MIH期刊
Minimalism Intrinsic Harmony
Vol. 08
Oct. 2026

自駕車商轉進入關鍵期

駕駛責任、Robotaxi規模營運與法規，決定誰能真正上路



03 編輯室報告
當自駕能力變成長期營運能力

04 封面故事
1 自駕車走到哪一步？
從功能進展到駕駛責任移交的落地關鍵期
2 Robotaxi進入規模驗證
無人駕駛如何成為可持續的移動服務
3 法規決定自駕商轉速度
中美歐路線差異與責任重分配

22 市場洞察
自駕落地帶動市場重組
供應鏈訂單從技術驗證走向量產部署

30 科技焦點
自駕車資料回饋機制
真實道路經驗如何推動系統持續迭代

36 標準與法規
自駕商轉的第二張門票
供應鏈如何提出安全證據

42 未來應用
自駕服務不只載人
移動空間、車隊服務與城市運輸入口成形

自駕技術走出測試場後，市場檢驗的已不只是車輛能完成多少駕駛任務。
系統何時接下駕駛責任、Robotaxi能否支撐規模營運，以及法規、
安全驗證與供應鏈能否跟上，正共同決定自駕車落地的速度。

Minimalism Intrinsic Harmony
MIH

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

Minimalism Intrinsic Harmony
MIH

發行人 劉揚偉
總編輯 周修宏

編輯委員 連宏城、黃欽旻
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

編輯室報告

當自駕能力變成長期營運能力

近年來，自動駕駛可以完成的任務愈來愈多，高速公路與城市道路的導航輔助駕駛（Navigation on Autopilot, NOA）已能處理跟車、變換車道、進出交流道與部分路口情境；另一方面，部分無人計程車（Robotaxi）業者已獲准在特定服務區域及營運條件下，提供車內無安全駕駛員的載客服務。不過，車輛能自動完成多少操作，與系統是否在特定條件下負責執行完整的動態駕駛任務，是不同層次的問題；事故發生後的法律責任，則仍須依系統狀態、使用行為、產品缺陷、營運流程及當地法規判斷。

當自駕車由道路測試走向量產與日常營運，評估技術進展的方式也跟著改變。L2、高階駕駛輔助（市場常稱 L2+）仍由駕駛人持續監督；進入 L3 後，自動駕駛系統（Automated Driving Systems, ADS）可在操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD）內持續執行完整的動態駕駛任務，但後備駕駛人仍須在系統提出接管要求時適時回應。到了 L4，則要看系統能在多大的道路、天候、速度與交通條件下穩定運作。ODD 能否擴大，以及接近能力限制時能否可靠處置，更能反映實際落地的成熟程度。

自駕車真正投入服務後，又會面對另一項考驗。Robotaxi 移除駕駛人力後，車隊仍須處理派車、維修、遠端協助、軟體更新與異常狀況。每輛車每日能完成多少有效服務、空駛與停機時間多長、需要配置多少後台人力，都會反映在營運成本。車內通訊、邊緣運算、資料回傳、遠端診斷與預測性維護，也成為支撐車隊長時間運作的重要能力。

制度則決定這些技術與服務可以用多快的速度擴大。美國較多由特定州與城市開放 Robotaxi 測試與營運，中國同步推進高階輔助駕駛、L3 產品准入與 Robotaxi，歐洲則較著重明確的 ODD 與型式認證。當自駕車進入量產與長期營運後，監管問題還會延伸到生產一致性、軟體更新、人工智慧（Artificial Intelligence, AI）模型調整，以及原有安全證據在系統變更後是否仍然有效。

《MIH 期刊》第八期以「自駕車進入落地關鍵期」為主題，從自駕能力、Robotaxi 營運與法規准入三個面向，觀察自駕車目前真正走到哪一步；由市場、標準、資料回饋與未來應用等角度，探討自駕車在部署、供應鏈、安全證據與使用情境的變化。

對台灣供應鏈而言，車載運算、通訊、感測與控制仍是重要基礎。但當車輛需要長時間持續運行、持續更新並接受安全驗證，產品除了要支援資料交換、遠端診斷、故障追溯與後續維護，也要具備版本識別、變更影響分析、網路安全、更新失敗處置及證據追溯等能力，才能確認每次軟硬體變更後，系統仍符合原有安全與合規要求。這些能力也會影響供應商能否進入量產車與智慧車隊體系。

目前更值得觀察的，是既有能力能否走出限定測試，轉化為可以持續運行的產品與服務；當業者進入第二座城市、下一個車型，或推出下一版軟體時，是否仍能維持相同的安全、營運與合規能力。



自駕車走到哪一步？

從功能進展到駕駛責任移交的落地關鍵期

近年的高速公路與城市道路導航輔助駕駛（Navigate on Autopilot, NOA），以及端到端（End-to-End, E2E）智慧駕駛技術，持續增加車輛可自行處理的駕駛任務，涵蓋跟車、變換車道、進出交流道、通過路口與自動停車。另一方面，部分無人計程車（Robotaxi）已在限定服務區域及操作條件內移除車內安全駕駛員，提供 L4 無人載客服務；另有不少專案仍處於配置安全員的公開試乘、道路測試或申請許可階段。然而，系統可以完成多少操作，與駕駛任務是否已交由系統承擔，仍屬於不同層次。

自駕技術目前的成熟程度，除了功能範圍，也要看系統在什麼條件下可以接下駕駛任務、能維持多大的運行範圍，以及超出能力邊界後如何安全退出。針對消費者的自用車與 Robotaxi 也因此形成不同的發展路徑：前者目前仍以第二級駕駛自動化（L2）與俗稱 L2+ 的高階駕駛輔助功能為主；後者則多透過限定道路、區域與環境條件，在較明確的運行範圍內提高無人化程度。現階段 L4 較常出現在限定區域與固定路線，也反映自駕系統仍需逐步擴大可承擔的運行條件。

圖片提供：財團法人車輛研究測試中心

L2 跨到 L3 駕駛責任改變

自駕等級的差異，不能單以系統具備多少功能來判斷。即使 L2、L2+ 已能自動跟車、維持車道、變換車道，甚至處理部分進出交流道與停車情境，駕駛人仍須持續監督道路，並準備在必要時介入。

財團法人車輛研究測試中心（Automotive Research & Testing Center, ARTC） 總經理廖學隆指出，L2 與 L2+ 階段仍由駕駛人持續掌握駕駛責任，系統主要提供輔助；進入 L3 後，則是在符合特定條件時，由系統執行駕駛任務，駕駛人僅在必要時接手。這項責任移交，也使系統必須具備更完整的接管與安全退出機制：當道路、天候或系統狀態接近能力邊界時，車輛需判斷是否仍適合持續自動駕駛，必要時發出接管要求，並透過駕駛監控系統（Driver Monitoring System, DMS）確認駕駛人是否具備接手能力；若駕駛人未能回應，系統還須執行最低風險操作（Minimal Risk Maneuver, MRM），例如降低車速，或使車輛進入較安全的狀態。

廖學隆表示，駕駛監控與最低風險機制，正是 L3 相較 L2 新增的重要驗證項目。因此，L2 跨入 L3 所帶來的變化，不只是一級之差，更牽涉駕駛任務何時移交給系統、何時交還駕駛人，以及交接未能完成時，車輛是否仍具備降低風險的處置能力。



車輛研究測試中心（ARTC）總經理廖學隆指出，L2、L2+ 仍以駕駛持續監督為主；進入 L3 後，系統在特定條件下可執行駕駛任務，並須具備駕駛監控、接管要求與最低風險操作等安全機制。

責任交給系統後
ODD 成為可判讀的運行條件



勤崴國際總經理黃晟中表示，高精地圖與持續更新的道路資料，是自駕系統判讀運行條件、擴大 ODD 的重要基礎。

即使同樣標示為 L3 或 L4，實際可運行的條件仍可能有相當差異。道路類型、地理範圍、車速、天候、光線與交通狀態等條件，共同構成操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD）。ODD 界定了系統可以在哪些條件下執行駕駛任務，也決定何時需要退出自動駕駛狀態。

廖學隆指出，過去國內沙盒試驗較著重功能性測試，例如車輛能否處理轉彎、交通號誌與行人等情境；若要進入產品化與長期營運，驗證條件還須涵蓋下雨、起霧、逆光等環境變化，以及系統失效時的處置能力。這代表 ODD 除了需要在系統設計與申請資料中明確界定，也必須轉換成可重複驗證的測試條件。

道路資料的角色也因此有所改變。勤崴國際總經理黃晟中指出，早期電子地圖主要提供駕駛人導航使用，人仍可依現場狀況自行調整；進入先進駕駛輔助系統（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）階段後，系統開始需要更精準的車道資訊；到了 L3 以上，道路曲率、坡度、車道與位置等資料會直接供系統判讀與決策使用。依勤崴目前的技術要求，高精地圖精度可達 ±30 公分以內。

黃晟中認為，高精地圖除了精度要求之外，持續更新同樣重要；若長時間未更新，道路資訊便可能失去實際使用價值。道路配置、交通設施與行車環境都可能發生變化，因此 ODD 也不能只在開發初期完成設定。系統若要長期維持在既定能力範圍內，道路與位置資料必須持續維護，才能據以判斷當前環境是否仍符合運行條件。

知識小站｜什麼是 ODD ？

操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD），是指自駕系統被設計允許運作的條件範圍，通常涵蓋道路類型、地理區域、車速、天候、光線與交通狀況等。

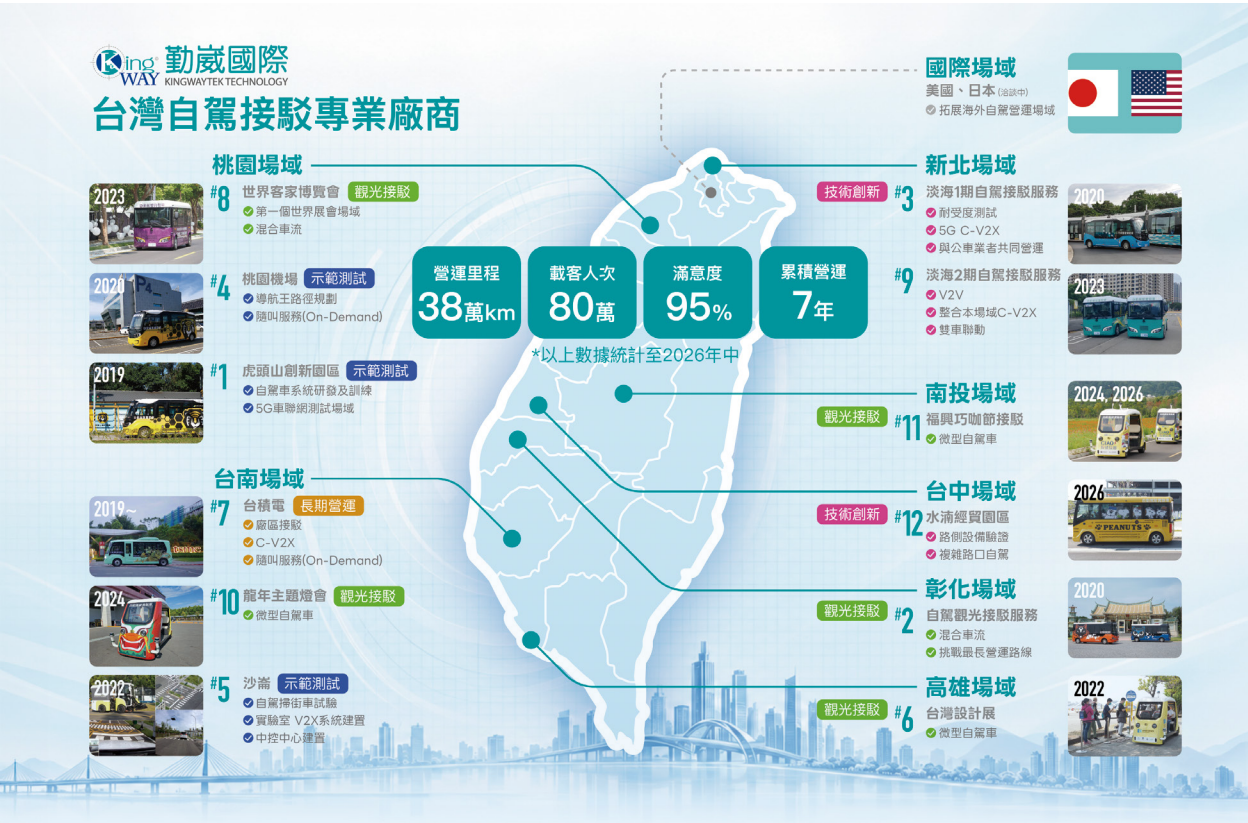
對 L3、L4 系統而言，ODD 決定了車輛在什麼情況下可以執行自動駕駛，也界定何時必須退出。例如，同樣標示為 L3，自駕功能若只能在高速公路、晴天與特定速度內啟用，與能支援夜間、雨天或更多道路類型的系統，實際可運行能力仍有明顯差異。因此，觀察自駕技術的成熟度，除了看自駕等級，也要看 ODD 能涵蓋多大的真實道路環境。

L4 在受控範圍落地
降低技術與責任不確定性

目前 L4 較常見的發展方式，是先選擇封閉廠區、專用道路與固定接駁等可控場域，降低系統需要同時處理的交通情境。對台灣而言，汽車、機車、腳踏車與行人混流，也使一般城市道路的感測、決策與事故責任認定更為複雜。廖學隆因此認為，自駕公車現階段先從專用道切入，是較務實的做法。

勤崴在南科半導體廠區的自駕接駁與無人載具配送，已累積實際運行經驗，目前也正於高爾夫球場驗證接駁服務。這類場域通常具有較明確的運輸需求、固定路線與可控運行條件，較有利於自駕服務持續營運，也成為商業化應用擴展的重要切入點。

但上路試驗與長期營運仍有差距。廖學隆提到，國內過去約有 19 個自駕沙盒試驗案，部分計畫在試驗期限結束後也隨之終止。後續能否形成固定需求與可持續的營運模式，才會影響自駕服務能否由示範走向長期運作。



圖片提供：勤崴國際

L4 自駕落地路徑：從受控場域走向城市混流

場域	運行特性	系統挑戰	代表案例／現況	現階段意義
封閉廠區	路線固定、交通參與者少	定位、路線控制、持續維運	勤崴的半導體廠在南科廠區接駁、無人載具配送：已投入實際場域運行	較容易建立穩定營運
專用道路／固定接駁	有號誌與公共道路條件，但運行範圍較明確	感測、號誌辨識、接管與責任釐清	日本日立 BRT 自駕巴士：2025 年起以 L4 進行約 6.1 公里營業運行；日本千葉縣柏之葉地區自駕巴士：2026 年起在部分一般道路區段展開 L4 營運	自駕公車較務實的切入方式
一般城市混流	汽機車、行人、臨停、施工等情境交錯	感測、預測、決策與責任認定最複雜	Waymo：已在美國多個城市提供全自駕叫車服務；百度 Apollo Go：在中國多個城市提供全無人 Robotaxi 營運	L4 擴大 ODD 的重要觀察場景

MIH 整理，2026/09

近期觀察重點
ODD 能否持續擴大

未來兩年，自駕技術的進展未必首先表現在自駕等級提升，更值得觀察的是 ODD 能否持續擴大。對 L3 而言，系統允許啟用的速度範圍、道路類型與環境條件，例如能否支援更多高速道路情境，或將夜間、雨天等條件納入可運行的範圍；對 Robotaxi 而言，則可觀察營運範圍是否延伸至高速道路、機場路線，以及更多城市與交通場景。

另一項重要指標，是系統對自身能力邊界的辨識是否足夠可靠。當感測器異常、定位失準、道路施工、通訊中斷，或其他條件超出原先設計範圍時，車輛需要判斷是否仍可持續執行駕駛任務；若必須退出，接管要求與最低風險操作也需要在不同情境下維持穩定表現。

ARTC 近年已建置高架道路、天候隧道與市郊交通情境，可重複模擬雨、霧、逆光與定位遮蔽等條件，用以檢視車輛在不同環境邊界下的表現。

對自駕接駁而言，另一項值得觀察的進展，是既有示範與沙盒測試能否轉化為固定路線、穩定需求與較長期的營運。

自駕成熟度仍視系統能承擔多少駕駛責任

現階段自駕系統已能完成相當複雜的駕駛操作，但能否進入長期商用，仍取決於系統可以在多大的運行範圍內穩定承擔駕駛任務。

當車輛能辨識自身所處的道路與環境、判斷目前條件是否仍符合 ODD，也能在超出能力範圍時要求接管或進入最低風險狀態，自駕技術才更接近可持續運行的商用條件。

未來兩年，自駕技術進展要看什麼？

除了自駕等級，更值得觀察的是 ODD 能否持續擴大，以及系統能否可靠辨識條件變化並安全退出。





Robotaxi 進入規模驗證

無人駕駛如何成為可持續的移動服務

無人計程車（Robotaxi）逐漸發展出不同於早期道路測試的營運規模。根據 Waymo 公布的資料，該公司 2025 年完成約 1,500 萬趟全自動駕駛乘車服務。當無人駕駛服務開始以千萬趟計算，除了車輛能否安全完成一趟行程，車隊每天如何派遣、充電、維修，以及有多少時間能維持在線，也成為實際營運需要處理的問題。

凌華科技邊緣運算平台事業處總經理陳少華認為，自駕產業過去較著重驗證人工智慧（Artificial Intelligence, AI）是否具備駕駛能力，進入商業部署階段後，車隊管理能力的重要性也隨之提高。當車輛數量增加，營運商需要處理的範圍也會延伸到車況掌握、維修安排、系統更新與整體車隊調度。

車輛、感測器、運算平台與營運設施都需要前期投入，後續再透過持續載客服務分攤相關成本。車隊增加有助於擴大服務範圍，但每輛車每天能維持多少有效服務時間，以及空駛、停機與維運造成多少負擔，會影響 Robotaxi 走向長期營運後的成本結構。

圖片提供：財團法人車輛研究測試中心

知識小站｜ Vehicle Uptime 車輛營運時間

Vehicle Uptime 是指車輛可正常投入營運、執行派車與載客服務的時間比例。對 Robotaxi 而言，故障、維修、軟體更新或其他異常造成的離線，都會壓縮實際可用的時間。

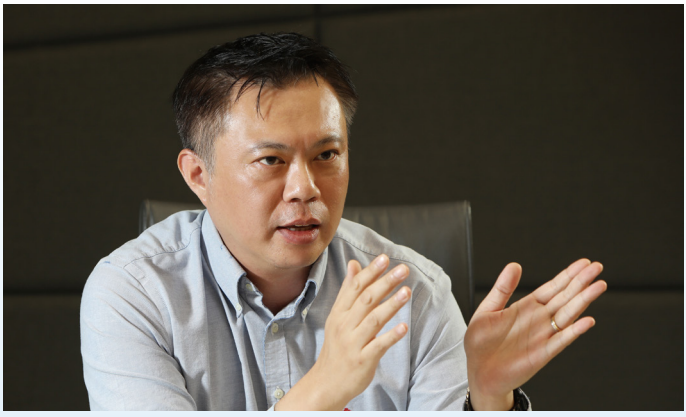
在車隊營運中，Uptime 愈高，通常代表可投入服務的車輛與時數愈多；若停機時間增加，即使車隊數量不變，實際可提供的運力也會下降。因此，Vehicle Uptime 常被用來觀察 Robotaxi 車隊的營運效率與維運狀況。

車隊持續擴大 單車利用效率成焦點

Robotaxi 走向規模營運後，車隊數量與累積里程仍是最直觀的觀察指標，單車利用效率與維運負擔也需要一併納入。每車每日完成多少訂單、載客與空駛里程比例、車輛在線率、維修停機時間、遠端協助頻率，以及尖峰與離峰時段的調度狀況，都會影響車隊實際可提供的有效運力。這些指標反映車輛投入營運後，有多少時間真正用於載客，又有多少時間落在等待、空駛、維修或異常處理。單輛車每天增加一些停機或空駛時間，影響或許有限；當車隊規模擴大到數百、數千輛後，累積效果便可能反映在整體運力與營運成本上。

陳少華表示，進入商業車隊階段後，營運商對車輛營運時間（Vehicle Uptime）的重視程度也提高。Robotaxi 若因故障或維修離線，除了當下無法接單，也可能影響原有派車安排與乘客的等待時間。相較於單看車隊規模，單車每天能實際提供多少有效服務，也有助於觀察車輛是否被充分利用。

當這些營運問題放大到整支車隊，影響效率的因素也會延伸到車輛本身。車內系統是否容易整合、更新與維護，會影響大量部署後的管理複雜度，也使電子電氣架構成為車隊營運需要處理的基礎環節。



凌華科技邊緣運算平台事業處總經理陳少華指出，Robotaxi 進入商業部署後，車輛在線率、遠端診斷與預測性維護的重要性提高，車隊管理也成為營運重點。

車隊走向大量部署
車端架構面對持續更新

Robotaxi 長時間運行，車上承載的感測、運算、通訊與控制功能也會持續增加。當車隊進入大量部署，電子電氣架構除了支撐運算需求，也需要因應車輛版本管理、功能更新與故障定位等工作。同一項功能若要套用到數百輛甚至更多車輛，系統整合程度與不同控制器之間的資料交換效率，都可能影響後續管理的複雜度。

台達電子先進汽車架構事業發展部處長黃世傑表示，車用電子架構正由早期的分散式架構（Distributed Architecture），逐步走向域集中架構（Domain Architecture），再朝區域架構（Zonal Architecture）發展，乙太網路也逐步成為車內高速通訊的重要骨幹。Zonal 架構有助於減少線束重量，並整合原本分散的控制功能；由於各車廠導入進度不一，現階段產品仍需兼容 LIN（Local Interconnect Network）、CAN（Controller Area Network）與 FlexRay 等既有車載網路通訊協定。

在運算端，黃世傑指出，目前車內主要需求包括自動駕駛 AI 運算平台、AI 智慧座艙，以及分散式電子控制單元（Electronic Control Unit, ECU）集中化整合平台。台達也曾展示時間敏感網路（Time-Sensitive Networking, TSN）應用，以 10 毫秒等級延遲，支援更即時的資料交換。黃世傑表示，美國部分城市的 Robotaxi 營運商已是台達的客戶，顯示相關車端架構需求已與實際商轉部署產生連結。



台達電子先進汽車架構事業發展部處長黃世傑指出，車用電子架構正朝 Zonal 架構與高速乙太網路發展，支援自駕車大量部署與持續更新的需求。

資料量持續增加
車端、邊緣與雲端分層處理

車內系統完成整合後，接著需要處理的是大量資料如何分配運算位置。Robotaxi 每天會產生感測、診斷與營運資料，若全部送往雲端處理，可能受到頻寬、延遲與連線穩定性影響。尤其行駛中的感知與安全相關判斷，需要在較短時間內完成，因此部分運算仍須留在車端進行。

陳少華以「邊緣－雲端連續體」(Edge-Cloud Continuum) 說明這類分層運算方式。車端主要負責毫秒等級的感知與即時決策；場域邊緣伺服器可處理區域資料整合與在地調度；雲端則較適合進行大規模 AI 模型訓練、歷史資料分析及整體車隊優化。透過不同層級的分工，可降低即時決策對網路連線的依賴，同時保留後端持續更新模型與分析營運資料的能力。

在實際應用上，凌華已參與日本成田機場的無人接駁，以及南韓 NAVER LABS 資料中心巡檢車等專案。這類場域的行駛範圍、任務內容與交通參與者相對明確，較有利於建立穩定的邊緣運算與車隊管理方式。

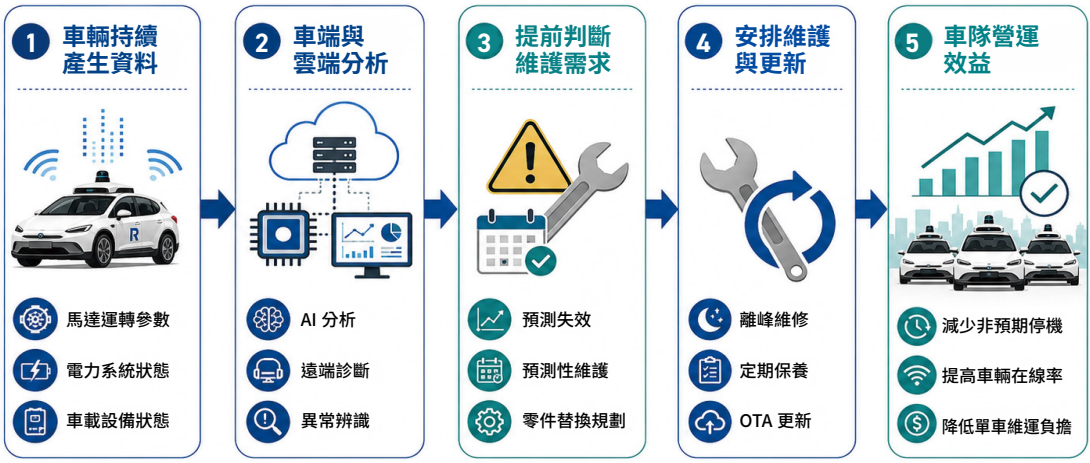
相較之下，城市 Robotaxi 面對的交通情境與異常狀況更多，對資料處理與系統管理也提出更高要求。當車端與後端形成持續的資料連結後，這些資料除了支援即時行駛，也可進一步用於故障診斷、維護安排與營運管理，並銜接下一階段的車隊維運需求。

知識小站｜ Edge-Cloud Continuum 邊緣－雲端連續體

Edge-Cloud Continuum 是指將運算工作依即時性、資料量與管理需求，分配在車端、場域邊緣與雲端不同層級處理。

以 Robotaxi 為例，車端負責毫秒等級的感知與即時決策；場域邊緣伺服器可進行區域資料整合與在地調度；雲端則適合大規模 AI 模型訓練、歷史資料分析與整體車隊優化。這種分層方式可降低即時決策對網路連線的依賴，也讓大量車輛產生的資料不必全部回傳雲端處理。

Robotaxi 如何透過資料降低非預期停機



觀察重點 車隊擴大後，遠端支援與維運人力是否需要近乎同步增加。

駕駛人力下降 後台維運成本仍需納入

Robotaxi 減少駕駛人力後，車輛診斷、維修、軟體更新與異常處理仍需要後台支援。車隊規模擴大後，每增加一批車需要配置多少遠端支援與維運人力，也可作為觀察規模化效益的面向。

陳少華指出，商業部署階段的車載運算平台除了 AI 推論，也需要支援遠端診斷、空中下載（Over the Air, OTA）更新、預測失效與預測性維護，協助提早辨識設備異常並安排維修。台達電子交通事業範疇策略事業發展部資深經理鄭博棠則表示，可透過馬達控制器蒐集運轉參數，結合車內 AI、雲端及電力系統資訊，用於預測性保養與零件替換規劃。若能提早掌握異常狀況，部分維護工作將有機會避開營運時段，降低非預期停機對車隊在線率與維運負擔的影響。

車隊規模持續擴大 營運效率仍待驗證

前面幾個環節最後都會回到同一個問題：當 Robotaxi 車隊持續擴大，單車利用效率與單趟服務成本是否也能同步改善。目前各業者公開的營運資料仍有限，車隊規模、成本結構與人力配置也缺少一致口徑，因此還難以只憑車輛數量或服務城市，就判斷商業模式已經成熟。

不過，接下來可以持續追蹤的方向已經逐漸清楚。車內架構會影響大量車輛的整合與更新效率，邊緣運算關係到資料如何即時處理，遠端診斷與預測性維護則牽涉停機時間與後台維運負擔。這些因素最終都會反映在每輛車每天能提供多少有效服務，以及營運商為每一趟服務付出多少成本。

台達與凌華目前已參與部分實際部署。黃世傑表示，美國部分城市的 Robotaxi 營運商已是台達的客戶；凌華也透過與日本自動駕駛開發商 TIER IV 合作自駕應用，以及與鴻海合資法博智能移動（FARobot）投入群體自主移動機器人（Autonomous Mobile Robot, AMR）管理，累積自主移動設備與多車管理經驗。

這些案例提供了一個觀察面向：當自駕服務由少量車輛走向車隊營運，車端通訊、邊緣運算、資料處理與遠端維運等系統，也需隨之面對更長時間與更大規模的實際運作。

接下來的觀察重點，會落在車隊持續擴大後，每輛車的有效服務時間、停機狀況、後台人力與單趟成本是否能同步改善。當無人駕駛服務進入更大規模的日常營運，衡量 Robotaxi 發展進度的方式，也會逐步由單車自駕能力，延伸到整套車隊營運系統的穩定性與效率。



台達電子交通事業範疇策略事業發展部資深經理鄭博棠表示，透過車輛運轉與電力系統資料整合，可支援預測性保養與零件替換規劃，降低非預期的停機風險。

封面故事 3





法規決定自駕商轉速度

中美歐路線差異與責任重分配

自駕車走向商業化後，中美歐逐漸形成不同准入路線，美國部分州允許無人計程車 (Robotaxi) 業者在特定城市或服務區域內，依州與地方規定取得測試、無人部署及載客服務所需許可；中國大陸（以下簡稱：中國）同步推進 L3、L4 自動駕駛相關准入與道路試點，歐洲量產的 L3 自駕車款則多限定於高速公路、特定車速與明確的操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD）條件。這些差異背後，牽涉的是誰能接手駕駛、事故由誰負責，以及取得准入後能否跨城市、跨車型或更新軟體。

圖片提供 : 財團法人車輛研究測試中心

L4 取消駕駛
責任不會隨之消失

自駕等級提高後，駕駛任務與責任歸屬也隨之改變。L2 由駕駛人持續執行環境監控並對駕駛行為負責；L3 系統可在 ODD 內持續執行完整的動態駕駛任務（Dynamic Driving Task, DDT），但後備駕駛人仍須在系統提出接管要求時適時回應；L4 系統則須在核准 ODD 內完成 DDT 及 DDT 失效後備。

TÜV SÜD 大中華區交通服務智慧自動化事業部總經理黃清泉指出，目前 L2 階段仍由駕駛人持續監督道路並承擔駕駛責任，車廠則須確保相關產品與功能符合安全及認證要求；到了 L4 與 Robotaxi，系統承擔更多駕駛任務，涉及的角色也擴及車廠、自駕系統供應商與營運業者，ODD 界定與事故責任分配仍在持續建立法規共識。

為便於分析，自駕事故責任可概括分為 產品、駕駛與營運三個層面：產品責任聚焦於車輛、感測器、自動駕駛系統（Automated Driving System, ADS）與控制系統是否存在設計或製造缺陷；駕駛責任則是釐清事故發生時由駕駛人或系統執行 DDT；營運責任則較常出現在 Robotaxi 等無人載客服務，包括是否依核准條件行駛、車輛維護、以及異常事件處理等。三者實際上可能彼此交疊，各地如何界定責任範圍，也會直接影響自駕車的准入方式、營運條件與商業化路線。



TÜV SÜD 大中華區交通服務智慧自動化事業部總經理黃清泉指出，L4 與 Robotaxi 走向商轉後，責任主體、准入條件與跨市場合規都更複雜，車廠與營運業者需同步因應不同市場的法規要求與後續變更管理。

中美歐上路方式不同 商業化路線跟著分化

自駕車能以何種形式進入市場，各地目前採取的制度路徑並不相同。美國的 Robotaxi 較常先在特定州或城市取得道路測試、無安全駕駛員部署與載客服務許可，再依核准的服務區域與運行條件逐步擴大。進入實際營運後，業者仍需依主管機關要求，持續回報碰撞、系統失效、車輛停駛與行駛里程等資料。這種做法讓部分 Robotaxi 業者較早累積真實道路與營運經驗，但服務若要跨州、跨城市擴張，仍須面對不同地方的許可條件與營運規範。

中國採取地方試點與國家級產品准入並行的方式。黃清泉指出，中國具備電動車商業化速度快、政策支持、車聯網（Vehicle-to-Everything, V2X）基礎設施與較成熟車隊部署等條件；由工業和信息化部牽頭研擬的 GB 44721-2026《智能網聯汽車自動駕駛系統安全要求》已發布，預定 2027 年 7 月 1 日起實施。此前，中國已於 2023 年啟動 L3、L4 准入與上路通行試點，2025 年底長安汽車與極狐汽車兩款 L3 車型取得附條件准入，並進入指定道路試點。整體來看，中國正逐步將地方測試、車型准入與量產要求接軌，後續可觀察地方部署經驗能否進一步轉化為較一致的准入規則。

歐洲則延續較成熟的型式認證體系，量產 L3 車款多在高速公路、限定車速及明確運行條件下開放使用。相較於先讓 Robotaxi 進入特定城市營運的美國模式，歐洲較多把產品安全與使用條件的確認放在上市之前，再依核准範圍提供功能。黃清泉也觀察到，歐洲對高風險 AI 治理的要求持續增加，未來車輛煞車、轉向等核心決策功能所使用的 AI，將更直接與受監管產品的合規要求連動。

三地目前沒有形成單一發展路徑。美國較強調真實營運後的持續監管，中國正逐步把地方試點與國家級產品准入接軌，歐洲則維持較強的上市前型式認證邏輯。這些制度差異，也使 Robotaxi、L3 量產車與其他自駕產品在各地形成不同的商業化節奏與擴張方式。

知識小站｜什麼是 CoP ？

量產一致性（Conformity of Production, CoP），是指產品取得型式認證後，後續大量生產的車輛仍須維持與核准樣車一致的品質、規格與安全性能。

自駕車的 CoP 可能涵蓋車輛硬體、感測器、運算平台、控制系統及相關軟體。當 L3、L4 車輛進入量產，或 Robotaxi 車隊規模擴大後，監管單位需要確認不同生產批次仍符合原本核准的條件。

取得准入只是起點
量產一致性與後續變更都要持續管理

取得准入後，監管還要確認量產車是否持續符合原先核准的條件。黃清泉指出，研發階段多著重單一車型或樣車測試，進入商業化後則要延伸到不同生產批次，透過量產一致性（Conformity of Production, CoP）確認車輛的軟硬體、感知與決策系統在大量製造後仍維持穩定表現。隨著 L4 與 Robotaxi 車隊規模擴大，這類一致性要求也會更重要，業者必須證明後續大量生產的車輛仍符合原先核准的條件。

量產一致性只是第一層問題。自駕車交付後，還可能因空中下載（Over the Air, OTA）更新、AI 模型調整、感測器更換、功能增減或 ODD 擴大而持續變動，車輛狀態也可能逐漸偏離當初送審時的版本。監管因此還要判斷，這些變更是否仍屬原有核准範圍；如果只是有限度的軟體修正，可能仍可沿用既有許可，若涉及功能水準、感測配置、使用條件或 ODD 明顯改變，則可能需要補充資料、追加審查，甚至重新申請核准。

中美歐自駕准入路線比較

比較項目	美國	中國	歐洲
主要准入方式	州／城市測試、無人部署與營運許可	地方試點逐步銜接國家級產品准入	型式認證＋明確運行條件
安全管理重心	真實營運、持續事件回報	測試、車型准入與量產要求	上市前驗證與產品合規
較典型產品路線	Robotaxi	L3 准入試點＋Robotaxi	L2 量產車為主，部分 L3 量產應用
代表車款／案例	Waymo Jaguar I-PACE、Zeekr Ojai	長安、極狐 L3 准入試點車型	Mercedes-Benz S-Class、EQS（DRIVE PILOT）
目前制度進展	部分城市已有無安全駕駛員 Robotaxi 載客服務	已啟動 L3 ／ L4 相關准入試點，首批 L3 車型取得准入試點資格；目前尚無 L4 准入試點	法規已涵蓋 L2、L3 與 L4；市場產品仍以 L2 為主，部分車款已進入 L3 量產應用，L4 以小範圍測試與准入探索為主
後續管理方式	依營運許可持續回報碰撞、系統失效與行駛資料	逐步銜接產品准入、量產一致性與道路試點要求	依型式認證與核准條件管理產品及功能使用
擴張時的主要限制	跨州、跨城市規範不同	地方經驗如何轉成較一致的准入制度	功能與使用條件受核准範圍限制
下一步觀察	不同州與城市的許可能否更順暢銜接	L3 准入試點如何進一步銜接量產，以及 L4 准入制度如何發展	L3、L4 合規功能如何持續擴大，並納入既有認證體系

MIH 整理，2026/09

這項判定會直接影響後續擴張的成本與時程。目前不少自駕系統的准入仍綁定特定車型、軟體版本、ODD、道路、城市與營運條件。當同一套系統擴張到新車型、新城市或新版軟體時，既有核准能沿用多少，就會影響商業化規模能否快速擴大。後續值得觀察的是，各地能否逐步建立更清楚的產品變更分類與准入規則，降低重複審查的負擔。

國際制度也開始朝這個方向發展。2026年6月，聯合國歐洲經濟委員會（UNECE）旗下的世界車輛法規協調論壇（WP.29）通過自動駕駛系統（ADS）的UN全球技術法規（Global Technical Regulation, GTR）及聯合國車輛安全法規（UN Regulation）草案，並同步推進相關法規調整，希望建立較一致的安全要求與型式核准基礎。這距離「一次核准、跨國通行」仍有相當距離，但已反映不同市場正嘗試尋找較一致的法規標準與對接機制。

黃清泉指出，第三方驗證機構的工作也逐步延伸到不同市場制度的銜接。TÜV SÜD長期協助大中華地區車廠進入歐美市場，需要同時掌握當地車輛法規、AI監管與產品認證要求，協助業者判斷哪些規範可以銜接、哪些仍須額外處理。若不同市場能逐步建立較一致的法規標準與對接機制，自駕系統在跨車型、跨城市與跨市場部署時，也較有機會降低重複審查的成本。



法規真正影響的是第二次部署

第一張許可回答的是自駕系統能不能在特定條件下上路，第二次部署則開始檢驗制度是否具備延伸性。當同一套系統進入新的城市、車型或軟體版本時，既有核准能否沿用，會直接影響部署的成本與時程。若每次擴張都必須重新提交大部分資料、重新確認適用條件，業者即使已完成前期開發，也可能面臨相近程序反覆進行的問題。對已經進入實際營運的 Robotaxi 或 L3 量產車而言，這類重複程序累積下來，會逐步反映在新市場導入速度、車型開發節奏與後續維運的成本上。

這也使准入制度逐漸成為產品與市場布局的一部分。車廠與 Robotaxi 業者規劃下一座城市、下一個車型或下一版功能時，除了評估技術可行性，也需要同步掌握當地准入條件、既有許可可沿用的程度，以及新增審查可能增加的時間與成本。若產品設計一開始就能把不同市場的法規差異納入考量，後續進入新區域時，部分系統架構、文件與認證成果就較有機會延續使用；反之，如果各市場要求差異過大，業者就可能需要針對不同地區重新調整功能範圍、使用條件與申請內容。

對跨國部署而言，制度能否形成較清楚的銜接方式會更重要。同一套自駕系統即使技術架構相近，進入不同城市或國家後，仍可能面對道路環境、責任制度、營運許可與主管機關要求不同的情況。不同市場若能逐步建立較一致的產品分類、變更判定與准入接口，業者就更有機會沿用既有開發成果，降低每次進入新市場都重新開始的負擔。這並不代表各地法規會走向完全一致，而是讓業者更清楚知道哪些要求可以延續、哪些條件改變後必須重新審查。

未來觀察自駕商轉進度，除了看業者取得多少張測試或營運許可，也可以進一步看第一張許可之後，第二座城市、第二個車型與下一版軟體能否更快進入市場。若後續部署所需時間持續縮短，代表制度逐步累積了可重複使用的准入經驗；若每次擴張仍須從接近起點的位置重新審查，則規模化速度仍可能受到限制。

技術能力決定自駕系統可以做到什麼，准入制度則影響這些能力能以多快的速度擴大部署。當後續部署能在維持安全要求的前提下減少重複程序，自駕服務才更有機會由單點落地走向多城市、多車型與更大規模的商業營運。



市場洞察

自駕落地帶動市場重組

供應鏈訂單從技術驗證走向量產部署



過去幾年，自駕市場多以測試里程、系統可處理的道路情境，以及無人駕駛展示成果，作為衡量技術進展的重要指標。近期則可觀察到，部分領先業者已進入較具規模的商業營運或部署階段。自動駕駛技術公司 Waymo 於 2026 年 2 月公布，每週已提供超過 40 萬趟付費自駕乘車服務，服務範圍涵蓋美國 6 個主要都會區；Uber 則持續與 Waymo、文遠知行(WeRide)、Nuro 等自駕業者合作，部分服務已導入 Uber 平台營運，其餘合作案則依市場不同，分別處於車輛整合、測試、申請許可或上線準備階段。

乘用車市場則呈現不同的發展節奏。Mercedes-Benz 與 BMW 先前分別在 S-Class、EQS 與 7 系列車款導入 Level 3 有條件自動駕駛，但 2026 年兩家公司都對相關布局作出調整。BMW 將在 7 系列小改款後停止提供 Personal Pilot L3 系統；Mercedes-Benz 也暫停在新一代 S-Class 與 EQS 延續 DRIVE PILOT 系統，轉而強化 Level 2 駕駛輔助系統。現階段 L3 仍受到使用情境、硬體成本與市場需求等因素限制，反映量產車自駕能力的發展並非持續向更高等級單向推進，車廠也會依成本與實際使用價值調整產品策略。

這些進展尚不代表高度自動駕駛已普遍成熟，相關功能仍受到道路類型、車速與使用條件限制；但當無人計程車（Robotaxi）進入實際載客服務、L3 功能進入量產車後，市場評估項目也會開始增加。除了技術可行性之外，車輛成本、系統可靠度、長期供貨能力、平台合作與後續維護的重要性也隨之提高。技術能力仍是進入市場的基礎，但量產與商業營運能否持續，也愈來愈受到成本、可靠度與供應體系等條件影響。

Robotaxi 擴大部署 市場出現更多平台合作

Robotaxi 市場近兩年的變化，除了營運範圍持續擴大，也反映在合作模式逐漸多元。部分自駕業者在既有城市增加服務範圍，同時也透過與車廠、叫車平台及車隊營運業者合作，準備進入更多市場。這使 Robotaxi 的部署逐漸由單一業者自行完成，轉向不同角色共同參與。

與此同時，叫車平台也開始串接不同自駕技術公司、車廠與車隊營運業者。Uber 已與 Waymo、WeRide、Wayve 等業者合作；美國叫車服務公司 Lyft 則與 May Mobility、Waymo 及百度等公司展開不同形式的布局。各項合作案的實際規模與進度仍有差異，但已可看出 Robotaxi 市場的分工正在增加，叫車平台未必自行建立完整的自駕技術體系，而是透過合作取得不同來源的自駕車供給。

這種分工模式也改變了 Robotaxi 市場的觀察重點。技術能力仍是服務上路的基礎，但當部署範圍擴大，車輛供給、平台介接、車隊管理，以及合作模式能否延伸到更多城市，都可能影響後續擴張的速度。對供應鏈而言，相關需求也可能由單一業者的測試專案，延伸至車廠、自駕平台、叫車平台與車隊營運商共同形成的採購體系。

Uber、Lyft 的 Robotaxi 合作布局

平台	合作對象	合作方向	截至 2026.08 狀態
Uber	Waymo	既有叫車平台導入 Robotaxi 服務	已營運
	WeRide	擴大多城市合作與海外部署	已營運
	Wayve、Nissan	規劃日本東京 Robotaxi 試點	規劃／待核准
Lyft	May Mobility	美國亞特蘭大部署自駕車	已營運（試點）
	Waymo	車隊管理與叫車平台合作	已營運／平台串接準備中
	百度 Apollo Go	規劃導入德國、英國市場	規劃／待核准

MIH 整理，2026/09

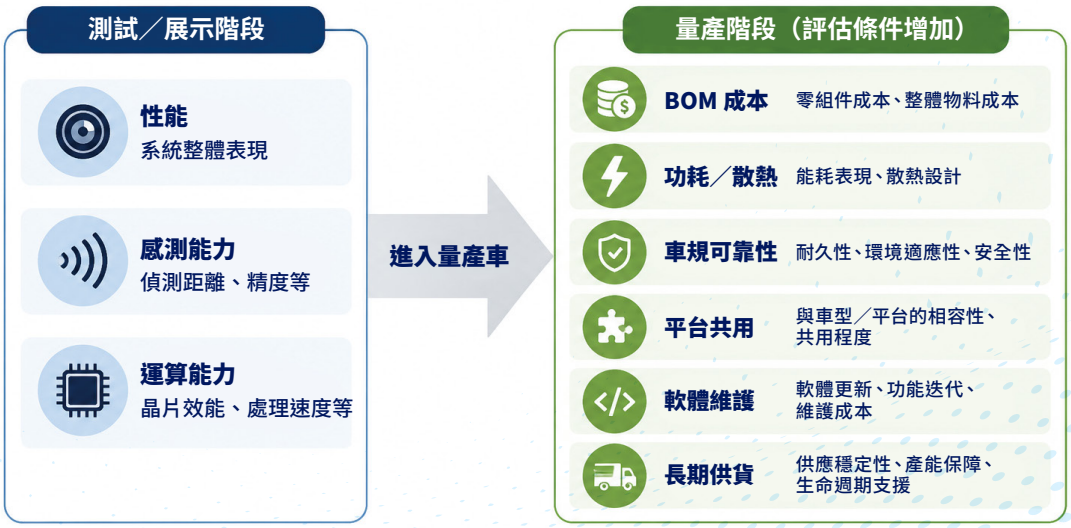
高階駕駛輔助系統與 L3 進入更多量產車 成本因素的重要性提高

除了 Robotaxi 之外，高階駕駛輔助系統（市場常稱 L2+）與有條件自動駕駛也持續進入量產車。Mercedes-Benz 已在德國推出最高可於 95km/h 條件下啟用的 DRIVE PILOT 自動駕駛輔助系統，BMW 則在德國市場 7 系列車款提供 Personal Pilot L3 自動駕駛系統。現階段 L3 仍集中於少數高階車款，且受到道路、車速與環境條件限制；相較之下，高階駕駛輔助系統的量產規模更大，相關感測與運算設備也已導入更多量產車型。

以光學雷達（Light Detection And Ranging, LiDAR）為例，中國大陸（以下簡稱：中國）LiDAR 供應商禾賽科技（Hesai Technology）已累積相對較大的車用出貨規模與量產車型合作，可作為觀察自駕感測硬體量產化的案例。截至 2025 年 11 月，禾賽科技累計出貨量已超過 200 萬顆，並取得全球 40 個汽車品牌、超過 160 款車型的指定合作。這類量產規模也反映，當自駕相關硬體進入量產採購後，車廠的評估項目會由產品性能延伸至物料清單（Bill of Materials, BOM）成本、功耗、散熱、車規可靠性、平台共用性、軟體維護與長期供貨等條件。

當 L2+ 與 L3 進入更多量產車後，市場觀察項目也會增加，包括車廠如何在感測配置、算力、成本與可靠度之間取捨，以及供應商能否針對不同車型與價格帶提供可量產方案。這些條件都可能影響相關功能的實際導入速度。

自駕硬體進入量產後的評估條件



市場觀察重點 當 L2+ 與 L3 進入更多量產車後，車廠需在感測配置、算力需求、成本與可靠度之間取捨；供應商能否針對不同車型與價格帶提供可量產方案，將影響實際導入速度。

中國市場擴大量產
自駕競爭開始向海外延伸

量產規模擴大後，成本因素的重要性在中國市場尤其明顯。以 LiDAR 為例，禾賽科技 2025 年先進駕駛輔助系統（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）LiDAR 出貨量達 138.1 萬顆，較 2024 年的 45.6 萬顆成長 202.6%；該公司並指出，2025 年第 4 季毛利率提升，部分來自 ADAS 與機器人 LiDAR 的成本與規模改善。這類出貨成長反映中國高階駕駛輔助市場已為部分感測設備建立較大的量產基礎，也使供應商有更多空間透過產品設計、製造規模與平台共用降低成本。

成本下降也出現在 Robotaxi 平台。小馬智行（Pony.ai）第七代 Robotaxi 於 2025 年進入量產，該公司表示，其自動駕駛套件（Autonomous Driving Kit, ADK）的 BOM 成本較前一代降低 70%；2026 年又提出目標，希望至 2027 年將中國市場 Robotaxi 的整車成本，包括基礎車輛與自動駕駛套件，降至人民幣 23 萬元以下。這仍屬企業自身的成本目標，實際成果有待量產規模與營運驗證，但已顯示中國自駕業者在技術能力之外，也把整車與系統成本納入商業部署條件。

在海外布局方面，Pony.ai 已在克羅埃西亞首都 Zagreb 推出商業 Robotaxi 服務，也在新加坡進入受邀乘客試乘階段，並於杜拜展開無人 Robotaxi 測試。另一家中國自駕業者文遠知行（WeRide）則已在阿拉伯聯合大公國首都阿布達比展開全無人 Robotaxi 商業營運，並與 Uber 合作在沙烏地阿拉伯首都利雅德提供 Robotaxi 服務；截至 2026 年第 2 季，該公司表示自駕業務已拓展至 13 國、超過 60 個城市。

各地的法規、道路條件與商業模式差異仍大，這些布局目前也處於不同發展階段，因此尚不宜視為同一套模式已可直接跨市場複製。不過，海外部署已使中國自駕業者的競爭條件延伸至更多面向。若 Robotaxi 與高階駕駛輔助系統持續擴大量產，業者對外提供的內容可能涵蓋整車、自駕系統、感測與運算設備、車隊平台及營運支援，而不只是單一演算法。

中國市場形成的量產規模與成本結構，是否進一步影響其他地區對自駕系統價格、規格與供應模式的要求，也將成為後續觀察全球自駕供應鏈變化的重要指標。

訂單開始分化
部分專案由 PoC 延伸至量產

中國市場量產規模擴大、部分業者布局海外的同時，自駕供應鏈也可觀察到概念驗證（Proof of Concept, PoC）、指定開發與量產供貨等不同型態的訂單並存。

研發樣品、試乘車與 PoC 仍是自駕產業的重要環節，尤其新車型、新感測器與新市場進入初期，仍需要經過測試與驗證；部分已進入量產或商業部署的專案，採購需求則由少量驗證延伸至車型導入、車隊部署與持續供貨。

這種差異可從供應商的合作進度看出。禾賽科技 2024 年同時公布全球車廠 PoC 專案與量產車型指定合作；到了 2026 年第 1 季，部分專案已進入量產階段，包括理想汽車（Li Auto）的車型採用多顆禾賽 LiDAR，以及 Mercedes-Benz 在歐洲與中國市場的新供應合作，另有部分已取得指定合作的車型預計於 2026 年下半年或 2027 年後進入正式量產。這顯示同一家供應商承接的不同客戶與專案，可能同時分布於技術驗證、指定開發與量產供貨等階段，自駕相關訂單並未同步由概念驗證轉向量產。

Robotaxi 也可看到類似情況。Pony.ai 與 Toyota 中國、廣汽豐田合作的第七代 bZ4X Robotaxi 於 2026 年 2 月正式駛出生產線，雙方當時表示 2026 年計劃生產超過 1,000 輛；Pony.ai 之後於 3 月進一步表示，已確保 1,000 輛 bZ4X 供當年度共同部署。

當車隊規模由少量測試逐步擴大，採購與供應需求也可能延伸至整車製造、感測器、運算設備、維修服務與既有車廠供應體系。

因此，概念驗證並未退出自駕市場，而是與量產訂單並存。差異在於，當專案進入量產車或實際車隊後，供應商通常需要面對更多評估條件。除了產品能否達到技術規格，品質一致性、成本控制、產能配置、車規要求、後續維修與產品生命週期，都可能影響採購與合作關係能否延續。

取得測試案仍是進入市場的重要入口；對已進入量產階段的供應商而言，能否配合客戶持續供貨，並隨同平台進入後續車型或新增營運區域，也可作為觀察其商業化進展的指標。

自駕專案不同階段的供應商評估重點

技術驗證階段	商業部署階段
驗證技術可行性	驗證穩定量產能力
少量樣品／測試車	規模化供貨
著重單一產品性能	強調系統整合與車規要求
專案型合作	較長期供應關係
完成功能與場景驗證	持續維護與軟體更新
一次性交付為主	長生命週期供貨

MIH 整理，2026/09

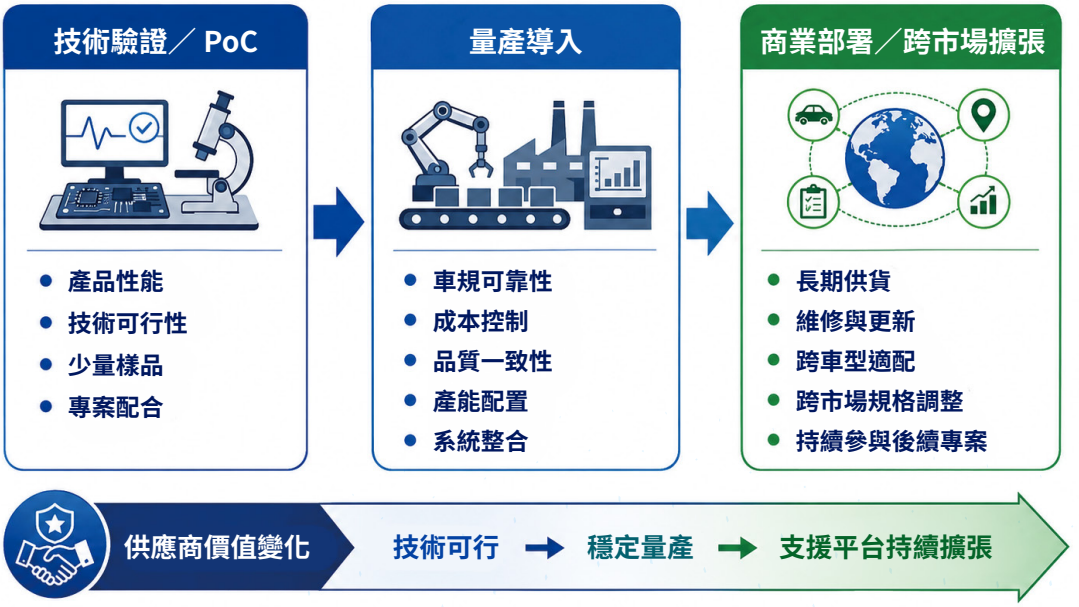
量產部署擴大
供應商角色如何變化

前述案例顯示，自駕市場目前仍有技術驗證、小規模試點、量產車與車隊部署等不同階段並存。當專案進入量產或商業部署後，供應商的評估項目通常也會增加，除了產品性能，量產能力與長期合作條件的重要性也隨之提高。

對已進入量產或商業部署的業者而言，自駕系統若要導入更多車型或城市，通常會涉及車廠、自駕平台、一級供應商（Tier 1）與設備供應商等不同環節的協作。供應商能否透過量產驗證、維持品質與交期，並配合不同市場的規格調整，也可能影響其是否能持續參與後續車型與營運專案。

對台灣廠商而言，觀察重點未必在於是否直接參與 Robotaxi 營運，而是國際車廠、自駕平台與 Tier 1 擴大量產部署時，哪些需求可能由外部供應鏈承接。車載運算、車內連網、感測模組、通訊設備、邊緣運算與遠端維運等領域，都可能形成相關需求；實際商機仍取決於平台能否形成穩定量產，以及供應商是否進入後續車型與長期供貨體系。

自駕專案不同部署階段的供應鏈要求



觀察重點　供應商能否由單一專案延伸到後續車型與長期供貨。

資金持續投入
策略投資與部署合作連結更深

自駕產業仍持續吸引大額資金，但近年的投資結構出現值得關注的變化。2026 年 2 月，Waymo 完成 160 億美元募資，投後估值達 1,260 億美元；同月，英國自駕技術公司 Wayve 完成 12 億美元 D 輪募資，投資者除了金融機構之外，也包括 Microsoft、NVIDIA、Uber，以及 Mercedes-Benz、Nissan、Stellantis 等車廠。4 月，AMD、Arm 與 Qualcomm Ventures 再投入 6,000 萬美元。這些案例顯示，自駕公司的資金來源已不只來自傳統創投，也納入車廠、晶片業者與叫車平台等產業參與者。

這類策略投資與一般財務投資的差異，在於資金往往與後續技術整合、車型導入或平台合作並行。Wayve 的投資陣容同時涵蓋車廠、運算平台與叫車業者，反映自駕技術若要進入量產市場，需要與整車、晶片與服務入口建立更緊密的合作關係。Uber 對 Wayve 另規劃依 Robotaxi 部署進度投入里程碑式資金，也使投資與實際商業進度產生更直接的連結。

另一種模式則是將投資與車輛採購納入同一合作架構。Uber 於 2026 年 3 月宣布與電動車公司 Rivian 合作，預計首階段部署 1 萬輛 R2 Robotaxi，並保留後續追加最多 4 萬輛的選項；Uber 也規劃至 2031 年投入最高 12.5 億美元，但資金撥付須依特定自動駕駛里程碑達成。這類合作同時涵蓋投資、車輛採購與後續平台導入，顯示部分自駕資金已開始與實際產品供應及部署規模連動。

不過，大額募資本身仍不能直接證明商業模式已成熟。值得觀察的是，資金是否伴隨明確的車廠合作、量產車型、平台入口與採購承諾。若這類合作持續增加，自駕市場的資本競爭可能不再只看技術公司的估值或融資規模，也會更重視資金能否轉化為實際車輛、量產訂單與長期合作關係。對供應鏈而言，這也意味後續訂單可能更集中在已進入車廠、自駕平台與叫車服務體系的供應商，讓是否進入既有合作網路，成為觀察市場重整時另一項值得留意的指標。



科技焦點

自駕車資料回饋機制

真實道路經驗如何推動系統持續迭代



Alphabet 旗下自動駕駛技術公司 Waymo 自 2017 年在美國鳳凰城測試自動駕駛載客服務後，營運範圍持續擴大。無人計程車（Robotaxi）進入多城市營運後，車隊每天累積大量影像、感測器與系統決策紀錄，但真正具有開發價值的資料，往往集中在施工改道、特殊交通互動，或模型較少遇見的複雜情境。當商用車隊擴大到數千輛，人工逐案檢視很快就會面臨規模限制。如何從大量道路紀錄中篩選出值得分析的事件，再轉化為可供後續版本反覆測試的場景，成為自駕車商用化後的重要技術課題。

從大量數據中找出真正有用的幾秒鐘

Waymo 在自動駕駛資料集「Open Motion Dataset」說明中指出，多數日常駕駛相對平淡，對研究特殊道路情境的價值有限，因此建立資料集時，會特別挑出車輛匯入、路口穿越、行人與自行車等互動資訊量較高的片段。

這類工作稱為情境挖掘（Scenario Mining），主要從龐大的行車紀錄中找出資訊價值較高、值得後續分析的案例。實務上，常見作法包括從模型信心度異常、急煞、特殊交通互動或特定環境條件著手，再搭配資料搜尋與分布偵測等方法，縮小需要人工分析與標註的範圍。資料標註業者 Kognic 將這類技術用於大規模車隊資料處理，先排出分析與標註的優先順序，將有限的人力集中在較具資訊價值的案例。

長尾情境與極端案例之所以受到重視，也和既有資料集的覆蓋範圍有關。2022 年發表的 CODA 資料集研究，以真實道路中的罕見物件與異常案例測試當時多種物件偵測模型；即使模型已使用大型自駕資料集訓練，在 CODA 上的最佳平均召回率仍只有 12.8%。這項結果顯示，模型在一般道路資料集上的表現，未必能直接代表其面對罕見物件或特殊交通組合時的能力。

車隊規模能否轉化為開發優勢，很大程度取決於能否及早找出這些少數、但資訊價值較高的案例。

知識小站｜什麼是 Scenario Mining ？

Scenario Mining 可譯為「情境挖掘」，指的是從大量道路行駛資料中，篩選出具有高分析價值的特定交通情境。這些情境可能包括模型信心度偏低、急煞、特殊交通互動、罕見物件或異常道路配置等。

對自駕系統而言，日常行駛資料大多屬於重複性高、變化有限的正常情境，真正能暴露模型弱點的案例只占少數。Scenario Mining 的作用，就是從大量紀錄中辨識這些少見但值得分析的片段，供後續標註、模型訓練、場景重建與模擬測試使用。

一次道路事件要留下的不只是一段影片

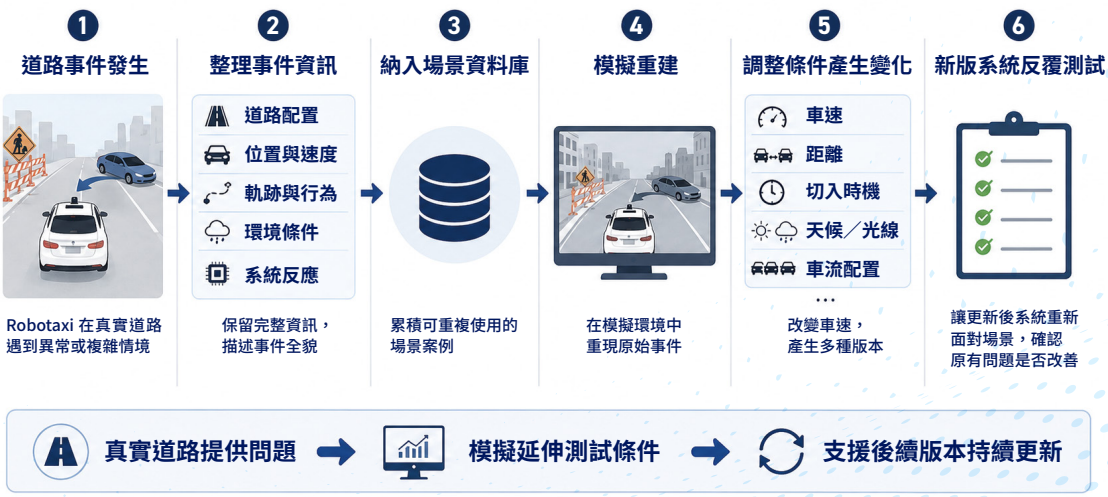
找到值得分析的道路事件後，下一步是將其整理成可重複使用的場景。若某輛 Robotaxi 曾遇到施工改道、突然切入或特殊交通互動，單純保存影像只能記錄事情發生；後續若要重新測試同一個問題，還需要保留道路配置、自車與周邊車輛的位置與速度、行為軌跡、環境條件，以及系統當時的反應。

這類資料整理後，會納入情境資料庫（Scenario Database）。Waymo 的碰撞避免測試（Collision Avoidance Testing, CAT）便採用這類做法，將人類駕駛紀錄、自動駕駛系統（Automated Driving System, ADS）測試資料與操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD）相關知識持續整理為場景，再放入模擬環境反覆測試。對開發團隊而言，一次道路事件的價值，不在於留下異常紀錄，而在於它能否成為後續版本持續使用的測試案例。

場景建立後，模擬才會接手。以「前車突然切入」為例，真實道路數據只提供一組條件；進入模擬後，工程團隊可以再調整車速、距離、切入時機、天候、光線與車流配置，觀察系統在不同條件下的反應。

NVIDIA 的 Omniverse NuRec 函式庫便是利用多感測器資料重建真實道路，再延伸出更多變化版本。這也讓單一道路事件不只回答「當時發生了什麼」，還能進一步用來確認系統能力的極限。

真實道路經驗如何進入自駕開發流程



世界模型把測試推向尚未發生的情境

但模擬仍有一個限制，如果測試條件高度依賴既有的道路資料或工程師的事先設計，能探索的範圍仍受到「已經看過什麼」與「事前想到什麼」影響。世界模型（World Model）的加入，正在突破這項限制。

Waymo 在 2026 年 2 月公布 Waymo World Model，以 Google 研發團隊 DeepMind 的世界模型 Genie 3 為基礎，可以先沿用一段真實道路事件，再由模型生成後續的攝影機與光學雷達（Light Detection and Ranging, LiDAR）資料。工程團隊也能透過駕駛輸入、場景設定或文字指令，改變道路使用者、號誌、天候與時間等條件，模擬車隊尚未遇過的長尾情境，或測試不同駕駛決策可能帶來的結果。

英國自駕車軟體公司 Wayve 於 2025 年 12 月推出 GAIA-3 世界模型時，也將世界模型應用於自駕系統評估與驗證。它可以控制環境與視覺條件，建立安全相關場景，再比較不同自駕模型在相同條件下的反應。

NVIDIA 則把世界生成、情境變化與封閉迴路評估（Closed-loop Simulation）整合在同一套工具鏈中；當車輛做出轉向、煞車或加速等決策後，後續的虛擬環境也會隨著決策改變。這使模擬開始超出單純重現既有事件的範圍。工程團隊可以利用已知的道路經驗，組合出實車尚未遇見的低機率情境，在真正上路碰到之前，先觀察系統可能的反應。

知識小站｜什麼是 World Model ？

World Model 可譯為「世界模型」，指 AI 透過既有資料學習環境中的物體、空間、動態變化與因果關係，進而預測或生成後續可能發生的情境。

應用在自駕領域時，世界模型可利用真實道路資料作為起點，再生成不同交通參與者、天候、光線或道路條件下的變化情境。相較於只重播既有事件，World Model 更著重模擬「尚未實際發生、但可能發生」的道路情況，供自駕系統進一步測試與評估。

車隊學習帶動新的供應鏈分工

當車隊資料持續回到開發流程，整車廠（Original Equipment Manufacturer, OEM）與自駕系統業者需要處理的工作也進一步延伸到資料篩選、場景管理、模擬與評估等環節，專業工具商因此有了新的參與位置。

Kognic 著重資料篩選、極端案例偵測與標註；NVIDIA 透過 Omniverse NuRec、Cosmos 等工具支援場景重建與模擬；Mobileye 的道路體驗管理（Road Experience Management, REM）則利用量產車蒐集道路資訊，更新 Roadbook 地圖資料庫並提供其他車輛使用。

三者切入點不同，但都說明自駕車供應鏈的合作範圍已延伸到車輛上路後持續運作的資料與軟體流程。Robotaxi 進入更多城市後，新施工型態、特殊道路配置與不同交通行為仍會持續出現；車隊規模愈大，需要處理的新案例也愈多。如何以工具化方式降低資料搜尋、整理與重建的人工作業，將直接影響後續更新的效率與成本。

一輛車今天遇到的特殊情境，多久能被篩選、整理成可重複測試的場景，再納入下一版系統接受檢驗，會直接影響商用車隊的更新速度。當這個週期縮短，新增的道路里程才更有機會轉化為整個車隊可以共同使用的經驗。

自駕車資料回饋流程中的供應鏈分工

業者	主要切入環節	代表工具／機制	主要用途	已公開合作／採用的車廠
Kognic	資料篩選與標註	極端案例偵測、資料整理工具	從大量車隊資料中找出值得優先處理的案例	Volvo Cars、JLR；另與 Zenseact、Continental、Bosch 等自駕／Tier 1 業者合作
NVIDIA	場景重建與模擬	Omniverse NuRec、Cosmos	重建真實道路情境，延伸不同條件進行模擬	Hyundai Motor Group、General Motors、小鵬汽車、小米、理想汽車等公開採用 Cosmos 或相關模擬／AI 平台
Mobileye	道路資訊回饋	REM、Roadbook	利用量產車蒐集道路資訊，更新地圖與道路資訊	Volkswagen Group、Stellantis 等已公開採用 REM ／ Roadbook 相關技術

MIH 整理，2026/09

標準與法規



自駕商轉的第二張門票
供應鏈如何提出安全證據

自駕車在測試場完成變換車道、避障與緊急煞停後，測試結果仍取決於預設的道路情境與環境條件，未必足以涵蓋實際營運可能面對的各種變化。當第三級（Level 3）駕駛自動化進入量產應用、第四級（Level 4）無人計程車（Robotaxi）投入收費營運，監管單位與車廠因而更加重視系統的適用範圍，包括系統設計用以運作的道路、天候、車速及其他條件，接近或超出能力邊界時的風險處置，以及事故後追溯系統狀態與控制紀錄的能力。

自駕系統交付後，軟體、演算法與服務範圍可能因功能調整、漏洞修補或營運需求而改變，其中部分變更也可能影響原有安全假設與驗證結果的適用範圍。操作設計範圍（Operational Design Domain, ODD）用以界定系統的預定運作條件與主要驗證邊界；測試資料提供能力判斷依據，軟體版本與車輛組態紀錄用於確認證據所對應的系統狀態，營運資料則可協助辨識風險與追溯事件。

如果測試通過、取得上路許可，可以視為自駕商轉的第一張門票，那麼進入實際營運後的系統更新，能否持續提出與系統版本、ODD 及營運狀態相對應的安全證據，就是第二張門票。它不只關乎車輛能不能持續上路，也牽涉系統更新後原有驗證是否仍然適用，以及事故發生時能否還原當時的系統狀態。對車廠與供應鏈而言，安全證據因此不再只是認證前一次性的測試文件，而是伴隨產品生命週期持續累積、更新與追溯的資料基礎。

ODD 劃定自駕系統的驗證邊界

ODD 界定自駕系統預定運作的道路、車速、天候、光線、交通密度與地理範圍，也可能納入道路施工、標線品質及通訊條件。這些條件既是系統能力的使用邊界，也是測試設計、上路審查與事故調查的共同參照。事件是否發生於獲准 ODD 內，是評估系統使用是否符合條件、分析系統行為及進一步認定責任的重要事實之一。

ISO 34503 提供 ODD 的規格化描述方法，ISO 34502 建立情境式安全評估架構，ISO 34504 與 ISO 34505 則處理情境分類、評估及測試案例生成。整車廠或自動駕駛系統（Automated Driving System, ADS）開發商據此定義系統層級 ODD，再將相關條件分解為感測、定位、通訊與運算平台的技術要求。供應商提出的性能資料、失效處理方式與測試結果，最後納入整車安全論證。

ODD 如何轉換為安全證據

階段	處理內容	產出
界定運作條件	道路、車速、天候、光線、交通密度、地理範圍、施工、標線與通訊條件	系統層級 ODD
建立測試情境	ISO 34503 描述 ODD；ISO 34502 建立評估架構；ISO 34504、34505 處理情境分類與測試案例	可重複執行的測試情境
確認駕駛責任	L2/L2+ 由駕駛人持續負責；L3 由系統在 ODD 內執行駕駛任務，接近邊界時提出接管請求；L4 須在 ODD 內自行處理失效與異常	接管、降級與風險處置要求
拆解供應鏈要求	感測器驗證環境性能；地圖與定位確認精度及更新；通訊模組處理延遲與斷線；運算平台支援故障偵測、降級及事件紀錄	元件測試資料與使用限制
納入安全論證	對照 ODD、系統版本、車輛組態與測試結果	可查核及追溯的安全證據

MIH 整理，2026/09

安全論證
向供應鏈逐層拆解

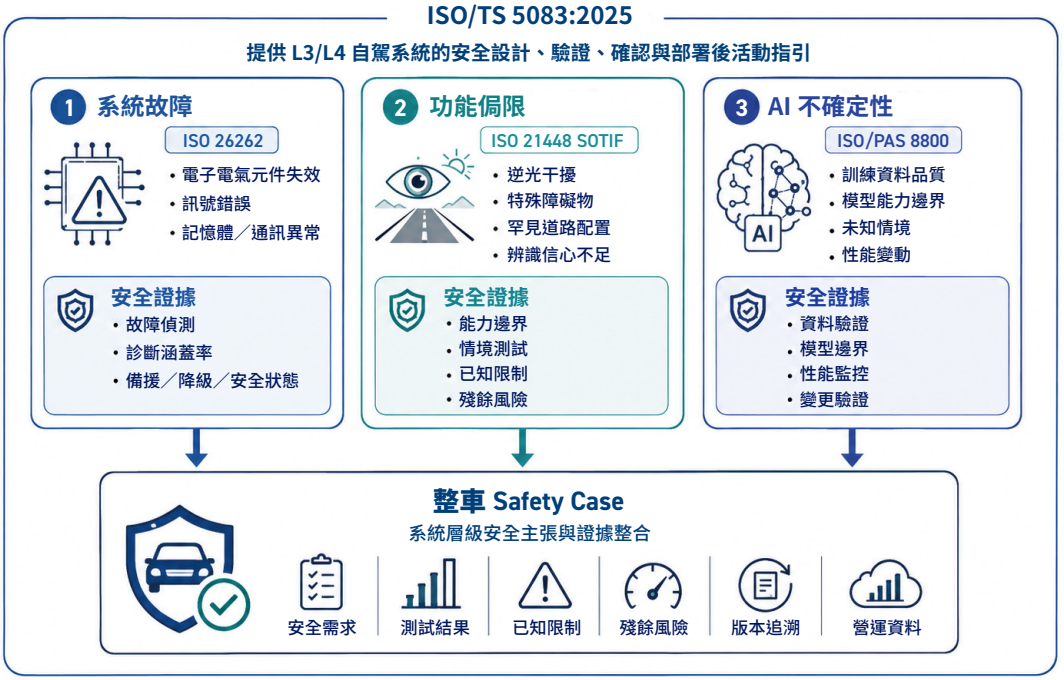
ODD 及測試條件確立後，各項驗證結果還需進一步納入整車安全論證（Safety Case）。整車廠或 ADS 開發商通常會提出系統安全性的主張，並以風險分析、設計措施、測試結果、已知限制及營運資料作為支持。單一元件通過測試，只能說明其在特定條件下的表現，仍需結合其他系統層級證據，才能評估整套自駕系統的安全性。

自駕安全涉及不同性質的風險。ISO 26262 主要處理電子電氣系統故障所衍生的功能安全問題；ISO 21448 的預期功能安全（Safety Of The Intended Functionality, SOTIF）則著重系統未發生故障時，感測或演算法能力侷限可能造成的危害；ISO/PAS 8800 進一步針對採用人工智慧（Artificial Intelligence, AI）元件的道路車輛系統，提出資料品質、模型能力邊界、未知情境及性能變動等安全工程考量。三類風險的成因不同，分析與驗證所需的證據也有所差異。

針對 L3、L4 自駕系統，ISO/TS 5083:2025 提供從安全設計、驗證、確認及部署後安全活動的整體指引。實務上，整車廠或 ADS 開發商通常負責整合系統層級安全論證，供應商則依其產品與系統角色，提供安全需求、測試覆蓋率、整合假設、已知限制、

不同風險，如何匯入整車安全論證

供應鏈提供的證據，最後需匯入整車 Safety Case



殘餘風險，以及失效模式和效應分析（Failure Mode and Effects Analysis, FMEA）、故障樹分析（Fault Tree Analysis, FTA）等相關資料，並儘可能與設計、軟體版本及測試結果建立可追溯關係。

對供應商而言，產品規格與測試結果若能轉換為整車安全論證可引用、可查核的證據，更有利於後續系統整合與驗證；軟體、模型或元件發生變更時，原有證據的適用性也需重新評估。

OTA 與網路安全將合規延伸至完整生命週期

軟體、模型或元件變更後，原有安全證據是否仍然有效，是自駕車交付後必須處理的議題。軟體定義車輛（Software-Defined Vehicle, SDV）與 AI 定義車輛（AI-Defined Vehicle, AIDV）可透過空中下載（Over the Air, OTA）更新修補漏洞、調整功能及升級 AI 模型。感測融合、路徑規劃、警示策略或安全降級邏輯一旦改變，既有的安全假設與測試結果都可能受到影響。

UN R155 要求車廠建立車輛網路安全管理系統，持續辨識、評估及處理產品生命週期內的網路安全風險，並管理供應鏈相關風險；UN R156 要求車廠建立軟體更新管理系統，使更新內容、影響範圍、核准程序與執行結果可供查核。兩者均屬聯合國世界車輛法規協調論壇（WP.29）架構下、由締約方採行的車輛型式認證法規。ISO/SAE 21434 與 ISO 24089 則分別提供車用網路安全工程及軟體更新工程的方法，協助車廠與供應商將法規要求落實於開發流程。

每次更新前，企業須識別受影響的車型、電子控制單元（Electronic Control Unit, ECU）、自駕功能及安全需求，並驗證更新套件的來源、完整性與相容性。軟體版本、車輛組態、核准流程及測試結果亦須完整保存。若更新程序發生異常，系統須確保維持於安全狀態，或具備自動／手動回復至前一可用版本的容錯機制（Fail-safe / Rollback capability）。漏洞揭露後，車廠須具備辨識受影響元件、車型與營運車隊的能力。

軟體物料清單（Software Bill of Materials, SBOM）可協助企業掌握軟體元件、版本與相依關係，縮短確認漏洞影響範圍所需的時間。SBOM 在各市場的法律地位仍有差異，現階段較宜視為車廠採購、網路安全稽核及供應商管理日益重視的工具。

AI 模型的更新同樣須納入變更管理。新模型對特定道路情境的表現可能改善，其他場景卻可能出現性能退化；平均準確率的提升不足以單獨證明更新後的系統更為安全。企業須再次檢查高風險情境與原有安全要求，並將測試結果對應至實際部署的車輛版本。OTA 更新因此必須保留可供驗證與追溯的變更紀錄。

Robotaxi 讓營運資料成為責任認定依據

OTA 更新所保留的版本與變更紀錄，可作為 Robotaxi 事故重建的重要資料之一。車內若未配置安全駕駛，調查人員較難透過駕駛人的陳述還原事發經過；單靠前方影像與基本車況資料，也未必足以解釋 ADS 當時的運作狀態。因此，主管機關、車廠與營運商在事故調查時，可能需要調閱更多能反映系統狀態的資料，以協助判斷事件是否涉及車輛故障、感測限制、軟體版本、營運流程或遠端協助。

相關資料可能包括 ADS 啟用、退出與失效時間，車速、煞車、轉向及控制指令，以及安全降級與最低風險狀態的執行結果。若事件涉及遠端協助，也可進一步比對請求原因、回覆內容、操作權限與處理時間，並對應當時的軟體版本、車輛組態及必要的感測資料。車隊日常累積的異常事件紀錄，則有助於檢視同類問題是否曾經重複出現。

現行聯合國車輛法規已就部分事故相關資料提出要求。UN R157 中的自動駕駛系統數據儲存系統（Data Storage Systems for Automated Driving, DSSAD）主要記錄自動車道維持輔助系統（Automated Lane Keeping System, ALKS）與駕駛之間的狀態轉換與介入；UN R160 規範的事件資料紀錄器（Event Data Recorder, EDR）則聚焦碰撞前後短時間的車輛動態與安全系統資料。若放在 L4 Robotaxi 情境，這些資料仍未必能完整反映遠端協助、軟體版本、感測輸入及車隊營運狀態，因此實際的事故調查可能還需搭配其他營運與系統紀錄。

對營運商而言，資料保存範圍還需在事故調查需求、儲存成本、個人隱私與營業祕密之間取得平衡。實務上可依事故重建需求，事先規劃資料範圍、保存期限與存取權限，並儘可能維持不同系統間的時間同步、版本對應與資料完整性。

Robotaxi 若跨城市部署，道路規則、天候、標誌、交通行為、地圖及通訊條件的差異，也可能影響既有驗證證據的適用範圍。車載運算、儲存、通訊、時間同步、網路安全及遠端維運能力，因此也可能成為車廠與營運商評估供應鏈時的考量項目。

Robotaxi 事故重建，哪些資料最重要

營運資料、版本紀錄與遠端協助資訊，都是責任判定的重要依據



台灣供應鏈如何建立可被採信的證據鏈

當資料紀錄、版本管理與變更驗證的重要性提高後，台灣廠商既有的車用電子、運算平台、感測模組、通訊、儲存、網路安全與測試驗證能力，也需延伸至更長的產品生命週期。國際車廠與 Robotaxi 營運商評估供應商時，除了元件性能與量產能力，版本管理、變更驗證、事件回應及長期維護能力，也可能成為評估整車安全論證是否具備足夠支撐的項目。

元件的可靠運作條件、故障反應、軟體更新後的安全性、漏洞影響範圍，以及事故發生時可提供的資料，都可能影響供應商與車廠或營運商之間的合作評估。這類要求也會牽涉安全工程人才、跨部門流程、文件管理與驗證工具，並考驗企業是否具備支撐長期維運的制度與資源。

對台灣供應商而言，安全證據鏈的意義，在於讓既有產品能力更容易納入國際車廠與 Robotaxi 營運商的開發、認證及維運流程。相關證據若能被客戶引用、接受驗證機構查核，並在系統更新後維持可追溯性與適用性，將有助於業者參與安全責任較高、產品生命週期較長的自駕車專案。

未來應用

自駕服務不只載人

移動空間、車隊服務與城市運輸入口成形



自駕車由道路測試走向實際載客服務後，產業關注焦點也開始往使用端延伸。自動駕駛技術公司 Waymo 已在美國多座城市提供自動駕駛叫車服務，Amazon 旗下自駕公司 Zoox 也以取消傳統方向盤與踏板的專用無人計程車（Robotaxi）投入載客。這些發展顯示，在經主管機關核准的服務區域、時段與操作條件內，不配置車內安全駕駛員的交通服務已進入實際使用階段；這不代表相關車輛能在所有道路與環境條件下自由運行。

當駕駛任務交由系統處理，車輛的產品設計與使用方式也出現變化。固定駕駛位置對座艙配置的限制降低，司機原本負責的乘客確認、異常處理與現場協助等工作，則需要由其他機制承接。若同一批車輛還能依乘客、時段與交通需求調整用途，自駕車與既有公共運輸之間也可能形成新的分工。值得觀察的是，自駕車如何由載人的交通工具，延伸為可重新配置的移動空間與無人服務節點，並順利接入城市交通系統。

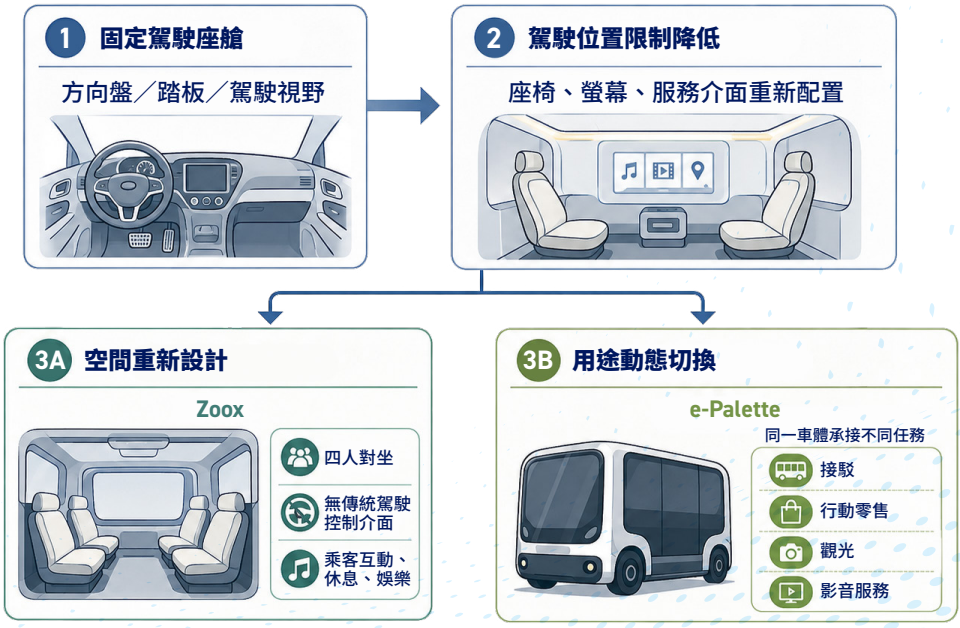
駕駛席鬆動
車輛成為可重新配置的移動空間

自駕服務延伸新的使用模式後，車內空間會是最先受到影響的場域之一。傳統乘用車必須保留方向盤、踏板與駕駛視野，座椅、螢幕與操作介面也以駕駛位置為配置基準。當車輛在設計階段即以無人駕駛為目標，這些限制便開始鬆動。Zoox 專用 Robotaxi 取消方向盤與踏板，採四名乘客相對而坐的配置，顯示座艙已可更直接圍繞乘客互動與旅程需求設計。目前相關服務仍依不同城市採取限定營運區域與分階段開放方式，實際服務範圍與使用條件仍有所差異。

另一條發展路線則是讓同一車體承接不同任務。Toyota 於 2025 年推出新一代 e-Palette 電動車，規劃應用於接駁、行動商店、影音與觀光等用途；現行車型可支援符合 Level 2 規格的自動駕駛系統，並以 2027 會計年度推出搭載 Level 4 系統的車型為目標。多用途空間與高度自動駕駛的結合仍在產品化與場域驗證階段。

這些案例反映的共同方向，是車輛用途可能逐漸由固定車型走向依時間、乘客與任務調整。當空間可以重新配置，下一個問題便轉向服務本身：沒有司機留在車內後，乘客確認、異常處理與服務品質要如何維持？

自駕釋放座艙空間，車輛用途開始分化



核心變化：駕駛位置退出後，車內空間可能沿著「乘客導向設計」與「多用途配置」兩條路線發展。

司機退出車內 無人服務層開始成形

傳統計程車司機除了駕駛，也會確認乘客、處理臨時需求，以及在車內髒污、遺失物或乘客需要協助時即時介入。Robotaxi 將駕駛任務交給系統後，這些服務仍須保留，並逐步分散到車內感知、數位介面、遠端客服與後端作業。

Waymo 目前已透過車內攝影機協助確認車廂狀況、尋找遺失物、處理緊急事件，乘客也能透過車內螢幕或應用程式（App）聯絡支援人員。新加坡叫車平台 Grab 與自動駕駛公司文遠知行（WeRide）則於 2026 年在新加坡東北部住宅新市鎮榜鵝（Punggol）的 Ai.R（Autonomously Intelligent Ride）自駕載客服務中配置隨車安全員，同時培訓遠端操作員，由營運中心監看車隊。這些做法顯示，駕駛人力退出後，部分工作正轉由感測系統、軟體與遠端人員承接。

下一步則是讓車輛自行掌握服務狀態。Robotaxi 完成一趟行程後，車內是否遺留物品、是否需要清潔、設備是否正常，都可能影響下一趟派遣。依目前發展推論，車內攝影機、乘員感測與人工智慧（Artificial Intelligence, AI）辨識，未來可能同時支援安全監控與服務品質管理。這套服務層若逐步成熟，自駕平台也更有條件針對不同乘客建立差異化的服務規格。

沒有司機後，一趟載客服務由誰接手？

司機的工作被拆解到感知、介面、遠端與後端流程，形成無人服務層



案例

Waymo
車內攝影機協助掌握車廂狀況、尋找遺失物、處理緊急事件；乘客可透過螢幕或 App 聯絡支援人員。

Grab + WeRide｜新加坡榜鵝
2026 年在新加坡榜鵝（Punggol）推出 Ai.R 服務，初期配置隨車安全員，同時培訓遠端操作員，由營運中心遠端監看車隊。

帳號、權限與服務流程 同一平台分化不同產品

當車輛控制與乘客服務逐步分開，自駕應用的分化方式也可能改變。不同乘客未必需要完全不同的專用車型，部分差異可以透過帳號、權限與服務流程處理。Waymo 於 2025 年在美國鳳凰城推出青少年帳戶（Teen Accounts），讓 14~17 歲青少年在家長或監護人帳號連結後獨立叫車；服務同時提供行程資訊、家長收據與受過專門訓練的 Rider Support，必要時客服專員也可聯絡監護人。

這代表同一套 Robotaxi 服務，有機會透過帳號權限、資訊共享與客服規則，形成不同於一般乘客的服務規格。未來若有更多業者採用類似模式，數位身分、監護授權、行程共享、支付管理及遠端客服，都可能成為自駕服務細分市場的重要工具。

高齡與無障礙交通也出現類似探索。美國自駕車技術業者 May Mobility 與底特律市政府合作的 Accessibili-D 試點，針對 62 歲以上或身障居民提供自駕接送服務，投入的車輛包含輪椅無障礙設計，服務目的地涵蓋醫療、購物、工作與社交活動。美國聯邦運輸管理局支持的示範計畫，也包含高齡社區接駁及醫療交通等應用。這些案例顯示，一般叫車、青少年接送、高齡交通、醫療照護或企業通勤，未來可能在相近車輛平台上，透過軟體權限與服務流程形成不同產品。

不過，自駕降低的是駕駛人力需求，部分實體服務仍需由真人提供。需要攙扶、輪椅固定、陪同就醫或其他照護的乘客，仍可能需要現場協助。未來較可能出現的是駕駛、客服、照護與遠端人員之間的新分工。當同一批車能依乘客與任務調整服務內容，自駕應用便開始由單一車隊延伸到城市交通系統。

知識小站｜什麼是需求反應式運輸（DRT）？

需求反應式運輸（Demand-Responsive Transit, DRT）介於固定路線公車與計程車之間，乘客可透過預約或即時叫車提出乘車需求，系統再依乘客位置、目的地與當下需求動態安排車輛、路線與停靠點。相較固定班次，DRT 較適合人口密度低、離峰時段、或第一哩／最後一哩等交通需求。若結合自駕車，未來可望降低固定配置駕駛的人力限制，提升這類彈性運輸服務的可行性。

從叫車工具到城市運輸入口
自駕車開始接入公共交通

當自駕服務具備依需求調度的能力，Robotaxi 與公共運輸之間可能形成競爭，也可能透過票價、轉乘與服務區域設計形成分工。Waymo 已在美國洛杉磯與舊金山灣區測試以乘車優惠鼓勵乘客銜接公共運輸；德國推動的 KIRA 計畫與新加坡 Ai.R 則直接將自駕車納入接駁與隨選運輸服務。這些案例顯示，自駕車未來在城市交通中的角色，很大程度取決於票價誘因、轉乘節點、服務區域與營運時段如何設計，也可能在低密度地區、離峰時段，以及第一哩、最後一哩交通中發揮較大彈性。

若即時交通資訊、需求預測、支付與派遣系統進一步整合，同一批車輛也有機會依不同時段調整任務，例如早晚尖峰承接車站接駁，白天服務低密度需求，晚間支援活動散場，深夜補足公共運輸班次不足的區段。這類調度能力若能成熟，自駕車的角色便可能由單一叫車工具，延伸為城市交通系統中可彈性配置的移動資源。

自駕車如何補位城市公共運輸

地區／案例	做法	主要應用	截至 2026 年 8 月狀態	可觀察重點
美國 Waymo	以乘車抵用金鼓勵銜接公共運輸	第一哩、最後一哩	轉乘優惠屬試辦性質；Waymo 本身已在洛杉磯、舊金山灣區等地提供公開全自動叫車服務	票價誘因是否改變乘客轉乘行為
德國 KIRA	Level 4 隨選公共運輸測試	郊區、低密度、離峰時段	持續實地載客測試，2026 年車隊由 6 輛增至 8 輛，服務區域與營運時段同步擴大	自駕車如何補足固定班次不足
新加坡 Ai.R	住宅區與生活、交通節點接駁	社區接駁	已公開載客；截至 2026 年 8 月正準備導入隨叫隨到、點對點服務，預計第 4 季逐步開放一般民眾付費使用	自駕車如何融入日常公共運輸網路

MIH 整理，2026/09

車隊進入城市
上下客、充電與資料介面成為下一層服務

自駕車若要由單一載客服務擴大為城市交通資源，下一個需要處理的問題，會落在車輛與城市基礎設施如何銜接。傳統計程車可由駕駛員臨場判斷上下客位置、等待區與臨時停靠點，自駕車則需要更明確的停靠規則與數位資訊。住宅社區、車站、商場、醫院或活動場館若成為 Robotaxi 的高頻上下客地點，路側空間如何劃設、哪些位置允許短暫停靠，以及尖峰時段如何避免大量車輛集中，都可能影響實際營運效率。

充電也會成為另一項車隊調度的條件。當車隊規模擴大，充電時間將與派遣、尖離峰需求及車輛可用率連動。系統需要判斷哪些車輛適合繼續載客、哪些車輛應在需求較低時回充，以及充電站容量是否足以支撐下一波派遣。若車輛能依剩餘電量、預估需求與行程距離安排充電，能源管理便會與車隊調度結合，成為維持服務穩定度的一部分。

另一個關鍵則是資料介面。當自駕車與公共運輸、叫車平台、停車及充電設施形成連結，行程、支付、道路狀態與車輛位置等資訊，也需要在不同系統之間交換。對乘客而言，最直接的體驗可能是一次完成預約、轉乘與付款；對營運端而言，則需要處理資料權限、使用範圍與系統介接等問題。相關營運資料也可能成為保險與風險評估的重要參考，包括服務區域、行程紀錄與車輛使用狀態等。

這些環節顯示，自駕服務真正進入城市後，應用範圍會延伸到車輛之外。路側空間、充電、支付與資料交換等，都可能成為支撐日常營運的服務基礎。當這些介面逐步建立，自駕車的角色也可能由單一載人工具，延伸為可依時間、乘客與城市需求調整用途的移動服務平台。


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！

填寫問卷



Copyright © 2026-present MIH. All Rights Reserved.