

1 实验系统

实验系统组成如图 1 所示。

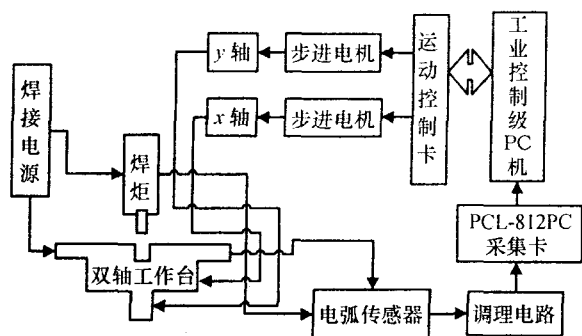


图 1 试验系统图

Fig. 1 Scheme of experimental system

1.1 系统硬件

硬件部分包括焊接电源 TIME WSM-200、双轴实验台、电弧传感器、调理电路、顺康 6212P 运动控制卡、研华 PCL-812PG 数据采集卡,软件部分由双轴工作台控制程序和 Labview 平台的数据采集程序组成。

通过 PC 机上的工作台控制程序和数据采集程序设置好焊接速度、摆动幅度和频率、采集频率、采集方式等参数。利用工作台摆动实现焊炬的摆动。通过电弧传感器传递电弧电压,经过调理电路的信号,初步处理,由数据采集卡采集到电压,实时显示并存储电压数据。

由于受到 TIG 高频引弧、电弧电压波动的影响

以及采集卡量程的限制,所以需要在采集卡采集电压之前,进行信号调理,文中主要通过分压电路和隔离电路实现。隔离电路用于隔离高频电压信号,保护采集卡。

信号采集卡为 PCL-812PG,是台湾“研华”公司推出的一款用于 PC 的高性能、高速的多功能数据采集卡。此卡具有 16 个 A/D 数据采集通道,同时还具有 2 个 D/A 数据输出通道,因此此卡有较为完善的综合性能。本卡支持广泛的开发平台,可在 Visual Basic 及 Visual C++, Labview 等多种软件环境下使用。

1.2 软件系统

1.2.1 双轴工作台软件设计

本实验系统采用 Microsoft Visual C++ 6.0 软件为开发平台进行软件开发,实现了实验中工作台位置在 2 种控制模式下(定量控制与快速控制)的单、双轴运动以及振幅,频率可调、可选的摆动运动。

1.2.2 信号采集程序

信号采集程序采用 Labview 开发。研华采集卡驱动程序提供 3 种动态数据采集方法,分别是中断触发、DMA 触发和看门狗触发。本系统采用的是常用的中断触发方式。长时间的高速实时数据采集要用到内部缓冲区和用户缓冲区 2 块内存区域,内部缓冲区的使用多采用循环方式。采集的数据先写入内部缓冲区,再由内部缓冲区传送到用户缓冲区,然后就可以将数据以图形方式显示并存入二进制文件中。信号采集及分析程序后面板如图 2 所示。

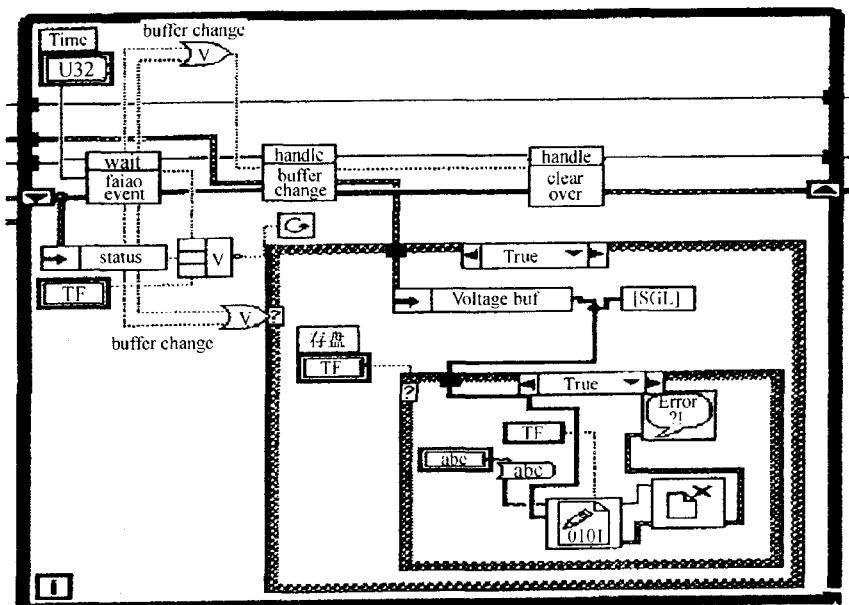


图 2 Labview 程序图

Fig. 2 Flow chart of Labview program

2 实验数据采集及分析

实验材料为 200 mm×100 mm×8 mm 碳钢,钨电极直径 3.2 mm,弧长为 4 mm,气体流量为 15 L/min,焊接电流 150 A,焊接速度 1.5 mm/s,摆动速度 25 mm/s,摆动幅度 10 mm,摆动频率 1 Hz.

前期试验表明,所有活性成分中 SiO_2 对电弧电压影响最大,而且不会对焊缝金相组织产生明显的影响,因此采用 SiO_2 作为表面示踪剂.实验采用钢板堆焊.涂覆方式有中间涂覆和两边涂覆,图 3a 为中间是焊缝,两边涂覆活性剂 SiO_2 ,图 3b 为焊缝及其边缘涂覆 SiO_2 .

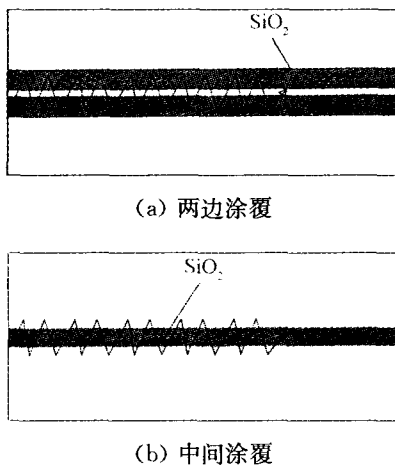
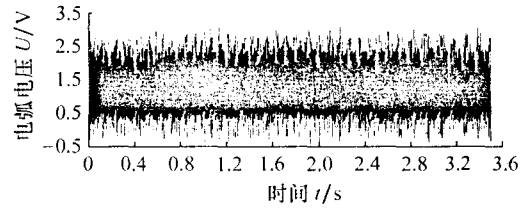


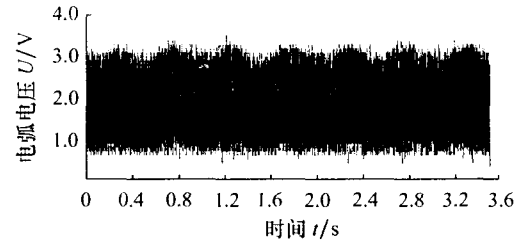
图 3 涂覆方式
Fig. 3 Coating mode

图 4 为未涂覆活性剂和不同涂覆方式涂覆活性剂、采样频率为 10 kHz 时的电压信号.从图 4a 可以看到的,在未涂覆活性剂时,电压幅度变化比较平稳,而从图 4b 可以明显看到,涂覆活性剂和未涂覆活性剂区域电压有明显的电压变化,涂覆区电压明显升高,而没有涂覆活性区电压变化不大,同时由于电弧周期性摆动,可以得到周期性的电压信号.而由图 4b 和图 4c 对比也可以看出由于涂覆方式的不同,电压信号也有所不同,两边涂覆活性剂比中间涂覆的方式更能获得清晰的周期性信号.

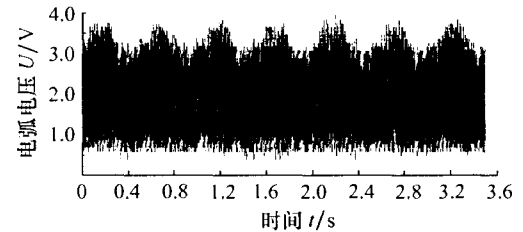
表 1 为改变了摆动频率、焊接电流和活性剂质量分数(在相同实验条件下,通过变化溶质的质量分数,进而达到调节活性剂涂覆厚度的目的)后所得到的实际平均电压.由表可以明显看到,摆动频率变小后,电压信号幅值明显减小,而增大焊接电流和活性剂区域涂覆厚度,电压信号都有所增大,但相对于参数的变化,电压变化不明显.通过上述实验可以得出结论,焊接电流和涂覆厚度对电压信号的影响较小,而涂覆方式和摆动频率对电压信号影响较大.



(a) 碳钢钢板表面堆焊



(b) 中间涂覆 SiO_2 宽度 4 mm



(c) 中间宽度 4 mm 两边涂覆 SiO_2

图 4 电压信号

Fig. 4 Voltage signals

表 1 不同参数的下焊接情况

Tab. 1 Welding experimental conditions with different parameter

序号	摆动频率 f/Hz	焊接电流 I/A	质量分数 $w/\%$	电弧电压 U/V
1	1.0	150	20	16.49
2	0.8	150	20	15.41
3	1.0	170	20	16.67
4	1.0	150	40	16.75

注: w 为活性剂的质量分数,可以间接反映活性剂的涂覆厚度.

图 5 为图 4c 数据通过均值滤波后得到的波形,图 6 为焊炬相对焊缝中心偏离 1 mm 时,电压信号经滤波后所得到的波形.从图 5 和图 6 可以很清楚地

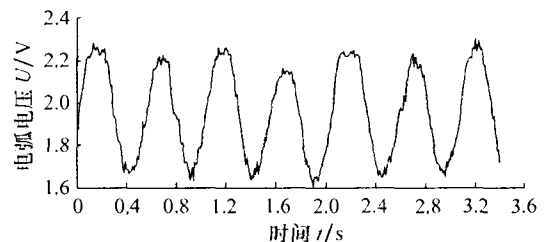


图 5 滤波后的电压信号

Fig. 5 Filtering of voltage signals

看到,对中和不对中的波形差别很大,不对中的最大电压与对中的电压相差约为 0.3 V,并且电压波形不对称.通过对比能够很清楚地辨别出焊缝的对中与不对中,说明通过涂覆活性剂的方法是可以实现焊缝跟踪的.

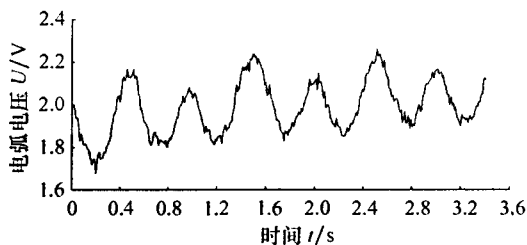


图6 不对中的电压信号

Fig. 6 Misalignment of voltage signals

3 结论

1) 提出了一种基于表面活性剂示踪的电弧传感的焊缝跟踪方法,并建立了 TIG 焊缝跟踪实验系统.

2) 通过分析 TIG 焊过程中不同参数对电弧电压信号的影响,认为涂覆方式和摆动频率对电弧电压信号有较大影响,而焊接电流和涂覆厚度影响较小.

3) 试验表明利用涂覆活性剂的方式来实现 TIG 焊缝跟踪控制的方法是可行的.

参考文献:

- [1] 潘际奎. 现代弧焊控制 [M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [2] 吕学勤,张柯,吴毅雄. 焊缝自动跟踪的发展现状与展望 [J]. 机械工程学报,2003,39(12):80-85.
- [3] 王其隆. 弧焊过程质量实时传感与控制 [M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 龚海,洪波,屈岳波. 摆动式 TIG 焊焊缝跟踪技术 [J]. 电焊机,2006,36(10):26-28.
- [5] KODAMA M. Simultaneous control of torch aiming and deposition rate to groove gap with high frequency oscillation are sensor-development of high frequency oscillation are [J]. Welding International,2002,16(3):196-204.
- [6] NOMURA H, SUGITANI Y, MURAYAMA M. Development of automatic fillet welding process with high speed rotating arc [J]. Transactions of the Japan Welding Society,1987,18(2):116-124.
- [7] 熊震宇,张华,潘际奎. 基于旋转电弧传感的空间位置曲线焊缝跟踪 [J]. 焊接学报,2003,24(5):37-41.
- [8] 樊丁,顾玉芬,林焰. 低碳钢 A-TIG 焊接法实验研究 [J]. 甘肃工业大学学报,2000,26(3):16-21.
- [9] 张瑞华,樊丁. 低碳钢 A-IG 焊活性剂的焊接性 [J]. 焊接学报,2003,24(1):85-87.
- [10] 刘凤亮,杨春利,林三宝. 活性化 TIG 焊熔深增加机理的研究 [J]. 金属学报,2003,39(6):661-665.