



Minimalism Intrinsic Harmony

MIH 期刊

電池的三重挑戰與未來藍圖

技術革新 × 永續合規 × 經濟重構

03
Vol

Dec. / 2025



封面故事 P6

多技術路線加速競逐 固態、鈉電與高壓快充進入發展新階段

精選議題

P28

市場洞察 - 全球電池產業重構五大戰局
從產能到技術主權 下一輪競爭已超越製造範疇

P44

科技焦點 - 電池管理系統智慧轉型
從安全防護邁向能源決策中樞



凝聚共識 定義未來

從開放平台到工程標準 MIH 為產業打下可信基礎

MIH，不只是車的平台，更是信任的架構者。

從設計邏輯、模組分工到測試驗證，
MIH 不斷將「可信任設計」推向更高標準。

在快速變動的產業節奏中，
我們選擇走一條三年打底的穩健路徑。

標準，從來不是限制創新，
而是讓更多創新能共同落地的語言。



Minimalism Intrinsic Harmony

MIH

Contents

05

5 編輯團隊的話

從實作出發 為電動車產業建立共同語言與方法

6 封面故事

多技術路線加速競逐 固態、鈉電與高壓快充進入發展新階段
法規帶來競爭新契機 碳足跡、數位護照與回收門檻的產業新挑戰
電池經濟學的新商業時代 電池壽命及數據管理決定電池價值

28

28 市場洞察

全球電池產業重構五大戰局
從產能到技術主權 下一輪競爭已超越製造範疇

44 科技焦點

電池管理系統智慧轉型 從安全防護邁向能源決策中樞

52 標準與法規

歐盟電池規範上路 重寫全球電池產業規則

64

64 未來應用

電動車變身移動電網 V2G 重塑能源與交通的新秩序

74 關鍵視角

進軍固態電池現實戰場 輝能以製造信任開啟台灣新角色

82 山巔之論

從研發到量產 以靈活製程銜接半固態與固態電池「芯」時代

88 MIH 專欄

MIH 會員集結 2025 鴻海科技日 型塑兆元級產業轉型的領先地位
從車載通訊到 OTA 安全：邁向 SDV 標準共識的第一步



發行人 劉揚偉
總編輯 周修宏
執行總編輯 董政哲

編輯委員 連宏城、黃欽旻、塗雅棋、林瑞芳
法律顧問 施宇軒
發行單位 財團法人 MIH EV 研發院
地址 台北市內湖區基湖路 32 號 6 樓

Email mih@mih-ev.org
編輯製作 大椽股份有限公司
地址 台北市松山區民生東路四段 133 號 12 樓

編輯團隊的話

從實作出發 為電動車產業建立 共同語言與方法

開始構想這本 MIH 期刊時，我們心中想的並不是「一本雜誌」該長什麼樣子，而是產業之間如何深化對彼此的信任？這份信任，不靠宣傳堆砌，也不是靠幾場活動造勢，而是來自一個平台是否有能力持續交出可信的內容與實作的節奏。

MIH 期刊從 MODEL A 開始。這不僅是一個新車專案，更是我們整合標準化設計流程、模組化思維與測試驗證機制的實踐示範。它代表著 MIH 在過去幾年摸索後，走向可被複製、可被學習、可被共創的第一步。

這份期刊不是寫給內部人看的，也不應只是會員消息的彙整。我們的目標，是讓它成為國際 EV 產業願意參考、願意

引用的專業工具書。我们不喊口號、不誇戰略，而是選擇從最務實的「設計流程」、「標準導入」、「工程邏輯」談起，讓每一位讀者 – 不論你是設計主管、產品經理、採購窗口，還是一般車電愛好者，都能理解 MIH 的路線圖。

我們始終相信，標準化不是限制創新，而是創造連結。這本期刊也不只是一個出版品，而是我們打造產業共識、對齊技術語言、拓展國際合作的起點。我們的願景，不是取代誰，而是讓更多人可以一起參與造車的未來。

感謝每一位願意閱讀、參與與分享的讀者。讓我們從這裡開始，重新定義 EV 產業的可能性。▲

封面故事 1



多技術路線加速競逐

固態、鈉電與高壓快充進入發展新階段

電動車浪潮已經進入關鍵階段，電池需求大幅提升，帶動從材料、結構設計到整車系統整合的全產業鏈競爭。如今，產業焦點不再只是「續航里程」或「成本優勢」，而是在能量密度、安全性、供應鏈韌性三者之間，找到最適平衡點。

目前，電池技術正沿著三條主戰線同步推進，各自代表不同的技術願景與產業戰略。首先是固態電池，其核心目標在於兼顧高能量密度與極致安全，透過以固體電解質取代傳統液態電解液，固態技術能從根本上降低熱失控風險。以歐系車廠大廠 Stellantis 與美國新創團隊 Factorial Energy 的合作為例，雙方共同開發的 77Ah FEST 固態電芯，已將能量密度提升至 375 Wh/kg，在室溫環境下，從 15% 電量充至 90% 僅需 18 分鐘。這項成果不僅展現固態電池在高能量與高安全並行的潛力，也象徵其正從實驗室研發階段邁向可量產的關鍵門檻。

此外，Volkswagen Group 與 QuantumScape 正在合作開發鋰金屬固態電池技術，並於 Ducati V21L 電動賽車上導入 QSE-5 電池系統作為實測平台。該電池系統公開數據顯示，在超過 1,000 次充放電循環後仍保持約 95% 的容量。其次是鈉離子電池，這項新興技術代表低成本普及化與資源安全的新方向。中國電池大廠寧德時代與電動車龍頭比亞迪正積極推動鈉離子電池量產，其優勢在於鈉資源分布廣、取得成本低且低溫性能優異，不受鋰礦價格波動影響。不過，鈉離子電池的能量密度仍低於鋰離子電池，使其更適合應用於二輪車、儲能系統與中短程電動車等市場，逐步形成「鋰攻高階、鈉走普及」的雙軌布局。

最後是高壓快充系統，這是電動車從電芯進化至整車協同的關鍵戰場。隨著 800V 架構逐漸普及，車輛充電時間可望縮短至 10 分鐘級距，為能源補給效率帶來質變。然而，高壓快充同時也對電池熱管理、安全防護與模組結構提出更高要求。此時，電池管理系統 (Battery Management System, BMS) 成為全系統的控制中樞，負責監控電壓、溫度與壽命狀態；而電池材料、模組封裝與冷卻設計亦必須同步升級，才能在高功率環境下兼顧性能、壽命與安全。

電池技術快速導讀 從化學到應用

三大技術主戰線各自朝成熟階段推進，全球電動車產業也進入「性能決勝」的新階段。產業競爭也從「誰能造出更多電池」，轉向「誰能造出更好的電池」。這場能量革命也讓電池技術來到關鍵分歧點—性能的上限，這取決於正負極材料與電解質的組合，而這三者之間的化學設計，決定了續航力、充電速度與安全性的平衡。能量密度影響車輛的續航表現，倍率性能關係到快充效率，而安全性則是能否進入量產與法規市場的前提。

整體來看，目前市場主要形成四大技術路線：磷酸鐵鋰 (LFP)、鎳錳鈷 (NMC)、

固態電池與鈉離子電池。LFP 以安全性高、壽命長與成本低著稱，已廣泛應用於 Tesla Model 3 標準版等中階電動車款，也在部分儲能系統中成為主流選項；NMC 則以高能量密度與功率輸出見長，但依賴鎳、鈷等稀有金屬，使其成本與碳足跡相對偏高。

新興的固態電池以固體電解質取代液態電解液，在能量密度與安全性上兼具優勢，然而仍處於示範與驗證階段，距離量產商用尚需時間。至於中國廠商積極推進的鈉離子電池，則以資源可得性與低成本為訴求。

四大電池技術路線五大核心指標比較

評估面向	磷酸鐵鋰 (LFP)	鎳錳鈷 (NMC)	固態電池	鈉離子電池
能量密度	★★★ 160~180 Wh/kg 適合中短程應用	★★★★★ 250~300 Wh/kg 高能量輸出	★★★★★ >350 Wh/kg 潛力持續提升	★★ 約 160 Wh/kg 適合短程與儲能應用
倍率性能	★★★★ 穩定且充放電性能佳	★★★★ 高功率輸出，支援快充	★★ 離子傳導率受限，介面待改善	★★ 內阻偏高，快充性能待提升
安全性	★★★★★ 熱穩定性高、化學穩定	★★★ 需 BMS 嚴格保護	★★★★★ 以固體電解質杜絕熱失控	★★★ 熱管理設計影響大
低溫適應性	★★★ 一般，低溫性能中等	★★★ 略受影響	★★★ 導電率受溫度影響	★★★★★ -20°C 仍維持 ≈ 90% 容量
成本／資源可得性	★★★★★ 材料普遍、成本低	★★ 依賴鎳、鈷等稀有金屬	★★ 製程複雜、成本高	★★★★★ 資源豐富、製造成本最低

MIH 整理，2025/11

★表示相對表現強弱 (★越多代表性能或優勢越高)。

資料來源：IDTechEx《Sodium-Ion Batteries 2024-2034》、ScienceDirect《A Comparative Review Focusing on Sodium-Ion and LFP Batteries》、MDPI《The Safety Engineering of Sodium-Ion Batteries》

寧德時代第一代電芯能量密度達 160 Wh/kg，在 -20°C 環境下仍能維持約 90% 容量，展現於高緯度地區與低溫環境應用的潛力，但仍未有大規模導入。

根據多項電池技術評估報告與研究機構的比較分析^{註一}，目前車廠與材料研究單位普遍以五項指標作為評估電池體系的核心依據：能量密度、倍率性能、安全性、低溫適應性與成本／資源可得性。

電動車邁入高壓化與高速充電時代後，電池不再是獨立技術，而成為整車協同的核心。尤其是 800V 高壓快充架構快速普及，電池與電機、熱管理系統之間的協同挑戰日益明顯，高壓可將充電時間縮短至 10 分鐘級距，但同時提升電流通過時帶來的阻抗與發熱問題，因此需要更精準的熱控設計與導熱材料。另外，快充頻率的增加將加速電芯老化，BMS 必須透過電池健康狀態 (State of Health, SoH) 監測與充放電曲線優化延長壽命。模組標準化與散熱結構創新也成為提升系統穩定性的關鍵。

未來，電機、BMS 與熱管理的「三合一設計」將成為電動車的 core 競爭力。

從技術原理來看，固態電池相較於傳統液態鋰電池，以固體電解質取代易燃液態電解液，可顯著提升安全性與能量密度，但目前仍受限於製程複雜與量產成本偏高。至於鈉離子電池，由於鈉資源分布廣、製程成本低，被視為鋰電池的低成本替代技術。雖然能量密度略低，但在低溫操作與供應穩定性方面表現優異，因此被認為是推動「鋰電池平價化」的重要技術路線。若「平價鋰電池」在媒體或產業簡報中常見，但在技術報告中建議改為「低成本替代技術」或「鋰電池平價化方案」。

在電化學技術快速發展與材料創新不斷迭代的同時，電池系統整合也成為業界競爭的新戰場。未來市場將呈現多主流共存的格局：固態電池主攻高階車與 800V 架構、LFP 穩居主流電動車與儲能市場、鈉離子則切入低速交通與分散式儲能應用。這場技術分化，也為台灣的材料研發、模組封裝與熱管理產業帶來新的切入契機。

知識小站 | 什麼是 5C 超充能力？

電池充放電倍率以「C」表示，1C 代表 1 小時充滿，5C 則可在約 12 分鐘完成充電。具備 5C 超充能力的電池，能承受高電流輸入而不產生過熱或壽命衰退，代表其材料與散熱設計達到高安全與高效能水準，是電動車快充技術的重要指標。

※ 註一：包括 IDTechEx 《Sodium-Ion Batteries 2024~2034》、ScienceDirect 《A Comparative Review Focusing on Sodium-Ion and LFP Batteries》、MDPI 《The Safety Engineering of Sodium-Ion Batteries》

國際前線：全固態電池正在跨越 從實驗室到量產的關鍵里程碑

隨著這股趨勢加速發展，全球電池產業正進入從「研發突破」走向「量產落地」的關鍵時期。技術不再只是單純的性能競賽，而是供應鏈主導權的核心戰場。各大車廠與電池新創紛紛透過實車測試、示範車隊與產線投資，試圖在下一代能源競賽中率先跨越可行性、可製造性與商業信任等門檻，掌握從技術到市場的主導優勢。

在固態電池方面，目前商用競賽正加速進入關鍵階段。2025年4月，歐洲汽車大廠Stellantis與美國新創公司Factorial Energy宣布完成首顆77Ah FES_T固態電芯的驗證，能量密度達375 Wh/kg，並能在室溫環境下於18分鐘內將電量從15%充至90%。這項成果象徵固態電池正式從實驗室邁向可製造化階段。FES_T技術突破了長期困擾產業的「離子傳導效率」與「介面穩定性」難題，首次在高能量密度與快充安全性之間取得兼顧。Stellantis計畫於2026年導入示範車隊，並在下一代電動車平台中導入該技術，代表歐洲車廠正以固態電池作為推動在地供應鏈自主化的核心戰略。

同年9月，Volkswagen集團旗下的PowerCo與美國固態電池公司QuantumScape攜手，於德國IAAMobility展會中展示搭載QSE-5固態電池的DucatiV21L電動賽車。該電芯體積能量密度約844 Wh/L，可在12分鐘內完成10~80%的快充，並

通過高倍率放電與熱穩定性測試。根據QuantumScape官方新聞稿與《eMobility Engineering》報導這是全球首度以整車載具進行的固態電池動態實測，象徵技術已從靜態原型跨入真實運行環境。Volkswagen計畫於2030年前將此技術導入高階電動車系，並透過PowerCo自建電池廠，推動歐洲電池產業鏈的內循環與在地化。

從整體趨勢來看，固態電池的焦點已從材料創新轉向製造落地。QuantumScape、Factorial與台灣的輝能科技(ProLogium)等新創公司，皆已進入車廠聯合測試階段。未來，誰能率先克服量產良率與成本控制的挑戰，就有機會在高階電動車市場率先突圍，掌握新世代電池的主導權。

鈉離子電池部分，鈉電池以其獨有的供應鏈與性能屬性尋求市場突破。中國正主導新一輪的「去鋰化」能源革命，寧德時代於2025年4月正式發布全球首個鈉離子電池品牌「鈉新」(Naxtra)，同步推出乘用車動力電池與24V重卡啟駐一體蓄電池兩款產品，並預計於12月量產。隨著比亞迪、華為與多家儲能系統業者相繼導入，鈉離子電池的應用已由實驗室驗證進入規模商用階段。其低溫適應性佳、材料資源充足、成本穩定的特性，使其在中短程交通與儲能市場中具備明確優勢，成為補位於鋰電與固態電池之間的戰略路線。

根據寧德時代官方資訊，「鈉新」乘用車電池能量密度達 175 Wh/kg，具備 5C 超充能力，並可在 -40°C 的低溫環境下維持約 90% 的可用電量，即便在電池電量僅剩 10% 的狀態下，仍可保持整車動力穩定不衰減。重卡版本 24V 蓄電池壽命突破 8 年，整體生命週期成本較鉛酸電池降低 61%。寧德時代啟動材料、電芯、模組一體化生產鏈，形成完整的鈉電生態體系。

目前鈉離子電池能量密度雖仍低於鋰電，但因鈉資源分布廣、成本低、耐溫性與安全性高，且不需依賴昂貴稀土金屬，被視為「平價鋰電池」的最具潛力替代方案。中國企業在此領域領先全球，除了寧德時代外，比亞迪也於 2024 年開始量產鈉電池；美國方面，則是新創企業 Natron Energy 宣布將設立大型鈉電池工廠。相較之下，日本電池產業仍採保守態度。除日本電氣硝子 (NEG) 試產全固態鈉電池樣品外，住友電工已中止開發，Panasonic 迄今尚未提出量產計畫。

從以上兩項電池新技術的成熟度來看，固態電池仍處於原型與車規測試階段，

鈉離子電池則在小規模量產與市場導期。對固態電池而言，最大挑戰在於如何兼顧量產良率與成本控制，鈉離子電池的關鍵則在於提升能量密度，並建立長期的市場信任與應用信心，進而實現其低成本的競爭優勢。

在應用方面，高階車種與高壓快充系統中，固態電池被視為下一代核心技術，憑藉其潛在的高能量密度與卓越安全性，有望在性能競賽中取得領先地位；至於鈉離子電池，除了成本優勢外，其資源可得性也是關鍵。鈉元素豐富且分布廣，不受鋰、鎳、鈷等關鍵礦產的地緣壟斷限制，讓供應鏈更具穩定性與成本預測性，雖然其能量密度尚未全面追上頂尖鋰電體系，但在入門電動車與儲能系統中的應用潛力已逐步被擴展。

綜合來看，電池產業的競爭將不再是單一路線的勝出，而是多技術並進、分層應用的長期共存格局，能率先跨越「技術成熟、量產穩定、用戶信任」三重門檻者，才有機會在新一輪能源革命中，真正掌握全球電池供應鏈的話語權。



電動車底盤與電池系統加速邁向整車級協同設計，工程驗證從電池模組延伸至電驅與控制系統，成為產業升級的重要方向。

以 800 V 為代表的系統整合技術 成為電池發展新焦點

目前，固態尚未實現量產，鈉離子電池尚未形成有效突破，三元和鐵鋰材料技術缺乏重大創新。在此條件下，從電池系統角度研究如何大幅度提升電池整體性能成為業界研究的焦點。其中，以 800V 快充平台為代表的動力電池技術正逐漸成為新世代主流。相較於傳統 400V 系統，800V 架構在以 75~100 kWh 容量等級電池組為假設前提、搭配 350 kW 級充電樁的條件下，可於約 18~22 分鐘內完成 10~80% 的充電，同時提升功率密度與能源轉換效率，並降低線損與

發熱。代表車款包括 Porsche Taycan 與 Hyundai IONIQ 6，在中國市場則有小米 SU7、智己 LS6、廣汽埃安 Hyper HT、小鵬 G6、吉利銀河 E8 以及華為尊界 S800，反映全球車廠正加速推進能源效率競賽，也因應高功率充電站普及與電網穩定需求。

然而，高壓快充帶來的不只是速度革命，更是一場「系統整合的極限工程」。在實務層面，電池組必須同時克服以下四大挑戰。

高壓快充架構下電池系統四大挑戰與對策

挑戰項目	問題說明	對策方向
挑戰 1：電壓應力 Voltage Stress	高壓環境下，液態電解液易發生副反應或分解，導致安全風險。	採用固態電解質以提升介面穩定性與絕緣強度，降低離子遷移阻抗與電解液分解風險。
挑戰 2：熱管理 Thermal Management	快充時高電流造成電芯溫度劇升，熱失控風險增加。	散熱結構由氣冷轉向液冷與浸沒式冷卻，導熱膠、均溫板與冷卻通道設計成為關鍵。
挑戰 3：壽命衰退 Cycle Aging	頻繁高倍率充放電導致 SEI 膜裂解與鋰枝晶生成，造成容量衰退。	透過 BMS 智慧控制充放電曲線與溫控策略，平衡壽命與快充效率。
挑戰 4：控制協同 System Coordination	電池、電驅與功率模組間需即時通訊與協調，確保安全運作。	採用 CAN-FD 或 Ethernet 等高速協定，使 BMS 與車載充電器 (OBC) 能精準分配電壓電流，提升系統穩定性。

MIH 整理，2025/11

綜合來看，車廠與供應鏈正從「單體防護」走向「全車協同」。BMS 已從監控模組進化為能量管理中樞，結合電壓偵測、壽命預測與快充演算法，並支援 ISO 15118-20 等高壓通訊協定以實現雙向電能交換。模組設計導入高導熱鋁殼與複合材料結構，結合均溫板與導熱

膠，建立可支援 LFP、NMC 乃至固態體系的共模架構。同時，功率電子元件快速採用碳化矽 (SiC) 技術，使 DC/DC 轉換器與逆變器能在高電壓下維持高效率與低損耗，成為支撐 800V 系統穩定運作的關鍵基礎。

知識小站 | 什麼是 Regulation 2023/1542 ？

European Commission 於 2023 年制定的《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542) 旨在建立歐盟範圍內電池產品從設計、生產、使用到回收的整體可持續性架構。主要內容包括：

- 電池及電動車電池需標示碳足跡數據和可回收率目標，提升生產透明度。
- 強化供應鏈溯源要求，包括稀有金屬（如鎳、鈷、鋰）來源的合規性審查。
- 規定電池生產商需建立「電池護照」(Battery Passport)，記錄電池化學、來源、維修與回收資訊。
- 鼓勵電池壽命延長與第二生命應用（如儲能系統），並要求製造商對回收流程負責。

對台灣及全球電池產業而言，此法規代表電池從「產品」轉向「系統與生命週期管理」的重大轉折。若要進入歐盟市場或成為歐系車廠供應鏈一環，符合此法規將成為選擇準則之一。

台灣角色： 材料與系統整合的利基

身處電池產業競爭已從產能規模走向系統整合與合規治理階段，台灣的機會不在於追量，而是以技術密度、工程整合與驗證能力取勝。在材料端，工研院等研究單位正持續深耕高鎳正極與固態電解質等新一代材料；製造端，鴻海在高雄建成完全自己技術的LFP電池工程。回收端，台塑新智能彰濱啟廠已導入回收示範場域，朝循環製造邁進。熱管理與散熱材料領域則是台灣長期優勢，供應鏈涵蓋導熱介面、均溫板與熱模組，廣泛應用於車電與儲能系統中。系統整合層面，台達等廠商以BMS、功率控制與熱管理的跨域整合能力，形塑電池、電機、能源系統的協同優勢。

在應用場景層面，台灣是全球伺服器製造龍頭，在人工智慧資料中心

(Artificial Intelligence Data Center, AIDC)趨勢明朗情形下，AIDC備用電源和儲能配置成為必然，帶來巨量的鋰電池新增需求，備電和儲能與AIDC產業協同發展是台灣電池產業發展的新機。

與此同時，台灣也積極強化信任機制的競爭力，致茂等企業提供800V等級電池與充電測試方案，SGS、TÜV等國際機構則在地設立法規驗證與諮詢中心，協助業者對接歐盟《電池規章》(Regulation(EU)2023/1542)與數位電池護照要求。從研發、製造到合規體系，台灣可以「精準製造 × 系統整合 × 法規信任」三軸並進策略，在全球電池革命的新浪潮中，找到屬於自己的位置。



台灣電池供應鏈在模組封裝與精密製造領域具有深厚基礎，從技術可靠度到系統整合能力皆是產業升級的重要支撐。(圖片提供：格斯科技)

封面故事 2



法規帶來競爭新契機

碳足跡、數位護照與回收門檻的產業新挑戰

電池產業正站在歷史性的轉捩點。過去十多年來，全球電池製造商競逐的焦點始終圍繞著能量密度、充放電效率與成本控制，「誰跑得遠、誰充得快」成為衡量電池優劣的唯一標準。然而，隨著電動車滲透率急速提升與供應鏈全球化的深化，原料開採的環境衝擊、製造過程的碳排放，以及報廢電池的回收處理，逐漸成為產業無法迴避的新焦點。

歐盟於 2023 年正式通過的《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542)，象徵著全球第一個「以制度定義品質」的產業里程碑。這部涵蓋電池全生命週期的強制性規範，以碳足跡揭露、數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP)、回收率門檻三階段為核心架構，正在改寫產業遊戲規則。

這不僅是法規層面的變革，更是市場准入門檻被重新定義的關鍵時刻。歐洲車廠已經將「碳足跡與再生成分比例」納入採購條件，形塑出制度化的競爭秩序。合規不再是法務部門的問題，而是攸關市場生存的必要條件。評價電池「好壞」的標準不僅取決於性能表現，更關乎其「可追溯、可驗證、可回收」的永續指標。製造鏈必須同時滿足碳管理、資料治理與回收合規三大要求，技術力與合規力的結合，成為新競爭力的核心公式。

法規成為產業升級的推進器

《Battery Regulation》的本質並非單純的監管條文，而是一種產業設計工具。它以「環境責任」為名，實際上重新設計了製造、採購、回收、數據治理的整個循環系統。政府不再只定義標準，而是重新定義「好產品」的條件，推動產業從生產責任進化為資料責任與循環責任。

這套制度的三階段邏輯清晰而遞進，碳足跡揭露產業現況，數位護照建立信任基礎，回收門檻確保循環經濟。每個階段都不是孤立的要求，而是構成從「生產責任」到「循環責任」的螺旋式升級，更重要的是，法規創造的外溢效應正在改變整個產業生態。

車廠的採購體系正在重組，將供應商的碳足跡與再生成分納入評分體系；投資決策開始轉向，ESG 基金評估企業是否具備 DBP 資料透明能力；跨界合作大量崛起，資通訊 (ICT) 企業、雲端平台與材料廠協作開發「電池資料服務」(Battery Data as a Service, BDaaS)。技術創新

的意義也從追求效能進步，轉為支撐制度落實的核心力量。

碳管理技術逐漸成為法規遵循的重要工具，感測與物聯網系統被用於蒐集並即時回報生產排放資料，而區塊鏈與分散式帳本技術則正被導入數位電池護照體系，以確保資料的可追溯性與不可篡改。例如，歐洲汽車大廠 Volvo 與英國新創 Circular 合作，開發以區塊鏈追蹤原料來源與碳足跡的電池護照系統；日本車用系統大廠 DENSO 則結合 QR 碼與區塊鏈技術，建立涵蓋原料、製造與回收各階段的生命週期追蹤機制。

在新法規架構下，能合規的技術，才是能商業化的技術，這場制度變革的關鍵不在於「被動遵守」，而在於「主動設計」。歐盟用制度逼迫產業升級，讓法規變成創新加速器。對全球供應鏈而言，這不只是挑戰，更是一場篩選機制——唯有掌握制度性升級能力的企業，才能在新時代立足。

知識小站 | 什麼是數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP) ?

數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP) 是歐盟《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542) 中的核心制度，預計自 2027 年起強制實施。每一顆電池都將擁有一組可追溯的數位識別碼，記錄其原料來源、碳足跡、生產地、化學組成、回收比例等資訊。

透過區塊鏈與雲端資料庫，DBP 讓政府、車廠與回收業者可即時查驗電池生命週期資訊，達成透明化、合規化與循環。

從單一價值鏈到雙價值鏈演進構

傳統電池價值鏈以物理性能與成本效益為主軸，遵循「原料→電芯→模組→車廠→用戶」的線性路徑。但在新法規推動下，電池必須「資料化」，形成原料資料、製程碳足跡、模組的生命週期評估 (Life-Cycle Assessment, LCA)、數位護照、回收數據全新的價值鏈。這代表供應鏈已不再只是物流與能量流，而是一條資料流與責任流，每顆電池都將擁有「數位身分」，使其在生命週期中每一步都可被追溯。

資料透明度已成為新的品質指標。歐洲車廠在採購中開始以「資料可驗性」取代「技術參數」作為優先條件。供應商必須能同時提供產品碳足跡 (Carbon Footprint of Product, CFP)、LCA 分析，以及 DBP 即時資料連結。未能提供完整數據的廠商，即使性能優越，也可能被排除在供應鏈之外。

在此態勢下，LCA 與 DBP 不再只是報告工具，而是決策中樞。LCA 成為車廠採購與融資的重要依據，DBP 讓每顆電池的原料、製程、碳排與再生成分可跨國查驗，兩者形成「資料孿生」(Data Twin) 結構，電池不僅是能源單元，也是能被審計、比對與認證的資訊實體。

這種轉變重新定義了價值鏈上各個角色的分工，原材料供應商需建立來源追溯平台；電芯與模組廠需具備生產碳排監測與雲端回報系統；車廠與品牌成為資料整合者與最終信用背書者；雲端與 ICT 企業則進入電池產業，提供數據治理與驗證平台服務。資料成為新的價值節點，原本的 Tier 3 零件商，可能被「資料服務供應商」取代。電池不再只是能量容器，而是數據治理生態的一部分，這是從「做出最強的電池」到「建立最可信的資料鏈」的根本轉折。

知識小站 | 什麼是 BDaaS ?

電池資料服務 (Battery Data as a Service, BDaaS) 是結合雲端資料管理與合規服務的新商業模式，主要用於電池產業的碳足跡、生命週期與回收數據管理。它透過雲端平台整合感測資料、排放紀錄與驗證文件，讓製造商、車廠與監管單位能即時查驗電池的生產與碳排資訊。

在實務上，BDaaS 可協助企業自動化生成 LCA 報告、追蹤再生成分比例，並對接數位電池護照 (DBP) 制度，是實現「資料合規」與「信任量化」的重要技術支撐。

合規驅動的信任經濟 數據即價值

在此趨勢下，產業心態將發生根本性轉變。過去，合規被視為附加負擔，稽核、報告與第三方驗證意味著額外成本。但歐盟新法規上路後，合規成為新的「市場語言」。車廠採購清單上第一條不再是能量密度，而是「碳足跡分級」。能透明揭露製造數據、能證明循環比例的品牌，被市場與消費者視為「可信任企業」。讓信任成為企業品牌價值的關鍵一環。

每家電池企業都需打造「資料護照」，這不只是法規要求，而是品牌信用報告書。LCA 提供量化的碳減量成果，成為 ESG 評分依據；DBP 讓品牌能以數據證明產品責任，降低綠色洗牌疑慮。當資料可被驗證、可跨國追溯，品牌信任就能被量化，資料透明度等同於品牌溢價力。

國際案例已經展現「制度紅利」如何轉化為「商業回報」。美國電池材料公司 Ascend Elements 與波蘭的 Elemental Strategic Metals 共同成立合資公司 AE Elemental，於波蘭 Zawiercie 建置歐洲先進的電池回收廠，年處理能力可達 12,000 噸鋰離子電池，相當於約 28,000 顆電動車電池包。該專案以歐盟《Regulation (EU) 2023/1542》依歸，透過回收鋰、鎳、鈷等金屬重新製成電池材料，並計畫於 2026 年導入再生成分提取製程，形成完整的低碳循環鏈。這意味著回收不再只是環保義務，而成為帶動製造成本下降與品牌永續加值的商業引擎。

在汽車產業鏈中，合規與資料透明正逐漸成為新的市場入門檻。BMW 集團在 2025 年的報告中也指出，已要求供應商設定科學基礎減碳目標 (Science Based Targets initiative, SBTi)，並揭露產品生命週期排放資料，作為採購評估的重要依據。Volvo Cars 則在 2024 年的《Responsible Sourcing Position Paper》中，明確要求供應鏈夥伴須符合其碳排放與原料追溯標準。

中國廠商方面，寧德時代在《2023 永續發展報告》中公開發露涵蓋 Scope 1-3 的完整碳帳資料，並與多家金融機構合作推動綠色貸款專案。這顯示合規數據不僅是監管要求，更能轉化為低碳融資與市場信任的憑證。

在此同時，新的商業模式也在崛起。IBM 與 KLÉR 等科技公司已推出供應鏈排放資料管理與自動驗證平台，形成 BDaaS 與「ESG 驗證即服務」(ESG Verification as a Service, EaaS) 的新興服務模式。這些平台讓製造與能源企業能即時蒐集、分析與回報碳資料，進而滿足歐盟與投資機構的揭露標準。

就此來看，合規已從製造層面轉化為產業經濟的一環，企業無法像以前只是被動遵循法規，而是將制度內化為競爭力來源，並藉此強化品牌信任、打造融資優勢，並提升長期合作穩定性。

資料制度化 從能源轉型到產業文明的再定義

觀察產業趨勢，電池的合規轉型只是開端。當資料責任被制度化、信任被量化，整個製造體系的治理邏輯也將被重新定義。歐盟電池規範的影響已超越能源產業，它預示著一個更廣義的「資料責任化時代」，從原料到碳排、從產品生命週期到企業決策，每一項製造行為都將被記錄、被追蹤、被驗證。

在此一時代中，法規不只是制度，更是一種語言。它重新界定了企業的角色：不只是製造產品，更要管理資料、維護信任。「數位電池護照」與「生命週期評估」

不再只是報告工具，而是新型產業治理的原型。制度以資料為語法，資料以信任為語意，兩者共同構成未來產業的運行文法。

這場變革的終點，將不止於能源。當「可追溯」、「可驗證」、「可信任」成為普遍的產業基礎，製造業將被重新定義為一種資料文明。合規不只是法規遵循，而是人類重新編碼工業文明的方式，從性能邏輯走向信任邏輯，從製造效率邁向資料誠實。



台灣在電池材料與模組製程上的精密能力，是建立合規透明度與制度輸出的基礎，使產品能符合歐美監管下的查驗與追溯要求。(圖片提供：格斯科技)

台灣視角： 從合規挑戰到制度輸出

對台灣而言，這場以法規驅動的全球再編並非封閉的市場壁壘，而是「制度升級」的契機。歐美法規雖以在地製造比例

與碳足跡揭露為核心，短期內確實壓縮了進口電池與模組的市場空間，但台灣可從三個層面重新定位自身角色：

1 以技術合規力切入國際供應鏈

LCA 盤查、碳足跡管理與數位護照資料格式對接機制，讓產品具備「可被查驗的信任」。這不僅有助出口，更能提升與歐、日車廠合作的議價力。

2 以資料治理建立制度服務出口

當歐盟推動 DBP 與 BDaaS 生態時，台灣的資通訊與雲端服務業者可將 AIoT 感測、區塊鏈驗證與雲端分析結合，提供跨國供應鏈的資料整合與驗證平台，成為「資料合規供應商」，輸出制度化的技術能力。

3 以區域佈局打造低碳製造據點

面對在地化門檻，台灣企業可與東南亞或歐洲夥伴共同設立電芯、電池包組裝與回收據點，透過「區域碳中和工廠」取得市場入場券，並以台灣為技術中樞進行製程、材料與資料管理的後端支持。

台灣的競爭力，正在從製造轉向制度化治理力。若能將「資料透明」、「低碳製造」與「驗證信任」內化為新常態，台

灣不僅能跨越貿易障礙，更有機會在全球能源轉型的浪潮中，成為制度型創新的輸出者。

封面故事³



電池經濟學的新商業時代

電池壽命及數據管理決定電池價值

全球電動車市場進入高速成長期，技術焦點正從「能量密度」轉向「壽命管理」，快充、換電與車聯網（Vehicle to Everything, V2X）應用雖讓電動車更便利，卻也讓電池面臨更高循環負荷與熱壓力，在極端條件下的壽命大幅縮短。如今，「壽命」不只是工程指標，而是牽動成本、保固與信任的新經濟語言。

當電池從能源載體轉化為商業資產，其壽命管理機制也不再只是技術問題，而是新世代電池經濟能否成立的制度基礎。就目前市場態勢來看，這場轉變正沿著五個層次展開，構成新世代電池壽命商業模式的基本架構，標誌產業已從「性能競爭」邁入「壽命治理」的新階段。

第一層： 觀念層 | 從能量競賽到壽命經濟

隨著市場走向成熟，壽命問題已從技術議題延伸為商業命題。全球多個試點案例顯示，電池不再只是能源載體，而是被納入商業模型與營運體系的資產單元。

美國再生能源業者 Sunrun 與馬里蘭州電力公司 BGE (Baltimore Gas and Electric) 於 2023 年 2 月共同啟動住宅「車對電網」(Vehicle to Grid, V2G) 試點，採用福特 (Ford) F-150 Lightning 電動皮卡作為示範車款。該計畫透過 Ford Intelligent Backup Power 用充電系統；英國 Octopus Energy 的「PowerPack」方案則讓車主以壽命折舊換取電價優惠，將電池使用壽命轉化為經濟回饋，形成「壽命=價格」的新型能源交易模式。

中國蔚來汽車 (NIO) 則以「電池即服務」(Battery as a Service, BaaS) 制度結合雲端監控與換電營運，藉由建立動態循環資料 (Dynamic Cycle Data, DCD) 系統，持續追蹤每一顆電池的充放電歷程、溫度變化與健康狀態，提升電池壽命數據的可得性與透明度，為壽命治理與精準定價奠下基礎。

這些創新雖型態各異，卻共同指向一個核心問題：誰為壽命折舊買單？若由車主自行吸收，將削弱使用意願；若由車廠承擔，保固與營運成本勢必攀升。在缺乏制度化分攤機制的情況下，市場信任難以建立，進而限制整體電池經濟的發展。因此，「壽命治理」成為下一個關鍵命題，壽命必須能被追蹤、定價與補償，電池才能從消耗品變成可交易的經濟單位，這也是新世代電池經濟的起點。

知識小站 | 熱負荷與離子應力是什麼？

在高倍率快充時，電池同時面臨兩種壓力。

熱負荷 (Thermal Load)：

來自電流流動與內阻產生的熱量，若熱量無法及時散出，會造成局部過熱、材料膨脹與副反應加劇。

離子應力 (Ionic Stress)：

源自鋰離子快速嵌入或脫離電極時產生的機械壓力，過大的應力會導致電極結構裂化或活性物質脫落。

這兩種效應都會加速容量衰退，縮短電池壽命。

第二層： 技術層 | 壽命曲線與成本邏輯

在「壽命經濟」的架構下，技術不再只是追求效能極限，而是影響財務結果的核心變數。電池的衰退曲線不只是材料變化，更是一條成本曲線，充放電方式、散熱設計與化學組成，都會決定折舊速度與維護成本。循環壽命決定折舊週期，放電深度影響營運支出，熱管理效率則關係到保固預算，壽命經濟學的本質，就是把電池的老化轉化為可計算的現金流。

影響電池壽命的關鍵因素眾多，首先是循環次數，每一次完整的充放電循環，電極材料都會產生微小變化，長期累積便導致容量衰退；其次是放電深度，放得越深、壓力越大，老化越快。相反地，淺層放電雖能延長壽命，但單次可用能量較低。第三是充電倍率，高倍率快充雖可提升便利性，卻也增加熱負荷與離子應力，若沒有精準熱控，壽命往往提前終止。熱管理則是所有變數中最關鍵的一項，過高或過低的工作溫度都會促進副反應、加速容量衰減，有效的溫控系統是延長壽命的基礎。

不同電池技術，呈現出不同的「壽命曲線」。固態電池因採用固態電解質，可減

少副反應、延長循環壽命，但仍處於研發與成本驗證階段；其經濟意義在於可望拉長折舊週期、降低保固支出。鈉離子電池在常溫下具較佳穩定性與低材料成本，雖能量密度較低，卻特別適合強調「長壽命 × 低成本」的固定式儲能應用。至於 800V 快充架構，雖能縮短充電時間、提升功率密度，但也對熱控與材料耐壓性提出更高要求，若缺乏智慧化監測與壽命管理，維護成本甚至可能高於標準電壓車型。

當電池導入健康管理機制後，這些原本屬於工程參數的數據，開始轉化為定價公式。壽命折舊可以透過充放電次數、放電深度、溫度歷程，計算出單一電池模組的使用成本，換言之，每一項技術演進，都是壽命經濟學的再定義。當壽命能被計量、被補償、被交易，技術就不再只是研發語言，而是商業模式的一環，這也為下一階段「從監控到治理」的電池管理系統 (Battery Management System, BMS) → 電池健康管理 (Battery Health Manager, BHM) 轉型，奠定制度化的基礎。

知識小站 | 什麼是副反應？

電池在充放電過程中，除了主要能量轉換外，也會發生一些「副反應」，例如電解液分解、SEI 膜過度生成或鋰枝晶 (Lithium Dendrite) 形成。這些反應不僅不產生能量，還會消耗活性材料、增加內阻、縮短壽命。

鋰枝晶是鋰金屬在電極表面沉積時形成的針狀結構，常見於高倍率充電或低溫環境下。當枝晶不斷生長，可能刺穿隔離膜 (Separator)，造成內部短路與熱失控風險。為防止枝晶生成，必須透過均勻的電流分布、穩定的電解液配方與精準的溫度控制來抑制。

為什麼重要？

副反應會直接影響電池的健康狀態 (State of Health, SoH) 與循環壽命，使充放電效率下降、維修與更換頻率增加。對企業而言，這不只是技術問題，更代表保固支出、折舊週期與能源效率成本的上升，因此是壽命經濟學中必須精準管理的核心變數。

第三層： 管理層 | BMS 進化為 BHM 的壽命治理架構

當壽命成為經濟變數後，電池管理的核心目標也隨之改變。在過去，BMS 以「安全」為首要任務，負責監控電壓、電流與溫度，維持充放電平衡，確保電池不發生異常。這種架構足以支撐單一車輛的穩定運作，卻難以回應當前「壽命經濟」下的新需求：如何讓壽命可量化、可預測、可治理。

快充、換電與 V2X 應用普及後，壽命折舊已不再只是工程問題，而是營運成本的來源。每一次高倍率充放電、每一段溫度曲線，都攸關資產價值。這意味著，電池管理必須從「防止異常」進化為「管理老化」，從即時監控邁向長期治理。於是，BHM 應運而生，成為連結技術與商業的關鍵樞紐。

BHM 的核心在於，將健康監測、壽命預測與資料治理整合為一體，使電池壽命成為可追蹤、可驗證的資料資產。它不只關心「現在能否安全運作」，更回答「未來還能運作多久、值多少」。這套系統的運作邏輯，從即時監控開始，逐步發展出壽命評估與折舊預測功能，最終將壽命資料轉化為價值計量依據，從安全到預測，從監控到定價，構成了電池生命週期治理的技術基礎。

這場從「監控」到「治理」的轉變，正在重新定義電池價值的生成方式，並為下一階段的「壽命定價」商業模式奠定基礎。



電池管理正從監控安全走向治理壽命。透過可視化介面整合健康監測、衰退軌跡與壽命預測，BHM 讓電池「可量化、可追蹤、可定價」，成為新的商業資產。

第四層： 商業層 | 壽命的定價、分攤與交易機制

當電池的健康狀態 (State of Health, SoH) 可被量測與追蹤後，「壽命」便不再是看不見的消耗，而成為可計價的經濟單位。

過去，電池壽命僅被視為隨時間遞減的技術參數，使用越多、價值越低。如今，隨著 BHM 與數位電池護照機制逐步落地，壽命資料被制度化、可追蹤、可驗證。每一次充放電、每一段溫度曲線、每一個退化變化，都是可記錄的成本訊號，電池壽命因此具備能被計算、分攤與再利用的可管理經濟屬性。

這場「壽命折舊經濟學」的出現，讓電池商業模式迎來快充經濟、換電經濟、第二生命等經濟型態。

快充經濟以速度與便利為核心，透過分級電價與延伸保固機制，將高倍率快充造成的壽命折舊反映在費用中。車主為時間與便利付費，同時分攤部分壽命風險。

換電經濟以資產共享為主體，營運商透過即時電池狀態監控調整租金，讓壽命狀態直接對應使用成本。用戶不擁有電池，只為「使用的壽命」付費，風險轉移至系統營運者。

第二生命經濟則聚焦退役電池的再利用與回收價值，透過電池 SoH 驗證確認殘餘壽命，建立回收定價機制，使壽命能在不同應用場景間流轉交易。

電池壽命折舊經濟模式比較表

經濟模式	主要收入來源	壽命成本來源	資料需求 SoH / 溫度歷程 / 循環次數	風險分攤 車主 / 營運商 / 保險	合規連結 DBP / 回收
快充經濟 Fast-Charging Economy	分級電價、 快充服務費、 延長保固方案	高倍率充電造成的容量衰退與熱老化	SoH、溫度曲線、充電倍率記錄	車主承擔部分壽命風險，車廠提供保固分級或保險協同	可納入 DBP 紀錄充放電歷程與健康數據，作為保固與回收依據
換電經濟 Battery-Swapping Economy	租賃費、會員制與動態計費	高頻更換造成的機械疲勞與不均衡循環	SoH、循環次數、使用頻率	由營運商承擔壽命風險，用戶僅付「使用的壽命」	DBP 與即時 SoH 資料支撐租賃透明化與回收再利用
第二生命經濟 Second-Life Economy	再製與回收價值、再利用收益	退役電池殘餘壽命不足、性能衰退	SoH 驗證、歷程紀錄、使用場域資料	回收商與再利用廠分攤壽命風險	DBP 與回收法規要求 SoH 驗證與材料追溯

MIH 整理，2025/11

註：數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP)

電池健康狀態 (State of Health, SoH)

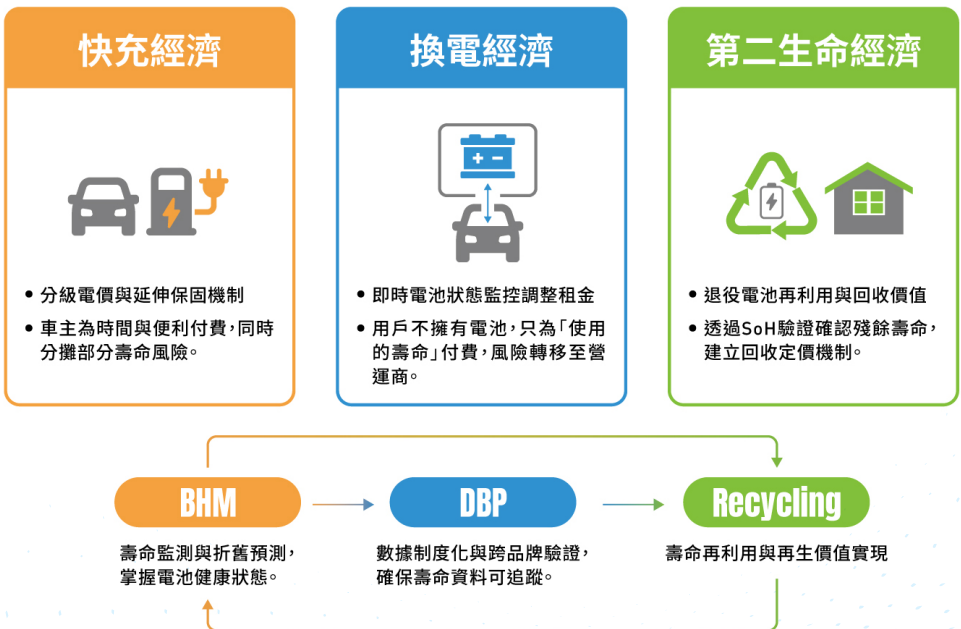
這三種模式揭示一個共同邏輯，壽命資料已成為定價基礎與信任保證。當壽命的消耗能被量化，價格就能隨 SoH 浮動；當壽命能被驗證，交易就能跨越品牌與場域。這正是電池從「產品」變成「服務」的臨界點。

隨著壽命成為可交易資產，新的市場角色也隨之出現。保險業者可設計電池壽命衰退保險，針對快充、V2X 等高損耗場景提供保障，將風險由個別用戶轉移至保險池；金融業可發展以壽命資料為基礎的資產估值模型，讓電池可作為融資與抵押標的；服務業與第三方驗證機構則可提供 SoH 檢測、折舊認證與估價服務，促進退役電池的再利用與殘值流通。

這些角色的出現，代表電池壽命管理將成為電動車產業的重要營運環節之一。對車廠而言，營收不再來自單次銷售，而是來自長期壽命管理服務；對能源企業而言，壽命資料是新的決策資產；對消費者而言，使用行為本身也成為影響壽命價值的市場參數。

從營運角度來看，電動車電池壽命將走向貨幣化，帶來一場資料驅動的治理變革，當電池壽命資料成為交易與信任的依據，產業也邁入「可計價壽命管理」的新時代，在這個時代裡，壽命不再是成本折舊的結果，而是被量化、被補償、被交易的價值單位。建議建立三種模式圖示及商業模式的關鍵點。

三大模式：電池壽命＝經濟價值



第五層： 治理層 | 壽命透明化帶來的新競爭

當電池壽命被貨幣化，競爭的重心也隨之轉移，從誰能製造更多電池，轉向誰能建立更可信的壽命資料體系。隨著歐盟與主要市場推動電池全生命週期透明化，壽命資料不再只是企業內部的工程指標，而是構成市場信任與合規價值的新基礎。車廠、能源公司與使用者之間，將透過壽命資料的共享與驗證，建立以信任為核心的長期營運關係。這不只是資料交換，更是一場制度化的競爭——誰能讓壽命資料被看見、被信任、被採用，誰就能主導產業話語權。

然而，壽命資料的重要性與日俱增，也讓產業面臨三項治理挑戰。首先，各品牌的 SoH 計算方式各異，缺乏統一標準，使跨品牌比較與再利用交易的信任基礎薄弱。其次，壽命資料涉及使用行為與行車軌跡，如何在保護隱私與確保資料流通之間取得平衡，成為制度設計的關鍵。再者，目前仍欠缺具公信力的第三方驗證機制，多數壽命驗證仍由製造商或營運商主導，難免產生利益衝突與信任疑慮。

為了讓壽命資料成為跨產業可用、可信的語言，未來的治理方向正逐步成形。首先，應建立健康狀態 (State of Health, SoH)、能源狀態 (State of

Energy, SoE) 與功率狀態 (State of Power, SoP) 等標準化指標，作為交易、回收與合規的共通語法。其次，推動第三方壽命驗證體系，以確保不同品牌與應用場域間的資料一致性，為再利用市場建立信任門檻。最終，隨著壽命資料品質的提升，也將推動壽命金融化，讓資料成為資產估值與融資模型的基礎，使電池具備可投資、可融資的金融屬性。換言之，電池產業的核心競爭將從技術導向，轉向治理導向。

在這股變革浪潮中，台灣也具備明確的切入契機。憑藉在 BMS、功率電子與雲端資料治理的技術基礎，若能從製造環節進一步邁向資料治理層，就有機會在「壽命經濟」中取得戰略位置。具體而言，台灣可從硬體監控制造者轉型為 BHM 資料服務供應者，發展壽命預測演算法與資料驗證能力，成為跨品牌的信任中介。同時，也可建立類似信用評等機制的壽命評級制度，提供公信的 SoH 評級與折舊標準，降低交易不確定性，促進壽命資產的流通。

整體而言，資料治理已成為電池產業下一階段的關鍵戰場。當技術創新被制度化、當資料透明成為信任基礎，真正的競爭將在治理體系中展開。

知識小站 | SoH、SoE、SoP 是什麼？

在電池壽命經濟中，以下三項指標是資料治理與價值衡量的基礎語言。

- **健康狀態 (State of Health, SoH)**：代表電池的整體健康程度，通常以百分比表示。100% 代表新電池，數值下降意味容量或效能衰退，是評估壽命與折舊的核心指標。
- **能源狀態 (State of Energy, SoE)**：反映電池目前可用能量相對於設計容量的比例，常用於判斷剩餘續航或儲能能力，可視為「能量餘額」。
- **功率狀態 (State of Power, SoP)**：表示電池在特定條件下可提供的最大輸出功率，受溫度、內阻與化學穩定性影響，常用於快充與高負載場景的性能評估。

第六層： 價值層 | 從壽命治理到信任經濟

當治理體系逐漸成形，電池產業也正式進入以「信任」為核心的新時代。

壽命不再只是材料工程的結果，而是制度治理與價值創造的起點。從技術演進到制度轉型，再到商業模式創新，三者共同指向一個趨勢—壽命正成為連結技術、法規與市場的共同語言。

在這個新語境下，電池的價值也被重新定義。它不再以「容量」衡量，而是以「可交易壽命」為核心。當壽命能被量化、驗證並以資料形式流通，電池便同時具備「能源 × 金融 × 信任」的三重屬性。技術創新將不只追求功率與能量密度，更會強調壽命效率；政策設計將從補貼產能轉向獎勵壽命延伸與再利用；商業模式則會以壽命資料為核心，催生租賃、保固與能源服務等新型價值鏈。

電池產業的真正競爭，已不再是誰的技術更先進，而是誰能掌握「壽命定價權」。這種定價權不取決於成本或產能，而是建立在資料透明與信任體系之上。唯有當壽命資料能被公開且可驗證、指

標能被標準化、並且經第三方獨立驗證時，市場才得以建立共同的定價依據。

換言之，壽命定價權 = 公開可驗證的壽命資料 × 標準化指標 × 第三方驗證。

屆時，價格將不再由製造者單方決定，而是由資料透明度與信任機制共同塑造。

企業若能以開放的壽命資料建立合規與永續信任，便能掌握產業話語權；使用者若能透過壽命透明化獲得折舊回饋與公平補償，則能重塑消費關係；而標準化的壽命指標與第三方驗證，將構成未來市場秩序與金融機制的新基礎。

換言之，這是一場以資料治理為核心的信任革命。技術創新讓壽命可被量化，資料透明讓信任可被建立，制度設計讓信任可被執行，價值創造則讓壽命成為可被交易的資產。這四個階段形成一套完整機制，推動電池產業從「製造競爭」走向「治理競爭」，最終走向「信任經濟」。

以一台採用高壓快充系統的電動車為例，車主進行快速充電時，系統首先透過 SoH 檢查電池健康狀況，確認是否可承受高倍率電流；接著依據 SoE 計算當前可儲存的能量容量，以決定充電策略與時間；同時，SoP 會即時評估電池的最大充電功率，避免因瞬間過載造成熱失控或壽命損耗。

這三者和控制邏輯中形成完整系統：SoH 決定安全邊界、SoE 決定能量策略 → SoP 決定功率上限。在雲端監控或 BHM 系統中，這些數據會同步回傳，成為壽命預測、保固估值與租賃定價的依據。也因此，SoH、SoE、SoP 不只是技術參數，更是電池壽命能否被量化與治理的共同基礎。



市場洞察

全球電池產業重構五大戰局

從產能到技術主權 下一輪競爭已超越製造範疇

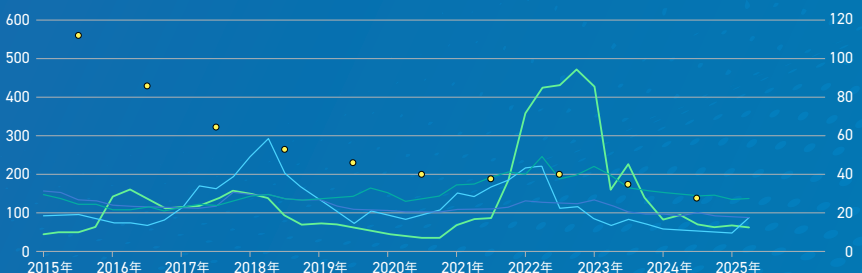
全球電池市場正從高速擴張邁入結構轉折期。根據國際能源總署 (IEA) 《Global EV Outlook 2025》與 S&P Global 分析，2024 年底全球鋰離子電池製造產能已突破 3 TWh 級距，計劃產能速度遠超過實際需求。隨著再生能源滲透率提升與電動車成長放緩，「供給過剩、價格下探、購併／整併」成為新常態。同時，歐美日等主要經濟體以政策為槓桿，推動供應鏈「在地化」與「低碳化」，使電池不再只是製造業競爭，更是能源治理與地緣政治的延伸戰場。

Taiwan Insight | 在全球重構下的台灣角色

面對電池產業從「製造競速」走向「制度競爭」的新局，台灣的機會不在量，而在質。從碳足跡管理、BMS 軟體、測試驗證到 ESG 追溯服務，台灣具備成為「可信任協作夥伴」的優勢。唯有結合資料治理力與合規力，才能在這場能源主權再分配的全球賽局中，占有一席之地。

在這個新格局中，產能已不再是唯一指標，合規、效率與循環再利用正重新定義電池的價值。2025年，全球電池產業正迎來一場由「地緣政治 × 能源轉型」共同推動的重構。中國、歐洲、美國、日韓與新興市場等五大區域雖走在不同軌線，卻都圍繞相同命題——誰能在產能過剩與綠色轉型之間，找到新的效率邏輯。

從產能到制度、從技術到地緣，全球電池產業的競爭邏輯正被改寫。在這場「能源主權再分配」的賽局中，誰能率先將合規、資料與循環體系整合為價值鏈核心，誰就能掌握下一個十年的能源秩序。



主要電池金屬與鋰離子電池模組價格走勢 (2015-2025年) (圖表來源: IEA)

中國

高產能與出海賽局



中國電池產業 1 分鐘攻略

產能過剩惡化

2024 年名目產能逾 2 TWh、利用率僅 60%；2025 年產能預估 1,000 GWh，需求僅 650~700 GWh。

龍頭出海自救

寧德時代、比亞迪以大量出口+海外建廠分散過剩並因應 IRA/CBAM。

中小廠轉向求生

訂單與資金縮緊，採 OEM、合資與 CKD/SKD 出口維持運轉。

政策由擴張轉抑制

中央提出化解過剩，地方補貼與新產線審查全面收緊。

技術與市場新亮點

鈉離子電池加速車用化；全球儲能成長推動中國出貨回升。

中國電池產業在經歷數年的快速擴張後，市場進入結構性調整階段。龍頭企業如寧德時代與比亞迪正積極布局海外市場，探尋歐洲、美國與東南亞設廠以分散國內產能過剩風險；相對地，中小型電池廠面臨訂單及資金壓力，紛紛轉向代工或合資合作維持產能。另一方面，鈉離子電池已進入中國車用領域，比亞迪與其他廠商正在推動量產及搭載車款。

中國電池產業在經歷數年的快速擴張後，市場正進入結構性調整階段。根據 CRU Group 2025 年報告指出，2024 年中國鋰離子電池名目產能已突破 2 TWh，但實際產能利用率僅約 60%，遠低於 2021 年的 83%，顯示供給過剩問題持續惡化。

在此背景下，龍頭企業如寧德時代與比亞迪正推動「出海雙軸」策略，以分散國內產能過剩風險並維持成長動能。

第一軸為出口：透過價格競爭與大規模出貨，加速消化過剩產能，同時快速搶佔歐洲、美國與東南亞市場。

第二軸為海外建廠：以「技術輸出+在地製造」模式，降低合規與運輸成本，滿足當地碳足跡與供應鏈在地化要求，並能快速回應整車廠的客製化需求。

相對之下，中小型電池廠因訂單與資金壓力加劇，紛紛轉向代工或合資合作以維持產能運轉。另一方面，鈉離子電池技術也從儲能跨入車用市場，比亞迪與中創新航等企業已啟動量產，預計 2025 年將有多款車型搭載相關系統，成為產業調整期內的新焦點。

中國政府於近期明確提出「化解新能源電池產能過剩」的指導方向，並對地方層級的新設產線補貼政策進行收緊。過去由補貼驅動的擴張模式逐步退場，市場正回歸以技術效率與成本控制為核心的競爭格局。

寧德時代預計至 2025 年達成超過 500 GWh 的產能目標，並計畫在歐洲（包含德國、匈牙利）設廠以建構在地化生產樞紐。比亞迪也正在推動美國與墨西哥新工廠的可行性評估，以應對國際供應鏈壁壘。二線廠商則轉向與東南亞或歐洲在地企業合作，透過 OEM 或合資模式在地化生產，藉此避開歐盟碳邊境調整機制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）及美國《通膨削減法案》（Inflation Reduction Act, IRA）的原料限制。

此外，部分業者也採取 CKD/SKD（Completely Knocked Down/Semi-Knocked Down）出口模式，將電池模組或整車半成品拆解後出口，再於海外進行組裝與測試，以兼顧關稅節省、運輸效率與當地製造比例要求，成為介於直接出口與設廠之間的靈活過渡策略。

根據 SNE Research《Global EV & Battery Monthly Tracker 2024 Q4》與 IEA《Global EV Outlook 2025》資料，中國動力電池產能擴張速度顯著高於需求。SNE 預測 2025 年中國動力電池總產能將達約 1,000 GWh，而實際市場需求僅約 650~700 GWh；IEA 亦指出，中國電池產能利用率持續下降，顯示市場正進入供給過剩壓力區。

Benchmark Mineral Intelligence 進一步分析，中國仍佔全球新增電池產能逾 55%，但部分新建產線因需求放緩與資金緊縮而延宕投產。中國電池產業的第二輪淘汰賽已悄然啟動。市場已由「拼規模」轉向「拼效率與合規」。龍頭企業透過國際化及成本優勢延續競爭力，而對於中小廠而言，若無明確技術或品牌差異化，恐在 2025 至 2026 年間出清壓力加劇。

根據 SNE Research《Global EV & Battery Monthly Tracker 2024 Q4》報告指出，中國動力電池產能擴張速度已顯著高於市場需求。該研究預測，至 2025 年中國動力電池總產能將達約 1,000 GWh，而實際市場需求僅約 650~700 GWh，供需差距持續擴大。國際能源總署 (IEA)《Global EV Outlook 2025》亦指出，中國電池產能利用率自 2022 年起呈現下滑趨勢，顯示市場正進入供給過剩的壓力區間。

同時，知名礦產與電池產業研究機構 Benchmark Mineral Intelligence 的 2025 年分析顯示，中國仍佔全球新增電池產能超過 55%，但隨著需求放緩與資金環境收緊，部分新建產線出現延宕投產現象。整體而言，中國電池產業的第二輪淘汰賽已悄然啟動，市場重心正從「拼規模」轉向「拼效率與合規」。龍頭企業如寧德時代與比亞迪憑藉國際化布局

與成本優勢持續鞏固競爭力；相對之下，中小型電池廠若缺乏技術創新或品牌差異化，恐在 2025~2026 年間面臨更嚴峻的出清壓力。

另一方面，全球能源與儲能市場研究機構 Rho Motion 與亞太能源顧問機構 InfoLink 的市場觀測顯示，全球儲能系統新增裝置量在 2024 年成長逾五成，其中歐洲、中國與中東成為主要增長動能。受此帶動，中國電池廠在儲能應用領域的出貨量顯著增加，部分原閒置產線重新調整產能配置。這顯示產業雖處於整併期，但在儲能需求推動下，仍保有階段性修復的動能。

同時，鴻海集團也以儲能為切入點進入中國電池市場。旗下新品牌「富儲科能 (FoxEnerTech)」已在鄭州設立首座量產基地，佔地約 2 萬平方公尺，配備自動化模組產線，支援工商業與源網側等應用場景。作為集團「3 + 3 + 3」戰略核心之一，富儲科能以「安全」為核心，結合富士康的精密製造與垂直整合能力，建構從研發到運維的一體化儲能體系。產品具電芯層、Pack 級、電池簇級、系統級、智慧監控五重安全防護設計，導入 AI 智慧監控，已應用於智慧製造、數據中心與零碳園區等專案。此舉顯示台灣製造正以「儲能 + 安全」雙重優勢，積極參與中國與全球電池市場的新一輪重構。

美國

IRA 補貼與生態戰



美國電池產業 1 分鐘攻略

IRA 推動大擴張

自 2022 年 IRA 上路後，美國以 45X/45V 製造與氫能補貼推動電池與能源投資，截至 2025 年初已有逾 30 座電池與材料基地在建或擴產，累計投資超過 1,200 億美元。

FEOC 限制重塑供應鏈

2025 年起電池材料與元件不得來自 FEOC (含中國)，合格電池模組可申請每 kWh 35 美元製造補貼，帶動 Ford-SK On、GM-LG、Toyota-Panasonic 等合資擴建。

補貼調整引發不確定

2025 年中 OBBBA 調整部分補貼，引發電動車銷售與投資放緩疑慮；但儲能需求仍依電網韌性驅動、受影響有限。

NACS 成新一代標準

2024 年起 NACS 被納入聯邦 NEVI 補助標準，Tesla 超級充電站向他牌開放，Ford、GM、Honda、Hyundai、Kia 等全面採用。

LFP 與成本挑戰並存

LFP 在美國 ESS 滲透率已達約 45%；但 IEA 指出美國電池製造成本仍較亞洲高 25~35%，政策變動與 FEOC 名單調整持續帶來壓力。

自 2022 年《通膨削減法案》(Inflation Reduction Act, IRA) 上路以來，美國透過第 45X 條製造稅收抵免與第 45V 條清潔氫能補貼，全面推動電池與再生能源產業擴張。根據美國能源部 (DOE) 統計，截至 2025 年初，全美已有超過 30 座力電池與材料基地正在建設正在建設或擴產，累計投資金額突破 1,200 億美元。

2025 年 1 月，美國財政部公布 IRA 最終實施細則，明確定義「電池元件」與「關鍵礦物」的原產地要求。凡電池材料或零組件若來自中國等「外國關切實體 (Foreign Entity of Concern, FEOC)」即無法獲得稅收抵免，而合格電池模組最高可申請每 kWh 35 美元的製造補貼。

這項政策直接帶動 Ford-SK On、GM-LG Energy Solution (Ultium Cells)、Toyota-Panasonic 等合資項目加速建設。根據 SNE Research《Global Battery Tracker 2024 Q4》資料推估，

2025~2030 年間，美國新增動力電池產能將超過 700 GWh。

然而，隨著 2025 年中通過的《大而美法案》(One Big Beautiful Bill Act, OBBBA)，美國新能源政策出現轉折。新法案調整或削減部分電動車購車稅抵免與製造補貼，市場憂心補貼誘因減弱將拖慢電動車銷售與產能擴張腳步。

不過，根據 Wood Mackenzie《US Energy Storage Monitor 2025》與美國能源資訊署最新統計，美國儲能產業對電池的需求仍持續增長，受政策變動影響相對有限。特別是在住宅與公用事業級儲能領域，投資動能主要來自電網韌性與能源自主需求，而非單一補貼政策。對電池產業而言，IRA 所建立的長期投資信心與供應鏈在地化布局，正面臨政策不確定性的再度考驗。

除了製造補貼，美國的充電生態也迎來重大重構。2024 年起，Tesla 推

美國 IRA/OBBBA 新能源政策關鍵時程

時間	政策／事件	主要內容	產業影響
2022 年	IRA 上路	<ul style="list-style-type: none"> 45X 製造抵免、 45V 氫能補貼啟動 	推動電池與再生能源投資
2022~2025 年初	建設潮形成	全美超過 30 座電池／材料基地建設或擴產，投資逾 1,200 億美元	北美電池供應鏈快速擴張
2025 年 1 月	IRA 最終細則公布	明確原產地規定；FEOC 來源不得申請補貼；合格模組最高每 kWh 補 35 美元	供應鏈加速本土化，排除中國來源
2025~2030 年 (展望)	電池產能成長	預估新增動力電池產能超過 700GWh	Ford-SK、Ultium、Toyota-Panasonic 等加速建廠
2025 年中	OBBBA 通過	調整／削減 EV 購車與製造補貼	憂心影響 EV 銷售與產能擴張速度

MIH 整理，2025/11

動北美充電標準 (North American Charging Standard, NACS) 成為新一代主流介面，並獲 Ford、GM、Mercedes-Benz、Honda、Hyundai、Kia 等主要車廠採納。能源部與聯邦公路署已將 NACS 納入國家電動車基礎設施計畫 (National Electric Vehicle Infrastructure, NEVI) 補助標準，使 Tesla 超級充電站網路正式向其他品牌開放。隨著標準納入國家級基礎建設，充電介面的統一正讓美國電動車產業從「多元競爭」走向「共通平台」。

在電池化學體系上，磷酸鐵鋰 (LFP) 正快速提升市場份額，逐步成為美國儲能市場的主流選擇，但並未完全取代鎳鈷錳酸鋰 (NMC) 體系。根據 BloombergNEF《Energy Storage Outlook 2025》，LFP 在儲能系統 (Energy Storage System, ESS) 中的滲透率已達約 45%，較 2022 年的約 20% 顯著提升。

多家企業如 Tesla Megapack、Fluence Energy 與 Powin Corporation 均將 LFP 視為長期戰略主軸，並陸續將部分產線自電動車轉為 ESS 專用，以降低庫存壓力並取得美國 IRA 對潔淨能源設備的補貼資格。

然而，在政策紅利背後，美國電池產業仍面臨多重挑戰。隨著 2024 年大選後政策檢討，「外國關切實體 (FEOC)」名單可能調整，帶來供應鏈成本上升的風險；同時，由於本土原料與勞工成本偏高，根據 IEA《Battery Cost Survey 2025》報告指出，美國電池製造成本仍較亞洲高出 25~35%。此外，過度依賴政府補貼亦可能造成投資過熱與報酬遞減。

整體而言，美國的電池戰略正以政策為槓桿、標準為槍口，在短時間內完成從「刺激製造」到「整合生態」的跨越。真正的挑戰在於如何在高成本結構下維持長期競爭力。對台灣供應鏈而言，關鍵機會在於協助美國企業提升供應透明度與在地合規能力，特別是在電池模組測試、BMS 軟體開發與 LFP 技術支援等高附加價值領域。

此外，台灣亦可與日韓業者形成「IRA 合規供應鏈生態嫁接」，結合各方在材料、製程與品管上的優勢，共同強化美國市場的在地化製造能量與制度對接效率。從這個角度來看，IRA 不僅是一場補貼競賽，更是一場以制度為界線的生態戰，誰能在政策紅利消退前完成供應鏈在地化與驗證體系建構，誰就能在下一階段能源競局中取得主導權。

知識小站 | 為什麼 LFP 正成為美國儲能市場主流？

在儲能系統 (Energy Storage System, ESS) 快速擴張的美國市場，磷酸鐵鋰 (LFP) 正取代部分鎳鈷錳酸鋰 (NMC)，成為新一代主流化學體系。根據 BloombergNEF《Energy Storage Outlook 2025》，LFP 在美國 ESS 的滲透率已從 2022 年的約 20% 大幅提升至約 45%，反映其在安全性、循環壽命與成本控制上的整體優勢。

Tesla Megapack、Fluence Energy、Powin 等企業更將 LFP 視為長期策略方向，並陸續把部分原本配置於電動車的產線轉向 ESS 用途，以降低庫存壓力並符合美國 IRA 對潔淨能源設備的補貼資格。隨著儲能需求持續上升，LFP 的成本結構與政策紅利將使其在未來數年持續維持高成長動能。

歐洲

合規驅動的價值鏈重組



歐洲電池產業 1 分鐘攻略

法規主導市場

自 2025 年起強制碳足跡揭露；2027 年數位電池護照全面上路；材料回收率與再利用義務逐年提高。

製造與循環體系擴張

北歐與法國新創（如 Verkor、ACC）獲政府與民間投資；歐洲 Cell 產能規劃已超過 2 TWh。

CRMA 改變供應鏈策略

要求至少 10% 原料在 EU 開採、40% 精煉於 EU 完成，限制對高風險來源的依賴。

基礎建設同步成長

Tesla V4 超級充電站在荷蘭、法國啟用；Iionity 增設 1,700 座公共充電站。

投資與人才挑戰

高電價、人力成本、長投資回收期造成資金壓力；電化學與材料專業人才缺口超過 30%。

在能源轉型進入落地階段後，歐洲電池市場的競爭邏輯已從「性能導向」轉向「合規導向」。自 2025 年 2 月起，歐盟將要求所有 EV 電池揭露經第三方驗證的碳足跡；2027 年，數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP) 將全面上路，用於追蹤原料來源、供應鏈透明度與回收比例。這些制度不僅重新定義「好電池」的標準，也迫使整個產業鏈加速再組。

北歐與法國新創如 Verkor 與 Automotive Cells Company (ACC) 相繼獲得政府與民間投資，推動回收與循環體系建設。Fraunhofer ISI、EIT InnoEnergy/EIT Urban Mobility 等研究機構均指出，歐洲電池 cell 製造計畫的已公告產能總量已超過 2 TWh，並預期至 2030 年仍將持續擴張。

歐洲電池市場正由法規主導重構。《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542) 已成為產業治理核心，明定三大強制要求，包括：一、碳足跡揭露與分級制度 (自 2025 年生效)；二、數位電池護照 (2027 年全面實施)；三、材料回收率與再利用義務 (逐年提高)。同時，歐盟於 2024 年正式施行《關鍵原料法》(Critical Raw Materials Act, CRMA)，要求至少 10% 原料開採與 40% 精煉須在歐盟境內完成，並限制對中國等高風險來源的依賴。在此政策驅動下，「在地化與低碳化」已成為企業立足歐洲市場的基本門檻。

除了電池製造端，充電與能源基礎設施也在同步擴張。Tesla 的 V4 超級充電站已於荷蘭與法國啟用，支援跨品牌車輛使用；歐盟在地的 Ionity 則新增 1,700 座公共充電站，改善跨國駕駛體驗。

根據 Transport & Environment 2025 報告，過去三年間歐洲電池投資金額已突破 1,100 億歐元，其中超過三分之一投入於回收與材料再生領域，顯示歐洲正從「製造」延伸至「循環」，在綠色供應鏈中建立新優勢。然而，高電價與人力成本仍是市場主要挑戰。相關新創企業陸續面臨資金壓力，反映出投資回收期延長與報酬遞減的現實。European Battery Alliance 統計，歐洲在材料科學與電化學工程領域的專業人才缺口超過 30%，成為限制產能落地的關鍵瓶頸。

歐洲市場的發展邏輯，正從以「合規」為核心的制度建構，邁向「投資落地」與「能源服務體驗」並行的新階段。對台灣而言，機會在於碳足跡管理、測試驗證平台與回收技術輸出；挑戰則在於取得 EU 法規認證的能力，否則難以切入主流供應鏈。除回收技術的開發與輸出外，台灣亦可扮演再生電池材料的出口樞紐角色，串聯亞太與歐洲的循環供應鏈。整體而言，歐洲的電池革命不是速度競賽，而是信任競賽。誰能將合規轉化為市場價值，誰就能站穩新的能源秩序。

亞洲 - 日韓

高階技術與 ESS 轉向



亞洲（日韓）電池產業 1 分鐘攻略

日本走材料創新

政府推動「次世代電池戰略 II」，投入逾 3,000 億日圓支持固態電解質研發與量產設備建設。

固態電池小量試產

Toyota 硫化物系固態電池已展示 900 Wh/L 等級能量密度，日系企業同步啟動試產線。

C2030 年固態量能提升

日本固態電池試產僅約 5 GWh，但 IEA 預估 2030 年可突破 30 GWh，主攻高階車與電動航空。

南韓轉向 ESS 擴張

LG、Samsung SDI、SK On 以 LFP + 固態雙線布局；SK On 啟動全球首條 ESS 專用 LFP 產線。

市場動能分化

2024 韓系 EV 電池出貨年增僅 6%，但 ESS 出貨成長 43%，成為主要成長來源。

在電動車需求放緩與全球產能過剩的背景，日本與南韓選擇走上截然不同的技術路徑。日本聚焦「材料創新」，南韓則以「應用轉向」維持競爭優勢。兩者雖採取不同策略，卻都以長期研發與策略聯盟為核心，試圖在新一輪能源轉型中穩固亞太電池版圖。

日本政府於 2024 年底啟動「次世代電池戰略 II」，由經濟產業省 (METI) 與 NEDO 共同推動，預計投入逾 3,000 億日圓，用於支持固態電解質材料研發與量產化設備建設。

出光興產 (Idemitsu Koson) 與 Toyota 合作開發之硫化物系固態電池，目標 2027 年量產；Toyota 已於 2025 年 CES 展示首批樣品電芯，能量密度達 900 Wh/L (約 350 Wh/kg 等級)，

循環壽命 1,000 次以上。Honda、Panasonic、Murata 等也同步啟動小規模試產線。目前日本國內固態電池試產產能僅約 5 GWh 級距，但 IEA 預估 2030 年前可望突破 30 GWh。由於高安全性與能量密度優勢，日本正將固態電池定位為「電動航空與高階車」市場的關鍵技術。

相較日本的材料研發導向，南韓三大電池廠 LG Energy Solution、Samsung SDI、SK On 則將重心轉向以 ESS 應用為導向的 LFP 與固態電池量產布局。南韓 MOTIE 於 2024 年 9 月宣布《K-Battery 2030 Plus》計畫，提供 5 兆韓元研發補助與稅務減免，以支持本土企業在 LFP 與固態兩線的技術突破與產能擴張。

知識小站 | 能量密度的兩種單位：Wh/kg vs. Wh/L

在談論電池性能時，常見的「能量密度」其實有兩種不同單位：

重量能量密度 (Wh/kg)：

指每公斤電池可儲存多少電能，影響整體車輛或裝置的續航力與重量比。

體積能量密度 (Wh/L)：

指每公升電池可儲存多少電能，關鍵在於裝載空間的利用效率。

一般電動車研發較重視 Wh/kg，因為減輕重量能直接提升續航與操控表現；而航太產業則更關注 Wh/L——飛機、衛星與無人機的艙體空間極為有限，體積決定能否在結構與氣動條件下安全整合電池模組。

簡言之，Wh/kg 解決「續航多遠」的問題，Wh/L 則關乎「能放得下」的現實。

其中 SK On 於 2024 年底在大田 (Daejeon) 啟用全球首條 ESS 專用 LFP 電池產線，年產能 10 GWh，主攻美國與歐洲儲能市場。LG Energy Solution 則將其亞利桑那新廠部分產線改為 LFP 化學體系，以滿足 IRA 認證要求。

SNE Research 數據顯示，南韓 EV 電池出貨量 2024 年之年增率僅 6%，明顯低於前一年的 32%，但 ESS 電池出貨則成長 43%，成為企業維持營收增長的主要引擎。

固態電池雖被視為日本電池業的翻身契機，但成本與製程良率仍是關鍵挑戰。Nikkei 報導指出，若 Toyota 2027 年能如期量產，單 kWh 成本仍將高出 NMC 電池 50% 以上。南韓方

面則面臨原料與技術授權高度依賴中企的問題，特別是 LFP 正極與電解液體系，使其出口美國時須符合 IRA 的「非中來源」限制。

日本與南韓的電池策略正形成「上游材料 × 下游應用」的互補局勢。日本以固態電池爭取技術主導權，南韓則以 ESS 市場實現量產規模。對台灣而言，機會在於導入高可靠性材料測試、BMS 韌體整合、能源管理系統 (Energy Management System, EMS) 系統管理平台能力與模組安全驗證等專業服務，協助日韓企業建立跨境合作與供應鏈認證能力。縱觀亞太電池競局，速度不再是勝負關鍵，誰能掌握材料到應用的縱深整合力，誰就能定義下一代能源價值鏈。

日韓電池企業在 ESS / 固態電池的最新動向

企業／國家	重點動作	數據／產能
SKOn(南韓)	大田啟用全球首條 ESS 專用 LFP 產線	年產能 10 GWh (主攻美歐市場)
LGES(南韓)	亞利桑那新廠部分改為 LFP 線	IRA 合規需求
Toyota(日本)	2027 年目標固態量產	單 kWh 成本仍高於 NMC50% 以上 (Nikkei 數據)
整體(南韓)	ESS 為營收成長引擎	ESS 出貨 +43%；EV 電池出貨 僅 +6% (SNE Research)

MIH 整理，2025/11

新興市場

在地化補鏈與資源民族化



新興市場 1 分鐘攻略

印尼以礦帶動製造

鎳原礦出口禁令吸引逾 400 億美元投資，已建成 20 座鎳冶煉廠；鎳產量占全球逾 55%，並推動《綠色冶煉指南》要求產線低碳化。

印度推自給製造

PLI 計畫投入 26 億美元補貼 ACC，在地產能規劃達 50 GWh；Tata 預計 2026 年量產，電動二輪與三輪市場年增約 35%。

拉美資源民族化

智利、阿根廷、墨西哥掌握全球逾六成鋰儲量，正以國家鋰公司與外資合資模式掌控礦權。

非洲成新熱點

剛果(金)供應全球 70% 以上鈷原料，坦尚尼亞與莫三比克成為石墨開採新據點。

多極化供應鏈成型

印尼以礦、印度以製造、拉美以資源掌控形成第三支柱；市場機會包括冶煉設備、材料加工與 ESG 驗證服務。

隨著歐美加速推動供應鏈去中國化，印尼、印度與中南美等新興市場成為全球電池產業鏈「再平衡」的主戰場。這些國家不再只是原料出口國，而正積極轉型為具有製造與回收能力的「新電池國家」。

印尼政府在 2020 年起禁止鎳礦原礦出口後，成功吸引逾 400 億美元外資流入下游冶煉與電池產業。目前印尼已建成 20 座鎳冶煉廠與多個電池材料園區，主要由中國企業如青山控股、寧德時代與南韓 LGES、POSCO 共同投資。

Benchmark Mineral Intelligence 的報告指出，印尼鎳產量現已佔全球總量的 55% 以上，但也帶來環境與能耗爭議。該國政府為此於 2024 年底推出《綠色冶煉指南》，要求新建產線逐步採用低碳能源，並計畫 2030 年前讓至少 30% 冶煉產能使用再生電力。

印度則以「自給自足」為核心策略，啟動 Production Linked Incentive

(PLI) 補貼計畫，針對先進化學電池 (ACC) 提供 26 億美元獎勵，吸引 Ola Electric、Reliance Industries、Tata Group 等集團投入在地製造。根據 S&P Global 2025 年報告，印度正規劃超過 50 GWh 級的電池產能，其中 Tata Agratas 的古吉拉特邦工廠預計於 2026 年量產。

IEA《EV Data Explorer 2025》分析指出，印度電動車市場雖以二輪與三輪車為主，但年增率仍達 35%，成為區域電動化成長最快的市場之一。印度政府也開始推動電池回收體系，試圖降低對中國材料進口的依賴。

在拉丁美洲，智利、阿根廷與墨西哥正透過「國家鋰公司」與外資合資模式掌控資源分配。根據 BloombergNEF《Battery Supply Chain Ranking 2024》，拉美三國合計掌握全球已探明鋰儲量的超過六成以上，但實際開採率不足三成。智利政府已規定未來新礦權須與國企 Codelco 合作，象徵「資源民族化」時代正式展開。

印尼與印度市場電池供應鏈布局

國家	核心策略	主要政策／措施	數據	主要參與者
印尼	下游化、冶煉+材料國家化	2020年禁止原礦出口；2024年《綠色冶煉指南》	鎳產量佔全球55%；建成20座冶煉廠	青山、寧德時代、LGES、POSCO
印度	自給自足、推動ACC製造	26億美元PLI補貼；推動回收體系	累計規劃>50GWh；EV年增率35%	Ola、Reliance、Tata Group、Tata Agratas

MIH 整理，2025/11

非洲則成為鈷與石墨的新熱點。剛果（金）仍供應全球 70% 以上的鈷原料，坦尚尼亞與莫三比克則被視為下一波石墨開採重鎮。世界銀行《Minerals for Climate Action 2024》警示，若無透明治理與環境監管，這波「綠色礦業熱」恐重演資源掠奪的歷史。

新興市場的崛起，標誌著全球電池供應鏈進入「多極化」時代。印尼以礦起家、印度以製造為本、拉美以資源掌控為盾，形成供應網路的第三支柱。

對台灣而言，機會在於冶煉設備、材料加工、電池測試與 ESG 驗證服務輸出；挑戰則在於如何協助這些市場建立資料透明、可追溯的 ESG 驗證體系，並可透過在地技術轉讓與全產業鏈製造能力體系的協助，深化與新興市場的產業合作模式，以符合歐美供應鏈監管要求。

在這場能源地緣重組中，誰能讓原料優勢轉化為製造能力與信任資產，誰就能在新能源秩序中留下長期席位。▲

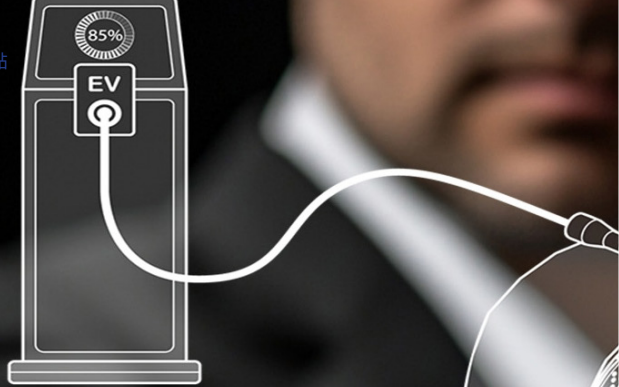
拉丁美洲與非洲電池礦物地緣版圖

地區／國家	關鍵礦物角色與數據	政策與治理模式	主要風險或挑戰
智利、 阿根廷、 墨西哥 (拉丁美洲)	三國合計掌握全球已探明鈷儲量「超過六成以上」實際開採率「不足三成」	透過「國家鋰公司」+外資合資模式掌控資源分配智利規定未來新礦權須與國企 Codelco 合作，開啟「資源民族化」時代	開採不足限制供應能力制度調整導致外資進入門檻提高
剛果民主 共和國	仍供應全球「70% 以上」鈷原料	無明述政策，但屬全球鈷供應核心地位	世界銀行警示「若缺乏透明治理與環境監管，恐重演資源掠奪」
坦尚尼亞、 莫三比克	被視為「下一波石墨開採重鎮」	具開採潛力但尚在早期發展階段	可能面臨環境、治理與透明度風險
整體 新興市場 定位	正從原料出口國轉型為具「製造與回收能力」的「新電池國家」形成全球供應鏈「第三支柱」	強化資源控管、提升產業鏈層級	需建立資料透明與 ESG 追溯機制，以符合歐美供應鏈規範

MIH 整理，2025/11

THE ELECTRIC VEHICLE

科技焦點



Transmission
Electric
Engine



科技焦點

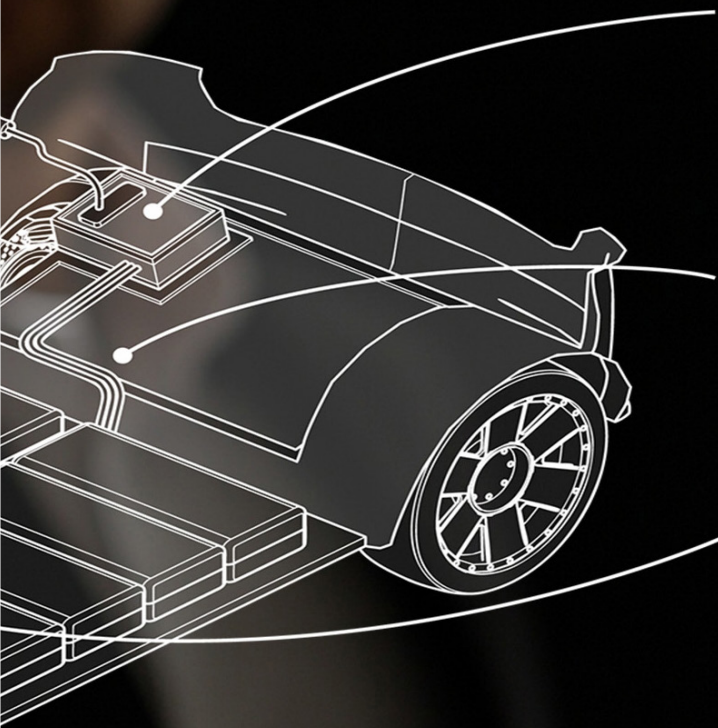
電池管理系統智慧轉型

從安全防護邁向能源決策中樞

知識小站 | SoC 與 SoH 是什麼？

- SoC (State of Charge)：電池的「剩餘電量」，可視為電動車的即時續航指標。
- SoH (State of Health)：電池的「健康狀態」，反映容量衰退與內阻變化，用以評估電池壽命。

二者搭配監測，可讓 BMS 同時掌握「能跑多遠」與「還能跑多久」。以一輛電動巴士為例，車隊管理平台可透過 SoC 即時掌握每輛車的剩餘里程，在高峰時段自動調度可續航距離較長的車輛；而 SoH 監測則能提早偵測到特定車輛電池健康度下降，提前安排保養或更換，避免營運中途停駛。



Electric Cable

Battery Management System

Battery Packs

Power Electronics

電動車與儲能系統的快速成長，使電池不再只是單純的能源載體，而是影響整體營運成本、安全與品牌信任的核心元件。隨著快充、車聯網 (Vehicle to everything, V2X) 與再生利用等新應用逐漸普及，電池已從車輛的輔助零組件，進化為連結車輛與能源網路的「行動節點」，不僅儲能，更參與能源流的調度、交易與再利用，角色與價值皆被重新定義。

過去的電池管理系統 (Battery Management System, BMS) 主要扮演監控者的角色，負責偵測電壓、電流與溫度，防止過充、過放或熱失控；然而，隨著電池能量密度與電壓架構日益複雜，應用情境從車用延伸至儲能與電網，單靠被動監測已難以應對多變的操作條件與壽命差異。

新一代 BMS 因此轉向智慧化，具備即時數據蒐集、電池健康狀態 (State of Health, SoH)、電池電量狀態 (State of Charge, SoC) 功能，並結合 AI 預測模型與雲端連線能力，能根據歷史與即時資料自動調整充放電策略，延長壽命並提升能效。

更重要的是，透過無線遠端更新 (Over-the-Air, OTA) 持續優化演算法，形成「數據學習循環」，讓電池越用越聰明。此一轉變，讓 BMS 的角色從過去的安全守門員，升級為連結壽命管理、成本控制與能源協同的策略中樞；對車廠與能源業者而言，它不再只是工程模組，而是決定商業模式、品牌信任與市場競爭力的關鍵技術核心。

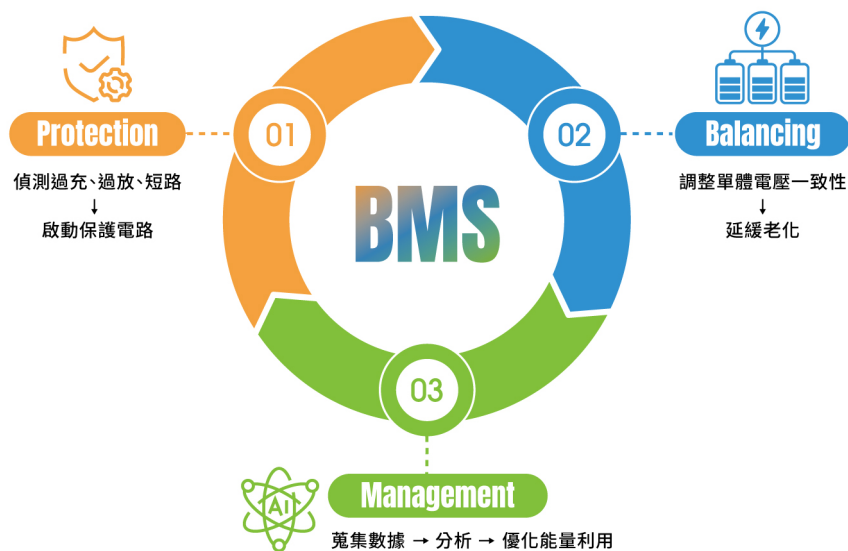
從監控到智慧演算法 BMS 角色快速轉變

BMS 角色進化後，新一代電池管理系統的核心價值，不再停留於防護層面的「安全監控」，而是全面升級為能夠以資料驅動決策的智慧中樞。傳統 BMS 架構僅集中於量測與防護，主要透過電壓、電流與溫度監控來避免過充、過放與短路，其運作邏輯多半依賴閾值判斷，反應速度有限且缺乏學習能力，難以應對高功率負載或溫度梯度快速變化等情境。此外，早期系統的資料封閉於車載端，無法回饋至研發或雲端平台進行優化，導致資料價值被長期忽視。

新世代 BMS 則透過數據驅動重新定義架構，形成從感測層（電壓、電流、溫度）到分析層（SoH、SoC）、決策層（能量調度與熱管理）、雲端學習層（OTA）等自下而上的資料流，讓整體系統形成可持續學習的完整架構。這一套結構讓系統

能整合 AI 與機器學習演算法，根據歷史資料預測異常或壽命衰退，進一步實現主動控制，自動調整充放電策略、平衡單體電壓，甚至結合數位孿生 (Digital Twin) 模型，模擬不同溫度與負載條件下的電池行為，以提前修正控制策略。

由此來看，整體技術演進軌跡清晰可見從「閾值監控」進化到「模型預測」，再走向「AI 自學」的完整學習系統。現今的 BMS 已能透過雲端更新持續優化演算法，讓動力及儲能電池在使用過程中不斷進化。這也使 BMS 從過去的安全裝置，正式躍升為能量管理平台。對車廠而言，代表產品生命週期管理 (Product Lifecycle Management, PLM) 延伸至使用階段；對能源業者而言，則可依據即時數據進行儲能效能優化與壽命評估，開啟以資料為本的能源經濟新篇章。



當電芯溫度異常升高時，BMS 先啟動保護機制，再透過平衡與管理功能進行調整，確保車輛安全運行並延長電池壽命。

為何成為焦點： 安全、壽命與新應用

隨著 BMS 邁向數據驅動與雲端學習階段，它的重要性也從技術層面延伸至品牌與商業層面。對車廠與能源企業而言，BMS 不僅是安全防線，更是影響信任、成本與商業模式的關鍵節點。其焦點之所以受到全球關注，正是因為它同時牽動安全、壽命與新應用等三個核心議題。

首先在安全面，電池熱失控已成為電動車產業最嚴峻的風險之一。多項研究指出，電芯過熱與監控失效是導致電池燃燒的主要原因。新世代 BMS 因此導入即時熱模型與多層安全策略，能在毫秒級內切斷電流或啟動熱保護機制，以降低事故發生機率。對車廠而言，BMS 已不只是電子控制元件，而是品牌信譽的守門員，一次熱事件，足以重創多年累積的市場信任。

在壽命管理層面，BMS 的精準度已成為影響整車總持有成本 (Total Cost of Ownership, TCO) 的關鍵。根據 BloombergNEF 2024 年報告，電動車電池包平均成本約為每度電 115 美元 (約新台幣 3,700 元/kWh)，雖較前幾年大幅下降，但整體仍占整車製造成本約 30~40%。因此，電池壽命的長短仍是決定經濟效益的關鍵變數。

當 BMS 能精準掌握健康狀態並延緩老化時，不僅可降低折舊與維修支出，也能延長車輛使用週期、提升營運效率。當電池能維持更長的使用週期時，車主可在更長期間內分攤折舊成本，同時減少維修與更換支出；對車隊與營運商而言，壽命延長則意味著保固風險下降與稼動時間提升。此外，退役電池仍具再利用潛力，可導入儲能或二次生命應用，進一步提升殘值回收率。



BMS 正從車內控制延伸至雲端資料治理，透過即時回饋電池狀態，讓安全、壽命與營運成本皆可被量化與管理。

從技術角度來看，電池壽命的延長與充放電策略優化密不可分。當 BMS 能精準掌握電池健康狀態與充放電歷程，並藉由演算法動態調整充電速率與溫控參數時，即可延緩容量衰退、提升循環壽命。這不僅延長車用電池的使用年限，也讓壽命管理成為品牌長期競爭力的重要基礎。

在營運層面上，若 SoH 能被長期、可信地量測，租賃與保固業者便可將 SoH、循環次數與溫度歷程等變數納入費率與保固條件設計。當 SoH 維持在較高水準時，代表電池退化風險較低，電動車的租賃與保固方案便可提供較優惠的費率或延長保障期限；反之，當 SoH 下滑、潛在風險上升時，業者則需相應調整定價與風險參數。透過此一機制，電池健康數據不再只是單純的監測指標，而是進化為可量化的決策依據，成為成本評估與風險管理的核心工具。

當 BMS 的角色由單純保障車用安全，進一步延伸至能源協同應用，其重要性也同步上升。在車輛對電網 (Vehicle-to-Grid, V2G) 情境中，BMS 必須即時監控電池狀態、管理雙向流電，確保放電回饋電網過程的安全與穩定。其設計邏輯也可應用於儲能系統 (Energy Storage System, ESS)，車規 BMS 因而有可能被用於家庭、商用或離島備援儲能場景。

同時，退役電動車電池的 SoH 與循環記錄若得以保留，可在其二次壽命應用中用作評估再利用價值與安全性的重要依據。就此來看，BMS 已從電池的「神經系統」進化為連結能源安全、經濟效益與商業創新的核心中樞。隨著 AI 演算法、雲端平台與電池循環經濟逐步融合，BMS 領域將有機會成為下一代能源管理的核心邏輯，並改寫未來產業的運作方式與競爭格局。



透過精準掌握電池狀態與充放電歷程，BMS 可動態調整充電速率與溫控參數，減緩容量衰退並提升循環壽命。隨著 V2G 與儲能應用興起，充電端成為能量協同的關鍵節點，電池管理技術的重要性也同步升高。

國際案例

1 Tesla：以數據回饋打造「自學型 BMS」

Tesla 以自行研發的 BMS 為核心，結合 OTA 功能與雲端資料分析，構築出獨特的「自學型電池管理回饋機制」。系統可持續蒐集車輛運行、溫度、電流與電壓等實際數據，並藉由雲端模型進行 SoC 與 SoH 演算法的校正與優化，讓精準度能與時俱進。

在此基礎上，Tesla BMS 可根據長期資料趨勢自動優化充放電曲線

與熱管理策略。例如在低溫環境下自動啟動電池預熱，讓電芯維持於 40~50°C 的高效充電區間；或於偵測到容量衰退趨勢時，調整最大充電功率以延緩老化。這套雲端分析、OTA 回饋、車端自動校正的循環流程，可讓 BMS 從被動監控進化為可持續學習與自我優化的智慧系統，體現 Tesla 以軟體定義能源效能的核心理念。

2 BYD：以結構設計與系統協同提升電池安全性

比亞迪 (BYD) 的「刀片電池」(Blade Battery) 是近年業界的代表案例。該設計以長條形電芯直接排列成模組，並以高強度鋼製外殼形成承力結構，兼具散熱與防護功能。此一設計將原本分散於模組層的結構件與冷卻系統一體化，不僅提升空間利用率與能量密度，更在熱傳導與受壓強度上取得平衡。

比亞迪曾公開進行多項極端測試 (針刺、壓碎、加熱實驗等)，結果顯示刀片電池在穿刺後未出現明火或煙霧，表面溫度維持約

30~60°C，顯示其熱擴散能力與結構穩定性遠優於傳統模組設計。

在 BMS 系統層面，比亞迪將熱管理演算法與 Pack 結構散熱通道協同整合，BMS 可即時監測每組電芯的溫度差異，並依據散熱區域的熱分布自動調整電流輸出與冷卻效率，形成「結構—熱管理—BMS」三位一體的安全控制鏈。此協同機制不僅能在毫秒級內抑制局部過熱、避免熱失控連鎖反應，也能透過動態平衡機制減少電芯間的溫差與老化落差，延長 Pack 整體壽命。

這些測試結果與其在中國汽車工程學會 (SAE China) 技術白皮書中的安全性描述相符，顯示比亞迪試圖透過電芯結構優化與 BMS 溫控策略協同運作，提升模組層級的熱安全裕度。此一做法反映出其將 BMS 視為整體電池系統安全管理的一環，而非單一監控模組的設計

思維。透過結構創新與智慧化 BMS 的深度整合，比亞迪成功將 Pack 級安全與壽命管理轉化為系統性優勢，展現了從機械防護到主動控制的技術進化方向，也為 BMS 應用於高壓、高能量密度電池組提供具體範例。

3 歐洲新創以雲端平台化切入 BMS 服務

德國新創 TWAICE 推出的雲端電池分析平台，可支援電池健康、壽命與故障風險監測，並已與汽車及儲能系統業者展開合作。另一家德國新創 Amperecloud 則以「軟體即服務」(Software as a Service, SaaS) 形式整合大型儲能與車隊資料，協助能源企業進行壽命預測與維運優化。從這兩家新創的技術研發與產品平台架構，可看到傳統 BMS 硬體已有走向「雲端分析+數據服務」的趨勢。

無論是 Tesla 自行研發的封閉系統、BYD 的安全整合架構，或歐洲新創的雲端平台化模式，都可見 BMS 正成為電池資料生態的中樞。未來的競爭焦點，將不在於容量大小，而在於誰能透過 BMS 將數據轉化為可解釋、可追溯且具商業價值的能源資產。

知識小站 | 為什麼 BMS 與 V2X 息息相關？

電力支援：V2X 應用 (特別是 V2G 和 V2B) 需要從車輛的電池中提取電力，而 BMS 是確保能安全、有效地提取電力的關鍵硬體。

資訊交換：V2X 系統需要即時的電池資訊來執行功能。BMS 會將電池的健康狀態、電量狀態等資訊提供給 V2X 系統，使 V2X 能判斷車輛是否適合回傳電力或執行其他 V2X 服務。

安全與效率：BMS 確保電池不會因為 V2X 應用而損壞，同時 BMS 提供的精確資訊也能幫助 V2X 系統做出更安全的決策，例如在電力不足時停止電力回傳，或是優先為高優先級的 V2X 服務供電。

台灣的啟示與策略： 從硬體優勢走向智慧價值鏈

在全球電動化浪潮下，台灣雖已深植於電池與車電供應鏈，但BMS的價值創造層面，仍存在升級空間。當國際車廠與儲能業者紛紛以軟體定義能源管理為目標，台灣的挑戰與契機也同時浮現。

目前，台灣在電源管理IC、功率模組、電池模組封裝與測試驗證等領域擁有堅實基礎，是全球電動化產業的重要供應節點。然而，多數廠商仍停留在硬體監控層，BMS主要負責電壓、電流與溫度的量測與防護，尚未發展出結合AI與雲端演算法的「智慧決策層」。隨著電池技術邁向高壓化與快充化，並逐步擴展至V2X應用，若台灣企業無法掌握資料解析與演算法設計能力，將難以擺脫低毛利、代工導向的結構性限制。

不過，台灣也擁有其他國家難以取代的優勢。完整的ICT與半導體產業鏈，讓感測、通訊、雲端分析與車電控制得以整合於同一系統架構中。在充電樁、儲能系統與車聯網等應用場域，本地企業展現出結合快速實證與模組化開發的靈活優勢，能在短週期中持續迭代產品設計與功能。若進一步結合AI模型開發與雲端資料治理經驗，台灣不僅能從零組件供應商升級為「智

慧BMS平台服務者」，更有機會建立屬於自己的電池資料服務生態。

未來的發展可從三個層面推進。首先，在智慧化模組層，可將演算法直接嵌入BMS晶片或模組中，使系統具備自我診斷與壽命預測能力，讓智慧決策更貼近現場應用。其次，在雲端壽命管理層，可透過SaaS模式，為車廠與儲能業者提供SoH與SoC監測與預測分析，進而建立「Battery Analytics」雲端服務。

最後，在國際鏈結層，台灣應積極對應歐盟《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542)的新要求，導入「數位電池護照」(Digital Battery Passport)資料介面，使本地系統具備跨國追溯、生命周期碳足跡揭露與合規輸出的能力。

整體而言，BMS的發展象徵台灣產業結構的轉折點，從電子代工邁向能源智慧化系統整合。未來競爭的焦點，不再只是單一元件效能，而在於誰能率先融合資料模型、AI演算法與模組設計三大能力。掌握這個「軟硬協同」的新交叉點者，將有機會在全球電池價值鏈中，從製造配角躍升為規則制定者與資料主權的掌握者。▲

標準與法規



歐盟電池規範上路

重寫全球電池產業規則

全球電動車市場正邁入關鍵臨界點。根據國際能源署（IEA 2025 Global EV Outlook）預估，2025 年全球電動車銷量將突破 2,000 萬輛，推動鋰電池需求快速倍增。這場能源轉型浪潮雖驅動綠色經濟成長，卻也伴隨三大結構性挑戰逐漸浮現。

首先是高碳排放問題。電池製造過程能耗龐大，供應鏈跨越多國，從南美鹽湖的鋰礦提煉到亞洲的電芯組裝，每一步都累積可觀的碳足跡。其次是資源依賴集中，鋰、鎳、鈷等關鍵礦物掌握在少數國家手中，使產業高度暴露於地緣政治與供應中斷風險。第三是回收再利用不足，目前全球報廢電池的平均回收率仍不到 20%，導致資源浪費與環境壓力持續升高。

制度重構的起點 歐盟以法規撬動電池產業新秩序

為了回應這三大問題，歐盟選擇以制度重塑電池產業規則。2023年正式生效的《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542)，是全球首部涵蓋電池全生命週期的跨國強制性法規，取代過去沿用多年的《Batteries Directive》。新法要求電池製造商、進口商與回收業者，對產品從原料開採到回收再生的每一環節負責，並確保資訊透明、可追溯。

法規採分階段上路機制，2025年起，車用與大容量工業電池須揭露經第三方驗證的碳足跡(Carbon Footprint)；2027年開始，導入數位電池護照(Digital Battery Passport, DBP)制度，要求電池具備QR Code以記錄原料來源、製造地、碳排量與再生成分比例；2027~2031年間，回收端與製造端必須逐步達成歐盟設定的材料回收率與再生材料最低含量目標。

知識小站 | 歐盟《Regulation 2023/1542》快讀版

2023年7月正式生效的歐盟《電池規章》(Regulation (EU) 2023/1542)，是全球首部以「產品全生命週期」為核心的跨國強制性法規。它取代過去2006年的電池指令(Battery Directive 2006/66/EC)，將監管範圍從廢棄處理擴大至原料採礦、製造、生產、使用、回收與再生的全階段。

這部法規以「資料透明 × 循環再生」為雙核心，建立三大制度支柱：

- **碳足跡揭露 (2025年起)：**
車用與工業電池需揭露完整製程碳排量，並經第三方驗證。
- **數位電池護照 (2027年起)：**
每顆車用與工業電池需揭露完整製程碳排量，並經第三方驗證。
- **回收率與再生成分門檻 (2030~2035年)：**
設定鎳、鈷、鋰等關鍵材料的最低回收比例。

法規同時與《關鍵原料法》(Critical Raw Materials Act, CRMA) 並行，確保原料來源多元化與供應鏈永續。

對歐洲企業而言，合規是市場通行證；對全球供應鏈而言，這項規範正重新定義「什麼才是負責任的電池」。

在此態勢下，產業競爭邏輯也因此翻轉。過去十年，電池產業拚的是「誰能生產更多」；未來十年，則是「誰能被信任」。歐盟以法規為槓桿，將合規力轉化為新型競爭門檻，合規不再只是

義務，而是進入全球市場的通行證。對全球供應鏈而言，這不僅是歐洲的規範，更是一場以資料透明與責任治理為核心的產業重構。

EU 《電池規章》 義務時間表與適用範圍

生效日 最早	義務／主題	適用範圍 電池類型與門檻	要點說明
2023年 8月17日	規範正式生效	所有於 EU 市場銷售的電池（軍事、太空、核用途除外）	新法取代 2006/66/EC 指令；屬直接適用的「規則」，並逐步以後續細則落地。
2024年 2月18日起	法規開始實施的首批通用義務（標示、資訊、經營者責任等）	全品類	伴隨後續授權／執行細則陸續公布，分年分項到位。
2025年 2月18日起	碳足跡揭露（CFD）第一階段	主要針對電動車用電池（EV）與 >2 kWh 可充電工業電池起步	製造商需按指定邊界提交、公開每款電池型號與工廠層級的碳足跡，接受第三方驗證；後續將進入分級與上限階段。
2027年 2月18日	數位電池護照（DBP）	EV 電池、>2 kWh 可充電工業電池、輕型交通工具（LMT）電池	每顆電池具唯一數位 ID/QR Code，須揭露製造者、容量、碳足跡、材料來源、(再生) 含量、耐久資訊等；資料上傳至指定平台並可查詢。
2027年 12月31日	材料回收效率／回收物質回收率（material recovery targets）第一檔	廢電池處理／回收端（影響全供應鏈合規）	需達成：鈷、銅、鉛、鎳 90%、鋰 50% 的材料回收率；2031年將提高。
2031年 8月18日	再生材料最低含量（recycled content）第一檔	工業與 EV 類電池	工業／EV 電池內材料必須至少含：鈷 16%、鋰 6%、鎳 6%（之後再調高的第二檔五年後上路）。
2031年 12月31日	材料回收率第二檔	廢電池回收端	需達成：鈷、銅、鉛、鎳 95%、鋰 80% 的材料回收率。

MIH 整理，2025/11

■ 規範核心三大支柱

歐盟的《Regulation (EU) 2023/1542》，正在重新定義什麼才叫「好電池」。這部全球首見的跨國強制性法規，不只談能源轉型，更在重塑整個產業的治理邏

輯。從碳足跡揭露、數位電池護照到回收與再利用，這三大支柱串起一條前所未有的資料鏈，讓電池從一個產品，變成能被驗證、被信任的資料節點。

1 碳足跡揭露——當「減碳」成為市場門票

2025年2月18日，歐盟將啟動第一階段規範，要求所有電動車電池揭露製程碳排；2026年起，範圍更擴及容量超過2 kWh的工業電池。這不只是環保要求，而是一場透明化的革命。依歐盟規定，企業必須採「從搖籃到工廠大門」的範圍計算碳足跡，涵蓋原料開採、精煉、組裝與運輸等階段，並通過第三方機構驗證。

歐盟計畫於2027年前公布碳排分級制度，屆時產品若不達標，可能直接喪失市場資格。對車廠與供應鏈而言，這項制度讓碳排成為新的競爭條件。因此原始設備製造商 (Original Equipment Manufacturer, OEM) 不再只能看成本，而是依據碳足跡透明度排序供應商。這也推動整個產業加速導入LCA與綠電製程，讓低碳生產不只是ESG，而是出貨權的保證。

2 數位電池護照——讓每顆電池都有「身分證」

如果碳足跡揭露是把製程數據攤開來看，那數位電池護照則是把整顆電池放上雲端。自2027年2月18日起，歐盟將要求電動車與大容量工業電池具備唯一的數位ID。

這組ID就像電池的「身分證」，記錄了它的原料來源、供應商、製造地與碳排量，甚至包括再生成分比例與回收狀態。使用者與監管單位能透過QR Code查詢這些資訊，資料則上傳至歐盟授權的Battery Passport Registry，由指定平台維護。

這項制度改變的不只是監管，而是商業信任，當車廠、能源公司與回收商都共用同一筆生命週期資料，供應鏈之間的合作將建立在可驗證的ESG數據之上。

而在這場變革中，雲端、物聯網 (IoT)、區塊鏈與資安服務將成為不可或缺的基礎設施。

對台灣資通訊技術 (Information and Communication Technology, ICT) 產業而言，這正是從「硬體出口」邁向「資料治理夥伴」的契機。

3 回收與再利用——從廢棄物到再生資源

歐盟將自2031年起分階段導入再生成分與回收率門檻。依循《Regulation (EU) 2023/1542》，新製電池（包含車用、工業用及啟動電池）中，必須至少含有鈷16%、鋰6%、鎳6%、鉛85%的再生成分；至2036年，相關比例將進一步提升至鈷26%、鋰12%、鎳15%、鉛85%，藉此推動電池材料循環利用與資源自主化。

這不只是環保動作，更是一場技術革新。目前回收業者正朝濕法冶金、乾法冶金和直接回收三種技術路線發展。濕法冶金追求高純度，乾法冶金具備產能優勢，而直接回收則被視為下一階段的重點，它能保留正極結構並降低能耗。當回收技術與製造設計開始並行，電池的定義也被重新改寫，未來它不再是一次性的能源容器，而是一種可再製、可循環的工業資產。



《Regulation(EU)2023/1542》三支柱

以上三大支柱形成一條貫穿生產、使用與再生的資料鏈，從碳足跡揭露，到數位護照，再到回收驗證，資料流取代了傳統監管流程，讓歐盟以「制度」打造出一套能自我學習的能源系統。這場轉變的核心，不在於生產更

多電池，而在於生產更透明、更可信任的數據。整體而言，電池產業正在從硬體競爭，走向資料競爭，而誰能讓資料說話、讓合規創造價值，誰就能在新一輪的全球供應鏈洗牌中站上舞台中央。

企業衝擊與供應鏈重組

歐盟《Regulation (EU) 2023/1542》的啟動，象徵全球電池產業正式從「製造導向」邁向「合規導向」的新時代。這不僅是一部法規，更是一場結構性轉變。它迫使車廠、電池製造商與 ICT 服務業重新定義競爭基礎：在這個以透明度為核心的市場裡，合規就是入場券，資料就是實力。

這部法規的獨特之處，在於它並非單純的監管工具，而是一套重塑市場秩序的篩選機制。凡無法提供完整碳足跡報告或追溯數據的產品，即使性能再高，也將被拒於歐盟市場之外。導入 LCA、第三方驗證與回收體系，確實會在短期內推高製造成本約 3~5%，但長遠來看，這筆投資將轉化為品牌信任、市場准入與議價能力。能即時提供經驗證的碳數據與回收紀錄的企業，將成為車廠的首選合作對象。

這股「合規驅動」的浪潮，也正反映在歐洲整車廠的採購邏輯之中。為

了符合新規範，BMW、Stellantis、Volkswagen 等車廠已率先將碳足跡、再生成分比例與數位電池護照資料納入正式的採購條件。換言之，法規正在直接改寫市場語言—從性能導向，轉為以可驗證的責任作為合作基礎。新一代供應鏈的競爭焦點，不再只是價格與技術，而是誰能以數據證明「自己值得被信任」。

為達成法規要求，歐洲車廠正採取三項主要策略，首先是建立循環合作體系，與回收廠與材料供應商簽訂長期契約，以確保原料來源可追溯、可回收；其次，導入 Scope 3 減碳管理，將上游供應商的碳排放納入整車碳足跡統計；最後，透過「近岸製造」(Nearshoring) 與「友岸外包」(Friendshoring)，減少跨境運輸碳排與地緣政治風險。換句話說，歐洲供應鏈正在以制度為語言，重新定義何謂「可信任的夥伴」。

知識小站 | 什麼是 Scope 3 ?

當企業談減碳時，除了自家工廠排放 (Scope 1) 與用電排放 (Scope 2)，還有一個更大的隱形碳來源——Scope 3。

它指的是企業供應鏈上下游產生的碳排，例如：

- 原料開採與零件製造
- 產品運輸、銷售
- 消費者使用與報廢回收

對歐洲車廠來說，Scope 3 通常佔整車碳排的七成以上，因此供應商若無法提供相關數據，就難以進入歐盟市場。

Scope 3 讓「合作夥伴的碳排」也算進來，是企業邁向淨零的下一道必修課。

對電池製造商而言，法規不僅是一道壓力測試，也是一個升級契機。企業必須導入 ISO 14067（產品碳足跡）與 ISO 14040、ISO 14044（LCA 系列標準），建立跨部門資料鏈結，讓研發、生產、物流與回收能在同一架構上整合。這不僅是合規的要求，更是邁向智慧製造與資料治理的起點。

完成這項轉型的企業，方能在市場上脫穎而出。當前市場已不再以低成本為唯一競爭優勢，反而重視「低碳+高透明度」的新價值。歐洲大廠 Mercedes-Benz 明確提出其電池生產合作夥伴須實現「淨碳中和」電池單體製造，並要求供應鏈合作夥伴共同簽署減碳承諾。中國寧德時代在德國工廠導入綠電製造與回收鏈合作體系，也成為符合歐盟規範的示範案例。

在法規帶動下，ICT 產業將從配角躍升為供應鏈中樞。數據治理、碳盤查與雲端驗證成為新興市場。區塊鏈技術確保追溯資料不可竄改，雲端碳資料庫整合 LCA、電池護照與回收資訊，成為法規實施的基礎設施。歐洲與亞洲多國目前正籌備電池護照系統標案，台灣的雲端與系統整合業者若能提前布局資料與 API 介接技術，將有機會成為國際供應鏈的新節點。

相較歐洲與中國的整車廠與電池集團，多數台灣企業仍處於 Tier-2 或 Tier-3 階段，面臨的挑戰在於缺乏完整的產品碳足跡與回收資料。若沒有第三方驗證或資料上鏈機制，即使產品具備優秀的技術與品質，也可能無法通過歐洲採購門檻。

知識小站 | ISO 14067 & LCA 系列標準

- **ISO 14067：產品碳足跡（Product Carbon Footprint）**

規範產品在生命週期各階段產生的溫室氣體排放量計算與報告方式，是企業進行碳足跡揭露與第三方驗證的依據。

- **ISO 14040/14044：生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）**

系列標準提供執行 LCA 的架構與方法，包括範疇界定、資料收集、影響評估與結果解讀。

在歐盟《Regulation (EU) 2023/1542》中，這三項標準共同構成計算電池碳排的核心規範。

國際對照與全球法規趨勢

除了歐盟外，其他主要經濟體也在各自制度框架下尋求平衡，不過策略各有不同，有人以法規嚴管，有人以補貼誘導，也有人以技術或成本取勝，當電池成為能源轉型的關鍵節點，法規不再只是約束，而是影響投資流向、技術選擇與供應鏈重組的制度力量。

美國：

以《IRA》推動本土化與來源可溯性

美國的《通膨削減法案》(Inflation Reduction Act, IRA) 以經濟誘因取代強制規範，透過稅務抵減與補貼機制引導產業鏈回流。法案中，第 45X 條與第 45V 條分別針對製造業與氫能生產提供抵減誘因，而第 30D 條則與「新車清潔車輛稅額抵免」(New Clean Vehicle Credit) 直接掛鉤，要求電池的關鍵礦物與組件須來自「合格來源」。

2024 年 5 月，美國財政部與國稅局發布最終規則，明定自 2024 年起，凡含有由「涉外關切實體」(Foreign Entity of Concern, FEOC) 製造或組裝的電池組件，不得享有稅額抵免；自 2025 年起，更進一步排除由該類實體提取、加工或回收的關鍵礦物，正式建立電動車稅抵資格的材料合規門檻。

在電動車生態布局上，美國市場正快速整合。多數車廠已宣布採用經標準化的 SAE J3400 (原 Tesla NACS) 充電介面，Tesla 也依據白宮協議開放部分 Supercharger 網路予非 Tesla 車主使用，推動跨品牌充電網路的互通化。同時，聯邦能源監管委員會 (FERC)

於 2020 年發布的 Order No. 2222 已允許分散式能源 (含電動車與儲能系統) 透過聚合商參與批發市場，讓車輛成為能源市場中的新型節點，V2G (Vehicle-to-Grid) 與聚合商模式因此逐漸成形。不過，IRA 的補貼架構仍受政治週期影響，部分來源限制也推升了本土製造成本，成為產業持續觀察的變數。

為強化供應鏈安全與製造在地化，美國近年持續透過立法推動產業再工業化。其中，2023 年提出的《大而美法案》(One Big Beautiful Bill Act, OBBBA) 雖非直接針對能源或製造產業，但其倡議的立法透明與單一法案原則，被視為回應近年大型綜合法案 (如 IRA) 引發的政治爭議，並反映美國在公共投資治理上追求「可監督、可驗證」的新思維。從政策生態的角度來看，「大而美法案」雖屬程序性改革提案，但也反應出美國對產業政策與國會機制間制衡關係的重新調整。

除了製造與供應鏈政策，美國也從消費安全與環境治理兩個層面補強制度基礎。2024 年，美國國會通過眾議院版本的《鋰電池消費者安全標準議案》(Setting Consumer Standards for Lithium-Ion Batteries Act)，並送交參議院審議。法案要求美國消費品安全委員會 (CPSC) 在法案生效後一年內制定聯邦安全標準，規範電動自行車、電動滑板車等微型移動裝置所使用的鋰離子電池，確保其充放電控制、熱管理與充電器設計皆符合法規，降低起火與爆炸風險。

同時，美國環保署 (EPA) 亦明確建議，使用後的鋰電池不得投入家庭垃圾或市政回收系統，應交由合格回收機構處理，並已發布全國性指導方針，強化回收與再利用體系，以減少鋰、鎳、鈷等金屬對環境的潛在污染。

整體而言，美國的監管策略與歐盟形成鮮明對比。歐盟以碳足跡申報、數位電池護照與再生料比例為三大支柱，建立資料透明與環境責任的制度框架；美國則採取「以市場誘因推動在地化，再以安全與回收標準補齊責任鏈」的漸進式策略。藉由稅務優惠、製造補貼與消費安全規範的多層機制，美國正逐步構築從「安全設計→本土製造→回收再生」的治理鏈條，使綠色產業政策不再只是補助工具，而是推動能源轉型與產業再工業化的核心動力。

中國： 高產能外溢與政策去泡沫

中國電池產能仍居全球首位，但產業正面臨成長放緩與價格下行的壓力。二線業者逐步被淘汰，而龍頭廠如寧德時代、比亞迪則積極向歐洲尤其是

東歐區域擴產，以分散政策風險。中國官方近期釋出「化解過剩」與「補貼收斂」訊號，意味著行業將進入整併淘汰期。

在對外層面，中國電池企業正遭遇歐美貿易壁壘。歐盟於 2024 年針對中國製電動車啟動反補貼調查，並對比亞迪、上汽集團等企業增加課徵 17~35% 不等關稅，導致中國電池與整車出口成本顯著上升。

日本與南韓： 以技術縱深與 ESS 開闢逆周期護城河

日本電池產業選擇以技術路線突破限制，專注於全固態電池 (All-Solid-State Battery, ASSB) 的關鍵材料與電解質開發。

Toyota 透過旗下專責研發公司 Prime Planet Energy & Solutions (PPES 與 Panasonic 合資)，主導全固態電池與高能量密度鋰離子電池技術的量產計畫，預計於 2027 年前後導入首批車用固態電池。

美國 × 歐盟 × 中國電池監管模式比較

地區	監管核心	政策工具	目標方向
美國	消費安全 + 本土製造 + 回收治理	微型移動安全法案、EPA 回收指引、IRA 誘因	安全設計 → 在地化 → 回收再生
歐盟	碳足跡 + 資訊透明 + 再生料	碳足跡申報、數位電池護照、再生料比例	ESG + 數位治理 帶動供應鏈升級
中國	產能去泡沫 + 海外佈局	補貼收斂、產能整併、東歐擴產	控制產能風險 + 海外分散政策壓力

MIH 整理，2025/11

Honda 則與 GS Yuasa Corporation 成立合資公司 Honda・GS Yuasa Battery Co., Ltd. (HGAB)，聚焦車用鋰離子與次世代固態電池的開發，並在 2025 年啟動試量產線。

Panasonic Energy 則持續為 Toyota 與 Tesla 提供高鎳 NCA 電芯，並投資氟化物系電解質與固態技術研發。

南韓方面，則在 EV 市場需求降溫之際調整策略，轉向發展儲能系統 (ESS) 專用電池與 LFP 技術。三大電池廠 LG Energy Solution、Samsung SDI 與 SKOn 正加大在北美投資布局，以貼近 IRA 市場需求並取得稅務優惠，其中 LG Energy Solution 在美國亞利桑那與通用汽車 (GM) 合資設廠，鎖定 LFP 與 4680 規格電芯量產。

新興市場： 在地化補鏈的政策牽引

印度以 PLI-ACC (Production Linked Incentive for Advanced Chemistry Cell) 計畫為核心，規劃 50 GWh 的本地電芯產能目標與 5 GWh 的利基技術研發專案，藉由政府獎勵金吸引企業投資。不過截至目前，實際落地進度仍低於原預期。

綜觀全球，歐盟以強制性的資料治理與全生命週期管理為核心，企圖輸出區域規範；美國則透過經濟誘因與電力市場改革，建立以本土化與市場機制為主的產業模式；中國倚賴規模與成本優勢，但正面臨貿易限制與結構調整；日本與南韓則以技術深耕與 ESS 轉型降低波動風險。

全球五方電池監管與產業模式

地區	核心策略	驅動方式	主要挑戰
歐盟	資料治理 × 全生命週期	碳足跡、DBP、再生材料	成本高、法規複雜
美國	在地化 × 市場機制	IRA、電力改革	供應鏈重建成本
中國	規模 × 成本	擴產、外移東歐	反補貼與貿易限制
日本	技術深耕	固態、材料	量產時程與成本
南韓	ESS 轉型	LFP、北美市場	EV 需求疲弱

MIH 整理，2025/11

台灣企業的機會與挑戰

歐盟《Regulation (EU) 2023/1542》的推行，讓「資料透明」成為進入市場的前提，也讓台灣電池供應鏈面臨前所未有的壓力與轉機。對多數仍位於 Tier-2、Tier-3 的台廠而言，挑戰不在技術，而在資料——如何建立可信的數據鏈，讓產品在歐盟市場上被「看見、驗證、信任」。

台灣企業普遍具備製造與材料研發能量，但在 LCA 資料取得上仍受限。由於多數廠商位於次級供應環節，難以掌握上游原料與下游回收端的完整資訊，使得碳足跡揭露與追溯報告常出現不一致現象。

雖有部分業者導入 ISO 14067（產品碳足跡）或 ISO 14064（溫室氣體盤查）認證，但整體產業尚未建立一致的資料架構與獨立驗證機制，導致不同企業間的數據缺乏可比性，也難以被國際買家普遍採信。

在回收與再利用領域，台灣已啟動大型鋰電池回收廠並建立環保署補助制度，顯示循環體系正在成形。然而，目前尚未形成廣泛被歐盟認可的「再生成分驗證」與「追溯報告格式」，使企業在出口歐洲市場時仍需仰賴國際合作或外部認證機構支援，當歐洲 OEM 採行碳足跡分級採購後，若供應商僅能提供部分資料，議價能力與市場地位將受到挑戰。

機會一：

以 ICT 優勢切入數據治理與電池護照

台灣的 ICT 與雲端產業向來具國際競爭力，這正是切入「數位電池護照」生態的最佳入口。結合雲端運算、區塊鏈、IoT、資安與資料庫管理技術，台

廠可協助車廠與電池製造商建立符合歐盟要求的資料治理平台，包括：

- 建構電池護照雲端系統，讓供應鏈資料即時上鏈。
- 透過區塊鏈追溯機制確保資料不可竄改。
- 發展自動化碳盤查與可視化管理工具，協助企業快速生成 LCA 報告。

若能進一步串聯經濟部能源署與行政院環境部的 ESG 資料庫，甚至可建立在地版 ESG 資料交換平台，讓台灣在全球電池治理體系中成為數據節點，而非被動供應者。

機會二：

建立在地回收與材料再生認證鏈

台灣在化工、材料與電池回收領域已累積技術優勢。包括碩禾與長春集團等企業，皆具備導入歐盟回收體系標準的潛力。未來若能結合國際材料商或回收企業，將可朝取得歐盟認可的再生成分驗證或 ISO 14021 標章方向前進，形成具國際信任度的「再生原料合作鏈」。

同時，回收體系的整合也可延伸至碳中和認證服務與 ESG 評估，成為新的營收來源，讓台灣的循環經濟從技術輸出走向制度輸出。

機會三：

以合規力創造品牌新價值

在新的全球電池市場中，「合規」正在成為品牌競爭力的新指標。對出口導向的電池、模組與材料廠來說，能提

供透明、可驗證的資料，不僅可獲得 ESG 投資加分，更能在國際招標與長期合作中提升勝率。合規力不再只是成本，而是一項能轉化為議價優勢與品牌信任的無形競爭資產。

整體而言，歐盟法規正在把「資料透明度」從競爭優勢轉化為產業門檻。

對台灣而言，除了技術實力外，關鍵在於如何把製造能力轉化為制度化的合規優勢，從現在起，凡能完成「數據化、可驗證、可追溯」三項轉型的企業，將不只是法規的跟隨者，更有機會成為新市場秩序的制定者與受益者。▲

台灣電池供應鏈的三大機會

機會類型	台灣現有優勢	具體可切入方向	預期產業效果
機會一： 以 ICT 優勢切入 「資料治理 × 電池護照」	ICT、雲端、區塊鏈、IoT、資安能力強具備國際級資料庫管理能量	建立電池護照雲端平台，讓供應鏈資料即時上鏈，以區塊鏈技術確保資料不可竄改更動自動化碳盤查與 LCA 報告生成工具，可延伸至國家級 ESG 資料交換平台	協助歐盟客戶完成資料透明要求，讓台灣成為全球電池治理體系的「資料節點」，支撐供應鏈被看見、被驗證、被信任
機會二： 建立在地回收與 材料再生 「認證鏈」	台灣已有大型鋰電池回收廠化工與材料產業基礎強（如碩禾、長春）	導入歐盟再生成分驗證體系建立由國際認可的 ISO 1402 標章流程與國際材料與回收企業合作形成「再生原料合作鏈」延伸至碳中和認證與 ESG 評估服務	形成具國際信任度的再生材料供應鏈，擴大高附加價值回收與材料再生商機，讓台灣從技術輸出走向制度輸出
機會三： 以合規力創造 品牌新價值	台灣電池、模組與材料業者以出口導向為主技術力強但需將資料透明度轉為競爭力	以透明、可驗證的資料建立「合規品牌」，提供完整追溯文件、碳足跡資料、回收率證明構築可在國際招標、長期合作中加分的 ESG 能力	合規力成為「議價武器」與品牌信任資產提升國際合作勝率，擺脫 Tier-2/3 定位在 EU 電池市場中佔據制度紅利的先行位置

未來應用

電動車變身移動電網

V2G 重塑能源與交通的新秩序



全球電動車市場正邁入加速階段。國際能源總署（IEA）指出，近年電動車銷售增速遠超預期，已從政策推動轉向市場驅動。隨著主流車廠全面電動化與各國禁燃時程明朗，電動車將在未來數年內成為汽車市場增長的主要引擎。隨之而來的是對鋰電池的龐大需求。這股需求推升了鋰電池的計劃產能，也讓車用技術加速外溢至能源領域。如今，電池不僅驅動車輛前進，更成為連結交通與能源系統的關鍵橋樑。根據 BloombergNEF 最新季報，2024~2030 年間全球電池市場年均複合成長率（CAGR）將達 25%，顯示儲能與再生能源之間的聯動效應正全面加速。

更深層的變化發生在能源結構上。IEA 預估，2030 年全球再生能源發電佔比將提升至 45%，但風力與太陽能發電的間歇性使得電網供需落差日益明顯。傳統「集中供電、單向輸配」的能源模式，正被「分散式、雙向互動、智慧調度」的新架構所取代。在此背景下，電動車的角色的正被重新定義。一輛中大型電動車的電池容量約為 60~100 kWh，足以供應一般家庭兩到三天的用電量。若以全球千萬輛電動車計算，這些車輛一旦與電網連結，等同於建構出一個可即時調度的「行動能源海洋」。

電池已從車輛的附屬零組件，升格為能源基礎設施。汽車、建築與電網的邊界正在消融，電池也從過去的「被動儲能裝置」，轉型為能參與交易、調頻與災害備援的「能源節點」（Energy Node），開啟電動車作為行動電網的全新篇章。

從家庭備援到電網支撐 V2X 應用版圖

隨著電池角色從「儲能載體」轉變為「能源節點」，車輛不再只是交通工具，而是能源系統中可被調度的分散式單元。車聯網 (Vehicle to Everything, V2X) 技術正於三個層級逐步落地，串起從家庭到電網的能源協同網路。

在「車對家庭」(Vehicle to Home, V2H)，電動車成為家用備援電源的主角。以福特 F-150 Lightning 為例，其 9.6 kW 雙向輸出功能可在停電時為家庭供電長達三天。日本更早以 CHAdeMO 標準推動 V2H 普及，全國已設置超過 6,000 處公共據點，作為災害時的臨時電源，展現電動車在防災與能源自主上的新角色。

在「車對建築」(Vehicle to Building, V2B)，車隊正逐漸成為企業能源系統中的「動態儲能池」。企業可在離峰時充電、尖峰時釋電，以達成削峰填谷與電費最佳化的目標。根據英國再生能源與電力供應商 Octopus Energy 的說明，若車主每月行駛約 1,000 英里並在家充電，只要切換至「時段電價 (Time-of-Use)」方案並於夜間充電，能源成本可降低 30~50%。

此一彈性用電模式若用於企業層級的 V2B 運作，則可透過智慧調度，讓車隊成為可動態參與電價波動的儲能資產，有效降低整體電費支出。進一步結合雲端能源管理平台，企業還能即時監控多車充放電狀態，並參與電網需求響應計畫，使每輛車都成為企業

能源策略中的行動節點，連結營運效率與永續價值。

在「車對電網」(Vehicle to Grid, V2G)，V2G 展現出 V2X 應用上的最大規模的效益。聚合商可整合分散於各地的車輛電池，參與調頻、備轉容量與再生能源平衡市場，讓電動車成為電網穩定的重要支撐力量。全球已有多國啟動 V2G 示範與商轉專案，驗證其在電網調度與能源韌性上的可行性。若能進一步提升滲透率，V2G 將有助於減少電網基礎設施投資，同時降低再生能源棄電現象，讓電動車真正成為能源系統的一環。

從電化學的角度觀察，不同電池體系在 V2X 應用中的定位也逐漸明朗。磷酸鐵鋰 (LFP) 以高循環壽命與低衰退率，成為最適合 V2G 雙向調度的主流選擇；鎳錳鈷 (NMC) 雖具高能量密度，但對高頻放電較為敏感，需在電池管理系統 (Battery Management System, BMS) 監控下精準調控；固態電池兼具安全與能量密度，被視為下一世代 V2X 應用的技術基石；而鈉離子電池則憑藉低溫穩定性與成本優勢，展現中長期儲能與平價能源的潛力。

電池因此不再只是車輛的附屬零件，而是貫通家庭、企業與電網之間的「能源語言」。隨著 V2X 的普及，能源正從固定設施走向流動智慧，推動整個能源網路的結構性重組，為車輛、建築與城市之間建立新的能量秩序。

電池延伸應用 從車上走向能源網

當電池從車輛的驅動核心，轉變為能源網的節點，它的價值已遠超過移動本身。前一階段的 V2X 應用，讓電能得以在車與電網之間雙向流動；而如今，當這些高規格車用電芯離開車體，它們正以「行動儲能單元」的姿態，延伸至家庭、企業，乃至整個能源系統。隨著車用電芯技術成熟，其高能量密度與 UN38.3、IEC 62660 等嚴格安全規範逐漸被移植至家用與工業儲能系統，讓「車規技術」正式跨界進入能源領域。

Tesla Powerwall 以電動車級電芯為基礎，支援太陽能搭配離網運作，單模組容量達 13.5 kWh，為家用儲能市場樹立高安全與高整合性的標竿。寧德時代 EnerOne 採模組化液冷設計，單櫃容量約 372 kWh，適用於商用建築及電網調頻等大中型應用場域。

比亞迪的刀片電池以其 LFP 化學體系與模組設計顯著提升安全性與循環

壽命。比亞迪官方宣稱其可支援超過 3,000 次充放電循環，並通過嚴苛的釘刺與過充測試，顯示在熱失控風險上的改善。該電池正逐步被導入工業與公用級儲能領域，成為比亞迪擴大儲能佈局的核心技術。儘管如此，其在大規模儲能應用中的長期實證仍在累積中。

整體來看，農用車的電動化並非照搬乘用車的發展模式，而是走出屬於自己的道路。PMSM 以高效率與高扭矩密度奠定主流地位，而 IM 則因耐用與成本優勢提供另類選項，兩條路徑的探索，正逐步重塑農業機械的設計思維，為「零排放農業」奠定技術基礎。

這些案例顯示，車用電芯的高能量密度與安全設計正逐步延伸至儲能領域，讓電動車技術的價值鏈從交通移動拓展到能源基礎設施，成為再生能源穩定運作的重要支撐。

知識小站 | UN38.3 與 IEC 62660 是什麼？

UN38.3 為聯合國針對鋰電池運輸安全所制定的國際規範，確保電池能耐受震動、溫度與衝擊測試，避免在運輸過程中發生爆炸或漏電。

IEC 62660 則屬於車用電芯性能與安全測試標準，涵蓋容量、壽命、短路與過充評估，確保電池在極端條件下仍維持穩定。兩者共同構成車規電池跨入能源應用的安全基礎。

在台灣，相關布局也正加速成形。台達電、飛宏、茂迪與伊頓等企業，已具備從電芯模組、電力轉換到系統整合的完整技術能力，能將車規級技術轉化為高效率的能源產品，支援家用、商用與工業儲能應用。隨著再生能源比例攀升與電力調度需求增加，這些業者的跨界實力，正使台灣從單純的製造供應鏈邁向能源科技與系統整合的關鍵節點。

隨著車規技術持續延伸至家用與工業儲能領域，電池的價值鏈也不再止於車輛本身，而是展開全新的能源生命週期。根據知名學術期刊《Energies》2024年的研究報告指出，退役電動車電池在結束車用階段後，通常仍能保留約七至八成容量，具備穩定放電與安全效能，足以支撐不斷電系統 (Uninterruptible Power Supply, UPS)、微電網及離島儲能等應用。麥

肯錫 (McKinsey & Company) 進一步分析，當電池容量降至八成以下時，雖不再符合車用標準，卻能在儲能市場創造新價值，成為能源轉型中的第二曲線。

回收與再利用技術也正同步進化。目前全球電池回收業者大致沿著三條技術路線發展，分別著重於化學、熱能與物理層面的再生機制。

其中，濕法冶金以高回收率著稱，能有效提取鎳、鈷、鋰等關鍵金屬；乾法冶金則透過高溫熔煉進行合金再生，適合處理大規模報廢電池；而直接修復技術這些原本屬於材料工程領域的技術，如今已被納入車規級的品質與安全體系，使「回收」不再只是資源循環的一環，而是延續車規標準、支撐能源系統運作的新基礎設施。

車規電芯跨界儲能三大案例

系統名稱	電芯容量	散熱設計	典型應用場域
Tesla Powerwall	13.5 kWh (單模組)	主動空冷	家用儲能層級 家用儲能、太陽能離網系統
CATL EnerOne	約 372 kWh (單櫃)	液冷模組化	商辦級儲能層級 商辦建築、電網調頻
BYD Blade ESS	模組化 LFP 電芯	被動+液冷混合	工業與公用級儲能層級 工業儲能、公用電網備援

MIH 整理，2025/11

產業分工重構 能源與車廠的新戰場

當車用電池從交通領域跨入能源體系，它牽動的不只是技術轉換，更是一場產業權力版圖的重整。從「車規技術進入能源網」延伸而來，如今誰能掌握這些流動中的電池資源、誰能將它們轉化為穩定的能源供給，正逐漸成為全球能源競爭的新焦點。

聚合商： 從調度閒置能量到掌握市場節奏

聚合商正崛起為新型能源樞紐。他們透過整合分散式儲能與電動車電池，讓閒置能量進入電網市場，形成「虛擬電廠」(Virtual Power Plant, VPP)。根據 Grand View Research 報告，全球 VPP 市場規模預估將從 2024 年約 50 億美元成長至 2030 年達 166 億美元，年複合成長率達 22.3%。在歐洲，德國 Next Kraftwerke 已整合超過 8,000 座分散式能源設施，成為區域最大 VPP 營運商；英國 Octopus Energy 的「Power Pack」方案結合 V2G 車輛與即時電價調度，用戶每年平均可獲得約 620 英鎊電費回饋。

資料優勢：聚合商透過即時負載監測與價格預測模型，掌握能源市場的「節奏權」。

市場入口：以平台為中心的聚合機制，使其成為小型儲能與車輛併網的主要通道。

潛在風險：缺乏統一資料格式與清算機制，可能導致跨區市場交易效率受限。

車廠： 從製造者延伸為能源服務供應商

車廠正加速轉型，從單純製造者延伸為能源服務供應商。

Tesla Energy 以 Supercharger 網路結合 Megapack 與 Powerwall 系列儲能系統打造閉環能源平台，整合充電、儲能與用電場景；Hyundai Energy Solutions 開發 V2X 平台與家庭能源管理系統 (HEMS)，讓車主化身能源參與者；Nissan Energy Share 基於 CHAdeMO 標準推動 V2B 示範，企業車隊透過智能調度削峰填谷，平均電費節省約 15%。

資料優勢：車廠掌握電池健康狀態 (State of Health, SoH) 與電池電量狀態 (State of Charge, SoC) 資料，可精準預測壽命與折舊。

市場入口：透過自有雲端與車聯網平台，直接參與家庭或企業的能源生態。

潛在風險：資料閉環造成互通障礙，恐形成「品牌孤島」，限制跨平台協作。

公用事業： 從供電者轉為能源協作者

公用事業也不再只是單向供電者，而是能源協作者。法國電力公司 (Électricité de France S.A., EDF) 收

購充電營運商 Pod Point，整合家庭充電與 V2G 平台；美國太平洋燃氣電力公司 (Pacific Gas and Electric Company, PG&E) 與 Ford 合作 F-150 Lightning 的 V2H 試點；東京電力 (Tokyo Electric Power Company Holdings, Incorporated, TEPCO) 則建立 V2G 測試中心，模擬 500 輛車併網運作以驗證大規模雙向供電可行性。

資料優勢：掌握用電側負載曲線與調頻需求，是整體電網穩定的關鍵控制層。

市場入口：透過電網接入權與法規優

勢，具備整合分散能源的主導地位。

潛在風險：若未開放數據介面，將在新型能源交易平台中逐漸喪失靈活度與創新力。

隨著產業分工重新洗牌，掌握 SoH 與交易資料者，即掌握能源話語權。

未來的競爭不再只是硬體或製造能力的較量，而是資料、平台與信任體系的爭奪。從聚合商的調度、車廠的數據，到公用事業的電網控制，能源產業正邁向「分散管理、集中協作」的新秩序。

產業分工重構下三大角色比較表

角色類別	資料優勢	市場入口	潛在風險與代表廠家
聚合商 Aggregator	透過即時負載監測與價格預測模型，掌握能源市場的「節奏權」。	以平台為中心的聚合機制，使其成為小型儲能與電動車併網的主要通道。	風險：缺乏統一資料格式與清算機制，可能導致跨區市場交易效率受限。 代表廠家：Next Kraftwerke (德國)、Octopus Energy (英國)
車廠 Automaker	掌握電池健康狀態 (SoH) 與電池電量狀態 (SoC) 資料，可精準預測壽命與折舊。	透過自有雲端與車聯網平台，直接參與家庭或企業的能源生態。	風險：資料閉環造成互通障礙，恐形成「品牌孤島」，限制跨平台協作。 代表廠家：Tesla Energy、Hyundai Energy Solutions、Nissan Energy Share
公用事業 Utility	掌握用電側負載曲線與調頻需求，是電網穩定的關鍵控制層。	透過電網接入權與法規優勢，具備整合分散能源的主導地位。	風險：若未開放數據介面，將在新型能源交易平台中喪失靈活度與創新力。 代表廠家：EDF (法國)、PG&E (美國)、TEPCO (日本)

MIH 整理，2025/11

表格解讀

從表中可見，三方的分工正在形成資料掌控、市場介面、電網協作的新權力結構。聚合商以平台演算法掌握能源調度主動權；車廠則透過電池數據深化能源服務，延伸至家庭與企業層級；公用事業則憑藉電網與法規優勢，維持系統穩定與整合主導地位。未來的競爭焦點，將從硬體製造轉向生態整合，關鍵在於誰能建立跨平台互信與資料互通的協同體系。

標準化與制度 互通性與補償機制

當各方角逐能源新權力版圖後，下一個關鍵挑戰便是如何讓這些新角色之間協作運作。車廠、聚合商與電力公司若要真正形成能源共生體，必須在技術與制度上「說同一種語言」。

因此，隨著能源產業分工深化，車廠、公用事業與聚合商之間的協作日益頻繁。V2X 能否從示範走向商轉，取決

於兩個關鍵：系統能否互通，以及用戶放電是否能獲得合理補償。這正是全球 V2X 進入制度化階段的核心門檻。

在技術標準方面，上述協作關係的運作基礎已逐漸落實。歐盟《替代燃料基礎設施規章》(Alternative Fuels Infrastructure Regulation, AFIR) 已將 ISO 15118 納入強制時間表：

全球電動車與能源協作關鍵標準與制度總覽

名稱	所屬區域/ 推動機構	核心內容	推出時間/ 適用日期
Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR)	歐盟 (EU)	將燃料基礎設施納入法規，要求 EV 充電站具互通/數位連網/「插電即充」(Plug & Charge) 等能力。	規章代碼 EU 2023/1804，對公共 AC 充電站自 2026 年 1 月 8 日起適用，私有 Mode 3 充電點自 2027 年 1 月 1 日起須遵守 EN ISO 15118-20
Open Charge Point Protocol (OCPP)	國際/由 Open Charge Alliance 管理	EV 充電樁與後端管理系統之間通訊協議，支援多廠商互通。	OCPP 1.6 發布於 2015 年；OCPP 2.0.1 發布於 2020 年，且於 2024 年獲 IEC 標準 (IEC 63584) 認證。
Open Automated Demand Response (OpenADR)	北美 (USA) / 由 OpenADR Alliance 推動	自動需求回應協議 (Demand Response, DR)，用於讓電力系統或分散式資源回應負載或價格信號。	OpenADR 1.0 最初於 2009 年推出；最新版本 OpenADR 3.0 已於 2024 年提出。
FERC Order No. 2222	美國 (USA) / 由 Federal Energy Regulatory Commission (FERC) 發布	拆除分散式能源資源 ((DERs) 與傳統電廠參與電力市場之障礙，允許聚合資源作為市場參與者。	初版於 2020 年 9 月 17 日發布，2021 年續有更新。

MIH 整理，2025/11

自2026年1月8日起，新設或整修的公共AC充電點必須符合EN ISO 15118-2；自2027年1月1日起，新設或整修的公共與私有Mode3充電點須符合EN ISO 15118-20（涵蓋Plug & Charge與雙向通訊能力）。這讓電動車、充電樁、雲端平台之間的加密認證、計費以及雙向通訊具備了明確的實施時程。與此同時，OCPP 2.0.1作為充電樁和雲端平台的開放協定，經由Open Charge Alliance提供認證體系，並持續擴充合規產品清單，推動跨品牌平台互通，其市場影響力已不可忽視。

在電力調度與即時電價溝通方面，美國監管與標準機構將OpenADR 2.0b與IEEE 2030.5視為主流通訊標準，能讓充電設備即時接收電價變動或電網調度訊號，並自動調整充放電策略，協助電網穩定與資源協調。

法規與市場制度部分，已有多國建立讓V2G／分散式能源資源（Distributed Energy Resources, DER）聚合資源參與市場的管道。美

國聯邦能源管理委員會FERC Order 2222明確要求區域電網市場納管DER聚合，並公布各市場實施時程。在英國方面，Octopus Agile以30分鐘結算的即時電價反映批發波動，尖峰時可能顯著拉高、離峰時亦可能大幅走低，鼓勵具移峰能力的用戶（含具備能或V2G能力者）移轉用電。日本則長期以CHAdemo推動V2X／防災應用。

在制度與數據治理層面，歐盟《電池規章》（Regulation (EU) 2023/1542）要求：自2027年2月18日起，在歐盟市場銷售的>2 kWh的EV與工業用電池必須配有「數位電池護照」，涵蓋來源、材料、循環次數與健康狀態等資料，以支持可追溯、可驗證與可比較的交易與回收體系。

綜合而論，這一連串標準與制度，正把V2X從「技術驗證」推向「市場制度化」。唯有互通性與補償機制並行，電池作為能源節點的價值，才能被量化、驗證，並以合理價格回饋至用戶與系統兩端。

台灣契機 從設備製造者到能源協同者

在全球 V2X 浪潮推動下，台灣正站在從「設備製造者」轉型為「能源協同者」的關鍵時刻。憑藉完整的電子產業鏈與強大的系統整合能力，台灣在雙向充電與儲能技術領域展現出明顯優勢。台達電在其充電設備中已支援 ISO15118 插槍即充功能；Noodoe 與致茂電子亦深耕通訊協定驗證與雲端監控平台開發，致力於充電設備與電網的無縫對接。

部分報告指出，台灣 BMS 市場正以年成長率逾一成的速度擴張，反映車電技術正逐步切入能源領域的高附加價值環節。

車廠與研發機構也在積極布局。某國內車型已預留 V2G 雙向介面與雲端 BMS 系統，具備 SoH 監測與動態放電策略，未來可望成為首波車網整合示範平台。技術研究與標準平台亦正推

進中，如工研院與中油合作的「能源資料交換標準平台」試點，嘗試打造電池生命週期追蹤機制，從技術輸出拓展至數據治理與資源循環的體系構建。

不過，制度面的落差仍是台灣能源協同發展的主要挑戰。目前國內尚缺即時電價機制與聚合商法規架構。台電已於 2024 年啟動「需量反應市場化」試驗，並計畫於 2026 年正式導入即時電價制度；經濟部能源署亦正研擬「聚合商參與規範」，讓包括 V2G、家用與工商業儲能設備、太陽能發電及其他分散式能源資源 (Distributed Energy Resources, DERs) 能合法參與電網交易。若能進一步成立「台灣 V2X 互通驗證中心」，整合車廠、電力業與充電設備供應商的力量，將可強化國內技術驗證與標準制定，並有機會成為亞太區 V2X 測試與認證的關鍵樞紐。

台灣 V2X 能源協同發展三大構面

機會類型	台灣現有優勢	具體可切入方向
1. 技術能力 (雙向充電 × BMS)	<ul style="list-style-type: none"> ● 台灣從設備製造轉向能源協同 ● 台達電支援 ISO 15118 插槍即充 ● Noodoe、致茂電子深化通訊協定驗證與雲端監控 -BMS 市場年增率逾一成 	台達電、Noodoe、致茂電子
2. 系統生態 (V2G 車網整合 × 能源資料交換)	<ul style="list-style-type: none"> ● 國內車型預留 V2G 介面與雲端 BMS ● 工研院 × 中油推動能源資料交換平台 - 朝電池生命週期追蹤與數據治理發展 	國內車廠、工研院、中油
3. 制度基礎 (電價 × 聚合商 × 驗證中心)	台灣電池、模組與材料業者以出口導向為主，技術力強但需將資料透明度轉為競爭力	台電、能源署

MIH 整理，2025/11

電池經濟的 再定義

當電池從車輛中的「能源載體」轉化為能源網中的「節點」，整個能源體系的邏輯也隨之改寫。隨著 V2X、V2G 以及第二生命電池再利用技術的成熟，電池不再只是儲能單元，而是能夠互聯、調度並參與交易的分散式能源核心。當這些節點透過標準化協定與即時電價市場串聯起來，便構築出一個能自我協調、動態平衡的「能源協同網」，成為智慧電網的全新中樞。

新的電池經濟，不再以產量與功率作為唯一衡量標準，而是以資料透明、壽命管理與能源互動為核心價值。電池的生命週期從生產延伸至再利用與回收，構成完整的循環體系；其健康狀態、循環次數與碳足跡等數據，則成為能源交易與信任的基礎。未來，車

廠、公用事業與聚合商之間的合作將日益平台化，透過共用資料與協同演算法維持能源網穩定；跨產業整合更將讓「車 × 電 × 雲」融合成嶄新的產業生態，使能源從被動供應轉為主動共享。

對台灣而言，這不僅是技術升級的契機，更是價值鏈重塑的關鍵時刻。當製造優勢結合數據治理與能源管理能力，台灣有機會從出口導向的製造基地，轉型為具有策略意義的能源協同樞紐。當每一輛車、每一座儲能系統、乃至每一位使用者都能參與能源協作時，全球能源網的中心將不再固定於發電廠，而是分布在每個人手中，這將是台灣邁向「能源智慧島」的起點，也是下一個能源產業的原點。▲



車輛電池成為能源網的分散式節點，透過雲端資料與標準化協定進行互通與調度，形成可自我平衡的能源協同網。

關鍵視角



圖片提供：輝能科技

進軍固態電池現實戰場 輝能以製造信任開啟台灣新角色

固態電池成為全球電動車產業競逐的「最後一哩」技術，多數大型車廠紛紛投入研發，新創企業也視其為改寫市場格局的契機。輝能科技作為台灣少數同時具備自主技術與量產實績的企業，挑戰的重心已從技術層面，延伸至如何跨越市場導入與產業驗證門檻，讓固態電池成為可被主流採用的成熟解決方案。這個命題的複雜度遠高於技術突破本身，牽涉產能爬坡的穩定性、車廠驗證的時程、供應鏈整合能力，以及如何在新興競局中建立市場信任。

從輝能近年的國際佈局與市場互動觀察，可以看見台灣企業在全球電池產業鏈中角色，不再限於代工製造的配角，而是以技術整合與量產穩定性為核心，逐步在歐洲市場建立起不可替代的戰略價值。

以安全為本的技术演進 從結構創新走向實證突破

輝能科技全球策略與法國營運資深協理暨發言人宋心琦指出，輝能的固態電池技術歷經四個世代持續演進，核心理念始終圍繞「安全性、壽命與能量密度的動態平衡」。不同於產業多以固態或液態等電解質型態劃分技術路線，輝能將電池安全的真正分界點定義為「是否仍使用聚丙烯 (Polypropylene, PP) / 聚乙烯 (Polyethylene, PE) 隔膜」。她表示現有多數電池結構仍以 PP/PE 有機隔膜搭配液態電解質，而電池的危險，來自三大火山：充飽電的正極、負極，以及電解質。若仍使用 PP/PE 有機隔膜，一旦隔膜熔化或破

損，正負極接觸即會導致短路與熱失控，而使用陶瓷隔層隔離正負極即可在高溫與機械應力下隔絕正負極避免鋰熱反應；同時電解質是較小的火山，但卻是催化劑的功能，會加速正極活性材料的崩壞，釋放熱與晶格氧並與負極活性材料進行強烈氧化燃燒反應，因此需要另外一種全無機電解質在正負極內。所以輝能的超流體化全無機固態電解質扮演兩個角色：除了高離子導通增加電池性能外之外，同時扮演釋放主動安全機制 (Active Safety Mechanism, ASM) 將正負極活性材料在高溫與高電壓下進行穩定與鈍化。



輝能科技全球策略與法國營運資深協理暨發言人宋心琦表示，面對全球電動車與儲能市場的快速變化，輝能正以固態電池技術與國際佈局擴大競爭優勢，並持續推進量產、合作與在地化策略，為下一階段成長奠定關鍵基礎。

輝能自 2006 年創立以來，堅持採用具高機械強度與阻燃性的陶瓷隔層，完全排除 PP/PE 材料，使產品自結構上具備「本質安全」特性。這一選擇不僅讓輝能在全球固態電池領域形成明確差異，也奠定其後續技術迭代的安全基礎。

隨著材料與製程的累積成熟，輝能在第四代技術中推出「超流體化全無機固態電解質」(Superfluidized All-Inorganic Solid-State Electrolyte)，突破傳統固態電池在離子導通與介面相容性的瓶頸。此超流體化無機固態電解質，經 SGS 第三方驗證數據達全球最高紀錄之離子導電率，在室溫下展現高達 57 mS/cm 的離子導電率，約為現有液態有機電解質及硫化物固態電解質的 5~6 倍。同時消除可燃有機成分。在安全性加倍保障的前提下，

高導電度讓所有關鍵電池效能標得平衡的實現。實驗結果顯示，其具備低自放電率、寬溫域運作能力，能量密度上看 430~470 Wh/kg，並具備快充性能將使高能量密度電池於 4~6 分鐘內完成 5% 至 60~80% 的充電，並可於 -20° C 低溫環境穩定運作。

輝能的第四代技術同時整合了與歐洲車廠超過五年的技術互動成果，透過持續的實車測試回饋，針對電芯結構與材料組合進行系統性優化。值得注意的是，其 ASM 穩定正極結構，防止活性氧釋放，中和鋰金屬反應性，徹底抑制劇烈副反應，自動抑制反應鏈，避免熱失控發生。這些設計並非源自實驗室理論，而是建立在對量產參數波動與製程一致性的深度掌握。

輝能第四代固態電池技術亮點總覽

技術構面	輝能第四代固態電池技術內容
安全性基礎	採陶瓷隔層，不使用 PP/PE；具本質安全、阻燃、高機械強度
關鍵創新	超流體化全無機固態電解質 (Superfluidized All-Inorganic Solid-State Electrolyte)
離子導電率	SGS 驗證：室溫 57 mS/cm (為液態電解液與硫化物 5~6 倍)
能量密度	430~470 Wh/kg
快充性能	4~6 分鐘從 5% 充至 60~80%
低溫表現	-20° C 仍可穩定運作
副反應控制	ASM 穩定正極結構抑制活性氧釋放、中和鋰金屬反應、避免熱失控
開發來源	與歐洲車廠合作超過五年、累積大量實車測試回饋
量產導向	迭代基於量產參數，而非單純實驗室理論

MIH 整理，2025/11

以技術主權為舞台 讓次世代電池在歐洲落地

在全球布局上，輝能採取「雙基地、區域化供應」的策略思維。台灣基地定位為技術研發與亞洲供應鏈中心，專注於新技術開發、特有設備開發、製程優化與技術擴散；歐洲則以法國為製造與客戶服務核心，負責滿足歐美洲車廠和其他應用市場大尺寸電池的需求。輝能明確的表示，產線建置的原則，乃因應市場需求，並以地緣政治與供應鏈短鏈化為原則，在主要市場區域內就近設廠，確保供應韌性與服務即時性。

歐洲是電動車發展的主戰場，也是全球主要車廠的研發與製造重鎮。為深度切入這個市場，輝能的策略並非由銷售端切入，而是自車廠技術研發部門展開合作。透過簽訂技術開發協議(Technical Development Agreement, TDA)，輝能能夠從電池設計階段即介入，協助車廠定義需求與測試規格，進而建立高度技術黏著性。

目前，輝能已與兩至三家歐洲車廠合作規劃樣車專案，預計於2026~2027年間推出搭載超流體化全無機固態鋰陶瓷電池的原型車，採用小批量試產模式，規模約1,000~1,500台。這不僅是產品驗證的關鍵階段，也象徵歐洲車廠正式將輝能納入供應體系的信號。值得注意的是，部分車廠已同意在樣品階段使用台灣產線供應電芯，顯示其對輝能製造品質與量產穩定性的高度信任。

法國敦克爾克(Dunkirk)工廠的設立，則是輝能國際化戰略的關鍵轉折點。宋心琦指出，此選址由輝能內部主導，從90個候選地點中篩選而出。法國

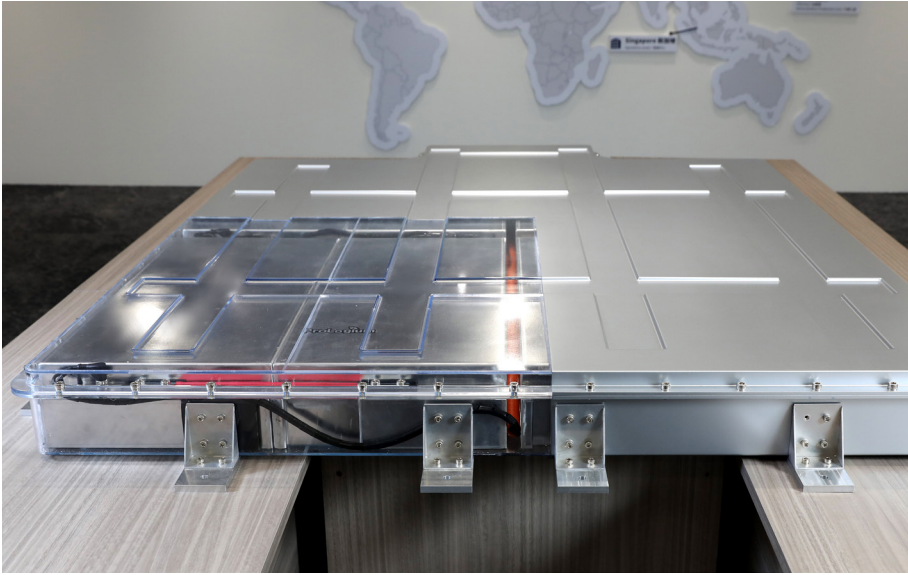
政府在過程中積極介入推動，當時北法地區正規劃建設四座大型電池工廠(Giga Factory)，前三座為傳統鋰電廠，第四座則希望導入「次世代電池」技術。法國經濟部下屬機構法國商務投資署(Business France)協助輝能了解當地完善的基礎建設、穩定能源條件與臨近車廠的地理優勢。

在總統馬克宏(Emmanuel Macron)推動的「再工業化」政策下，法國提供包括稅務減免、建廠補助與人才訓練支持等誘因，同時協助輝能申請歐盟「重要共同利益計畫」(Important Projects of Common European Interest, IPCEI)補助。儘管外來企業申請門檻高，輝能仍以超流體化全無機固態電解質技術的創新性與可量產性獲得歐方肯定。

第一階段的Dunkirk工廠規劃於2030年前達成4 GWh產能，2032年擴充至12 GWh。該廠不僅獲法國政府背書，更被視為歐洲「技術主權」戰略的重要示範。對歐洲而言，輝能不只是電池供應商，更是「新技術導入可行性」的驗證者。當歐洲本土新創仍受制於良率與成本壓力時，輝能以穩健的製造文化與財務紀律，提供了一條可被歐洲產業複製的落地示範。

宋心琦表示，法國廠的設立並非單純的產能擴張，而是市場主場化與政策資源化的全球化策略。此策略兼具技術展示、客戶接軌與產業戰略據點的三重意義，象徵輝能正式進入歐盟電動車產業核心生態，也為台灣企業在全球能源轉型鏈中開啟新的角色想像。

當永續成為工程邏輯： 輝能以全鏈低碳設計對接歐洲新法規



輝能的下一代鋰陶瓷固態電池包，採可拆解模組、重複利用外殼與友善回收設計，展現其在電池結構層級落實「Reuse → Recover → Recycle」的永續工程思維。（圖片提供：輝能科技）

除了持續投入技術研發、積極佈局全球，輝能也將「設計即永續」列為產品開發重點，從生命週期評估 (Life-cycle assessment, LCA) 到產品回收機制，完整串接材料、製造與再利用環節。

在 LCA 佈局上，輝能早於四年前即因應歐洲車廠要求，委託中鼎集團進行產品碳足跡計算，涵蓋中壢工程實驗場、桃科示範廠與法國 Dunkirk 廠的全鏈模擬。其碳排計算邏輯包含「材料碳排」（依供應商來源與材料型別）與「製造用電碳排」（依電網結構而定）。選址法國正是基於此考量，宋心琦指出，當地核能發電佔比高、電網碳排低，有助於降低製造階段的 LCA 負擔；同時合作的正負極材料供應商，專注於有歐洲低碳生產基地的夥伴，利用

水力與核能為主體電源，進一步強化材料端的低碳優勢。

在產品結構設計上，輝能以「Reuse → Recover → Recycle」為原則，從模組 (Module) 到電芯 (Cell) 皆導入可維修、可抽換與易拆解結構。與法國原子能和替代能源委員會 (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, CEA) 合作開發的可抽換模組，能在單顆電芯受損時局部更換，避免整包報廢；鋁合金外殼則採卡榫結構，可重複使用，顯著降低回收能耗。相較之下，部分採用電芯直裝技術 (Cell to Pack, CTP) 黏膠結構的競爭體系雖能提升能量密度，卻因黏著劑高度整合，回收時需整包粉碎，能耗高且雜質多。

在電芯層級，輝能採疊片式設計並降低黏著劑使用。電芯由多層電芯內部化學系統 (Inlay) 堆疊而成，目前已達 50 層以上，製程中不使用捲繞結構，

封邊裁切即可分離疊片，方便後續材料分流。材料端則展現三股高效率回收路徑：

01

正極 (黑粉)

與歐洲合作夥伴建立鎳、鈷金屬回收鏈，符合歐盟再生比例規範。

02

隔層 (陶瓷隔層)

採「回復」(Recovery) 機制，可直接再利用，不需降解或重製。

03

負極 (矽系)

回收後可導入既有產業鏈，轉化為矽材料前驅物，如矽甲烷 (Silane)，形成再生材料循環。

04

電解質 (全無機系)

屬輝能自有配方，採內部封閉式回收再利用，減少外部處理風險與成本。

此一材料體系設計與回收邏輯，讓輝能的固態電池在安全性、可製造性與永續性之間取得新平衡。與需高壓壓合或高黏結結構的硫化物系固態電池

相比，輝能的陶瓷隔層與全無機電解質更利於拆解、分流與再利用，能有效提升實際回收比率。

量產即信任： 以製造穩定性構築車廠合作基石

輝能的成長軌跡展現出一種台灣製造業穩健、務實、重視現場的思維。該公司自2013年起即累積量產經驗，十年間建立起完整的供應鏈管理與製程控管文化。這些看似平凡的基本功，正是歐洲車廠最在意的信任基礎。電池作為電動車的核心零組件，任何一次批次品質波動都可能引發召回風險，因此製造穩定性往往比性能突破更為關鍵。

這套管理哲學源自輝能長期深耕製造現場的經驗與財務紀律。宋心琦指出，該公司在規劃產能與投資時強調科學化決策邏輯，所有資本支出皆須經過多情境模擬與現金流推演，確保產能爬坡節奏能與市場需求精準對接，避免過早擴張造成閒置，或因過晚擴產錯失商機。這種以現金流與製造節奏為核心的管理模式，讓輝能能夠在高資本、高風險的電池產業中維持穩定推進，逐步累積可信任的量產實績。

在與大型車廠的合作過程中，輝能進一步將「製造穩定性」轉化為建立信任的語言。整體對接可歸納為三大面向。

一、認證與品質體系建立：輝能早期即以車載音響電池切入車用市場，並取得TS 16949認證，涵蓋材料准入、供應商流程與一致性控制，為後續進入電動車體系奠下基礎。其在量產階段採行高標準良率管理，每一批次電芯皆需通過分組篩選與離群淘汰機制，

確保串聯式電池在性能一致性上的嚴格要求。

二、技術對接與需求調整：由於台灣過去較少與大型車廠直接合作，輝能在初期面臨車廠決策流程複雜、溝通週期長的挑戰。多數合作由車廠技術單位主導，雙方需先簽訂TDA，再共同調整性能參數與應用邊界。輝能形容這一過程為「從自主研發轉向客戶導向」，在每一次測試迭代中，學習如何以車廠需求為核心，重新定義電芯設計與測試標準。

三、成本與量產信任機制：車廠在合作初期即會舉辦成本工作坊(Cost Workshop)，要求供應商於研發階段揭露成本結構，並共同尋找降低成本與雙供應鏈方案，以確保後期生產風險可控。輝能藉此展現台灣製造體系的整合力，以「整合式台灣製造解決方案」串聯上下游供應商，提供從材料、製程到模組的整體回應，而非單一零件供應角色。

透過這三個層面的實踐，輝能在與車廠的互動中逐步完成角色轉換：從技術導向的新創，進化為以量產與成本信任為核心的產業夥伴。其核心競爭力不再只是「能造出電池」，而是「能穩定製造並讓客戶放心採用」。這種從製造現場出發的穩健邏輯，也讓輝能在固態電池商業化的競賽中，奠定難以被取代的市場位置。

產業啟示與 MIH 聯盟角色： 從技術整合到商業共構

輝能的國際化經驗，為台灣電池與電動車供應鏈廠商提供了三個關鍵啟示。

首先是「把零件做成整解」。車廠在導入新技術時，最希望獲得的不是單一零組件，而是可直接整合的完整解決方案。這意味著台灣廠商不能只專注於電芯本體，而必須延伸至電池包 (Pack)、電池管理系統 (Battery Management System, BMS) 與熱管理模組的整合能力。唯有提供「交鑰匙」層級的產品，才能真正降低車廠的導入門檻，也才能掌握更高的價值分配權。

其次是「用通路換品牌」。台灣廠商長期以來在品牌影響力上處於弱勢，但可透過與國際 Tier 1 供應商或車廠進行共同開發，甚至採取聯名品牌 (Co-branding) 模式，借助合作夥伴的市場通路與品牌信譽，快速建立市場能見度。這種策略不是放棄自主品牌，而是在累積技術實力與市場驗證的過渡階段，選擇更務實的合作路徑。

第三是「把資料當資產」。在車用電池領域，量產資料的一致性紀錄具備極高的談判籌碼。每一批次的性能參數、每一次環境測試的結果、每一個製程節點的統計管制數據，都是建立客戶信任的基礎。台灣廠商應將資料管理視為核心競爭力，透過數位化工具累積並展示製造能力，讓數據本身成為證明品質的最佳代言人。

對於 MIH 聯盟而言，輝能的策略與成果可為會員帶來更宏觀的戰略思考。宋心琦表示，聯盟成立初期，主要角色是推動技術標準化與會員之間的協作開發。但隨著產業進入商業化加速期，MIH 可考慮將功能從技術整合擴展至商業模式整合，協助會員建立共同的供應、驗證體系，甚至主導示範專案的推動。

會員可參考輝能與歐洲車廠合作的小批量試產模式，組織少量規模的樣車專案，整合台灣會員的電池、電機、電控等關鍵零組件，向國際車廠展示「台灣整合方案」的完整實力。這類專案不僅能加速技術驗證，更能透過實際量產建立起會員間的協作默契與供應鏈韌性。

此外，她也建議 MIH 可協助會員建立「聯合談判」機制。面對國際車廠時，以聯盟名義整合多家會員互補能力，提升台灣廠商的議價能力、強化整體談判地位。宋心琦強調，這不是要求所有會員綁在一起，而是在特定專案上形成彈性的合作機制，讓「台灣供應鏈」成為一個可被整體評估與採購的選項。

輝能的經驗證明，台灣企業要在全球電池產業中佔據一席之地，關鍵不在於單點技術的突破，而在於系統整合能力、量產穩定性與長期信任關係的建立。這條路徑或許不如技術突破般引人注目，卻是真正能夠持續創造價值、難以被取代的競爭優勢。▲

山巔之論



圖片提供：格斯科技

從研發到量產 以靈活製程銜接半固態與 固態電池「芯」時代

全球電池產業正進入「多材料、多技術並存」的新階段。從三元鋰（NMC、NCA）、磷酸鋰鐵（LFP）、磷酸鋰鐵錳（LFMP）、鈦酸鋰（LTO）、鈮基電池（NTO、XNO）與鈉離子電池，液態電解液到半（膠）固態與固態電池，各路線的競爭實質上是能量密度、安全性與製程可行性之間的平衡戰。當法規開始要求碳足跡揭露與全流程可追溯，電池不再只是化學產品，而是智能化、數據化的能源資產。在這波技術與制度並進的轉折點上，格斯科技，鎖定高安全、高穩定的戰略，為台灣電池產業提供一條務實且具延展性的前進路徑。

格斯科技董事長張忠傑指出，近年電池技術路線呈現前所未有的多元化發展。這背後的驅動力量，一方面來自於能量密度、充放電性能倍率與安全性之間的長期拉鋸，另一方面則源於製造難度與成本控制之間的現實取捨。與此同時，各國法規對碳足跡與供應鏈透明度的要求日益嚴格，加速了整體產業的數據化轉型。

全固態電池雖被視為電池技術的終極形態，但目前仍受限於離子導電率不足與製程瓶頸。業界普遍認為，純固態電池要達到大規模量產，至少還需要三至五年的技術積累。

現階段的固態介質中，離子擴散速率比液態系統低一至兩個數量級，雖然降低了短路風險，但功率密度與反應速率仍明顯受限。部分廠商利用人工智慧模擬化學配方，試圖優化固態電解質的離子遷移速率，但短期內突破有限。

在此態勢下，半固態電池成為產業現階段的主流折衷方案。這類電池採用陶瓷或聚合物電解質，保留少量液體成分，既維持了接近液態電池

的導電性，又顯著降低了漏液與熱失控的風險。然而，市場同時面臨過度宣傳、量產尚未真正落地的現象。許多廠商為搶佔市場先機而「超前宣稱」量產能力，實際上多數仍停留在樣品或小量試產階段，技術泡沫與商業現實之間的差距正逐漸擴大。

在這場技術競賽中，格斯科技採務實戰略，以軟包架構為製造平台核心，使其能夠靈活承接未來半固態與固態製程的轉換。在材料端，格斯專注於高鎳正極與鈮基氧化物負極的開發，並將「製程穩定性」與「安全性強化」作為技術核心，成為台灣電池供應鏈中少數同時具備自主研发能力與量產實績的企業之一。



格斯科技董事長張忠傑表示，格斯以軟包架構打造高彈性的製造平台，能順利銜接半固態與固態技術；並以高鎳正極、鈮基氧化物負極與製程穩定性為核心，強化台灣電池產業的量產能量。

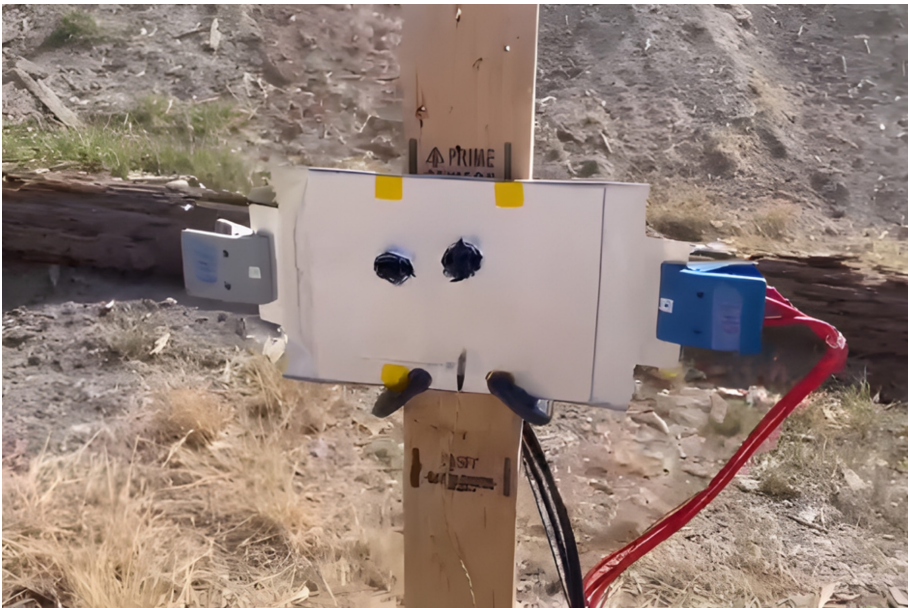
格斯以製造一致性為核心 構築固態電池技術的垂直整合優勢

格斯科技起家於電池材料研發，早期即投入高鎳正極等次世代材料的開發。隨著技術積累與市場需求的演進，公司逐步擴展至電芯製造、模組整合與系統應用，形成從材料到終端應用的完整垂直鏈，具備整合材料、電芯、模組、應用的能力，讓格斯能夠依據客戶需求提供高度客製化的解決方案。

格斯科技採取「以軟包為主體的製造平台」策略，是具前瞻性的技術佈局。相較於圓柱型或方形電芯，軟包結構在導入半固態與固態電池時，僅需微調電解液注入工序，便能快速轉換，展現極高的彈性與成本效率。張忠傑指出，固態電解質屬於硬質材料，若採

用傳統圓柱或方形設計，需全面重設產線才能實現相容。而軟包設計則天然具備相容性與安全優勢，使格斯能更順利銜接新世代電池技術，穩健推進固態化的產業演進。

張忠傑進一步表示，格斯的核心理價值在於用「製造一致性」轉化創新能量。公司在製程層面建立了多項關鍵技術：包括超低露點的乾燥環境控制、正極材料預處理，以及隔膜選材優化等。此外，格斯已導入機台聯網與製程數據擷取系統，為數位電池護照 (Digital Battery Passport, DBP) 與碳盤查預作資料化基礎，確保在法規落地時能快速因應。



電池安全性已成為技術路線競爭的基準項，格斯科技針對電池進行穿刺測試，檢驗電芯在極端破壞條件下的熱失控反應與結構穩定性。(圖片提供：格斯科技)

半固態引領技術轉折 高能材料奠定競爭優勢

對於電池技術的演進，張忠傑提到傳統液態電池存在明顯的技術極限。早期製造技術不足時，電池需要大量注入電解液以維持壽命。在充放電過程中，鋰離子逐漸消耗並沉積於正負極形成枝晶，容易短路導致安全風險。若是電解液滲漏與隔膜熱變形則更易引發短路與燃燒事故。

半固態電池的優勢在於降低漏液與熱失控風險的同時，維持接近液態的導電性能，且製程調整幅度相對較小。對於採用軟包架構的廠商而言，轉換成本尤其可控。格斯的策略是先掌握材料可行性，再逐步導入生產，以量產化思維取代實驗室層級的誇大宣傳。該公司目前在聚合物與陶瓷混合體系中持續驗證離子遷移速度與壽命穩定性，並導入人工智慧輔助的化學配方優化。

目前業界看好半固態電池將成為下一波主流技術。對此，格斯之前先後已與核研所、工研院合作過開發膠固態電池，與臺科大、陽明交大及中研院合作開發無陰極 (Anode-free) 與膠固態電池，涵蓋氧化物、硫化物與聚合物三大固態技術方向，並努力將學研成果逐步轉化為可具商業化潛力的產品。實驗室等級樣品預計在今年底前產出階段性結果，半固態電池有望率先進入車輛應用，而明年計畫在實驗線陸續試做更多規格的電芯。

這條高能量密度路線同時也意味著更高的製程挑戰。以高鎳正極為例，雖能顯著提升容量與續航，但對濕度控制極為敏感，稍有水氣便會與電解液反應生成氫氟酸，造成電極腐蝕並縮短壽命。相較之下，磷酸鋰鐵製程條件寬鬆許多，這也是此一領域中國廠商能迅速建立優勢的原因之一。

張忠傑指出，格斯在八年前即投入高鎳正極材料研發，當時台灣尚無其他廠商著墨此領域。該公司以多次乾燥工法與正極預處理技術克服濕度問題，產線採用超低露點環境設計，實現恆溫與超低濕度控制。這些經驗累積自早期的鈦酸鋰 (Lithium Titanate Oxide, LTO) 電池製造技術，如今成為格斯在高安全市場中的獨特優勢。

除了 LTO 電池，格斯另一項關鍵技術是鈮基氧化物負極材料。這類負極材料兼具高安全性與快充潛力，不會產生鋰枝晶，導電性穩定，並可支援快充快放、耐高低溫等特性。格斯已將鈮基氧化物電池導入電動巴士測試，完成數百公里的實際行駛驗證，預計明年進入小量量產階段。高鎳正極與鈮基負極的組合，使格斯在商用車、不斷電系統 (UPS)、機器人與儲能系統等高安全要求的應用領域中，建立了差異化的市場定位。

以合規為基礎 強化構築可持續競爭力

近年歐盟電池法規的逐步落地，數據化與可追溯性已成為進入國際市場的「入場券」。歐盟推動的 DBP 要求從電芯到模組、系統的全流程數據化與可驗證性。張忠傑提到，部分歐洲國家已開始前置導入相關機制，隨著中國電池出口量增加，品質與售後議題逐漸浮現，他認為台灣廠商在非價格導向市場的機會正在上升。

針對陸續上路的電池法規，格斯已與工研院合作導入 DBP 試點，成為國內三家先行廠之一，在此同時，該公司也著手推動碳盤查系統化，目前旗下的電芯廠已完成碳盤查，模組廠正在進行中。

供應鏈溯源與包材符合 ESG 規範，也納入公司的日常管理流程。張忠傑強調，格斯以「預備式合規 (Compliance by Design)」理念建構 IT 架構，將每台機台連線以擷取製程數據，確保未來法規正式落地時能快速輸出所需資料。

這套合規機制不僅是應對法規要求，更是格斯外銷歐盟市場的核心競爭力。當其他廠商還在為補齊文件而疲於奔命時，格斯已建立起從原物料、製程到最終產品的完整追溯體系。格斯逐步改用符合 ESG 與法規要求的塑膠、包材與零件，並建立來料合規與用料

可追溯機制，將合規思維內建於企業營運的每個環節。

張忠傑指出，循環經濟不僅是環境責任，更是未來電池產業的商業模式創新。格斯科技已建立從電芯材料到最終處置的回收與再利用先導流程，並在內部設立研發試驗平台進行驗證。其研發的「非化學溶解式再製法」不同於傳統的「溶解—化學處理—電解」流程，採用物理性回收與再製的思維，以簡化步驟、降低環境負擔。

以 LTO 電芯為例，該方法透過去除黏著劑、回收導電材、重新配漿再塗佈，使再製材料可回復至原始性能的八至九成。相比傳統酸溶與電解法，這種方式大幅減少化學藥液與污泥產生，不僅降低處理成本，也更貼近「設計即回收 (Design for Recycling)」的理念，展現出格斯以創新製程工法推動永續製造的決心。

格斯已與回收業者展開合作洽談，規劃從材料分離、再製到模組化導入的完整合作模式，格斯計畫透過標準化模組設計與 DBP 資料欄位整合，建立上游材料資料追溯與下游系統介面標準化的一致性，從源頭優化產品循環路徑，進而降低後段回收與維修成本。

協作共研與標準共榮 開啟台灣電池產業新格局

綜觀未來趨勢，台灣企業若要在新一輪電池產業競局中取得立足點，張忠傑認為避免從零開始複製一座電芯廠，而是以投資、共同研發或代工協作的形式，將資本集中於產品化、客戶化、認證與銷售等高附加價值環節。同時，透過與既有電芯廠深度結盟，採取「聯合開發 + 產能橋接」模式，可有效縮短從驗證到量產的時間差。

對學研單位而言，應將研究成果推進到工程邊界，專注於一致性、壽命、可靠度與製程窗口，而非僅停留在材料性能指標。企業則可從「標準化小而美」的路徑出發，先聚焦於啟動電瓶、

集中電瓶、低壓儲能與輕型車／商用車電池模組等通用件，逐步複利延伸至高階應用，同時在設計前段即導入可追溯與回收思維，納入 DBP 欄位與拆解、分離設計，將回收價值前置化。

展望未來，MIH 聯盟在推動產業標準化與開放合作上，若可扮演關鍵的整合角色，透過「帶單共研、規格共制」的協作模式，整合會員需求、定義共通規格並串接車廠驗證與在地量產，將有機會加速台灣電池產業的技術落地與國際接軌，形塑開放、協作、共榮的產業新生態。▲



在車用電池朝向標準化模組化發展的趨勢下，48 V 系統成為輕混車與通用件的重要應用。格斯科技 48 V MHEV 電池原型，代表其從材料電芯延伸至低壓車用模組的量產化布局。（圖片提供：格斯科技）



MIH 會員集結 2025 鴻海科技日 型塑兆元級產業轉型的領先地位

2025 鴻海科技日於 11 月 21~22 日接連兩日召開，聚焦於 AI 工廠 (AI Factory) 智慧製造、智慧電動車、機器人等幾個關鍵且多元技術主題，並邀請包括由 NVIDIA、IBM、ABB 機器人、Google Cloud、思科 (Cisco)、高通 (Qualcomm)、英飛凌 (Infineon)、恩智浦 (NXP)、德州儀器 (TI) 等國際大廠一起共襄盛舉，分享最新科技應用進展。

今年科技日活動以智慧製造、智慧電動車、智慧城市三大智慧平台為主軸，當中智慧電動車創新，加上智慧座艙、智慧駕駛和智慧聯網等技術發展吸引廣泛的關注，透過 AI 和嵌入式電子元件驅動的轉型，引領亞洲車用電子產業蓬勃發展。

英飛凌智慧座艙展示個人化 移動生活空間的創意

英飛凌 (Infineon) 這次展示的智慧座艙系統是使用英飛凌 TRAVEO™ T2G CYT4BB 系列微控制器 (Microcontroller Unit, MCU)，以及英飛凌車用無線通訊晶片 (CYW89570)，實現了雙 Wi-Fi 6 與雙藍牙 BT5.4 的組合，加上英飛凌電源管理系統方案 (SBC, Switch...)，搭配 Qualcomm 系統單晶片 (System on Chip, SoC) SA8295 的智慧座艙系統提供雙螢幕的功能，給使用者帶來更好的座艙應用體驗。

現場攤位接受專訪的英飛凌大中華區資深主任工程師高樹威先生表示：「隨著電動車的座艙與駕艙系統整合的趨勢下，英飛凌持續以領先業界的汽車半導體打造電動車的整合性解決方案，並以在地的技術支援，積極協助 MIH 供應鏈的成長與共贏。也持續支援在台灣領先業界的 MIH 供應鏈，並快速提供電動車整合性解決方案，以協助 MIH 電動車供應鏈快速壯大與成功。」

再者，英飛凌展出了儀表顯示器解決方案，提供車用顯示器搭配抬頭顯示器 (Head-Up Display, HUD)，支援全

螢幕與縮放影像的拍攝場景應用，涵蓋車道輔助系統、手動車道輔助、倒車影像系統，由於搭載新型 TRAVEO™ T2G CYT4EN 6MDDR MCU，可呈現與即時渲染的擬真 3D 效果。透過 LPDDR4 高速記憶體介面，最高可連接 1GB 外部記憶體，使圖形運算引擎擺脫 MCU 內建視訊記憶體的限制。該產品一舉取代低階 SoC 顯示器應用，整合 HUD 的儀表板系統展現強大產品實力與重要賣點。

英飛凌另一項享譽業界的產品展示 AURIX™ TC4D 的區域控制高效率的電子／電氣 (Electrics/Electronics, E/E) 架構系統解決方案，內含兩個區域控制器和一個中央計算單元，具備不透過中央處理器 (Central Processing Unit, CPU) 就可以實現 CAN-CAN、CAN-Ethernet 等低延遲的網路通訊連結，透過豐富的乙太網路 (Ethernet) 介面，同時支援豐富的時效性網路 (Time-Sensitive Networking, TSN) 協議，滿足 Ethernet 即時性和可靠性的通訊要求，既可以滿足新世代車用大算力的需求，又可以保證系統的安全性和即時性。



英飛凌高樹威資深主任工程師展示系列解決方案，助力 MIH 蓬勃發展。

Qnity 啟諾迪材料解決方案 推動 800 V DC 電力架構升級

隨著 AI 算力需求不斷攀升需求，鴻海攜手 NVIDIA 將導入 800 V DC 電力架構，共同打造未來人工智慧工廠基礎設施，建置 AI 算力叢集暨超級電腦運算中心，面對 800 V DC 的輸電挑戰，要確保系統的安全運作，需要具備高電壓保護與安全隔離，當中更不可或缺材料供應商的重要支持。

Qnity 啟諾迪，是一家注於半導體價值鏈的技術解決方案供應商。它提供推動人工智慧、高效運算和先進連接技術的解決方案，從半導體晶片製造到實現電子設備的高速傳輸。啟諾迪於 2025 年 11 月 1 日自杜邦分拆成為獨立上市公司，在紐約證券交易所 (NYSE) 上市。

啟諾迪張春來處長現場受訪時表示：「隨著 MIH 逐漸進入高壓、高頻與高可靠度的電動車產品的高速發展，啟諾迪以駕駛與乘客的安全為第一優先考量的產品價值，將持續提供電子、電機與半導體產業高功能的材料與服務，攜手 MIH 電動車供應鏈追逐高速成長機會。」

Qnity 啟諾迪針對 800 V DC 電力架構提供一系列材料解決方案，首先是 Kapton® 聚醯亞胺薄膜，其具備優異的耐高溫絕緣特性，符合各種 800 V 以上絕緣特性需求，避免局部放電產生的電暈破壞所造成絕緣材料的加速劣化，並降低其使用壽命，提高電機的使用壽命與可靠性。另外，這個材料亦具有高熱傳導特性，可降低電機使用時溫升狀態，有效提升電機的用電效率。

再者，啟諾迪旗下 Laird™ 品牌一系列包括導熱介面材料、磁性元件、導電布包覆泡棉、吸波材料與 EMI 防護金屬產品，這些材料提供應對包括 800 V DC 電力設備在內所需要考量可靠性、優化高頻性能、高熱導率、抗電磁干擾與強化電磁干擾 (Electromagnetic Interference, EMI) 防護的效益，支援下一代 AI 基礎設施超過 1 MW 的伺服器機櫃發展趨勢。



Qnity 啟諾迪張春來處長展示多種先進材料解決方案，保障駕駛與乘客安全為優先。

東元電機智慧移動動力系統解決方案 加速電動車智慧升級

東元電機的電動巴士動力系統在台灣擁有八成的市佔率，目前更進軍歐洲電動巴士市場，本次參展鴻海 2025 年科技日展出新產品，首先是東元第三代扁線油冷電機技術，提供高能量密度，讓電動車續航更長、動力更強。同時其體積縮小超過 30%，非常適合諸如電動車、無人機、農機和建築設備等空間受限的應用，加上進入量產後的降低成本紅利，成功導入電動巴士與歐洲電驅橋專案。

第二個東元高功率電機驅動器，也就是碳化矽 (SiC) 驅動器，該產品重量僅 19 kg，是在同級產品中極具輕量化優勢，提供整車佈局的高靈活性，降低開關損耗並提升系統效率，驅動器效率可高達 99%，已經導入電動巴士與重載車輛平台。SiC 驅動器目前最高功率輸出 360 kW，最大峰值電流 650 安培，滿足瞬間高扭矩需求與高負載使

用情境。提供 IP67 防護等級，適應嚴苛工作環境。

接續亮相產品是中置電驅橋，適用於 6~8 公尺的商用車，或是總重量 11 噸以下的中巴市場，瞄準城市公共交通與旅遊巴士市場，其最大的特色就是輕量化與設計彈性，透過電機與橋體高度整合，不僅節省空間，還讓底盤佈局更簡單，整車設計更靈活，並有效降低整車重量，提升能效與續航力，最高可增加 5~10% 的續航里程。同時，高整合度設計減少傳動損耗，讓系統效率更高，維護成本更低。

上述三家產品展示以技術創新實現在車用系統的創意應用，並攜手鴻海成為關鍵的生態系統與供應鏈夥伴，共同加速這場兆元級產業轉型的領先地位，增加彼此在市場上的價值，開拓未來的關鍵商機。



東元電機藍壹鐘處長展示 EV 電力系統與解決方案，攜手 MIH 供應鏈把市場大餅一起做。



從車載通訊到 OTA 安全： 邁向 SDV 標準共識的第一步

隨著軟體定義汽車 (Software Defined Vehicle, SDV) 成為汽車產業的新戰略焦點，全球供應鏈正經歷一場由硬體導向轉為軟體驅動的系統變革。當車輛的運作邏輯不再只依賴單一控制器，同時也透過軟體與通訊協議協同運作時，產業鏈間出現前所未有的「訊息溝通落差」，由於車廠採用的電子電氣架構 (Electrical and Electronic Architecture, E/E Architecture) 未必相同，汽車供應鏈各層級 (Tier) 與晶片廠多以自家平台設計應用程式介面 (Application Programming Interface, API) 與資料格式，功能雖可正常運行，但因缺乏一致的介面規範，跨模組在訊息交換與協議協作上仍難以互通。

為回應產業挑戰，MIH 聯盟軟體定義汽車技術委員會 (SDV TC) 主席張暘博士召集九家會員企業，舉辦「SDV TC 第一次工作會議」，代表包括英飛凌、德州儀器、怡利電子、格斯科技、愛德克斯、信昌明芳、AutoCore、VicOne、Sonatus 等不同領域技術專家共同參與。

本次交流聚焦兩大主題，其中包括車載通訊協議 (In-Vehicle Communication Protocols) 與無線軟體更新機制 (Over-the-Air, OTA)，透過開放討論與技術分享，期望釐清產業在 SDV 架構推進上的共通痛點，並嘗試建立跨產業的合作討論架構。

車載通訊協議： 從分散協定走向共通語言

當車輛電子化程度提升，車內通訊不再只是訊號傳遞問題，而是系統架構整合關鍵。英飛凌 (Infineon) 代表 SDV 資深經理俞若晨在會中指出，車用通訊協議的挑戰，來自從分散式協定向「區域化 (Zone) 與中央計算架構」的過渡過程。

隨著運算單元集中化與資料流量暴增，過去控制器區域網路匯流排 (Controller Area Network Bus, CAN Bus) 所能負擔的頻寬已不敷使用。俞經理指出，乙太網路 (Ethernet) 已普遍成為 SDV 架構中的主幹網選擇，而時間敏感網路 (Time-Sensitive Networking, TSN) 等技術則透過優化可靠性，進一步鞏固 Ethernet 的地位。然而，目前各車廠與 Tier 1 仍以自有架構實作，導致「協議可行但介面不一」，開發成本與測試時間因此增加。

德州儀器 (TI) 代表應用工程部經理許志偉則補充，區域化架構的挑戰不僅在硬體連線，更在於如何在中央運算、區域控制器與邊緣模組之間建立一致的資料節點邏輯。若沒有共通架構，任何跨模組的開發都會面臨需要高運算處理的系

統單晶片 (System on Chip, SoC)，並帶來不穩定的風險。

來自怡利電子 (E-Lead) 的代表研發二處副總江勝男則從實務角度指出，影像感測器與多媒體串流應用的需求，使頻寬與延遲管理成為整車穩定性的瓶頸。特別是倒車影像等應用，極低延遲至關重要。若通訊協議無法有效整合，就可能導致訊號延遲、車端判斷錯誤。這也讓業界逐漸意識到，SDV 的挑戰並非技術能不能實現，而是如何讓不同技術能夠協作。

此番交流顯示，通訊協議的關鍵不在於制定新標準，而在於整合現有標準與實務經驗，建立產業間的「共同語言」。張暘博士指出，SDV 的價值來自跨界協同而非重新定義通訊方式。他進一步說明，目前 IEEE 802 AVB 等相關協議已能支援高頻寬、低延遲的影像資料傳輸，這項能力對即時影像處理與自動駕駛應用尤為關鍵，特別在於整體網路架構的設計與配置。唯有在共通介面下，車載資料流與更新流程才能具備可持續性。

OTA 機制： 從安全更新到分層治理

此外，隨著車載通訊架構逐漸成形，新的挑戰也逐步浮現：如何讓軟體更新更安全、更可信？OTA 機制成為 SDV 生態的核心，但在安全驗證與法規遵循上仍缺乏一致的產業共識。在會中，VicOne 代表架構師盧至剛以資安角度指出，OTA 涉及通訊層、系統執行層與系統間互動，任何一層漏洞都可能成為攻擊入口。因而未來 OTA 架構必須建立「信任鏈」(Chain of Trust)，亦即從雲端簽章到車端驗證，確保軟體來源、傳輸與安裝全程可追溯。

格斯科技代表模組事業處處長郭恒禎則以動力與電驅系統為例指出，核心控制元件 OTA 更新的風險高於資訊娛樂模組，一旦更新中斷或資料失真可能影響安全駕駛。因此他們建議 OTA 機制應採取分層驗證與回復機制 (Rollback Mechanism)，讓系統在異常狀態下能自動回復穩定版本。張暘博士對此回應，核心控制系統的 OTA 有各種類型，包括 SOTA，FOTA，COTA 等，更新過程需要確保「失效安全設計」(fail-safe) 概念，可解決不同元件的更新機制。

張暘博士在會中進一步提出，未來 OTA 的標準化方向應同時涵蓋實體

層面的雲端、車端與接收器分類，以及更新類型的軟體與韌體區分，作為後續建立共通架構的基礎。他強調，MIH 不應重新發明標準，而是該整合《Uptane》、《eSync》、《UNECE WP.29》以及相關組織的 Best Practice 等國際架構的既有標準，並透過 MIH 平台加速台灣產業鏈的落地應用。

本次會議形成了明確共識，OTA 與車載通訊是同一「資料與信任鏈」的上下游，前者確保資料能穩定傳遞，後者確保更新能安全落地。SDV 的未來不僅在車輛功能的智慧化，更在於整個軟體生命週期的治理成熟。

SDV 推進三大關鍵議題

項目	重點挑戰	核心解方	MIH 共識
車載通訊協議	<ul style="list-style-type: none"> ● 各家介面不一，難以互通 ● CAN 頻寬不足 	<ul style="list-style-type: none"> ● 採 Ethernet+TSN ● 建立共通介面與資料格式 	整合既有標準，形成共同語言
OTA 安全更新	<ul style="list-style-type: none"> ● 雲端到車端安全鏈斷裂風險 ● 控制模組更新風險高 	<ul style="list-style-type: none"> ● 建立 Trust Chain ● 分層驗證 + Rollback ● SOTA/FOTA/COTA 分類 	整合國際架構，建立統一 OTA 架構
SDV 產業協作	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術分散、缺乏一致流程 	<ul style="list-style-type: none"> ● 共享實務、同步驗證 	以最佳實踐形成可重複驗證的參考架構

MIH 整理，2025/11

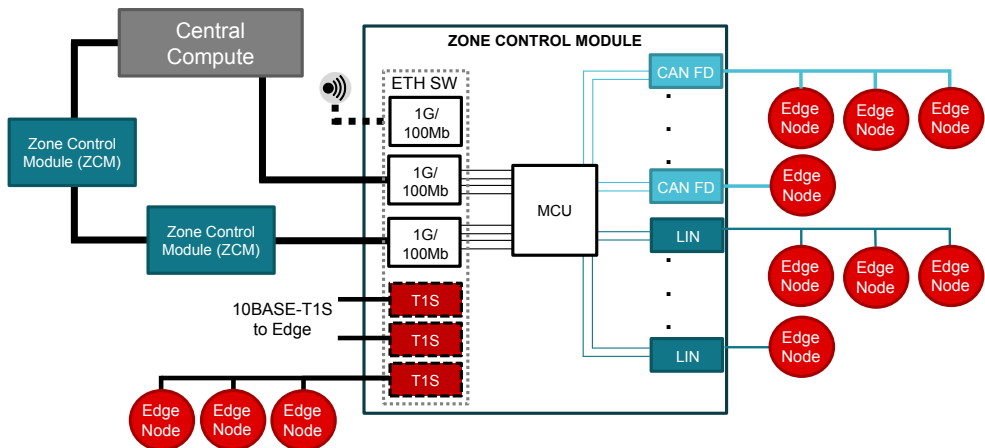
從交流到協作： MIH 構築 SDV 產業共創平台

張揚博士最後總結指出，本次技術委員會的交流不僅是資訊分享，更是產業建立共識的起點。他強調，當前 SDV 的核心挑戰不是技術，而是協作。MIH 將持續透過技術委員會的討論，整合會員間的專業能量，從車載通訊、OTA 機制到車端安全治理，逐步形成系統化的建議架構。

未來 MIH 技術委員將會以最佳實踐參考架構與驗證機制為推進方向。這項

工作目標是透過整合會員間的實際經驗，建立產業間可重複驗證的參考架構，這不僅有助於台灣供應鏈與國際標準接軌，也能加速在地技術團隊參與全球 SDV 生態的節奏。這場交流會的結束並非議題的句點，而是 SDV 產業共創的新起點，從車內通訊到雲端更新，MIH 正以開放、協作的精神，讓「軟體定義汽車」不只是口號，而成為一條能被全球夥伴共同參與的產業道路。▲

Zone Architecture 1st Gen ZCM Network Block Diagram



德州儀器 (Texas Instruments, TI) 在會議上所提出的第一代 Zonal E/E Architecture 範例，說明「Zone Control Module (ZCM)」在 SDV 架構中的網路拓撲配置。此架構示範了未來車載電子如何從傳統分散式 ECU，演進到以區域控制為核心的分層式架構。(圖片提供: TI)



Minimalism Intrinsic Harmony

MIH

MIH 期刊問卷

親愛的 MIH 會員您好：

感謝您閱讀本期《MIH 期刊》！

我們誠摯邀請您分享意見，協助我們持續優化內容與呈現形式，
打造更貼近會員需求的專業交流平台。

您所提供的意見，將作為未來期刊主題與欄位規劃的重要依據。
歡迎掃描 QR Code 填寫問卷，與我們一同推動平台成長。

凡完成問卷的會員，往後我們將優先邀請參加交流活動，敬請期待。
再次感謝您的支持與參與！





Minimalism Intrinsic Harmony

MIH