

善用陽光與海水 製氫 話咁易

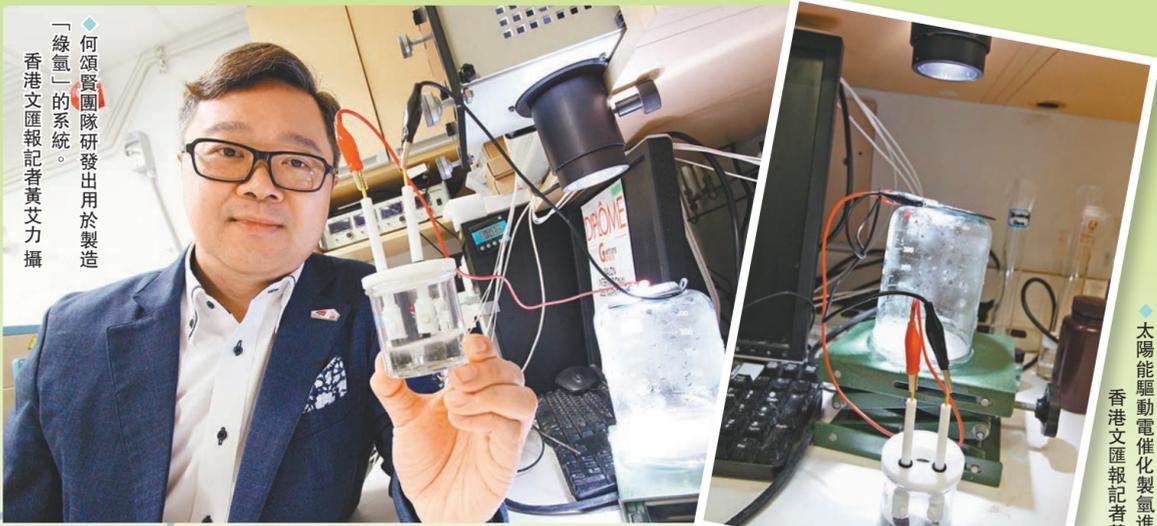
城大用太陽能驅動電催化製「綠氫」 加氫站附近按需生產解儲存運輸難題

編者按

在全球極端氣候威脅下，世界各地正加緊推動綠色轉型，而減少化石燃料的使用是其中核心關鍵。氫能作為高效能、低污染和零排放的潔淨能源，可用於交通運輸、發電儲能、供電供暖等方面，被視為最具前景的能源載體。然而，氫能要得到廣泛應用，仍然存在著連串的技术挑戰。

特區政府月內即將發表《香港氫能發展策略》，香港文匯報由今日起推出系列報道，引領公眾探索本港第一手的前沿氫能科研突破，由獲取氫氣、氫電轉換、動力系統，至產業落地試驗，全方位認識相關技術的關鍵節點以至香港氫能發展面貌，鼓勵香港社會團結一致應對氣候變化，為實現碳中和目標而努力。

◆何頌賢團隊研發出用於製造「綠氫」的系統。
香港文匯報記者黃艾力攝



◆太陽能驅動電催化製氫進行中。
香港文匯報記者黃艾力攝

踏上「氫」雲路

與化石燃料引致嚴重的碳排放不同，以氫氣作為能源載體，水是唯一副產品，所以氫能可被譽為終極潔淨能源。然而，地球上並沒有天然存在的氫氣，如何有效率且環保地製氫，成為氫能發展突破的首要關鍵。香港城市大學協理副校長（企業）及材料科學與工程系教授何頌賢團隊，利用新型3D多孔微納米結構材料，研發出用於製造「綠氫」的太陽能驅動電催化系統，以海水為原料分解製成氫氣燃料，並在加氫站附近按需生產，既能透過再生能源使整個產氫過程保持潔淨，亦有助解決產業應用上大量儲存和運輸氫氣的挑戰。

◆香港文匯報記者 陸雅楠、鍾健文

氫是元素周期表中的第一個也是最輕的元素，廣泛存在於不同化合物中，然而獲取氫氣卻是甚具挑戰的一步。目前超過九成的工業用氫氣，是通過蒸氣重組等技術，從包括天然氣等化石燃料中獲得，過程中會產生大量的二氧化碳，因而被稱為「灰氫」。更理想的作法是，藉着電進行水分解（water splitting），將水（ H_2O ）分解成氫氣（ H_2 ）和氧氣（ O_2 ），但就面對高昂發電成本、分解技術效率低等問題。

為此，何頌賢團隊研發出「用於製氫的太陽能驅動電催化系統」，將太陽能光熱，結合新型3D多孔微納米結構材料製成的高效穩定的雙陽極——陰極，從而提高催化材料在轉化氫能時效能和穩定性，系統去年更獲得第四十八屆日內瓦國際發明展獎金獎。

每小時每平方米可生產1.5公斤「綠氫」

系統中的微納結構電催化劑（micro-nanostructure electrocatalysts）具多功能性和高性能，可以按需生成較大規模和低成本氫氣。何頌賢向香港文匯報表示，該系統可達至雙重目標：一是以太陽能驅動（例如光伏和光熱）把海水蒸發成淡水，二是利用預蒸發的海水，透過太陽能驅動電催化的方式來製氫，「這相當於我們可不受地區限制，只要有水和太陽的地方，都可以使用水分解的技術生產氫氣，因此可以大規模部署相關系統，從當地海水中生產環保和低成本的氫燃料，潔淨的能源載體替代方案。」

他透露，目前該系統每小時每平方米可生產1.5公斤的「綠氫」，而產氫的效能主要取決於給電解器提供的電流量，至於太陽

能作為可再生潔淨能源，比起傳統高壓、高成本的化石燃料，對環境更友好，可應用範圍亦更廣。

何頌賢指出，氫氣有類似爆炸品的性質，對儲存和運輸造成一定危險，而其團隊研發的系統，使氫氣可以在現場按需生產，再供給附近加氫站，而不是在發電廠集中生產，「這樣可以通過分散的方案進行氫燃料生產，而無須使用任何儲存技術、電網和運輸系統，免卻相關的安全風險。」

與內企合作 試擴系統網置規模

他又透露，團隊目前正與內地企業合作，嘗試擴大系統網置規模，以實現更大的能源產出，「現時在深圳建立大型的海上裝置，正持續收集數據作研究用途，希望能以此向業界證明，我們的技術可以產業化和商品化。」

考慮到惡劣天氣、夜晚無法依賴太陽能等因素，何頌賢表示，未來將納入更多的潔淨能源去驅動系統，包括風能、潮汐能等，以提高能源供應的穩定性和可持續性，相信通過這些努力，可以為業界提供具有實際應用價值的解決方案。

倡深化與海內外產業領先者協作交流

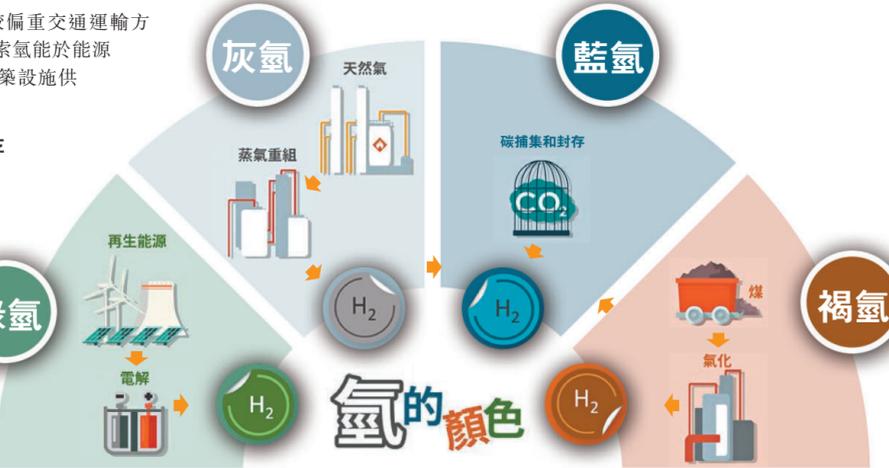
氫能具能量密度高、零碳排放等優點，但大規模產業化面對著生產成本高昂、基礎設施建設需求大、儲存與運輸技術尚不完善等挑戰。張華表示，氫能正處於高速發展階段，產業變化迅速，故建議香港應建立包括政府部門、產業界、學術界和科研機構在內的多方合作機制，並深化與內地和海外產業領先者於技術和市場的協作交流，以累積經驗並適時改變和調整策略，應對市場變化，才能更好地實現氫能應用。

目前，香港在應用氫能的討論焦點較偏重交通運輸方面，但張華認為，未來香港也有潛力探索氫能於能源供應和儲存、工業用途、電力生產和建築設施供電四個方向。

建議可將再生能源轉化為氫能儲存

在能源儲存方面，他建議可將可再生能源轉化為氫能儲存，並在需要時釋放，有助於平衡能源供需，提高能源系統穩定性。氫不僅是工業燃料，還可作為工業原料，而氫冶金技術更是鋼鐵生產實現綠色低碳轉型的重要技術路徑，有助促進工業減碳，「在化工領域，氫氣是合成氨、甲醇、石油精煉、煤化工等行業的重要原料，未來『綠氫』有望成為化工生產的主要原料。」

以氫能發電及為建築物供暖供電，亦可以為香港帶來更環保和可持續發展前景。張華認為，解決全球能源和環境氣候問題，需要強大政策和技術的支持，在發展太陽能和風能等可再生能源的同時，再將氫能視為現代能源的補充，相信是一個良好選擇。



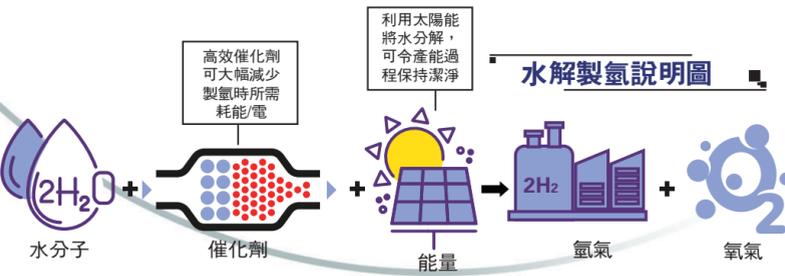
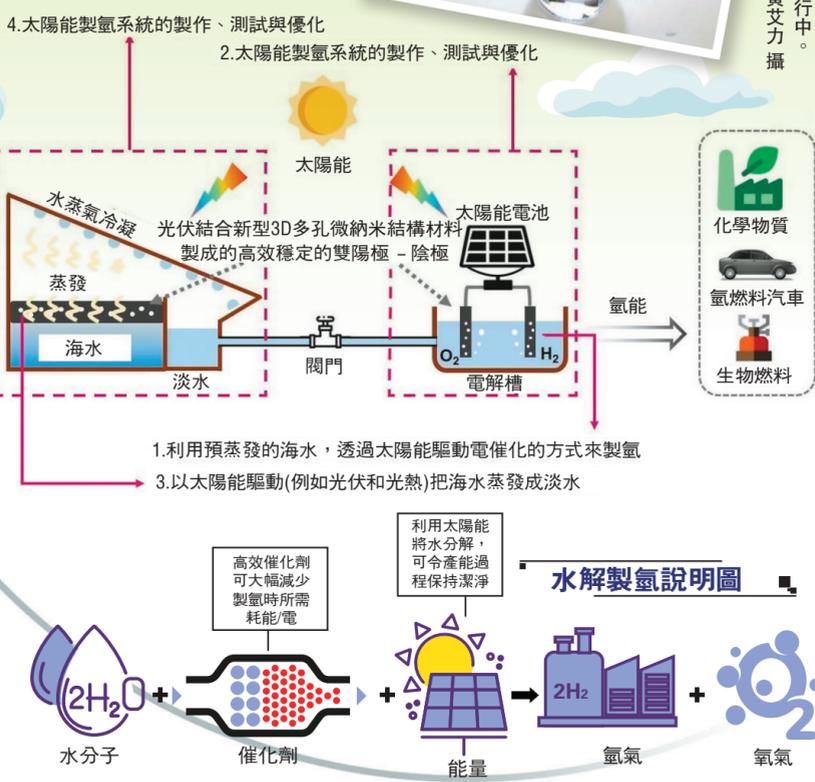
按環保耗能水平 區分氫氣顏色

氫氣無色無味，但大家可能聽過綠氫、藍氫、褐氫、灰氫等顏色描述，這究竟是什麼回事？其實，那是按照製作過程中的環保耗能水平，從而區分出不同類型的氫氣。

灰氫主要是指將天然氣作蒸氣重組獲取氫氣，在製作過程中所排放的副產品中含有二氧化碳，是不可再生的，其好處是技術成熟、產量大、成本低，缺點是不環保。

將煤以氣化、熱裂解等方法獲得的氫氣稱為褐氫，所產生的碳排放較灰氫為低。藍氫是在灰氫基礎上進行脫碳以減低碳排放，並採取碳捕集和封存避免排放到大氣，再提煉出氫氣，其好處是產量大，成本不高且穩定，相對環保，惟所製氫氣純度較低。

綠氫則是用太陽能、風能等可再生能源產氫將水作電解從而獲得，基本上是零碳排放，還可以無限循環且零污染。



新催化劑增電催化水分解製氫效能

要以電力有效將水分解製造氫氣，催化劑扮演著核心角色，尋覓更高效更穩定的催化劑，成為了潔淨能源領域的重要任務。香港城市大學胡曉明講座教授（納米材料）兼香港清潔能源研究院院長張華團隊，成功研發出一種以非常規相過渡金屬二硫化物（TMD）納米片作載體合成的新型催化劑，可將電催化水分解產氫的效能大幅提升約三成，為促進氫能發展邁出重要一步。

張華在接受香港文匯報訪問時表示，催化劑在水分解過程中能提高反應速率、降低能源消耗並增強穩定性，情況類似人體的消化機制，「這裏要分解的水相當於我們進食的食物，食物進入胃部後，身體內的消化酶會將營養物質進行分解和轉化，以維持身體機能。我們研發的納米片則相當於酶，將可用的能源轉化為氫氣和氧氣，為地球的永續發展提供潔淨的『營養』。」

他介紹，其團隊以多種氣一固反應和鹽輔助合成，結合電化學層剝離方法，製備了非常規「IT相」的TMD納米片。該納米片具有很好的導電性和豐富的催化劑負載位點，是一種優異的催化劑載體材料，並最終成功製備了「IT相」二硫化鉬（ MoS_2 ）負載的鉑（platinum）單原子催化劑。

具極高貴金屬鉑原子利用率 成本大降

他指出，這種催化劑具有極高的貴金屬鉑原子利用率，相比現時商用的催化劑表現出更高的質量活性，從而能夠降低電催化製氫成本。同時，該催化劑在100毫安培每平方厘米的電流密度下，可以穩定工作至少500小時，具備初步工業化應用前景。

該款催化劑在酸性介質中亦表現出卓越的電催化產氫反應活性和穩定性。張華表示，只要催化劑保持穩定且不失去活性，它就能持續催化水分解產生氫氣，從而製備可再生的氫能，「而且我們的催化劑比起目前商用的催化劑，其活性有較大提升，是行業的理想選擇。」而有關成果早前更獲選於權威學術期刊《自然》出版，廣受國際關注。

張華團隊正在探索有關「IT相」TMD催化劑於工業合成氨、二氧化碳還原等其他清潔能源領域的應用，希望為可持續能源發展和環保未來作貢獻。



◆張華（前排左二）與團隊成員研發出一種以非常規相過渡金屬二硫化物（TMD）納米片作載體合成的新型催化劑。香港文匯報記者曾興偉攝