



HY13P53

四个半桥厨房秤
应用说明书

目录

- 1 简介3
- 2 原理说明3
 - 2.1 量测原理3
 - 2.2 控制晶片5
- 3 设计规划5
 - 3.1 硬体说明5
 - 3.2 软体说明7
 - 3.2.1 校正流程7
 - 3.2.2 量测流程9
 - 3.2.3 ADC滤波流程10
 - 3.2.4 称重操作流程11
- 4 测试数据12
- 5 技术规格13
- 6 结论13
- 7 参考文件13
- 8 附件14

1 简介

本文主要是介绍 HYCON HY13P Series 晶片在四个半桥厨房秤的应用。由于 HY13P53 晶片内部集成高精度 $\Sigma \Delta$ ADC，且 ADC 输出频率最快可以到达 31.25KHZ，它内部还包含 LCD 驱动与 touch key 的模块。HY13P53 用于四个半桥厨房秤的应用使得外围非常简洁，带 touch key 的四脚厨房秤外观时尚。最主要的是这种四个半桥的应用与全桥的比较起来，对于传感器匹配要求较低。

2 原理说明

2.1 量测原理

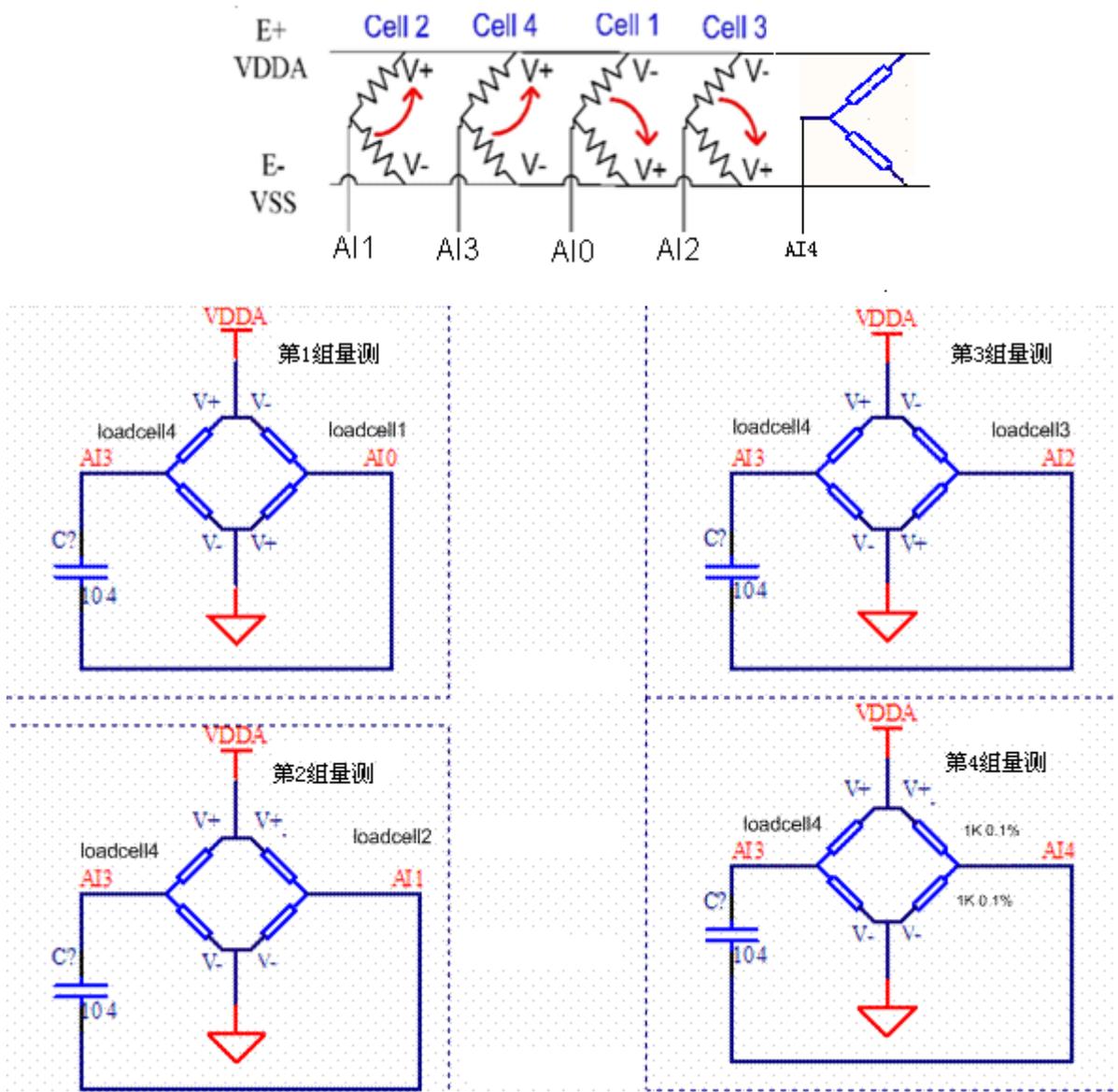


图 1.传感器量测机构

四个半桥的厨房秤是按照上图的量测方式进行配对，组合成 3 个全桥与一个假全桥进行 ADC 量测，并通过这四个 ADC 数字量转换为重量，计算方式如下。

称重时：

第 1 组量测得到的 ADC 内码为 A1；

第 2 组量测得到的 ADC 内码为 A2；

第 3 组量测得到的 ADC 内码为 A3；

第 4 组量测得到的 ADC 内码为 A4；

抓取零点时：

第 1 组量测通道对应的零点的 ADC 为 Z1；

第 2 组量测通道对应的零点的 ADC 为 Z2；

第 3 组量测通道对应的零点的 ADC 为 Z3；

第 4 组量测通道对应的零点的 ADC 为 Z4；

由以上图形的量测方式称重时得到的 ADC 与抓取零点时得到的 ADC 可以计算出 4 个半桥变化，并定义 4 个半桥的变化值分别为 VAI0、VAI1、VAI2、VAI3。

并得出 4 关系式①为：

$$VAI3 + VAI0 = Z1 - A1$$

$$VAI3 - VAI1 = Z2 - A2$$

$$VAI3 + VAI2 = Z3 - A3$$

$$VAI3 = Z4 - A4$$

定义 $Z1 - A1 = N1$ $Z2 - A2 = N2$ $Z3 - A3 = N3$ $Z4 - A4 = N4$ 上述关系式①可简化为关系式②：

$$VAI3 + VAI0 = N1$$

$$VAI3 - VAI1 = N2$$

$$VAI3 + VAI2 = N3$$

$$VAI3 = N4$$

由关系式②可得出每个 loadcell 的变化量： $VAI0 = N1 - N4$ ； $VAI1 = N4 - N2$ ； $VAI2 = N3 - N4$ ； $VAI3 = N4$ 。

在校正时会得出已知：

loadcell1 对应的校正 gain 值为 K1；

Loadcell2 对应的校正 gain 值为 K2；

Loadcell3 对应的校正 gain 值为 K3；

Loadcell4 对应的校正 gain 值为 K4；

重量的计算式为： $Weight = K1 * VAI0 + K2 * VAI1 + K3 * VAI2 + K4 * VAI3$

$$Weight = K1 * (N1 - N4) + K2 * (N4 - N2) + K3 * (N3 - N4) + K4 * N4$$

2.2 控制晶片

HY13P53 应用于四脚厨房秤是通过内部多通道输入 ADC 量测 3 个半桥与一个假半桥的信号，并结合软件滤波与计算实现四个半桥四脚称的应用。

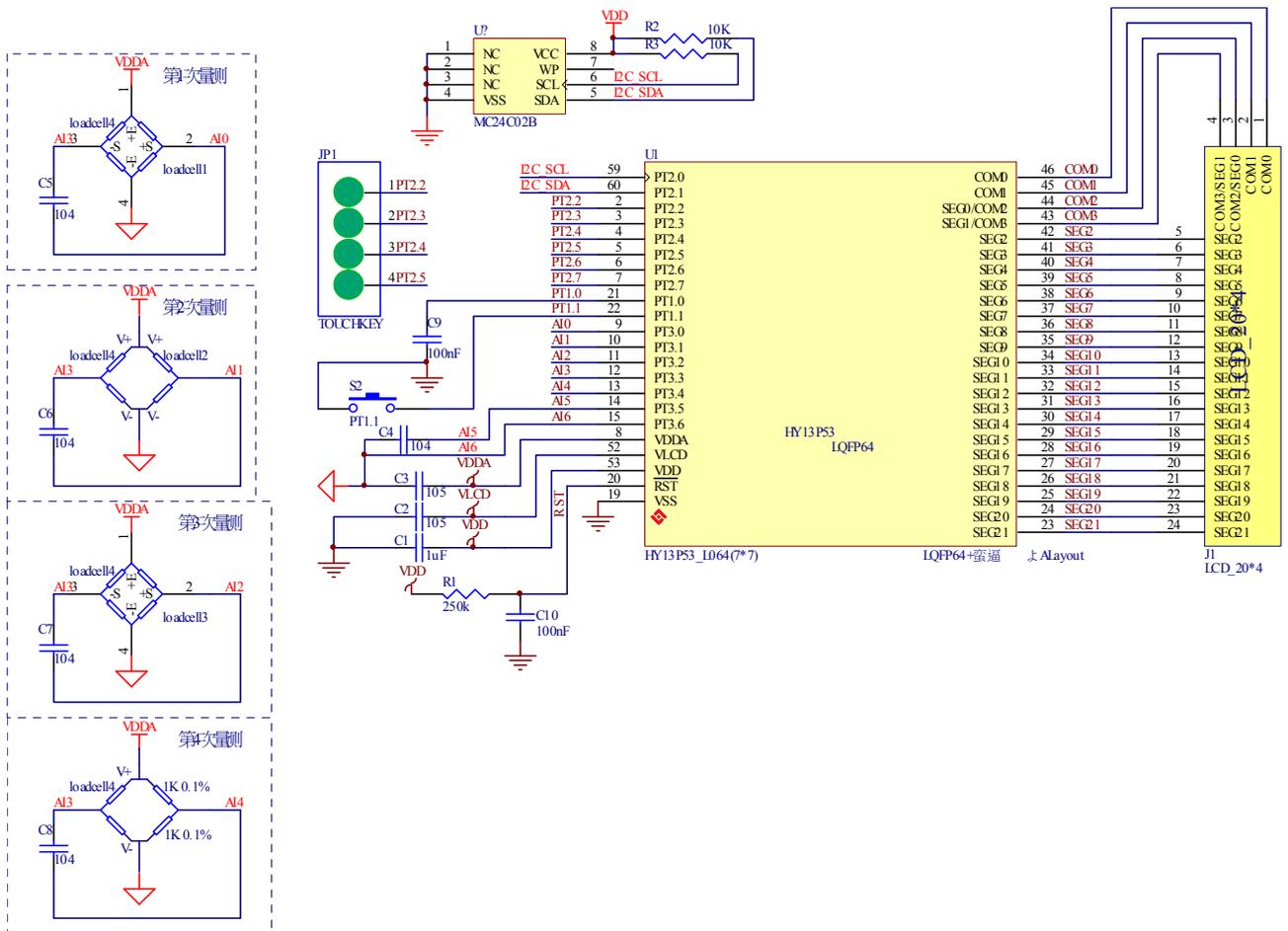
HY13P53 的特性:

- 系统工作电压 2.4-3.6V;
- 8-bit RISC-like 控制器;
- 24-bit $\Sigma \Delta$ ADC 类比数位转换器;
 - ◆ 梳状滤波器采用三阶设计, 最高输出频率可达 31.25Ksps;
 - ◆ 信号放大最大可以达到 128 倍;
 - ◆ 低温漂系数与内置绝对温度传感器;
- 内部电源系统
 - ◆ 内置 LDO 线性稳压电源 VDDA, 输出可设置 2.4V/2.6V/3.0V/3.3V;
 - ◆ 内置参考电压源 REFO=1.2V 输出;
- 多功能比较器;
 - ◆ 输出滤波与反向及低功耗设计
 - ◆ 中断事件
 - ◆ 电压检测、电容量测等应用
- 计时器
 - ◆ Watch Dog 复位或者中断事件;
 - ◆ 8-bit TimerA 计时中断;
 - ◆ 16bit TimerB 计时中断, 并可配置不同模式 PWM 输出;
 - ◆ TimerC 结合 timerB 可实现信号捕捉功能;
- LCD 驱动显示器
 - ◆ 支援 4*32seg, 偏压模式 1/2 或 1/3;
 - ◆ 低电流设计, 操作电流 3uA;
- 工作频率
 - ◆ 内部高速 RC 振荡器 2M/4M/8M 可选择
 - ◆ 内部低功耗的 LPO 振荡器 14KHz
 - ◆ 可同时支援外部高速和低速石英振荡器;
- 4KW OTP 程序记忆体与 64 word Build-In EPROM ;
- -40°C to +85°C 的操作温度范围;

3 设计规划

3.1 硬体说明

HY13P53 对于四个半桥厨房秤的应用, 整体电路包括 ADC 信号采集部分, touch key 部分与 LCD 显示部分及 EEPROM 存储校正数据, 整体电路如图 2 所示。



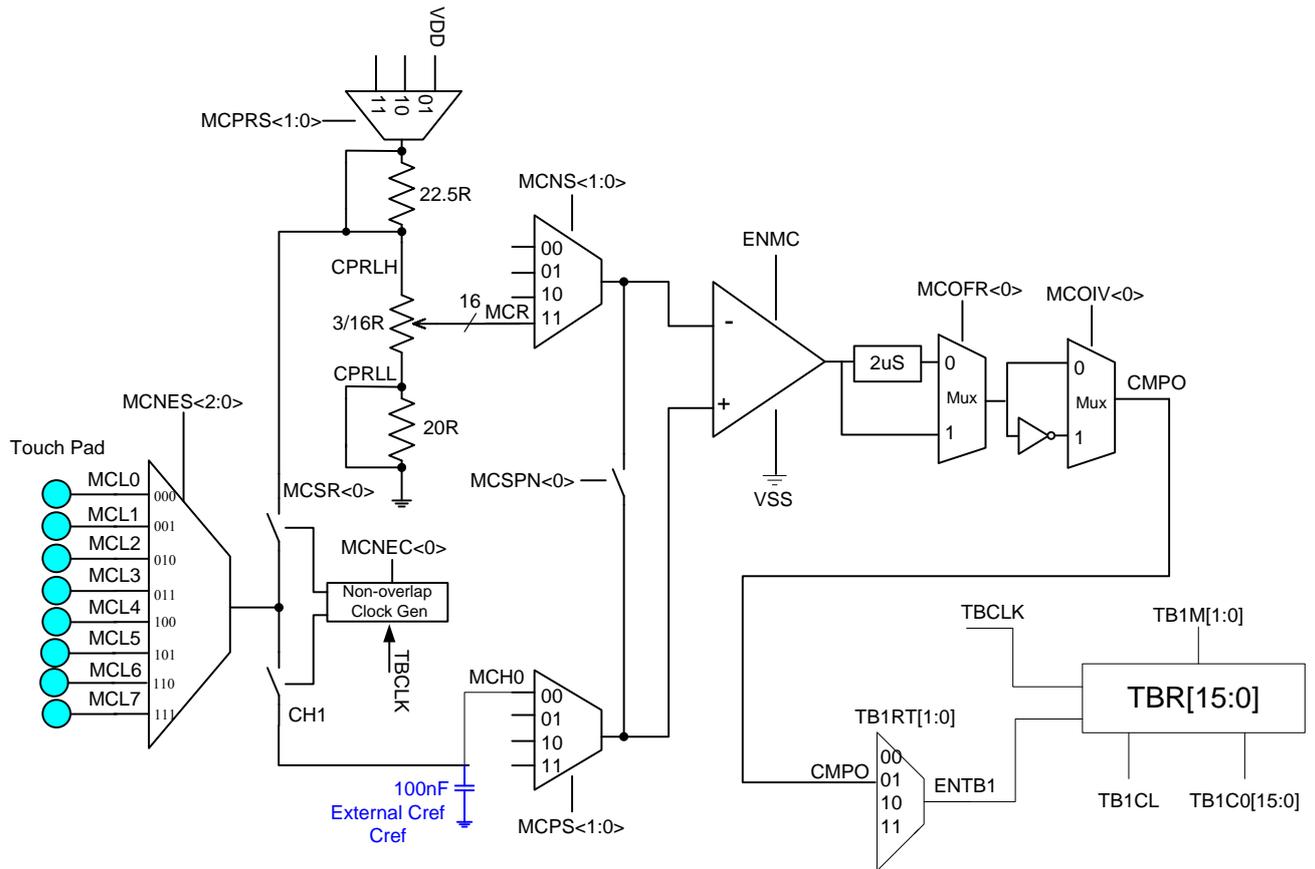


图 3.touch key 的整体模块图

3.2 软体说明

3.2.1 校正流程

系统上电之前先按下 PT1.1 按键再松手系统会自动进入校正模式，进入校正模式先对两个 touch key 做校正，校正完 touch key 后再对重量进行校正。这里的 touch key0 与 touch key1 分别对应 PT2.4 与 PT2.5 连接的 PAD。

- Touch key 校正步骤：
 - ◆ 进入校正步骤时 LCD 面板首先会显示“KEY 0”这个画面大约 500ms 会自动显示 touch key0 timerB 计时的数值。
 - ◆ 手触控 touch key 0 以后 LCD 面板会显示“KEY 1”这个画面大约 500ms 会自动显示 touch key1 timerB 计时的数字。
 - ◆ 手触控 touch key 1 以后会进入重量的校正流程。
- 重量的校正步骤：
 - ◆ 进入校正流程时显示第一组通道量测到的 ADC 内码值，并且通过 touch key0 可以切换不同组量测通道的 ADC 内码值。例如显示第三组通道的 ADC 内码值时，按 touch key0 切换时 LCD 面板会先显示“2”大概 500ms 在自动显示该组通道的 ADC 内码值。
 - ◆ 进入重量校正流程时，保持称台上无砝码再触控 touch key1 LCD 面板会显示“Zero” 1S 左右后显示 ADC 内部，当获取到稳定的四组通道的零点后自动闪烁显示“2000”。

- ◆ 把 2000g 的砝码放置在 loadcell1 对应的角位，触控 touch key1 会显示第一组量测通道的 ADC 内码，这时触控 touch key1 后保存该校正位置的 4 组 ADC 内码值，LCD 面板显示“1”。
- ◆ 把 2000g 的砝码放置于 loadcell2 对应的角位，触控 touch key1 显示第二组通道的 ADC 内码并当获取到该校正位置稳定的 ADC 数据后 LCD 面板自动显示“2”。
- ◆ 把 2000g 的砝码放置于 loadcell3 对应的角位，触控 touch key1 显示第 3 组通道的 ADC 内码并当获取到该校正位置稳定的 ADC 数据后 LCD 面板自动显示“3”。
- ◆ 把 2000g 的砝码放置于 loadcell4 对应的角位，触控 touch key1 显示第 4 组通道的 ADC 内码并当获取到该校正位置稳定的 ADC 数据后会自动计算每个 loadcell 的 GAIN 值存在 EEPROM 后退出校正。

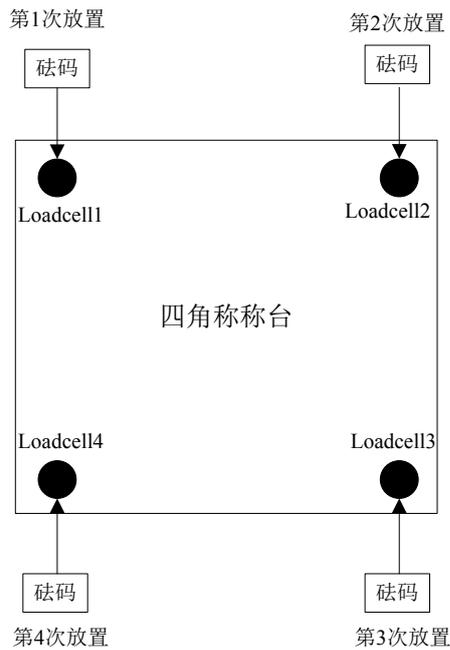


图 4.校正时砝码放置示意图

第 1 次得到 4 组通道的 ADC 减去对应方向零点的 ADC 值分别为 A1、B1、C1、D1

第 2 次得到 4 组通道的 ADC 减去对应方向零点的 ADC 值分别为 A2、B2、C2、D2

第 3 次得到 4 组通道的减去对应方向零点的 ADC 值分别为 A3、B3、C3、D3

第 4 次得到 4 组通道的减去对应方向零点的 ADC 值分别为 A4、B4、C4、D4

假设砝码的重量为 W

并假设

loadcell1 对应的 gain 值为 K1;

loadcell1 对应的 gain 值为 K2;

loadcell1 对应的 gain 值为 K3;

loadcell1 对应的 gain 值为 K4

$$W = (A1-D1)*K1 + (D1-B1)*K2 + (C1-D1)*K3 + D1*K4$$

$$W = (A2-D2)*K1 + (D2-B2)*K2 + (C2-D2)*K3 + D2*K4$$

$$W = (A3-D3)*K1 + (D3-B3)*K2 + (C3-D3)*K3 + D3*K4$$

$$W = (A4-D4)*K1 + (D4-B4)*K2 + (C4-D4)*K3 + D4*K4$$

$$K1 = \frac{\begin{vmatrix} W & D1-B1 & C1-D1 & D1 \\ W & D2-B2 & C2-D2 & D2 \\ W & D3-B3 & C3-D3 & D3 \\ W & D4-B4 & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & C1-D1 & D1 \\ A2-D2 & D2-B2 & C2-D2 & D2 \\ A3-D3 & D3-B3 & C3-D3 & D3 \\ A4-D4 & D4-B4 & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}$$

$$k2 = \frac{\begin{vmatrix} A1-D1 & W & C1-D1 & D1 \\ A2-D2 & W & C2-D2 & D2 \\ A3-D3 & W & C3-D3 & D3 \\ A4-D4 & W & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & C1-D1 & D1 \\ A2-D2 & D2-B2 & C2-D2 & D2 \\ A3-D3 & D3-B3 & C3-D3 & D3 \\ A4-D4 & D4-B4 & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}$$

$$K3 = \frac{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & W & D1 \\ A2-D2 & D2-B2 & W & D2 \\ A3-D3 & D3-B3 & W & D3 \\ A4-D4 & D4-B4 & W & D4 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & C1-D1 & D1 \\ A2-D2 & D2-B2 & C2-D2 & D2 \\ A3-D3 & D3-B3 & C3-D3 & D3 \\ A4-D4 & D4-B4 & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}$$

$$k4 = \frac{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & C1-D1 & W \\ A2-D2 & D2-B2 & C2-D2 & W \\ A3-D3 & D3-B3 & C3-D3 & W \\ A4-D4 & D4-B4 & C4-D4 & W \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} A1-D1 & D1-B1 & C1-D1 & D1 \\ A2-D2 & D2-B2 & C2-D2 & D2 \\ A3-D3 & D3-B3 & C3-D3 & D3 \\ A4-D4 & D4-B4 & C4-D4 & D4 \end{vmatrix}}$$

通过求四阶行列式的运算可以得出每个半桥所对应的 GAIN 值分别为 K1、K2、K3、K4 的值。

3.2.2 量测流程

传感器信号的量测是通过 HY13P53 内部 18bit 全差动 $\Sigma \Delta$ ADC 并结合内部最大 128 倍的 PGA 进行放大把它转换为数字量。其次传感器的供电电压与 ADC 的参考电压由 HY13P53 内部四段可以调整的 LDO 提供并配置 LDO 的输出电压为 2.4V，ADC 的参考电压输入配置为 AI5 对 AI6 的 1/2 倍。另外对于 ADC 的采样频率 ADC_CK 设置为 500KHZ，为了满足四脚称的量测 OSR 设置为 2048，这样等效 ADC 的输出频率为 244HZ。

对于 HY13P53 四脚称的应用，在 ADC 量测通道配置方面为了满足信号稳定性与得到每个半桥称重时形变量所对应的信号，ADC 量测如前章节所述会有四组不同的量测通道。第一组 AI3 与 AI0 通道对应量测 loadcell4 正向与 loadcell1 反向两个半桥配对为全桥的差分信号，第二组 AI3 与 AI1 通道对应量测 loadcell4 正向与 loadcell2 正向两个半桥配对为全桥的差分信号，第三组 AI3 与 AI2 通道对应量测 loadcell4 正向与 loadcell3 反向两个半桥配对为全桥的差分信号，第四组 AI3 与 AI4 通道对应量测 loadcell4 与两颗 1K 0.1%电阻分压配对的假全桥的差分信号。通过这量测到的四组 ADC 值经过换算可得出每个半桥所对应的 ADC 值，每个半桥所对应的 ADC 值乘以校正时得出的每个半桥的 gain 就可以得到当前称重的重量。

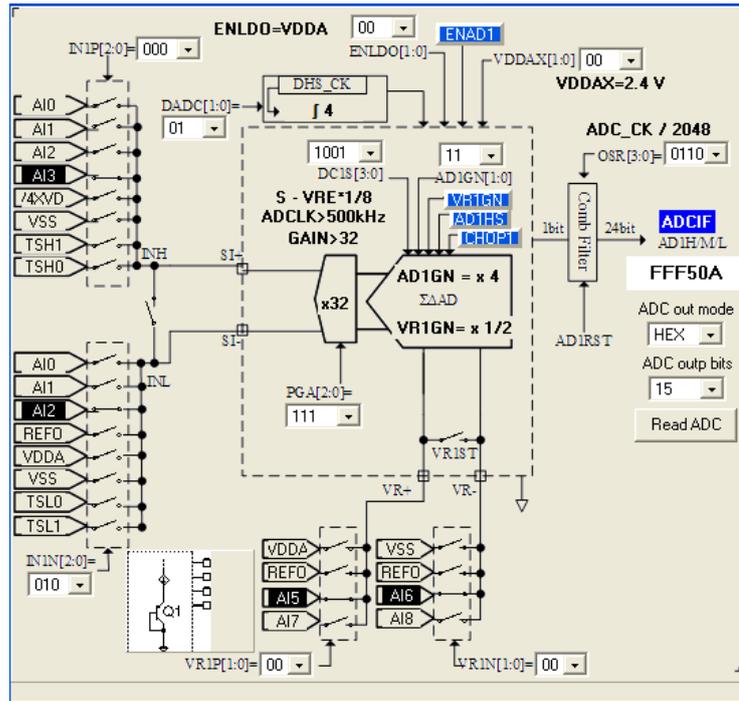


图 5.ADC 配置图

3.2.3 ADC 滤波流程

HY13P53 四脚称在 ADC 软件滤波处理方面采用 64 笔累加平均的方式，其次为了满足称重稳定性的计算出来的重量与之前的重量相比较如果小于 5g 的变化范围采用四笔滑动平均的处理方式计算重量。

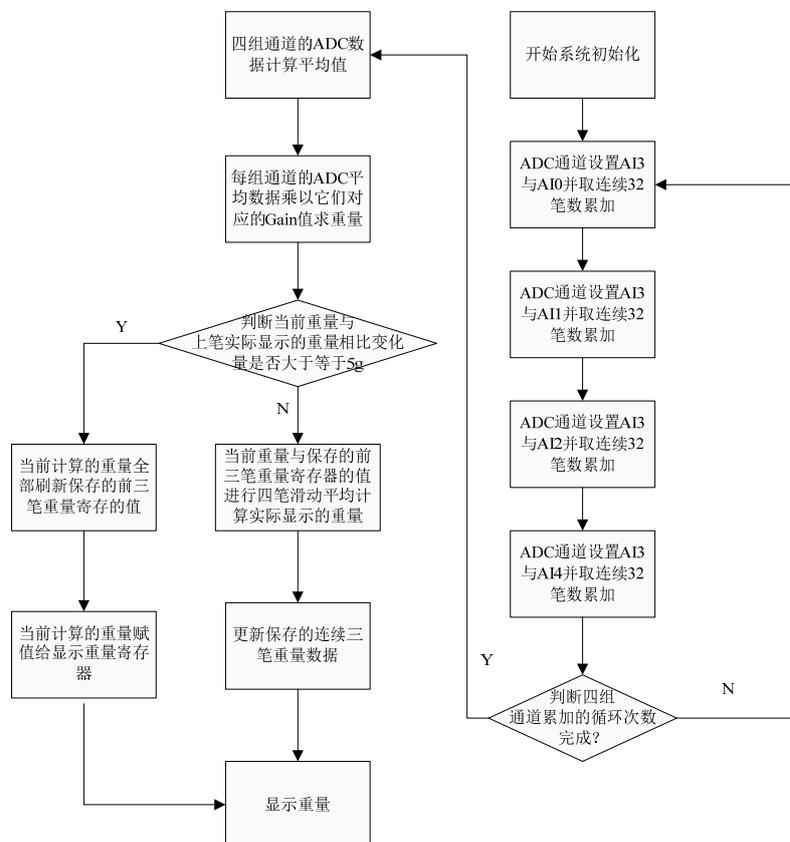


图 6.ADC 滤波与重量计算流程

3.2.4 称重操作流程

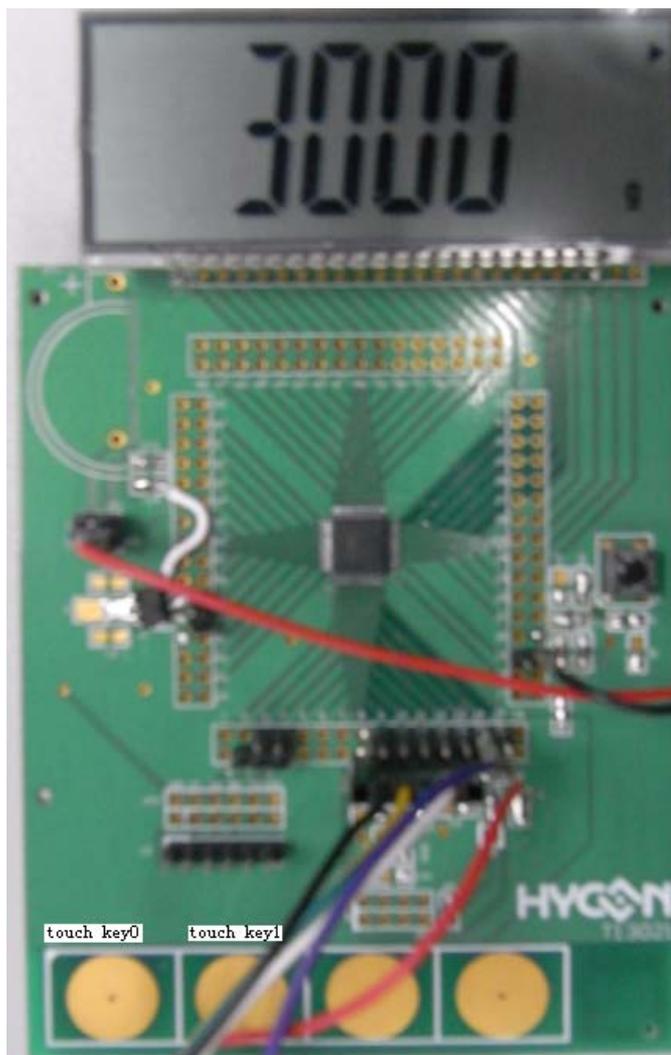


图 7.demo board

首次上电 LCD 面板显示“888888”时进行抓零，当抓取到稳定的 ADC 值时称台归零 LCD 面板显示“0”，称台上放置砝码进行正常称重，图 7 为演示板实物。短触控 PT2.4 对应的 touch key0 可以对当前称台进行 tare，在开机下按 touch key1 键可以关机进入省电模式，在省电模式会周期性的扫面触控 touch key1，所以长按 touch key1 可进行开机称重（参照图 8 流程）。

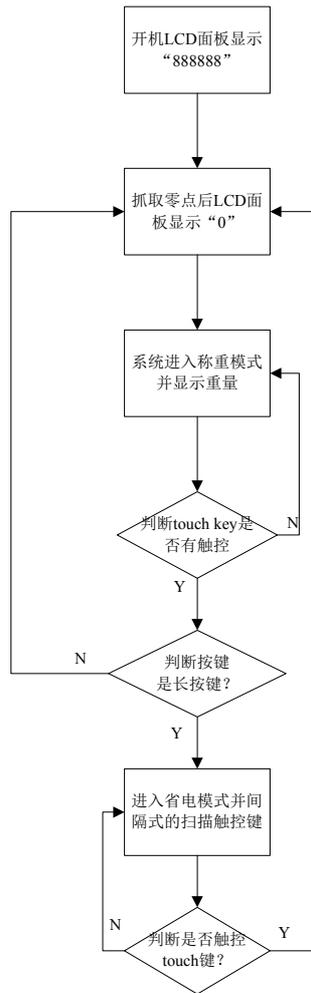


图 8.系统工作流程

4 测试数据

下面的数据是砝码放置不同位置（参照图 7）称重记录的数据，从这些记录的数据来看砝码放置不同位置称重误差都比较小。



图 9.砝码放置位置

| 砝码 位置 | 500g | 1000g | 2000g |
|----------|------|-------|-------|
| 位置 1 | 500 | 1001 | 2001 |
| 位置 2 | 499 | 1001 | 2002 |
| 位置 3 | 498 | 1002 | 1999 |

| | | | |
|------|-----|------|------|
| 位置 4 | 502 | 1001 | 1999 |
| 位置 5 | 500 | 998 | 1999 |
| 位置 6 | 500 | 998 | 1999 |
| 位置 7 | 501 | 1001 | 1999 |
| 位置 8 | 500 | 1001 | 2002 |
| 位置 9 | 499 | 998 | 1999 |

5 技术规格

- 电源接点: 3.0V
- 功耗: 工作模式 8mA, 省电模式 15uA;
- 适用范围: 各种四脚称的应用;
- 工作温度: -40°C ~ +85°C;
- 存贮温度: -55°C ~ +125°C;
- 相对湿度: <95% (20±5°C 条件)

6 结论

以 HY13P53 为主控结合内部高精度、多通道输入、快速 ADC 的量测四个半桥的信号。校正时, 通过行列式的算法计算出每个半桥的 gain 值, 称重时, 对每个半桥的 ADC 信号乘以对应的 gain 值进行累加计算重量。这样的量测方式对于四个半桥是否完全匹配并没要求, 且砝码放置不同位置量测重量也基本一致, 这样的量测方式与普通量测比起来对于传感器的匹配要求会降低很多, 从而可以减少挑选传感器的工作量, 所以 HY13P53 在四个半桥四脚称的应用上具有外围简单, 性价比高的优势。

7 参考文件

Datasheet file: HY13P00 user's guide

Datasheet file: HY13P53 datasheet

应用文件: HY11P13 四脚称的应用

8 附件



3+1_democode0924.
rar

Demo Code:

修訂記錄

以下描述本档差异较大的地方，而标点符号与字形的改变不在此描述范围。

| 版本 | 页次 | 变更摘要 |
|-----|-----|------|
| V01 | All | 初版发行 |
| | | |
| | | |