

# 基于 LabWindows/CVI 的数据采集系统

窦颖艳, 肖伸平, 龙永红, 曾红兵

(湖南工业大学电气与信息工程学院, 株洲 412000)

**摘要:**针对传统数据采集系统通信接口缺乏灵活性的问题,提出一种基于 LabWindows/CVI 的高速数据采集系统。以 Cypress 公司 FX2LP 系列的 CY7C68013A 芯片作为通信和主控芯片,选择 LabWindows/CVI 语言搭建数据采集系统的软件平台,采用调用动态链接库方法设计上位机和数据采集系统的通信软件。结果证明,该数据采集系统完全满足设计和使用需求。

**关键词:**数据采集;动态链接库;软件平台

## Data Acquisition System Based on LabWindows/CVI

DOU Ying-yan, XIAO Shen-ping, LONG Yong-hong, ZENG Hong-bing

(School of Electrical and Information Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412000)

**【Abstract】** Since there's a lack of inflexibility of the correspondence interface for the conventional data acquisition system, a high speed data acquisition system is designed based on LabWindows/CVI. The CY7C68013A chip of Cypress Corporation FX2LP serial is used as the main chip and USB2.0 interface chip. LabWindows/CVI is chosen to build the software platform, and Dynamic Linking Library(DLL) is used to design communication software for the PC and data acquisition system. Results prove that the system can absolutely fulfill the design and use request.

**【Key words】** data acquisition; Dynamic Linking Library(DLL); software platform

### 1 概述

目前,国内外常用的数据采集控制系统采用数据采集板的 A/D 采集卡,常用的有 ISA 总线、PCI 总线、422、485 等接口形式,这种板卡不仅安装麻烦,而且易受计算机插槽数量和地址、中断资源的限制,不可能挂接很多设备<sup>[1]</sup>。通用串行总线(Universal Serial Bus, USB)的出现很好地解决了以上问题。USB 具有方便快捷、即插即用、传输速率高等优点,其第 2 代协议 USB2.0 具有 480 Mb/s 的传输速率,完全可以满足目前数据采集控制系统对数据实时传输速率越来越高的要求。

LabWindows/CVI(C for Virtual Instrumentation)是 NI 公司推出的交互式 C 语言开发平台。它以 ANSI C 为核心,将功能强大、使用灵活的 C 语言平台与用于数据采集、分析和显示的测控专业工具有机结合。它的交互式开发平台、交互式编程方法、丰富的功能面板和函数库为 C 语言的开发人员建立了自动化检测系统、数据采集系统、过程控制系统等提供了理想的软件开发环境<sup>[2]</sup>。本文结合两者设计了一套基于 USB2.0 的高速便携式数据采集系统,介绍了用 LabWindows/CVI 开发数据采集系统的方法和步骤。

### 2 系统结构

采集系统主要由 3 部分组成:主机(能支持 USB2.0 协议的 PC),内部包含 CPU 及高速缓存的 USB 接口控制芯片 CY7C68013A-128Pin,串行 A/D 转换器。系统结构如图 1 所示。CY7C68013A-128Pin 是整个系统的核心部分,它控制采集数据的类型、与主机的通信以及数据传输。TLC2543 实现对采样模拟信号的 A/D 转换,并将数字信号传送给 CY7C68013A。上位机操作系统以 Windows XP 为平台,以 LabWindows/CVI8.1 为开发工具,以数据采集卡为转换元件,利用计算机强大的图形界面和数据分析处理能力,对测量数

据进行显示、存储和报表打印,并将实验数据存入数据库。

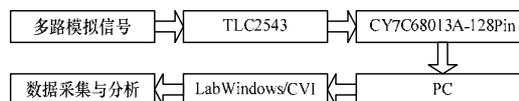


图 1 系统结构

### 3 系统硬件设计

#### 3.1 CY7C68013A 芯片

EZ-USB FX2LP 芯片内部结构如图 2 所示。

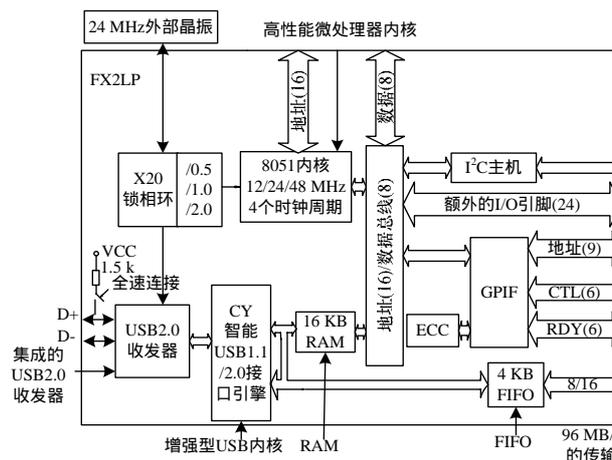


图 2 EZ-USB FX2LP 芯片的内部结构

该 USB 数据采集系统采用 Cypress 公司的 EZ-USB FX2LP<sup>[3]</sup>系列的 CY7C68013A 芯片,同时集成了 8051 微控制

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(60874025)

**作者简介:**窦颖艳(1984-),女,硕士研究生,主研方向:智能控制;肖伸平、龙永红,教授、博士;曾红兵,讲师、博士

**收稿日期:**2009-04-22 **E-mail:** xsph\_519@163.com

器和 USB2.0 收发器, 在提高集成度的同时加快了数据传输速度。EZ-USB FX2LP 系列有 3 种型号: CY7C68013A-56Pin, CY7C68013A-100Pin, CY7C68013A-128Pin。该系列的芯片都是针对 USB2.0 的, 并且与 USB1.1 兼容。它采用 CY7C68013A-128Pin, 128 脚, TQPF 封装, 功能非常完善, 主要包括 USB2.0 收发器、串行接口引擎(SIE)、增强型 8051 内核、16 KB 片内 RAM 的高速 CPU、16 位并行地址总线+8 位数据总线、I<sup>2</sup>C 总线、4 KB 的先进先出(FIFO)存储器、I/O 接口和通用可编程接口(GPIF)。与另外 2 种相比, 主要是增加了 16 位地址总线和 8 位数据总线以及更多的 I/O 口, 因此, CY7C68013A-128Pin 的可扩展性最好。

### 3.2 同步高速数据采集芯片

系统 A/D 转换器的设计采用 TI 公司的 TLC2543, 是一种具有 11 个模拟输入通道的串行 A/D 转换器, 采样精度达 12 位, 外接串行时钟最高频率可达 4.1 MHz, 能满足多数较高精度、多路数据采集的要求。采用简单的 3 线 SPI 串行接口, 可方便地与 8 位 MCU 连接。

### 3.3 电源电路设计

由于计算机的 USB 接口具有向外供电的功能, 因此采用 USB 总线的电源为整个电路供电。由于 CY7C68013A-56Pin 工作需要 3.3 V 的电压, 而 USB 总线的电压为 5 V, 因此不能直接使用, 必须进行电压调整。笔者采用 LT1763CS8-3.3 电压调整芯片实现 5 V 到 3.3 V 的电压转换, 该芯片经过简单的电阻电容的连接便可以实现电压的调整, 使用十分方便, 特别适合 USB 总线供电的系统。

## 4 系统软件设计

### 4.1 固件的设计

采用 C51 编辑器, 开发环境为 uVision3, 利用 EZ-USB 开发包的固件代码框架, 根据数据采集卡功能需求开发固件。固件程序一般包括芯片的初始化、设备的重新列举、中断的处理、数据的接收和发送以及外围电路的控制等。在固件程序中主要实现以下几个函数: TD\_Init 函数: 负责对 USB 端点进行初始化设置; TD\_Resume 函数: 该函数可在设备被外部唤醒事件唤醒且框架程序恢复处理后被调用; TD\_Poll 函数: 负责系统中循环任务的处理, 它主要是对各个端点的状态进行查询, 处理各种 OUT 或 IN 端点的交互, 完成数据的传输。数据采集卡的功能在 TD\_Poll() 中完成, 固件存储利用 EZ-USB 芯片的软功能, 即用 RAM 存储, 并由驱动程序完成固件的下载<sup>[4-6]</sup>。

### 4.2 USB 设备驱动程序

USB 需要通用驱动和下载固件驱动 2 个程序。通用驱动用于完成外设与用户程序的通信, 可使用 Cypress 公司开发包所提供的已经编好的通用驱动程序 ezusb.sys, 一般不需要重新编写; 下载固件驱动则负责在外设连接 USB 后把特定的固件程序下载到 CY7C68013A 的 RAM 中使 CPU 重启, 同时模拟断开与 USB 的连接, 以完成对外设的重新设置, 使主机能够根据新的设置安装通用驱动程序, 重新列举外设为一个新的 USB 设备。它可以用 Cypress 公司已经编好的驱动部分和固件程序由 DDK 编译后生成。在本设计方案中, 采用在配置好的辅助开发环境中修改该通用驱动程序的方式。

### 4.3 应用程序设计

应用程序开发选用 LabWindows/CVI8.1, 它是在 Windows 环境下面向计算机测控领域的虚拟仪器软件开发平台。LabWindows/CVI 是一个完全的 ANSI C 开发环境, 适用

于仪器控制、自动检测、数据处理的应用软件。用 LabWindows/CVI 提供的控制库(包括开关、旋钮、图表等)可以很容易地设计出符合实际要求、界面新颖美观的操作界面。另外, LabWindows/CVI 提供了丰富的库函数用于数据获取、数据处理和显示等功能, 这为开发不同的应用软件带来了极大的方便。

动态链接库(Dynamic Link Library, DLL)是一种基于 Windows 的程序模块, 它不仅可以作为运行模块(包含函数代码), 而且可以包含程序以外的任何数据或资源(位图或图标等)。该设计中动态链接库的设计主要解决 USB 数据采集卡与应用程序之间的通信, 使用 LabWindows/CVI 平台开发的应用程序不能直接调用 Windows 的 API 函数, 而在 Windows 平台下, 应用程序与 USB 设备通信都要使用 Windows 的 API 函数, 因此, 两者之间必须建立联系。由于 LabWindows/CVI 平台开发的应用程序可以直接调用 DLL 中的函数, 因此 DLL 就是上述两者建立联系的桥梁<sup>[7-8]</sup>。数据采集流程见图 3。

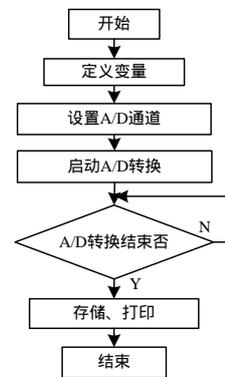


图 3 数据采集流程

LabWindows/CVI 应用程序调用 DLL 与普通函数调用方式基本相同, 在程序中用语句 Read Data(参数 1, 参数 2, 参数 3)调用 DLL 中的出口函数, 其中, 参数依实际采集方式而定, 类型要与 DLL 中形参相同。调用时在应用程序中要声明 DLL 中头文件“EZUSB.H”, 以确定 Read Data()原型, 此外要将库文件“EZUSB.H”和“EZUSB.lib”加入到应用程序的项目(project)中一起编译, 就可以在源程序中调用 API 函数驱动采集卡, 即实现了 LabWindows/CVI 对 DLL 的调用。

## 5 应用程序设计

利用 LabWindows/CVI 对自制数据采集卡进行环境温度、湿度、光照监测, 三路模拟输入实现对电压信号(温度、湿度和光照)的采集, 并将信号先转换为十进制, 然后进行标度变换, 转换为相应的温度值, 显示于控件中, 点击 On 按钮进行数据采集。上位机用户界面见图 4。

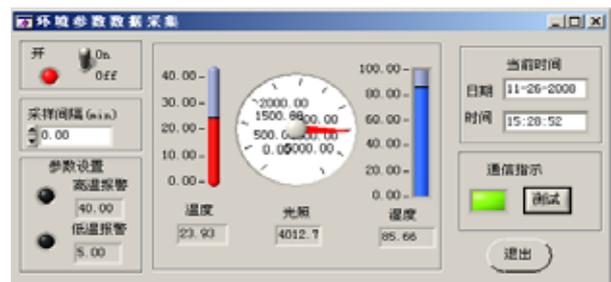


图 4 用户界面

(下转第 235 页)