

逆变电路

引言

- 1 无源逆变及基本电路
- 2 电压型和电流型逆变器
- 3 脉宽调制（**PWM**）型逆变电路
- 4 软开关技术

本章小节



第8章 逆变电路·引言

逆变的概念

逆变——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。

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。

主要应用

- 各种直流逆变电源，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。



8.1 无源逆变及基本电路

8.1.1 逆变电路的基本工作原理

8.1.2 逆变电路的换相

8.1.3 基本逆变电路



8.1.1 逆变电路基本工作原理

- 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。

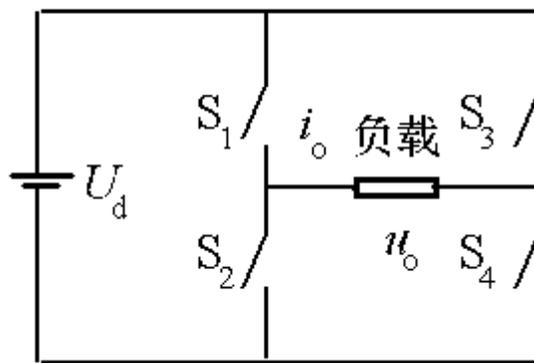
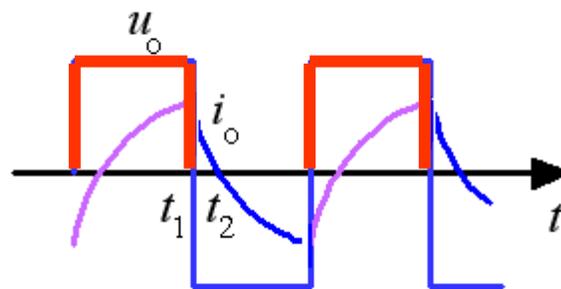
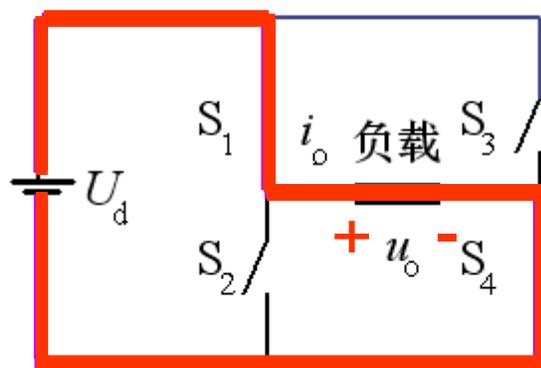


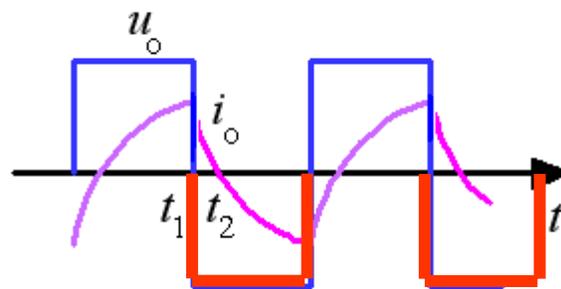
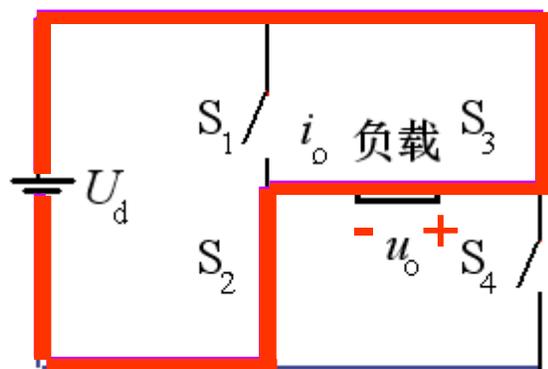
图8-1 逆变电路拓扑结构

8.1.1 逆变电路基本工作原理



S1、S4闭合、S2、S3断开

8.1.1 逆变电路基本工作原理



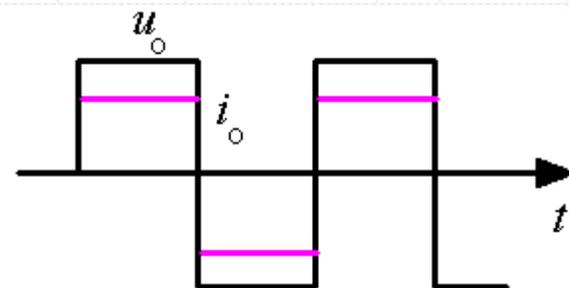
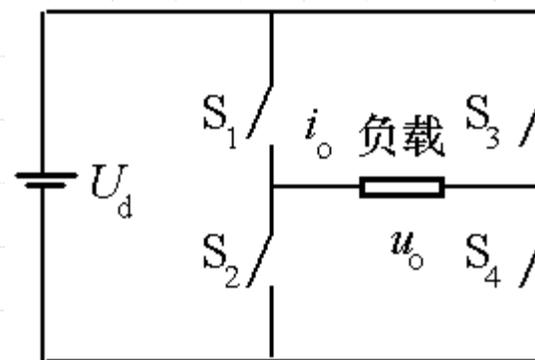
S1、S4断开、S2、S3闭合

8.1.1 逆变电路基本工作原理

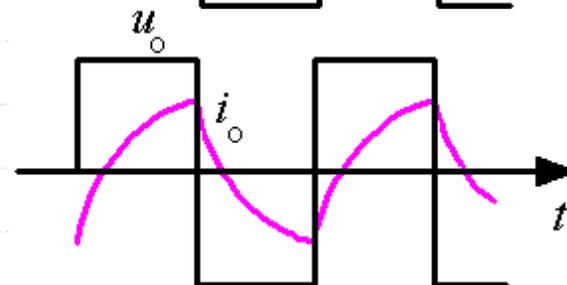
✦ 逆变电路最基本的工作原理——改变两组开关切换频率，可改变输出交流电频率。

✦ 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。



阻性



阻感性

8.1.2 逆变电路的换相

■ **换相**——电流从一个支路向另一个支路转移的过程，也称为**换相**。

✦ **开通**：适当的门极驱动信号就可使器件开通。

✦ **关断**：

✦ 全控型器件可通过门极关断。

✦ 半控型器件晶闸管，必须利用外部条件才能关断。一般在晶闸管电流过零后施加一定时间反压，才能关断。

✦ 研究换相主要是研究如何使器件关断。

8.1.2 逆变电路的换相

1) 器件换相 (Device Commutation)

- 利用全控型器件的自关断能力进行换相。
- 在采用IGBT、电力MOSFET、GTO、GTR等全控型器件的电路中的换相方式是器件换相。

2) 电网换相 (Line Commutation)

- 电网提供换相电压的换相方式。
- 将负的电网电压施加在欲关断的晶闸管上即可使其关断。不需要器件具有门极可关断能力，但不适用于没有交流电网的无源逆变电路。

8.1.2 逆变电路的换相

3) 负载换相 (Load Commutation)

由负载提供换相电压的换相方式。

负载电流的相位超前于负载电压的场合，都可实现负载换相。

4) 强迫换相 (Forced Commutation)

- ✦ 设置附加的换相电路，给欲关断的晶闸管强迫施加反压或反电流的换相方式称为**强迫换相**。
- ✦ 通常利用附加电容上所储存的能量来实现，因此也称为**电容换相**。

8.1.2 逆变电路的换相

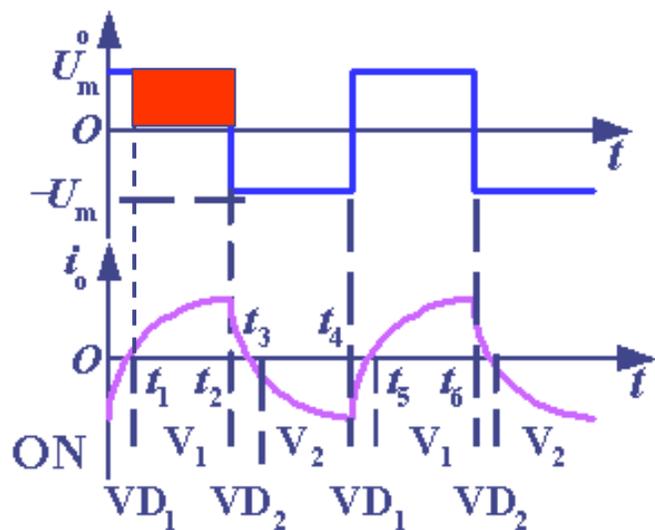
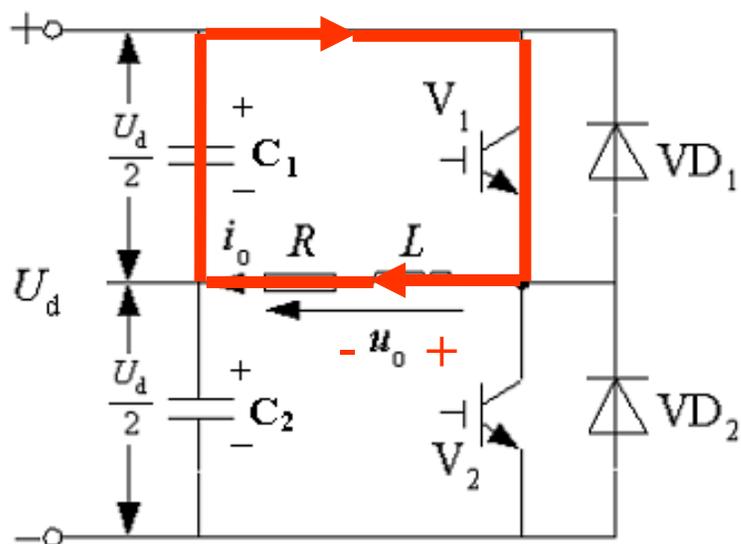
换相方式

- 分为外部换相和自换相两大类，外部换相包括电网换相和负载换相两种，自换相包括器件换相和强迫换相两种。
- 晶闸管时代十分重要，全控型器件时代其重要性有所下降。

8.1.3 基本逆变电路

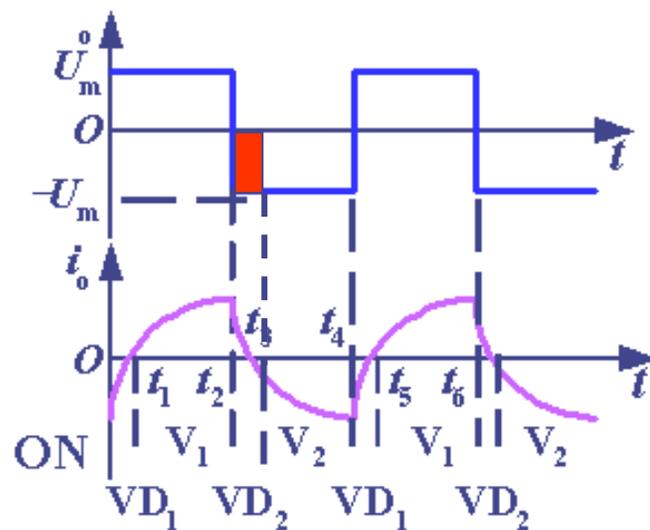
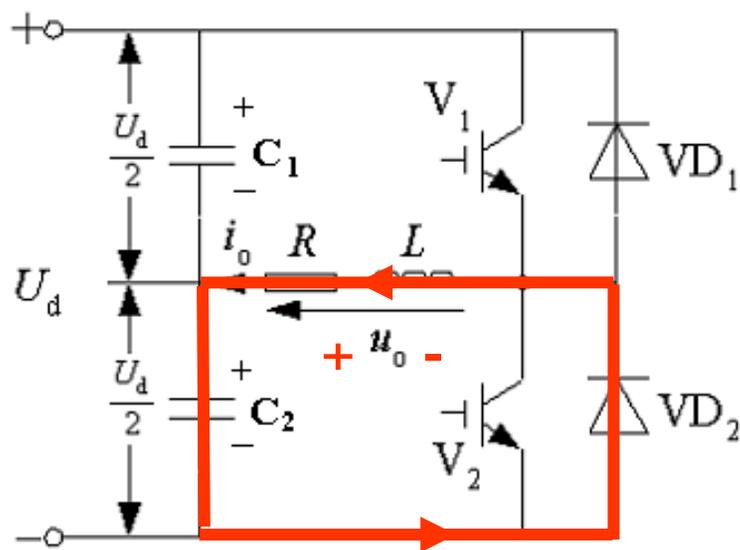
- ◆ 半桥逆变电路
- ◆ 全桥逆变电路

半桥逆变电路



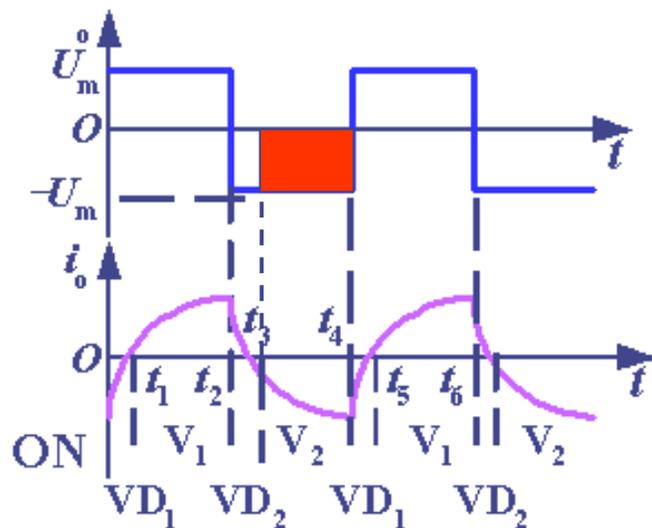
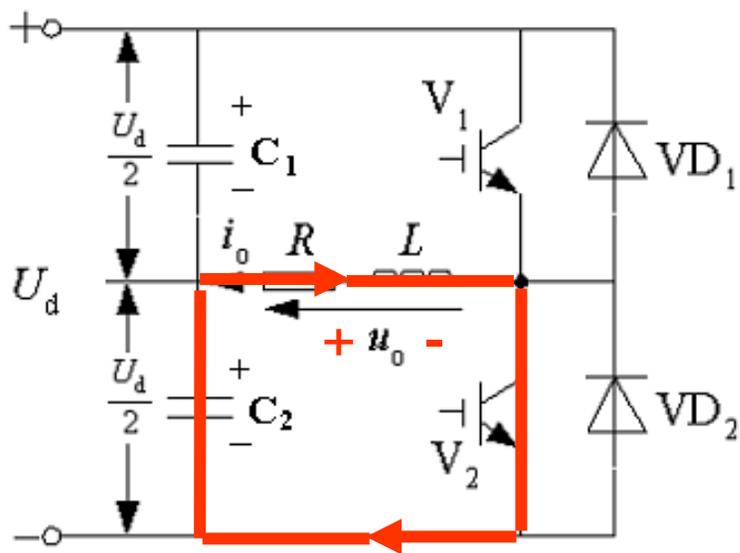
$t_1 \sim t_2$: C_1 —— V_1 ——负载，输出电压右正左负

半桥逆变电路



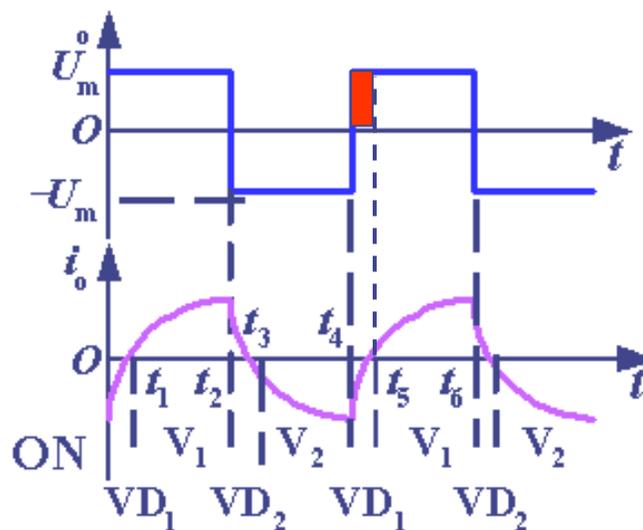
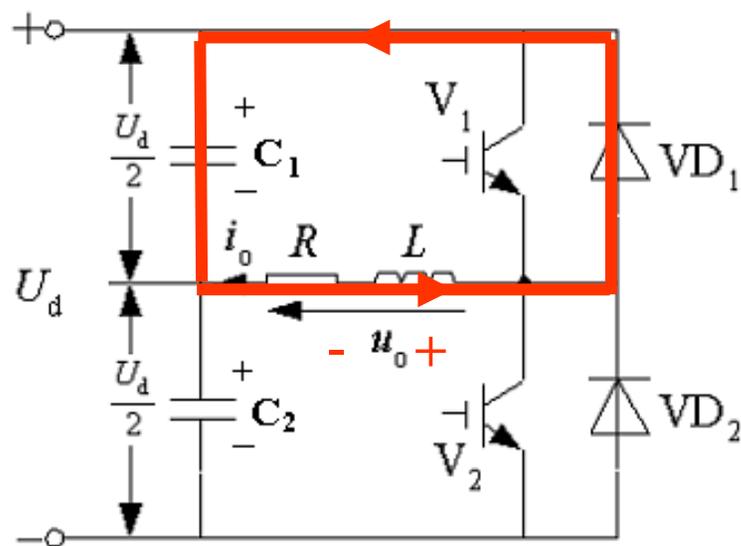
$t_2 \sim t_3$: C_2 —— VD_2 ——负载，二极管 VD_2 续流，输出电压左正右负

半桥逆变电路



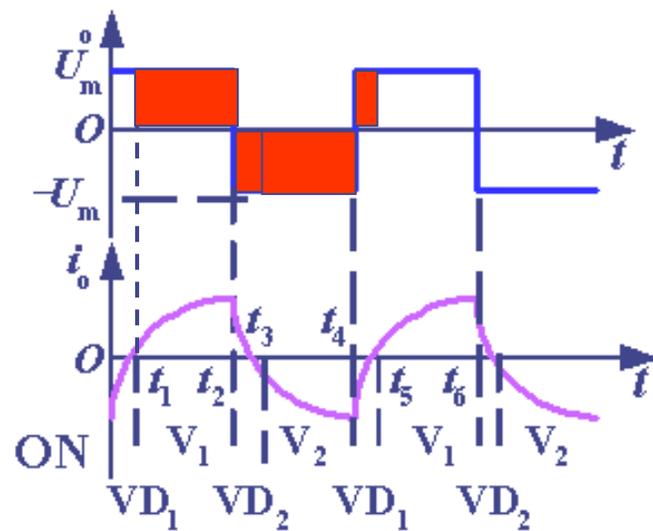
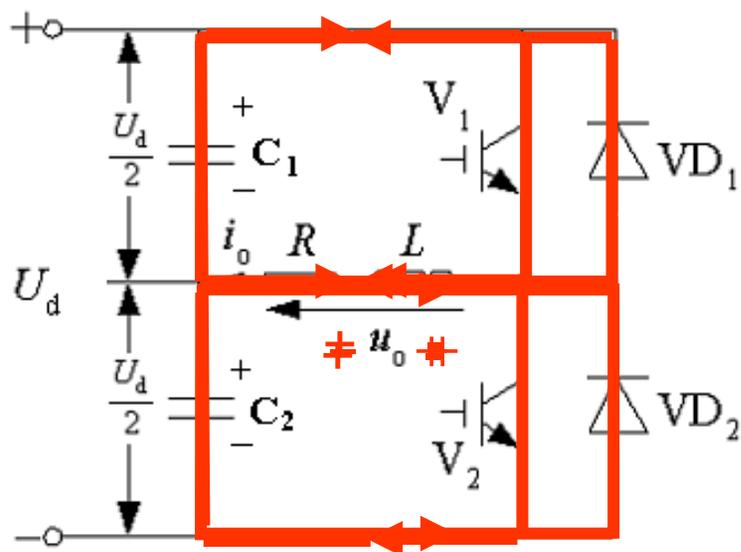
$t_3 \sim t_4$: C_2 —— V_2 ——负载，输出电压右正左负

半桥逆变电路



$t_4 \sim t_5$: C_1 —— VD_1 ——负载，二极管 VD_1 续流，输出电压左负右正

半桥逆变电路



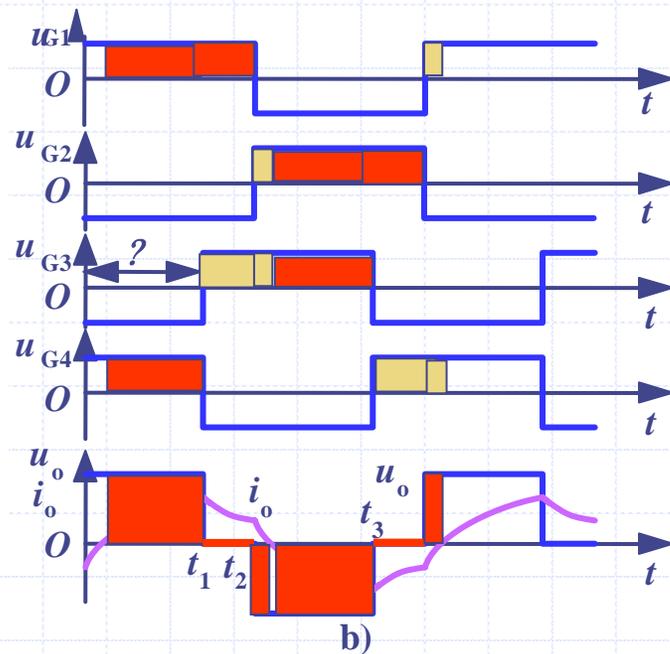
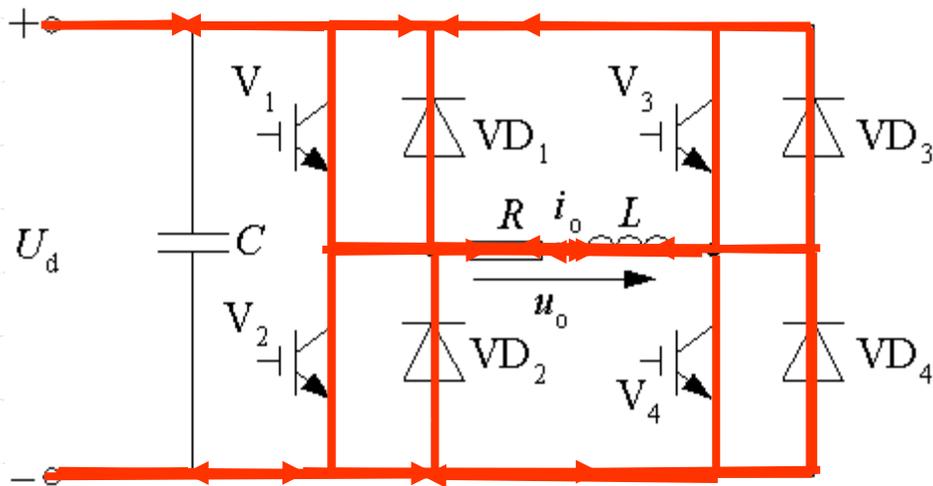
工作原理

- ⊕ V1和V2栅极信号在一周期内各半周正偏、半周反偏，两者互补，输出电压 u_o 为矩形波，幅值为 $U_m=U_d/2$ 。
- ⊕ V₁或V₂通时， i_o 和 u_o 同方向，直流侧向负载提供能量；VD₁或VD₂通时， i_o 和 u_o 反向，电感中贮能向直流侧反馈。VD₁、VD₂称为**反馈二极管**，起着使负载电流连续的作用，又称**续流二极管**。

半桥逆变电路

- 优点：电路简单，使用器件少。
- 缺点：输出交流电压幅值为 $U_d/2$ ，且直流侧需两电容器串联，要控制两者电压均衡。
- 应用：
 - ✦ 用于几kW以下的小功率逆变电源。
 - ✦ 单相全桥、三相桥式都可看成若干个半桥逆变电路的组合。

全桥逆变电路



特点

- 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° 。
- 输出电压合电流波形与半桥电路形状相同，幅值高出一倍。

8.2 电压型和电流型逆变器

1) 逆变电路的分类 —— 根据直流侧电源性质的不同

直流侧大电容滤波
是电压源

电压型逆变电路——又称为电压源
型逆变电路

Voltage Source Type Inverter-VSTI

直流侧大电感滤波
是电流源

电流型逆变电路——又称为电流源
型逆变电路

Current Source Type Inverter-VSTI



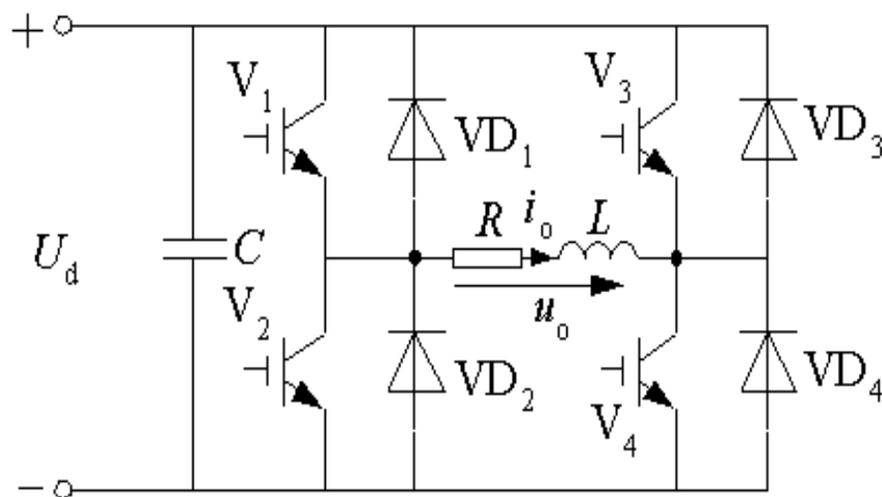
8.2 电压型和电流型逆变器

2) 电压型逆变电路的主要特点

(1) 直流侧为电压源或并联大电容，直流侧电压基本无脉动。

(2) 输出电压为矩形波，输出电流因负载阻抗不同而不同。

(3) 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。



电压型单相桥式逆变电路

8.2 电压型和电流型逆变器

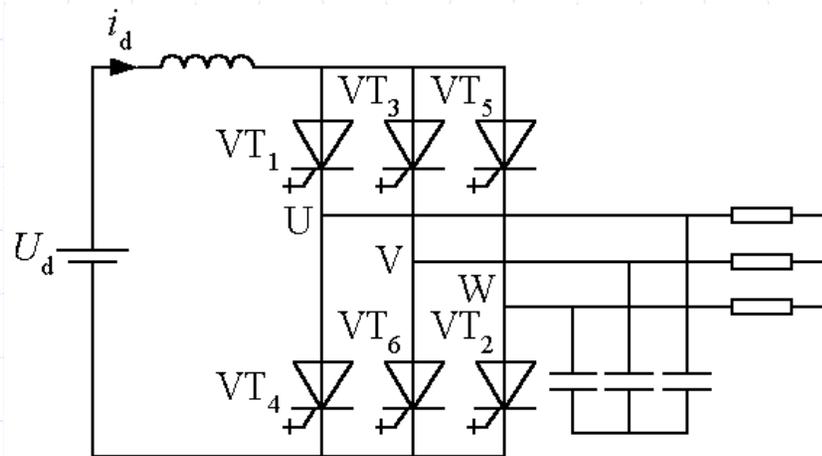
3) 电流型逆变电路主要特点

(1) 直流侧串大电感，电流基本无脉动，相当于电流源。

(2) 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。

(3) 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。



电流型三相桥式逆变电路