

第二章 運輸能源智慧化

總 論

COVID-19疫情持續影響全球政經環境，讓各產業面臨轉型以適應新常態的衝擊，對於運輸工具、能源產業影響尤深，朝向電動化、智慧化發展邁進。國內在經濟部技術處協助產業推動工作中，面臨智慧運輸產業結合資通訊、能源管理與電子電機跨域科技，投入智慧電動車(Electric Vehicle, EV)、自駕車(Autonomous Drive, AD)、無人載具等新型態產品，期望我國成為下階段全球智慧運輸技術發展重鎮的競爭基礎。

➤ 技術研發措施

經濟部技術處著眼於我國電動車、智慧運輸產業發展已有多多年經驗，且具備良好關鍵零組件製造基礎，在全球智慧型運輸系統革新趨勢下，配合國家政策與綠能科技產業創新，投入智慧運輸產業當中智能載具動力電池、電動車底盤、無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)與智慧電動輔助自行車關鍵技術。以投入技術開發、導入示範運行驗證經驗兩大核心措施，整合國內研發與製造資源，強化電動化與自駕化技術能量，再藉由導入國內智慧運輸產業及場域示範運行驗證，透過跨域技術整合與業界合作示範運行，加速推動上列技術落實產業化與布局全球市場。



計畫名稱／執行單位



技術處主管單位

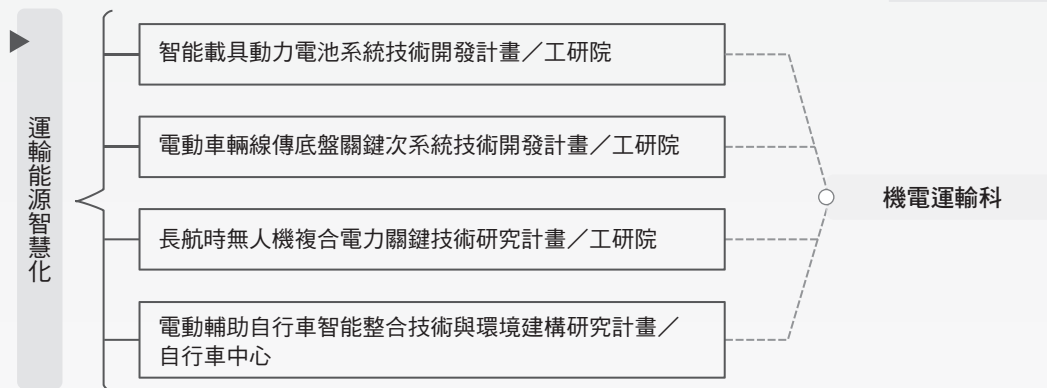


圖2-2-2 經濟部技術處法人科技專案—運輸能源智慧化相關研發計畫

法規調適／配套行政措施

為推動上列技術領域研發工作，技術處參與智慧電動車、無人載具等法規調適以及行政措施配套布局，如因應無人載具科技興起而制訂《無人載具科技創新實驗條例》，提供了產、學、研各界於實際場域，以監理沙盒(Regulatory Sandbox)概念進行無人載具科技、服務及營運模式創新實驗；同時技術處也同步推動「無人載具科技創新實驗計畫」，鼓勵國內產業投入無人載具相關科技創新與應用服務之發展；以補助方式推動「無人載具科技實證運行補助計畫」，鼓勵各界投入場域示範驗證，作為技術提升與未來國際市場布局基礎。

重拾發明鋰電池的初衷 商業化鋰金屬儲能技術

重點摘要

鋰電池對世界的巨大影響力，在於商轉的成功。當來到了轉型與升級階段，備受下世代所期待的是鋰金屬二次電池的商業化，其中包含了液態電解質與固態電解質技術，兩者將開啟另一波產業變革，尤其是電動車產業的發展。

自鋰離子二次電池問世以來，過往經驗讓我們了解到儲能技術對於人類文明的重要性。從SONY的隨身聽到蘋果的iPhone，再到火熱的電動車夢想，10年一次的革命性產品，背後所隱藏的是每一世代的電池技術革新，在享受這些技術的成果時，突顯的是人們對於高能量電池的渴望。然而，最初的鋰電池設計，反而是能量密度比鋰離子二次電池還要高的鋰金屬電池(Lithium Metal Battery)，由於當時的材料技術與理論根據條件的不足，而改用了技術較為成熟但能量密度較低的石墨負極來取代鋰金屬，成功將之推向市場。

【從液態到固態電解質 全是為了實現可商轉的鋰金屬二次電池】

鋰離子二次電池是諾貝爾獎等級的發明，更足以形容鋰金屬二次電池在技術上是如此的高挑戰，得獎者之一John B. Goodenough終其一生都在持續試著挑戰可商轉的技術，其中電解質的技術將扮演最關鍵的材料之一，而鋰金屬與電解質的界面問題，則是最主要的科學性難題。在科學論證上，液態與固態電解質各有其擁護者，從商業策略角度上，固態電池(Solid-State Battery)的名稱更容易讓消費者快速區別，甚至誤認為現今電池必定走向全固態才可具備高能量、快充、甚至是長壽命。然而從技術開發來看，無論是液態或固態，都存在一定的難題與極限，乃至雙方都無法滿足現有的市場規模與規格。

液態體系的主要先驅廠商與研究單位如美國的Cuberg、SES Holdings、Battery500，與日本的ENPOWER等新創組織，著重在電解液的開發以及新型隔離膜的混成技術，可望支援現有成熟的鋰電池工業規模是發展液態鋰金屬電池的最大優勢。然而目前的電池性能數據除了可達400 Wh/kg的能量密度外，對於目標壽命與快充能力還有極大的落差。

另一方面，使用固態電解質的廠商則區分為氧系與硫系材料，分別為Quantum Scape以及SOLIDpower，兩者最大的不同點除了在於所選用的材料元素不同外，前者的電池設計架構保留至少10%的液態成分，而後者則屬於全固態電池的設計。在壽命表現上，QuantumScape所呈現的數據優於競爭者許多，但因電池結構的複雜設計，無法相容既有的生產製程，因此對於是否足夠具備量產性依舊備受質疑。總結來說，由於受限於材料的物性與不易加工等特性，固態型在單位能量密度計算上目前仍不及液態型鋰金屬電池，僅在安全與循環特性上具有優勢。反觀，液態型也將朝向難燃與長壽命的電解質技術來發展，逐步追趕上固態型的腳步。

改變未來的電池技術並非誰搶奪話語權，也非造勢聲量，還需要透過重複驗證與市場考驗下才得以生存。而我們幾乎可以預期到未來的電池製造產業必將是戰國時代。整體來說，會是具有市場潛力的終

端應用業者來主導開發走向，而各廠的電池技術也將水火不容。

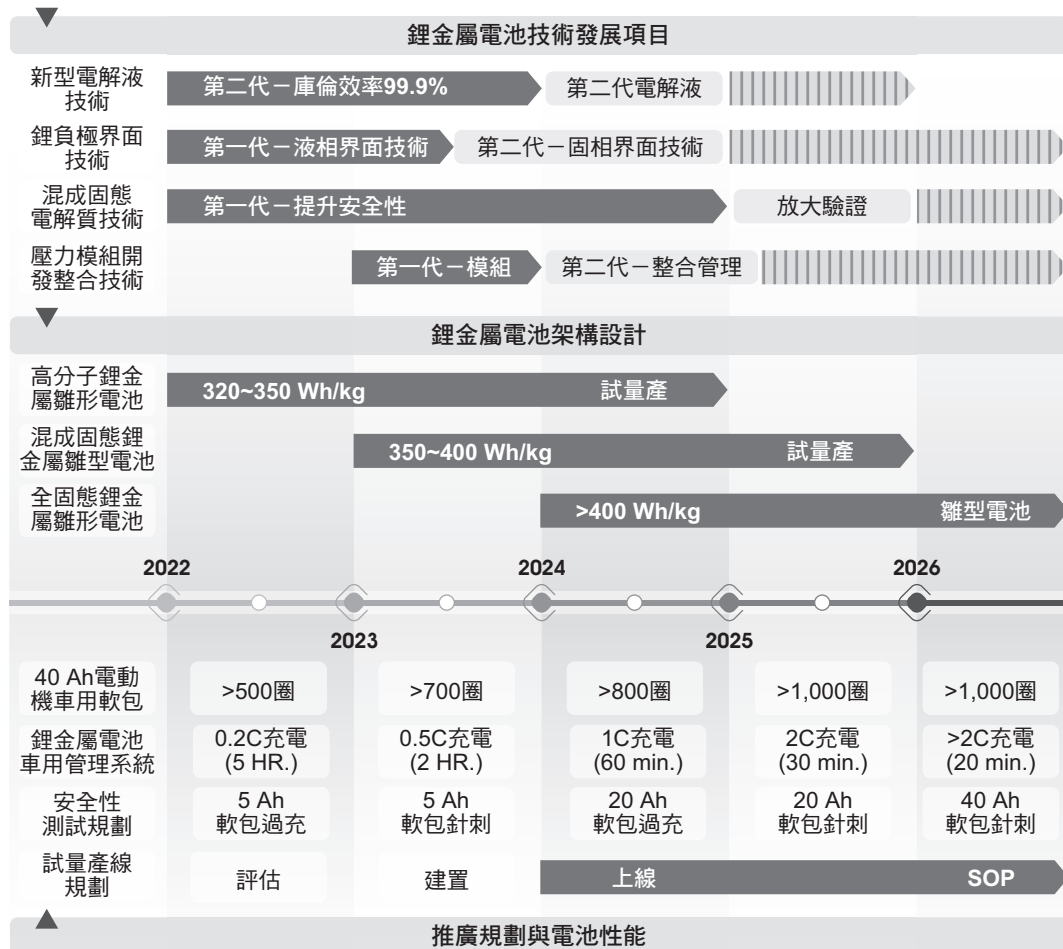
■ 鋰金屬二次電池的開發 靠整合走天下 ■

事實上，電池技術的研發來到了我們所熟知的鋰離子電池產品的後期，與其能有一項突破性的技術，更重要的是仰賴相關電池技術的同步成長。包含了新型固液電解質的開發、隔離膜的創新、金屬電極界面技術的導入以及專屬電池結構的設計，更重要的是壓力模組的開發與全新的電池管理系統。從舊有傳統跳入下一世代的鋰金屬電池，無論是否為液態或固態，從概念到產品上都必須看作是全新的儲能元件，而非只是抽換材料的邏輯而已，因其運作機制已與過往有著很大的不同。

科技專案已打破傳統電池架構，研發並導入多項技術，整合後提供適合鋰金屬電池真正可落實的技術應用在相關產品上。預計在2022年將完成350 Wh/kg以上的高分子鋰金屬離子電池，並與獨立開發的模組整合後應用至電動機車，預計可行駛里程多出至少50%，循環壽命將接近1,000圈（相當於1,000次的完全放電後再充電，電容量還有80%可利用率）。未來，逐步導入自主開發的混成固態技術於較成熟的液態製程，依技術成熟度來逐步推動鋰金屬二次電池至可真正實現商轉。

研發藍圖

圖2-2-2-1 智能載具動力電池系統開發技術



鋰金屬電容量是現行負極材料的近10倍，但不穩定性高與容易引發枝晶，使電池暴露在危險的環境當中是其最大隱憂；而固態電池中電解質介面枝晶要比起液態來得更棘手，但優良的穩定性，仍然被認為是下一世代最具潛力的關鍵材料。

小知識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

智能載具動力電池系統技術開發計畫（2020~2022年）

執行單位：工業技術研究院

車輛電動化與底盤線傳控制 零組件產業升級機會

重點摘要

電動車市場持續強勁增長，ICT技術大力驅動自駕車發展，電動車線控底盤將成為主流，其組成之次系統是車輛零組件產業爭相競逐的商機，是我國車輛零組件產業升級轉型的重要機會，科技專案建立動力底盤線傳控制次系統技術，結合零組件業者協同研發新產品。

儘管2020年全球汽車銷量下降16%，但電動車銷售量仍增長了41%，電動車市場持續強勁增長，全球汽車製造商也紛紛計畫擴大電動車的生產規模。同時，由ICT廠商提出的技術方案也大力驅動了自駕車的發展。因應電動車與自駕車需求，兼具動力電動化及主動底盤控制的電動車線控底盤將成為主流，其組成之次系統是車輛零組件產業發展之商機。

為協助我國車輛零組件業者開拓線控底盤次系統之發展機會，科技專案以「電動車輛線傳底盤關鍵次系統技術」致力於結合零組件業者協同研發新產品，包括整車線傳控制器、整合式電動動力系統、適應性懸吊電控系統及電控煞車系統。

■ 整車線傳控制器 加速電動巴士整車控制器國產化 ■

我國政策推動市區公車全面電動化，推出電動大客車示範計畫，訂定須國產化項目。要申請示範型的業者需取得國內大客車製造廠自主設計開發能力資格，並使用國產整車控制系統。

科技專案建立了整車線傳控制器技術，功能包含電動車整車控制以及底盤次系統線控化整合控制，採用汽車級失效防護機能的微控制晶片及電源管理晶片，軟體發展與調校具有便利性。產出之技術已結合電子製造服務業者合作試量產，製成品已送樣與廠商驗證，並於多款巴士實車驗證，加速國產整車控制器產業落地。

機車動力廠

發展整合式電動動力系統

電動車平底化限縮了動力系統容許空間，整合式一體化設計成為次世代汽車動力廠產品精進趨勢。國內電動摩托車大廠之動力系統供應商，2021年啟動發展四輪車輛動力系統，因時機略晚於其他馬達大廠，選擇整合式動力系統作為切入點。

科技專案建立了同軸高度整合式電動動力系統技術，並設定一體化驅控器及馬達共用水冷系統，不僅在外觀上具有極簡風，在功率密度也具有優勢。已將技術移轉給馬達廠，使廠商得以升級發展汽車用高功率密度整合式動力系統，產品規格超越美國能源局所設定於2022年要達到的4 kW/L功率密度目標。

避震器廠

發展電子比例閥避震器

國內懸吊零組件廠商係以承製整車廠的避震器為主，主要產品乃是傳統純機械油壓避震器，面對整車中心廠更高要求的電控化避震器需求尚無設計經驗，需要外界協助。

科技專案建立了電子比例閥避震器技術，結合控制器模組車電廠協同開發及生

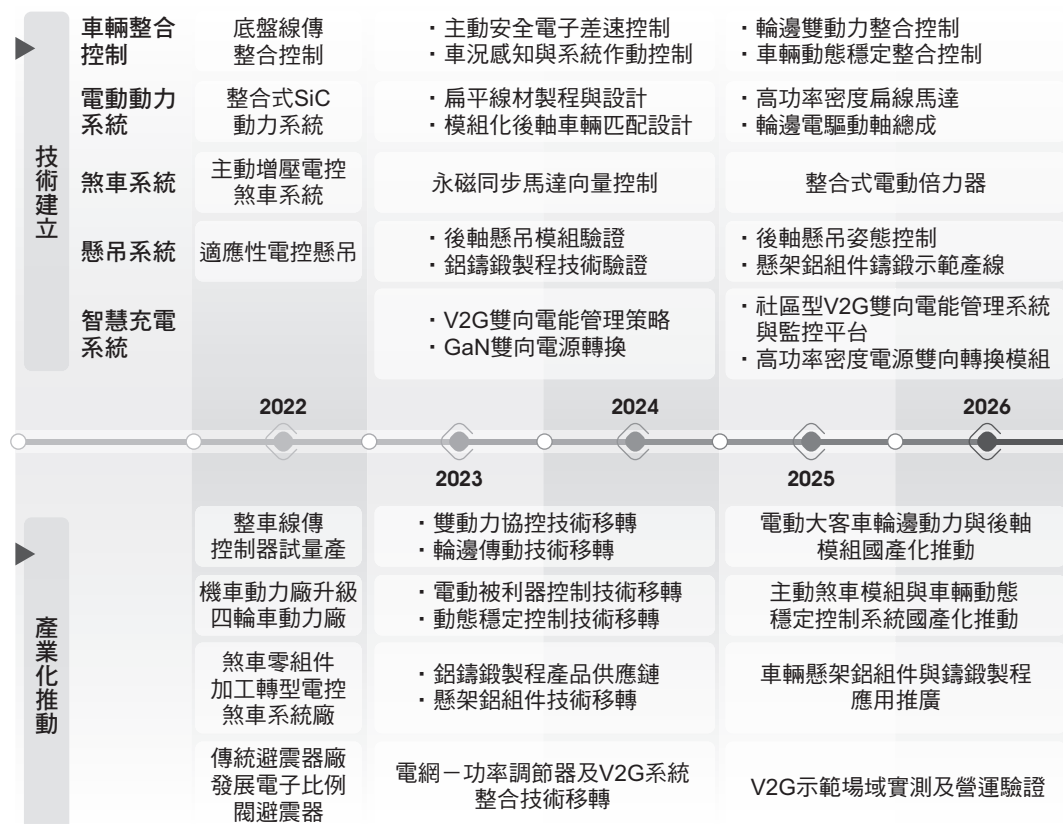
產適應性控制器，並結合避震器模組廠使升級為電控懸吊次系統廠，同時與國內整車平台開發廠進行共同設計、整合及評價測試，使車電廠供應鏈、懸吊系統廠及車輛平台廠，上下游串聯形成產業鏈。技轉之電控懸吊廠商於2021年9月開始試量產，產品銷售策略分為兩路線，先針對國內車廠先進新車型應用，其次為市場一般車種性能選配件，藉由車用零組件展覽推廣至亞洲市場，待穩定後再進軍歐、美市場。

煞車模組廠發展電控煞車系統

車輛安全意識抬頭，電控煞車系統成為車輛主動安全的重要基礎，目前電控煞車系統已普及安裝於市面上的車型，但國內廠商仍欠缺電控煞車相關技術能量，多年來皆由國外廠商壟斷煞車系統市場。國內煞車相關廠商須建立電控煞車技術，以跟上國際煞車系統廠全球布局。

科技專案建立了電控煞車控制技術，具有防鎖死煞車控制、煞車力分配控制及斜坡維持輔助控制等機能，協助國內廠商補足電控技術缺口。藉由關鍵技術自主化，使國內產業由煞車零組件加工轉型為電控煞車系統廠，強化國內產業合作，包括系統零件廠、整車廠及科技業者等，帶動新產業價值鏈發展。建立之電控煞車技術已結合業者運用於開發三輪物流電動車。

圖2-2-2-2 電動車輛線傳底盤關鍵次系統技術



底盤線傳控制是藉由車載控制網路連結電子裝置，控制動力或煞車或懸吊特性的方式，將傳統車輛機械裝置改以電子訊號及致動裝置取代，以提升車輛主動安全性，機械結構亦得以簡化。

小知識

RELATED TECHNOLOGY PROJECTS

相關科技專案

電動車輛線傳底盤關鍵次系統技術開發計畫（2019~2022年）

低碳車輛與跨域系統節能優化與應用服務計畫（2023~2026年，規劃中）

執行單位：工業技術研究院、金屬工業研究發展中心、車輛研究測試中心、國家中山科學研究院

燃料電池潔淨能源 突破無人機航時瓶頸

重點摘要

飛行時間過短為無人機應用市場拓展的一大瓶頸，科技專案投入氢能燃料電池技術開發，發揮燃料電池高能量密度優勢，達成同重量鋰電池無人機的3倍飛行時間，建立我國燃料電池應用於長航時無人機之自主技術。

無人機相關產業成長快速，根據Brand Essence Market Research的報告指出，2020年全球無人機市場的收入為182.8億美元，預計2021~2027年的年複合成長率為12.27%，許多產業看好無人機未來的發展優勢，紛紛投入各項應用測試與相關技術的開發，但電力不足的隱憂明顯成為無人機應用市場拓展的極大阻礙。為克服電力問題帶來的無人機發展困境，科技專案投入「長航時無人機複合電力關鍵技術」，期望發展具有高能量密度的氢能燃料電池技術，大幅延長無人機的飛行時間，以拓展未來具潛力的應用市場。

【氢能電力無汙染 飛行時間更長久】

目前無人機飛行的能量來源包括鋰電池、繫留、太陽能、內燃機與燃料電池技術，高充電率的鋰電池廣泛為電動無人機所採用，其實際可應用之能量密度約為150~200 Wh/kg，可供應無人機飛行的時間極為有限，一般多旋翼無人機的飛行時間約為20~40分鐘，若增加酬載之後，飛行時間將明顯縮短，以高酬載農噴應用的無人機為例，實際飛行時間約僅10分鐘左右。因此若無人機飛行任務可侷限於極小範圍內，使用繫留方式透過電線將地面發電機電力傳送至空中無人機，也是一種長時間定點飛行的折衷應用方式。太陽能則因功率密度過低且需要大量日照面積，可使用的無人機機型與環境條件受到很大限制。

現行可提供無人機長時間飛行的方式僅有內燃機與燃料電池技術，內燃機發展歷史悠久且技術純熟，但是噪音過大不適合使用於人口密集區域，排放之廢氣與運作時的震動，均對無人機應用帶來負面影響；另外其輸出軸無法直接對多旋翼無人機進行傳動，必須透過發電機轉成電力輸出至各馬達，也增加應用上的困難。

燃料電池則是一種將燃料的化學能，透過電化學反應直接轉換成電能的裝置，因此燃料電池並非儲電的電池，而是以發電機的形式持續產生電力。燃料電池依材料、燃料、操作溫度與系統構造的不同，區分為許多種類，使用氫氣燃料、可快速啟動、發電效率佳且操作溫度低的質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)，最適合無人機的應用。透過科技專案國內目前已經開發出免加濕型膜電極組材料與輕量高功率金屬電堆，免除傳統燃料電池系統中的加濕器、空氣壓縮機等元件，大幅減少系統重量與體積，並發展出高效率的混成電力方法與多模組電堆控制技術，成功整合於多旋翼與單旋翼無人機上，達到同重量鋰電池的3倍飛行時間，大大拓展了無人機在特殊場域之高值應用潛力。

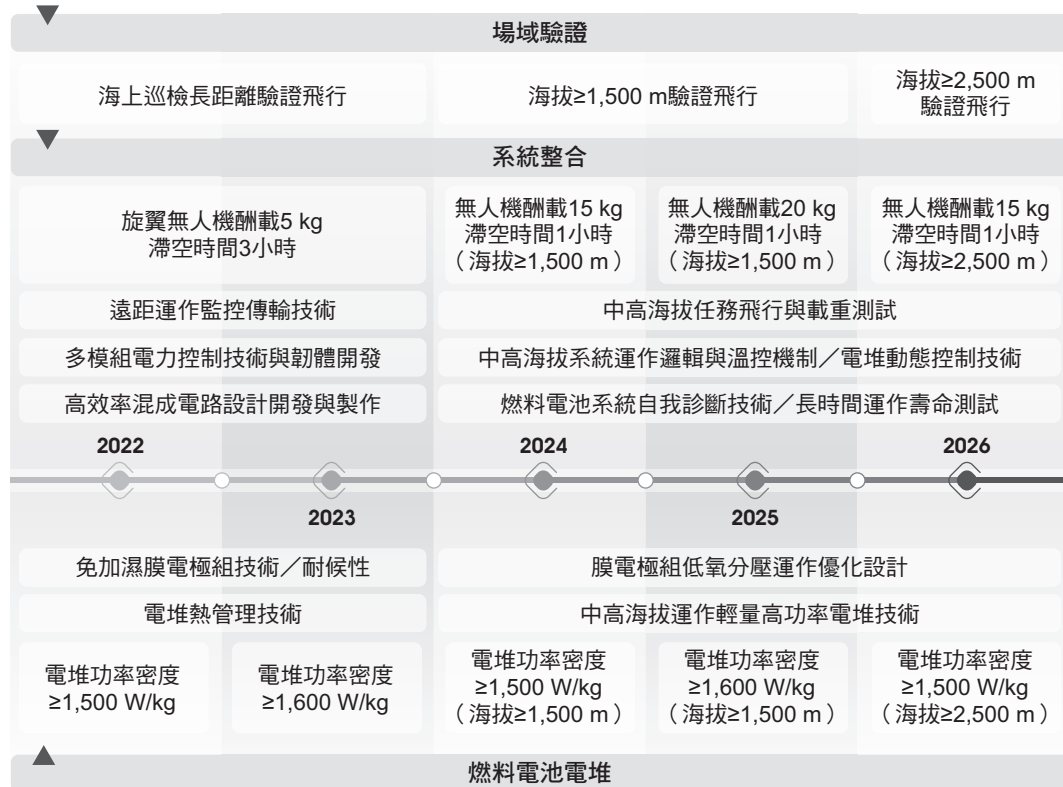
自主技術展優勢

上山跨海任我行

匯集燃料電池技術成果與國內廠商之無人機產品，科技專案已開發多款燃料電池長航時無人機，全機自製率高達九成以上，創下多旋翼機酬載5公斤飛行130分鐘、單軸直升機酬載10公斤飛行74.5分鐘，及雙軸直升機酬載10公斤飛行126分鐘等世界級長航時紀錄，也率先通過民航局燃料電池無人機特種實體檢驗。兩年來完成宜蘭頭城至龜山島、澎湖馬公至望安、臺南北門至澎湖東吉嶼的多次跨海來回飛行，成功挑戰海拔3,200公尺新達山屋之高山緊急物資遞送飛行，成果相當豐碩，並取得民航局跨海與高山飛行的特種實體檢驗認證。

由於我國地形多高山，本島平原和盆地僅占全島面積31%，3,000公尺以上的山岳高達268座，無人機在我國場域應用必須考量高海拔的飛行能力，而根據MarketsandMarkets 2021年研究報告指出，在2020~2030年期間，無人機的服務市場將以長距離、長滯空及高酬載應用之成長最為顯著。因此後續科技專案將持續投入長距離、高酬載與高海拔場域的相關技術開發與應用研究，並與業界合作共同建立無人機長航時技術領域的亮點成果，讓我國在快速成長的無人機市場中更具競爭力。

圖2-2-2-3 長航時無人機複合電力關鍵技術



「燃料電池」並不是儲存電力的電池，而是一種無汙染、低噪音的發電技術，可以將甲醇、氫氣或天然氣等燃料，透過電化學反應轉換成電能。目前在部分定置型發電系統、移動車輛載具或是家用型熱電裝置中，已經可以見到相關產品了哦！

小知識



RELATED TECHNOLOGY PROJECTS 相關科技專案

長航時無人機複合電力關鍵技術研究計畫（2020~2023年）

執行單位：工業技術研究院

開發電輔車智能整合技術 掌握數位轉型之關鍵鑰匙

重點摘要

疫後企業的「韌性」成為致勝關鍵，導入數位科技將是我國產業邁向嶄新世代的最佳解方之一。科技專案開發電動輔助自行車（以下簡稱電輔車）智能整合技術，運用模型化基礎之設計技術(Model-Based Design, MBD)，由軟體技術整合智能控制及車架設計，解決自行車產業人機整合及少量多樣客製化問題，提升國際競爭力。

進入疫後新常態，自行車產業持續暢旺，依據財政部關務署資料顯示，2021年自行車出口達296萬餘輛、成長率20.81%；其中電輔車成長29.9%，平均出口的3輛成車中即有1輛為電輔車，產值達13.14億美元，占整車出口值的50%。面對歐美訂單暴增，為了滿足客戶端多元化需求，及追求個人化、客製化之潮流，造成產品生命週期縮短及少量多樣化趨勢。自行車產業正面臨轉型議題，希望在產品設計階段即能發展足夠回應外在變化並快速調整之韌性，以數位智慧化促進產業前端設計升級，縮短設計開發時程，進一步帶動產業設計技術升級，始能持續保持全球供應鏈之競爭優勢。

動力系統（馬達模組、電池模組、控制器模組）及承載動力系統的車架是電輔車的關鍵核心價值所在；動力系統又以控制器為核心，如同一台車的大腦，而車架就似身體的骨架，兩者的協調整合，將直接影響騎乘感受及產品等級。目前核心動力系統與模組仍由歐洲及日本系統供應商主導，各國際大廠完成動力系統硬體精進後，已開始朝向軟硬整合與系統化解決服務方案發展，包括人機關係、智慧化、客製化控制模式、物聯網及維護系統等。而車架設計以代工客戶需求為主，必須進行設計前段時期各種方案趨勢的探討，或回應客戶反覆的設計變更工作，以現行的設計方法與流程無法因應全球供應鏈提升設計決策效率之要求。

■ 電輔車智能化控制技術 人機整合提升個人化騎乘樂趣 ■

動力系統的硬體部分包括馬達（電機）、電池、電控系統（以下簡稱三電系統），結合國內業者整合開發，以國內優異的製造能力可在成本與品質上與國外廠商競爭，但在軟體面是目前國內發展較弱的一環。控制邏輯直接影響騎乘的感覺，所以發展智能化控制是重要的核心工作，導入MBD技術，建構電輔車相關次系統模型，完成後可進行模擬，其結果可得到驗證，模型可轉成程式碼產出應用，加速邏輯程式的開發並可避免人為錯誤的產生，以人因、智慧化、自動化強化邏輯控制，創造產品的差異化，提供產業創新的輔助模式，以提升產品國際競爭力。

運用科技專案開發之電輔車智能化控制技術，整合人因實驗、騎乘數據收集與解析，可在軟體端建立電輔車之輔助驅動模型，導入騎乘之扭力比例控制模式，進行模擬、驗證、轉碼，提供踩踏策略與智慧換檔建議。開發以人生理反應為基礎之控制技術，滿足騎乘者的運動與騎乘感受，提高騎乘效率；整合電子內變速器開發智慧換檔，提供自動化的騎乘樂趣，再藉由騎乘數據回饋，開發自動調整輔助力個人化模式，以數位技術帶動三電系統再次升級。

■ 電輔車車架設計優化技術 提升設計決策效率 ■

面對未來產業提升設計決策效率之需求，針對產品發展過程中，邏輯相似、重複性之設計工作，藉由車架範圍特性分析模型之建構，發展設計品質預測能力，結合專家知識，並將技術衍生應用至各產品研發工作。

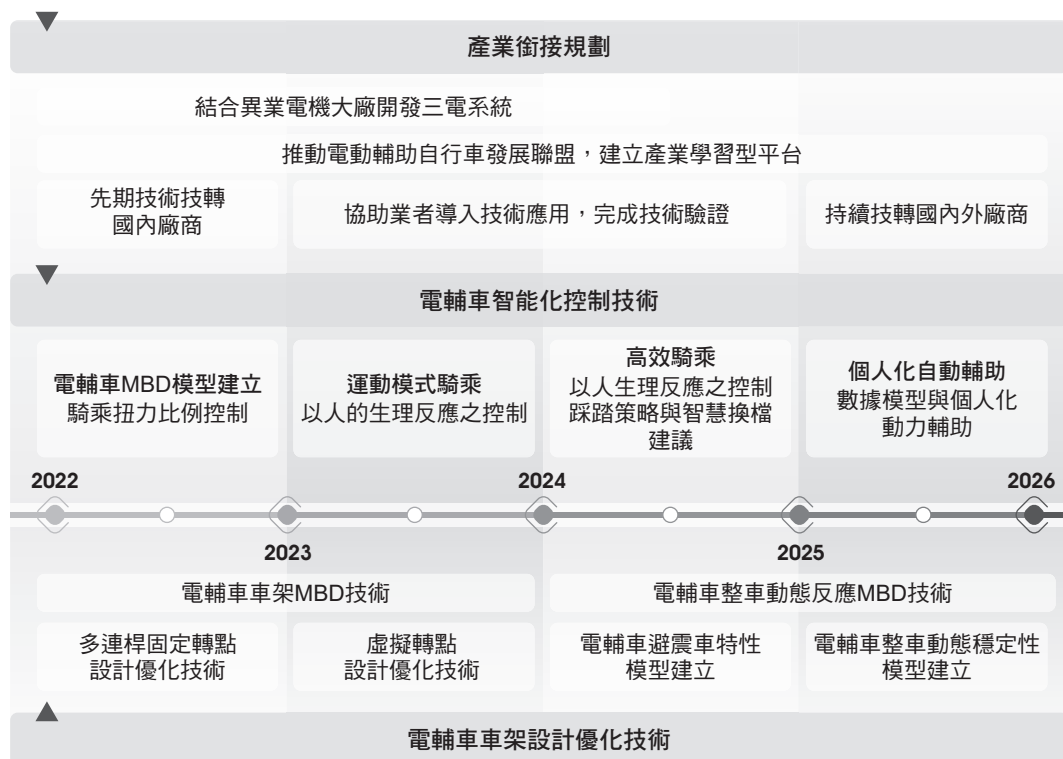
在高值化產品需求下，將更重視騎乘者在動態騎乘時的反應與體會，因此下一階段技術之精進將依高階電輔避震車懸吊系統重要型態，建立關鍵轉點位置設計範圍與性能指標模型，使車架概念設計(Concept Design)階段之重要變數，可快速經由優化演算而得到可行方案，從而提高設計決策之效率。

科技專案建立電輔車車架設計優化技術，針對高階全避震型電輔車車架導入MBD技術，可解決產業人才與系統設計能力缺乏的問題，整合電腦輔助偵測系統(Computer Aided Detection, CAD)／電腦輔助工程(Computer Aided Engineering, CAE)／專家知識，建立電輔避震車系統設計模型，完成目前市場主要電輔避震車懸吊轉點型態（固定、虛擬轉點）之模擬模型建構，並著重在電輔車整車動態反應模型之建構，涵蓋人體、三電系統重心與前

後避震器K、C值等影響，最後擴展至可對行駛操控穩定性指標進行設計評估之電輔車MBD模型，滿足產業未來電輔車整車整合設計需求。

圖2-2-2-4 電動輔助自行車智能整合技術

研發藍圖



自行車與一般交通工具最大的不同是在於人與車之間的結合，而電輔車則須在人、機、車三者間整合，難度更為提高。透過人因科技，探討產品人因合適性、舒適性、騎乘效率等項目，可提高騎乘者騎感及輸出效率，提供個人化、自動化的騎乘樂趣，以達人機整合的目標。

小知識



RELATED TECHNOLOGY PROJECTS 相關科技專案

電動輔助自行車智能整合技術與環境建構研究計畫（2022~2025年）

執行單位：自行車暨健康科技工業研究發展中心

非常感謝您的閱覽，懇請撥冗填寫問卷調查回饋您的寶貴意見

<https://www.surveycake.com/s/MKBgR>