

# 基于 ARM9 和 CAN 总线的 TIG 焊 机器人示教盒设计

张 姝<sup>1</sup>, 王 滨<sup>1</sup>, 鞠洪涛<sup>1</sup>, 孙振国<sup>2</sup>

(1. 沈阳大学 机械工程学院, 辽宁 沈阳 110044; 2. 辽宁移动沈阳分公司, 辽宁 沈阳 110044)

**摘要:**在焊接自动化水平发展越来越快的今天,传统的焊接模式已经不能满足人们的需求,焊接机器人的应用正在改变传统的焊接方式。在焊接机器人应用系统中,示教盒是不可缺少的一部分。因其性能的好坏将直接关系到焊接机器人的使用效果,关系到最终焊接成果的质量。基于以上原因,本设计着重于解决在示教盒设计中,系统的抗干扰性、多节点控制的高效性和人机界面的友好性等问题。并详细介绍了一种基于 ARM9 和嵌入式 Linux 的用 CAN 总线进行通讯的示教盒系统。

**关键词:**焊接机器人;示教盒;ARM;CAN 总线

**中图分类号:**TG409

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-2303(2012)06-0102-03

## Design of robot teach pendant for the six-axis TIG welding robot based on ARM9 and CAN

ZHANG Shu<sup>1</sup>, WANG Bin<sup>1</sup>, JU Hong-tao<sup>1</sup>, SUN Zhen-guo<sup>2</sup>

(1. Shenyang University, Mechanical Engineering, Shenyang 110044, China; 2. China Mobile, Shenyang 110044, China)

**Abstract:** Nowadays the level of automation in welding increasing more and more fast. Traditional welding model has not meet people's needs. Teach pendant is a essential part of a welding robot system, and the quality of this part determine the use effect of the welding robot system, relating to the final weld quality of the results. For all the factors above, this paper will focus on the anti-jamming capability, the efficiency of multi-node control and the friendliness degree of man-machine interface. And later, the paper will also introduce a design on the basis of ARM9 and Embedded Linux.

**Key words:** welding robot; teach pendant; ARM; CAN bus

## 0 前言

机器人焊接技术以其良好的焊接质量、快速的焊接速度和柔性加工的特点广泛应用于工业生产的各个领域。然而目前我国的机器人研究水平还远远落后于发达国家,很多国内的大型汽车企业几乎都选择德国 KUKA 和瑞士 ABB 的焊接机器人系统。究其原因主要是国内缺乏自主研发的成套焊接机器人系统,尤其是机器人控制系统。在焊接机器人系统中,示教盒是一个至关重要的组件,是实现机器人控制及人机通讯的重要工具。对于运行于各种场所的工业机器人基本上都需示教后才能正常运行<sup>[1]</sup>。而在焊接机器人示教盒的设计中,往往遇到各

种问题,包括焊接环境下严重的电磁干扰、多节点间控制的通信不畅、人机界面的友好性设计问题等。为了解决以上问题,设计了一款性能良好的基于 ARM9 和 CAN 总线的六自由度 TIG 焊机器人示教盒。

## 1 设计思路

本设计是针对 6 轴 TIG 焊机器人的示教盒。采用一块 S3C2440A 型芯片做为示教盒的主控制芯片,具有内嵌触摸屏接口,采用触摸屏操作使示教盒的可操作性更强。在各模块之间采用了抗干扰性很强的 CAN 总线结构,实现了在电磁条件复杂的焊接环境下高效快速通信。采用 MCP2515 型 CAN 总线控制器和 PCA82C251 型 CAN 总线收发器,实现了 CAN 总线收发功能的同时进行。充分利用其丰富的报文结构,实现多节点高效控制。并运用嵌入式 Linux

收稿日期:2011-10-30

作者简介:张 姝(1986—),女,辽宁辽阳人,硕士,主要从事焊接及其自动化的研究工作。

操作系统和 Qt/Embedded 编写友好的图形操作界面,在实现多点通信的同时使得示教盒更加人性化。

## 2 具体设计

### 2.1 控制核心

本设计采用 S3C2440A 型芯片做为控制核心,该芯片是三星公司生产的基于 ARM920T 内核的 ARM 9 高性能嵌入式处理器,主频高达 400 MHz,最高可达 533 MHz。

之所以要采用这款嵌入式处理器,一方面是为了给示教盒部署一个友好的图形用户界面(GUI),方便操作人员管理和控制系统,以便更容易实现焊接过程的示教;另一方面,也是为了提高系统的响应速度和通信能力,缩短开发周期。

### 2.2 CAN 总线设计

传统的机器人示教盒都是通过标准的 RS232 或 RS485 电气标准与控制系统通信的。RS485 的抗干扰与容错能力要强于 RS232,但这两种电气标准都只能实现一对一的通信,实时性也不理想。本设计采用 CAN(Controller Area Network 控制器局域网)总线通信方式。CAN 总线是一种先进的串行通讯协议,属于现场总线范畴,是一种能有效支持分布式控制或实时控制的串行通信网络,具有通信速率高、抗干扰能力强等特点,能够很好满足系统对通信距离、通信速率和稳定性等的要求,特别适用于焊接控制系统<sup>[2]</sup>。在 CAN 总线的报文帧结构中包括 CRC 校验措施,这种设计充分保证了焊接环境下数据传输的实时性和正确性。并且 CAN 总线可以提供 1Mb/s 的数据传输速率,最大传输距离可达 10 km,在保证抗干扰性和速率的同时保证了传输距离。

采用了美国 Microchip 公司推出的 MCP2515 专用 CAN 总线控制芯片,完全支持 CAN V2.0B 技术规范,再搭配飞利浦公司的 PCA82C251 专用 CAN 总线收发器就可以为单片机或嵌入式处理器扩展 CAN 总线接口。基于这两种芯片的 CAN 总线连接框图如图 1 所示。

在使用 MCP2515 时要遵守 SPI 协议,并且保证 MCP2515 的引脚应始终保持在低电平。在一次写操作时,节点控制器发送写指令到 MCP2515 的 SI 引脚,并在 SCK 的上升沿锁存每个数据位,然后发送地址和数据。执行完毕指令后,数据被写进指定的地址单元中,再通过 SPI 接口协议的写命令来设置发送位以启动发送。在一次读操作时,首先将读指

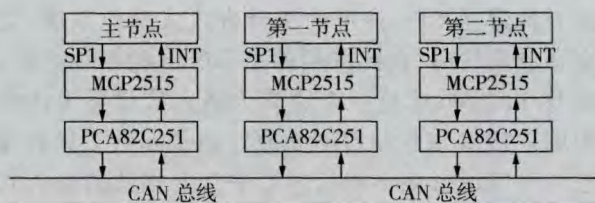


图 1 CAN 总线连接框图

Fig.1 The block diagram of the connection of CAN bus

令和地址发送到 MCP2515 的 SI 引脚,并在 SCK 的上升沿锁存每个数据位。同时把存贮在这个标识符单元中的数据在 SCK 的下降沿输出到 MCP2515 的 SO 引脚。

### 2.3 多节点控制设计

本设计中 TIG 焊接机器人为六自由度,要求的通信节点数目有限。CAN 总线的标准数据帧有多达十一位的标识符,采用这种标准数据帧可以满足要求。

由于 MCP2515 中可以通过设置报文验收滤波器及报文屏蔽寄存器控制哪些报文被接收,哪些报文被拒绝。所以定义了这十一位标识符:前三位为数据类型位,当这三位为 001 时表示要读取相应从节点的数据;当这三位为 000 时表示要向相应从节点写数据;当这几位为 111 时表示从节点向主站发送数据,此时主站过滤接收这帧报文,读取从站发送的数据。接下来的两位为固定的 00,作为保留位。后面的六位为从站的 ID 或地址位,是识别每一从站的唯一信息。这样主站与各个从站就可以直接顺畅地交互信息。报文设置与命令对应如表 1 所示。

表 1 报文设置与命令对应表

Tab.1 The table of CAN messages setting and instruction

| 数据类型      | Bit10 | Bit9 | Bit8 | Bit<7:6> | Bit<5:0> |
|-----------|-------|------|------|----------|----------|
| 主站写入从节点数据 | 0     | 0    | 0    |          |          |
| 主站读取从节点数据 | 0     | 0    | 1    | 保留位      | ID/地址位   |
| 从节点向主站发数据 | 1     | 1    | 1    |          |          |

### 2.4 友好的图形用户界面设计

目前国外主流的 TIG 焊接机器人示教盒基本上都采用窗口形式的图形用户界面,这种界面的主要优点是简单易懂,操作方便,界面友好。

本设计在界面硬件上采用了 ARM9 处理器平台并搭配了群创 AT050TN22V.1 的 TFT 彩色液晶显示器,显示分辨率达到了 640×480,同时配置了专用的触摸板,使得系统的可操作性很强。由于示教盒的实时性要求不是特别高,在软件上采用了嵌入式 Linux 和 Qt/Embedded 的解决方案。嵌入式 Linux

是一种遵循 GPL 许可的免费嵌入式操作系统,完全开放源代码,在此采用的是 2.6.28 的系统内核。而 Qt/Embedded 是一个免费为嵌入式设备上的图形用户接口和应用程序开放定制的 C++ 工具开发包<sup>[3]</sup>,可以运行在不同处理器平台上移植的嵌入式 Linux 操作系统上。与桌面版的 Windows 操作系统不同的是,Qt/Embedded 的应用程序可以直接写缓冲帧,从而大大减少对系统硬件的要求。人机界面设计如图 2 所示。

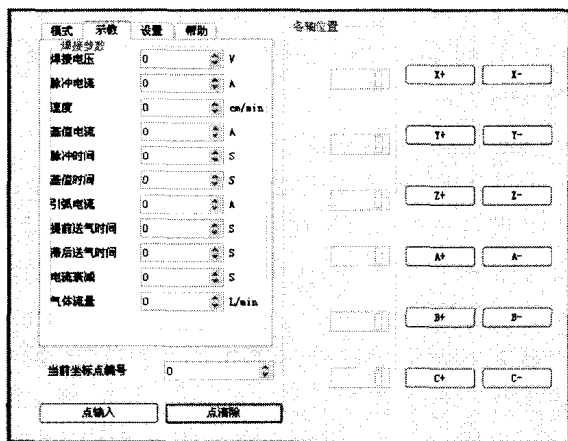


图 2 人机界面设计

Fig.2 The design of man-machine interface

### 3 示教过程的实现

图形用户界面被划分为四个区域:“选项卡区”“各轴位置显示区”“各轴位置控制区”“坐标点输入控制区”。首先,操作人员点选“模式”选项卡,选择“示教模式”或“运行模式”。当选择“示教模式”后,机器人停止当前焊接作业,进入机器人示教阶段。随后,点击“示教”选项卡,在“焊接参数”选项组中设置 TIG 焊的焊接参数。“各轴位置”

区显示的是通过 CAN 总线实时读取的各轴编码器绝对坐标值。安排这个区的目的是使操作人员准确掌握当前各轴所处的位置。“各轴位置控制”区直接控制各轴的进退。比如当分别按下“X+”和“X-”时,X 轴就会前进和后退。“坐标点输入控制区”的“当前坐标点编号”表示的是当前正在示教的是第几个坐标点。

本设计最多可以存储 30 000 个点的坐标,这些坐标的具体值正是“各轴位置”区所显示的坐标值。同时可以选择刚刚输入的任意一点的编号,然后删除该点坐标。当所有的焊接参数和点坐标都输入到示教盒中后,通过在模式选项卡中选择“运行模式”,这些点的坐标就会通过 CAN 总线传回机器人主控制器。然后机器人主控制器就会按照这些参数和坐标逐个进行焊接操作。

### 4 结论

经验证,设计的 TIG 焊机器人示教盒解决了焊接环境下的电磁干扰问题;多节点控制过程中通信高效、顺畅,从一个侧面展示了 CAN 总线在焊接生产中的适用性和可行性。同时,友好的人机界面设计使操作人性化,达到了预期效果,为相关焊接设备研发人员提供了一种低成本、高性能的参考方案。

### 参考文献:

- [1] 陈锡爱,徐方.基于 CAN 总线的机器人示教盒通讯系统的设计[J].微计算机信息,2006,22(1-2):14-16.
- [2] 邓子飞,陈益平,胡德安,等.CAN 总线在焊接中的应用[J].南昌航空工业学院学报(自然科学版),2003,7(3):74-76.
- [3] 王黎明,陈双桥,闫晓玲,等.ARM 9 嵌入式系统开发与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [29] T Inoue.Metllo-Thermo-Mechanics Application to Phase Transformation Incorporated Processes[J].Trans.JWRI,1996,25(2):69-87.
- [30] Bachorski A,Painter M J,Smalles A J,et al.Finite-Element Prediction of Distortion During Gas Metal Arc Welding Using the Shrinkage Volume Approach[J].Journal of Materials Processing Technology,1999,92-93:405-409.
- [31] 侯志刚,王元勋,李春植,等.焊接变形预测与控制的研究进展[J].机械工程材料,2004,28(3):4-6,30.
- [32] 薛忠明,杨广臣,张彦华,等.焊接温度场与力学场模拟的研究进展[J].中国机械工程,2002,13(11):987-997.
- [33] Ushio M.Proc. metallo-thermo-mechanics application to phase transformation incorporated processes[A].Theoretical prediction in joining and welding[C].Osaka,1996:89-111.
- [34] 徐艳利,魏艳红,董志波,等.焊接接头组织模拟进展[J].材料科学与工艺,2006,14(2):181-185.
- [35] 陈翠欣,李午申,王庆鹏,等.焊接接头显微组织模型的研究及发展趋势[J].焊接,2004(5):6-9.
- [36] GANDIN Ch A,RAPPAZ M.Coupled finite elementcellular automation model for the prediction of dendritic grain structures in solidification processes[J].Acta Metallurgica et Materialis,1994,41(7):2233-2246.
- [37] YU Z Q,ZHANG Z,ZHANG B T.A mean-field approximation scheme cotaining the spatial parameter and its application to a surface-reaction-like cellular automaton model[J].Chinese Physics,2002,11(8):771-775.

Page 62