

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 7/537 (2006.01)

H02M 1/32 (2007.01)

H02H 7/122 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710144523.3

[43] 公开日 2008年5月7日

[11] 公开号 CN 101174801A

[22] 申请日 2007.10.30

[21] 申请号 200710144523.3

[71] 申请人 黑龙江工商职业技术学院

地址 150080 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路七号

[72] 发明人 曾繁鹏

[74] 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所  
代理人 朱永林

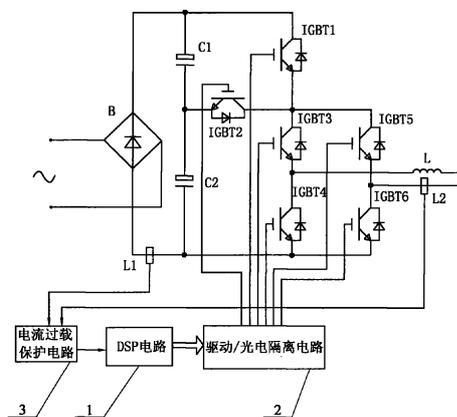
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 2 页

## [54] 发明名称

一种少开关五电平电压源型逆变装置及其控制方法

## [57] 摘要

一种少开关五电平电压源型逆变装置及其控制方法，它涉及一种多电平电压源型逆变的技术领域。它是为了解决现有多电平功率变换电路的拓扑结构和控制方法较为复杂，而抑制了多电平逆变器在实际中推广使用的问题。它的 C1 ~ C2 串联后跨接在整流全桥 B 的两个输出端上，整流全桥 B 的一个输出端通过 IGBT1 ~ 2 接成的电压控制组件连接由 IGBT3 ~ 6 接成的 H 桥型组件的一个输入端，H 桥的另一个输入端接整流全桥 B 的另一个输出端。它的方法步骤为：设  $t_0 \sim t_{18}$ ， $t_1' \sim t_{18}'$  为正弦波的正半波、负半波与三角波相交叉的时刻；DSP 电路 (1) 通过驱动/光电隔离电路 (2) 控制 IGBT1 ~ 6 按  $t_0 \sim t_{18}$ 、 $t_1' \sim t_{18}'$  时刻相应导通与关闭。本发明的电路结构所使用的元器件数量少，其控制方法简单、反映速度快，而能大量推广使用。



1、一种少开关五电平电压源型逆变装置，它包括整流全桥 B、电解电容 C1、电解电容 C2、IGBT1、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6、电感 L、DSP 电路(1)、驱动/光电隔离电路(2)；

其特征在于整流全桥 B 的两个交流输入端连接交流电源输出端，整流全桥 B 的正极端、电解电容 C1 的正极端连接 IGBT1 的集电极，电解电容 C1 的负极端、IGBT2 的发射极连接电解电容 C2 的正极端，IGBT2 的集电极、IGBT1 的发射极、IGBT3 的集电极连接 IGBT5 的集电极，IGBT3 的发射极、IGBT4 的集电极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端为第一输出端，IGBT5 的发射极连接 IGBT6 的集电极并为第二输出端，IGBT4 的发射极、IGBT6 的发射极、电解电容 C2 的负极端连接整流全桥 B 的负极端，IGBT1 的栅极、IGBT2 的栅极、IGBT3 的栅极、IGBT4 的栅极、IGBT5 的栅极、IGBT6 的栅极分别连接驱动/光电隔离电路(2)的六个驱动控制信号输出端，驱动/光电隔离电路(2)的控制信号输入总线端连接 DSP 电路(1)的控制信号输出总线端。

2、根据权利要求 1 所述的一种少开关五电平电压源型逆变装置，其特征在于它增加有电流互感器 L1、电流互感器 L2、电流过载保护电路(3)；

电流互感器 L1 设置在整流全桥 B 的负极端上，电流互感器 L2 设置在逆变装置的第二输出端上，电流互感器 L1 的信号输出端、电流互感器 L2 的信号输出端分别连接电流过载保护电路(3)的两个信号输入端，电流过载保护电路(3)的控制信号输出端连接 DSP 电路(1)的电流过载保护控制信号输入端。

3、一种少开关五电平电压源型逆变控制方法，其特征在于它的方法步骤为：

步骤一、整个装置加电启动，设  $t_0 \sim t_{18}$  为正弦波的正半波与三角波相交叉的时刻， $t'_1 \sim t'_{18}$  为正弦波的负半波与三角波相交叉的时刻；

步骤二、在时刻  $t_0$  时，DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_1$  时

DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_2$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT4 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_3$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_4$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_5$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_6$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_7$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_8$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 达到正弦波的正半波的最大值;

步骤三、保持到时刻 $t_9$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{10}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{11}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{12}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{13}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{14}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{15}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{16}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT4 和 IGBT6 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止, 保持到时刻 $t_{17}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通,

IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{18}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，达到正弦波的正半波向负半波的过零点；

步骤四、保持到时刻 $t_1$ 时，DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_2$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT3 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_3$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_4$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_5$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_6$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_7$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_8$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_9$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，达到正弦波的负半波的最大值；

步骤五、保持到时刻 $t_{10}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_{11}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_{12}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_{13}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_{14}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻 $t_{15}$ 时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、

IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻  $t'_{16}$  时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT3 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止, 保持到时刻  $t'_{17}$  时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻  $t'_{18}$  时 DSP 电路(1)通过驱动/光电隔离电路(2)控制 IGBT3 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止, 达到正弦波的负半波向正半波的过零点;

步骤六、返回运行步骤二。

4、根据权利要求 3 所述的一种少开关五电平电压源型逆变控制方法, 其特征在于它的方法步骤一中所述  $t_0 \sim t_{18}$ 、 $t'_1 \sim t'_{18}$  的选取规则为: 采用四个具有相同频率  $f_c$  和相同峰-峰值的三角波 ( $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ ) 与一个频率为  $f_m$ 、幅值为  $A_m$  的正弦波相比较; 三角波  $a_1$ 、 $a_2$  的幅值大于零,  $a_2$  的最小值等于  $a_1$  的最大值, 并且同时由各自的平均值点开始正向增加; 三角波  $b_1$  和  $b_2$  的幅值小于零,  $b_2$  的最大值等于  $b_1$  的最小值, 并且同时由平均值点开始负向增加, 在正弦波与载波交叉的时刻, 即为  $t_0 \sim t_{18}$ 、 $t'_1 \sim t'_{18}$ 。

## 一种少开关五电平电压源型逆变装置及其控制方法

### 技术领域

本发明涉及一种多电平电压源型逆变的技术领域。

### 背景技术

近年来，随着电力电子和控制技术的全面发展，电力电子装置已经被广泛使用。人们对电力电子装置的高压、大功率、高频化、低谐波扰动的要求越来越强烈。多电平逆变器具有功率容量大、开关频率低、输出谐波小、响应速度快、电磁兼容性好等特点。并可以使耐压值较低的全控型电力电子器件可靠应用于高压大功率领域，并有效减少 PWM 控制产生的高次谐波，但是，多电平功率变换电路的拓扑结构和控制方法较为复杂，抑制了多电平逆变器在实际中的推广使用。

### 发明内容

本发明的目的是为了解决现有多电平功率变换电路的拓扑结构和控制方法较为复杂，而抑制了多电平逆变器在实际中推广使用的问题。进而提供一种少开关五电平电压源型逆变装置及其控制方法。

本发明的装置包括整流全桥 B、电解电容 C1、电解电容 C2、IGBT1、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6、电感 L、DSP 电路 1、驱动/光电隔离电路 2；

整流全桥 B 的两个交流输入端连接交流电源输出端，整流全桥 B 的正极端、电解电容 C1 的正极端连接 IGBT1 的集电极，电解电容 C1 的负极端、IGBT2 的发射极连接电解电容 C2 的正极端，IGBT2 的集电极、IGBT1 的发射极、IGBT3 的集电极连接 IGBT5 的集电极，IGBT3 的发射极、IGBT4 的集电极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端为第一输出端，IGBT5 的发射极连接 IGBT6 的集电极并为第二输出端，IGBT4 的发射极、IGBT6 的发射极、电解电容 C2 的负极端连接整流全桥 B 的负极端，IGBT1 的栅极、IGBT2 的栅极、IGBT3 的栅极、IGBT4 的栅极、IGBT5 的栅极、IGBT6 的栅极分别连接驱动/光电隔离电路 2 的六个驱动控制信号输出端，驱动/光电

隔离电路2的控制信号输入总线端连接DSP电路1的控制信号输出总线端。

本发明的少开关五电平电压源型逆变控制方法步骤为：

步骤一、整个装置加电启动，设 $t_0 \sim t_8$ 为正弦波的正半波与三角波相交叉的时刻， $t'_1 \sim t'_8$ 为正弦波的负半波与三角波相交叉的时刻；

步骤二、在时刻 $t_0$ 时，DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT4和IGBT6导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3和IGBT5截止，保持到时刻 $t_1$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_2$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT4和IGBT6导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3和IGBT5截止，保持到时刻 $t_3$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_4$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT1、IGBT3和IGBT6导通，IGBT2、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_5$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_6$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT1、IGBT3和IGBT6导通，IGBT2、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_7$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_8$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT1、IGBT3和IGBT6导通，IGBT2、IGBT4和IGBT5截止，达到正弦波的正半波的最大值；

步骤三、保持到时刻 $t_9$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_{10}$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT1、IGBT3和IGBT6导通，IGBT2、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_{11}$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_{12}$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT1、IGBT3和IGBT6导通，IGBT2、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_{13}$ 时DSP电路1通过驱动/光电隔离电路2控制IGBT2、IGBT3和IGBT6导通，IGBT1、IGBT4和IGBT5截止，保持到时刻 $t_{14}$ 时DSP电路1通过驱

动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_{15}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_{16}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_{17}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_{18}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，达到正弦波的正半波向负半波的过零点；

步骤四、保持到时刻  $t_1$  时，DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_2$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_3$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_4$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_5$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_6$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_7$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_8$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_9$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_{10}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_{11}$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t_{12}$  时 DSP 电路 1 通过驱

动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_3$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_4$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_5$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_6$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_7$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止，保持到时刻  $t'_8$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止，达到正弦波的负半波向正半波的过零点；

步骤六、返回运行步骤二。

本发明的电路结构所使用的元器件数量少，其控制方法简单、反映速度快，而实现了制造成本低廉、寿命长、容易维护检修的优点，进而能大量推广使用。本发明的主要特点为：

1、所需要的功率开关器件少。该发明是在传统的 H 桥电压源逆变器的基础上增加两个功率开关。这样，由这六个功率开关，就可以实现在交流侧输出五种不同的电平。

2、无需钳位二极管和钳位电容。本发明提出的电路拓扑结构不需要钳位二极管和钳位电容。减少了器件的使用数量，简化了电路结构。

3、控制简单。由于开关器件少、没有钳位二极管和钳位电容等特点，而且该电路拓扑结构可以分成两个部分：由 IGBT1 和 IGBT2 组成的第一部分；由 IGBT3、IGBT4、IGBT5 和 IGBT6 组成的传统 H 桥型逆变器。这两个部分的作用不同，其中第一部分负责控制逆变器交流输出端电压为  $\pm E$  或为  $\pm 2E$ ；而具体的输出极性（即+、-号的选取）由第二部分负责控制。所以对该电路的控制比较简单，根据不同的需要，分别控制。

#### 附图说明

图 1 为本发明装置的整体电路结构示意图，图 2 是本发明的控制方法

中  $t_0 \sim t_{18}$ 、 $t'_1 \sim t'_{18}$  时刻点的选取规则示意图，图 3 是具体实例(逆变器)的输出电压波形图，图 4 是具体实例(逆变器)的负载电阻两端的电压波形图。

### 具体实施方式

具体实施方式一：结合附图 1 说明本实施方式，本实施方式由整流全桥 B、电解电容 C1、电解电容 C2、IGBT1(绝缘栅双极晶体管)、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6、电感 L、DSP 电路 1、驱动/光电隔离电路 2 组成；

整流全桥 B 的两个交流输入端连接交流电源输出端，整流全桥 B 的正极端、电解电容 C1 的正极端连接 IGBT1 的集电极，电解电容 C1 的负极端、IGBT2 的发射极连接电解电容 C2 的正极端，IGBT2 的集电极、IGBT1 的发射极、IGBT3 的集电极连接 IGBT5 的集电极，IGBT3 的发射极、IGBT4 的集电极连接电感 L 的一端，电感 L 的另一端为第一输出端，IGBT5 的发射极连接 IGBT6 的集电极并为第二输出端，IGBT4 的发射极、IGBT6 的发射极、电解电容 C2 的负极端连接整流全桥 B 的负极端，IGBT1 的栅极、IGBT2 的栅极、IGBT3 的栅极、IGBT4 的栅极、IGBT5 的栅极、IGBT6 的栅极分别连接驱动/光电隔离电路 2 的六个驱动控制信号输出端，驱动/光电隔离电路 2 的控制信号输入总线端连接 DSP 电路 1 的控制信号输出总线端。

它的少开关五电平电压源型逆变控制方法步骤为：

步骤一、整个装置加电启动，设  $t_0 \sim t_{18}$  为正弦波的正半波与三角波相交叉的时刻， $t'_1 \sim t'_{18}$  为正弦波的负半波与三角波相交叉的时刻；

$t_0 \sim t_{18}$ 、 $t'_1 \sim t'_{18}$  的选取规则为（结合附图 2 说明）：采用四个具有相同频率  $f_c$  和相同峰—峰值的三角波 ( $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ ) 与一个频率为  $f_m$ 、幅值为  $A_m$  的正弦波相比较；三角波  $a_1$ 、 $a_2$  的幅值大于零， $a_2$  的最小值等于  $a_1$  的最大值，并且同时由各自的平均值点开始正向增加；三角波  $b_1$  和  $b_2$  的幅值小于零， $b_2$  的最大值等于  $b_1$  的最小值，并且同时由平均值点开始负向增加，在正弦波与载波相交叉的时刻，即为  $t_0 \sim t_{18}$ 、 $t'_1 \sim t'_{18}$ ；

步骤二、在时刻  $t_0$  时，DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，保持到时刻  $t_1$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，

IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_2$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_3$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_4$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_5$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_6$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_7$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_8$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，达到正弦波的正半波的最大值；

步骤三、保持到时刻 $t_9$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{10}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{11}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{12}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{13}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{14}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{15}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{16}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{17}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 截止，保持到时刻 $t_{18}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT4 和 IGBT6 导通，IGBT1、IGBT2、IGBT3 和 IGBT5 截止，达到正弦

波的正半波向负半波的过零点(模拟出完整的正弦波的正半波);

步骤四、保持到时刻 $t_1$ 时, DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_2$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_3$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_4$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_5$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_6$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_7$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_8$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_9$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 达到正弦波的负半波的最大值;

步骤五、保持到时刻 $t_{10}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{11}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{12}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{13}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{14}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT1、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT2、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{15}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{16}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止, 保持到时刻 $t_{17}$ 时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT2、IGBT4 和 IGBT5

导通, IGBT1、IGBT3 和 IGBT6 截止, 保持到时刻  $t_8'$  时 DSP 电路 1 通过驱动/光电隔离电路 2 控制 IGBT3 和 IGBT5 导通, IGBT1、IGBT2、IGBT4 和 IGBT6 截止, 达到正弦波的负半波向正半波的过零点(模拟出完整的正弦波的正半波);

步骤六、返回运行步骤二。

具体实施方式二: 结合附图 1 说明本实施方式, 本实施方式在具体实施方式一的基础上增加有电流互感器 L1、电流互感器 L2、电流过载保护电路 3;

电流互感器 L1 设置在整流全桥 B 的负极端上, 电流互感器 L2 设置在逆变装置的第二输出端上, 电流互感器 L1 的信号输出端、电流互感器 L2 的信号输出端分别连接电流过载保护电路 3 的两个信号输入端, 电流过载保护电路 3 的控制信号输出端连接 DSP 电路 1 的电流过载保护控制信号输入端。

本实施方式能实现对 IGBT1、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6 的电流过载、电流冲击的保护, 在输出端负载短路时关闭 IGBT1、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6, 而保护其不被损坏烧毁。

所述 IGBT1、IGBT2、IGBT3、IGBT4、IGBT5、IGBT6 选用的型号都为富士的绝缘栅双极晶体管 IGBT 模块 2MBI25L-120, DSP 电路 1 选用的型号为 TMS320F2812, 驱动/光电隔离电路 2 选用的型号为三菱公司的 M57962。

具体实例: 为功率开关管选取富士的 IGBT1~6 模块为 2MBI25L-120, 最大承压为 1200 伏, 最大过流为 25 安。驱动/光电隔离电路 2 主要采用三菱公司的 M57962, 并在此基础上构建驱动及其保护电路。逆变器的滤波电感 L 为 10mH, 整流全桥 B 的直流侧电压为  $E_{dc1} = E_{dc2} = 150V$ , 开关频率为 1075Hz。DSP 电路 1 控制单元核心由 TMS320F2812 构成。结合图 3、图 4 说明, 共有五种不同的电平输出 ( $0, \pm 150V, \pm 300V$ )。并对其做频谱分析, 计算到 19 次谐波, 经过计算得到其  $THD = 9.50\%$ , 其谐波主要集中在 15 次和 17 次。由图 4 可以看出经过滤波电感后的负载电阻电压已经比较接近于正弦。对图 4 所示的电压波形做频谱分析, 最高谐波分析到 19 次谐波, 经过计算得到其  $THD = 4.06\%$ 。

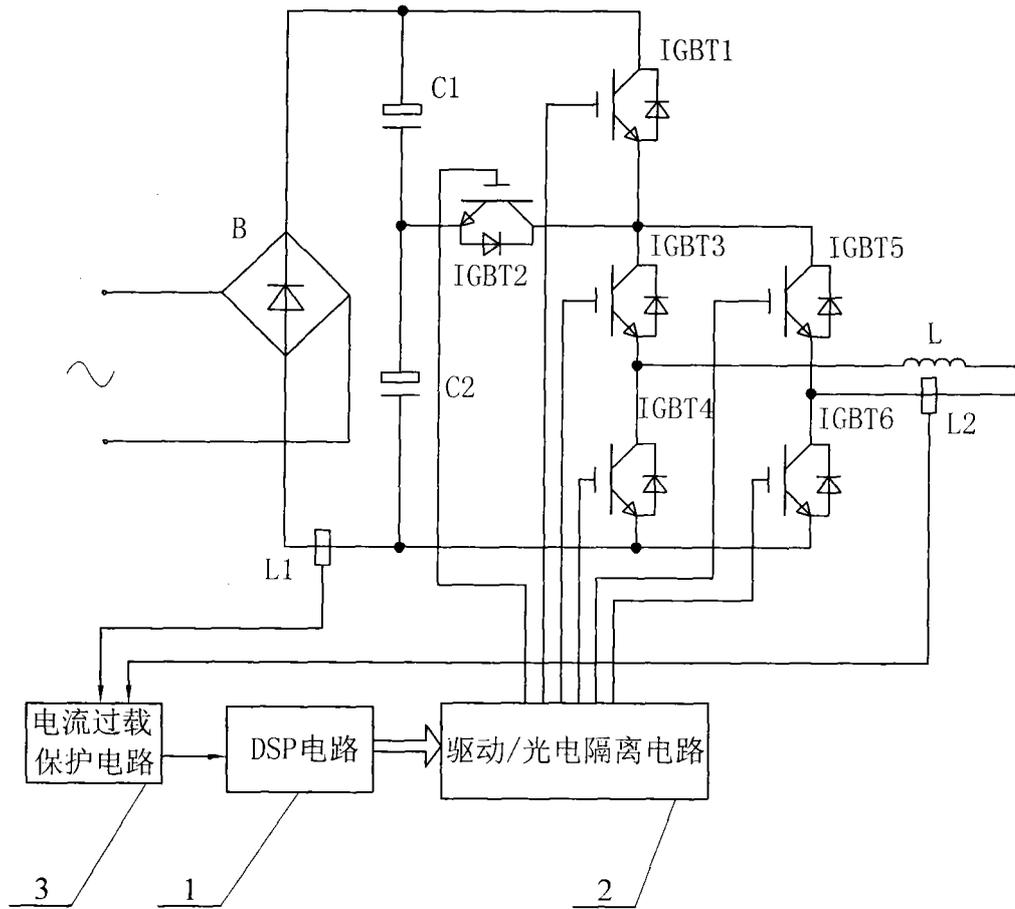


图 1

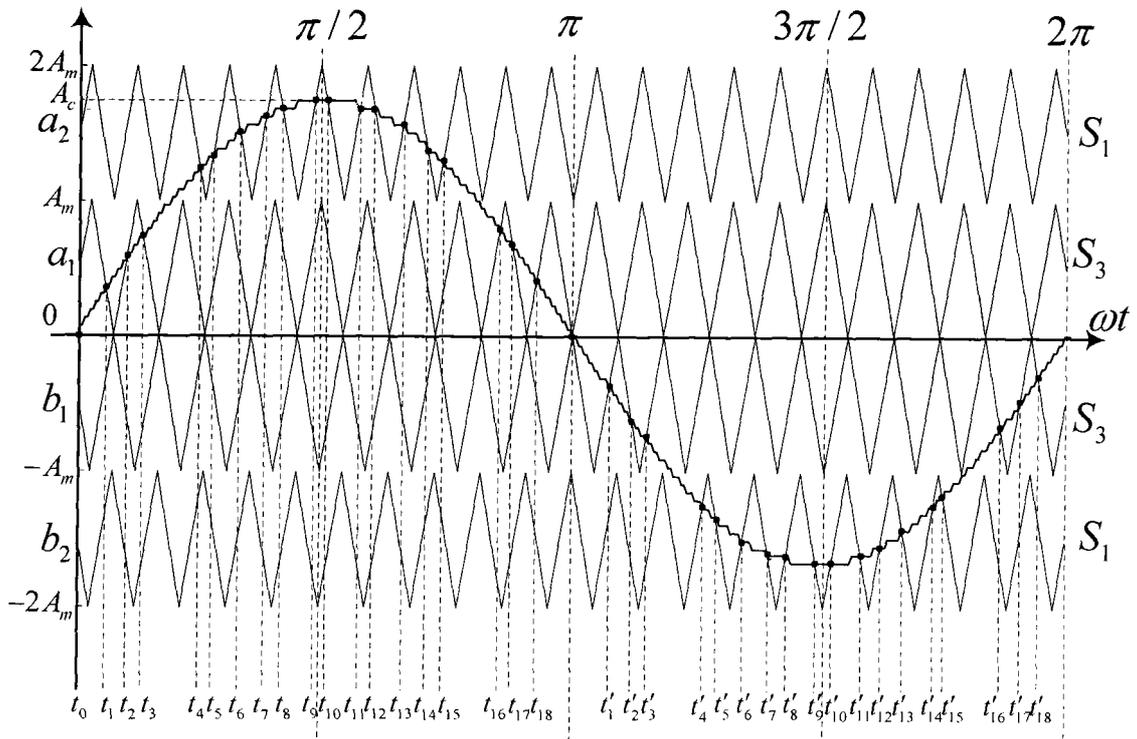


图 2

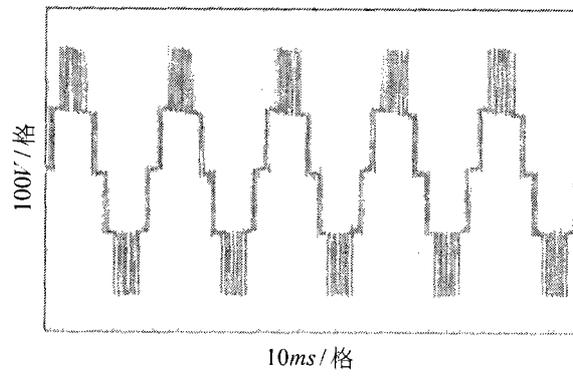


图 3

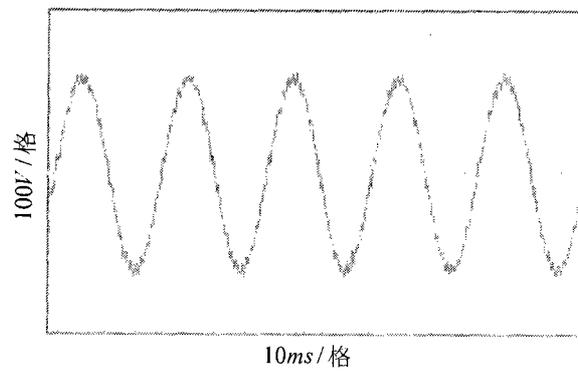


图 4