



一〇八年三月號

標準、檢驗與計量

雙月刊

本期專題

- 非自動衡器校正技術之研究
- 導入自動化設備以優化計程車計費表檢定作業之可行性探討



標準、檢驗與計量

雙月刊

一〇八年三月號

發行人 連錦漳

發行者 經濟部標準檢驗局

總編輯 王聰麟

編輯委員 陳玲慧、謝翰璋、陳秀女、賴俊杰、王俊超
張嶽峰、吳秋文、黃志文、蔡孟昶、林炳壽
楊遵仁、陳淑靜、趙克強、陳麗美、邵嘉生
張簡鴻儷

發行所 經濟部標準檢驗局

地址：臺北市濟南路一段4號

電話：(02) 2343-1805

(02) 2343-1700~2

(02) 2343-1704~6

設計印刷 社團法人中華民國領航弱勢

族群創業暨就業發展協會

地址：108臺北市萬華區西園路2段261巷

12弄44號1樓

電話：(02) 2309-3138

標準、檢驗與計量雙月刊

GPN 4810800013

著作權利管理資訊：本局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求本局同意或書面授權。

其他各期連結：

https://www.bsmi.gov.tw/wSite/tp?ctNode=9350&xq_xCat=d&mp=1

目錄

■ 專題報導

- 1 非自動衡器校正技術之研究
■ 金祖永
- 9 導入自動化設備以優化計程車計費表
檢定作業之可行性探討
■ 林弘熙、童泰豪

■ 熱門話題

- 21 漫談防霾 (PM_{2.5}) 口罩近況
■ 藍蔚文
- 26 亞佛加厥常數的歷史與變遷
■ 張勝雄

■ 知識+

- 40 法定度量衡單位介紹—質量、力、密度及比重的單位
■ 陳兩興
- 51 目前國內太陽光電變流器相關驗證及概況
■ 邱乾政、曾倩玉、趙俊智、林鴻勳、王本鈞、韓敬勤
- 60 依消費者保護法第18條第1項第6款規定公告「以通訊交易方式訂立契約應提供消費者之資訊」其適用主體之探討
■ 許紋瑛
- 64 3C二次鋰電池安全性檢測介紹
■ 方凱立

CONTENTS

■ 案例直擊

- 75** 網路拍賣停看聽
■ 許紋瑛、鄭琮耀

■ 活動報導

- 77** 「修正應施檢驗電鍋商品之相關檢驗規定說明會」紀要
■ 韓宙樺
- 79** 「應施檢驗貯備型電熱水器及空氣調節機商品檢驗標準改版說明會」紀要
■ 陳啟銘
- 81** 「108年度法碼使用及導引實務訓練課程活動」紀要
■ 李明軒

■ 資訊站

- 83** 新聞報導
- 89** 商品召回資訊
- 93** 法規動態
- 94** WTO/TBT重要通知

非自動衡器校正技術之研究

金祖永／標準檢驗局第七組技士

一、前言

隨著時代的進步，儀器製作的精密度越來越高，對校正品質的要求也逐漸受到重視。從事儀器校正者，致力追求降低校正不確定度之技術，以提供更高品質的校正服務。相對的，儀器使用者除需瞭解儀器的校正需求外，亦應吸收校正技術發展的相關知識，以便選擇更適當的校正服務。

儀器送校的目的在於取得與度量衡基本單位間的追溯關係，並利用校正結果再進行標準的傳遞。儀器使用者除運用校正結果修正儀器準確度參數外，亦可透過校正結果確認儀器的準確度是否符合使用規格。準確度的判定準則，除依據儀器的允收標準與決定規則[1]外，尚需依據校正結果中的器差與量測不確定度等相關資訊進行判定。在判定的過程中，符合規格與否一般仍以器差與允收標準之間的關係做為主要判定依據，但量測不確定度相對於允收界限區間之比例必須合理的小，否則判定結果可能會承擔超過預期可接受的風險，此亦是儀器使用者對校正品質要求逐漸提升的原因之一。為降低判定風險，量測不確定度在校正報告中扮演的角色將變得非常重要，因此本文將針對校正技術對量測不確定度所造成的影響進行探討，並以非自動衡器為研究對象。

儀器校正報告中的量測不確定度，一般僅代表在校正過程中因校正技術的不完美所引起之誤差，與儀器作為標準器使用之不確定度評估不完全相同，常遭儀器使用者所誤用，因此本文亦著墨於運用校正技術在非自動衡器作為標準器使用之不確定度評估等相關資訊。

二、非自動衡器計量原理及校正不確定度評估

非自動衡器主要使用在質量量測領域，質量的量測依使用方法（常用方法為比較法或直接量測法）的不同，會以法碼或非自動衡器作為標準器。當使用比較法時，會以法碼作為量測時的標準器，而以非自動衡器作為量測時的比較

平台，並依非自動衡器準確度的優劣，量測結果的相對不確定度可能從數億分之一至數十萬分之一。而使用直接量測法時，則會以校正過的非自動衡器作為標準器，將待測物置於非自動衡器上直接進行量測讀值，量測結果的相對不確定度則可能從數百萬分之一至數千分之一。

非自動衡器當作比較平台時，由於其解析度較高，且不作為標準器，通常僅會測試其重複性與偏載效應；但若作為標準器時，則需定期現場校正以評估其器差。無論使用上述何種方法，皆需考慮非自動衡器的特性在量測過程中所造成的不確定度，而相關特性的評估則可從非自動衡器的校正結果與儀器規格中獲得。部分校正人員因缺乏對校正技術的研究，但為降低校正結果之風險而常採用較大的不確定度評估技術，這對較為精密之非自動衡器而言，其應有的準確度會被低估，使得校正結果無法呈現其應有的規格能力，以下將敘述如何有效的利用校正技術合理評估量測不確定度。

非自動衡器校正時的量測方程式[2]：

$$E = I - m_{ref} \quad (1)$$

$$\text{其中 } I = I_L + \delta I_{digL} + \delta I_{rep} + \delta I_{ecc} + \delta I_h - I_0 - \delta I_{dig0} \quad (2)$$

$$m_{ref} = m_N + \delta m_c + \delta m_B + \delta m_D + \delta m_{conv} \quad (3)$$

符號說明：

E ：待校非自動衡器器差

I ：待校非自動衡器器示值

m_{ref} ：標準法碼參考值

I_L ：有荷重時之非自動衡器讀值

I_0 ：無荷重時之非自動衡器讀值

δI_{digL} ：有荷重時器示值解析度之誤差

δI_{dig0} ：無荷重時器示值解析度之誤差

δI_{rep} ：重複性誤差

δI_{ecc} ：偏載效應誤差

δI_h ：遲滯作用誤差

m_N ：標準法碼標稱值

δm_c ：標準法碼（組）追溯修正值

δm_B ：標準法碼（組）空氣浮力修正值

δm_D ：標準法碼（組）漂移量

δm_{conv} ：對流影響修正量

由量測方程式(1)~(3)可發現，待校非自動衡器器差的不確定度來源包括因待校非自動衡器本身特性所引起的解析度、重複性、偏載效應與遲滯作用，與因標準法碼（組）所引起的追溯修正值、空氣浮力修正值、漂移量與對流影響修正量，其中利用校正技術可以降低的不確定度為空氣浮力修正值、偏載效應與對流影響修正量。以下針對這三項不確定度的評估方法進一步說明：

（一）空氣浮力修正值

在調整法碼密度等於法碼密度參考值的假設下，空氣浮力修正值之通用式可寫成：

$$\delta m_B = -m_{cCal}[(\rho_{aCal} - \rho_0)(1/\rho_{cCal} - 1/\rho_c) + (\rho_{aCal} - \rho_{as})/\rho_c] \quad (4)$$

其中 m_{cCal} ：標準法碼（組）約定質量值

ρ_{aCal} ：校正當時的空氣密度

ρ_{as} ：調整當時的空氣密度

ρ_0 ：空氣密度參考值= 1.2 kg/m³

ρ_{cCal} ：標準法碼（組）密度

ρ_c ：法碼密度參考值= 8000 kg/m³

方程式(4)可以以加號做為區隔，可分成前後兩項來解釋，前項代表因校正時空氣密度與空氣密度參考值有異所引起的空氣浮力修正值，後項代表因校正與調整時之空氣密度有異所引起的空氣浮力修正值。依據校正與調整時的環境條件又可簡化分成 A₁，A₂，B 與 C 狀況：

狀況 A₁：校正前立即調整非自動衡器，標準法碼（組）與非自動衡器皆經過充分恆溫（無溫差），且校正環境在空氣密度參考值 1.2 kg/m³ 的狀況下，則方程式(4)的前後項皆為 0，無空氣浮力修正值。狀況 A₁ 係在最理想的環境

條件下進行校正，但使用者需投入很大的成本在實驗室溫控設施上。

狀況 A₂：校正前立即調整非自動衡器且標準法碼（組）與非自動衡器皆經過充分恆溫後才進行校正，則方程式(4)的後項為 0。狀況 A₂ 係非自動衡器處於一般環境條件下進行校正，可使空氣浮力影響降到最低的方式，但校正者需在校正前將標準法碼（組）送至實驗室與非自動衡器充分恆溫。

狀況 B：校正前立即調整非自動衡器但標準法碼（組）與非自動衡器皆未經過充分恆溫就進行校正。狀況 B 係非自動衡器處於一般環境條件下進行校正且標準法碼（組）與非自動衡器因恆溫時間不足可能產生 $u(\delta\rho_{as})$ 之不確定度的狀況，此時空氣浮力修正值所引起的不確定度可簡化成方程式(5)。

$$u(\delta m_B) \approx m_N(u(\delta\rho_{as})/\rho_c + mpe/4m_N)/\sqrt{3} \quad (5)$$

其中 $\delta\rho_{as} = \rho_{aCal} - \rho_{as}$

m_N ：標準法碼（組）標稱值

mpe ：OIML R 111-1 中標準法碼（組）之最大允許誤差

狀況 C：校正前無法立即調整非自動衡器，以標準法碼（組）與非自動衡器可能產生最大溫差做為評估的狀況。狀況 C 係為最保守的評估方式。

由以上敘述可知，不同的校正方式造成空氣浮力的不確定度差異極大，狀況 B 且標準法碼（組）與非自動衡器在 2 °C 的溫差下，其空氣浮力所造成不確定度約為狀況 C 的 1/10 至 1/5，更遑論是狀況 A₁ 及 A₂ 了。

（二）偏載效應

偏載效應係為量測時荷重的重心偏離秤盤中心位置所造成的誤差，一般假設此誤差與荷重至秤盤中心距離及荷重值成正比，所以偏載效應的不確定度可依據荷重之實際擺放位置並參考偏載測試結果進行評估。如果待校非自動衡器有自動定位裝置者，本項不確定度可忽略。

校正者執行偏載效應測試係將約非自動衡器最大秤量 1/3 的荷重放在圖 1 中的 5 個位置所評估出來的結果[3]，但對較為精密之非自動衡器而言，將這種測試方式的數據納入線性校正結果的不確定度評估中，可能會造成評估過分保守的現象。校正結果的不確定度評估應考慮在校正過程中所造成的不確定度，

而校正者在線性校正過程中應能熟練地將標準法碼（組）之重心置於秤盤中心，故偏載效應的測試結果應僅需在校正報告中陳述，而不需納入線性校正結果的不確定度評估中。由此可知，合理地評估方式亦是不確定度評估技術中重要的一環。

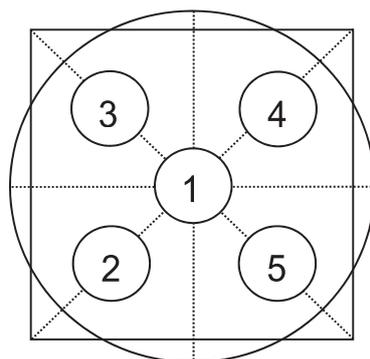


圖 1 偏載效應測試位置

（三）對流影響修正量

當標準法碼被運送到校正現場時，它們可能不會和非自動衡器及所處環境具有相同的溫度。當法碼置於秤盤時，上述的溫差會對法碼產生氣流而衍生力的作用，造成法碼垂直表面上的摩擦力和水平表面上的推力或拉力，此即為對流所造成的影響，這個影響對於高等級的法碼是顯著的，例如對於 OIML R 111-1 中的 E₂ 或 F₁ 等級法碼[4]，因此執行較為精密之非自動衡器校正時，應將此項不確定度納入考量，如圖 2。這項不確定度是比較新的觀念，且空氣對流不易察覺，除非標準法碼與非自動衡器能充分恆溫，否則若未納入線性校正結果的不確定度評估時，則會造成不確定度低估現象並增加線性校正結果的風險。

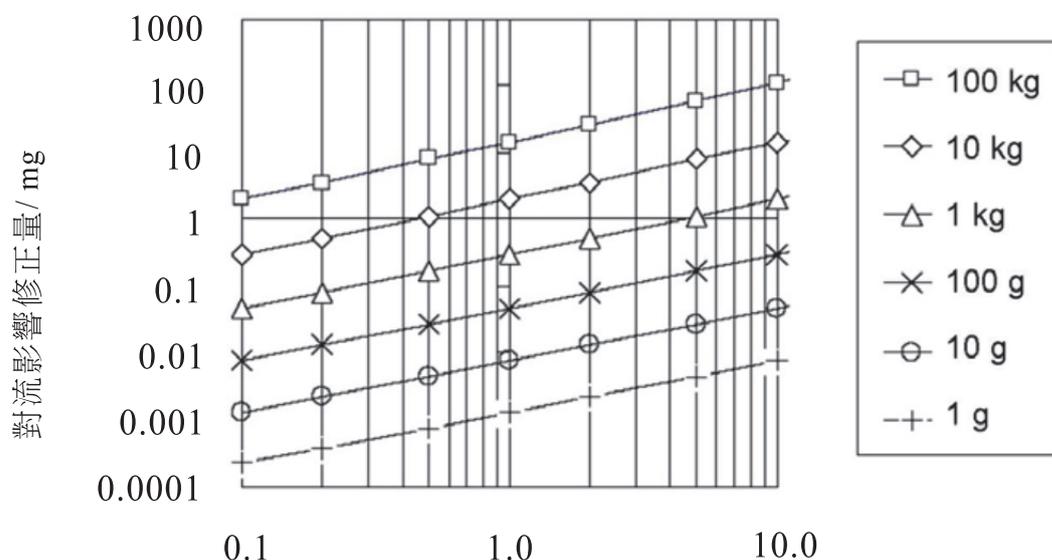


圖 2 對流的影響

三、非自動衡器作為標準器使用之不確定度評估

校正報告中的擴充不確定度僅評估校正過程中所產生的不確定度；當非自動衡器作為標準器使用時，直接量測結果的不確定度應重新評估。因校正過程係屬較為單純之衡量模式，而直接量測時則因待測物種類與量測環境之變化較大，需評估的不確定度因子變多而使不確定度的評估較為複雜。使用者利用校正報告中的擴充不確定度當作直接量測時所產生的不確定度，實是一種誤用，且會造成不確定度低估的現象。

非自動衡器作為標準器使用時的量測方程式可表示如下[2]：

$$W = R - E \quad (6)$$

$$\text{其中 } R = R_L + \delta R_{digL} + \delta R_{rep} - R_0 - \delta R_{dig0} + \delta R_{instr} + \delta R_{proc} \quad (7)$$

$$\delta R_{instr} = \delta R_{temp} + \delta R_{bouoy} + \delta R_{adj} \quad (8)$$

$$\delta R_{proc} = \delta R_{Tare} + \delta R_{time} + \delta R_{ecc} \quad (9)$$

符號說明：

W ：衡量結果

R ：讀值（在校正後得到的顯示值）

R_L ：衡量時之非自動衡器讀值

R_0 ：無衡量時之非自動衡器讀值

δR_{digL} ：有衡量時讀值解析度之誤差

δR_{dig0} ：無衡量時讀值解析度之誤差

δR_{rep} ：衡量時重複性誤差

δR_{instr} ：衡量時環境影響造成之誤差

δR_{proc} ：衡量時操作程序造成之誤差

δR_{temp} ：非自動衡器因環境溫度改變造成調整之誤差

δR_{bouoy} ：非自動衡器因空氣密度改變造成調整之誤差

δR_{adj} ：非自動衡器自校正後因老化與磨損造成調整之誤差

δR_{Tare} ：非自動衡器操作時因扣重造成之誤差

δR_{time} ：非自動衡器操作時因潛變和遲滯效應造成之誤差

δR_{ecc} ：非自動衡器操作時因偏載效應造成之誤差

由量測方程式(6)~(9)可發現，非自動衡器作為標準器使用之不確定度來源包括讀值與非自動衡器器差，其中器差的不確定度可由校正報告得知。讀值的不確定度又可細分成因解析度、重複性、環境影響及操作程序所引起的不確定度，因此非自動衡器在校正與作為標準器使用時所考量的不確定度確有很大的差異，甚至在量測會動的活體時，重複性還需另外重新評估[2]。建議在評估時，使用者應明確界定非自動衡器使用時的環境與操作程序，以便相關不確定度因子可合理地進行評估。另外，使用者亦可與校正者溝通，縮小校正過程與使用過程的差異，以便簡化評估過程。當使用條件與校正條件相同時，因不需再重複評估環境影響與操作程序所造成之誤差，其不確定度評估可簡化為方程式(10)，為最簡單的評估方式。

$$u^2(W) = u^2(\delta R_{digL}) + u^2(\delta R_{dig0}) + u^2(\delta R_{rep}) + u^2(E) \quad (10)$$

四、結論

服務來自需求，使用者的需求即為校正者提供服務的目標，校正者應儘量

將校正條件貼近使用條件，以滿足使用者的需求；而使用者亦應儘量將使用條件貼近校正條件，以使校正結果發揮最大效益。透過本文的敘述，校正者可利用校正技術有效降低校正結果的不確定度，以非自動衡器為例，校正前非自動衡器的調整及標準法碼（組）與非自動衡器的充分恆溫，可大幅降低校正時所產生的不確定度。而對使用者而言，非自動衡器是實驗室的基礎設備，應對非自動衡器校正與作為標準器使用之不確定度評估有基本的認識，並應在使用前利用非自動衡器之內校功能或外校法碼進行非自動衡器的調整，儘量將使用條件貼近校正條件，以提高使用之準確度。

五、參考文獻

1. 全國認證基金會，103，測試與校正結果與規格符合性之陳述方法，TAF-CNLA-G04。
2. EURAMET，2011, Guidelines on the Calibration of Non-Automatic Weighing Instruments, EURAMET cg-18.
3. OIML, 2006, Non-automatic weighing instruments Part 1: Metrological and technical requirements-Tests, OIML R76-1 .
4. OIML, 2004, Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 and M3 Part 1: Metrological and technical requirements, OIML R111-1 .

導入自動化設備以優化計程車計費表檢定作業之可行性探討

林弘熙／標準檢驗局第七組技正
童泰豪／標準檢驗局第七組技士

一、前言

隨著工商社會的快速發展，計程車已是生活中非常普及的交通運輸承租車輛。基於車內計費表準確性攸關著乘客與計程車業者雙方的交易權益之故，經濟部標準檢驗局（下稱本局）「度量衡器檢定檢查辦法」規定計費表安裝於車內後須執行輪行檢定。據查全國計程車數量為 8 萬 7 千餘輛，本局配合交通部改換新式計費表，由北北基計程車率先調漲費率，自 104 年 11 月起，本局第七組與基隆分局執行北北基地區計程車計費表改表專案，經兩年輪行檢定合格屆滿，本局年度之計程車計費表輪行檢定數量應為 87,809 具，其中由本局第七組執行者約佔 58%（50,935 具），而 106 年 11 月至 107 年 11 月止，全台檢定數量已高達 55,243 具，屬本局第七組轄區業務計有 30,049 具，爰本組為執行計費表輪行檢定業務，每個工作天至少指派 2 人執行輪行檢定，2 人辦理收費業務，以及 1 員志工協助向計程車駕駛員說明計費表相關規定。若以每月 20 個工作天為例，每月執行該檢定業務至少應用 100 人日天，因此執行計費表輪行檢定作業為本組人力應用最多的檢定業務。在中央政府進行組織再造及精簡人力之際，如何應用自行研究結果及技術成熟的科技來提升計程車計費表檢定作業效率，俾減輕本組人力負荷，進而彰顯本局檢定技術科技化之議題已躍然紙上。

計程車計費表輪行檢定作業是本局檢定人員直接面對駕駛的第一線作業，加上程序複雜繁瑣、工作環境惡劣、業務數量龐大及作業時間緊迫等因素，因此檢定人員與駕駛之間極易因不同的法規見解與作業細節而引發言語衝突。為避免此狀況發生，爰本局第七組（下稱本組）分別於 105 年及 106 年研

提「提升計程車計費表檢定檢查作業效能專案」及「提升計程車計費表作業效能之『輪胎規格及計費表設定脈波數』實證研究」計畫，探究計程車輪胎規格與計費表脈波數設定對於計程車計費表計量里程準確性之關係，期能將該結論引入計程車計費表檢定作業流程，俾簡化工作流程、提升服務效能、確保計量準確及減輕同仁負擔。

另一方面，科技的發展來自於人類需求，相對於製造業為了提升產值而發展製程設備電腦化、數位化、自動化與智能化而言，目前計費表輪行檢定作業的執行仍相當仰賴人力作為，尤其在政府提出生產力 4.0 發展方針下，更應思索如何導入影像辨識系統及光學量測等成熟科技來輔助檢定技術，助益度量作業達到自動化、專業化、精準化及科技化，進而接受未來檢定數位化、大數據分析及遠端檢定的挑戰。

二、計程車計費表之計量原理及國內計費表輪行檢定執行現況

計程車計費表係屬度量衡器裡的度器或長度計的一種，螢幕上顯示之內容包含里程、時間、高速公路通行費及其他功能項目，其計量原理簡言之，係以車輪之圓周 (L) 與迴轉數 (R) 之乘積測定行走距離 ($D=L \times R$)。因脈波 (信號) 數係表示輸入計費表之信號與行駛里程間 (1 km 距離) 之數量轉換關係，所以由車輛齒輪箱、傳動軸或路碼表等處所擷取之脈波數經搭配輪胎之圓周後，再由行車控制系統計算而顯示里程及費用，其作動流程如圖 1 所示[1]。

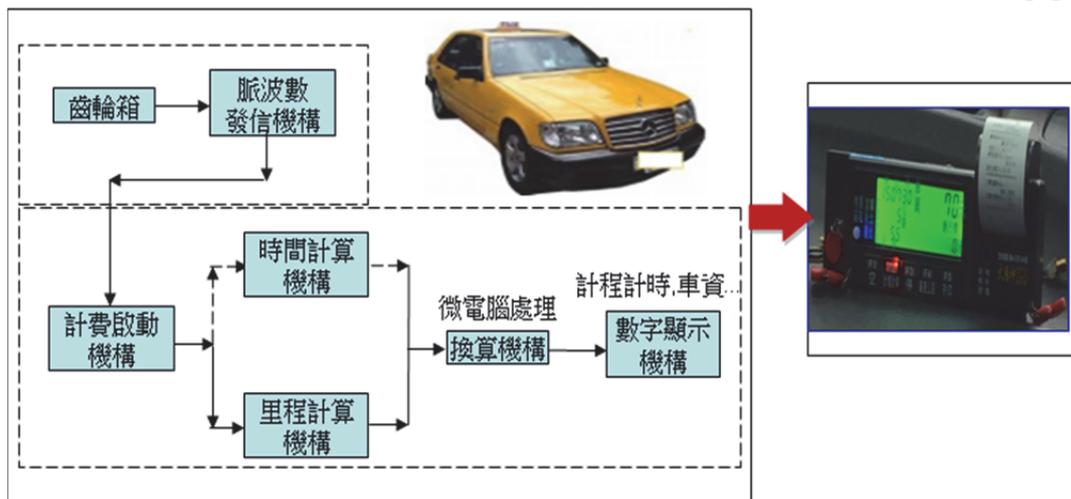


圖 1 計程車計費表作動流程示意圖

本組執行新安裝之計程車計費表的初次檢定或經修理、調整或改造之重新檢定作業係依本局計程車計費表輪行（行走）檢定執行作業要點[2]規定辦理，因此申請人（駕駛）應於停妥計程車後，檢附行車執照或車籍資料，以及修理試驗報告單至本組櫃台申辦，至於其他重新檢定者，如年度檢定則檢附行車執照即可。相關資料經櫃台人員核對車籍資料及登打進入計費表檢定系統，並列印出申請書交付駕駛後，駕駛即可進行計程車計費表輪行（行走）檢定。

計費表輪行（行走）檢定前先由檢定人員引導駕駛將計程車駛入車道及正確進入輪檢器滾輪中，再將排檔桿排至空檔與拉妥手煞車。檢定人員接續檢視計費表廠牌、型號、器號、封印、封線等外觀狀況及功能操作是否正常，同時將所查詢汽車輪胎規格與脈波數登載於檢定紀錄內，以及核對此等資料是否與申請書內容一致。前揭相關程序完畢後，檢定人員方始執行輪行（行走）檢定，並於檢畢後填寫檢定結果。



圖 2 國內計程車計費表輪行檢定作業流程

計費表經檢定合格，檢定人員依規定附加檢定合格印證於該計費表上，並現場發給「計程車計費表檢定紀錄卡」，檢定合格有效期限 2 年；檢定不合格者，由檢定人員去除該計費表曾經檢定及檢查合格之印證，並現場發給「計費表輪行（行走）檢定不合格通知書」，交由駕駛簽收，以及囑咐應暫停營業並迅速至表行修復計費表，再依相關規定檢附試驗報告單及「計費表輪行（行走）檢定不合格通知書」申請重新檢定。計費表輪行（行走）檢定作業流程如圖 2 所示。

三、可應用於計程車計費表輪行檢定作業之技術簡介

從上述之國內計程車計費表輪行檢定作業流程現況來看，計程車駕駛申辦輪行檢定作業程序大致可分成二個部分，首先是輪行檢定之申請，接著是經申請後才進行之計費表外觀檢視、輪胎規格及計費表脈波數查詢登錄，以及執行計費表計量里程之器差檢定。由於第一階段的車輛駛入輪行檢定場流程頗似停車場的車輛進出模式，因此，對於提升輪行檢定申請時效及減輕本組收費櫃臺的人力負荷，其實可借鏡停車場的車輛進出管理機制，尤其目前許多停車場已廣泛應用影像辨識技術來取代人工管理，以達到智慧管理之效。至於在後續之資料查詢登錄與輪行檢定程序方面，以計費表脈波數及輪胎規格查驗方式取代現行輪行檢定之準確度如經驗證可行，並俟法規修訂許可後，亦可藉由自動化工具的設置來執行輪胎外徑量測及計費表信號數擷取以利數學模式的演算及確認計費表器差合格與否，俾提升計程車計費表輪行檢定作業之時效。

（一）影像辨識技術

影像辨識是近年相當蓬勃發展的領域，何謂影像辨識？簡言之就是將圖形資訊轉成有意義的文字資訊，文字或數字輸出要明確到可以變成資料庫的資料，能提供搜尋、分析與比對之用的資訊。目前從生產瑕疵品檢測、安防監控、智慧社區、自動駕車到醫療影像等應用，皆與該技術息息相關。例如在國外已有將機器視覺技術應用到水表檢定系統中，利用固定於檢測臺上方之高速高分辨率攝像機，以動態方式獲取計量中的水表圖像，並經顏色特徵與結合背景高斯擬合算法來將圖像即時轉換成數字讀數，不但提高水表指針的準確定位，並

解決水氣、氣泡等對目視讀表干擾的問題，實現水表高效率全自動檢定[3]；亦有如何將街道影像監控系統結合影像辨識及定位系統技術的創新應用，讓使用者可以利用電腦來取代人眼，使警政的偵防系統更具智慧化，讓犯罪人車能即時呈現於指揮中心的電子地圖上，俾利警力的指揮調度，讓警政勤務更有效率[4]。

在停車場管理方面，鑑於傳統停車場出入口車輛排隊等候之人工給票、驗票及收費方式，以及逃漏停車費、人力調配與人為疏失等令顧客不滿之詬病事宜，目前也有許多停車場已使用車牌辨識系統應用於車輛的進出管理。車牌辨識管理系統包含有一個可存取的現場資料庫（local database）或是藉由網路通信協定（Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP): TCP/IP）存取雲端資料的車牌影像辨識伺服器，當車輛駛至停車場入口時，先藉由紅外線偵測器（IR detector）/壓力線圈/影像比對來觸發入口攝影機進行車牌影像的擷取，再由管理系統自動辨識比對該車輛車牌，該車輛如屬可進出停車場的範疇內時，管理系統將令進口閘門開啟並記錄車輛進場時間，管理系統亦可更具智慧化時，將進一步引導該車駛至最適宜的空車位停車；停車期間如欲查詢停車位置或欲開車駛出停車場時，可至繳費機輸入車牌號碼，繳費機會自動計算顯示停車時間、位置、費用及列印發票等資料，當車輛駛至停車場出口時，該管理系統同樣經由出口攝影機傳遞的車牌影像，俟判斷該車是否完成繳費，以及有無逾越所繳停車費的時間限制後，再決定是否開啟出口閘門，管理系統運作的示意如圖 3[5]。

所以停車場如導入車牌辨識系統的管理方式，不但解決上述為人詬病的問題外，且因系統會記錄及保存所有進出車輛的影像及停車紀錄，一旦發生任何事件爭議時，皆可依車牌或時間來調閱資料。除可提升安全等級外，更方便管理人員以管理中心的電腦直接遠端監看各個車道的即時影像，亦改善停車場管理人力不足的問題。基於此種無人化停車場的車輛進出管理模式已然成熟，評估該模式經稍作修正，並結合本局度政系統之資料查詢，應可建置一個符合檢定申辦作業需求之管理系統，以提升本局度量衡檢定作業的行政效率。

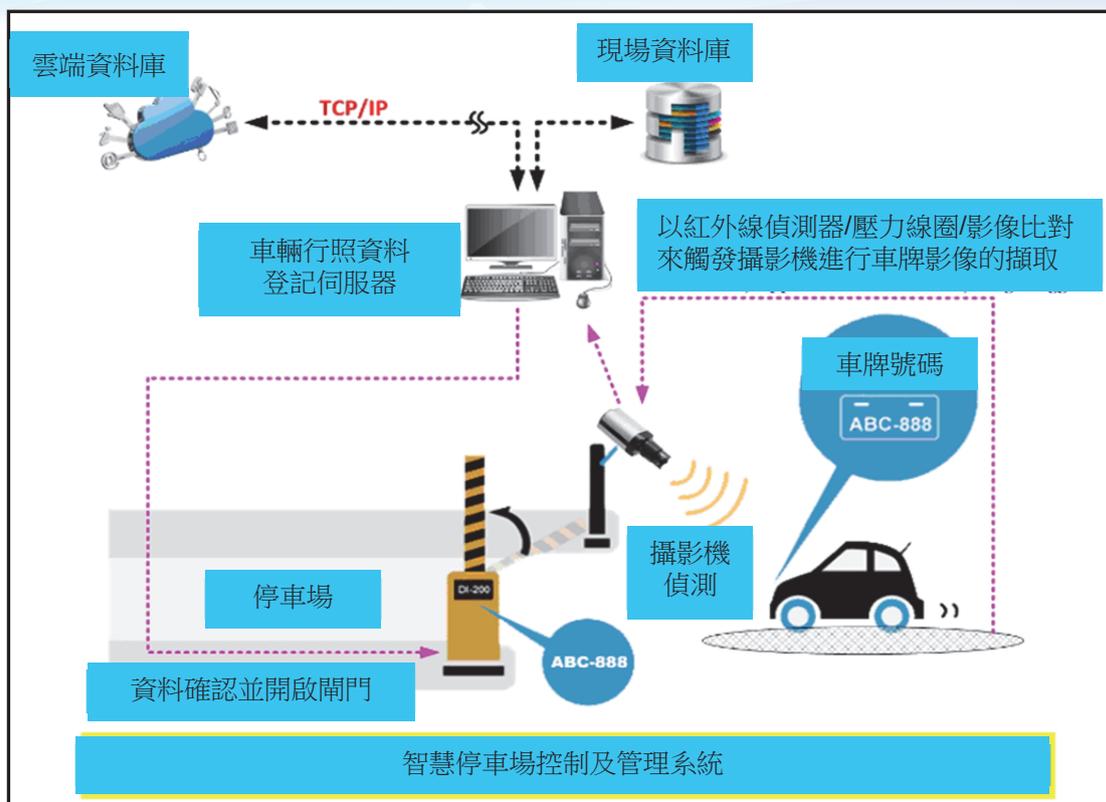


圖 3 停車場車牌辨識管理系統運作示意圖[5]

(二) 以計費表脈波數及輪胎規格查驗方式取代現行輪行檢定

在不需排隊與駕駛熟悉作業流程及規定的狀況下，一具計費表若能順利完成申辦作業、外觀檢視、資料核對及執行輪行檢定之總流程時間約需 6-9 分鐘，若是執行行走檢定時，則總流程時間則是逾越 15 分鐘，更遑論不同廠牌計費表信號數查詢的困難與耗時。此檢定所需時間對於本組每年需執行數萬具計費表輪行（行走）檢定而言，是相當大的業務負荷及人力消耗，爰本組基於計費表之計量原理，研提「提升計程車計費表檢定檢查作業效能專案」及「提升計程車計費表作業效能之『輪胎規格及計費表設定脈波數』實證研究」計畫。

該等研究依據計程車計費表的計量原理及輪行檢定數據進行探討，結果顯示計費表信號數的設定是決定計費表里程最重要的關鍵因子，信號數設定會因車款廠牌、車型及年份不同而不同，例如同車型而輪胎規格不同時，或不同車型但輪胎規格相同時，其設定脈波數可能相差約 50 pulse/km ~ 60 pulse/km。脈波數經搭配該汽車車輪之圓周長，才能反映出車輛實際行駛距離。

另，在輪胎規格與計費表里程差異之關係方面，研究發現計程車如果將原廠搭配之 195/65/15（胎寬/扁平比/輪徑）輪胎規格更換規格為 195/60/16 的輪胎，在調整扁平比/輪徑而未調整計費表信號數之情況下模擬，則每轉一圈行走距離雖相差不大（輪胎圓周由原有之 1.99 m 上升為 2.01 m），但經換算後實際增加距離約 0.9%，將造成計費表晚跳（慢）。各輪胎規格更換影響里程差異程度，如表 1。

表 1 輪胎規格更換影響里程差異表

輪胎規格		新輪胎					
		195/60/16	195/65/15	205/55/16	205/60/16	215/55/17	215/60/16
原 輪 胎	195/60/16	0.0 %	-0.9 %	-1.3 %	1.9 %	4.4 %	3.7 %
	195/65/15	0.9 %	0.0 %	-0.4 %	2.8 %	5.3 %	4.7 %
	205/55/16	1.3 %	0.4 %	0.0 %	3.2 %	5.8 %	5.1 %
	205/60/16	-1.8 %	-2.7 %	-3.1 %	0.0 %	2.4 %	1.8 %
	215/55/17	-4.2 %	-5.1 %	-5.4 %	-2.4 %	0.0 %	-0.6 %
	215/60/16	-3.6 %	-4.5 %	-4.9 %	-1.8 %	0.6 %	0.0 %

例：在不改變計費表脈波數設定狀況下，輪胎規格變化對於圓周長的計算
 195/65/15：L1= [15×25.4+2× (195×0.65)] ×3.1416= 1.9923(m)
 195/60/16：L2= [16×25.4+2× (195×0.60)] ×3.1416= 2.0108(m)
 由 195/65/15 輪胎規格換成 195/60/16 後，圓周長差異比例(L2-L1)/L1
 $\frac{2.0108\text{ m}-1.9923\text{ m}}{1.9923\text{ m}} \times 100\% \approx 0.9\%$ （計費表晚跳，有利乘客）

該研究經篩選車輛廠牌、車型、年份、輪胎規格及排氣量等 5 條件進行分析，共有 138 種組合，分屬 TOYOTA、NISSAN、FORD、MITSUBISHI 及 VOLKSWAGEN 等 5 種廠牌、18 種車型，其中以廠牌 TOYOTA 市占比率最高有 92.53%，又以其車型 WISH 占有 50.54%，居所有車型之冠。因此，如果能藉由輪行檢定數據來驗證 TOYOTA 及 NISSAN（占比率為 4.97%）廠牌計程車之計費表設定脈波數及輪胎規格對於計量里程的關係，並以大數據建立一數學模式作為器差簡易有效的核判依據，則將可提高輪行檢定效率。TOYOTA 及 NISSAN 廠牌計程車輪胎規格與計費表脈波數設定參考表，如表 2。

表 2 常見兩種廠牌計程車計費表設定脈波數及輪胎規格[1]

廠牌車型 輪胎規格	TOYOTA		NISSAN	
	ALTIS	WISH	LIVINA	SENTRA
195/65/15	2530	2580	5030	1280
195/65/14	2650	2590	無安裝資料	1310

綜上所述，計費表信號數及輪胎之圓周是影響車輛行駛里程的兩大關鍵，輪胎規格及設定脈波數對里程計量的影響與處理方式之研究結果，如表 3。由於每種車型均有專屬之信號數及輪胎規格，若能歸納輪行檢定之實證大數據，並援以建立核判計量器差符合性之數學模式，未來經驗證其計算結果之準確度足判定計費表的器差合格與否時，則車輛在特定條件下，應可先查詢計費表應設定之信號數及輪胎規格，以該計算之查證方式來核判路邊受檢計程車之計費表是否需進階進行輪行檢定之參考。此外，如更進一步開發程式整合相關資料並建入 3C 裝置中（如：平板電腦…等），供同仁隨身攜帶查詢，以助益執行路邊檢查作業。

基於計費表鉛封後的信號數已無法逕由外部進行調整之故，若檢定檢查人員能實際量測輪胎外徑以去除輪胎胎壓及輪胎磨耗對於以輪胎規格計算里程值之影響，則此數學模式之計算結果應可更精準核判器差合格與否。未來要以該方式來取代輪行檢定的條件，除了須確認理論基礎的可行性與輪行檢定之大數據驗證外，仍需進一步的考量是否尚存其他影響計量的因素需排除，以及規劃合宜之配套措施來管控風險，始能付諸實行以消弭疑慮、節省檢定人力及司機等候時間，俾提高計費表輪行檢定之效率。

表 3 輪胎規格及設定脈波數對里程計量的影響及處理方式[1]

輪胎規格	設定脈波數	對里程影響	目前處理方式
外徑由大變小， 195/60/16 更換成 195/55/16 為例	不變	未達續跳載 客里程數即 跳表（早跳、	駕駛換回原規格輪胎，或修理業者透過增加脈波數，調修器差至合格範圍內。

不變	降低	正器差對消費者不利)	修理業者透過增加脈波數，調修器差至合格範圍內。
外徑由小變大，195/55/16 更換成 195/60/16 為例	不變	已達續跳載客里程數卻未跳表（晚跳、負器差對消費者有利）	駕駛換回原規格輪胎，或修理業者透過減少脈波數，調修器差至合格範圍內。
不變	增加		修理業者透過減少脈波數，調修器差至合格範圍內。

（三）量測技術

依現行計程車計費表輪行（行走）檢定執行作業要點規定，檢定人員應現場查核計費表信號數及輪胎規格，並登載於檢定紀錄。此輪胎規格經計算成輪胎的外徑及圓周，作為驗證影響里程計量器差的大數據之用。惟以規格計算所得之輪胎外徑及圓周為理想值，實際上車輪胎壓及輪胎磨耗也會影響輪胎外徑，雖然國內車廠資料曾說明胎壓在其規範值內，對里程計算無顯著影響，而本局自行研究[6]發現每 1 km 實測里程顯示胎壓每增加 1 psi（pound per square inch）時，將產生 1 m~2 m 的誤差，經換算影響器差約 0.1 %（計費表晚跳，每公里約多 1 m~2 m）；磨耗後之輪胎（磨耗 6 mm~6.5 mm）與新胎比較，行駛里程約短少 1.0 %（計費表早跳，每 km 約少 10 m）。所以能於現場實際量測輪胎外徑尺寸，並將該值代入未來由大數據統計所導出之經驗式計算，應可更精準判定計費表器差合格與否。

鑑於目前各種外徑量測方法已屬相當成熟的技術，對於規劃量測輪胎外徑尺寸的手法方面，可以游標卡尺或高度計直接測量輪胎外徑，或是用非接觸式的精密光學量測設備測量，以及以間接測量方式先測得與被測量有一定函數關係的量，然後通過函數關係求得被測量值。至於量測方式則可依實用性、精密度及經濟性來決定採用最適宜的現成量測設備或是客製化設計自動化或半自動化的量測設備。

四、優化計程車計費表檢定作業流程之規劃

導入自動化設備使計程車計費表輪行檢定作業從車輛進場申請檢定到完成檢定合格出場的一站式作業並非易事，除了考慮建置經費外，亦須考慮現行法規規定及效益。因此依據現況需求之輕重緩急及基於前揭可應用作為輔助工

具之成熟技術，評估可先規劃從優化車輛進場申請輪行檢定及繳費作業做起，第二階段俟輪行檢定替代方式驗證可行及後續法規修訂後，再依規範的要求來規劃改良輪行檢定之作業。

第一階段先建置一個包括車牌辨識系統及繳費系統的管理系統，該管理系統運作的示意如圖 4。當計程車駛入車牌辨識平台後，感知器會啟動位於該平台的攝影機進行車牌號碼自動辨識，由圖像轉換成之文字資訊將自動傳輸到連結管理系統及本局計費表檢定系統的電腦伺服器，進行相關資訊查詢。

經由本局計費表檢定系統查詢及判定的結果會於現場螢幕以影音顯示該車計費表是否屬年度檢定，如是，螢幕將示意駕駛以投入現金或非現金支付方式繳交檢定規費，俟其完成繳費及列印收據及檢定表卡後，再引導該車駛至輪行檢定場進行相關資訊之查詢登載及輪行檢定作業。系統軟體亦可依現況加入一些細部的程式設計來解決實務上可能遇到的問題。例如繳費前詢問該車計費表如屬業經本局核備需改善之品牌者，請先完成計費表防偽標籤黏貼等事宜後，再至本檢定場辦理檢定申請；計費表檢定合格單已逾有效期限之非屬本檢定場轄管者，請停止營業並迅速至所屬轄區分局辦理輪行檢定。

現場螢幕如顯示該車計費表非屬年度檢定時，會再詢問是否為修理複檢，如否請按否鍵，請其駛離檢定場或是洽詢本局櫃臺人員；如為修理複檢，則請按是鍵，並將計費表行出具之檢測報告單及相關資料置入掃描器進行掃描及存檔，掃描完成後再示意駕駛繳交檢定規費等相關事宜及依序進行檢定作業。

上述車牌自動辨識及度政資料查詢等作業優先規劃以內建之有線傳輸為之，或是卓參本局資訊室意見建置，以確保該等作業之資料傳輸與儲存安全。至於計費表屬初次檢定者，雖亦可於系統程式中設計讓駕駛於現場輸入車牌號碼、計費表器號及計程車相關資料，惟基於輸入資料較屬專業範疇，可能致使駕駛在車牌辨識平台耽誤太久時間，而降低該平台的效益，所以擬先規劃初次檢定之申辦業務在櫃臺辦理，日後再依現場檢定現況進行系統功能的修正。

未來如果計費表信號數及輪胎規格的大數據可導出之數學模式如經實證可精確判定器差，且法規亦完成修訂同意該查詢方式之計算可取代輪行檢定時，則可進行第二階段規劃，亦即在車牌辨識平台完成繳費及相關列印後，導

入適當的器具使檢定作業自動化，例如器具可自動或半自動方式量測輪胎外徑，並將量測值傳輸至系統伺服器；交通部相關法規如規定計費表列印之乘車證明內容需包括該表信號數，列印出之乘車證明紙經掃描傳輸至系統伺服器，或是計費表信號數可藉由藍牙方式發射出去而被現場設置之接收器擷取，則輪行檢定作業將更進一步縮短檢定時間，除達到檢定效率的提升外，亦同時確保檢定的品質。

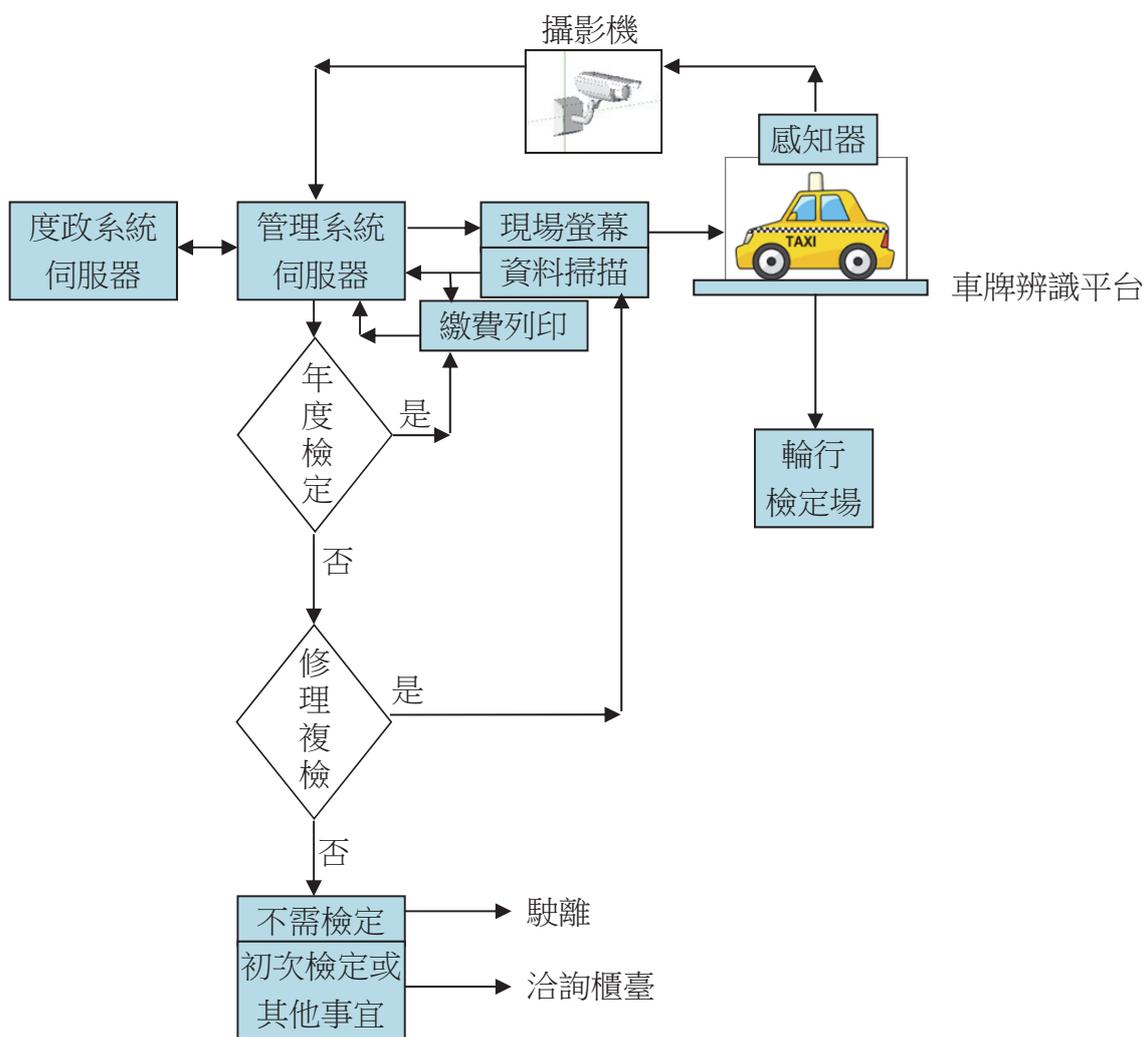


圖 4 輪行檢定之車牌辨識及繳費管理系統運作示意圖

五、結論

展望未來導入自動化設備於計程車計費表進行一站式之檢定作業以提升其效率應屬可行，但先決條件須足夠的預算，且一站式之檢定作業尚須以輪胎

規格與計費表信號數進行數學模式演算之查驗方式經驗證可替代輪行檢定，以及後續合宜的風險規劃與法規修訂始能達成。導入自動化設備優化計費表檢定作業無論是進行一次到位的一站式之檢定作業或是先建置一個包括車牌辨識系統及繳費系統的管理系統，可預期獲致以下的綜合效益：

1. 可有效縮短計費表檢定時間及彌補人力不足之困境，以利該檢定業務之效率提升。
2. 電子化作業流程可避免資料出現人為誤植的情事，且一致的資料格式可助益未來資料之統計及分析作業。
3. 可作為其他檢定業務規劃導入自動化設備輔助之參考案例，以提升本局檢定專業及技術先進之形象。

六、參考文獻

1. 吳鉅生、陳立中、蕭雅雯、林鎮宇、陳鴻麟，106，提升計程車計費表作業效能專案研究成果報告，標準與檢驗雙月刊，204 期，13-24。
2. 計程車計費表輪行（行走）檢定執行作業要點，106，經濟部標準檢驗局。
3. Si-Meng Tang, Jie-Yu Zhao, 2016, A Novel Water Meter Calibration Method Based on Machine Vision Technology, Journal of Advanced Engineering, Vol. 11, No. 2, pp. 57-62。
4. 葉雲兆、陳武洲、陳伯錚、曾三城，104，影像辨識在警政勤務之創新應用，電工通訊季刊，2015 第 1 季。
5. 智慧停車場，107/12/25 檢索，QCTek，取自 http://www.qctek.com.tw/tw/service_88
6. 劉俊濱、楊慧貞，103，計程車輪胎規格、里程距離及胎壓對計費表之影響因子研究，標準檢驗局臺中分局。

漫談防霾（PM_{2.5}）口罩近況

藍蔚文／標準檢驗局第二組技士

一、如何選擇合適的口罩

目前一般賣場、超商、網路販售之口罩，大致可分為拋棄式防塵口罩、附加活性炭拋棄式防塵口罩、醫用面(口)罩、宣稱具防霾(PM_{2.5})功能口罩，其適用環境及防護功能各有不同。拋棄式防塵口罩適用於作業環境中將含有粒狀粉塵之空氣予以淨化後，提供佩戴者再吸入使用[1]；附加活性炭拋棄式防塵口罩適用於作業環境中將含有粒狀粉塵且有低蒸氣壓有機蒸氣之空氣予以淨化後，提供佩戴者再吸入使用[2]；醫用面(口)罩適用於醫療人員於手術、雷射、隔離、牙科或其他醫療程序時佩戴之面(口)罩，主要用途為防止患者與醫護人員之間微生物、體液及粒狀物質之傳遞與感染，亦包括使用於患者健康照護之一般醫用面(口)罩[3]；至於防霾(PM_{2.5})口罩適用於日常生活中空氣污染環境下過濾粒狀物所需佩戴之防護型口罩[4]。

隨著空氣污染日益嚴重，新聞不時出現紫爆訊息，健康類訪談節目一再強調各種空氣污染對身體健康造成的危害，而近期最火紅的就屬細懸浮微粒(fine particulate matter, PM_{2.5})，即指在環境中空氣動力學等值粒徑小於或等於 2.5 微米(μm)的粒狀物，故如何在日常生活中選擇具有防霾或防 PM_{2.5} 口罩顯得更為重要。

經濟部標準檢驗局(下稱本局)為保障國人使用口罩安全，供業者產製商品有所依循，於 106 年 6 月 27 日制定公布 CNS 15980「防霾(PM_{2.5})口罩性能指標及試驗方法」，該標準訂有防霾(PM_{2.5})口罩各級之性能及選擇性要求、標示、使用說明書等規定，以利一般消費者於不同空氣污染環境時選擇適用之防霾(PM_{2.5})口罩。

二、防霾(PM_{2.5})口罩國家標準內容

(一) 檢驗項目

防霾口罩依其防護效果可分為 A、B、C、D 等 4 個等級，依等級不同，訂有「粒狀物防護效果」、「過濾效率」及「呼吸阻抗」對應之要求，及「耳帶或頭帶強度」、「游離甲醛含量」、「pH 值」等基本項目，另規定配有呼吸閥蓋須加測「呼吸閥蓋牢度」、具印花及染色部分須加測「耐摩擦色牢度(乾/濕)」及「衍生特定芳香胺之偶氮色料」、經環氧乙烷滅菌處理者須加測「環氧乙烷殘留量」、宣稱具「生物負荷量」功能者依宣稱加測「大腸桿菌」、「致病性化膿菌（指綠膿桿菌、金黃色葡萄球菌與溶血性鏈球菌）」、「真菌菌落總數」、「細菌菌落總數」，詳如表 1。

表 1 防霾口罩各等級之性能與選擇性要求[4]

試驗項目			性能與選擇性要求			
			A	B	C	D
粒狀物防護效果			≥90 %	≥85 %	≥75 %	≥65 %
過濾效率	A 法：次微米過濾效率	油霧	≥95 %	≥80 %	≥70 %	
		鹽霧	≥95 %	≥90 %	≥80 %	
	B 法：PM _{2.5} 過濾效率	油霧	≥99 %	≥95 %	≥75 %	
		鹽霧	≥99 %	≥95 %	≥90 %	
呼吸阻抗	吸氣阻力(Pa)		≤175	≤150		
	呼氣阻力(Pa)		≤145	≤120		
耳帶或頭帶強度(N)			≥20			
呼吸閥蓋牢度			不應出現滑脫、斷裂及變形			
耐摩擦色牢度(乾/濕)			≥4			
衍生特定芳香胺之偶氮色料(mg/kg)			不得檢出（限量值 20 mg/kg 以下）			
游離甲醛含量(mg/kg)			≤20			

pH 值	4.0 至 7.5	
環氧乙烷殘留量($\mu\text{g/g}$)	≤ 10	
生物負荷量	大腸桿菌	不得檢出
	致病性化膿菌	不得檢出
	真菌菌落總數(cfu/g)	≤ 100
	細菌菌落總數(cfu/g)	≤ 200

(二) 中文標示及使用說明書[4]

1. 中文標示

口罩應標示內容如下：

- (1) 防霾(PM_{2.5})口罩。
- (2) 口罩過濾效率之試驗方法及粒狀物防護效果之等級，以及是否經環氧乙烷滅菌處理。
- (3) 製造商名稱或其代號(得使用原文)。
- (4) 國內代理商名稱(限於自國外輸入之商品)。
- (5) 製造年月或其代號。
- (6) 除上述標示事項外，並應依商品標示法相關法令之規定。

2. 使用說明書

口罩應檢附包含下列事項之中文使用說明書：

- (1) 使用條件與限制。
- (2) 使用上應注意事項。
- (3) 佩戴方法。
- (4) 丟棄口罩之時機。
- (5) 檢查、維護及儲存相關事項。

(三)防霾口罩適用之空氣品質

日常生活可參考表 2，選用適合的防霾(PM_{2.5})口罩，不須天天佩戴最高等級之防霾(PM_{2.5})口罩，因為等級愈高指防霾(PM_{2.5})口罩呼吸阻抗愈大，佩戴愈不舒適：

表 2 口罩適用之空氣品質[4]

防護效果級別	A	B	C	D
適用的 PM _{2.5} 濃度值(μg/m ³)	≤350	≤230	≤140	≤70

三、目前規劃防霾(PM_{2.5})口罩列檢概況

自制定公布 CNS 15980 國家標準後，本局即積極規劃將防霾(PM_{2.5})口罩納入強制檢驗商品品目相關事宜，經蒐集實體店面及網路販售之防霾(PM_{2.5})口罩態樣，並拜訪業者（包括萊禮生醫科技股份有限公司、台灣明尼蘇達礦業製造股份有限公司及康那香企業股份有限公司等），瞭解市售防霾(PM_{2.5})口罩構造大致可分為 1 片、2 片及 3 片式，故規劃以「製造廠場」、「生產國別」及「面體構造」作為型式分類原則，又依「耳帶或頭帶式」、「呼吸閥蓋有或無」、「顏色(常見有粉紅、白色…等)」、「粒狀物防護效果」，及是否「經環氧乙烷滅菌處理」作為款式之分類原則，每 5 款抽 1 款執行檢驗，期有效管理商品。

除規劃前述檢驗相關規定外，為執行防霾(PM_{2.5})口罩列檢之檢測事宜，本局亦拜訪財團法人紡織產業綜合研究所及職安衛股份有限公司，瞭解其檢驗能量、檢測所需時間，期有效運用民間檢驗能量，並積極輔導該 2 家實驗室於本局公告列檢防霾(PM_{2.5})口罩後，取得本局防霾(PM_{2.5})口罩商品認可指定試驗室資格，以協助辦理檢測工作。

經完整規劃檢驗規定及評估檢驗能量等事宜後，本局於 107 年 6 月 20 日、22 日及 27 日共計召開 3 場「應施檢驗『防霾 (PM_{2.5}) 口罩』商品檢驗規定說明會」，並於 107 年 7 月 23 日預告「應施檢驗防霾(PM_{2.5})口罩之相關檢驗規定」草案，惟預告期間，業者對 CNS 15980 之「粒狀物防護效果」分級之試驗結果穩定性有疑義，本局需完整評估「粒狀物防護效果」項目之妥適性後，再

依行政程序法辦理防霾(PM_{2.5})口罩強制列檢事宜，目前仍依消費者保護法管理該商品。

四、參考文獻

1. CNS 14755：2011，拋棄式防塵口罩，經濟部標準檢驗局。
2. CNS 14756：2003，附加活性碳拋棄式防塵口罩，經濟部標準檢驗局。
3. CNS 14774：2018，醫用面(口)罩，經濟部標準檢驗局。
4. CNS 15980：2017，防霾(PM_{2.5})口罩性能指標及試驗方法，經濟部標準檢驗局。

亞佛加厥常數的歷史與變遷

張勝雄／標準檢驗局基隆分局課長

一、前言

亞佛加厥常數 (Avogadro constant, N_A) 是一個基本的物理常數，在 2011 年國際度量衡大會中，莫耳被提議重新定義為：「莫耳是一個特定基本實體的物量單位，該實體可以是一個分子、原子、離子、電子、任何其他粒子，或是該等粒子的特定群組。其大小藉由固定亞佛加厥常數之數值等於 $6.02214X \times 10^{23}$ ，以 SI 單位表示為 mol^{-1} 。」，其中符號 X 表示一個或多個附加數字，將隨著時間實現更新，所以測定精確的亞佛加厥常數即是莫耳的實現。亞佛加厥常數亦可通過一些物理常數的量測來間接確定，在電磁學和熱力學方面，可通過法拉第常數 $F = N_A e$ 與可量測的電子電荷 e 連接，或通過氣體常數 $R = N_A k_B$ 將統計力學與熱力學聯繫起來（其中 k_B 是波茲曼常數），通過里德伯常數 $R_\infty = c \alpha^2 A_r(e) M_u / (2 N_A h)$ ，或 $c \alpha^2 A_r(e) M_u / 2 R_\infty = N_A h$ 與普朗克常數 h 聯結（其中 c 是光速， α 是精細結構常數， M_u 是莫耳質量常數， $A_r(e)$ 是電子的相對原子質量常數），提供物理理論之間的比較〔1~4〕。因此，亞佛加厥常數的精確量測還可用以確認普朗克常數的準確性，反之亦然。

自 1889 年以來，公斤被定義為國際公斤原器 (International prototype kilogram, IPK) 之質量，在 1889 年至 1991 年的三次量測活動中，近一百多年來「國際公斤原器」之質量已產生約 50 微克的漂移，因此，為使公斤實現更為準確及恆定，2007 年第 23 屆國際度量衡大會 (General Conference on Weights and Measures, CGPM)，責成國際度量衡委員會 (International Committee for Weights and Measures, CIPM) 進行以物理常數定義基本單位之研究〔1,3〕，並於 2018 年由第 26 屆 CGPM 通過質量單位「公斤」以普朗克常數來重新定義，並自 2019 年 5 月 20 日起實施。未來質量單位「公斤」將以固定數值之普朗克常數定義，主要的具體實現方法有 Kibble 天平法與 X 晶體密度法(XRCD)。Kibble 天平法

透過比較法碼於重力場產生之重力與線圈產生之電磁力，將機械功率連結至電功率，再將法碼質量以量子電量標準連結至普朗克常數；XRCD 法則是以矽原子計數方式，將球體質量以矽原子數量與單顆矽原子平均質量之乘積表示，亦可將亞佛加厥常數連結至普朗克常數。本文茲就亞佛加厥常數的由來、測定方法及數值變遷與發展作一介紹。

二、亞佛加厥常數的由來

亞佛加厥(Amedeo Avogadro)出生於 1776 年義大利西北部的杜林(Turin)，是當地的顯赫家族，他的父親曾擔任最高法院法官，在家學淵源影響下他首先通過律師培訓，年僅 16 歲時就成為法學學士，20 歲時獲得教會法學博士學位，24 歲時開始學習數學和物理，1809 年，他成為皇家學院自然哲學教授，在 1811 年他修正了 Gay-Lussac 的假說，將化學反應描述為原子或分子之間的原子過程，提出：「在同溫、同壓下，同體積的任何氣體含有相同數目之分子。」的假說；他反對當時流行的氣體分子是由單原子構成的觀點，認為氫氣、氧氣、氫氣都是由兩個原子組成的氣體分子，並進一步提出，分子中相對原子數可以從形成其化合物的氣體體積的比例得出〔4,5〕。

亞佛加厥假說當時並未被科學家所接受，其主要原因是當時無法直接量測一定體積氣體中的顆粒或分子的數量，直至 1860 年，歐洲 100 多位化學家在德國的卡爾斯魯爾(Karlsruhe)舉行學術討論會，會上 Cannizaro 發表了一篇短文《化學哲學教程概要》的演講，以實驗論證亞佛加厥假說後，此時亞佛加厥假說才被重新提起與重視〔1,5〕。

實際上，術語「亞佛加厥常數」的概念並不是由亞佛加厥所導入，而是法國物理學家 Perrin 在 1909 年出版的論文中所提出，他建議使用克分子量(gram-molecule)單位，並提出以莫耳來表示實體數目，同時對亞佛加厥數(Avogadro's number)下了定義：「任何兩個克分子含有相同分子數，而這個不變的數是一個通用常數。」，在 1971 年莫耳成為國際單位制基本單位後，此物質的量就被認定是一個獨立的量綱，於是，亞佛加厥數改稱為亞佛加厥常數，成為一個計量單位：莫耳的倒數(mol^{-1})，亦即 $N_A = M(^{12}\text{C})/m(^{12}\text{C})$ 〔1~4〕。

三、早期測定亞佛加厥常數的實驗

過去 200 年來測定亞佛加厥常數的主要方法，包括氣體動力學理論、布朗運動、電子電荷量測、黑體輻射、 α 粒子發射和 X 射線量測等，表 1 臚列了早期一些亞佛加厥常數的測定值。

表 1 早期的 N_A 測定值(1865 年至 1924 年) [1,5]

Year	1 st Author	Method	$N_A(\times 10^{23} \text{ mol}^{-1})$	u_{rel}
1865	Loschmidt	Mean free path in gases	5.8	–
1890	Röntgen	Atom. films on water	7	–
1901	Planck	Black-body radiation	6.16	–
1908	Perrin	Brownian movement	6.7	–
1909	Rutherford	α -particle theory	6.13	–
1917	Millikan	Oil drop method	6.064	1.0×10^{-3}
1924	DuNouy	Thin films	6.004	1.3×10^{-3}

奧地利物理化學家 Loschmidt 可算是第一位測定亞佛加厥常數的科學家，他在 1865 年使用氣體動力學理論和液態空氣密度估算了單一分子的體積，基於分子的總體積和分子橫截面的量，即兩個分子碰撞的區域，算出在一般溫度和壓力條件下，一立方厘米氣態物質中的分子數約為 2.6×10^{19} ，此一數值通稱為洛希米特數 (Loschmidt number, N_L)，由於在標準溫度和壓力 (Standard temperature and pressure, STP) 條件下理想氣體的每莫耳體積為 22.4 公升，因此可推算出 $N_A \approx 5.8 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [1,2,4]。

1900 年，德國物理學家 Planck 通過假設振盪器能夠以離散量 (即量子) 吸收或釋放能量，獲得了在固定溫度下，作為頻率函數強度分布的輻射密度定律。Planck 指出，與實驗曲線的比較可以確定普朗克常數 h 和波茲曼常數 k_B ，並且從 k_B 與氣體常數 R 的比值可以確定亞佛加厥常數，由於在當時 R 是已知的，因而估計出 $N_A = 6.175 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [1,4]。

Brownian 在 1827 年初發現流體中的固體顆粒是連續運動的，這可以被描述為不規則和獨立的橫向和傾斜運動。法國物理學家 Perrin 在 1909 年通過精心製

備了一種大小、密度均勻的樹脂，約 17,000 個樹脂顆粒分散在高度為 0.1 mm 的水柱中，使用分辨率為四分之一微米的顯微鏡量測了膠體顆粒的垂直分布，Perrin 證明，在重力影響及等溫條件下量測垂直管柱中膠體顆粒的分布，沿垂直軸的平衡重新分配是指數級的，類似於重力影響下的理想氣體。Perrin 使用不同的單位—莫耳來表達此一結果，稱之為亞佛加厥數，他所導出的值 $N_A = 6.7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，該單位很快就被普遍使用，定義為在正常條件下 2 克氫分子體積（即 22.4 升）氣體中的分子數 [2,4,5]。

1908 年，美國物理學家 Millikan 通過足夠強大的電場將雲團保持在靜止位置，以防止其在重力作用下墜落。Millikan 的第一個實驗是關於水滴的，但問題是它們蒸發得相當快，因此只能在短時間內觀察，於是轉向使用油滴暴露在 X 射線下進行充電，液滴保持在冷凝器的板之間，並且在重力作用下向下移動，或者在施加的電場下可以向上移動，通過放大鏡觀測上升和下降的時間，以及重力的下降率與電場上升率，1917 年 Millikan 發表了電子電荷 $e = 1.591 \times 10^{-19} \text{ C}$ (庫倫) 的值，當時已知的法拉第常數值 $F = 9.6489 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ ，因此由 $F = eN_A$ 可計算出 $N_A = 6.064 \pm 0.006 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [1,2,4]。

1908 年，紐西蘭物理學家 Rutherford 和他的學生 Geiger 計算了標準鐳輻射源在經過一根長管後發出的 α 粒子，經過相應的立體角度後，他們推斷出每克鐳的發射量為每秒 3.4×10^{10} α 粒子，為測定亞佛加厥常數提供了計算單個原子的方法。1911 年 Rutherford 和 Boltwood 以鋇和氯化鐳的混合鹽為材料，將樣品置於具有多孔蓋的鉑膠囊中，並將整體密封在抽空的玻璃管中，通過量測輻射並將其與標準樣品的輻射進行比較來確定鐳的存在量，經過兩次量測發現每克鐳的平均產生率為每天 0.107 mm^3 ，相當於在標準溫度壓力下為 5.55×10^{-14} 莫耳/秒，雖然 Rutherford 和 Boltwood 並沒有說明亞佛加厥常數的值，但從他們的實驗結果可推導出 $N_A = 3.4 \times 10^{10} / 5.55 \times 10^{-14} = 6.1 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [4]。

氣體中熱運動的許多特徵也可以在液體中找到，由於固定液體體積中的分子數比在氣體體積中大數千倍，因此分子間的自由程長度要小得多，並且分子之間的相互作用也不能再被忽略。1890 年，Röntgen 和 Rayleigh 研究了水中的薄分子薄膜，得到的分子直徑約為 0.6 nm~1.0 nm，導出每莫耳密度為

$6 \times 10^{23} \sim 7 \times 10^{23}$ 顆粒。後來，DuNouy 改進了分析方法，在 1924 年測得 $N_A = 6.003 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ [1,4]。

四、以 XRCD 方法測定亞佛加厥常數

18 世紀初，Haüy 將原子理論引入晶體學中，他將晶體描述為平行六面體形狀的單個分子實體，通過 Röntgen 於 1895 年發現 X 射線，以及 1900 年 X 射線的電磁特性被發現後，奠定了現代測定亞佛加厥常數的里程碑。

(一)前期發展

1913 年，Bragg 開發並研究了晶體 X 射線繞射理論，是第一個使用氯化鈉 (NaCl) 晶體的晶格參數 (Lattice parameter, a) 來計算亞佛加厥常數的研究者，當時的準確性受到晶格結構不完美的影響，所測得的亞佛加厥常數與其他基本常數並不一致。Bearden 應用該理論致力於尋找更可靠的晶格參數值，並於 1931 發表了 $N_A = 6.019 (3) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 的數值。隨後 Birge 研究 NaCl 晶體的晶格參數、密度和莫耳質量後，於 1945 年得到 $N_A = 6.02401 (52) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。1945 年至 1953 年期間，Birge 以及 Straumanis 等人又分別量測了金剛石、氟化鋰、氯化鉀和方解石等晶體，但得出之亞佛加厥常數的相對不確定度 (Relative uncertainty, u_{rel}) 仍無法突破 10^{-5} (表 2) [1,2,5]。

表 2 1931 年至 1980 年間發表的 N_A 數值 [1,5~8]

Year	1 st Author	Method	$N_A (\times 10^{23} \text{ mol}^{-1})$	u_{rel}
1931	Bearden	X-ray gratings/plane	6.019	5.0×10^{-4}
1945	Birge	X-ray diffraction (NaCl)	6.02410	8.6×10^{-5}
1945	Birge	X-ray diffraction (Calcite, NaCl, KCl, ...)	6.02338	7.1×10^{-5}
1948	DuMond	Least-Squares	6.0235	6.6×10^{-5}
1949	Straumanis	X-ray diffraction (Calcite)	6.02403	3.0×10^{-5}
1964	Henins	XRCD (Si)	6.02252	1.8×10^{-5}
1967	CODATA	Least-Squares	6.022174	6.8×10^{-6}
1973	CODATA	Least-Squares	6.022045	5.1×10^{-6}
1974	Deslattes	XRCD (Si)	6.0220943	1.0×10^{-6}
1980	Deslattes	XRCD (Si)	6.0220978	1.0×10^{-6}

這些數據中不確定度的重要來源是用於量測晶格間距(lattice spacing, d_{220})的 X 射線波長的再現性和定性的不確定度，當比較 X 射線波長以公尺為單位和以 XU 為單位時，得到的數據顯示出兩者之間約有 0.2 % 的差異，為了將這種差異考慮在內，導入了轉換因子(Λ)來計算亞佛加厥常數，Henins 和 Bearden 在 1964 年研究了 17 個矽晶體樣品後，得到 $N_A \Lambda^3 = 6.059\,768\,(95) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ($\Lambda = 1.00203$)，但很快地就發現轉換因子並不穩定，它會受到晶體缺陷、雜質等的影響。早期的工作幾乎都是使用方解石的晶格參數 $a = 3029.040 \text{ XU}$ 為基礎，但當時並無法確認方解石樣本是否潔淨。另外，因 X 射線譜線的相對寬度大於 3×10^{-4} ，無法成功使用於精確度為 1×10^{-6} 的量測技術中。1960 年代，Hart 和 Deslattes 研究開發組合 X 射線和光學之干涉儀(X-ray and optical interferometry, XROI) (圖 1)，來確定矽晶體的晶格參數，將不需再評估 X 射線波長和量測相對應的繞射角度，提供了計算晶體中原子數量的一條新途徑〔1~3,5,7〕。

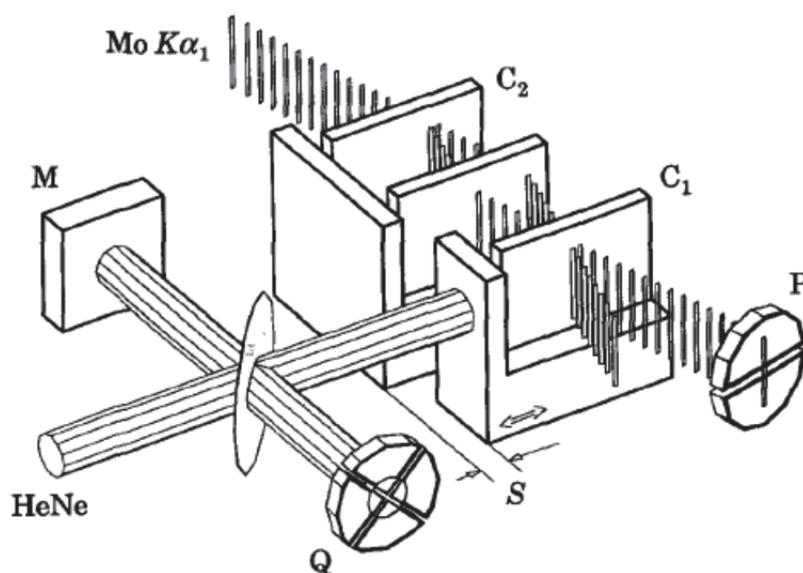


圖 1 用於量測單晶矽晶格間距 (d_{220}) 的 XROI 示意圖〔5〕。

C_2 和 C_1 ：X 射線干涉儀的固定和可移動光柵晶體。

M：光學干涉儀的參考鏡。

P 和 Q：干擾模式的檢測器。

HeNe：激光束。

MoK α_1 ：X 射線束。

S：量測晶體位移。

XROI 量法可使用矽的晶格參數量測至晶格單位之長度，如圖 2 所示，矽的單位晶格是一個邊長為 a 的立方體，完美矽單晶中平均含有 8 個原子，如果量測矽晶體的體積 V ，則晶體中的原子數 (N) 為：

$$N = \frac{8V}{a^3}$$

其中 $a = \sqrt{8}d_{220}$ 。由於矽晶樣品的質量為 m ，莫耳質量為 M ，樣品的密度 $\rho = m/V$ ，而樣品中的莫耳數 $n = m/M$ ，樣品中的原子數為 N ，因此可以計算亞佛加厥常數 [2,9]：

$$N_A = \frac{N}{n} = \frac{8V/a^3}{m/M} = \frac{V}{m} \times \frac{8M}{a^3} = \frac{8M}{\rho a^3}$$

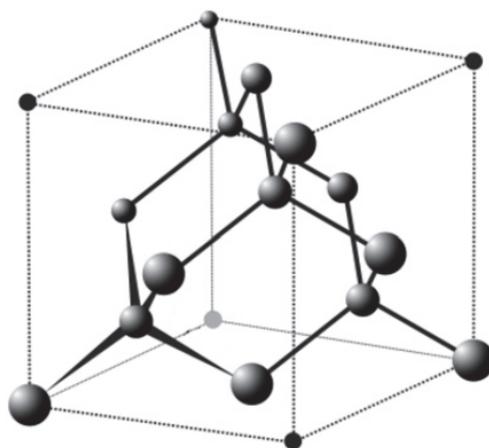


圖 2 矽晶體的單位晶格，邊長等於晶格參數 $a \approx 0.357 \text{ nm}$ [2]。

由於半導體業之需求，商業上已可大量生產並具有高度完美性的矽晶體，在當時鍍也被考慮在 XRC D 方法。然而，矽的熱膨脹係數比鍍小三倍，而且表面氧化層也更穩定，所以矽晶體成為最理想之材料 [1,2,9]。Deslattes 等人在 70 年代首次改良 XROI 方法以天然同位素矽晶體量測晶格間距、密度和莫耳質量來計算亞佛加厥常數以降低不確定度 [3]，得到 $N_A = 6.022\,094\,3(63) \text{ mol}^{-1}$ ，

相對不確定度為 1.0×10^{-6} 。1931 年至 1980 年間所發表的一些亞佛加厥常數實驗數值列舉於表 2，相對不確定度已從 5×10^{-4} 降低至 1×10^{-6} 。

(二)中期進展

以 XRCD 方法來測定亞佛加厥常數時，必須量測晶格間距、矽晶體的純度、密度和莫耳質量，並了解矽晶體的同位素組成。因此 1980 年代至 2000 年間，多個國家的計量實驗室，包括：德國聯邦物理技術研究院 (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB)、英國國家物理實驗室 (National Physical Laboratory, NPL)、義大利國家國家實驗室 (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRIM)、比利時中央核子量測局 (Central Bureau for Nuclear Measurements)、日本國家計量研究院 (National Metrology Institute of Japan, NMIJ) 和美國國家標準與技術研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST) 等，致力於這些數值的量測，除了改良儀器外，並以商業生產之高純度天然矽晶為材料，同時也開發一些新的檢測方法，例如：1980 年代以前，密度量測的方式是使用鋼球，由不同方向的直徑量測確定體積，然後通過靜水稱重法 (hydrostatic weighing) 來確定矽晶樣本的密度，在 1987 年，Leistner 和 Zosi 開發出拋光 1 公斤矽晶球的技術之後，可以通過直接量測其直徑和質量來確定矽晶體的密度，從而降低了對靜水稱重法的依賴，減少密度量測上的不確定度 [1~3,9,10]。

表 3 列舉了 1984 年至 2003 年間發表的一些 N_A 數值，在 1994 年，量測精度已突破 1×10^{-6} 之相對不確定度，2001 年時 Bièvre 對過去 25 年的所有可用數據重新評估，並與 1998 年國際科學技術數據委員會 (Committee on Data for Science and Technology, CODATA) 推薦的矽晶格間距 ($d_{220} = 0.1920155845$ nm) 組合，導出 $N_A = 6.0221339 (27) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，2003 年，NMIJ 和 IRMM 使用日本 Shin-Etsun 所產之矽晶體以及 PTB 使用德國 Wacker Siltronics 公司生產之矽晶體進行獨立量測，獲得 $N_A = 6.022 135 3 (18) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 之結果，但這些數值與 1998 年 CODATA 之推薦值尚有 1×10^{-6} 以上的相對不確定度偏差 (最大的不確定度係來自莫耳質量量測) [1,3]。

2001 年 Becke 總結了這一期間的相關研究結果，首先，在國際比對中進行 PTB, IMGC 和 NRLM 的樣品密度和體積標準之核對，其結果非常一致。其次，XROI 量測法及其所需的矽晶體加工部分，已使用矽晶格間距作為長度單位。此外，矽晶球具有穩定的晶體狀態和穩定的表面層，穩定性和再現性不會隨時間變遷，並且與環境沒有化學反應。然而，沒有足夠的研究來了解單晶矽的特性和如何選擇滿足計量規格所需的樣品，因此，有必要繼續增加對晶體生長和缺陷形成機制的理解。

表 3 1984 年至 2003 年間發表的 N_A 數值 [1,5,8]

Year	Author	Method	$N_A(\times 10^{23} \text{ mol}^{-1})$	u_{rel}
1984	NIST	Faraday constant	6.0221445	1.3×10^{-6}
1986	CODATA	Least-Squares	6.0221367	5.9×10^{-7}
1987	PTB -IMGC -IRMM	XRCD	6.022137	1.2×10^{-6}
1988	NPL	Planck constant	6.0221430	1.3×10^{-7}
1992	PTB-IRMM	XRCD	6.0221363	1.1×10^{-6}
1994	PTB-IRMM	XRCD	6.0221365	8.5×10^{-7}
1995	IMGC-PTB-IRMM	XRCD	6.0221379	4.2×10^{-7}
1995	PTB-IRMM	XRCD	6.0221365	8.5×10^{-7}
1997	IRMM	XRCD	6.0221367	8.0×10^{-7}
1998	CODATA	Least-Squares	6.02214199	7.9×10^{-8}
1999	NMIJ-IRMM	XRCD	6.0221550	2.7×10^{-7}
2001	Bièvre	XRCD	6.0221339	4.6×10^{-7}
2003	PTB-IRMM	XRCD	6.0221353	3.4×10^{-7}
2003	NMIJ-IRMM	XRCD	6.0221375	2.0×10^{-7}

(三)近期成果

先前實驗所使用的矽晶體，天然同位素組成約為： $^{28}\text{Si} \approx 92\%$ ， $^{29}\text{Si} \approx 5\%$ 和 $^{30}\text{Si} \approx 3\%$ ，量測結果精度受晶體缺陷、同位素含量未確定以及密度量測的困難等因素限制，PTB 在 1990 年開始嘗試以純度較高之 ^{28}Si 的晶體來測定亞佛加厥常數，產出的第一個 ^{28}Si 單晶質量約 300 g、純度 99.02%，但硼和鋁的雜質含量非常高，這可能是由於晶體的不完美所致。為了克服這一困難，在 2004 年

由國際度量衡局（Bureau International des Poids et Mesures, BIPM）、INRIM、NIST、NMIJ、澳洲國家計量研究院（National Measurement Institute Australian, NMIA）、NPL、PTB、IRMM 和 IMGC 等多個國家實驗室組成國際亞佛加厥協作組織（International Avogadro Coordination, IAC），又稱「亞佛加厥計劃」，目標是透過 XRCD 法，將相對不確定度降至低於 2×10^{-8} 的標準，這個計劃是公斤新定義計劃的一部份，同時與 Kibble 天平量測互補，共同提昇普朗克常數的精確度〔1,3,9,11〕。

2004 年，IAC 與俄羅斯聖彼得堡（St. Petersburg）和下諾夫哥羅德（Nizhny Novgorod）的前核子技術專家簽署了研究合同，以生產高濃縮矽，2007 年成功生產出第一個約 4.8 kg 的 ^{28}Si 提純單晶矽，提純率為 99.9957%，命名為 Si28-10Pr11（或稱 AVO28），由該晶體製造 AVO28-S5 和 AVO28-S8 兩個 1 kg 球體，首先在澳大利亞成型和拋光，然後在 PTB 重新拋光。2012 年，PTB 與俄羅斯公司合作再發起了“kg-2”計畫，希望生產出 ^{28}Si 純度達到 5 個 9 的晶體，標示為 Si28-22，Si28-23 和 Si28-24 的三個晶體已於 2016 年完成， ^{28}Si 純度分別為 99.9980%、99.9984% 和 99.9993%，後續的“kg-3”計畫也在 2016 開始，將可進一步降低亞佛加厥常數的不確定度〔3,9,12,13〕。

此外，為了測得更精確的亞佛加厥常數，必須考慮矽晶球表面氧化和汙染的影響，通常矽晶球表面覆蓋有厚度約 0.2 nm 的氧化物層，圖 3 所示的矽晶球表層模型中，氧化矽層（Oxide layer, OL）覆蓋球體的矽芯，在以上有碳質污染層（Carbonaceous layer, CL）和水層，CL 是不同烴分子的隨機混合物；水層則包含有化學吸附水層（Chemisorbed water layer, CWL）和物理吸附水層（Physisorbed water layer, PWL），PWL 僅存在於環境條件下會在高真空中被吸除，CWL 在高真空中則仍然存在。使用 X 射線螢光光譜儀（X-ray fluorescence, XRF）可檢查晶球表面上是否存在有其它化學元素，以及利用光譜橢圓偏振儀（Spectroscopic ellipsometry, SE）和一些新設備可更準確地測定矽晶球表面層的质量和厚度，使量測晶體密度的不確定度已可降至 10^{-8} 水準〔3,11,12〕。

Layer	Model	Method
Physisorbed Water Layer (PWL)	----- H ₂ O -----	Gravimetry
Chemisorbed Water Layer (CWL)		Gravimetry
Carbonaceous Layer (CL)	Carbonaceous Layer	XRF
Oxide Layer (OL)	SiO ₂	XRR/XRF/SE
	Si Core	

圖 3 矽晶球的表面層模型。〔11〕

IAC 於 2011 年首次發表使用 AVO28 矽晶球通過 XRCD 方法的測定值， $N_A = 6.02214082$ (18) (表 4)，及至 2015 年所發表的亞佛加厥常數，其 $u_{rel} = 1.8 \times 10^{-8}$ ，這已達到 IAC 所設定低於 2.0×10^{-8} 之目標，且與 2014 年 CODATA 基於 Kibble 天平法之建議值的不確定度幾乎一致，而在 2017 年以 Si28-23Pr11 矽單晶所測得之 $N_A = 6.022140526$ (70)，相對不確定度接近 1×10^{-8} ，證明以 XRCD 方法實現公斤的質量係為可行之方式〔3,12,14〕。

表 4 2006 年至 2018 年間發表的 N_A 數值〔11,13~17〕

Year	Author	Method	$N_A (\times 10^{23} \text{ mol}^{-1})$	u_{rel}
2006	CODATA	Least-Squares	6.02214179	5.0×10^{-8}
2010	CODATA	Least-Squares	6.02214129	4.4×10^{-8}
2011	IAC	XRCD (AVO28)	6.02214082	3.0×10^{-8}
2011	PTB	XRCD (AVO28)	6.02214078	3.0×10^{-8}
2011	IAC	Recalibration (AVO28)	6.02214099	3.0×10^{-8}
2012	NRC*	XRCD (AVO28)	6.02214040	3.2×10^{-8}
2014	NMIJ	XRCD (AVO28)	6.01214080	3.3×10^{-8}
2014	NIST	XRCD (AVO28)	6.02214076	3.2×10^{-8}
2014	CODATA	Least-Squares	6.022140857	1.2×10^{-8}
2015	IAC	XRCD (AVO28)	6.02214076	2.0×10^{-8}
2015	IAC	Recalibration (AVO28)	6.02214082	1.8×10^{-8}
2017	NMIJ	XRCD (AVO28)	6.02214084	2.4×10^{-8}
2017	IAC	XRCD (Si28-23Pr11)	6.022140526	1.2×10^{-8}
2017	NRC	Planck constant (h)	6.022140772	9.1×10^{-9}
2018	IAC	Least-Squares	6.022140588	1.1×10^{-8}

*NRC: 加拿大國家研究理事會(National Research Council of Canada)

五、結語

公斤新定義係由普朗克常數 h 所導出，其值為 $6.626070015 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ，其中公尺和秒分別由光速 (c) 和銨原子頻率 ($\Delta\nu_{Cs}$) 所定義。單位公斤可由下式表達〔18〕：

$$\text{kg} = \frac{(299792458)^2}{(6.62607015 \times 10^{-34})(919631770)} \frac{h\Delta\nu_{Cs}}{c^2}$$

$$\approx 1.4755214 \times 10^{40} \frac{h\Delta\nu_{Cs}}{c^2}$$

過去公斤的定義係認定 IPK 質量 (m_{IPK}) 等於 1 公斤，而 h 值須通過實驗來確定；新定義則是固定 h 值，而 m_{IPK} 必須通過實驗來確定。公斤新定義可確保公斤的長期穩定度與可靠度，現在，生產出 ^{28}Si 單晶純度超過 5 個 9 的障礙已被克服，矽材料的完美性將非常接近理想值，各國將可不必再依賴公斤原器，在任何實驗室使用高 ^{28}Si 純度的矽晶球與 XRCD 方法來實現公斤定義。

六、參考文獻

1. P. Becker (2001). History and progress in the accurate determination of the Avogadro constant. Rep. Prog. Phys., 64:1945–2008.
2. P. Becker, H. Friedrich, K. Fujii, W. Giardini, G. Mana, A. Picard, H-J Pohl, H. Riemann and S. Valkiers (2009). The Avogadro constant determination via enriched silicon-28. Meas. Sci. Technol. 20: 092002 (20pp).
3. K. Fujii, H. Bettin, P. Becker, E. Massa, O. Rienitz, A. Pramann, A. Nicolaus, N. Kuramoto, I. Busch and M. Borys (2016). Realization of the kilogram by the XRCD method. Metrologia, 53:A19–A45.
4. S. Ramasesha (2006). Experimental determination of the Avogadro constant. Reasonance, pp.79-87
5. G. Mana and G. Zostr (1995). The Avogadro constant. Rm. Del. Nuo. Cim., 18(3):1-23.
6. I. Henins and J. A. Bearden (1964). Silicon-Crystal Determination of the Absolute Scale of X-Ray Wavelengths. Phys. Rev. 135: A890-A898.

7. R. D. Deslattes, A. Henins, H. A. Bowman, R. M. Schoonover, C. L. Carroll, I. L. Barnes, L. A. Machlan, L. J. Moore, and W. R. Shields (1974) Determination of the Avogadro Constant. *Phys. Rev. Lett.* 33: 463-466.
8. P. D. Bièvre (1996). Ultra-high accuracy isotopic measurements: Avogadro's constant is up! *J. Roy. Soc. West. Austr.*, 79(1):11-19.
9. P. Becke and H. Bettin (2011). The Avogadro constant: determining the number of atoms in a single-crystal ^{28}Si sphere. *Phil. Trans. R. Soc.*, 369:3925–3935.
10. A. J. Leistner and G. Zosi (1987). Polishing a 1-kg silicon sphere for a density standard. *Appl. Opt.*, 26:600-601.
11. Y. Azuma, P. Barat, G. Bartl, H. Bettin, M. Borys, I. Busch, L. Cibik, G. D'Agostino, K. Fujii, H. Fujimoto, A. Hioki, M. Krumrey, U. Kuetgens, N. Kuramoto, G. Mana, E. Massa, R. Meeß, S. Mizushima, T. Narukawa, A. Nicolaus, A. Pramann, S. A. Rabb, O. Rienitz, C. Sasso, M. Stock, R. D. Vocke, A. Waseda, S. Wundrack and S. Zakel (2015). Improved measurement results for the Avogadro constant using a ^{28}Si -enriched crystal. *Metrologia*, 52:360–375.
12. N. V. Abrosimov, D. G. Arefév, P. Becker, H. Bettin, A. D. Bulanov, M. F. Churbanov, S. V. Filimonov, V. A. Gavva, O. N. Godisov, A. V. Gusev, T. V. Kotereva, D. Nietzold, M. Peters, A. M. Potapov, H. J. Pohl, A. Pramann, H. Riemann, P. T. Scheel, R. Stosch, S. Wundrack and S. Zakel (2017). A new generation of 99.999% enriched ^{28}Si single crystals for the determination of Avogadro's constant. *Metrologia*, 54:599–609.
13. B. M. Wood, C. A. Sanchez, R. G. Green and J. O. Liard (2017). A summary of the Planck constant determinations using the NRC Kibble balance. *Metrologia*, 54: 399–409.
14. K. Fujii, E. Massa, H. Bettin, N. Kuramoto and G. Mana (2018). Avogadro constant measurements using enriched ^{28}Si monocrystals. *Metrologia*, 55:L1–L4.
15. R. D. Vocke, S. A. Rabb and G. C. Turk (2014) Absolute silicon molar mass measurements, the Avogadro constant and the redefinition of the kilogram.

- Metrologia, 51:361–375.
16. G. Bartl, P. Becker, B. Beckhoff, H. Bettin, E. Beyer, M. Borys, I. Busch, L. Cibik, G. D’Agostino, E. Darlatt, M. Di Luzio, K. Fujii, H. Fujimoto, K. Fujita, M. Kolbe, M. Krumrey, N. Kuramoto, E. Massa, M. Mecke, S. Mizushima, M. Müller, T. Narukawa, A. Nicolaus, A. Pramann, D. Rauch, O. Rienitz, C. P. Sasso, A. Stopic, R. Stosch, A. Waseda, S. Wundrack, L. Zhang and X. W. Zhang (2017). A new ^{28}Si single crystal: counting the atoms for the new kilogram definition. *Metrologia*, 54:693–715.
 17. N. Kuramoto, S. Mizushima, L. Zhang, K. Fujita, Y. Azuma, A. Kurokawa, S. Okubo, H. Inaba and K. Fujii (2017). Determination of the Avogadro constant by the XRCD method using a ^{28}Si -enriched sphere. *Metrologia* 54:716–729.
 18. BIPM (2018). Draft of the ninth SI Brochure.

法定度量衡單位介紹一 質量、力、密度及比重的單位

陳兩興／工業技術研究院量測技術發展中心特約研究員

自古以來，幾乎所有的量制(system of quality)都將質量當作基本量之一，其單位自然也為單位制(system of unit)中基本單位的成員。甚至 2018 年 11 月之前的國際單位制(International System of Units, SI)中如電流、物量和光強度等基本量的單位安培、莫耳和燭光等，也都由質量或其導出量如力或功率的單位所定義，可見質量單位在單位制中的重要性。本文於介紹質量的 SI 單位及相關通用單位外，亦簡述以質量為基礎之力學領域如力、重力、力矩、密度和比重等導出量及其單位。

一、質量的單位

雖然有多數人在中學時已認識到質量和重量是兩種不同的量別，但及至今日，在日常生活中，質量和重量仍常被混為一談。質量和重量之間當然有其差異，只是目前在許多產業領域上仍會以質量和重量來表示相同的意義。

人類對質量(mass)的觀念，大約在 300 年前才因牛頓的運動定律而確立。在此之前，都是採用重量(weight)的觀念，度量衡中的「衡」即為重量之意。一般認為較重的物體含有較多的物質，並以量測物體受到地球的重力來決定所含的質量。其實質量是對物體內所含物質多寡的計量，取決於組成物質之原子的種類和數量。而重量是作用在這物體之重力的計量，取決於物體的物質和所在的位置。它們各有自己的單位，質量的單位為千克或公斤(kilogram)，而重力的單位為牛頓(newton)。

(一) 質量單位 — 千克的沿革

若追溯起重量（質量）的量測歷史，從有描繪利用天平量測物品重量的古埃及圖畫上，即可看到在古文明時期，人類已會利用固定數量的穀物或特定石塊當作重量（質量）量測的基準（圖 1），其功能類似於今日的法碼[1]。這種由法碼與天平所組合的量測系統，其基本原理和技術仍沿用至今日。



圖1 古埃及的天平量測系統[2]

進入中世紀後，人們開始以金屬或寶石等較不易變化的材料製成法碼，作為重（質）量基準。就現代計量而言，當時的法碼相當於質量的量測標準（measurement standard），和現代的千克原器（公斤原器）及其相關連的質量標準追溯體系相比，其基本意義是相同的[3]。

18 世紀時，由於歐洲各地沒有共同的計量標準和單位，在商品交易與工業技術的發展上，都造成相當大的困擾。為此，1790 年法國首先將米（或公尺）定義為「通過巴黎之地球子午線長度的 $1/40\,000\,000$ 」，並以此定義為長度標準。同時訂定邊長為 0.1 米的立方體（即 1 dm^3 ）之 $4\text{ }^\circ\text{C}$ 純水的質量為千克（kg），並以此作為質量的基本單位。

1872 年第 2 次國際米制會議，決定採用鉑銱合金材料（90 % 鉑和 10 % 銱）製作千克原器，並在 1875 年決定以「千克原器」為質量的國際標準。1889 年第 1 屆國際度量衡大會（General Conference on Weights and Measures, CGPM）接納由英國製作之 3 個鉑銱合金千克原器中的一個為國際千克原器

(International Prototype of the Kilogram, IPK)，並保存在巴黎近郊之國際度量衡局 (International Bureau of Weights and Measures, BIPM)。1901 年第 3 次國際度量衡大會定義質量單位為「千克為質量單位，等於國際千克原器之質量」[4]。

(二) 千克的新定義

理論上，國際千克原器的質量應該恆定不變，誤差值為零。但顯然 BIPM 早已察覺到在多次的國際性比對之後，國際千克原器的恆定不變值已受到質疑。因此，在 2004 年國際度量衡委員會 (International Committee for Weights and Measures, CIPM) 和幾個技術先進的國家計量研究機構共同合作，開始進行重新量測亞佛加厥常數 (Avogadro constant) 的「亞佛加厥計畫」。計畫目的在於將千克與亞佛加厥常數相聯繫，並使不確定度儘量降低，重新定義質量的基本單位。計畫方向係以矽-28(^{28}Si)同位素晶體製成的球體作為千克標準，由於其具有單一類型的原子，因此會有固定的質量。通過精確量測，算出此一完美矽球內的原子個數，從而計算亞佛加厥常數，再將質量單位「千克」追溯到與恆定常數相關的定義中。

到了 2007 年 BIPM 公開表示，國際千克原器的質量經過 100 年後明顯減少了 50 μg 。為解決千克定義所缺乏的普遍性與不變性之問題，CIPM 建議應以基本物理常數為基礎重新定義千克，以確保質量標準之準確性與穩定性。[5]

另有一個研究構想是以更穩定的普朗克常數 (Planck's constant) 重新對「千克」下定義，並儘快達成 200 年來科學界尋求用穩定數值來統一度量衡制度的目標。普朗克常數反映量子力學中能量子的大小，每一份能量子 E 等於普朗克常數 h 和輻射電磁波頻率 ν 的乘積 ($E = h\nu$)，將這公式與著名的 $E = mc^2$ 結合在一起，就可定義質量了。普朗克常數的單位以基本單位表示為 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ ，表明可從長度和時間來決定質量。因為時間是七個基本單位中不確定度最小且最穩定，長度的實現也有夠小的不確定度之故[5][6]。

2018 年 11 月第 26 屆 CGPM 決議將千克定義為：SI 的基本單位之一，符號為 kg ，係以普朗克常數 h 的固定數值 $6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ 定義之， h 的單位

為焦耳秒 (J s)，即等於 $\text{kg m}^2 \text{s}^{-1}$ 。其中米 (m) 和秒 (s) 係由光速 c 和鉍 133 原子於穩定基態超精細的躍遷頻率 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 所定義[7]。

這定義含 $h = 6.626\,070\,15 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{s}^{-1}$ 的確切關係。從這定義可給出一個由 h 、 $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ 和 c 等定義常數 (defining constant) 對單位千克的精確表達公式：

$$\begin{aligned} 1 \text{ kg} &= \left(\frac{h}{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) \text{m}^{-2} \text{s} \\ &= \frac{(299\,782\,458)^2}{(6.626\,070\,15 \times 10^{-34})(9\,192\,631\,770)} \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2} \\ &\approx 1.475\,5214 \times 10^{40} \frac{h \Delta\nu_{\text{Cs}}}{c^2} \end{aligned}$$

上式中， $\Delta\nu_{\text{Cs}} = 9\,192\,631\,770 \text{ Hz}$ ， $c = 299\,782\,458 \text{ m/s}$ 。

不過，確定普朗克常數是一項非常複雜的工作，目前科學界採用瓦特天平 (watt balance or Kibble balance)、X 光晶體密度 (X-ray crystal density)、約瑟夫森常數 (Josephson constant)、磁性共振 (magnetic resonance) 等幾種不同的方法來確定普朗克常數的值。

眾所皆知，在國際單位制中「千克」佔有非常重要之地位，千克的定義直接影響其他 SI 單位之定義。若千克的重新定義實現之後，IPK 將會被賦予新的質量值和不確定度[8]。

二、可與 SI 單位併用的非 SI 質量單位

(一) 公噸

生活上表達質量大小時，以千克為單位可說相當方便，然而對於交易貨物上需要表達巨大質量時，千克似乎不夠大。雖然可以用國際單位制中 10 的倍數，如百萬克 (Mg)、吉克 (Gg) 等含前綴詞來表達。但基於傳統上已使用多年的習慣，仍常採用公噸 (metric ton; tonne) 來表示。“tonne” 原本是英制單位，於 15 世紀後期開始使用，此一詞彙源自古法語的“tonneau”，為“木桶”之意。

18 世紀末國際米制公約制定以後，以千克為質量的基本單位，由於當時除了表示 1000 倍的千 (kilo) 到表示 1000 分之 1 的毫 (mili) 之外，並沒有其他的前綴詞，當必須表示如千克的 1000 倍等大質量時，可能會有人使用前綴詞 kilo 加在 kilogram 前面，成為“kilokilogram”而造成重疊的奇特現象。因此，1879 年 CGPM 決定採用符號為“t”的“tonne”，來表示 1000 千克[4]。在我國法定度量衡單位上，將“tonne”稱為公噸 (metric ton)，符號亦為“t”，並列為通用單位[9]。

對 SI 單位制而言，公噸雖非 SI 的單位，但符合十進制，在使用上可以與 SI 併用。公噸是目前通用於國際的最大質量單位，為與 long ton (長噸) 或 short ton (短噸) 有所區別，公噸於英文中常寫為 tonne 或 metric ton。「長噸」在英國較為常用，又稱為「英噸」，在英國常直接稱為「噸」(ton)。「短噸」在美國較為常用，又稱「美噸」。「公噸」、「長噸」、「短噸」三者的大小關係如表 1[10]。

表 1 公噸、長噸、短噸及千克的關係

	公噸 (tonne; metric ton)	長噸 (long ton)	短噸 (short ton)	千克 (kilogram)
公噸	1	1.016	0.9072	0.001
長噸	0.9842	1	0.8928	9.842×10^{-4}
短噸	1.1023	1.12	1	1.1023×10^{-3}
千克	1000	1.016×10^3	9.072×10^2	1

(二) 公克

生活上對於如金飾、藥品等質量較小的物件進行計量時，以千克為單位又似乎不夠小。因此，傳統上則以克 (gram) 作為量測單位。我國法定度量衡單位將 gram (公克) 列為通用單位，符號為“g”， $1 \text{ g} = 0.001 \text{ kg}$ [9]。

(三) 原子質量單位

原子質量單位 (atomic mass unit) 亦稱統一原子質量單位 (unified atomic mass unit)，其符號為“u”，或稱道爾頓 (Dalton)，符號為“Da”，係用來計量原子或分子質量的單位。 $1 \text{ u} = 1 \text{ Da}$ ；1 原子質量單位為一個碳 12 (^{12}C) 原子的質

量之 $1/12$ 。 $1 \text{ Da} = 1.660\,538\,921\,(73) \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，此一數值為經由量測而得之數值[4]。

英國化學家道爾頓（John Dalton）最早認為同一種元素的原子有相同的質量，不同元素的原子有不同的質量，而提出原子比重的觀念，即稱之為原子量。雖然實際獲得的都是原子的相對質量，但仍稱作原子量（atomic weight）。1805年道爾頓首先以一個氫原子的質量作為原子量的單位，並以氫原子量為 1 作為相對原子量的基準，再依反應物和化合物在化學計量的比例而定出相對原子質量。

1961 年，在蒙特婁召開的國際純粹和應用化學聯合會（International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC）會議上，物理學家和化學家們都同意將質量 12 的碳同位素（ ^{12}C ）的值定為 12，明確地稱為“相對原子質量 Ar（ ^{12}C ）”。此一原子質量單位後來被國際純粹與應用物理學聯合會（International Union of Pure and Applied Physics, IUPAP）及 IUPAC 所採納[4]。

(四) 克拉

古代阿拉伯人曾採用在歐洲及中亞非常容易取得之長角豆（ceratonia silique）當作重量基準。這個希臘語稱為“καρατιον”的克拉豆（carob seed）每一顆的重量非常一致（約在 200 mg 左右），阿拉伯商人使用它來作為重量的計量單位之一，適合計量單位較小的珠寶類物品，因而寶石的量測單位便以克拉（carat）來計量。之後，國際上商定為寶石量測單位並沿用至今[3]。

1907 年 CGPM 統一明定 1 克拉（carat）等於 200 毫克（mg），符號為“ct”，以統一寶石的質量單位。carat 此詞很可能從“carob”演變來的。我國標準檢驗局亦將「克拉」列入法定度量衡單位的通用單位。 $1 \text{ ct} = 200 \text{ mg} = 0.2 \text{ g}$ [9]。

三、力與力矩的單位

人要用「力」才能推動地上的箱子，要用「力」才能將釘子釘進木板，要用「力」才能將沙包舉起。然而「力」到底是什麼呢？力的相關概念包括 a) 使物體速度增加的推力以及減速的阻力，b) 使物體旋轉速度改變的力矩，c) 在

伸長體 (extended body) 裡，每部分 (part) 會對相鄰部分所施加之力，即所謂的機械應力 (mechanical stress)。

(一) 力

在物理學中，力 (force) 是一種相互作用 (interaction)，當施加在物體之力因沒有互相抵消之力時，此力將使物體有變化或運動。換句話說，力是任何使具有質量之自由物體改變速度、方向或外型變化的影響因素。

牛頓第二定律的原始陳述為作用於物體的淨力 F 等於其動量 mv 隨時間 t 的變化率。如果物體的質量 m 為不變，則該定律意味著物體的加速度 a 的方向與作用在物體上的淨力方向相同，且加速度與此一淨力成正比，此比例常數就是物體的質量。牛頓第二定律可以下式來表達：

$$F = (\Delta mv)/\Delta t = m (\Delta v/\Delta t) = ma$$

若以千克 (kg) 為物體質量 m 的單位，以米每平方秒 (m/s^2) 為加速度 a 的單位，則淨力 F 的單位應為千克·米每平方秒 (kg m s^{-2})。[9]

「力」的單位雖可用 SI 基本單位 kg m s^{-2} 表示，但是 SI 另給予「力」一稱為牛頓 (newton) 的導出單位，單位代號為 N，以紀念英國偉大物理學家牛頓爵士 (Sir Isaac Newton)。「牛頓」這一單位係於 1900 年提出來的，到了 1960 年 CGPM 才通過作為力的單位[11]。

(二) 重力和重量

質量是物體內所含物質的量，也是對物體慣性的一種計量，不會隨地點的不同而改變。例如對特定的石塊而言，無論在地球上或月球上，只要以相同的節奏搖動這石塊，就需要相同的力才行。而重量則是作用在物體上的重力大小，它會隨地點的不同而改變。例如同一石塊在地球的重量和它在月球上的重量完全不同，係因地球和月球兩處的重力 (Gravity) 不同之故。若置放在無重力的外太空中，石塊的重量等於零，但質量卻不會變成零。

質量和重量雖然意義不同，但如在同一地點，兩者的大小卻成正比。物體的質量愈大，其重量就愈大。因而對質量 m 的物體而言，若地球的重力加速度為 g ，則此物體因所受到地球重力，其重量 W 即為：

重量 = 質量 × 重力加速度

$$W = mg$$

如質量 1 kg 的物體在重力加速度為 9.80665 m/s^2 的地球表面，其在地球上的重量為：

$$W = mg = (1 \text{ kg}) (9.80665 \text{ m/s}^2) = 9.80665 \text{ kg m/s}^2 = 9.80665 \text{ N}$$

如此，9.80665 N 的重量在習慣上也被稱為 1 千克重(kilogram-force)。「千克重」不是 SI 單位，但在市場上也被廣泛使用過，其符號為 kgf。[12]

(三) 力矩

如要移動物體，就必需對物體施力，因力讓物體產生加速度；但是若要轉動一個物體或讓它持續旋轉，就必須對物體施加一個力矩(torque)。簡而言之，力矩好像旋轉水龍頭時，對水龍頭施加的一種扭轉力。這扭轉力的動作會產生力矩來轉動水龍頭。

力矩在物理學的定義為作用力促使物體繞著轉動軸或支點轉動的趨向，即扭轉之力；轉動力矩又稱為轉矩。力矩 τ 的大小取決於三個物理量（圖 2），分別為施加的作用力 F 、從轉軸到施力點的槓桿臂長度 r 以及力向量和槓桿臂之間的夾角 θ 。以向量方程式表示為：

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

“ \times ”表示叉積（向量積），力矩的大小為：

$$\tau = rF \sin \theta$$

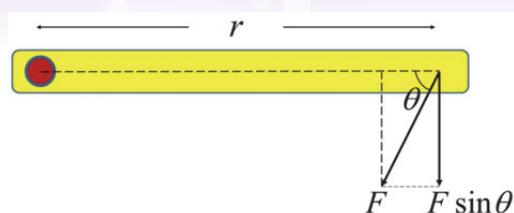


圖 2 力矩的示意

根據國際單位制，力矩的單位是牛頓米 (N m)，而功 (work) 或能 (energy) 的單位也是牛頓米 (N m)，兩者的量綱 (dimension) 均為“ L^2MT^{-2} ”。不過由於力矩和功並不相同，它並非能量，對力矩有影響的是垂直於力臂方向上的力，而對功有影響的是沿著運動方向上的力，因此不能以焦耳 (J) 作為力矩的單位[4]。

四、密度的單位

密度 (density) 在廣義上係表示某一對象的擁擠程度。然而在科學上，單就密度而言係指「每單位體積的質量」。更精確地說，一定的物理量在 3 次元空間、2 次元表面或 1 次元的線上所分佈的情形，即分別稱為體積密度、面密度和線密度。其他還有如狀態密度、電荷密度、磁通密度、電流密度等不同物理量別的密度存在。

物理上，通常未加其他說明的密度 (density) 即指體積質量密度 (volumetric mass density)，其定義為一個物體的質量除以它所佔有的空間大小。例如一塊鐵塊比相同體積的鋁塊含有更多的物質，因此鐵的內部物質比鋁更細緻緊密，其密度就更大。

最常用於密度的符號是 ρ ，亦有使用 D 。密度 ρ 的定義為質量 m 除以體積 V ，對於質量分布均勻的物質，密度公式可簡化為如下之公式：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

國際單位制中，密度的單位是 kg/m^3 ，其量綱為 ML^{-3} 。此外，工程計量中，亦常用克每立方厘米 (g/cm^3) 及公噸每立方米 (t/m^3) 等單位[10]。

五、比重的單位

比重 (specific gravity) 為物質的密度與參考物密度之比 (ratio of density)，是量綱為 1 之量 (quantity of dimension one)，單位為 1。比重 SG 可以用以下公式表示：

$$SG = \frac{\rho_s}{\rho_{\text{ref}}}$$

其中 ρ_s 為待測物的密度，而 ρ_{ref} 為參考物的密度。

對於固體和液體而言，都是以 4 °C 的水作為比重的參考物，因水在 4 °C 下的密度為最高。物體的比重若大於 1，則在水中會下沉；反之，若比重小於 1，則可浮在水上。若採用水以外的物質當作參考物時，其比重一般稱為相對比重 (relative density)。對於氣體，通常以在室溫 20 °C 下的空氣為參考物，壓力值幾乎都設在 1 大氣壓 (101.325 kPa) [12]。

比重的量測通常應用在計量各種材料的溶液濃度，例如鹽水、糖漿、果汁、蜂蜜、酒、牛乳等溶液。

六、結語

一般說來，基本單位新定義施行後，在精密科學計量上，多少都會有些影響。2018 年 11 月通過對質量單位千克的新定義和先前的定義有根本上的變化。先前的定義是固定於國際千克原器 IPK 的質量值，確切等於 1 kg，沒有不確定度，因而普朗克常數的值必須通過實驗來決定。而今，千克的新定義則是由普朗克常數的固定數值所定義。之後，國際千克原器 IPK 的質量則必須通過實驗來決定。在新定義後，國際千克原器 m(K) 的質量雖亦等於 1 kg，但含有相對標準不確定度約為 5.0×10^{-8} ，而這是新定義之前普朗克常數最佳評估的標準不確定度。

對生活計量以及其他導出單位方面，目前尚未能評估其影響程度。不過，由於質量除了作為基本量之外，亦為力、壓力、力矩、功率、密度、硬度……等許多力學領域的物理量之基礎；在化學領域方面亦有化學成分、微量分析也都與質量有密切的關係。再從基本單位來看電磁物理量，和質量相關的有電

圧、電容、電阻、電感、磁通量、磁導率、電容率……等。此外，在輻射領域亦有輻射強度、輻射亮度、吸收劑量、等效劑量等物理量和質量相關。因此，當質量的單位千克經定義更新後，會造成相關導出量有多大的影響，需等新定義施行一段時間後才能看得出其影響程度。

七、參考文獻

1. Petruso, Karl M, 1981, "Early Weights and Weighing in Egypt and the Indus Valley", M Bulletin, Boston Museum of Fine Arts.
2. Early measurement / History of Metrology, 2019/1/16 檢索，取自 <http://teqegypt.com/history-of-metrology>
3. 小泉袈裟勝，1992，単位のいま・むかし，日本規格協会。
4. BIPM, 2006, The International System of Units (SI), 8th Edition.
5. 臼田 孝，2014，国際単位系(SI)の体系紹介と最新動向（概論），計測と制御 Vol.53. No.1。
6. 大岩彰等共著，2008，きちんとわかる計量標準，独立行政法人産業技術総合研究所。
7. BIPM, 2018, Draft of the ninth SI Brochure, International Bureau of Weights and Measures.
8. 藤井賢一，2014，質量標準の原状とキログラム(kg)の定義改定をめぐる最新動向(概論)，計測と制御 Vol.53. No.2。
9. 經濟部標準檢驗局，法定度量衡單位及其所用之倍數、分數之名稱、定義及代號，105 年 10 月。
10. Ambler Thompson and Barry N. Taylor, 2008, Guide for the Use of the International System of Units (SI), Special Publication 811, National Institute of Standard and Technology.
11. 伊里奇·萨依然，1983 年 8 月，国际单位制简介，计量出版社，中國。
12. 松山裕，1996 年 1 月，やさしい計量單位の話，財團法人省エネルギーセンター，日本。

目前國內太陽光電變流器相關驗證及概況

邱乾政／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處處長
 曾倩玉／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處高級管理師
 趙俊智／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處高級工程師
 林鴻勳／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處工程師
 王本均／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處管理師
 韓敬勤／財團法人台灣大電力研究試驗中心驗證處管理師

一、前言

配合政府推動 2025 非核家園計畫，及五加二創新產業，由經濟部及科技部跨部會成立綠能科技產業推動中心，期待啟動國內綠色產業需求，引進國內外投資，並帶動綠能科技產業升級，從內需市場再生能源發電占比 20% 做為試驗場域，最後轉為技術及產業輸出。

根據經濟部能源局表示，至 2018 年 1 月底的資料，核准設置的太陽光電裝置容量已經達到 1535 MW，其中屋頂型為 1169 MW，地面型為 366 MW，而台灣再生能源裝置容量規劃至 2025 年止應達 27 GW，將占台灣電力股份有限公司（下稱台電公司）裝置容量比率達 50 %，發電量估計約 532 億度，將占發電量比率達 20 %。再生能源併網技術會有許多專業上的挑戰，除區域的整合調控是輸電系統運轉上必須解決的基本問題外，相關設備之驗證抑是重要項目之一。太陽能變流器架構示意圖如圖 1 所示。

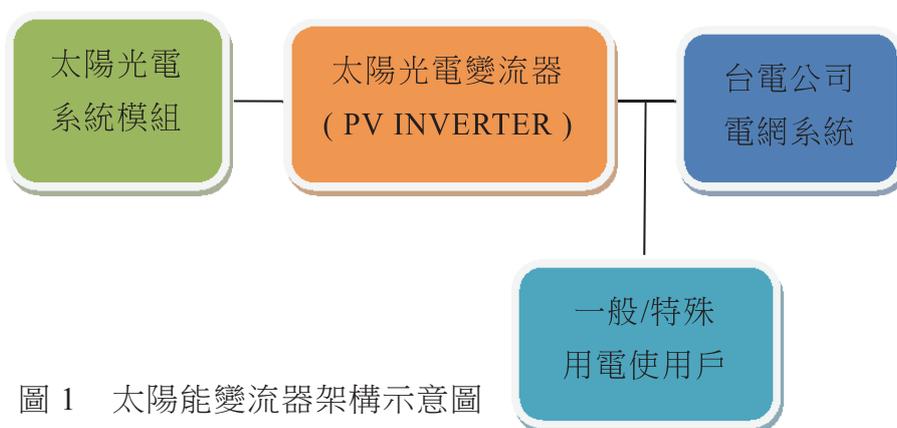


圖 1 太陽能變流器架構示意圖

二、國內太陽光電變流器 (PV Inverter/Solar Inverter) 驗證現況

根據台電公司 2018 年 11 月 29 日公告（電配售部配字第 1078125802 號）修正「再生能源發電系統併聯技術要點」，太陽光電發電設備之變流器應符合國家標準（CNS），並提供經濟部標準檢驗局（下稱標準局）核發之自願性產品驗證證書。

根據標準局 2018 年 4 月 12 日公告（經標三字第 10730002100 號）修正「再生能源系統變流器產品實施自願性產品驗證之驗證標準」，太陽光電變流器設備驗證標準分為三大類別：電氣安全規範、併網、電磁相容性等（如表 1）；符合性評鑑模式為產品試驗及工廠檢查，以下將相關驗證標準略述說明。

表 1 驗證標準分類

產品類別	產品名稱	驗證標準	符合性評鑑程序模式
再生能源系統	變流器	電氣安全規範： CNS 15426-1(100 年版) CNS 15426-2(102 年版)	產品試驗及工廠檢查
		併網： CNS 15382(107 年版)	
		電磁相容性： CNS 14674-1(95 年版) CNS 14674-2(95 年版) CNS 14674-3(95 年版) CNS 14674-4(105 年版) 或 IEC 62920(106 年版)	

首先針對電氣安全規範部分，依據之標準為 CNS 15426-1(100 年版)、CNS 15426-2(102 年版)。

CNS 15426-1(100 年版) 太陽光電系統用電源轉換器之安全性-第 1 部：一般要求裡所著重之重點為：環境要求及條件、電擊保護、能量危害保護、電擊危害之電氣試驗、機械危害保護、火災危害保護、聲壓危害保護、液體危害保護、化學危害、物理性要求測試、組件裝置一般測試、軟體與韌體執行安全

性功能測試等。

CNS 15426-2 (102 年版) 太陽光電系統用電源轉換器之安全性-第 2 部：變流器之個別要求裡所著重之重點為：環境要求及條件、電擊與能量危害防護、機械危害防護、火災危害防護、聲壓危害防護、液體危害防護、化學危害防護、實體要求、元件裝置一般測試等。

緊接著針對併網安全規範部分，依據之標準為 CNS 15382 (107 年版)。

CNS 15382 (107 年版) 太陽光電系統-電力傳輸網界面之特性要求裡所著重之重點為：市電系統相容性（包含電壓、電流、頻率、閃爍、直流注入、諧波失真、功率因數等）、人員安全及設備保護（包含市電系統電壓喪失測試、過/低電壓頻率測試、孤島效應測試、市電系統回復反應測試、接地短路保護測試、隔離切換測試）、自主調控功能測試。

依據台電公司修正之再生能源發電系統併聯技術要點，併網型太陽光電發電設備之變流器 (Inverter)，併接於台電公司之低壓系統者，需具備防止單獨運轉 (Anti-Islanding) 功能；有逆送電力者，應加裝主動式及被動式之防止單獨運轉檢出裝置。且為達系統穩定變流器應具備過電壓保護、欠電壓保護、過頻率保護、欠頻率保護等，電壓頻率保護線路示意如圖 2 所示（其中 DSO 為數位儲存式示波器 Digital Storage Oscilloscope），併網試驗實際控制軟體及波形圖如圖 3 所示。

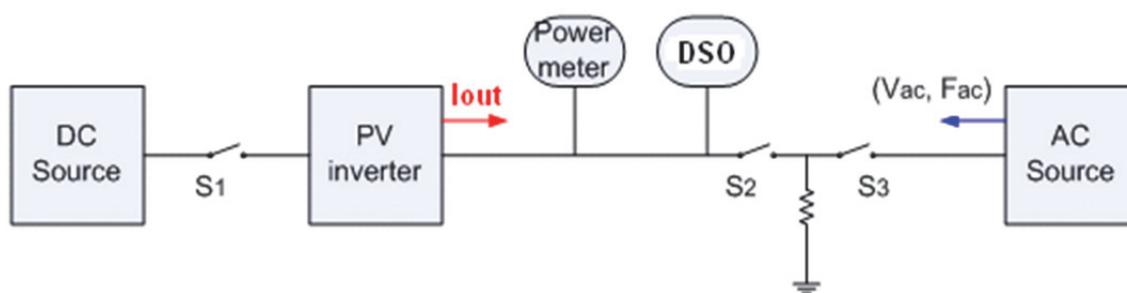


圖 2 電壓頻率保護線路示意

最後針對電磁相容規範部分，依據之標準為 CNS 14674-1 (95 年版)、CNS 14674-2 (95 年版)、CNS 14674-3 (95 年版)、CNS 14674-4 (105 年版) 或 IEC

62920 (106 年版)。

CNS 14674-1 (95 年版) 電磁相容 (EMC) -一般性標準-第 1 部：住宅、商業與輕工業環境之免疫力裡所著重之重點為：免疫力測試之要求。CNS 14674-2 (95 年版) 電磁相容 (EMC) -一般性標準-第 2 部：工業環境之免疫力裡所著重之重點為：免疫力測試之要求。CNS 14674-3 (95 年版) 電磁相容 (EMC) -一般性標準-第 3 部：住宅、商業與輕工業環境之發射標準裡所著重之重點為：發射之限制值。CNS 14674-4 (105 年版) 電磁相容 (EMC) -一般性標準-第 4 部：工業環境之發射標準裡所著重之重點為：發射之限制值、量測不確定度、符合性判定等。

IEC 62920 (Photovoltaic power generating systems – EMS requirements and test methods for power conversion equipment)，為描述太陽能發電系統用功率轉換設備電磁兼容性要求和測試方法。



圖 3 併網試驗控制軟體及波形圖

三、自願性產品驗證申請作業

依據標準局自願性產品驗證（VPC），申請作業程序，申請作業略述如下：

- (一) 申請人應事先參酌及勾選「申請自願性產品驗證應檢附文件」(VPC-01)。
- (二) 申請人應檢附文件：
 1. 應檢附之基本文件規定如下：
 - (1) 自願性產品驗證申請書（VPC-02）。
 - (2) 申請人之公司登記證明、商業登記證明、工廠登記證明、身分證明或其他相當之證明。
 2. 應檢附之符合性評鑑文件規定如下：
 - (1) 標準檢驗局或其認可之指定試驗室所核發之產品試驗報告。
 - (2) 標準檢驗局或其認可之工廠檢查機構所核發之工廠檢查報告。
 - (3) 符合型式聲明書（VPC-03）。
 3. 經指定之技術文件及相關資料。
- (三) 申請人申請自願性產品驗證應向驗證機關（構）提出申請。

四、自願性產品驗證受理及審核作業

驗證受理及審核作業略述如下：

- (一) 驗證機關（構）受理申請自願性產品驗證，應核對所繳交文件是否與應檢具之文件及公告規定應附資料相符齊備，相符者受理申請，反之退回申請。經受理後，給予受理編號後計收審查費，其受理編號依自願性產品驗證證書號碼編碼原則（TVPC-01）編碼。
- (二) 驗證機關（構）就申請人檢附之符合性評鑑資料予以審查，若資料內容疏漏、錯誤或不全但可補正者，開立「自願性產品驗證補件通知書」（TVPC-02）請廠商於二個月內補正，逾期不補正者，核發「自願性產品驗證不符通知書」（補件通知不限次數），並予以結案；若不可補正者，即核發「自願性產品驗證不符通知書」（TVPC-03）。

五、自願性產品驗證證書核發作業

驗證證書核發作業略述如下：

- (一) 申請自願性產品驗證之產品，經審查核可後，由驗證機關（構）核發「自願性產品驗證證書」（TVPC-04）。
- (二) 自願性產品驗證證書由驗證機關（構）發證，並加蓋鋼印，核予申請人依據自願性產品驗證實施辦法之規定使用產品驗證標誌，其圖式及識別號碼繪製方法如「自願性產品驗證標誌圖式繪製方法」（TVPC-05）。

六、自願性產品驗證申請書表

相關申請文件（如表 2）可參考標準局官方網頁之公告。

表 2 相關申請文件

編號	文件名稱
VPC-01	申請自願性產品驗證應檢附文件
VPC-02	自願性產品驗證申請書
VPC-03	符合型式聲明書
TVPC-01	自願性產品驗證證書號碼編碼原則
TVPC-02	自願性產品驗證補件通知書
TVPC-03	自願性產品驗證不符通知書
TVPC-04	自願性產品驗證證書
TVPC-05	自願性產品驗證標誌圖式繪製方法

七、太陽能變流器驗證業務之現況

自 2018 年 4 月標準局公告修正「再生能源系統變流器產品實施自願性產品驗證之驗證標準」至 2019 年 1 月中為止，太陽能變流器廠商已完成驗證標準檢測及符合性評鑑程序共 5 家，各類型之主型式共 16 種，並已核發 16 張自願性驗證證書；而其他廠商都陸續提出申請及驗證測試中。

太陽光電變流器工廠檢查報告適用於自願性產品驗證制度（for the

Voluntary Product Certification Scheme)，有效期限為一年（例如初次工廠檢查簽發報告時間為 2018 年 7 月 1 日，其有效期限則至 2019 年 6 月 30 日為止）。

假設初次工檢時，檢附主型式 A 之型式試驗報告（包含安規試驗、電磁相容試驗及併網試驗等），於初次工廠檢查之紀錄中會記載主型式 A 及報告編號等。若於 2019 年 1 月該廠商欲新增主型式 B、C，則檢附主型式 B、C 之型式試驗報告（包含安規試驗、電磁相容試驗及併網試驗等）及有效期限內之工廠檢查報告，至主管機關申請自願性產品驗證（VPC）證書即可。

惟於 2019 年 6 月 30 日前執行後續工廠檢查時，會確認該年度所有同一商品種類名稱之自願性產品驗證（VPC）證書之主型式，確認無誤後會於該次工廠檢查紀錄及工廠檢查報告中登錄主型式 A、B、C。

為確保不同驗證標準（安規、併網及電磁相容）之試驗樣品一致性，若試驗樣品於某一驗證標準試驗時，其重要零組件曾異動者，應於完成合格型式試驗報告後，就該異動部分，由標準局指定試驗室針對其他驗證標準進行評估是否加測，並將異動之重要零組件納入型式試驗技術文件。

目前太陽光電變流器型式試驗原則分為：

1. 主型式樣品須針對安規、電磁相容及併網要求進行全項試驗。
2. 有關主型式與系列型式差異加測部分，由標準局認可指定實驗室進行技術評估。

太陽能變流器型式分類原則為：

1. 同一型式（含主型式及系列型式）之太陽光電變流器分類原則如下：
 - (1) 太陽光電變流器種類一致。
 - (2) 外殼尺寸一致。
 - (3) 電氣結構與設計一致。
 - (4) 電壓規格一致。
2. 主型式：同一型式中輸出功率最高者。
3. 系列型式：同一型式中主型式以外之型號。

依據台電公司 2018 年 9 月 28 日配字第 1070018221 號函重申：辦理太陽光電發電系統併聯申請案審查變流器產品時，倘使用之變流器已取得標準局核

發之「再生能源系統變流器產品實施自願性產品驗證（VPC）證書」時，則免再查驗是否登錄「太陽光電變流器產品登錄網站」。

所以綜觀目前主管機關針對太陽光電變流器管理制度而言，各廠家業者只要取得標準局自願性產品驗證（VPC）證書後，可不用再至能源局「太陽光電變流器產品登錄網站」登錄。

本中心為第一年執行本項工廠檢查業務，目前已完成 3 家工廠檢查作業，因本項業務原隸屬能源局之管轄範疇，已行之有年，故工廠各項作業均有一定之基礎，並無任何不符合事項之產生；本中心自第二年起將抽測樣品，確認商品之一致性以符合標準局規定。

八、結論

再生能源併網為近年來各國電網穩定運行之新課題，隨著太陽光電變流器技術進步及電網運行經驗增加，新的併網規範將不斷的被論證及追加；2018 年台電公司修正「再生能源發電系統併聯技術要點」，對併聯規範僅做小範圍的修改，目的為盡快公佈併聯規範，在電網穩定之情況下加速再生能源併網之需求。

面對未來再生能源併網裝置容量占比逐年提高，各種變動因素影響將對電網穩定衝擊更加提升；因此，於國內落實驗證標準的檢測及符合性評鑑程序模式之檢查，其重要性是穩定發展綠能產業中不可或缺的一環，也期許國內能源主管機關、驗證測試機構及製造業者能夠為台灣電力供需穩定上，共同為台灣能源轉型努力，並創造三贏之局面。

九、參考文獻

1. 因應再生能源大量推廣之併聯規劃技術與運轉安全等議題研究，台灣電力公司 2017 年期末報告。
2. 許志義，106 年，降低再生能源發電不穩定影響之分析，台電工程月刊。
3. 吳元康，107 年，澎湖太陽光電系統低頻保護電驛設定之研究，台電工程月刊。
4. CNS 15382:2018，太陽光電系統-電力傳輸網界面之特性要求，經濟部標準

檢驗局。

5. CNS 15426-1:2011，太陽光電系統用電源轉換器之安全性-第 1 部：一般要求，經濟部標準檢驗局。
6. CNS 15426-2:2013，太陽光電系統用電源轉換器之安全性-第 2 部：變流器之個別要求，經濟部標準檢驗局。
7. CNS 14674-1:2006，電磁相容(EMC)-一般性標準-第 1 部：住宅商業與輕工業環境之免疫力裡所著重之重點為：免疫力測試之要求，經濟部標準檢驗局。
8. CNS 14674-2:2006，電磁相容(EMC)-一般性標準-第 2 部：工業環境之免疫力裡所著重之重點為：免疫力測試之要求，經濟部標準檢驗局。
9. CNS 14674-3:2006，電磁相容(EMC)-一般性標準-第 3 部：住宅商業與輕工業環境之發射標準裡所著重之重點為：發射之限制值，經濟部標準檢驗局。
10. CNS 14674-4:2016，電磁相容(EMC)-一般性標準-第 4 部：工業環境之發射標準，經濟部標準檢驗局。
11. IEC 62920:2017，Photovoltaic power generating systems - EMC requirements and test methods for power conversion equipment。
12. 自願性產品驗證實施辦法，107 年，經濟部標準檢驗局。
13. 自願性產品驗證申請作業程序，107 年，經濟部標準檢驗局。
14. 工廠檢查作業程序，97 年，經濟部標準檢驗局。

依消費者保護法第 18 條第 1 項 第 6 款規定公告「以通訊交易方式 訂立契約應提供消費者之資訊」 其適用主體之探討

許紋瑛／經濟部標準檢驗局新竹分局課長

一、前言

每年動輒數百件的網路商品檢舉案，實務發現受理民眾檢舉案件處理不僅為近年市場監督管理業務重心，亦為商品市場檢查違規案件來源之重要的一環。檢舉案件處理更涉及民眾對本局執行公權力維護商品安全信心與觀感重大指標，特別近年因應虛擬通路購買商品之潮流及趨勢日益顯著，以至於檢舉網路商品案件數逐年有增無減。

為解決網路商品不符合檢驗規定比率偏高及消費者無法於網路選購商品時辨識有無商品檢驗標識等問題，規劃要求網路賣家應於販售網頁中揭示商品檢驗標識或提供完成檢驗程序之證明誠為解決網路商品檢舉案件數偏高之重要方式，惟因商品檢驗法無相關法源依據，且推動商品檢驗法修法又曠日廢時，經濟部標準檢驗局（下稱本局）爰照消費者保護法（以下簡稱消保法）第 18 條第 1 項第 6 款之立法說明，授權中央主管機關斟酌特殊情況，作補充規範，依此授權之法源依據，公告「以通訊交易方式訂立契約應提供消費者之資訊」。惟因公告內容涉及消保法適用對象有關「企業經營者」之概念，因第一線執行市場監督業務人員對消保法多屬陌生，對「企業經營者」法律意涵更是不甚了解，為避免非屬「企業經營者」而誤移請網路平臺業者宣導下架之情形，甚至於滋生國家賠償之不利後果，因此啟發本文之研究動機，嘗試以市場監督實務角度加以研究與分析，期待日後作為市場監督業務人員精進作業方式之參考。

二、「以通訊交易方式訂立契約應提供消費者之資訊」公告法規分析

依據消保法第 18 條第 1 項第 6 款規定，企業經營者以通訊交易或訪問交易方式訂立契約時，應提供消費者之資訊。依同條第 2 項規定，經由網際網路所為之通訊交易，應提供之資訊應以可供消費者完整查閱、儲存之電子方式為之。故總局依據消保法第 18 條第 1 項第 6 款規定，於 106 年 11 月 28 日以經標字第 10604605690 號公告「以通訊交易方式訂立契約應提供消費者之資訊」，公告內容：「通訊交易之商品屬經公告應依商品檢驗法執行檢驗並應標示商品檢驗標識者，企業經營者應揭示其商品檢驗標識或提供完成檢驗程序證明之資訊。」。由上述公告內容，茲就其構成要件分析如下：

（一）適用之行為客體

商品須為通訊交易方式且屬於公告應依商品檢驗法執行強制檢驗之商品。所謂通訊交易，依照消保法第 2 條第 10 款的規定是指企業經營者以廣播、電視、電話、傳真、型錄、報紙、雜誌、網際網路、傳單或其他類似之方法，消費者於未能檢視商品或服務下而與企業經營者所訂立之契約。通訊交易為新型傳銷方式，由於通訊交易通常是在消費者無法詳細判斷或思考的情形下，而使消費者購買不適合或不需要的商品，為衡平消費者在購買前無法獲得足夠的資料或時間加以選擇，消保法特別規定為特種交易的一種型態，予以特別的保障。特別是隨著行動雲端（Mobile Cloud）、社群網路、大數據（Big Data）等應用趨於成熟與大量應用，消費者經由虛擬通路購買商品之潮流及趨勢益加顯著，消費者對於此一新型態的交易方式，選購前無法確認網購商品之安全性，及是否符合檢驗規定之商品，消費者僅能由網頁是否標示商品檢驗標識或提供完成檢驗程序證明之資訊藉此判斷商品之安全性。至於公告應依商品檢驗法執行強制檢驗之商品，則為本局依商品檢驗法第 3 條指定公告為應施檢驗品目之商品，此部分為執行市場監督業務人員所熟悉，故不在本文探討範圍之內。

（二）適用之行為主體及行為

賣家須為企業經營者，始能依上開公告移請網路平臺業者宣導下架。惟「企

業經營者」者概念之範圍及界線為何？依據消保法第 2 條第 1 項第 2 款之規定：「企業經營者：指以設計、生產、製造、輸入、經銷商品或提供服務為營業者。」凡是以提供商品或服務為營業的業者，不論其是否為公司、團體或個人，只要是「營業」之人，均為企業經營者。此外，依據消保法施行細則第 2 條之規定：「消費者保護法第二條第二款所稱營業，不以營利為目的者為限。」參照行政院消費者保護委員會九十六年十月三日消保法字 0960009076 號函，「『…業餘網路拍賣者是否有消費者保護法之適用？』，參諸前揭企業經營者之定義及本會函釋，網路拍賣之出賣人倘以經銷商品或提供服務而為營業活動，且尚非屬偶一為之拍賣行為，參諸前揭法條及函釋規定，似應屬消保法所規範之企業經營者；惟若網路拍賣之出賣人係一般民眾，且屬偶一為之，或係將自己不需之用品透過網路拍賣之方式出售給他人且非以此為業者，則該出賣人似非屬消保法所規範之企業經營者，從而若與拍定人發生爭議，應無消費者保護法之適用。」故從上開函釋，明顯得知網路拍賣之出賣人若係一般民眾，且屬偶爾為之，或係將自己不需之商品透過網路拍賣之方式出售給他人且非以此為業者，則該出賣人非屬消保法所規範之企業經營者，從而若與消費者發生爭議，應無消保法之適用。

因此，判斷是否為企業經營者之要件，在於具備以下要件：

1.有設計、生產、製造、輸入、經銷商品或提供服務之客觀行為；2.設計、生產、製造、輸入、經銷商品或提供之服務非偶一為之；3.行為人有反覆從事上開行為或提供服務之主觀意思。綜上，「企業經營者」概念之定性，應從行為主體所為之「行為特徵」，亦即「營業行為」之概念切入討論。故實務上判斷賣家網路陳列銷售公告為應施檢驗品目之商品是否可依上開公告移請網路平臺業者宣導下架疑義，即可從拍賣商品數量或款式種類、已銷售數量或剩餘庫存量及評價紀錄綜合判定。即行為形式方面，行為應具備事實上「反覆繼續性」及「自主性」之要件，始符合「營業」概念。故若非「反覆繼續為同類行為」且「對於商品及服務整體之規劃、組織、安排具有指揮、管理、監督權限」者，即非積極投入參與私法經濟消費市場，具有影響消費生活安全及消費品質權利之主體，法律政策上，不應將其納為「企業經營者」，使其負消保法上責

任。曾有判決實務上將「營業登記項目」及「對價性」當作判斷「營業」及「企業經營者」之要件，在論理上並無正當性，似不足採。

此外，本文認為從營業行為角度切入的觀點，可從網拍交易課稅問題去檢視賣家網路陳列銷售公告為應施檢驗品目之商品是否可依上開公告移請網路平臺業者宣導下架疑義。依據現行加值型及非加值型營業稅法（以下簡稱營業稅法）第 1 條規定，在我國境內銷售貨物或勞務，均應依法課稅。同法第 6 條第 1 款規定，以營利為目的之公營、私營或公私合營之事業為營業人。因此，網路拍賣賣家如以營利為目的採進、銷貨方式經營，透過網路銷售貨物或勞務者，基於租稅公平考量，稽徵機關應依法對其課徵營業稅。即以營利為目的之網路拍賣業者如果每個月銷售貨物之銷售額未達到新臺幣（以下同）6 萬元者（銷售勞務者為 3 萬元），得暫時免向國稅局辦理營業（稅籍）登記；倘營業額達 8 萬元，需辦理營業登記，縱使賣家未辦理營業登記，仍屬消保法所稱之企業經營者。因此，本局對屬於營業稅法規範對象之網路拍賣賣家，逕依上開公告移請網路平臺業者宣導下架，更可省卻第一線執行市場監督業務人員判斷是否「企業經營者」之困難。

三、結論

106 年 11 月 28 日以經標字第 10604605690 號公告「以通訊交易方式訂立契約應提供消費者之資訊」，公告內容：「通訊交易之商品屬經公告應依商品檢驗法執行檢驗並應標示商品檢驗標識者，企業經營者應揭示其商品檢驗標識或提供完成檢驗程序證明之資訊。」此公告對簡化及便利本局網路商品檢舉案辦理不可言喻。惟因適用本公告前提之網路拍賣賣家須為「企業經營者」，為方便第一線執行市場監督業務人員適用本公告，本文試從實務角度，提出從網路拍賣賣家有反覆從事「營業行為」之主觀意思加以判斷，而探究前揭主觀意思則可從拍賣商品數量或款式種類、已銷售數量或剩餘庫存量及評價紀錄綜合判定。此外，亦可參酌營業稅法有關網路拍賣業者課稅規定，確認網路拍賣賣家屬「企業經營者」地位予以適用上開公告，以俾有利於市場監督業務人員辦理網路商品檢舉案作業。

3C二次鋰電池安全性檢測介紹

方凱立／標準檢驗局臺中分局技士

一、前言

「鋰電池」因具有高容量及大功率密度，在現今科技產品中占有非常重要的地位，生活用品中的 3C 設備如手機、筆記型電腦、相機等等都非常依賴鋰電池來提供電力，使其成為不可缺少的角色。

鋰電池的安全性檢測，主要以模擬人為使用、誤用及其他異常狀況，項目包含電性試驗及機械性試驗等。以鋰電池而言，在測試前存放、測試期間及測試後之保存時，內部鋰離子具有相當程度活性，即有可能引發過量化學反應，電能在短時間內轉換成熱能，最終導致起火、爆炸等災害[1][3][12]，相關災情於國際間鋰電池測試實驗室時有耳聞，不得不謹慎看待。基於前述原因，特別蒐集各國鋰電池標準之測試項目，期能藉以多方面了解並學習不同的設計測試項目的想法及標的，進一步來提升鋰電池檢測試驗室安全性。

以二次鋰電池為例，研讀各國標準後，了解其測試項目及內容，其中局部標準與我國採用之鋰電池適用標準 CNS 15364 之測試項目不同，顯而易見地其所使用的檢測設備、試驗治具也全然不同，因此只能盡量在論文期刊、文獻資料、網際網路等領域進行資料蒐集，最後完成各國標準測項整理。國際標準發展組織亦皆投入相關研究，期望藉由不同的測試方法的開發與改良，更準確評估電池的耐受力。

國際間各鋰電池標準係因應單電池與電池組的廣泛使用所研發之法規，旨在理解產品設計及生產，提早發現任何可能潛在的危險。標準內容包含產品生產品質之評估、運輸過程中可能發生的各種情況及使用者可能產生的誤用情況等。對於要初步認識國際間常用之鋰電池標準之測試項目介紹的研究人員，可以就由本篇所提供的資訊，了解相關標準的測試要求。

二、二次鋰電池之基本介紹

電池的功能在於把活性物質中的化學能，經由電化學反應轉換成電能。現今科技發展都朝著更精細及超高功能的方向前進，製造商不希望昂貴的設備因為使用便宜的電池而失效，也不會希望電池占去太多的寶貴空間及重量。因此尋找單位體積或單位重量具有高能量密度的電池就成為必然的趨勢，而高放電電流密度也是需求目標之一，鋰電池的研發也因應而生。

(一) 動作原理

鋰電池也分成兩大類：不可充電的及可充電的兩類。不可充電的電池稱為一次性電池，只能將化學能一次性的轉化為電能，不能將電能還原回化學能。而可充電的電池稱為二次性電池，能將電能轉變為化學能儲存起來，在使用時再將化學能轉換成電能，是可逆的[8]。1992年新力（Sony）成功開發出鋰離子電池，改善了電池的充放電次數及安全問題，二次鋰電池亦正式商業化[10]。

(二) 基本構造

鋰電池基本構造可分為五大部分：正極電極、負極電極、電解液、隔離膜、罐體[4]，詳細介紹如下圖所示：

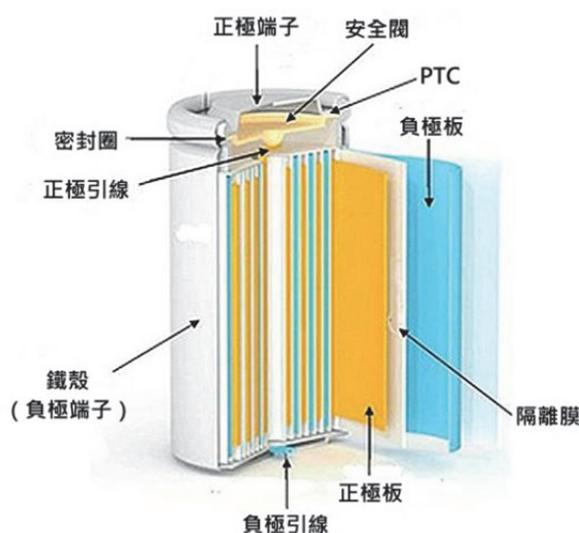


圖 1 鋰電池結構示意

- 1.正極：又稱陰極，材料以開發高電容量、高操作電壓、高穩定性、高安全性及價格便宜為主軸，以符合 3C 電子產品電能使用之需求。目前市面上之鋰電池正極材料一般採用鋰金屬化合物。
- 2.負極：又稱陽極，以碳為主要材料，其中可分為石墨系與非石墨系。
- 3.電解液：電解液作為鋰離子電池必需的關鍵材料，用處在於電池正負極之間傳導電子，使鋰離子電池獲得高電壓。
- 4.隔離膜：隔離膜在鋰電池中扮演關鍵性的角色，置於正、負極之間，是由高分子薄膜或是不織布纖維材料所構成之微孔性及多孔性結構。
- 5.罐體：電池的外殼，不同用途之鋰電池，其外殼各其所異，如鋼、鋁或聚合物等材料。

（三）製作程序

鋰電池的製造工法主要分為卷繞式及堆疊式兩種。卷繞式是由電容器製作方式發展而來，電池經由卷繞之後，放入圓罐中，灌液封裝之後，就成為電池（如圖 2）。卷繞式製程的好處是在於工法簡單、成本低廉、生產速度快；缺點在於卷繞的過程中容易有碎屑產生，導致短路的發生，在壽命上因為製程中有內應力產生，充放電的情況之下容易因為膨脹收縮導致內部剝離，除安全性之外，壽命也會受到些許的影響。此外，受限於材料等因素，輸出有受限，在大電流的放電上較不利[6]。

堆疊式製程是利用極板的堆疊，將所有的極板堆疊到設定的電容量，經由灌液封裝之後成為電池（如圖 2）。堆疊式的製程優點在於輸出的電流大、電池壽命長，尺寸的變化也較多樣，從薄型電池到大型動力電池，都有堆疊式製程發揮的空間，且堆疊式製程在製造時，沒有應力產生，因此在壽命上會比較長，又因所有的極板是並聯在電池內部，在電流的輸出上會比卷繞式的來的好，但是堆疊式製程也有其缺點，如製程比較繁瑣，所以在設備的投資上成本會是卷繞式的數倍之多[6]。



圖 2 卷繞式（左）及堆疊式（右）

不論是卷繞式或者堆疊式電池，一樣都有安全的因素在裡面，電池在短路的狀況下，正負極透過介質直接連接，電流快速且大量的在正負極中間流通，在反應的過程中，會產生大量的熱，造成鋰氧化物分解釋出氧氣，等達到電解液的燃點之後，加上內部分解出來的氧氣助燃，導致電解液燃燒爆炸，造成的現象通稱為熱失控[1][3][12]。

三、常見鋰電池標準之檢測項目

鋰電池標準包含鋰電池生產品質之評估、運輸過程中可能發生的各種情況、使用者可能產生的預期使用或合理可預期誤用情況等。

常見的鋰電池產品安全測試，包含電性、機械、環境或其他狀況這四大區塊，潛在危害通常包含起火、爆炸（破裂）、洩漏、排氣、外部高溫引起之燃燒、外殼破裂使內部零組件暴露等[7]。電性包括短路、異常充電等測試，機械包括擠壓、撞擊及振動等測試，環境包括溫度循環、低壓等測試，其他狀況包括燒射、落下等測試[5]，本章節會詳細說明各國標準常見的測試。

（一）電性測試

1. 外部短路測試（External Short Circuit Test）

本測試直接在電池的正負極中間串接一個低阻值之電阻，以檢測電池在無引起爆炸或起火的前提下，抵抗極大電流情況的能力。

2. 異常充電測試（Abnormal Charging Test）

本測試是用大電流以及充電時間長的條件，檢測電池是否能在不引起爆炸或火災的前提下抵抗這類情況。

3. 強迫放電測試 (Forced Discharge Test)

本測試評估當電池以特定數目、同樣類型已充電的電池串接時會出現的行為模式，於製造失衡的串接電池組，然後將其短路，電池不會產生爆炸或起火。

(二) 機械測試

1. 擠壓測試 (Crush Test)

本測試模擬電池擠壓可能造成內部短路的機械性破壞，擠壓測試檢測電池在受到兩個平板擠壓下的耐受力，電池不會產生爆炸或起火。

2. 撞擊測試 (Impact Test)

本測試模擬電池承受特定撞擊的能力，電池不會產生爆炸或起火。

3. 衝擊測試 (Shock Test)

本試驗模擬運輸過程中的衝擊，在一定的測試時間中以特定的平均加速及最大加速進行測試，電池不會產生起火、爆炸、洩漏或破裂。

4. 振動測試 (Vibration Test)

本測試模擬運輸過程中的振動，以特定的振幅讓電池承受簡單運動，在不同的頻率和時間下，電池不會產生爆炸、起火、洩漏或有破裂。

(三) 環境測試

1. 高溫測試 (Heating Test)

本測試評估電池在一段期間內承受遞增至高溫的能力，電池不會產生爆炸或起火。

2. 溫度循環測試 (Temperature Cycling Test)

本測試評估電池的密封完善性和內部電連接，經過迅速和極端的溫度變化若干次循環[11]，測試電池在高於及低於室溫等特定溫度時的耐受力，電池不會產生起火、爆炸、洩漏或有破裂。

3. 低壓 (高度) 測試 (Low Pressure (Altitude) Test)

本測試評估電池暴露在低於標準大氣壓力環境中的耐受力，電池不會產生

起火、爆炸、破裂或洩漏。

（四）其他特定測試

1. 燒射測試（Projectile Fire Test）

本測試是將電池樣品置於一個絲網構成的特殊屏內，並在測試爐的火焰中進行測試（如圖 3 所示），若火焰燃燒導致電池爆炸或起火，則電池樣品的任何部份均不可穿透或凸出網屏[2]。



圖 3 燒射測試機

2. 落下測試（Drop Test）

本測試是將每個電池樣品以自由落下掉落至硬質表面數次，並於每次掉落後經過一段時間檢查電池樣品，電池不可起火或爆炸。

3. 持續低電流充電測試（Continuous Low Rate Charging Test）

本測試將採用長時間且不中斷的方式進行充電，電池不會產生起火、爆炸或洩漏。

4. 外殼加熱測試（Mold Stress Test）

本測試將塑膠外殼的電池組置於持續加熱到一定溫度的環境中，並維持一段固定時間，一旦電池冷卻到室溫後，電池外殼的變形不能導致內部零組件元件外露，方可通過本項測試[9]。

5. 絕緣阻抗測試 (Insulation Resistance Test)

本測試量測電池正負極與可接觸金屬之間的電阻。測得的電阻必須超過指定的最低值，方可通過本項測試。

6. 反向充電測試 (Reverse Charge Test)

本測試將電池於反向充電情況下一段時間，電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試。

7. 穿刺測試 (Penetration Test)

本測試以尖銳的金屬棒刺穿電池，同時檢測金屬棒加速度、電池變形程度、電池溫度、電池的終端電壓及電阻。

四、鋰電池標準檢測項目差異及我國鋰電池標準探討

(一) 常見鋰電池檢測標準

1. 國際電工委員會 (IEC)

IEC 62133：可充電的電池（含鹼性電池）－可攜式二次電池、電池組以及在應用於可攜式產品中的安全規定

2. 美國獨立之產品安全試驗及驗證機構 (UL)

UL 1642 (Standard for Lithium Batteries (Cells))

UL 2054 (Standard for Household and Commercial Batteries)

3. 中華民國國家標準 (CNS)

CNS 15364：含鹼性及其他非酸性電解質之二次單電池及電池組－用於可攜式設備之封裝可攜式單電池及電池組之安全性要求

4. 聯合國 (UN)

由聯合國危險貨物運輸專家委員會編寫的《試驗和標準手冊》中關於鋰電池檢測的第 38.3 節。

5. 日本工業規格 (JIS)

JIS C8714：可攜式電子產品的可攜式二次式鋰離子電池芯與電池組之安全測試

6. 中華人民共和國國家標準 (GB)

GB 31241：可攜式電子產品用鋰離子電池和電池組安全要求

7. 美國國家標準協會（ANSI）

ANSI C18.2M：Portable rechargeable cells and batteries - Safety standard。

（二）鋰電池標準測試項目比較表

不同的安全組織體系均納入多項產品安全測試，以評估電池抵禦某些誤用情形的能力，表 1 為各組織之項試項目。

表 1 各安全組織之鋰電池項試項目

測試項目	CNS 15364	IEC 62133	UL 1642	UL 2054	UN 38.3	JIS C8714	ANSI C18.2M	GB 31241
外部短路	●	●	●	●	●	●	●	●
異常充電	●	●	●	●	●	●	●	●
強制放電	●	●	●	●	●	●	●	●
擠壓	●	●	●	●		●	●	●
撞擊			●	●	●		●	
衝擊			●	●	●	●	●	
振動			●	●	●	●	●	
高溫	●	●	●	●		●	●	●
溫度循環			●	●	●	●	●	●
低壓（高度）			●		●	●	●	●
燒射			●	●				
落下	●	●				●	●	●
持續低電流充電	●	●				●		●
外殼加熱測試	●	●		●			●	●
開路電壓							●	
絕緣阻抗	●	●					●	●
反向充電	●	●						●
內部短路測試						●		

不同組織體系的安全標準雖使用相同測試名稱，但測試執行方式卻可能不盡相同，如針對特定測試的樣品數不同、測試前的樣品充電狀態不同或測試參數不同等。

我國標準 CNS 15364 於 8.3.8 節內導入 UN 38.3 之測試項目，針對電池於運輸過程中可能造成之危害有所規範，但目前 8.3.8 節只適用於單電池，由單電池所組成之電池組並未要求執行該節測試，考量電池組確實可能有運輸之需求，或許可以考量將電池組納入 8.3.8 節之適用範圍內。

值得注意的是在 UL 標準中，電性試驗項目的測試條件，除了正常使用及合理誤用的情況外，還針對異常狀態，即單一保護元件失效的條件下執行測試，模擬評估電池組在第一層保護元件失效時，第二層保護元件是否能啟動，或電池本身是否可耐受測試條件的要求，使電池不會有起火爆炸等危害。製造商為符合上述標準要求，電池除了設計第一層保護機制外，還需設計第二層，甚至第三層保護機制，提升鋰電池的安全性。我國標準 CNS 15364 僅評估正常使用及合理誤用，並未有異常狀態之情況，未來標準修訂也可考量增加此狀態之評估，或修改電性試驗的條件及參數，讓我國標準更加完善。

穿刺試驗於上表中並未出現，原因為本項測試目前多為學術研究居多，或是於電動車的標準裡才會出現，該項測試主要是模擬當鋰電池遇到碰撞，金屬尖銳物穿刺電池時之狀況，此狀況較偏向電動車、電動機車或電動自行車所發生的撞擊事件，故在 3C 二次鋰電池標準中並未納入。

五、結論

近年來鋰電池已經廣泛的應用於資訊電子科技產品，即便多數鋰電池已經過良好的設計與應用，但消費市場上依舊時有鋰電池產品的自燃等意外。許多國家產品安全檢驗機構、國際組織與產業協會更著手制定鋰電池的安全規格要求，且相繼公告執行電池產品安全檢測規範。

國家標準需考量各國使用者的習慣，並針對不同的環境條件制定而成，各國家所列入的測試項目及測試條件也有所差異，鋰電池製造商或使用鋰電池作為終端產品之製造商，必須對於不同國家電池檢驗標準及法令關於電池驗證檢測的要求，更需要瞭解、掌握相關訊息，才能降低產品在市場上的風險。

去年韓國三星公司的 NOTE 7 手機召回事件，因為內建的鋰電池設計瑕疵，造成流通於消費者的手機產品接二連三地發生起火爆炸等事故，相信該款

手機電池當時可以通過全球各種鋰電池標準測試，但最後藉由起火爆炸事故來突顯出設計上的錯誤。因此，不論是我國鋰電池標準 CNS 15364 或是其他各國鋰電池標準，都還是有很長的一條路要走，需要修改或增加某些測試項目及條件，期望可以持續降低鋰電池之危害。

六、參考文獻

1. 張溫琿，104，聚合物鋰離子電池之熱穩定性評估，國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系碩士論文。
2. 李育鑫，99，以穿刺實驗探討鋰電池安全性之研究，國立中央大學機械工程研究所碩士在職專班碩士論文。
3. 蔡孟婷，104，商業用 18650 鋰離子電池熱失控特性研究，國立聯合大學環境與安全衛生工程學系碩士班碩士論文。
4. 吳志遠，100，利用卡扣結構改善鋰電池組外殼封裝強度之研究，中原大學機械工程研究所碩士論文。
5. 謝采瑩，102，市售多種鋰離子二次電池密閉熱危害測試與評估，國立聯合大學環境與安全衛生工程學系碩士班碩士論文。
6. 黃可龍、王兆翔、劉素琴，99，鋰電池原理與技術（初版），五南圖書出版股份有限公司，台北。
7. 李仁傑、楊長榮，99，鋰離子電池安全的設計與維護，工業材料 275 期。
8. 郭炳焜、徐徽、王先友、肖立新，91，鋰離子電池（初版），中南大學出版社，台北。
9. Erdinc, B. Vural and M. Uzunoglu, 2009, Member, A dynamic lithium-ion battery model considering the effects of temperature and capacity fading, IEEE, P383-386.
10. E. P. Roth, D. H. Doughty, 2004, Thermal abuse performance of high-power 18650 Li-ion cells, Journal of Power Sources 12867, 308-318.
11. Naoki Ohmi , Tsuyoshi Nakajima , Yoshimi Ohzawa , Meiten Koh , Akiyoshi Yamauchi , Michiru Kagawa , Hirokazu Aoya, 2013, Effect of organo-fluorine

compounds on the thermal stability and electrochemical properties of electrolyte solutions for lithium ion batteries, 6-13.

12. Chen WC, Li JD, Shu CM, Wang YW, 2015, Effects of thermal hazard on 18650 lithium-ion battery under different states of charge. J Therm Anal Calorim. DOI 10.1007/s10973-015-4672-3.

網路拍賣停看聽

許紋瑛／標準檢驗局新竹分局課長
鄭琮耀／標準檢驗局新竹分局技士

一、案情

小芹在網路交友平台上與新加坡人小勇結識，兩人視訊聊天後雙方情投意合進而交往，熱戀中的小勇為小芹頻繁飛往臺灣，小勇因此申請並取得居留權，兩人於女友家中，為了理想生活一同打拼。偶然間，聽聞朋友在淘寶網上買進商品再於臺灣網路平台拍賣賺了很多錢，兩人躍躍欲試，小勇就利用往返中國大陸、新加坡及臺灣的出差機會攜帶行動電源、藍芽喇叭等流行性商品，在臺灣 S 網路平台上販售，生意越做越大，兩人生活也逐漸優渥。

某日，小勇收到 S 網路平台業者的宣導信，信中說明網路販售的商品要標示商品檢驗標識，小勇不予理會，但隨後商品就被 S 網路平台業者強制下架，小勇心想：「既然商品被下架，那就參考其他賣家隨使用個數字充當商品檢驗標識再上架」，不料這次竟有自稱經濟部標準檢驗局（下稱本局）人員在商品網頁上留言，表明要針對網路商品進行調查，兩人討論對策，覺得小勇是新加坡人應該不受中華民國法律約束，而且在網路上拍賣即使要處分也找不到小勇，於是兩人決定不回應本局的任何訊息，並裝作不知情，繼續將商品上架拍賣。

二、處理說明

本局接獲民眾反映網路賣家小勇疑似販售未完成檢驗程序之應施檢驗商品，承辦人立即請 S 網路平台業者轉發下架通知信件宣導，但宣導後仍不見賣家改正，遂請 S 網路平台業者將商品下架，不料隔天該商品竟又上架，且標示虛偽商品檢驗標識，承辦人一查發現其網頁標示之商品檢驗標識根本不存在，為了釐清商品是否符合檢驗規定，承辦人多次電洽小勇都拒接。另考慮網路賣家多於夜間上線經營網路平台，承辦人亦於下班後夜間時段於網路留言，並寄

送調查訪問通知書公文到小勇居留地址，並經小芹簽收，惟小勇均已讀不回。

本案小勇已違反商品檢驗法第 51 條第 2 項規定：「依前二條規定受檢查、調查、檢驗或封存者，無正當理由，不得規避、妨礙或拒絕。」所課予依法受調查及檢查之法定義務，故依同法第 62 條規定處分罰鍰新臺幣 15 萬元。小勇接獲處分書後，才急忙電洽承辦人表示願意接受訪問，並聲稱已接受調查，不接受規避拒絕調查之罰鍰處分，並以訴願為由拒絕繳納罰鍰。惟依據訴願法第 93 條第 1 項「原行政處分之執行，除法律另有規定外，不因提起訴願而停止」，故即使訴願中仍須繳納罰鍰，且小勇被罰鍰處分後才配合調查屬事後補正之行為，不得據以推翻小勇先前規避拒絕接受調查之事實。

此外，小勇除受規避拒絕調查處分外，輸入未完成檢驗程序之應施檢驗商品並進入國內市場，違反商品檢驗法第 6 條規定，故依同法第 60 條第 1 項第 1 款及第 63 條第 2 項規定，核處罰鍰及限期回收或改正處分。再者，小勇又於網頁上標示虛偽之商品檢驗標識，觸犯刑法第 255 條虛偽標記及販賣該商品罪，可處一年以下有期徒刑、拘役或 1000 元以下罰金。至於小勇雖為新加坡人，惟依行政罰法第 6 條第 1 項規定：「在中華民國領域內違反行政法上義務應受處罰者，適用本法。」及同法第 6 條第 3 項規定：「違反行政法上義務之行為或結果，有一在中華民國領域內者，為在中華民國領域內違反行政法上義務。」，小勇違反商品檢驗法行政法上義務，仍得加以處罰。

三、結論

近年來，網路商品交易興盛，不少賣家趁勢自國外輸入本局公告的應施檢驗商品於國內網路平台上銷售賺取價差，但不知已經誤觸法網，如案例中的小勇一錯再錯，經宣導後仍一意孤行，意圖規避本局之調查，終將接受法律處分，網路拍賣業者不可不引以為戒，小心謹慎！

「修正應施檢驗電鍋商品之相關檢驗規定說明會」紀要

韓宙樺／標準檢驗局第三組技士

為保護消費者權益及使用安全，標準檢驗局已將「電鍋」商品列為應施檢驗品目，電炒鍋、電燉鍋及電油炸鍋等以電能加熱烹煮食材之電鍋產品均列屬應施檢驗範圍，現行電氣安全規範檢驗標準為家用電器通則 CNS 60335-1 及依產品種類分為 CNS 60335-2-13(油炸鍋、平底鍋及類似電器)或 CNS 60335-2-15(液體加熱用電器)，電磁相容性檢驗標準依產品加熱方式分為一般加熱式 CNS 13783-1 或電磁感應加熱式 CNS 13803，限用物質檢驗標準則為 CNS 15663 第 5 節「含有標示」，惟尚未納入能源效率檢驗標準。

鑑於近年來環保意識抬頭，人們逐漸重視能源使用，節能減碳及有效率地運用能源已成為世界各國重要課題。為提高家用電器商品能源使用效率，經濟部能源局於 107 年 12 月 24 日公告「電鍋容許耗用能源基準與能源效率分級標示事項、方法及檢查方式」，符合 CNS 2518「電鍋」適用範圍且列入標準檢驗局應施檢驗品目之電鍋產品，自 109 年 1 月 1 日起須符合前揭能源局公告規定。

為協助能源局能源效率管制需求，標準檢驗局依 CNS 2518 適用範圍，針對容量 10 公升以下具煮飯功能且須使用內鍋之電鍋產品，規劃納入 CNS 2518 (105 年版)第 6.5 節「熱效率試驗」及第 7 節「標示」之第 7.(g)節「熱效率值(%)」之檢驗規定，並配合能源局實施時程，修正新增能源效率檢驗標準，規劃自 109 年 1 月 1 日起實施。

為讓業者及相關試驗室瞭解本次電鍋商品之相關修正規定及能及早因應，標準檢驗局於 108 年 1 月 10 日假該局簡報室邀集廠商、公協會、實驗室及相關單位召開「修正應施檢驗電鍋商品之相關檢驗規定說明會」，本次說明會計有 38 人參與，首先由該局王代理組長俊超致歡迎詞及說明規劃方向，續

標準、檢驗與計量

由承辦同仁簡報說明本次檢驗標準之規劃內容，最後於「綜合討論與意見交流」與與會者進行雙向溝通。

於「綜合討論與意見交流」中，業者反應熱烈，紛紛提出建議及相關執行細節問題，該局亦逐一進行答覆說明，經充分溝通及討論後，與會人員對本次規劃檢驗範圍、檢驗標準、檢驗規定及實施時程等相關修正規定無其他反對意見，說明會順利圓滿完成。



108年1月10日說明會現場討論情形

「應施檢驗貯備型電熱水器及空氣調節機商品檢驗標準改版說明會」紀要

陳啟銘／標準檢驗局第三組技正

為辦理修正貯備型電熱水器及空氣調節機商品檢驗標準版次，請相關業者能及早因應，標準檢驗局於 108 年 1 月 4 日邀集公協會、業者、實驗室及相關單位假該局大禮堂辦理「應施檢驗貯備型電熱水器及空氣調節機商品檢驗標準改版說明會」。

本次說明會計有業者、相關試驗室及本局同仁等 53 人與會，首先由該局王代理組長俊超致歡迎詞及說明規劃方向，續由承辦同仁簡報說明本次檢驗標準改版之規劃內容。最後展開「綜合討論與意見交流」與業者雙向溝通。於說明會中說明規劃修正檢驗標準版次之緣由、相關規定及 RoHS「含有標示」的要求，並說明修正後檢驗標準自公告日起實施，修正前檢驗標準擬自 109 年 7 月 1 日起停止適用，符合修正前檢驗標準之驗證證書仍可使用至有效期滿為止。

本次改版主要係修正安規檢驗標準為 CNS 60335-1(103 年版)通則、CNS 60335-2-21(104 年版) 貯備型電熱水器個別標準及 CNS 60335-2-40(104 年版) 空氣調節機個別標準，電磁相容性檢驗標準修正為 CNS 13783-1(102 年版)，另能源效率標準則維持不變。

經評估修正後之檢驗標準，空氣調節機新增檢驗項目重點如下：(1)軟體評估：主要針對產品運轉異常時，以軟體設計達到控制啟動異常保護功能者。(2)振動試驗：以壓縮機使用可燃性冷媒為主。(3)電磁相容性測試頻率範圍增加至 1 GHz：產品電源機板電路運作頻率超過 30 MHz 者，需重新進行 EMC 測試；另貯備型電熱水器商品新版標準針對安全性測試差異性不大。

標準、檢驗與計量

於「綜合討論及意見交流」時，與會人員提出相關執行細節問題，標準檢驗局逐一進行答覆說明，經充分溝通及討論後，與會人員對本次規劃檢驗範圍、檢驗標準、檢驗規定及實施時程等相關修正規定無其他反對意見，說明會順利圓滿完成。



標準檢驗局王代理組長俊超致歡迎詞及說明規劃方向



說明會現場與會溝通及討論情形

「108 年度法碼使用及導引實務訓練課程活動」紀要

李明軒／標準檢驗局第七組技佐

俗諺云，法碼為衡器之母。法碼作為衡器檢定檢查用器，確保法碼的計量準確性尤為重要，一般而言，標準法碼送至二級校正實驗室校正為確保法碼準確的依據，如何閱讀及正確的使用校正報告，乃相關從業人員應具備專業職能之一，再由此追溯導引至工作（檢定用）法碼。本訓練即建構在標準法碼應適時送校後，協助學員建立導引至工作（檢定用）法碼之程序。

本局為提升衡器從業相關人員對法碼的專業知識及正確使用校正報告，以及作為未來度量衡專責機關制定業者自備法碼申請評估作為衡器檢定用器之作業銜接，同時維持計量準確、提升交易公平性、傳遞國家度量衡標準，特開設「法碼使用及導引實務」訓練課程，共計有 44 人參與。

本次課程內容分為講授及分組以實際案例演練，講授如何訂定法碼的允收標準、法碼標準傳遞（導引）流程、正確閱讀及使用法碼校正報告及內容，並製作範例講義以圖文並茂的方式讓學員便於吸收。為使學員充分瞭解講授內容，本次訓練採以分組並搭配課程講義提供的議題進行實際案例演練，同時，也歡迎學員以工作上常遇到的情境分享討論，現場應用課程中所學，製作導引流程、正確使用校正報告及判定是否符合允收，演練過程中學員與講師充分互動交流，達到雙方教學相長。



臺北場次課程活動剪影

新聞報導

一、經濟部標準檢驗局制定消費品安全與消費品召回國家標準，保障消費者安全

(108年2月13日)

經濟部標準檢驗局參考 ISO 國際標準，於 108 年 1 月 16 日公布制定 CNS 16084「消費品安全－供應者指導綱要」與 CNS 16085「消費品召回－供應者指導綱要」等 2 種國家標準，提供國際上有關商品安全最佳實務作法予產品設計者、製造者、經銷商、零售商依循，有助保障消費者安全。

標準檢驗局表示，預防勝於治療，自產品設計階段即考量安全性，可減少事故傷害、產品召回、更換機具與重新設計產品的成本。CNS 16084「消費品安全－供應者指導綱要」涵蓋整個產品供應鏈，提供設計、生產、市場各階段廠商有關確保產品安全的實務作法，例如重視本質安全設計、落實風險評鑑與產品追溯、提供適當的產品說明書及警語等等。此外，還提供問答式的指引，協助資源有限的中小企業實施標準所述的措施，共同為保障消費者安全努力。

倘有不安全產品進入市場，CNS 16085「消費品召回－供應者指導綱要」提供產品供應者應於何時，及如何有效地實施產品召回、修理、更換、廢棄處置等措施，以降低消費者安全風險。

茲因資訊傳播管道多元，資訊與貨物流通比以往更快，消費品分別在不同國家設計、生產與銷售已是常態，卻也增加消費品安全管理的難度。標準檢驗局鼓勵產品設計者、製造者、經銷商、零售商採用這 2 份標準來降低商品安全風險，並協助將不安全商品自全球市場中移除，共同努力來降低不安全商品率，以保障消費者安全。

相關標準資訊(料)已置放於該局「國家標準(CNS)網路服務系統」(網址為 <https://www.cnsonline.com.tw/>)，歡迎各界上網查詢。

中華民國國家標準

CNS

消費品安全－供應者指導綱要

Consumer product safety – Guidelines
for suppliers

CNS 16084:2019
Z4097

中華民國 108 年 1 月 16 日制定公布
Date of Promulgation: 2019-01-16

中華民國 年 月 日修訂公布
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印

二、有關媒體報導「嬰幼兒窒息殺手 這 5 項產品千萬勿用」之回應說明

(108 年 2 月 1 日)

有關媒體報導「嬰幼兒窒息殺手 這 5 項產品千萬勿用」一事，經濟部標準檢驗局說明如下：

- (一) 為營造兒童友善且安全之成長環境，針對該 5 項產品(下拉式嬰兒床、洗澡椅、布料嬰兒背巾、床圍及厚毛毯)，標準檢驗局已制定 CNS 15911「兒童用床邊護欄」、CNS 11676「家用嬰兒床及折疊床」、CNS 16024「兒童照護用品－嬰兒用沐浴椅」、CNS 16006-1「兒童照護用品－嬰兒揹帶－第 1 部：框架式揹帶」、CNS 16006-2「兒童照護用品－嬰兒揹帶－第 2 部：軟質揹帶」、CNS 15290「紡織品安全規範(一般要求)」等相關國家標準，標準檢驗局將持續關注國內消費者需求、美國 CPSC 及歐盟 RAPEX 等消費性商品安全相關訊息，並定期檢討標準妥適性，以適時規劃制修訂相關國家標準。
- (二) 標準檢驗局已公告「毛毯」等毯類商品自 103 年 7 月 1 日及「兒童用床邊護欄」自 106 年 11 月 1 日起列為應施檢驗商品，凡輸入或產製前述商品皆須完成檢驗程序，並貼附商品檢驗標識，方可上市陳列銷售。
- (三) 為保護消費者權益，針對民眾關切兒童用品議題，標準檢驗局今(108)年已規劃辦理前揭 5 項兒童產品市購檢測計畫，將依據商品檢驗法及消費者保護法等相關規定對不符合規定之商品輔導銷售者辦理下架及進口商/製造商進行回收改善，以避免不安全商品流入市面，並適時將商品抽驗結果發布新聞稿及公告於該局網站，供消費者選購之參考。另倘經調查發現有危害消費者生命、身體、健康或財產之虞者，本局將優先評估納入應施檢驗商品管理，以保護消費者安全。
- (四) 呼籲家長切勿將嬰兒在無成人照顧下，單獨留置於「嬰兒床」、「嬰兒沐浴椅」等嬰兒照護產品中。購買相關產品必須先瞭解產品之使用年齡及體重限制要求，家長於使用產品前必須詳閱產品使用說明書及警告注意事項。

三、有關媒體報導「議員控嬰幼兒產品安全無人管」之回應說明

(108 年 1 月 23 日)

有關媒體報導「議員控嬰幼兒產品安全無人管」一事，標準檢驗局說明如下：

- (一) 為營造兒童友善且安全之成長環境，標準檢驗局表示已完成 CNS 15911「兒童用床邊護欄」等兒童照護類、文具及兒童遊戲場等相關國家標準共計 88 種，標準檢驗局將持續關注瞭解國內消費者需求、美國 CPSC 及歐盟 RAPEX 等消費性商品安全相關訊息，並定期檢討標準妥適性，以適時規劃制修訂相關國家標準。
- (二) 對於嬰幼兒產品及兒童用品相關標準，依據國家標準制定辦法第 2 條「任何人、機關、法人或團體得向標準專責機關提出制定、修訂或廢止國家標準之建議。」。針對外界所提需求，標準檢驗局將會依程序優先辦理制修訂是類標準。
- (三) 標準檢驗局已公告「兒童用床邊護欄」自 106 年 11 月 1 日起列為應施檢驗商品，凡輸入或產製前述商品皆須完成檢驗程序，並貼附商品檢驗標識，方可上市陳列銷售。
- (四) 除前項商品外，標準檢驗局目前已公告嬰幼兒服飾及服飾附屬品、兒童玩具、兒童自行車、兒童高腳椅、嬰兒學步車、嬰兒手推車、汽車用兒童保護裝置及兒童雨衣等商品列為應施檢驗品目，未來將規劃對影響兒童及消費者健康之高風險商品如嬰幼兒床及折合桌等優先公告列為檢驗之品目。
- (五) 為保護消費者權益，及針對民眾關切兒童用品議題，標準檢驗局持續評估相關商品危害風險，依照商品檢驗法，優先將高危害風險商品公告列為應施檢驗品目。至於非屬強制檢驗兒童用品，標準檢驗局亦不定期規劃辦理市購檢測計畫，依據「消費者保護法」等相關規定對品質安全不符合規定商品輔導銷售者辦理下架及進口商/製造商進行回收改善，以避免品質不良之商品流入市面，並適時將商品抽驗結果發布新聞稿並公

告於該局網站，供消費者選購之參考。另倘經調查發現有危害消費者生命、身體、健康或財產之虞者，本局並優先評估納入應施檢驗商品管理，以保護消費者之健康安全。

- (六) 如調查發現企業經營者所提供之商品確有損害消費者生命、身體、健康或財產，或確有損害之虞者，直轄市、縣(市)政府及標準檢驗局得依消費者保護法對企業經營者逕行處置，毋須本局授權依商品檢驗法辦理。

四、經濟部標準檢驗局提醒折合桌商品使用安全注意事項

(108年1月18日)

有關媒體報導嘉義 8 歲女童遭折合桌夾胸不治之憾事，經濟部標準檢驗局表示已派員調查及瞭解事故發生原因，並辦理市場購樣檢驗，如檢測結果發現該商品有安全疑慮，標準檢驗局將依「消費者保護法」相關規定，要求業者限期改善、回收或銷燬，必要時，得命令企業經營者立即停止該商品之設計、生產、製造、加工、輸入、經銷或服務之提供。

為保障民眾使用折合桌之安全，標準檢驗局將邀集相關業者召開說明會，並儘快將「折合桌」列為強制性檢驗商品，依國家標準 CNS 15185「折合桌」實施檢驗，檢驗項目有「外觀檢查」、「操作性檢查」、「安全裝置可靠度試驗」、「穩定性試驗」、「可觸及之孔洞、間隙試驗」等安全性試驗項目。

為防止折合桌造成孩童夾傷意外事故再發生，標準檢驗局特別呼籲，製造廠商或進口商應落實商品安全性及標示正確性，以維護消費者權益，並提醒消費者使用折合桌商品時，務必將安全裝置扣上，特別是絕不可讓孩童搬移或攀爬折合桌，並應避免孩童在折合桌附近玩耍嬉戲；不使用折合桌時，也應收納妥當，存放於孩童不易接觸的地點，才能有效避免孩童被折疊桌夾傷、壓傷或卡住等意外事故發生。

五、經濟部標準檢驗局制定智慧家電互通性測試國家標準，提升智慧家電互通相容性與防災能力

(108 年 1 月 14 日)

鑑於物聯網時代來臨，標準檢驗局於 106 年制定 CNS 16014「智慧家庭之裝置互連協定」，為智慧家電建立可互相溝通之基礎。更為提升不同廠牌智慧家電互連之相容性，該局於 107 年 12 月 12 日制定公布 CNS 16090「智慧家庭之裝置互連協定測試法」，可為智慧家電互通之有效性及防災能力提供測試依據。兩項國家標準促成智慧家電間之協調運作，使智慧家庭的腳步離我們越來越近。

以智慧家庭閘道器為中心，連結智慧家電所串聯的智慧家庭網路、智慧電表及網際網路，可透過行動裝置 APP，藉由網路隨時隨地控制智慧家電開啟或關閉、調整設定值及監控用電量等，除了使居家生活更加便利外，更可協助家庭進行能源管理，一方面減少電費支出，另一方面有助於降低尖峰用電量，達成節能減碳之目的。

除便利與節能之功能外，為提升智慧家電之防災能力，CNS 16090 包含「緊急災難應變功能測試」，若智慧家庭閘道器介接國家災害防救科技中心之災害示警公開資料平台，接收以共通示警協定發送之即時示警訊息，於緊急災難發生時，應切斷智慧家庭網路中所有智慧家電之電源，以避免地震等災難引發火災，造成二次災害。

國家標準可促進相關技術與應用擴散普及，越來越多智慧家電走入家庭後，將帶給民眾更舒適與便利之生活環境。

相關標準資訊(料)置放於標準局「國家標準(CNS)網路服務系統」(網址為 <http://www.cnsonline.com.tw/>)，歡迎各界上網查詢。

商品召回訊息

hp 筆記型電腦之電池組召回訊息

- 一、商品名稱：hp 筆記型電腦之電池組
- 二、廠牌：hp
型號：請參考相關網站 <http://www.hp.com/go/batteryprogram2018>
於上述網站使用電池驗證公用程式即可核對是否屬於召回範圍。
- 三、業者：台灣惠普資訊科技股份有限公司
- 四、數量：總計 45 組
- 五、銷售期間：2016 年 5 月至 2018 年 3 月
- 六、銷售地點：臺灣
- 七、瑕疵情形：可能有導致電池過熱造成著火及燃燒的危險
- 八、詳情描述：2019 年 1 月 17 日，惠普公司宣佈進行全球性自願召回和更換計畫，召回對象是 2016 年 5 月至 2018 年 3 月期間出售的電池組。這些產品包括：惠普品牌筆記型電腦的電池組。受此計畫影響的惠普顧客在核實後可免費獲得新的電池組以替換被召回的電池組。我們採取此項行動，是因為我們致力於向筆記型電腦顧客提供最高品質的服務。

註：並非所有惠普品牌筆記型電腦的電池組都受到影響。

- 九、造成損害：臺灣市場目前尚無接獲商品事故通報案例。
- 十、矯正措施：

惠普公司將採取下列行動：

- 請參考惠普筆記型電腦電池組安全性召回和更換計畫的網址

<http://www.hp.com/go/batteryprogram2018>(請於該網址上之右上角點選“臺灣-繁體中文”)

- 透過電子郵件將惠普筆記型電腦電池組安全性召回和更換計畫通知顧客。給客戶的信函請參酌下列網址:

<http://www.hp.com/go/batteryprogram2018> (請於該網址上之右上角點選“臺灣-繁體中文”)

- 請經銷商透過電子郵件發佈”惠普筆記型電腦電池組安全性召回和更換計畫”給顧客。
- 顧客對本計畫提出的所有相關詢問，皆可查詢惠普筆記型電腦電池組安全性召回和更換計畫的網址:

<http://www.hp.com/go/batteryprogram2018>(請於該網址上之右上角點選“臺灣-繁體中文”)

- 消費者於 hp 網站查詢後，如果顯示該筆記型電腦之電池組受到影響，hp 將免費提供更換的電池組。

<http://www.hp.com/go/batteryprogram2018> (請於該網址上之右上角點選“臺灣-繁體中文”)

十一、依據：商品檢驗法第 63 條之 1 消費者保護法第 36 至 38 條 消費者保護法第 10 條

十二、產地：中國大陸。

十三、業者聯絡方式：

產品售後諮詢服務專線 0800-010-055

網站: <http://www8.hp.com/tw/zh/contact-hp/phone-assist.html>

商品外觀圖(照片)

CT 6EVXH & CT 6FWBH & CT 6FWBF



CT 6ETGL



CT 6EZPC



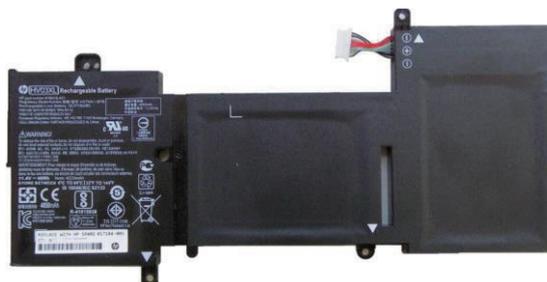
CT 6EZZE



CT 6EZZF



CT 6FDWN



CT 6GAVV & CT 6FSRV



商品相關資訊標示位置圖(照片)

如上圖

受影響之電池皆為智慧電池，且多為需工具或是非為顧客可更換電池，電池序號可經筆記型電腦讀取。顧客需連結 HP 網站使用電池驗證公用程式以確認是否屬於回收範圍。

註：筆記型電腦、其他配件均不在召回範圍，只有電池組受影響。

本揭露資訊已經台灣惠普資訊科技股份有限公司確認無誤
(業者用印)

法規動態

(2018 年 12 月 16 日~2019 年 2 月 15 日)

第五組

序號	名稱	公告日/公告函文	完整公告連結 (行政院公報/本局網頁)
1	修正「糾紛度量衡器鑑定辦法」部分條文	108 年 1 月 24 日 經標字第 10804600080 號	https://gazette.nat.gov.tw/eGFront/detail.do?metaid=104569&log=detailLog
2	修正「度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構」	108 年 1 月 7 日 經標四字第 10740008580 號	https://gazette.nat.gov.tw/eGFront/detail.do?metaid=104029&log=detailLog
3	修正「許可業者自行檢定之法定度量衡器種類及範圍」	108 年 1 月 10 日 經標字第 10704607680 號	https://gazette.nat.gov.tw/eGFront/detail.do?metaid=104145&log=detailLog
4	修正「經濟部標準檢驗局國際網路申辦作業程序」第 2 點附表 AN-01、第 3 點附表 AN-02、第 6 點附表 AN-03	108 年 2 月 1 日經 標五字第 10850000880 號	https://gazette.nat.gov.tw/eGFront/detail.do?metaid=104820&log=detailLog

上述內容主要整理自本局對外業務公告，如有其他法規資訊需求或相關意見，請逕與本局各業務單位聯繫，總機：02-23431700

WTO/TBT 重要通知

(2018 年 12 月 16 日~2019 年 2 月 15 日)

第五組

序號	發出會員/ 文件編號	措施通知日/ 措施預訂公告日	產品內容	內容重點
1	歐盟 G/TBT/N/EU/ 635	2018.12.18 2019 第 2 季	兒童玩具	歐盟修正 2009/48/EC 指令附件 2 附錄 C 中，有關聚合物玩具材料、樹脂黏著木頭玩具材料、紡織玩具材料、皮革玩具材料、紙類玩具材料及水性玩具材料的甲醛限制值。
2	韓國 G/TBT/N/KOR/ 806	2018.12.18 2019.03.01	二次鋰電池	韓國產業通商資源部技術標準院修正二次鋰電池的安全標準，新增能量密度的計算方法，以澄清對於使用手機、平板電腦、筆記型電腦和其他產品的電池能量密度的量測方法。
3	日本 G/TBT/N/JPN/ 619	2019.01.31 2019 春天	電腦	日本經濟產業省修正合理使用能源法中，有關電腦產品之審查標的會計年度的節能效率(燃料效率)標準、量測方法、標示規定等判斷標準。
4	韓國 G/TBT/N/KOR/ 809	2019.02.01 2019.04.30	化學物質	韓國環境部部分修正化學控制法，其中整併現行「製造或進口化學驗證結果」和「有毒物質進口申報」2 項規定為 1 項規定「化學驗證通知」。

序號	發出會員/ 文件編號	措施通知日/ 措施預訂公告日	產品內容	內容重點
5	歐盟 G/TBT/N/EU/ 641	2019.02.07 2018.01.30	化學物質 4-叔丁基苯酚 (PTBP)	歐盟執委會決議草案認定 4-叔丁基苯酚為高度關注物質，因為其影響環境之內分泌干擾特性，依據 (EC) No 1907/2006 (REACH) 第 57(f) 條規定，提高到同等關注等級。
6	歐盟 G/TBT/N/EU/ 642	2019.02.12 2019.04 下旬	一次性塑膠產品	歐盟議會及理事會指令提案處理部分塑膠產品以預防和減少其對環境的影響，特別是水生環境和人類健康。
7	美國 G/TBT/N/USA/ 1438	2019.02.12 2019.04 下旬	外部電源供應器	美國能源部(DOE)發布最終法案修正外部電源供應器節能標準。
8	歐盟 G/TBT/N/EU/ 643	2019.02.15 2019.10	化學品	歐盟修正 REACH 法規附件 XIV。附件 XIV 列出該法規第 VII 篇中應符合授權規定的化學物質，本草案於該附件中新增 12 項化學物質。

上述內容主要擷取自與我重要貿易國家之部分產品技術性措施 TBT 通知文件。如有其他 TBT 通知文件需求或相關意見，請逕與本局 TBT 查詢單位聯絡，電話：02-23431718 傳真：02-23431804 e-mail:tbtenq@bsmi.gov.tw



標準、檢驗與計量

雙月刊



一〇八年三月號

中華民國八十八年一月二十六日創刊

標準、檢驗與計量雜誌，內容廣泛，資料豐富
是一份為工商界及消費者服務而辦的刊物
有經濟方面的專題，工商實務的報導

標準、檢驗與量測等資訊

是工商界最佳的參考資料

是消費者購物的優良指南

我們歡迎各界人士批評、指教

我們期待獲各界人士投稿、訂閱、支持



經濟部標準檢驗局商品安全諮詢中心

將告訴你

1. 國家標準、國際標準及正字標記等相關業務查詢。
2. 化工、機械、電機、及電子等應施檢驗商品品目、檢驗方式等業務查詢。
3. 化工、機械、電機、及電子等應施檢驗商品型式試驗業務查詢。
4. 應施檢驗商品申請免驗條件查詢。
5. 檢舉違規商品、回收瑕疵商品訊息諮詢。
6. 法定度量衡器檢定、檢查、校正及糾紛鑑定等業務查詢。
7. 其他 (含民眾抱怨、申訴或非本局主管業務)。

聯絡資訊

- 電話：0800-007-123
- 傳真：(02)2321-1950
- 服務時間：週一～週五
08:30～12:30
13:30～17:30

想立即收到最HOT的雙月刊嗎?

請先到本局首頁並移動到網頁中間（互動專區中）～

<https://www.bsmi.gov.tw/wSite/mp?mp=1>

DS:行動裝置
的訂閱位置
也是長這樣啞!



網站資料
豐富，所以
比較長一點

在紅框處輸入您的信箱✉，就會出現下方訂閱畫面囉！很神奇吧



<input type="checkbox"/>	標檢局電子報 - 新聞
<input type="checkbox"/>	標準、檢驗與計量雙月刊電子報
<input type="checkbox"/>	檢測資訊服務平台電子報
<input type="checkbox"/>	商品安全網電子報

燙到起
水泡了啦
嗚嗚...

✓選 標準、檢驗與計量雙月刊電子報
熱騰騰的雙月刊就會定期送到信箱✉啦



(取消訂閱也是一樣步驟，把✓拿掉就好)

但……您是否
決定、確定、肯
定、堅定、一定
要與雙月刊別
離……



鄉親呀 請大家幫忙告訴大家嘿!!

無人駕駛時代來臨！

《無人載具科技創新實驗條例》三讀通過

營造無人載具合理、安全的創新測試場域
促進產業技術及服務應用發展 奠定智慧交通運輸基礎



行政院
Executive Yuan

政策廣告

歡迎轉貼



資料來源：經濟部





標準、檢驗與計量雙月刊徵稿

107.12.27標準、檢驗與計量雙月刊編輯委員會議修訂

1. 《標準、檢驗與計量雙月刊》(以下簡稱本刊物)於88年1月創刊，104年1月起調整為《標準與檢驗》電子雙月刊，108年1月起改版更名；本刊物為公開園地，歡迎各界人士有關標準、檢測、驗證、度量衡等方面之撰稿，踴躍投稿。
2. 文稿架構及字數規定：
 - (1)「專題報導」專欄稿件：請以序言、主要內容、結語等架構為原則(依文稿主題及內容訂定合適標題)，文字以6000字、圖表以10張為限。
 - (2)「熱門話題」專欄稿件：請以新興產品、當今產品、民眾關切議題……為主題，並以序言、主要內容、結語等架構為原則(依文稿主題及內容訂定合適標題)，文字以6000字、圖表以10張為限。
 - (3)「知識+」專欄稿件：請以綠能科技、產品相關(如演進、安全與危害、製造流程、校正/檢測/檢定方法……等)、計量單位、標準發展及其他與本局有關業務為主題，並以序言、主要內容、結語等架構為原則(依文稿主題及內容訂定合適標題)，文字以6000字、圖表以10張為限。
 - (4)「案例直擊」專欄稿件：請以品目查詢判定、檢驗/檢定/檢查作業、報驗發證處理、涉違規調查分析……等案例為主題，並以案情、處理及說明、結語等架構為原則(依文稿主題及內容訂定合適標題)，文字以3000字、圖表以5張為限。
 - (5)「活動報導」專欄稿件：文字以不超過1000字、照片以不超過3張為原則。以上稿件若有字數或圖表數超出規定之情形，請務必精簡至規定範圍內。圖表請加註說明，並於內文中標示圖表號。
3. 稿件內容建議可以生動有趣、淺顯易懂方式表達，以增進閱讀者閱讀意願。
4. 撰稿應注意事項：
 - (1)來稿請附作者真實姓名、任職單位、職稱、電話及電子郵件地址等聯絡方式，發表時得使用筆名，並請依本刊物規範格式撰寫，不符體例者，本刊物有權退回要求修改後再予受理。
 - (2)稿件一律送專業審查，未通過者，恕不退稿。本刊物對來稿有修改或刪減權，若不同意者，請斟酌投稿。
 - (3)屬翻譯性質之稿件，作者應於內文中說明為翻譯文章，並註明原作者及出處；所摘錄或引用之刊物或圖表，亦應註明參考資料來源。
 - (4)格式及設定相關要求請詳閱「標準、檢驗與計量雙月刊撰稿規範」。
5. 投稿於本刊物，經本刊收錄刊登後，將薄致稿酬，並代表作者同意其著作權授權予標準檢驗局以任何目的及任何形式之利用；但作者仍保有著作人格權，且稿件文責由作者自負。
6. 本刊物自第187期(104年1月)起可至標準檢驗局全球資訊網(https://www.bsmi.gov.tw/wSite/lp?ctNode=9350&xq_xCat=d&mp=1)點閱(連結路徑為「首頁/資訊與服務/影音及出版品/出版資訊/標準、檢驗與計量雙月刊」)，歡迎多加利用。
7. 來稿請寄臺北市中正區濟南路1段4號，標準檢驗局第五組第三科楊東翰先生(donghan.yang@bsmi.gov.tw)，連絡電話：02-23431809或02-23431700分機809。



標準、檢驗與計量雙月刊撰稿規範

107.12.27標準、檢驗與計量雙月刊編輯委員會議修訂

- 一、文稿要項：應包含題目、作者、本文，必要時得加入圖、表，倘有引用文獻時，則增加參考文獻。請至本局全球資訊網(https://www.bsmi.gov.tw/wSite/lp?ctNode=9350&xq_xCat=d&mp=1)下載範例(如附，連結路徑為「首頁 / 資訊與服務/影音及出版品/出版資訊/標準、檢驗與計量雙月刊」)。
- 二、格式及設定：
 - (一)全文字型：中文以新細明體，外文以Times New Roman為原則。
 - (二)度量衡單位：請依經濟部105年10月19日公告修正之「法定度量衡單位及其所用之倍數、分數之名稱、定義及代號」規定標示，並參考標準檢驗局「法定度量衡單位使用指南」(105年10月編印)書寫。
 - (三)題目：20號字體加粗，置中對齊。
 - (四)作者：12號字體，置右對齊，包含姓名、任職單位及職稱，姓名與任職單位及職稱間，以斜線「/」隔開(如：○○○/標準檢驗局第○組技士)。
 - (五)本文：
 1. 標題：14號字體加粗，置左對齊。
 2. 正文：
 - (1)12號字體，左右對齊，首段第一行左側縮排2字，行距19.15點。
 - (2)項次依「一、(一)、1、(1)、A、(A)、a、(a)」為序，其中「(一)、A、(A)」得省略。
 - (3)提及圖、表時，以圖、表之阿拉伯數字編碼表示(如：如圖1)。
 - (4)引用參考文獻內容時，於該文句末以參考文件編號加上括號〔 〕表示(如：〔1〕)。
 - (5)頁尾以阿拉伯數字標註頁碼，置中對齊。
 - (6)正文中倘須加註說明，請於該詞彙右方以阿拉伯數字編號並上標，且於當頁下方說明註釋內容。
 - (7)撰寫立場，如為標準檢驗局所屬各單位供稿者，稿件提及本局時，以「經濟部標準檢驗局(下稱本局)」稱之；如為外單位供稿者，提及本局時，則以「經濟部標準檢驗局(下稱該局)」或「經濟部標準檢驗局(下稱標準局)」稱之。
 - (8)使用簡稱或縮寫，可依約定俗成之用法；惟於第一次出現時須用全稱，並以括號註明所欲使用之簡稱或縮寫。
 - (9)使用外來語之中文譯名，請盡量使用通行之譯法，並於第一次出現時以括號附加原文全稱。
 - (六)圖、表：
 1. 穿插於正文中。
 2. 標題：12號字體，置中對齊。以阿拉伯數字編號，編號與標題內容間保留2個半型空格(如：圖1 ○○○○○○)。置於表的上方或圖的下方。
 3. 當有數個圖(表)列於同一圖(表)標題中時，以(a)、(b)、(c)……分別編號說明之。
 4. 圖(表)如有註釋，請清楚標示，並置於圖(表)下方，置左對齊；如有資料來源請依引用參考文獻方式清楚標示。

(七) 參考文獻：

1. 完整列出參考文獻(含圖、表出處)，依正文引用順序排列，並以阿拉伯數字編號。
2. 參考資料年份：資料為中文者，請以民國表示；資料為外文者，請以西元表示。
3. 12號字體，置左對齊。
4. 各類文獻書寫方式如下：
 - (1) 期刊：依序為作者、年份、標題、期刊名稱、期號或卷(期)數及頁數。如：
 - A. 劉觀生，106，從品質邁向品牌的創新之路，品質月刊，53（1），41-45。
 - B. Richard J C Brown, Paul J Brewer, Peter M Harris, Stuart Davidson, Adriaan M H van der Veen and Hugo Ent, 2017, On The Raceability of Gaseous Reference Materials, Metrologia, 54, L11 - L18.
 - (2) 書本、講義、研討會論文或報告：依序為作者、年份、書名、出版人(會議名稱或出版機構)及出版地。如：
 - A. 吳庚、盛子龍，106，行政法之理論與實用，三民書局股份有限公司，臺灣。
 - B. 陳誠章、陳振雄、鍾興登，106，日本風力機智慧變流器、大型儲能設備、太陽能電池及地熱發電研究單位參訪報告，行政院所屬機關因公出國人員出國報告書，臺北。
 - C. 邱明慈，105，論行政法上之預防原則，東吳大學法律學系研究所碩士論文，臺北。
 - D. 新版電氣安全迴路設計(EN ISO 13849-1)講義，101，精密機械研究發展中心，臺中。
 - E. Ernst O. Goebel and Uwe Siegner, 2015, Quantum Metrology: Foundation of Units and Measurements, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim, Germany.
 - (3) 國際標準/文件、國家標準、技術規範：編號、年份、名稱、版次、出版人。如：
 - A. ISO/IEC 31010:2009 Focuses on Risk Assessment Concepts, Processes and The Selection of Risk Assessment Techniques.
 - B. OIML R 92:1989 Wood-Moisture Meters - Verification Methods and Equipment, General Provisions.
 - C. CNS 12953:1992，輕質碳氫化合物密度試驗法，經濟部標準檢驗局。
 - D. CNMV 201:2013，液化石油氣流量計檢定檢查技術規範，第2版，經濟部標準檢驗局。
 - (4) 法規：依序為法規名稱、卷源及§章節號碼(外文)、公布日期或年份。如：
 - A. 商品檢驗規費收費辦法，106年11月14日。
 - B. Consumer Product Safety Improvement Act, 15 U.S.C. § 2051, 2008.
 - (5) 網路資料：依序為作者、年份、標題、檢索日期、網頁名稱及網址。如：
 - A. 林天祐，99，APA格式第六版，104/8/4檢索，臺北市立教育大學圖書館，取自 <http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf>
 - B. ASTM D4806 Standard Specification for Denatured Fuel Ethanol for Blending with Gasolines for Use as Automotive Spark-Ignition Engine Fuel，2015/6/17檢索，美國材料試驗協會(American Society for Testing and Materials, ASTM)，取自 <http://www.astm.org/>
 - (6) 若參考資料作者為機構或團體、查無作者時，則將標題前移(標題、年份、出版人或出版機構……等)。

【標準、檢驗與計量雙月刊撰稿格式範例】

文章題目

題目 20 號字加粗。置中對齊

作者資料排序格式。

王○○／標準檢驗局第○組科員

項次起始為一，依序為：一、(一)、1、(1)、A、(A)、a、(a)，視撰稿須求其中「(一)、A、(A)」得省略。

標題 14 號字加粗，置左對齊。

一、光的量測歷史

……希臘天文學依巴谷斯(Hipparchus)只憑肉眼觀察，無需特殊工具或設備，繪製了約 850 顆星星的目錄，包含位置和亮度。他將最耀眼的星星列為「第一級」，而最微弱的星星為「第六級」。^[1]

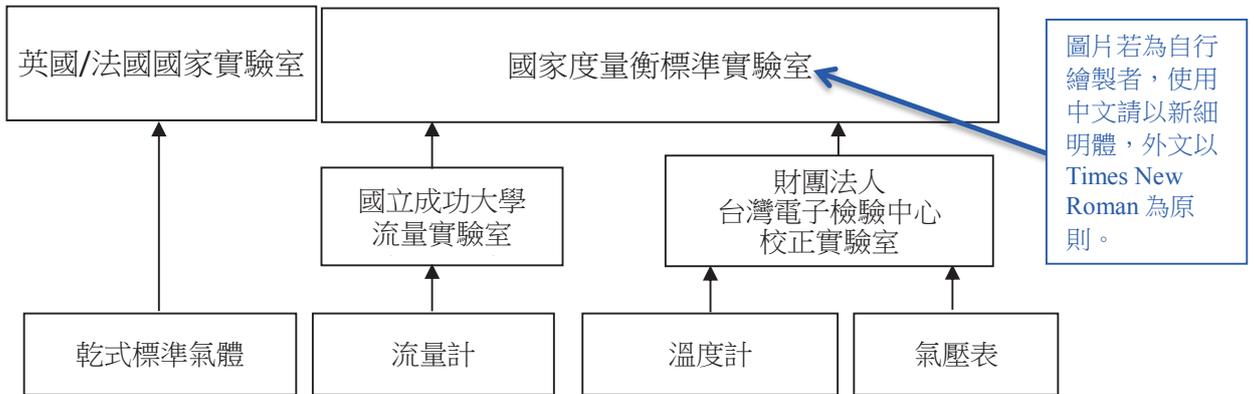
引用參考文獻方式(請勿上標)：如無括弧僅數字並上標，為註腳，非引用文獻。

內文提及「圖」的呈現方式。

全文字型中文以新細明體，外文以 Times New Roman 為原則。

正文 12 號字，左右對齊，行距 19.15 點。

光度量包括：光強度、發光能、光通量、發光度、光照度、光亮度等(如圖1)，……



圖片若為自行繪製者，使用中文請以新細明體，外文以 Times New Roman 為原則。

圖3 呼氣酒精測試器及分析儀檢定系統追溯體系

圖說呈現方式及位置。

二、光速

國際度量衡大會將光速定義為一常數，光的波長視為時間的導出量，於是光速定為 299 792 458 m/s，而 1 m 就是光在真空中於 1/299 792 458 s 間隔內所行經之路徑長度……

縮排。

使用度量衡單位時，數值(458)與英文單位代號(m/s)間應保留半形空格，中文單位代號(米/秒)則不用。採用中文或英文之單位代號表示，全文應一致。以科學家為名的英文單位代號(如 V, W, A, Pa...)須大寫，其餘以小寫表示，「升」則以 l 或 L 表示皆可。

三、時間

時間的單位—秒(second)，最初定義是基於地球自轉週期，即「一日之長」(length of day, LOD)，將 LOD 分割 24 等分成「時」，……

使用簡稱時，第 1 次使用全稱。

美國國家標準與技術研究院(National Institute of Standards and Technology, NIST)曾在 1930 年代至 1960 年代以此作為美國的時間標準，……

外文翻譯使用通行之譯法。

頁碼呈現方式。

表說呈現方式及位置。

表7 香茅油特性成分分布含量一覽表[1][2]

CNS 6469			CNS 8133		
成分 ^(a)	最小值 (%)	最大值 (%)	成分 ^(a)	最小值 (%)	最大值 (%)
檸檬烯 (limonene)	2.0	5.0	樟烯 (camphene)	7.0	10.0
香茅醛 (citronellal)	31.0	39.0	檸檬烯 (limonene)	7.0	11.5
沈香醇 (linalool)	0.5	1.5	香茅醛 (citronellal)	3.0	6.0
異洋薄荷醇 (isopulegol)	0.5	1.7	龍腦 (borneol)	4.0	7.0
β-覽香烯 (β-elemene)	0.7	2.5	—	—	—
乙酸香茅酯 (citronellyl acetate)	2.0	4.0	—	—	—
牻牛兒醇-D (germacrene-D)	1.5	3.0	—	—	—
香葉醛 (geranial)	0.3	11.0	—	—	—
δ-杜松烯 (δ-cadinene) + 乙酸香葉酯 (geranyl acetate)	3.9	8.0	—	—	—
香茅醇 (citronellol)	8.5	13.0	香茅醇 (citronellol)	3.0	8.5
香葉醇 (geraniol)	20.0	25.0	香葉醇 (geraniol)	15.0	23.0
欖香醇 (elemol)	1.3	4.0	—	—	—
丁香酚 (eugenol)	0.5	1.0	異丁香酚甲醚 (methyl isoeugenol)	7.0	11.0

註：(a)成分係依其在極性層析管柱上之溶析順序列出

表註釋呈現方式及位置。

ISQ 中，電荷之庫侖定律如下：

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

式中， F ：力

q_1 及 q_2 ：2 個電荷

r ：距離

ϵ_0 ：通用常數，亦即電常數

1. 上、下標呈現方式及位置。
2. 量、單位及方程式符號呈現方式，
可參考 CNS 80000 系列標準。

希臘字母呈現方式，可參考 CNS 80000-1
標準。

場量位準單位 Np (奈培) 與 B (貝爾) 間之關係：

$$L_F = \ln(F/F_0) = \ln(F/F_0) \text{ Np} = 2 \lg(F/F_0) \text{ B}$$

對數呈現方式，可參考 CNS 80000-1
標準。

當 $F/F_0 = e$ 時，奈培是場量 F 的位準， F_0 是同類之參考量。

$$1 \text{ Np} = \ln(F/F_0) = \ln e = 1$$

當 $F/F_0 = 10^{1/2}$ 時，貝爾是場量 F 的位準， F_0 是同類之參考量。

$$1 \text{ B} = \ln 10^{1/2} \text{ Np} = (1/2) \ln 10 \text{ Np} = 2 \lg 10^{1/2} \text{ B}$$



圖 3 層板燈具外觀、燈管光源種類、串接及安裝場所應用[1]~[6]

組合圖說呈現方式。請以(a)、(b).....分別編號及說明。

資料來源呈現方式。

……經濟部標準檢驗局(下稱標準局)與科工館自民國 90 年開始與科工館已跨單位合作 18 個年頭，共同對我國百年來度量衡文物進行系統性的蒐藏，總計已超過 300 件文物……

撰寫立場呈現方式，本局供稿者提及本局時，以「經濟部標準檢驗局(下稱本局)」稱之；外單位供稿者提及本局時，則以「經濟部標準檢驗局(下稱該局)」或「經濟部標準檢驗局(下稱標準局)」稱之。

五、參考文獻

1. 陳○○，107，光的量測及光度量單位，標準與檢驗雙月刊，206，52-58。
2. 石○○，106，漫談國內呼氣酒精測試器及分析儀檢驗現況，標準與檢驗雙月刊，204，25-35。
3. 賴○○、錢○○，106，以氣相層析法檢測香茅油中香茅醛含量之探討，標準與檢驗雙月刊，204，25-35。
4. 林○○、黃○○，107，層板燈具安規檢測重點實務，標準與檢驗雙月刊，206，39-51。
5. 吳○、盛○○，106，行政法之理論與實用，三民書局股份有限公司，臺灣。
6. CNS 8000-1:2015，量級單位—第 1 部：通則，經濟部標準檢驗局。
7. 法定度量衡單位及其所用之倍數、分數之名稱、定義及代號，105 年 10 月 19 日。
8. 林○○，99，APA 格式第六版，104/8/4 檢索，臺北市立教育大學圖書館，取自 <http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf>

參考文獻書寫方式。