



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

直流电动机的电力拖动

他励直流电动机 的回馈制动

主讲：常宇健

目录



在线开放课程

- 回馈制动特点
- 正向回馈制动
- 反向回馈制动
- 制动总结



回馈制动（或称再生制动）

他励直流电动机运行时，若转速在外部条件作用下变得高于理想空载转速时，致使电枢电势高于电网电压，电动机即运行于**回馈制动状态**。

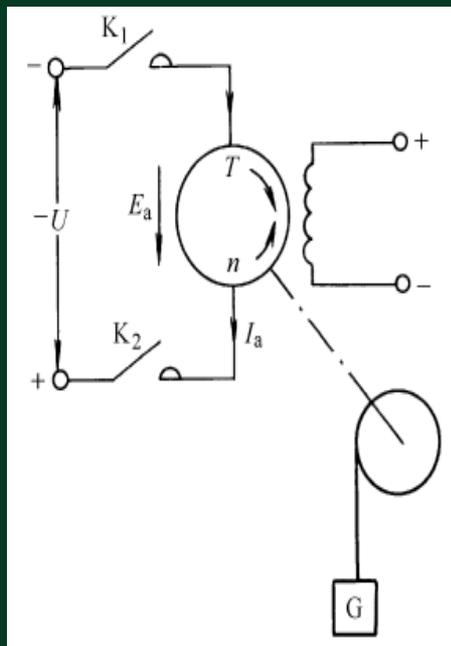
判别条件：

$$|n| > |n_0|$$

或

$$|E_a| > |U|$$

反向回馈制动（位能性负载拖动）



这时位能负载带动电动机，电枢将轴上输入的机械功率变为电磁功率后，大部分回馈给电网（ $\frac{E_a I_a}{U}$ ），小部分变为电枢回路的铜耗

电动机变为一台与电网并联运行的发电机。
 $I_a^2(R_a + R_B)$

电动机回馈制动电路图（带位能负载）

机械特性
:

$$n = -\frac{U}{C_e \Phi} - \frac{R_a + R_\Omega}{C_e C_T \Phi^2} T$$

能量关系:

电源: 系统输出电能给电网

$$U = -U_N < 0, I_a > 0, P_1 = U_N I_a < 0$$

电机轴: 电机从负载吸收机械能

$$E_a < 0, I_a > 0, P_M = E_a I_a < 0$$

正向回馈制动



在线开放课程

- 调压或弱磁的降速过程
- 电车下坡

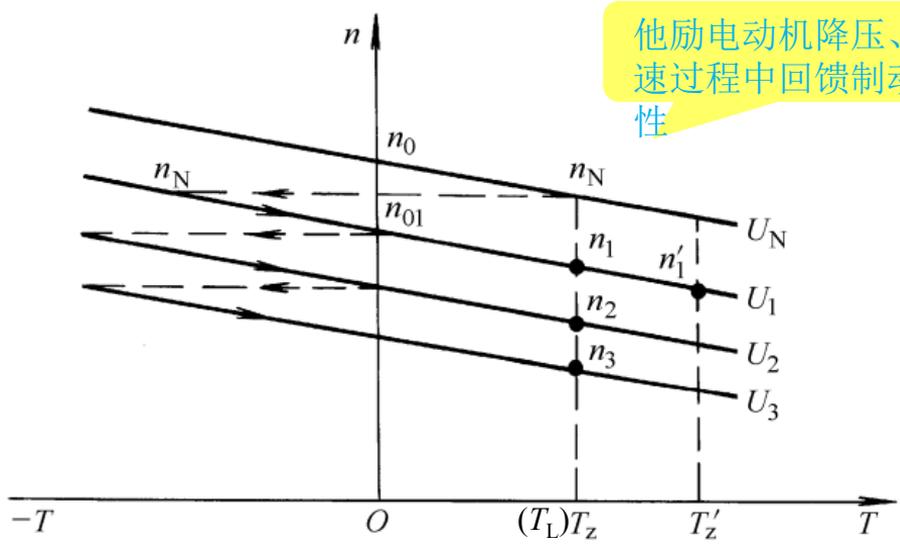


[例] 一台他励直流电动机的数据如下：

$$P_N = 29\text{kW} \quad U_N = 440\text{V}$$

$$I_N = 76.2\text{A} \quad R_a = 0.393\Omega$$

$$n_N = 1050\text{r/min}$$



他励电动机降压、减速过程中回馈制动特性

开放课程

- (1) 电动机带动一个位能负载，在固有特性上作回馈制动下放，求电动机反向下放转速。（将电枢电压反接）
- (2) 电动机带动位能负载，作反接制动下放， $I_a = 50\text{A}$ 时，转速，求串接在电枢电路中的电阻值、电网输入的功率、从轴上输入的功率及电枢电路电阻上消耗的功率。（转速反向）
- (3) 电动机带动反抗性负载，从 $n = 500\text{r/min}$ 进行能耗制动，若其最大制动电流限制在 100A ，试计算串接在电枢电路中的电阻值。

解 (1) $C_e \Phi = \frac{U_N - I_N R_a}{n_N} = \frac{440 - 76.2 \times 0.393}{1050} = 0.39$

电动机反向下放转速

$$n = \frac{-U_N - I_N R_a}{C_N \Phi} = \frac{-440 - 60 \times 0.393}{0.39} \text{ r/min} = -1190 \text{ r/min}$$

(2) 电枢电路总电阻

$$R = R_a + R_B = \frac{U_N - C_e \Phi n}{I_a} = \frac{440 - 0.39(-600)}{50} \Omega = 13.48 \Omega$$

电枢串接电阻 $R_B = R - R_a = 13.48 \Omega - 0.393 \Omega = 13.077 \Omega$

电网输入功率 $P_1 = U_N I_a = 440 \times 50 \text{ W} = 22000 \text{ W} = 22 \text{ kW}$

电枢电路电阻上消耗的功率

$$\Delta P = I_a^2 R = 50^2 \times 13.48 \text{ W} = 33700 \text{ W} = 33.7 \text{ kW}$$

轴上功率（为负值，表示从轴上输入功率）

$$P_2 = E_a I_a = (U_N - I_a R_a) I_a = (440 - 50 \times 13.48) \times 50 \text{ W} = -11700 \text{ W} = -11.7 \text{ kW}$$

(3) 能耗制动时最大电流出现在制动开始时，此时感应电动势为

$$E_Q = C_e \Phi n_Q = 0.39 \times 500 \text{ V} = 195 \text{ V}$$

电枢电路总电阻

$$R = R_a + R_B = \frac{E_Q}{I_Q} = \frac{195}{100} \Omega = 1.95 \Omega$$

电枢电路串接电阻

$$R_B = R - R_a = 1.95 \Omega - 0.393 \Omega = 1.557 \Omega$$

小结

- 回馈制动
- 各种制动的特点



在线开放课程

