

应用天地

基于 ADS1100 高精度智能测力计

颜自勇 廖文良 王辉堂 陈文芩
(厦门大学机电工程系 厦门 361005)

摘要: 文中介绍基于串行 A/D 转换器 ADS1100 的新型高精度智能测力计的开发, 阐述它的硬件结构和软件程序。该测力计将作用于传感器的力转换成电压值, 经 A/D 转换后用单片机进行处理, 其结果通过 LCD 显示, 并具有超荷报警、电压欠压报警、掉电进入低功耗模式等功能。

关键词: 串行 A/D 转换器 电可擦除只读存储器 I2C 协议 数字滤波

Intelligent and exact ergo meter based on ADS1100

Yan Ziyong Liao Wenliang Wang Huitang Cheng Wenxiang
(Dept. of Mechanical & Electronic Engineering, Xiamen University 361005)

Abstract: This article introduces a novel intelligent and exact ergometer based on ADS1100, which is a serial A/D converter. The hardware structure and software flow of the meter is emphasized. The principle of ergometer is conversion of the power act on sensor to voltage value which is dealt with by MCU and display by LCD. It also has many functions, include alarm when overload or fall short of voltage and enter the mode of low power-consumption.

Keywords: serial A/D convertor, EEPROM, I2C protocol, digital filter.

1 工作原理

高精度智能测力计可用于测拉力和压力, 它是将作用于传感器的拉力或压力转换为电压值, 经过放大器放大后, 送入 A/D 转换器, 经 A/D 转换后用单片机进行处理, 其结果通过 LCD 显示。该测力计使用非易失性存储器 AT24C08 来保存校正系数, 只需在第一次测量前进行一次校正, 以后一旦上电, 系统就会自动读取校正系数进行运算。该测力计还采用了中断设置零静态初始值和校正系数, 可以在特定情况下对系统进行校正和取静态初值, 能更准确地测试任何时刻的力的值。

2 硬件设计

系统的结构框图如图 1 所示。整个测力计最具特点之处在于其 A/D 转换器, EEPROM 都采用串行器件, 利用了 I²C 总线协议, 只需 2 根数据线和相应的控制线就可以工作, 大大减少了印刷电路板的

布线数目和 CPU 的 I/O 口利用数目。

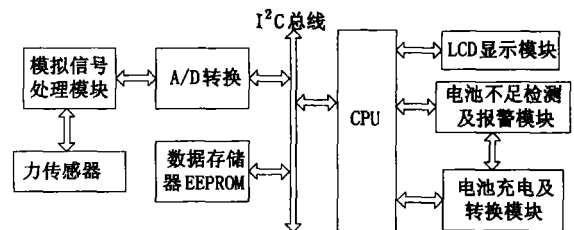


图 1 测力计结构框图

2.1 传感器及模拟信号处理部分

该测力计采用电阻应变式力传感器将传感器上所受到的压力或拉力转换为与之成正比的电压值, 传感器的应变电阻元件设计成如图 2 形状, 4 片应变片初始阻值大小相等, 采用差动布片和全桥接线。因为传感器在受到力的作用时, 应变电阻 R1 和 R2 阻值的变化方向一样, R3 和 R4 阻值的变化方向一样, 通过采用差动布片和全桥接线, 可以精确地输出传感器所受力转换的电压值。传感器的差压输出经

作者简介:

颜自勇(1982-), 男, 厦门大学机电系 2004 级硕士研究生。

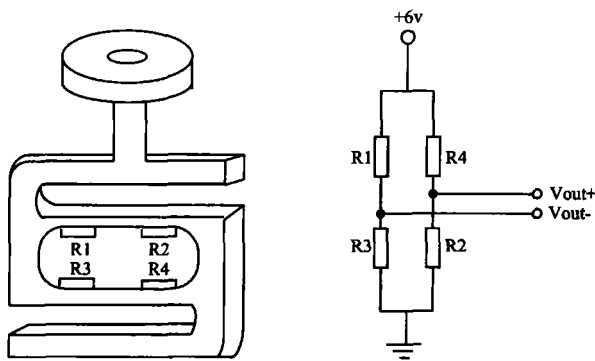


图2 传感器内部结构图

过放大器 OP07 和 4558 放大后,将输出送入 A/D 转换器进行数据的采样和处理。OP07 是低漂移差动放大器,我们用其作为第一级放大,可以精确地对来自传感器小至 $10\mu\text{V}$ 的输入进行放大,并很好的抑制共模信号的干扰;第二级放大采用双通道运算放大器 4558,利用第一通道对 op07 的输出进行放大,并将第一通道的正端输入按图 3 接法,通过调节 RW 可以调节 4558 的 $\text{IN}+$ 输入,来设置输出零点,使模拟部分的输出信号在 ADS1100 的线性工作区范围内。

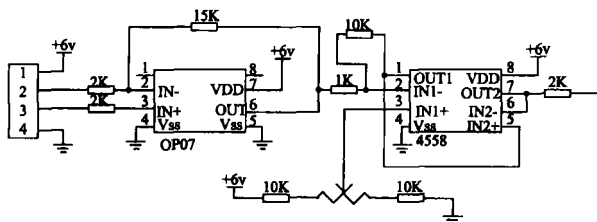


图3 模拟部分硬件原理图

2.2 AD 转换部分^[3]

模拟信号的采样和量化采用 ADS1100,它由一个带有可调增益的 - 模/数转换器、一个时钟发生器和一个 I^2C 接口组成,是精密的连续自校准 A/D 转换器,带有差分输入和高达 16 位的分辨率。其转换按比例进行,以电源作为基准电压,使用可兼容 I^2C 串行接口,在 2.7V 至 5.5V 的单电源下工作。

ADS1100 可每秒采样 8、16、32 或 128 次,片内可编程的增益放大器 PGA 提供高达 8 倍的增益,允许对更小的信号进行测量,并且具有高分辨率。在单周期转换方式中,ADS1100 在一次转换之后自动掉电,在空闲期间极大地减少了电流消耗。

ADS1100 通过 I^2C 接口总线与单片机连接,如

图 1 所示。

2.3 校正系数存储器^[2]

为了保存标定系数,而且要求关机后这些数据不丢失,系统采用了串行 EEPROM AT24C08 作为数据存储器,它的存储容量为 1024×8 位,读写时序兼容 I^2C 总线协议。

它同 ADS1100 共用 I^2C 接口总线与单片机连接。

2.4 I^2C 总线协议^[3]

I^2C 接口是一个 2 线漏极开路输出接口,支持多个器件和主机共用一条总线。通过将 I^2C 总线上的器件接地,只能使总线处于低电平,这些器件不能驱动总线到高电平。反之,总线要通过上拉电阻拉高。因此,在没有器件使总线变低时,总线处于高电平。这种方法可使两个器件不发生冲突;如果两个器件同时驱动总线,则驱动器不会发生冲突。

I^2C 总线上的通信通常发生在两个器件之间,其中一个作为主机,另一个为从机。主机和从机都能读和写,但从机只能依主机的方向工作。一些 I^2C 器件既可作为主机又可作为从机。

一条 I^2C 总线由两条线路组成:SDA 线和 SCL 线。SDA 传送数据;SCL 提供时钟。 I^2C 总线是双向的:SDA 线可用来发送和接收数据。当主机从从机中读取数据时,从机驱动数据线;当主机向从机发送数据时,主机驱动数据线。主机总是驱动时钟线。多数时候总线是空闲的,不发生通信,而且两条线均为高电平。在产生通信时,总线被激活。只有主机才能开始一次通信。为了开始通信,主机在总线上形成一个开始条件。通常只有在时钟线为低电平时,数据线才允许改变状态。如果在时钟线为高电平时,数据线改变了状态,则形成一个开始条件,或相反地形成一个停止条件。开始条件是当时钟线为高电平时,数据线从高到低的跳变;停止条件则是当时钟线为高电平时,数据线从低到高的跳变。

2.5 超荷报警

由于传感器上的电阻式应变片有形变限制,所以传感器有负荷限制。采用的传感器限制压和拉的物体重量小于 2kg,它是通过软件实现的,如果传感器的负荷大于我们保护传感器的设定值,单片机就会启动蜂鸣器报警;在负荷不超过设定值时,蜂鸣器关闭。

2.6 电池电量不足检测报警

测力计可以采用 12V 的交直流变换器供电,也

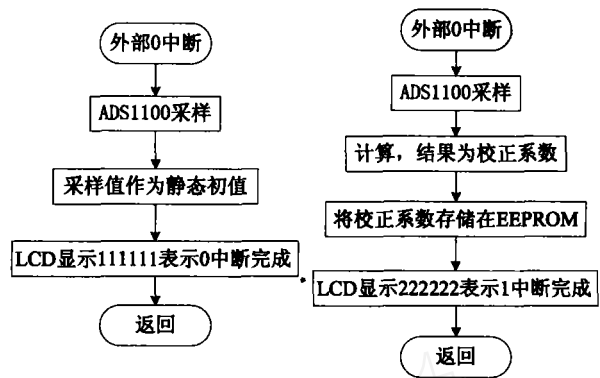
可以采用1节8V的可充电电池供电。当系统检测到电池电量不足时,会启动蜂鸣器报警,提示操作者更换电池或使用变换器供电。当使用变换器供电时,变换器可同时给电量不足的电池充电。

2.7 进入掉电模式的功能

测力计还具备进入掉电模式的功能。系统在对传感器信号采样、计算力的大小并送LCD显示后,会再次采样传感器信号,并与送显的数值做比较,如果检测到A/D采样值在预设的一段时间内的变化在可忽略范围内,就默认此时测力计被闲置,软件实现关闭LCD显示并使单片机进入掉电模式,降低系统功耗。用户可通过重新上电复位来退出掉电模式。这个功能可以在用户不使用测力计而忘记关电源时,避免电池的消耗。软件中,我们预设的进入掉电模式的时间为30分钟。

3 软件设计

此测力计的软件采用C语言进行编程,程序流程图如图4所示。图4(a)为主流程图,(b)为外部0中断流程图,(c)为外部1中断流程图;其初始化部



(b)外部0中断流程图 (c)外部1中断流程图

图4 软件流程图

分主要是对单片机的I/O口进行设置,并开启中断。该测力计采用了外部0中断设置零静态初始值,采用了外部1中断设置校正系数,可以在特定情况下对系统进行校正和取静态初值,能更准确地测试任何时刻的力的值。

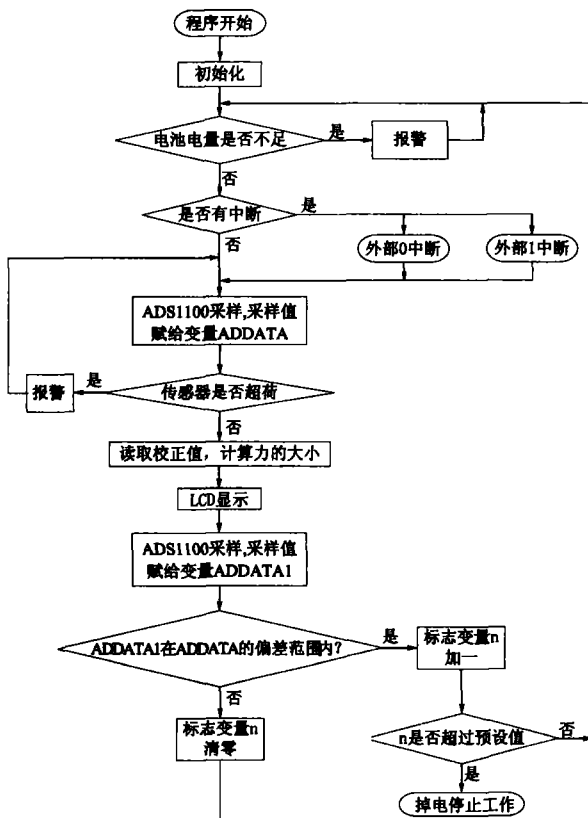
4 结束语

该测力计的核心器件ADS1100是贴片封装,其他部件也都可以采用贴片封装,可以大大减少印刷电路板的面积,且采用充电电池供电,能够实现测力计的便携化。

该测力计在低成本的前提下,达到了16位A/D转换的高精度,在使用中读数准确,反应灵敏,并且具有超荷报警,电压欠压报警,掉电进入低功耗模式等功能,在同类产品中具有很大优势,达到了预期的设计目标。

参考文献

- [1] 张友德,赵志英,涂时亮. 单片微型机原理、应用与实验[M]. 上海:复旦大学出版社,1998.
- [2] Atmel corporation. AT24C08 serial EEPROM Datasheet[Z]. 1998.
- [3] Texas Instruments. ADS1100 Analog-to-digital converter[Z]. 2002.
- [4] 张文超,卢可义,刘振方. 几种可用于测控仪器的串行总线研究和应用选择原则[J]. 测控技术,2005,24(2).
- [5] 施汉谦,宋文敏. 电子秤技术[M]. 北京:中国计量出版社,1991.
- [6] 单宝明,张彦军,刘建南. ADS1100 A/D转换器在称重仪表上的应用[J]. 吉林化工学院学报,2003,20(3).



(a)主程序流程图