日13时04分20秒，I主变压器保护B柜差动保护动作，跳开主变压器高中低三侧开关。故障相别AB，故障时间5 205 ms，各相差动回路电流分别为 I_{da} —1.175 A、 I_{db} —1.135 A、 I_{dc} —1.235 A（差动保护起动电流定值为0.5 I_c ）。



2 205 kV、1 105 kV、355 kV各线路保护均未发现故障起动报告。

2014年10月5日14时，接到某 220 kV 智能变电站 I 号主变压器保护动作跳闸通知，检修工区立即组织技术人员前往该智能变电站进行相关试验及检查。

在对主变压器B套保护检查过程中,发现主变压器保护低压侧电流采样值间歇性地发生变化,即低压侧三相电流采样值在 $0.1 \sim 5$ A不停地跳跃(主变压器本体及三侧开关在检修状态),低压侧母线电压采样值为零(母线有电压,A套保护显示正常),且B套主变压器故障录波器频繁启动录波。主变压器B套保护低压侧电流采样值变化情况如图2所示,采样值不停地发生变化。



A套保护的电压和电流波形形态完整、对称，与主变压器各侧实际负荷电流一致，无异常，未见故障电流，故A套主变压器保护未动作，如图3所示。

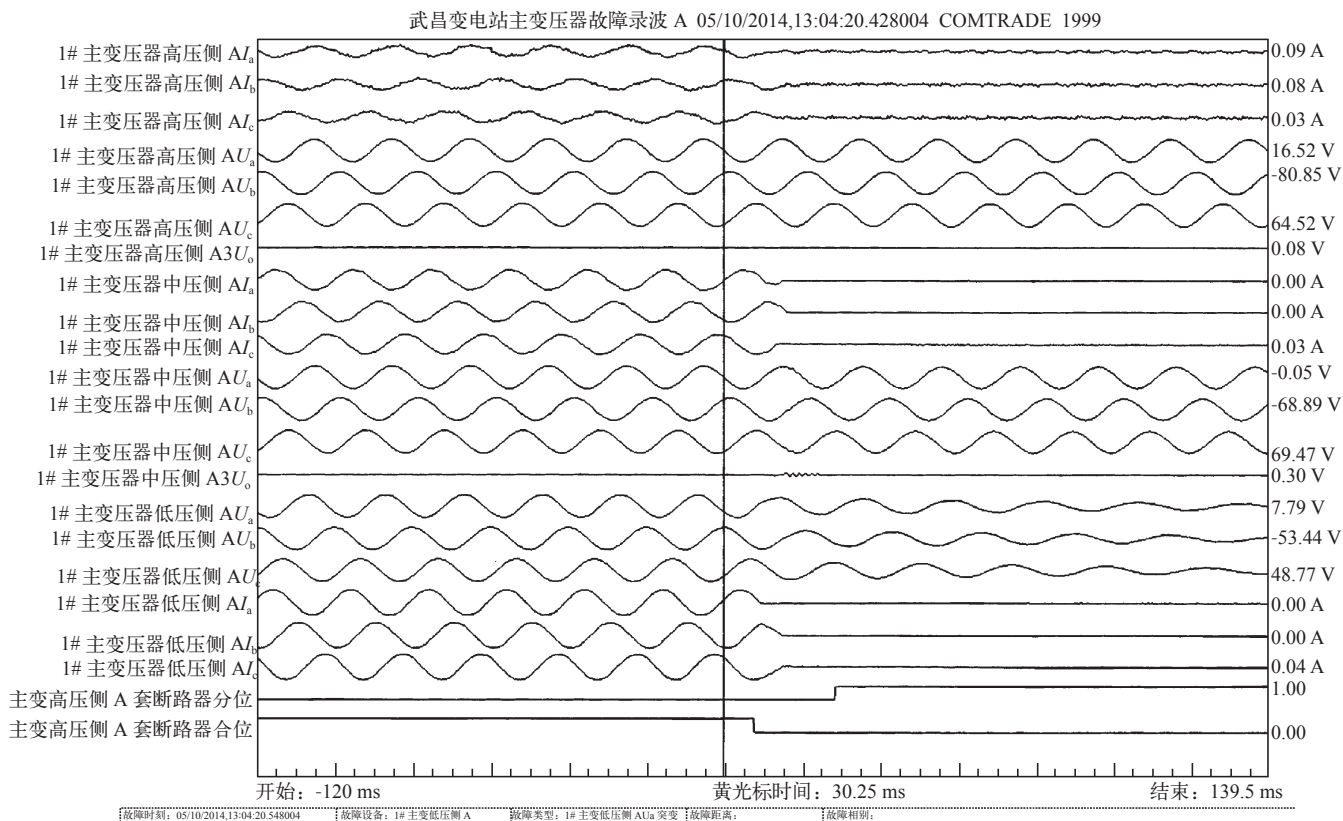


图3 A套保护电压电流波形

(2) 主变压器跳闸时B套保护电压电流波形数据 (13时4分18秒)

B套保护的高压侧和中压侧电压和电流波形形态完整、对称,与主变压器各侧实际负荷电流一致,但低压侧电压、电流波形发生严重畸变,为尖顶高频脉冲波形,频率达到1 500 Hz,因此造成B套主变压器差动保护回路产生较大的差流,导致差动保护动作。

因主变压器B套保护和主变压器B套故障录波器均受到来自主变压器35 kV 301开关合并单元传送的电压电流异常变化量,基本可以确定造成主变压器B套差动保护误动的原因因为301开关合并单元处于异常运行状态引起的。

(3) 主变压器跳闸前后故障录波器记录的低压侧合并单元电压、电流波形情况

1) 10月5日12时32分,低压侧合并单元传送电压、电流波形(图略)。低压侧电压、电流采样值降为零。

2) 10月5日12时36分,低压侧合并单元传送电压、电流波形。低压侧电压、电流采样出现干扰波,如图4所示。

3) 10月5日12时49分,低压侧合并单元传送电压、电流波形(图略)。低压侧电压、电流采

样干扰波继续加剧。

4) 10月5日12时53分,低压侧合并单元传送电压、电流波形(图略)。低压侧电压、电流采样干扰波越来越强。

5) 10月5日13时04分,低压侧合并单元传送电压、电流波形。低压侧电压、电流采样与高压侧电压波形对比,如图5所示,这是故障前2 s时的低压侧电流和电压波形。

6) 10月5日13时4分28秒(主变压器三侧开关跳闸后),低压侧合并单元传送电压、电流波形,图略。

通过以上故障录波器数据分析可知,10月5日12时32分52秒,低压侧B套保护合并单元开始出现异常,且随时间推移异常情况逐步加重,最后导致主变压器B套差动保护动作跳闸。

检修工区人员到达现场后,在不改变设备原始状态情况下,断开了合并单元的外部交流回路,通过继电保护测试仪对合并单元施加额定电流1 A进行通流试验,合并单元输出的电流波形与故障时波形相似。检修人员对装置的CPU 插件进行重启,随后再加入额定电流,异常的波形依然存在。最后将采集插件进行带电插拔,再次加入额定电流,合并单元输出的数据却恢复了正常。

经过厂家及建设单位分析测试,造成合并单元

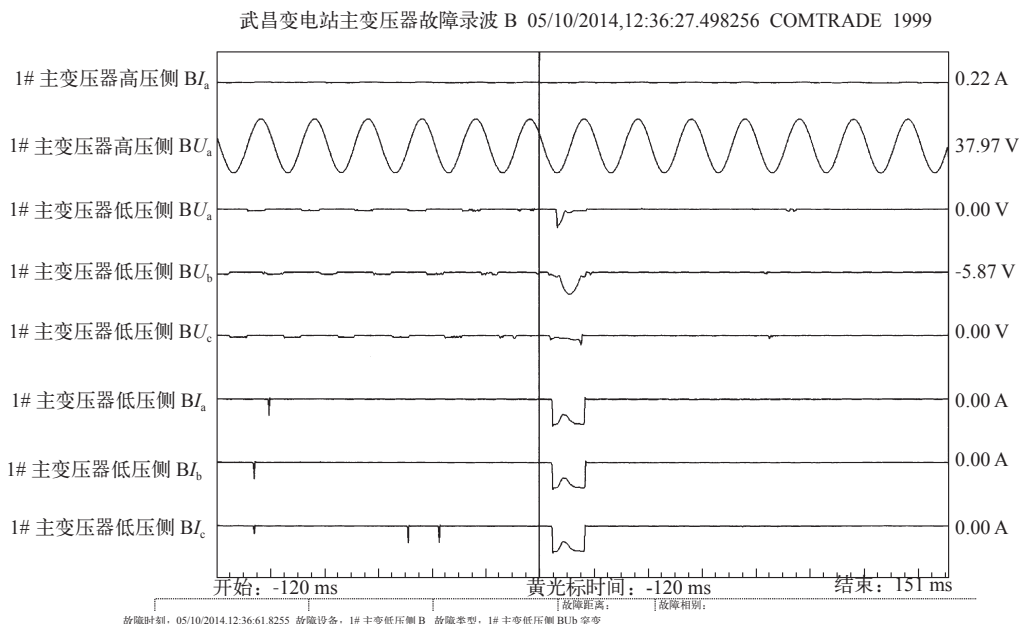


图4 B套保护电压电流波形

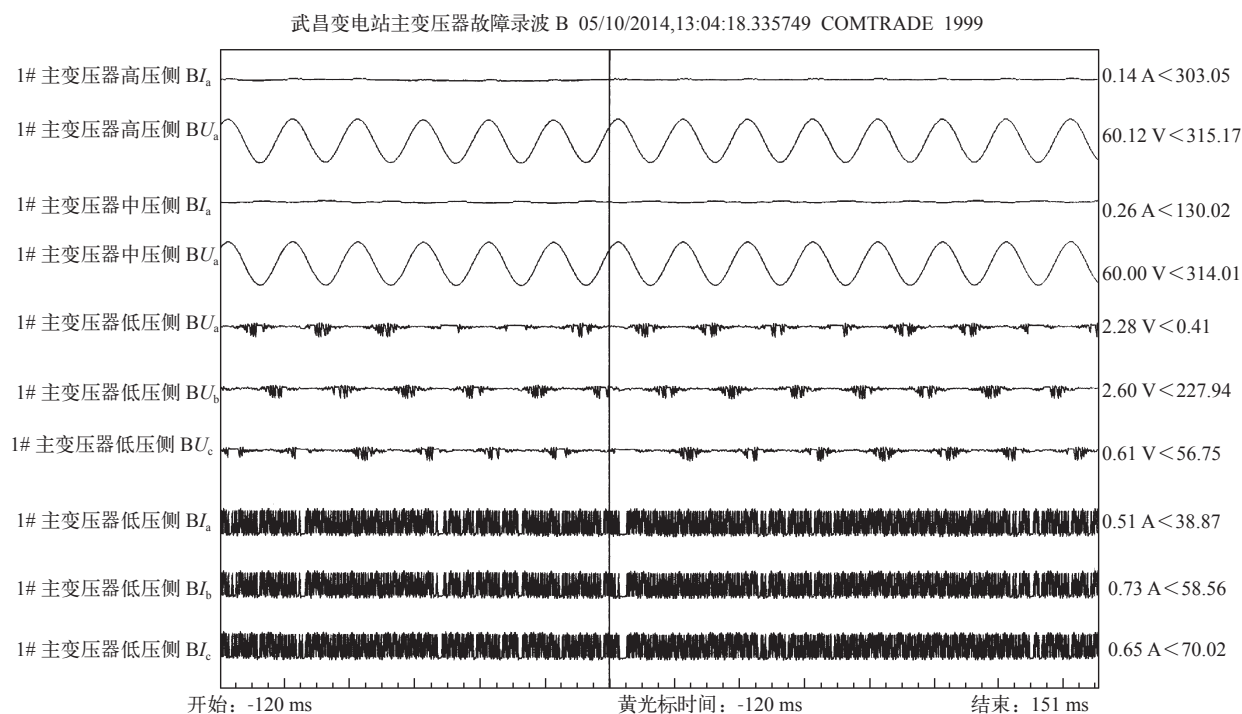


图5 10月5日13时04分低压侧合并单元电流和电压波形

数据与实际不符的原因如下:合并单元程序设计缺陷造成不同电压量、电流量之间不同步,且本智能变电站采用的合并单元程序在入网测试版本基础上进行了改动,出厂却没有再次进行测试。

结束语

合并单元在智能站中有无法取代的地位和作用,它的稳定运行直接影响到整个变电站的安全可靠。所以,变电站工作人员必须对合并单元的

异常情况进行详细分析,并采取有效的方法加以处理,防止类似事故的发生。同时还要进一步加强智能变电站的运行维护工作,降低合并单元发生异常问题的概率。设备厂家应加强合并单元、智能终端等设备的质量管控,出厂前应进行核查工作,杜绝不合格的产品进入电网运行,从而降低事故风险。**EA**

(收稿日期:2019.09.20)

(编辑:朱金凤)