

电机学

一、选择题 (本大题共 18 小题，每小题 1.5 分，共 27 分)

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题多选或未选均无分。

1 .直流并励电动机启动时 ,励磁回路的调节电阻阻值应置于()

A . 任意位置 ; B . 中间位置 ; C . 零位置 ; D . 最大位置

2 . 同步电机中参数 X_d' 表示为 ()

A . 同步电抗 ; B . 直轴瞬态电抗 ; C . 直轴漏抗 ; D . 直轴超瞬态电抗

3 . 并联于大电网上的同步发电机 , 当电流落后于电压运行时 , 若逐渐

增大励磁电流 , 则电枢电流 ()

A . 渐大 ; B . 减小 ; C . 先增大后减小 ; D . 先减小后增大

4 . 如果不计定子电阻效应 , 同步发电机运行在什么条件下有 $\Delta U=0$ (

)

A . 电阻性负载

B . 电阻、电感性负载

C . 纯感性负载

D . 电阻、电容性负载

5 . 要增加并联在电网上运行的发电机的有功输出，可以 ()

A . 增加励磁电流使 E_0 增加; B . 增加原动机的动力，使功角增加;

C . 减小励磁电流使 E_0 减小; D . 加快原动机转速使 $n > n_1$

6 . 判断一台同步电机运行于发电机状态的依据是 ()

A . $E_0 > U$; B . E_0 滞后于 U ; C . $E_0 < U$; D . E_0 领先于 U

7. 三相异步电动机负载增加时, 会使 ()

- A. 转子转速降低; B. 转子电流频率降低
- C. 转子电流产生的磁动势对转子的转速减小
- D. 转子电流产生的磁动势对定子的转速增加

8. 异步电动机空载电流比同容量变压器空载电流大的原因是 ()

- A . 异步电动机的损耗大;
- B . 异步电动机是旋转的;
- C . 异步电动机有气隙;
- D . 异步电动机的漏抗大;

9. 三相异步电动机转子转速减小时, 转子磁势对空间的转速将 ()

- A. 增加; B. 保持不变; C. 减小; D. 为 0;

10. 三相异步电动机的最大转矩大小 ()

- A. 与转子电阻无关; B. 与电源电压无关; C. 与电源频率无关; D. 与极对数无关;

11. 转差率为 s 的异步电动机, 其 sP_g 将等于 ()

- A. 定子铜耗; B. 总机械功率; C. 机械功率; D. 转子铜耗;

12. 三相异步电动机定子通入频率为 f_1 的电流，当转子不动时，其转子频率 f_2 为 ()

A . $f_2=f_1$; B . $f_2=0$; C . $f_2 < f_1$; D . $f_2 > f_1$

13. 交流双层绕组中, 每相串联匝数 N 同每个线圈的匝数 N_c 、每极每相槽数 q 、极对数 p 、并联支路数 a 之间的关系是 ()

$$A \cdot N = (2a/p) q N_c$$
$$B \cdot N = (2p/a) qN_c$$
$$C \cdot N = apqN_c$$
$$D \cdot N = 2apqN_c$$

14. 变压器负载运行时与空载运行时相比, 变比 K ()

A. 变大; B. 变小; C. 相等; D. 基本不变:

15. 若外加电压随时间正弦变化, 当磁路饱和时, 单相变压器的励磁电流随时间变化的波形是 ()

A. 矩形波; B. 平顶波; C. 正弦波; D. 尖顶波;

16. 变压器空载时，线路电压增加，则铁耗将（ ）。

A . 增加; B . 不变; C . 减少; D . 先增加后减小;

17 . 自耦变压器电磁感应容量与额定容量的关系是 ()

A . 大小相等; B . 额定容量大于电磁感应容量;

C . 额定容量小于电磁感应容量; D . 升压时 , 额定容量大于电磁感应

容量 ; 降压时 , 额定容量小于电磁感应容量

18 . 一台变压器额定频率为 50Hz , 如果接到 60Hz 的电源上 , 且额定

电压的数值相等 , 那么此变压器铁芯中的磁通 ()

A . 增加; B . 不变; C . 减小; D . 先减小后增大;

☐ 二、填空题

(本大题共 18 小题 , 每小题 1.5 分 , 共 27 分)

请在每小题的空格中填上正确答案。错填、不填均无分。

19. 某 $2p$ 个磁极的直流电机 , 当绕组为单叠绕组时 , 其支路数 $2a$ 等于_____。

20.同步发电机中，转子主极磁场的 ν 次谐波磁场在定子绕组中的感应电势频率为_____。

21.同步发电机运行时其功率角 δ 是两个空间磁场矢量_____和_____之间的空间夹角。

22.同步电机参数 X_q 称为_____。

23.同步发电机对称负载运行时，电枢绕组基波磁动势与转子间相对_____。

24.三相同步发电机带有纯电阻负载时，其电枢反应作用是_____。

25.一台 Y 接线三相异步电动机缺相（含电源或绕组缺相）就相当于_____电动机。

26.异步电动机为采用变极调速，则转子必须设计为_____。(填鼠笼式或绕线式)

27. 一台三相异步电动机, 额定运行时的转差率 $S=0.03$, 当忽略机械损耗和附加损耗时, 输出功率与电磁功率之比为_____。

28. 有一台三相四极异步电动机, 电源频率为 50 赫, 转子转速 $n=1440$ 转/分, 定子绕组产生的旋转磁势的转速为_____。

29. 三相异步电动机运行时其转差率的范围是_____。

30. 交流绕组三相合成基波磁动势的计算公式为_____。

31. 36 槽 4 极的三相交流绕组, 其槽距角为_____。

32. 变压器的一次侧绕组匝数增加 10%, 其它条件不变, 则变压器主磁通将_____。

33. 三相心式变压器的磁路特征是_____。

34. 引起单相变压器空载电流中的三次谐波电流分量的原因是_____。

35. 变压器短路阻抗越大, 其电压变化率就_____。

36. Y, y 联接的三相组式变压器, 如外施电压为正弦波, 空载时一次侧励磁电流的波形为_____。

三、简单计算题 (本大题共 4 小题 , 每小题 6.5 分 , 共 26 分)

37. 一台单相变压器 , $S_N=100\text{kVA}$, $U_{1N}/U_{2N}=6000\text{V}/$

230V , $R_1=4.32\Omega$, $R_2=0.0063\Omega$, $X_1=8.9\Omega$, $X_2=0.013\Omega$,

试求 : (1) 折算到一次的变压器短路阻抗 R_k 、 X_k 的欧姆值 ; (2) 短路阻抗的标么值。

38. 一台三相异步电动机 , $f_N=50$ 赫 , $n_N=576$ 转/分

试求 : (1) 极数速; (2) 此机同步; (3) 额定转差率; (4) 转子电流频率

39. 某直流他励发电机的铭牌数据为 : $P_N=12\text{kW}$, $U_N=230\text{V}$, $n_N=1000\text{r/min}$,

$R_a=0.4\Omega$, 试求 : 发电机的电磁功率 P_e 和电磁转矩 T_e ?

40. 某三相水轮发电机 $P_N=15000\text{kW}$, $U_N=6.3\text{kV}$, Y 接 , $\cos\Phi_N=0.8$ (滞后) , 已知 :

$X_d=1.0$, $X_q=0.65$, 电枢电阻 R_a 忽略不计。

□ 试求 : 额定运行时的功率角 δ 。

四、综合计算题 (本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分)

41、一台 **96kW** 的并励直流电动机，额定电压为 **440V**，额定电流为 **255A**，额定励磁电流为 **5A**，额定转速为 **500r/min**，电枢总电阻为 **0.078Ω**。不计电枢反应，试求：1) 电动机的额定输出转矩；2) 额定电流时的电磁转矩；3) 电动机的空载转速。

42、**42**、一台 **$P_N=7.5\text{kW}$** ， **$U_N=380\text{V}$** ， **$n_N=960\text{r}/\text{min}$** ，六极三相异步电动机，定子三角形接线，额定负载时， **$\cos\Phi_N=0.827$** ， **$p_{\text{cul}}=470\text{W}$** ， **$p_{\text{Fe}}=234\text{W}$** ， **$p_{\Omega}=45\text{W}$** ， **$p_{\Delta}=80\text{W}$** ，试计算：(1) 在额定负载时的转差率 **s** ；(2) 转子铜耗 **p_{cu2}** ；(3) 电磁转矩 **T_e** ；(4) 定子电流 **I_1** 。

一、选择题 (本大题共 18 小题，每小题 1.5 分，共 27 分)

1 . C ; 2 . B ; A ; 4 . D ; 5 . B ; D ; 7 . A ; C ; 9 . B ; 10 . A ; 11 . D ; 12 . A ;
13 . B ; 14 . C ; 15 . D ; 16 . A ; 17 . B ; 18 . C ;

二、填空题 (本大题共 18 小题 , 每小题 1.5 分 , 共 27 分)

19.2p。20.vf₁。21.主极磁场和电枢合成磁场 ; 22.直轴同步电抗。23.静止。

24.交轴电枢反应和直轴去磁电枢反应。25.单相。26.鼠笼式。27.0.97 : 1。

28.1500 转/分。29.0.02-0.05。30.1.35Nk_{w1}I/p。31.20°。32.减小 9.1%。

33.三相互为磁路。34.磁路饱和。35.越大。36.正弦波。

三、简单计算题 (本大题共 4 小题 , 每小题 4 分 , 共 16 分)

37.解 : (1) 变比 : $k = U_{1N} / U_{2N} = 6000 / 230 = 26.09$ (0.5 分)

$$R_2' = k^2 R_2 = 26.09^2 \times 0.0063 = 4.29 \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$X_2' = k^2 X_2 = 26.09^2 \times 0.013 = 8.85 \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_k = R_1 + R_2' = 4.32 + 4.29 = 8.61\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$X_k = X_1 + X_2' = 8.9 + 8.85 = 17.75\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 一次阻抗基值: } Z_{1b} = U_{1N}^2 / S_N = 6000^2 / 100000 = 360\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_k^* = R_k / Z_{1b} = 8.61 / 360 = 0.0239 \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$X_k^* = X_k / Z_{1b} = 17.75 / 360 = 0.0493 \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$38. \text{解: } (1) p \approx \frac{60f_N}{n} = \frac{60 \times 50}{576} = 5.208 \approx 5 \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) n_s \approx \frac{60f_N}{p} = \frac{60 \times 50}{5} = 600 r/\text{min} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$(3) s_N = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{600 - 576}{600} = 0.04 \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$(4) f_2 = sf_1 = 0.04 \times 50 = 2\text{Hz} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$39. \text{解: } I_N = P_N / U_N = 12000 / 230 = 52.17\text{A} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$\text{电枢电动势: } E_a = U_N + I_a R_a = 230 + 0.4 \times 52.17 = 251\text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{电磁功率: } P_e = E_a I_a = 251 \times 52.17 = 13.1\text{kW} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$\text{电磁转矩: } T_e = \frac{P_e}{\Omega} = \frac{13100}{1000 \times 2\pi / 60} = 125\text{Nm} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$40. \text{解: } \sin \phi_N = \sqrt{1 - \cos^2 \phi_N} = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\phi_N = \arccos 0.8 = 36.87^\circ \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{内功率因数角: } \psi_0 = \arctan \frac{U \sin \phi_N + I X_q}{U \cos \phi_N} = \arctan \frac{1 \times 0.6 + 0.65}{1 \times 0.8} = 57.38^\circ \quad (3 \text{ 分})$$

$$\delta_N = \psi_0 - \phi_N = 57.38^\circ - 36.87^\circ = 20.51^\circ \quad (1.5 \text{ 分})$$

四、综合计算题 (本大题共 2 小题 , 每小题 10 分 , 共 20 分)

41、一台 96kW 的并励直流电动机, 额定电压为 440V, 额定电流为 255A, 额定励磁电流为 5A, 额定转速为 500r/min, 电枢总电阻为 0.078Ω。不计电枢反应, 试求: 1) 电动机的额定输出转矩; 2) 额定电流时的电磁转矩; 3) 电动机的空载转速。

$$\text{解: 1) 额定输出转矩 } T_2 = \frac{P_N}{\Omega} = \frac{96000}{500 \times 2\pi/60} = 1833.5 \text{ N} \cdot \text{m} \quad 2 \text{ 分}$$

2) 额定电压、额定电流时的感应电动势

$$E_{aN} = U_N - I_{aN} R_a = 440 - (255 - 5) \times 0.078 = 420.5 \text{ V} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{额定电流时的电磁转矩 } T_{eN} = \frac{P_{eN}}{\Omega} = \frac{E_a I_{aN}}{\Omega} = \frac{420.5 \times 250}{500 \times 2\pi/60} = 2007.74 \text{ N} \cdot \text{m} \quad 2 \text{ 分}$$

$$3) \text{ 额定时 } E_{aN} = C_e \Phi n_N = 420.5 \text{ V}, \text{ 从而 } C_e \Phi = \frac{E_{aN}}{n_N} = \frac{420.5}{500} = 0.841 \quad 1 \text{ 分}$$

$$T_{eN} = C_T \Phi I_{aN} = 2007.74 \text{ N} \cdot \text{m}, \text{ 从而 } C_T \Phi = \frac{T_{eN}}{I_{aN}} = \frac{2007.74}{250} = 8.031$$

$$\text{电动机空载转矩 } T_0 = T_{eN} - T_2 = 2007.74 - 1833.5 = 174.24 \text{ N} \cdot \text{m} \quad 1 \text{ 分}$$

空载时电磁转矩为空载转矩, 此时电枢电流

$$I_{a0} = \frac{T_e}{C_T \Phi} = \frac{T_0}{C_T \Phi} = \frac{174.24}{8.031} = 21.696 \text{ A} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{电枢感应电动势 } E_a = U_N - I_{a0} R_a = 440 - 21.696 \times 0.078 = 438.31 \text{ V} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{电机空载转速 } n = \frac{E_a}{C_e \Phi} = \frac{438.31}{0.841} = 521.2 \text{ r/min} \quad 1 \text{ 分}$$

42、一台 $P_N=7.5kW$, $U_N=380V$, $n_N=960r/min$, 六极三相异步电动机, 定子三角形

接线, 额定负载时, $\cos\Phi_N=0.827$, $p_{cu1}=470W$, $p_{Fe}=234W$, $p_\Omega=45W$, $p_\Delta=80W$, 试计

算: (1) 在额定负载时的转差率 s ; (2) 转子铜耗 p_{cu2} ; (3) 电磁转矩 T_e ; (4) 定子电流

I_1 。

解: (1) 同步转速 $n_s = \frac{60f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000r/min$ (1分)

转差率: $s = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0.04$ (1分)

(2) 电磁功率: $P_e = P_{cu2} + p_\Omega + p_\Delta + P_N = sP_e + 0.045 + 0.08 + 7.5$

$$P_e = \frac{0.045 + 0.08 + 7.5}{1 - s} = \frac{7.625}{0.96} = 7.943kW \quad (2分)$$

转子铜耗: $P_{cu2} = sP_e = 0.04 \times 7.943 = 0.3177kW$ (1分)

(3) 电磁转矩: $T_e = \frac{P_e}{\Omega_s} = \frac{7.943 \times 10^3}{1000 \times 2\pi/60} = 75.85Nm$ (2分)

(4) 输入功率: $P_1 = P_{Fe} + P_{cu1} + P_e = 0.234 + 0.47 + 7.943 = 8.647kW$ (1分)

$$\text{输入定子电流: } I_1 = \frac{P_1}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi_N} = \frac{8.647 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.827} = 15.89A \quad (2分)$$