

# 干式变压器温升校正公式

## 1 干式变压器温升计算方法

首先是把铁心、线圈看作互不影响的发热个体，分别求出各自对环境的温升，然后再计算它们因温升不同的相互影响，求出铁心、线圈的温升校正量，进行校正。

### 1.1 铁心、内线圈（层式线圈）的温升（ $\tau$ ）计算基本公式

$$\tau = 0.36 q^{0.8}$$

$$q = W / S$$

式中： $q$ — 铁心或内线圈的单位热负荷  $W/m^2$

$W$ — 损耗功率  $W$

$S$ — 等效散热面  $m^2$

### 1.2 等效散热面的计算

#### 1.2.1 铁心等效散热面 $S_0$

$$S_0 = S_{W0} + \alpha_0 S_{Y0}$$

式中： $\alpha_0 = 0.56 \sqrt{a_0^{1.6}/H_0}$

$S_{W0}$ — 未被遮盖的散热面

$S_{Y0}$ — 被遮盖的散热面

$\alpha_0$ — 折合系数

$a_0$ — 铁心平均气道宽

$H_0$ — 铁心平均气道高

#### 1.2.2 内线圈等效散热面 $S_1$

$$S_1 = \alpha_1 S_{Y1}$$

式中： $\alpha_1 = 0.56 \sqrt{a_1^{1.6}/H_1}$

$S_{Y1}$ — 内线圈散热面

$\alpha_1$ — 折合系数

$a_1$ — 内线圈平均气道宽

$H_1$ — 内线圈电抗高

#### 1.2.3 外线圈等效散热面 $S_2$

$$S_2 = \alpha_2 S_{Y2}$$

式中:  $\alpha_2 = 0.56 \sqrt{a_2^{1.6}/H_2}$

$S_{Y2}$ — 外线圈散热面

$\alpha_2$ — 折合系数

$a_2$ — 外线圈平均气道宽

$H_2$ — 外线圈电抗高

## 2 温升校正

根据铁心与线圈的温差反求出对应的热负荷差。此部分热负荷使相邻部件产生的温升, 即是温升的校正值。

### 2.1 铁心、线圈未校正温差

$$\Delta \tau_{W0-1} = \tau_{W0} - \tau_{W1}$$

$$\Delta \tau_{W1-0} = \tau_{W1} - \tau_{W0}$$

$$\Delta \tau_{W1-2} = \tau_{W1} - \tau_{W2}$$

$$\Delta \tau_{W2-1} = \tau_{W2} - \tau_{W1}$$

### 2.2 由温差求相应的热负荷差

根据公式  $\tau = 0.36 q^{0.8}$

$$\Delta q = \sqrt[0.8]{\Delta \tau / 0.36}$$

由  $\Delta \tau_{W0}$  等得 出:  $\Delta q_{0-1}$ ;  $\Delta q_{1-0}$ ;  $\Delta q_{1-2}$ ;  $\Delta q_{2-1}$

当温差是负值时, 相应的热负荷也是负值。

### 2.3 求热负荷校正量与温升校正量

当  $\tau_{W0} > \tau_{W1}$  时:

$$S_{0-1} = m D_0 \pi H_1$$

$$q_{0-1} = 0.5 \Delta q_{0-1} S_{0-1} / (S_{W0} + S_{Y0})$$

$$\Delta \tau_{0-1} = 0.36 q_{0-1}^{0.8}$$

$$q_{1-0} = 0.5 \Delta q_{1-0} S_{0-1} / S_{Y1}$$

$$\Delta \tau_{1-0} = 0.36 q_{1-0}^{0.8}$$

当  $\tau_{W0} < \tau_{W1}$  时:

$$S_{0-1} = m (\pi D_1 - nb_1) H_1$$

$$q_{0-1} = 0.5 \Delta q_{0-1} S_{1-0} / (S_{W0} + S_{Y0})$$

$$\Delta \tau_{0-1} = 0.36 q_{0-1}^{0.8}$$

$$q_{1-0} = 0.5 \Delta q_{1-0} S_{1-0} / S_{Y1}$$

$$\Delta \tau_{1-0} = 0.36 q_{1-0}^{0.8}$$

当  $\tau_{W1} > \tau_{W2}$  时:

$$S_{1-2} = m (\pi D_1 - nb_2) H_1$$

$$q_{1-2} = 0.5 \Delta q_{1-2} S_{1-2} / S_{Y1}$$

$$\Delta \tau_{1-2} = 0.36 q_{1-2}^{0.8}$$

$$q_{2-1} = 0.5 \Delta q_{2-1} S_{1-2} / (S_{W2} + S_{Y2})$$

$$\Delta \tau_{2-1} = 0.36 q_{2-1}^{0.8}$$

当  $\tau_{W1} < \tau_{W2}$  时:

$$S_{2-1} = m(\pi D_2 - nb_2) H_2$$

$$q_{1-2} = 0.5 \Delta q_{1-2} S_{2-1} / S_{Y1}$$

$$\Delta \tau_{1-2} = 0.36 q_{1-2}^{0.8}$$

$$q_{2-1} = 0.5 \Delta q_{2-1} S_{2-1} / (S_{W2} + S_{Y2})$$

$$\Delta \tau_{2-1} = 0.36 q_{2-1}^{0.8}$$

## 2.4 铁心、线圈校正后温升

$$\tau_0 = \tau_{W0} - \Delta \tau_{0-1}$$

$$\tau_1 = \tau_{W1} - \Delta \tau_{1-0} - \Delta \tau_{1-2}$$

$$\tau_2 = \tau_{W2} - \Delta \tau_{2-1}$$

注：实际使用上述公式计算发现，如果内线圈  $\tau_{W1}$  最高，当减去  $\Delta \tau_{1-0}$  和  $\Delta \tau_{1-2}$  后， $\tau_1$  反而最低了，这不符合实际。一个解决的办法是内线圈  $\tau_{W1}$  温差计算分两步算：先算出铁心与内线圈的校正温升  $\tau_{1-0}$ ，再用  $\tau_{1-0}$  与外线圈  $\tau_{W2}$  进行计算  $\Delta \tau_{1-2}$ ，最后得出：

$$\tau_1 = \tau_{1-0} - \Delta \tau_{1-2}$$

此公式好象合理些。

## 3 温升计算方法的验证

由于各种干式变压器的结构和所用材料不同，散热效果也不同，各厂家均通过样品的温升试验对公式中的系数进行校证，得出自己的经验公式。

(资料来源：《空气自冷变压器温升计算》上海变压器厂革命委员会技术组 1972 年 10 月修订)