

基于MSP430单片机和USB的数据采集器设计*

王建勋, 周青云

(郑州职业技术学院 河南 郑州 450121)

摘要:以MSP430单片机和USB为基础,介绍一种小型扭矩测试仪中数据采集器的设计,给出了相应的工作原理、硬件和软件设计方案。整个系统具有体积小、功耗低、采集速度快的特点。

关键词:数据采集器; 单片机; MSP430F149; TUSB3410

中图分类号:TP274.2 文献标识码:B 文章编号:1003-7241(2007)11-0071-03

A Data Collector Based on MSP430 Micro Controller and USB

WANG Jian-xun, ZHOU Qing-yun

(Zhengzhou Polytechnic College, Zhengzhou 450121, China)

Abstract: This paper introduces a data collector based on MSP430 and USB for a mini dynamometer. The hardware circuit and the software program of the system are discussed. The whole system has the characteristics of smaller size, lower power consumption and higher collection speed.

Key words: data collector; micro controller; MSP430F149; TUSB3410

1 引言

MSP430系列单片机是由美国TI公司于2000年底推出的新一代16位单片机,它具有处理能力强、运行速度快、资源丰富、开发方便等优点,且具有很高的性价比,近几年在国内得到了广泛的应用。USB具有高速、可热插拔、接口通用、无需外接电源等优点,在数据传输方面应用广泛。

数据采集在测试系统中是一个很重要的环节,其精确性和可靠性是非常重要的。本文以小型扭矩测试仪的传感器为采集前端,阐述基于MSP430和USB的数据采集器的设计。

2 采集器硬件设计

2.1 MSP430单片机

MSP430系列单片机是超低功耗的微控制器,供电电压范围为1.8~3.6V。考虑本设计有功耗低、体积小、功能多的要求,所以选用MSP430F149,它具有60K的ROM、2K的RAM、有8个通道采样率为200K的12位A/D转换器、硬件乘法器、2个带有大量捕获/比较寄存器的16位定时器、看门狗等^[1]。在本采集器中,MSP430F149主要完成信号的多路采集、数据运算等功能。

2.2 TUSB3410芯片

本采集器采用的TUSB3410是TI公司的USB接口芯片,它包含一个8052微控制器单元(MCU)以及可以通过I2C总线从主机或从外部板上内存加载的16KB RAM。为了使MCU能够在引导时配置USB端口,系统提供了10KB的ROM,这也包含了I2C引导加载程序。TUSB3410符合通用串行总线USB2.0规范,支持12Mbps的数据速率,包含使用USB总线与主机进行高效通信所必需的全部逻辑,是一款高性能的USB接口器件,适合于精密的数据采集和转换。

TUSB3410同时支持自带电源与总线供电两种模式,其通过在高速USB端口与增强型通用异步接收机/发送器(UART)串行端口之间进行桥接。TUSB3410一旦被配置,数据流通过USB OUT命令从主机到TUSB3410,然后通过SOUT

线从TUSB3410输出。相反地,数据流通过SIN线流入TUSB3410和通USB IN命令入主机。这样,TUSB3410就成为将串行设备升级到快速而灵活的USB接口的理想选择^[2]。在本设计中,TUSB3410采用总线供电模式。

2.3 信号调理电路

由扭矩传感器和基于MSP430F149单片机及USB组成的数据采集器的整体功能框图如图1所示。

考虑到由于传感器输出的信号比较微弱且测试现场存在干

基金项目:河南省教育厅2007年自然科学研究(2007460027)项目资助

收稿日期:2007-06-19

扰信号,所设计的信号调理电路主要由信号放大电路、滤波电路组成。信号放大电路部分的一级放大器选用精密仪表放大器AD620,二级放大电路选用OP97。

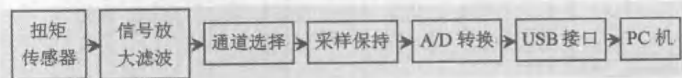


图1 整体数据采集功能框图

由于扭矩传感器测量的是拉、压力信号,即放大滤波后输出的电压信号为双极性信号,如果要被MSP430的ADC12模块进行采集和转换,必须将它转换为单极性信号,即要对信号进行直流偏置。在此采用基线提升电路,即在原电路基础上增加一片AD620,其所需要的约-1.5V基准电压由LM337提供。信号调理电路如图2所示。

传感器输出信号经信号调理电路后由P6口进入MSP430F149。信号调理电路如图2所示。

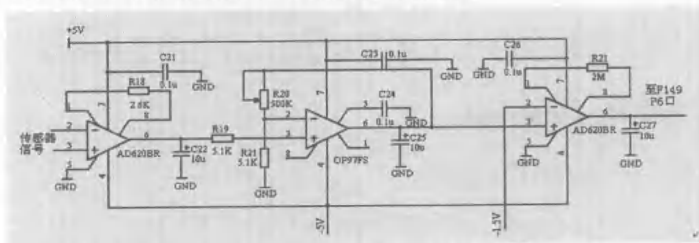


图2 信号调理电路

2.4 MSP430F149和TUSB3410接口电路

本系统中MSP430F149和TUSB3410的硬件接口电路图如图3所示。

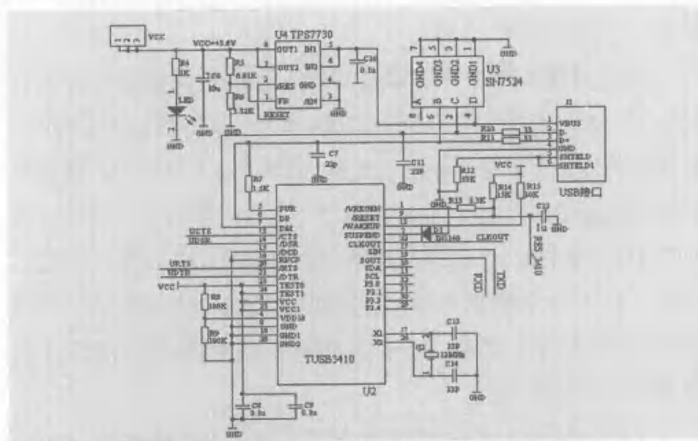


图3 MSP430F149与TUSB3410接口电路

USB在每一端口上提供5V电压,在没有任何特殊考虑时设备一般能从总线上达到100mA。然而,在需求上一直到500mA都可使用。在这里,采用具有复位功能并用MSOP-8封装的快速瞬态响应LDO稳压器TPS7730(U4)来产生+3.6V且一个最大限度输出为250mA的电流,它提供整个电路的电压。当USB设备接入PC机时,LED亮,当在进行数据传输时,LED将不断闪烁。

在USB接口电路中使用了德州仪器公司生产的双路USB端口瞬态抑制器SN75240(U3)。由于在USB的信号传递过程中会掺杂进瞬间的高压噪声,这些噪声对USB口的收发电路将产生致命的危害,因此需要对这些噪声电压进行抑制。SN75240可以对

USB接口中的不正常电压进行有效的抑制,以保证硬件设备的安全。

在接口电路中,MSP430F149的22、33脚与TUSB3410的19脚相连,一方面用于接收从USB来的数据,另一方面为BSL接受数据提供连接。MSP430的13、32脚与TUSB3410的17脚相连,一方面用于发送到USB的数据,另一方面为BSL发送数据提供连接。MSP430的28脚与TUSB3410的9脚相连复位,用于BSL进入的连接。MSP430的18脚,19脚分别与TUSB3410的14、13脚相连实现硬件握手。

从上面的连接情况可以看出,除串行连接USART0之外,同样的信号也连接到MSP430 BSL(引导加载程序)引脚,这样可以经过USB连接并通过引导装载程序(BSL)对一个空白的MSP430编写程序^[3]。

MSP430标准JTAG的14个插脚提供在系统中调试与编写程序。注意到,板的VCC被发送到JTAG连接器中的第4插脚,以允许JTAG调试器调整其电压水平。

3 系统软件设计

本项目中,仪器程序包括单片机程序、USB驱动程序和PC机应用程序。MSP430F149单片机程序包括USB设备的连接、USB协议和中断处理等,是仪器的核心控制单元。负责数据采集、保持、传输、中断等工作。

MSP430中ADC12模块提供了4种转换模式,在此采取序列通道单次转换模式。数据采集的间隔时间通过定时器A来完成,就是在每次定时器A中断到来时读取A/D转换采集得到的数据,在读数据之前先停止A/D转换,在读取数据完毕后启动A/D转换,如果得到数据,则设置一个标志位通知主程序,告诉主程序已经得到新的数据,整个模块采用的是中断服务结构。对转换模式、转换采样时序以及转换通道的设置如下:

```
void Init_ADC(void)
{
    P6SEL = 0X07; // 设置为P6.0模拟输入通道
    ADC12CTL0 &= ~(ENC); // 设置ENC为0,从而修改ADC12寄存器的值
    ADC12CTL1 |= CSSTARTADD_0; // 转换起始地址为:ADCMEM0
    ADC12CTL0 |= INCH_0; // 选择通道0
    ADC12MCTL1 = INCH_1; // 选择通道1和序列结束标志
    ADC12MCTL1 = INCH_2+EOS;
    ADC12CTL0 |= ADC12ON;
    ADC12CTL0 |= MSC;
    ADC12CTL1 = CONSEQ_1; // 序列通道单次转换模式
    ADC12CTL1 |= ADC12SSEL_1; // SMCLK
    ADC12CTL1 |= ADC12DIV_0; // 时钟分频为1
    ADC12CTL1 |= (SHP); // 采样脉冲由采用定时器产生
    ADC12CTL0 |= ENC; // 启动AD转换
    Return;
}
```

(下转第51页)

位提供或接收控制信息或状态信息,从而构成查询式接口连接。用C口的PC3提供打印机所需的选通信号,用PC7接收打印机送来的状态信号。

(5) 自动定高测试系统设计。要想传感器所传送的测量信号,对某一固定物重是一定的,必须使液压油受到的压力是不变的,而同一重物在不同的举升高度,对液压缸里液压油来说,会受到不同的压力。而且,在一定范围内,举升臂的角度每变化1度,压力读数相差1%,所以需要采用固定举升臂高度的方法进行测量。

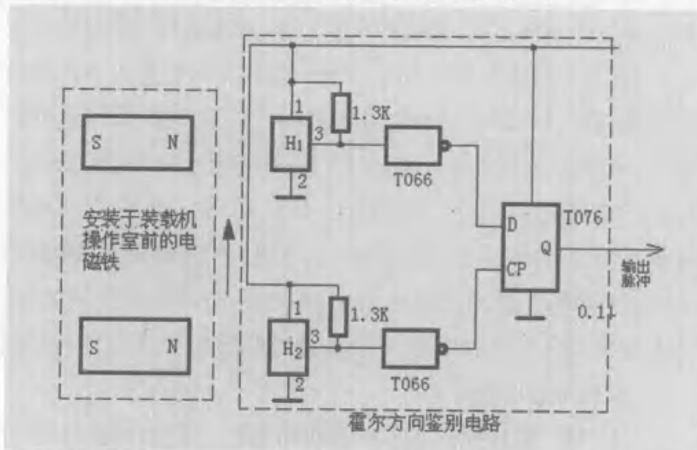


图3 定高控制电路

为使系统在设定高度能够自动采集压力数据,我们选用霍尔方向鉴别器^[4](图3),电磁铁固定于装载机设定位置处,霍尔方向鉴别器固定于举升臂。右虚线框图中的霍尔方向鉴别器是由霍尔开关集成电路、“与非门”集成电路(T066二输入端四与非门)和D触发器(T076)组成。当举升臂没有达到设定高度时,即霍尔开关集成电路靠近电磁铁时,D触发器输出的是低平信号;在举升臂上升的过程中,霍尔开关集成电路H1先与电磁铁靠近,此时D触发器的D端接收到一个高电平触发信号,此后当霍尔开关集成电路H2与电磁铁靠近时,D触发器的CP端才接受到一个高电平信号,此时D触发器输出端Q由低电平转换成高电平。而且在H1、

(上接第72页)

整个数据采集的过程都是以PC机为中心,PC机通过向MSP430发送命令来控制A/D转换的开始和结束。如果MSP430收到新的采集数据,先设置标志nADC_Flag=1,读取数据后启动A/D转换,当三个通道的数据采集和转换均完成,最后通过USB接口向PC发送数据;当MSP430未收到数据,则设置nADC_Flag=0,不启动A/D转换。

USB设备驱动程序负责建立起主机端和设备端的联系。TUSB3410固件程序的作用是将USB指令数据流由UART口传递给MSP430F149,从UART口得到的数据USB接口传送到PC,起到一个桥的作用。USB驱动程序可在www.ti.com和www.usb.org上获得。

PC机端的应用程序是Visual Basic 6.0环境下开发,它主要完成对采集到的数据进行显示,并对数据进行分析处理。

H2通过两块电磁铁时,只要运动的方向不变,D触发器得Q端保持高电平不变。此正脉冲作为定高信号传送给单片机控制器,单片机立即进行数据采集。

在举升臂下降的过程中,霍尔开关集成电路H2先与电磁铁靠近,D触发器的CP端先接受到低变高的信号,然后D端才接受到低变高的信号,此时D触发器输出端Q为低电平,所以举升臂在下降的过程中不会产生正脉冲。

5 结束语

本系统已配备在铁路运输部门的轮式装载机上,具有人性化的操作界面,司机使用过程中易于操作,不会对装载机机车本身产生影响,并且能够适应铁道装车的恶劣环境。装载过程中对货物重量的计量精度高,有效地防止了超载和欠载,独特设计的自动定高测试系统对举升臂的空间位置可以做出精确的判断,保证了数据采集的准确度与精度,各项功能符合国家有关规定,并且符合铁路部门散料装载的相关功能要求。另外,对于加强装载作业管理,提高装卸作业效率和效益,保证车辆运输的安全性等方面有着显著的成效。

参考文献:

- [1] 康锦第. 集成运算放大器[M]. 北京:机械工业出版社, 1987.5.
- [2] 杨振江等. A/D、D/A转换器接口技术与实用线路[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 1998.9.
- [3] 李昌禧. 智能仪表原理与设计[M]北京:化学工业出版社, 2005.3.
- [4] 周伦. 智能机电控制[M]. 成都:西南交通大学出版社, 2005.7

作者简介:朱宁贺,男,(1979—)硕士研究生。研究方向:智能控制技术的应用。

6 结束语

在现场测试中,数据采集器高速、实时、便携式、多通道的优点得到了充分的体现。试验表明,该系统应用到小型钻削试验中的钻削力和扭矩的测量中,用户界面友好,操作简便,测试的精度、速度以及系统的可靠性能满足要求。

参考文献:

- [1] 魏小龙. MSP430系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [2] MSP430 USB Connectivity Using TUSB3410[z]. Texas Instruments. 2006.
- [3] TUSB3410 USB to serial port controller data manual[z]. Texas Instruments. 2002.

作者简介:王建勋(1972—),男,郑州职业技术学院讲师,硕士研究生,研究方向:嵌入式系统。