

变压器励磁涌流的新判据

冯 勇, 柳焕章, 陈学道

(华中电力调度通信中心, 湖北 武汉 430077)

摘要: 提出了两种判断变压器励磁涌流的新方法: 从分析电流波形特点入手得出的二阶导数法和从励磁涌流产生的机理入手得出的电压突变量法。这两种方法同其它方法相比简单可靠, 易于实现。

关键词: 变压器差动保护; 励磁涌流

中图分类号: TM773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2002)10-0083-02

1 引言

对于变压器励磁涌流的鉴别, 目前已经有间断角、高次谐波、波形对称原理等方法。本文在这里提出两种新方法, 供大家讨论比较。

2 从分析电流波形特点入手得出的二阶导数法

下面对励磁涌流和故障电流的波形特性进行分析。

(1) 励磁涌流波形特性

励磁涌流波形如图 1。当变压器磁通达到饱和 A 点后, 励磁电流急剧增大至 B 点。

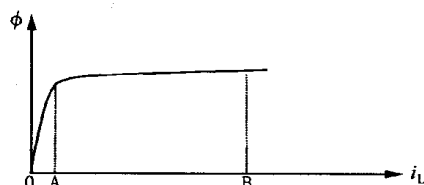


图 1 磁通与励磁电流

Fig. 1 Magnetic flux and exciting current

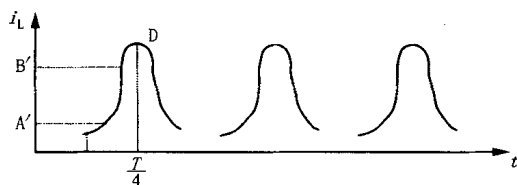


图 2 励磁涌流波形

Fig. 2 Exciting surge waveform

对于励磁涌流(图 2)波形而言, 自峰值顶点 D 向下搜索 1/4 周波, 总可以找到区间 B A', 在此区间内 i_L 增大得越来越快, 其二阶导数 i_L'' 大于零。B A' 区间的波形向上凹, 对应着图 1 中磁通饱和后电流急剧增大的部分。

(2) 故障电流波形特性

而对于故障电流波形(图 3)来说, 由于是正弦波, 故自峰值顶点 D 以下 1/4 周波内(A B'), i_K 增大得越来越慢, 其二阶导数 i_L'' 小于零。A B' 区间的波形向上凸。当考虑非周期分量时, 以上结论也成立, 因为非周期分量是不断衰减的。

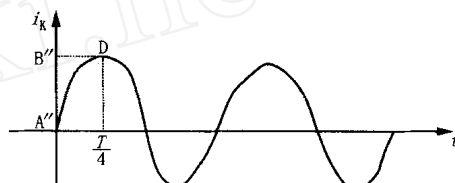


图 3 故障电流波形

Fig. 3 Fault current waveform

因此, 根据励磁涌流波形与故障电流波形的不同特性, 可以采用电流二阶导数的方法来鉴别励磁涌流。

3 从励磁涌流产生的机理入手得出的电压突变量法

我们知道, 变压器励磁涌流产生的根源是一侧电压突然增大(ΔU)与剩磁同向叠加造成饱和所引起的。下面对变压器几种不同运行状况下的电压变化情况进行分析。

(1) 变压器空载合闸

图 4 给出了变压器空载合闸示意图(a)及等效回路图(b)。

变压器空载合闸时, 合闸侧电压突然升高, $\Delta U > 0$, 产生励磁涌流。

(2) 外部故障切除

图 5 给出了外部故障切除示意图(a)及等效回路图(b)。

外部故障切除时, 切除故障侧电压突然升高, $\Delta U > 0$, 产生励磁涌流。

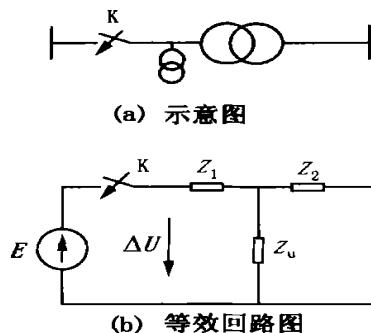


图4 变压器空载合闸

Fig. 4 Transformer closing without load

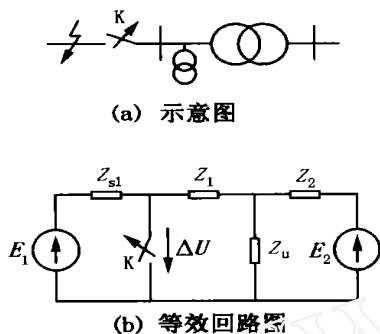


图5 变压器外部故障切除

Fig. 5 Clearing the fault outside transformer and its equivalent circuit

(3) 发生内部或外部相间和接地故障

发生内部或外部相间和接地故障时,总有一侧电压突然降低,其 $\Delta U < 0$,不会产生励磁涌流。

因此,根据(1)、(2)、(3)的分析,对于图6的变压器模型,可以建立变压器励磁涌流的电压突变量判据(图7)。

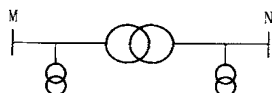


图6 变压器模型

Fig. 6 Transformer model

下面分析电压突变量判据在变压器各种运行状况下的表现:

(1) 当变压器空载合闸时,若没有合闸于故障,则变压器两侧相电压由零增大至正常运行值, $\Delta U > \Delta U_{set}$ 、 $U_{\phi} > U_{set}$,电压判据满足,闭锁差动保护,经延时 T_{rst} 开放差动保护。

(2) 当变压器空载合闸于相间或接地故障时,两侧虽然可能有一侧电压增大(即 $\Delta U > \Delta U_{set}$ 有可能满足),但必然有一侧某相电压低 ($U_{\phi} < U_{set}$),因此,在这种情况下,尽管可能产生励磁涌流,仍然不

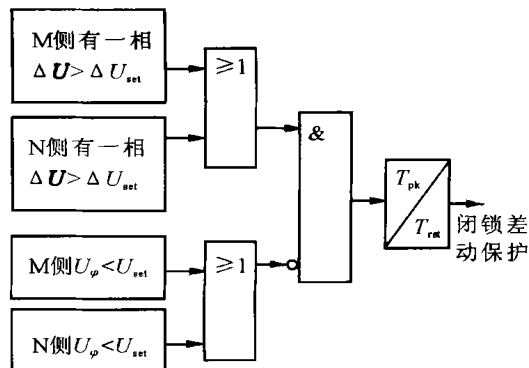


图7 电压突变量简要判据

Fig. 7 Simple criterion of ΔU

闭锁差动保护。

(3) 当变压器空载合闸于匝间故障时, $\Delta U > \Delta U_{set}$ 、 $U_{\phi} > U_{set}$,电压判据满足,闭锁差动保护(因为这种情况下有励磁涌流产生),经延时 T_{rst} 开放差动保护。

(4) 外部故障切除时,电压恢复, $\Delta U > \Delta U_{set}$ 、 $U_{\phi} > U_{set}$,电压判据满足,闭锁差动保护,经延时 T_{rst} 开放差动保护。

(5) 内部故障或外部故障时,电压降低, $\Delta U < 0 < \Delta U_{set}$,不闭锁差动保护。

由以上分析可见,电压突变量判据在变压器各种运行状况下均有良好的表现。

4 结论

从电流波形特性入手,提出了鉴别励磁涌流的二阶导数方法。从励磁涌流产生的机理入手,提出了判别励磁涌流的电压突变量方法。这两种方法同其它方法相比简单可靠,易于实现。特别是在空载合闸于相间或接地故障时,可能产生励磁涌流,但电压突变量法能够开放差动保护,快速切除故障。

参考文献:

- [1] 朱升石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995, 8.
- [2] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.
- [3] 国家经贸委. 大型发电机变压器继电保护整定计算导则[Z]. 2000, 7.

收稿日期: 2002-04-11

(下转第 89 页)

法的特点及其内在联系的分析[J]. 电力系统自动化, 1995,19(9):53-59.

- [18] Thorp J S, Phadke A G. A New Computer Based Flux Restrained Current Differential Relay for Power Transformer Protection[J]. IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems, 1983, PAS-102(11):3624-3629.
- [19] Kuniaki Yabe. Power Differential Method for Discrimination between Fault and Magnetizing Inrush Current in Transformers[J]. IEEE Transaction on Power Delivery, 1997, 12(3): 1109-1118.

收稿日期: 2002-01-29

作者简介:

宋芸(1974-),女,硕士研究生,研究方向为电力继电保护及无功控制;

乐秀(1956-),男,副教授,研究方向为电力系统遥控及继电保护;

钱锋(1966-),男,工程师,从事微机保护及配网自动化的研究及管理工作。

The application of inrush current identification method in transformer protection

SONG Yun¹, LE Xiu-fan¹, QIAN Feng², LI Zhi-peng¹

(1. Hehai University, Nanjing 210098, China; 2. Xuzhou Power Supply Bureau, Xuzhou, 221000, China)

Abstract: The identification of magnetizing inrush current has always been a vital problem in transformer protection. This paper analyzed and summarized the method of inrush current identification principle presented by lots of scholars, and compared the method used on site with the application of modern intelligent identification theory in inrush current. Then the tendency of its research and application was proposed.

Key words: power transformer; magnetizing inrush current; relay protection

(上接第 82 页)

Analysis in effects to high frequency protection command transmission time in carrier wave channel

LIU Hui¹, PAN Yong-qí¹, QU Jing²

(1. Chongqing Electric Power Dispatch and Communication Centre, Chongqing 400014, China;

2. Chongqing HIPDC Luohuang Power Plant, Chongqing 400000, China)

Abstract: When adopting the blocking scheme in DLP protection equipment, ignoring the effect of high frequency protections's command transmission time in carrier wave channel led to the high frequency protection's maloperation on the fault out of protection region. It is found by analysis that, different from protection we usually adopt, the high frequency protection of the blocking scheme has cooperative relationship with protection command channel transmission time. DLP-DATA fault record program in DLP protection is used to measure the channel transmission time of the high frequency protection, which provides time data for protection setting.

Key words: blocking; protection command; transmission time

(上接第 84 页)

作者简介:

冯勇(1972-),男,硕士研究生,工程师,研究方向为电力系统继电保护。

柳焕章(1954-),男,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护。

陈学道(1951-),男,硕士研究生,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护及运行管理。

New ways to distinguish the surge of the transformer

FENG Yong, LIU Huan-zhang, CHEN Xue-dao

(Central China Electric Power Dispatching Center, Wuhan 430077, China)

Abstract: The paper presents two ways to distinguish the surge of the transformer. They are two-fold derivative method got by analysing the characteristics of current waveform and ΔU method got from the theory of exciting surge. These two methods are more simple and reliable compared with the others.

Key words: transformer differential relay; surge