

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；

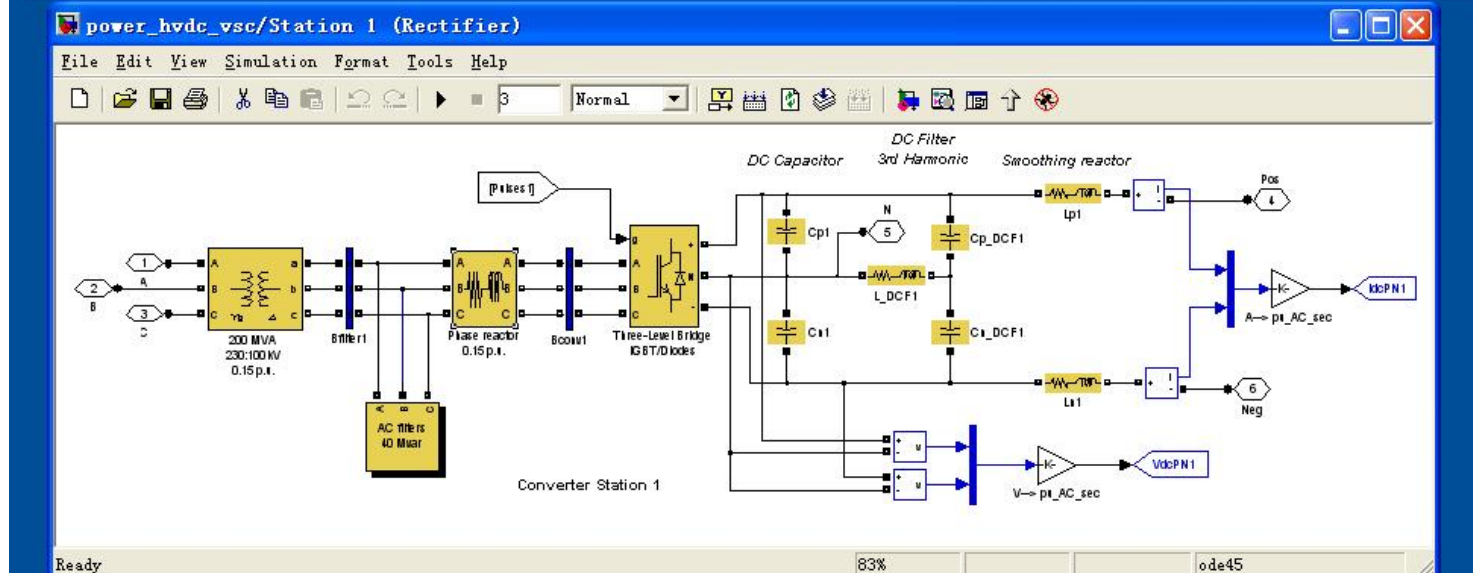
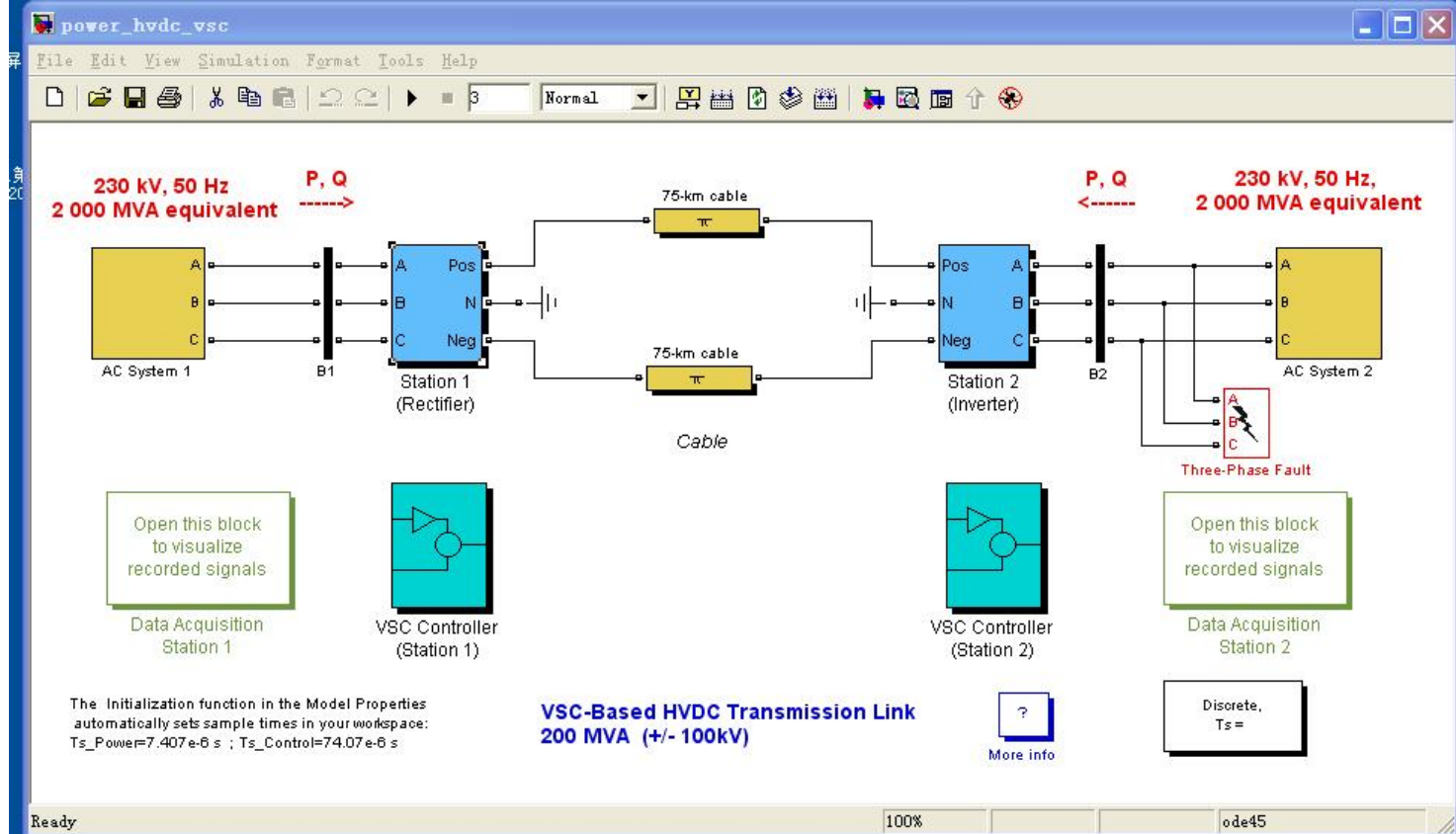
❖ 逆变电路——把直流电逆变成交流电的电路；

❖ 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；

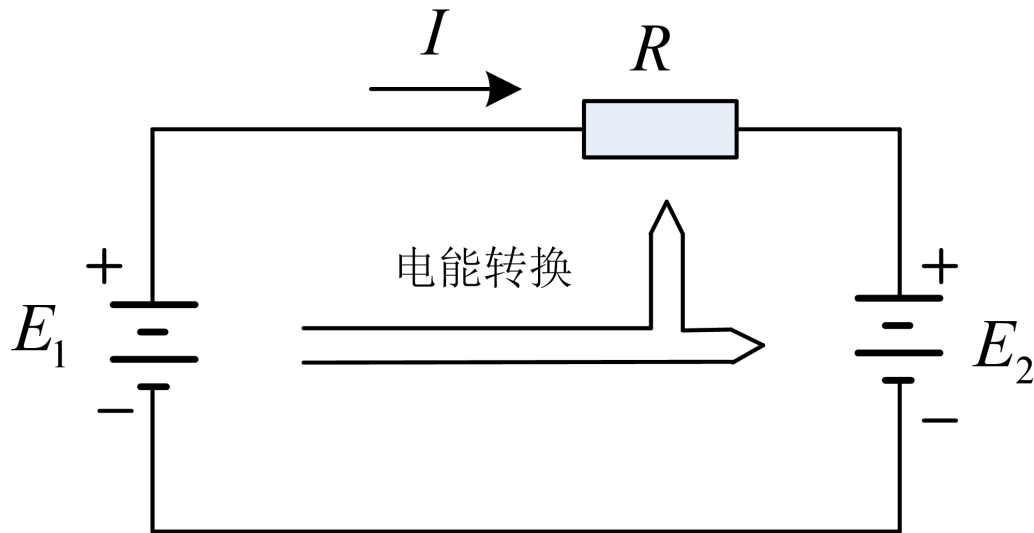
❖ 对于可控整流电路，满足一定条件就可工作于有源逆变，其电路形式未变，只是电路工作条件转变。

➤ 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）



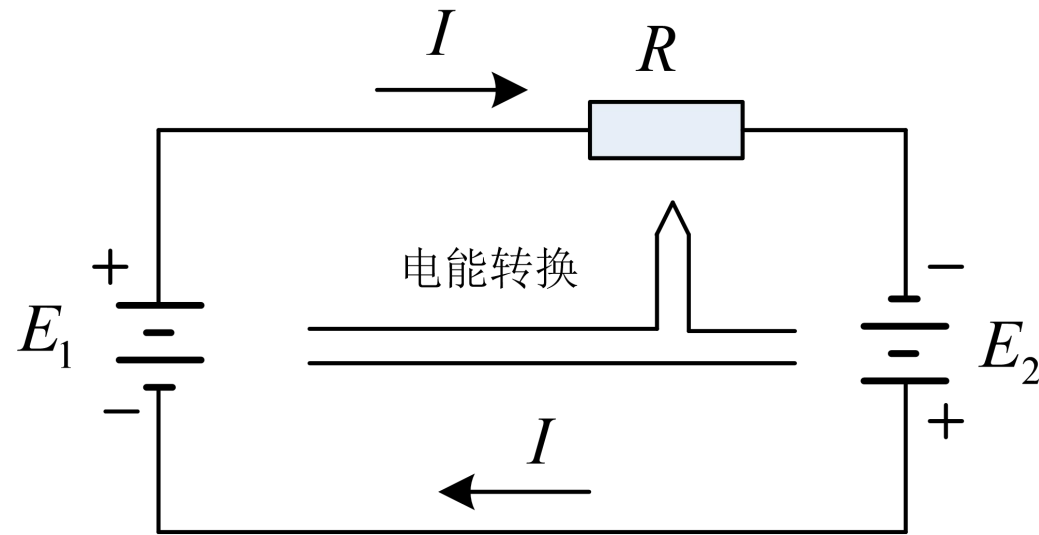
$$E_1 > E_2$$

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

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

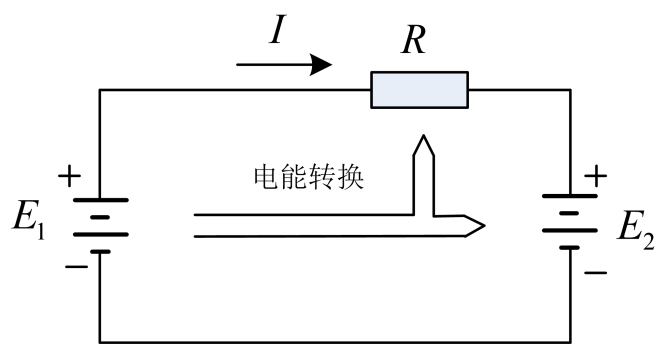
$$E_1 I + E_2 I = I^2 R$$

直流电源 E_1 、 E_2 均放出电能而消耗在电阻 R 上。

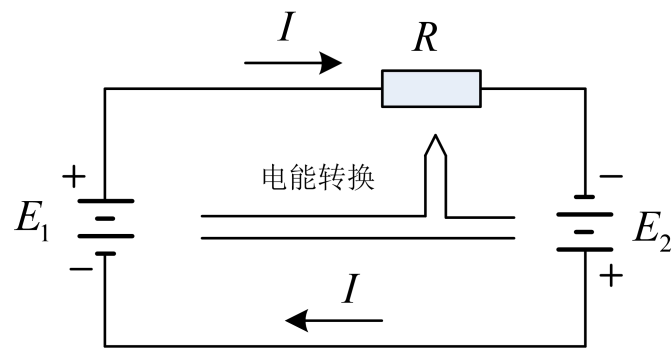
2.2.1 有源逆变产生的条件—总结

(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。



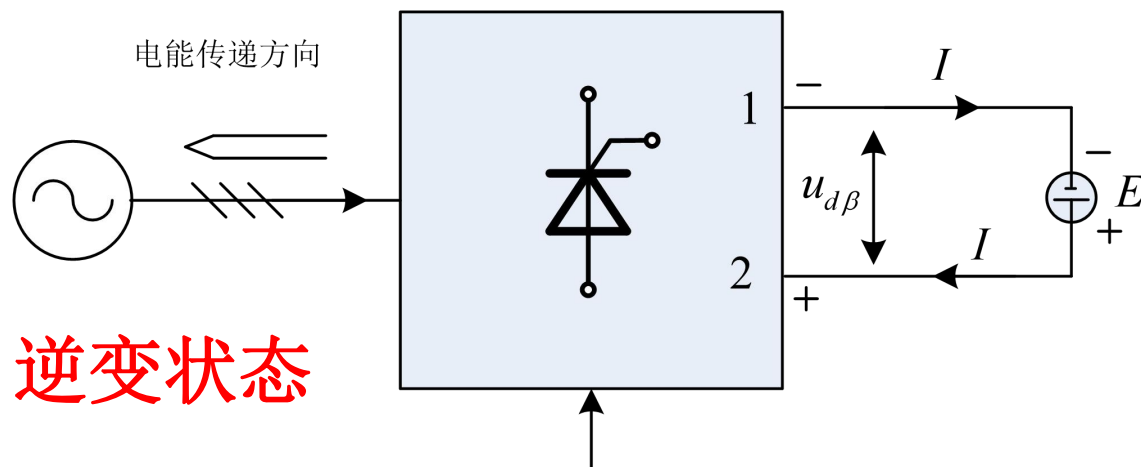
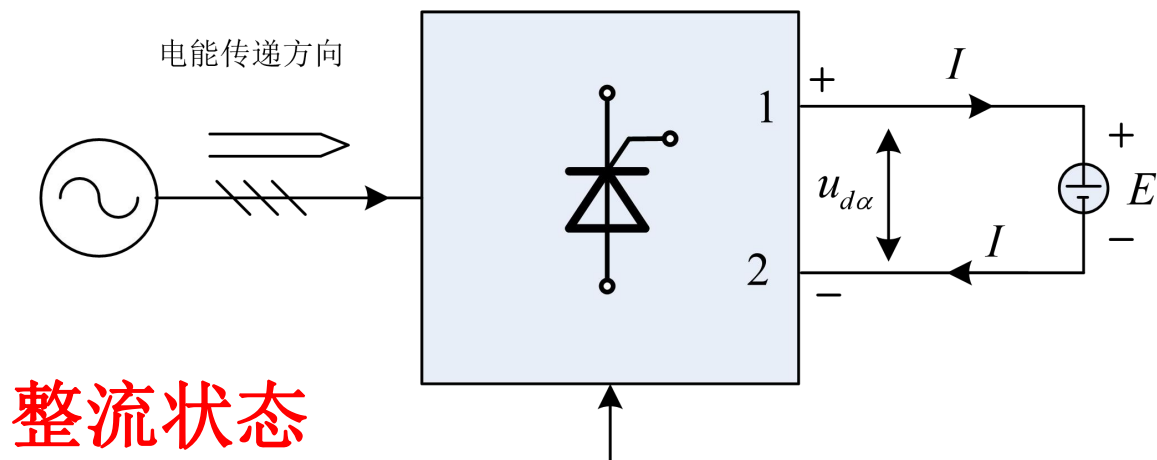
$$E_1 > E_2$$



$$E_1 \text{ 与 } E_2 \text{ 串联}$$

2.2.1 有源逆变产生的条件

对于晶闸管

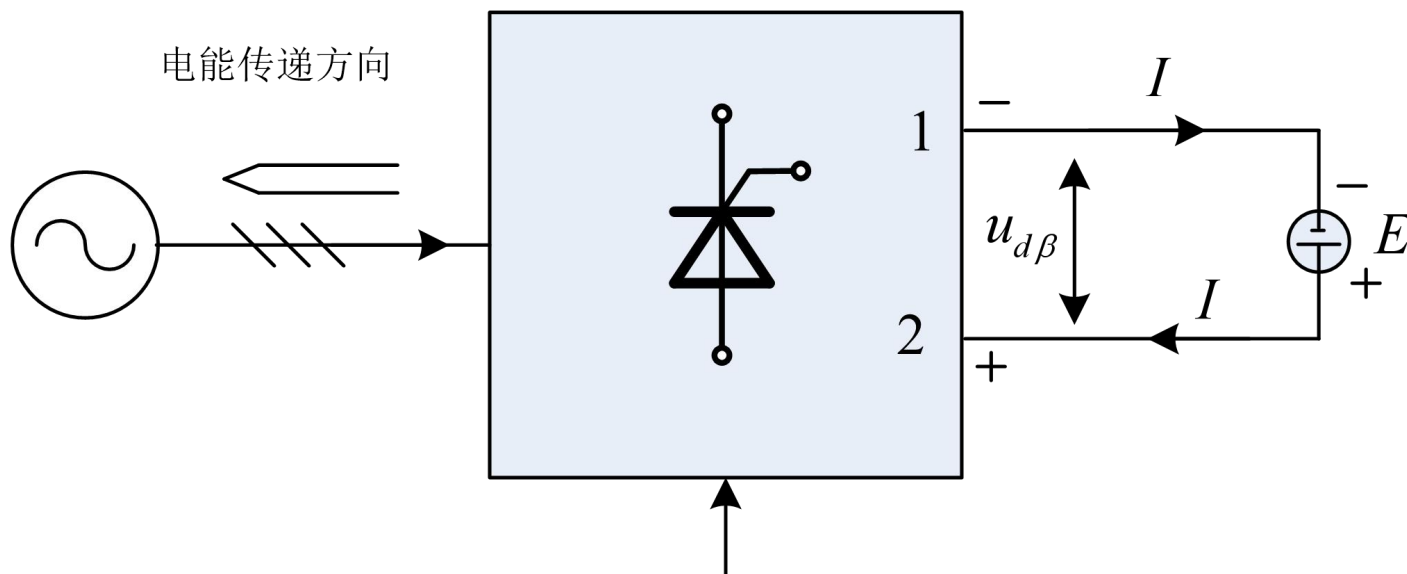


注意：晶闸管
只能单向导电，
故而电流方向
不可能改变。

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。



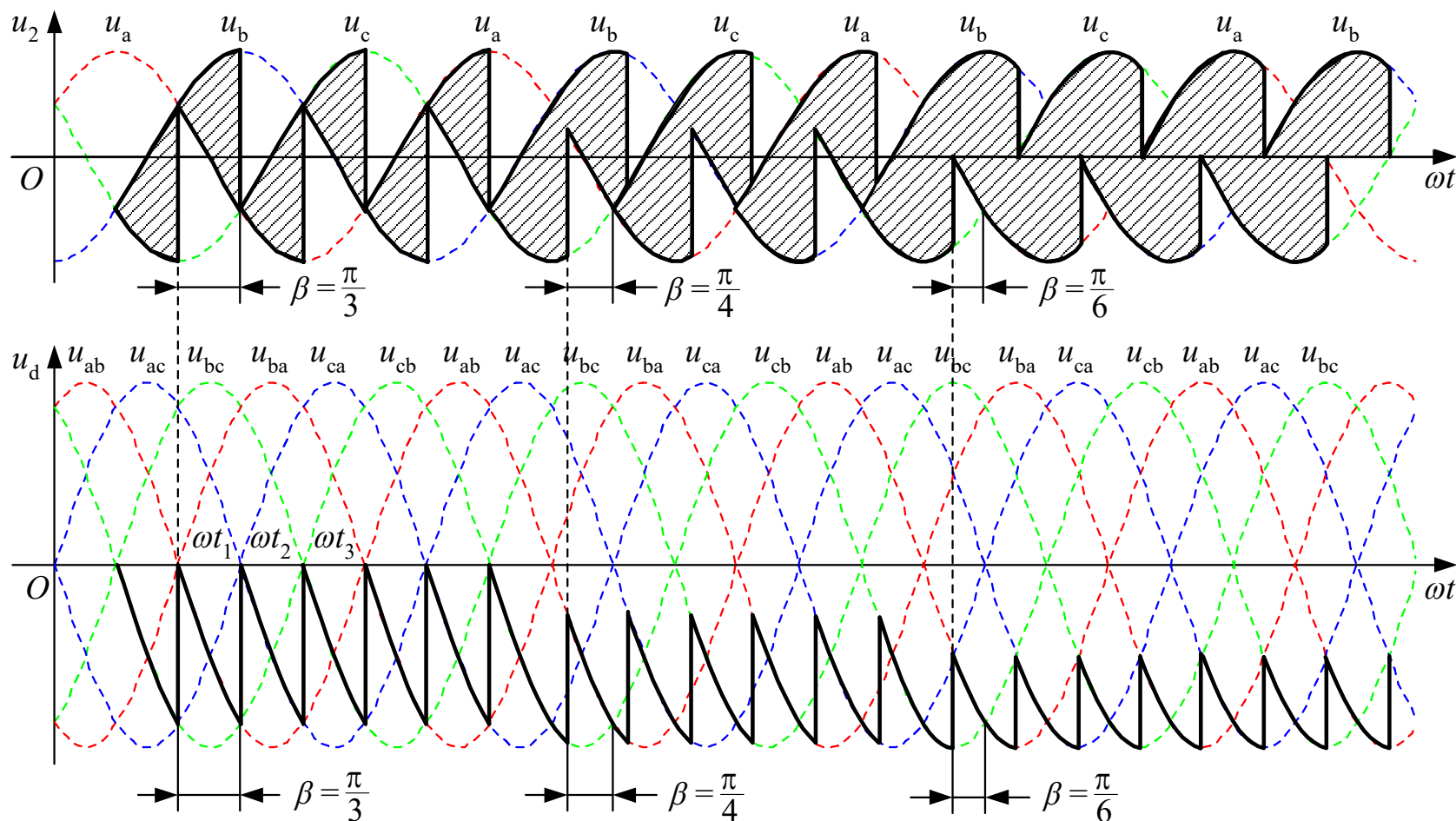
2.2.2 三相半波可控整流电路的有源逆变

1) 输出电压极性与延迟角 α 的关系

- ⊙ $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ 范围内，输出电压平均值为正。
- ⊙ $\alpha=90^\circ$ 时，输出电压的平均值为零。
- ⊙ $90^\circ < \alpha < 180^\circ$ 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；

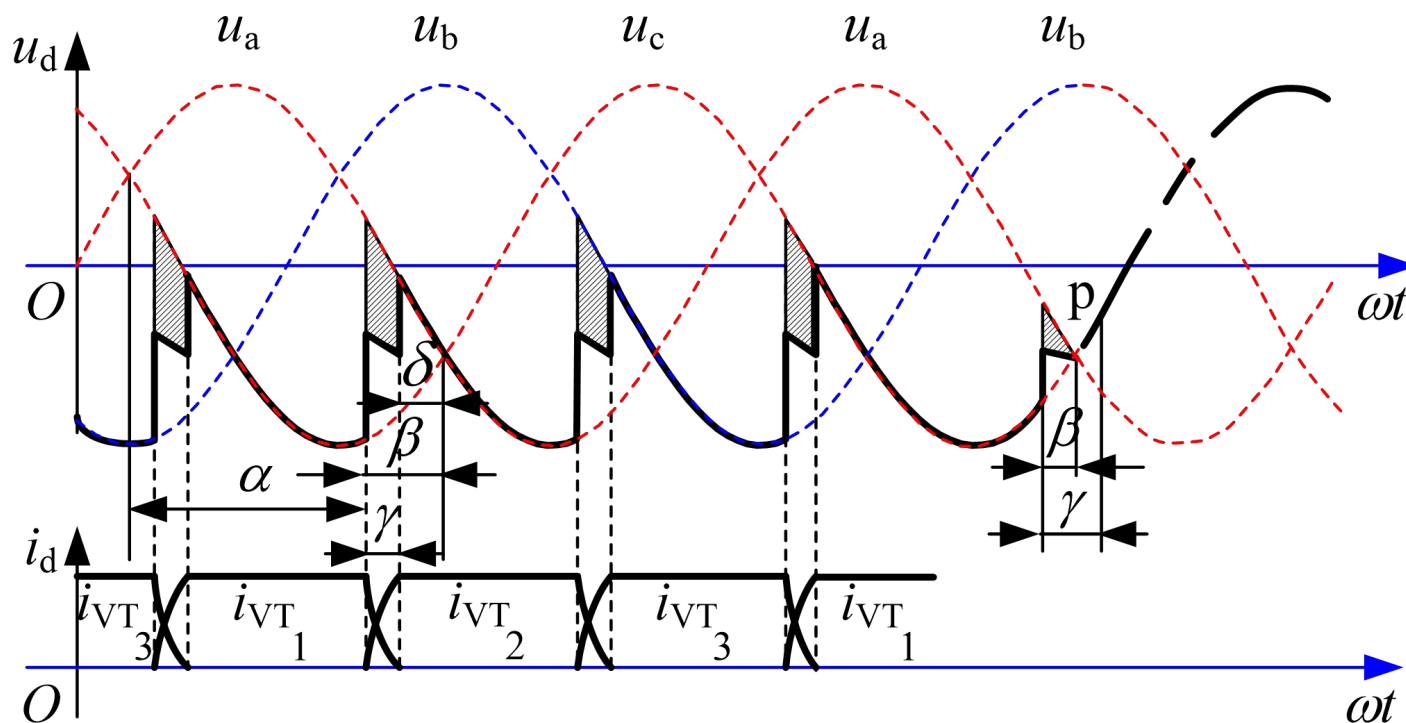
（2）晶闸管发生故障，该断时不断，或该通时不通；

（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）

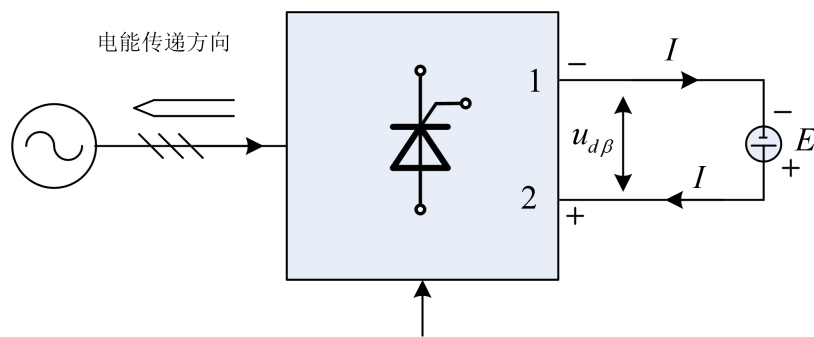


最小超前角 $\beta_{\min} > \gamma + \delta$

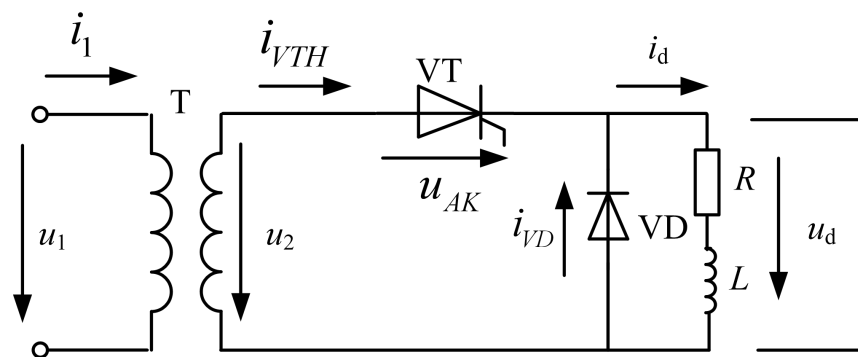
δ : 恢复角

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。

