



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

他励直流电动机过渡过程 的能量损耗

主讲：常宇健

目录



在线开放课程

过渡过程能量损耗的一般表达式

理想空载起动过程中的能量损耗

理想空载能耗制动的能量损耗

理想空载电压反接制动过程的能量损耗

理想空载电压反接制动接反转过程的能量损耗

减少过渡过程中能量损耗的方法

他励直流电动机过渡过程的能量损耗

假定过渡过程中：电枢电压 U 为常数；电枢回路总电阻为 R ；电动机为理想空载，即 $T_L = 0$ 。

1. 过渡过程能量损耗的一般表达式

$$dA = I_a^2 R dt = (UI_a - E_a I_a) dt$$

其中

$$UI_a = C_e \phi n_0 I_a = C_e \frac{60}{2\pi} \phi I_a \Omega_0 = C_T \phi I_a \Omega_0 = T_e \Omega_0$$

,

$$E_a I_a = T_e \Omega$$

理想时 $T_L = 0$, 所以 $T_e = J \frac{d\Omega}{dt}$ $dt = \frac{J}{T_e} d\Omega$

$$dA = (T_e \Omega_0 - T_e \Omega) \frac{J}{T_e} d\Omega = (\Omega_0 - \Omega) J d\Omega$$

设过渡过程从 t_1 时刻进行到 t_2 时刻时,

相应的电动机的角速度为: Ω_1 和 Ω_2

则在这段过渡过程中能量损耗为:

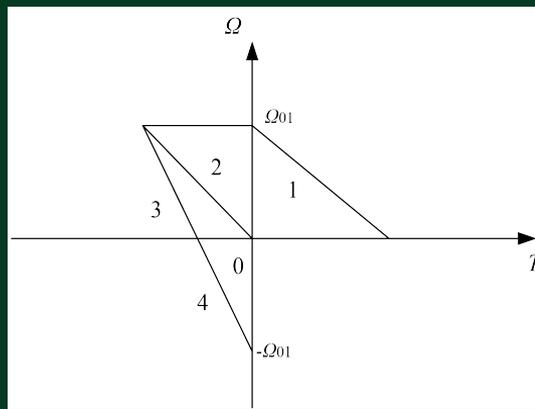
$$\Delta A = \int_{\Omega_1}^{\Omega_2} J(\Omega_0 - \Omega) d\Omega = \int_{\Omega_1}^{\Omega_2} J\Omega_0 d\Omega - \int_{\Omega_1}^{\Omega_2} J\Omega d\Omega = A - A_k$$

2. 理想空载起动过程中的能量损耗

$$A = \int_0^{\Omega_{01}} J\Omega_{01} d\Omega = J\Omega_{01}^2$$

$$A_k = \int_0^{\Omega_{01}} J\Omega d\Omega = \frac{1}{2} J\Omega_{01}^2$$

$$\Delta A = \int_0^{\Omega_{01}} J(\Omega_{01} - \Omega)d\Omega = \frac{1}{2} J\Omega_{01}^2$$



理想空载条件下的过渡
过程曲线

3. 理想空载能耗制动的能量损耗

$$A = \int_{\Omega_{01}}^0 J\Omega_0 d\Omega = 0$$

$$A_k = \int_{\Omega_{01}}^0 J\Omega d\Omega = -\frac{1}{2} J\Omega_{01}^2$$

$$\Delta A = \int_{\Omega_{01}}^0 -J\Omega d\Omega = \frac{1}{2} J\Omega_{01}^2$$

4. 理想空载电压反接制动过程的能量损耗

$$A = \int_{\Omega_{01}}^0 -J\Omega_{01} d\Omega = J\Omega_{01}^2$$

$$A_k = \int_{\Omega_{01}}^0 J\Omega d\Omega = -\frac{1}{2} J\Omega_{01}^2$$

$$\Delta A = \int_{\Omega_{01}}^0 J(\Omega_0 - \Omega) d\Omega = \int_{\Omega_{01}}^0 -J\Omega_{01} d\Omega - \int_{\Omega_{01}}^0 J\Omega d\Omega = \frac{3}{2} J\Omega_{01}^2$$

5. 理想空载电压反接制动接反转过程的能量损耗

$$A = \int_{\Omega_{01}}^{-\Omega_{01}} J\Omega_0 d\Omega = 2J\Omega_{01}^2$$

$$A_k = \int_{\Omega_{01}}^{-\Omega_{01}} J\Omega d\Omega = 0$$

$$\Delta A = \int_{\Omega_{01}}^{-\Omega_{01}} J(\Omega_0 - \Omega)d\Omega = 2J\Omega_{01}^2$$



6. 减少过渡过程中能量损耗的方法

- 减少拖动系统的转动惯量
- 过渡过程中采取分级施加电压的方式

以分两级升压起动为例，

先加 $\frac{1}{2}U_N$ ， $\Omega = \frac{1}{2}\Omega_0$ ，再将电压升至 U_N ，继续升速，直到 $\Omega = \Omega_{01}$ 。

第一个过渡过程 $\Delta A_1 = \int_0^{\frac{1}{2}\Omega_{01}} J(\frac{1}{2}\Omega_{01} - \Omega)d\Omega = \frac{1}{8}J\Omega_{01}^2$

第二个过渡过程： $\Delta A_2 = \int_{\frac{1}{2}\Omega_{01}}^{\Omega_{01}} J(\Omega_{01} - \Omega)d\Omega = \frac{1}{8}J\Omega_{01}^2$

整个过渡过程能量损耗为： $\Delta A = \Delta A_1 + \Delta A_2 = \frac{1}{4}J\Omega_{01}^2$

选择合理的制动方式

小结



在线开放课程

- 过渡过程能量损耗的一般表达式
- 不同运行情况下的能量损耗
- 减少过渡过程中能量损耗的方法

