



變局中的氫能新定位

技術主編：蔡麗端 L. D. Tsai

現職：工研院(ITRI) 機械與機電系統研究所 智慧綠能關鍵元件與系統整合研究組 組長

學歷：國立陽明交通大學(NYCU) 應用化學系 博士

專長：氫能、電解、燃料電池、導電高分子、電容器

在全球推動2050淨零排放目標的關鍵轉折期，氫能因兼具工業原料與燃料雙重屬性，成為難以直接電氣化部門（如鋼鐵、航運、航空）實現實質減碳的戰略型二次能源選項。隨著全球市場邁入商業篩選階段，競爭焦點已由單純的技術展示，轉向供應鏈成本控制、低碳認證相容性、中下游燃料轉換，以及長期承購商業模式的全面競逐。

美國川普政府上台後主導的政策轉向，為全球氫能場域帶來顯著的板塊震盪。川普政府以「追求能源主導地位」為核心，透過簽署《大美法案》(OBBBA)及行政命令，大規模凍結、刪減並重導拜登時期的綠能預算，導致氫能樞紐計畫腰斬、紅利倒向藍氫與化石能源、市場雙軌化催化等現象，造成產業重大衝擊。在美歐法規「雙軌化」情勢下，低碳認證與追溯制度的重要性不減反增。基於ISO 22095的產銷監管鏈(CoC)架構（如強調帳務平衡的質量平衡模式與憑證流轉的紀錄與宣告模式）已成為高溢價市場的合規基石，以防範漂綠並維持跨境貿易相容性。低碳氫的價值最終取決於中下游市場的實質承購。為了克服氫氣長距離跨境運輸的能耗與安全限制，將氫轉化為衍生燃料已成必然趨勢。

面對政策不確定性與綠氫生產巨頭市值暴跌的產業寒冬，技術研發正被迫走向「極致降本與提高效率」的材料戰場。質子交換膜水電解(PEMWE)正全力衝刺低Iridium觸媒、薄型複合膜與耐蝕多孔傳輸層(PTL)的壽命競爭。相對地，能擺脫鉑、鈦等貴金屬依賴、大幅降低系統資本支出(CAPEX)的陰離子交換膜水電解(AEMWE)產業化腳步正全面加速。為滿足MW級商業運轉的耐久性要求，目前的關鍵材料研發正聚焦於：①構築無醚主鏈(Ether-free Backbone)與高穩定陽離子基團（如Piperidinium）的次世代膜材，防止強鹼高溫環境下的主鏈斷裂。②開發多金屬協同調控與晶格氧參與機制(LOM)的非貴金屬HER/OER電催化觸媒，打破傳統吸附能線性限制以降低過電位。國內如工研院機械所（10 kW鹼性膜電解系統）與優氫科技（南投100 SLPM再生能源製氫示範案）等本土能量，已陸續從小元件延伸至中型場域驗證，為台灣在分散式綠氫、高純氫與智慧監控供應鏈中建構出差異化定位。

全球氫能產業在川普政府政策重塑與中下游跨產業模式轉型的雙重浪潮下，已由早期盲目擴產進入更重視區域特性、合規碳強度與應用落地的淬鍊期。本專題將全面剖析國際氫能場域發展趨勢、川普政策地緣衝擊、產銷監管鏈模式與中下游燃料商業化布局，深入探討PEM與AEM先進水電解材料的技術突破與衰減機制，期能為我國學研與產業各界提供具前瞻價值的策略參考。🔍