



自动控制实践I-15

单相与两相异步电机

异步电机总结



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



复 习

1. 异步电机运行状态分析
2. 异步电机运行的平衡关系
3. 异步电机的机械特性

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



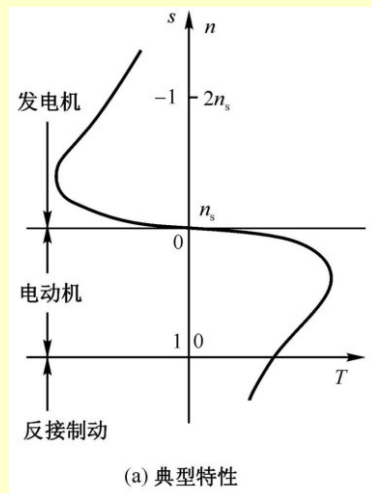
复 习

异步电动机的机械特性

$$T = \frac{3pr_2'U_1^2}{2\pi f_1 s[(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

$$s_m \approx \pm \frac{R_2'}{X_1 + X_2'}$$

$$T_m \approx \pm \frac{m_1 U_x^2}{2\Omega_1 (X_1 + X_2')}$$



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

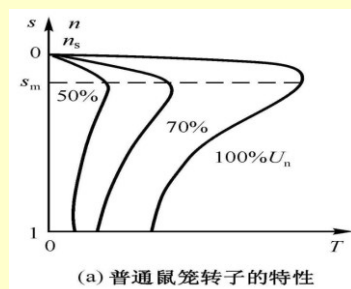


复 习

普通三相异步电动机

r_2 小, $s_m : 0.1 \rightarrow 0.2$

$s_n : 0.01 \rightarrow 0.05$



鼠笼电机

- 起动电流为5~7倍
- 起动转矩为1~2倍

$$K_T = T_m / T_N$$

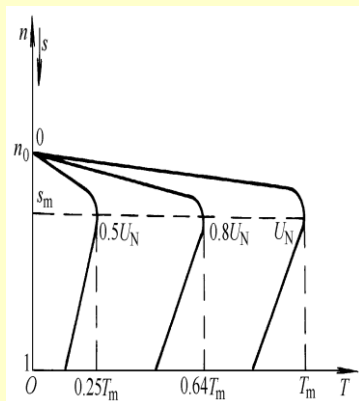
$$T_{ST} > T_L$$

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



复 习

• 降低 U_1 时的人为机械特性



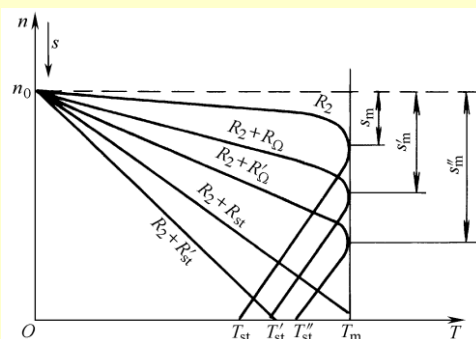
$$T = \frac{m_1}{\Omega_0} I_2'^2 \frac{R_2'}{s} \Rightarrow I_{2N}'^2 / s_N = I_{2x}'^2 / s_x$$

对额定负载， U_x 降低后电动机电流将大于额定值，电动机如长时连续运行，最终温升将超过允许值，导致电动机寿命缩短，甚至烧坏。



复 习

• 转子回路串联对称电阻时的人为机械特性

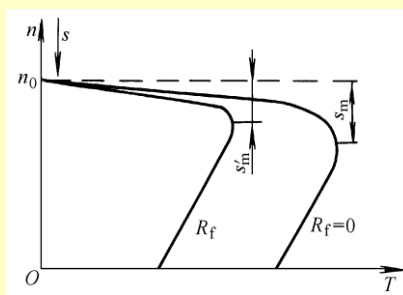
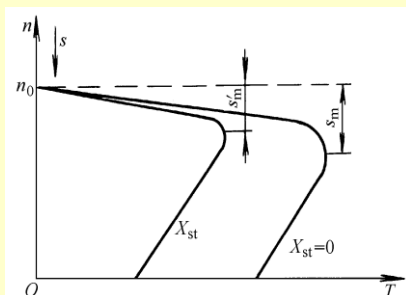


- 可见，对于绕线转子异步电动机，可通过在转子回路串联对称电阻来达到减小起动电流的目的，同时也可用于调速。



复 习

• 定子回路串联对称电抗/电阻时的人为机械特性



X_1/R_1 增大时, n_0 不变, T_m 、 s_m 、 T_{st} 随 X_1/R_1 的增大而减小。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

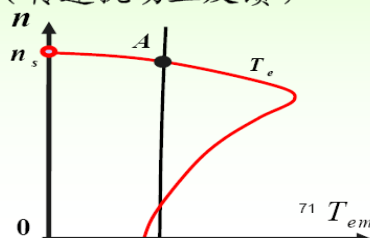


复 习

与不同负载的配合特点

恒转矩负载下的稳定与不稳定运行区间

- ☐ 稳定运行: 扰动消除后电动机转速恢复到原有的状态
- ☐ $s = s_m$ 是临界运行状态,
- ☐ $0 < s < s_m$ 时, 稳定运行 (转速扰动负反馈)
- ☐ $s > s_m$ 时, 不稳定运行 (转速扰动正反馈)



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



复 习

异步电动机的起动

☐ 起动方法

☐ 直接起动

- 供电系统变压器容量 \gg 异步电动机容量
- 一般规律
 - 非频繁起动，电机容量小于变压器30%
 - 频繁起动，电机容量小于变压器20%
 - 动力照明共用电源，电压降小于5%

☐ 直接起动方法

利用开关或接触器将异步电动机直接投入电网



复 习

异步电动机的起动

• 降压启动

- 定子绕组串电阻或电感起动；
- 自耦调压起动；
- 星-三角起动；
- 转子绕组串电阻起动



目 录

1. 异步电动机的调速
2. 单相异步电动机与两相伺服异步电动机
3. 异步电动机铭牌与选择
4. 异步电动机的应用与发展
5. 异步电机小结



1. 异步电动机的调速

交流调速系统正在取代直流调速系统。

对于异步电动机的调速来说：

由异步电动机的转速公式

$$n = n_s(1 - s) = \frac{60 f_1}{p} (1 - s)$$

调速方法：

改变极对数 p ，

改变转差率 s ，

改变电源频率 f_1 。



1. 异步电动机的调速

调速方法

异步电动机

变极调速——对鼠笼型

变转差率调速

调定子电压

调转子电阻 - 绕线型

串级调速 - 绕线型

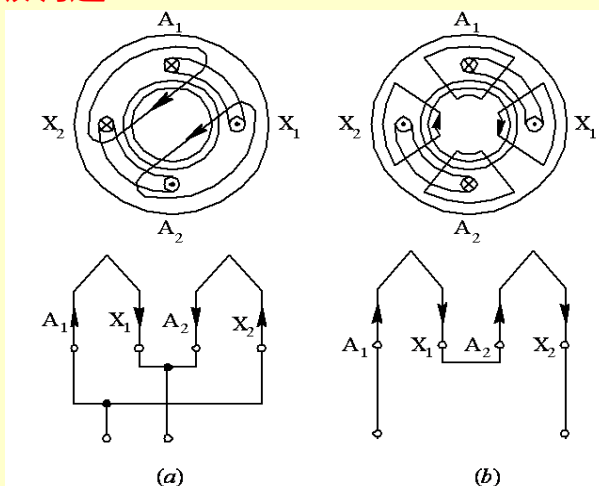
变频调速

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

5.1 变级调速



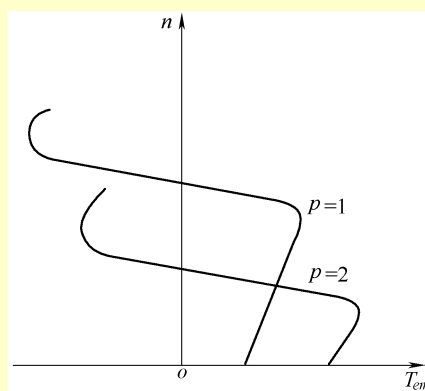
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变级调速机械特性

由机械特性知，变极调速时电动机的转速几乎是成倍的变化，因此调速的平滑性差，但是稳定性较好，特别是低速启动转矩大。



变级调速机械特性



1. 异步电动机的调速

变极调速特点

- 1、具有较硬的机械特性，稳定性良好；
- 2、无转差损耗，效率高；
- 3、接线简单、控制方便、价格低；
- 4、有级调速，级差较大，不能获得平滑调速。

适用：不需要无级调速的生产机械，如若干机床、升降机、起重设备等。



1. 异步电动机的调速

5.2 转差率 s 的调速方法

- * 改变定子电压 U_1 ,
- * 改变定子回路电阻 r_1 , 改变定子回路电抗 x_1 ,
- * 改变转子回路电阻 r_2 , 改变转子回路电抗 x_2 。

$$T = \frac{3pr_2'U_1^2}{2\pi f_1 s [(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

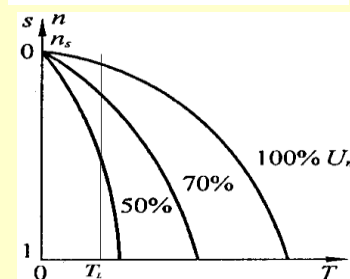
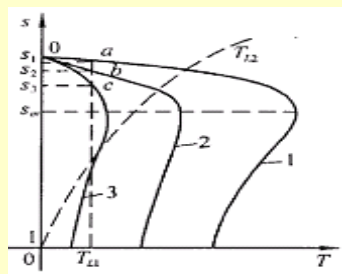
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

改变定子电压调速

- 普通异步电机,
恒转矩负载, 稳定运行区很小,
转速变化太小, **不适用**。
对通风机类负载, 可用。
- 对转子电阻大的电机,
恒转矩负载, 调速范围宽, 可用。



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

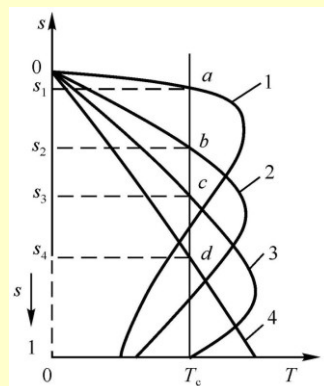
转子串接电阻调速

绕线型异步电动机机械特性

$$T = \frac{m_1 p U_1^2 \frac{r_2'}{s}}{2\pi f_1 [(r_1 + \frac{r_2'}{s})^2 + (x_1 + x_2')^2]}$$

$$s_m = \frac{r_2'}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

$$T_m = \frac{1}{2} \times \frac{3pU_1^2}{2\pi f_1 [r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]}$$



转子电阻增加，
 T_m 不变， s_m 增加。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

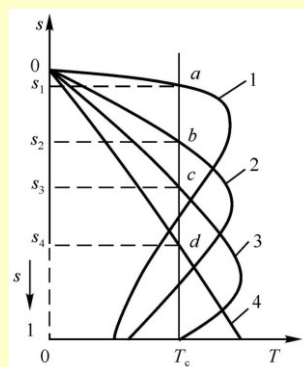
转子串接电阻调速

恒转矩负载 $\frac{r_2}{s_1} = \frac{r_2 + r_s}{s} = \text{常值}$

- 转速低，铜耗大，效率低。
- 电阻不连续，调速不平滑。

$$T = \frac{P_{em}}{\omega_s} \text{ 不变} \Rightarrow P_{em} \text{ 不变。}$$

$$n \downarrow \Rightarrow s \uparrow \Rightarrow P_{Cu2} = sP_{em} \uparrow$$



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



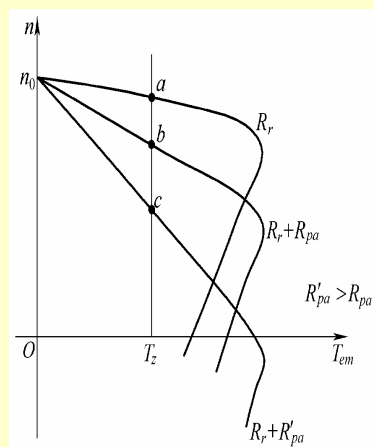
1. 异步电动机的调速

转子串接电阻调速特点

优点：方法简单，设备投资不高，工作可靠。

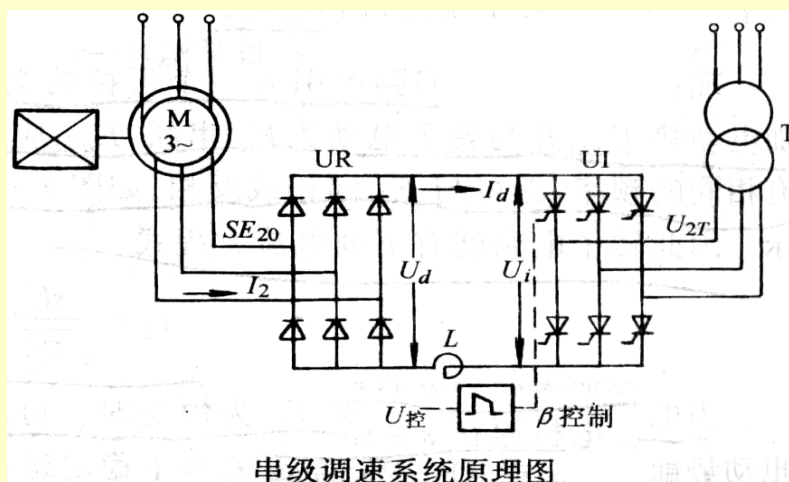
缺点：调速范围不大，机械特性较软，调速能耗较大，有级调速。

应用：在对调速性能要求不高的地方，如运输、起重机械等。



1. 异步电动机的调速

绕线转子异步电动机的串级调速



串级调速系统原理图



1. 异步电动机的调速

5.3 变频调速

变频就是把从恒压恒频（CVCF）的交流电转换成变压变频（VVVF）的交流电。

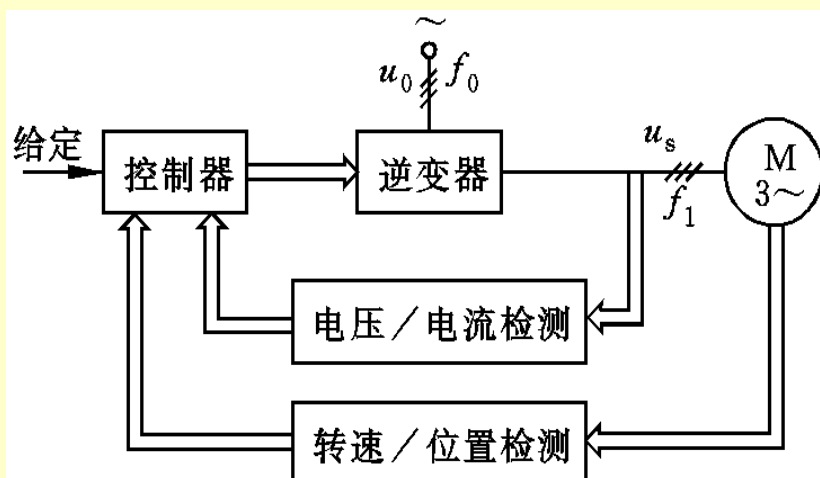
变频调速能够应用在大部分的电机拖动场合，由于它能提供精确的速度控制，因此可以方便地控制机械传动的上升、下降和变速运行。变频应用可以大大地提高工艺的高效性(变速不依赖于机械部分)，同时可以比原来的定速运行电机更加节能。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频调速系统的原理框图



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频器基本分类

1) 交-交变频器（直接变频器）

用于大容量,低速调速系统, 不需减速齿轮箱. 如:轧钢机,球磨机,水泥回转窑等.

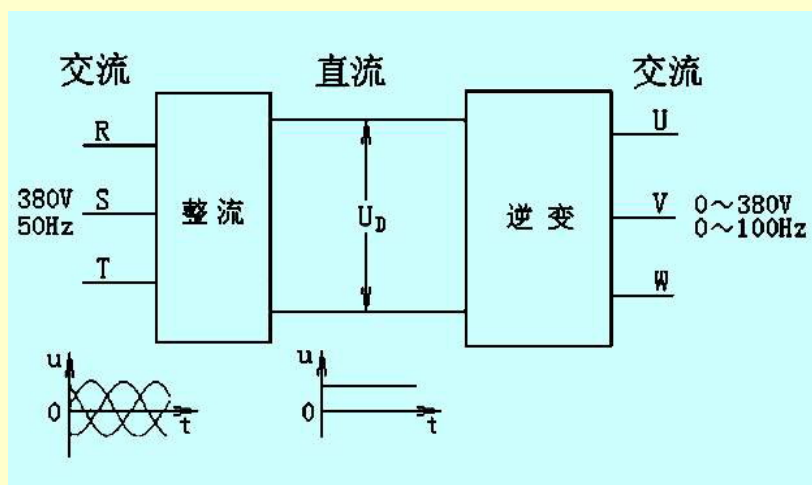
2) 交-直-交变频器（间接变频器）

主要适用于：中小功率、转速较高、负载较平稳的场合，如：压缩机、挤压机、给水泵等。频率调节范围宽,功率因数高。



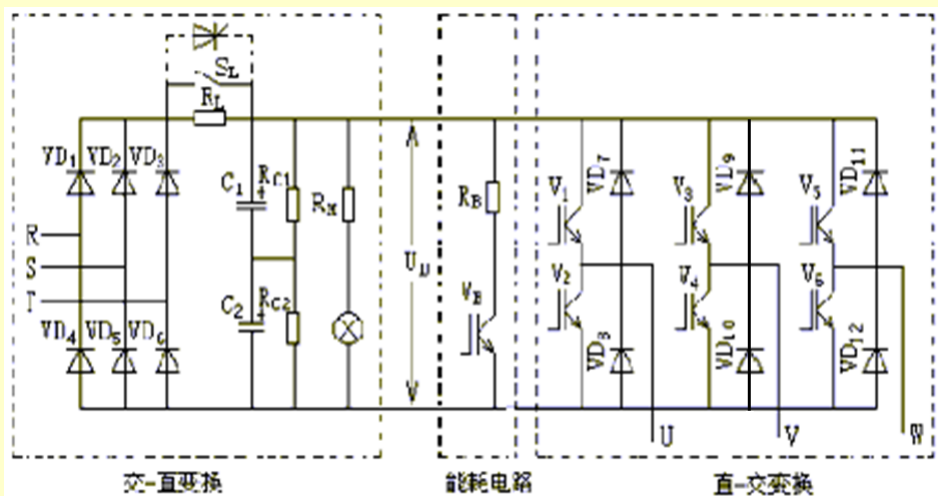
1. 异步电动机的调速

变频调速系统电路框图



1. 异步电动机的调速

通用变频器的主电路



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频器基本分类

按变频器的控制方法分

- 1) 压频比恒定控制
- 2) 矢量控制
- 3) 直接转矩控制

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频器基本分类

项目	通用变频器	高性能矢量控制变频器
控制算法	V/F控制+转矩提升 同步机异步机控制算法基本相同	开环矢量控制（无速度传感器矢量控制） 闭环矢量控制（有速度传感器矢量控制） 异步机和同步机需要不同的控制算法
调速范围	<1:40	1:100（开环矢量）, 1:1000(闭环矢量)
启动转矩	无要求	180% 0.5Hz（开环矢量）， 200% 0速(闭环矢量)
稳速精度	与转差有关（2-3%）	0.5%(开环矢量)，0.05%(闭环矢量)
转矩控制	无	有
控制算法	简单	复杂
电机参数	不依赖电机参数，支持同时驱动不同类型不同功率的电机	电机参数对控制性能的影响较大，一般只能驱动一台电机



1. 异步电动机的调速

1. 恒压频比控制

◆反映在电机内、外部电量关系上，有

$$E_1 = 4.44 f_1 w_1 k_{w1} \Phi_m$$

式中 E_1 —电机每相反电势， f_1 —供电频率，
 w_1 —定子每相串联匝数， k_{w1} —基波绕组系数

◆电机确定后，结构参数确定（不变），则有

$$\Phi_m \propto \frac{E_1}{f_1}$$

说明：●变频运行时，必须同时调节 E_1 、 f_1 ，才能确保 Φ_m 符合要求

●控制要求是：基频以下恒磁通，基频以上弱磁



1. 异步电动机的调速

恒压频比控制

1、基频以下 ($f_1 \leq f_{1N}$)

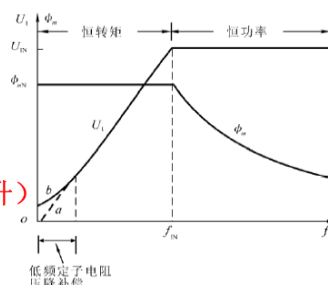
- 设额定运行点为 f_{1N} 、 U_{1N}
- 为保持良好运行性能, 要求维持磁路工作点 $\Phi_m = C$
——恒磁通。否则
 - 磁路过饱和 → 激磁铜损过大、铁损增加
 - 磁路欠饱和 → 出力小, 材料未充分利用
- 维持 $\Phi_m = C \rightarrow$ 要求 $E_1/f_1 = C \rightarrow E_1$ 随 f_1 线性变化, 但 E_1 为电机内部量, 只能通过端电压 U_1 间接控制



1. 异步电动机的调速

恒压频比控制

- ① f_1 较高时: E_1 大 $\rightarrow \dot{U}_1 = \dot{E}_1 + \dot{I}_1 Z_{1\sigma} \approx -\dot{E}_1$ ($\dot{I}_1 Z_{1\sigma}$ 忽略)
则 $E_1/f_1 = C \rightarrow U_1/f_1 = C$ (恒压频比控制) \rightarrow 图中直线 a
- ② f_1 很低时 ($f_1 < 5\text{Hz}$): E_1 小 $\rightarrow iZ_{1\sigma}$ 不能忽略, 且 $Z_{1\sigma} = R_1 + j\omega_1 L_1 \approx R_1 \rightarrow$ 定子电阻压降 $R_1 I_1$ 比重大
 $\rightarrow \dot{U}_1 \approx -\dot{E}_1$ 不成立 \rightarrow
只有适当抬高 U_1 以克服 $R_1 I_1$, 使 $E_1/f_1 \propto \Phi_m = C$ 成立
——低频补偿 (低频电压提升) \rightarrow 图中曲线 b 。



1. 异步电动机的调速

恒压频比控制

2、基频以上 ($f_1 \geq f_{1N}$)

■ $f_1 \geq f_{1N}$ 后不能再作 $U_1/f_1 = C$ 控制, 否则 $U_1 \geq U_{1N} \rightarrow$ 对电力电子器件及电机绝缘耐压造成危害 \rightarrow 只能**维持** $U_1 = U_{1N}$ **不变**

■ $f_1 \geq f_{1N}$ 高频下, $U_{1N} \approx E_1 \propto f_1 \Phi_m = C$, 则有

$$\Phi_m \propto \frac{U_{1N}}{f_1} \propto \frac{1}{f_1}$$

即 $f_1 \uparrow \rightarrow \Phi_m \downarrow$ (弱磁)

■ 电磁转矩 $T \propto \Phi_m \propto \frac{1}{f_1} \propto \frac{1}{\omega_1}$

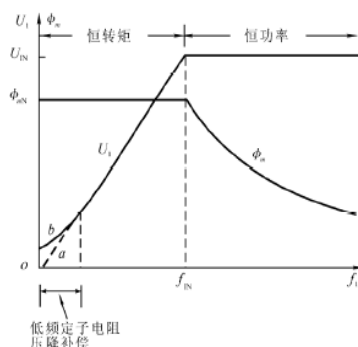
即 $f_1 \uparrow \rightarrow T \downarrow$



1. 异步电动机的调速

恒压频比控制

◇ $U_1 = f(f_1)$ 关系成为变频调速系统**电压/频率协调控制的依据 (纽带)**



1. 异步电动机的调速

2. 矢量控制(VC)与直接转矩控制(DTC)

3. 软启动器(Soft starter)

软启动器是一种集软停车、轻载节能和多种保护功能于一体的新颖电机控制装置。它的主要构成是串接于电源与被控电机之间的三相反并联闸管及其电子控制电路。



1. 异步电动机的调速

变频器容量的计算

对于连续恒载运转机械所需的变频器，其容量可用下式近似计算：

$$S_{CN} \geq \frac{kP_N}{\eta \cos \varphi}$$

$$I_{CN} \geq kI_N$$

异步电动机变频改造中要注意 PWM驱动的影响



1. 异步电动机的调速

变频调速的优点

- (1) 控制电机的启动电流，降低电力线路电压波动，启动时需要的功率更低
- (2) 获得可控的加、减速功能和较好的力矩控制特性，获得良好的调速特性
- (3) 显著提高运行效率，节能明显；
- (4) 减少机械传动部件，实现直接驱动。



1. 异步电动机的调速

变频调速应用举例

柳州露塘糖厂年度榨季的日榨量达2700吨,生产用电和燃料消耗是全厂节能降耗的重点,该厂引进交流变频调速技术,在锅炉给水泵上安装变频调速装置，取得了满意的节能效果,同时也大大延长了电机及水泵的维修期，经济效益十分显著。



1. 异步电动机的调速

- 一台75kW水泵没装变频调速器前,工作电流在132A-150A之间,实际每天用电量1200 - 1400kWh;
- 使用变频调速器后,工作电流在40-80A之间, 实际每天用电量800-900kWh,每天可节电400-500kWh,按每个榨季 150 天 计 算 , 每 台 给 水 泵 一 个 榨 季 可 节 电 65500kWh, 三 台 75kW 给 水 泵 一 个 榨 季 共 节 电 196500kWh 。
- 电费价格0.70元/kWh计,每榨季节省电费金额13.8万。



1. 异步电动机的调速

变频调速应用举例

传统的空调器, 采用ON/OFF控制方式, 室内温度和湿度控制波动较大, 影响舒适感。压缩机在启动时有很大的冲击电流, 需要配置比连续运行时更大的电源容量。

变频空调器, 根据被控房间温度与预设温度值比较的偏差, 控制变频器的频率输出, 连续改变制冷压缩机的转速, 以更好的精度、更高的效率、更低的噪声、更长的寿命实现房间温度调节。



1. 异步电动机的调速

使用变频空调可以达到以下效果：

- (1)在轻负载时，压缩机在较低转速下工作，整体效率有所提高，因而节能。
- (2)由于使用了变频技术，压缩机的开停次数减少，制冷系统的压力变化损耗减少。
- (3)室内温度不再是一个波动值而是在设定值上下一个极小范围内变化。人的舒适度得到了改善。
- (4)减少了电动机的启动电流，可以增加压缩机的使用寿命。

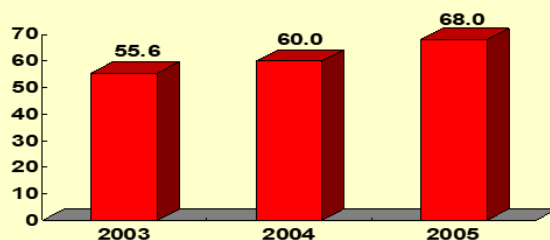
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频调速的应用趋势

中国市场竞争情况 - 市场需求 (亿元)



- 剔除690V以上高电压等级产品
- 剔除交直交以外型式变频器 (如：交 - 交、电流型)

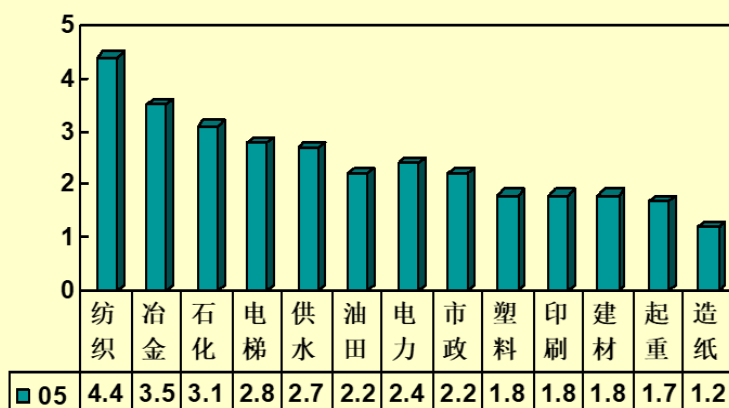
哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

变频调速的应用趋势

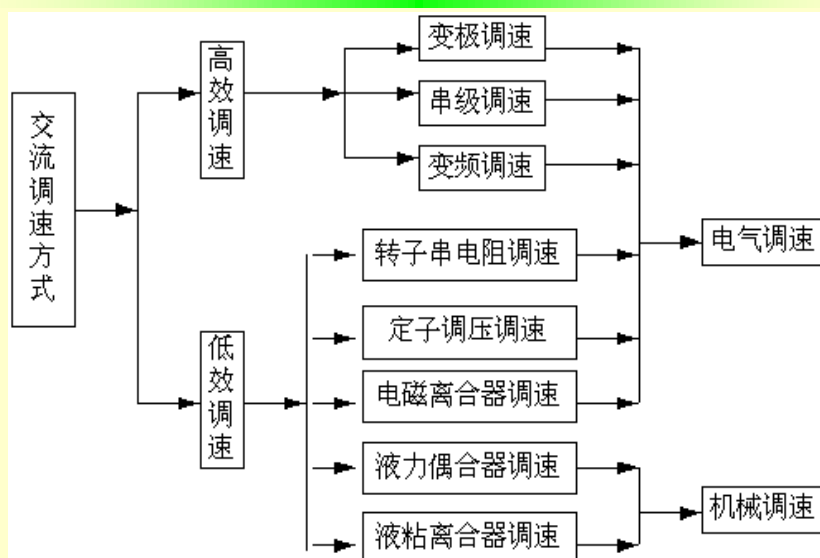
中国市场竞争情况 - 重点行业需求（单位：亿元）



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



1. 异步电动机的调速

调速方式	转子串电阻	定子调压	电磁离合器	液力偶合器	液粘离合器	变极	串极	变频
调速方法	改变转子串电阻	改变定子输入调压	改变离合器励磁电流	改变偶合器工作腔充油量	改变离合器摩擦片间隙	改变定子极对数	改变逆变器的逆变角	改变定子输入频率和电压
调速性质	有级	无级	无级	无级	无级	有级	无级	无级
调速范围	50~100 %	80~100 %	10~80 %	30~97 %	20~100 %	2, 3, 4, 档转速	50~100 %	5~100 %
响应能力	差	快	较快	差	差	快	快	快
电网干扰	无	大	无	无	无	无	较大	有
节电效果	中	中	中	中	中	高	高	高
初始投资	低	较低	较高	中	较低	低	中	高
适用范围	绕线型异步机	绕线型异步机 笼型异步机	笼型异步机	笼型异步机 同步电机	笼型异步机 同步电机	笼型异步机	绕线型异步机	异步电机、同步电机



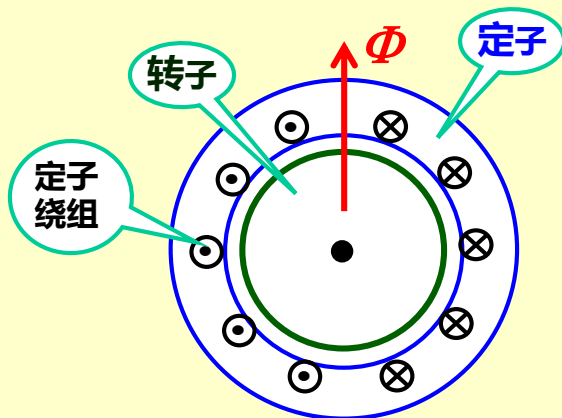
目 录

- 1. 异步电动机的调速控制
- 2. 单相异步电动机与两相伺服异步电动机
- 3. 异步电动机铭牌与选择
- 4. 异步电动机的应用与发展
- 5. 异步电机小结



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

单相异步电机：定子放单相绕组，转子一般用鼠笼式。



定子中通入单相交流电后，形成**脉振磁场**。其磁感应强度按正弦分布，且随时间按正弦变化。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

脉振磁动势的分解

单相绕组产生的脉振磁动势的基波表达式为

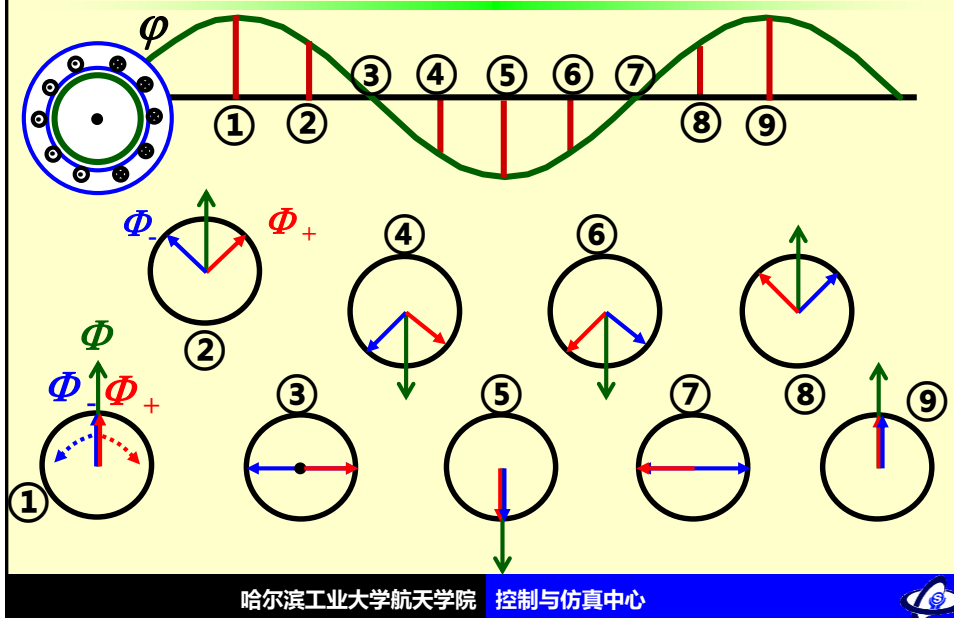
$$f_{\varphi 1} = F_{\varphi 1} \cos \alpha \sin \omega t$$
$$f_{\varphi 1} = \frac{1}{2} F_{\varphi 1} \sin(\omega t - \alpha) + \frac{1}{2} F_{\varphi 1} \sin(\omega t + \alpha) = f_{\varphi 1}^{+} + f_{\varphi 1}^{-}$$

按正弦波分布的脉振磁动势，可分解为两个转速相等、转向相反的旋转磁动势，其幅值为原脉振磁动势最大幅值的一半。当脉振磁动势达到正的最大值时，两个旋转磁动势分量位于该相绕组的轴线上。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机



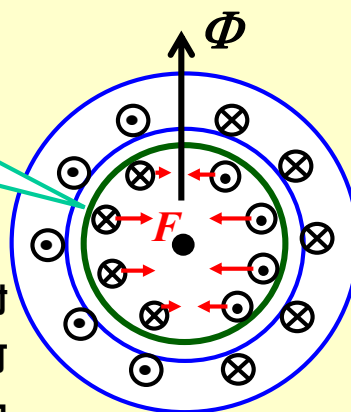
2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

单相异步电动机的特点：

自身没有起动转矩

转子导条
及电流

当定子绕组产生的合成磁场增加时，根据右手螺旋定则和左手定则，可知转子导条左、右受力大小相等方向相反，所以没有起动转矩。



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心

2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

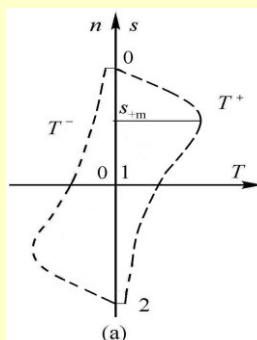
单相脉振磁场的机械特性

首先绘出脉振磁场对应的正、反转磁场的机械特性曲线。

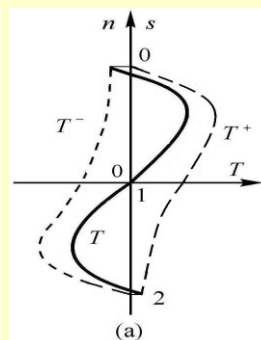
然后叠加，即可获得单相异步电机的机械特性。

$$T = T^+ + T^-$$

单相异步电机启动后，有维持旋转的电磁力矩。



$$T^-(s) = -T^+(2-s)$$



$$T^-(n) = -T^+(-n)$$

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

为了获得所需起动转矩，单相异步电动机定子需要特殊设计。常用的单相异步电动机有电容分相式和罩极式，他们都采用鼠笼式转子，但定子结构不同。

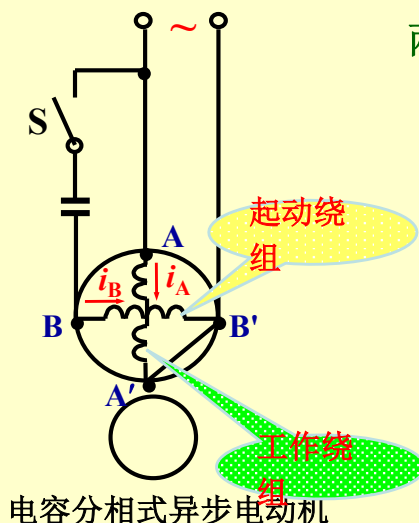
电容分相式异步电动机

电容分相式异步电动机的定子中放置有两个绕组，一个是工作绕组 A-A'，另一个是起动绕组 B-B'，两个绕组在空间相隔90°。起动时，B-B'绕组经电容接电源，两个绕组的电流相位相差近90°，即可获得所需的旋转磁场。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机



两相电流为

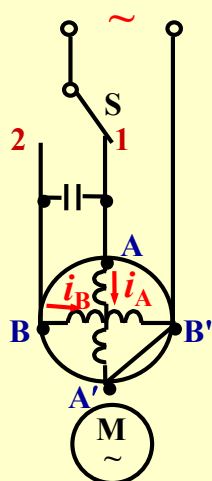
$$i_A = I_{Am} \sin \omega t$$

$$i_B = I_{Bm} \sin(\omega t + 90^\circ)$$

电动机转子转动起来后，利用离心力将开关S断开(S是离心开关)，使起动绕组B-B'断电。



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机



改变电容C的串联位置，可使单相异步电动机反转。

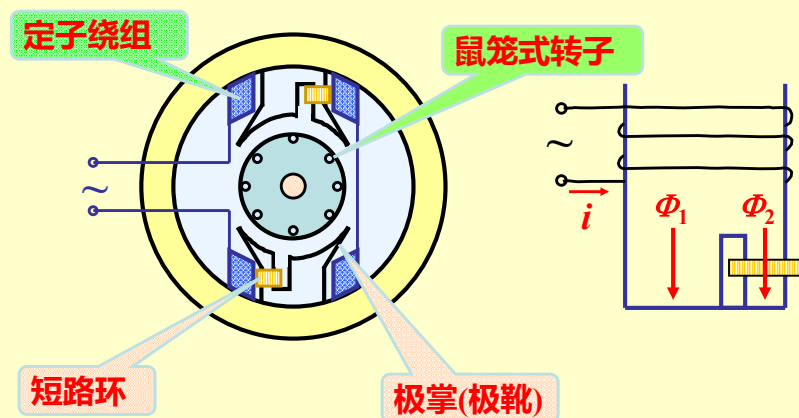
将开关S合在位置1，电容C与B绕组串联，电流 i_B 较 i_A 超前近 90° ；当将S切换到位置2，电容C与A绕组串联，电流 i_A 较 i_B 超前近 90° 。这样就改变了旋转磁场的转向，从而实现电动机的反转。

实现正反转的电路



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

罩极式单相异步电机



哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

电流 i 流过定子绕组，产生了磁通 Φ_1 ，同时产生的另一部分磁通与短路环作用生成了磁通 Φ_2 。由于短路环中感应电流的阻碍作用，使得 Φ_2 在相位上滞后 Φ_1 ，从而在电动机定子极掌上形成一个向短路环方向移动的磁场，使转子获得所需的起动转矩。

罩极式单相异步电动机起动转矩较小，转向不能改变，常用于电风扇、吹风机中；电容分相式单相异步电动机的起动转矩大，转向可改变，故常用于洗衣机等电器中。

哈尔滨工业大学航天学院 控制与仿真中心



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

三相异步电动机的单相运行

三相异步电动机运行中，若其中一相与电源断开，就成为单相电动机运行。此时电动机仍将继续转动。若此时还带动额定负载，则势必超过额定电流，时间长会使电动机烧坏。这种情况往往不易察觉，在使用中必须注意。

如果三相异步电动机在起动前就断了一线，则不能起动，此时只能听到嗡嗡声，这时电流很大，时间长了，会使电动机烧坏。



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

两相交流伺服电动机

两相交流伺服电动机的工作原理和电容分相式单相异步电动机相似。没有控制电压时，气隙中只有励磁绕组产生的脉动磁场，没有启动转矩而静止不动。

有控制电压且控制绕组电流和励磁绕组电流不同相时，产生旋转磁场并产生电磁转矩，转子沿旋转磁场方向旋转。

对伺服电动机，要求在控制电压作用下能启动，且电压消失后电机应立即停转。如果控制电压消失后像一般单相异步电机那样继续转动，这种失控而自行旋转的现象称为自转。

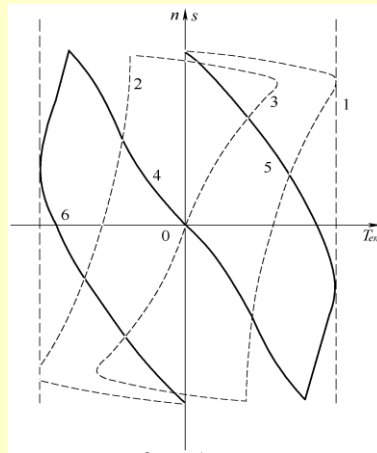


2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

当控制电压消失，伺服电机处于单相运行。为消除自转，加大转子电阻 r_2 ，使临界转差率 $s_m > 1$ ，合成转矩特性曲线如图所示。

合成转矩的方向与电机旋转方向相反，是制动转矩，保证了当控制电压消失后转子将被制动停转。

转子电阻加大后，不仅可消除自转，还具有扩大调速范围、改善调节特性、提高反应速度等优点。



伺服电动机单相运行时的 T-S曲线



2.单相异步电动机与两相交流伺服电动机

可采用三种方法来控制伺服电动机的转速及旋转方向。

- (1) 幅值控制
- (2) 相位控制
- (3) 幅-相控制

交流伺服电动机的输出功率一般在100W以下。电源频率有50Hz和400Hz两种。

交流伺服电动机运行平稳，噪音小，但控制特性为非线性，并且因转子电阻大而使损耗大，效率低(20%-40%)。与同等容量直流伺服电动机相比体积大，质量大，所以只适用于0.5W~100W的小功率自动控制系统中。



目 录

1. 异步电动机的调速控制
2. 单相异步电动机与两相伺服异步电动机
3. 异步电动机铭牌与选择
4. 异步电动机的应用与发展
5. 异步电机小结



3. 异步电动机的铭牌和选择

三相异步电动机的铭牌

一般三相异步电动机的铭牌如下:

型号Y160M-6	功率7.5kW	频率50Hz
电压380V	电流17A	接法△
转速970r/min	绝缘等级B	工作方式连续
年 月	编号	××电机厂



3. 异步电动机的铭牌和选择

(1) 型号。 型号用来表示电动机的种类和形式,由汉语拼音字母、国际通用符号和阿拉伯数字组成。

如 Y160M - 6, 其中:

Y—产品代号, 三相异步电动机;

160—机座中心高160 mm;

M—机座长度代号 (M表示中机座, S表示短机座, L表示长机座);

6—磁极数。



3. 异步电动机的铭牌和选择

各类常见电动机的产品名称代号及其意义如下:

YR—绕线型三相异步电动机;

YB—防爆型异步电动机;

YZ—起重、冶金用异步电动机;

YQ—高起动转矩异步电动机;

YD—多速三相异步电动机。



3. 异步电动机的铭牌和选择

(2) 额定功率。 额定功率为电动机在额定状态下运行时， 转子轴上输出的机械功率， 单位为kW。

额定功率P2不等于从电源吸收的功率P1。 两者的关系为： $P_2 = \eta P_1$ 。

$$P_1 = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi$$

空载时功率因数很低约为0.2-0.3。 额定负载时， 功率因数最大。 额定负载时一般为0.7 - 0.9。



3. 异步电动机的铭牌和选择

(3) 额定电压和接法。 额定电压指定子绕组按铭牌上规定的接法连接时应加的线电压值。

例： Y/ Δ 380/220 是指： 线电压为380V时采用Y接法； 当线电压为220V时采用 Δ 接法。

说明： 一般规定电动机的运行电压不能高于或低于额定值的5 %。(带恒定负载稳速运行场合)

Y系列电动机功率在 4 kW以上一般均采用三角形连接， 以便采用Y- Δ 启动接法。



3. 异步电动机的铭牌和选择

(4) 额定电流。 额定电流指电动机在额定运行情况下，定子绕组取用的线电流值。

Δ/Y 11.2A/6.48A 表示三角

接法下，电机的线电流为11.2A(相电流为6.48A)；
星形接法时线、相电流均为6.48A。

(5) 额定转速。 额定转速为电动机在额定运行状态时的转速， 单位为 r/min。

(6) 额定频率。 额定频率指额定电压的频率， 国产电动机均为 50 Hz。



3. 异步电动机的铭牌和选择

(7) 温升及绝缘等级

绝缘等级	A	E	B	F	H	C
极限工作温度 (· C)	105	120	130	155	180	>180

(8) 工作方式。工作方式即电动机的运行方式。按负载持续时间的不同，国家标准把电动机分成三种工作方式： 连续工作制、 短时工作制和断续周期工作制。

除了铭牌数据外， 还可以根据有关产品目录或电工手册查出电动机的其它一些技术数据。



3. 异步电动机的铭牌和选择

三相异步电动机的选择

1. 功率选择

功率选择的原则是根据拖动的负载，最经济、合理地确定电动机的功率。

要防止选择的功率过大，避免出现“大马拉小车”现象，既浪费能源，又增加投资；同时也应防止选择的功率过小，电动机可能长时间在过载状态下工作，易烧坏定子绕组。电动机的功率选择，一般按电动机的工作方式通过计算确定。

电机在接近额定状态下工作，定子电路的功率因数最高。



3. 异步电动机的铭牌和选择

例题：额定电压均是380V的三相异步电机，甲电机额定功率0.75kW，额定转速715转/分，额定功率下运行时，功率因数0.85，效率0.82；乙电机额定功率3.7kW，额定转速725转/分，750W下运行时，功率因数0.72，效率0.68。

问：1) 两台电机在额定转速时的转差率是多少？

2) 两台电机都在750W输出运行时，各自的线电流是多少？

3) 根据本题的数据，如何理解电机拖动中，既不要“小马拉大车”，也不要“大马拉小车”这句话？



3. 异步电动机的铭牌和选择

2. 类型的选择

电动机类型的选择，应根据应用要求，从技术和经济方面全面考虑、选择。机械不带载起动的，通常采用鼠笼式异步电动机，如一般机床、水泵等；若要带一定大小的负载起动，可采用高起动转矩电动机；若起动、制动频繁，且要求起动转矩大，可采用鼠笼电机的变频调速。

3. 结构型式的选择

为使电动机在不同环境中安全可靠地工作，防止电动机可能造成灾害，须根据不同的环境要求，选用适当防护型式，防护型式有：开启式、防护式、封闭式和防爆式四种。



3. 异步电动机的铭牌和选择

4. 转速选择

电动机的额定转速应根据生产要求选定。转速高的电动机，体积小，价格便宜；而转速低的电动机，体积大，价格贵。应结合机械传动机构的成本，选择合适转速的电动机。

5. 电压的选择

电压选择要依据电动机运行场所供电网的电压等级，同时还应兼顾电动机的类型和功率。小容量的电动机额定电压均为380 V，大容量的电动机有时采用3kV和6kV的高压电动机。



目 录

1. 异步电动机的调速控制
2. 单相异步电动机与两相伺服异步电动机
3. 异步电动机铭牌与选择
- 4. 异步电动机的应用与发展**
5. 异步电机小结



4. 异步电动机的应用与发展

交流传动按应用领域的分类：

1、通用机械的节能调速：

指风机，泵等机械，其用电量占全国发电总量的40%，此类机械以往风量和流量使用挡板和阀门调节，变频调速后可节电30%~40%，并优化工艺品质，减少管道和阀门压力，提高设备寿命，减少维修。

2、工艺调速：

由于工艺的要求，如金属加工、造纸等需要稳态精度很高的领域，目前正在向交流调速过渡。



4.异步电动机的应用与发展

3、牵引调速：

运输机械的电驱动，此类机械对设备的尺寸，重量和防护等级有严格的要求，所以交流调速比较占优势。如火车，轮船等系统。

4、特殊调速：

对调速有特殊要求的调速系统，如调速范围达到1：5000 ~ 1：100000的场合，只能由特殊的永磁交流电动机实现。如高精度磨床，车床等。



4.异步电动机的应用与发展

- 我国1985年推广了Y及其派生系列，功率范围为0.55 ~ 250kW，机座中心高为80 ~ 315。自行研发的Y系列6kV、220 ~ 2800kW中型高压三相异步电动机，是目前国内中型高压电机的主导产品，随着我国电网电压由6kV升高到10kV，又研发了10kV-Y系列中小型高压异步电动机。
- 1996年完成了Y2系列的开发，功率范围为0.12 ~ 315KW，机座中心高为63 ~ 355。该系列产品显著降低了空载噪声，有效抑制了负载噪声。



4.异步电动机的应用与发展

- 2003年建立了全系列采用冷轧硅钢片的Y3系列，其能耗达到国标GB18163 - 2002中能耗限定值的规定，同时也达到欧洲eff2效率标准，并且主要性能指标达到国际同类产品的先进水平。



4.异步电动机的应用与发展

一、进一步推广高效率异步电动机

美国、欧洲不再生产低效率异步电机。我国应大力推广Y3新系列，使之成为我国低压三相异步电动机的主导产品。

二、推广变频器供电的异步电动机系列的研发与应用

全国风机、水泵电动机装机总容量超过35GW，耗电量约占全国电能耗量的40%左右。这些设备长期连续运行，但常处于低负荷及变负荷的运行状态。估计通过变频器调速提高风机、水泵系统运行效率，节能潜力每年可达300 ~ 500



目 录

1. 异步电动机的调速控制
2. 单相异步电动机与两相伺服异步电动机
3. 异步电动机铭牌与选择
4. 异步电动机的应用与发展
5. 异步电机小结



异步电机小结

1. 掌握交流绕组与旋转磁场
合成旋转磁场的产生与特性
2. 掌握异步电机的调速
异步电机不同的调速方式及其特点
3. 熟悉运行原理与特性
感应电势，等效电路，功率关系，力矩特性
4. 了解单相/两相异步电机
电容分相与罩极电机



直流电动机与交流电动机的对比

直流电机

- 结构复杂
- 有电刷,维护困难
- 因为有电刷,所以在环境恶劣的不适用
- 变流装置较便宜
- 功率注入转子,散热所需通风机功率较大
- 效率 $0.7 \sim 0.9$

交流电机

- 结构简单
- 无电刷,维护简单
- 无电刷,适用环境较广
- 变流装置较贵
- 功率注入定子,散热所需通风机功率较小
- 效率 $0.7 \sim 0.9$



致 谢

本文档所引用的许多素材, 来源于互联网上国内外的课件、科技论文、文章、网页等。本文引用只是为了给学生提供更好的教学素材, 非商业目的。对这些所引用素材的原创者, 在此表示深深的谢意。

