

基于 MSP430 的 CAN 总线智能网络控制系统设计

陈 伟

(洛阳理工学院电气工程与自动化系,河南 洛阳 471023)

Design of Network Control System Based on MSP430

CHEN Wei

(Department of Electrical Engineering and Automation, Luoyang Institute of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

摘要:以 MSP430 单片机为控制核心,设计了 CAN 智能控制系统,着重对 CAN 智能控制节点硬、软件的实现进行了描述。根据双口 RAM 高速、实时数据交换的特点,提出了一种双口 RAM 的 CAN 数据通讯的软件设计方案,实现了 CAN 控制网络中智能控制节点与上位机的 CAN 通信。

关键词:双口 RAM; CAN 总线; 网络控制; 单片机

中图分类号: TP273

文献标识码: A

文章编号: 1001 - 2257(2010)03 - 0046 - 03

Abstract: The structure of CAN - bus control system based on MSP430 is proposed in this paper. The design hardware of the field controllers is introduced. The idea new communication strategy using the low - power operation of MSP430 and the high - speed access of dual - port RAM is expounded, and implement the data exchange in the network control system using CAN bus.

Key words: dual - port RAM; CAN bus; network control; MCU

0 引言

CAN - bus 是国际上应用最广泛的现场总线之一,由于 CAN 协议只定义了数据链路层和物理层协议,而 CAN 的应用层协议可以由用户根据实际需要自行定义,或采用一些国际组织制订的标准协议,这增加了 CAN 总线应用的灵活性和便利性^[1-2]。MSP430 系列单片机是一款超低功耗、功能强大的 16 位 Flash 单片机,采用了精简指令集

(RISC) 结构,有较高的处理速度,为控制系统的 SOC 解决方案提供了极大的方便^[3-4]。

1 系统总体结构

系统的总体结构如图 1 所示。由于 CAN 是一种多主的串行通讯总线,各智能控制节点根据工艺控制要求,主动发送采集数据。

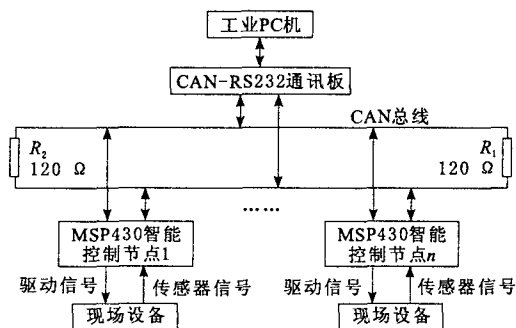


图 1 控制系统的总体结构

工业 PC 机采用力控 6.0 组态软件设计开发控制系统的管理软件,实现上位工控机对网络内各个 MSP430 控制节点状态的监控,并实现各节点的控制参数的调整;同时利用力控 6.0 组态软件的实时数据库功能,存储生产过程的各控制参数的变化情况,对参数进行分析,实现对现场设备的故障诊断。

2 MSP430 智能控制节点硬件

MSP430 智能控制节点主要完成工业现场的数据采集、数据处理以及控制网络内的数据交换。MSP430 智能控制节点的核心控制芯片选用 TI 公司的 MSP430F149 单片机^[3]。

虽然 MSP430F149 集成了片上 12 位 ADC 模块和异步通讯模块,加上必要的外围器件就可构成一个完整的单片机控制器,但是其既要完成对现场设备的控制,又要对现场设备的各种运行参数进行采集和处理,同时还要进行网络间的数据通信等工

收稿日期: 2009 - 11 - 30

作,这势必会影响到网络控制系统的控制精度。为了满足网络系统实时性的需求,同时又不使MSP430F149在数据通讯上花费大量的时间,MSP430智能控制节点采用双单片机设计方案,即MSP430智能控制节点上有2片MSP430F149,分别完成CAN数据通讯和现场设备的数据采集、处理以及控制工作。

由于CAN协议只定义了数据链路层和物理层,因此MSP430智能控制节点的CAN通讯硬件主要由CAN控制器和CAN驱动器组成。CAN收发器和控制器分别选用Philips公司的TJA1040和SJA1000。SJA1000是一种独立CAN控制器,是CAN控制器PCA82C200的替代产品,可完成CAN总线的物理层和数据链路层的所有功能,同时SJA1000还具有BasicCAN和PeliCAN工作方式,PeliCAN工作方式支持CAN 2.0B协议^[5];CAN总线驱动器TJA1040具有极低功耗的待机模式,以及通过总线唤醒能力,当TJA1040断电时,总线反向电流为零,没有接通电源的节点不会对网络其它部分造成影响^[6]。

综合考虑了器件的性能和容量,双口RAM选用IDT7133芯片,IDT7133芯片是一种2kB,16位高速CMOS静态RAM,左右两端都具有完全独立的数据线、地址线和控制线^[7]。

由于MSP430F149是3.3V电压供电,而IDT7133,SJA1000,TJA1040芯片是标准5V供电的器件,因此在通讯板硬件设计中,IDT7133,SJA1000与MSP430单片机之间增加电平转换芯片SN74LVC4245,实现+3.3V↔+5.0V的转换。同时为了提高通讯板的抗干扰性,在SJA1000和TJA1040芯片之间设计了光电耦合保护电路,从而实现总线各控制节点之间的电气隔离。MSP430智能控制节点的硬件设计原理如图2所示。

MSP430智能控制节点的控制单片机将现场智能控制器的状态参数、采集数据写到双口RAM中,而通讯单片机则通过定时查询双口RAM相应的数据空间是否有数据,如果有数据则将数据通过CAN控制器和CAN驱动器发送到CAN总线上;同样地,上位机对现场控制节点的控制、操作指令通过CAN控制器和CAN驱动器由通讯单片机接收,写入双口RAM中后,通知控制单片机到双口RAM相应的数据空间读取数据。

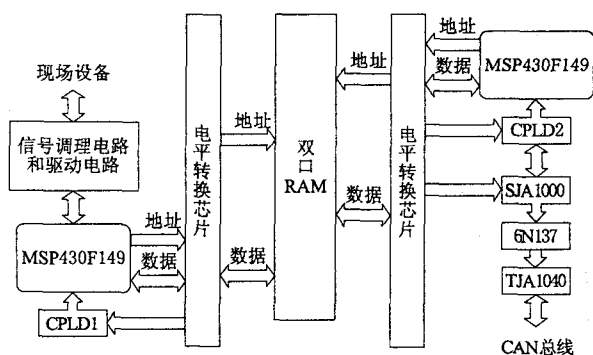


图2 通讯板硬件原理

3 MSP430智能控制节点通讯软件

3.1 网络通讯协议

CAN2.0B协议定义了标准帧和扩展帧2种数据帧格式。由于在实际网络控制中,MSP430智能控制节点上传的采样数据和状态信息为32位数据(包括智能控制节点的标志符等信息),因此系统中CAN通讯的数据格式采用标准帧格式,同时考虑到实际的控制要求,自行设计了CAN总线的应用层通讯协议。

对CAN数据帧的数据区编码时采用“优先级+ID号+控制数据/采样数据标志+控制指令/数据+校验”的形式,其中ID号为各MSP430智能控制节点的地址编号,控制程序通过控制数据/采样数据标志,判断CAN数据是上传采样数据或是控制指令。本文将CAN总线标准数据帧的标识符ID10位定义为CAN控制节点的优先级标志,整个CAN控制网络的优先级共分为2级:其中工业现场CAN控制节点的优先级为1,工控机的优先级为0;标识符ID9~ID5位定义为现场CAN控制节点的地址位;标识符ID4~ID3定义为CAN总线报文的识别位,如果CAN数据的报文码ID4~ID3均为零,表示当前的CAN数据是工控机发送广播数据帧,所有工业现场控制节点都可接收,否则表示现场控制节点上传工控机的点对点数据帧;ID2~ID0在本文中未使用,以备网络控制系统扩展使用,其数据编码如图3所示。

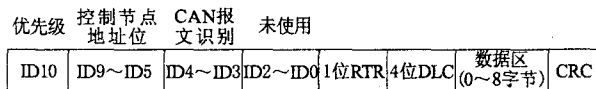


图3 CAN数据编码格式

3.2 通讯软件设计

MSP430智能控制节点的CAN数据通讯通过

双口 RAM 进行,为了避免通讯 MSP430 单片机和控制 MSP430 单片机,同时访问双口 RAM 同一存储单元中数据,而造成通讯数据的失真问题,在通讯软件设计中采用软件仲裁机制的设计思路。

a. 首先将双口 RAM 的存储空间划分为接收和发送存储空间。将双口 RAM 芯片 IDT7133 的 2 kB 的存储空间分别划分成 3 个缓冲区,同时考虑到现场 CAN 控制节点向工控机传递数据量远大于工控机下传的数据量,将 2 个缓冲区分配为 CAN 数据发送缓冲区,1 个缓冲区分配为 CAN 数据接收缓冲区,以提高 CAN 数据通讯的效率。

b. 对于每一个缓冲区均采用环形队列的存储结构,并设置头尾指针,指针控制采用递增、不归零方式^[8]。为了保证双口 RAM 数据读写的正确性,环形队列的头指针只能由写入双口 RAM 数据的一侧 MSP430 单片机修改,而环形队列的尾指针只能由读出双口 RAM 数据的一侧 MSP430 单片机修改。同时为了避免一侧 MSP430F149 在修改头指针时,另一侧的 MSP430F149 在读缓冲区的头指针的现象,在双口 RAM 软件仲裁机制中,将写入数据一侧的优先级设置高于读出数据一侧的优先级,即在控制端 MSP430F149 读缓冲区头指针时,控制端 MSP430F149 要读 2 次,如果相同则进行双口 RAM 的读数据操作,否则停止双口 RAM 的读数据操作。

c. CAN 数据发送采用定时查询的控制机制,控制端 MSP430F149 按一定的定时周期,将现场设备的工艺参数、设备状态信号存放到双口 RAM 相应的缓冲区内,通讯端 MSP430F149 定时查询发送缓冲区是否有数据,如果有数据则立即发送。定时发送程序流程如图 4 所示。

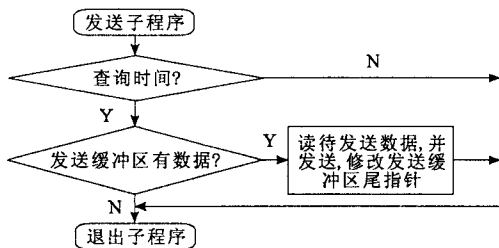


图 4 定时查询发送子程序流程

d. 最后,为了保证 CAN 网络控制系统的实时性,对于接送端 MSP430F149 的数据接收采用中断处理的方式,只要 SJA1000 成功接收 1 帧数据,就会产生中断信号,通讯端的 MSP430F149 将接收到的数据存放于接收缓冲区的环形队列中,并修改头指

针,使头指针始终指向最新数据,并通过握手信号通知控制端口的 MSP430F149 读取数据。中断接收流程如图 5 所示。

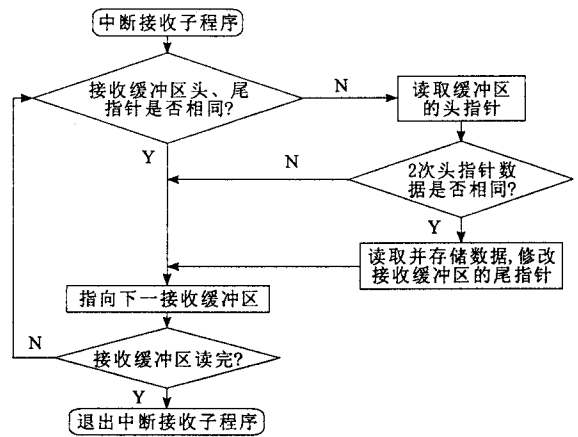


图 5 中断接收子程序流程

4 结束语

控制系统已在实际中得到应用,经现场调试达到设计要求,可靠性、安全性都达到了控制系统的要求,同时系统还具有可扩展潜力,可实现工厂内部整个控制单元的联网,实时监控整个生产现场的工作状况。

参考文献:

- [1] 杨庆柏. 现场总线技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2004.
- [2] 饶运涛,邹继军,郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与应用技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [4] Ken Arnold. Embedded controller hardware design [M]. LLH Technology Publishing,2000.
- [5] SJA1000 数据手册[DB/OL]. http://www.zlmgmcu.com/philips/can/sja1000/SJF1000CCT_ds_en.pdf, 2008-08-15.
- [6] TJA1040 数据手册[DB/OL]. http://www.zlmgmcu.com/philips/can/tja1040/TJA1040_1_en.pdf, 2001-12-18.
- [7] IDT7133 数据手册[DB/OL]. <http://www.2licsea-rch.com/IDT7133.html>, 2000-06-01.
- [8] 陈伟,方康玲. 嵌入式 DSP 网络控制系统设计[J]. 机械与电子, 2008, (5): 67-69.

作者简介:陈伟 (1970-),男,河北曲阳人,讲师,研究方向为图像处理、嵌入式系统和计算机网络控制等。