

# 基于 CAN 总线通信中多协议转换器设计

李大力

(上海师范大学 信息与机电工程学院, 上海 200234)

**摘要:**随着工业控制网络的快速发展,现场总线技术越来越受到重视,它是面向工厂底层自动化及信息集成的数字化网络技术,而 CAN 总线是现场总线中运用比较多的一种。为了解决多种不同设备接口连接 CAN 总线的协议转换问题,需要开发协议转换器。而当前协议转换器种类繁多,价格和质量参差不齐。该文提出了一种在现场总线领域中用于 CAN 总线通信中的多协议转换器的设计,该转换器结构简单,成本低廉,还可实现二次开发,支持 CAN 总线接口与 RS-232 接口、RS-485 接口设备协议上进行相互转换实现有效通信,在工控仪表领域经过测试后,其性能稳定。

**关键词:**工业控制;现场总线;CAN 总线;转换器

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)09-0124-04

## Design of Multiprotocol Switch in CAN Bus Communication

LI Da-li

(College of Information, Mechanical and Electrical Engineering, Shanghai Normal University,  
Shanghai 200234, China)

**Abstract:** With the rapid development of the control in industrial network, the technology of area bus has been more and more regarded. It is a digital network technology that turn to the integration of automation and information in the factory workshop. Controller Area Network (CAN) bus has common use of area bus. To resolve the transformation in different implement interface that require designing protocol switch. Now the protocol switch has many category and different price in different quality. Proposed a good design of CAN bus communication adopting multiprotocol switch. It is ready for secondary development in different devices communication and it has simple frame and low cost. The switch can efficiently implement RS-232, RS-485 and CAN bus above interfaces on protocol layer with transform each other. It has stable performance by test in control in industrial meter.

**Key words:** control in industry; area bus; controller area network bus; switch

## 0 引言

现场总线网络领域中应用较多的是 CAN 总线,但 CAN 总线由于有自己的总线协议标准,当与大量不同类型设备之间通信时,不同设备由于采用的接口不尽相同,接口的数据传送方式以及通信所使用协议也各有区分<sup>[1]</sup>。而现场总线控制领域又对实时性和可靠性要求很高,这就需要在不同设备接口间的通信需要有专门的转换连接电路进行匹配来实现。这种用于不同类型设备接口间的连接器就是协议转换器,也可简称网关<sup>[2]</sup>。专用协议转换器可以实现固定设备间的通信,但重用性差,很难保证通信设备或通信环境改变后仍可完全适用。随着自动化技术不断发展与应用,出现了可进行二次开发的多协议转换器,可以解决上述

专用网关带来的问题。但由于开发成本偏高,故实用性较差。

文中提出的多协议转换器的设计是在保证常用设备接口(RS-232、RS485、CAN 总线)间通信的二次开发基础上减少硬件使用数量和成本,减少不常用接口的支持和冗余部件,结构框架简单合理,并可实现硬件扩展,在保证功能的同时降低了成本,提高了实用性。实验测试表明该转换器运行稳定,有良好的可靠性。

## 1 转换器硬件设计

转换器硬件基本结构主要包括:微处理器、RS-232 接口电路、RS-485 接口电路、CAN 总线接口电路、电源监控电路等。基本设计结构如图 1 所示。

### 1.1 微处理器部件

本设计的微处理器选用 Philips 公司的 LPC 2292<sup>[3]</sup>。本微型处理器芯片是采用了基于实时仿真功能的 ARM 7 专用系列 CPU 的微型控制器,内置 128kB 的 RAM 以及 256kB 的高速 Flash 存储器,此外还封装

收稿日期:2011-01-25;修回日期:2011-04-11

基金项目:上海市高校优秀青年教师科研基金(RE930)

作者简介:李大力(1980-),男,硕士,工程师,研究方向为计算机网络技术、计算机图像处理、计算机控制网络。

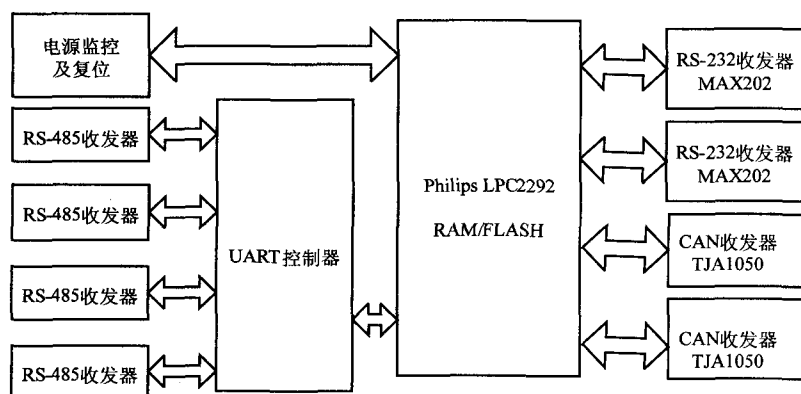


图1 转换器基本设计硬件组成结构

了128位的存储器接口,通过特殊的加速方式使32位程序代码能够保持在最大时钟速率下正常运行。LPC2292微处理器采用了独特的144引脚封装,运行功耗较低,具有4个32位定时器以及2路CAN总线接口、2路UART控制器,此外还可实现多达9个的外部中断等性能,使它适合在转换器中作为核心CPU芯片。本微处理器除了上述特点外,还拥有集成的双路CAN总线控制器,无需再接专门的控制器,而只需连接相应的收发器就能实现CAN及RS232等的接口电路,而且还可以用RS232接口实现兼用于程序下载、终端服务等调试使用接口<sup>[4]</sup>。LPC2292在本转换器的使用也达到了本设计力求降低成本的目的。

### 1.2 CAN 总线接口电路

CAN即控制器局域网,是众多工业现场总线的一种。它和其它通信总线相比,在数据通信中可有更强的灵活性、可靠性和实时性。在汽车制造、自动化仪表等工业领域应用最多,更由于CAN总线极强的抗干扰能力及纠错能力,也被美国军方广泛应用导弹、飞机、坦克电子系统通信联络上。另在其它一些如过程工业数控机床、医疗器械等多个领域也有广泛采用<sup>[5]</sup>。

CAN有自己的总线协议,其数据链路层协议是CAN协议的核心<sup>[6]</sup>。该协议采用平等式(点对点)通

信方式。要使RS-232、RS-485等接口总线与CAN总线通信,在连接时要采用专门的CAN控制器和CAN收发器,控制器的作用是时行电平转换<sup>[7]</sup>。同时还必须实现协议转换后才能正常通信。协议转换具体由微处理器写入软体进行控制。

由于本设计中采用的微处理器LPC2292已经内置了2路CAN总线控制器,只需要将芯片的CAN接口与

CAN收发器相连并在中间加入光电耦合器增强抗干扰就能完成CAN总线接口功能。本CAN设计单元的CAN总线收发器采用TJA1050芯片。TJA1050可以为CAN总线提供不同的发送性能,也为CAN控制器提供不同的接收性能<sup>[8]</sup>。并且还具有能与ISO11898标准完全兼容、发送数据控制超时、暂态时自动对总线引脚进行保护等功能,因此使用广泛。但由于采用TJA1050后CAN通信速度较高,最高达到1Mb/s,所以需要使用高速光电隔离,因此本设计采用了6N137芯片作为光电耦合器,其传输速度可达10Mbps。另外在CAN总线与TJA1050的通信接口部分也要采用适当的抗干扰及防护措施保证系统可靠性。因此在和CAN总线相连时,TJA1050芯片的CAN\_L和CAN\_H两个引脚分别加了一个5欧姆的电阻,这个电阻可在特殊状态下起到适当的限流,用于保护TJA1050芯片因受过流冲击而损坏。另外CAN\_L和CAN\_H引脚在与地线之间再并联2个35pF的电容,也能适当起到过滤CAN总线上的高频干扰信号和防电磁辐射等作用。除此之外还要将TJA1050的S引脚接地让其工作在普通的工作模式下,如图2所示。

### 1.3 RS-232 接口电路

通用异步串行通信接口(RS-232C标准)是在工业现场领域中应用广泛的一种接口,字母C代表是该

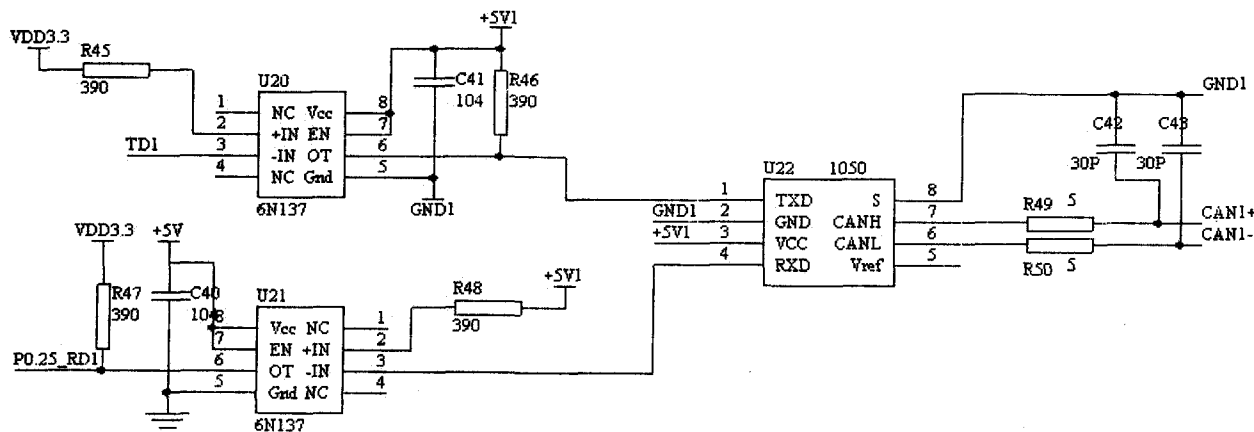


图2 CAN收发器接口电路

标准修改的第三次版本,以下均简写 RS-232<sup>[9]</sup>。它是数字设备间通信的重要接口之一。由于 RS-232 是早期为促进公用电话网络进行数据通信而制定的标准,它采用的是一套独立的接口逻辑电平标准,其逻辑电平是对称的,逻辑 0 电平规定为 +5 ~ +15V 之间,逻辑 1 电平为 -5 ~ -15V 之间,这与一般电子电路大都采用的 TTL 逻辑电平、MOS 逻辑电平完全不同<sup>[10]</sup>。因此,要使 RS-232 接口与其它采用 TTL 逻辑电平的电路相连接必须经过电平转换,而电平转换电路也是硬件接口电路设计的关键。目前,该硬件电路设计有专用芯片,本转换器采用 MAX202 收发器芯片作为微处理器和 RS-232 接口之间的转换电路,连接方式如图 3 所示。由于在实际应用中器件对电源噪声很敏感,因此 VCC 必须加对地去耦电容 C48,其它电容 C49、C50、C51、C52 用以提高抗干扰能力。在 MAX202 的两路发送接收中任选一路作为接口,引脚 T11 接微处理器的发送端 TXD,RS-232 接口的接收端 RXD 对应接 T10 引脚。同时 R10 接微处理器的接收端 RXD,RS-232 接口的发送端 TXD 接对应 R11 引脚。

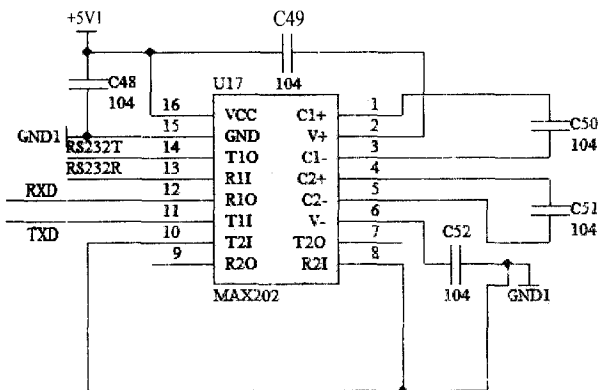


图 3 RS-232 接口电路 MAX202

### 1.4 RS-485 与 UART 控制器接口电路

RS-485 标准通信接口总线是工业控制网络中另一种使用比较多的总线形式。其连线简单,工作可靠,不需要专门电平转换电路即可连接。RS-485 接口芯片为半双工工作方式,在某一时刻,一个发送另一个接收,并采用差分驱动,每个信号由两路差分信号线的相对电平表示<sup>[11]</sup>。由于具有三态功能,RS-485 允许仅使用一对线来完成半双工串行通信,发送信号和接收信号分时共享这对信号线。因此,RS-485 发送器在不发送时应处于高阻态,以使其它节点共享这对信号线,也就是在 RS485 网络工作中的任意时刻只能有一个驱动器在发送,可以有多个接收器在接收,这样才能保证正常工作,因此必须保证在系统启动之前 RS-485 总线收发器都处于接收的状态。在本设计中 RS-485 采用 SC16C554B 多串口芯片对微处理器的 UART 口进行扩展连接,如图 4 所示,将读写信号线 DI, RD 连

接到 LPC2292 的 TXD, RXD 上, 再将数据总线、四路片选线(对应四路 UART)、中断信号线对应相连。

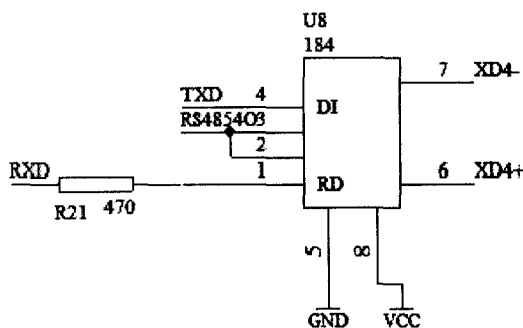


图 4 RS-485 接口电路

## 2 转换器软件设计

本转换器采用的 Philips LPC2292 微控制器是一款 ARM 7 系列的嵌入式开发微控制器, 不带存储管理单元 MMU。本转换器的设计中采用嵌入式操作系统 uClinux, 方便进行二次开发。它是一款优秀的嵌入式 Linux 版本, 它不仅具有标准 Linux 的本身特性, 还在各个方面经过了小型化的改造, 形成了一个具有高度优化、方便开发且代码紧凑的嵌入式 Linux 版本。它的特性还有: 良好的稳定性、便利的移植性、丰富的网络功能及对各种文件系统的支持和标准大量的 API 开发<sup>[2]</sup>。另外 uClinux 和 Linux 相比, 一个重要的不同点就是不支持 MMU, 开发起来比较方便, 而且便于移植。因此本设计转换器采用 uClinux 作为其软件开发平台。uClinux 平台中有权限空间的概念, 它的权限空间一般可分为用户空间和内核空间。用户空间主要包括用户程序、可供用户调用的应用程序接口以及协议管理程序; 而内核空间就是 uClinux 本身的程序内核支持系统, 在运行时内核系统会自动或静态方式加载外围各种硬件设备的驱动程序。因此内核空间是通过驱动程序控制转换器各功能部件的执行以及规范系统各个接口。如图 5 所示, 在图中的最底层为本转换器的硬件电路即嵌入式芯片及各接口组成的主板, 在其上层为 uClinux 内核空间。内核系统空间是通过驱动程序(主要有多串口芯片驱动、CAN 驱动、UART 驱动和其它驱动等)控制转换器外围各功能部件工作。这样内核空间就能过驱动程序规范和控制系统的各路(CAN、RS232、RS485)接口正常工作。所以软件开发的主要核心就是驱动程序的设计, 这也是整个转换器软件设计的难点所在。在内核空间部分中位于驱动程序上层的是设备文件(主要包括块设备文件及字符设备文件等)。内核空间就是通过这些设备文件来集中管理各个驱动程序及硬件的。一般来说每种类型的硬件设备都要有对应的驱动程序, 所以转换器各路通信共有四

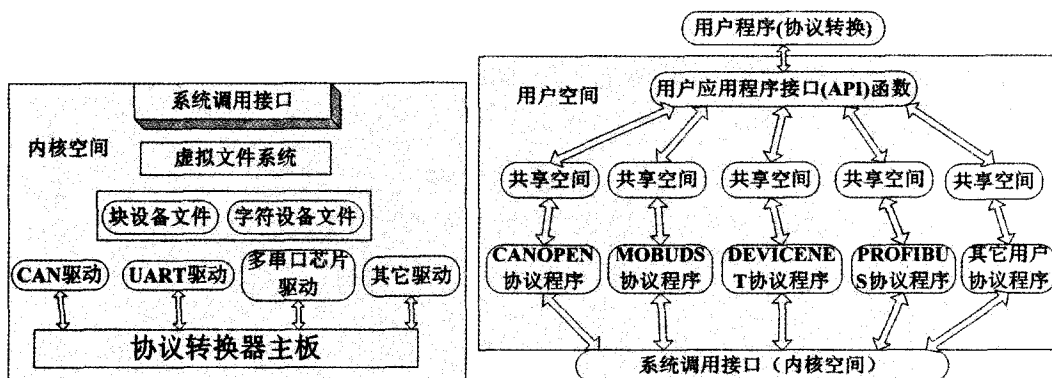


图5 系统软件体系结构(左:内核空间,右:用户空间)

个驱动。当转换器运行后首先执行引导程序,然后装载内核系统和文件系统以及启动操作系统,操作系统启动成功后开始加载上述各部件的驱动程序,当驱动程序加载完成之后,就要运行各种用户程序及相应协议程序,实现相应用户需要的功能。文中只对部分CAN接口驱动程序做列举。

CAN总线open方法(部分驱动程序):

```
int openupcan(struct inodes *inodes, struct file *
filps)
{
    if (usagecan == 0)
    { return -ABUSY;
    }
    usagecan++;
    MODINCUSECOUNT;
    return 0;}
```

### 3 结束语

本设计的多协议转换器适用于采用CAN总线及RS-485和RS-232接口设备的多种工业现场通信网络,只需要根据不同环境进行用户程序的二次开发后即可,使用方便,成本低廉。主要适用于小型工业企业的工业生产控制中,并能带来不错的经济效益。目前,该转换器目前已经在实际自动化仪表应用现场中测试,并工作稳定。由于考虑经济成本,本转换器未采用显示部分硬件模块以及对以太网的支持,如在实际应用中需要,可在硬件电路中直接进行相应扩展。

### 参考文献:

- [1] 刘建昌,周 玮,王明顺. 计算机控制网络[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [2] 谢昊飞,李 勇,王 平. 网络控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [3] Philips Semiconductors LPC2292/LPC2294, Rev. 03-1[M]. [s.l.]:[s.n.],2005.
- [4] 刘 森. 嵌入式系统接口设计与Linux驱动程序开发[M]. 北京:航空航天大学出版社,2006.
- [5] 李广鑫,秦贵和,刘文静,等. CAN总线网关的设计与实现[J]. 吉林大学学报(信息科学版),2010,3(2):166-170.
- [6] 苗俊杰,乔 毅,张春光. 基于ARM的嵌入式混合网关的设计[J]. 工业控制计算机,2010,23(1):77-78.
- [7] 李 茜,姜秀柱,谷新尧. 嵌入式复合型工业总线网关的CAN口设计[J]. 微计算机信息,2008,24(9-2):33-35.
- [8] 钟鸣泉,黄学武,郑华耀. 基于ARM微处理器的多串口多协议网关设备设计[J]. 上海海事大学学报,2008,29(1):62-66.
- [9] 唐年庆,刘益和. 基于微处理器的协议转换网关的系统设计[J]. 微计算机信息,2008,24(5-2):27-28.
- [10] 王昊轶,赵国材,季 楠. 面向串行通信的实时数据转储网关的设计与实现[J]. 计算机系统应用,2010,19(7):130-134.
- [11] Free Scale Semiconductor, Inc. Using MSCAN on the HCS12 Family Application Note[M]. Austin, Texas: Free scale Semiconductor Inc, 2005.
- [12] Riihijarvi J, Mahonen P. Providing Network Connectivity for Small Appliances: A Functionally Minimized Embedded Web ServServer[J]. IEEE Communications Magazine, 2001(39):150-153.

(上接第123页)

- Conference. NJ:[s.n.],2008:162-163.
- [10] Koch T B, Davies J B, Wickramasinghe D. Finite element/finite difference propagation algorithm for integrated optical device[J]. Electronics Letters,1989,25:514-516.
  - [11] 余守宪. 导播光学物理基础[M]. 北京:北京交通大学出

版社,2002:16-17.

- [12] Kaiser R, Levy Y, Fleming J, et al. Resonances in a single thin dielectric layer: Enhancement of the Goos-Haenchen shift[J]. Pure and applied optics, 1996,23:891-898.