



合肥工业大学

HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# 第四章 电动机



# 第4章 电动机

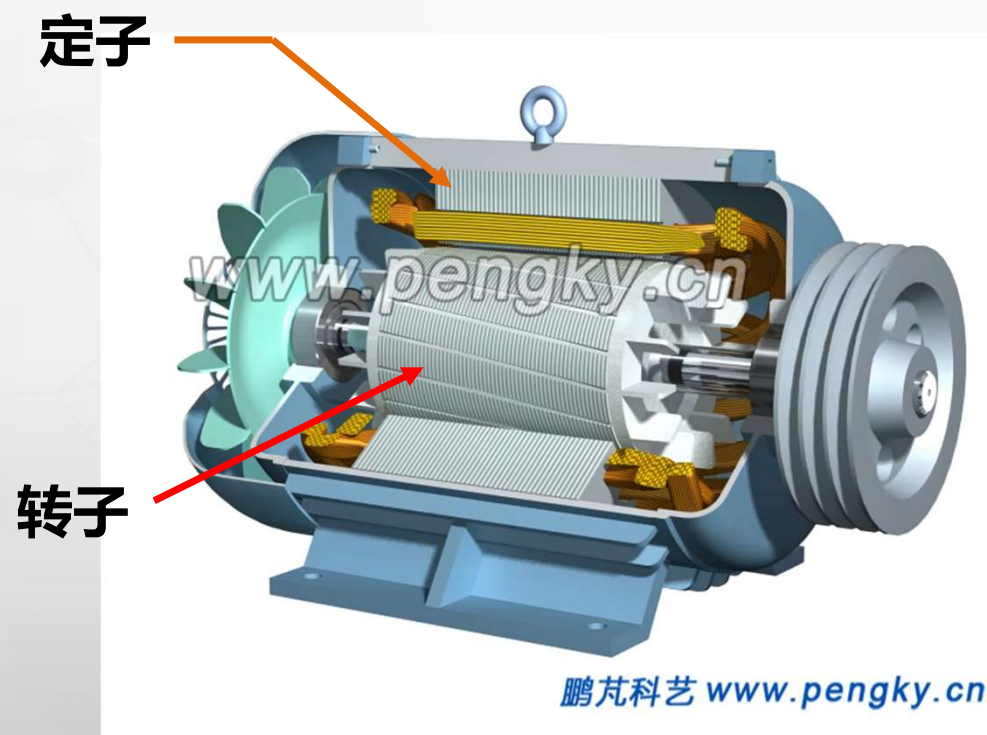
4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

4.5 三相异步电动机的起动

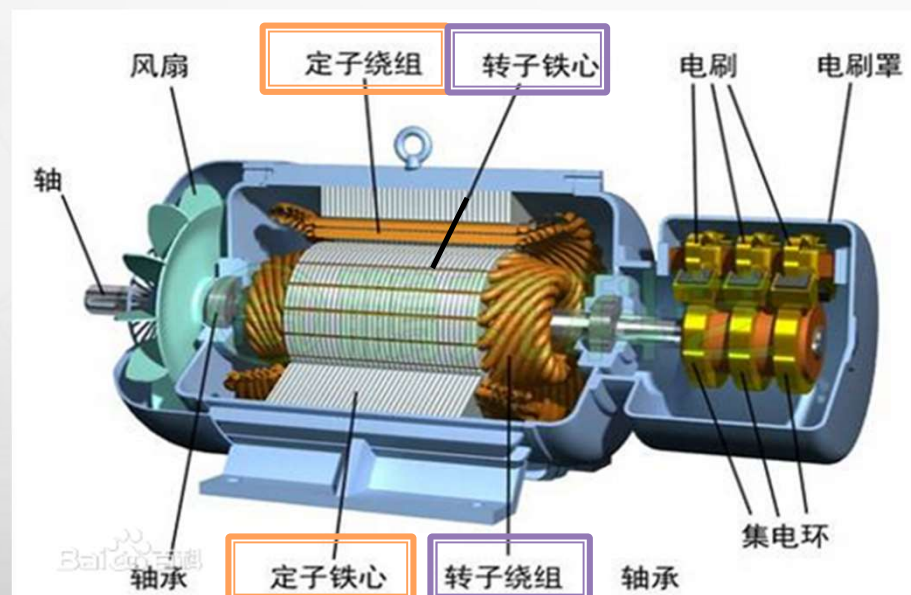
4.6 三相异步电动机的调速

4.8 三相异步电动机的铭牌数据

## 三相异步电动机的构造



# 三相异步电动机的构造



# 三相异步电动机的构造

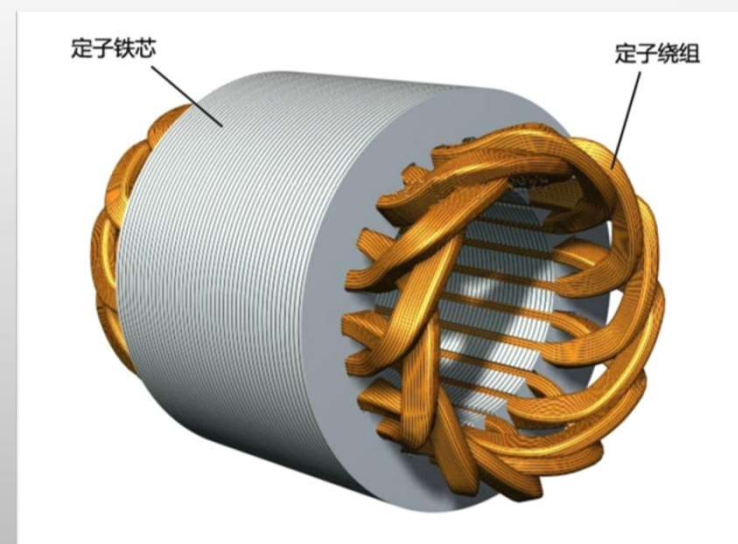
## 1. 定子

**铁心：**由内周有槽的硅钢片叠成。

**三相绕组**  $\begin{cases} U_1 \text{ --- } U_2 \\ V_1 \text{ --- } V_2 \\ W_1 \text{ --- } W_2 \end{cases}$

**机座：**铸钢或铸铁

**端盖：**固定、支撑、防护



# 三相异步电动机的构造

## 2. 转子

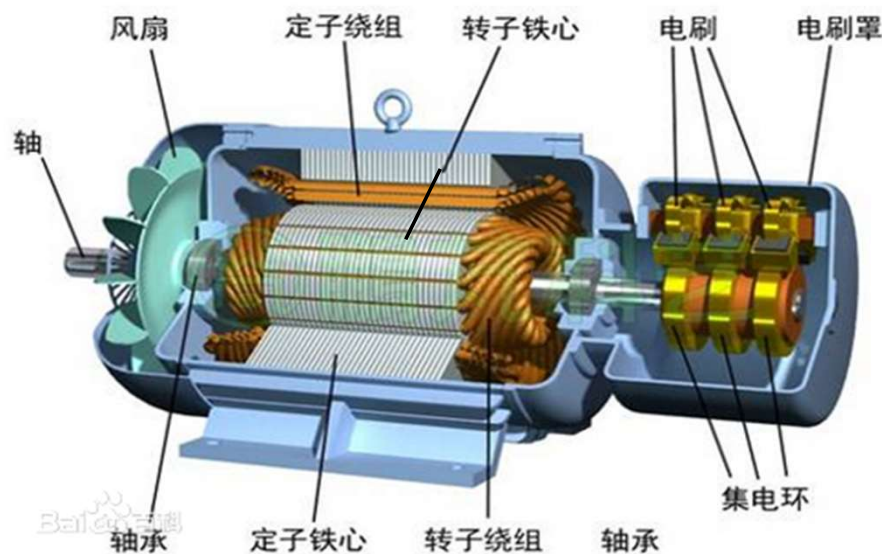
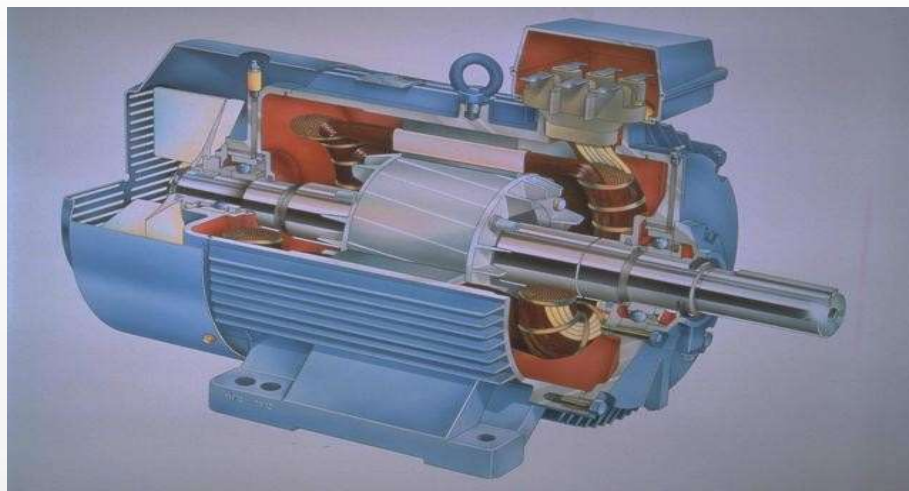
**铁心：** 由外周有槽的硅钢片叠成。

### (1) 鼠笼式转子

铁心槽内放铜条，端部用短路环形成一体。或铸铝形成转子绕组。

### (2) 绕线式转子

同定子绕组一样，也分为三相，并且接成星形。另一端分别接滑环，可外接电阻



# 三相异步电动机的构造

## 鼠笼式转子

铁心槽内放铜条，端部用短路环形成一体。或铸铝形成转子绕组。

## 绕线式转子

同定子绕组一样，也分为三相，另一端分别接滑环，可外接电阻。

## 鼠笼式电动机与绕线式电动机的比较：

### 鼠笼式：

结构简单、价格低廉、工作可靠；  
不能人为改变电动机的机械特性。

### 绕线式：

结构复杂、价格较贵、维护工作量大；  
转子外加电阻可人为改变电动机的机械特性。



## 电动机工作原理



定子对称三相绕组  
通入对称三相电流

同步  
转速  
 $n_0$

旋转磁场  
(磁场能量)

磁场切割  
转子绕组

电能变为机械能



转子带动机械  
负载旋转

机械  
转速  
 $n$

转子旋转起来

转子绕组在磁场中  
受到电磁力的作用

转子绕组中  
产生  $e$  和  $i$

$$n_0 > n$$



## 三相异步电动机的同步转速 (旋转磁场转速)

$$n_0 = \frac{60 f_1}{p} \quad (\text{r / min})$$

旋转磁场转速 $n_0$ 与电源频率 $f_1$ 和极对数 $p$ 有关。

$f_1 = 50 \text{ Hz}$  时，不同极对数时的同步转速如下： ( $n_0$ ——同步转速)

$p$	1	2	3	4	5	6
$n_0/(\text{r/min})$	3000	1500	1000	750	600	500

## 电动机工作原理



$$n_0 = \frac{60 f_1}{p} \quad (\text{r/min})$$

同步转速  $n_0$

转差率：
$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}$$
$$0 < s \leq 1$$

起动时：
$$n = 0, \quad s = 1$$

额定运行时：
$$s = 0.01 \sim 0.09$$

$$n = (1 - s)n_0$$

机械转速  $n$

**转差率：** 
$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}$$

**例：**一台三相异步电动机，其额定转速  $n_N=975 \text{ r/min}$ ，电源频率  $f_1=50 \text{ Hz}$ 。试求电动机的极对数和额定负载下的转差率。

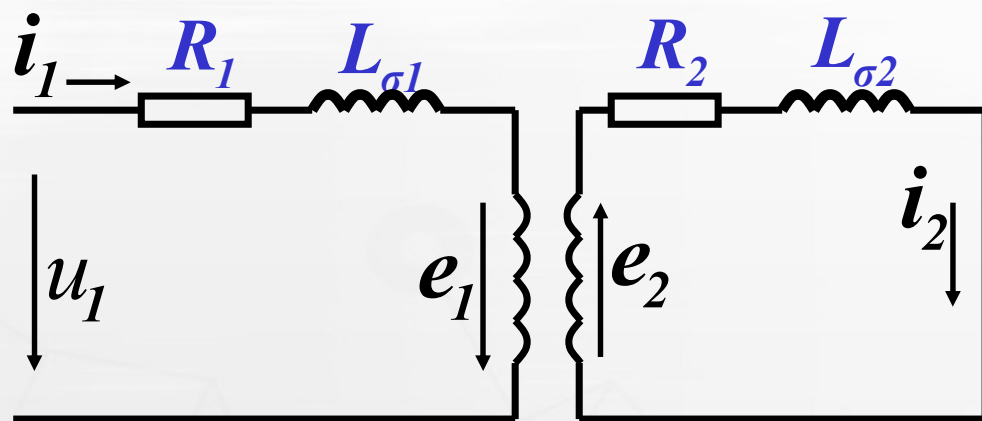
**解：**根据转子转速与旋转磁场同步转速关系可知：

$n_0=1000 \text{ r/min}$ ，即  $p=3$

$$s_N = \frac{n_0 - n_N}{n_0} \times 100\% = \frac{1000 - 975}{1000} \times 100\% = 2.5\%$$

转子转速亦可由转差率求得  $n = (1 - s)n_0$

## 三相异步电动机的电路分析



电动机每相等效电路

### 定子电路

- 定子绕组电阻  $R_1$
- 漏感  $L_{\sigma 1}$
- 定子主感生电势  $e_1$

### 转子电路

- 转子绕组电阻  $R_2$
- 漏感  $L_{\sigma 2}$
- 转子主感生电势  $e_2$

电磁关系与变压器类似

定子相当于变压器一次  
转子相当于变压器二次

但通常情况下

定子频率  $f_1 \neq$  转子频率  $f_2$

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

### 转矩的分类:

#### 电磁转矩 $T$

- 载流导体 (转子) 在磁场中形成的旋转力矩

#### 损耗转矩 $T_0$

- 主要是机械损耗转矩

#### 负载转矩 $T_2$

- 转轴上的输出转矩

空载时:  $T = T_0$

有载时:  $T = T_0 + T_2$

注: 若  $T_2 \gg T_0$ , 则  $T \approx T_2$

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

### 4.4.1 转矩公式

#### 电磁转矩T

- 载流导体（转子）  
在磁场中形成的  
旋转力矩

$$T = K_T \Phi I_2 \cos \varphi_2$$

常数（不同于 $K_T$ ）

$$T = K \frac{sR_2}{R_2^2 + (sX_{20})^2} \cdot U_1^2$$

$T$  的大小与三个参数成正比

$$T \propto \left\{ \begin{array}{l} \Phi \\ I_2 \\ \cos \varphi_2 \end{array} \right.$$

旋转磁场每极磁通
转子电流
转子电路的功率因数

$$\Phi = \frac{U_1}{4.44 f_1 N_1}$$

$$I_2 = \frac{sE_{20}}{\sqrt{R_2^2 + (sX_{20})^2}}$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_{20})^2}}$$



## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

### 4.4.1 转矩公式

#### 电磁转矩T

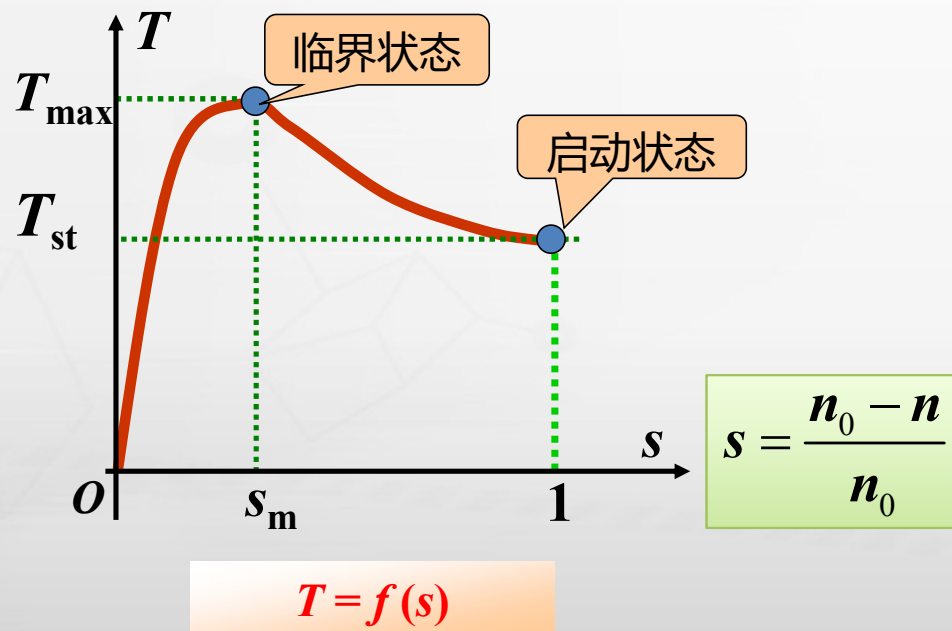
- 载流导体（转子）在磁场中形成的旋转力矩

$$T = K \frac{sR_2}{R_2^2 + (sX_{20})^2} \cdot U_1^2$$

- $T$  与定子每相绕组电压  $U_1^2$  成正比。  $U_1 \downarrow \rightarrow T \downarrow \downarrow$
- 转子电阻  $R_2$  的大小对  $T$  有影响。可通过改变  $R_2$  的方式改变转距。  
(仅限绕线式异步电动机)
- 当  $U_1$ 、 $R_2$  一定时， $T$  是  $s$  的函数。

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

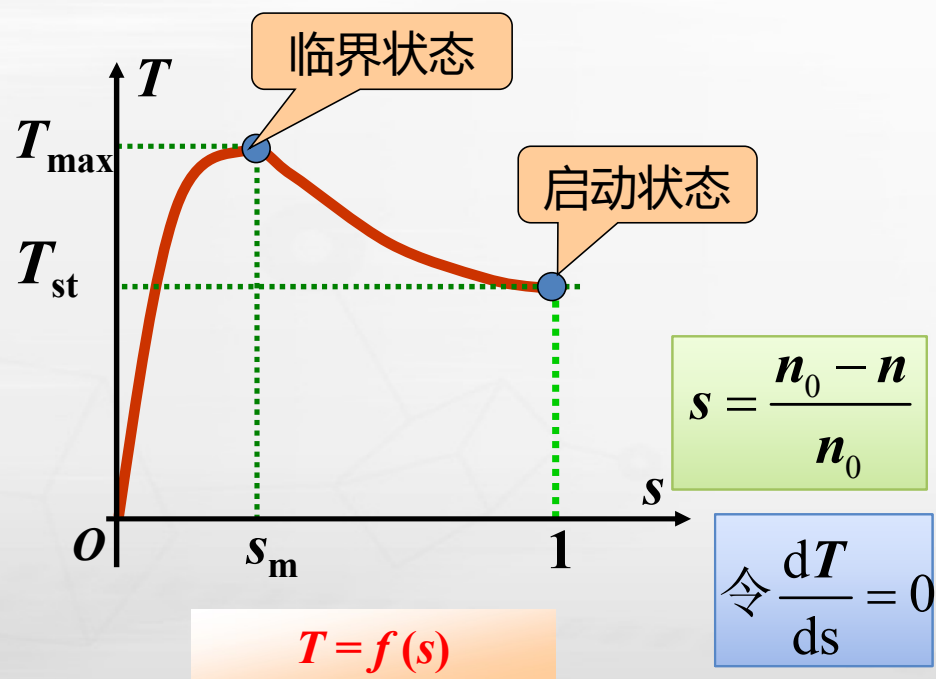
### 4.4.2 机械特性曲线



$$T = K \frac{s R_2}{R_2^2 + (s X_{20})^2} \cdot U_1^2$$

- $T$  与定子每相绕组电压  $U_1^2$  成正比。  $U_1 \downarrow \rightarrow T \downarrow \downarrow$
- 转子电阻  $R_2$  的大小对  $T$  有影响。可通过改变  $R_2$  的方式改变转距。  
(仅限绕线式异步电动机)
- 当  $U_1$ 、 $R_2$  一定时,  $T$  是  $s$  的函数。

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性



$T_{\text{st}}$ : 启动转矩

$s = 1$ 时,

$$T_{\text{st}} = K \frac{R_2 U_1^2}{R_2^2 + X_{20}^2}$$

$T_{\max}$ : 最大转矩

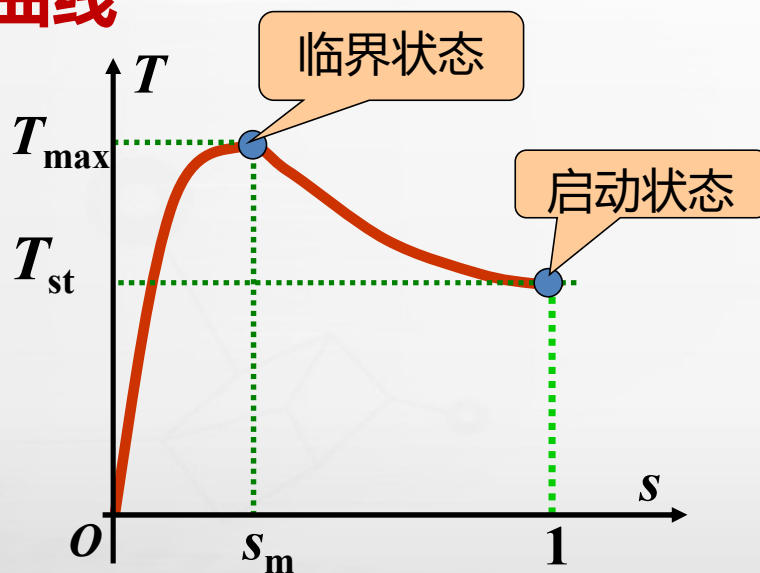
$s = s_m = \frac{R_2}{X_{20}}$ 时,

$$T_{\max} = K \frac{U_1^2}{2X_{20}}$$

$$T = K \frac{s R_2}{R_2^2 + (s X_{20})^2} \cdot U_1^2$$

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性

### 4.4.2 机械特性曲线



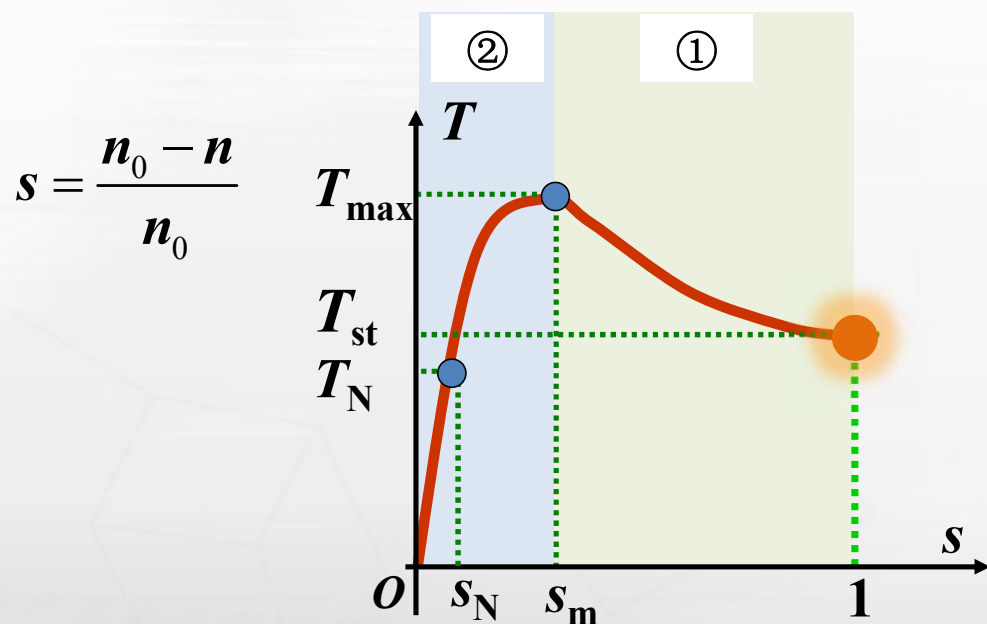
$$T = f(s)$$

$T_N$ : 额定转矩

在额定  $U_N$  下, 以额定转速  $n_N$  运行、输出额定功率  $P_{2N}$  时, 电动机转轴上输出的转矩。

$T_N$  在哪儿?

## 4.4.2 机械特性曲线



转子转速  $n \uparrow$  过程中：  
转差率  $s \downarrow$ ，转矩  $T$  的变化则分为两个阶段。

第一阶段 • 转速  $n \uparrow$ ，转矩  $T \uparrow$

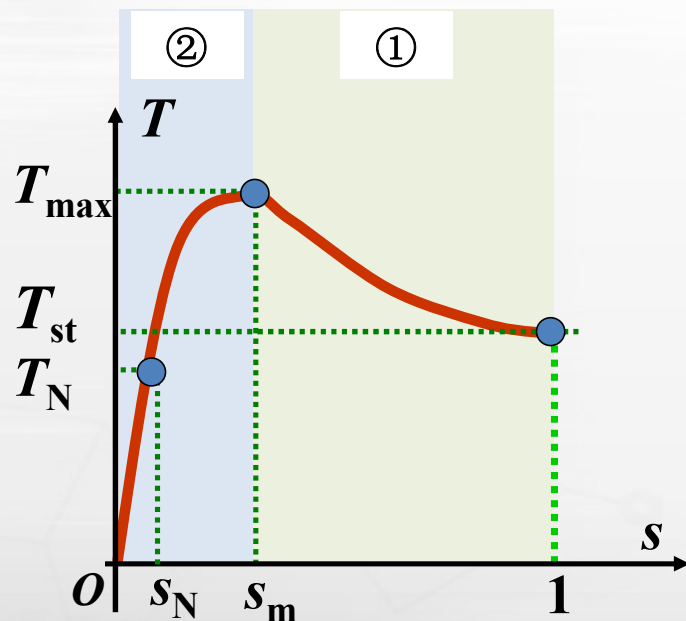
第二阶段 • 转速  $n \uparrow$ ，转矩  $T \downarrow$

电动机通常工作在②区，在这一区域，转速  $n$  与转矩  $T$  变化方向相反，有利于保持电动机工作稳定。

例如：

当转子轴端阻力  $\uparrow$  时，会导致转速  $\downarrow$ ，即转差率  $s \uparrow$ ，根据转矩曲线，此时电磁转矩  $T$  会自动上升，从而在较低的转速处达成新的平衡。

## 4.4.2 机械特性曲线



$T_N$ : 额定转矩

$T_{\max}$ : 最大转矩

$T_{\text{st}}$ : 启动转矩

转子旋转  
角速度

在额定  $U_N$  下, 以额定转速  $n_N$  运行、输出额定功率  $P_{2N}$  时, 电动机转轴上输出的转矩。

$$T_{2N} = \frac{P_{2N}}{\omega} = \frac{P_{2N}}{2\pi f} = \frac{P_{2N}}{2\pi \frac{n_N}{60}}$$

$$T_{2N} = 9.55 \frac{P_{2N}}{n_N} \quad \begin{matrix} \text{(单位: w)} \\ \text{(单位: r/min)} \end{matrix}$$

$$= 9550 \frac{P_{2N}}{n_N} \quad \begin{matrix} \text{(单位: kw)} \\ \text{(单位: r/min)} \end{matrix}$$

过载系数  $\lambda$   
(1.8 ~ 2.2)

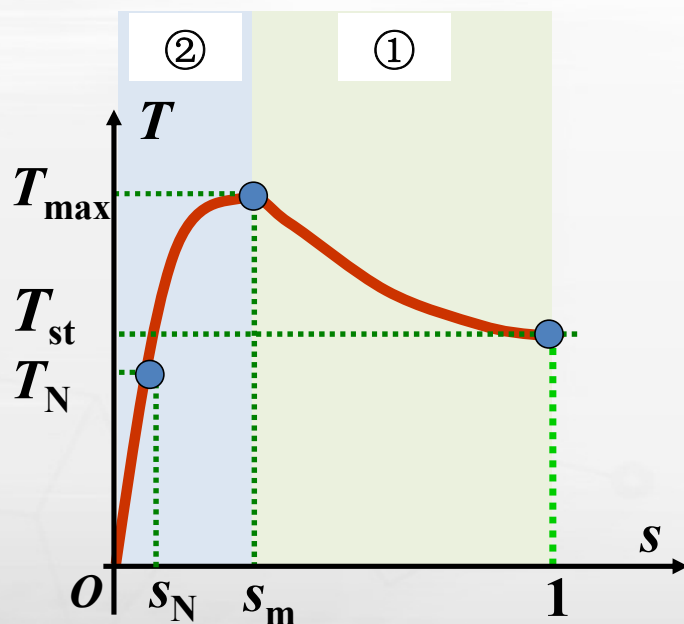
$$\lambda = \frac{T_{\max}}{T_N}$$

启动系数  $K_{\text{st}}$   
(1.0 ~ 2.2)

$$K_{\text{st}} = \frac{T_{\text{st}}}{T_N}$$



## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性



$T_N$ : 额定转矩

$$T_{2N} = 9550 \frac{P_{2N}}{n_N}$$

$T_{\max}$ : 最大转矩

$$T_{\max} = \lambda T_{2N}$$

$T_{st}$ : 启动转矩

$$T_{st} = K_{st} T_{2N}$$

### 三相异步电动机

功率 **45 kW**      转速 **1480r/min**

$T_{\max}/T_N$  **2.2**       $T_{st}/T_N$  **1.9**

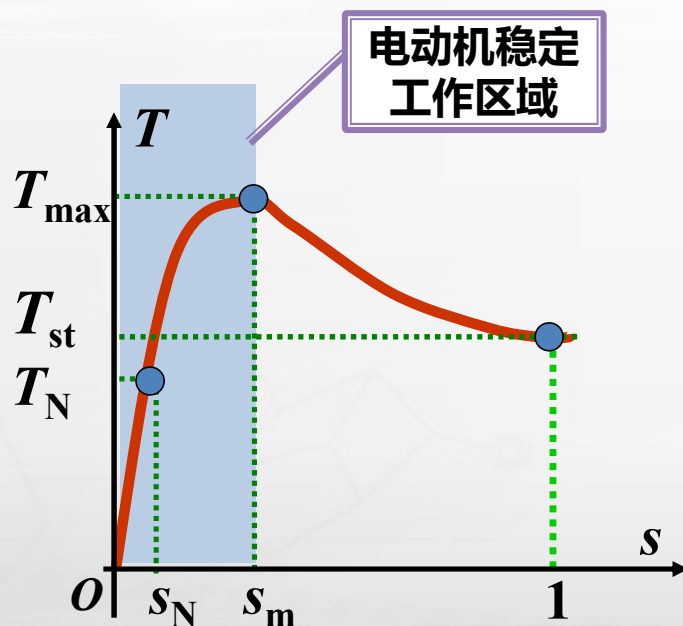
$$T_{2N} = 9550 \frac{P_{2N}}{n_N}$$

$$= 9550 \frac{45}{1480} = 290.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

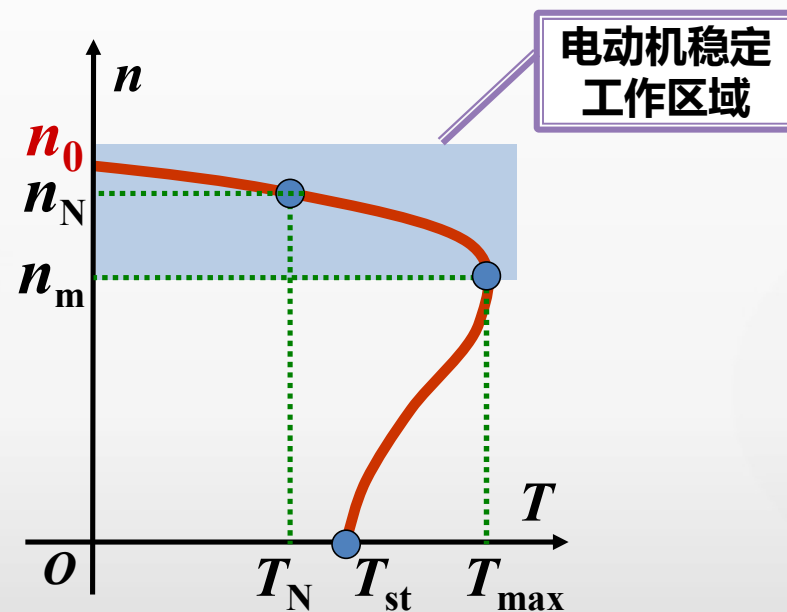
$$T_{\max} = 2.2 * T_{2N} = 638.9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{st} = 1.9 * T_{2N} = 551.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## 4.4 三相异步电动机转矩与机械特性



$$T = f(s)$$

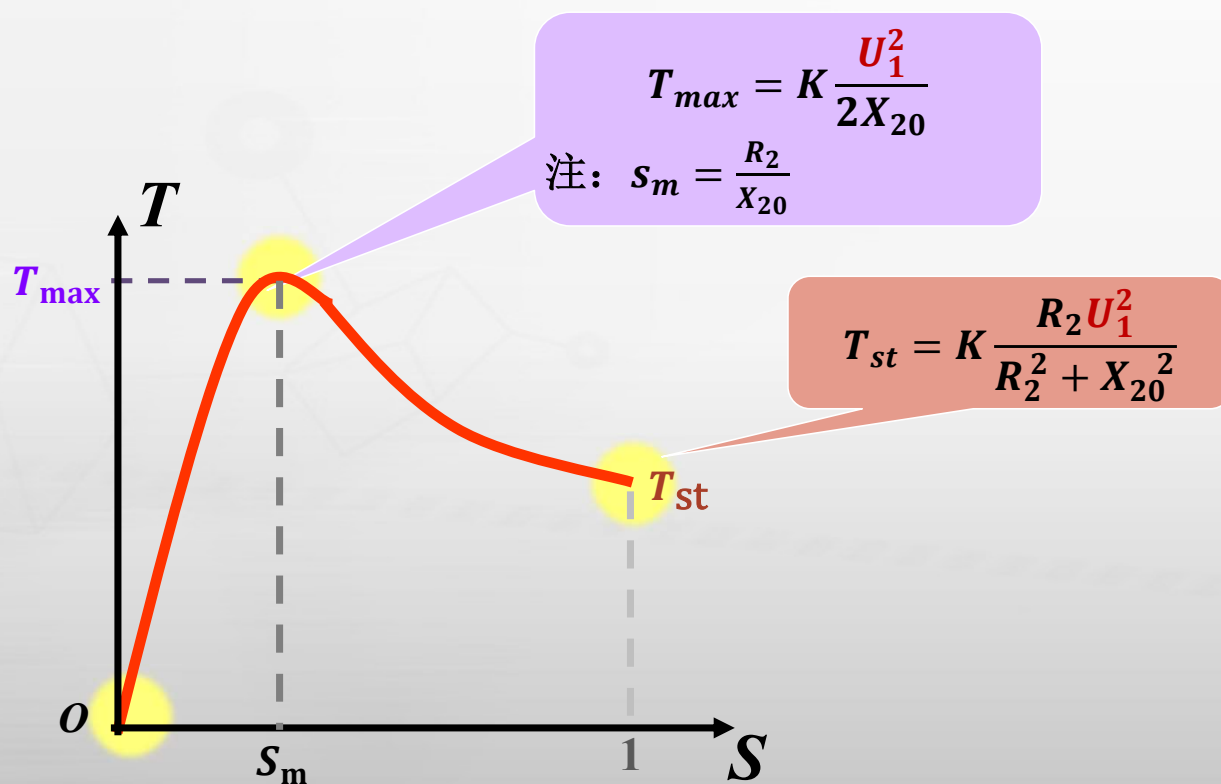


$$n = f(T)$$

机械特性曲线

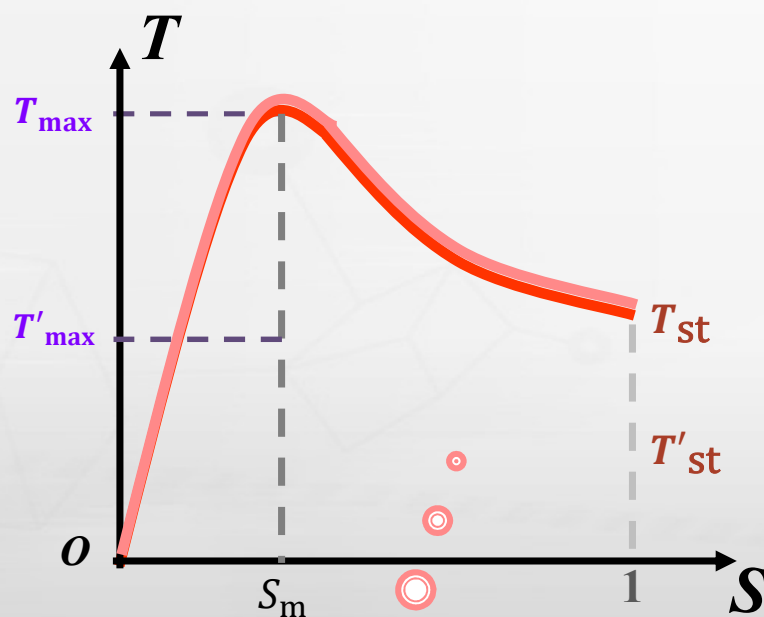
## 讨论: $U_1$ 和 $R_2$ 变化对机械特性的影响

### (1) $U_1$ 对机械特性的影响



## 讨论: $U_1$ 和 $R_2$ 变化对机械特性的影响

### (1) $U_1$ 对机械特性的影响



$$U'_1 = \frac{U_1}{\sqrt{2}}$$

$$T_{max} = K \frac{U_1^2}{2X_{20}}$$

注:  $s_m = \frac{R_2}{X_{20}}$

$$T_{st} = K \frac{R_2 U_1^2}{R_2^2 + X_{20}^2}$$

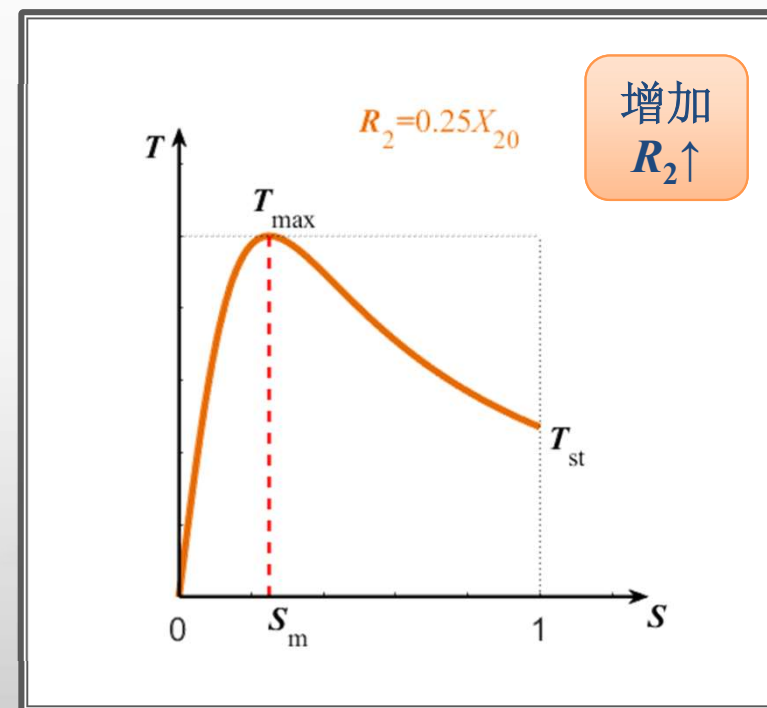
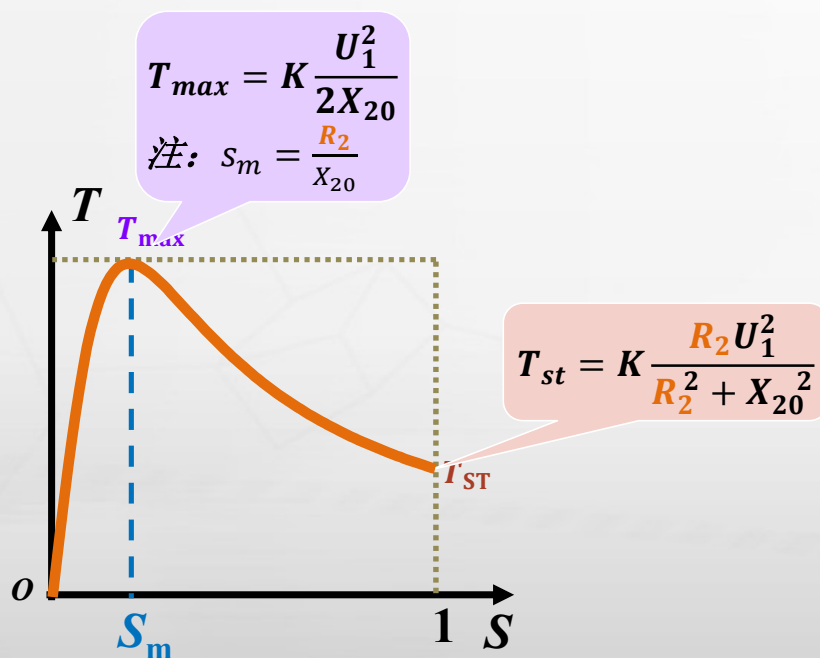
$$U_1 \downarrow \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} T_{max} \downarrow \downarrow \\ T_{st} \downarrow \downarrow \end{array} \right.$$

结论:

- ①  $\left. \begin{array}{l} T_{max} \\ T_{st} \end{array} \right\} \propto U_1^2$  ;
- ②  $s_m$  与  $U_1$  无关

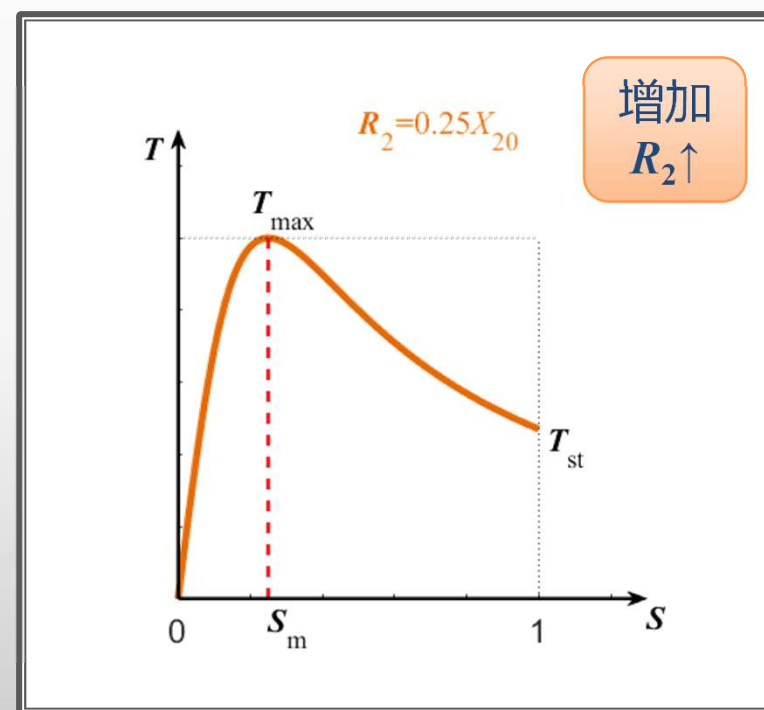
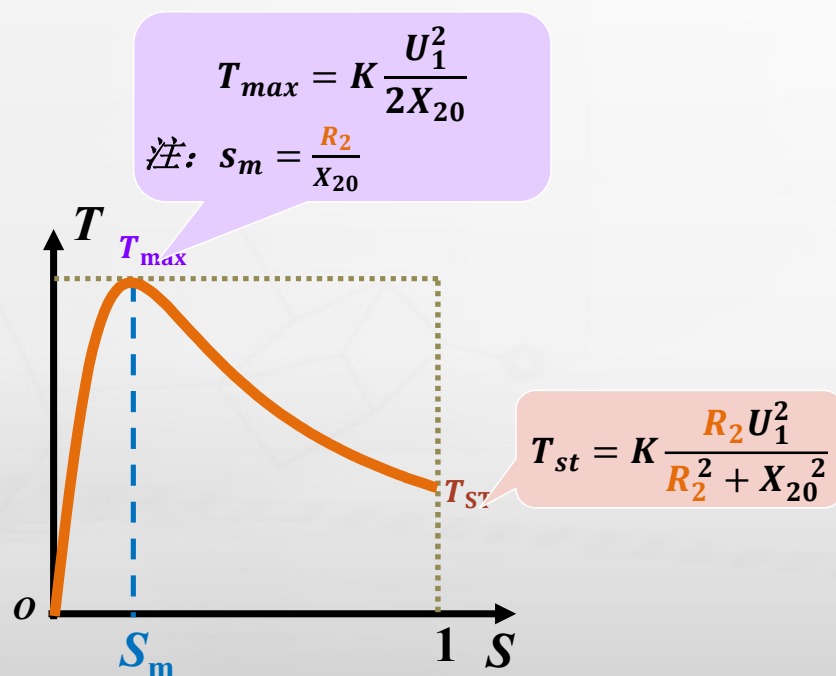
## 讨论: $U_1$ 和 $R_2$ 变化对机械特性的影响

### (2) $R_2$ 变化对机械特性的影响



## 讨论: $U_1$ 和 $R_2$ 变化对机械特性的影响

### (2) $R_2$ 变化对机械特性的影响

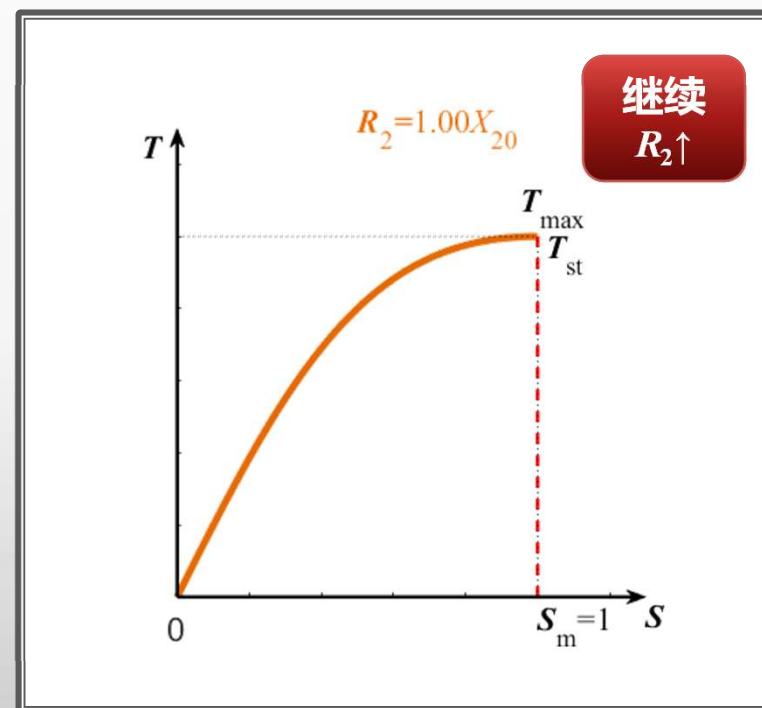
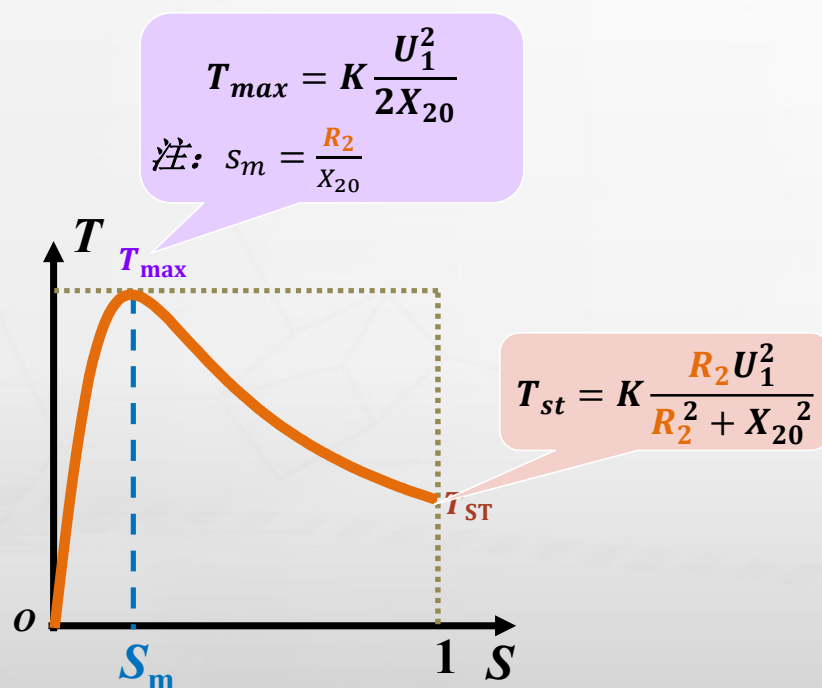


- 结论:
- ①  $R_2$  变化时:  $S_m$  变化,  $T_{max}$  不变
  - ② 当  $R_2$  适当增加时:  $T_{st} \uparrow$



## 讨论: $U_1$ 和 $R_2$ 变化对机械特性的影响

### (2) $R_2$ 变化对机械特性的影响



- 结论:
- ①  $R_2$  变化时:  $s_m$  变化,  $T_{\max}$  不变
  - ② 当  $R_2$  适当增加时:  $T_{st} \uparrow$

**例:** 一台Y225M-4型的三相异步电动机, 定子绕组 $\Delta$ 型联结, 其额定数据为:

$P_{2N}=45\text{kW}$ ,  $n_N=1480\text{r/min}$ ,  $U_N=380\text{V}$ ,  $\eta_N=92.3\%$ ,  $\cos\varphi_N=0.88$ ,  $I_{st}/I_N=7.0$ ,

$T_{st}/T_N=1.9$ ,  $T_{max}/T_N=2.2$

求: 1) 额定电流  $I_N$       2) 额定转差率  $s_N$

3) 额定转矩  $T_N$ 、最大转矩  $T_{max}$  和起动转矩  $T_{st}$ 。

效率:

$$\eta_N = P_{2N} / P_{1N}$$

**解:** 1) 求额定电流  $I_N$

输入电功率:  $P_{1N} = \sqrt{3}I_N U_N \cos\varphi_N$

$$\begin{aligned} \text{得: } I_N &= \frac{P_{2N} \times 10^3}{\sqrt{3}U_N \cos\varphi_N \eta_N} \\ &= \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.88 \times 0.923} = 84.2 \text{ A} \end{aligned}$$

**例:** 一台Y225M-4型的三相异步电动机, 定子绕组 $\Delta$ 型联结, 其额定数据为:  
 $P_{2N}=45\text{kW}$ ,  $n_N=1480\text{r/min}$ ,  $U_N=380\text{V}$ ,  $\eta_N=92.3\%$ ,  $\cos\varphi_N=0.88$ ,  $I_{st}/I_N=7.0$ ,  
 $T_{st}/T_N=1.9$ ,  $T_{\max}/T_N=2.2$

求: 1) 额定电流  $I_N$       2) 额定转差率  $s_N$   
3) 额定转矩  $T_N$ 、最大转矩  $T_{\max}$  和起动转矩  $T_{st}$ 。

求额定转差率  $s_N$

由  $n_N=1480\text{r/min}$ , 可知  $p=2$  (四极电动机)

$$n_0 = 1500 \text{ r / min}$$

$$s_N = \frac{n_0 - n_N}{n_0} = \frac{1500 - 1480}{1500} = 0.013$$

**例:** 一台Y225M-4型的三相异步电动机, 定子绕组 $\Delta$ 型联结, 其额定数据为:  
 $P_{2N}=45\text{kW}$ ,  $n_N=1480\text{r/min}$ ,  $U_N=380\text{V}$ ,  $\eta_N=92.3\%$ ,  $\cos\varphi_N=0.88$ ,  $I_{st}/I_N=7.0$ ,  
 $T_{st}/T_N=1.9$ ,  $T_{\max}/T_N=2.2$

求: 1) 额定电流  $I_N$       2) 额定转差率  $s_N$   
3) 额定转矩  $T_N$ 、最大转矩  $T_{\max}$  和起动转矩  $T_{st}$ 。

求额定转矩  $T_N$ 、最大转矩  $T_{\max}$ 、和起动转矩  $T_{st}$

$$T_N = 9550 \frac{P_{2N}}{n_N} = 9550 \times \frac{45}{1480} = 290.4 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{\max} = \left( \frac{T_{\max}}{T_N} \right) T_N = 2.2 \times 290.4 = 638.9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_{st} = \left( \frac{T_{st}}{T_N} \right) T_N = 1.9 \times 290.4 = 551.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## 4.5 三相异步电动机的启动

### 好的启动性能

启动电流小

启动转矩大

### 实际的启动特性

启动电流大:

$$I_{st} = (5 \sim 7) I_N$$

启动转矩小

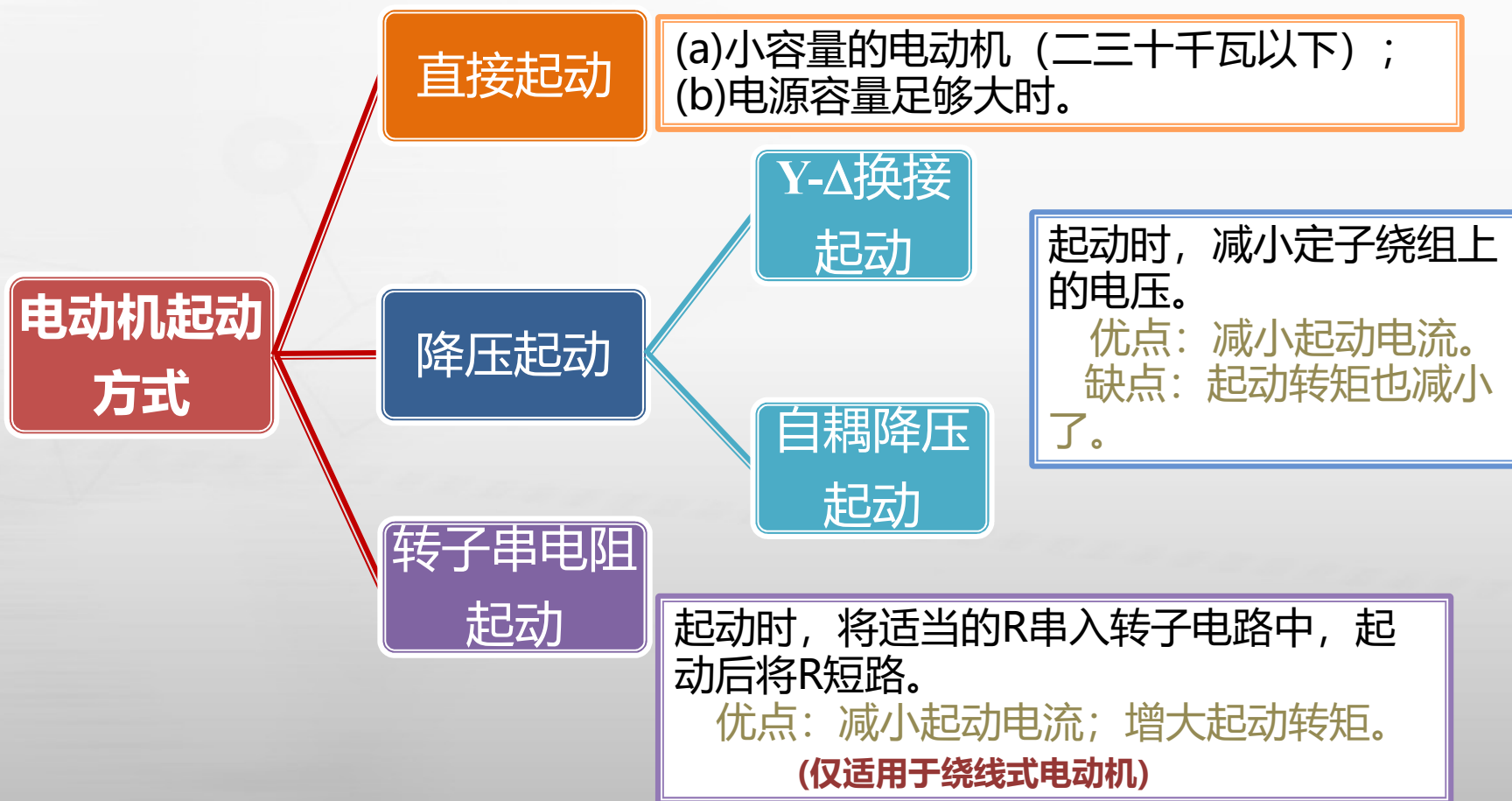
$$T_{st} = (1.6 \sim 2.2) T_N$$

### 影响

频繁启动时造成热量积累,易使电动机过热。

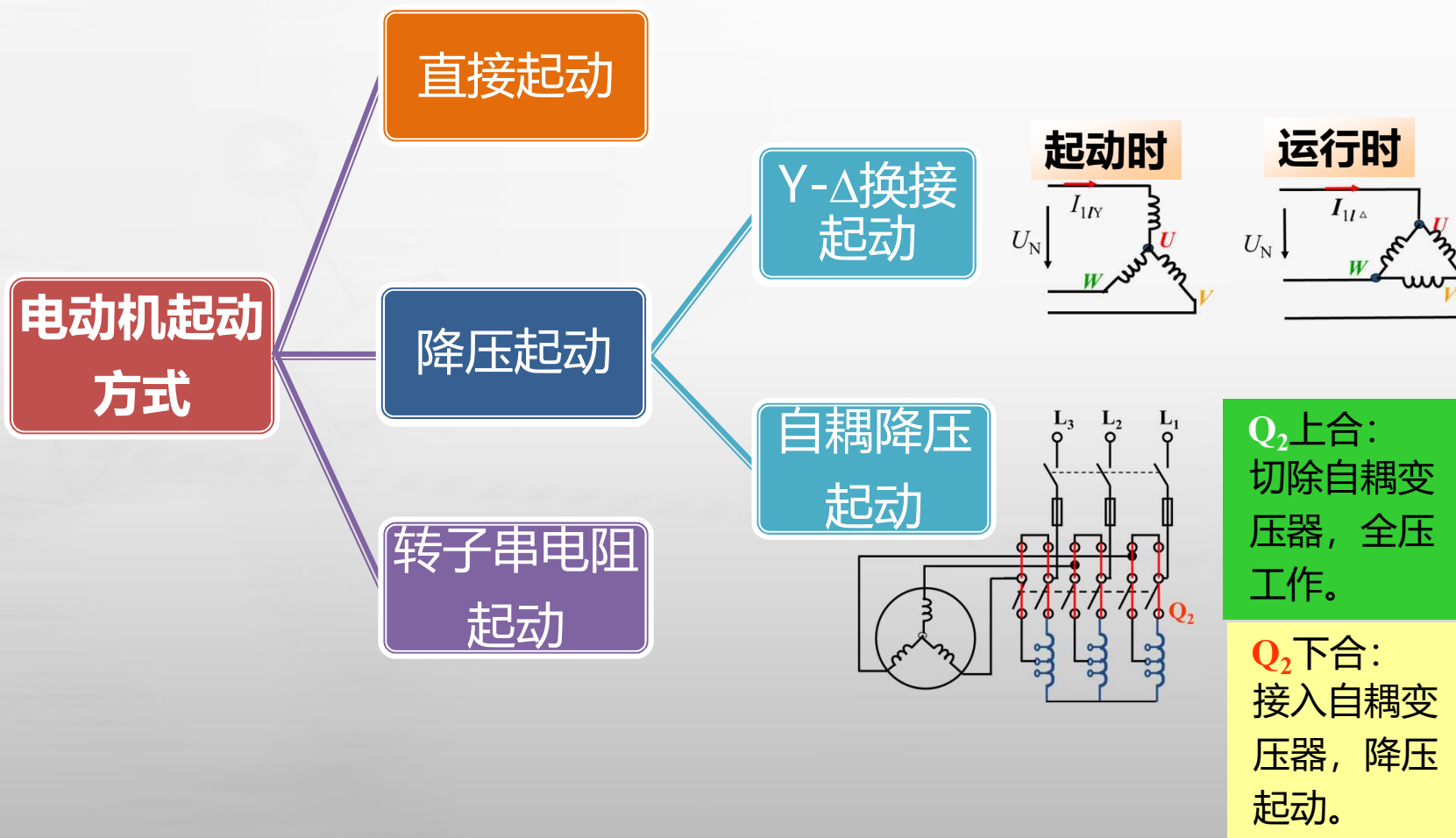
大电流使电网电压降低,影响其他负载工作。

## 4.5 三相异步电动机的启动





## 5.5 三相异步电动机的启动



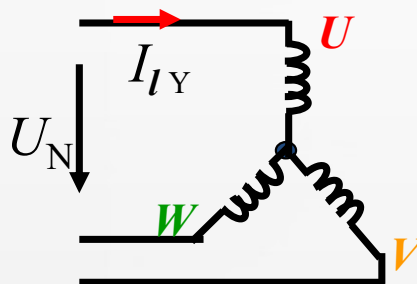
# 降压启动

## Y-Δ换接启动

$$\frac{I_{IY}}{I_{I\Delta}} = \frac{1}{3}$$

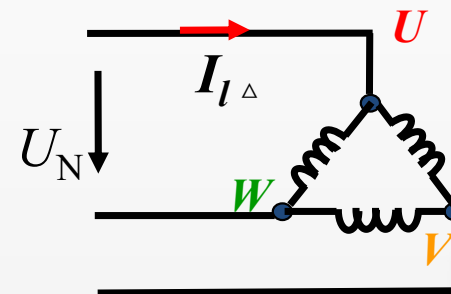
∴ 降压启动时的电流  
为直接启动时的  $\frac{1}{3}$

### 启动时



$$\begin{aligned} I_{IY} &= I_{pY} \\ &= \frac{U_l}{\sqrt{3} |Z|} \end{aligned}$$

### 运行时



$$\begin{aligned} I_{I\Delta} &= \sqrt{3} I_{p\Delta} \\ &= \sqrt{3} \frac{U_l}{|Z|} \end{aligned}$$

# 降压启动

## Y-Δ换接启动

$$\frac{I_{IY}}{I_{I\Delta}} = \frac{1}{3}$$

∴ 降压启动时的电流

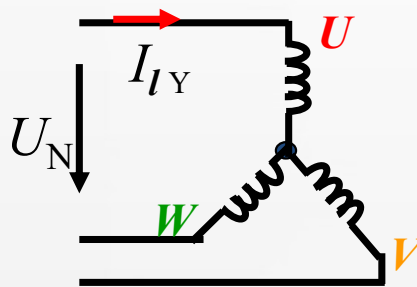
为直接启动时的  $\frac{1}{3}$

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

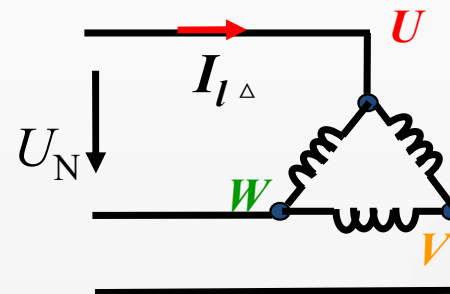
∴ 降压启动时的转矩

为直接启动时的  $\frac{1}{3}$

启动时



运行时



负载电压  $U_{pY} = \frac{U_l}{\sqrt{3}}$

$$U_{p\Delta} = U_l$$

$$\because T_{st} \propto U^2$$

$$\frac{U_{pY}}{U_{p\Delta}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

# 降压启动

## Y-Δ换接启动

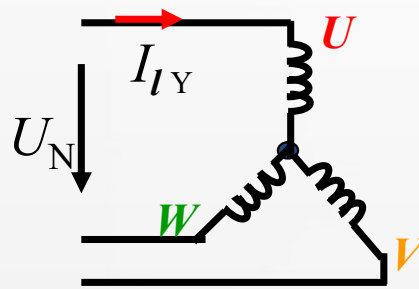
$$\frac{I_{IY}}{I_{I\Delta}} = \frac{1}{3}$$

∴ 降压启动时的电流  
为直接启动时的  $\frac{1}{3}$

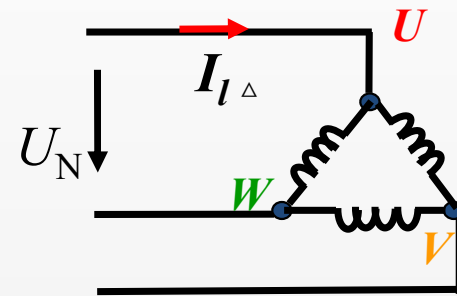
$$\frac{T_{stY}}{T_{st\Delta}} = \frac{1}{3}$$

∴ 降压启动时的转矩  
为直接启动时的  $\frac{1}{3}$

### 启动时



### 运行时



Y - Δ 换接启动:

启动电流、启动转矩都下降到正常值的  $\frac{1}{3}$

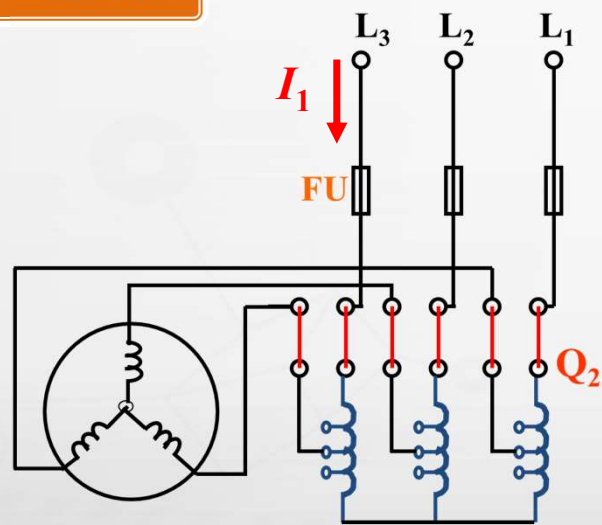
注意:

- (a) 该方法仅适用于正常运行为三角形联结的电机。
- (b) Y - Δ 换接启动适合于空载或轻载启动的场合

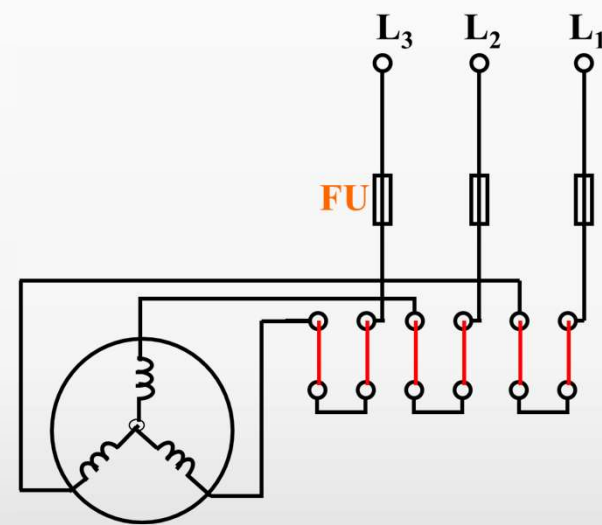
# 降压启动

## 自耦降压启动

启动时



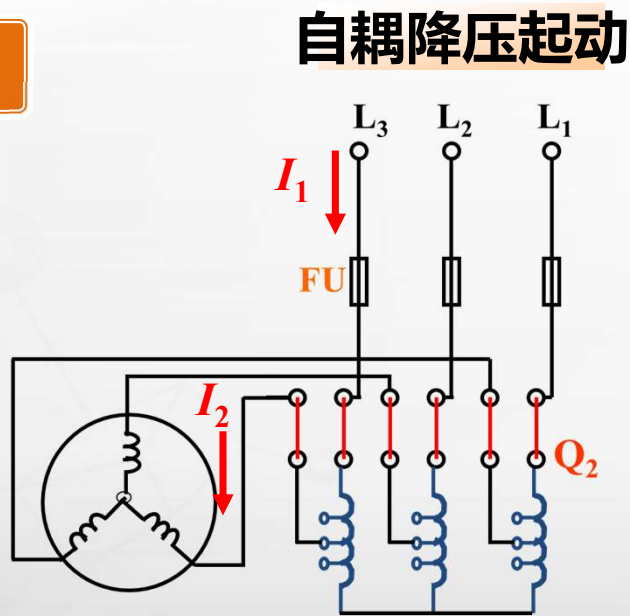
运行时



# 降压启动

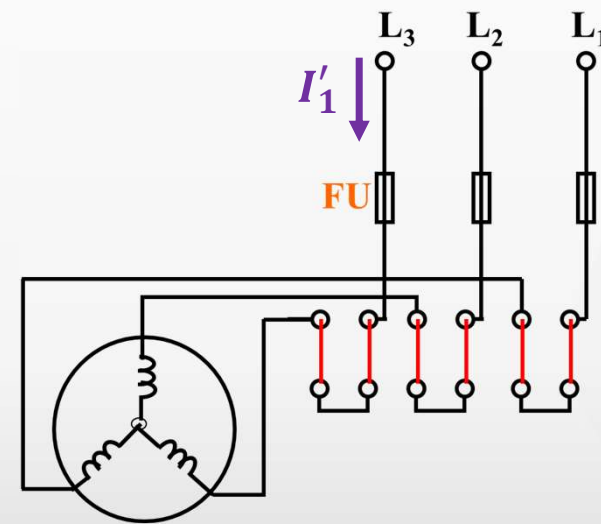
## 自耦降压启动

设自耦变压器的变比为  $k$



$$I_1 = \frac{1}{k} I_2 = \frac{1}{k} \frac{U_2}{|Z|} = \frac{1}{k} \frac{U_1}{k|Z|} = \frac{1}{k^2} \frac{U_1}{|Z|}$$

## 运行时



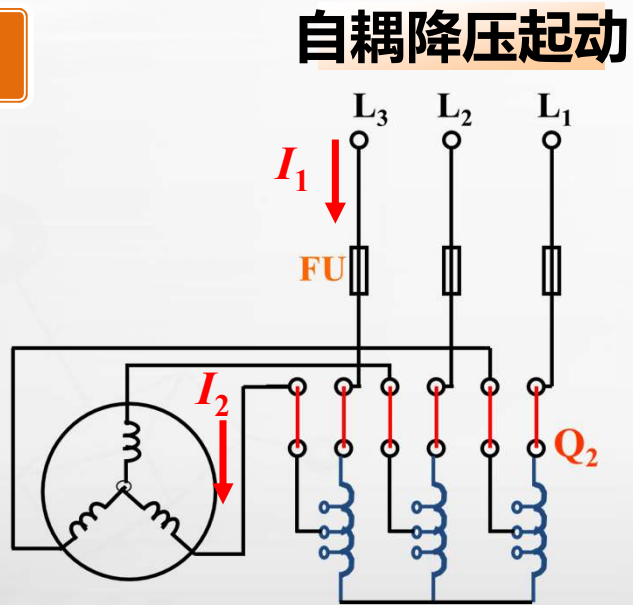
$$I'_1 = \frac{U_1}{|Z|}$$


∴ 降压启动时的电流为直接启动时的  $\frac{1}{k^2}$

# 降压启动

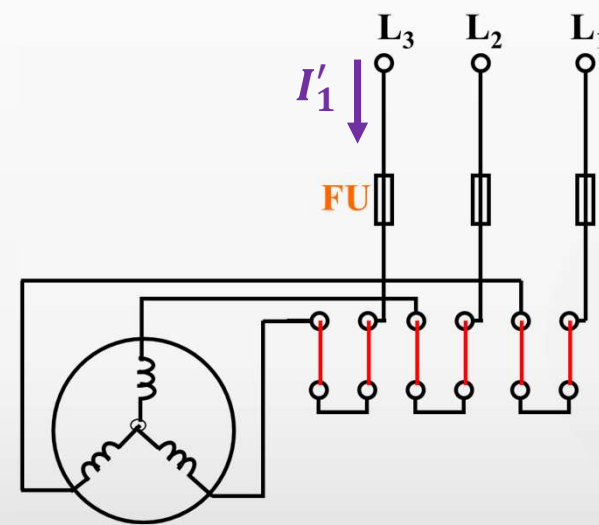
## 自耦降压启动

设自耦变压器的变比为  $k$



$$U_2 = \frac{U_1}{k} \quad \because T_{st} \propto U^2$$


## 运行时

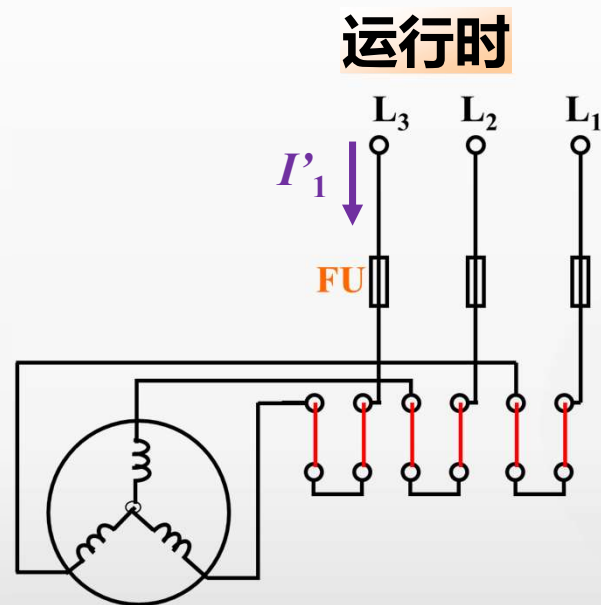
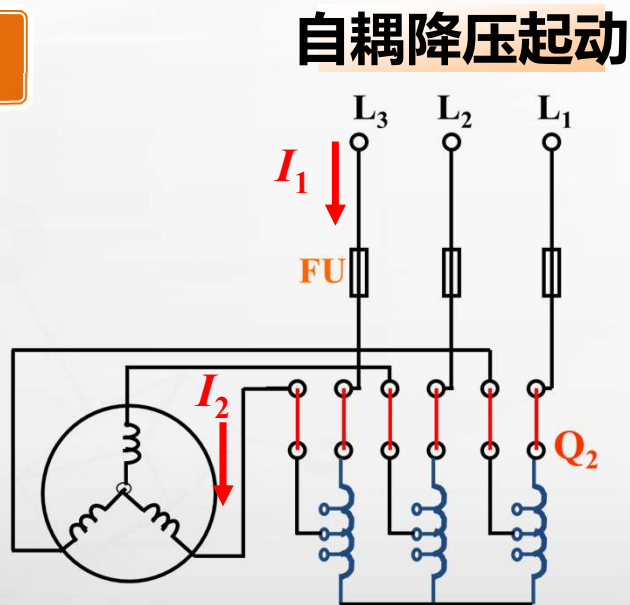


$\therefore$  降压启动时的转矩  
为直接启动时的  $\frac{1}{k^2}$

# 降压启动

## 自耦降压启动

设自耦变压器的变比为  $k$



自耦减压启动：  
启动电流、启动转矩都下降到正常值的  $1/k^2$

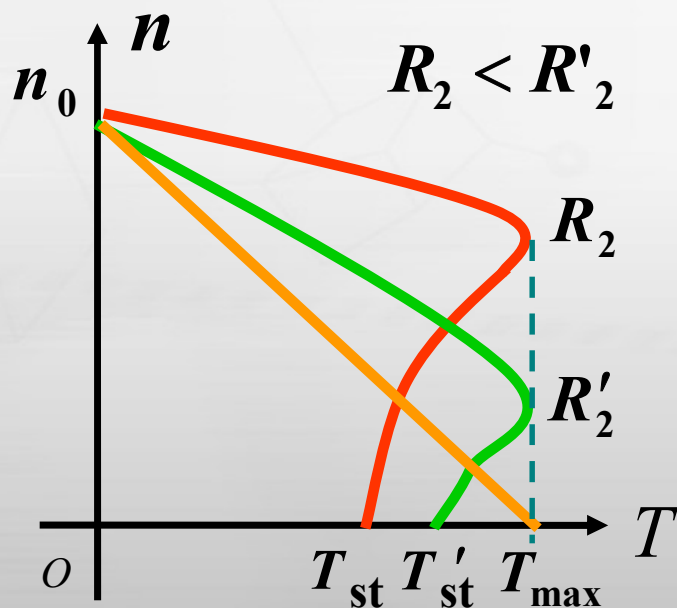
注意：  
该方法适用于容量较大的或正常运行时联成 Y 形的鼠笼式异步电动机（不能采用 Y -  $\Delta$  启动）



# 转子串电阻启动

## (1) 转子电路串电阻启动

启动时将适当的 $R$  串入转子电路中，启动后将 $R$  短路。



- 减小启动电流
- 增大启动转矩

$$T_{st} = K \frac{R_2 U_1^2}{R_2^2 + X_{20}^2}$$

**例：**一台Y225M-4型的三相异步电动机，定子绕组 $\Delta$ 型联结，其额定数据为：  
 $P_{2N}=45\text{kW}$ ， $n_N=1480\text{r/min}$ ， $U_N=380\text{V}$ ， $\eta_N=92.3\%$ ， $\cos\varphi_N=0.88$ ， $I_{st}/I_N=7.0$ ，  
 $T_{st}/T_N=1.9$ ， $T_{\max}/T_N=2.2$

求： 1) 额定电流  $I_N$       2) 额定转差率  $s_N$   
3) 额定转矩  $T_N$ 、最大转矩  $T_{\max}$  和起动转矩  $T_{st}$ 。

**解：** 1) 额定电流  $I_N=84.2\text{ A}$

2) 额定转差率  $s_N=0.013$

3) 额定转矩  $T_N$        $T_N = 290.4\text{ N}\cdot\text{m}$

最大转矩  $T_{\max}$        $T_{\max} = 638.9\text{ N}\cdot\text{m}$

起动转矩  $T_{st}$        $T_{st} = 551.8\text{ N}\cdot\text{m}$

例：在上例中：如果负载转矩为  $510.2\text{N}\cdot\text{m}$ ,

(1) 试问：在  $U=U_N$  时，电动机能否起动？

在  $U=U_N$  时，  $T_{st} = 551.8\text{N}\cdot\text{m} > 510.2 \text{ N}\cdot\text{m}$       **能起动**

试问：在  $U' = 0.9U_N$  时，电动机能否起动？ **不能起动**

$$\because T_{st} \propto U^2$$

$$T_{st} = 0.9^2 \times 551.8 = 447 \text{ N}\cdot\text{m} < 510.2 \text{ N}\cdot\text{m}$$

(2) 试问：采用 Y- $\Delta$  换接起动时，求起动电流和起动转矩

$$I_{st\Delta} = 7I_N = 7 \times 84.2 = 589.4 \text{ A}$$

$$I_{stY} = \frac{1}{3} I_{st\Delta} = \frac{1}{3} \times 598.4 = 196.5 \text{ A}$$

$$T_{stY} = \frac{1}{3} T_{st\Delta} = \frac{1}{3} \times 551.8 = 183.9 \text{ N}\cdot\text{m}$$

(3)试问：采用Y-Δ换接起动，当负载转矩为额定转矩的80%和50%时，电动机能否起动？

**解：**  $T_{stY} = \frac{1}{3} T_{st\Delta} = \frac{1}{3} \times 551.8 = 183.9 \text{ N} \cdot \text{m}$

在80%额定负载时

**不能起动**

$$\frac{T_{stY}}{T_N \times 80\%} = \frac{183.9}{290.4 \times 80\%} = \frac{183.9}{232.3} < 1$$

在50%额定负载时

**可以起动**

$$\frac{T_{stY}}{T_N \times 50\%} = \frac{183.9}{290.4 \times 50\%} = \frac{183.9}{145.2} > 1$$

**例:**上例中, 若电动机采用自耦变压器降压启动, 设启动时加到电动机上的电压为额定电压的64%, 求这时的线路启动电流 $I'_{st}$ 和电动机的启动转矩 $T'_{st}$ 。

**解:** 已知启动电流  $I_{st} = 7I_N = 589.4 \text{ A}$

$$T_{st} = 1.9 \times 290.4 = 551.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

变压器的变比为  $k = U_N / 0.64 U_N = 1 / 0.64$

$$I'_{st} = \frac{1}{k^2} I_{st} = 0.64^2 I_{st} = 0.64^2 \times 589.4 = 241.4 \text{ A}$$

$$T'_{st} = \frac{1}{k^2} T_{st} = 0.64^2 \times 551.8 = 226 \text{ N} \cdot \text{m}$$

## 4.6 三相异步电动机的调速

在负载不变的前提下，人为改变电动机的转速

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

调速方法：

1. 改变磁极对数  $p$
2. 改变电源频率  $f_1$  (变频调速)
3. 改变转差率  $s$

## 4.8 三相异步电动机的铭牌数据

三相异步电动机					
型 号	Y132S - 6	功 率	3 kW	频 率	50Hz
电 压	380 V	电 流	7.2 A	联 结	Y
转 速	960r/min	功率因数	0.76	绝缘等级	B

1. 型号 Y132S - 6  $2p = 6 \rightarrow n_0 = 1\,000 \text{ r/min}$

2. 额定功率  $P_{2N}$   
 $P_{2N} = 3 \text{ kW} \rightarrow$  轴上输出机械功率的额定值

Y系列 机座中 机座' 磁极数

3. 额定电压  $U_N$   
 $U_N = 380 \text{ V} \rightarrow$  定子三相绕组应施加的线电压

### 三相异步电动机

型 号	Y132S - 6	功 率	3 kW	频 率	50Hz
电 压	380 V	电 流	7.2 A	联 结	Y
转 速	960r/min	功率因数	0.76	绝缘等级	B

#### 4. 额定电流 $I_N$

$I_N = 7.2\text{A}$  → 定子三相绕组的额定线电流

#### 5. 联结方式

通常三相异步电动机3kW以下者，联结成星形，4kW以上者，联结成三角形。

#### 6. 额定转速 $n_N$

电机在额定电压、额定负载下运行时的转子转速。



### 三相异步电动机

型 号	Y132S - 6	功 率	3 kW	频 率	50Hz
电 压	380 V	电 流	7.2 A	联 结	Y
转 速	960r/min	功率因数	0.76	绝缘等级	B

#### 7. 额定功率因数（定子电路） $\lambda_N = \cos \varphi_N$

$$P_{1N} = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N$$

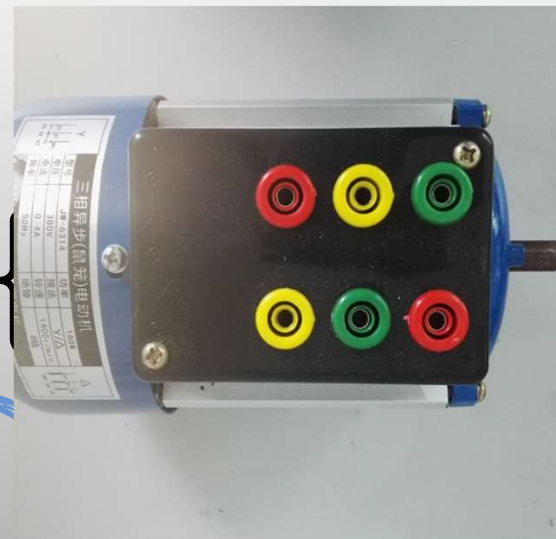
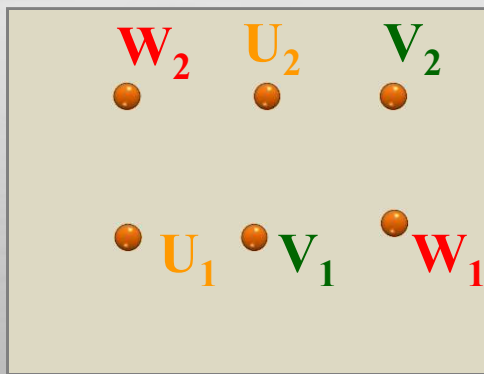
$$P_{2N} = \eta_N P_{1N} = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N \eta_N$$

#### 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)。

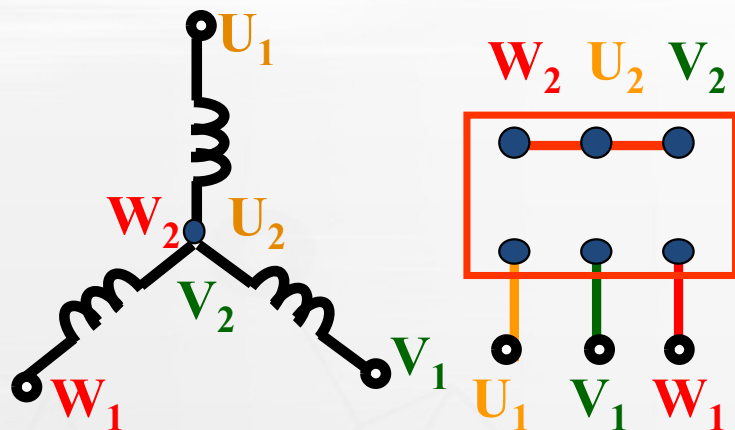
## 三相异步电动机的联接方式

三相异步电动机					
型 号	Y132S - 6	功 率	3 kW	频 率	50Hz
电 压	380 V	电 流	7.2 A	联 结	Y
转 速	960r/min	功率因数	0.76	绝缘等级	B

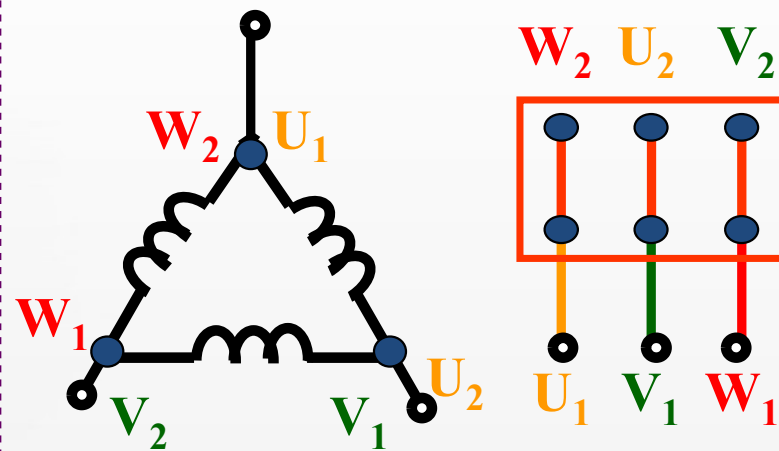


→ Y联结  
→ Δ联结

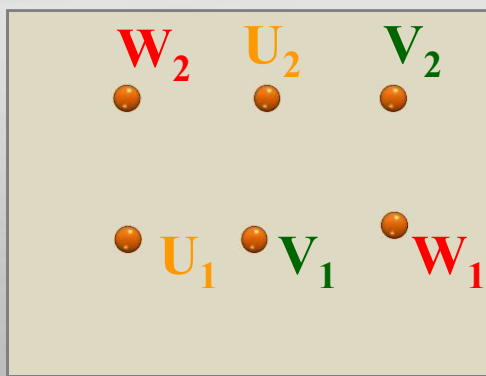
## 定子三相绕组的联接方法



Y 联结



Δ 联结



## 小 结

- 基本概念

转差率 $s$ 、转子转速 $n$ 、转矩、机械特性（额定状态、临界状态、启动状态）、铭牌信息、电动机的启动、电动机的调速

- 基本计算

转差率 $s$ 、转速、额定转矩、启动转矩、最大转矩