

电气传动与调速系统期末练习

一、选择题

1 旋转电机的角速度 Ω 与转速 n 的关系为 ()。

A. $\Omega = \frac{\pi n}{60}$

B. $\Omega = \frac{2\pi n}{60}$

C. $\Omega = \frac{2\pi n}{100}$

D. $\Omega = \frac{\pi n}{80}$

答案: B

2 当传动系统做旋转运动时, 作用在电动机轴上的电磁转矩 T 和负载转矩 T_L 之差, 即 $T - T_L = \Delta T$ 称为动态转矩, 当 $\Delta T < 0$, 即 $dn/dt < 0$ 时, 系统处于 () 运行状态。

A. 减速

B. 匀速

C. 静止

D. 加速

答案: A

3 电气传动系统做旋转运动时, 其运动方程为 ()。

A. $F - F_z = m \frac{dv}{dt}$

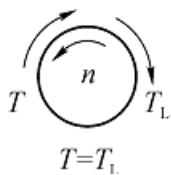
B. $T - T_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}$

C. $T - T_L = GD^2 \frac{d\Omega}{dt}$

D. $F - F_L = J \frac{d\Omega}{dt}$

答案: B

4 如图所示的旋转运动系统 (箭头方向表示转矩的实际方向), 系统的运动状态是 ()。



A. 减速

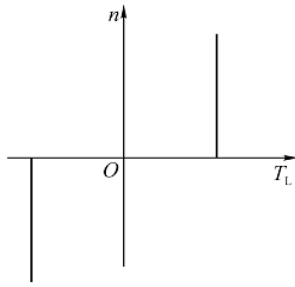
B. 匀速

C. 静止

D. 加速

答案: A

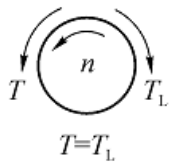
5 如图所示的负载机械特性属于 ()。



- A. 恒功率负载机械特性 B. 位能性恒转矩负载机械特性
C. 反抗性恒转矩负载机械特性 D. 直线型负载机械特性

答案：C

6 如图所示的旋转运动系统（箭头方向表示转矩的实际方向），系统的运动状态是（ ）。



- A. 减速 B. 变速
C. 静止 D. 加速

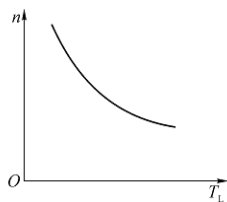
答案：C

7 当传动系统做旋转运动时，作用在电动机轴上的电磁转矩 T 和负载转矩 T_L 之差，即 $T - T_L = \Delta T$ 称为动态转矩，当 $\Delta T > 0$ ，即 $dn/dt > 0$ 时，系统处于（ ）运行状态。

- A. 减速 B. 匀速
C. 静止 D. 加速

答案：D

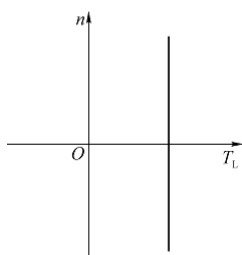
8 如图所示的负载机械特性属于（ ）。



- A. 反抗性恒转矩负载机械特性 B. 位能性恒转矩负载机械特性
C. 恒功率负载机械特性 D. 直线型负载机械特性

答案：C

9 如图所示的负载机械特性属于（ ）。



- A. 反抗性恒转矩负载机械特性 B. 恒功率负载机械特性
C. 位能性恒转矩负载机械特性 D. 直线型负载机械特性

答案：C

10 并励直流电机的励磁绕组与电枢绕组（ ）。

- A. 串联 B. 并联 C. 混联 D. 没有电的联系

答案：B

11 直流电动机工作时，其电枢绕组中的电流是（ ）。

- A. 直流电流 B. 交流电流 C. 方向恒定的脉动电流 D. 不确定是交流还是直流

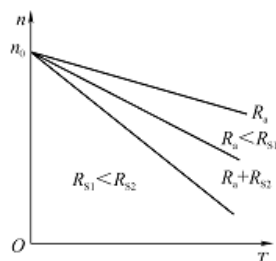
答案：B

12 串励直流电机的励磁绕组与电枢绕组（ ）。

- A. 串联 B. 并联 C. 混联 D. 没有电的联系

答案：A

13 如图所示为他励直流电动机的机械特性曲线组，表示的是（ ）的人为机械特性。



- A. 电枢回路串电阻 B. 降低电源电压 C. 减弱磁通 D. 增大磁通

答案：A

14 他励直流电机的励磁绕组与电枢绕组（ ）。

- A. 串联 B. 并联 C. 没有电的联系 D. 混联

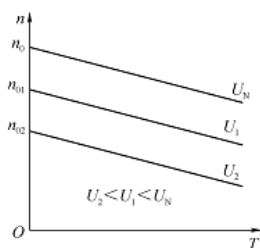
答案：C

15 直流电机的主磁极是产生（ A ）的部件。

- A. 磁场 B. 电流 C. 电压 D. 电动势

答案：A

16 如图所示为他励直流电动机的机械特性曲线组，表示的是（ ）的人为机械特性。



- A. 电枢回路串电阻 B. 降低电源电压 C. 减弱磁通 D. 增大磁通

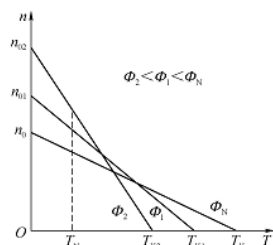
答案: B

17 一台 4 极三相异步电动机, 定子电流频率为 50Hz, 电机正常运行时的转差率 s 为 0.03, 则该电机转子的转速为 ()。

- A. 1500r/min B. 1455r/min C. 45r/min D. 1545r/min

答案: B

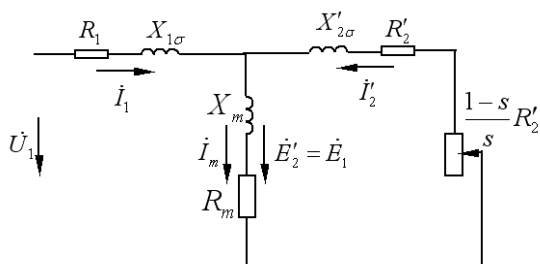
18 如图所示为他励直流电动机的机械特性曲线组, 表示的是 () 的人为机械特性。



- A. 电枢回路串电阻 B. 降低电源电压 C. 减弱磁通 D. 增大磁通

答案: C

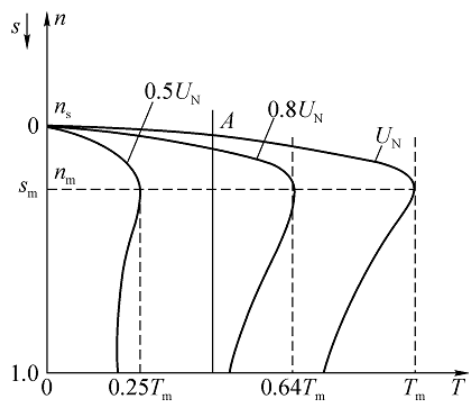
19 三相异步电动机的 T 型等效电路如图所示, m_1 表示电机的相数, 则转子绕组的铜耗可表示为 ()。



- A. $p_{cu2} = m_1 I_1^2 R_1$ B. $p_{cu2} = m_1 I_1^2 R_m$
C. $p_{cu2} = m_1 I_2'^2 R_2'$ D. $p_{cu2} = m_1 I_1^2 R_2'$

答案: C

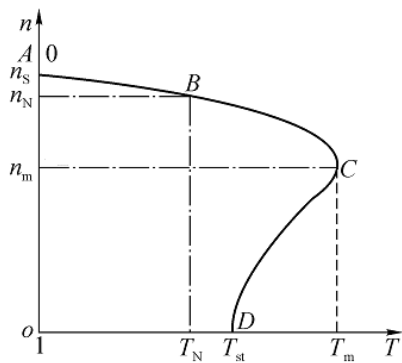
20 三相异步电动机的人为机械特性如图所示, 该图表示的是 () 的人为机械特性。



- A. 降低电源电压 B. 转子回路串电阻 C. 改变频率（基频以上）
D. 改变频率（基频以下）

答案：A

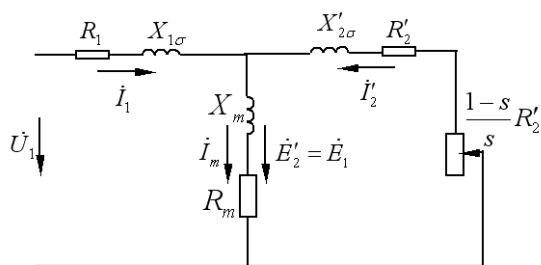
21 三相异步电动机的固有机械特性如图所示，则 A 点是（ ）。



- A. 起动点 B. 额定运行点 C. 最大转矩点 D. 同步转速点

答案：D

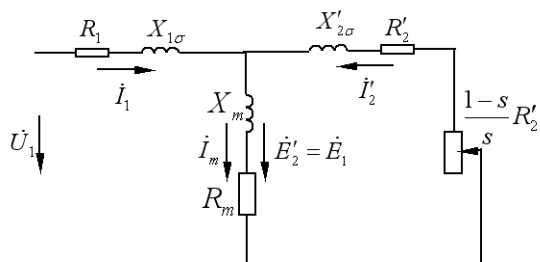
22 三相异步电动机的 T 型等效电路如图所示， m_1 表示电机的相数，则定子绕组的铜耗可表示为（ ）。



- A. $p_{cu1} = m_1 I_1^2 R_1$ B. $p_{cu1} = I_1^2 R_1$
C. $p_{cu1} = m_1 I_1^2 R_m$ D. $p_{cu1} = m_1 I_1^2 R'_2$

答案：A

23 三相异步电动机的 T 型等效电路如图所示, m_1 表示电机的相数, 则电机的铁心损耗可表示为 ()。



- A. $p_{Fe} = m_1 I_1^2 R_1$ B. $p_{Fe} = m_1 I_2'^2 R'_2$
C. $p_{Fe} = m_1 I_1^2 R_m$ D. $p_{Fe} = m_1 I_m^2 R_m$

答案: D

24 一台 10 极三相同步电动机, 定子电流频率为 50Hz, 则电动机转子的转速是 ()。

- A. 100r/min B. 300r/min C. 600r/min D. 1500r/min

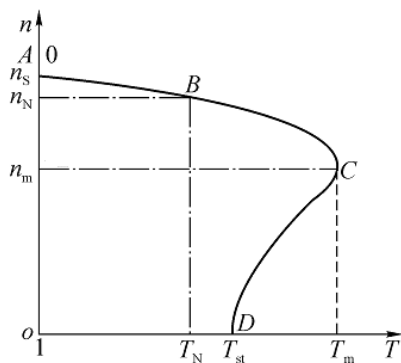
答案: C

25 一台 20 极三相同步电动机, 定子电流频率为 50Hz, 则电动机转子的转速是 ()。

- A. 1000r/min B. 300r/min C. 500r/min D. 1500r/min

答案: B

26 三相异步电动机的固有机械特性如图所示, 则 C 点是 ()。



- A. 同步转速点 B. 额定运行点 C. 最大转矩点 D. 起动点

答案: C

27 一台 12 极三相同步电动机, 定子电流频率为 50Hz, 则电动机转子的转速是 ()。

- A. 1000r/min B. 3000r/min C. 500r/min D. 1500r/min

答案: C

28 当同步电动机的励磁电流大于正常励磁值时, 同步电动机处于 () 运行状态。

- A. 欠励 B. 过励 C. 正常励磁 D. 不确定

答案: B

29 同步电动机的转子按磁极形状可分为隐极式和 ()。

- A. 旋转电枢式 B. 绕线式 C. 凸极式 D. 笼型

答案: C

30 当同步电动机的励磁电流小于正常励磁值时, 同步电动机处于 () 运行状态。

- A. 欠励 B. 过励 C. 正常励磁 D. 不确定

答案: A

31 隐极同步电动机的定子电压方程为 ()。

- A. $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{I}R_a + j\dot{I}X_s$ B. $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{I}R_a + j\dot{I}_d X_d + j\dot{I}_q X_q$
C. $\dot{U} = \dot{E}_0 + j\dot{I}X_s$ D. $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{I}R_a + j\dot{I}_d X_d$

答案: A

32 在三相全控桥式整流电路中, 如果触发角 $\alpha=90^\circ$, 那么接 () 时, 直流侧的平均电压最高。

- A. 电阻负载 B. 电阻和反电势负载
C. 阻感负载 D. 阻感和反电势负载

答案: B

33 三相异步电动机在空载时, 如果电机上所加电压的频率增加, 而电压维持不变, 则电机的 ()。

- A. 转速不变, 磁通变小 B. 转速增加, 磁通变大
C. 转速增加, 磁通不变 D. 转速增加, 磁通变小

答案: D

34 晶闸管关断后, 当 () 时, 晶闸管仍不会导通。

- A. 加很高的正向电压 B. 加正向的门极电流
C. 正向电压有很大的变化率 D. 加反向的门极电流

答案: D

35 在单相全控桥式整流电路中, 如果触发角 $\alpha=30^\circ$, 那么接 () 时直流侧的平均电压最低。

- A. 电阻负载 B. 电流连续的阻感负载

- C. 电阻和反电势负载 D. 电流断续的阻感负载

答案：B

36 采用变频调速进行电机转速控制时，采用（ ）方式可能导致直流侧过压。

- A. 降速停机 B. 自由停机
C. 直流制动 D. 以上都有可能

答案：A

37 旋转变压器不能测量电机的（ ）信息。

- A. 转速 B. 转子位置
C. 转矩 D. 旋转方向

答案：C

38 转速-电流双闭环直流调速系统在启动过程中，恒流升速阶段的特性是（ ）。

- A. 整流器输出电压线性增加，电机加速度维持不变
B. 整流器输出电压不变，电机加速度维持不变
C. 整流器输出电压线性增加，电机加速度线性增加
D. 整流器输出电压不变，电机加速度线性增加

答案：A

39 采用两套晶闸管变流器组成的可逆直流调速系统具有的特点是（ ）。

- A. 使用寿命长 B. 切换时间长
C. 晶闸管关断困难 D. 成本低

答案：A

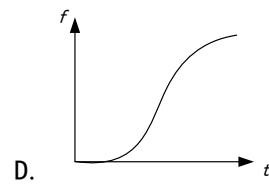
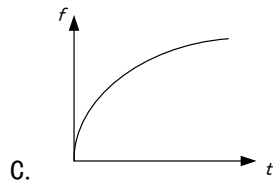
40 通用变频器的主电路不包括的功能部分是（ ）。

- A. 整流功能 B. 逆变功能
C. 检测保护功能 D. 直流滤波功能

答案：C

41 为了快速启动风机水泵类负载，可以采用的加速方法是（ ）。





答案：C

42 恒压供水变频调速系统中，如果用水量减少，则会（ ）。

- A. 变频器输出频率变高，电机转速上升
- B. 变频器输出频率变高，电机转速下降
- C. 变频器输出频率变低，电机转速下降
- D. 变频器输出频率变低，电机转速上升

答案：C

43 恒压供水变频调速系统中，不需要设置变频器的（ ）功能。

- A. 上限频率
- B. 下限频率
- C. 起动频率
- D. 点动频率

答案：D

44 电磁感应式转子位置检测器（差动变压器式位置检测器）的输出信号为（ ）。

- A. 两路矩形波信号
- B. 两路正弦波信号
- C. 三路矩形波信号
- D. 三路正弦波信号

答案：C

45 光电式位置检测器的输出信号为（ ）。

- A. 两路相差为 180° 的电平信号
- B. 两路相差为 120° 的电平信号
- C. 三路相差为 90° 的电平信号
- D. 三路相差为 120° 的电平信号

答案：D

46 无换流器电动机调速系统中，速度设定通常是通过（ ）来实现的。

- A. 调整整流器的触发角度
- B. 调整逆变器的触发角度
- C. 调整整流器的触发顺序
- D. 调整逆变器的触发顺序

答案：A

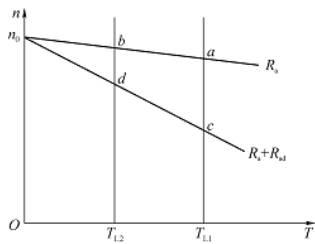
47 增量式光电码盘不能测量电机的（ ）信息。

- A. 转速
- B. 转矩
- C. 基准定位点
- D. 旋转方向

答案：B

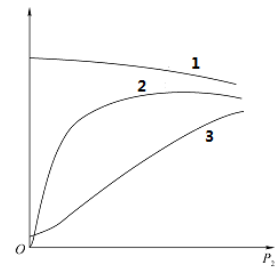
二、判断题

1 如图所示他励直流电动机机械特性与负载机械特性曲线的交点 a, b, c, d, 可知, 从 a 点到 c 点是属于调速运行, 从 b 点到 d 点也属于调速运行。()



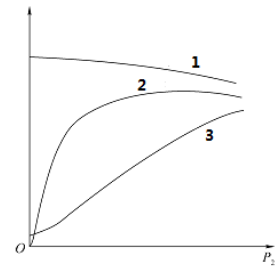
答案：正确

2 如图所示为他励直流电动机的工作特性曲线, 其中曲线1是转速特性, 曲线2是转矩特性, 曲线3是效率特性。()



答案：错误

3 如图所示为他励直流电动机的工作特性曲线, 其中曲线1是转速特性, 曲线2是效率特性, 曲线3是转矩特性。()



答案：正确

4 电气传动系统做直线运动时, 其运动方程为 $T - T_L = J \frac{d\Omega}{dt}$ 。()

答案：错误

5 直流电动机工作时，其电枢绕组中的电流是交流电流。()

答案：正确

6 一台三相异步电动机的额定电磁转矩为 150Nm，已知其过载倍数 $\lambda_m=1.8$ ，则该电动机的最大电磁转矩为 330Nm。()

答案：错误

7 一台三相异步电动机的额定电磁转矩为 80Nm，已知其起动转矩倍数 $K_{st}=2.5$ ，则该电动机起动时的电磁转矩为 200 Nm ()。

答案：正确

8 一台三相异步电动机的额定电磁转矩为 80Nm，已知其起动转矩倍数 $K_{st}=2.5$ ，则该电动机起动时的电磁转矩为 100 Nm ()。

答案：错误

9 三相异步电动机的电气制动方法有：能耗制动、反接制动和回馈制动。()

答案：正确

10 三相异步电动机的调速方法有：变极调速、变频调速和改变转差率调速。()

答案：正确

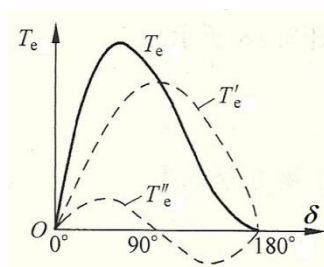
11 三相异步电动机的调速方法有：变极调速、变频调速和弱磁调速。()

答案：错误

12 一台三相异步电动机的额定电磁转矩为 150Nm，已知其过载倍数 $\lambda_m=2.2$ ，则该电动机的最大电磁转矩为 330Nm。()

答案：正确

13 一台同步电动机的矩角特性如图所示，可知，该同步电动机为隐极同步电动机。()



答案：错误

14 当同步电动机的励磁电流大于正常励磁值时，同步电动机处于欠励运行状态。()

答案：错误

15 凸极同步电动机的定子电压方程为 $\dot{U} = \dot{E}_0 + \dot{I}R_a + j\dot{I}_d X_d + j\dot{I}_q X_q$ 。()

答案：正确

16 三相异步电动机的调速方法有：变极调速、变频调速和改变转差率调速。()

答案：正确

17 同步电动机的转子按磁极形状可分为隐极式和绕线式。()

答案：错误

18 当同步电动机的励磁电流大于正常励磁值时，同步电动机处于欠励运行状态。()

答案：错误

19 同步电动机的调速方法是变频调速。()

答案：正确

20 同步电动机的起动方法有：用辅助电动机起动、变频起动和异步起动。()

答案：正确

21 在电机内部,当发热量等于散热量时,电机温升不再升高,逐步达到其稳定温升 τ_w 。()

答案：正确

22 在电机内部,当发热量小于散热量时,电机温升不再升高,逐步达到其稳定温升 τ_w 。()

答案：错误

23 交流伺服电动机的控制方式有：幅值控制、相位控制和幅相控制。()

答案：正确

24 微型同步电动机根据转子结构型式和所用材料不同主要分为永磁式微型同步电动机、反应式微型同步电动机和磁滞式微型同步电动机。()

答案：正确

25 随着门极电流的增加，晶闸管上能承受的正向击穿电压变小。()

答案：正确。

26 晶闸管上承受过大的 dv/dt 会引起晶闸管内部局部过热而损坏。()

答案：错误。

27 因为只能控制其开通，不能控制其关断，所以 IGBT 器件被称为半控器件。()

答案：错误。

28 因为只能控制其关断，不能控制其开通，所以晶闸管器件被称为半控器件。()

答案：错误。

29 采用恒磁通控制方式进行变频调速时，随着转速的增加，电机上所加的电压应该维持不

变。

答案：错误。

30 将 Buck 电路或 Boost 电路中的二极管换成开关器件，并进行互补导通，功率即可双向流动。

答案：正确。

31 利用一套晶闸管整流装置加晶闸管桥进行直流电机可逆调速时，用于切换的晶闸管关断容易。

答案：错误。

32 三相全控桥式整流电路带电阻负载时，如果触发角 $\alpha \geq 60^\circ$ 则输出电流断续。

答案：正确。

33 采用恒 V/f 控制方式进行变频调速时，随着转速的增加，电机的输出最大电磁转矩会降低。

答案：错误。

34 增量式编码器既可测量转速，也可测量位置。

答案：错误。

35 旋转变压器是一种利用光电转换原理的测速元件。

答案：错误。

36 由于变频器不具备输出过流保护功能，因此变频调速系统中需要采用电机保护器。

答案：错误。

37 无换向器电动机调速系统的变流器装置通常采用 IGBT 器件构成。

答案：错误。

38 无换向器电动机调速系统是通过独立的频率振荡器控制逆变器侧的输出频率实现转速调节功能。

答案：错误。

39 一台变频器驱动多台同步电机时，应该采用他控式同步电动机变频调速方式。

答案：正确。

40 无换向器电动机调速系统是由电动机的转子位置检测器来产生变频装置的触发脉冲，从而给同步电动机提供变压变频电源。

答案：正确。

三、简答题

1 请写出电气传动系统旋转运动时的运动方程，并说明方程中各物理量表达的物理概念各是

什么？

答：电气传动系统旋转运动时的运动方程为：
$$T - T_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}$$

其中， T 表示电动机的电磁转矩， T_L 为系统折算到电动机轴的总负载转矩(1分)， $\frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt}$

为系统的惯性转矩，也称为动态转矩。

2 他励直流电动机有哪几种调速方法？有哪几种电气制动方法？

答：他励直流电动机的调速方法有：改变电源电压调速、电枢回路串电阻调速、减弱磁通调速。

他励直流电动机的电气制动方法有：能耗制动、反接制动和回馈制动。

3 直流电动机的感应电势和电磁转矩的计算公式是怎样的？

答：电枢感应电势 E_a 的计算公式为： $E_a = C_e \Phi n$ ；

电磁转矩，其计算公式为 $T = C_T \Phi I_a$ ；其中 Φ 为每极磁通， I_a 为电枢电流。

4 直流电动机的主要结构有哪些？其中旋转的结构部件主要有哪些？

答：直流电动机的主要结构包括：静止的定子、旋转的转子（也称为电枢），以及定子和转子之间的气隙。

其中旋转的结构部件主要有：电枢/转子铁心、电枢/转子绕组、换向器、轴和风扇等。

5 三相笼型异步电动机有哪几种起动方法？

答：三相笼型异步电动机的起动方法有：直接起动、定子回路串对称电阻/电抗降压起动、自耦变压器降压起动、星/三角换接起动等。

6 三相异步电动机的主要结构有哪些？其中旋转的结构部件主要有哪些？

答：三相异步电动机的主要结构包括：静止的定子、旋转的转子（也称为电枢），以及定子和转子之间的气隙。

其中旋转的结构部件主要有：转子铁心、转子绕组、轴和风扇等。

7 三相异步电动机的主要结构有哪些？其中静止的结构部件主要有哪些？

答：三相异步电动机的主要结构包括：静止的定子、旋转的转子（也称为电枢），以及定子和转子之间的气隙。

8 他励直流电动机有哪几种起动方法？有哪几种调速方法？

答：他励直流电动机的起动方法有：直接起动、降低电源压起动和电枢回路串电阻起动。

他励直流电动机的调速方法有：改变电源电压调速、电枢回路串电阻调速、减弱磁通调速。

注：只要总的答出 5 种对的方法即可给满分 5 分。

9 有哪些常用的速度反馈元件？其中哪些元件既可测量速度又可测量位置？

答案：（1）光电码盘、直流测速电机、旋转变压器。

（2）绝对编码式光电码盘、旋转变压器。

10 单相全控桥式整流电路带电阻和反电势负载时，最小起始导电角由什么确定？如果最小起始导电角为 30° ，则触发角度为 10° 和 20° 时，输出电压有什么区别？

答案：（1）最小起始导电角由交流输入电压和直流侧反电势共同决定， $\delta = \arcsin \frac{E}{\sqrt{2}U_2}$ 。

（2）输出电压相同。

11 采用恒 U/f 控制方式进行变频调速时，在低速段和高速段特性有什么不同？为什么要进行定子压降补偿？

答案：（1）变频调速时能够直接控制的只有定子绕组的供电电压，但是定子电压与感应电势之间存在定子电阻和漏感的压降。当频率 f_1 较低时，定子电阻和漏感压降所占的比例不能再被忽略，最大电磁转矩将下降。在定子电压频率较高时，恒定子电压频率比与恒感应电压频率比的控制效果基本相同。

（2）低频时适当地提高定子电压 U_s ，实质上是对异步电机电磁转矩的补偿，使最大电磁转矩有所增大，可以增强电动机的低速带负载能力。

12 降压型 DC/DC 变换器在开关管开通和关断期间，电感电流将如何变化？如果输入电压及占空比维持不变，开关频率变高后输出电压将如何变化？

答案：（1）开通时电感电流增加，关断时电感电流减小。

（2）输出电压维持不变。

13 转速-电流双闭环直流调速系统在启动过程中，主要分成哪几个阶段？每个阶段整流器的输出电压和电流分别如何变化？

答案：分成电流上升、恒流升速、转速调节三个阶段。在电流上升阶段整流器输出电压和电流均增加，恒流升速阶段整流器输出电压增加和电流维持不变，转速调节阶段整流器输出电压和电流均减小。

14 直流测速电机的输出电压与转速之间存在什么关系？在同一转速下，随着测速电机的负载电阻阻值减小，其输出电压会如何变化？

答案：（1）输出电压与转速成正比。

（2）负载电阻阻值减小后，输出电压会降低。

15 无换向器电动机变频器调速系统通常采用哪些换流方法？分别适用于哪些应用场合？

答案：（1）反电势换流法、电流断续换流法、电源换流法三种换流方法。

（2）交-直-交无换向器电动机调速系统在稳定和高速运行时采用反电势换流法、在启动或低速时采用电流断续换流法；交-交无换向器电动机调速系统通常采用电源换流法。

16 他控式同步电动机变频调速系统和自控式同步电动机变频调速系统在逆变侧的控制上有什么区别？

答案：他控式同步电动机变频调速系统通过独立的频率振荡器控制变频器的输出频率，变频器的输出电压可以开环控制，也可检测变频器的输出电压作为反馈电压进行闭环控制；自控式同步电动机变频调速系统是由电动机的转子位置检测器来产生变频装置的触发脉冲，从而给同步电动机提供变压变频电源。

其中静止的结构部件主要有：定子铁心、定子绕组、机座、端盖等。

四、综合题

1 一台他励直流电动机的额定数据为： $U_N=220\text{ V}$ ， $I_N=50\text{ A}$ ， $n_N=1800\text{ r/min}$ ， $R_a=0.8\ \Omega$ ，带额定负载转矩运行，请问：（1）电动机的感应电动势为多少？（2）当电源电压降为 110 V 时，电动机的稳态转速为多少？（3）当电枢回路串入 $1.2\ \Omega$ 电阻，电动机的稳态转速为多少？

参考答案：

（1）根据他励电动机的电压方程式可知：电动机的感应电动势为

$$E_e=(U_N-I_N R_a)=(220-50\times 0.8)=180\text{ (V)}$$

（2）在额定负载转矩下，降低电源电压为 110 V 时，电枢电流将保持为额定电流不变 $I_a=I_N=50\text{ A}$ ，故电动机的稳态转速将下降为：

$$n=[(U-I_N R_a)/(U_N-I_N R_a)]*n_N=[(110-50\times 0.8)/(220-50\times 0.8)]*1800=700(\text{r/min})$$

（3）在额定负载转矩下，电枢回路串电阻 $1.2\ \Omega$ ，达到稳态后，电枢电流将保持为额定电流不变 $I_a=I_N=50\text{ A}$ ，故电机的稳态转速将下降为

$$n=[(U_N-I_N R_a-I_N R_\Omega)/(U_N-I_N R_a)]*n_N=[(220-50\times 0.8-50\times 1.2)/(220-50\times 0.8)]*1800=1200(\text{r/min})$$

2 一台他励直流电动机的额定数据为： $U_N=220\text{ V}$ ， $I_N=40\text{ A}$ ， $n_N=1500\text{ r/min}$ ， $R_a=0.5\ \Omega$ ，带额定负载转矩运行，请问：（1）电动机的感应电动势为多少？（2）当电源电压降为 110 V 时，电动机的稳态转速为多少？（3）当电枢回路串入 $1.5\ \Omega$ 电阻，电动机的稳态转速为多少？

参考答案：

（1）根据他励电动机的电压方程式可知：电动机的感应电动势为

$$E_e = (U_N - I_N R_a) = (220 - 40 \times 0.5) = 200 \quad (\text{V})$$

(2) 在额定负载转矩下, 降低电源电压为 110V 时, 电枢电流将保持为额定电流不变 $I_a = I_N = 40\text{A}$, 故电动机的稳态转速将下降为:

$$n = [(U - I_N R_a) / (U_N - I_N R_a)] * n_N = [(110 - 40 \times 0.5) / (220 - 40 \times 0.5)] * 1500 = 675 (\text{r/min})$$

(3) 在额定负载转矩下, 电枢回路串电阻 1.5Ω , 达到稳态后, 电枢电流将保持为额定电流不变 $I_a = I_N = 40\text{A}$, 故电机的稳态转速将下降为

$$n = [(U_N - I_N R_a - I_N R_\Omega) / (U_N - I_N R_a)] * n_N = [(220 - 40 \times 0.5 - 40 \times 1.5) / (220 - 40 \times 0.5)] * 1500 = 1050 (\text{r/min})$$

3 一台 8 极三相鼠笼式异步电动机, 定子绕组为 Y 接, 额定电压 $U_N = 380\text{V}$, 额定转速 $n_N = 735\text{r/min}$, 电源频率 $f_1 = 50\text{Hz}$ 。请问: (1) 电动机的同步转速和额定转差率分别为多少? (2) 电动机定子绕组的额定相电压为多少? (3) 电动机转子电流的频率为多少?

参考答案:

(1) 由于异步电动机的极数 $2p=8$, 所以, 电动机的同步转速为: $n_s = 60f_1/p = 60 \times 50/4 = 750 (\text{r/min})$

由于异步电动机的额定转速为 735r/min , 所以, 异步电动机的额定转差率为:

$$s = (n_s - n_N) / n_s = (750 - 735) / 750 = 0.02$$

(2) 由于定子绕组为 Y 连接, 所以定子绕组的额定相电压为: $U_1 = U_N / \sqrt{3} = 380 / \sqrt{3} = 220 (\text{V})$ 。

(3) 转子电流的频率为: $f_2 = s f_1 = 0.02 \times 50 = 1 (\text{Hz})$ 。

4 一台 10 极三相鼠笼式异步电动机, 定子绕组为 Δ 接(三角形连接), 额定电压 $U_N = 380\text{V}$, 额定转速 $n_N = 585\text{r/min}$, 电源频率 $f_1 = 50\text{Hz}$ 。请问: (1) 电动机的同步转速和额定转差率分别为多少? (2) 电动机定子绕组的额定相电压为多少? (3) 电动机转子电流的频率为多少?

参考答案:

(1) 由于异步电动机的极数 $2p=10$, 所以, 电动机的同步转速为: $n_s = 60f_1/p = 60 \times 50/5 = 600 (\text{r/min})$

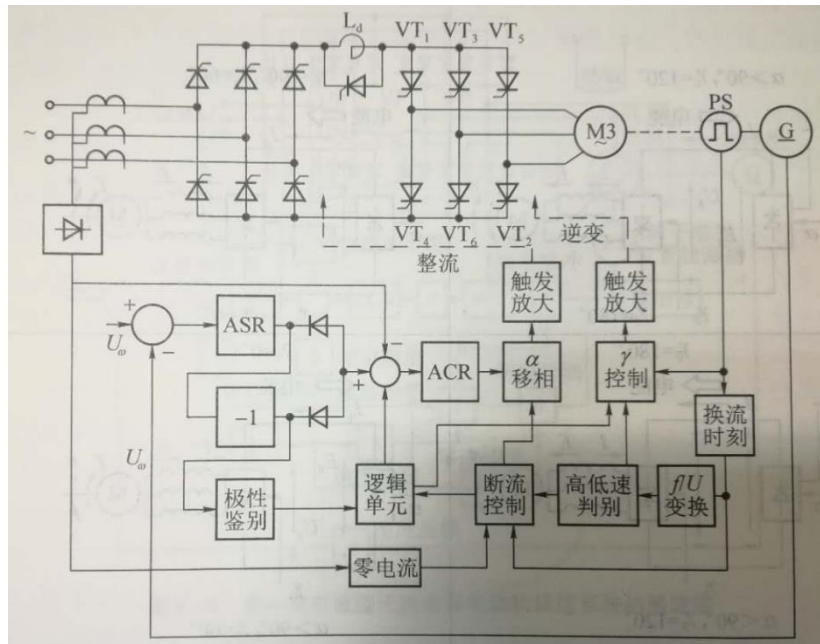
由于异步电动机的额定转速为 585r/min , 所以, 异步电动机的额定转差率为:

$$s = (n_s - n_N) / n_s = (600 - 585) / 600 = 0.025$$

(2) 由于定子绕组为三角形连接, 所以定子绕组的额定相电压为: $U_1 = U_N = 380 (\text{V})$ 。

(3) 转子电流的频率为: $f_2 = s f_1 = 0.025 \times 50 = 1.25 (\text{Hz})$ 。

5 典型的交-直-交无换向器电动机变频器调速系统的原理如下图所示。



请问：

- (1) 电动机在电动运行和回馈制动运行工况下，整流器侧的触发角度有什么不同？
- (2) 逆变器侧共有哪几种换流方式？分别适用于什么工况？
- (3) 平波电抗器 L_d 两侧反并联的晶闸管有什么作用？

答案：(1) 电动机的正反转电动运行状态， $\alpha < 90^\circ$ ；电动机的正反转回馈制动运行状态， $\alpha > 90^\circ$ 。

(2) 电流断续法换流和反电动势自然换流两种换流方式。起动和低速运行时，靠电流断续法进行换流；当高速运行时，依靠电动势绕组的反电动势自然换流。

(3) 在电流断续法换流时，由于直流回路中的平波电抗器 L_d 具有较大的时间常数，大大减慢了断流以及恢复正常工作的电流重新建立的速度，造成转矩降低、脉动加剧、电动机的损耗增加。当回路电流衰减时，触发反并联的晶闸管使其导通，电抗器将通过晶闸管续流，不影响逆变桥的断流过程。只要电源侧的封锁一旦解除，输入电流开始增长时，电抗器两端电压的极性就会发生变化，续流晶闸管就会自动关断，不会影响电抗器在电路正常工作时的滤波功能。

6 三相桥式全控整流电路的输入相电压有效值为 100V，如果直流侧带电阻负载时，请问：

- (1) 触发角 α 为 30° 时，直流侧平均电压为多少？
- (2) 触发角 α 为 90° 时，直流侧平均电压为多少？
- (3) 晶闸管的最大移相范围为多少？（4分）

答案：(1) $U_d = 2.34U_2 \cos \alpha = 2.34 \times 100 \times \cos 30^\circ$

$$= 202.6 \text{ (V)}$$

$$(2) U_d = 2.34U_2 [1 + \cos(60^\circ + \alpha)] = 2.34 \times 100 [1 + \cos(60^\circ + 30^\circ)]$$

$$= 31.4 \text{ (V)}$$

(3) 单相全控整流电路的最大移相角为 120° 。

7 降压斩波电路和升压斩波电路的输入电压均为 100V，开关频率为 10kHz，假如电感电流连续时，请问：

(1) 当开关管开通时，以上哪一种斩波电路的输入侧不向输出传送能量？

(2) 当降压斩波电路和升压斩波电路的开关管关断时，其电感电流是分别如何变化？

(3) 当占空比为 0.6 时，降压斩波电路的输出电压为多少？

答案：(1) 升压斩波电路。

(2) 降压斩波电路的电感电流减小。

升压斩波电路的电感电流减小。

$$(3) \text{ 降压斩波电路： } U_o = U_{in} \cdot D = 100 \times 0.6$$

$$= 60 \text{ (V)}$$

8 利用电压源型逆变器对三相异步电动机进行变频调速驱动时，请问：

(1) 逆变器直流侧采用什么样的滤波形式？其特点是什么？

(2) 同一时刻共有几个开关管导通？如何进行换流？

(3) 规则采样 SPWM 有几种实现方式？

答案：(1) 直流侧采用大电容进行滤波。

直流侧电压基本没有脉动，体现低阻抗特性。

(2) 任一时刻有三个开关管同时导通，同一桥臂的上下管不能同时导通。

每次换流都是在同一相的上下两个开关管之间进行，也称为纵向换流。

(3) 载波正峰值采样和载波负峰值采样两种方式。