



电机与拖动**课件**之三

直流电机 电力拖动

胡梦月、韩谷静

纺大电子电气

➤ 处于某一转速下运行的电力拖动系统，由于受到某种扰动，导致系统的转速发生变化而离开原来的平衡状态，如果系统能在新的条件下达到新的平衡状态，或者当扰动消失后系统回到原来的转速下继续运行，则系统是**稳定**的，否则系统是**不稳定**的。

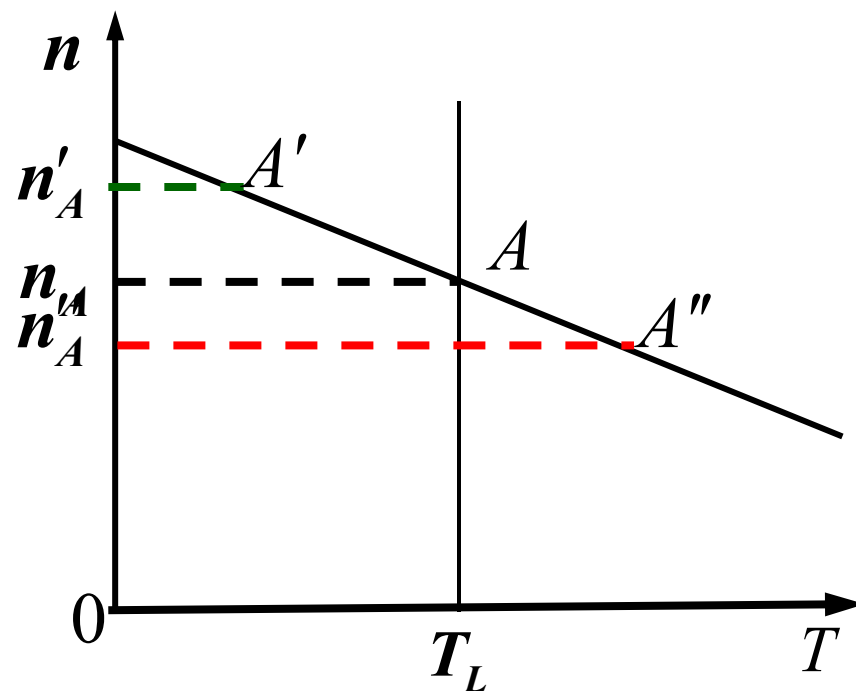
无扰动，不谈稳定。

1. 系统稳定运行分析

①在A点，系统平衡时： $T = T_L$

②扰动使转速有微小增量，由 n_A 上升 n'_A ， $T < T_L$ ，当扰动消失，系统减速，回到A点运行。

③扰动使转速有微小下降，由 n_A 降到 n''_A ， $T > T_L$ ，当扰动消失，系统加速，回到A点运行。



1、系统稳定运行分析

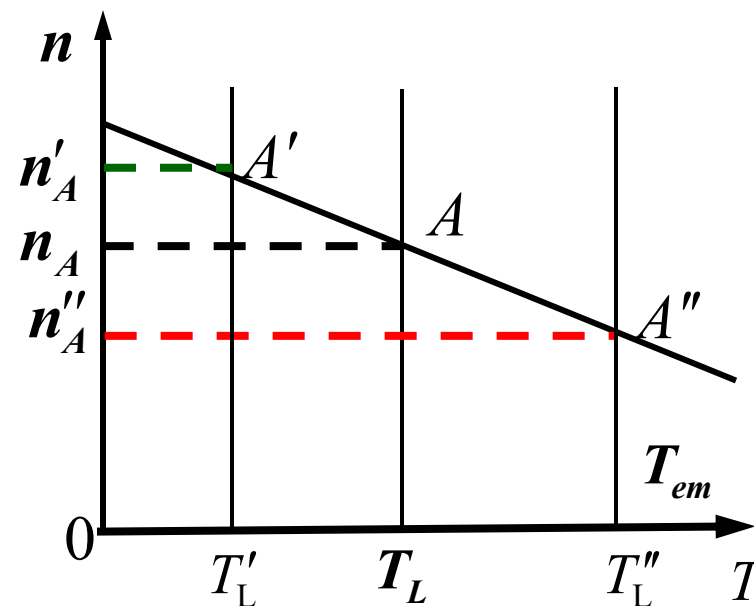
①负载 $T_L \xrightarrow{\text{突变}} T'_L$

$n, I_a(T)$ 不能突变

$$\left. \begin{array}{l} T_L \xrightarrow{\text{突变}} T'_L \\ n, I_a(T) \text{ 不能突变} \end{array} \right\} \rightarrow T - T'_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} > 0$$

$$\rightarrow n \uparrow \rightarrow E_a = C_e \Phi_N n \uparrow \rightarrow I_a = (U_N - E_a) / R_a \downarrow$$

$$\rightarrow T = C_T \Phi_N I_a \downarrow \rightarrow T = T'_L \quad \text{系统进入新的转速 } n'_A \text{ 稳定运行}$$



②负载 $T_L \xrightarrow{\text{突变}} T''_L$

$n, I_a(T)$ 不能突变

$$\left. \begin{array}{l} T_L \xrightarrow{\text{突变}} T''_L \\ n, I_a(T) \text{ 不能突变} \end{array} \right\} \rightarrow T - T''_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} < 0 \rightarrow n \downarrow \rightarrow E_a = C_e \Phi_N n \downarrow$$

$$\rightarrow I_a = (U_N - E_a) / R_a \uparrow \rightarrow T = C_T \Phi_N I_a \uparrow \rightarrow T = T''_L \quad \text{系统进入新的转速 } n''_A \text{ 稳定运行}$$



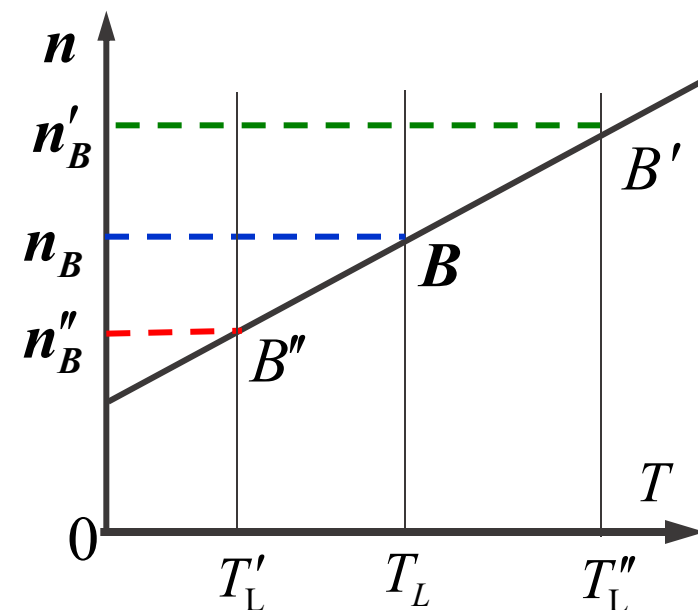
2、系统不稳定运行

①负载 $T_L \xrightarrow{\text{突变}} T'_L$

$n, I_a(T)$ 不能突变

$$T - T'_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} > 0$$

$\rightarrow n \uparrow \rightarrow T \uparrow \rightarrow$ 系统转速由 n_B 无限制上升，系统不稳定。

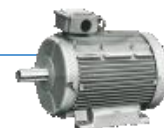


②负载 $T_L \xrightarrow{\text{突变}} T''_L$

$n, I_a(T)$ 不能突变

$$T - T''_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} < 0 \rightarrow n \downarrow \rightarrow T \downarrow$$

系统转速由 n_B 一直下降到0，系统不稳定。



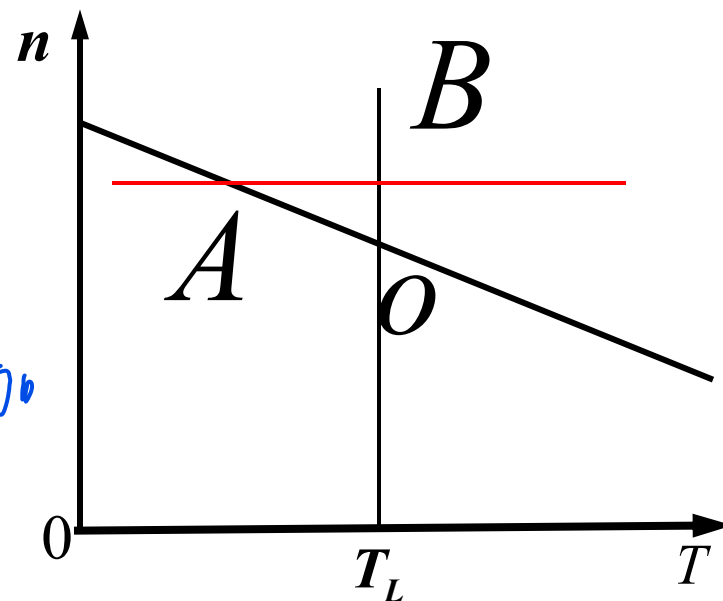
3、电力拖动系统稳定运行的充分必要条件

(1) **必要条件**: 电动机的机械特性与负载的转矩特性必须有交点,即存在

$$T = T_L$$

(2) **充分条件**: 在交点处, 满足: $\frac{dT}{dn} < \frac{dT_L}{dn}$ 。 *动力的增加, < 阻力
的增加*

若 $dn > 0$, $dT < dT_L$, $T' < T_L'$; 若 $dn < 0$, $dT > dT_L$, $T' > T_L'$ 。



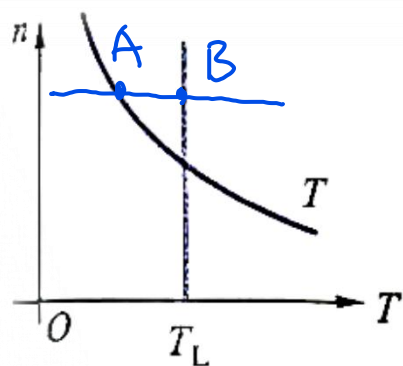
4、电力拖动系统稳定的判定方法

(1) 做一条水平直线于工作点上方, 分别与电动机机械特性和负载转矩特性相交。比较两个转矩的增量, 若 $dT < dT_L$, 则系统稳定。否则, 系统不稳定。

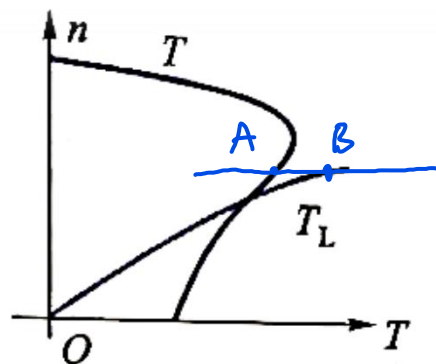
(2) 在工作点上方做一条水平直线, 分别交 $T-n$ 曲线于A点, T_L-n 曲线于B点, 若A点在B点左侧, 则系统稳定, 否则, 系统不稳定。



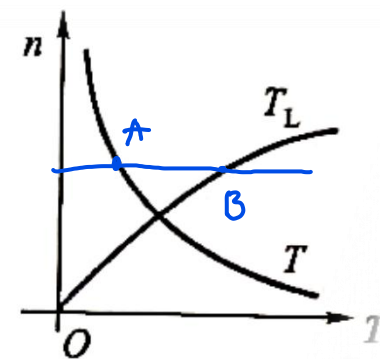
思考题



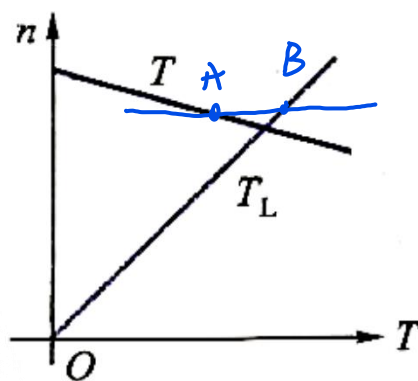
(a)



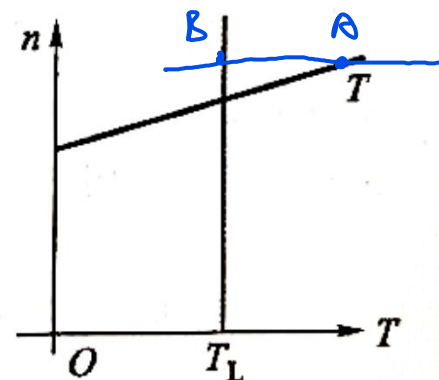
(b)



(c)



(d)



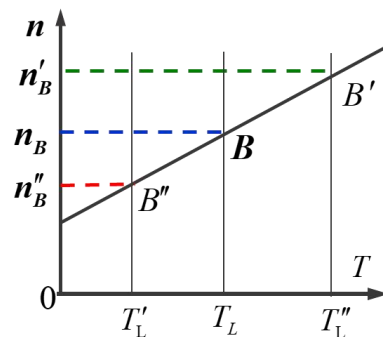
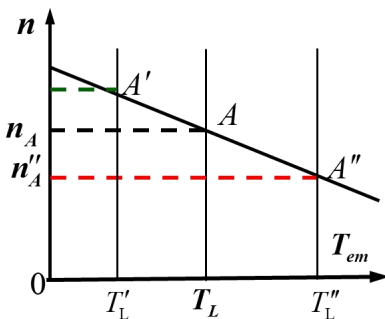
(e)



小结

稳定运行条件

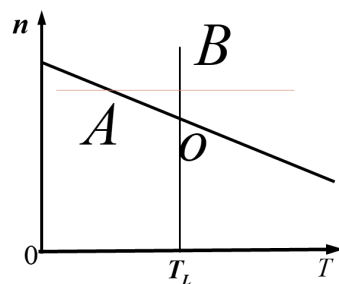
稳定性分析



充分必要条件

(1) **必要条件**: 电动机的机械特性与负载的转矩特性必须有交点, 即存在 $T = T_L$

(2) **充分条件**: 在交点处, 满足: $\frac{dT}{dn} < \frac{dT_L}{dn}$



简便方法: A位于B左侧