

# 基于 LabVIEW 的电弧传感跟踪控制系统

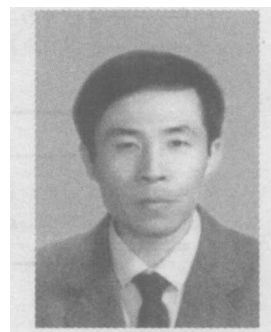
白韶军, 白利军, 李西恭, 殷树言

(北京工业大学 机电学院, 北京 100022)

**摘 要:** 在图形代码语言 LabVIEW 环境下, 构建了电弧传感跟踪焊接参数检测系统。描述了基于虚拟仪器的电弧传感跟踪系统的控制方法。该仪器具有在线分析、显示电弧传感电参数曲线、控制输出旋转扫描速度、焊接速度以及逻辑控制等功能, 给出了采用虚拟仪器技术实现电弧传感跟踪控制的系统软件设计方法及控制流程。

**关键词:** 电弧传感; 虚拟仪器; 参数检测

**中图分类号:** TG409 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-360X(2005)11-63-04



白韶军

## 0 序 言

在电弧焊接过程自动化控制技术中, 完善电弧传感焊缝自动跟踪控制是重要的研究方向。虚拟仪器制造技术是一种基于计算机的自动化测试仪器系统, 它将计算机强大的计算处理能力和系统硬件的测量、控制融合为一体。采用虚拟仪器技术构建测试仪器, 具有开发效率高, 可维护性强, 测试精度、稳定性和可靠性等能够得到充分保证, 具有很高的性能价格比。LabVIEW 是以图形化编程语言和集成开发环境为标志的虚拟仪器技术, 作者在虚拟仪器开发平台上, 初步设计了一套电弧传感跟踪控制监控系统等。

## 1 电弧传感跟踪系统组成

虚拟仪器实际上是一个按照系统需求的数据采集系统。在 LabVIEW 开发环境下, 通过数据采集(DAQ)的硬件驱动程序来控制用户的硬件接口, 对电弧传感跟踪控制系统, 进行数据的采集以及逻辑控制, 数据采集子模板中包含模拟输入、模拟输出、数字输入输出、计数器、校准与信号调理, 分时调用不同的数据采集子程序 VI 执行数据采集的工作。虚拟仪器技术综合运用了计算机技术、数字信号处理技术、标准总线技术和软件工程方法。LabVIEW 用图形语言来编写程序, 它带有丰富的扩展库函数, 库函数包括数据采集、通用接口总线和串口仪器控制、数据显示、分析、存储等, 还包括对各种 I/O 控

制操作功能, 并支持多平台工作, 具有良好的可视性、可操作性的人机交互界面, 用以完成信号采样、参数标定、记录显示等基本功能。

### 1.1 电弧跟踪微机系统的组成

电弧焊焊缝跟踪控制系统包括微机控制的电弧传感器、跟踪控制器及跟踪机械调节系统等。选用 Intel 公司的 80C196KB 高性能 16 位单片机作为电弧跟踪控制器, 建立了一套基于 LabVIEW 虚拟仪器开发平台的旋转电弧双向焊缝跟踪控制系统, 见图 1。

系统硬件包括电弧旋转扫描传感器、丝杠-光杠行走试验台、焊缝跟踪调整机构等。微机控制平台, 根据检测获得的位置信号来驱使  $x-y$  双向步进电机的运动轨迹, 实现自动焊缝跟踪, 试验用焊接电源为 KEMPP1-PRO5000 及送丝机构等。电弧旋转扫描传感器选用 RAT-II 型空心轴电动机驱动旋转扫描焊炬, 焊丝通过永磁力矩空心轴导电杆内送丝软管旋转扫描焊接坡口。根据电弧传感动态灵敏度, 将扫描频率定在 10~30 Hz 范围。采用递进式光电测位传感器, 只需要两个光偶。光码盘的内圈只打一个孔, 以一个槽形光偶测定旋转一周的起点脉冲(MPS), 另一个光偶检测与电机适时旋转输出相对应位移的一串分度脉冲(MPD)信号。焊炬逆时针旋转, 系统通过响应 MPS、MPD 位置信号进行数据采集与处理等。

### 1.2 基于 LabVIEW 的电弧传感数据采集

根据电弧传感器数学模型可知, 对电弧传感器的直接应用是检测焊接电流  $I_f$  或电弧电压  $U_f$  的变化, 并以此来判断焊炬高度及横向位置相距焊缝中心(C)的变化情况。当工件为对称坡口, 扫描焊炬焊

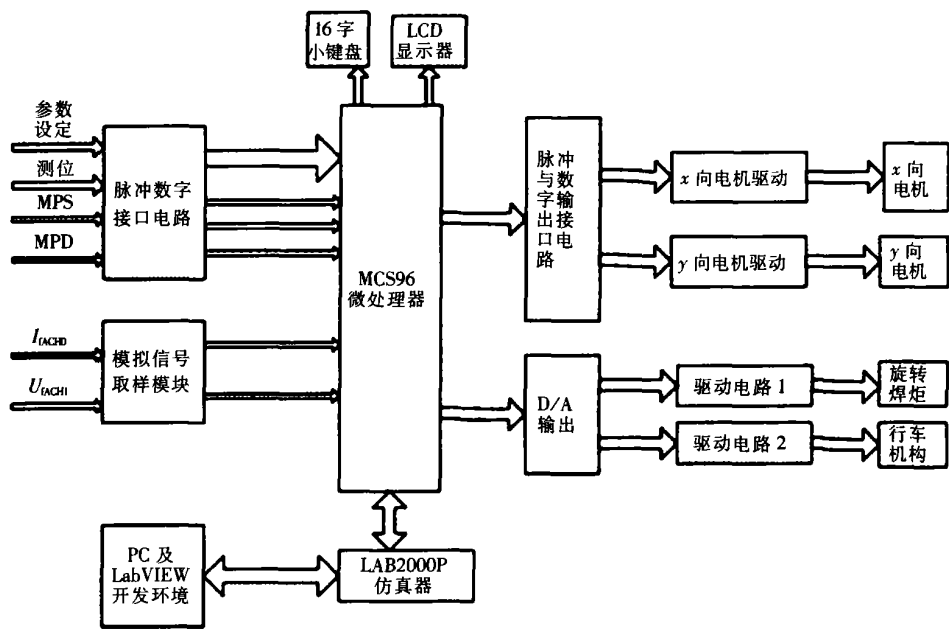


图 1 电弧传感跟踪检测系统框图

Fig 1 Bbck diagram of arc sensor system

丝对准焊缝中心线坡口两侧的瞬态高度变化是相同的。焊炬焊丝偏离焊缝中心时,两侧瞬态高度不同,则焊接电流  $I_f$  或电弧电压  $U_f$  的变化也不同,见图 2。通过对左 (L),右 (R) 两侧积分面积  $S_L$ 、 $S_R$  作比较,即可求出跟踪偏差控制信号。

了对多种数据采集产品的软件支持,因此很容易实现数据采集功能,利用 DAQ 模板中提供的驱动程序的对电信号采集控制框图见图 3。选用 PCI-6013 多功能数据采集卡 (DAQ), A/D 精度为 16 位, 16 路单端或 8 路差分模拟输入, 最高采样速率可达 200 kS /s

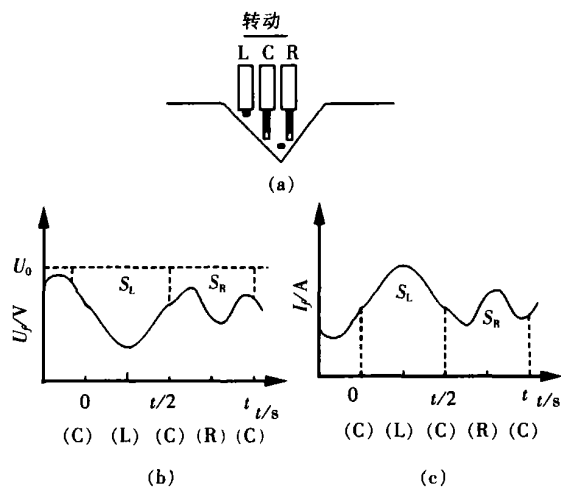


图 2 电弧传感电流电压特征曲线

Fig 2 Arc voltage and current in arc sensing

在 LabVIEW 7.0 虚拟仪器开发平台上, 对应旋转电弧传感焊炬的特性, 编程设计了旋转电弧跟踪控制监测系统, 系统软件采用分层事件驱动方式, 通过用户在前面板对数据流进行干预实现操作控制。系统包括电弧传感焊接电参数监测控制、扫描跟踪焊炬的速度控制、焊接速度控制等。LabVIEW 提供

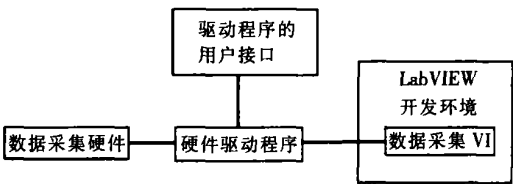


图 3 基于 LabVIEW 的数据采集系统

Fig 3 DAQ system based on LabVIEW

主从式虚拟仪器控制方式可以通过串口通讯来实现。在 LabVIEW 开发平台上 PC 机通过串行通讯来控制从机如 80C196KC 单片机最小数据控制系统等作为控制单元, 具有更高的性能价格比, 实现对电弧传感信号的数据采集、数值分析与滤波处理、波形显示及在线控制等功能。

## 2 基于 LabVIEW 的电弧传感系统程序

MC MAG 焊接时, 通过编程对由旋转电弧传感的电参数如电弧电压  $U_f$ 、焊接电流  $I_f$ 、扫描焊炬旋

转频率  $f_n$ 、驱动轴转速  $n$  等进行设定、检测及控制。通过 LabV IEW 很方便实现对电弧传感信号的数据采集、波形显示。在控制面板上, 通过选择控制旋钮, 可以在线选择、切换所需要的电弧传感显示参数曲线等。该系统具有适时参数检测、模拟数据显示、基值设定、数据采集频谱分析、过限报警提示等多项控制功能。程序整体框架应用事件结构, 可以达到用户在前面板的操作与图形代码同步执行的效果。整个检测系统软件包括五个控制界面。

2 1 多通道数据采集与存储程序设计

多通道 DAQ 数据采集与适时存储显示控制前面板见图 4 通过外触发 DAQ 数据采集卡实现对电弧传感电参数的数据采集, 可以在线显示、适时保存检测获得的电弧电压  $U_f$ 、焊接电流  $I_f$  及送丝速度  $v_f$

等。DAQ 数据采集控制程序见图 5。当 DAQ 以多通道高速采集数据时, 程序用 Open Create Replace File vi 打开并创建一个字节流数据文件。用 AI Config vi 模块对 DAQ 设备进行配置。

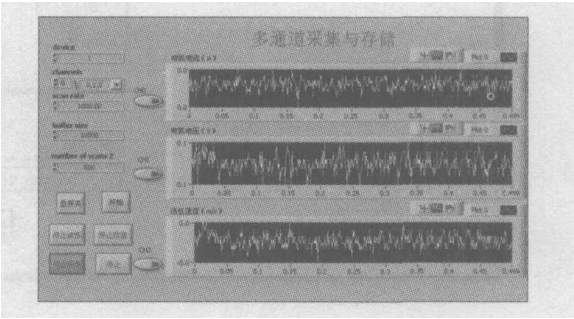


图 4 多通道数据采集与存储前面板  
Fig 4 Frontpanel of multiple channels DAQ storage

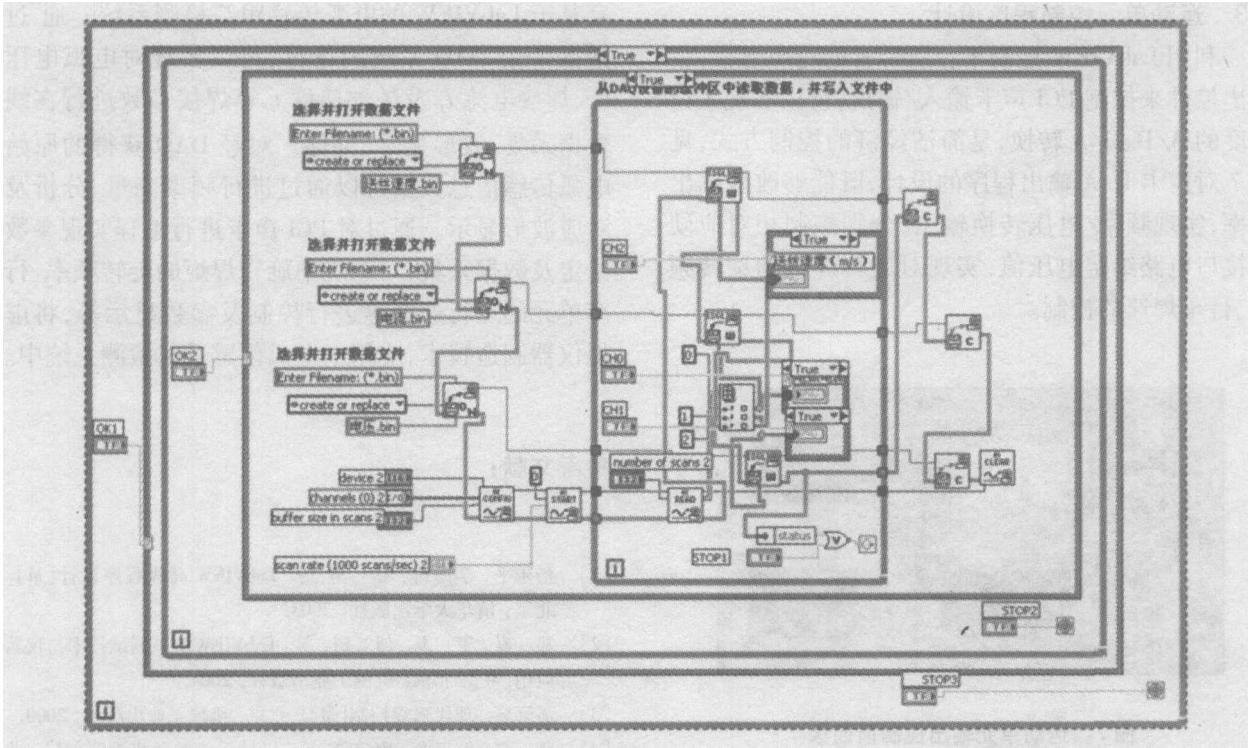


图 5 多通道数据采集与存储流程图  
Fig 5 Bbck diagram of multiple channels DAQ storage

通过 AI Start vi 模块设置控制数据采集的扫描频率, 并启动数据采集 DAQ 设备, 利用一个 While 循环以及 AI Read vi 模块, 将采集的数据从 DAQ 设备的缓存中读出, 并写入对应的文件中, 同时将数据送到前面板的波形图控件中, 在前面板适时显示相应波形。AI Clear vi 模块用来停止数据采集 DAQ 设备, 释放 DAQ 设备的相关资源。

当数据采集结束后, 执行外部循环操作, 依照程

序设计弹出的对话框, 以二进制格式分别将采集的数据加以保存以便离线对数据进行调用, 实现波形再现及分析。

2 2 数据处理与频谱分析控制程序

经过 DAQ 适时采集获得的数据, 用 File Dialog 函数, 选择需要再现分析的数据文件, 对经过电弧传感获得的带有高次谐波的数据通过频率测量分析控制程序进行频谱分析, 以获得电弧扫描坡口的实际

数据见图 6 程序运行后,打开相应的 DAQ 数据采集文件,对经过 DAQ 数据采集获得的原始信号数据进行频率分析,以得到真实焊炬扫描坡口信息,测量分析的波形会在前面板中显示出来。

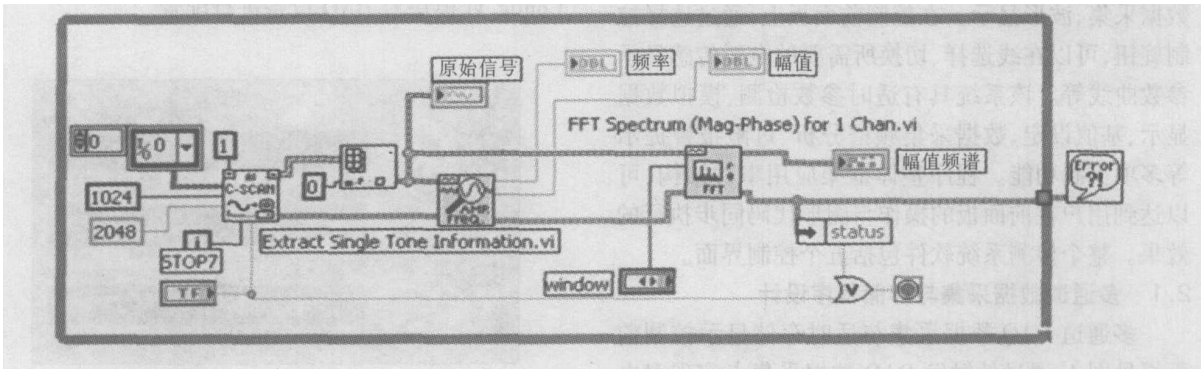


图 6 频率测量分析控制流程图  
Fig. 6 Block diagram of FFT spectrum analyze control

2 3 运动单元控制程序设计

利用 LabV IEW 控制平台所带有的对声音输入 / 输出控件来控制 PCI 声卡输入 输出,可以实现 8 位精度的 A D、D A 转换,是简洁经济的控制方式,见图 7 对声卡 D A 输出程序的设计,既能够改变输出频率,实现频率 电压转换输出,分别控制相对应硬件接口电路给定电压值,实现对旋转焊炬的旋转频率、行车焊速的控制。

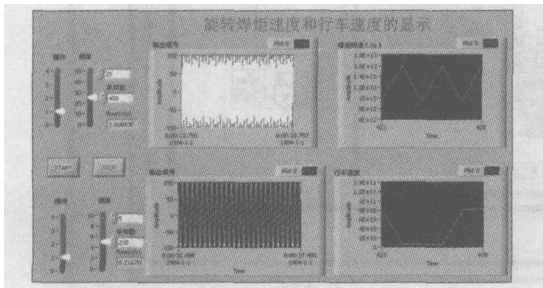


图 7 运动单元输出控制前面板  
Fig 7 Front panel of locomotion unit output control

3 结 论

应用先进的虚拟仪器制造技术,初步设计了一

套基于 LabV IEW 的电弧传感跟踪检测系统。通过数据采集 DAQ 系统的设计,可以实现对电弧电压  $U_f$ 、焊接电流  $I_f$  及送丝速度  $v_f$  等焊接参数进行在线数据采集、波形显示、存储。对经 DAQ 获得的原始电弧传感信息数据可以通过进行频率测量、分析及对应波形显示。通过对 PCI 声卡进行编程实现参数给定及数据采集,对系统中旋转焊炬的旋转频率、行车单元的运行速度等进行控制及参数显示等,将虚拟仪器制造技术,应用于电弧传感适时检测系统中。

参考文献:

[ 1 ] 杨乐平,李海涛,赵 勇,等. LabV IEW 高级程序设计 [ M ]. 北京:清华大学出版社, 2003  
[ 2 ] 邓 焱,王 磊,傅 琦,等. LabV IEW 7.1 测试技术与仪器应用 [ M ]. 北京:机械工业出版社, 2004.  
[ 3 ] 潘际奎. 现代弧焊控制 [ M ]. 北京:机械工业出版社, 2000  
[ 4 ] 陈 强,解云龙,廖宝剑,等. 机械系统的微机控制 [ M ]. 北京:清华大学出版社, 1998.

作者简介:白韶军,男,1956 年 1 月出生,工学硕士,副教授。主要研究方向为电弧物理及焊接自动化,发表论文 10 余篇。

Email baishaojun@bjut.edu.cn

### Structure design of mobile welding robot based on rotating arc sensor for bending weld

MAO Zhi-wei, ZHANG Hua, ZHENG Guo-yun (Robot and welding automation laboratory Nanchang University, Nanchang 330029, China). p51 – 54

**Abstract:** A mobile welding robot based on rotating arc sensor for bending weld was introduced in this paper. Two middle wheels drove the robot, and two universal wheels were placed in front and the rear of the robot to balance the robot body. It not only enhances the quickness of the robot, but also decreases the difficulty of control. Two DC servomotors controlled the cross-slider. A rotating arc sensor was integrated into welding torch. The structure of sensor was compact and real-time. The connection block of the welding torch and cross-slider was the combination structure. A connection block with rotational joint was used when the angle of welding seam changed frequently or greatly. The robot's structure was compact and agile, which can realize automatic welding of the planar bending weld and the planar fillet weld seam.

**Key words:** rotating arc sensor; mobile welding robot; fillet weld seam

### Experimental characteristic analyses of pulsed AC double-sided arc welding process on aluminum alloy

DONG Hong-gang<sup>1</sup>, WU Lin<sup>2</sup> and GAO Hong-ming<sup>2</sup> (1. Laboratory of Special Processing of Raw Materials, Department of Materials Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2. State Key Laboratory of Advanced Welding Production Technology, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China). p55 – 58

**Abstract:** The experimental characteristics of pulsed alternating current plasma arc (PA)-gas tungsten arc (GTA) double-sided arc welding process on LY12CZ aluminum alloy were analyzed in detail. Experimental results showed that, compared with regular GTAW and PAW process, the pulse AC PA-GTA double-sided arc welding process can remarkably increase the weld penetration, diminish heat distortion and improve the weld efficiency. Plentiful experiments with multi-nozzle and single nozzle showed that double arc on the plasma arc torch can be prevented effectively with multi-nozzle, and deeper penetration can be reached with single nozzle. Arc cleaning action effect falls after the keyhole was established during keyhole pulsed AC PA-GTA double-sided arc welding process on aluminum alloy, which influences, the shape and quality of the weld.

**Key words:** aluminum alloy; plasma arc (PA); double-sided arc welding; keyhole

### Porosity formation mechanism in laser welding 1420 Al-Li alloy

WANG Wei<sup>1</sup>, XU Guang-ying<sup>1</sup>, DUAN Ai-qin<sup>2</sup>, WANG Xu-you<sup>1</sup>, BA Rui-zhang<sup>2</sup> (1. Harbin Welding Institute, Harbin 150080, China; 2. Beijing Aeronautical Manufacturing Technology Research Institute, Beijing 100024, China). p59 – 62

**Abstract:** Compared with the traditional 2000 and 7000 series aluminum alloys, 1420 Al-Li alloy decreases density by 12% and increases Young's modulus (E) by 8%, and has excellent corrosion resistance and high temperature properties. Laser welding, as a fast and efficient welding method, has a serious porosity formation tendency in welding 1420 Al-Li alloy. The possible mechanism of porosity formation in laser welding 1420 Al-Li alloy were systematically analyzed. It indicated that the surface impurity is main hydrogen source and must be cleaned up thoroughly. Moreover, alloy elements such as Mg and Li, not only increase the hydrogen solution capacity in weld pool, but also increase the instability of keyhole tip. In order to minimize this instability and improve fluidflow in weld pool appropriate penetration mode should be employed.

**Key words:** Al-Li alloy; laser welding; porosity

### Arc sensor tracking monitoring control system based on LabVIEW

BAI Shao-jun, BAI Li-jun, LI Xi-gong, YIN Shu-yan (College of Mechanical Engineering & Applied Electronic Technology Beijing University of Technology, Beijing 100022, China). p63 – 66

**Abstract:** The welding parameter monitoring and tracking control system of arc sensor was developed with LabVIEW. Arc sensor tracking monitoring system based on the virtual instrument was discussed. This instrument possessed the ability to analyze on-line and display of electrical parameter wave of the arc sensor. It could control the rotating torch scanning velocity and welding speed as well as implement logical control. Design method and the control flowchart of the arc sensor tracking and monitoring software were realized using LabVIEW.

**Key words:** arc sensor; parameters monitoring; virtual instrument

### Influences of FSW parameters on mechanical properties of LF6/LD10 aluminum alloy

YU Yong-zheng (China FSW Center, Beijing 100024, China). p67 – 70

**Abstract:** Mechanical properties of welded joint of LF6/LD10 aluminum alloy by FSW were studied. The results showed that welding process parameters have an essential effect on mechanical properties of LF6/LD10 aluminum alloy joint. With low rotation speed, raising welding speed can improve tensile strength of the joint; when rotation speed got higher, changing welding speed was for nothing. When welding speed