

## 一、 填空题（13 分）

1.1 异步电动机的调速有三种方法，分别为：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。定、转子绕组串接电阻或电抗器、定子绕组的调压调速等都属于\_\_\_\_\_调速方法，恒压频比  $V/f=\text{const}$  的调速方法属于\_\_\_\_\_调速方法。

1.2 直流电路有  $I^2R$ (电流电阻)的线路损耗，直流磁路\_\_\_\_\_(有/无)  $\Phi^2R$ (磁通磁阻)的激磁损耗；磁路中的漏磁通一般比电路中的漏电流要远\_\_\_\_\_(大/小)；线性电路可以采用叠加定理计算，而电动机的磁路一般\_\_\_\_\_(也可以/不可以) 采用叠加定理计算，原因是：\_\_\_\_\_。

1.3 直流电动机运行中，每个元件所导通的电流是\_\_\_\_\_（直流、交变）的，驱动电机的直流电流主要经过\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_和构成闭合回路。

1.4 并励和他励直流电动机的机械特性较\_\_\_\_\_(硬 / 软)，这种机械特性在负载有较大变化时，电机转速的变化较\_\_\_\_\_(大 / 小)。采用弱磁调速的直流电机，其机械特性变\_\_\_\_\_(硬 / 软)，采用电枢回路串电阻方式调速的直流电机，其机械特性变\_\_\_\_\_(硬 / 软)。

1.5 步进电动机按照实现结构分为三种：\_\_\_\_\_、永磁式和\_\_\_\_\_。其中，\_\_\_\_\_兼顾了其他两种类型步进电机的优点而获得广泛应用。是步进电机驱动器中实现各相驱动脉冲序列的分配的环节。

1.7 对于阻容感这类传感器,通常会采用\_\_\_\_\_技术来提高传感器的灵敏度和线性度。

1.8 在进行测速时，传感器每转产生脉冲 1000 个，在检测时间段 1ms 中测得脉冲数为 400，则利用 M 法测速所得转速为\_\_\_\_\_ r/min。

1.10 p 对极的多级旋转变压器  $180^\circ$  电角度所对应的机械角度为 \_\_\_\_\_。

1.11 利用 H 型桥式电路驱动电机负载时其两个主要的工作状态包括：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

1.13 PWM 调制方式的理论依据是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

## 二、 选择题（14 分。单选或多选）

2.1 一步进电机正常运行时步距误差不大于  $0.1^\circ$ 。若该步进电机正常运行 100 步，最大误差角的范围是\_\_\_\_\_。

- A. 不大于  $10^\circ$       B. 不大于  $5^\circ$       C. 大于  $5^\circ$       D. 不大于  $0.1^\circ$

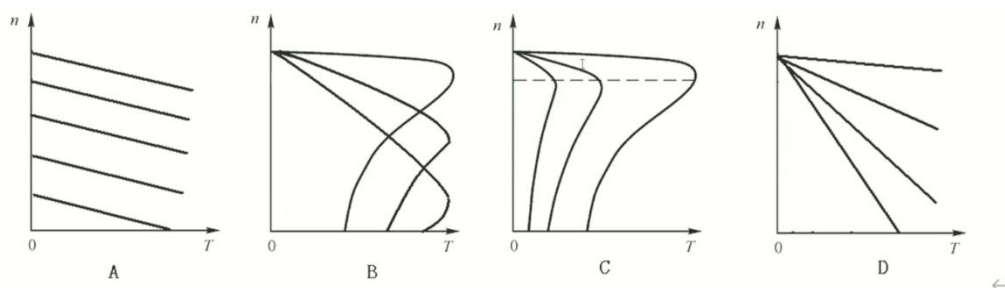
2.2 直流电机的换向火花将随以下情况\_\_\_\_\_增大。↵

- A. 电枢电流增大      B. 电机转速增大↵
- C. 电机负载转矩增大      D. 电枢电压提高↵
- E. 换向器表面变粗糙      F. 电机电流减小↵

2.3 真正的单相异步电动机的绕组所产生的空间磁场是\_\_\_\_\_，无法实现电机的启动；日常生活和生产中所使用的单相异步电动机，一般采用\_\_\_\_\_方法，使得电机启动或运行中，呈现两相电机的运行特征。↵

- A. 圆形旋转磁场      B. 脉振磁场      C. 恒定磁场
- D. 罩极结构      E. 变频变压      F. 电容分相

2.4 直流电动机电枢回路串电阻调速的特性曲线是\_\_\_\_\_，这种方法的特点是：\_\_\_\_\_。↵



- E. 属于有级调速      F. 只能降速调速      ↵
- G. 耗能，效率低      H. 轻载时调速范围小↵

2.5 通常三相异步电动机具有以下特性\_\_\_\_\_。↵

- A. 启动转矩就是最大转矩      B. 启动转矩小于最大转矩↵
- C.  $s=0$  时，无电磁转矩      D. 效率高于直流电机↵

↵

2.6 电机的四象限运行曲线中，横坐标为电机的输出力矩，纵坐标为电机的转速，其中电机在第一象限是：\_\_\_\_\_状态，在第二象限是：\_\_\_\_\_状态，在第四象限是：\_\_\_\_\_状态。↵

- A. 正向电动      B. 正向制动      C. 反向电动      D. 反向制动

2.7 在日常生产和生活中，下列电动机中，一般可直接投切进交流电网运行的是：\_\_\_\_\_。↵

- A. 步进电动机      B. 同步电动机      C. 异步电动机      D. 直流电动机↵

2.8 对步进电动机采用细分驱动，可以：\_\_\_\_\_↵

- A. 获得更小的步距角\_\_\_\_\_      B. 减小步进电机的振动与噪声↵
- C. 提高步进电机的最大静转矩      D. 提高步进电机的最高转速↵

2.9 一电源变压器原边空载电流随以下情况\_\_\_\_\_增大。↵

- A. 铁芯磁阻减小
- B. 铁芯磁阻增加↵
- C. 原边线圈匝数增加
- D. 原边线圈匝数减小↵
- E. 变压器铁芯气隙增大
- F. 变压器铁芯气隙减小↵

2.10 在启动时，增大异步电动机转子绕组回路的电阻，可以\_\_\_\_\_。↵

- A. 提高电机效率
- B. 增加电机启动转矩 ↵
- C. 限制启动电流过载倍数
- D. 提高理想空载转速 ↵

↵

2.14 以下测量元件，\_\_\_\_\_没有用到电磁感应原理。↵

- A.多极旋转变压器
- B.直线式感应同步器↵
- C.透射式光栅
- D.螺管型差动变压器↵
- E 杯形转子异步测速机
- F 热电阻 ↵
- G 热敏电阻
- H 星敏感器 ↵

### 三、 简答题（18 分）

3.1 直流电机的电枢绕组电压为  $U_a$ ，电机输出角位移为  $\theta$ ，1）画出直流电机的控制框图并推导直流电动机的数学模型（传递函数），2）画出调压调速控制时的四象限运行的机械特性图，在图中标出电机正反向运转的电动、能耗制动、发电制动和反接制动状态所对应的区域或线段，写出电机调速控制的机械特性表达式。（3 分）

3.2 简述三相异步电动机恒压频比调速控制方法。简要分析三相异步电动机在起动前和运行中两种条件下，一相断路发生时，会出现什么现象？为什么三相异步电动机不允许长时间缺相运行？（3 分）↵

3.3 感应同步器的信号处理方式有哪几种，并选择其中一种具体描述。（3 分）↵

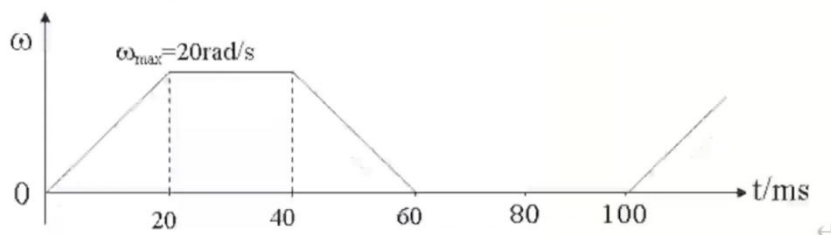
↵

#### 四、 综合题（15 分）

机床加工中，采用直流伺服电机经 1:10 的减速器驱动被加工工件，工件的转动惯量  $J_L=2\times 10^{-2}\text{kgm}^2$ ，折算到电机侧的摩擦阻力矩  $T_f=0.4\text{ Nm}$ 。有一系列直流伺服电机可供驱

动选择，其转动惯量都是  $J_M=2\times 10^{-4}\text{ kgm}^2$ ，额定转速都是 3000rpm。问：

- 1) 如果要求工件运动具备重复完成下图所示，以 100ms 为周期的运动。（不考虑减速器的转动惯量、效率和电机电气时间常数的影响）根据工件驱动需要，对驱动电机的最高转速、峰值力矩、额定转矩如何要求？（4 分）



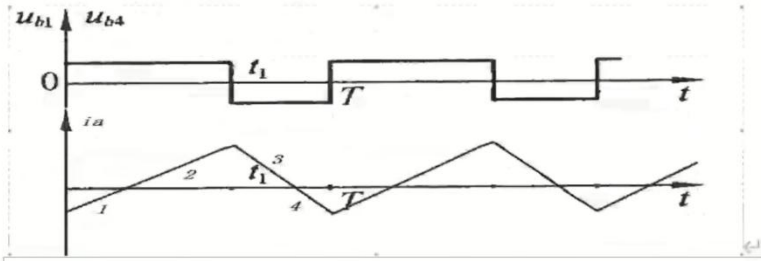
- 2) 另一种工况下，要求电机长时间运行于 200rad/s 转速，输出 2Nm 力矩，有两种电机供选择，如果

甲电机力矩系数  $K_t=0.4\text{ Nm/A}$ ，电势系数  $K_e=0.4\text{ V/rad/s}$ ，电枢电阻  $R=2\Omega$ 。

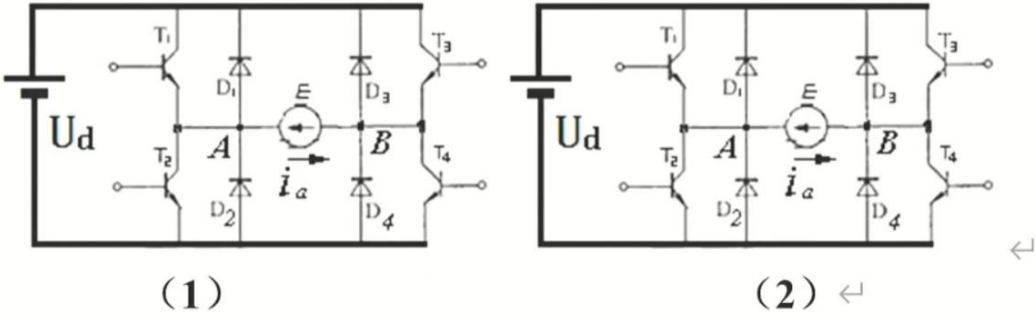
乙电机力矩系数  $K_t=0.1\text{ Nm/A}$ ，电势系数  $K_e=0.1\text{ V/rad/s}$ ，电枢电阻  $R=0.5\Omega$ 。

假设机床供电母线电压为 110V DC，采用 H 桥功放电路驱动电机，从电机运行的反电动势和电阻压降考虑，这两种电机可否采用？假定两种电机运行的铁损相近，从铜损(电阻损耗)角度考虑，你选择哪一种电机并说明原因。（3 分）

3) H 桥功放电路采用双极性 PWM 驱动所选择的直流电机，如图，给出了 T1、T4 管的基极驱动波形。根据此图：A. 不考虑死区时间，绘出 T2/T3 的基极驱动波形，绘出输出电压  $u_{AB}$  波形并表示出其幅值。B. 根据所示电动机电流  $i_a$  波形，说明电动机的状态和电机电流流经路径。（4 分）



在此图标出电动机四个状态的电流路径：



4) 为了实现工件驱动达到定位精度  $0.1^\circ$  的要求，可以在电机侧安装光电码盘进行转角负反馈控制，减速器环节会产生  $0.04^\circ$  以内的驱动传输误差，如果有 256 线、512 线、1024 线的增量式光电编码器可作为电机侧位置检测传感器，测角时采用 4 倍频的方式，合理的选择应是哪一种？如果有 8 位、11 位、13 位的绝对式光电编码器可作为电机侧位置检测传感器，合理的选择应是哪一种？（4 分）