

# 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准識別行人，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，將多感測器資料統一到同一坐標系，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。

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。

## 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 )

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

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。



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 繢航 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
廣汽昊鉑 Earth	可降解植物基車身	華為 ADS 4.0，雷射雷達 ×1
紅旗天蠶 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

## 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% 夠餘覆蓋，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