

500kV 牡丹变励磁涌流实测波形数据分析

郭一夫

(河南电力试验研究所, 河南 郑州 450052)

摘要: 定量分析主变空载合闸时产生的励磁涌流波形典型特征数据, 进而检验变压器差动保护动作以及保护整定值的正确性, 验证变压器微机差动保护鉴别和躲过励磁涌流的能力。

关键词: 空载合闸; 励磁涌流; 差动保护; 谐波分量; 定量分析; 实测波形

中图分类号: TM774

文献标识码: B

文章编号: 1007-4897(2001)04-0054-03

1 引言

随着高压远距离输电在电力系统中的应用越来越广泛, 大容量变压器的采用也日益增多, 对变压器差动保护的可靠性、快速性都提出更高的要求。三相变压器空载合闸的过程中, 由一相励磁涌流较大且含有较大的非周期分量, 它偏向于时间轴的一侧并逐渐衰减, 这种特点会使变压器差动保护承受一个数值很大的不平衡电流。若差动保护不能躲过这一不平衡电流, 它就会误动作。可见当前变压器差动保护的主要矛盾仍集中在鉴别励磁涌流和内部故障上。因此需要正确了解励磁涌流的特性, 并利用其特点增加差动保护的可靠性, 提高其灵敏度。本文主要依据洛阳牡丹变电站 500kV 侧主变压器空载合闸过程中实测的励磁涌流波形, 采用典型参数数据描述波形特征。同时结合变压器差动保护原理分析差动保护动作行为和保护整定值的正确性, 从而验证变压器微机差动保护鉴别和躲过励磁涌流的能力。本次试验中对牡丹变电站两台主变空载合闸过程共进行五次测试, 采样信号取自两台主变差动保护电流回路。

2 励磁涌流特性分析

本次试验共录取五组励磁涌流波形, 将这些波形归纳为两种类型分别进行分析。

2.1 第一种励磁涌流波形分析

2.1.1 从图 1 中可以看出, 三相励磁涌流波形为衰减的尖顶波, 并且三相涌流波形在最初 200ms 内完全偏于时间轴一侧, 由表 1 可知, 其三相直流分量与基波值之比 I_0/I_1 分别为: 1.91、1.88、1.82, 这说明波形含有显著的直流分量。

2.1.2 三相励磁涌流波形具有明显的间断角, 每相间断角大小基本相等, 在最初 200ms 内三相间断角

为 234° 、 170.5° 、 230° 。

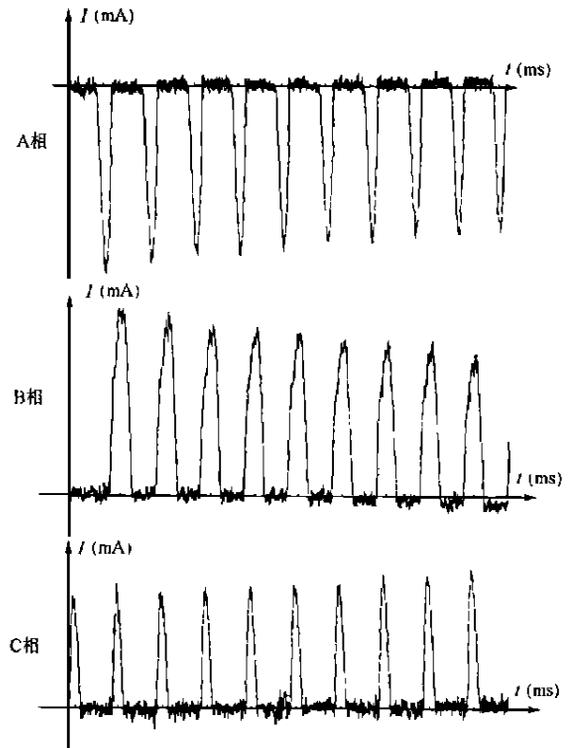


图 1 第一种励磁涌流三相波形

2.1.3 从表 1 中可知, 二次谐波与基波值之比 I_2/I_1 三相分别为: 1.03、0.36、0.55, 所以涌流含有显著的二次谐波分量。五次谐波与基波值之比 I_5/I_1 三相分别为: 0.07、0.03、0.08。

2.1.4 三相涌流最大峰值分别为: 474.6mA、480mA、387.2mA, 分别是二次额定电流峰值的 1.02、1.03、0.82 倍。

2.2 第二种励磁涌流波形分析

2.2.1 从图 2 中可以看出, 三相励磁涌流波形也为衰减的尖顶波, A、C 两相涌流波形在最初 200ms 内完全偏于时间轴一侧。而 B 相涌流波形时间轴对

称,这是由于三相变压器可能有两相磁路极度饱和,产生了等值而反向的非周期分量涌流,而差动保护所反映的电流是变压器两相绕组涌流之差的缘故。由表1可知,其三相直流分量与基波值之比 I_0/I_1 分别为:0.073、0.664、1.034。这说明A、C相波形含有显著的直流分量。

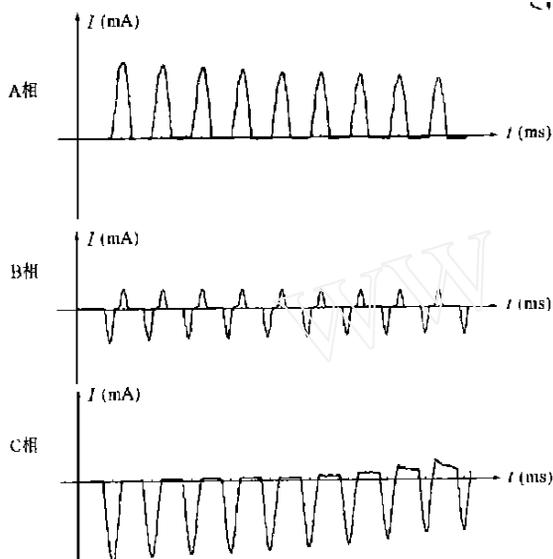


图2 第二种励磁涌流三相波形

2.2.2 三相涌流波形具有明显的间断角,每相间断角大小基本相等,在最初200ms内三相间断角分别为 160° 、 153° 、 174.6° 。

表1 励磁涌流典型参数数据

序号	相别	$^\circ$	I_p (mA)	I_p'/I_1	I_0'/I_1	I_2'/I_1	I_3'/I_1	I_4'/I_1	I_5'/I_1
1	A	234	474.6	6.67	1.91	1.03	0.55	0.21	0.07
	B	170.5	480	2.89	1.88	0.36	0.09	0.123	0.03
	C	230	387.2	4.30	1.82	0.55	0.42	0.237	0.08
2	A	160	649.8	3.56	1.073	0.478	0.101	0.107	0.032
	B	153	298	4.72	0.664	0.764	0.288	0.535	0.168
	C	174.6	687.7	3.88	1.034	0.565	0.176	0.083	0.04

参数说明: $^\circ$ —励磁涌流波形间断角; I_p —励磁涌流峰值; I_p'/I_1 —励磁涌流峰值与基波值之比; I_0'/I_1 —励磁涌流直流分量值与基波值之比; I_2'/I_1 —励磁涌流二次谐波分量值与基波值之比; I_3'/I_1 —励磁涌流三次谐波分量值与基波值之比; I_4'/I_1 —励磁涌流四次谐波分量值与基波值之比; I_5'/I_1 —励磁涌流五次谐波分量值与基波值之比。

2.2.3 从表1中可知,二次谐波与基波值之比 I_2'/I_1 三相分别为:0.478、0.764、0.565,所以涌流含有显著的二次谐波分量。五次谐波与基波值之比 I_5'/I_1 三相分别为:0.032、0.168、0.04。

2.2.4 三相涌流最大峰值分别为:649.8mA、298mA、687.7mA,分别是二次额定电流峰值的1.39、0.64、1.47倍。

3 对变压器差动保护的影响分析

3.1 主变差动保护原理分析

500kV牡丹变电站1#、2#主变压器差动保护A柜采用WBZ-500型微机变压器保护装置,保护B柜采用WBZ-04型微机变压器保护装置。

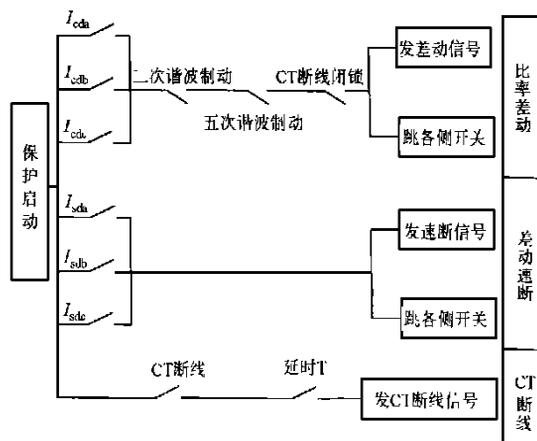


图3 主变差动保护A柜逻辑图

差流速断保护主要是为了在变压器差动区内发生严重故障时快速切除变压器,以确保变压器的安全。为了保证装置的正确动作,速断电流的定值必须躲过空投变压器时可能产生的最大励磁涌流。本保护差动速断电流整定值为6倍的二次额定电流,其数值为3.426A。而五次主变空载合闸试验的二次最大电流峰值仅为884.7mA,自空载合闸后最初100ms内二次最大有效值为1010mA,均远小于3.426A,从图3中可知差动速断保护的常闭触点不会闭合,所以差动速断保护不动作。

比率差动保护采用三段折线式比率制动特性判据,此特性区分差动区内外故障。应有两个拐点,无制动段定值可以较小,以提高本装置对变压器内部轻微故障及匝间短路的灵敏度。第一个拐点斜率较小,第二个拐点斜率适当提高,使动作曲线与故障曲线靠近,从而保证了穿越电流时的可靠性。在选择制动特性时,必须考虑外部穿越电流引起的差流不平衡不能造成保护误动。同时,又要考虑差动区内故障时有足够的灵敏度。穿越制动特性在变压器产生励磁涌流时是不能正确区分差动区内外故障的,它必须配合二次谐波判据才能正确区分差动区内外故障。当变压器空载投入时会产生含有显著二次谐波分量的励磁涌流,二次谐波制动判据可区分是否是励磁涌流。利用计算差流中二次谐波与基波幅值比 $K_{21} = I_2'/I_1$ 是否大于整定值,当实际的 K_{21} 大于整定值时闭锁差动保护。 K_{21} 整定值一般不大于20%,本保护取15%。本判据采用“或门”制动,即

利用三相差流中最大的 K_{21} 值判别。此次试验中, K_{21} 的最小值为 0.352, 远大于其定值 0.15。从图 3 中可以看出二次谐波制动常闭触点断开, 故可靠地闭锁比率差动保护。

此外, 由于大型变压器工作磁密接近饱和磁密, 一旦过激磁, 可能引起差动保护误动作。因此, 本保护利用过激磁时, 差流中常伴有大量的五次谐波, 滤取五次谐波, 判断五次谐波与基波幅值比 $K_{51} = I_5/I_1$ 是否大于整定值, 当实际的 K_{51} 大于整定值时闭锁差动保护。 K_{51} 一般不大于 38%。本保护取 35%。此判据也采用“或门”制动, 此次试验中, K_{51} 的最大值为 0.168, 小于其定值 0.35, 所以五次谐波制动判据不动作。但由于二、五次谐波制动常闭触点是“与”逻辑, 并不会引起比率差动保护动作。

差动保护 B 柜差流速断保护、比率差动保护动作情况分析同 A 柜, 与 A 柜不同的是具有涌流间断角判据。变压器励磁涌流具有明显的间断角, 通过测量间断角的大小可区别励磁涌流与故障电流。本保护采用单相涌流间断角判别, 即只要本相差流间断角满足条件就可以判断为涌流。当涌流的间断角大于最小间断角时闭锁差动保护。本保护最小间断

角整定为 60°。而试验中最初 200ms 内最小间断角为 120°, 远大于其整定值, 所以此判据能可靠闭锁保护动作。

4 结论

4.1 牡丹变 1#、2# 主变差动保护定值整定正确, 保护动作正确。主变差动保护具有躲过主变空载合闸试验中励磁涌流的能力。

4.2 试验中的励磁涌流波形为衰减的尖顶波, 具有较大的电流峰值, 含有显著的直流分量和二次谐波分量, 具有明显的间断角, 与理论上的典型励磁涌流波形特征相符。

4.3 此次试验中励磁涌流特征数据与通常介绍的典型数据不同之处是: 间断角较大; 二次谐波含量较大。

参考文献:

- [1] 王维俭, 侯炳蕴. 大型发电机变压器组保护理论基础 (第二版). 北京: 水利电力出版社, 1989.

收稿日期: 2000-09-07; 改回日期: 2000-12-15

作者简介: 郭一夫 (1974 -), 男, 工程师, 从事继电保护及自动化装置工作。

Analysis on the measured waveform to exciting inrush current in 500kV Mudan substation

GUO Yi - fu

(Henan Electric Power Test Institute, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: By analyzing quantitatively the typical data of the exciting inrush current waveform caused by main transformer closing without any load, the correctness of an operation of the transformer differential protection and its settings are tested to verify the identification capability of microprocessor based transformer differential protection and capability to escape away the exciting inrush current.

Keywords: no-load closing; exciting inrush current; differential protection; harmonic component; quantitative analysis; measured waveform

(上接第 47 页)

Discussion on system configuration of UPS used for power system

YI Ying-ping

(Hunan Engineering College, Xiangtan 411101, China)

Abstract: Many types of system configuration of UPS used for power system are introduced in this paper, and their merits and drawbacks are discussed also. It is very useful for power system users to select UPS correctly.

Keywords: UPS; power system; power supply