

滤波器扼流圈计算

(B)

1	整流用平滑滤波器扼流圈计算	$\times \times 0.052.001$	实例 1~7	P45-69
2	交流扼流圈计算	$\times \times 0.052.007$		
3	补偿扼流圈计算	$\times \times 0.052.011$		

编著：姚文生 2006 年 1 月 上饶

目 录

NO	B. 整流用平滑滤波扼流圈				
I	滤波扼流圈的典型的计算		××4.052.001	P1~12	P47-57
	一	扼流圈的结构计算（1-10）		P1~5	
	二	扼流圈的核算（11-14）		P5~7	
	三	附录： 1、附表 1：扼流圈计算图表 1 2、附表 2：计算符号汇总 3、线材参数与铁心尺寸参数见 A 册：小功率电源变压器计算附表		P8~9	
	四	计算实例（实例 1~7）		P10~12	
II	交流扼流圈计算		××4.052.007	P1~6	P58-61
	一	滤波器线路		P1~4	
	二	具体计算步骤： 绕组结构计算（1-5）：线包的温升计算：铜材消耗（6-11） 电感量算核与实际效果			
	三	附录： 1、附表 1：变压器、扼流圈设计图表 1 2、附图 1：μr~—H~图表		P5~6	P62-63
III	整流滤波器补偿扼流圈计算		××4.052.011	P1~6	P64-69
	一	原理：A、滤波元件参数计算（1-8） B、带补偿扼流圈计算。			
	四	C、带补偿阻流圈，滤波器的调正。			

1、整流用平滑滤波扼流圈的典型计算

(××4.052.001)

整流滤波扼流圈是无线电仪器中重要的自行设计铁心器件，目前设计方法多而不一，各有其特点，但典型的设计还不多见，编者根据几年来的实践，试图推荐一种“典型”计算，愿和大家商榷。

本文规定采用 E 型叠片铁心或带状的 ED, CD 型铁心，压制底筒的无线电仪器用的整流滤波扼流圈的典型计算步骤，本计算备有大量计算图表可供选用，有着准确简单、轻小、经济的特点。

扼流圈设计任务中应给出的主要参数：

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1、电感 L (h) | 5、线圈电阻 R (Ω) |
| 2、整流电流 I_0 (A) | 6、要求之温升 $\Delta \tau$ (°C) |
| 3、整流频率 f_0 (Hz) | 7、交流电压 U_{\sim} (V) |
| 4、电网频率 f (Hz) | 8、直流电位 $U_{=}$ (V) |

一、扼流圈的结构计算

1、扼流圈的容量：

$$P_{\pi} = \omega_0 L \cdot I_0^2 \quad (\text{VA}) \quad (1)$$

2、等效变压器的容量：

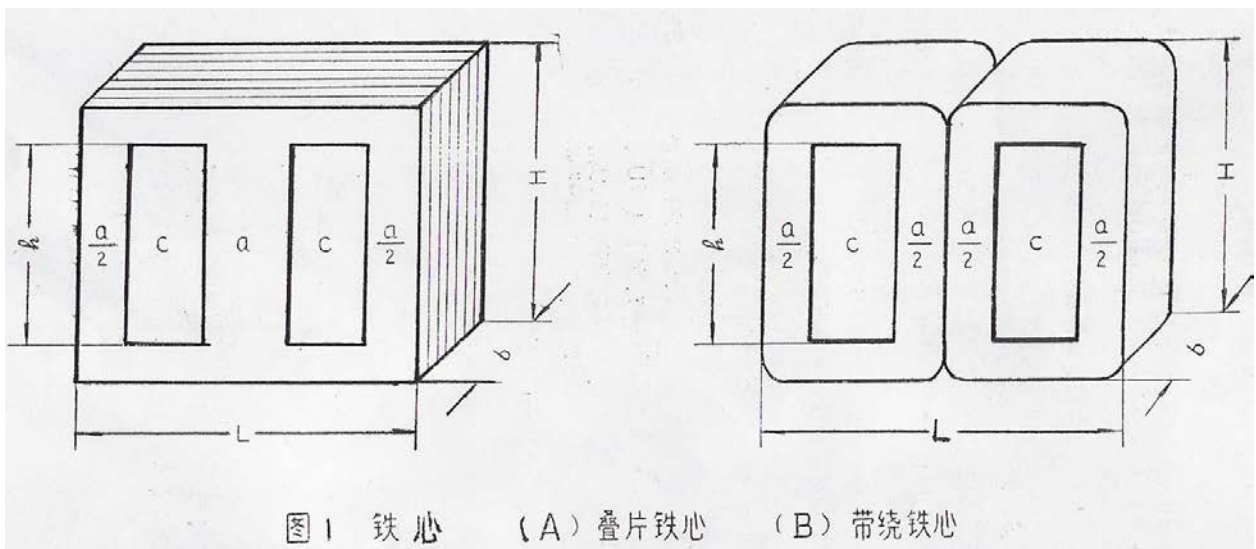
$$P_{TP} = 0.5 P_{\pi} \sqrt{\frac{f}{f_0}} = 222 L \cdot I_0^2 \quad (\text{VA})$$

3、选铁心：

由 P_{TP} 从标准铁心系列中 SJ100-65 选取一相近之铁心。

SJ103-85

图 I 铁心 (A) 叠片铁心 (B) 带绕铁芯



铁 心 参 数

铁心型号	钢片材料及厚度 d*	a	c	b	H	I _{cm}	S _{cr} cm ²	S _{ok} cm ²	S _k cm ²	I _m cm	G _c kg	K _{ok}

*钢片厚度根据整流频率计算 $d \leq \frac{4}{\sqrt{fn}}$ $d \leq \frac{4}{\sqrt{fn}}$ (mm)

线圈的平均匝长 $l_M = (5.14 a + 2b) \times 10^{-1}$ (cm) (4)

散热面积:

对 E 型铁心按下式计算: $S_k = (15b a + 43 a^2) \times 10^{-2}$ (cm²) (5)

对 ED 型铁心按下式计算: $S_k = 31 a^2 \times 10^{-2}$ (cm²) (6)

对 CD 型铁心 S_k 可参看带状卷绕铁芯尺寸计算。

4、根据选定之铁心及扼流圈要求之温升 $\Delta \tau$, 由图 2 求电流密度 j , 任务书中未给出 $\Delta \tau$ 时, 可按绝缘材料的耐热等级选一允许温升。

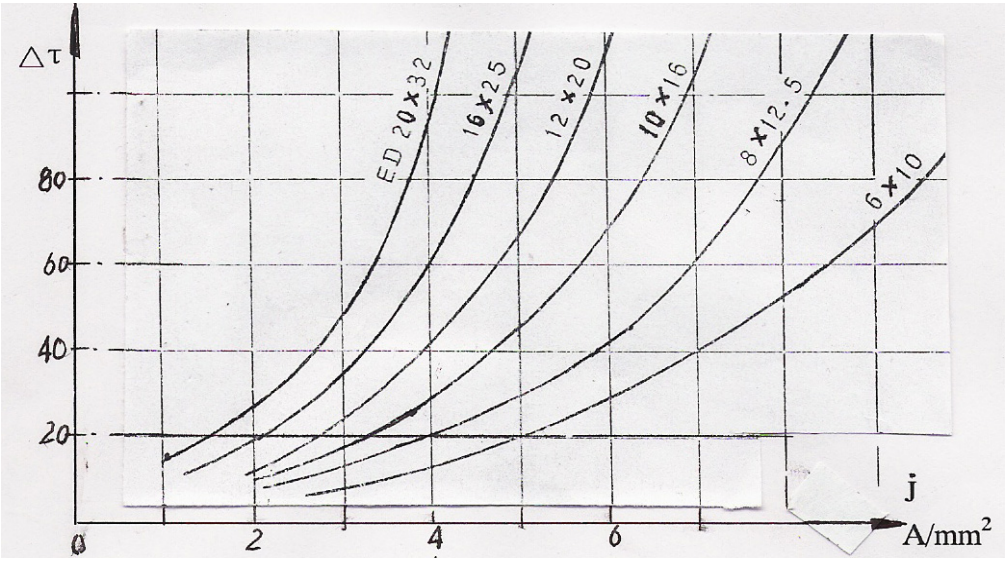


图 2 标准铁芯阻流圈线圈温升与电流密度的关系

5、考核窗口尺寸

$$S_{ok} \cdot I_M \geq \frac{RI^2Q}{k_{ok} \cdot \rho_{20} \cdot J^2} \tag{7}$$

式中: $\rho_{20} = 0.0175$ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

或不等式不满足应从重新选择铁心, 否则绕不下。

6、导线截面计算

$$S_M = \frac{I_0}{j} \tag{8}$$

查电缆手册的导线标准，选取相近线径，并将有关参数摘录于下表

导线参数

导线牌号及 直径 d_i	带绝缘层之 直径 d_{ji}	每 KM 20℃时的 电阻 $r_{20}(\Omega / \text{KM})$	每 KM 的铜线 重 $g_M (\text{Kg/KM})$

7、根据选定的铁心大小，选择相应大小的底筒的底筒高度 h' ，底筒厚度 B_r

8、线圈匝数计算：

$$(1) \text{ 每层匝数 } n = \frac{h' - h_{ji}}{K_y \times d_{ji}} \tag{9}$$

式中： h_{ji} ——决定于线圈的试验电压如图 3，表 3

h_{ji} 一般不小于 2MM

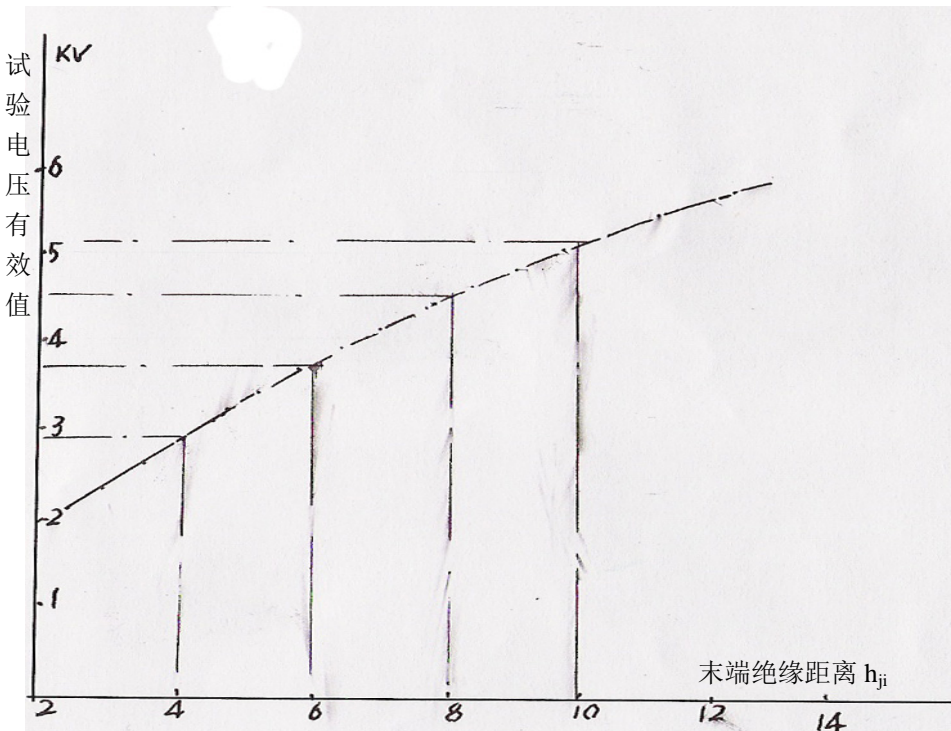


图 3 末端绝缘距离与试验电压的关系

线圈的试验电压

表 3

线圈的最大电位		试 验 电 压 (有效值)
交 流	直 流	
24V 以下	16V 以下	不低于 250V
24—100V	16—70V	不低于 500V
100—500V	70—370V	不低于 2000V
500V 以上	370V 以上	$2U_0+1000V$

K_y ——排绕系数如表 4

$$(2) \text{ 可绕层数 } N = \frac{C - (\beta_r + \beta_o + \beta_z)}{K_B \times (d_{ji} + \beta_{co})} \quad (10)$$

式中: $\beta_o = 0.5 - 1.5\text{MM}$

$\beta_z = 0.3 \sim 0.5\text{MM}$

β_{co} ——由于扼流圈层间电压很低, 层间绝缘仅与导线直径有关, 如表 4

K_B ——叠绕系数如表 4

$$(3) \text{ 匝数 } W = N \cdot n \quad (11)$$

导线的绕制系数及层间绝缘

表 4

导线直径 d_i (m/m)	排绕系数 (K_y)	选绕系数 (K_B)	层间绝缘及其厚度、层数 (m/m)
0.12 以下	1.2	1.05	电容器纸 $\frac{KOH-I}{KOH-I} \frac{0.022 \times 1}{0.010 \times 1}$
0.12—0.30	1.15	1.1	电 话 纸 KTH 0.05×1
0.3—0.8	1.1	1.15	电 话 纸 KTH 0.05×1 电 缆 线 K—08 0.08×1
0.8—2.44	1.05	1.2	电 缆 线 K—12 0.12×1

9、线圈外部绝缘的选择: 一般用 0.12mm 电缆纸, 其层数由试验电压决定, 层间及外部绝缘可参阅试验电压报告 (附表)。

10、扼流圈导磁体单边气隙长

$$\delta_3 = 8 \times 10^{-4} I_0 W \quad (\text{m/m}) \quad (12)$$

二、扼流圈的核算

11、扼流圈的电感

(1) 由加在扼流圈上之交流电压求对应之磁密

$$B_m = \frac{U_{\sim}}{4.44 f_n \cdot S_{CT} \cdot w} \quad (B \cdot \delta / M^2) \quad (13)$$

(2) 由整流电流，求出极限磁场强度

$$H_0' = \frac{I_o W}{I_{cp}} \quad (At/cm) \quad (14)$$

(3) 由 B_m 及 H_0' 值，查图 4 之曲线，得到相对导磁率 $\mu_{r\Delta k}$

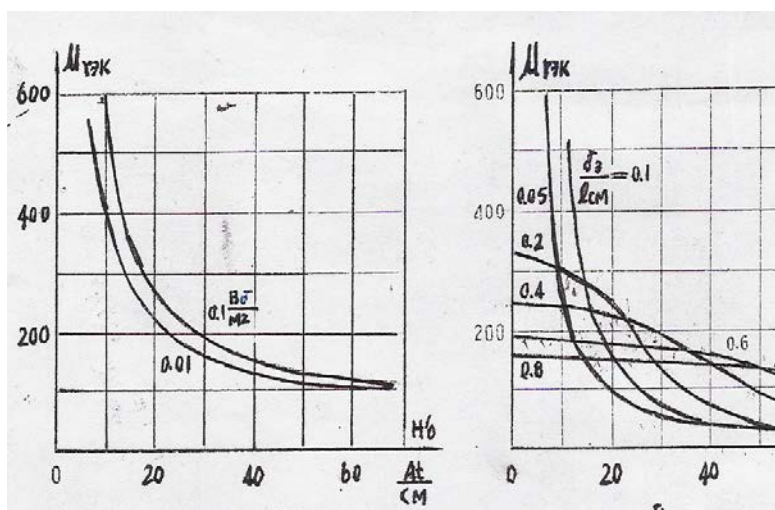


图 4 D310-0.35 相对导磁系数 (50 周时)

a、最佳气隙之导磁率 δ 、不同 $\frac{\delta^3}{I_{cm}}$ 及 $B_m=0.1 \text{ B } \delta / M^2$ 时之导磁率

(4) 电感核算

$$L = \frac{W^2 \cdot S_{ct}}{I_{cm}} \times \mu_{r\varnothing k} = \frac{W^2 \cdot S_{ct}}{I_{cm}} \times \mu_{r\varnothing k} \times 4\pi \times 10^{-9} \quad (h) \quad (15)$$

若所得结果比较给定的电感值大 10% 左右就可以了。

12、线圈之 20℃ 电阻

$$R_{20} = W \cdot I_M \times r_{20} \quad (\Omega) \quad (16)$$

在要求的电阻值 (1.0 — 0.9) R 之间为合格。

13、扼流线线圈之温升

(1) 线圈之铜耗 (在发热状态下)

$$P_{M100} = R_{100} I_0^2 = 1.32 R_{20} I_0^2 \quad (W) \quad (17)$$

(2) 线圈的最高温升

$$\Delta \tau = \frac{P_M}{\alpha_k \times S_k} \quad \text{式中: } \alpha_k \text{——散热系数按图 5 选用} \quad (18)$$

小于允许值即为合格。

14、扼流圈材料用量

$$\text{铜重 } G_M = W \cdot l_M \times g_M \times 10^{-5} \quad (Kg) \quad (19)$$

$$\text{总重 } G_{\text{ДР}} = G_c + (1.05 \sim 1.1) G_m \quad (Kg) \quad (20)$$

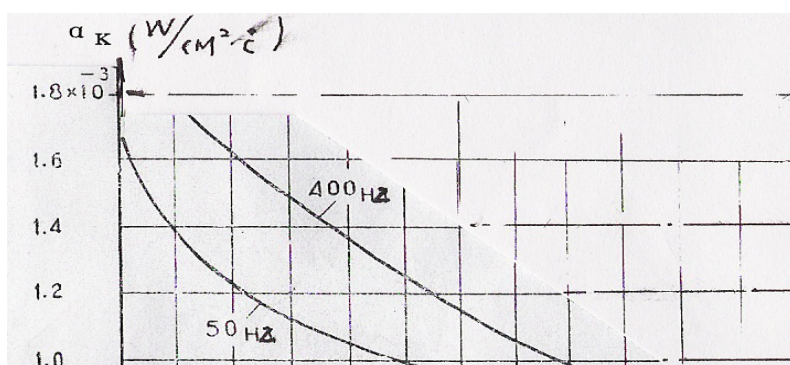


图 5 线圈散热系数与功率之关系 (心式), 对壳式 α_k 要减低 15—20%

这里列出之附表, 值得电源设计人员及元件设计人员在预先估计铁心大小及绕制数据时参考。遗憾的是由于工作调动之故, 本表留下许多空白, 尚请有兴趣, 并致力于这项工作的同志, 继续做完 (下见附表 1)。

50c 滤波阻流圈计算汇总表 (实例)

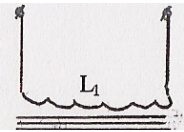
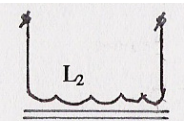
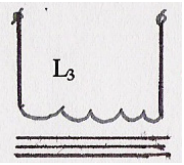
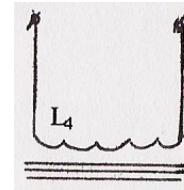
附表1

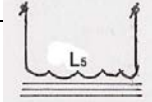
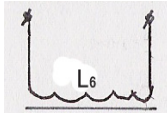
序号	电 感 量 L (h)	匝数	铁芯ED10×10			铁芯ED10×16			铁芯ED12×12.5			铁芯ED12×20			铁芯ED16×16			铁芯ED16×25			铁芯ED16×32			铁芯ED20×20			铁芯ED20×32			铁芯ED20×40			铁芯ED25×25			铁芯ED25×40							
			电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m	电流 1○ (A)	电阻 (Ω)	线径 m/m								
1	0.002— 0.005	70— 110																	7.5	0.125	1.62	8.5	0.1	1.81	10	0.1	2.02																
2	0.010	165																	4.3	0.30	1.25	5	0.2	1.59				8.5	0.2	1.81													
3	0.02	224											—														4.5	0.35	1.56														
4	0.025	250											—			2.2	0.7	1.0	2.8	0.6	1.12							4.0	0.45	1.45	5	0.35	1.5										
5	0.0315	280											1.6	1	0.8	1.8			2.5	0.7	1.08							3.55	0.56	1.35	4	0.5	1.45										
6	0.04	315											1.4	1.3	0.74				2.24	0.9	1.0							3.15	0.63	1.25	3.55												
7	0.05	355				0.6	26	0.51					1.25	1.6	0.72				2.00	1.2	0.93							2.8	1	1.16													
8	0.063	400											1.12	2.24	0.64				1.8	1.6	0.86							—	—	—													
9	0.08	450											1.0	2.5	0.62				1.6	2.0	0.83							2.5	1.4	1.12													
10	0.10	500											0.9	7.2	0.59				1.4	2.3	0.8	1.6			1.8	2.3	0.93	2.24	1.6	1.08						3	1.6	1.2					
11	0.125	560											0.8	4.0	0.55				1.25	3.0	0.74							2.0	2.0	1.0													
12	0.16	630											0.71	5.6	0.51				1.12	3.6	0.72							1.8	2.8	0.93													
13	0.2	710							0.45	12	0.35	0.63	7.1	0.47				1.0	5.0	0.64								1.6	3.6	0.86	1.4	4.2	0.83										
14	0.25	800											0.5	9.4	0.44				0.9	6.3	0.62							1.4	4.5	0.83				2	1.8	1.08							
15	0.315	900											0.45	12.5	0.41				0.8	8.0	0.59							1.25	5.2	0.8				2	1.8	1.08							
16	0.4	1000											0.4	16.0	0.38				0.71	10.0	0.55							1.12	7.0	0.74													
17	0.5	1120							0.28	23	0.35	0.355	20.0	0.35				0.63	12.5	0.51								1.0	8.0	0.72													
18	0.63	1250											—	—	—				0.5	16.0	0.47	0.6	18	0.49				0.9	11.0	0.64													
19	0.8	1400							0.18	40	0.27	0.28	28.0	0.33				0.45	20.0	0.44								0.8	13.0	0.62													
20	1.0	1600										0.25	40.0	0.31				0.4	28.0	0.41	0.5	24	0.47	0.63	18	0.51	0.71	16.0	0.59														
21	1.25	1800										0.224	50.0	0.29				0.355	36.0	0.38	0.45			0.5			0.63	22.0	0.55														
22	1.6	2000							0.112	90	0.18	0.2	63.0	0.27				0.315	50.0	0.35	0.4			0.45			0.5	28.0	0.51														
23	2	2240	0.04	220	0.12							0.18	80.0	0.25	0.22	65	0.29	0.3	60.0	0.35	0.355	40	0.38	0.40				0.45	40.0	0.47													
24	2.5	2500										0.16	100	0.23	0.2			0.25	70.0	0.33							0.4	50.0	0.44				0.6		0.51								
25	3.15	2800				0.04	260	0.12	0.08	70	0.18	—	—	—	0.18	80	0.29	0.224	90.0	0.31							0.355	63.0	0.41	0.4	55	0.44											
26	4.0	3150										0.125	160	0.21	0.16	130	0.25	0.2	110	0.39							0.315	80.0	0.38														
27	5.0	3550										0.112	200	0.2	0.14	180	0.23	0.18	140	0.27							0.28	100	0.35	0.33	85	0.38											
28	6.3	4000										0.09	280	0.18	0.125	230	0.21	0.16	180	0.25							—	—	—														
29	8	4500										0.071	400	0.16	0.09	350	0.18	0.14	300	0.21							0.224	160	0.33														
30	10.3	5000							0.045	520	0.12	0.063	500	0.15				0.1	315	0.21	0.14	200	0.29	0.18	200	0.29	0.2	180	0.31														
31	20	7100										—	—	—				0.071	630	0.18							0.14	400	0.25														

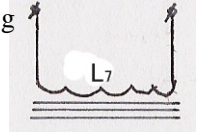
计算中所用符号汇总

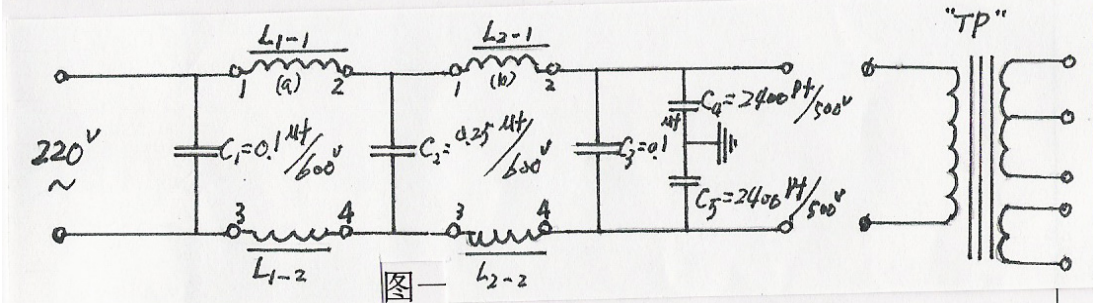
I_M	线圈的平均匝长	(cm)
I_{CP}	平均磁路长度	(mm)
S_{CT}	铁心中心柱截面积	(cm ²)
S_{OK}	窗中填充系数	
G_C	铁心重量	(Kg)
ρ_{20}	20℃铜线之比电阻	(Ω · cm)
J	电流密度	(A/mm ²)
S_M	铜线截面积	(mm ²)
d_i	铜线标称直径	(mm)
d_{ji}	带绝缘层导线之直径	(mm)
r_{20}	每千米 20℃时之电阻	(Ω /km)
g_M	每千米的铜线重	(kg/km)
h'	压制底筒高度	(mm)
h_{ji}	末端绝缘距离	(mm)
K_y	排绕系数	
K_B	叠绕系数	
N	每层匝数	匝/层
N	可绕层数	(层)
W	匝数	(匝)
β_r	压制底筒厚度	(mm)
β_o	窗口余量	(mm)
β_z	铁心中心柱与底筒间之间隙	(mm)
β_{co}	绕组中层间绝缘层厚度	(mm)
δ_3	导磁体单边气隙长度	(mm)
B_m	交流感应强度	(B δ /M ²)
H'_o	极限磁场强度	(at/cm)
$\mu_{r\varnothing k}$	相对导磁率	
$\mu_{\varnothing k}$	绝对导磁率	
P_{M100}	绕组在 100℃时的铜耗	(W)
α_k	散热系数	(W/cm ² · °C)
G_M	消耗的铜线重量	(kg)
$G_{ДП}$	扼流圈总重	(kg)

四、计算实例（例 1~7）

一	××4.750.C90/00	A  $13h/0.04 \sim 0.01A$ $R=43\ \Omega$	选 $d_{01}=0.29$ (0.031) $n_1=72$ 匝/层 $N_1=25$ 层 $W_A=1800$ 匝	选 E12×20 安装尺寸(平放): 36×25
二	××4.750.C90/01	B  $1.6h/0.06 \sim 0.1A$ $R=50\ \Omega$	选 $d_{02}=0.27$ (0.291) $n_1=75$ $N_1=27$ $W_B=2000$ 匝	选 KE12×20 $F_o=97.9$ $l_{cp}=10.03$
三	××4.750.B90/02	C  $0.2h/0.35A$ $P_{TP}=220 \times 0.2 \times 0.35 = 5.4$ (VA) $V_{\sim}=5^V$ $\Delta V_{\sim}=7.5^V$	选 $d_{03}=0.35$ (0.41) $n_3=52$ $N_3=15$ $W_3=760$ 匝 $A_1=7.6$ $A_K=9.6$ $\beta_o=2.6$	选 KE12×12 $F_o=83.5$ $l_{cp}=10.03$ $B_M=0.112$ $H_{\sim}=25.6$ $\mu_{\text{Эк}}=220$ $\Delta \tau=18^\circ\text{C}$ $\delta=0.21$ $G_{\text{ДП}}=0.16\text{kg}$
四	××4.750.B90/01	D  $0.5h/0.27A$ $V_{\sim}=5^V$ $P_{TP}=220 \times 0.5 \times 0.27 = 8$ (VA)	选 $d_{04}=0.35$ $R_{\sim}=20\ \Omega$ $n_4=56$ $N_4=20$ $W_4=1120$ 匝 $A_1=9.7$ $A_K=11.16$ $\beta_o=0.5$	选 KE12×20
	$B_m = \frac{5 \times 10^4}{4.44 \times 100 \times 2.18 \times 1120} = 0.047 \quad B_{\delta} / M^2 \longrightarrow \text{查图表 2}$ $H_{\sim} = \frac{0.27 \times 1120}{10.03} = 30 \text{ At/cm} \cdots \cdots \mu_{\text{Эк}} = 180$ $L = \frac{1120^2 \times 2.18}{10.03} \times 180 \times 12.56 \times 10^{-9} = 0.59$ $R_4 = 5 \cdots \cdots L_M = 115.4^{(\text{mm})} \cdots \cdots L_1 = 129^{(M)} \cdots \cdots r_{1-20} = 23.4^{(\Omega)} \cdots \cdots P_{M-100} = 1.32 (0.27^2 \times 23.4) = 2.3 \quad (W)$ $\Delta \tau = \frac{2.3}{1.3 \times 10^{-3} \times 97.8} = 18^\circ\text{C} \quad (\text{尚未计及铁损对温升的影响})$ $\text{气隙 } \delta = 8 \times 10^{-4} \times 0.27 \times 1120 = 0.24 \quad (\text{mm})$ $G_M = 129 \times 0.884 \times 10^{-3} = 0.114 \quad (\text{kg})$ $G_{\text{ДП}} = 0.18 + 0.114 = 0.3 \quad (\text{kg})$			

五	××4.750.A90/00		E		选 $d_{05}=1.62$ (1.70) $\rho=85\Omega/\text{km}$ $q_m=18.5\text{kg/km}$	选 KE16×25 $S_c=3.64$ $l_c=13.7$ $F_o=170$
	$n_5=\frac{39-2\times 3}{1.05\times 1.70}=18$ 匝/层..... $N_5=\frac{16-(1+1.2+0.3)}{1.2\times(1.7+0.12)}=6$ 层..... $W_5=n_5\times N_5=108$ (匝)					
	6	$A_1=12.8$ $\Sigma \beta_r + \beta_{oi}=1.2+5\times 0.12=1.8$				
	7	$A_K=14.7$				
	8	$\beta_o=1$				
	9-12	$R_1=6.7\cdots L_{M1}=[(16+25)+4\times 1.5]\times 2+6.28\times 6.7=13.6\cdots L_1=14.7(\text{m})$ $\cdots r_{1-20}=0.125(\Omega)<0.14$ (合格)				
	13	$P_{M-100}=1.32(7.5^2\times 0.125)=9.25$ (W)				
	14	$B_m=\frac{5.6}{4.44\times 100\times 3.64\times 108\times 10^{-4}}=0.32$ B/M ²				
	15	$H_{\sim}=\frac{7.5\times 108}{13.7}=59\text{At/cm}$ 查表 $\mu_{\text{эк}}=150$				
	16	$L=(\frac{W^2\times S_c}{L_c}\times \mu_{\text{эк}}\times 4\pi\times 10^{-9})=\frac{108^2\times 3.64}{13.7}\times 150\times 12.56\times 10^{-9}=5.8\times 10^{-3}$ h				
	17	$\Delta\tau=\frac{9.75}{1.1\times 10^{-3}\times 170}=50^\circ\text{C}$				
	18	$G_M=14.7\times 18.5\times 10^{-3}=0.27$ (kg)				
	19	$G_{\text{дп}}=0.27+0.4=0.67$ (kg)				
	20	$\delta_3=8\times 10^{-4}\times 7.5\times 108=0.64$ (m/m)				
六	××4.752.A90/01		F		选 $d_{06}=1.56$ (1.64) $\rho=9.17\Omega/\text{km}$	选 KE16×25 $S_c=4.66$ $L_c=13.7$ $F_o=186.8$
	$n_6=19$ 匝/层 $N_6=6$ 层 $W_6=n_6\times N_6=114$ (匝)					
	4	$A_1=12.9\cdots A_K=14.5\cdots \beta_o=1.2$				
	5	$R_1=6.7\cdots L_{M1}=136\cdots L_1=15.5(\text{m})\cdots r_{1-20}=0.141\Omega<0.15\Omega=\cdots P_{\text{ш}}=10.5\text{ W}$				
	6	$V_{\sim}=7.5\times 0.125=0.94$ V				
	7	$B_m=\frac{7.9\times 10^{-4}}{4.44\times 100\times 4.66\times 114}=0.334$ B/M ² , $H_{\sim}=\frac{7.5\times 14}{13.7}=0.35\text{At/cm}$ 查表 $\mu_{\text{эк}}=150$				
	8	$L=\frac{114^2\times 4.66}{13.7}\times 150\times 12.56\times 10^{-9}=0.0083^{\text{h}}\cdots \Delta\tau=\frac{10.5}{1.1\times 10^{-3}\times 186.8}=51^\circ\text{C}$				

七	$\times \times 4.752.G90/02$	 $0.018h/7.5A$ $U_{\sim}=13^v$ $R_{\sim} \leq 0.2 \Omega$	$S_M = 7.5/4 = 2.0 \text{mm}^2$ 选 $d_{07} = 1.56$ (1.64) $\rho_{20} = 9.17 \Omega / \text{km}$	选 KE20 \times 32 $S_c = 5.82$ $L_c = 17.4$ $B = 13000 \text{Gs}$
	$N_7 = \frac{61 - 2 \times 4}{1.05 \times 1.64} = 30 \cdots N_8 = 8 \cdots \cdots W = 30 \times 8 = 240$			
	6	$A_7 = 8 \times 1.64 \times 1.2 + 7 \times 0.12 = 16.64$		
	7	$\Sigma \beta_{oi} + \beta'_r = 3 \times 0.12 + (2 \times 0.12 + 1.5) = 2.1$		
	8	$A_k = 18.74$		
	9	$\beta_o = 1.2$		
	10	$\delta = 8 \times 7.5^A \times 240^t \times 10^{-9} = 1.4$ (mm)		
	11	$B_m = \frac{13 \times 10^4}{4.44 \times 100 \times 5.82 \times 240} = 0.21$ $B \delta / M^2$ $H_{\sim} = \frac{7.5 \times 240}{17.14} = 105 \cdots \cdots$ 查图表 2 得 $\mu_{\text{sk}} = 100$		
	12	$L = \frac{240 \times 5.82}{17.14} \times 100 \times 4 \pi \times 10^{-9} = \frac{33 \times 12.56}{17.14} \times 10^{-3}$ $= 24.3 \times 10^{-3} (\text{h}) = 24.3 (\text{mh})$ 比要求值略大, 还可以调气隙 δ		

B	II、交流扼流圈设计	××0.052.007
<p>在计数器电源中，为了提高抗干扰能力，防止外界浪涌电压的冲击，常在电网和电源变压器之间加接一个滤波器，两交流扼圈则是这个滤波不可缺少的重要元件，主要对 3 次，5 次谐波发生阻碍作用，以保证计数器正常工作。</p> <p>(一) 滤波器线路：</p>  <p>图一</p>		
<p>计算时，必须给定的原始数据：</p> <p>(a) $L_{1-1} = L_{1-2} = 0.025\text{h}$ $I_{\sim} = 0.56\text{A}$</p> <p>(b) $L_{2-1} = L_{2-2} = 0.075\text{h}$ $I_{\sim} = 0.56\text{A}$</p> <p>且总交压降 $\Delta U_{\sim} = 10\text{V}$，电网为 50Hz，单相电源。</p> <p>(二) 具体计算步骤：</p> <p>具体计算方法上与一般整流扼流圈计算方法相同。</p> <p>(1) 扼流圈的容量：</p> <p>(a) $P_{\text{d1}} = 2[\omega_n L I_{\sim}^2] = (2\pi f_n L I_{\sim}^2) \times 2 = [2\pi \times (50 \times 3) \times 0.025^{\text{h}} \times 0.56^{\text{A}}] \times 2 = 17 \text{ VA}$</p> <p>(b) $P_{\text{d2}} = 2[2\pi \times (50 \times 3) \times 0.075^{\text{h}} \times 0.56^{\text{A}}] = 5.1 \text{ VA}$</p> <p>(2) 等效变压器的容量</p> <p>(a) $P_{\text{TP1}} = 0.5 P_{\text{d1}} \sqrt{\frac{f}{f_n}}$ ($f_n = 3f$ 以三次谐波计)</p> <p>$= 0.5 \times 17 = 5 \text{ VA}$</p> <p>(b) $P_{\text{TP2}} = 0.5 \times 5.1 = 1.5 \text{ VA}$ ($f_n = 3f$ 以三次谐波计)</p> <p>由 P_{TP1}，P_{TP2} 从文献②的附表 1 或部标准 $\left[\begin{matrix} \text{SJ100-65} \\ \text{SJ103-65} \end{matrix} \right]$ 选铁芯</p> <p>从 SJ100-65 选得铁芯</p> <p>(a) KE12×12 $Sc = 1.31\text{cm}^2$ $L_{cp} = 10.03\text{cm}$</p> <p>(b) KE10×10 $Sc = 0.91\text{cm}^2$ $L_{cp} = 8.57\text{cm}$</p>		

铁芯材料为 D310—0.35	
(3) 选导线: 取 $J=2A/mm^2$	
$S_{Ma} \cdot b = \frac{I_{\sim}}{J} = 0.56/2 = 0.28mm^2 \quad \text{选 } S_M = 0.5mm^2$	
\because 泸波器总的交流压降 $\Sigma \Delta V_{\sim} < 10^v$ 故导线尽可能选粗, 使 S_M 大些 R 小些 $\Delta V = I_{\sim} R$ 小根据窗口 R 寸, 可选 $Q-0.80 (0.86)$, $S_M = 0.5mm^2$, $\rho_{20} = 34.8 \Omega/km$, $Q_M = 4.55kg/km$	
(4) 线圈匝数计算:	
①每层匝数 $n_a = \frac{h_l - 2h_{ji}}{K_y \cdot d_{ji}} = \frac{29 - 2 \times 3}{1.07 \times 0.86} = 25$	匝/层
$n_b = \frac{24 - 2 \times 3}{1.09 \times 0.86} = 19$	匝/层
②层数: $N_a = \frac{L_o - (\beta_r + \beta_o + \beta_z)}{K_B \times (d_{ji} + \beta_{co})} = \frac{12 - [1 + 1 + 0.5]}{1.15 \times (0.86 + 0.12)} = 8$	
$N_b = \frac{10 - (1 + 1 + 0.5)}{1.15 \times (0.86 + 0.12)} = 6.5$ 取 6 层	
取骨架厚 $\beta_r = 1m/m$ 取窗口余量 $\beta_o = 1m/m$, 取铁芯与骨架间隙 $\beta_z = 0.5$	m/m
取层间绝缘物厚度 (一层电缆纸 K-12 厚 0.12) $\beta_{co} = 0.12$	
③匝数: $W_a = n_a \cdot N_a = 25 \times 8 = 200 = 100 \times 2$	匝
$W_b = n_b \cdot N_b = 19 \times 6 = 114 = 50 \times 2$	
(5) 绕组的结构计算:	
①线圈厚 $A_a = N_a \times d_{ji} \times K_B + (N_a - 1) B_{co} = 2 \times 4 \times 0.86 \times 1.15 + 7 \times 0.12 = 8.4$	(mm)
$A_b = 2 \times 3 \times 0.86 \times 1.15 + 5 \times 0.12 = 6.28$	
②绝缘物厚 $\Sigma \beta_{oi} + \beta_r' =$ 绕组间 $4 \times K-12$ 电缆纸 + 外部包裹 $4 \times K-12$ 电缆纸 + 骨架厚及骨架表面上的绝缘纸 2 层 $\times K-12$	
$= 0.12 (4 + 4) + (1 + 2 \times 0.12) = 2.2$	(mm)
③线圈总厚: $A_{ka} = 8.4 + 2.2 = 10.6$	(mm)
$A_{kb} = 6.28 + 2.2 = 8.48$	
④窗口核算: $\beta_{oa} = L_o - (A_{ka} + B_z) = 12 - (10.6 + 0.4) = 1$	(mm)
$\beta_{ob} = 10 - (8.48 + 0.52) = 1$	
a.b 两线包均可容纳下: 上述计算有效。	

<p>⑤从底筒到绕组的中部距离</p> $R_{oa}=2\times 0.12+\frac{8.4}{2}=4.44$ $R_{ob}=2\times 0.12+\frac{6.28}{2}=3.38$	M/M
<p>⑥绕组的平均匝长</p> $L_{cpa}=[(L_o+\beta_1)+4(\beta_z+\beta'r)]+2\pi R_i=2[(12+12)+4(0.26+1.24)]+2\times 3.14\times 4.44=85$ $L_{cpb}=2[(10+10)+4\times(0.26+1.24)]+2\times 3.14\times 3.37=70$	M/M
<p>⑦绕组的导线长</p> $L_a=W_a\times L_{cpa}\times 10^{-3}=2\times 85\times 10^{-3}=2\times 8.5$ $L_b=W_b\times L_{cpb}\times 10^{-3}=2\times 50\times 70\times 10^{-3}=2\times 3.5$	M
<p>⑧绕组的电阻值</p> $r_{a-20}=L_a\times \rho_{20}\times 10^{-3}=2\times 8.5\times 34.8\Omega/KM=2\times 0.26$ $r_{b-20}=L_b\times \rho_{20}\times 10^{-3}=2\times 3.5\times 34.8\Omega/KM=2\times 0.105$ $r_{a-75}=2\times 0.32$ $r_{b-75}=2\times 0.13$	Ω
<p>⑨铜耗</p> $P_{Mb-100}=1.32I^2r_{a-20}=1.32\times 0.56^2\times 2\times 0.26=0.21$ $P_{Mb-100}=1.32\times 0.56^2\times 2\times 0.105=0.09$	W
<p>⑩温升</p> $\Delta \tau_a=\frac{0.21}{1\times 10^{-3}\times 83.5}=25^\circ C<\Delta \tau_{允}$ $\Delta \tau_b=\frac{0.09}{1\times 10^{-3}\times 58}=15^\circ C<\Delta \tau_{允}$ <p style="text-align: center;">查××O、052.000表1</p> <p style="text-align: center;">$F_{Oa}=83.5 \quad F_{Ob}=58$</p>	
<p>○ 铜重: $G_{ma}=0.077 \quad G_{mb}=0.032$</p>	Kg
<p>(6) 考核电感量:</p> <p>①交流磁化力</p> $H_{\sim a}=\frac{I\cdot w_a}{l_{cp}}=\frac{0.56\times 100}{10.03}=5.3(A.t/cm)$ <p>查NEO, 660.000表11类铁芯</p> $H_{\sim b}=\frac{0.56\times 50}{8.57}=3.5$ <p>磁路长: $L_{cpa}=10.03, L_{cpb}=8.57$</p> <p>磁芯截面: $S_{ca}=1.31 \quad S_{cb}=0.91$</p>	

	<p>查曲线图： $\mu \sim = f(H \sim)$ 得 $\mu \sim_a = 2200$ $\mu \sim_b = 3000$</p> <p>②电感量计算：</p> $L_a = \frac{W a^2 \cdot S_{ca}}{L_{ca}} \times \mu_{ra} \times 4 \pi \times 10^{-9} = \frac{100^2 \times 1.31 \times 2200}{10.03} \times 12.56 \times 10^{-4} = 0.035^h > \text{要求值 } 0.025^h$ $L_b = \frac{50^2 \times 0.91}{0.57} \times 3000 \times 12.56 \times 10^{-9} = 0.01^h > \text{要求值 } 0.075^h$
(7)	<p>绕组压降：</p> <p>①绕组的交流压降 $\Delta V_{\sim a} = I_{\sim} \sqrt{r_{75}^2 + (\omega L)^2} = 0.56 \sqrt{0.32^2 \times 2\pi \times 50 \times (0.035)^2} = 6.2V$ $\Delta V_{\sim b} = 0.56 \sqrt{0.13^2 + 2 \times 3.14 \times 50 \times (0.01)^2} = 1.76$ $\Delta V_{\sim} = (6.2 + 1.76) = 8V < 10V$</p>
三	<p>实际效果：</p> <p>不加泸波器，100 次外界干扰，频率计数器跳动 20 次 不加泸波器，50 次外界干扰，频率计数器跳动 15 次 加入泸波器，100 次外界干扰，频率计数器跳动 2 次。 由此可见，此交流扼流圈有减少外界干扰的作用，而且作用明显。</p>
四	<p>参考文献：</p> <p>①整流用平滑泸波扼流圈的典型计算 $\times \times$，052.001 ②$\times \times$，052.000 文件表 1 NEO.666.000 表 1~2</p>

变 压 器，扼 流 圈 设 计 图 表

材料：D310—0.35 表 1

84

硅钢片型式	铁 芯								参 考 数 据																	
	外 形 尺 寸 mm			窗 口 尺 寸 mm		电 流 密 度 A/mm ²	磁 感 应 密 度 GS	额 定 功 率 f=50 cVA	铁 芯 重 量 (kg)	铁 芯 截 面 (cm ²)	平 均 磁 路 长 度 (cm)	散 热 面 积 (cm ²)	铁 芯 损 耗 (VA)	材 料 重 量 (kg)	I ₀		△U%		e _v	初 级 匝 数 W ₁	次 级 匝 数 W ₂			次 级 电 势 E ₂		
尺寸	L	H	B	L ₁	h	δ	B×10 ³	p	Gc	Sc	l _{cp}	F ₀	P _c	Fe+Cu	A	I ₁ %	△U ₁	△U ₂	V/匝	匝	2.5v	5v	6.3v	2.5v	5v	6.3v
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1010	40	35	10	10	25	4.7	13.5		0.618	0.91	8.57	58														
1212	48	42	12	12	30	4.5	13.5	8.5	0.11	1.31	10.03	83.5	0.182	0.165	0.010	25	13	19	0.0392	4480	76.0	152	1.91	2.975	5.950	7.50
1216	48	42	16	12	30	4.3	13.5	10	0.14		10.03	90.7	0.232	0.201	0.013	25	12	19	0.0525	3730	56.5	103	143	2.975	5.950	7.50
1220	48	42	20	12	30	4.2	13.5	12	0.18		10.03	97.9	0.299	0.247	0.017	25	11	18	0.0654	3030	45.0	90	114	2.950	5.90	7.44
1225	48	42	25	12	30	4.1	13.5	15	0.23		10.03	106.9	0.382	0.295	0.021	25	10	18	0.0836	2370	35.0	70	89	2.95	5.901	7.44
1616	64	56	16	16	40	3.7	13.5	18	0.26	2.33	13.7	148.4	6.432	0.400	0.018	20	10	18	0.0698	2840	42.0	84.5	106	2.95	5.90	7.44
1620	64	56	20	16	40	3.5	13.5	22	0.32	2.91	13.7	158	0.531	0.470	0.021	20	9	16	0.0872	2300	33.0	66.5	84.0	2.910	5.8	7.31
1625	64	56	25	16	40	3.4	13.5	27	0.40	3.64	13.7	170	0.664	0.550	0.025	20	8	15	0.109	1910	26.5	53.0	66.5	2.87	5.75	7.25
1632	64	56	32	16	40	3.3	13.5	32	0.51	4.66	13.7	186.8	0.846	0.610	0.032	20	7	14	0.1398	1465	20.5	41.0	51.5	2.85	5.70	7.18
2020	80	70	20	20	50	3.2	13.5	45	0.50	3.64		232	0.830	0.780	0.024	15	6.5	12	0.1090	1890	25.5	51.0	64.5	2.80	5.60	7.05
2025	80	70	25	20	50	3.1	13.0	51	0.62	4.55	17.14	247	0.940	0.920	0.025	15	6	11	0.1310	1580	21.0	42.0	53.5	2.775	5.55	7.00
2032	80	70	32	20	50	3.0	13.0	66	0.80	5.82	17.14	268	0.210	1.100	0.027	15	5.5	10	0.1680	1237	16.5	33.0	41.0	2.75	5.5	6.93
2040	80	70	40	20	50	2.9	13.0	85	0.99	7.28	17.14	292	1.50	1.350	0.036	15	5.0	9.0	0.2100	995	13.0	26.0	32.5	2.725	5.45	6.87
2525	100	87.5	25	25	62.5	2.9	13.0	95	0.97	5.68	21.4	362	1.48	1.50	0.033	15	4.0	8.0	0.1640	1288	16.5	33.0	41.5	2.7	5.40	6.80
2532	100	87.5	32	25	62.5	2.8	13.0	130	1.23	7.28	21.4	389	1.87	1.80	0.042	15	4	7.0	0.2100	1005	12.5	25.0	32.0	2.675	5.35	6.74
2540	100	87.5	40	25	62.5	2.7	13.0	160	1.55	9.10	21.4	419	2.36	2.15	0.052	15	3.5	6.5	0.2620	810	10.0	20.0	25.5	2.66	5.235	6.71
2550	100	87.5	50	25	62.5	2.6	12.5	190	1.93	11.4	21.4	456	2.70	2.55	0.056	12	3.0	6.0	0.3162	683	8.5	17.0	21.0	2.65	5.30	6.68
3232	128	112	32	32	80	2.6	12.5	240	2.02	9.32	27.4	593	2.83	3.20	0.058	12	2.5	5.0	0.2582	828	10.0	20.0	25.5	2.625	5.25	6.61
3240	128	112	40	32	80	2.5	12.5	280	2.53	44.65	27.4	632	3.54	3.70	0.074	12	2.5	5.0	0.3238	664	8.5	17.0	20.5	2.625	5.25	6.61
3250	128	112	50	32	80	2.4	12.5	350	3.7	14.56	27.4	680	4.44	4.40	0.090	10	2.0	4.0	0.4025	536	6.5	13.0	16.5	2.6	5.20	6.65
3263	128	112	63	32	80	2.2	12.0	450	3.98	18.34	27.4	747	5.10	5.33	0.092	10	2.0	4.0	0.490	440	5.5	11.0	13.5	2.6	5.20	6.55
4040	160	140	40	40	100	2.2	12.0	500	3.96	14.56	34.3	928	5.07	6.20	0.093	10	1.5	3.0	0.3880	570	6.5	13.0	16.5	2.5	5.15	6.49
4050	160	140	50	40	100	2.1	12.0	550	7.95	18.20	34.3	988	6.35	7.20	0.114	10	1.3	3.0	0.484	460	5.0	10.0	13.5	2.575	5.16	6.49
4063	160	140	63	40	100	2.0	12.0	650	6.22	22.93	34.3	1072	7.34	8.60	0.139	10	1.0	2.0	0.511	356	4.0	8.0	10.5	2.55	5.10	6.43
4080	160	140	80	40	100	1.9	12.0	850	7.92	29.12	34.3	1168	9.34	10.50	0.176	10	1.0	2.0	0.776	281	3.5	7.0	8.5	2.55	5.10	6.43

图 1 铁芯参数表

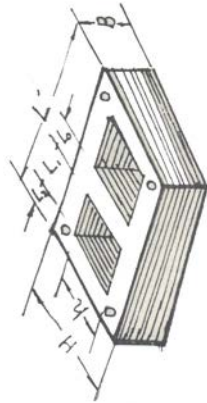
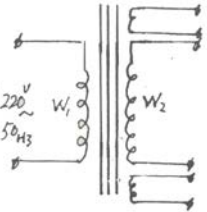
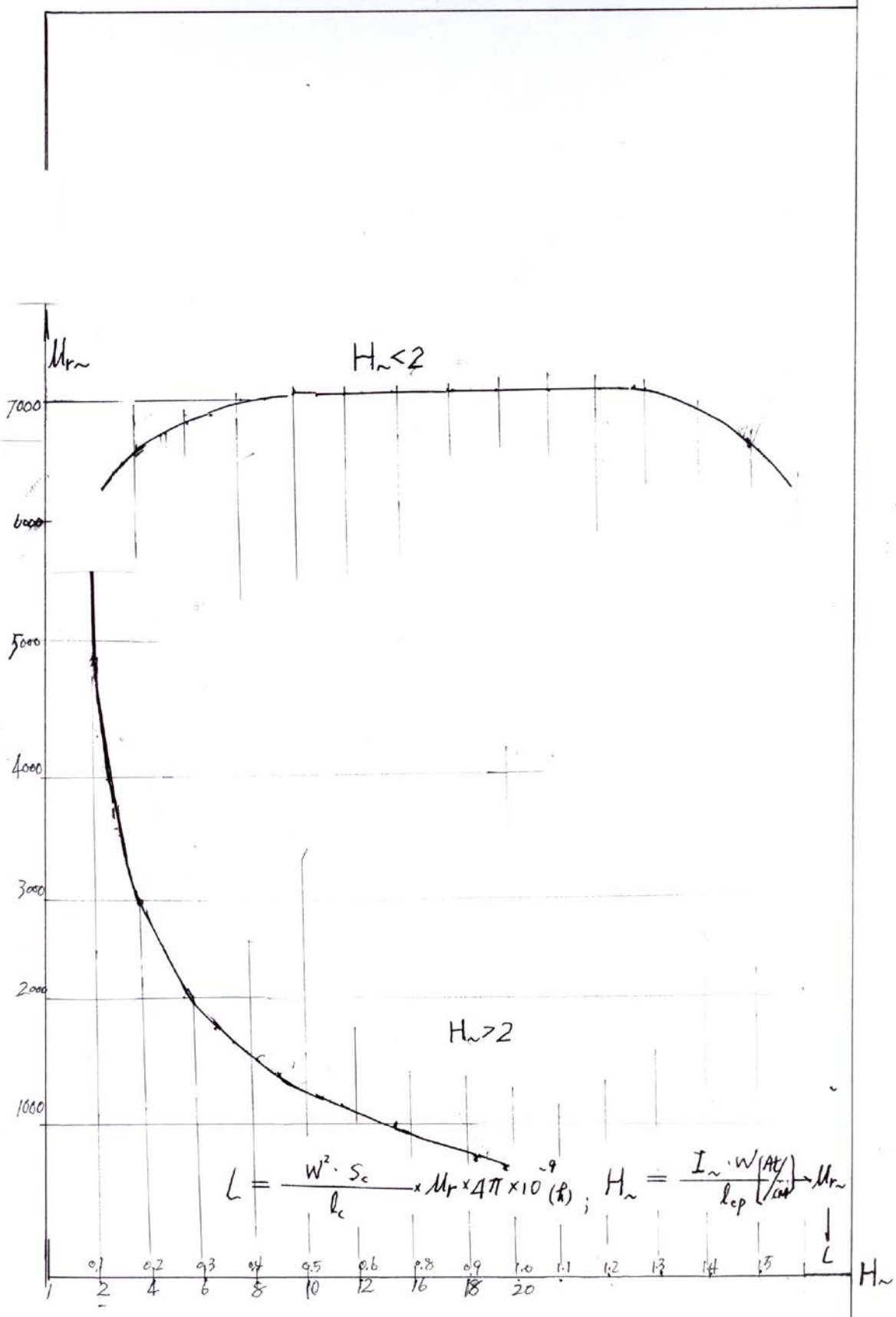


图 1

附图 1



由补偿阻流圈组成的整流滤波比较一般 T 型或 II 型滤波器具有较高的平滑滤波系数，因此，可缩小滤波器的体积，这一方法简便，收效快，但设计与调整较为麻烦。

有关具体资料见的不多，现就常见的全波整流，感性负载的滤波线路的补偿阻流圈进行计算。

1、原理：

在感性滤波器的基础上，在负载回路中，串了一个附加绕组，此绕组及绕在同一绕组上，产生的反磁场用以抵消直流磁化而使扼流圈保持较高的电感量，从而获得较大的滤波系数。

在滤波过程中， L_o 、 C 起感性滤波作用，令 u_l 、 u_c 、 u_g 、 u_n 为 L_o 、 C 、 L_g 、 R_H 的交流成份，且 R_H 上的滤波电压 u_H 应为 u_c 和 u_g 的几何和；

如 u_c 和 u_g 方向相反，量值相等则 $u_H = u_c + u_g$ 为最小，故在要求同一纹波电压的条件下 L_o 、 C 之积可以比较一般的感性滤波器小很多倍。

为了设计这种滤波及补偿阻流圈，为了简化计算，特作如下假设：

(1) 对 50 周电源，基波为 100 周的全波整流的滤波器，其输入端的电压方程

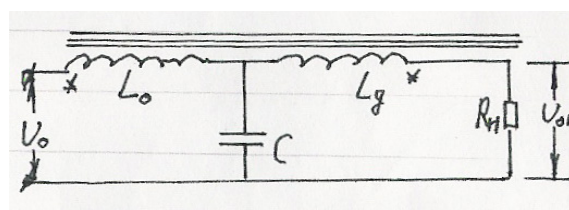
$$V = V_o - 0.667V_o \cdot \cos 2\omega t - 0.133V_o \cos 4\omega t - 0.057V_o \cos 6\omega t \quad (1)$$

(2) 补偿阻流圈主付线圈完全偶合。

(3) 电阻负载， u_c 与 u_g 相位差为 180°

2、带补偿阻流圈滤波器的计算；

A、滤波器元件参数的计算：



图一线路图

(1) 滤波器输入端电压交流分量的有效值

$$V = \sqrt{\sum_{K=1}^{\infty} V_K^2} = \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (K_n \cdot U_c)^2} \quad K_n \text{ 各次谐波的脉动系数, 由表 1 查得} \quad (2)$$

整流相数 (m)	脉动频率 (HZ)	在脉动频率上的电流的脉动系数 K			备 注
		一次谐波 (k=1)	二次谐波 (k=2)	三次谐波 (k=3)	
1	50	1.57	0.667	0	m 相全波
2	100	0.667	0.133	0.057	$K_m = \frac{2}{(K_m)^2 - 1}$
3	150	0.057	0.057	0.025	
6	300	0.014	0.014	0.006	

(2) 滤波器输入端电压交变分量的失真系数:

$$k_n = \frac{V_1}{V} = \frac{K_1 U_0}{\sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (K_n \cdot V_{OH})^2}} \quad (3)$$

(3) 滤波器输出端所允许的电压交变分量的有效值。

$$V_H = \frac{P_{\pi} \cdot V_{OH}}{100} \quad P_{\pi} \text{ 为已知的脉动系数或要求的系数。} \quad (4)$$

(4) 滤波器电容上电压交变分量的有效值。

$$U_c = n \cdot V_H \quad n \text{ —— 升高的平滑系数由图二查出} \quad (5)$$

(5) Γ 形滤波器所必须的平滑系数:

$$q_{1\pi} = \frac{U_1}{U_c}$$

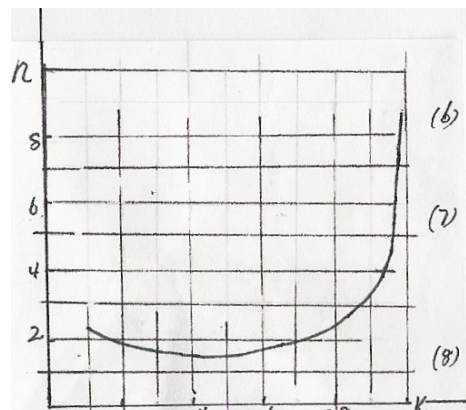
(6) 滤波器参数:

$$(a) L_{oc} = \frac{q_{1\pi}}{W_N} \times 10^{+6} \quad (h - \mu f)$$

$$\omega_n = 2 \pi f_n \quad f_n = 100 \text{ HZ}$$

$$(b) X_c = \frac{1}{\omega_n \cdot C} = 0.05 \frac{V_{OH}}{I_O} \quad (\Omega)$$

$$(c) L_O = \frac{L_o C}{C} \quad (h) \quad (7)$$



分量波形失真系数 K_n 的关系。

(d) 补偿阻流圈的主绕组与补偿绕组由电感量的总和,

$$\text{当他们完全偶合时, 应当等于 } L_{O\text{总}} = \frac{2 + q_{1\pi}}{q_{1\pi}} \times L_o$$

按文献 3 附表, 选择标准导磁体的扼流圈, 从而得出相应的主电感量 $L'_{o\delta}$ 及有关数据 S_c 、 ω_o 、 R_o 。

$$\text{计算实际的总电感量: } L'_{o\delta III} = \frac{2+q_{1\pi}}{q_{1\pi}} \times L'_{o\delta}$$

(7) 计算实际的厂形滤波器的平滑系数:

$$q_{1\pi} = \omega_n \cdot L'_{o\delta} C = 628^2 \cdot L'_{o\delta} C \times 10^{-6} \quad (C - \mu f)$$

(8) 检验不等式是否存在:

$$2\omega_o < \omega_n = 628 \quad 2 \times \frac{1}{\sqrt{L'_{o\delta} \times C \times 10^{-6}}} < \omega_n \quad (11)$$

B、补偿阻流圈计算:

(1) 阻流圈等效变压器标准容量:

$$\begin{aligned} S_{TP} &= 0.5 S_r \sqrt{\frac{f}{f_n}} = 0.5 \sqrt{\frac{50}{100}} \times (2\pi f_n \cdot L'_{o\delta} \cdot I_o^2) \\ &= \frac{0.5 \times 628}{\sqrt{2}} L'_{o\delta} \cdot I_o^2 \quad (VA) \end{aligned} \quad (12)$$

(2) 选取磁通密度

$$(a) \frac{B_{\sim}}{B_o} = \frac{U}{4.44 f_n \cdot K_1 L'_{o\delta} I_o} \quad K_1 = 1 \sim 1.2 \quad (13)$$

$$(b) \frac{B_c}{B_m} = \frac{1}{1+B_{\sim}/B_c} \quad B_m \text{ 根据材料来选择} \quad (14)$$

(3) 匝数计算:

$$W_{o\delta III} = \frac{1.2 L'_{o\delta} \times I_o \times 10^8}{B_c \cdot S_c} \text{ 或 } W_o = \frac{1.2 L'_{o\delta} \times I_o \times 10^8}{B_c \cdot S_c} \quad (15/16)$$

(4) 气隙计算:

$$L_g = 1.5 W_{o\delta} \cdot I_o / \beta_o \quad (17)$$

(5) 附加绕组计算:

$$(a) \text{ 各次谐波的平滑系数 } g_{k\pi} = K^2 \cdot q_{1\pi} \quad (18)$$

$$(b) \text{ 带补偿线圈扼流圈的最佳变化 } K_1 = V^2 \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} \frac{U_{\delta}}{q_{1\delta}}} \quad (19)$$

$$* (c) \text{ 附加绕组匝数 } W_{\pi} = \frac{W_{o\delta}}{1+K_T} \quad * W_o \text{ 更为合适} \quad (20)$$

$$(d) \text{ 核算主绕组匝数 } W_o = W_{o\delta} - W_{\pi} \quad (21)$$

可与 (16) 计算出的 W_o 比较, 这时可保证准确的最佳比 $K_T = W_o / W_{\pi}$

(6) 附加绕组电感与互感:

$$L_{\pi} = L'_o \left(\frac{W_{\pi}}{W_g} \right)^2 \quad M = \frac{V_{\pi}}{\omega I} = \left(\frac{W_{\pi}}{W_o} \right) \cdot L'_o \quad (22/23) \quad (7) \text{ 补偿}$$

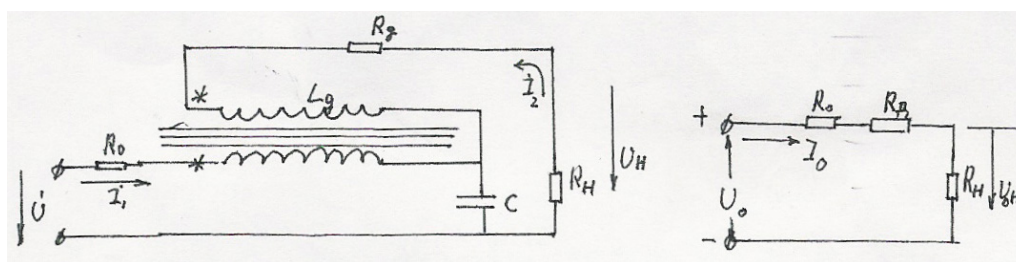
阻流圈的结构计算:

按文献 (3) 进行

表 2

阻流圈参数	各 次 谐 波		
	1	2	3
$X_L = \omega_n \cdot L_o$	$628L_o$	$1256L_o$	$1884L_o$
$X_{\pi} = \omega_n \cdot L_{\pi}$	$628L_{\pi}$	$1256L_{\pi}$	$1848L_{\pi}$
$X_M = \omega_M \cdot M$	$628M$	$1256M$	$1848M$
$X_C = (W_n C)^{-1}$	$(628C)^{-1}$	$(1256C)^{-1}$	$(1848C)^{-1}$

C、补偿阻流圈及滤波器线路图:



(a) 交变分量等效回路

(b) 直流回路

图三: 带有补偿阻流圈的滤波器输出端的等效电路

D、滤波器的交直流状态的检验

(1) 在给定的 $Q > 5$ 情况下, 可以采用简便方法校验《图三 (b)》

$$Q = \frac{\omega L_o}{R_o} \text{ —— 扼流圈的品质因数} \quad (24)$$

$$a、V_{oH} = R_H \cdot I_o = R_H \left(\frac{V_o}{R_o + R_{\pi} + R_H} \right) \quad (25)$$

$$b、V_H = \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{V_K}{K_t} - \frac{V_K}{g_{kn}} \right)} \quad (26)$$

c、波纹因数 $P'_{\pi} = V_K/V_{ok} \times 100\% < P_{\pi}$ 给定值。

(2) 用精确的电流回路法检验《图三 (a)》

a、方程式: $Z_{11} \cdot I_1 + Z_{12} \cdot I_2 = U$

$$Z_{12} \cdot I_1 + Z_{22} \cdot I_2 = 0 \quad (27)$$

取电流的正向，则有

$$\begin{aligned} Z_{11} &= R_L + j(X_L - X_C) \\ Z_{12} = Z_{21} &= j(X_C - X_M) \\ Z_{22} &= (R_M + R_{\pi}) + j(X_{\pi} - X_C) \end{aligned} \quad (28)$$

b、次级回路各次谐波电流：

对 (27) 式求解

$$\begin{aligned} I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} &= \frac{\begin{vmatrix} Z_{11} & V \\ Z_{21} & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{12} & Z_{22} \end{vmatrix}} = -Z_{21} \cdot V / Z_{11} \cdot Z_{22} - Z_{12}^2 \\ &= (Z_{21} / Z_{12}^2 - Z_{11} \cdot Z_{22}) \times V \end{aligned}$$

对各次谐波而言：

$$I_{K2} = (Z_{21} / Z_{12}^2 - Z_{11} \cdot Z_{22}) \times U_K \quad (\text{mA}) \quad (29)$$

($Z_{12} \cdot Z_{11} \cdot Z_{12}$ 为各次谐波相应的阻抗)

c、滤波器输出端电压交变分量的有效值：

$$U_H = R_H \cdot I = R_H \sqrt{I_{12}^2 + I_{22}^2 + \dots + I_{K2}^2} \quad (\text{V})$$

(计算到 $K=3$ 第三次谐波就已经足够了)

d、波纹因数： $P'_{\pi} = V_H / V_{OH} \times 100\% < \text{给定值 } P_{\pi}$ 。

V_{OH} 由 (25) 给出

通过验算，纹波因数满足要求，说明该补偿阻流圈及滤波器计算成功，否则重新选择参数计算。

*为参考计算步骤。

e、计算实例 (略)

3、带补偿阻流圈、滤波器的调整

(1) 阻流圈主电感量必须达到后，才能进行调整。

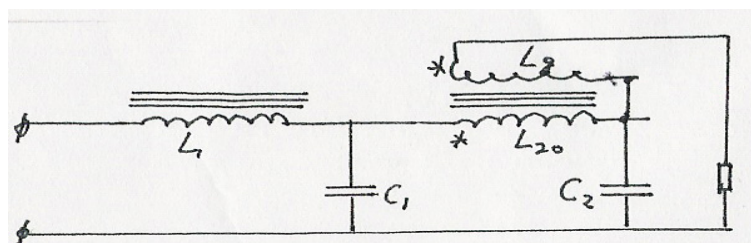
(2) 因阻流圈的电感一般偏大，所以在附加绕组偏小一边抽几个头，以供调整，调整效果显著。

(3) 改变滤波器电容量，也获得较好的效果。

(4) 改变阻流圈空氧隙，也获得一定的效果。

4、问题：

- (1) 补偿阻流圈的特点，就在于基波能很好滤出，但滤波器波形很坏，实际使用就受到限制，输出波形与整流形式有关。
- (2) 为了改善波形，文献(2)提出图四、线路，第一节起校正波形作用，第二节的滤波效果可提高 20~30 倍，但不允许用多节补偿阻流圈，这样它的输出波形将变得很坏。
- (3) 阻流圈工作点，不宜工作在磁化曲线的弯曲部份，否则电流的变化，将引起纹波电压的不正常变化。
- (4) 负载的性质 (L、C、R) 对滤波特性是有关系的。
- (5) 用钒磁法来代替阻流圈氧隙层，将得到与带补偿绕组相同性质的效果。



图四、带补偿扼流圈二节滤波器