



《电力机车控制系统》教学资源库

电力机车起动



西安铁路职业技术学院
XI'AN RAILWAY VOCATIONAL & TECHNICAL INSTITUTE

第二节 电气制动概述

电传动机车一般有两套制动系统：一是空气制动系统即机械制动系统，包括闸瓦制动和盘型制动；二是电气制动系统，包括电阻制动和再生制动，高速列车还有磁轨制动和涡流制动。

制动是机车基本运行工作状态之一，当列车需要减速、停车或在长大下坡道上运行限制列车速度时，都必须采取制动措施。现代铁路运输的安全性在很大程度上取决于机车制动性能的好坏。

第二节 电气制动概述

- 一、电气制动原理
- 二、电气制动形式
- 三、电气制动的基本要求
- 四、制动稳定性的概念
 - 1 . 机械稳定性
 - 2 . 电气稳定性

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

一、电阻制动的基本原理

二、电阻制动特性

制动特性是指制动力 B 与机车速度 v 之间的关系，即 $B = f(v)$ 。当励发电机进入稳定工作状态时，电势平衡方程式为：

$$E_a = C_v \Phi v = I_z (R_z + R_a)$$

由此得出机车电阻制动时的速度表达式为：

$$v = \frac{I_z (R_z + R_a)}{C_v \Phi} \quad (\text{km/h}) \quad (2.7)$$

将电机的制动转矩 $T = C_T \Phi I_z$ 换算为机车轮周制动力 B 则有：

$$B = \frac{0.06mC_e \Phi \mu_c}{\pi D \eta_c \eta_d} I_z \quad (\text{kN}) \quad (2.8)$$

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

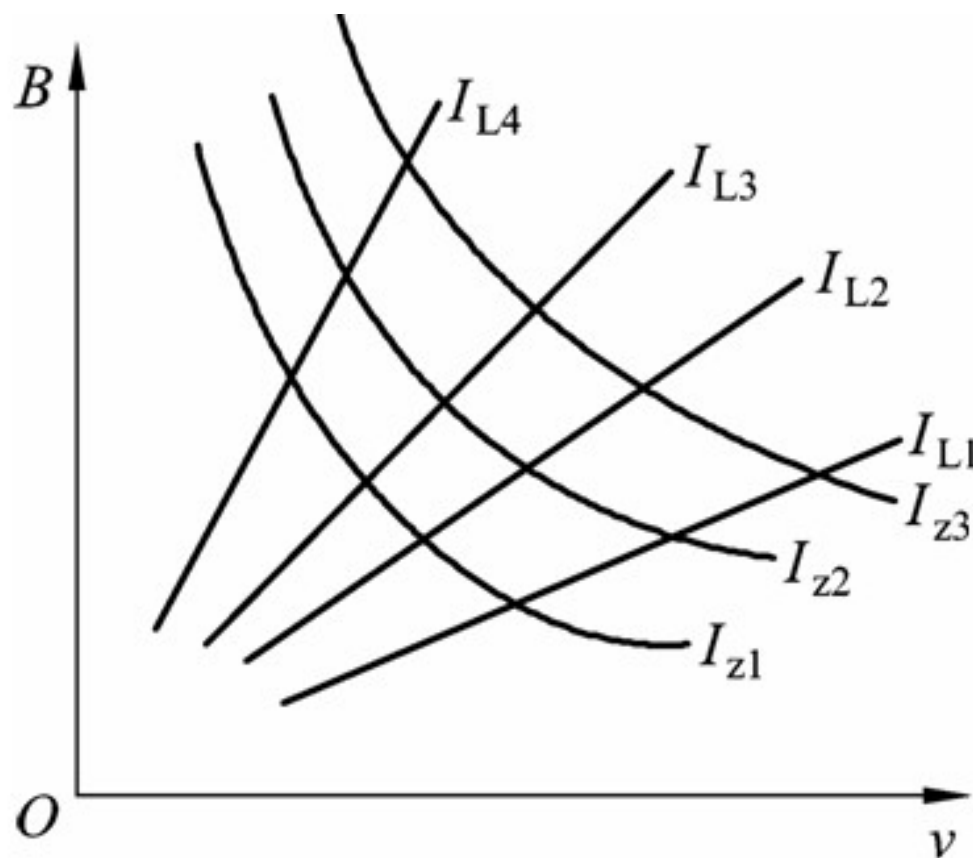


图 2.9 电阻制动特性曲线

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

三、电阻制动的工作范围

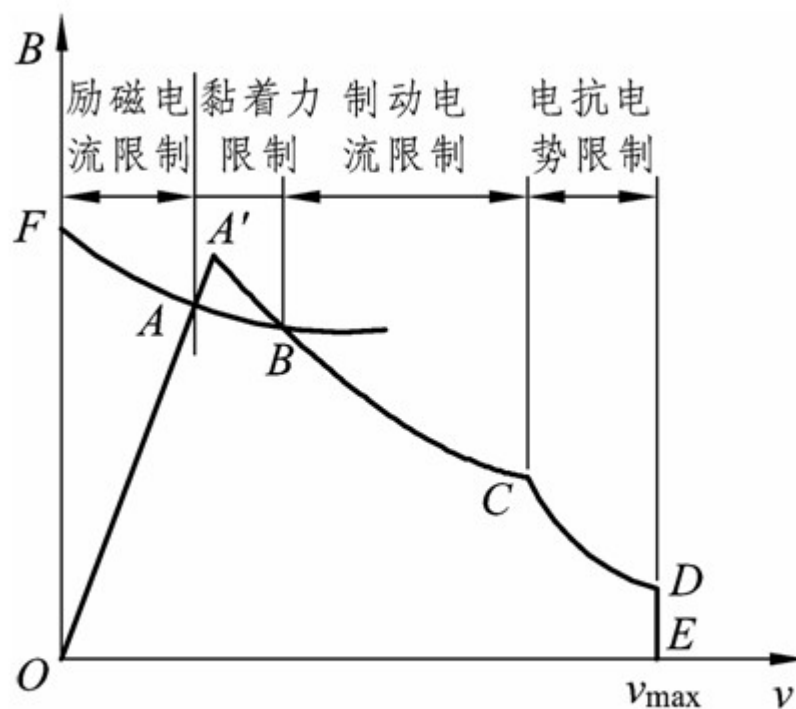


图 2.10 电阻制动的工作范围

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

四、电阻制动的控制方式

- 1 . 恒磁通控制
- 2 . 恒电流控制
- 3 . 恒速控制

五、电阻制动的不足及克服方法

- 1 . 分级电阻制动
- 2 . 加馈电阻制动

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

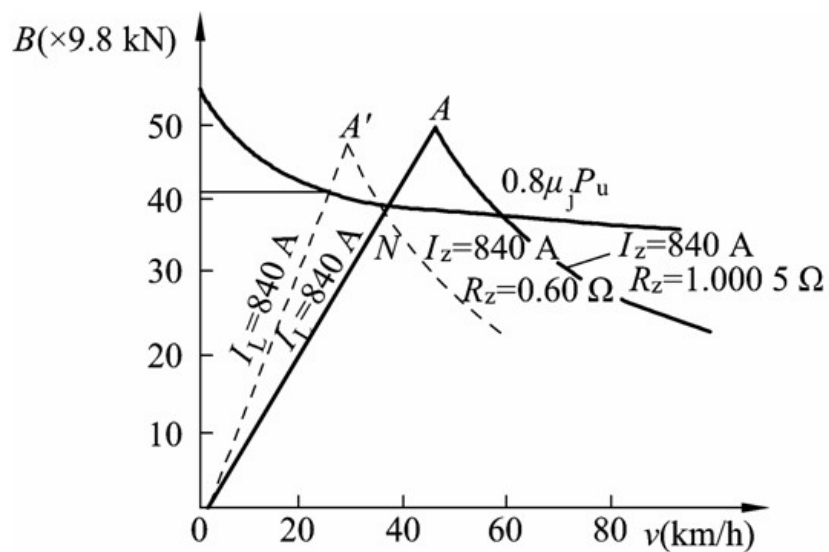


图 2.11 SS₃ 型电力机车电阻制动特性曲线

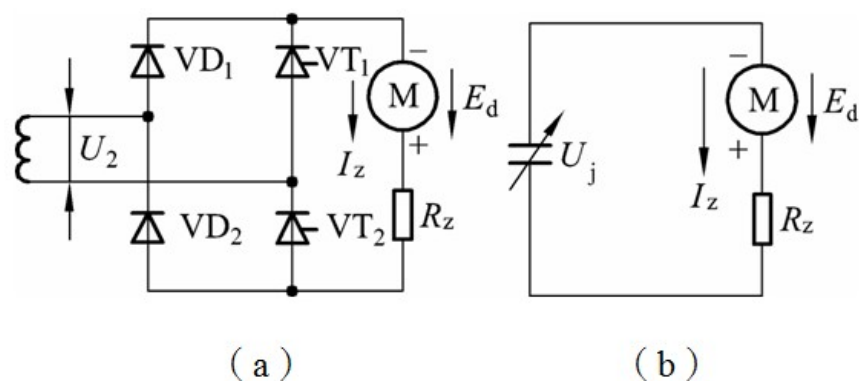


图 2.12 加馈电阻制动原理

第三节 直流传动电力机车的电阻制动

根据图 2.12 (b) 可以列出电压平衡方程式为：

$$U_j + E_d = I_z (R_z + R_a) \quad (2.11)$$

推导出制动电流为：

$$I_z = \frac{U_j + E_d}{R_z + R_a} \quad (\text{A}) \quad (2.12)$$

根据图 2.12 (b)，表达式 (2.12) 又可改写成：

$$I_z = \frac{E_d + 0.9U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2}}{R_z + R_a}, \quad 0 < \alpha < \pi \quad (\text{A}) \quad (2.13)$$

第四节 直传动电力机车的再生制动

一、再生制动的基本原理

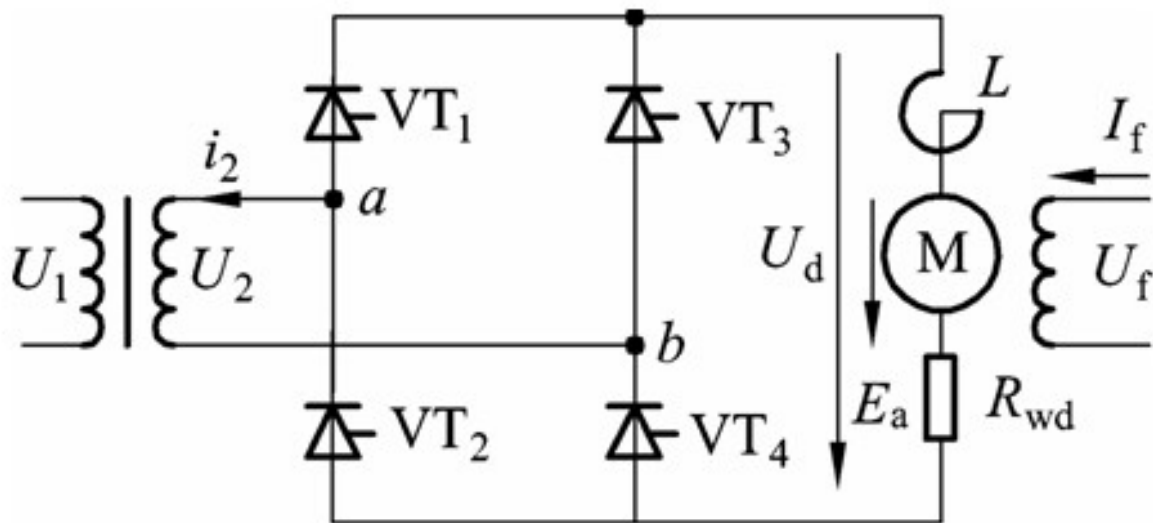


图 2.13 交-直型电力机车再生制动原理

第四节 直流传动电力机车的再生制动

当控制角 $\alpha > 90^\circ$ 时，整流电压的平均值为负值，即 $U_d = 0.9U_2 \cos \alpha < 0$ 。再生制动电流表示为：

$$I_z = \frac{E_a - |U_d|}{R_{wd} + R_a} = \frac{C_v \Phi_v - |U_d|}{R_{wd} + R_a} \quad (\text{A}) \quad (2.14)$$

第四节 直流传动电力机车的再生制动

二、再生制动调节过程

由表达式 (2.14) 可知，欲调节制动电流，可采用调节发电机励磁电流或逆变器电压来实现。再生制动调节过程大致分为 3 个阶段，如图 2.14 所示。

第四节 直流传动电力机车的再生制动

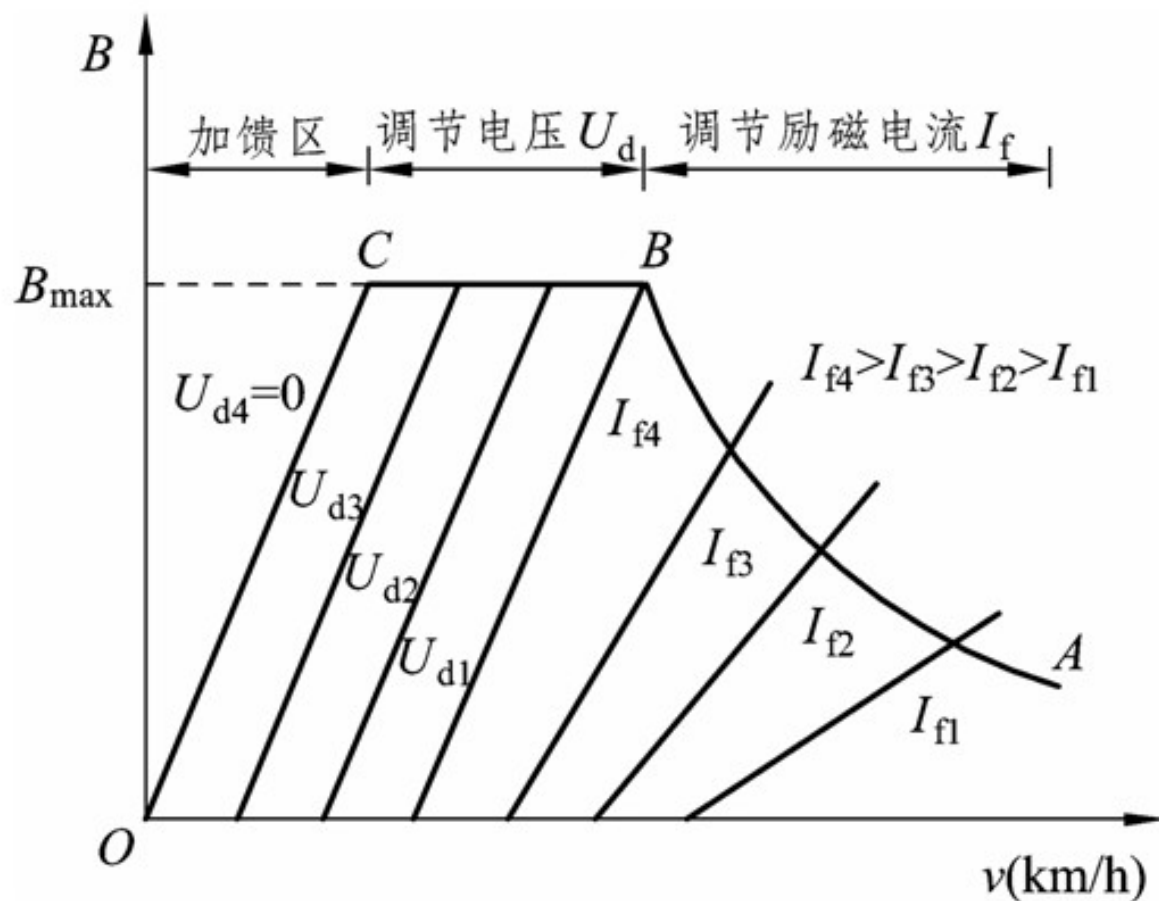


图 2.14 再生制动三个区域的特性

第四节 直流传动电力机车的再生制动

三、再生制动控制方式

- 1 . 维持逆变角 $\beta = C$
- 2 . 维持裕度角 $\delta = C$

四、再生制动的特点