

基于工业以太网的焊接网络 控制器研究

崔志方,黄 坚,皮佑国

(华南理工大学 自动化科学与工程学院,广东 广州 510640)

摘要:针对各类焊接设备通信协议不统一的问题,设计了基于焊接网络控制器的工业以太网组网方案,实现了不同协议焊机的联网控制。详细讨论了焊接网络控制器的硬、软件设计,实现了以焊缝编号进行焊接规范参数设定的控制策略,并在某专用汽车制造厂铝合金罐体焊接生产中投入了应用。

关键词:工业以太网;网络控制器;参数设定

中图分类号: TG409

文献标识码: A

文章编号: 1001-2303(2009)08-0060-04

Research on welding network controller based on industrial ethernet

CUI Zhi-fang, HUANG Jian, PI You-guo

(School of Automation Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to realize the interconnection of welding equipments with different communication protocols and connection to internet, a networking solution with Industrial Ethernet has been developed in this article. In the network a welding network controller worked as the gateway device, and the hardware circuit & soft program of the controller were designed in detail with the embedded computer technology. The specific parameters of welding procedure was set according to the welding joint numbers. At last the solution of network control was applied to the welding manufacture of aluminium alloys tanks in a special purpose vehicle factory.

Key words: industrial ethernet; network controller; parameter setting

0 前言

焊接作为一种重要的热加工方式,在工业装备的生产制造中发挥着关键性作用。随着计算机与通信技术的发展与成熟,信息化成为当前装备制造业发展的趋势^[1]。焊接工艺的网络化管理与控制对于提高焊接质量和制造过程的敏捷性具有重要意义^[2]。然而,焊接加工属非流程工业的加工工艺,同一生产车间焊接设备的配置可能因产品所需工艺的不同而改变。焊接设备的生产厂家或产品的批次都可能不同,因而不同焊机可能具有不同的通信协议。不同通信协议的设备实现联网是网络化控制必须解决的问题。

本研究的思路是设计一种基于工业以太网的焊接网络控制器(以下简称控制器),该控制器作为一个网络站点连接到工业以太网,各种不同协议的焊机通过该站点实现联网。

1 系统总体方案

系统框图如图 1 所示。将工业以太网引入企业的焊接生产车间,各生产组的各类不同接口的焊机通过一台控制器接入网络。工业以太网中连入一台保存有企业焊接规范参数的中心服务器。焊接生产过程中,网络控制器根据用户的录入,从中心服务器下载对应的焊接规范参数,并发送到对应焊机,完成焊接参数的设定。同时,生产车间以太网通过路由器或交换机接入企业信息网,企业管理层通过远程终端可实现对中心服务器的访问,从而查看到各个焊机、网络控制器以及整个以太网的运行状况。整个系统构成了一个包含设备层、控制层和信

收稿日期: 2009-05-20

基金项目: 粤港关键领域重点突破招标资助项目(东莞专项: 20071684)

作者简介: 崔志方(1983—),男,河北滦县人,硕士,主要从事嵌入式系统分析与应用的研究工作。

息层的全方位信息化网络。

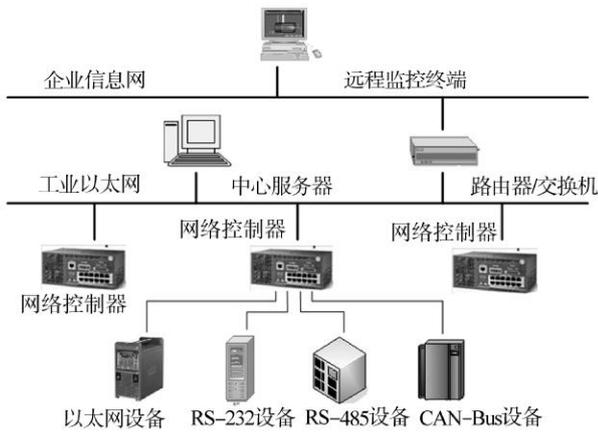


图 1 系统总体框图

Fig.1 Entire system block diagram

2 网络控制器的设计

作为系统的核心环节,网络控制器的功能和任务包括:通过网络下载数据、向被控焊机发送焊接规范参数以及提供人机交互接口。控制器采用嵌入式计算机技术进行设计,分别以 ARM 和 Linux 作为系统的中央处理器和操作系统平台。控制器实物如图 2 所示。



图 2 焊接网络控制器

Fig.2 Welding network controller photo

2.1 以 ARM 为核心的硬件电路设计

控制器硬件电路采用嵌入式处理芯片 S3C2440 作为中央处理器,对外扩展了 LCD/触摸屏等输入输出模块以及以太网口、CAN 总线等通信模块。系统电路结构如图 3 所示。

作为系统的主要功能接口,以太网模块的设计采用了高度集成的以太网控制芯片 CS8900A。其内部集成有一个 10BASE-T 收发控制器、一个 EEPROM 控制器和一个存储管理单元,以总线方式与内核模块进行数据交换。收发端通过隔离变压器 HR601627

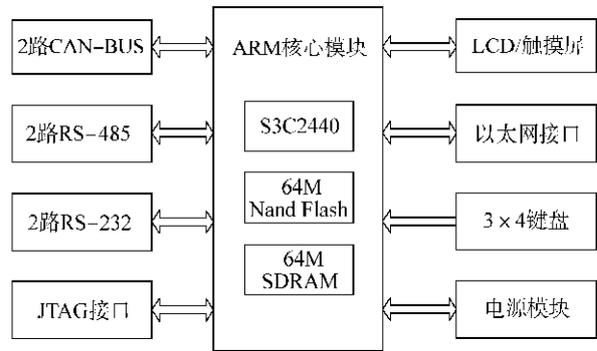


图 3 控制器硬件结构

Fig.3 Hardware construction of the controller

与通用的网络接口 RJ45 相连,如图 4 所示。HR601627 的引入保证了网络接口的热插拔。

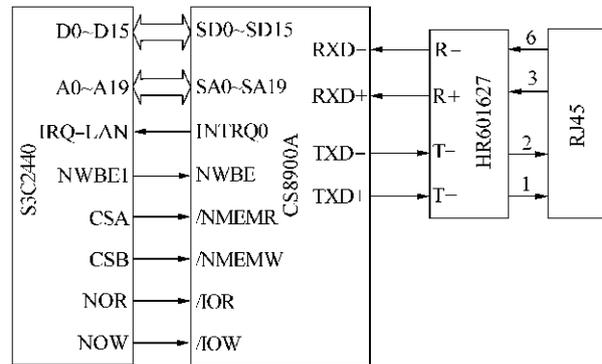


图 4 以太网模块示意

Fig.4 Sketch map of the Ethernet module

2.2 基于嵌入式 Linux 的软件设计

系统软件选用嵌入式 Linux 作为操作系统。完成内核与文件系统的移植之后,分别编写了各接口模块的驱动程序。在此基础上,进行网络通信与人机交互等应用程序的开发。

2.2.1 控制器/服务器通信程序设计

焊接网络控制体系中,各网络节点间的通信基于 TCP/IP 协议进行。TCP/IP 协议是当前互联网通信中普遍采用的一种工业标准协议。在体系结构上, TCP/IP 协议栈包括应用层、传输层、网络互联层和链路层 4 层,每一层完成各自的功能并提供对上一层的支持^[8]。系统中工业以太网工作于链路层,提供对网络互联层 IP 协议的支持。为保证数据传输的可靠性,控制器与上位机服务器以 Browser/Server 模式进行数据交换。Browser/Server 通信模式在传输层采用面向连接的 TCP 协议。应用 Socket 套接口编写了应用层程序,程序流程如图 5 所示。

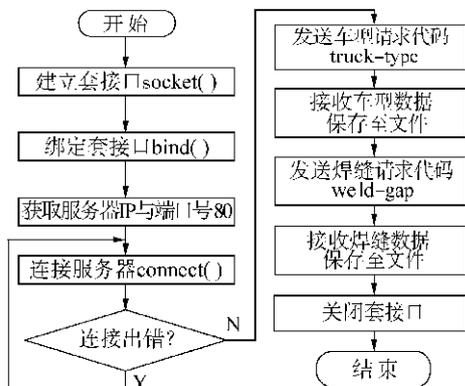


图 5 基于 TCP 协议的网络通信流程

Fig.5 Flow chart of network communication based on TCP protocol

2.2.2 基于 MiniGUI 的用户界面设计

为方便控制器的使用,编写了基于 MiniGUI 的人机交互界面。MiniGUI 是专门为嵌入式系统应用开发的轻量级 GUI 支持系统,采用多窗口与消息传递机制,对常用控件、图形文件和各种字符集和字体提供支持^[9]。

图 6 为其中的焊缝选择界面。焊缝编号采用列表框实现单项焊缝的选择;被控焊机采用复选框,可实现一条焊缝参数到多台焊机的同时设定。同时为方便用户确认所选焊缝,将被选焊缝的实例图片以及坡口形状、焊丝材料和保护气体等基本信息进行了显示。

3 系统在铝合金罐式车焊接生产中的应用

铝合金焊接因材料的活性强、易氧化等特点,焊接工艺相对复杂^[1]。焊接工艺规范参数经过焊接工艺

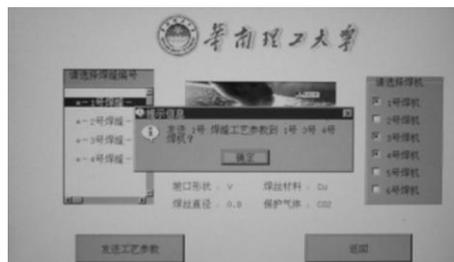


图 6 焊缝选择界面

Fig.6 Welding joint selection interface

设计、焊接试验和评估确定,是企业的技术秘密。将本焊接网络控制器及组网方案应用于某特种车制造企业,在其铝合金罐体的焊接生产中,焊接工艺规范参数存储在网络服务器中,控制器通过网络从服务器按产品整体下载或按产品焊缝编号下载并保存,然后设定到作业焊机中。操作人员在现场操作中只选择产品和该产品的焊缝编号而不接触具体的焊接规范参数,有效避免了技术秘密的泄露,同时也降低了对操作人员的要求,使企业的信息化程度得到了提高。

3.1 控制器/焊机通信程序设计

该企业焊接生产中使用的是 Fronius 公司的 TPS4000 系列焊机,其网口采用 Modbus/UDP 协议进行通信。Modbus/UDP 是 Modbus 现场总线中基于以太网和 TCP/IP 协议定义的一种协议规范,传输层采用面向无连接的 UDP 协议,应用层与常规的 Modbus/RTU 协议的登记方式相同^[9],占用 502 号端口。Modbus/UDP 应用数据单元(ADU)组成结构如表 1 所示,一个完整的数据段由数据头、功能定义和数据区三部分组成^[10]。其中,功能定义包括寄存器的读操作和写操作。对于多字节数据的传输,采用 BIG-Endian 格式。

表 1 Modbus/UDP 数据结构

Tab.1 Data structure of Modbus/UDP

数据段	数据头				功能定义	数据区			
	传输标识	协议标识	长度标识	单位标识		起始地址	寄存器数	字节数	寄存器值
数据长度	2	2	2	1	1	2	2	1	2*N

据此协议规范,应用 Socket 套接口编写基于 UDP 协议的应用层程序,实现了控制器与焊机的数据传输。TPS4000 系列焊机所需设定的规范参数项与可读取的焊机状态信息如表 2、表 3 所示。

3.2 系统运行与结果分析

按如图 1 所示的拓扑结构连网,并测试运行。运行过程中,控制器性能稳定,工作可靠;从服务器到

被控焊机,工艺参数的传输准确无误;焊缝质量达到了产品的焊接工艺标准。

4 结论

该研究讨论了焊接网络控制器的设计,通过焊接控制器实现了不同通信协议焊机的联网控制,在某专用汽车制造厂构成焊接控制网络并实现了铝

表2 需设定的参数项及寄存器地址

Tab.2 Parameters to be set up and their register-addresses

参数项	焊机复位	操作模式	专家程序号	功率设定	弧长修正	推力修正	回烧修正
寄存器地址	F001	F008	F00A	F00B	F00C	F00D	F00E
数据范围	0X0006 (Reset)	0~7	1~80	0~65 535 (0~100%)	0~65 535 (-30%~30%)	0~255 (-5%~5%)	0~255 (-200~200 ms)

表3 可读取的状态项及寄存器地址

Tab.3 Statement items to be read out and their register-addresses

状态项	电源状态	主错误号	子错误号	焊接电压	焊接电流	马达电流	送丝速度
寄存器地址	F001	F008	F00A	F00B	F00C	F00D	F00E

合金罐体焊接生产线上焊机的设定控制。以焊缝编号进行焊接规范参数设定的控制策略,保证了企业技术秘密的安全,也降低了对操作人员的要求。该研究基于工业以太网的组网方案对于其他非流程工业的网络控制也有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 宋东风,胡绳荪,马力.铝合金激光焊接技术的发展现状[J].电焊机,2004,34(9):1-3.
- [2] 陈善本,林涛,陈文杰,等.智能化焊接制造工程的概念与技术[J].焊接学报,2004,34(6):124-129.
- [3] 左敦桂,李芳,华学明,等.铝合金焊接新技术在汽车制造中的应用[J].电焊机,2007,37(7):1-5.
- [4] 张传臣,陈芙蓉.厚板高强铝合金焊接发展现状及展望[J].电焊机,2007,37(7):6-11.
- [5] Nan Xie, Haibo Zhang, Weimin Chen, *et al.* Research and Design of Industrial Ethernet Intelligent Gateway Based on ARM[D]. Embedded Software and Systems Symposia, 2008: 324-327.
- [6] Liu Junliang, Pan Gang, Li Ping. Embedded Linux Graphic Terminal Design Based On ARM[J]. Chinese Control Conference, 2006: 1921-1925.
- [7] 佟为明,刘勇,赵志衡.几种主流工业以太网[J].低压电器,2005(6):40-46.
- [8] 任泰明.TCP/IP协议与网络编程[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [9] 周立功.ARM嵌入式MiniGUI初步与应用开发范例[M].北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [10] Fronius corp. Implementation Guide Gateway Modbus UDP Fronius Version 1.2.5.

管道纤维素型立向下焊条的焊接特点

纤维素型焊条的药皮中含有大量的有机物质,所采用的有机物有木粉、淀粉、酚醛树脂粉、羧甲基纤维素、微晶纤维素等;药皮中含有较多的氧化性矿物,如钛铁矿、磁铁矿、锰矿及各种碳酸盐类,采用锰铁脱氧,钨铁或镍粉作为合金剂。

焊接时,有机物燃烧分解,产生大量气体,将焊接区周围的空气排挤掉,保护焊接区域,从而避免液态焊缝金属氮化,使其具有良好的力学性能,同时电弧中存在这些高电离电势的气体,导致高电弧电压,因而也就具有可以快速熔透的高电弧能量,这就决定了其电弧穿透能力强,熔深大。

应用于管道的立向下焊纤维素型焊条,其熔渣为短渣,有合适的熔点、粘度和密度,表面张力较大。短渣的特点是高温时熔渣的流动性很好,随着温度的降低,熔渣的

粘度迅速增加,熔渣的凝固速度很快。由于熔渣迅速凝固成渣壳,既保证了焊缝成形,又托住了熔融金属,同时,借助于焊接时产生的大量气体造成的较大的电弧吹力,既有利于熔滴过渡,增加熔深,又可克服铁水及熔渣的重力作用。气体吹力和熔渣两者共同作用,使管道下向焊接顺利进行。

纤维素型焊条由于含有机物多,会相应地在焊缝中带入大量的氢,增加氢白点的敏感性,易产生气孔,特别是在焊接低合金高强度钢时,容易产生延迟裂纹。

采用纤维素型立向下焊条能对管上出现的各种位置进行焊接,且熔敷效率高,在正确组织焊接过程的前提下,管线铺设效率大约能达到采用普通焊条上向焊时的2~4倍。纤维素型立向下焊条还易于操作,能保证良好的根部焊透,同时对不良的施工现场条件不敏感。