

铁磁饱和稳压器设计

(C)

× × 4. 052. 004

1	铁 磁 饱 和 稳 压 器 设 计		× × 4. 052. 004	P72-78
2	铁磁饱和变压器设计 磁饱和扼流圈设计	实 例 (1-3)	1、 × × 4. 704. C90/00	P79-82
			2、 × × 4. 702. F90/02	P83-86
			3、 × × 4. 702. F90/01	P87-91
3	串联谐振稳压器计算	(1)	1、 × × 4. 704. F90/01	P92-93

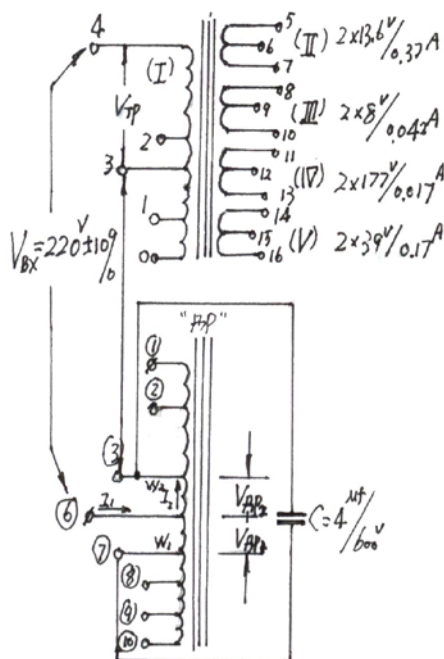
编著：姚文生 2006 年 1 月 上饶

1、铁磁饱和和稳压器设计

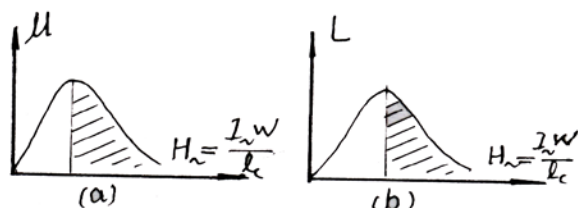
本铁磁饱和稳压器是交流稳压器的一种，若设计正确、调整抽头、对电网电压的稳定度可达到 1~0.5% 的满意结果。对感性负载，阻性负载的稳定度优于容性负载，输出波形略有失真。

一、线路原理：

“TP” 要求负载值：



图一 线路图



图二 原理图

令饱和扼流圈“ДР”的电感量为 L ，则 $L = K \cdot \mu = K_1 H$ (K_1 为一系数) 见图 = (a)，图 = (b) 的阴影部分为饱和稳压区，即工作点必须选在曲线的右半侧。由于“ДР”为一可变阻抗，

$$\text{即 } Z = \frac{1}{1/\omega L - \omega C} = - \left(\frac{1}{\omega C - 1/\omega L} \right) < 0$$

则当 (1) $V_{BX} \uparrow \rightarrow H = \frac{IW}{l_c} \uparrow \rightarrow L \downarrow = \frac{1}{\omega L} \uparrow (\omega C - \frac{1}{\omega L}) \downarrow \rightarrow |Z| \uparrow \rightarrow V_{DP2} = iI_2 |Z| \uparrow$

(2) $V_{BX} \downarrow \rightarrow H = \frac{IW}{l_c} \downarrow \rightarrow L \uparrow = \frac{1}{\omega L} \downarrow (\omega C - \frac{1}{\omega L}) \uparrow \rightarrow |Z| \downarrow \rightarrow V_{DP2} = iI_2 |Z| \downarrow$

$\therefore \dot{V}_{BX} \uparrow = \dot{V}_{TP} + \dot{V}_{DP2} \uparrow$, V_{BX} 与 V_{DP2} 成比例变化，致使 V_{TP} 保持恒定。

条件：必须使 $Z < 0$ ，即 C 容量的选择必须足够大，致使 Z 为容性阻抗。

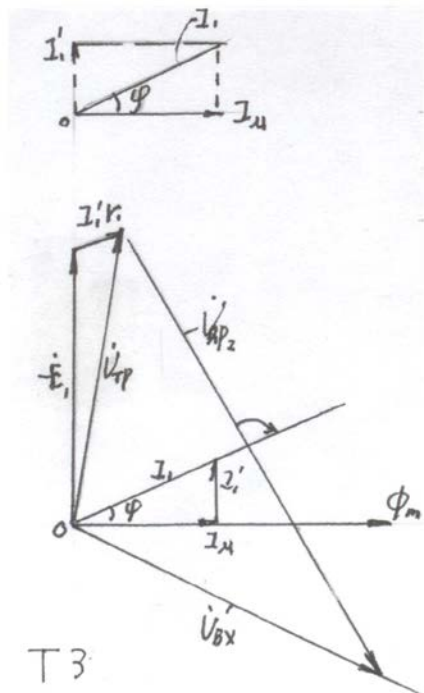
二、饱和变压器设计：

设计与一般电源变压器方法相同，但 B 值取在材料的饱和区域。对 D42-0.35 材料，取 $B = 1.45 - 1.50 \times 10^4 \text{Gs}$ 进行计算，为避免初级绕组因在饱和状态下工作，电流增加过大而造成过载的破坏，经验证明初级绕组导线截面，可按 $S_{\mu 1} = \frac{I_1' \times 4^*}{J}$ 来选择，较为安全。（*4 为经验值）

三、饱和扼流圈设计:

根据上述饱和变压器计算结果:

I_1' , I_μ , E_1 , $\Delta V_1=I_1 r_{1-75}$ 等值



有 (1) $\operatorname{tg} \delta = \frac{I_1'}{I_u}$, $\varphi = \operatorname{arctg} \frac{I_1'}{I_u}$

(2) 认为纯阻性负载, 则令

$$I_1 \dot{X}_I = I_1 \omega L = 0, \text{ 则求 } \dot{V}_{TP} = -\dot{E} + I_1' r_1$$

(3) $\because$ 已知 $V_{BX}=220^V \pm 10\%$

则 $V_{DP2} = \dot{V}_{BX} - \dot{V}_{TP}$

可由图解法，按比例求得。

$$(4) \text{ 令 } K = \frac{V_{dp1}}{V_{dp2}} = \frac{W_1}{W_2} = 0.2 \sim 0.3,$$
$$\text{则 } V_{\text{дп1}} = K \cdot V_{\text{дп2}}$$
$$(5) \quad V_C = V_{dp1} + V_{dp2} \quad (V)$$
$$(6) I_C = V_C / \left(\frac{1}{\omega C} \right) = V_C \cdot \omega C^* \quad C^* \text{容量大小的选择, 以得到容性负载} \quad (A)$$

为原则, 即保证 $Z < 0$, $I_2 < 0$, 否则工作状态不在稳压区。

$$(7) \quad I_2' = I_1 - I_c < 0 \quad (A)$$
$$(8) \quad \therefore H'_x = \frac{I_c W_1 - I_2 W_2}{I_c} = \frac{W_2 (K I_c - I_2)}{I_c}$$

若先确定铁芯片的大小及铁芯片之材料，则 l_c 已知。

则 H_x 可由 B 值确定, 故工作线圈匝数的预定值, 可按下列式计算:

$$W'_2 = \frac{H_X \cdot l_C}{KI - I_2}$$

$$(9) \ S'_C = \frac{V_C \times 10^6}{2.22 W'_x \times B} \quad (\text{cm}^2)$$

由计算出的 S'_C 与标准铁芯截面比较, 确定 S_C 的真值。

其他有关数据，查铁芯表也知道了。(I_C、G_C……)

$$(10) W_2 = \frac{V_{\text{дп2}}}{2.22 S_r \times B} \quad \text{并按 } 10 \sim 20\% \text{抽头}$$

$W_1=KW_2$ 按 5~10%抽头

(11) 工作线圈 W_2 与控制线圈 W_1 分别按 I_2, I_1 选择导线 $S_{\mu 1} = \frac{I_1}{J}$

(12) 线圈结构计算与一般扼流圈的计算相同。

(13) 计算温升

$$\Delta \tau = \frac{P_M}{\alpha_K \cdot F_O} < \Delta \tau_{\text{允许}}$$

四、变换匝数及铁芯材料对输出电压和稳定度的影响；

A、当 $V_{BX}=220^V$ 时，改变“ ΠP ”工作线圈 W_2 ，对 V_{TP} 的影响。

若“ ΠP ”的工作线圈抽头向外移动，即 $W_2 \uparrow \sim$ 则 $V_{TP} \uparrow$

抽 3~③相连（图一） $V_{TP}=V_{4-3}=220^V$ 则“TP”付边输出满足要求

3~②相连（图一） $V_{TP}=V_{4-3}=224^V$ 则“TP” ... 但输出偏高
2×18 V

3~①相连（图一） $V_{TP}=V_{4-3}=228^V$ 则“TP” ...
2×10
2×245
2×51

B、当 $V_{BX}=220^V$ 时，改变“TP”初级线圈匝数 W_1 对 V_{TP1} 影响

抽头 2~③相连（图一）， $V_{TP}=V_{4-2}=225^V$ ，付边输出满足要求

3~③相连（图一）， $V_{TP}=V_{4-3}=220^V$ ， ...

1~③相连（图一）， $V_{TP}=V_{4-1}=212^V$ ， ...

“TP”初级匝数 $W_1 \downarrow$ ，则变压器付边输出升高（即 $V_{TP} \uparrow$ ）

“TP”初级匝数 $W_1 \uparrow$ ，则变压器付边输出降低（即 $V_{TP} \downarrow$ ）

C、改变“ ΠP ”控制线圈抽头（ W_1 ），则变压器输出电压也发生变化。

当“ ΠP ”控制线圈抽头向外移动时，即 $W_1 \uparrow$ ，则变压器输出电压 $\uparrow$ 。

其电压稳定度也发生了变化。

变化控制线圈抽头：

$$V_{BX} = \begin{cases} 198^V \\ 200^V \\ 224 \end{cases} \quad V_{TP} = \begin{cases} 220^V \end{cases} \quad \begin{matrix} (7) & (8) & (9) & (10) \\ V_{14-16}=78.2^V, & 83.5^V, & 89.5^V, & 91^V \\ 78.2^V, & 89.5^V, & 90.5^V, & 91.5^V \\ 78.5^V, & 89.5^V, & 90.2^V, & 92.5^V \\ I_C=0.54^A & 0.54^A, & 0.54^A, & 0.56^A, & 0.56^A \end{matrix}$$

抽头（7）稳定度为最佳，输出电压。

抽头（6）不易变动，否则不稳压。

D、改变“TP”初级匝数时，磁场强度发生了变化。

负载时，变压器单独测试初级抽头 4-2 电流为 $I_{4-2}=0.32$, $H_x=\frac{I_{4-2} \cdot W_1}{l_c}=29$ (A)

负载时,变压器单独测试初级抽头 4-3 电流为 $I_{4-3}=0.42$, $H_x=36.2$

空载时,变压器单独测试初级抽头 4-2 电流为 $I_{04-2}=0.32$, $H_x=29$

空载时,变压器单独测试初级抽头 4-3 电流为 $I_{04-3}=0.33$, $H_x=28.4$

负载时,改变初级匝数,变压器内部磁场强度发生了较大变化, $W_1 \uparrow$ 、 $H_x \uparrow$

空载时,改变初级匝数,变压器内部磁场强度基本上变化不大

E、更换铁芯材料，也使输出电压发生较大变化，铁芯片质量愈好（不易饱和）

空载电流就更小，但稳压器输出电压则更高

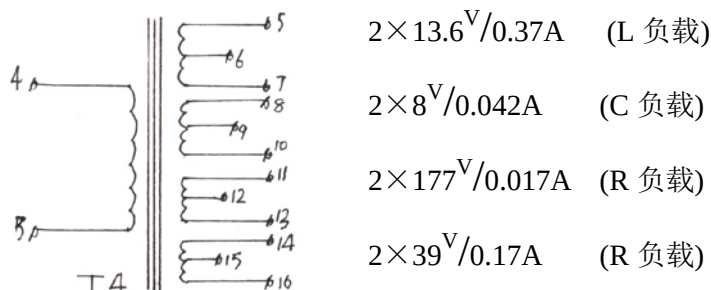
①对 D42-0.35（质量较差的材料） $I_{4-2}=0.49A$ 、 $I_{\mu O}=0.46A$ 、 $V_{TP}=V_{4-2}=225^V$

②对 D310-0.35（冲错纹向的硅钢片） $I_{4-2}=0.32A$ 、 $I_{\mu O}=0.32A$ 、 $V_{TP}=V_{4-2}=224^V$

③对 D310-0.35（质量好的材料） $I_{4-2}=0.28A$ 、 $I_{\mu O}=0.22A$ 、 $V_{TP}=V_{4-2}=250^V$

五、计算实例：

A、任务：要求输出的负载值，当 $V_{BX}=220^V \pm 10\%$ 输出电压的稳定度为 1%



B、具体设计步骤：

根据任务要求：采取此种稳压器是能达到预期结果，线路图如图一所示。

（一）饱和变压器设计（TP）

1、 $P_2=2[13.6 \times 0.37 + 8 \times 0.042 + 177 \times 0.017 + 39 \times 0.17]=30$ (VA)

2、选 E20×30 铁芯（查表 1） $G_C=0.8kg$, $S_C=5.82$, cm^2 , $l_c=17.14cm$

铁芯片材料，采取为饱和的 D42-0.35，并选 $B=1.5 \times 10^4Gs$ 进行计算。

3、 $E_1=220 \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 210^V$;

$E_2=13.5 \times 1.06=14.3^V$;

$E_3=8.5$;

$E_4=188^V$;

$E_5=42.7^V$;

4、 $e_v = 2.22BS_C \times 10^{-6} = 2.22 \times 1.5 \times 10^4 \times 5.82 \times 10^{-6} = 0.194$

$$5、W_1 = \frac{E_1}{e_v} = 1100^*；W_2 = 2 \times 73；W_3 = 2 \times 44；W_4 = 2 \times 960；W_5 = 2 \times 220；$$

*初级按 10%抽头 $W_{4-2}=1080$, $W_{4-3}=1140$, $W_{4-1}=1180$ (匝)

$$6、I_1' = 0.175$$

$$7、选导线 $S_{\mu 1} = \frac{4I_1}{J}$ $S_{\mu i} = \frac{I_i}{J}$ ($i=2 \cdots 5$) 选导线牌号为 QQ$$

$$得 d_{01}=0.51, d_{02}=0.44, d_{03}=0.1, d_{04}、d_{05}=0.14 \quad (m/m)$$

8、窗口核算

经过计算, 线包是可以容纳下的, 考虑了绝缘物厚, 计算得

$$\Sigma \beta_{01} + \beta_r' = 3.73 \quad (m/m)$$

$$线包厚 \Sigma A_i = 14.83,$$

$$故 \beta_0 = 20 - (14.83 + 3.73) - 0.39 = 1 \quad (窗口有余量) \quad (m/m)$$

9、其他结构计算与一般电源变压器计算相同 (略)

$$r_{1-25} = 16 \Omega \quad I_{\mu} = 0.56A \quad I_1 = 0.61A \quad I_{10} = 0.56A \quad \Delta V_1 = 9.7V$$

$$实际 E_1 = 210.3V \quad \Delta t = 25^\circ C$$

(二)、饱和扼流圈 “ДР” (图三) 计算

$$(1) \varphi = \arctg \frac{I_1'}{I_{\mu}} = \arctg \frac{0.175}{0.56} = 17^\circ 12' \quad (\text{忽略 } I_C, \text{ 实际上 } I_{10} = I_{\mu} + I_C = I_{\mu})$$

$$(2) \text{作图求得 } \dot{V}_{TP} = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 r_{1-75} \quad V_{TP} = 218 \quad V$$

$$(3) \text{作图求得 } \dot{V}_{DP2} = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 r_{1-75} = V_{BX} - V_{TP} \quad V_{DP} = 406 \quad V$$

$$(4) \text{令 } K = \frac{V_{DP1}}{V_{DP2}} = \frac{W_1}{W_2} = 0.28 \quad \therefore V_{DP1} = 406 \times 0.28 = 114 \quad V$$

$$(5) V_C = V_{DP1} + V_{DP2} = 520 \quad V$$

$$(6) I_C = V_C / \frac{1}{\omega C} = (520 \times 2\pi \times 50) \times 10^{-6} \times 4^{**} = 0.65 \quad A$$

$$(7) I_2 = I_1 - I_C = 0.56 - 0.65 = -0.09 \text{ 选取 } **C = 4^{\mu f} / 600V \quad A$$

*变压器单独工作时, $I_1 = 0.61A$, 但实验时与 “ДР” 联接后 $I_1 = 0.56A$ 故按此设计

$$(8) \therefore H_X = \frac{I_C W_1 - I_2 W_2}{L_C} = \frac{W_2 (K I_C - I_2)}{L_C} \quad At/CM$$

$$\text{对 D42-0.35 取 } B = 1.5 \times 10^4 GS, \text{查曲线得 } H_X = 17 \quad At/CM$$

$$\text{并选铁芯 KE16, 取 } B = 1.5 \times 10^4 GS \quad L_C = 13.7$$

$$\text{则 } W_2' = \frac{H_X \cdot L_C}{K I_C - I_2} = \frac{17 \times 10^6 \times 13.7}{0.28 \times 0.65 - 0.09} = 2540 \quad \text{匝}$$

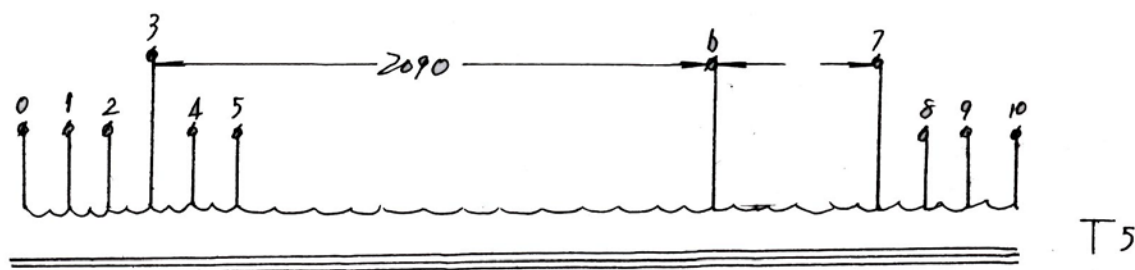
$$(9) S_C = \frac{V_C \times 10^6}{2.22 W_2' \times B} = \frac{520 \times 10^6}{2.22 \times 2540 \times 1.5 \times 10^4} = 6.2 \quad \text{cm}^2$$

选择与标准铁芯截面积相近的铁芯, E16×32 即有 $S_C=4.66\text{cm}^2$; $G_C=0.51\text{kg}$; $l_C=13.7\text{cm}$

$$(10) \text{重新计算“真值”的 } W_2 = \frac{406 \times 10^6}{2.22 \times 4.66 \times 1.5 \times 10^4} = 2600 \text{ 取 } 2540 \quad \text{匝}$$

$$W_1 = K W_2 = 0.28 \times 2600 = 730 \quad \text{匝}$$

$$\text{抽头情况如下图所示, 每 } 20^V \text{ 抽一头, } \Delta W = \frac{20}{0.146} = 150 \quad \text{匝}$$



(11) 选导线: 选高强度漆包线, 国产牌号为 QQ

工作绕组: W_2 : $d_{02}=0.21$ ($d_{j2}=0.24\text{mm}$), $\rho_{2-20}=500\ \Omega/\text{km}$, $j_2=2.8\ \text{A}/\text{mm}^2$

控制绕组: W_1 : $d_{01}=0.44$ ($d_{j1}=0.48\text{mm}$), $\rho_{1-20}=115\ \Omega/\text{km}$, $j_1=3.7\ \text{A}/\text{mm}^2$

(12) 结构计算与一般扼流圈, 变压器结构设计相同 (略)

$$\textcircled{1} \text{窗口余量: } \beta_0 = L_0 - [\sum A_i + (\sum \beta_{oi} + \beta_r) + B_z] = 16 - (13.15 + 1.58 + 0.27) = 1 \quad \text{mm}$$

$$\textcircled{2} \Delta \tau = \frac{P_M}{\alpha_K \cdot F_0} = \frac{7.43 \times 10^3}{1 \times 186.8} = 40^\circ\text{C} < \Delta \tau_{\text{允}}$$

C、测试结果:

(1) 变压器单独测试时:

要求负载值:	实际空载值	实际负载值
$V_{5-7} = 2 \times 13.6^V / 0.37^A$	2×14.2^V	$2 \times 13.2^V / 0.37^A$
$V_{8-10} = 2 \times 8^V / 0.042^A$	2×8.5^V	$2 \times 8.2^V / 0.042^A$
$V_{11-13} = 2 \times 177^V / 0.017^A$	2×186^V	$2 \times 180^V / 0.017^A$
$V_{14-16} = 2 \times 39^V / 0.17^A$	2×42.7^V	$2 \times 40.5^V / 0.17^A$

对 D42-0.35, KE20×32 实际空载电流 $I_{10}=0.52\text{A}$, 初级负载电流 $I_{4-3}=0.66\text{A}$

(2) 变压器与饱和扼流圈联试时:

当 $V_{BX}=220 \pm 10\%$ $V_{TP}=220^V$ 时

(1) 变压器付边输出的实际负载值为

$$V_{5-7}=2 \times 13.4^V / 0.37^A$$

$$V_{8-10}=2 \times 8.1^V / 0.042^A$$

$$V_{11-13}=2 \times 180^V / 0.017^A$$

$$V_{14-16}=2 \times 39^V / 0.17^A \quad (78.2 \sim 78.6V)$$

若变压器付边不加负载，测得空载电流 $I_{O(4-3-6)} = 0.45A$

若变压器付边加入负载，测得初级电流 $I_{1(4-3-6)} = 0.56A$

(2) 联试测试结果比较：

设 计 值	实 际 值
$V_{Tp}=V_{4-3}=218^V$	$V_{Tp}=V_{4-3}=220^V$ (调整抽头后达到的)
$V_{Tp1}=114^V$	$V_{Tp1}=123^V$
$V_{Tp2}=406^V$ ($K=0.28$)	$V_{Tp2}=400^V$ ($K=\frac{123}{400}=0.307$)
$V_C=520^V$	$V_C=530^V$
$I_C=0.61A$	$I_C=0.58A$
$I_{10(4-3-6)}=0.45A$	$I_{1(4-3-6)}=0.56A$

(3) 实际稳定度 (第 V 绕组)

$$\text{当 } V_{BX}=220^V \pm 10\% \quad V_{14-16}=2 \times 39.1^V / 0.17^A \quad (78.2 \sim 78.6^V)$$

$$\text{则对电网电压的稳定度为 } \frac{78.6-78.2}{78.2} = \frac{0.4}{78.2} = 0.51\%$$

结果满意 $< 1\%$

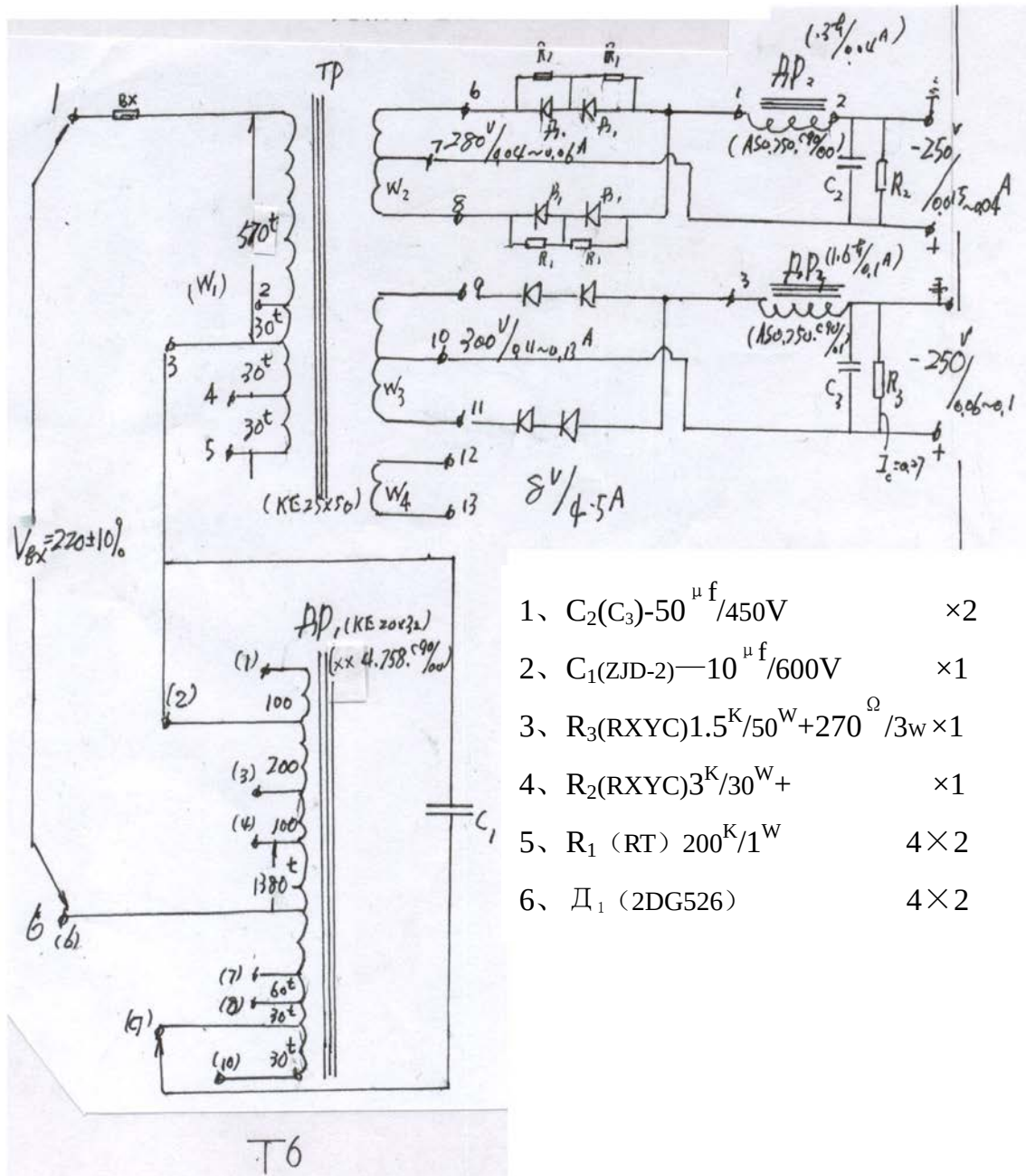
六、参考文献

(1) 自动远动电器，第 II 分册，磁性元件 清华大学 编

(2) 稳压器与稳流器 苏：K,E,马杰里著

2、铁磁饱和稳压电源计算实例 (1)

(光指示电源 XX4.704.C90/00)



- 1、 $C_2(C_3)-50^{\mu f}/450V \quad \times 2$
- 2、 $C_1(ZJD-2)-10^{\mu f}/600V \quad \times 1$
- 3、 $R_3(RXYC)1.5^K/50^W+270^{\Omega}/3W \times 1$
- 4、 $R_2(RXYC)3^K/30^W+ \quad \times 1$
- 5、 $R_1(RT)200^K/1^W \quad 4 \times 2$
- 6、 $\Pi_1(2DG526) \quad 4 \times 2$

A 变压器计算:

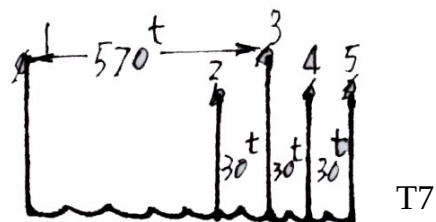
- 1、 $P=2(280 \times 0.12+300 \times 0.2)+36=166 \quad W$
- 2、选 E25×50 D42-0.35 B=15500GS (饱和状态) $S_C=11.4 \quad cm^2$
- 3、 $E_1=220 \times 0.96=211 \quad E_2=280 \times 1.08=300 \quad V$
 $E_3=300 \times 1.08=320 \quad E_4=8 \times 1.1=8.8$
- 4、 $e_V=2.22 \times 15500 \times 11.4 \times 10^{-6}=0.392 \quad V/匝$

5、 $W_1=211/0.392=540$ $W_{1-3}=570$

$W_2=2 \times 300/0.392=2 \times 765$

$W_3=2 \times 320/0.392=2 \times 815$

$W_4=8.8/0.392=22$



6、 $I'_1 = 2 \frac{300}{211} \times 0.12 + 2 \times \frac{300}{211} \times 0.24 + \frac{8.7}{211} \times 4.5 = 0.93$

A

7、 $S_{\mu 1} = \frac{0.9 \times 2}{4} = 0.45$ 选 $d_{01}=0.74(0.80)$ $\rho_1=40.7 \Omega / \text{KM}$ $g_{m1}=3.7 \text{kg/km}$

$S_{\mu 2} = \frac{0.9 \times 2}{4} = 0.040$ $d_{02}=0.23(0.27)$ $\rho_2=422 \Omega / \text{KM}$ $g_{m2}=0.38 \text{kg/km}$

$S_{\mu 3} = \frac{0.9 \times 2}{4} = 0.080$ $d_{03}=0.33(0.37)$ $\rho_3=205 \Omega / \text{KM}$ $g_{m3}=0.78 \text{kg/km}$

$S_{\mu 4} = \frac{0.9 \times 2}{4} = 1.50$ $d_{04}=1.35(1.43)$ $\rho_4=12.3 \Omega / \text{KM}$ $g_{m4}=12.9 \text{kg/km}$

8、 $n_1 = \frac{61.2 \times 3}{1.08 \times 0.8} = 65$

9、 $N_1 = \frac{610}{65} = 10$

$n_2=194$

$N_2=8$

$n_3=141$

$N_3=12$

$n_4=36$

$N_4=1$

10、绝缘层选择：（略） $\Sigma \beta_r + \beta_{oi}=3.54$ 骨架厚 1.5 m/m

11、线包厚： $A_1=10.28$ $A_2=2.73$ $A_3=5.45$ $A_4=1.43$ m/m

14、 $\Sigma A_i=19.9$ $A_K=23.4$ $\beta_o=1.1$ m/m

15、 $R_{01}=5.38$ $R_{02}=12.36$ $R_{03}=16.7$ $R_{04}=20.8$ m/m

16、 $L_{M1}=200$ $L_{M2}=243$ $L_{M3}=271$ $L_{M4}=291$ m/m

17、 $L_1=120$ $L_2=2 \times 186$ $L_3=2 \times 221$ $L_4=6.5$ m

18、 $r_{1-20}=4.9$ $r_{2-20}=2 \times 78.5$ $r_{3-20}=2 \times 45$ $r_{4-20}=0.08$ Ω

$r_{1-75}=6 \Omega$ $r_{2-75}=2 \times 96$ $r_{3-75}=2 \times 55$ $r_{4-75}=0.096$ Ω

19、 $I_{\mu} = \frac{1.93 \times 43.5 + 2 \times 11.4 \times 3.4}{211} = 0.75$ A

20、 $P_C=2.7^W$

21、 $I_C=0.015$ $I_1 = (0.92+0.1)^2 + 0.75^2 = 1.13$ A

$$24、\Delta V_{1-75}=I_1 \cdot r_{1-75}=1.2 \times 6=7.2 \quad V$$

$$25、E_{1-75}=220-7.2=212.8^V \quad e'_V=212.8/540=0.394 \quad V/\text{匝}$$

$$\Delta V_{2-75}=2 \times 96(\Omega) \times (0.12 \sim 0.3A)=2(11.6 \sim 12.5) \quad V$$

$$\Delta V_{3-75}=2 \times 55(\Omega) \times (0.2 \sim 0.24A)=2(11 \sim 13.2) \quad V$$

$$\Delta V_{4-75}=0.096 \times 4.5=0.43 \quad V$$

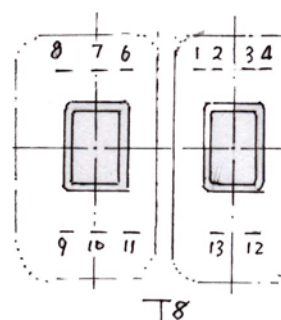
$$26、P_{M-100}=1.32[1.2^2+4.9+0.13^2 \times 2 \times 78+0.24^2 \times 2 \times 45+4.5^2 \times 0.08]=1.32 \times 15.94=21 \quad W$$

$$27、\Delta \tau = \frac{21+P_C}{1 \times 10^{-3} \times 450} = 53^\circ C$$

外形尺寸：88×108×107

直立安装：发装尺寸 75×81

线包抽头如右图所示



B、扼流圈（ДР）计算（XX4、758、C90/00）

由上述计算得

$$I'_1=0.93^A, I_\mu=0.25^A, I_1=1.2^A, \Delta V_{1-75}=7.2^V, E_1=220-7.2=212.8^V$$

$$(1) \varphi = \arctg \frac{I'_1}{I_\mu} = \arctg \frac{0.93}{0.75} = 51.2^\circ$$

$$(2) \text{作图求解 } \dot{V}_{TP} = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 r = 218^V \quad \dot{V}_{TP2} = \dot{V}_{BX} - \dot{V}_{TP} = 272 \sim 288 \quad (\text{令 } V_{BX}=220) \quad V$$

$$(3) \text{令 } K = \frac{V_{DP1}}{V_{DP2}} = 0.28 \quad V_{DP1} = 0.28 \times 288 = 80 \quad V_C = 80 + 288 = 368 \quad V$$

$$(4) I_C = \omega_C V_C = (368 \times 6.28 \times 50) \times 10^{-6} \times 10^{\mu f} = 1.16 \quad A$$

$$(5) I_2 = I_1 - I_C = 1.13 - 1.16 = -0.03A \quad \text{选 } C = 10^{\mu f} / 600V$$

$$(6) W_2 = \frac{H \sim \cdot l_C}{K I_C - I_2} = \frac{29 \times 17.1}{0.28 \times 1.16 - 0.03} = \frac{495}{0.325 - 0.03} = 1680 \quad \text{匝}$$

预选 KE-20 铁芯 $l_C=17.1$

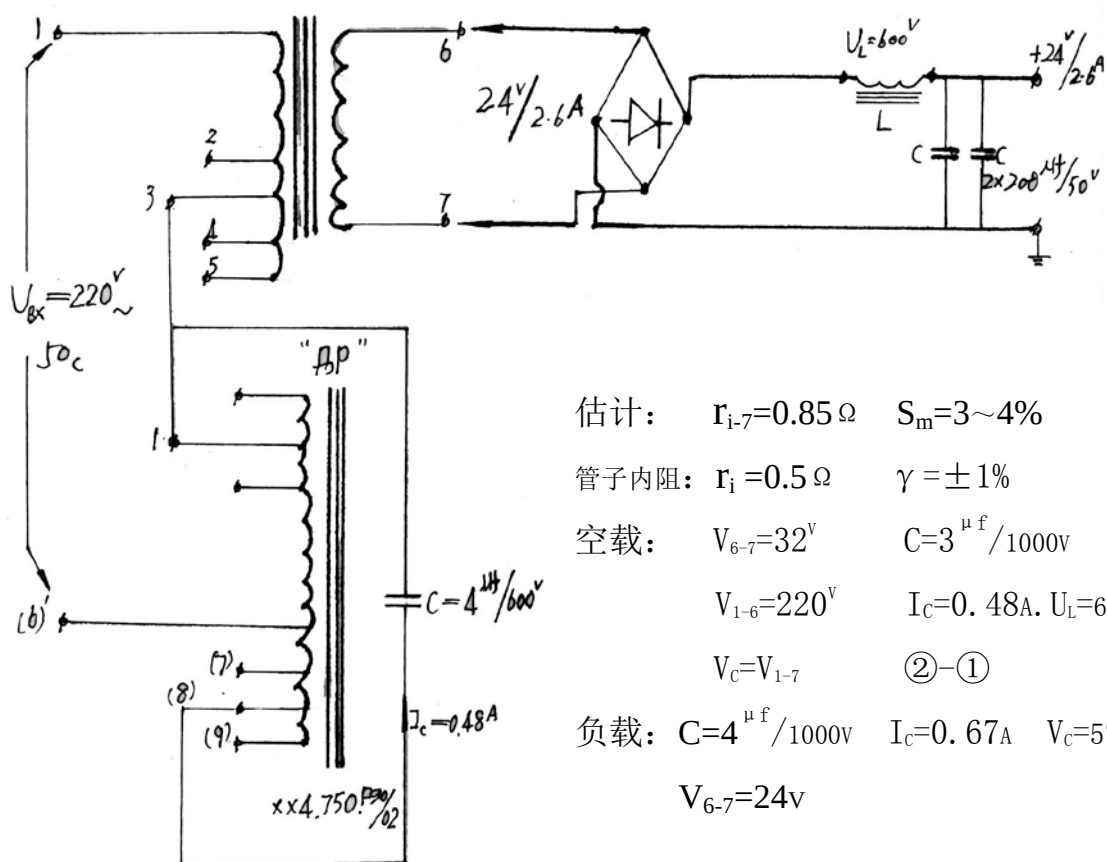
$$(7) S_C = \frac{V_C \times 10^6}{2.22 W_2 \times B} = \frac{320 \times 10^6}{2.22 \times 1680 \times 15500} = 6.4 \text{ 选 KE20} \times 32, S_C = 7.28 \quad \text{cm}^2$$

$$(8) W_1 = 0.28 \times 1480 = 415 \quad \text{匝}$$

$$W_2 = \frac{370 \times 10^6}{2.22 \times 7.28 \times 15500} = 1480$$

实例 2 磁饱和稳压器—“154-I” 发送附加器电源

“TP” (XX4.702.F90/02)



估计: $r_{i-7}=0.85\Omega$ $S_m=3\sim4\%$

管子内阻: $r_i=0.5\Omega$ $\gamma=\pm 1\%$

空载: $V_{6-7}=32V$ $C=3\mu F/1000V$

$V_{1-6}=220V$ $I_c=0.48A$ $U_L=600V$

$V_c=V_{1-7}$ ②-①

负载: $C=4\mu F/1000V$ $I_c=0.67A$ $V_c=570V$

$V_{6-7}=24V$

T11

A、磁饱和变压器计算:

1、 $P=24\times 2.6=62.4$

W

2、 $E_1=220\times 0.945=208$ $E_2=24\times 1.1=26$

V

3、选 KE20×40

$B=15500Gs$ (饱和值) $S_C=7.28$ $F_O=392$ $I_C=17.14$ $G_C=1kg$

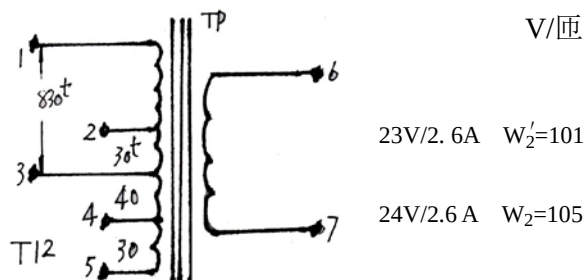
4、 $e_v=2.22\times 15500_{GS}\times 7.28\times 10^{-6}=0.25$

V/匝

5、 $W_1=208/0.25=830$ 抽头情况:

$W_2=26.4/0.25=105$

$W'_1=900t$



$W'_2=101$

$W_2=105$

$$6、I_1' = \frac{25.4}{208} \times 2.6 = 0.317$$

A

$$7、S_{\mu 1} = \frac{0.317 \times 3}{4} = 0.24$$

$$8、d_{01} = 0.55(0.62) \quad \rho_1 = 73.7 \Omega / \text{km}$$

$$S_{\mu 2} = 2.4/4 = 0.645$$

$$d_{02} = 0.93(1.02) \quad \rho_2 = 25.8 \Omega / \text{km}$$

$$9、n_1 = \frac{49.2 \times 3}{1.07 \times 0.62} = 65$$

$$10、N_1 = \frac{830 + 70}{65} = 14$$

$$n_2 = 39$$

$$N_2 = 3$$

$$11、A_1 = 11.31 \quad A_2 = 3.92$$

$$15、\Sigma A_i = 15.23 \quad \Sigma \beta_{oi} + \beta_r = 2.46 \quad A_K = 17.7 \quad \beta_o = 2$$

$$16、R_{01} = 5.27 \quad R_{02} = 13.57$$

$$17、l_{M1} = 173 \quad l_{M2} = 223$$

m/m

$$18、l_1 = 156 \quad l_2 = 22.5$$

m

$$19、r_{1-20} = 11.5 \quad r_{1-75} = 14.1 \quad r_{2-20} = 0.58 \quad r_{2-75} = 0.71$$

Ω

$$20、\Delta V_{2-75} = 2.6 \times 0.71 = 1.85$$

V

$$21、I_{\mu} = \frac{21.5 \times 17.14}{830} = 0.44 \quad (I_{\mu} = \frac{1 \times 43.5 + 2 \times 7.28 \times 3.4}{211} = 0.44) \quad (I_c = \text{略}) \quad A$$

$$22、I_1 = 0.44^2 + (0.31 + 0)^2 = 0.54$$

A

$$23、\Delta V_{1-75} = 0.54 \times 14.4 = 7.6$$

V

$$E_{1-75} = 220 - 7.6 = 212.4^{(V)} \quad e_V' = 212.4 / w_1 = 212.4 / 830 = 0.255$$

V/匝

$$24、E_{2-75} = 105 \times 0.255 = 26.8^{(V)} \quad 25、P_{M-100} = 10.65$$

W

$$(E_{2-75} = 101 \times 0.255 = 25.7)$$

$$26、\Delta \tau = \frac{12.65}{1 \times 10^{-3} \times 292} = 43.5^{\circ} \text{C},$$

外形尺寸 $70 \times 80 \times 80$

直立安装尺寸 60×68

B、扼流圈“ДР”计算 (XX4.758.F90/00)

由上述计算：

$$\Delta V_{1-75} = 7.6, I_1' = 0.317^A, I_{\mu} = 0.44^A, \text{则有 } I_1 = 0.54^A, \dot{E}_1 = 212.4^{(V)}$$

$$(1) \operatorname{tg} \varphi = \frac{I_1'}{I_{\mu}} = 0.72, \text{查} \Delta \text{函数表} \varphi = 35.8^{\circ}$$

$$(2) \dot{V}_{TP} = -\dot{E}_1 + \dot{I}_1 r_1 \quad \text{作图求解} \quad \dot{V}_{DP2} + \dot{V}_{BX} - \dot{V}_{TP} = 340 \text{ 得 } V_{TP} = 220$$

V

$$(3) \text{令 } V_{BX} = 220 \pm 10\%$$

$$(4) \text{令 } K = \frac{V_{DP1}}{V_{DP2}} = \frac{W_1}{W_2} = 0.35 \quad V_{DP1} = 0.35 \times 340 = 119$$

V

$$(5) V_C = V_{\Delta P1} + V_{\Delta P2} = 340 + 119 = 459$$

V

$$(6) I_C = V_C / \frac{1}{\omega C} = 459 \times (6.28 \times 50) \times 10^{-6} \times 4^{1/2} = 0.575$$

A

$$(7) I_2 = I_1 - I_C = 0.54 - 0.573 = -0.035 \text{ (容性负载)}$$

A

$$(8) V_{2.75} = 25.7 - 1.85 = 23.8$$

V

$$(9) H_X = \frac{l_C W_1 - I_2 W_2}{l_C} = \frac{W_2 (K I_C - I_2)}{l_C}$$

At/cm

$$\text{初算: } W_2' = \frac{H_X \cdot l_C}{K I_C - I_2} = \frac{21.5 \times 13.7}{0.35 \times 0.575 - 0.035} = 1250$$

匝

$$\text{初选: KE16 } l_C = 13.7 \quad (W_2' = \frac{27.4}{0.167} = 1760)$$

匝

$$S_{C1}' = \frac{V_C \times 10^6}{2.22 W_2 \times B} = \frac{459 \times 10^6}{2.22 \times 1250 \times 15500} = 10.6$$

cm²

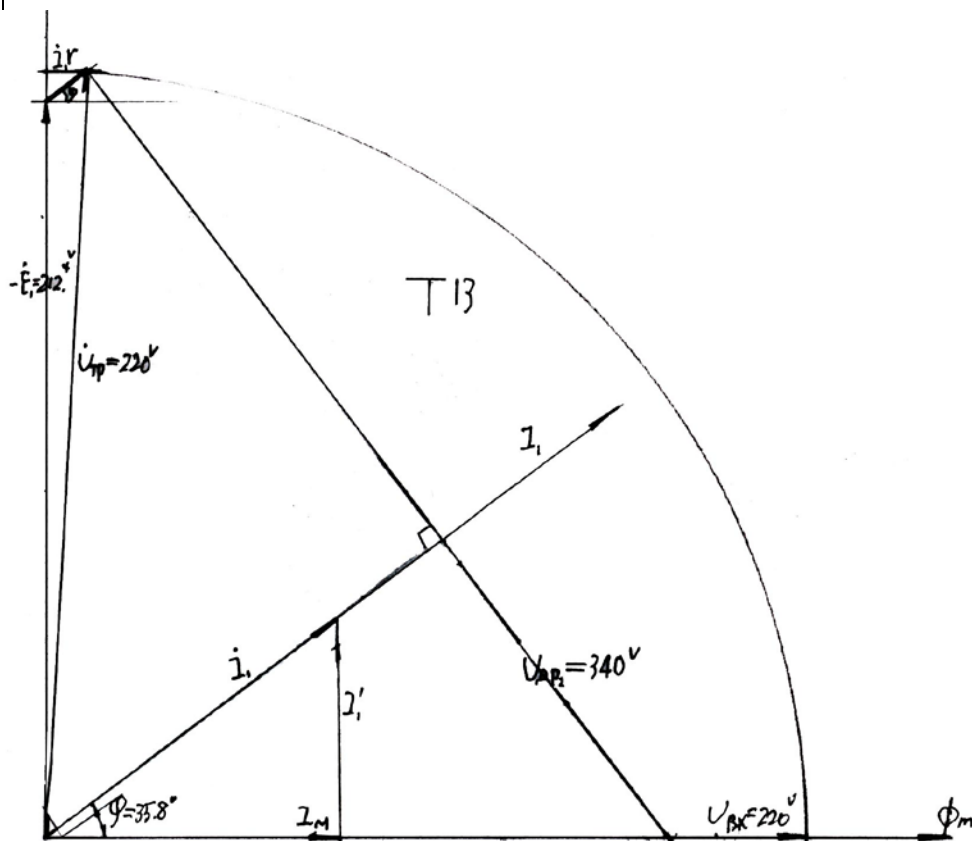
$$S_{C2}' = \frac{459 \times 10^6}{2.22 \times 1760 \times 15500} = 7.6$$

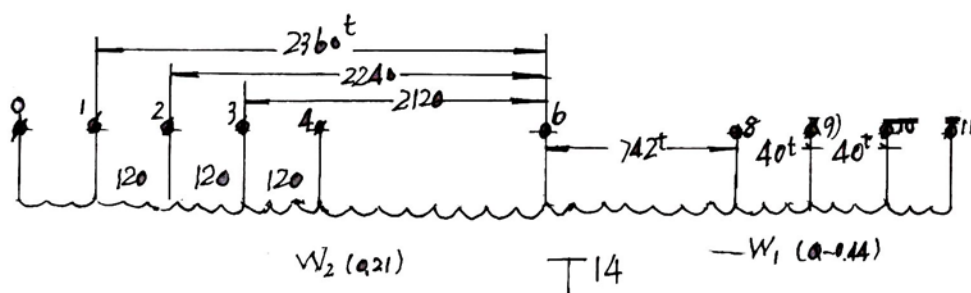
cm²

$$\text{选 KE16} \times 32 \quad l_C = 13.7 \quad S_C = 4.66 \quad G_C = 0.51$$

$$W_2 = \frac{V_{\Delta P2} \times 10^6}{2.22 \times 4.66 \times 15500} = \frac{34000}{16} = 2120 \quad W_1 = 0.35 \times 2120 = 742$$

匝





10、选导线

$$S_{M2}=0.1/3=0.034 \quad d_{02}=0.21(0.24) \quad \rho_2=506(\Omega/\text{KM})$$

$$S_{M1}=0.54/3.6=0.152 \quad d_{01}=0.44(0.48) \quad \rho_1=115(\Omega/\text{KM})$$

$$11、n_1=\frac{33}{1.07 \times 0.48}=64$$

$$12、N_1=\frac{820}{64}=13$$

$$n_2=\frac{39-2 \times 3}{1.07 \times 0.24}=128$$

$$N_2=\frac{2540}{128}=20$$

$$13、A_1=6 \quad A_2=7.2$$

$$14、\Sigma A_i=13.2 \quad \Sigma \beta'_r + \beta_{oi}=1.8$$

$$15、A_K=15$$

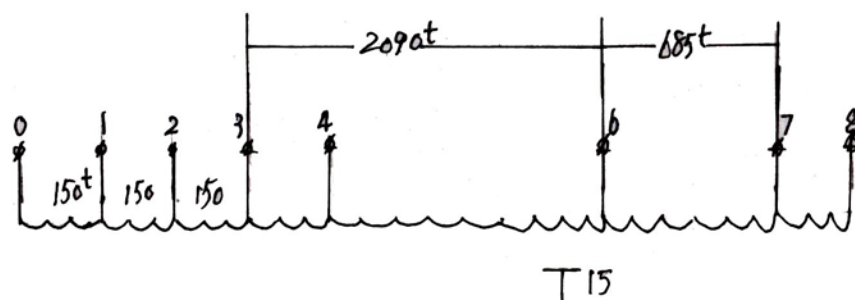
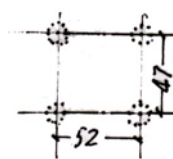
$$16、\beta_o=1$$

外形尺寸：67×67×60

平放直立安装

安装孔位置

(52×47)

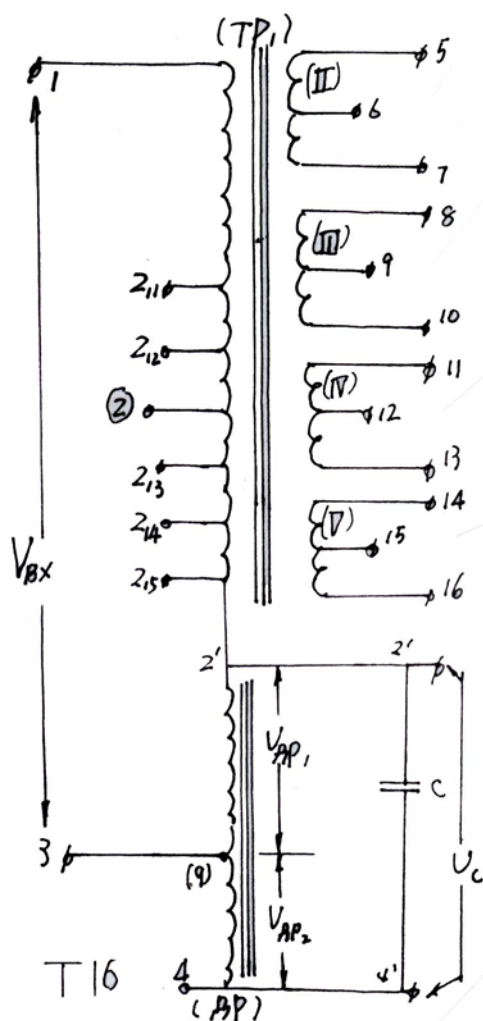


交流稳压电源变压器计算实例（3）

XX4.702.F90/01

一、已知数据与任务

- 1、变压器供电电源 $V_C=220^V$ ，单相，50 周，输出功率 30^W
- 2、变压器电参数及原理图



$2 \times 13.5V/0.37A$ 全波整流 L-C 滤波

$2 \times *8V/0.042A$ C 性负载，*空载值， $R_{8.9}=2 \times 0.4 \Omega$

$2 \times 177V/0.017A$ L 性负载

$2 \times 39V/0.17A$ L 性负载

- 3、要求交流稳定度为 1%

- 4、允许温升 $< 50^{\circ}C$

二、计算

A、电源变压器计算（TP），参见 XXO、052、000 计算步骤：

$$1、P_2=2[(13.5 \times 0.37) + 7 \times 0.042 + 39 \times 0.17 + \dots] = 2 \times 14.92 = 30 \quad VA$$

$$2、选铁芯 20 \times 35, B=12300, j=3.2A/mm^2, G_C=0.62kg, l_c=17.14cm, F_O=247cm^2$$

3、	$E_1=220\left(1-\frac{10}{100}\right)=198$ ，取 $\Delta V_1=10\%$ ， $\Delta V_{2-5}=15\%$	V
	$E_2=13.5\times 1.15=15.5$	
	$E_3=^*8$ （空载值）	
	$E_4=177\times 1.15=204$	
	$E_5=39\times 1.15=44.9$	
4、	$e_V=2.22\times 123\times 4.55\times 10^{-6}=0.124$	V/匝
5、	$W_1=198/0.124=1600$ ； $W_2=2\times 15.5/0.124=2\times 125$ ； $W_3=2\times 8/0.124=2\times 65$ ； $W_4=2\times 204/0.124=2\times 1645$ ； $W_5=2\times 44.9/0.124=2\times 362$	
6、	$I'_1=\frac{2\times 15.5}{198}\times 0.37+\frac{2\times 7.5\times 0.042}{198}+2\frac{204}{198}\times 0.017+2\frac{44.9}{198}\times 0.17=0.175$	A
7、	$S_{\mu 1}=\frac{0.175}{3.2}=0.0545$ $S_{\mu 2}=\frac{0.37}{3.2}=0.115$ $S_{\mu 3}=\frac{0.042}{3.2}=0.0131$	mm ²
	$S_{\mu 4}=\frac{0.017}{3.2}=0.00532$ $S_{\mu 5}=\frac{0.17}{3.2}=0.0532$	
	$d_{01}=0.31(0.35)$; $d_{02}=0.44(0.48)$; $d_{03}=0.14(0.17)$; $d_{04}=0.09(0.12)$; $d_{05}=0.27(0.32)$	
	$S_{\mu 1}=0.0754$ $S_{\mu 2}=0.152$ $S_{\mu 3}=0.0154$ $S_{\mu 4}=0.00636$ $S_{\mu 5}=0.32$	
	$\rho_{1-20}=232$ $\rho_{2-20}=115$ $\rho_{3-20}=1139$ $\rho_{4-20}=2758$ $\rho_{5-20}=306$	$\Omega /k m$
	$g_1=0.693$ $g_2=1.38$ $g_3=0.14$ $g_4=0.063$ $g_5=0.529$	kg/km
8、	$n_1=\frac{39-2\times 3}{1.07\times 0.35}=88$	$N_1=\frac{1600}{88}=19$
	$n_2=\frac{33}{1.07\times 0.48}=64$	$N_2=\frac{2\times 125}{64}=4$
	$n_3=\frac{33}{1.07\times 0.17}=176$	$N_3=\frac{2\times 65}{176}=1$
	$n_4=\frac{33}{1.10\times 0.12}=250$	$N_4=\frac{2\times 1645}{250}=13$
	$n_5=\frac{33}{1.10\times 0.32}=96$	$N_5=\frac{2\times 362}{96}=8$
9、	$V_{\mu 3}=500^V$ $V_{CA}=2\times 250\times 0.124=62^V$	
10、	层间绝缘均为 0.05×1 ，但第四绕组层间绝缘为 0.022×1	
	绕组间绝缘为 I II III IV V VI	
	底部 0.05×2 2×0.12 3×0.12 2×0.12 2×0.12 K-12 电缆纸	

外部包裹 $0.12 \times 2 \quad \Sigma \beta_{oi} + \beta_r' + \beta_z = 0.12 \times 12 + (1 + 0.5 \times 12) + 0.3 = 2.84$

$\Sigma A_i = A_1 + A_2 + A_4 + A_5 + A_3 = 8.56 + 2.30 + 1.9 + 3.22 + 0.17 = 16.14$

$\Sigma A_K = A_i + \beta_{oi} + \beta_r' = 19$

11、窗口余量: $\beta_0 = 20 - (\Sigma A_i + \beta_{oi} + \beta_r' + \beta_z) = 20 - 19 = 1$ 计算有效!

12、绕组电气参数计算

	平均匝长 (m/m)	导线长度 (M)	$r_{20^\circ C}(\Omega)$	$r_{75^\circ C}(\Omega)$	$\Delta U_{2i-75}(V)$
$R_1=4.38$	$L_{M1}=129.5$	$L_1=208$	$r_{1-20}=482$	63.7	$\Delta U_{1-75}=11.8$
$R_2=10.05$	$L_{M2}=165$	$L_2=2 \times 20.6$	$r_{2-20}=2 \times 2.36$	2×3.12	$\Delta U_{2-75}=2 \times 1.155$
$R_4=12.51$	$L_{M4}=180.7$	$L_4=2 \times 297$	$r_{4-20}=2 \times 820$	2×1080	$\Delta U_{4-75}=2 \times 18.4$
$R_5=15.43$	$L_{M5}=199$	$L_5=2 \times 72$	$r_{5-20}=2 \times 22$	2×29.1	$\Delta U_{5-75}=2 \times 4.95$
$R_3=17.36$	$L_{M3}=211$	$L_3=2 \times 13.7$	$r_{3-20}=2 \times 15.6$	2×20.6	$\Delta U_{3-75}=0.865$

13、 $B=12300GS$ 对 $D_{310} \sim 0.35$, $P_Y=1.35$, $Q_C=6.06$, $q_C=0.56$

$$I_\mu = \frac{0.62 \times 6.06 + 2 \times 4.55 \times 0.56}{198} = 0.045 \quad A$$

$$14、P_C = 0.62 \times 1.35 = 0.837 (W) \quad I_C = \frac{P_C}{E_1} = \frac{0.837}{198} = 0.0041 \quad A$$

$$15、I_1 = (0.175 + 0.004)^2 + 0.045^2 = 0.185 \quad A$$

$$\Delta U_{1-75} = I_1 r_{1-75} = 0.185 \times 63.7 = 11.8 \quad V$$

$$E_{1-75}' = 220 - 11.8 = 208.2 \quad \xrightarrow{\text{需修正为 } E_{2-75}} \quad V$$

$$E_{2-75} = 198.2 \times \frac{2 \times 125}{1600} = 2 \times 15.5$$

$$U_{2-25} = E_{2-75} - \Delta U_{2-75} = 2[15.5 - 1.155] = 2 \times 13.35 \quad V$$

16、

$E_{2-75} = 2 \times 15.5$	$U_{2-75} = 2 \times 13.35$	$\Delta W_1' \text{ 加 } 1t \quad W_1' = 2 \times 126t$ ($\Delta U_2 = 15.5 - 13.35$)	$V_{2-75}' = 2 \times 13.5(V)$
$E_{4-75} = 2 \times 204$	$U_{4-75} = 2 \times 185.6$	$\Delta W_4' \text{ 减 } 70t \quad W_4' = 2 \times 1575t$ ($\Delta U_4 = 204 - 185.6$)	$V_{4-75}' = 2 \times 177(V)$
$E_{5-75} = 2 \times 44.8$	$U_{5-75} = 2 \times 39.85$	$\Delta W_5 \text{ 减 } 2t \quad W_5 = 2 \times 360t$ ($\Delta U_5 = 44.9 - 39.85$)	$V_{5-75}' = 2 \times 39.6(V)$
$E_{3-75} = 2 \times 8.05$	$U_{3-75} = 7.185$	$\Delta W_3' = 0 \quad W_3' = 2 \times 65$	$V_{3-75}' = 2 \times 7.2(V)$

$$17、P_{M-100} = [0.185^2 \times 48.2 + 0.37^2 \times 2 \times 2.36 + 0.017^2 \times 2 \times 820 + 0.17^2 \times 2 \times 22 + 0.042^2 \times 15.6 \times 2] \times 1.32 = 5.44 \quad W$$

$$18、\Delta \tau = \frac{\Sigma P_M + P_C}{\alpha_K \cdot F_0} = \frac{5.44 + 0.837}{1.1 \times 10^{-3} \times 247} = 23^\circ C < \Delta \tau_{允}$$

19、空载计算:

$$B_0 = 1.05 \times 12300 = 13000GS \quad P_{Y0} = 1.52 \quad Q_{C0} = 8.5 \quad q_{C0} = 0.853$$

$$I_{\mu O} = \frac{0.62 \times 8.5 + 2 \times 4.55 \times 0.852}{220} = 0.059 \quad I_{CO} = \frac{0.62 \times 1.52}{220} = 0.004 \quad I_{10} = 0.060 \quad A$$

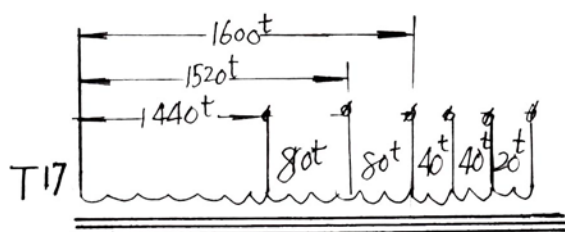
$$E_{20} = \frac{2 \times 126}{1600} (200 - 0.06 \times 48.2) = 2 \times 126 \times 0.1355 = 2 \times 17.1 \quad V$$

$$E_{40} = 2 \times 1575 \times 0.1355 = 2 \times 213; E_{50} = 2 \times 360 \times 0.1355 = 2 \times 48.7; E_{30} = 2 \times 65 \times 0.1355 = 2 \times 8^*$$

$$20、G_M = [144 + 57 + 37.3 + 76 + 3.99] \times 10^{-3} = 0.32 \quad G_{TP} = G_M + G_C = 0.97 \quad kg$$

$$21、\gamma = \frac{G_C}{G_M} = \frac{0.62}{0.32} = 2 \text{ 有最轻的重量; } \eta = \frac{30}{30 + 6.27} = 0.83; \varepsilon = \frac{0.060}{0.0185} \times 100 = 32.4\%$$

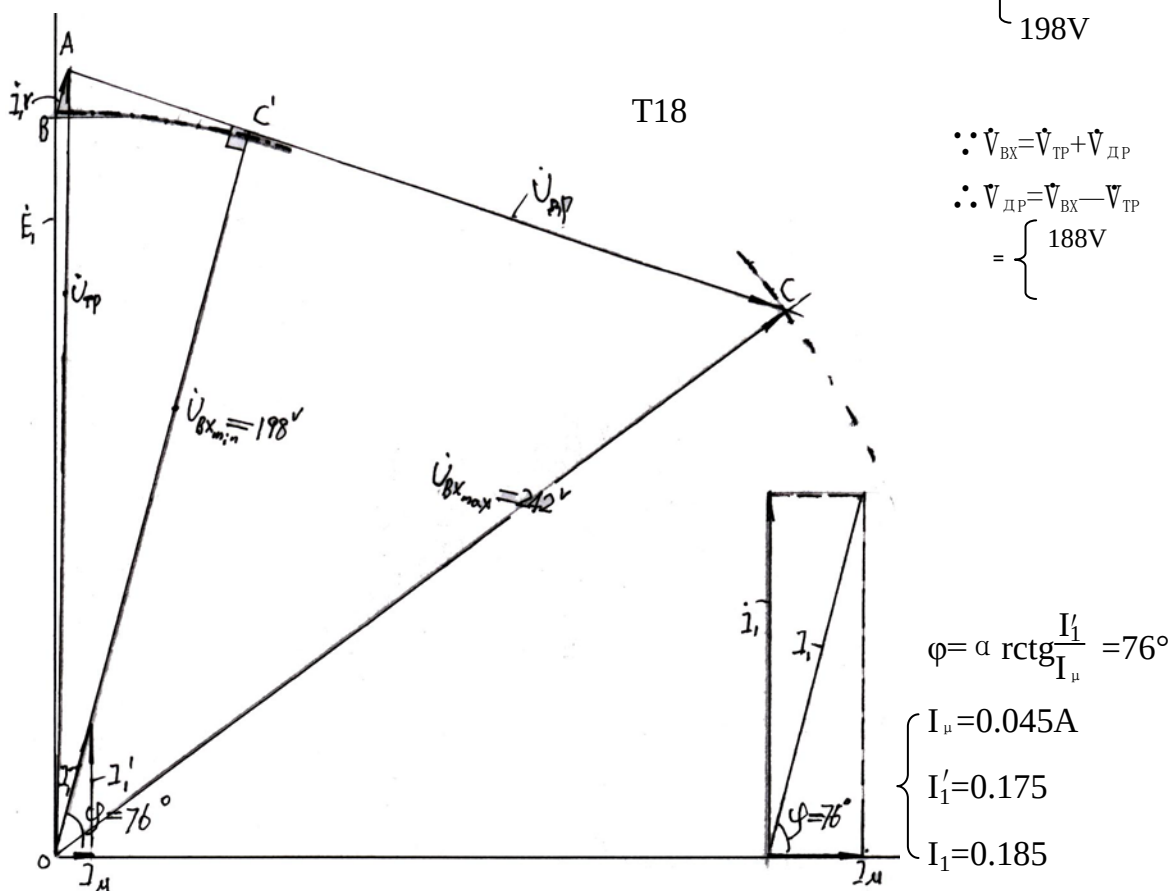
22、为提高稳压精度，可在初级绕组按 5% 抽头，即按 $1600 \times 5\% = 80t$ 抽一头

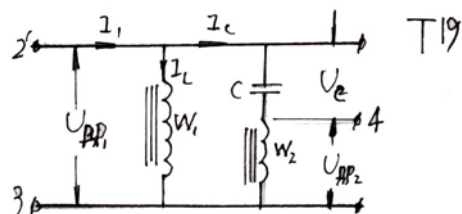
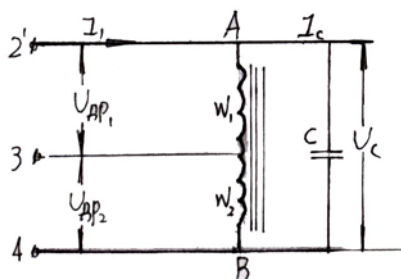


	1-2 ₁₁	1-2 ₁₂	1-2	1-2 ₁₃	1-2 ₁₄
w ₁	1440t	1520t	1600t	1640	1680

按 XX4、052、004 饱和扼流圈计算，按 1:2 比例作图求 V_{DP} 。

$$E'_1 = 198V, I_1 R = 0.185 \times 43 = 8.2V, \dot{V}_{TP} = \dot{V}_1 + \dot{I}_1 R, V_{TP} = 208V, V_{BX} = 220 \pm 10\% \begin{cases} 242V \\ 198V \end{cases}$$





$$\dot{V}_C = \dot{V}_{\text{ДП1}} + \dot{V}_{\text{ДП}} \quad \text{令 } C = 3^{\mu\text{f}} / 600^{\text{V}}$$

$$K = \frac{\dot{V}_{\text{ДП2}}}{\dot{V}_{\text{ДП1}}} = \frac{W_2}{W_1} = 0.2 \sim 0.3$$

$$\textcircled{2} \text{求 } K = \frac{50}{188} = 0.266, V_{\text{ДП2}} = 188 \times 0.266 = 50$$

$$\textcircled{3} V_C = 188 + 50 = 238 \quad \text{V}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{4} I_C &= V_C / \frac{1}{\omega C} \\ &= V_C \cdot \omega C \\ &= 238 \times 2 \times 3.14 \times 50 \times 3 \times 10^{-6} = 0.225 \quad \text{A} \end{aligned}$$

$$\textcircled{5} I_2 = I_1 - I_C = 0.185 - 0.225 = -0.04^{\text{A}} \text{ (负值为容性负载)}$$

$$\textcircled{6} H_{X\sim} = \frac{I_C W_2 - I_2 W_1}{I_C} = \frac{W_1 (K I_C - I_2)}{I_C} \quad \text{选 E16 铁心 } l_C = 13.79 \text{cm, 对 D310-0.35}$$

$$B = 14000 \text{GS}, H_{X\sim} = 10 \quad \text{At/cm}$$

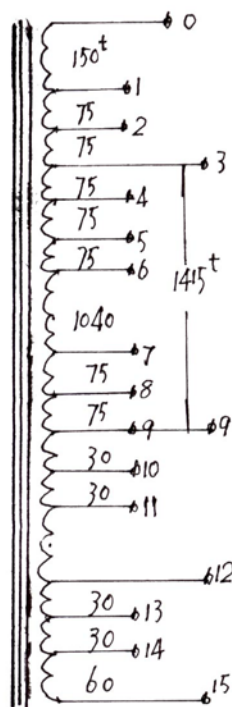
$$\textcircled{7} \therefore W_1' = \frac{H_X \cdot l_C}{K I_C - I_2} = \frac{10 \times 13.79}{0.266 \times 0.225 - 0.04} = 6750 \quad \text{匝}$$

$$\textcircled{8} S_C = \frac{V_{\text{ДП1}} \times 10^6}{2.22 \times W_1' \times 14000} = \frac{188 \times 10^6}{2.22 \times 6750 \times 14000} = 0.9 \text{cm}^2, \text{ 确认选铁芯 E}_{20} \times 25$$

$$\uparrow S_C = 4.55 \text{cm}^2 \downarrow G_M$$

$$\textcircled{9} W_I = \frac{188 \times 10^6}{2.22 \times 4.55 \times 14000} = 1415 \text{t} \quad e_V = \frac{V_{\text{ДП1}}}{W_1} = \frac{188}{1415} = 0.133$$

$$W_2 = 0.266 \times 1415 = 375 \text{t} \quad e_V' = \frac{50}{375} = 0.133 \quad \text{V/匝}$$



$$0 \sim 9 \quad 10^{\text{V}} \text{抽一头} \quad \Delta W_I = \frac{10^{\text{V}}}{0.133} = 75 \text{t}$$

$$W_{3-9} = 75 \times 5 + 1040 = 1415 \text{t}$$

$$9 \sim 15 \quad 4^{\text{V}} \text{抽一头} \quad \Delta W_{\text{II}} = \frac{4^{\text{V}}}{0.133} = 30 \text{t}$$

$$W_{9-12} = 30 \times 2 + 315 = 375 \text{t}$$

$$W_{0-9} = 300 + 1415 = 1719 \text{(匝)}, \text{ 通过 } I_2 = 0.040 \text{ A}$$

$$\text{选 QQ-d}_{09} = 0.31(0.36), \rho_1 = 232, W_{9-14} = 375 + 2 \times 30 = 495 \text{(t)}$$

$$d_{9-14} = 0.69(0.77), \rho_2 = 46.9, I_C = 0.225 \text{A},$$

$$n_{0-9} = \frac{49 - 2 \times 3}{1.08 \times 0.36} = 110 \quad N_1 = \frac{1719}{110} = 15 \quad A_1 = 7.05$$

$$n_{9-15} = \frac{49 - 2 \times 3}{1.08 \times 0.77} = 51 \quad N_2 = \frac{495}{51} = 10 \quad A_2 = 9.05$$

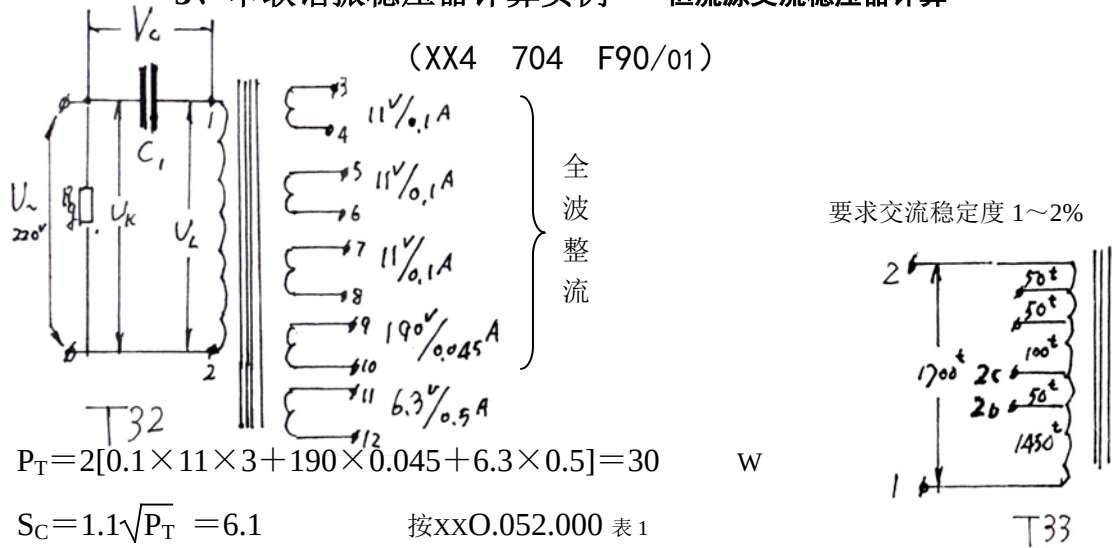
$$\Sigma A_i + \beta_{oi} + \beta_r = 16.4 + 2.52 = 18.62 \quad \beta_o = 20 - (18.62 + 0.38) = 1 \text{ m/mm}$$

$$R_1 = 3.62 \quad L_{M1} = 126.4 \quad L_1 = 217 \quad r_{1-20} = 50.6(\Omega) \quad r_{1-75} = 54.75(\Omega)$$

$$R_2 = 12.03 \quad L_{M2} = 179 \quad L_2 = 88.5 \quad r_{2-20} = 4.15(\Omega) \quad r_{2-75} = 5.063(\Omega)$$

$$G_{M0-15} = 0.148 + 0.302 = 0.45 \quad G_{\text{ДП1-2}} = 0.62 + 0.5 = 1.12 \quad \text{kg}$$

3、串联谐振稳压器计算实例——恒流源交流稳压器计算



$$1、P_T = 2[0.1 \times 11 \times 3 + 190 \times 0.045 + 6.3 \times 0.5] = 30 \quad W$$

$$2、S_C = 1.1\sqrt{P_T} = 6.1 \quad \text{按XXO.052.000 表1}$$

选铁芯 ED20×30 查出: $S_C = 5.82$ $l_{cp} = 17.14$ 选 $B = 11400 G_s$

$$3、e_V = 2.22 \times 11400 \times 5.82 \times 10^{-6} = 0.145 \text{ 伏/匝} \quad e'_V = 6.9 \quad e'_{Vi} = \frac{6.9}{1.3} = 5.3 \text{ 匝/伏}$$

$$4、W_1 = 6.9 \times 220^V = 1515^t \quad \text{按 10%抽头}$$

$$W_{3-4} = 5.3 \times 1.1 = 58^t \quad W_{5-6} = 5.3 \times 1.1 = 58^t \quad W_{7-8} = 5.3 \times 1.1 = 58^t$$

$$W_{9-10} = 5.3 \times 190 = 1008^t \quad W_{11-12} = 5.3 \times 6.8 = 36^t$$

$$5、d_{01} = 0.95 \sqrt{\frac{P_T}{U}} = 0.95 \sqrt{\frac{30}{220}} = 0.35 \text{ m/m} \quad d_{02-04} = 0.8 \sqrt{I_2} = 0.8 \sqrt{0.1} = 0.254$$

$$d_{05} = 0.17$$

$$d_{06} = 0.57$$

绕组	牌号	d_{0i}	d_{ji}	$S_{Mi}(\text{mm}^2)$	$\rho_{20}(\Omega/\text{KM})$	$G_c(\text{Kg}/\text{KM})$	$J(\text{A}/\text{mm}^2)$
I	Q	0.35	0.41	0.096	180	0.0884	1.4
II	Q	0.25	0.30	0.049	357	0.454	2.0
III	Q	0.25	0.30	0.049	357	0.454	2.0
IV	Q	0.25	0.30	0.049	357	0.454	2.0
V	Q	0.17	0.20	0.022	773	0.213	2.0
VI	Q	0.57	0.64	0.255	68.7	2.314	2.0

$$6、L_1 = (W_1 \times S_C \times \mu \sim) / l_{cp} \times 10^{-9} \times 4 \pi = \frac{1515^2 \times 582 \times 300}{17.14} \times 12.56 \times 10^{-9} = 2.42 \quad h$$

(若取 $\mu \sim = 500$, 则 $L_1 = 4^h$)

$$7、\text{计算 } C_1: \text{①令 } j_1 = 1.4 \text{ A/mm}^2 \quad I_1 = j_1 \cdot S_{C1} = 1.4 \times 0.096 = 0.136 \quad A$$

$$\text{② } U_L = I W L = 0.316 \times 2 \pi \times 50 \times 2.42 = 103 \quad V$$

$$\text{③加在“TP”初级绕组的电势 } E_{1-2} = U_1 (1 - \frac{\Delta U_1}{100}) = 220 (1 - \frac{10}{100}) = 198 \quad V$$

$$\text{则 } |V_K| = |-E_{1-2}| = 198^V \quad \Delta U_1 = 5\% \quad E_{1-2} = 210 \quad V$$

$$U_C = \sqrt{U_K^2 - U_R^2} + U_L = U_K + U_L = 198 + 103 = 300 \quad V$$

$$U_C = I / \omega C \quad C = I_1 / \omega U_C = \frac{0.136 \times 10^6}{314 \times 300} = 1.45 \quad (\mu f)$$

$$\text{取 } C = 1.5 \sim 2 \mu f / 600^V$$

8、选释放电阻 $R_g = 100^K$

9、线圈结构计算：

$$\text{① } n_1 = (49 - 2 \times 3) / 1.07 \times 0.47 = 97 \quad (\text{匝/层}) \quad \text{② } N_1 = \frac{1700}{97} = 18 \text{ 层}$$

$$n_{2-4} = 134$$

$$N_{2-4} = 3$$

$$n_5 = 200$$

$$N_5 = 5$$

$$n_6 = 63$$

$$N_6 = 1$$

$$\text{③ } A_1 = 18 \times 0.41 \times 1.1 + 17 \times 0.05 = 9$$

$$A_2 = 0.3 \times 3 = 0.9$$

$$A_5 = 1.3$$

$$A_6 = 0.64$$

$$\text{④ } \Sigma A_i = 12 \quad \dots \Sigma \beta_{oi} + \beta'_r = 2.88 + 1.44 = 4.32 \quad m/m$$

$$A_K = \Sigma A_i + \Sigma \beta_{oi} + \beta'_r = 12 + 4.32 = 16.32$$

$$\text{⑤ 考核窗口余量：} \beta_o = 3m/m \quad \text{计算有效}$$

实验现象：

$$\text{① } \downarrow W_1 \rightarrow \downarrow V_{2i} \quad \text{② } \uparrow C \rightarrow I_{10} \uparrow \rightarrow U_L \uparrow \rightarrow U_C \uparrow \quad \text{稳定度略为变好。}$$

$$\text{设定 } C = 1.5^{\mu f} \quad I_{10} = 0.26A \quad U_C = I_C \cdot \omega L = 0.26 \times 314 \times 4 = 330V \quad \text{实测 } V_L = 320V \quad \Delta U_1 = 5\% \quad \Delta U_1 \neq 0$$

A	C=1 ^{μf}	I ₁₀ =0.15 ^A	U _L =265	U _C =265+198±4=475 ^V	1-2b	V ₉₋₁₀ =180	
	C=1.5 ^{μf}	I ₁₀ =0.26 ^A	U _L =320	U _C =320+270=600 ^V	1-2c	V ₉₋₁₀ =215	
	C=2 ^{μf}	I ₁₀ =0.4 ^A					
B	C=1.1	I ₁₀ =0.175 ^A				V ₉₋₁₀ =188	
	C=1.2	I ₁₀ =0.2 ^A	U _L =290	U _C =E ₁ +U _L =210+290=500	1-2b		
		I ₁₀ =0.2 ^A	U _L =290	U _C =500~600 ^V	1-2c	V ₉₋₁₀ =196±4 ^V	Sm= $\frac{4}{200}$ =200%
					1-2b	V ₃₋₄ =11.5 V ₅₋₆ =11.5 V ₇₋₈ =11.5 V ₁₁₋₁₂ =7	
若负载电压偏低，则可移动初级抽头，使 w ₁ ↑ —U _{2i} ↑， 若 1-2c，U _C =550 ^V （V _{Cmax} =600V）						V ₉₋₁₀ =202 ^V	
P ₁ =0.2×220 ^V =44 ^W					η= $\frac{30}{44}$ =68%		