

基于 Labview 的变频器通讯技术^①

李文俊, 张爱林

(中国船舶重工集团公司第七一〇研究所 生产部, 宜昌 443003)

摘要: 为了实现对变频器连续、动态的自动化控制, 提高变频器参数设置的效率, 设计了一种变频器监控系统。系统采用 Labview 作为软件开发平台, 基于三菱变频器专用通讯协议和虚拟仪器技术中的 VISA 技术设计实现了 PC 机与三菱变频器 A700 的串口通信, 控制变频器的运行。实验证明, 系统在主从模式下, 能够同时对多台变频器进行参数设定和对变频器的工作状态进行监视。有效提高了变频器的控制效率, 对伺服系统的维护也具有一定的参考意义。

关键词: Labview; 串口通信; VISA; 三菱变频器

Communication Technology for Transducer Based on Labview

LI Wen-Jun, ZHANG Ai-Lin

(Product Department, 710th Research Institute of China Shipbuilding Industry Corporation, Yichang 443003, China)

Abstract: A monitoring system is designed to control transducer continuously, dynamically and automatically. It also improves the efficiency of the parameter setting. The system uses Labview as a software development platform, achieves the serial communication which is based on Mitsubishi transducer specialized communication protocol and the VISA technology between a PC and a Mitsubishi transducer A700. It can help us control the transducer. The experimental results show that the system can set the parameter of many transducers simultaneously and monitor the working status of the transducers in a master-slave mode. It improves the efficiency of the transducer control effectively. It also has a certain reference value for the servo system maintenance.

Key words: Labview; serial communication; VISA; Mitsubishi transducer

随着现代科学技术的发展, 特别是微电子技术和超大规模集成电路技术的飞速发展, 使变频调速控制技术成为了可能。在现代伺服系统中, 变频器就是利用变频调速技术以实现交流电机的转速、转向等状态的控制。变频控制技术对比直流控制技术, 具有节能、易于控制、可靠性高、性能好等优点, 为了满足现代伺服系统的性能要求, 变频器已经得到了广泛的应用, 变频技术也是未来伺服电机控制技术的发展方向^[2]。

变频器作为现代伺服系统中的核心器件, 在使用前, 需要根据工作条件进行相关的参数设置。三菱变频器 A700 自带一个操作面板, 可以用来进行参数的设置和显示^[3]。但通常变频器需要设置的工作参数数量众多, 且许多参数之间往往存在内在的关联, 而操

作面板的结构十分紧凑, 在工作环境复杂或大批量变频器需要进行参数设置时, 参数设置的工作量就会显得非常庞大。操作面板上只有能显示几位的 LED 显示器, 变频器工作状态的监控很不方便, 也不够直观。为了提高变频器控制的自动化程度和操作效率, 根据三菱变频器通讯专用协议, 利用 RS485 端子与 RS-485/RS232 转换模块实现了与上位机的串口通信^[5], 用以对变频器的自动化控制。

1 系统的硬件设计

系统硬件组成包括上位控制主机, RS232/RS485 信号转换模块和变频器。系统硬件连接框图如图 1 所示。

① 收稿时间: 2014-10-11; 收到修改稿时间: 2014-11-14

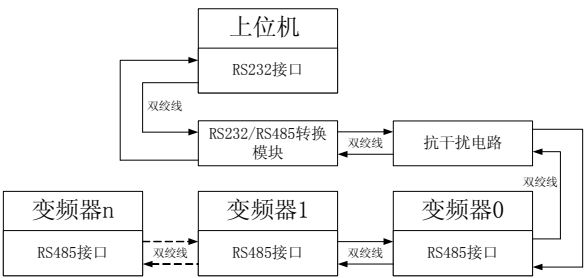


图 1 系统硬件连接图

上位机选用带有 RS232C 接口的工控机,与 RS232/RS485 信号转换模块的通信距离小于 10m, 保证信号的传输质量. RS232/RS485 信号转换模块由波士 RS232/RS485 转换器 485TC 和抗干扰电路构成. 485TC 自带光电隔离功能, 可以将瞬态高压转移到隔离接口中的电隔离层, 隔离电压高达 2500V, 可以有效保护通信接口免受雷击浪涌和静电的损害. 虽然 RS485 通信标准采用的是数据差分传输技术, 适用多点散布, 长距离传输, 具有较高的可靠性, 但变频器常常工作在恶劣的环境中, 布局相对较远, 导线的分布电感、电容及电阻不连续和不匹配, 导致了信号传输过程中反射波的存在. 反射波会大大降低通信的可靠性. 抗干扰电路就是为消除反射波干扰设计的, 如图 2 所示, 利用加接匹配电阻的方法补偿通信线路阻抗不连续的问题^[4]. 通讯电缆选用的是带屏蔽的双绞线, 经测量, 确定匹配电阻的阻值为 110Ω, 将匹配电阻 R1 跨接到 RS485 总线两端的差分端口之间, 以达到通信线路阻抗连续, 有效抑制了反射噪声的干扰. 为了避免接收端的不确定状态导致通信网络处于瘫痪, 还需要在线路中加接 1KΩ 的偏置电阻. 线路中的上拉电阻 R2 和下拉电阻 R3 保证了总线在空闲或开路时, 也能有一个确定的状态, 提供了网络失效保护. 光电隔离保护方法与旁路保护方法相结合, 有效的提高了通信的可靠性.

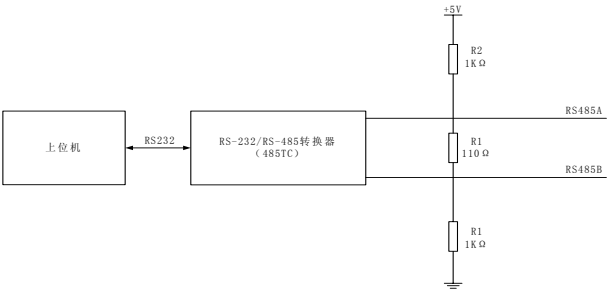


图 2 抗干扰电路图

2 系统的软件设计

系统的软件是基于 Labview 平台开发的, 主要由通讯模块和人机交互模块两大部分组成, 可以对多台 (不超过 32 台)变频器的的工作状态同时进行实时精确的控制与监视; 可以对复杂繁多的变频器工作参数进行快速准确的设置与操作; 具有数据处理功能, 能够对变频器的工作状态进行实时的判别.

2.1 通讯程序的设计与实现

为了建立起变频器与上位机之间的串口通信, 首先需要变频器通讯类的工作参数进行相应的设置(见表 1).

表 1 变频器初始化参数

参数号	参数值	含义
331	自设	变频器的站号(0~31, 多台时不能重复)
332	96	通讯速率为 9600bps
333	0	数据位长为 8, 停止位长为 1
334	2	偶校验
335	9999	变频器会一直尝试进行通讯
336	9999	断线检测
337	9999	在数据中进行设定
341	0	无 CR-LF
549	0	三菱变频器专业通讯协议
79	1	PU 运行模式

Labview 提供了 VISA 开发工具. VISA 是仪器编程的标准 I/O API, 它可以控制 GPIB、串口、USB、以太网、PXI 或 VXI 仪器, 并根据使用仪器的类型调用相应的驱动程序. VISA 独立于操作系统、总线和编程环境, 对设备、操作系统和编程环境具有通用性, 无需了解仪器的通信协议, 大大简化了通讯程序的开发. 变频器的串口通信, 是一种基于消息的通信方式. 在安装了版本号 511(匹配 Labview 8.2)的 VISA 驱动程序后, 就可以利用工具箱中封装好的函数 VISA Configure Serial Port.VI, VISA Write.VI, VISA Read.VI 和 VISA Close.VI 对变频器进行相应的操作^[1].

三菱变频器针 A700 对串口通信提供了两种协议: 三菱变频器专用协议和 ModbusRTU 通讯协议. 针对三菱变频器, 使用三菱变频器专用协议开发通讯程序效率更高, 可读性也更优. 通讯程序是基于消息设计的, 首先利用 VISA Configure Serial Port.VI 根据变频器初始化参数表进行通信端口初始化^[6], 然后利用 VISA Write.VI 由计算机向变频器发送要求数据, 在经过通讯等待时间后, 变频器会针对要求返回应答数据, 等待变频器处理时间后, 确定是否进入下一个通讯循

环^[7]。程序流程如图 3 所示。

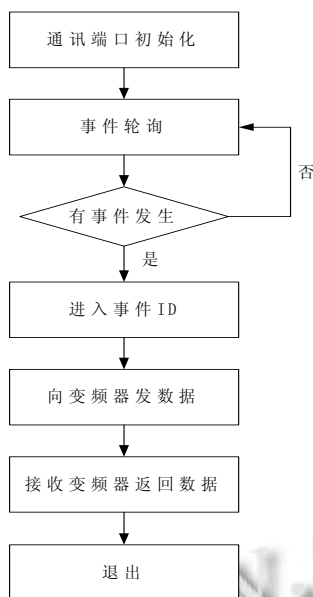


图 3 通讯程序流程图

根据三菱变频器专用协议, 从计算机向变频器发送通讯要求的标准数据帧格式见表 2。

表 2 发送命令通讯数据格式

格式	数据写入 1	数据写入 2	数据读取
字 符 数	1	ENQ	ENQ
	2	站号	站号
	3		
	4	命令代码	命令代码
	5		
	6	等待时间	等待时间
	7	数据	总和校验
	8		
	9		
	10	总和校验	
	11		
	12		

以设置变频器端子 2 频率设定增益参数为例:

计算机与变频器之间的通讯是以 16 进制的 ASCII 代码形式进行的, 在利用 Labview 文本框控件进行命令数据发送时, 必须要设置文本框模式为“\’代码显示”模式, 只有在这种模式下, 数据才会被 Labview 自动转化为 16 进制的 ASCII 代码进行发送。数据帧首的控制代码, 在以 16 进制的 ASCII 代码表示时, 需要在前面加上“\”, 例如: 表示通讯要求的控制代码“ENQ”

和表示无数据错误的控制代码“ACK”的 16 进制的 ASCII 代码分别为“\05”和“\06”。

控制代码后是变频器站号, 在数据帧中占两个字符, 共 16bit, 表示变频器在通讯网络中唯一的编号。在“\’代码显示”模式下, 如站号为“0”则直接写为“00”。

命令代码表示变频器不同参数的操作类型, 常见的操作有: 读取、写入和扩展。命令代码在数据帧中占两个字符, 16bit。操作变频器端子 2 频率设定增益参数需要在扩展模式 1 下进行。在“\’代码显示”模式下, 链接参数扩展设定的“写入”命令代码为“FF”。

等待时间表示变频器接收到数据之后的响应时间, 在数据帧中占一个字符, 8bit。由于在初始化中, 设定等待时间需在数据帧中设置, 在“\’代码显示”模式下, 设置等待时间为“1”, 表示等待时间为 10ms。

数据表示变频器接收命令的内容。不同的模式下, 数据位在数据帧中可以占两个字符或四个字符。在对链接参数扩展设定进行操作时, 数据位占两个字符, 在“\’代码显示”模式下, 表示为“01”。

最后是总和校验码, 表示将变频器站号、命令代码、等待时间和数据的 ASCII 码, 以二进制码叠加后, 取其求和结果的后 1 字节变换为 16 进制的 ASCII 码 2 位:

$$H30+H30+H46+H46+H31+H30+H31=H017E \quad (1)$$

经过(1)式计算, 在“\’代码显示”模式下, 总和校验码表示为“7E”。

综上所述, 根据三菱变频器专用协议, 设置站号为 0 的变频器工作在扩展模式 1 下的数据格式为“\0500FF1017E”。

工作模式设置完毕后, 还需要对该模式下的第二参数设置成“设定参数的模拟值”。同理, 可以构造出命令数据格式为“\0500EC1017A”。

最后, 完成对变频器端子 2 频率设定增益参数为 100%的设置。

$$\text{数据值} = \text{设定值} / \text{最小设定单位} \quad (2)$$

设定值为 100, 最小设定单位为 0.1%, 计算可得数据值为 1000, 经过 16 进制 ASCII 码变换和补零后, 表示为“03E8”。则构造的命令数据格式为“\0500DF103E8FB”。

用相同的方法, 可以对其它变频器的参数进行控制。

通讯程序代码框图如图 4 所示。

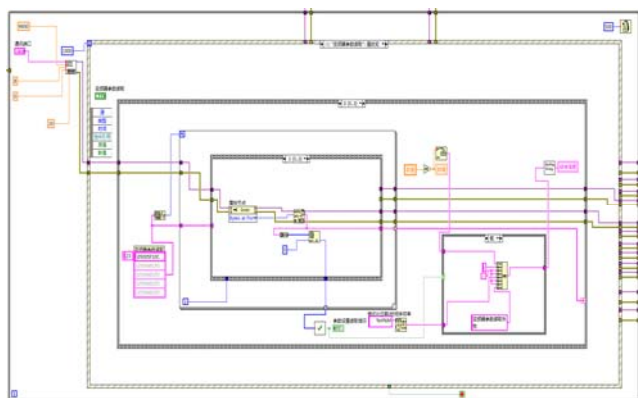


图 4 通讯写程序原理图

2.2 人机交互的设计与实现

良好的人机交互应具有直观、易理解、易接受等特性，是软件开发中重要的一环。系统的人机交互模块包括四个功能：端口扫描，变频器参数设置，变频器监控和数据分析。

端口扫描功能利用了 VISA 工具箱中的 VISA Find.VI 函数对上位机的 COM 口进行扫描，同时可将可用的 COM 口列举出来以供选择。查询的正则表达式为“ASRL[0-9]::INSTR”，表示对 COM0~COM9 进行扫描。搜索模式为 2，表示只允许对“别名”的搜索，保证了搜索的效率和准确性。

为了保证变频器工作时的可靠性，需要对变频器的工作状态进行实时监控。根据实际情况，系统对变频器工作时的输出电流，输出电压和输出频率三个性能指标进行实时监控。上位机向变频器发送数据读取的命令，经过应答时间的等待后，变频器向上位机返回数据，上位机对数据进行变换处理，利用波形图表(Chart)控件以曲线的形式显现出来。数据传输之间的间隔时间对实时性影响较大，间隔时间太长，传输可靠性高，但实时性不够；间隔时间太短，实时性得到满足，但可靠性不足。因此，需要确定合适的间隔时间。

$$\text{间隔时间} = \text{数据发送时间} + \text{等待时间} + \text{数据检测时间} \quad (3)$$

$$\text{等待时间} = \text{设定值} \times 10\text{ms} \quad (4)$$

$$\text{数据发送时间} = 1 / \text{通讯速度} \times \text{数据字符数} \times \text{字符总数} \quad (5)$$

经过计算和实验，确定间隔时间为 50ms。

数据分析是利用波形图(Graph)控件和 TDMS 文件技术将监控数据以历史数据曲线的形式显现出来^[9]。变频器处于异常工作状态时，输出量会超出正常范围

的阈值，技术人员在进行数据分析时，往往会特别关注那些临界点和整个数据发展的趋势，以此作为故障分析和定位的重要参考依据，系统的数据分析功能可以提供每个采样点的时间，原始数据和数据发展趋势。

3 系统的调试及实验结果

系统的软件界面如图 5 所示。



图 5 系统界面图

变频器是现代伺服系统的核心部件，它的输出量控制着伺服电机的运转。将变频器接入伺服系统的控制回路中，对接线端子 R/L1、S/L2、T/L3 供 380V3 相交流电，输出端子 U、V、W 接伺服电机^[8]。根据伺服 PID 算法，通过伺服控制系统向变频器输入 90 度相位的正弦信号^[10]。利用从上位机向变频器发送的读取命令，可以对变频器的电压、电流和频率输出值进行读取和监控。

3.1 可靠性与实时性实验

设置相关参数，使变频器的额定输出电压为 5V。分别对变频器自带的监控模块，通信间隔时间等于 50ms 以及间隔时间等于 45ms 的输出电压进行读数。截取 20 个记录点进行比较。对比图如图 6 所示。

由图 6 可知：变频器自带的监控模块与额定输出值误差最小。通信间隔时间不小于 50ms 时，最大误差为 3%，满足可靠性低于 5% 的要求。而通信间隔时间为 45ms 时，通信已经变的极不可靠。为了保证通信的

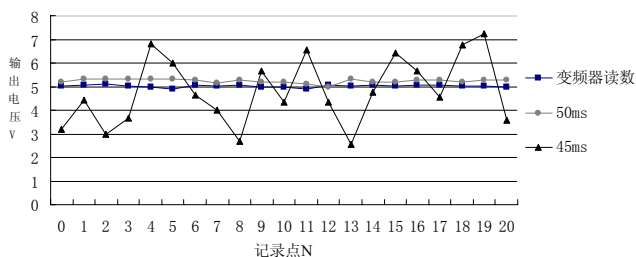


图6 间隔时间对比图

3.2 对变频器电压输出值监控

由图7可知,在信号周期内,变频器的电压输出没有出现异常波形,表明变频器处于稳定可靠的工作状态。同理,电流输出和频率输出也表现正常,表明在间隔时间为50ms,现有硬件的条件和要求下,满足监控的各项性能指标。对于更高的监控要求,可以外接带有高速数据采集卡的通讯设备,提高数据采样率以满足不同的要求。

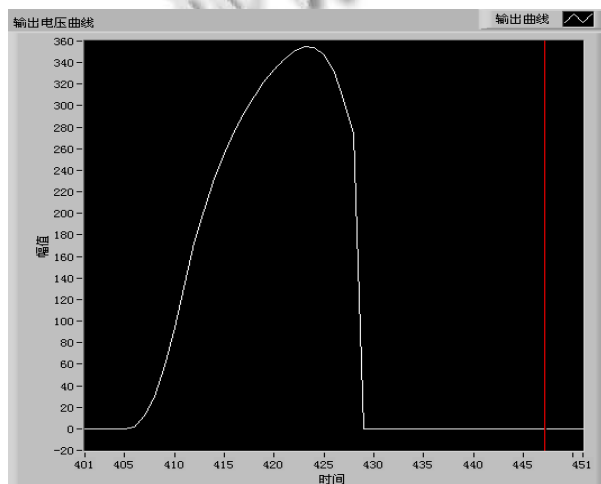


图7 电压输出监控图

4 结语

系统基于虚拟仪器语言 Labview 开发实现^[11]。针对工业生产中,多台变频器的控制效率低,故障分析定位难的现象,利用队列消息触发模式设计了系统软件。系统采用 RS485 串口通信方式,由上位机同时控制双总线上多台变频器,实现了单参数设置,多参数设置及电压、电流、频率监视器输出等多种控制行为。

创新性的设计了 RS485 通讯抗干扰电路,显著提高了串口通讯的可靠性。创新性的基于三菱变频器专

用协议和虚拟仪器技术实现了针对三菱变频器 A700 的串口通讯,对比其它通用协议,系统的可维护性更优。根据实验结果,可以看出系统能够与变频器建立简单、稳定、可靠的通讯,具有很好的实时性,对其它串口通信系统的开发也具有很强的参考借鉴性。由于硬件条件所限,系统的采样率较低,对于大型复杂的伺服系统,对变频器的监控数据会有更高的要求,可以外接高速数据采集卡来提高数据采样率。该系统不仅可以大大提高变频器控制的自动化程度,还能在变频器维护过程中为技术人员提供故障分析定位的第一手资料,有效提高了设备维护,保障能力^[12]。

参考文献

- 1 张桐,陈国顺,王正林.精通 Labview 程序设计.北京:电子工业出版社,2008.
- 2 孟辉,李健,袁成清.基于 LabVIEW 的 PC 机与变频器的串口通信.现代电子技术,2008,280(17):111-113.
- 3 刘林山,冯丽平.工业变频器原理及应用.北京:电子工业出版社,2006.
- 4 王喜祥,赵宴辉,廉成强.RS485 串行总线可靠性探讨.舰船防化,2011,2:29-32.
- 5 刘建河,赵玉丹,张玉强.基于 LabVIEW 串口通信的电机控制技术.制造业自动化,2013,11(下):135-137.
- 6 陈树学.LabVIEW 宝典.北京:电子工业出版社,2011.
- 7 夏锴.基于 LabVIEW 读取串口数据技术.制造业自动化,2012,10(上):21-22.
- 8 Shea JJ. LabVIEW applications and solutions. Electrical Insulation Magazine, 1999, 15(6): 47.
- 9 Zhan W, Porter JR, Morgan JA. Experiential learning of digital communication using LabVIEW. Education, 2014, 57(1): 34-41.
- 10 Uluisik C, Sevgi L. A LabVIEW-Based Analog Modulation Tool for Virtual and Real Experimentation. Antennas and Propagation Magazine, 2012, 54(6): 246-254.
- 11 Agarwal A, Agarwal V. FPGA Realization of Trapezoidal PWM for Generalized Frequency Converter. Industrial Informatics, 2012, 8(3): 501-510.
- 12 Son KT, Lee CC. Design and reliability of acoustic wedge transducer assemblies for outdoor touch panels. Components, Packaging and Manufacturing Technology, 2011, 1(8): 1178-1185.