基于USB接口的数据采集系统设计

赵 丽[1]，张春林[2]
（1. 长春职业技术学院，长春 130033；2. 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所，长春 130033）

摘 要： ARM2378为数据采集系统的控制核心，系统中还包括信号数据采集电路、电源电路和报警电路等。设备与PC主机能够实现USB接口通讯，并能够进行数据的采集、转换、存储、异常报警等。便于系统的维护与升级，提高了开发效率，开发周期也被大大缩短。

关键词： USB接口技术；ARM2378；PC机；通讯
中图分类号： TP274.2 **文献标志码：** A **文章编号：** 1009－3907(2013)04－0401－04

目前，嵌入式系统已经无处不在，运用数据采集系统可以对生产过程中的工艺参数进行监测，也可对过程参数进行记录。基于USB接口的数据采集系统设计以32位嵌入式芯片为控制核心，通过数模转换将传感器输出的模拟信号变换成数字信号，计算机对该数字信号进行相应的处理，包括逻辑判断和数学运算，最后获得需要数据。

USB(Universal Serial Bus，通用串行总线)使用方便、速度快，易于扩展，该技术将会逐渐取代传统传输方式在数据采集系统中的应用[1]。

1 总体方案设计

本系统是一种便携式数据采集系统，采用了ARM微处理器和USB2.0接口。系统硬件是在计算机基础上，搭配USB接口的下位机硬件板卡。系统硬件结构框图如图1所示。系统软件由PC的控制软件和下位机嵌入式的软件两部分组成。

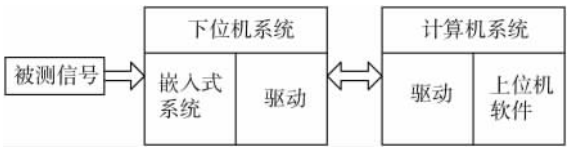


图1 系统硬件框图

外界需要测量信号经过传感器的检测，再经测量仪器放大电路的放大后，便可得到质量较高的信号，即被测信号进入下位机硬件系统。在ARM微处理器内部，将模拟信号经过AD转换变成数字信号，通过USB接口，数据被传送给上位机。上位机可对下位机进行控制及相关信息显示[2]。下位机具有较强的数据运算和处理能力，可进行数据的采集和运算，也可以响应上位机的控制指令，对系统进行基本控制。

2 硬件系统设计

2.1 信息采集系统设计

系统微处理器选用了PHILIPS公司推出的16/32位RISC芯片LPC2378，数据采集系统以LPC2378为核心，配合外围电路可进行数据的采集、转换、存储、异常报警等。LPC2378芯片内部自带ADC转换器，可将外部采集到的模拟电信号转换为可以处理的数字信号，并通过LPC2378内嵌的USB微处理器来进行电信号的上传[3]。系统硬件总体结构如图2所示。

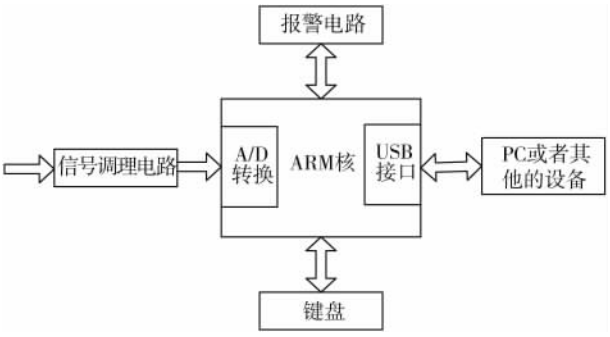


图2 系统硬件总体结构框图

LPC2378内部的A/D转换器包含一个控制寄

收稿日期：2013-02-19
作者简介：赵丽(1979-)，女，吉林松原人，讲师，硕士，主要从事单片机及其自动控制系统应用、传感器技术应用、机器人技术等教学及科研工作。

存器 ADCR 和一个数据寄存器 ADDR，A/D 转换器的工作方式和运行状态是由这两个寄存器来完成的。A/D 转换器中设有专门的中断使能位。A/D 转换开始前先写入 ADCR 寄存器来设置工作模式，转换结束后的数据从数据寄存器 ADDR 读出，该寄存器包含一个转换完成标志位 DONE 位和 10 位的转换结果。

LPC2378 包含一套局部总线，该总线可与片内 ARM7 存储器及控制器接口、一个 ARM7TDMI-S CPU，该 CPU 能进行仿真，并包含一套 AMBA 高性能总线(AHB)和一套 VLSI 外设总线(VPB)，AHB 能与中断控制器接口，VPB 可连接片内外设。

2.2 LPC2378ARM USB 设备控制器

USB 设备控制器与 LPC2378 ARM 内核总线之间的接口如图 3 所示，LPC2378 ARM USB 设备控制器的结构框图清楚地显示了 USB 设备控制器的内部结构。

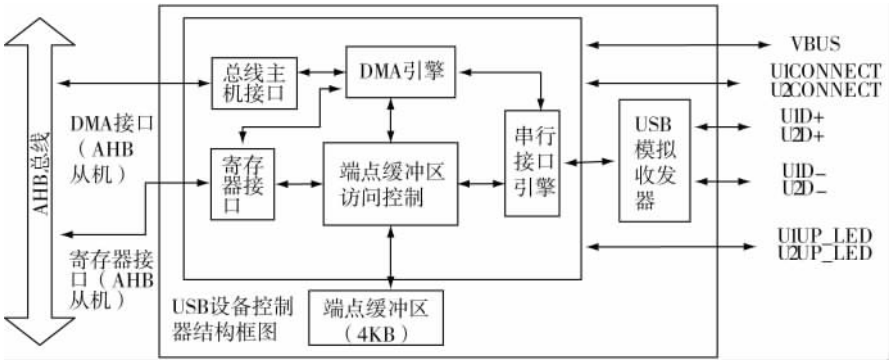


图 3 LPC2378 ARM USB 设备控制器结构框图

LPC2378 ARM 通过相关寄存器来实现对 USB 设备控制器的控制。这些寄存器都工作在 AHB 时钟域。CPU 可以直接访问这些寄存器，最小 AHB 时钟频率为 18MHz，所有寄存器都按字地址边界对齐，32 位宽。

LPC2378 ARM 内部具有一个完全兼容 USB2.0 全速规范的 USB 设备控制器，为提高了芯片性价比，USB 设备控制器嵌于 LPC2378 ARM CPU 内部[4]。

2.3 LPC2378 ARM USB 硬件电路设计

LPC2378 带有 2 个 USB 接口 - USB1 和 USB2。本系统仅需要使用其中一个，即利用其中的 USB1 接口设计了的 USB 功能设备，如图 4 所示。

USB1 的 USB 总线数据线为 P0.29(D+)和 P0.30(D-)，只需将 2 个匹配电阻(阻值为 22 欧)接到这 2 个引脚和 USB 接口 USB1 的第三脚和第二脚即可。

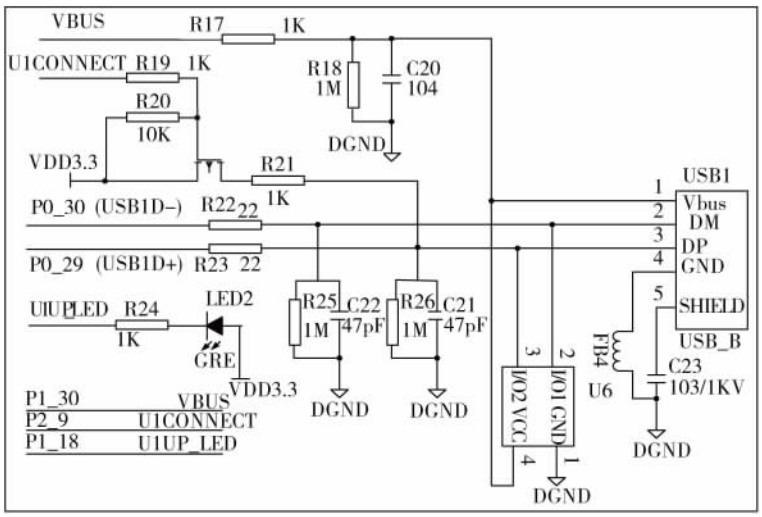


图 4 LPC2378 ARM USB 接口电路

为有效控制主机与 USB 设备之间的连接，接口电路使用 LPC2378 ARM 的 P2.9（只能使用该引脚）来实现软件连接特性。当 P2.9 为高电平时，主机断开与 USB 设备的连接，D + 线断开与 VDD3.3 的连接；P2.9 为低电平时，主机与 USB 设备建立连接 3，D + 线通过 R21（1.5KΩ）上拉到 VDD3。

USB1 的第一引脚通过一个 1kΩ 的限流电阻与专用检测引脚 P1.30 相连接，用来检测 USB 线是否已经插入。

如果 USB 总线已经处于活跃状态，发光二极管 LED2 能够表征 USB 总线的运行状态，如 USB 设备枚举成功，则点亮 LED2，如 USB 处于正常通行状态，则使 LED2 闪烁，如 USB 设备处于悬空状态或通行不正常，则熄灭 LED2。

静电释放器件 U6 选用了 PRTR5V0U2X，它是专门用于高速数据线或高频信号线的保护器件，可防止静电损坏芯片。LPC2378 的 USB2 接口电路所接的 I/O 口与 USB1 接口电路的 I/O 口不同，其它用法均相同。

3　系统软件设计

3.1　LPC2378 ARM USB 固件程序设计思想

尽管 LPC2378 ARM 内置的 USB 控制器已经较为智能，但是再智能的硬件也不可能满足客户的所有要求。固件程序的设计思想就是根据用户实际的需要，设计程序流程，编写软件程序，确保 USB 通信任务能够顺利完成。固件程序首先是完成设备配置，设备配置包括获取设备信息集、识别接口信息和获取设备路径名，其次是接收 USB 主控制器发来的信息，并且能够向主机发送信息。

固件程序设计包括三个层次，第一个层次是 USB 设备硬件抽象层，该层的全部函数用于配置 LPC2378 ARM USB 设备控制器；第二个层次是 USB 设备接口命令层，通过对相应寄存器的读/写来完成对 LPC2378 ARM 中 USB 设备控制器的访问，可采用函数程序的编写完成本层对相关寄存器的操作，协议层和应用层也能够随时调用；第三个层次是协议层，USB 设备的所有请求都是协议层处理的；第四个层次是应用层，应用层基本上完成控制器的所有功能，包括抽象层、命令层、协议层的功能，也都是应用层来控制完成的。

为使 USB 功能设备在总线上达到最大的传输速率，才设计了固件（Fireware）程序，固件程序主要处理 USB 事务，这样使 MCU 有更多空闲时间去处理其它的工作。固件程序一般采用中断控制方式。为确保最高的传输速率和简化固件程序，当微处理器在处理前台任务的时候，后台 USB 的传输可同时进行[5]。

其中一个端点与前台和后台数据的交换过程如下：

（1）USB 总线上的数据传输到控制器内部，制器申请中断。

（2）进入中断服务程序后，进行数据的接收并存储。

（3）退出中断程序后，前台对刚接收和存储的数据进行处理。

（4）假设要发送数据到 USB 主机，将数据发送到 LPC2378 ARM USB 发送端的缓冲器中。

3.2　上位机识别程序设计

USB HID 类上位机识别过程流程如图 5 所示。

在应用程序可以开始与 HID 交换数据前，应用程序必须先识别该设备，并且读取它的报表信息，这些动作需要调用一堆的 API 函数[6]。应用程序应首先识别连接到系统上的 HID 设备，在和 USB 设备进行通信前，也一样要进行这些操作，包括获取设备信息集、识别接口信息和获取设备路径名及打开设备。

4　结语

基于 USB 2.0 的数据采集系统是一种 USB 接口通讯设备，能进行设备与主机的通讯，主机将本系统作为一个 HID 类设备使用，无需编写烦琐的驱动程序就可实现 PC 主机与本系统的数据通讯，因此大大缩短了开发周期，提高了开发效率。

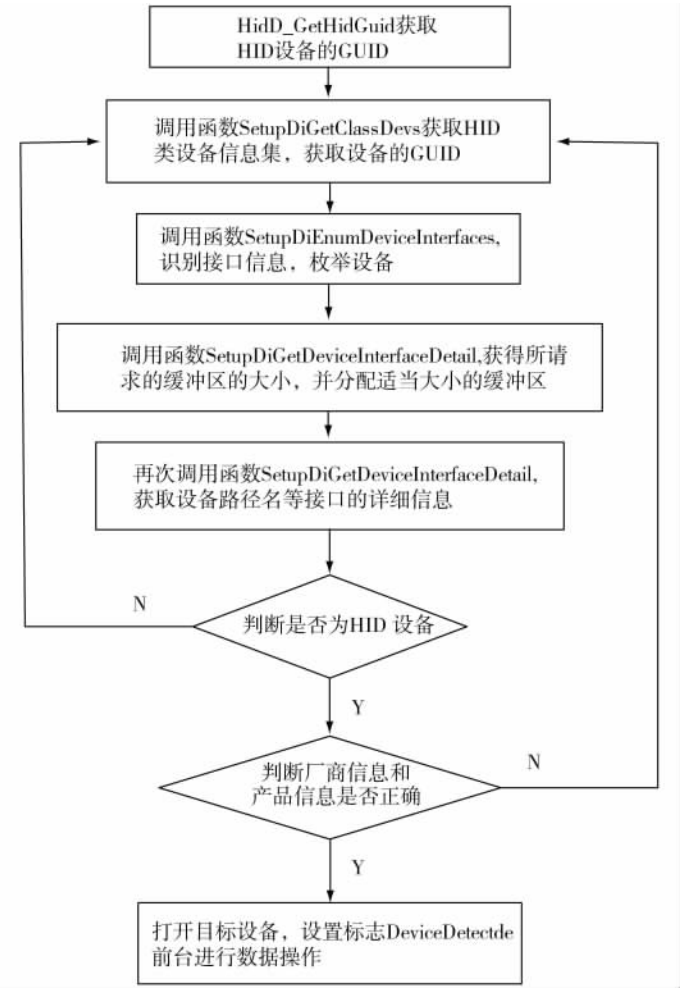


图5 USB HID **类设备的** PC **识别过程**

参考文献:

[1] **黄洁. 基于** USB2.0 **的数据采集系统的研究与设计** [J]. **自动化技术与应用**,2009,28(11):47-50.

[2] **毕宇辉,黄成军,郭灿新,等. 基于** USB2.0 **协议的** DSP **高速数据采集系统的设计** [J]. **江苏电机工程**,2006,25(5):41-44.

[3] **李兰,宁永海. 基于** CH372 **的** USB **数据采集系统的设计与实现** [J]. **微计算机信息**,2007,23(34):76-78.

[4] **朱晓锦,吴小军,李帆. 基于双核处理器的机敏结构振动主动控制器设计** [J]. **计算机测量与控制**,2010(2):366-369.

[5] **乔鹏,葛宝臻. 基于** USB **总线高速数据采集系统** [J]. **电子测量技术**,2003(4):13-17.

[6] **谢成山,薛磊,陈家松,等.** Windows **环境下** USB **应用程序实例的开发** [J]. **计算机工程**,2004(14):196-196.

责任编辑: 吴旭云

USB Interface-based Data Acquisition System Design

ZHAO Li[1], ZHANG Chun-lin[2]

(1. Changchun Vocational Institute of Technology, Changchun 130033, China;
2. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: ARM2378 is the control core of data acquisition system, in which there are the signal data acquisition circuit, power supply circuit and alarm circuit. The USB interface communication is achieved between the equipment and PC host computer, and it realizes data acquisition, conversion, storage and alarm. These functions provide convenience for system maintaining and upgrading, improving the development efficiency and shortening the development cycle.

Keywords: USB interface technology; ARM2378; PC host computer; communication