

# 无开关电子秤

## 技术演进说明:

电子秤经历了指针式电子秤，离散组件组成的数字型电子秤及高阶产品用单芯片式电子秤。其基本称重方式不外乎透过机构上的压力(重量)传感器，当施压力于传感器上，传感器会发生形变，而产生阻抗变化，在外部给予驱动电压后，会将压力转换为电压或电流的量化讯号输出，再经由小讯号放大线路及抗干扰滤波线路处理后，由 ADC(模拟数字转换器)转换为数字讯号，而数字讯号就由微控制器(MCU)运算处理后，再搭配各种不同 UI(user interface)功能来连接周边应用，透过周边控制及液晶显示出传感器的感应量。然而其电子秤设计皆需前置复杂的硬件电路来完成讯号取样，及搭配微控制器来进行转换，一般则需要通过以下设计流程。如图 1。

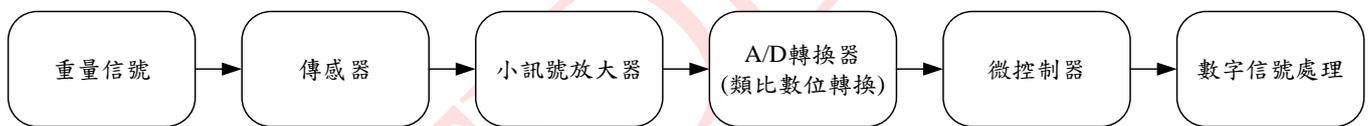


图 1

在电子秤逐渐普及后，电子体重秤的应用也随之而来，而原本在电子秤上的特点也随着被带入电子体重秤中。除基本单位转换功能，多组记忆，自动零点追踪，电池电压提示，系统待机，身体重量测量等功能外，也逐渐将身体各参数数据也加入量测中：就像是身体质量指数(Body Mass Index, BMI)，体脂肪，身体水分含量等功能。

而对使用者而言，最常遇到的问题就是使用体重秤前，都要有开机的动作，之后才能进行体重测量。因为早期体重秤设计，其消耗电流很大，为了达到省电功能，设计者从硬件上制作了按键，如图 2，当使用者要秤重时，则需开启按键后，等待几秒钟时间，使体重秤归零动作后，才能予以秤重。但实际使用上，这对老人家或是小孩子在秤重上会造成困扰或不方便，通常他们都不知道要

先开启开关才可以开始秤重，因此以为体重秤故障，或是需要等待固定时间归零后才可以开始秤重的困扰。

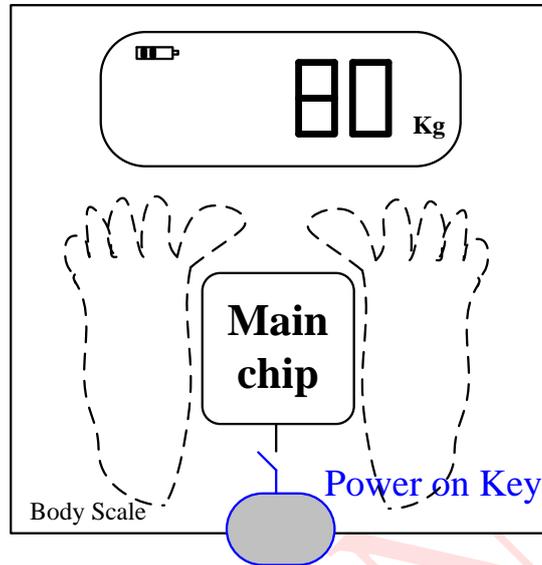


图 2

因为该功能的需求，使得技术逐渐进步到由硬件判断线路来自动启动秤重测量功能，如图 3 所示，透过一级比较器(Comparator)进行秤重唤醒判断。但这也存在技术上所需克服问题，往往传感器(Sensor)差动输出电压非常微小，而一般比较器设计就已经存在几毫伏特(mV)的零点偏移量(offset)，且若要设定为启动秤重的电压量通常更微小，都只有几微伏特(uV)的电压，因此常常会造成误动作，反而使得体重秤没有达到省电功能，而且因为比较器需要处于主动侦测模式下，才能时刻判断使用者是否有在使用体重秤，因此比较器的低消耗电流则被进一步的要求。因此要达到如此规格及成本之下，这样的设计方法逐渐被市场所淘汰。而且常常的误判也造成使用者的混淆与使用不便，所以在真的要秤重时，体重秤通常已经没电无法使用。

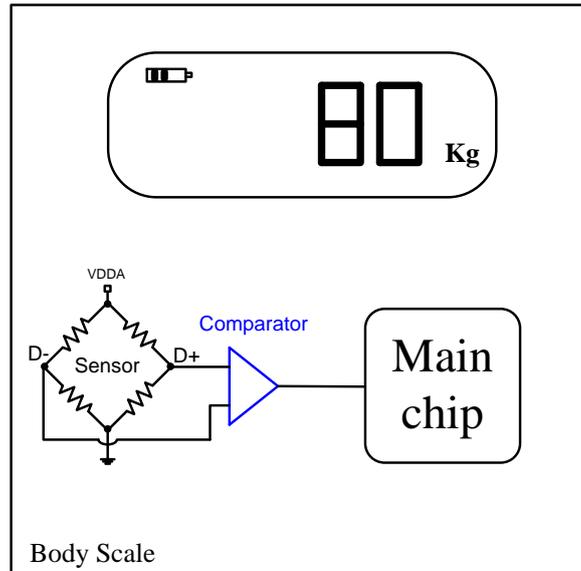


图 3

在其测试方法逐渐被淘汰后，大家纷纷使用高性能、低声噪及低耗电的仪表放大器 (Instrumentation Amplifier, IA) 于体重秤设计上，如图 4。在感测试器的输出讯号分辨率上，可达更高准确度的判断来启动测量功能。虽然精度提高，已经减少误判存在，但其高单价的 IA，更是在体重秤市场中遇到瓶颈与推广障碍，为了准确启动秤重的功能，而增加成本的解决方法，终端客户终究还是避而远之。

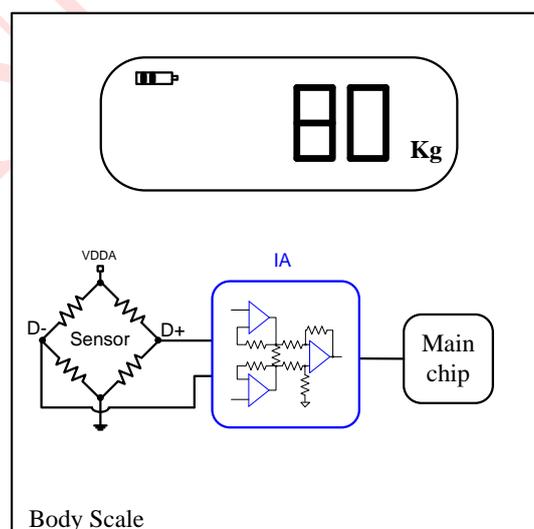


图 4

应用架构:

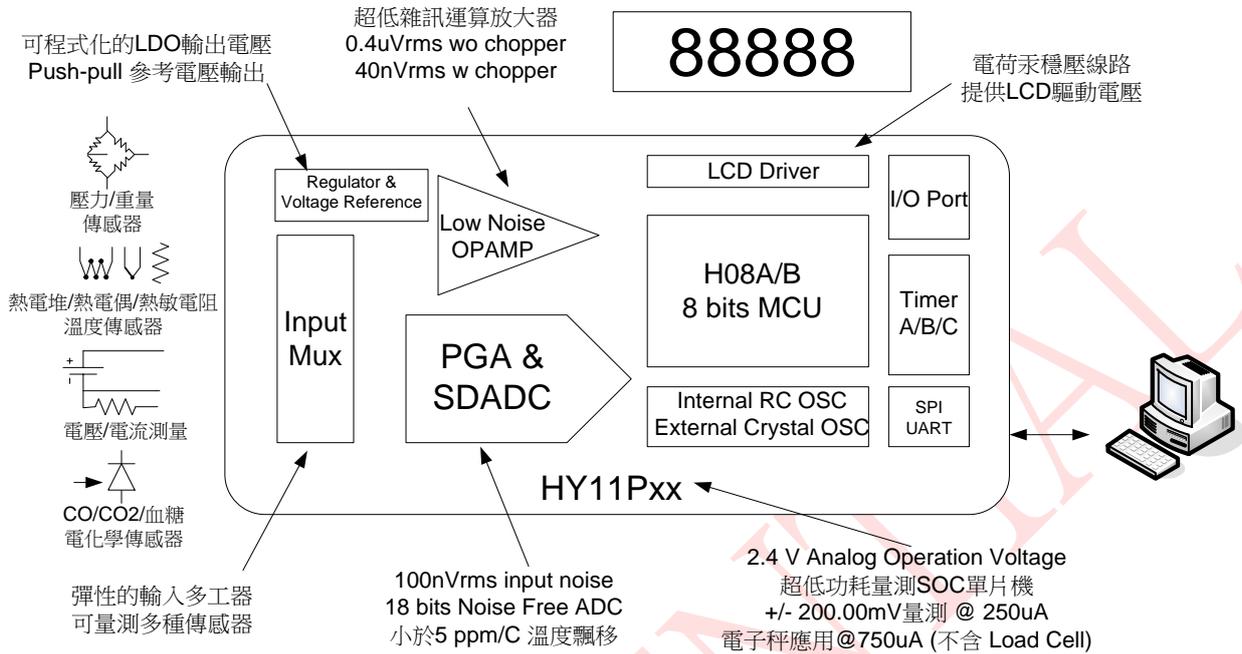


图 5

而矽統科技所推出 HY11P 系列 8 位高性能 OTP 单片机，如图 5。不但具有高分辨率模拟数字转换器(Analog to digital converter, ADC)之外，还整合许多周边资源，堪称是高整合度与高性能规格的单片机：

- ◆ 2.2V to 3.6V 工作电压范围，适合电池式产品使用，-40°C~85°C工作温度范围更符合工业规格需求。
- ◆ CPU 为加强型精简指令集，包含硬件乘法指令及查表指令。不同芯片有 2K~8KWord OTP (One Time Programmable) Type 程序内存，128~512Byte 数据存储器，足够提供体重秤或体脂秤相关应用开发需求。
- ◆ 内建高精度可校正 RC 振荡器，可以节省外接振荡器的零件需求。
- ◆ 芯片具有弹性多种工作频率切换选择主频率网络，可让用户达到最佳省电规划，而 CPU 也

支持待机模式及睡眠模式的指令驱动功能，更可以有效进行功率管理，使得非量测中模式更达省电效益。即使连续测量模式下，芯片功耗仅 2.25mW，进入深层睡眠模式也只有 2uW 的耗电，更适合节能省电的需求。

- ◆ 多重防当机功能，对于电源系统有启动重置芯片功能，使得微控制器正常工作，并有硬件堆栈满重置与看门狗重置功能，降低因外部干扰所产生芯片当机现象。

- ◆ 内建高分辨率全差动输入  $\Sigma\Delta$ ADC 模拟数字转换器：

芯片主要核心为内建高分辨率模拟数字转换器，该核心使得整合应用系统达到芯片化 (System on chip, SOC) 的目的。在输入的模拟讯号不放大的设定下，ADC 的性能可以高达 ENOB 有 20bits 的超高解析能力。其 ADC 内建可程序增益放大器功能，间接可省去传统外接前置仪表放大器的功能，其内建放大倍率最大高达 128 倍率，等效可以解析 RMS Noise 约有 100nV 的小讯号分析能力。而在 ADC 取样频率为 250KHZ 设定下，更可以完整取样讯号数据，不仅 ADC 的超取样架构提高了整个讯号的解析，可程序数字超取样的选择，也使得 ADC 解碼输出率可设定成从 8HZ 到 2KHZ 的讯号输出速度，足以满足许多应用取样带宽，其后端的二阶疏状滤波器搭配超取样架构也扮演了低通滤波的功能。

- ◆ 内建低电压 14 段检测功能，实时提示电池使用量。同时也可以利用 ADC 前置网络信道，进行实际电压测量显示功能。

- ◆ 内建多达 80(4\*20)点数的 LCD 液晶驱动显示，满足该方案下的各血压值显示、时钟模式及其他额外功用点数显示功能，内建液晶驱动电压的升压设计，即使在电源电压为低电压下，液晶驱动器显示明亮度一样可被使用者所接受。

◆ 多样化的数字功能支持，达到完整的数字控制方案：

丰富的多功能数字周边，可以在有更多的应用想象空间，包含有 8-bit Timer A、16-bit Timer B、8-bit Timer C 模块及内建支持数字讯号比较模块、撷取模块、脉冲宽度调变(Pulse-width modulation, PWM)模块及频率调变(Pulse-frequency divider, PFD)功能等。其内建的串行通讯 SPI 模块与 RS232 模块，更适合于 PC 通讯的一个桥梁。

CONFIDENTIAL

方案优势说明:

因为其高度整合性，可使桥式传感器差动输出讯号直接连接到 HY11P 系列芯片，如图 6。即可进行讯号转换处理，不需经过前置放大线路来进行放大与滤波处理，已经减少非常多外部零件设计需求。其高分辨率当然毋庸置疑，在秤重测量模式下，调整放大倍率为 128 倍，模拟数字转换输出率为 8sps，其 ADC 有效位数(Effective number of bit, ENOB)高达 17.5bits，等效输入声噪更可以解析到 100nV 微小讯号，且在可接受 1sps 显示速率下，可以透过 8 笔数据滑动平均滤波处理法，来降低等效输入声噪至 40nV，再进一步提升解析能力。而在快速输出接近 1ksps 的输出率下，其 ADC ENOB 仍可达 14bits 能力。因具有模拟电源系统低电压设计能力，使得模拟测量线路可以工作在 2.4V 低压下，使得芯片消耗电流降低许多，即使连续测量模式下，芯片功耗也仅 2.25mW。

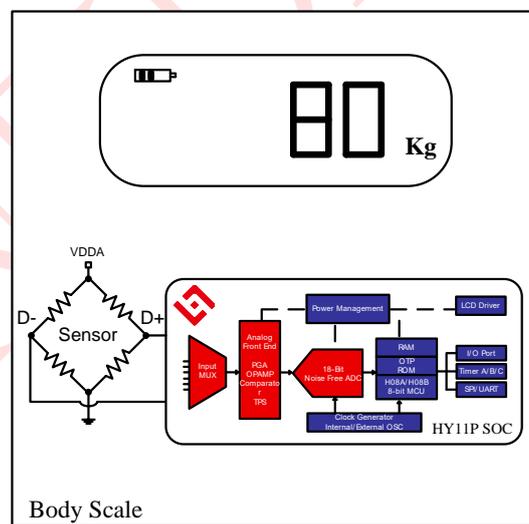


图 6

因此在芯片具备高分辨率与快速输出能力下，研发出软件智能判断功能来取代按键启动开关的功能，利用微控制器启动测量模式与监控模式的搭配，可控制平均消耗电流在 20uA 以内，即使使用 210mAh 的电池来驱动，仍可持续工作一年半以上的时间。而软件智能判断功能则以图 7

来进行说明：若以体重秤为例，传感器等效阻抗为 1KΩ 左右，等效消耗电流约 2.4mA，而芯片工作时，以每秒为单位唤醒一次进行测量，基本上监控电流可以细分成以下 A、B、C、D 等四大项消耗电流成分；

A 定义为 CPU 启动及数字分析计算与显示所需时间与耗电，时间为 2msec，消耗电流为 0.3mA。

B 定义为 ADC 启动侦测的动作，设定 ADC 输出率为 1ksps，在为每秒时间内，芯片是否要唤醒测量的临界判断标准，以最快输出率下，进行秤重前的启动判断，其时间为 2.4msec，包含传感器消耗电流，总耗电为 3.2mA。

C 定义为芯片模拟电压源 VDDA 启动所需时间，其时间为 0.5msec，包含传感器消耗电流，总耗电为 2.7mA。

D 定义为芯片处于待机模式下消耗电流，透过关闭模拟电压源可间接关闭传感器电源达到最省电效果，则扣除 A、B、C 项目所剩余时间，则为待机电流，时间为 995.1msec，消耗电流为 1.65uA。

则监控耗电电流总和

$$\begin{aligned} &= 0.3\text{mA} \times 0.2\% + 2.7\text{mA} \times 0.05\% + 3.2\text{mA} \times 0.24\% + 1.65\text{uA} \times 99.51\% \\ &= 11.27\text{uA} \end{aligned}$$

其中连续测量模式下，芯片测量耗电电流与传感器消耗电流总为 3.2mA

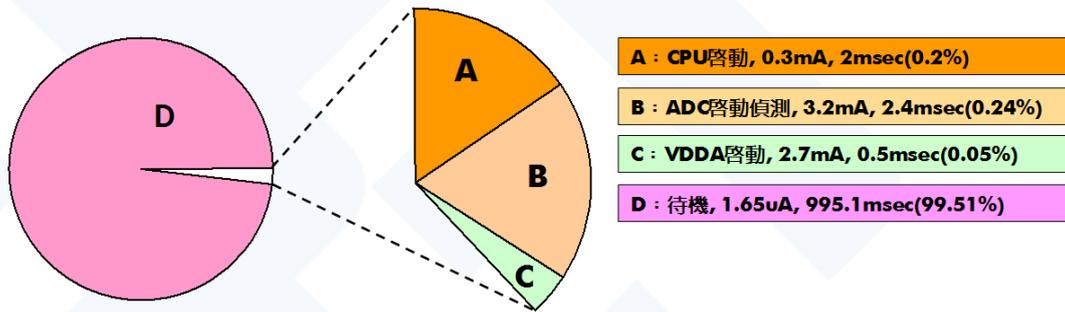


图 7

而实际应用上，若定义每天量测 10 次体重，每一次量测 15 秒时间则平均耗电为测量耗电与监控耗电总和，因此平均耗电为：

$$\begin{aligned}
 &= (\text{量测耗电}) \times (\text{量测次数}) \times (\text{每次量测时间}) / (1 \text{ 天时间}) + (\text{监控耗电}) \\
 &= (3.2\text{mA}) \times (10) \times (15\text{sec}) / (86400\text{sec}) + (11.27\text{uA}) \\
 &= 16.83\text{uA}
 \end{aligned}$$

在所装载电池电量设定为 210mAh 下，其电池寿命为：

$$\text{= 电池电量} / \text{平均耗电} = 210\text{mAh} / 16.83\text{uA} = 520 \text{ 天}$$

因此，这样的设计概念，不仅节省了一颗外部按键开关，其每秒钟的智能侦测判断，更可以达到归零判断依据，即使是传感器自身微小的零点漂移变化，都可以轻易达到追踪并更新的效果。而每秒钟的侦测判断，不仅可以让使用者，一站上秤台后，即可马上测量体重，也不需特别在意是否有打开启动开关，也不需等待归零动作，立即可以显示待测重量，更可以达到非常省电的设计，在连续监控工作下，电池电量还可能有长达一年半以上的使用寿命；比起他牌产品，虽拥有类似功能的设计，但却只有不到半年的电池使用寿命相比，其性能与价格的比值(Capability/Price)远远凌驾其他产品之上。而该独创性的整合设计，除了软件控制智能判断外，最主要就是使用了矽统科技划时代的高性能、高整合度、极具低价格成本优势的产品，HY11P 系列 8 位高性能 OTP 单片机。