

声明：1. 本人绝对未在考试中实施任何作弊行为，也绝对未将试卷、稿纸等带出考场。
2. 仅凭记忆整理，只能保证题目考点对应正确，具体数值、措辞等可能与原卷稍有出入。
3. 往年题只供大家参考，只靠通过刷往年考试题来获取高分或者保证不挂科是**不可取的**。希望大家认真复习，把基本概念、方法掌握扎实。

哈尔滨工业大学（深圳）2023 年秋季学期

自动控制实践 A 试题(回忆版)

2023.12 V1.0

说明：测试时间 120 分钟，满分 100 分。可以使用无编程、记忆功能的计算器。

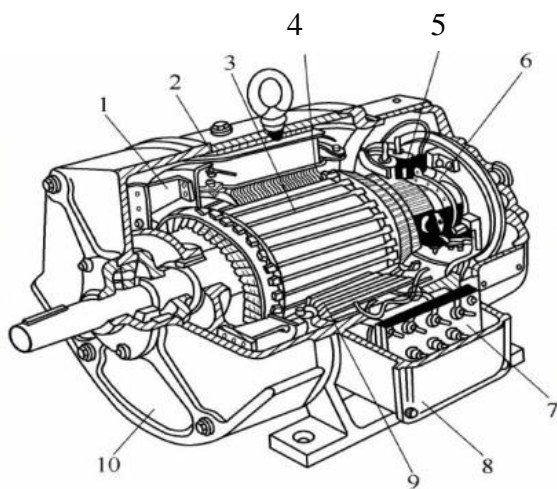
题号	一（15）	二（12）	三（16）	四（14）	五（28）	六（15）	总分（100）
得分							

注意行为规范 遵守考场纪律

一、填空题（每空 0.6 分，满分 15 分）

1.1 以下为直流电机的结构示意图，请填上以下部件对应图中的编号：

电刷及电刷架_____ 换向器_____ 电枢_____ 定子铁心_____



1.2 直流电路有 I^2R (电流电阻) 的线路损耗，直流磁路_____ (有/无) Φ^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 电动机的制动，根据制动回路的特点，分为_____、_____和_____三种形式。

1.4 为了防止驱动过程中上下功率管_____，需要在功率管的基极控制信号增加死区时间补偿；在 H 桥电路中，接入续流二极管的作用是_____。

1.5 三相异步电动机的同步转速为 n_s ，额定转差率为 s ($0 < s < 1$)，则转子旋转磁动势相对定子绕组的转速是_____，定子绕组相对于转子的转速是_____。

1.6 功率半导体元件的工作区分为_____，_____，_____区。

1.7 步进电机的步距角为 0.9° ，则使电机转过一圈需要发送_____个脉冲；控制电机的转速为 360rpm，则脉冲频率是_____Hz。

1.8 无刷直流电动机由电动机，_____和_____组成。

1.9 测量元件通常由_____，_____和_____三部分组成。

二、单选择（每小题 1 分，满分 12 分）

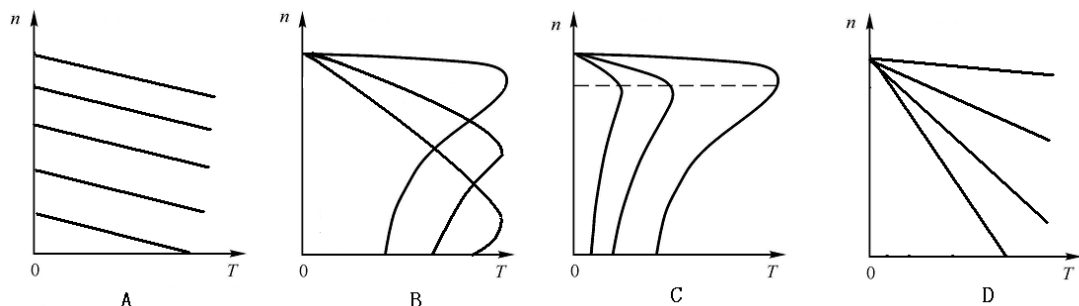
2.1 一台他励直流电动机拖动恒转矩负载时，当电枢电压降低时，电枢电流和转速将_____；而拖动泵类/风机负载时，当电枢电压降低时，电枢电流和转速将_____。

- A. 电枢电流减小、转速减小； B. 电枢电流减小、转速不变；
C. 电枢电流不变、转速减小； D. 电枢电流不变、转速不变；

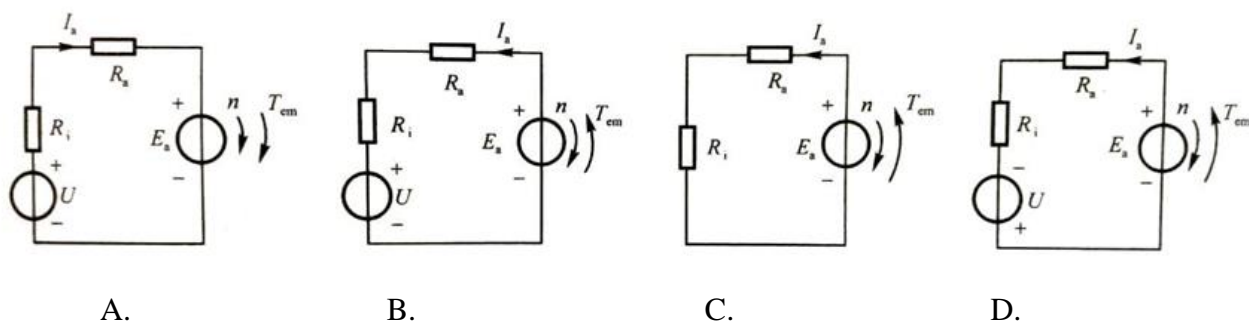
2.2 变压器变比 $k=2$ ，额定工作电压 110V，频率 50Hz，在确保不超功率的情况下，可以接入以下哪个电源使用？

- A. 直流 110V B. 交流 220V，频率 50Hz
C. 交流 220V，频率 100Hz D. 交流 110V，频率 100Hz

2.3 直流电动机电枢回路串电阻调速的特性曲线是_____



2.4 直流电机本身有发电机和电动机两种工作状态，但是在控制系统中，把电机和外加电压结合起来，可以把电机工作状态分为电动机状态、发电机状态、能耗制动状态和反接制动状态，下面四幅图中属于能耗制动状态的是_____。



2.5 续流二极管防止功率管工作在_____。

- A. 截止区 B. 饱和区 C. 非饱和区 D. 击穿区

2.6 下面关于变压器说法正确的是_____。

- A. 变压器负载运行时，原边输入电压与副边输出电压的比值与变压器匝数比相等
B. 变压器即使原边和副边没有导线连接，也可以传递大量的电功率
C. 由于交变的电流产生交变的磁场，而交变的磁场可以感应交变的电势，因此变压器只能实现交流的电压变换，而且交流电的频率越高变压器的损耗越小
D. 变压器可以改变交流电的电压、电流、相数和频率

2.7 鼠笼式三相异步电动机为降低启动电流，常采用降压启动。降压启动时，其启动转矩变化是_____。

- A. 不变 B. 增大 C. 随电压平方下降 D. 随电压平方上升

2.8 三相异步电动机从启动到达到稳态，转子感应电动势有效值的变化是_____。

- A. 不变 B. 增大 C. 减小 D. 无法判断

2.9 三相异步电动机等效电路中转子回路可变电阻 $\frac{1-s}{s}r_2$ 表示何种功率？

- A. 输出功率 B. 输入功率 C. 转子电磁功率 D. 总机械功率

2.10 混合式步进电机的步距角由_____决定。

- A. 转子齿数和拍数 B. 脉冲频率
C. 转子齿数 D. 定子绕组相数

2.11 无刷直流电动机定子磁势向量和转子磁势向量夹角为_____时输出力矩最大。

- A. 0 B. 45° C. 90° D. 180°

2.12 无刷旋转变压器的输入输出信号接在_____。

- A. 均在转子上 B. 输入信号接在转子上，输出信号接在定子上
C. 均在定子上 D. 输入信号接在定子上，输出信号接在转子上

三、多选择（每小题 2 分，满分 16 分。错选不给分，漏选酌情给分）

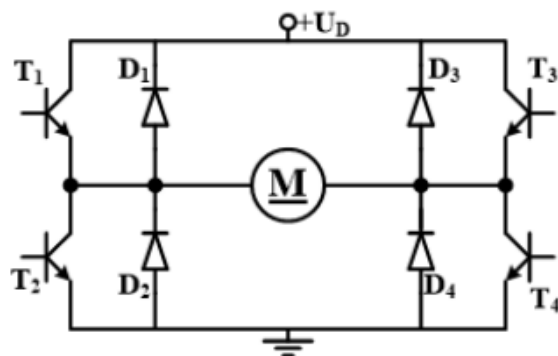
3.1 下列关于直流电机说法正确的是_____。

- A. 静态时，直流电机电枢电流与输出转矩成正比变化
B. 静态时，直流电机电枢电流与电磁转矩成正比变化
C. 直流电机的启动电压与负载大小有关
D. 静态时，直流电机的感应电势与电机转速成正比变化

3.2 直流电机调速方法可使特性变硬的是_____。

- A. 电枢回路串电阻调速
- B. 变频调速
- C. 调磁调速
- D. 串级调速
- E. 调电枢电压调速
- F. 调反电动势系数调速
- G. 调力矩系数调速

3.3 如下所示的 H 形桥式驱动电路，其中四个二极管称为续流二极管，它们是 PWM 功率放大器输出级中不可缺少的组成部分。以下说法正确的是_____。



- A. 二极管 D_1 的作用是避免开关元件 T_1 工作于击穿区
- B. 双极性 PWM 驱动时，当为电动机状态时，电源输出电能，电流增加，磁场能增加。
- C. 电源输出电能时电流值增加，吸收电能时电流减小
- D. 当为电动机状态时，电磁力矩 T_{em} 与转速 n 同向，机械能变成电能；当为发电机状态时，电磁力矩 T_{em} 与转速 n 反向。

3.4 功率器件是电机驱动重要的元件，下列说法错误的是_____。

- A. 绝缘栅双极晶体管 IGBT、电力场效应晶体管 P-MOSFET、晶闸管都是全控型器件
- B. MOSFET 器件工作在开关状态时，在截止区和饱和区之间来回转换
- C. 一般来说，相比于 IGBT 器件，MOSFET 器件开关速度更快，输出功率更 小
- D. 对于 MOSFET 器件，漏极电流 I_d 和栅源间电压 U_{GS} 的关系，反映了输入电压和输出电流的关系，当漏极电流 I_d 和较大时， I_d 与 U_{GS} 的关系近似线性。

3.5 生活中常见单相异步电动机有_____。

- A. 电容分相式
- B. 步进式
- C. 罩极启动
- D. 永磁式

3.6 绕线式异步电机调速方法中会改变同步转速的是_____。

- A. 转子回路串电阻调速
- B. 变频调速
- C. 变极调速
- D. 调压调速

3.7 关于正弦波驱动无刷直流电动机，下面说法正确的是_____

- A. 可以实现速度控制
- B. 可以实现力矩控制
- C. 可以实现位置控制
- D. 可以直接投切电网运行

3.8 以下传感器可以作为角度传感器的是_____

- A. 旋转式感应同步器
- B. 绝对式光电编码器
- C. 旋转变压器
- D. 增量式光电编码器

四、简答题（满分 14 分）

4.1 写出并励直流电机的反电动势、力矩表达式，和静态的电压平衡、力矩平衡表达式，由此推导出直流电动机的机械特性表达式。（5 分）

4.2 三相磁阻式步进电机，转子有 50 个齿，计算单拍通电和双拍通电时的步距角，并画出单拍（单相通电）和双拍通电时的矩角特性族。（5 分）

4.3 简述 T 法测速的原理和适用场合。（4 分）

五、计算题（满分 28 分）

5.1 （10 分）他励式直流电动机额定功率 $P_N=2.2\text{kW}$ ，励磁电压和供电电压 $U=U_f=110\text{V}$ ，额定情况下的效率 $\eta=0.8$ ，额定转速 1500rpm ，电枢电阻 $R_a=0.4\Omega$ ，励磁电阻 $R_f=82.7\Omega$ 。求：

- （1）额定电枢电流；（2）额定励磁电流；（3）励磁功率；
- （4）额定转矩；（5）额定情况下的反电动势。

5.2 （6 分）

7. 某单相变压器，原边电压为额定电压 220V 时，空载激磁电流为 0.2A 。忽略原边漏阻抗，并假设磁路不饱和，是线性的。分析下述情况下主磁通 Φ_m 和空载激磁电流 I_0 如何变化。

- 1) 将原边电压降到 110V ；
- 2) 将原边匝数减少 10% ；
- 3) 将铁心截面积减少 10% 。

5.3 （6 分）两对极三相异步电动机，工作电源频率 400Hz ，额定转差率 0.03 。

- （1）同步转速和额定转速分别为多少？
- （2）转子回路感应电流和感应电动势的频率为多少？
- （3）若额定电压 380V ，额定电流 10A ，额定工作点处功率因数为 0.75 ，效率为 0.8 ，求电动机额定功率为多少？

5.4 （6 分）【该题题干较长，此回忆版存在不严谨之处】直线伺服平台，传动部件每转一圈，平台行程 10mm 。不考虑机械传动环节误差。

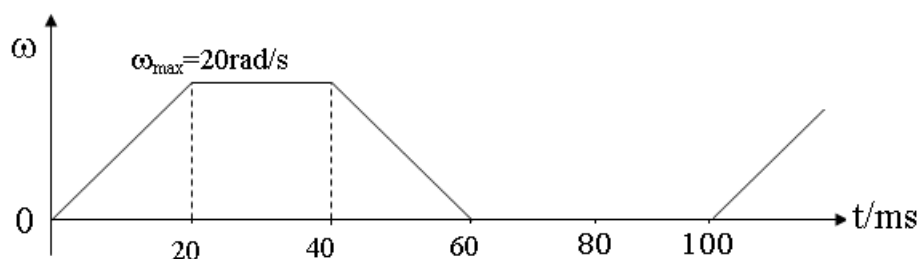
(1) 用每圈输出 2500 个脉冲的增量式编码器测量传动部件的转角，采用 4 倍频方式处理信号得到输出，问该伺服平台的分辨力是？

(2) 用每毫米 50 个刻线的光栅尺，主光栅和指示光栅的夹角为 1.8° ，要达到和(1)中同样的分辨力，细分数是多少？

六、综合题（满分 15 分）

机床加工中，采用直流伺服电机经 10:1 的减速器驱动被加工工件，工件的转动惯量 $J_L=2 \times 10^{-2} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ，折算到电机侧的摩擦阻力矩 $T_f=0.4 \text{N} \cdot \text{m}$ 。有一系列直流伺服电机可供驱动选择，其转动惯量都是 $J_M=2 \times 10^{-4} \text{kg} \cdot \text{m}^2$ ，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

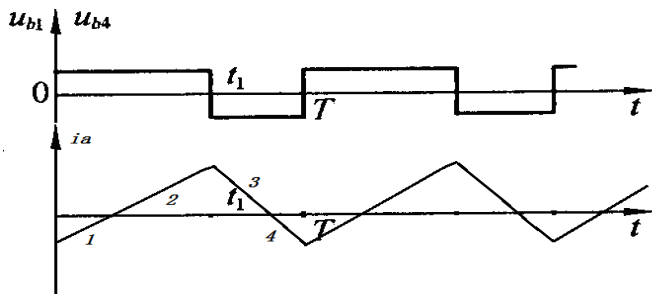
甲电机力矩系数 $K_t=0.4 \text{Nm/A}$ ，电势系数 $K_e=0.4 \text{V/rad/s}$ ，电枢电阻 $R=2\Omega$ 。

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 $R=0.5\Omega$ 。

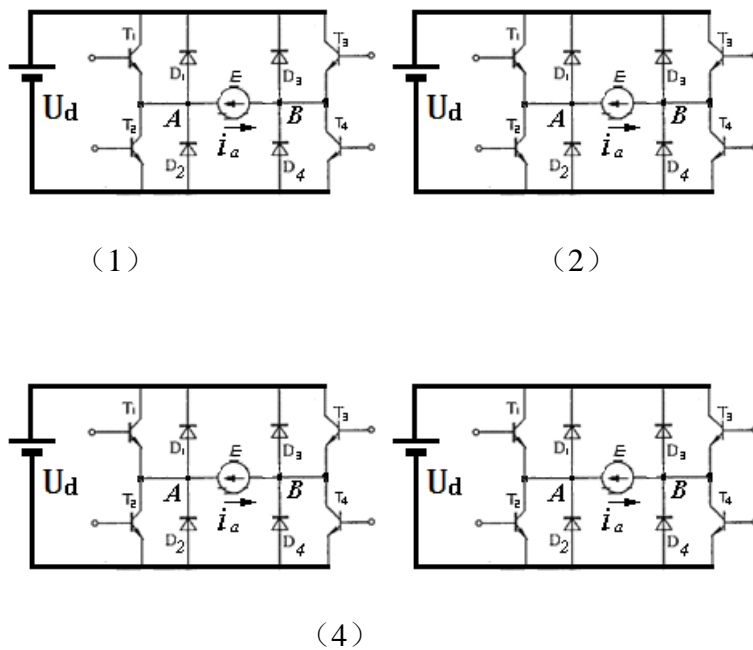
假设机床供电母线电压为 110V DC，采用 H 桥功放电路驱动电机，从电机运行的反电动势和电阻压降考虑，这两种电机可否采用？假定两种电机运行的铁损相近，从铜损(电阻损耗)角度考虑，你选择哪一种电机并说明原因。（3 分）

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° 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° 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？(精度视为一个分辨力)