



第7章 交流电动机 IV

电气工程学院 刘宇

Email: yuliu@seu.edu.cn



• 填空及判断对错

1. Y-Δ换接启动

$$\frac{I_{LY}}{I_{L\Delta}} = \frac{1}{3}$$

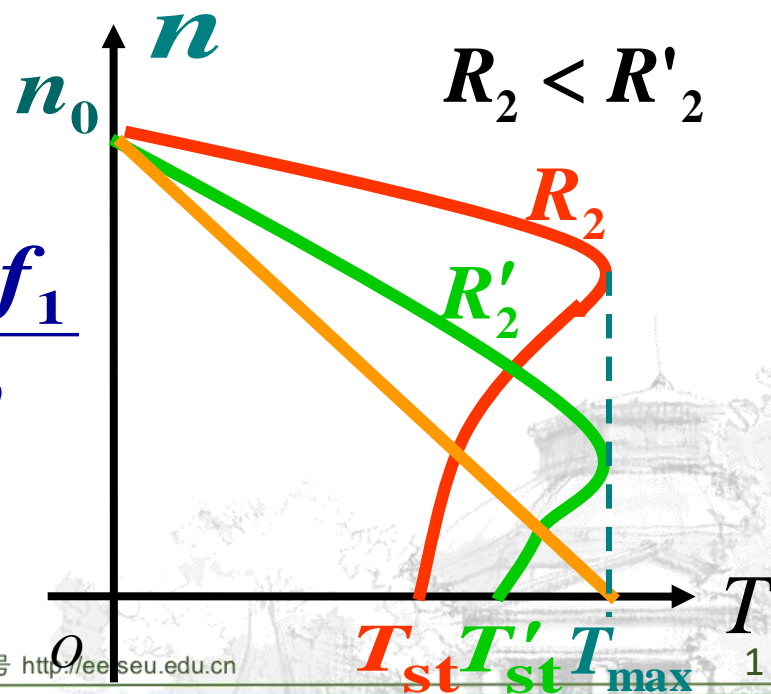
$$\checkmark T_{stY} = \frac{1}{3} T_{st\Delta} \checkmark$$

2. 转子电路串电阻启动，在降低启动电流的同时也降低了启动转矩？ \times

3. 以下调速原理是否正确

$$n = (1-s)n_0 \neq (1-s) \frac{60f_1}{p}$$

简述调速方法及特点。



• 提纲

- 7.1 三相异步电动机的构造
- 7.2 三相异步电动机的转动原理
- 7.3 三相异步电动机的电路分析
- 7.4 三相异步电动机转矩与机械特性
- 7.5 三相异步电动机的起动
- 7.6 三相异步电动机的调速
- 7.7 三相异步电动机的制动
- 7.8 三相异步电动机铭牌数据
- 7.9 三相异步电动机的选择
- 7.11 单相异步电动机
- 7.12 直线异步电动机

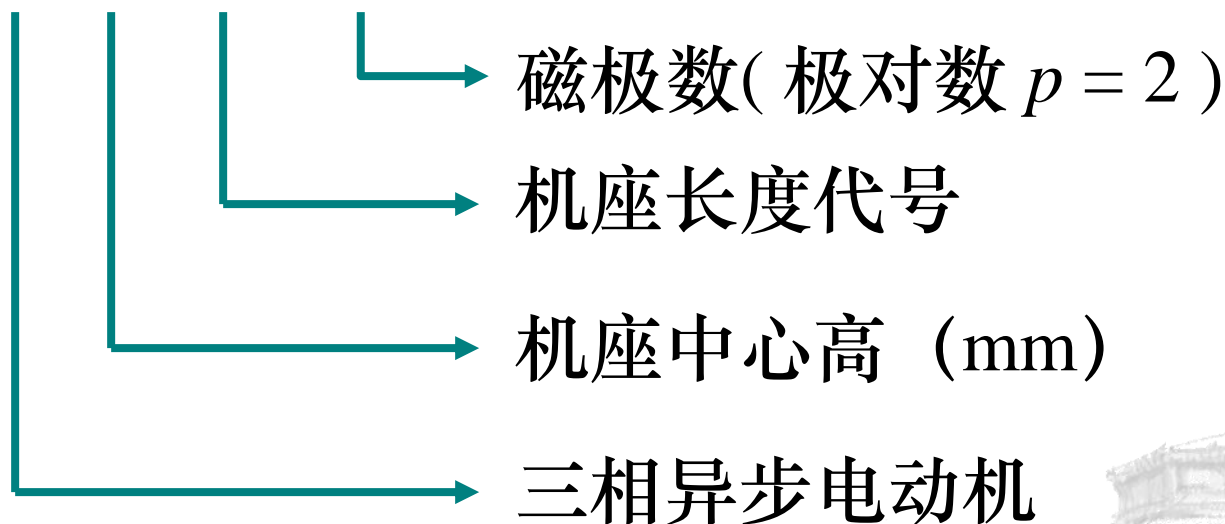


7.8 三相异步电动机铭牌数据

1. 型号

用以表明电动机的系列、几何尺寸和极数。

例如：Y 132 M—4



异步电动机产品名称代号

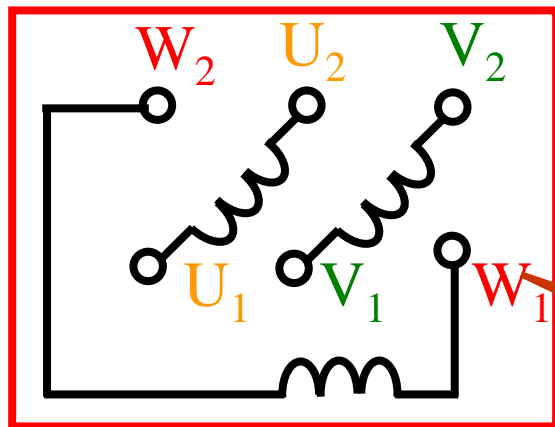
产品名称	新代号	汉字意义	老代号
异步电动机	Y	异	J、JO
绕线型异步电动机	YR	异绕	JR、JRO
防爆型异步电动机	YB	异爆	JB、JBO
高起动转矩异步电动机	YQ	异起	JQ、JQO



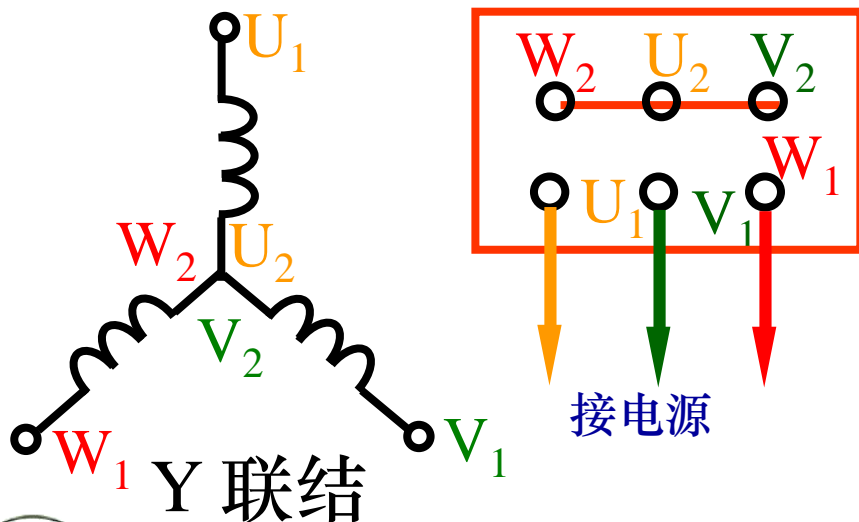
2. 接法

定子三相绕组的联接方法。通常

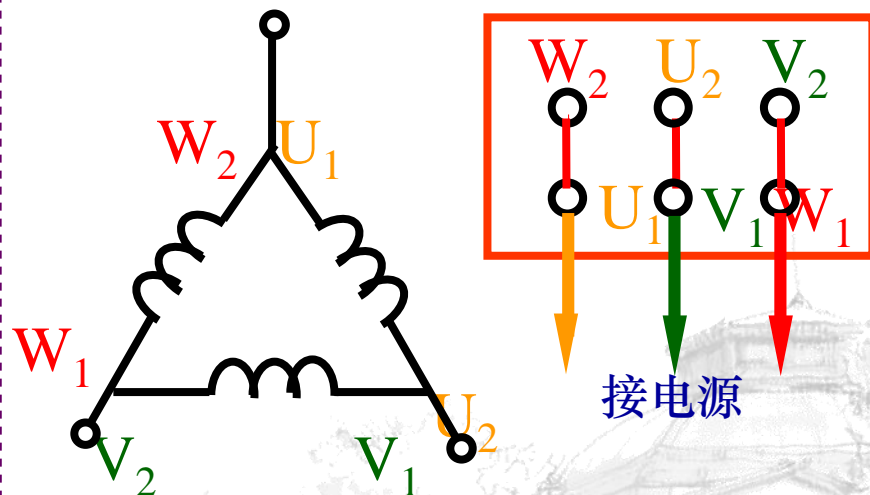
{ 电机容量 $< 3\text{kW} \rightarrow \text{Y}$ 联结
 { 电机容量 $> 4\text{kW} \rightarrow \Delta$ 联结



接线盒



Y 联结



Δ 联结



3. 电压

电动机在额定运行时定子绕组上应加的线电压值。

例如：380/220V、Y/ Δ 是指线电压为 380V 时采用 Y 联结；线电压为 220V 时采用 Δ 联结。

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%。因为在电动机满载或接近满载情况下运行时，电压过高或过低都会使电动机的电流大于额定值，从而使电动机过热。

三相异步电动机的额定电压有 380V，3000V，及 6000V 等多种。

東南大學電氣工程學院

SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING, SEU

4. 电流

电动机在额定运行时定子绕组的**线电流值**。

例如： $Y / \Delta \quad 6.73 / 11.64 \text{ A}$ 表示星形联结下电机的线电流为 6.73A；三角形联结下线电流为 11.64A。两种接法下相电流均为 6.73A。

5. 功率与效率

额定功率是指电机在额定运行时轴上输出的机械功率 P_2 ，它不等于从电源吸取的电功率 P_1 。

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

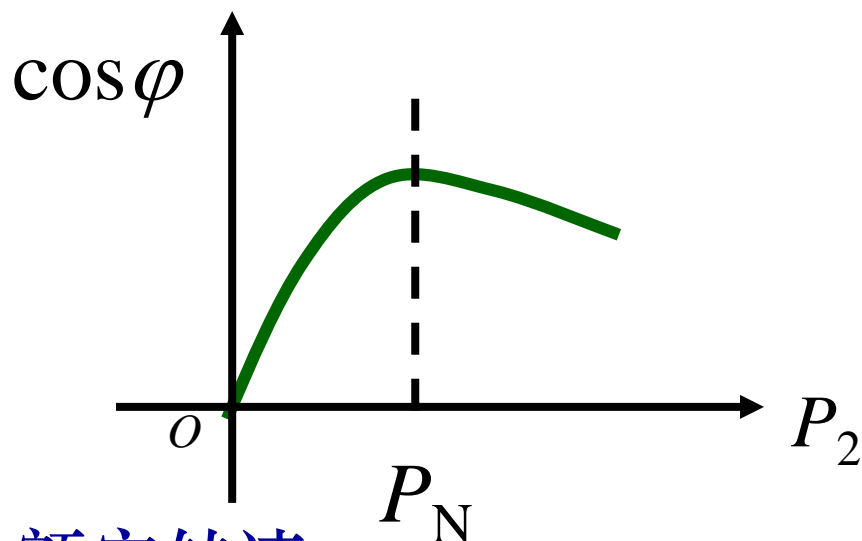
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{鼠笼电机}$$

$$\eta = 72 \sim 93\%$$



6. 功率因数

三相异步电动机的功率因数较低，在额定负载时约为 $0.7 \sim 0.9$ 。空载时功率因数很低，只有 $0.2 \sim 0.3$ 。额定负载时，功率因数最高。



注意：实用中应选择容量合适的电机，防止出现“大马拉小车”的现象。

7. 额定转速

电机在额定电压、额定负载下运行时的转速。



$$\text{额定转差率 } s_N = \frac{n_0 - n_N}{n_0}$$

如： $n_N = 1440$ 转/分

$$s_N = 0.04$$

8. 绝缘等级

指电机绝缘材料能够承受的极限温度等级，分为A、E、B、F、H五级，A级最低(105°C)，H级最高(180°C)。



7.9 三相异步电动机的选择

7.9.1 功率的选择

功率选得过大不经济，功率选得过小电动机容易因过载而损坏。

1. 对于连续运行的电动机，所选功率应等于或略大于生产机械的功率。
2. 对于短时工作的电动机，允许在运行中有短暂的过载，故所选功率可等于或略小于生产机械的功率。



7.9.2 种类和型式的选择

1. 种类的选择

一般应用场合应尽可能选用笼型电动机。只有在需要调速、不能采用笼型电动机的场合才选用绕线型电动机。

2. 结构型式的选择

根据工作环境的条件选择不同的结构型式，如开启式、防护式、封闭式电动机。

7.9.3 电压和转速的选择

根据电动机的类型、功率以及使用地点的电源电压来决定。

Y系列笼型电动机的额定电压只有380V一个等级。大功率电动机才采用3000V和6000V。

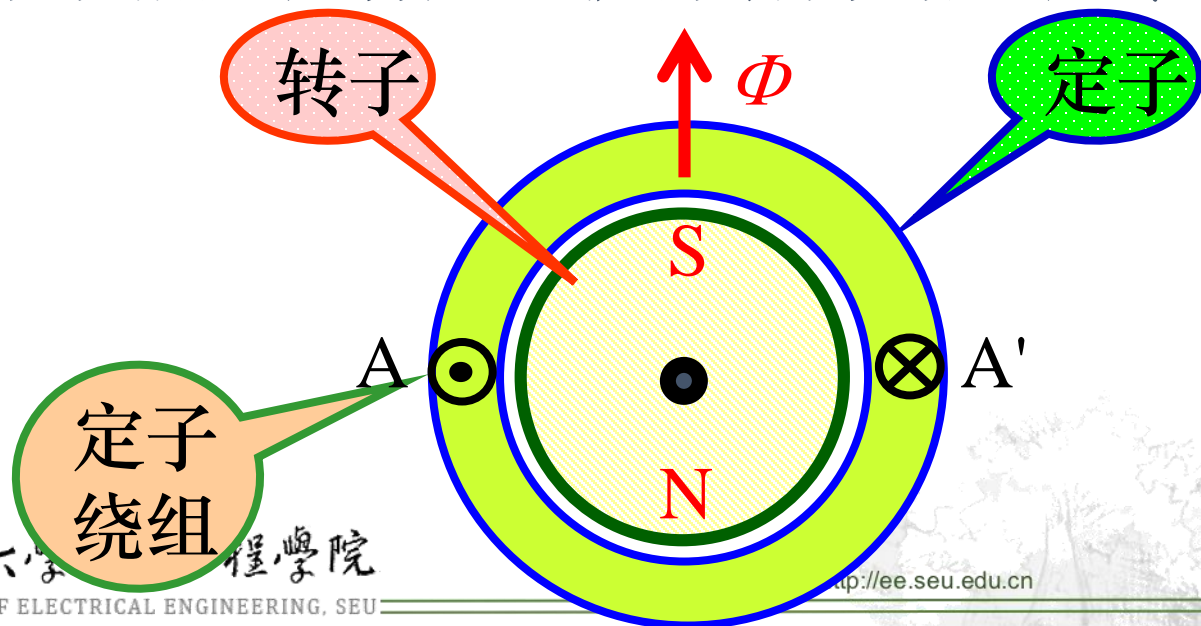


7.11 单相异步电动机

7.11.1 单相异步电动机的工作原理

单相异步电动机主要应用于电动工具、洗衣机、电冰箱、空调、电风扇等小功率电器中。单相异步电动机的定子中放置单相绕组,转子一般用笼型。

定子绕组中通入单相交流电后,形成脉动磁场,若不采取措施,将无法获得所需的起动转矩。



为了获得所需的起动转矩，单相异步电动机的定子进行了特殊设计。常用的单相异步电动机有电容分相式异步电动机和罩极式异步电动机。他们都采用笼型转子，但定子结构不同。

7.11.2 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。

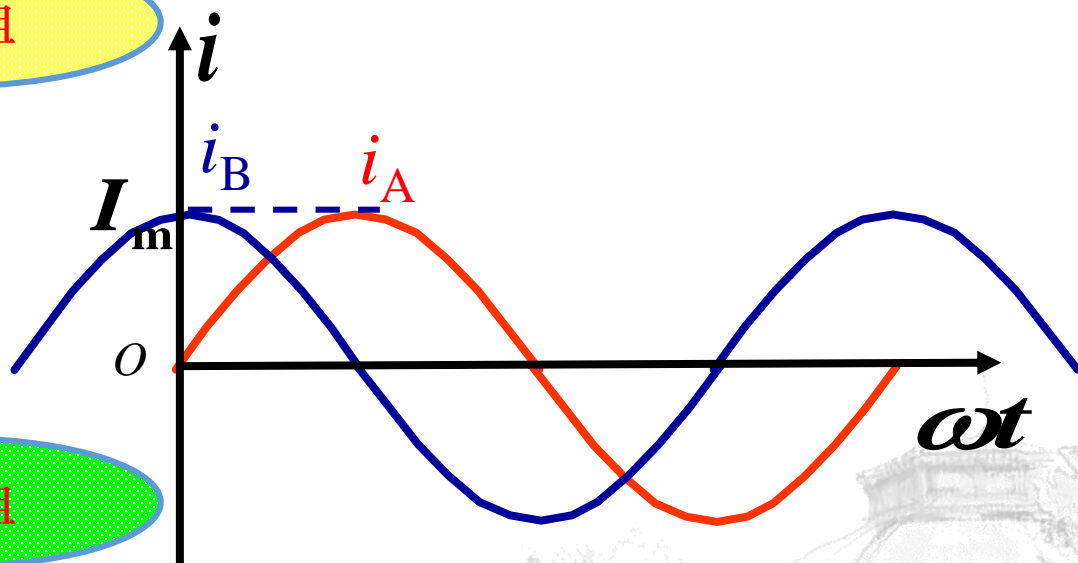
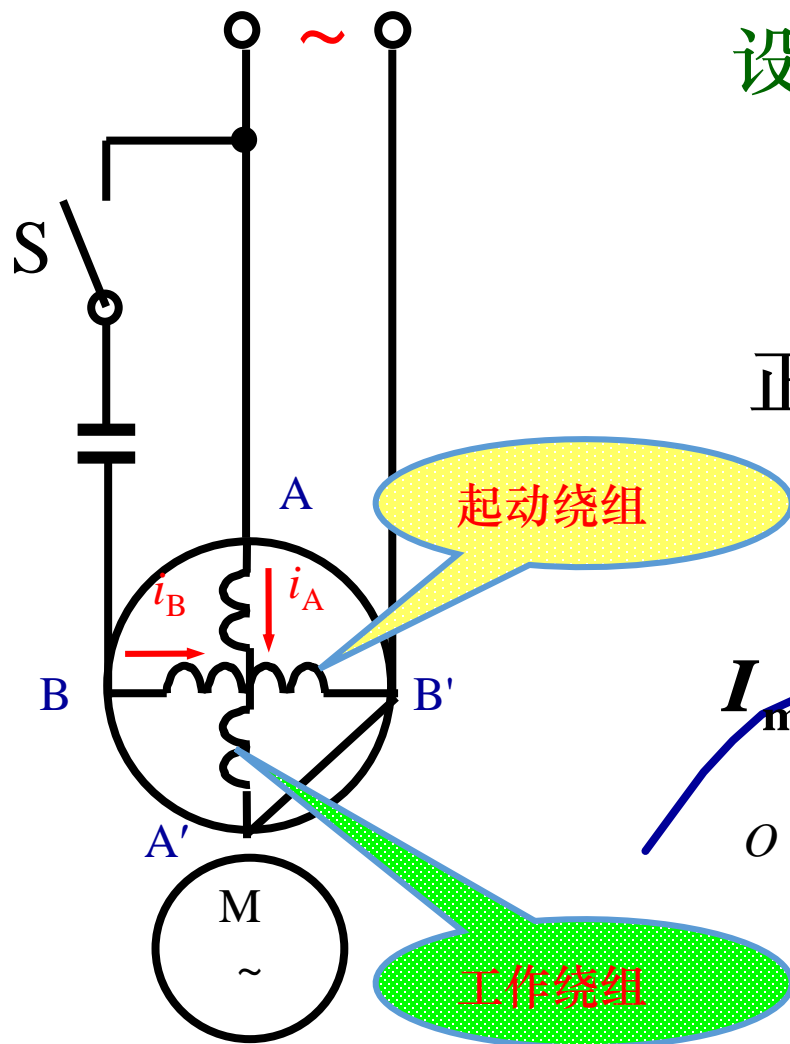


设两相电流为

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

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

正弦波形如图所示。

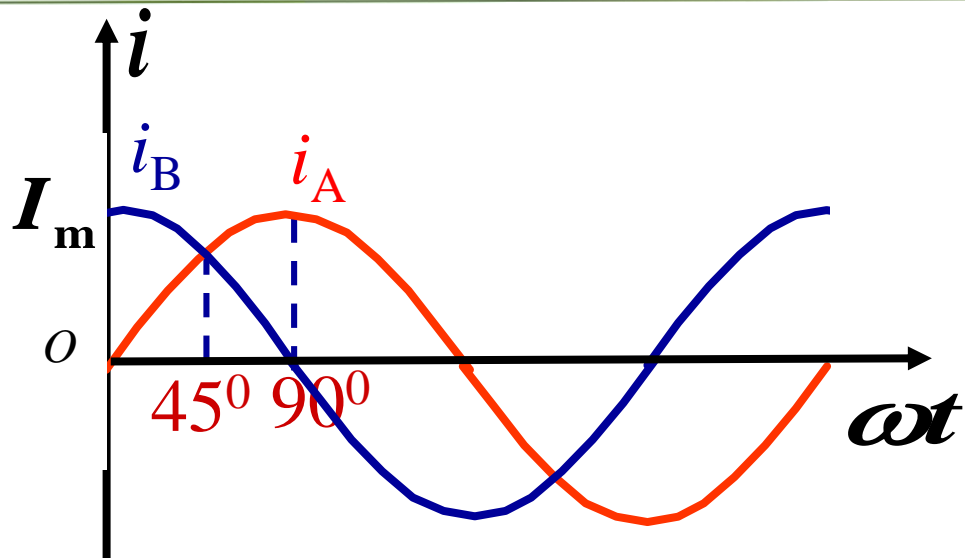


两相电流

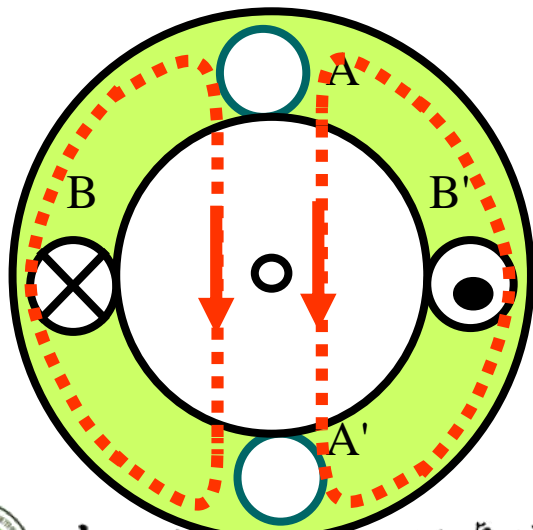
电容分相式异步电动机

東南大學電氣工程學院

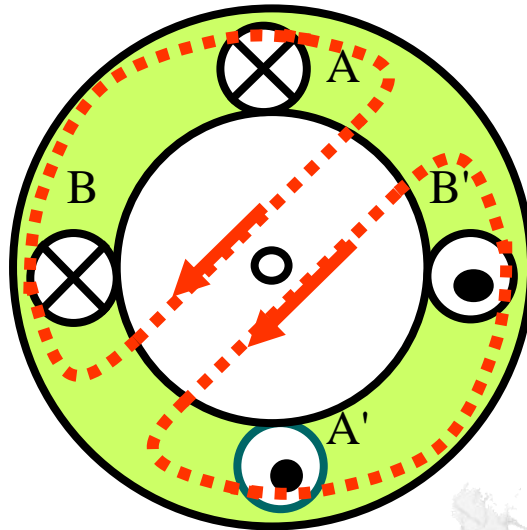
SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING, SEU



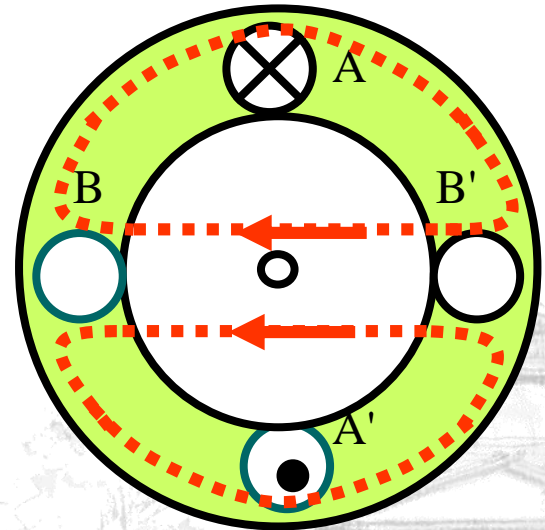
$\omega t = 0^\circ$

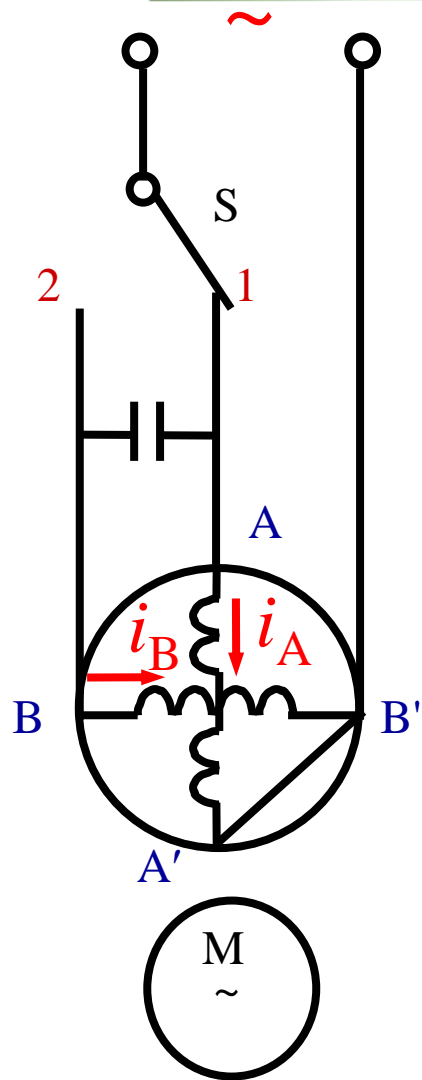


$\omega t = 45^\circ$



$\omega t = 90^\circ$





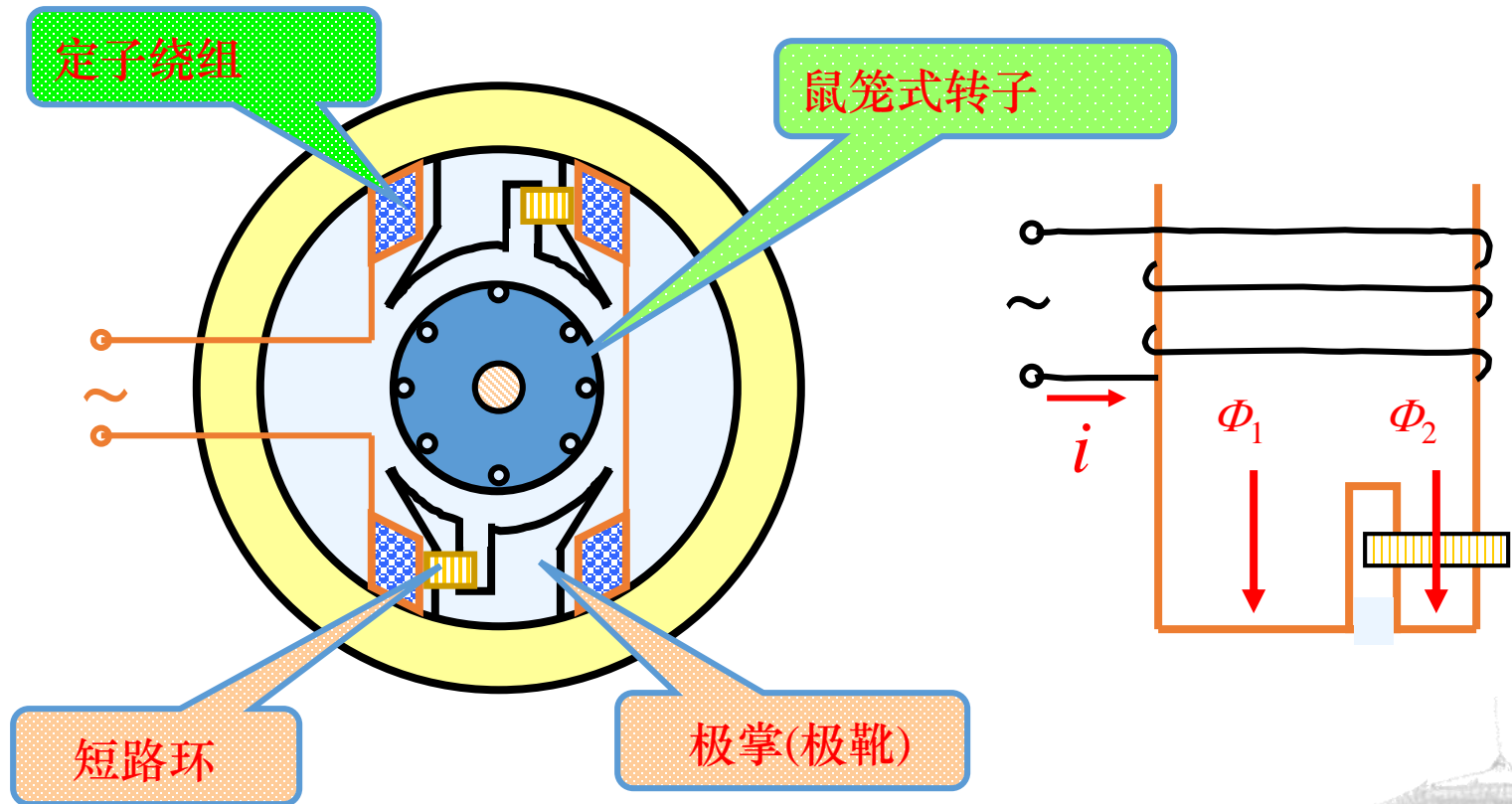
实现正反转的电路

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。

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。

7.11.2 罩极式单相异步电机

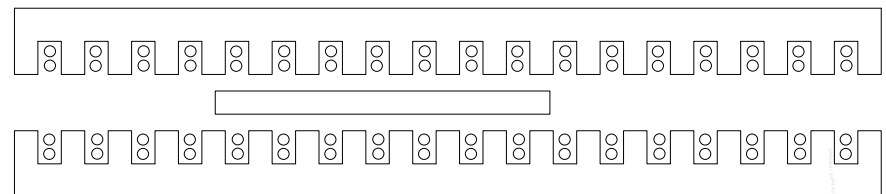
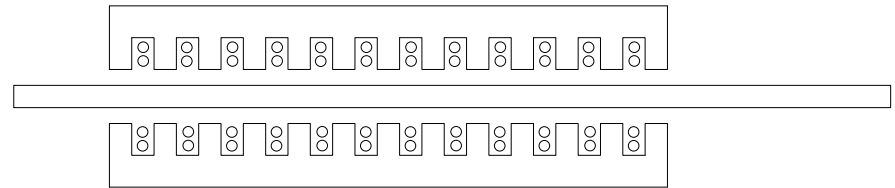
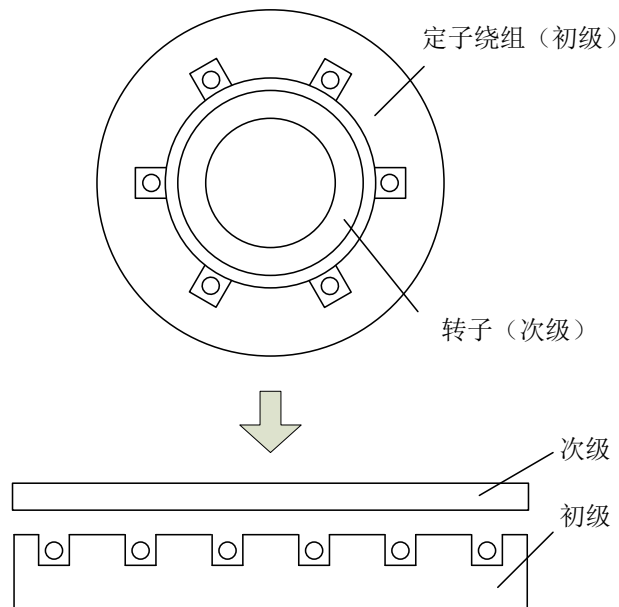


当电流 i 流过定子绕组时，产生了一部分磁通 Φ_1 ，同时产生的另一部分磁通与短路环作用生成了磁通 Φ_2 。由于短路环中感应电流的阻碍作用，使得 Φ_2 在相位上滞后 Φ_1 ，从而在电动机定子极掌上形成一个向短路环方向移动的磁场，使转子获得所需的起动转矩。

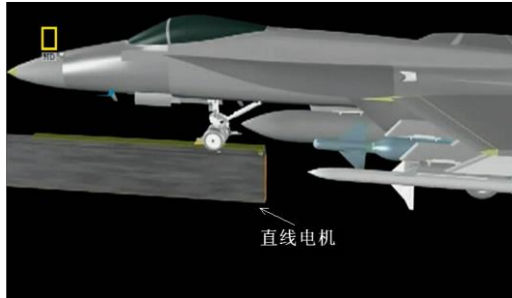
罩极式单相异步电动机起动转矩较小，转向不能改变，常用于电风扇、吹风机中；电容分相式单相异步电动机的起动转矩大，转向可改变，故常用于洗衣机等电器中。



7.12 直线异步电动机



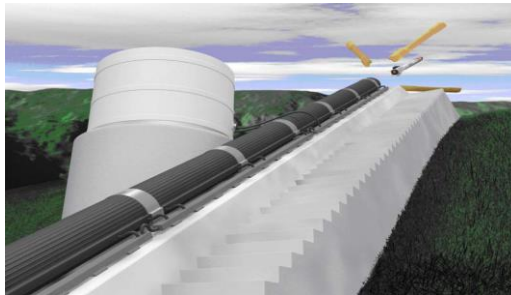
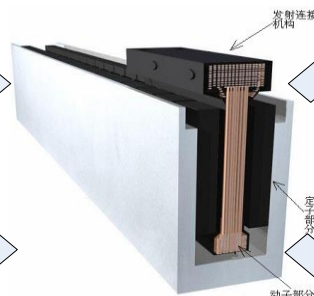
主要应用



航空



航天

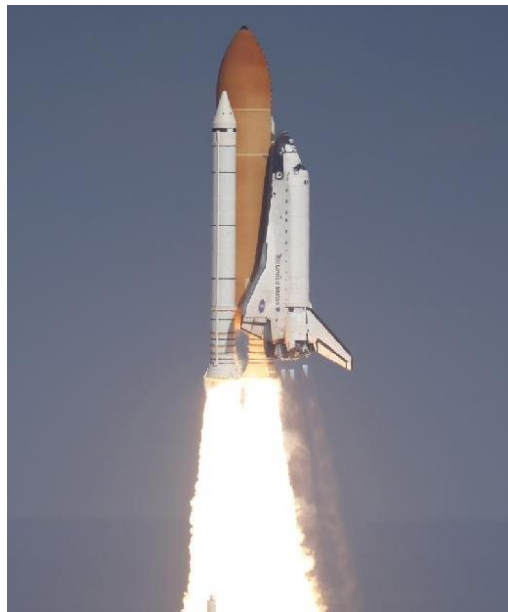


武器



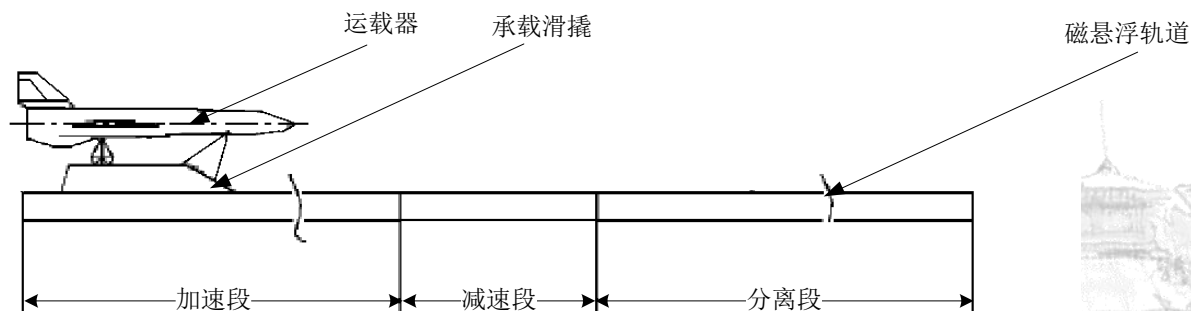
交通

(1) 航天器助推发射



美国提出的航天器直线电磁推进加速发射

化学火箭推进器比冲基本达到了上限，很难再通过降低发射燃料比重增加发射能力



宇航器航天发射过程示意图



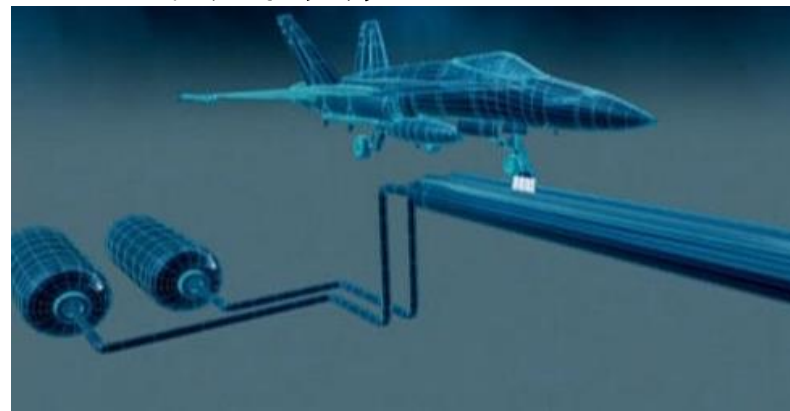
(2) 舰载机和无人机助推发射

滑越式起飞

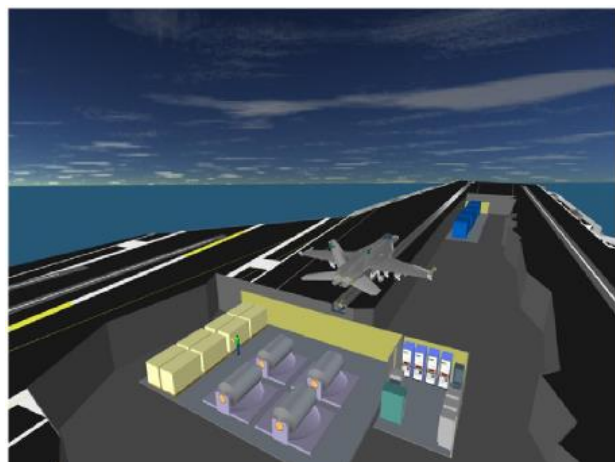


缺点：对舰载机要求性能高

蒸汽弹射



缺点：推力偏小、冲击力强，易对飞机施加过大应力造成飞机损伤。



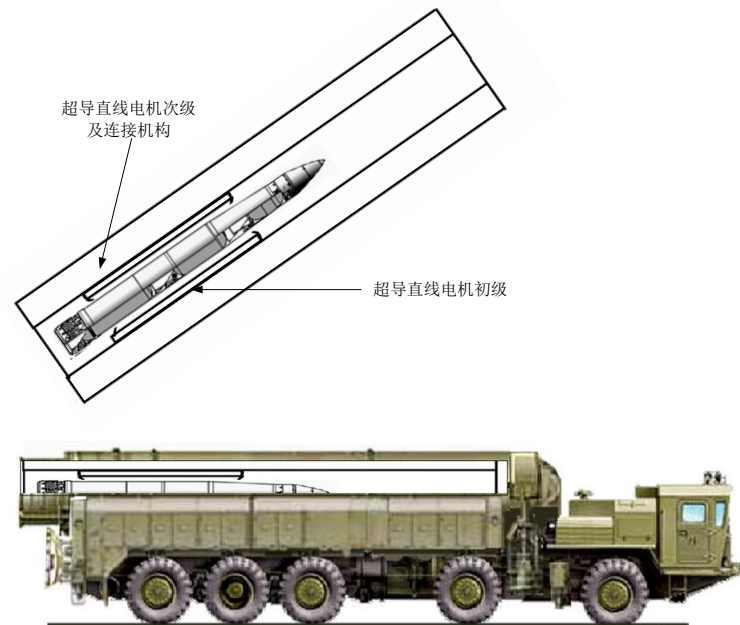
采用直线电机推进的舰载机和无人机直线电磁弹射系统具有：可以通过控制电枢电流获得的电磁推进力，加速平稳，有利于减少发射过程中机架承受的压力，从而延长飞机的使用寿命。



(3) 高性能武器助推发射



美国研制的导弹地面助推发射实验现场



车载导弹直线电磁发射技术

直线电磁发射技术应用于高性能武器发射具有：（1）电磁推力大（2）可控性好（3）隐蔽性好（4）发射载荷大（5）可重复利用、经济性好



(4) 磁悬浮高速轨道交通



磁悬浮轨道交通

采用直线电机的磁悬浮直线轨道交通的优点：无摩擦、高效率、大推力、高速度、高加速度。



7—(P256-5.1,
P258-9.2, 9.3)



第七章-结束

Thank You!

