

二氧化碳气保焊网络监控系统设计*

Designing of the CO₂ Shielded Arc Welding Network Monitoring System

邓念¹, 蔡启先^{2**}, 杜亮亮¹
DENG Nian¹, CAI Qi-xian², DU Liang-liang¹

(1. 广西工学院电气与信息工程学院, 广西柳州 545006; 2. 广西工学院计算机学院, 广西柳州 545006)

(1. College of Electronic and Information Engineering, Guangxi University of Technology, Liuzhou, Guangxi, 545006, China; 2. Computer College, Guangxi University of Technology, Guangxi, Liuzhou, 545006, China)

摘要:以单片机为控制核心, TCP/IP 协议为主要通讯协议设计二氧化碳气保焊网络监控系统, 并通过实验证明, 将 TCP/IP 协议应用于二氧化碳气保焊的网络监控系统, 能够实现数据的可靠传输。

关键词:网络监控 气保焊 TCP/IP 协议 LWIP 移植

中图分类号: TP277 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2013)01-0037-03

Abstract: The CO₂ shielded arc welding network monitoring system was designed by means of using Single-Chip Microcomputer as control central and TCP/IP protocol as the main communication protocol. The experiment showed that reliable data transmission can be achieved through this system.

Key words: network monitoring, gas shielded arc, TCP/IP protocol, transplantation of LWIP

CO₂ 气保焊技术依靠其低廉的成本, 高效的焊接速度和质量被广泛地应用于造船厂, 军事工业等领域。大规模的焊接任务往往通过多台焊机的协同作业来完成。如何保证焊接过程按照正常的焊接要求来执行成为影响焊接质量的关键。通过网络将各焊机联络起来, 设立中心控制实现对各焊机状态的实时监测, 出现异常时报警提示, 是保证焊接质量的有效手段^[1~3]。以往使用数据采集卡、或 CAN 总线组网等模式虽然能实现监控功能, 但是均需要专用设备, 成本比较高而且组网受地域环境的影响也比较大。我们以单片机为控制核心, TCP/IP 协议为主要的通讯协议设计二氧化碳气保焊网络监控系统,

具有低成本、高可靠性和组网方便等特点。

1 系统总体结构

CO₂ 气保焊网络监控系统分为中心监控(上位机)和监控模块两部分构成。监控模块由微控制芯片及相应外围电路构成。上位机(PC机)以星型网络与下位机监控模块连接。

监控模块实时地采集焊接过程中的电流、电压变化, 并将数据通过以太网传递给上位机。上位机对接收到的数据进行相应的处理, 将处理结果实时地显示出来并记录在电脑中, 使得监控人员能够根据这些焊接数据对焊接过程、质量等进行相应的分析和判断, 同时也可用于对焊机使用情况的统计和焊接人员工作情况的统计和管理。当出现焊机异常或者焊接人员误操作等情况时, 焊机监控系统会及时地发出报警信息提醒监控人员作出相应的处理, 同时下位机也会向焊接操作人员发出提示警告。

收稿日期: 2012-10-19

修回日期: 2013-01-10

作者简介: 邓念(1986-), 硕士研究生, 主要从事嵌入式技术研究。

* 广西自然科学基金项目(2011GXNSSA018162)资助。

** 通信作者: 蔡启先, 教授, 主要从事计算机系统结构、嵌入式技术研究。

2 系统设计

2.1 下位机的硬件和软件设计

2.1.1 硬件设计

下位机监控模块主要包括以下功能:采集焊接电压和焊接电流值,将处理后的数据通过网络接口发送给上位机,同时接收上位机发送的限值信息,在出现异常时及时发出警报。下位机监控模块结构如图1所示。

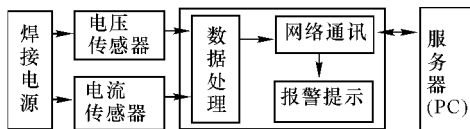


图1 下位机监控模块结构

下位机硬件电路由主控芯片及相应外围电路构成,硬件电路如图2所示。主控芯片 STM32F207 为意法半导体公司生产的基于 ARM Cortex-M3 的处理器芯片,芯片内置 128KB SRAM,1MB 片上 Flash,2 通道 DAC,24 通道 12bit ADC 等诸多资源,同时集成 Ethernet MAC,芯片运行频率 120MHz。

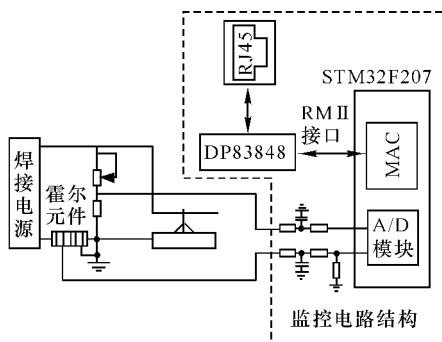


图2 下位机硬件电路结构

焊接电压经过电阻分压,由 RC 电路滤波后,经 A/D 模块采样转化为能被芯片处理的数字信号;焊接电流由霍尔传感器转为 0~4V 电压,经过分压电路后转化为芯片能识别的 0~3.3V 电压,经 A/D 模块采样转化为数字信号。内部程序对数据进行相应的处理后经网口传输给上位机。由于 STM32F207 内部只集成了 Ethernet MAC,按照以太网协议外部还需引入物理链路层,由此引入 DP83848 芯片^[4,5]。

DP83848 是美国国家半导体公司生产的 10/

100Mb/s 以太网 PHY 芯片,该芯片集成有 MII(媒体独立接口)和 RMII(精简的媒体独立接口)模式。内部集成 IEEE802.3u 的自动协商和多通道检测机制。简单的设置 PHY 状态寄存器通道。STM32F207 通过 RMII 接口与 DP83848 连接^[6]。

2.1.2 软件设计

为了保证数据的可靠传输,下位机与 PC 端的通讯选择基于 TCP/IP 协议的网络通讯。如果将完整的 TCP/IP 协议移植到嵌入式芯片中无疑会占用大量的系统资源,为此引入 LWIP 协议。LWIP 是瑞士计算机科学院(Swedish Institute Of Computer Science)的 Adam Dunkels 等开发的开放源代码的 TCP/IP 协议栈^[7]。LWIP 协议的特点是在保持 TCP 协议功能的情况下,减少对资源的占用,这使 LWIP 用于低端嵌入式系统,一般只需几十 KB 的 RAM 和 40KB 左右的 ROM^[8~10]。

下位机软件工作流程见图3。硬件初始化完成芯片时钟及外设的配置,A/D 开始实时采集数据,并将数据传输到 DMA 中存储。硬件初始化后,调用 LWIP 协议栈,完成与上位机的通讯过程。将上位机发送的限制值与采样值比较,若实时数据超过限制值,则及时地发出警报。

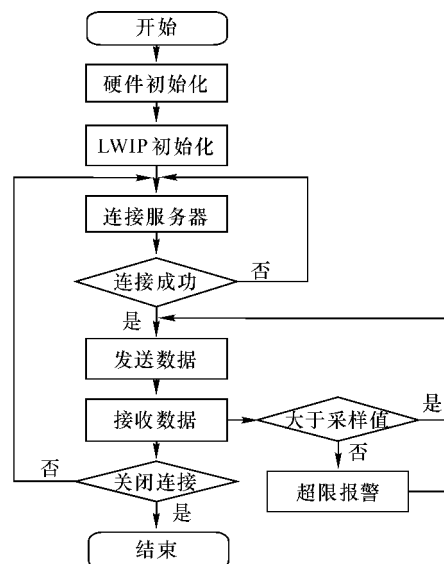


图3 下位机软件设计流程

LWIP 协议栈中,数据的发送由应用层开始,调用 tcp_write()函数完成发送数据指针的初始化,调用 tcp_enqueue()函数将发送数据分割为大小合适的 TCP 段,并将其放到所属连接的传输队列中,之后调用 tcp_output()函数判断接收器窗口和阻塞窗

口是否足够大,如果条件成立则将数据传递给网络层,即调用 ip_route()函数和 ip_output_if()函数将数据传递到数据链路层。数据的接收由网络接口层开始,当网络接口层接收到以太网数据包之后将其传递给 ip_input()函数,该函数验证 IP 头后将数据包传递给 tcp_input()函数,执行完整性检查及判断该 TCP 段的归属后传递给 tcp_process()函数,当该 TCP 段所属的 TCP 连接正处于接收网络数据的状态时,tcp_receive()函数将被调用,将数据传递给应用层,完成接收过程。如果这个 TCP 段由一个不被承认的 ACK 应答数据构成,数据将会从缓冲区移走,它所占有的存储区将被收回,如果收到一个 ACK 应答确认数据包,接收器同意接收更多的数据,tcp_output 函数将会被调用。

2.2 上位机总体设计

上位机采用 LabVIEW 软件^[1]平台开发监控界面。监控界面主要包括数据显示模块和数据处理模块。数据显示模块将下位机采集的数据实时地通过图形界面显示出来,同时提供历史数据的查询功能,在数据异常时通过报警及时提醒监控者;数据处理模块主要完成数据的接收及处理。上位机应用界面如图 4 和图 5 所示,包括实时显示面板和历史查询面板两部分。界面显示通过在控制界面左边列表中选择不同 IP 地址的焊机来查看其相应的波形显示。

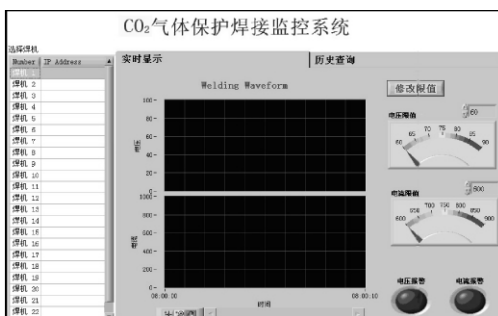


图 4 上位机实时显示前面板

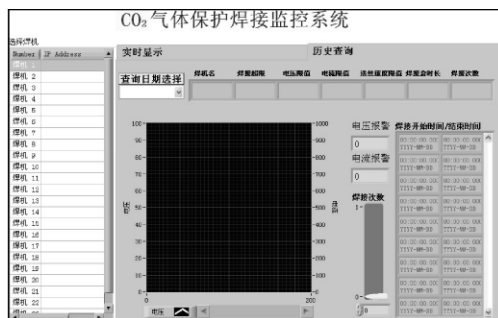


图 5 上位机历史查询前面板

3 实验测试

将 5 个监控模块分别安装在 5 台焊机上,与焊机上相应传感器相连。事先对每个模块配置好不同的 IP 地址,通过网线将焊机接入已连接 PC 机的交换机,启动程序后通过 PC 端的监控界面能方便地查看各台焊机焊接与否,以及焊接时的主要电流电压参数(图 6),实现了焊接数据实时的图形化显示和存储,监控人员能随时获取各台焊机的工作状态,便于对焊接质量和过程管理。图 6 中焊机 3 的实时焊接数据,焊接电流、电压值均为焊接时的平均值;焊机 5 变为红色则为报警状态,即焊机 5 操作时焊接电流或电压超过了技术要求规范。焊机 5 除了以红色为报警状态外,焊接现场也会通过声光报警装置提醒焊接操作人员调整参数。此外,通过点击生成报表按钮还可以生成 Excel 格式的报表文本(图 7),便于管理者对于工作状况的统计分析。

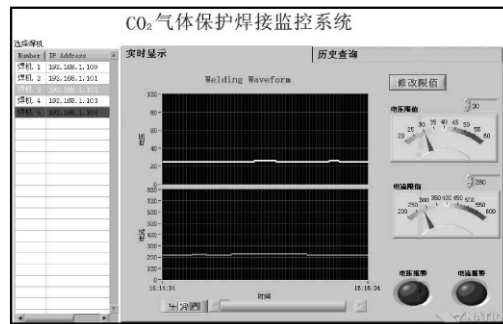


图 6 监控实验结果

	A	B	C	D	E	F	G
1	CO ₂ 气体保护焊监控报表						
2							
3							
4					2012/9/15		
5	焊机名(IP地址)	是否报警	电压限值	电流限值	焊接时长	焊接次数	备注
6	焊机1 (192.168.1.100)		30	300	0h20m36s	5	
7	焊机2 (192.168.1.101)		40	300	0h12m20s	3	
8	焊机3 (192.168.1.102)		30	280	0h15m18s	3	
9	焊机4 (192.168.1.103)		28	280	0h10m10s	3	
10	焊机5 (192.168.1.104)	是	30	280	0h09m10s	3	
11							

图 7 报表界面

参考文献:

- [1] 苏宪东. 焊接数据的网络监控[J]. 电焊机, 2011, 41(3): 20-23.
- [2] 曹彪, 刘方, 曾敏, 等. 逆变弧焊电源的远程监控系统研究[J]. 电焊机, 2008, 38(8): 34-37.
- [3] 顾文明. 基于 CAN 总线的逆变电源监控技术的设计[J]. 信息化研究, 2011, 37(4): 57-60.
- [4] 赵国锋, 邱作雨, 张毅. 基于单片机的嵌入式 TCP/IP 协议栈的设计和实现[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(3): 137-140.

(下转第 42 页)

时,释放为这个客户端分配的资源,防止内存泄漏。因此需要一种机制使双方知道大家都在正常运行。我们在实现上采用两种方法:①服务器端返回数据、关闭连接后,经过某个时限没有收到客户端的再次请求,则认为客户端不能正常工作,服务器端释放为这个客户端分配、维护的资源。②当服务器处理信息出现异常情况,需发送错误信息通知客户端,同时释放资源、关闭连接。

2 系统测试

系统性能测试的服务器硬件环境为:Web 服务器和数据库服务器 1 台,CPU 为 AMD Athlon(tm) 64 X2 Dual 2.4GHz,2G 内存。测试的服务器软件环境为:操作系统 Window Server 2003,数据库系统 MySQL 5.1 版本,Web 应用服务器采用 Tomcat 6.0.20。测试要点:(1)支持的最大在线人数;(2)并发聊天消息的响应速度。在长轮询方式下,测试时分别模拟 200 个用户、500 个用户同时登录的聊天室,每个用户以 1 条消息/秒的速度发送消息。在客户端轮询方式下,测试时分别模拟 50 个用户、100 个用户同时登录的聊天室,每个用户以 1 条消息/秒的速度发送消息。对比测试后结果如表 1 所示。

从表 1 的测试结果看,第 1 种方式 200 个用户并发时系统延迟速度属于可接受范围,500 个用户

并发时系统延迟较多。第 2 种方式下 50 个用户并发时系统延迟速度属于可接受范围,100 个用户并发时系统延迟较多。可见,第一种方式优于第二种方式。

表 1 测试结果

消息推送方式	用户数	线程数	发送平均延迟(ms)	接收平均延迟(ms)
基于长轮询的服务器推送	200	200	1095	662
	500	500	3050	3078
客户端轮询	50	50	1528	781
	100	100	4014	3896

3 结束语

本文设计的在线答疑系统,使用基于 HTTP 长连接的 Ajax 长轮询实现消息推送,采用 DWR 框架实现,测试结果证明,与传统的客户端轮询服务器方式相比较,系统的负载能力要明显大些。但是在刷新页面时会产生一个新的 ScriptSession 实例,造成服务器端与客户端的原有连接丢失,从而无法将消息推送到客户端,因此,系统的稳定性有待进一步提高。

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 39 页)

- [5] 于春雪. 基于 STM32F107 的高速以太网接口设计与应用[J]. 网络与多媒体, 2011(9): 63-67.
- [6] 宋鑫, 郭勇, 谢兴红. RMI 模式以太网 PHY 芯片 DP83848C 的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2010(8): 50-51.
- [7] Adam Dunkels. Design and implementation of the LwIP TCP/IP stack[M]. Swedish Institute of Computer Science, 2001.
- [8] 孙乐鸣, 江来, 代鑫. 嵌入式 TCP/IP 协议栈 LWIP 的内部结构探索与研究[J]. 电子元器件应用, 2008, 10

(3): 79-82.

- [9] 焦海波, 刘健康. 嵌入式网络系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008: 248-285.
- [10] 孔栋, 郑建宏. 嵌入式 TCP/IP 协议栈 LWIP 在 ARM 平台上的移植和应用[J]. 通信技术, 2008, 41(6): 38-40.
- [11] 万文, 熊震宇. 基于 LabVIEW 的焊接过程分析系统软件设计[J]. 电焊机, 2010, 40(3): 43-45.

(责任编辑:邓大玉)