

一、填空题

1. 控制电机主要是对控制信号进行传递和变换，要求有较高的控制性能，如要求____运行平稳____、____响应迅速____、____准确可靠____等。
2. 单相异步电动机的类型主要有____电容起动式____、____罩极式____、____电阻起动式____。
3. 磁滞式同步电动机最突出的优点是____很大的起动转矩____。
4. 40 齿三相步进电动机在双三拍工作方式下步距角为____ 3° ____，在单、双六拍工作方式下步距角为____ 1.5° ____。
5. 交流伺服电动机的控制方式有____幅值控制____、____相位控制____、____幅-相控制____。
6. 自整角机是一种能对____角位移或角速度____偏差自动整步的感应式控制电机，旋转变压器是一种输出电压随____转子转角____变化的信号元件，步进电动机是一种把____电脉冲____信号转换成角位移或直线位移的执行元件，伺服电动机的作用是将输入____电压控制____信号转换为轴上的角位移或角速度输出。
7. 无刷直流电动机转子采用____永磁体____，用____电子开关线路____和____和位置传感器____组成的电子换向器取代有刷直流电动机的机械换向器和电刷。
8. 直线电机按照工作原理来区分，可分为____直线感应电机____、____直线直流电机____和直线同步电机三类。
9. 自整角机是一种能对____角位移或角速度____偏差自动整步的感应式控制电机，它通过电的方式在两个或两个以上无____机械____联系的转轴之间传递角位移或使之同步旋转。
10. 光电编码器按编码原理分有____绝对式____和____增量式____两种。
11. 异步测速发电机性能技术指标主要有____线性误差____、____相位误差____、____剩余电压____和输出斜率。
12. 同步电动机转子上的鼠笼绕组可起____异步起动转矩____和____同步牵引转矩____作用。
13. 小功率同步电动机可分为____永磁____、____磁阻____、____磁滞____等。
14. 反应式电磁减速同步电动机定转子齿数应满足____，转速公式为____；励磁式电磁减速同步电动机定转子齿数应满足____，转速公式为____。
15. 电机产生过度过程的主要原因是电机中存在两种惯性：____机械____、____电磁____。
16. 罩极式单相异步电动机的旋转方向总是固定不变的由____罩住的部分向未罩住的方向旋转____。
17. 直流伺服电动机的电气制动有____能耗____、____回馈____、____反接____。
18. 改变____电源频率____或电机的极距可以改变直线感应电动机的速度，改变____初级绕组的通电次序____可以改变直线感应电动机的运动方向。
19. 磁阻同步电动机转子直轴与定子旋转磁场轴线重合时，磁阻转矩为____最小____；转子交轴与定子旋转磁场轴线重合时，磁阻转矩为____最大____。
20. 异步伺服电动机____控制____信号消失，而仍有角速度或角位移输出，称为自转现象。

二、选择题

1. 伺服电动机将输入的电压信号变换成（ ），以驱动控制对象。
A. 动力 B. 位移 C. 电流 D. 转矩和速度
2. 交流伺服电动机的定子铁芯上安放空间上互成（ ）电角度的两相绕组，分别为励磁绕组和控制绕组。
A. 0° B. 90° C. 120° D. 180°

- 3.为了减小()对输出特性的影响,在直流测速发电机的技术条件中,其转速不得超过规定的最高转速。
- A.纹波 B.电刷 C.电枢反应 D.温度
- 4.在交流测速发电机中,当励磁磁通保持不变时,输出电压的值与转速成正比,其频率与转速()。
- A.正比 B.反比 C.非线性关系 D.无关
- 5.影响交流测速发电机性能的主要原因是()。
- A.存在相位误差 B.有剩余电压 C.输出斜率小 D.以上三点
- 6.步进电机是利用电磁原理将电脉冲信号转换成()信号。
- A.电流 B.电压 C.位移 D.功率
- 7.旋转型步进电机可分为反应式、永磁式和感应式三种。其中()步进电机由于惯性小、反应快和速度高等特点而应用最广。
- A.反应式 B.永磁式 C.感应式 D.反应式和永磁式
- 8.步进电机的步距角是由()决定的。
- A.转子齿数 B.脉冲频率 C.转子齿数和运行拍数 D.运行拍数
- 9.由于步进电机的运行拍数不同,所以一台步进电机可以有()个步距角。
- A.一 B.二 C.三 D.四
- 10.步进电机通电后不转,但出现尖叫声,可能是以下()原因。
- A.电脉冲频率太高引起电机堵转 B.电脉冲频率变化太频繁
C.电脉冲的升速曲线不理想引起电机堵转 D.以上情况都有可能
- 11.理想的驱动电源应使通过步进电机的绕组电流尽量接近()波形。
- A.正弦波 B.矩形波 C.三角波 D.锯齿波
- 12.没有补偿的旋转变压器的在接负载时会出现(),使输出特性畸变。
- A.剩余电压 B.感应电流过大 C.交轴磁势 D.直轴磁势
- 13.旋转变压器的本质是()。
- A.变压 B.变流 C.能量转换 D.信号转换
- 14.若电源允许,考虑到性能和体积等因素应选用电压较高、频率为()自整角机。
- A.50Hz B.60 Hz C.400 Hz D.1000 Hz
- 15.因为自整角机的接收机和发送机在结构上有差异,如果调错,将使自整角机()。
- A.产生振荡 B.烧毁 C.失步 D.停转
- 16.在使用同步电机时,如果负载转矩()最大同步转矩,将出现“失步”现象。
- A.等于 B.大于 C.小于 D.以上都有可能
- 17.同步电机出现的振荡现象,一般发生在()突然发生变化的时候。
- A.电源电压 B.信号电压 C.负载 D.转矩
- 18.磁滞式同步电动机与永磁式和反应式相比,最可贵的特性是具有()。
- A.稳定性好 B.负载能力强 C.很大的启动转矩 D.很小的启动电流
- 19.无刷直流电动机是利用了()来代替电刷和换向器。
- A.电子开关线路和位置传感器 B.电子开关 C.传感器 D.复杂设备
- 20.无刷直流电动机与一般的直流电动机一样具有良好的伺服控制性能,可以通过改变()实现无级调速。
- A.电枢绕组电阻 B.转子电阻 C.负载 D.电源电压
- 21.空心杯非磁性转子交流伺服电动机,当只给励磁绕组通入励磁电流时,产生的磁场为()磁场。
- A.脉动 B.旋转 C.恒定 D.不变

- 22.有一个三相六极转子上有 40 齿的步进电动机，采用单三拍供电，则电动机步矩角为（ ）。
A. 3° B. 6° C. 9° D. 12°
- 23.通常情况下，下列检测元件的精度由低到高的排列顺序是。（ ）
A. 旋转变压器、自整角机、感应同步器、磁尺 B. 自整角机、感应同步器、旋转变压器、磁尺
C. 自整角机、旋转变压器、感应同步器、磁尺 D. 自整角机、旋转变压器、磁尺、感应同步器
- 24.感应移相器的特点是输出电压的相位与转子转角成（ ）关系。
A. 正弦 B. 余弦 C. 非线性关系 D. 线性
- 25.在步进电动机驱动电路中，脉冲信号经（ ）放大器后控制步进电动机励磁绕组。
A. 电流 B. 电压 C. 功率 D. 直流
- 26.当交流测速发电机在伺服系统中用作阻尼元件时，应主要满足（ ）。
（A）输出斜率大 （B）线性度高 （C）稳定度高 （D）精确度高
- 27.直流伺服电动机在低速运转时，由于（ ）波动等原因可能造成转速时快时慢，甚至暂停的现象。
（A）电流 （B）电磁转矩 （C）电压 （D）温度
- 28.伺服电动机将输入的电压信号变换成（ ），以驱动控制对象。
（A）动力 （B）位移 （C）电流 （D）转矩和速度
- 29.没有补偿的旋转变压器的在接负载时会出现（ ），使输出特性畸变。
（A）剩余电压 （B）感应电流过大 （C）交轴磁势 （D）直轴磁势
- 30.成对使用的自整角机按控制式运行时，其中一个是（ ），另一个是控制式变压器。
（A）力矩式发送机 （B）力矩式接收机 （C）控制式发送机 （D）控制式接收机
- 31.同步电动机的转子磁极上装有励磁绕组，由（ ）励磁。
（A）单相正弦交流电 （B）三相交流电 （C）直流电 （D）脉冲电流
- 32.小功率同步电动机的（ ）是恒定不变的，它与电枢电流的频率之间有确定的关系。
（A）电压 （B）电流 （C）转速 （D）温度
- 33.在使用同步电机时，如果负载转矩（ ）最大同步转矩，将出现‘失步’现象。
（A）等于 （B）大于 （C）小于 （D）以上都有可能
- 34.磁滞式同步电动机与永磁式和反应式相比，最可贵的特性是具有（ ）。
（A）稳定性好 （B）负载能力强 （C）很大的启动转矩 （D）很小的启动电流
- 35.（ ）是无刷直流电动机的关键部分，其作用是检测转子磁场相对于定子绕组的位置。
（A）电子开关 （B）位置传感器 （C）换向器 （D）磁钢
- 36.无刷直流电动机与一般的直流电动机一样具有良好的伺服控制性能，可以通过改变（ ）实现无级调速。
（A）电枢绕组电阻 （B）转子电阻 （C）负载 （D）电源电压
- 37.要改变无刷直流电动机的旋转方向，除了改变励磁磁场极性或电枢电流方向外，还需要（ ）配合才能实现。
（A）电子开关电路 （B）定子绕组 （C）转子绕组 （D）传感器
- 38.现有一直 1024P/r 的旋转编码器，在零位脉冲之后连续输出 102490 个脉冲。则该旋转编码器在零位脉冲之后转过的圈数是（ ）。
（A）102490 圈 （B）100 又 $90/1024$ 圈 （C）190 圈 （D） $10/102490$ 圈
- 39.若被测机械的转向改变，则交流测速发电机输出电压的_____。
（A）频率改变 （B）大小改变 （C）相位改变 90° （D）相位改变 180°

三、判断题

- 1.对于交流伺服电动机，改变控制电压大小就可以改变其转速和转向。 () ×
- 2.交流伺服电动机当取消控制电压时不能自转。 ()
- 3.为了减小温度变化对测速发电机输出特性的影响，其磁路通常要求设计得比较饱和。 ()
- 4.直流测速发电机在使用时，如果超过规定的最高转速或低于规定的最小负载电阻，对其控制精度会有影响。 ()
- 5.直流测速发电机在使用时，如果超过规定的最高转速或低于规定的最小负载电阻，对其控制精度有影响。 ()
- 6.用于一般转速检测或作阻尼元件时，应主要考虑测速发电机的输出斜率要大。 ()
- 7.步进电动机的转速与电脉冲的频率成正比。 ()
- 8.单拍控制的步进电机控制过程简单，应多采用单相通电的单拍制。 () ×
- 9.改变步进电机的定子绕组通电顺序，不能控制电机的正反转。 () ×
- 10.旋转变压器的输出电压与转子转角呈函数关系。 ()
- 11.采用原边补偿时，旋转变压器的交轴绕组的阻抗与负载阻抗有关。 () ×
- 12.旋转变压器采用副边补偿时，转子电流产生的直轴磁场与转角有关。 () ×
- 13.采用由两极和多极旋转变压器组成的双通道伺服系统，不可以使检测精度从角分级提高到角秒级。 () ×
- 14.自动控制系统中，自整角机不可以单独使用，需两个或两个以上组合使用。 ()
- 15.力矩式自整角机可以直接实现转角随动的目的，因此接收误差小，适用于精度较高的侧位系统。 () ×
- 16.小功率同步电动机的转速是恒定不变的，它与电枢电流的频率之间没有关系。 () ×
- 17.由于转子的惯性作用，使得永磁式同步电机的启动比较困难。 ()
- 18.由于振荡会使同步电动机的瞬时转速出现不稳定，一般在转子上设置短路绕组来加以改善。 ()
- 19.无刷直流电动机是由电动机、电子开关线路和转子位置检测器三部分组成的。 ()
- 20.与一般直流电动机一样，无刷直流电动机只要改变电源电压的极性不能使电机反转。 ()
21. 控制电机在自动控制系统中的主要任务是完成能量转换、控制信号的传递和转换。 () ×
22. 变压器是根据电磁感应原理工作的，负载运行时由副边电流大小决定原边电流的大小。 ()。
- 23.在两台力矩式发送机之间接入一台力矩式差动接收机，不可以用来显示两个输入角的和或差。 () ×
- 24.交流伺服电动机在转差率 $s=1 \sim 0$ 之间，与普通异步电动机一样具有凸型机械特性曲线。 () ×
- 25.直线电机是一种需要中间转换装置，而作直线运动的电动机械。 () ×
26. 单相异步电动机能自己起动和运行。 () ×
27. 测速发电机在控制系统中，输出绕组所接的负载可以近似作开路处理。如果实际连接的负载不大则应考虑其对输出特性的影响。 ()
28. 直流伺服电动机分为永磁式和电磁式两种基本结构，其中永磁式直流伺服电动机可看作他励式直流电机。 ()
29. 交流伺服电动机与单相异步电动机一样，当取消控制电压时仍能按原方向自转。 () ×
30. 步进电动机的转速与电脉冲的频率成正比。 ()
31. 当步进电机的电脉冲频率等于自由振动频率的 $1/k$ (k 为正整数) 时，转子会发生强烈的

振荡甚至失步。()

32. 为了提高步进电机的性能指标，应多采用多相通电的双拍制，少采用单相通电的单拍制。()

33. 对于多相步进电机，定子的控制绕组可以是每相轮流通电，但不可以是几相同时通电。() ×

34. 旋转变压器的结构与一般变压器相似。() ×

35. 力矩式自整角机适用于精度要求不太高、负载较小的场合，常用来带动指针或刻度盘作为测位器。()

36. 由于转子的惯性作用，使得永磁式同步电机的启动比较容易。() ×

37. 无刷直流电动机是电子、电机技术结合的高新技术产品，兼顾了直流电动机和交流电动机的优点。()

38. 从制造和运行成本考虑，直线电动机一般采用短次级。() ×

39. 力矩式自整角机必须使用中间放大环节，才能达到使相距较远又无机械联系的两轴实现同步旋转。() ×

40. 直流测速发电机的电枢反应和延迟换向的去磁效应使线性误差随着转速的增高或负载电阻的减小而增大。()

41. 测速发电机的转速不得超过规定的最高转速，否则线性误差加大。()

42. 反应式同步电动机转子直轴与交轴的磁阻必须不同，转子具有与定子极数相等的凸极数。()

43. 由于采用的是凸极转子，使得磁阻式同步电机的启动比较容易。() ×

44. 无刷直流电动机不能采用交流电源供电。()

45. 无刷直流电动机的绕组可以采用一相电枢绕组。() ×

46. 采用双边直线感应电动机的主要目的是为了消除法向力。()

47. 超声波电动机转子的运动方向与行波方向相同，改变激振电源的电压极性，便可以改变转子的运动方向。() ×

48. 改变电源电压的高低可以调整步进电动机的旋转速度。() ×

49. 反应式步进电动机的启动频率低于最大连续运行的频率。()

50. 反应式步进电动机定子绕组通常做成两相、三相、四相和五相。() ×

四、简答题

1 为什么直流发电机电枢绕组元件的电势是交变电势而电刷电势是直流电势？ P26

答：电枢连续旋转，导体 ab 和 cd 轮流交替地切割 N 极和 S 极下的磁力线，因而 ab 和 cd 中的电势及线圈电势是交变的。由于通过换向器的作用，无论线圈转到什么位置，电刷通过换向片只与处于一定极性下的导体相连接，如电刷 A 始终与处在 N 极下的导体相连接，而处在一定极性下的导体电势方向是不变的，因而电刷两端得到的电势极性不变，为直流电势。

2 对于直流测速发电机，如果电刷不在几何中性线上，而是顺电动机的转向偏移了 角，分析对输出特性的影响？ P26

答：当电刷不在几何中心线上，将会产生交轴电枢反应和直轴电枢反应，其中交轴电枢反应为使气隙磁场畸变，并且有去磁作用。对于直轴电枢反应，由于是直流测速发电机，顺着电动机转向偏移了 角，所以直轴电枢磁场与励磁方向相反，也起去磁作用。因为磁场畸变将导致输出特性非线性，而由于去磁作用，将导致输出特性曲线的斜率变小，曲线变平缓。

3 如果用直流发电机作为直流电动机的负载来测定电动机的特性，在其他条件不变的情况

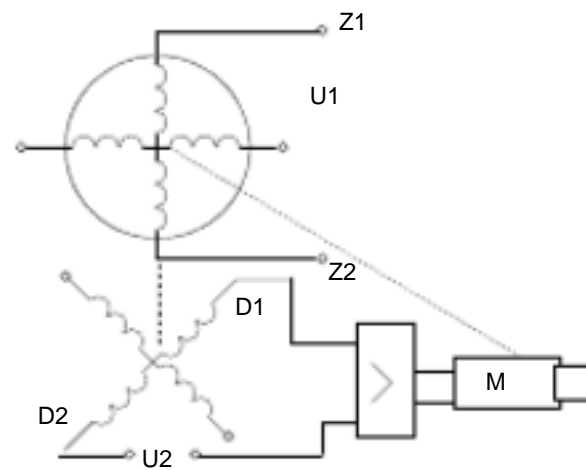
下，减小发电机的负载电阻 R_L ，直流电动机的转速如何变化，说明原因。

4 当直流伺服电动机电枢电压、励磁电压不变时，如将负载电阻减小，试问此时电动机的电枢电流、电磁转矩、转速如何变化？并说明由原来的稳态达到新的稳态时物理过程。

5 旋转变压器负载运行时，输出特性产生畸变的原因是什么？如何消除。 P104

答：当旋转变压器带负载运行时，由于输出绕组有电流通过，将产生磁通，该磁通可以分解为直轴分量和交轴分量，由于直轴分量被一次感生的磁动势抵消，可以忽略，而交轴分量为 \cos ，将该分量继续分解，可以发现它在另一输出绕组上将产生感应电动势 \cos 乘以 \cos ，因此在输出绕组上被注入 \cos 乘以 \cos ，因此造成了输出特性畸变。
消除方法： 1、将一次侧的补偿绕组短接。 2、在二次侧的另一输出绕组上接上同样大小的负载。 3、同时采用上述两种方法。

6 旋转变压器的 Z_1Z_2 端加电压 U_1 ，定子绕组 D_1D_2 端串 U_2 后接至放大器，经放大器放大后加在伺服电动机电枢绕组中，说明图示电路的功能。 P108



7 交流伺服电动机停车时采用：同时切除励磁绕组和控制绕组电源；励磁绕组电源不变，只切除控制绕组电源。上两种方法停车效果是否相同？为什么？ p158

答：相同，控制绕组断开了

8 何谓交流测速发电机的剩余电压？产生剩余电压的原因是什么？ p189

答：交流异步测速发电机当励磁绕组加电压而转子处于静止状态时，输出绕组产生的电压称为剩余电压。原因：磁路不对称、气隙不均匀、输出绕组与励磁绕组不正交及温升增加，绕组匝短路、形状不规格、转子杯材料不均匀等。

9 电磁减速同步电动机有何特点？ p215

答：无需加启动绕组，它的结构简单，制造方便，成本较低，它的转速一般在每分钟几十转到上百转之间，它是一种常用的低速电动机。

10 同步电动机转子上的鼠笼绕组起什么作用？ p214

答：阻尼和启动。

11 一台五相十拍步进电动机，转子齿数为 48，电源频率为 800Hz,单相通电时矩角特性为正弦形，幅值为 $8\text{N}\cdot\text{m}$ 。求：步进电动机的步矩角、转速；求三相同时通电时最大静转矩；写出五相十拍运行方式时一个循环的通电次序。

答：(1) $b=360^\circ/NZR=360^\circ/10 \times 48=0.75$

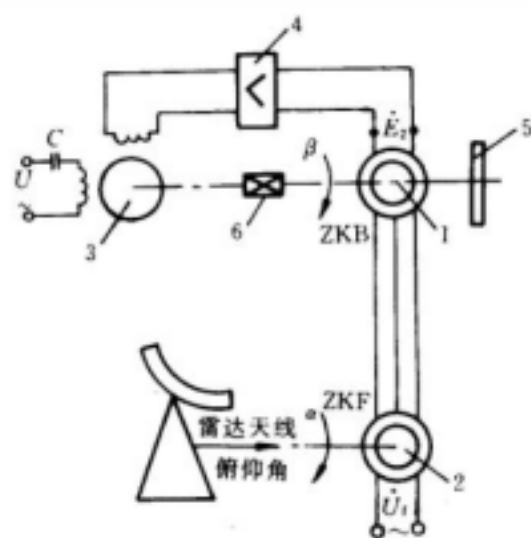
$n=60f/NZR=60 \times 800/10 \times 48=100(\text{r/min})$

$b_e=2^\circ/N=2^\circ/10=36^\circ$

$T_{\max}(\text{ABC})=T_{\max}(\text{A})(\sin 8 \times 36^\circ/2)/(\sin 36^\circ/2)=8 \times (\sin 144^\circ/\sin 18^\circ)=7.69(\text{N}\cdot\text{M})$

(2) 通电次序： A-AB-B-BC-C-CD-D-DE-E-EA

12 常用的位置检测元件有自整角机、旋转变压器、感应同步器、光电编码器等，任选一种



1—自整角变压器；2—自整角发电机；
3—交流伺服电机；4—放大器；
5—刻度盘；6—减速器

答：雷达发射机产生足够的电磁能量，经过收发转换开关传送给天线。天线将这些电磁能量辐射至大气中，集中在某一个很窄的方向上形成波束，向前传播。电磁波遇到波束内的目标后，将沿着各个方向产生反射，其中的一部分电磁能量反射回雷达的方向，被雷达天线获取。天线获取的能量经过收发转换开关送到接收机，形成雷达的回波信号。由于在传播过程中电磁波会随着传播距离而衰减，雷达回波信号非常微弱，几乎被噪声所淹没。接收机放大微弱的回波信号，经过信号处理机处理，提取出包含在回波中的信息，送到显示器，显示出目标的距离、方向、速度等。

18、无刷直流电动机与永磁同步电动机各有何异同。答：用的材料大体都一样，主要是设计上的不同。一般无刷直流电机设计的时候，气隙磁场是方波的（梯形波），因此在极对数选择上一般选取整数槽集中绕组例如 4 极 12 槽，并且磁钢一般是同心的扇形环，径向冲磁。并且一般装 Hall 传感器来检测位置和速度，驱动方式一般是六步方波驱动，用于位置要求不是很高的场合；而永磁同步是正弦波气隙，因此极对数上选择分数槽绕组，如 4 极 15 槽,10 极 12 槽等，磁钢一般是面包形，平行充磁，传感器一般配置增量型编码器，旋转变压器，绝对编码器等。驱动方式一般采用正弦波驱动，如 FOC 算法等。用于伺服场合。

19、为什么异步伺服电动机的转子电阻要选得很大，转子电阻过大对电机性能又有哪些负面影响。答：对于异步伺服电动机，在额定控制电压下不同转子电阻时的机械特性不相同

转子电阻越大，机械特性线性的范围就越大，这对于伺服电动机的稳定运行和扩大调速范围是非常有利的，所以异步伺服电动机的转子电阻要选得很大。负面影响：1、如果转子电阻取过大，异步伺服电动机产生转矩的能力将受到限制。若转子电阻增加的足够的大，则最大转矩将小于 T_{em} 。2、增大转子电阻电动机效率会降低同样功率的电动机体积也要大一些，其次转差率 $S_{em} > 1$, 使起动转矩减小。

18. 无刷直流电动机与永磁同步电动机各有何异同点。

19. 根据所给无刷直流电动机转子位置、转向要求，写出起始导通的开关管，并写出一个周期电子开关的导通顺序。

20. 电动门、电磁锤、矿井升降机是哪一种特种电动机的应用，简述工作原理。

21. 直流伺服电动机采用电枢控制时，若励磁电压下降，则电动机的机械特性和调节特性如何变化？

22. 为什么异步伺服电动机的转子电阻要选的很大？转子电阻过大对电动机性能又有哪些负面影响？