

# 一起 220 kV 变压器保护跳闸事故分析

任业生

(郑州供电公司试验所, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 220 kV 变压器是电力系统中的重要元件, 运行中变压器保护动作跳闸必须认真分析, 本着四不放过原则找出跳闸原因, 正确地改进工作, 做好防范措施, 杜绝类似事故的发生, 提高电网运行水平。这是运行管理的要求, 也是对电网对国家的负责。通过一起变压器跳闸事故, 结合现场实际情况, 对变压器保护跳闸事故进行认真分析, 正确地找出故障点及故障类型, 为以后变压器保护运行积累经验, 提高电网运行管理水平。

**关键词:** 变压器差动保护; 跳闸; 录波分析

## Obstacle analyses of 220 kV transformer protection trip

REN Ye-sheng

(Zhenzhou Power Supply Company, Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** 220 kV transformer is an important element in power system. It must analyze carefully the transformer protective trip in operation, and should find out the reason of the trip according to 4 rules in power system, to avoid the same occasion and promote the grid operation level. This is necessary of the management and also it is devoted to the nation. In this paper, it carefully analyzes the transformer protected trip through a obstacle of a transformer system, according to the fact in actual circumstances, and found the spot of the obstacle and type in order to accumulate the experiment of the transformer operation system, and improve the grid operation management level.

**Key words:** transformer difference protection; trip; record wave analyses

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)24-0121-03

## 1 事故概况

某供电公司某 220 kV 变电站 1#主变在运行中突然差动保护动作跳闸, 外观巡视检查未发现明显的故障点, 与差动保护范围相近的瓦斯保护没有动作, 差动保护动作原因不明, 于是通知各个检修试验专业人员到现场检查分析, 寻找故障原因。该变电站是市中心的重要变电站, 供城市重要负荷, 供电可靠性要求高, 为此变电站所采用的设备都是全封闭绝缘设备, 高压侧为电缆线路进线接入 GIS 设备, 中压侧、低压侧为封闭引线与 GIS 设备相连, 变压器三侧包括引线绝缘性能良好。变压器保护采用南瑞继保公司的 LFP—972A 型微机保护, 故障后可提供跳闸记录和故障录波, 另外还配有专用的故障录波器记录故障过程。故障发生后, 1#主变三侧断路器跳闸, 综合自动化系统后台机显示 1#主变差动保护动作出口跳闸, 值班人员对差动保护范围内的设备进行了详细的检查, 由于变压器包括引线的带电体都是全封闭在金属壳内, 所以外观检查很

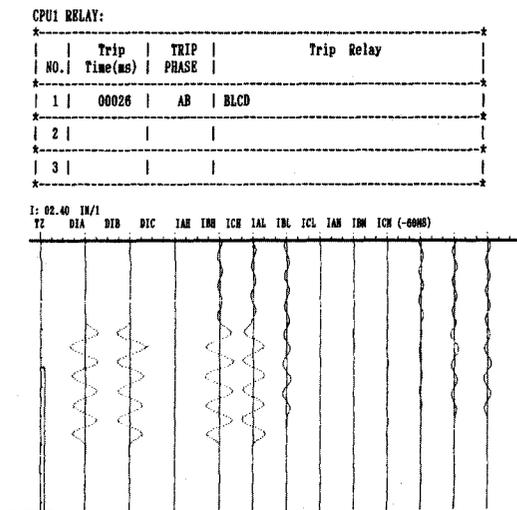


图 1 变压器差动保护故障录波信息

Fig.1 Transformer difference protection trip record wave

难发现异常情况, 随后各个专业人员赶到现场进行检查, 化学试验专业人员对变压器油进行了成分分

析未发现异常，检修专业对设备进行检查也未发现异常。现场的目光都转向继电保护专业，使继电保护误动的疑虑在现场所有人员的心头不断攀升。继电保护专业人员收集了各个设备的动作记录信息进行分析，图 1 为变压器差动保护打印的故障录波信息，图 2 为变压器中压侧后备保护打印的故障录波信息，图 3 为故障录波器打印的信息。

## 2 故障录波分析

### (1) 差动保护打印录波信息分析

从图 1 差动保护打印录波信息来看是差动保护 (BLCD) 26 ms 出口跳闸，录波显示 A、B 两相有差流。高压侧 A、B 两相电流明显增大，C 相电流基本上没有变化。中压侧电流变化不大。低压侧没有电流波形，根据差动保护原理 A、B 两相有差流，难道是 A、B 相故障吗？

NO.	Trip Time(ms)	TRIP PHASE	Trip Relay
1			
2			
3			

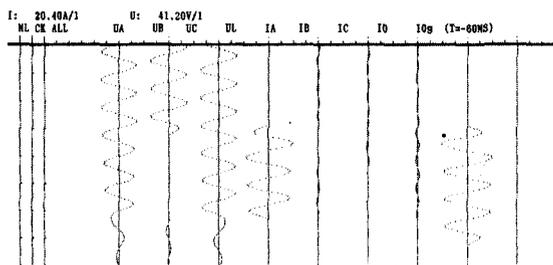


图 2 变压器中压侧后备保护故障录波信息

Fig.2 Transformer middle side protection trip record wave

### (2) 中压侧后备保护打印的录波信息分析

再看图 2 中压侧后备保护打印的录波信息，中压侧电压先是正常电压，突然 B 相电压消失，与此同时出现零序电压和零序电流，再后，三相电压和零序电压、零序电流同时消失，录波还显示中压侧电流始终是负荷电流没有突然增大的故障电流，从 B 相电压突然消失和零序电压、零序电流突然增大的情况看，像是 B 相接地故障，但同时还有疑问，为什么 B 相电流没有变化，按照常理来讲 B 相接地时，B 相电流应和零序电流同时突变的，所以是 B 相接地故障还有疑问。

### (3) 故障录波器所录的波形分析

从图 3 故障录波器所录的波形上看，1—4 通道为高压侧电流，5—8 通道为中压侧电流。高压侧 A、B 两相电流变化明显 C 相变化不明显。中压侧 A、

C 两相电流基本上没有变化，B 相和零相有明显变化。这也很难说清是什么样的故障，是 A、B 故障还是 B 相故障？怎样来解释这三张图呢？

故障名称: 差动  
 A 相开始时间: -0.04 (每个小格 4 毫秒)  
 B 相开始时间: 0 (每个小格 4 毫秒)  
 C 相开始时间: 0.182 (每个小格 50 毫秒)  
 D 相开始时间: 0.142 (每个小格 400 毫秒)  
 故障名称:  
 1: 1#变400kV  
 2: 1#变300kV  
 3: 1#变200kV  
 4: 1#变100kV  
 5: 1#变410V  
 6: 1#变410V  
 7: 1#变410V  
 8: 1#变410V

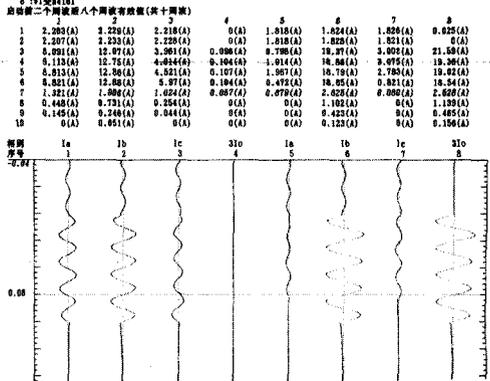


图 3 故障录波器信息

Fig.3 Transformer protection trip record wave

(4) 综合这三张录波图，有电流突然增大和电压突然减小的故障特征，但故障是什么样的故障以及故障应在什么位置还是看不出来，怎样才能将这些故障信息统一起来呢？还要再参考安装接线图纸和保护装置说明书。查阅图纸我们注意到，差动保护所用高、中、低三侧 CT 是三侧断路器处 CT，中压侧后备保护也是用中压侧断路器处 CT，零序保护所用 CT 是中压侧中性线上的 CT，而故障录波器所用的 CT 是变压器中压侧套管 CT。

## 3 事故的定性

通过对录波图与施工接线图的综合分析我们可以向在现场的领导及各专业人员做出合理的解释，故障是发生在变压器中压侧瓦斯保护范围之外、差动保护范围之内，也就是变压器中压侧至断路器之间的引线上，B 相故障。分析如下：首先从中压侧后备保护故障信息录波图（图 2）来看，中压侧电压 B 相突然降为 0V 同时有零序电压产生，说明是 B 相接地故障，为什么没有 B 相故障电流呢？我们查阅了图纸中压侧后备保护 CT 用的是断路器处 CT，变压器是一个降压变压器，电源是高压侧，而中压侧的电源是变压器中压绕组，故障点在中压绕组与中压断路器之间，中压断路器 CT 在故障点之后，所以不会感受到故障电流。而有零序电流的原因是因为零序保护 CT 在中压侧中性线上，中性点接地运行，所以会感受到零序电流。另外这一点可

在故障录波器所录波形(图 3)上得到印证,图 3 上中压侧电流采用的是中压侧套管 CT 的电流,在故障点之前可感受到 B 相故障电流,并被清晰的记录下来。到此中压侧可以解释清楚了,那么差动电流 A、B 两相都有又是什么原因呢?

该变压器是 Y/Yo/△-11 型变压器,高压侧与中压侧都是星形,不同之处在于运行时高压侧中性线不接地,中压侧中性线接地,所以高压侧不会出现零序电流。用对称分量法分析故障电流可将中压侧 B 相故障电流分解成为正序电流、负序电流、零序电流三个三相对称的电流。其中只有正序电流和负序电流可以耦合到高压侧,在高压侧组合成故障电流。其向量图如图 4 所示,中压侧 B 相故障电流分解成三个对称分量。

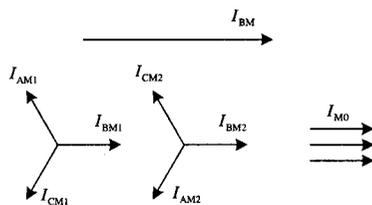


图 4 中压侧 B 相故障向量图

Fig.4 Transformer middle side protection trip vector

$$\text{正序: } I_{AM1} = \frac{1}{3} (I_{AM} + aI_{BM} + a^2I_{CM})$$

其中:  $I_{AM}$ 、 $I_{CM}$  都是负荷电流比较小,而且在差动电流里也反映不出来,所以不考虑,视其为 0,这样就有了下列运算表达式。

$$I_{AM1} = \frac{1}{3} aI_{BM} \quad I_{BM1} = \frac{1}{3} I_{BM} \quad I_{CM1} = \frac{1}{3} a^2I_{BM}$$

同理负序电流为

$$I_{AM2} = \frac{1}{3} a^2I_{BM} \quad I_{BM2} = \frac{1}{3} I_{BM} \quad I_{CM2} = \frac{1}{3} aI_{BM}$$

反映到高压侧的电流也就是正序和负序两组电流量,然后再叠加成故障电流。如图 5 所示。

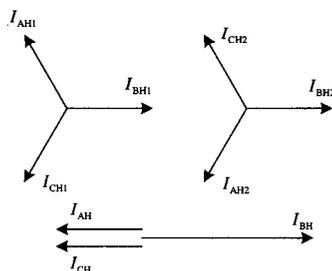


图 5 高压侧向量图

Fig.5 Transformer high side protection trip vector

$$I_{AH} = I_{AH1} + I_{AH2}$$

$$I_{BH} = I_{BH1} + I_{BH2}$$

$$I_{CH} = I_{CH1} + I_{CH2}$$

叠加后  $I_{AH}$  与  $I_{CH}$  大小相等方向相同。这组高压侧故障电流进入微机保护后将先进行星-三角变换,进行相位补偿,其算法是

$$I_A = I_{AH} - I_{BH}$$

$$I_B = I_{BH} - I_{CH}$$

$$I_C = I_{CH} - I_{AH}$$

从图 5 向量图上可以看出  $I_{AH}$  与  $I_{CH}$  大小相等方向相同,所以星-三角变换后高压侧 C 相没有故障电流,同理中压侧 C 相变换后也没有故障电流,然后再进行差动运算, C 相就没有差动电流, A、B 两相有差动电流,这样就与差动保护的录波情况相吻合了。现场根据分析结果对中压侧 B 相引线管进行检查,找到了故障点与分析结果一致。

#### 4 结束语

通过以上分析和现场实际故障对照可以得出,继电保护装置在本次故障中的动作行为是完全正确的,同时也看到得出这样的结论也不是很容易的,要经过完整地收集第一手资料,结合图纸和说明书,运用系统的知识,认真细致地分析才能得出正确的结论,才能为电力系统的管理提供有价值的参考依据。继电保护装置的动作行为分析要紧紧地同系统运行方式联系在一起,根据系统的运行情况,综合分析各个设备的运行状态以及出现的问题,运用理论知识进行分析计算,方能得出符合实际的结论。

#### 参考文献

- [1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1981.  
ZHU Sheng-shi. Principle and Technology of Relay Protection in High Voltage Grid[M]. Beijing: China Electricity Press, 1981.
- [2] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.  
Jiangsu Electricity Company. Principle and Application Technology of Relay Protection in Power Supply System[M]. Beijing: China Electricity Press, 2006.

收稿日期: 2008-11-12

任业生(1961-), 男, 工程师, 长期从事电力系统继电保护工作。E-mail: ggzh65@163.com