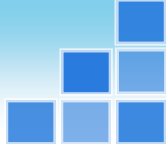


功率电子技术 (后半部分)

自动控制系 沈安文

sawyi@hust.edu.cn

- 4 逆变电路
- 7 PWM控制技术



第4章 逆变电路

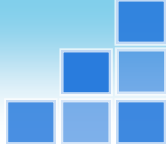
4.1 换流方式

4.2 电压型逆变电路

4.3 电流型逆变电路

4.4 多重逆变电路和多电平逆变电路

本章小结



引言

■ 逆变的概念

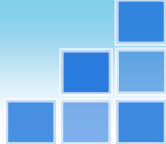
- ◆ 与整流相对应，**直流电**变成**交流电**。
- ◆ 交流侧接电网，为**有源逆变**。
- ◆ 交流侧接负载，为**无源逆变**，本章主要讲述无源逆变。

■ 逆变与变频

- ◆ 变频电路：分为**交交变频**和**交直交变频**两种。
- ◆ 交直交变频由交直变换（整流）和直交变换两部分组成，后一部分就是逆变。

■ 逆变电路的主要应用

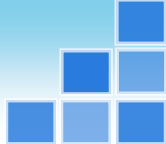
- ◆ 各种直流电源，如蓄电池、干电池、太阳能电池等。
- ◆ 交流电机调速用变频器、不间断电源、感应加热电源等电力电子装置的核心部分都是逆变电路。



4.1 换流方式

4.1.1 逆变电路的基本工作原理

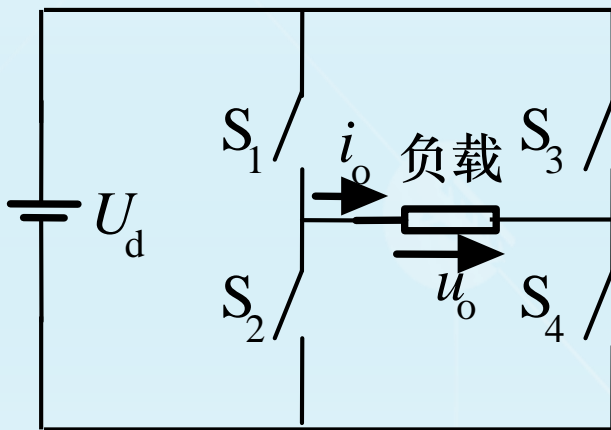
4.1.2 换流方式分类



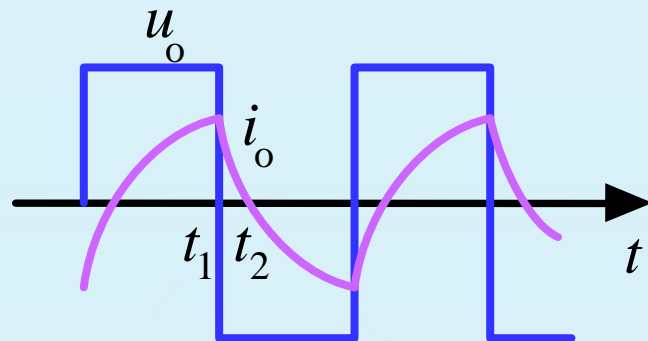
4.1.1 逆变电路的基本工作原理

■ 以单相桥式逆变电路为例说明最基本的工作原理

◆ $S_1 \sim S_4$ 是桥式电路的4个臂，由电力电子器件及辅助电路组成。



a)



b)

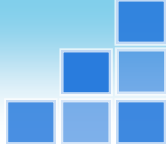
图4-1 逆变电路及其波形举例

◆ 当开关 S_1 、 S_4 闭合， S_2 、 S_3 断开时，负载电压 u_o 为正；
当开关 S_1 、 S_4 断开， S_2 、 S_3 闭合时， u_o 为负，-直流电变成了交流电。

◆ 改变两组开关的切换频率，即可改变输出交流电的频率。

◆ 电阻负载时，负载电流 i_o 和 u_o 的波形相同，相位也相同。

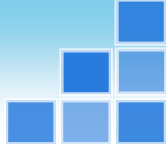
◆ 阻感负载时， i_o 相位滞后于 u_o ，波形也不同。



4.2 电压型逆变电路

4.2.1 单相电压型逆变电路

4.2.2 三相电压型逆变电路



4.2 电压型逆变电路 · 引言

■ 根据直流侧电源性质的不同，可以分为两类

◆ **电压型**逆变电路：直流侧是电压源。

◆ **电流型**逆变电路：直流侧是电流源。

■ 电压型逆变电路的特点

◆ 直流侧为**电压源**或并联**大电容**，直流侧电压基本无脉动。

◆ 由于直流电压源的**钳位作用**，输出电压为**矩形波**，输出电流因负载阻抗不同而不同。

◆ 阻感负载时需提供无功功率，为了给交流侧向直流侧反馈的无功能量提供通道，逆变桥各臂并联**反馈二极管**。

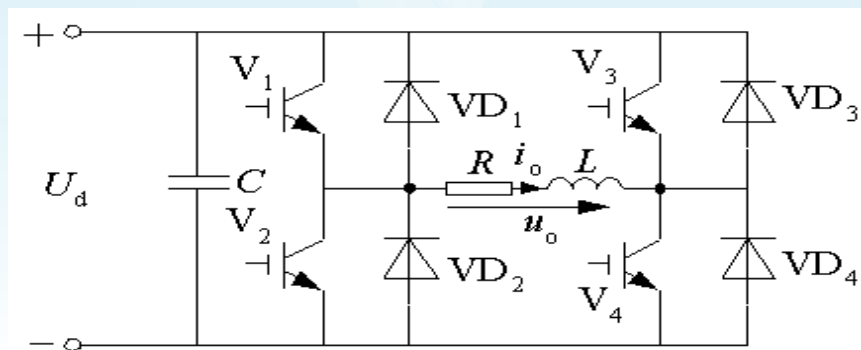
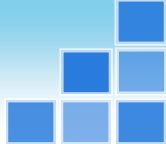
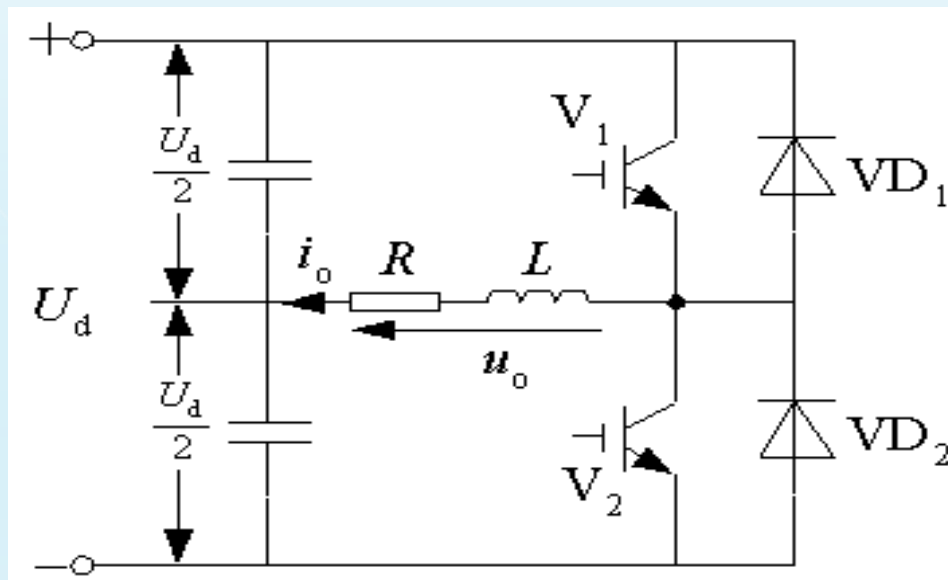


图4-5 电压型逆变电路举例（全桥逆变电路）

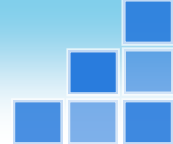


4.2.1 单相电压型逆变电路

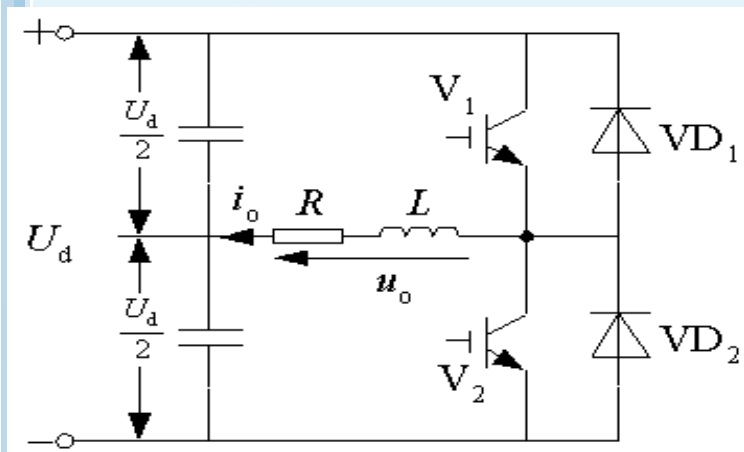


■ 半桥逆变电路：

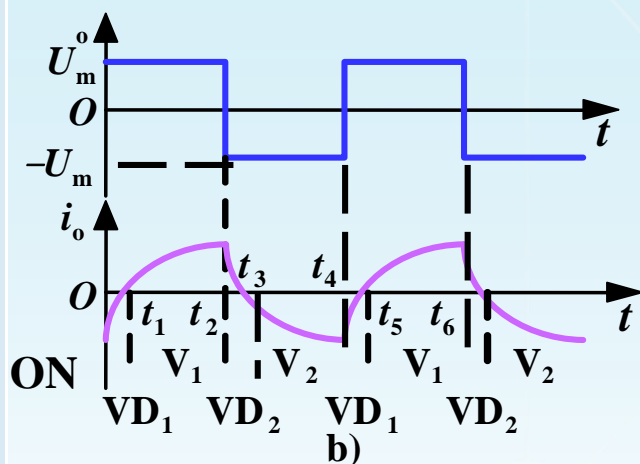
- ◆ 在直流侧接有两个相互串联的足够大的电容，两个电容的**联结点**便成为直流电源的**中点**，负载联接在直流电源中点和两个桥臂联结点之间。



4.2.1 单相电压型逆变电路



a)



b)

图4-6 单相半桥电压型逆变电路及其工作波形

◆工作原理

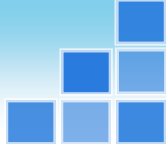
设开关器件 V_1 和 V_2 的栅极信号在一个周期内各有半周正偏，半周反偏，且二者互补。

输出电压 u_o 为矩形波，其幅值为 $U_m = U_d/2$ 。

电路带阻感负载，

t_2 时刻给 V_1 关断、 V_2 开通信号，则 V_1 关断，但感性负载中的电流 i_o 不能立即改变方向，于是 VD_2 导通续流，当 t_3 时刻 i_o 降为零时， VD_2 截止， V_2 开通， i_o 开始反向。

t_4 时刻给 V_2 关断、 V_1 开通信号，则 V_2 关断，但感性负载中的电流 i_o 不能立即改变方向，于是 VD_1 导通续流，当 t_5 时刻 i_o 升到零时， VD_1 截止， V_1 开通， i_o 开始反向。



4.2.1 单相电压型逆变电路

当 V_1 或 V_2 通时， i_o 和 u_o 同方向，直流侧向负载提供能量； VD_1 或 VD_2 通时， i_o 和 u_o 反向，电感中贮能向直流侧反馈。 VD_1 、 VD_2 称为**反馈二极管**，它又起着使负载电流连续的作用，又称**续流二极管**。

◆优点是简单，使用器件少；其缺点是输出交流电压的幅值 U_m 仅为 $U_d/2$ ，且直流侧需要两个电容器串联，工作时还要控制两个电容器电压的均衡；因此，半桥电路常用于**几kW以下**的小功率逆变电源。

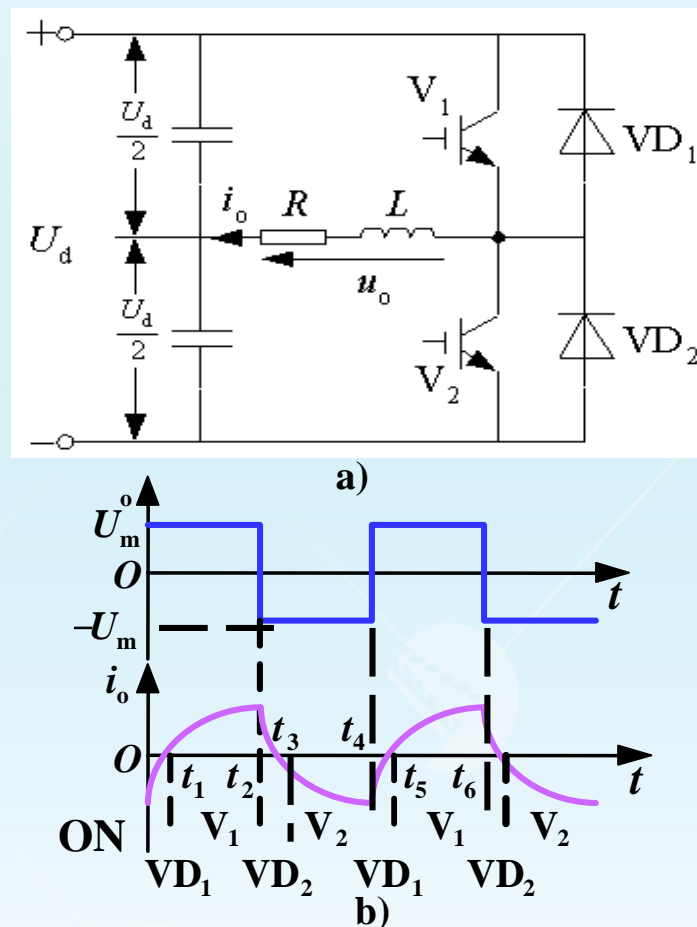
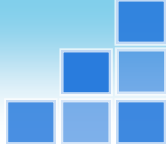


图4-6 单相半桥电压型逆变电路及其工作波形



4.2.1 单相电压型逆变电路

■ 全桥逆变电路

- ◆ 共四个桥臂，可看成两个半桥电路组合而成。
- ◆ 两对桥臂交替导通 180° 。
- ◆ 输出电压和电流波形与半桥电路形状相同，但幅值高出一倍。
- ◆ 在这种情况下，要改变输出交流电压的有效值只能通过改变直流电压 U_d 来实现。

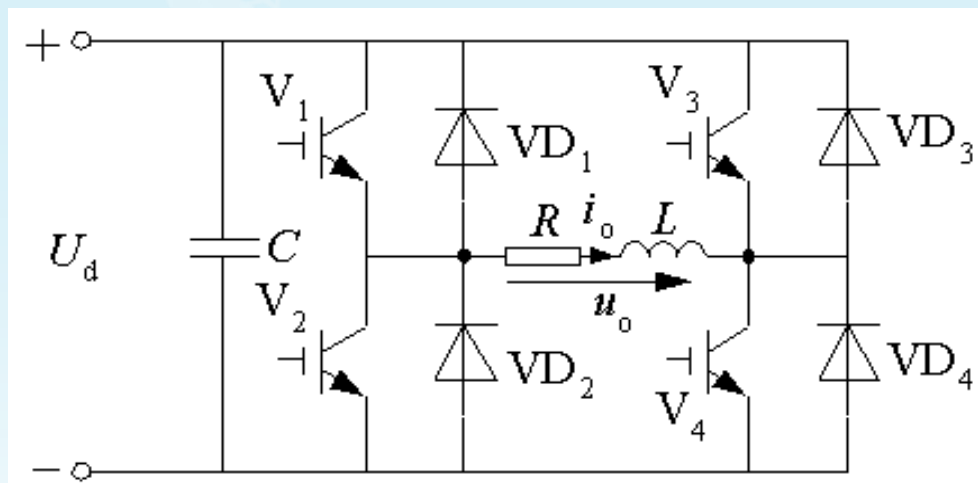
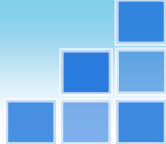


图4-5 全桥逆变电路



4.2.1 单相电压型逆变电路

■ 全桥逆变电路

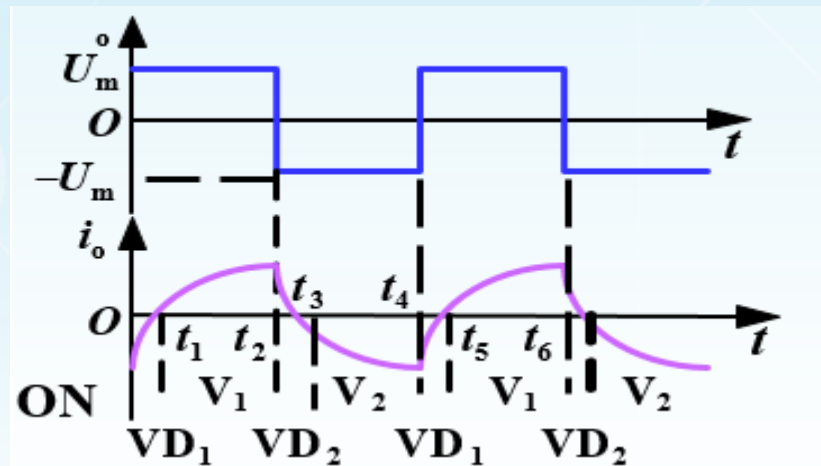
◆ U_d 的矩形波 u_o 展开成傅里叶级数得

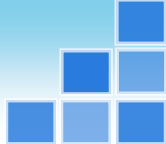
$$u_o = \frac{4U_d}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \cdots \right) \quad (4-1)$$

其中基波的幅值 U_{o1m} 和基波有效值 U_{o1} 分别为

$$U_{o1m} = \frac{4U_d}{\pi} = 1.27U_d \quad (4-2)$$

$$U_{o1} = \frac{2\sqrt{2}U_d}{\pi} = 0.9U_d \quad (4-3)$$





4.2.1 单相电压型逆变电路

◆ 移相调压方式

采用全桥逆变电路，但是控制方式与全桥逆变不相同。

☞ V_3 的基极信号比 V_1 落后 θ ($0 < \theta < 180^\circ$)。

V_3 、 V_4 的栅极信号分别比 V_2 、 V_1 的前移 $180^\circ - \theta$ 。

输出电压是正负各为 θ 的脉冲。

☞ 工作过程

✓ t_1 时刻前 V_1 和 V_4 导通， $u_o = U_d$ 。

✓ t_1 时刻 V_4 截止，而因负载电感中的电流 i_o 不能突变， V_3 不能立刻导通， VD_3 导通续流， $u_o = 0$ 。

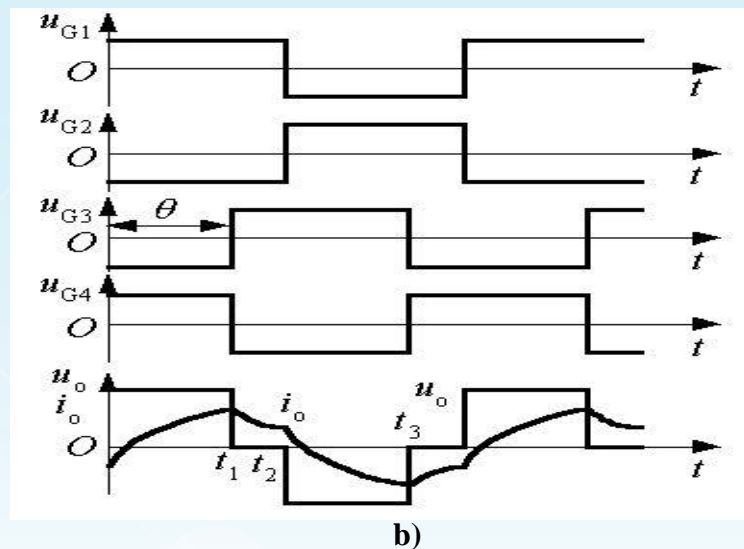
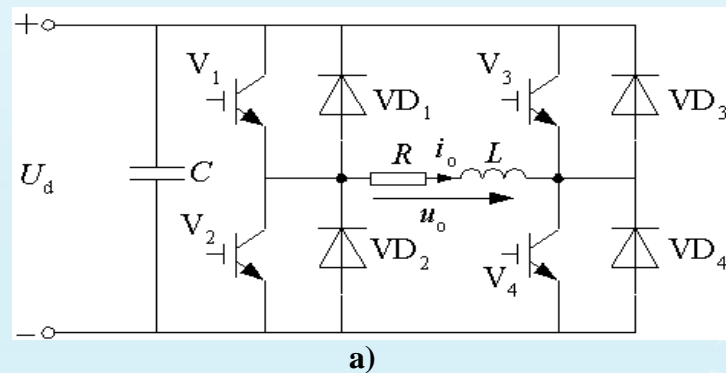
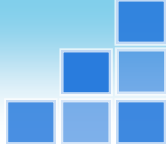


图4-7 单相全桥逆变电路的移相调压方式



4.2.1 单相电压型逆变电路

◆ 移相调压方式

√ t_2 时刻 V_1 截止，而 V_2 不能立刻导通， VD_2 导通续流，和 VD_3 构成电流通路， $u_o = -U_d$ 。

√ 到负载电流过零并开始反向时， VD_2 和 VD_3 截止， V_2 和 V_3 开始导通， u_o 仍为 $-U_d$ 。

√ t_3 时刻 V_3 截止，而 V_4 不能立刻导通， VD_4 导通续流， u_o 再次为零。

📌 改变 θ 就可调节输出电压。

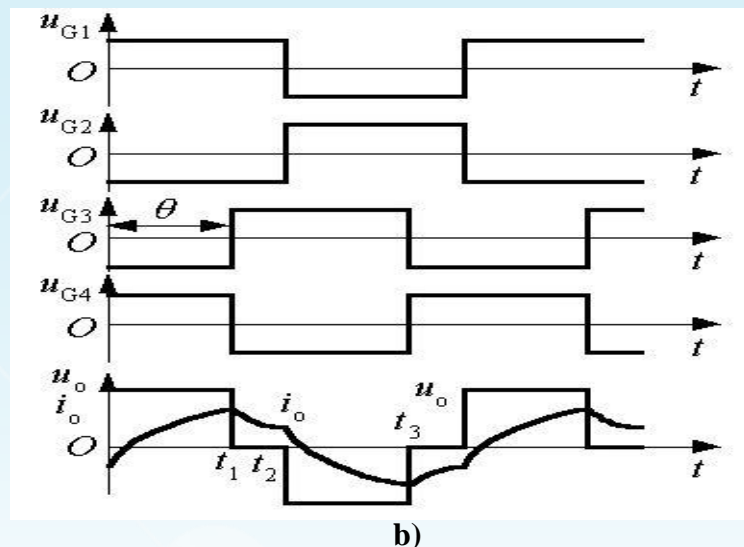
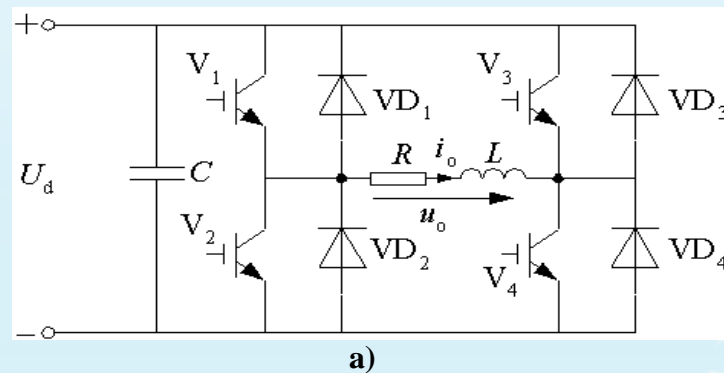
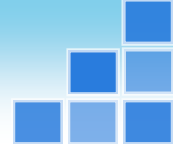


图4-7 单相全桥逆变电路的移相调压方式



4.2.1 单相电压型逆变电路

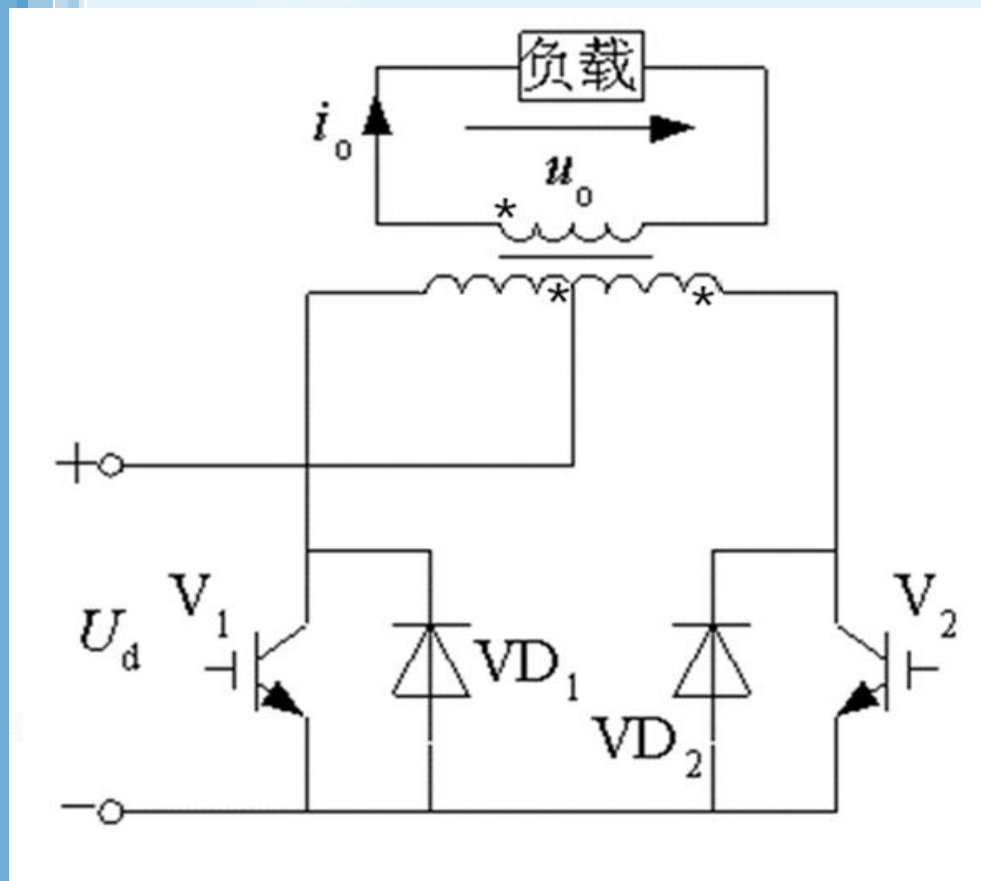


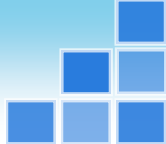
图4-8 带中心抽头变压器的逆变电路

■ 带中心抽头变压器的逆变电路

◆ 交替驱动两个IGBT，经变压器耦合给负载加上矩形波交流电压。

◆ 两个二极管的作用也是提供无功能量的反馈通道。

◆ U_d 和负载参数相同，变压器匝比为1: 1: 1时， u_o 和 i_o 波形及幅值与全桥逆变电路完全相同。



4.2.1 单相电压型逆变电路

■ 带中心抽头变压器的逆变电路

◆ 与全桥电路相比较

比全桥电路少用一半开关器件。

器件承受的电压为 $2U_d$ ，比全桥电路高一倍。

必须有一个变压器。

改变变压器的匝比可以改变输出电压。

输入电压和输出电压的隔离。

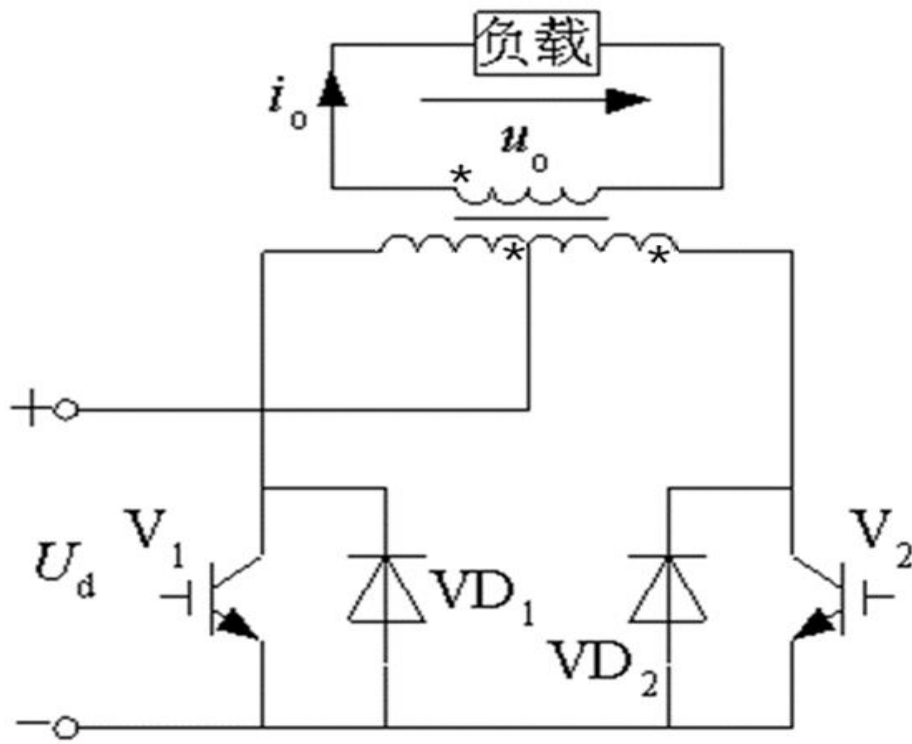
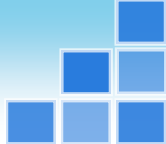


图4-8 带中心抽头变压器的逆变电路



4.2.2 三相电压型逆变电路

- 三个单相逆变电路可组合成一个三相逆变电路。
- 三相桥式逆变电路
 - ◆ 基本工作方式是**180° 导电方式**。
 - ◆ 同一相（即同一半桥）上下两臂交替导电，各相开始导电的角度差**120°**，任一瞬间有**三个桥臂**同时导通。
 - ◆ 每次换流都是在同一相上下两臂之间进行，也称为**纵向换流**。

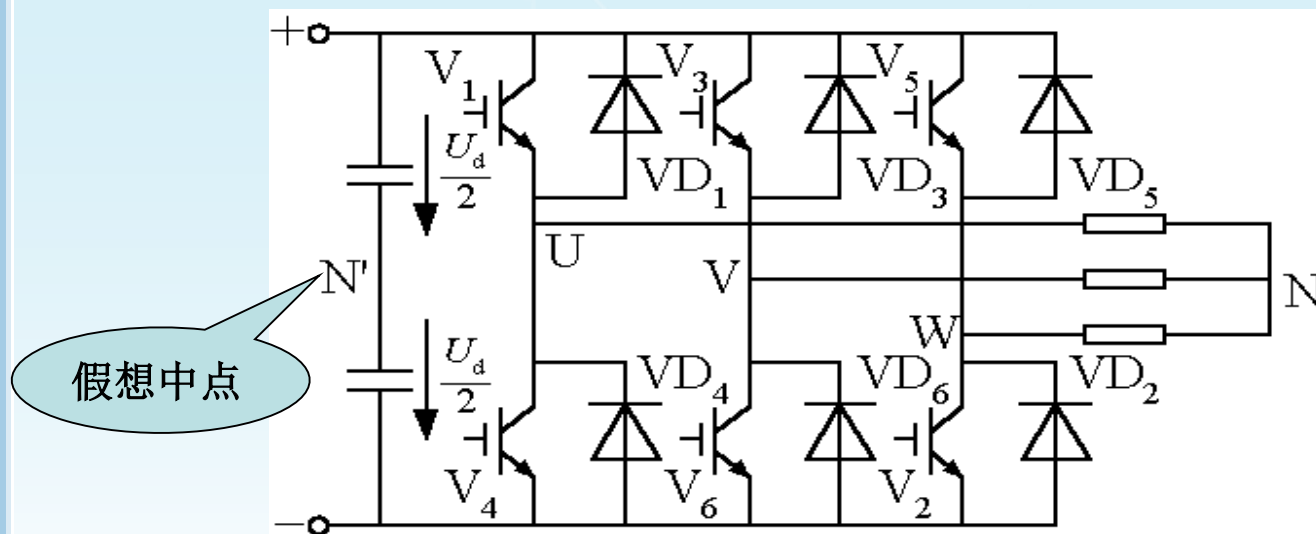


图4-9 三相电压型桥式逆变电路

■ 工作波形

◆ 对于U相输出来说:

当桥臂1导通时, $u_{UN'} = U_d/2$,

当桥臂4导通时, $u_{UN'} = -U_d/2$,

$u_{UN'}$ 的波形是幅值为 $U_d/2$ 的矩形波,

◆ V、W两相的情况和U相类似。

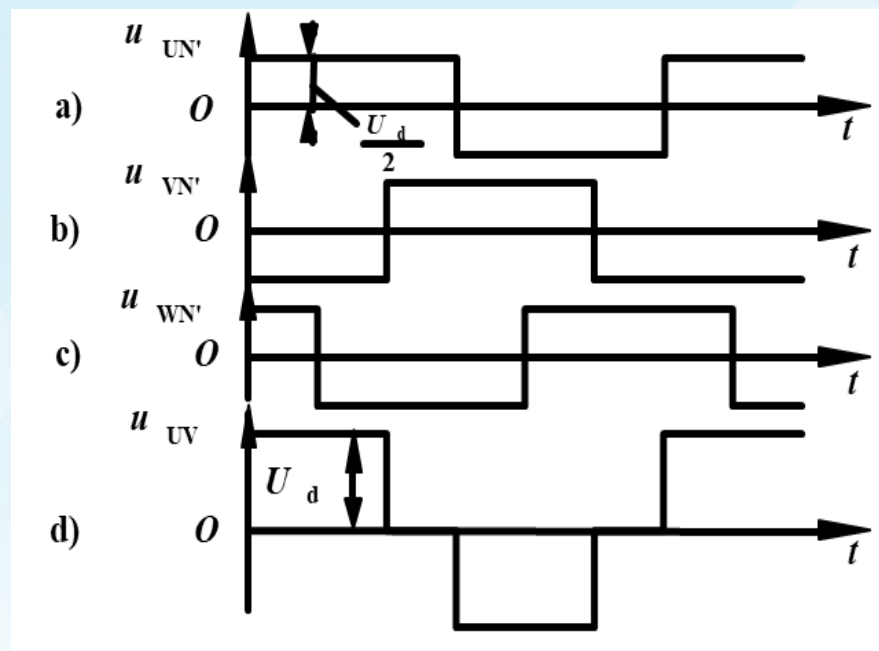
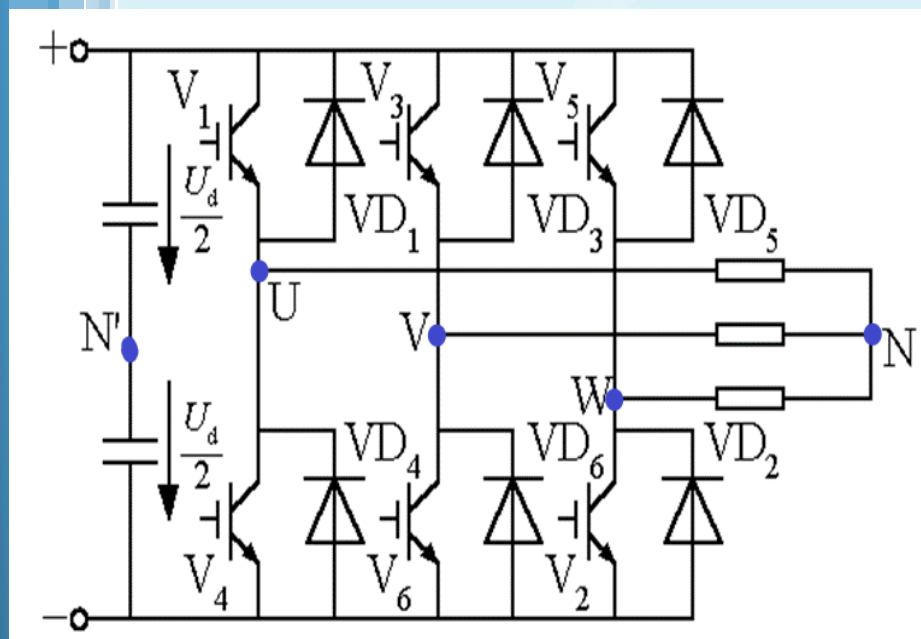
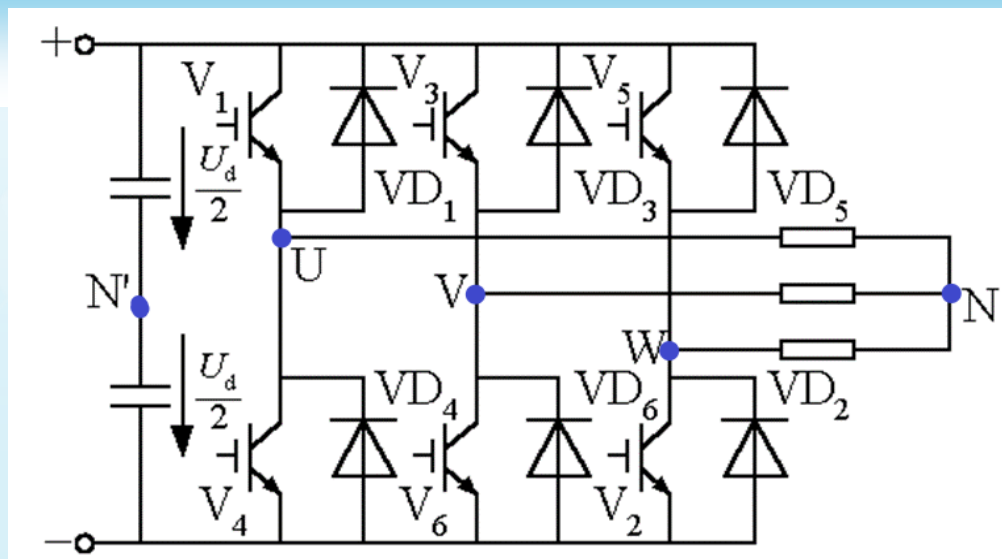


图4-10 电压型三相桥式逆变电路的工作波形

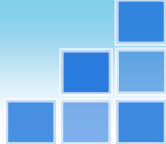


◆ 负载线电压 u_{UV} 、 u_{VW} 、 u_{WU} 可由下式求出

$$\left. \begin{aligned} u_{UV} &= u_{UN'} - u_{VN'} \\ u_{VW} &= u_{VN'} - u_{WN'} \\ u_{WU} &= u_{WN'} - u_{UN'} \end{aligned} \right\} \quad (4-4)$$

◆ 负载各相的相电压分别为

$$\left. \begin{aligned} u_{UN} &= u_{UN'} - u_{NN'} \\ u_{VN} &= u_{VN'} - u_{NN'} \\ u_{WN} &= u_{WN'} - u_{NN'} \end{aligned} \right\} \quad (4-5)$$



◆把上面各式相加并整理可求得

$$u_{NN'} = \frac{1}{3}(u_{UN'} + u_{VN'} + u_{WN'}) - \frac{1}{3}(u_{UN} + u_{VN} + u_{WN})$$

(4-6)

设负载为三相对称负载，则有
 $u_{UN} + u_{VN} + u_{WN} = 0$ ，故可得

$$u_{NN'} = \frac{1}{3}(u_{UN'} + u_{VN'} + u_{WN'})$$

(4-7)

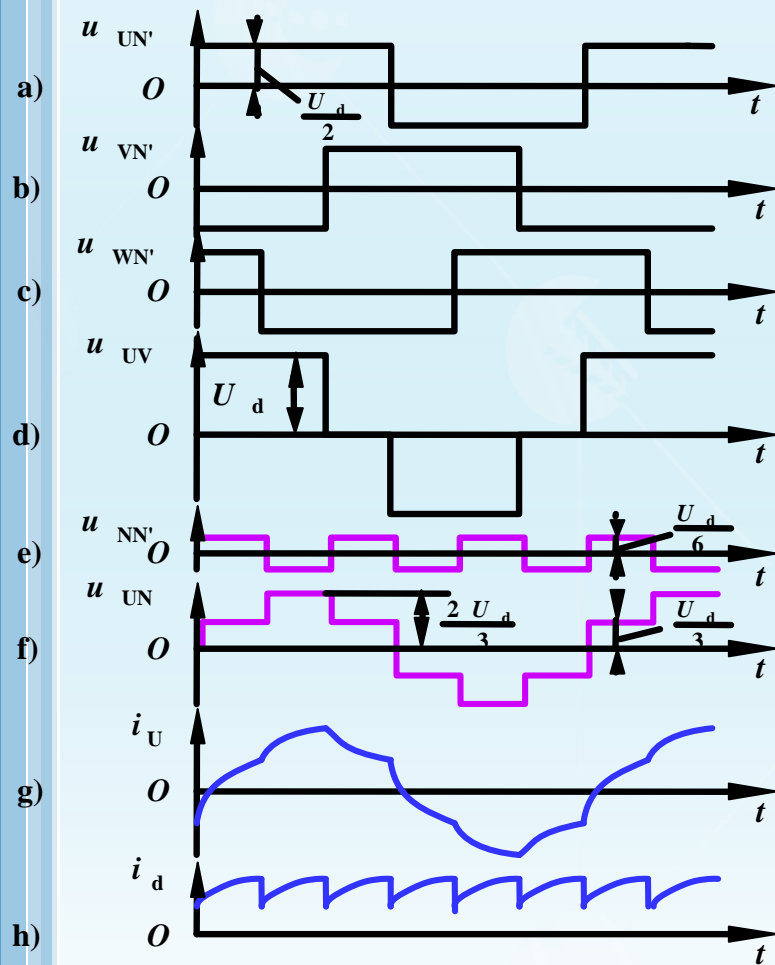


图4-10 电压型三相桥式逆变电路的工作波形

◆ 负载参数已知时，可以由 u_{UN} 的波形求出U相电流 i_U 的波形，

图4-10g给出的是阻感负载下 $\varphi < \pi/3$ 时 i_U 的波形。

◆ 把桥臂1、3、5的电流加起来，就可得到直流侧电流 i_d 的波形，

如图4-10h所示，可以看出 i_d 每隔 60° 脉动一次。

■ 基本的数量关系

◆ 把输出线电压 u_{UV} 展开成傅里叶级数得

$$\begin{aligned} u_{UV} &= \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} \left(\sin \omega t - \frac{1}{5} \sin 5\omega t - \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \frac{1}{11} \sin 11\omega t + \frac{1}{13} \sin 13\omega t - \dots \right) \\ &= \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} \left[\sin \omega t + \sum_n \frac{1}{n} (-1)^k \sin n\omega t \right] \end{aligned} \quad (4-8)$$

式中, $n = 6k \pm 1$, k 为自然数。

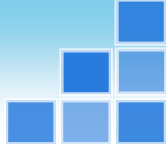
◆ 输出线电压有效值 U_{UV} 为

$$U_{UV} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_{UV}^2 d\omega t} = 0.816U_d \quad (4-9)$$

其中基波幅值 U_{UV1m} 和基波有效值 U_{UV1} 分别为

$$U_{UV1m} = \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} = 1.1U_d \quad (4-10)$$

$$U_{UV1} = \frac{U_{UV1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} U_d = 0.78U_d \quad (4-11)$$



◆把 u_{UN} 展开成傅里叶级数得

$$\begin{aligned} u_{UN} &= \frac{2U_d}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \frac{1}{7} \sin 7\omega t + \frac{1}{11} \sin 11\omega t + \frac{1}{13} \sin 13\omega t + \dots \right) \\ &= \frac{2U_d}{\pi} \left(\sin \omega t + \sum_n \frac{1}{n} \sin n\omega t \right) \end{aligned} \quad (4-12)$$

式中, $n = 6k \pm 1$, k 为自然数。

◆负载相电压有效值 U_{UN} 为

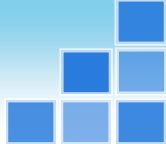
$$U_{UN} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_{UN}^2 d\omega t} = 0.471U_d \quad (4-13)$$

其中基波幅值 U_{UN1m} 和基波有效值 U_{UN1} 分别为

$$U_{UN1m} = \frac{2U_d}{\pi} = 0.637U_d \quad (4-14)$$

$$U_{UN1} = \frac{U_{UN1m}}{\sqrt{2}} = 0.45U_d \quad (4-15)$$

■为了防止同一相上下两桥臂的开关器件同时导通而引起直流侧电源的短路,要采取“先断后通”的方法,并加入死区。



■ 例：三相桥式电压型逆变电路， 180° 导电方式， $U_d=200V$ 。试求输出相电压的基波幅值 U_{UN1m} 和有效值 U_{UN1} 、输出线电压的基波幅值 U_{UV1m} 和有效值 U_{UV1} 、输出线电压中7次谐波的有效值 U_{UV7} 。

解：

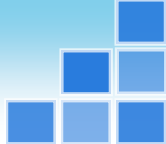
$$U_{UN1} = \frac{U_{UN1m}}{\sqrt{2}} = 0.45U_d = 0.45 \times 200 = 90 \text{ (V)}$$

$$U_{UN1m} = \frac{2U_d}{\pi} = 0.637U_d = 0.637 \times 200 = 127.4 \text{ (V)}$$

$$U_{UV1m} = \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} = 1.1U_d = 1.1 \times 200 = 220 \text{ (V)}$$

$$U_{UV1} = \frac{U_{UV1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{\pi}U_d = 0.78U_d = 0.78 \times 200 = 156 \text{ (V)}$$

$$U_{UV7} = 2\sqrt{3}U_d / (3.14 \times 7 \times \sqrt{2}) = 22.3 \text{ (V)}$$



4.3 电流型逆变电路 · 引言

- 直流电源为**电流源**的逆变电路称为**电流型逆变电路**。
- 电流型逆变电路主要特点
 - ◆ 直流侧串**大电感**，电流基本无脉动，相当于**电流源**。
 - ◆ 交流输出电流为**矩形波**，与负载阻抗角无关，输出电压波形和相位因负载不同而不同。
 - ◆ 直流侧电感起缓冲无功能量的作用，不必给开关器件反并联二极管。
- 电流型逆变电路中，采用**半控型器件**的电路仍应用较多，换流方式有**负载换流**、**强迫换流**。

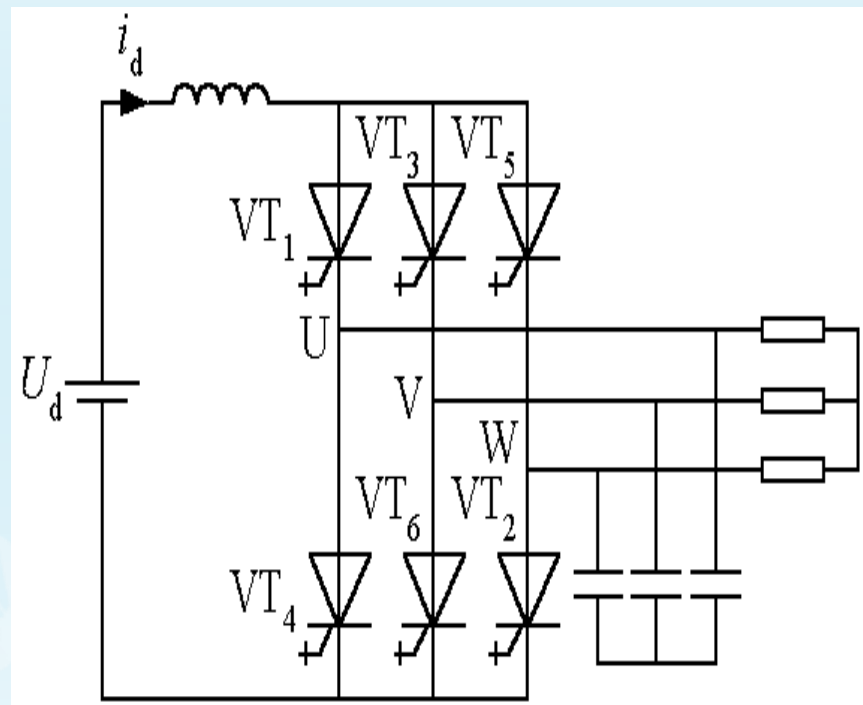
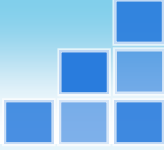


图4-11 电流型三相桥式逆变电路



4.4 多重逆变电路和多电平逆变电路

4.4.1 多重逆变电路

4.4.2 多电平逆变电路

4.4 多重逆变电路和多电平逆变电路·引言

- **电压型**逆变电路的输出电压是矩形波，**电流型**逆变电路的输出电流是矩形波，**矩形波**中含有较多的**谐波**，对负载会产生不利影响。
- 常常采用多重逆变电路把几个矩形波组合起来，使之成为**接近正弦波**的波形。
- 也可以改变电路结构，构成多电平逆变电路，它能够输出较多的电平，从而使输出电压向正弦波靠近。

4.4.1 多重逆变电路

■ 二重单相电压型逆变电路

◆ 两个单相全桥逆变电路组成，输出通过变压器 T_1 和 T_2 串联起来。

◆ 输出波形

■ 两个单相的输出 u_1 和 u_2 是 180° 矩形波。

■ u_1 和 u_2 相位错开 $\varphi=60^\circ$ ，其中的3次谐波就错开了 $3 \times 60^\circ = 180^\circ$ ，变压器串联合成后，**3次谐波互相抵消**，总输出电压中不含3次谐波。

■ u_o 波形是 120° 矩形波，含 $6k \pm 1$ 次谐波， $3k$ 次谐波都被抵消。

■ 由此得出的一些结论

◆ 把若干个逆变电路的输出按一定的相位差组合起来，使它们所含的某些主要谐波分量相互抵消，就可以得到较为接近正弦波的波形。

◆ 多重逆变电路有**串联多重**和**并联多重**两种方式，电压型逆变电路多用串联多重方式，电流型逆变电路多用并联多重方式。

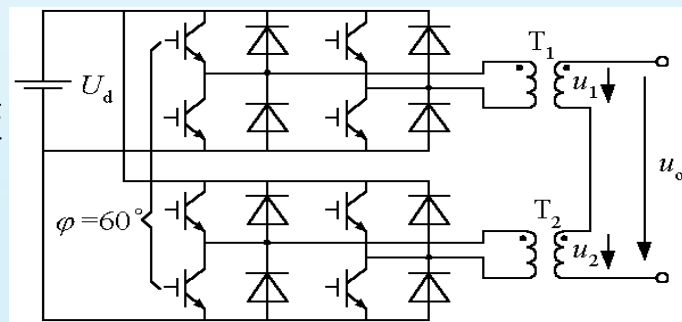


图4-20 二重单相逆变电路

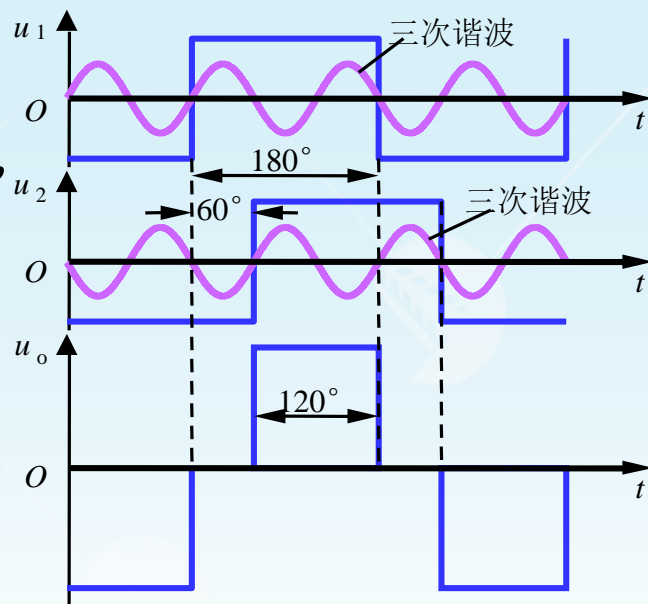


图4-21 二重逆变电路的工作波形

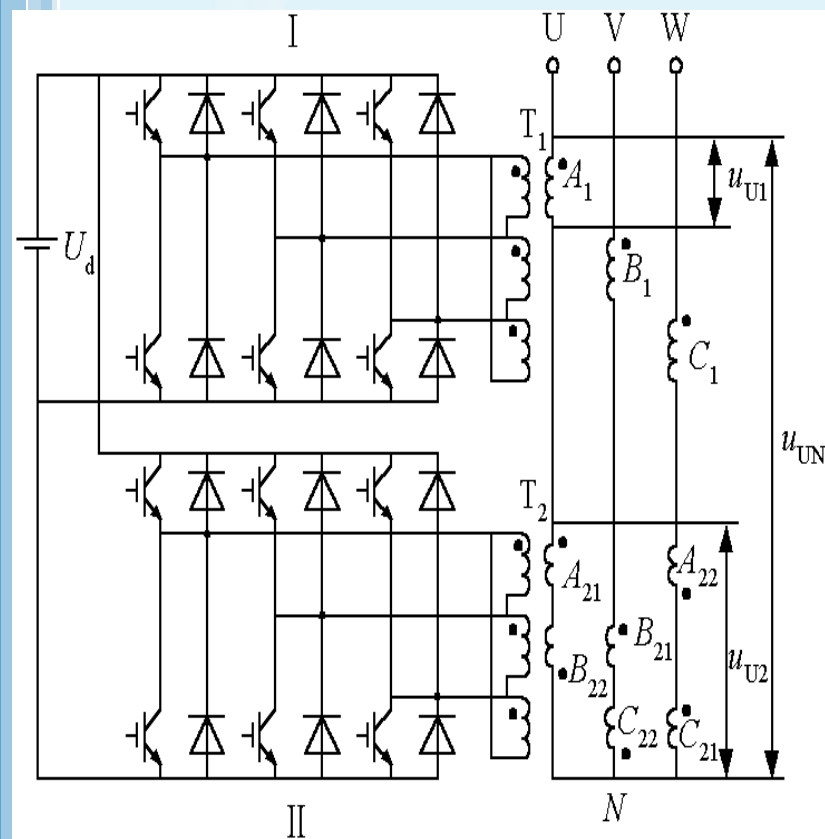


图4-22 三相电压型二重逆变电路

■ 三相电压型二重逆变电路

◆ 电路分析

由两个三相桥式逆变电路构成，输出通过**变压器串联**合成。

两个逆变电路均为**180° 导通方式**。

工作时，逆变桥II的相位比逆变桥I滞后**30°**。

T₁为**Δ/Y**联结，线电压变比为1:√3，T₂一次侧**Δ**联结，二次侧两绕组**曲折星形接法**，其二次电压相对于一次电压而言，比T₁的接法超前**30°**，以抵消逆变桥II比逆变桥I滞后的30°，这样u_{U2}和u_{U1}的**基波相位就相同**。

如果T₂和T₁一次侧匝数相同，为了使u_{U2}和u_{U1}**基波幅值相同**，T₂和T₁二次侧间的匝比就应为1/√3。

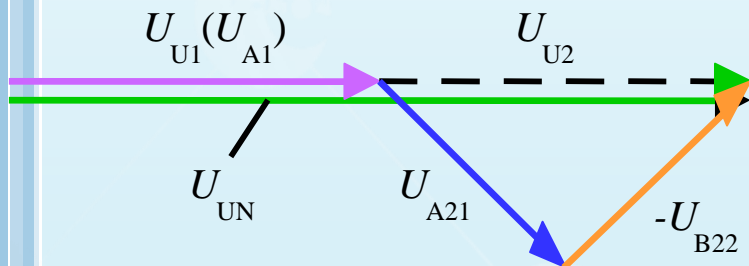


图4-23 二次侧基波电压合成相量图

◆工作波形

由图4-24可以看出， u_{UN} 比 u_{U1} 接近正弦波。
T₁、T₂二次侧基波电压合成情况的相量图如图4-23所示，图中 U_{A1} 、 U_{A21} 、 U_{B22} 分别是变压器绕组A₁、A₂₁、B₂₂上的基波电压相量。

由图4-24可以看出， u_{UN} 比 u_{U1} 接近正弦波。

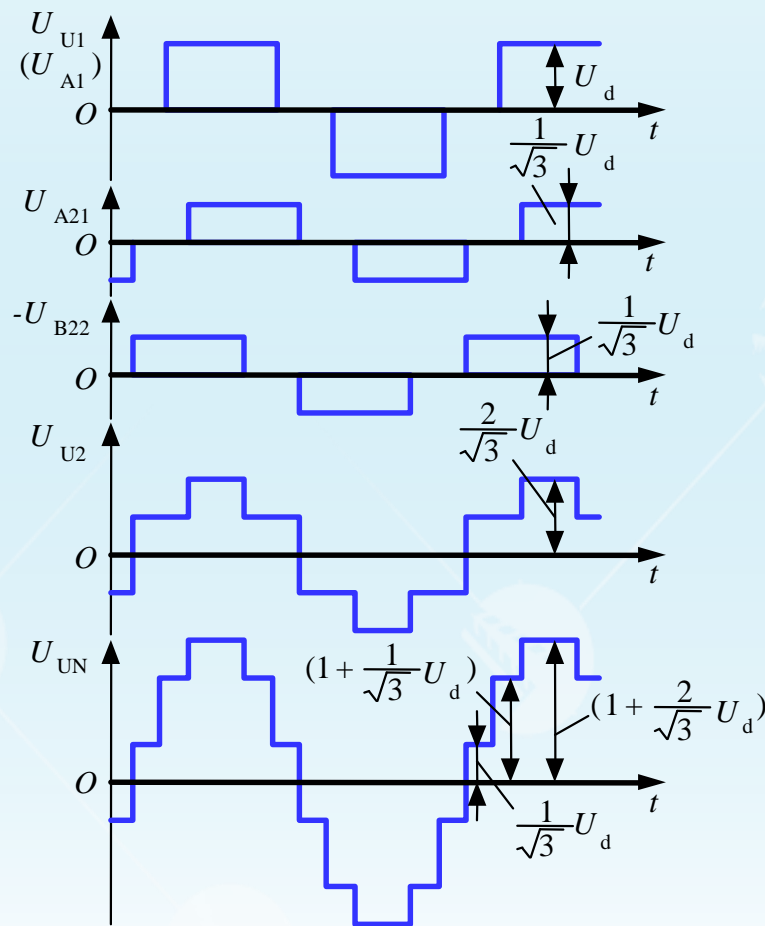


图4-24 三相电压型二重逆变电路波形图

◆基本的数量关系

✎把 u_{U1} 展开成傅里叶级数得

$$u_{U1} = \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} \left[\sin \omega t + \frac{1}{n} \sum_n (-1)^k \sin n\omega t \right] \quad (4-23)$$

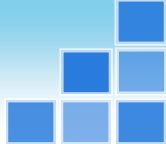
式中, $n=6k \pm 1$, k 为自然数。

✎ u_{U1} 的基波分量有效值为

$$U_{U11} = \frac{\sqrt{6}U_d}{\pi} = 0.78U_d \quad (4-24)$$

n 次谐波有效值为

$$U_{U1n} = \frac{\sqrt{6}U_d}{n\pi} \quad (4-25)$$



✎ 输出相电压 u_{UN} 的基波电压有效值为

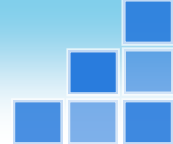
$$U_{UN1} = \frac{2\sqrt{6}U_d}{\pi} = 1.56U_d \quad (4-26)$$

其 n 次谐波有效值为

$$U_{UNn} = \frac{2\sqrt{6}U_d}{n\pi} = \frac{1}{n}U_{UN1} \quad (4-27)$$

式中， $n=12k \pm 1$ ， k 为自然数，在 u_{UN} 中已不含5次、7次等谐波。

◆ 该三相电压型二重逆变电路的直流侧电流每周期脉动12次，称为**12脉波逆变电路**，一般来说，使 m 个三相桥式逆变电路的相位依次错开 $\pi/(3m)$ 运行，连同使它们输出电压合成并抵消上述相位差的变压器，就可以构成**脉波数为 $6m$ 的逆变电路**。



4.4.2 多电平逆变电路

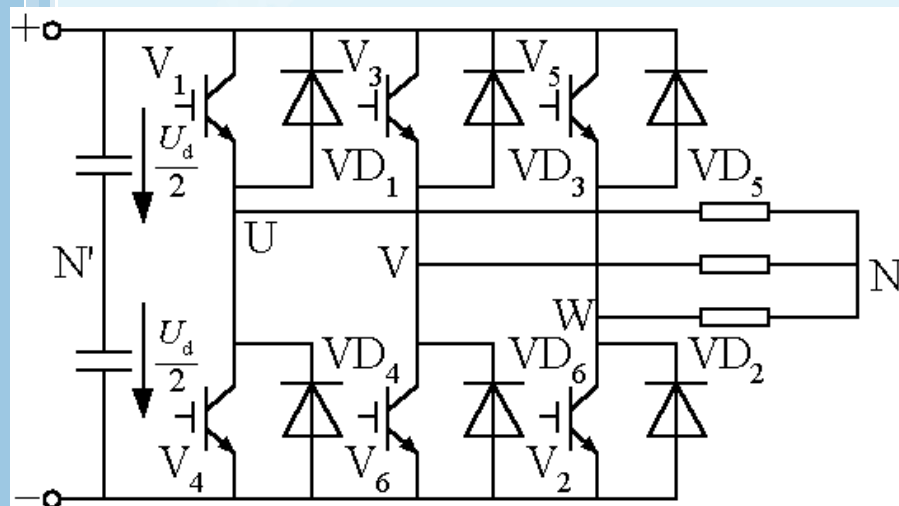


图4-9 三相电压型桥式逆变电路

■ 回顾图4-9三相电压型桥式逆变电路和图4-10的波形，以N'为参考点，输出相电压有 $U_d/2$ 和 $-U_d/2$ 两种电平，称为**两电平逆变电路**。

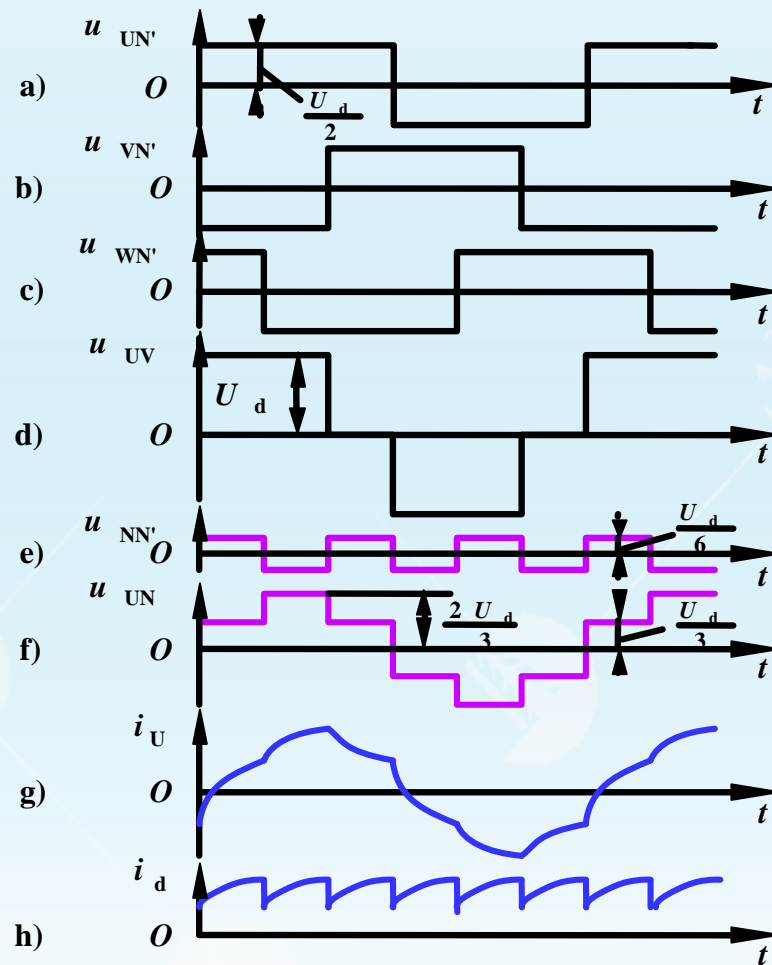
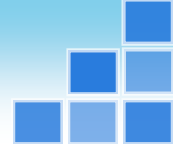


图4-10 电压型三相桥式逆变电路的工作波形



4.4.2 多电平逆变电路

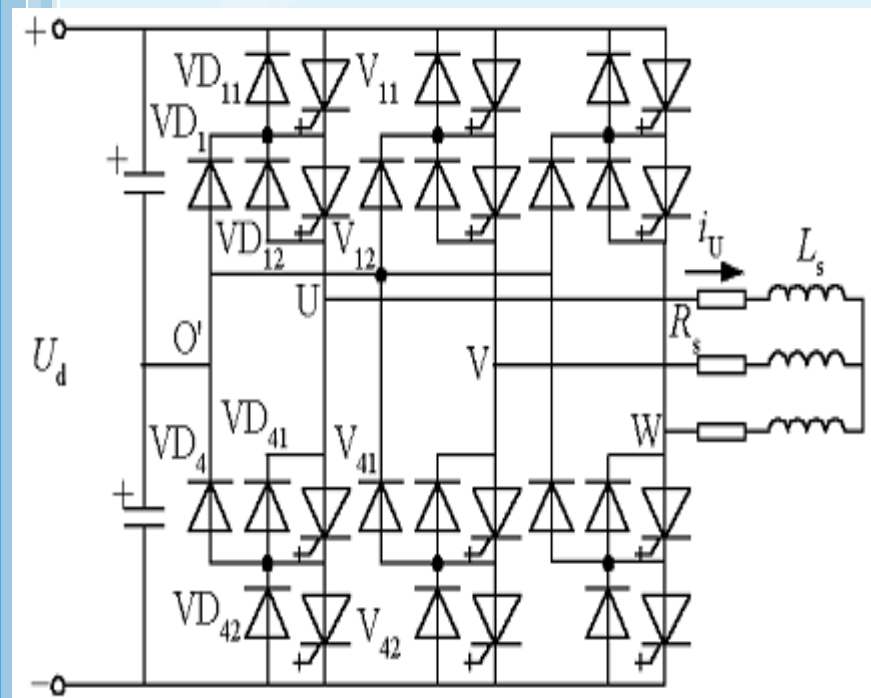


图4-25 三电平逆变电路

■ 三电平逆变电路

◆ 电路分析

☞ 也称中点钳位型

(Neutral Point Clamped) 逆变电路。

☞ 每桥臂由两个全控器件串联构成，两者都反并联了二极管，且中点通过钳位二极管和直流侧中点相连。

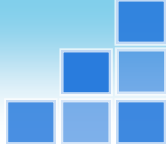
◆ 以U相为例分析工作情况

☞ V_{11} 和 V_{12} （或 VD_{11} 和 VD_{12} ）导通， V_{41} 和 V_{42} 关断时， UO' 间电位差为 $U_d/2$ 。

☞ V_{41} 和 V_{42} （或 VD_{41} 和 VD_{42} ）导通， V_{11} 和 V_{12} 关断时， UO' 间电位差为 $-U_d/2$ 。

☞ V_{12} 和 V_{41} 导通， V_{11} 和 V_{42} 关断时， UO' 间电位差为0。

☞ V_{12} 和 V_{41} 不能同时导通， $i_U > 0$ 时， V_{12} 和 VD_1 导通， $i_U < 0$ 时， V_{41} 和 VD_4 导通。



4.4.2 多电平逆变电路

◆ 线电压的电平

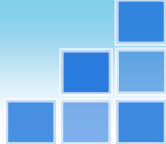
☞ 相电压相减得到线电压。

☞ 两电平逆变电路的输出线电压有 $\pm U_d$ 和 0 三种电平，三电平逆变电路的输出线电压有 $\pm U_d$ 、 $\pm U_d/2$ 和 0 五种电平。

☞ 三电平逆变电路输出电压谐波可大大少于两电平逆变电路。

☞ 三电平逆变电路另一突出优点：每个主开关器件承受电压为直流侧电压的一半。

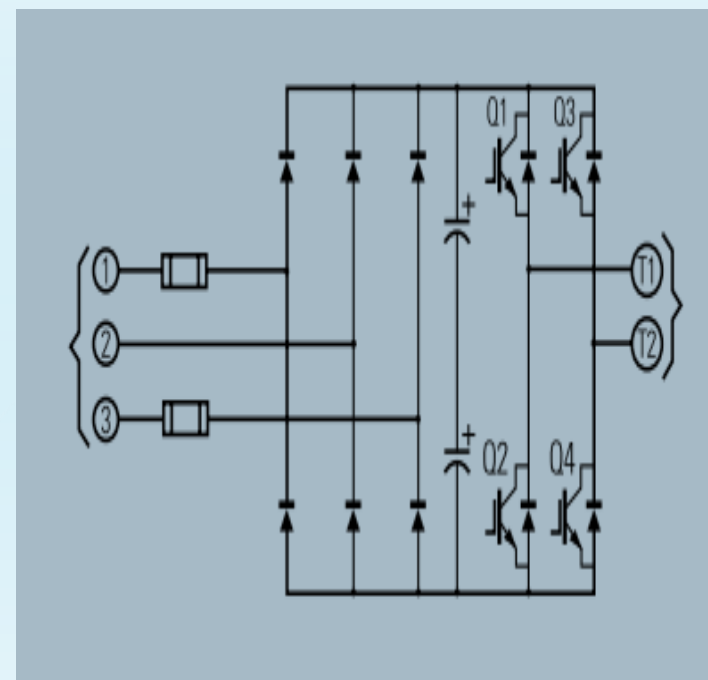
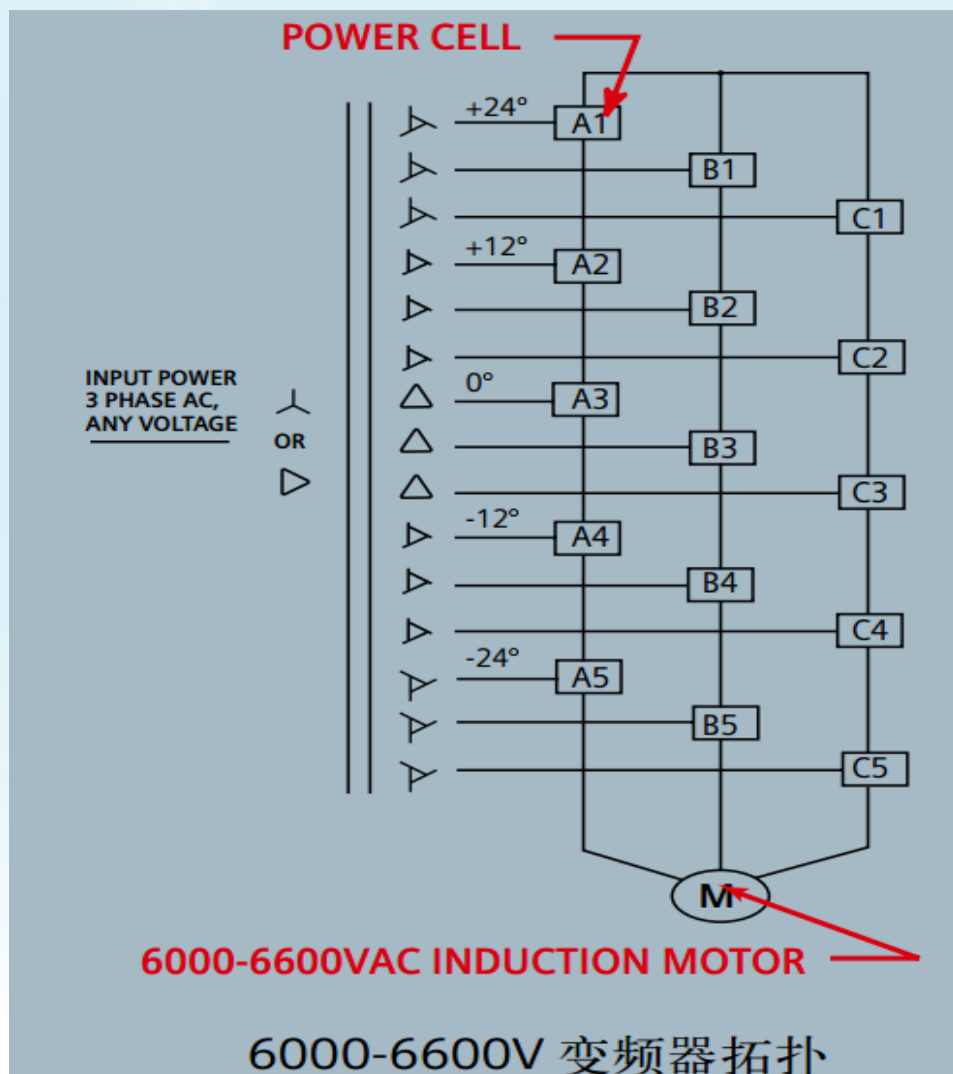
■ 用与三电平电路类似的方法，还可构成五电平、七电平等更多电平的电路，三电平及更多电平的逆变电路统称为多电平逆变电路。



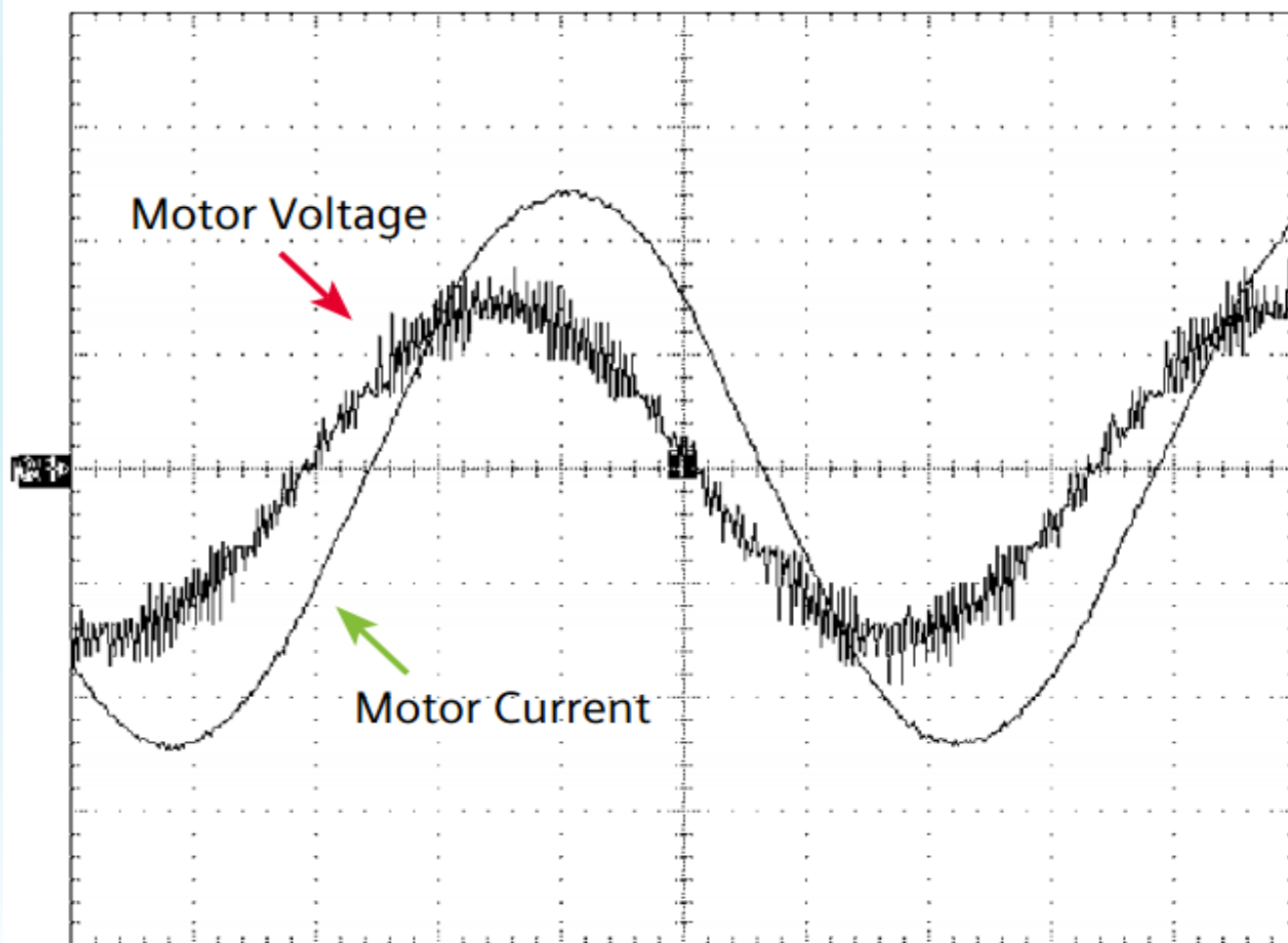
• 单元串联型多电平逆变

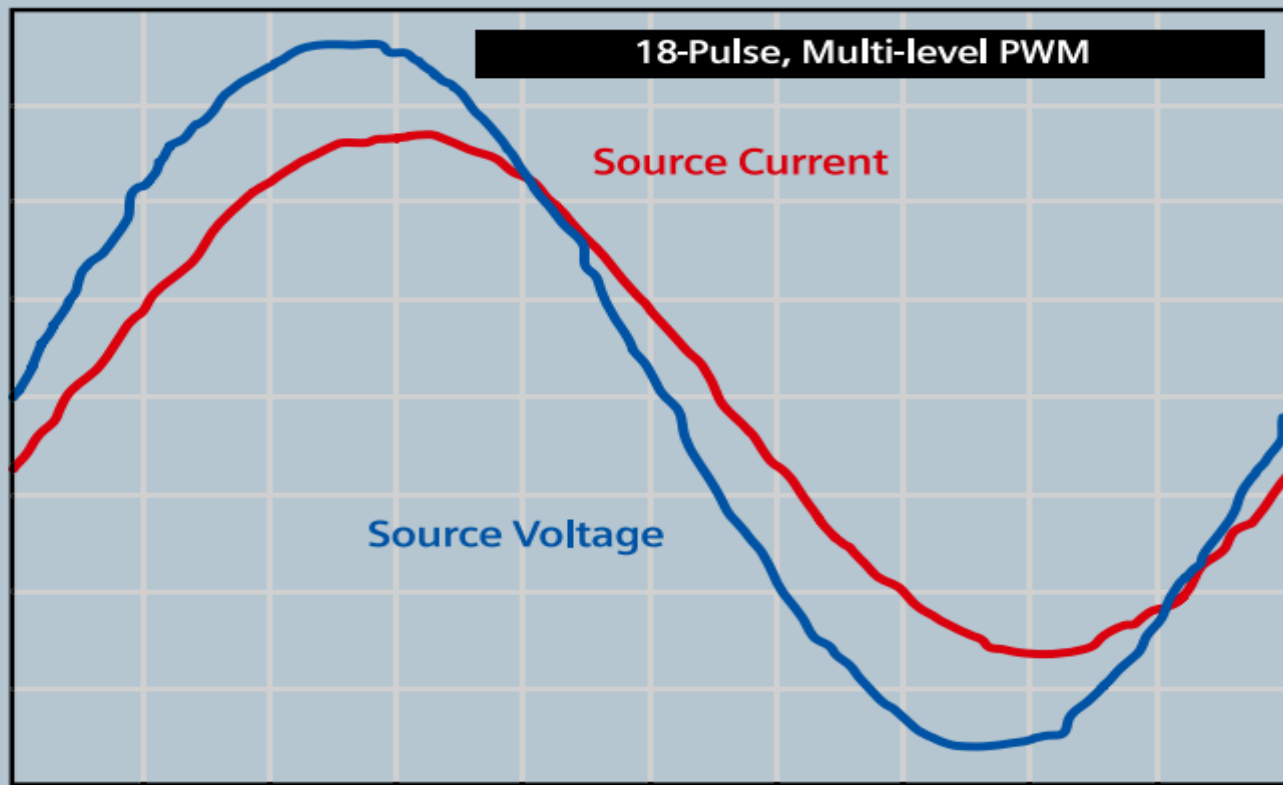
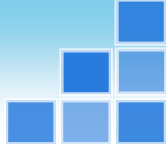
1. 采用单元串联的方法，也可以构成多电平电路（图4-28）
2. 每个单元为单相电压型逆变器（又称H桥电路）（图4-29）
3. 特点：多电平，低压器件实现中高压逆变，容错性好，结合直流电压源可获得输入侧的完美无谐波，

完美无谐波逆变器



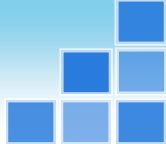
100%转速时，完美无谐波GH180变频器输出波形





完美无谐波GH180变频器波形

- 电压总失真小于3%
- 电流总失真小于5%
- 隔离变压器输入符合IEEE 519 -1992



本章小结

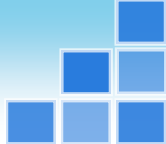
■ 讲述基本的逆变电路的结构及其工作原理

◆ 四大类基本变流电路中，**AC/DC**和**DC/AC**两类电路更为基本、更为重要。

■ 换流方式

◆ 分为**外部换流**和**自换流**两大类，外部换流包括**电网换流**和**负载换流**两种，自换流包括**器件换流**和**强迫换流**两种。

◆ 换流概念在晶闸管时代十分重要，全控型器件时代其重要性有所下降。



本章小结

■ 逆变电路分类方法

- ◆ 可按**换流方式**、**输出相数**、**直流电源的性质或用途**等分类。
- ◆ 本章主要采用按直流侧电源性质分类的方法，分为**电压型**和**电流型**两类。
- ◆ 电压型和电流型的概念用于其他电路，会对这些电路有更深刻的认识，负载为大电感的整流电路可看为电流型整流电路，电容滤波的整流电路可看成为电压型整流电路。

■ 与其它章的关系

- ◆ 本章对逆变电路的讲述是很基本的，还远不完整，第7章的**PWM控制技术**在逆变电路中应用最多，绝大部分逆变电路都是**PWM**控制的，学完下一章才能对逆变电路有一个较为完整的认识。
- ◆ 逆变电路的直流电源往往由整流电路而来，二者结合构成**间接交流变流电路**。
- ◆ 此外，间接直流变流电路大量用于**开关电源**，其中的核心电路仍是逆变电路，这些将在第10章介绍，学完第10章后，对逆变电路及其应用将有更完整的认识。