



浙江大学电气工程学院

电机与拖动

主讲：卢琴芬

4

他励直流电动机的启动

一、方法（他励直流电动机）

起动: 电动机组（电动机+生产机械）从静止到稳定运行的过程。

刚起动时:

I_f 建立 $\phi \neq 0, n = 0, E_a = 0$



$$I_a = \frac{U - E_a}{R_a + R_\Omega} = \frac{U}{R_a + R_\Omega}$$

直接起动:

$U = U_N, R_\Omega = 0$



$$I_a = U_N / R_a$$



小容量电机

允许直接起动



R_a 很小, I_a 可达 I_N 的 10 ~ 20 倍, 冲击电流很大
 $T \approx (10 \sim 20)T_N$

影响

换向恶化，出现强烈火花甚至环火

电枢受到电磁力而损坏绕组

引起电网的电压波动，影响同一电网上其他电气设备的正常工作

T 过大，转矩冲击可能损坏拖动系统的传动机构

起动要求

限制起动电流，一般要求起动初瞬的 I_a ，不超过 I_N 的1.5~2.0倍。

必须起动时的电磁转矩 $T > T_z$ 而且足够大，使系统获得较大的 a 而顺利起动。

$$T = C_M \phi I_a$$



$$I_a \downarrow \Rightarrow U \downarrow \text{或串入 } R_\Omega$$



$$\phi \uparrow \Rightarrow \text{先励磁 } I_f = I_{fN} \text{ (称为满励磁起动)}$$

1.降压启动

1.降压启动

$U \downarrow$

方法

$F-D$

$KZ-D$

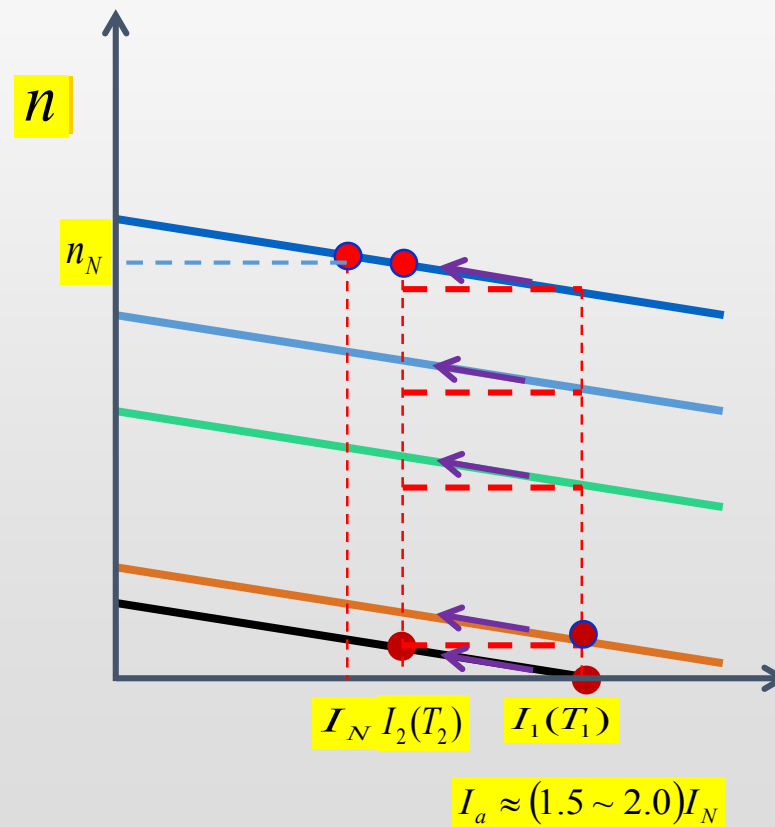
优点： 启动平稳，能量损耗小

缺点： 系统复杂

$$I_a = \frac{U}{R_a} \approx (1.5 \sim 2.0)I_N \text{ 且}$$

$$T = C_M \phi I_a \approx (1.5 \sim 2.0)T_N$$

$$I_a \downarrow = \frac{U - E_a}{R_a} = \frac{U - C_e \phi n \uparrow}{R_a}$$



2.电枢回路串电阻启动

第三级启动

$$R_{\Omega 1} + R_{\Omega 2} + R_{\Omega 3}$$

$$I_1 = \frac{U_N}{R_{\Omega 1} + R_{\Omega 2} + R_{\Omega 3} + R_a} = \frac{U_N}{R_3}$$

$$T_1 = C_M \phi I_1 = (1.5 \sim 2.0) T_N \text{ 顺利启动}$$

第二级启动

$$R_{\Omega 1} + R_{\Omega 2}$$

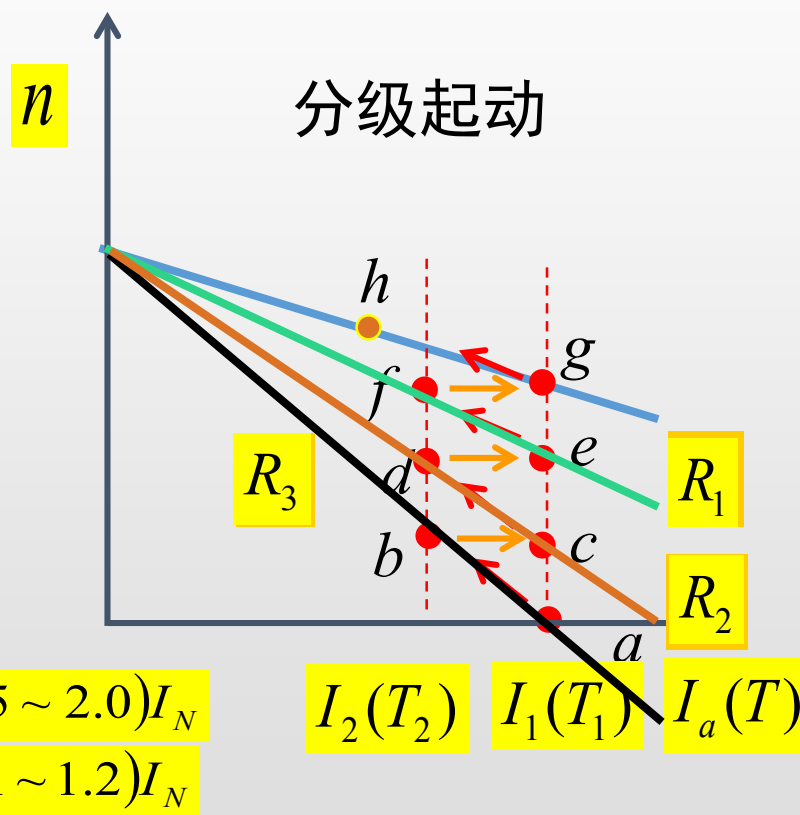
$$I_1 = \frac{U_N - E_c}{R_{\Omega 1} + R_{\Omega 2} + R_a} = \frac{U_N - E_c}{R_2}$$

第一级启动

$$R_{\Omega 1}$$

$$I_1 = \frac{U_N - E_e}{R_{\Omega 1} + R_a} = \frac{U_N - E_e}{R_1}$$

全部切除



2.电枢回路串电阻起动

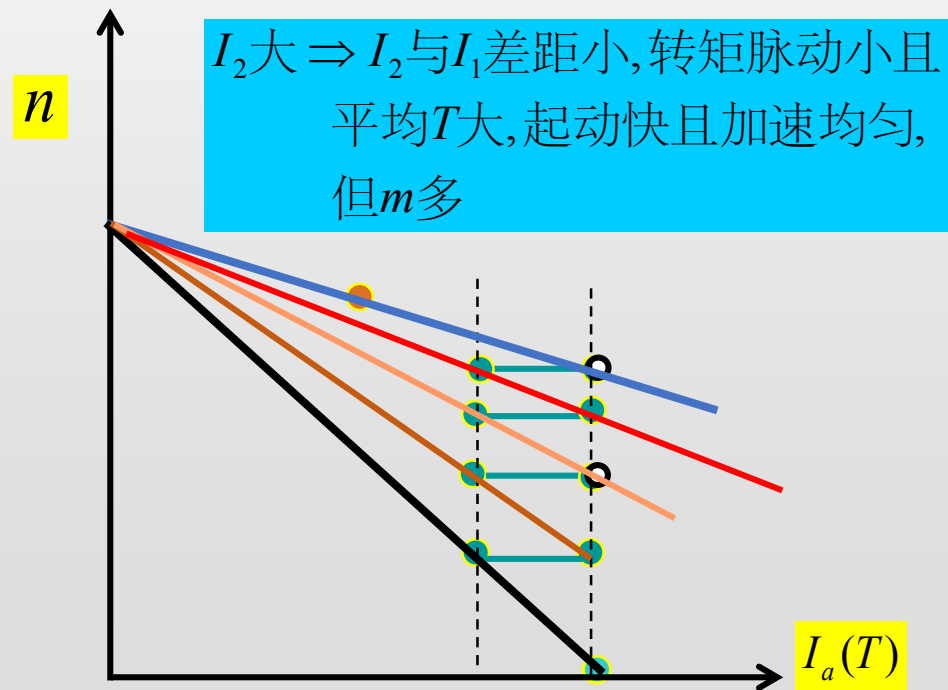
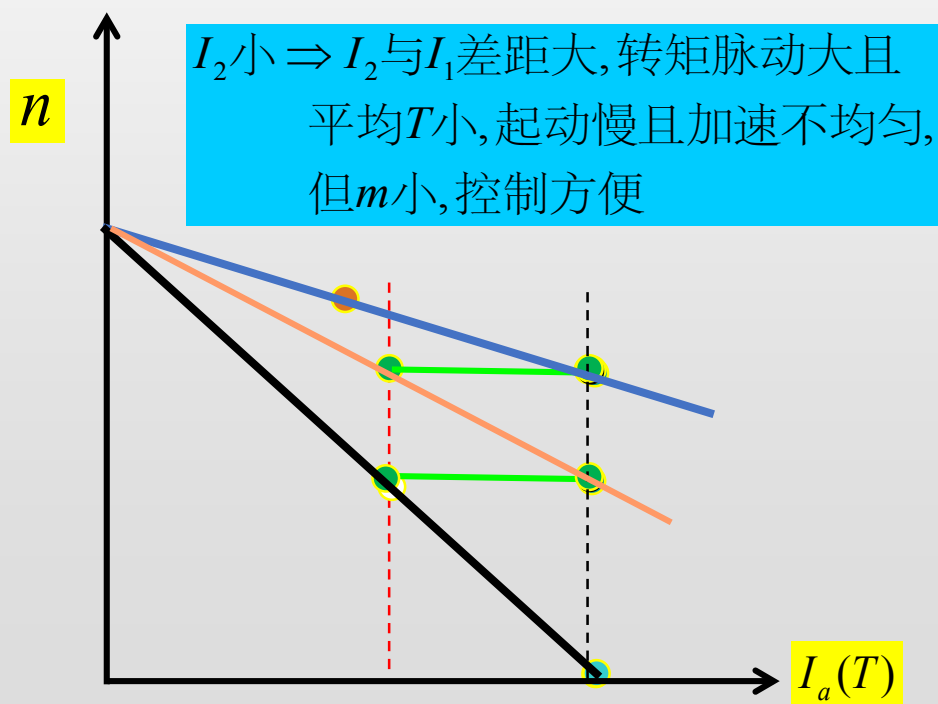
设计电阻

保证切换时每一级的 $I_{\max}$ 为 $I_1(T_1)$,而切换电流均为 $I_2(T_2)$,
使电机有较大而且较均匀的 a , 又不会因起动电流过大而造成危害。

分段数 m , I_1 及切换电流 I_2 是根据生产过程与起动要求来选定的。

$$I_1 \approx (1.5 \sim 2.0)I_N \quad T_1 \approx (1.5 \sim 2.0)T_N$$

$$I_2 \approx (1.1 \sim 1.2)I_N \quad T_2 \approx (1.1 \sim 1.2)T_N$$





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