



石家莊鐵道大學  
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

电力拖动系统的过渡过程

# 异步电动机过渡过程 的能量损耗

主讲：常宇健

# 目录



在线开放课程

- 异步电动机过渡过程的能量损耗
- 空载启动时过渡过程的能量损耗
- 空载制动过渡过程的能量损耗
- 减少过渡过程能量损耗的方法

# 异步电动机过渡过程的能量损耗

在过渡过程中，定、转子的铜损为

$$\Delta W = \int_0^{\infty} 3I_1^2 R_1 dt + \int_0^{\infty} 3I_2^2 R_2 dt$$

认为  $I_1 \approx I_2'$ ，

$$\Delta W = \int_0^{\infty} 3I_2'^2 R_2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) dt$$

由于转子铜损可用转差功率表示：

$$3I_2'^2 R_2 = 3I_2'^2 s_e \frac{R_2}{s_e} = 3I_2'^2 \frac{R_2}{s_e} \Delta$$

$$\Delta W = \int_0^{\infty} \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) s_e T \Delta dt$$

空载时  $T_e = J \frac{d\Omega}{dt}$

而  $\Omega = \Omega_s(1-s)$

上式变为  $T_e = -J\Omega_s \frac{ds}{dt}$

异步电动机过渡过程能量损耗的一般表达式：



$s_1$ ， $s_2$ 分别过渡过程开始与终了时的转差率

# 1. 空载启动时过渡过程的能量损耗

$$s_1=1, s_2=0$$

$$\Delta W = \frac{1}{2} I_1^2 R_1 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

加大转子电阻可减小起动电流，增加起动转矩。  
因此绕线式异步机可采用转子串电阻的起动方式，  
而笼型异步电机可采用高电阻率导条来减小起动过程的能量损耗。

## 2. 空载两相反接反接制动过渡过程的能量损耗

$$s_1=2, s_2=1$$



反接制动停车后反向起动

$$s_1=2, s_2=0$$



### 3. 空载能耗制动过渡过程的能量损耗

$$\Delta A = \frac{1}{2} J \omega^2 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

与直流电动机过渡过程的能量损耗相同，异步电动机过渡过程的能量损耗均与转动部分的转动惯量和异步电动机的同步转速有关，即与转动部分存储的动能有关。另外，异步电动机过渡过程的能量损耗还与定、转子电阻比值有直接关系。

## 4. 减少过渡过程能量损耗的方法

- 减少拖动系统存储的动能
- 合理的选择起、制动方式
- 合理的选择电动机的参数





# 小结



在线开放课程

- 空载启动时过渡过程的能量损耗
- 空载两相反接反接制动过渡过程的能量损耗
- 空载能耗制动过渡过程的能量损耗
- 减少过渡过程能量损耗的方法