

WBH-100型微机变压器成套保护中差动保护的计算分析

郑宏彦

(宁夏电力局中调所, 宁夏 银川 750001)

【摘要】 针对 WBH-100 型微机变压器成套保护装置中差动保护部分进行介绍, 详细分析了该保护的整定计算原则, 并论述了微机变压器差动保护二次相位补偿与传统变压器差动保护的不同之处。

【关键词】 WBH-100 型; 差动保护; 计算; 分析

1 引言

WBH-100 系列微机变压器保护装置, 由变压器差动保护、变压器后备保护、变压器非电量保护几部分构成, 根据不同的电压等级, 保护的配置有所不同。宁夏电网第一座 330kV 变电所青铜峡 4# 主变即配置了 WBH-100 微机变压器成套保护装置。青变 4# 主变的保护配置为两主一后, 即双套变压器差动保护, 一套变压器后备保护及非电量保护。两套变压器差动保护取自不同的 CT, 其保护范围有所不同。差动保护做为变压器的主保护, 其整定计算的正确与否直接关系到变压器的安全稳定运行, 同时也直接关系到整个电网的安全运行。

2 差动保护 CT 全星形接法的说明

传统变压器差动保护 CT 的接线方式一般与变压器的接线方式相反, 即如果变压器的接线方式为 Y/Y, 变压器差动保护 CT 的接线方式一般为 / / Y, 这样可以进行相位补偿, 而微机变压器差动保护 CT 接线一般采用 Y/Y/Y, 其相位的补偿是在微机保护软件内实现的。如不搞清楚软件内部如何实现相位补偿, 就无法进行差动保护的整定计算。具体说明如下:

变压器电压等级	330kV	220kV	35kV
变压器接线方式	Y	Y	
差动保护 CT 接线	Y	Y	Y

进入变压器差动保护三侧的电流分别为:

$$330\text{kV 侧} \quad \dot{I}_{aY} = \dot{I}_{AY} / n_1 \quad \dot{I}_{bY} = \dot{I}_{BY} / n_1 \\ \dot{I}_{cY} = \dot{I}_{CY} / n_1$$

$$220\text{kV 侧} \quad \dot{I}_{aY} = \dot{I}_{AY} / n_2 \quad \dot{I}_{bY} = \dot{I}_{BY} / n_2 \\ \dot{I}_{cY} = \dot{I}_{CY} / n_2$$

$$35\text{kV 侧} \quad \dot{I}_a = \dot{I}_A / n_3 \quad \dot{I}_b = \dot{I}_B / n_3 \\ \dot{I}_c = \dot{I}_C / n_3$$

n_1, n_2, n_3 分别为三侧 CT 变比。

没有经过相位补偿前 \dot{I}_{aY} 与 \dot{I}_a , \dot{I}_{bY} 与 \dot{I}_b , \dot{I}_{cY} 与 \dot{I}_c 相位分别差 30° , 此时流入差动保护的电流无法直接相加减, 因此变压器 330kV 侧及 220kV 侧的二次电流进入差动保护之前必须通过软件进行相位补偿。设补偿前电流为 $\dot{I}_{aY1}, \dot{I}_{bY1}, \dot{I}_{cY1}$, 补偿后电流为 $\dot{I}_{aY2}, \dot{I}_{bY2}, \dot{I}_{cY2}$, 补偿方法如下:

$$\dot{I}_{aY2} = (\dot{I}_{aY1} - \dot{I}_{bY1}) / \sqrt{3} = \sqrt{3} \dot{I}_{aY1} e^{j30^\circ} / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}_{bY2} = (\dot{I}_{bY1} - \dot{I}_{cY1}) / \sqrt{3} = \sqrt{3} \dot{I}_{bY1} e^{j30^\circ} / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}_{cY2} = (\dot{I}_{cY1} - \dot{I}_{aY1}) / \sqrt{3} = \sqrt{3} \dot{I}_{cY1} e^{j30^\circ} / \sqrt{3}$$

通过以上的式子可以看出软件相位补偿后各相电流(330kV、220kV 侧)只改变了相位角, 而模值并没有改变。下面用图 1 进行说明:

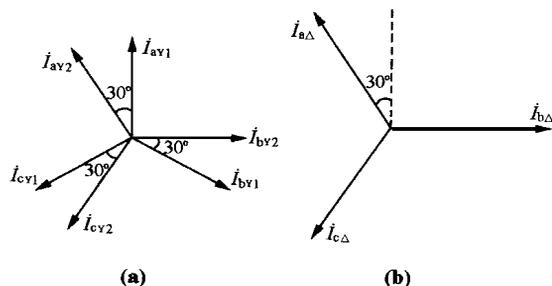


图 1

从图 1 相量图可以看出, 330kV 及 220kV 侧经过软件相位补偿后, 流进差动保护三侧的电流相位相同, 幅值分别为一次电流/变比。通过微机变压器差动保护软件相位补偿的分析, 我们才能正确地计算变压器各侧流入差动保护的二次额定电流。

3 微机变压器差动保护定值计算

(1) 计算变压器各侧一次电流

$$i_n = S_n / \sqrt{3} U_n$$

S_n —— 变压器额定容量 (kVA) ;

U_n —— 计算侧额定电压 (kV)。

(2) 计算变压器各侧流入差动保护的二次电流

$$I_n = k_{jx} \cdot i_n / n_{LH}$$

k_{jx} —— 变压器 CT 接线系数,

接线 $k_{jx} = \sqrt{3}$, Y 接线 $k_{jx} = 1$;

n_{LH} —— CT 变比。

微机变压器差动保护 CT 的接线通常三侧均为星形 (即 Y/Y/Y), 相位补偿由软件进行, 这样 CT 的接线既简单又可靠。

(3) 计算平衡系数

差动保护各侧电流平衡调整由装置的软件完成, 无需外接中间变流器, 电流平衡调整通常以高压侧为基准, 中压及低压侧通过平衡系数的校正, 使变压器在正常情况下三侧保持平衡。

中压侧平衡系数 $k_{phm} = I_{nh} / I_{nm}$;

低压侧平衡系数 $k_{phl} = I_{nl} / I_{nl}$;

I_{nh} —— 变压器高压侧二次额定电流;

I_{nm} —— 变压器中压侧二次额定电流;

I_{nl} —— 变压器低压侧二次额定电流。

(4) 最小动作电流 I_{dz}

该定值需躲过最大负荷电流下的不平衡电流, 且要保证变压器内部故障时有足够的灵敏度。通常取 $I_{dz} = (0.3 \sim 0.5) I_n$, I_n 为变压器高压侧二次额定电流。

(5) 比率制动系数 k_z

$$k_z = k_k (k_{ix} \times F_i + dU + dF_b);$$

k_k —— 可靠系数, 一般取 1.2 ~ 2;

k_{ix} —— 电流互感器同型系数, 变压器差动保护取 1;

F_i —— 电流互感器误差, 一般取 0.1 (10%);

dU —— 变压器抽头引起的误差, 取 0.05 ~ 0.15;

dF_b —— 二次电流平衡不精确引起的误差, 一般取 0.05 ~ 0.1;

通常比率制动系数 k_z 取 0.5。

(6) 差流速断定值 I_{sd} 的计算

a. 躲过空投变压器时产生的最大励磁涌流——即躲过变压器励磁涌流。

b. 躲过外部短路时产生的最大不平衡电流
当空载变压器投入电网或变压器外部故障切除

后电压恢复时, 励磁涌流高达额定电流的 6 ~ 8 倍 (6 ~ 8 I_n), 当差动保护 CT 选择合适时, 变压器外部短路流过差动速断的不平衡电流小于变压器的励磁涌流, 因此差流速断定值 I_{sd} 可考虑只躲过变压器励磁涌流。

$I_{sd} = 4 \sim 10 I_n$; I_n —— 高压侧二次额定电流。

通常中小型变压器取 8 I_n 左右, 大型变压器取 4 I_n , 应根据具体变压器来定。

(7) 二次谐波制动系数

变压器空载投入时, 励磁涌流中二次谐波含量很大, 其他高次谐波也占相当比例, 通过对装置的合理调整, 使谐波分量占基波的 15% ~ 25%, 使保护不动作, 达到变压器空载投入时闭锁差动保护的日的。

谐波制动系数即谐波与基波的比值, 整定时一般取 0.15 ~ 0.25。

(8) 最小制动电流

一般取变压器二次额定电流值 I_n 。

设变压器各侧电流为 \dot{I}_{A1} 、 \dot{I}_{A2} 、 \dot{I}_{A3} , \dot{I}_{B1} 、 \dot{I}_{B2} 、 \dot{I}_{B3} , \dot{I}_{C1} 、 \dot{I}_{C2} 、 \dot{I}_{C3} ; 进入差动保护的差电流为 $\dot{I}_{DA} = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A3}$; $\dot{I}_{DB} = \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{B3}$; $\dot{I}_{DC} = \dot{I}_{C1} + \dot{I}_{C2} + \dot{I}_{C3}$ 。制动电流 (三卷变压器) 为 $\dot{I}_A = \max(\dot{I}_{A1}, \dot{I}_{A2}, \dot{I}_{A3})$, $\dot{I}_B = \max(\dot{I}_{B1}, \dot{I}_{B2}, \dot{I}_{B3})$, $\dot{I}_C = \max(\dot{I}_{C1}, \dot{I}_{C2}, \dot{I}_{C3})$ 。从以上式子可看出当变压器内部故障时差电流为变压器三侧电流之和, 而制动电流取三侧电流中较大者, 因此变压器内部故障时差电流大于制动电流, 保护可靠动作。当变压器外部故障时进入差动保护的差电流为三侧电流相减后的不平衡电流, 制动电流仍取三侧电流中较大者, 此时制动电流大于差动电流, 保护可靠不动作。

4 结论

本文所述的整定计算原则在宁夏网 330kV 变电所青铜峡 4[#] 主变差动保护计算中得到实际应用。本文的计算原则同样适用于其他型号的比率制动、谐波制动变压器差动保护的计算。

收稿日期: 1998-12-23

作者简介: 郑宏彦 (1966 -), 女, 工程师, 主要从事电力系统继电保护工作。