



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



22-PSP

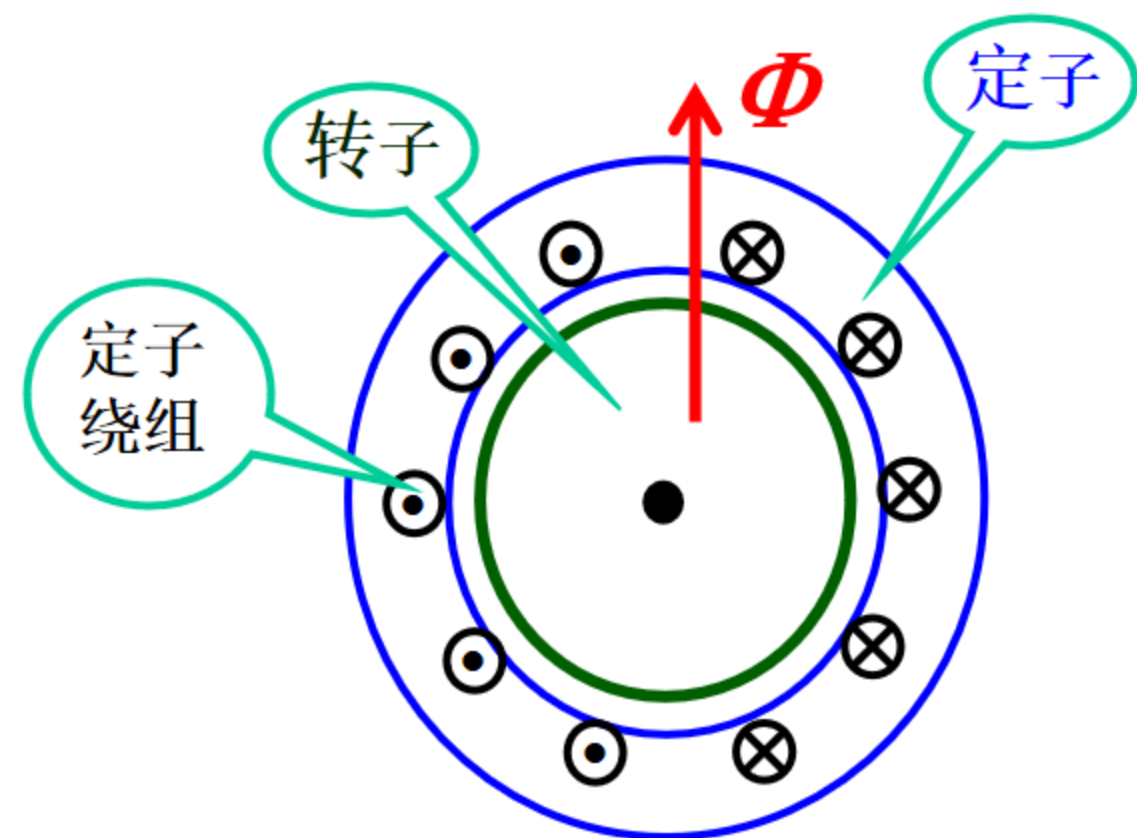
自动控制实践A

9.4-单相异步电机和异步电机参数



1. 单相异步电动机与两相异步电动机

单相异步电机：定子放单相绕组，转子一般用鼠笼式。



指空间位置固定不变,幅值大小和正负随时间变化的磁动势
↓
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。

1. 单相异步电动机与两相异步电动机

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

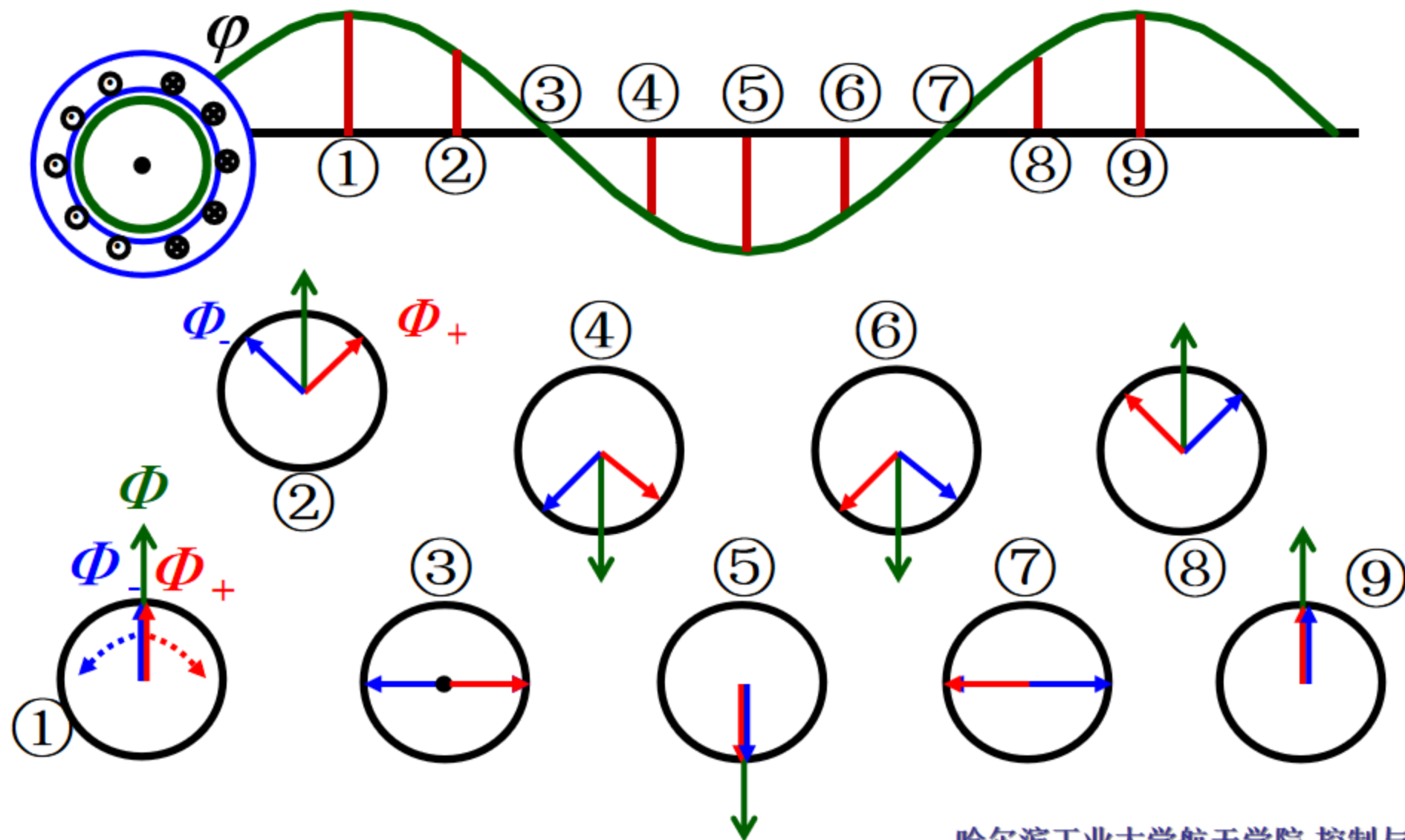
$$f_{\varphi 1} = F_{\varphi 1} \cos \alpha \sin \omega t$$

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

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。



1. 单相异步电动机与两相异步电动机

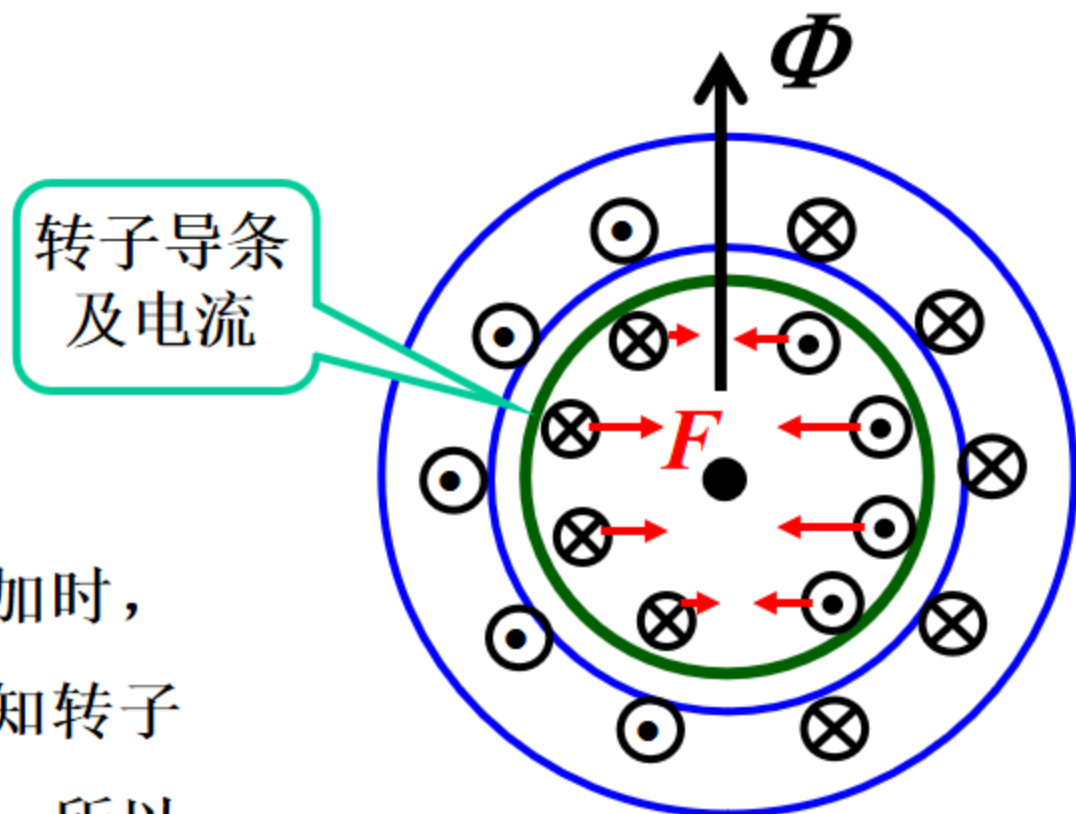


1. 单相异步电动机与两相异步电动机

单相异步电动机的特点:

自身没有起动转矩

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。



1. 单相异步电动机与两相异步电动机

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，对应的电磁转矩曲线如图所示，

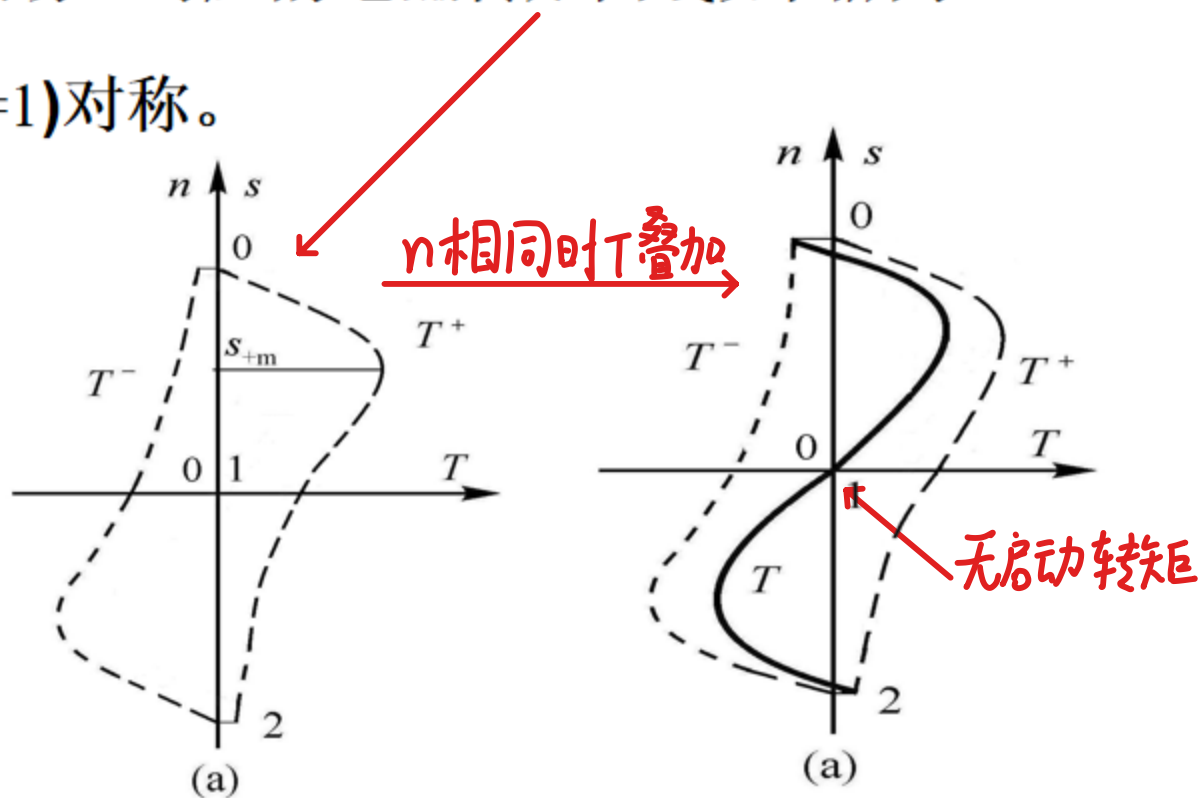
T^+ , T^- 关于坐标原点 ($T=0, n=0, s=1$) 对称。

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。



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

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

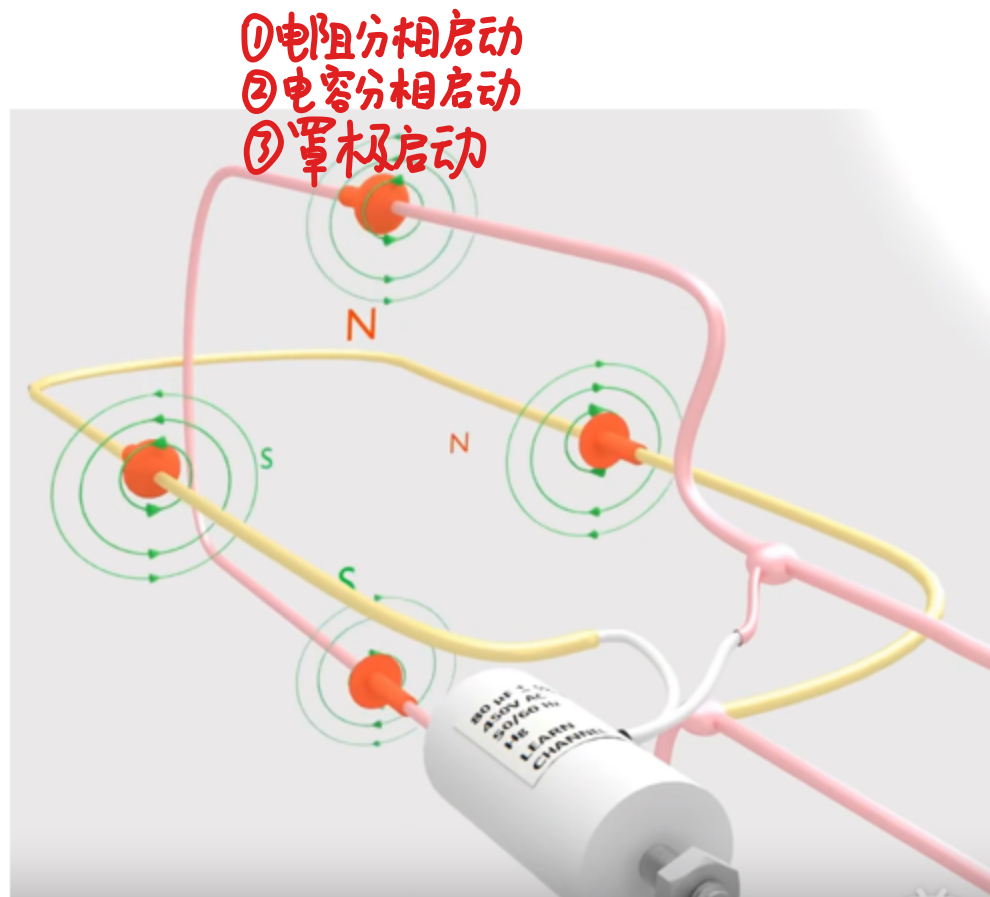


1. 单相异步电动机与两相异步电动机

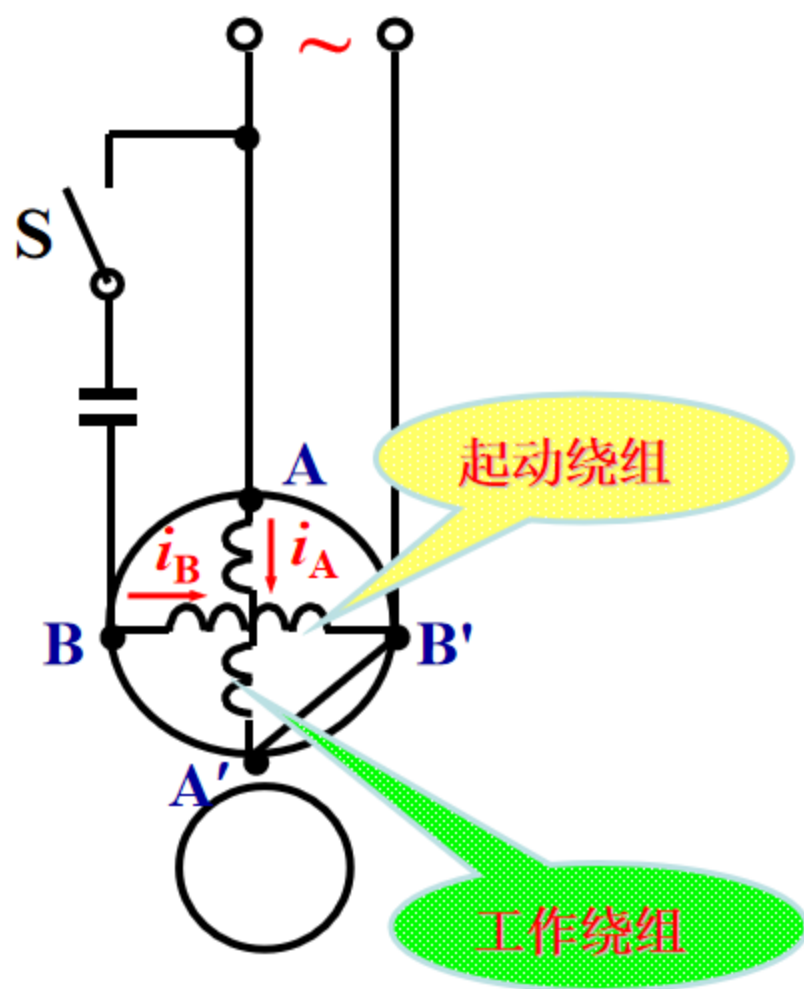
为了获得所需起动转矩，单相异步电动机定子需要特殊设计。常用的单相异步电动机有电容分相式和罩极式，他们都采用鼠笼式转子，但定子结构不同。

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。



1. 单相异步电动机与两相异步电动机



两相电流为

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

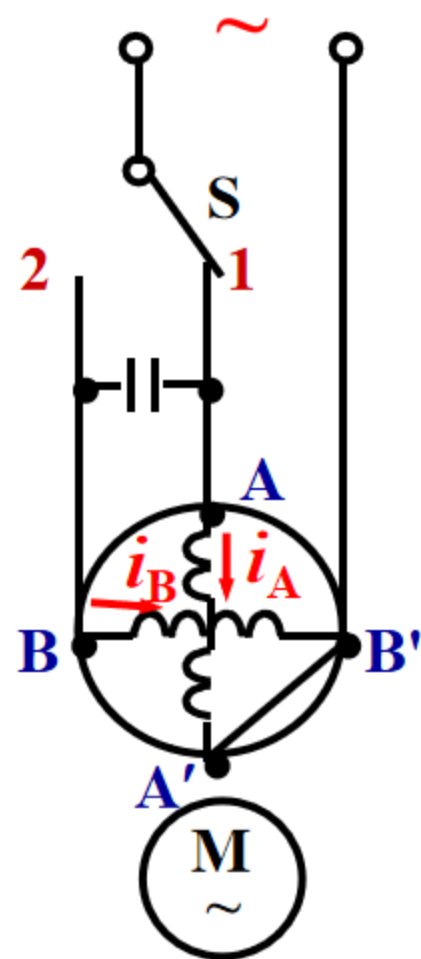
$$i_B = I_{Bm} \cos(\omega t + 90^\circ)$$

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。

电容分相式异步电动机



1. 单相异步电动机与两相异步电动机



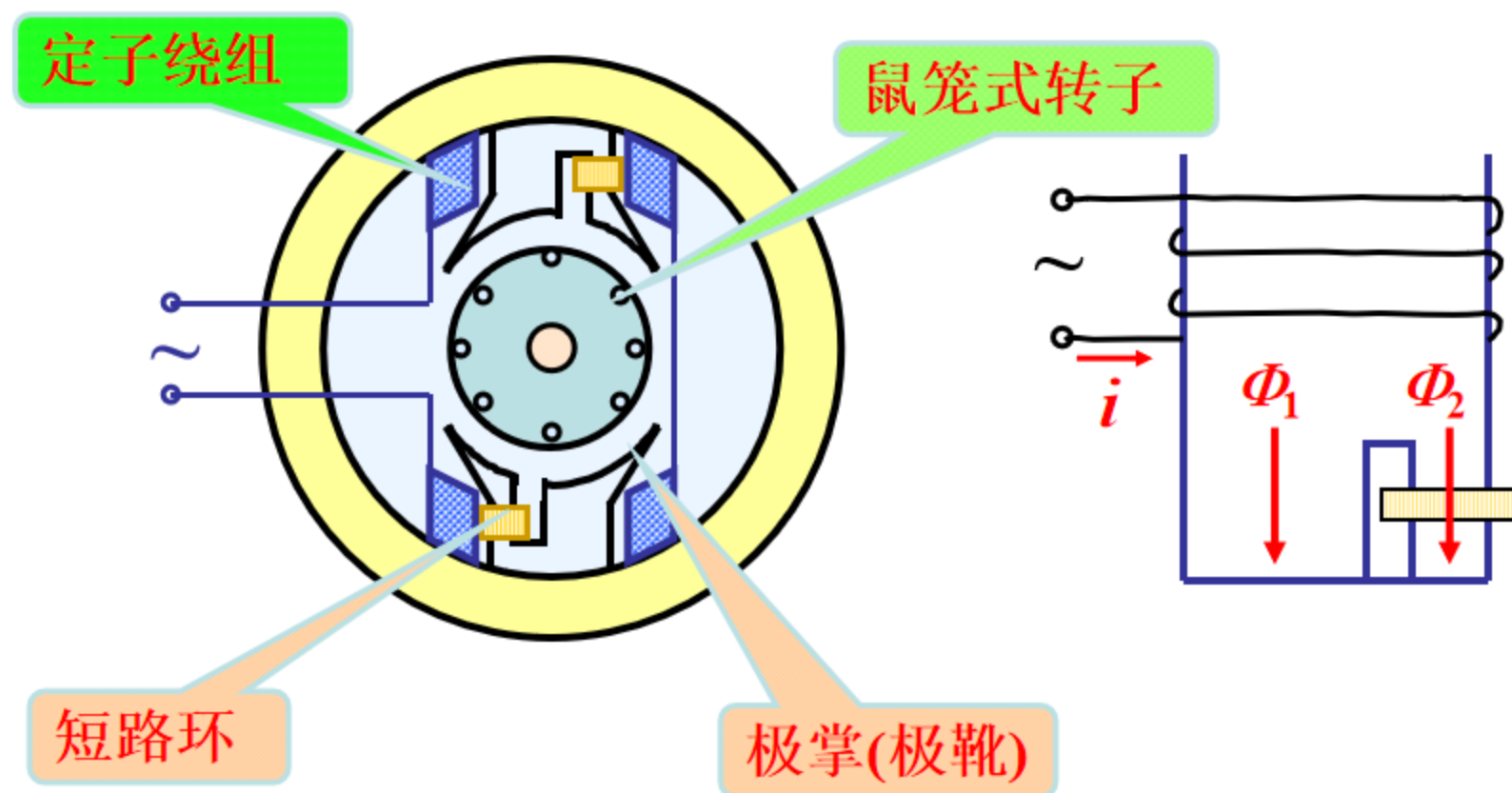
实现正反转的电路

**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。

1. 单相异步电动机与两相异步电动机

罩极式单相异步电机



1. 单相异步电动机与两相异步电动机

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。



目 录

1、单相异步电动机与两相异步电动机

- 单相脉振磁场的特点
- 电容分相电机与罩极电机

2、异步电动机铭牌与选择

3、异步电机小结



2. 三相异步电动机的铭牌和选择

电网输入异步电动机定子的额定功率 P_1 $P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \phi_1$

定子相数: m_1 ; 定子相电压: U_1 ; 定子相电流 I_1 ; 功率因数 $\cos \phi_1$

额定功率 P_N : 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 P_N 等于额定状态下电机从电源吸收的功率 P_1 乘以额定效率 η_N

$$P_N = \eta_N P_{1N} = \eta_N m_1 U_{1,N} I_{1,N} \cos \phi_N = m_1 U_{1,N} I_{1,N} \eta_N \cos \phi_N$$

额定状态下, 定子相电压: $U_{1,N}$; 定子相电流 $I_{1,N}$; 功率因数 $\cos \phi_N$

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。



2. 三相异步电动机的铭牌和选择

额定功率 P_N : 额定运行时轴上输出的机械功率, 单位为千瓦(kW)。

额定电压 U_N : 额定运行时定子绕组的线电压, 单位为伏(V)。

额定电流 I_N : 电机在额定电压下运行, 输出额定功率时, 定子绕组中的线电流, 单位为安(A)。

额定频率 f_N : 加于定子绕组的电源频率, 我国工频为50赫(Hz)。

额定转速 n_N : 电机在额定电压、额定频率和额定功率下的转速, 单位为转/分(r/min)。

还有绕组的相数与接法, 绝缘等级及允许温升等;

对绕线型电机, 还要标明转子额定电压及额定电流。

注意: 额定电压额定电流, 指的是线电压, 线电流



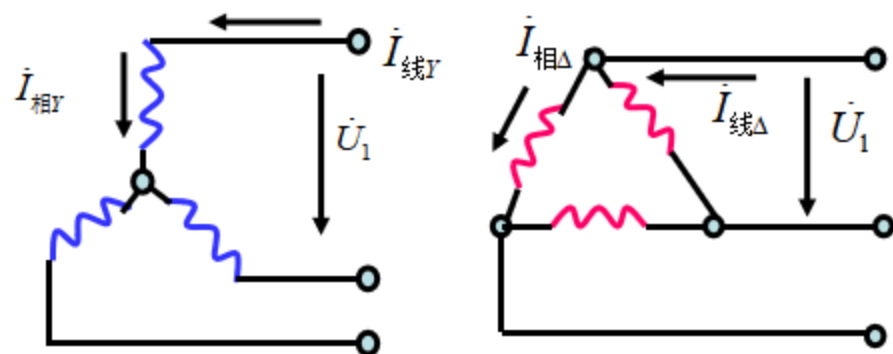
2. 三相异步电动机的铭牌和选择

电网输入三相异步电动机定子的功率 P_1 $P_1 = 3U_1 I_1 \cos \phi_1$

定子相电压: U_1 ; 定子相电流 I_1 ; 功率因数 $\cos \phi_1$

三相异步电动机三角形接法:

$$I_{\text{线}\Delta} = \sqrt{3}I_{\text{相}\Delta} \quad U_{\text{线}\Delta} = U_{\text{相}\Delta}$$



三相异步电动机星形 (Y) 接法:

$$I_{\text{线}Y} = I_{\text{相}Y} \quad U_{\text{线}Y} = \sqrt{3}U_{\text{相}Y}$$

因此, 三相异步电动机输入功率与接法无关: $P_1 = \sqrt{3}U_{\text{线}} I_{\text{线}} \cos \phi_1$

三相异步电机额定功率: $P_N = \eta_N P_{1N} = \sqrt{3}U_N I_N \eta_N \cos \phi_N$



异步电机自测题

选择题:

(1) 单相异步电动机的单相绕组所产生的空间磁场是___B___，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___DF___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
 一种调速方式

(2) 改变三相异步电动机转向的方法是___C___。

- A. 改变供电电源频率 B. 改变供电电源电压幅值
C. ☒ 改A/B/C绕组接线相序为A/C/B D. 依次改A/B/C绕组接线相序为B/C/A



异步电机自测题

(3) 针对普通三相异步电动机以下正确的是 ACD。

- A. ☒ 转动过程中断了某一相，也可能持续旋转
 - B. ☒ 鼠笼式异步电机可以转子串电阻调速 (不可以!)
 - C. ☒ 绕线式异步电机可以串电阻调速
 - D. ☒ 采用变频调速时，电机工作于 圆形旋转磁场 下
 - E. ☒ 采用变频调速时，电机工作于脉振磁场下
- 绕线式不能变极调速
鼠笼式不能电枢串电阻调速
↓三相对称绕组通以三相对称电流后生成的磁场

(4) 单相异步电动机的启动方式有 ABC。

- A. ☒ 电阻分相启动
 - B. ☒ 电容分相启动
 - C. ☒ 罩极启动
 - D. ☒ 脉冲宽度调制启动
- $n_s = \frac{60f}{p}$
 $n_s(n_0)$

(5) 异步电机调速方法中，会改变 同步转速 的是 AB。

- A. ☒ 变极调速 改变极对数 p
 - B. ☒ 变频调速 改变电源频率 f
 - C. 改变定子电压调速
 - D. 转子回路串电阻调速
- 变转差率调速

