

## 行業概覽

本節及本文件其他章節所載的資料及統計數據摘錄自我們委託灼識諮詢編製的報告、各種政府官方出版物及其他公開來源。我們委聘灼識諮詢就[編纂]編製一份獨立行業報告(即灼識諮詢報告)。來自政府官方來源的資料未經我們、我們的任何董事及顧問或參與[編纂]的任何其他人士或各方獨立核實，並對其準確性概不發表任何聲明。

### 激光雷達行業概覽

激光雷達可提供高精度測距、先進三維建模及強抗干擾能力，已廣泛應用於多個應用場景，包括ADAS、無人出租車、無人巴士、無人卡車以及倉儲物流、工業製造及智慧農業等產業所使用的其他機器人。近年，激光雷達的應用已突破傳統領域，進一步拓展至智能交通系統中的信號優化等領域。此外，預計激光雷達將在元宇宙等新興領域發揮關鍵作用，其技術集成預期可推動新一輪產業轉型及技術創新。

### 激光雷達的技術路徑

激光雷達技術沿以下路徑發展已取得重大突破：

- 機械式激光雷達通過電機驅動光機結構旋轉實現全向環境掃描生成點雲，達到最佳性能。
- 半固態激光雷達配備靜態發射／接收模塊，輔以一個或多個移動掃描儀，可能具備一維掃描單軸旋轉鏡、二維掃描雙軸旋轉鏡或二維掃描MEMS反射鏡。
- 全固態激光雷達則完全摒棄機械運動部件，具有結構精簡和集成度高的優勢。由於該技術路線的複雜性與成本限制，目前全球僅少數頭部企業具備量產全固態激光雷達的能力。禾賽作為行業先驅，率先實現全固態激光雷達產品的生產。

## 行業概覽

### 激光雷達不同掃描方式的比較

	類型	掃描	描述	開發狀況	優點	缺點
機械式 激光雷達	機械驅動 激光雷達	一維掃描	收發器垂直排列，通過360度物理旋轉進行掃描，全面覆蓋周圍環境。	• 批量生產	• 360度FOV <sup>(1)</sup> • 詳細的環境空間感知	• 大尺寸 <sup>(3)</sup> • 高成本
半固態 激光雷達	單軸 旋轉鏡	一維掃描	收發器為靜態，而旋轉的多角鏡通過將入射激光束反射到不同方向以實現水平掃描。	• 批量生產	• 詳細的環境空間感知 • 高可靠性和穩定性	• 中尺寸 <sup>(3)</sup>
	雙軸 旋轉鏡	二維掃描	振鏡通過反射實現垂直掃描。多角鏡通過將入射激光束反射到不同方向以實現水平掃描。	• 批量生產	• 詳細的環境空間感知	• 中尺寸 <sup>(3)</sup> • 可靠性和穩定性有限
	MEMS	二維掃描	基於MEMS的鏡片將激光反射到不同角度以完成掃描。	• 批量生產	• 小尺寸 <sup>(3)</sup>	• 範圍有限 • 可靠性和穩定性有限
全固態 激光雷達	光相控陣 <sup>(2)</sup>	非掃描	緊密間隔的光學天線陣列在寬角度範圍內輻射相干光。	• 開發中	• 小尺寸 <sup>(3)</sup>	• 探測範圍短 • 技術尚未成熟
	閃光	非掃描	產生閃光以在單個時間點探測整個周圍區域並使用圖像傳感器分析信息。	• 批量生產	• 小尺寸 <sup>(3)</sup>	• 探測範圍短 • 高功耗 • 強串擾
	電子掃描	非掃描	在電子掃描方案中，掃描是通過按時間順序依次驅動不同視場角的接收器發射器單元實現。	• 批量生產	• 小尺寸 <sup>(3)</sup> • 低功耗 • 高分辨率 • 少串擾	

附註：

- (1) FOV：視場角，激光雷達系統可感知的環境角度範圍，通常以度為單位。更廣的FOV能實現更全面的環境感知，減少盲區。
- (2) 光相控陣：光學相控陣，一項基於密集排列光學天線陣列的波束控制技術，通過調控發射光波的相位來實現無需機械運動的激光束轉向。
- (3) 尺寸是激光雷達單元的物理尺寸。更小的尺寸有利於車輛集成、美學和空氣動力學的設計。

資料來源：灼識諮詢報告。

### 激光雷達行業的價值鏈



資料來源：灼識諮詢報告。

## 行業概覽

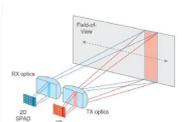
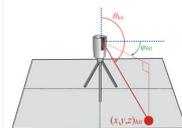
激光雷達行業的價值鏈涵蓋多個關鍵環節。上游包括激光發射器供應商、光電探測器製造商及光掃描儀供應商等激光雷達部件供應商。中游以激光雷達供應商為核心，而下游則聚焦多元化應用場景。

目前，激光雷達的主要應用場景是ADAS和機器人，其高精度感知和環境建模能力在車輛輔助和機器人導航中不可或缺。持續的技術革新與產品優化推動激光雷達產品融合，以滿足終端用戶的特定需求，從而不斷拓展其應用邊界。

### 激光雷達系統的主要組成部分及掃描機制

典型激光雷達系統主要由三大核心子系統構成：發射／接收模塊、掃描系統及其他輔助系統，詳情如下圖所示。

#### 典型激光雷達產品的主要組成部分

子系統	主要組成部分
 <p>發射／接收模塊</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 激光發射器（發射模塊）（如VCSEL、EEL）</li><li>- 光電探測器（接收模塊）（如APD、SPAD、SiPM）</li><li>- 激光驅動器IC</li><li>- 飛行時間(ToF)或相位測量單元</li></ul>
 <p>掃描系統</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 旋轉鏡或多角鏡</li><li>- 或MEMS反射鏡</li><li>- 或機械電機或軸系統</li></ul>
 <p>其他輔助系統</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 光學鏡片組</li><li>- 機械結構</li><li>- 電路</li><li>- 固件</li></ul>

資料來源：灼識諮詢報告。

激光雷達系統採用不同的掃描機制來生成空間數據。在一維掃描中，通過單軸偏轉激光束實現掃描，另一維度的覆蓋通常需依賴多激光通道或車輛運動等其他方式實現。這種掃描機制的特點是高可靠性和穩定性，但由於需要額外的組件來實現全場景覆蓋，其系統成本和複雜度相對較高。二維掃描方式利用雙軸偏轉實現全場景覆蓋，可減少激光器及探測器的數量，從而提高系統成本效益。然而，這一優勢往往需要通過大幅提升發射與接收頻率來維持性能，而該頻率受物理和技術限制存在上限。由於激光發射器數量有限，為維持相同幀率，需要提高旋轉鏡的振動頻率，這將降低掃描的可靠性和雷達的壽命。因此，此類系統在點雲聚合頻率方面可能面臨限制，有時需通過縮減視場角或分辨率來保證足夠的幀率。

## 行業概覽

### 傳感器技術與ADAS及機器人市場應用概述

除激光雷達外，ADAS市場亦廣泛使用各種非激光雷達傳感器，以增強車輛感知能力並輔助駕駛任務。攝像頭是視覺識別的主要工具，可實現車道檢測、交通標誌識別和物體分類，但其性能可能受光照條件影響。毫米波雷達適用於全天候中遠距離檢測，常用於自適應巡航控制和盲區監測。超聲波雷達雖然局限於短距離和較低的分辨率，但廣泛用於低速機動，如停車輔助和障礙物接近警告。

儘管ADAS及機器人市場均依賴傳感技術組合來實現自動操作功能，但其性能優先順序及應用環境卻大相徑庭。ADAS系統主要針對道路車輛操作而設，專注於高速駕駛條件下的安全性、可靠性及遠程感知。相比之下，機器人應用通常發生在複雜、非結構化及動態的環境中，如倉儲、物流、工業製造及智慧農業，其中實時導航、避障及精細的空間理解至關重要。因此，激光雷達因其高分辨率三維感知和建圖方面的核心能力，正成為這兩個市場的高價值傳感器。隨着技術的成熟，激光雷達與攝像頭、雷達及其他傳感器在這兩個市場的集成預計將加速，支持更廣泛的自動操作功能。

#### 激光雷達、毫米波雷達、超聲波雷達與攝像機之間的比較

	檢測距離	三維成像	天氣適應性	夜視	價格範圍
 激光雷達	100 200 300 ✓ ✓ ✓	優異， 能繪製完整的 障礙物圖像	有限， 在雨天或霧天 表現不佳	優異， 不受黑暗環境影響	200美元至 8,000美元
 毫米波雷達	✓ ✓ ✓	無法繪製 高分辨率的 三維圖像	高度適應 各種天氣條件	優異， 不受黑暗環境影響	15美元至 150美元
 超聲波雷達	✓ <sup>(1)</sup>	無法檢測 障礙物的 大小和形狀	適應部分 天氣條件	優異， 不受黑暗環境影響	3美元至 15美元
 攝像頭	✓ ✓ ✓	需要依賴 2D圖像以 繪製三維	有限， 不能在強光下 操作	有限， 探測距離會縮短	20美元至 100美元

附註：

(1) 超聲波雷達一般用於短程檢測，通常為數米以內，不適合超過100米的距離。

資料來源：灼識諮詢報告。

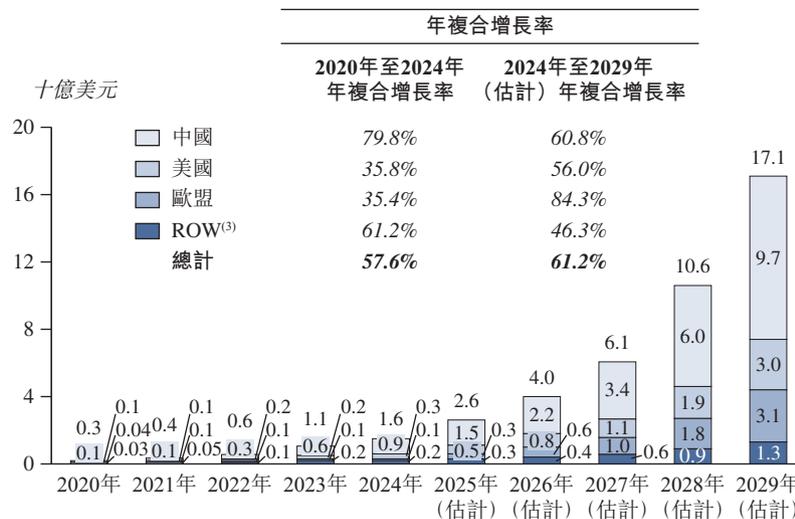
## 行業概覽

### 全球激光雷達行業的市場規模

全球激光雷達行業的規模由2020年的3億美元增加至2024年的16億美元，年複合增長率為57.6%。預計於2029年將進一步增加至171億美元，年複合增長率為61.2%。值得注意的是，中國激光雷達行業的市場規模及增長率大幅超越其他地區。

#### 全球激光雷達行業收入<sup>(1)</sup>

按地區劃分的明細，2020年至2029年（估計）（十億美元<sup>(2)</sup>）



附註：

- (1) 市場規模僅包括激光雷達的主要應用市場，即ADAS及機器人市場。
- (2) 美元兌人民幣乃按1.00美元兌人民幣7.2993元的匯率換算，即美國聯邦儲備局H.10統計數據所載2024年12月31日的匯率。
- (3) ROW：全球其他地區。

資料來源：國際汽車製造商協會、乘聯會、灼識諮詢報告。

### 激光雷達行業的主要市場參與者

按總收入計，禾賽於2024年位列全球激光雷達行業第一。

## 行業概覽

### 按2024年收入及市場份額計的主要激光雷達供應商排名

排名	公司	收入 (百萬美元)	市場份額 (%)
1 . . . . .	本公司	267	17.0%
2 . . . . .	公司A <sup>(1)</sup>	~230	14.9%
3 . . . . .	公司B <sup>(2)</sup>	226	14.3%
4 . . . . .	公司C <sup>(3)</sup>	~150	9.6%
5 . . . . .	公司D <sup>(4)</sup>	~90	5.8%

附註：

- (1) 公司A為一家私人公司，成立於1987年，總部位於中國廣東省，提供橫跨多個行業的各種產品及服務，並於2020年開始從事激光雷達業務。
- (2) 公司B為一家總部位於中國廣東省的激光雷達及感知解決方案公司，專注於汽車及機器人專用激光雷達硬件及感知軟件。公司B成立於2014年，於香港聯合交易所上市。
- (3) 公司C為一家私人激光雷達公司，成立於2016年，總部位於中國江蘇省，專門開發及生產用於汽車及其他行業的激光雷達產品。
- (4) 公司D是一家總部位於法國的汽車供應商，提供廣泛的汽車零件及配件。其成立於1923年，於2016年開始銷售汽車行業的激光雷達產品。公司D於巴黎泛歐交易所上市。

資料來源：年度報告、灼識諮詢報告。

### 激光雷達供應商的關鍵成功因素

以下為激光雷達供應商成功的主要因素：

- **技術架構**：激光雷達的技術架構顯著影響其性能、技術集成、量產能力及長期競爭優勢。ASIC架構可針對特定功能進行定制化設計，在提供高性能和低功耗的同時，大幅提高系統集成度。與依賴大量分立部件的傳統方式相比，基於ASIC的激光雷達可以將數百個激光發射、接收和信號處理電路集成到少量芯片之上。此等高度集成化設計不僅有助減少零件數量及布線複雜度，更使得激光雷達體積更小且更為可靠。此外，採用ASIC的方式亦能提高組裝效率並降低製造成本。具備自研ASIC研發能力的企業既能滿足當前需求，又可支持未來性能升級，從而構建可持續的競爭優勢。

---

## 行業概覽

---

- **快速創新能力：**快速創新是激光雷達製造商在激烈競爭的市場中建立並保持其領先地位的關鍵。在技術快速進步的時代，公司必須高效地開發及推出新一代產品，以滿足不斷提高的性能要求及新興應用需求。每一代產品均應改進探測範圍、角度分辨率或點雲密度，以滿足不斷變化的市場需求。採用模塊化策略可大幅提升創新效率，使每個模塊均可獨立迭代及升級，從而推動整體性能提升。具備快速迭代能力的製造商能夠將新技術迅速轉化為產品優勢，持續保持市場領導地位。
- **性能、質量及成本的最佳平衡：**隨着主機廠對先進ADAS系統的期望不斷提高，市場對於集合智能感應功能、可靠性和成本效益於一體的激光雷達硬件的需求與日俱增。為保持競爭力，激光雷達供應商必須通過光學設計、機械結構和製造工藝的創新優化來提升產品性能，同時嚴格控制成本。激光雷達供應商如能在精密度、耐用性及價格優勢方面取得良好平衡，則更能滿足主機廠的期望，並在快速發展的汽車市場中擴大市場份額。

### 激光雷達供應商的准入壁壘、挑戰及威脅

- **技術優勢：**開發激光雷達解決方案是一項多維度技術挑戰，需要具備軟件算法、光學部件、激光發射器及其他相關領域的深厚專業知識。新進入者通常難以快速組建熟練的研發團隊並掌握必要的監管知識，導致其難以開發出符合市場需求且具競爭力的高性能產品。
- **主機廠的嚴格認證要求：**主機廠對供應商提出嚴格的認證要求，涉及大量且耗時的產品驗證流程。因此，行業新進入者難以快速獲得主機廠認可，導致其市場滲透進程受阻。成熟的供應商擁有穩健的客戶基礎及知名品牌，在維繫現有客戶同時拓展新客戶方面具有明顯優勢，最終順利增加其市場份額。
- **持續的資本投資：**開發及製造激光雷達解決方案需要大量前期投資，包括昂貴的研發設備和高精度製造設施。此外，持續的資金支持對於保持技術進步和產品競爭力至關重要。如此巨額資本門檻對新進入者構成重大障礙。

## 行業概覽

- 強大的供應鏈管理能力：**激光雷達解決方案的供應依賴多個關鍵部件，其質量直接影響產品性能。擁有強大供應鏈管理能力的供應商能夠更好地應對全球供應鏈的波動，從而確保產品的質量和及時交付。相比之下，市場新進入者往往難以在短期內建立穩定的供應鏈體系。
- 量產能力：**具備量產能力的供應商可有效控制關鍵製造及採購流程，通過長期積累的專業知識及經驗實現顯著的協同效應，從而在解決方案的成本效益與市場競爭力方面建立決定性優勢，鞏固其市場地位。

### ADAS市場中的激光雷達應用

### ADAS市場迅速發展

隨着技術不斷進步，ADAS已從理論框架和基礎駕駛輔助功能發展壯大，正在重塑整個交通生態系統，推動個人出行與公共交通體驗的深刻變革。

於2014年，國際汽車工程師學會（「SAE」）首次發佈「駕駛自動化級別」可視化圖表，將駕駛自動化劃分為從無自動化（L0）到完全自動化（L5）共六個階段。然而，在實際商業化過程中，乘用車自動化在從L2向L3過渡時遭遇法律與監管壁壘，由此催生以自動領航輔助駕駛（「NOA」）功能為代表的L2+市場。NOA作為車輛駕駛輔助系統，可在指定路段提供點對點導航輔助，使車輛能夠自主完成紅燈停車、變道、讓行等操作，最終抵達預設目的地而無需人工干預。

### 駕駛自動化級別概覽

	有駕駛員				無駕駛員		
	L0	L1	L2	L3	L4	L5	
							
	無自動化	駕駛輔助	部分自動化	有條件自動化	高度自動化	完全自動化	
定義	駕駛員完全控制車輛，輔以警報與保護系統	車輛提供轉向或制動及加速支援	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">L2</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;">L2+</div> 車輛同時提供轉向、制動及加速支援	<div style="border: 1px dashed black; padding: 2px; display: inline-block;">L2+</div> L2+增強整體路徑規劃能力	特定條件下實現無人駕駛，系統請求時必須由人類駕駛員接管	在若干條件下無人駕駛。車輛系統不需要人類駕駛員接管駕駛	在所有條件下均無人駕駛
功能描述	該等功能僅限於提供警告及即時輔助	該等功能為駕駛員提供轉向或制動/加速支持	該等功能同時為駕駛員提供轉向及制動/加速支持	該等功能在限定條件下可駕駛車輛，且必須滿足全部預設條件方可運行	該等功能可以在所有條件下驅動車輛		
功能舉例	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動緊急制動</li> <li>盲點警告</li> <li>車道偏離警告</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>車道居中或自適應巡航控制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同時車道居中及自適應巡航控制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主動變換車道及自動領航輔助駕駛</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通擁堵自動駕駛</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>本地無人出租車可能安裝踏板/方向盤，也可能不安裝</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>與L4功能相同，但可在所有情況下在任何地方駕駛</li> </ul>

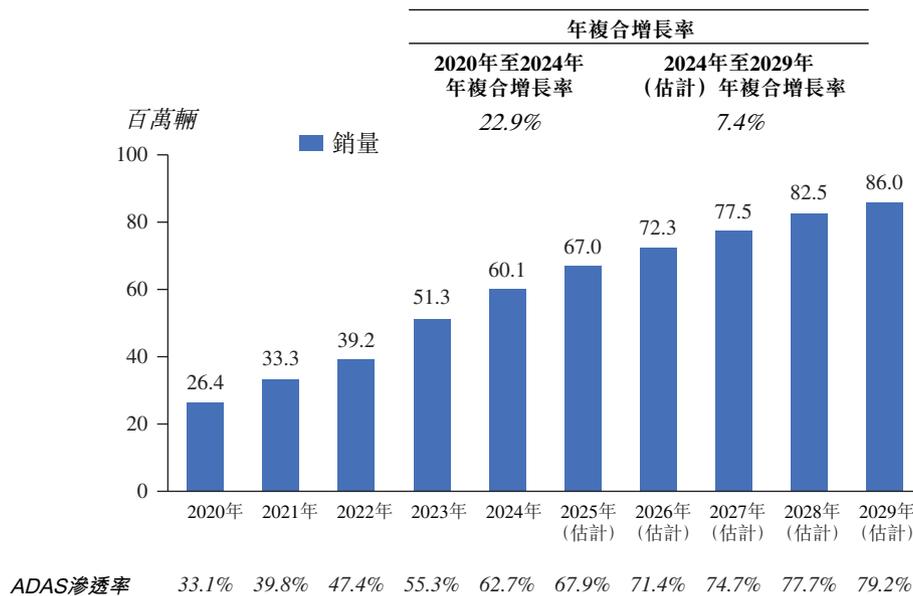
資料來源：灼識諮詢報告。

## 行業概覽

駕駛輔助軟件的開發已由最初的模仿學習演化為結合深度學習及強化學習的路徑規劃及決策系統。目前，NOA作為最先進的駕駛輔助功能，已實現高速公路及複雜城市場景下的導航輔助駕駛，並已成為主要主機廠的競爭焦點。與此同時，支撐駕駛輔助功能的域控制器芯片性能持續提升為運行更複雜的算法模型提供算力基礎。同時，激光雷達等傳感器的進步為NOA等高級功能提供必要的道路環境數據。

近年，NOA在乘用車市場的滲透率大幅提升。滲透率加速提升是由持續的技術進步以及複雜城市場景下智能駕駛功能需求的增長所驅動。激光雷達在這項技術進步中發揮關鍵作用，顯著增強環境感知精度及系統冗余度，對於L2+功能的安全性和用戶體驗至關重要。與基本的ADAS系統相比，L2+對感知精度和實時處理能力的要求更高。激光雷達產生高精度三維點雲數據，精準識別行人及車輛等目標的形狀、距離和速度。其強大的遠距離探測能力為高速場景下的緊急制動和變道提供充足的反應時間。因此，配備激光雷達的車輛在市場上越來越受歡迎，其銷量呈現出明顯的上升趨勢，充分體現激光雷達在推動更先進駕駛員輔助系統商業化方面的價值日益增長。

全球ADAS汽車銷量  
2020年至2029年(估計)(百萬輛)



資料來源：國際汽車製造商協會、灼識諮詢報告。

---

## 行業概覽

---

### ADAS市場的主要驅動因素及趨勢

- **高級ADAS進入加速滲透的爆發期：**相比傳統ADAS，高級ADAS在環境感知、決策能力、場景覆蓋範圍等方面實現重大突破。通過集成多傳感器融合系統（包括激光雷達），其支持自動變道、自適應巡航控制和自動保持車道等功能。再者，該等系統引入緊急避讓等主動安全特性，大幅降低意外風險。因此，消費者選擇這些配置的意願大幅提高。隨着技術不斷進步及經濟規模效應帶來的成本下降，高級ADAS不僅在電動汽車實現標配化，更成為成為燃油車智能升級的核心賣點。

中國的先發優勢及大規模驗證正在迅速影響全球市場，促使歐洲及美國等地加速推動ADAS整合。這一變化受不斷演進的監管要求及消費者需求激增所驅動。高級ADAS正從高端選配功能轉變為主流車型的標準配置，成為重塑全球汽車產業競爭格局的重要戰場。

- **消費者注重安全：**大部分交通意外由人為失誤引致，令消費者日益認識到ADAS在提升行車安全方面的重要價值。ADAS通過集成多個傳感器和智能算法，實時感知周圍環境並做出精確決策。隨着對安全功能的需求持續增長，自動駕駛技術不斷迭代改進及規模化發展，以滿足公眾對安全高效出行的期望。
- **政府支持：**世界各國政府都在優先發展自動駕駛，通過建立行業共識與創新政策框架加速技術落地。政府正通過建立試驗區、開放道路測試及制定前瞻性法規等措施積極推動行業發展。例如，中國出台了智能網聯汽車的國家試點計劃和技術標準，而歐盟則已實施針對L4車輛的相關法規及型式認證框架。聯合國歐洲經濟委員會和ISO等國際組織在協調全球標準、解決功能安全、數據記錄和網絡安全等領域發揮着關鍵作用，從而為跨境一致性和大規模部署奠定堅實的基礎。

近日，工信部發佈《2024年汽車標準化工作要點》，重點聚焦新能源汽車、智能網聯汽車等戰略性新興領域。該政策針對這些領域提出新的國際標準項目和培育計劃，全面推進國際標準體系建設，具體包括牽頭組建汽車感知傳感器及自動駕駛測試場景專項工作組，並主導制定了近20項涉及汽車外飾保護、燃料電池電動

---

## 行業概覽

---

汽車、電磁兼容以及車規級雷達和激光雷達解決方案的國際標準。該政策對激光雷達等技術在智能汽車領域的應用提供必要的標準化支持，促進其在汽車行業的標準化應用。

- **感知系統重要性提升：**隨着ADAS技術向更高智能化水平進步，智能車輛對精確、實時且可靠的環境感知需求持續增長。此需求驅動感知系統的技術精緻度持續提升。與傳統ADAS不同，高級ADAS車輛需要部署更多高性能傳感器，並配合先進融合算法及高性能運算芯片，以實現對周圍環境的精準識別及動態理解該等硬件組件與配套算法的整合不僅提升了自動駕駛的整體性能及安全性，亦大幅提升感知系統的重要性，使其成為未來智能汽車最具競爭力與商業價值的關鍵模塊之一。
- **主機廠技術儲備及監管預期：**領先的主機廠多年來已大量投資於ADAS，在感知算法以至控制系統及車輛集成等領域積累了深厚的專業知識並具備強大的商業化能力。隨着相關法律框架逐步放開及測試標準不斷完善，自動駕駛技術有望加速從有限場景向全面場景過渡，為大規模部署和商業可行性鋪平道路。

### 規模經濟效應驅動激光雷達於ADAS市場快速滲透

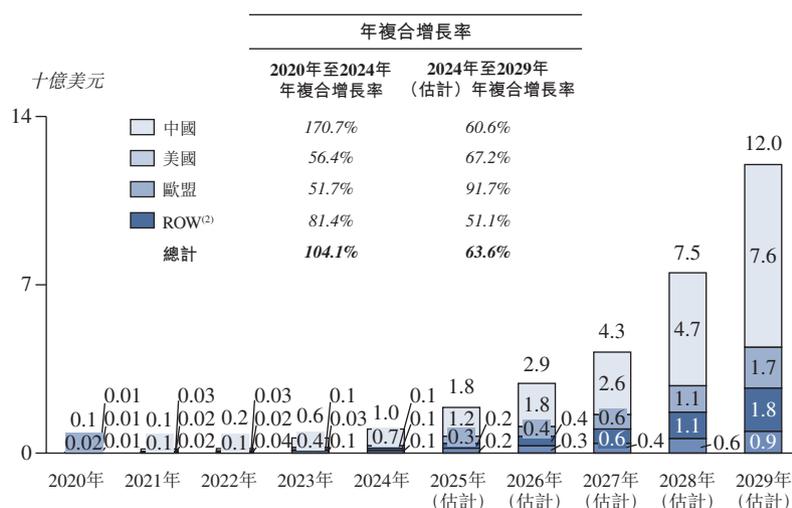
作為ADAS的核心感知組件，激光雷達正日益被視為NOA、巡航控制、自動停車輔助等高級功能的關鍵基礎。其穩健和高精度的傳感能力使其有別於攝像機和其他傳感器。與攝像頭等無源傳感器不同，激光雷達主動發射激光脈沖，即使在夜間、強逆光、雨、雪、霧等複雜或極端條件下仍能保持穩定的探測性能，從而顯著增強車輛的環境適應能力。此外，其高分辨率三維點雲成像能夠對周圍環境進行結構化建模，準確識別道路結構、障礙物形狀及動態變化，為路徑規劃及決策提供精準輸入。隨着主機廠爭相部署NOA，激光雷達不僅可以增強整體系統的安全冗余，更成為提升駕駛輔助功能水平不可或缺的感知核心。此外，隨着生產規模擴大及供應鏈成熟，激光雷達行業開始受益於規模經濟效應，此有助核心規格能夠更符合客戶需求，從而使激光雷達更適合大眾市場車輛，尤其在ADAS應用方面。

## 行業概覽

同時，隨着NOA功能日趨複雜，部分車型已開始採用多激光雷達配置。預計未來單車平均搭載激光雷達數量將大幅上升。除主要的激光雷達外，亦需配備輔助激光雷達以消除感知盲區，此將為ADAS激光雷達市場創造大量增量需求。

ADAS市場的激光雷達收入由2020年的1億美元增加至2024年的10億美元，年複合增長率為104.1%，並預計於2029年達到120億美元，年複合增長率為63.6%。

### 全球激光雷達在ADAS市場應用的市場規模 2020年至2029年（估計）（十億美元<sup>(1)</sup>）



附註：

(1) 美元兌人民幣乃按1.00美元兌人民幣7.2993元的匯率換算，即美國聯邦儲備局H.10統計數據所載2024年12月31日的匯率。

(2) ROW：全球其他地區。

資料來源：國際汽車製造商協會、乘聯會、灼識諮詢報告。

---

## 行業概覽

---

### 激光雷達在ADAS市場應用的關鍵驅動因素及趨勢

激光雷達在ADAS市場中的應用經歷顯著的增長及轉型，主要受以下關鍵因素及趨勢的影響：

- **技術演進加快高級ADAS滲透：**感知算法、傳感器硬件和計算平台的快速發展可實現更先進的駕駛員輔助功能，如NOA和自動變換車道。這些功能需要更高傳感精度和系統可靠性，促使主機廠採用增強型ADAS配置。同時，輔助駕駛及智能停車等功能在日常使用中日漸受消費者歡迎，行車便利性顯著提升，從而帶動下游需求的持續增長。因此，L2+系統的應用範圍已不限於高端車型，配備激光雷達的車輛獲得日益廣泛的市場認可。此趨勢正在加強主機廠對智能硬件的投資，以支持更高級別的自動駕駛功能。
- **激光雷達作為全天候主動安全關鍵傳感器：**激光雷達以其高精度、全天候適應性及三維空間感知能力，已成為實現主動安全及先進駕駛輔助功能不可或缺的核心感知傳感器。與攝像頭等無源傳感器不同，激光雷達主動發射激光脈沖，即使在夜間、逆光、雨、雪、霧等惡劣條件下仍能保持穩定、可靠的探測性能，從而大幅提高系統的穩健性及環境適應性。在NOA等高級ADAS功能中，激光雷達準確識別道路邊界、障礙物和動態物體，為路徑規劃及決策提供關鍵輸入資料。隨着感知及決策系統越來越依賴高分辨率、結構化的環境數據，激光雷達在自動駕駛系統中的戰略價值不斷上升。其對於使主機廠實現L2+及以上級別自動駕駛能力至關重要，同時有效提高車輛安全性、容錯性及系統冗余。
- **技術成熟推動激光雷達升級以滿足ADAS需求：**隨着技術不斷發展，激光雷達在感知精度、探測範圍、抗干擾性、尺寸和能效方面不斷進步，逐步滿足主流車型集成所需的性能要求。激光發射器、光電探測器、掃描系統及訊號處理芯片等關鍵部件的技術進步，催生出日益成熟的系統解決方案。領先製造商已推出量產的芯片化及小型化激光雷達產品，大幅提升汽車應用的集成程度與穩定性。汽車製造商的關注重點亦從單一的遠距探測，轉向對盲點覆蓋、視場角及全天候性能的更全面評估。因此，為滿足該等多樣化需求，激光雷達產品正在向全場景能力發展。

---

## 行業概覽

---

- **規模經濟效應推動激光雷達進入大眾市場車型：**在量產和技術進步的推動下，激光雷達的製造成本大幅下降，因此在大眾車型中更為普及。芯片化設計、模塊化標準及自動化產線的結合，使激光雷達既能滿足量產需求，又契合主機廠平台化的車型開發模式。此舉令激光雷達對於中端車型甚至大眾市場車輛而言具有經濟可行性。隨着產能提升、製造工藝成熟及供應鏈效率優化，激光雷達日漸達到主機廠的要求，推動其市場滲透率呈指數級增長。
- **搭載激光雷達的汽車需求激增及主機廠標準化部署意願提升：**近年，搭載激光雷達的智能電動汽車需求飆升，成為採用激光雷達的主要動力。領先的主機廠已率先在高端智能車型中集成激光雷達，加速行業傳感器標準化進程。因此，激光雷達正在從選配組件過渡至標準配置，尤其是在中高端車型中，其標準化率已大幅提高。隨着主機廠加大對城市NOA和停車輔助等依賴激光雷達的場景的戰略投資，激光雷達的重要性持續凸顯。主要汽車製造商現正將激光雷達納入新車開發框架，並建立穩定的供應鏈以支持多平台、多車型部署，從而為激光雷達市場創造長期增長機會。
- **消費者對技術驅動型安全及便利的需求增長加快激光雷達普及：**消費者的期望正從傳統的機械性能轉向智能駕駛體驗。科技感、安全性、舒適度及出行便利性已成為購買決策的關鍵因素。在此情況下，由激光雷達驅動的智能駕駛功能可提供未來感的駕駛體驗並增強安全性，獲得消費者高度關注。激光雷達支持NOA、高速公路自動變換車道及停車輔助等高需求用例，大幅減輕駕駛工作量、提高操作便利性並為消費者提供更豐富的駕駛選擇。在精通技術且高度參與的用戶群體中，傳感器配置正成為明顯且有影響力的購車決策因素。隨着消費者認知度持續提升，激光雷達的「感知賣點」效應將進一步放大，穩步推動其搭載率及應用深度的雙重提升。

## 行業概覽

- **政策支持推動激光雷達在ADAS領域的商業化應用：**中國政府已出台多項政策直接支持在ADAS應用中採納及商業化激光雷達。例如，於2020年2月10日，國家發改委和其他十個中國政府機關聯合頒佈《智能汽車創新發展戰略》，規定中國政府須促進汽車高精度傳感器（包括激光雷達傳感器）、車規級芯片、智能操作系統、汽車智能終端及智能計算平台的發展及產業化，以及打造智能汽車關鍵零件產業集群。在2023年11月發佈的《關於開展智能網聯汽車准入和上路通行試點工作的通知》亦提出，根據過往的智能網聯汽車道路測試及示範應用，中國政府將選擇具備自動駕駛功能且具備量產條件的智能網聯汽車開展試點，允許選定的智能網聯汽車在限定區域內開展道路通行試點。

### 全球激光雷達在ADAS市場應用的競爭格局

#### 按2024年收入計的ADAS市場主要激光雷達供應商排名

排名	公司	收入 (十億美元)	市場份額 (%)
1	公司A	~0.23	23.6%
2	公司B	0.18	18.4%
3	本公司	0.17	17.6%
4	公司C	~0.15	15.2%
5	公司D	~0.09	9.4%

資料來源：專家訪談、年度報告、灼識諮詢報告。

### 激光雷達在機器人市場的應用

#### 激光雷達行業的下一個爆發點：機器人

得益於提高企業、組織和個人效率的規模化商業部署，全球機器人行業目前正進入快速增長階段，這種轉變亦正在重塑社會運營的成本結構，越來越多的利益相關者將機器人視為更廣泛的智能服務生態系統中最有前景的領域之一。智能機器人已獲普及應用，當中具代表性的用途包括無人出租車、割草機器人、配送機器人、自主移動機器人及人形機器人，此等技術均在迅速擴展，並在運輸、物流及服務領域獲得廣泛使用。

---

## 行業概覽

---

在政策層面，多個國家政府已將機器人認定為戰略發展重點，加速基礎設施投資和實際部署。在技術方面，人工智能和邊緣運算的進步使得機器人具備更強的自主感知、智能決策及任務執行能力。多場景部署、高可重用性及強大智能化的結合，正日益驅動機器人對高精度感測系統的依賴。此趨勢對具有強大空間感知和定位能力、高穩定性、小巧尺寸和低功耗的傳感器的需求不斷增長，為激光雷達在該領域的滲透創造有利條件。

激光雷達因其能生成三維點雲、提供高精度距離測量及全天候穩定運作的特性，在機器人感知系統中發揮日益關鍵的作用。有別於傳統傳感器，激光雷達不依賴環境照明，可在室內外照明多變且障礙物密集的複雜環境中穩定運行。激光雷達作為同步定位與建圖（「**同步定位與建圖**」）、動態避障、路徑規劃等關鍵模塊的核心傳感器，顯著提升機器人的自主導航及環境適應能力。

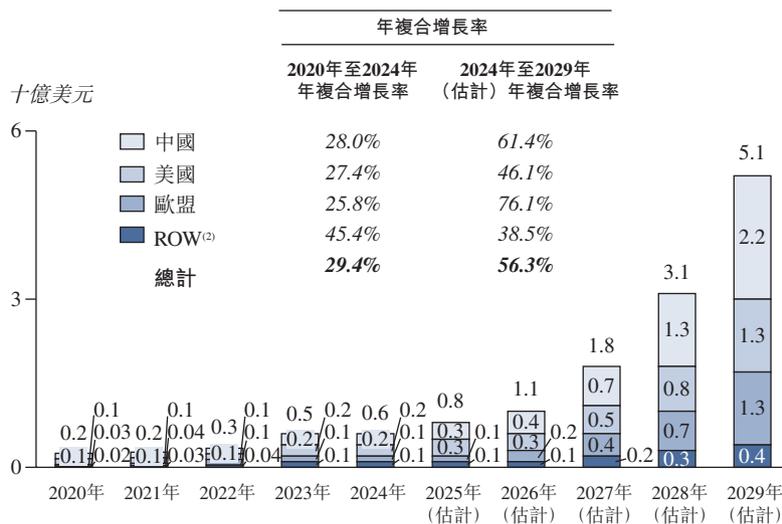
具體而言，激光雷達的高分辨率點雲數據可支持在多層空間感知、狹窄環境作業、人機協作等複雜任務中的完整空間建模，從而實現更精準的移動和任務執行。通過發射激光脈沖並測量反射信號的ToF，激光雷達使機器人能夠生成其周圍環境的精確三維點雲，實時識別障礙物，並執行精確的定位和路徑規劃。這些功能對於安全高效的導航至為重要，尤其是在倉庫、無限制道路和室外建築工地等動態或非結構化環境中。隨着在小型化及低功耗技術的持續進步，激光雷達與機器人平台的兼容性日益提升。未來，激光雷達可望在多種機器人上實現大規模部署，成為繼ADAS應用之後激光雷達行業的主要新增長引擎。

### 全球激光雷達在機器人市場應用的市場規模

機器人市場的激光雷達收入由2020年的2億美元增加至2024年的6億美元，年複合增長率為29.4%，並預計於2029年達到51億美元，年複合增長率為56.3%。

## 行業概覽

### 全球激光雷達在機器人市場應用按銷售價值計的市場規模 2020年至2029年（估計）（十億美元<sup>(1)</sup>）



附註：

(1) 美元兌人民幣乃按1.00美元兌人民幣7.2993元的匯率換算，即美國聯邦儲備局H.10統計數據所載2024年12月31日的匯率。

(2) ROW：全球其他地區。

資料來源：灼識諮詢報告。

### 激光雷達在機器人市場應用的關鍵驅動因素及趨勢

激光雷達在機器人市場的應用正經歷大幅增長及轉型，主要受以下關鍵因素及趨勢的影響：

- 蓬勃發展的機器人產業擴大激光雷達的採用機會：**在自動化、人工智能和邊緣運算技術進步所推動下，全球機器人行業正快速增長。機器人在倉儲物流、工業製造及智慧農業等多元化場景加速部署，其對精確、實時的環境感知不斷增長的需求為激光雷達集成創造新機遇，原因是在動態、非結構化環境中運行的機器人須依賴高分辨率空間感知方能安全且高效地執行任務。隨着採用規模擴大，激光雷達現成為多種機器人應用實現智能自主的關鍵推動力。
- 機器人智能需要三維空間數據來理解物理世界：**隨着機器人應用擴展到複雜及動態的非結構化環境，對三維空間感知的需求持續增長。有別於二維技術所提供的影像及簡單距離測量，三維結構化數據能全面感知深度、體積、輪廓和空間佈局，而這些在環境空間感知、物體辨識和互動式控制中

## 行業概覽

乃屬不可或缺。激光雷達通過主動式激光測距，生成高密度、高精度的三維點雲，幫助機器人了解周圍環境的幾何結構及實時動態變動。在動態避障、多目標追蹤、人機協作等應用中，三維感知能力直接影響任務執行的效率與操作安全。隨着機器人智能水平提升，三維空間數據正成為「感知－認知－決策」循環中的重要環節，推動激光雷達應用的深度和廣度。

- **激光雷達成為機器人定位、導航和避障的核心感知傳感器：**在實際應用中，機器人必須在複雜、動態的環境中高效自主地運行，這對定位精度、導航能力及避障性能的要求甚高。激光雷達憑藉毫米級測距精度、寬廣視場角及環境光照獨立性三大特性，成為實現這些功能的核心傳感器。在同步定位與建圖系統中，激光雷達為三維空間感知和精確定位提供穩定、實時的數據。在路徑規劃和動態避障方面，激光雷達精準檢測各個方向的障礙物位置和輪廓，實現安全高效的運動控制。與僅基於視覺的方法相比，激光雷達具有更高的穩健性和適應性，特別是在擁擠、狹窄或光線不足的環境中，已逐漸從輔助傳感器發展為機器人感知的基礎模塊。
- **成熟的技術和不斷增加的應用需求推動激光雷達的採用及價值增長：**隨着激光器、接收器、掃描機制及點雲處理器的技術進步，激光雷達技術日趨成熟。此等改進令激光雷達更適合機器人整合。同時，機器人硬件及系統整合的進步正在加速對高性能傳感器的需求。一方面，激光雷達的安裝率持續上升，廣泛部署在無人出租車、割草機器人、配送機器人、自主移動機器人和人形機器人等用例中。同時，隨着機器人任務變得越來越複雜，對精度和動態識別的需求亦在提升，此推動每個機器人採用多激光雷達設置的趨向，並顯著提高每個傳感器的價值。展望未來，多激光雷達配置的採用將進一步刺激需求，使激光雷達成為市場的主要增長動力。
- **政策扶持及商業部署為機器人激光雷達提供外部動力：**全球多國政府紛紛將機器人和智能傳感技術納入國家戰略議程的優先事項，並推出一系列支持高技術產業的政策。在中國，《「機器人+」應用行動實施方案》及《「智能傳感器」重點專項2024年度項目申報指南》等舉措為機器人市場提供政策引導和資金支持。西方國家亦通過研究資助和稅務優惠促進高端製造和自動

## 行業概覽

導航系統發展。同時，無人出租車和無人卡車的商業部署為高級自動機器人提供真實的操作場景，從而增強對高性能激光雷達的需求。在物流和城市出行等複雜環境中，激光雷達的精確傳感和系統冗余能力使其成為商業解決方案中的標準配置傳感器。政策扶持和實際部署的雙重驅動模式正在加速機器人領域大規模採用激光雷達，推動市場從「驗證階段」進入「成長階段」。

### 全球激光雷達在機器人市場應用的競爭格局

根據灼識諮詢報告，按收入計，禾賽在2024年全球機器人激光雷達應用市場中排名第一。

#### 按2024年收入計的機器人市場主要激光雷達供應商排名<sup>(1)</sup>

排名	公司	收入 (十億美元)	市場份額 (%)
1	本公司	0.09	16.2%
2	公司E	~0.09	15.6%
3	公司B	0.03	4.8%

資料來源：年度報告、灼識諮詢報告。

附註：

- (1) 不包括少於16線的低端激光雷達。
- (2) 公司E為一家成立於2015年，總部位於美國的激光雷達公司，開發用於自動駕駛車輛、工業自動化及機器人的數字三維激光雷達傳感器。公司E於納斯達克上市。

### 半導體芯片價格趨勢

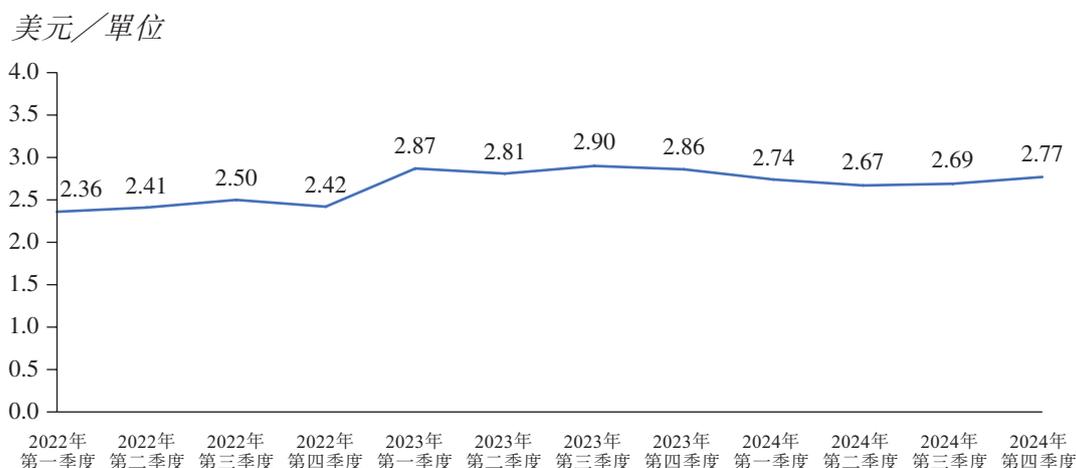
車規級微控制單元是激光雷達的關鍵原材料。下圖列示2022年第一季度至2024年第四季度全球車規級微控制單元的歷史價格走勢。用作激光雷達原材料的芯片價格一直保持平穩，預計在可預見的未來仍將維持平穩態勢。

我們在激光雷達系統的半導體芯片價格走勢中選用車規級微控制單元作為代表性指標，主要是由於其核心功能及顯著成本佔比。典型的激光雷達硬件架構中，需使用多種類型的芯片，如微控制單元、FPGA（現場可編程門陣列）及電源管理IC。其中，

## 行業概覽

車規級微控制單元作為控制中樞，負責管理信號處理、系統協調及接口邏輯。此外，由於激光雷達需滿足車規級環境要求，該等微控制單元必須符合嚴格的可靠性及安全標準，導致其成本更高，對整體系統成本的影響亦更大。因此，追蹤車規級微控制單元的價格變動可有效衡量激光雷達生產中的原材料成本動態。

全球車規級微控制單元平均售價（按季度）



資料來源：世界半導體貿易統計組織、灼識諮詢報告。

### 資料來源

我們委聘灼識諮詢（一家提供行業諮詢服務、商業盡職調查及戰略諮詢的獨立市場研究及諮詢公司）對全球激光雷達行業進行詳細的研究及分析。我們已同意就編製灼識諮詢報告向灼識諮詢支付550,000港元的費用。我們已將灼識諮詢報告中的若干資料載入本節以及本文件「概要」、「業務」、「財務資料」及其他章節，以便為[編纂]提供我們經營所在行業的全面介紹。

於編製灼識諮詢報告期間，灼識諮詢進行了一手及二手研究，並收集了有關目標研究市場內行業趨勢的知識、統計數據、資料及見解。一手研究涉及對主要行業專家及領先行業參與者的訪談。二手研究包括分析來自各種公開來源的數據，例如國家統計局。

灼識諮詢報告乃基於以下假設編製：(i) 中國整體社會、經濟及政治環境預計在預測期內保持穩定；(ii) 相關的關鍵行業驅動因素可能會在整個預測期內推動全球激光雷達行業的持續增長，包括有利的政策及對不同級別的汽車自動駕駛功能的更廣泛接受；及(iii) 預測期內不存在可能對市場造成重大或根本性影響的極端不可抗力或不可預見的行業法規。