



具潛力的新興碳捕獲再利用技術： 二氧化碳電解製程

技術主編：郭信良 S. L. Kuo

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 高分子混成研究室 經理

學歷：國立台灣大學(NTU) 化學工程研究所 博士

專長：奈米碳材、塑膠化學回收、生分解材料

為因應2050淨零排放的國際趨勢與政策需求，各產業的低碳轉型已成為當務之急，對於石化/化學產業而言，上游原物料的碳排放量將直接影響衍生化學品的國際競爭力。過往於二氧化碳整體排放量的降低主要聚焦於二氧化碳的捕獲與封存(Carbon Capture and Storage; CCS)，雖然可實現減碳的目的，但同時也增加了成本；而透過碳捕獲再利用技術(Carbon Capture and Utilization; CCU)的開發，有機會將排放的CO₂重新轉換成低碳原料，以滿足各種低碳化學品的生產需求。

在國際CCU技術開發上，熱催化製程是發展時間最久且應用領域較為廣泛的技術。然而，由於CO₂化學安定性高，熱催化製程通常需在高溫、高壓下進行，同時還需導入氫氣作為還原劑，迄今全球僅有CO₂轉甲烷、甲醇等製程逐漸邁入商業化，其他化學品的轉化技術在能耗和轉換效率等方面仍待改善，這也促使各種不同CCU製程技術的發展。根據國家發展委員會提出的淨零排放政策與關鍵戰略規劃，除了逐步淘汰燃煤發電並大幅增加再生能源比例(60~70%)外，產業電氣化轉型也將帶動二氧化碳電解技術的興起，特別是在再生能源大幅擴建的情形下，二氧化碳電解技術無論在製程、經濟性與減碳效益方面都具有相當的成長潛力。儘管目前CO₂電解技術仍處於發展階段，但利用電化學還原製程作為CCU加值產品的手段，除了能省去高溫、高壓的嚴苛製程條件外，更有機會透過關鍵材料、模組與製程的設計開發，從而在無需額外氫氣的情況下將CO₂轉化為不同的化學品，有助在綠氫缺乏時期提供更合適的CCU方案。

根據理論上的CO₂電化學還原反應，CO₂有機會可轉化成不同碳數的烷烯烴、醇、醛、羧酸等化學品，但由於反應電位接近，開發高效率和高選擇率的觸媒/電極技術成為整個製程的首要挑戰。此外，電解反應所涉及的電子轉移數和能源效率也將成為電解技術是否具備製程經濟可行性的關鍵因素。本專題將詳細介紹目前較具發展潛力的CO₂轉化甲酸、C₂化學品製程技術的國際發展現況與改善策略；同時，還將討論模組設計以及電解液/助催化劑系統對於不同電解反應應用特性的影響。希望透過此專題的介紹，讀者們能對於二氧化碳電解技術發展有更深入的了解，並期能共同投入相關技術研發，以實質推動國內低碳材料技術的進步。🔍