

## 输出功率和磁芯尺寸的关系

要使变压器输出更大的功率，我们希望在电压一定的情况下，圈数要尽可能的少、导线尽可能的粗。这样才有利于提供较大的电流，输出更大的功率。前者需要较大的磁芯截面积，后者要求较大的磁芯窗口面积。因此要获得较大的输出功率磁芯尺寸必须够大才行。

变压器初级绕组的圈数可用下式来算：

$$N = k * 10^5 * U / (f * A_e * B_{max})$$

$k$  为最大导通时间与周期之比，通常取  $k=0.4$ ；

$U$  是初级绕组输入电压（V），（近似等于直流输入电压）；

$f$  是变压器的工作频率（KHZ）；

$A_e$  是磁芯的截面积（ $cm^2$ ）；

$B_{max}$  是允许的磁通密度最大变化幅度（G）。

因此，在一定电压下，增大截面积  $A_e$ 、提高工作频率  $f$  和选择更大的峰值磁通密度  $B_{max}$ ，都有利于减少圈数，提高输出功率。但是，磁芯的损耗（铁损）是按  $B_{max}$  的 2.7 次幂和  $f$  的 1.7 次幂呈指数增长的， $B_{max}$  还

受磁芯饱和的限制。因此，提高工作频率  $f$  和选择更大的峰值磁通密度  $B_{max}$  都是有限度的。大多数适合做开关电源的铁氧体磁芯频率通常限制在 10-50KHZ 以内， $B_{max}$  限制在 2000G（高斯）以内，一般取  $B_{max}=1600G$  较

为合适。因此，功率主要靠磁芯截面积  $A_e$ 、其次靠工作频率  $f$  控制。

但必须明确的是，这种控制关系是间接的而不是直接的， $A_e$  加大和  $f$  提高只是表示对同样的电压，允许

绕的圈数更少，只有实际把圈数减少了才能提高功率。如果在同样材料的一个大磁芯和一个小磁芯上，用一样的导线绕同样的圈数，对同样的输入电压输出功率是基本相同的。同样，如果一个做好的变压器，仅仅靠改变工作频率，也是不会使输出功率提高的。

因为变压器已经做好，所以我建议提高输入电压来提高功率；如果从变压器入手的话，可以尝试把导线适当加粗，同时把频率提高一些，以允许圈数能有所减少，这样就可加大输出功率。

导线加粗受到磁芯窗口面积  $A_c$  限制。用截面积为  $A_d$  的导线绕  $N$  圈，占用的窗口面积为：

$$A_{wc} = N * A_d = k * 10^5 * U * A_d / (f * A_e * B_{max})$$

设，初级绕组窗口占用系数为  $S_n = A_{wc} / A_c$ ， $A_d$  用电流  $I$ （有效值）和允许的电流密度  $J$  表示为

$$A_d = I / J / 100, \quad (A_d - \text{平方厘米}, I - A \text{ 有效值}, J - A / \text{平方毫米})$$

$$\text{则上式可写成: } A_c * S_n = k * U * I * 10^3 / (f * A_e * B_{max} * J)$$

$$\text{或, } U * I = S_n * B_{max} * J * f * A_e * A_c * 10^{-3} / k$$

因为输入功率等于输入电压  $U$  与电流平均值  $k * I_p$  的乘积，而电流有效值  $I$  与峰值  $I_p$  的关系为

$$I_p = 1.58 * I, \text{ 所以输入功率 } P_i = 1.58 * k * U * I = 1.58 * S_n * B_{max} * J * f * A_e * A_c * 10^{-3}$$

再乘上效率  $E_f$  就得到最大输出功率的表达式

$$P_o = 1.58 * E_f * S_n * B_{max} * J * f * A_e * A_c * 10^{-3}$$

可见，功率除了和上面那些有利于圈数减少的因素成正比之外，还与允许导线加粗的  $A_c$ 、 $S_n$  以及电流密度  $J$  成正比。工程上一般取  $E_f = 0.8$ ， $S_n=0.4$ ， $B_{max}=1600G$ ， $J=4A/平方毫米$ ，再考虑到不同电路形式的

绕组结构不同，故常用下式来估算磁芯的最大输出功率： $P_o = m * f * A_e * A_c$

推挽电路  $m=3.2$ ，单端正激电路  $m=1.6$ ，半桥和全桥  $m=4.48$

电视机行输出变压器常用的三种 U 型磁芯，U12、U16、U18 的  $A_e$  与  $A_c$  乘积分别为 6.12、14.9、30.4（平方厘米），如果频率取  $f=20KHZ$ ，采用推挽电路，则可算得这三种磁芯可提供的最大输出功率为：

$$U12: P_o = 3.2 * 20 * 6.12 = 548 \text{ W}$$

$$U16: P_o = 3.2 * 20 * 14.9 = 954 \text{ W}$$

$$U18: P_o = 3.2 * 20 * 30.4 = 1945 \text{ W}$$

这种 U 型磁芯窗口面积很大适合高压大功率的场合，但磁路较长，初、次级耦合度较差，漏感大。再次强调，算出的最大功率只是说明该磁芯的能力，大材小用可以，小材大用就不行了。

---

磁芯选定之后，最大输出功率和工作频率有关

工程上可用下式估算：

$$P_o = 1.6 * f * A_e * A_c \text{ (W)}$$

$f$ —工作频率（KHZ）

$A_e$ —磁芯截面积（平方厘米）

$A_c$ -磁芯窗口面积（平方厘米）

（对其他电路形式，式中系数 1.6 有所不同）

对 EI40,  $A_e=1.28$ ,  $A_c=1.5$ , 可算得

当  $f=20\text{KHz}$  时,  $P_o=61\text{W}$

当  $f=24\text{KHz}$  时,  $P_o=74\text{W}$

当  $f=48\text{KHz}$  时,  $P_o=148\text{W}$

绕组的每伏匝数, 用下式计算:

$$N_o = 15.6 / (f * A_e) \text{ (匝/V)}$$

$$\text{若 } f=24\text{KHz}, N_o = 15.6 / (24 * 1.28) = 0.51 \text{ 匝/V}$$

如果初级电压  $V_1=240\text{V}$ , 次级电压  $V_2=36\text{V}$ , 则

$$\text{初级匝数: } N_1 = N_o * V_1 = 122 \text{ 匝}$$

$$\text{次级匝数: } N_2 = N_o * V_2 = 18 \text{ 匝}$$