Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

第26卷 第4期 沈阳工业大学学报 Vol.26 No.4
2004年8月 Journal of Shenyang University of Technology Aug. 2004

文章编号：1000－1646(2004)04－0385－04

逆变AC TIG焊控制电路设计

常云龙，孙景刚，汪殿龙，宋文清
（沈阳工业大学 材料科学与工程学院，辽宁 沈阳 110023）

摘 要：设计了一种新型双逆变IGBT ACTIG控制电路，它由一次逆变和二次逆变控制电路组成，外特性控制电路实现电流闭环控制功能，一次逆变控制电路适于半桥主电路驱动，二次控制电路实现电流频率和占空比调节，可满足不同焊接工艺要求．对控制电路的工作原理进行了详细分析．实验表明，该控制电路结构简单、参数调节方便，并具有多种控制功能．

关 键 词：双逆变；交流方波；控制电路
中图分类号：TG 434.5 **文献标识码**：A

铝镁及其合金具有优异性能，在焊接结构中应用广泛．通常采用ACTIG焊接．由于铝镁及其合金具有许多与其他金属不同的物理特性，在焊接时应注意以下几点：增强交流电过零时的电弧稳定性；清除Al_2O_3氧化膜，减少或防止气孔；减少钨极烧损；提高焊接效率[1]

逆变ACTIG焊接电源是一种电流频率、占空比和正负半波幅值都独立可调的方波电源．其输出电流为交流矩形波，电流过零时di/dt大，弱弧时间仅为正弦波交流电弧的1/3，不需采用稳弧措施．电流频率及占空比独立可调，在保证阴极雾化的前提下，不仅可减小阴极的烧损，而且能够增大熔敷比．另外脉冲电流对熔池具有搅拌作用，可以减少和抑制气孔产生．本文设计了一种ACTIG焊控制电路，它具有结构简单、功能完善、参数调节方便等特点．

1 AC TIG焊机主电路

图1是所研制的ACTIG电源的主电路，它由以下几部分组成：一次逆变电路（采用半桥结构，逆变频率20 kHz）；高频变压器；次级整流滤波电路；二次逆变电路（采用全桥结构，逆变频率为50～1 000 Hz）．

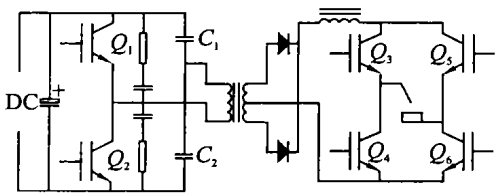

图1 主电路原理图
Fig.1 The principle of main circuit

2 一次逆变控制电路设计

2.1 外特性控制电路

一次逆变控制电路采用SG3526PWM芯片，电路结构如图2，定时电阻连接端9脚接（R_{104}+W_{101}）与定时电容连接端10脚接C_{108}产生40 kHz的锯齿波（10脚输出），死区时间设置电阻端11脚W_{103}决定死区时间，整定死区时间大于IGBT关断时间．误差放大器的同相输入端1脚信号接电流给定信号，误差放大器的反相输入端2脚信号接电流反馈信号．二者经差动比例积分运算后输出控制电平U_K（3脚电平）．该电平与10脚的锯齿波比较后即可得到脉冲方波，改变U_K大小即可调节脉冲宽度．该脉冲经SG3526内部分频器分频后分别从13脚和16脚得到两路频率为20 kHz、相位差为180°的脉冲波形．软启动电容连接端4脚接电容C_{105}．外特性控制采用电流闭环负反馈控制，得到恒流特性．并且采用最大和最小脉宽限制电路防止一次逆变桥臂直通和引弧时高频变压器出现瞬态饱和，损坏开关管及小电流工作条件下，稳定脉冲宽度，减小开关管损耗．

2.2 保护电路

为了防止IGBT过热损坏，在每个IGBT模块的散热器上安装了热继电器．过热保护电路如图3，其工作原理如下，正常工作条件下，RD点通过热继电器的常闭触点接地，即电位为低电平，比较器U_1输出高电平，晶体管T_1截止，PWM芯

收稿日期：2003－05－07
作者简介：常云龙（1963－），男，山西新绛人，副教授．

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

片正常输出脉冲.当 IGBT 过热时,常闭触点断开,RD 点悬空,比较器 U_1 输出低电平,MOS 管 T_1 导通,发光二极管 D_1 导通,指示 IGBT 过热,$\overline{SD}$为低电平,封锁 PWM 输出,实现过热保护.

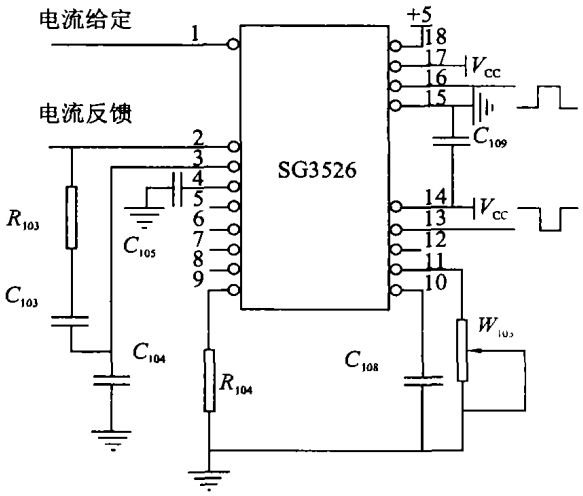

图 2 外特性控制电路

Fig.2 Curve characteristic control

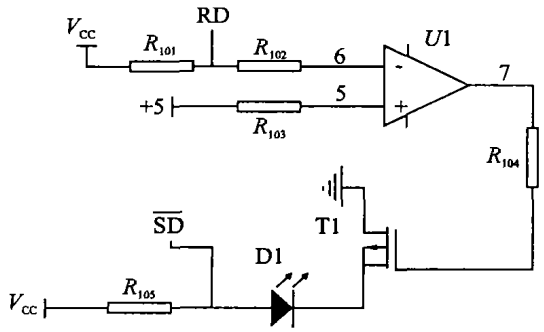

图 3 过热保护电路

Fig.3 Overheat protection

过流保护电路如图 4,当有过流信号时,单稳电路 U_2 的 6 脚产生一个方波脉冲,其脉冲宽度由 $R_{209}\times C_{201}$决定.同时该脉冲与过流信号经 U_3 "或非"后送往 D 触发器 U_4,使其 Q 端输出低电平,使三极管 T_{201}导通,发光二极管指示焊机过流,并且$\overline{SD}$端为低电平封锁 PWM 输出.

2.3 一次驱动电路

一次驱动电路的作用是把脉宽调制器输出的两路脉冲信号进行功率放大,分别驱动一次逆变电路的功率开关管,并且实现主电路与控制电路的隔离[2],见图 5.

脉宽调制芯片的两路输出脉冲信号 U_a(接 SG3526 的 13 脚)和 U_b(接 SG3526 的 16 脚)经过四个 MOS 管 $V_3\sim V_6$ 组成的桥式电路进行功率放大.当脉宽调制芯片没有脉冲输出时,V_3 和 V_4 处于开通状态,V_5和 V_6处于截止状态.当

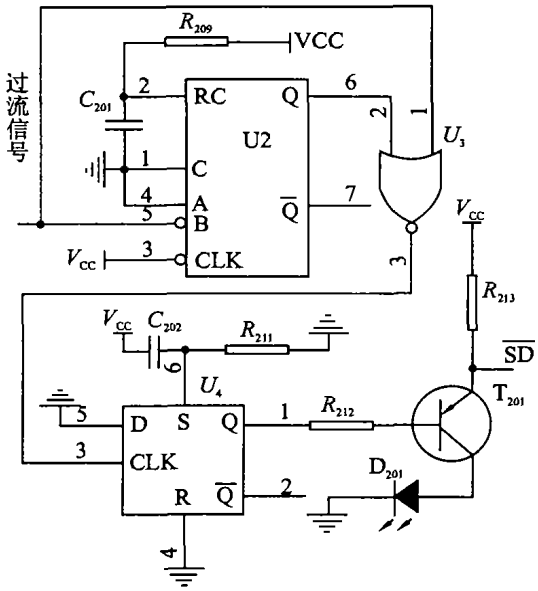

图 4 过流保护

Fig.4 Over current protection

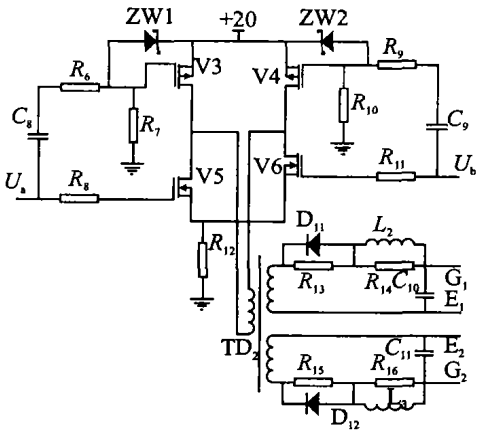

图 5 一次驱动电路

Fig.5 First driver circuit

U_a 输出脉冲时,V_3 和 V_5 的栅极是高电平,因此,V_3 截止,V_5 开通,+20 V 电源经 V_4、TD_2、V_5、R_{12}到地,脉冲变压器 TD_2 一次电压下正上负.一次电压经二次耦合输出.ZW_1、ZW_2 为压稳压管,其目的是在脉宽调制芯片没有脉冲输出时,使 V_3、V_4 处于浅饱和状态,当 SG3526 芯片有脉冲从 U_a 或 U_b 输出时,相应的 MOS 管 V_3 或 V_4 能够迅速关断,避免 V_3 和 V_5、V_4 和 V_6 之间发生直通.R_{12}为限流电阻.脉冲变压器在此电路中起主、控电路隔离和能量传递作用.根据驱动要求,为防止开通时的冲击和关断时的拖尾电流以及由此可能导致的直通现象,在 R_{14}和 R_{16}的两端各并联一个小电感,避免开通电流冲击;在 R_{13}和 R_{15}两端反并联一个超快恢复二极管,减少关断时的门极电阻,提高 IGBT 的关断速度[3].

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.com

3　二次逆变控制电路

3.1　方波发生电路

图 6 是方波发生电路,采用 555 时基电路构成三角波发生器,改变 W_1 的值就可以调整方波的频率,改变 W_2 的阻值即可以调节方波的占空比,实现频率及占空比的独立调节.

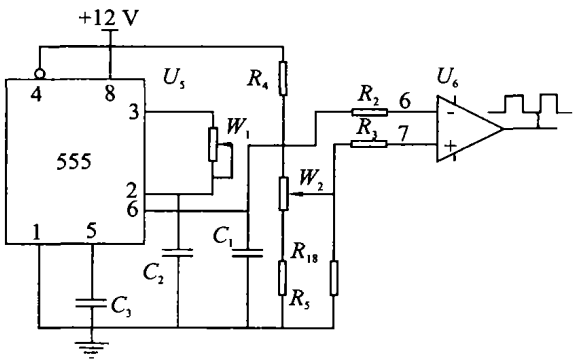

图 6　方波发生电路

Fig.6　Square wave generator

3.2　光耦隔离及二次驱动电路

作为二次逆变电路开关器件的 IGBT 开关管并不都是共源极的,因此要求有自己的独立的驱动信号,信号间彼此相互隔离.本电路采用 TLP250 构成驱动器,输入信号经反相器后形成与原脉冲相位差为 180°的两路驱动脉冲,可驱动全桥或半桥式逆变电路.TLP250 内置光耦的隔离电压可达 2 500 V,上升及下降时间均小于 0.5 μs,输出电流达 0.5 A,可直接驱动 50 A/1 200 V 以内的 IGBT 元件,外加推挽放大晶体管后可直接驱动电流容量更大的 IGBT 元件.

驱动电路如图 7,当 U_7 的 2 脚及 3 脚(方波信号)输入高电平时,光耦 TLP250 导通,6 脚输出高电平,晶体管 T_1 导通,晶体管 T_2 截止,T_1 导通输出 +15 V 驱动电压驱动 IGBT 导通.输入信号为零时,光耦 TLP250 截止,晶体管 T_1 截止,晶体管 T_2 导通,输出 −10 V 电压使 IGBT 加速关断.

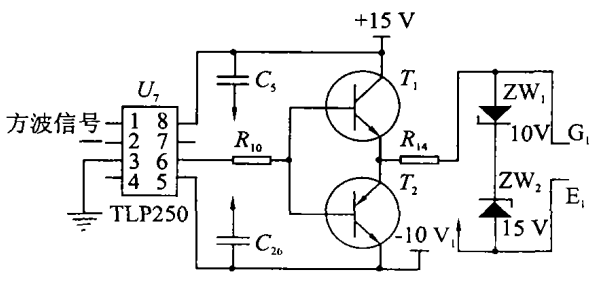

图 7　二次驱动电路

Fig.7　Second driver circuit

4　实验结果

图 8 是实测的两路的二次逆变驱动电压波形,实现了频率及占空比独立调节,频率的调节范围为 50 Hz～1 kHz,占空比的调节范围为 30 % ～70 % .

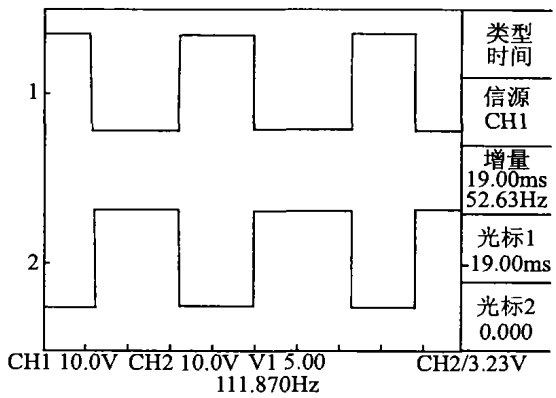

图 8　二次驱动波形

Fig.8　Second driver waveform

5　结　论

1) 设计的 ACTIG 控制电路具有恒流控制功能.主电路经过变换后可实现 ACTIG、DCTIG 及脉冲焊接.

2) 控制电路具有过热保护和过流保护功能,可防止焊机运行过程中因过载而产生的器件和变压器损坏.

3) 具有独立调节电流频率、占空比及正负半波幅值等功能,电路结构简单,参数调节方便,可实现变极性 ACTIG 焊接,在满足阴极雾化的情况下,尽可能的减少钨极烧损,提高生产效率.

参考文献:

[1] 赖忠民,方臣富,黄国建,等. 变极性 TIG 焊接电源的研制[J]. 电焊机,2002(11):16－18.
(Lai Z M, Fang C F, Huang G J, *et al*. Research on variable polarity TIG welding power supply[J]. Electric Welding Machine. 2002(11):16－18.)

[2] 赵家瑞. 逆变焊接与切割电源[M]. 北京:机械工业出版社,1995.
(Zhao J R. Welding and cutting inverter power source [M]. Beijing:China Machine Press,1995.)

[3] 殷树言. CO_2 焊接设备原理及调试[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
(Yin S Y. Dioxide welding equipment principle and adjustment[M]. Beijing:China Machine Press, 2000.)

Î¬ÆÕ×ÊÑ¶ http://www.cqvip.co

Design of inverter ACTIG welding power control circuit

CHANG Yun-long, SUN Jing-gang, WANG Dian-long, SHONG Wen-qing
(School of Material Science and Engineering , Shengyang University of Technology , Shenyang 110023, China)

Abstract: The paper presents a new kind of AC/DC square wave power source control circuit witch is composed of double inverter control circuits. External characteristic control circuit carries out the current close loop control function. First inverter control circuit is fit for the driver of half bridge main circuit. The frequency and pulse width ratio can be adjusted by the second inverter control circuit for the demand of different welding process. The control circuit principle is analysed in detail. The experiment results show that control circuit structure is simple. the parameters are all adjusted conveniently and independently. The stability of the structure is high. Double inverter power source can satisfy the welding process of the aluminium and aluminium alloy.

Key words: double inverter; AC square wave; control circuit; control circuit