



## CSU8RP1001 太阳能人体秤应用笔记

Rev. 2.1

通讯地址: 深圳市南山区南海大道 1079 号花园城数码大厦 A 栋 9 楼  
邮政编码: 518067  
公司电话: +(86 755) 86169257  
传 真: +(86 755) 86169057  
公司网站: [www.chipsea.com](http://www.chipsea.com)

## 历史修改记录

| 时间        | 记录                | 版本号 |
|-----------|-------------------|-----|
| 2011-7-15 | 初稿完成              | 1.0 |
| 2011-9-26 | 修改硬件参数、注意事项       | 2.0 |
| 2011-12-9 | 9脚命名为 AVDD，增加注意事项 | 2.1 |
|           |                   |     |
|           |                   |     |
|           |                   |     |

## 目 录

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| 历史修改记录.....             | 2         |
| <b>1 概述.....</b>        | <b>4</b>  |
| <b>2 原理.....</b>        | <b>5</b>  |
| <b>3 芯片介绍.....</b>      | <b>6</b>  |
| 3.1 芯片特性.....           | 6         |
| 3.2 芯片引脚定义.....         | 7         |
| 3.3 封装图.....            | 8         |
| <b>4 范例.....</b>        | <b>9</b>  |
| 4.1 规格.....             | 9         |
| 4.2 使用说明.....           | 9         |
| 4.3 校准说明.....           | 9         |
| 4.4 原理图.....            | 10        |
| 4.5 PCB LAYOUT.....     | 11        |
| 4.6 逻辑图.....            | 12        |
| 4.7 物料清单.....           | 13        |
| 4.8 软件流程图.....          | 14        |
| 4.8.1 主流程.....          | 14        |
| 4.8.2 看门狗复位判断.....      | 15        |
| 4.8.3 读 ADC 值.....      | 16        |
| 4.8.4 校准.....           | 17        |
| <b>5 注意事项.....</b>      | <b>18</b> |
| 5.1.1 硬件.....           | 18        |
| 5.1.2 软件.....           | 18        |
| 5.1.3 IDE 开发板及开发软件..... | 19        |
| 5.1.4 离线烧录器.....        | 19        |

## 1 概述

太阳能衡器符合低碳环保的理念，是衡器发展的必然方向。与传统衡器相比，目前太阳能衡器制造成本偏高，在当今衡器厂商以低价格来占领市场份额的现状，太阳能衡器还很难替代传统衡器。芯海科技在其太阳能衡器芯 CSU11XX 系列基础上推出了更具市场竞争力的 CSU8RP1001，此款芯片提高了测量速度和精度，使太阳能衡器制造成本有明显的下降，使太阳能衡器替代传统衡器成为可能。

## 2 原理

传统衡器系统中，传感器和芯片测量模块占据了 90% 以上的功耗，因此，采用高速脉冲供电，减少测量时间是降低衡器系统功耗的关键。芯海科技此款 CSU8RP1001 SOC 芯片，实现了高速高精度测量上的突破，当 ADC 输出速率为 1.9kHz，PGA=136，Vref=2.6V 时，有效位仍然达到 16bit。此核心 ADC 单元高速高精度的特性，使得采用高速脉冲测量成为可能，大大降低了系统的平均功耗。

传统衡器的 MCU 内核和 LCD 驱动模块，消耗的电流虽然很小，但对于太阳能衡器微安级的供电电源来说，也是非常之大。CSU8RP1001 在 LCD 驱动模块上采用创新的方法获取 LCD 偏置电压，使此模块消耗的电流低于 1uA，却能驱动较大尺寸的液晶显示器。

基于 CSU8RP1001 设计的太阳能衡器，MCU 和 ADC 通过间隙工作，其它时间只打开显示模块，然后进入睡眠模式，以此方式来实现低功耗。整机工作电流计算工式如下：

$$I_{avg} = \frac{T_{DRDY} \cdot N \cdot (I_A + I_S) + T_D \cdot I_D}{T_S} + I_{LCD} + I_{WDT} + I_{Start}$$

$T_{DRDY}$  AD 输出的间隔时间

N 为完成一次测量所需的 AD 笔数

$I_A$  是模拟部分电流

$I_S$  是传感器消耗的电流

$T_D$  是数字部分工作的时间

$I_D$  是数字部分工作的电流

$T_S$  是间隔多少时间测量一次

$I_{LCD}$  是 LCD 模块电流

$I_{WDT}$  是看门狗模块电流

$I_{Start}$  是复位电路电流

在各种测量模式下的消耗电流对照情况如下表：（以 1 kohm 阻抗和灵敏度为 1mV/V 的传感器为例）

| 显示分度 | 显示刷新速率 | 整机工作电流 | 衡器类型   |
|------|--------|--------|--------|
| 2000 | 3HZ    | ≤20uA  | 太阳能人体秤 |
| 2000 | 5HZ    | ≤29uA  | 太阳能人体秤 |
| 3000 | 3HZ    | ≤35uA  | 太阳能厨房秤 |
| 5000 | 3HZ    | ≤35uA  | 太阳能厨房秤 |

## 3 芯片介绍

### 3.1 芯片特性

#### 高性能的 RISC CPU

- 8 位单片机 MCU
- 内置 4K×16 位一次性可编程存储器 (OTP ROM)
- 256 字节数据存储 (SRAM)
- 只有 39 条单字指令
- 8 级存储堆栈
- 支持在线烧录

#### 振荡器

- 内带 16MHz 振荡器，精度为 ±3%
- 外部 32768Hz 晶振 (RTC) 或 4MHz~8MHz 晶振

#### 外设特性

- 10 位双向 I/O 口
- 10 位可扩展的输出端口
- 1 路蜂鸣器输出
- 4×14 的 LCD 驱动
  - 可选择内部晶振，外部晶振，WDT 晶振作为时钟源
  - 可选择两种不同的 LCD 驱动波形
  - 可选择不同的偏置电压产生方式
- 2 个外部中断
- 低电压检测 (LVD) 引脚 (内部提供 2.4V、2.5V、2.6V、2.7V、2.8V、3.2V、3.6V 电压比较)
- 内置温度传感器

#### 模拟特性

- 模数转换器 (ADC)
  - 2 路模拟输入
  - 24 位分辨率，有效精度 15 位 (PGA 为 68 时，输出速率为 7.8KHz)。
  - 内部集成的可编程增益放大器能提供 4、64、128、256 等不同倍率的增益。
  - ADC 的输出速率 30.5Hz~62.5KHz
- 内带电荷泵 (2.6V 2.8V 3.0V 3.2V)
- 内带稳压器供传感器和调制器 (2.3V, 2.5V, 2.8V, 3V)

#### 专用微控制器的特性

- 上电复位 (POR)
- 上电复位延迟定时器 (39ms)

- 内带低电压复位 (LVR)
- Timer1
  - 8 位可编程预分频的 8 位的定时计数器
- Timer2
  - 8 位可编程预分频的 8 位的分频器
- 扩展型看门狗定时器 (WDT)
  - 可编程的时间范围
- 电压工作范围
  - DVDD 2.4V~3.6V (不用内部 LDO)
  - AVDD 2.4V~3.6V (不用内部 LDO)

#### 低功耗特性

- MCU 工作电流
  - 正常模式 1mA@1MHz 2mA@4MHz (工作电压 3.3V)；
  - 休眠模式下的电流小于 3.0uA

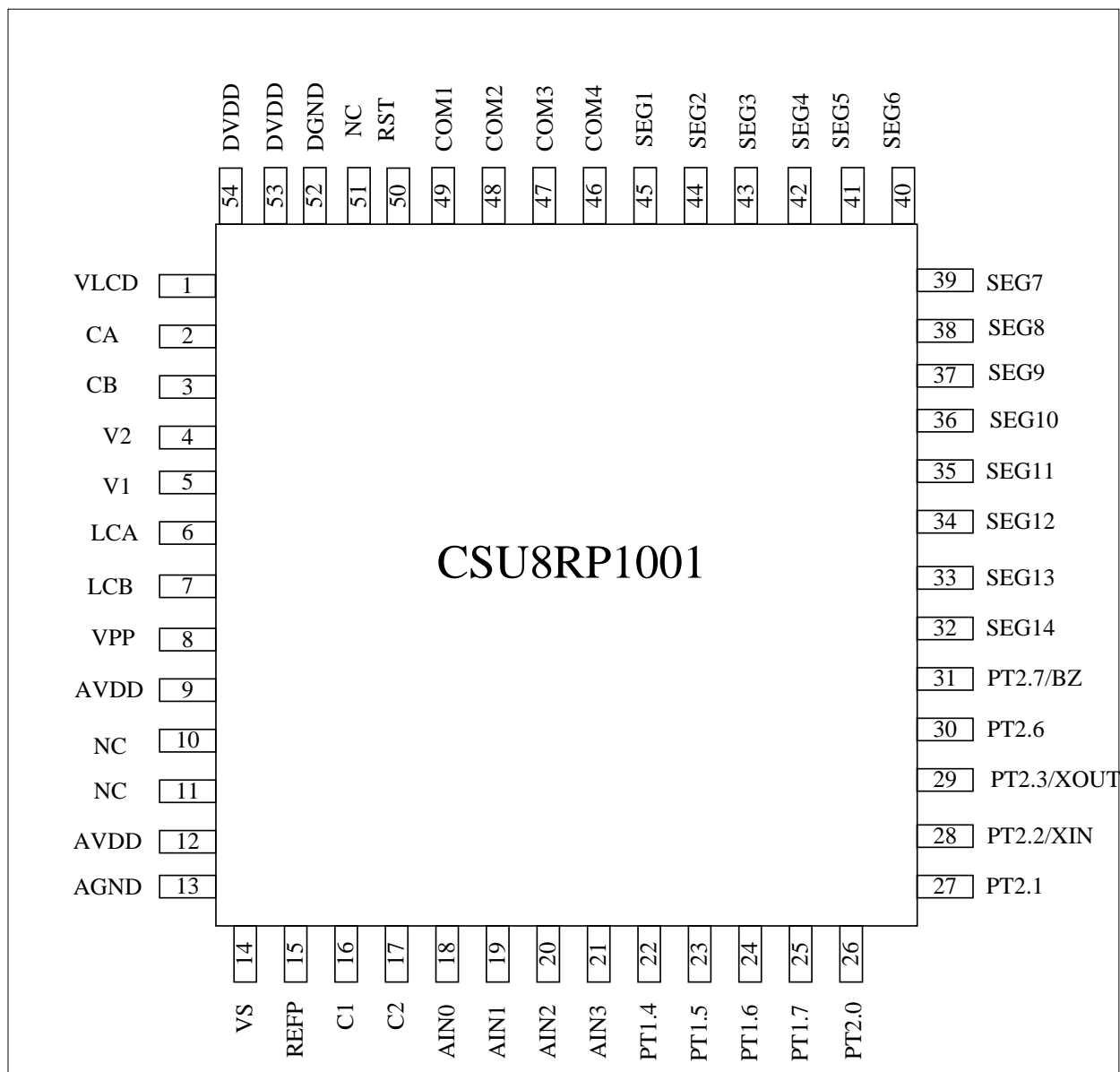
#### 封装

- 54-PIN dice

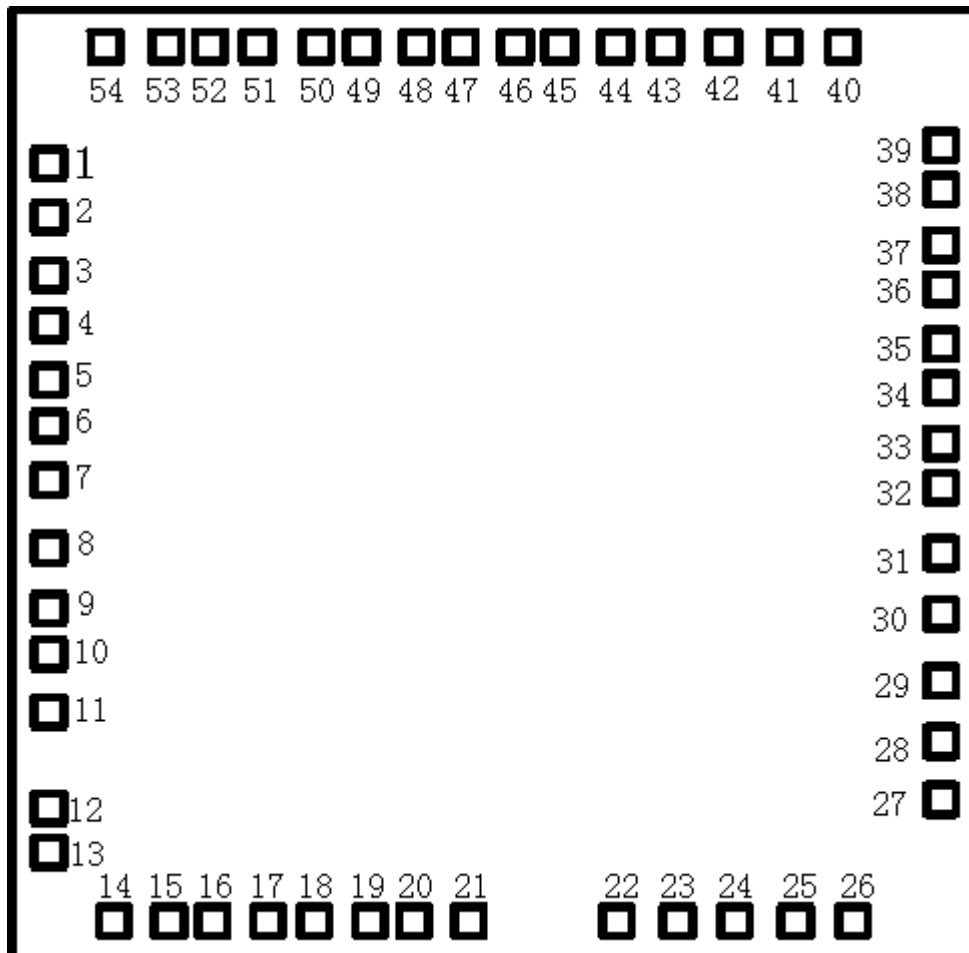
#### 应用场合

- 太阳能人体秤、厨房秤
- 低功耗便携测量

3.2 芯片引脚定义



3.3 封装图



PCB 芯片衬底铜箔尺寸建议：3.0 X 3.0 mm 需接地(AGND)

PAD 尺寸：80 X 80 um



## 4 范例

### 4.1 规格

1. 开机方式：自动上秤开机，开机重量为 5Kg；
2. LCD 规格：4 digit, 1/3duty, 1/3bias；
3. 称重范围：3Kg-180Kg；
4. 超载值：183.0Kg；
5. 显示分度：0.1Kg 0.2LB
6. 起重：5Kg
7. 电源：4.5V/30uA 以上的太阳能电池板（光强 200Lux，太阳能电池板面积:4000mm<sup>2</sup>）
8. 记忆功能：0.3Kg
9. 较磅：50Kg, 100Kg, 150Kg；
10. 不稳定自动关机时间：15±2 秒；（样机：15 秒）
11. 超载显示：Err；
12. 单位转换 kg/lb（轻触按键转换）
13. 工作电流：≤20uA
14. 待机电流：≤9uA
15. 光强大于/等于 30Lux 下，可以充电使用；光强大于或等于 80Lux 下，可以连续称重；

### 4.2 使用说明

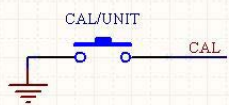
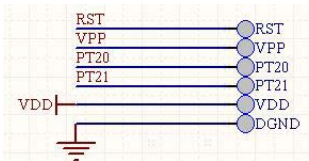
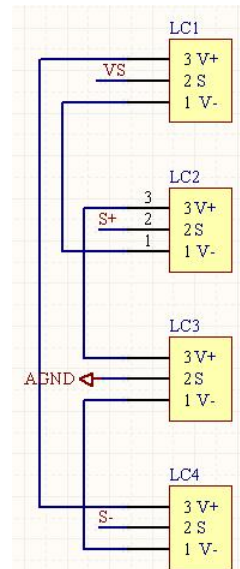
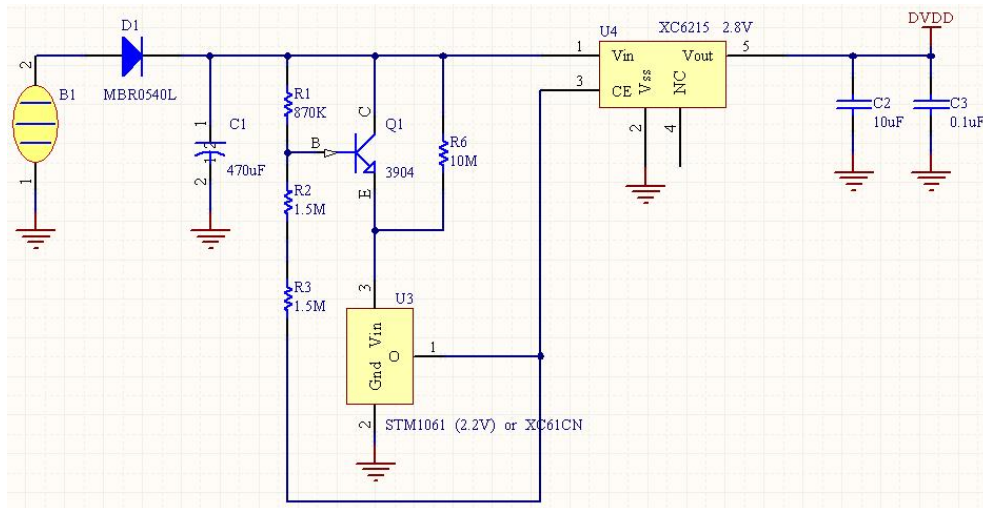
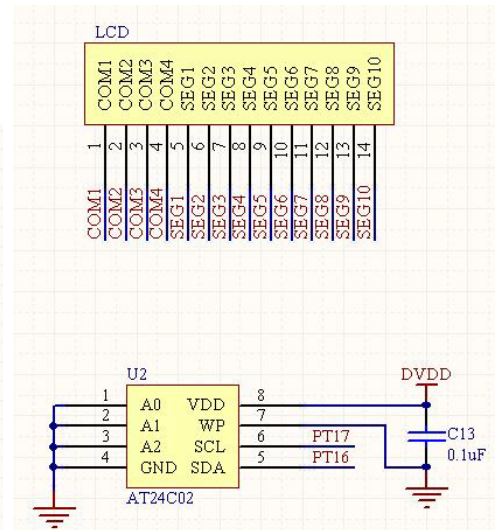
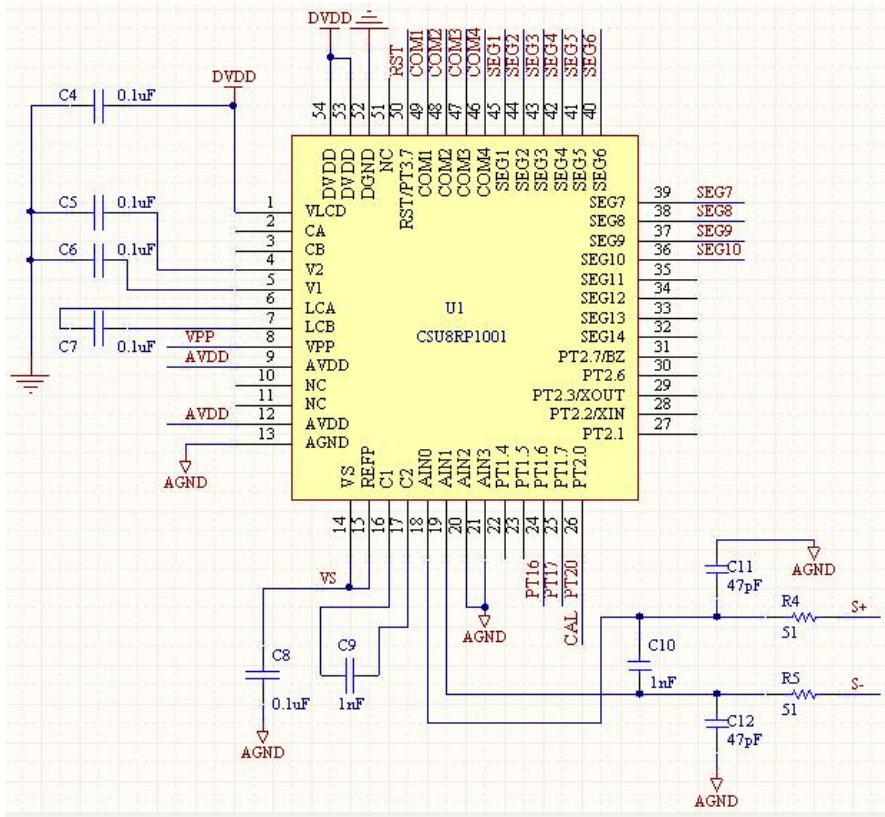
1. 从无电开始充电时，称必须放置在平面上并称盘上没有其它杂物，待充电 OK 后，LCD 会全显，然后进入待机模式；
2. 称重 - - - - 当秤盘上的重量小于起重，显示“0.0”；否则显示实际重量；当重量稳定后，锁定当前重量，单位闪烁 3 次，延时 8 秒进入待机模式。
3. 自动称重功能 - - - - 在待机模式下，人直接站上秤盘自动显示重量。
4. 当重量超过 183.0Kg 时，LCD 显示” Err”；

### 4.3 校准说明

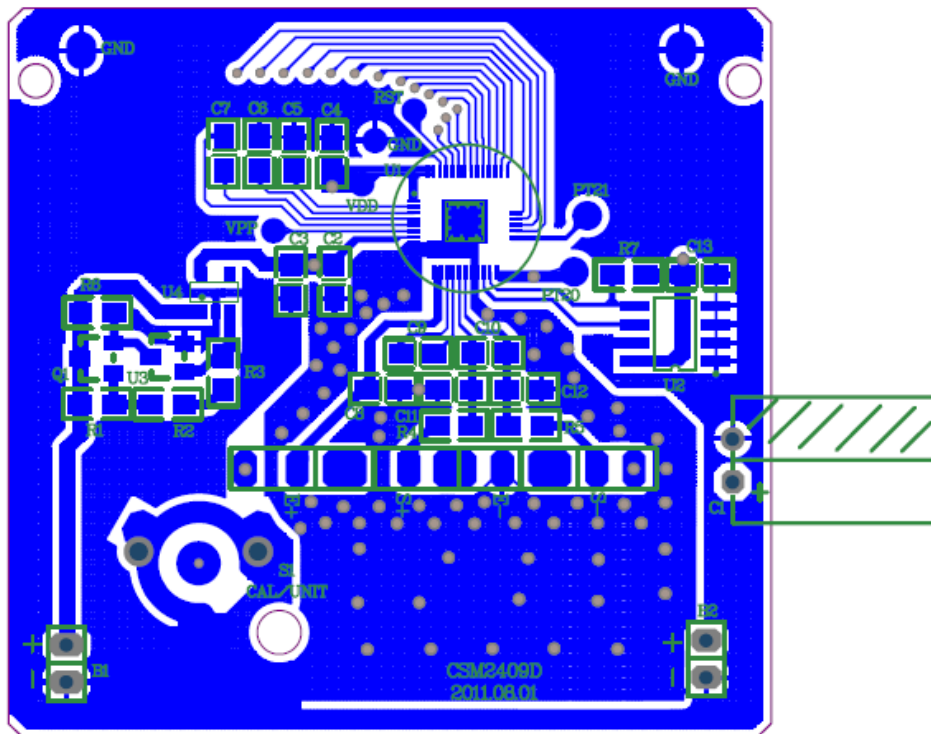
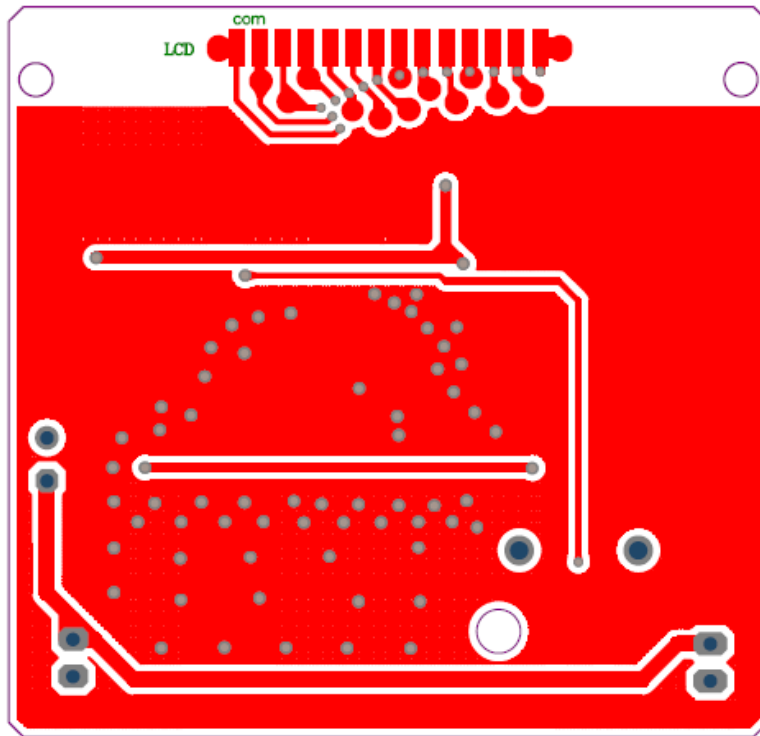
将秤放在光线较亮的环境下，待秤充满电，压力开机或按按键开机，进入称重模式；

1. 称重模式下连续按按键三短一长，进入校准模式，显示内码；
2. 内码稳定，LCD 显示” 50.0Kg”，此时加重 50Kg 标准砝码于秤盘上；
3. 重量稳定，LCD 显示” 100.0Kg”，再累加重至 100Kg 标准砝码于秤盘上；
4. 重量稳定，LCD 显示” 150.0Kg”，再累加重至 150Kg 标准砝码于秤盘上；
5. 重量稳定，LCD 显示”PASS”；3s 后，进入待机模式。

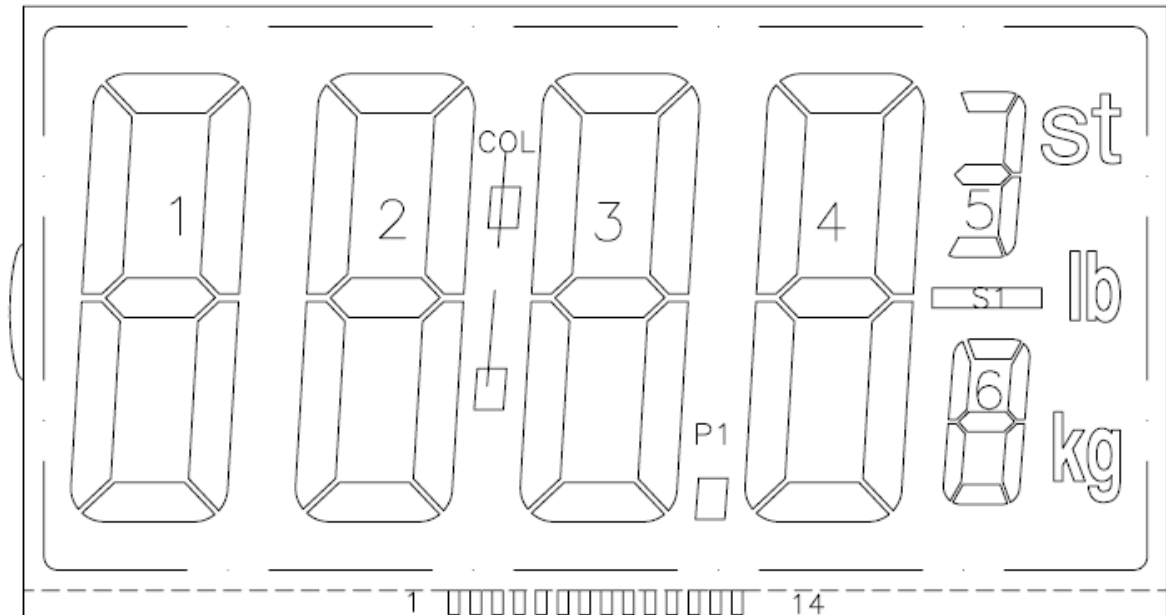
## 4.4 原理图



4.5 PCB LayOut



4.6 逻辑图



S2= 5ADG S3=6ADE S4=5BC.6BG.S1 S5= 6CF

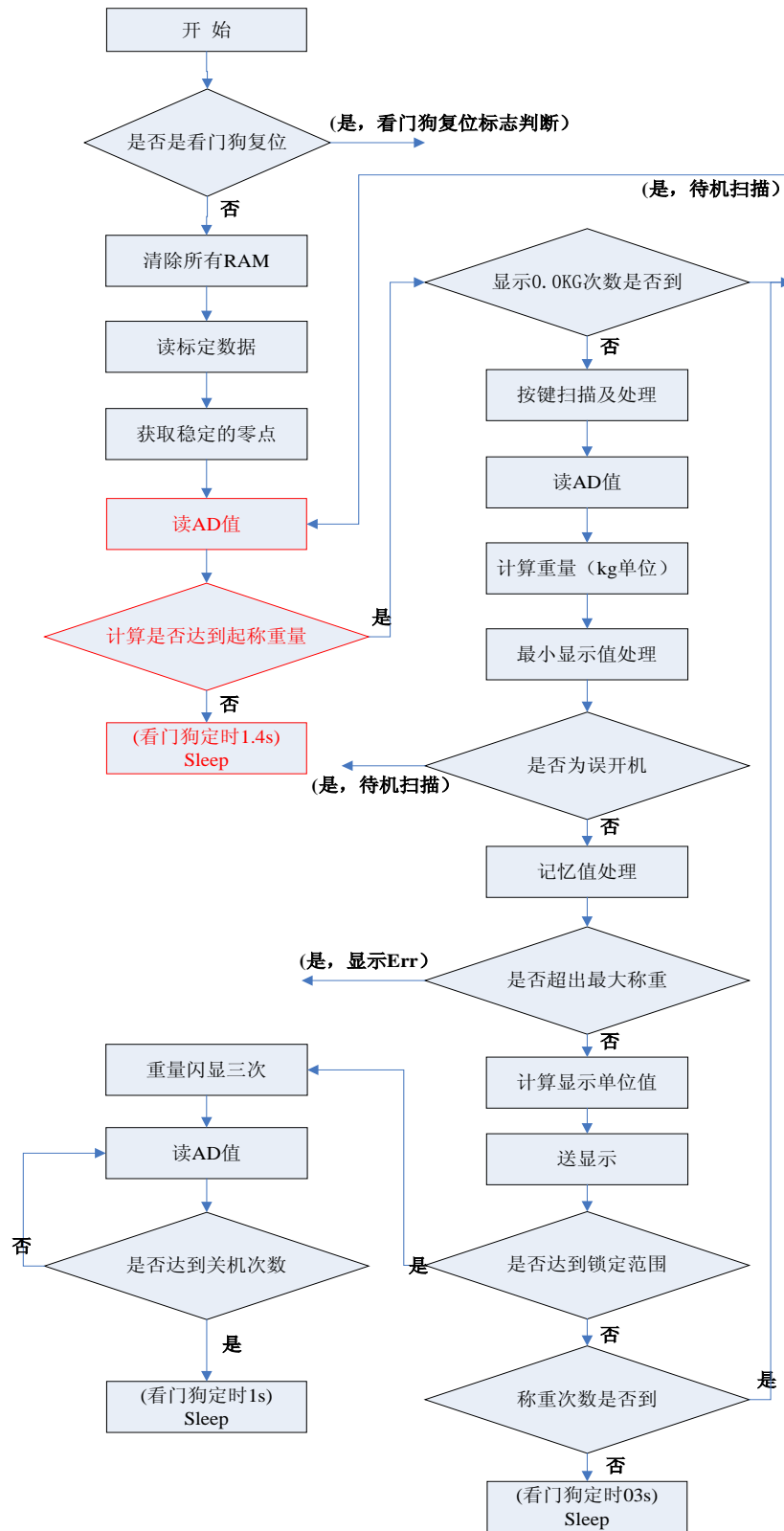
| PIN  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5   | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11   | 12   | 13   | 14   |
|------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|------|------|------|------|
| COM1 | S2 | KG | 1A | 1F | 2A  | 2F | 3A | 3F | 4A | 4F |      |      |      | COM1 |
| COM2 | S4 | LB | 1B | 1G | 2B  | 2G | 3B | 3G | 4B | 4G |      |      | COM2 |      |
| COM3 | S3 | ST | 1C | 1E | 2C  | 2E | 3C | 3E | 4C | 4E |      | COM3 |      |      |
| COM4 | S5 |    |    | 1D | COL | 2D | P1 | 3D |    | 4D | COM4 |      |      |      |

## 4.7 物料清单

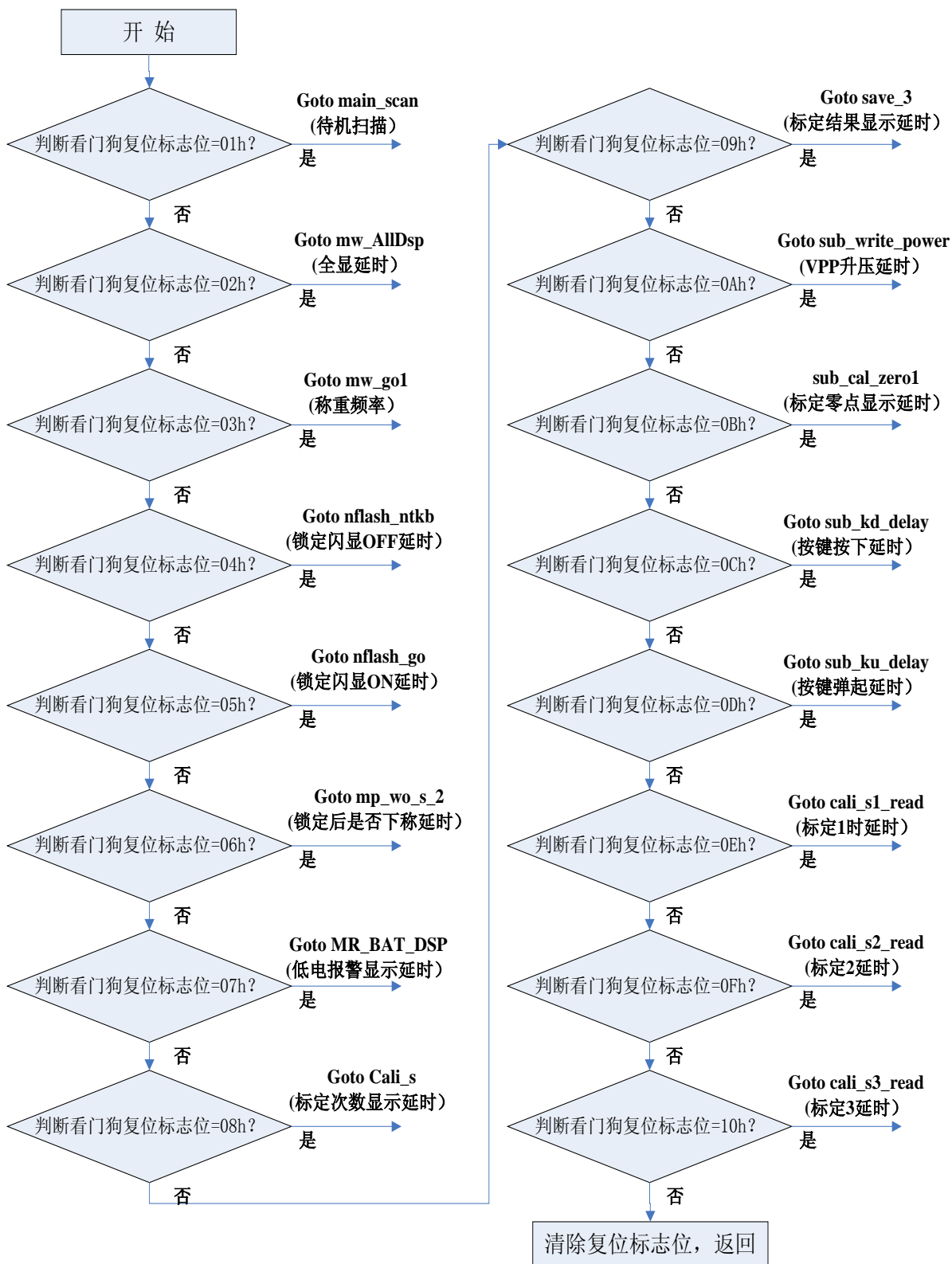
| 序号 | 名称     | 型号/规格           | 封装             | 数量 | 元件位号                     | 备注           |
|----|--------|-----------------|----------------|----|--------------------------|--------------|
| 1  | 电解电容   | 470UF /16V      | RB. 1/. 3      | 1  | C1                       |              |
| 2  | 贴片电容   | 0. 1uF          | C0805          | 7  | C3 C4 C5 C6 C7 C8<br>C13 |              |
| 3  | 贴片电容   | 47pF            | C0805          | 2  | C11 C12                  |              |
| 4  | 贴片电容   | 1nF/1000PF/102  | C0805          | 2  | C9 C10                   |              |
| 5  | 贴片电容   | 10uF            | C0805          | 1  | C2                       |              |
| 6  | 贴片电阻   | 870K            | R0805          | 1  | R1                       |              |
| 7  | 贴片电阻   | 1. 5M           | R0805          | 2  | R2 R3                    |              |
| 8  | 贴片电阻   | 51 OHM          | R0805          | 2  | R4 R5                    |              |
| 9  | 贴片三极管  | 2N3904 NPN      | SOT-23         | 1  | Q1                       |              |
| 10 | 贴片二极管  | MBR0540L        | SOD-123        | 1  | D1                       |              |
| 11 | 邦定 IC  | CSU8RP1001      | CSU10XX-<br>BD | 1  | U1                       |              |
| 12 | 贴片 IC  | AT24C02         | SOP8           | 1  | U2                       |              |
| 13 | 复位 IC  | STM1061 (2. 2V) | SOT-23         | 1  | U3                       | 可用 XC61CN 替代 |
| 14 | 贴片 LDO | XC6215 (2. 8V)  | SOT-23-5       | 1  | U4                       |              |

4.8 软件流程图

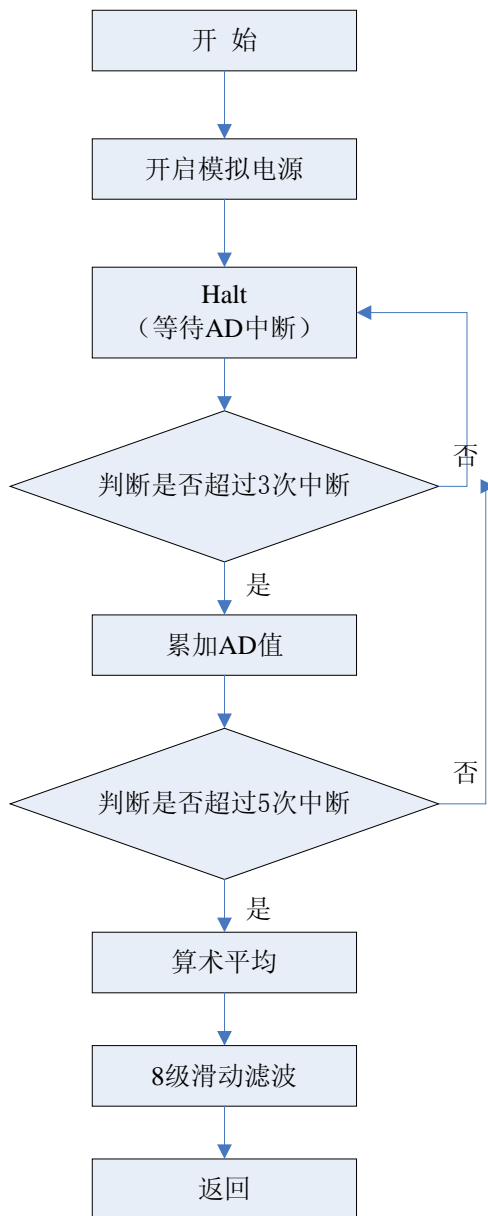
4.8.1 主流程



4.8.2 看门狗复位判断

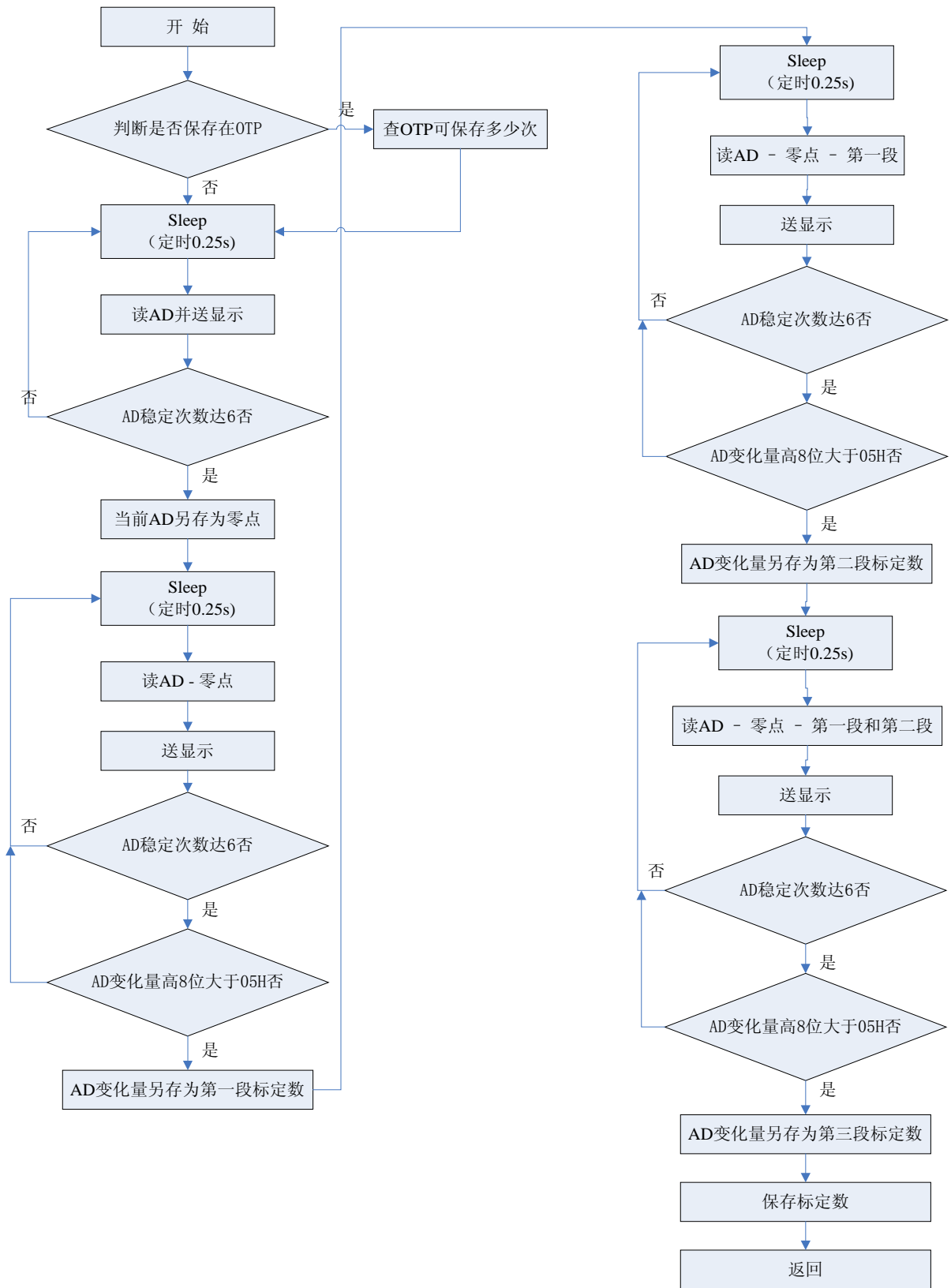


4.8.3 读ADC值





4.8.4 校准



## 5 注意事项

### 5.1.1 硬件

- 1、C1、C2 引脚上的电容，不能太大，建议使用 1nF。如果电容偏大会使 AD 值不稳定；
- 2、模拟电源和地与数字电源和地之间需分开布板，最终到电源输入端相连；
- 3、模拟输入到芯片引脚之间尽量短，S+、S-平行布线，同时尽量考虑用模拟地围住模拟布线；
- 4、模拟输入端的电容必须大于 VS 上的电容达 10 倍以上，建议 VS 上的电容不应小于 0.1uF；
- 5、模拟输入端的低通滤波中的 S+、S-连接的电容，建议容值是 1nF；
- 6、太阳能电池板与储能电容之间放置一个肖特基二极管，可防止光线暗时，储能电容对电池板放电，可增加很暗光线下的称重次数；
- 7、电源端的 LDO 输出电压：当输出 2.8V（工作温度-10~80 °C）；当输出 2.6V（工作温度 0~80 °C）；建议使用输出 2.8V 的 LDO；

### 5.1.2 软件

- 1、将指令周期调到最快（2MHz），以降低每 MHz 的功耗；
- 2、程序正常称重时，尽量减少执行周期，建议称重时不要用除法；
- 3、当看门狗定时时间不合适时，可以再通过调整 WDTIN 来进行微调定时时间；
- 4、ADC 主要配置建议如下：

| 寄存器   | 控制          | 值    | 解释                                      | 备注                             |
|-------|-------------|------|---|--------------------------------|
| NETA  | SINL[1:0]   | 00   | ADC 输入端连接到 AIN0 (PT1[0])和 AIN1 (PT1[1]) |                                |
|       | EN_IA       | 1    | 仪用放大器使能, 仪用放大器使能时增益 ( I_GAIN = 17 ).    | PGA = I_GAIN * C_GAIN * F_GAIN |
|       | EN_CHS[1:0] | 11   | 仪用放大器斩波, 调制器斩波均开启                       |                                |
|       | PGA_C       | 01   | 调整 Cf=1p, Cs/Cf=4 增益 (C_GAIN = 4 )      |                                |
| NETC  | CHS_IA      | 1    | 仪用放大器斩波时钟频率 ADCF/4                      |                                |
|       | CHS_MOD     | 1    | 调制器的斩波时钟频率 ADCF/256                     |                                |
|       | PGA_F[3:0]  | 0000 | ADCF = 4M 增益 (F_Gain = 1)               | ADCF/ADM =输出速率                 |
|       | ADEN        | 1    | ADC 使能                                  |                                |
| ADCON | ADFEN       | 1    | ADC 数字滤波器使能                             |                                |
|       | COMBS       | 1    | 数字滤波器选择三阶 comb                          |                                |
|       | ADM[2:0]    | 101  | ADCF/2048                               |                                |
| NETF  | BGIDA[1:0]  | 11   | PGA 偏置电流 1.75 倍                         |                                |
|       | BGID[1:0]   | 11   | 调制器偏置电流 1 倍                             |                                |

- 5、每次进入读完 AD 值后，只关闭 NETF 的 ENVDDA 和 ENVB，其它寄存器不清除；
- 6、上电成功后，需优先对 I/O 口进行配置，不使用的 I/O 口设成输出口并输出为 0；
- 7、整个程序建议少用 NOP 来延时，尽量用看门狗来定时，然后进入 Sleep；

### 5.1.3 IDE 开发板及开发软件

- 1、CSK0223A.1 的开发板可以仿真上拉电阻，不再需要通过跳线来实现上拉；
- 2、IDE 软件必须是 V2.2.1 版本以上，才支持此款芯片；

### 5.1.4 离线烧录器

- 1、烧录引线长度建议小于/等于 30cm，尽量使用排线；
- 2、定期检查烧录工装夹具，测试针的接触电阻必须小于 50 欧姆；
- 3、CSK0220C 版离线烧录器，可通过升级兼容 CSU8RP1001 芯片，升级方法请阅读《CSK0220C 烧录器升级说明》；