

新聞稿

即時發放

港大化學團隊及夥伴成功開發高效環保甲烷轉乙醇技術

2025年3月17日



圖一：光催化將甲烷轉化為乙醇的機制。

圖片改編自 Xie, J. et al., Nature (2025), <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08630-x>.

在追求可持續能源解決方案的過程中，一支跨領域的科學團隊在低碳化學轉換領域取得了重大突破。這支團隊由香港大學（港大）化學系郭正曉教授、中國科技大學黃偉新教授、倫敦大學學院的 Richard Catlow 教授，以及清華大學唐軍旺教授共同率領，其研究成果已於國際權威期刊《自然》(Nature)發表。

團隊開發出一種創新的光催化方法，能夠在常溫常壓下，將甲烷高效轉化為乙醇。這項技術的單次反應選擇性（即反應中目標產物乙醇的生成比例）高達約 80%，意味着大部分甲烷都能成功轉化為乙醇，而非其他副產品。此外，甲烷的轉化率為 2.3%，而表觀量子效率（Apparent Quantum Efficiency，即在特定波長下，參與反應的電子數與入射光子總數的比例）達到 9.4%。數據表明，這項技術不僅效率高，還能大幅降低能源消耗。這項突破性技術為全球碳中和目標提供了新的解決方案。

研究背景

甲烷是天然氣及頁岩氣的主要成分，常用於供暖和發電。儘管甲烷具備作為碳源的潛力，但其化學惰性導致高效轉換面臨巨大挑戰。乙醇則是一種常見的酒精，不僅可用作燃料，還是重要的化工原料，能生產出更有價值的化學品。目前全球乙醇市場規模超過一千億美元，年複合增長率（CAGR）約 7%。

傳統工業通常使用合成氣的方法來轉化甲烷，但這種方法能耗高且效率低，產物選擇性也不理想。過往科學家曾嘗試直接將甲烷轉化為乙醇，但這個過程有一個很大的限制——難以精準控制兩個碳原子化學鍵反應的穩定性和結合方式，導致反應效率不高，難以有效地生產乙醇。

創新催化轉換技術

研究團隊研發的這項新技術利用一種名為「共價三嗪框架聚合物」(CTF-1)的材料，其分子內質結能實現高效轉換、有效地分離電荷並延長其壽命。此結構同時讓氧氣和水分別吸附在單元上，從而促進兩個碳化學鍵的結合。此外，這種不對稱雙活性位點設計能夠將該化學鍵結合與羥基自由基生成的位點分開，避免中間產物過度

氧化為二氧化碳和水。當加入鉑作為助催化劑後，乙醇的產量可進一步提升到更高的水平。

論文通訊作者之一、港大化學系郭正曉教授表示：「這項研究在光催化將甲烷轉化為高價值綠色化學品方面取得了突破性進展——不僅在於發現了一種新型無金屬的分子內質結，能有效促進碳-碳化學鍵的形成；還實現了在常溫常壓下，以相對高效的方式將甲烷轉化為更理想的液態化學品。」

與傳統方法比較

傳統方法如費托合成 (Fischer-Tropsch)，需要在超過攝氏 700 度 (°C) 的高溫和 20 巴 (bar) 的高壓下才能啟動甲烷的碳-氫鍵反應。這種方法不僅耗能高，步驟也很繁複。過去，科學家嘗試用光催化技術將甲烷轉化為複雜的碳化合物，但由於催化劑效能限制，其效率甚低且難以控制產物種類。現在，新開發的 CTF-1 催化劑在光照下將甲烷和氧氣、水反應，直接生成乙醇，不但大幅提升量子效率逾 20 倍，還能精準控制產物的生成。

應用與影響

甲烷是一種蘊藏量豐富但會造成強烈溫室效應的氣體。通過光催化技術，可以將甲烷一步轉化為乙醇，這為化工和燃料產業實現低碳轉型提供了一條理想的途徑。與氣態氫相比，液態乙醇更容易儲存、運輸和使用，並且可以直接應用於陸地、海洋和航空的低碳交通工具。這項技術在城市交通、航運以及低空經濟等領域具有巨大的潛力，為實現「碳中和」目標鋪平道路。

未來研究方向

港大研究團隊將持續推動合作、進一步優化催化劑設計並提升轉換效率。這項研究在郭正曉教授帶領下，獲大學教育資助委員會主題研究計劃及歐盟與香港研究資助局研究及創新合作計劃的全力支持。

傳媒如有查詢，請聯絡港大理學院（電話：852-3917 4948/ 852-3917 5286；電郵：caseyto@hku.hk / cindycst@hku.hk）。

如欲參閱論文請見：<https://www.nature.com/articles/s41586-025-08630-x>

圖片下載與說明：<https://www.scifac.hku.hk/press>