



填空选择题

★直流电机电枢绕组的基本形式有两种: 单叠绕组, 单波绕组

他励直流电动机的机械特性: 是指在电动机处于稳态运行的条件下, 转速和电磁转矩的关系

直流电路的励磁方式: 他励, 串励, 并励, 复励

直流电动机的起动方法: 电枢回路串电阻, 降压起动

三相异步电动机根据转子不同分为: 笼型, 绕线

根据磁滞回线剩磁的大小, 铁磁材料分为硬磁材料和软磁材料

异步电动机的转差功率指的是转子铜损耗

同步电动机的运行方式: 发电机, 电动机和补偿机

三相异步电动机参数测定实验中定子绕组电阻为提前获得的参数, 参数测定实验包括空载实验和堵转实验

变压器分类: 电力变压器 和 特种变压器

异步电机定子铁心槽型: 半闭口, 半开口, 开口

转子绕组分类: 笼型转子, 绕线转子

电力拖动装置分为电动机, 工作机构, 控制设备及电源四个组成部分

变压器磁路饱和时, 要产生正弦波的磁通, 则所需电流波形为尖顶波

直流电机电枢绕组基本形式: 单叠绕组(适合于大电流), 单波绕组(适合于高电压)

单叠绕组支路对数 $a = p$

降压调速属于恒转矩的调速方法

生产机械的负载转矩特性分类: 恒转矩负载特性(位能性, 反抗性), 恒功率负载特性, 通风机负载特性

T_{max} 正比于 U^2

异步电机调速的方法: 变极调速, 变频调速和调压转差能耗

直流电机电枢反应是指电枢磁动势对励磁磁动势所产生的气隙磁动势的影响, 对于磁动势的影响主要包括:(1)使气隙磁场发生畸变 (2)呈去磁作用

异步电机改善磁动势波形的方法: 采用短距绕组, 采用分布绕组

他励直流电机转子带位能性恒转矩负载进行电枢反接的反接制动, 先经反接制动过程, 再经反向电动过程, 最后进入回馈制动过程, 此时电机工作于第四象限, 转子转速比理想空载转速快

直流电机调速的方法: 电枢串联电阻 (属于恒功率调速方法), 降低电源电压 (属于恒转矩调速), 弱磁调速 (属于恒转矩)

简答题

题目: 单叠绕组与单波绕组的元件链接规律有何不同?

解答:

单叠绕组: 将所有相邻元件依次串联

单波绕组: 相隔大约两个极距且在磁场中位置差不多对应的元件起来

题目: 电动机的电磁转矩是驱动性质转矩, 但从直流电动机的转矩以及转矩特性来看, 电磁转矩增大时, 转速反而下降, 这是什么原因?

解答:

电磁转矩随电枢电流 I_a 增大而增大, 当电流增大时, 分别对不同励磁方式的电机进行分析即可

单相交流绕组产生的磁动势是脉振磁动势, 幅值随时间变化

三相交流绕组产生的磁动势是旋转磁动势, 幅值不变

直流电机的电枢磁动势在空间位置固定, 且分布近乎为三角波形, 其幅值随电枢电流大小变化

题目:异步电动机拖动额定负载运行时,若电源电压下降过多,会产生什么后果?

解答:

电磁转矩会下降,负载转矩不变时,转速会下降,转差率会增大,引起定子电流增加,电流超过额定值将损坏电动机的绕组

题目:一台三相异步电动机的定子绕组为星形联结,现改为三角形链接,会出现什么情况?

解答:

相电压增加为原来的 $\sqrt{3}$,主磁通增大,励磁电流在呢光达,从而时的定子电流大于额定电流,从而损坏电动机绕组

电力拖动稳定运行的条件:

- 必要条件: $n = f(T)$, $n = f(T_Z)$ 两种特性曲线有交点
- 充分条件:原在交点处稳定运行,由于出现某种干扰作用(如电网电压波动、负载转矩的微小变化等),使原来两种特性的平衡变成不平衡,电动机转速便稍有变化,这时,当干扰消除后,拖动系统必须有能力使转速恢复到原来交点处的数值。

题目:为减少电动机的静差率,宜采用什么办法?

解答:

电枢电阻以无法减少,古可以设计一个转速负反馈闭环控制系统

题目:异步电机的三种运行状态

解答:

发电机状态(制动性质): $n > n_s, s < 0$

电动机状态(驱动性质): $0 < n < n_s, 0 < s < 1$

电磁制动状态(制动性质): $n < 0, s > 1$

题目:改变并励直流电动机电源的极性能否改变他的转向? 解答:

改变电源极性是电枢电流 I_a 反向,励磁电流方向,转向由电流和励磁电流同时决定,当两者同时改变方向时,电磁转矩仍维持原来的方向不变

题目:生产机械的负载转矩特性分类?

解答:

恒转矩负载特性(位能性,反抗性): 负载转矩与转速无关的特性

通风机负载特性: $T_z = Kn^2$

恒功率负载特性: $T_Z = K/n$

题目:电力拖动系统稳定运行的条件是什么?

解答:

必要条件: 电动机的负机械特性于负载特性必须有交点

充分条件: 在交点的转速以上存在 $T_e < T_L$,在交点的转速一下存在 $T_e > T_L$

计算题

直流电机

感应磁动势: $E_a = C_e \Phi n$

电磁转矩: $T_e = C_T \Phi I_a$

$C_T = 9.55 C_e$

额定输出转矩: $T_{em} = 9.55 \frac{P_N}{n_N}$

铜耗: $p_{cua} = I_a^2 R_a$

接触损耗: $p_c = 2\Delta U_c I_a$

附加损耗: $p_\Delta = 1\% P_2$

直流电机的拖动

$$R_a = \left(\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}\right) \frac{U_N I_N - P_N}{I_N^2}$$

- 一般取 $\frac{1}{2}$

起动各级电阻的计算

★推广到m级起动的情况: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_m}{R_{m-1}} = \frac{R_{m-1}}{R_{m-2}} = \dots = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_1}{R_a}$

$$\beta = \sqrt[m]{\frac{R_m}{R_a}}$$

解题步骤

1. 计算出 R_m ，起动时转速为0, 所以有 $U_N = I_1 \times R_m$
2. 可以计算出 $\beta = \sqrt[m]{\frac{R_m}{R_a}}$

制动

能耗制动: 电源支路U换成了 R_z

反接制动: (第一种) 电机反转，串入电阻 R_Ω ; (第二种) 电枢电压反接，串入电阻 R_Ω

调速

调速范围: $D = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{v_{max}}{v_{min}}$

静差率: $\delta = \frac{\Delta n_N}{n_0} \times 100\% = \frac{n_0 - n_N}{n_0} \times 100\%$

平滑性: $\phi = \frac{n_i}{n_{i-1}}$

设备的效率: $\eta = \frac{P_2}{P_2 + \Delta P}$

变压器

得 E_1, E_2 的相量表达式:

$$\begin{cases} \dot{E}_1 = -j4.44fN_1\dot{\Phi}_M \\ \dot{E}_2 = -j4.44fN_2\dot{\Phi}_M \end{cases}$$

异步电机

$$\text{同步转速: } n_s = \frac{60f_1}{p}$$

$$\text{转差率: } s = \frac{n_s - n}{n} \times 100\%$$

$$\text{定子电路感应电动势: } \dot{E}_1 = -j4.44k_{w1}N_1f_1\Phi_m$$

$$\text{转子绕组电动势: } \dot{E}_{2s} = -j4.44k_{w2}N_2f_2\Phi_m$$

$$\begin{cases} E_{2s} = sE_2 \\ X_{2s} = sX_2 \\ E'_2 = k_e E_2 \\ I'_2 = \frac{1}{k_i} I_2 \\ R''_2 = \frac{k_e k_i R_2}{s} \\ X'_2 = k_e k_i X_2 \\ L'_{2\sigma} = k_e k_i L_{2\sigma} \end{cases}$$

$$k_e = \frac{\dot{E}_1}{\dot{E}_2} = \frac{N_1 k_{w1}}{N_2 k_{w2}}$$

$$K_i = \frac{m_1 N_1 k_{w1}}{m_2 N_2 k_{w2}}$$

$$\begin{cases} P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \phi_1 \\ p_{Cu1} = m_1 I_1^2 R_1 \\ p_{Fe} = m_1 I_m^2 R_m \\ P_e = m_1 E'_2 I'_2 \cos \phi'_2 = m_1 I_2'^2 \frac{R'_2}{s} \\ p_{Cu2} = m_1 (I'_2)^2 R'_2 \end{cases}$$

U_1 : 定子相电压

I_1 : 定子相电流

$$p_{Cu2} = sP_e$$

$$T_e = \frac{P_e}{\Omega_s} \quad T_e = \frac{P_{mech}}{\Omega}$$

异步电机的拖动

$$\text{临界转差率: } s_m = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

- 当 R_1, X_1, X_2 不变时, s_m 正比于 R_2

临界转差率: $s_m = s_N (K_T + \sqrt{K_T^2 - 1})$

★ 简化: $s_m = 2K_T s_N$

最大转矩: $T_{max} = K_T T_N$

电磁转矩: $T_e = \frac{2T_{max}}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s}}$

★ 简化: $T_e = \frac{2T_{max}}{s_m} s$

额定转矩: $T_N = 9.55 \frac{P_N}{n_N}$ (这里P的kw的k乘在9.55上, 故有时为9550)

★ 绕线转子每相绕组电阻: $R_2 = \frac{s_N U_{2N}}{\sqrt{3} I_{2N}}$

绕线转子异步电动机调速及制动电阻的计算

解题思路

1. 计算出 S_N , 可以计算出额定值下的 s_m, R_2

◦ 参考公式: $s_m = s_N (K_T + \sqrt{K_T^2 - 1})$

2. 在计算当前状态下的 s_x

3. 计算当前状态下的边缘转差率 s'_m

◦ 参考公式 $T_e = \frac{2T_{max}}{\frac{s}{s_m} + \frac{s_m}{s}}$

◦ 参考公式 $T_e = \frac{2T_{max}}{s_m} s$

- T_e 取当前的负载转矩

4. 利用 $s_m = \pm \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$ 可得出电阻的变化, 从而得出传入的电阻值

各级起动电阻计算

$$\frac{R_{T_m}}{R_{T(m-1)}} = \frac{R_{T(m-1)}}{R_{T(m-2)}} = \dots = \frac{R_{T_2}}{R_{T_1}} = \frac{R_{T_1}}{R_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

★ $\beta = \sqrt[m]{\frac{T_N}{s_N T_1}} = \frac{T_1}{T_2}$

- 一般取 $T_1 = 1.7T_N$

运动方程

$$T - T_Z = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}$$

可对电动机的工作状态分析:

1. 当 $T = T_Z, \frac{dn}{dt} = 0$: 电动机静止或等速旋转, 电力拖动系统处于稳定运转状态
2. 当 $T > T_Z, \frac{dn}{dt} > 0$: 电力拖动系统处于加速状态
3. 当 $T < T_Z, \frac{dn}{dt} < 0$: 电力拖动系统处于减速状态

重要须知

异步电机的感应电动势方向与直流电机, 变压器的方向并不同

直流电机与异步电机的各功率的关系是不同的

转矩与功率之间的关系: $T_i = \frac{P_i}{\Omega_i}$

- $\Omega_i = 2\pi \frac{n_i}{60}$

异步电机中: $\dot{I}_1 = \dot{I}_m - \dot{I}'_2$

- 即 I'_2 方向与 I'_1 方向是相反的, 若 I_1 为正, 则 I_2 为负

制动状态下, 稳定后, 转速都为负值

额定转矩 T_N : $T_N = 9550 \frac{P_N}{n_N}$ (这里P的kw的k乘在9.55上, 故为9550)

负载转矩 T 与 T_{max} 同正负