

基于物联网云平台的 TIG/MIG 智能控制系统设计与应用

刘万存, 袁亮文, 高永光

(一重集团大连核电石化有限公司 技术中心, 辽宁 大连 116113)

摘要:运用物联网云平台技术设计了一套 TIG/MIG 焊接过程的智能化控制系统,对焊接过程中的主要工艺参数及各工艺流程进行集中智能化控制。该智能控制系统主要包括生产管理上位机、云端服务器、数据监控系统、4G 智能控制模块、主从站模块、伺服运动系统、焊接过程控制系统。该智能控制系统的应用,可以解决以前离散不易获取的现场设备数据,并可以对数据实时远程监控与处理。经过现场应用,该智能控制系统稳定性好,可靠性高,能准确、实时地对 TIG/MIG 焊接过程进行远程监控并控制其中的焊接参数,满足焊接生产环境的要求,为将来焊接车间智能化奠定基础。

关键词:物联网;云平台;TIG/MIG;智能控制

DOI: 10.14158/j.cnki.1001-3814.20202871

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2022)15-0142-05

Design and Application of TIG/MIG Intelligent Control System Based on Cloud Platform of IoT

LIU Wancun, YUAN Liangwen, Gao Yongguang

(Technology Center, CFHI Dalian Nuclear Power and Petrochemical Equipment Co. Ltd., Dalian 116113, China)

Abstract: A set of intelligent control system for TIG/MIG welding process was designed by using the cloud platform technology of Internet of Things. The main technological parameters and processes in the welding process were controlled by the intelligent control system. The intelligent control system mainly includes production management PC, cloud servers, data monitoring system, 4G intelligent control module, master-slave station, servo motor system and the welding process control system. The application of this intelligent control system can solve the the previous discrete, difficult to obtain field equipment data and can monitor and process data remotely in real time. After field application, the intelligent control system has good stability, high reliability, accurate and real-time remote monitoring of TIG/MIG welding process and control of welding parameters. It meets the requirements of welding production environment, and lays the foundation for future intelligent welding workshop.

Key words: Internet of Things(IoT); cloud platform; TIG/MIG; intelligent control

如今,随着制造业技术的快速发展,物联网(IoT)、云平台、智能控制等技术在焊接领域的应用越来越多。焊接本身就是一个非常复杂的冶金过程,需要关注其中的各参数。以前需要焊接经验与技术较高的人员保证焊接的稳定性,而在当前信息技术快速发展的大背景下,建立一套基于物联网云平台的 TIG/MIG 智能控制系统,用来采集大量的来自于底层设备的现场焊接过程实时数据变得尤为重要^[1-4]。

通过介绍基于物联网云平台技术实现 TIG/MIG

焊接过程的智能控制设计与应用,最终设计了一套适用于多种焊接方法的焊接智能控制系统,提高了控制系统的可利用性,大大降低了成本,生产的过程更智能化、人性化,生产管理更有序、便捷。

1 系统总体架构

基于物联网云平台的 TIG/MIG 智能控制系统,主要包括生产管理上位机、云端服务器、数据监控系统、4G 智能控制模块、主从站模块、伺服运动系统、焊接过程控制系统以及整套机械系统。该系统集成了多种总线通信技术,使得各个功能不同、性能差异的模块有机结合,满足系统统一、稳定、自动、智能运行。底层设备通过串口与 IoT 模块实现数据交换,能

收稿日期:2020-11-10

作者简介:刘万存(1985-),男,河北保定人,高级工程师,本科,主要从事自动化焊接装备研发;电话:15909852373;

E-mail:willian@163.com

够根据设定的数据实现焊接过程的数据共享。IoT模块利用中间基站模块实现将数据发送或者接收至云平台,系统采用B/S架构的服务模式。图1为系统总体框架。

2 控制原理及控制过程

生产管理上位机,主要用于解决设备与生产之间的实时数据采集、记录、显示与传输、随时导出相关焊接参数等,实现当前焊接数据的综合管理共享。

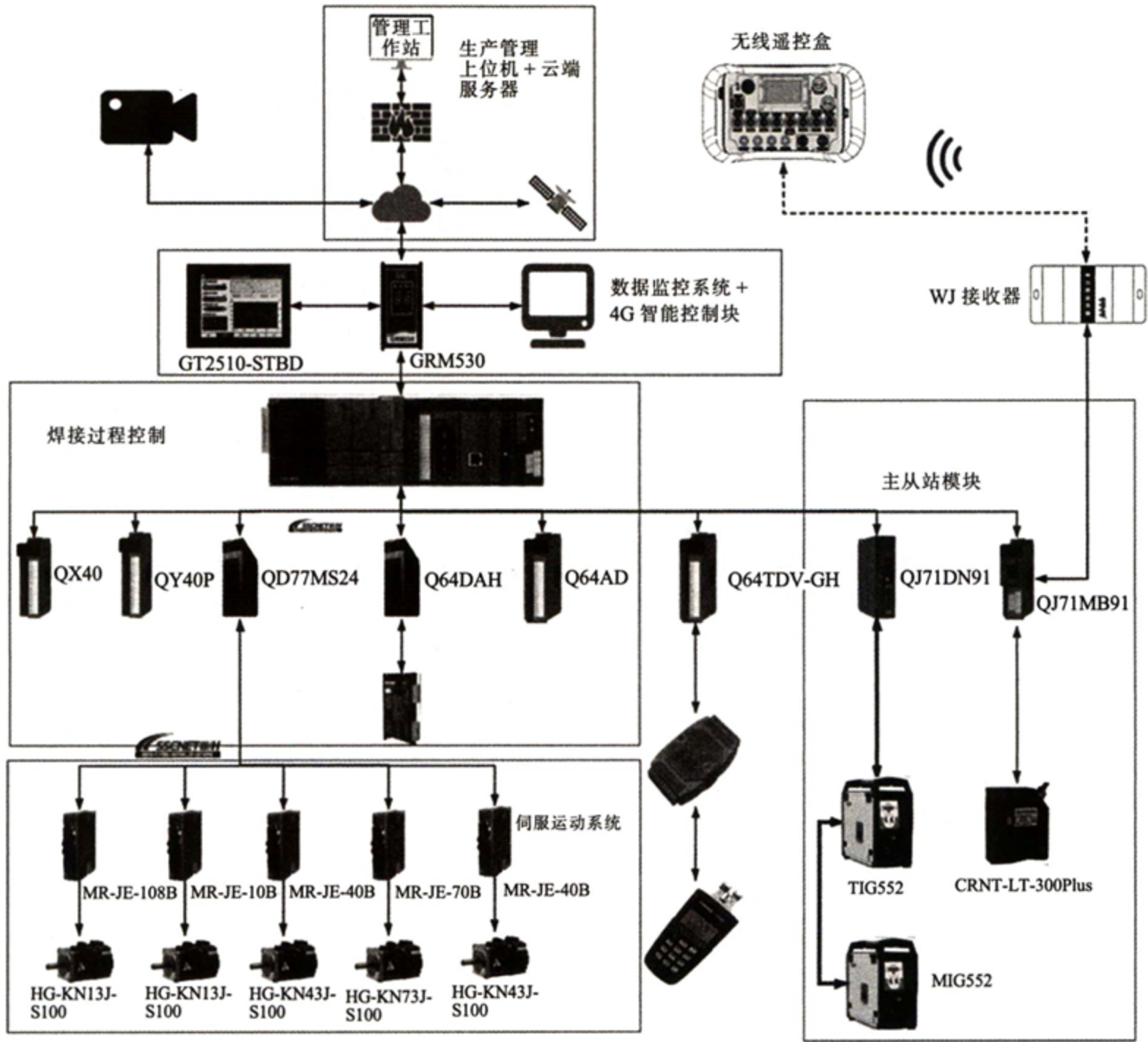


图1 控制系统总体框架
Fig.1 Overall framework of the control system

4G智能控制模块将互联网与现场主站模块进行互联与监控,每个主站PLC模块均与多个从站对象模块连接,而从站对象模块连接伺服运动系统、智能仪表、激光位移传感器、无线遥控盒、传感器、焊接电源、视频系统等更多的现场执行单元^[5-7]。

4G智能控制模块主要连接现场数据采集系统、模块、远程组态软件以及其它需要连接的执行设备。该4G智能控制模块可选2个隔离485口、2个LAN口、1个WLAN口,可以通过4G、WIFI、有线接入因特网,整个连接无需固定IP、绑定动态域名和

繁琐的路由器设置。远程服务器只需连接因特网,安装巨控OPC SERVER,它会自动从远程数据传输从站获取数据。组态软件通过OPC驱动,即可组态现场画面,监视和控制PLC主站、从站以及每个现场执行机构的运行,并可记录历史报警和历史数据等关键信息。支持手机短信微信报警,确保重大故障及时通知到人,实现无人值守。提供可断线续传的云端历史数据和报警记录,可以直接用网页查看历史数据报表、曲线图和报警记录,可以随时导出表格并打印,实现数据的实时共享。

温度采集模块用于采集现场产品的预热温度或焊后保温温度,通过反馈的大量温度数据进行分析、处理,及时调节加热阀等执行机构,保证快速、准确地达到所需的温度要求。

视频系统用于采集现场实际的操作过程,实时画面被传到数据监控系统,为后续工艺方法的优化提供帮助。

3 系统硬件设计

机械运动机构主要包括 TIG/MIG 堆焊专用焊枪、三维运动机构、弧压 AVC 跟踪轴、TIG/MIG 一体化送丝装置、摆动轴、大型回转驱动、底座等;末端运动执行机构全部采用伺服系统,输出力矩恒定,加减速性能优越、运动平稳,尤其满足对弧长跟踪的特殊要求。

3.1 伺服运动控制电路

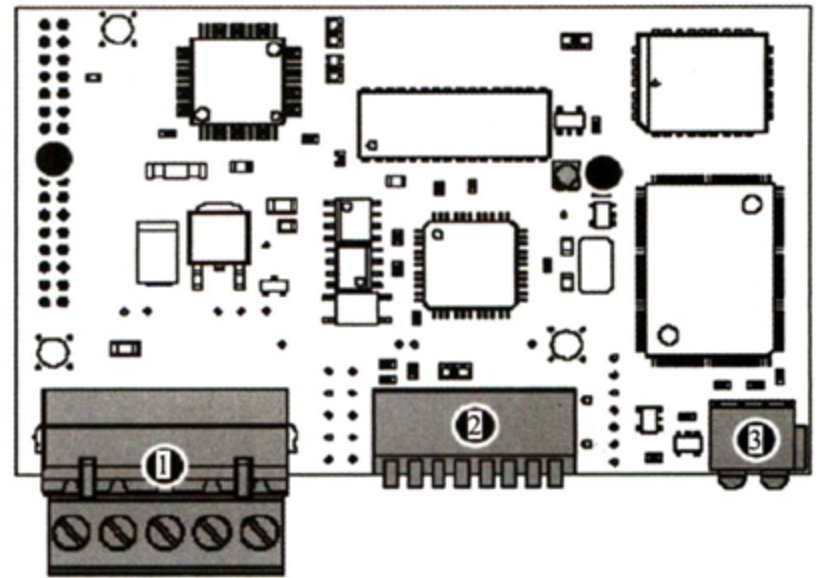
伺服运动控制系统主要应用了原点复位控制、位置控制、手动控制等基本功能,相辅相成完成整个运动过程,以焊接位置、速度为控制对象,通过高精度编码器检测反馈电机、工件的实际移动位置,即伺服指令 = 目标控制量 - 实际位移量,保证焊接过程的稳定性^[8]。

3.2 TIG/MIG 电源与主站模块通信控制电路

设计了一套基于 DeviceNet 总线通信技术的控制系统以实现 MIG/TIG 焊电源与主站模块的通信控制电路与程序。通过应用本套控制系统,解决了以前采用不同的焊接方法就要更换不同的送丝机的弊端,真正实现了 MIG/TIG 送丝系统自动选择,提高了焊接效率,降低了劳动者强度,同时提高了焊接设备的维护性。

通过重新设置 MIG 焊机总线接口 BUSINT X11 内部的 CAN DeviceNet 的 Profile 参数配置文件,并且设置 QJ71DN91 主站模块为 0 号站、TIG 焊接电源为 1 号站、MIG 焊接电源为 2 号站。Profile 的切换通过线路板上的 S1 切换开关来实现,本套控制系统中 1 号站(TIG)Profile 指向 3(控制模拟量模式),2 号站(MIG)Profile 指向 E(控制送丝一体化模式)。图 2 为 CAN DeviceNet 总线模块。

从站模块必须在系统上电之前,指定一个唯一的地址与主从站相同的波特率。具体可以通过 8 位拨码开关(2)来设置地址与波特率参数,可设置的地址范围为 0~63,可设波特率为 125、250、500K。



1-CANopen 总线接口;2- 配置开关;3- 状态指示灯

图 2 CAN DeviceNet 总线模块

Fig.2 CAN DeviceNet bus module

3.3 数据通信电路

数据通信电路主要包括 4G 智能控制模块与 PLC 控制器、人机界面、温度传感器、激光位移传感器、TIG/MIG 焊接电源等的的数据交换。

为保证焊接过程中焊接位置一致,采用 CRNT-LD 系列激光位移传感器。该传感器包含高度集成的数字信号处理器,用于位移、距离和位置测量,具有操作方便等优点。通信协议采用 RS-485 (ModBus_RTU),定义该激光位移传感器为 1 号从站,利用 ModBus 标准通信功能代码 03 与 10 分别实现数据的读取与写入操作。激光位移传感器与控制器主站 QJ71MB91 连接,可以在人机界面显示当前位置与具体清零、校准、开关激光操作。

通过将 TIG/MIG 焊接电源总线接口通信接口板、从站 1、从站 2、QJ71DN91 主站模块 0 连接至同一条通信总线,实现对 TIG/MIG 焊接内部实时数据的读取/写入操作,如焊接电源启动/停止、送丝/抽丝、峰基值电流设定、焊接模式、控制方式、引弧成功标志、峰基值标志、实时电流与电压等控制信号。

3.4 无线遥控盒设计

在 TIG/MIG 焊接设备使用过程中,利用无线控制技术与 RS-485 (ModBus_RTU) 通讯协议相结合,将其控制器模块 QJ71MB91 设为主站,无线遥控接收器设为 2 号从站,通过主站发送相关功能指令,读取/写入 2 号从站设备的当前数据。

操作遥控盒上的开关按钮,实现人机交互的目的。为了尽可能减小无线遥控盒大小、重量等参数,设计了按键复用方式,同一个按钮在焊接过程中与非焊接过程中实现不同的功能,例如,送丝/抽丝按

钮,非焊接状态是送丝与抽丝功能,在焊接过程中则变为增加与降低送丝速度^[9]。图3为无线遥控盒操作界面。

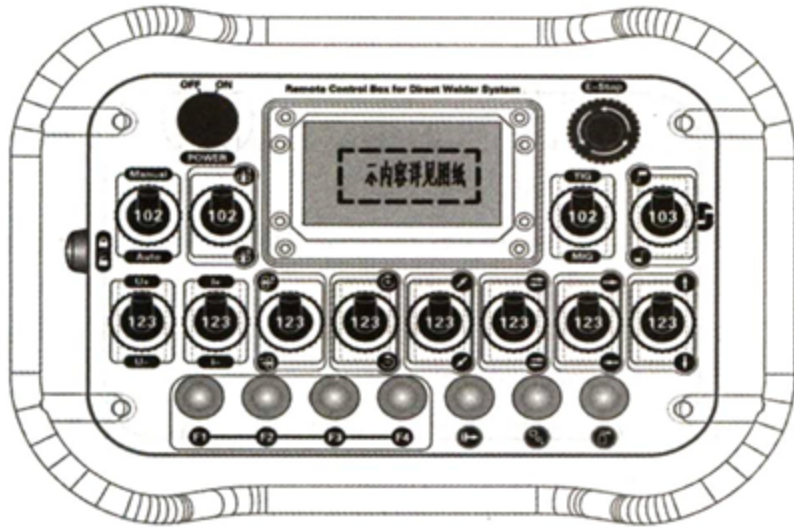


图3 无线遥控盒操作界面

Fig.3 Operation interface of wireless remote control box

4 系统软件设计

4.1 控制系统 PLC 程序设计

该控制系统 PLC 程序设计采用结构化梯形图+ST+FBD 模式实现控制要求,根据具体产品规格要求,设计了以下控制程序段:焊枪接触反弹、自动提枪移距、断点自动恢复、脉冲送丝模式、每 5 ms 弧压反馈与调节、参数存储、参数云监控、报警远程通知与处理等。图4为程序流程控制图^[10-11]。

4.2 控制系统 HMI 交互界面设计

该控制系统的人机界面采用以太网总线与 PLC 实时通信。通过触摸屏设定需要的参数,将其发送至控制核心 PLC 数据寄存器中。图5为 HMI 交互界面。

焊接工艺参数采用焊接程序库调用模式,根据产品种类、焊接方法、焊缝类型等参数,直接输入相应的 JOB 号与 Program 号即可,免去每次输入众多焊接参数的麻烦,同时也避免了焊接参数的输入错误。

4.3 物联网云平台程序设计

物联网云平台建立在巨控 GRM533 系列 4G 智能控制模块基础上,采用浏览器/服务器结构,支持多用户多层权限访问。同时,相关参数也可以在智能手持终端读取/写入。采用 GRMdev5 编程软件,选择三菱 MC 通信协议,设计完成云平台需要关联的指定参数后,进行编译、本地或云下载程序到 4G 智能控制模块内部。

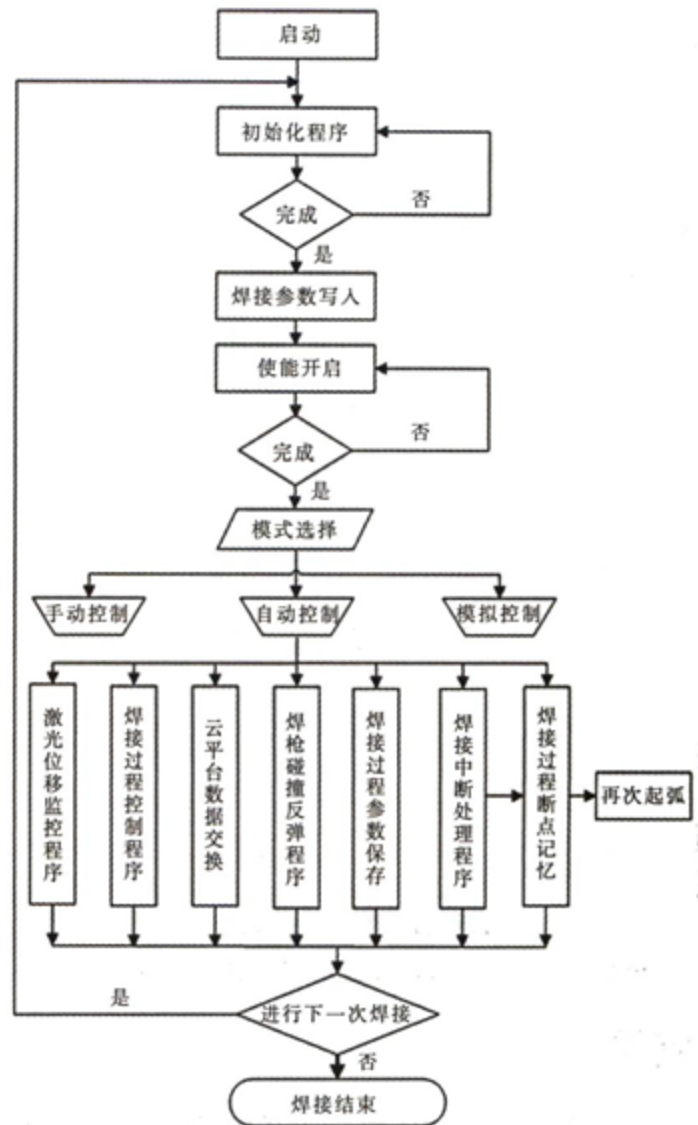
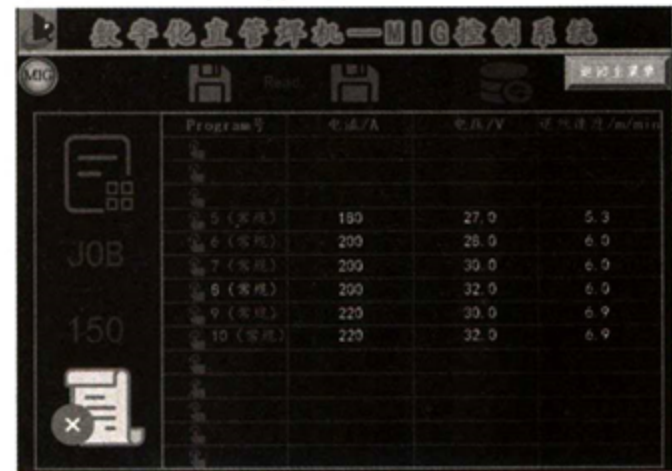


图4 程序流程控制图

Fig.4 Program flow control diagram



(a) 自动控制



(b) JOB 与 Program 选择

图5 HMI 交互界面

Fig.5 HMI interfaces

5 控制系统测试并应用

整套控制系统设计、制造、调试完成后,配合 TIG/MIG 数字化焊机机械结构,进行正常起弧焊接,并对焊接数据上传和焊接参数下发进行了读取与写入。焊接数据上传的测试结果如图 6 所示,上传了焊接过程的焊接电流、电压、各轴运动参数、系统报警参数等需要监控与控制的相关参数。

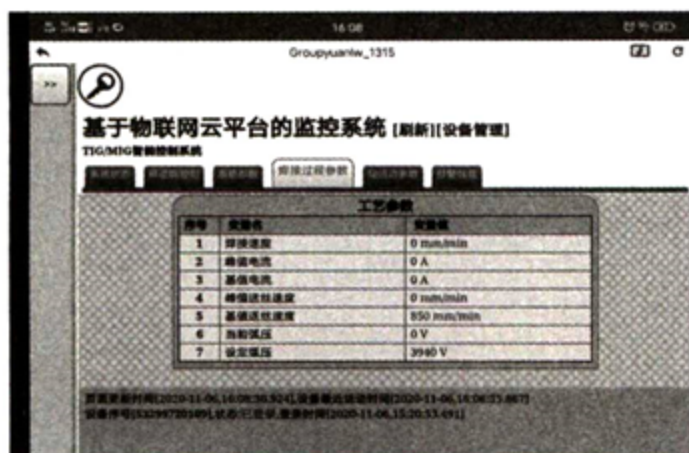


图 6 焊接过程实时参数

Fig.6 Real-time parameters of welding process

6 结语

将基于物联网云平台的 TIG/MIG 控制系统应用于多功能数字化直管焊机设备,实现了现场焊接数据与远程实时交互,可行性良好,稳定性高。此套控制系统提高了焊接过程管理的精细化,实现了全

过程的数据化管理,具有广阔的应用前景和价值,为企业设备集中控制、焊接车间智能化奠定了基础。

参考文献:

- [1] 刘琰. 物联网云平台将成为产业生态的核心[J]. 现代电信科技, 2017, 47(3): 47-50.
- [2] 张兰, 齐晓雷, 赵智江. 焊接物联网云平台设计[J]. 电焊机, 2019, 49(10): 62-65.
- [3] 潘培松. 基于云智能焊接管控的大数据分析系统设计[J]. 科技创新与应用, 2019, 35(10): 72-73.
- [4] 李正浩, 戴虹, 周世恒. 钢轨现场焊接参数远程采集系统[J]. 电焊机, 2017, 47(11): 60-63.
- [5] 李再兴, 刘金龙, 远东, 等. 基于 IOT 的焊接设备监控系统设计[J]. 电焊机, 2019, 49(3): 53-56.
- [6] 陈庆华, 李艳梅, 陈英俊, 等. 基于 PLC 的凸轮模锻智能控制系统设计[J]. 热加工工艺, 2020, 49(1): 99-102.
- [7] 秦贞龙. 基于 PLC 的热冲压成形智能控制系统设计[J]. 热加工工艺, 2020, 49(1): 115-119.
- [8] 刘万存, 袁亮文, 肖鹏. 多功能数字化立管焊机控制系统[J]. 一重技术, 2018(2): 48-50.
- [9] 袁亮文, 刘万存, 高永光, 等. 基于 DeviceNet 总线的双钨极堆焊系统设计与工艺性验证[J]. 电焊机, 2020, 50(4): 41-46.
- [10] 袁亮文, 刘万存, 高永光, 等. 石化筒节凸台双枪堆焊设备制造技术研究[J]. 新技术新工艺, 2020(3): 37-41.
- [11] 刘万存, 肖鹏, 袁亮文. 基于 PLC 的马鞍型窄间隙埋弧自动焊机制造技术[J]. 一重技术, 2017(6): 49-53.

(上接第 141 页)

- [2] 彭欣. 湘潭电厂主蒸汽管道管座焊缝裂纹原因分析及处理[J]. 金属加工(热加工), 2006(11): 41-42.
- [3] 张禹, 师学礼, 王强, 等. 某电厂 P92 钢主蒸汽管焊缝缺陷分析及焊接修复[J]. 焊接技术, 2019, 48(9): 156-158.
- [4] 梁恩宝, 朱军辉, 张寅. 某燃气电厂汽包角焊缝开裂的根本原因分析及处理[J]. 焊接技术, 2019, 48(9): 126-128.
- [5] 李向明. 15CrMo 低合金钢焊接技术总结[J]. 机械管理开发, 2012(5): 89-90.
- [6] 禅志善. 承压设备用钢焊接接头粗晶热影响区冲击韧性表征[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2018.
- [7] 张敏, 任晓龙, 杨亮, 等. 低碳贝氏体钢双面埋弧焊焊接接头组织及硬度分析[J]. 热加工工艺, 2015, 44(1): 187-189.

- [8] 陶小培, 晁松杰. 等离子与电弧复合焊接低碳钢的工艺研究[J]. 漯河职业技术学院学报, 2018, 17(2): 49-51.
- [9] Vega O E, Hallen J M, Villagomez A, et al. Effect of multiple repairs in girth welds of pipelines on the mechanical properties [J]. Materials Characterization, 2008, 59 (10): 1498-1507.
- [10] Aloraier A, Al-Mazrouee A, Price J W H, et al. Weld repair practices without post weld heat treatment for ferritic alloys and their consequences on residual stresses: A review [J]. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 2010, 87 (4): 127-133.
- [11] 刘光文. 对 15CrMo 钢的一项焊接工艺的研究 [J]. 电子世界, 2014(16): 301.