

6.0元

电机学

重庆邮电大学 2014 - 2015 学年第 1 学期

电机学 (期末) (B 卷)

题号	一	二	三	四	五	总分
分数						

一、填空题 (本大题共 10 小题, 每小空 1 分, 共 20 分)

1、一台三相变压器的额定电压 $U_{1N}/U_{2N}=10KV/380V$, 绕组为 Y/d-3 接法, 则其

$$\text{变比为 } \frac{10 \times 10^3 / \sqrt{3}}{380} = 15.2 \quad \cdot \quad \frac{10^3}{38\sqrt{3}} \quad \frac{500}{19\sqrt{3}}$$

2、变压器主磁通 Φ_m 。在一、二次绕组中分别感应产生时电动势为 E_1 、 E_2 ,

$$\text{其大小分别为 } \underline{4.44 f N_1 \phi_m} \quad \text{和} \quad \underline{4.44 f N_2 \phi_m}。$$

3、变压器在有负载情况下, 对于无功功率, 当 I_1 滞后 $U_1 90^\circ$, 采用电动机惯例时, 称为 吸收滞后性无功功率; 采用发电机惯例, 则称为 发出滞后性无功功率。4、变压器中一次侧和二次侧的绕组比为 k , 将二次绕组折算到一次绕组时, 电流乘以 $\underline{\frac{1}{k}}$; 阻抗 (包括电阻和电抗) 乘以 $\underline{k^2}$ 。⑤ 在同步发电机中, 定子的转速为 n , 相应的电角速度为 $\omega = p \frac{2\pi n}{60}$ 。6、在同步发电机中, 电枢反应是指 基波电枢磁动势对基波励磁磁动势的影响。7、根据同步电动机的 V 形曲线图可知, 功率因数 $\cos \varphi=1$ 线左边属于 超前 (欠励) 区域, 右边属于 滞后 (过励) 区域。8、在分析电机运行中, 可以采用对称分量法来分析电路, 采用发电机惯例, 可以将各相序分为 正序 分量、负序 分量和 零序 分量。⑨ 变压器进行短路实验主要用于测量 漏电抗 $X_{\sigma 1}$ 、 $X_{\sigma 2}$ 值, 空载试验则用于测量 励磁阻抗 Z_m 值。10、他励直流电动机的励磁方法有 他励 方式、并励 方式、串励 方式和 复励 方式。

二、选择题（本大题共 10 小题，每小题 2 分，共 20 分，每题至少有一个答案是正确的。）

1、变压器负载运行时，属于变压器的不可变损耗的是：【 A 】

- A 交变磁通在铁心中引起的铁耗 B 一次绕组电阻上的铜耗
C 二次绕组的负载损耗 D 二次绕组的铜耗

2、以下关于变压器二次电压的变化大小 ΔU 说法不正确的是【 BCD 】

- A ΔU 与负载因数有关 B ΔU 与负载的性质无关
C ΔU 与一次回路中的电流有关 D ΔU 与回路阻抗无关

3、影响交流电机电动势的大小的因素有【 ABCD 】

- A 磁极对数 B 定子槽数
C 线圈支路数 D 线圈的机械角度

4、电机定子中通入三相交流电，关于瞬时合成磁场方向说法不正确的是【 ABD 】

- A.基波磁场方向与 A 相的电流方向一致
B.基波磁场方向与 B 相的电流方向一致
C.基波磁场方向与三相中瞬间电流最大相的方向一致
D.基波磁场方向与电流方向总是垂直

5、三相异步电机的调速方法有【 ABC 】

- A.电压调速 B.变极调速
C.变频调速 D.电流调速

6、直流电机的调速方法有【 ABC 】

- A 电枢串电阻调速 B 改变端电压调速
C 改变磁通调速 D 改变定子磁极调速

7、以下属于三相异步电动机的无功功率的组成部分的是【 BD 】

- A 定子铜损耗 B 转子铁损耗 C 转子机械功率 D 定子铁损耗

8、以下属于直流电动机的起动方式的是【 ABD 】

- A 全压起动 B 电枢串接电阻起动
C Y- Δ 起动 D 降压起动

9、同步发电机并联合闸时，如果发电机频率 f_g 大于或者小于电网电压 f_s 其他条件不变的情况下，那么合闸后会发以下哪些情况【 C D 】

- A 发电机发出滞后的无功功率 B 发电机吸收滞后的无功电流
C 发电机输出有功电流 $f_g > f_s$ D 发电机输入有功电流 $f_g < f_s$

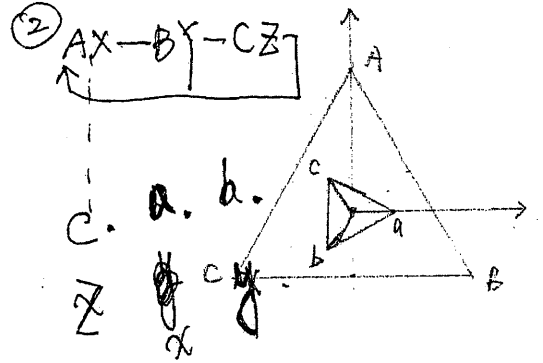
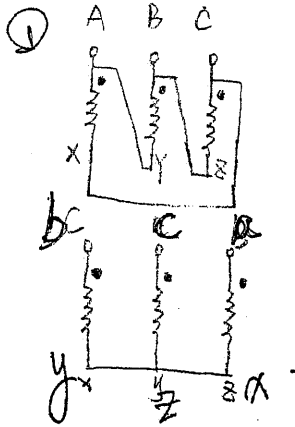
10、以下关于三相异步电机电磁转矩 T 说法不正确的是【 ABD 】

- A T 与电机定子输入电压成正比 B 转子回路电流越大， T 越小
C 转差率越大， T 越大 D 定子回路电流频率越高， T 越大

② $Y/d-1$
 $ax-by-cz \rightarrow ax$
 \Downarrow
 $D/y-11 \Rightarrow D/y-7 \Rightarrow D/y-3$

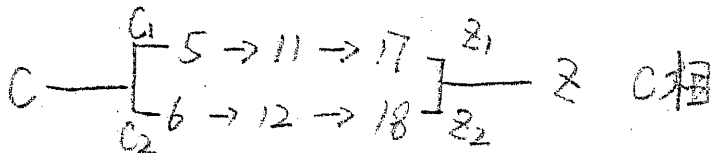
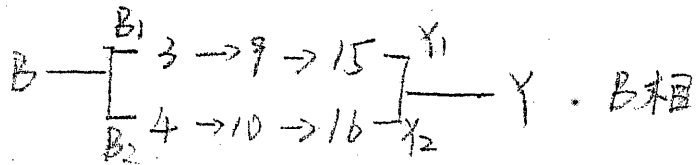
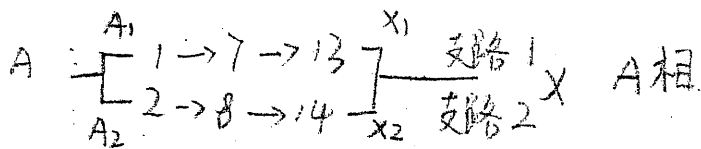
三、作图分析题 (本大题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 分)

1、绘制出三相变压器的联接图 Dy-3, 并画出相应的相量图。



① $Y/d-11$
 $ax-cz-by \rightarrow ax$
 \Downarrow
 $D/y-1$
 $ax-cz-by \rightarrow ax$
 \Downarrow
 $D/y-3$

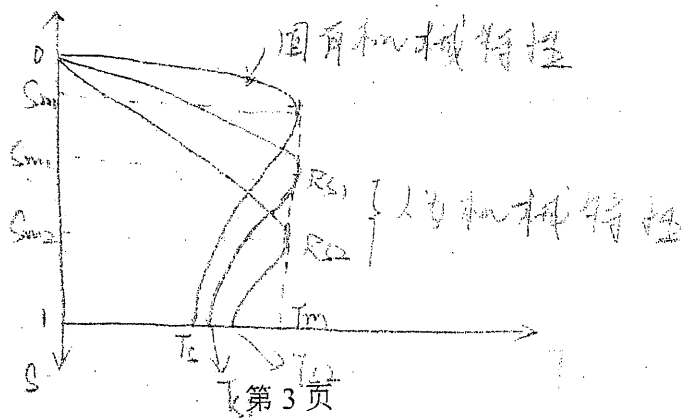
2、已知: 电机槽数=18, 磁极=6, 线圈接法采用整距线圈方式, 每相由 6 个槽构成, 支路数为 2。要求: 画出定子侧产生的电动势为三相三角形型连接方式, 并写出分析过程。如不能画出请说明理由。



$P=3, \quad \alpha=18$
 电角度 $\alpha = \frac{P \times 360^\circ}{\alpha} = 60^\circ$
 $\therefore \frac{180^\circ}{60} = 3$ 为整数

3、画出转子串接电阻调速时的机械特性, 并在图中标出不同电阻值情况下转差率的变化情况。

三相交流异步电机



四、问答题（本大题共3小题，每小题5分，共15分）

1、简述同步发电机的5种基本特性是哪些？

P55

空载特性

短路特性

负载特性

电压调整特性

调整特性

2、简述电机中椭圆形磁动势的形成过程。

绕组所产生的磁动势是脉振性质，分解为正转和反转
旋转磁动势

$$\text{合成旋转磁动势的方程为 } \frac{F_x^2}{(F'+F'')^2} + \frac{F_y^2}{(F'-F'')^2} = 1$$

当 $F''=0$ 或 $F'=0$ 时，合成磁动势矢量的轨迹是圆，
称为正转（或反转）圆形磁动势。

③ 简述三相异步电动机的稳定运行条件是哪些？

T ：电磁转矩

T_L ：负载转矩

s ：转差率

当 $\frac{dT}{ds} > \frac{dT_L}{ds}$ 时，电动机稳定运行

当 $\frac{dT}{ds} < \frac{dT_L}{ds}$ 时，电动机不能稳定运行

注：上述稳定运行条件是第4页在定子外施电压又不太高且没有
采用任何反馈控制方法的前提下得到的。

五、计算题 (本大题共 3 小题, 每小题 10 分, 共 30 分)

1、一台单相双绕组变压器, 额定数据为: $S_N=20\text{kV}\cdot\text{A}$, $U_{1N}/U_{2N}=220\text{V}/110\text{V}$, $|Z_k|=0.08$ 。现将它改接为额定电压为 $220\text{V}/330\text{V}$ 的升压自耦变压器, 求:

(1) 该自耦变压器的一、二次额定电流和额定容量;

(2) 该自耦变压器的短路阻抗标么值 $|Z_{ka}|$ 。

1) 由题意知 $I_{2NA} = I_{2N} = \frac{S_N}{U_{2N}} = \frac{20 \times 10^3}{110} = 181.81 \text{ (A)}$

$$I_{1NA} = I_{1N} + I_{2N} = \frac{S_N}{U_{1N}} + I_{2N} = \frac{20 \times 10^3}{220} + 181.81 = 90.91 + 181.81 = 272.72 \text{ (A)}$$

额定容量 $S_N = U_{1NA} \cdot I_{2NA} = 220 \times 272.72 = 59998.4 \text{ (V}\cdot\text{A)}$

2) $|Z'_{ka}| = |Z_k| \times \frac{U_{2N}}{I_{2N}} = 0.08 \times \frac{110}{181.81} = 0.048$

标么值为 $|Z_{ka}| = \frac{|Z'_{ka}| I_{2NA}}{U_{2NA}} = \frac{0.048 \times 181.81}{330} = 0.02645$

2、一台三相 50Hz 的异步电动机, 额定转速为 980r/min , 额定功率 $P_N=150\text{KW}$, 额定运行时机械损耗为 $p_m=2.5\text{kw}$, 忽略附加损耗, 求:

(1) 该电动机的额定转差率, 电磁功率, 和转子的铜损耗;

(2) 该电动机额定运行时的电磁转矩, 输出转矩和空载转矩。

1) 由 $f_1 = 50\text{Hz}$, $n_n = 980\text{r/min}$ 知 $n_1 = 1000\text{r/min}$

$$s_N = \frac{n_1 - n_n}{n_1} = \frac{1000 - 980}{1000} = 0.02$$

$$P_m = P_N + p_m = 150\text{kw} + 2.5\text{kw} = 152.5\text{kw}$$

$$P_{em} = \frac{P_m}{1 - s_N} = \frac{152.5}{1 - 0.02} = 155.61\text{kw}$$

$$P_{out} = s_N P_{em} = 0.02 \times 155.61 = 3.1122\text{kw}$$

2) $T_N = \frac{P_m}{\Omega_n} = \frac{P_m}{2\pi n_n/60} = \frac{60 \times 152.5 \times 10^3}{2\pi \times 980} = 1485.99\text{ N}\cdot\text{m}$

$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_n} = \frac{P_{em}}{2\pi n_n/60}$ 第5页 $\frac{60 \times 155.61 \times 10^3}{2\pi \times 980} = 1461.63\text{ N}\cdot\text{m}$

$$T_0 = T_N - T_{em} = 1485.99 - 1461.63 = 24.36\text{ N}\cdot\text{m}$$

3、一台并励直流发电机， $P_N=30\text{KW}$ ， $U_N=230\text{V}$ ， $n_N=1500\text{r/m}$ ，电枢回路总电阻为 $R_a=0.35$ 欧，励磁回路总电阻 $R_f=72.5$ 欧，额定负载时的机械损耗和铁损为 $p_m+p_{Fe}=1.5\text{KW}$ ，设附加损耗为 $p_{ad}=0.02P_N$ ，求额定运行时电枢回路和励磁回路的铜耗、电磁功率、电磁转矩和效率。

$$\text{额定电流 } I_N = \frac{P_N}{U_N} = \frac{30 \times 10^3}{230} = 130.43 \text{ A}$$

$$\text{额定励磁电流 } I_{fN} = \frac{U_N}{R_f} = \frac{230}{72.5} = 3.17 \text{ A}$$

$$\text{额定电枢电流 } I_{aN} = I_N + I_{fN} = 133.60 \text{ A}$$

$$\text{电枢铜耗 } P_{a\text{cu}} = I_{aN}^2 R_a = 133.60^2 \times 0.35 = 6247.136 \text{ (W)}$$

$$\text{励磁铜耗 } P_{f\text{cu}} = I_{fN}^2 R_f = 3.17^2 \times 72.5 = 728.545 \text{ (W)}$$

$$\begin{aligned} \text{额定电磁功率 } P_{em} &= P_m + P_{a\text{cu}} + P_{f\text{cu}} \\ &= 30 + 6247 + 728.545 = 36976 \text{ (W)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{额定输入功率 } P_{in} &= P_{em} + p_m + p_{Fe} + p_{ad} \\ &= 36976 + 1.5 + 0.02 \times 30 \\ &= 37.076 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\text{额定效率 } \eta_N = \frac{P_N}{P_{in}} \times 100\% = \frac{30}{37.076} \times 100\% = 81.18\%$$

5.0

电机学

试题编号:

重庆邮电大学 2012/2013 学年第 1 学期

电机学课程试卷 (期末)(A 卷)

号	一	二	三	四	总分
得分					
评卷人					

一、填空题: (35 分)

1. 在国际单位制中, 磁场强度单位是 A/m。电磁感应定律的物理意义是, 当闭合的线圈中磁通发生变化时, 线圈中的产生的感应电流所产生的磁场 阻碍 原来磁通的变化。一个线圈产生的磁通所经过路径的磁阻越大, 说明该线圈的电感就越 小。
2. 变压器损耗包括绕组铜耗和 铁耗, 后者又包括涡流和磁滞损耗。电力变压器最大效率通常设计在负载系数为 0.5~0.6 之间。当 可变损耗等于不变损耗 (或 $\beta = \sqrt{\frac{P_0}{P_{KN}}}$) 时, 变压器效率达最大。
3. 由于铁心饱和特性, 施加正弦电压时变压器激磁电流波形通常为 尖顶 波, 而铁心的磁滞特性使之成为 不对称尖顶 波。
4. 并联运行的变压器必须有相同的电压等级, 且属于相同的 连接组。各变压器的负载分配与该变压器的额定容量成正比, 与 短路电压 (标幺值) 成反比。 短路电压 (标幺值) 小的变压器先达到满载。
5. 三相变压器组不能接成 Yy 的原因是励磁绕组中需要的 三次谐波 电流不能流通, 使磁通近似为 平顶波 波, 会在绕组中电动势波形严重畸变, 产生 过电压 危害线圈绝缘。
6. 三相变压器组的零序阻抗比三相铁心式变压器的零序阻抗 大。

7. 电压互感器二次侧不允许 短路，而电流互感器二次侧不允许 开路。
8. 交流电机绕组的短距和分布既可以改善磁动势波形，也可以改善 电势 波形。设电机定子为双层绕组，极距为 12 槽，为同时削弱 5 次和 7 次谐波，绕组的节距应取 10 槽。单层绕组的短距系数为 1.0。
9. 脉振磁动势可以分解为两个 圆形旋转 磁动势，它们的旋转方向相反，幅值是脉振磁动势的 1/2 (一半)。三相不对称电流流过三相对称绕组产生 椭圆形 磁动势，当它的幅值最小时，速度最 大。
10. 设异步电动机磁场基波频率为 f_1 ，同步速为 n_1 ，转速为 n ，则气隙中的 ν 次谐波磁场在定子绕组上的感应电势频率为 f_1 ，在转子绕组上感应电势频率为 $f_1 - \frac{\nu f_1 n}{n_1}$ 。
11. 异步电动机频率归算后转子回路将增加一项附加电阻，其上的电功率代表转子的 总的机械功率 功率，该电阻称为 模拟 电阻。
12. 异步电动机的电源电压降低 10%，电机的过载能力降低到 80%，临界转差率 不变，负载不变时，电机的转速将 降低。
13. 异步电机转子结构有鼠笼式和 绕线 式两种。利用变比为 K_A 的自耦变压器对鼠笼异步电机进行降压启动时，电网提供的电流与电机直接启动时的电流之比为 $\frac{1}{K_A^2}$ 。异步电机恒转矩变频调速时，定子电压 与定子电流频率之比应保持不变，目的是为了保持 磁通 不变。

二、简答题：(35分)

1. 画出 Yd7 和 Dd4 三相变压器绕组连接图，并作出相应的电动势矢量图。
(8 分)

5. 画出变压器和异步电动机负载时的等效电路，从能量转换的角度说明它们的异同点。(6分)

三、 计算题：(30分)

1. 两台三相变压器串联运行，容量均为 1500kVA，两次降压后，供一负载，两台变压器均为 Dy 连接，第 I 台额定电压为 66/6.3kV，第 II 台额定电压为 6.3/0.4kV，当两台变压器在 6.3kV 侧做短路试验，数据如下，试求：
- (1) 每台变压器的短路阻抗 Z_k , r_k , x_k 的标么值；(8分)
- (2) 额定负载时，功率因数为 0.9 滞后时总的电压变化率。(7分)

变压器	线电压 (V)	短路电流 (A)	三相功率 (kW)
I	334	130	14
II	300	124	12

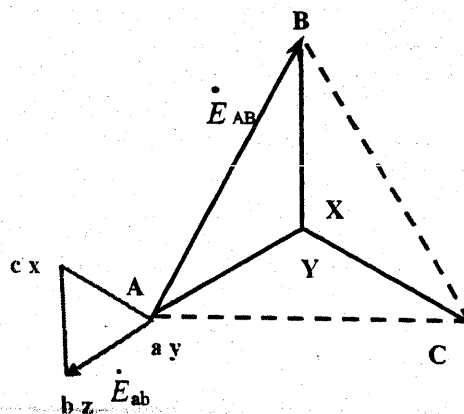
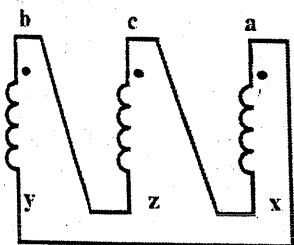
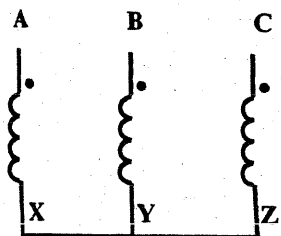
2. 一台三相四极异步电动机, 150kW, 50Hz, 380V, Y 接法, 额定负载时 $p_{cu2}=2.2\text{kW}$, $p_{mec}=2.6\text{kW}$, 附加损耗 $p_{ad}=1.1\text{kW}$ 。试求:
- (1) 额定运行时的转速、转差率; (4 分)
 - (2) 额定运行时的电磁功率和电磁转矩; (5 分)
 - (3) 如额定运行时, 保持负载转矩不变, 在转子绕组中串入电阻使电机的转速降低 10%, 问串入的电阻阻值是原转子电阻的多少倍? 调速后的转子铜耗是多少? (6 分)

参考答案:

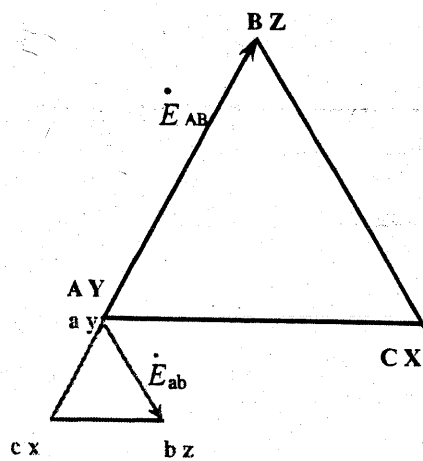
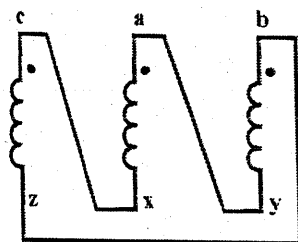
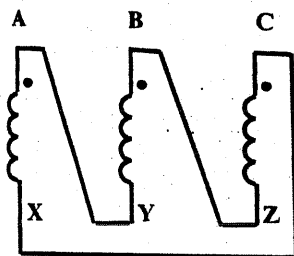
二、简答题

1. 答:

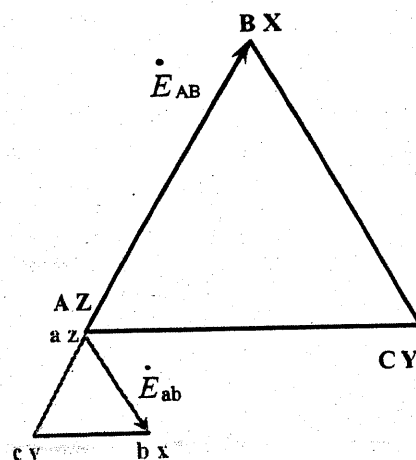
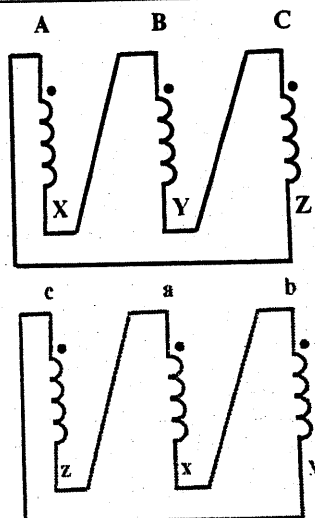
Yd7:



Dd4:



or:



2. 答:

双层短距绕组可以等效为两个相位相差短距角 β 的单层绕组，其双层短距绕组的基波和谐波电势为两个单层绕组相应电势的矢量和，其数值分别小于其代数和，其减小系数为短距因数，谐波的短距因数要小于基波的短距因数。因此，通过短距，牺牲一点基波来达到更多地抑制谐波的作用。

3. 答:

三相对称绕组连成星形接法，接入三相对称电压，形成旋转磁场，基波合成磁动势是一个圆形旋转磁动势，其幅值不变，为一相脉动磁动势幅值的 $3/2$ 倍，旋转速度为 $60f/p$ 。

若有一相断线，如 a 相，则：

$$i_a = 0, i_b = I_m \sin \omega t, i_c = -I_m \sin \omega t$$

以 b 相绕组轴线为参考轴，则：

$$\text{b 相磁动势基波} \quad f_{b1}(t, x) = F_{m1} \sin \omega t \cos x$$

$$\text{c 相磁动势基波} \quad f_{c1}(t, x) = -F_{m1} \sin \omega t \cos(x - \frac{2\pi}{3}) \quad (2 \text{ 分})$$

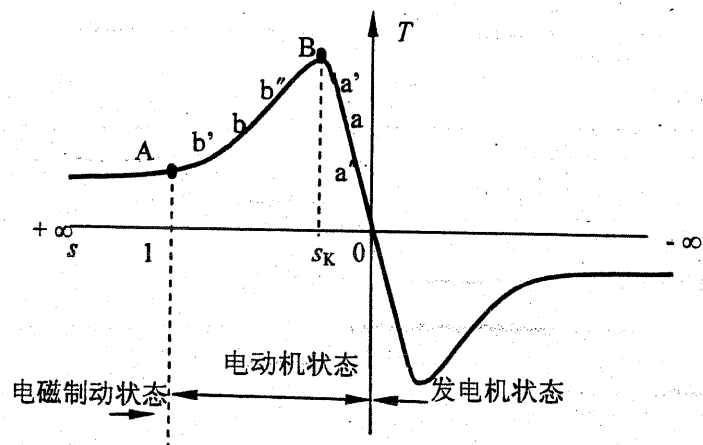
合成磁动势基波

$$\begin{aligned} f_1 &= f_{b1} + f_{c1} \\ &= F_{m1} \sin \omega t \cos x + [-F_{m1} \sin \omega t \cos(x - \frac{2\pi}{3})] \\ &= -2F_{m1} \sin \omega t \sin(x - \frac{\pi}{3}) \sin \frac{\pi}{3} \\ &= \sqrt{3} F_{m1} \cos(x + \frac{\pi}{6}) \sin \omega t \end{aligned}$$

合成磁动势为脉动磁动势，幅值为一相磁动势幅值的 $\sqrt{3}$ 倍。

4. 答:

异步电机的 T - s 曲线



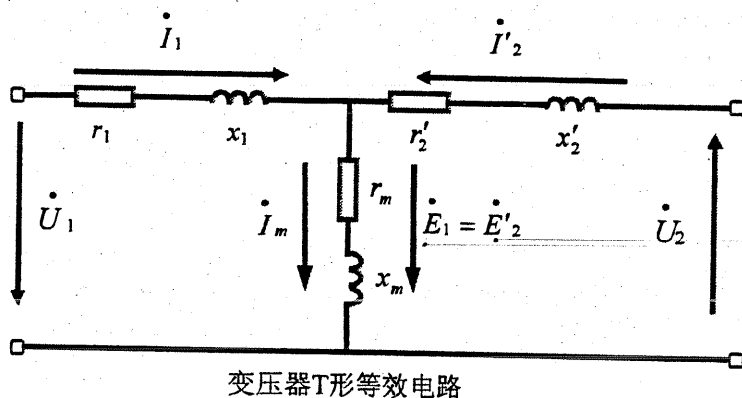
图中, A 点为起动点 ($n=0, s=1$); B 点为临界转差率点 (最大转矩点)。

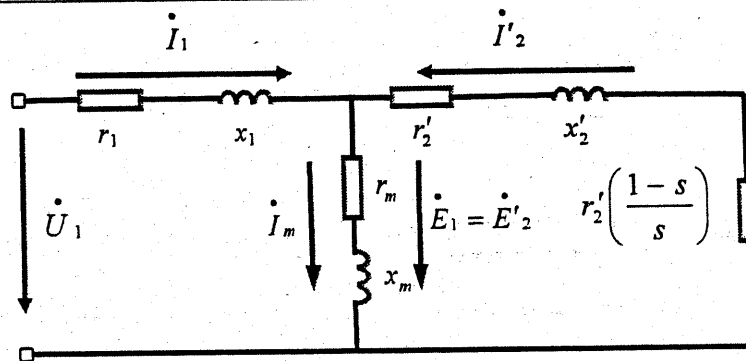
$s=0 \sim s_K$ 的区域为稳定运行区域, $s=s_K \sim 1$ 的区域为不稳定运行区域。

解释:

- (1) $s=0 \sim s_K$ 区域: 设电机原来稳定运行在图中的 a 点。此时, 若发生扰动使 T_L 突然增大, 则电机转速下降, 电动机运行在 a' 点; 当扰动因素消除后, 电动机加速从而恢复到原来运行点 a; 若扰动使 T_L 突然减小, 则电机转速上升, 电动机运行在 a'' 点, 当扰动因素消除后, 电动机减速从而亦可恢复到原来运行点 a。可见, 在 $s=0 \sim s_K$ 区域内, 电动机可稳定运行。
- (2) $s=s_K \sim 1$ 区域: 设电机原来稳定运行在图中的 b 点。此时, 若发生扰动使 T_L 突然增大, 则电机转速下降, 转差率 s 将增加, 电动机运行在 b' 点, 此时电磁转矩 T 将减小, 则电机将继续减速, 直至停止; 若发生扰动使 T_L 突然减小, 则电机转速上升, 转差率 s 将减小, 电动机运行在 b'' 点, 此时电磁转矩 T 将增大, 则电机将继续加速, 直至稳定运行区相应的平衡点。可见, 在 $s=s_K \sim 1$ 区域内, 电动机不能稳定运行。

5. 答:





异步电动机T形等效电路

(1) 相同点:

变压器和异步电动机能量转换都是利用了电磁感应定律的基本原理; 能量传递都是以磁场作为媒介, 两侧都无直接电的联系。

(2) 不同点: (答出其一即可)

- ◇ 前者实现不同电压的电能量转换; 后者实现电能到机械能的转换, 气隙是其能量转换的场所。
- ◇ 前者主磁场为铁心中的磁场, 是静止交变脉动磁场; 后者的主磁场为气隙磁场, 是旋转磁场。
- ◇ 前者磁路中无气隙, 激磁电流较小; 而后者有气隙, 激磁电流较大。
- ◇ 前者等效电路中的负载是实际存在的; 而后者等效电路中的负载电阻是模拟的。

三、

1. 解:

(1) 对于第 I 台变压器, 短路试验在低压侧进行, 低压侧 y 形连接, 相电流等于线电流为 130A, 线电压为 334V。

$$\text{低压侧额定相电流 } I_{2N\phi} = \frac{S_{NI}}{\sqrt{3}U_{2NI}} = \frac{1500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.3 \times 10^3} = 137.46(A)$$

$$\text{低压侧阻抗基值 } Z_{2bl} = \frac{U_{2N\phi}}{I_{2N\phi}} = \frac{6.3 \times 10^3 / \sqrt{3}}{137.46} = 26.46(\Omega)$$

$$\text{短路阻抗 } Z_{KI} = \frac{U_{KI}}{\sqrt{3}I_{KI}} = \frac{334}{\sqrt{3} \times 130} = 1.48(\Omega)$$

$$\text{短路电阻 } r_{KI} = \frac{p_{KI}}{3I_{KI}^2} = \frac{14 \times 10^3}{3 \times 130^2} = 0.28(\Omega)$$

$$\text{短路电抗 } x_{KI} = \sqrt{Z_{KI}^2 - r_{KI}^2} = \sqrt{1.48^2 - 0.28^2} = 1.45(\Omega)$$

$$\text{短路阻抗标么值 } Z_{KI*} = \frac{Z_{KI}}{Z_{2bl}} = \frac{1.48}{26.46} = 0.056$$

$$\text{短路电阻标么值 } r_{KI*} = \frac{r_{KI}}{Z_{2bl}} = \frac{0.28}{26.46} = 0.011$$

$$\text{短路电抗标么值 } x_{KI*} = \frac{x_{KI}}{Z_{2bl}} = \frac{1.45}{26.46} = 0.055$$

对于第 II 台变压器, 短路试验在高压侧进行, 高压侧 Δ 形连接, 相电压等于线电压为 300V, 线电流为 124A。

$$\text{高压侧额定相电流 } I_{IN\phi I} = \frac{S_{NI}}{3U_{IN\phi I}} = \frac{1500 \times 10^3}{3 \times 6.3 \times 10^3} = 79.37(A)$$

$$\text{高压侧阻抗基值 } Z_{1bII} = \frac{U_{IN\phi I}}{I_{IN\phi I}} = \frac{6.3 \times 10^3}{79.37} = 79.38(\Omega)$$

$$\text{短路阻抗 } Z_{KII} = \frac{U_{KII}}{I_{KII}} = \frac{300}{124/\sqrt{3}} = 4.19(\Omega)$$

$$\text{短路电阻 } r_{KII} = \frac{P_{KII}}{3I_{KII}^2} = \frac{12 \times 10^3}{3 \times (124/\sqrt{3})^2} = 0.78(\Omega)$$

$$\text{短路电抗 } x_{KII} = \sqrt{Z_{KII}^2 - r_{KII}^2} = \sqrt{4.19^2 - 0.78^2} = 4.12(\Omega)$$

$$\text{短路阻抗标么值 } Z_{KII*} = \frac{Z_{KII}}{Z_{1bII}} = \frac{4.19}{79.38} = 0.053$$

$$\text{短路电阻标么值 } r_{KII*} = \frac{r_{KII}}{Z_{1bII}} = \frac{0.78}{79.38} = 0.0098$$

$$\text{短路电抗标么值 } x_{KII*} = \frac{x_{KII}}{Z_{1bII}} = \frac{4.12}{79.18} = 0.052$$

(2)

$$\text{已知功率因数 } \cos \theta = 0.9$$

$$\text{则有 } \sin \theta = 0.4359$$

略去励磁电流后等效电路参数

$$r_{K*} = r_{KI*} + r_{KII*} = 0.011 + 0.0098 = 0.0208$$

$$x_{K*} = x_{KI*} + x_{KII*} = 0.055 + 0.052 = 0.107$$

$$u_{a*} = r_{K*} = 0.0208, \quad u_{r*} = x_{K*} = 0.107$$

则电压调整率

$$\begin{aligned} \Delta U &= (u_{a*} \cos \theta + u_{r*} \sin \theta) \times 100\% \\ &= (0.0208 \times 0.9 + 0.107 \times 0.4358) \times 100\% \\ &= 6.54\% \end{aligned}$$

2. 解:

(1) 同步转速

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

$$p_{Cu1} = p_{Cu2} = 2.2\text{kW}, \quad p_{Fe} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{则电磁功率 } P_M &= P_N + p_{Cu1} + p_{ad} + p_{mec} \\ &= 150 + 2.2 + 1.1 + 2.6 = 155.9(\text{kW}) \end{aligned}$$

$$\text{总的机械功率 } P_i = P_M - p_{Cu2} = 155.9 - 2.2 = 153.7(\text{kW})$$

$$\text{由 } P_i = (1-s)P_M$$

$$\text{得转差率 } s = 0.0141$$

$$\text{则转速 } n = (1-s)n_1 = 1479(\text{r/min})$$

$$(2) \quad \text{已求电磁功率 } P_M = 155.9(\text{kW})$$

电磁转矩
$$T = \frac{P_i}{\Omega} = \frac{60P_i}{2\pi n} = \frac{60 \times 153.7 \times 10^3}{2\pi \times 1479} = 992.9 (\text{N} \cdot \text{m})$$

(3)
$$s' = \frac{n_1 - n'}{n_1} = \frac{1500 - 0.9 \times 1479}{1500} = 0.1126$$

由
$$\frac{r'_2}{s} = \frac{r'_2 + r'_\Delta}{s'}$$

得
$$\frac{r'_\Delta}{r'_2} = 6.99$$

即串入的电阻阻值约是原转子电阻的 6.99 倍。

负载转矩不变，接入调速电阻后转子电流不变。调速后转子绕组铜耗仍有 $P_{\text{Cu}2} = 2.2 \text{ kW}$

调速后的转子铜耗为

$$P_{\text{Cu}\Delta} = 3I_2'^2 r'_\Delta = 3I_2'^2 (7.99 r'_2) = 7.99 \times 2.2 = 17.58 \text{ kW}$$

试题编号:

重庆邮电大学 2011—2012 学年第一学期

电机学 (期末) (B 卷) (闭卷)

题 号	一	二	三	四	总 分
得 分					
评卷人					

一、填空题: (每空 1 分, 共 20 分)

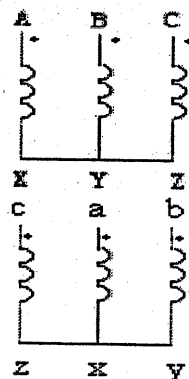
1. 一台变压器加额定电压时, 主磁通为 Φ , 空载电流为 I_0 , 励磁阻抗为 Z_m , 现将电源的频率从 50Hz 改变为 60Hz, 其它情况不变, 并假定磁路线性, 则现在的磁通 $\Phi' = \Phi$, 空载电流 $I_0' = \underline{\hspace{2cm}} I_0$, 励磁阻抗 $Z_m' = \underline{\hspace{2cm}} Z_m$.
2. 某变压器带感性负载运行时, 若负载电流相同, 则 $\cos \phi_2$ 越小, 副边电压变化率越 , 效率越 .
3. 一台单相变压器, 铁芯柱上有三个绕组, 已知 $U_1=330V$, $W_1=700$ 匝, 为获得 $U_2=220V$, $U_3=11V$, 应使 $W_2=\underline{\hspace{2cm}}$ 匝, $W_3=\underline{\hspace{2cm}}$ 匝。若已知绕组 W_1 开路, $\dot{I}_3=10\angle 10^\circ A$, 忽略励磁电流, 则 $\dot{I}_2=\underline{\hspace{2cm}} A$.
4. 拖动恒转矩负载运行的并励直流电动机, 若减弱磁通, 电枢电流将 .
5. 交流电机绕组高次谐波电势, 如 5 次和 7 次谐波, 可以通过的方法大大削弱。
6. 三相同步电机, 定子上 A、B 两导体空间相隔 20° 机械角度, 该电机接于 50Hz 三相交流电源, 同步转速为 750r/min, 则 A、B 两导体的空间电角度为 。
7. 两台额定值相同的变压器, 仅短路阻抗标幺值 Z_k 不同, 则 Z_k 越小, I_k 。
8. 为改变他励直流电动机的转向, 可以改变 。
9. 交流电机 $p=12$, 在一相绕组中通入正弦交流电流, 产生基波和三次谐波磁动势, 则三次谐波电动势与基波电动势之比为 , 基波磁动势幅值和三次谐波磁动势幅值之比为 。

二. 选择题 (每空 1 分, 共 10 分)

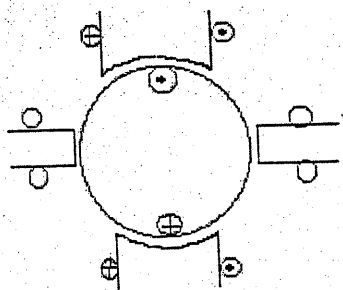
1. 一台他励直流发电机若改变转向, 则换向极的极性 (A)。
A. 改变; B. 不变。
2. 变压器的空载损耗 (D), 短路损耗 (C)。
A、全部为铜耗 B、全部为铁耗
C、主要为铜耗(可变) D、主要为铁耗 (不变损耗)
3. 一台并励直流发电机, 空载运行于某一电压下, 如将其转速升高 10% 则发电机的端电压将 ()。
A、升高 10%, B、不变, C、升高 >10%, D、升高 <10%
4. 一台变压器若将其原边外加电压 U_1 和频率 f_1 同时提高 10%, 其铁心损耗 (A), 激磁电流 (C), 激磁电抗 (A)。
A. 升高 B. 降低 C. 不变。
5. 直流电机换向时, 若换向元件内的合成电动势为 0, 则换向为 ()
A. 延迟换向; B. 直线换向; C. 超越换向。
6. 变压器一次绕组接额定电压, 二次绕组的输出电压高于额定电压, 其负载性质是 (B)。
A. 纯阻负载; B. 容性负载; C. 感性负载。
7. 一台并励直流电动机若改变电源极性, 则电机的转向 (B)。
A. 改变; B. 不变。
1. 一台他励直流发电机若改变转向, 则换向极的极性 (A)。
A. 改变; B. 不变。

三. 作图题 (每题 4 分, 20 分)

1. 用相量图判断图示变压器的连接组别。

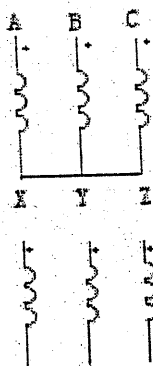


2. 一台直流电动机，励磁绕组电流及电枢电流的方向如图所示，请在图中标出主磁极极性； 电机转向及电磁转矩方向；换向极极性；换向极绕组电流的方向。

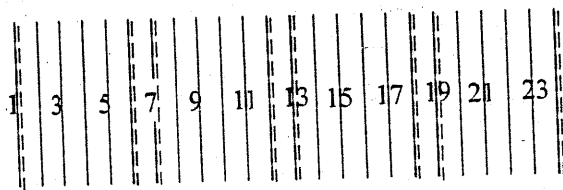


3. 画出变压器的“T”型等效电路图，并说明个参数的物理意义。

4. 一台变压器采用 Y,d5 连接，画出相量图和绕组连接图。



5. 一台三相交流电机，极对数 $P=2$ ，定子槽数 $Q=24$ ，并联支路数 $a=2$ ，采用双层短距绕组，确定节距 y ，并画出其中一相的绕组展开图。



四、计算题 (50)

1. 一台并励直流电动机, 额定功率 $P_N = 7.5\text{kW}$, 额定电压 $U_N = 220\text{V}$, 额定电流 $I_N = 42\text{A}$, 额定转速 $n_N = 1470\text{r/min}$, 电枢回路的总电阻 $R_a = 0.2\Omega$, 励磁电阻 $R_f = 110\Omega$ 。试求电机额定运行时: 1) 输出转矩 T_2 ; 2) 电枢电动势 E_a ; 3) 额定电磁转矩 T_e 。

2. 有一并励直流电动机其额定数据为:

$$P_N = 2.6\text{KW} \quad U_N = 110\text{V} \quad I_N = 28\text{A} \quad R_a = 0.2\Omega \quad R_{fN} = 140\Omega \quad n_N = 1470\text{r/min}$$

设在额定负载下, 在电枢回路中串入 0.6Ω 电阻, 略去电枢反应不计, 计算

- 1) 接入电阻瞬间的电动势; 2) 瞬间电流; 3) 瞬间转矩; 4) 稳态时电动机的转速。

3. 一台三相变压器，额定数据为： $S_N = 5500 \text{ kVA}$ ， $U_{1N} / U_{2N} = 10 \text{ kV} / 6.3 \text{ kV}$ ，
Y, d11 连接，其实验数据如下：

试验类型	线电压/V	线电流/A	三相功率/kW
空载试验（在低压侧）	6300	10	6
短路试验（在高压侧）	560	317.6	20

试求： 1) 归算到一次侧近似等效电路的参数； 2) 用标幺值表示时 T 形等效
电路参数； 3) 满载且 $\cos = 0.8$ （滞后）时变压器的电压调整率。

4. 某变电所有二台额定电压相同组号为 Y,yn0 的三相变压器并联运行，其数据为：

第一台： $S_{N1} = 5000 \text{ kVA}$ ， $Z_{k1}^* = 0.06$ ，

第二台： $S_{N2} = 6300 \text{ kVA}$ ， $Z_{k2}^* = 0.075$ ，

试求： 1) 当总负载为 9000 kVA 时，每台变压器应分担多少？ 2) 在每台变压器
均不过载的情况下，并联组的最大输出是多少？

《电机学》试题参考答案

1、0.83, 0.83, 1.2

2、大, 低

3、466.6, 32.3, $0.5 \angle 10^\circ \text{A}$

4、增大

5、采用分布和短距绕组

6、 80°

7、大

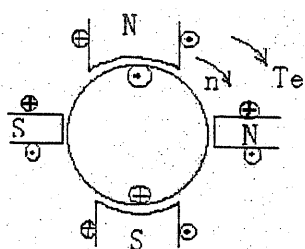
8、电枢绕组两端的极性

9、3, 3

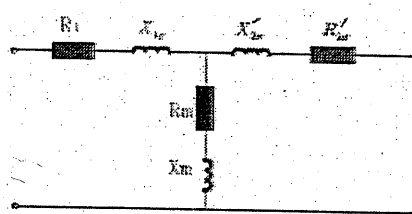
二、1、A. 2、D; C 3、C 4、A; C; A 5、B 6、B 7、B

三、1、Y,y4

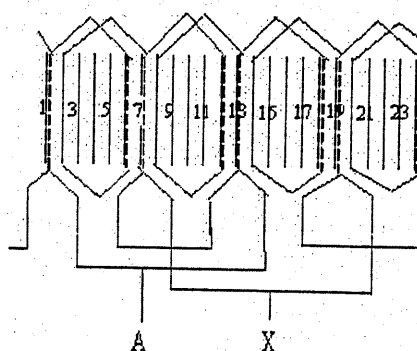
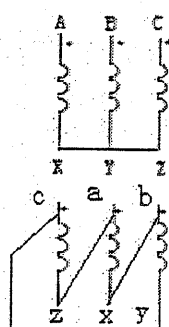
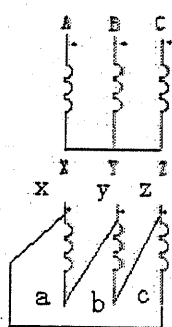
2、



4、



变压器的T形等效电路



四、1、

$$T_2 = \frac{P_2}{\Omega} = \frac{7.5 \times 10^3}{2\pi 1470/60} = 48.7 \text{ Nm}$$

$$E_a = U - I_a R_a = 212 \text{ V}$$

$$I_a = I - I_f = 42 - 220/110 = 40$$

$$T_c = \frac{E_a I_a}{\Omega} = 55.1$$

2、

$$1) E_a = U - I_a R_a = 110 - (28 - \frac{110}{140}) \times 0.2 = 104.56 \text{ V}$$

$$2) I_a' = \frac{110 - 104.56}{0.2 + 0.6} = 6.8A$$

$$3) T_e' = \frac{104.56 \times 6.8}{2\pi 1470 / 60} = 4.6NM$$

$$4) E_a' = U - I_a(0.2 + 0.6) = 88.23V \quad n = \frac{88.23}{104.56} 1470 = 1240r/min$$

$$3、Z_m=1091.2 \quad R_m=60 \quad X_m=1089.5 \quad Z_k=1.02 \quad R_k=0.066 \quad X_k=1.012$$

$$I_{1n}=317.55 \quad Z_{1b}=18.18 \quad K=0.916$$

$$\text{归算倒一次侧的参数 } Z_m=915.5 \quad R_m=50.34 \quad X_m=914.15$$

$$\text{标么值 } Z_m=50.36 \quad R_m=2.77 \quad X_m=50.28 \quad Z_k=0.056 \quad R_k=0.0036 \quad X_k=0.055$$

$$\Delta u_N = 3.6\%$$

4、

$$1) S_1=4482KVA \quad S_2=4518KVA$$

$$2) 10040KVA$$

重庆邮电大学 2011 - 2012 学年第 1 学期
电机学 (期末) (A 卷) (闭卷)

一、填空题 (本大题共 8 小题, 每小空 2 分, 共 22 分)

1、一台三相变压器的额定电压 $U_{1N}/U_{2N}=10000/400V$, 绕组为 Y/Δ 接法, 则其变比为 $12.5\sqrt{3}$ 。

2、变压器负载运行时, 若负载增大, 其铁损为 不变, 铜损为 增大。

3、异步电动机运行时, 负载增大, 转子电流 增大。

4、两相对称绕组, 通入两相对称交流电流, 其合成磁通势为 0。

5、自耦变压器一二次绕组间不仅有 磁路 的耦合, 而且有 电 的联系。

6、三相交流电机通入三相对称电流产生的磁势具有幅值大小 相等 及旋转速度为 恒值 的特点。

7、交流电机的电枢反应是指电枢磁动势对励磁磁动势所产生的 基波磁场 的影响。

8、单相变压器的原边有 100 匝, 接 220V 交流电, 副边有 50 匝, 则副边电压为 110V。

二、选择 (本大题共 6 小题, 每小题 3 分, 共 18 分)

1、同步电动机的 V 型曲线中, 以下哪一种说法是正确的 AC。

A. 电机处于欠励时, 功率因数是超前的;

B. 电机处于欠励时, 功率因数是滞后的;

C. 电机处于过励时, 功率因数是滞后的

D. 曲线越高, 电磁功率越小。

有功功率越大

2、以下哪些调速方法是三相异步电动机的调速方法 BCD。

A. 改变负载的功率因数

B. 改变定子绕组的极对数;

C. 改变供电电源的频率;

D. 改变电动机的转差率。

3、异步电动机等效电路中附加电阻 $\frac{1-s}{s}r_2'$ 上消耗的功率为 B。
 $P_m = P_{em} - P_{as}$

A. 轴端输出的机械功率; ☒ B. 总机械功率;

☒ C. 电磁功率; P_{em} ☒ D. 输入功率。

4. 一台同步电机运行于电动机状态的依据是空载电动势 E_0 与端电压 U 之间的关系为 ☒ D

A. $E_0 > U$ B. $E_0 < U$ C. E_0 领先 U D. E_0 落后 U

5. 三相异步电动机的起动方式有: ABD

A. 全压起动; ☒ B. 星-三角形降压起动;

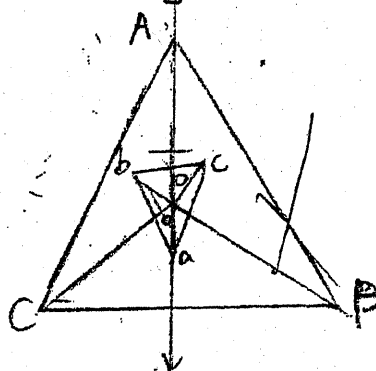
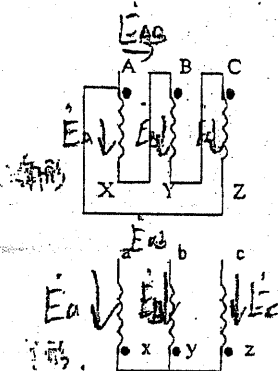
C. 串电阻降压起动; ☒ D. 转子串电阻起动。

6. 三相异步电动机的制动方式有: ABC

☒ A. 反接制动; ☒ B. 回馈制动; ☒ C. 能耗制动; D. 发电制动。

三、作图题 (本大题共 2 小题, 第 1 小题 5 分, 第 2 小题 10 分, 共 15 分)

1. 如图所示为三相变压器接线图, 画出电动势向量图, 并确定其连接组别。



2. 画出隐极同步电机在负载运行情况下, 磁路饱和和磁路不饱和情况下, 电机内部的磁动势的关系图。

① 磁路饱和 (非线性):

$I_f \rightarrow F_f \rightarrow F_d$

$F_d \rightarrow F_a \rightarrow F_d - E_s$

② 磁路不饱和 (线性可叠加):

$I_f \rightarrow F_f \rightarrow F_d$

$I_a \rightarrow F_a \rightarrow F_d - E_s$

四、问答题 (本大题共 3 小题, 每小题 5 分, 共 15 分)

1. 变压器稳态负载运行时, 那些量随着负载变化而变化? 哪些量保持不变?

① 变化: 两侧电压、电流, F_1 , P_{me1} , P_{me2} , 铜损耗, F_0 不变, 铁损耗不变。

2. 同步发电机理想并联运行的条件, 实际中如何判断是否满足条件?

1. 暗灯法: 在开关两端接上灯泡, 只有各相灯都完全熄灭, 才可并联运行。

2. 灯火旋转法: 灯相灯接在不同相的电压之间, 但它们在正确的相序下出现旋转灯光。

3、分析说明三相异步电机在 $n < 0$ 、 $0 < n < n_0$ 、 $n > n_0$ 三种情况下的运行状态，(从

转差率的大小、电磁转矩的性质以及功率传递的方向来说明电机分别处于什么运行状态)。

① $n < 0$ ，转差率 $s > 1$ ，电磁转矩 $T < 0$ ，是制动性转矩，电磁功率 $P_{em} > 0$ ，电机运行在制动状态。

② $0 < n < n_0$ ， $0 < s \leq 1$ ， $T > 0$ ， $n > 0$ ， $P_{em} > 0$ ，运行在电动机状态。

③ $n > n_0$ ， $s < 0$ ， $T < 0$ ， $n > 0$ ， T 是制动性转矩， $P_{em} < 0$ ，运行在发电机状态。

五、计算题 (本大题共 3 小题，每小题 10 分，共 30 分)

1、某变电所有两台变压器，联结组别相同，数据如下：

$$S_{N1} = 5000 \text{ KVA} \quad U_{1N}/U_{2N} = 35/10.5 \text{ kV} \quad U_{K1} = 7\%$$

$$S_{N2} = 6300 \text{ KVA} \quad U_{1N}/U_{2N} = 35/10.5 \text{ kV} \quad U_{K2} = 7.5\%$$

输出总负载为 11000 KVA 时

(1). 两台变压器并联运行，每台变压器应分配负载是多少？

(2). 在没有任何一台过载的情况下，可输出的最大总负载为多少？设备利用率

为多少？

2、已知一台三相异步 4 级电动机定子输入功率为 60 kW，定子铜耗为 600 W，铁耗为 400 W，转差率为 0.03，定子频率为 50 Hz。

3、一台三相 50 Hz 异步电动机，额定转速 950 r/min，额定功率 100 kW，额定运行时机械损耗 1 kW，忽略附加损耗，求：该电动机的额定转差率、电磁功率、转子铜耗，额定运行时的电磁转矩、输出转矩、空载转矩。

解：(1) $\frac{I_1}{I_2} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\beta_1 S_{N1}}{\beta_2 S_{N2}} = \frac{12 \text{ kV} \cdot \text{A} \cdot S_{N1}}{12 \text{ kV} \cdot \text{A} \cdot S_{N2} \cdot 300} = \frac{7.5\% \times 5000}{7\% \times 6300} = 0.8503$

$$2 \times S = S_1 + S_2 = 11000$$

$$\therefore S_1 = 5085 \text{ KV} \cdot \text{A} \quad S_2 = 5915 \text{ KV} \cdot \text{A}$$

(2) 变压器 I 达到满载。

$$\text{当 } \beta_1 = 1 \text{ 时, } \beta_1 S_{N1} = 5000 \text{ KV} \cdot \text{A} \text{ 时。}$$

$$\beta_2 = \frac{12 \text{ kV} \cdot \text{A}}{12 \text{ kV} \cdot \text{A}} = \frac{7\%}{7.5\%} = 0.9333$$

$$S_2 = \beta_2 S_{N2} = 0.9333 \times 6300 = 5880 \text{ KV} \cdot \text{A}$$

$$\text{最大负载 } S_{\max} = S_2 + S_{N1} = 5880 + 5000 = 10880 \text{ KV} \cdot \text{A}$$

$$\text{设备利用率: } \frac{S_{\max}}{S_{N1} + S_{N2}} = \frac{10880}{11000} = 98.9\%$$

$$83. \because f_1 = 50 \text{ Hz}, n_N = 950 \text{ r/min}$$

$$\therefore n_1 = 1000 \text{ r/min}$$

$$s_N = \frac{n_1 - n_N}{n_1} = \frac{1000 - 950}{1000} = 0.05$$

$$P_m = P_{\text{int}} + P_{\text{mech}} = 100 + 1 = 101 \text{ kW}$$

$$P_{em} = \frac{P_m}{1 - s_N} = \frac{101}{1 - 0.05} = 106.3 \text{ kW}$$

$$P_{\text{Cu2}} = s_N P_{em} = 0.05 \times 106.3 = 5.315 \text{ kW}$$

$$T_N = \frac{P_m}{\Omega_N} = \frac{P_m}{2\pi n_N/60} = \frac{60 \times 101 \times 10^3}{2\pi \times 950} = 1015 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{2N} = \frac{P_{\text{Cu2}}}{\Omega_N} = \frac{P_{\text{Cu2}}}{2\pi n_N/60} = \frac{60 \times 5.315 \times 10^3}{2\pi \times 950} = 1005 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_0 = \frac{P_m + P_{\text{ad}}}{\Omega_N} = \frac{60 \times 101 \times 10^3}{2\pi \times 950} = 1015 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_0 = T_N - T_{2N} = 1015 - 1005 = 10 \text{ N} \cdot \text{m}$$

《电机学》试卷 (A1)

班级_____姓名_____座号_____得分_____

一、填空题 (总共 40 分)

- 1 (3 分)、四极交流电动机电枢有 36 槽, 则槽矩角大小应为_____ (电角度), 每极每相槽数 q = _____ 槽, 极距 τ = _____ 槽。
- 2 (2 分)、单层绕组的特点_____ ; 根据端线连接不同, 单层绕组可分为_____、_____、_____三种绕组型式。
- 3 (5 分)、三相对称绕组通入三相对称电流 $i_A = \sqrt{2} I \sin \omega t$, $i_B = \sqrt{2} I \sin (\omega t + 120^\circ)$, $i_C = \sqrt{2} I \sin (\omega t - 120^\circ)$, 合成磁动势的性质是_____, 转向是从_____的绕组轴线转向_____转向。若 $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50\text{Hz}$, 电机是六极的, 磁动势转速 n_1 = _____ r/min, $\omega t = 120^\circ$ 瞬间, 磁动势最大幅值在_____轴线上。
- 4、(2 分)、水轮发电机的转速低、极数多, 转子采用_____结构; 汽轮发电机的转速高、极数少, 转子采用_____结构。
- 5 (3 分)、同步电机电枢反应的性质取决于负载电流的大小和_____, 当 I 滞后 $E_0 90^\circ$ ($\psi = 90^\circ$) 时, 产生电枢反应, 对磁极磁动势起_____作用。
- 6 (2 分)、同步发电机投入电网并联运行, 若要改变同步发电机输出的有功功率应调节_____, 若要改变同步发电机输出的无功功率应调节_____。
- 7 (3 分)、同步发电机对称运行时的主要变量有_____, _____、_____三种。
- 8 (2 分)、同步发电机带感性负载运行时, 端电压随负载电流增大而_____, 其原因是_____。
- 9 (3 分)、三相感应电动机电磁转矩 T_{em} 与电压 U_1 的关系是_____, 三相感应电动机转子回路电阻增大时, 最大电磁转矩_____ (不变、增大、减小), 起动转矩_____ (不变、增大、减小)。
- 10 (4 分)、一台四极感应电动机, $P_N = 28\text{KW}$, $U_N = 380\text{V}$, $\cos \phi_N = 0.88$, $\eta_N = 90\%$, 定子为 Δ 接法, 则额定电流 I_{1N} = _____ A; 直接起动时, 起动电流 $I_{st\Delta} = 6I_{1N}$, 则 Y- Δ 起动时, 起动电流 I_{stY} = _____ A。
- 11 (4 分)、一台 50Hz, 八极三相感应电动机, 额定转差率 $S_N = 0.04$, 则额定转速 n_N = _____ 转/分; 若 $n = 700$ 转/分, 则电动机处于_____运行状态。
- 12 (2 分)、改变电容分相式单相感应电机转动方向的方法: _____和_____。
- 13 (2 分)、同步调相机的实质是空载运行的_____, 过激励时将向电网输送_____无功功率。
- 14 (4 分) 感应电动机的调速方法有_____, _____和_____三种。

二、计算题 (共 60 分)

- 1 (14 分)、一台三相八极感应电动机, $P_N = 260\text{KW}$, $U_N = 380\text{V}$, $f = 50\text{Hz}$, $n_N = 722$ 转/分, 过载倍数 $K_M = 2.13$, 试求: ①同步转速 n_1 ; ②额定转矩 T_N 和最大转矩 T_{max} ; ③产生最大转矩的转差率 S_m ; ④当转差率 $S = 0.02$ 时的电磁转矩 T_{em} ?
- 2、一台三相六极感应电机, 50Hz, 当定子绕组加额定电压, 转子绕组开路时的每相感应电动势为 110V。设电机额定运行时的转速 $n_N = 960$ r/min, 转子转向与旋转磁场相同, 问: (1) 此时电动机运行在什么状态?

(2) 此时转子每相电势 E_{2s} 为多少? (忽略定子漏阻抗压降影响)。(3) 转子参数 $R_2 = 0.1\Omega$, $\chi_{2s} = 0.5\Omega$, 额定运行时转子电流 I_2 是多少?

3 (10 分)、一台凸极式同步发电机, $P_N = 72500\text{KW}$, $U_N = 10.5\text{KV}$, Y 接法, $\cos\varphi_N = 0.8$ (滞后), 已知 $\chi_d^* = 1$, $\chi_q^* = 0.554$, $R_a \approx 0$, 试求在额定负载下运行时发电机的 ψ 、 I_d 、 I_q 及 E_0 为多少?

4 (14 分)、一台并联于电网的汽轮发电机, 其额定数据为: $S_N = 31250\text{kVA}$, $U_N = 10500\text{V}$, $\cos\Phi_N = 0.8$ (滞后), 绕组 Y 接。若 $R_a = 0$, $x_t = 7\Omega$, 试求: ① 发电机额定运行时的功率角 θ_N , 电磁功率 P_{emN} 及静态过载能力 k_M ; ② 发电机输出的有功功率不变, 若将励磁电流加大 10%, 其 θ 、 P_{em} 、 $\cos\Phi$ 和 I 将变为多少?

5、(12 分) 某工厂变电所变压器容量为 2000kVA , 该厂电力设备消耗的总功率为 1200kW , $\cos\Phi = 0.65$ (滞后)。由于生产发展, 欲新添一台 400kW , $\cos\Phi = 0.8$ (超前), $\eta_N = 95\%$ 的同步电动机, 问当电动机处于额定运行状态时, 全厂的功率因数为多少? 变压器过载否?

标准答案

一、填空题

$$1. \alpha = \frac{P \times 360^\circ}{Z} = 20^\circ; q = \frac{Z}{2mP} = 3(\text{槽}); \tau = \frac{Z}{2P} = 9(\text{槽})$$

2、每槽只有一个线圈边, 线圈数等于槽数一半; 链式绕组、交叉式绕组、同心式绕组。

3、圆形旋转磁动势, 电流超前相, 电流滞后相, 1000, B 相绕组。

4、凸极, 隐极。

5、性质, 直轴, 去磁。

6、原动机的输入功率, 励磁电流。

7、电枢端电压 U , 电枢电流 I , 励磁电流 I_f , 功率因数。

8、降低, 电枢反应起去磁作用和电枢绕组压降。

9、与 U_1 平方成, 不变, 增大。

$$10. I_{IN} = \frac{P_N}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi_N \eta_N} = \frac{28000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.88 \times 0.9} = 43.5(\text{A})$$

$$I_{stY} = I_{IN} / 3 = 6I_{IN} / 3 = 43.5 \times 2 = 87(\text{A})$$

$$11. n_N = (1 - S_N) n_1 = (1 - 0.04) \times 750 = 720(\text{转/分})$$

$$S = (n_1 - n) / n_1 = (750 - 700) / 750 = 0.067 \quad \text{电动机运行状态。}$$

12、将电容改串接另一绕组, 将任一绕组的首末端对调连接。

13、电动机, 感性。

14、变极调速, 变频调速, 改变转差率调速

二、计算题

1、解: ① $n_N = 722$ 转/分, 则 $n_1 = 750$ 转/分或 $n_1 = 60f/p = 60 \times 50 \div 4 = 750$ 转/分

$$② T_N = 9550 P_N / n_N = 9550 \times 260 / 722 = 3439(\text{N} \cdot \text{m})$$

$$T_{\max} = k_m T_N = 2.13 \times 3439 = 7325.2(\text{N} \cdot \text{m})$$

$$③ S_N = (n_1 - n_N) / n_1 = (750 - 722) / 750 = 0.0373$$

$$S_m = S_N (k_m + \sqrt{k_m^2 - 1}) = 0.0373 (2.13 + \sqrt{2.13^2 - 1}) = 0.15$$

$$④ T_{em} = 2T_{\max} / (S_m / S + S / S_m) = 2 \times 7325.2 (7.5 + 0.133) = 1919.4(\text{N} \cdot \text{m})$$

$$2、解 (1) n_1 = \frac{60f_1}{P} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000(r/min)$$

$$S = \frac{n_1 - n}{n} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0.04 \quad 0 < S < 1 \text{ 电动机运行状态}$$

$$(2) E_{2s} = SE_2 = 0.04 \times 110 = 4.4$$

$$(3) I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R^2 + (S\chi_{2\sigma})^2}} = \frac{4.4}{\sqrt{0.1^2 + (0.5 \times 0.04)^2}} = 43.2(A)$$

$$3、解: \cos\varphi_N = 0.8 \quad \varphi_N = 36.87^\circ$$

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi_N} = 4983(A)$$

$$\tan\psi = \tan(\theta + \varphi) = \frac{I^* \chi_q^* + U^* \sin\varphi}{U^* \cos\varphi} = \frac{1 \times 0.554 + 1 \times 0.6}{1 \times 0.8} = 1.4425$$

$$\psi = 55.27^\circ$$

$$I_d = I \sin\psi = 4983 \times \sin 55.29^\circ = 4093.3(A)$$

$$I_q = I \cos\psi = 4983 \times \cos 55.29^\circ = 2838.9(A)$$

$$E_0^* = U^* \cos(\psi - \varphi) + I^* \chi_d^* \sin\psi = 1 \times \cos(55.27^\circ - 36.87^\circ) + 1 \times \sin 55.27^\circ = 1.7705$$

$$E_0 = E_0^* \times U_N = 1.7705 \times 10.5 \times 10^3 = 18.59(KV)(\text{线电动势})$$

$$4、解 (1) U_p = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 6062.2(V)$$

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_N} = 1718.3A$$

$$\varphi_N = \arccos 0.8 = 36.87^\circ$$

$$\psi = \theta_N + \varphi_N = \arctg(I_N \cdot x_l + U \cdot \sin\varphi_N) / (U \cdot \cos\varphi_N) \\ = \arctg(1718.3 \times 7 + 6062.2 \times 0.6) / (6062.2 \times 0.8) = 72.8^\circ$$

$$\theta_N = \psi - \varphi_N = 72.8^\circ - 36.87^\circ = 35.93^\circ$$

$$P_{emN} = S_N \cos\varphi_N = 31250 \times 0.8 = 25000 (kW)$$

$$k_M = 1/\sin\theta_N = 1/\sin 35.93^\circ = 1.7$$

$$② \text{ 输出有功功率不变 } P_{em} = P_{emN} = 25000 (kW)$$

$$E_0 \sin\theta_N = 1.1 E_0 \sin\theta$$

$$\theta = \sin^{-1}(E_0 \sin\theta_N / 1.1 E_0) = \sin^{-1}(\sin 35.93^\circ / 1.1) = 32.24^\circ$$

$$E_0 = \sqrt{(U \cos\varphi_N)^2 + (I\chi_l + U \sin\varphi_N)^2} = 16399V$$

$$\dot{I}' = (\dot{E}'_0 - U) / jx_t = (1.1 \times 16399 \angle 32.24^\circ - 6062.2) / j7 = 1901 \angle -43.7^\circ (\text{A})$$

$$I' = 1910 \text{ A}$$

$$\cos \Phi = \cos 43.7^\circ = 0.723$$

5、解：电力设备从电源吸收的有功功率为 $P_1 = 1200 \text{ kW}$

电力设备从电源吸收的无功功率为

$$Q_1 = P_1 \tan \Phi / \cos \Phi = 1200 \times \sqrt{1 - 0.65^2} / 0.65 = 1403 \text{ kVar}$$

同步电动机从电源吸收的有功功率为 $P_2 = P_N / \eta_N = 400 / 0.95 = 421 \text{ kW}$

同步电动机从电源吸收的无功功率为

$$Q_2 = -P_2 \tan \Phi_2 / \cos \Phi_2 = -421 \times 0.6 / 0.8 = -315.8 \text{ kVar}$$

电源提供的总有功功率 $P = P_1 + P_2 = 1200 + 421 = 1621 \text{ kW}$

电源提供的总无功功率 $Q = Q_1 + Q_2 = 1403 - 315.8 = 1087.2 \text{ kVar}$

电源的视在功率 $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1621^2 + 1087.2^2} = 1951.8 \text{ kVA}$

$\cos \Phi = P / S = 1621 / 1951.8 = 0.831$ (滞后)

$S = 1951.8 \text{ kVA} < 2000 \text{ kVA}$, 变压器没有过载。

《电机学》试卷 (A2)

班级 _____ 姓名 _____ 座号 _____ 得分 _____

一、填空题 (总共 40 分)

1 (3 分)、四极交流电动机电枢有 36 槽, 则槽矩角大小应为 _____ (电角度), 每极每相槽数 $q =$ _____ 槽, 极距 $\tau =$ _____ 槽。

2 (2 分)、单层绕组的特点 _____; 根据端线连接不同, 单层绕组可分为 _____、_____、_____ 三种绕组型式。

3 (5 分)、三相对称绕组通入三相对称电流 $i_A = \sqrt{2} I \sin \omega t$, $i_B = \sqrt{2} I \sin (\omega t - 120^\circ)$, $i_C = \sqrt{2} I \sin (\omega t - 240^\circ)$, 合成磁动势的性质是 _____, 转动方向是从 _____ 的绕组轴线转向 _____ 的绕组轴线。若 $f = \omega / 2\pi = 50 \text{ Hz}$, 电机是六极的, 磁动势转速 $n_1 =$ _____ r/min, $\omega t = 210^\circ$ 瞬间, 磁动势最大幅值在 _____ 轴线处。

4、(2 分)、水轮发电机的转速低、极数多, 转子采用 _____ 结构; 汽轮发电机的转速高、极数少, 转子采用 _____ 结构。

5 (3 分)、同步电机电枢反应的性质取决于负载电流的大小和 _____, 当 I 滞后 $E_0 90^\circ$ ($\psi = 90^\circ$) 时, 产生电枢反应, 对磁极磁动势起 _____ 作用。

6 (2 分)、同步发电机投入电网并联运行, 若要改变同步发电机输出的有功功率应调节 _____, 若要改变同步发电机输出的无功功率应调节 _____。

7 (2 分)、同步发电机对称运行时的主要变量有 _____、_____、_____、_____ 四种。

8 (2 分)、同步发电机带感性负载运行时, 端电压随负载电流增大而 _____, 其原因是 _____。

9 (3 分)、三相感应电动机电磁转矩 T_{em} 与电压 U_1 的关系是 _____,

三相感应电动机转子回路电阻增大时, 最大电磁转矩 _____ (不变、增大、减小), 起动转矩 _____ (不变、增大、减小)。

10 (4 分)、一台四极感应电动机, $P_N = 28 \text{ kW}$, $U_N = 380 \text{ V}$, $\cos \Phi_N = 0.88$, $\eta_N = 90\%$, 定子为 Δ 接法, 则额定

- 电流 $I_{1N} = \underline{\hspace{2cm}}$ A; 直接启动时, 启动电流 $I_{st\Delta} = 6I_{1N}$, 则 Y- Δ 启动时, 启动电流 $I_{stY} = \underline{\hspace{2cm}}$ A。
- 11 (4 分)、一台 50Hz, 八极三相感应电动机, 额定转差率 $S_N = 0.04$, 则额定转速 $n_N = \underline{\hspace{2cm}}$ 转/分; 若 $n = 700$ 转/分, 则电动机处于 运行 状态。
- 12 (2 分)、改变电容分相式单相感应电机转动方向的方法: 改变电容 和 改变绕组。
- 13 (2 分)、直流电动机电枢绕组的作用是产生 电磁转矩 和 感应电动势, 实现机械能和电能的转换。
- 14 (4 分) 一台直流电动机, 已知 $P_N = 160\text{kW}$, $U_N = 220\text{V}$, $n_N = 1500$ 转/分, $\eta_N = 90\%$, 则输入的电功率 $P_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, 额定电流 $I_N = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

二、计算题 (共 60 分)

- 1 (14 分)、一台三相八极感应电动机, $P_N = 260\text{kW}$, $U_N = 380\text{V}$, $f = 50\text{Hz}$, $n_N = 722$ 转/分, 过载倍数 $k_M = 2.13$, 试求: ①同步转速 n_1 ; ②额定转矩 T_N 和最大转矩 T_{\max} ; ③产生最大转矩的转差率 S_m ; ④当转差率 $S = 0.02$ 时的电磁转矩 T_{em} ?
- 2 (10 分)、一台三相凸极式同步发电机, 定子绕组 Y 接法, 额定数据: $U_N = 11\text{kV}$, $I_N = 460\text{A}$, $\cos\phi_N = 0.8$ (滞后), 已知 $x_d = 17\Omega$, $x_q = 9\Omega$, 电阻可忽略不计, 试求在额定负载下运行时的 E_0 为多少?
- 3 (14 分)、一台并联于电网的汽轮发电机, 其额定数据为: $S_N = 31250\text{kVA}$, $U_N = 10500\text{V}$, $\cos\phi_N = 0.8$ (滞后), 绕组 Y 接。若 $R_a = 0$, $x_t = 7\Omega$, 试求: ①发电机额定运行时的功率角 θ_N , 电磁功率 P_{emN} 及静态过载能力 k_M ; ②发电机输出的有功功率不变, 若将励磁电流加大 10%, 其 θ 、 P_{em} 、 $\cos\phi$ 和 I 将变为多少?
- 4、(12 分) 某工厂变电所变压器容量为 2000kVA , 该厂电力设备消耗的总功率为 1200kW , $\cos\phi = 0.65$ (滞后)。由于生产发展, 欲新添一台 400kW , $\cos\phi = 0.8$ (超前), $\eta_N = 95\%$ 的同步电动机, 问当电动机处于额定运行状态时, 全厂的功率因数为多少? 变压器过载否?
- 5、(10 分) 一台他励直流发电机, $P_N = 30\text{kW}$, $U_N = 230\text{V}$, $n_N = 1500$ 转/分, $p = 2$, 电枢绕组总导体数 $N = 572$, 气隙每极磁通 $\Phi = 0.017\text{Wb}$, 单叠绕组。求①额定运行时的电枢感应电动势 E 。②额定运行时的电磁转矩 T_{em} 。

标准答案

一、填空题

- $\alpha = p \times 360^\circ / Z = 2 \times 360^\circ / 36 = 20^\circ$ $q = Z / (6p) = 36 / (6 \times 2) = 3$ (槽) $t = Z / 2p = 36 / 4 = 9$ (槽)
- 每槽只有一个线圈边, 线圈数等于槽数一半; 链式绕组、交叉式绕组、同心式绕组。
- 旋转磁动势, 电流超前相, 电流滞后相, 1000, B 相绕组。
- 凸极, 隐极。
- 性质, 直轴, 去磁。
- 原动机的输入功率, 励磁电流。
- 电枢端电压 U , 电枢电流 I , 励磁电流 I_f , 功率因数。
- 降低, 电枢反应起去磁作用和电枢绕组压降。
- 与 U_1 无关, 不变, 增大。

$$10、I_{1N} = P_N / (\sqrt{3} U_N \cos\phi_N \eta_N) = 28000 / (1.732 \times 380 \times 0.88 \times 0.9) = 43.5 \text{ (A)}$$

$$I_{stY} = I_{st\Delta} / 3 = 6I_{1N} / 3 = 43.5 \times 2 = 87 \text{ (A)}$$

$$11、n_N = (1 - S_N) n_1 = (1 - 0.04) \times 750 = 720 \text{ (转/分)}$$

$$S = (n_1 - n) / n_1 = (750 - 700) / 750 = 0.067 \quad \text{电动机运行状态。}$$

12、将电容改串接另一绕组, 将任一绕组的首末端对调连接。

13、感应电动势, 电磁转矩。

$$14、P_1 = P_N / \eta_N = 160000 / 0.9 = 177777.8 \text{ (W)} \quad I_N = P_1 / U_N = 177777.8 / 220 = 808.1 \text{ (A)}。$$

二、计算题

1、解: ① $n_N = 722$ 转/分, 则 $n_1 = 750$ 转/分或 $n_1 = 60f / p = 60 \times 50 / 4 = 750$ 转/分

$$\text{② } T_N = 9550 P_N / n_N = 9550 \times 260 / 722 = 3439 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$T_{\max}=k_m T_N=2.13 \times 3439=7325.2 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\textcircled{3} S_N=(n_1-n_N)/n_1=(750-722)/750=0.0373$$

$$S_m=S_N(k_m+\sqrt{k_m^2-1})=0.0373(2.13+\sqrt{2.13^2-1})=0.15$$

$$\textcircled{4} T_{\text{em}}=2T_{\max}/(S_m/S+S/S_m)=2 \times 7325.2(7.5+0.133)=1919.4 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$2、\text{ 解： } U=U_N/1.732=11000/1.732=6350\text{V}$$

$$\cos \Phi_N=0.8 \text{ (滞后) 则 } \Phi_N=36.87^\circ$$

$$\psi=\arctg(I_N \cdot x_q+U \cdot \sin \Phi_N)/(U \cdot \cos \Phi_N)$$

$$=\arctg(460 \times 9+6350 \times 0.6)/(6350 \times 0.8)=57.42^\circ$$

$$E_0=U \cos(\psi-\Phi_N)+I_N x_d \sin \psi$$

$$=6350 \cos(57.42^\circ-36.87^\circ)+460 \times 17 \times \sin 57.42^\circ$$

$$=5946+6589=12535 \text{ (V)}$$

$$3、\text{ 解： } \textcircled{1} U=U_N/1.732=10500/1.732=6062.2\text{V}$$

$$I=S_N/\sqrt{3}U_N=31250000/(1.732 \times 10500)=1718.3\text{A}$$

$$\Phi_N=\cos^{-1}0.8=36.87^\circ$$

$$\psi=\theta_N+\Phi_N=\arctg(I_N \cdot x_t+U \cdot \sin \Phi_N)/(U \cdot \cos \Phi_N)$$

$$=\arctg(1718.3 \times 7+6062.2 \times 0.6)/(6062.2 \times 0.8)=72.8^\circ$$

$$\theta_N=\psi-\Phi_N=72.8^\circ-36.87^\circ=35.93^\circ$$

$$P_{\text{emN}}=S_N \cos \Phi_N=31250 \times 0.8=25000 \text{ (kW)}$$

$$k_M=1/\sin \theta_N=1/\sin 35.93^\circ=1.7$$

$$\textcircled{2} \text{ 输出有功功率不变 } P_{\text{em}}=P_{\text{emN}}=25000 \text{ (kW)}$$

$$E_0 \sin \theta_N=1.1 E_0 \sin \theta$$

$$\theta=\sin^{-1}(E_0 \sin \theta_N/1.1 E_0)=\sin^{-1}(\sin 35.93^\circ/1.1)=32.24^\circ$$

$$E_0=\sqrt{(U \cos \Phi_N)^2+(I_N x_t+U \sin \Phi_N)^2}$$

$$=\sqrt{(6062.2 \times 0.8)^2+(1718.3 \times 7+6062.2 \times 0.6)^2}=16399\text{(V)}$$

$$\dot{I}'=(\dot{E}'_0-U)/jX_t=(1.1 \times 16399 \angle 32.24^\circ-6062.2)/j7=1901 \angle -43.7^\circ\text{(A)}$$

$$I'=1910\text{A}$$

$$\cos \Phi=\cos 43.7^\circ=0.723$$

$$4、\text{ 解： 电力设备从电源吸收的有功功率为 } P_1=1200\text{kW}$$

$$\text{电力设备从电源吸收的无功功率为}$$

$$Q_1=P_1 \sin \Phi/\cos \Phi=1200 \times \sqrt{1-0.65^2}/0.65=1403\text{kVar}$$

$$\text{同步电动机从电源吸收的有功功率为 } P_2=P_N/\eta_N=400/0.95=421\text{ kW}$$

$$\text{同步电动机从电源吸收的无功功率为}$$

$$Q_2=-P_1 \sin \Phi_2/\cos \Phi_2=-421 \times 0.6/0.8=-315.8\text{ kVar}$$

$$\text{电源提供的总有功功率 } P=P_1+P_2=1200+421=1621\text{kW}$$

$$\text{电源提供的总无功功率 } Q=Q_1+Q_2=1403-315.8=1087.2\text{ kVar}$$

$$\text{电源的视在功率 } S=\sqrt{P^2+Q^2}=\sqrt{1621^2+1087.2^2}=1951.8\text{kVA}$$

$$\cos \Phi=P/S=1621/1951.8=0.831 \text{ (滞后)}$$

$$S=1951.8\text{kVA}<2000\text{ kVA, 变压器没有过载。}$$

$$5、\text{ 解： } \textcircled{1} \text{ 单叠绕组 } a=p=2$$

$$E=C_e \Phi n=(PN/60a) \Phi n=3 \times 572 \times 0.017 \times 1500/60/2=243.1\text{(V)}$$

$$\textcircled{2} I_N=P_N/U_N=30000/230=130.4\text{(A)}$$

$$T_{\text{em}}=(P_N/2\pi a) \Phi I_a=2 \times 572 \times 0.017 \times 130.4/(2 \times 3.1)$$

《电机学》试卷(A)

班级_____姓名_____座号_____得分_____

一、填空题(总共40分)

- 1、(2分)电机绕组的功用是与磁场有相对运动时产生_____,
绕组闭路时通过电流,电流与磁场相互作用产生_____。
- 2、(3分)四极交流电动机电枢有36槽,则槽矩角大小应为_____(电角度),每极每相槽数 q =_____槽,
极距 τ =_____槽。
- 3(2分)、某三相交流电机三相交流绕组接上三相电源后,磁动势顺时针方向旋转,对调其中的两根引出线
后再接到电源上,磁动势为_____时针旋转,转速_____变。
- 4、(2分)、感应电机根据转子结构的不同分为_____转子和_____两种。
- 5、(4分)一台三相感应电动机额定数据为: $P_N=75\text{KW}$, $n_N=975\text{r/min}$, 则电机的极对数 P =_____, 额定运行时的转差率 S_N =_____。
- 6、(3分)、三相感应电动机电磁转矩 T_{em} 与电压 U_1 的平方成_____关系,
三相感应电动机转子回路电阻增大时,最大电磁转矩_____ (不变、增大、减小), 起动转矩_____ (不变、增大、减小)。
- 7、(6分)、一台四极感应电动机, $P_N=28\text{KW}$, $U_N=380\text{V}$, $\cos\phi_N=0.88$,
 $\eta_N=90\%$, 定子为 Δ 接法, 则额定电流 I_{1N} =_____A; 直接起动时, 起动电流 $I_{st\Delta}=6I_{1N}$, 则Y- Δ 起动
时, 起动电流 I_{stY} =_____A。
- 8、(3分)感应电动机的调速方法有_____, _____和
_____三种。
- 9、(2分)、改变电容分相式单相感应电机转动方向的方法: _____
和_____。
- 10、(2分)同步电机根据转子转速不同, 磁极结构分为_____和
_____两类。
- 11、(3分)、同步电机电枢反应的性质取决于负载电流的大小和_____, 当 I 滞后 $E_0 90^\circ$ ($\psi=90^\circ$) 时, 产生_____电枢反应, 对磁极磁动势起_____作用。
- 12、(2分)、同步发电机投入电网并联运行的理想条件, _____、
_____, _____和电压的波形相同。
- 13、(2分)、同步发电机在对称负载下稳定运行时的基本特性有_____
_____, _____及零功率因数负载特性等。
_____, _____三种。
- 14、(2分)、同步发电机带感性负载运行时, 端电压随负载电流增大而_____,
其原因是_____。
- 15、(2分)、同步调相机的实质是空载运行的_____, 过激励时将向电网输送_____无功功率。

14

二、计算题(共60分)

- 1(14分)、一台三相八极感应电动机, $P_N=260\text{KW}$, $U_N=380\text{V}$, $f=50\text{Hz}$, $n_N=722$ 转/分, 过载倍数 $K_M=2.13$,
试求: ①同步转速 n_1 ; ②额定转矩 T_N 和最大转矩 T_{max} ; ③产生最大转矩的转差率 S_m ; ④当转差率 $S=0.02$
时的电磁转矩 T_{em} ?
- 2、一台三相六极感应电机, 50Hz , 当定子绕组加额定电压, 转子绕组开路时的每相感应电动势为 110V 。设
电机额定运行时的转速 $n_N=960\text{r/min}$, 转子转向与旋转磁场相同, 问: (1) 此时电动机运行在什么状态?

- (2) 此时转子每相电势 E_{2s} 为多少? (忽略定子漏阻抗压降影响)。(3) 转子参数 $R_2 = 0.1\Omega$, $\chi_{2s} = 0.5\Omega$, 额定运行时转子电流 I_2 是多少?
- 3 (10 分)、一台凸极式同步发电机, $P_N = 72500\text{KW}$, $U_N = 10.5\text{KV}$, Y 接法, $\cos\varphi_N = 0.8$ (滞后), 已知 $\chi_d^* = 1$, $\chi_q^* = 0.554$, $R_a \approx 0$, 试求在额定负载下运行时发电机的 ψ 、 I_d 、 I_q 及 E_0 为多少?
- 4、(14 分) 一台隐极同步发电机并联于大电网, 已知 $S_N = 7500\text{KVA}$, $U_N = 3150\text{V}$, Y 接, $\cos\varphi_N = 0.8$ 滞后, $\chi_t = 1.6\Omega$, $R_a \approx 0$, 试求: (1) 该机运行在额定状态时的电磁功率 P_{emN} , 功率角 θ_N , 过载能力 k_M ; (2) I_N 不变, 输出有功功率减半时的 P_{em} , θ 及 $\cos\varphi$ 。
- 5、(12 分) 某工厂使用多台感应电动机, 已知其总输出功率 $P = 1500\text{KW}$, 平均效率 $\eta_N = 70\%$, 平均功率因数 $\cos\Phi = 0.70$ (滞后)。由于生产发展又增添了一台同步电动机, 其额定数据为: $P_N = 1000\text{KW}$, $\cos\Phi_N = 0.8$ (超前), $\eta_N = 96\%$ 。当同步电动机输出额定功率时, 欲使全厂的功率因数达到 0.9 滞后, 求同步电动机运行的功率因数。

试卷 B 参考答案

一、填空题

- 1、感应电动势 电磁转矩
- 2、 20° 3 9
- 3、逆 不
- 4、笼型 绕线型
- 5、3 2.5%
- 6、正比 不变 增加
- 7、43.5A 87A
- 8、变极调速 变频调速 改变转差率调速
- 9、将电容改串接另一绕组 将任一绕组的首末端对调连接。
- 10、隐极式 凸极式
- 11、性质, 直轴, 去磁
- 12、相序相同 频率相等 电压的大小相同, 电压的相位相同
- 13、空载特性 短路特性
- 14、降低 电枢反应起去磁作用和电枢绕组压降
- 15、电动机 感性

二、计算题

- 1、解: ① $n_N = 722$ 转/分, 则 $n_1 = 750$ 转/分或 $n_1 = 60f/p = 60 \times 50 \div 4 = 750$ 转/分
 ② $T_N = 9550P_N/n_N = 9550 \times 260/722 = 3439$ ($\text{N} \cdot \text{m}$)
 $T_{\max} = k_m T_N = 2.13 \times 3439 = 7325.2$ ($\text{N} \cdot \text{m}$)
 ③ $S_N = (n_1 - n_N)/n_1 = (750 - 722)/750 = 0.0373$
 $S_m = S_N (k_m + \sqrt{k_m^2 - 1}) = 0.0373 (2.13 + \sqrt{2.13^2 - 1}) = 0.15$
 ④ $T_{em} = 2T_{\max}/(S_m/S + S/S_m) = 2 \times 7325.2 (7.5 + 0.133) = 1919.4$ ($\text{N} \cdot \text{m}$)

2、解 (1) $n_1 = \frac{60f_1}{P} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000$ (r/min)

$$S = \frac{n_1 - n}{n} = \frac{1000 - 960}{1000} = 0.04 \quad 0 < S < 1 \text{ 电动机运行状态}$$

$$(2) E_{2s} = SE_2 = 0.04 \times 110 = 4.4$$

$$(3) I_2 = \frac{E_{2s}}{\sqrt{R^2 + (S\chi_{2\sigma})^2}} = \frac{4.4}{\sqrt{0.1^2 + (0.5 \times 0.04)^2}} = 43.2(A)$$

$$3、\text{解: } \cos\varphi_N = 0.8 \quad \varphi_N = 36.87^\circ$$

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi_N} = 4983(A)$$

$$\tan\psi = \tan(\theta + \varphi) = \frac{I^* \chi_q^* + U^* \sin\varphi}{U^* \cos\varphi} = \frac{1 \times 0.554 + 1 \times 0.6}{1 \times 0.8} = 1.4425$$

$$\psi = 55.27^\circ$$

$$I_d = I \sin\psi = 4983 \times \sin 55.29^\circ = 4093.3(A)$$

$$I_q = I \cos\psi = 4983 \times \cos 55.29^\circ = 2838.9(A)$$

$$E_0^* = U^* \cos(\psi - \varphi) + I^* \chi_d^* \sin\psi = 1 \times \cos(55.27^\circ - 36.87^\circ) + 1 \times \sin 55.27^\circ = 1.7705$$

$$E_0 = E_0^* \times U_N = 1.7705 \times 10.5 \times 10^3 = 18.59(KV) \text{ (线电动势)}$$

$$4、\text{解: (1)}$$

$$R_a \approx 0$$

$$P_{emN} \approx P_{2N} = S_N \cos\varphi_N = 7500 \times 0.8 = 6000(kW)$$

$$U_P = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = \frac{3150}{\sqrt{3}} = 1818.65(V)$$

$$\cos\varphi_N = 0.8$$

$$\varphi_N = 36.87^\circ$$

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_N} = \frac{7500 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 3150} = 1374.6(A)$$

$$\tan(\theta + \varphi_N) = \frac{I\chi_l + U \sin\varphi_N}{U \cos\varphi_N} = \frac{1374.6 \times 1.6 + 1818.65 \times 0.6}{1818.65 \times 0.8} = 2.262$$

$$\theta + \varphi_N = 66.15^\circ$$

$$\theta = 66.15^\circ - 36.87^\circ = 29.3^\circ$$

$$K_M = \frac{1}{\sin\theta} = \frac{1}{\sin 29.3^\circ} = 2.04$$

(2) I_{fN} 不变, E_0 也不变

$$P_{em} = \frac{1}{2} P_{emN} = \frac{1}{2} \times 6000 = 3000(kW)$$

$$P_{em} = \frac{mE_0U}{\chi_r} \sin \theta$$

$$\sin \theta_1 = \frac{1}{2} \sin \theta = \frac{1}{2} \sin 29.3^\circ = 0.2447$$

$$\theta_1 = 14.16^\circ$$

$$E_0 = \frac{U \cos \varphi}{\cos(\theta + \varphi)} = \frac{1818.65 \times 0.8}{\cos(66.15^\circ)} = 3598.2(V)$$

$$I = \frac{\sqrt{E_0^2 + U^2 - 2E_0U \cos \theta_1}}{\chi_r}$$

$$= \frac{\sqrt{3598.2^2 + 1818.65^2 - 2 \times 3598.2 \times 1818.65 \times \cos 14.16^\circ}}{1.6} = 1180(A)$$

$$\cos \varphi_N = \frac{P_{em}}{3UI} = \frac{3000 \times 10^3}{3 \times 1180 \times 1818.65} = 0.466(\text{滞后})$$

5、解：电动机从电源吸收的有功功率为

$$P_1' = \frac{P}{\eta} = 2142.86kW$$

电动机从电源吸收的无功功率为

$$Q_1' = \frac{P_1'}{\cos \varphi} \sin \varphi = 2186.15kVar$$

同步电动机从电源吸收的有功功率为

$$P_1'' = \frac{P_N}{\eta_N} = 1041.67kW$$

电源供给的总有功功率为

$$P_1 = P_1' + P_1'' = 3184.53kW$$

当全厂 $\cos \varphi_1 = 0.9$ 滞后时, 电源供给的总无功功率为

$$Q_1 = \frac{P_1}{\cos \varphi_1} \sin \varphi_1 = 1542.34kVar$$

同步电动机从电源吸收的无功功率为

$$Q_1'' = Q_1 - Q_1' = -643.81kVar$$

同步电动机运行时的功率因数为

$$\cos \varphi'' = \frac{P_1''}{\sqrt{P_1''^2 + Q_1''^2}} = 0.851 (\text{超前})$$

《电机学》试卷 (A4)

班级_____姓名_____座号_____得分_____

一、填空题 (每空 1 分, 共 18 分)

1. 一台三相两极汽轮发电机: $Q_1=60, y_1=5/6 \tau$, 采用 60° 相带双层叠绕组, 该绕组的每极每相槽数_____, 槽距角_____电角度, 线圈节距_____槽。
2. 一台三相变压器的额定电压 $U_{1N}/U_{2N}=10000/400V$, 绕组为 $Y/\Delta-11$ 接法, 则其变比为_____。
3. 交流电机采用分布绕组目的是_____和_____。
4. 变压器负载运行时, 若负载增大, 其铁损为_____, 铜损为_____。
5. 三相异步电动机拖动恒转矩负载从基频向下的变频调速时, 为了保持磁通不变, 应保持_____的条件。
6. 三相异步电动机运行于转差率 $s=0.02$ 时, 电磁功率为 $10kW$, 其转子铜损耗应为_____ kW , 机械功率应为_____ kW 。
7. 直流电机电枢绕组元件流过的电流是_____电流, 流过正负电刷的电流是_____电流。
8. 频率为 $50Hz$ 的二十四极交流电机, 其旋转磁势的同步转速为_____ r/min , 如果频率降为 $40Hz$, 同步转速为_____ r/min 。
9. 他励直流电动机的三种电气制动的办法分别为_____和_____和_____。

二、选择题 (每题 2 分, 共 20 分)

1. 电压互感器的副绕组必须牢固接地, 副绕组绝对不允许_____。

A、短路; B、开路;

2. 8 极直流电动机采用单波绕组时, 并联支路数为_____。

A、8; B、4; C、2。

3. 异步电动机等效电路中附加电阻上消 $\frac{1-s}{s} r_2'$ 耗的功率为_____。

A、轴端输出的机械功率; B、总机械功率;

C、电磁功率; D、输入功率。

4. 三相异步电动机拖动恒转矩负载从基频向下的变频调速时, 保持的条件, 是属于 () 调速。

$$U_r/f_1 = \text{定值}$$

A、恒转矩; B、恒磁通; C、弱磁; D、功率

5. 同步电动机的 V 型曲线中, 以下哪一种说法是正确的_____。

A、电机处于欠励时, 功率因数是超前的;

B、电机处于欠励时, 功率因数是滞后的;

C、电机处于过励时, 功率因数是滞后的

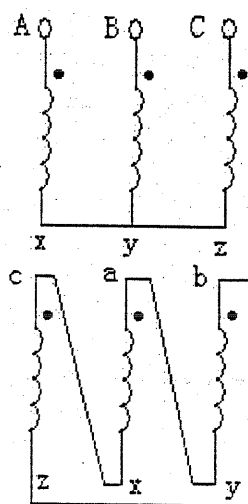
D、曲线越高, 电磁功率越小。

- 6、以下哪一种起动方法不是三相鼠笼式异步电动机的起动方法_____。
- A、直接起动； B、电抗减压起动；
- C、星形-三角形起动； D、转子串电阻起动。
- 7、变压器带负载运行，随着负载系数的不同，效率在变化，获得最大效率时有_____。
- A、铁耗比铜耗大得多； B、铁耗比铜耗小的多；
- C、铁耗等于铜耗。
- 8、他励直流电动机的励磁和负载转矩不变时，降低电源电压，电动机稳定时的转速将_____。
- A、上升； B、不变； C、下降。
- 9、在单相变压器中，高压绕组的匝电动势：_____。
- A、大于低压绕组的匝电动势； B、等于低压绕组的匝电动势；
- C、小于低压绕组的匝电动势。
- 10、以下哪一种调速方法不是三相异步电动机的调速方法_____。
- A、改变负载的功率因数 B、改变定子绕组的极对数；
- C、改变供电电源的频率； D、改变电动机的转差率。

三、判断题（每空1分，共10分）

- 1、自耦变压器一二次绕组间不仅有磁的耦合，而且有电的联系。（ ）
- 2、三相异步电动机当电源频率及电机参数不变时，最大电磁转矩与 U_x^2 成正比，而 S_m 与 U_x 无关（ ）；
- 3、同步电动机最基本的特点是转速恒为同步转速 $n_s = 60f/p$ ，不随负载大小变化。（ ）
- 4、单相变压器把二次绕组折算到一次绕组，其折算后的电流值是实际值的 k 倍（ ）；
- 5、在单相变压器的相量图上，主磁通电动势 E_1 超前主磁通 Φ_m 90° （ ）；
- 6、三相异步电机当转子不动时，转子绕组电流的频率与定子电流的频率相同（ ）；
- 7、三相绕线转子异步电动机转子回路串入电阻可以增大起动转矩，串入电阻值越大，起动转矩也越大（ ）；
- 8、两相对称绕组，通入两相对称交流电流，其合成磁通势为旋转磁通势（ ）；
- 9、异步电动机运行时，负载增大，转子电流增大（ ）；
- 10、一台直流电动机电刷位于几何中性线上，如果磁路不饱和，这时电枢反应是增磁（ ）。

四、如图所示根据变压器的绕组接线图作出电势相量图，并判断连接组别。（5分）



五、问答题：（18分）

1、变压器中主磁通与漏磁通的性质有什么不同？变压器的 R_K 、 X_K 、 R_m 、 X_m 各代表什么物理意义？磁路饱和是否对 R_m 、 X_m 有什么影响？（8分）

2、对称三相绕组中通对称的三相电流时，所形成的三相基波合成磁动势的特点是什么？如何改变三相异步电动机的旋转方向？（5分）

3、直流电机中， $E_a > U$ 或 $E_a < U$ 是判断电机作为发电机还是电动机运行状态的根据，在同步电机中这个结论还正确吗？为什么？决定同步电动机运行于发电机还是电动机运行状态的条件是什么？（5分）

六、计算题（29分）

1、某变电所有两台变压器，联结组别相同，数据如下： $S_{N2} = 5000KVA$ ； $U_{1N}/U_{2N} = 30/10.5kV$ ；

$U_{K1} = 7\%$ ； $S_{N2} = 6300KVA$ ； $U_{1N}/U_{2N} = 30/10.5kV$ ；

$U_{K1} = 7.5\%$ 。输出总负载为 $11000KVA$ 时：（13分）

（1）、两台变压器并联运行，每台变压器应分配负载是多少？（7分）

（2）、在没有任何一台过载的情况下，可输出的最大总负载为多少？设备利用率为多少？（6分）

2、一台他励直流电动机的数据为： $U_N = 220V$ ； $I_N = 44.1A$ ； $R_a = 0.4\Omega$ ； $n_N = 1500r/min$ ； $P_N = 7kW$

当额定负载时，请计算：（16分）

（1）固有机特性上的理想空载转速、额定转速降和额定电磁转矩及额定输出转矩；（10分）

（2）如在电枢回路串入电阻 $R_{\Omega} 1.65\Omega$ ，求这时的转速 n_1 ；（2分）

（3）如电源电压下降为 $110V$ ，电枢电路不串电阻，求这时的转速 n_2 ；（2分）

（4）若减弱磁通使 Φ 减小 10% ，求电枢不串接电阻时的转速 n_3 （设调速前后转矩不变）；（2分）

标准答案

一、填空题（每空 1 分，共 18 分）

- 1、每极每相槽数 $q=10$ ，槽距角 $\alpha=6$ 电角度，线圈节距 $Y_1=25$ 槽
- 2、变比为 14.43。
- 3、改善磁动势波形和电动势波形
- 4、不变，增大。
- 5、 $U_x/f_1 = \text{定值}$ 。
- 6、0.2kw, 9.8kw。
- 7、交流，直流。

8、250 r/min, 200r/min。

9、能耗制动，反接制动，回馈制动。

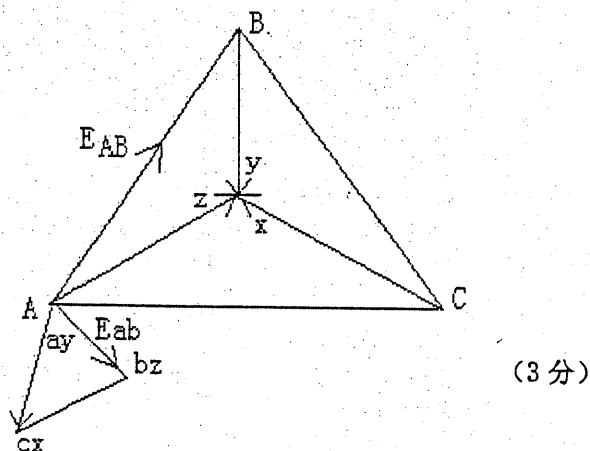
二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

A, C, B, A, B, D, C, C, B, A

三、判断题（每空 1 分，共 10 分）

√, √, √, ×, ×, √, ×, √, √, ×

四、(5 分)



连接组别: Yd3 (2 分)

五、问答题: (18 分)

1、(8 分)

(1) 由于变压器中主磁通与漏磁通所通过磁路的性质不同，主磁通磁路是非线性的，漏磁通磁路是线性的。

(3 分)

R_K : 变压器的短路电阻, $R_K = R_1 + R_2'$; X_K : 变压器的短路电抗, $X_K = X_1 + X_2'$

其中 R_1 和 X_1 分别为一次绕组的电阻和漏电抗, R_2' 和 X_2' 分别为二次绕组的电阻和漏电抗的折算值。(2 分)

R_m : 变压器的励磁电阻, 是反映变压器铁耗大小的等效电阻不能直接用伏安法测量。

X_m ：变压器的励磁电抗，反映了主磁通对电路的电磁效应。（2分）

R_m 和 X_m ：都随磁路饱和程度的增加而减小（1分）

2、（5分）

答：（1）、三相基波合成磁通势是一个旋转磁通势，转速为同步转速 $n_o = 60f_1/p$ ，旋转方向决定于电流的相序。（1分）

（2）、幅值 F_1 不变，为各相脉振磁通势幅值的 $3/2$ 倍。（1分）

（3）、三相电流中任一相电流的瞬时值达到最大值时，三相基波合成磁通势的幅值在这一相绕组的轴线上。（1分）

（4）、任意交换三相异步电动机的两相接线柱的接线，改变电流的相序，进而改变三相基波合成磁通势的转向，从而改变三相异步电动机的旋转转向。（2分）

3、（5分）

答：在同步电机中该结论不正确。（1分）

在直流电机中，直流电动势 E_a 和直流电压 U 哪个大，决定了直流电枢电流的流动方向，从而决定了直流电机的运行状态，而在同步电机中，电动势和电压均为交流量， E_a 和 U 哪个大并不能决定有功功率的流向。

（2分）

决定同步电机运行于发电机还是电动机状态的条件是，转子励磁磁动势超前还是滞后于气隙磁通密度。超前时，是发电机状态；滞后时，是电动机状态。 E_a 超前于 U 时，为发电机状态； E_a 滞后于 U 时，为电动机状态（2分）

六、计算题（29分）

1、解：（1）忽略短路阻抗幅角之间的差别及从变压器并联运行的近视等效电路看，总负载电流等于并联的各台变压器负载电流之和，即：

$$I = I_1 + I_2$$

再以变压器的相数和二次侧相电压乘以上式，即得总的并联输出负载容量，它等于各变压器所分担的负载容量之和，即

$$S = S_1 + S_2 = \beta_1 S_{N1} + \beta_2 S_{N2}$$

因为各变压器负载系数与其短路阻抗的相对值（标么值）成反比

$$\beta_1 / \beta_2 = Z_2^* / Z_1^* ; \quad Z_2^* / Z_1^* = U_{K1} / U_{K2} \quad (3 \text{ 分})$$

由已知条件可写出

$$11000 = \beta_1 \times 5000 + \beta_2 \times 6300$$

$$\beta_1 = \frac{7.5\%}{7.0\%} \beta_2$$

$$S_1 = 5054 KVA; S_2 = 5946 KVA \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 为保证任何一台变压器均不过载, 而总输出负载又能最大, 则要求阻抗小的变压器应达到满载 即

$$\beta_1 = 1; S_1 = S_{N1} = 5000 KVA$$

$$\beta_2 = \frac{7.0\%}{7.5\%} \beta_1 = 0.933$$

$$\text{而 } S_2 = \beta_2 S_{N2} = 0.933 \times 6300 = 5880 KVA \quad (2 \text{ 分})$$

最大总输出负载为

$$S = S_1 + S_2 = 5000 + 5880 = 10880 KVA$$

$$\text{并联组的利用率: } S/S_N = S/(S_{N1} + S_{N2}) = 10880/11300 = 0.963 \quad (4 \text{ 分})$$

2、10 分

解:

$$(1) C_e \Phi_N = \frac{U_N - I_N R_a}{n_N} = \frac{220 - 41.4 \times 0.4}{1500} = 0.136 \quad (2 \text{ 分})$$

$$C_T \Phi_N = 9.55 C_e \Phi_N = 9.55 \times 0.136 = 1.3$$

$$n_0 = \frac{U_N}{C_e \Phi_N} = 1617.7 (r/min) \quad (2 \text{ 分})$$

$$T_N = C_T \Phi_N I_N = 53.4 (N.m) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\Delta n_N = n_0 - n_N = 117.7 (r/min) \quad (2 \text{ 分})$$

$$T_{2N} = 9550 P_N / n_N = 44.6 (N.m) \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) n_1 = \frac{U_N - I_N (R_a + R_{\Omega 1})}{C_e \Phi_N} = \frac{220 - 41.4 \times (1.65 + 0.4)}{0.136} = 1000 (r/min) \quad (2 \text{ 分})$$

$$(3) n_2 = \frac{U_N - I_N R_a}{C_e \Phi_N} = \frac{220 - 41.4 \times 0.4}{0.136} = 687 (r/min) \quad (2 \text{ 分})$$

(4) 因调速前后转矩不变得: (2 分)

$$T = C_M \Phi_N I_N = C_M \Phi I_a \quad I_a = \frac{\Phi_N}{\Phi} I_N = \frac{1}{0.9} \times 44.1 = 45.7 (A)$$

$$n_3 = \frac{U_N - I_a R_a}{C_e \Phi} = \frac{220 - 45.7 \times 0.4}{0.136 \times 0.9} = 1650 (r/min)$$

《电机学》试卷 (A5)

班级_____姓名_____座号_____得分_____

一、选择题 (本大题共有 16 个空, 每空 1.5 分, 共 24 分。请将答案填在下面的括号内)

1、铁磁材料置于交变磁场中, 材料被反复交变磁化, 磁畴相互不停地摩擦, 并以产生热量的形式表现出来, 所造成的损耗称为()损耗

A、磁滞; B、铁心; C、涡流; D、短路。

2、多轴电力拖动系统负载转矩为 $200\text{N}\cdot\text{m}$ 、飞轮矩为 $100\text{N}\cdot\text{m}^2$ 、系统转速比为 5、效率为 0.8 时, 电动机轴飞轮矩为 $120\text{N}\cdot\text{m}^2$, 换算到电动机轴上负载等效转矩为() $\text{N}\cdot\text{m}$, 系统飞轮矩 (不含电动机轴飞轮矩) 应() $\text{N}\cdot\text{m}^2$

A、50; B、20; C、4; D、124。

3、单相变压器的原边有 200 匝, 接 100V 蓄电池; 副边有 20 匝, 则副边电压为()。

A、10V; B、1000V; C、0V; D、100V。

4、直流发电机由主磁通感应的电动势存在于()。

A、励磁绕组; B、电枢绕组; C、换向极绕组; D、励磁、电枢和换向极绕组。

5、三相异步电动机运行于转差率 $s=0.02$ 时, 电磁功率为 10kw, 其机械功率应为()kw。

A、10; B、9.8; C、0.8; D、0.2。

6、一台额定频率为 50Hz 的四极三相绕线式异步电动机, 额定转差率为 0.04, 则此时转子转速为() r/min。当改变转子电阻转子转速运行于 980r/min 时, 其转子磁势相对于定子的转速为() r/min。

A、1000; B、1500; C、1440; D、0。

7、为了消除直流电机运行时在电刷和()之间产生的火花, 在直流电机的主磁极间装有()。

A、换向极; B、电枢绕组; C、换向器; D、辅助绕组; E、励磁绕组。

8、变压器的额定容量用()表示, 单位为()。

A、 S_N ; B、 P_N ; C、 Q_N ; D、VA 或 KVA; E、Var 或 KVar; F、W 或 Kw。

9、三相鼠笼异步电动机只有在正常运行时定子绕组为()接线时才能采用 Y,d 换接起动, 此时的起动电流为直接起动的()倍。

A、星形; B、 $\frac{1}{3}$; C、三角形; D、 $\frac{1}{\sqrt{3}}$; E、3; F、双星形。

10、以下哪一种调速方法不是三相异步电动机的调速方法()。

A、改变负载的功率因数; B、改变定子绕组的极对数;
C、改变供电电源的频率; D、改变电动机的转差率。

11、同步电动机的 V 型曲线中, 以下哪一种说法是正确的()。

A、电机处于欠励时, 功率因数是超前的;
B、电机处于欠励时, 功率因数是滞后的;
C、电机处于过励时, 功率因数是滞后的;
D、曲线越高, 电磁功率越小。

二、判断题 (本大题共有 15 个小题, 每小题 1 分, 共 15 分。在每小题前的括号内做出判断, 对的打“√” 错的打“×”)

1、()直流电动机的换向极的作用是为了改变电动机的旋转方向。

2、()直流发电机和交流发电机都是将机械能转换为电能的装置。

3、()同步电动机与异步电动机都是交流电动机。

4、()家用电器多采用单相异步电动机, 一方面使用单相电源比较方便, 另一方面它可以自行起动。

5、()三相异步电动机反接制动时, 其转差率 $S < 1$ 。

6、()交流电机绕组采用短距和分布绕组, 可以改善磁动势和电动势的波形。

- 7、()三相异步电动机转子回路串电阻, 电动机的机械特性硬度不变, 但最大转矩减小。
- 8、()电枢回路串电阻, 会使三相异步电动机过载能力变小, 起动转矩增大。
- 9、()降低定子电压 U_1 时, 三相异步电动机人为机械特性硬度变硬。
- 10、()三相异步电动机, 当降低定子电压 U_1 时, 对应同一转速的电磁转矩将与 U_1^2 成正比下降。
- 11、()减小三相异步电动机定子电压 U_1 会使电动机过载能力 λ_m 下降。
- 12、()当转差率 S 较小时, 则三相异步电动机的电磁转矩与转差率 S 成线性关系。
- 13、()三相异步电动机和直流电动机一样, 其机械特性都可以用 $n=f(T_{em})$ 或 $S=f(T_{em})$ 表示。
- 14、()有人说自耦变压器的绕组容量小于变压的额定容量, 对吗?
- 15、()电流互感器运行时, 其二次侧绕组可以开路。

三、名词解释 (本大题共有 5 个小题, 每小题 2 分, 共 10 分)

- 1、理想空载转速 n_0 :
- 2、弱磁调速:
- 3、静差率 δ :
- 4、三相异步电动机的固有机械特性:
- 5、伺服电动机:

四、简答题及作图题 (本大题共 5 小题, 每小题 5 分, 共 25 分)

- 1、图 1 所示为三相异步电动机的功率关系图, 请在图中箭头所在位置分别填上表述功率或损耗相关符号。

图 1

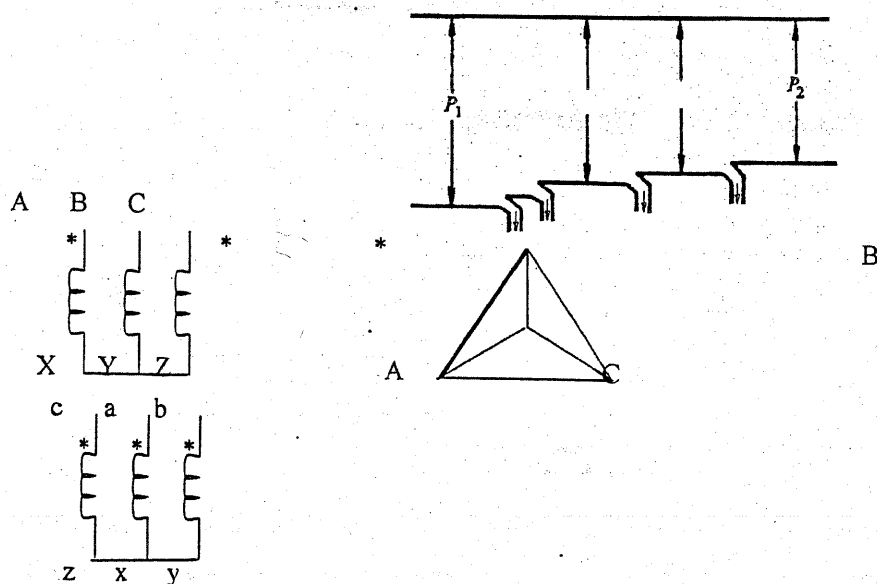


图 2

- 2、根据变压器的绕组接线图 (图 2) 作出副边电势相量图, 并判断连接组别。
- 3、(1) 写出异步电动机机械特性的实用表达式; (2) 在异步电机的等效电路中, 电阻 $(1-S)r_2/S$ 的物理概念是什么?
- 4、一台 Y 接线的三相异步电动机一相断线时能否继续运转, 若停机后能否再启动? 为什么?
- 5、三相笼型异步电动机常用哪些减压起动方法?

五、分析计算题 (本大题共 2 小题, 第 1 小题 10 分, 第 2 小题 16 分, 共 26 分。)

- 1、空载运行的单相变压器 $U_{N1}=220V$, $f=50Hz$, $N_1=300$ 匝, 试求:

- (1) 主磁通的最大值。
- (2) 当二次侧要得到 40V 电压时, 求二次侧绕组的匝数。

(3) 如果一次绕组有 $\pm 5\%$ 的分接头(即一次侧绕组的全匝数为 $N_1 \pm 5\%$)，求一次绕组各分接头上加额定电压时的二次电压值。

2、(16分) 一台他励直流电动机的数据为： $U_{N1} = 220V$, $I_{N1} = 41.1A$, $R_a = 0.4\Omega$, $n_N = 1500r/min$ ，当额定

负载时， $T_0 = 5N.m$ ，请计算：

(1) 电动机的额定电磁转矩；

(2) 理想空载转速和实际空载转速；

(3) 如在电枢回路串入电阻 $R_{\Omega 1} = 1.65\Omega$ ，求这时的转速 n_1 ；

(4) 如电源电压下降为 $110V$ ，电枢电路不串电阻，求这时的转速 n_2 。

答案

一、选择题(本大题共有16个空，每空1.5分，共24分)。

1、(A)； 2、(A)，(C)； 3、(C)； 4、(B)； 5、(B)；

6、(C)，(B)； 7、(C)，(A)； 8、(A)，(D)；

9、(C)，(B)； 10、(A)； 11、(B)。

二、判断题(本大题共有15个小题，每小题1分，共15分)。

1、(×)； 2、(√)； 3、(√)； 4、(×)； 5、(×)；

6、(√)； 7、(×)； 8、(×)； 9、(×)； 10、(√)；

11、(√)； 12、(√)； 13、(×)； 14、(√)； 15、(×)。

三、名词解释(本大题共有5个小题，每小题2分，共10分)。

1、理想空载转速 n_0 ：T=0时的转速。

2、弱磁调速：保持 $U=U_N$ ，电枢回路不外接电阻时，调节励磁电流使之减少，从而调节电动机的转速，称为弱磁调速

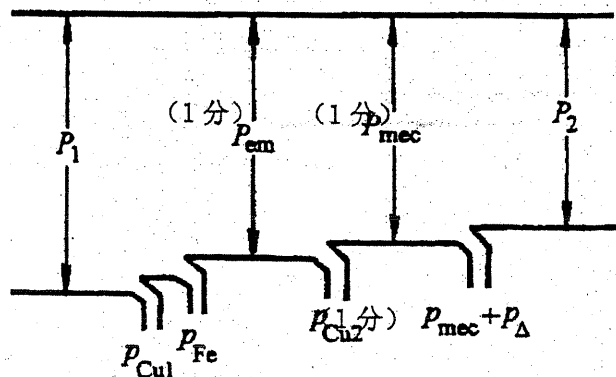
3、静差率 δ ：在一条机械特性上运行时，由理想空载到额定负载运行的转速降 Δn_N 与理想空载转速 n_0 之比的百分数。

4、三相异步电动机的固有机特性：工作在额定电压及额定频率下，电动机按规定的接线方法接线，定子及转子电路不外接电阻(电容或电感)时的机械特性。

5、伺服电动机：它具有服从控制信号的要求而动作的职能，信号来到，转子立即转动；信号消失，转子能及时自行停止。又称执行电机。

四、简答题及作图题（本大题共 5 小题，每小题 5 分，共 25 分）。

1、图 2 所示为三相异步电动机的功率关系图，请在图中箭头所在位置分别填上表述功率或损耗相关符号。

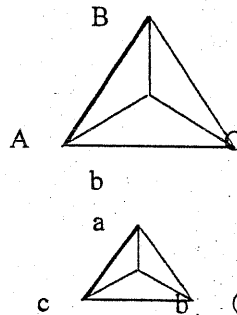
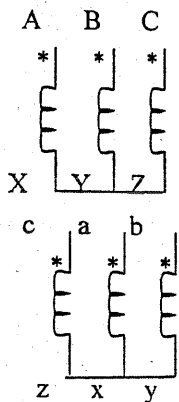


(1 分)

(1 分)

图 1

2、根据变压器的绕组接线图作出副边电势相量图，并判断连接组别。



(3 分) Y, y-4 (2 分)

图 2

3、(1) 写出异步电动机机械特性的实用表达式；(2) 在异步电机的等效电路中，电阻 $(1-S)r_2/S$ 的物理概念是什么？

答：

$$(1) T = \frac{2T_m}{\frac{S}{S_m} + \frac{S_m}{S}} \quad (3 \text{ 分})$$

(2) 电阻 $(1-S)r_2/S$ 的物理概念为：消耗在此电阻上的功率为异步电动机的全机械功率或表征异步电动机的机械功率。(2 分)

4、一台 Y 接线的三相异步电动机一相断线时能否继续运转，若停机后能否再启动？为什么？

答：Y 接线的三相异步电动机一相断线相当于单相异步电动机 (2 分)，因此，Y 接线的三相异步电动机一相断线（在负载不大的情况下）是可以继续运转的 (1 分)，如停机后就不能再起动了 (1 分)，这是因为单相异步电动机没有起动转矩 (1 分)。

5、三相笼型异步电动机常用哪些减压起动方法？

答：三相笼型异步电动机常用起动方法有：(1) 定子串电阻或电抗减压起动 (1.5 分)；(2) 自耦变压器减压起动 (1.5 分)；(3) 星-三角形减压起动（正常运行时为三角形接线的电机）(1 分)；(4) 延边

三角形减压起动(专门设计的电机)(1分)。一般三相笼型异步电动机减压起动常用前两种。
五、分析计算题(本大题共2小题,第1小题10分,第2小题16分,共26分。)

1、(10分)解:

$$(1) \text{主磁通的最大值 } \Phi_m = \frac{U_{N1}}{4.44 f N_1} = \frac{220}{4.44 \times 50 \times 300} = 0.0033(\text{wb}) \quad (3 \text{分})$$

$$(2) \text{二次侧绕组的匝数: } N_2 = \frac{U_2}{U_{1N}} N_1 = \frac{40}{220} \times 300 = 54.55 \approx 55(\text{匝}) \quad (3 \text{分})$$

$$(3) \text{一次侧绕组的全匝数为 } N_1 + N_1 \times 5\% \text{ 时: } 300 + 300 \times 5\% = 315(\text{匝})$$

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1 + N_1 \times 5\%} U_{N1} = \frac{54.55}{315} \times 220 \approx 38(\text{V}) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{一次侧绕组的全匝数为 } N_1 - N_1 \times 5\% \text{ 时: } 300 - 300 \times 5\% = 285(\text{匝})$$

$$U_2 = \frac{N_2}{N_1 - N_1 \times 5\%} U_{N1} = \frac{54.55}{285} \times 220 \approx 42(\text{V}) \quad (2 \text{分})$$

2、(16分)解:

(1) 额定电磁转矩

$$C_e \Phi_N = \frac{U_N - I_N R_a}{n_N} = \frac{220 - 41.4 \times 0.4}{1500} = 0.136 \quad (3 \text{分})$$

$$C_M \Phi_N = 9.55 C_e \Phi_N = 9.55 \times 0.136 = 1.3 \quad (1 \text{分})$$

$$T_N = C_M \Phi I_a = 9.55 C_e \Phi I_a = 9.55 \times 0.136 \times 41.4 = 53.77 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (2 \text{分})$$

$$(2) \text{理想空载转速: } n_0 = \frac{U_N}{C_e \Phi_N} = 1617.7(\text{r/min}) \quad (2 \text{分})$$

实际理想空载转速: n_0

$$\text{空载电流: } I_0 = \frac{T_0}{C_M \Phi_N} = \frac{5}{1.3} = 3.86(\text{A}) \quad (2 \text{分})$$

$$\text{实际理想空载转速: } n_0 = \frac{U_N - I_0 R_a}{C_e \Phi_N} = \frac{220 - 3.86 \times 0.4}{0.136} = 1606(\text{r/min}) \quad (2 \text{分})$$

(3) 如在电枢回路串入电阻 $R_{\Omega 1} = 1.65 \Omega$, 求这时的转速 n_1 :

$$n_1 = \frac{U_N - I_N (R_a + R_{\Omega 1})}{C_e \Phi_N} = \frac{220 - 41.4 \times (1.65 + 0.4)}{0.136} = 1000(\text{r/min}) \quad (2 \text{分})$$

(4) 如电源电压下降为 110V, 电枢电路不串电阻, 求这时的转速 n_2 。

$$n_2 = \frac{U_N - I_N R_a}{C_e \Phi_N} = \frac{220 - 41.4 \times 0.4}{0.136} = 687(\text{r/min}) \quad (2 \text{分})$$

