

# 虚拟仪器在焊接质量分析中的应用

韩 喆, 骆新根

(武汉理工大学 材料科学与工程学院, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**虚拟仪器作为计算机测试和控制的前沿技术,已逐渐应用于焊接技术中。焊接过程中的焊接电流和焊接电压信号是决定焊接质量的关键,可运用虚拟仪器对采集到的焊接电信号进行统计分析,实现了焊接质量分析。介绍了虚拟仪器的概念,基本的技术方案及在焊接质量分析中的应用情况。

**关键词:**虚拟仪器;焊接电信号;数据采集

**中图分类号:**TG409      **文献标识码:**A      **文章编号:**1001-2303(2007)12-0065-04

## Application of virtual instrument on the quality analyse of welding

HAN Zhe, LUO Xin-gen

(School of Material Science & Engineering, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** Virtual instrument is an advanced technique for computer test and control, it has applicated on the welding technique gradually. The welding current and welding voltage signals in real-time are the key factors to decide the quality of welding, and virtual instrument is used to statistical analysis for the collected welding electrical signals, it can achieve quality analyse of welding. This paper introduces the concept of Virtual instrument, basic technology program, and application condition of it on the quality analyse of welding.

**Key words:** virtual instrument; welding electrical signal; data acquisition

## 0 前言

随着科学技术的发展,现代焊接生产过程对焊接质量的要求越来越高,传统的焊接质量分析方法已不能满足焊接过程分析的要求。由于焊接是一个集热、电、力、光等综合作用的复杂过程,焊接研究人员与仪器开发人员沟通较为困难,而自己利用高级编程语言(VB、VC)进行焊接软件开发又感到力不从心。虚拟仪器的出现解决了这一难题,为研究人员开发自己的仪器提供了极大的方便。

## 1 虚拟仪器简介

虚拟仪器指具有虚拟仪器面板的个人计算机仪器,它可利用软件在微型机屏幕上构成虚拟仪器面板,在有足够的硬件支持下对信号进行采样,在离线条件下,经软件处理得到测量结果。它具有结构简单、一机多用、测量精度高等特点,使用者自己操作这台计算机,就像是在操作一台自己专门设计的传统电子仪器<sup>[1]</sup>。与传统仪器相比,虚拟仪器的优点如

表1所示<sup>[2]</sup>。

表1 虚拟仪器与传统仪器的比较

虚拟仪器	传统仪器
软件使得开发与维护费低	开发与维护费用高
关键是软件	关键是硬件
价格低,可重复用,可重配置性强	价格昂贵
用户自定义仪器功能	厂商定义仪器功能
技术更新周期短(1~2年)	技术更新周期长(5~10年)
开放、灵活,与计算机同步发展	封闭、固定
与网络及外设互联方便	功能固定、互联有限

LabVIEW 是虚拟仪器软件开发工具,它是一种图形化语言,又称为G语言(Graphic Language),由它编写的程序称为虚拟仪器<sup>[3]</sup>。使用LabVIEW语言编程时,基本上不写程序代码,取而代之的是流程图。它尽可能利用了技术人员、科学家、工程师所熟悉的术语、图标和概念,用LabVIEW编写虚拟仪器,进而对焊接过程信号进行测试和质量评估,大大提高了工作效率。

## 2 焊接质量分析系统的硬件构成

焊接电压和焊接电流信号是决定焊接质量的

收稿日期:2007-05-18;修回日期:2007-09-11

作者简介:韩 喆(1982—),女,湖北武汉人,在读硕士,主要从事焊接自动控制及计算机方面的研究工作。

关键,要构建焊接质量分析系统就必须对焊接电信号进行测量。传感器、数据采集卡是电信号测量的硬件组成部分。

### 2.1 传感器的选择

由于焊接过程是一个相当复杂的物理化学变化过程,很多因素都能对电弧的各种参数产生影响,特别是对焊接电流电压信号产生相当大的影响,因而正确选用焊接参数检测传感器是非常重要的,本虚拟仪器采集系统采用四川省绵阳市维博电子有限公司(原西南自动化研究所传感技术部)生产的 WB1221F 霍尔电流传感器和 WBV342E 霍尔电压传感器来检测焊接电流和电压信号,其频率响应宽、动态范围大、使用寿命长、可靠性高。

### 2.2 数据采集卡的选择

要实现计算机对焊接电流和电压信号的采集就必须把模拟信号转换为计算机可以接受的数字信号,而 A/D 数据采集卡正是执行这一功能的元件。数据采集卡作为数字信号处理器在前期的数据采集工作中起到关键性作用。本系统采用的是由研华公司研制的 PCL-818L 数据采集卡,它是一种基于 ISA 总线的通用型多功能数据采集卡,可直接插在 IBM-PC/AT/XT 或与之兼容的计算机内的任一由 ISA 总线组成的插槽中。能提供常用的五种测量和控制功能:12 位 A/D 转换、D/A 转换、数字量输入、数字量输出及计数器/定时器功能。它不但具备数据采集的功能,而且还具备信号控制、输出的功能。

研究人员可以根据自己的需要选用不同的传感器和数据采集卡。

CO<sub>2</sub> 焊数据采集系统整体结构如图 1 所示。

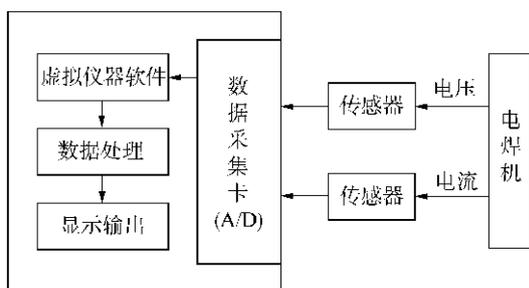


图 1 CO<sub>2</sub> 焊数据采集系统整体结构

## 3 焊接质量分析系统的软件实现

当具备了数据采集的硬件设施后,就可用 LabVIEW 编制数据采集程序了,通过 LabVIEW 的

DAQ Assistant 模块可以设定数据采集 channel(信号采集通道)、number of samples(采集的样点数)、sample rate(采样频率)等参数。将采集到的模拟信号转换成数字信号后实时的显示出来以供直接观察,或是将采样的数据以短整型存储在二进制文件中,以便以后调用和分析。

图 2 所示为数据采集的前面板图。采样参数设定完毕后,拨动开关“boolean”,采集卡开始进行数据采集。采集的数据以波形图的方式显示,当点击图 3a 中左边的图标可对波形进行放大观察,右边的图标可以抓住波形自由地在屏幕上移动。当鼠标点击波形上任意一点时,图 3b 可显示出该点的坐标值。对于用户感兴趣的波形段,可覆盖原文件,或是选择另外保存。拨动“stop”开关后,采样停止。

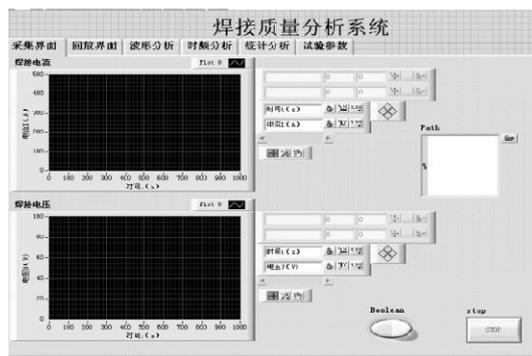


图 2 数据采集前面板



a



b

图 3 图形工具

由于每次试验时的焊接参数、焊接条件不同,而不同的参数和条件又会得到不同的焊接效果,因此有必要对每次焊接过程中的试验参数和条件进行记录,以便为以后的分析、比较提供详细的依据。如图 4 和图 5 所示。

## 4 虚拟仪器在焊接质量分析中的应用

目前虚拟仪器技术在焊接评定方面已经获得了不少研究成果。

杨运强<sup>[4]</sup>等利用 LabVIEW 的强大软件功能,通

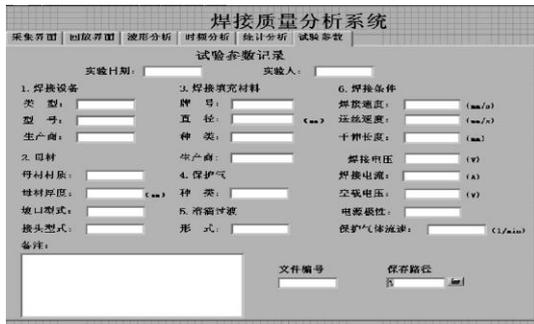


图 4 焊接试验参数记录前面板  
过各种 LabVIEW 控件和程序,对采集的焊接数据进

行分析,绘制了焊接  $U-I$  曲线图,在图中区分了燃弧的各个阶段,并针对其反映的电弧动态过程的各个阶段进行分析,在对曲线进行各种假设的前提下预测了焊接质量。然后得到电压、电流频谱分布,并指出其参数表征:电弧电压频谱表征了熔滴过渡的频数分布,频谱不但表征熔滴过渡频率,而且还表征焊接电流上升速度。同时,文章指出了 LabVIEW 相对于其它高级语言在焊接系统评定方面的优势。

张勇<sup>[9]</sup>等利用 LabVIEW 实现了  $CO_2$  焊接参数的采集分析。文章首先利用程序采集所需信号,计算

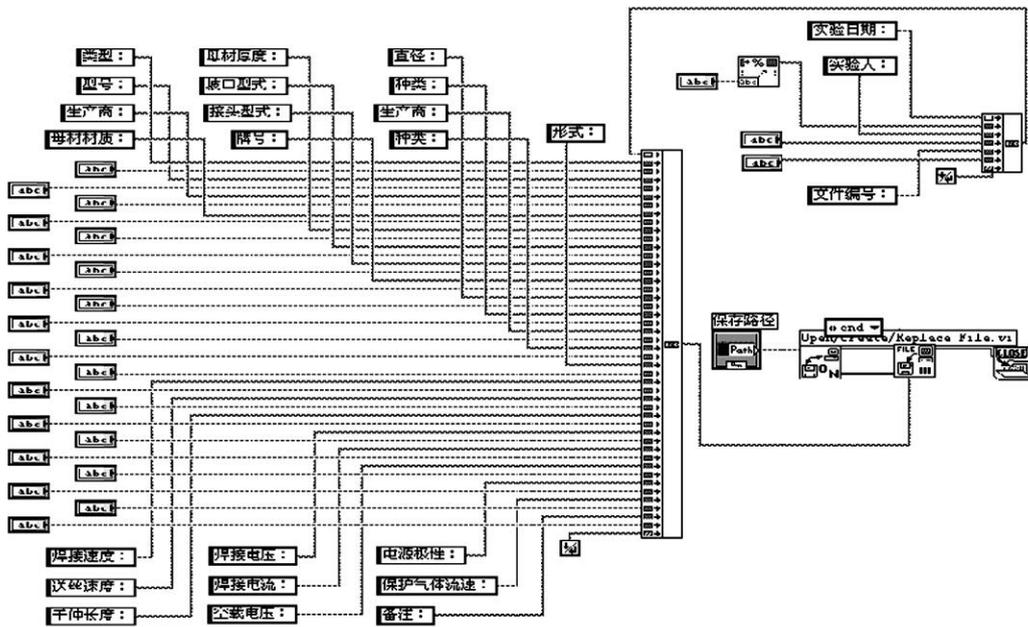


图 5 焊接试验参数记录程序框图

并描绘出电弧电压和焊接电流信号的变化率曲线;然后根据短路过渡特征计算出短路时间、燃弧时间、短路过渡频率、峰值电流、燃弧功率、短路功率、燃弧占空比等各种参数;最后根据计算所得数据概率分布图及平均值、标准差等统计量对焊接质量进行了基本预测,证明了应用虚拟仪器系统能够真实有效地反映焊接过程。

陈茂爱<sup>[9]</sup>等介绍了一种在 LabVIEW 平台下使用第 3 方数据采集卡开发虚拟仪器的实现方案。利用 LabVIEW 中的 Queue 技术简化了数据采集、显示与储存的编程。在此基础上,设计了 GMAW-P 焊接信号采集和分析系统,实现了熔滴过渡图像和电信号同步采集,并可对其进行在线和离线分析。

白岩<sup>[7]</sup>等在熔化极等离子弧焊接(plasma-MIG)试验系统基础上,设计电流、电压信号采集系统,对其电弧电特性信号进行采集,用虚拟仪器软件

LabVIEW 对其进行处理,得到  $U-t, I-t, U-I$  相图。

史涛<sup>[8]</sup>等介绍了一种铝合金点焊过程电压、电流、声音和电极位移信号的实时采集系统,并给出了该采集系统所采用的传感器和数据采集卡等硬件构成原理和使用虚拟仪器设计软件 LabVIEW 编制的程序框图。

蔡艳<sup>[9]</sup>采用开放式虚拟仪器开发平台 LabVIEW 组建了虚拟仪器对焊接过程进行瞬态检测,在  $CO_2$  气流量为 15 L/min、电弧电压为 20 V、焊接电流为 150 A 的规范下,采用  $\phi 1.2$  mm 焊丝在 DSP 控制的晶闸管 NBMD500 焊机进行了平板堆焊实验。实时显示电流、电压波形,定时进行数据分析并计算相应参数,绘制统计图形。

朱振友<sup>[10]</sup>采用 LabVIEW 软件对所采集的图像进行滤波,腐蚀,模板匹配等处理后,可获得焊缝大致的位置走向,然后采用动态开小窗图像进行滤波、

边缘提取、动态阈值以及直线拟合等处理后,可实现对焊缝真实位置的识别。

## 5 结论

基于虚拟仪器的焊接质量分析系统能对焊接信号进行实时采集、记录焊接试验参数,缩短了研究人员组建系统的时间,提高了工作效率。虚拟仪器在焊接质量分析中获得了不少研究成果,积极的促进了我国焊接技术的发展,具有很大的推广价值。

### 参考文献:

- [1] 潘莹玉.虚拟仪器及其应用[J].电力自动化设备,1999,(2):18.
- [2] 黄学文,周敬泉.虚拟仪器技术的现状与前景[J].电测与仪表,2004,(10):22-26.
- [3] Robert H.Bishop.LabVIEW 7 实用教程[M].北京:电子工业出版社,2005.

Page 45

## 4 实验结果分析

金属与电解质溶液作用所发生的腐蚀,是由于金属表面发生原电池作用而引起的,称为电化学腐蚀。这一类腐蚀的发生是由于金属与电解质溶液相接触时,金属表面的各个部分的电极电位不尽相同,结果形成腐蚀原电池,其中电位较低的部分成为阳极,容易失去电子,遭受腐蚀;而电位较高的部分则成为阴极,只起传递电子的作用,不受腐蚀。

在材料表面上由于存在许多极微小的电极而形成的电池,称为微电池。微电池是由于材料表面的电化学不均匀性所引起的,不均匀性的原因是多方面的。纯 Cu 钎料钎焊的 316L 不锈钢的钎焊接头中,Cr、Ni、Mo、Fe、Mn 为母材本身所含的元素,Cu 为钎料,其各元素的标准电极电位分别为 Cr-0.074 V, Ni-0.25 V, Mo-0.2 V, Fe-0.44 V, Mn-1.18 V, Cu+0.337 V。同时 Cu 的电极电位较高,与周围电极电位较低的 Fe、Ni、Cr、Mo、Mn 形成微电池,钎缝处以及钎缝与母材的熔合线处电化学不均匀性最严重,因此遭受的腐蚀也最严重。

## 5 结论

(1)纯 Cu 钎料钎焊的 316L 不锈钢的钎焊接头,经过 5%的硫酸溶液,100℃、6 h 浸泡后,其以失重法衡量的腐蚀率为 3.74 g/m<sup>2</sup>·h。

(2)通过腐蚀前后溶液的流体光谱分析以及腐蚀前后接头的金相分析,得知纯 Cu 钎料钎焊的 316L 不锈钢接头,经过 5%的硫酸,100℃、6 h 浸泡腐蚀后,会产生一定程度的腐蚀,Fe、Ni、Cr、Mo、Mn 都会被

出版社,2005.

- [4] 杨运强.应用 LabVIEW 检测与分析焊接过程[J].电焊机,2003,(6):56-58.
- [5] 张勇.基于数字信息处理器和 LabVIEW 的焊接电源系统[J].上海交通大学学报,2004,(7):22-23.
- [6] 陈茂爱.基于 LabVIEW 的熔滴过渡过程参数检测系统的方案设计[J].山东大学学报(工学版),2005,(12):34-35.
- [7] 白岩.基于 LabVIEW 的熔化极等离子弧焊接电弧电信号分析[J].焊接学报,2006,(8):12-14.
- [8] 史涛.基于 LabVIEW 的铝合金点焊数据采集系统的设计[J].电焊机,2005,(9):16-18.
- [9] 蔡艳.虚拟仪器在 CO<sub>2</sub> 弧焊品质分析中的应用[J].电焊机,2002,(12):20-21.
- [10] 朱振友.基于 LabVIEW 的焊缝起始点视觉识别[J].自动化技术与应用,2003,(9):22-23.

腐蚀,其中 Fe 元素被腐蚀掉最多,为 9.73 ppm/cm<sup>2</sup>,其后依次为 Ni 为 3.46 ppm/cm<sup>2</sup>、Cr 为 1.73 ppm/cm<sup>2</sup>、Mo 为 1.67 ppm/cm<sup>2</sup>、Mn 为 0.39 ppm/cm<sup>2</sup>。Cu 的电极电位较高,与周围电极电位较低的 Fe、Ni、Cr、Mo、Mn 形成微电池。为改善其耐蚀性,应在钎焊过程中采取措施尽量避免成分偏析。

### 参考文献:

- [1] 程至远.内燃机排放与净化[M].北京:北京理工大学出版社,2000.
- [2] 武汉仁.汽车排气与大气污染[J].汽车技术,2001(3):29-31.
- [3] 李陆山.汽车排污净化措施简介[J].大众汽车,2000(12):12-13.
- [4] Andreas Stolz, Katja Fleischer, Wolfgang Knechi, et al. Development of EGR Coolers for Truck and Passenger Car Application[M]. SAE, 2001(1):1741.
- [5] Howard A Aula, Jerry I Mauch. Engine EGR Cooler[P], US Patent No.4267812, 1981.
- [6] Charlton. System For Controlling Recirculation Exhaust Gas Temperature In An Internal Combustion Engine[P], US Patent No.5732688, 1998.
- [7] Truex T J, Pierson W R, McKee D E. Sulfate in Diesel Exhaust[J], Journal of Environmental Science and Technology, 1980, 14(9): 1118-1121.
- [8] McKinley T L. Modeling Sulfuric Acid Condensation in Diesel Engine EGR Coolers[M], SAE Paper No.970636, 1997.
- [9] Motoharu sugiyama, brazing filler metal superior in corrosion resistance and heat resistance, and EGR cooler brazed with said brazing filler metal[P], US patent No.6203754, 2001.
- [10] Shinji Saito, Takashi Kayamoto, Yokohama: Brazing Material for Stainless Steel[P], USA Patent NO: 6074604, 2000.
- [11] A·约翰·塞德赖克斯.不锈钢的腐蚀[M].吴剑,译.北京:机械工业出版社,1986.