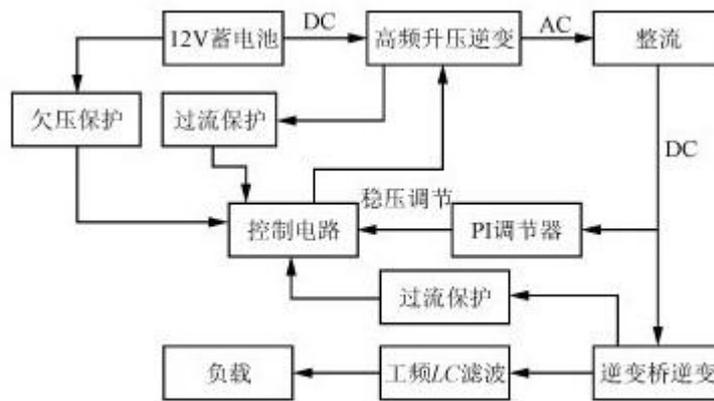


方波逆变器的技术原理

电源是电子设备的动力部分,是一种通用性很强的电子产品。它在各个行业及日常生活中得到了广泛的应用,其质量的好坏极大地影响着电子设备的可靠性,其转换效率的高低和带负载能力的强弱直接关系着它的应用范围。方波逆变是一种低成本,极为简单的变换方式,它适用于各种整流负载,但是对于变压器的负载的适应不是很好,有较大的噪声。本文依据逆变电源的基本原理,利用对现有资料的分析推导,提出了一种方波逆变器的制作方法并加以调试。

1、系统基本原理

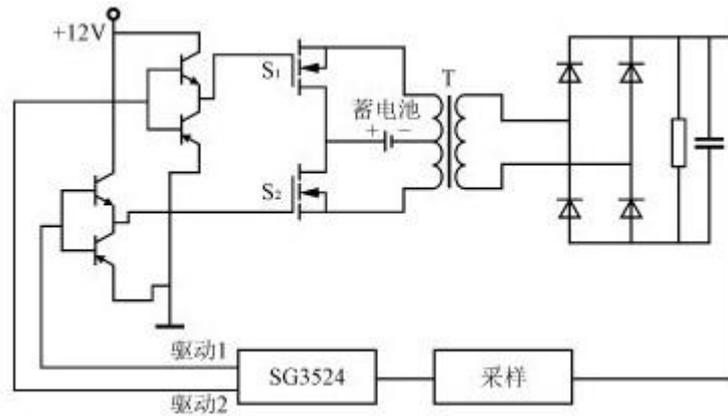
本逆变电源输入端为蓄电池(+12V,容量90A·h),输出端为工频方波电压(50Hz,310V)。其结构框图如图1所示。



目前,构成DC/AC逆变的新技术很多,但是考虑到具体的使用条件和成本以及可靠性,本电源仍然采用典型的二级变换,即DC/DC变换和DC/AC逆变。首先由DC/DC变换将DC12V电压逆变为高频方波,经高频升压变压器升压,再整流滤波得到一个稳定的约320V直流电压;然后再由DC/AC变换以方波逆变的方式,将稳定的直流电压逆变成有效值稍大于220V的方波电压;再经LC工频滤波得到有效值为220V的50Hz交流电压,以驱动负载。

2、DC/DC变换

由于变压器原边电压比较低,为了提高变压器的利用率,降低成本,DC/DC变换如图2所示,采用推挽式电路,原边中心抽头接蓄电池,两端用开关管控制,交替工作,可以提高转换效率。而推挽式电路用的开关器件少,双端工作的变压器的体积比较小,可提高占空比,增大输出功率。



双端工作的方波逆变变压器的铁心面积乘积公式为

$$A_e A_c = P_o (1 + \eta) / (\eta \delta K j f K_e K_c B_m) \quad (1)$$

式中： A_e (m²) 为铁心横截面积；

A_c (m²) 为铁心的窗口面积；

P_o 为变压器的输出功率；

η 为转换效率；

δ 为占空比；

K 是波形系数；

j (A/m²) 为导线的平均电流密度；

f 为逆变频率；

K_e 为铁心截面的有效系数；

K_c 为铁心的窗口利用系数；

B_m 为最大磁通量。

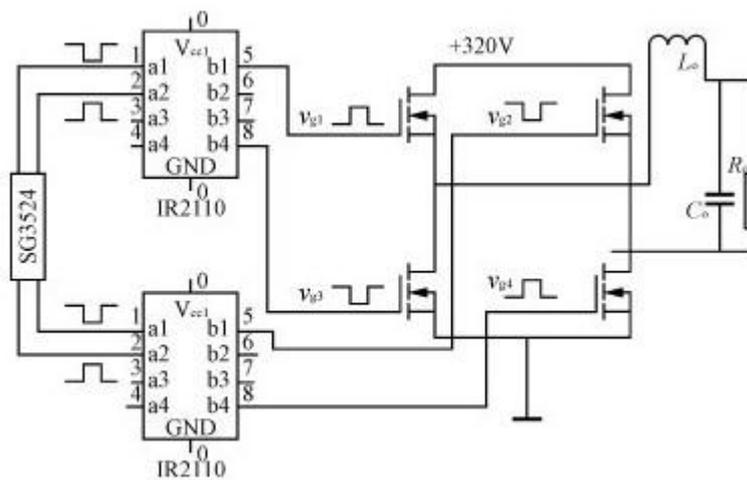
变压器原边的开关管 S1 和 S2 各采用 IRF32055 只并联，之所以并联，主要是因为是在逆变电源接入负载时，变压器原边的电流相对较大，并联可以分流，可有效地减少开关管的功耗，不至于造成损坏。

PWM 控制电路芯片 SG3524，是一种电压型开关电源集成控制器，具有输出限流，开关频率可调，误差放大，脉宽调制比较器和关断电路，其产生 PWM 方波所需的外围线路很简单。当脚 11 与脚 14 并联使用时，输出脉冲的占空比为 0~95%，脉冲频率等于振荡器频率的 1/2。当脚 10（关断端）加高电平时，可实现对输出

脉冲的封锁,与外电路适当连接,则可以实现欠压、过流保护功能。利用 SG3524 内部自带的运算放大器调节其输出的驱动波形的占空比 D ,使 $D > 50\%$,然后经过 CD4011 反向后,得到对管的驱动波形的 $D < 50\%$,这样可以保证两组开关管驱动时,有共同的死区时间。

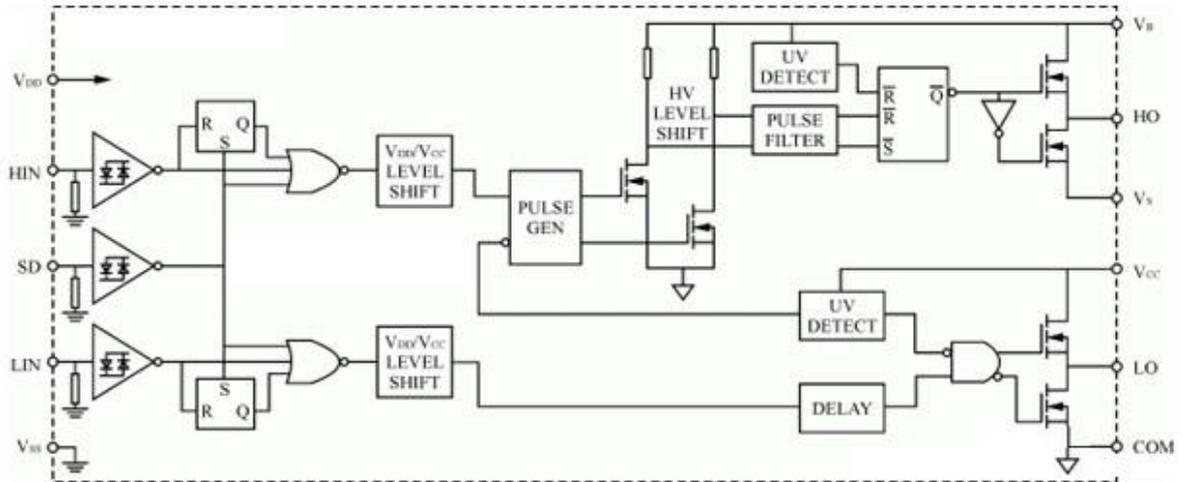
3、DC/AC 变换

如图 3 所示,DC/AC 变换采用单相输出,全桥逆变形式,为减小逆变电源的体积,降低成本,输出使用工频 LC 滤波。由 4 个 IRF740 构成桥式逆变电路,IRF740 最高耐压 400V,电流 10A,功耗 125W,利用半桥驱动器 IR2110 提供驱动信号,其输入波形由 SG3524 提供,同理可调节该 SG3524 的输出驱动波形的 $D < 50\%$,保证逆变的驱动方波有共同的死区时间。



IR2110 是 IR 公司生产的大功率 MOSFET 和 IGBT 专用驱动集成电路,可以实现对 MOSFET 和 IGBT 的最优驱动,同时还具有快速完整的保护功能,因而它可以提高控制系统的可靠性,减少电路的复杂程度。

IR2110 的内部结构和工作原理框图如图 4 所示。图中 HIN 和 LIN 为逆变桥中同一桥臂上下两个功率 MOS 的驱动脉冲信号输入端。SD 为保护信号输入端,当该脚接高电平时,IR2110 的输出信号全被封锁,其对应的输出端恒为低电平;而当该脚接低电平时,IR2110 的输出信号跟随 HIN 和 LIN 而变化,在实际电路里,该端接用户的保护电路的输出。H0 和 L0 是两路驱动信号输出端,驱动同一桥臂的 MOSFET。



IR2110 的自举电容选择不好，容易造成芯片损坏或不能正常工作。VB 和 VS 之间的电容为自举电容。自举电容电压达到 8.3V 以上，才能够正常工作，要么采用小容量电容，以提高充电电压，要么直接在 VB 和 VS 之间提供 10~20V 的隔离电源，本电路采用了 1 μ F 的自举电容。

为了减少输出谐波，逆变器 DC/AC 部分一般都采用双极性调制，即逆变桥的对管是高频互补开通和关断的。

4、保护电路设计及调试过程中的一些问题

保护电路分为欠压保护和过流保护。

欠压保护电路如图 5 所示，它监测蓄电池的电压状况，如果蓄电池电压低于预设的 10.8V，保护电路开始工作，使控制器 SG3524 的脚 10 关断端输出高电平，停止驱动信号输出。

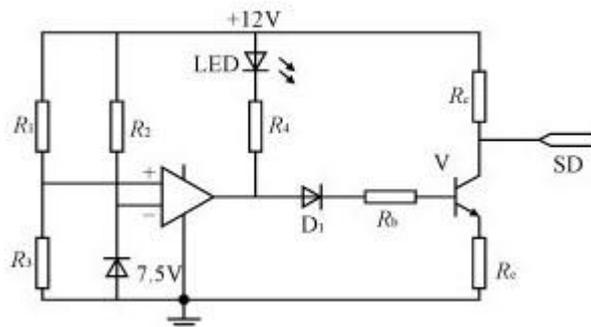
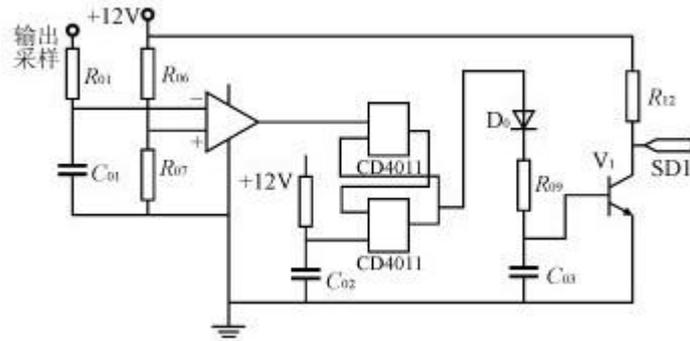


图 5 中运算放大器的正向输入端的电压由 R1 和 R3 分压得到，而反向输入端的电压由稳压管箝位在 +7.5V，当蓄电池的电压下降超过预定值后，运算放大器开始工作，输出跳转为负，LED 灯亮，同时三级管 V 截止，向 SG3524 的 SD 端输出高电平，封锁 IR2110 的输出驱动信号。

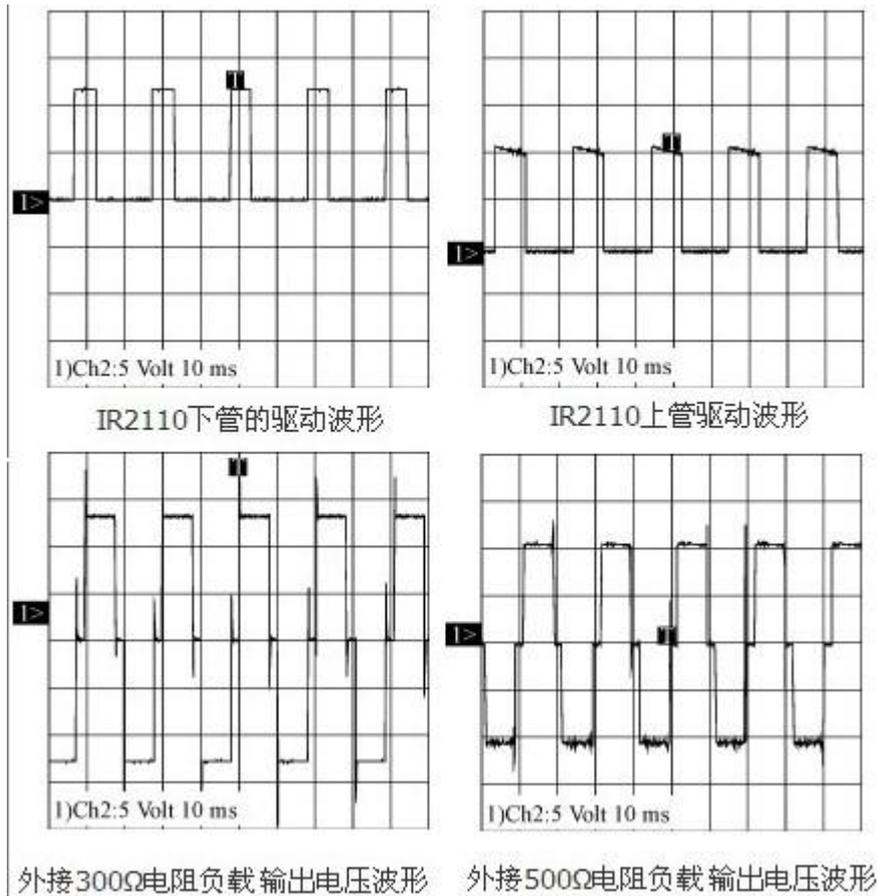
过流保护电路如图 6 所示，它监测输出电流状况，预设为 1.5A。方波逆变器的输出电流经过采样进入运算放大器的反向输入端，当输出电流大于 1.5A 后，运算放大器的输出端跳转为负，经过 CD4011 组成的 R-S 触发器后，使三极管 V1 基级的信号为低电平，三极管截止，向 IR2011 的 SD1 端输出高电平，达到保护的目。



调试过程遇到的一个较为重要的问题是关于 IR2110 的自举电容的选择。IR2110 的上管驱动是采用外部自举电容上电，这就使得驱动电源的路数大大减少，但同时也对 VB 和 VC 之间的自举电容的选择也有一定的要求。经过试验后，最终采用 1 μ F 的电解电容，可以有效地满足自举电压的要求。

5、试验结果及输出波形

DC/DC 变换输出电压稳定在 320V，控制开关管的半桥驱动器 IR2110 开关频率为 50Hz，实验的电路波形如图 7 所示。



6、结语

在逆变电源的发展方向上，轻量、小型、高效是其所追求的目标。本文所介绍的逆变电源电路主要采用集成化芯片，使得电路结构简单、性能稳定、成本较低。因此，这种电路是一种控制简单、可靠性较高、性能较好的电路。整个逆变电源也因此具有较高的性价比和市场竞争力。