

# 直流PWM可逆调速系统

主讲人：巩冰 讲师

# 主要内容

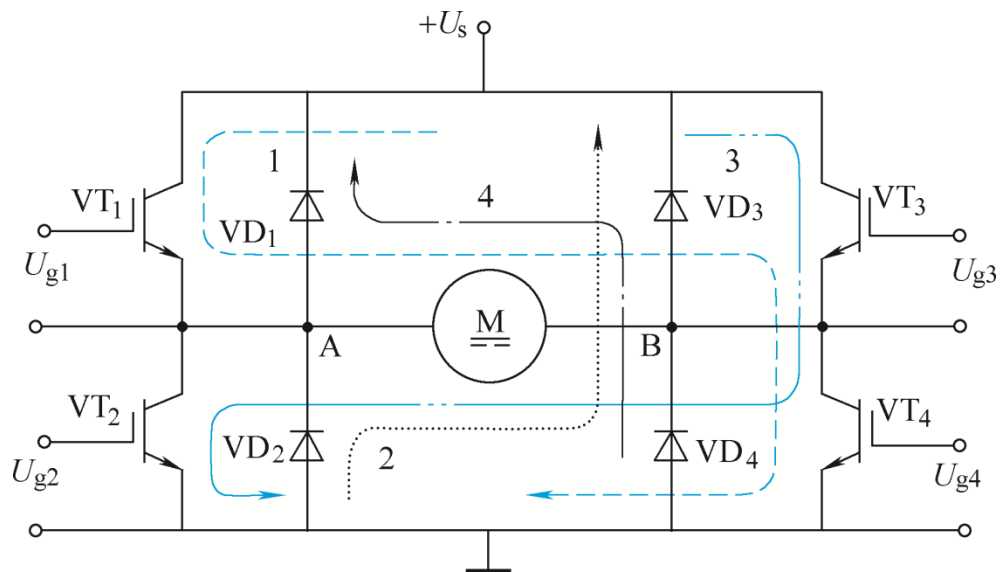
01 桥式可逆PWM变换器

02 直流PWM可逆调速系统转速反向的过渡过程

03 直流PWM功率变换器的能量回馈

04 单片机控制的PWM可逆直流调速系统

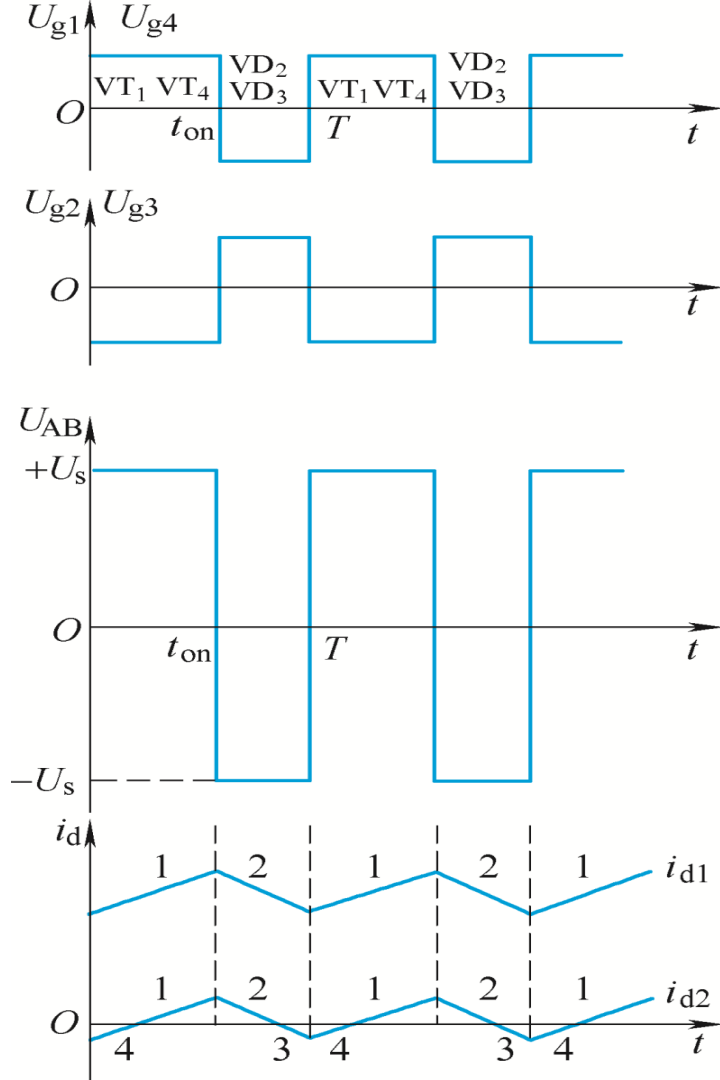
## 桥式可逆PWM变换器

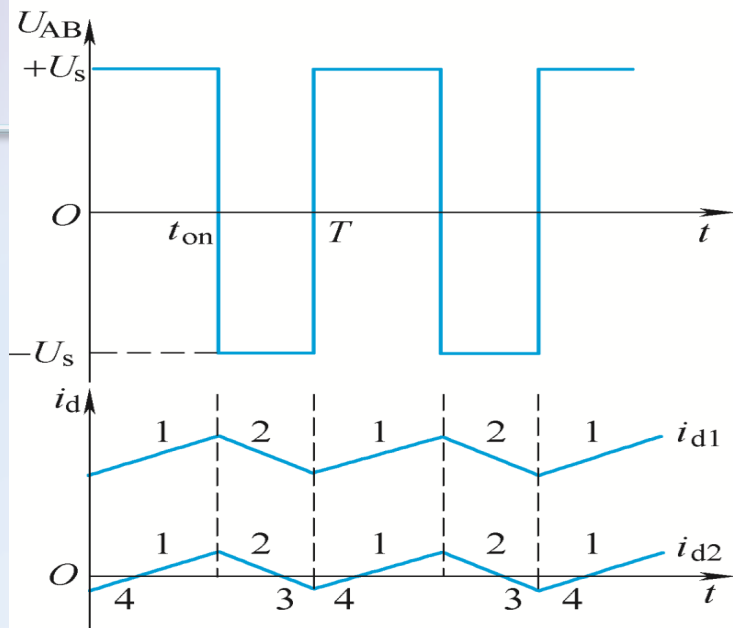


当  $0 \leq t < t_{on}$  时,  $U_{AB} = U_s$ ;

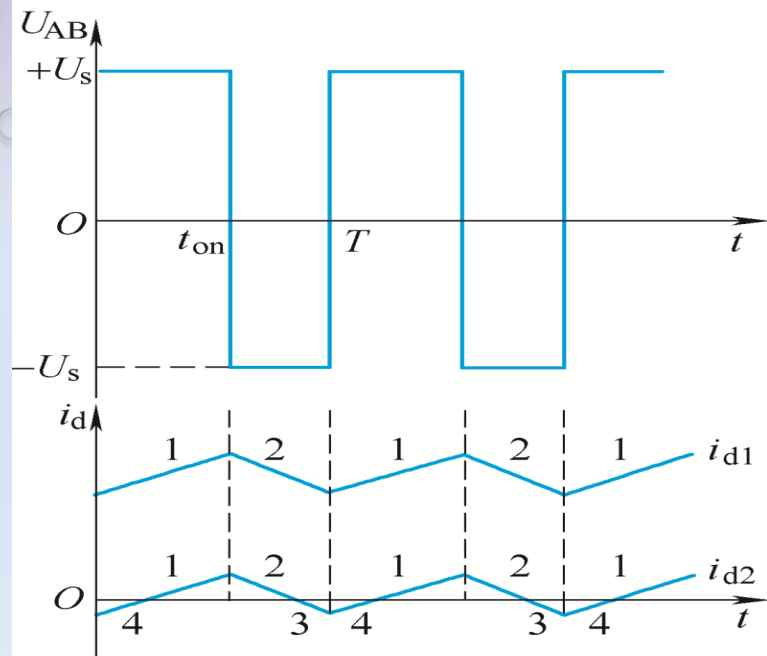
当  $t_{on} \leq t < T$  时,  $U_{AB} = -U_s$ 。

# 桥式可逆PWM变换器的电压电流波形





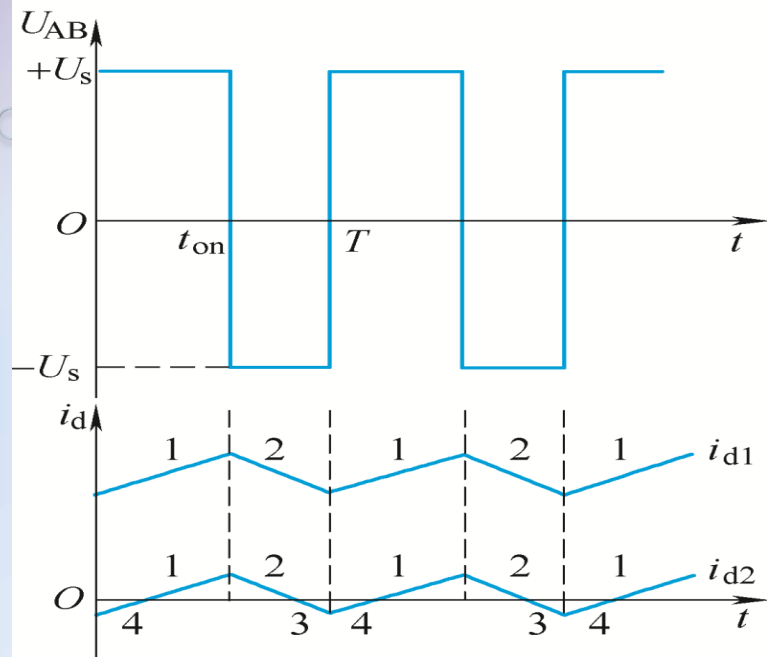
- $t_{on} > T/2$ ,  $U_{AB}$ 的平均值为正，电动机正转；反之则反转。
- $t_{on} = T/2$ ,  $U_{AB}$ 的平均值为0，电动机停止。



负载  
较重

负载  
很轻

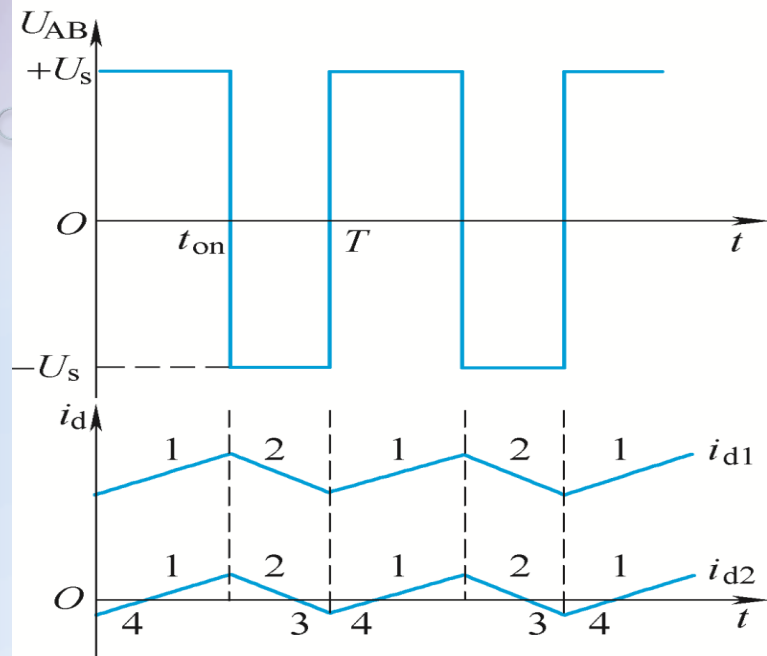
- 电动机负载较重的情况时，负载电流  $i_{d1}$  大，在续流阶段电流仍维持正方向，电动机始终工作在第I象限的电动状态。



负载  
较重

负载  
很轻

- 负载很轻时，平均电流小，在续流阶段电流很快衰减到零，于是二极管终止续流，而反向开关器件导通，电枢电流反向，电动机处于制动状态。  $i_{d2}$  电流中的线段3和4是工作在第Ⅱ象限的制动状态。



负载  
较重

负载  
很轻

- 电枢电流的方向决定了电流是经过续流二极管还是经过开关器件流动。

## 双极式可逆PWM变换器的输出平均电压

- 直流电动机电枢两端的平均电压为

$$U_d = \frac{t_{on}}{T} U_s - \frac{T - t_{on}}{T} U_s = \left( \frac{2t_{on}}{T} - 1 \right) U_s$$

- 占空比  $\rho = \frac{t_{on}}{T} (0 \leq \rho \leq 1)$ ，电压系数

$$\gamma = \frac{U_d}{U_s} (-1 \leq \gamma \leq 1), \text{二者关系为}$$

$$\gamma = 2\rho - 1$$

## 双极式可逆PWM变换器的输出平均电压

- 当 $\rho > 1/2$ 时,  $\gamma$ 为正, 电动机正转;  
当 $\rho < 1/2$ 时,  $\gamma$ 为负, 电动机反转;  
当 $\rho = 1/2$ 时,  $\gamma = 0$ , 电动机停止。

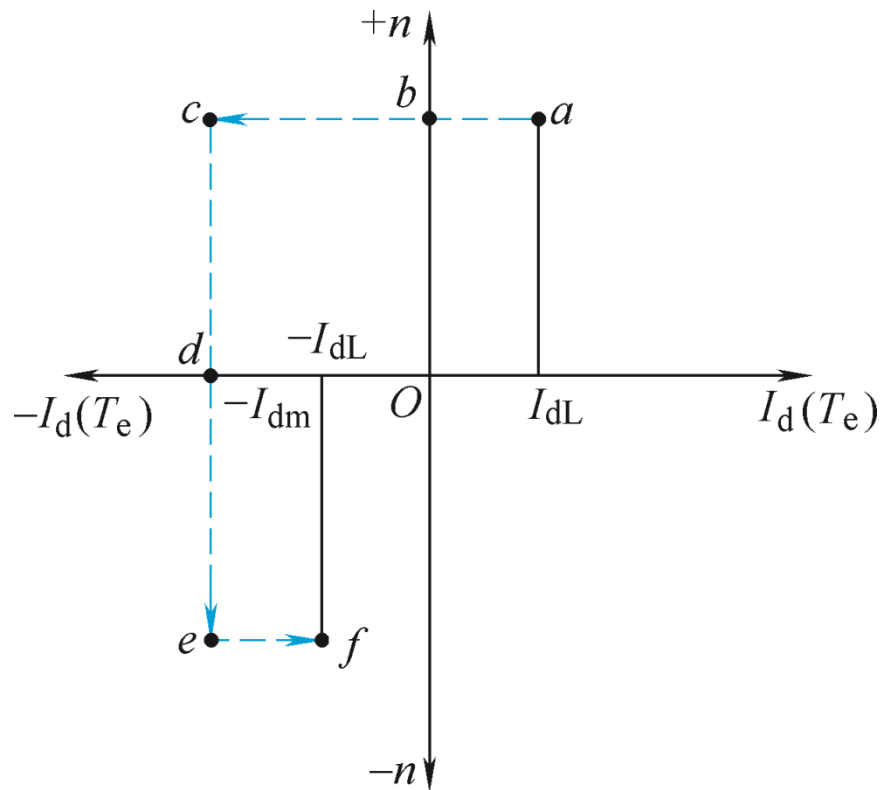
## 双极式控制桥式可逆PWM变换器的优点

- (1) 电流一定连续；
- (2) 可使电动机在四象限运行；
- (3) 电动机停止时有微振电流，能消除静磨擦死区；
- (4) 低速平稳性好，系统的调速范围大；
- (5) 低速时，每个开关器件的驱动脉冲仍较宽，有利于保证器件的可靠导通。

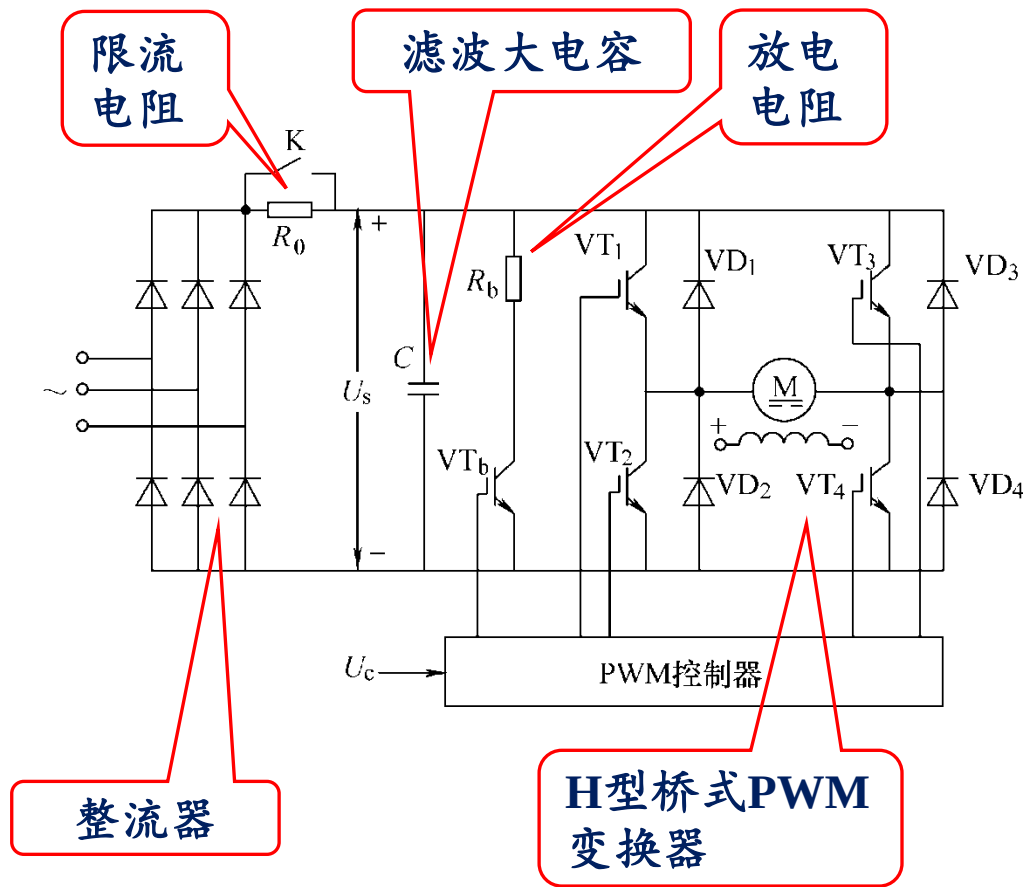
## 双极式控制方式的不足之处

在工作过程中，4个开关器件可能都处于开关状态，开关损耗大，而且在切换时可能发生上、下桥臂直通的事故，为了防止直通，在上、下桥臂的驱动脉冲之间，应设置逻辑延时。

## 直流PWM可逆调速系统转速反向的过渡过程



# 直流PWM功率变换器的能量回馈



# 单片机控制的PWM可逆直流调速系统

