

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 基于单片机的智能电子秤设计

学生姓名： 左群

学 号： 201810300024

系 部： 电梯工程学院

专 业： 电梯工程技术

班 级： 电梯 1182 班

指导老师： 黎花叶

二 〇 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、设计要求.....	1
(一) 设计的背景和意义	1
(三) 设计的主要内容	1
二、总体方案设计.....	1
三、硬件设计.....	2
(一) AT89S51 最小系统.....	2
(二) 放大电路	3
(三) 模数转换器	4
(四) 显示电路	5
(五) 键盘电路	6
(六) 报警电路	7
(七) 电源电路	7
四、软件设计.....	8
(一) 主程序的设计	8
(二) 子程序的设计	9
五、系统调试.....	13
(一) 软件调试	13
(二) 硬件调试	14
六、成果.....	15
参考文献	16
致谢.....	17

基于单片机的智能电子秤设计

[摘要]

本文以 AT89S51 单片机为系统控制核心，通过数据采集、系统板、功能软硬件设计等三部分组成并实现基本控制。数据采集部分通过压力传感器将模拟信号传输到 A/D 转换通道，人机界面部分有键盘输入，称重数值液晶显示，操作简单、使用方便。

[关键词] 智能电子秤 单片机 A/D 转换 压力传感器

一、设计要求

（一）设计的背景和意义

电子秤不仅要向高精度、高可靠方向发展,而且更需向多种功能的方向发展。据悉,目前电子秤的附加功能主要有以下几种:

1. 电子秤附加了处理机构计算机信息补偿装置,可以进行自诊断、自校正和多种补偿计算和处理。
2. 具有皮重、净重显示等特种功能。有些电子秤已具备了动物称量模式,即通过进行算术平均、积分处理和自动调零等方法,消除上述的误差。
3. 附加特殊的数据处理功能。目前的电子秤有附加多种计算和数据处理功能,以满足多种使用的要求。今后,随着电子高科技的飞速发展,电子秤技术的发展定将日新月异。同时,功能更加齐全的高精度、高智能的先进电子秤将会不断问世,其应用范围也会更加拓宽。

（三）设计的主要内容

本设计的主要是智能电子秤的设计,它用单片机作为处理核心,信号由压力传感器感受后经放大器放大和模数转换后输入到单片机处理,同时,该电子秤具有 LCD 显示和键盘输入。

该电子秤实现的功能是能够测量一定质量内物体的质量,能够利用键盘输入价格,具有清零,可以计算总价,超过所测重量时能够报警。

二、总体方案设计

电子秤设计的整体方案是传感器采集到因压力变化产生的电信号,但是一般这样产生的电信号很小,需要利用放大电路将其放大,放大的电信号通过模数转换器转换为数字信号后送入到微处理器中处理,微处理器处理后输出信号控制显示器显示出来。同时还需要键盘对物品单价等信息输到微处理器内部,还需要有过载报警装置。

其整体设计方案如图 2-1 所示。

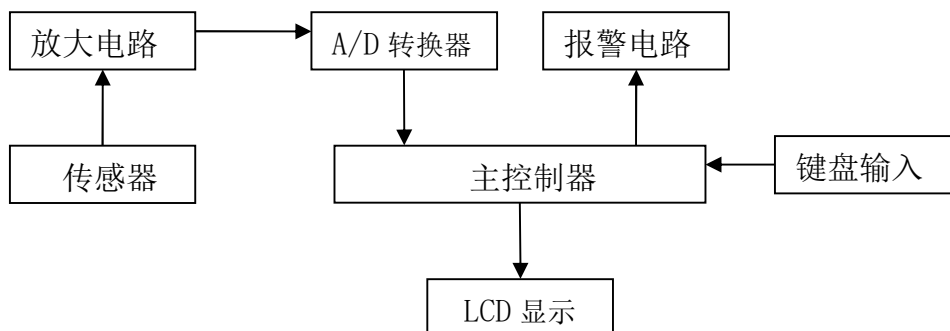


图 2-1 电子秤整体设计方案图

三、硬件设计

（一）AT89S51 最小系统

AT89S51 是一种带 4K 字节 FLASH 存储器的低电压、高性能 CMOS 8 位微处理器，128 字节 RAM，32 个双向 I/O 口线，两个 16 位定时器/计数器，5 个中断源，一个全双工串行通信口，片内振荡器及时钟电路。同时，AT89S51 可降至 0Hz 的静态逻辑操作，并支持两种软件可选的节电工作模式。空闲方式停止 CPU 的工作，但允许 RAM，定时/计数器，串行通信口及中断系统继续工作。掉电方式保存 RAM 中的内容，但振荡器停止工作并禁止其它所有部件工作直到下一个硬件复位。

AT89S51 的 P0 口为一个 8 位漏级开路双向 I/O 口，P1、P2 和 P3 口是一个内部提供上拉电阻的 8 位双向 I/O 口，同时 P3 口还作为 AT89S51 的一些特殊功能口[16]。

AT89S51 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、电源电路构成。如图 3-1 所示。

1. 时钟电路

AT89S51 虽然有内部振荡电路，但要形成时钟，必须外部附加电路。AT89S51 单片机的时钟产生方法有两种。内部时钟方式和外部时钟方式。

本设计采用最常用的内部时钟方式，即用外接晶体和电容组成的并联谐振回路。振荡晶体可在 1.2MHZ 到 12MHZ 之间选择。电容取值对振荡频率输出的稳定性、大小、振荡电路起振速度有少许影响，可在 20pF 到 100pF 之间取值。所以本设计中，振荡晶体选择 12MHZ，电容选择 22pF。

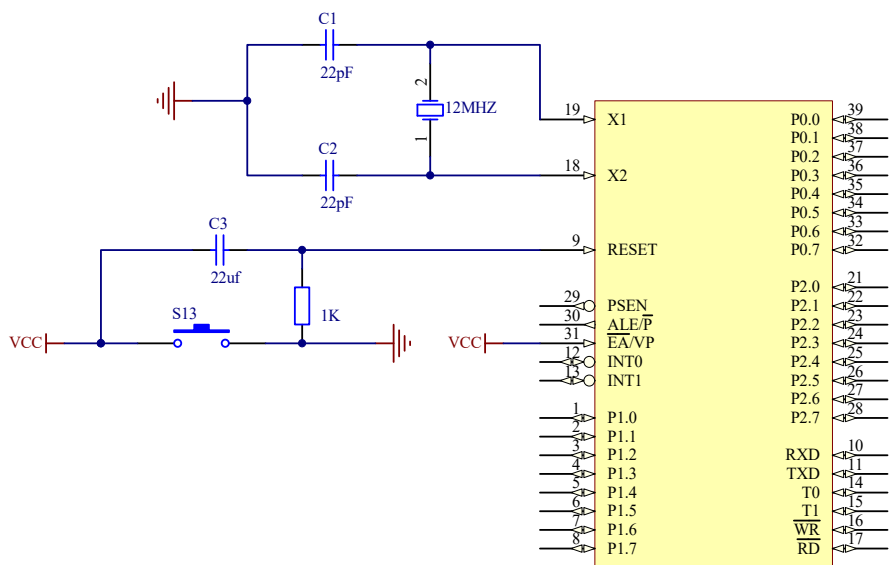


图 3-1 AT89S51 最小系统的设计

2. 复位电路

AT89S51 的复位电路是由外部的复位电路来实现的。只需给复位引脚 RST 加上大于 2 个机器周期的高电平就可使其复位。复位电路通常采用上电自动复位和按键复位两种方式。本设计就是用的按键手动复位。其中电平复位是通过 RST 端经电阻与电源 Vcc 接通而实现的。

3. 电源电路

AT89S51 的电源脚分别为 20 脚 Vss 和 40 脚 Vcc（图中已默认连接，未显示出来）。这两个脚分别接地和+5V 直流电源，31 脚 EA 为内外存储器的控制端，接+5V 允许访问外部存储器。

（二）放大电路

传感器检测电路的功能是把电阻应变片的电阻变化转变为电压输出，本设计中选用的是 CZAF-605 电阻应变式称重传感器，因为通过其得到的电压信号很小，为所以还需要放大器放大信号。考虑到干扰的作用，对传感器的信号进行了滤波处理，最终设计如图 3-2 所示。

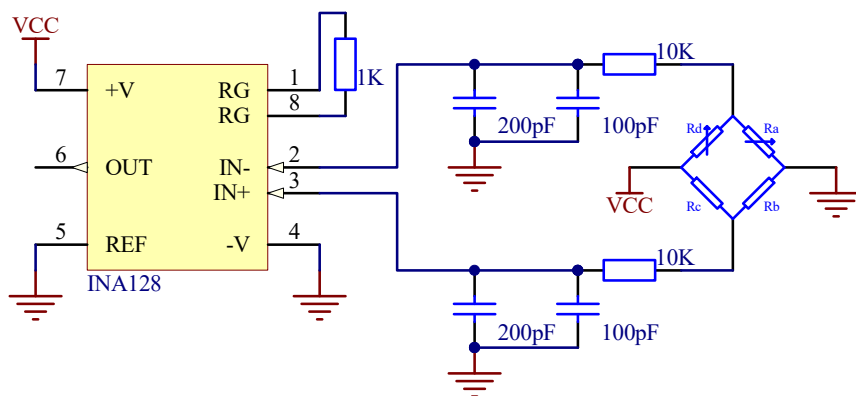


图 3-2 传感器与放大器的接口电路

INA128 的 2 和 3 脚为信号输入端，4、5 和 7 脚为电源引脚。微弱信号放大后从 INA128 的第 6 脚输出。通过调节 R_g 的阻值可以来改变放大倍数，使得输出电压在 A/D 转换的基准电压要求范围之内。

根据要求，A/D 转换器的输入电压变化范围是 $0V \sim 4.999V$ ，传感器的输出电压信号在

$0 \sim 10\text{mv}$ ， $G = \frac{4.999}{0.01} = 499.9 \approx 500$ 因此取放大器的放大倍数 500。因此代入公式

$$G = 1 + \frac{50K\Omega}{R_g}, R_g = \frac{50k\Omega}{499} = 100.2\Omega$$

(三) 模数转换器

ADC0832 为 8 位分辨率 A/D 转换芯片，其最高分辨可达 256 级，可以适应一般的模拟量转换要求。其内部电源输入与参考电压的复用，使得芯片的模拟电压输入在 $0 \sim 5V$ 之间。芯片转换时间仅为 $32 \mu\text{S}$ ，据有双数据输出可作为数据校验，以减少数据误差，转换速度快且稳定性能强。独立的芯片使能输入，使多器件挂接和处理器控制变的更加方便。通过 DI 数据输入端，可以轻易的实现通道功能的选择。

正常情况下 ADC0832 与单片机的接口应为 4 条数据线，分别是 CS、CLK、DO、DI。但由于 DO 端与 DI 端在通信时并未同时有效并与单片机的接口是双向的，所以电路设计时可以将 DO 和 DI 并联在一根数据线上使用。当 ADC0832 未工作时 CS 输入端应为高电平，此时芯片禁用，CLK 和 DO/DI 的电平可任意。当要进行 A/D 转换时，须先将 CS 使能端置于低电平，并且保持低电平直到转换完全结束。此时芯片开始转换工作，同时由处理器向芯片时钟输入端 CLK 输入时钟脉冲，DO/DI 端则使用 DI 端输入通道功能选择的数据信号。在第 1 个时钟脉冲的下沉之前 DI 端必须是高电平，表示启始信号。在第 2、3 个脉冲下沉

之前 DI 端应输入 2 位数据用于选择通道功能。

作为单通道模拟信号输入时 ADC0832 的输入电压是 0~5V 且 8 位分辨率时的电压精度为 19.53mV。如果作为由 IN+与 IN-输入的输入时，可是将电压值设定在某一个较大范围之内，从而提高转换的宽度。但值得注意的是，在进行 IN+与 IN-的输入时，如果 IN-的电压大于 IN+的电压则转换后的数据结果始终为 00H。ADC0832 与单片机的接口电路如图 3-3 所示。

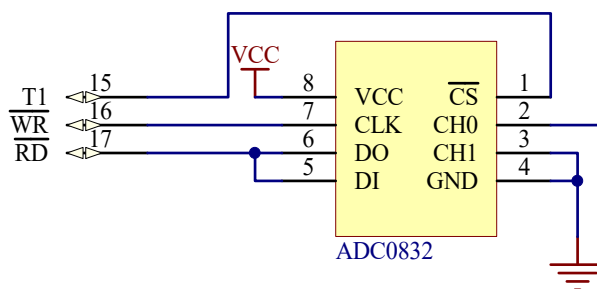


图 3-3 ADC0832 与单片机的接口电路图

（四）显示电路

本设计采用的是 LCD1602 显示，LCD1602 液晶也叫 1602 字符型液晶它是一种专门用来显示字母、数字、符号等的点阵型液晶模块它有若干个 5×7 或者 5×11 等点阵字符位组成，每个点阵字符位都可以显示一个字符。每位之间有一个点距的间隔每行之间也有间隔起到了字符间距和行间距的作用，正因为如此所以他不能显示图形。1602LCD 是指显示的内容为 16×2, 即可以显示两行，每行 16 个字符液晶模块（显示字符和数字）。

1602 采用标准的 16 脚接口，其中 1 和 2 脚为电源正负极，3 脚为对比度调整端，4 脚 RS 为寄存器选择，5 脚 RW 为读写信号线，6 脚为使能端，7 到 14 脚为 8 为双向数据端。15 和 16 脚为电源背光极。

LCD1602 与单片机的连接如图 3-4 所示。

3 脚 VEE 接一个滑动变阻器，滑动变阻器两端接电源和地。调试欢动变阻器的值可以改变 LCD 的对比度。因为 LCD 为共阳极，所以 D0 到 D7 有加入上拉电阻。

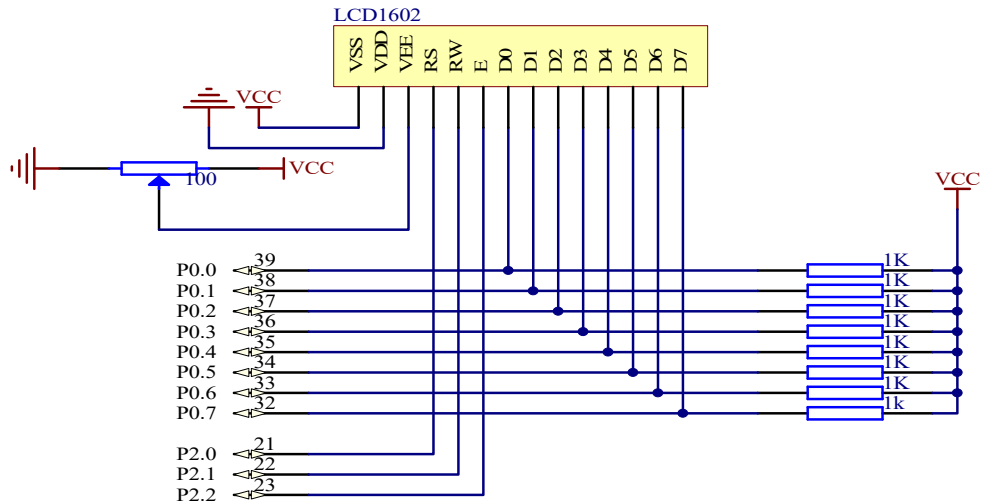


图 3-4 单片机与 LCD1602 接线图

(五) 键盘电路

矩阵式键盘的结构与工作原理：在键盘中按键数量较多时，为了减少 I/O 口的占用，通常将按键排列成矩阵形式。在矩阵式键盘中，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（如 P1 口）就可以构成 $3 \times 4 = 12$ 个按键，比之直接将端口线用于键盘多出了一倍，而且线数越多，区别越明显，比如再多加一条线就可以构成 16 键的键盘，而直接用端口线则只能多出一键。由此可见，在需要的键数比较多时，采用矩阵法来做键盘是合理的。

矩阵式键盘的按键识别方法：确定矩阵式键盘上何键被按下介绍一种“行扫描法”。行扫描法 行扫描法又称为逐行（或列）扫描查询法，是一种最常用的按键识别方法，如上图所示键盘，介绍过程如下。判断键盘中有无键按下 将全部行线 Y0-Y3 置低电平，然后检测列线的状态。只要有一列的电平为低，则表示键盘中有键被按下，而且闭合的键位于低电平线与 4 根行线相交叉的 3 个按键之中。若所有列线均为高电平，则键盘中无键按下。判断闭合键所在的位置 在确认有键按下后，即可进入确定具体闭合键的过程。其方法是：依次将行线置为低电平，即在置某根行线为低电平时，其它线为高电平。在确定某根行线位置为低电平后，再逐行检测各列线的电平状态。若某列为低，则该列线与置为低电平的行线交叉处的按键就是闭合的按键。

在本系统中键盘采用矩阵式键盘并采用中断工作方式。键盘为 3×4 键盘，包括 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、十个数字及确认和清除键。采用中断工作方式提高了 CPU 的利用效率，没键按下时没有中断请求，有键按下时，向 CPU 提出中断请求，CPU 响应后执行

中断服务程序，在中断程序中才对键盘进行扫描。下图 3-5 就是键盘电路与 AT89S51 单片机接口电路图。

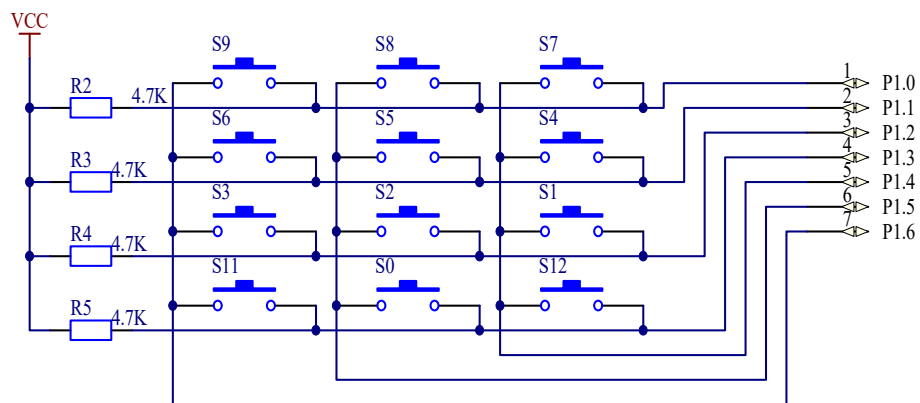


图 3-5 键盘电路与单片机的连接图

(六) 报警电路

当电路检测到称重的物体超过仪器的测量限制时，将产生一个信号给报警电路。使报警电路报警从而提醒工作人员注意，超限报警电路如下图 3-6 所示。

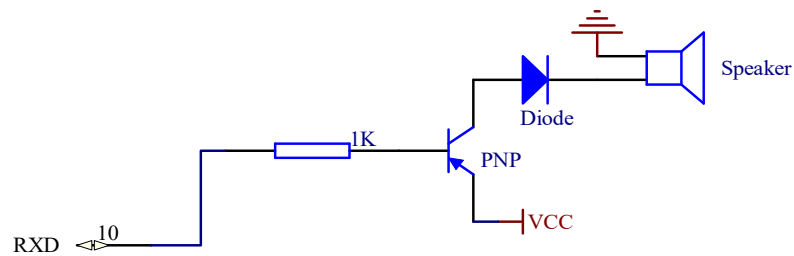


图 3-6 报警电路图

它是有 AT89C52 的 RXD 口来控制的，RXD 本来为低电平，当超过设置的重量时（5Kg），通过程序使 RXD 口值为高电平，从而使三极管导通，报警电路接通，使蜂鸣器 SPEAKER 发出报警声，同时使报警灯 LED 发光。这一任务的实现主要靠程序来完成。

(七) 电源电路

一般电网电压为交流 220V，而本设计设计的电子秤系统需要的电压是直流 5V，显然不能满足实际要求，所以需要设计一个直流稳压电源。

直流稳压电源一般由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路组成。基本框图如 3-7 所示。

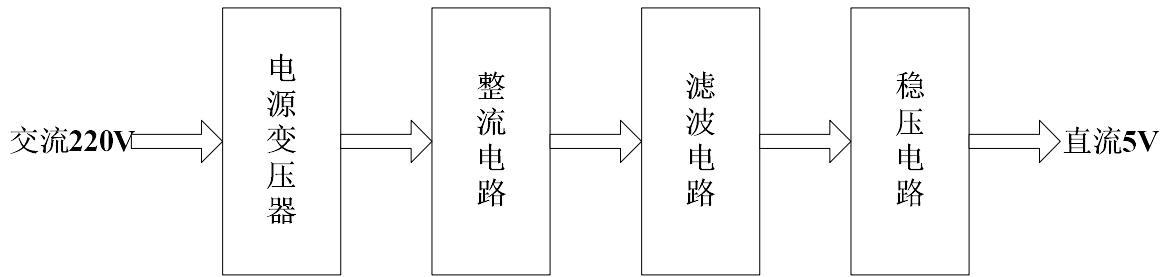


图 3-7 直流稳压电源框图

电源变压器 T 将 220V 的交流电源变换成整流滤波电路所需要的 5V 交流电压。5V 交流电压通过整流电路变换成 5V 的脉动电压，滤波电路滤除较大的波纹成分，输出较小的波纹成分到稳压电路，稳压电路输出稳定的 5V 电压。

根据上述介绍，电源电路包括变压器、整流电路、滤波电路、稳压电路等模块组成，这里加入 LED 进行电源工作状态指示。稳压部分用 LM7805 三端稳压 IC 来组成稳压电源，其优点是所需的外围元件极少，电路内部还有过流、过热及调整管的保护电路，使用起来可靠、方便，而且价格便宜。具体的 5V 电源电路如图 3-8 所示。

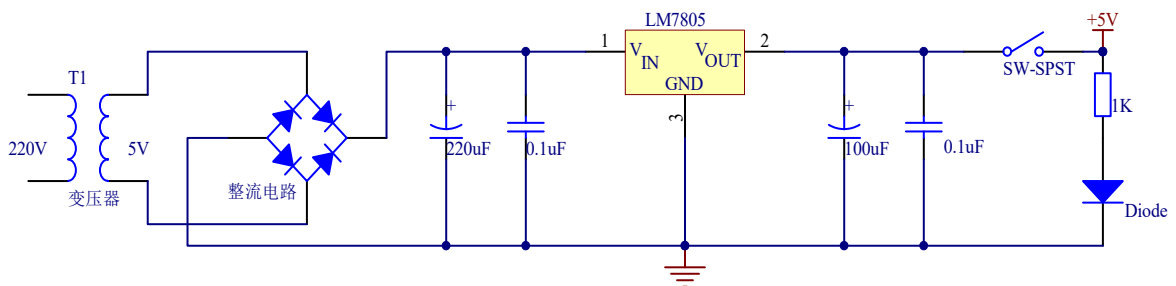


图 3-8 5V 直流稳压电源图

四、软件设计

(一) 主程序的设计

主程序是系统信息处理的关键，主程序模块主要完成编程芯片的初始化及按需要调用各模块（子程序），在系统初始化过程中，初始化程序将 RAM 的 30H 到 5FH 单元清零，RXD 引脚置成低电平，防止误报警，同时将系统设置成 2.5Kg 量程，并写 2.5Kg 量程标志。设计流程图如图 4-1 所示。

主程序主要完成编程芯片的初始化及按需要调用各子程序，上电启动后，系统初始化，单片机读取模数转换器的数据，然后调用显示子程序显示重量，同时扫描键盘子程序，调用价格计算子程序计算价格并显示出来。

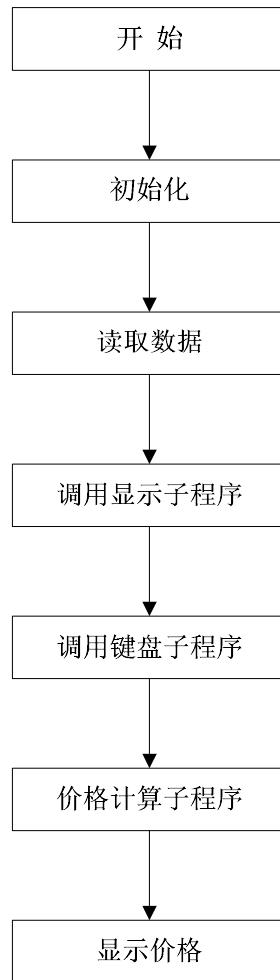


图 4-1 电子秤系统程序设计流程图

（二）子程序的设计

主程序按需要调用各子程序。系统子程序主要包括 A/D 转换启动及数据读取程序设计、显示子程序设计、键盘扫描子的程序设计、价格计算子程序设计、以及报警子程序设计等。

1. 模数转换子程序的设计

A/D 转换启动及数据读取子程序设计主要是上电运行后，ADC0832 完成初始化，把经放大的称重传感器传递过来的模拟信号转换成数字信号并传递到单片机所涉及到的程序设计流程图如图 4-2 所示。

ADC0832 进行模数转换时，须现将 CS 是能端置于低电平并且保存低电平直到完全结束。芯片开始转换工作，同时由处理器向芯片时钟输入端 CLK 输入时钟脉冲，DO 和 DI 端则使用 DI 端输入通道功能选择的数据信号。在第 1 个时钟脉冲的下沉之前 DI 端必须是高电平，表示启始信号。在第 2、3 个脉冲下沉之前 DI 端应输入 2 位数据用于选择通道功能，到第 3 个脉冲的下沉之后 DI 端的输入电平就失去输入作用，此后 DO/DI 端则开始利用数据输

出 D0 进行转换数据的读取。从第 4 个脉冲下沉开始由 D0 端输出转换数据最高位 DATA7，随后每一个脉冲下沉 D0 端输出下一位数据。直到第 11 个脉冲时发出最低位数据 DATA0，一个字节的的数据输出完成。从第 11 个字节的的下沉输出 DATA0。随后输出 8 位数据，到第 19 个脉冲时数据输出完成，也标志着一次 A/D 转换的结束。最后将 CS 置高电平禁用芯片。

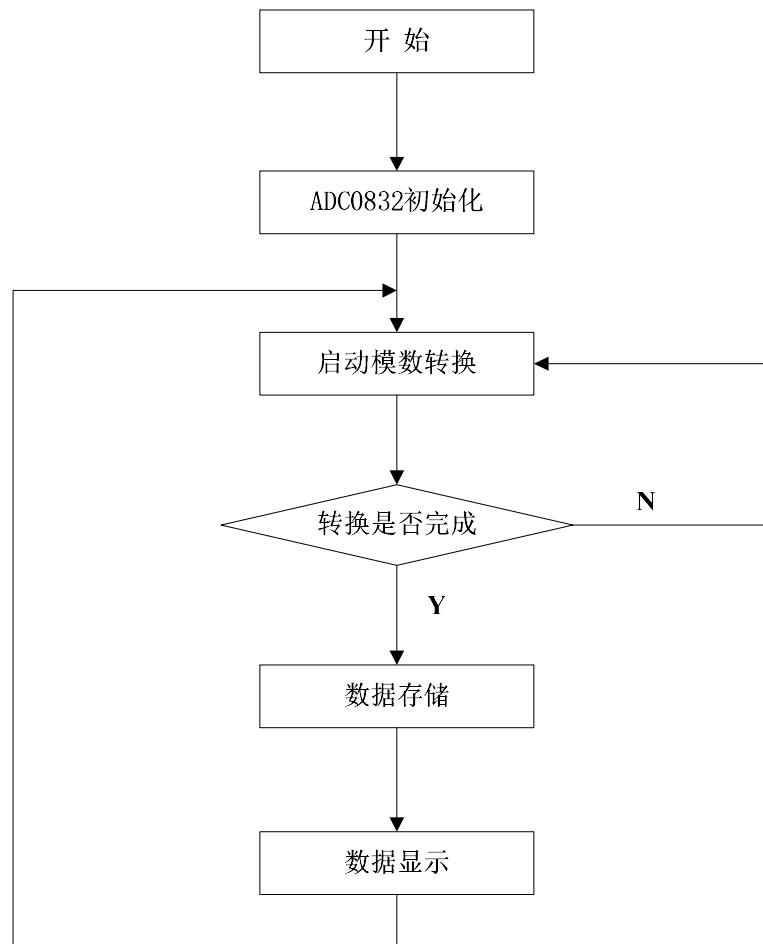


图 4-2 A/D 转换启动及数据读取程序流程图

2. 键盘扫描子程序的设计

键盘扫描子程序主要是扫描键盘的输入，调用显示子程序显示，输出输入的参数，计算总价是调用价格计算子程序计算总价格。

键盘电路设计成 3×4 矩阵式，由键盘编码方式可以得出 1、2、3、4、5、6、7、8、9、0 及清零和计价各键对应的键值：0x31, 0x32, 0x33, 0x34, 0x35, 0x36, 0x37, 0x38, 0x39, 0x3d, 0x30, 0x2e。在程序中可以先判断按键编码，然后根据编码将键盘代表的数值送到相应的存储单元，再进行功能选择或数据处理，键盘扫描子程序流程图 4-3 所示。

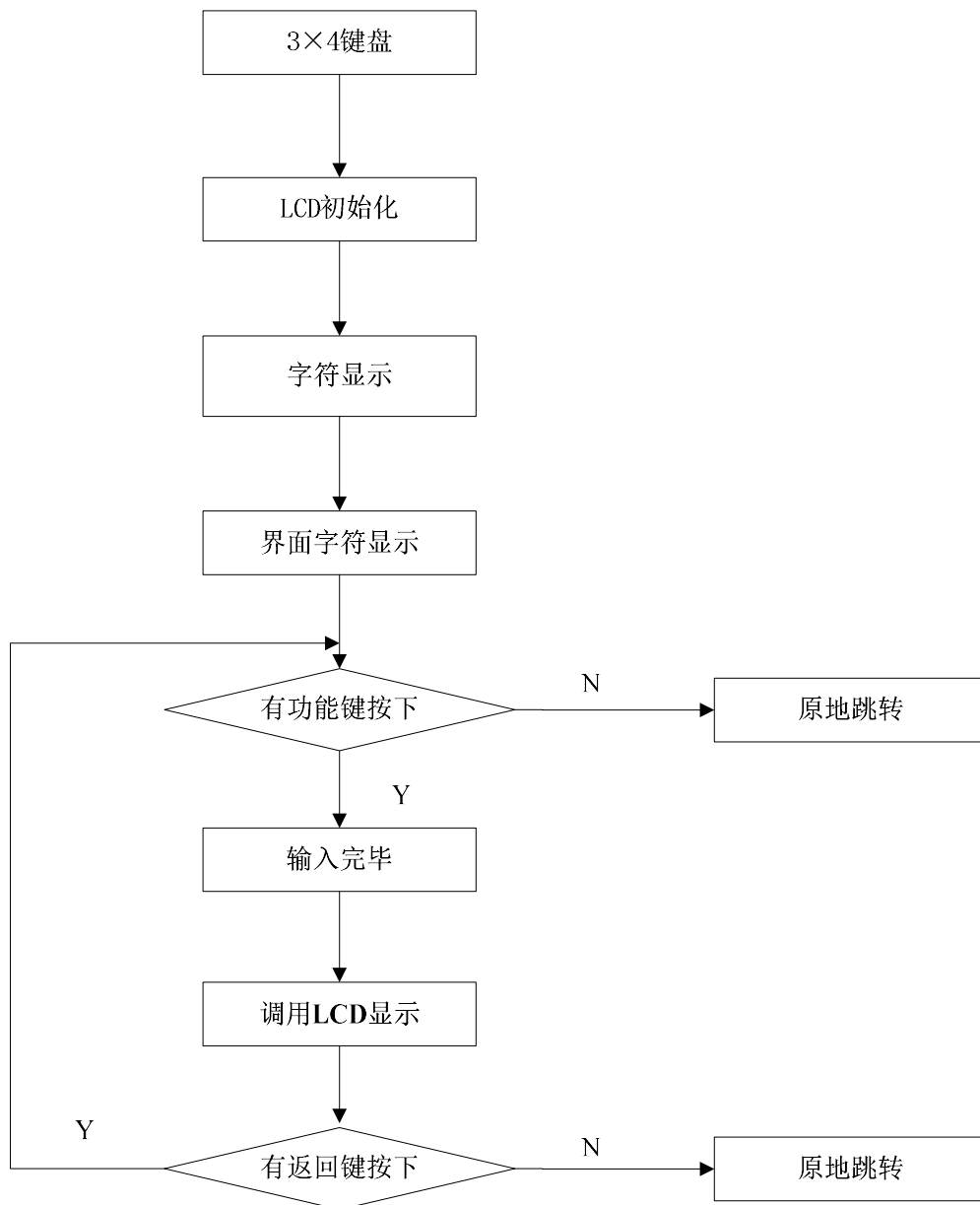


图 4-3 键盘扫描子程序流程图

3. 价格计算子程序的设计

价格计算子程序由键盘计价键控制，当输入单价后，在没有清零的情况下，点计价键，计算出总价后，调用显示子程序显示出中重量。

该子程序中利用各工作寄存器 2 组，数据存在以 40H 单元为首址的连续单元中。价格计算公式总价=单价×重量。这个程序需要两次的数制转换，输入单价后需要将单价转化为二进制后才能与二进制的重量进行计算。计算后的结果必须转换为十进制数显示出来。价格程序流程如图 4-4 所示。

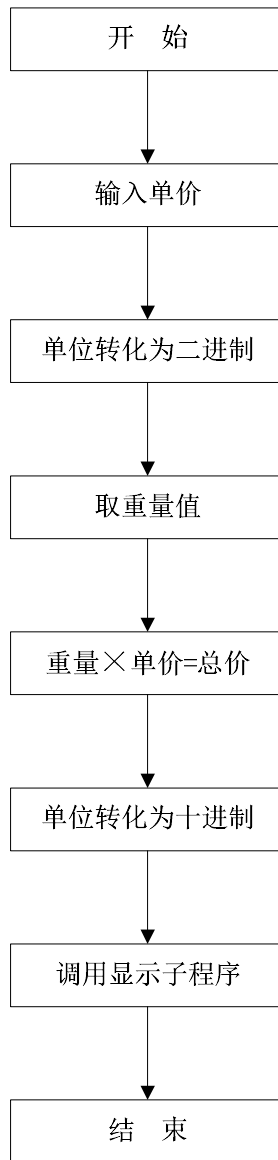


图 4-4 价格程序流程图

5. 报警子程序的设计

因为压力传感器的所受压力有极限，所以称重量必须有在一定范围内，超过重量时必须有报警程序。

主程序初始化设定阈值为 2.5Kg，报警子程序将设定的阈值与实时显示的值进行比较，先比较高位，若高位大，即设定值小于实时显示的值，这时将 RXD 置为 1，将发光二极管点亮，且使蜂鸣器发出声音。若高位相等，就比较低位，同理若设定值低位小于实际显示值，将 RXD 置为 1，将发光二极管点亮，且使蜂鸣器发出声音。这就需要一段比较程序以及一小段置 1 清 0 程序，报警子程序流程如图 4-5 所示。

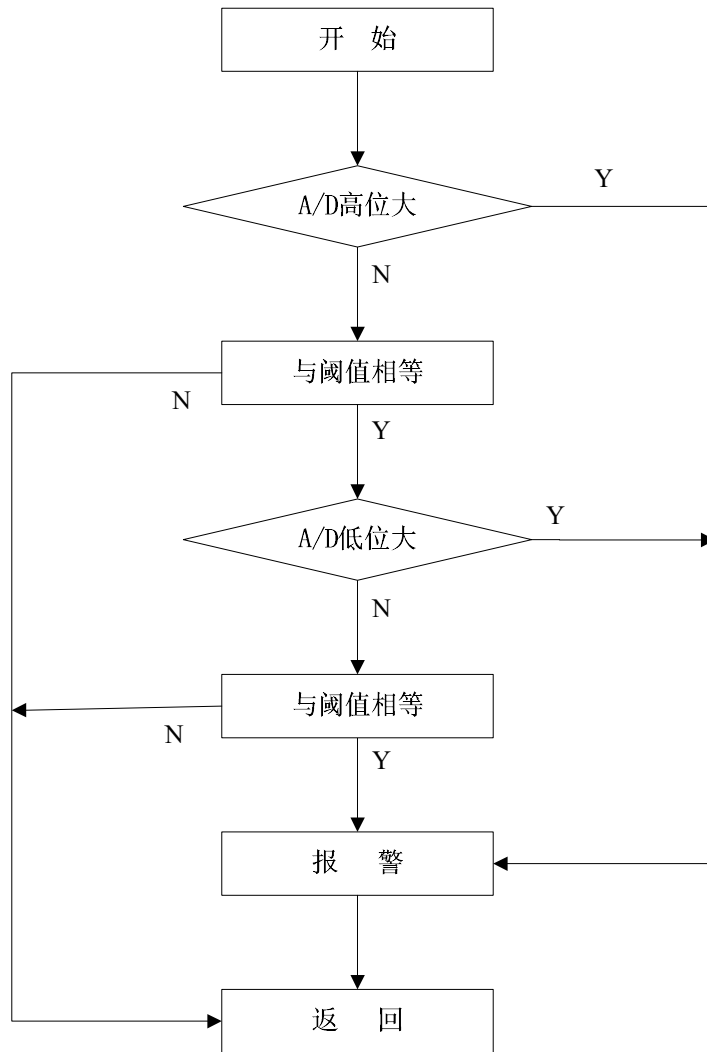


图 4-5 报警子程序流程图

五、系统调试

(一) 软件调试

在设计电子秤的过程中，先在软件中仿真，仿真成功后，再制作出实物。仿真采用的是 proteus 软件，是一专门基于单片机的及其外围电路的仿真软件。仿真的第一步是先进进行软件调试，是通过对程序的汇编、连接、执行来发现程序中存在的语法错误与逻辑错误并加以排除纠正错误的过程。软件调试的方法是先分块后组合。

在编出完整的程序并确保无误后进行综合调试。在调试程序之前，先检查各硬件模块间的连接是否无误，有无断路现象。确认连接无误后就给系统通电进行调试。

正式调试时，首先进行总体调试，即观察系统的运行情况以便快速地发现存在的问题。然后进行各硬件模块调试，主要针对有问题的硬件模块及其程序进行调试，以便准确地查出问题的原因并解决问题。

我在实际仿真的时候出现了 LCD 无显示，最终找出原因是 LCD 是共阳极的需要接上拉电阻。同时还发现蜂鸣器超重后都不报警但是 LED 发亮，最后发现是蜂鸣器的响应时间设置太大产生的。软件调试如图 5-1 所示。

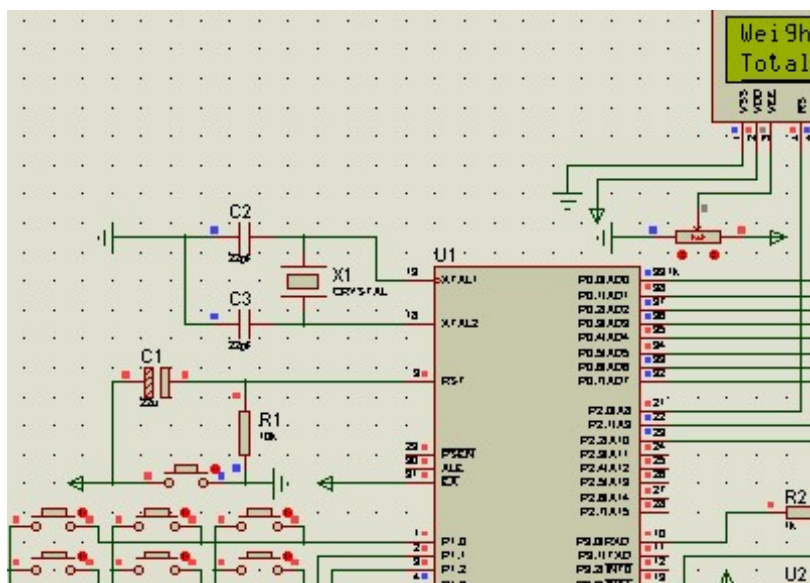


图 5-1 软件调试图

(二) 硬件调试

按照设计好的电子秤系统原理图，计算出各个元器件的参数，选择相应的器件，制作出了实际的电子秤系统后。首先检查连线是否与逻辑图一致，用万用表检查有无短路、虚焊等现象。器件的型号、规格、规格、极性是否有误，插接方向是否正确。检查完毕，可用万用表检测仪下电路板正负电源之间的电阻，排除电源短路的可能。

之后将生成的 hex 文件烧到单片机中，得到响应的实物，观察现象，并排除问题。刚开始通电后，发现 LCD 显示画面不理想，之后调节上拉电阻后达到了满意的效果。同时出现报警装置没有用，之后检查发现是因为实际买的三极管极性与理论图不一样。换了正负极方向就可以了。同时测量的重物质量与实际相比严重偏大，之后修改程序中的转换倍数后正常了。

六、成果

本设计主要内容的是简易电子秤的设计，主要是基于超市的电子秤，在小重量范围的称量。具有如下的功能：

1. 能用简易键盘设置单价，能够同时显示重量和金额；
2. 重量显示：单位为千克；最大称重为 2.5 千克，重量误差不大于 ± 0.01 千克；
3. 具有清零功能和复位功能。
4. 超出所测的重量时能够报警。

此电子秤采用 LCD1602 显示，能够同时显示重量价格，并且具有很高的性价比，能够广泛的应用少于 2.5kg 重量的范围的交易。

参考文献

- [1]李光汉,电子秤的设计研究. 沈阳师范大学物理科学与技术学院, 辽宁沈阳, 2019:155-157.
- [2]张俊谟.单片机中级教程原理与应用. 北京:北京航空航天大学出版社,2019.10(4):25-47.
- [3]赵玉刚,邱东传.传感器基础[M].北京:北京大学出版社,2018:11-23.
- [4]潘佑华,林盛鑫.基于51单片机的多功能电子秤设计研究[D].2019:1-35.
- [5]周向红.MCS-51系列单片机应用于实践教程[M].北京航空航天大学出版社,2019:18-35.
- [6]艾运阶,黎建华.MCS-51单片机项目教程[M].北京理工大学出版社,2019,(6):20-42.
- [7]马全利.单片机原理及接口技术[M].北京:高等教育出版社,2018:22-34.
- [8]吴国经等.单片机应用技术[M].北京:中国电力出版社,2018:55-57.
- [9]施雯.基于单片机的数字式电子热量秤设计[D].南昌大学,2019:1-50.
- [10]徐维样,刘旭敏.单片微型机原理及应用[M].大连理工大学出版社,2019:32-37.
- [11]许海等,电子秤常用的作弊手段及查处方法[J]《计量与测试技术》,2018:21-35.
- [12]朱清慧,张凤蕊.Proteus教程——电子线路设计制版与仿真.清华大学出版社,2018:11-23.
- [13]陈淑芳.基于51单片机的教学实验系统的设计与开发[D].中国海洋大学,2019:12-34.
- [14]韩广兴.电子元器件与实用电路基础[M].北京:电子工业出版社,2019:21-41.

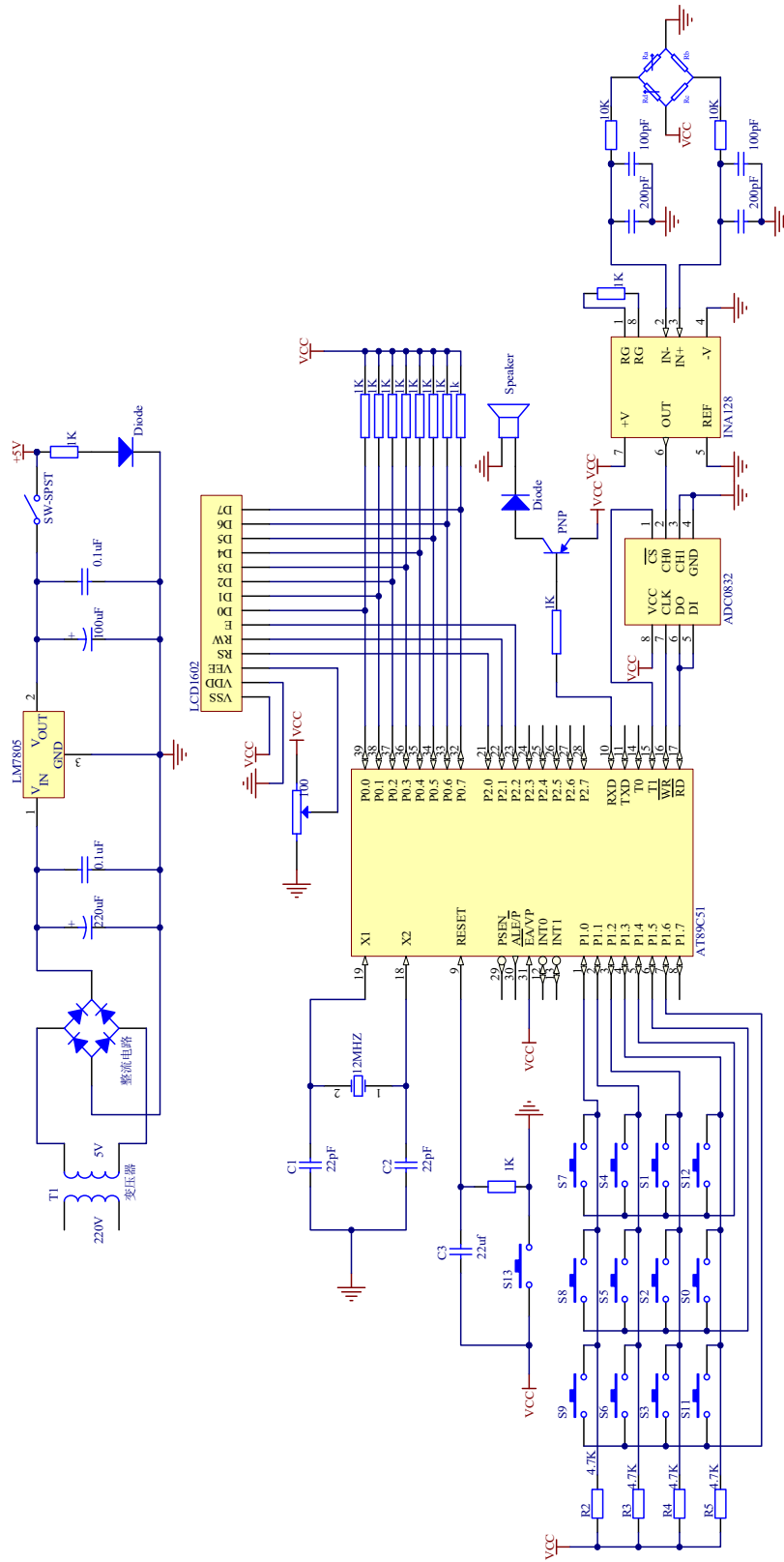
致谢

经过不断努力完成了本次设计，其中由于经验的匮乏，难免有许多考虑不周全的地方，但由于同学及老师的帮助大多都得以解决，真是辛苦大家了。

在这里要感谢我的指导老师黎老师，正是由于老师的辛勤教导才能有足够的知识完成这份设计，黎老师为人和蔼可亲，经常给我们解决一些难题，其治学严谨和科学研究的精神也是我永远学习的榜样，并将积极影响我今后的学习和工作。

最后还要感谢电梯工程学院所有的老师，正是由于他们，我们才能打好专业知识的基础；同时还要感谢所有的同学们，正是因为有了你们的支持和鼓励。此次毕业设计才会顺利完成。

附录一 系统原理图



附录二 仿真图

