

布局車電關鍵組件

創新技術助攻電動車大商機

市場估計到2035年，電動車與燃油車的銷量將呈現黃金交叉，面對飛躍成長的電動車市場，在甫落幕的「臺北國際汽車零配件與車用電子展」中，工研院於經濟部技術處「臺灣車輛移動研發聯盟」（mTARC）主題館，展出最新的亮點技術，其中不乏與國際趨勢同步的產品應用，展現臺灣扎實的技術實力。



工研院於「臺灣車輛移動研發聯盟」主題館中，展出最新的亮點技術。圖為工研院機械所所長胡竹生（左）為經濟部長王美花（中）介紹臺灣首款車用「碳化矽馬達驅動器」。

撰文／陳怡如

由經濟部技術處推動成立的mTARC，涵蓋工研院等9個研發機構，2008年起累積自駕車與電動車相關專利超過千件，可說是臺灣廠商打入電動車與自駕車產業鏈的彈藥庫，也是科技專案支援產業創新研發的成果。目前已授權專利廠

商達百家、總計257件以上，協助廠商創造近千億的產值效益。

根據全球汽車產業市場（Marklines）資料顯示，2020年電動車全球銷量已達300萬輛，成長率46.3%，而全球車輛電子市場總值將近3,600億

美元，臺灣過去5年車輛電子產業產值，每年均有13%的成長，2020年創造了新臺幣2,700億元產值。如今資通訊大廠加入，發展可望如虎添翼，推估2025年產值將達5,000億至6,000億元。

臺灣首款車用碳化矽馬達驅控器

今年工研院展出許多亮點技術，其中又以臺灣首款車用「碳化矽馬達驅控器」最受矚目。該技術目前全球僅少數廠商與國際電動車大廠特斯拉（TESLA）開發成功，工研院機械所經理張欣宏解釋，「馬達驅控器」和「馬達」分別扮演不同角色，汽車電動化之後，電池提供直流電（DC），但馬達運轉卻靠交流電（AC），「要讓馬達動起來，中間要有橋樑，把DC轉AC，這個橋樑就是馬達驅控器。」

碳化矽（SiC）是全球大力投入的新一代化合物半導體材料，擁有高切頻、高效率、耐高壓、耐高溫等特性，在車用電子的應用廣泛。此次工研院將碳化矽用於驅控器中的功率元件，就是因為在電動車應用上，馬達驅控器的電壓最高、功率最大，「碳化矽元件用在這種高壓、高流、高

功率的零件上，最能展現優勢，可大幅減少驅控器重量與體積，」張欣宏說。

雖然碳化矽有先天的材料優勢，但仍有許多周邊設計需要互相搭配。首先，高切換頻率雖可減少切換損失、提升馬達控制效率，但也會衍生電磁干擾問題，因而要採取高頻抗雜訊的驅動電路設計；其次，因為更耐熱，散熱系統也要做更嚴謹的設計，工研院透過開發主動溫度估測補償技術，確保模組溫度。

透過整體的模組結構設計，碳化矽馬達驅控器的功率密度也有提升。一般馬達驅控器的功率密約在20kW/L，工研院研發的碳化矽馬達驅控器卻擁有40kW/L的高功率密度，以及99%的高效率表現，有國際水準。

張欣宏指出，碳化矽功率模組技術門檻高，目前各國投入廠商不多，量產車款中僅特斯拉採用。工研院這項技術現正在實驗室測試平台階段，預計明年初進行實車測試，未來可應用於電動貨卡車或電動巴士，提供動力驅控器國產自主完整解決方案，為臺灣在電動車關鍵零組件市場，攻下一城。

整合封裝技術 馬達驅控如四兩撥千斤

除了電動汽車外，工研院在電動機車的馬達驅控器上也有進展，發表全球首創高於8kW的高密度整合型功率模組。工研院電光所組長張道智表示，傳統馬達驅控器多採離散式元件，也就是一顆一顆單獨封裝好的IC，最大缺點就是電路板體積難以縮小。以現行臺廠電動機車的馬達驅控器體積，馬達輸出功率大約落在3kW到6kW之間。

工研院採取整合方式，以半導體晶片的封裝技術，將更多晶片一體化整合在模組裡，過程需克服晶片位置、走線設計、均勻散熱等技術關卡，最終達到在相同體積下，可驅動的馬達功率超過8kW以上，是目前國內電動機車廠的2到3倍，相當於黃牌大型重機的輸出水準。

除了高密度整合型功率模組，整個馬達驅控



工研院研發的碳化矽馬達驅控器擁有40kW/L的高功率密度，以及99%的高效率表現，有國際水準。



以半導體晶片的封裝技術，將更多晶片一體化整合在模組裡（右），可驅動的馬達功率超過8kW以上，整個馬達驅動器再透過整合式設計縮小體積，可縮小三分之一（左）。

系統還包含微控制板、電源板和驅動板等部分，這些電路板也透過整合式設計縮小體積，再透過3D堆疊結構組合，比起目前市面上的馬達驅動系統，體積可縮小三分之一。

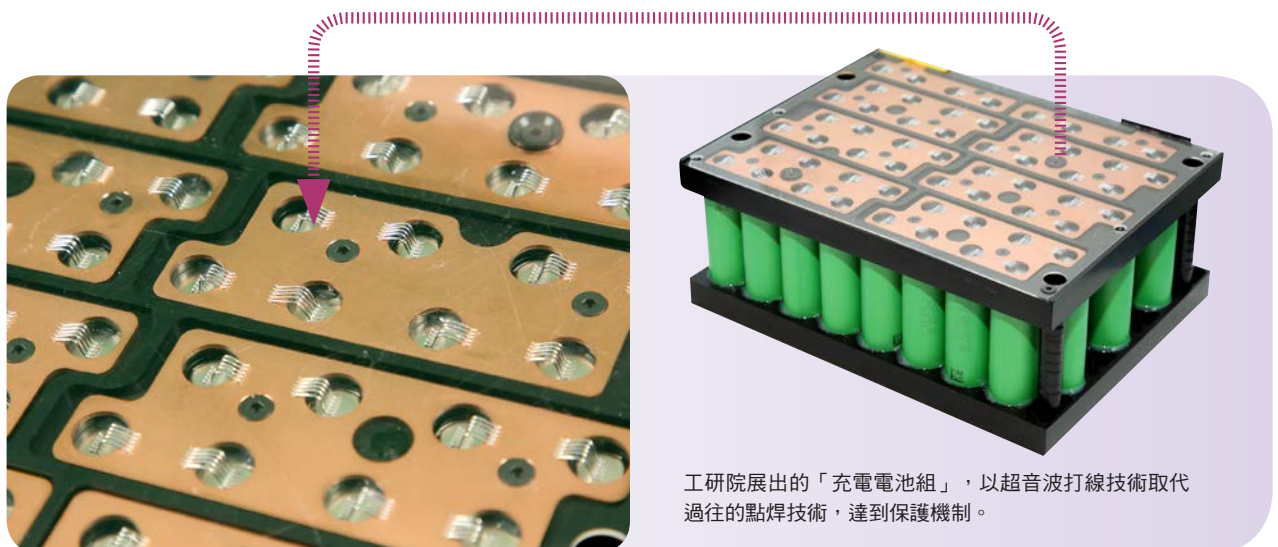
張道智指出，這樣的設計也能解決使用者時時擔心車子沒電的「里程焦慮」。過往DC轉AC，難免會有一些功率損失，一般馬達驅控系統的轉換效率約在90%~92%間，但工研院的整合式設計，電流路徑縮短，轉換效率可高達97%以上，有效提升電動機車續航力。先前工研院已接受國內電動機車業者的委託客製，預計下半年可

出貨，近期也跟臺灣和日本馬達廠合作，有機會應用在大型電動重機上。

半導體打線技術為電池安全把關

電動車另一個關注焦點，是電池的安全問題。張道智表示，現行電動機車電池多採焊接技術，將銅片或鎳片以雷射點焊的方式，把電池芯一顆顆串接起來，一旦其中一個電池芯過熱開始燃燒後，無法產生保護機制，造成延燒狀況出現。

現行電動機車安規，對防止電池延燒的要求



工研院展出的「充電電池組」，以超音波打線技術取代過往的點焊技術，達到保護機制。

愈來愈嚴格，為了解決這個問題，工研院展出的「充電電池組」，以超音波打線技術（Ultrasonic Wire Bond）取代過往的點焊技術，可達到保護機制。

所謂的打線，是用鋁線取代銅片，藉由超音波高頻率震動，透過表面摩擦，達到牢固接合的效果，是半導體封裝的常見方式。張道智表示，選擇鋁線一是因為材料普及；二是因為鋁的熔點為660度，一旦電池開始過熱，就會達到鋁線熔斷的溫度，「鋁線可以扮演類似保險絲的角色，有效阻卻延燒。」

但鋁線粗細只有250微米，大約是5根頭髮的寬度，打線最大的技術門檻在於整體品質控制，精準控制超音波震動力道，每一條線都要打得力道均勻、恰到好處：太大力可能會把電池基礎打壞，打得過輕，接點強度又不夠。此外，也要設計鋁線的連接方式，才能讓電流均勻分布，「連接方式不同，電流走法不同，發熱的模式也不一樣，」張道智說。

目前臺灣投入此技術的廠商仍屬少數，工研院也已取得許多電池廠委託客製設計整個電池模組。未來除了電動機車，也可用於輕型電動車，如高爾夫球車上，布局輕型電動載具的電池商機。

二速傳動模組有效提升續航力

突破電動車無須變速箱的迷思，工研院日前也發表，由經濟部技術處科專支持的「電動車傳動模組設計與多速換檔技術」，並協助齒輪大廠「本土股份有限公司」，開發臺灣首款自主設計製造的「電動車用二速傳動模組」，未來可運用於高性能的房轎車、休旅車及客貨兩用車上。

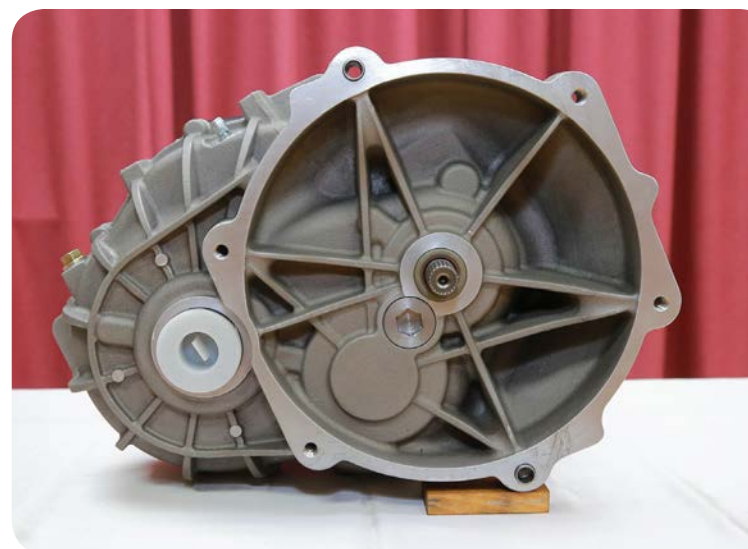
工研院機械與機電系統研究所所長胡竹生指出，觀察近年電動車發展趨勢，國際傳動大廠相繼投入研發二速傳動模組，並據此發展三合一動力系統，以提升整車加速性能與極速，並平衡電動車動力系統在高負載與高速時的能

耗與動力表現。

相較於單速齒輪箱，二速傳動模組以兩檔位高低齒比，提升車輛加速與極速性能，可同時滿足電動車輛在高速與高負載狀態下的動力需求，並使馬達在兩種狀態下均能保持高效率的動力輸出，有效提升整車10%的續航里程。此外，二速系統可在維持相同性能的前提下，選用較小功率的馬達，達成動力系統小型化的目的，以此優勢切入高階電動車市場。

經濟部技術處科長張能凱表示，過去臺灣車輛傳動產業，以齒輪零組件生產代工為主，對模組系統設計較少著力，此次工研院與本土公司的合作，不僅補足國內在傳動模組設計、分析、驗證的技術能力，同時協助國內汽車零件製造廠轉型為系統模組廠。

此產品做為電動車三合一動力系統的基礎，也可整合國產化的馬達及驅控器資源，形成產業價值鏈，有機會打入國際電動車產業供應鏈，健全國內電動車動力系統產業。工研院多管齊下，率先投入臺灣電動載具產業需要的關鍵技術，布局市場空缺，取得電動車時代的致勝先機。■



二速傳動模組可同時滿足電動車輛在高速與高負載狀態下的動力需求，並使馬達在兩種狀態下均能保持高效率的動力輸出，有效提升整車10%的續航里程。