

基于 HART 的智能现场实时控制通信系统

Intelligent Field Real-time Control and Communication System based on the HART Protocol

(1.浙江金融职业学院;2.厦门大学) 谢亮¹ 郭阳²

XIE Liang GUO Yang

摘要: 本文完成了基于 HART 的智能现场实时控制通信系统的设计。在硬件方面,本系统由四大模块组成:键盘输入模块、通信模块、DSP 和显示模块。其中,数字信号处理器是该硬件系统的主要部分。它由 TMS320C54 作 CPU,外接信号输入的通信模块,键盘输入模块、显示模块以及 FLASH20MHz 晶振及其它辅助电源设备。在软件方面,用 TMS320C54 汇编语言编制了相应的程序。

关键字: 实时控制; DSP; HART 协议

中图分类号: TP316 **文献标识码:** A

Abstract: An intelligent field real-time control and Communication system based on the HART protocol was proposed in this paper. The hardware consists of four modules: The keyboard input module, communicate module, DSP and display module. The DSP is the key part among these modules. It regards TMS 320C54 as the CPU, and connects with the other three modules, FLASH 20MHz and other affiliation power equipment. For the software, it makes program for the corresponding part.

Keywords: Real-time Control; DSP; HART Protocol

1 引言

智能系统的实现是当代自动检测技术的热点之一。它是信息技术(传感与控制技术、通讯技术和计算机技术)的三大支柱之一。随着工业生产的发展,需要的测控点和测控参量越来越多,使得一个自动控制日益庞大而复杂。现场总线技术是在 80 年代后期发展起来的一种先进的现场工业控制技术。随着信息产业的发展和信息社会美好前景的不断展现,现代数字信号处理(DSP)技术内容和应用范围不断扩大。本文介绍了一种基于 HART 的智能现场实时控制通信系统。

2 系统整体设计

实时控制通信系统的简要方框图如图 1 所示。

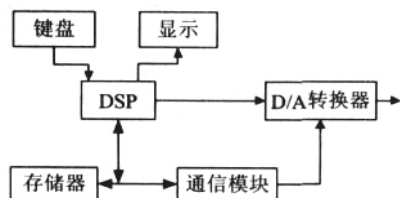


图 1 实时控制通信系统的系统框图

首先通过键盘模块对现场控制通信系统进行初始值的设置,它是通过键盘模块把相应的参数设置值写入 DSP,然后通过 DSP 的判断识别,把有用信息显示到显示模块上,然后通过键盘模块输入确认键,并在显示模块上显示是否确认,如果确认,那么把设置的初始值,通过 DSP 的串口输出到通信模块,通信模块则把对应的数字信息转化成符合 HART 协议规范的 FSK 信号输出。而外界的信号也是通过通信模块传输进来转换成标准

的 1200bit/s 的数字信号并通过 DSP 的串口输入,信号经过 DSP 的识别,把协议中的有用成分提取出来,其中的过程变量进行 PID 算法运算,然后进行对现场系统的直接控制,最后把处理过后的量通过串口分别经过通信模块输出和经过 D/A 转化为符合 HART 协议的 4~20mA 的模拟量,经叠加然后输出。

3 系统硬件设计

3.1 TMS320C5409 的各接口设计

1、TMS320C5409 与键盘的接口。8279 是专用的键盘、显示控制芯片,能对显示器自动扫描;能识别键盘按下键的键号,可充分提高 CPU 的工作效率。8279 与 DSP 的接口方便,由它构成的标准键盘接口应用方便。

2、TMS320C5409 与液晶的接口。

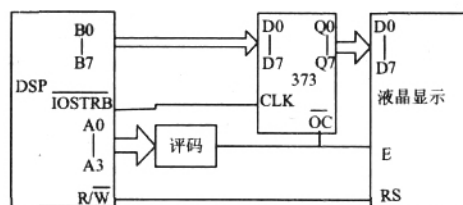


图 2 DSP 与液晶接口电路

TMS320C5409 不但要和键盘接口 8279 相连还要和液晶显示模块相连,这样才能完成从键盘输入的数据及时的从液晶显示上显示。TMS320C5409 与液晶的显示接口如图 2 所示。对于 DSP 来讲,其指令运算速度能达到 10MIPS,显然高于液晶显示器。LCD 的最小时间规格远远大于 DSP 的最大时间规格。为了解决 DSP 与慢速液晶显示器之间的速度匹配问题,电路设计中,使用了 1 片 373 外部数据锁存器来锁存输入输出的数据以及状态、控制信号,这样控制信号、数据信号都可以保持足够的时间,以实现 DSP 与 LCD 微控制器的时序配合。这是一种简单

通用的接口方法。在实际应用中,经过分析可知不需要从显示模块读取数据,只需实现 DSP 到显示模块的单向接口,所以接口电路相对于键盘接口来说比较简单。

3. TMS320C5409 与调制解调器和 D/A 的转换接口。由于 HART 协议规定了信号应该符合 Bell202 标准,也就是数字信号要用 FSK 信号来调制,并且数字信号的传输率为 1200bps。所以选用了基本符合这个要求的调制解调器 MSM7512B,由于 MSM7512B 无论它的输入还是输出都是串行数据,所以在和 DSP 进行通信时,需要使用到 DSP 的串口通信。由于 TMS320C5409 主要任务之一是处理过程变量,当每进行完一次处理后,它都要把过程变量直接给到环路中去,所以直接把过程变量转换成一个 4~20mA 的模拟变量,这样我们就要用到一个 D/A 转换器。这里的 D/A 转换器 AD421 可以把数字量直接转换为 4~20mA 的模拟量。

3.2 通信模块的设计

调制解调器就是前面提到的 MSM7512B。波形整形和带通滤波,我们可以用运算放大器来实现。我们可以用运算放大器工作在线性区来实现带通滤波器,而运算放大器工作在非线性区就可以实现比较器。在这里我们可以用过零比较器来实现整形电路。用运算放大器实现的带通滤波,如图 3(a)所示;用运算放大器实现过零比较器,如图 3(b)所示。

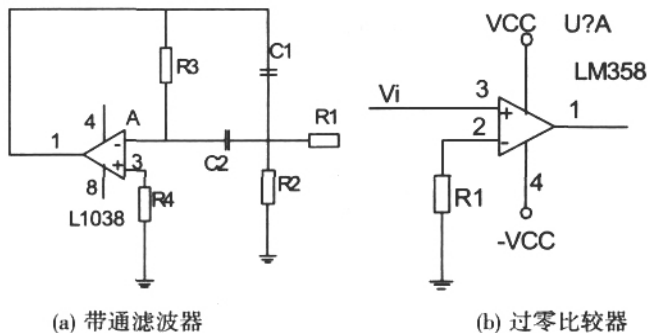


图 3 带通滤波器与过零比较器

3.3 TMS320C5409 与存储器的连接

除了内部 32K RAM 和 16K ROM 之外, TMS320C5409 还可以扩展外部存储器。目前市场上的 EPROM 的工作电压一般为 5V,与 3.3V DSP 芯片相接时需要考虑电平转换问题,而且体积都较大。FLASH 存储器与 EPROM 相比,具有更高的性能价格比,而且体积小,功耗低,可电擦写,使用比较方便,3.3V FLASH 可直接与 DSP 连接。因此采用 FLASH 存储器存储程序和固定数据是一种比较好的选择。下面是 DSP 和 FLASH 接口电路图,如图 4。

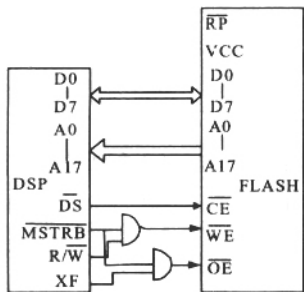


图 4 DSP 与 FLASH 接口

AT49LV002 作为 DSP 的外部数据存储器,地址总线和数据总线接至 DSP 的外部总线,CE 接至 DSP 的 DS 引脚。DSP 上

的 XF 引脚用于启动编程,当 XF 为低时,FLASH 处于读状态,当 XF 为高时,FLASH 可擦或编程。为了满足时序要求,XF 与 MSTRB 相或后接至 OE, R/W 引脚与 MSTRB 相或后接至 WE。其接口电路图如图 4 所示。

3.4 时钟电路设计

由于串口工作的波特率是根据 HART 协议来确定的,所以它的波特率是一定的,应该为 1200bit/s。也就是说 1 秒钟的时间要传输 1200 位,对于串口来说就是 1 秒钟的时间要接收或发送 1200 位的数字信号,而用串口的内部时钟作为串口时钟的话,只能工作在 DSP 时钟的 1/4,由于 DSP 我们设置的时钟频率为 10M,所以串口的工作频率就应该是 2.5M,这显然不符合设计的要求,所以我们必须用外部时钟源来提供串口的工作频率。

在这里采用 12M 的晶体振荡器经过 10000 分频可以达到要求,但由于 10000 分频,分频系数很大,由门电路搭成的分频电路它所需要的占用面积就要大,所以我们可以考虑用单片机利用它的定时器来实现 10000 分频,其优点就是占用面积小,其实现方法也很简单。由于只考虑用单片机实现简单的分频功能,所以我们选用了 AT89C2051 来实现这一功能。

4 系统软件设计

系统的软件部分的主体功能是把 DSP 和相应的硬件部分联系起来。使得整个电路能完成设计目的。它的主要工作是首先接收键盘部分输入进来的数据,进行处理和识别把相应的数据写到液晶显示部分的相应部分。然后识别这组数据是否确定为有效数据。如果是有效数据那么进行数据输入的处理,把有效数据和 HART 命令集中相应的命令组合成相应的 HART 帧,然后进行传送。如果不是有效数据,那么重新回到键盘识别模块重新输入数据。

4.1 键盘与显示部分的软件设计

键盘部分是对键值采用查询方式读出,所以设置有等待键输入指令。键盘部分的软件部分又分为两部分,一部分是对于 8279 的初始化,一部分是键值输入子程序。

显示部分的软件部分主要任务:把键盘输入的键值经过识别,然后把有用信息显示在液晶显示上面。显示的软件部分主要流程图也包括两个部分,一个是软件初始化,液晶显示开始必须进行初始化,否则模块无法正常显示,但是初始化有两种实现方式,我们采用了软件初始化方法。一部分是显示服务子程序,由于液晶显示模块它已经包含了点阵字符型液晶显示屏、微控制器、驱动电路三个部分,所以在显示的时候,只要把相应的字符库和命令集输入进去,就能完成显示功能。

4.2 显示数据转化成传输数据的软件实现

在液晶上显示数据的时候都是按照字符来显示的,也就是说每一个显示的字符都在液晶字符库中有一个相应的字符库,每个字符都有它固定的字符编码,在输出时我们只要把字符编码和所要显示的字符对应起来就能完成相应的显示字符的功能。但是在实际应用中往往用显示的一串字符来表示一个含义。所以在显示过后我们所要进行的软件处理方法就是把显示的多个单个字符按照它所表达的意思转换为我们所需要的数据格式。这样转换后的数据格式我们才能根据实际要求进行信号处理或者传输。我们在这里只设计了关于系统工作的量程范围的液晶显示所以对于软件设计来说,只是把多个放在连续空间的单个数字量转换为放在一个存储空间的一个数据量。实现方法也相应的简单,只是要实现一系列同样的操作循环就可以完成。其软件流程如图 5 所示。(下转第 101 页)

技术创新

序流程。

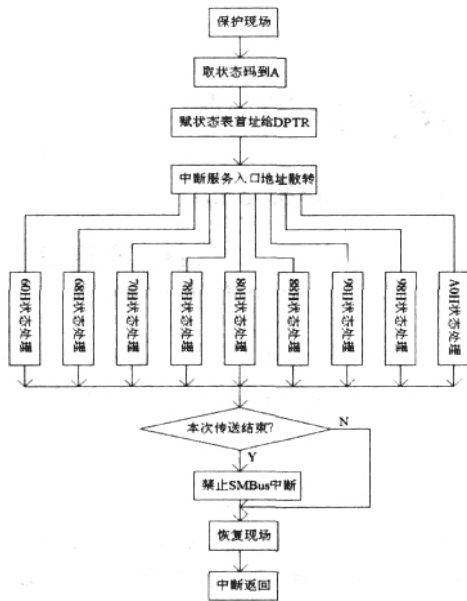


图6 从接收状态数据操作程序流程

4 结束语

本文利用 C8051F 单片机的 SMBus 总线,采用多主系统通信方式,应用汇编语言编写了串行口数据传输程序及功率放大器监控程序,实现了功放系统与测控系统之间的数据传输,将 C8051F 单片机成功应用于高功率放大器的监控系统。由于把 I2C 总线技术引入到系统设计中,使该系统硬件电路变得非常简洁,同时因 C8051F 单片机自带 SMBus 接口,使系统软件编程也比较简单,因此不失为一种良好的系统设计方案。

本文作者创新点:将 C8051F 单片机成功应用于高功率放大器的监控系统,利用其 SMBus 总线,采用多主系统通信方式,应用汇编语言编写了串行口数据传输程序及功率放大器系统监控程序,实现了功放系统与测控系统之间的数据传输。

本项目产生的经济效益:500 万元以上

参考文献

- [1]官晟,张杰.微机主从通信系统多 232 口连接电路设计[J]微计算机信息,2005,4
- [2]张迎新,雷文,姚静波编著 C8051F 系列 SOC 单片机原理及应用[M],北京:国防工业出版社,2005.
- [3]何立民编著 I2C 总线应用系统设计[M],北京航空航天大学出版社,1995.

作者简介:于再兴(1952—),男(汉族),江苏,高级工程师,硕士,无线通信专业,主要从事射频功率放大器、射频接收机的设计和开发工作。陈江(1965—),男(汉族)江苏,高级工程师,硕士,无线通信专业,主要从事射频功率放大器、射频信道机的设计和开发工作。

Biography:YU Zai-xing(1952—), Male (Han Nationality), Jiangsu Province, Master, Senior engineer, Wireless communication specialty, Engaged in design and development of RF amplifier and receiver.

(210007 江苏南京 总参第 63 研究所)于再兴 陈江
(the 63rd Research Institute of the PLA General Staff Headquarters, Nanjing 210007, China) Yu Zai-xing Chen Jiang

通讯地址:(210007 南京 南京市后标营 18 号总参第 63 研究所)于再兴

(收稿日期:2008.2.15)(修稿日期:2008.3.25)

(上接第 165 页)

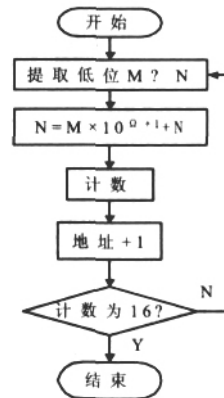


图5 转换部分的软件流程

4.3 串口方面的软件流程

在串口方面我们也要涉及到两方面的程序,一个是串口初始化,一个是串口通信服务子程序。在这里 DSP 与 MSM7512B 的串行通信,我们设置为连续模式。在连续模式,由于数据传输一直在进行,所以错误发生的种类较多。连续模式发生下溢会导致停止传输数据而发生错误。在碎发模式,上溢是一个错误,而在连续模式中,上溢和下溢都会导致传送或接收停止而出现错误。幸运的是,上溢和下溢都不会导致灾难性的错误。只要简单的读出 BDRR 或写入 BDXR 即可纠正过来。

本文作者创新点: HART 协议是现场总线技术协议中的其中之一,它是实现智能现场控制通信系统工作的重要技术之一。大规模集成电路的发展为现场智能系统的实现提供了可行性。为了实现在线的实时控制并兼容 HART 协议,本文采用了数字信号处理器(DSP)来完成实时控制和相应的信号处理。

项目经济效益(60 万元)

参考文献:

- [1]陈向群,王雷,Windows CE.Net 系统分析及试验教程[M],机械工业出版社,2003
- [2]马忠妹,ARM 嵌入式处理器结构和应用基础[M],北京航空航天大学出版社,2002.1
- [3]卢子广,柴建云,王祥珩.电力驱动系统实时控制虚拟实验平台[J].中国电机工程学报.2003, 23(4):119-123
- [4]赵纲领,黄建.电气综合试验系统的设计与开发[J].微计算机信息,2007 A-3 :1-3

作者简介:谢亮(1972-),男,汉族,浙江杭州人,讲师,硕士,研究方向:信息安全、数据挖掘、入侵检测,计算机应用技术;郭阳(1983-),男,汉族,硕士,硕士研究生,研究方向:金融信息化。Biography: XIE Liang (1972-), Male, Han Nationality, Born in Zhejiang Hangzhou, Lecturer, Master Degree, Research Areas: Information Security, Data Mining, Intrusion-detection and Computer Application Technology.

(310018 浙江 杭州 浙江金融职业学院)谢亮

(361005 福建 厦门 厦门大学)郭阳

通讯地址:(310018 浙江省杭州市浙江金融职业学院信息技术系)谢亮

(收稿日期:2008.2.15)(修稿日期:2008.3.25)

技术创新