

以太网与 PROFIBUS - DP 数据转换接口的实现

Realization of Data Conversion Interface between Ethernet and Profibus - dp

侯典华 陈 星 张俊丽 (大连理工大学 机械工程学院 辽宁 大连 116023)

摘要: 为了实现以太网与 PROFIBUS - DP 现场总线数据的转换,本文提出了一种以太网与 PROFIBUS - DP 总线数据转换接口的设计方案,并主要从硬件和软件两个方面进行介绍。本设计中采用 S3C44B0X 作为主控制器;以太网通信模块部分采用以太网控制器芯片 RTL8019AS,并使用了精简的 TCP/IP 协议;PROFIBUS - DP 通信模块部分采用专用协议芯片 SPC3。经测试,本系统可靠的实现了以太网与 PROFIBUS - DP 现场总线之间的数据转换。

关键词: S3C44B0X 以太网 RTL8019AS PROFIBUS - DP SPC3

1 引言

现场总线技术广泛应用在工业自动化系统中,但目前流行的多种现场总线协议标准(国际标准 13 种,其他还有欧洲标准和各国国家标准),很难取得相互兼容和协调一致。总线标准的不统一制约了现场总线的发展。当现场总线的发展遇到阻碍时,以太网技术却迅猛发展起来。现场总线与工业以太网技术相结合,将成为现场总线发展的新方向。因此,研究以太网与 PROFIBUS 总线的的数据转换具有现实的意义。基于此,本文提出了一种以太网与 PROFIBUS - DP 数据转换接口技术的实现。

2 数据转换接口硬件组成

2.1 硬件总体设计

本文设计的转换接口硬件采用模块化设计,分为主控制器模块、以太网通信模块和 PROFIBUS - DP 通信模块 3 个部分。其中,主控制器模块中 CPU 采用的是 S3C44B0X 微处理器,它是整个系统的控制核心。S3C44B0X 主要功能就是通过控制以太网接口芯片 RTL8019AS 及 PROFIBUS - DP 协议芯片 SPC3 的工作,实现以太网与 PROFIBUS - DP 通信数据的转换。转换接口的总体结构图如图 1 所示。

2.2 以太网通信模块硬件设计

以太网通信模块由芯片 RTL8019AS、隔离变压器 20F001N 及型号为 RJ45 的 8 针模块插头组成,其模块

结构如图 2 所示。

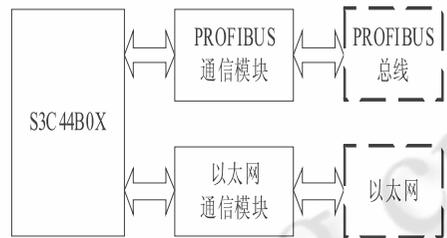


图 1 数据转换接口结构图

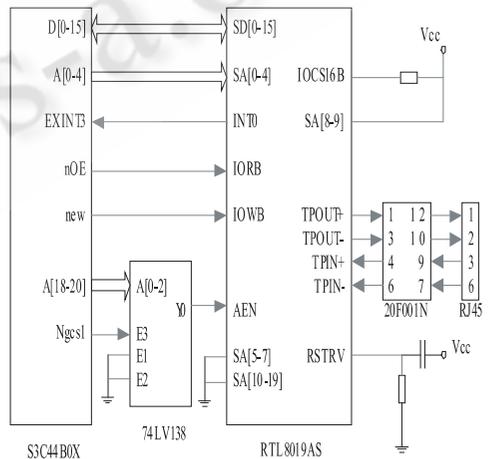


图 2 以太网通信模块结构图

S3C44B0X 内嵌了以太网控制器,支持 MII 和 BDI 接口,可在半双工或全双工模式下提供以太网接入。在半双工模式下,控制器支持 CSMA/CD 协议;在全双

工模式下支持 IEEE802.3 MAC 控制层协议。因此, S3C44B0X 内部实际上已包含了以太网 MAC 控制, 只需外接一片物理层芯片, 以提供以太网的接入通道。

RTL8019AS 是 REALTEK 公司设计开发的一种全双工以太网控制芯片, 其内部有一块双端口的 16K 字节的 RAM, 用于收发缓冲。连接到该 RAM 的有两套总线, 一套是网卡控制器读/写网卡上的 RAM 的本地 DMA; 另一套是 S3C44B0X 读/写网卡上的 RAM 的远程 DMA。本地 DMA 完成控制器与以太网的数据交换, 远程 DMA 负责 S3C44B0X 和 RAM 间的数据传输, 主处理器收发数据只需对远程 DMA 操作。

S3C44B0X 与 RTL8019AS 接口电路的接线说明如下:

(1) 数据线与地址线: 读写数据通过 16 根数据线 D0 - D15。RTL8019AS 的 96 脚 IOCS16 接高电平, 采用 16 位数据总线方式。RTL8019AS 内部寄存器和存储器的读写地址为 00H - 1FH, 只需 5 根地址线进行选择。在该系统中 RTL8019AS 的低 5 位地址 SA0 - SA4 与 S3C44B0X 的低 5 位地址总线直接相连。在地址选通时, 将地址线 SA8, SA9 接高电平, 其它地址线接低电平。

(2) 中断与复位: INT0 中断引脚接到 S3C44B0X 的 EXINT3。系统采用硬件复位 RTL8019AS 的方式, 引脚 RSTDRV 连接如图 2 所示。

(3) 读写控制和片选: S3C44B0X 读写控制脚 nOE, nWE 直接和 RTL8019AS 的读写控制引脚 IORB, IOWB (脚 29, 30) 相连。S3C44B0X 使用 nGCS1 和地址线, 经 74LV138 译码器连接到 AEN。

以太网控制器 RTL8019AS 输出信号, 必须通过隔离变压器连接到以太网中。本系统的隔离变压器采用 GROUPTTEK 的 20F001N, 然后通过带 RJ45 插头的双绞线接入以太网。

2.3 PROFIBUS - DP 通信模块硬件设计

PROFIBUS - DP 通信模块电路是系统中重要的组成部分, 它主要负责转换接口和 PROFIBUS 主站之间的数据通信, 包括参数配置和数据交换等。

PROFIBUS - DP 通信硬件电路主要由协议芯片 SPC3、驱动器 SN65176、光耦隔离 HCPL0601 和 RS485 接口等组成, 其通信模块硬件电路整体结构如图 3 所示。

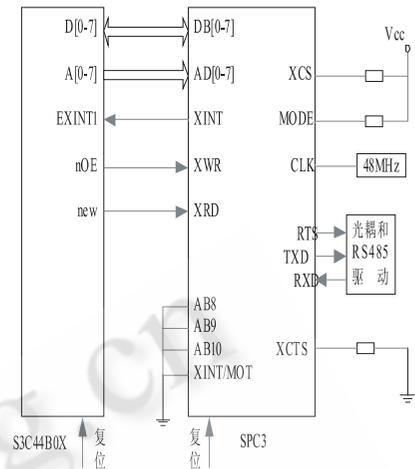


图 3 PROFIBUS 通信模块结构图

系统中采用了 SIEMENS 公司提供的专用集成芯片 SPC3, 内部有 RAM、方式寄存器、状态寄存器、中断寄存器、看门狗、波特率发生器以及各种缓冲器指针和缓冲区等。SPC3 有 8 根数据线和 11 根地址线。由于芯片集成了 PROFIBUS - DP 的全部协议, 可以大大提高开发效率和降低开发成本, 而且, 可以减少微处理器的软件设计。

由于 SPC3 将与 S3C44B0X 连接, 脚 XINT/MOT 接低电平, MODE 脚高电平采用同步接口。为了保证 SPC3 与 S3C44B0X 同时上电复位, 芯片的 RESET 脚与微处理器的 RESET 脚接在一起, 接硬件看门狗。中断的输出 XINT 接入 S3C44B0X 的中断输入口。读 (RD)、写 (WR) 及锁存信号等总线控制信号分别与 S3C44B0X 读、写和锁存相连。芯片的数据地址线即总线接口单元, 也分别与 S3C44B0X 的数据地址总线相连, 保证数据的读取。

RS485 总线驱动芯片选用 SN65176, 可满足 PROFIBUS - DP 的最大 12Mbps 的数据传输速率。为了实现总线与 S3C44B0X 系统的隔离, 必须采用高速光耦隔离。系统中采用的光耦为 HCPL0601 系列超高速光耦, 可以达到 12Mbps 的传输率。

3 数据转换接口软件实现

数据转换接口的软件设计主要包括: 以太网通信模块软件设计、PROFIBUS - DP 通信模块软件设计。

3.1 以太网通信模块软件设计

以太网通信模块的软件设计主要分为: RTL8019AS

驱动程序的设计、嵌入式 TCP/IP 协议的实现。

3.1.1 RTL8019AS 驱动程序的设计

在系统接入以太网之前,先要对 RTL8019AS 进行编程。RTL8019AS 驱动程序分为 3 个部分,即初始化程序、数据发送驱动程序和数据接收驱动程序。

初始化程序完成 RTL8019AS 的初始化工作:设置相关工作方式的寄存器,分配和初始化接收及发送缓冲区,初始化网卡接收地址。

发送数据时,首先,将发送的数据加上以太网包头,并送入 RTL8019AS 的发送缓冲区。其次,RTL8019AS 使用远端 DMA 将封装好的以太网包,送到 RTL8019AS 内部的双口 RAM 的发送缓冲区中。再次,设置发送控制寄存器:TBCR1、TBCR0 中设置发送数据包的长度,TPSR 中设置发送缓冲区起始页地址。最后,启动本地 DMA,RTL8019AS 自动将缓冲区中的数据发送到以太网。

接收数据时,首先,RTL8019AS 通过本地 DMA 将数据存入内部 RAM 的接收缓冲区。并以中断的方式通知 CPU。然后,CPU 启动远程 DMA 将该数据由 RTL8019AS 的接收缓冲区,读到转换接口 RAM 中的缓冲区内。

3.1.2 嵌入式 TCP/IP 协议的实现

以太网通信模块部分采用 TCP/IP 协议,因此要对数据包进行 TCP/IP 协议的处理。由于完整的 TCP/IP 协议过于复杂,对系统存储器、运算速度等的要求比较高。如果在处理器内部实现完整的 TCP/IP 协议将占用大量的系统资源,影响系统的其他功能。因此在本系统设计时,需要对 TCP/IP 协议体系进行合理的裁剪和优化。

TCP/IP 协议通常采用一种简化的四层模型,即应用层、传输层、网络层、链路层。其协议族主要有 TCP(传输控制协议),IP(网际协议),UDP(用户数据报协议),ICMP(互联网控制信息协议),SMTP(简单邮件传输协议),SNMP(简单网络管理协议),FTP(文件传输协议),HTTP(超文本传输协议),ARP(地址解析协议)等。本系统中采用精简的 TCP/IP 协议,实现了 ARP、IP、ICMP、TCP、HTTP 协议构成协议栈。链路层主要由以太网控制器 RTL8019AS 来实现。网络层实现 IP、ARP 和 ICMP 协议。传输层实现 TCP 协议。应用层实现 HTTP 协议。

3.2 PROFIBUS – DP 通信模块软件设计

PROFIBUS – DP 通信模块的软件部分主要包括:初始化程序模块、中断程序模块、数据交换程序模块。

3.2.1 初始化程序模块

在 SPC3 正常工作之前,需要进行初始化。包括设置协议芯片的中断允许,写入从站识别号和地址,设置 SPC3 方式寄存器,设置诊断缓冲区、配置缓冲区、输入缓冲区、输出缓冲区、参数缓冲区等的指针和缓冲区的大小。SPC3 协议芯片初始化流程如图 4 所示。



图 4 SPC3 协议芯片初始化流程图

3.2.2 SPC3 中断处理程序模块

SPC3 中断处理程序用于处理 SPC3 发生的各种事件,其中包括:新的参数报文事件;新的配置报文事件;新的地址设置报文事件;全局控制命令报文事件;进入或退出数据交换状态事件;监测到波特率事件和看门狗溢出事件。

在进入中断后,先保护现场,保存相关寄存器的值。然后,微处理器读取 SPC3 中断寄存器的值,根据寄存器各个位的值判断是什么中断,并进行相应的处理。

3.2.3 数据交换程序模块

DP 通信模块检查自 DP 主站处接收到的参数和配

置信息,如果没有错误而且允许由 DP 主站请求的设定,则 DP 通信模块发送诊断数据,报告它已为循环地交换用户数据做好准备。在数据交换期间,只有由定义 DP 通信模块参数并配置它的 DP 主站发出 Data_Exchange 报文时,DP 通信模块才会做出响应。

4 系统测试

在试验网络中,以太网通信模块连接 PC 机,并利用 VC++ 编写上位机程序。在 PROFIBUS 总线系统中采用 PLC 作为主站,PC 作为监控。PLC 选用 S7-300 的 CPU 模块(简称 CPU),型号为 CPU313C-2DP。它集成了过程控制功能,可以通过 MPI(多点接口)连接至 PC 机,带有集成 PROFIBUS-DP 接口,可方便的建立 DP 网络。系统的搭建通过特定的组态软件 STEP 7 组态而成,在本系统中主要使用了 PC+STEP 7+PLC 的构建方法。

通过试验,验证本文设计的数据转换接口系统达到了预期设计目的,完成了以太网与 PROFIBUS 之间的

数据的转换。

5 结束语

以太网与 PROFIBUS-DP 现场总线数据交换是工业现场经常遇到的问题。本文所设计的数据转换接口具有实时性能好、可靠性高和易于实现等优点。测试结果表明本系统性能可靠,可以满足实际现场以太网与 PROFIBUS 现场总线之间数据转换的要求。

参考文献

- 1 吴海平,王慧锋.基于 ARM 技术的嵌入式网关设计.现代计算机,总第二二九期:39-42.
- 2 何轩,夏应清,李祥.基于 ARM 微处理器的嵌入式以太网接口.电子工程师,2005,31(1):72-74.
- 3 夏振宇.模块化 PROFIBUS-DP 从站的研究.合肥:合肥工业大学,2006.
- 4 郑杰.基于 DSP 的嵌入式工业以太网控制技术的研
究,合肥:合肥工业大学,2006.