

《电机学 II》试题 2005.11.30

班级_____ 姓名_____ 学号_____ 成绩_____

题号	一(1)	一(2)	二(1)	二(2)	二(3)	二(4)	二(5)	三(1)	三(2)
分数									

一、填空题。(每小题 2 分, 共 30 分)

1. 一台 2 极异步电机接在 50Hz 交流电源上运行, 转差率为 0.03, 转子的转速为 2910r/min, 转子磁动势相对于定子的转速为 3000 r/min。
2. 异步电机的电压变比为 $k_e = \frac{N_1 k_{N1}}{N_2 k_{N2}} = \frac{E_1}{E_2}$, 电流变比为 $k_i = \frac{m_1 N_1 k_{N1}}{m_2 N_2 k_{N2}}$ 。
3. 异步电机转子绕组折算条件是 \vec{F}_2 不变。
4. 异步电动机短路试验时, 应将 转子堵转, 而在定子绕组端施加三相对称低电压。
5. 异步电动机的最大电磁转矩 T_{\max} 与端电压 U_1 的关系是 $\propto U_1^2$, 与转子绕组电阻 R_2 无关。
6. 若要求绕线型异步电动机的起动转矩达到最大电磁转矩, 则转子回路所串的电阻应满足 $R'_\Omega = (x_{1\sigma} + x'_{2\sigma}) - R'_2$ 。
7. 单相异步电动机起动时, 若起动绕组断开, 则其起动转矩为 0。
8. 同步发电机带感性负载时, 其电枢反应的性质是 直轴去磁兼交磁。
9. 采用交叉接法(旋转灯光法)将同步发电机并入电网, 最佳合闸时刻应是 同相对接灯熄灭, 另外两交叉灯等亮。

10. 短路比的定义是 在产生空载额定电压的励磁电流励磁下，三相稳态短路电流与额定电流的比值。
11. 同步电动机处于过励状态时从电网吸收 容性 性质的无功功率。
12. 他励直流电动机拖动同步发电机并网运行，提高直流电动机的电枢电压时，同步发电机的转速将 不变，输出有功功率将 增加。
13. 凸极同步电机双反应理论是 将电枢磁动势分解为直轴和交轴两个分量，然后分别求出交、直轴电枢反应，再将它们的结果叠加起来。
14. 同步发电机正常运行时转子励磁绕组电流性质为 直流，当发生突然短路时其电流性质为 直流+交流。
15. 三相同步发电机在额定电压下对称稳态短路时，其短路电流并不大的原因是 短路电流产生电枢反应为纯去磁的，气隙合成磁场很小。

二、分析题（6分×5=30分）

1. 绕线型异步电动机转子回路串电阻在额定电压下起动时，为什么起动电流较小而起动转矩却较大？

答：绕线型异步电动机转子回路串电阻起动时，相当于使转子绕组电阻 R_2 (R_2') 增大了，等效电路看，电动机的等效阻抗增大，因此起动电流较小。同时，转子绕组电阻 R_2 的增大，使得转子功率因数角 φ_2 减小， $\cos\varphi_2$ 增加，转子电流的有功分量 $I_2\cos\varphi_2$ 增大；并且电流的减小，意味着定子绕组的漏抗压降减小， E_1 增加， Φ_m 增大。由于电磁转矩 $T_{em}=C_T\Phi_m I_2\cos\varphi_2$ ，故提高了起动转矩。

2. 一台笼型转子异步电动机，转子原来是插铜条的，后因损坏改为铸铝，在输出同样电磁转矩的情况下，下列物理量如何变化？为什么？

1) 转子转速；2) 转子电流；3) 定子电流；4) 定子功率因数；5) 输入功率。

解： T_{em} 不变，从电磁转矩的参数表达式可以看出 $\frac{R'_2 + R'_\Omega}{s} = \frac{R'_2}{s}$ 不变，因此等效电路参数不变。

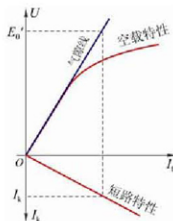
1) $R'_2 \rightarrow R'_2 + R'_\Omega \Rightarrow s \uparrow \rightarrow n \downarrow$;

2) I_2 不变; 3) I_1 不变; 4) $\cos \varphi_1$ 不变; 5) P_1 不变。

3. 说明一种测量同步电机 X_d 不饱和值的原理和方法。

解：方法一：利用空载特性和短路特性

$$X_d = \frac{E'_0}{I_k}$$



方法二：低转差法（略）

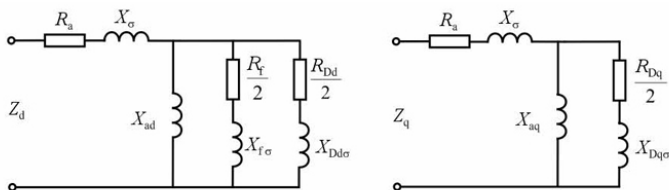
4. 并网运行的同步发电机在输出有功功率一定时，过励状态和欠励状态哪种稳定性较好？为什么？

解：过励状态稳定性较好。

过励时，励磁电流 I_f 大 $\rightarrow E_0$ 大 $\rightarrow P_{em\max} = mE_0U / X_d$ 大，在输出有功功率一定时，功角 θ 小，故稳定性好。

5. 什么是同步电机的负序阻抗？画出有阻尼绕组的同步电机负序阻抗等效电路。

解：转子正向同步旋转，但励磁绕组短路时，电枢绕组中流过的负序三相对称电流所遇到的阻抗。



三、计算题 (20 分+20 分=40 分)

1. 一台三相 4 极 50Hz 异步电动机的输入功率为 8.63kW，定子铜耗为 450W，铁耗为 230W，机械损耗为 45W，附加损耗为 80W，转子转速为 1470r/min，试计算：(1)转差率和转子电流频率；(2)电动机的电磁功率、总机械功率、转子铜耗、输出功率；(3)电磁转矩和输出转矩。

解：(1) 同步转速
$$n_1 = \frac{60 f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ r/min}$$

转差率
$$s = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{1500 - 1470}{1500} = 0.02$$

转子电流频率
$$f_2 = s f_1 = 0.02 \times 50 = 1 \text{ Hz}$$

(2) 电磁功率
$$P_{em} = P_1 - p_{Cu1} - p_{Fe} = 8.63 - 0.45 - 0.23 = 7.95 \text{ kW}$$

转子铜耗
$$p_{Cu2} = s P_{em} = 0.02 \times 7.95 = 0.159 \text{ kW}$$

总机械功率
$$P_{mec} = P_{em} - p_{Cu2} = 7.95 - 0.159 = 7.791 \text{ kW}$$

输出功率
$$P_2 = P_{mec} - p_{mec} - p_{ad} = 7.791 - 0.045 - 0.08 = 7.666 \text{ kW}$$

(3) 电磁转矩
$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_1} = \frac{60 P_{em}}{2\pi n_1} = \frac{60 \times 7.95 \times 10^3}{2\pi \times 1500} = 50.61 \text{ N} \cdot \text{m}$$

输出转矩
$$T_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{60 P_2}{2\pi n} = \frac{60 \times 7.66 \times 10^3}{2\pi \times 1470} = 49.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

2. 一台三相隐极同步发电机，定子Y联接，额定功率 $P_N=600\text{MW}$ ，额定电压 $U_N=20\text{kV}$ ，额定功率因数 $\cos\varphi_N=0.9$ （滞后），同步电抗标幺值 $X_t^*=2.115$ 。该电机与额定电压的大电网并联运行，忽略电枢电阻，电机磁路不饱和，试求：

- (1) 额定运行时励磁电动势 E_{0N} 、功率角 θ_N 和静态过载倍数 k_M ；
- (2) 调节发电机的输入功率，使发电机的输出功率减小为 400MW ，同时调节励磁电流使发电机处于正常励磁状态（ $\cos\varphi=1$ ）。画出此时的电动势相量图，计算此时的电枢电流 I 、功率角 θ 和励磁电动势 E_0 。

解：(1) 额定运行 由 $\cos\varphi_N=0.9$ （滞后）得 $\varphi_N=25.84^\circ$

$$\psi = \tan^{-1} \frac{I_N^* X_t^* + U_N^* \sin \varphi_N}{U_N^* \cos \varphi_N} = \tan^{-1} \frac{1 \times 2.115 + 1 \times \sin 25.84^\circ}{1 \times 0.9} = 70.57^\circ$$

$$\theta_N = \psi - \varphi_N = 70.57^\circ - 25.84^\circ = 44.73^\circ$$

$$E_{0N}^* = U_N^* \cos \theta_N + I_N^* X_t^* \sin \psi = 1 \times \cos 44.73^\circ + 1 \times 2.115 \times \sin 70.57^\circ = 2.705$$

$$E_{0N} = E_{0N}^* U_{N\phi} = E_{0N}^* \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 2.705 \times \frac{20}{\sqrt{3}} = 31.235 \text{ kV}$$

$$k_M = \frac{1}{\sin \theta_N} = \frac{1}{\sin 44.73^\circ} = 1.421$$

$$(2) \quad P_2^* = \frac{P_2}{S_N} = \frac{P_2}{P_N / \cos \varphi_N} = \frac{400}{600 / 0.9} = 0.6$$

$$\text{又由于 } P_2^* = U^* I^* \cos \varphi = U_N^* I^* \cos \varphi = 1 \times I^* \times 1 =$$

$$\text{因此 } I^* = 0.6$$

由相量图得

$$E_0^* = \sqrt{U^{*2} + (I^* X_t^*)^2} = \sqrt{1^2 + (0.6 \times 2.115)^2} = 1.616$$

$$E_0 = E_0^* U_{N\phi} = E_0^* \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 1.616 \times \frac{20}{\sqrt{3}} = 18.656 \text{ kV}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{I^* X_t^*}{U^*} = \tan^{-1} \frac{0.6 \times 2.115}{1} = 51.76^\circ$$

