

自動駕駛感知技術再進化

■文：編輯部

雷射雷達、毫米波雷達、 攝像頭感知協同進化

雷射雷達：三維建模的「電子眼」雷射雷達通過發射雷射光束並接收反射信號，構建釐米級精度的 3D 環境地圖，成為 L3 及以上級別自動駕駛的核心感測器。目前已經廣泛使用在很多量產車中，其主要應用場景包括：

■複雜城市道路：Waymo 的 L4 級 Robotaxi 通過 5 顆雷射雷達實現 200 米範圍內障礙物的即時三維建模，識別率達 99.9%。

■極端環境冗餘：蔚來 ET7 搭載的 Innovusion 雷射雷達在全黑環境下仍能精準識別行人，夜間橫穿識別率提升至 92%。2025 年速騰聚創的半固態雷射雷達成本已降至 200 美元以下，計畫量產全固態雷射雷達目標成本 500 美元以內，推動 10-20 萬元車型普及。

■施工場景防護：小鵬 XNGP 系統在暴雨天氣中，雷射雷達的有效探測距離達 100 米，彌補攝像頭失效的缺陷。

毫米波雷達：具有全天候感知能力的毫米波雷達利用 77GHz 頻段電磁波穿透雨霧、灰塵，提供全天候的距離、速度和角度資料，是主動安全系統的基石。其核心應用包括：

■自我調整巡航 (ACC)：2024 年全球搭載量超 2300 萬顆，同比增長 18%。

■兒童遺留檢測 (CPD)：歐盟 E-NCAP 2025 強制要求新車配備 CPD，毫米波雷達憑藉高精度和隱私保護優勢成為主流方案。德州儀器 AWRL6844 晶片通過邊緣 AI 演算法實現兒童檢測，分類準確率超 90%。

■4D 成像升級：華為 96 線 4D 毫米波雷達新增高度維度檢測，可識別路面坑窪，已應用於問界 M9 等車型。

攝像頭：語義識別的「視覺大腦」攝像頭通過視覺演算法實現交通標誌、車道線和行人的語義識別，是 L2 級輔助駕駛的標配感測器。其關鍵應用包括：

■車道保持 (LKA)：2024 年全球前視攝像頭搭載量

達 1478.6 萬顆，同比增長 20.4%。

■高圖元化趨勢：8MP 攝像頭探測距離提升至 200 米，已下探至 10-20 萬元車型，如樂道 L60 全系標配。

■複雜場景識別：特斯拉 FSD V12 通過端到端神經網路減少對高精度地圖的依賴，但北京實測顯示其公車道識別率不足 40%，紅綠燈誤判率高達 60%。

技術演進與行業趨勢

固態雷射雷達成本從 2017 年的 7500 美元降至 2025 年的 500 美元，推動其在 15-20 萬元車型普及。

借助多感測器融合技術，汽車製造商實現了從功能疊加到深度協同的汽車感知力提升

例如，廣汽埃安昊鉑 GT 搭載 3 顆雷射雷達 + 12 顆攝像頭 + 6 顆毫米波雷達，實現全場景 360 度感知。華為 ADS 3.0 採用「時空聯合感知」演算法，將多感測器資料统一到同一坐標系，路口突發狀況識別率提升至 98%。

Waymo 第五代系統配備 5 顆雷射雷達、29 顆攝像頭和 6 顆毫米波雷達，硬體成本超 4 萬美元，確保極端場景下的可靠性。

但在技術路線的選擇上，汽車製造商們任然存在很大的分歧分化。比如特斯拉純視覺方案：通過 8 顆攝像頭 + 端到端神經網路實現 L2 級輔助駕駛，硬體成本僅為雷射雷達方案的 1/10，不過，在暴雨、強光等場景中，攝像頭技術仍存在誤判風險。2025 年在中國北京進行的實測顯示，其特斯拉 FSD 違章率是華為 ADS 3.0 的 3 倍之多。

為了符合越來越嚴格的法規，Waymo、百度蘿蔔快跑等 Robotaxi 採用「雷射雷達 + 攝像頭 + 毫米波雷達」多感測器方案，2024 年全球 Robotaxi 雷射雷達搭載量超 10 萬顆，平均每車配置 5 顆以上。

在感知技術方面，創新也在不斷進行。4D 毫米波雷達在 2025 年中國前裝市場滲透率預計超 30%，飛凡 R7 等車型通過 4D 雷達實現「虛擬保險杠」功能，提前 0.5 秒預警潛在碰撞。高德紅外的車載紅外線裝置探測距離達 400 米，已應用於東風猛士 917 等車型，在夜間和霧霾天氣下識別準確率超 95%。量子通信模組：Waymo

Driver 4.0 引入量子糾纏通信，確保 GPS 失效時仍能接收路側單元 (RSU) 的即時資料，通信時延降低至 10ms 以下。

從 2025 上海車展看智慧汽車的主動安全技術發展趨勢

從 2025 上海車展的情況來看，中國本土的汽車製造商更加傾向於多感測器融合的技術線路。

速騰聚創 MX 雷射雷達以 200 美元級價格顛覆市場，其 126 線 (ROI 區域等效 251 線)

性能搭配 10W 超低功耗，使 15 萬級車型標配雷射雷達成為可能。禾賽科技推出的 1440 線超清掃描雷達 AT1440，點頻達 3400 萬 / 秒，可識別 5cm 路面起伏，已在卡爾動力 L4 級自動駕駛卡車上實現商用。展會資料顯示，雷射雷達滲透率較 2024 年增長 46%，速騰、禾賽、華為形成三足鼎立格局。

移遠通信 RD7702AC 毫米波雷達以 77GHz 頻段實現 0.1 秒回應，耐溫範圍覆蓋 -40°C 至 85°C，在極氪 007GT 等車型上實現側向防撞突破。佐思汽研預測，2026 年 4D 雷達安

圖說：富豪 XC90



圖說：零跑 B01



裝量將達 559.4 萬顆，占總雷達市場的 14.1%。技術路線上，多晶片級聯方案仍是主流（大陸、博世等採用 4 片級聯），而傲酷的虛擬孔徑成像演算法通過軟體提升角解析度，在成本

圖說：極氪 007GT



表格說明：2025 上海車展部分參展車輛的主動安全技術示意

車型	核心參數	主動安全配置
仰望 U8L	四電機 880kW，CLTC 續航 702km	速騰 MX 雷射雷達 ×3，天神之眼視覺系統
騰勢 Z9	三電機 2.8 秒破百	華為 192 線雷射雷達 ×2，端到端智駕
奧迪 A5L	2.0T+48V 輕混 292 馬力	華為 ADS 4.0，雙雷射雷達 +11 攝像頭
問界 M8	增程續航 1526km	華為 192 線雷射雷達 ×1，無圖城市 NOA
極氪 007GT	雙電機 475kW，零百 2.84 秒	禾賽 ATX 雷射雷達 ×1，4D 毫米波雷達 ×4
零跑 B01	800V 平臺，軸距 2940mm	速騰 MX 雷射雷達 ×1，高通 8295 晶片
蔚來 ET9	全域 900V 架構，續航 700km+	自研 5nm 智駕晶片，雷射雷達 +11 攝像頭
大眾 ID.ERA 概念車	增程續航 1000km	酷睿程 AI 智駕系統，4D 毫米波雷達 ×5
奧迪 E5 Sportback	四驅 579kW，3.4 秒破百	雷射雷達 ×1，PPE 平臺智駕
小鵬 G7	800V 快充 12 分鐘 80%	純視覺方案，11 攝像頭融合
理想 L6 煥新版	雙 Thor-U 晶片 1400TOPS	雷射雷達 ×1，AD Max 3.0
凱迪拉克 LYRIQ-V	雙電機 3 秒破百	通用 Ultra Cruise 系統，6 活塞 Brembo 卡鉗
嵐圖 FREE+	華為 ADS 4.0+ 鴻蒙座艙	雷射雷達 ×3，熱成型鋼占比 24%
日產 N7	預售價 11.99 萬起	Momenta 智駕方案，4D 毫米波雷達 ×2
賓士 Vision V 概念車	120kWh 電池續航 800km	數位流星燈組，L3 級自動駕駛
富豪 XC90	插混綜合功率 335kW	Pilot Assist 3.0，雷射雷達 ×1
智己 L6	Orin-X 晶片	禾賽 AT512 雷射雷達 ×2，城市 NOA
廣汽昊铂 Earth	可降解植物基車身	華為 ADS 4.0，雷射雷達 ×1
紅旗天黿 1 號	飛行汽車續航 200km	多模態感知系統
奇瑞三體飛行汽車	複合翼垂直起降	雷射雷達 ×4，飛行控制系統

編輯部整理

敏感車型中嶄露頭角。

小鵬 G9 搭載的思特威 SC850AT 感測器，8.3MP 解析度配合 140dB 動態範圍，使前視探測距離突破 200 米。蔚來 ET9 的艙內監控系統採用

SC530AT 感測器，紅外補光下兒童遺忘識別精度達 99.9%。端到端大模型推動視覺演算法質變，華為 ADS 4.0 系統通過 6 億公里模擬測試，在無圖場景下實現地下五層停車場自動泊入。

安全技術演進趨勢：從硬體冗餘到系統協同

感知冗餘設計普及：問界 M8 配備六重制動冗餘系統，在單一系統失效時仍可保持 0.3g 制動力；富豪 XC90 採用硼鋼強化車身，抗壓強度達 28 噸

圖說：問界 M8 能隨光線、車速、轉向、路況，動態調節照明長度和寬度



。禾賽千厘眼 A 方案通過 4 顆 AT1440+4 顆 FTX 實現 360° 零盲區覆蓋，點雲密度達主流產品 45 倍。

智慧決策系統安全升級：華為 ADS 4.0 引入「安全先驗

模型」，在突發場景回應速度提升 40%；小鵬 XNGP 系統通過 720 億參數大模型，將複雜路口接管率降至 0.1 次 / 千公里。四維圖新行泊一體方案實現底層功能 100% 冗餘覆蓋，碰

圖說：奧迪 E5 Sportback



撞預警誤報率低於 0.01%。

執行機構可靠性突破：嵐圖 FREE+ 的線控轉向系統採用雙繞組電機，故障切換時間縮短至 10ms；極氪 9X 的 5 雷射雷達方案通過時空同步演算法，將感知盲區縮小至 15cm。中汽中心新能源檢驗中心資料顯示，2025 年 NESTA 六維電安全認證車型，熱失控抑制時間較國標延長 105 秒。

Frost & Sullivan 資料顯示，中國 ADAS 滲透率預計從 2023 年的 6.3% 增長到 2030 年的 87.9%；美國 ADAS 滲透率有望從 2023 年的 4.9% 上升到 2030 年的 69.9%。ADAS 和自動駕駛汽車的快速滲透，預計將大幅度提升單車雷射雷達搭載數量。

2026 年全球車用雷射雷達市場規模有望達到 247 億美元，2030 年全球車用雷射雷達市場規模有望進一步增長到 872 億美元，其中 ADAS (L3 規格以下) 649 億美元，自動駕駛 (L4，L5 規格) 223 億美元。

4D 毫米波雷達向快更准提升，根據 Yole Development 資料，預計 2027 年市場規模將達到 128 億美元，同時隨著演算法優化和晶片成本優化，車用 4D 毫米波雷達將從「高端選配」邁向「主流標配」。CTA