

电43 2014/2015 2014/09/24

# 清华大学本科生考试试题专用纸

考试课程 电机学

2007 年 1 月 8 日

B 卷

## 一、填空题 (共 10 小题, 46 分; 答案填入题目空格中)

1. 一台三相 6 极笼型异步电机接在 50Hz 电网上稳态运行时, 转子电流频率为 5Hz, 此时电机转速可能是 900 或 1100 r/min, 运行在 电动机或发电机 状态。

2. 下列关于异步电动机的各种说法, 哪些是有错误的: BC B.C

- A. 三相异步电动机空载运行时, 转子功率因数很高, 但定子功率因数很低。✓
- B. 增大三相异步电动机转子回路电阻, 可使其堵转电流和堵转转矩都增大。✗
- C. 三相异步电动机负载增大时, 转差率和定子电流增大, 定子功率因数和效率提高。✗
- D. 异步电机的气隙很小, 是为了减小励磁电流, 从而提高定子功率因数。✓

3. 一台 60Hz、380V 的三相异步电动机, 负载转矩为额定值不变, 若定子电压因故障降低 10%, 则下列各量的变化为: 定子电流 下降并增大 转子基波磁动势  $F_2$  相对转子的转速 增大 增大。若该电动机改由 50Hz、380V 的电源供电运行, 则以下各量的变化为: 最大转矩  $T_m$  变大 增大, 励磁电流  $I_0$  增加 增大。

4. 他励直流电动机起动时, 通常将其励磁回路串联的电阻 减小到最小或零, 并通过 降低端电压或在电枢回路中串电阻 来限制起动电流。

5. 一台他励直流电动机, 励磁电流、电枢回路总电阻和负载转矩不变。若降低电枢端电压 (不计电枢反应和空载转矩), 则在达到新的稳态后, 输入功率将 下降 减小, 电磁功率将 不变 下降, 转速将 下降 降低。

6. 一台同步发电机由一台他励直流电动机拖动, 直流电机的电枢端电压、励磁电流和同步发电机的励磁电流均可调节。在用暗灯法进行并联合闸时, 若三组相灯同时明暗变化 (但不熄灭), 则应如何调节? 用减小或增大直流发电机的励磁电流, 改变直流发电机电枢电压与同步发电机电枢电压相等。在完全满足合闸条件时将同步电机并联于无限大电网, 之后若增大直流电机的励磁电流, 则在新的稳态下, 该直流电机将运行在 发电机 状态, 其转速将 不变。

7. 一台同步电机, 按电动机惯例, 其功率因数为 0.8 (超前), 则此时它运行在 发电机 状态, 其空载相电动势  $E_0$  与相电压  $U$  的相位关系是  $E_0$  超前  $U$ 。

8. 一台三相同步发电机, 磁路线性, 同步电抗  $X_s = 1$ 。以同步转速  $n_1$  空载运行, 励磁电流为  $I_f$  时, 端电压  $U = 0.8$ 。若保持  $I_f$  不变, 使电机转速为  $n_1/3$ , 忽略电枢绕组电阻, 则电机的稳态短路电流  $I_k =$  0.8。



隐极

9. 一台并联于无限大电网额定运行的汽轮发电机，励磁状态为过励。若减小其有功功率并保持功率因数不变，则下列各量的变化是： $I$  减小， $I_f$  减小， $\theta$  减小。
10. 增大一台三相隐极同步发电机的气隙，将使其同步电抗  $X_s$  减小，电压调整率  $\Delta U$  减小。

## 二、计算题 (共 5 小题, 54 分)

1. 一台三相、50Hz 异步电动机，额定值为： $P_N=60\text{kW}$ ， $n_N=1440\text{r/min}$ ， $U_N=380\text{V}$  (星形联结)， $I_N=130\text{A}$ 。已知额定运行时，电动机的输出转矩为电磁转矩的 96%，铁耗  $P_{Fe}=2.3\text{kW}$ ，定、转子铜耗相等，不计附加损耗。求额定运行时的机械损耗  $p_m$ 、电磁功率  $P_{em}$  和功率因数  $\cos\varphi_N$ 。(10 分)

$$P_m=2300\text{W} \quad P_{em}=63104\text{W} \quad \cos\varphi_N=0.8182$$

2. 一台三相、4 极、50Hz 的绕线转子异步电动机，定、转子绕组均为星形联结，定子加额定电压  $U_N=380\text{V}$ 。转子绕组开路时，集电环电压为 190V，转子绕组参数为  $R_2=0.1\Omega$ ， $X_{\sigma 2}=0.4\Omega$ 。该电动机拖动  $50\text{N}\cdot\text{m}$  的恒转矩负载运行时，在转子每相电路中串入一个  $0.2\Omega$  的电阻  $R_s$ ，测得  $R_s$  上的电压为 6V，不计励磁电流和空载转矩，求电动机此时的定子电流、转速以及定、转子相电动势。(10 分)

$$I_1=11\text{A} \quad n=1345\text{r/min} \quad E_1=176.1\text{V} \quad E_2=9.085\text{V}$$

3. 一台并励直流电动机数据如下： $U_N=220\text{V}$ ， $I_N=36\text{A}$ ， $n_N=1500\text{r/min}$ ，电枢总电阻  $R_a=0.2\Omega$ ，励磁回路总电阻  $R_f=220\Omega$ ，不计电枢反应和空载转矩。

(1) 若负载转矩保持为额定值不变，在电枢回路串入电阻  $R$ ，使转速降为  $1000\text{r/min}$ ，求电阻  $R$  的大小。

$$R=2.029\Omega$$

(2) 将该电机用作发电机 (电枢不串电阻)，使电枢端电压为  $U_N$ ，电枢电流为电动机额定运行时的值，求此时该发电机的转速  $n$ 、输出功率  $P_2$  和电磁转矩  $T$ 。(12 分)

$$n=1399\text{r/min} \quad P_2=7480\text{W} \quad T=47.47\text{Nm}$$

4. 一台并联于无限大电网运行的三相隐极同步发电机，额定电压  $U_N=2300\text{V}$  (星形联结)，额定容量  $S_N=100\text{kVA}$ ，忽略电枢绕组电阻，磁路线性。已知同步电抗  $X_s=64.4\Omega$ ，发电机空载时，其转轴上的输入功率为  $3.06\text{kW}$ 。

(1) 定性画出发电机输出额定电流、功率因数  $\cos\varphi=0.8$  (滞后) 时的电动势相量图，并求此时发电机的功角  $\theta$  和每相空载电动势  $E_0$ ；

$$\theta=29.37^\circ \quad E_0=2637\text{V}$$

(2) 保持励磁电流不变，求  $\theta=25^\circ$  时电机的电磁功率  $P_{em}$  和输入功率  $P_1$ 。(12 分)

$$P_{em}=68931\text{W} \quad P_1=71991\text{W}$$

5. 一台三相、星形联结的凸极同步发电机，并联于额定电压  $U_N=6\text{kV}$  的无限大电网上运行，电机磁路线性，电枢绕组电阻忽略不计，漏电抗  $X_\sigma=0.15$ ，直轴电枢反应电抗  $X_{ad}=0.85$ 。在某工况下，发电机有功功率为零、仅向电网发出电感性无功功率，且电枢电流为额定值。

(1) 定性画出此时的时空相量图 (须画出基波磁动势矢量  $F_\Phi$ 、 $F_a$ 、 $F_\delta$  以及空载电动势、电压、电流、电抗压降等相量)，说明此时电枢反应的性质；

直轴去磁。

(2) 求  $F_\Phi$ 、 $F_a$ 、 $F_\delta$  在每相绕组中产生的感应电动势分别为多大？(10 分)

$$6928\text{V}, 2944\text{V}, 3984\text{V}.$$