



材料、數據、感測、碳管理

企業淨零解方大補帖

氣候屢傳警訊，歐美熱浪、野火不斷，全球都有旱象。素有雨港之稱的基隆，竟也鬧起水荒，這也顯示淨零排放，已經刻不容緩。我國《氣候變遷因應法》5月初審通過，確立碳費徵收政策。為此，工研院日前舉辦「南臺灣淨零排放論壇暨特展」，提出多項企業淨零解方，為產業儲備下世代競爭力。



工研院於臺南沙崙綠能科技示範場域，舉辦「預見永續新商機 南臺灣淨零排放論壇暨特展」，針對南臺灣產業淨零轉型需求，提出減碳策略，並展出超過20項的減碳技術與服務。

撰文／涂心怡

「淨零排放」(Net Zero Emission) 已從國際倡議，進入落地推動階段。工研院日前於臺南沙崙綠能科技示範場域，舉辦「預見永續新商機 南臺灣淨零排放論壇暨特展」，針對南臺

灣產業淨零轉型需求，提出減碳策略，並展出包括「新世代雲端碳管理平台」、「節能減碳雷鐸技術」等，超過20項的減碳技術與服務。

行政院副院長沈榮津於論壇開場表示，面

對2050淨零挑戰，蔡總統已宣示「能源轉型要繼續」、「產業轉型要加速」、「生活轉型要啟動」、「社會轉型要公正」四大轉型路徑。行政院也提出氣候變遷因應法案，公布2050淨零排放政策路徑藍圖，並跟各大產業公協會組成工作小組，由政府領頭完善制度，建立公協會以大帶小減碳模式，公私協力帶領產業淨零轉型。

工研院院長劉文雄指出，科技研發是達成淨零排放的重要關鍵，減碳力就是競爭力。工研院從「碳管理平台」、「服務團」、「人才」、「技術」四大面向提出減碳策略，協助企業做碳盤查、熱點分析與認證，提供產業一站式購足的淨零解方，兼顧經濟成長與環境永續。

實現淨零排放 國際供應鏈已先行

工研院副院長彭裕民也以「國際淨零趨勢與新興低碳技術」為題，進行專題演講。彭裕民指出，淨零排放行動目標雖訂在2050年，然而根據統計，迄今全球2,000大企業中，已有283家要求供應鏈必須實現淨零排放，包含Apple、Microsoft、Nike等，都要求供應鏈在2030年完成產品減排。

彭裕民坦言，淨零排放對臺灣產業勢必帶來壓力，若依照歐盟標準計算碳費，臺灣石化、水泥等產業龍頭將減少3到5成的獲利，碳關稅也將對臺灣出口造成影響，改變與因應措施刻不容緩。近年來，工研院積極以低碳新能源與新經濟模式帶動產業轉型，從環境面、供給面、製造面、需求面、國際經貿法規標準五大面向探討臺灣淨零策略，也藉由科學化模型探索可能路徑，透過科技創新達成淨零排放，並建立國際生態系強化跨域合作。

達成減碳目標 數位平台助一臂之力

彭裕民表示，工研院已建置「永續碳管理平台」，在組織型碳盤查計算以及產品碳足跡計算

上，皆提供案例引導廠商，資料庫也依產業特性分成21項類別供註冊廠商使用，並定期更新資料庫數據，透過國際交流和其他資料庫進行認可與合作。搭配工研院產業學院相關課程，盼能提升廠商碳足跡計算能力。

工研院綠能與環境研究所經理陳范倫進一步解釋，碳管理有2種：一是組織型碳盤查，包含組織範圍內的直接排放，如廠內使用汽油、重油、天然氣等，以及間接排放，如購買之電力、汽電共生等；另一部分則為產品碳足跡分析，須依程序計算到單一產品生命週期的碳排放量，範圍涵蓋有原料、製造、配銷運輸、使用與處置等階段。

工研院也同步推廣一站式服務的「新世代雲端碳管理平台」，透過創新雲端盤查及驗證服務模式，提供物聯網感測及AI人工智慧預測分析，結合數位查證及國際相互承認，以供應鏈串聯係數，提供業界碳排與熱點分析。另一方面也協助企業導入減碳技術，應用感測數據掌握減碳效益，提升產業從減碳到零碳的能力。

針對尚未量產的新產品，工研院也研發「新



工研院結合公版聯網平台與永續製造套件，幫助企業找到排碳痛點，並針對痛點，尋求專屬減碳技術，提供產業擬定減碳策略。



製造部門低碳轉型的第一步，就是運用感測技術與系統整合應用，更便於掌握設備效率與能耗使用狀況並回饋優化。

產品製程碳排量預測模組」，應用多串流因子深度學習技術，從產品原料成分比例、產品規格與製程配方中，分析可能影響碳排的因子，從而預測生產時可能的碳排。其感測數據還能透過數位查證模組，與排放係數相乘，得到最後的碳排放結果。

公版聯網平台 支援動態數據收集

淨零是企業無法迴避的課題，然而在減碳之前，得先了解痛點在哪裡。工研院南分院數位轉型技術組副組長李坤敏引述世界經濟論壇（WEF）調查指出，過半企業尚未發表「環境、社會與治理」（ESG）任一項資料，且僅有9%運用軟體收集資料與報告，WEF警示，未運用收集與管理軟體的企業，恐將無法符合ESG報告要求「即時反應現況」所需的資料門檻。

數據的收集與分析在企業淨零策略的擬定上，扮演關鍵角色。工研院結合公版聯網平台（National IIoT Platform；NIP），以智慧製造出發，整合企業資源計畫（ERP）、製造執行系統（MES）、設備資料採集與監控（SCADA）、公用

能資源等系統，實現系統化生產履歷追蹤；再透過營運技術（OT）、資訊科技（IT）碳係數等數據整合，達成系統自動化碳足跡分析，減少人員輸入與介入，確保資料的正確與一致性；此外，針對短時間無法動態自動盤查的因子，也提供靜態盤查設定功能。

李坤敏指出，在NIP與永續製造套件的搭配下，結合透明化的生產履歷、產品物料清單

（BOM）、產業碳盤查數據庫，就可以實現系統化生產碳盤查與碳足跡追蹤，幫助企業找到排碳痛點，再針對痛點，尋求專屬減碳技術，提供產業擬定減碳策略。

綠色感測、高效設備、低碳製程與廠務減排

根據統計，2020年臺灣工業部門電力使用達1,505億度，占總體用電約56%，電子製造業、化學材料製造業及金屬製造業占了工業用電的7成，而這些產業有9成用電集中在設備、製程以及廠務端，因此製造業要低碳轉型，上述會是著力的重點。

工研院智慧感測與系統中心組長蘇中源指出，除了採用綠電、做碳足跡盤查、運用電網管理來協助能源優化外，針對製造部門低碳轉型的第一步，就是運用感測技術與系統整合應用。無論是追求設備高效運轉、製程低碳目標，或是廠務欲達減廢減碳，都必須導入感測技術，掌握設備效率與能耗使用狀況並回饋優化。

以汽機車、機械零組件產業應用為例，工研院開發「金屬切削低碳製程參數優化控制技

術」，可即時估測並紀錄設備加工過程中的能耗與碳排，以可視化的方式呈現，作後續查驗參考；還能將加工歷程，包括設備老化程度、刀具磨耗等，與能耗模型建立關聯，用於估測新產品製造過程中的碳排，並修正加工參數，達成兼顧低碳與品質的目標。

另針對橡塑膠製品產業，因應台灣中小企業所使用之射出成型設備品牌繁雜、新舊不一的特性，工研院發展出通用型「射出成型低碳製造解決方案」。蘇中源說明，將機邊系統安裝在射出成型機上，即可擷取設備運作與能耗表現數據，此外，結合感測技術協助在調機、量產、品檢製程中，達到品質與節能最佳化的目的。

源頭做起 優化材料達成低碳

材料占產品生命週期碳排的6成，從原始材料著手，減碳將更具效益。工研院材料與化工研究所副組長蘇一哲從特用化學品切入，探討低碳、無溶劑樹脂／塗料、隔熱塗料與數位AI噴印，以材料轉型，來降低產品碳足跡的做法。

塗裝製程主要應用於金屬表面處理、自行車零件、螺絲與電腦業，可增加產品耐久、抗污力。若改採低碳塗料，可直接減少揮發性有機化合物（VOCs）逸散與碳排放。以耐候面塗料為例，導入無溶劑技術與生質料源後，溶劑減量約90%，溶劑碳排可減少19%，50%生質料源樹脂碳足跡減少42%，結構設計後耐久度比一般塗料多2倍以上。

國內因應製造需求貯存的化學品，儲槽總容量可達1,000萬公秉，石化品揮發逸散的有機化合物，不僅危害人體健康，部分還會轉化為溫室氣體。溫度是VOCs逸散的重要

因素，工研院投入高反射隔熱塗料、新型超低熱導塗料的開發，減少VOCs排放。

以1,000噸異丙醇（IPA）儲槽為例，高反射隔熱塗料以高日光反射減少輻射熱，降低儲槽與管線內溫度，預計可減少33.2% IPA揮發，年減20噸碳排；新型超低熱傳導／高反射隔熱塗料則是透過降低熱傳，達隔熱與保溫之效，估計減少39.8%的IPA揮發，年減24噸碳排。

在數位AI噴印部分，蘇一哲解釋，傳統拼印墨水仰賴經驗為判斷基準，導入AI不只可以協助判斷，也能綜合多因子分析出最佳配方與製程參數，可快速調色，減少人為調整的偏異，增進40%的開發效率，提升製程穩定之餘，還能減少達30%的碳排量。

淨零排放趨勢下，碳排代價上看每年新臺幣2,600億元，而全球零碳經濟規模則上看180兆美元，是危機還是轉機，攸關臺灣產業未來在全球供應鏈的競爭力，也是臺灣產業無法迴避的重要課題。■



上：節能減碳雷鐸技術不僅有效提升國內產業鐸接效能，也可減少能源消耗及碳排放。

左：工研院建置「永續碳管理平台」，在組織型碳盤查計算以及產品碳足跡計算上，皆提供案例引導廠商，並定期更新資料庫數據，透過國際交流和其他資料庫進行認可與合作。