

基于 CAN 总线的智能数据采集系统设计

郭素敏, 向凤红

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 给出了一种基于 CAN 总线的智能数据采集系统的设计和应用, 介绍了 CAN 总线的硬件接口电路设计, 并对系统的整体结构、硬件配置和软件功能分别作了详细的说明. 本系统在 Keil C51 编译器上进行了编译、调试, 大大提高了系统设计的智能性和实用性.

关键词: CAN 总线; 智能数据采集; 硬件; 软件

中图分类号: TP216 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2003)05 - 0077 - 05

Design of the Intelligent Data Acquisition System Based on CAN Bus

GUO Su-min, XIANG Feng-hong

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: The design and application for the Intelligent Data Acquisition System based on CAN Bus are presented. The CAN Bus interface hardware is proposed here and the overall architecture, hardware configuration and software functions are elaborated in detail. Keil C51 Editor is used to edit and test this designed system in order to improve its intelligence and utility.

Key words: CAN Bus; Intelligent Data Acquisition; hardware; software

0 引言^[5]

在实时检测和自动控制领域中, 设备和仪器向智能化方向发展已成为必然趋势, 它是科技进步的象征, 也是社会发展的需要. 近年来, 我国虽花了大量的资金从国外引进各种智能设备和仪器, 但对于像我国一个人口众多的大国来说, 只能算是杯水车薪, 根本不能满足我国经济迅猛发展的需要. 因此, 如何紧跟世界潮流充分利用现有资源开发适合本土文化的智能设备, 已成为国内电子工程界广大科技工作人员所面临的一项重大而紧迫的任务.

现场总线技术是近年来在控制领域飞速发展的一门新技术, 以其独特的优越性而日益受到工控界的关注, 有望成为继 RS - 232/485 总线技术的新一代工业控制技术. CAN 总线作为众多现场总线之中较有前途的一种, 以其 CSMA/CD - AMP 的 MAC 协议及短报文信息帧的信息传输方式而受到设备级互连的关注. 本文就基于 CAN 总线设计了一个多通道、多功能、高精度的智能化的数据采集系统, 加入外围电源和显示电路等就可构成基于 CAN 总线的智能化的数据采集仪表.

1 CAN 总线概述

CAN (Controller Area Network) 是控制局域网的简称, 最早由德国 BOSCH 公司推出, 用于汽车内部测量与执行部件的数据通信. 由于其高性能、高可靠性、实时性好和独特的设计, 已广泛的应用于控制系统的各检测和执行机构之间的数据通信. 它具有如下的一些技术特性:

- 1) 多主方式工作, 非破坏性的基于优先权的总线仲裁技术;
- 2) 采用短帧结构, 受干扰概率低, 每帧信息都有 CRC 检验及其他检错措施;
- 3) 对严重错误具有自动关闭总线的功能, 使总线的其他操作不受影响.

收稿日期: 2003 - 03 - 29; 基金项目: 云南省教育厅科学研究基金项目“生化反应过程中适应性智能控制系统研究”(项目编号: 0112085).

第一作者简介: 郭素敏(1979. 12 ~), 女, 硕士研究生; 主要研究方向: 测试与计量. E - mail: gsm2003602 @sohu. com

CAN 总线符合 ISO11898 标准,最大传输速率可达1 Mbps,最大传输距离为10 km,传输介质可为双绞线.由于 CAN 总线是很有发展前景的一种现场总线,得到了国际上许多大公司的支持,如 Motorola、Intel、Philip 等厂商生产的具有 CAN 总线接口的芯片,其硬件接口简单,编程方便,系统构成容易,用户操作简便,开发系统廉价.基于 CAN 总线以上的特点,把它应用于系统分布比较分散、现场环境干扰大的场合是非常适合的.

2 系统总体结构

根据 ISO11898 标准的建议,基于 CAN 总线通信的智能数据采集系统可以分为三层次:MPU(控制器)、CAN 控制器和收发器,如图 1 所示.其中最底层的 MPU 是以单片机为核心的数据处理及功能控制模块,包括各种输入输出的控制,如传感器、执行器及控制运算、人机接口等;中间模块为 CAN 控制器为核心的 CAN 总线通信控制层;最上层的为 CAN 总线的收发器,将 CAN 控制器发出的逻辑信号转变为 CAN 总线的物理信号经由总线传输.

考虑到系统设计的可靠性、性价比等因素,本文所设计的系统采用 MCS-51 系列单片机中的 Intel 8051 作为 MPU 控制器,SJA1000 为 CAN 总线控制器及 PCA82C250 为 CAN 总线收发器,完成现场数据的采集、处理和通信.

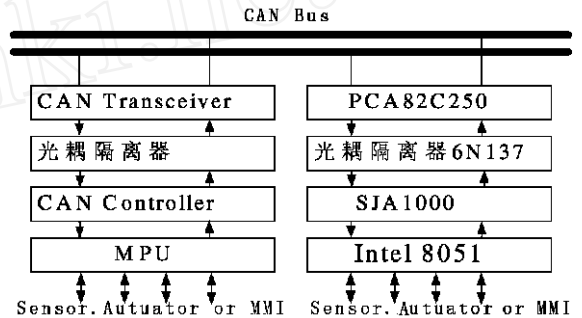


图1 智能数据采集系统总体结构图 4

3 硬件电路设计

3.1 CAN 总线的通信模块的硬件设计^[1]

SJA1000^[12]为 Philip 公司生产的新一代理想的 CAN 微处理器,它符合 CAN2.0B 协议,向上完全兼容 PCA82C200 系列;支持 29 位标识符模式,有 64 字节的接收缓冲区,能通过验收屏蔽码寄存器和验收码.寄存器对标准帧或扩展帧进行单向/双向接收滤波;对 CAN 总线上的每一个错误进行错误中断;可通过检测具体位来仲裁丢失中断等特性.所以,SJA1000 的功能有了大大的增加,能完成高性能的通信.通过与 SJA1000 的 RX 和 TX 连接的主要芯片为 PCA82C250,它是 CAN 控制器与物理总线之间的接口,它可以提供对总线的差动发送能力和差动接收能力,抗干扰能力强.考虑到系统实际应用中会有各种各样的干扰,在 CAN 总线收发器与控制器之间增加了高速光耦隔离设备 6N137.

由于 SJA1000 的内部存储器可映象为 CPU 的外部数据存储器,且 AD0~AD7 为 8 位的地址、数据复用线,对其内部的数据存储器的访问主要是要经过 AD0~AD7、ALE、RD、WR 等线共同完成的,图 2 给出了基于 SJA1000 的符合 ISO11898 标准的通信模块原理线路图.

为了保证 CPU 与 SJA1000 的协调工作,在硬件的设计中采用了以下两种措施:

1) 为使 CPU 的时钟能够与 SJA1000 的时钟充分同步,因此在设计中使 CPU 使用 SJA1000 的时钟脉冲 24 MHz,即 SJA1000 的 CLKOUT 时钟信号接至 8051 的时钟电路输入端 XTAL1,作为 8051 的外时钟输入,从而解决了时钟同步问题;

2) 8051 与 SJA1000 共同使用一个硬件复位线,以确保 CPU 与 SJA1000 的同步复位.

3.2 数据采集输入通道的硬件设计^[5,7,9,10,16]

本系统以 16 位温度采集为例,采用使用广泛、价格低廉的 K 型热电偶作为现场测温元件,把热电偶测量值经由多路转换、信号预处理送至 16 位的逐次逼近式模/数转换器 MAX195 进行模/数转换,然后在单片机上进行数据处理、显示以及实现与上位系统通信.数据采集输入通道原理如图 3 所示.

3.2.1 多路信号转换开关电路

多路信号转换开关用于对外部不同的物理信号进行分时切换,使不同的物理信号引入信号预处理环

节后由 A/D 转换器转换成 CPU 可以处理的数字信号. 为了减少外部信号干扰的引入, 输入通道采用三组并行多路转换电路 (U1 ~ U3), 该系统采用的多路转换开关为 MAX306, 进行 16 路选 1 的转换.

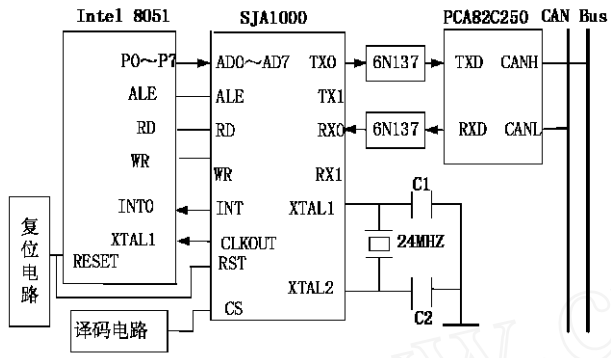


图 2 CAN 节点通信模块原理线路图

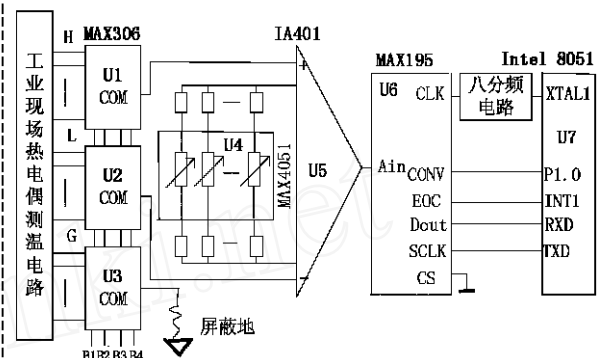


图 3 数据采集输入通道原理图

MAX306 性能优良, R_{on} 的典型值为 100Ω , 漏电流为 0.2 mA , 由于电子转换开关后的信号预处理电路为高阻输入的仪用放大器, 其输入电阻大于 $100 \text{ M}\Omega$, 那么对于信号输入最大为 5 V 而言, R_{on} 上分压的信号幅值为 $V = \frac{100 \times 10}{100 \times 10^6} = 10 \mu\text{V}$, 而此时 16 位 A/D 转换的 LSB 的电压幅值为 $\frac{10}{2^{16}} = 152 \mu\text{V}$, 因此, R_{on} 上的压降远小于 LSB 的误差, 可将其忽略不计.

3.2.2 信号预处理电路

该系统采用的信号预处理电路是由两部分组成: 一部分是由运算放大器 IA401 与电子开关 MAX4051 共同组成的程控放大器电路, 增益的选择为 $[1, 5, 50, 500]$, 对应的输入信号幅值为 $[10 \text{ V}, 2 \text{ V}, 200 \text{ mV}, 20 \text{ mV}]$; 另一部分是由增益为 1 的精密运算放大器组成, 用于放大输入信号, 采用差动输入, 因此具有极高的抗共模干扰能力.

由于反相输入运算放大器具有极低的输出电阻, 因此, 经过该运算放大器处理的信号, 即可直接引入 A/D 转换器的模拟输入端, 进行 A/D 转换.

3.2.3 16 位的 A/D 转换电路

本系统采用 16 位分辨率的逐次逼近型模拟 - 数字转换器件 —— MAX195, 该芯片在正常工作条件下具有较高的性能和较快的速度. MAX195 的接口和逻辑采用与大多数 CPU 芯片相兼容的设计方法, 因此, 可以很方便的与不同型号的 CPU 单相配接. MAX195 内部采用 16 位的电容型逐次比较的数字/模拟转换电路. 同时, MAX195 内部提供了校准控制, 当使用温度、电源电压、参考电压、转换时钟频率发生变化时, RESET 复位端被拉至低电平再返回高电平经两个时钟周期 T , 自动校准 A/D 误差.

在本系统中, 8051 的时钟经八分频电路为 MAX195 提供外部转换时钟; 8051 的 P1.0 输出的脉冲用作触发 MAX195 进行 A/D 转换; MAX195 的数据读出采用中断控制方式, 即非同步方式, 由 EOC 触发 8051 的 INT1 端, 当 CPU 响应该中断后, 即可用串行口读出已经转换的数据. 8051 串行口工作于方式 0, 即串行数据移位输入方式, MAX195 的 SCLK 由 8051 的 TX0 端子提供, 频率为 1 MHz .

4 软件设计^[6, 12]

该系统是一个智能数据采集系统, 整个系统应具有上电初始化、实时数据采集、数据实时处理、现场信息实时显示、故障实时报警、现场设备与其他设备进行通信等. 其中, 现场数据采集监控程序是整个系统正常工作的灵魂, 它主要完成如下功能:

- 1) 接收上位机的任务数据表及控制指令;
- 2) 按照任务表单实施任务操作;
- 3) 向上位机发送数据和其他辅助信息;
- 4) 实施系统工况自检及监控.

该系统的现场数据采集监控程序流程图如图4所示.

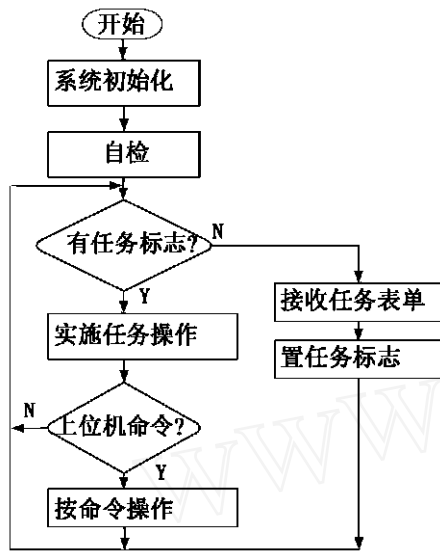


图4 现场数据采集监控程序流程图

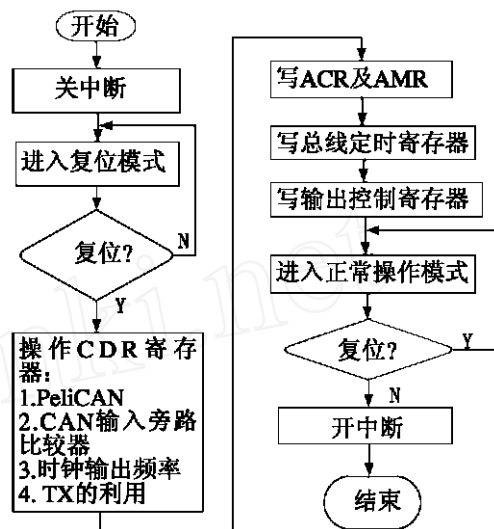


图5 SJA1000初始化程序流程图

系统初始化是一个重点也是一个难点.限于本文篇幅,以SJA1000的初始化为例,并给出其部分在Keil C51编译器上用C编程语言编写的初始化程序清单.

本系统对SJA1000初始化为:接收过滤器为双过滤模式,其中一个过滤器为接收节点所需信息的标识,另一个过滤器则用于接收CAN总线广播所使用的标识;CDR寄存器在复位模式时被置为00H;采样周期 $BTR0 = 18H$, $BTR1 = 3AH$, $f_{osc} = 24\text{ MHz}$;OCR内容为1AH,正常输出模式,TX0推拉式,TX1高阻.

SJA1000的初始化程序流程图如图5所示,以下并给出其初始化的程序清单.

```
#include "reg51.h"
/* 关中断 */
IT0 = INTLEVELACT;
CS = ENABLE;
EA = DISABLE;
SJAIntEn = DISABLE;
/* 进入复位模式 */
While ((ModeControlReg && RM_RR_Bit) == ClrByte)
{ModeControlReg = ModeControlReg | RM_RR_Bit;}
/* 操作 CDR 寄存器,选择 PeliCAN,CAN 输入比较器旁路 */
ClockDivideReg = CANMode_Bit | CBP_Bit | DivBy2;
InterruptEnReg = ClrIntEnSJA;
/* 内中断被屏蔽,接收滤波器可接收任何消息 */
AcceptCode0Reg = Acceptcode1;
AcceptCode1Reg = Acceptcode2;
AcceptCode2Reg = Acceptcode3;
AcceptCode3Reg = Acceptcode4;
AcceptMask0Reg = Maskcode1;
AcceptMask1Reg = Maskcode2;
AcceptMask2Reg = Makcode3;
AcceptMask3Reg = Maskcode4;
```

```

/*操作总线定时器*/
BusTiming0Reg = SJW_MB_24| Presc_MB_24;
BusTiming1Reg = TSEG2_MB_24| TSEG1_MB_24;
/*写输出控制寄存器,设置TX0为推拉式信号,TX1为高阻,正常输出模式*/
OutControlReg = TX0PushPull| TX1Float
                || NormalMode;
/*进入正常操作模式,选择双接收过滤器结构,关闭自测模式和侦听模式*/
Do
{ModeControlReg = ClrByte;}
While((ModeControlReg && RM_RR_Bit) != ClrByte);
/*开中断*/
SJAIntEn = ENABLE;
EA = ENABLE;
/*SJA1000初始化结束*/

```

5 结束语

目前,国内常见的用于测控领域的数据采集系统多以PC总线(PCI、ISA总线等)加扩展的RS-485串行通信标准总线为基础的8~12分辨率的数据采集系统,还鲜有基于现场总线的高分辨率、高精度的产品。近几年来,随着计算机技术、通信技术、集成电子电路技术的飞速发展,电子集成芯片的价格也不断的下降,尤其16位的A/D转换芯片。因此,本系统采用高精度的A/D转换器(MAX195)为数据采集的核心,再配以信号调理和通道扩展电路,开发出具有高精度的模拟信号采样模块,结合CAN总线的通信模块以构成现场总线式智能数据采集系统,这在理论研究上是可行的,对于其具体实际应用,还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 张富学. 现代实用传感器电路[M]. 杭州:中国计量出版社,1997. 23.
- [2] 张毅刚,修林成,胡振江. MCS-51单片机应用设计[M]. 哈尔滨工业大学出版社,1992. 327~333.
- [3] 陈保江,翟勇等. MCS单片机应用系统实用指南[M]. 北京:机械工业出版社,1997. 332~338;587~590.
- [4] 张洪润,蓝清华. 单片机技术教程[M]. 北京:清华大学出版社,1997. 155~166.
- [5] 徐爱钧. 智能化测量控制仪表原理与设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996. 133~150;245~258.
- [6] 王建校,杨建国等. 51系列单片机及C51程序设计[M]. 北京:科学出版社,2002. 1~211.
- [7] 陈永甫. 电子电路智能化设计实例与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2002. 6~12.
- [8] 京辉热点工作室编. Protel 99电路设计实用指南[M]. 北京:人民邮电出版社,2000. 52~235.
- [9] 周国梁,汤素英. 大规模测量点的实时测控系统设计[J]. 工业控制计算机,1999,12(6):21~22.
- [10] 薛萍,邱实,李欣. 单片机在温度测量中的应用[J]. 电测与仪表,2001,38(10):30~31.
- [11] 周京辉,刘权. 基于CAN总线的分布式控制系统及应用[J]. 工业控制计算机,1998(5):50~53.
- [12] 邬宽明. CAN2.0B新控制器——SJA1000[J]. 工业控制计算机,1999(1):55~58.
- [13] 韩瑞轩,韩高昭. CAN总线测控网络的设计与实现[J]. 工业控制计算机,2000,13(5):9~10.
- [14] 李毅峰,李令奇. 基于CAN总线的分布式数据采集与控制系统[J]. 工业控制计算机,2000,13(5):34~38.
- [15] 杜志江,路同发,高国安. 基于CAN总线的机器人化遥控铲掘机控制系统[J]. 工业控制计算机,2000,13(3):28~31.
- [15] 张长胜,张云生. 基于变频器总线网络的分布式过程监控系统的应用研究[J]. 昆明理工大学学报(理工版),2002,27(5):74.