

氫電叉車為物流注新動力

業界排放污染物大減 AI編配雙電池混合更耐用

踏上「氫」雲路系列

在實現碳達峰、碳中和「雙碳」目標驅動下，低碳排放的新型交通運輸工具近年發展迅速，而氫能車更是當中焦點。由燃油車過渡至電動車，進而透過氫燃料為車輛提供電力，當中的動力系統技術需要持續轉化提升，以確保穩定高效的運作。為此由香港生產力促進局營運的汽車科技研發中心（APAS）自主研發了適用於電動叉車的高效氫燃料電池混合動力系統，不單可大幅減少運輸物流業中叉車排放污染物的問題，並能利用人工智能（AI）運算，策略性編配氫燃料電池和鋰電池混合使用，以達至更高的成本效益並延長系統壽命。系統並獲得多個國際獎項，負責團隊希望能落實商品化，進一步推動綠色運輸的願景。

◆香港文匯報記者 鍾健文



▲配備氫燃料電池混合動力系統的叉車。汽車科技研發中心圖片

▲張梓昌
香港文匯報記者北山彥 攝

氫燃料電動

車是氫能發展最熱門的應用之一，香港今年開始在路面試行首輛雙層氫能巴士，吸引了社會大眾關注。而在產業運作層面，在運輸物流業不可或缺、用作搬運的叉車，亦是應用技術研究的重要對象。生產力局首席創新總監兼APAS行政總裁張梓昌接受香港文匯報專訪時介紹，現時叉車主要由柴油驅動，會排放大量粒子和氮氧化物，所造成的空氣污染相當嚴重；另外雖然有少部分低碳排放的電動叉車，但電力用盡後卻需要長時間充電，對於分秒必爭要盡可能發揮叉車搬運功能的業界來說，並不符合成本效益。



◆高效率氫燃料電池混合動力系統汽車科技研發中心圖片

加氫3分鐘 運作兩小時

針對這些難點，中心結合氫能研發出高效的混合動力系統，將之整合到叉車中。張梓昌指，透過氫燃料電池可讓叉車維持穩定運作，而配備的鋰電池組可提供額外動力使叉

車能高效加速、爬坡和提升重物，即使面臨氫氣耗盡，叉車仍可使用鋰電池駛到加氫站補給，整個加氫過程只需3分鐘，便能投入運作約兩小時，「這大大地減少叉車的停機時間，對節奏急促緊湊的業界來說是比較理想的安排。」

他續指，在氫燃料電池之外，團隊亦為系統研發相應的電子控制系統，利用人工智能的運算方式，因應不同的場景和負載環境（load profile）調輸出電量和用氫量，並能策略性地判斷系統的氫燃料電池和鋰電池組，根據當下情況來混合或個別使用以符合成本效益，從而做到保護電池、延長系統壽命以及降低運作成本。

一公斤氫氣可轉約16度電

張梓昌表示，現時系統中的氫燃料電池能量轉換率達50%，一公斤氫氣可以轉換成約16度電，等同讓一輛雙層巴士行駛10公里，至於電

跨部門協調研發 產業配套有可為

包括氫能內的新能源領域應用研究，是建構汽車運輸以至不同產業新質生產力的重要動力，張梓昌透露，生產力局為此設立了一個跨部門小組，專責推動和內部協調相關方面的研發，並積極與本地大學就相關物料、化學及工程等層面開展合作。

他以氫燃料電池為例，除了其負責的動力系統及當中AI電控管理外，在化學和材料領域方面，局內的科研專家也正對電池不同部分作探索，包括怎樣把電池的隔膜做得更好、更便宜，以及尋找價格昂貴的鉑以外的化學材料用作催化劑，同時研究如何讓催化劑在發電過程中與電解液接觸得更好，例如可用泡沫方式提升氫燃料

電池的效率，「當發電量可以增加兩三成，即是等於氫燃料電池便宜了兩三成，這些都是很有趣和很好的前沿性研發。」

張梓昌又提到，隨著本港氫能普及和氫經濟發展，未來氫燃料缸的使用必不可少，而氫燃料缸售價可高達十萬元，而且增值也很高，仍為氫能產業的配套，投入相關製造大有可為。他表示，「(燃)油車轉電(動)車」已是時代大勢，建議本港正從事傳統汽車零件如手柄、冷氣濾網及變速箱等製造的公司廠家，可積極轉型為製造具高增值潛力的氫燃料缸，當中主要涉及的碳纖科技，生產力局已累積相當成熟經驗，可以在這方面提供協助，至於氫燃料缸的製作工藝，目前仍尚需到外國學習或是從外國引入，「相信很多廠家都會十分有興趣。」

◆APAS研發的氫燃料電池混合動力系統，利用人工智能運算，策略性編配氫燃料電池和鋰電池混合使用，延長系統壽命。APAS圖片



氫能可被譽為零污染的理想能源，惟香港相關發展仍只屬起步階段，張梓昌認為，在推動綠色運輸，朝著減碳目標邁進的過程中，無須強求一步到位，

實際上能先使用條件和技術相對成熟、較易適應和轉變的替代能源，例如綠色甲醇（methanol）和液態氨（ammonia）等作為過渡，此期間亦要做好相關轉型配套及人才培養，才能讓氫能發展逐步完善。

張梓昌指，今年的財政預算案就綠色航運提出了研究為本地船舶和遠洋船提供綠色甲醇加注，相關做法亦可考慮擴展至巴士、的士、小巴等陸上公共交通。他解釋，對使用內燃機燃燒柴油或天然氣動力的船隻或車輛來說，一下子全部改成電動並不實際，不單面對技術難點，更欠缺成本效益。

不過，如能透過安裝附加器材，將柴油或天然氣內燃機轉變成可使用綠色甲醇，「是可以做得到，而且立刻可以做」，生產力局已開始就綠色甲醇對減碳成效進行研究。

改裝助燃油巴用其他能源

另外，液態氫在運輸時較氫氣更安全且不會造成碳排放，張梓昌認為，本港科研機構亦可進一步開發以氫推動發動機技術的技術。總括而言，他強調，在香港氫能發展完善之前，還有很多不同其他潔淨能源的替代方案可作為過渡，「花幾十萬元買一輛新的燃油小巴，至少有10年至15年壽命，藉改裝技術讓它使用其他能源，能減少一定的碳排放，同時避免浪費。」

而在轉型配套方面，張梓昌提到，氫能車的維修保養方面，其專業技術與燃油車大不相同，包括首要檢查及偵測是否有氫氣洩漏，「因此長遠本港需要開設更多氫能專科去加強培訓氫專家人才」，他樂見職業訓練局（VTC）已開始加強有關培訓與生產力局商討合作，為未來氫能發展鋪路。

港製氫運氫儲氫待發展

氫能車以至列車的應用，在香港關注度愈來愈高，不過張梓昌亦指，本港社會還應該要更宏觀看待整體氫能發展，全面考慮包括氫氣供應、運輸、儲存及應用四大方面，「目前焦點多集中用氫方面，但若果缺乏前三者，是做不到第四項的。」為此他就這四方面提出了多項重點，建議各界多加思考。

需帶動港對氫需求

張梓昌表示，由於香港欠缺氫氣的用家，現時只有一間製造氫氣的氣體供應商，供應量少導致價錢昂貴，又笑指「其實『氫』氣球也不是用氫氣，而是氫氣，真正用氫的地方很少」，因此如

◆張梓昌表示，本港社會應該要更宏觀看待整體氫能發展。

香港文匯報記者北山彥 攝



減碳逐步邁進 替代能源可先用

何帶動香港對氫的需求，並使供求之間取得平衡，從而讓氫的價格最後可以與天然氣、石油氣甚至柴油競爭，是需要思考的問題。

有關運氫情況，張梓昌提到，現時主要有卡車運送及管道輸送兩種方案，惟前者需先將氫加壓，具有一定危險性且成本亦較高，後者則因氫氣密度低的特性無法大量輸送，故就氫的運輸在世界上仍未形成一種主流方案。

不過，他指出，這方面香港有十分獨特的優勢，就是香港中華煤氣提供的家用煤氣中，約有八成是氫氣，不但運輸方便且成本較便宜，甚至也可以考慮建立設施從煤氣管道中抽取純氫，再將剩下的如甲烷、甲醇等碳氫化合物放回煤氣供應系統中，「整個過程不會造成浪費，但是需要合適地方、科技和時間去做。」

張梓昌又指，氫氣儲存往往需要加壓，亦要遵守相關安全規則或法例，這會導致氫氣價格上升，而欠缺大地方作大量儲存也是一個挑戰。至於用氫方面，他認為，充電式電動私家車近年愈趨方便且漸漸成為香港買車人士的主流，短期內不會被氫能車所取代，所以氫能運輸應集中在巴士、小巴及重型貨車等類別推廣，打好減碳根基。

電能驅動機械 車不再稱「汽車」

氫知識

新興的電動車與傳統的燃油車，在驅動機制上有着明顯的差別，在於兩者的發動機（俗稱引擎 engine、馬達 motor）採用不同能量轉換方式。在電動車中，無論是使用氫燃料電池或是鋰離子電池，都會配搭電馬達（electric motor）運作，把電能轉化為機械能並做功（work），從而產生動能來驅動車輛，是屬於電氣設備的一種。

至於傳統使用柴油或汽油的燃油車則裝備內燃機（internal combustion engine, ICE），它透過將燃油燃燒產生熱，即先將燃油的化學能轉化為熱能，內燃機內作為工作介質的氣體受熱膨脹增大壓力，透過機械裝置轉化為機械能對外做功，繼而產生動能去驅動車輛，而氣缸（cylinder）內燃燒過的氣體必須排放並進入新鮮氣體以維持引擎推動。

所以，從嚴格意義上說，電動車並不能夠被稱為「汽車」，因為其推動過程並不涉及氣體，亦不會排放氣體。