

基于32位ARM微处理器的弧焊电参数采集分析系统

单庆成¹, 凌泽民¹, 李晓娜²

(1.重庆大学机械工程学院, 重庆 400044; 2.成都纺织高等专科学校机械系, 四川 成都 611737)

摘要:以CO₂短路过渡弧焊过程为研究对象, 开发了一套基于32位ARM微处理器的弧焊电参数采集分析系统。该系统主要由霍尔传感器、信号调理电路和基于ARM核的LPC2142单片机等硬件组成。系统软件包括单片机固件程序、USB驱动程序和用户应用程序。经验证, 该系统具有良好的使用性能。

关键词:CO₂焊; ARM微处理器; USB总线

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2008)01-0023-03

Establishing and application of the collecting and analysis of arc welding electric parameters based on ARM microprocessor

SHAN Qing-cheng¹, LING Ze-min¹, LI Xiao-na²

(Department of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. Mechanical Faculty, Chengdu Textile College, Chengdu 611737, China)

Abstract: The paper developed a collecting and analyzing system of CO₂ gas shielded arc welding based on droplet short-circuiting transfer process. The hardware circuit of the system consisted of the Hall voltage sensor, the Hall current sensor and the circuit of signal debug, the LPC2142 Pack base on ARM chip and the other needed components. The software system was composed of the LPC2142 microprocessor firmware program, the USB driver program and the user application program. This system has good use function by verifying.

Key words: CO₂ welding; ARM microprocessor; USB bus

0 前言

电弧焊焊接过程中, 电弧会发出声、光、电等信号, 其中蕴含着丰富的电弧燃烧过程信息, 人们正试图准确获取电弧信号, 寻找它们与焊接质量相关的信号特征来进行焊接质量控制。目前在CO₂短路过渡弧焊过程中技术人员面对开发弧焊监测分析系统成本高、多采用插入式采集卡以及开发周期长等问题^[1]。

随着科技的不断进步, 在单片机领域, 具有更高的反应速度和数据处理能力的32位单片机逐渐崭露头角, 降低了开发难度, 提高了产品的性价比。它与目前运用较多的8/16位单片机以及插入式采集卡相比, 不仅功能强大、开发成本低, 而且大大降

低了开发难度。在32位微控制器领域里ARM得到了特别的青睐。目前, ARM已扩展到世界范围, 占据高性能、低功耗、低成本的嵌入式应用领域。基于ARM体系的32位微控制器, 耗电少, 功能强, 具有较高的反应速度和大量的数据处理能力, 并且可靠性和安全性大大提高, 从而能够完成在焊接过程信号检测的大数据量采集和高速传输, 为进一步改善实时采集和分析系统提供了可能。在此对弧焊电参数采集分析系统进行了研究。

1 系统硬件

系统核心硬件为Philips公司的32位ARM微控制器LPC2142单片机^①。LPC2142内置一个USB 2.0全速设备控制器, 带有2kB的终端RAM, 可即插即用, 具有较高的传输速率, 可满足电弧焊中电流、电压信号的传输要求。同时, LPC2142具有1个10位

收稿日期: 2007-05-25

作者简介: 单庆成(1983—), 男, 山东烟台人, 硕士, 主要从事焊接自动化的研究工作。

①广州周立功单片机发展有限公司, LPC214x 用户指南。



的 A/D 转换器,可输入通道为 6,每秒可支持多于 400 000 次 10 位采样,完全满足电弧焊中信号快速采集和处理的要求^[2]。ARM 采用三级流水线技术,使得处理核存储系统的所有部分都可以连续工作,指令执行速度达到 0.9 MIPS/MHz,可完成海量数据处理。

基于 32 位 ARM 微控制器的 CO₂ 弧焊参数检测分析系统如图 1 所示。主要由电流传感器、电压传感器、信号调理电路、金属屏蔽信号传输电缆、LPC2142 单片机系统、工控机组成。选用的传感器为南京中旭电子科技有限公司 HDC-500EK 霍尔电流传感器和 HNV50T 霍尔电压传感器。

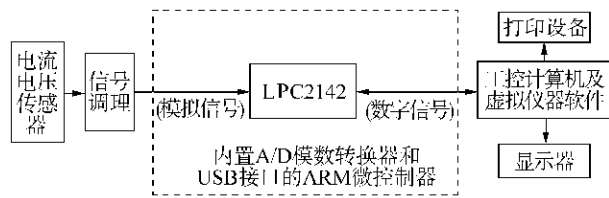


图 1 系统结构框图
Fig.1 Structure of the system

2 软件设计

2.1 单片机固件程序

整个系统设计成中断驱动方式。单片机处理前台任务时,USB 的传输和 A/D 转换在后台进行,以此来保证最佳的传输速率和更好的软件结构,简化编程和调试。前后台程序之间的数据交换通过事件标志来实现。

程序一开始定义了事件标志位和一些子程序中要用到的变量。主程序首先初始化 USB 设备控制器,如果初始化失败,则蜂鸣器报警。如果初始化成功,则进一步初始化 I/O 端口、A/D 转换器、定时器以及配置 USB、定时器、A/D 中断优先级。程序将 A/D 中断设置为最高有限级,将 USB 中断设置为最低优先级;将定时器设置为定时方式,暂时不写入定时常数,定时常数由主机设置的波特率算出。当一系列初始化工作完成后,打开中断。程序进入循环过程,该循环程序首先调用 USB 事件处理函数 USBServer(),通过该函数检测如 USB 总线复位、挂起改变、连接改变并控制传输处理等标志位,然后进入相应的处理程序。其次,检测端点 1 收到数据标志位,若为 1,则表明 LPC2142 USB 收到从主机发送来的数据,单片机应该理解并做出相应的动作。程序规定,该数据分两个部分,若前八位为 70H,表示起动 A/D 转换;后八位数据则为要向定时器写入的定时常数,设置波特

率。然后,检测端点 A/D 转换临时数据区满标志位,若为 1,则表明可以将数据传送到 USB 设备控制器的端点 5 的输入缓冲区内,当 PC 机发出一个 IN 命令时,即可读入数据。主程序流程图如图 2 所示。

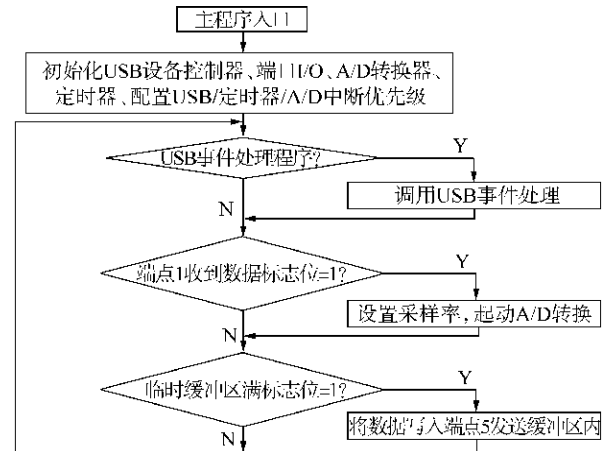


图 2 主程序流程

Fig.2 Flowchart of master program

2.2 设备驱动程序

使用 LabVIEW 的 Driver Development Wizard 编写 USB 设备驱动程序。只需提供设备的供应商 ID、产品 ID、制造商名称和型号名称,就可以使用 Driver Development Wizard 方便地生成 *.inf 文件。其中供应商 ID、产品 ID 可以在原厂家驱动程序里找到,在此使用到的 LPC2142 USB 设备控制器供应商 ID 为 0X0471,产品 ID 为 0X0999,至于制造商名称和型号则可以随便填写。

2.3 用户应用程序设计

用户应用程序主要划分为两大模块:数据采集模块和数据处理分析模块。它主要完成以下工作:(1)对电弧电压和焊接电流信号的高速采样;(2)进行电弧电压和焊接电流的动态波形显示和数据存储;(3)对采集的数据进行小波软阈值降噪;(4)利用 U-I 相图、频谱、统计等分析方法对采集到的电信号进行焊接过程稳定性分析,定性评估焊接过程。

3 实验分析

3.1 实验装置

采用 CO₂ 气体保护焊验证系统的可靠性,试验中选用不同的焊接电压参数分别对两组试件进行焊接。实验装置及其连接如图 3 所示。

3.2 实验条件

焊接电源采用 Phoenix300 数字化多功能焊机,母材材质为 Q235B,板材厚 5 mm;焊丝 H08Mn2SiA,

专题讨论——焊接软件的开发与应用

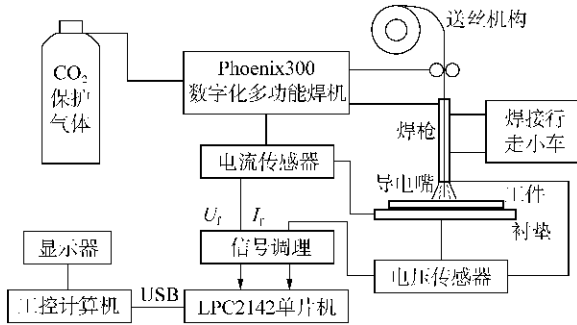


图 3 实验装置连接

Fig.3 Connection graph of experimental facility

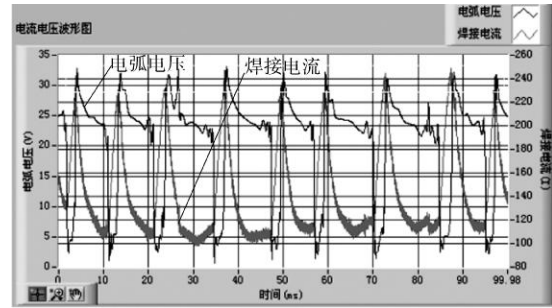
直径 1.2 mm;纯 CO₂ 保护气体,气体流量 15 L/min;焊丝干伸长 12 mm;焊接速度 45~50 cm/min;水平位置堆焊。检测系统采样频率设定为 2 kHz,交替采集电压、电流信号。两组试验电参数设定为:第一组:焊接电流 150 A,焊接电压 22 V;第二组:焊接电流 150 A,焊接电压 18 V。

3.3 实验分析

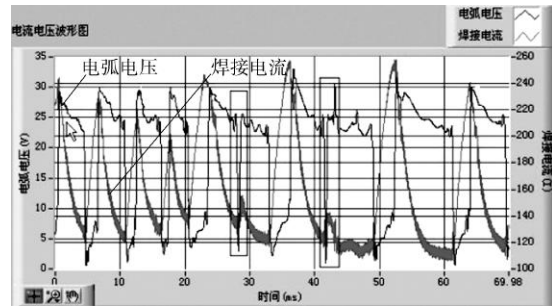
图 4 是该系统采集到的两组焊接过程中电弧电压和焊接电流波形。从图中可以观测和分析出熔滴 CO₂ 短路过渡的过程:电弧燃烧后,由电弧析出的热量,强烈地熔化焊丝,并在焊丝端头形成熔滴。由于焊丝迅速熔化而形成电弧空间,焊丝的熔化会使焊丝端头的熔滴逐渐长大,相应弧长变短,燃弧时间的增长使弧柱区温度升高,电导率上升,此时电弧电压将下降,进而发生短路;熔滴与熔池短路后,在表面张力和电磁收缩力的作用下形成缩颈小桥,短路缩颈小桥在不断增大的短路电流作用下汽化爆断,将熔滴推向熔池,完成一次过渡。

图 4a 中共有 8 次完整的熔滴短路过渡,并对应 8 个完整的电弧电压、焊接电流波形。其中,在各个短路过渡过程中,电弧电压的峰值电压都在 31 V 左右,焊接峰值电流都在 240 A 左右,没有较大的起伏波动;每个短路过渡过程的周期也基本相同,大约都在 10 ms 左右;每个短路过渡过程中,电压最大值和最小值之差以及电流最大值和最小值之差都基本相同。由此可知,图 4a 中电弧电压、焊接电流波形基本均匀一致,不存在较大跳跃和变化。由此可推断出:图 4a 的短路过渡过程平稳,不会产生较大的飞溅,且焊缝成形较好,不易出现咬边、未融合等缺陷。

由图 4b 可知,第二组检测到的各个短路周期所显示的电弧电压、焊接电流的波形的规则性不强,每次熔滴过渡时间差别较大。其中较长的过渡时间是 10 ms 左右,较短的过渡时间只有 4 ms 或 5 ms 左右,



a 第一组数据



b 第二组数据

图 4 电弧电压、焊接电流波形

Fig.4 Oscillogram of arc voltage and welding current

且大小不一。在图 4b 框线中电弧电压下降到最低值时,几乎没有停留就急剧上升至 22 V 弧压的瞬时值,而焊接电流则维持在较低的数值,说明此时的焊接过程非常不稳定。另外,每个短路过渡中,焊接电流的最大值和最小值之差明显存在较大的差别。这些现象说明焊接过程中电流、电压波动较大,且存在瞬时短路过渡。短路过渡不均匀,容易出现较大的飞溅。这与具体实验过程中所观测到的飞溅情况相吻合。

进行了 $U-I$ 相图、频谱等分析,均能同实验结果以及用其他系统采集分析的结论相吻合。

4 结论

(1)采用性价比高的 32 位 ARM 微控制器,利用其海量、高速的数据处理能力,可更加完整地提取焊接电弧的有用信息。

(2)运用该系统对 CO₂ 电弧焊熔滴短路过渡焊接过程的电参数进行试验,结果证明该系统较好地实现了对电弧电压、焊接电流的实时采集和分析。为进一步实现焊接现场实时监测提供了很好的技术支持。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 周立功.ARM 嵌入式基础教程[M].北京:北京航空航天大学出版社,2004.