

变极性脉冲 MIG 焊稳弧系统研究

廖平,殷树言,黄鹏飞,卢振洋,蒋观军

(北京工业大学 机械工程与应用电子技术学院,北京 100022)

摘要:在薄板铝合金变极性脉冲 MIG 中,两个电极材料均为冷阴极材料,电极发射电子困难,当极性发生变换时,尤其是在小电流过零时更容易出现电弧熄灭现象。针对此问题,设计了一种全桥式高压脉冲稳弧电路,可提供双向高压稳弧脉冲,在电弧过零时直流高压电源通过 IGBT 开关管施加一个瞬间的高压脉冲,能可靠再引燃电弧,使变极性脉冲 MIG 的焊接过程不会出现断弧现象,保证了焊接过程稳定。

关键词:变极性;稳弧;PMIG

中图分类号:TG444+.74

文献标识码:A

文章编号:1001-2303(2006)02-0033-03

Study on arc stabilization system of variable polarity pulsed MIG

LIAO Ping, YIN Shu-yan, HUANG Peng-fei, LU Zhen-yang, JIANG Guan-jun

(Dept. of Mechanical Engineering and Applied Electronic, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

Abstract: During the variable polarity pulsed MIG welding process of thin sheet of aluminum alloy, both the electrodes are cold cathode, the arc is easy to distinguish when polarity varies especially the current crosses zero. So a full bridge high voltage arc stabilized circuit is developed. A transient high voltage pulse is generated by DC high voltage power supply when the current crosses zero, the arc is stabilized by re-ignition and the arc-halting is avoided. The steady welding procedure can be obtained.

Key words: variable polarity; stabilization arc; PMIG

引言

在薄板铝合金的电弧焊接中,一般采用交流电源焊接铝合金,由于有焊接电流过零时间的存在,电弧可能有熄灭现象。随着电力电子和逆变技术的发展,开关管的开关速度越来越快,使电流过零的时间变短,但是,无论是正弦波交流还是方波交流都存在电流过零的问题,只是过零时间的长短不同。因此,在焊接电流过零时需要采取一定的措施保证电流过零后电弧能重新引燃。

在铝合金交流 TIG 焊的两个电极中,钨极为热阴极材料、铝合金为冷阴极材料,当采用 IGBT 二次逆变技术时,一般只是在铝合金电极由正极性变为负极性时(钨极为正)需要加稳弧措施,而铝合金电极由负极性变为正极性时(钨极为负)可以不用稳弧措施。但是对于铝合金变极性脉冲 MIG 焊来说,其两个电极均为冷阴极材料,在极性变换时电极发射电子困难,因此在极性变换的两个方向都容易出现

电弧熄灭。关于铝合金交流脉冲 MIG 焊过零稳弧已采用不同的方法,其目的都是保证电流过零时电弧能稳定燃烧。文献[1]采用“双凹形”焊接电流,在电流较大时极性变换,实现了电流过零的自稳弧,不需要辅助的稳弧措施;文献[2]在电源输出极性从焊丝负极(EN)切换为焊丝正极(EP)的瞬间,过零稳弧电路提供高压稳弧脉冲防止发生断弧,而在电源输出极性从 EP 切换为 EN 时,依靠二次逆变器产生的浪涌电压引燃电弧,无需另加高压引弧脉冲;文献[3]采用两个高压辅助直流电源实现了电流过零时的双向稳弧。

1 变极性脉冲 MIG 焊稳弧电路设计

铝合金变极性脉冲 MIG 焊主要用于薄板的焊接,该焊接方法的两个电极均为冷阴极材料,且焊接电流是在较小的基值电流下过零,不具备焊接电弧的自稳弧条件,需要增加稳弧措施来保证电弧过零时稳定燃烧。根据铝合金变极性脉冲 MIG 焊在极性变换时需要双向稳弧的特点,设计了一种全桥式稳弧辅助电路,其原理示意图如图 1 所示。当电流由 EN 极性变换到 EP 极性时,开关管 IGBT₅ 和 IGBT₆ 瞬间导通,高压稳弧脉冲加在焊丝与工件之间;当电流由 EP 极性变换到 EN 极性时,开关管 IGBT₇ 与

收稿日期:2006-01-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50575006)

作者简介:廖平(1965—),男,江西龙南人,教授,博士,主要从事新型逆变焊接设备及自动化方面的研究工作,发表论文 20 余篇。



IGBT₆瞬间导通,高压稳弧脉冲加在工件与焊丝之间, 实现变极性电弧的双向稳弧。

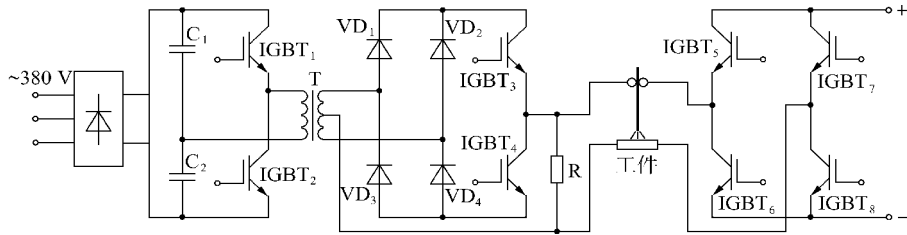


图1 高压脉冲稳弧电路原理图

高压稳弧电路中开关管的选择很重要,必须采用与二次逆变开关速度相同的管子或者开关速度更快的开关管,才能保证高压脉冲在短时间内加到电弧两端。

该高压稳弧电路的特点是由一个直流高压电源提供双向稳弧脉冲,电路简单可靠,图1中的4个桥臂开关管采用开关速度快的IGBT,保证了在十几微秒的时间内可提供一个高压脉冲。

2 高压稳弧脉冲的协调控制

由于变极性脉冲MIG焊采用了IGBT二次逆变技术,电弧过零的时间很短,一般在几微秒至十几微秒以内,所以对二次逆变的极性变换和高压稳弧信号的同步要求很高,如果它们之间协调不好,将无法实现电弧的再引燃。因此,对高压稳弧电路的要求是高压脉冲必须与电流的极性变换同步,且在很短的时间内准确地将高压脉冲加到电极两端。

2.1 DSP 硬件控制系统

在变极性脉冲MIG焊控制系统中采用了TI公司的DSP工业控制芯片TMS320F2812。该芯片为32位定点运算芯片,CPU频率为150MHz,运算处理能力达到了150MIPS;片上集成了16通道12位的A/D转换器、16位128k的FLASH和16位18k的SRAM,A/D转换速度为80ns;具有丰富的I/O复用接口,可以用软件编程控制其功能。所以,TMS320F2812芯片在控制高压脉冲信号与二次逆变极性变换同步时,完全能满足焊接过程控制的要求。图2为采用TMS320F2812控制的系统框图。

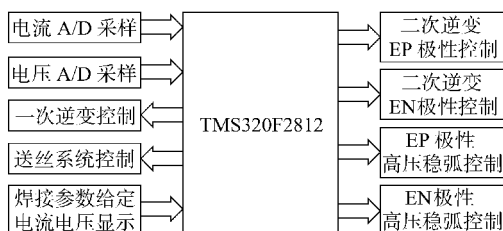


图2 DSP控制系统框图

2.2 DSP 软件控制系统

变极性脉冲MIG焊的DSP控制系统采用C语言编程、模块化管理,具有良好的通用性和扩展性。图3是变极性脉冲MIG焊控制系统中高压脉冲稳弧子程序控制框图,其中高压稳弧脉冲的产生和关断采用定时器与中断控制,使高压稳弧脉冲控制信号的时序非常准确。采用软件编程、I/O口控制取代硬件控制高压稳弧脉冲控制电路,明显降低了硬件控制电路的复杂性。

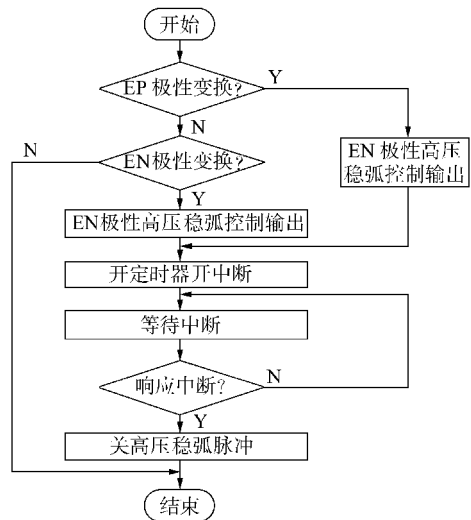


图3 高压脉冲稳弧子程序控制图

2.3 高压稳弧控制信号测试

利用本研究设计的变极性脉冲MIG焊稳弧控制系统,测试了极性变换与高压稳弧脉冲控制信号之间的关系。在脉冲电流周期为20ms、高压稳弧脉冲时间为25μs时,电流给定电压与高压稳弧脉冲控制信号的输出波形如图4所示,其中 I_g 、 U_{EP} 、 U_{EN} 分别是一次逆变电流给定值、EP极性(焊丝接正)高压稳弧脉冲给定值和EN极性(焊丝接负)高压稳弧脉冲给定值的控制信号波形。

图5为图4高压稳弧脉冲同步控制信号的微观波形,可以看出高压稳弧脉冲的上升沿与一次逆变给定值变化(对应二次逆变的极性变换)的同步性很好。

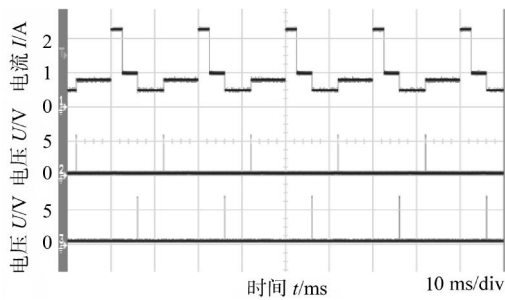
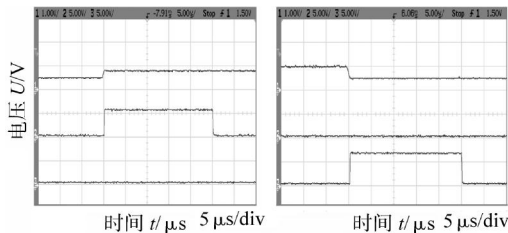


图4 高压稳弧脉冲同步控制信号波形



a EP极性稳弧脉冲 b EN极性稳弧脉冲

图5 高压稳弧脉冲同步控制信号微观波形

由于EP极性、EN极性的高压稳弧脉冲上升沿与二次逆变的EP极性、EN极性的上升沿完全同步,所以高压稳弧脉冲与一次逆变给定电流,以及二次逆变极性变换控制信号之间达到了完全同步,为精确控制焊接电流输出、高压稳弧脉冲输出提供了保障。

3 试验研究

采用全桥式高压稳弧方法进行了铝合金变极性脉冲MIG焊试验,试验条件:工件为厚3 mm LF6铝合金,焊丝为ER4043、直径为1.2 mm,氩气流量12 L/min。焊接试验参数:给定电压值18 V;EN比率20%;送丝速度0.41 m/min;脉冲电流 $I_p=230$ A,脉冲时间 $T_p=2.8$ ms;EP极性脉冲电流前的基值电流 $I_{b1}=40$ A,脉冲电流后的基值电流 $I_{b2}=50$ A,基值电流时间 $T_{b2}=4.2$ ms;EN极性电流 $I_{EN}=60$ A;高压稳弧脉冲时间为 $20 \mu\text{s}$;EP极性基值时间 T_{b1} 和EN极性时间 T_{EN} 由程序计算,焊接电流的频率根据弧压的变化自动调整。

图6为空载时实际叠加在空载电压上的高压稳弧脉冲,脉冲电压峰值为270 V左右,从图中可以看出,在每一次极性变换时都有一个高压稳弧脉冲,由于空载时没有电弧,高压脉冲全部加在电源输出端的固定负载R上。在焊接过程中,当电弧电流过零时,高压稳弧脉冲可根据电弧空间负载的大小,动态调整电弧两端的高压脉冲幅值。

焊接电弧本身是一个动态负载,每一次电弧过零时的电弧空间状态可能不同,在电弧过零时不出

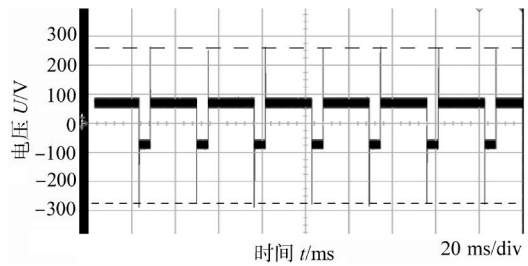


图6 加高压稳弧脉冲的空载电压波形

现电弧熄灭现象的可能性是存在的,但如果出现电弧熄灭将产生断弧。因此,在每次电弧过零时都加一个高压脉冲,一旦出现熄弧现象,两个电极之间的空间电阻迅速上升,高压稳弧脉冲能立即加载到两个电极之间,并再引燃电弧,保证每次电弧过零时都能使电弧稳定燃烧。

图7为采用全桥式高压稳弧方法焊接薄板铝合金的电弧电流、电压波形,在每次极性变换后电弧都能可靠再引燃,没有出现断弧现象,保证了焊接电弧稳定燃烧和焊接过程的稳定。

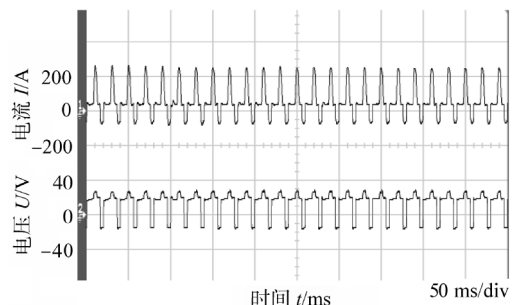


图7 变极性脉冲MIG焊电流电压波形

4 结论

a. 采用DSP控制的变极性脉冲MIG焊稳弧系统,响应速度快、控制精度高,高压稳弧脉冲给定信号与二次逆变的极性变换以及对应一次逆变给定电流值之间具有很好的同步性,时序控制准确。

b. 在铝合金变极性脉冲MIG焊中,采用单电源全桥式直流高压脉冲稳弧方法,在焊接电流极性发生变换时可提供双向高压稳弧脉冲,能够可靠引燃电弧,不会出现断弧现象,焊接过程非常稳定。

参考文献:

- [1] 焦向东,潘际銮,张 骅.双凹波形脉冲氩弧焊的焊接电源[J].焊接学报,1996,17(1):56-61.
- [2] 全红军,上山智之.交流脉冲MIG焊接机器人系统的工艺特点[J].焊接,2002(1):20-22.
- [3] 杭争翔,殷树言,黄鹏飞,等.逆变弧焊电源输出变极性过程[J].电焊机,2003,33(6):13-15,38.

