

文章编号: 1000-5889(2002)02-0009-03

变极性 TIG 焊电源驱动电路和保护电路的设计

李春旭, 邱联奎, 郝 伟

(甘肃工业大学 材料科学与工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 针对焊接电源的稳定性设计原则, 研究并设计了变极性 TIG 焊电源的驱动电路, 以及过流、过热和过、欠压 3 种保护电路, 提出了逆变开关元件的保护方案, 限定了最小触发脉宽, 给出了调试过程中遇到问题的解决方法。实验结果证明, 该电路设计可靠, 能保证变极性 TIG 电源稳定运行。

关键词: TIG 焊; 变极性; 电源; 驱动电路

中图分类号: TG434.5 **文献标识码:** A

Design of actuation and protection circuits for TIG welding power source with variable polarities

LI Chun-xun, QIU Lian-kui, HAO Wei

(College of Materials Science and Engineering, Gansu Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: According to the stability requirement and design principle of welding power sources, the actuation circuit of polarity-variable TIG welding power source as well as the circuits for protection against over current, overheat, and over-under-voltage are investigated and designed with the proposal of a protection scheme with an inverse on/off switching device such that a minimum actuating pulse width is prescribed, providing a solution procedure for the difficulties encountered during the tuning process. The experimental result shows that this design of circuits is reliable and is able to guarantee the stable operation of polarity-variable TIG welding power source.

Key words: TIG welding; variable polarity; power source; actuation circuit

1 变极性 TIG 焊电源的驱动电路的设计

变极性 TIG 焊接电源的主电路的开关器件选用日本富士生产双基极绝缘栅晶体管 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 模块, 并采用其专用驱动模块 EXB841。驱动电路的作用是将脉宽调制器 SG3525 输出的两路触发脉冲进行功率放大。EXB841 模块可驱动 300 A/1 200 V 的 IGBT。其整个电路信号延迟时间不超过 1 μ s, 最高工作频率可达 40~50 kHz, 它只需外部提供一个 +20 V 单电源, 内部自己产生 -5 V 反偏压^[1], 模块采用高速光

耦隔离, 射极输出, 并有短路保护及慢速关断功能。

为了改善 IGBT 控制脉冲的前后沿陡度和防止振荡, 减小 IGBT 集电极大的电压尖脉冲, 在栅极串联了电阻 R_g 。当 R_g 增大时, 会使 IGBT 的通断时间延长, 能耗增加; 而减小 R_g 又会使 di/dt 增高, 可能引起触发误导通损坏 IGBT。因此根据 IGBT 电容量和开关频率的大小, 本文通过试验法仔细调节 R_g , 看其对 IGBT 导通状态的影响, 直至选择合适的 R_g 值。不同容量的 IGBT 元件, R_g 阻值是不同的。 R_g 范围为十几欧至几百欧之间。

IGBT 为压控器件, 当集射极之间加有高压时很容易受外界干扰使栅射电压超过 U_{ge} (开启电压) 时会引起误导通, 尤其在桥式变换器中易造成同臂直通短路^[2]。为避免这种情况的发生, 在栅射间并接

收稿日期: 2002-01-17

作者简介: 李春旭(1941-), 女, 辽宁鞍山人, 教授, 博导。

一个电阻 R_{ge} , R_{ge} 的取值一般为 $(1 \sim 5) \times 10^3 \Omega$, 研究中取为 100 K, 将 R_{ge} 并联在栅极和射极最近处, 但是 R_{ge} 太小会使器件的开通时间变大, 而降低开

关频率, 为防止栅极驱动电路出现高压尖峰, 又在栅射间并接了两只功率较大的反向串联的稳压二极管 DW1 和 DW2. 驱动电路如图 1 所示.

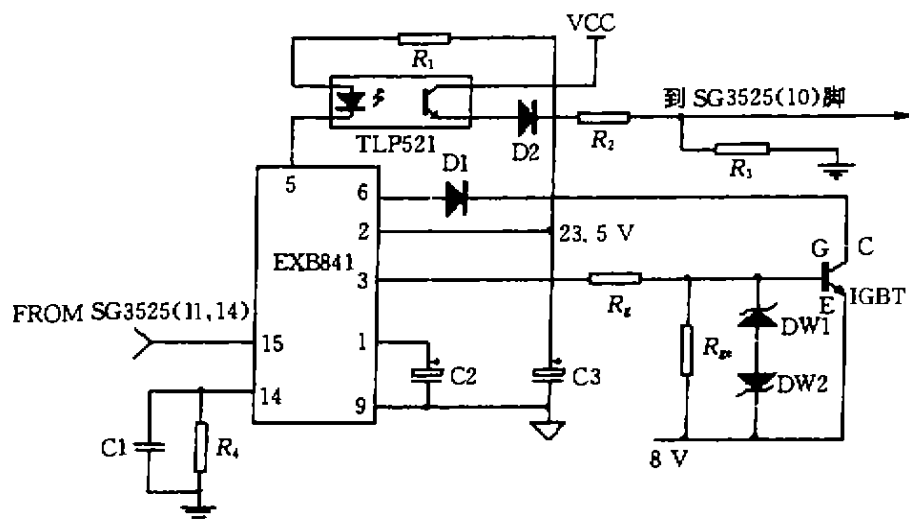


图 1 EXB841 驱动电路

2 保护电路的设计

在变极性 TIG 焊机中, 设计了 IGBT 过流, 过温和网压过、欠压 3 种保护电路, 目的是在发生故障时进行检测、鉴别、报警并输出保护信号^[3,4].

2.1 过流电路的设计

当 IGBT 过流时, 其集射极电压 V_{ce} 会高于正常饱和导通时的集射极电压值, EXB841 根据这一原理检测 IGBT 是否过流, 因其自身具有过流检测及保护功能, 在其过流检测 6 脚 (见图 1) 上接一超快恢复二极管, 当 IGBT 正常工作时, 该二极管处于正向导通状态, 一旦 IGBT 过流, 则该二极管截止, 于是, EXB841 自动将驱动电压降低, 以增加 IGBT 过流能力, 若在 $10 \mu s$ 之内过流仍未消失, EXB841 将关断 IGBT, 同时在其 5 脚输出低电平报警. 通过在 5 脚上接一高速光耦, 过流时, 高速光耦导能, 过流保护信号从分压电阻处得到, 加至 SG3525 的 10 脚关断 PWM 输出, 同时申请单片机中断.

在调试过流保护时发现, 当 EXB841 的 3 脚输出的触发脉冲宽度小于 $3 \mu s$ 左右, IGBT 发生过流情况时, EXB841 并不输出保护信号, 当然程序就无法申请中断, 且闭触发脉冲更无从谈起. 经过仔细分析, 发现 EXB841 芯片本身存在着约 $3 \mu s$ 的保护盲区. 也就是说, 从 EXB841 检测到过流开始, 约 $3 \mu s$ 之后才将输出触发脉冲电平拉低, 以增强 IGBT 过流能力; 若在 $10 \mu s$ 之内过流仍未消失, 则其 5 脚降为低电平. 虽然 IGBT 可承受 $3 \mu s$ 的过流时间, 但若长时间发生这种情况得不到保护, 对其安全运行

是不利的. 再者, 脉冲宽度很窄时对控制电路及主电路元件的对称性要求更严格, 易造成不平衡, 而且, 当脉冲过窄时, IGBT 来不及进入饱和状态就已关断, 危及其安全工作. 鉴于以上几种原因, 因此在控制程序中规定了最小脉宽. 任何时候, 都要求 EXB841 发出的触发脉冲宽度不低于 $3 \mu s$. 图 2 为利用 TDS3034 型数字示波器实测到的 EXB841 的输出触发脉冲. 图中 R_1 为横轴位置所在, 纵坐标为 $5.00 V$ /格, 横坐标为 $20.0 \mu s$ /格. 由此可以看出, 驱动脉冲满足设计要求, 达到预期的目标, 在实践中能够很好地驱动和关断 IGBT.

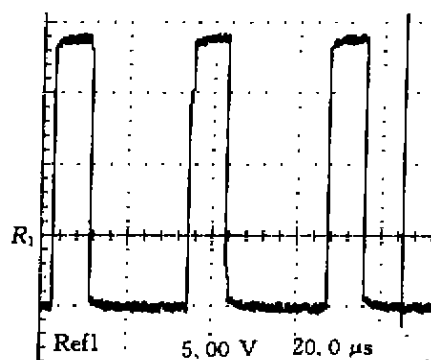


图 2 实测 EXB841

2.2 过热、网压过、欠压电路设计

过热, 网压过、欠压的电路如图 3 所示. 网压发生过、欠压时, 比较器输出高电平, 该高电平一方面加到 SG3525 的 10 脚关闭触发脉冲; 另一方面经过或门向单片机申请捕捉中断. 80C552 单片机具有独特的捕捉中断功能. 它能捕捉到外部中断信号的上

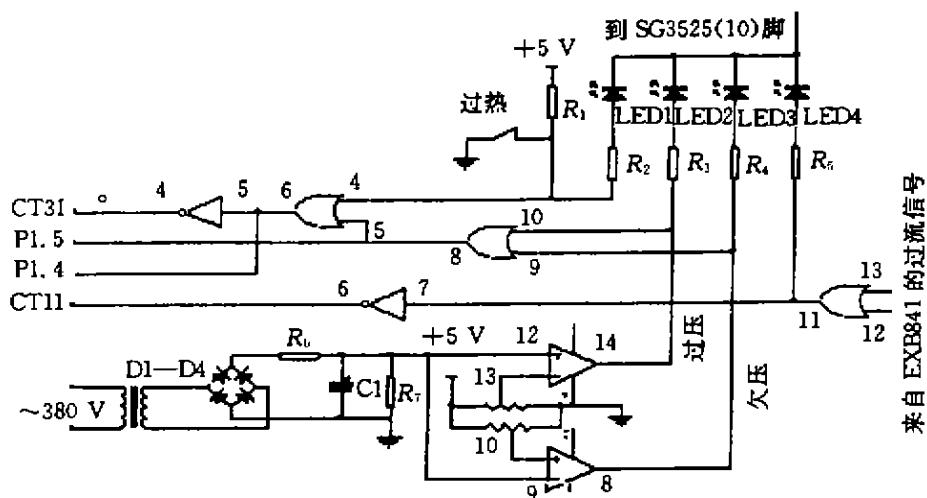


图3 保护电路

升沿或下降沿,从而引起中断。

当电源输入整流块、IGBT 模块温度、变压器副边整流二极管,三者中任一元件的温度超过规定的温度值时,常闭过热继电器动作,使 SG3525 关闭触发脉冲,同时申请单片机中断。本研究中,将过热继电器紧靠元件安装在元件的散热器上,以便于检测 IGBT 是否过热。

以上两类中断,单片机响应中断后,在中断服务子程序中还设置了延时子程序,延时之后再一次判断是否真的发生了过热、过、欠压故障,并判别是哪一类故障,然后报警。

同时要将过流电路与过、欠压、过热电路分开,由于该电路产生过流中断信号时,应立即响应中断,在中断服务子程序的第一或第二句就应发出关闭触发脉冲的指令,保证下一个及后续触发脉冲不会被送出,以保护 IGBT 模块。并且将过流中断规定为最高优先级。另外,在调试控制电路的过程中,发现如果将过流中断与过热、过、欠压中断放在一起,共用一个中断口,经常会发生误报警,降低焊机工作的稳定性和连续性。而试验证明,过流中断单独用一个中断口时,误报警现象消失了,焊机工作稳定。

为了保证在开机上电瞬间,系统初始化过程中以及处理中断子程序等需要完全关闭触发脉冲的情况下 IGBT 不被误触发,将单片机的 PWM1 端口接至 SG3525 的强制关断端,通过程序设置,使 PWM1 输出高电平,封锁触发脉冲,确保 IGBT 的安全。此时即使单片机的 PWM0 输出控制量,也不会触发 IGBT^[5,6]。

3 实验结果

通过实验实测的变极性 TIG 焊接电源静负载

状态下输出的电压波形,如图 4 所示,正负半波时间和幅值都独立可调,电流过零速度快,说明该电源电路设计合理,输出波形稳定,运行可靠。

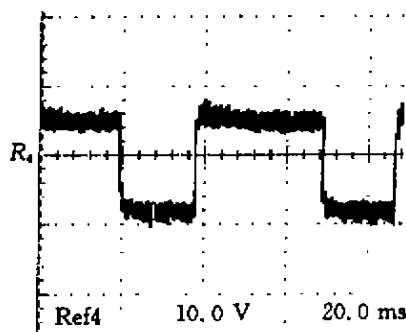


图4 输出电压波形

参考文献:

- [1] 张青. IGBT 驱动模块 EXB841 剖析 [J]. 电气传动, 1994, (4): 11-15.
- [2] 赵家瑞. 逆变焊接与切割电源 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1995. 200-231.
- [3] 丁志民, 齐铂金. 多功能双逆变式弧焊电源的研究 [J]. 电焊机, 1995, (2): 20-23.
- [4] 韦 颀, 魏继昆, 李春旭. 80C522 单片机控制的 IGBT 逆变焊机的研究 [J]. 甘肃工业大学学报, 1999, 25 (1): 11-14.
- [5] 马跃洲, 张鹏贤, 梁卫东. 微机控制的 IGBT 逆变 CO₂ 电源 [J]. 甘肃工业大学学报, 1999, 25 (1): 6-10.
- [6] 李鹤岐, 陈尔奎, 郝 伟. 干式电力变压器 CAD 系统设计 [J]. 甘肃工业大学学报, 2001, 27 (2): 13-16.