

复合比率制动在变压器差动保护中的应用

黄涛

(河南狮鼎股份有限公司, 河南 郑州 450003)

摘要: 分析了常用比率制动的缺点, 提出复合比率制动原理及其特性曲线的测试方法。

关键词: 比率制动; 差动保护; 制动系数

中图分类号: TM772

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2000)11-0063-02

1 前言

变压器差动保护除了要躲过空载合闸及区外故障切除后所产生的励磁涌流外, 还要防止穿越性故障由于不平衡电流的增大而引起的误动。为此多采用比率制动的原理, 即动作电流随制动电流的增大而成比例的增加, 其动作方程如下:

$$I_d = K_r I_r \quad (1)$$

式中 I_d 为差动保护动作时的差电流;

I_r 为制动电流;

K_r 为制动系数。

对于两卷变压器, 设 I_1 、 I_2 分别代表高、低压侧电流, 电流方向流入变压器为正, 流出变压器为负, 则

$$I_d = I_1 + I_2$$

关于制动电流, 目前国内大多数厂家生产的变压器差动保护, 对于两卷变压器采用 $(I_1 - I_2)/2$, 对于三卷或三卷以上的变压器则采用各侧电流中的最大者。采用这种制动方式, 当在负荷情况下区内轻微故障(如匝间短路)时, 由于各侧电流的方向未变, 因此制动电流较大(以两卷变压器为例, 制动电流为两侧电流之和)。对于单侧电流, 区内故障时仅一侧有电流, 制动电流也不为零。在上述两种情况下, 为了使保护可靠动作, 制动系数 K_r 不能选择过大, 当区外穿越性故障时, 特别是在故障电流很大引起一侧电流互感器严重饱和时, 此时差动电流较大, 会引起保护的误动作, 因此 K_r 一般取 0.3 ~ 0.4。也就是说采用上述制动方式, 在区内故障时制动量大, 保护动作不灵敏, 而在区外故障时制动最小, 保护会误动。

2 复合比率制动在变压器差动保护中的应用

复合比率制动的动作方程式如下:

$$I_d = \sum_{i=1}^N I_i - \sum_{i=1}^N I_i \times K_r \quad (2)$$

式中 N 为变压器的卷数

$\sum_{i=1}^N I_i$ 为各侧电流的代数和, 流入变压器为正, 流出为负;

$\sum_{i=1}^N |I_i|$ 为各侧电流的绝对值和;

K_r 为制动系数。

当正常运行及区外故障时, 由于变压器各侧电流有流进也有流出, 各侧电流的代数和远小于绝对值和, 因此动作量远小于制动量, 即使一侧电流互感器严重饱和时, 也是如此; 而在区内故障时, 由于各侧电流代数和的增大而使制动量减小(公式(2)中右侧的值), 因此保护可以可靠动作。

由公式(2)可知, 差动保护的制动量是动态变化的, 即区外故障制动量大。理论计算表明, 即使一侧电流互感器饱和至其输出电流仅为理论值的 0.5 倍时, 也能可靠制动, 而在区内故障时, 制动量变小, 保护可以可靠动作, 这正是我们所需要的。

3 特性曲线的测试

比率制动变压器差动保护的判据为:

$$(1) I_d > I_{dmin}$$

$$(2) I_d > K_r (I_r - I_{r0}) + I_{dmin}$$

式中 I_{dmin} 为差动保护的最小动作电流, 即在无制动量情况下的动作电流;

I_{r0} 为最小制动电流, 即只有制动电流大于该值时, 制动才起作用。

以图 1 所示两卷变压器为例, 设 I_1 、 I_2 分别代表高、低压侧电流, 测试时 I_1 为流入, I_2 为流出, 将式(2)整理后得:

$$I_1 = (1 - 2K_r) I_2$$

其动作特性为一直线。

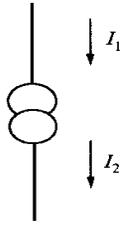


图1 两卷变压器示意图

在微机保护的运行实践中,先分别计算出差动电流与制动电流的实数部分与虚数部分,将实数与虚数分别平方后相加再开方,即为相应的差动电流与制动电流,实际上为减小运算量,总是在虚数与实数分别开方后相加得到幅值的平方,将定值平方后再与计算结果相比较,因此对于图1所示的两卷变压器,实际的动作方程为

$$(I_1 - I_2)^2 - (I_1 + I_2)^2 \times K_r \quad (3)$$

将式(3)整理后得

$$I_1 = [- (2 K_r - 1) \pm 2 \sqrt{K_r (K_r + 1)}] \times I_2$$

令 $K_r = 0.33$ 则得

$$I_1 = 1.66 I_2 \quad (4)$$

或

$$I_1 = -0.98 I_2 \quad (5)$$

式(5)表示 I_2 方向为流入变压器。

当只有高压侧通过电流时, $I_2 = 0$, 此时两侧电流的代数和即为绝对值和,由式(3)知,此时制动量为零,其动作电流即为 I_{dmin} 。同方向加 I_1 、 I_2 , 即 I_1 为流入变压器, I_2 为流出变压器,固定 I_2 , 增加 I_1 使保护动作,记下此时的 I_1 、 I_2 。逐步增加 I_2 , 按同样

的方法,测出各 I_2 时的动作电流 I_1 , 可以绘出如图2所示曲线。其中 I_{r0} 为曲线的拐点,约等于额定电流。

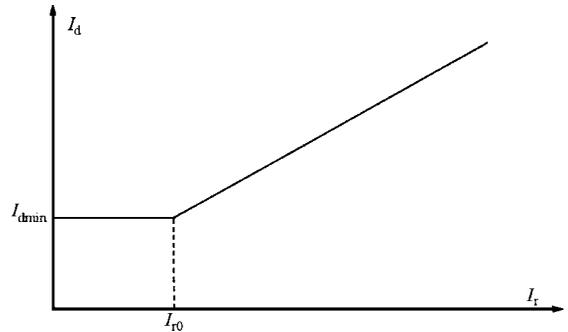


图2 差动保护的制动特性曲线

4 结论

根据文中提出的原理而制作的样机,经动模试验证明:在负荷情况下,绕组匝间3%短路时能可靠动作,区外故障CT严重饱和时能可靠制动,现场试运行证明,装置性能可靠。因此用复合比率制动原理不失为一种很好的选择。

参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [2] 贺家李等. 电力系统继电保护原理. 北京: 水电出版社, 1984.

收稿日期: 2000-03-22

作者简介: 黄涛(1967-),男,工程师,研究方向为继电保护及自动化。

Application of compound percentage restraint in transformer differential protection

HUANG Tao

(Henan Shiding Share Co., LTD, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: Analyze the defects of conventional percentage restraint, put forward a principle of compound percentage restraint and the testing method of its characteristics.

Key words: percentage restraint; differential protection; restraint coefficient