

班级 \_\_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 成绩 \_\_\_\_\_

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	总分
得分									

\*若答题空不够, 可注明继续写在试卷反面。

1. (10 分) ①铁磁材料在旋转电机和变压器等电磁装置中主要起什么作用? 具有哪些主要特性? ②以异步电机为例, 试说明在它正常运行时, 铁耗主要存在何处? 其铁耗的大小主要取决于什么?

得分	评卷人

答: ① 铁磁材料因其导磁率高 (导磁性能好), 在电机中主要用作铁心构成主磁路, 起导磁作用。

② a. 饱和特性      b. 磁滞特性      c. 交变磁场在其中产生铁耗

- ③ 铁耗主要存在于定子铁心中, 其大小与  $U_1$ 、 $f$  有关 (或  $\phi_m(B_m)$ 、 $f$ )

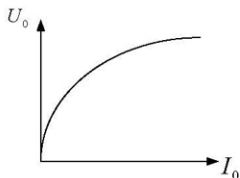
2. (10 分) 一台单相变压器, 一次侧接在电源上。①当其空载运行时, 试分析并画出电源电压与空载电流的关系曲线  $U_0=f(I_0)$  (电压  $U_0$  从  $1.2U_N$  单方向下降至 0); ②电源电压维持额定值不变, 二次侧带某一恒定功率因数的感性负载运行时, 试画出二次侧端电压与负载电流的关系曲线  $U_2=f(I_2)$ , 并说明负载变化引起端电压变化的主要原因。

得分	评卷人

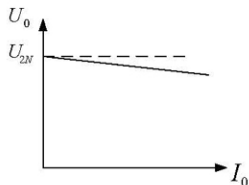
答: ①  $U_0 \approx E \propto \phi$

$F_0 \propto I_0$ ,  $U_0 = f(I_0)$  实际反映  $\phi = f(F)$

即磁化特性曲线



②



引起  $U_2$  下降 (变化) 的主要原因是短路阻抗  $Z_k$  引起电压降。

3. (10分) ①异步电机的气隙一般为什么较小? ②若增大气隙长度, 对其定子绕组漏电抗、励磁电抗、空载电流、功率因数有何影响?

得分	评卷人

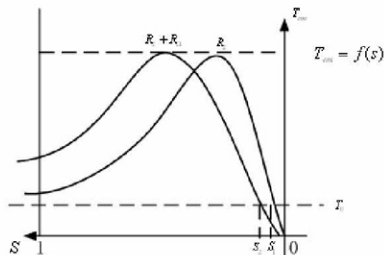
答: ① 异步电机需从电网获得感性无功电流励磁。若气隙大, 则主磁路磁阻大, 产生同样的磁通所需的励磁电流就大, 功率因数就低, 为了减小空载电流 (励磁电流), 所以其气隙一般较小。

$$\textcircled{2} \quad \delta \uparrow \Rightarrow \begin{cases} X_{\sigma} \text{ 不变 (不计谐波电抗, 若计此, 则略有下降)} \\ X_m \downarrow \\ I_0 \uparrow \\ \cos \varphi \downarrow \end{cases}$$

4. (10分) ①试画出异步电动机电磁转矩与转差率的关系曲线  $T_{em}=f(s)$ ; ②以恒转矩负载为例, 利用  $T_{em}=f(s)$  特性, 说明转子串电阻调速的基本原理, 并分析转子串电阻后达到稳态时, 其主要性能 ( $s$ 、 $P_{em}$ 、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $\eta$ 、 $\cos \varphi$ ) 有何变化。

得分	评卷人

答: ①



- ② 如图所示,  $R_2$  串电阻后变为

$R_2 + R_{\Omega}$  最大转矩不变, 但其位置向左移动 ( $s_m \propto R_2$ ), 在恒转矩负载时, 很明显对应工

作点转差率从  $s_1 \rightarrow s_2$ 。  $s_2 > s_1$ , 由  $n = (1-s)n_1 \Rightarrow n \downarrow$

$$\text{转子串电阻后, } \because \frac{R'_2 + R'_{\Omega}}{s_2} = \frac{R'_2}{s_1} \Rightarrow \begin{cases} s \uparrow \\ I'_2 \text{ 不变} \Rightarrow P_{em}, P_1, \cos \varphi \text{ 不变} \\ s \uparrow \rightarrow n \downarrow \Rightarrow P_2 = T_2 \Omega \downarrow \Rightarrow \eta \downarrow \end{cases}$$

5. (15 分) 一台三相变压器, 额定容量 $S_N=5600\text{kVA}$ , 额定电压 $U_{1N}/U_{2N}=10/6.3\text{ kV}$ , Yd 接法。一、二次侧相绕组的电阻和漏抗为:  $R_1=0.0287\Omega$ ,  $X_{1\sigma}=0.49\Omega$ ,  $R_2=0.0342\Omega$ ,  $X_{2\sigma}=0.584\Omega$ , 试计算:

- (1) 一、二次侧的额定电流;
- (2) 变比;
- (3) 折算到一次侧的短路电阻 $R_k$ 、短路电抗 $X_k$ 及短路阻抗 $Z_k$ ;
- (4) 阻抗电压及其各分量;
- (5) 满载且  $\cos\varphi=0.8$  (滞后) 情况下, 二次侧的端电压。

得分	评卷人

解: (1) 
$$I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} = \frac{5600}{\sqrt{3} \times 10} = 323.3\text{A}$$

$$I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}} = \frac{5600}{\sqrt{3} \times 6.3} = 513.2\text{A}$$

$$(2) \quad k = \frac{U_{1N\phi}}{U_{2N\phi}} = \frac{10/\sqrt{3}}{6.3} = 0.9164$$

$$(3) \quad R_k = R_1 + k^2 R_2 = 0.0287 + 0.9164^2 \times 0.0342 = 0.0574\Omega$$

$$X_k = X_{1\sigma} + k^2 X_{2\sigma} = 0.49 + 0.9164^2 \times 0.584 = 0.9804\Omega$$

$$Z_k = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = 0.982\Omega$$

$$(4) \quad U_k = \frac{I_{1N} Z_k}{U_{1N\phi}} \times 100\% = \frac{323.3 \times 0.982}{10 \times 10^3 / \sqrt{3}} \times 100\% = 5.5\%$$

$$U_{kR} = \frac{I_{1N} R_k}{U_{1N\phi}} \times 100\% = \frac{323.3 \times 0.0574}{10 \times 10^3 / \sqrt{3}} \times 100\% = 0.32\%$$

$$U_{kX} = \frac{I_{1N} X_k}{U_{1N\phi}} \times 100\% = \frac{323.3 \times 0.9084}{10 \times 10^3 / \sqrt{3}} \times 100\% = 5.49\%$$

$$(5) \quad \Delta U = R_k^* \cos\varphi_2 + X_k^* \sin\varphi_2 = 0.0032 \times 0.8 + 0.0549 \times 0.6 = 0.0355$$

$$U_2 = U_{2N}(1 - \Delta U) = 6.3 \times (1 - 0.0355) = 6.076\text{kV}$$

6. (15 分) 某变电所有两台变压器, 名牌数据如下:

第I台:  $S_N=320\text{kVA}$ ,  $U_{1N}/U_{2N}=6300/400\text{V}$ ,  $Y_{yn0}$  接法,  $u_k=5\%$ ;

第II台:  $S_N=240\text{kVA}$ ,  $U_{1N}/U_{2N}=6300/400\text{V}$ ,  $Y_{yn4}$  接法,  $u_k=5.5\%$ ;

试问:

- (1) 这两台变压器能否直接并联运行; 如若不能, 采用什么可行的方法可以使其满足并联运行的基本条件;
- (2) 当采取措施使其能并联运行时, 在保证没有任何一台变压器过载的情况下, 两台变压器并联后的最大输出负载为多少?

得分	评卷人

解: (1) a. 组号不同, 不能直接并联

b.  $Y_{yn0}, Y_{yn4}$  相差 4 个钟点, 方法:

$$\begin{cases} Y_{yn0} \text{二次侧编号 } a, b, c \text{ 对应改为 } c', a', b' \Rightarrow Y_{yn4} \\ \text{或 } Y_{yn4} \text{二次侧编号 } a, b, c \text{ 改为 } b', c', a' \Rightarrow Y_{yn0} \end{cases}$$

$$(2) \quad \frac{\beta_I}{\beta_{II}} = \frac{Z_{kII}^*}{Z_{kI}^*} = \frac{U_{kII}^*}{U_{kI}^*} = \frac{0.055}{0.05} = 1.1$$

设  $\beta_I = 1$  (满载)

则:  $\beta_{II} = 0.9091$

$$\begin{aligned} \therefore S_{\max} &= \beta_I S_{NI} + \beta_{II} S_{NII} \\ &= 1 \times 320 + 0.9091 \times 240 = 538.18 \text{ kVA} \end{aligned}$$

7. (15 分) 一台三相交流电机定子绕组的基本数据为: 槽数  $Z=48$ , 极数  $2P=4$ , 每个线圈的匝数为 5, 每相并联支路数  $a=1$ , 采用双层  $60^\circ$  相带绕组, 基波绕组系数  $k_{N1}=0.93$ 。试计算:

- (1) 槽距电角  $\alpha_1$ 、极距  $\tau$ 、每极每相槽数  $q$ 、每相串联匝数  $N$ ;
- (2) 按照一般原则, 选择合适的线圈节距  $y_1$ ;
- (3) 如果该电机的气隙基波旋转磁场每极磁通  $\phi_1 = 1.05 \times 10^{-2} \text{ Wb}$ , 相对定子绕组的旋转速度为  $1800 \text{ r/min}$ , 那么在该绕组中感应的相电动势大小 (有效值) 为多少?
- (4) 若在该定子绕组中通入  $50 \text{ Hz}$  三相对称交流电流, 其每相电流大小 (有效值) 为  $10 \text{ A}$ , 那么产生的三相合成基波旋转磁动势的旋转速度为多少? 幅值为多少?

得分	评卷人

$$\text{解: (1) } \alpha_1 = \frac{p360}{Z} = \frac{2 \times 360}{48} = 15^\circ$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{48}{4} = 12$$

$$q = \frac{Z}{2pm} = \frac{48}{4 \times 3} = 4$$

$$N = \frac{ZN_c}{ma} = \frac{48 \times 5}{3 \times 1} = 80 \text{ 匝}$$

$$(2) \quad y_1 = \frac{5}{6} \tau = 10 \text{ 槽}$$

(3)

$$E_1 = 4.44 f N k_M \phi$$

$$= 4.44 \times 60 \times 80 \times 0.93 \times 1.05 \times 10^{-2} = 208.11 \text{ V}$$

$$f = \frac{pn_1}{60} = \frac{2 \times 1800}{60} = 60 \text{ Hz}$$

$$(4) \quad n_1 = \frac{60 f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ r/min}$$

$$F_1 = \frac{1}{1.35p} N k_M I = \frac{1.35}{2} \times 80 \times 0.93 \times 10 = 502.2 \text{ A}$$

8. (15 分) 一台三相异步电动机,  $P_N=10\text{kW}$ ,  $U_N=380\text{V}$ ,  $\eta_N=87\%$ ,  $\cos\varphi=0.86$ ,  $f_N=50\text{Hz}$ , 定子 $\Delta$ 联接,  $n_N=1440\text{r/min}$ ,  $R_1=1.3\Omega$ ,  $X_{1\sigma}=2.43\Omega$ ,  $R_2'=1.04\Omega$ ,  $X_{2\sigma}'=4.4\Omega$ 。试计算:

(1) 额定电流、额定负载转矩;

(2) 额定负载运行时的转差率以及转子电流的频率 $f_2$ ;

(3) 额定运行情况下, 若不计励磁电流(即 $I_2'=I_N$ )时, 电磁功率、电磁转矩以及总机械功率。

(4) 在额定电压情况下直接起动时的起动电流(不考虑参数的变化)。

得分	评卷人

$$\text{解: (1) } I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_N \cos\varphi_N \eta_N} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.86 \times 0.87} = 20.31 \text{ A}$$

$$\Omega_N = \frac{2\pi n_N}{60} = \frac{2\pi \times 1440}{60} = 150.8 \text{ rad/s}$$

$$T_N = \frac{P_N}{\Omega_N} = \frac{10 \times 10^3}{150.8} = 66.3 \text{ Nm}$$

$$(2) \quad S_N = \frac{1500 - 1440}{1500} = 0.04$$

$$f_2 = sf_1 = 0.04 \times 50 = 2 \text{ Hz}$$

$$(3) \quad P_{em} = m_1 I_2'^2 \frac{R_2'}{s} = 3 \times \left( \frac{I_{1N}}{\sqrt{3}} \right)^2 \times \frac{1.04}{0.04} = 10725 \text{ W}$$

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_1} = \frac{10725}{\frac{2\pi \times 1500}{60}} = 68.28 \text{ Nm}$$

$$P_{mec} = (1 - s)P_{em} = (1 - 0.04) \times 10725 = 10296 \text{ W}$$

$$(4)$$

$$\begin{aligned} I_{st\phi} &= \frac{U_1}{\sqrt{(R_1 + R_2')^2 + (X_{1\sigma} + X_{2\sigma}')^2}} \\ &= \frac{380}{\sqrt{(1.3 + 1.04)^2 + (2.43 + 4.4)^2}} \\ &= 52.63 \text{ A} \end{aligned}$$

$$I_{st} = \sqrt{3} I_{st\phi} = \sqrt{3} \times 52.63 = 91.16 \text{ A}$$