

基于 Modbus 通信协议的智能仪表设计

许庆阳 孟宪尧 孟松
(大连海事大学自动化所,大连)

摘要 Modbus 协议由于其开放性、透明性、低成本和易于开发等特点,已成为当今工业控制领域最流行的通讯协议之一。RS-485 串行通讯总线是一种性能优良的现场总线,采用 RS-485 总线作为网络通信的物理层,使用 Modbus 通信协议来设计智能仪表的通讯程序,增强智能仪表的互换性,同时解决了上位计算机系统开发数据通讯驱动程序困难的问题。

关键字 Modbus RS-485 总线 智能仪表

Intelligent Instrument Design Based on Modbus Communication Protocol

Xu Qingyang Meng Xianyao Meng Song
(Automation Institute of Dalian Maritime University,Dalian,China)

Abstract: Because of its features of wide openness, transparency, low cost and easy developing, Modbus has become one of the most prevalent communication protocols in industrial control field at present. RS-485 serial communication bus is a kind of field bus, which with the better performances. By adopt RS-485 bus as the physical layer of network communication and using Modbus protocol to design the communication program of the intelligent instrument, the compatibility of the instrument has been enhanced. And also it resolves the problem with driver program developing of data communication in host computer system.

Keywords: Modbus; RS-485 Bus; Intelligent Instrument

0 引言

随着生产自动化需求的不断提高和控制技术、微型计算机的发展,内置微型计算机的“智能仪表”应运而生。所谓智能仪表,实际上是一个小型化的微机应用系统,它以计算机控制理论为基础,为很多先进的控制策略和控制方法在自动化仪表中的实现提供了可能。在现代的智能仪表设计中,几乎所有的仪表都会带有网络通信接口,最简单的 RS-232 接口,还有 RS-485 总线接口、CAN 总线接口、工业以太网接口等等,由于 RS-485 的接口结构简单、性能优异,因此 RS-485 串行通讯总线标准及接口技术已广泛应用于工业控制、仪器、仪表、多媒体网络、机电一体化产品等诸多领域^[1]。由于 RS-485 具有性能优异、组网简单的优点^[2],它在集中控制系统、分布式控制系统中的应用相当广泛,特别是在要求远距离传输的应用中。因此现在的智能仪表通常都会带有 RS-485 通讯接口。但是 RS-485 仅是一个硬件标准,它只规定了平衡驱动器和接收器的电气特性,而没有规定接插件传输电缆和通信协议标准,以及具体的通信协议格式,设计者需根据要求自己定义一个简单的仪表数据通信协议。但是这样自己定义的协议就不是一种标准的协议,无法实现智能仪表之间的互连。

本设计的特点是采用 Modbus 通信协议标准,来设计智能仪表通信程序。由于 Modbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言,通过此协议,控制器相互之间、控制器经由网络(例如以太网)和其它设备之间可以通信。它已经成为一通用工业标准。有了它,不同厂商生产的控制设备可以连成工业网络,进行集中监控。

1 Modbus 协议介绍

工业控制已从单机控制走向集中监控、集散控制,如今已进入网络时代,工业控制器连网也为网络管理提供了方便。Modbus 就是工业控制器的网络协议中的一种。Modbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言。通过此协议,控制器相互之间、控制器经由网络(例如以太网)和其它设备之间可以通信。它已经成为一通用工业标准。有了它,不同厂商生产的控制

设备可以连成工业网络,进行集中监控。此协议定义了一个控制器能认识使用的消息结构,而不管它们是经过何种网络进行通信的。它描述了一个控制器请求访问其它设备的过程,如果回应来自其它设备的请求,以及怎样侦测错误并记录。它制定了消息域格局和内容的公共格式。当在一个 Modbus 网络上通信时,此协议决定了每个控制器须要知道它们的设备地址,识别按地址发来的消息,决定要产生何种行动。如果需要回应,控制器将生成反馈信息并用 Modbus 协议发出。在其它网络上,包含了 Modbus 协议的消息转换为在此网络上使用的帧或包结构。这种转换也扩展了根据具体的网络解决节地址、路由路径及错误检测的方法。

1.1 Modbus 网络的信息传输

标准的 Modbus 口是使用一个 RS-232C 兼容串行接口,它定义了连接口的针脚、电缆、信号位、传输波特率、奇偶校验。控制器能直接或经由 Modem 组网。控制器通信使用主-从技术,即仅一个主设备能初始化传输。其它从设备根据主设备查询提供的数据作出相应反应。典型的主设备:主机和可编程仪表。典型的从设备:可编程控制器。

主设备可单独和从设备通信,也能以广播方式和所有从设备通信。如果单独通信,从设备返回一个消息作为回应,如果是广播方式查询的,则不作任何回应。Modbus 协议建立了主设备查询的格式:设备(或广播)地址、功能代码、所有要发送的数据、一个错误检测域。从设备回应消息也由 Modbus 协议构成,包括确认要行动的域、任何要返回的数据、和一个错误检测域。如果在消息接收过程中发生错误,或从设备不能执行其命令,从设备将建立一错误消息并把它作为回应发送出去。

1.2 Modbus 两种传输方式

控制器能设置为两种传输模式(ASCII 或 RTU)中的任何一种在标准的 Modbus 网络通信。用户选择想要的模式,包括串口通信参数(波特率、校验方式等),在配置每个控制器的时候,在一个 Modbus 网络上的所有设备都必须选择相同的传输模式和串口参数。

当控制器设为在 Modbus 网络上以 ASCII (美国标准信息交换代码)模式通信,在消息中的每个 8Bit 字节都作为两个 ASCII 字符发送。这种方式的主要优点是字符发送的时间间隔可达到 1 秒而不产生错误。

当控制器设为在 Modbus 网络上以 RTU (远程终端单元)模式通信,在消息中的每个 8Bit 字节包含两个 4Bit 的十六进制字符。这种方式的主要优点是:在同样的波特率下,可比 ASCII 方式传送更多的数据。

2 仪表硬件设计

本系统采用 AT89S52 扩展 A/D、D/A 等芯片,来设计仪表。AT89S52 是 ATMEL 公司研制的一种低功耗、高性能的通用单片机^[4],它在 AT89S51 单片机的基础上为 P1 口定义了第二功能,有六个外部中断、三个定时/计数器、256×8 字节内部数据存储器、性能可靠的看门狗定时器、双数据指针、SPI 串行接口、8 KB 可通过 SPI 接口下载的闪存、以及全双工的串行通信口,同时在指令上与 AT89S51 兼容,价格适宜,对监测以及控制仪表设计较为适用。

2.1 A/D 转换接口芯片 MAX187

近几年来,IC 制造商设计了实现接口的各种方法,并且特别重视减少 IC 接口 I/O 引脚的数量。MAX187 就是这样一个器件,它是一个 12 位模/数转换器(ADC)。MAX187 的模/数转换和数据传输仅需三条数字 I/O 线。只要将引脚分别设置为高电平或低电平,你就能启用或禁用 MAX187。如果使该引脚开路,则内部参考电压(4.096V)就被禁用,你必须将一个外部参考电压加到引脚 REF 上。在其他情况下,该引脚与 4.7μF 旁路电容 C1 连接。通过使用 SCLK 引脚上的外部时钟脉冲,来自 MAX187 的数字数据就以每次 1 位的速度传输给处理单元。MAX187 的工作情况由软件控制。

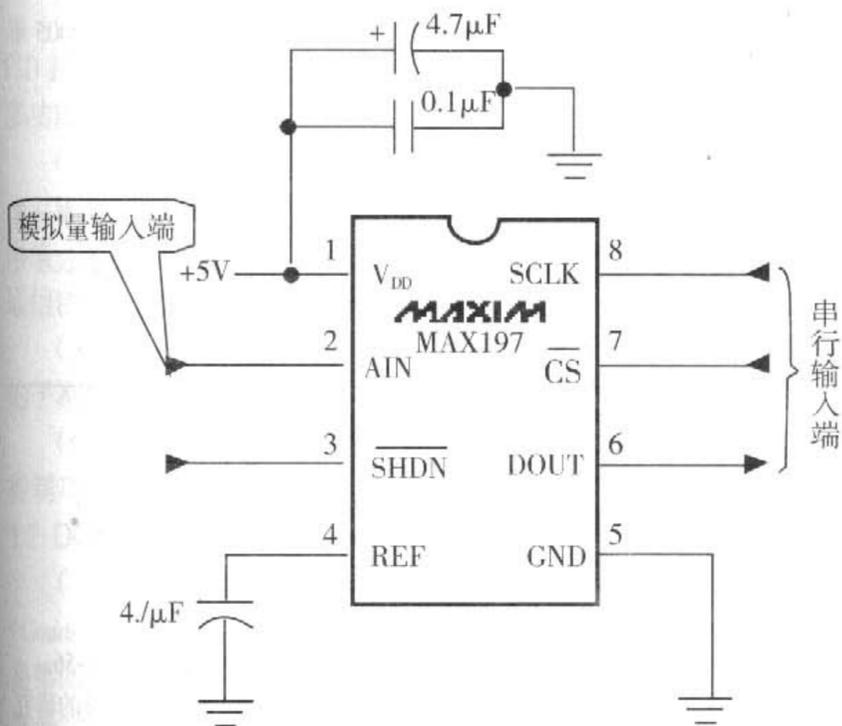


图 1 MAX187 引脚接线图

2.2 通讯接口设计

采用 SN75176 作为 RS-485 通信接口转换芯片,它将单片机的串行接口信号转换为 485 网络通信使用的差分信号,实现 485 网络通讯。如图 2 为 RS-485 接口电路图。

2.3 D/A 转换芯片 DAC0832

DAC0832 是一种常用的 8 位并行 D/A 转换芯片,在测控系

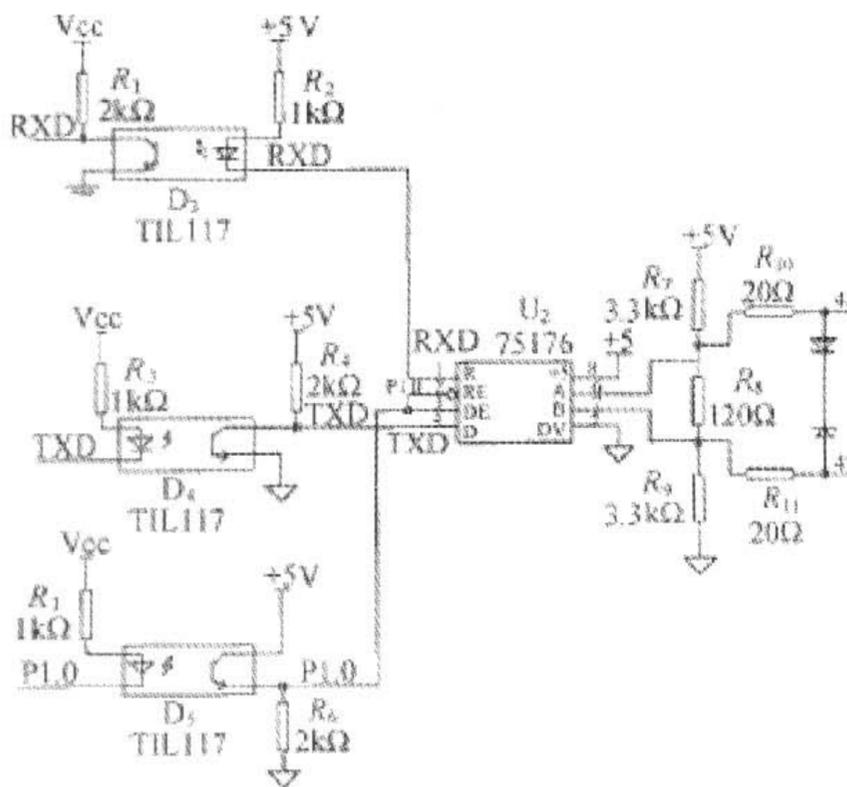


图 2 RS-485 接口设计图

统中使用的非常广泛,在此不多做介绍。

2.4 仪表整体设计

仪表的整体设计原理图如下图 3 所示,智能仪表可以对开关量、mV 电压信号、热电阻信号以及电流信号进行转换,同时具有 D/A 输出接口。

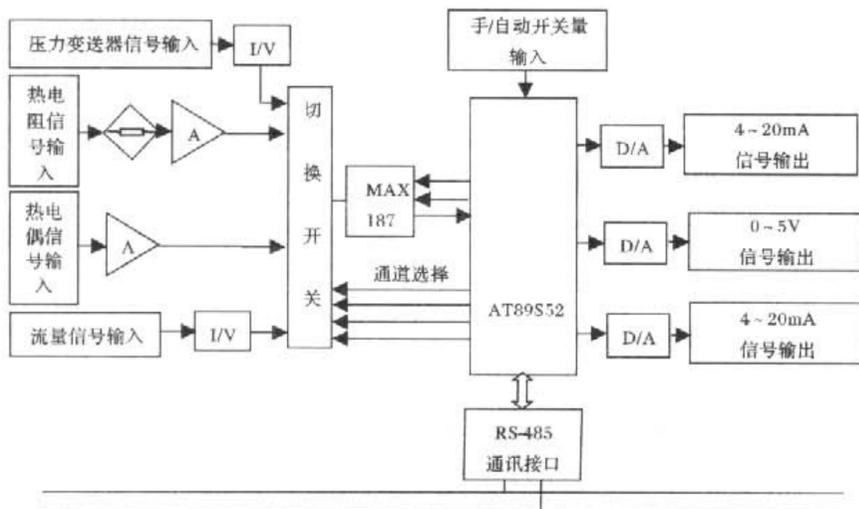


图 3 仪表结构原理图

3 智能仪表 Modbus 协议编程

3.1 智能仪表通讯软件设计

Modbus 协议采用主从方式进行工作,允许一台主机和多台从机进行通信^[4],每台从机地址由用户设定,地址范围为 1~255。通信采用命令/应答方式,每一种命令帧都对应一个应答帧。命令帧由主机发出,所有从机都收到报文,但只有被寻址的从机才会响应响应的命令,返回相应的应答帧。如果报文种寻址地址为 0,则视为全局广播,所有从机把它当成一条命令执行,不返回应答帧。下图为智能仪表的通讯软件流程图 4。

3.2 RTU 传送方式的 CRC 校验

使用 RTU 模式,消息包括了一个基于 CRC 方法的错误检测域。CRC 域检测了整个消息的内容。CRC 域是两个字节,包含一个 16 位的二进制值。它由传输设备计算后加入到消息中。接收设备重新计算收到消息的 CRC,并与接收到的 CRC 域中的值比

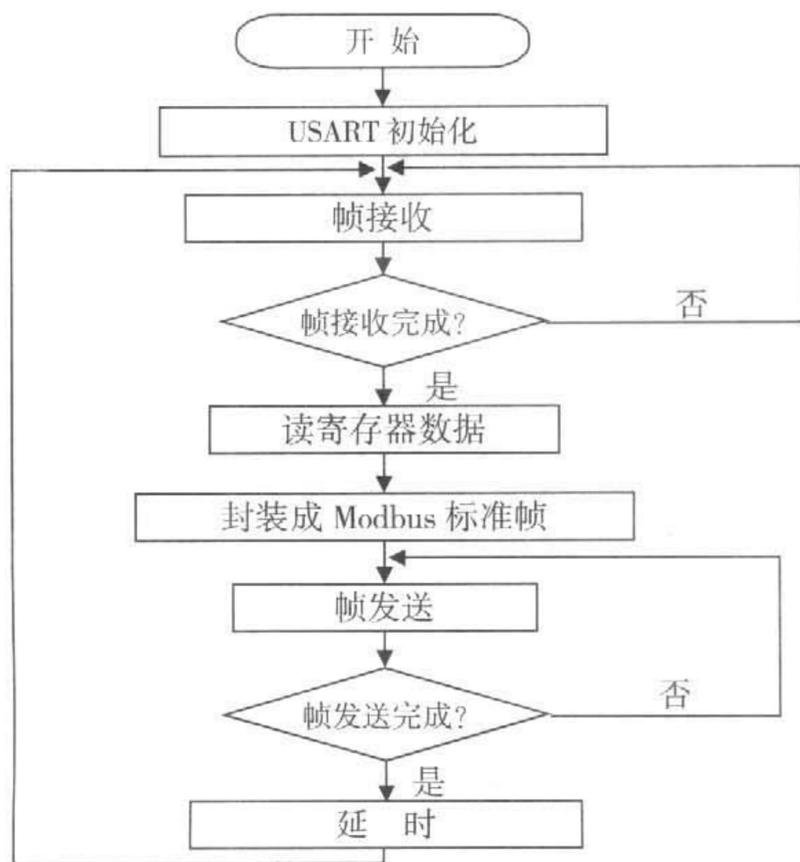


图 4 通信软件流程图

较,如果两值不同,则有误^[5]。CRC 是先调入一个值是全“1”的 16 位寄存器,然后调用一过程将消息中连续的 8 位字节各当前寄存器中的值进行处理。仅每个字符中的 8Bit 数据对 CRC 有效,起始位和停止位以及奇偶校验位均无效。CRC 产生过程中,每个 8 位字符都单独和寄存器内容相或(OR),结果向最低有效位方向移动,最高有效位以 0 填充。LSB 被提取出来检测,如果 LSB 为 1,寄存器单独和预置的值或一下,如果 LSB 为 0,则不进行。整个过程要重复 8 次。在最后一位(第 8 位)完成后,下一个 8 位字节又单独和寄存器的当前值相或。最终寄存器中的值,是消息中所有的字节都执行之后的 CRC 值。CRC 添加到消息中时,低字节先加入,然后高字节。

CRC 简单函数如下:

```

unsigned short CRC16(puchMsg, usDataLen)
unsigned char *puchMsg; /* 要进行 CRC 校验的消息 */
unsigned short usDataLen; /* 消息中字节数 */
{

```

```

    unsigned char uchCRCHi = 0xFF; /* 高 CRC 字节初始化 */
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF; /* 低 CRC 字节初始化 */
    unsigned uIndex; /* CRC 循环中的索引 */
    while (usDataLen-- /* 传输消息缓冲区 */)
    {
        uIndex = uchCRCHi * puchMsg; /* 计算 CRC */
        uchCRCHi = uchCRCLo ^ uchCRCHi[uIndex];
        uchCRCLo = uchCRCLo[uIndex];
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}

```

4 结论

Modbus 协议是一个仅有物理层和数据链路层的现场总线协议,特别适合结构简单、成本低的应用场合。数据采集仪通过支持 Modbus 协议,实现了与上位工控机分别进行通信软件设计,降低设计中的沟通成本,并提高了仪器的通用性。目前标准的 Modbus 协议在大部分的组态软件中都有驱动程序,这就意味着我们不必自己去设计上位机驱动程序,就可以通过使用组态软件实现大型 Modbus 网络的组态通信。降低了工程的设计难度和仪表的通用性。

参考文献

- [1] 张冰,等.基于 RS485 总线技术的微机与智能仪表的双向通信设计.中国测试技术,2005 年 1 月,84 页。
- [2] 马骥,等.基于 RS-485 网络的分布式水下机器人控制系统.自动化博览,2004 年 10 月 20 日,79 页。
- [3] 马淑华.单片机原理与接口技术.北京:北京邮电大学出版社,2005 年 10 月,13 页。
- [4] 曹祁,王晓萍,郭振武.Modbus 协议在数据采集仪中的实现.机电工程,2004 年 21 日,49-50 页。
- [5] 张波,张振仁.基于 Modbus 协议的 C51 软件编程.电测与仪表,2005 年 8 月,54-56 页。

作者简介

许庆阳 男,1981 年出生,大连海事大学自动化研究所研究生,从事计算机控制技术方向应用研究。主要从事锅炉控制系统研究以及智能仪表开发等工作。