

实例:

试设计一变压器参数如下:

输出电压 $V_{out} = 43V$, 输出电流 $320mA$, 频率 $64KHz$, MOS管耐压 $600V$

输入交流 $85V \sim 265V$

效率就 80%吧

而对于全电压输入的 $85V \sim 265V(AC)$ 交流输入电源, 整流后的直流电压约为

$100V \sim 374V (DC)$ 。

那么对于 $600V$ 的 MOS 而言, 保留 20% 电压裕量, 耐压可以用到 $480V$ 。最大电压应力出现在最大输入电压处, 所以当最大输入直流电压为 $374V$ 时,

V_f 的取值为 $480 - 374 = 106V$ 。最大工作占空比出现在最低输入电压处为:

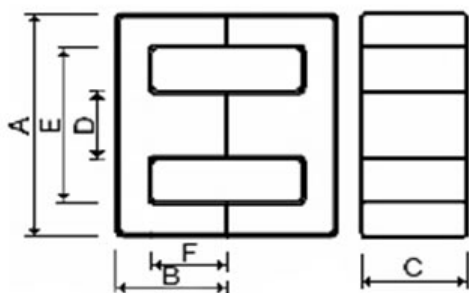
$$D_{max} = \frac{V_f}{V_{in\ min} + V_f} = \frac{106}{100 + 106} = 0.514$$

以此类推

对于 MOS 耐压比较低的情况, 比如用 $600V$ 的 MOS 的时候, 占空比适当再取小一点, 可以减轻 MOS 的耐压的压力

选择计算最大占空比 0.45

但是, 不管是哪个计算出来的结果, 变压器的气隙都是要加的!



磁芯型号 TYP	Dimensions(mm) 尺寸					
	A	E _{min}	D	C	B	F

EE25/20	25.05±0.75	18.5	6.35±0.25	6.35±0.25	9.66±0.15	6.48
---------	------------	------	-----------	-----------	-----------	------

磁芯型号 TYP	材质 Material	A _w	有效参数 Effective Parameters				
			ΣL/A (mm ⁻¹)	A _e (mm ²)	L _e (mm)	V _e (mm ³)	重量 (g)
EE25/20	PC40	78.73	1.20	40.32	49.4	2025	11

对于 DCM 模式而言, $I_{p1} = 0$, 对于 CCM 模式而言, 有两个未知数, I_{p1} 、 I_{p2} 。那么该怎么办呢? 这里有个经验性的选择了。一般选择 $I_{p2} = 2 \sim 3 \times I_{p1}$, 不要让 I_{p2} 与 I_{p1} 过于接近。那样电流的斜率不够, 容易产生振荡。

计算出 I_{p2} 与 I_{p1} 后, 我们就可以算出变压器初级电感量的值了。

根据:

$$\frac{V_{in \min} - T_{on \max}}{L_p} = I_{p2} - I_{p1}, \text{可以得到}$$

$$L_p = \frac{V_{in \min} \times D_{\max}}{f_s (I_{p2} - I_{p1})} = \frac{100 \times 0.45}{64 (0.76 - I_{p1})} = 0.925 \text{ mH}$$

式中:

L_p —— 初级电感量 (mH)

f_s —— 开关频率 (KHz)

$$I_{p1} + I_{p2} = \frac{2 \times P_{out}}{V_{in \min} \times \eta \times D_{\max}} = \frac{2 \times 14}{100 \times 0.8 \times 0.45} = 0.78 \text{ (A)}$$

计算初级匝数 N_p

$$N_p = \frac{L_p \times I_p \times 10^4}{\Delta B \times A_e} = \frac{925 \times 0.78}{0.2 \times 40.32} = 89$$

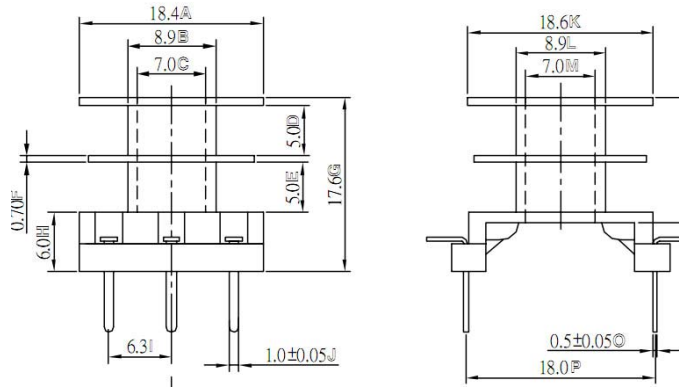
计算次级匝数 N_s

$$N_s = \frac{(V_{out} + V_D) \times N_p}{V_f} = \frac{(43 + 1) \times 89}{106} = 37$$

N_s --- 次级匝数

V_{out} --- 次级某绕组输出电压 (V)

V_D --- 输出整流二极管压降 (V)



上图为骨架尺寸

$$C_1 = C_2 = 5\text{mm}, D = \frac{18.4 - 8.9}{2} = 4.75\text{mm}$$

绕组线径的选取,

知道了圈数和骨架尺寸,可算出在骨架绕线空间一定的圈数能绕下的最大带绝缘的线径,要查表算出裸线直径。

先计算网子形骨架容纳导线面积 A_{cu}

王字形骨架

$$A_{cu1} = C_1 \times D = 5 \times 4.75 = 23.75$$

$$A_{cu2} = C_2 \times D = 5 \times 4.75 = 23.75$$

1. 初级允许最大带绝缘线径 d_{j1}

王字形骨架

$$d_{j1} = \sqrt{\frac{0.9 \times A_{cu1}}{N_p}} = \sqrt{\frac{0.9 \times 23.75}{89}} = 0.49\text{mm}$$

选裸线 0.45mm, 带绝缘直径 0.49mm

次级允许最大带绝缘线径 d_{j2}

王字形骨架

$$d_{j2} = \sqrt{\frac{0.9 \times A_{cu2}}{N_s}} = \sqrt{\frac{0.9 \times 23.75}{37}} = 0.577 \text{mm}$$

选 0.53mm 线径，带绝缘线径 0.58mm

可以选比计算出来的线径小，不可选比计算出来的线径大，否则肯定绕不下。

要注意高频下的趋肤效应，趋肤深度 Δ 可以按照

$$\Delta = \frac{75}{\sqrt{f_s}} = \frac{75}{\sqrt{64000}} = 0.3(\text{mm})$$

f_s —— 开关频率 (Hz)

也就是说，单根导线的直径不要大于两倍趋肤深度。如果单根导线不够满足电流密度的要求。那么就用多线并绕或采用丝包束线或 litz 线。

本例单根导线的直径不大于两倍趋肤深度不需用利兹线。

计算绕组平均匝长

$$l_{cu1} = l_{cu2} = 0.1 \left[(4 \times 8.9) + 2\pi \times \left(\frac{18.4 - 8.9}{4} \right) \right]$$
$$= 5.05 \text{---cm}$$

计算各绕组阻值

$$R_1 = 0.01(N_p \times l_{cu1} \times r_1) = 0.01(89 \times 5.05 \times 0.123) = 0.55 \text{---}(\Omega)$$

$$R_2 = 0.01(N_s \times l_{cu2} \times r_2) = 0.01(37 \times 5.05 \times 0.089) = 0.166 \text{---}(\Omega)$$

r_1 —— 初级绕组导线每米重量 Ω/m

r_2 —— 次级绕组导线每米重量 Ω/m

0.45mm 导线 $r = 0.123 \Omega/m$

0.53mm 导线 $r = 0.089 \Omega/m$

计算各绕组导线重量

$$G_1 = 0.01(N_p \times l_{cu1} \times g_1) = 0.01(89 \times 5.05 \times 1.44) = 6.47 - (g)$$

$$G_2 = 0.01(N_s \times l_{cu2} \times g_2) = 0.01(37 \times 5.05 \times 2) = 3.73 - (g)$$

g_1 --- 初级绕组导线每米重量 g/m

g_2 --- 次级绕组导线每米重量 g/m

0.45mm 导线 $g = 1.44 g/m$

0.53mm 导线 $g = 2.00 g/m$

2. 计算各绕组铜耗 (略)

3. -----

4. 核算变压器温升 (略)