

氫電池超長壽 海陸空都用得

港科大研發創新催化劑 刷新耐用世界紀錄



透過氫燃料電池把氫轉化成電力應用，是氫能技術發展的重中之重，惟目前氫燃料電池依賴成本高昂的稀有金屬鉑（Platinum，又稱白金）所製的催化劑發電，影響其普及和大規模商業化。由香港科技大學化學及生物工程學系主任及能源研究院院長邵敏華帶領的團隊，研發出新型高性能長壽氫燃料電池，其創新催化劑配方，不單使鉑所需含量大幅減少八成，更能在10萬次電壓循環測試後維持97%的催化效率，刷新了氫燃料電池的最高耐久性世界紀錄，為推動氫能普及和可持續發展、朝碳中和目標邁進提供重大助力。

邵敏華在接受香港文匯報專訪時

解釋，氫燃料電池利用氫和氧來發電，過程中不會產生二氧化碳、懸浮粒子或其他引致煙霧及健康問題的污染物，是潔淨電能來源，然而作為催化劑重要原料的鉑成本昂貴和產量稀少，使用起來欠成本效益。為此，科學家們持續致力尋找例如鐵-氮-碳化合物等較常見且廉價材料作替代品，惟其催化發電效率和持久性均欠理想。

邵敏華及其團隊研發出新的催化劑配方，在降低鉑用量八成的同時，可維持高效持久的催化和發電效能。他介紹，儘管該款新型混合催化劑的鉑含量極低，但經過10萬次把電壓值設於0.6V保持3秒，再把電壓值加大至0.9V，保持3秒為一次循環的電壓循環的加速壓力測試後，其催化效率仍能維持97%，表現遠較一般催化劑經3萬次加速壓力測試效率大跌逾半優秀。

團隊的測試又顯示，氫燃料電池使用了該款新型混合催化劑後，即使在電壓值0.6V持續運作超過200小時，催化效果也沒有下降。

催化作用較傳統鉑催化劑高3.7倍

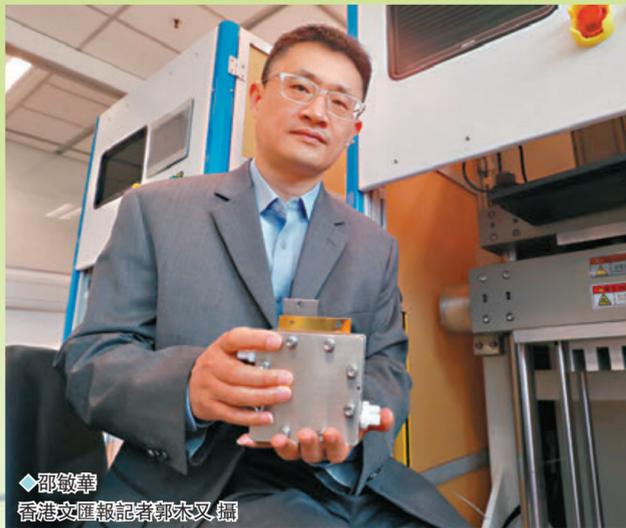
新配方催化劑的效能出眾，邵敏華解釋，其中一個原因在於它有3個不同類型的活性中心（active sites）進行催化作用，較傳統催化劑只有一個活性中心多，而新配方使用原子分散的鉑、單原子鐵和鉑鐵合金納米粒子組成，可加快催化速度，催化作用亦較傳統鉑催化劑高3.7倍，理論上，催化性能愈好，燃料電池所產生的功率也會愈大。

他表示，使用新配方催化劑下的氫燃料電池，其由氫轉化成電能的轉換率達約50%，而電池的一般使用壽命更可達10年以上。有關研究內容已刊登於知名國際化學期刊《Nature Catalysis》。

邵敏華提到，對其新型電池來說，無論氫燃料以何種方式製造，「只要純度足夠高的話，基本上問題就不大。」他舉例說，源自天然氣的「灰氫」含較高濃度一氧化碳，須對其先作出進一步提純，將一氧化碳濃度降至足夠低；相反，從解水獲得的「綠氫」不含一氧化碳，相對來說則較為容易提純。

應用潛力大 豈止電動車

對氫燃料電池的應用範圍和潛力，「由於比較大眾化和市場很大，所以現時氫能應用主要在電動交通工具上推動，但其他應用場景也有不少潛力。」邵敏華表示，除了如電動車和叉車等小型車輛之外，還可以在輪船、列車以至是飛機上使用。



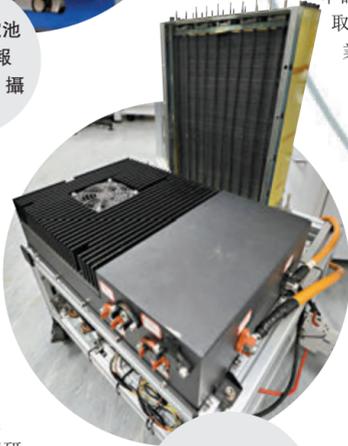
◆邵敏華
香港文匯報記者郭木又攝



◆邵敏華帶領的團隊研發出新型高性能長壽氫燃料電池。
香港文匯報記者郭木又攝



◆氫燃料電池
香港文匯報
記者郭木又攝



◆氫燃料電池系統
香港文匯報
記者郭木又攝

研申「產學研1+」 冀推港產催化劑

「要建立碳中和社會，採用氫燃料電池這種綠色能源轉換設備是必要的。面對嚴峻氣候危機，必須進一步加強綠色能源應用。」邵敏華說。為此，他與其團隊正致力優化催化劑效能並擴展其應用範圍，包括於去年8月在廣州南沙成立初創公司，主要業務是將催化劑進行量產和商業化。他正積極考慮申請特區政府下一輪的「產學研1+計劃」，爭取推動香港製造的催化劑，以至本地氫能產業。

在加入港科大前，邵敏華曾先後於美國聯合技術動力公司（UTC Power）和福特汽車公司任職，至今累積20多年燃料電池和材料催化研究經驗，除發表過逾240篇學術論文外，還有逾30項專利申請。早前，他獲特區政府低碳綠色科研基金資助近900萬港元，進行為期3年的「開發高

性能長壽命氫燃料電池電堆」研究，為基金首輪項目中的最高金額。

他分享道，其氫燃料電池研究包括了不同類型的質子交換膜電池、陰離子交換膜電池，以及高溫的固體氧化物電池，在關鍵性材料以及部件方面的開發都取得了一定的進展，「從材料端到膜電極再到最後的應對系統，作為整個鏈條我們都在做。」

除了氫燃料電池外，邵敏華正進行多項有關製氫和儲氫的創新研究，獲得包括國家重點研發計劃、廣東省重點領域研發計劃、深圳市科技創新委員會和香港研究資助局的經費支持。

在製氫方面，他介紹，其團隊目前的研究主要圍繞電解水製氫，並聚焦現時較流行的質子交換膜元件，同時涉及陰離子交換膜和電解水設備方面的開發，又正進行從廢舊塑膠提取出高純度氫氣的工作。

氫氣轉成液體 易儲存更安全

在儲氫方面，邵敏華聚焦利用液態的有機小分子來儲氫，「透過把氫氣轉變成液體，不僅方便運輸和儲存，也可提高儲存量，而且更為安全。」



◆團隊正對氫燃料電池進行測試。
香港文匯報
記者郭木又攝



◆燃料電池電堆安裝設備
香港文匯報記者郭木又攝

生產成本料漸降 氫能電動車有可為

在氫燃料電池的應用上，氫能電動車是其中一個主要領域。邵敏華表示，與燃油車內燃機牽涉複雜結構和零部件不同，電動車直接把電池接上馬達就可，其所涉及零部件少很多，「整個動力系統更為簡潔。」

不過，他直言現時氫燃料電池的成本，肯定要比傳統內燃機要高，原因在於尚未大規模產業化，以及電池裏的一些關鍵性材料價格較昂貴，例如用於催化劑的鉑，「所以綜合起來，目前氫能電動車的售價肯定高於內燃機汽車，但是未來隨著生產成本降低，售價也有可能降至與內燃機汽車差不多。」

邵敏華指出，目前，新的氫燃料電池車通過很多實驗，相信安全問題不大，加上相比起汽油會鋪開來燃燒，其衝擊範圍較小，「氫氣的燃燒是比較集中，很快就燒完了。」用作儲存氫氣的氫氣瓶製作也很牢固，「即使用槍、子彈去打也打不穿。」有安全測試顯示，就算發生氫氣洩漏引致在車內起火，「整個着火的情況都是非常可控，並不像

燃油車般火勢較易蔓延甚至發生爆炸。」

除了應用於交通工具上，邵敏華以日本的情況為例子，提出氫燃料電池在未來也可以「家庭化」。根據日本經濟產業省指出，截至2022年，日本家用燃料電池的累計設置數量達46萬5千台，目前的主流是利用城市煤氣製氫（灰氫）的氫燃料電池，隨着價格下降、碳中和燃料的普及，預期設置數量將會增加，日本政府也提出了將設置數量於2030年左右增加至300萬台的目標。

對此，邵敏華表示，一般1,000瓦特至2,000瓦特（watt）的小型氫燃料電池就足夠普通家庭使用，它足以為家庭的照明和冰箱等提供電力，然後剩餘的熱能可以回收用作為水加熱。在香港，未來也可考量利用煤氣公司的管道，把氫氣送至家居提取出來直接用在燃料電池發電，「所以香港還是很有希望，很有市場去做這個事情（推廣氫燃料電池）。」

危險度較石油氣更低

氫知識

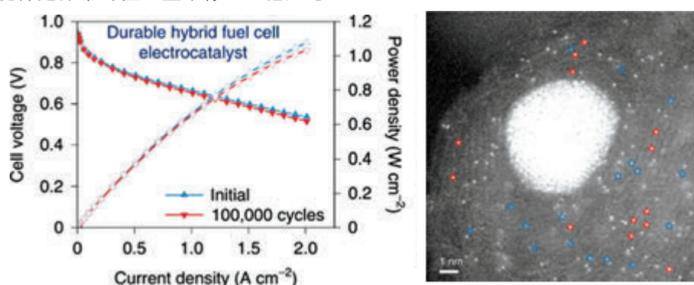
由於氫氣是密度最低最輕的氣體，其分子非常小，容易穿透多孔材料且擴散非常快，因此洩漏性強，加上氫氣可燃性，燃燒速度快，社會一直高度關注氫能的安全性，憂慮其爆炸風險。

不過，在實際的應用環境中，由於氫能的極高能量密度與質量比值，在發電過程中只需約攝氏70度至80度溫度即可產生化學反應，根本無須點火燃燒。氫氣的低密度性質，亦十分容易在大氣中揮發，較難在密閉空間累積至有爆炸危險的濃度。因此，只要以適當方式儲存及運輸氫氣，並作出相應監管，氫能應用特別是發電方面仍是相對安全。

有意見認為，氫能危險程度較之石油氣更低，包括日本和加拿大等地亦對氫能採取比較開放、接受的態度，甚至有加氣站設在距離民居不遠的地方。

事實上，安全問題亦是即將發布的《香港氫能發展策略》關注焦點之一，特區政府機電工程署正修訂《氣體安全條例》，把氫氣納入規管範圍，為香港以氫氣作燃料提供適當的監管環境。

由環境及生態局領導的氫能源跨部門工作小組，亦參考了內地及海外規定、設計儲存量、操作壓力及安全裝置，並認同氫燃料電池車可以如同其他車輛般於隧道行駛，但運載氫氣的車輛則與其他運載危險品車輛一樣，只可使用海路。



◆(左圖)邵敏華團隊研發的氫燃料電池經過10萬次電壓循環的加速壓力測試後，其催化效率仍維持在97%。(右圖)電池中的催化劑由原子分散的鉑、單原子鐵，以及鉑鐵合金納米粒子組成。
《Nature Catalysis》圖片

引入內地技術 攻克氫能挑戰

香港在氫能發展方面正處於探索起步的階段，大學的科研力量在當中大有可為。邵敏華認為，作為科研團隊，應致力於更先進、前沿的技術研發和幫助解決當前技術難點，包括進一步提高氫燃料電池的性能並同時降低其成本，以及與氫產業中的不同領域進行合作，協助他們克服在營運過程中遇到的技術挑戰。

香港與大灣區其他城市以至全國各地在發展氫能方面亦有多元且龐大的合作空間。邵敏華指出，緊靠內地是香港發展氫能的重大優勢，包括引入內地的經驗和技術來港應用，而本港尚未有穩定且充足的氫能生產及供應，亦可依靠從內地進口。

他認為兩地在研發、人才和技術方面應進一步加強交流互動：一方面，以他自己為例，就參與了很多廣東省，以及廣州市及深圳市等資助的研發項目，從中貢獻香港科研力量；另一方面也可邀請大灣區其他城市發展較成熟的氫能相關機構或企業來港，協助攻克香港面對的難點和挑戰，甚至在香港設立研發單位以至開設生產線等，進行「一體化」的運作和營運。