

基于 STC89C52RC 单片机的电子称设计^{*}

王瑞琦¹ 刘向阳² 邹星兴¹ 王迪¹ 刘浩迪¹

(1. 西安航空学院 西安 710071; 2. 西安通信学院 西安 710106)

摘要:介绍一款以 STC89C52RC 单片机为控制器,利用电阻应变片为称重传感器的电子称设计方法。受力改变应变片的阻值,进而改变输出电压。通过建立数学模型,使输出电压与压力成线性关系,从而得到物体质量。称重传感器在受到压力时形变量小,输出的电压信号微弱,采用高精度转换芯片 HX711 将信号放大并进行模数转换,使转换数值与物重相对应,并用 12864 液晶屏显示。根据现实需求,电子称可实现计价和超重报警等功能。

关键词:电子称;STC89C52RC;电阻应变片;全桥式称重传感器

中图分类号: TN79 TP30 文献标识码:A 国家标准学科分类代码: 510.10

Design of the electronic scale based on STC89C52RC MCU

Wang Ruiqi¹ Liu Xiangyang² Zou Xingxing¹ Wang Di¹ Liu Haodi¹

(1. Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China; 2. Xi'an Communication Institute, Xi'an 710106, China)

Abstract: This paper presents the design of an electronic scale based on STC89C52RC MCU, which uses resistance strain gauges as the bridge weighing sensor. Output voltage can be manipulated by the resistance of strain gauge, which is related to its strain. By establishing mathematical model, the output voltage forms linear relationship with the object weight. The design utilizes the high precision conversion chip HX711 to amplify the weak voltage signal since the strain is very small. As a result, the object weight is displayed on a 12864 LCD. To meet practical demand, the electronic scale can realize the function of valuation and overload alarm.

Keywords: electronic scale; STC89C52RC; resistance strain gauge; bridge weighing sensor

1 引言

电子称是目前电子设计的一个热门课题^[1-2],它在日常生活、环境保护、工农业生产、国防和科研等领域应用广泛。随着集成电路技术和微处理器技术的发展,已经有很多基于数模混合电路的电子称设计^[3-4]。设计一般采用电阻应变片作为称重传感器,由于应变片具有一定的非线性,使得测量精度受到一定限制。研制造价低、精度高、功能强的电子称是电子工程师一贯追求的目标。

本文设计的电子称如图 1 所示,该系统以 STC89C52RC 芯片为主控单元,并由称重传感器、信号放大和模数转换器和显示器等部分构成。特别地,通过采用高精度 AD 转换芯片 HX711 和电阻应变片组成的全桥电路,提高了称重精度和抗干扰能力。

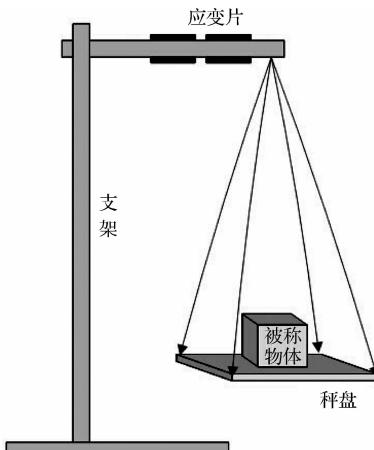


图 1 电子称模型

收稿日期:2017-02

* 基金项目:国家自然科学基金(61640006)资助项目

2 理论基础

2.1 称重传感器原理

电阻应变式传感器^[5-7]是将被测量的力通过金属弹性形变转换成电阻变化的器件,由电阻应变片和测量电路两部分组成。本文采用的是电阻应变片,电阻丝排成网状以获得高阻值,电阻丝两端引出导线,线珊上面有覆盖层,起保护作用。电阻应变片的工作原理是基于电阻应变效应,即在导体产生机械形变时,它的电阻值发生相应改变。

设有一根电阻丝,它在未受力时的原始电阻值为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

式中: R 为电阻, ρ 为电阻率, l 为电阻丝长度, S 为横截面积, r 为横截面积, 外力作用将引起电阻变化 ΔR , 且有:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta l}{l} - \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (2)$$

令电阻丝的轴向效应为 $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$, 由材料力学可知

$\frac{\Delta r}{r} = -u(\frac{\Delta l}{l}) = -u\epsilon$, u 为电阻丝材料的泊松系数, 得:

$$\frac{\Delta R}{R} = (1 + 2\mu)\epsilon + \Delta\rho/\rho \quad (3)$$

通常把单位应变所引起的电阻相对变化称作电阻丝的灵敏系数 k_0 。

$$k_0 = \frac{\Delta R/R}{\varepsilon} = (1 + 2\mu) + \frac{\Delta \rho/\rho}{\varepsilon} \quad (4)$$

可以看到, 电阻丝灵敏系数 k_0 由两部分组成: $(1+2\mu)$ 表示受力后由材料的几何尺寸变化引起的; $\frac{\Delta \rho / \rho}{\epsilon}$ 表示由材料电阻变化所引起的。对于金属材料, $\frac{\Delta \rho / \rho}{\epsilon}$ 项的阻值要比 $(1+2\mu)$ 小得多, 可以忽略, 故 $k_0 = 1 + 2\mu$ 。大量实验证明, 在电阻丝拉伸比例极限内, 电阻的相对变化与应变成正比, 即 $k_0 = 1.7 \sim 3.6$ 。故式(3)可写成 $\frac{\Delta R}{R} \approx k_0 \epsilon$ 。

2.2 全桥测量电路

一般在测量中都使用 4 片应变片组成差动全桥,本文所采用的传感器就是全桥测量电路^[8],如图 2 所示。

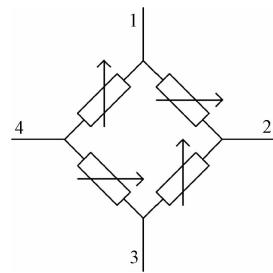


图 2 全桥测量电路

设 E_{in} 为供桥电源电压, 当 $R_1R_3 = R_2R_4$ 时, 则电桥输出

出电压或电流为零,这时电桥处于平衡状态。其测量原理为:用应变片测量时将其粘贴在弹性体上,当弹性体受力变形时,应变片的敏感栅也发生变形,其电阻值发生相应变化,通过转换电路转换为电压或电流变化。

3 硬件设计

物体的重量使传感器发生形变，阻抗就会发生变化，产生一个变化的模拟信号，该模拟信号需要由放大电路放大后输入到模数转换器，转换为数字信号后输入到微处理器处理。微处理器根据键盘命令以及程序将结果输出到显示器上，如图 3 所示。

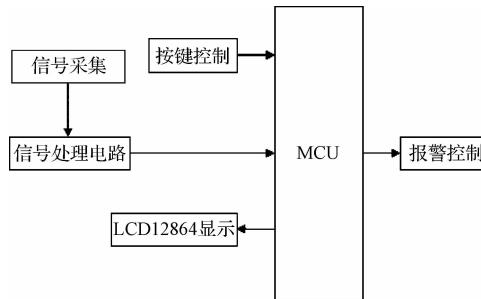


图 3 硬件设计流程

3.1 单片机 STC89C52RC 最小系统

STC89C52RC 是一种低功耗、高性能 CMOS8 位微控制器^[9-10]，具有 8K 字节系统可编程 Flash 存储器、512 字节 RA、32 位 I/O 口线、内置 4 KB EEPROM、3 个 16 位定时器/计数器、4 个外部中断结构和全双工串行口。另外，STC89C52RC 可降至 0 Hz 静态逻辑操作，可选择节电模式。图 4 所示为 STC89C52RC 的最小系统，是片内有 ROM/EPROM 的单片机，其最小系统简单可靠，仅由时钟电路、复位电路和电源电路构成。

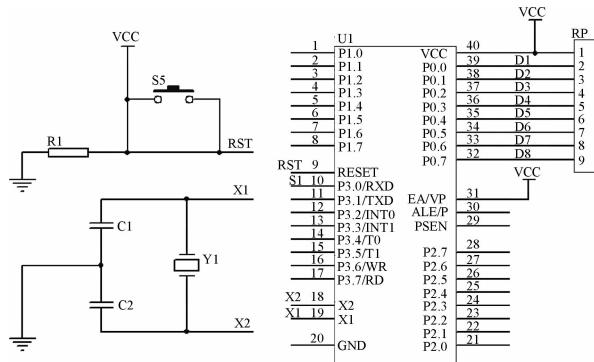


图 4 STC89C52RC 微控制器

3.2 HX711 外围电路

HX711 作为一款专为高精度称重传感器设计的 24 位 A/D 转换芯片^[11-12]，集成度高、响应速度快、且抗干扰能力强。自带的稳压电源可直接向传感器和片内的 A/D 转换器提供电源，而无需另外的模拟电源。HX711 芯片内部

的时钟振荡器不需要任何外接器件,具备上电自动复位功能,该功能简化了开机的初始化过程。其外围电路如图5所示。

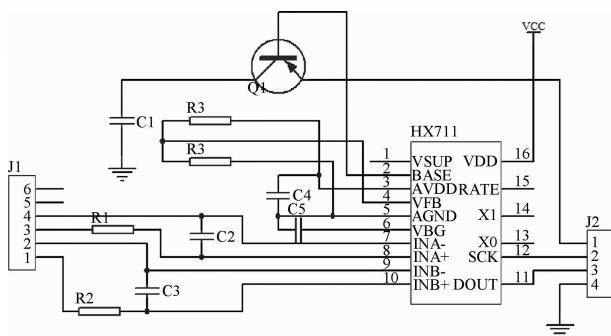


图5 HX711及其外围电路

3.3 显示电路与单片机接口电路

LCD12864 液晶的显示分辨率为 128×64 , 内置 8 192 个 16×16 点汉字和 128 个 16×8 点 ASCII 字符集^[13]。采用 LCD12864 显示, 利用该模块灵活的接口方式和简单方便的操作指令, 可以显示 8×4 行 16×16 点阵的汉字, 也可完成图形显示, 构成全中文人机交互图形界面。LCD12864 与单片机的连接如图6所示。

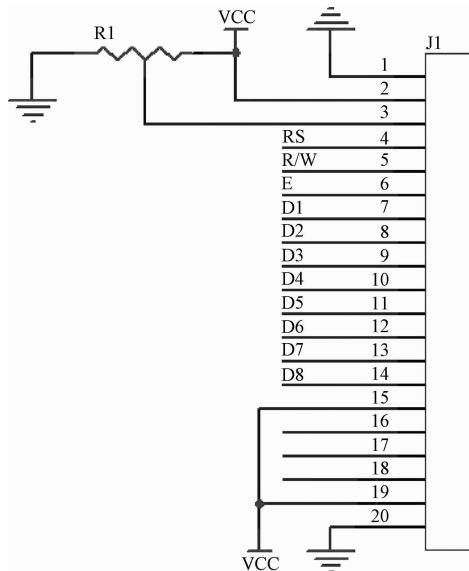


图6 LCD12864与单片机的连接

3.4 键盘电路与单片机接口

设计按键数量较多,为了减少 I/O 口的占用,将按键排列成矩阵形式。设计采用矩阵式键盘,每条水平线和垂直线在交叉处不直接连通,而是通过一个按键加以连接。这样一个端口就可以构成 $3 \times 4 = 12$ 个按键,比直接将端口线用于键盘多出一倍,且线数越多,区别越明显。键盘为 4×4 键盘,包括数字键及功能键,键盘电路与单片机接口电路如图7所示。

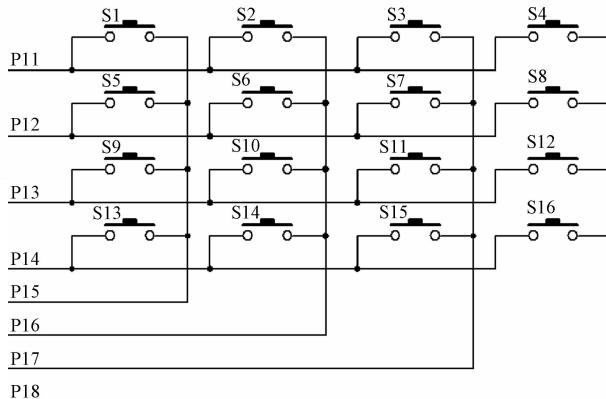


图7 键盘电路与单片机接口电路

3.5 报警电路

当电路检测到称重的物体超过仪器的测量范围时,将产生一个信号给报警电路,使其报警从而提醒工作人员注意,超限报警电路如图8所示。

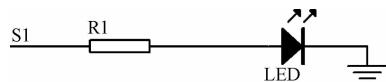


图8 超限报警电路

4 软件设计

软件部分主要实现键盘的设置和显示,流程如图9所示。

1) 键盘实现功能:去皮,设定单价。

2) 显示部分:显示重量、单价和总额。

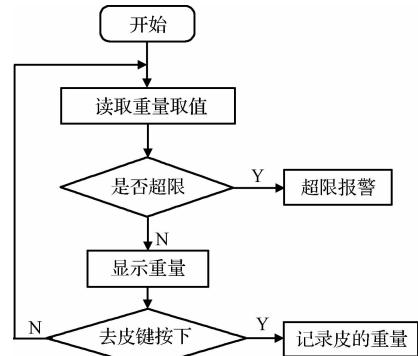


图9 软件设计流程

5 测试及结果分析

5.1 测试方案

硬件接通上电后,检验各模块是否正常,用万用表测量电路焊接和连接是否正确,检验显示功能、键盘功能是否正常。用仿真软件 Protues 画出电路图,将程序烧进仿真软件,观察所需功能是否能够实现,并进行软件改写和重复仿真,不断观察其效果。

将验证的硬件电路搭建好并上电,将程序写进单片机,用标准的砝码来测试和调节电子秤的准确性,记录每个砝码组合的标准重量和实测值,用软件将误差调到最小,以达到最佳称重效果^[14]。

5.2 结果与分析

经过软硬件调试及数据分析和矫正^[15],电子秤基本实现了称重(去皮称重)、显示和超限报警等功能。称重误差在允许范围之内,达到了预期目标:称重小于50 g,称重误差小于0.5 g;称重在50 g及以上,称重误差小于1 g,如表1所示。电子称可以设置单价(元/克),可计算物品金额并实现金额累加;电子称实现了去皮功能。

表1 电子称的称重结果 (g)

砝码重量	实测结果	砝码重量	实测结果
5	4.99	100	100.3
10	10.2	120	120.4
15	14.9	150	150.4
20	20.2	180	180.3
30	29.9	220	220.3
40	40.2	250	250.5
50	50.3	300	300.4
70	70.3	340	340.4
80	80.2	500	500.5

6 结论

设计一款基于STC89C52RC单片机的电子称,详细介绍了电子称的硬件电路、软件实现和调试过程。经测试表明,系统具有可靠性高、准确度高、抗干扰能力强和成本低等优点,可在日常生活、工业现场和实验室等各种场合推广应用。

参考文献

- [1] 吴玮玮.基于单片机的电子秤系统设计[J].机械与电子,2016,34(5):46-48
- [2] 韩泽欣,杨雪松.基于单片机控制的电子称的设计[J].甘肃科技,2013,29(2):17-18.
- [3] 徐泽清,高旭东,韩喜春.基于PSOC的电子称设计[J].

黑龙江工程学院学报:自然科学版,2012,26(4):48-51.

- [4] 曾维鹏,蔡莉莎,林尔敏.基于GSM的数字电子称的设计与实现[J].电子设计工程,2016,24(20):147-149.
- [5] 李巧真,李刚,韩钦泽.电阻应变片的实验与应用[J].实验室研究与探索,2011,30(4):134-137.
- [6] 王俊芳,王海斌,倪晓昌等.基于电阻应变片式传感器的电子秤设计与实现[J].智能计算机与应用,2016,6(6):121-123.
- [7] 葛川,李朋志,徐立松,等.电阻应变式位移传感器电路设计与实现[J].国外电子测量技术,2015,34(6):58-61.
- [8] 邓翔宇.修正非线性误差的宽量程多电桥电阻测量电路设计[J].电子测量与仪器学报,2016,30(9):1418-1424.
- [9] 张兴辉,陈守满.基于STC89C52RC单片机的无线呼叫系统设计[J].现代电子技术,2011,34(13):186-188.
- [10] 杨森,李月娥,张翀昊.基于STC89C52RC单片机的防酒驾系统的设计与研究[J].山西大学学报(自然科学版),2015,38(3):494-500.
- [11] 刘美娟,张琦,穆远威.基于HX711的高精度电子秤的设计[J].信息通信,2017,1(1):142-144.
- [12] 王小娟.基于HX711数显称重仪的设计[J].武汉船舶职业技术学院学报,2015,1(1):36-38.
- [13] 葛耿育.基于STC89C52的LCD12864液晶串行显示设计[J].遵义师范学院学报,2016,18(5):98-101.
- [14] 任亚奇,滕召胜,黄强,等.电子分析天平模糊自适应PID平衡调节方法研究[J].仪器仪表学报,2015,36(6):1424-1432.
- [15] 韩凯,左佳.应变片横向效应对复合材料测量数据影响分析[J].国外电子测量技术,2015,34(3):19-22.

作者简介

王瑞琦,1989年出生,工学硕士,助教,主要研究方向为电路与系统、单片机技术。

E-mail: wangruiqi029@163.com

刘向阳,1982年出生,工学博士,副教授,主要研究方向为传感器分布式信号检测。