

反激变换器临界模式时工作频率、占空比、输入电压三者的关系-V1.0

依据伏秒平衡, $D \cdot V_{in} = (1-D) \cdot n \cdot V_{out} = n \cdot V_{out} - D \cdot n \cdot V_{out}$,

结论 1: $D = n \cdot V_{out} / (V_{in} + n \cdot V_{out})$, 占空比只和 V_{in} , V_{out} 及变压器匝比 n 有关

$$P_{in} = 0.5 \cdot L_p \cdot I_p \cdot I_p \cdot f_s \text{ ----- (1)}$$

$$V_{in} = L_p \cdot I_p / T_{on}, T_{on} = L_p \cdot I_p / V_{in}$$

$$V_{out} = L_s \cdot I_s / T_{off}, T_{off} = L_s \cdot I_s / V_{out} \quad L_s = L_p / (n \cdot n), I_s = I_p \cdot n, \quad n \text{ 是变压器初次匝比}$$

$$T_{off} = L_p \cdot I_p / (n \cdot V_{out})$$

$$T = T_{on} + T_{off} = L_p \cdot I_p / V_{in} + L_p \cdot I_p / (n \cdot V_{out}) = L_p \cdot I_p \cdot (1/V_{in} + 1/n \cdot V_{out}) = 1/f_s$$

$$f_s \cdot L_p \cdot I_p = n \cdot V_{out} \cdot V_{in} / (V_{in} + n \cdot V_{out}),$$

$$I_p = n \cdot V_{out} \cdot V_{in} / ((V_{in} + n \cdot V_{out}) \cdot f_s \cdot L_p) \text{ -----(2)}$$

把 (2) 带入 (1)

$$P_{in} = 0.5 \cdot L_p \cdot f_s \cdot (n \cdot V_{out} \cdot V_{in} / ((V_{in} + n \cdot V_{out}) \cdot f_s \cdot L_p))^2$$

$$2 \cdot P_{in} \cdot f_s \cdot L_p = (n \cdot V_{out} \cdot V_{in})^2 / (V_{in} + n \cdot V_{out})^2$$

$$2 P_{in} \cdot f_s \cdot L_p = ((n \cdot V_{out} \cdot V_{in}) / (V_{in} + n \cdot V_{out}))^2$$

结论 2: $f_s = (n \cdot V_{out} \cdot V_{in})^2 / ((V_{in} + n \cdot V_{out})^2 \cdot 2 \cdot P_{in} \cdot L_p)$,

临界频率与 V_{in} , V_{out} , L_p , P_{in} , n 等五个参数都有关系

举例: 计算 AC90V 输入和 AC220V 输入时, 7.5W 功率的占空比 D 和临界模式频率 f_s

$$V_{in} = 127V, V_{out} = 8, n = 11, L_p = 2mH$$

$$D = 11 \cdot 8 / (127 + 11 \cdot 8) = 0.41$$

$$f_s = (11 \cdot 8 \cdot 127)^2 / (127 + 11 \cdot 8)^2 \cdot 2 \cdot 7.5 \cdot 0.002)$$

$$= 11176 \cdot 11176 / (46225 \cdot 15 \cdot 0.002) = 90kHz$$

$$V_{in} = 310V, V_{out} = 8, n = 11, L_p = 2mH$$

$$D = 11 \cdot 8 / (310 + 11 \cdot 8) = 0.22$$

$$f_s = 88 \cdot 310 \cdot 88 \cdot 310 / (398 \cdot 398 \cdot 15 \cdot 0.002)$$

$$= 27280 \cdot 27280 / 4752 = 156kHz$$