

空载投入变压器造成继电保护动作的简要分析及对策

程旭, 张浩然

(焦作供电公司, 河南 焦作 454150)

摘要: 在变压器空载投运时, 产生的较大励磁涌流会对继电保护的正确动作产生影响, 特别是在新安装变压器的试运行过程中, 常常会碰到全电压冲击变压器时继电保护误动的情况, 影响试运工作的继续进行。通过多年的工作经验和波形分析, 分析了空投变压器时产生励磁涌流的特点及其对继电保护的影响, 并对试运行各保护范围应投入的主要保护做了阐述, 进而提出了减少涌流产生和合理配置保护的方法, 从而减少在空投变压器时充电保护跳闸概率。

关键词: 继电保护; 变压器; 励磁涌流

Brief analysis and solution of the protection trip caused by no-load transformers' input

CHENG Xu, ZHANG Hao-ran

(Henan Jiaozuo Power Supply Company, Jiaozuo 454150, China)

Abstract: The moment a transformer is put into work, it can give birth to magnetic inrush current which could bring adverse effect to relay protection device inducing errant action. This situation usually occurs especially in the test run course of a transformer and defers the test run course. This paper analyses the trait of the magnetic inrush current and its influence on relay protection device. It narrates the different main relay protection devices being put into use at the different time of test run, then points out measure of reducing the magnetic inrush current and the way how to use the relay protection device reasonably, so as to reduce the probability of tripping at the moment a transformer being put into work.

Key words: relay protection device; transformer; magnetic inrush current

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)19-0116-03

1 事件描述

2008年5月9日JZ供电公司新建220kV变电站LQ变试运行,由新线路ZL线供电,对侧为220kVZY变电站(如图1)。在对220kV线路、母线充电完毕后,中午12:10开始对LQ变#2主变进行全电压冲击。在进行第三次冲击时,ZY变220kV母线充电保护动作,220kV母联断路器跳闸。由ZY变电站故障录波器中220kV母联间隔的录波图(如图2所示),可以清楚地看出母联电流波形具有典型的励磁涌流特征,不符合短路故障波形的特点,因此判定充电保护跳闸的原因是由于较大励磁涌流的较慢衰减而造成,属于小概率事件,由于充电保护时间已更改为300ms,为保证稳定要求,不宜过度延长,经现场技术人员分析后,认为充电保护定值不需调整,试运继续进行,随后几次冲击未再跳闸。

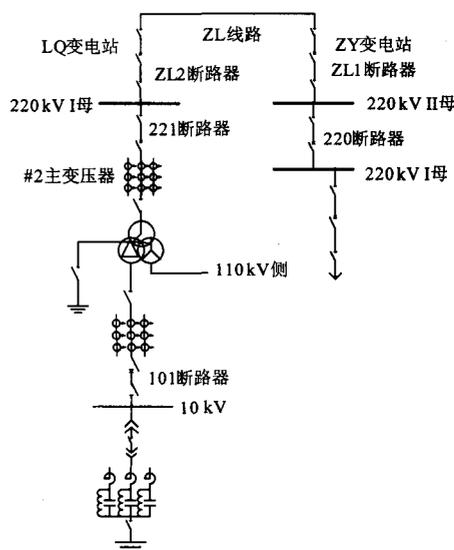


图1 一次系统图

Fig.1 Primary system

在多年的运行实践中, 由于空载投入变压器而造成的保护跳闸屡有发生, 多数是由于较大励磁涌流而造成的主变差动保护或母线充电保护跳闸。我公司第一次碰到此种情况是在 2000 年两网改造后的 110 kV MC 变电站#1 主变压器试运行过程中, 当时因主变差动保护未能躲过较大的励磁涌流造成了误跳闸。近年来, 电网发展迅速, 新建变电站大容量变压器投运较多, 在变压器 5 次全电压冲击过程中, 出现保护跳闸的情况更是频繁。

为提高变压器空载投入的成功率, 我们可以对变压器投运时保护的投退情况及受涌流影响而跳闸的保护作详细分析, 然后采取综合考虑灵敏性和可靠性的针对性措施。

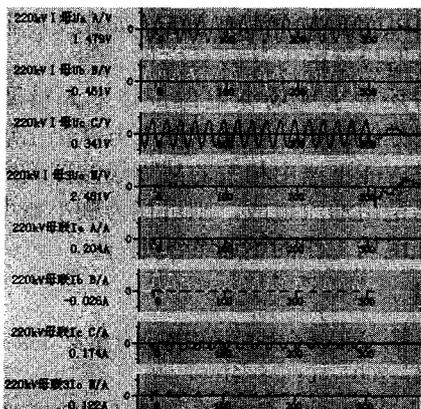


图 2 ZL 变电站 220kV 母联间隔录波图

Fig.2 Busbar space oscillogram of ZL transformer station

2 保护跳闸原因分析和对策

对空投变压器产生涌流造成的保护跳闸可按跳闸保护的不同划为两种情况来分析。

2.1 变压器差动保护的跳闸

变压器差动保护躲励磁涌流的原理最常用的是靠检定波形中含有谐波分量比例构成的谐波制动差动保护, 为了保障保护有较高的灵敏度, 整定人员常常将制动系数整定得较大(很多为 0.2), 从而降低了保护躲涌流的能力, 同时也降低了空载投入变压器的成功率。由于无论是在试运行还是正常投运时, 使用的都是正常运行定值, 为减少在日后多次发生变压器投运不成功的几率, 综合考虑保护灵敏度要求, 可以根据具体变压器的不同在试运行时就采取适当降低制动系数的措施, 增强保护躲励磁涌流的能力, 根据经验一般可调整到 0.15。

2.2 母线充电保护的跳闸

这种情况主要出现在变压器的试运行过程中。分析和解决这个问题应以以下两点为基础:

(1) 必须保证新设备投运时能有保护可靠、快速地切除可能发生的故障为根本;

(2) 以降低由于励磁电流造成继电保护误跳闸的概率为目的。

鉴于第一点要求, 首先要分析变压器试运时需要保护的设备范围, 这主要包括变压器投运前已经带负荷检查或部分检查的部分和投运变压器时一经操作即带有电压的部分。

包括高压侧母线和输电线路在内的部分在变压器充电前一般都已经充电试验完毕, 这部分设备的保护主要是利用供电线路对侧变电站的母线充电保护和尚未进行全面带负荷检查的本线路继电保护装置来实现。

而试运时新投的设备主要是主变压器及其连接的设备, 这也是没有预先充电而最可能发生故障的区间。一般可分为三部分: 一是变压器本体; 二是准备用于合闸充电的断路器及其至变压器高压侧套管之间的输电线、母线及避雷器等变电设备; 三是变压器中低压侧套管及其引出线。

为保证这些范围的任何故障都有保护能可靠快速地切除, 应依靠已经带负荷检查过的保护和不需带负荷检查就可保证其正确性的保护来实现。

由此分析, 切除高压侧部分的故障只有主要靠压缩已运行线路保护的定值和时间来保证; 而切除变压器本体故障可以靠不须带负荷检查的瓦斯保护来实现; 但中、低压侧和变压器本体的后备保护一般只能靠高压侧母线充电保护以较低的整定值来实现; 除此之外待检查的反映主变压器电流电压量值的全保护投入也是必要的。

要满足第二点要求, 可逐一对以上所投入保护进行分析。在这些保护中只有反应单一电气量的充电保护受励磁涌流影响最大, 而实践工作中也是充电保护发生的跳闸情况最多。由于要在变压器低压侧故障时有足够灵敏度, 所以充电保护的定值不可能太大, 由于要保证稳定性的要求, 动作时间也不宜整定太长, 因此在投入容量较大的变压器, 涌流衰减较慢时, 常规方法很难避免充电保护的動作。

通过对多次励磁涌流的波形观察, 可知励磁涌流除存在间断角、含大量高次谐波、偏于时间轴一侧等特点外, 它还有另外两个重要特点, 首先涌流产生的初始数值可能很大, 有时甚至达额定电流的 10 倍以上, 这与合闸角、变压器容量、剩磁等因素有关, 其次这个很大的电流在合闸后的瞬间衰减很快, 以后衰减速度减慢, 一般情况下变压器容量越大衰减越慢。

利用这两个特点, 我们可以考虑采取设置两段

式的充电保护来实现灵敏性和快速性的平衡。设置长延时段，其定值按常规充电保护定值进行整定，用以保证在变压器低压侧有故障时能够可靠跳闸；设置短延时段，其定值可以按躲过大多数情况下合闸后 3~4 个周波的较大涌流值来整定，以较短的时限保证能迅速切除严重故障。在充电保护具有此种功能时可以方便地按此进行操作，但多数变电站配置的充电保护一般只有一个过流段，一个短时开放段，这种情况可以通过短接手合触点将短时开放方式更改为长投方式来实现；在不能更改的情况下或老式变电站只配置一段电流保护的情况下可以采用两个变电站“串联”的方式来实现。即一方面将试运变电站母线充电保护更改为小电流长延时投入，从而保证低压侧故障时的灵敏度；同时将供电线路对侧运行变电站的充电保护更改为大电流短延时方式，保证包括线路在内的大故障发生时能迅速切除，从而客观上实现了两段式电流保护的“串联”投入。在特殊情况下只能使用一套过流保护时，充电保护也可适当调整动作时间到 250 ms 以上，但一般应低于 300 ms。

除此之外采取减少涌流大小的方法可能更为简便。涌流的大小和合闸角、剩磁有关，针对这两项所采取的限制涌流方法一般难以实现，但是根据现场条件我们也可以考虑采取可能的方式减少涌流的产生，如在低压侧有其他供电电源的情况下，可调整试运行顺序，先对低压侧电容器试运成功，然后在变压器投运时可带低压侧电容器投运将会大大减少励磁涌流的幅值。

3 总结

综上所述，变压器充电时应注意以下几点：

1) 确保瓦斯保护的正确

瓦斯保护不须进行带负荷检查，因此可作为投运时唯一可靠的变压器本体主保护，要高度重视对

变压器瓦斯保护的投运前的传动试验工作。

2) 适当调整主变差动保护制动系数

以适当减小差动保护谐波制动系数的方法减少主变差动保误动的几率。

3) 尽量采用两段式充电保护

新变电站尽量配置两段式母线充电保护。

无两段式充电保护时，可采用调整短时开放段或两站充电保护“串连”配合使用的方式，实现两段式充电保护。电源端为限时速断，设以较大定值较短的时间保证在较严重故障时能以较短的时间切除故障；负荷端设以较小的定值较长的时间以保证在变压器低压侧故障时有灵敏度。

4) 其他措施

采用可能减少涌流的方法。如在变压器低压侧并联电容器投运的方法较易实现。

最后还要求现场继电保护技术人员要对涌流特征有充分的认识，在采取以上方法仍出现保护跳闸情况时，能迅速由相关的故障录波图判断故障与否，如仍是由涌流造成，则可视为极小概率事件，从而保证现场工作的迅速继续进行。

参考文献

[1] 霍现军. 变压器合闸时励磁涌流分析及对策[J]. 江苏电器, 2007, 6: 38-41.
HUO Xian-jun. Analysis and Countermeasures for Excitation Inrush at Making of Transformer[J]. Jiangsu Electrical Apparatus, 2007,6:38-41.

收稿日期：2008-10-20； 修回日期：2008-12-01

作者简介：

程 旭 (1971-)，男，高级工程师，长期从事电力系统继电保护安装、调试及技术管理工作；E-mail: jidianbaohu@gmail.com

张浩然 (1969-)，男，工程师，长期从事电力系统电气设备安装、调试及管理工作。

(上接第 96 页 continued from page 96)

[4] Texas Instruments Incorporated. 250kHz, 16-Bit, 6-Channel Simultaneous Sampling Analog-to-Digital Converters (ADS8364) (Literature Number: SBAS219B)[Z]. 2004.
[5] Texas Instruments Incorporated. Application Report of Interfacing the ADS8364 to the TMS320F2812 DSP (Literature Number: SLAA163)[Z]. 2002.
[6] 陆继明, 毛承雄, 范澍, 等. 同步发电机微机励磁控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

收稿日期：2008-11-07； 修回日期：2008-11-28

作者简介：

翁情安 (1981-)，男，助理工程师，从事发电机励磁相关工作；E-mail: whenqingan@163.com

张炳达 (1959-)，男，教授，从事电力系统仿真与故障诊断的研究；

郝 爽 (1982-)，女，助理工程师，从事高电压技术开关类的试验和研究。