百年度量衡大變革

精準計量　為產業升級添柴加薪

度量衡制度正在掀起一場無聲革命，國際度量衡大會決議，自2019年5月20日起，國際單位制7個基本單位中的質量、電流、物質量及溫度將不再以實物或自然現象作為計量標準，而是改以更精準的基礎常數來定義。

因應國際單位制飛躍性的變革，工研院自2017年便開始積極更新設備與實驗測試計量方式，在今年5月20日世界計量日，也與國際同步更新度量衡制度，為產業的未來做好準備。

撰文／梁雯晶

古人是如何計算長度呢？在古代，世界各國度量衡並未統一，1吋可以是英國人第一節大姆指的長度，也可以是3粒麥子連結起來的總長，而1碼則是英國國王亨利一世的鼻尖到左手伸直的指尖。

如此充滿不確定性的計量方式，嚴重影響世界貿易的進行，以及工業技術的發展。直到1875年5月20日，法國為首等16個國家率先簽署「米制公約」，確立計量制度及監督體系，並陸續定義包括質量、電流、物質量、長度、時間、燭

光、溫度7個國際單位制（Système International d'Unités；SI）的計量方式。

最初SI的計量方式，多以實體人造物或自然現象計量比較，易因外界變因而產生不準確的現象，在陸續改為基礎常數定義後，例如：以光速來定義長度，僅剩質量、電流、物質量及溫度尚未改制。

國際單位　從實物改制為基礎常數

1889年，世界上唯一一座以鉑銥合金製作的國際公斤原器（International Prototype of the Kilogram；IPK）誕生後，國際定義其重量為1公斤，並保存於法國巴黎國際度量衡局，凡是簽署米制公約的國家，都要定期將複製於公斤原器的複製品送回巴黎校正，以確保世界上所有的「1公斤」都是一樣的。

但即便經過層層嚴密的控管，隨著時間流逝，IPK的重量仍有些微變化，因此國際度量衡大會決議以更加精確穩定的普朗克常數（Planck Constant）重新定義公斤，以保障全球貿易的公平基準。

與IPK定義公斤所面臨的問題相同，溫度、電流、物質量也在追求計量的精準與穩定考量下，由國際度量衡大會重新訂出物理常數計算值，於2018年底表決通過，2019年5月20日起實施新定義：質量單位「公斤（kg）」、溫度單位「克耳文（k）」、電流單位「安培（A）」與物質量單位「莫耳（mol）」的定義，分別改為更穩定的普朗克常數、波茲曼常數、基本電荷與亞佛加厥常數。

工研院成為世界首批具有資格取得「高純度矽晶球」購置權的國家單位，透過計算矽原子數量的方式計算普朗克常數，以新定義計量公斤。

與世界同步　更新測量設備與技術

台灣在2002年起加入國際度量衡委員會，並與105個國家及組織簽定「國家量測標準與校正／測試報告相互認可協議」（CIPM－MRA）。為使國內產業接軌全球貿易體系，滿足台灣民生、安全、貿易的需求，經濟部標準檢驗局及工研院建置「國家度量衡標準實驗室」，由工研院建立符合國際單位制的計量標準，提供我國各式量測儀器的校正與認證。也因這個相互認可協議，國家度量衡標準實驗室所出具的校正報告才能獲得其他國家的承認，國內廠商製造的產品可外銷至全世界。

因應國際單位制飛躍性的變革，在經濟部標準檢驗局支持下，工研院自2017年便開始積極更新設備與投入研發。也因為台灣具有足夠的量測能力，工研院成為世界各國首批取得高純度矽晶球的國家，透過計算矽原子數量的方式實現以普朗克常數定義公斤。在物質量、溫度、電流方面，工研院也更新儀器設備與技術，如購置聲學氣體溫度計、絕對輻射溫度計，並更新相關計量標準。

5月20日當天，經濟部標準檢驗局舉辦「2019年世界計量日－國際計量發展趨勢論壇」，工研院董事長李世光在會中指出，SI單位改制對精準計量的影響層面相當廣泛，包括半導體、能源、航空、醫療等精密產業，都與計量息息相關，尤其高科技產業不乏因計量誤差導致的錯誤。如哈勃太空望遠鏡因鏡片2.2微米（約頭髮厚度五十分之一）的誤差，致數10億元的儀器幾乎報銷。新SI上路，切不可忽視高科技的潛在影響與創新應用的挑戰。

經濟部標準檢驗局局長連錦漳表示，歷經2年籌畫與組裝測試，工研院得以在今年與國際同步實施新的SI，「是值得慶祝的歷史一刻！」隨著SI單位計量定義的更新，未來不論是5+2產業創新計畫、物聯網及大數據等嶄新科技的發展，皆有更準確與穩定的計量標準作為強力後盾，為台灣產業的轉型升級添柴加薪。■