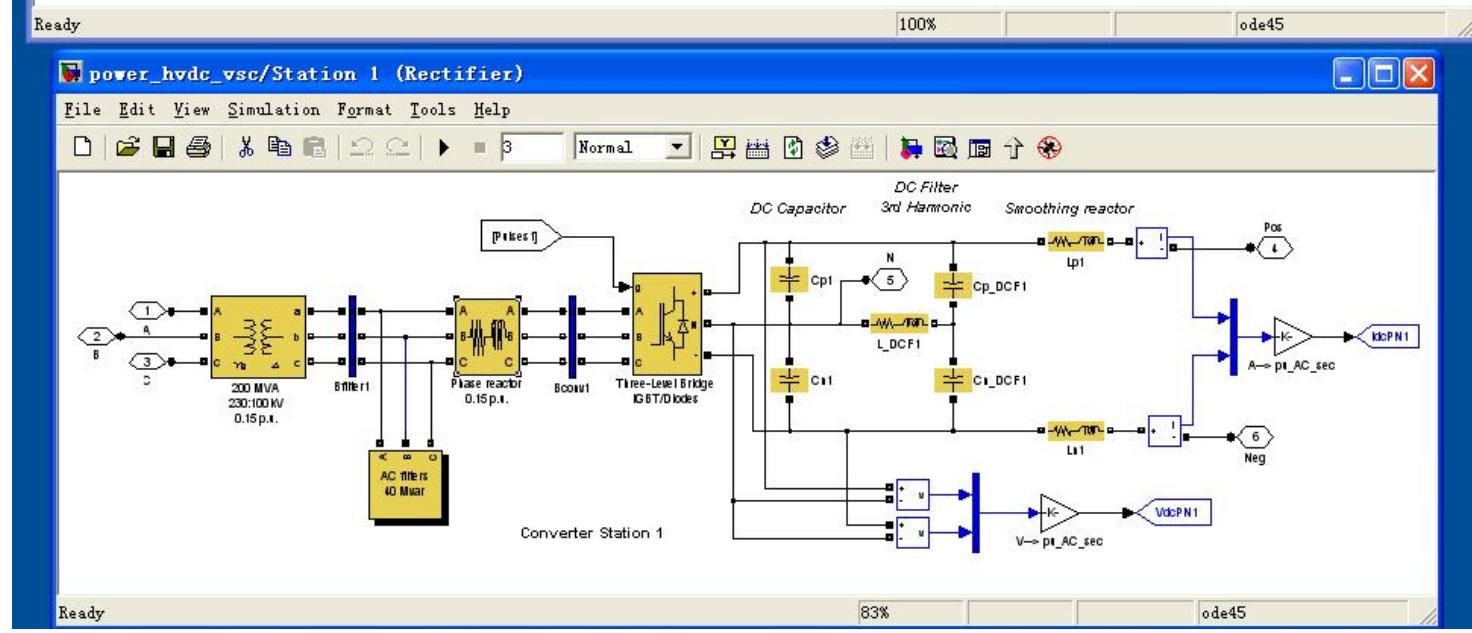
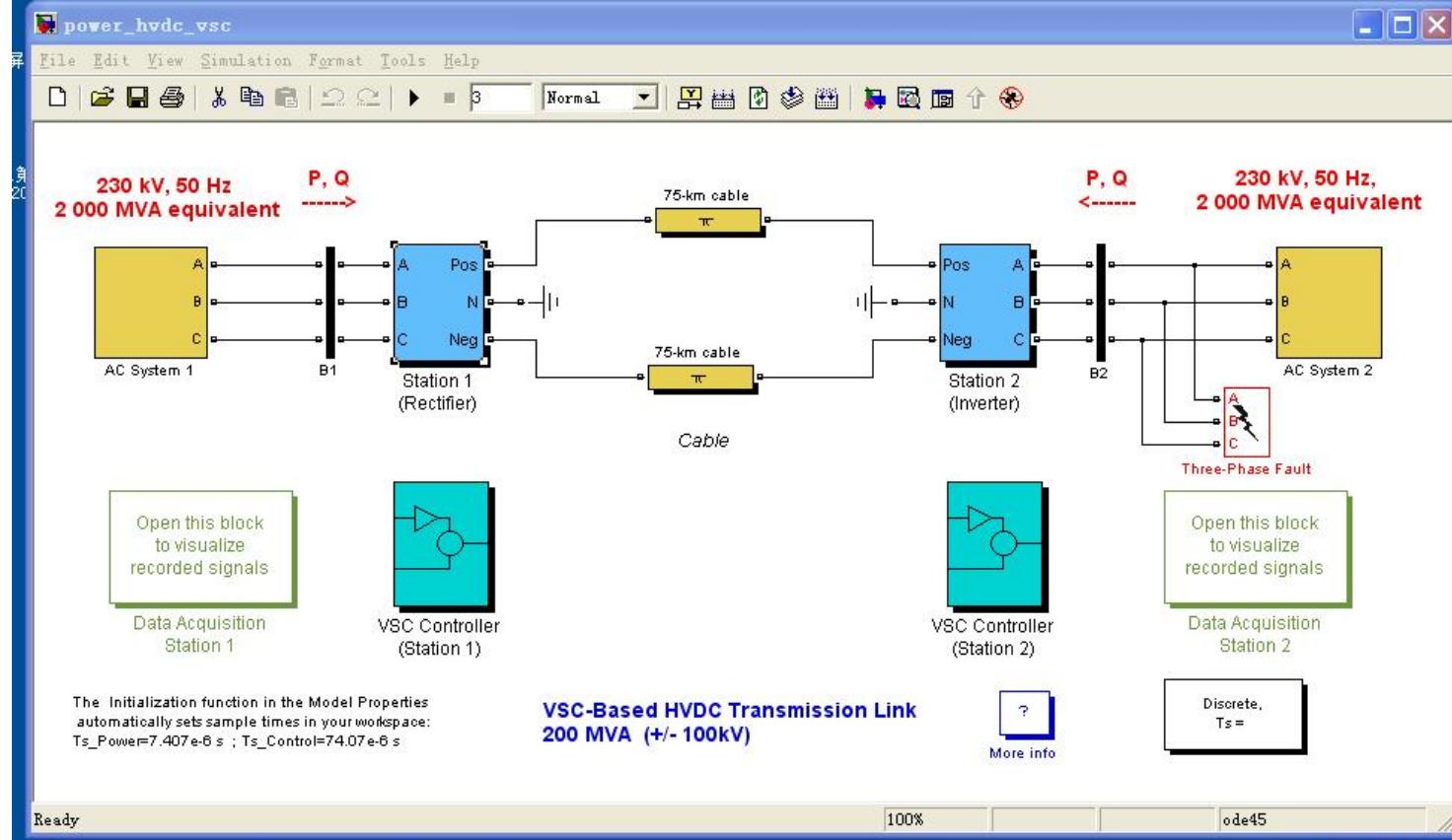


2.2 有源逆变

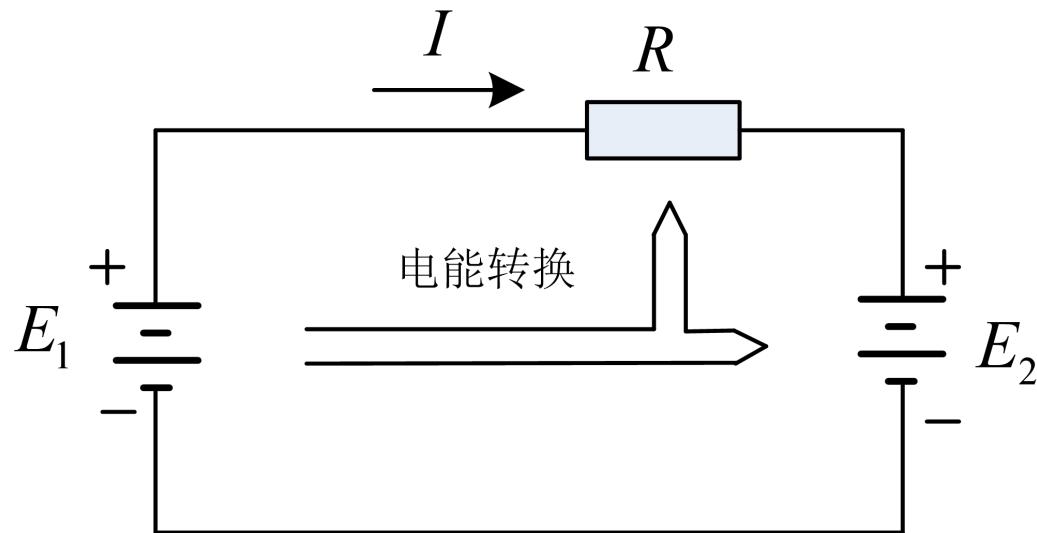
什么是逆变？为什么要逆变？

- 逆变（inversion）——把直流电转变成交流电，为整流的逆过程。
 - ❖ 实例：电力机车下坡行驶，机车的位能转变为电能，反送到交流电网中去，有助于刹车；
 - ❖ 逆变电路——把直流电逆变成交流电的电路；
 - ❖ **有源逆变** 电路——交流侧和电网连结，即电网为负载。
- 应用：高压直流输电等；
 - ❖ 对于可控整流电路，满足一定条件就可工作于有源逆变，其电路形式未变，只是电路工作条件转变。
- **无源逆变**——变流电路的交流侧不与电网联接，而直接接到普通负载，将在以后介绍。



2.2.1 有源逆变产生的条件

电路中电源间电能转换的小例子（I）



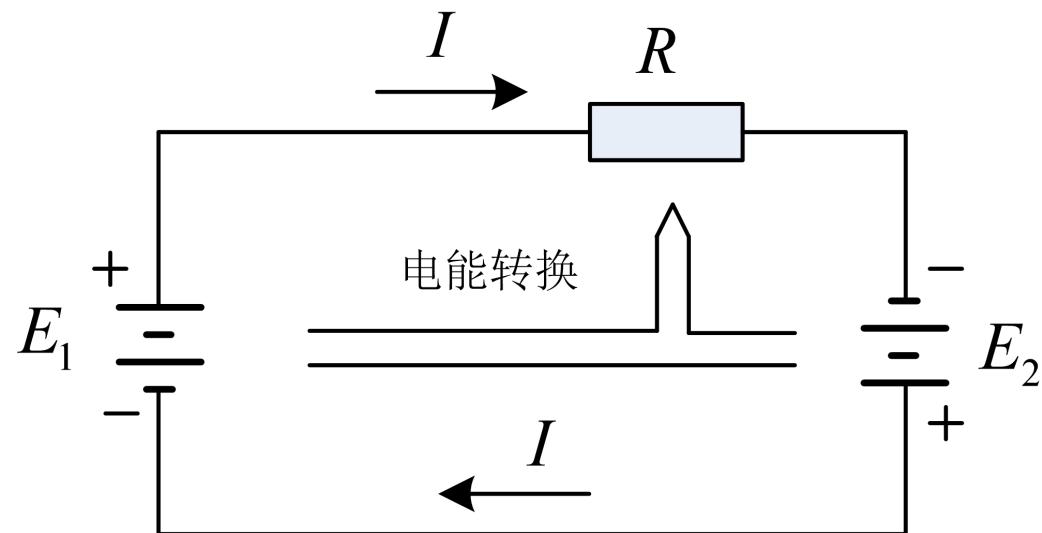
$$E_1 > E_2$$

$$E_1 I = E_2 I + I^2 R$$

电路放出电能 ($E_1 I$) 与其吸收电能 ($E_2 I$) 及转换过程中消耗电能 ($I^2 R$) 之和相平衡。

2.2.1 有源逆变产生的条件

电路中电源间电能转换的小例子（II）



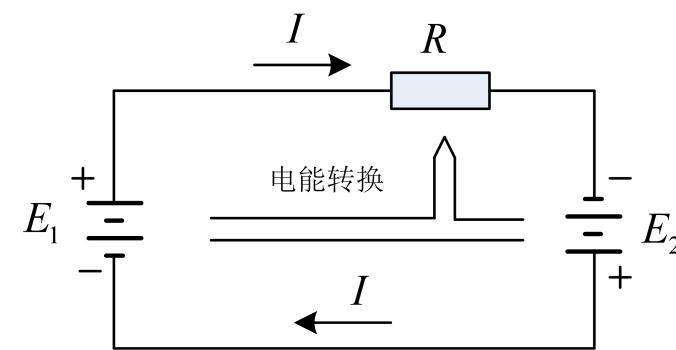
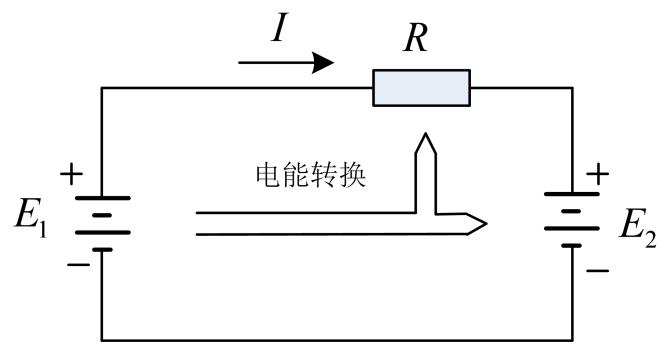
E_1 与 E_2 串联

$$E_1 I + E_2 I = I^2 R$$

直流电源 E_1 、 E_2 均放出电能而消耗在电阻R上。

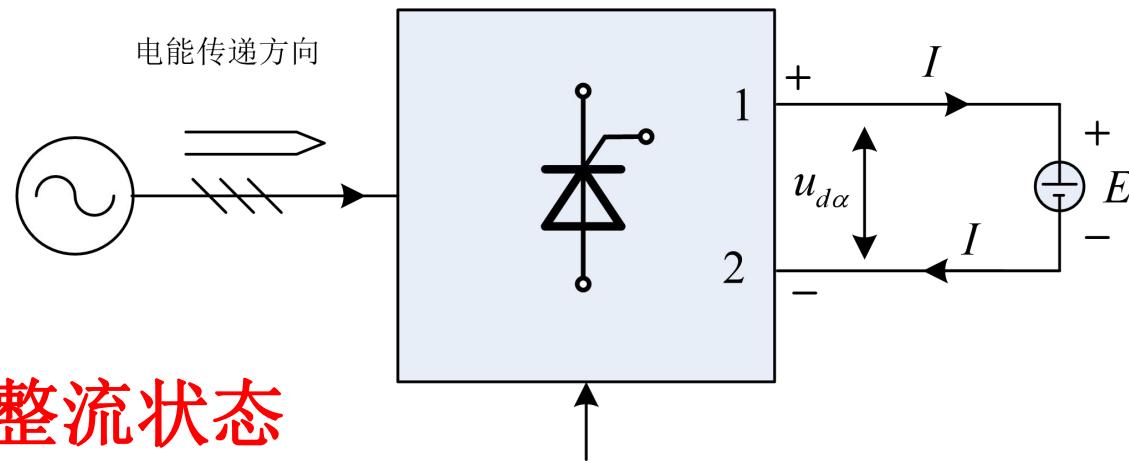
2.2.1 有源逆变产生的条件一总结

- (1) 两个电源同极性相连时，电势高的释放电能，电势低的吸收电能。
- (2) 两个电源不同极性相连时，两个电源之间**不存在**电能交换，都释放能量。电阻很小时，电流很大，是**不允许的**。

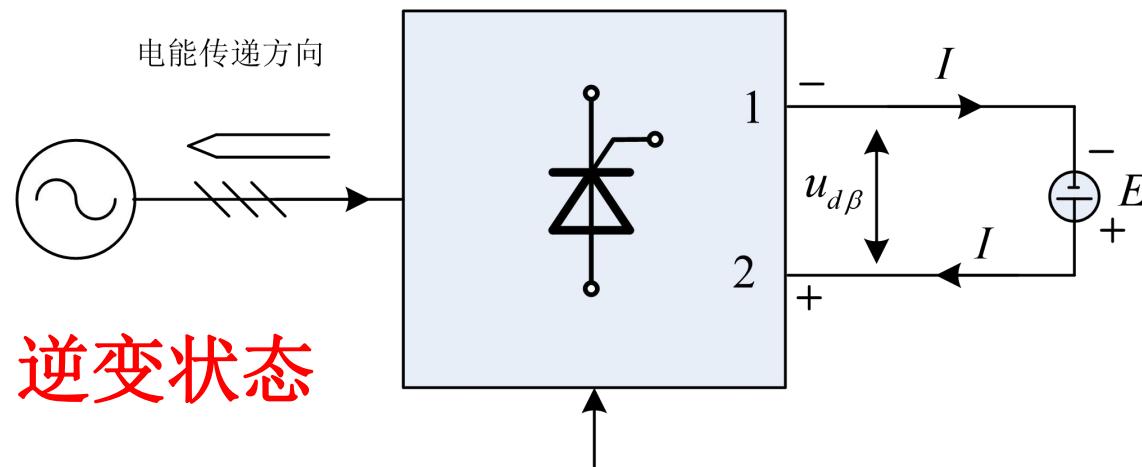


2.2.1 有源逆变产生的条件

对于晶闸管

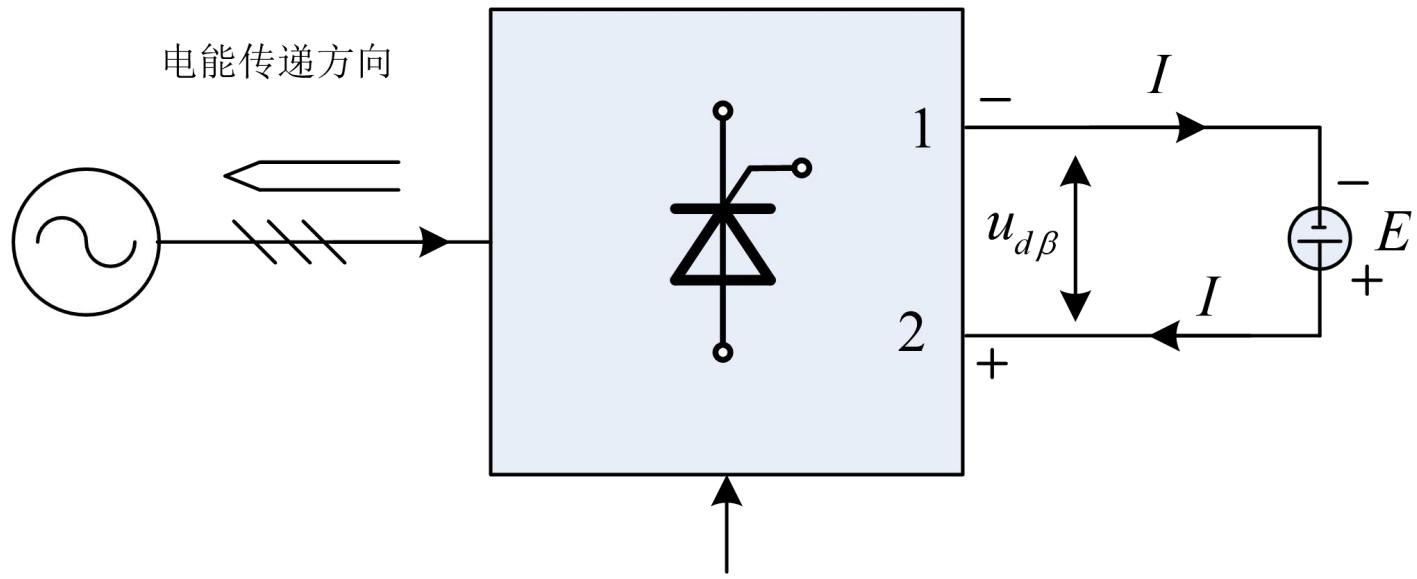


注意：晶闸管
只能单向导电，
故而电流方向
不可能改变。



有源逆变产生的条件

- (1) 负载侧存在一个直流电源E，由它提供能量，其电势极性与变流器的整流电压相反，对晶闸管为正向偏置电压；
- (2) 变流器在其直流侧输出应有一个与原整流电压极性相反的逆变电压 $u_{d\beta}$ ，其平均值 $u_{d\beta} < E$ ，以吸收能量，并将其能量馈给交流电源。



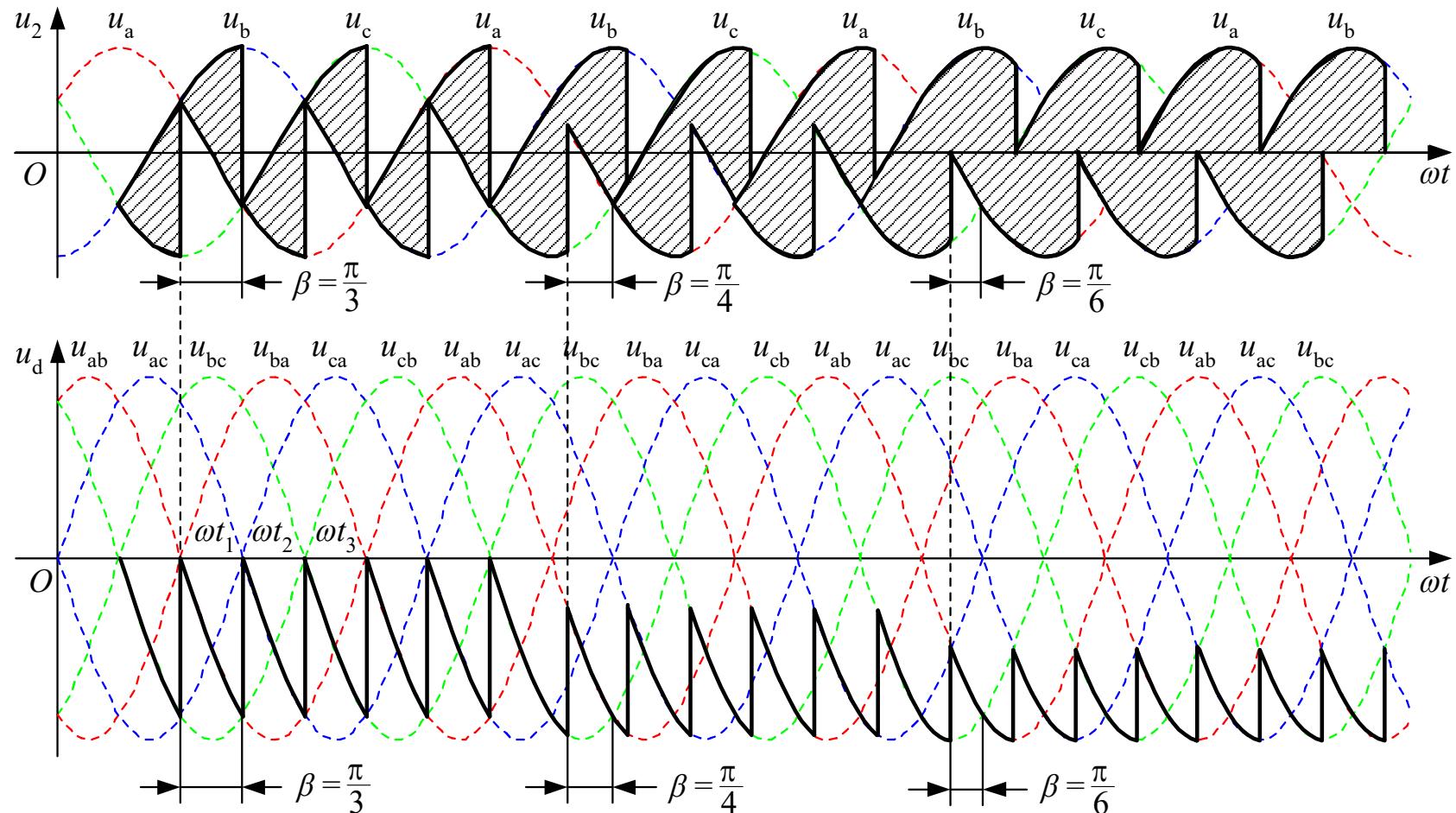
2.2.2 三相半波可控整流电路的有源逆变

1) 输出电压极性与延迟角 α 的关系

- ① $0^0 \leq \alpha \leq 90^0$ 范围内，输出电压平均值为正。
- ② $\alpha=90^0$ 时，输出电压的平均值为零。
- ③ $90^0 < \alpha < 180^0$ 范围内，输出电压平均值为负。

此时，若负载侧存在一个与原来整流电压极性相反的电源，则有源逆变将产生。

2.2.2 三相半波可控整流电路的有源逆变



β ——逆变角, 超前角

$$\alpha + \beta = 180^\circ$$

2.2.2 三相半波可控整流电路的有源逆变

3) 最小超前角的限制（逆变失败）

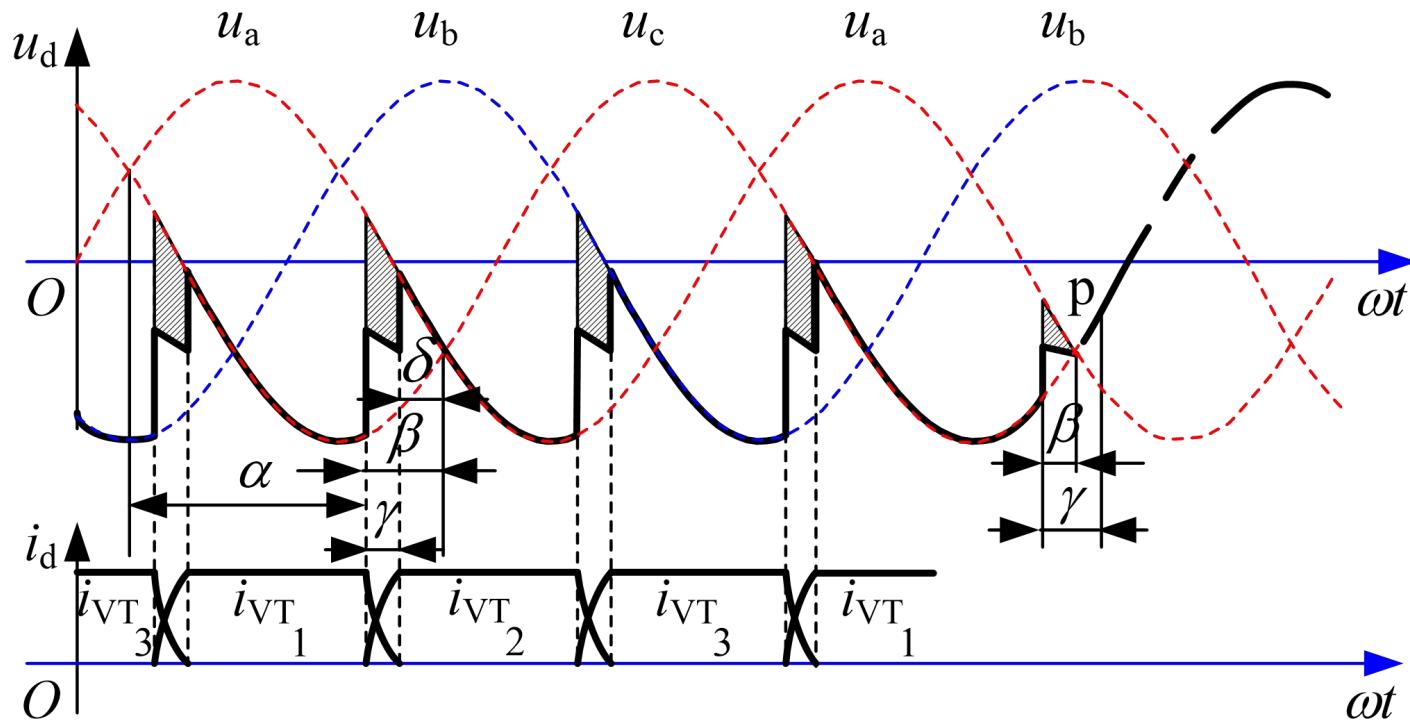
逆变失败（逆变颠覆）——指逆变时，一旦换相失败，外接直流电源就会通过晶闸管电路短路，或使变流器的输出平均电压和直流电动势变成顺向串联，形成很大短路电流，造成器件和变压器损坏。

可能原因：

- (1) 触发电路工作不可靠，不能适时、准确地给各晶闸管分配脉冲，如脉冲丢失、脉冲延时等，致使晶闸管不能正常换相；
- (2) 晶闸管发生故障，该断时不断，或该通时不通；
- (3) 交流电源缺相或突然消失；
- (4) 换相的裕量角不足，引起换相失败。

2.2.2 三相半波可控整流电路的有源逆变

3) 最小超前角的限制 (逆变失败)

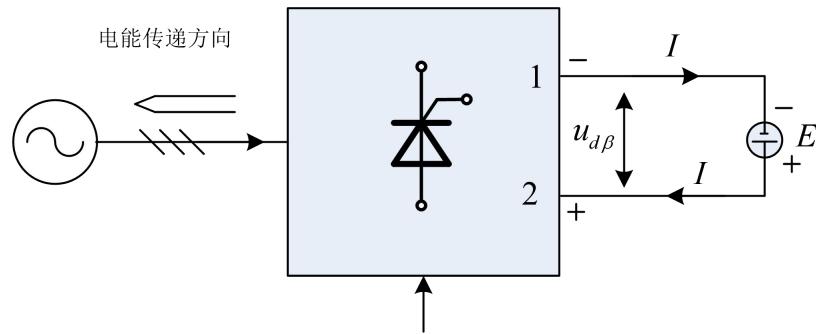


$$\text{最小超前角} \beta_{\min} > \gamma + \delta$$

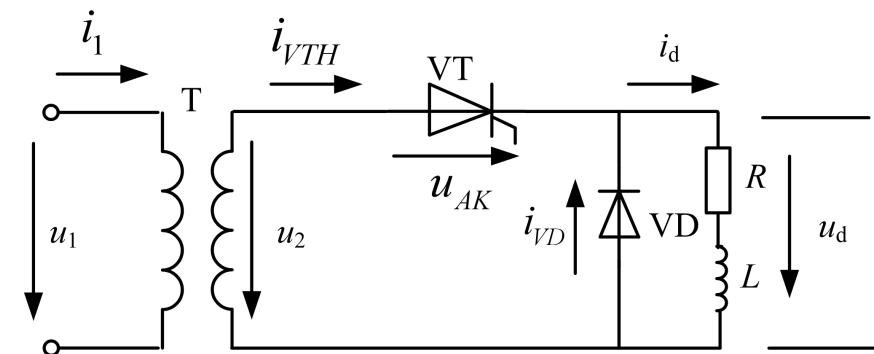
δ : 恢复角

一个“遗留”问题

为何带有续流二极管的全控电路或半控
电路均不能工作在有源逆变状态？



逆变状态



2.3 变流器外特性

2.3.1 整流器外特性

考虑一些“实际”因素的影响（不再那么理想化），包括：

- ❖ 交流电源电阻和电抗的影响；
- ❖ 导线电阻的影响；
- ❖ 晶闸管或整流二极管的压降。

