

过励磁引起比率制动式变压器差动保护“误动作”分析

李火元

(武汉电力学校, 湖北 武汉 430079)

摘要: 用作图和计算从量的角度分析了变压器过励磁时比率制动式变压器差动保护的工作情况。提出了过励磁保护与比率制动式差动保护的配合问题。认为,在现行的整定原则下,过励磁引起的比率制动式差动保护的误动作,不是误动作,为分析 BCD-24 几次不明原因的动作提供另一条思路。

关键词: 过励磁; 比率制动; 差动保护; 误动作

中图分类号: TM772 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)03-0026-03

1 引言

比率制动式差动保护具有灵敏度高,保护范围外部故障时制动特性好,加二次谐波制动后有较强的抗励磁涌流能力,因而被广泛用作现代中、大型变压器的主保护。

差动保护的主要是如何克服不平衡电流 I_{unb} 。变压器的励磁电流仅存在于一侧,因而,励磁电流是差动保护中的 I_{unb} 。正常运行时变压器的励磁电流很小,一般认为对差动保护影响不大,在现行的变压器差动保护整定计算中,没有考虑励磁电流的影响。

近两年,某电网有几台采用 BCD-24 型差动继电器构成的变压器差动保护在变压器无故障的情况下动作,将运行中的变压器切除。事后分析原因,没有得出令人信服的结论。有人把这种“误动作”归于保护自身,但对保护装置进行严格的静、动模实验,没能找出保护自身有什么问题。本文经分析认为,这些动作可能是励磁电流的作用,特别是过励磁引起的。

2 大型变压器的励磁电流分析

现代大型变压器额定工作磁密 $B_N = 1.7 \sim 1.8$ T,饱和磁密 $B_s = 1.9 \sim 2.0$ T。两者很接近。工作磁密达到额定磁密的 1.3~1.4 倍时,励磁电流的有效值可达到额定负荷电流的水平。正常运行情况下的励磁电流相当于额定电流的 1% 左右。结合磁化曲线,将磁通与励磁电流的关系绘如图 1 (未考虑剩

磁)中。

为分析问题的方便,作图 1 时取变压器的额定工作磁密 $B_N = 1.75$ T,饱和磁密 $B_s = 1.95$ T。设工作磁密达到 1.3 倍额定磁密时,励磁电流的有效值等于变压器的额定电流值, $I_E = I_N$ 。图中的电流均为折算后的二次电流值。

图 1 中的 I_0 为变压器处在额定运行状态下的励磁电流值;

当工作磁密为 1.15 倍额定磁密时,励磁电流 $I_{E2} = 0.3 I_{N2}$;

当工作磁密为 1.3 倍额定磁密时,励磁电流 $I_{E2} = I_{N2}$ 。

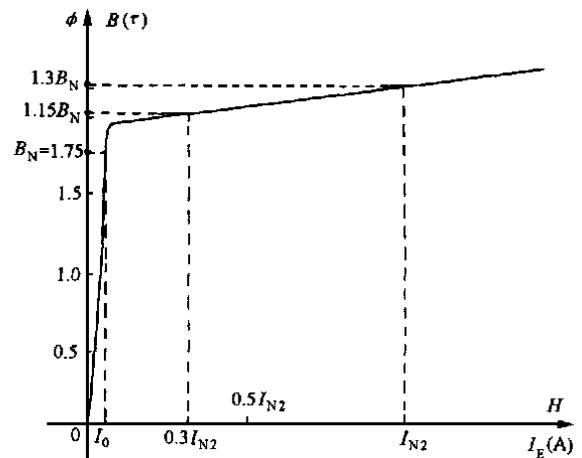


图 1

3 比率制动式变压器差动保护的定值计算

比率制动特性如图 2 所示。

图 2 中, I_{act} 为动作电流;

I_{brk} 为制动电流;

保护的动作为

收稿日期: 1999-06-21; 改回日期: 1999-08-18

作者简介: 李火元(1952-),男,高级讲师,大学本科,从事继电保护的教学与研究工作。

$$\begin{cases} I_{act} > I_{act.min} \\ I_{act} > K_{brk} (I_{brk} - I_{brk.min}) + I_{act.min} \end{cases} \begin{cases} I_{brk} > I_{brk.min} \\ I_{brk} > I_{brk.min} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中:

$I_{act.min}$ ——最小动作电流;

K_{brk} ——制动系数, $K_{brk} = \tan Q$

$I_{brk.min}$ ——制动电流起制动作用的起始值, 当 $I_{brk} > I_{brk.min}$ 时制动回路起制动作用。

为提高保护反映内部故障的灵敏度, 最小动作电流 $I_{act.min}$ 只考虑躲正常运行时的不平衡电流, 即:

$$I_{act.min} = K_{rel} (K_{aper} \cdot K_{ss} \cdot f_{er} + U + f) \cdot I_{N2} \quad (2)$$

式(2)中:

K_{rel} ——可靠系数, 一般取 1.3;

K_{aper} ——非周期分量影响系数, 取 1.3 ~ 1.5;

K_{ss} ——电流互感器 TA 的同型系数, 变压器差动保护 K_{ss} 取 1;

f_{er} ——TA10%误差;

U ——调压范围;

f ——相对误差, 由各差动臂中的电流决定;

I_{N2} ——变压器额定运行状态下差动臂中电流 (取各差动臂中电流最大那一侧的电流)。

式(2)是现行的比率制动式变压器差动保护的计算式, 励磁电流被忽略。现以一台 $S = 120\text{MVA}$, 接线方式为: $\text{YN}_1, \text{Y}_{12}, \text{d}_{11}$; 电压比为 $220 \pm 8 \times 1.25\% / 12, / 11\text{kV}$ 变压器为例, 计算比率制动式差动保护的整定值。额定值计算列如表 1。

相对误差:

$$f_{低-高} = \frac{3.936 - 4.545/1.164}{3.936} = 0.008$$

$$f_{低-中} = \frac{3.936 - 4.132/1.05}{3.936} = 0.002$$

$$f_{中-高} = \frac{4.132/1.05 - 4.545/1.164}{4.132/1.05} = 0.008$$

取: $f = 0.008$

则: $I_{act.min} = 1.3 \times (1.5 \times 1 \times 0.1 + 8 \times 1.25\% + 0.008) \times 3.963 = 1.32\text{A}$

实际中取: $I_{act.min} = 2\text{A}$

制动系数: $K_{brk} = 1.3 \times (1.5 \times 1 \times 0.1 + 8 \times 1.25\% + 0.008) = 0.3354$

实际中取: $K_{brk} = 0.4$

为躲励磁涌流, 二次谐波制动部分按厂家要求取 15% ~ 20%。

差动速断取 $I_{act} = (8 - 10) I_N = 30\text{A}$

为防止外部故障保护误动作取 $I_{brk.min} = I_{N2} =$

3.936A。

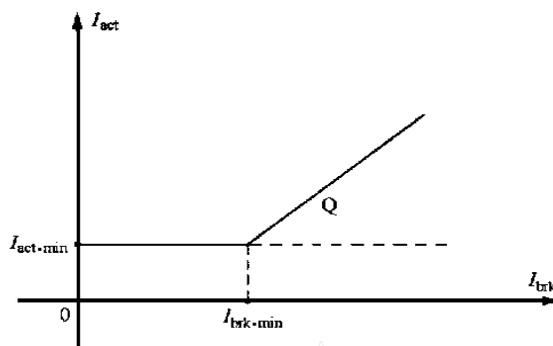


图 2

表 1 120MVA 变压器差动保护额定值计算表

额定电压	220kV	121kV	11kV
TA 二次接线方式	Y		
变压器各侧一次额定电流	314.92A	572.58A	6298.37A
TA 计算变比	$\sqrt{3} \times 314.92/5$	$\sqrt{3} \times 572.58/5$	6298.37/5
TA 实际变比	600/5	1200/5	8000/5
差动臂中的电流 I_{N2}	4.545A	4.132A	3.936A
选自耦变流器 FY-1A 减小	初级 1 - 9, 5.82A	初级 1 - 7, 5.25A	
I_{unb}	次级 1 - 5.5A	次级 1 - 6.5A	
FY1A 变流比	5.82/5 = 1.164	5.25/5 = 1.05	

4 比率制动式变压器差动保护的动作为分析

本节结合前两节的数据, 重点分析励磁电流对比率制动式差动保护的作用。

外部故障, 在比率制动的作用下, 差动保护有选择地不动作。

变压器正常运行时, 不平衡电流 I_{unb} 小于最小动作电流 $I_{act.min}$, 差动保护可靠地不动作。

出现励磁涌流时, 由二次谐波制动部分作用, 保护不动作。

变压器内部故障, 满足式(2)的动作条件, 差动保护可靠地动作。

当某种原因引起变压器过励磁达到一定程度时, 差动保护会动作。

在大型变压器上装有过励磁保护。过励磁保护现行的整定原则是: 过励磁倍数整定为 1.18 ~ 1.20 倍额定磁密时, 过励磁保护的動作时间整定为 2 ~ 6s; 过励磁倍数整定为 1.10 倍额定磁密时, 过励磁保护的動作时间整定为 45 ~ 60s, 从图 1 中可看出, 过励磁倍数为 1.15 额定磁密时, 励磁电流 $I_{E2} =$

$0.3 I_{N2} = 3.936 \times 0.3 = 1.181A$, 加上变压器额定负载情况下可能出现的不平衡电流 $I_{unb} = (K_{aper} \cdot K_{ss} \cdot f_{er} + U + f) \cdot I_{N2}$, 因为计算的是变压器额定负载情况下的不平衡电流, 所以取 $K_{aper} = 1$, 则 $I_{unb} = (1 \times 1 \times 0.1 + 0.1 + 0.008) \times 3.936 = 1.102A$, 通过差回的电流为 $1.181 + 1.102 = 2.28A$, 大于差动保护的整定值 $2A$, 差动保护瞬时动作。在现行的整定原则下, 过励保护能动作时, 比率制动式差动保护也会动作, 而后者是不带时限的。

近年来, 发电容量不断增加, 加之工业结构调整, 电力系统呈供过于求的局面。随着生活水平的不断提高, 生活用电比例不断提高, 电力系统峰、谷负荷差值越来越大, 这样带来电压波动较大, 再考虑其它因素(如高压线路的充电电容引起线路末端电压升高, $220kV$ 的线路, 每百公里可使电压升高约

3%), 变压器过励磁的可能性增加。因过励磁保护动作时间长, 差动保护切除了过励磁故障。前述某电网比率制动式差动保护的“误动作”, 不排除有切除过励磁的可能性。

5 结论

比率制动式变压器差动保护必须考虑变压器过励磁问题。按现行的比率制动变压器差动保护和变压器过励磁保护方式整定, 变压器过励磁时只能是差动保护动作。

要解决好过励磁时比例制动式差动保护的配合问题, 可采取两种措施, 一是在整定 $I_{act.min}$ 时, 引入反应励磁电流的系数, 这当然会降低差动保护反映短路故障的灵敏度。二是考虑过励磁保护与差动保护的配合, 如让过励磁保护瞬时发信号等。

Analysis about overexcitation causing differential protection "maloperation" of the transformer of ratio braking style

LI Huo-yuan

(Wuhan Electric Power School, Wuhan 430079, China)

Abstract: This paper, from quantitative angle and by drawing and calculating, analyses the operating state of differential protection of ratio braking style-transformer during overexcitation and discusses the cooperation of the overexcitation protection and the ratio braking style differential protection. The author think it is not maloperation that the overexcitation causes the action of ratio braking style differential protection under current adjust-fixing principle. The paper offers a thinking for analysing unidentified cause action of BCD-24.

Keywords: overexcitation; ratio braking; differential protection; maloperation

(上接第 21 页) 入软件实现调幅波与闪变的数字化测量。通过仿真, 我们看到数字化方法的效果良好, 能够满足要求。

参考文献:

[1] Lassi Toivonen, Jorma Morsky. Digital Multirate Algorithms for

Measurement of Voltage, Current, Power and Flicker. IEEE Transactions on Power Delivery, 1995, 10(1): 116 - 126,

[2] 孙树勤. 电压波动与闪变. 中国电力出版社, 1998.

The digital realization of IEC's flickermeter

LIU Ya-zhou, LI Wei, JI Yan-chao, LIU Zhuo

(Harbin Institute of Technology, 150001 Harbin, China)

Abstract: This paper introduces the way of measuring flicker presented by International Electrical Committee(IEC). Then, based on it, this paper designs a digital way of measuring flicker and promotes the original way of decomposing voltage fluctuation, so that the original analogue way can be used in digital meters. At last, it presents the simulation results.

Keywords: flicker; power quality; voltage fluctuation