

基于 LabVIEW 的 Modbus 串口通讯协议的实现

袁 雪 陈 斌 鲁中巍 管国强
(江苏大学机械学院 镇江 212013)

摘 要 本文简要地介绍 Modbus 通信协议, 详细的阐述以 PC 机作为上位机, Labview 7.1 作为上位机软件开发平台的主从式串口通信程序的实现。经过测试, 该程序可在基于 labview 的测控系统中加以实际应用。
关键词 Labview PLC 串口通信 Modbus 协议

引言

LabVIEW (laboratory virtual instrument engineering workbench) 是一种图形化的编程语言和开发环境, 是美国国家仪器公司开发的虚拟仪器开发平台软件, 被公认是标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 不仅提供与遵从 GPIB, VXI, RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通信的全部功能, 还内置了支持 TCP/IP, ActiveX 等软件标准的库函数, 其图形化编程语言环境, 简单直观, 极大节省程序开发时间, 可以完成各种各样的编程任务。

本文详细介绍基于 labview 7.1 开发平台实现 Modbus 通讯协议的方法, 该程序可用于上位机与下位 PLC 的串口通讯程序。在实际测试中, 上位机通过串口 RS232 转 RS485 与下位台达 PLC 进行通讯, 被测参数的大量实时信号通过串口传送给上位 PC 机, 上位机可以对接收到的这些参数进行实时数据显示、趋势图显示、数据查询和管理, 还可以对下位 PLC 进行参数控制和曲线控制。

1 Modbus 协议简介^[1]

Modbus 通信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、控制器经由网络和其它设备之间可以通信, 它已经成为一通用工业标准。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。

1.1 Modbus 协议两种串口传输方式

Modbus 协议定义两种数据传输方式, 即 ASCII 模式和 RTU 模式。在标准的 Modbus 网络上, 可以设置控制器为两种传输模式中的任何一种。在配置每个控制器的时候, 需选择想要的模式, 以及串口通信参数 (波特率、校验方式等), 在 Modbus 网络上的所有设备都必须选择相同的传输模式和串口

通讯参数。
1.2 Modbus 消息帧

两种传输模式中, Modbus 消息被传送设备作为有起点和终点的帧, 这就允许接收的设备在消息起始处开始工作, 读地址分配信息, 判断哪一个设备被选中 (广播方式则传给所有设备), 判知何时信息已完成。

1.2.1 ASCII 帧 使用 ASCII 模式, 消息以冒号 (:) 字符 (ASCII 码 3AH) 开始, 以回车换行符结束 (ASCII 码 0DH, 0AH)。其它域可以使用的传输字符是十六进制的。网络上的设备不断侦测 “:” 字符, 当有一个冒号接收到时, 每个设备都解码下个域 (地址域) 来判断是否发给自己的。消息中字符间发送的时间间隔最长不能超过 1s, 否则接收的设备将认为传输错误。一个典型消息帧 (见图 1)。

起始位	设备地址	功能代码	数据	LRC 校验	结束符
1 个字符	2 个字符	2 个字符	n 个字符	2 个字符	2 个字符

图 1 ASCII 消息帧

1.2.2 RTU 帧 使用 RTU 模式, 消息发送至少要以 3.5 个字符时间的停顿间隔开始。在网络波特率下多样的字符时间, 这是最容易实现的 (如图 2 的 T1-T2-T3-T4 所示)。传输的第一个域是设备地址。可以使用的传输字符是十六进制的。网络设备不断侦测网络总线, 包括停顿间隔时间内。当第一个域 (地址域) 接收到, 每个设备都进行解码以判断是否发往自己的。

起始位	设备地址	功能代码	数据	CRC 校验	结束符
T1-T2-T3-T4	8 位	8 位	n 个 8 位	16 位	T1-T2-T3-T4

图 2 RTU 消息帧

2 LabVIEW 中基于 Modbus 通信协议的串口通讯程序实现

2.1 Labview 与串口通讯

Labview 针对串行口通信提供完整功能的组件, 共有 6 个串口通信节点, 分别实现初始化串口、串口读、串口写、串口缓存检测和串口暂停以及关闭串口等功能, 能方便地规定主机串口地址、从机地址、传送的数据量及一帧串行数据的格式, 包括波特率、数据位数、有无奇偶校验位和停止位位数等。各节点端口参数表参见文献 [2]。利用图形化编程语言-G 语言直观、快捷的优势, 通过功能模块的组合和连接, 能够比较方便地开发出适合各种不同通信协议的串行口通信程序。

在 labview 中进行串口通讯的基本步骤是:
(1) 初始化串口, 设置串口参数与 PLC 下位机的串行通讯参数一致; (2) 读写端口; (3) 延时; (4) 关闭串口。

2.2 基于 Modbus通信协议的串口程序设计

根据 Labview 提供的用于串口通讯的组件, 按照 Modbus 协议设计模块化的通讯程序。

2.2.1 串口初始化子程序 在 function 面板中选择 Property Node 节点, 将其 reference 端口和 VISA resource name 相连, 右键选择 property-Serial setting 设定进行串口通信的波特率, 通讯模式 (RTU 或 ASCII), 奇偶校验, 流控制。

2.2.2 串口请求模块 这个模块的功能是将 modbus 命令封装起来, 对串口进行各种读写操作。整个通讯模块可以做成一个子程序, 入口参数是功能代码, 数据在从机的起始地址, 出口参数为读到的存储器的值, 调用起来很方便。完成这个功能需要以下几个子函数: (1) 串口命令发送子函数 首先把命令消息帧按照 Modbus 协议格式化成为计算机可以识别的字符串形式, 再发送到 VISA Write.vi 端口。

在发送之前需要选择信息发送的模式, 在 ASCII 模式下, 采用 LRC 错误校验, 这个错误校验码是一个 8 位二进制数, 可作为 2 个 ASCII 十六进制字节传送。计算 LRC 码时, 仅设备地址、功能代码、数据块字节参加运算, 而冒号 (:)、回车符号 (CR)、换行字符 (CF) 不参加运算。具体计算 LRC 码的步骤为: 需运算的所有字节相加, 所得之和丢弃进位; 将上步计算出的 8 位字节取反或由 FFFF 减去该 8 位字节; 将取反后的值加 1 即为 LRC 码。

接收端判断接收到的信息是否正确的简单方法是: 将除冒号 (:)、回车符号 (CR)、换行字符 (LF) 以外的所有字节, 包括码相加并丢弃进位,

若结果为 0 则表明信息传送正确, 否则出错^[3]。实现 LRC 校验的子程序框图 (见图 3)。

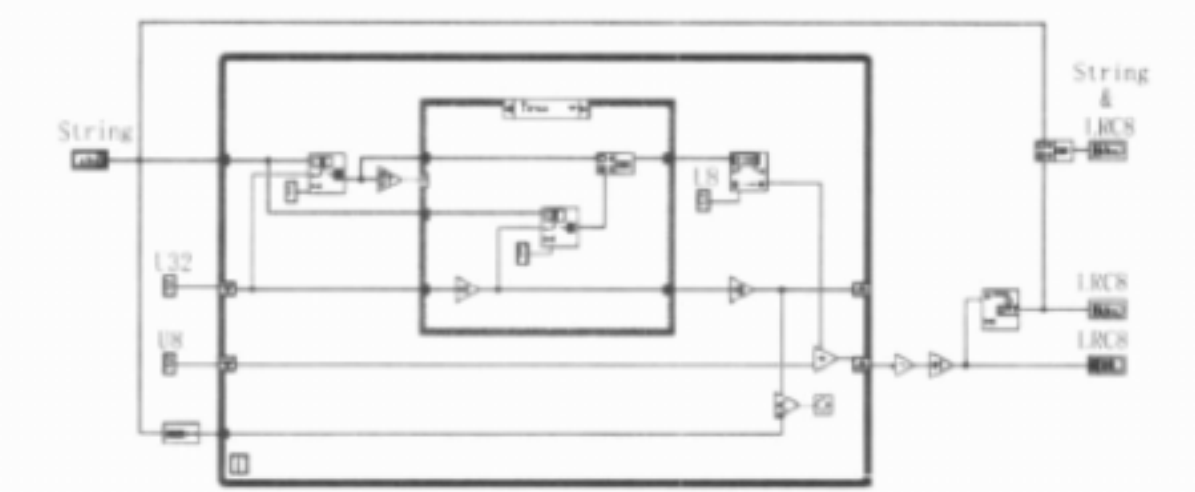


图 3 LRC 码程序框图

在 RTU 模式下, 消息帧被至少 3.5 个字符时间的停顿间隔分割, 对于波特率大于 19 200Bps, 使用 1.750ms 的帧间延迟值。在 RTU 模式下采用 CRC 校验, 由发送设备计算 CRC 码, 放置于发送信息帧的尾部。接收设备将接收到的消息重新计算 CRC 值, 两者比较如果相符, 表示接收的消息帧正确无误, 否则, 说明接收的信息帧有误。在进行 CRC 码计算时只用 8 个数据位、起始位、停止位及奇偶校验位都不参与 CRC 计算。CRC 码的计算方法: a 预置 2 个 16 位的寄存器为十六进制 FFFF, 称此寄存器为 CRC 寄存器; b. 把第 1 个 8 位二进制数据 (即通讯信息帧的第 1 个字节) 与 16 位的寄存器的低 8 位相异或把结果放于 CRC 寄存器; c. 把 CRC 寄存器的内容右移一位 (朝低位), 用 0 填补最高位, 并检查右移后的移出位; d. 如果移出位为 0 重复第 3 步 (再次右移一位); 如果移出位为 1, CRC 寄存器与多项式 A001 进行异或; e. 重复步骤 C 和 d 直到右移 8 次, 这样整个 8 位数据全部进行处理; f 重复步骤 b 到步骤 e 进行通讯信息帧下一个字节的处理; g 将该通讯信息帧所有字节按上述步骤计算完成后, 得到的 16 位 CRC 寄存器的高、低字节进行交换; h. 最后得到的 CRC 寄存器内容即为 CRC 码^[4]。

实现 CRC 校验的子程序框图 (见图 4)。(2) 串口命令接收子函数: 这个函数功能就是把写入串

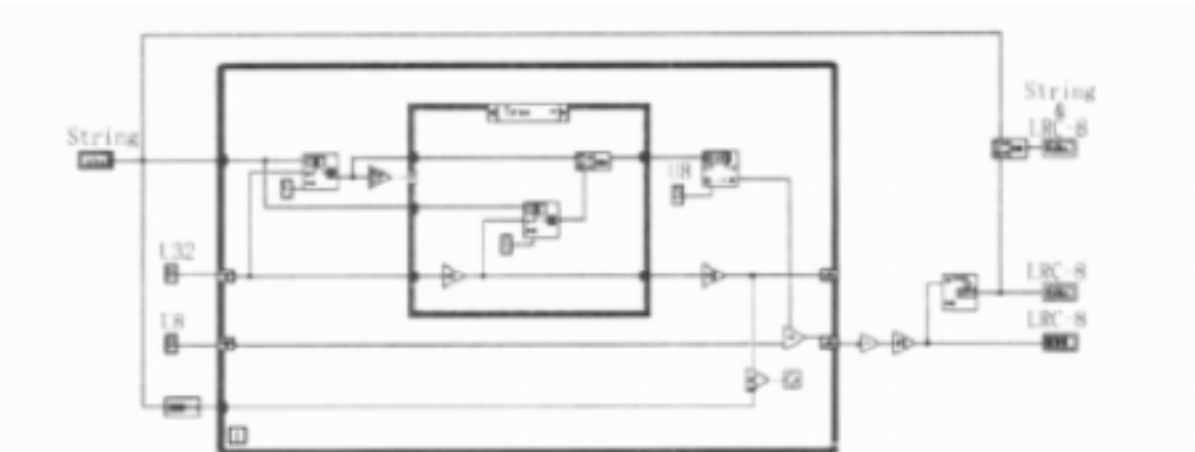


图 4 CRC 码程序框图

口缓冲的 Modbus 消息命令帧读取。本框图程序采用顺序结构, 顺序第 1 帧, 利用 VISA Read 节点从 Byte Count 端口读取一个字符数, 并与指定的从

机设备相比较, 确定读取的从机号与实际从机相符合。顺序第 2 帧, 利用 `VISA Bytes at Serial Port vi` 和 `VISA Read. vi` 将串口输入缓存中的数据字节数全部读出。同时, 利用 `Tick Count vi` 计算整个读取命令帧的时间间隔, 如果超过给定的超时时间 (这里设为 10000ms), 程序会报超时错误。另外, 采用一个 `while` 循环结构, 对读出字符串的校验码进行核对, 如果不正确, 重新读取, 直到读出的校验码与发送的相符, 中止循环 (见图 5)。顺序第 3 帧, 添加一个子函数, `String 转 Modbus Data Unit`

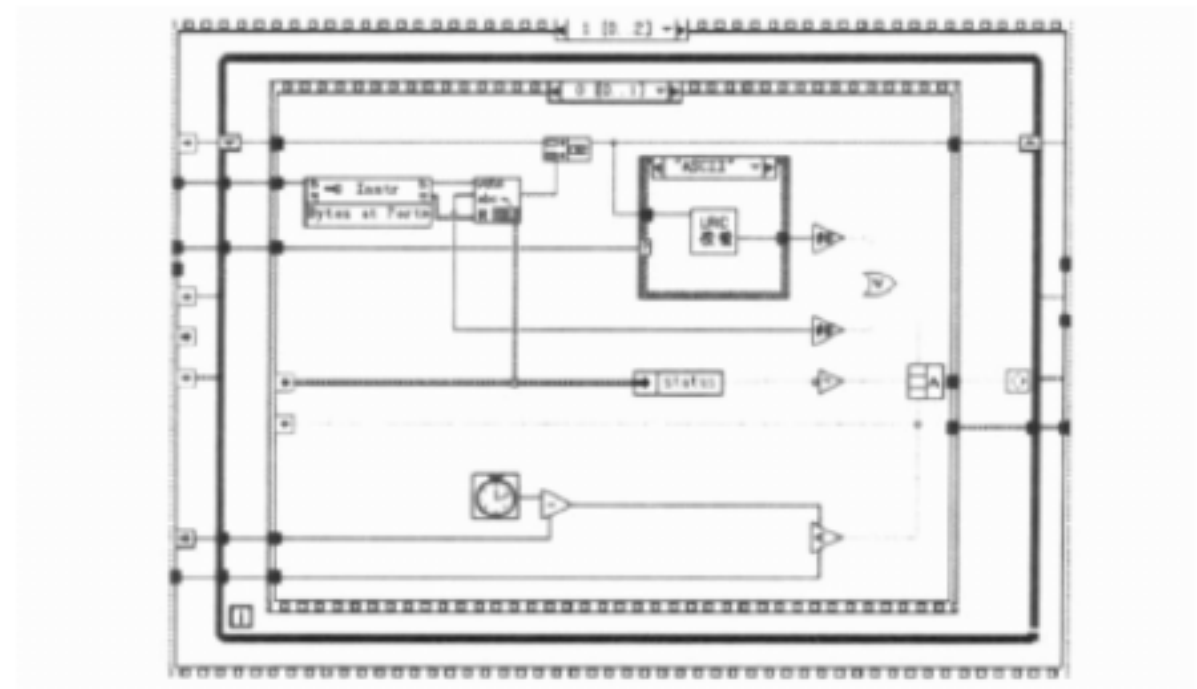


图 5 串口命令接收子函数程序框图

`vi` 其目的就是将读出的所有字符串按照 Modbus 消息命令帧的格式将从机地址与功能代码和数据量 (Modbus Data Unit) 分开, 为下一步解码提供函数

入口参数。(3) 字符串解码子函数: 根据 Modbus 协议命令帧的功能代码, 返回给用户实际读出的寄存器的值。

2.3 关闭串口结束通讯

3 结语

本文在 `labview 7.1` 软件平台上, 利用 RS232 转 RS485 串口, 成功开发基于 Modbus 协议的串口通讯模块, 可以方便地实现上位 PC 机与多台下位 PLC 的主从式串行通讯, 对各个从机的内存单元进行读写操作。同时该模块是一个完整的程序模块, 可以不加任何修改用于其他虚拟仪器的开发, 操作简单方便, 运行可靠, 该模块已经成功地用于某型号生物发酵罐发酵过程集散控制系统, 运行良好可靠。

参考文献

- 1 MODICON, Inc. Modbus Protocol Reference Guide [Z]. 1996
- 2 杨乐平, 李海涛, 杨磊. `labview` 程序设计与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2005
- 3 陈金平, 吴文英. 基于 `Labview` 的 Modbus 协议两种校验码的实现方法 [J]. 仪表技术, 2005 (2): 42~43
- 4 谢启, 顾启民, 涂水林等. 基于 `Labview` 的 Modbus RTU 通讯协议的实现 [J]. 煤炭机械, 2006, 27 (12): 95~97

The realization of the serial communication protocol based on Labview

Yuan Xue Chen Bin Lu Zhongwei Guan Guoqiang
(Jiangsu University. Zhenjiang 212013)

Abstract The paper firstly gives a brief introduction to the modbus communication protocol then expatiates the realization of Master-Slave serial communication programmer with LabVIEW as the development tool and PC as the super computer. It is proved that the programmer can be taken into practice in the test and control system based on LabVIEW.

Key words LabVIEW PLC Serial communication Modbus protocol

(上接第 26 页)

The rapid determination of trace chromium in medicine astragalus by flow injection chemiluminescence method

Jiao Yanna Ren Xiaorong Ma Hongqing Li Hui Pang Guowei
(College of Chemical Engineering Sichuan University Chengdu 610065 China)

Abstract A new and effective method chemiluminescence-flow injection is established. It is based on the measurement of the light emitted from the Cr^{3+} -catalysed oxidation luminol by H_2O_2 . Cr^{6+} is reduced to Cr^{3+} by H_2SO_3 , thus the total chromium ion can be determined. Optimum conditions are obtained applied voltage is -500V; luminol concentration is $2.50 \times 10^{-4} mol/L$; hydrogen peroxide concentration is $4.00 \times 10^{-2} mol/L$; pH of luminol is 12, pH of $Cr(III)$ solution is 5. The linear range is $1.00 \times 10^{-6} mg/mL \sim 1.0 \times 10^{-4} mg/mL$ and detection limit is $6.60 \times 10^{-7} mg/mL$ ($S/N=3$). The relative standard deviation (RSD) is 0.6% for 11 measurements of $6.00 \times 10^{-6} mg/mL Cr^{3+}$ standard solution. The method has been successfully applied to the determination of chromium of the medicine samples Astragalus.

Key words Flow injection Chemiluminescence Astragalus Chromium