

汽车：从华为看智能汽车（三）

投资建议： 强于大市（维持）

上次建议： 强于大市

激光雷达性价比提升，关注细分赛道投资机会

写在最前：为何当下时点关注激光雷达细分赛道？

华为问界 M9 和智界 S7 上市，192 线束激光雷达上车。问界 M9 和智界 S7 搭载的华为 192 线束激光雷达具备 250 米超远精确识别能力，可探测的距离更远；184 万点每秒的超高成像能力，垂直分辨率达 0.1°，更精准的还原物理世界；帧率高于同行水平达到 20Hz，更快速完成目标检测。华为引领，高阶智能驾驶功能 2024 年有望加速，带动车端激光雷达出货量提升。

当下进展：激光雷达如何实现产品性价比的提升？

性能：激光雷达通过硬件升级、优化振镜、扫描器数量增加和优化算法和信号处理技术实现激光雷达性能持续向上。**价格：**集成式方案简化生产制造成本及原材料用量，并且核心组件计算芯片、激光器、光学棱镜等核心组件价格指数均处于下降通道。**方案：**高线束固态激光雷达自 2022 年开始上市，不需要扫描模块和尺寸变小适配车端需求，实现性能提升。**2024-2025 年高线束固态激光雷达进程加速，有望落地高性价比车端激光雷达方案。**

行业未来：销量快速增长，算法决定未来感知方案

硬件配置方案：摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足感知需求，性能上激光雷达在识别精度上领先。受制于单颗成本高于其他传感器，激光雷达或成为中高价格带车型补充传感器存在，主要负责极端环境感知、距离测量等方面的数据获取，激光雷达或仍具备传感器性能优势。

未来算法方向：融合算法目前保持感知精度的领先，在对行人、骑行人的识别和感知上具有领先性。视觉算法通过 Pseudo-LiDAR 方案，使用多目摄像头获取图像深度信息从而补充 3D 图像信息，并且具备更加稠密的数据和 RGB 颜色信息，未来精度提升或使用算法替代激光雷达。

投资看点

2023 年高线束车载激光雷达价格下探明显，2024 年有望幅度收窄。受益于智能化加速和机器人应用范围的持续提升，预计 2024 年车载激光雷达和服务机器人激光雷达市场规模分别为 86.3/78.16 亿元，同比增速分别为 205%/17%。2024 年激光雷达价格下探幅度下降，产品性能的持续提升，激光雷达有望在 2024 年迎来性价比奇点，建议关注细分赛道投资机会。

投资建议

随着高阶智能化功能加速和机器人需求的放量，激光雷达有望迎来销量的快速提升。价格下探幅度相对明确，激光雷达销量内有望高增长。我们看好激光雷达行业的投资机会。

结合下游客户进展和产品技术迭代，建议关注国内激光雷达龙头供应商禾赛科技、车端增速明确的供应商速腾聚创、积极布局车端激光雷达的睿创微纳。激光雷达组件看，建议关注激光雷达光源模块已进入量产阶段的光库科技、永新光学、炬光科技，激光雷达光源芯片供应商长光华芯、源杰科技、仕佳光子。

风险提示：乘用车销量不及预期；智能驾驶进度不及预期；激光雷达替代算法速度超越预期；行业空间测算风险；

相对大盘走势



作者

分析师：高登
 执业证书编号：S0590523110004
 邮箱：gaodeng@glsc.com.cn
 分析师：张宁
 执业证书编号：S0590523120003
 邮箱：zhangnyj@glsc.com.cn
 分析师：熊军
 执业证书编号：S0590522040001
 邮箱：xiongjun@glsc.com.cn
 分析师：吴爽
 执业证书编号：S0590523110001
 邮箱：wushuang@glsc.com.cn

相关报告

1、《汽车：Q4 销量超预期，行业整体盈利亮眼》
2024.01.14
 2、《汽车：12 月销量受提车节奏影响略有下滑，全年符合预期》2024.01.03

投资聚焦

核心逻辑

华为引领,高阶智能驾驶功能 2024 年有望加速,带动车端激光雷达出货量提升。激光雷达通过硬件升级、优化振镜、扫描器数量增加和优化算法和信号处理技术实现激光雷达性能持续向上,国内供应商实现产品性能和迭代速度的反超。集成式方案的使用和计算芯片、激光器、光学校镜等核心组件价格下降实现成本的持续下探,激光雷达产品性价比持续提升。由于 2024 年价格下降幅度放缓,叠加智能驾驶及机器人需求旺盛,激光雷达有望迎来性价比奇点,建议关注细分赛道投资机会。

创新之处

激光雷达作为智能化增量零部件,其属性需要考虑成本、性能等多方面因素。本篇报告中,除了考虑增量零部件的性价比属性外,增加了算法对于零部件选型的影响,即我们认为算法推进速度会成为影响智能驾驶硬件的核心因素,Pseudo-LiDAR 方案的成熟度会成为影响激光雷达未来出货量的核心原因之一。

投资看点

(1) 车载激光雷达:当下时间点激光雷达产品性价比显著提升,带动市场快速扩容。2024 年超过 30 款新车将搭载激光雷达,高线束激光雷达销量有望提升。预计 2027 年车载激光雷达市场规模有望超过 280 亿元。2024 年车载激光雷达市场规模预计为 86.3 亿元,同比增速分别为 205%。

(2) 服务机器人激光雷达:国内服务机器人市场规模有望从 2022 年的 312 亿元提升至 2027 年的 1064 亿元,5 年复合增速为 27.8%,服务机器人上的低线束激光雷达出货量有望快速提升。预计服务机器人激光雷达市场有望从 2022 年的 46.3 亿元提升至 2027 年的 95.0 亿元,保持销量的快速增长,规模效应有望提升低线束激光雷达供应商的利润率水平。

正文目录

1. 写在最前：为何当下时点关注激光雷达细分赛道？	5
1.1 华为引领，高线束激光雷达快速上车	5
1.2 模块升级，固态激光雷达或有望落地	6
2. 当下进展：激光雷达如何实现产品性价比的提升？	9
2.1 激光雷达性能如何逐步提升？	9
2.2 激光雷达成本如何持续下探？	12
3. 行业未来：销量快速增长，算法决定未来感知方案	15
3.1 比较：成本影响，激光雷达适配高价格带车型	15
3.2 算法：融合 vs 视觉，Pseudo-LiDAR 改变格局	17
4. 空间测算及投资建议	22
4.1 未来销量：智能渗透加速，机器人有望接力	22
4.2 行业格局：内资加速布局，禾赛和速腾领跑	27
5. 风险提示	31

图表目录

图表 1：问界 M9 和智界 S7 上市搭载 192 线束激光雷达	5
图表 2：问界 M9 搭载 1 颗 192 线束激光雷达	5
图表 3：华为 192 线束激光雷达性能更优	5
图表 4：激光雷达核心组件	6
图表 5：激光器结构示意图	7
图表 6：光纤激光器结构示意图	7
图表 7：850-1550nm 光线接收方案	7
图表 8：各类光电探测器方案性能对比	7
图表 9：Ouster 16 的主板结构	8
图表 10：激光雷达性能持续提升	8
图表 11：车载激光雷达性能持续提升	9
图表 12：激光雷达核心参数指标拆分	10
图表 13：激光雷达性能参数	10
图表 14：flash 方案通过集成实现收发线束提升	11
图表 15：OPA 方案通过增加分束器实现线束提升	11
图表 16：速腾聚创 M1 内部结构	11
图表 17：速腾聚创 M1 输出等效 126 线束	11
图表 18：MEMS 激光雷达工作原理	11
图表 19：速腾聚创 M1 工作效果图	11
图表 20：Luminar 激光雷达内部框架	12
图表 21：禾赛科技二维旋转镜结构图	12
图表 22：通过软件实现激光雷达探测距离的提升	12
图表 23：速腾聚创激光雷达成本下探（万元）	13
图表 24：禾赛科技激光雷达成本下探（万元）	13
图表 25：激光雷达 SoC 芯片结构	13
图表 26：速腾聚创产品平台对比	14
图表 27：E 平台产品结构图	14
图表 28：光学组件成本有望持续下探	14
图表 29：光学组件成本有望持续下探	14
图表 30：激光雷达成本持续下探，2024 年降价节奏逐步放缓	15
图表 31：智能驾驶传感器性能对比	15

图表 32:	“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的组合基本满足感知需求.....	15
图表 33:	摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足感知需求.....	16
图表 34:	高分辨率 4D 雷达可以识别出每个物体.....	16
图表 35:	4D 雷达实现了探测范围和距离的双提升.....	16
图表 36:	激光雷达在点云密度、反馈时间等性能参数上保持领先.....	17
图表 37:	融合算法流程图.....	18
图表 38:	融合算法权重分配方案.....	19
图表 39:	融合感知准确度高于纯视觉感知.....	19
图表 40:	Pseudo-LiDAR 点云生成方式.....	20
图表 41:	Pseudo-LiDAR 点云生与激光雷达、前向视觉对物体感知的识别对比.....	20
图表 42:	Pseudo-LiDAR 方案点云结果和真实世界情况还原对比.....	20
图表 43:	特斯拉视觉方案静态物体识别.....	21
图表 44:	特斯拉引入 Radar 完成动态物体识别.....	21
图表 45:	特斯拉纯视觉感知方案结果及规划.....	21
图表 46:	智能驾驶渗透率持续向上（以智能驾驶域控制器渗透率为例）.....	22
图表 47:	L2 及以上高阶智能驾驶分价格带渗透率.....	23
图表 48:	2024 年新车型配置激光雷达车型数量有望持续提升（款）.....	23
图表 49:	国内市场乘用车载激光雷达行业规模测算.....	24
图表 50:	低线束激光雷达在各类机器人应用广泛.....	25
图表 51:	服务机器人产量逐步向上.....	26
图表 52:	国内专业服务机器人市场规模快速提升.....	26
图表 53:	机器人行业激光雷达行业规模测算.....	27
图表 54:	国内激光雷达市场规模有望快速提升.....	27
图表 55:	小鹏汽车 2023 年底落地 50 城城市 NOA 功能.....	28
图表 56:	特斯拉 2023 年落地城市 NOA 功能.....	28
图表 57:	长城汽车预计 2025 年完成城市 NOA 功能落地.....	28
图表 58:	宝马预计 2025 年后完成城市 NOA 功能落地.....	28
图表 59:	速腾聚创平台及产品矩阵.....	29
图表 60:	禾赛科技平台及产品矩阵.....	29
图表 61:	2024 年搭载激光雷达车型及供应商选择.....	29

1. 写在最前：为何当下时点关注激光雷达细分赛道？

1.1 华为引领，高线束激光雷达快速上车

华为问界 M9 和智界 S7 上市，192 线束激光雷达上车。华为“四界”车型在高阶智能辅助驾驶硬件配置领先，车端首发搭载 192 线束激光雷达，检测速度、精度和广度均实现行业领先。问界 M9 和智界 S7 搭载的华为 192 线束激光雷达具备 250 米超远精确识别能力，可探测的距离更远；184 万点每秒的超高成像能力，垂直分辨率达 0.1° ，更精准的还原物理世界；帧率高于同行水平达到 20Hz，更快速完成目标检测。华为引领，高阶智能驾驶功能 2024 年有望加速，带动车端激光雷达出货量提升。

图表1：问界 M9 和智界 S7 上市搭载 192 线束激光雷达



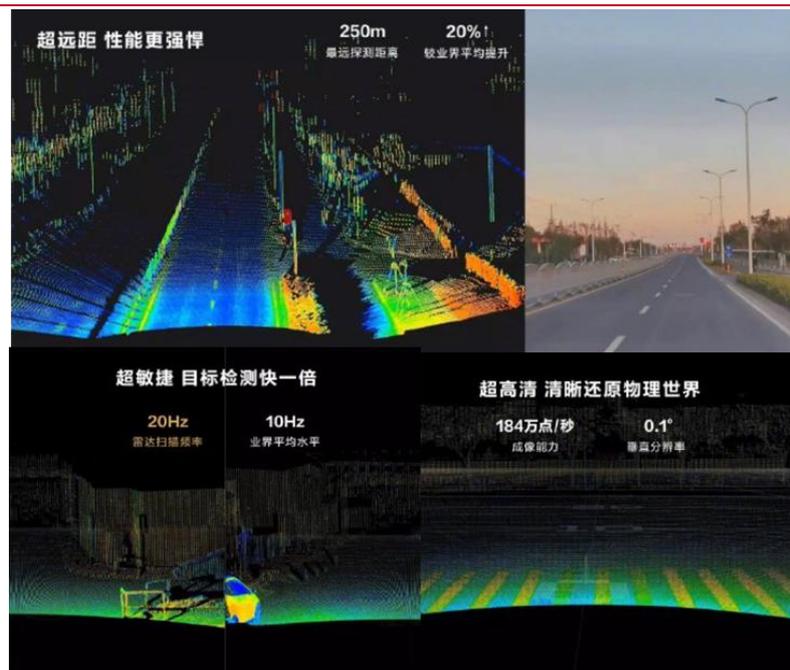
资料来源：华为，腾讯新闻（数字尾巴），国联证券研究所

图表2：问界 M9 搭载 1 颗 192 线束激光雷达



资料来源：问界官网，国联证券研究所

图表3：华为 192 线束激光雷达性能更优



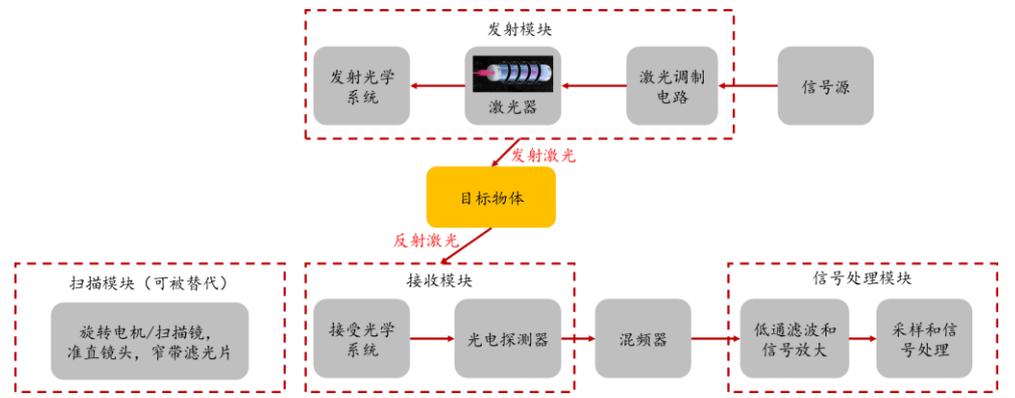
资料来源：华为问界 M9 发布会，国联证券研究所

我们认为，受益于高阶智能驾驶功能渗透加速，2024 年激光雷达有望迎来销量的快速提升，叠加产品性价比提升有望带动市场规模的持续扩容。

1.2 模块升级，固态激光雷达或有望落地

激光雷达包括发射模块、接收模块、扫描模块和信号处理模块。工作原理来看，激光雷达发射模块通过激光器生成并发射激光脉冲。在感知到物体后激光脉冲反射并由接收模块捕获信号，将其输送至信号处理模块，进行模拟信号预处理并转换为数字信号。依据数据信号提取关键测量信息，完成对周围环境的感知。

图表4：激光雷达核心组件

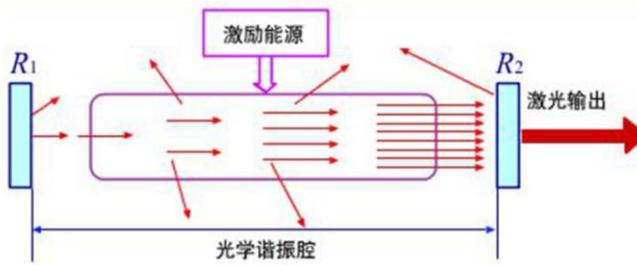


资料来源：中国电子信息产业发展研究院《车载激光雷达行业概述》，国联证券研究所

发射模块：激光雷达系统的光源，其核心组件为激光器。发射模块中主要包括激光器和发射光学系统，其中激光器用于产生照射目标的光脉冲，为激光雷达的核心光源。激光器发出少线束光后通过能源激励在发射光学系统中完成线束的增加，根据激励物质的不同分为半导体激光器和光纤激光器。半导体激光器通过激励砷化镓 (GaAs) 等其他半导体材料发出 905nm 波长的光，而光纤激光器则通过掺杂稀土元素的光纤介质发出 1550nm 波长的光。受成本影响，905nm 波长激光器商业化落地进度领先。

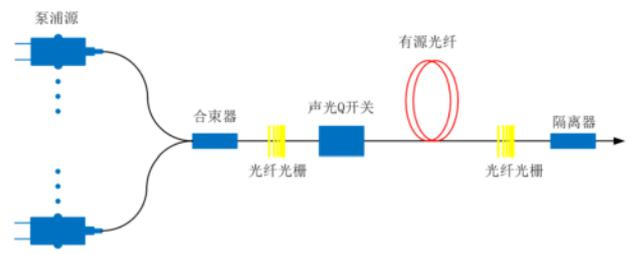
光纤激光器通常由泵浦源、合束器、光纤光栅、声光 Q 开关、有源光纤、隔离器等部件构成。泵浦源是光纤激光器的核心部件之一，光纤激光器用半导体激光器作为泵浦源，对有源光纤进行泵浦，形成激光振荡或激光放大。泵浦源中的主要元器件有半导体激光芯片，以及快轴准直镜、慢轴准直镜、偏振分束/合束器、反射镜、聚焦透镜、滤光片、光纤头等光学元器件。

图表5：激光器结构示意图



资料来源：拓博瑞激光官网，国联证券研究所

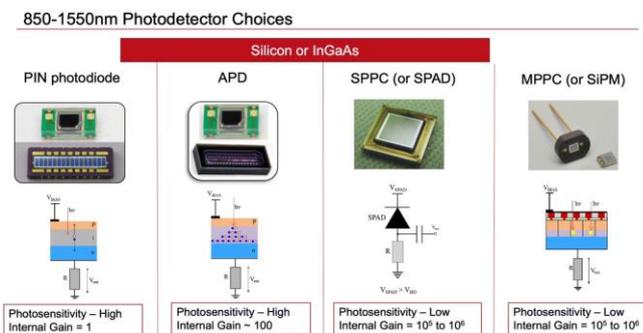
图表6：光纤激光器结构示意图



资料来源：海创光电招股说明书，国联证券研究所

接收模块：核心组件为光电探测器，其性能是影响激光雷达的测量距离、帧率和分辨率的关键。光电探测器通过在光电二极管中加大反向偏压从而实现光电流成倍增长，即“雪崩现象”。光电探测器主要包括雪崩光电二极管（APD），单光子雪崩二极管（SPAD）和硅光电倍增管（SiPM）。性能来看，APD 凭借适中的灵敏度使其适用于处理多光子事件，适合中等距离测量；SPAD 对单光子极为灵敏，适用于高分辨率和长距离测量；SiPM 是由多个微型 SPAD 单元组成的阵列，在信号提取过程中可按照阈值完成信号提取，并充分提升在极端环境下的稳定性。

图表7：850-1550nm 光线接收方案



资料来源：日本滨松光子学株式会社，国联证券研究所

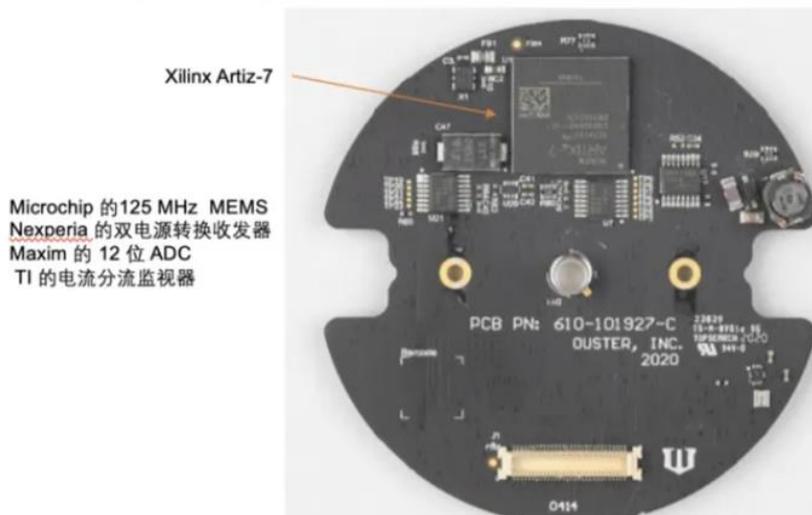
图表8：各类光电探测器方案性能对比

	APD	SPAD	SiPM
灵敏度	中	高	高
探测范围	中	长	长
温度敏感度	高	中	中
响应速度	中	快	快
环境光抗扰性	高（散粒噪声）	中（暗计数）	中
阵列	一维	一维和二维	均适用

资料来源：日本滨松光子学株式会社，国联证券研究所

信号处理模块：将探测器接收的光信号转化为数字信号。由放大器、滤波器、模数转换器（ADC）和数字信号处理器（DSP）组成。通过 ADC 将模拟信号转换为数字形式后，DSP 执行算法以提高信噪比并精确计算目标位置。

图表9: Ouster 16 的主板结构



资料来源：电子汽车设计，国联证券研究所

扫描模块是各方案结构差别的核心点。根据扫描系统是否具有机械转动部件，激光雷达可分为机械式、半固态式以及固态式三类。1) 机械式激光雷达:扫描覆盖依靠主机整体实现转动，通过不断旋转实现一维动态扫描。2) 半固态式激光雷达以二维扫描为主。转镜、棱镜、MEMS 方案均通过内部光学元器件转换/旋转等方式实现多维度光学信号接收。3) 固态式激光雷达则利用硅光子学、光学相控阵等光学技术，摆脱了扫描模组，不需要活动部件，实现低成本、高精度扫描。

图表10: 激光雷达性能持续提升

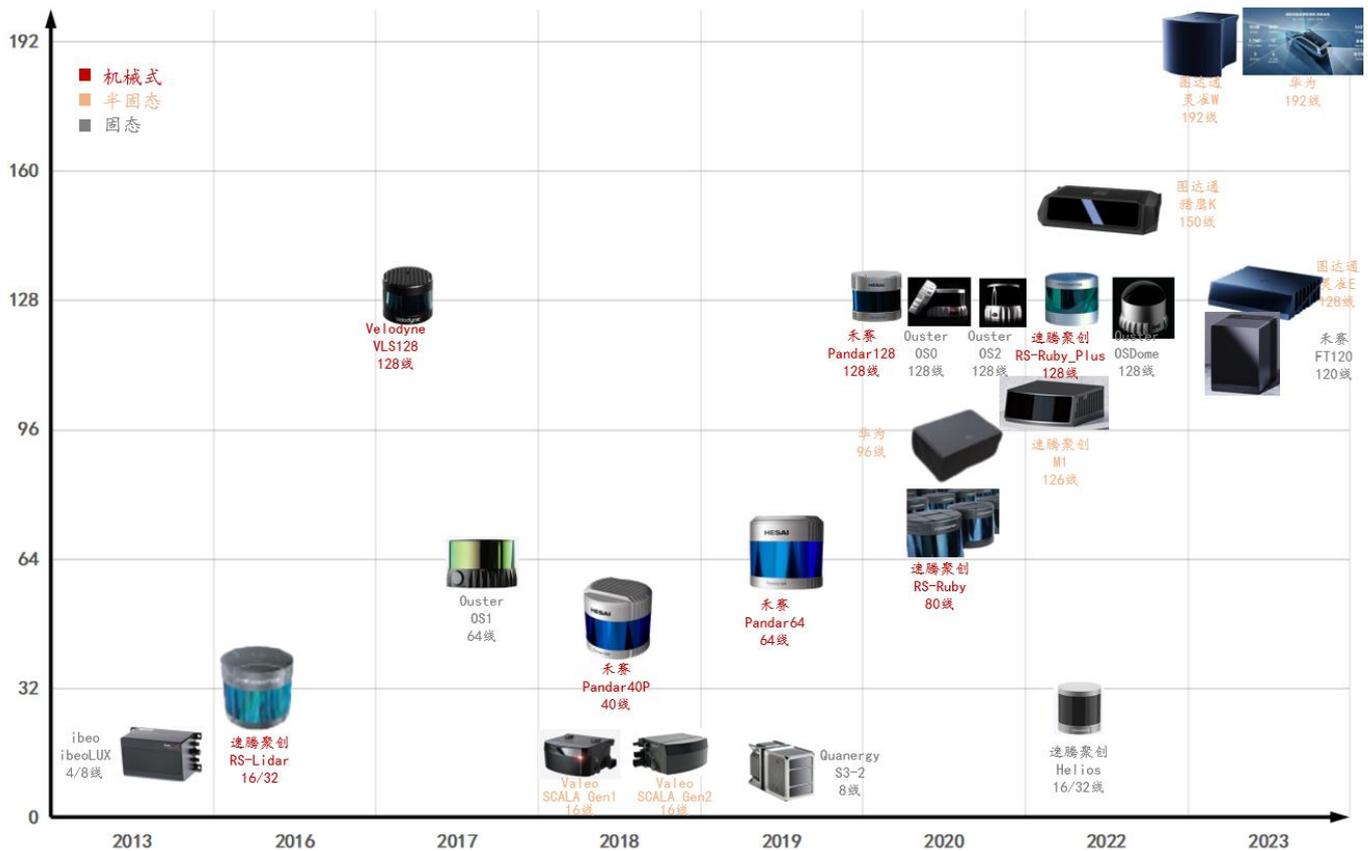
类别	扫描模块方案	工作原理	优点	缺点/难点
机械式	机械旋转 (一维扫描)	实现收发模块宏观意义上的转动	360° 全景视场、扫描速度快、抗光干扰强	成本高、尺寸大、震动敏感性高
	转镜 (一维、二维扫描)	以二维旋转镜激光雷达为主，多边形棱镜与垂直扫描振镜分别负责水平和垂直方向扫描	扫描速度快、精度高	尺寸大、中等视场
半固态式	棱镜 (二维扫描)	利用旋转棱镜改变光路	通光孔径大、测距远、精度高	尺寸大、成本高、视场窄
	MEMS (二维扫描)	本质是硅基半导体元器件，利用小尺寸悬臂梁实现反射镜谐波频率震荡	成本低、尺寸小、可控性好	悬臂梁易受外界冲击而断裂、视距中等
固态式	OPA (无扫描)	运用相干原理，多光源组成阵列，调节发射单元相位差控制激光束方向	成本低、尺寸小、全局扫描或局部精细扫描	短期内技术不成熟
	Flash (无扫描)	根据飞行时间，输出深度信息三维图像	成本低、尺寸小	探测距离较短

资料来源：中国电子信息产业发展研究院，灼识咨询，速腾聚创招股说明书，《固态激光雷达研究进展》，浙江大学现代光学仪器国家重点实验室，Raj T, Hashim FH, Huddin AB, Ibrahim MF, Hussain A. A Survey on LiDAR Scanning Mechanisms., N. Van Dinh, Y.-G. Ha and G.-W. Kim, "A universal control system for self-driving car towards urban challenges", 国联证券研究所

激光雷达性能持续向上，国内供应商实现产品性能和迭代速度的反超。发展历程来看，车载激光雷达线束持续提升，从早期的 4/8 线束产品提升至 2013 年的 16/32

线束产品。2018 年后迭代速度加快，激光雷达线束数量提升至 40/64 线束，车端应用加速。2022 年前后性能提升至 120 线束以上，激光雷达可以实现对现实世界更清晰、更精准、更快速的还原，逐步成为车端智能驾驶的核心传感器之一。格局来看，以华为、禾赛科技、速腾聚创、图达通为代表的国内供应商 2018 年后开始加速布局，保持每年更新迭代产品的速度，产品迭代效率领先；同时国内供应商在产品线束上实现反超，目前华为激光雷达和图达通灵雀 W 均实现 192 线束的落地。产品类型来看，高线束固态激光雷达自 2022 年开始上市，由于自身不需要扫描模块，尺寸变小的同时实现性能提升。2024-2025 年高线束固态激光雷达进程加速，有望落地高性价比车端激光雷达方案。

图表 11：车载激光雷达性能持续提升



资料来源：速腾聚创官网，威力登官网，禾赛科技官网，图达通官网，华为官方微博，ibeo 官网等，国联证券研究所

2. 当下进展：激光雷达如何实现产品性价比的提升？

2.1 激光雷达性能如何逐步提升？

衡量激光雷达核心性能主要包括线束、视场角、分辨率、帧率、点频和功率等。实现功能来看，激光雷达需要具备探测中长距离、可靠度和稳定性、夜间判断能力等，

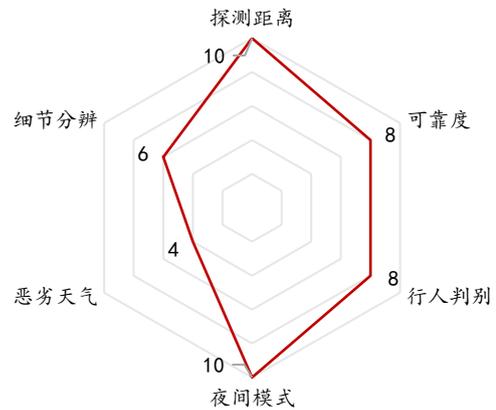
与功能相对应的可拆分为线束、视场角、分辨率、帧率、点频和功率等性能参数，对应关系上，发射模块、接收模块、扫描模块、接收模块均影响激光雷达本身性能。线束数量是直观衡量产品性能的关键指标，直接影响到产品性能。线束及等效线束越多，激光雷达对的感知精准度越高、探测范围越广，激光雷达数据有效性越强。

图表12：激光雷达核心参数指标拆分

参数	距离	分辨能力	主要相关模块
线束	√	√	发射模块，扫描模块
视场角	√		发射模块，扫描模块
分辨率		√	发射模块，接收模块，信号处理
帧率		√	发射模块，接收模块
点频		√	发射模块，接收模块
功率	√		发射模块

资料来源：九章智驾微信公众号，国联证券研究所

图表13：激光雷达性能参数

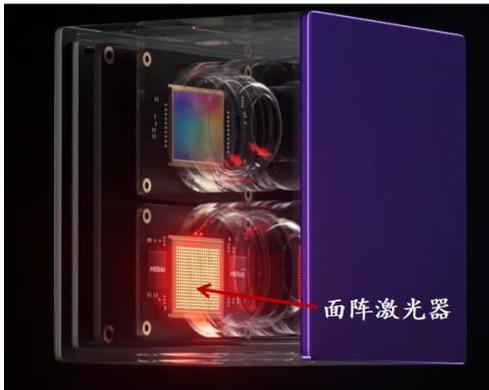


资料来源：中国信息通信研究院，国联证券研究所

激光雷达线束可以更直观衡量激光雷达的性能。一方面，整车厂对激光雷达应用的过程中对视场角、分辨率、帧率、点频和功率有标定参数，需要满足车端需求方可应用。另一方面，线束是垂直方向发出激光的数量，线束及等效线束越多，发出的激光束越密集，激光雷达的感知精准度越高，激光雷达数据有效性越强。在后续的性能升级分析中，我们聚焦如何提升激光雷达线束数量从而提升感知精准度。

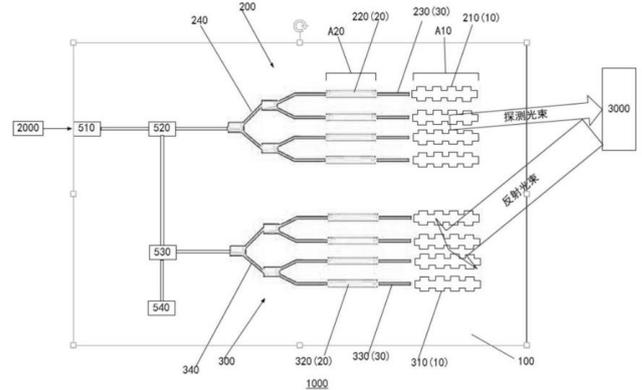
性能升级方案一：硬件升级带动激光雷达线束数量增加。固态激光雷达中，Flash 方案通过光电集成技术、单片集成技术、堆叠技术等方式实现在有限的单位面积上增加收发模块的数量。OPA 方案通过增加分束器，完成输出激光线束量级的提升。硬件升级优化收发模块配置，有效带动激光雷达线束的增加。

图表14: flash 方案通过集成实现收发线束提升



资料来源: 禾赛科技官网, 国联证券研究所

图表15: OPA 方案通过增加分束器实现线束提升



资料来源: 北京摩尔芯光半导体专利 CN115951330A, 国联证券研究所

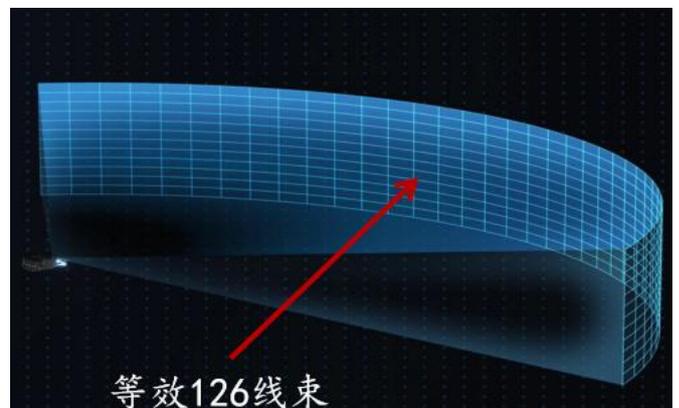
性能升级方案二: 优化振镜提升输出端等效线束。半固态激光雷达中, 可以在扫描模块中通过优化振镜的方式, 使低线束收发模块实现等效高线束效果。以速腾聚创 M1 为例, 收发模块有 5 组平行的 EEL 半导体边发射激光器, 其发射出的点光源通过准直透镜将分散光束形成几个平行方向后, 通过分光组件进入反射镜, 反射镜将激光精准投射到 MEMS 振镜上进行多次反射, 实现输出端等效线束的提升。

图表16: 速腾聚创 M1 内部结构



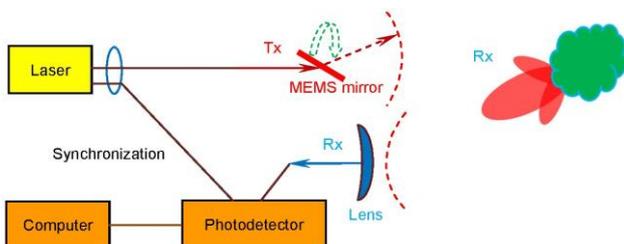
资料来源: 速腾聚创官网, 国联证券研究所

图表17: 速腾聚创 M1 输出等效 126 线束



资料来源: 速腾聚创官网, 国联证券研究所

图表18: MEMS 激光雷达工作原理



资料来源: 陈敬业、时尧成, 《固态激光雷达研究进展》, 国联证券研究所

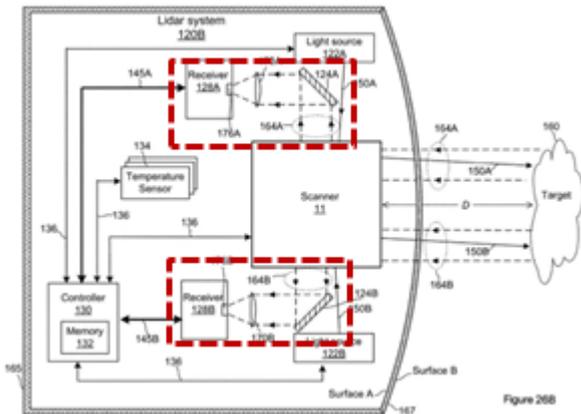
图表19: 速腾聚创 M1 工作效果图



资料来源: 速腾聚创官网, 国联证券研究所

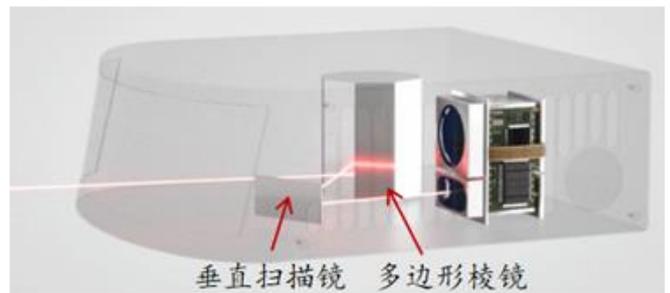
性能升级方案三：扫描器数量增加并分工实现接收端等效线束升级。半固态雷达中，二维旋转镜激光雷达采用两个一维振镜，分别负责水平和垂直方向上的扫描。以 Luminar 的产品为例，采用转镜+摆镜的方式，通过横轴+纵轴进行二维扫描，从而弥补一维扫描方式精度不足缺陷，实现等效高线束功能。

图表20: Luminar 激光雷达内部框架



资料来源: Luminar, 佐思汽研, 国联证券研究所

图表21: 禾赛科技二维旋转镜结构图



资料来源: 禾赛科技官网, 国联证券研究所

性能升级方案四：同时通过优化算法和信号处理技术提升激光雷达性能。优化信号处理技术可以提高对远处物体的探测能力；噪声抑制技术，比如自适应滤波和波形分析，可以减少背景噪声和系统电子噪声对信号的影响；信号积分技术能够通过累加连续多个探测周期内的信号，显著提高信噪比，从而使得系统能够探测到更加微弱的回波，提高探测范围。使用机器学习的模式识别，可以更精确地从噪声背景中提取有用信号，增强目标探测的准确性和远程探测的能力。

图表22: 通过软件实现激光雷达探测距离的提升

算法类型	功能
优化信号处理技术	提高对远处物体的探测能力
噪声抑制技术	减少背景噪声和系统电子噪声对信号的影响
信号积分技术	提高信噪比，提高探测范围
机器学习的模式识别	增强探测的准确性和远程探测的能力

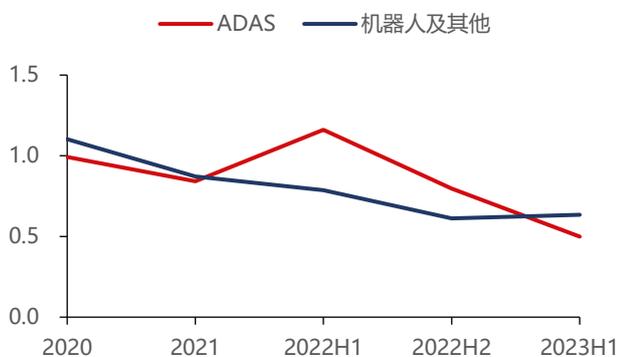
资料来源: 《激光器相位噪声对相干激光雷达性能的影响》蔡猛、郑威等, 《基于视锥距离和自适应权重卡尔曼滤波的多传感器融合算法研究》李杰、张洛维等, 中信通, 国联证券研究所

2.2 激光雷达成本如何持续下探?

激光雷达成本持续下探。速腾聚创和禾赛科技的激光雷达成本来看，激光雷达成本均保持快速下探，速腾聚创 ADAS/机器人及其他激光雷达成本分别从 2020 年的

0.99/1.10 万元下探至 2023H1 的 0.50/0.63 万元；禾赛科技激光雷达单颗成本从 2021 年的 2.39 万元下探至 2023Q3 的 0.65 万元。

图表23：速腾聚创激光雷达成本下探（万元）



资料来源：Wind，速腾聚创年报，国联证券研究所

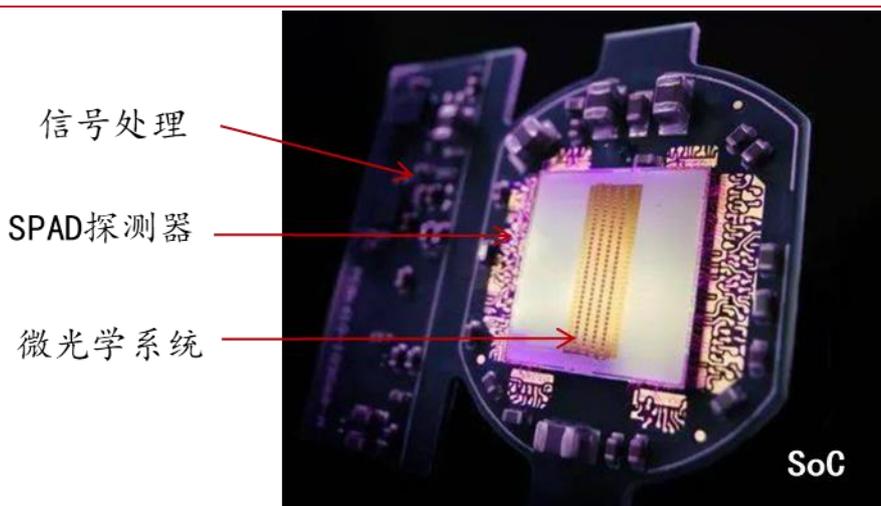
图表24：禾赛科技激光雷达成本下探（万元）



资料来源：Wind，禾赛科技微信公众号，国联证券研究所

方案优化：集成式方案简化生产制造成本及原材料用量。芯片为例，SoC 芯片中集成了多个功能模块，如光电探测器、前端电路、波形处理电路，减少了对多个独立组件的需求，降低了物料成本和装配复杂性。此外，SoC 还提高了信号处理的效率和速度，减少了功耗。集成化设计简化了激光雷达系统的整体架构，从而减少了制造和维护的成本。自研 SoC 允许公司根据特定需求定制设计，更好地与产品集成。

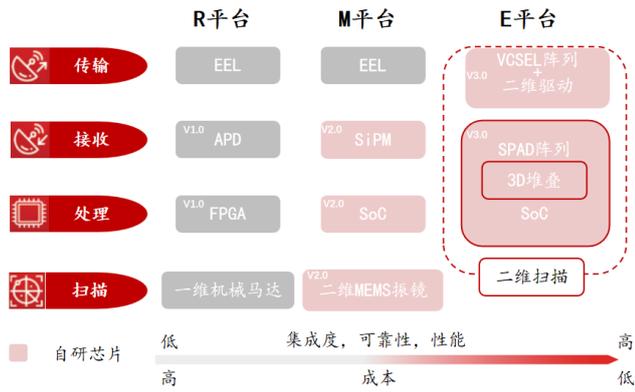
图表25：激光雷达 SoC 芯片结构



资料来源：Ouster，国联证券研究所

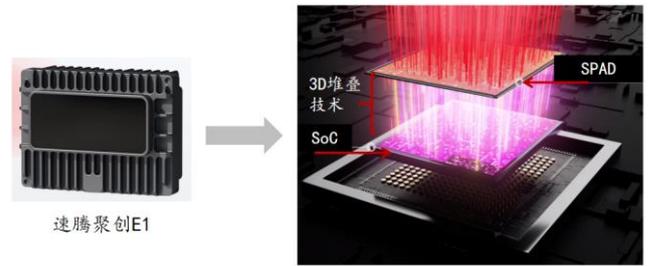
SoC 芯片方案将接收、处理等模块融合，持续简化产品结构。以速腾聚创 E 平台产品为例，通过处理 SoC 芯片与接收 SPAD 阵列的 3D 堆叠，有效的集成了接收和信号处理部件，实现系统简化和成本控制，可以提供直接处理并生成点云的能力。

图表26: 速腾聚创产品平台对比



资料来源: 速腾聚创招股书, 国联证券研究所

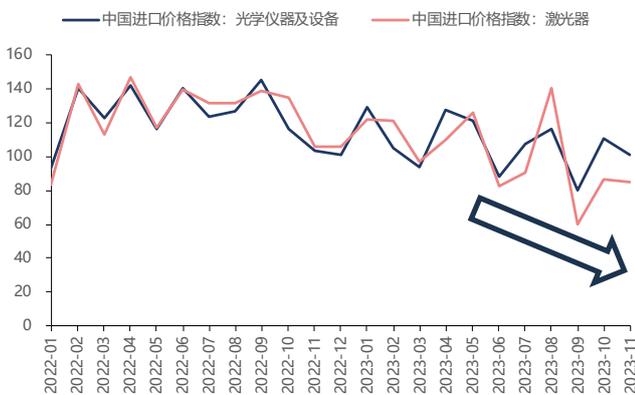
图表27: E平台产品结构图



资料来源: 速腾聚创官网, 腾讯网(易车原创), 国联证券研究所

核心组件价格下探: 有望实现成本的持续下降。 计算芯片、激光器、光学校镜等核心组件价格指数均处于下降通道, 未来组件成本有望保持相对低位, 激光雷达产品有望实现成本下探。

图表28: 光学组件成本有望持续下探



资料来源: Wind, 海关总署, 国联证券研究所

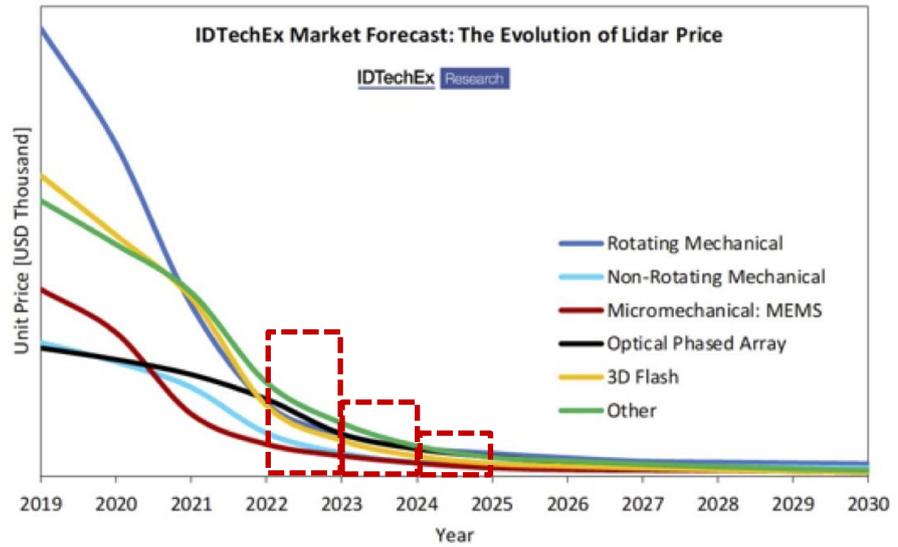
图表29: 光学组件成本有望持续下探



资料来源: Wind, 海关总署, 国联证券研究所

激光雷达成本持续有望下探, 2024年降价节奏放缓。 根据IDTechEx的预测, 激光雷达各方案价格仍处在下行通道, 相较于2022年和2023年成本下探幅度或有所放缓, 行业利润率有望缓解。

图表30：激光雷达成本持续下探，2024 年降价节奏逐步放缓



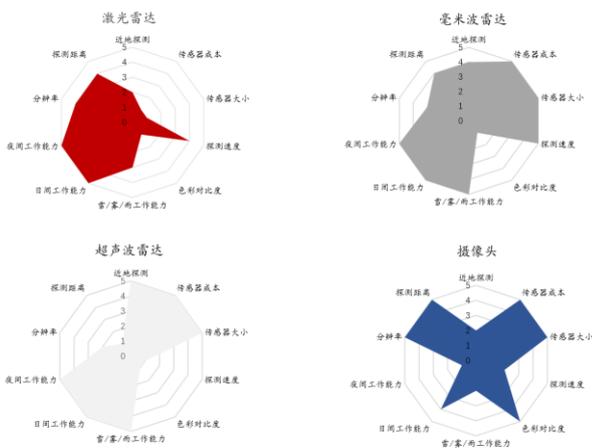
资料来源：IDTechEx，国联证券研究所

3. 行业未来：销量快速增长，算法决定未来感知方案

3.1 比较：成本影响，激光雷达适配高价格带车型

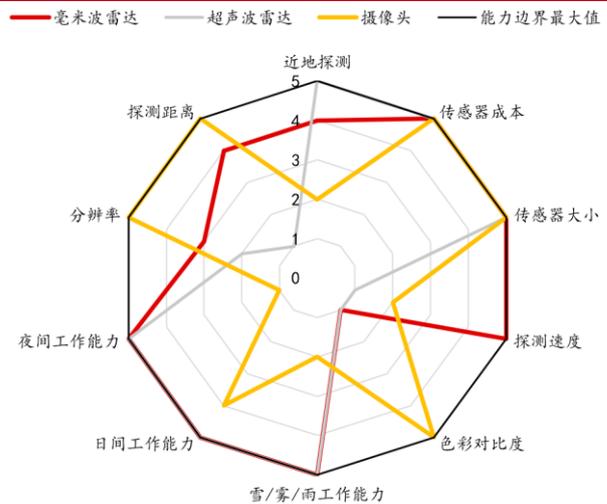
摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足感知需求。传感器性能对比来看，激光雷达在探测速度、日夜间工作能力上领先。“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的感知层传感器组合在性能上满足各场景智能驾驶感知需求，激光雷达或作为探测距离及夜间环境的补充传感器。

图表31：智能驾驶传感器性能对比



资料来源：虎嗅汽车，国联证券研究所

图表32：“摄像头+毫米波雷达+超声波雷达”的组合基本满足感知需求



资料来源：虎嗅汽车，国联证券研究所

单车价值量：激光雷达 > 4D 毫米波雷达 > 800 万像素摄像头 > 3D 毫米波雷达 >

低像素摄像头>超声波雷达。单车用量来看，激光雷达/4D毫米波雷达/高像素摄像头/3D毫米波雷达/低像素摄像头/超声波雷达单车搭载量分别为1-3个/3-5个/3-5个/4-6个/4-8个/8-12个。性价比来看激光雷达或略有落后。

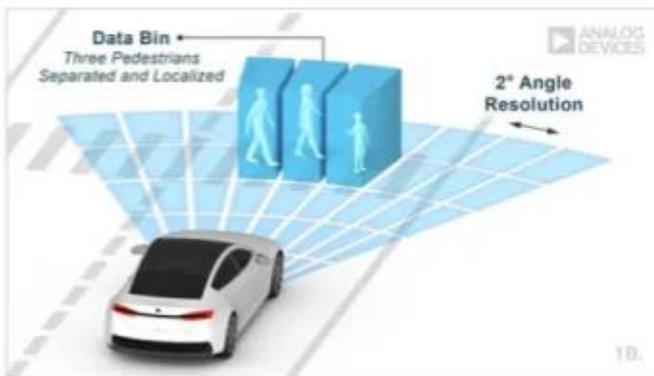
图表33: 摄像头+毫米波雷达+超声波雷达的组合基本满足感知需求

	激光雷达	4D毫米波雷达	高像素摄像头	3D毫米波雷达	低像素摄像头	超声波雷达
单车用量(个)	1-3	3-5	3-5	4-6	4-8	8-12

资料来源: 汽车之家, 盖世汽车, 国联证券研究所

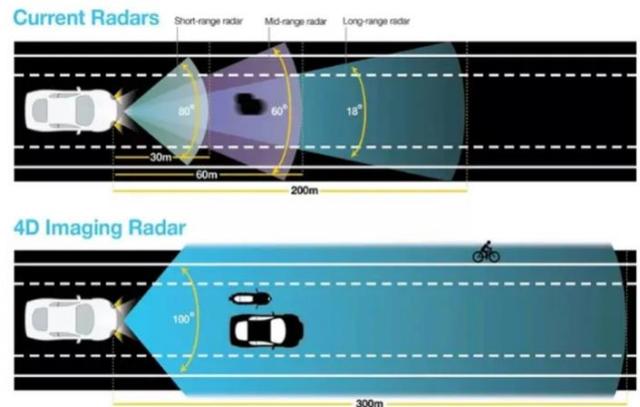
4D毫米波雷达和激光雷达或存在竞争关系, 4D毫米波雷达性能提升, 激光雷达在识别精度上领先。4D毫米波雷达角分辨率对比来看, 4D毫米波雷达可以达到1~2度角分辨率, 相比于传统3D毫米波雷达清晰程度可以提高5-10倍; 识别精度和距离来看, 4D毫米波雷达通道数提升, 保证视角的同时保证探测距离。4D毫米波雷达硬件上增配/提升射频芯片的能力, 让毫米波雷达通道数显著提升。4D毫米波雷达和激光雷达对比来看, 激光雷达点云数据更稠密, 反馈数据频率更高, 保持性能领先。

图表34: 高分辨率4D雷达可以识别出每个物体



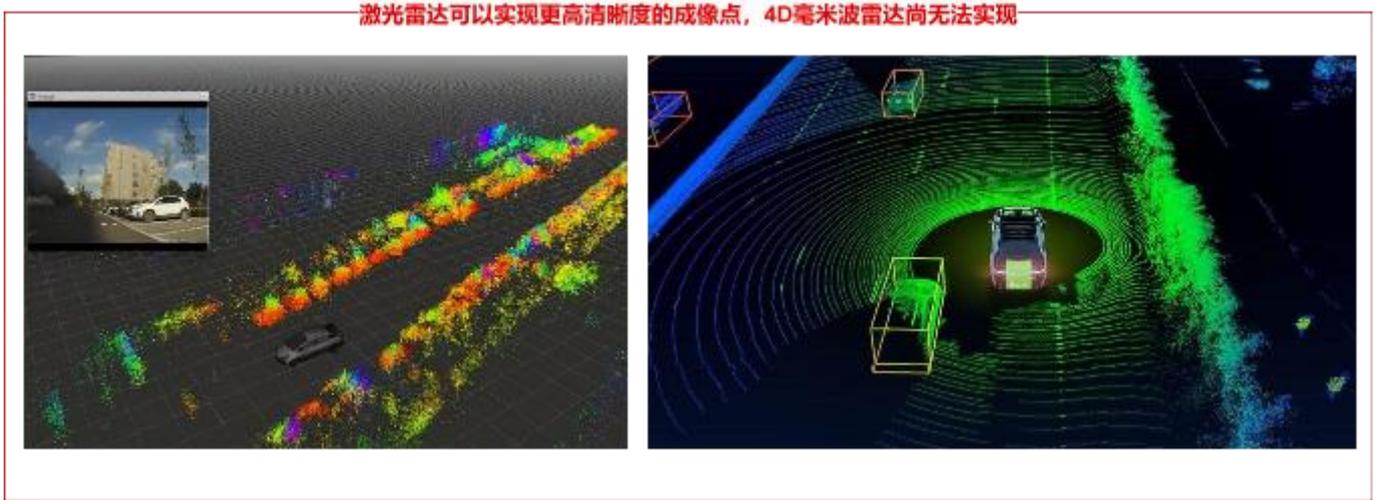
资料来源: analog devices, 国联证券研究所

图表35: 4D雷达实现了探测范围和距离的双提升



资料来源: 《Advanced Radar to Challenge Lidar in Autonomous-Vehicle Sector》 David E.Zoia, 国联证券研究所

图表36：激光雷达在点云密度、反馈时间等性能参数上保持领先



资料来源：木牛科技，英伟达官网，国联证券研究所

我们认为，激光雷达或成为中高价格带车型补充传感器存在，主要负责极端环境感知、距离测量等方面的数据获取，具备传感器性能优势。

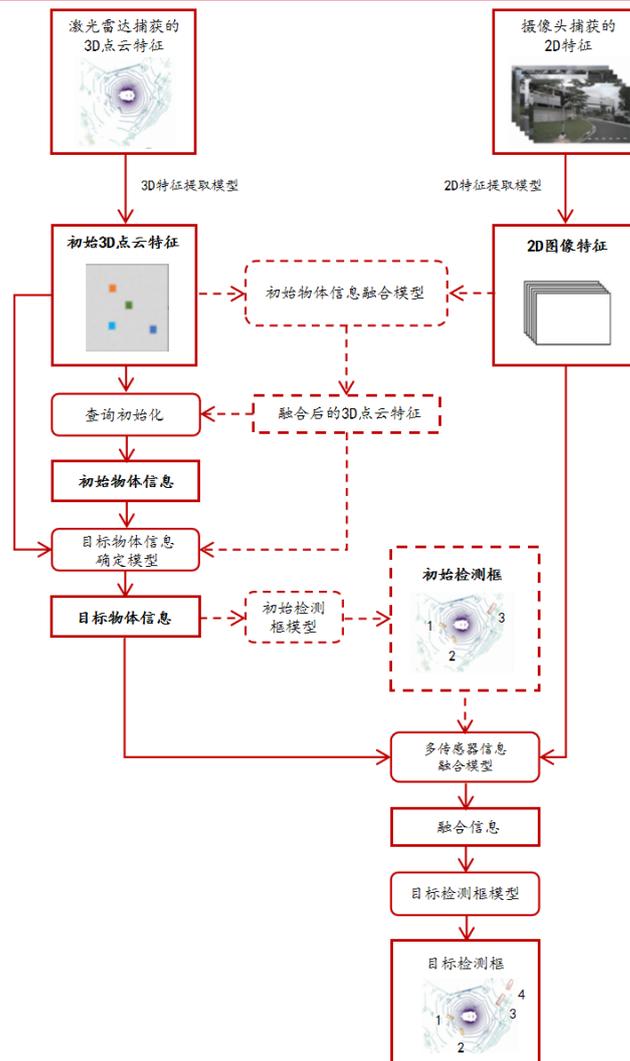
3.2 算法：融合 vs 视觉，Pseudo-LiDAR 改变格局

智能驾驶算法决策的权重占比持续提升，逐步成为定义硬件配置的核心原因。我们认为算法的迭代或直接影响车端硬件布局。方案来看，多传感器融合方案和纯视觉方案在竞争中直接受 AI 算法、融合算法等多类算法的影响。

融合算法：通过多传感器多轮数据融合，保证识别精准度和目标跟踪的准确性

以华为 GOD 网络为例，融合的流程大致为：（1）数据采集：通过激光雷达的点云数据，初步获得行车环境的特征图；（2）关联关系转换：基于特征图，用 Transformer 结构的解码器，预测初始边界框，将行车环境中所需要注意的物体框选并标注，得到含有距离信息的边界框，Transformer 将摄像头数据和激光雷达的数据转换为软关联数据。（3）数据初步融合：将激光雷达采集的信息投影到摄像头采集到的图像上，把 2D 图像的特征融合进去，给边界框赋予语义信息。用大模型 Transformer，自适应地寻找 2D 图像与 3D 点云的关联。（4）详细标注：通过 Transformer 中的交叉注意机制，以一种稀疏到密集的、自适应的方式将 2D 图像再次融合。Transformer 完成自适应对模型中信息的抽取，增强对物体识别的精准度。

图表37：融合算法流程图



资料来源：华为 GOD 专利，《TransFusion: Robust LiDAR-Camera Fusion for 3D Object Detection with Transformers》Xinge Zhu, Qingqiu Huang, Yilun Chen, Chiew-Lan Tai, 国联证券研究所

激光雷达在场景稳定过程中权重较低，在场景变化的过程中是最先发生权重变化。融合算法在权重分配上，激光雷达作为感知范围较大、识别距离较长的感知层传感器，在场景相对稳定的环境中激光雷达权重保持相对较低位置，在场景发生变化的帧数中激光雷达首先达到满权重而后下降至较低位置。

图表38：融合算法权重分配方案

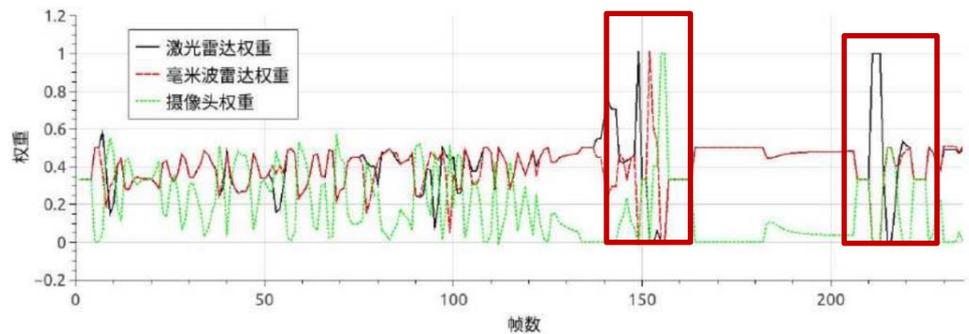
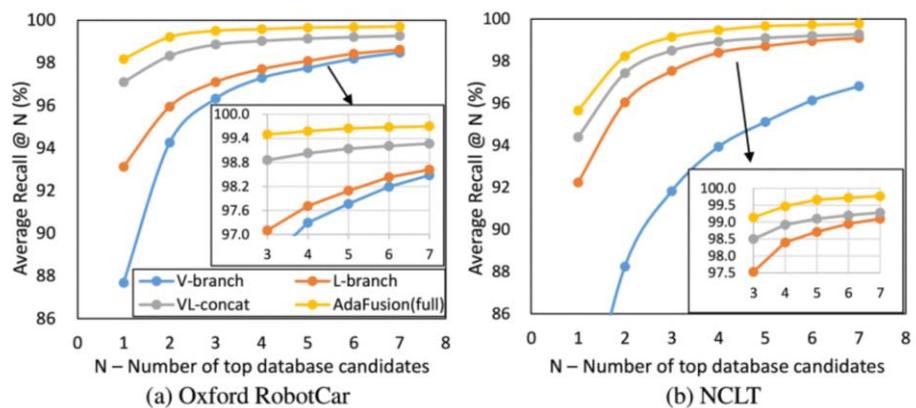


图 4-15 最终权重分配图

资料来源：《无人驾驶汽车多传感器冗余下的数据融合算法研究》周文起，国联证券研究所

当下来看融合算法结合了各模态传感器的优势，提高了检测精度和召回率。与视觉算法和激光雷达算法相比，融合算法将车辆检测准确率分别提升了 6.47%和 3.72%。行人检测准确率分别提升了 20.27%和 4.86%；骑行者检测准确率分别提升了 5.04%和 3.04%，融合方法能够实现更好的环境感知能力。

图表39：融合感知准确度高于纯视觉感知

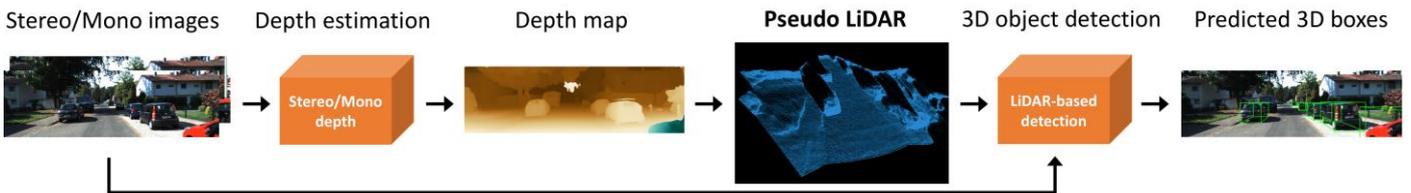


资料来源：《AdaFusion: Visual-LiDAR Fusion With Adaptive Weights for Place Recognition》Haowen Lai、Peng Yin、Sebastian Scherer，国联证券研究所

视觉算法：AI 加持优化图像处理能力，Pseudo-LiDAR 有望替代激光雷达数据

视觉算法通过 Pseudo-LiDAR 方案，使用多目摄像头获取图像深度信息从而补全 3D 图像信息。Pseudo-LiDAR 方案是通过多摄像头方案获得深度图像，并将深度信息结合图像信息获得伪雷达点云（Pseudo-LiDAR 点云），从而替代激光雷达方案。

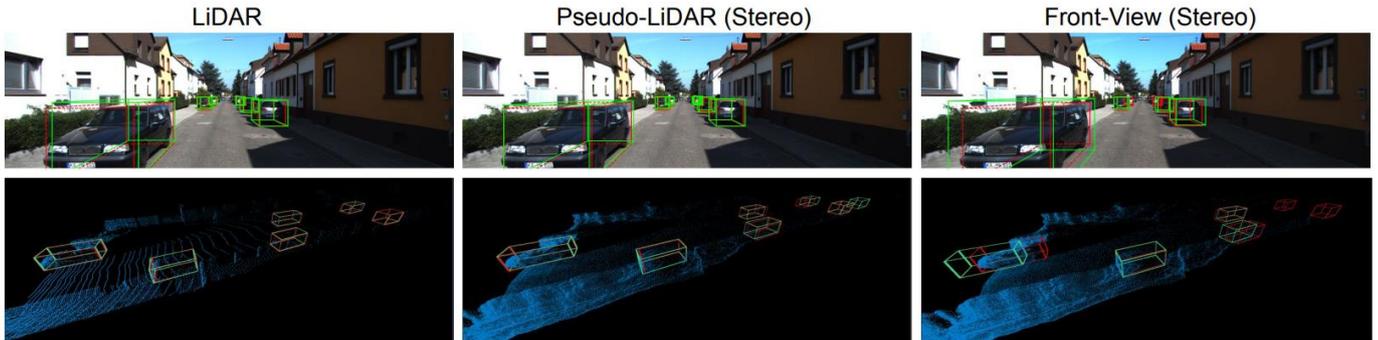
图表40: Pseudo-LiDAR 点云生成方式



资料来源:《Pseudo-LiDAR from Visual Depth Estimation: Bridging the Gap in 3D Object Detection for Autonomous Driving》Yan Wang、Wei-Lun Chao、Divyansh Garg、et al, 国联证券研究所

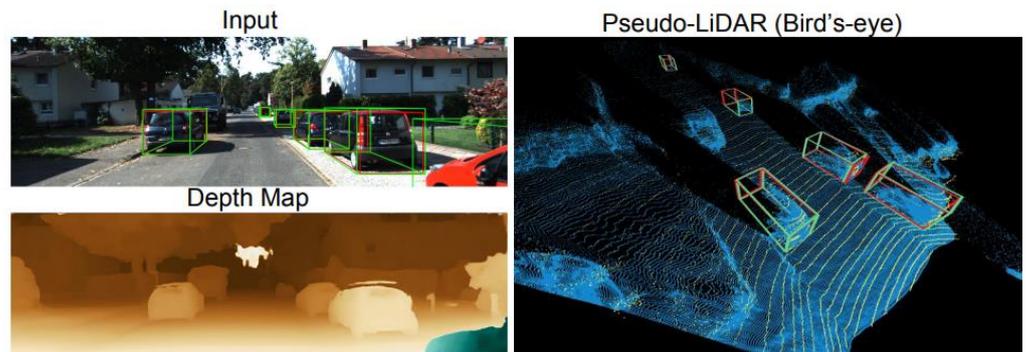
Pseudo-LiDAR 方案具备更加稠密的数据, 并且具备 RGB 颜色信息。结果来看, Pseudo-LiDAR 方案信息精确程度略低于融合方案, 但具备更加密集的点云数据, 并且具备 RGB 颜色信息, 即可以通过颜色区分识别物体的属性和位置, 从而更好完成神经网络感知下的 3D 成像。

图表41: Pseudo-LiDAR 点云生与激光雷达、前向视觉对物体感知的识别对比



资料来源:《Pseudo-LiDAR from Visual Depth Estimation: Bridging the Gap in 3D Object Detection for Autonomous Driving》Yan Wang、Wei-Lun Chao、Divyansh Garg、et al, 国联证券研究所

图表42: Pseudo-LiDAR 方案点云结果和真实世界情况还原对比



资料来源:《Pseudo-LiDAR from Visual Depth Estimation: Bridging the Gap in 3D Object Detection for Autonomous Driving》Yan Wang、Wei-Lun Chao、Divyansh Garg、et al, 国联证券研究所

特斯拉较多使用 Pseudo-LiDAR 方案, 完成对静态物体和动态物体的标注。静态物体标注来看, 特斯拉通过地图重构的方式保留出 Pseudo-LiDAR 信息, 并且通过 auto-labeling 算法完成信息处理, 从而完成目标检测等任务。动态物体标注来看, 通过多目摄像头构建深度信息, 并通过自监督方式获得距离信息, 同时通过 Radar 得

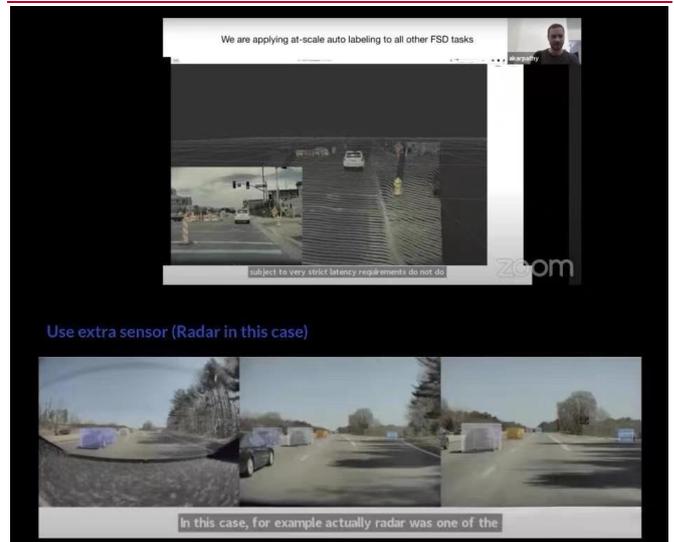
到深度信息和穿透信息。在叠加 Pseudo-LiDAR、Radar 和视觉方案反馈的数据后，结合时序模型完成对空间内物体行为轨迹的预测。

图表43：特斯拉视觉方案静态物体识别



资料来源：tesla AI day 2023，国联证券研究所

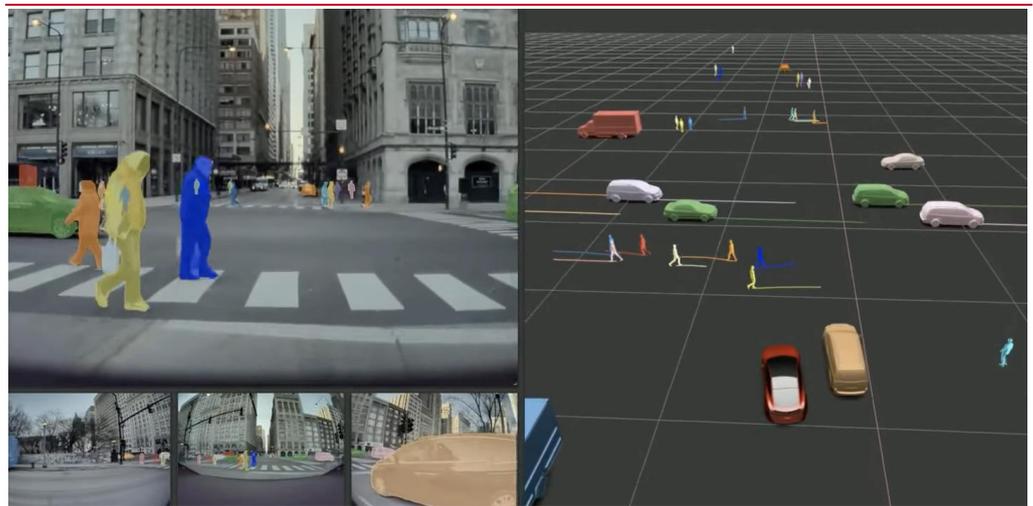
图表44：特斯拉引入 Radar 完成动态物体识别



资料来源：tesla AI day 2023，国联证券研究所

特斯拉基于静态识别和动态识别的方案，完成对路面全部信息进行标注，并通过 Diffusion 及时序模型完成行为轨迹的预测。

图表45：特斯拉纯视觉感知方案结果及规划



资料来源：tesla AI day 2023，国联证券研究所

结合当下算法进展和商业化应用成果，我们认为，融合方案效果由于纯视觉方案，激光雷达仍然可以保持性能上的领先及上车的必要性。长期来看，Pseudo-LiDAR 方案或逐步趋近成熟，数据精准度的提升叠加与神经网络感知的适配性有望逐步降低激光雷达数据在智能驾驶 3D 成像方案过程中的权重。

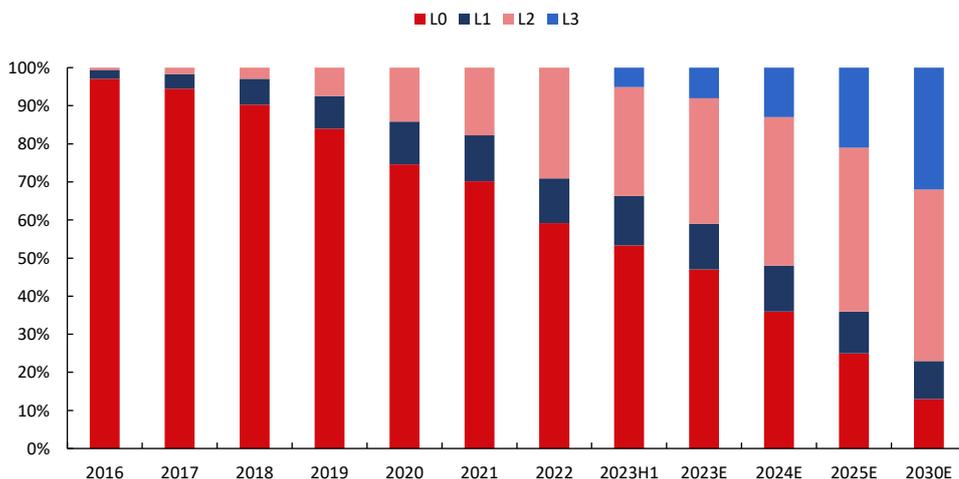
4. 空间测算及投资建议

4.1 未来销量：智能渗透加速，机器人有望接力

智能驾驶：高阶智驾渗透率快速提升，激光雷达出货量有望向上

未来高阶智能驾驶有望带动高线束激光雷达出货量提升。智能驾驶域控制器渗透率将在高等级自动驾驶车型（L2、L3）上迎来快速增长，预计2023年在L2的渗透率能够达到33%左右，L3的渗透率能够达到8%。从2024年往后，L2、L3整体渗透率将达到50%以上，占据主导地位。预计到2030年，L2与L3的渗透率分别达到45%和32%，合计77%，较2023年提升36.0pct。L1智驾车型的渗透率下降明显，预计从2016年到2030年将下降84.11pct，2023年L1或保持在10%左右的渗透率。

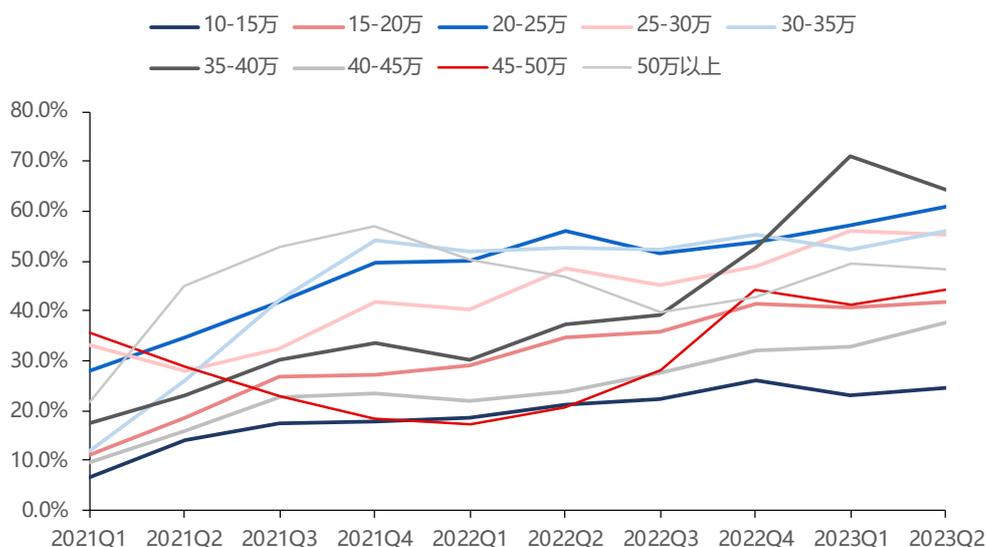
图表46：智能驾驶渗透率持续向上（以智能驾驶域控制器渗透率为例）



资料来源：高工智能汽车，佐思汽研，国联证券研究所预测

L2及以上级别：渗透率持续提升。渗透率与价格带基本正相关，各价格带变化趋势相似性较高。（1）整体渗透率：L2方案及以上方案渗透率持续增长。从2021Q1的10.6%提升至2023Q1的33.5%，渗透率增长22.9pct。（2）分价格带：由于车型供给端差异，部分价格带渗透率较高，整体和价格带保持正相关。2023Q1 L2方案及以上方案渗透率来看，10万以下车型渗透率为0.4%，10-15万以上车型渗透率为23.9%，15-20万价格带车型渗透率为40.2%。25-35万价格带车型渗透率在50%以上，主要系特斯拉等造车新势力和自主品牌车型的集中。35-40万价格带渗透率为71.3%，主要系理想车型智能化配置较高且占据价格带较大份额。40万以上价格带渗透率在30%-50%之间，略低于20-40万价格带，主要系奔驰、宝马、奥迪等豪华品牌尚未将智能驾驶级别及功能作为品牌的差异化配置。

图表47: L2及以上高阶智能驾驶分价格带渗透率



资料来源: 高工产研, 国联证券研究所

2024年超过30款新车将搭载激光雷达, 高线束激光雷达销量有望提升。分车型来看, 阿维塔11和阿维塔12采用三颗96线激光雷达, 具备 $120^{\circ} \times 25^{\circ}$ 的视场角和150米的探测距离, 这一配置在多方面确保环境感知性能。理想L9Max、飞凡R7旗舰版、零跑C10均搭载一颗128线束激光雷达, 提供 $120^{\circ} \times 25.4^{\circ}$ 的视场角度和200米的有效探测距离, 搭配10Hz的帧率, 平衡性能和成本。蔚来全系车型标配150线激光雷达, 在10%反射率下能够探测到250米以内的物体, 探测距离远。华为智界S7和问界M9配置192线束激光雷达, 在250米范围内实现精确识别, 20Hz的雷达扫描频率使其在数据更新速度和环境感知能力上出众。

图表48: 2024年新车型配置激光雷达车型数量有望持续提升(款)

车企	车型	激光雷达数量	是否标配	激光雷达线束
上汽飞凡	飞凡R7	1	●	128线
零跑	零跑C10	1	●	128线
极石	极石01	3	○	128*1+120线*2
华人运通	高合HiPhi Y	1	●	128线
	高合HiPhi Z	1	●	128线
理想	理想Mega	1	●	128线
吉利睿蓝	吉利睿蓝7	1	●	126线
广汽埃安	埃安昊铂GT	3	●	126线
	埃安昊铂HT	3	●	126线
一汽红旗	一汽红旗E001	3	●	126线
长城	魏牌蓝山DHT-PHEV	2	●	126线
	魏牌摩卡DHT-PHEV	2	●	126线
小鹏	小鹏X9	2	●	126线
奇瑞	星途星纪元ES	1	●	126线

	星途星纪元 ET	1	●	126 线
上汽智己	智己 LS6	1	●	126 线
比亚迪	腾势 N7	2	○	126 线
	仰望 U8	3	●	126 线
蔚来	蔚来 ET9	1	●	150 线
问界	问界 M9	1	●	192 线
智界	智界 S7	1	●	192 线
阿维塔	阿维塔 12	3	●	96 线
哪吒	哪吒 S	2	●	96 线

资料来源：汽车之家，各公司官网，国联证券研究所整理

车载激光雷达：预计 2027 年车载激光雷达市场规模有望超过 280 亿元。受益于激光雷达性价比持续提升，我们认为：（1）车载激光雷达渗透率有望持续提升，预计 23-27 年渗透率分别为 2.0%/7.0%/15.0%/23.0%/29.0%；（2）单车平均激光雷达搭载量保持在 1.25 颗，即大部分车型装配 1 颗激光雷达，部分车型或搭配 2-3 颗激光雷达；（3）单车价值量持续下探且降幅下降，预计 23-27 年单颗激光雷达价格分别为 4500/3800/3300/3000/2800 元。

图表 49：国内市场乘用车载激光雷达行业规模测算

	2021	2022	2023. 1-11	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
乘用车批发销量 (万辆)	2,146.8	2,355.0	2,326.8	2,519.9	2,595.5	2,673.3	2,726.8	2,781.3
分级别渗透率								
L0	70%	59%	50%	47%	36%	25%	23%	20%
L1	12%	12%	12%	12%	12%	11%	11%	11%
L2	18%	29%	32%	33%	39%	43%	43%	44%
L3	0%	0%	7%	8%	13%	21%	24%	26%
车载激光雷达市场规模测算								
激光雷达搭载车型 (万辆)	0.41	11.695	41.53	50.3	181.68	401.00	627.16	806.58
激光雷达搭载车型占比	0.0%	0.5%	1.8%	2.0%	7.0%	15.0%	23.0%	29.0%
平均单车搭载量 (个)	1.93	1.19	1.28	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
激光雷达出货量 (万个)	0.79	13.95	53.15	62.88	227.10	501.25	783.95	1008.23
激光雷达单个价值量 (元)	12000	8000	4500	4500	3800	3300	3000	2800
车载激光雷达市场规模 (亿元)	0.95	11.16	23.92	28.29	86.30	165.41	235.19	282.30

资料来源：ICV Tank, IDTechEx, 高工产研, 国联证券研究所预测

机器人：应用范围升级，中低线程激光雷达出货量上行

机器人场景的品类数量逐步增加，低线程激光雷达在各类机器人上应用广泛。分机器人类型来看，家庭类机器人，如扫地机器人和教育机器人，利用激光雷达的高覆盖率和精准定位的特性，将其作为导航定位的核心传感器。使用单线旋转激光雷达配合 SLAM 算法，家庭机器人能够构建精准的室内地图，并实现高效的自主导航。商用服务领域，室内机器人广泛配置 2D 激光雷达，应用于迎宾、引导、运输配送等众多场景。低线束激光雷达以其敏锐的环境感知能力，实现了机器人的自主移动和障碍规避。激光雷达逐步成为满足机器人多场景环境感知的重要传感器。

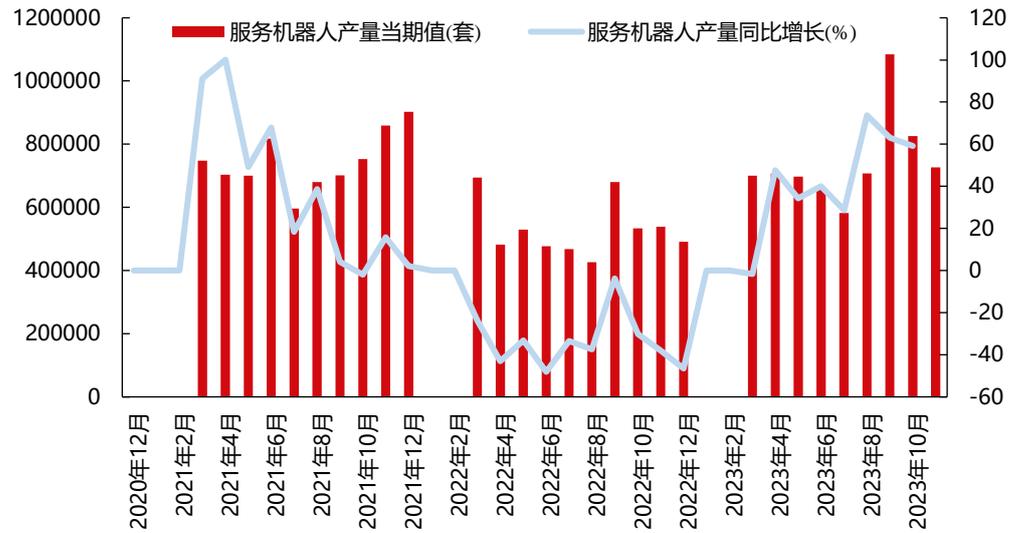
图表50：低线束激光雷达在各类机器人应用广泛



资料来源：思岚科技官网，国联证券研究所

服务机器人销量进入上升通道，低线程激光雷达出货量有望上行。2023 年 1-11 月服务机器人销量为 669.1 万套，同比增长 38.6%。伴随旅游、物流等行业的快速复苏，服务类机器人销量或稳步向上，2024 年销量或保持较快增长。

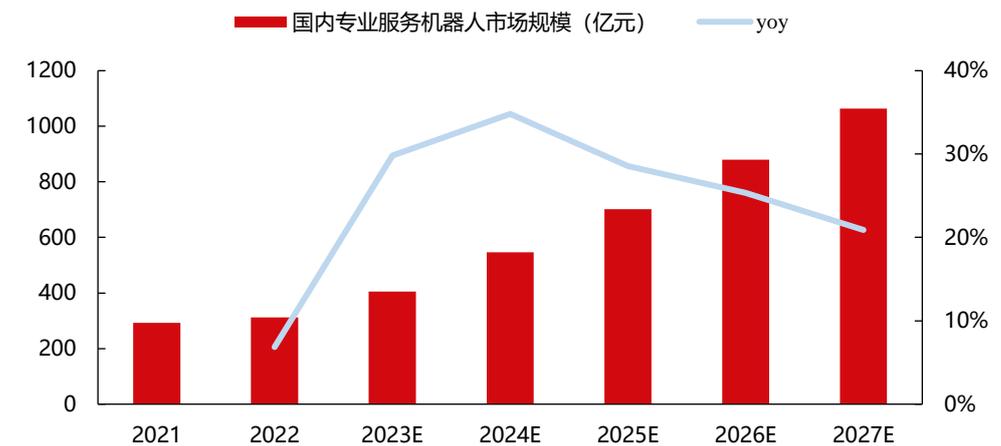
图表51：服务机器人产量逐步向上



资料来源：国家统计局，国联证券研究所

服务机器人有望快速扩容，低线束激光雷达出货量有望快速提升。国内服务机器人市场规模有望从2022年的312亿元提升至2027年的1064亿元，5年复合增速为27.8%，服务机器人上的低线束激光雷达出货量有望快速提升。预计服务机器人激光雷达市场有望从2022年的46.3亿元提升至2027年的95.0亿元，保持销量的快速增长，规模效应有望提升低线束激光雷达利润率水平。

图表52：国内专业服务机器人市场规模快速提升



资料来源：优必选招股说明书，国联证券研究所

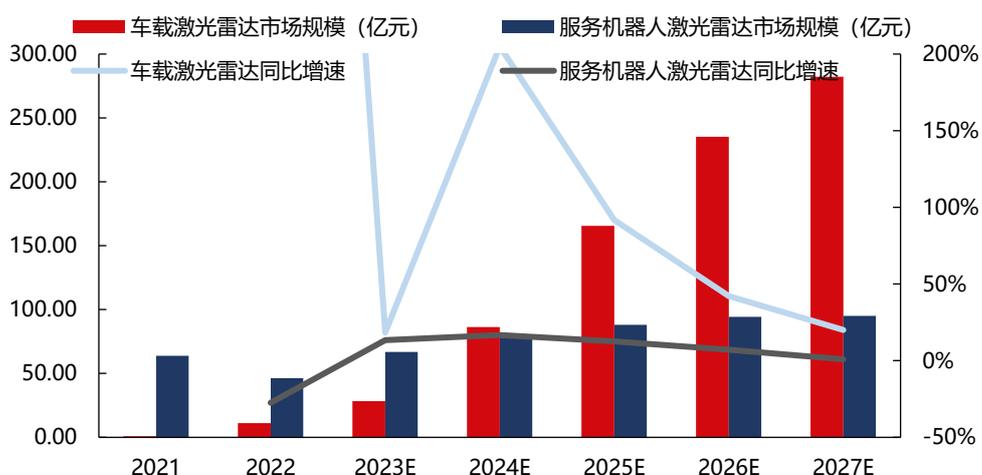
图表53：机器人行业激光雷达行业规模测算

	2021	2022	2023. 1-11	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
服务机器人产量 (万个)	746.1	532.0	669.1	759.1	911.0	1047.6	1173.3	1267.2
同比增速		-28.7%	38.6%	42.7%	20.0%	15.0%	12.0%	8.0%
激光雷达单机用 量(个)	1	1	1	1	1	1	1	1
激光雷达方案配 置比例	57%	60%	63%	63%	66%	70%	73%	75%
激光雷达出货量 (万个)	425.3	319.2	421.6	478.3	601.2	733.3	856.5	950.4
低线束激光雷达 价值量(元)	1500	1450	1400	1400	1300	1200	1100	1000
服务机器人激光 雷达市场规模 (亿元)	63.79	46.29	59.02	66.96	78.16	88.00	94.22	95.04

资料来源：IDTechEx，国际机器人联合会，国联证券研究所预测

2024 年激光雷达细分赛道或迎来高速增长，建议重点关注激光雷达赛道投资机会。受价格影响，2023 年高线束车载激光雷达同比增速下探明显，2024 年成本变化环节显著。受益于智能化加速和机器人应用范围的持续提升，预计 2024 年车载激光雷达和服务机器人激光雷达市场规模分别为 86.3/78.16 亿元，同比增速分别为 205%/17%，为 2022-2027 年细分行业同比增速最高的一年。我们认为，价格下探幅度下降，产品性能的持续提升，激光雷达有望在 2024 年迎来性价比奇点，从而带动行业规模的扩容和同比增速的快速提升。

图表54：国内激光雷达市场规模有望快速提升



资料来源：IDTechEx，国际机器人联合会，国联证券研究所

4.2 行业格局：内资加速布局，禾赛和速腾领跑

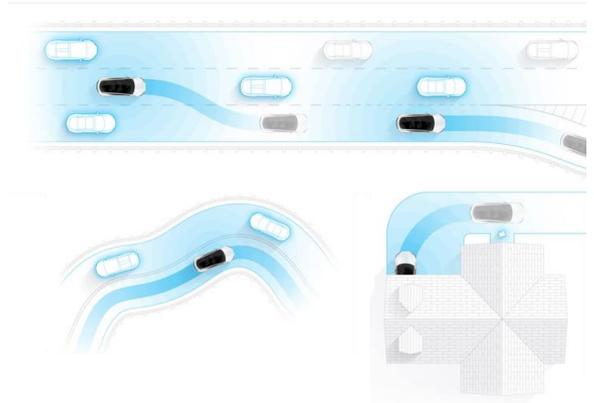
需求：国内车企高阶智能驾驶功能领跑，2024 年内无法完成去激光雷达化。高阶功能进展来看，国内整车厂落地城市 NOA 的时间领先外资整车厂。城市 NOA 功能落地进度可以分为三挡，特斯拉及国内新势力车企预计 2023 年底落地城市 NOA 功能，自主品牌预计 2025 年落地城市 NOA 功能，外资品牌预计 2025 年后完成功能落地。算法端来看，短期内无法完成去激光雷达化进展，AI 算法在车端应用仍需要较长开发时间和验证周期，2024 年内仍保持对激光雷达的确定性需求。

图表55：小鹏汽车 2023 年底落地 50 城城市 NOA 功能



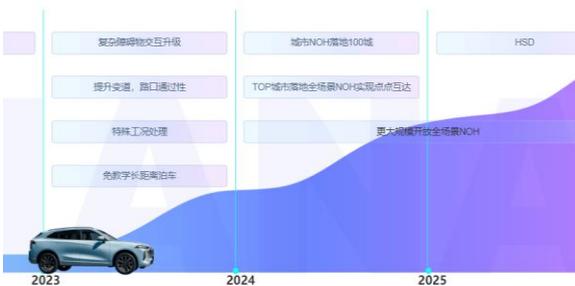
资料来源：小鹏汽车官网，国联证券研究所

图表56：特斯拉 2023 年落地城市 NOA 功能



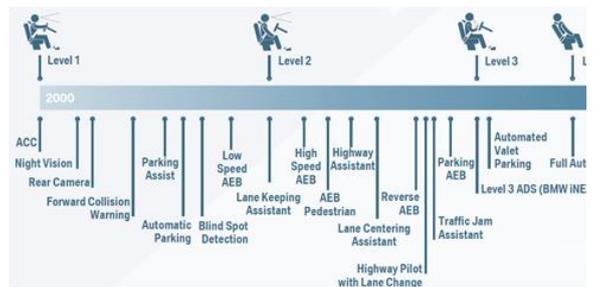
资料来源：C JAY TECH，国联证券研究所

图表57：长城汽车预计 2025 年完成城市 NOA 功能落地



资料来源：澎湃新闻，国联证券研究所

图表58：宝马预计 2025 年后完成城市 NOA 功能落地



资料来源：维科网，国联证券研究所

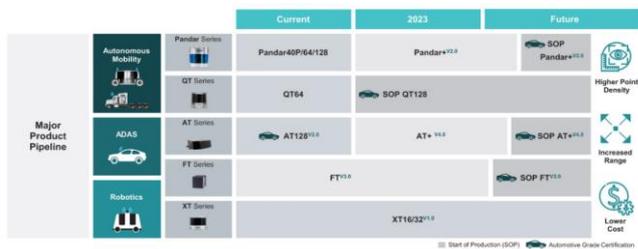
供给：国内供应商产品迭代加速，多技术路线支持多平台开发充分适配需求。产品矩阵来看，国内供应商如禾赛科技、速腾聚创等公司均保持多技术方案的开发模式，产品迭代速度和整车厂需求响应能力充分适配功能和销量结构的持续变化，我们认为国内激光雷达厂商有望进一步扩大领先优势。

图表59: 速腾聚创平台及产品矩阵



资料来源: 速腾聚创招股书, 国联证券研究所

图表60: 禾赛科技平台及产品矩阵



资料来源: 禾赛科技招股书, 国联证券研究所

图表61: 2024年搭载激光雷达车型及供应商选择

激光雷达 供应商	车型	激光雷 达数量	激光雷达 型号	能源 类型	上市时 间	价格	分类
Luminar	沃尔沃 EX90	有	IRIS	EV	2024		MPV
	星纪元 ET	1	M1	EV	2024H1		中大型 SUV
	星纪元 ES	1	M1	EV	2023. 12	24.80-35.80 万元	中大型车
速腾聚创	小鹏 X9 (Max 版)	2	M1	EV	2023. 12	38.80 万元起	中大型 MPV
	银河 E8 (665km 星舰 智驾版)	1	M1	EV	2024. 1		中大型车
	极氪 007	1	M1	EV	2023. 12	22.99 万元起	中型车
禾赛科技	零跑 A11	1-3	AT128	EV	2024	8-13 万元	紧凑型 SUV
	零跑 A01	1-3	AT128	EV	2024	8-13 万元	紧凑型车
	零跑 B13	1-3	AT128	EV	2024	12-17 万元	中大型 SUV
	理想 MEGA	1	AT128	EV	2023. 12	60 万以内	大型 MPV
图达通	理想 L6	1	AT128	PHEV	2024H1	30 万以内	中型 SUV
	蔚来 ET9	3	猎鹰*1+ 灵雀*2	EV	2023. 12	百万级别	
华为	问界 M9	1	192 线	EV	2023. 12	50-60 万元	大型 SUV
	智界 S7	1	192 线	EV	2023. 11	24.98-34.98 万元	中大型车
	智界 S9	1	-	EV	2024H2		中大型 SUV
	阿维塔 12	3	-	EV	2023. 11	30.08-40.08 万元	中大型车
尚未公布	启源 CD701	2	-	EV	2024		中型 SUV
	仰望 U6	有		EV	2024		中大型车
	领克 07	1		PHEV	2024Q1	或 18 万元起	中型车
	极氪 M-Vision 量产 版	有		EV	2024		MPV
	奇瑞风云 T9	有		PHEV	2024Q1		中大型 SUV
奇瑞风云 T11	有		PHEV	2024		大型 SUV	

资料来源: 汽车之家, 理想官网, 电子发烧友, Luminar 官网, 懂车帝等, 国联证券研究所整理

禾赛科技 (HSAI)：全球激光雷达的领军企业。研发方面在光学、机械、电子、软件等领域具备强大积累，具备自研芯片、主动抗干扰等技术能力。产品端来看，禾赛的 AT 系列采用芯片化激光器技术落地半固态方案，FT120 采用 Flash 固态方案，Pandar 系列采用机械式方案。客户端来看，禾赛配套理想 L 平台 Max 版本车型、路特斯 ELETRE、极石 01、飞凡汽车全新车型、长城系列车型、哪吒新车型、一汽红旗新车型。我们认为禾赛科技产品持续迭代，产品力稳步向上，客户持续拓展，未来或保持出货量的快速增长。

速腾聚创：全球领先的激光雷达企业。公司主要收入来源于 ADAS 和机器人业务的激光雷达硬件。产品端来看，速腾聚创 R 系列采用机械式方案，M 系列采用 MEMS 半固态方案，E1 采用 Flash 固态方案。客户端来看，速腾聚创配套了小鹏汽车 Max 版本车型、吉利睿蓝 7、广汽埃安系列车型、智己系列车型、腾势 N7、仰望 U8、问界 M5 和 M7。机器人业务和高阶智能驾驶功能双端发力，未来有望带动速腾聚创销量的快速提升。

光库科技：激光雷达光源模块进入量产阶段。公司依托其在合束器、隔离器、光纤光栅等高功率无源光器件的优势，为国内外多家激光雷达公司提供用于 1550nm 激光雷达的光纤元器件，自主开发了基于铟镱共掺光纤放大器的 1550nm 发射光源模块。公司的“无人驾驶汽车 LIDAR 激光光源及其核心单元技术研究”项目主要用于研发、设计、制造适用于自动驾驶激光雷达基于 EYDF 的光源模块，截至 2023H1，已进入批量生产阶段。

睿创微纳：军工产品反转，积极布局车端激光雷达。军工业务困境反转，红外制导产品已接近步入批产交付阶段。海外业务持续扩张，海外打猎红外整机产品需求激增，营收有望持续上行。同时，2023 年开始布局系列化激光雷达的研制，主要是面向车载的自动辅助驾驶，公司整体目标是完成传感器产业链上下游的布局。

永新光学：国内光学精密仪器及核心光学部件供应商，积极拓展激光雷达等新业务。在激光雷达领域，公司与禾赛、Innoviz、Innovusion、北醒光子、麦格纳等激光雷达领域国内外知名企业保持深度的合作关系。目前，公司已将激光雷达客户群体从乘用车、商用车领域扩展至车联网、机器人等领域，将产品从以零部件为主扩展至激光雷达整机代工。随着多款搭载激光雷达的车型陆续量产上市，该业务已步入快速增长通道。

源杰科技：1550nm 激光器芯片进入批量验证阶段。在车载激光雷达领域，公司有两款产品。其中一款为 1550nm 波段激光器芯片，技术国际领先，截至 2023H1，该产品处于客户端批量验证阶段。另一款为 3 寸 DFB 激光器，技术国内领先、国际先进，截至 2023H1，处于验证测试阶段。

炬光科技：激光雷达核心元件及应用解决方案供应商。公司自 2023 年初起战略聚焦于激光雷达线光斑的技术路线，目前已获得国内两家激光雷达发射端项目定点通知，正在持续小批量发货。同时，公司与海外头部激光雷达客户合作线光斑发射模组项目、光学元器件项目正在有序推进，激光雷达线光斑发射模组项目于 23Q4 获得正式定点函。此外，公司和 B 公司就激光雷达发射模组合作达成一致。公司所坚持的线光斑技术路线在不断得到市场的认可，未来有望持续受益激光雷达放量。

长光华芯：国内领先的激光雷达光源方案提供商。公司核心产品为半导体激光芯片，依托高功率半导体激光芯片的设计及量产能力，横向拓展布局 VCSEL 半导体激光芯片，可用于消费电子、光通信以及车载激光雷达领域。公司已成为汽车厂商合规可靠的车载激光雷达芯片供应商，相关芯片也已通过车规 IATF16949 和 AECQ 认证。此外，公司还积极布局开发车载 EEL 边发射激光器及 1550nm 光纤激光器的泵浦源产品，随着项目的推进，将进一步巩固长光华芯全套激光雷达光源方案提供商的市场地位。

仕佳光子：已开发出多款激光雷达用激光器及芯片。公司已开发出用于调频连续波激光雷达的窄线宽 DFB 激光器、高饱和功率半导体光放大器（SOA）芯片及器件，截至 2023H1，新产品已进入客户验证阶段。

5. 风险提示

- (1) 乘用车销量不及预期。受消费能力、车型推进速度影响，乘用车销量或不及预期，从而影响激光雷达细分市场的整体销量；
- (2) 智能驾驶进度不及预期。智能化渗透率受车型结构、功能推进速度影响，或影响智能驾驶渗透率提升速度；
- (3) 激光雷达替代算法速度超越预期，替代算法具备相对完善，当下需要提升精准度，算法进度超预期或导致激光雷达需求量下降；
- (4) 行业空间测算风险：市场空间测算是基于一些前提假设，存在假设条件不成立、市场发展不及预期等因素导致市场空间测算结果偏差。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后6到12个月内的相对市场表现，也即：以报告发布日后的6到12个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A股市场以沪深300指数为基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普500指数为基准；韩国市场以柯斯达克指数或韩国综合股价指数为基准。	股票评级	买入	相对同期相关证券市场代表指数涨幅20%以上
		增持	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于5%~20%之间
		持有	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~5%之间
		卖出	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上
	行业评级	强于大市	相对同期相关证券市场代表指数涨幅10%以上
		中性	相对同期相关证券市场代表指数涨幅介于-10%~10%之间
		弱于大市	相对同期相关证券市场代表指数跌幅10%以上

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属国联证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“国联证券”）。未经国联证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为国联证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，国联证券不因收件人收到本报告而视其为国联证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但国联证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，国联证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，国联证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

国联证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。国联证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。国联证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，国联证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到国联证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

版权声明

未经国联证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任有私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。

联系我们

北京：北京市东城区安定门外大街208号中粮置地广场A塔4楼
无锡：江苏省无锡市金融一街8号国联金融大厦12楼
 电话：0510-85187583

上海：上海市浦东新区世纪大道1198号世纪汇二座25楼
深圳：广东省深圳市福田区益田路6009号新世界中心大厦45楼