

# 48V 输入 220V 输出逆变器控制算法

## 摘要

本应用说明文档介绍了采用单极性 SPWM 控制方法、PID 闭环算法实现的 48V 输入 220V 输出的 1000W 逆变器。

## 目录

1 Boost 端.....	1
1.1 Boost 端主电路.....	1
1.2 Boost 原理.....	1
2 逆变端.....	3
2.1 逆变端主电路.....	3
2.2 控制脉冲.....	3
2.3 SPWM 调制.....	4
3 控制系统设计.....	5
3.1 Boost 控制系统.....	5
3.2 逆变控制系统.....	5

## 1 Boost 端

### 1.1 Boost 端主电路

Boost 端的主电路图如图 1-1 所示：

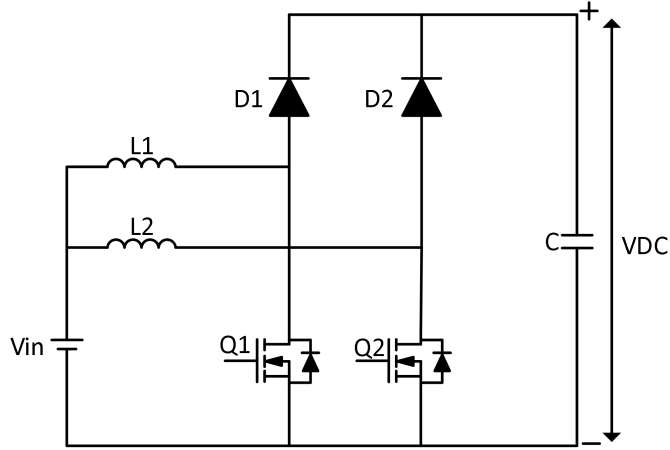


图 1-1 Boost 端主电路

Boost 端由一对交错并联的 Boost 组成，Q1 和 Q2 开关管的控制信号是一对相位差为  $180^\circ$  的 PWM，将 48V 的输入升压到 335V 供逆变端使用。

### 1.2 Boost 原理

由于是交错并联的两路相同的 Boost，因此只对一路进行根据伏秒平衡进行分析

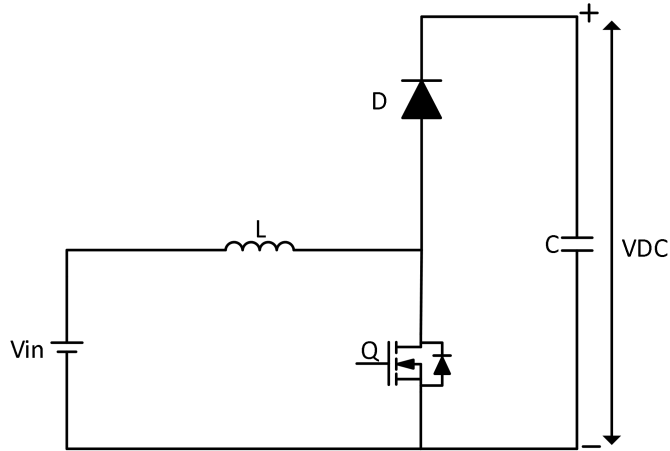


图 1-2 Boost 原理图

下列公式中  $V_{sw}$  为开关管压降、 $V_D$  为二极管压降

$$\text{开关管导通电压: } V_{ON} = V_{in} - V_{sw}$$

$$\text{开关管关断电压: } V_{OFF} = V_{DC} + V_D - V_{in}$$

$$\text{由伏秒定律可得: } \frac{t_{OFF}}{t_{ON}} = \frac{V_{in} - V_{sw}}{V_{DC} + V_D - V_{in}}$$

$$\text{由此可得占空比为: } D = \frac{V_{DC} + V_D - V_{in}}{V_{DC} + V_D - V_{sw}}$$

由于开关管和二极管的压降与输入电压和输出电压相比都很小，则占空比可简化为：

$$D = \frac{V_{DC} - V_{in}}{V_{DC}}$$

由此输入与输出关系如下：

$$V_{DC} = V_{in} \times \frac{1}{1 - D}$$

## 2 逆变端

### 2.1 逆变端主电路

SPWM 逆变电路的主电路如图 1-1 所示。

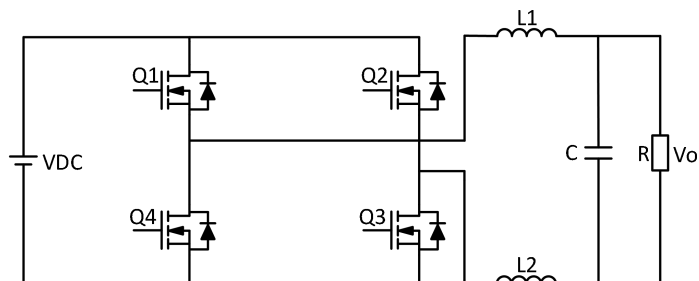


图 1-1 主电路

$Q_1$  和  $Q_4$  组成的臂成为方向臂，也称为低频臂，用于控制输出电压的方向。 $Q_2$  和  $Q_3$  组成的臂成为斩波臂，也称为高频臂，不管  $V_o$  的极性如何， $u_{g2}(Q_2$  控制信号)和  $u_{g3}(Q_3$  控制信号)都是一对互补的脉冲，其重复周期为斩波周期  $T_c$ ，占空比  $D$ 。

### 2.2 控制脉冲

图 1-2 为 SPWM 的控制脉冲。图 1-2(a)为 SPWM 的调制方式。图 1-2(b)-(e)则为四个开关管对应的控制脉冲。图 1-2(f)则为输出电压的波形，经过 LCL 滤波后，可以得到标准的正弦波波形。

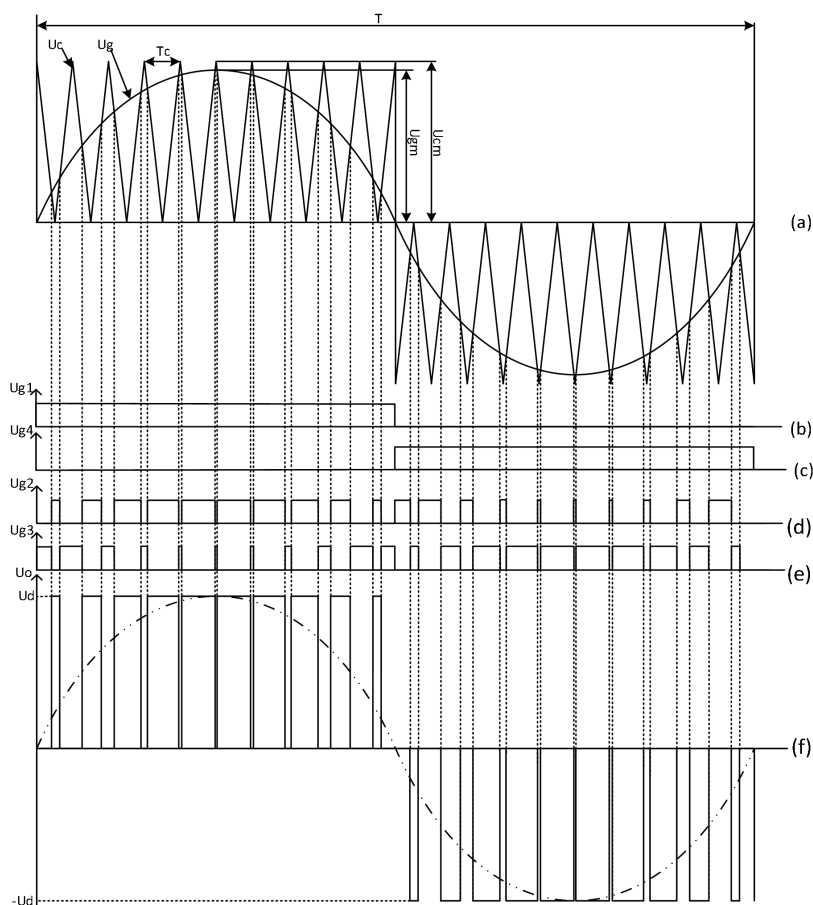


图 1-2 控制脉冲

## 2.3 SPWM 调制

本样机例程采用单极性 SPWM 控制，低频管为一对互补的 50HzPWM，高频管则是一对互补的 SPWM，其调制方式为自然采样法。图 1-3 为一个  $T_c$  周期的波形图：

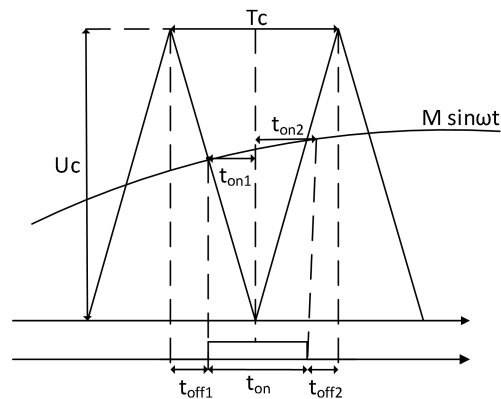


图 1-3 自然采样法

由三角形相似关系可得：

$$\begin{cases} t_{on1} = \frac{T_c}{2} M \sin(\omega t_1) \\ t_{on2} = \frac{T_c}{2} M \sin(\omega t_2) \end{cases}$$

生成的 SPWM 波脉宽为

$$t_{on} = t_{on1} + t_{on2} = \frac{T_c}{2} M [\sin(\omega t_1) + \sin(\omega t_2)]$$

其对应的正占空比  $D$  为

$$D = \frac{t_{on}}{T_c}$$

在本样机例程中，通过 `matlab` 产生每一个  $T_c$  周期的  $\sin \omega t_1$  和  $\sin \omega t_2$ ，将其存入到一个 `double` 型数组中，在每一个  $T_c$  周期里计算并更新高频管控制的占空比  $D$ 。

### 3 控制系统设计

在本设计中，使用了两个 PI 控制，一个是对 Boost 输出电压进行闭环控制，使其输出电压稳定在参考值(335V)。另外一个是对逆变器输出电压进行闭环控制，使其输出电压稳定在参考值(220V)。

#### 3.1 Boost 控制系统

Boost 的控制系统框图如图 2-1 所示



图 2-1 Boost 控制框图

#### 3.2 逆变控制系统

逆变控制系统框图如图 2-2 所示

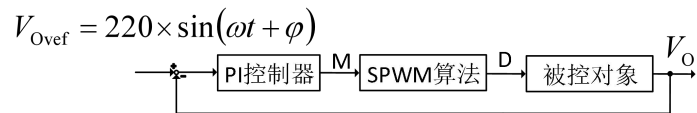


图 2-2 逆变控制框图