

基于 MSComm 和队列技术的 LabVIEW 数据采集系统设计

张素萍¹ 李朝强²

(1. 天津中德职业技术学院 天津 300350; 2. 北京经济管理职业学院 北京 102602)

摘 要:针对传统 LabVIEW 数据采集系统中串行通信实时性不高和程序运行效率有待提高的现状,提出了一种基于 MSComm 和队列技术的 LabVIEW 数据采集系统设计方案。该方案以 DSP 作为下位机控制核心,实现了模拟前端的数据采集,采用 PC 机作为上位机,基于 LabVIEW 2012 开发环境,设计了上位机应用软件,实现了模拟前端采样数据的处理、存储、显示及统计分析等工作。实践结果表明,该设计方案具有运行稳定可靠,硬件接口简单、易用,软件编程简单,易于维护和扩展等优点。

关键词:LabVIEW; MSComm; 队列; 数据采集; RS232/RS485; DSP

中图分类号: TP274 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.40

Design of data gathering system of LabVIEW based on MSComm and queue

Zhang Suping¹ Li Chaoqiang²

(1. Tianjin Sino-German Vocational Technical College, Tianjin 300350, China;

2. Beijing Institute of Economics and Management, Beijing 102602, China)

Abstract: In the traditional data acquisition system of LabVIEW, the real time performance of serial communication is not high and the efficiency of program run is to be improved. Aimed at the above-mentioned present situation, one scheme of data acquisition system design of LabVIEW, which is based on the technology of MSComm and queue, is proposed. Wherein, DSP is the control core of slave computer to realize the data acquisition of analog front end and PC is a master computer. On the base of LabVIEW 2012, the application software of master computer is developed. Processing, storage, display and statistical analysis of sampled data of analog front end could be achieved. The testing results show that this design scheme is with the advantages of stable and reliable operation, simple and easy-use hardware interface, simple software program, easy maintenance and extension.

Keywords: LabVIEW; MSComm; queue; data gathering; RS232/RS485; DSP

1 引 言

在现代工业生产中,对模拟信号的实时检测应用场合越来越多,同时对数据采集速度、精度、处理、存储及多样化显示的要求也越来越高。而传统基于 MCU 和硬件采集电路构建的数据采集系统,由于存在运行速度慢、存储容量小、研发周期长及可扩展性较差等问题^[1],所以,很难满足设计者的要求,必须借助于上位机,由上位机 PC 承担部分数据处理、存储、显示及分析等方面的工作。而且上位机与下位机之间通常采用 RS232/RS485 进行串行

通信。

传统上位机应用软件的开发,一种是基于 VB、C++、C#、Java 等高级语言进行开发,具有灵活性好、执行效率高的优点,但是存在通信编程复杂、界面控件类型少、研发周期长及不易维护等问题。另一种是基于 LabVIEW 图形化编程语言进行开发,其具有界面友好、简单、直观、易于理解、调试和维护等优点^[2-3]。利用 LabVIEW 自带丰富的函数库,可以快速开发出高效复杂的测控系统。此外,目前,基于 LabVIEW 的数据采集系统上位机串行通信程序多采用其内置的 VISA 函数进行设计,由于 VISA

函数只支持数查询方式的串行数据通信,所以对实时性要求较高的数据采集应用场合,会出现漏掉采样数据和数据不能连续处理的问题。

鉴于此,本文提出基于 MSComm 和队列技术的 LabVIEW 数据采集系统设计方案。

2 系统硬件结构设计

该数据采集系统由 PC 作为上位机,实现对下位机的控制,并完成数据存储、处理、显示及分析等功能,下位机由 DSP 微控制器 TM320F28335 作为控制核心,外加数据采集电路及相应的外围接口电路组成,实现对前端模拟信号量的数据采集。上位机与下位机之间通过 RS232/RS485 进行串行数据通信。系统硬件结构如图 1 所示。

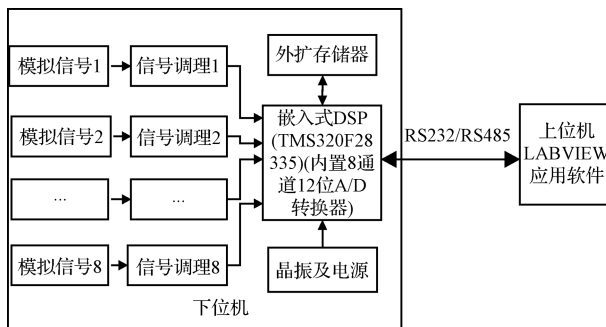


图1 系统硬件结构设计

3 系统串行通信协议约定

为提高系统串行通信的稳定性及可靠性,上位机和下位机必须按照约定的通信协议进行通信。协议命令如表 1 所示。

表 1 上位机和下位机通信命令格式表

字节序号	字节代码	说明	备注
BYTE0	55H	起始标识符 1	标识上位机发出的命令帧起始符 1
BYTE1	AAH	起始标识符 2	标识上位机发出的命令帧起始符 2
BYTE2	Command	命令码	标识上位机发出的命令代码
BYTE3	Data_Len	数据长度	固定值为 0x14,表示数据域的长度
BYTE4—23	Data	数据域	BYTE4~23,共 20 个字节数据
BYTE24	Data_Sum	数据和	数据域中所有数据的数据和,为一字节

协议命令采用字节型数据进行传输,每条协议命令共 25 个字节,其中 BYTE0、BYTE1 是起始标识符,用来作为识别命令开始的标志,本系统采用 0x55 和 0xAA 两个字节进行标识。BYTE2 为命令类型字节标识符,本系统共分为 4 类命令,依次为数据采集启动命令(0xC3)、数据采集暂停命令(0xC5)、下位机向上位机发送实时采样数据命令(0xC7)和关闭系统命令(0xC9)。BYTE3 为数据长度字节,为固定值 0x14, BYTE4~23 为数据字节,共 20 个字节, BYTE24 为数据域中所有数据的数据和,为验证接收数据的正确性,本系统按照 8 位数据校验和算法来校验所接收的数据。通过判断 BYTE24 与算法计算出来的数据的一致性来判断数据接收的正确与否^[4]。

4 基于 MSComm 和队列技术的上位机 LabVIEW 软件设计

4.1 系统软件功能需求及软件设计流程

系统上位机应用软件主要实现对下位机上传的采样数据进行处理、存储、显示、分析等功能。该软件采用图形化编程语言 LabVIEW 进行设计开发,主要分为串行通信、采样数据校验、数据处理、数据存储、数据显示及数据报警等功能模块。具体功能需求:系统由初始化界面进入数据采集主界面后,在主界面中用户首先进行各模拟通道采样数据存储路径、采样数据文本和波形显示等相关参数

设置,确认无误后,然后点击主界面中的启动采集按钮,上位机将会按照约定的串行通信协议,将一帧长度为 25 个字节的启动采集通信命令发送给下位机,下位机接收到此命令后,将按照采集命令中设定的采样时间间隔进行相应的模拟通道的数据采集,而后将采样的实时数据按照约定的通信协议打包上传给上位机,由上位机进行实时采样数据的接收、存储、处理、显示、报警、统计、分析等工作。上位机启动数据采集后,下位机和上位机都是一直连续工作的,直到上位机点击暂停采集或者结束采集按钮之后,下位机才停止模拟前端的数据采集工作。该系统软件设计流程如图 2 所示。

4.2 系统关键技术分析

根据该系统软件的功能需求和设计流程可知,上位机启动数据采集命令后,下位机是一直按照设定的采样时间间隔进行模拟量数据采集,并进行实时采样数据上传工作。上位机如何确保实时准确无误地接收到采样数据,同时确保在下一轮采样数据到来之前,上一轮采样数据能够按时处理完毕,并保证能够正确进行文本和波形显示及数据存储等工作,是本系统应用软件设计所要解决的技术难题。

对于上位机如何确保实时准确无误地接收下位机采样数据这一技术难点,如果采用 LabVIEW 自带的 VISA 函数库进行上位机串行通信程序设计,实现下位机采样数

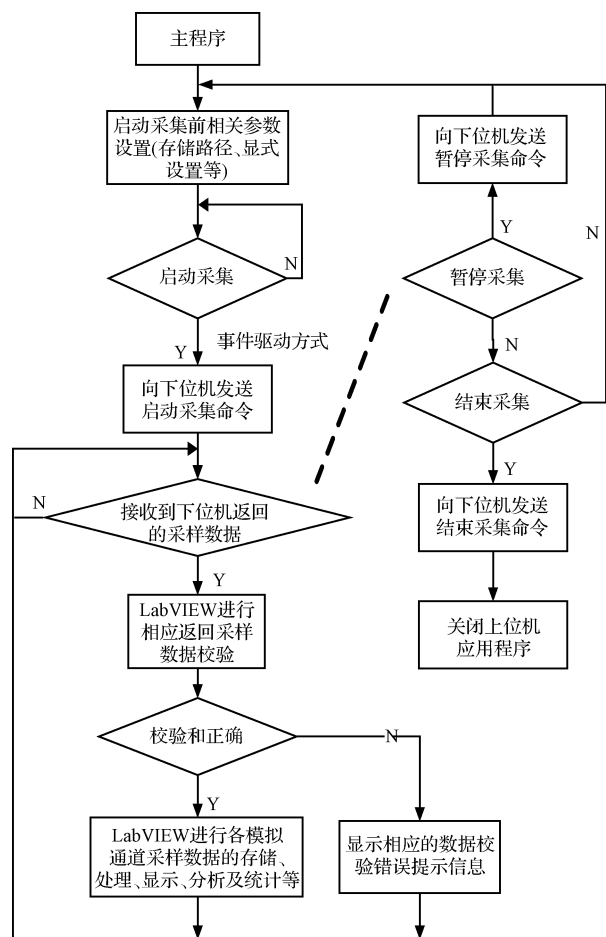


图2 系统软件设计流程

据的接收工作,将会占用大量的 CPU 时间,系统的实时性将得不到有效保证。为此,采用 LabVIEW 调用 MSComm 控件技术,可以实现中断式的串口数据接收,从而提高上位机接收采样数据的实时性,节省 CPU 运行时间,为后续采样数据的处理工作提供充足的时间。而对如何确保上位机能够正确连续对下位机上传的采样数据进处理分析等工作这一技术难点,采用基于队列的数据存储方式可以有效解决。基于队列的数据存储技术是指在计算机内存中开辟一个数据缓存区,按照先进先出的设计原则进行数据存储,新来的元素总是被加入到队尾,每次离开的元素总是队列头上的,不允许中途离队^[5]。同时,由于 LabVIEW 对队列技术也有很好的支持,所以,这就保证了下位机采样数据的有效缓存以及上位机数据处理的连续性中,从而避免了采样数据出现丢失的问题。

4.3 系统关键技术设计与实现

4.3.1 MSComm 控件技术

Microsoft Communications Control(简称 MSComm)是 Microsoft 公司提供的简化 Windows 下串行通信编程的 ActiveX 控件,它为应用程序提供了一种通过串行接口收发数据的简便方法^[6]。MSComm 控件在串口通信编程时比较方便,研发人员无需了解较为复杂的 API 函数,而且在 VC、VB、Delphi、LabVIEW 等语言中均可使用。MSComm 控件提供了事件驱动和查询两种处理通信问题的方法。由于事件驱动方法具有响应及时,可靠性高优点,所以,本系统设计采用事件驱动方法。MSComm 控件的常用属性如表 2 所示。

表2 MSComm 控件的常用属性

序号	控件属性	备注
1	CommPort	设置并返回通信端口号
2	Settings	以字符串的形式设置并返回波特率、奇偶校验、数据位、停止位
3	PortOpen	设置并返回通信端口的状态。也可以打开和关闭端口
4	Input	从接收缓冲区返回和删除字符
5	Output	向发送缓冲区写一个字符串
6	RThreshold	用于设置或返回发生接收事件的字节数。当接收缓冲区达到所设定的字节数时,将会触发 OnComm 接收事件。
7	InputMode	设置并返回被 Input 属性读取的数据类型,其中 InputMode = 0;表示文本类型返回,1 表示二进制类型返回

用户在使用 MSComm 控件之前,首先对串口号、通信波特率、数据位、停止位、奇偶校验位、发送和接收数据缓冲区大小、触发串行接收事件的字节数、数据读取方式、打开串行口等常用属性进行设置,然后就可以使用该控件的 Output 和 Input 属性进行数据的发送和接收操作。在收发数据过程中,需要实时检测和响应一些事件,此时可以利用 OnComm 事件和 CommEvent 属性来捕捉这些事件,并在这些事件中进行相应的功能处理。本系统设计

中,串行通信数据发送采用查询方式,数据接收采用中断方式。而对于串行数据接收中断需要通过事件注册来注册中断事件,并在中断事件中进行具体的用户功能设计,串行通信完毕后需要释放串口资源,关闭串行口,同时通过事件注销来撤销对中断节点的注册^[6]。

在利用 LabVIEW 进行该数据采集系统设计时,需要用到 LabVIEW 内置的两个关键数据转换节点函数,一个是 To Variant 节点(数据至变体转换节点),用在 Lab-

VIEW 串行通信发送数据时,通过该节点将要发送的数据转换成变体数据才能通过 MSComm 控件发送给下位机;一个是 Variant to Data 节点(变体至数据转换节点),用在 LabVIEW 串行通信接收数据时,通过该节点把变体数据转换成 LabVIEW 可以显示的数据类型。

4.3.2 队列技术

队列技术在 LabVIEW 中有很好的支持,而且使用很方便。在 LabVIEW 应用程序使用队列,必须按照首先是创建一个队列引用,然后是使用队列(入队操作、出队操作),最后是释放队列操作步骤进行操作。LabVIEW 提供的队列操作函数位于函数面板中的数据通信选项下的队列操作选项,在此选项下,提供队列的全部操作(还包括浏览队列元素、清空队列、获取队列状态等操作)。

4.3.3 事件结构技术

事件结构是 LabVIEW 中一个功能非常强大和实用的编程工具,用于编写等待事件发生的高效代码,代替循环检查事件是否发生的低效代码^[7]。LabVIEW 中事件结构的常见使用方法是在 LabVIEW 框图程序中先放置一个 while 循环中,然后再放置一个事件结构,最后是添加用户事件分支,并进行具体用户功能设计。该事件结构具有较强的实时性,可以捕捉 LabVIEW 应用程序运行过程中的任何时刻发生的事件。借助 LabVIEW 强大的事件结构技术,从而保证了在本系统数据采集主界面中单击启动采集、暂停采集、结束采集、清除等按钮事件的快速响应,提高了系统用户事

件的实时性,避免了用户事件出现丢失的问题。

4.4 基于上述技术的 LabVIEW 数据采集程序设计

本系统上位机 LabVIEW 的程序结构设计如图 3 所示。在图 3 中,构建了两个 while 循环,其中,在最上边的 while 循环中,构建了一个事件结构,用于捕捉数据采集主界面中的“启动采集”、“暂停采集”、“结束采集”及“清除”用户点击事件。例如,当用户点击“启动采集”按钮时,会触发事件结构中的“启动采集”事件分支,在该事件分支中,首先把通信标识头(0x55,0xAA,)启动采集命令码(0xC3),数据长度(0x14),采样通道数(全局变量,1 字节)、采样时间间隔(2 字节),其他共 17 个字节的 0x00 数据及数据校验和(1 字节)组成一帧共 25 个字节的启动采集通信命令(十六进制字符串),然后通过转换为变体函数,将其转换 MSComm 控件所能够识别的数据格式,再通过 MSComm 控件的 Output 属性节点,将此通信命令发送给下位机。“暂停采集”及“结束采集”事件分支设计同“启动采集”事件分支,这里不再详细介绍。图 3 中最下边的 while 循环用于从队列中读取下位机上传的实时采样数据,之后对采样数据进行校验,校验正确后才能对采样数据进行二次处理、加工、存储、显示及统计分析。两个 while 循环之间采用无连线的队列数据传递方式,这种数据传递方式可以弹性调节本系统两个 while 循环的速度差,避免了采用全局变量而可能引起的读写冲突而造成的数据覆盖或数据丢失的问题^[7]。

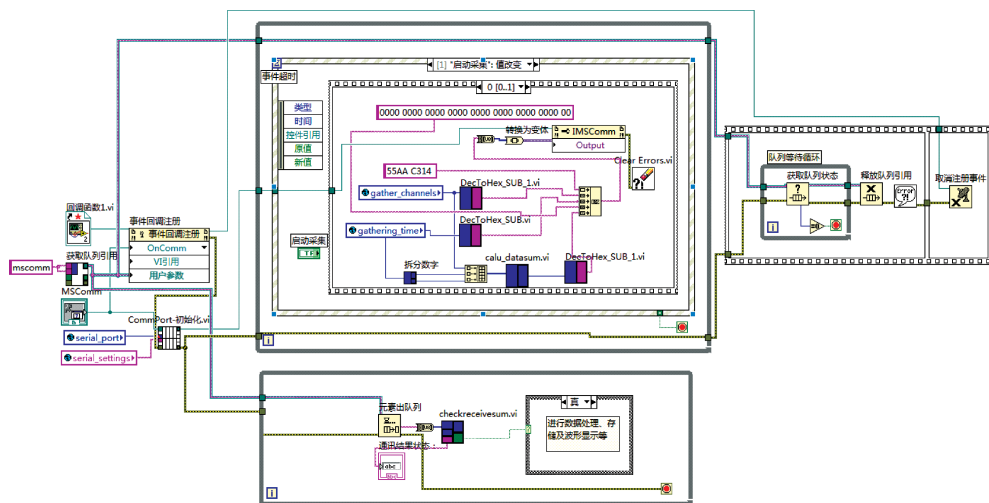


图3 上位机应用软件的 LabVIEW 程序结构设计

根据图 3 可知,LabVIEW 应用程序在使用 MSComm 控件之前,要先对它的相关属性参数进行设置,然后才能进行串口数据的收发操作,本系统设计了 CommPort—初始化.vi 功能模块,并对其进行了功能调用。CommPort—初始化.vi 模块的 LabVIEW 具体程序设计框图如图 4 所示。由于本系统采用 MSComm 的事件驱动方式进行下位机采样数据的接收,所以还要设计 MSComm 控件的事件中断函数,在 LabVIEW 中主要是通过事件回调函数节点

来实现的。具体设计方法如下:

在使用该节点时,需要先把它的事件管脚与 MSComm 控件的引用端相连接,这时事件回调函数节点就会包含 MSComm 控件的所有中断函数信息。为了实现本系统串行接收事件回调,需要定义并配置好该事件的中断服务程序。同时,还需要定义好中断服务子程序以何种方式将数据传回给主程序。由于本系统采用的是队列数据传递方式,所以需要提前把队列的引用输出端和事件回

调函数节点的用户参数管脚相连接,然后右键点击事件回调函数节点的 VI 引用管脚,选择创建回调函数 VI 选项,LabVIEW 会自动生成一个对应的中断回调函数子 VI。双击该子 VI 后,在其程序框图中,进行相对应的中断服务程序功能设计。当应用程序结束运行时需要采用取消注册事件函数节点来撤销串行数据接收中断注册,以便释放相应的资源^[8-9]。

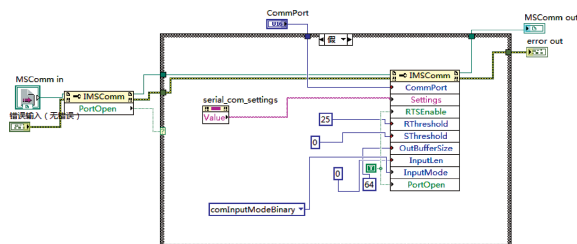


图4 MSCComm 控件初始化模块的 LabVIEW 程序

本系统所设计的中断服务程序为回调函数 1.vi,具体程序如图 5 所示,在该函数中通过 MSCComm 控件的 Input 属性,接收下位机上传的实时采样数据,并通过变体转换为数据函数,将 MSCComm 控件所接收的数据转换为 LabVIEW 数据格式,通过创建名为 MSCComm 的队列的入队操作,将下位机采样数据存入队列缓存中,供图 3 中最下边的 while 循环中队列的出队操作使用。本系统对该中断注册的注销是当用户在数据采集主界面中单击“结束采集”按钮时,先释放队列引用,而后注销注册事件,从而引发图 3 中最下边的 while 循环的退出,结束整个应用程序的运行。

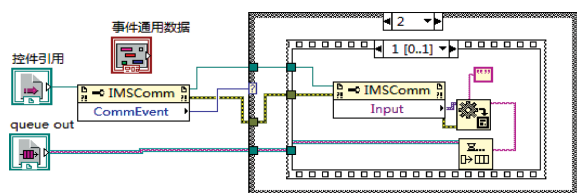


图5 MSCComm 控件注册中断函数 LabVIEW 程序

5 系统测试验证

为了更好的测试验证系统设计的正确性与可靠性,本系统采用了下位机向上位机发送各通道固定模拟采集数据的方法进行测试与验证。具体方法为:下位机接收到上位机 LabVIEW 的启动采集命令(包括通道参数设置,采样时间间隔等)后,按照采样时间间隔和约定通信协议连续向上位机发送固定模拟采集数据,直到收到上位机 LabVIEW 发送的暂停采集或结束采集命令为止。本系统测试验证中设定的采样通道数为 8,采样时间间隔为 20 ms,下位机通道 1 到通道 8 依次发送的固定采集数据

(十进制)为 50、80、100、140、160、180、200、240。具体测试结果如图 6、7 所示。由图 6 和图 7 可知,上位机 LabVIEW 收到的通道 1 至通道 8 采集数据依次为 50、80、100、140、160、180、200、240,说明上位机正确接收到下位机发送的各通道采样数据,并且文本和波形图均能够正确显示,同时也说明了下位机和上位机能够可靠地进行数据通信和数据采集。通过一段时间的连续运行,该系统仍能能够稳定可靠运行,证明了该系统设计方案是切实可行的,符合预期设计要求^[10]。

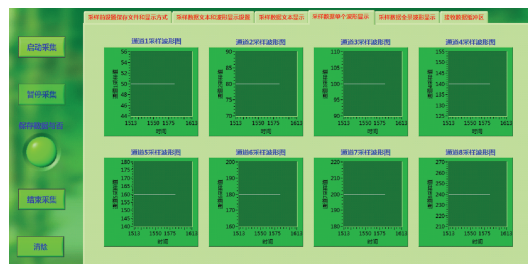


图6 LabVIEW 采样数据波形图显示测试界面

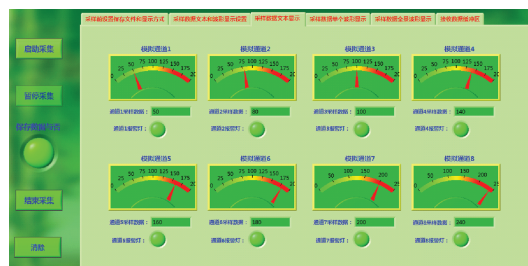


图7 LabVIEW 采样数据文本显示测试界面

6 结论

基于 MSCComm 和队列技术构建的数据采集系统,采用 RS232/RS485 串行通信技术,以 DSP 作为下位机控制核心,实现模拟前端的数据采集,以 PC 机作为上位机,基于 LabVIEW 2012 虚拟仪器开发平台,设计了上位机应用软件,实现了模拟前端采样数据处理、存储、显示及统计分析等工作。该系统上位机软件采用 MSCComm 控件事件驱动方式,实现了中断方式的接收数据,解决了 LabVIEW 自带 VISA 函数查询方式串行通信实时性不高的问题;采用队列数据传递方式和并行循环技术,解决了上位机数据采集周期与数据处理分析周期不一致所导致的数据重复使用或者数据丢失问题。该系统经过集成测试与验证,已经应用到一个实际工程项目,实现了工业生产现场环境模拟量的实时检测工作,运行效果良好。实践结果表明,该设计方案硬件接口简单、易用,软件编程方便,易于维护和扩展等优点,具用一定的参考实用价值。

参考文献

- [1] 张世一,黄华,刘永平. 基于 ZigBee 和 LabVIEW 的智能照明监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(5):63-66.
- [2] 邓茂荣. 基于 NI CompactRIO 的高精度研磨系统的设计与实现[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(增刊 1): 165-168.
- [3] 徐华中,黄丽萍. 基于 LabVIEW 和 DSP 串口的多通道电机参数采集系统[J]. 电子测量技术, 2011, 34(4):66-69.
- [4] 易牧,胡延霖,李保林. 基于 LabVIEW 和 DSP 的数据采集系统[J]. 四川兵工学报, 2009, 30(10): 138-140.
- [5] 王海涛,付钧,鲜勇,等. 基于 LabWindows/ CVI 的数据采集系统软件设计[J]. 舰船电子工程,2010(5): 64-66.
- [6] 吕向锋,高洪林,马亮,等. 基于 LabVIEW 串口通信

的研究[J]. 国外电子测量技术,2009,28(12): 27-30.

- [7] 雷晏瑶,李智. 基于生产者/消费者的数据采集系统设计[J]. 机械,2011,38(9): 39-43.
- [8] 胡吉朝,王定远,安素方,傅玥. ActiveX 在 LabVIEW 下的事件回调和数据传递[J]. 国外电子测量技术, 2008,27(3): 7-9.
- [9] 王显军. LabVIEW 对串口采样测量数据的处理[J]. 电子测量技术,2014, 37(3):107-111.
- [10] 乔旭彤,耿海洲,董峰. 集中式电动汽车电池管理系统设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(7): 1019-1027.

作者简介

张素萍,1979年2月出生,工学硕士,讲师,主要研究方向为自动化控制、集成电路及嵌入式系统设计等。

E-mail:zhshup2009@163.com

(上接第85页)

- [3] 高天虹. 基于边界扫描技术的新一代电路板测试平台[J]. 国外电子测量技术,2015,34(11):10-13.
- [4] 雷加,苏波. 基于 IEEE1149.4 标准 TAP 控制器的设计[J]. 仪器仪表学报,2007,28(增刊 1):198-206.
- [5] IEEE standard test access port boundary-scan architecture[S]. New York NY :IEEE Std,2001.
- [6] 赵红军,杨日杰,崔坤林. 边界扫描测试技术的原理及应用[J]. 现代电子技术,2005(11):20-24.
- [7] 陈孟东,刘鹏,张辉华. 基于边界扫描的测试技术[J]. 计算机工程应用技术,2009,5(25):7295-7297.
- [8] 刘吉名,裴东兴. 基于 CY7C68013 的 USB2.0 数据传输模块设计[J]. 电子测量技术,2008,31(3):94-96.
- [9] 徐磊,王月芳,郑伟东,等. SN74ACT8990 芯片在数字电路测试中的应用[J]. 计算机测量与控制,2009, 17(11):2109-2111.
- [10] 钱峰. EZ-USB FX2 单片机原理、编程及应用[M].

北京:北京航空航天大学出版社,2006.

- [11] GARBOLINO T, KOPEC M, GUCWA K, et al. Multi-signature analysis for interconnect test [C]. Mixed Design of Integrated Circuits and System, 2006:577-582.
- [12] 张乐. 基于边界扫描的板级测试方法研究与应用[D]. 南京:南京理工大学,2012.

作者简介

颜学龙,教授,主要研究方向为电路可测性设计,测试信号处理,计算机辅助测试。

贾银涛(通讯作者),硕士研究生,主要研究方向为计算机辅助测试。

E-mail:jiayintao1988@163.com