



第3章 相控整流电路



- 3.1 概述
- 3.2 单相半波可控整流电路
- 3.3 单相桥式全控整流电路
- 3.4 单相桥式半控整流电路
- 3.5 三相半波可控整流电路
- 3.6 三相桥式全控整流电路
- 3.7 三相桥式半控整流电路
- 3.8 变压器漏感对整流电路的影响
- 3.9 小结

三相桥式全控整流电路的特点

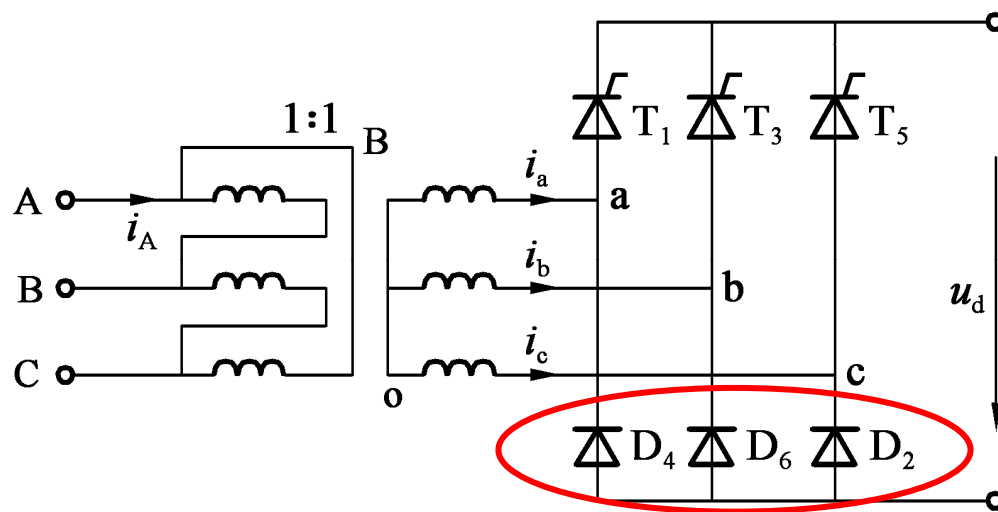
1. 三相桥式全控整流电路在**任何时刻必须保证共阴极组和共阳极组各有一个晶闸管导通**，才能构成导电回路。
2. 器件换流只在本组内进行，**每隔 120° 换流一次**，所以共阴极组晶闸管T1、T3、T5触发脉冲相位相差 120° ，共阳极组晶闸管 T4、T6、T2 的触发脉冲也相差 120° 。**由于共阴极组和共阳极组换流点相隔 60°** ，所以每隔 60° 有一个器件换流。

内容回顾



3. 为了保证任何时刻共阴极组和共阳极组中各有一个晶闸管导通，或者在电流断续后能再次导通，必须对两组中应导通的一对晶闸管同时加触发脉冲。因而可以采用**宽脉冲**（脉冲宽度大于 60° ，一般取 $80^\circ \sim 100^\circ$ ）或**双窄脉冲**（即一个周期内对一个晶闸管连续触发两次，两次脉冲间隔 60° ）实现。
4. 三相桥式全控整流电路的**输出电压是线电压的一部分，一个周期内脉动6次，脉动频率为300 Hz。**

3.7 三相桥式半控整流电路



- ❖ 将三相桥式全控整流电路中的一组晶闸管用三只二极管代替，就构成了三相桥式半控整流电路。
- ❖ 电路工作特点是共阴极组晶闸管必须触发才能换流，而共阳极组二极管总是在自然换相点换流，所以，一个周期内仍然换流6次，3次为自然换流，3次为触发换流。

3.7.1 带阻性负载的三相桥式半控整流电路

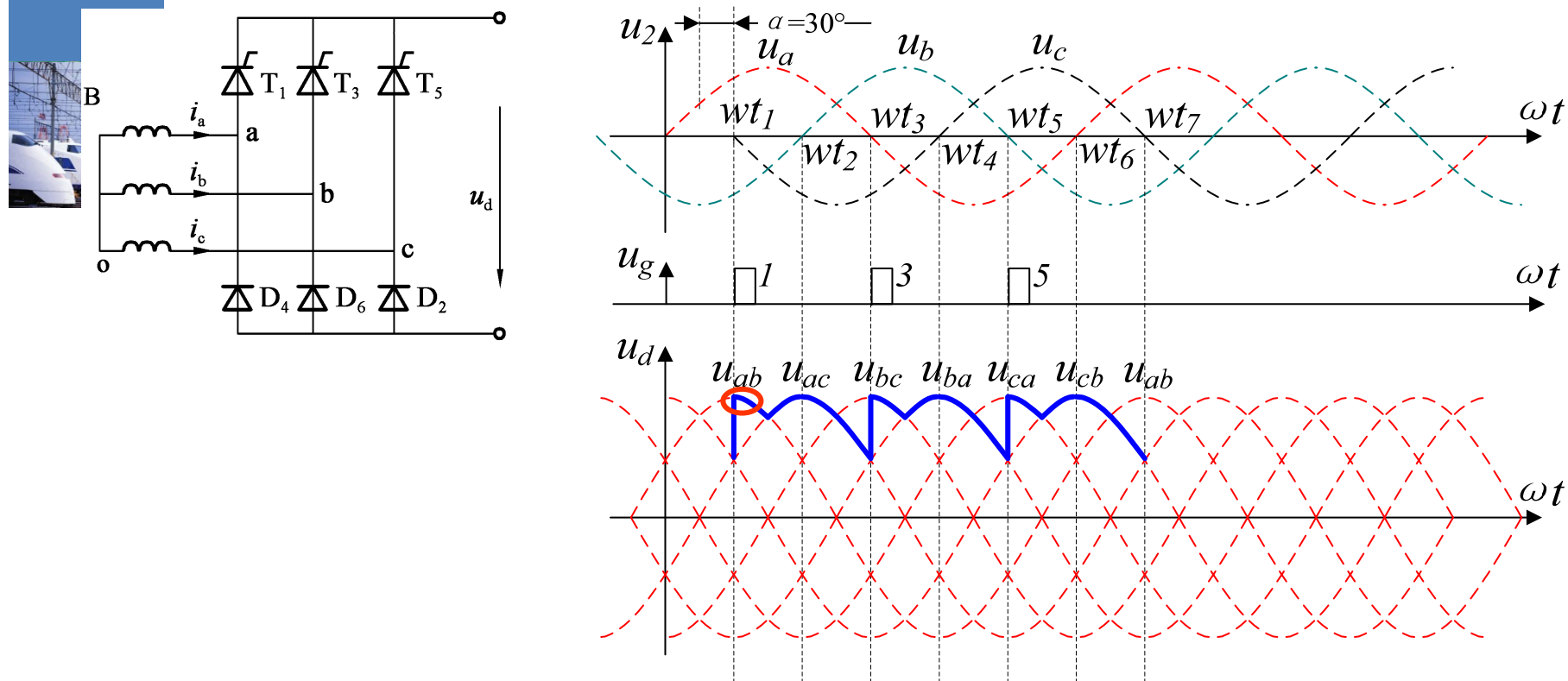


图 3.29 带电阻负载的三相桥式半控整流电路及 $\alpha=30^\circ$ 时的工作波形

3.7.1 带阻性负载的三相桥式半控整流电路

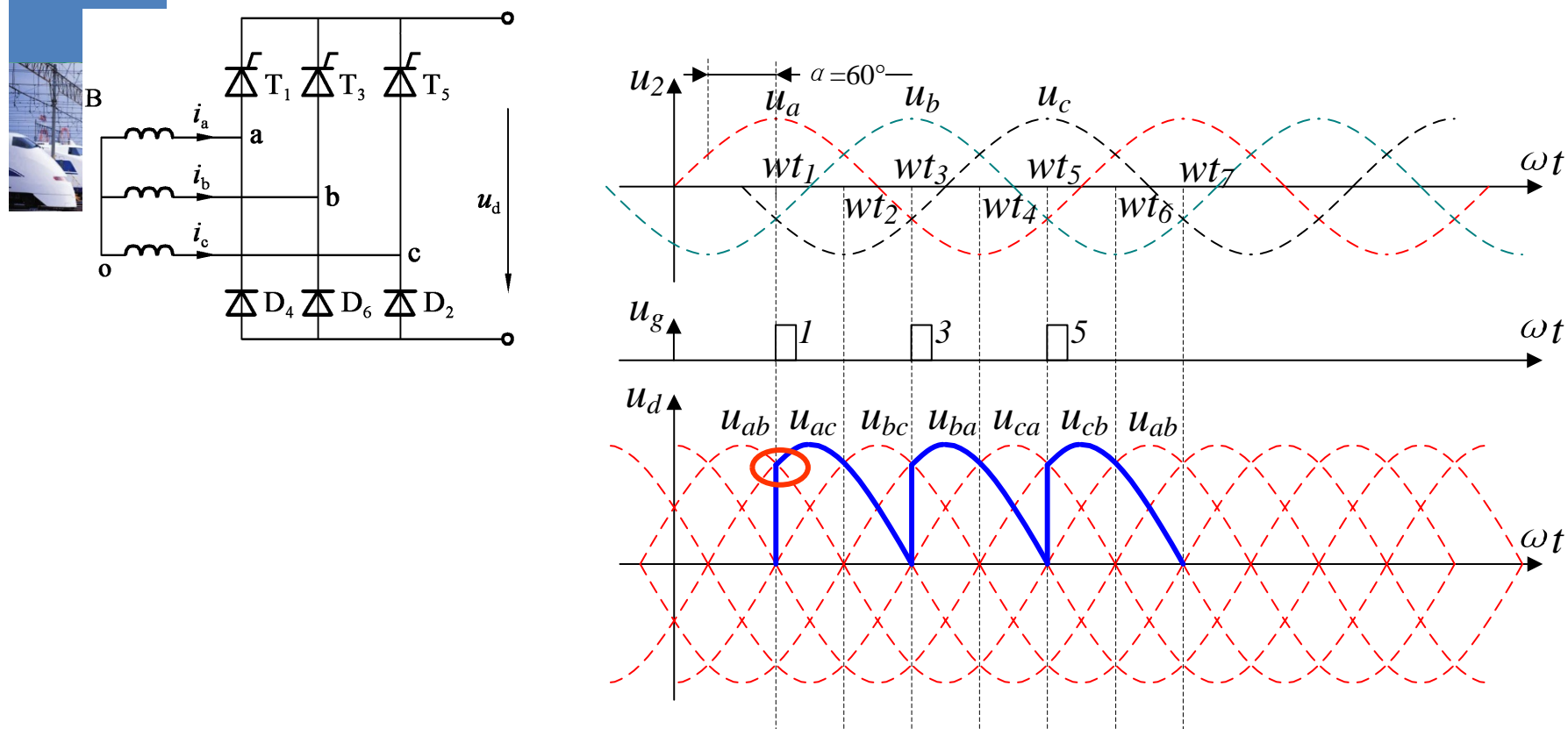


图 3.29 带阻性负载的三相桥式半控整流电路及 $\alpha=60^\circ$ 时的工作波形

3.7.1 带阻性负载的三相桥式半控整流电路

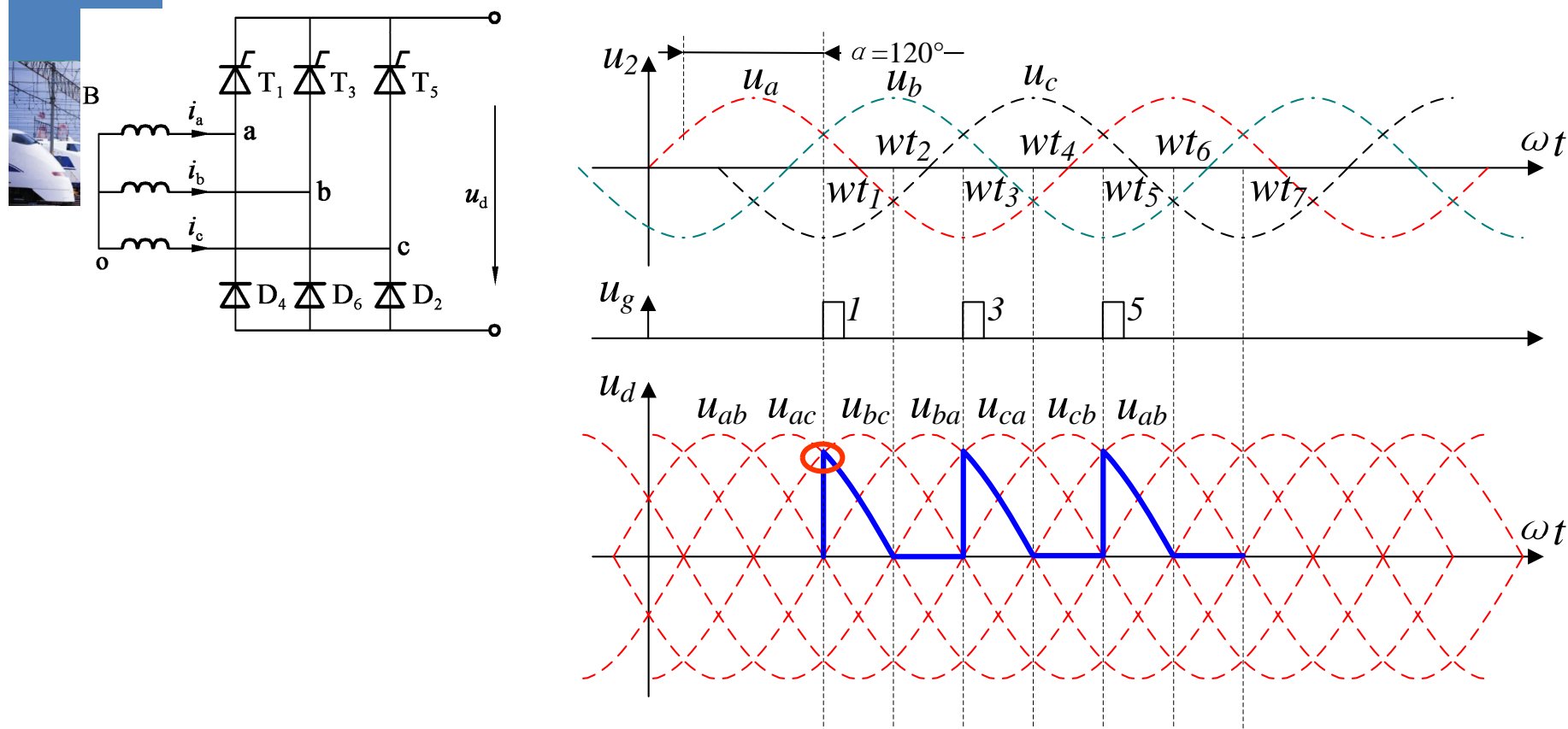


图 3.29 带阻性负载的三相桥式半控整流电路及 $\alpha=120^\circ$ 时的工作波形

3.7.1 带阻性负载的三相桥式半控整流电路

总结：

- ❖ 三相桥式整流电路是对线电压的整流，**工作电压为线电压，不是相电压**，所以判断一个晶闸管**能否被触发导通**是根据其**线电压是否过零**来判断。
- ❖ 三相半控桥整流电路带阻性负载时的**移相范围为 180°** 。
- ❖ 三相桥式半控整流电路带阻性负载时，其整流输出电压平均值的计算也要分别考虑**电压波形连续和断续**的情况。

3.7.2 带感性负载的三相桥式半控整流电路

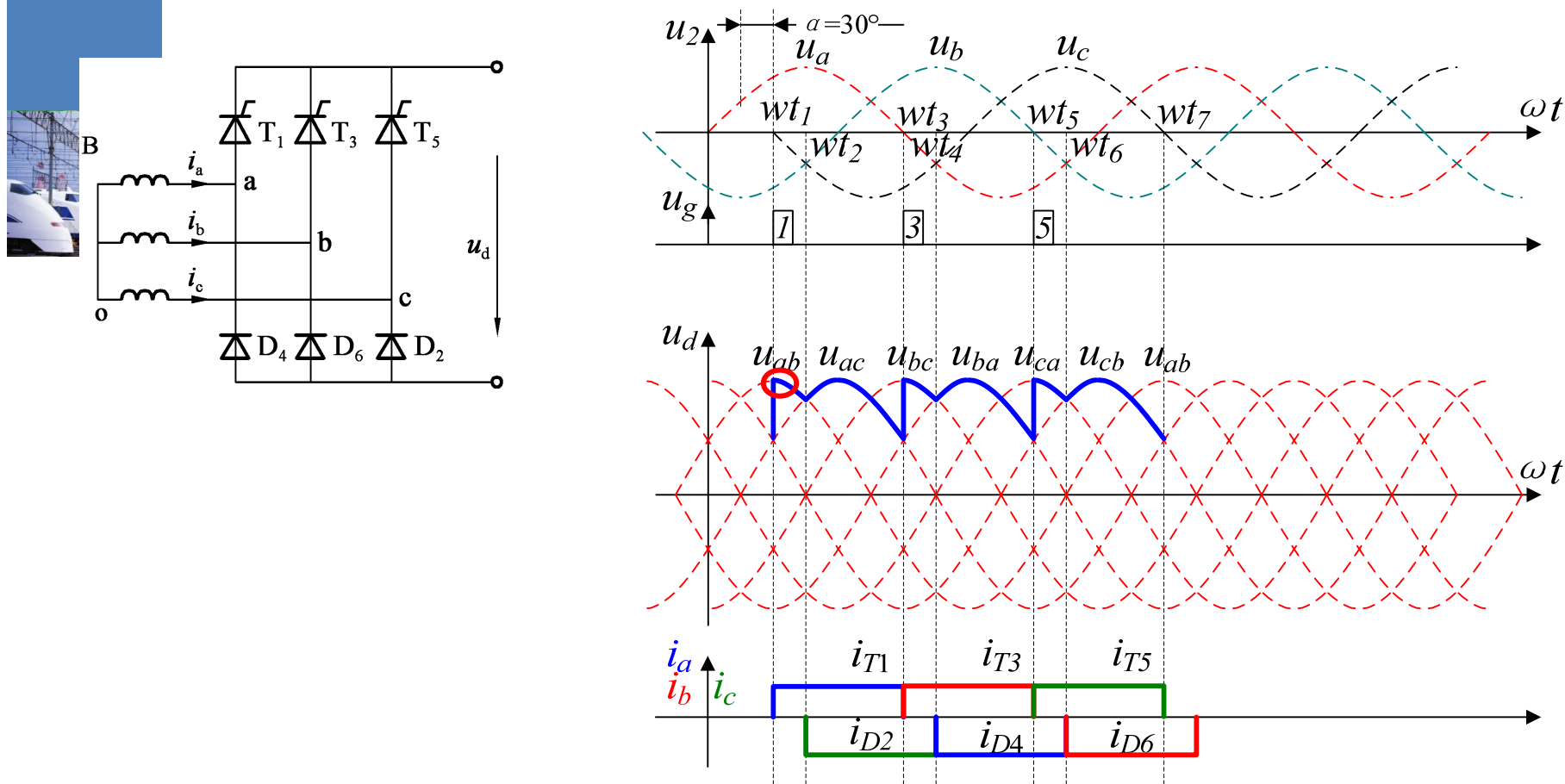


图 3.30 带感性负载的三相桥式半控整流电路 $\alpha=30^\circ$ 时的工作波形

3.7.2 带感性负载的三相桥式半控整流电路

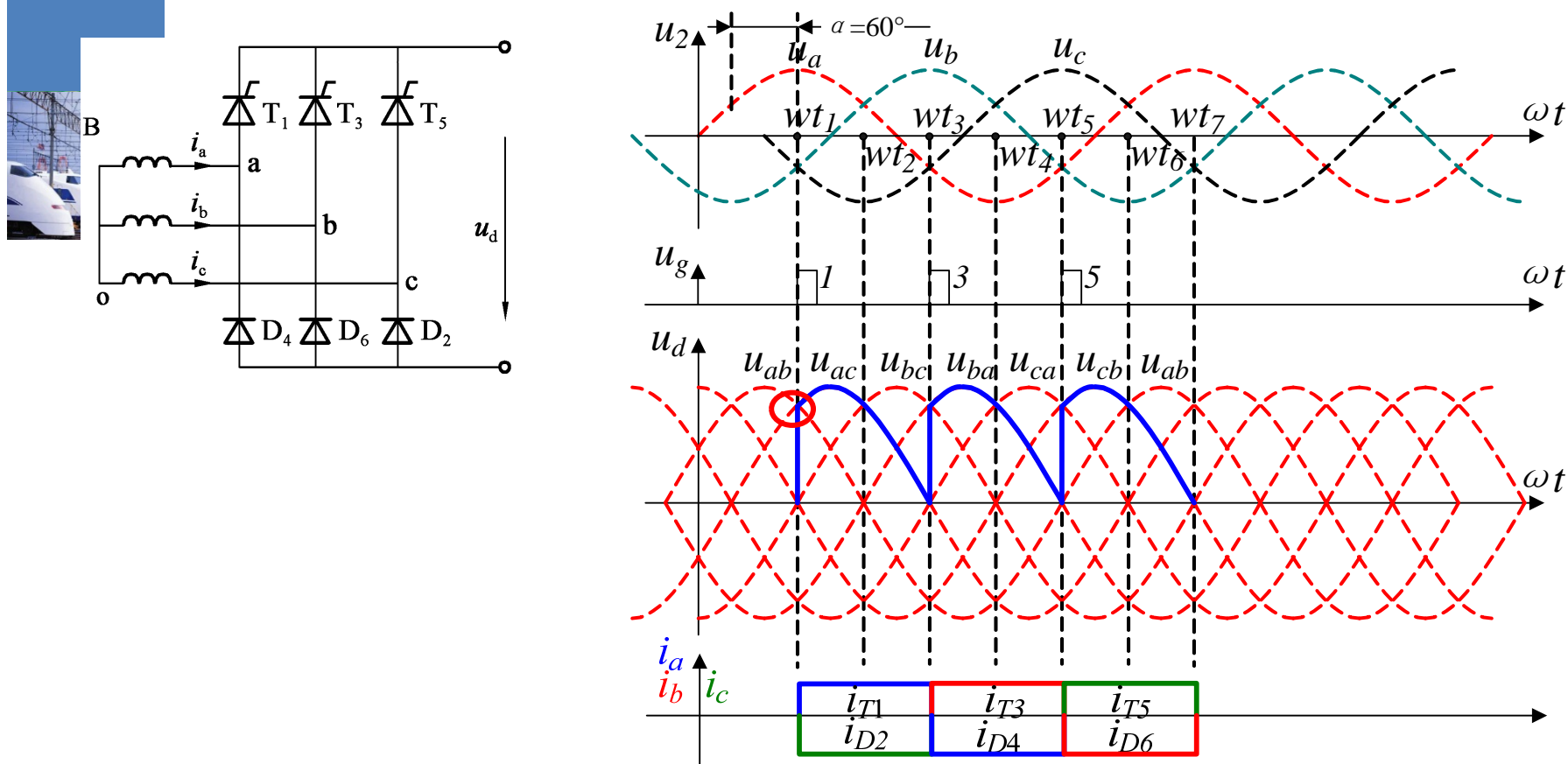


图 3.30 带感性负载的三相桥式半控整流电路 $\alpha=60^\circ$ 时的工作波形

3.7.2 带感性负载的三相桥式半控整流电路

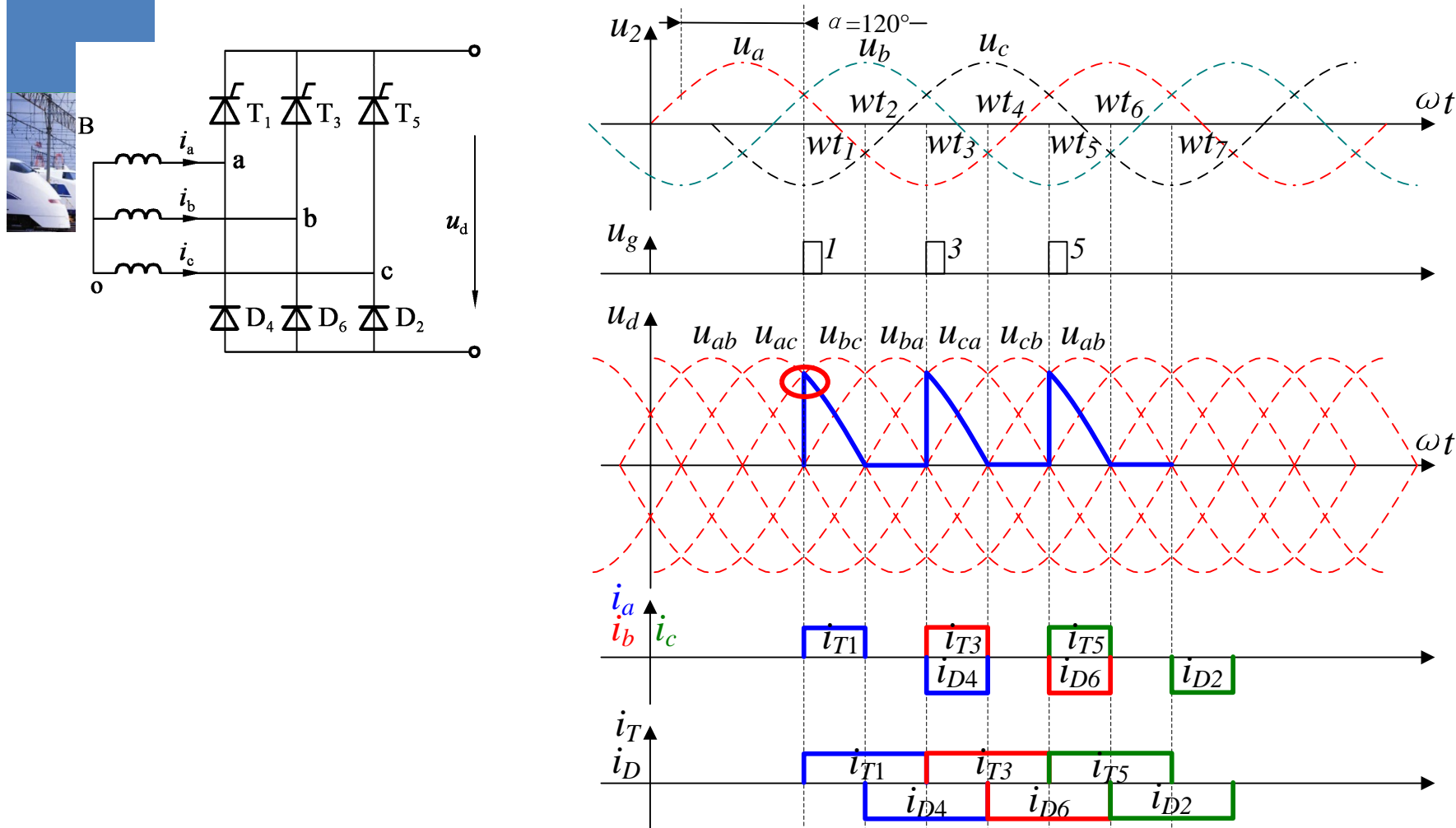


图 3.30 带感性负载的三相桥式半控整流电路 $\alpha=120^\circ$ 时的工作波形

3.7.2 带感性负载的三相桥式半控整流电路

❖ 失控现象

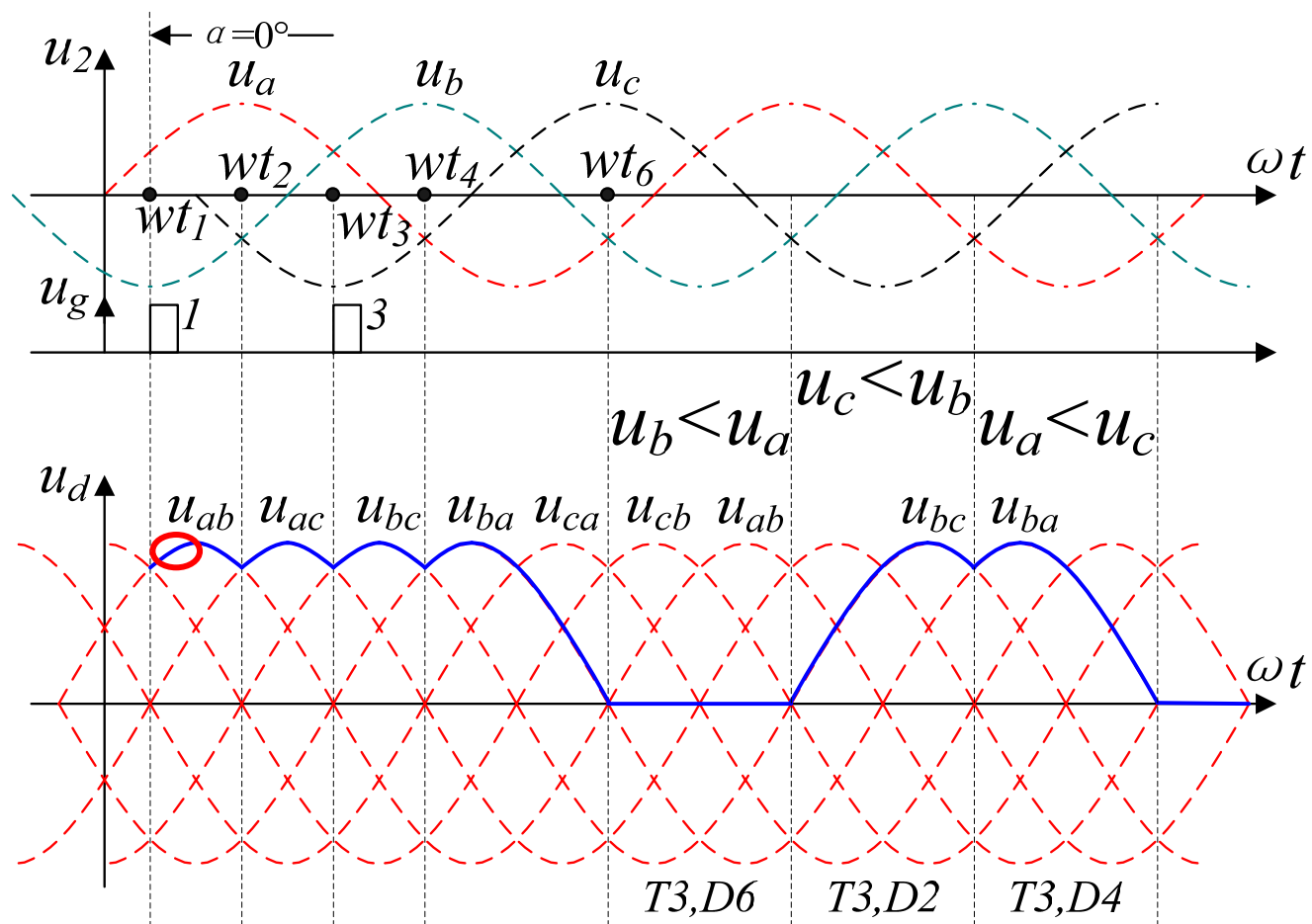


图 3.31 带感性负载的三相桥式半控整流电路失控时的 u_d 波形



❖ 作业:

3.11 3.13

3.14(设触发角度为30度)

3.8 整流变压器漏抗对整流电路的影响

- ❖ 不考虑交流侧的电感时，整流电路的换相是瞬间完成的。对于要关断的器件，其电流从 I_d 突然降至0；对于要开通的器件，其电流从0瞬时上升至 I_d 。
- ❖ 考虑交流侧的电感时，使换相过程不能瞬时完成，在换相过程中会出现两条支路同时导通，即重叠的情况。

3.8.1 换相期间的整流输出电压

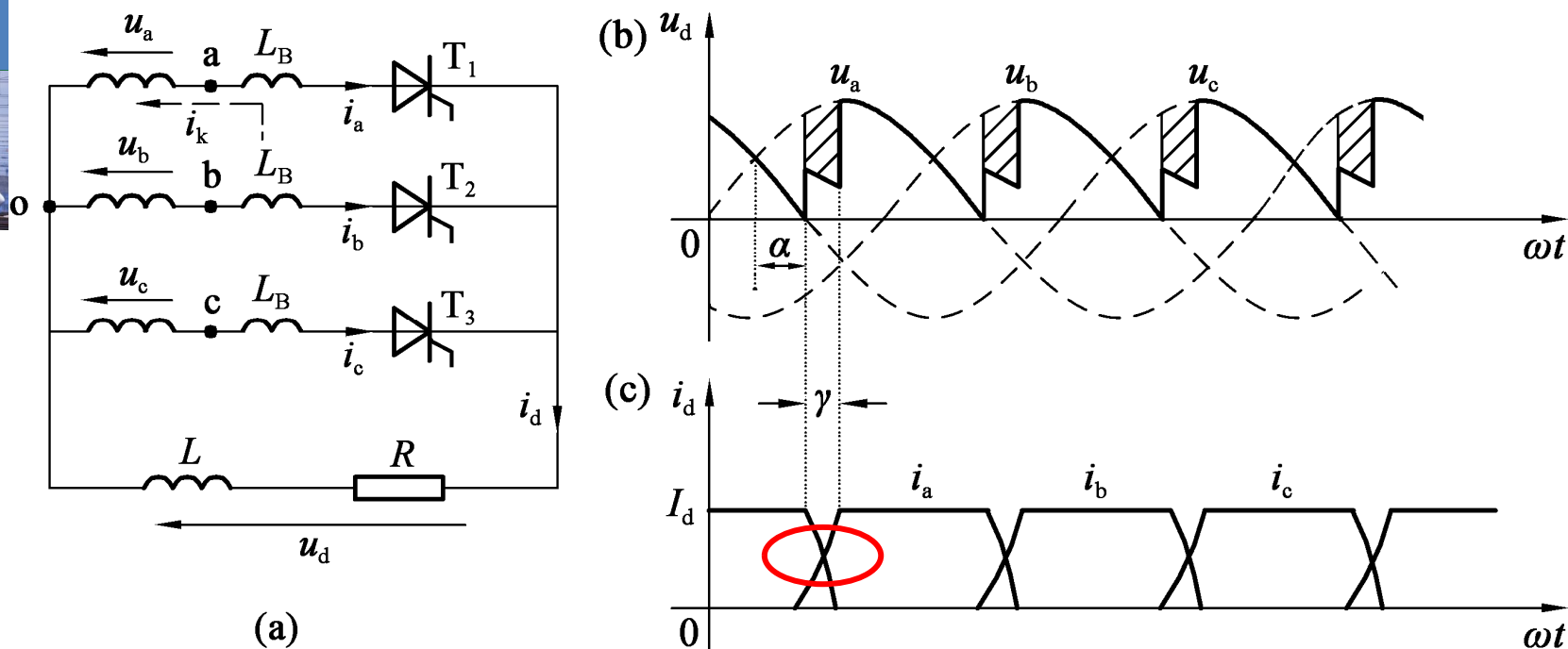


图 3.33 考虑变压器漏抗时三相半波可控整流电路的电流波形

- ❖ 在换相时，电流从 I_d 减小到0和从0增大到 I_d 都需要一定时间，这个过程叫换相过程，换相过程持续的时间用电角度 γ 表示，称为换相重叠角。

3.8.2 换相压降 ΔU_d 的计算

换相压降——与不考虑漏感时相比， u_d 平均值降低的多少

1. 三相半波可控整流电路的换向压降：

$$\Delta U_d = \frac{3}{2\pi} X_B I_d$$

2. m 相整流电路的换向压降：

$$\Delta U_d = \frac{m}{2\pi} X_B I_d$$

3. X_B 的计算：

$$X_B = \frac{U_2}{I_2} \cdot \frac{u_k \%}{100\%}$$

3.8.3 换相重叠角 γ 的计算

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \gamma) = \frac{I_d X_B}{\sqrt{2} U_2 \sin \frac{\pi}{m}}$$

γ 随其它参数变化的规律:

- (1) I_d 越大, 则 γ 越大;
- (2) 当 α 等于常数时, X_B 越大, γ 越大;
- (3) 当 $\alpha \leq 90^\circ$ 时, α 越小 γ 越大。
- (4) 当 $X_B I_d$ 一定时, α 越大 γ 越小。

3.9 小结

各种整流电路换相压降和换相重叠角的计算

	单相全波	单相全控桥	三相半波	三相全控桥	m 脉波整流电路
ΔU_d	$\frac{X_B}{\pi} I_d$	$\frac{2 X_B}{\pi} I_d$	$\frac{3 X_B}{2\pi} I_d$	$\frac{3 X_B}{\pi} I_d$	$\frac{m X_B}{2\pi} I_d$ ①
$\cos\alpha - \cos(\alpha + \gamma)$	$\frac{I_d X_B}{\sqrt{2} U_2}$	$\frac{2 I_d X_B}{\sqrt{2} U_2}$	$\frac{2 X_B I_d}{\sqrt{6} U_2}$	$\frac{2 X_B I_d}{\sqrt{6} U_2}$	$\frac{I_d X_B}{\sqrt{2} U_2 \sin \frac{\pi}{m}}$ ②

注：①单相全控桥电路中，环流 i_k 是从 $-I_d$ 变为 I_d 。本表所列通用公式不适用；

②三相桥式全控等效为相电压等于 $\sqrt{3}U_2$ 的6脉波整流电路，故其 $m=6$ ，相电压按 $\sqrt{3}U_2$ 代入。

变压器漏感对整流电路影响的一些结论

- (1) 出现换相重叠角 g ，整流输出电压平均值 U_d 降低。
- (2) 整流电路的工作状态增多。
- (3) 晶闸管的 di/dt 减小，有利于晶闸管的安全开通。有时人为串入进线电抗器以抑制晶闸管的 di/dt 。
- (4) 换相时晶闸管电压出现缺口，产生正的 du/dt ，可能使晶闸管误导通，为此必须加吸收电路。
- (5) 换相使电网电压出现缺口，成为干扰源。