

## 最常用电源设计 10 个公式解析

### 1. MOSFET 开关管工作的最大占空比 $D_{\max}$

---

$$D_{\max} = \frac{V_{\text{or}}}{V_{\text{or}} + (V_{\text{minDC}} - V_{\text{DS}})}$$

式中： $V_{\text{or}}$  为副边折射到原边的反射电压，当输入为 AC 220V 时反射电压为 135V； $V_{\text{minDC}}$  为整流后的最低直流电压； $V_{\text{DS}}$  为 MOSFET 功率管导通时 D 与 S 极间电压，一般取 10V。

### 2. 变压器原边绕组电流峰值 $I_{\text{PK}}$ 为

---

$$I_{\text{pk}} = \frac{2P_o}{\eta V_{\text{minDC}} D_{\max}} \quad (\text{A})$$

式中： $\eta$  为变压器的转换效率； $P_o$  为输出额定功率，单位为 W。

### 3. 变压器原边电感量 $L_P$ 为

---

$$L_p = \frac{V_{\min DC} D_{\max} T_s}{I_{pk}}$$

式中：Ts 为开关管的周期(s)；LP 单位为 H。

#### 4. 变压器的气隙 lg 为

$$l_g = \frac{4\pi L_p I_{pk}^2}{A_e \Delta B^2}$$

式中：Ae 为磁芯的有效截面积(cm<sup>2</sup>)；ΔB 为磁芯工作磁感应强度变化值(T)；Lp 单位取 H，IPK 单位取 A，lg 单位为 mm。

#### 5. 变压器磁芯

反激式变换器功率通常较小，一般选用铁氧体磁芯作为变压器磁芯，其功率容量 AP 为

$$A_p = A_e \times A_q = \frac{P_o}{2\eta f_s B_m \delta K_m K_c}$$

式中：AQ 为磁芯窗口面积，单位为 cm<sup>2</sup>；Ae 为磁芯的有效截面积，单位为 cm<sup>2</sup>；Po 是变压器的标称输出功率，单位为 W；fs 为开关管的 开关频率；Bm 为磁芯最大磁感应强度，单位为 T；δ 为线圈

RT Embedded <http://www.kontronn.com>

导线的电流密度，通常取 200 ~ 300A/cm<sup>2</sup>， $\eta$  是变压器的转换效率； $K_m$  为窗口填充系数，一般为 0.2~0.4； $K_c$  为磁芯的填充系数，对于铁氧体为 1.0。

根据求得的 AP 值选择余量稍大的磁芯，一般尽量选择窗口长宽之比较大的磁芯，这样磁芯的窗口有效使用系数较高，同时可以减少漏感。

## 6. 变压器原边匝数 $N_p$

$$N_p = \frac{V_{\min DC} D_{\max} T_s}{\Delta B A_e} \times 10^4$$

式中： $\Delta B$  为磁芯工作磁感应强度变化值(T)， $A_e$  单位为 cm<sup>2</sup>， $T_s$  单位为 s。

## 7. 变压器副边匝数 $N_s$

$$N_s = \frac{(V_o + V_D)(1 - D_{\max})}{V_{\min DC} D_{\max}}$$

式中：VD 为变压器二次侧整流二极管导通的正向压降。

### 8. 功率开关管的选择

开关管的最小电压应力  $U_{DS}$

$$U_{DS} = U_{\max DC} + \frac{N_p}{N_s} V_o$$

一般选择 DS 间击穿电压应比式(9)计算值稍大的 MOSFET 功率管。

### 9. 绕组铜耗 PCU

$$P_{CU} = I^2 R$$

原、副边绕组电阻值可通过求绕组电阻值 R 的公式求出，当求原边绕组铜耗时，电流用原边峰值电流 I<sub>PK</sub> 来计算；求副边绕组铜耗时，电流用输出电流 I<sub>o</sub> 来计算。

## 10. 磁芯损耗

磁芯损耗取决于工作频率、工作磁感应强度、电路工作状态和所选用的磁芯材料的性能。对于双极性开关变压器，磁芯损耗 P<sub>C</sub>：

$$P_C = P_b G_c$$

式中：P<sub>b</sub> 为在工作频率、工作磁感应强度下单位质量的磁芯损耗(W/kg)；G<sub>c</sub> 为磁芯质量(Kg)。

对于单极性开关变压器，由于磁芯工作于磁滞回线的半区，所以磁芯损耗约为双极性开关变压器的一半。  
变压器总损耗为总铜耗与磁芯损耗之和。