

## 1 引言

漏磁变压器用于负载急剧变化而又要求逐步趋于稳定状态的电子设备中，如荧光灯电源、离子泵电源等设备。这一类负载表现为开始工作时阻抗较大，需要较高的瞬间电压；而当稳定工作时，负载阻抗较小，需将负载电流限制在允许值内，以使其能正常工作。

## 2 工作原理

漏磁变压器的等效电路如图 1 所示。当变压器开始工作时，由于负载  $R_L$  较大，可知  $U_2 \approx E_2$ ，漏抗压降  $U_S$  很小；而当稳定工作后，负载  $R_L$  下降，负载压降下降，漏抗压降  $U_S$  上升，趋于允许的限定值。

由漏磁变压器的工作原理，可知漏抗的选择是设计的重点。同时，负载性质会对变压器的工作状态产生影响；对于阻抗大小相同，性质不同的负载，漏抗的选择是不同的，需根据具体情况进行分析。

## 3 无磁分路的漏磁变压器设计

### 3.1 视在功率 PH

$$P_H = U_0 I_2 H (W) \quad (1)$$

式中：  $U_0$  为变压器输出空载电压(V)；

$I_2 H$  为变压器负载电流(A)。当变压器长期工作时，  $I_2 H$  为额定负载电流；当变压器断续工作时，  $I_2 H = I_2 D$  (2)

式中：  $I_2$  为断续工作时负载电流(A)；

$D$  为暂载率。

3.2 铁心尺寸选择 C 型铁心,铁心截面积  $S_C \approx 0.8(\text{cm}^2)$ ； E 型铁心,铁心截面积  $S_C \approx (\text{cm}^2)$ ；可套用标准铁心，也可根据经验选择尺寸。

### 3.3 绕组匝数与线径

#### 1) 匝数

设  $N_1$  为初级绕组匝数，  $N_2$  为次级绕组匝数，则  $N_1 = \frac{U_1}{4.44 f B_0} \quad (3)$   $N_2 = \frac{U_2}{4.44 f B_0} \quad (4)$

式中：  $U_1$  为输入电压 (V) ；

$B_0$  为空载磁感应强度 (T) ；

$f$  为电源频率 (Hz) 。

空载磁感应强度  $B_0$  的取值一般比饱和磁感应强度低得多；因为漏感  $L_S$  与绕组匝数的平方成正比，绕组匝数与空载磁感应强度  $B_0$  成反比，较低的空载磁感应强度  $B_0$  可获得较高的漏抗。

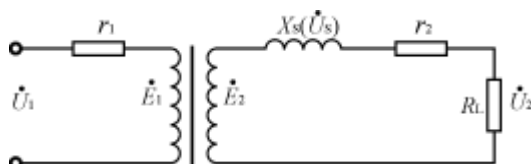


图 1 漏磁变压器等效电路图

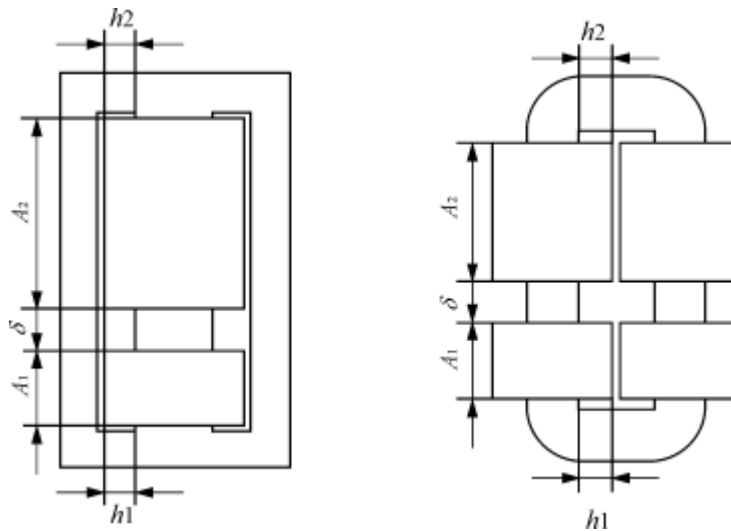


图 2E 型变压器外型

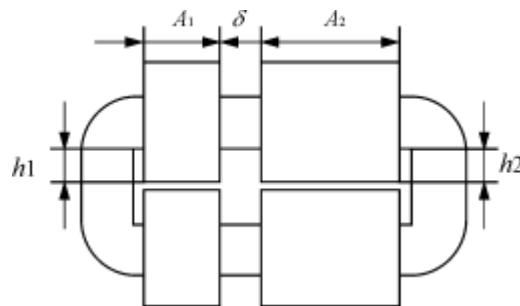


图 3C 型变压器外型

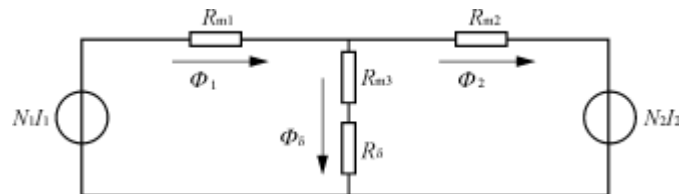


图 4 有磁分路漏磁变压器的磁路计算图

## 2) 线径

设初级绕组线径为  $d_1$ ，次级绕组线径为  $d_2$ ，则  $d_1=1.13(\text{cm})$  (5)  $d_2=1.13(\text{cm})$  (6)

式中： $n$  为变压器变比  $N_1/N_2$ ；

$j$  为电流密度 ( $\text{A}/\text{cm}^2$ )。如功率相当的普通电源变压器空载磁感应强度为  $B_0$ ，电流密度为  $j_1$ ，漏磁变压器的空载磁感应强度为  $B_0$ ，则漏磁变压器的电流密度可按  $j=j_1$  估算。

E 型及 C 型变压器的外型如图 2 及图 3 所示。

### 3.4 漏抗计算漏感 $L_s=10^{-8}(\text{H})$ (7) 其中， $IMCT=$ ； $hCT=$

式中： $\delta$  为初、次级绕组之间的间隔距离 (cm)；

$A_1, A_2$  为初、次级绕组高度 (cm)；

$IM_1, IM_2$  为初、次级绕组平均匝长 (cm)；

$h_1, h_2$  为初、次级绕组厚度 (cm)。

则漏抗  $X_S=2\pi fLS$  ( $\Omega$ ) (8)

### 3.5 负载电流核算 $I_2H=(A)$ (9)

式中:  $E_2$  为负载时变压器次级感应电压 (V);

$r_2$  为变压器次级直流铜阻 ( $\Omega$ );

$R_L$  为变压器稳定负载电阻 ( $\Omega$ );

$X_L$  为变压器负载电抗 ( $\Omega$ )。

## 3 6 参数调整方法

### 1) 结构调整

降低绕组高度, 增加绕组厚度, 增大初级与次级绕组之间的间隔距离均能增大漏抗; 反之, 可减小漏抗。

### 2) 圈数调整

增加圈数可增大漏抗; 反之, 可减小漏抗。

## 4 有磁分路的漏磁变压器设计

### 4 1 磁分路截面积的确定

#### 1) 初级磁通 $\Phi_1$ 、次级磁通 $\Phi_2$ 的确定

图 4 为有磁分路的漏磁变压器的磁路计算图。  $\Phi_1=(Wb)$  (10)  $\Phi_2=(Wb)$  (11)

#### 2) 磁分路截面积的确定

磁分路截面积的选择以磁分路磁感应强度  $B\delta$  小于铁芯饱和磁感应强度为原则, 一般可取  $B\delta\approx B_0$ ; 截面积由下式确定  $S\delta=(m^2)$  (12)

### 4 2 磁分路气隙的确定

在图 4 中, 因为磁阻  $R_{m2}$ 、 $R_{m3}$   $R\delta$ , 所以可认为降落在气隙上的磁压等于次级绕组的磁势。则磁分路气隙  $l\delta$  可由下式确定  $l\delta=(m)$  (13)

因为气隙周围漏磁的存在, 实际  $l\delta$  应取稍大一些。

## 5 结语

电源类产品设计是否合理, 主要看电源和负载是否匹配; 因此负载特性的准确测量是设计的关键。在以往的漏磁变压器设计中, 有些电路模型将负载简单地由电阻代替, 是很不合理的。应测量出负载的特性曲线, 找出工作点的参数, 以此为依据, 才能设计出较合理的产品。