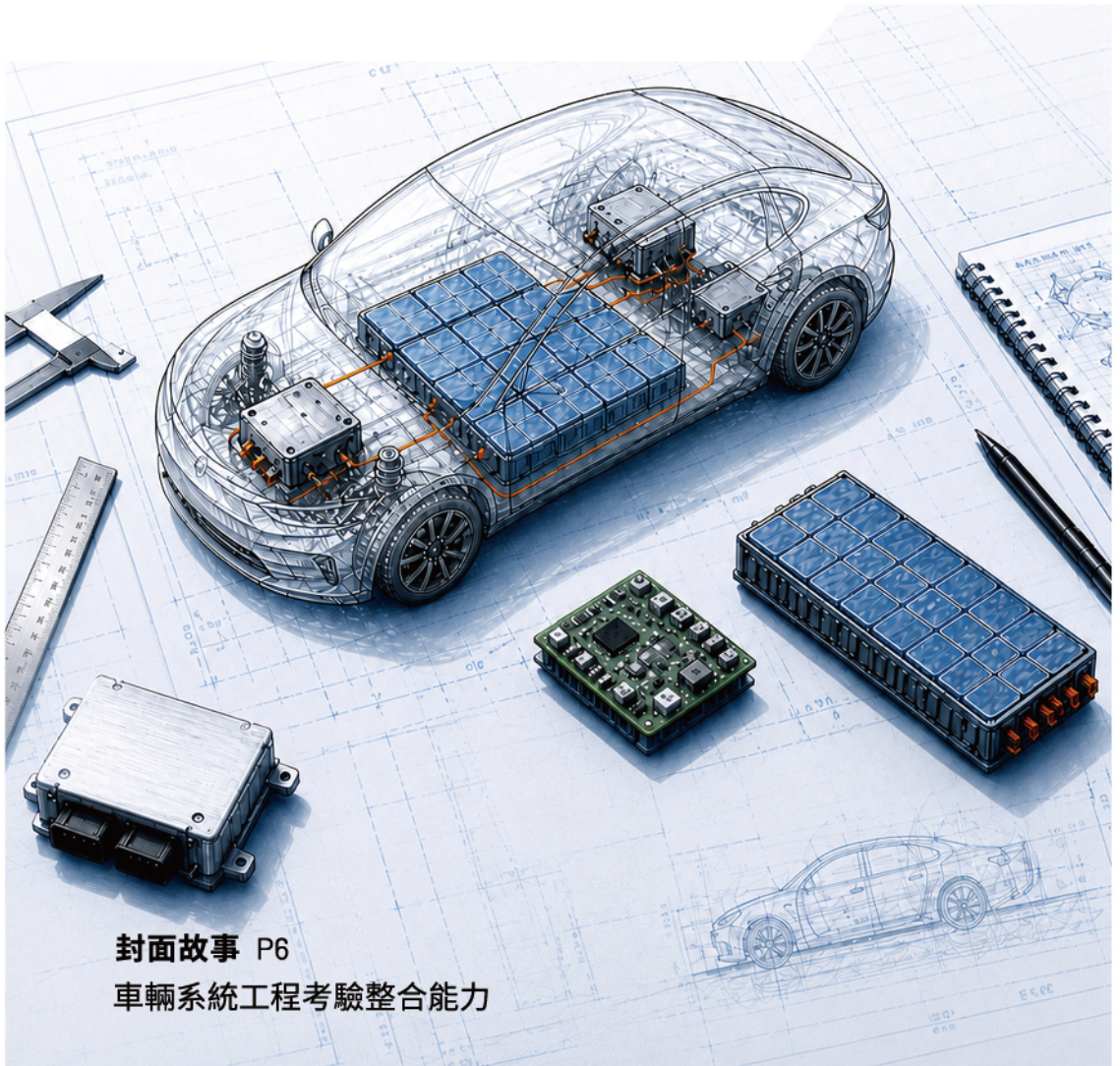


# 台灣供應鏈的新護城河

零組件供應到整車系統工程

**06**  
Vol

Jun. / 2026



**封面故事 P6**  
車輛系統工程考驗整合能力

## 精選議題

P26

市場洞察 -  
系統成熟度浮上電動車廠競爭檯面

P54

MIH 專欄 -  
MIH 聯盟走向產業落實的新考題



# 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。

---



# Contents

- 05** **05 編輯室報告**  
整車與安全 重塑電動車競爭核心
- 06 封面故事**  
車輛系統工程考驗整合能力  
風險管理成為電動車安全新門檻  
整車架構牽動安全設計邊界
- 26** **26 市場洞察**  
系統成熟度浮上電動車廠競爭檯面
- 34 科技焦點**  
失效可運作能力改寫車輛故障處理邏輯

- 42** **42 標準與法規**  
安全治理提高整車供應鏈門檻
- 48 未來應用**  
新移動場景考驗車輛安全與營運效率
- 54 MIH 專欄**  
MIH 聯盟走向產業落實的新考題

## 編輯室報告

### 整車與安全 重塑電動車競爭核心

電動車產業的競爭重心正在轉移。歷經早期以續航里程、補助政策與單一性能數據吸引目光的階段，如今決定一輛車能否在市場上站穩腳步的，不再只是單純的馬力與效能，還需顧及整車架構是否成熟、系統整合是否順暢，以及安全能力能否從設計初期就被完整納入。

整車能力的意涵也跟著改變。將車身、底盤與三電系統組裝成一輛能跑的車，只是最基本的門檻；真正的能力，是讓動力系統、能源管理、熱管理、電子電氣架構與控制邏輯，形成一套一致的運作語言。隨著車輛的軟體比例與電子控制程度持續提升，架構定義權也逐步上移，整車廠掌握的已從單一零件規格，擴展到各子系統如何分層、協同，以及在同一平台上有效延伸出不同產品。

安全的定義也在此過程中被重寫。過去談車輛安全，多半聚焦於碰撞結構、材料強度與被動防護；高壓系統、電池熱風險、線控底盤與軟體控制普及之後，安全已成為跨系統的風險管理工程，而非產品完成後才啟動的驗證程序。從功能安全、責任分層，到異常情境下的降級運作能力，整車安全的核心已從「能否通過測試」，轉向「能否在設計階段就定義並收斂風險」。

整車與安全，從來不是兩條平行推進的工作線。電池配置方式、控制器集中度、模組共用策略，直接影響安全設計的彈性與驗證難度；反之，安全法規、責任邊界與功能安全要求，也會限制平台架構與零件共用方式。真正成熟的整車能力，不只是打造高性能、低成本的產品，更是在複雜系統中收斂風險的能力。

《MIH期刊》第六期以「整車×安全：電動車競爭的下一道門檻」為核心主題，從整車系統整合、安全前移、架構決策到未來移動應用，解析全球產業競爭邏輯如何被改寫，也探討台灣供應鏈在新一輪變局中，如何從零組件供應者進一步走向次系統整合與平台協作夥伴。

本期也具有承先啟後的意義。《MIH期刊》前六期以工具書形式，梳理電動車的關鍵零組件、三電系統、平台架構、車身底盤與整車安全，建立讀者理解產業的知識座標。本期 MIH 專欄則回顧聯盟成立以來的階段性成果，整理歷期受訪者對 MIH 的觀察與建議。下一階段，MIH 更重要的任務，是將標準共識、模組化平台與會員能量，轉化為可交付的解決方案、具體商業合作與國際市場連結。自第七期起，《MIH期刊》將由電動車延伸至智慧車時代，陸續聚焦車用晶片與 AI 平台、自駕車落地，以及車聯網新時代，持續觀察汽車產業的下一波變革。▲



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、黃欽晏、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

# 封面故事 1



## 車輛系統工程考驗整合能力

### 電動車不是把零件組起來就好，整車開發難在哪裡？

電動車的發展正在改變「整車」的定義。在電動車架構中，車輛已不再是零組件的集合，而是一套由軟體驅動、具備即時閉環控制能力的系統工程。整車不再只是將動力、底盤與車身組合起來的結果，更需要同步處理電池輸出、動力反應、溫度控制與訊號調整。隨著各子系統之間的互動日益頻繁，整車表現也逐漸取決於各環節能否穩定協同運作。

## 整車角色轉變：從模組整合到系統行為設計

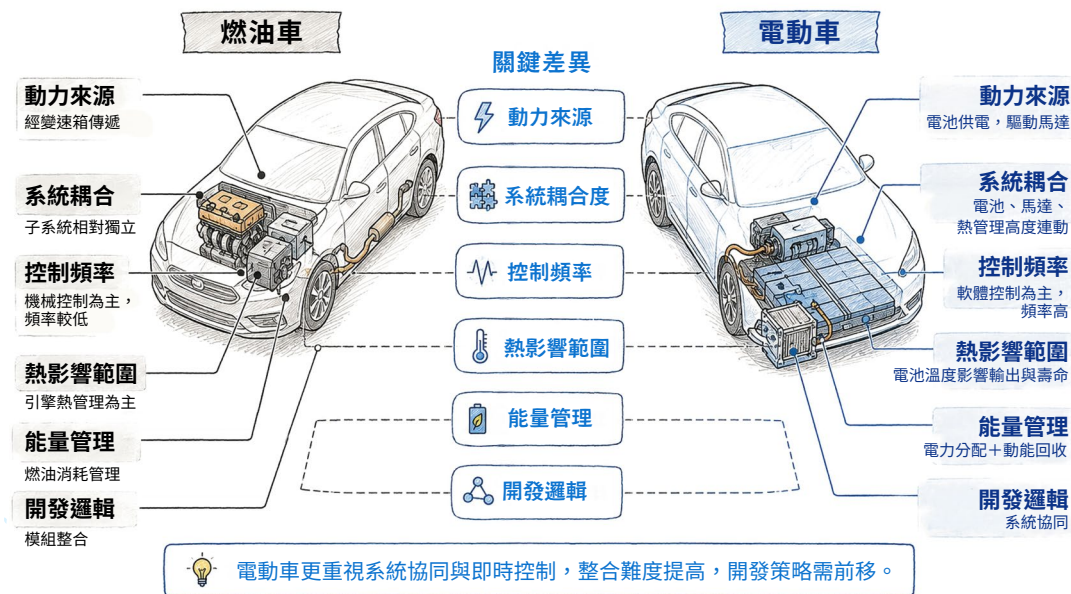
燃油車歷經上百年演進，動力、底盤與車身三大系統已各自形成完整的技術體系，並透過標準化介面相互銜接，使整車開發得以模組化推進。工程師可在既有架構下分頭進行各零組件的最佳化，最終透過系統整合測試確認匹配性與可靠度。

相較之下，電動車的系統運作比燃油車更為緊密連動，電池輸出的電流隨溫度與電量即時變化，會直接左右馬達扭力；熱管理系統須持續調整冷卻或加熱策略，讓電池維持在適當工作區間；控制單元則依據加速、煞車與路況訊號，即時調配動力分配與動能回收比例。

上述動作往往在極短時間內接連觸發。例如電池溫度上升時，冷卻系統會及時介入，調整水幫浦或風扇轉速；控制單元可能同步限制輸出，馬達扭力隨之改變。相關零組件在短時間內連續反應，形成環環相扣的調控鏈。整車表現愈來愈不只是由單一零組件決定。

這種高度連動的特性，使整車開發的重心產生根本性轉變。開發邏輯逐漸從「組合模組」轉向「協調系統」，工程師必須在設計階段就預先安排各零組件的協作方式，並在開發過程中同時追蹤電池輸出、溫度變化、冷卻介入時機，以及控制單元的動力輸出與動能回收策略，確保各項反應在不同情境下都能穩定配合。

### 燃油車 vs 電動車整車工程差異比較



## 架構定義能力： 整車開發起點前移

零組件之間的高度連動，使後段整合與調整的複雜度大幅提升。電池輸出、溫度變化與控制反應彼此牽動，問題往往不會只落在單一零組件；若在整合階段才發現系統不匹配，通常需要同時調整多個環節，導致時間與成本雙雙攀升。這種態勢促使開發流程的重心必須系統性地前移。

過去多數決策集中在各子系統設計完成之後，再透過整合與測試逐步修正差異。如今，部分關鍵分工必須在更早階段就先行釐清。例如：輸出限制由哪個零組件負責、冷卻何時優先介入、控制單元如何劃分權責。這些前期設定會直接影響後續設計走向，一旦確立，後續可調整的空間也隨之縮小。

電氣與控制比重提高後，前期設定的影響更容易被放大。例如，冷卻策略與輸

出限制若未同步，可能出現溫度已升高、動力卻仍持續輸出的情況；控制訊號若在不同單元間的定義不一致，動力反應也可能忽快忽慢。這類問題會同時牽動電池、動力與冷卻三個環節，在整合階段往往難以單點修正，必須回頭調整動力輸出、電源分配、冷卻策略與控制邏輯之間的整體關係，修改範圍與代價也因此大幅擴大。

例如電池冷卻策略與輸出限制若在整合測試階段才發現設定不一致，往往需同步修改電池管理系統(Battery Management System, BMS)、熱管理與動力控制邏輯，並重新驗證，開發時程可能因此增加數週至數月，甚至影響量產時程。

### 知識小站 | 什麼是熱管理系統？

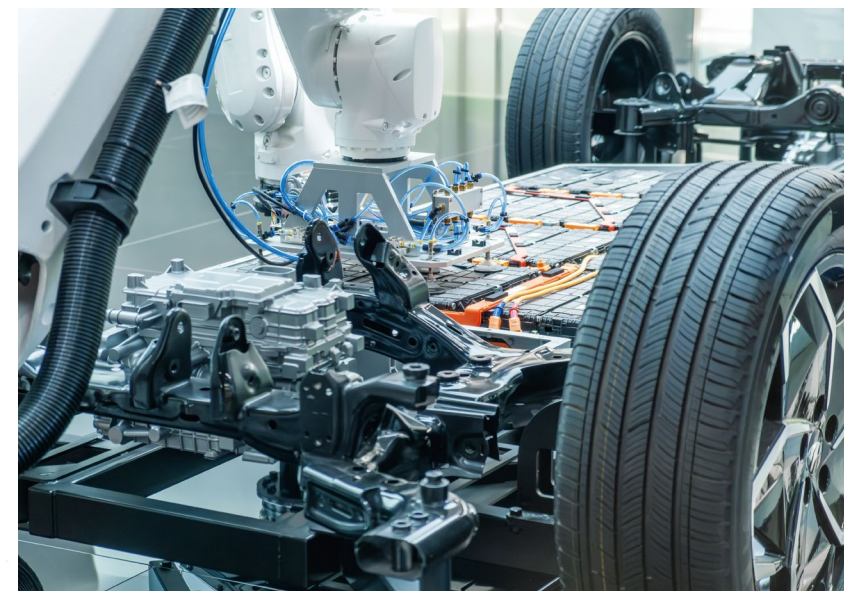
熱管理系統負責控制車輛各項元件的工作溫度，包含電池、馬達、功率元件與車廂空調等。對電動車而言，溫度會直接影響電池效率、充放電表現與使用壽命。若冷卻策略與動力輸出控制未能同步，可能出現電池溫度已升高、車輛仍持續高功率輸出的情況，進而影響行車穩定性與安全性。

## 跨系統協同設計： 整車工程的難點

明確定義分工後，下一步是確認各零組件在實際運作時能否穩定配合。開發過程中，工程師需要持續觀察各子系統之間的關係，在加速、減速或高負載等情境下，檢驗輸出限制、冷卻介入與動力反應是否同步。任何一環失調，都會直接影響整體穩定度與使用感受。

調整過程中，單一零組件的最佳化不一定會直接反映在整體表現上，有時反而會牽動其他條件，例如提升放電效率後，溫度會隨之上升、冷卻負擔加重，進而影響動力輸出的穩定性。問題多半集中在子系統的介面上，包括規格定義

不清，容易造成責任模糊；訊號傳遞延遲可能讓控制反應不同步；各自最佳化後的零組件整合在一起，整體反應也未必一致。這些狀況若未在前期釐清，往往會在整合與驗證階段集中浮現，增加修正難度與開發成本。因此，測試不能再只集中於整合階段，而是必須貫穿整個開發過程，讓問題在影響範圍擴大前就被發現與修正。工程團隊需在不同情境下反覆檢驗各項反應之間的關係，並依據結果逐步收斂參數與設定。能否在反覆調整中快速收斂，不僅決定了開發效率，也直接影響最終產品在各種條件下的表現一致性。



電動車底盤整合涉及動力、電池、線束與控制系統協同，工程團隊需透過開發過程中的反覆測試，確認各子系統在不同負載情境下維持一致反應。

## 整車分層設計： 複雜度管理的關鍵工具

跨系統協同成為整車工程的日常後，系統複雜度快速攀升。開發能否穩定推進，取決於是否具備有效的控制方法。在此情況下，分層設計逐漸成為釐清系統關係的重要方法。

分層設計概念源自系統工程與軟體架構中的分層思維。在車用領域中，汽車開放系統架構 (Automotive Open System Architecture, AUTOSAR) 透過軟體分層降低模組整合難度；ISO 26262 汽車功能安全標準，則以系統、硬體與軟體層級進行安全責任劃分與驗證管理。

雖然兩者所處的層面不同，但都反映車輛開發正以分層方式處理日益提高的系統複雜度。對應到整車工程，則可進一步延伸為功能層、控制層與執行層等整車層級架構。透過此結構，系統關係得以明確劃分，各層可在既有邏輯下進行

調整，同時維持整體運作的一致性，也有助於釐清團隊之間的分工。

分層設計的價值不只體現在開發過程，也延伸至後續的維護與擴展。當功能需求發生變動時，可優先在上層進行調整，避免對底層設計造成全面影響；同時，驗證流程亦可依照層級分開進行，使問題定位更具方向性。這種由上而下拆解、由下而上驗證的結構，隨著軟體控制與系統整合程度提升，逐漸成為確保整車開發一致性的基礎。

若缺乏分層機制，各系統之間容易形成過度耦合，局部調整往往牽動整體，問題也更難追溯與修正，使開發過程中累積的複雜度難以有效消化。因此，分層設計已逐漸成為整車工程的共同語言，也是觀察一套系統是否具備成熟架構能力的重要指標。

### 整車分層設計架構

層級	定位	核心職責	實際案例	對整車的影響
功能層	行為定義層	定義車輛應具備的功能與任務	先進駕駛輔助系統 (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)、節能模式、駕駛模式切換	決定整車「要做什麼」，影響產品定位與使用體驗
控制層	策略轉換層	將功能需求轉換為控制邏輯與參數設定	主動式車距巡航 (Adaptive Cruise Control, ACC)、扭力分配、煞車回充比例控制	決定「如何達成」，影響協同效率與穩定性
執行層	實體執行層	驅動硬體系統實際運作	馬達輸出、煞車作動、冷卻泵浦啟動、轉向機構作動	決定「實際表現」，直接影響動態與能源效率

MIH整理，2026/05

## 驗證與開發流程改變： 從後段檢查到前期整合

分層結構逐步建立後，整車開發流程也隨之調整。過去以「設計、測試、修正」為主的線性流程，多半依賴後段整合與驗證找出問題；在電動車開發中，此模式已難以支撐開發節奏與品質要求，因此架構定義與系統級驗證必須提前納入設計初期。

設計階段需同步考慮整車行為，讓各子系統在開發過程中持續檢視彼此的互動關係，並依據結果反覆修正。驗證不再集中於開發後段，而是分散於整個開發流程，有助於提前釐清設計假設，降低後期調整幅度與風險。

在此變化下，驗證的角色也出現轉變，工程重點從確認單一功能是否達標，轉向檢視整體運作是否穩定一致。驗證逐漸貼近設計本身，成為持續修正與收斂的一部分，而非開發完成後的獨立階段。

整體而言，整車開發逐漸形成設計與驗證並行的模式，呈現持續迭代的特性。能否在開發過程中掌握系統狀態並有效控制變更影響，成為衡量整車工程能力的重要指標。

### 知識小站 | 什麼是「驗證前移」？

過去車輛開發多採線性流程：

**設計完成 → 整合測試 → 發現問題 → 回頭修正**

但在電動車架構中，電池、馬達、熱管理與控制系統高度連動，若等到後段整合才發現問題，往往需要同時修改多個子系統，成本與時程都會放大。

因此，整車開發逐漸轉向「設計與驗證並行」：

**架構定義 → 系統模擬 → 子系統開發 → 分階段驗證 → 反覆收斂**

這代表驗證不再只是開發完成後的檢查，而是在設計初期就用來確認假設、控制風險與收斂系統行為的方法。

## 封面故事 2



## 風險管理成為電動車安全新門檻

### 電動車安全，為何不再只是通過碰撞測試？

電動車並未降低安全風險，而是將風險從「碰撞保護」擴展至「高壓電、熱失控與軟體控制」的複合型系統風險。過去車輛安全多半圍繞在碰撞結果，透過結構設計與材料強度來降低事故傷害；電動化與軟體導入之後，風險開始延伸至行駛、充電、更新與維運的整個生命週期。高壓系統、電池熱失控、控制邏輯與網路連結等因素相互交織，使安全議題從單一測試項目的合格判定，演變為跨系統行為是否穩定且可控的整體問題。

面對上述轉變，安全相關工作逐漸前移至設計與開發流程中，從過去偏重後段驗證，轉變為早期的風險辨識與系統規劃。從異常情境如何被定義，到失效機制如何被控制，再到驗證如何隨產品演進持續進行。安全也因此不再只是審驗或測試議題，而是逐步進入整車工程與開發流程之中。

## 審驗視角下的安全轉型 碰撞保護到系統風險管理

過去車輛安全的核心在於碰撞後的保護能力，重點集中在車體結構強度與乘員傷害控制，透過各項測試確認事故發生時的防護效果。電動化與智慧化技術導入之後，車輛的組成與運作方式已出現明顯變化。財團法人車輛安全審驗中心技術處處長曾鵬庭表示，根據該中心的審驗實務來看，安全關注的範圍已從結構與碰撞，擴展至高壓電系統、電池管理、電子控制系統，以及資訊安全與軟體更新等面向，相關檢測項目與審驗重點也隨之調整。例如在電動車領域，需對應電池與高壓安全相關的聯合國歐洲經濟委員會 (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) R100 法規；在智慧化車輛部分，則納入網路安全管理的 UNECE R155，以及軟體更新管理的 UNECE R156，顯示車輛安全審驗已逐步從單一機械結構要求，走向整車系統治理。

隨著審驗重點的轉移，安全定義已從單一測試結果，轉向系統層級的風險

識別、評估與控制。曾鵬庭觀察到，現行審驗已從單一零組件是否符合規範，進一步走向整車層級的整合判讀，特別是在電子、控制與通訊高度耦合的情況下，任何一個環節的異常都可能透過系統擴散，影響整體安全表現。評估重點因此開始落在車輛於不同情境下的行為是否穩定，以及異常發生時是否具備可控的應對機制。

在審驗與產業互動的過程中，曾鵬庭也指出，電動車安全的核心已逐步從「事故發生後的保護」，轉向「事故發生前與運作過程中的風險管理」。此一轉變使安全不再只是針對單一測試結果的判定，而是建立在對整體系統行為的理解上，安全因此成為整車工程中需要持續關注與調整的關鍵條件。當安全評估開始聚焦於系統運作過程，風險型態也隨之改變，從可被單點定位的問題，演變為跨系統的交互影響。



車輛安全審驗中心技術處處長曾鵬庭表示，根據該中心的審驗實務來看，安全關注的範圍已從結構與碰撞，擴展至高壓電系統、電池管理、電子控制系統，以及資訊安全與軟體更新等面向。

## 風險型態結構性轉變 耦合架構下的系統安全挑戰



德凱認證亞太區技術經理劉昱宏指出，在電動車與高度電子化架構下，系統之間的耦合程度提高，單一異常往往透過訊號與控制邏輯擴散，進而影響其他功能模組，甚至改變整車行為。

電動車安全工程面對的下一個課題，不只是風險是否存在，而是風險如何在複雜架構中傳遞與擴散。電動車系統架構日益複雜，風險的樣貌也從過去相對單純的單點失效，轉向跨系統的連鎖反應。德凱認證 (DEKRA) 亞太區技術經理劉昱宏指出，以該公司實務經驗來看，傳統車輛多半以零組件或單一功能為單位進行設計與驗證，一旦發生異常，問題通常可在該系統內被定位與處理；但在電動車與高度電子化架構下，系統之間的耦合程度提高，單一異常往往透過訊號與控制邏輯擴散，進而影響其他功能模組，甚至改變整車行為。

從風險類型來看，可進一步對應為電氣安全、功能安全與資訊安全三個層面。電氣安全主要涉及高壓系統與電池運作，包括高壓隔離失效、電池熱失控，以及熱管理不均所帶來的安全隱憂；功能安全層面著重於系統失效後是否仍能維持可控狀態，例如感測資料錯誤、控制策略判斷失準，或先進駕駛輔助系統 (Advanced Driver

Assistance Systems, ADAS) 與車輛動態之間的互動；第三是資訊安全風險，涵蓋車聯網與軟體架構可能面臨的外部威脅，例如軟體更新後造成的行為變化、通訊介面遭入侵，以及人機介面與控制系統之間的訊號傳遞異常。更具挑戰性的是，這三類風險往往並非各自獨立，而是在整車架構中相互影響。

劉昱宏指出，相較於單一元件失效，跨系統情境不僅更難透過傳統測試方式覆蓋，也更依賴開發初期對整體架構的理解與規劃。工程團隊需要在設計階段思考不同系統之間的關聯性，預先定義可能的異常情境與影響範圍，才能避免風險在後段整合時被放大。

電動車架構的複雜化，使風險已不再只是局部問題，而是整車在不同條件下的行為一致性問題。如何掌握系統之間的互動關係，並在異常發生時維持整體運作的穩定與可控，逐漸成為電動車安全工程的核心課題。

## 安全內建於開發流程 功能安全重塑整車工程思維

在此轉變下，功能安全的角色也開始出現根本性調整。電子控制與軟體在車輛中的比重提高，功能安全在整車開發中的定位也出現轉變。劉昱宏指出，過去功能安全多半被視為開發後段的驗證工具，重點在確認產品是否符合既有標準與測試要求；但在電動車與智慧車輛架構下，相關要求已逐步前移，從概念設計與系統規劃階段即開始介入，成為整體開發流程的一部分。設計團隊需要在功能定義之初，就同步思考失效情境與對應機制，並透過一致性的流程將安全需求分配至各層級設計中。

要求前移帶來的轉變，使工程思維從單一功能導向，轉向系統層級的整體考量。劉昱宏指出，從晶片 (IC)、模組到整車，每一層級都需要評估自身失效對上層系統的影響，並在設計中納入相應的安全機制，讓風險能在早期被辨識與控制。功能安全不再只是檢查工具，而更趨近於串接不同設計層級、建立共通理解的工程語言。以 ISO 26262 所建立的功能安全架構為例，風險通常會依據嚴重性 (Severity)、暴露機率 (Exposure) 與可控性 (Controllability) 進行評估，並分為車輛安全完整性等級 (Automotive Safety Integrity Level, ASIL) A 至 D，不同等級對應不同的設計備援、開發流程與驗證要求。這也使安全工作從單純的測試驗證，進一步成為可量化、可分層管理的工程方法。

從學界角度來看，台北科技大學車輛工程系教授兼智慧車電科技研發中心主任陳柏全指出，ADAS 與自動駕駛系統導入後，車輛決策高度依賴感測資料與演算法判斷，單純依靠硬體備援已難以全面覆蓋風險。安全設計因此必須同時面對演算法判斷的不確定性，並在系統架構中建立對應的約束與補償機制。在此基礎上，他進一步指出，因應「預期功能安全」(Safety Of The Intended Functionality, SOTIF) 要求，設計需透過模型化方法 (Model-Based) 預測系統在不同情境下的行為，並結合多源感測資訊進行推估，以提升系統在不確定條件下的穩定性；透過軟體與控制邏輯所建立的備援機制，逐漸成為確保安全的重要手段。

在此脈絡下，功能安全逐漸轉化為一套貫穿設計、開發與驗證的共同語言。如何定義風險、分配安全責任，以及如何在系統架構中實現失效應對機制，皆需透過這套語言進行溝通與落實，安全也因此成為整車工程中不可分割的一環。當安全已被納入開發架構與工程決策中，下一步的挑戰便是如何讓這套機制在實際流程與產品演進過程中持續運作。



台北科技大學車輛工程系教授兼智慧車電科技研發中心主任陳柏全指出，ADAS 與自動駕駛系統導入後，車輛決策高度依賴感測資料與演算法判斷，單純依靠硬體備援已難以全面覆蓋風險。

## 安全驗證的邊界重劃 設計期到上市後的持續管理

台灣檢驗科技 (SGS) 互聯與產品事業群汽車服務產業中心總監康乃仁指出，過去驗證多半集中在產品完成後的測試，確認是否符合既有規範；但在系統複雜度提升與功能持續更新的條件下，單次驗證已難以涵蓋所有運作情境，特別是在軟體持續更新與多版本共存的情況下，開發流程需要在早期就納入風險分析與驗證規劃。

在實務操作上，康乃仁表示，設計初期即需建立需求追溯與風險評估機制，並透過模擬與測試交互進行，讓每一項設計決策都能對應到具體的驗證依據。前移後的流程安排有助於在開發早期辨識潛在問題，降低後段整合時反覆修正的成本與時間。相較於過去「完成設計再驗證」的模式，現行做法更強調在設計過程中持續確認系統行為是否符合預期。

隨著空中更新 (Over the Air, OTA) 與軟體版本管理成為常態後，驗證的範圍也進一步延伸至產品上市後。康乃仁認為，每一次功能更新都可能影響既有系統運作，必須透過持續驗證確保系統在不同版本與情境下維持一致的安全表現。設計、測試與更新之間的界線因此逐漸模糊，安全也從階段性工作，轉變為貫穿整個產品生命週期的持續能力。

車輛系統由機械結構為主，轉向電子與軟體高度整合，驗證方法也出現明顯變化。康乃仁觀察到，過去驗證多半以測試結果為導向，著重於確認產品是否符合規格；但在功能持續更新與系統高度耦合的情況下，單次測試已難以完整反映風險，驗證的重點逐漸轉向系統在不同情境下的行為是否穩定且可控。



SGS 互聯與產品事業群汽車服務產業中心總監康乃仁指出，在系統複雜度提升與功能持續更新的條件下，單次驗證已難以涵蓋所有運作情境，特別是在軟體持續更新與多版本共存的情況下，開發流程需要在早期就納入風險分析與驗證規劃。

在驗證方法演進的過程中，人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 系統所帶來的挑戰也逐漸浮現。陳柏全指出，相較於傳統系統可透過明確邏輯進行完整測試，AI 模型的行為取決於訓練資料與情境分布，一旦遇到極端邊角案例 (Corner Cases)，系統反應可能產生偏差，使驗證難以涵蓋所有情境。

在實務層面，劉昱宏指出，測試內容已從單一功能驗證，擴展至多種異常情境的模擬與評估。例如透過故障注入測試，觀察關鍵功能失效時系統的反應；或透過降級運行機制，確認在部分功能受限的情況下，車輛仍能維持基本安全。網路

連結與軟體更新導入後，驗證也開始涵蓋資安攻擊情境與更新後的一致性檢查，使測試不再侷限於產品本身，而是延伸至系統與外部環境之間的互動。

為了應對系統驗證的複雜性，康乃仁進一步指出，產業逐漸採用虛實整合的驗證方式，透過軟體迴路 (Software in the Loop, SIL)、硬體迴路 (Hardware in the loop, HIL) 等模擬工具搭配實車測試，提升對極端情境與邊界條件的掌握能力。此一做法不僅有助於在開發早期發現潛在問題，也能降低後段整合與實測的風險與成本。

### SIL、HIL 差異

項目	SIL	HIL
測試對象	軟體程式碼	實體控制器／電子控制單元 (Electronic Control Unit, ECU)
開發階段	前期	中後期
優點	成本低、速度快	接近真實環境
用途	邏輯驗證、演算法測試	整合測試、安全驗證

MIH 整理，2026/05

整體而言，驗證的核心已從「是否通過測試」，轉為「系統在不同條件下如何運作」。如何理解異常發生時的行為變化，並確保其仍維持在可控範圍內，逐漸成為評估整車安全的重要依據，也使驗證成為理解系統運作的重要方法之一。當驗證標準從產品本身延伸至流程、版本與系統整合能力，相關要求也開始同步傳導至供應鏈體系。

安全要求從單一測試擴展至系統層級與持續驗證，供應鏈在整車開發中的角色也隨之轉變。康乃仁觀察到，過去供應商多半以產品交付為核心，重點在於規格符合與交期穩定；但在電動車與軟體化架構下，車廠對供應鏈的要求已延伸至整體工程治理能力，包括設計流程是否具備一致性、需求是否可追溯，以及驗證是否能隨產品演進持續進行。

在供應鏈角色重新定位下，供應商所需承擔的責任不再侷限於單一零組件，而

是需要說明產品在整體系統中的角色與影響。劉昱宏指出，從IC、模組到系統，各層級皆需評估自身失效對上層功能的影響，並在設計與驗證過程中納入相應的安全機制。此能力要求供應鏈不僅理解自身產品，也需具備跨系統的認知，才能在整車開發中有效對接需求。能持續更新與跨系統整合成為常態後，供應鏈也必須能夠提供更完整的說明與依據。康乃仁認為，未來競爭的關鍵在於能否建立一套可被追溯與驗證的工程流程，並在產品生命週期中持續維持安全與品質，這也使供應商從單純的製造與交付角色，逐步轉向承擔工程責任的一環。

供應鏈的價值，也在這波轉變中開始重新定義。能否清楚描述風險、提出對應機制，並在不同情境下提供驗證依據，將直接影響其在整車體系中的位置，也成為進入車用產業的重要門檻。

#### 知識小站 | SIL、HIL是什麼？

##### ● SIL (Software in the Loop, 軟體迴路測試)

在電腦模擬環境中驗證控制軟體邏輯，尚未連接實體硬體前，即可測試演算法、控制策略與異常情境反應。常用於開發早期，加快除錯與功能驗證。

##### ● HIL (Hardware in the Loop, 硬體迴路測試)

將實際控制器或電子模組接入模擬平台，讓硬體在虛擬車輛環境中運作，驗證控制器面對真實訊號輸入時的反應。常用於量產前測試與安全驗證。

##### ● 為何重要？

電動車與智慧車輛的系統複雜度高，僅靠實車測試的成本高且情境有限，SIL與HIL已成為縮短開發時程、提升驗證效率的重要工具。

## 製造優勢之外的系統能力 台灣電動車產業的補強之路

從整車審驗與產業互動的角度來看，台灣電動車相關能力正逐步累積，並持續提升產業技術能力。曾鵬庭觀察到，近年在政策推動與產業投入下，整車與關鍵零組件的開發能力已有明顯提升，供應鏈參與的深度與廣度也同步擴大，顯示產業正逐步朝整車體系邁進。

不過，在實務審驗與開發過程中，挑戰仍多半集中在系統層級的整合與安全設計經驗。特別是面對高壓系統、電池管理與智慧控制等高度耦合的架構時，不同模組之間的交互影響往往難以在早期完整掌握，進而增加後段整合與驗證的難度。曾鵬庭也指出，相關法規與驗證要求持續導入，產業對新規範的理解與準備程度不一，部分廠商仍需透過多次測試與修正，逐步建立對應能力。

整體而言，台灣在製造與電子技術上的基礎仍具優勢，但當安全議題轉向跨系統整合與全生命週期管理時，所需能力已不再侷限於單一技術，而是來自整體工程方法與實務經驗的累積。此一差距並

非短期內可以完全補齊，但隨著實際專案推進行與驗證經驗累積，產業也正逐步調整方向，朝向更完整的系統能力發展。

電動車的發展使安全議題逐漸從單一驗證工作，轉為整體工程能力的一部分。當風險跨越系統邊界並延伸至產品的整個生命週期，安全也進入架構定義與開發流程中，成為需要持續運作與不斷修正的機制。

競爭重心的位移，使產業的關注焦點逐漸轉移。關鍵不僅在於產品性能的提升，更在於對風險的理解深度與管理能力，包括能否在開發初期辨識潛在風險、在異常情境下維持系統運作的可控性，以及在產品持續演進過程中建立穩定的驗證機制。這些能力將直接影響整車開發的穩定度與市場信任。

安全已從測試項目轉變為系統工程能力，並成為進入整車產業的基本門檻，並在無形中拉開產業之間的差距，成為決定能否持續參與整車體系的關鍵條件。

#### 台灣供應鏈邁向整車體系的能力落差

台灣既有優勢	正面臨的落差	下一步能力
製造、電子、零組件供應能力成熟	整車級系統整合與安全設計經驗仍需累積	跨系統協同設計
供應鏈參與深度擴大	高壓、電池、智慧控制之間交互影響難以早期掌握	系統級驗證與風險分析
法規與審驗意識提升	對新規範理解與準備程度不一	需求追溯、生命週期驗證與工程治理

MIH 整理，2026/05

封面故事<sup>3</sup>

## 整車架構牽動安全設計邊界

### 電池配置、模組共用與電控架構，如何影響安全上限？

在燃油車時代，由於動力系統相對固定，碰撞時的能量路徑較易預測，安全驗證得以在結構設計完成後集中進行。但在電動車架構中，高壓電池系統成為核心，傳統的分工已不再適用。汽車零組件供應商開曼英利工業公司發言人白秉諺指出，在電動車架構中，碰撞安全已不再只是「吸收能量」，而是透過結構設計主動「引導力流」，避免衝擊集中於電池區域。這意味著車體結構必須在設計階段就預先規劃力流路徑，決定撞擊能量如何在車體架構中傳遞與消散，而非等到驗證階段才檢視結果。結構件配置、材料選擇與接合方式，也都需在此邏輯下一併考量，使安全需求在開發初期即被納入整體規劃。

當力流路徑的規劃成為設計前提，架構決策便同時具備了安全意涵。子系統如何配置？結構件如何承載與傳遞力道？這些都會影響碰撞時風險的擴散方式與最終安全表現，設計需在性能、空間與安全（如碰撞能量吸收與電池保護）之間進行取捨。整車架構很大程度上決定了安全表現能達到的上限，安全條件也同時框定設計可行的範圍，兩者已進入同一套決策框架，開發過程的整合程度也遠比燃油車時代更高。

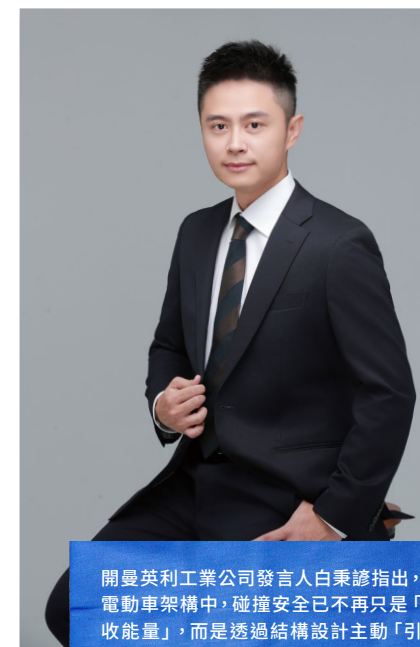
## 架構決策定義安全上限 初期選擇框定風險邊界

整車架構與安全條件進入同一決策體系後，架構選擇對安全表現的影響變得更加直接，多數關鍵風險在設計初期便已被決定。其中電池配置是最明顯的例子，電動車多將高壓電池置於車底，有助於降低重心與提升空間利用，但也因此改變了碰撞時的受力路徑，同時也提高側撞與底盤撞擊對電池結構的風險敏感度。白秉諺指出，結構設計需透過整體力流規劃，引導撞擊能量避開電池區域。換句話說，電池放在哪裡，周圍的結構就必須跟著配合，安全策略也隨之確立。

模組共用同樣會帶來安全上的取捨。為了控制成本與縮短開發時程，多數車廠會在不同車型沿用相同的結構與模組，以提升開發效率並降低投入成本。然而，平台共用雖有規模效益，也使後續安全調校與設計彈性面臨更多限制。

電控架構的選擇，則直接影響系統故障時的擴散範圍。分散式架構將控制功能分布在多個節點，可降低單一控制器失效對整體系統的衝擊，但在通訊協調、版本管理與跨系統整合上，複雜度相對較高；集中式架構則具備反應速度快、控制

一致等優勢，但核心節點一旦異常，影響範圍也可能更大。不同架構各有其風險特性，決定了失效如何傳遞、系統反應速度，以及後續備援機制的設計方式，最終都會反映在整車安全表現上。車輛設計初期的架構選擇，也往往決定了安全表現可達到的範圍；若等到開發後期才調整，可運用的空間通常已相對有限。



開曼英利工業公司發言人白秉諺指出，在電動車架構中，碰撞安全已不再只是「吸收能量」，而是透過結構設計主動「引導力流」，避免衝擊集中於電池區域。

### 電控架構選擇決定安全風險如何擴散

項目	分散式架構	集中式架構
控制方式	功能分散於多個電子控制單元 (Electronic Control Unit, ECU) 節點	由中央運算平台集中控制
單點故障影響	局部失效，不易拖垮全車	核心節點失效，影響範圍較大
系統協調	節點多，整合較複雜	控制一致，反應較快
軟體更新	分散管理，版本複雜	更新集中，效率較高
安全挑戰	通訊協調、介面一致性	備援設計、核心容錯能力
適用階段	傳統燃油車／過渡期電動車	新世代電動車／軟體定義車輛

MIH 整理，2026/05

## 安全要求壓縮設計空間 備援與驗證重劃架構範圍

功能安全的導入要求系統在異常情況下仍需維持可控狀態，設計上必須納入備援配置，確保關鍵功能在部分失效時仍能持續運作；與此同時，系統需具備可測試性與可追溯性，各項功能與反應邏輯必須能被清楚定義與驗證。兩者共同作用，使架構往較為清晰與標準化的方向收斂，過度複雜或高度耦合的設計，將同時提高備援難度與驗證成本。

這種限制也反映在模組設計上。白秉諺指出，隨著結構件逐步承擔更多安全與系統

整合功能，其設計不再只是單一零件最佳化，而需同時回應多項條件。模組之間的責任因此需重新劃分，避免功能重疊或風險擴散；原本可共用的設計，可能因安全條件差異而需分開處理；過度整合的配置，也可能因邊界不清而增加風險。

安全條件逐步框定整車設計的可行範圍，使工程決策必須在性能、成本與安全之間取得平衡。設計空間並未消失，但其邊界已由安全需求重新界定。

### 知識小站 | 安全對架構設計的影響

功能安全要求車輛在異常情況下維持可控，因此整車架構在設計初期必須預留備援、失效偵測、與驗證機制。這些要求會影響控制器配置、模組邊界與系統介面，也會限制哪些功能可以整合，哪些設計必須分開處理。

當安全要求提高，架構設計就不能只追求功能集中或模組共用，也必須考量失效後的影響範圍、責任分工與驗證成本。架構愈複雜、系統耦合愈高，備援與驗證難度也會提高。

## 模組共用的安全邊界 效率與風險間的取舍

在整車開發朝向效率與規模化發展的過程中，模組共用已成為常見策略。透過在不同車型之間沿用結構與模組，車廠得以降低開發成本、縮短時程，並維持生產與供應鏈運作的穩定性。共用設計所帶來的，不只是效率提升，也讓產品開發具備更高的可預測性。

然而，安全條件的差異，使這種策略無法無限延伸。當車型在車重、用途與性能設定上出現差異時，結構受力與系統反應也會隨之改變。白秉諺表示，結構件在設計時需同時兼顧碰撞安全、動態表現與系統整合等多項要求，既有設計未必能在不同條件下維持一致的安全表現。

以實務情境來看，同一平台若同時延伸出小型乘用車與大型運動休旅車 (Sport Utility Vehicle, SUV)，雖可共用部分底盤與結構模組，但兩者在車重、重心高度與載重需求上的差異，通常會對煞車表現、轉向反應與碰撞受力分布帶來不

同影響。即使外觀看似僅是車型延伸，工程端仍可能需要針對懸吊設定、結構強化與控制參數進行調整，以滿足不同車型的安全需求。

問題的複雜性在於這些差異往往難以在事前完全預測。同一結構在不同載重下承受不同應力，或同一模組在不同控制策略下呈現不同反應，使原本已完成驗證的設計，無法直接套用於另一車型，仍需重新評估甚至重新驗證。若未妥善處理這些變數，風險將在整車層級逐步累積，且不易在早期被察覺。

因此，模組化策略的關鍵，不在於提高共用比例，而在於界定共用的範疇。哪些設計可以沿用，哪些部分必須因應安全條件進行調整，成為整車開發中的重要決策。工程團隊需要在效率與風險之間取得平衡，確保共用帶來效益的同時，不壓縮整車安全表現的空間。

### 模組共用的效率與安全邊界

模組共用的價值	安全上的變數	設計決策
降低成本、縮短時程	車重、重心、用途不同	不能直接套用同一套結構設定
提高平台延伸效率	受力分布與控制反應改變	需重新評估懸吊、結構與控制參數
維持供應鏈穩定	原驗證結果不一定適用	共用範圍需被清楚界定

MIH 整理，2026/05

## 風險沿介面擴散 架構須具備失效隔離能力

在整車架構高度整合的情況下，風險已不再停留於單一系統內部，而是沿著系統介面向外擴散。子系統之間的連結愈緊密，局部的設計偏差或控制邏輯異常，便愈容易透過訊號與能量傳遞路徑逐步放大，最終在整車層級顯現。

實務上常見的傳導情境包括：控制策略異常導致動力輸出不穩，進而影響車輛動態；或熱管理系統失效，使電池溫度無法有效控制，進一步衝擊性能甚至安全。這類問題的共同特徵，在於起點往往是局部缺陷，擴散後卻牽動多個系統。白

秉諺指出，正因如此，結構與系統設計必須在整體架構層級進行統籌規劃，而非僅依賴各模組的個別最佳化。

架構設計因此必須具備風險隔離與失效控制能力，使問題能被限制在局部範圍內，不致擴散為整體風險。這種能力的建立，體現在介面定義的清晰程度、失效模式的事前分析，以及驗證流程能否有效覆蓋跨系統情境。整車工程的成熟度，很大程度取決於能否在複雜系統中有效控制風險傳遞，這也成為評估整車架構品質的重要指標。

## 責任邊界重疊 分工邏輯隨系統整合重組

隨著整車與安全高度整合，產業分工模式也出現明顯變化。過去供應鏈以零件為單位運作，各廠商依規格提供產品，責任邊界相對清楚，安全問題多由整車廠在最終階段進行整體驗證與把關。這種分工建立在系統獨立性較高的前提下，使風險得以被分散管理。

在電動車架構下，系統之間的連動關係大幅提升，原本清楚的責任界線開始出現重疊。單一零件的表現，已難以單獨評估其對安全的影響，必須放在整車系統中檢視。白秉諺指出，結構件在設計過程中需同時滿足安全、動態與系統整

合等多重要求，顯示供應商的角色已從單點設計，延伸至系統層級的協同考量。

在此架構下，整車廠開始主導系統架構與安全責任分配，不僅負責整體架構定義，也需主導責任分配與風險界定，確保各子系統之間的邊界清楚且具備可驗證性；供應鏈不再只提供性能符合規格的產品，而需理解其設計在整車中的作用與限制，並配合整體安全邏輯進行調整。責任正由分散逐步走向集中，能否回應這種轉變，將直接影響各方在產業中的地位與參與度。

## 台灣供應鏈介入時點提前 結構件角色隨之擴張

從結構件開發的實務經驗來看，白秉諺認為供應鏈參與整車開發的時點正逐步提前。他提到，在電動車專案中，供應商需在概念階段即參與架構定義，並與車廠及其他系統同步進行設計與模擬。這種開發模式，使結構件不再只是後段導入的零組件，而是在初期即需回應整車空間、安全與整合條件。

結構件本身的角色也隨之改變。白秉諺以儀表板支架為例，此零組件已從單一結構件，演變為整合電子控制單元、線束與各類系統的載體，必須在設計階段預留對應的接口位置與配置空間，一旦後段才介入，這些條件多半已被其他系統鎖定，調整餘地極為有限。這類設計要求，使供應商在開發過程中必須同時考量機械結構與電子系統整合，並與整車架構維持一致。這也意味著，供應商交付的已不只是單一零件，而是能否在

有限空間內協調多項需求、支撐整車整合效率的工程能力。誰能在開發初期提出具體可行的整合方案，誰就更有機會進入核心供應體系。

然而，提前介入也伴隨著相應的挑戰。他指出，關鍵設計需在初期即確定，意味著供應商必須在資訊尚不完整的階段就做出判斷；而模組化與共用設計雖有助於提升效率，但不同車型在車重、用途與性能上的差異，仍需重新評估設計的適用性，無法完全沿用既有方案。效率與適用性之間的平衡，成為供應商在參與開發時持續面對的課題。

對台灣供應鏈而言，能否建立提前介入的開發能力，並在結構與系統整合需求之間靈活回應，將直接決定其在整車開發中的參與深度與議價能力。

## 整車與安全相互約束 架構能力決定競爭地位

從整體發展趨勢來看，架構與安全已形成雙向約束關係，安全不再只是驗證條件，而是主導設計的核心因素。架構設計的每一項選擇，都會影響風險的傳遞方式與安全表現的上限，同時也需回應功能安全與驗證條件所帶來的限制。工程決策不再僅以性能與成本為依據，而是在多重條件下持續進行取捨，安全也逐漸從驗證結果，轉為界定設計邊界的重要因素。

隨著安全要求前移，整車開發的核心能力也出現變化。能否在設計初期即納入

安全條件，並在架構層級建立清楚的系統邏輯，將影響產品的延展性與可靠度。這種能力的差異，往往來自實際整合經驗與開發流程的成熟程度。

同時掌握架構與安全兩套決策邏輯，將成為未來市場競爭的重要條件。開發團隊需要在設計階段整合風險控管，在系統運作中持續管控不確定性，並隨產品演進調整架構配置。對整車廠與供應鏈廠商而言，這不只是門檻，也將逐步成為拉開差距的重要關鍵。▲

## 整車能力 VEHICLE INTEGRATION CAPABILITY

### 市場洞察

## 系統成熟度浮上電動車廠競爭檯面 當續航與價格差距縮小，車廠還能比什麼？

電動車競爭正進入新一輪的轉型。隨著續航里程、電池成本與補貼政策等關鍵指標逐漸收斂，車廠之間的市場差異已從「單點性能」的比拼，轉向「整體運作」的較量。決定一家車廠能否持續推出產品、有效控制成本並維持穩定表現的關鍵，不再只是某項技術突破，而是整車架構的成熟度與系統整合能力，這也正逐漸成為觀察車廠競爭力的重要面向。

### 電動車競爭邏輯的轉變：從單點性能走向整車能力

#### 過去第一階段競爭

續航里程長短

電池成本高低

補貼政策驅動

單一車型爆款

規格數據比拼

#### 現在第二階段競爭

整車架構成熟度

系統整合效率

自主競爭能力

多車型延展能力

穩定量產與交付能力

MIH 整理，2026/05

## 競爭邏輯轉移 從性能指標到整車能力

在電動車產業尚未進入普及期之前，市場競爭多半圍繞在續航力、電池與政策等關鍵指標。其中續航里程影響使用範圍，電池成本牽動價格結構，補貼政策則加速市場滲透。這些指標清楚可見，讓產品差異更容易被市場理解，車廠也得以在短時間內建立區隔。不過隨著市場普及，上述指標的重要性開始降低，多數車款在規格層面的差距也逐漸縮小。

規格差距逐漸縮小後，競爭的重心也開始轉向其他層面。約自2024年前後起，隨著全球電動車滲透率持續提升，主要車廠完成首波產品布局，市場競爭開始由導入成長階段，逐步轉向效率、成本與產品延展能力的比拚。根據國際能源總署 (International Energy Agency, IEA) 發布的《Global EV Outlook 2025》，2024年全球電動車銷量已突破1,700萬輛，占新車銷售比重逾兩成，顯示電動車已由早期

市場逐步走向主流階段。在此階段，不同企業之間逐步拉開發展節奏，部分車廠已能在既有架構基礎上穩定推出新車型，並維持產品一致性，使開發流程與量產表現之間形成較為順暢的連動。此一差異反映的，正是整車能力的成熟度。

具備較高整合能力的車廠，能在既定架構下協調各子系統運作，並隨產品演進持續延伸，而不需在每一款新車上重新整合。競爭優勢也因此逐漸從單一技術轉向整體系統的可複製性，產業的競爭邏輯正由產品導入期，走向體系化競爭階段。

就此來看，產業正從「打造一台具備優勢的產品」，轉向「建立一套能持續產出產品的工程體系」。在此趨勢下，整車能力逐漸成為工程體系與競爭力的基礎。

### 知識小站 | 什麼是整車能力？

整車能力指的不是單純把零組件組裝成一輛車，而是車廠能否以既有整車架構為基礎，協調動力系統、電子電氣架構、軟體控制、安全設計與製造流程，使不同車型得以穩定延伸，並兼顧成本、品質與開發效率。

簡單來說，整車能力決定的是：

- 能否快速推出新車型
- 能否控制開發與量產成本
- 能否維持品質一致性
- 能否讓同一套架構持續延伸產品線

當市場從規格競爭走向成熟競爭後，整車能力往往比單點技術更具決定性。

## 整車能力的本質： 架構成熟度與系統協同

當競爭焦點從單一性能轉向整體能力，核心問題也隨之改變：什麼條件才能構成整車能力？

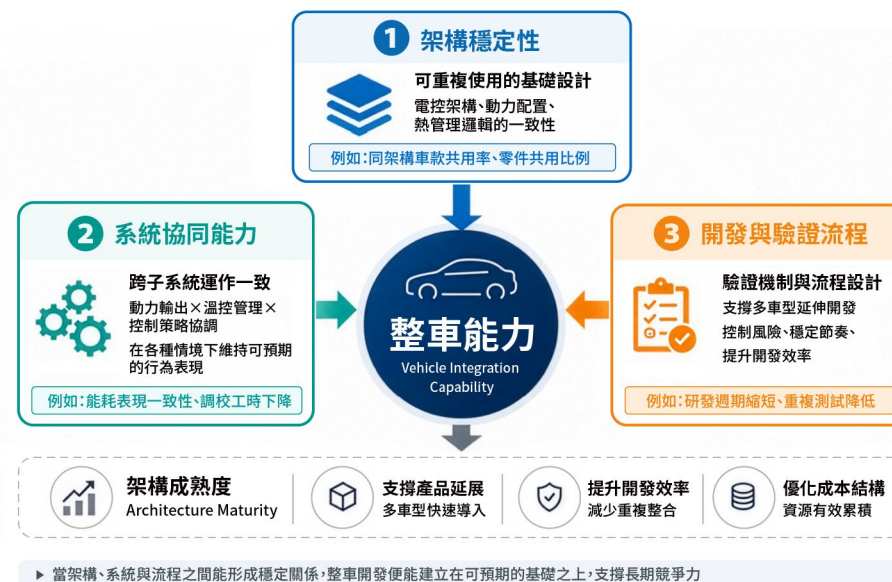
從工程角度來看，整車能力主要建立在三個面向：架構穩定性、系統協同能力，以及開發與驗證流程。其中架構穩定性決定設計能否被重複使用；系統協同能力影響各子系統之間的運作一

致性；開發與驗證流程則關係到產品延伸過程中的風險控制與開發節奏。

這三個面向共同構成所謂的「架構成熟度」。當架構、系統與流程能夠穩定運作，整車開發便能建立在可預期的基礎之上，支撐後續車型的持續延伸，而不再依賴個別專案的反覆整合。

### 整車能力三大構成要素

三大面向相互依存，共同形塑整車架構成熟度，支撐產品延展與開發效率



註：圖中數值案例為產業常見衡量方向，實際依車廠策略而異。

## 國際車廠趨勢觀察 整車能力走向不同收斂路徑

從近年主要車廠的策略調整來看，整車能力雖逐漸成為共同課題，但各方並未走向單一標準，而是依據自身條件與市場定位，發展出幾種具有代表性的路徑。

從目前發展趨勢來看，部分車廠選擇從源頭降低系統複雜度，以強化整體一致性。以 Tesla 為例，近年透過大型壓鑄、線束簡化與控制架構集中化等方向，嘗試在設計初期降低系統變數，讓車體設計、生產流程與軟體邏輯之間形成較高程度的協同。相較之下，比亞迪則以垂直整合強化開發節奏，將電池、電驅與功率元件納入自身體系，使新車開發有機會更大程度

沿用既有模組，並提升產品導入與成本控管的彈性。

另一類做法則著重於架構延展與體系整合。現代汽車以共用架構為核心，透過 E-GMP 統一高壓系統與底盤設計，讓不同品牌與車型能在相近基礎上展開，兼顧產品差異與開發效率；Volkswagen AG 則持續推動可擴展系統架構 (Scalable Systems Platform, SSP) 降低重複開發負擔，並為後續軟體與驗證流程建立較一致的基礎。整體而言，這類策略反映車廠正嘗試控制長期複雜度，使整車架構更容易支撐後續產品演進。

### 國際車廠整車能力發展路徑

發展路徑	代表車廠	核心作法	主要目的	帶來效益
降低複雜度	Tesla	大型壓鑄、線束簡化、控制集中	降低系統變數	物料清單 (Bill of Materials, BOM) 減少、組裝程序下降、生產節奏提升
垂直整合	比亞迪	電池、電驅、功率元件內製	強化成本掌控	標準作業程序 (Standard Operating Procedure, SOP) 時程縮短、供應鏈反應加快、毛利改善
共用架構	現代汽車	共用高壓系統與底盤	擴大車型延展	多車型導入加快、開發成本攤提
架構收斂	Volkswagen AG	整合多套架構與軟體系統	降低重複開發	長期研發資源集中、驗證流程簡化

MIH 整理，2026/05

## 關鍵轉折 從產品開發轉向能力經營

當整車能力逐漸成為競爭核心，產業的運作邏輯也出現明顯轉折，車廠不再只是開發單一產品，而是開始經營一套可持續延伸的工程能力。

過去以專案為導向的開發模式中，每一款新車都如同一次獨立任務。團隊可針對特定目標進行最佳化，但成果可能不易完整延續至下一個專案。隨著車型數量增加與產品更新速度加快，此模式的限制逐漸浮現，開發資源被分散，驗證成本持續攀升，整體節奏也難以穩定。

整車架構逐步確立後，開發思維開始從「專案導向」轉為「架構導向」。企業關注的不再只是某款車的性能或成本，而是這套架構能否支撐後續多款

產品的持續延伸。設計決策的重心也隨之位移，架構一致性、模組重用與系統協同的優先順序，逐漸高於單點最佳化。

此一轉變同步帶動幾個連鎖效應。投資重心從單一技術突破，轉向底層架構與整合能力的長期建設。軟體開發與驗證流程逐步前移，在設計初期即納入整體規劃，以降低後期調整所帶來的風險；組織運作也開始圍繞平台與系統展開，而非單一產品線。

換言之，電動車產業有從「產品競爭」走向「能力競爭」的趨勢。能否建立並維持一套穩定的整車工程體系，成為企業面對下一階段產品開發效率、站穩市場位置的要件之一。

### 知識小站 | 什麼是架構導向開發？

架構導向開發，是指車廠不再將每一款新車視為獨立專案，而是先建立一套可延伸的底層架構，讓電池、電驅、電子控制、熱管理與軟體系統能在同一基礎上反覆應用。這種模式不僅可降低重複整合的成本，也有助於縮短新車的開發時間。對電動車而言，架構導向開發的核心在於系統協同與模組重用，車廠競爭的不只是單一車款表現，更是能否穩定推出後續產品的工程能力。

## 台灣供應鏈位移 從零件走向次系統

當整車能力成為競爭主軸，供應鏈的角色也隨之被重新定義。過去車廠採購的多是單一零件，例如散熱器、控制器、線束或車體鈹件，供應商主要以品質、成本與交期競爭；如今車廠更在意的，則是供應商能否直接提供具備整合功能的模組，例如熱管理系統、高壓配電系統或整合式三電模組，以降低整車開發與驗證負擔。

在此趨勢下，單一零件的替代性逐漸提高，價格競爭壓力也隨之加大，因此能夠提供次系統整合能力的廠商，可望在整車架構中取得更關鍵的位置。所謂「次系統」，並非單純將多個零件組裝在一起，而是具備功能邏輯與控制協同的模組。例如將電池管理、電驅控制與電源分配整合為一體的三電模組；或是結合散熱設計、流體控制與感測回饋的熱管理系統。這類模組的

價值在於可直接嵌入既有整車架構，降低整合成本，同時提升系統運作的一致性。

近年台灣已有部分廠商朝此方向布局。例如台達電子從電源零組件延伸至車用電力轉換與熱管理方案；貿聯控股由線材與連接器進一步切入高壓線束與車用配電整合；東陽實業則從車體零件延伸至模組化外裝與車體組件供應。這些案例顯示，台灣供應鏈的升級方向，正逐步由單一零件走向具系統功能的次系統。

對台灣供應鏈而言，關鍵不在於是否擁有個別技術，而在於能否跨越原有分工邊界，建立系統整合能力。當整車能力逐漸成為產業門檻，供應鏈的價值將取決於能否在整車架構中取得一席之地，而不僅是提供單一零件。

### 供應鏈角色從零件交付走向次系統整合

轉變面向	過去供應模式	新競爭要求
供應內容	散熱器、控制器、線束、車體鈹件等單一零件	熱管理系統、高壓配電系統、整合式三電模組
競爭基礎	品質、成本、交期	系統整合、控制協同、驗證支援
對車廠價值	滿足零件規格與量產需求	降低整車開發與驗證負擔
技術門檻	單一零件設計與製造能力	跨模組整合、功能邏輯與系統介面能力
產業位置	容易被替代，價格壓力較高	較容易進入整車架構，形成長期合作關係

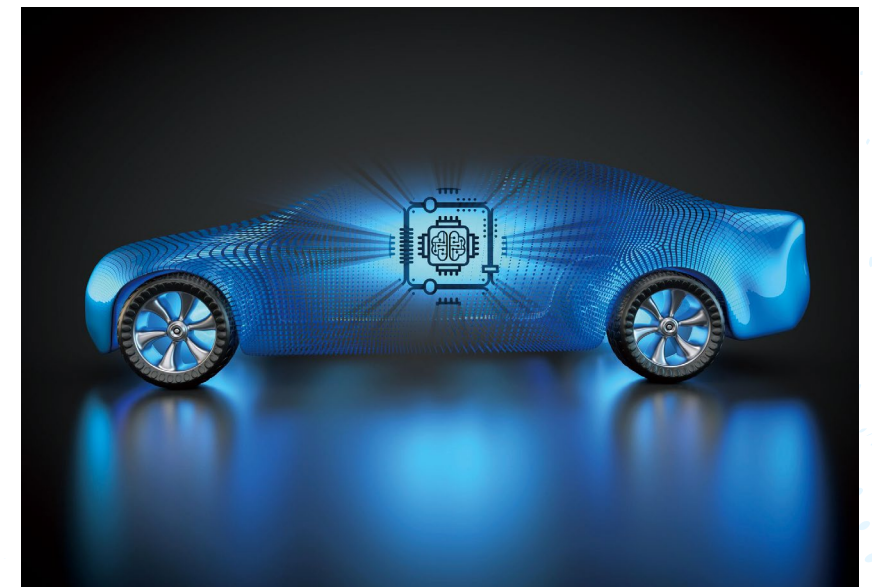
MIH 整理，2026/05

## 整車能力 將成下一階段分水嶺

電動車產業正從以技術突破為主導的成長階段，走向強調系統穩定與持續運作的成熟期。在此過程中，競爭差距逐漸從單一性能指標，延伸至整體工程體系能否穩定運作。能否在既有架構上持續延伸產品、掌握開發節奏，並在複雜系統中維持一致的行為，將成為觀察車廠長期競爭力的重要指標。

整車能力不僅關係到產品表現，也牽動成本結構、開發效率與安全表現等

面向，因此正逐漸成為電動車產業競爭中更受重視的能力。要建構此能力，必須在架構與系統層級建立可長期演進的工程基礎。對供應鏈廠商而言，角色也正逐步調整中，能否從零件供應跨入次系統整合，將影響其參與整車開發的深度。整體而言，競爭焦點正從單一產品表現轉向長期能力的累積，整車能力也逐漸成為觀察實力差距的重要指標。▲



電動車競爭正從單一零組件性能，轉向整車架構與系統協同能力。當車輛由軟體、電子控制與多項子系統共同驅動，如何讓電池、動力、熱管理與控制邏輯穩定協作，成為整車工程的重要課題。(圖片提供:德國萊因)



## 科技焦點

# 失效可運作能力改寫 車輛故障處理邏輯

未來車輛故障時，  
為何不能只靠停機避險？

傳統汽車功能安全設計多依循 ISO 26262 所定義的失效安全 (Fail-Safe) 原則，系統一旦偵測到異常，會立即關閉功能或停止運作，以避免系統失效進一步演變為不可控風險。這套邏輯在燃油車時代之多年，支撐它的是車輛本身大量的機械備援：動力轉向系統失效後，駕駛仍可透過方向機構控制車輪；防鎖死煞車系統 (Anti-lock Braking System, ABS) 故障時，液壓煞車系統也能維持基本煞車能力。

但當汽車走向電動化與高度電子控制，情況便不同了。線控轉向、電子煞車、中央控制器與軟體平台逐漸成為整車核心，機械備援的空間大幅縮減，也使電子與軟體系統逐漸成為關鍵控制能力的主要來源。一旦關鍵系統在高速行駛或複雜路況中出現異常，若仍採用故障即停機策略，車輛可能瞬間失去轉向、減速或穩定控制能力，反而進一步放大行車風險。

## 傳統失效安全邏輯： 停機是過去最安全的答案

在汽車工程的長期發展中，失效安全不只是技術原則，更影響整車開發流程與驗證方法。其核心思維是，當系統發生異常時，必須迅速進入可預期且低風險的安全狀態，通常的做法就是停用功能或中止控制輸出。

這套邏輯之所以長期有效，在於傳統車輛的關鍵控制機能多由機械系統主導，電子控制屬輔助角色。即使單一電子模組停用，車輛仍能維持基本轉向、煞車與行駛能力，因此「關閉功能」往往是最安全的選項。

這正是汽車安全設計從失效安全走向「失效可運作」(Fail-Operational)的根本原因。此概念要求即使部分系統失效，車輛仍須保有足夠的控制能力，得以完成減速、變換車道或安全靠邊停車。然而，「足夠」的範圍、由誰定義、如何在系統架構中落實，才是這場安全設計轉型真正的挑戰所在。

也因此，過去車廠在功能安全驗證上，重點多放在故障是否能被偵測、系統是否能及時切斷，以及停機後是否仍處於安全範圍。從ABS、循跡系統到定速巡航，多數電子功能都依循這套邏輯設計。然而，當整車控制權逐步由機械轉為電子與軟體，安全狀態已不再等同於停止運作。這也使失效安全開始面臨新的邊界條件。

### 失效安全 vs. 失效可運作：汽車安全邏輯的世代轉變

項目	失效安全 (Fail-Safe)	失效可運作 (Fail-Operational)
核心目標	故障後停止功能，避免風險擴大	故障後維持基本功能，避免失控
系統反應	關閉功能、停機、交還駕駛	降級運作、持續控制、安全停靠
適用架構	傳統機械主導車輛	高度電子化、線控化車輛
關鍵前提	車輛仍具機械備援	系統具備冗餘與容錯能力
典型情境	ABS異常後回到傳統煞車	線控轉向異常仍可維持方向控制

MIH整理，2026/05

## 為何電動車時代 必須走向失效可運作？

促使安全邏輯改變的並非單一技術突破，而是整體汽車架構的轉型。首先，電動車加速導入線控技術，轉向、煞車與動力輸出愈來愈依賴感測器、控制器與執行器協同運作，傳統機械備援同步減少。若仍採取「故障即停機」策略，車輛可能瞬間失去關鍵控制能力。

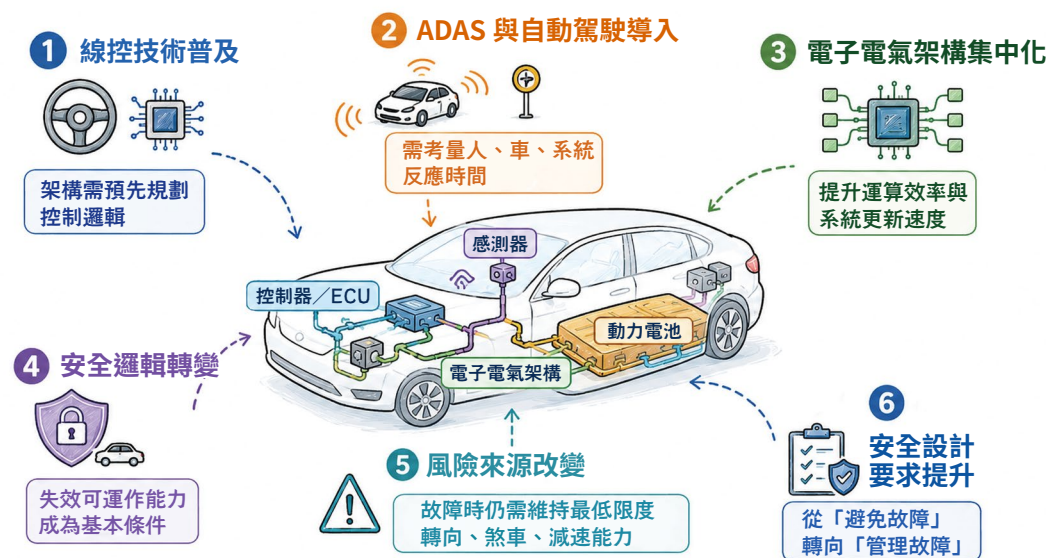
其次，先進駕駛輔助系統 (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) 與自動駕駛功能正在改變人車分工。當系統承擔更多駕駛任務時，駕駛者未必處於可即時接管狀態。一旦系統突然退出，人的反應時間與情境判斷往往不足，風險反而提高。

第三，整車電子電氣架構正朝向集中化發展。中央控制器與區域架構雖提升效率與軟體更新速度，但也使單一節點異常可能同時影響多項功能，增加系統性風險。

在這樣的背景下，汽車安全設計的目標，已從「避免故障」轉向「管理故障」。即使部分模組失效，車輛仍須維持最低限度的轉向、煞車與減速能力，以完成安全靠邊或最低風險停車。因此失效可運作不再只是高階自駕車需求，而是電動車時代整車架構的基本條件。

## 汽車安全邏輯轉變的推力

從機械導向 → 電子電氣與軟體導向



關鍵轉折：產品開發 → 能力經營 → 架構一致性 → 系統協同 → 降低單點失效風險

## 失效可運作如何實現？ 整車工程的三層設計

失效可運作並非單一零件的升級，而是一套橫跨硬體、軟體與整車協調的系統工程。其核心目標只有一個：在局部模組失效時，車輛仍能維持最低限度的控制能力，不讓單點故障演變為全面失能。

實務上，這套防護機制通常分三個層次。第一層是硬體備援，確保關鍵系統

在主路徑失效後仍有替代迴路；第二層是軟體容錯，系統在異常發生時進入降級運作模式，而非直接停擺；第三層是整車協調控制，跨系統調度剩餘資源，引導車輛完成安全停靠。三層架構形成多層防護機制，任一環節的缺失都可能使整體防護失效。這也意味著，失效可運作的競爭門檻已從單一零件的可靠度，上升為整車層級的系統整合能力。

### 失效可運作 (Fail-Operational) 三層防禦架構

層級	核心能力	實際做法	目的
第一層 硬體備援	避免單點硬體失效造成關鍵功能中斷，確保車輛在主系統異常時仍有替代路徑可用	配置雙電源、備援電池、雙電子控制單元 (Electronic Control Unit, ECU)、雙感測器與冗餘通訊路徑；當主控制器、感測器或通訊路徑異常時，由備援系統接手維持基本功能	維持轉向、煞車、動力輸出與訊號傳遞等基本能力，避免局部硬體故障演變為整車失控
第二層 軟體容錯	系統偵測到異常後，不直接停擺，而是進入受限但可控的降級運作模式	透過故障診斷、狀態監測與訊號交叉比對，啟動限速、降扭力、縮減轉向角、停用非必要功能等策略	爭取安全處置時間，使車輛在功能受限狀態下維持可控，避免系統突然退出造成風險
第三層 整車協調	跨系統調度剩餘可用資源，讓不同子系統共同完成安全處置	由整車控制邏輯協調煞車、動力、轉向、能量管理與熱管理系統；例如動能回收輔助煞車、扭矩分配輔助轉向、備援控制器接管	引導車輛完成最低風險操作 (Minimum Risk Maneuver, MRM)，如減速、維持方向、靠邊停車或進入安全狀態
系統級驗證 確認防護成立	驗證三層防禦是否能在不同失效情境下實際運作，而非停留在設計假設	透過 SIL、HIL、故障注入測試與實車測試，模擬電源、感測器、控制器、通訊與執行器異常情境	確認車輛在局部失效後仍維持最低限度控制能力，讓 Fail-Operational 從架構設計落實到整車安全表現

MIH 整理，2026/05

## 誰走得最快？ 國際車廠正在重新定義安全架構

失效可運作逐漸成為新世代車輛的基本門檻後，全球車廠與供應鏈也在同步重整安全架構。競爭焦點已悄然轉移，不再只是馬力、續航與娛樂功能，而是系統異常時，車輛是否仍能維持足夠的控制能力。

歐系車廠傾向以法規合規為基礎，強調多層備援的嚴謹驗證；美系車廠則

以軟體整合與快速迭代為策略，試圖在架構彈性上取得優勢。一級供應商 (Tier 1) 與晶片業者的戰場，也從底盤執行器延伸至中央運算平台。整個產業的競爭面向正在改變，除了正常運作時的性能表現外，系統異常時維持控制的能力也成為關鍵。

### 全球失效可運作布局版圖

陣營	代表企業	主攻方向	競爭優勢
歐系車廠	Mercedes-Benz、Volkswagen Group	集中式電子／電氣 (Electrical & Electronic, E/E) 架構、多層備援、自駕安全合規	法規經驗深厚、工程驗證完整
美系車廠	Tesla、General Motors、Ford Motor Company	軟體定義車輛 (Software Defined Vehicle, SDV)、空中更新 (Over the Air, OTA)、線控底盤	軟體整合速度快
Tier 1 供應商	Bosch、ZF、Friedrichshafen、Continental	線控轉向、線控煞車、整合式底盤控制	模組量產能力強
晶片平台商	NVIDIA、Qualcomm	中央運算平台、人工智慧控制、安全備援算力	高算力與平台生態系

MIH 整理，2026/05

## 台灣供應鏈的機會： 從零件供應走向安全能力供應

當失效可運作成為全球車廠布局下一代架構的核心方向，台灣供應鏈也迎來角色升級的機會。競爭力將不再只是來自產能與成本效率，而是能否實質參與整車可靠度設計、功能安全驗證，以及備援控制架構的開發。

下一階段的切入點將從單一零組件延伸至整車控制器 (Vehicle Control Unit, VCU)、底盤控制軟體、硬體迴路測試平台 (Hardware In the Loop, HIL)，以及開放式電動車平台。ISO 26262 功能安全規範與汽車產業軟體流程改進和能力測定標準 (Automotive

Software Process Improvement and Capability Determination, ASPICE) 已從加分條件轉為進入國際供應鏈的基本門檻。

台灣在半導體、電子製造與原始設計製造商 (Original Design Manufacturer, ODM) 量產長期累積的技術能量，為切入車用安全架構提供了穩固基礎。若能掌握這波轉型，台灣企業有機會從硬體代工者走向具備系統整合能力的方案提供者，這不僅是產品的升級，也是在全球車用供應鏈中重新定位的機會。

### 台灣供應鏈升級路徑

階段	過去優勢	下一步機會	價值提升方向
零組件供應	連接器、線束、電源模組	高可靠度零件	車規認證、品質門檻
電子控制	ECU、電池管理系統 (Battery Management System, BMS)、感測模組	雙通道控制器、備援電源	功能安全設計
軟體服務	車載資訊娛樂系統 (In Vehicle Infotainment, IVI)、車載系統	OTA、安全診斷、預測維護	軟體訂閱收入
系統整合	ODM 製造能力	線控底盤、失效可運作平台	整車架構主導權

MIH 整理，2026/05

## 汽車安全的定義： 從保護乘員走向維持控制

汽車安全的定義正在經歷根本性的轉變。傳統安全體系以「被動安全」(Passive Safety) 為核心，焦點在於碰撞發生後，如何透過車體剛性、潰縮結構與氣囊配置保護乘員，目標是將已知事故的傷害降到最低。

但在電動化與高度電子控制架構 (Electrical & Electronic Architecture, EEA) 普及後，安全防線已大幅前移。當代汽車面臨的挑戰不再只是物理撞擊的瞬間，而是在碰撞發生前：當轉向、煞車、動力或核心控制邏輯出現異常時，車輛是否仍能維持動態穩定、保持可預期且可控制的狀態。

這正是失效可運作躍升為產業標竿的根本原因。它要求車輛在部分元件失效的

極端情境下，仍具備完成減速、維持航向，乃至執行最低風險路徑安全停靠的殘餘能力，而非將失控的風險全數轉嫁給駕駛者。

當汽車演進為持續連網、即時運算的移動節點，安全能力的評估面向也隨之改變。衡量指標不再只是鋼板厚度或碰撞測試數據，而是系統在失效情境下能否有序運作的容錯韌性。

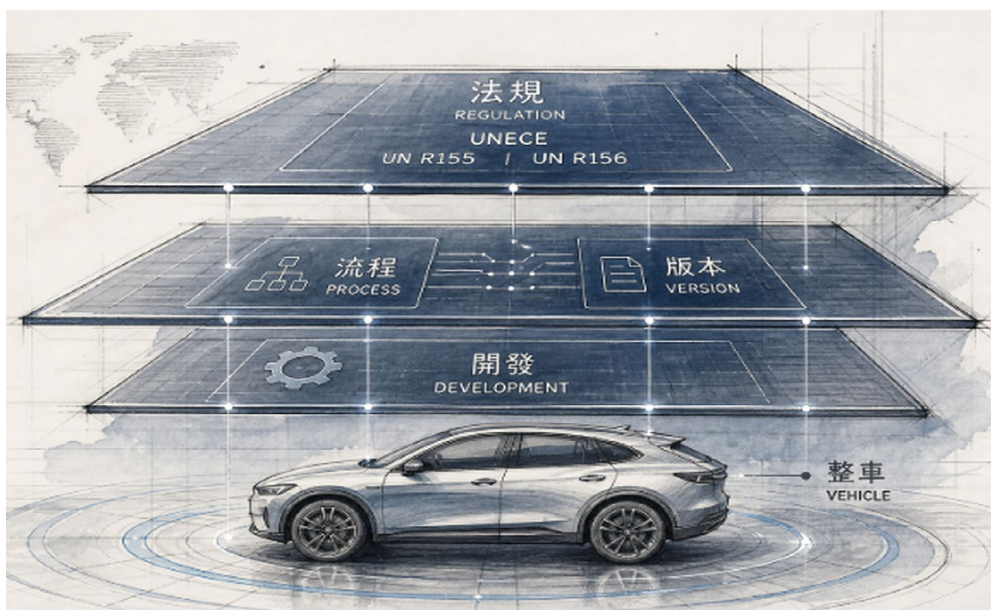
面對下一代整車競爭，未來重點除了性能極限與續航表現外，更在於當系統發生不可預期的異常時，誰能憑藉著韌性架構，守住運動控制的最後一道防線，確保車輛仍能維持安全、可預期的行駛狀態。▲

### 汽車安全從結構防護走向系統韌性

比較面向	傳統安全邏輯	新一代安全邏輯
安全核心	以被動安全 (Passive Safety) 為主，重點在碰撞後保護乘員	以失效可運作與系統韌性為核心，重點在異常發生時仍維持可控
關注時點	事故發生後，降低撞擊造成的傷害	碰撞發生前，處理轉向、煞車、動力或控制邏輯異常
防護手段	車體剛性、潰縮結構、氣囊與安全帶配置	備援架構、軟體容錯、降級運作與最低風險停車
風險來源	物理撞擊、結構變形與乘員傷害	感測器、控制器、執行器、通訊與核心控制邏輯失效
評估重點	碰撞測試結果與車體結構強度	系統在失效情境下是否仍能有序運作
整車能力意義	安全主要由結構設計與被動防護決定	安全取決於硬體、軟體與整車協調控制能力

MIH 整理，2026/05

## 標準與法規



## 安全治理提高整車供應鏈門檻

### 安全要求如何從產品測試， 延伸到開發流程與企業治理？

電動車與智慧車輛快速發展，高壓系統、車用軟體、網路連結與持續更新功能大量導入，車輛安全的定義與管理邊界正由「產品測試」擴展至「全生命週期管理」。過去以碰撞測試與產品驗證為主的管理框架，建立在系統邊界相對穩定、功能不輕易變動的前提下；但當車輛逐漸演變為高度整合且持續更新的移動平台，單一時間點的測試結果，已難以反映持續演變的風險樣態與版本變更影響。

國際標準與法規的重心也因此開始位移。從確認產品是否符合規範，進一步要求企業具備持續管理安全風險的能力，涵蓋網路安全、軟體更新，乃至開發流程的可追溯性與系統責任界定。制度正逐步介入整車開發的各個環節，安全也從產品上市前的門檻，逐漸轉為觀察企業工程治理能力的重要面向，並持續影響整車產業的競爭條件。

## 法規重心前移 安全從測試結果走向管理能力

過去車輛安全主要建立在產品完成後的測試與驗證上，只要在既定條件下通過相關規範，即可視為符合市場要求。隨著電動車與智慧車輛快速發展，這套模式正面臨根本性的挑戰。高壓系統、車用軟體、網路連結與空中更新 (Over the Air, OTA) 功能大量導入，使安全風險不再侷限於單一零件或單次測試情境，而是延伸至系統間的動態互動與產品生命週期中的持續變化。

在此背景下，國際法規開始將要求從產品本身，擴展至企業是否具備持續管理安全的能力。台灣德國萊因 (TÜV Rheinland Taiwan) 交通服務事業群總經理吳孝先指出，以聯合國 UNECE UN R155 網路安全管理系統 (Cyber-Security Management System, CSMS) 與 UN R156 軟體更新管理系統 (Software Update Management System, SUMS) 為代表的法規，其關注重點已不只是最終測試結果，而是企業能否建立對應的管理流程、版本控制與風險應對機制。安全正從一次性的測試認定，轉向持續運作的管理系統能力。此一轉變，導致法規介入的時間點大幅前移。

過去車輛開發多半先完成設計，再透過後段測試確認是否合規；但在電動車與智

慧車輛架構下，若安全風險來自系統互動、軟體控制與持續更新，僅在末端檢驗結果已難以完整回應實際需求。吳孝先表示，面對網路安全與軟體更新等新型態要求，企業必須從系統設計架構階段就建立管理機制，並透過內部管控文件、邏輯分析與流程一致性，確保安全設計真正落實於產品開發中。因此法規開始關注產品的開發流程與設計決策邏輯，而不只是最終做出了什麼，像是設計邏輯是否合理？風險辨識是否完整？各功能之間是否具備清楚的控制關係？都成為審查的重要依據。

這也對開發流程的可追溯性提出更高要求。台灣德國萊因工業服務與資訊安全事業群資深業務經理莊珮甄提到，當後續出現功能調整、版本更新或系統變更時，企業需要能回頭檢視原始設計假設與影響範圍，確認相關風險仍在控制之中。安全不再是開發後段的附加工作，而是貫穿整個產品形成過程的基本條件，也逐步成為衡量整車工程治理能力的核心指標。而這些管理與開發流程要求，對整車廠來說，需遵守 R155 & R156 法規，而多數供應鏈適用的標準為 ISO/SAE 21434 車輛網路安全工程標準與 ISO 24089 道路車輛一軟體更新工程，這個差異值得廠商多留意。



台灣德國萊因交通服務事業群總經理吳孝先指出，安全正從一次性的測試認定，轉向持續運作的管理系統能力。

## OTA更新常態化與版本管理 成為安全新門檻

當法規要求前移至開發流程，車輛安全的管理範圍也進一步延伸至產品交付之後。過去車輛完成生產與交付後，功能狀態相對固定；但在軟體定義車輛逐漸成形的趨勢下，車輛功能可透過 OTA 持續更新，產品生命週期中的系統狀態不再靜止。這使安全不再只取決於出廠當下的驗證結果，也取決於後續每一次更新是否受到妥善管理。

莊珮甄指出，UNECE UN R156 關注的核心，即在於企業是否具備完整的軟體更新管理能力。車輛功能、控制邏輯或系統介面發生調整時，若缺乏一致的版本控制機制，就可能出現模組之間的版本不一致，進而影響系統運作的穩定性。對整車而言，更新已不只是新增功能或修補問題，更涉及車輛在不同版本條件下是否仍能維持原有的安全表現。

除版本管理之外，更新過程本身同樣是法規關注的重點。莊珮甄表示，使用者通知是否清楚、更新內容是否可被確認、異常發生後能否快速追查並恢復原狀，皆屬安全管理的一部分。當車輛功能持續透過軟體調整，企業若無法掌握更新流程與歷程紀錄，或在 OTA 更新過程中，如果相關機制設計或管理不到位，可能被駭客利用，進而帶來新的資安風險。例如未經授權的更新、惡意軟體植入，或資料傳輸遭攔截等情況。即使產品本身設計完善，也可能在後續演進中衍生新的風險，因此也需考量完善的資安機制設計。在此架構下，車輛交付不再是安全管理的終點，而是另一個起點。能否建立穩定的更新制度、掌握版本變化並快速回應異常，已成為軟體時代維持產品可信度的基本條件。

### UNECE UN R155 與 UN R156 法規要求及產業影響

法規	中文名稱	核心目的	適用對象	企業需具備能力	對產業影響
UNECE UN R155	網路安全管理系統 (CSMS)	建立車輛網路安全治理機制，降低駭客入侵與資安風險	車廠、供應鏈、軟體與電子系統相關業者	風險評估、資安流程、事件應變、全生命週期管理	資安能力成為市場准入條件，供應鏈需補強治理能力
UNECE UN R156	軟體更新管理系統 (SUMS)	確保車輛軟體更新與 OTA 過程不影響安全	車廠、具軟體更新功能之供應鏈業者	版本控制、更新驗證、通知機制、回溯管理	車輛交付後仍需持續管理，更新能力成為競爭力

MIH 整理，2026/05

## 供應鏈門檻提高 從產品交付轉向工程能力交付

安全要求從產品驗證延伸至開發流程與後續更新管理後，車廠對供應鏈的期待也隨之改變。過去供應商以交付符合規格的零組件為主要任務，只要性能達標、品質穩定，並提供對應的測試報告，即具備進入供應體系的基本條件。然而在電動車與智慧車輛架構下，單一零組件的表現已難以獨立評估其對整體系統的影響，供應鏈所需承擔的角色開始從產品交付延伸至能力交付。

吳孝先觀察到，許多台灣供應鏈廠商在進入一級供應商 (Tier 1) 或車廠體系時，雖已具備產品與測試報告，但車廠往往仍會進行額外審查，要求其符合品牌自訂的安全規範、流程標準與系統整合條件。供應商面對的不再只有單一法規要求，而是來自市場、車廠與平台體系的多層級規則 (包含法規、OEM 標準與平台規範)。這也代表企業需投入更多資源因應新增的要求，包括建立設計

文件與驗證紀錄、導入版本管理與異常追蹤機制，並配合客戶開發時程進行測試調整與重新驗證。對供應鏈而言，新增負擔已不僅是產品開發本身，更延伸至流程、人力與管理能力的長期投入。能否快速對應不同車廠標準、配合開發節奏調整流程，並提供完整的驗證與說明資料，已成為合作關係能否成立的重要前提。

這也意味著供應鏈的競爭面向正在改變。除了產品本身的性能與成本，企業還需具備理解規範、回應客戶要求，以及在整體系統條件下穩定交付的能力。當整車產業進入高度整合與制度化競爭的階段，供應鏈所交付的已不只是零組件本身，而是一整套可被信任的工程能力，包括產品設計與製造品質、驗證管理、版本控制、文件可追溯性、跨部門協作，以及面對變更需求時的快速應對能力。



台灣德國萊因工業服務與資訊安全事業群資深業務經理莊珮甄表示，後續出現功能調整、版本更新或系統變更時，企業需要能回頭檢視原始設計假設與影響範圍，確認相關風險仍在控制之中。

## 製造之外： 台灣供應鏈的組織能力挑戰

隨著國際法規與車廠要求持續提高，台灣供應鏈面臨的挑戰也逐漸從產品能力轉向組織能力的建立。台灣產業在電子製造、零組件品質與量產效率上具備深厚基礎，但在電動車與智慧車輛所需的安全治理體系中，製造實力只是入場條件，企業是否具備完整的人才、流程與實務經驗，才是能否長期接軌國際市場的關鍵。

莊珮甄指出，現階段國內供應鏈若要進入相關認證與整車體系，首先面對的往往是人才門檻。無論功能安全、網路安全、軟體更新管理，或跨系統驗證能力，都需要具備專業背景與實務經驗的人員長期投入，並透過訓練與證照制度持續累積，相關人才涵蓋功能安全工程師、資安管理與測試人才、車用軟體開發人員、系統驗證工程師，以及熟悉法規與認證流程的專業人員。相較於傳統製造領域可從既有經驗延伸，新型態車用安全要求更仰賴跨領域人才的養成。這段能力建立的時間，往往是供應鏈能否跨入整車體系的實質門檻。

流程與工具鏈的建立同樣不可或缺。莊珮甄表示，法規要求設計可追溯、版本可管理、風險可被說明時，企業內部若缺乏一致的開發流程與文件管理制度，便難以有效對應外部要求。部分企業因此需要透過外部顧問、驗證機構或技術夥伴協助導入制度，逐步建立符合國際規範的運作方式。

更現實的挑戰，則來自經驗累積的速度。安全能力高度仰賴專案實作與跨部門協作，不易在短期內補齊。對許多台灣供應鏈而言，真正的差距未必是技術做不出來，而是缺乏足夠案例、成熟的流程紀錄，以及面對國際客戶要求的實戰經驗。這類積累性的條件，往往比單一技術問題更難在短時間內跨越。

在此情況下，台灣供應鏈若要提升在整車產業中的地位，除了持續強化製造與研發優勢，更需要將人才培育、制度導入與經驗累積視為長期投資。當產業競爭逐步走向系統能力與治理能力，衡量標準已不只是誰做得快、做得便宜，而是誰能在多重規則下持續交付、並獲得全球市場的長期信任。

## 治理能力成為新指標 整車產業進入制度化競爭

從產品驗證、設計流程、軟體更新到供應鏈能力重組，這一輪安全要求的演進所指向的，是一個更根本的結構性轉變：安全的意義已從單一技術議題轉化為企業整體治理能力的展現，並開始影響整車產業的競爭格局。這一輪變化的背後，更直接的推力來自國際法規與標準持續升級。從產品驗證延伸至開發流程、軟體更新與供應鏈管理，法規要求已不再侷限於產品是否合格，而是逐步擴大至企業整體治理能力與持續運作機制。

此一轉變正重新定義市場進入門檻。過去企業可憑藉單一零件優勢、成本效率或局部技術突破取得市場位置；但在電動車與智慧車輛時代，產品由高度整合的硬體、軟體與服務共同構成，競爭優勢更取決於企業能否建立穩定

且可持續運作的工程體系。從設計決策到供應鏈協作，從版本管理到法規應對，都成為產品能否順利推進的結構性條件。

對整車廠而言，安全制度化代表開發模式必須同步升級；對供應鏈而言，則意味著合作門檻已實質提高。能夠穩定管理風險、控制版本變化並快速回應法規調整的企業，將在下一階段的整車競爭中取得更穩固的位置；反之，即使具備產品能力，若無法回應安全治理的要求，仍可能被排除在高階供應體系外。隨著安全從產品測試轉向治理能力，決定產業位置的標準也隨之改變，這不只是法規的升級，更是整個產業對「工程可信度」重新訂價的過程。▲



隨著電動車與智慧車輛走向高度整合，整車開發已從單一產品設計，逐步轉向涵蓋軟體、資安、更新與供應鏈協作的系統工程治理。（圖片提供：德國萊因）

## 未來應用

# 新移動場景考驗車輛安全與營運效率

最有價值的車，為何不一定是賣給個人的車？



過去百年，汽車產業以一次性銷售為核心：車廠研發製造新車，透過品牌與通路完成銷售，價值多在成交當下實現。無論性能、外觀或配備升級，競爭的核心目標都是賣出更多車；車輛交付之後，如何使用、使用狀況如何，車廠往往無法充分掌握。隨著電動化與連網技術成熟並快速普及，車輛價值也開始從「交付當下」逐步轉向「使用期間」。

但這套模式正因電動化、智慧化與連網技術成熟而改變。當車輛具備電子控制架構、空中更新與即時數據回傳能力，它的角色就不再只是交通工具，而是可以被遠端管理、動態調度、持續最佳化的移動單元。車廠與營運商第一次有機會在交車之後，持續參與車輛的使用過程。

這也意味著車輛的價值來源正在轉移，下一波競爭焦點，不再只是車型差異，而是誰能率先在可持續執行的商業場景中，建立對應的系統能力。

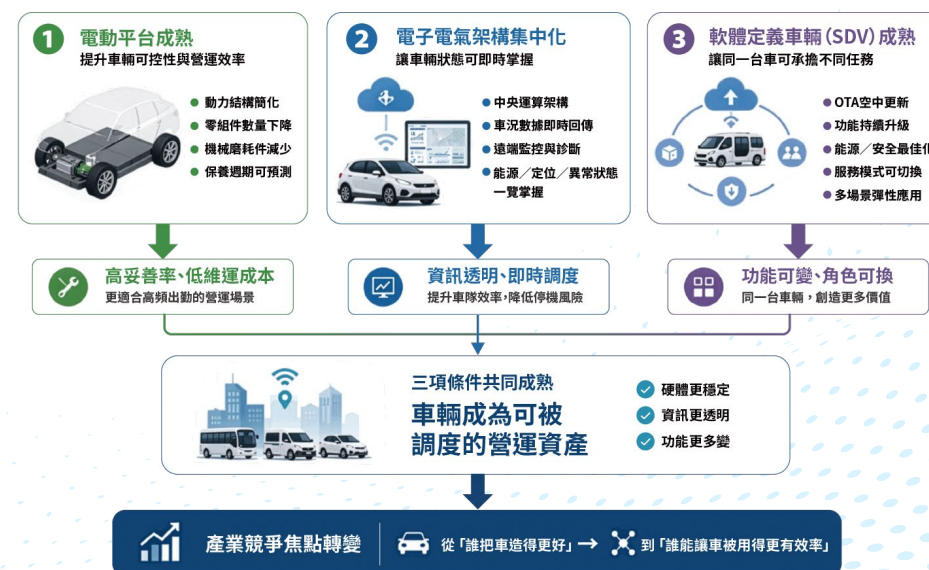
從共享接駁、城市物流，到封閉園區與定線運輸，汽車產業正從製造導走向營運導向，而這場轉變才正要開始。

## 三項技術到位 車輛開始可被調度

整車安全能力，將成為未來移動服務能否落地的基礎。當車輛進入共享接駁、城市物流、Robotaxi 或封閉場域服務，使用情境不再是單一車主的日常駕駛，而是高頻率、長時間、多任務的連續營運。車輛必須在反覆啟停、充電調度、遠端監控、軟體更新與異常處理中維持穩定，並在系統異常時具備降級運作、風險隔離與安全停靠能力。換言之，車輛要成為可被調度的營運資產，不能只靠單一技術突破，而必須由整車架構、安全設計與維運系統共同支撐；電動化與數位化，正是改寫這個前提的基礎。

首先，電動平台結構簡化、保養週期可預測，天生更適合高頻、高強度的營運場景。其次，新世代電子電氣架構讓車況、能源與位置資訊可即時回傳與整合，大幅提升調度效率與可視性。第三，空中更新 (Over the Air, OTA) 與軟體控制能力，在特定平台與架構條件下，同一台車可透過 OTA、功能解鎖與任務設定調整，提升用途彈性。三項條件同步到位，車輛首次具備被規模化營運的基礎能力。產業競爭的重心也因此從「造出更好的車」，逐漸移向「讓車輛資產發揮最大效益」。

## 車輛為何開始能被調度？三項技術條件成熟



## 四家國際車廠 四條未來應用路線

當車輛開始具備被調度與持續營運的能力，下一個問題已不是技術能否實現，而是哪一種商業場景能率先成立。不同車廠因既有優勢、品牌定位與市場條件各異，也走出了截然不同的路線。

從國際案例來看，Tesla 代表的是高自動化調度的想像，目標是透過 Robotaxi 自駕無人計程車服務建立平台型收入模式；Hyundai 以 PBV (Platform Beyond Vehicle) 模組化平台為核心，主打「用途先行」的模組化策略，讓同一底盤快速延伸多元場景；Volkswagen 則透過移動服務子品牌 MOIA 在城市環境先行驗證共享接駁需求，再回推產品架構；通用汽車 (General Motors, GM) 旗下 BrightDrop 曾選擇從商業物流切入，以需求相對明確的市場優先驗證電動

商用車模式。BrightDrop 後續停產也說明，即使場景需求清楚，商業模式仍不一定自然成立。若車隊客戶導入速度不如預期、車輛採購成本過高，或能源補給、維修服務與殘值評估尚未成熟，營運端就難以快速形成規模。這也提醒產業，物流場景確實適合先行測試，但要真正落地，仍必須讓客戶看見明確的總持有成本優勢與穩定營運效益。

四條路線看似分歧，指向的卻是同一個核心問題：車輛如何在交付之後持續創造價值。Robotaxi、PBV、城市接駁與商用物流，本質上是不同的實踐方案。這也說明，未來移動市場將呈現多路徑並行，而非單一標準解。誰能率先找到可規模化的使用場景，並建立對應的系統與營運能力，才可能在這波產業重組中站穩位置。

### 四家國際車廠 四條未來應用路線

車廠	未來應用路線	代表計畫	切入場景	核心策略	下一步成敗關鍵	產業觀察
Tesla	車輛成為即時調度節點	Robotaxi	自動叫車、共享移動服務	將車輛由私人交通工具轉為可即時派遣的服務節點，發展平台型營收模式	自動駕駛安全驗證、法規開放、車隊規模化營運能力	提高單車利用率，建立持續性服務收入
Hyundai	用途先行的模組化車輛	PBV	物流配送、商務接駁、行動商店、醫療服務	以共用平台快速延伸不同車體與艙體，切入多元商業市場	平台標準化、客製效率、量產成本控制	快速導入多元場景，擴大商用市場規模
Volkswagen	先驗證城市營運模式	MOIA、SSP	城市接駁、共享通勤	先建立共享服務與調度模式，再回推整車架構與產品需求	城市法規、乘載率、地方政府合作深度	建立可複製的城市移動服務模式
General Motors	物流場景優先落實	BrightDrop	最後一哩配送、企業車隊物流	從需求穩定、成本導向市場切入，先建立可獲利商業模式	總持有成本、維修妥善率、企業客戶採用速度	BrightDrop 停產顯示，即使物流需求明確，仍需建立具規模效益的商業模式

MIH 整理，2026/05

## 四條路線背後的答案： 誰掌握營運系統

從 Robotaxi、PBV、城市接駁到物流配送，四家車廠的切入點各不相同，但若進一步拆解其商業邏輯，可以看見一項共同趨勢：未來競爭力的來源，將不只取決於車輛本身，也愈來愈取決於誰能掌握背後的營運系統。

過去汽車產業的價值主要集中在研發、製造與銷售端，車輛交付後，車廠與使用者的關係相對有限。但在未來應用場景中，車輛有可能長期處於營運網路之中，從派車、充電、維修、軟體更新，到使用體驗與資產效率，都需要系統持續介入與管理。簡單來說，營運系統涵蓋調度、能源、維運與使用體驗等能力。車只是載體，真正拉開差距的往往是背後的系統效率。

以四個場景為例：Robotaxi 看的是車輛利用率與派車效率；PBV 重視部署速度、平台共用率與維護成本；城市接駁關鍵在載客率、準點率與路線最佳化；

物流車隊則聚焦每公里成本、配送效率與車輛妥善率。場景不同，但核心邏輯一致：系統能力決定營運效率，營運效率決定商業可行性。

這也意味著，下一波車廠競爭將延伸到更多層面，包括車隊調度、電池管理、預測性維修、OTA 更新速度，以及與城市交通和能源基礎設施的整合能力。部分車廠將不再只是硬體供應者，而會逐步轉型為平台營運商與移動服務提供者。

對供應鏈而言，這是值得關注的訊號。若只停留在單一零件供應，未來價值空間可能愈來愈有限；但若切入控制系統、車隊平台、能源管理或整合服務，將更有機會參與下一波成長市場。四條路線最終競逐的，不是誰的車款最多，而是誰能讓每一台車持續創造最高效益。這正是這場產業轉型的核心課題。

## 台灣供應鏈的新切入點

當國際車廠將競爭重心轉向營運系統與實際應用，對台灣而言，短期內雖不具備整車品牌優勢，但在系統整合與模組供應具高度競爭力。下一波機會，未必來自打造為整車廠，而更可能來自成為新移動場景中的關鍵供應者。

從電子零組件、資通訊設備到精密製造與彈性生產，台灣已建立深厚實力。隨著車輛走向電動化、智慧化與平台化，這些能力的角色也將升級，成為支撐未來移動系統運作的重要基礎。

更具體來看，台灣可優先掌握三類產業機會。第一，是車隊營運相關系統，例如充電管理、電池監控、車隊調度平台與預測性維修軟體。當商用車隊

規模擴大，這類系統將成為營運效率的核心。第二，是場景型模組供應，例如物流車艙、冷鏈模組、接駁車內裝、移動零售設備等，可依不同用途快速導入。第三，是示範場域整合，例如科技園區、港口、機場、醫院等封閉或半封閉場域，具備率先驗證無人接駁、自動物流與能源調度服務的條件。

這波產業轉型留給台灣的課題，在於如何把既有製造與系統整合優勢，轉化為可落地的應用方案。能率先進入新場景、建立可複製的商業模式的企業，就有機會在產業重組過程中，從供應鏈的一環，走向更具主動性的角色。

### 台灣可優先布局四大方向

布局方向	市場需求	台灣既有優勢	可切入機會
模組化車體與艙體	物流車、行動零售車、醫療車、接駁車等多元用途需求增加	金屬加工、機構設計、客製化製造	可替換車艙、模組化車體、快速客製導入
電控與安全控制模組	線控底盤、高壓管理、功能安全需求提升	電源供應器、工業控制、自動化、電子控制	線控轉向、線控煞車、電池管理系統(Battery Management System, BMS)、安全控制模組
車隊管理平台	車輛調度、能源管理、維修效率成為營運核心	資通訊軟硬整合、雲端服務、通訊技術	軟體即服務(SaaS)車隊平台、派車系統、能源最佳化
場域整合能力	新服務需先在特定區域驗證商業模式	園區聚落集中、製造密度高、跨域協作快	科技園區、港口、醫院、機場示範場域

MIH 整理，2026/05



未來移動競爭不只發生在新車發現場，也發生在維運、檢測與日常調度之中。當接駁車、配送車與服務車成為城市運作的一部分，車輛能否長期穩定執行任務，將成為衡量產業價值的重要指標。(圖片提供：德國萊因)

## 下一台明星車 不一定賣給個人

當車輛從產品變成可持續調度的資產，競爭的底層邏輯也將改寫。未來最成功的車，不一定是街上最吸睛的車款，而可能是每天在城市角落默默完成數百次任務的接駁車、配送車

與服務車。未來的競爭，將取決於誰不只造出好車，更能讓車持續產生價值，下一波移動革命，營運現場將是產業觀察的重點。▲



## MIH 聯盟走向產業落實的新考題

標準、會員與平台能量，  
如何轉化為商業成果與國際連結？

自 MIH 聯盟 (MIH Open EV Alliance，以下簡稱 MIH) 成立以來，以開放平台模式串聯全球會員，成功讓台灣供應鏈在全球電動車產業中提升能見度，也讓外界看見台灣從資通訊技術 (Information and Communication Technology, ICT) 走向智慧電動車的企圖心。歷經數年發展，MIH 已完成第一階段的產業集結任務；而當全球電動車市場進入量產競爭、成本最佳化與供應鏈重組的新階段，市場對 MIH 的期待，也從「建立聯盟」轉向「創造成果」。

## 標準化落實與商業成果 將是下一階段關鍵

本刊整理歷期受訪者觀點後發現，多數產業人士對 MIH 下一階段有明確共識，平台的價值不在於會員數量，而在於能否推動標準落實、促成商業合作，並帶領台灣供應鏈集體走向國際市場。

首先，標準化與模組化仍是最被看重的核心任務。恩智浦半導體 (NXP) 台灣區業務總經理臧益群指出，汽車產業未來將朝標準化、模組化與開放平台發展，MIH 若能持續推動共通規格與硬體平台，將有助於降低開發與驗證成本，加快產品上市速度，並吸引更多會員參與。東元電機總經理高飛鳶也認為，平台應先從動力系統外部尺寸、介面與安裝規格等基礎標準著手，讓車廠與供應商能快速對接，同時保留各家技術差異；他強調，台灣廠商不應僅著眼本地市場，而應要從一開始就以全球市場為目標設計產品，才具備真正的競爭底氣。

意法半導體 (STMicroelectronics) 亞太暨新興市場區 (APeC) 汽車產品事業部行銷經理陳錫成進一步提出，

MIH 下一步可布局車載乙太網路、區域控制器與軟體定義車輛 (Software-Defined Vehicle, SDV) 等新一代技術標準，協助台灣供應鏈提早卡位未來市場。他也提醒，推動車用產業不能以消費性電子產品的速度思考，車廠開發週期長、驗證嚴格，MIH 若要成功，需持續投入、長期耕耘。這些意見共同指出，標準化並非追求一致的產品，而是建立合作語言，降低跨企業整合的成本。

對多數企業而言，平台最終仍須回歸商業成果。信通集團總監黃安正直言，聯盟目前仍缺乏具備足夠規模的大客戶來引導供應鏈規格；若只是停留在「開會討論規格」階段，難以形成實際效益。他認為，一個成功的產業聯盟需由客戶帶動，並從既有法規與標準出發推動改善，方能產出具體成果。格斯科技董事長張忠傑也建議，MIH 應走向真正的產業協作平台，號召會員共同制定通用規格，再由聯盟對接國際車廠與市場需求；只要做出一兩個成功案例，就有機會帶動更多企業參與，讓台灣供應鏈找到集體突破口。

## 商業模式整合與全球市場布局 化身 MIH 擴大影響力引擎

除了標準整合，輝能科技全球策略與法國營運資深協理暨發言人宋心琦認為，MIH 未來更要補足「商業模式整合」的能力。她指出，單一公司難以同時解決技術、量產、合規、通路四道難題，聯盟應補上商業模式與市場化機制。具體而言，她建議聯盟建立跨夥伴商務架構（包含保密協議 (Non-disclosure agreement, NDA) 範本與合規資料室）、彙整可交付的解決方案組合與驗證流程，並以聯盟名義主導小批量量產示範專案，輸出「台灣製造 × 系統整合 × 合規」的成功案例。換言之，產業期待的已不只是交流平台，而是能真正創造訂單的平台。

在市場布局上，多位受訪者皆指出，MIH 若要持續擴大影響力，必須以全

球市場為目標。東元電機總經理高飛鳶建議，可鎖定印度、墨西哥等新興市場，結合台灣 ICT 與製造優勢，提供三電整合、電控與系統解決方案，建立服務據點與合作網路。天承精密董事長劉昌典則認為，台灣供應鏈應以外銷為核心思維，對應國際車廠與一級供應商 (Tier 1) 需求，並共同投資自動化製造與量產能力升級，讓台灣在中國與東歐之外，成為全球車廠可信賴的第三供應來源。

這背後反映的現實是，單一企業拓展海外市場往往面臨品牌、通路與服務的挑戰，但若透過平台整合零組件、系統方案與製造能力，台灣將更有機會以團體戰模式切入全球供應鏈。

## 驗證能力、法規接軌與人才厚植 強化 MIH 長期競爭力

此外，車用產業競爭門檻也正在快速提升。財團法人車輛研究測試中心 (ARTC) 董事長王正健指出，MIH 應強化跨域整合與前瞻法規布局，提前掌握歐美與亞洲市場在資訊安全、空中更新 (Over the Air, OTA)、主動安全與車聯網等規範趨勢，協助會員縮短產品進入國際市場的時間。

財團法人車輛安全審驗中心 (VSCC) 技術處處長曾鵬庭則建議，聯盟可建立模組化驗證平台，讓會員在既有基礎上快速整合開發，降低中小企業投入測試驗證的成本與門檻；他強調，車輛產業將進入高整合、高法規門檻的時代，若供應鏈無法合作升級，淘汰賽將會加速。

德凱認證 (DEKRA) 亞太區技術經理劉昱宏也提醒，未來車輛的競爭力不再只是交貨能力，更在於供應鏈能否提出功能安全、網路安全與軟體更新管理等完整安全證據。他建議 MIH 在推動模組化平台時，同步建置共享測試驗證資源，讓會員在開發初期就能進行風險分析與跨域整合驗證，降低後端修改成本。這意味著，未來車用供應鏈競爭的不只是製造效率，更是可信任能力。

人才培育同樣是長期課題。國立臺北科技大學車輛工程系教授陳柏全表示，學界高度重視 MIH 所帶來的產學合作機會，若能讓學生從演算法開發一路參與到量產驗證流程，將是最有價值的人才培育路徑。他也直言憂慮：台灣目前因人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 伺服器與算力基礎設施訂單暢旺，資源正在排擠車用電子系統的發展空間；若產業缺乏訂單與發展舞台，車用電子人才將持續流向其他熱門領域，一旦產生斷層，未來要與中國或其他新興電動車市場競爭將更加困難。

接下來，MIH 期刊也將迎來全新系列的專題規劃。第七期將聚焦車用晶片與 AI 平台主導權，觀察下一代智慧車平台由誰定義；第八期將關注自駕車落地關鍵期，討論高階輔助駕駛、Robotaxi 與法規門檻；第九期則以車聯網新時代為主題，觀察車輛如何串聯道路、支付、能源與資料服務。這也代表 MIH 下一階段的觀察重心，將從電動車基礎能力，延伸至智慧車產業的新競爭場域。▲

MIH 歷期受訪者

對聯盟發展的建議與回饋



恩智浦半導體  
台灣區業務總經理  
**臧益群**

MIH 下一階段應成為帶領台灣供應鏈  
進軍全球汽車市場的平台

推動標準化、模組化與開放平台；協助會員理解  
車用場景、功能安全與資安；以聯盟力量打群架

平台價值在於務實推動標準化與全球市場布局

從動力系統尺寸、介面標準做起；聚焦具競爭力的  
會員；布局印度、墨西哥等新興市場



東元電機總經理  
**高飛鳶**

聯盟最大困境是缺乏大客戶帶動規格

找到指標性客戶引導供應鏈；若無大客戶，可依  
既有法規與規格推進；避免只停留在開會討論



信通集團總監  
**黃安正**

除了技術整合，更要整合商業模式

建立整合方案清單；建立共用商務框架，如 NDA、  
承購 (Off-take) 協議；主導示範量產專案



輝能科技全球策略與  
法國營運資深協理暨發言人  
**宋心琦**

MIH 應從「找單一企業做生意」轉為產業協作平台

制定通用規格；會員依共同標準開發產品；  
對接國際車廠；形成規模經濟



格斯科技董事長  
**張忠傑**

成為車廠、Tier1 與半導體供應鏈間的標準協調平台

聚焦具價格競爭力的平台方案；  
布局車載以太網路、區域控制器、SDV 標準



意法半導體 APeC 區  
汽車產品事業部行銷經理  
**陳錫成**

建立可落實的零組件標準化機制

結構件、材料件與製程規格透明化；整合材料、  
加工、模具供應鏈；培養量產能力



天承精密董事長  
**劉昌典**



科飛數位總經理  
**王詠辰**

MIH 應從「喊標準」走向「做標準」

建立核心會員機制；打造開發工具鏈；  
提升標準化與開放精神

強化跨域整合與前瞻法規布局

整合 ICT、半導體、汽車零組件能力；  
提前掌握資安、OTA、主動安全法規



車輛研究測試中心董事長  
**王正健**

建立模組化驗證平台，降低產業進入門檻

共通標準與驗證機制；協助中小企業共同開發、  
共同驗證、共同拓展海外市場



車輛安全審驗中心  
技術處處長  
**曾鵬庭**

推動結構件與零組件標準化、模組化

提高零件共用率；改善供應鏈管理；  
提升量產效率與導入速度



開曼英利工業發言人  
**白秉諺**



德凱認證亞太區技術經理  
**劉昱宏**

建立國際等級驗證與治理能力

導入功能安全、網路安全、OTA 流程；  
建置共享測試驗證資源



## 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**