

## 35/6(10)KV降压变压器速断差动保护选用讨论

四川南充供电局调度所 向宇

对于电网中主要电气设备之一的变压器,它的保护配置对变压器的安全,可靠运行,以及对电网的安全起着决定性的作用。根据《继电保护及自动装置技术规程》的规定:“对于10000kVA及以下的变压器,其过流时间大于0.5秒应设电流速断保护,2000kVA及以上的变压器,若电流速断灵敏性不能满足要求时,则应选用差动保护”。对于这种中小容量的变压器,在设计保护选型时能否根据一些参数简单的确定是应选用差动呢,还是速断?本文试图对这一问题进行简单的分析,根据系统的运行参数和变压器的有关参数确定其选用的保护类型。

我们知道:电流速断的保护整定原则是按躲越变压器外部故障的最大短路电流来整定,按变压器电源侧(保护安装处)的最小两相短路电流来校验灵敏度:

$$I_{dz} = K_k I_{D2.Zd} \quad (1)$$

$K_k$ —可靠系数,取1.3;

$I_{D2.Zd}$ —变压器外部 $D_2$ 点最大短路电流。

现设变压器的阻抗额定值为 $X_e$ ,则 $I_e = \frac{U_e}{\sqrt{3}X_e}$ 。又设变压器安装处高压母线上的短路阻抗为:最大运行方式时 $X_{s1}$ ,最小方式时 $X_{s2}$ ,则:

$$I_{D2.Zd} = \frac{U_e}{\sqrt{3}(-X_{s1} + 0.075X_e)} \quad (2)$$

如上所述,由于有电闭锁电源取自PT,PT主刀闸必须合上,有电闭锁才有效。以往母线接地刀闸一般配在母线PT上,按操作惯例,接地刀闸必须在主刀闸打开时,才能操作,故主刀闸IG与接地刀闸0IG<sup>1</sup>和0IG<sup>2</sup>之间的机械闭锁装置也是按此原理联锁的,而有电闭锁又要求PT一次刀闸必须先于接地刀闸合上。如将PT主刀闸与接地刀闸之间的机械闭锁拆除可以操作,但又不符合操作惯例,为了解决此矛盾,本图册中操作闭锁回路的设计是按母线接地刀闸首先接于母联隔离开关上考虑的,如图5所示,1G,2G均为双接地,当需要加装第二把接地刀闸时,则考虑在PT隔离刀闸上加装。正确的操作顺序应是这样的,当某一组母线需要检修时,PT隔离开关IG或II G因为 有电闭锁继电器的需要而应在合上状态,此时通过有电闭锁回路,见图6中0IG<sub>2,1</sub>、02G<sub>2</sub>操作回路,可操作此母线接地刀闸,而PT的母线接地刀闸0IG<sub>2</sub>或0II G<sub>2</sub>则必须在母联隔离开关的接地刀01G<sub>2</sub>或02G<sub>2</sub>合上后才能操作。如果母线较短,只要装一把接地刀闸时应保留母联回路的母线接地刀闸,而取消PT上的母线接地刀闸。

式中 $0.075X_e$ 是根据一机部标准JB1301—73: 35/6~10kV容量在10000kVA及以下时, 阻抗电压不大于7.5%。

变压器安装处的最小两相短路电流为:

$$I_{D1 \cdot 2X} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{U_e}{\sqrt{3} X_d} = \frac{U_e}{2 X_d} \quad (3)$$

则速断保护的灵敏度 $K_{um}$ :

$$K_{um} = \frac{I_{D1 \cdot 2X}}{I_{D2}} = \frac{U_e / 2 X_d}{k_K I_{D2 \cdot 2d}} = \frac{U_e / 2 X_d}{\frac{1.3 U_e}{\sqrt{3} (X_x + 0.075 X_e)}}$$

根据规程规定:  $k_{um} \geq 2$

$$\text{则: } \frac{\sqrt{3} (X_x + 0.075 X_e)}{2 \times 1.3 X_d} \geq 2$$

$$\text{化简得: } \frac{X_x + 0.075 X_e}{X_d} \geq 3 \quad (4)$$

又: 变压器的额定容量 $S_e = \frac{U_e^2}{X_e}$

变压器安装处高压母线的最大短路容量为:  $S_d = \frac{U_e^2}{X_d}$

变压器安装处高压母线的最小短路容量为:  $S_x = \frac{U_e^2}{X_x}$

将其代入(4)式得:

$$\frac{S_x}{S_d} + 0.075 \frac{S_x}{S_e} \geq 3$$

经过变换整理得:

$$S_x^2 \left( \frac{3}{S_d} - \frac{1}{S_e} \right) \leq 0.075 \quad (5)$$

若系统的等值阻抗以标么值表示, 变压器安装处高压母线的等值标么阻抗为 $X_{1**}$ 、 $X_{2**}$ , 基准功率 $S_j = 100 \text{MVA}$ ,  $U_j = U_{pi}$ 时,

由(4)式得:

$$\frac{X_{1**} + X_{2**}}{X_{d**}} \geq 3 \quad (6)$$

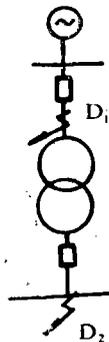
式中 $X_{d**}$ 是变压器的阻抗标么值;  $S_e$ 以MVA代入, 则有:

$$X_{d**} = \frac{U_k\%}{100} \times \frac{S_j}{S_e} = \frac{U_k\%}{100} \times \frac{100}{S_e} = \frac{U_k\%}{S_e}$$

代入(6)式有:

$$\frac{X_{1**} + \frac{U_k\%}{S_e}}{X_{d**}} \geq 3$$

因为 $U_k\% \leq 7.5\%$



所以

$$\frac{X_{x*} + \frac{7.5}{S_c}}{X_{d*}} \geq 3$$

$$\frac{S_c X_{x*} + 7.5}{S_c X_{d*}} \geq 3$$

经过变换整理得:

$$S_c (3 X_{d*} - X_{x*}) \leq 7.5 \quad (7)$$

因此只要满足(5)或(7)的条件,则该变压器应选用速断保护,否则应选用差动保护。

当选用差动保护时具体选用BCH—2还是BCH—1可按下列条件进行:容量 $S_c \leq 10\text{MVA}$ 时,  $\frac{S_d}{S_c} \geq 18$ 及 $10\text{MVA} < S_c \leq 31.5\text{MVA}$ 时,  $\frac{S_d}{S_c} \geq 20$ 时应选用BCH—1差动保护,否则应采用BCH—2<sup>(1)</sup>。

由于DCD—2与BCH—2对应,DCD—5与BCH—1相对应,所以DCD—2、DCD—5的选择,上述方法同样适用。

根据前述分析有如下结论:

1. 35/6~10kV的双卷降压变压器当满足:

$$S_c \left( \frac{3}{S_x} - \frac{1}{S_B} \right) \leq 0.075$$

$$(S_x = 100\text{MVA}, U_x = U_{pi}, S_c \leq 10\text{MVA})$$

$$\text{或 } S_c (3 X_{d*} - X_{x*}) \leq 7.5$$

应选用速断保护,否则应选用差动保护。

2. 当选用差动保护时,当满足:

$$\frac{S_d}{S_c} \geq \begin{cases} 18 & (S_c \leq 10\text{MVA}) \\ 20 & (10\text{MVA} < S_c \leq 31.5\text{MVA}) \end{cases}$$

应选用BCH—1(或DCD—5)差动,否则应选用BCH—2(或DCD—2)差动。

以上结论结合我局的双卷变压器进行核算均是符合的。

### 参考文献

1. 110kA及以下降压变压器差动保护选用讨论 徐州供电局 金韬《继电器》1978
2. 《继电保护和安全自动装置技术规程》SDJ6—83水利电力出版社 1987年7月出版