

[变压器]

110 kV变电所主变压器差动保护误动事故分析

文/中油电能供电公司电力调度中心 樊立攀

本文针对一起主变压器差动保护误动进行了深入调查、分析，首先根据故障波形分析此次事故的特殊性质，再根据事故时报文，对该主变压器差动保护装置进行了细致试验，最终确定解决方案，对变电站主变压器保护的检修维护管理有一定的借鉴意义。

某110 kV变电所有2台63 MV·A主变压器，主变压器为3绕组变压器，高、中、低压侧分别为110 kV、35 kV和6 kV，各侧都采用单母线分段接线，主变压器、110 kV及35 kV配电装置采用屋外敞开式布置。某日，该变电所2#主变压器、110 kV II段及35 kV II段母线计划停电检修，在执行完操作任务6 kV母联开关由热备用转运行，35 kV II段母线、2#主变压器和110 kV II段母线由运行转冷备用倒闸操作票过程中，1#主变压器差动保护动作，1#主变压器三侧开关跳闸。如图所示。

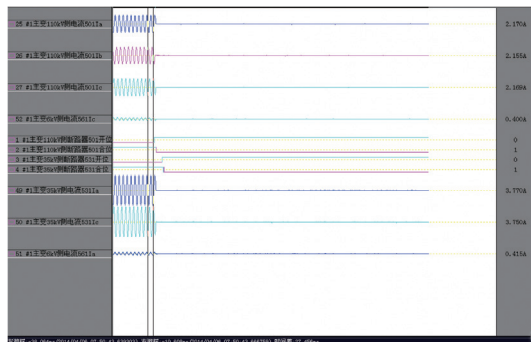


图 1#主变压器差动保护动作跳闸时的各侧电流及开关变位波形

发生事故时系统运行方式：110 kV I 母线、1#主变压器、35 kV I 段母线、6 kV I 和 II 段母线运行，110 kV II 母线、2#主变压器和35 kV II 段母

线停电。

事故初步调查

1) 首先对1#主变压器差动保护区内一次设备进行巡视检查，设备外观检查无异常，说明主变压器差动保护区内不存在明显的一次设备类故障。

2) 调取该变电所故障录波器事故时波形文件，通过故障波形发现，事故时1#主变压器各侧只有负荷电流，未发现系统故障电流，可以确定本次主变压器跳闸是一次主变压器保护误动作。

3) 查看主变压器差动保护配置及定值，主变压器差动保护采用LCD-16/s1型差动继电器组成的常规电磁型保护，高中低压侧电流比分别为600/5、1 800/5和3 000/5，差动继电器匝数为CT1=0.5、CT1=12、CT4=4.6、CT5=4.6和CT6=9.6，经过对主变压器保护屏内差动继电器动作安匝现场试验，各相差动继电器定值整定正确，未发现异常。

4) 查阅1#主变压器带负荷侧相位试验报告，报告内容见表1。从测试数据发现，电流相位角正确，但电流幅值差值较大，此处数据存在较大疑点，存在互感器电流比错误的可能。

5) 调查1#主变压器跳闸前的工作，了解到3日前该变电所进行了1#主变压器、110 kV I 段及

表1

	IA		IB		IC	
	幅值/A	相位/°	幅值/A	相位/°	幅值/A	相位/°
高压侧	1.76	0	1.76	121	1.76	240
中压侧	3.2	181	3.2	302	3.2	61

35 kV I 段母线停电检修,且除按规定检工作外,1#主变压器35 kV侧断路器进行了解体大修。

表2

A相		B相		C相	
9LH1、9LH2为1 800/5		5LH1、5LH2为1 800/5		1LH1、1LH2为1 800/5	
10LH1、10LH2为1 000/5		6LH1、6LH2为1 000/5		2LH1、2LH2为1 000/5	
11LH1、11LH2为1 000/5		7LH1、7LH2为1 000/5		3LH1、4LH2为1 000/5	
12LH1、12LH2为1 000/5		8LH1、8LH2为1 000/5		4LH1、4LH2为1 000/5	

原因分析

现场将1#主变压器停电,并做好安全措施,对1#主变压器35 kV侧电流互感器在用二次绕组进行电流比试验。经试验发现主变压器差动保护中压侧接入电流互感器二次抽头电流比为1 000/5。结合继电保护定值单比对发现,1#主变压器差动保护定值单给定电流比为1 800/5,确定1#主变压器中压侧35 kV 01531电流互感器电流比接线选择错误。

那么互感器电流比接错是否是造成此次1#主变压器差动保护误动作的原因呢?

1. 对上述问题结合图1波形进行分析

该变电所主变压器各侧互感器极性都以母线侧为正,主变压器差动保护绕组高、中、低压侧二次绕组分别为角角星形接线,故障录波器为测量绕组电流等情况综合分析,对错误接线情况下主变压器差动保护中二次电流差流进行计算。

1) 主变压器高压侧电流 $I_{\text{高}}=2.15\text{ A}$,折算角接差动绕组电流 $I_{\text{高}}=2.15\text{ A}\times 1.732=3.7\text{ A}$ 。

2) 中压侧电流 $I_{\text{中}}=3.77\text{ A}$,折算角接差动绕组电流 $I_{\text{中}}=3.77\text{ A}\times 1.732=6.53\text{ A}$ 。

3) 低压侧电流 $I_{\text{低}}=0.4\text{ A}$;因主变压器低压侧电流幅值较小,忽略计算过程中低压侧二次电流叠加后的电流相位微小变化进行计算。

$$\begin{aligned}\dot{I}_{\text{D}} &= \dot{I}_{\text{高}} + \dot{I}_{\text{中}} + \dot{I}_{\text{低}} \\ |\dot{I}_{\text{中}} + \dot{I}_{\text{低}}| &= (6.53 + 0.4)\text{ A} = 6.93\text{ A} \\ \dot{I}_{\text{D}} &= \dot{I}_{\text{高}} - |\dot{I}_{\text{中}} + \dot{I}_{\text{低}}| = (3.7 - 6.93)\text{ A} = 3.23\text{ A}\end{aligned}$$

4) 主变压器差动保护采用LCD-16/S1型差动继电器,模拟上述各侧电流,差动保护动作。

2. 1#主变压器为什么没有立刻跳闸

查看故障波形,发现事故发生前期,该变电所35 kV母线所接待的几条35 kV出线都有不同程度的略微增加,反映到1#主变压器中压侧二次绕组的测量电流总计增加0.25 A左右,并无短时性的

6) 进一步调查,查看1#主变压器中压侧35 kV 01531电流互感器电流比试验报告,试验数据见表2。

结合带负荷测相位试验报告和互感器电流比测试报告,初步判定1#主变压器35 kV侧电流互感器差动绕组变比抽头接错。

电流大幅度突变,说明在35 kV II 段母线、2#主变压器停电后,1#主变压器差动保护中不平衡电流一直处于临界,在负荷变化过程中达到了1#主变压器差动保护动作定值,1#主变压器三侧开关跳闸。现场将错误接线改正,经带负荷测相位正确后,差动保护投入运行。

此次事故的直接原因是1#主变压器中压侧35 kV 01531电流互感器电流比与继电保护定值单给定定值不一致,电流比整定错误,造成运行时1#主变压器保护各侧存在差流。当主变压器负荷增大到主变压器保护动作定值后,各侧开关跳闸的事故。

解决方案:立即按照继电保护定值单给定的定值对1#主变压器35 kV 01531互感器电流比进行重新整定。

事故间接原因是检修期间1#主变压器35 kV 01531开关解体大修,继电保护专业对机构二次接线拆解,但在恢复接线时,接线人员与互感器试验人员沟通不足,按照原有记录的位置进行恢复接线,未发现二次绕组抽头位置在解体前后发生改变。

解决方案:设备大修后应根据图样进行恢复接线,继电保护装置定值要按照定值单整定,并严格按照规程和标准化作业文件进行试验。

电力设备大修后应根据图样进行恢复接线,严格按照规程和标准化作业文件进行试验。各类差动保护和带方向的保护在装置和二次回路发生变动后,要进行带负荷测相位工作,并与上一年试验报告数据进行对比,发现问题及时分析处理,同时加强电力检修现场的监督管理,梳理各项工作风险点,制定相应防范措施,重点对现场回路接线变动、定值单核对、试验过程以及试验报告进行监督检查。**EA**

(收稿日期:2020.11.12)