



匝比 $N=N_p$  (初级匝数) /  $N_s$  (次级匝数)  
 $V_{in}$ 指变压器初级线圈两端电压  
 $V_o$ 指变压器次级线圈两端电压  
 $V_{or}$ 指mos管关断期间,由次级 $V_o$ 折射到初级的电压  
 $V_{or}=V_o \cdot N$   
 $V_{inr}$ 指mos管开通期间,由初级 $V_o$ 折射到次级的电压  
 $V_{inr}=V_{in}/N$   
 $I_{in}$ 指的是初级电容流入和流出后的平均电流  
 $I_o$ 指的是次级电容对负载的平均电流  
 $I_{Ls}$ 指的是次级电感线圈上的腰线电流  
 $I_{Lp}$ 指的是初级电感线圈上的腰线电流  
 $I_{Lp}=I_{Ls}/N$   
 $I_L=I_o/D$

IRFBC20 的耐压值为600v, 留有一定余量, 取550V  
 在电网输入最高电压时计算 $V_{or}$  通常:  $dC: 100V \sim 400V$   
 $V_{or}$ 在关断期间, 承受的电压为 $400+V_{or}+$ 漏感产生的电压 $V_z$   
 $V_{or}+$ 漏感产生的电压 $V_z=150v$   
 $V_z/V_{or}=1.4$ 时为最佳点, 算得 $V_{or}=62.5v$   
 输出电压 $V_o=19V$   
 $N=V_{or}/(V_o+0.7)=3.2$ , 按 $N=3$ 计算  
 由次级电感、电容、二极管折扑关系, 最终电感上的电压波形为对称的锯齿波, 有:  $V_{on} \cdot T_{on}=V_{off} \cdot T_{off}$  得:  $T_{on}/T_{off}=V_{off}/V_{on}$   
 $V_{in(min)}$ 指的是最小输入交流电压的平均值:  $V_{in(min)}=100 \cdot 1.414=141v$   
 理想占空比 $D=T_{on}/(T_{off}+T_{on})=V_{off}/(V_{on}+V_{off})=V_{or}/(V_{in(min)}+V_{or})=0.24$   
 输出总功率 $P_{out}=P_1+P_2=38.3w$   
 假定效率为80%, 则 $P_{in}=P_{out}/0.8=48w$   
 MOS管ON期间, 则初级平均输入电流 $I_{in}=P_{in}/V_{in(min)}=48/141=0.34A$   
 次级平均电流 $I_o=38.3/19=2.02A$   
 MOS管OFF期间, 折算到初级的平均电流 $I_{or}=I_o/N=2.02/5=0.44A$   
 对于初级线圈, ON期间腰线电流 $I_{Lon}=I_{in}/D$   
 对于初级线圈, OFF期间腰线电流由次级折算,  $I_{Loff}=I_{or}/(1-D)$   
 最终OFF、ON期间的腰线电流会相等 $I_{Lon}=I_{Loff}=I_{in}/D=I_{or}/(1-D)$   
 $D=I_{in}/(I_{in}+I_{or})$ , 求得 $D=0.43$   
 则初级腰线电流 $I_{Lin}=I_{in}/D=0.34/0.43=0.79A$   
 则对应于P1输出口腰线电流:  $I_{Lo1}=I_o/(1-D)=0.02/0.73=0.03A$   
 则对应于P2输出口腰线电流:  $I_{Lo2}=I_o/(1-D)=0.7/0.73=0.96A$

$I_L$ 指的是电感上的腰线电流  
 电感纹波率 $r=\Delta I/I_L=0.5$   
 电感上的峰值电压 $I_{pk}=I_L \cdot (1+r/2)$   
 则 $I_{Lopk1}=0.03 \cdot 1.25=0.04A$  (作为选取二极管的标准)  
 则 $I_{Lopk2}=0.96 \cdot 1.25=1.2A$  (作为选取二极管的标准)  
 则 $I_{Linpk}=0.11 \cdot 1.25=0.14A$  (作为选取MOS管的标准)  
 $\Delta I=V \cdot \Delta t/L$   $T_{on}=D/f$   $r=\Delta I/I_L=0.5$   
 则电感电流上升期间 (ON期间) 有:  $\Delta I=V_{in(min)} \cdot T_{on}/L=V_{in(min)} \cdot D/L \cdot f$   
 则 $L=V_{in(min)} \cdot D/r \cdot I_{Linpk} \cdot f$   
 $V_{in(min)}$ 指的是最小输入交流电压的平均值:  $V_{in(min)}=200 \cdot 1.414=283v$   
 则初级电感 $L=283 \cdot 0.27/0.5 \cdot 0.14 \cdot 132000=8.27mH$

### 变压器设计步骤

#### 1. 由变压器的最大输入功率, 确定变压器体积

$$V_e = 0.7 \cdot \frac{(2+r)^2}{r} \cdot \frac{P_{in}}{f}$$

$f$ 的单位是khz,  $V_e$ 的单位是 $cm^3$   
 磁芯的体积 $V_e=0.7 \cdot \frac{(2+0.5)^2}{0.5} \cdot \frac{48}{125}$   
 磁芯的体积 $V_e=4.2cm^3$

#### 2. 变压器的截面积 $A_e$

查常用磁芯速查表, 选择EE16磁芯  
 其 $V_e$ 为 $1940mm^3$  其 $A_e$ 为 $83.8mm^2 = 0.83cm^2$

#### 3. 确定变压器的匝数

$$N_p = \left(1 + \frac{2}{r}\right) \cdot \frac{V_{on} \cdot D}{2 \cdot B_{pk} \cdot A_e \cdot f}$$

$B_{pk}$ 单位为T (特斯拉), 对于pc40铁氧体来说, 最高不超过3000高斯, 先用3000高斯来算  
 $f$ 单位为hz,  $V_{on}$ 为输入电压, 取最小输入交流电压来算  
 $A_e$ 的单位为 $m^2$   
 $N_p = \left(1 + \frac{2}{0.5}\right) \cdot \frac{141 \cdot 0.43}{2 \cdot 0.3 \cdot 0.83 \cdot 10^{-4} \cdot 125 \cdot 10^3} = 48.7$   
 $N_s2=48.7/3=16$ 匝  
 取 $N_s2=17$ 匝, 则根据匝比 $N_p=17 \cdot 3=51$ 匝  
 $N_s1=(15/19) \cdot 17=14$ 匝

#### 2. 变压器的截面积 $A_e$

查常用磁芯速查表, 选择EE25磁芯  
 其 $V_e$ 为 $1940mm^3$  其 $A_e$ 为 $83.8mm^2 = 0.83cm^2$

#### 3. 确定变压器的匝数

$$N_p = \left(1 + \frac{2}{r}\right) \cdot \frac{V_{on} \cdot D}{2 \cdot B_{pk} \cdot A_e \cdot f}$$

$B_{pk}$ 单位为T (特斯拉), 对于pc40铁氧体来说, 最高不超过3000高斯, 先用3000高斯来算  
 $f$ 单位为hz,  $V_{on}$ 为输入电压, 取最小输入交流电压来算  
 $A_e$ 的单位为 $m^2$   
 $N_p = \left(1 + \frac{2}{0.5}\right) \cdot \frac{141 \cdot 0.41}{2 \cdot 0.3 \cdot 0.83 \cdot 10^{-4} \cdot 60 \cdot 10^3} = 97$   
 $N_s2=48.7/3=16$ 匝  
 取 $N_s2=17$ 匝, 则根据匝比 $N_p=17 \cdot 3=51$ 匝  
 $N_s1=(15/19) \cdot 17=14$ 匝

#### 4. 确定磁通会不会饱和

$$B_{pk} = \left(1 + \frac{2}{r}\right) \cdot \frac{V_{on} \cdot D}{2 \cdot N_p \cdot A_e \cdot f}$$

$$B_{pk} = \left(1 + \frac{2}{0.5}\right) \cdot \frac{283 \cdot 0.27}{2 \cdot 126 \cdot 0.4 \cdot 10^{-4} \cdot 132 \cdot 10^3} = 0.287T$$

#### 5. 确定变压器线径

$$d = 1.13 \cdot \sqrt{I/J}$$

$I$ 为电流平均值,  $J$ 为电流密度, 一般取 $3 \sim 5$   
 $d_p = 1.13 \cdot \sqrt{0.11/5} = 0.17$   
 $d_{s1} = 1.13 \cdot \sqrt{0.03/5} = 0.09$   
 $d_{s2} = 1.13 \cdot \sqrt{0.96/5} = 0.5$

Title		
Size	Number	Revision
A2		
Date:	2019/3/28	Sheet of
File:	E:\ \SHEET2.SCHDOC	Drawn By: