



浙江大学电气工程学院

电机与拖动

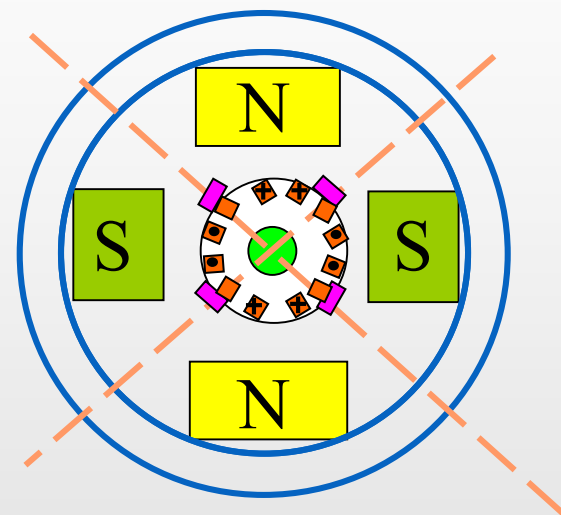
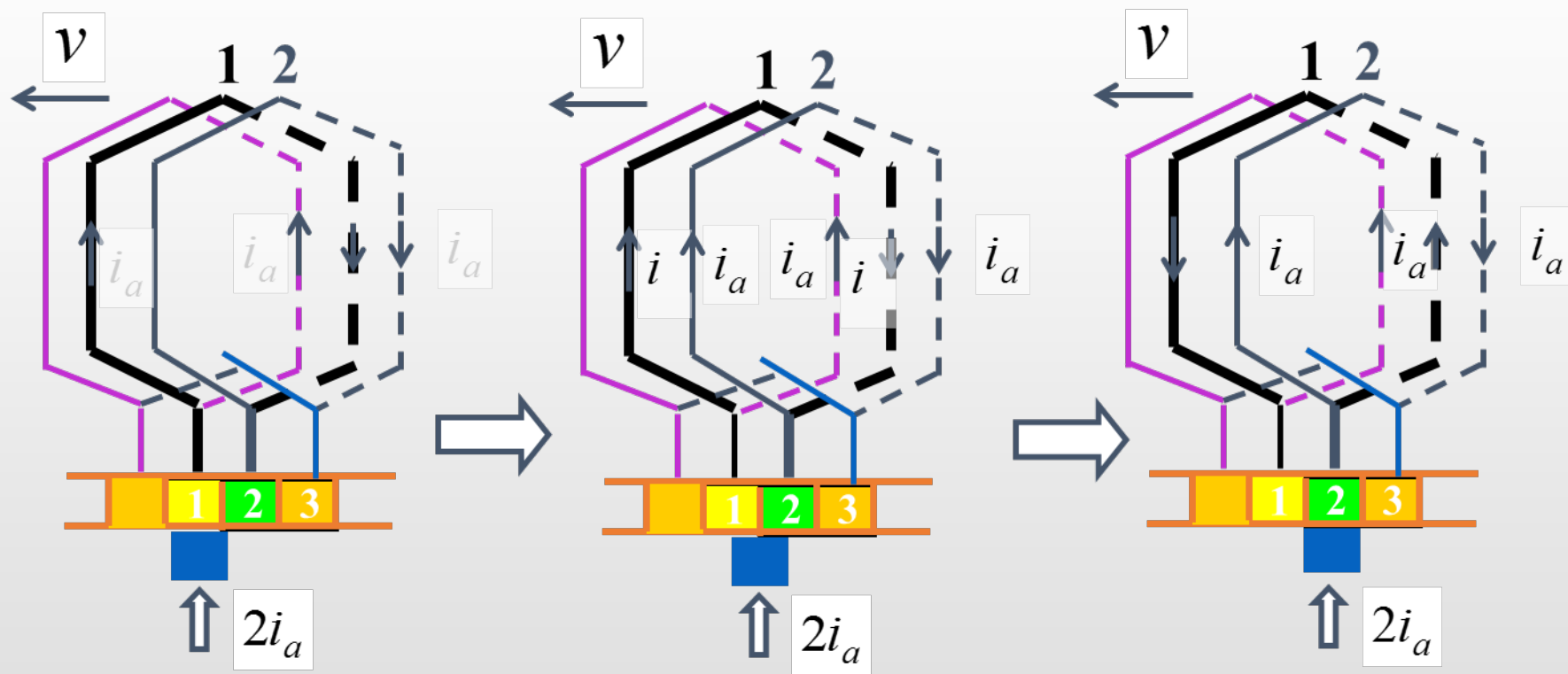
主讲：卢琴芬



直流电机的换向

换向

电机旋转，转子线圈中的电流方向不断改变，这种电流方向改变的过程称为**换向**。



换向元件
中的电流:

$i = +i_a$ (右支路)

$i < +i_a$ (变化中)

$i = -i_a$ (左支路)

$$+i_a \leftrightarrow -i_a$$

换向周期:

$$T_k = \frac{b_k}{v_k} = \frac{\pi D_k / k}{\pi D_k \cdot n / 60} = \frac{60}{k \cdot n}$$

(b_k : 换向片宽度; k : 换向片数)

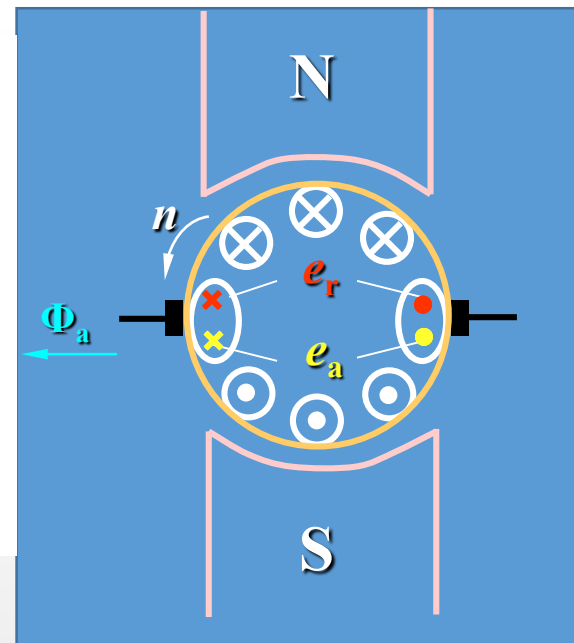
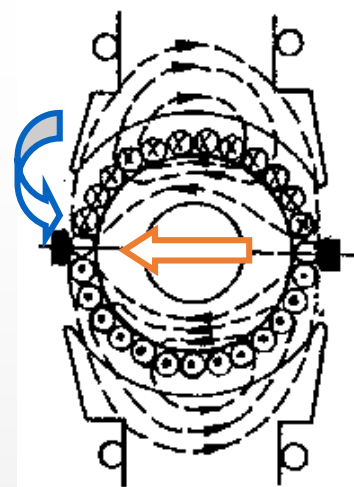
电磁原因： 换向元件中存在感应电动势，
产生附加电流 i_k 所引起的

$$e_r + e_a \\ = \underbrace{e_L + e_M}_{\text{电抗电动势}} + e_a$$

电抗电动势 旋转电动势



$$i_k = \sum e / \sum R$$



企图阻止电流的变化，与换向前元件中的电流方向相同。

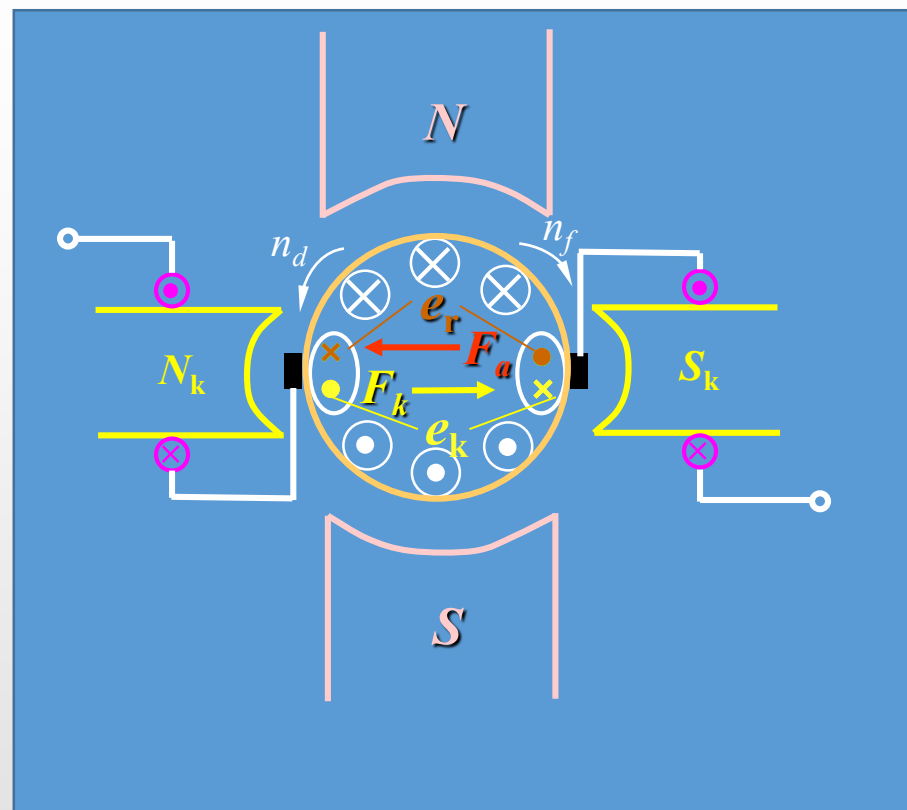
电机负载越重、转速越高，电抗电动势及旋转电动势越大。

改善换向 $\Rightarrow i_k=0 \Rightarrow \begin{cases} \sum R \uparrow \text{换向回路, 选择电刷} \\ \sum e \downarrow \text{最好}=0, \text{装换向极} \end{cases}$

换向极作用 $\begin{cases} \text{抵消电枢反应磁动势} \\ \text{建立磁场 } B_k \end{cases} \Rightarrow e \Rightarrow \sum e = 0$

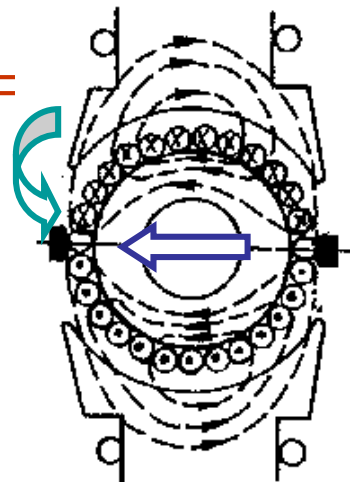
换向极位置

- (1) 处于几何中心线
- (2) 与电枢串联
- (3) 应与电枢反应磁动势的方向相反



换向极绕组与电枢绕组串联且
换向极磁路不饱和 (增大换向
极下气隙)

电磁原因： 换向元件中存在感应电动势，
产生附加电流 i_k 所引起的



$$\begin{aligned} e_r + e_a \\ = e_L + e_M + e_a \end{aligned} \Rightarrow i_k = \sum e / \sum R$$

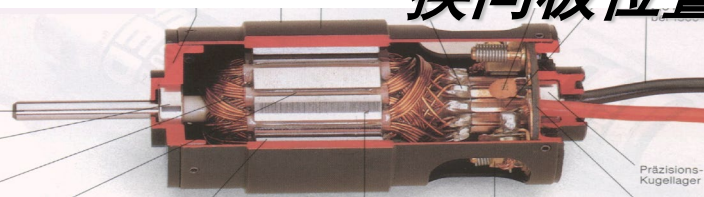
改善换向 $\Rightarrow i_k = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \sum R \uparrow \\ \sum e \downarrow \end{array} \right.$

换向回路，选择电刷
最好=0，装换向极

换向极作用 $\left\{ \begin{array}{l} \text{抵消电枢反应磁动势} \\ \text{建立磁场 } B_k \Rightarrow e \Rightarrow \sum e = 0 \end{array} \right.$

换向极位置

处于几何中心线，与电枢串联，应与电枢反
应磁动势的方向相反



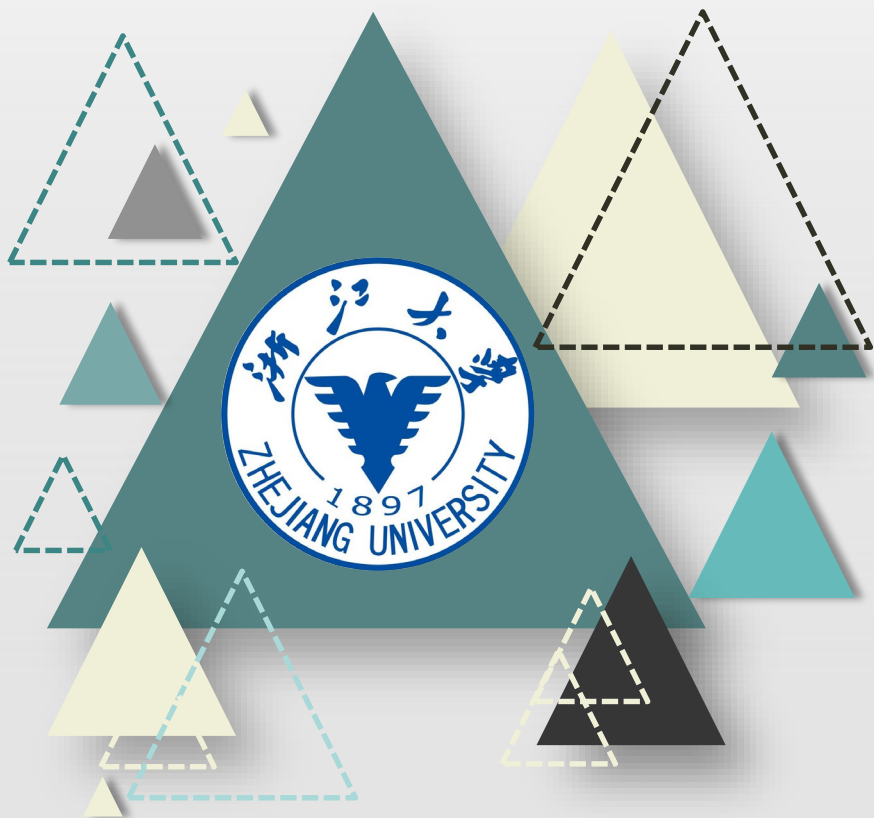
环火

电枢反应 $\Rightarrow B_{\delta}$ 畸变 $\Rightarrow B_{\delta \max}$ 处的电枢元件 e 增大

$\Rightarrow$ 两换向片间电压差 u_k 增大 $\Rightarrow$ 超过某过值，
换向片有火花 $\Rightarrow$

电位差火花 }
换向火花 } $\xrightarrow{\text{汇合}}$ 环火

解决方法 $\Rightarrow$ 装置补偿绕组



浙江大学电气工程学院

T H A N K S

主讲：浙江大学卢琴芬