



經濟部標準檢驗局 101 年度

自行研究計畫

報告書編號：101048

臺南分局校正法碼之分析與探討



經濟部標準檢驗局臺南分局第四課編印

中華民國 101 年 12 月

月份工作進度摘要預定表

研究題目	臺南分局校正法碼之分析與探討		
參與人員	黃敏聖、劉振南		
研究目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 簡介本分局質量校正實驗室之量測系統及校正工作。 2. 分析歷來受理 1000 kg法碼校正之結果，以了解國內度量衡業自行設置標準法碼之約定質量情形。 3. 基於「衡器檢定檢查技術規範」與「OIML R111」對法碼容許誤差之要求，探討上述受校法碼使用於地秤檢定工作之適用性。 4. 分析結果供予總局及各界參考。 		
預定工作進度摘要			
年	月	工作摘要	預定進度
101	1	收集研究計畫相關資料	5%
101	2	收集研究計畫相關資料	10%
101	3	收集法碼校正之結果	20%
101	4	收集法碼校正之結果	30%
101	5	收集法碼校正之結果	40%
101	6	收集法碼校正之結果	50%
101	7	收集法碼校正之結果	60%
101	8	資料彙整分析	70%
101	9	資料彙整分析	80%
101	10	資料彙整分析	90%
101	11	編輯印製研究報告	100%

標準檢驗局 101 年度研究報告提要表		填表人：黃敏聖	
		填表日期：101 年 11 月 1 日	
研究報告名稱	臺南分局校正法碼之分析與探討		
研究單位及研究人員	第四課 黃敏聖、劉振南	研究 期程	自 101 年 01 月 01 日 至 101 年 11 月 15 日
報 告 內 容 提 要			
<p>一、 研究緣起與目的：</p> <p>建立量測標準與完整之追溯體系，可有效確保使用者（工商界）量測準確，確保產品品質，促進工業升級與公平交易。經濟部標準檢驗局負責我國國家度量衡標準之建立、維持與傳遞；於民國 76 年委託財團法人工業技術研究院代為辦理「國家度量衡標準實驗室」，負責維持國家最高量測標準（即所謂的原級標準或一級標準），保障全國量測之準確性與國際一致性，此量測標準亦為國內其他二級標準之追溯依據，據此二級標準再向下傳遞予國內工商業界使用之標準器。</p> <p>本分局之質量校正實驗室於民國九十六年四月並取得 TAF 認證，對外提供 1000 kg 法碼校正服務。本研究之主要目的如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 簡介本分局質量校正實驗室之量測系統及校正工作。 2. 分析歷來受理 1000 kg 法碼校正之結果，以了解國內度量衡業自行設置標準法碼之約定質量情形。 3. 基於「衡器檢定檢查技術規範」與「OIML R111」對法碼容許誤差之要求，探討上述受校法碼使用於地秤檢定工作之適用性。 4. 分析結果供予總局及各界參考。 <p>二、 研究方法與過程：</p> <p>本分局校正實驗室經 TAF 認可，認證編號 1020，認證依據 ISO/IEC 17025:2005，認證範圍為校正領域 1000 kg，最小不確定度 20g。量測系統與系統評估係依據 OIML R111 等國際規範而為，標準法碼（F 級）每年定期追溯至國家度量衡標準實驗室。</p> <p>量測系統的不確定度因素來源，大致可分為 A 類標準不確定度（客觀統計分析）及 B 類標準不確定（主觀經驗值、標準法碼校正報告、天平規格、環境空氣密度...等）。本實驗室採用雙重替換法 ABA 循環方式進行校正，依一固定次序重複三次後求其差值，並計算差值之平均偏差及標準差，再參考標準法碼之值即可求得待校法碼質量值及不確定度。另外，系統評估係累積適當數據以統計方法計算 95% 信賴水準下之量測不確定度，並依此數據定出管制界限以監控 1000 kg 之法碼質量量測過程。</p> <p>本實驗室受理校正法碼為鑄鐵（M 級）法碼，申請者多為度量衡業製造或修理業者，依其標準法碼追溯至本實驗室之校正報告，再自行傳遞至其下的輔助法碼，使量測追溯完整，確保量測準確且與國際標準接軌。藉由分析歷來受理之校正案件，便能了解工商業界所使用之 1000 kg 標準法碼概況。</p>			

三、 研究發現與建議：

經由本研究所的分析結果可知，民國 96 年~100 年這五年內，國內衡器業者於本實驗室所做的 1000kg 法碼校正結果值，共計 39 件，其中 20 件達到 M_{1-2} 級標準，9 件達 M_{2-3} 級標準，5 件達 M_3 級標準，另有 5 件超過規範標準；也就是說，達到 OIML R111 規範的 M_3 級標準以內的案件，總共為 35 件，佔全部比重的 87.2%，但依然有 5 件（佔全部比重的 12.8%）的廠商家碼，超過標準。若再依「衡器檢定檢查技術規範」的要求，則只有 29 件達到標準（74.4%），有高達 10 件法碼（25.6%）超出容許誤差。

為期望國內度量衡業者能有更高品質的工作水準，故建議審核度量衡業許可執照申請時，能要求業者備置之標準法碼追溯檢校報告至少應符合 M_3 等級，甚至是 M_{2-3} 等級，即業者送校之標準法碼量測得約定質量，盡可能接近標稱值 1000 kg，期能更精準地將此標準傳遞予輔助法碼，以提升國內質量標準水平。

目錄

臺南分局校正法碼之分析與探討.....	2
壹、前言	2
貳、研究目的	3
參、研究方法	4
一、OIML 法碼等級介紹.....	4
二、計量要求	4
三、量測系統及方法	6
肆、研究結果	7
一、歷年法碼校正案件及其法碼等級	7
二、法碼容許誤差要求	9
伍、結論與建議	11
陸、參考文獻	12

臺南分局校正法碼之分析與探討

臺南分局 劉振南 黃敏聖

壹、前言

建立量測標準與完整之追溯體系，可有效確保使用者量測準確，確保產品品質，促進工業升級與公平交易之效。經濟部標準檢驗局負責我國國家度量衡標準之建立、維持與傳遞；於民國 76 年委託財團法人工業技術研究院代為辦理「國家度量衡標準實驗室」，負責維持國家最高量測標準（即所謂的國家標準），保障全國量測之準確性與國際一致性，為國內標準追溯依據，參見圖 1，以利計量科學的發展，提升國家整體科技水準。

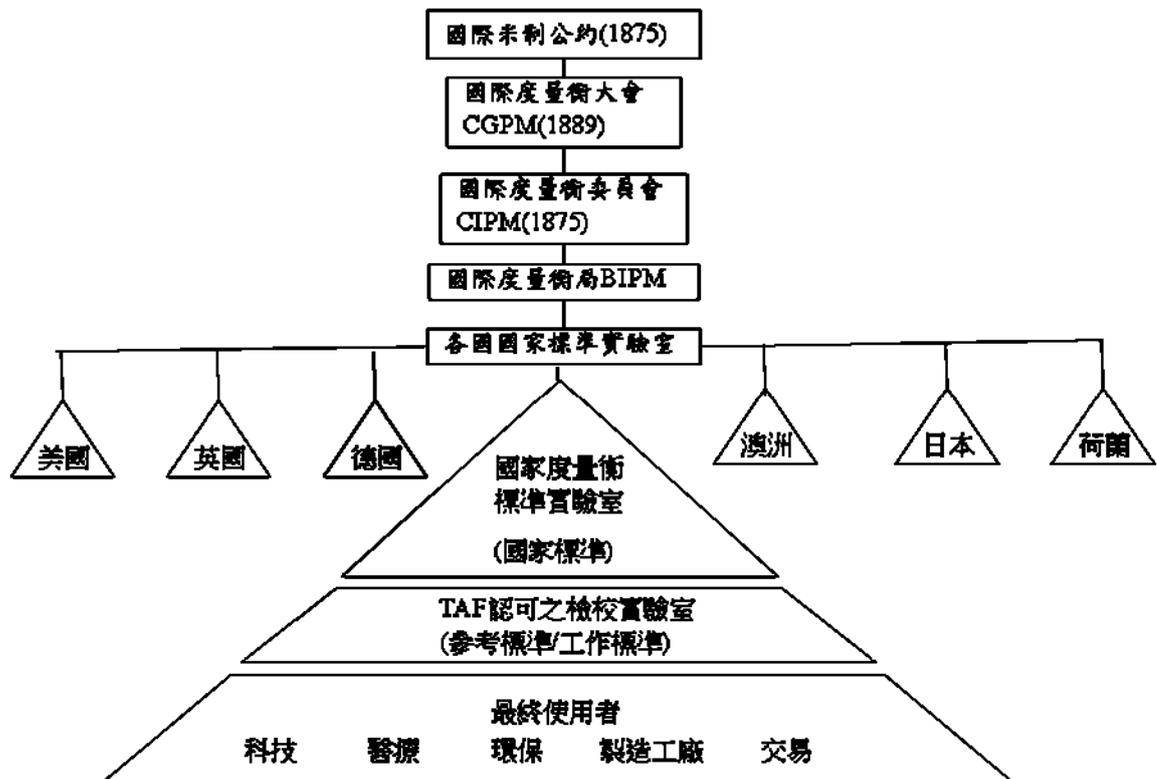


圖 1、校正追溯與階級

二級校正實驗室係標準追溯與傳遞體系中重要的一環，主要負責將標準件向上追溯至國家度量衡標準實驗室，再將標準傳遞予工商各界使用者，確保最終使用者的標準與國際一致。

貳、研究目的

標準檢驗局臺南分局校正實驗室(以下簡稱本實驗室)之量測系統、系統評估主要係依據 OIML R111 等國際規範來評估與建置，於 96 年取得 TAF 認可 1000 公斤法碼校正項目(量測不確定度 20g)，開始對外提供質量校正服務；主要客戶為度量衡製造、修理業者及其它製造工廠等，受理校正案件為 M 級法碼(鑄鐵)。

「度量衡業營業許可及管理規則」(第 3、4 條)及「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」(第 2、4 條規定)之規定，故度量衡業者多將其自行設置之標準法碼送至本分局追溯校正。本實驗室迄今已受理法碼校正約四十件，申請者待取得法碼質量校正報告後，再據此標準傳遞至其下的輔助法碼，然後應用於衡器之調校、修理或製造等方面；換言之，法碼等級與準確度會影響最終使用者產品的準確性，因此本研究之主要目的如下：

- 一、以本實驗室之量測系統執行 1000 kg 法碼校正，收集分析歷年來受理校正之結果，以了解國內度量衡業自行設置標準法碼之約定質量情形。
- 二、基於「衡器檢定檢查技術規範」與「OIML R111」對法碼容許誤差之要求，探討上述受校法碼使用於地秤檢定工作之適用性。
- 三、分析結果供予總局及各界參考。

參、研究方法

不同等級法碼用於不同工作類別，而 OIML R111 於法碼等級的介紹中，有詳述說明，以下摘錄 OIML R111 的部分內容說明。

一、OIML 法碼等級介紹

- ◆ **E₁** 級：法碼用於確保國家質量標準（質量導引自國際公斤原器）與 **E₂** 級及以下的法碼之間的追溯性。**E₁** 級法碼或法碼組必須附有校正證書。
- ◆ **E₂** 級：法碼用於 **F₁** 級法碼的初次檢定，以及與 I 級衡器使用。**E₂** 級法碼或法碼組必須附有校正證書。若符合對 **E₁** 級法碼的表面粗糙度和磁化率及永久磁化的規定，而且校正證明中有 15.2.2 所規定的足夠數據，則可視同 **E₁** 級法碼使用。
- ◆ **F₁** 級：法碼用於 **F₂** 級法碼的初次檢定，以及與 I、II 級衡器使用。
- ◆ **F₂** 級：法碼用於 **M₁** 級和 **M₂** 級法碼的初次檢定，也用於重要的商業交易（如貴金屬和寶石）之 II 級衡器使用。
- ◆ **M₁** 級：法碼用於 **M₂** 級法碼的初次檢定，以及與 III 級衡器使用。
- ◆ **M₂** 級：法碼用於 **M₂** 級法碼的初次檢定，也用於一般的商業交易與 III 級衡器使用。
- ◆ **M₃** 級：法碼用於 IIII 級衡器使用。
- ◆ **M₁₋₂** 級和 **M₂₋₃** 級：50kg 至 5000kg 較低準確度法碼，與 III 級衡器使用。
- ◆ 檢定衡器用的標準法碼的誤差，應不大於衡器該載荷最大允許誤差的 1/3。其值列於 1992 年 OIML R76 「非自動衡器」 3.7.1 節。

二、計量要求

表一顯示用於每一個單一法碼初始及後來驗證的最大允許誤差。這些最大允許誤差與約定值量有關。

後續檢定和使用中檢查的最大允許誤差，留給各國自行決定。然而，若允許之最大允許誤差超過表一，法碼不可宣告符合 OIML 等級。

1. 擴充不確定度

對每一個法碼而言， $k=2$ 的約定值量擴充不確定度 U ，應該小於或等於如表一所示的最大允許誤差 (δ_m) 的三分之一。

$$U \leq 1/3\delta_m \quad (1)$$

2. 約定值量

對每一個法碼而言，約定質量 m_c (依據上述所定義擴充不確定度 U) 與法碼標稱值 m_0 的差異，不應該大於最大允許誤差 δ_m 減去擴充不確定度的值：

$$m_0 - (\delta_m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta_m - U) \quad (2)$$

表一、驗證時最大允許誤差 ($\pm \delta_m$ mg)

Nominal value	Class E ₁	Class E ₂	Class F ₁	Class F ₂	Class M ₁	Class M ₁₋₂	Class M ₂	Class M ₂₋₃	Class M ₃
5 000 kg			25 000	80 000	250 000	500 000	800 000	1 600 000	2 500 000
2 000 kg			10 000	30 000	100 000	200 000	300 000	600 000	1 000 000
1 000 kg		1 600	5 000	16 000	50 000	100 000	160 000	300 000	500 000
500 kg		800	2 500	8 000	25 000	50 000	80 000	160 000	250 000
200 kg		300	1 000	3 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000
100 kg		160	500	1 600	5 000	10 000	16 000	30 000	50 000
50 kg	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
20 kg	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
10 kg	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
5 kg	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
2 kg	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
1 kg	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
500 g	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
200 g	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
100 g	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
50 g	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
20 g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
10 g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
5 g	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
2 g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
1 g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
500 mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
200 mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
100 mg	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
50 mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				
20 mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				

10 mg	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
5 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
2 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
1 mg	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

三、量測系統及方法

本實驗室執行法碼校正與系統評估主要依據國際法定計量組織 (OIML ; International Organization for Legal Metrology) 於 2004 年正式核准發行新版的 OIML R111 「E₁、E₂、F₁、F₂、M₁、M₁₋₂、M₂、M₂₋₃ 及 M₃ 級法碼」國際建議。本實驗室採用雙重替換法 ABA 循環方式進行校正，依一固定次序重複三次後求其差值，並計算差值之平均偏差 (mean deviation) 及標準差 (standard deviation)，再參考標準法碼之值即可求得待校法碼質量值；相關內容及本實驗室的量測系統及量測不確定度之計算，可參考本實驗室的系統評估報告【5】。

肆、研究結果

一、歷年法碼校正案件及其法碼等級

本實驗室受理的質量校正為 1000 kg 法碼，屬法碼準確度較低 M_{1-2} 、 M_{2-3} 或 M_3 等級，依 OIML R111 最大允許誤差表之規範， M_{1-2} 、 M_{2-3} 等級法碼其質量範圍僅從 50 kg 到 5000 kg，且通常使用於中等準確度等級之衡器（III 衡器）。

法碼等級之判別可由 OIML R111 得知

$$m_0 - (\delta_m - U) \leq m_c \leq m_0 + (\delta_m - U)$$

其中 m_0 ：標稱質量（1000 kg）

m_c ：約定質量

δ_m ：最大允許誤差

U ：擴充不確定度

本實驗室受理校正之標稱質量 $m_0 = 1000$ kg、擴充不確定度 $U = 0.02$ kg，不同等級法碼的最大允許誤差值 $\pm\delta_m$ 也可由表一查知， M_{1-2} 、 M_{2-3} 與 M_3 等級之最大允許誤差 $\pm\delta_m$ 分別為 0.1 kg、0.3 kg 及 0.5 kg；因此，只要確認校正法碼的約定質量 m_c 即可判別法碼等級。

簡化判別法碼等級之關係式如下：

若 $\max |m_c - m_0 \pm U| \leq 0.1 \text{ kg}$ ，則法碼等級為 M_{1-2} ；

若 $0.1 \text{ kg} < \max |m_c - m_0 \pm U| \leq 0.3 \text{ kg}$ ，則法碼等級為 M_{2-3} ；

若 $0.3 \text{ kg} < \max |m_c - m_0 \pm U| \leq 0.5 \text{ kg}$ ，則法碼等級為 M_3 ；

若 $0.5 \text{ kg} < \max |m_c - m_0 \pm U|$ ，則法碼誤差超出規範。

依上述規則判別歷年校正法碼之等級如表二及圖 1。

表二、本實驗室歷年受理法碼校正案件的結果

年度	編號	標稱質量 M_0 (kg)	約定值量 M_c (kg)	擴充不確定 度 U (kg)	$\max m_c - m_0 \pm U \leq \delta_m$ (kg)	法碼等級
96(5 件)	1	1000.00	1000.04	0.02	0.06	M_{1-2}
	2	1000.00	999.87	0.02	0.15	M_{2-3}
	3	1000.00	1000.00	0.02	0.02	M_{1-2}
	4	1000.00	1000.00	0.02	0.02	M_{1-2}
	5	1000.00	999.98	0.02	0.04	M_{1-2}
97(10 件)	6	1000.00	999.91	0.02	0.11	M_{2-3}
	7	1000.00	1000.67	0.02	0.69	超出規範
	8	1000.00	1000.06	0.02	0.08	M_{1-2}
	9	1000.00	1000.06	0.02	0.08	M_{1-2}
	10	1000.00	1000.26	0.02	0.28	M_{2-3}

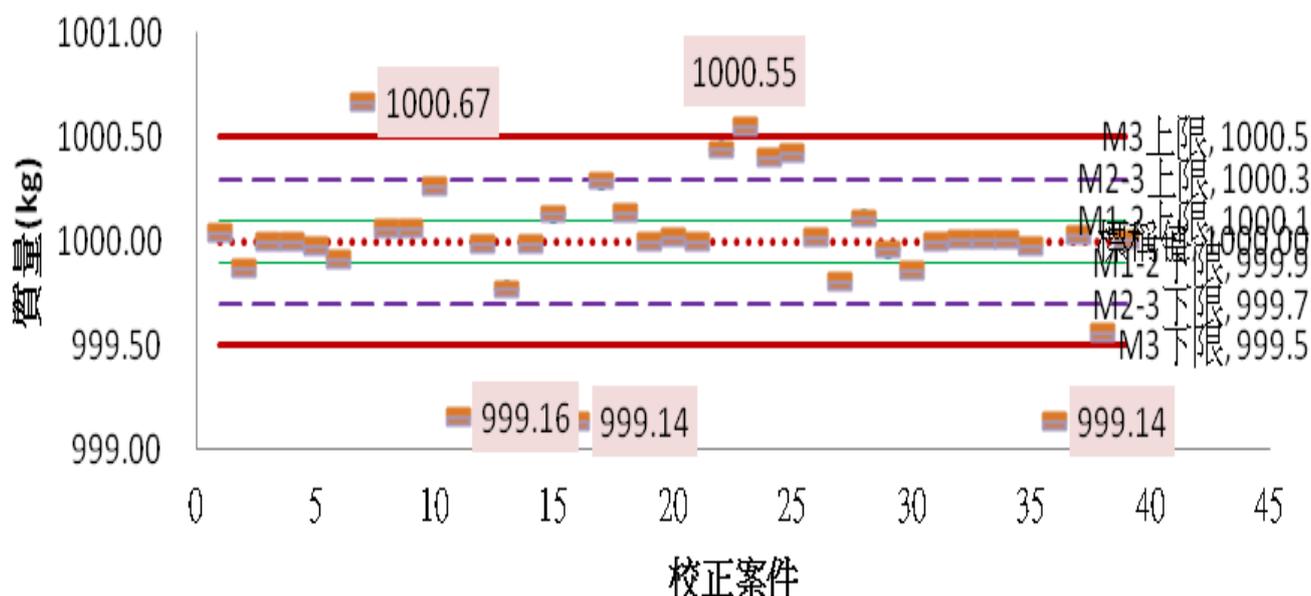
年度	編號	標稱質量 M_0 (kg)	約定值量 M_c (kg)	擴充不確定 度 U (kg)	$\max m_c - m_0 \pm U \leq \delta_m$ (kg)	法碼等級
	11	1000.00	999.16	0.02	0.86	超出規範
	12	1000.00	999.99	0.02	0.03	M ₁₋₂
	13	1000.00	999.77	0.02	0.25	M ₂₋₃
	14	1000.00	999.99	0.02	0.03	M ₁₋₂
	15	1000.00	1000.13	0.02	0.15	M ₂₋₃
98(4 件)	16	1000.00	999.14	0.02	0.88	超出規範
	17	1000.00	1000.29	0.02	0.31	M ₃
	18	1000.00	1000.14	0.02	0.16	M ₂₋₃
	19	1000.00	1000.00	0.02	0.02	M ₁₋₂
99(15 件)	20	1000.00	1000.02	0.02	0.04	M ₁₋₂
	21	1000.00	1000.00	0.02	0.02	M ₁₋₂
	22	1000.00	1000.44	0.02	0.46	M ₃
	23	1000.00	1000.55	0.02	0.57	超出規範
	24	1000.00	1000.40	0.02	0.42	M ₃
	25	1000.00	1000.42	0.02	0.44	M ₃
	26	1000.00	1000.02	0.02	0.04	M ₁₋₂
	27	1000.00	999.81	0.02	0.21	M ₂₋₃
	28	1000.00	1000.11	0.02	0.13	M ₂₋₃
	29	1000.00	999.96	0.02	0.06	M ₁₋₂
	30	1000.00	999.86	0.02	0.16	M ₂₋₃
	31	1000.00	1000.00	0.02	0.02	M ₁₋₂
	32	1000.00	1000.01	0.02	0.03	M ₁₋₂
	33	1000.00	1000.01	0.02	0.03	M ₁₋₂
	34	1000.00	1000.01	0.02	0.03	M ₁₋₂
100(5 件)	35	1000.00	999.98	0.02	0.04	M ₁₋₂
	36	1000.00	999.14	0.02	0.88	超出規範
	37	1000.00	1000.03	0.02	0.05	M ₁₋₂
	38	1000.00	999.56	0.02	0.46	M ₃
	39	1000.00	1000.01	0.02	0.03	M ₁₋₂

歷年質量校正總受理件數為 39 件，各等級法碼、數量與其各占總受理件數之比率如表三。

表三、各等級法碼數量與其各占總受理件數之比率

法碼等級	M ₁₋₂	M ₂₋₃	M ₃	超出規範
最大允許誤差 $ \pm \delta_m $ (kg)	0~0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	>0.5
件數	20	9	5	5
比率(%)	51.3	23.1	12.8	12.8

歷年法碼校正案件及其法碼等級



圖二、歷年法碼校正案件及法碼等級

二、法碼容許誤差要求

根據「衡器檢定檢查技術規範」第 4.1 節要求，法碼須具追溯性及誤差限制，規定檢定衡器用之標準法碼誤差，應不大於衡器相對應秤量公差的 1/3。以 III 級衡器最大秤量 1000 kg 為例，其檢定標尺分度數 n 的最小與最大範圍 $500 < n < 10000$ ($n = \text{Max}/e$ ，Max 為衡器最大秤量， e 為衡器的檢定標尺分度值)，所以，檢定標尺分度值 e 的最大與最小範圍為 $0.1 \text{ kg} < e < 2 \text{ kg}$ ，III 級衡器最大秤量 (1000kg) 之檢定公差為 $1.5e$ ，即標準法碼容許誤差 $1.5e/3 = 0.05 \sim 1 \text{ kg}$ ；本實驗室歷年受理校正法碼準確度而言，都能符合最大標準容許誤差 1kg 以下 ($e = 2 \text{ kg}$)，另有 16 件符合最小標準容許誤差 0.05kg ($e = 0.1 \text{ kg}$)。

又根據「衡器檢定檢查技術規範」第 4.16.2 節內容，固定地秤之公差為負載秤量之 1/1000，但負載秤量之 1/1000 小於檢定標尺分度值時，以其檢定標尺分度值為公差。若以最大秤量 1000 kg 之固定地秤 ($\text{Max} = 1000\text{kg}$) 為例，「衡器檢定檢查技術規範」第 3.3.3 節內容，固定地秤之檢定標尺分度數 n 應在 1000 以上，檢定標尺分度值 $e =$

Max/n = 1 kg，當最大負載秤量 1000 kg 時，檢定公差為負載秤量的 1/1000，即 1 kg，標準法碼容許誤差 $e/3 = 1/3 = 0.333$ kg，相當於 M₂₋₃ 等級法碼（0.3kg），由本實驗室歷年受理校正法碼的結果來看，有 29 件法碼其誤差是符合地秤檢定用標準法碼之誤差要求，另外，有 5 件符合 M₃ 等級法碼，而超出 M₃ 等級規範的法碼亦有 5 件。

伍、結論與建議

標準檢驗局為度量衡標準主管機關，由總局修訂之「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」第四條規定，度量衡業應備置之標準器，應送度量衡專責機關或由財團法人全國認證基金會（TAF）認可之實驗室追溯檢校，其校正紀錄表應具有該基金會之認證標誌。第九條亦規定製造或修理衡器之最大秤量於 10 公噸以上時需具備質量標稱值 1t 之標準法碼，且標稱值 500 kg 或 1t 之輔助法碼法碼共 10t 以上；輔助法碼追溯方式，如業者備置有標準衡器（得自行追溯校正），輔助法碼可自行追溯校正。

多數經營法定度量衡器製造或修理業者都將其備置之 1000 kg 標準法碼送至本實驗室校正，然後再以此標準法碼導引傳遞予其備置之輔助法碼，最後應用於衡器製造修理與調校等工作；換言之，業者送到本實驗室校正之 1t 標準法碼，其準確度將影響其生產製造衡器品質與檢校工作。

經由本研究所的分析結果可知，民國 96 年~100 年這五年內，國內衡器業者於本實驗室所做的 1000kg 法碼校正結果值，共計 39 件，其中 20 件達到 M_{1-2} 級標準，9 件達 M_{2-3} 級標準，5 件達 M_3 級標準，另有 5 件超過規範標準；也就是說，達到 OIML R111 規範的 M_3 級標準以內的案件，總共為 35 件，佔全部比重的 87.2%，但依然有 5 件（佔全部比重的 12.8%）的廠商家碼，超過標準。若再依「衡器檢定檢查技術規範」的要求，則只有 29 件達到標準（74.4%），有高達 10 件法碼（25.6%）超出容許誤差。

為期望國內度量衡業者能有更高品質的工作水準，故建議審核度量衡業許可執照申請時，能要求業者備置之標準法碼追溯檢校報告至少應符合 M_3 等級，甚至是 M_{2-3} 等級，即業者送校之標準法碼量測得約定質量，盡可能接近標稱值 1000 kg，期能更精準地將此標準傳遞予輔助法碼，以提升國內質量標準水平。

陸、參考文獻

1. OIML R 111-2 2004(E), OIML, 2004 年.
2. 衡器檢定檢查技術規範第四版，經濟部標準檢驗局，民國 99 年 2 月 2 日。
3. 度量衡業營業許可及管理規則，經濟部標準檢驗局，民國 100 年 05 月 25 日。
4. 度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構，經濟部標準檢驗局，民國 100 年 5 月 17 日。
5. 質量校正實驗室系統評估報告，經濟部標準檢驗局臺南分局，民國 97 年 7 月 1 日。
6. 大質量校正工作說明，經濟部標準檢驗局臺南分局，民國 96 年 12 月 10 日。