



經濟部

Ministry of Economic Affairs

期刊

標準、檢驗與計量

Bureau of Standards, Metrology and Inspection

SI



03月
2026

第九期

本期專題

- 邁向淨零轉型：商用冷凍冷藏設備溫控裝置之標準化與智慧化控制策略分析
- 智慧城市治理下之智慧杆發展趨勢研究



發行人 陳怡鈴

發行者 經濟部標準檢驗局

總編輯 賴俊杰

編輯委員 吳秋文、洪一紳、張簡鴻儷、陳誠章、
黃志文、龔子文、吳國龍、程旺順、
鄭宛青、黃于稔、陳星光、陳立中、
李玲宜

發行所 經濟部標準檢驗局
地址：100臺北市中正區濟南路1段4號
電話：(02) 2343-1700

設計印刷 曦望數位設計印刷庇護工場
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、檢驗與計量期刊
GPN 4810802690

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/lp?ctNode=9350&xq_xCat=d&mp=1

Contents 目錄

專題報導

- 4 邁向淨零轉型：商用冷凍冷藏設備
溫控裝置之標準化與智慧化控制策
略分析
曾溫祥、黃裕勛、陳建丞
- 13 智慧城市治理下之智慧杆發展趨勢
研究
張馨月、劉芝婷、陳彥豪

熱門話題

- 22 再生能源憑證新制簡介
鄒采晏
- 30 綠色天空新燃料：認識永續航空燃油
(SAF)
張耿豪

知識+

- 42 歐盟CBAM法規介紹及最新進展
呂佳恩、徐恩仲

CONTENTS

- 54 氢能載具的儲氫技術現況簡介與發展
高誠澤
- 64 循環經濟的標準化藍圖－ISO 59000系列標準
陳虹羽



案例直擊

- 74 讓您成為應施檢驗品目查詢達人
鍾曉玲



活動報導

- 79 「再生能源憑證制度精進說明會」活動紀要
蔡佳君



資訊站

- 82 商品召回訊息－萬博創意科技公司多功能五合一行動電源
- 84 商品召回訊息－台灣三洋電機股份有限公司電冰箱
- 86 法規動態
- 90 WTO/TBT重要通知

邁向淨零轉型：商用冷凍冷藏設備溫控裝置之標準化與智慧化控制策略分析

曾溫祥／池御科技有限公司總經理
黃裕勛／標準組電資標準科技士
陳建丞／標準組電資標準科技正

一、前言

面對全球氣候變遷與《巴黎協定》設定之減碳願景，製冷與空調行業 (Refrigeration and Air Conditioning, RAC) 因高全球暖化潛勢 (Global warming potential, GWP) 冷媒之排放與鉅額電力之消耗，成為淨零路徑中的關鍵減碳領域。本文旨在探討臺灣零售產業中，商用冷凍冷藏設備所面臨通訊規格差異之瓶頸，以及傳統控制策略之限制，經由分析臺灣智慧型電網產業協會所發布之「冷凍冷藏展示櫃溫控裝置產業標準」，概述功能指引 (Functional Guidelines) 與通訊介面指引 (Communication Interface Guidelines) 之技術架構，進一步論證高品質的運轉數據，使得智慧化控制策略可顯著優化維運作業與提升能源效率，最終實現產業升級及

減碳目標[1][2]。

針對現有設備缺乏統一通訊標準及傳統 PID (Proportional-Integral-Derivative) 控制在非線性負載下之限制，分析臺灣智慧型電網產業協會所制定之「冷凍冷藏展示櫃溫控裝置產業標準」，並論述藉由標準化工業通用 Modbus 通訊協定，強化物聯網 (Internet of Things, IoT) 數據治理。該標準之建立不僅有助於提升設備能源效率 (Energy Efficiency)，更為零售產業的預防性維護作業與需量反應 (Demand Response) 奠定技術基礎[3][4]。

二、國內商用冷凍冷藏設備之現況與分析

對於產業界而言，環境、社會與公司治理 (Environmental Social Governance,

ESG)係影響供應鏈競爭力與營運成本的關鍵指標。臺灣零售產業，特別是便利商店與超級市場，具有據點密集、24 小時營運的特性，能源消耗極大比例來自於維持食品鮮度的「冷凍冷藏設備」。因應未來電價調升與新增碳費機制等成本，如何結合「淨零科技」(Net Zero Tech)與「物聯網」以優化此類高耗能設備之效能，已成為國內產業界無法迴避的重要課題。在因應能源轉型 2.0 之情境中，製冷與空調行業扮演關鍵角色，依據聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)之第六次評估報告(Sixth Assessment Report, AR6)的綜合分析，人類活動造成的全球地表溫度已比工業革命前高出約 1.1 °C，而其中製冷與空調行業之影響來自冷媒的直接排放衝擊。傳統商用冷凍冷藏設備常使用的氫氟碳化物(HFCs)冷媒，雖然不破壞臭氧層，但其全球暖化潛勢卻極高。以常見的 R-404A 冷媒為例，其 GWP 值高達 3,922，意即洩漏 1 公斤的 R-404A，對氣候暖化的影響相當於排放近 4 噸的二氧化碳(CO₂)。IPCC 報告明確指出，若不加以控制，HFCs 的排放將在本世紀末導致全球氣溫額外上升 0.3 °C 至 0.5 °C。其次，是

電力消耗的間接排放(Indirect Emissions)。根據國際製冷學會(International Institute of Refrigeration, IIR)與 IPCC 的相關資料顯示，製冷設備在運作生命週期中，約 60 %至 80 %的碳足跡來自於電力消耗。商用冷凍冷藏櫃因需 24 小時不間斷運轉，且常面臨頻繁開關門的負載變動，其能源效率至關重要。因此，IPCC 報告特別強調「協同效益」(Co-benefits)，即在替換低 GWP 冷媒的同時，必須同步提升設備的能源效率。若能結合先進的溫控技術（如物聯網感測），改善壓縮機運轉效率，將是達成減碳目標最具成本效益的路徑之一[5][6]。

臺灣擁有全球密度極高的便利商店網絡，據統計，國內便利商店逾 13,700 家，每一家門市內可能有數台至十數台不同品牌、不同年份之冷凍冷藏櫃。面對分散式且規格相異之設備現狀，導致能源管理甚為困難。過去，商用冷凍冷藏櫃的溫控器(Controller)有下列之困境：

- (一) 缺乏一致的產品標準：各家控制器製造商採用封閉的通訊協定與參數定義，導致設備之間無法對話，中央監控系統(Central Monitoring System, CMS)難以有效串接，形成

資訊孤島。

(二) 維修技術門檻過高：由於缺乏標準化，不同廠牌的溫控邏輯、參數代碼(Parameters)、故障代碼(Error Codes)截然不同。維修人員必須熟記多種廠牌的操作手冊，增加培訓成本，且在緊急搶修時極易因參數設定錯誤導致冰箱長期穩定度的表現不佳。

(三) 能效控制落後：舊式溫控器多採機械式或簡易電子式控制，缺乏對環境變化的智慧判斷能力。例如，缺乏開門偵測功能，導致冷氣外洩時，壓縮機仍全速運轉，造成能源的雙重浪費。

(四) 聯網能力匱乏：通訊介面（如RS-485）定義未一致，使得零售業者無法進行大規模的數據採集與大數據分析，無法落實數位化能源管理。

為更清楚說明維修現場因參數設定錯誤引發「頻繁啟停(Short-cycling)」導致壓縮機燒毀，試舉一案例：一名維修技師更換一台他牌的溫控器，但手邊沒有該型號的標準參數表。他憑直覺設定參數，卻誤解「溫度回差」(Hysteresis / Differential)

與「壓縮機最短停機時間」(Anti-short cycle delay)的定義。

其中解析錯誤設定之部分，概分為三項：

1. 設定點(Set-point)：5 °C
2. 溫度回差(dIF/ Hysteresis)：誤設為0.5 °C（一般建議為 2 °C ~ 4 °C）。
3. 最短停機保護(On / Min. Off Time)：誤設為 0 分鐘（一般建議至少 3 分鐘）。

而其所造成之物理後果分為：

1. 當庫溫降至 5 °C 時，壓縮機停機。
2. 由於門市人流頻繁或隔熱膠條老化，庫溫在 30 秒內就回升至 5.5 °C（5 °C + 0.5 °C 回差）。
3. 因未設定停機保護時間，壓縮機在停機 30 秒後立即再次啟動。

分析上述損壞機制(The Failure Mode)：

1. 啟動電流衝擊：壓縮機啟動瞬間的電流(Locked Rotor Amps, LRA)是運轉電流的 5~7 倍。每分鐘頻繁啟停導致馬達線圈累積大量廢熱無法散去。
2. 潤滑失效：壓縮機頻繁啟停導致潤滑油自抽出後未及時回流至曲軸箱，造成機械部件在「失油」狀態下磨擦。
3. 最終結果：壓縮機因過熱燒毀或機械卡

死(Lock)。店家面臨數萬元的更換成本與營業損失。

經由導入產業標準之功能碼與故障碼機制，並規範預設之保護參數，即可強制系統在參數設定不合理時介入保護(例如強制執行最短 3 分鐘停機)，從源頭杜絕人為疏失造成的硬體損壞，此亦為藉由標準化而擬定之解決方案範例。

三、新世代產業標準技術架構之概述

為解決上述痛點，推動商用設備能源效率管理，臺灣智慧型電網產業協會於民國 112 年制定並公布冷凍冷藏展示櫃溫控裝置之產業標準。這套標準不僅參酌國外設計，更融入臺灣在地量販店、超市的操作習慣，旨在降低技術門檻並提升運維效率。

該系列標準架構概述分為兩大部：

第 1 部功能指引 (Functional Guidelines)：聚焦於控制邏輯、參數定義與人機介面。

第 2 部通訊介面指引 (Communication Interface Guidelines)：聚焦於數據交換格式與聯網協定。

在第 1 部中，功能指引深入解析並規

範溫控裝置的核心運作邏輯，確保設備在維持食品安全的同時，能以最佳能效運行。核心控制邏輯標準要求溫控裝置必須具備溫度控制、除霜控制、風扇控制、警告判斷、溫度感測校正及開門偵測等功能。其中溫度與風扇控制，係經由精確的感測器校正，避免因感測誤差導致的過冷 (Overcooling) 浪費。為降低維運作業之複雜程度，必須統一功能碼 (Function Codes)，該標準定義一致之功能碼，使技術人員能跨廠牌操作並維運，舉例如下：

- (一) F26 (週期式製冷)：此參數規範壓縮機在特定條件下 (如感測器故障或極端負載) 的強制運轉週期，平衡負載需求與設備保護。
- (二) F39 (除霜顯示模式)：統一規範除霜期間的面板顯示邏輯。過去因除霜導致庫溫暫時上升，常引發使用者誤判為故障而報修。標準化顯示 (如鎖定除霜前溫度或顯示特定代碼) 有效減少無效的報修工單。
- (三) F57 (開門過久警報時間)：結合磁簧開關等感測器，當門開啟時間超過設定閾值 (Threshold)，立即發出警報。這不僅是技術規範，更是一種「行為誘導」 (Nudging)，迫使使

用者養成隨手關門的習慣，直接阻斷冷流外洩。

最後，當裝置發生異常（如傳感器斷路、高溫警報、冷凝器過髒）時，裝置需顯示相對應統一標準故障碼 (Error Codes)。如此消除現場人員「查表對照」的時間浪費，使第一線人員能依據標準作業程序 (Standard Operating Procedure, SOP) 迅速排除障礙，大幅縮短平均修復時間。

在物聯網時代，設備必須「會說話」，而第 2 部中，通訊介面指引旨在確立設備聯網的共通語言，採用成熟且廣泛應用之 Modbus 通訊協定作為基礎，定義相關參數與暫存器、控制參數、暫存器位址 (Register Address) 與資料型式 (Data Type)，使不同品牌的冷凍冷藏櫃皆能接入同一個能源管理系統 (Energy Management System, EMS)。其意指系統整合商 (System Integrator, SI) 在開發監控軟體時，不需要針對各款冷凍冷藏櫃重新撰寫驅動程式，只需遵循標準暫存器位址讀取數據即可，此為未來的大數據分析與人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 節能演算奠定堅實基礎。

四、AI 賦能商用冷凍冷藏：從設備管控到數位生態系之控制策略

在與 AI 技術的驅動下，商用冷凍冷藏設備的溫控器已從單純的「開關控制器」演進為具備邊緣運算能力的「智慧大腦」。經由導入產業標準（如功能碼與 Modbus 通訊協定），我們得以獲取高品質的運轉數據，並精進控制策略，進而利用 AI 在以下七大關鍵領域實現產業升級：

- (一) 提升冰箱妥善率 (Availability Optimization)：傳統維修作業屬於「故障後反應」 (Breakdown Maintenance)，設備一旦停機，妥善率即刻下降，造成營運損失。
 1. AI 應用論述：經由 AI 模型即時監測壓縮機、庫內溫度與除霜週期。當系統偵測到異常徵兆（例如：降溫速度變慢、除霜時間異常拉長）時，AI 可在設備完全停機前發出「預警通知」，讓維修團隊在非營業高峰期進行處置。
 2. 效益：將非預期停機時間 (Unplanned Downtime) 降至最低，確保設備 24 小時維持可用

狀態，保障食品安全。

(二) 優化冰箱性能 (Performance Enhancement)：商用冷凍冷藏櫃面臨頻繁開門、商品負載變動等非線性干擾，傳統 PID 不適合使用在商用冷凍冷藏櫃。

1. AI 應用：導入自適應控制 (Adaptive Control)。AI 溫控器能學習該場域的「熱慣性特徵」（例如：判定是尖峰時段的頻繁開門，還是單純的補貨），動態調整機器運行之規則參數。
2. 效益：根據文獻指出，相較於固定參數控制，AI 輔助可減少溫度波動對食材品質的影響。

(三) 診斷冰箱「亞健康」狀態 (Sub-health Diagnosis)：「亞健康」是指設備尚未故障，但效能已衰退的狀態（如冷媒微漏、散熱片髒污、膠條老化），這是最難察覺的隱形能源殺手。

1. AI 應用：建立設備的數位孿生 (Digital Twin) 或健康模型。AI 會分析「標準降溫曲線」與「實際運轉曲線」的偏差。例如，若發現壓縮機達到相同冷度所需的

運轉時間 (Run-time) 逐月增加 5%，AI 即判定為「冷凝器髒污」或「冷媒不足」的亞健康訊號，並推播清洗或檢修建議。

2. 效益：在故障發生前消除隱患，使設備始終運行在最佳能效區間 (Best Efficiency Point)。

(四) 極致冰箱節能 (Deep Energy Saving)：除霜與過度冷卻係兩大耗能主因。

1. AI 應用智慧除霜 (AI Defrost)：經由感測器數據（溫差、運轉時數），精準判斷蒸發器是否結霜，實現「有霜才除，無霜不除」，杜絕定時除霜造成的熱能浪費。
2. AI 應用需量反應：結合電價資訊與店鋪營業時間，可在用電尖峰時期，進行短暫合理的降載，可以降低用電的契約容量。
3. 效益：綜合智慧除霜與運轉優化，實現 15%~30% 的節能效果。

(五) 技師的維修傳承 (Maintenance Knowledge Inheritance)：冷凍空調產業正面臨嚴重的人才斷層，資深

師傅的經驗難以量化傳承。

1. AI 應用：建立 AI 維修專家系統，經由標準化的「故障代碼 (Error Codes)」與歷史維修數據，可以將資深技師的診斷邏輯(例如：出現 E02 代碼代表溫度過高→判斷為散熱風扇故障)轉化為決策樹或知識庫。
2. 效益：新手技師藉由 APP 輸入故障現象或代碼，AI 即提供標準化檢修步驟與可能原因，降低對「老師傅直覺」的依賴，加速人才培育與技術標準化。

(六) 數位化檢修流程 (Digitalized Maintenance Workflow)：傳統紙本巡檢與手寫記錄效率低落且難以追溯。

1. AI 應用：結合行動裝置 App 與溫控器通訊功能。技師自動讀取溫控器內的「黑盒子數據」(過去 30 天的溫度累計時間、告警紀錄)。維修後，App 自動上傳維修工單與更換零件紀錄至雲端。
2. 效益：實現維修履歷的全面數位化，不僅符合危害分析重要管制

點(Hazard Analysis and Critical Control Points, HACCP)的溫度記錄法規要求，更讓管理者能追蹤每一次維修的成效。

(七) WEB IoT 平台管理(Centralized IoT Management)：對於連鎖體系而言，分散各地的數萬台設備管理是巨大挑戰。

1. AI 應用全景監控：戰情室儀表板(Dashboard)即時顯示全台門市設備狀態、即時溫度與告警情況。
2. AI 應用遠端治理：利用 Modbus 雙向通訊，管理者可遠端批量更新參數(例如：統一管理不同門市的參數設定)，無需派員逐店設定。
3. AI 應用資產生命週期管理：AI 分析各品牌設備的平均壽命與故障率，為採購部門提供數據支持，優化未來的設備採購策略。[7]
4. 效益：從「單點管理」升級為「網狀治理」，大幅降低管理成本，提升決策精準度。

以上論述基於 Modbus 協定之 IoT 數

據模型，可提供產業具體之技術解決方案，以實現預防性維護作業與需量反應。最後，經由 AI 技術與標準化溫控器的深度結合，不僅解決設備維修的問題，更是建構一項「設備－數據－人－決策」的智慧生態體系。此將徹底改變傳統冷凍冷藏產業的運作模式，實現淨零永續與營運效率的雙重勝利。

五、智慧節能運動的效益分析與數位轉型

在硬體標準化之外，控制演算法 (Control Algorithm) 的選擇，直接決定系統的動態響應與能效表現。冷凍空調控制標準化的最終目的不僅是單機節能，而是驅動整個零售產業的數位轉型 (Digital Transformation)。經由導入符合標準的智慧溫控器，發展智慧化控制策略，企業可實現顯著的節能效益。包含：

- (一) 精準溫控：減少溫度過低造成的電力浪費。
- (二) 行為改變：F57 等警報功能可糾正使用者（店員／顧客）的行為，減少冷氣外洩。

營運維護與勞務減量標準化帶來的最大變革在於「維運效率」。經由遠端監

測與故障碼分析，可過濾許多假性故障（如除霜中的溫度升高），減少技術人員非必要之出勤。智慧聯網系統可自動記錄溫度數據，並符合 HACCP 規範，取代店員手寫抄錄，讓店員專注於更高價值的服務。

當設備開始「說同一種語言」，企業就能累積具備可比性的長期運轉數據，建立「設備健康模型」。例如，經由分析壓縮機在同一負載下的降溫速度變化 (Cooling Rate Decay)，可以精準預測冷媒洩漏或壓縮機磨損的早期徵兆。這使得維修模式從「故障後維修」轉變為「預防性維護」，在食品損壞前先行處置，避免鉅額的商品損失。數據資產與預防性維護累積長期的運轉數據後所建立之「設備健康模型」，在食品損壞前進行預防性維修，正是零售業數位轉型的具體實踐。此外，在「智慧商店 IoT 設備管理系統」的應用場景中，標準化溫控器成為電網的重要節點。系統可以配合台電的需量反應措施。這不僅降低企業電費，亦為國家電網的穩定性做出貢獻。

六、未來展望與結論

目前本產業標準屬於「自願性實施」

性質，由臺灣智慧型電網協會會員率先採用。然而，隨著實證數據的累積與節能效益的驗證，這套標準極具參考潛力。若能將此標準推廣至法規層面，將能強制淘汰高耗能的舊式設備，推動全產業的結構性升級。

現階段應持續促進控制器製造商專注於硬體穩定性強化，軟體商專注於 AI 演算法與平台開發，維修商則能提升服務品質與反應速度。這種分工模式將培育出具備國際競爭力的「智慧能源管理解決方案」，具備向東南亞等熱帶國家輸出的潛力。在淨零碳排的國家目標下，商用冷凍冷藏設備的節能轉型刻不容緩。經由「功能指引」與「通訊介面指引」的雙重標準化，相關產業技術標準不僅可解決當前維運作業痛點，更開啟設備聯網與數據治理的大門。這是一場由產業技術標準引領的「智慧節能運動」，它將傳統冷冰冰的機器，轉化為懂得思考、能夠溝通的智慧資產，為企業創造永續價值，並為地球氣候行動貢獻實質力量。

參考文獻

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2021, Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
2. CNS 14068-1:2024，氣候變遷管理－轉型至淨零－第 1 部：碳中和。
3. Pasha, S., et al., 2018, Comparison of Fuzzy and PID Techniques in controlling a HVAC System, International Journal of Computer Applications, 179(14), 1-6.
4. Khodadadi, H., and Phillip, N., 2016, Fuzzy-PID Controller Applied to a Refrigeration System, World Scientific News, 57, 128-140.
5. 冷凍冷藏展示櫃溫控裝置產業標準 2023，臺灣智慧型電網產業協會。
6. CNS 14064-1:2021，溫室氣體－第 1 部：組織層級溫室氣體排放與移除量化及報告附指引之規範。
7. CNS 14067:2021，溫室氣體－產品碳足跡－量化之要求事項與指導綱要。

智慧城市治理下之智慧杆發展趨勢研究

張馨月／財團法人台灣經濟研究院助理研究員

劉芝婷／財團法人台灣經濟研究院研究助理

陳彥豪／財團法人台灣經濟研究院所長

一、序言

隨著物聯網、人工智慧、大數據與雲端運算的進展，智慧城市已成為全球城市治理的重要工具。智慧杆(Smart Pole)更是其中的核心基礎設施，透過結合 5G 微基站、環境感測器、影像監控、數位看板與電動車充電等功能，不僅能改善交通與治安，更能促進能源永續及城市管理數據化。

經濟部標準檢驗局（下稱標準局）於民國 111 年 9 月公告「5G 智慧杆系統技術規範」（包含互運性、結構安全、環境可靠度、安規、電磁相容、資安等）計 10 部規範，民國 112 年 2 月公告 5G 智慧杆自願性產品驗證 (Voluntary Product Certification, VPC)，同年 6 月公布「5G 智慧杆系統」國家標準，同年 8 月 31 日完成驗證規定之修正公告，民國 114 年 2 月公告修正 5G 智慧杆和掛載設備之自願性

產品驗證(VPC)。推動 5G 智慧杆自願性產品驗證之目的，包含協助產業落地與發展、確保產品安全及提升品質、強化廠商自主管理及產品責任、協助主管機關可採認 VPC 作為產品的檢測驗證證明等。

在智慧城市、永續能源與政府政策推動下，全球智慧杆市場自民國 110 年為新臺幣 2,119 億元，以年複合成長率 (Compound Annual Growth Rate, CAGR) 17.9%，成長至民國 120 年預估為新臺幣 1 兆 776 億元。109 年全球估計約有 3.6 億盞路燈，其中有連網的僅約 720 萬盞，占整體 2%，預估至民國 117 年全球將有 9,000 萬盞聯網智慧杆。世界各國包含美國、日本等國，均建置整合 5G+IoT 之智慧杆，並將攝影機、Wi-Fi 熱點、5G 基地臺、聲音辨識、人臉辨識、環境感測等裝置與智慧杆整合，使智慧杆具有環境安全、交通安全、智慧安防、犯罪防治、智

慧防救災之整合應用功能。

本文將分別從國際智慧杆發展趨勢、我國發展現況與推動策略，以及結論與建議等面向加以探討，剖析智慧杆作為智慧城市關鍵基礎節點角色，如何促進城市治理效能並推動數據生成與應用之持續發展。

二、國際智慧杆發展趨勢

在全球各國政府積極推動智慧城市基礎設施與應用布建的浪潮下，結合環保節能意識，智慧路燈已不再僅是單純的照明設備，它正迅速成為現代智慧城市中不可或缺的關鍵基礎設施，並且是連接城市神經網絡的核心節點。根據 Technavio 市場趨勢與數據，預期到 2026 年全球智慧杆市場規模上看 138 億美元，2021 到 2026 年的年複合成長率約為 19.9%；而 The Brainy Insights 於 2022 年發表報告，同樣指出智慧杆市場的成長趨勢，預估到 2030 年市場規模將達 411 億美元，2022 到 2030 年的 CAGR 為 19.8%。以下說明美國、日本推動智慧杆之發展現況。

（一）美國

為 2028 年奧林匹克運動會及殘奧會前成為全球領先智慧城市，洛杉磯市政府

推出名為 Smart LA 2028 的智慧城市策略計畫，核心在於透過科技與數位化轉型提升市民生活品質、政府治理能力與城市基礎建設效能。這一策略的設計既面向奧運物流與服務需求，也有利於長期永續發展與城市競爭力提升。計畫的願景建立於五大關鍵組成，涵蓋技術、服務、連結性、包容性與治理等面向，是 Smart LA 2028 願景的核心架構。

為了達到其智慧城市願景，洛杉磯街道照明局(Bureau of Street Lighting, BSL)將全市的 22.3 萬盞路燈裝置逐年轉換為節能 LED 路燈，目前在全市 98% 的路燈網路已轉換為 LED 燈，該項措施已每年帶給該市路燈節能 64%，並減少 6 萬 7 千餘噸的二氧化碳排放，為該市每年節省約 1,000 萬美元的能源；該市一直在改變城市提供街道照明的方式，並不斷探索新技術以提高居民的生活品質，在其路燈上提供更廣泛的服務應用以滿足居民的需求，包含加裝 5G、WiFi 供社區居民公共網路存取，安裝行人/車輛計數器。在離/尖峰時段調節道路路燈的亮度，並於該市空氣品質較差的區域的燈杆上，安裝空氣品質感測器，進行數據收集和研究，以改善當地的環境品質，利用路燈現有電路安裝電

動車充電站，以提高該市電動車使用率，並透過燈杆上的數位看板，提供緊急事件等即時訊息給民眾，如圖 1 所示。

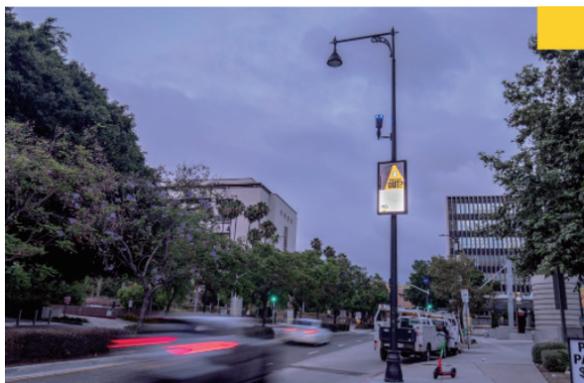


圖 1 美國洛杉磯智慧杆[1]

(二) 日本

1. 大阪萬國博覽會

在 2025 年大阪萬國博覽會的「未來都市展區」中，由關西電力(Kansai Electric Power Co., Inc., KEPCO)所展出的智慧杆，具體展示次世代城市基礎設施，在能源、資通訊技術 (Information and Communications Technology, ICT)及人工智慧物聯網 (Artificial Intelligence of Things, AIoT)等整合應用的最新進展。此項設施不僅是技術展示，更代表城市治理轉型的示範，揭示建構韌性、低碳、智慧化都市空間的具體實踐方式。

關西電力股份有限公司是日本三大

電力公司之一，總部設於大阪，主要服務區域涵蓋近畿地區。自 1951 年成立以來，關西電力致力於提供穩定的能源服務，其業務橫跨電力、天然氣、通訊及再生能源等領域。近年來，該公司積極投入智慧城市與低碳能源轉型，並在 2025 年大阪萬博中展示多項創新技術，包括融合風光發電與 AIoT 的智慧杆，如圖 2 所示，展現其技術領先與永續經營的理念。



圖 2 2025 年大阪萬國博覽會「未來都市展區」智慧杆[2]

關西電力在 2025 年大阪萬博中所展示的智慧杆，不僅為都市環境提供多元功能的支撐架構，更透過 AIoT 與再生能源

融合實現碳中和與智慧治理雙重目標。未來，若能結合更多城市資料治理與跨系統協同設計，此類設施將進一步深化城市數據驅動決策的技術基礎，為全球智慧城市發展提供具體、可量產模型。根據「臺灣鈣鈦礦研發及產業聯盟」的報導[2]，該智慧杆結構設計與工程特性包含如下：

- (1) 頂部風能轉換模組：此系統配置一組圓環型垂直軸風力渦輪機(V_{ertical} axis wind turbine, VAWT)，具備低起動風速與多向風捕捉能力，適合都市複雜風場環境下運作，實現分散式風能利用。
- (2) 杆身整合太陽能：柱體外層覆蓋軟性鈣鈦礦基薄膜型太陽能電池模組。這類材料具備低溫製程、高比功率(power-to-weight ratio)、輕量與可撓特性，不僅適合非傳統安裝表面，亦能作為次世代建築整合型太陽能(Building-integrated photovoltaics, BIPV)解決方案的核心理論之一，提升城市結構的能源自足能力與設計彈性與可撓特性，為次世代建築整合型太陽能提供理想方案。
- (3) 頂端感測與保護零件：透明構件為避雷針與多功能環境感測器整合單元，

具備氣象、空氣品質等數據收集能力，強化風險管理與智慧監控效能。

- (4) 工業極簡設計：設備採用現代極簡風格，兼具城市美學與模組化安裝特性，利於未來大規模部署與維護。

2. 日本小田原市—數位田園都市國家構想



圖 3 小田原城前設置之智慧杆[3]

數位田園都市國家構想-小田原市專案，從 2023 年至今，由政府與業者合作，

包含小田原站前商店街協會、NEC、日本街道照明製造株式會社等，透過推動數位化基礎設施，縮小城鄉差距，利用數位技術解決地區問題，提高地區吸引力。融入傳統意象，強化在地文化認同，將智慧杆設置於商店街觀光熱區，如圖 3 所示，提供遊客與居民的使用體驗並提升廣告效益，可分析人流、性別、年齡追蹤行銷宣傳及活動效果，於災害時提供衛星 Wi-Fi 與災害警示通知，具備公共安全功能。

三、我國發展智慧杆現況與推動策略

5G 智慧杆做為智慧城市核心 AIoT 節點，整合路燈、交通號誌、視訊監控、資訊發布、感測設備與通訊功能，實現「多杆合一」及公共基礎設施智慧化。進而支持 AI 感知與邊緣運算，促進數據治理、城市安全韌性與行政效率提升，並帶動在地系統整合、資安服務、設備製造與 AI 影像分析等產業鏈發展，形成可擴散之智

慧城市服務模式。5G 智慧杆技術規範透過模組化、標準化與互運性設計，可降低客製化與維運成本，提升系統擴展能力，並加速跨局處智慧應用導入，形成具成本效益與可持續營運的智慧基礎建設模式。

標準局於民國 111 年 9 月公告「5G 智慧杆系統技術規範」（包含互運性、結構安全、資安、環境可靠度等）計 10 部標準，民國 112 年 2 月公告 5G 智慧杆自願性產品驗證，同年 6 月公布「5G 智慧杆系統」國家標準，同年 8 月 31 日完成驗證規定之修正公告，民國 114 年 2 月公告修正 5G 智慧杆和掛載設備自願性產品驗證(VPC)。圖 4 為我國智慧杆計畫定位與推動策略，有關標準局推動之 5G 智慧杆檢測標準及驗證研究計畫，係透過智慧杆技術規範制定、建置檢測能量、推動商品驗證等方式，協助相關產業落地與發展、確保產品安全及提升品質、強化廠商自主管理及產品責任、協助主管機關採認 VPC 作為產品檢測驗證證明等。

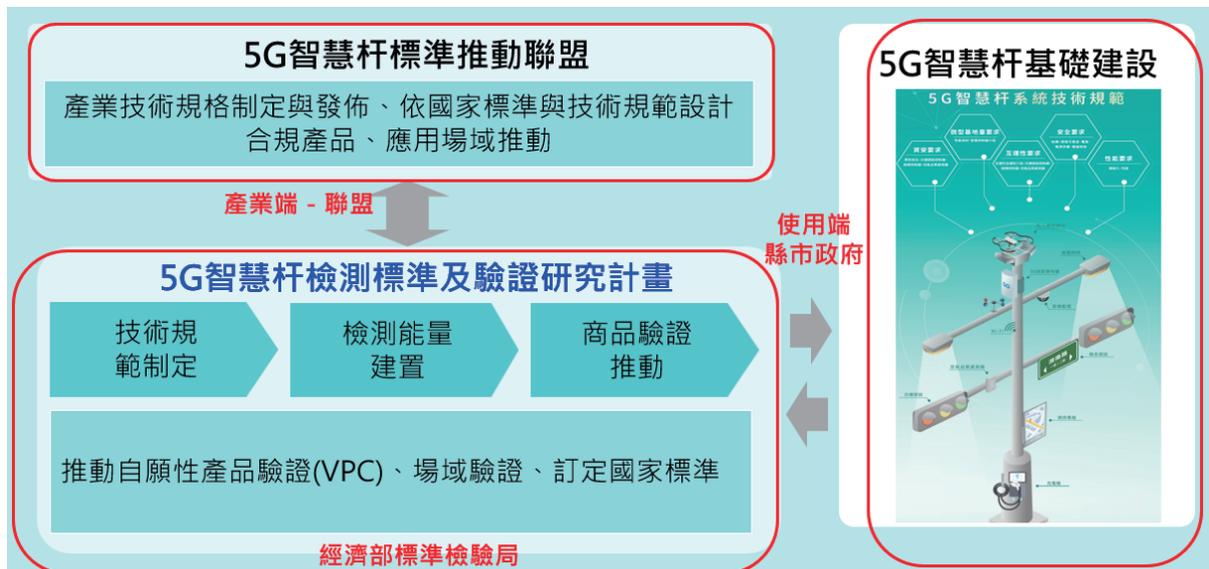


圖 4 我國智慧杆計畫定位與推動策略

有關 5G 智慧杆系統技術規範架構，詳如圖 5，以下將個別簡述智慧杆技術規範所考量的 5 大自願性產品驗證的面向。

(一) 互運性要求

係針對智慧杆系統中各子系統，透過網際網路協定(IP)進行通訊之功能性要求加以規範，涵蓋通訊介面規格、通訊協定種類、資料格式及資料交換方式等項目。物聯網設備、網路設備、代理伺服器、組態伺服器及應用伺服器，均應依本規範實作，以確保智慧杆系統整體之互運性，促進不同設備與系統間之有效整合與協同運作。

在系統運作機制上，物聯網設備應可

自動接入智慧杆迴路區域網路並取得網路存取權限，相關流程原則上採自動化執行，無須預先設定設備 IP 位址或組態伺服器位址。組態伺服器可自動取得物聯網設備之詮釋資料，進行身分鑑別、網路存取授權管理及設備運作狀態監控；組態伺服器與應用伺服器並得採分散式架構設計，依實際需求彈性擴充，不受限於單一中央管理系統。此外，管理機關及其他資料共享平臺，可依需求取得物聯網設備管理資訊與應用服務相關資料，以支援跨系統管理與資料共享。

(二) 安全要求

安全要求包含結構與模組設計、環境

可靠度、電氣安全及電磁相容要求等四大項，分別規範智慧杆設備與模組之結構穩定性、戶外耐候與可靠度、電氣防護與用電安全，以及 5G 智慧杆相關電機電子設備之電磁相容性，確保產品於長期戶外使用下能維持安全、可靠且正常運作。

在結構與模組設計方面，針對杆體部分訂定外觀形式、材質、尺寸誤差、厚度、拉伸、彎曲、結構疲勞、抗風、耐震、防鏽、鹽霧等設計與安全要求；於箱體及系統整合模組化部分，除電壓、電流、功率、尺寸、溫濕度、耐電壓等基本規範外，並進一步納入接地電阻、散熱效能與環境防護（如植物及蟲害）等要求。同時，因智慧杆長期暴露於高溫、高濕、日曬、鹽害與颱風等嚴苛戶外環境，研擬環境可靠度之要求與測試驗證流程，以確保杆體、箱體及掛載設備於實際場域中仍可維持正常運作。

在電氣安全與電磁相容性要求方面，電氣安全部分參考 CNS 15598-1、CNS 15511-1 等標準，規範電擊防護、耐濕性、絕緣電阻、接觸電流、溫升及漏電保護與接地等測試項目，並要求智慧杆基座接地電阻符合相關用電設備規定，以確保整體用電安全。此外，針對電磁相容性(EMC)

要求，考量智慧杆內外電磁環境複雜，須確認設備不受外界干擾且其輻射散溢符合限制值，爰規劃各類附掛設備符合其適用之 EMC 基本標準；當設備使用環境未明確定義時，原則採最嚴格之放射與抗擾度試驗條件，以確保產品可於各類場域安全部署並符合產業實務需求。

（三）資安要求

參考國際物聯網資安與工業控制網路安全標準（如 IEC 62443），制定 5G 智慧杆系統、相關網路通訊設備及產品端，應遵守之資訊安全要求，包含執行測試規定及測試程序等。

（四）性能要求

主要制定 5G 智慧杆掛載設備之基本性能要求與試驗方法，以確保智慧杆系統整體運作功能之穩定與正常；同時，為推動智慧杆產業朝向模組化發展並降低產業建置成本，進一步規範模組化智慧杆之杆體與箱體結構設計要求，使杆體、箱體及掛載設備間得以快速組裝，並利於後續擴充、維運與管理。

（五）微型基地站要求

因應目前開放性無線接入網路(Open Radio Access Network, O-RAN)產品穩定

性不足、開放架造成問題不易快速除錯以及資安議題，造成廠商開發時程延遲，產品品質不穩定並失去國際競爭力，參考國際 O-RAN 聯盟整合完成國內 5G O-RAN 微基站符合性(Conformance)、互運性 (Interoperability)、資安 (SeCurity Assurance Specifications, SCAS)測試規範供國內廠商產品開發及測試時參考使用，並建置測試能量試行規範，以完善規範之適用性與完整性，並作為實驗室之測試依

據。為協助國內網通廠商將 O-RAN 產品順利推向市場，應考量 O-RAN 產品與核網（尤其是實際場域）介接時的介接入網測試，如功能、效能、壓力與資安等面向，參考國際與國內電信業需求與做法，整合完成 O-RAN 設備軟體定義介接測試規範，供國內廠商產品介接測試時參考使用，並作為實驗室或場測驗收之測試參考與依據，藉以有效縮短 O-RAN 產品於國內外市場介接入網測試驗證之時程。

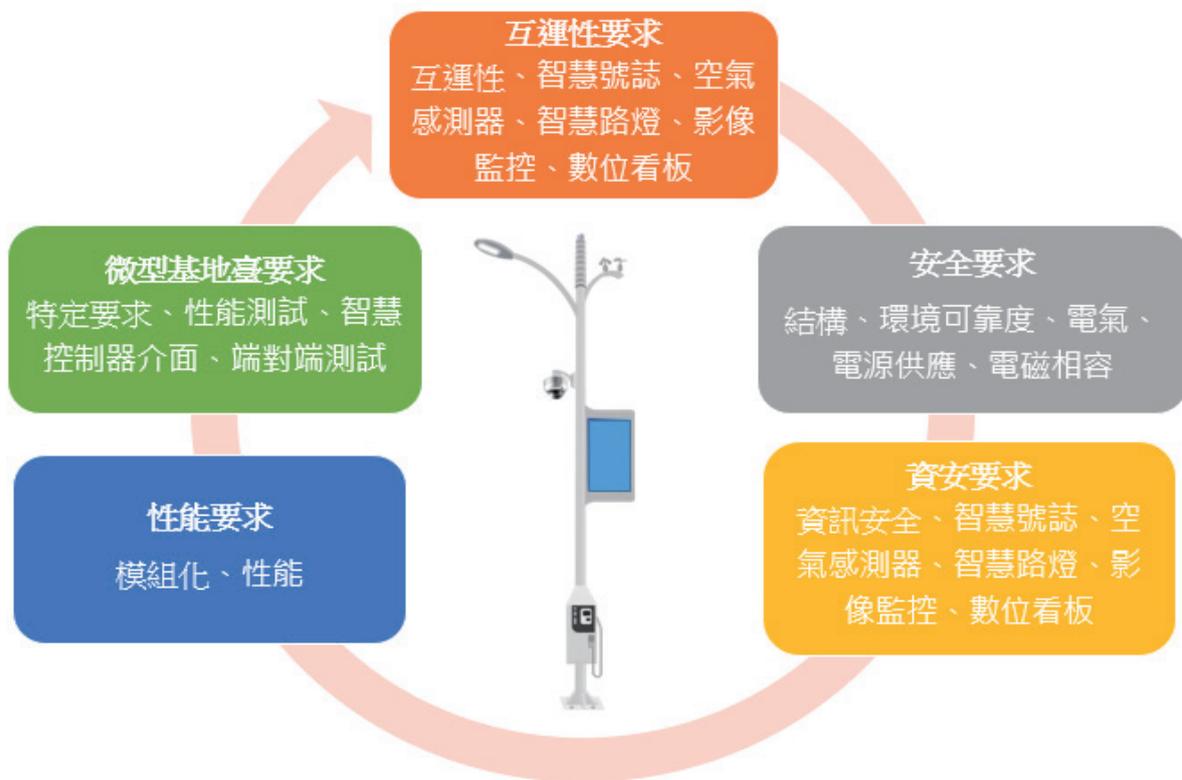


圖 5 5G 智慧杆系統技術規範架構

四、結論與建議

5G 智慧杆已由單一公共設施，進階成為智慧城市之關鍵 AIoT 基礎節點，透過「多杆合一」架構整合通訊、感測、影像與資訊服務，支撐 AI 感知、邊緣運算與即時決策，對提升城市安全韌性、公共服務效率與數據治理能力具關鍵作用。我國透過「5G 智慧杆系統技術規範」自願性產品驗證制度之建構，已逐步建立完整之標準、檢測與驗證體系，引導產業朝模組化、標準化與互運性發展，降低系統建置與維運風險，並促進智慧城市應用之規模化與可持續推動。

我國目前已藉由推動「5G 智慧杆系統技術規範」之自願性產品驗證，建構完善的標準化、檢測與驗證體系，並透過與產業及縣市政府合作交流，持續研析供需端之共識與可行之布建模式，未來將精進

5G 智慧杆技術規範，滾動調整互運性、結構安全、通訊、安規、電磁相容與資安等項目，以回應智慧城市數位化與跨系統整合之需求。

五、參考文獻

1. 洛杉磯街道照明局官方網站，取自 https://lalights.lacity.org/connected-infrastucture/smart_poles.html (114/11/4)
2. 臺灣鈣鈦礦研發及產業聯盟，114，跟著聯盟一起 GO，前進大阪看萬博！關西電力:智慧電桿，取自 <https://www.tpria.org/post/20250509003> (115/2/11)
3. 小田原市，113，日本岸田政府的數位田園都市國家計畫_小田原市安裝智慧杆，取自 https://www.city.odawara.Kanagawa.jp/press/detail.php?prs_id=12691 (115/3/13)

再生能源憑證新制簡介

鄒采晏／財團法人台灣商品檢測驗證中心

一、前言

在全球追求淨零轉型的趨勢下，使用再生能源成為企業提升競爭力的重要策略，許多大型國際企業承諾使用 100% 再生能源，並鼓勵供應商逐步提高再生能源之使用，進而帶動國際綠色供應鏈形成，因此國內企業對再生能源憑證需求日益漸增。

經濟部標準檢驗局（下稱標準局）推動之再生能源憑證 (Taiwan Renewable Energy Certificate, T-REC) 是國內唯一官方綠電證明，不僅是再生能源電力具公信力之身分證明，更提供企業在溫室氣體盤查及編撰永續報告 (ESG Report) 時，具權威性之核算依據。

二、新制推動背景

因應經濟部能源署開放再生能源自用發電設備（太陽光電第二、三型）可透過再生能源售電業，轉售給綠電需求用

戶，致使再生能源憑證發電設備（下稱發電設備）申請數大幅增加，標準局國家再生能源憑證中心（下稱憑證中心）受理發電設備申請量自 112 年 320 案到 113 年驟增至 1,110 案。標準局為擴增發電設備查核量能並兼顧行政管理品質，規劃推動再生能源憑證「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」。

此外，企業表示再生能源憑證應用於不同用途時，有統計時間區間不同的需求，故為協助企業依不同需求組合綠電使用區間，標準局推動「憑證零股化」，使企業可依不同宣告單位之結算期間，選擇對應的憑證進行環境效益宣告。

因此標準局於 114 年 5 月 26 日修正公布《再生能源憑證實施辦法》及 114 年 6 月 25 日修正《再生能源憑證申請及管理作業程序》，另配套於 114 年 6 月 4 日發布《再生能源憑證發電設備查驗機構認可作業要點》，以推動上述再生能源憑證新制。

三、新制重點

(一) 因應申請憑證之發電設備數量急遽成長－導入「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」

1. 查驗機構認可制度

自 106 年開始，發電設備申請案件之文件審查及現場查核均由憑證中心辦理。後為因應案件數量快速成長，標準局自 114 年 7 月 1 日起導入並實施「查驗機構認可制度」，原由憑證中心辦理之發電設備現場查核等作業改由經標準局認可之查驗機構執行，以擴增查核量能並提升再生能源憑證制度之查核與行政效率。申請人須取得查驗機構出具之發電設備查核報告後始得向憑證中心申請核發憑證。後續之追蹤查核亦由查驗機構定期執行，必要時得由標準局不定期為之[1] [2] [3]。

2. 分級管理機制

新制搭配發電設備裝置容量「分級管理機制」，依發電設備之裝置容量大小，採行不同強度之審查與管理方式。針對未滿 1 MW 之轉供發電設備，可透過自行評估機制，使購電企業得提早滿足使用憑證需求[1] [2] [3]，說明如下：

(1) 正常流程

正常流程適用所有發電設備，憑證申請人須先向認可查驗機構進行發電設備查核，檢附查驗機構出具之發電設備查核報告及公司或工廠設立登記文件、發電設備等相關證明文件，才能向憑證中心申請憑證。憑證中心進行文件審查，確認無誤後始得核發再生能源憑證。

(2) 快速通關流程

裝置容量未滿 1 MW 之轉供發電設備，且所屬員工取得標準局核發之自評人員訓練合格證書則可採用此流程。

憑證申請人可先行對發電設備進行自行評估，並將完成之自行評估報告及相關文件送交認可查驗機構進行文件審查。經審查合格後，申請人可暫以查驗機構核可的自行評估報告及相關文件向憑證中心提出憑證申請，經文件審查確認無誤後，即可開始累計電量並核發再生能源憑證。

其後，申請人須自行向查驗機構排定查核時程，並依規定期限補提查驗機構核發之查核報告。其中，裝置容量未滿 500 kW 者應於 6 個月內補提查核報告，500 kW 以上未滿 1 MW 者則應於 3 個月內補提查核報告（憑證申請流程如圖 1）。

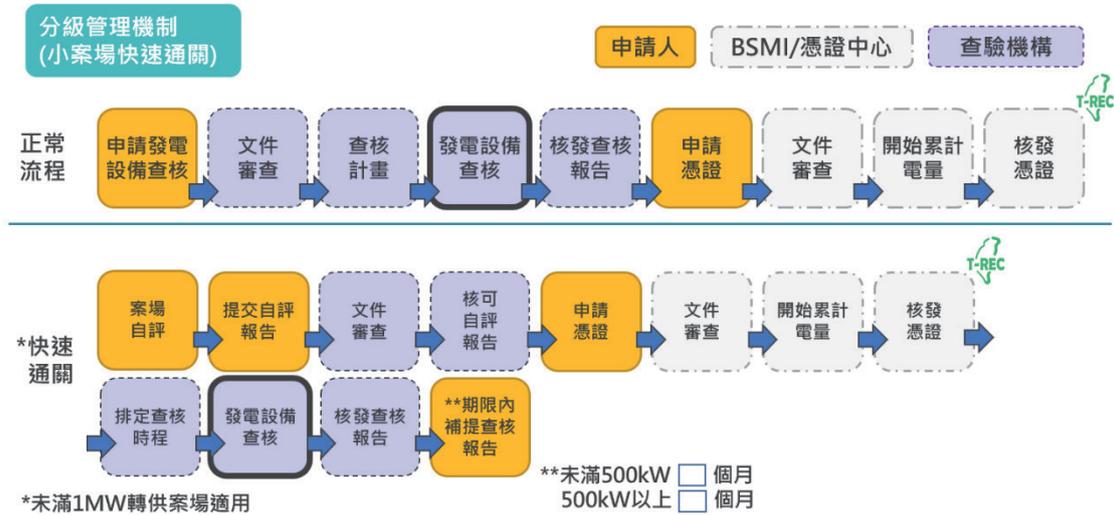


圖 1 再生能源憑證申請流程 [4]

表 1 新舊制度主要差異比較

比較項目	發電設備查核報告出具單位	分級管理機制
舊制度	憑證中心	無
新制度	標準局認可之查驗機構	有，依發電設備之裝置容量大小採行不同強度之審查與管理方式，以利購電企業提前滿足憑證使用需求

新舊制度主要差異在於發電設備報告出具單位及分級管理機制，如表 1。

（二）回應多元市場需求：憑證零股化

隨著全球淨零趨勢加速，綠電使用已成為企業參與國際供應鏈的必要門檻。企業在面對國際客戶、進行溫室氣體盤查、履行用電大戶義務或參加各類獎項時，面臨多元的數據結算標準，例如美國年度會

計結算為 10 月；日本年度會計結算多為 4 月；國內用電大戶、排碳大戶計算區間為每年 1 至 12 月；EPEAT（美國環保署第一項提供電子產品採購的環保準則之自願性標準）可於提報年度前 6 個月至提報年度後 3 個月之範圍內擇定連續 12 個月之發電量計算。

過往憑證採「1,000 度累計一張」之核發機制，電量累計滿 1,000 度始得核發

一張憑證，未滿 1,000 度之餘數則留至次月份持續累計，難以精準切分各月份再生能源電量數據。

為回應市場需求，標準局打破過往「1,000 度累計為一張憑證」的限制，於 114 年 5 月 26 日修正《再生能源憑證實施辦法》增訂「得視需要核發電量未滿一千度之憑證」 [3]。

實務運作差異以圖 2 為例，於非零股化制度之下，若 N 年 11 月發電 600 度、12 月發電 300 度，因累計未滿千度皆無法核發憑證；須待 N+1 年 1 月發電 1,100 度後，合併累計共 2,000 度，始得一次核發 2 張憑證。該憑證記載之發電區間將橫跨 N 年至 N+1 年，且未能區隔各月電量；新制採每月結算實際發電度數，N 年 11 月之 600 度與 12 月之 300 度，可於當月

即核發對應度數之憑證；N+1 年 1 月之 1,100 度，則核發一張 1,000 度標準（整股）憑證及一張 100 度零股憑證。透過此機制，憑證中心將依每月實際核發之張數向申請人收取審查費，不僅提升管理精準度，更提供企業依需求可靈活組合綠電使用區間之彈性。

「憑證零股化」機制自 115 年 1 月起正式實施，憑證按月結算核發，當月發電量不足 1,000 度也能申請憑證核發，不浪費每度綠電價值，並提高制度彈性與管理精準度，協助企業依據不同國際規範或客戶要求的年度會計區間，精準組合所需的綠電憑證數據，亦使市場交易更具彈性，買賣雙方可依據實際需求進行憑證交易。新舊制度在電量呈現方式之差異如表 2。

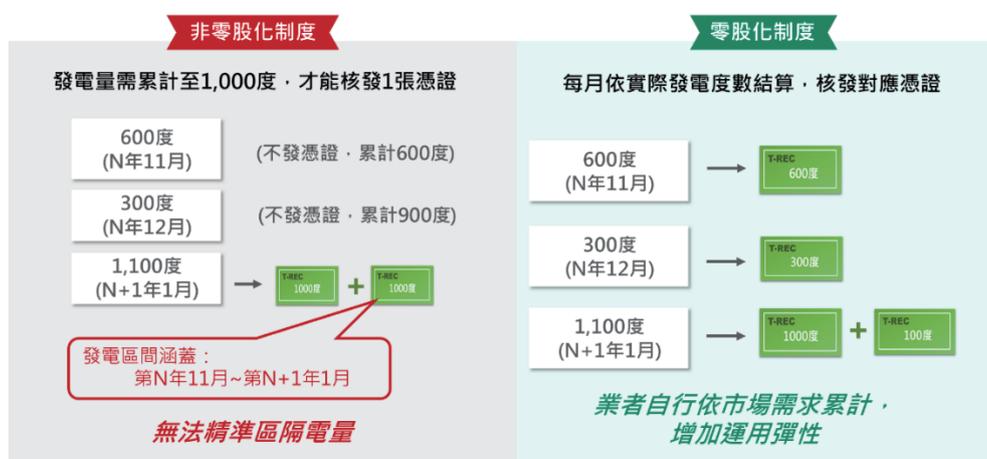


圖 2 憑證零股化執行方法示例

表 2 零股化新舊制度比較

比較項目	憑證核發方式及登載之電量	憑證中心官網顯示方式
舊制度	每累計「1,000 度」核發一張憑證	以「張」為單位 例如：1 張
新制度	每月依實際「度數」核發憑證，即使未滿 1,000 度亦可核發	以「MWh（千度）」為單位 例如：單月轉供 2,345 度電，將顯示為 2.345 MWh（千度）

四、推動措施

（一）「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」

1. 辦理新制說明會、查驗機構認可評鑑作業及自評人員教育訓練

為順利推動新制，標準局於 114 年 4 月 14 日舉辦再生能源憑證新制說明會，針對再生能源憑證實施辦法修正草案重點、查驗機構認可制度與分級管理機制進行說明，並於會後回復業者提問。

後續並辦理「再生能源憑證發電設備查驗機構」認可評鑑作業，以提升發電設備查核品質與查核效率。另為協助憑證申請者其所屬員工順利取得發電設備自行評估資格，並提升其自評報告之品質與通過率，標準局 114 年共辦理 6 場次的「再生能源憑證自評人員教育訓練」，獲得業

界熱烈響應。課程內容包含「再生能源憑證制度介紹」、「自評作業實務說明」以及「案例演練與討論」。課程要求學員全程參與，並且必須通過最終筆試方可取得由標準局核發之合格證書（證書效期為 3 年），作為執行再生能源發電設備自評作業之專業資格依據。

透過專業課程培訓，協助學員瞭解自評流程與審查重點。期望在維持查核品質嚴謹性的基礎上，使申請人提早取得再生能源憑證，進一步強化整體運作之便捷性。

未來標準局將持續依據市場需求與法規變動，定期更新課程內容並持續辦理，以確保參訓人員的專業能力及實務操作符合最新標準，期望有效建構專業且穩定的自評作業量能，進一步提升發電設備查核的效率與正確性，優化整體綠電憑證制度之運作。



圖 3 再生能源憑證自評人員教育訓練－114年7月2日南部場

2. 實施舊制轉新制便民服務：建置一鍵式移轉系統功能

隨著查驗機構認可制度正式上路，憑證中心針對制度實施前已向該中心提出申請，但尚未完成現場查核之案件，建置「發電設備案件移轉至查驗機構網站」之一鍵式系統移轉功能。

申請人得於憑證中心官網「我的發電設備列表」中直接點選轉至查驗機構申辦，系統即依發電設備所在地區，將既有申請資料自動移轉至對應查驗機構網站之發電設備暫存區。前述一鍵式移轉機制，使欲改採認可制度之申請人無須重複填寫資料或重新上傳文件，即可銜接後續查核程序，大幅簡化申辦流程。案件經查

核合格並完成相關費用繳納後，即可進行電量累計。自用發電設備之電量傳送方式分為自動回傳與非自動上傳兩種，建議優先採用自動回傳，以降低人工誤差與爭議；併網型直供或轉供發電設備之電量，則由憑證中心按月向台電公司調閱並完成登錄 [5]。

3. 辦理查驗機構一致性會議

114年7月起，再生能源設備查核改由標準局認可的第三方查驗機構執行，為掌握各檢查人員現場查核作業所遭遇的情況，並宣導憑證中心審核查核報告時常發現問題的注意事項，另外，為使各查核機構辦理再生能源憑證現場查核之驗證作業一致性，因此標準局定期召開再生能

源憑證發電設備查核作業一致性會議。

114年7月新制上路後共辦理5場次「再生能源憑證發電設備查核作業一致性會議」，各次會議皆採實體與線上混合模式辦理，邀請認可查驗機構執行再生能源發電設備查核之人員與會，討論查核過程遭遇之問題與處理原則，以維持發電設備查核作業一致性。

（二）憑證零股化

1. 辦理新制說明會

為順利推動新制，標準局於115年1

月15日以實體併線上方式舉辦再生能源憑證制度精進說明會（計有33人實體及446人線上參與），針對憑證零股化進行說明，並於會後回復業者提問。

2. 建置零股憑證系統功能

配合制度變革，憑證中心同步優化系統介面，將官網公開資訊中核發量與成交量之統計單位，由原先的「張」調整為「MWh(千度)」，以呈現更直觀的數據資訊。其他詳細調整重點，請參考表3。

表3 憑證零股化系統介面調整重點

系統介面	調整說明
官網公開資訊	核發量與成交量之「張數」改為「千度數 (MWh)」
發 / 用電量確認	【轉供發電設備】： 1. 電量檢視頁面新增「度數 (kWh)」欄位 2. 轉供歷程將同步呈現「整股憑證張數」與「零股憑證張數」 【自用發電設備】： 依據業者當月回報之「區間電量」，進行結算
憑證管理	憑證資訊新增「度數 (kWh)」欄位
憑證交易與宣告	憑證編碼新增「整股/零股」篩選器，並顯示區間憑證之實際度數 (kWh)
憑證媒合競標	賣方需選擇欲出售憑證，並填寫底價(元/度)；買方選擇欲投標的憑證

最小交易單位為【張】

五、推動成果與結論

自114年7月1日實施「查驗機構認可制度」與「分級管理機制」迄今，標準

局認可3家查驗機構，包含財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人台灣大電力研究試驗中心及財團法人金屬工業研究

發展中心一起投入現場查核與文件審查作業；114 年辦理的自評人員培訓課程，總計有 209 人參加，191 人通過考試取得證書，通過率為 91.3%。

檢視新制自 114 年 7 月上路後半年的執行成果，發電設備審查量能顯著提升。統計至 114 年底，114 年上半年（1 月至 6 月）通過查核之發電設備數量為 1,749 件，下半年（7 月至 12 月）在新制推動下，通過查核之發電設備數量增至 2,313 件，成長幅度達 32%。

「憑證零股化」機制亦於今（115）年 1 月正式啟動，我國綠電交易將邁入更靈活、更精準的時代，透過「按月結算」與「核發未滿千度憑證」之彈性機制，賦予企業更高的憑證運用彈性，使其能依據特定國際規範或客戶要求之會計區間，精準組合所需的綠電憑證數據。提升憑證的精準度與透明度，為我國企業接軌國際趨勢奠定穩固根基。

標準局未來將持續關注國際趨勢與產業需求，滾動檢討制度、強化人員培訓

及優化數位平台等措施，不斷精進制度，建構健全、透明且高效的再生能源憑證制度，活絡國內綠能交易市場，支持臺灣淨零轉型之推動。

六、參考文獻

1. 再生能源憑證發電設備查驗機構認可作業要點，114 年 6 月 4 日。
2. 再生能源憑證申請及管理作業程序，114 年 6 月 25 日。
3. 再生能源憑證實施辦法，114 年 5 月 26 日。
4. 國家再生能源憑證，一般申請流程與快速通關（適用未滿 1MW 轉供案場）申請流程圖，取自：<https://www.trec.org.tw/documents/381/ee53bd41-be2d-4e84-be4b-0471102eb274> (115/1/30)
5. 廖音筑，114，查驗機構認可制度作業流程簡介，再生能源憑證中心電子報，第 33 期，9-13，取自：<https://www.trec.org.tw/epaper2/download/50f15fec-7481-4a5a-ae53-d759f1bfbe4d>(115/1/20)

綠色天空新燃料： 認識永續航空燃油(SAF)

張耿豪／經濟部標準檢驗局新竹分局化工產品科科长

一、前言

航空運輸雖僅占全球二氧化碳排放約 2% 至 3%，但其高成長性與高單位排放特性，使其成為國際間碳排治理的重要焦點。尤其在國際航班中，由於運輸碳排放不易歸屬於單一國家，因此需由國際機構進行統一規範與協調。

國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 於 2016 年通過「國際航空碳抵換及減量計畫」(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)，要求各會員國航空公司自 2019 年起開始持續監測、報告與驗證排放量，並於 2027 年開始實施義務性碳抵換。同時，國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, IATA) 也訂下 2050 年淨零排放目標，呼籲全球航空產業透過技術進步、營運效率改善、替代燃料使用等方式

減碳。此外，歐盟於 2021 年推出「Fit for 55」減碳計畫，設定至 2030 年減碳總量相較於 1990 年降 55%，其中一項重要策略是「ReFuelEU Aviation」，要求航空產業擴大使用永續航空燃油 (Sustainable Aviation Fuel, SAF) 的比例，作為歐盟在航空領域實施減碳策略之一。

SAF 是指由可再生或廢棄原料生產，能顯著降低生命週期溫室氣體排放的航空用燃料。SAF 可直接與傳統石化航空燃料 Jet A 或 Jet A-1 混合使用，在眾多脫碳路徑中，SAF 可透過現有基礎設施進行配送與使用，被視為最具潛力、可立即實施且不需更改飛機與基礎設施的重要策略。

二、永續航空燃油標準與技術

(一) ASTM D7566[1] 含合成烴航空 燃油

ASTM D7566 是含合成烴航空燃油

的標準規範，於 2009 年由美國材料試驗協會(ASTM)發布，目的是確保替代航空燃料的安全性與性能，使其可安全添加並替代傳統航空燃油。此標準整合了多種生質及合成航空燃料的技術規範，確保這些燃料在飛行、運輸與保存過程中不影響飛機性能。

SAF 的原料多元，主要包括了動植物油、藻類油脂、廢棄油脂（如廢食用油）、合成氣、酒精類生物質（如糖類或纖維素經發酵產生）及其他料源等。目前國際上通過認可的 SAF 主要分類與技術路徑，規範於 ASTM D7566 附錄 A 中，整理如表 1。

表 1 ASTM D7566 認可 SAF 路徑[1]

附錄章節/ 技術路徑	縮寫	原料來源	最高 混合比
A1/ 費托氫化合成石蠟煤油	FT-SPK	合成氣（煤、天然氣、生質氣化）	50 %
A2/ 氫化酯類及脂肪酸類之合成石蠟煤油	HEFA-SPK	植物油、動物脂肪、廢食用油	50 %
A3/ 氫化發酵糖之合成異烷烴	SIP	糖類（蔗糖、澱粉水解液）衍生之金合歡烯所生產的金合歡烷	10 %
A4/ 非石油來源之加芳烴合成石蠟煤油	SPK/A	非石油來源輕質芳香烴（生質氣化、廢塑膠回收、CO ₂ 合成路徑）	50 %
A5/ 醇轉航燃之合成石蠟煤油	ATJ-SPK	酒精（乙醇、丁醇等，來自生質發酵或工業副產）	50 %
A6/ 脂肪酸類水熱轉化之合成煤油	CHJ	動植物油脂、廢油脂	50 %
A7/ 氫化烴類、酯類及脂肪酸類之合成石蠟煤油	HC-HEFA SPK	藻類油脂	10 %
A8/ 含芳香族的醇轉航燃煤油	ATJ-SKA	C2-C5 酒精（單一或混合），來源同 ATJ 原料	50 %

考量安全性、材料相容性與燃料性能，有關 ASTM D7566 所規範的 8 種技術所生產的燃油目前須與傳統 Jet A、Jet A-1 等航空燃油混合方能使用，每種技術的最高混合比例要求也有所不同。

在各路徑中，以 HEFA-SPK 是目前最成熟、商業化程度高及成本最低的方式，但其來源的廢食用油取得有限，產能擴充不易；其他的路徑亦有類似問題，例如：FT-SPK 受到生質廢棄物、煤或天然氣限制、SIP 與食品及農業品競爭、SPK/A 受限於生物質或廢棄物、ATJ-SPK 及 ATJ-SKA 受生物質限制、CHJ 受油脂供應限制、HC-HEFA SPK 有藻類培養技術困難等等。

目前有一種技術可不受原料限制，其名稱為電轉液(Power-to-Liquid, PtL)，將風能、太陽能等再生能源轉換成液態燃料。其基本過程是利用再生能源產生的電力進行水的電解，製造出綠色氫氣，然後將這些氫氣與從空氣或工業排放中捕捉的二氧化碳結合起來。接著，通過一系列合成氣製程，如 FT-SPK 合成反應，將原料轉換成液態碳氫化合物，最終精製成 SAF。此技術實現了由電力向液體燃料的轉換過程，是重要且具前瞻性的技術路徑之一。

ASTM 專家委員會專責航空燃料標準之工作小組，每年召開數次技術審查會議，針對新製程、新原料進行安全測試與資料審核，確保符合航空安全要求。SAF 新技術進入 ASTM D7566 附錄前，必須通過 ASTM D4054[2]技術驗證程序。ASTM D4054 是「新型航空渦輪機燃料及燃料添加劑之認可標準作業規範」(Standard Practice for Qualification of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives)。它的核心目的是確保任何新燃料（如 SAF）在商業使用前，能夠安全、可靠地運作於現有航空器與基礎設施。評估流程包含實驗室測試、引擎測試、飛行測試，所有測試結果需完整記錄，提交 ASTM D4054 專家委員會審核。必須證明新燃料與 Jet A/Jet A-1 物理化學特性相容，且不會對飛行安全與引擎性能造成風險。

（二）ASTM D1655[3]航空燃油

ASTM D1655 為航空燃油(Jet A/Jet A-1)品質要求的標準規範，其中在 Annex A1 中納入了共煉製程(Co-Processing)相關內容，此技術使煉油廠能在既有基礎設施下摻混生質原料進行生產，無須建構全新製程線，具備較高的經濟性與實務可行性，相關料源及摻配上限整理如表 2。

表 2 ASTM 1655 Co-Processing 種類[3]

Annex 章節	原料類型 / 製程來源	原料摻配上限	成品摻配上限
A1.2.2.1	酯類及脂肪酸（單/雙/三甘油酯、游離脂肪酸、脂肪酸酯）	< 5 vol%	< 5 vol%
A1.2.2.2	費托製程（鐵或鈷催化合成氣製烴）	< 5 vol%	< 5 vol%
A1.2.2.3	經加氫處理的酯類及脂肪酸所衍生之烴類	< 24 vol%	< 10 vol%

共煉是石油煉製業者在邁向能源轉型過程中的過渡性方案。此方式是最簡易、快速，僅需將現有生產線做出些微調整，即可投入生產。目前國內業者台塑公司已於 2025 年開始以共煉方式生產航空燃油，以因應目前國內航空業所需；而中油公司亦已著手進行產線調整，預定於 2026 年第 2 季供應共煉方式生產 SAF。目前生產 SAF 最具成本效益的原料是廢食用用，惟廢食用油的來源是否可穩定供應，為未來將面臨的挑戰，且其僅允許最高 5% 之低摻配比，亦將逐漸難以滿足逐年增加的減碳目標。

（三）其他國際相關標準

DEF STAN 91-091[4]是英國國防部 (MOD) 制定的航空渦輪機燃料標準，主要適用於軍用航空器，但也被民航界廣泛採用，特別是在英國及其盟國的機場和航空公司中。該標準是基於 ASTM D1655 標

準延伸而來，並加入軍用需求及 SAF 摻混規範，只有符合 DEF STAN 91-091 與 ASTM D7566 的 SAF 才能被計入英國 SAF 政策的配額。

JIG (Joint Inspection Group) 是全球民航燃油管理的核心標準組織，提供操作流程、品質審核及驗證制度。JIG 對航空燃油的品質要求主要是參考現有國際標準與航空燃油物理化學特性要求，同時結合民航業務運作經驗與安全考量制定，主要參考標準包含 ASTM D1655、DEF STAN 91-091、ASTM D7566 等，大部分航空公司（包含我國）使用的航空燃油（包括 Jet A / Jet A-1 與 SAF 摻混燃料）都是依據 JIG 標準操作與管理。

（四）我國標準制定情形

我國在推動 SAF 發展上，已著手建立與國際接軌的標準規範，以確保燃料品質、安全性與國際可接受性。其中包含參

考 ASTM D7566 制定 CNS 16221「含合成烴航空燃油」，並於 2023 年 12 月 21 日公布[5]，以作為後續國內航空業在國內使用 SAF 的規範，及國內供應商與製造商規劃相關製程工廠或採購燃料之參考依據，中油公司已於 2025 年向國外採購 SAF 以供應國內所需。

另針對國內石油業者希望短期內能以共煉製程供應合格燃油，亦將 ASTM

D1655 相關內容修訂於相對應之 CNS 2558「航空燃油」中，該標準已於 2025 年 3 月 12 日修訂公布[6]，完善了國內石油業者供應 SAF 的標準依據。

三、永續航空燃油品質檢測技術

CNS 2558 及 CNS 16221 針對 SAF 成品的品質項目整理如表 3。

表 3 SAF 成品品質項目[5][6]

國家標準	CNS 2558	CNS 16221
製程技術	共煉方式的航空燃油。	傳統與合成摻配成分組成之航空燃油。
品質項目	<p>基本要求事項： 外觀、賽氏顏色、微粒污染物或累積粒子數、組成（總酸價、總芳烴含量、硫醇硫含量、總硫含量）、揮發性〔蒸餾性質（蒸餾溫度、蒸餾殘餘量、蒸餾損失）、閃點、15 °C 密度〕、流動性（凝固點、- 20 °C 動黏度）、燃燒性（淨燃燒熱、發煙點及萘烴含量）、腐蝕性（銅片腐蝕性、於 260 °C 以上之控制溫度下 2.5 h 熱安定性過濾器壓降、金屬管沉積評級）、污染物（存在膠量、微水分離器評級）、添加劑（導電度、潤滑性）</p> <p>附加要求事項： 於最低 280 °C 之控制溫度下 2.5 h 熱安定性（過濾器壓降、金屬管沉積評級）、流動性（- 40 °C 動黏度、凝固點）、未轉化酯類及脂肪酸、總芳烴含量（最小值）、蒸餾性質（T50-T10、T90-T10）、潤滑性</p>	<p>基本要求事項： 外觀、賽氏顏色、微粒污染物、組成（總酸價、總芳烴含量、硫醇硫含量、總硫含量）、揮發性〔蒸餾性質（蒸餾溫度、蒸餾殘餘量、蒸餾損失）、閃點、15 °C 密度〕、流動性（凝固點、- 20 °C 動黏度）、燃燒性（淨燃燒熱、發煙點及萘含量）、腐蝕性（銅片腐蝕性、於 260 °C 以上之控制溫度下 2.5 h 熱安定性過濾器壓降、加熱管沉積物評定）、污染物（存在膠量、微水分離指數）、添加劑（導電度）</p> <p>附加要求事項： 總芳烴含量（最小值）、揮發性〔蒸餾性質（T50-T10、T90-T10）〕、潤滑性、流動性（- 40 °C 動黏度）</p>

由表 3 可知，SAF 成品須滿足傳統航空燃油之品質項目要求，並且針對 SAF 在品質變異性與風險上的潛在缺口，有額外的品質要求，增列了附加要求事項。有關 CNS 2558 共煉製程及 CNS 16221 成品油的「附加要求事項」，其測試目的說明如下：

（一）總芳烴含量(最小值)

傳統航燃中的芳烴可幫助管路保持密閉，而永續航空燃油因芳烴的缺少，很有可能在 O 形環、墊片、閥門處出現溢漏，及影響泵浦潤滑性能，此為純 SAF (Neat SAF)必須與傳統航燃混合使用之重要原因，因此增加了總芳烴含量最小值要

求，混摻後的 SAF 標準規定總芳烴含量為 8-25%，以符合現行燃油系統的潤滑度與密封條件。SAF 混摻與芳烴含量的關係如圖 1 所示。

（二）蒸餾性質(T50-T10、T90-T10)

傳統航空燃油因成分與性能穩定，蒸餾特性已被標準充分界定，SAF 因為原材料多樣（生物質、廢棄物等）及製程多樣化（加氫裂解、費托合成等），蒸餾性質有更嚴格之要求，以確保不同來源和製程的燃料在氣化和燃燒性能上的穩定性。SAF 蒸餾溫度與蒸餾體積的關係如圖 2 所示。

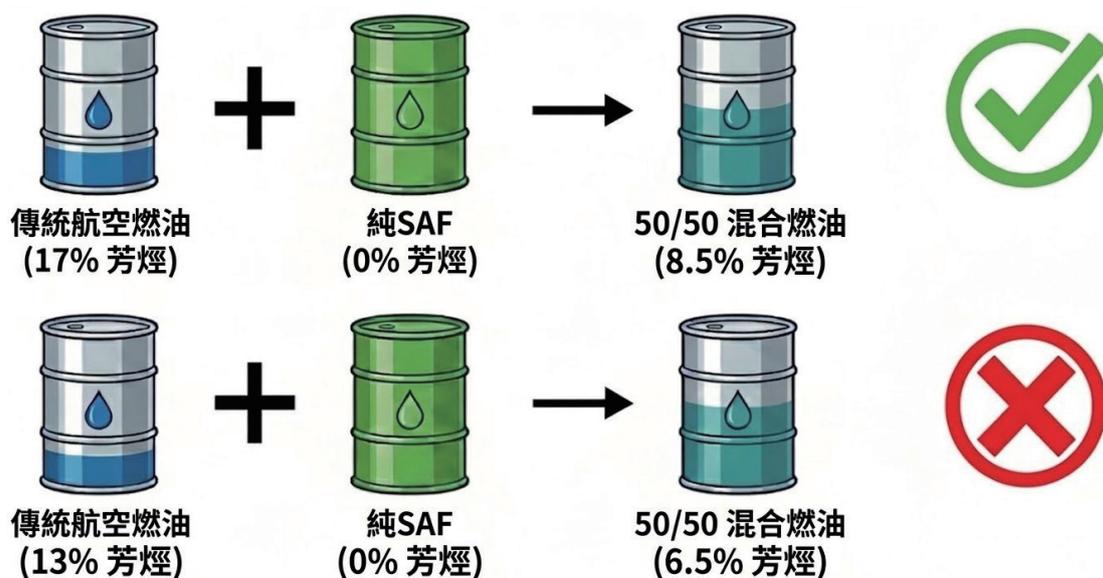


圖 1 SAF 混摻與芳烴含量的關係

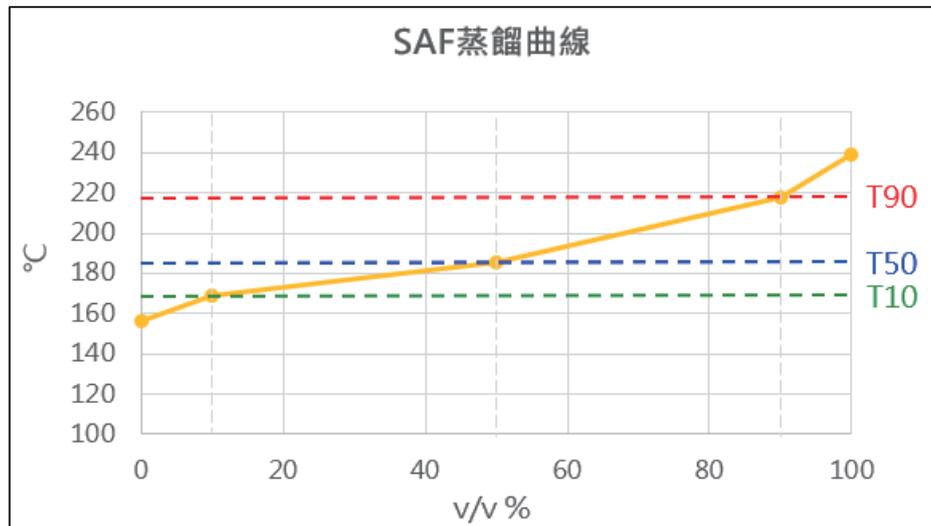


圖 2 SAF 蒸餾曲線

（三）未轉化酯類及脂肪酸

SAF 的來源包括酯類及脂肪酸（如：單/雙/三甘油酯、游離脂肪酸、脂肪酸酯），若其殘留於航空燃油中，可能會發生熱裂解、氧化，產生膠質或酸性副產物，造成沉積物、噴油嘴阻塞、高溫部件磨損等問題。且脂肪酸具腐蝕性，導致燃油系統腐蝕，也會與微量水分形成皂類沉積，影響濾網與泵浦效率，其他尚有增加酸值、黏度、乳化、含水率上升等多方面之影響。

此品質項目於 CNS 2558 共煉製程之成品油有嚴格要求，而 CNS 16221 則於部分技術類別之 Neat SAF 批次要求項目中。

（四）其他附加要求事項

其他的附加要求事項係原傳統航燃

即具備之品質項目，惟針對 SAF 之特性做了測試要求之調整，如：熱安定性操作條件由傳統航燃規範 260 °C、2 h 加嚴至 280 °C、2.5 h；動黏度操作條件由傳統航燃規範 - 20°C 加嚴至 - 40°C；凝固點更換了爭議測試方法；潤滑性則是要求於製造地點檢測。

另外，CNS 16221 中對 Neat SAF 的品質亦訂有「批次要求事項」及「其他詳細要求事項」，「批次要求事項」主要定義了各類合成摻配成分在批次驗證時必須符合的物理和化學性質，旨在確保它們在與傳統燃油摻混後，最終產品能達到航空燃油的性能要求；「其他詳細要求事項」主要關注各類合成摻配成分的組成分析，旨在查證其在初始生產放大期間的製程

管制，確保微量物質在可接受的評估範圍內。一旦生產經驗足夠，這些要求在未來可能會轉變為變更管理要求，而非每批次強制測試。

四、永續航空燃油國際推動政策與國內驗證制度

(一) ICAO CORSIA 計畫

CORSIA 為 ICAO 於 2016 年在第 39 屆會員大會通過的全球性碳抵換與減量決議，目的是將國際航空業的淨碳排放穩定在某一基準線水平。原始基準線設定為 2019 年與 2020 年的平均碳排放量。後因 2020 年新冠疫情導致航空業排放量暴跌，ICAO 理事會修正決定，將 2019 年的碳排放量作為 2021 年至 2023 年試行階段的基準線。國際航班營運人自 2021 年起須監測與報告排放量(MRV)，而針對超過基準線的碳排放增長部分，抵換義務則從

2024 年才開始計算（每年依參與 CORSIA 之國家計算碳抵換責任，每三年於碳市場購買及註銷合格之碳權額度）。具體目標時程如表 4 所示[7]。

減碳的方式可透過使用 SAF、航空器技術改進及航行最佳化等手段，這些手段預估的減碳效益如圖 3，其中 SAF 被視為最有效益。凡符合 CORSIA 合格燃油 (CORSIA Eligible Fuels) 標準的 SAF，其使用可在計算航空公司碳排放時折抵相對應的碳排放，前提是其生命周期碳排放量(LCA)需低於傳統 Jet A-1 至少 10%。ICAO 主要授權國際認可的第三方機構如 ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) 和 RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials)來擔任 SAF 的永續性及碳排放驗證工作，確保燃料供應環節的綠色合規。

表 4 CORSIA 計畫時程

階段	期間	參與性質	基線設定 (與 2019 年水平相比)
試行階段	2021–2023	僅監測、報告與核査(MRV)， 無強制抵換義務	100% 的 2019 年水平
第一階段	2024–2026	自願參加抵銷義務	85% 的 2019 年水平
第二階段	2027–2035	強制性包含 (除非豁免)	85% 的 2019 年水平

(二) 國際航空運輸協會(IATA)目標
IATA 承諾航空業在 2050 年達到淨零

排放，其中預計 65%的減碳將仰賴 SAF 的廣泛使用，如圖 4[8]。

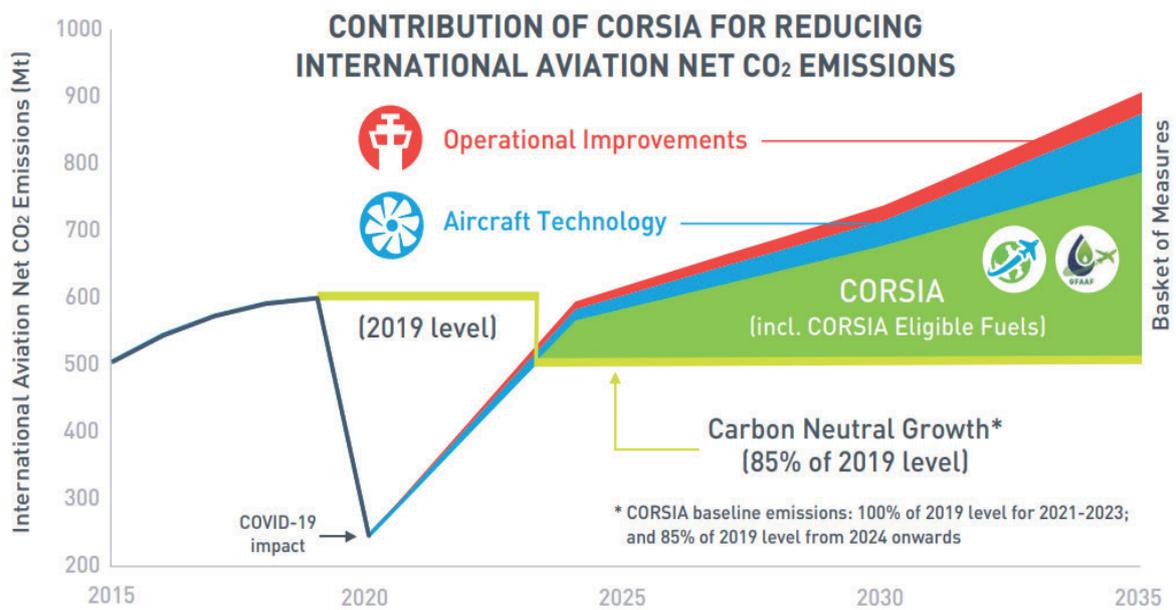


圖 3 航空業減碳手段效益預估 (摘自 ICAO CORSIA 實施計畫手冊)

Our strategy towards net zero CO₂ emissions

Achieving net zero CO₂ emissions by 2050 will require a combination of maximum elimination of emissions at the source, offsetting and carbon capture technologies.

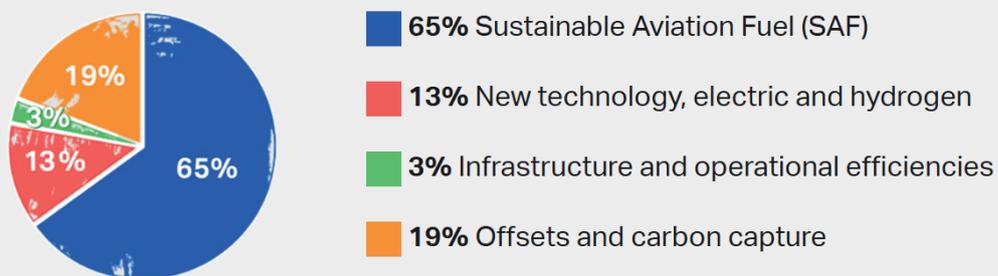


圖 4 IATA 2050 淨零策略 (摘自 IATA)

表 5 SAF 航班適用對象

制度名稱	適用航班	適用對象
CORSIA	國際航班的離/入	航空公司（國際航線碳增量）
IATA 目標	全部航班	加入 IATA 的航空公司

（三）歐盟 Fit for 55 政策與 ReFuelEU Aviation 提案

歐盟於 2021 年提出「Fit for 55」政策組合，目標至 2030 年整體碳排較 1990 年減少 55%。在航空領域，其衍生法案「ReFuelEU Aviation」於 2025 年起強制要求航空燃料供應商提供一定比例 SAF（如表 5），2025 年機場供油中須含 2% SAF，至 2050 年漸進提升至 70%[9]。

（四）其他國際政策支持

世界各國皆紛紛推動相關 SAF 相關政策措施，如：美國「降低通膨法案」(Inflation Reduction Act, 2022)針對 SAF 提供每加侖最高 1.75 美元的稅收抵減(SAF Tax Credit)；日本經濟產業省(METI)設立「SAF 商業化推進會議」，目標在 2030 年使國內航空 SAF 使用量達 10%；新加坡自 2026 年起，所有從樟宜機場起飛的班機必須使用 SAF，初期要求 SAF 在燃料中的混合比例達 1%，2030 年擬提高至 3-5%。目前世界各國皆針對上述幾項國

際政策提出相對應之措施。

（五）我國 SAF 推行情形與驗證制度

中油公司於 2024 年 12 月取得 ISCC CORSIA 認證及 ISCC EU 認證，成為國內首家取得符合 ICAO SAF 供應銷售資格的油品公司。台塑公司則於 2025 年 2 月取得 ISCC 相關國際永續認證，並已開始以共煉方式(CNS 2558 / ASTM D1655)提供油料。

2025 年 4 月 23 日我國交通部在高雄國際機場舉辦了「SAF 啟航，永續飛航」啟動儀式，標誌著台灣國籍航空首次在國內機場添加 SAF。此活動由中華航空、長榮航空及星宇航空等三家國籍航空公司共同參與，分別在高雄、松山與桃園三大機場同步添加 SAF，推動我國航空業的減碳政策進入新階段。

經濟部標準檢驗局於 2025 年 4 月 28 日公告修正「應施檢驗石油製品之相關檢驗規定」並自 2025 年 5 月 1 日將 SAF 正式列檢，確保進口及國內生產的 SAF 符

合 CNS 16221 及 CNS 2558 國家標準，保障供應鏈產品品質安全，並已規劃於未來數年內，陸續完備所有 SAF 應施檢驗項目之檢測能量。

這些措施不僅彰顯我國在推動航空業淨零碳排放方面的決心，也為未來國內永續航空燃料的普及與產業發展奠定堅實基礎，積極促進我國航空業與國際接軌，共同邁向 2050 年碳中和目標。

五、結論

永續航空燃油(SAF)已成為全球航空業達成 2050 年淨零排放目標的戰略核心。在技術層面，SAF 透過 HEFA 等成熟製程，可將生質原料轉化為與航空燃油然而，鑑於目前廢食用油等生物原料之供應量相對有限，未來技術發展必須朝向更多元化原料布局，例如積極開發以農業廢棄物、木質纖維素為基礎的纖維素轉化技術，以及具備低碳排放潛力的合成燃料技術，以確保長期供應鏈的穩定與永續。這些製程產出的燃料均須確保在物理化學特性上，滿足國際標準要求，以維持發動機燃燒效率與飛機燃料系統的運作穩定。

我國目前已完備 CNS 16221 與 CNS 2558 等與國際間相對應之國家標準，並

由標準檢驗局正式將其納入應施檢驗範疇，從制度面完備了油料品質的監控機制。隨著 2025 年國籍航空於桃園、松山及高雄機場成功完成添加啟航，不僅展示了我國技術驗證的實作能量，更標誌著台灣航空產業在符合國際減碳規範與建構綠色供應鏈韌性上，已正式邁向標準化與制度化的新階段。

六、參考文獻

1. ASTM D7566: 25a Standard Specification for Aviation Turbine Fuel Containing Synthesized Hydrocarbons.
2. ASTM D4054: 25a Standard Practice for Evaluation of New Aviation Turbine Fuels and Fuel Additives.
3. ASTM D1655: 25a Standard Specification for Aviation Turbine Fuels.
4. DEF STAN 91-091: Issue 19.
5. CNS 16221: 2023，含合成烴航空燃油。
6. CNS 2558: 2025，航空燃油。
7. ICAO, 2019, Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)，取自 [https://www.icao.int/CORSIA\(114/9/18\)](https://www.icao.int/CORSIA(114/9/18))
8. IATA, 2025, Our Commitment to Fly Net

Zero by 2050，取自 <https://www.iata.org/en/programs/sustainability/flynetzero> (114/9/18)

9. ReFuelEU Aviation，2025，Mobility and

Transport - European Union，取自 https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/environment/refueleu-aviation_en (114/9/18)

歐盟 CBAM 法規介紹及最新進展

呂佳恩、徐恩仲／台灣經濟研究院助理研究員

一、前言

為推進氣候改革與淨零排放願景，歐盟於 2021 年提出碳邊境調整機制（Carbon Border Adjustment Mechanism，簡稱 CBAM）之構想，將進口產品之碳排放成本內化，冀藉此確保歐盟境外產品與歐盟排放交易體系(EU ETS)所管制之產品承擔相等的碳成本，以避免境外低碳價造成不公平競爭、延伸出碳洩漏(carbon leakage)問題。

CBAM 係將國際貿易與氣候政策相結合，涉及進口商品之碳成本計價，故相較於經濟體內部之碳管制措施更添複雜。歐盟 CBAM 作為全球首個問世的此等機制，無疑面臨諸多疑慮以及實際推動之窒礙，故歐盟首先推動為時近二年的過渡期，在此期間收集實際操作之困難與各方建議。2025 年末，在歐盟 CBAM 過渡期即將邁向終點之際，歐盟公告簡化法案，用以減輕進口商與歐盟自身的行政負擔，

並接著公告計算方法學、查證、認證在內多項實施細節。2026 年 1 月 1 日，隨著全球步入嶄新的一年，歐盟 CBAM 正式上路。

二、法規進程與制度演變

歐盟在 2023 年通過第 2023/956 號規則，訂立歐盟 CBAM 之適用範圍、基本原則與制度構造，授權歐盟執委會(European Commission)透過後續的授權法案(delegated acts)與實施法案(implementing acts)，針對排放計算、申報程序、查證要求等內容進行補充。歐盟 CBAM 主要聚焦高碳洩漏風險且排放強度高的產品，含水泥、鋼鐵、鋁、肥料、電力與氫等六類別，以歐盟進口稅號(CN Code)作為管制產品範圍之界定，並保留未來透過修法或授權法案擴大適用產品清單的彈性[1]。

2023 年 10 月 1 日起，歐盟 CBAM 進

入過渡期階段，用於測試制度運作、收集實際排放資料，並建立申報與資訊系統能力，同時亦讓企業與第三國製造商逐步熟悉制度要求。此階段不涉及實際碳費繳納義務，僅要求進口商就其進口產品所隱含

的溫室氣體排放量進行定期申報，並允許進口商部分使用預設值來報告產品碳含量，隨後逐步淘汰預設值之使用，要求業者轉向提供真實數據。在 2025 年末，歐盟 CBAM 過渡期告終。

表 1 歐盟 CBAM 法規基礎

法規編號	法規主軸	法規重點
第2023/956號	歐盟CBAM母法	建立制度目標、適用產品、排放計算原則、憑證制度、查證與授權架構等
第2023/1773號	歐盟CBAM過渡期與初期運作	規範歐盟CBAM過渡期運作依據
第2024/3210號	歐盟CBAM數位與行政基礎建設	規範歐盟CBAM註冊平台之設立與運作
第2025/486號	歐盟CBAM正式實施前之技術與資格規範	規範歐盟CBAM授權申報人之申請條件、會員國主管機關之審查程序、授權、撤銷機制等
第2025/2083號	歐盟CBAM簡化與制度修正	針對第2023/956號規則進行修正
第2025/2546號	歐盟CBAM排放數據查證原則	針對授權申報人所提交排放數據的查證程序予以規範
第2025/2547號	歐盟CBAM計算方法與監測規範	針對受規範商品及其前驅物提出隱含排放的計算方法與監測規範
第2025/2548號	歐盟CBAM憑證價格計算與公布方式	規範如何根據EU ETS拍賣價格推算歐盟CBAM憑證價格，以及拍賣價格如何加權以反映實際市場情況等。
第2025/2549號	歐盟CBAM授權申報人資格與程序規範之修正	針對第2025/486號規則進行更正，修訂授權申報人資格申請及審查流程以反映簡化後之規定
第2025/2550號	歐盟CBAM註冊平台有關內容修正	規範申報前資料準備、歐盟CBAM註冊系統與海關系統之介接、資料格式與提交流程等。
第2025/2551號	歐盟CBAM查證機構認證與監督	規範查證機構資格與授權程序、查證程序標準與步驟、查證報告格式與內容等。
第2025/2619號	歐盟CBAM於海關機關之資訊通報	規範進口報單中排放相關資訊之格式與內容要求；海關與各主管機關協同執行稽核與資訊共享原則等。
第2025/2620號	歐盟CBAM配額調整	規範歐盟CBAM憑證的數量如何考量EU ETS免費配額，在計算框架內進行調整。
第2025/2621號	歐盟CBAM預設值之建立與適用	規範預設值如何根據商品CN code、來源國與生產路徑等因素制定、適用預設值時的條件與例外規定等。

為時近二年的過渡期間，執委會逐步透過實施法案、技術指引與問答文件，針對歐盟 CBAM 制度進行細部調整與釐清，並藉由公開諮詢瞭解政策調整方向[2]。2025 年 2 月，執委會將歐盟 CBAM 納入《Omnibus I》法案，提出簡化措施，以減輕歐盟自身與進口商之行政負擔，並於同年 10 月通過第 2025/2083 號規則，主要調整歐盟 CBAM 最低豁免門檻、申報時間及內容，並修訂碳含量計算方法與第三國碳價抵減等[3]。歐盟預估，簡化措施可讓大約 90% 的中小型進口商免於申報，受惠家數達 18.2 萬家，與此同時仍能涵蓋 99% 的碳排放量，確保整體氣候目標不變[4]。

歐盟 CBAM 簡化法案公布後不久，歐盟在邁入 2026 年前夕公告計算方法學、預設值、查證、認證等多項授權法案與實施法案，宣告歐盟 CBAM 的監管自此揭開序幕。歐盟 CBAM 有關之法規基礎如表 1 所示。

三、簡化措施

歐盟 CBAM 簡化法案引入「單一重量門檻」(single mass-based threshold)，意

即進口商若在一年內進口的貨物累計淨重不超過 50 公噸，即可豁免申報與憑證購買義務。不過，為防止進口商透過拆分貨物來規避申報門檻，法規要求主管機關加強監督，海關若發現進口商超過申報門檻卻尚未申請取得歐盟 CBAM 授權申報人資格，將不允許其在該年度內繼續進口相關貨物，直至完成補正手續為止。此外，為增加執行彈性，授權申報人可以將申報作業委託給第三方代辦，但申報人仍須對其法律義務承擔最終責任，且該第三方必須在歐盟境內設有機構並持有貿易經營者註冊及識別號碼(EORI)號碼。表 2 摘整歐盟 CBAM 簡化後部分重點。

另一簡化重點在於製程排放的計算簡化，部分鋁、鋼鐵下游產品的生產製程本身碳排放量低，主要排放來自前驅物(precursors，即上游原物料)，依據歐盟 CBAM 簡化法案，將可豁免計算製程中燃料燃燒與煙氣處理的排放，僅需計算前驅物的實際碳含量，以及每噸產品所需的前驅物投入量。如是可降低盤查複雜度，並幫助企業調整策略，可更加專注於綠色原料採購，如選擇低碳鋼材、再生鋁等[5]。

表 2 歐盟 CBAM 簡化重點摘整

調整項目		原版CBAM (第2023/956號規則)	簡化版CBAM (第2025/2083號規則)
修訂豁免 門檻	豁免門檻	僅對價值不超過150歐元的貨物(按批次計)提供豁免	新增「單一重量門檻」豁免，最初設定為50噸淨重
	新門檻適用範圍	—	適用於鋼鐵、鋁、化肥、水泥等所有貨物的累積總淨重，按單一進口商在單一曆年內計算
申報及憑 證繳交期 限	申報截止日	每年5月31日	調整為每年9月30日(2027年申報2026年數據)
	憑證繳交截止日	每年5月31日	調整為每年9月30日
	憑證銷售起始日	未明確指出	會員國應從2027年2月1日起在共同中央平台上銷售憑證
排放計算 方式與價 格抵免	前驅物排放	前驅物隱含排放量計入計算	如果前驅物已受到 EU ETS 或完全連結之碳定價體系約束，其隱含排放量不應計入複雜產品的產品碳含量計算
	排放查證	申報人必須確保申報的總隱含排放量經查證	查證只適用於使用實際排放量計算的產品碳含量；使用預設值則不需要查證
	預設值決定	預設值基於「X%表現最差的EU ETS設施」的平均排放強度	預設值基於「擁有最高排放強度數據的10個出口國」的平均排放強度

依據歐盟 CBAM 簡化法案規定，每年度歐盟 CBAM 申報及繳銷(surrender)憑證的截止日期由原定的 5 月調整至每年的 9 月 30 日，首次申報日期為 2027 年 9 月 30 日，將須提交 2026 年全年數據，藉由此變動給予申報人更多時間收集數據、完成查證，並購買足夠憑證。授權申報人在每季末帳戶中持有的憑證數量，應至少覆蓋其該年度累計進口排放量的 50%(原規定為 80%) [6]。

四、排放計算與申報

歐盟 CBAM 採用「隱含排放」(embedded emissions)作為排放計算方式，意指與產品生產活動「不可分割」的所有排放來源，包括燃料燃燒或化學反應之直接排放，以及在特定條件下須納入計算之用電間接排放，進一步延伸至產品中各項前驅物所隱含的排放量。製造商必須將設施內的生產活動劃分為不同的生產製程，並依據其產出的功能單元(例如每公噸產

品、每千瓦時電力)來追蹤與分配相關的排放數據。

製造商首先須界定生產流程，再將相關排放歸屬至對應產品，避免任意切割製程或選擇性排放歸屬所造成的低估風險。歐盟 CBAM 將產品區分為簡單產品與複雜產品。簡單產品僅需計算其生產製程中所產生的排放，而複雜產品除前述排放外，亦須計入所有投入生產之前驅物的排放，且複雜產品之碳含量計算方式具有遞迴性，如果所使用的前驅物本身也屬於複雜產品，營運商必須持續追溯上游製程之排放，直至不再涉及任何受規範的前驅物為止，以確保排放數據完整性[7]。

製造商若以實際值計算前驅物排放，原則上應識別該前驅物的生產年度，並使用對應年度之經查證實際排放數據，但為降低行政負擔，歐盟 CBAM 建立「推定原則」，即原則上推定前驅物係於最終產品同一報告年度內生產，製造商可在提出充分證據的情況下不採用該推定，而採前驅物實際生產期間作為計算與申報。製造商亦有其行政管理與報告義務，必須制定監測計畫(*monitoring plan*)，描述設施、生產程序、量測系統及品質控制措施，且所有正式文件必須以英文提交，另也需提交

排放報告(*emissions report*)，並經由獲得認證之查證機構查證。

在每一申報年度結束後，歐盟進口商須提交年度歐盟 CBAM 申報表，內容包括進口產品數量、產品分類、隱含排放量、已於原產國繳納之碳價格(如有)，以及所需繳交之歐盟 CBAM 憑證數量。自 2026 年起，進口商須依其年度申報所計算之隱含排放量，購買並繳交相應數量的 CBAM 憑證。歐盟 CBAM 憑證價格與 EU ETS 配額拍賣連動，執委會將以 EU ETS 配額之每周收盤平均價，計算歐盟 CBAM 憑證之價格；不過，針對 2026 年貨品之總碳含量，執委會將以 EU ETS 配額之每季收盤平均價計算歐盟 CBAM 憑證價格。

五、查證機構資格

有鑑於產品碳含量數據將影響產品競爭力，數據之準確與真實性至關重要。歐盟 CBAM 過渡期間並未強制要求第三國製造商提交經查證之碳含量數據，惟進入正式實施期後，所有提交數據均須經獲認證之查證機構查證。執行查證工作之第三方機構是否具備足夠專業能力與獨立性為數據可信度之關鍵，而歐盟 CBAM

對於查證機構取得認證(accreditation)之制度設計,大致延續 EU ETS 之認證架構。歐盟 CBAM 本質上係作為 EU ETS 的對外延伸與補充機制,為確保對內與對外之公平,歐盟 CBAM 在監測、報告與查證(MRV)之制度設計上係以 EU ETS 作為基礎而延伸。

為取得認證,查證機構必須針對特定查證活動(如表 3、表 4 所示)向歐盟會員國的國家認證機構(national accreditation bodies,簡稱 NAB)提出申請,經確認其符合特定能力與程序要求,方得執行歐盟 CBAM 相關之查證[8][9]。

表 3 歐盟 CBAM 認證範疇

歐盟CBAM 活動編號	認證範圍	依據第2018/2067號規則附錄I 所列之活動類別
複合性產品類別(Aggregated goods category)		
I	<ul style="list-style-type: none"> • 煨燒黏土 • 水泥熟料 • 水泥 • 高鋁水泥 	• 1a、1b、6、98
II	<ul style="list-style-type: none"> • 氫氣 • 氨 	• 1a、1b、8、98
III	<ul style="list-style-type: none"> • 硝酸 	• 1a、1b、9、98
IV	<ul style="list-style-type: none"> • 尿素 • 混合肥料 	• 1a、1b、98
V	<ul style="list-style-type: none"> • 燒結礦 • 生鐵 • 直接還原鐵 (DRI) • 粗鋼 	• 1a、1b、3、98
VI	<ul style="list-style-type: none"> • 鐵合金(包括錳鐵 FeMn、鉻鐵 FeCr、鎳鐵 FeNi) 	• 1a、1b、4、98
VII	<ul style="list-style-type: none"> • 初級鋁(未加工鋁) 	• 1a、1b、4、5、98
VIII	<ul style="list-style-type: none"> • 鐵或鋼製品 • 鋁製品 	• 1a、1b、4、98
其他活動類型(Other activities)		
L	<ul style="list-style-type: none"> • 碳捕捉、利用與封存 (CCUS) 	• 10、11
LI	<ul style="list-style-type: none"> • 輸入歐盟關稅領域之電力 	• N/A
LII	<ul style="list-style-type: none"> • 間接排放 	• N/A

表 4 第 2018/2067 號規則所列之活動類別

代號	活動
1a	設施中之燃料燃燒活動（僅使用商用標準燃料，或於 A 類或 B 類設施中使用天然氣）
1b	設施中之燃料燃燒活動（不受限制）
3	焦炭生產；金屬礦石（包括硫化礦）之焙燒或燒結（含造粒）；鐵或鋼之生產（初級或次級熔煉，含連續鑄造）
4	黑色金屬之生產或加工（含鐵合金）；次級鋁生產；有色金屬之生產或加工（含合金製造）
5	初級鋁或氧化鋁之生產
6	水泥熟料生產；石灰生產或白雲石、菱鎂礦煅燒；玻璃（含玻璃纖維）製造；陶瓷製品燒製；礦物棉保溫材料製造；石膏乾燥或煅燒及石膏製品生產
8	碳黑生產；氨生產；大量有機化學品生產；氫氣與合成氣生產；純鹼與碳酸氫鈉生產
9	硝酸生產；己二酸生產；乙二醛與乙醛酸生產
10	溫室氣體之捕捉與運輸（為地質封存目的）
11	溫室氣體之地質封存
98	其他活動

歐盟境外第三國查證機構可自由選擇向任何一個提供認證服務之 NAB 提出申請，查證機構之基本要件係必須獨立於營運商與原產國碳價制定主管機關，不得為營運商提供諮詢或是技術支援，亦不得為同一持有者所有。

NAB 執行之評估程序將包含文件審查、總部評鑑以及見證評鑑(witnessing)，評估要件包含查證機構人員適任性、技術能力、獨立性與公正性、法規遵循紀錄等。

NAB 核准後將簽發認證證書，有效期間不得超過 5 年，並將在此期間執行年度定期與不定期監督，包括現場或遠端評鑑以及見證評鑑，若查證機構在執行查證業務時出現系統性缺失、嚴重錯誤或違反獨立性原則的情形，NAB 得暫停、撤銷認證或縮減該機構取得之認證範圍。

查證機構在取得 NAB 認證後兩個月內，須提交申請登記於歐盟 CBAM 註冊系統，但不得早於 2026 年 9 月 1 日。此

外，查證機構需在每年度 11 月中旬向授予其認證的 NAB 提出下一年度查證計畫，內容須納入預計進行查證之時間與地點、是否包含實體(physic site visit)或虛擬現地查證(virtual site visit)、受查證之營運商名稱、識別資訊及設施資訊、查證團隊成員名單、營運商活動所屬之認證範圍等。

歐盟 CBAM 在制度設計上雖非完全採用 ISO 標準作為其依據，但仍要求查證機構必須符合國際標準 ISO 17029，以確保溫室氣體確查證活動具備公信力，歐盟藉由 ISO 17029 所規範之符合性評鑑要求，確保對查證機構的能力、程序與治理結構設定門檻，強化在跨國情境下查證的可信度，亦降低不同行政管轄之查證執行差異。惟仍須留意，歐盟 CBAM 目前並未採納全球認證合作組織(Global Accreditation Cooperation Incorporated)之多邊承認協議作為查證機構資格依據，而是要求查證機構必須由歐盟成員國的 NAB 進行認證。

六、查證執行原則

歐盟 CBAM 查證主要聚焦於進口產品隱含排放之計算結果，以及佐證資料是

否符合品質要求，具體須查證要點包含生產設施製程資訊、能源使用情形、排放係數選用、活動數據來源與計算邏輯等。查證程序大抵與國內溫室氣體盤查及碳足跡計算之查證相去不遠，且要求為合理保證(reasonable assurance)等級，查證人員需表達高程度但非絕對之保證，確認報告無實質性錯誤[10]。

歐盟 CBAM 給予虛擬現地查證(virtual site visit)或豁免實地查證之可能性，惟須符合特定條件，諸如此前報告期已進行過實體(physic site visit)查證等，查證小組須依據風險分析結果決定是否可執行虛擬現地或豁免實地查證，並確保將查證風險降至可接受水準。查證人員若在前一個報告期已進行過實體視察，可考慮安排虛擬現地查證，若前兩個報告期均已進行實體視察，可考慮豁免實地查證，意即實體查證至少每兩年須進行一次。

除上述要件外，安排虛擬現地查證之前提為查證人員對設施運作、生產流程及監測報告系統有足夠理解，且根據風險分析結果，設施的監測系統複雜度、固有風險與控制風險均處於不需要實體查證的程度；此外，查證人員必須能夠遠端獲取並評估所有必要資訊，包括監測計畫的執

行、數據報告、生產流程及前驅物使用情況等。

針對前驅物之查證，若複雜產品的排放計算中納入設施外生產之前驅物實際值，製造商必須向查證機構提供前驅物有關之證明文件，包括外部查證報告、生產時間證明（如使用實際生產時間來定義前驅物報告期）等。查證機構在規劃查證工作時，必須針對前驅物複雜性進行評估，若欲使用其他機構簽發之前驅物查證報告時，必須確認簽發該報告之機構具備有效之認證證書，且涵蓋該前驅物之認證範圍，查證報告之意見聲明亦必須顯示該排放報告經查證為「滿意」。

不過，前驅物之查證在實務上仍有其挑戰，歐盟 CBAM 之查證工作涉及跨境與跨供應鏈議題，使查證不再僅限於單一設施或單一行政管轄，查證小組需檢視他國製造商所提供的原始排放資料、製程紀錄與前驅物相關資訊，除須具備對不同產業製程與排放計算方法的理解外，亦可能涉及語言能力之阻礙。故此，歐盟 CBAM 對於查證人員之能力要求略有異於 EU ETS，基本應具備之能力除法規知識、數據審查能力、系統評估能力、產業專業知識外，另須具備語言能力，查證團隊中至

少須有一名查證人員能以該設施營運商所提交資料之語言進行有效溝通，主導查證員則須具備以英文進行有效溝通之能力，獨立審查員亦是。此外，前驅物排放之納入意味著查證範圍須向上游延伸，資料一致性與追溯性均面臨挑戰，進一步提高查證的複雜度，亦可能連帶提高查證成本。

七、近期提案討論

隨著歐盟 CBAM 步入正式實施階段，執委會在 2025 年末除公告實施法案外，亦一併提出擴大歐盟 CBAM 之提案，計畫擴展至約 180 項下游產品，尤其是生產過程高度依賴高碳排放原材料的產品，如鋼鐵製造之建築與工程構件、以鋁製造之運輸設備零件、化學原料及肥料衍生製品，以及部分能源密集型工業半成品[11]。受影響的產業包括機械、五金與金屬製品、車輛零組件、家電、建築設備等，預計 94% 為工業供應鏈產品，主要用於重型機械與專業設備，如基本金屬構件、鋼瓶、工業散熱器、鑄造機械等；另 6% 為家用產品，如部分家電或耐久消費財，亦包括結構較複雜由多種 CBAM 原料構成之產品，如洗衣機等[12]。

針對下游產品的擴展預計於 2028 年 1 月 1 日起正式施行（如圖 1），在討論擴大管制時，歐盟主要考量為貿易強度、成本推升指標以及隱含排放量等標準，由此篩選出碳洩漏風險最高且包含顯著比例歐盟 CBAM 原料之商品。歐盟在最新提案中保留一項「安全機制」，若執委會發現特定商品納入歐盟 CBAM 管轄將導致內部市場受到嚴重且不可預見的傷害，可透過授權法案暫時將該商品移出適用

清單。

此外，第三國碳價折抵亦是歐盟貿易夥伴關注之議題。歐盟 CBAM 母法訂立規範，出口國若已實施碳定價制度，其產品進入歐盟可申請扣除實際支付的碳成本，惟歐盟截至目前尚未公告具體折抵方法，亦未公布第三國預設碳價。執委會預計自 2027 年起透過歐盟 CBAM 註冊系統發布第三國預設碳價與其計算方法，進口商與第三國製造商仍須留意後續消息。

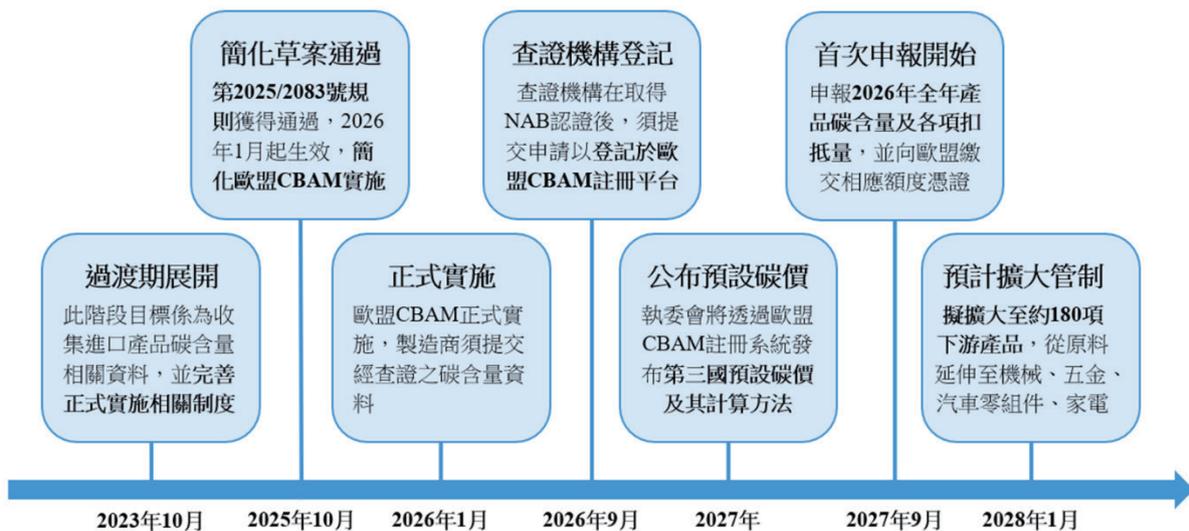


圖 1 歐盟 CBAM 實施時間軸

八、結語

歐盟 CBAM 已於 2026 年正式上路，在此之前，歐盟廣納進口商、第三國製造

商、查證機構等各方角色的回應與建議，並於 2025 年提出歐盟 CBAM 簡化法案，在不偏離其減碳願景的前提下，調整豁免門檻、申報時程與查證要求，並公布有關

查證、認證、預設值、方法學等各面向之實施細節，惟對於第三國查證機構而言，仍面臨不同方法學與跨境、跨供應鏈查證等問題，在在成為查證人員培訓與實際執行查證之挑戰。在此背景下，廠商強化內部碳管理能力已成為策略必然，唯有具備與國際接軌的實力，台灣企業才能在減碳浪潮下化挑戰為機遇，掌握全球貿易的新主動權。

九、參考資料：

1. European Parliament and Council, 2023, Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council of 10 May 2023 establishing a carbon border adjustment mechanism.
2. Hong Kong Trade Development Council (HKTDC), 2023, Overview of the European Union's Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and Implications for Trade. HKTDC Research, 21 December 2023, 取自 <https://research.hktdc.com/en/article/MjExMjgxNDQyNQ> (115/1/6)
3. European Parliament and Council, 2025, Regulation (EU) 2025/2083 of the European Parliament and of the Council of 8 October 2025 amending Regulation (EU) 2023/956 as regards simplifying and strengthening the carbon border adjustment mechanism.
4. European Commission, 2025, Officially published: Simplifications to the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). Taxation and Customs Union – European Commission, 取自 https://taxation-customs.ec.europa.eu/news/officially-published-simplifications-carbon-border-adjustment-mechanism-cbam-2025-10-20_en (115/1/6)
5. German Environment Agency (Umweltbundesamt) and Federal Ministry for the Environment, Climate Action, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMUKN), 2025, CBAM simplified: 90% of companies exempt from CO₂ border adjustment, 取自 <https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/cbam-simplified-90-of-companies-exempt-from-co2> (115/1/6)
6. 經濟部國際貿易署，2025，歐盟執委會提出碳邊境調整機制(CBAM)修訂規

- 範，以減輕進口商申報負擔，取自 <https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=798313> (115/1/6)
7. European Commission, 2025, Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2547 of 10 December 2025 laying down rules for the application of Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and the Council as regards the methods for the calculation of emissions embedded in goods.
 8. European Commission, 2025, Commission Delegated Regulation (EU) 2025/2551 of 20 November 2025 supplementing Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council by specifying the conditions for granting accreditation to verifiers, for the control and oversight of accredited verifiers, for the withdrawal of accreditation and for mutual recognition and peer evaluation of accreditation bodies.
 9. European Commission, 2018, Commission Implementing Regulation (EU) 2018/2067 of 19 December 2018 on the verification of data and on the accreditation of verifiers pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council.
 10. European Commission, 2025, Commission Implementing Regulation (EU) 2025/2546 of 10 December 2025 on the application of the principles for verification of declared embedded emissions pursuant to Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and of the Council.
 11. European Commission, 2025, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EU) 2023/956 as regards the extension of its scope to downstream goods and anti-circumvention measures.
 12. 謝守真，2025，歐盟碳關稅升級 CBAM 擴大覆蓋範圍衝擊陸企，經濟日報，取自 <https://money.udn.com/money/story/5603/9224840> (115/1/6)

氢能載具的儲氫技術現況簡介與發展

高誠澤／標準檢驗局高雄分局技佐

一、前言

因應氣候變遷，全球全球面臨越來越大的減碳壓力，運輸部門約佔能源相關溫室氣體排放的四分之一，是實現淨零排放目標的關鍵領域之一。在此背景下，低碳交通技術成為減碳策略的重點之一。雖然純電動車(Battery Electric Vehicles, BEV)在乘用車市場快速擴張，但在長距離行駛、重載運輸、極端氣候運用及快速補能需求等方面仍存在明顯限制。特別是在貨運卡車與長途巴士等高強度運輸場景中，受限於電池能量密度與充電時間，純電動車於長途運輸應用上的適用性相對不足。相對地，燃料電池電動載具(Fuel Cell Electric Vehicles, FCEV)以氫燃料電池在車上即時產生電力，不僅實現零排放，而且具備較長續航里程及短時間加注氫氣的能力，使其應用在長距離運輸及重載運輸車輛上展現出獨特的競爭優勢。氫能重型卡車與長

途客運車輛因其快速加氫（通常僅需數分鐘）與較高的能量密度，正逐步被視為載具電動化轉型的關鍵技術路徑。

二、氫能載具在長途運輸及重載運輸的優勢

（一）續航與快速補能

氫燃料電池載具能夠實現與傳統柴油車類似甚至更長的續航距離，以目前主流使用之高壓氣態儲氫系統，加氫過程快速，可在幾分鐘內完成，極大提升運輸效率與車隊運營靈活性，這對於需要每天行駛數百公里的長途運輸與重型卡車尤為重要。

（二）高能量密度與負載能力

相較於純電動車所使用之鋰離子電池，其質量能量密度約為 0.1–0.27 kWh/kg，壓縮至 700 bar 之氫氣具有顯著較高之質量能量密度，約為 39.6 kWh/kg，甚至高於傳統汽油之 13 kWh/kg[1]。因此，

在相同能量需求條件下，燃料電池電動車得以透過較小之儲能質量配置達成所需能量儲存，顯示氫能於車載能量系統設計上具有潛在之重量優勢。有助於減少車輛總重量，提高載貨量並維持長距離表現。這點尤其適合重型貨運和長途幹線運輸，如客運巴士或重型卡車，氫燃料電池車輛因快填充、高續航、低重量之優勢，逐漸被視為比純電動車更具競爭力的解決方案。

在國際能源機構的策略報告中，氫能載具被定位為運輸部門減碳的重要策略，特別是在重載與長距離運輸中扮演關鍵角色。目前各國在政策引導下積極推動氫能載具與基礎設施建設，如氫能重型卡車示範計畫與建立對應計畫之加氫站，旨在突破基礎設施不足與成本挑戰。然而，氫能供應鏈及加氫站之建立與成本仍是實現大規模部署的關鍵制約因素。

三、氫能載具之燃料電池與儲氫系統介紹

隨著全球能源轉型與交通運輸淨零排放政策的推進，氫能載具逐漸被視為中長期實現低碳甚至零碳運輸的重要技

術路徑。其中，以燃料電池為核心動力來源，搭配高效儲氫系統之氫能載具，在續航里程、補能時間與使用彈性等方面，具備相較純電動車之潛在優勢。本節將分別就燃料電池系統與車載儲氫系統之技術原理、工程特性與發展現況進行介紹。

（一）燃料電池系統

現行主流氫能載具多採用燃料電池與鋰離子電池之混合動力架構。在此架構中，燃料電池系統主要負責提供穩定且高效率的基礎功率輸出，以支撐車輛在巡航或恆定負載條件下的能量需求；而鋰電池則作為輔助能源單元，負責因應加速、爬坡等瞬時高功率需求，同時回收制動過程中所產生的動能。此種能量分工設計不僅有助於提升整體能源使用效率，亦可降低燃料電池於高動態負載下的應力，進而延長其使用壽命。

在各類燃料電池技術中，質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)為目前最成熟且最適合車載應用之技術類型。其基本反應機制係利用催化劑促進氫氣於陽極發生電化學氧化反應，分解為質子與電子；電子經由外部電路流動形成電流輸出，而質子則透過具選擇性導電特性的質子交換

膜傳輸至陰極，最終與氧氣反應生成水與熱能。整個反應過程不涉及燃燒，具備高效率與低污染排放之優勢。

PEMFC 具備低操作溫度（約 60 – 80 °C）、高功率密度以及快速啟動等特性，使其特別適用於交通載具之即時動力需求。隨著電堆設計、雙極板材料與水熱管理技術之進步，現行商用燃料電池電堆在系統封裝層級已可達到約 3–4 kW/L 之功率密度。在耐久性方面，乘用車燃料電池系統的設計壽命目標約為 5,000 小時，而公車與重型商用車則需達 20,000–30,000 小時[2]，以符合高里程與長時間營運需求。

氫燃料電池系統並非單一元件即可獨立運作，其穩定性能高度仰賴整體系統層級之控制與整合能力。實際應用中，必須透過高度整合之電控系統，即時協調氫氣供應量、空氣流量、濕度平衡與熱管理機制，以避免膜乾化、積水或局部過熱等劣化現象。此類系統工程層面的複雜性，亦構成燃料電池技術商業化的重要挑戰之一。儲氫技術為氫能載具能量系統之關鍵，其選擇直接影響車輛續航能力、系統安全性、能量轉換效率以及整體經濟性。由於氫氣在常溫常壓下具備

極低體積能量密度與高度擴散性，使其在車載應用中必須透過額外的物理或化學手段進行高密度儲存。相較於傳統液態燃料或電池系統，儲氫系統在材料選擇、結構設計、安全驗證與熱管理等層面皆具有顯著更高的工程複雜度。

（二）儲氫系統

目前應用或研究中的車載儲氫方式主要可分為高壓氣態儲氫(Compressed Hydrogen Storage)、液態儲氫(Liquid Hydrogen Storage)與固態儲氫(Solid-State Hydrogen Storage)三類。此三類技術分別對應不同之物理原理與工程實現方式，亦反映其在能量密度、系統安全性、成熟度與成本結構上的差異。以下分別就各類儲氫技術進行說明：

1. 高壓氣態儲氫

高壓氣態儲氫係透過機械壓縮方式，將氫氣儲存於高強度複合材料壓力容器中，為現階段唯一實現大規模商業化之車載儲氫技術。此類系統之核心概念在於利用高壓提高氫氣之體積能量密度，使其能在有限車載空間內提供足夠之可用氫量，以支撐實際交通應用所需之續航里程。

在實際應用上，乘用車多採用 70 MPa

儲氫系統，以提升單位體積之儲氫量，進而達成 500 公里以上之行駛距離；而公車、卡車等商用車輛則常採用 35 MPa 架構，以在可接受之續航需求下，降低壓縮能耗、材料應力與系統成本。此一差異亦反映不同車型在使用情境、營運模式與經濟考量上的本質差別。

高壓氣態儲氫系統具備多項優點，包括加氫時間短、操作溫度範圍寬、與 PEMFC 動力系統高度相容。氫能載具相關國際法規與安全測試標準已逐步建立，使其在車輛型式認證與量產導入上具備明確依循依據。然而，其主要限制仍在於系統層級之體積與重量能量密度受限於壓力容器本體結構，特別是在高壓條件下，容器需承受極高環向與軸向應力，導致結構材料用量顯著增加。

目前車載儲氫瓶多採用 Type III 或 Type IV 複合材料壓力容器，Type III 儲氫瓶為具金屬內襯之複合材料氣瓶，外層則採全纖維纏繞方式；Type IV 儲氫瓶則以非金屬之高分子材料作為內襯，外層全纖維纏繞之碳纖維複合材料。Type III 儲氫瓶以金屬內襯提供氣密性與端接結構強度，外層則以碳纖維纏繞承受主要內壓負載；Type IV 則以高分子材料

作為內襯，完全由碳纖維複合材料承擔結構強度。相較之下，Type IV 容器可有效降低系統重量，並避免金屬材料可能產生之氫脆問題，因此逐漸成為高壓儲氫系統之主流設計。

儲氫瓶使用碳纖維材料價格高昂，其約占整體儲氫瓶製造成本之 60% 以上，成為限制氫能車成本下降的重要因素。載具加氫在 70 MPa 條件下，氣體壓縮與高速流動所產生之熱效應，可能導致瓶內溫度快速上升。為避免超過材料耐溫限制並影響長期耐久性，實務上須搭配氫氣預冷技術、加氫速率控制與即時溫度監測系統，以確保加氫過程之安全性。

在安全設計方面，高壓儲氫系統須整合多項主動與被動保護機制，包括壓力釋放裝置(PRD)、過壓保護閥、洩漏偵測感測器以及耐火與防撞結構設計。依據 ISO 19881[3]，儲氫瓶與系統需通過爆裂壓力測試、壓力循環壽命試驗、環境耐久測試與氫氣滲漏評估，以確保其在全生命週期內具備足夠之結構安全裕度。

儘管高壓氣態儲氫系統已成功商業化，仍存在數項關鍵問題有待持續改善，

包括儲氫瓶製造成本居高不下、快速加氫所引發之熱管理挑戰，以及在長期高壓循環條件下，內襯材料、金屬端接件與密封結構可能出現之疲勞、潛變(creep)或老化現象，皆對系統可靠度與使用壽命構成挑戰。

2. 液態儲氫

液態儲氫係透過將氫氣於約 0.1 – 0.2 MPa 之低壓條件[4]下冷卻至約 -253 °C，使其液化後儲存於具高真空環境與多層絕熱結構之低溫儲槽中。由於液態氫之體積能量密度顯著高於高壓氣態氫，在理論上可於相同儲槽體積下提供更長之續航里程，因此在對空間高度敏感或極長距離需求之應用情境中具備吸引力。

液態儲氫在載具上應用，面臨嚴峻工程與系統挑戰。首先，氫氣液化過程需消耗大量能量，約占氫氣低位熱值之 25 – 30 %，使得整體能源鏈效率大幅降低。其次，即使採用高效能多層絕熱設計，低溫儲槽仍無法完全避免熱滲透，導致氫氣持續蒸發並產生所謂「boil - off」現象，對於長時間停放之車輛尤其不利。液態儲氫系統必須低溫操作環境之條件下，對系統材料韌性、密封結構可靠性以

及閥件運作穩定性須特別要求，使得系統設計與維護增加複雜度。基於上述限制，液態儲氫目前多應用於航太、航空或特定長距離重載之示範系統，在一般乘用車領域尚未具備成熟之商業化條件。

3. 固態儲氫

固態儲氫係利用材料與氫之物理吸附或化學鍵結特性，將氫儲存在固體介質中，包括金屬氫化物、化學氫化物以及多孔材料等。此技術之主要特徵在於操作壓力顯著低於高壓氣態儲氫，部分系統甚至可在近常壓條件下運作，因而在理論上具備較高安全性。

在實際車載應用上，固態儲氫系統仍面臨多項重大限制。首先，多數材料之吸放氫反應速率有限，難以即時回應車輛在加速或高負載情況下之氫氣需求；再者，為達到足夠儲氫容量所需之材料質量往往相當龐大，使系統層級之重量能量密度不具競爭優勢。此外，材料成本、循環穩定性與熱管理需求，亦尚未達到商用可行水準。

因此，固態儲氫目前仍屬於研發與實驗驗證階段，短期內較適合應用於定置型系統或對安全性要求極高之特定場域，而非道路載具之主流儲氫方案。

比較各類儲氫技術，高壓氣態儲氫在技術成熟度、加氫效率與基礎設施整合方面具明顯優勢，因而成為現階段氫能載具之首選方案；液態儲氫雖具備高體積能量密度潛力，但受限於液化能耗與低溫系統複雜度，較可能於特定利基應用中發展；固態儲氫則為中長期材料導向之發展路徑，其突破關鍵仍取決於儲氫材料在容量、動力學與可逆性上的實質進展。[2][4][5]

國際目前發展多種新型儲氣技術[2][4]，例如：液態有機氫載體(Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC)或低溫壓縮氫(Cryo-Compressed Hydrogen)等，新型儲氫技術仍處於研究或示範階段，其價值不在於短期取代主流的高壓氣態儲氫，而在於為中長期氫能於交通運輸之淨零排放推進，提供更多策略選項。未來儲氫技術之發展，可能不再是單一技術路線之勝出，而是依應用場景、車型與能源系統架構，採取多元並行之解決方案。

四、載具儲氫系統之材料相容性與安全性

在氫能載具之整體系統設計中，材

料相容性與安全性被普遍視為影響商業化可行性、安全性及公共接受度的核心關鍵。相較於傳統燃油或純電池車，氫能載具之能源系統在高壓、可燃性氣體與長期循環操作條件下運作，其對材料性能與系統可靠度所提出之要求顯著提高，尤以高壓儲氫瓶、供氫管路、加氫介面元件及燃料電池堆內部關鍵材料為最具風險之應用場域。

氫分子具有分子量小、擴散係數高[4]及可輕易進入金屬晶格間隙等特性，使其在材料中容易引發非預期之物理與化學交互作用。這些作用不僅可能導致材料機械性質劣化，亦可能促進腐蝕反應、疲勞破壞與洩漏風險，進而對載具結構安全、操作穩定性與長期使用可靠度造成重大影響。因此，如何透過材料選用、設計規範、測試驗證與操作管理等多層次手段，系統性控制相關風險，已成為氫能載具技術發展中不可忽視之關鍵課題。

(一) 氫脆(Hydrogen Embrittlement)

氫脆現象為氫能載具材料相容性議題中最具代表性且研究最為深入的失效機制之一，亦是限制高壓氫儲系統材料選擇的重要因素。當氫原子在高壓或高

溫條件下滲入金屬材料內部時，可能於晶界、位錯或微觀缺陷處累積，導致材料延性、斷裂韌性與疲勞壽命顯著下降，甚至在低於原設計應力的條件下即發生突發性脆性破壞。此類破壞行為往往缺乏明顯塑性變形前兆，使其在工程應用上具高度危險性。

氫脆問題特別常見於高強度鋼、不銹鋼、鎳基合金及部分鈦合金等材料，這些材料廣泛應用於儲氫瓶內襯、閥件、管路與結構支撐元件。既有文獻指出，氫脆並非單一機制所致，而是多種微觀機制交互作用的結果，主要包括氫誘發脆性斷裂 (Hydrogen-Enhanced Decohesion, HEDE)、氫助局部塑性變形 (Hydrogen-Enhanced Localized Plasticity, HELP)，以及氫促進微裂縫成長與連結等行為。這些機制會隨材料組成、微結構、應力狀態與環境條件不同而呈現差異化影響。

為有效評估材料在高壓氫環境下之安全適用性，國際標準已逐步建立具體測試與驗證要求。其中，ISO 11114-4 明確規範用於高壓氫氣瓶之金屬材料，必須通過慢應變速率試驗 (Slow Strain Rate Test, SSRT)、門檻應力測試與氫氣暴露實驗，以定量評估其延性劣化程度、破壞

模式及可接受應力範圍，藉此建立材料選用與安全設計之科學依據。

(二) 腐蝕行為與材料降解

除氫脆外，腐蝕與材料降解 (material degradation) 亦為氫能載具系統中不可忽視的風險。在燃料電池系統內部，材料降解多源於電化學反應、自由基生成及操作條件變動所引發之累積效應。例如，在質子交換膜燃料電池中，常用之鉑碳 (Pt/C) 催化劑在高電位、啟停頻繁或燃料供應不穩定情況下，容易發生碳載體氧化腐蝕，導致鉑顆粒團聚、有效催化表面積下降，進而加速電池性能衰退與壽命縮短。

另一方面，全氟磺酸聚合物 (Perfluorosulfonic Acid, PFSA) 質子交換膜在長期操作中可能發生化學劣化，造成質子傳導能力下降、機械強度劣化與氣體交叉洩漏風險增加。此類材料劣化不僅影響系統效率，亦可能在極端情況下導致局部過熱或失效擴大。

在儲氫與供氫系統的金屬元件方面，如高壓管路、端接件、閥體與接頭，若材料耐蝕性不足、焊接品質不佳或表面處理不當，可能在潮濕環境、雜質氣體或應力集中條件下產生孔蝕、縫隙腐蝕

或應力腐蝕裂縫[4][6]。其中，孔蝕通常起因於材料表面保護膜在局部環境（如水分或雜質離子）作用下遭破壞，導致局部電化學反應加速，並形成向材料內部發展之點狀凹坑，可能造成局部穿孔；縫隙腐蝕則多發生於接合縫隙或遮蔽區域，因氧氣濃度差異造成局部腐蝕環境惡化，導致材料截面逐漸削弱並引發結構失效；應力腐蝕裂縫則為材料在腐蝕環境與拉伸應力同時作用下，裂縫逐步萌生並擴展，最終可能導致突發性破裂。這些微觀缺陷一旦形成，極可能成為氫氣滲漏通道，對載具操作安全構成潛在但高度嚴重的威脅。

（三）壓力循環疲勞

車用高壓儲氫瓶於載具上使用壽命期間，須承受由近零壓力至額定工作壓力（例如 35 MPa 或 70 MPa）之數千至上萬次反覆壓力循環，屬於典型之高週期疲勞應用情境。在此條件下，瓶體金屬內襯、複合纖維纏繞層與樹脂基材皆長期暴露於交變應力與殘餘應力疊加環境中。

若材料選用不當、製程控制不足，或設計未能妥善考量應力集中效應，疲勞裂縫可能於內襯或界面處逐步萌生，並

隨壓力循環次數增加而擴展，最終導致洩漏、局部破壞甚至爆裂失效。為避免此類災難性後果，國際法規[7]對儲氫瓶耐久性與安全係數設有明確要求。

UNECE GTR 13 規定，車用高壓儲氫瓶必須通過嚴格之壓力循環試驗，以驗證其在設計壽命內之結構完整性；同時，其最小爆裂壓力須至少達到最大允許工作壓力的 2.25 倍以上，以確保在極端操作或意外情境下仍具足夠安全性。

（四）安全管理與加氫協定

除材料與結構本身外，操作層面的安全管理同樣是確保氫能載具安全不可或缺的一環。由於氫氣密度低、浮升速度快，在開放空間中洩漏後通常能迅速稀釋；然而在半密閉或密閉環境內，若通風不足，氫氣仍可能累積至 4 – 75% 的可燃濃度範圍[7]，形成爆炸或回火風險。因此，加氫站與車輛之間的介面設計、操作程序與控制策略尤顯重要。

針對車用高壓加氫行為，美國汽車工程師學會制定之 SAE J2601 標準，針對 35 MPa 與 70 MPa 系統建立完整加氫協定，內容涵蓋氫氣預冷溫度、壓力上升速率、質量流量控制及加氫曲線設計等關鍵參數。其核心目的在於抑制快速

壓縮所造成的溫升效應[8]，降低儲氫瓶內材料的熱應力與機械負荷，並確保加氫過程之安全性、一致性與可重複性。

在此基礎上，ISO 19885-1[9]作為國際標準，承襲 SAE J2601 所建立之溫度補償加氫方法，進一步將相關加氫協定納入具規範性之國際標準架構，使其得以被各國法規與型式認證體系採用，確保已通過儲氫瓶與系統型式試驗之車輛，在實際加氫操作條件下仍能維持其既有之設計安全裕度。

綜合而言，載具儲氫系統之材料相容性與安全性並非單一技術問題，而是涵蓋材料科學、結構工程、電化學與系統工程等多領域之整合性課題。唯有透過標準化測試、風險導向設計與嚴謹操作管理，方能確保氫能載具在實際應用中達成高安全性與長期可靠度之目標。

五、結語

氫能載具在全球能源轉型與交通運輸減碳進程中展現出不可替代的戰略價值。相較於純電動車，氫能載具能有效因應長續航、高載重與高運轉時數等應用需求，特別適用於重型運輸、公共運輸及特種運具等場域，形成與電動車之間的

功能互補與市場分工，而非直接競爭關係。

儘管目前仍面臨關鍵挑戰，包括貴金屬催化劑與碳纖維儲氫瓶所帶來的成本壓力、低溫啟動與材料耐久性限制，以及綠氫供應比例不足與基礎設施尚未完備等問題，但隨著技術持續進步與產業規模化發展，上述問題已逐步出現改善趨勢。特別是在降低貴金屬用量、提升系統整合效率、發展遠距離運氫技術，以及各國政策補貼與法規引導的支持下，氫能載具的整體經濟性與可行性正快速提升。

然而，氫能載具的未來發展仍伴隨一定程度的不確定性，其商業化推進將受政策與法規環境的連續性、氫能供應鏈整體成熟度、基礎設施建置與需求成長之協調程度，以及社會與市場接受度等多重因素影響。相關風險有賴於在技術發展與政策推動過程中持續監測與調整，以確保氫能載具能於長期能源轉型架構下穩健發展。

整體而言，隨著氫能技術成熟度提高、成本持續下降，以及綠氫供應鏈逐步成形，氫能載具有望在全球淨零排放目標中扮演更為核心的角色，氫能載具未

來將逐步走向全面商業化，成為交通運輸體系中不可或缺的重要支柱。

六、參考文獻

1. Vengatesan, S., Jayakumar, A. & Sadasivuni, K.K., 2024, FCEV vs. BEV - A short overview on identifying the key contributors to affordable & clean energy (SDG-7), Energy Strategy Reviews, 53: 101380, 取自 <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101380> (115/1/20)
2. International Energy Agency (IEA), 2023, Global Hydrogen Review 2023, International Energy Agency, Paris.
3. ISO 19881:2018, Gaseous hydrogen - Land vehicle fuel containers.
4. Mekonnin, A.S., Waclawiak, K., Humayun, M., Zhang, S. & Ullah, H., 2025, Hydrogen Storage Technology, and Its Challenges: A Review, Catalysts, 15(3): 260, 取自 <https://doi.org/10.3390/catal15030260> (115/1/20)
5. International Energy Agency (IEA), 2019, The Future of Hydrogen, International Energy Agency, Paris.
6. ISO 11114-4:2017, Transportable gas cylinders - Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents - Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement.
7. UNECE Global Technical Regulation No. 13 (GTR No.13), Hydrogen and Fuel Cell Vehicles Safety.
8. SAE J2601_2020, Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles.
9. ISO 19885-1:2018, Gaseous hydrogen - Land vehicle fuel containers - Part 1: General requirements.

循環經濟的標準化藍圖－ISO 59000 系列標準

陳虹羽／標準檢驗局標準組科員

一、前言

面對全球氣候變遷加劇、資源逐漸耗竭及供應鏈需求等壓力，促使各國致力於淨零排放與永續轉型政策規劃，在此背景下，「循環經濟 (Circular Economy)」已由單純的環境議題，蛻變為國家與組織永續競爭力的關鍵策略，其核心價值在於透過提升資源使用效率，以促成經濟、社會與環境的動態平衡，並與聯合國永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs)、碳中和 (Carbon Neutrality) 及資源效率 (Resource Efficiency) 等國際趨勢緊密接軌。

相較於傳統線性經濟 (Linear Economy) 「取用、製造、棄置」之單向模式，循環經濟強調從源頭設計出發，透過再利用、翻修、再製造與回收，極大化產品與材料的循環價值，將廢棄物與資源損失降至最低。此模式不僅能有效降低

對原生資源的依賴、減緩碳排放與環境污染，各組織更能透過創新重塑其經營模式，提升整體社會之資源循環動能。

當組織以循環經濟理念重新定義其產品與服務流程，不僅能滿足當前與未來世代之民生需求（居住、醫療、交通等），更能在利害關係人之間創造並共享長期價值。有鑑於此，國際標準化組織 (International Organization for Standardization, ISO) 自 2024 年起陸續發布 ISO 59000 系列標準（含 ISO 59004、ISO 59010、ISO 59014、ISO 59020、ISO/TR 59032 及 ISO 59040 等），該系列標準為全球政府與企業組織提供循環經濟領域之一致性行動指南，涵蓋從理念建構、產品設計、轉型實踐及績效衡量等完整路徑，引領整體社會積極邁向系統性轉型。

二、介紹 ISO 59000 系列標準

(一) ISO 59000 系列標準起源

該系列標準由 ISO 技術委員會 ISO/TC 323「Circular economy (循環經濟)」主導編制[1]，該委員會目前由 83 個參與成員和 23 個觀察員組成，其秘書處由法國標準協會(Association française de normalization, AFNOR)擔任，致力於為循環經濟領域建立統一的語言、架構與指南，以極大化資源使用率對於永續發展之貢獻。

該系列標準的制定深受兩大先驅標準啟發[2]：法國標準協會(AFNOR)於 2018 年出版之 XP X30-901「循環經濟－循環經濟專案管理系統－要求和指南(Circular economy - Circular economy project management system - Requirements and guidelines)」及英國標準協會(British Standards Institution, BSI)於 2017 年出版之 BS 8001「組織中實施循環經濟原則的框架指南(Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations-guide)」啟發，其中 XP X30-901 提供循環經濟專案管理之七大行動領域核心架構：永續採購(Sustainable procurement)、生態設計(Ecodesign)、產業

共生(Industrial symbiosis)、功能型或服務型經濟、負責任的消費、延長產品壽命及高效率管理報廢產品和材料，而 BS 8001 為全球首個推動組織循環經濟之標準，確立六大指導原則：系統性思維、創新、管理、協作、價值優化及透明度。

隨著跨國貿易型態複雜化與供應鏈需求日益迫切，市場亟需一套全面、可量化追蹤且能銜接國際法規之標準，爰 ISO 59000 系列標準於 2024 年應運而生，適用於各類型及規模之組織，不僅將過往的區域性標準擴展成為國際共識、模組化、可追蹤績效的完整標準體系，更與 SDGs 接軌，成為國家與組織應對淨零賽局的關鍵利器。

(二) ISO 59000 系列標準簡介

1. 基礎架構與共通語言：

ISO 59004:2024「循環經濟－詞彙、原則和實施指南(Circular economy - Vocabulary, principles and guidance for implementation)」[3]係 ISO 59000 系列之基礎，明確定義循環經濟的基本詞彙、原則與實作指導，建立一套全球通用的「循環語言」，確立系統性思維、價值創造、價值共享、資源管理責任、資源可追溯性及生態系統韌性六大原則，旨在協助各

組織在推動循環轉型時，達成內部策略共識並優化跨單位溝通效率。

2. 將「理念」轉化為「行動」：

ISO 59010:2024「循環經濟－商業模式與價值網絡轉型指南 (Circular economy - Guidance on the transition of business models and value networks)」[4] 聚焦於具體落實層面，指導組織如何從傳統線性模式跨越至循環商業模式，該標準提供一套系統化的轉型路徑，涵蓋現況盤點、差距分析及產品與服務的重新設計，組織可藉此評估如「產品服務化 (Product as a Service, PaaS)」、「延長產品壽命」或「資源回收再利用」等模式的效益，將循環策略轉化為具體可行之供應鏈指引。

3. 再生材料回收的永續性與可追溯性：

ISO 59014:2024「環境管理與循環經濟－再生材料回收的可持續性與可追溯性－原則、要求與指南 (Environmental management and circular economy - Sustainability and traceability of the recovery of secondary materials - Principles, requirements and guidance)」[5] 係由 ISO 技術委員會分會 ISO/TC 207/SC 5「Life cycle assessment, LCA (生命週期

評估)」[6] 主導編制，將 LCA 精神融入資源回收永續管理，規範回收材料在來源、加工與分銷階段之資訊揭露責任與要求，使其確保材料流動透明且可追溯，協助組織降低對原生資源之依賴程度，並滿足市場與消費者對於「產品來源」日益嚴苛的環保要求。

4. 績效量化與評估循環績效：

ISO 59020:2024「循環經濟－衡量和評估循環績效 (Circular economy - Measuring and assessing circularity performance)」[7] 建立衡量與評估循環性績效之標準架構，涵蓋指標範疇、資料收集與計算方法，協助組織量化追蹤資源使用效率、再利用比例、產品壽命延伸率、廢棄物減量等關鍵成果。該標準不僅可作為內部績效管理工具，亦適用於全球永續資訊揭露框架，使其永續報告書符合環境保護 (Environment)、社會責任 (Social) 與公司治理 (Governance) (簡稱 ESG) 相關通用指標，為投資人及監管機構提供透明且具公信力的績效數據，成為組織檢視與溝通循環成果的關鍵工具。

5. 價值網絡的檢視與優化：

ISO/TR 59032:2024「循環經濟－現

有價值網絡的回顧(Circular economy - Review of existing value networks)」[8]作為回顧組織既有價值網絡結構之技術報告，提供關於價值網絡之資訊，協助組織在執行轉型前評估其價值網絡與流程盤點，找出潛在的資源流失點，藉以優化後續循環經濟轉型策略與進度。

6. 統一資料架構與數據透明：

ISO 59040:2025「循環經濟－產品循環性資料表(Circular economy - Product circularity data sheet)」[9]奠定「數位產品護照(Digital Product Passport, DPP)」之資料基礎架構，透過「產品循環性資料表(Product Circularity Data Sheet, PCDS)」規範不同產業之產品資訊以標準化方式呈現其循環屬性（如：拆解性、材料成分等），可強化全球供應鏈間的數據互通性，使產品之生命歷程更為透明。

7. 持續演進：

ISO/TC 323 目前持續擴充循環經濟標準體系，未來將納入更多實務管理工具[1]，例如：ISO/AWI 59001「循環經濟管理系統－要求(Circular economy management systems - Requirements)」、ISO/AWI 59011「循環經濟－建構面向循環的價值網絡(Circular economy -

Organizing a value network towards circularity)」，以及 ISO/TR 59031「循環經濟－基於績效的方法－個案研究分析(Circular economy - Performance-based approach - Analysis of case studies)」等，使循環經濟標準化領域更加完善。

（三）應用 ISO 59000 系列標準之核心效益

在全球氣候變遷加劇與資源稀缺之背景下，組織作為推動經濟與社會發展的關鍵動能，需承擔邁向永續發展之社會責任。當前循環經濟的國際趨勢已從「局部減碳」演進至「系統化資源循環管理」，ISO 59000 系列標準提供了全球統一的語言與治理架構，協助組織從傳統之末端廢棄物管理進化至產品全生命週期之價值鏈管理，而導入此標準不僅係履行社會責任，更是提升經營競爭力的實質策略，其核心效益可歸納如下：

1. 建立系統化治理架構，強化運作韌性與彈性：

透過標準化流程，組織能精準盤點資源流向並識別潛在風險，將循環經濟從「個別專案」提升至「核心營運」層次，以強化組織內部跨部門協作，並在面對地緣政治不穩定及原物料價格波動時，

能透過封閉式資源循環與再利用技術，增強供應鏈調適能力，建立穩定的營運保障。

2. 驅動商業模式創新，極大化資源獲利空間：

ISO 59000 系列標準強調從產品設計源頭推動修復、再製造、共享、產品服務化等創新模式，優化產品設計與生產流程，引導組織由單純的「銷售產品」轉向「提供價值」，藉由延長產品生命週期與再生材料應用，極大化原材料利用率，不僅能減少廢棄物處置成本、減輕對高價原始資源的依賴，更可創造產品差異化，開拓全新的收益來源與提升綠色市場競爭力。

3. 接軌國際法規與標準，跨越綠色貿易門檻：

面對歐盟《永續產品生態設計法規》(Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR)、《企業永續發展報告指令》(Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD) 及碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 等日益嚴苛之環保規範，取得

ISO 59000 系列標準之國際認證已成為進入全球市場的「通行證」，有效消除「漂綠」(Greenwashing) 疑慮，以及降低市場准入風險與法規合規成本。此外，公正透明的循環績效不僅有助於回應環保採購要求，更能獲得永續融資與投資機構的青睞，協助組織企業取得「綠色金融」支持與低利貸款，進一步加速其循環供應鏈。

4. 整合量化績效指標，深化 ESG 品牌影響力：

循環經濟推動最大的挑戰之一在於「如何衡量」成果，ISO 59000 系列標準提供具一致性的評量架構及量化指標（如：資源效率、循環材料使用率、碳排減量等），使組織能精準追蹤績效並進行跨國與跨產業比對，並接軌當今全球永續發展趨勢，包括 SDGs、聯合國氣候變遷綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)、淨零排放與《巴黎協定》(Paris Agreement)，顯著提升其 ESG 評比與永續報告書的公信力，樹立品牌在永續領域的領導形象。

三、循環經濟在臺灣

(一) 我國循環經濟政策之演進與願景[10]

自 1974 年施行《廢棄物清理法》以來，臺灣的資源管理體系經歷了由末端清運與掩埋，發展至「四合一回收」制度與《資源回收再利用法》，奠定全民回收的制度基礎。隨著全球減碳趨勢，政府於 2016 年正式將循環經濟納入國家重大產業政策，並在 2023 年配合 2050 年淨零轉型目標，發布「資源循環零廢棄」關鍵戰略行動計畫，代表臺灣已從單純的廢棄物管理邁向系統性轉型，涵蓋產品設計、商業模式及資源再生，致力於建構一個由政府、學研界與民間共塑的循環經濟生態系，以實現社會永續發展之願景。

(二) 亞太循環經濟論壇與「臺灣循環經濟路徑圖」

亞洲主要經濟體相繼推動循環設計、再生資源利用與減碳治理，使「循環經濟」成為產業競爭與政策布局的關鍵主題，顯見循環經濟已從環保議題上升為國際經貿競爭的核心。

以 2025 亞太循環經濟論壇暨熱點 (Asia Pacific Circular Economy Roundtable

& Hotspot 2025) [11][12] 為例，該論壇於 2025 年 10 月由環境部、農業部、經濟部及循環臺灣基金會共同主辦，其中「循環經濟熱點 (Circular Economy Hotspot, CEH)」首度於亞太地區登場，並與第二屆「亞太循環經濟論壇 (Asia Pacific Circular Economy Roundtable, APCER)」同步舉辦，不僅係亞洲首場結合國際「熱點(Hotspot)」模式的會議，更象徵臺灣成為亞太地區經濟合作與循環轉型的核心樞紐。

該論壇以「引領循環合作 (Leading Circular Collaboration)」為大會主軸，以「循環三部曲 (Circular Trilogy)」：「好治理 (Good Governance)」、「好主意 (Good Ideas)」、「好生意 (Good Business)」貫穿兩場國際與談、六大產業及參訪路線、十項治理趨勢議題，旨在將循環策略與創新轉化為永續商業模式，並進一步推動企業、國家與國際層級的制度設計，提供一套具體且可行的行動藍圖，並現場展示我國在高科技電子、紡織、農業、營建、塑膠及循環生活等六大產業的實務成果，向全球展現了臺灣如何將廢棄物轉化為高價值資源的實務路徑。



圖 1 2050 臺灣循環經濟路徑圖（草案）[11][12]

此外，論壇上首度公開《2050 臺灣循環經濟路徑圖》草案，該路徑圖預計於 2026 年底正式公布，首創「動態共創」模式，廣納國內外專家建言編修而成，以「提升經濟與資源脫鉤程度」、「提高循環材料使用比例」及「降低人均資源消耗壓力」為三大核心目標，並提出七大治理策略與六大關鍵推動領域，建構推動臺灣循環經濟的完整架構，為我國 2050 年長遠轉型定調，並持續引領我國在亞太區域循環治理、制度創新與跨國合作。

（三）法規與制度層面革新[13]：

為因應臺灣現行法規制度尚欠缺綠色設計、循環採購及獎勵扶植資源循環產業等法源依據，環境部已於 114 年 05 月預告修正《資源回收再利用法》為《資源循環推動法》，並同步修正《廢棄物清

理法》（以下合稱「資源循環雙法」），不僅係優化現行法規，更是一次具前瞻性的環境治理思維轉變，從傳統的末端廢棄物管理擴展產品全生命週期之「資源循環」，透過法治體系確保材料流動的透明化與價值化，可回應我國循環經濟與產業發展之實務需求，進而達成淨零排放願景。

其中《資源循環推動法》修法重點涵蓋「訂定綠色設計準則」、「優先採購循環產品及循環服務」及「以輔導獎勵扶植資源循環產業」三大面向，舉凡建立永續產品政策，納入源頭減量、綠色設計與再生料使用規範、設置資源循環推動會，將循環經濟納入主流化政策中、循環採購創造市場，並透過金融資金挹注帶動循環產業發展等多項策略。另《廢棄物清理

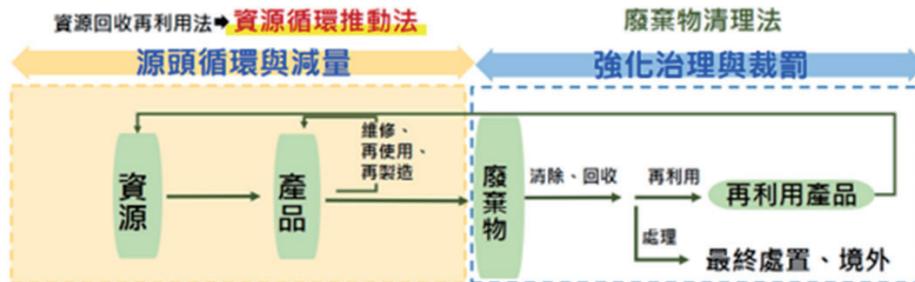


圖 2 資源循環雙法管理架構[13]

法》則因應新興廢棄物類型，加強妥善管理，擴大生產者責任，包括：統一再利用管理權責，增訂營建剩餘土石方流向管理、加重環境刑罰與環境復原責任，並運用科技執法與電子追蹤執行。

四、結語

為因應線性經濟發展所造成全球「高消耗、高汙染、高破壞」之環境危機，導入循環經濟相關國際標準已非組織的「選配」，而是確保組織長期營運韌性與市場競爭力的標準配備。ISO 59000 循環經濟系列標準的公布，象徵從傳統「末端廢棄物處理」轉向「價值保留(Value Retention)」的核心轉移，不僅在組織管理層面升級，更是組織信念與價值觀的變革，相較於過去被動回應零星的環保訴求，該等標準提供一套具備國際一致性與可實作性之管理框架，引導組織從前端源頭設計、商業模式創新到數據化

績效追蹤，以及延續產品的生命週期與功能，全方位重塑資源配置邏輯以提升使用效率，不僅可協助組織化解日益嚴峻的國際綠色貿易壁壘（如 CBAM、ESPR）與法規風險，更能在資源稀缺的時代困境中，建構具備高度調適力的價值鏈，實現經濟獲利、環境再生與社會效益深度整合之共好局面。

2025 年係臺灣循環經濟邁向標準化與國際接軌之關鍵，作為亞太供應鏈的核心樞紐，我國正透過修訂「資源循環雙法」與推動「2050 循環經濟路徑圖」，將前瞻性政策規範與國際標準及全球趨勢契合，此一由「法規強制力」與「國際公信力標準」相輔相成之轉型路徑，透過系統化指南大幅降低產業轉型的未知風險，亦鼓勵國內產業積極投入綠色設計、數位化監測與高階再利用技術應用，加速完備我國獨步全球的資源循環體系，期許憑藉堅實的技術底蘊、產官學研的

系統性協作，以及前瞻治理思維，提升我國企業組織在國際淨零賽局中的競爭力，實現 2050 淨零排放願景，並為臺灣的永續發展與次世代產業實力貢獻關鍵動能。

上述 ISO 相關資訊可參考 ISO 官網（網址：<https://www.iso.org/home.html>），經濟部標準檢驗局（下稱本局）與 ISO 簽有授權合約，民眾只需支付權利金，即可

合法取得即時並已制定公布的標準資料，歡迎各界多加利用。如需查詢本局外國標準館藏狀況、價格及購買方式，請至本局「標準資料查詢系統」（網址：https://fsms.bsmi.gov.tw/nation_dmz/）查詢（圖 3），也可利用網頁線上申辦功能或撥打服務專線 02-23431700#2102 洽詢。



圖 3 標準資料查詢系統網頁功能圖示

五、參考文獻

1. ISO/TC 323 Circular economy, ISO Technical Committees, 取自 <https://www.iso.org/committee/7203984.html> (114/11/22)
2. Arana-Landin, G.; Sigüenza, W.; Landeta-Manzano, B.; Laskurain-Iturbe, I, 2023, Circular economy: On the road to ISO 59000 family of standards, Wiley, Corp Soc Responsib Environ Manag. 2024;31, 1977-2009.
3. ISO 59004:2024 Circular economy - Vocabulary, principles and guidance for implementation.
4. ISO 59010:2024 Circular economy - Guidance on the transition of business models and value networks.
5. ISO 59014:2024 Environmental management and circular economy - Sustainability and traceability of the recovery of secondary materials - Principles, requirements and guidance.
6. ISO/TC 207/SC 5, ISO Technical Committees, 取自 <https://www.iso.org/committee/54854.html> (114/12/22)
7. ISO 59020:2024 Circular economy - Measuring and assessing circularity performance.
8. ISO/TR 59032:2024 Circular economy - Review of existing value networks.
9. ISO 59040:2025 Circular economy - Product circularity data sheet.
10. 2050 臺灣循環經濟路徑圖摘要報告 (草案), 114, 環境部資源循環署。
11. 2025 亞太循環經濟論壇暨熱點簡介, 取自 <https://enews.moenv.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=E151FBBF534A03D7> (114/12/23)
12. 2025 亞太循環經濟論壇暨熱點, 取自 <https://www.apcer.asia/apcer-hotspot-2025/ch> (114/12/24)
13. 經濟部中小及新創企業署, 114, 資源循環新浪潮: 資源循環雙法修訂與國內產業的轉型契機, 取自: <https://www.sme.gov.tw/caas/article-caas-3010-19347> (115/01/07)

讓您成為應施檢驗品目查詢達人

鍾曉玲／標準檢驗局基隆分局科員

一、前言

經濟部標準檢驗局(下稱本局)為我國商品安全管理機關，針對應施檢驗商品規劃有四種檢驗方式，分別為逐批檢驗、監視查驗、驗證登錄及符合性聲明，以確保各類商品品質，並保障消費者安全[1]。

二、案例直擊

本局基隆分局位處基隆國際港，轄區港口鄰近臺灣最大消費市場，配合本局推行業務並承擔國內 50%的進口商品檢驗工作；由於近年來網路電商平台興起，商品進口者也由企業或貿易商為主的公司，進而新增加許多電商平台個人業主，以空運、郵遞包裹方式進口各式各樣，種類繁多的商品，故基隆分局也於實務執行上發現有下列 2 則經常性發生之案例：

(一) 案例 1: 由於報驗義務人對於所進口商品並不甚瞭解是否需要申請

檢驗，故時而發生經本局於後市場管理查獲有未經完成檢驗程序之商品被公開陳列銷售，進而要求報驗義務人對該商品進行補辦報驗之情事。

(二) 案例 2: 由於報驗義務人在對進口商品的檢驗方式不甚瞭解下，便直接申請報驗，直至執行臨場查核時，才經檢驗人員於現場執行判定歸屬之正確檢驗方式，導致可能延誤商品上市商機，並徒增相關臨場檢驗費之給付。

三、建議作法說明

為協助業者能快速、有效判定商品是否屬歸屬於應施檢驗品目，及獲取正確之檢驗方式說明，以利商品於運出廠場或進入國內市場前即完成檢驗程序，本局建置有「產品法規智慧整合查詢服務系統」，供各界快速查詢並獲得結果，操作方式如下所示：

(一) 請至本局網站「商品檢驗業務申辦服務」(網址 https://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqnc/)

(二) 點選商品品目查詢/品目簡易查詢(詳圖 1 商品品目查詢/品目簡易查詢網頁操作圖示)

(三) 螢幕畫面進入產品法規智慧整合查詢服務系統，將提供整合性的查詢服務，請點選「同意並繼續」區塊(詳圖 2 產品法規智慧整合查詢服務系統網頁操作圖示)



圖 1 商品品目查詢/品目簡易查詢網頁操作圖示



圖 2 產品法規智慧整合查詢服務系統操作圖示

(四) 點選「同意並繼續」區塊後，螢幕畫面進入產品法規智慧整合查詢服務系統之簡易查詢頁面(詳圖 3 簡易查詢網頁操作圖示)，您可在「輸入區域」之「智慧品目查詢」區塊中，直接輸入中文貨名(或俗名)並查詢後，依據系統提供之資訊，接續在「點選區域」中，點選相應之區塊，服務系統在過程中，將透過與您一系列簡單問題之應

答，引導您獲得所查閱產品於運出廠場、進口或銷售前應審閱的重要規定。

(五) 產品法規智慧整合查詢服務系統最終將提供您所查詢產品之初步判定結果，所查詢之產品如屬本局公告列檢範圍，將呈現畫面如圖 4 並提供相關檢驗規定，另所查詢之產品如非屬本局公告列檢範圍，將呈現畫面如圖 5 供參考。

BSMI 產品法規智慧整合查詢服務系統

簡易查詢

智慧品目查詢 輸入區域

請輸入中文貨名(或俗名),例：滑鼠

防	防護及休閒用具 Protective and Leisure Equipment	建	建築及配電器材 Construction & Power Distribution	玩	玩具 Toys
嬰	嬰幼兒/兒童用品 Articles for Infants, Toddlers and Children	汽	汽機車用品及設備 Appliances and Articles for Motor Vehicles	廚	廚房及瓦斯器材 Kitchen and Gas Appliances
事	事務機器及文具用品 Business Machine and Stationery	紡	紡織品 Textiles	家	家電影音設備 Household Appliances, Video and Audio Equipment
電	電子資訊產品 Electronics & IT Product	壓	壓力容器 Pressure Vessels	電	電動手工具 Electrical Hand Tools
照	照明燈具 Lighting	度	度量衡器 Measuring Instrument		

點選區域

圖 3 簡易查詢網頁操作圖示



BSMI 產品法規智慧整合查詢服務系統

網站滿意度調查 請點選！！

簡易查詢 查詢結果

您所查詢的產品初步判定【**屬本局公告列檢範圍**】，應完成檢驗或檢定程序後，始得販售，如是具有多功能產品須符合相關檢驗標準之規定。

提醒您

查詢結果完全取決於您在查詢過程中所輸入的資訊，可能沒有確實反映您產品適用的規定，僅供您參考。查詢結果及判定說明，以最新公告或解釋函內容為準。建議若您有任何疑問，可向本局進一步洽詢。為保障您的權益，有關自國外進口或國內產製之產品，是否歸屬應施檢驗品目，請您於產品實際產製或進口前先提供產品完整規格資訊向本局辦理品目查詢。

檢驗規定

圖 4 屬本局公告列檢範圍圖示



BSMI 產品法規智慧整合查詢服務系統

網站滿意度調查 請點選！！

簡易查詢 查詢結果

您所查詢的產品初步判定可能【**非屬本局列檢範圍**】，為保障您的權益，建議您提供完整產品規格資訊向本局辦理品目查詢，特別是具有多功能用途產品。

提醒您

查詢結果完全取決於您在查詢過程中所輸入的資訊，可能沒有確實反映您產品適用的規定，僅供您參考。查詢結果及判定說明，以最新公告或解釋函內容為準。建議若您有任何疑問，可向本局進一步洽詢。為保障您的權益，有關自國外進口或國內產製之產品，是否歸屬應施檢驗/應經檢定品目，請您於產品實際產製或進口前先提供產品完整規格資訊向本局辦理品目查詢。

圖 5 非屬本局公告列檢範圍圖示

(六) 應施檢驗商品查詢仍應以本局品目查詢判定公文為準，如有任何問題，仍建請至本局線上品目查詢申請系統（如圖 1 所示下拉選單中之申請作業）或提供詳細商品規格寄至本局提出申請，本局收到申請後會再正式回覆判定結果。

四、結語

政府機關是最大的服務業，本就應貼近民意，迅速回應民眾的需求與期待。本局秉持「商品有檢驗、品質有保證；商品有標章、安全有保障。」之精神，督責各分局辦理各類商品檢驗事宜，長期為

提升市售商品之安全性，保護消費者權益而努力；而各分局同仁亦莫不殫精竭慮、齊心合力做好第一線為民服務工作，並提供各項優質迅速的服務，期盼能讓國人深刻感受到「有政府會做事、讓民眾超安心」！

本局提供之產品法規智慧整合查詢服務系統，它不僅是 24 小時全年無休 (always open)，更重要的是，它是完全免費的；歡迎各界「好康道相報」，讓每一個人都成為品目查詢達人！

五、參考文獻

1. 商品檢驗法，96 年 7 月 11 日。

「再生能源憑證制度精進說明會」 活動紀要

蔡佳君／標準檢驗局檢驗技術組技正

隨著全球淨零排放加速，國內企業對於綠電及再生能源憑證的需求日益殷切。為回應市場期待與因應新興商業模式，本局國家再生能源憑證中心積極研議憑證制度精進方向，並於 115 年 1 月 15 日辦理說明會，就憑證零股化、憑證制度精進方向及書面審查費用調降等規劃措施，與相關業者進行交流，以作為後續推動新制及修法之參考。

本次說明會為廣納業者意見，採實體搭配線上方式進行，共計 670 人參與，出席情形相當踴躍，針對業者提問之憑證制度運作與後續規劃方向，本局亦由憑證中心主任，即本局黃組長志文率憑證團隊於現場即時回應說明，場面熱絡。



圖 1 本局黃組長志文開場致詞



圖 2 本局黃組長志文率隊就業者提問進行說明

會議內容聚焦三大議題，首先說明本局為提供業者可按不同憑證用途，例如：用電大戶申報、國際客戶需求、各類獎項或認證之佐證等，依需求進行電量統計，爰推動每月結算電量之零股化制度；其次，為解決自用發電設備因等待現場查核致等候期間憑證電量無法累積、集合式場域具多個共同設置者之憑證核發及讓與等問題，也規劃修法或訂定示範計畫；最後，向業者預告因發電設備查核已改由本局認可之查驗機構辦理，本局相關行政成本降低，爰修正規費收費基準，並將公告生效。



圖 3 本局黃組長志文就相關議題向業者進行說明

與會業者踴躍就相關議題之作業細節提問，經本局逐一回應解說後，業者就運作方式與規劃方向亦予以肯定。本局將依會議共識作為修法基礎，加速推進相關法制作業，後續也將維持與業者互動交流，持續精進憑證制度，以建構更具彈性且完善的運作環境。

商品召回訊息

萬博創意科技公司多功能五合一行動電源

- 一、商品名稱：多功能五合一萬能充 Pro
- 二、廠牌：MOZTECH 型號：MOA08 序號：202211/202212
- 三、業者：萬博創意科技有限公司
- 四、數量：200,000 個
- 五、產製期間：2022 年 11 月~2022 年 12 月
- 六、銷售地點：臺灣
- 七、瑕疵情形：鋰電池經過一定次數循環後，可能產生過熱變形之風險，進而導致電芯異常無法使用。
- 八、詳情描述：因使用循環次數到達，可能導致鋰電池電芯發生異常、過熱、冒煙、起火等風險。
- 九、造成損害：詳上述第八點。
- 十、矯正措施：
 1. 持有型號 MOA08 行動電源召回序號(202211/202212)之消費者，請聯繫本公司進行免費換新作業。
 2. 提供產品健檢服務，可做產品健康度測試。
- 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：

聯絡電話：06-3843492
客服信箱：CSD@moztech.cc
Line: @moztech

商品外觀圖(照片)



商品相關資訊標示位置圖(照片)



商品召回訊息

台灣三洋電機股份有限公司電冰箱

- 一、商品名稱：電冰箱
- 二、廠牌：SANYO 型號：SR-480B5 序號：無
- 三、業者：台灣三洋電機股份有限公司
- 四、數量：總計 56,399 台
- 五、產製期間：民國 97 年 2 月~民國 100 年 2 月
- 六、銷售地點：臺灣
- 七、瑕疵情形：基板端子處有凝結水，造成不良。
- 八、詳情描述：基板端子處有凝結水，長期高溫跳火，造成 PCB 碳化引燃基，導致事故發生。
- 九、造成損害：可能造成商品本身損害、其他財產損失或人身損害。
- 十、矯正措施：民國 100 年後生產機種，基板已改為雙面基板，變更放置於背面，R 庫右後下方防止結露產生，基板盒蓋已變更為鐵質盒蓋，防止起火燃燒。101 年 7 月 19 日技術部針對舊機種，追加隔熱泡綿服務包，防止基板結露。
- 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：臺灣
- 十三、業者聯絡方式：三洋公司免付費服務電話：0800-081-567。
網址：<https://sanlux.com.tw/>

商品外觀圖(照片)



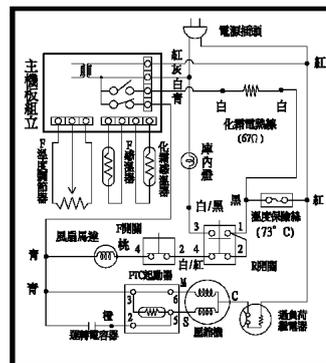
商品相關資訊標示位置圖(照片)



三洋電冰箱

SANYO SR-480B5

檢內登字第348001號 R31005
 冷凍冷藏箱
 • 總有效內容積 480
 冷凍室有效內容積 135
 冷藏室有效內容積 345
 • 額定電壓/頻率 110V/60Hz
 • 電動機額定消耗電功率 145W
 • 電熱裝置額定消耗電功率 180W
 • 消耗電量 60kWh/月
 • 能源因數值 9.8 / kWh/月
 • 冷凍室性能
 • 冷媒 HFC-134a 125g
 • 總重量 76 kg
 • 絕緣發泡主要成份 硬質聚氨酯中硬泡
 • 絕緣發泡用冷媒 環戊烷
 • 耐氣候等級 ST
 • 燈泡額定功率 10W
 • 生產類別 中華民國臺灣省
 • 製造年份 民國 99 年出廠
 • 製造號碼 000001
 台灣三洋電機股份有限公司
 台北市松江路266號10樓 TEL: (02)25010051



法規動態

(114年11月16日至115年02月15日)

一、法規命令

法規名稱	異動	公告機關	公告日期	文號	連結行政院公報
商品檢驗標識使用辦法	修正	經濟部	115年1月21日	經標字第11453500630號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163150&log=detailLog
度量衡器型式認證管理辦法	修正	經濟部	115年2月9日	經標字第11553500030號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163570&log=detailLog
商品檢驗規費收費辦法	修正	經濟部	115年2月10日	經標字第11553500000號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163596&log=detailLog

二、實質法規命令

法規名稱	異動	公告機關	公告日期	文號	連結行政院公報
應施檢驗太陽光電變流器商品之相關檢驗規定	訂定	經濟部標準檢驗局	114年11月24日	經標檢政字第11430022630號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=161730&log=detailLog
應施檢驗電力轉換系統商品之相關檢驗規定	修正	經濟部標準檢驗局	114年11月24日	經標檢政字第11430022620號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=161724&log=detailLog

法規名稱	異動	公告機關	公告日期	文號	連結行政院公報
應施檢驗電動手工具商品之相關檢驗規定	修正	經濟部標準檢驗局	114年12月19日	經標檢政字第11430024950號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162363&log=detailLog
應施檢驗放置型鋰儲能裝置商品之相關檢驗規定	修正	經濟部標準檢驗局	114年12月22日	經標檢政字第11430025230號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162417&log=detailLog
應施檢驗道路車輛動力用二次鋰電池組商品之相關檢驗規定	訂定	經濟部標準檢驗局	114年12月23日	經標檢政字第11430025480號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162450&log=detailLog
應施檢驗二次鋰儲能單電池組/電池(模)組/電池系統商品之相關檢驗規定	訂定	經濟部標準檢驗局	114年12月23日	經標檢政字第11430025450號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162449&log=detailLog
應施檢驗液化石油氣汽車燃氣系統零組件商品之相關檢驗規定	廢止	經濟部標準檢驗局	115年1月21日	經標檢政字第11530001150號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163140&log=detailLog

法規名稱	異動	公告機關	公告日期	文號	連結行政院公報
應施檢驗木製板材類商品之相關檢驗規定	修正	經濟部標準檢驗局	115年1月30日	經標檢政字第11530001380號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163393&log=detailLog
度量衡業應備置之度量衡標準器及追溯檢校機構	修正	經濟部標準檢驗局	115年2月4日	經標度政字第11550000380號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163484&log=detailLog
液體用量器檢定檢查技術規範	修正	經濟部標準檢驗局	115年2月10日	經標度政字第11550000430號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163595&log=detailLog

三、行政規則

法規名稱	異動	發布機關	發布日期	文號	連結行政院公報
拼接式軟質發泡地墊商品檢驗作業規定	訂定	經濟部標準檢驗局	114年12月10日	經標檢政字第11430023700號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162128&log=detailLog
核釋「商品標示法」第6條第1項第4款及同法第12條所公告之特定商品標示基準之相關規定	訂定	經濟部	114年12月15日	經授標字第11453001790號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162228&log=detailLog

法規名稱	異動	發布機關	發布日期	文號	連結行政院公報
歐盟登錄水產品加工廠廠商加工聲明書之簽署作業原則	修正	經濟部標準檢驗局	114年12月19日	經標檢政字第11430024450號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=162377&log=detailLog
建築用防火門同型式判定原則	修正	經濟部標準檢驗局	115年1月30日	經標檢政字第11530001100號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163377&log=detailLog
液化石油氣汽車燃氣系統零組件型式認可作業要點	廢止	經濟部標準檢驗局	115年2月13日	經標檢政字第11530002770號	https://gazette.nat.gov.tw/egFront/detail.do?metaid=163720&log=detailLog

WTO/TBT重要通知

(2025年11月16日~2026年2月15日)

綜合企劃組

序號	文件編號	措施通知日	產品內容	內容重點
1	G/TBT/N/ USA/1988/ Add.3	2025/11/17	二氯甲烷	美國國家環境保護局(EPA)發布最終規則，修訂《毒性物質管理法》(TSCA)，將非聯邦實驗室對於二氯甲烷法規的遵守期限延後18個月，使其與聯邦機關相同
2	G/TBT/N/ USA/2242	2025/11/17	氫氟碳化合物	美國國家環境保護局(EPA)發布擬議規則，修訂《2020年美國創新與製造法案》對氫氟碳化合物(HFCs)之使用限制，擬允許已生產或進口之住宅及小型商用空調熱泵設備持續安裝，並徵求外界對相關混合冷媒供應鏈之意見。涉及產品為冷凍運輸、工業製程冷凍設備、半導體製程冷卻、商用冷凍設備、冷藏倉儲、實驗室冷凍離心機與震盪器，以及住宅與小型商用空調/熱泵冷凝機組等。另根據11月18日通知文件G/TBT/N/USA/2242/Add.1，評論期延至2025年11月21日。
3	G/TBT/N/ USA/2062/ Add.7	2025/11/17	三氯乙烯	美國國家環境保護局(EPA)擬延長2024年12月18日G/TBT/N/USA/2062/Add.1通知對三氯乙烯部分監管條文之生效期限，延長90天自2026年2月17日起生效。

序號	文件編號	措施通知日	產品內容	內容重點
4	G/TBT/N/ USA/1742/ Rev.2	2025/11/17	全氟和多氟 烷基物質	美國國家環境保護局(EPA)擬修訂《毒性物質管理法》(TSCA)對全氟和多氟烷基物質之報告和記錄保存要求。評論期至2025年12月29日止。
5	G/TBT/N/ USA/1013/ Rev.1	2025/11/24	冷凍空調及消 防防爆系統之 替代化學物質	美國環境保護局(EPA)依據重大新替代物質政策(SNAP)計畫，擬議規則將多項替代冷媒與滅火用替代物列為在特定使用條件下可作為「可接受替代品」，供住宅及小型商用空調與熱泵、冷水機、家用冰箱與冷凍櫃、車用空調，以及火災抑制與防爆系統使用。評論期至2025年12月26日。
6	G/TBT/N/ USA/1893/ Rev.2	2025/11/24	新一代廣播 電視過渡	聯邦通信委員會(FCC)徵求各界對擬議規則修訂的意見，該修訂旨在支持並加快全國電視市場由現行廣播系統轉型至ATSC 3.0(亦稱Next Gen TV)的進程。文件初步認為，對於轉換至ATSC 3.0的電視台，FCC應取消現行強制同步轉播ATSC 1.0之規定，同時在簡化制度架構下持續允許業者自願進行同步轉播。此外，文件亦徵詢與Next Gen TV轉型密切相關之各項議題及其他相關事項的意見。
7	G/TBT/N/ CHN/2150	2025/11/26	電器電子產品	中國大陸公布「達標管理目錄限用物質應用例外清單(2025年版)」徵求意見稿，針對《電器電子產品有害物質限制使用達標管理目錄(2025年版)(徵求意見稿)》的33類電器電子產品，在不具技術或經濟可行性所列出的56項應用例外。

序號	文件編號	措施通知日	產品內容	內容重點
8	G/TBT/N/ CHN/2149	2025/11/26	電器電子產品	中國大陸公布「電器電子產品有害物質限制使用達標管理目錄(2025年版)」徵求意見稿，以落實《電器電子產品有害物質限制使用管理辦法》。該目錄將33類產品納入清單，並針對每類產品提供產品範圍、定義及適用範圍說明。
9	G/TBT/N/ USA/1958/ Rev.1/ Add.2	2025/12/03	有毒化學物質	美國華盛頓州生態部於2025年11月20日通過《更安全產品限制和報告》規則修正案，對在特定產品類別中有意添加全氟和多氟烷基物質(PFAS)制定了限制和報告要求。涉及產品包含服裝與配件、汽車洗劑、清潔產品、極限與長期用途服裝、鞋類、休閒與旅遊裝備、汽車蠟、炊具與廚房用品、消防個人防護裝備、地板蠟與拋光劑、硬質表面密封劑，以及滑雪蠟共12類產品。自2025年12月21日起生效。
10	G/TBT/N/ USA/1771/ Rev.1/ Add.1	2025/12/05	無線電通訊 設備	美國聯邦通訊委員會(FCC)通過最終規則，明定不予核發執照「涵蓋清單」(Covered List)涵蓋產品所用之模組化發射器，並明定凡包含受管制模組化發射器之裝置，皆不得核發執照，同時限制先前已核准之受管制設備，禁止該等設備持續進口與銷售。自2025年12月26日起生效。

序號	文件編號	措施通知日	產品內容	內容重點
11	G/TBT/N/USA/2251	2025/12/08	寬頻與行動服務、無線通訊	美國聯邦通訊委員會 (FCC) 發布「擬議規則制定通知」(NPRM)，計畫修訂目前針對 24 GHz、28 GHz、37 GHz、39 GHz、47 GHz 及 50 GHz 等高頻段的管理規定。因這些頻段目前是由地面「高頻段地面無線通訊服務」(UMFUS) 與「固定衛星服務」(FSS) 共同使用。FCC 此次修法，主要是檢討並調整兩種服務在共用頻譜時的相關規範。本案影響範圍包含寬頻服務、行動通訊及其他無線通訊產品。本案意見徵詢期限至 2026 年 2 月 2 日止。
12	G/TBT/N/EEC/415	2025/12/08	建築產品	歐盟頒布執委會授權法規草案，以建立建築材料對「耐火性能」相關之性能要求，以確保相關產品驗證與貿易的法律一致性。涉及產品為「阻擋火勢蔓延」或在火災中需「維持結構穩定」的建築產品。
13	G/TBT/N/USA/1771/Rev.2	2025/12/08	無線電通訊設備	美國聯邦通信委員會 (FCC) 發布《擬議規則制定通告》(NPRM)，修正「受管制清單」(Covered List) 上的設備授權禁令，重點包括明確將「模組化發射器」與零組件納入管制、重新定義「關鍵基礎設施」、規範受管制實體對設備修改需重新驗證，以及擴大「行銷」定義以加強執法力度。

序號	文件編號	措施通知日	產品內容	內容重點
14	G/TBT/N/EU/1173	2025/12/10	空間加熱器及熱水器等相關設備	歐盟執委會提出授權規則草案，依歐盟第1369/2017號法規，對空間加熱器及熱水器之能源標示進行重新分級，並新增多項圖示與功能，包括可連結至歐盟能源標示產品登錄系統(EPREL)的QR Code，以及代表智慧能源設備或無氟冷媒熱泵之圖示，同時釐清經銷商在能源標示之權利與義務。涉及產品為暖氣設備、組合式加熱器、溫度控制器、太陽能裝置、淋浴廢熱回收裝置、上述產品之組合套裝。評論期至2026年2月8日。
15	G/TBT/N/EU/1177	2025/12/10	建築產品	歐盟頒布執委會授權法規草案，明定「通知機構」(notified bodies)之任務，以建立適用於各類產品之評估與驗證系統。涉及產品為建築產品。
16	G/TBT/N/EU/1180	2025/12/12	建築產品	歐盟頒布執委會授權法規草案，以明定建築材料對「燃燒反應」相關之性能等級，以補充歐盟第2024/3110號法規。評論期至2026年2月10日止。
17	G/TBT/N/USA/2120/Add.1	2025/12/15	無線緊急警報	美國聯邦通訊委員會(FCC)發布最終規則，訂定多語言無線緊急警報(WEA)之實施參數，要求參與WEA之商用行動服務提供者支援多語言警報範本，以強化公共安全警示之即時性與可近性。該最終規則部分條文於2028年6月5日生效，其他部分之生效日無限期推遲。

上述內容主要擷取自與我重要貿易國家對我國出口商品具有潛在貿易影響之技術性措施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：02-23431700轉分機1566，傳真：02-23431804，電郵：tbtenq@bsmi.gov.tw；或可於世界貿易組織(WTO)ePingSPS&TBT平臺「ePingSPS&TBTplatform」，網址為<https://www.epingalert.org/>，查詢並訂閱TBT通知文件，可隨時接收符合設定條件之通知文件，歡迎多加利用。如需ePing平臺操作指引，敬請參閱操作說明<https://epingalert.org/en/Resources?info=materials>。感謝您的支持，如有任何疑問，歡迎隨時聯繫我們。



標準、檢驗與計量 期刊



—— 五年三月 · 第九期

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



業 務 諮 詢

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

■ 服務時間：週一～週五

08:30～12:30

13:30～17:30



《標準、檢驗與計量期刊》徵稿啟事

113.6.19 標準、檢驗與計量期刊編輯委員會議修訂

1. 《標準與檢驗月刊》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 月起改版更名為《標準、檢驗與計量雙月刊》，113 年起更名為標準、檢驗與計量期刊（以下簡稱本刊）；本刊公開全年徵稿，歡迎有關標準、檢測、驗證、度量衡等方面之各界投稿。
2. 文稿架構及字數規範：
 - (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，文字以 6,000 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……等為主題，並以序言、主要內容、結語等架構為原則，文字以 6,000 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、標準發展及其他與標準檢驗局有關業務為主題，並以序言、主要內容、結語等架構為原則，文字以 6,000 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，文字以 4,500 字、圖表以 5 張為限。
 - (5) 「活動報導」專欄稿件：文字以不超過 1,000 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範之情形，請務必精簡至規範範圍內，針對超出規範部分不另支付稿費。圖表請加註說明，並於內文中標示圖表序號。

3. 撰稿應注意事項：
 - (1) 為增進閱讀者閱讀意願，稿件內容建議可以生動有趣、淺顯易懂方式表達。
 - (2) 撰稿格式及設定要求請詳閱「標準、檢驗與計量期刊撰稿規範」，不符體例者，本刊編輯有權退回要求修改後再予受理。
 - (3) 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。
 - (4) 「活動報導」專欄以外之稿件，須經本刊審查程序處理，如未通過審查或經編輯委員會決議退稿者，不予刊登。本刊對來稿有修改或刪減權，若不同意者，請斟酌投稿。
 - (5) 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；所摘錄或引用之內容或圖表，請於本文引用處註明，並於文末依引用順序臚列參考資料來源。
4. 投稿於本刊，經本刊收錄刊登後，將薄致稿酬，並代表作者同意下列事項：
 - (1) 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，請勿抄襲及使用ChatGPT等人工智慧軟體生成文稿。
 - (2) 同意本刊授權國家圖書館進行典藏與提供利用的必要複製／數位化、以及於網際網路公開傳輸提供非營利的學術研究利用。
 - (3) 稿費支給額度表：

	撰稿費（每千字）	編稿費—圖表（每幅、張）	審查費（每千字）
調整後稿費（自112年1月號起實施）	1,100 元	203 元	專業審查：150 元 總審查：150 元

備註：圖表以自繪為主；數位照片（未經編輯）每則文稿最多以3張計算；網頁截圖不計。

5. 本刊自 193 期（105 年 1 月）可至標準檢驗局全球資訊網（路徑為「首頁／資訊與服務／影音及出版品／出版資訊」）點閱，歡迎多加利用。
6. 來稿請電郵 wangchen.lo@bsmi.gov.tw 或寄送至臺北市中正區濟南路一段 4 號（標準檢驗局秘書室公關科羅婉真），連絡電話：02-23431759。



標準、檢驗與計量期刊撰稿規範

115.3.11標準、檢驗與計量期刊編輯委員會會議修訂

- 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。請至標準檢驗局（下稱本局）全球資訊網（路徑為「首頁／資訊與服務／影音及出版品／出版資訊」）下載範例（如附）。
- 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 112 年 10 月 31 日公告修正之「法定度量衡單位及前綴詞」<<https://www.bsmi.gov.tw/wSite/public/Attachment/f1706604321763.pdf>>規定標示，並參考標準檢驗局「法定度量衡單位使用指南」<<https://www.bsmi.gov.tw/wSite/public/Attachment/f1708321771409.pdf>>（113 年 2 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，以全形斜線「／」隔開（如：○○○／標準檢驗局○○○○○組技士）。
 - (五)內文：
 1. 標題 14 號字體加粗置左對齊，內文 12 號字體左右對齊，首段第一行左側縮排 2 字，行距 21 點。
 2. 項次編號請依「一、(一)、1、(1)、A、(A)、a、(a)」順序。
 3. 標點符號：夾註號內為中文字時，使用全形夾註號，範例：(中文)；夾註號內為英文字時，使用半形夾註號，範例：(English)。第一層夾註號內另有夾註號時，使用第二層夾註號〔〕。
 4. 當使用度量衡單位之英文代號時，數量值與單位間保留 1 半形空格，範例：1 kg。
 5. 引用參考文獻內容時，於該文句或段落末以參考文獻編號加上括號[]表示，範例：[1]；倘該文句或段落引用參考文獻為複數者，則文句或段落末依參考文獻編號順序完整列出，範例：[2][3][4]。
 6. 頁尾以阿拉伯數字標註頁碼，置中對齊。
 7. 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，且於當頁頁尾說明註釋內容。
 8. 撰寫立場，如為本局所屬各單位及分局供稿者，稿件首次提及總局（法規、政策、措施、系統等）時，以「經濟部標準檢驗局（下稱本局）」稱之；分局稿件首次提及分局（個別政策、規定、措施、活動、個案、研究、成果等），以「經濟部標準檢驗局○○分局（下稱本分局）」或「經濟部標準檢驗局（下稱本局）○○分局」稱之，倘內文已先提及總局時，亦得以「本局○○分局（下稱本分局）」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。
 9. 不論中文或外來語，皆可依約定俗成之用法，使用簡稱或縮寫；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，範例：美國消費品安全委員會 (Consumer Product Safety Commission, CPSC)。
 - (六)圖、表：
 1. 圖（表）內容應清晰可視，將圖片格式設置為「與文字排列」並調整該列行距為「單行間距」，穿插於文中適當處。
 2. 標題應置於表的上方或圖的下方中央，格式為：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，範例：「圖 1 ○○○○○」。

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；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. 依正文引用順序排列，完整列出參考文獻（含圖、表出處），並以阿拉伯數字編號。
2. 參考資料年份：資料來源為我國者，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、頁數。如：
 - A. 李元鈞、張世弘，112，應施檢驗遙控無人機（未達 2 公斤）檢驗規定，標準、檢驗與計量雙月刊，11 月號，43-52。
 - 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 Traceability 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（課程名稱或論文名稱）、出版機構（舉辦單位或研討會名稱）。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。
 - B. 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。
 - 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。
 - D. Ernst O. Goebel and Uwe Siegner, 2015, *Quantum Metrology: Foundation of Units and Measurements*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co., Weinheim.
 - (3) 會議紀錄：依序為會議紀錄名稱、年份（月份或編號）、召集單位、頁數。
 - A. 電氣商品檢測技術一致性研討會會議紀錄，109(12)，經濟部標準檢驗局，3-5。
 - B. 電信終端設備與低功率射頻電機審驗一致性會議紀錄，108(69)，國家通訊傳播委員會，1。
 - (4) 國際標準/文件、國家標準：編號、年份、名稱（、版次）。如：
 - A. ISO 9001: 2015 *Quality management systems — Requirements*.
 - B. CNS 12953: 1992，輕質碳氫化合物密度試驗法。
 - (5) 法規、判例及函示：依序為名稱或案由、卷源及§章節號碼（外文）、日期或年份。如：
 - A. 商品檢驗規費收費辦法，106 年 11 月 14 日。
 - B. 損害賠償，臺灣高等法院 96 年度醫上字第 11 號民事判決，96 年 8 月 28 日。
 - C. Consumer Product Safety Improvement Act, 15 U.S.C. § 2051, 2008.
 - D. CNMV 201: 2013，液化石油氣流量計檢定檢查技術規範，第 2 版。
 - (6) 網路資料：依序為作者、年份、標題、網頁名稱、網址、檢索日期（民國）；若無作者時，則將標題移至首位。如：
 - A. 林天祐，99，APA 格式第六版，臺北市立教育大學圖書館，取自 <http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf> (104/8/4)
 - B. History of the Bidet, 2019, bidet.org, 取自 <https://www.bidet.org/blogs/news/history-of-the-bidet> (104/6/17)
 - C. 圖解《碳中和、碳盤查有何不同？碳 交易趨勢怎麼走？一文看懂如何做「碳管理」，及 5 大產業減碳重點，112，今周刊，取自 <https://reurl.cc/ZedqeW>(113/06/20)
 - (7) 若參考資料作者為機構、團體或查無作者時，則將標題前移至首位（標題、年份、出版人或出版機構.....等）。
 - (8) 若參考資料為線上百科辭典資料或查無年份時，可省略年份。

【標準、檢驗與計量期刊撰稿格式範例】

題目 20 號字加粗。置中對齊

文章題目

作者資料排序格式。

王○○／標準檢驗局○○○○○組科員

項次起始為一，依序為：一、(一)、1、(1)、A、(A)、a、(a)。

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]。

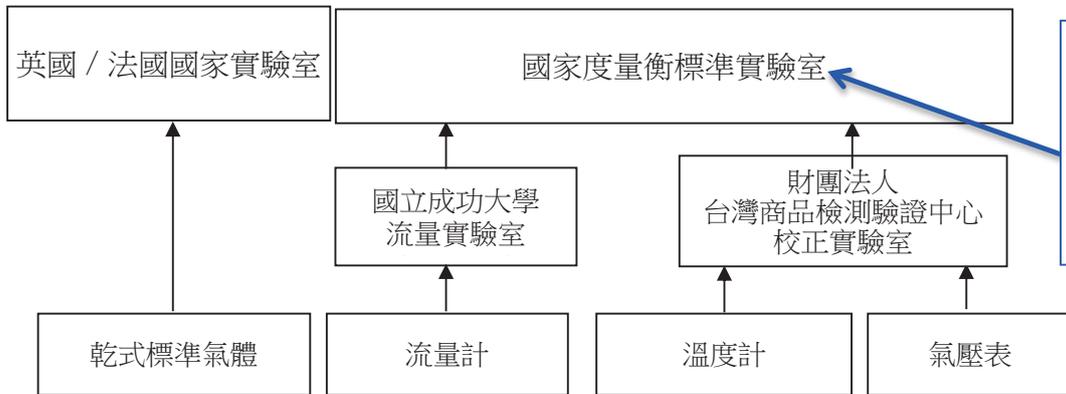
引用參考文獻方式（請勿上標）；如無括弧僅數字並上標，為註腳，非引用文獻。

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 21 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。

編號與標題間保留 2 半形空格。

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。

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)或平面角(°, ', ")時則不用。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...) 字首須大寫，「升」以 l 或 L 表示皆可，其餘均以小寫表示，單位不做任何有關量的特殊本質或量測背景等提供訊息之附註。

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 (%)
萜烯(limonene)	2.0	5.0	蒎烯(camphene)	7.0	10.0
香茅醛(citronellal)	31.0	39.0	萜烯(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

量的符號以斜體書寫，對於量的註解，可使用下標方式表示。

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 之 7.5。

場量位準單位Np（奈培）與B（貝爾）間之關係：

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

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。

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

對數呈現方式，可參考 CNS 80000-1。



(a)T5 日光燈管層板燈具 (b)T5 LED 燈管層板燈具 (c)層板燈具的串接
(d)置於裝潢層板間 (e)安裝於裝飾櫃內 (f)直接擺木櫃上（黏貼固定）

圖 3 層板燈具外觀、燈管光源種類、串接及安裝場所應用[1][2][3][4][5][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. 電氣商品檢測技術一致性研討會會議紀錄，109(12)，經濟部標準檢驗局，3-5。
3. 吳○、盛○○，106，行政法之理論與實用，三民書局股份有限公司。
4. 新版電氣安全迴路設計(EN ISO 13849-1)講義，101，財團法人精密機械研究發展中心。
5. 邱○○，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。
6. ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements.
7. CNS 80000-1:2015，量及單位－第 1 部：通則。
8. 請求給付資遣費，最高法院 96 年度台上字第 2178 號民事判決，96 年 9 月 28 日。
9. 林○○，99，APA 格式第六版，臺北市立教育大學圖書館，取自 <http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf> (111/6/11)
10. 標準，維基百科，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A0%87%E5%87%86> (111/9/27)

參考文獻書寫方式。



(a)T5 日光燈管層板燈具 (b)T5 LED 燈管層板燈具 (c)層板燈具的串接
(d)置於裝潢層板間 (e)安裝於裝飾櫃內 (f)直接擺木櫃上（黏貼固定）

圖 3 層板燈具外觀、燈管光源種類、串接及安裝場所應用[1][2][3][4][5][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. 電氣商品檢測技術一致性研討會會議紀錄，109(12)，經濟部標準檢驗局，3-5。
3. 吳○、盛○○，106，行政法之理論與實用，三民書局股份有限公司。
4. 新版電氣安全迴路設計(EN ISO 13849-1)講義，101，財團法人精密機械研究發展中心。
5. 邱○○，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。
6. ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements.
7. CNS 80000-1:2015，量及單位－第 1 部：通則。
8. 請求給付資遣費，最高法院 96 年度台上字第 2178 號民事判決，96 年 9 月 28 日。
9. 林○○，99，APA 格式第六版，臺北市立教育大學圖書館，取自 <http://lib.utaipei.edu.tw/UTWeb/wSite/public/Attachment/f1313563395738.pdf> (111/6/11)
10. 標準，維基百科，取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A0%87%E5%87%86> (111/9/27)

參考文獻書寫方式。