

文章编号:1674-2869(2012)07-0061-05

C8051 单片机与霍尔传感器系统设计

陈杰,陈荡,熊雄

(武汉工程大学电气信息学院,湖北 武汉 430074)

摘要:为提高磁感应强度采集与显示的有效性,设计了一种基于 C8051F350 单片机与 SS495A 霍尔传感器的信号采集与显示系统.通过霍尔传感器把磁场强度转化为电压并作为输入信号,经放大器 AD620 进行放大后输送到单片机中采集并由其自带模/数转换器进行模/数转换,最终在显示屏上显示出来.实验结果表明,霍尔电压能够很精确测量出来,显示屏上显示的霍尔电压与记录的数据相符合,验证了方案的可行性,实验设计达到了预期目标.

关键词:霍尔传感器;单片机;数据记录;液晶显示器

中图分类号:TP393.4

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.07.013

0 引言

随着检测技术和控制技术的发展和传感器与单片机及显示屏构成的测控系统得到了广泛的应用^[1],功能也越来越强大.单片机价格低、可靠性高、易扩展、控制功能强和易于开发等优点在这类测控系统中发挥出了很强大的功能.该系统首先通过传感器把非电量参数转化为电压,然后通过单片机进行实时数据采集及预处理,最后在显示器或者显示屏上显示出来.

为提高磁感应强度采集与显示的有效性和降低其成本,本设计采用霍尔传感器 SS495A 作为前端进行数据采集,然后经放大器 AD620 进行信号放大后输送到单片机 C8051F350 进行数据处理,由于单片机 C8051F350 自带模/数转换器(Analog to Digital Converter,以下简称:ADC),所以不需要设计模/数(Analog to Digital,以下简称 A/D)转换电路,最后将信号在显示屏上显示出来.

1 系统构架

系统构架比较简单,可以分为3个部分:第一部分是数据的采集,由霍尔传感器产生电压信号^[1],通过放大器 AD620 把信号进行差分放大;第二部分是信号的处理,信号被输送到单片机,在单片机内部进行 A/D 转换及相关数据处理;第三部分是信号的显示,在显示屏 LCD1602 显示电压值.整体框图如图 1 所示.

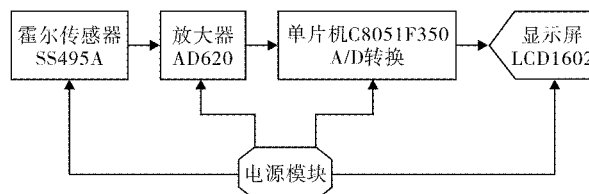


图1 系统整体框图

Fig.1 Overall block diagram of system

2 硬件设计及实现

2.1 电源模块的设计

一般一个系统存在模拟器件与数字器件,各个器件所需的电源电压也不尽相同.本设计中霍尔传感器、放大器以及液晶显示屏的工作电压都是 5 V,而单片机的工作电压是 3.3 V,故需要额外的电压转换电路,其电源电压转换的电路如图 2 所示,电压转换电路芯片选用 AMS1117-3.3,其中 5 V 电压用 VCC 来表示,3.3 V 电压用 VDD 来表示.

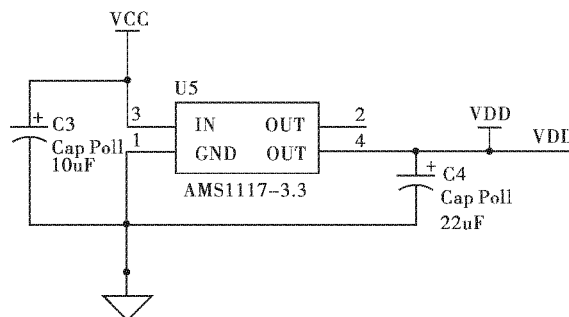


图2 电源电压转换电路图

Fig.2 Circuit diagram of power supply voltage conversion

收稿日期:2012-04-08

基金项目:湖北省自然科学基金项目(2010CHB01301);武汉工程大学科学研究项目(15106032)

作者简介:陈杰(1958-),男,湖北安陆人,教授,硕士.研究方向:控制理论与控制工程.

2.2 SS495A 霍尔传感器的特点

霍尔传感器是根据霍尔效应制成的一种传感器,主要实现磁电转换,用于与磁场相关的运动参数的检测,将物体的各种非电量参数转变为电压输出,在检测和自动控制中得到了大量的应用^[2]. 集成电路技术的发展使得集成霍尔传感器占据了霍尔传感器的主体市场,主要生产公司有 Honeywell 公司、Siemens 公司、Melexis 公司等. 集成霍尔传感器凭借其体积小、频响宽、动态特性好等特点^[2],得到外界的一致好评.

本设计采用的是 Honeywell 公司的 SS495A 线性霍尔传感器,它是一种高精度的集成霍尔传感器,对外围设备要求简单、使用寿命长并且应用广泛. 该霍尔传感器的工作原理为:相对放置两块极性相同的磁铁,以磁场强度 $B=0$ 处作为位移 x 的参考原点,则 $x=0$ 时 $B=0$,磁场电压即霍尔电势 $U_h=0$. 当磁铁间的霍尔元件移动到 x 处时, U_h 的大小由 x 处的磁场强度决定. 用 K_h 表示霍尔电压与位移的比例系数即霍尔元件灵敏度,由公式 $U_h = K_h IB$ 可知:保持电流 I 不变,则 $dU_h/dx = IK_h dB/dx = K_h I = K$,积分后得 $U_h = Kx$,即霍尔电势与位移成比例. 所以磁场梯度越大,磁场变化越均匀,灵敏度也就越高,电压和位移的线性越好^[1]. 最后由霍尔传感器输出端输出电压输送到放大器输入端.

2.3 放大器 AD620 的特点

AD620 是一款高精度低功耗仪表放大器(最大工作电流仅 1.3 mA),在模拟电路中得到了广泛应用. AD620 具有高精度(最大非线性度 40 ppm)、低失调电压(最大 50 μV)和低失调漂移(最大 0.6 $\mu V/^\circ C$)特性,非常适合电子秤和传感器等精密数据采集系统的应用. 由于其功耗低、尺寸小的特点可以作为电池供电及便携式(或远程)应用的理想之选. AD620 仅需要一个外部电阻来设置增益,增益变化范围可以从 1 变换至 1 000,因而作为前置放大器使用效果非常好. 此外,AD620 还非常适合多路复用应用,其建立时间为 15 μs ,能够实现每通道一个仪表放大器的设计^[3]. 其封装引脚图如图 3 所示,通常采用 8 引脚小输出线集成电路或双列直插式封装.

2.4 单片机数据采集与 A/D 转换的实现

该系统采用的单片机是新华龙公司生产的 C8051F350 单片机,属于完全集成的混合信号片上系统型单片机. 其具有全速、非侵入式的在系统调试接口,故该系统采用 C2 下载口下载程序;24 位单端/差分 ADC,从而不需要外部 A/D 转换电路;增强型 UART 和 SPI 串行接口,4 个通用的 16

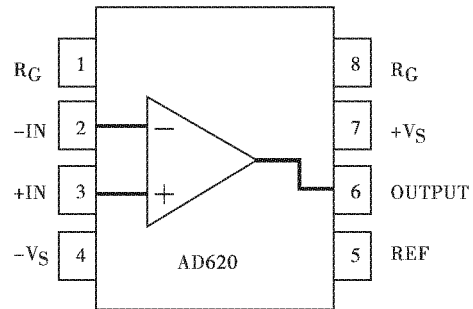


图 3 AD620 封装引脚图

Fig. 3 Pin diagram of AD620 package

位定时器,高精度可编程的 24.5 MHz 内部振荡器,片内上电复位、VDD 监视器和温度传感器,片内电压比较器,17 个输入输出(Input/Output,以下简称:I/O)端口等功能^[4-6].

C8051F350 内部有一个全差分位 ADC,该 ADC 具有在片校准功能. ADC 可以使用内部的基准电压,也可以用外部差分电压作基准,该系统采用的是外部基准电压. 在 ADC0 中包含一个可以设置 8 种增益的可编程增益放大器,最大增益可达 128 倍. ADC 的差分输入与 8 个外部引脚及内部温度传感器可以由模拟多路选择器相连接. 与内部输入缓冲器相连的变送器可以由其提供输入阻抗^[4-6]. 该设计由 AIN0.0 与放大器输出端相连采集信号,经过一定的数据处理显示在显示屏上.

2.5 硬件电路的实现

根据霍尔传感器与单片机的特点,电路图连接如图 4 所示,单片机的 AIN0.0 与放大器相连,用于数据的采集. 单片机的 P1.3 位连接一发光二极管用于单片机上电的指示,单片机 P1.0 ~ P1.2 分别与 LCD1602 的 RS、R/W、使能端 E 连接,用于对显示屏的控制,单片机的 P0.0 ~ P0.7 分别与 LCD1602 的 DB0 ~ DB7 相连接,用于数据传输.

在图 4 中,由于单片机自带振荡器,故不需要设计外部振荡器. 单片机的 AGND、AV+、P2.0、RST 口用于与 C2 仿真器的连接,下载程序到单片机进行在线调试,其中 RST 用作复位. 放大器的正相输入端需要与稳压器相连接,本设计选取的稳压芯片是 LM385BZ-2.5,用于差分放大. 各电阻电容值的选取如图 4 所示.

3 软件实现部分

基于 C8051F350 单片机的信号采集与显示系统实现的功能更加强大,指令系统更加简单,软件设计采用 C 语言编程实现,软件开发环境采用 Silicon Laboratories IDE.

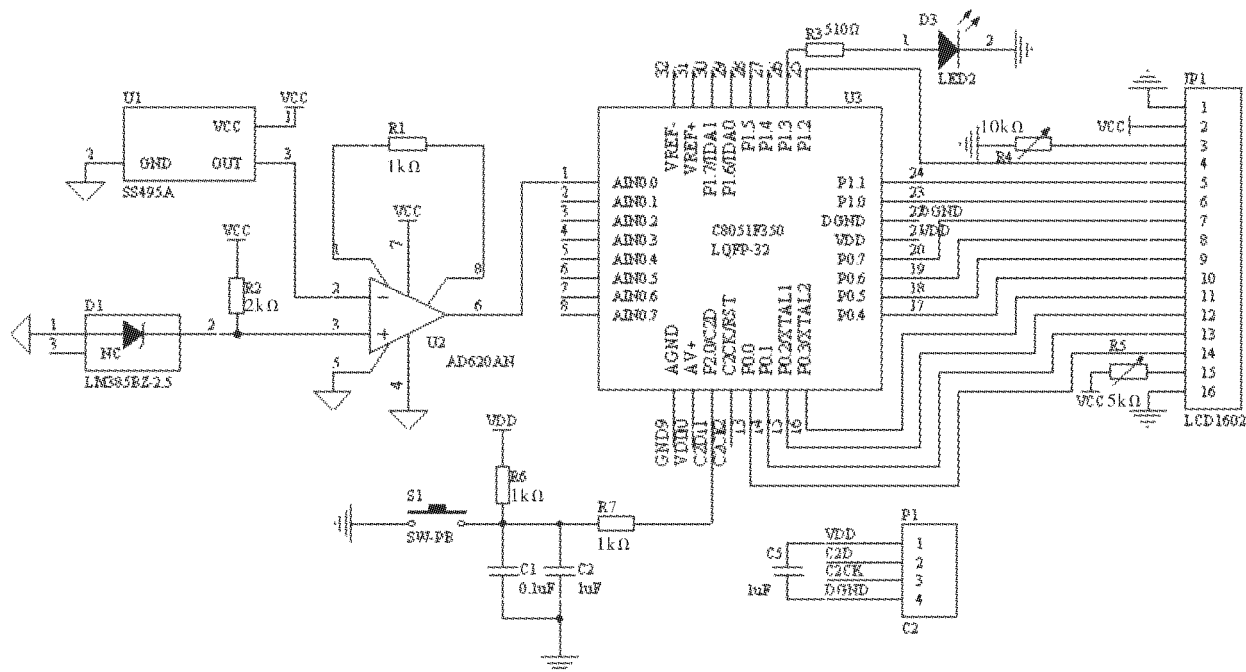


图4 系统电路原理图

Fig.4 System circuit diagram

3.1 主程序流程设计

主程序流程如图5所示,当手动按下开关S1时程序开始运行,进行初始化,初始化主要包括对各寄存器的状态进行初始化,对单片机I/O端口、内部晶振的初始化以及对液晶显示屏进行初始化.主程序进行数据的采集、模/数转换以及结果的显示.单片机采用中断方式运行,当显示屏的信号被单片机接收到时,中断服务程序就被执行,单片机就会对传送过来的模拟电压信号进行A/D转换,并向显示屏发送数据并显示出来.

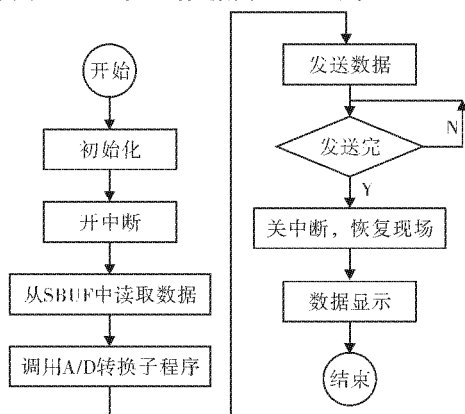


图5 主程序流程图

Fig.5 Flow diagram of main program

以下仅给出A/D转换中断服务子程序:

```
void ADC0_ISR (void) interrupt 10
{
    static LONGDATA rawValue;
    unsigned long mV;
    while(! AD0INT);
    AD0INT = 0;
    rawValue.Byte[Byte3] = 0x00;
    rawValue.Byte[Byte2] = (unsigned char)
    ADC0H;
    rawValue.Byte[Byte1] = (unsigned char)
    ADC0M;
    rawValue.Byte[Byte0] = (unsigned char)
    ADC0L;
    mV = rawValue.result / 6710;
}
```

3.2 实验验证

本设计测量的是磁感应强度,而磁感应强度是由位移决定的,故需要标定位移量记录数据来得到相应的结果,其中单片机基准电压选取为2.5V.

当保持磁铁N极不变时,移动霍尔传感器,测得位移-电压的数据如表1所示.

当保持磁铁S极不变时,移动霍尔传感器,测得位移-电压的数据如表2所示.

表1 磁铁N极不变的位移-电压关系

Table 1 Displacement - voltage relationship of magnet N pole unchanged

位移/mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
电压/V	1.53	2.08	2.26	2.38	2.43	2.46	2.48	2.48	2.49	2.49	2.50	2.50

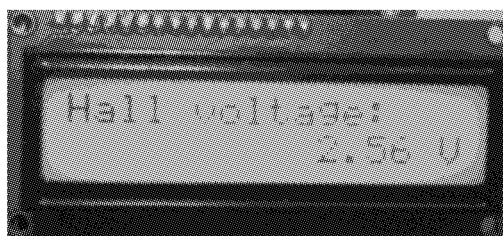
表 2 磁铁 S 极不变的位移 - 电压关系

Table 2 Displacement - voltage relationship of magnet S pole unchanged

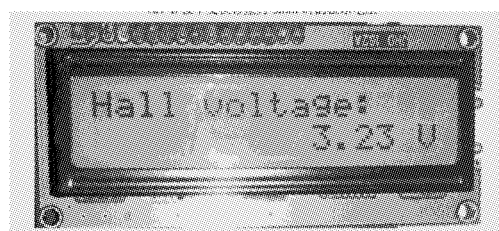
位移/mm	15	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
电压/V	2.50	2.50	2.50	2.51	2.52	2.53	2.56	2.60	2.70	2.87	3.28	4.23

从表 1 和表 2 中可知:虽然磁感应强度的检测受外界电波干扰等因素的影响,输出信号输出误差在所难免,但仍然能准确地测量出来,测量的位移可以达到 10 mm,无论怎么移动霍尔传感器,在一定范围内,电压会随着位移的变化而变化,从而很好地验证了此方案的有效性.根据图 5 所示的流程和选取的位移量,用 C 语言编程实现,在开发环境中进行编辑和装载,并通过烧录器把 HEX

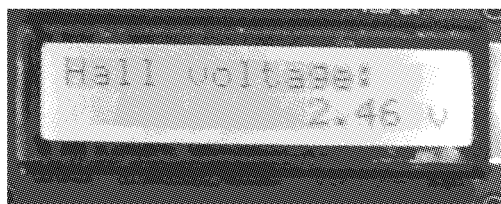
文件烧录到单片机中,按下开关 S1.保持 S 极不变,位移量分别为 5 mm 和 1 mm 时,在显示屏 LCD1602 上显示的霍尔电压分别为 2.56 V 和 3.23 V,如图 6(a) 和图 6(b) 所示;保持 N 级不变,位移量分别为 5 mm 和 1 mm 时,在显示屏 LCD1602 上显示的霍尔电压分别为 2.46 V 和 3.23 V,如图 6(c) 和图 6(d) 所示.



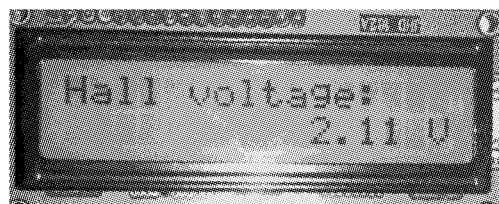
(a) S极不变位移量为5 mm时的霍尔电压



(b) S极不变位移量为1 mm时的霍尔电压



(c) N极不变位移量为5 mm时的霍尔电压



(d) N极不变位移量为1 mm时的霍尔电压

图 6 霍尔电压效果图

Fig. 6 Effect diagram of hall voltage

从表 1、表 2 和图 6 可以看出,当位移量为 5 mm 时,所测得的数据与显示屏上显示的电压一致;当位移量为 1 mm 时,所测得的数据与显示屏上显示的电压有一定的偏差,但偏差很小,可以忽略不计,从而验证了此方案的可行性.通过测试验证,预计设计目标均已达到,设计非常成功.

4 结 语

C8051F350 单片机与 SS495A 霍尔传感器信号采集与显示系统的设计,实现了一种简单的磁感应强度检测方式,本方案可应用于一些简单的设备如笔记本电脑闭合时磁感应的检测、磁悬浮列车磁感应的检测等.本方案实现的成本相对低廉,检测的准确性高,将会得到越来越广泛的应用.

参考文献:

- [1] 林游,张俊杰,易凡.霍尔传感器信号采集与显示系统设计[J].现代电子技术,2009,32(4):191-194.
- [2] 张欣,陆申龙.新型霍尔传感器的特性及在测量与控制中的应用[J].大学物理,2002,21(10):28-31.
- [3] 曹军.仪器放大器 AD620 性能及其应用[J].电子器件,1997,20(3):62-66.
- [4] 鹿玲,袁宝山,李业德.基于 C8051F350 的超市电子计价秤的设计[J].山东理工大学学报:自然科学版,2009,23(3):81-84.
- [5] 徐国栋,郑洪波,杨列坤,等.高精度智能压力传感器的系统设计[J].可编程控制器与工厂自动化,2009(9):110-113.
- [6] 杨宇林,白日昌.利用动态 TDMA 无线通信网络技术实现建筑物内部消防报警系统的联动监控[J].辽宁建材,2011(12):44-46.

Design of C8051 microcontroller and Hall sensor system

CHEN Jie, CHEN Dang, XIONG Xiong

(School of Electrical and Information Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In order to improve the effectiveness of acquisition and display of magnetic flux density, a scheme based on C8051F350 microcontroller and SS495A hall sensor was designed. The input signal was voltage which was transported by magnetic field strength through hall sensor; the voltage signal was amplified by the amplifier AD620, and transported into the microcontroller; analog to digital (A/D) conversion processing was accomplished by the microcontroller itself; the data finally displayed on the liquid crystal display (LCD). Experiment results show that hall voltage is measured accurately which is consistent with the recorded data, the feasibility of the scheme is verified and the design goal is reached.

Key words: hall sensor; microcontroller; data record; liquid crystal display

本文编辑:苗 变



(上接第 53 页)

[11] Puccinelli D, Haenggi M. Wireless Sensor Networks; Circuits and Systems Magazine, 2005, 5(3): 19-29.
Applications and challenges of ubiquitous sensing [J]. IEEE

Monitoring system of running condition of chemical equipments based on wireless sensor network

CAO Peng-bin, HU Jia-qiang

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In allusion to the conventional cable-sensors system for the real-time monitoring of chemical equipments running condition existing problems such as complicated wiring and difficult maintenance, a supervisory control and data acquisition system scheme for chemical equipments based on wireless sensor network was put forward. Combing with existing experimental equipments, we used wireless sensor network instead of cable-sensors system. By designing data acquisition and processing program based on LabVIEW and setting up human-machine interface by using GENESIS64, we realized wireless data acquisition and real-time online or offline monitoring for the running condition of chemical equipments, which has functions of real-time display, historian data playback and alarm information processing.

Key words: wireless sensor network; monitoring system; virtual instrument; chemical equipment; node communication capability

本文编辑:陈小平