



HY11P14

符合 **OIML** 之計價秤應用說明

Table of Contents

1.	簡介	5
2.	原理說明	7
2.1.	RMS Noise	7
2.2.	Temperature	7
2.3.	INL	8
2.4.	軟體顯示要求	8
2.5.	HY11P14 的規格	8
3.	線路原理	9
3.1.	ADC與電源系統	9
3.2.	Low Battery	10
4.	50/60HZ的NORMAL MODE REJECTION	11
5.	軟體功能	12
5.1.	校正模式	12
5.2.	計價模式	14
6.	測試表單	16
6.1.	Discrimination	16
6.2.	Weighting Performance	17
6.3.	Zero Return	18
6.4.	Creep	19
6.5.	Stability of Equilibrium	20
6.6.	Repeatability	21
6.7.	Tare	22

6.8. Temperature	23
7. DEMO CODE	24

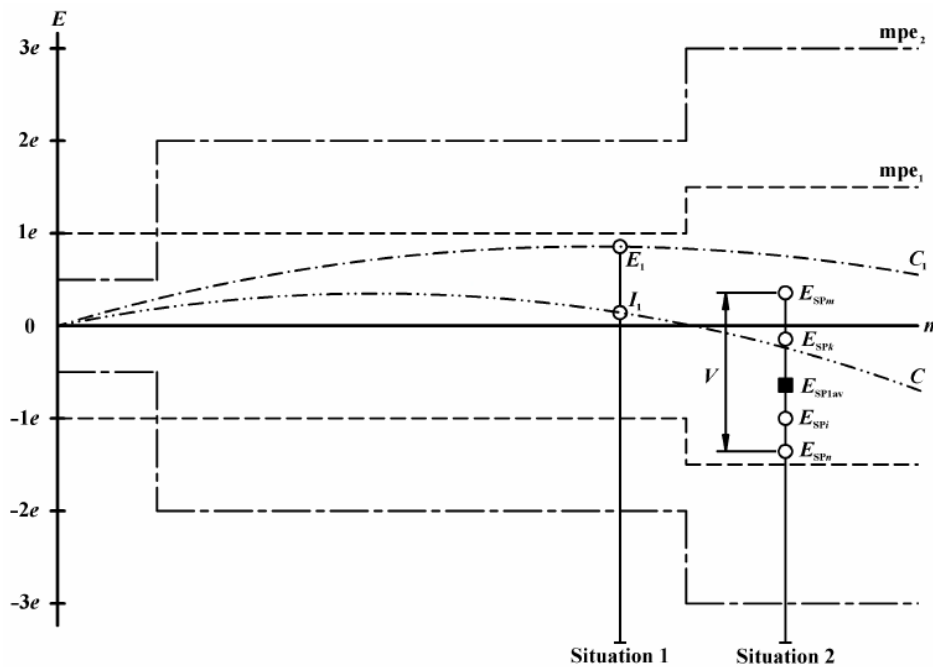
注意：

- 1、本說明書中的內容，隨著產品的改進，有可能不經過預告而更改。請客戶及時到本公司網站下載更新 <http://www.hycontek.com>。
- 2、本規格書中的圖形、應用電路等，因第三方工業所有權引發的問題，本公司不承擔其責任。
- 3、本產品在單獨應用的情況下，本公司保證它的性能、典型應用和功能符合說明書中的條件。當使用在客戶的產品或設備中，以上條件我們不作保證，建議客戶做充分的評估和測試。
- 4、請注意輸入電壓、輸出電壓、負載電流的使用條件，使 IC 內的功耗不超過封裝的容許功耗。對於客戶在超出說明書中規定額定值使用產品，即使是瞬間的使用，由此所造成的損失，本公司不承擔任何責任。
- 5、本產品雖內置防靜電保護電路，但請不要施加超過保護電路性能的過大靜電。
- 6、本規格書中的產品，未經書面許可，不可使用在要求高可靠性的電路中。例如健康醫療器械、防災器械、車輛器械、車載器械及航空器械等對人體產生影響的器械或裝置，不得作為其部件使用。
- 7、本公司一直致力於提高產品的品質和可靠度，但所有的半導體產品都有一定的失效概率，這些失效概率可能會導致一些人身事故、火災事故等。當設計產品時，請充分留意冗餘設計並採用安全指標，這樣可以避免事故的發生。
- 8、本規格書中內容，未經本公司許可，嚴禁用於其他目的之轉載或複製。

1. 簡介

計價秤的用途是涉及到商業交易，為了使買方與賣方的交易更趨公平，所以其認證規範相當嚴格，在各種不同條件的環境下所產生的量測誤差都不得超過規範中的容許誤差範圍，否則可能會因違反公平交易的原則產生許多的法律責任問題，因此許國家對於商業用的計價秤都有其規範並需要得到國家認證才能在交易市場上使用。在所有的規範中以 OIML (International Organization of Legal Metrology) 的規範是最為完整的，因此歐美各國大多採用該規範作為準則，在亞洲的許多國家雖然有自己的認證規範，但其認證規範都以 OIML 作為參照準則。

計價秤須要通過 OIML 的第 3 認證等級(Class III)，OIML 的認證規範中的測量誤差(環境溫度 -10~40°C)不可超過 mpe1 (mpe = max permissible error)；而且通過認證的機種在市場上應用時不可超過 mpe2，如圖表 1。在表格 1 表示每一個等級在各量程中最大的容許誤差值。



圖表 1

Maximum permissible errors on initial verification	For loads, m , expressed in verification scale intervals, e			
	Class I	Class II	Class III	Class III
$\pm 0.5 e$	$0 \leq m \leq 50\,000$	$0 \leq m \leq 5\,000$	$0 \leq m \leq 500$	$0 \leq m \leq 50$
$\pm 1.0 e$	$50\,000 < m \leq 200\,000$	$5\,000 < m \leq 20\,000$	$500 < m \leq 2\,000$	$50 < m \leq 200$
$\pm 1.5 e$	$200\,000 < m$	$20\,000 < m \leq 100\,000$	$2\,000 < m \leq 10\,000$	$200 < m \leq 1\,000$

表格 1

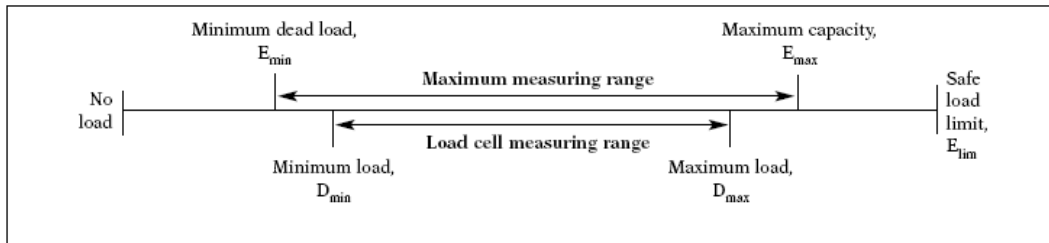
由於電子式計價秤採用的感應器大部分為Load Cell，然而一個通過OIML認證等級(Class C)的Load Cell已經佔用了 P_{LC} (apportionment factor) ≤ 0.7 ，如 表格 2，因此在電子設備如(ADC)的 P_{LC} 應小於 0.3。

mpe	Load, m			
	Class A	Class B	Class C	Class D
$P_{LC} \times 0.5 v$	$0 \leq m \leq 50\,000 v$	$0 \leq m \leq 5\,000 v$	$0 \leq m \leq 500 v$	$0 \leq m \leq 50 v$
$P_{LC} \times 1.0 v$	$50\,000 v < m \leq 200\,000 v$	$5\,000 v < m \leq 20\,000 v$	$500 v < m \leq 2\,000 v$	$50 v < m \leq 200 v$
$P_{LC} \times 1.5 v$	$200\,000 v < m$	$20\,000 v < m \leq 100\,000 v$	$2\,000 v < m \leq 10\,000 v$	$200 v < m \leq 1\,000 v$

表格 2

2. 原理說明

一般通過OIML認證的Load Cell會有一些安全餘量，保證在組裝成為秤後加上秤盤機構都可以保證在 $P_{LC}(\text{apportionment factor}) \leq 0.7$ ；圖表 2， E_{min} 與 E_{max} ，是Load Cell最大負載能力(一般是沒有組裝任何機構或秤盤)； D_{min} 與 D_{max} ，是Load Cell應用上的最大值與最小值(一般是已經組裝為秤的成品)。



圖表 2

但是 D_{min} 可能等於 E_{min} ， D_{max} 可能等於 E_{max} ，為了保證組裝成為計價秤後仍在安全範圍內，一般會視機構或秤盤重量選擇較大秤量的 Load Cell 來組裝；假設要組裝一台 15Kg 的計價秤，整個機構加上秤盤的重量為 2Kg，保留 Initial Zero 的範圍(20% of Max)約 3Kg，因此需選擇 20Kg 的 Load Cell 來組裝成為 15Kg 的計價秤是比較安全的。

在 OIML 規範的測項包括 Titling、Temperature、Power、Supply、Time、Creep、Zero Return、Durability 等等，然而要通過認證需要滿足這些測項並不能超過 $mpe1$ 。而且在測試時會用 $0.1e(\text{verification scale interval})$ 來加載測試，所以要做一台 3000Count 的計價秤，其內外 Count 的比值須做到 10:1，才能滿足要求。

綜觀上述，如果用一顆 20Kg 通過 OIML 認證的 Load cell， $\text{output rate} = 2\text{mV/V}$ ，來組裝 15Kg，解析度為 5g，以下就 OIML Class III 整體的規範做電性分析：

2.1. RMS Noise

如果 Load Cell 電壓 = 3V，信號輸出最大電壓為：

$$(15\text{Kg}/20\text{Kg}) \times 2\text{mV/V} \times 3\text{V} = 4500000\text{nV}。$$

按 3000Count 的計價秤算出其最小的解析電壓為：

$$4500000\text{nV} \div (3000 \times 10) = 150\text{nV}。$$

所以 ADC 的 RMS Noise 最大為 $150\text{nV} \div 3.3 \approx 45\text{nV}$ 才能符合要求。

2.2. Temperature

◆ 溫度變化對 SPAN 的影響：

OIML 在環境溫度的測試範圍為 $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，在這範圍內 0g ~ 500g 誤差不得超過 $\pm 0.5e$ ，500g ~ 2000g 誤差不得超過 $\pm 1e$ ，2000g 以上誤差不得超過 $\pm 1.5e$ 。

假設 Load Cell 的 $P_{LC} = 0.7$ ，因此其他的電子顯示設備如 ADC 只能分配到 0.3；0g ~ 500g 最大誤差為 $\pm 0.15e$ ，500g ~ 2000g，最大誤差為 $\pm 0.3e$ ，2000g 以上最大誤差為 $\pm 0.45e$ 。

因此 ADC Span(Gain) 的溫度規格， $1000000 \times (0.45e \div 3000e) \div 30^{\circ}\text{C} = 5\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ，考慮在 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 環溫校正，所以溫度最大變化範圍 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 。

◆ 溫度變化對 Offset 漂移的影響：

OIML 對溫度造成 offset 漂移的要求是溫度變化每 5°C 不得超過 1e。

假設 Load Cell 的 $P_{LC} = 0.7$ ，因此其他的電子顯示設備如 ADC 只能分配到 0.3；也就是溫度變化每 5°C 不得超過 0.3e。

因此 ADC Offset 漂移的溫度規格， $1000000 \times (0.3e \div 3000e) \div 5^\circ\text{C} = 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，也就是 $4500000\text{nV} \times 20\text{ppm}/^\circ\text{C} = 90\text{nV}$ 。

2.3. INL

OIML 的規範中 Accuracy 體現整體的線性誤差 INL，最大不得超過 $\pm 0.25e$ ，Load Cell 的 P_{LC} 已經佔用了 0.7，因此對 ADC 的 INL 要求為 $(0.25e) \times 0.3 = 0.075e$ ，也就是約為 $\pm 25\text{ppm}$ 。

2.4. 軟體顯示要求

2.4.1. Initial Zero

OIML 規定 Initial Zero 不得超過最大重量的 20%，以 15Kg 的計價秤為例，開機零點不得超過 3Kg。

2.4.2. Zero 範圍

OIML 規定 Zero 的範圍(包括 Zero Tracking)不得超過最大重量的 4%，以 15Kg 的計價秤為例，Zero 的範圍(包括 Zero Tracking)不得超過 0.6Kg。

Zero Tracking 的規定為每秒不得超過 $\text{Zero} \pm 0.25e$ ，而且需要在穩定的情況下才能做 Zero Tracking。

2.4.3. Tare

- ◆ 當在 Zero 以下時不能做 Tare
- ◆ 在 Tare 功能啟動時須有符號“NET”或“Tare”顯示
- ◆ 在 Tare 功能啟動時不可有 Zero Tracking 功能
- ◆ 可以 Tare 到最大的顯示重量
- ◆ 當 Tare 回到 $\text{Zero} \pm 0.25e$ 時可取消 Tare 功能

2.4.4. Change of Indication

當重量改變時，需在 1 秒內改變顯示重量，也就是 ADC 的更新率須小於 1S

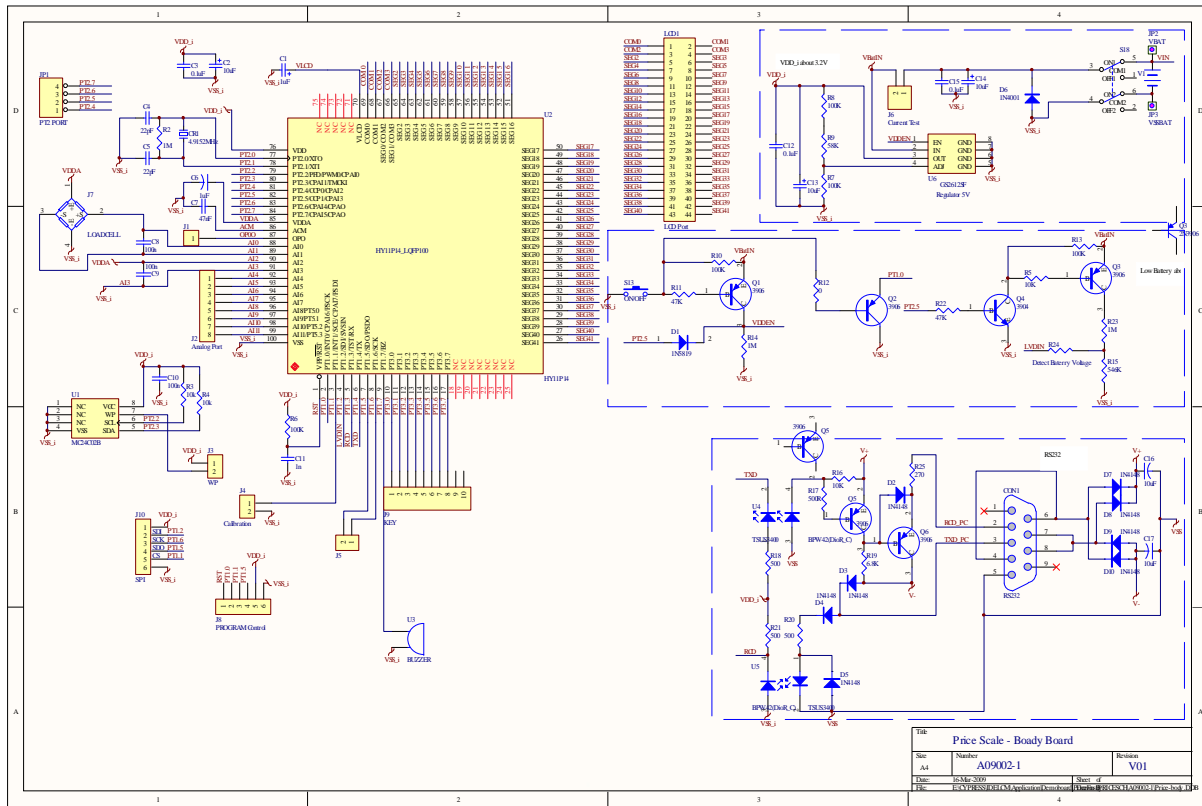
2.4.5. Limits of indication

最大的顯示重量為最大秤量 +9e

2.5. HY11P14 的規格

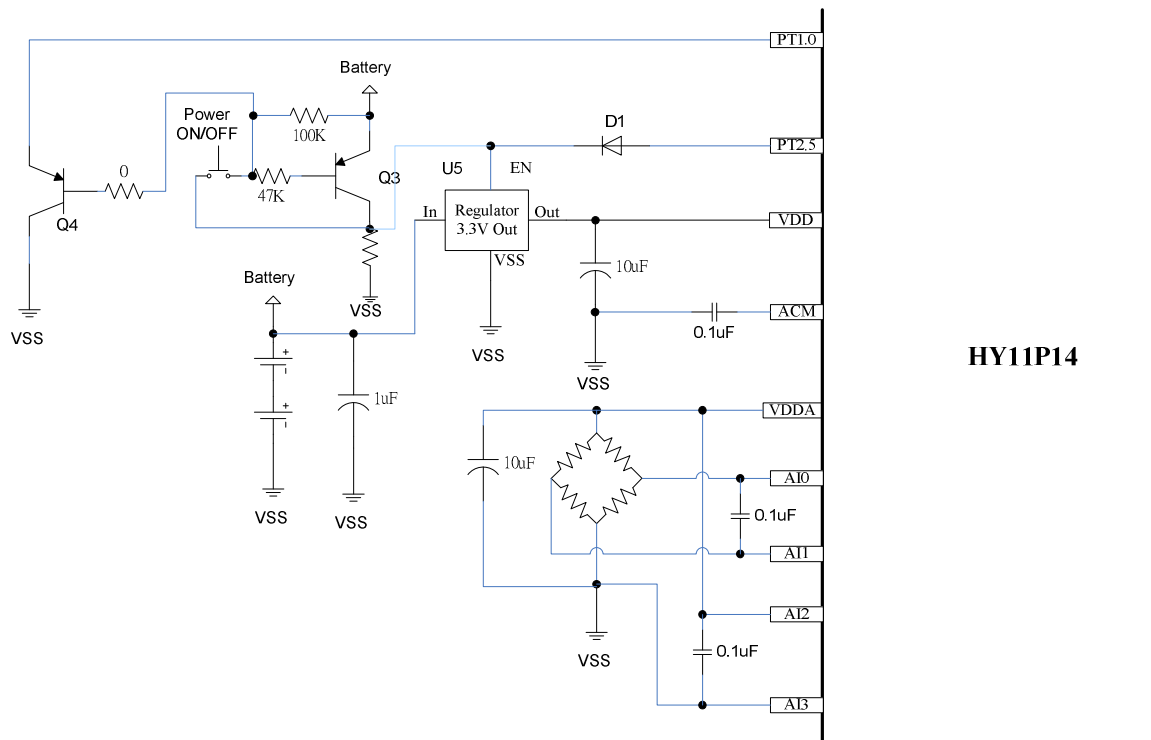
- ◆ ROM = 8K word
- ◆ RAM = 512 byte
- ◆ 溫度對 ADC Gain 的影響 5ppm/°C
- ◆ 溫度對 ADC Offset 的漂移 20nV/°C
- ◆ ADC 的 INL = 20ppm
- ◆ ADC 的 RMS Noise 40nV @ 1Hz
- ◆ 如果採用 mpe1 要做認證規格時需選擇 $P_{LC} \leq 0.7$ 的 Load Cell。

3. 線路原理



圖表 3

3.1. ADC 與電源系統



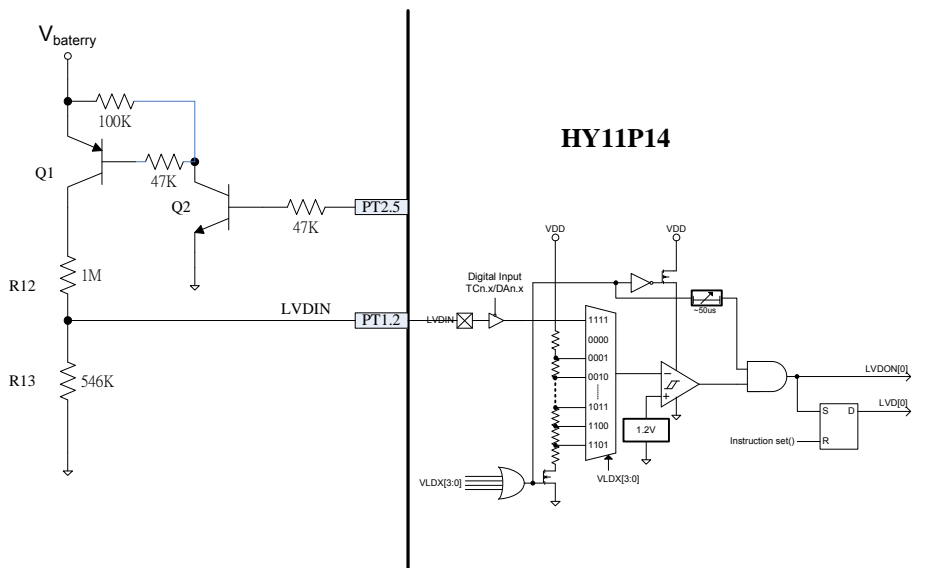
圖表 4

Load Cell 的 Power 由 VDDA 提供，HY11P14 ADC 的 Reference Voltage 接 VDDA 與 VSS，由 AI2 與 AI3 進入，Load Cell 的輸出電壓由 AI0 與 AI1 進入。

當開關 Power ON/OFF 按鍵按下時，Q3 導通，此時 U5 Regulator 輸出 3.3V 給 HY11P14 的 VDD，此時由於 HY11P14 做 Power On Reset 需要 65mS，然後程式開始執行，首先將 PT2.5 設置 Output High，透過二極體 D1 保持 U5 的啟動狀態。

當程式執行時判斷 PT1.0 為 Low 時表示 ON/OFF 開關按下，此時判斷 PT1.0 為 High 時確定 ON/OFF 開關已經彈起，將 PT2.5 關閉，此時 U5 電壓輸出為 0，達到 ON/OFF 的作用。

3.2. Low Battery



圖表 5

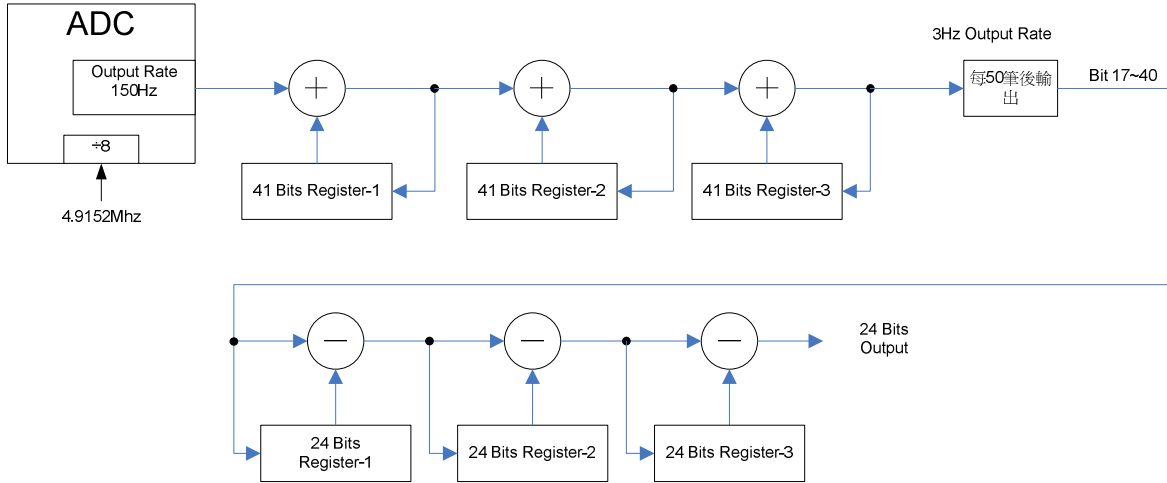
由於 VDD 電源是經由 Regulator 輸出，所以無法使用 VDD 來做低電壓檢測，所以 Battery 電壓需經過分壓，由 HY11P14 內部的電壓管理系統的 PT1.2 (LVDIN) 輸入。

當 PT2.5 Output High 時 Battery 的電壓經由 R12、R13 分壓輸入到 LVDIN，如果 LVDIN 電壓低於 1.2V，HY11P14 的電壓管理系統的 LVD 旗標為 1，這樣就可以判斷電池電壓是否過低。

由於 HY11P14 內部的 ACM 基準電壓具有低溫飄的特性，如果系統要精準的判斷低電壓，就要選擇低溫度係數的 R12、R13 電阻。

4. 50/60Hz 的 Normal Mode Rejection

由於 HY11P14 內部的 RC 震盪器為 2MHz，Output Rate 最小為 8Hz，內部的 Comb Filter 為 2 階，因此對 50/60Hz 的電源抑制效果不佳，因此建議改用外接 4.9152Mhz 的 Crystal 作為 ADC 的基準頻率，並用軟體做 3 階的 Comb Filter，這樣可以保證對 50/60Hz±3Hz 的信號達到 95dB 的抑制效果。



圖表 6

圖表 6 是用軟體做一個 3 階的 Comb Filter(SINC³)的示意圖，ADC 的取樣頻率由外部的 4.9152Mhz Crystal 分頻產生 307.2Khz 的取樣頻率，ADC 的 Output Rate 選擇除以 2048，得到 150Hz 的 Output Rate，軟體的 Comb Filter 在積分部份須取 41 Bits 做運算，運算 50 筆後取 Bit 17~40 輸出作微分處理，最後輸出 24bits，Output Rate 為 3Hz。

由於輸出是 3 階的 Comb Filter，因此改變輸入訊號後第 3 筆才是穩定輸出的 Data。

由於軟體在積分的部份做 50 筆平均，3 階輸出，而累加的暫存器會多出

$$\left(\frac{\text{Log } 50}{\text{Log } 2} \right) \times 3 \cong 16.93$$

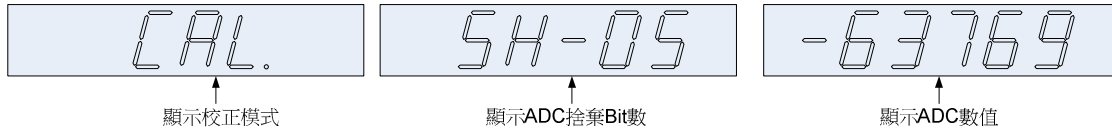
Bits，但資料處理時須取整數位元為 17Bits，因而輸出 Data 會衰減為原來

的 $\left(\frac{2^{16.93}}{2^{17}} \right)$ 。

5. 軟體功能

5.1. 校正模式

J4 短路後按開機鍵S13，J4 再開路後進入校正模式，LCD顯示如 圖表 7



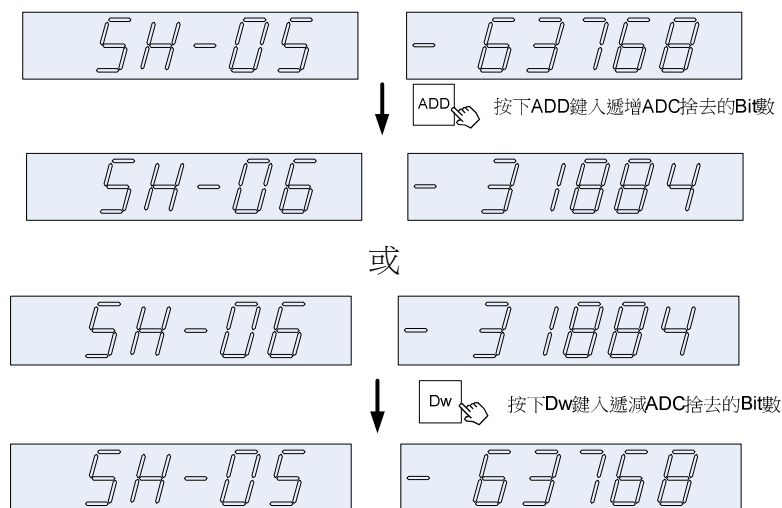
圖表 7

1	2	3	ADD
4	5	6	Dw
7	8	9	Rev.
.	0	Tare	Zero

按鍵功能:

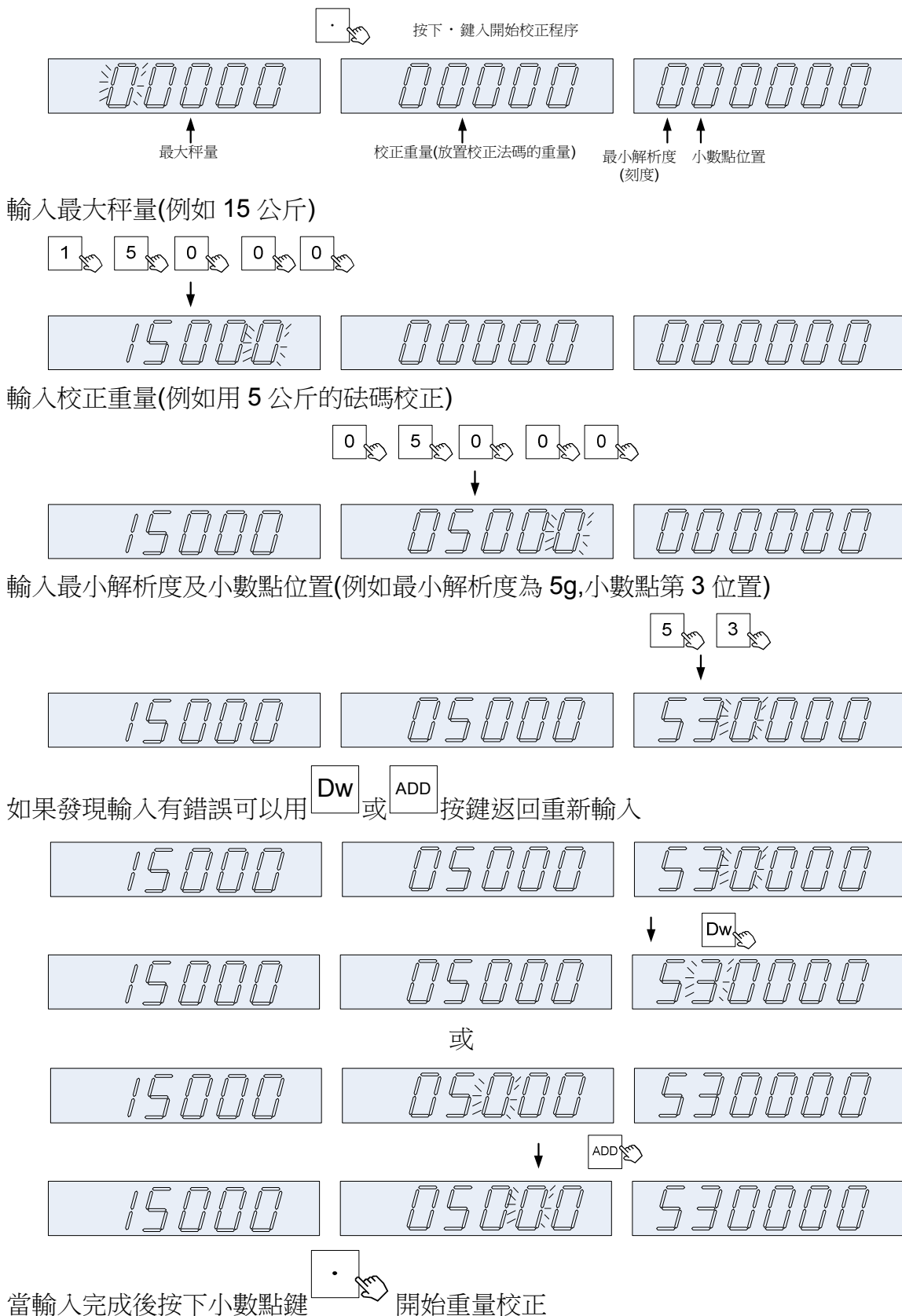
1. 0 ~ 9 → 數字鍵
2. ADD → 往下位移鍵或 ADC 捨去筆數遞增鍵
3. Dw → 往回位移鍵或 ADC 捨去筆數遞減鍵
4. Rev. → 保留
5. Zero → 歸零鍵
6. Tare → 扣重鍵
7. . → 小數點鍵或進入校正鍵

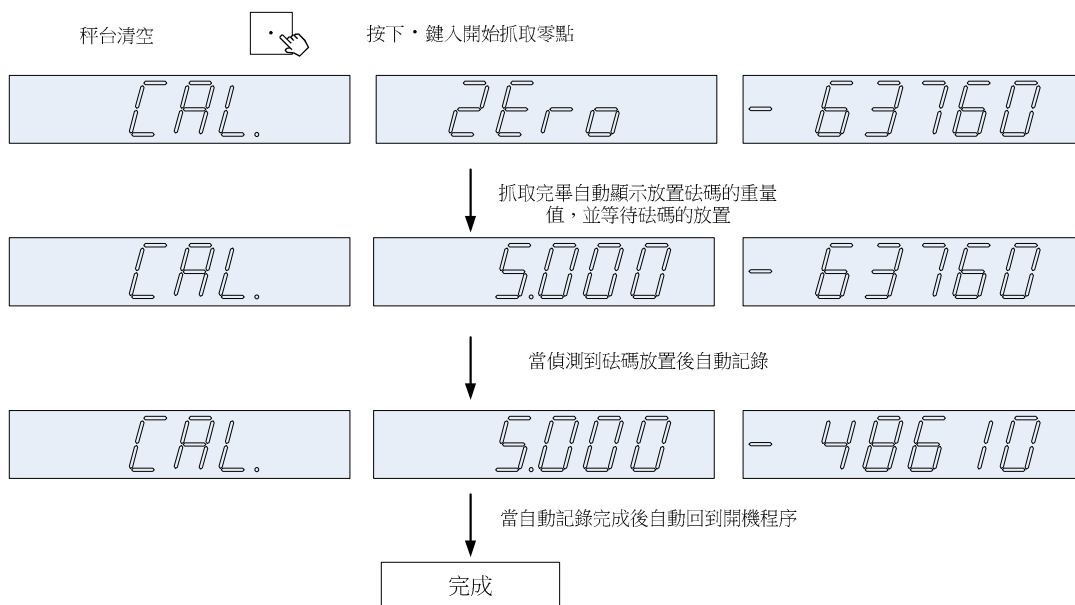
(1) ADC 捨去 Bit 數的設定



(2) 校正程序

例如要生產校正一台 15Kg 的計價秤，最小解析度 5g，精度 1/3000





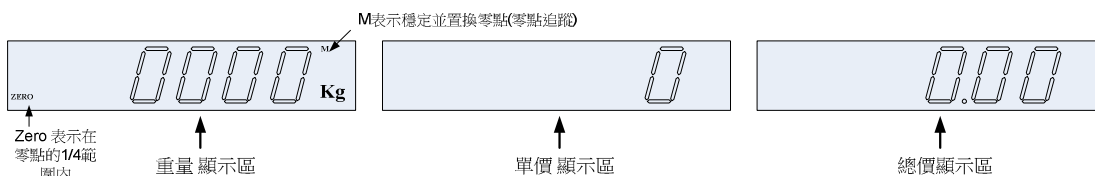
5.2. 計價模式

當校正完成或已經校正過(EEPROM 內已有校正 Data)，在開機時會先進入一段開機程序，此段開機程序可以檢測 LCD 是否有斷字或其他問題，並可以在此段開機期間做熱機的動作。

如果開機零點飄移到最大秤量的 $\pm 10\%$ ($\pm 1.5\text{Kg}$)以上則顯示



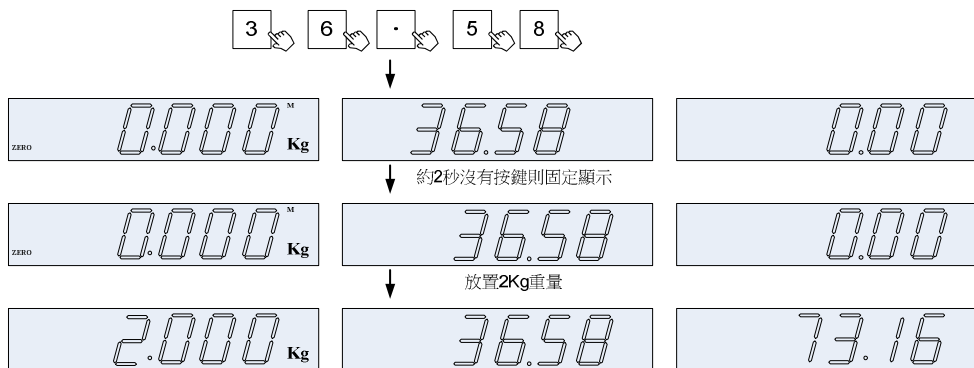
當開機倒數完成後開始進入秤重計價模式，顯示如 圖表 8



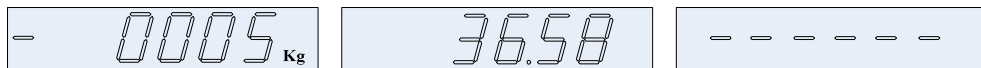
圖表 8

1. 輸入單價

輸入數字鍵 0~9 或小數點件，可以在單價顯示區顯示，例如輸入 36.58 元



如果負重量顯示

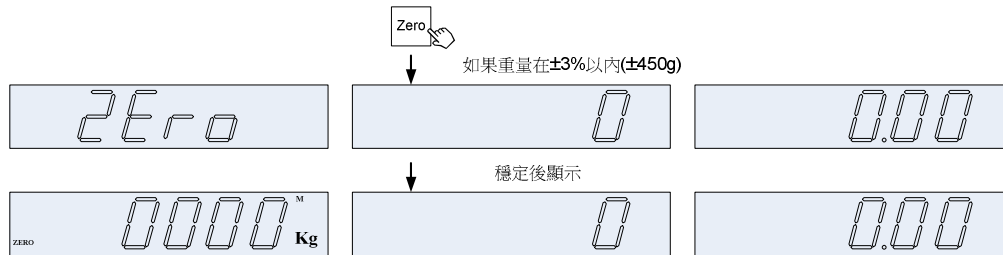


如果重量超過最大秤量+9d，顯示



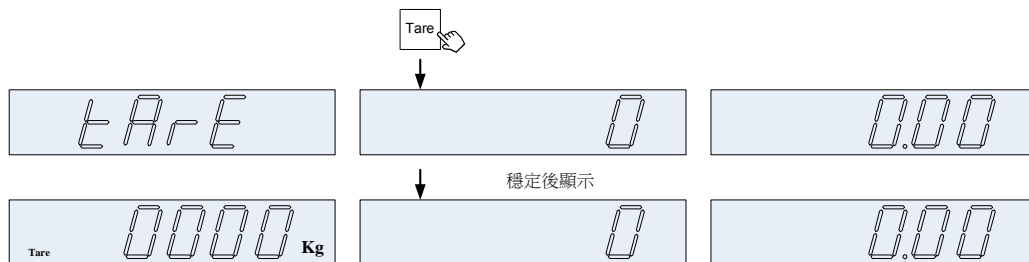
2. 歸零(Zero)

當秤盤上的小於最大秤量的 $\pm 3\%$ (450g)，可以做歸零。



3. 扣重(Tare)

當秤盤上的小於最大秤量+9d，可以做扣重。如果重量超過零點的 $\pm 1/4d$ 範圍內則取消零點追蹤功能，並顯示 Tare 符號。



當扣重範圍回到零點的 $\pm 1/4d$ 範圍內，則取消 Tare 符號，顯示 zero 符號並啟動做零點追蹤功能。

6. 測試表單

根據 OIML 的測項做以下的測試。

6.1. Discrimination

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

Load, L	Indication, I_1	Removed load ΔL	Add 1/10 d	Extra load, $= 1.4 d$	Indication, I_2	$I_2 - I_1$

Check if $I_2 - I_1 \geq d$

Passed Failed

6.3. Zero Return

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

Automatic zero-setting and zero-tracking device is:

- Non-existent
 In operation
 Out of working range

$$P = I + \frac{1}{2} e - \Delta L$$

Time of reading	Load, L_0	Indication of zero, I_0	Add. load, ΔL	P
0 min				$P_0 =$

Load during 30 minutes =

30 min					$P_{30} =$
--------	--	--	--	--	------------

Change after 30 minutes: $|\Delta(P_{30} - P_0)| =$

35 min					$P_{35} =$
--------	--	--	--	--	------------

Change after 35 minutes: $|\Delta(P_{35} - P_{30})| =$

- Check if
- a) $|\Delta(P_{30} - P_0)| \leq 0.5 e$
 - b) $|\Delta(P_{35} - P_{30})| \leq e_1$ (for multiple range instruments only)

- Passed
 Failed

6.4. Creep

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

$$P = I + \frac{1}{2} e - \Delta L$$

Time of reading		Load, L	Indication, I	Add. load, ΔL	P	ΔP
	0 min					
	5 min					
	15 min					
	30 min*					

	1 h					
	2 h					
	3 h					
	4 h					

ΔP = difference between P at the start (0 min) and P at a given time.

* If condition a) is met, the test is terminated. If not, the test shall be continued for the next 3.5 hours and condition b) shall be met.

Condition a): ΔP ≤ 0.5 e after 30 minutes; and ΔP ≤ 0.2 e between the indication obtained at 15 minutes and that at 30 minutes

Condition b): ΔP ≤ absolute value of mpe during the period of 4 hours Check if condition a) or b) is fulfilled

Passed Failed

6.5. Stability of Equilibrium

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

Automatic zero-setting and zero-tracking device is:

- Non-existent Not in operation Out of working range In operation

In the case of printing or data storage:

No.	Load (about 50 % of Max)	First printed or stored weight value after disturbance and command	Reading during 5 s after print-out or storage	
			minimum value	maximum value
1				
2				
3				
4				
5				

Check if the first printed or stored weight value does not deviate more than 1 e from the readings during 5 seconds after print-out or storage (only two adjacent values allowed)

- Passed Failed

In the case of zero-setting or tare balancing:

Zero-setting $E_0 = I_0 + \frac{1}{2} e - \Delta L - L_0$

No.	Zero-load (< 4 % of Max)	Load, L_0^{**} (10 e)	Indication, I_0 after zero-setting	Add. load, ΔL	Error, E_0
1					
2					
3					
4					
5					

Tare balancing $E_0 = I_0 + \frac{1}{2} e - \Delta L - L_0$

No.	Tare-load (< 4 % of Max)	Load, L_0^{**} (10 e)	Indication, I_0 after zero-setting	Add. load, ΔL	Error, E_0
1					
2					
3					
4					
5					

* Apply the zero or tare load, disturb the equilibrium and immediately release zero-setting or tare, apply L_0 if necessary and calculate the error according to A.4.2.3/A.4.6.2 of R 76-1. Perform this five times.

** L_0 (10 e) shall be applied only if an automatic zero-setting or zero-tracking device is in operation. L_0 shall be applied after releasing tare or zero-setting, immediately after zero is displayed the first time.

- Check if $E_0 \leq 0.25 e$ Passed Failed

6.6. Repeatability

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

Automatic zero-setting and zero-tracking device is:

- Non-existent In operation

Load (weighing 1-10)

Load (weighing 11-20)

$$E = I + 1/2 e - \Delta L - L$$

	Indication of load, I	Add. load, ΔL	E
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

	Indication of load, I	Add. load, ΔL	E
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

$E_{\max} - E_{\min}$ (weighing 1-10)

$E_{\max} - E_{\min}$ (weighing 11-20)

mpe

mpe

Check if a) $E \leq mpe$ (3.6 of R 76-1)

b) $E_{\max} - E_{\min} \leq$ absolute value of mpe (3.6.1 of R 76-1)

- Passed Failed

6.7. Tare

	At start	At max	At end	
Temp.:				°C
Rel. h.:				%
Time:				
Bar. pres.:				hPa

(only class I)

Automatic zero-setting and zero-tracking device is:

- Non-existent
 Not in operation
 Out of working range
 In operation

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_0 \text{ with } E_0 = \text{error calculated at or near zero}$$

Fast
tare load

Load, L	Indication, I		Add. load, ΔL		Error, E		Corrected error, Ec		mpe
	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	

Second
tare load

Check if $|E_c| \leq |mpe|$

- Passed
 Failed

7. Demo Code



HY11P14-OIML
Price Scale.rar