



上海证券
SHANGHAI SECURITIES

证券研究报告
2024年4月12日
行业：电子
增持（维持）

迈向高阶智能化关键，前瞻布局把握行业脉搏

——激光雷达专题研究

分析师：马永正

SAC编号：S0870523090001

联系人：陈 凯

SAC编号：S0870123070004

主要观点

1. 终端需求快速增长，激光雷达上车进度加快，行业即将进入快速增长期。终端车企针对高阶智能辅助驾驶（各类NOA）布局加快，激光雷达正在成为提高用户辅助驾驶使用率的重要传感器。据汽车之家表述，2024年激光雷达的全球乘用车端渗透率大概率将突破1%大关，行业进入快速增长期。激光雷达在科研及对环境感知准确度要求较高的细分领域也有优秀的应用前景。据灼识咨询预测，全球激光雷达解决方案市场规模有望于2030年达到12537亿元。

2. 中短期内激光雷达技术路线仍以半固态形式为主，远期则会随着技术成熟及降本需求不断向纯固态演进。传统的机械式激光雷达受制于复杂的结构及较高的成本难以实现规模化量产，应用较为局限；半固态激光雷达凭借相对较成熟的技术及更可控的成本和体积，目前已成为雷达厂商和车企的主流选择；我们认为，激光雷达虽然具有相对较高的综合性能，但其成本仍然远高于摄像头&毫米波雷达等方案，因此长期来看，取消复杂高频转动的机械结构，并使体积和耐久度得到优化的纯固态方案或将成为激光雷达的最优选择。但Flash类纯固态激光雷达还无法兼具FOV和测远，目前主要在补盲应用上推广。

3. 摄像头+激光雷达拔高安全上限，未来融合方案有望成为自动驾驶感知系统主流形式。根据权威数据集Nuscenes测试，使用激光雷达算法在目标检测精度&目标跟踪精度上较摄像头算法均有更好的表现，而通过方案融合，能够进一步提升方案精度，我们认为随着激光雷达降本&技术成熟度提升，融合方案有望成为未来市场主流。

4. 本土激光雷达产业链在全节点厂商推动下逐步健全，中国有望成为核心市场。当前激光雷达行业市场规模持续扩张，本土产业链上游各节点正逐步涌现出优秀的关键器件供应商，助推激光雷达产业链国产化的同时我们认为也有望持续优化系统集成成本，最终强化本土厂商对市场的控制力度。



风险提示：激光雷达上车进度不及预期、本土产业链发展不及预期、降本进程不及预期，技术进步不及预期

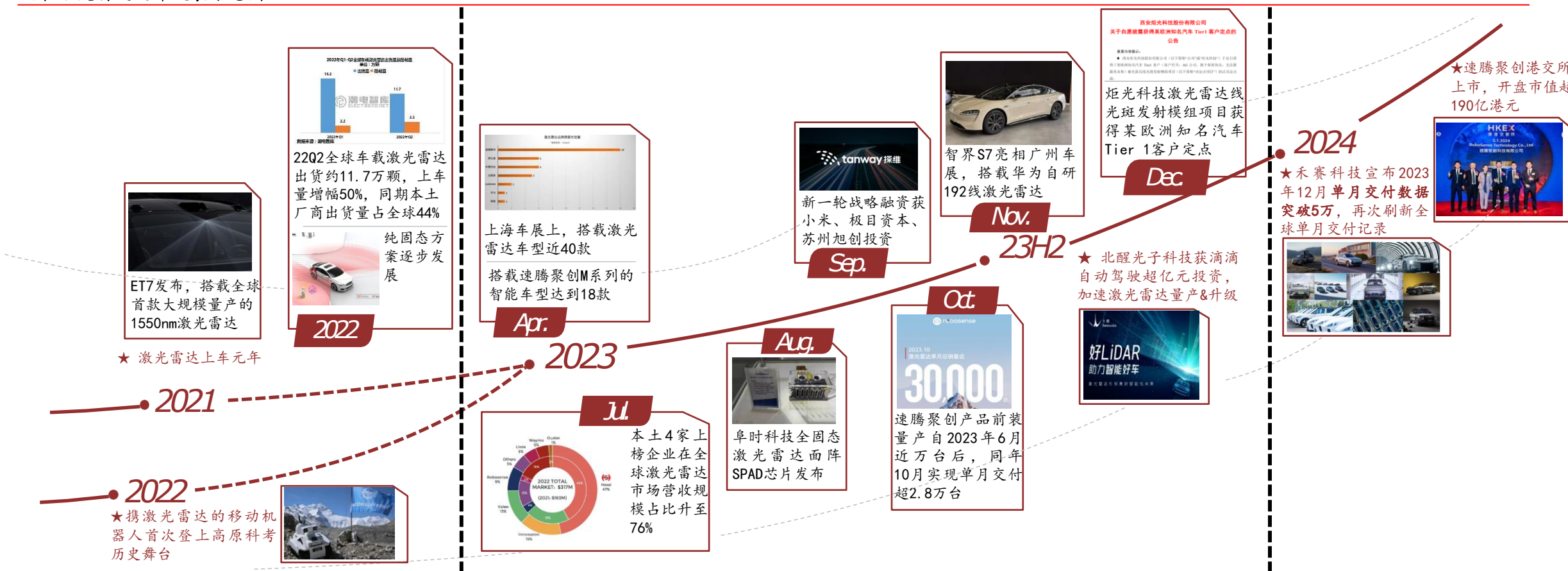
目录

Content

- 一、行业概览：迈向高阶智能化之基石，终端需求空间广阔
- 二、发展态势：“精准”取胜，技术路线持续优化
- 三、行业动态：定点&出货持续加速，本土厂商强势引领
- 四、关注本土雷达厂进度，前瞻布局产业链核心节点标的
- 五、投资建议
- 六、风险提示

◆ 进入2023年，激光雷达进展迅速。2023年本土激光雷达行业利好频出，2024开年禾赛科技更是宣布了2023年末12月实现单月5万台交付成绩，有效提振了市场信心。

图 激光雷达近年发展示意图



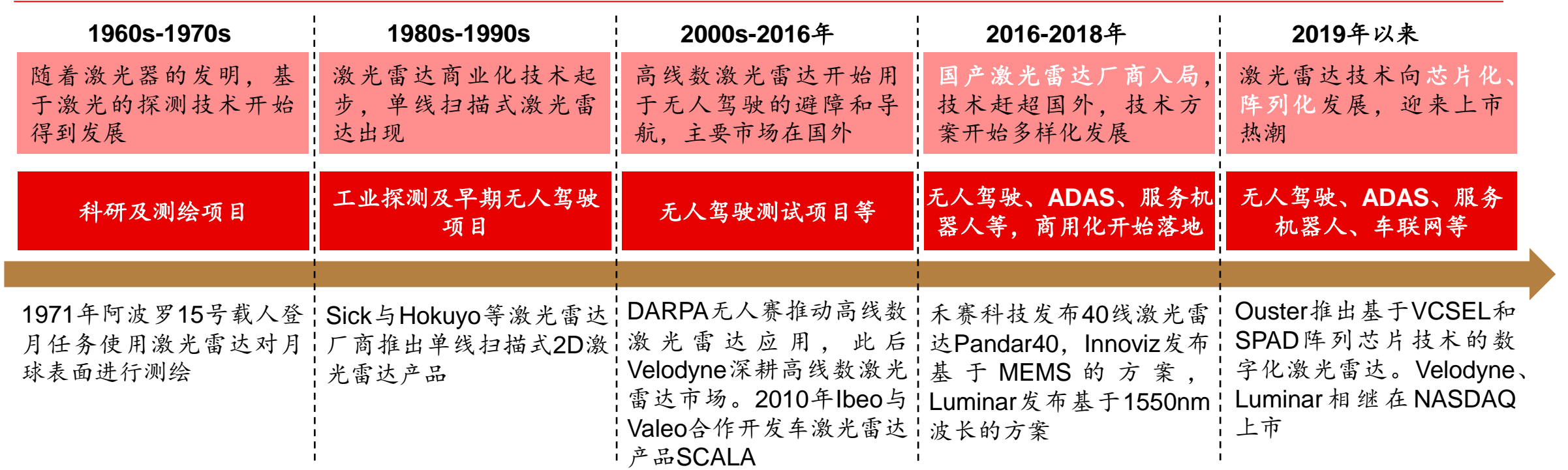
资料来源：蔚来，界面新闻，智驾网，潮电智库，潮电智能汽车，RoboSense，金融界，智能汽车俱乐部，YOLE，阜时科技，探维科技，车聚网，RoboSense，传感器专家网，北醒科技，禾赛科技，投资界，iFind，上海证券研究所



1.1 激光雷达发展历程

◆ **国产激光雷达厂商于2016年开始入局。**激光雷达诞生初期主要应用于科研及测绘项目，并随着技术发展逐步在工业探测和无人驾驶项目上试点。激光雷达的技术架构持续更新，从单点激光扫描到多线激光，从复杂的机械式逐步向半固态、固态式演进。目前激光雷达的主要终端为无人驾驶以及机器人等领域，主流新能源车企与激光雷达厂加速推进激光雷达的商业化落地，激光雷达技术也在持续向芯片化、阵列化发展。

图 激光雷达发展历程



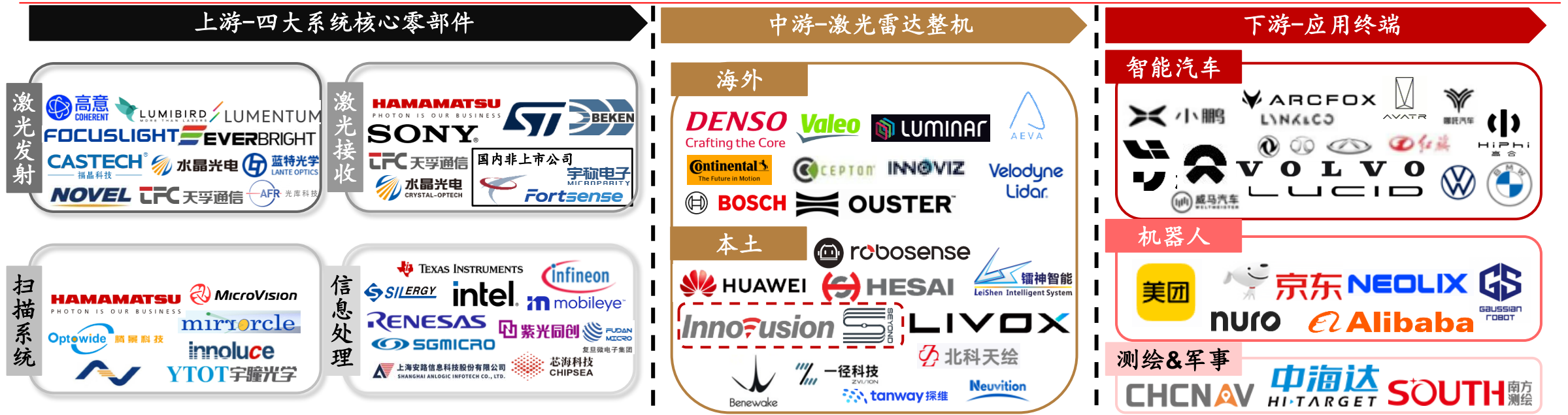
资料来源：华经产业研究院，上海证券研究所



1.1 产业链概览

- ◆ **产业链简介。**激光雷达的上游主要包括激光发射、激光接收、信息处理和扫描系统核心部件制造；中游主要是如禾赛科技、图达通等激光雷达整机厂商；下游主要为应用领域，包括无人驾驶、机器人、高精度地图、测绘等。本土激光雷达厂商在近年来积极布局与本土车企的合作，实现了较多前装量产。
- ◆ **本土产业链逐步完善。**当前我国已有如禾赛科技、图达通等在行业内具有较高市占率的激光雷达厂商，此外本土企业也已基本覆盖上游的核心零部件如光学镜片、光源模块等光学组件以及扫描用振镜、接收组件等，我们认为，当前国内已逐步形成了完善的激光雷达产业链，助力国产激光雷达走向世界。

图 激光雷达产业链示意图



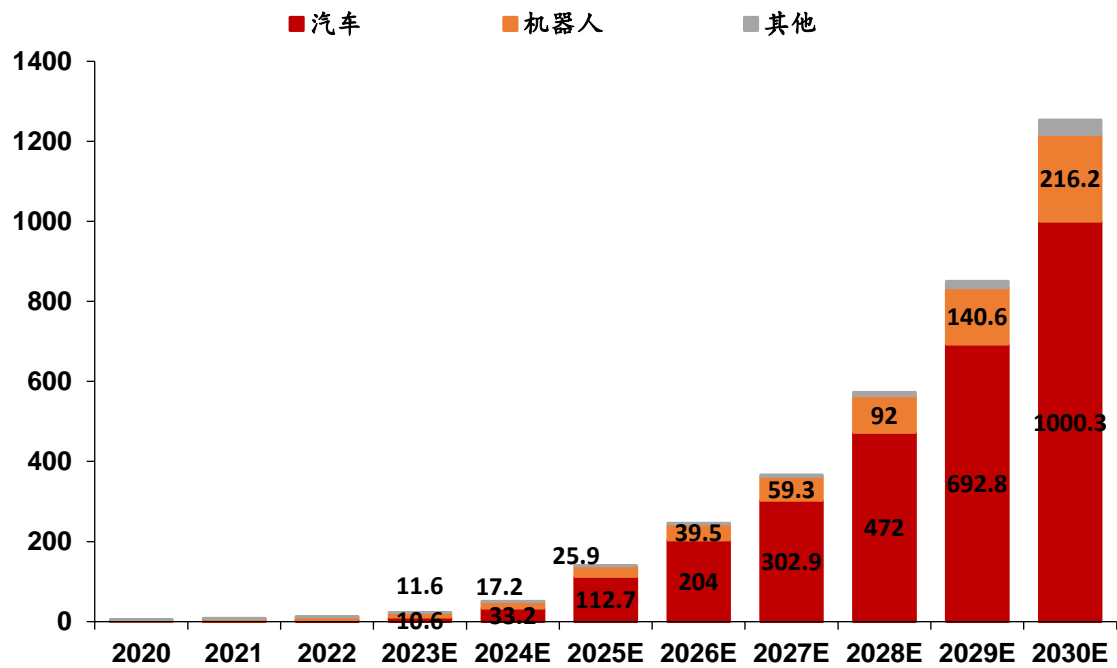
资料来源：各公司官网，各公司官微，盖世汽车社区，中商产业研究院，证券时报，证券之星，格隆汇，同花顺财经，每日经济新闻，界面新闻，华经产业研究院，ICSPEC，21世纪商业评论，亿欧网，万联芯城，秋田微招股说明书，自动化网，中国传动网，世界雷达博览会，电动生活网，HiEV大蒜粒车研所，智驾网，iFinD，上海证券研究所



1.2 激光雷达主要应用于高阶辅助驾驶及机器人领域

◆ **激光雷达主要应用于以高级辅助驾驶（ADAS）、车联网为主的车用以及机器人等领域。**根据灼识咨询的预测，激光雷达车端市场规模在2023年达到百亿后有望在2025年突破千亿规模。车用领域所应对的场景复杂度更高，激光雷达的性能要求则会相对较高，其演进路径是从L4级测试车辆到高端乘用车前装搭载，待成本足够合理时向平价汽车过渡。激光雷达在机器人端的应用主要是一些应用场景相对简单的封闭园区。目前激光雷达正处于高端乘用车前装搭载，这一时期重点比拼车企端交付和工程化落地，同时逐步开启价格竞争。

图 全球激光雷达市场（按大类应用划分）规模（十亿人民币）



资料来源：灼识咨询，速腾聚创招股说明书，上海证券研究所（注：自动驾驶出租车&卡车划归在机器人类别下）

图 激光雷达主要应用场景及规格要求

类别	无人驾驶	高级辅助驾驶	机器人	
应用场景说明	场景复杂度	高（L4/L5）	中（L2/L3，功能开启场景有限）	低/中（封闭园区应用较多） 高（城市道路，应用较少）
	承载装置行驶速度	中（城市道路） 高（高速场景）	中（城市道路） 高（高速场景）	低（封闭园区） 中（城市道路）
对激光雷达的要求	最远测距要求	远	中/远（取决于ADAS功能）	中/远（取决于应用场景）
	与承载装置的外观集成度	低	高	中
	价格敏感度	低	高	中/高
	对激光雷达供应商的算法需求	低	高	低
	车规化要求	中（当前）/高（预期）	高	低

资料来源：华经产业研究院，上海证券研究所



1.3 终端分析-自动驾驶 (1/3)

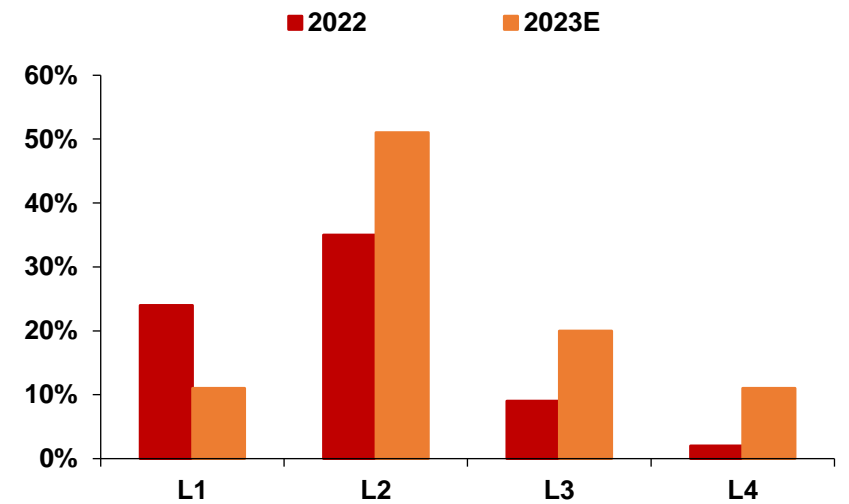
- ◆ **自动驾驶技术被视为未来交通领域的革新性突破。**根据国家标准《汽车驾驶自动化分级》指引，驾驶自动化分为6个级别，从L0-L5分别为应急辅助、部分驾驶辅助、组合驾驶辅助、有条件自动驾驶、高度自动驾驶、完全自动驾驶。目前我国自动驾驶应用主要以L1和L2为主，渗透率逐渐提升。
- ◆ **自动驾驶迈向更高级别，激光雷达重要性在持续提升。**我国量产乘用车自动驾驶等级正逐步从L2向L3+过渡，据中商产业研究院统计数据显示，2022年我国在售新车L1-L4自动驾驶渗透率分别为24%、35%、9%和2%；随着政策对L3、L4级自动驾驶的支持，预计到2023年，L2级自动驾驶渗透率将扩大至51%，L3-L4渗透率也将快速增长。激光雷达有望成为自动驾驶迈入L4+的关键，据汽车之家表示，2024年激光雷达的车端渗透率有望突破1%大关。

图 驾驶自动化等级分类

SAE级别	类别名称	持续的车辆横&纵向运动控制	目标和事件探测与响应	动态驾驶任务后援	设计运行范围
L0	应急辅助	驾驶员	驾驶员&系统	驾驶员	有限制
L1	部分驾驶辅助	驾驶员&系统	驾驶员&系统	驾驶员	有限制
L2	组合驾驶辅助	系统	驾驶员&系统	驾驶员	有限制
L3	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务后援用户	有限制
L4	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
L5	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

资料来源：工信部，中商产业研究院，上海证券研究所

图 2022-2023E年中国在售新车自动驾驶搭载率预测



资料来源：中商产业研究院，上海证券研究所



1.3 终端分析-机器人 (2/3)

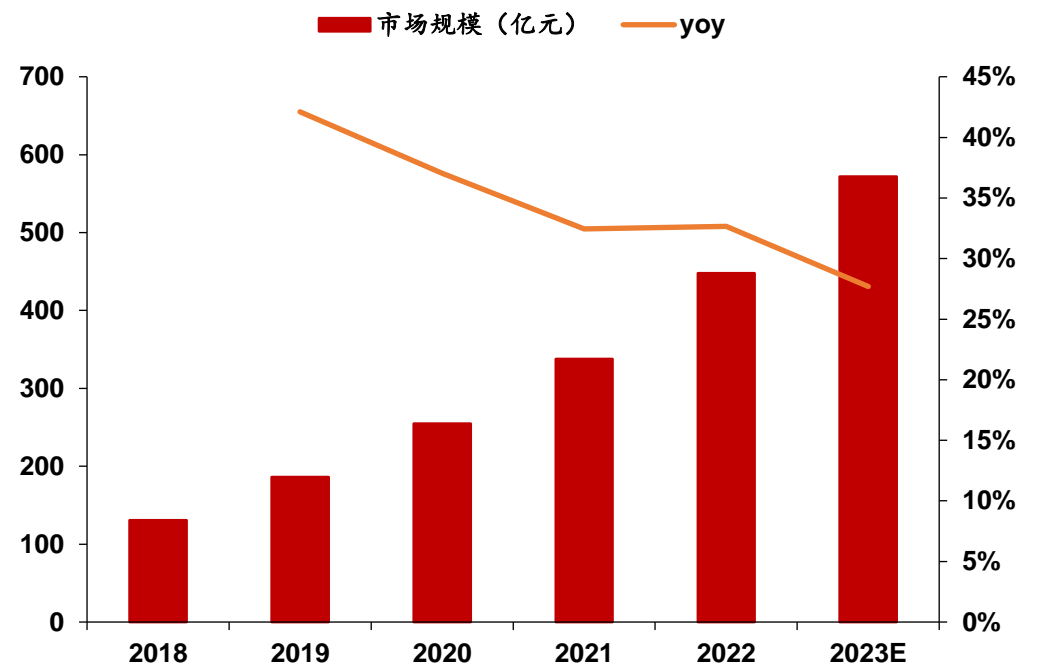
◆ **激光雷达的应用能够提升机器人的安全作业能力与生产效率。**在高原科考、智能巡检、消防侦查、智慧农业等细分行业，由于摄像头感知算法训练难以覆盖复杂地形的不规则障碍物，而传统毫米波雷达精度低分辨率低，无法分辨障碍物形状大小，激光雷达高精度三维成像的优势再次得以充分体现。激光雷达通过赋予各种形态的机器人超越人类眼睛的感知能力，助力提升各行业的安全作业与生产效率，推动社会智能化变革的进一步深化。据中商产业研究院援引中国电子学会数据，2022年中国服务机器人市场快速增长，市场规模达到447.76亿元。到2023年，随着新兴场景的进一步拓展，整体市场规模将突破500亿元。

图 激光雷达在机器人端应用实例



资料来源: RoboSense, 上海证券研究所

图 2018-2023E年中国机器人市场规模趋势预测



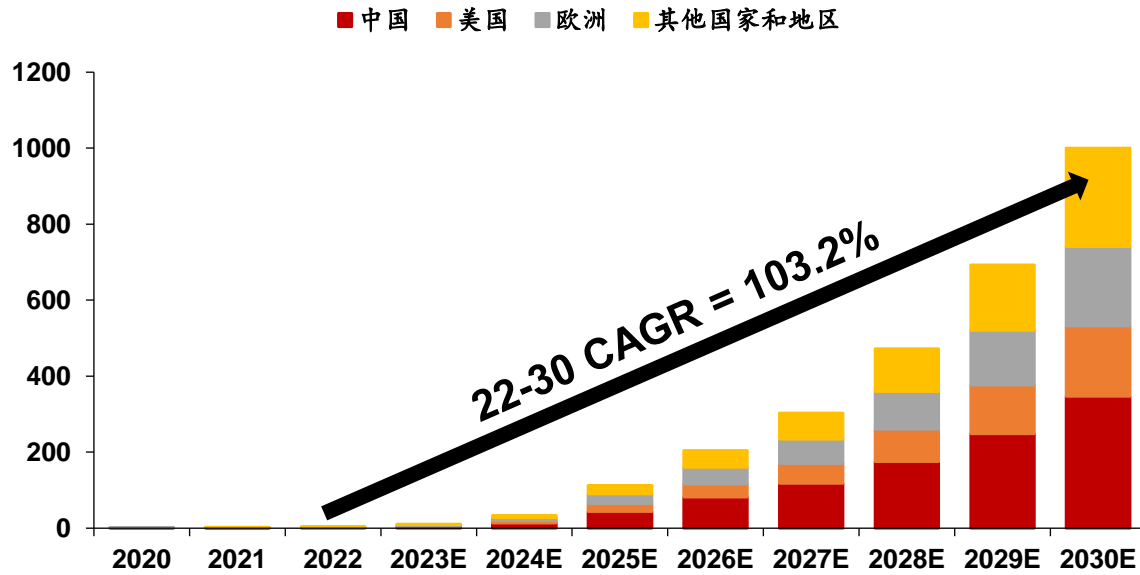
资料来源: 中国电子学会, 中商产业研究院, 上海证券研究所



1.3 终端分析-整体市场概览 (3/3)

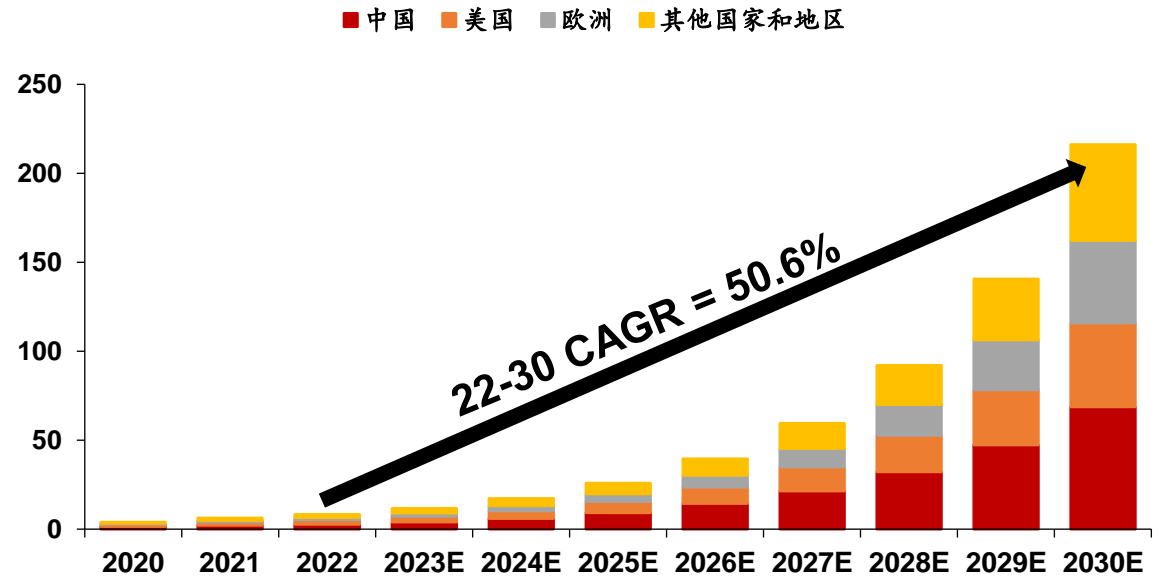
- ◆ **车载激光雷达市场有望保持高速增长。**2022年全球激光雷达在汽车和机器人端的市场规模分别为34亿元及82亿元，据灼识咨询预测，2023年全球车端激光雷达市场规模快速攀升，到2023年有望达到106亿元，预计到2030年整体市场规模将突破万亿人民币，机器人端市场规模也有望达到2162亿元。
- ◆ **中国有望成为全球激光雷达市场的核心。**中国坐拥全球最大的新能源汽车市场，本土激光雷达厂也在各车企端持续量产上车；同时各类别的机器人产品也在快速发展。据灼识咨询分析预测，2022年中国激光雷达在车端及机器人端均占据了将近1/3的市场规模，预计到2030年，中国仍将主导激光雷达市场。

图 2020-2030E年全球激光雷达（车端）解决方案市场规模及预测（十亿人民币）



资料来源：灼识咨询，速腾聚创招股说明书，上海证券研究所

图 2020-2030E年全球激光雷达（机器人端）市场规模及预测（十亿人民币）



资料来源：灼识咨询，速腾聚创招股说明书，上海证券研究所



目录

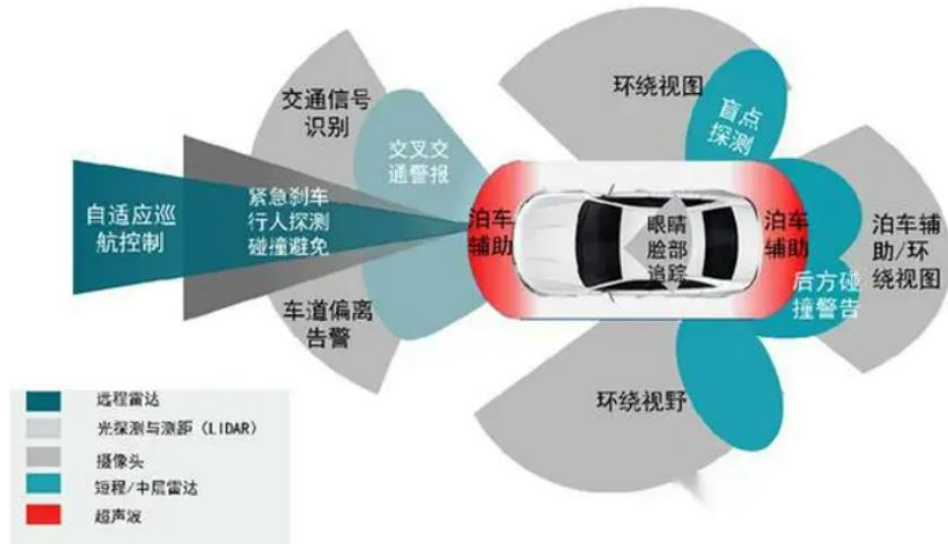
Content

- 一、行业概览：迈向高阶智能化之基石，终端需求空间广阔
- 二、发展态势：“精准”取胜，技术路线持续优化**
- 三、行业动态：定点&出货持续加速，本土厂商强势引领
- 四、关注本土雷达厂进度，前瞻布局产业链核心节点标的
- 五、投资建议
- 六、风险提示

2.1 雷达是高级驾驶辅助系统的核心

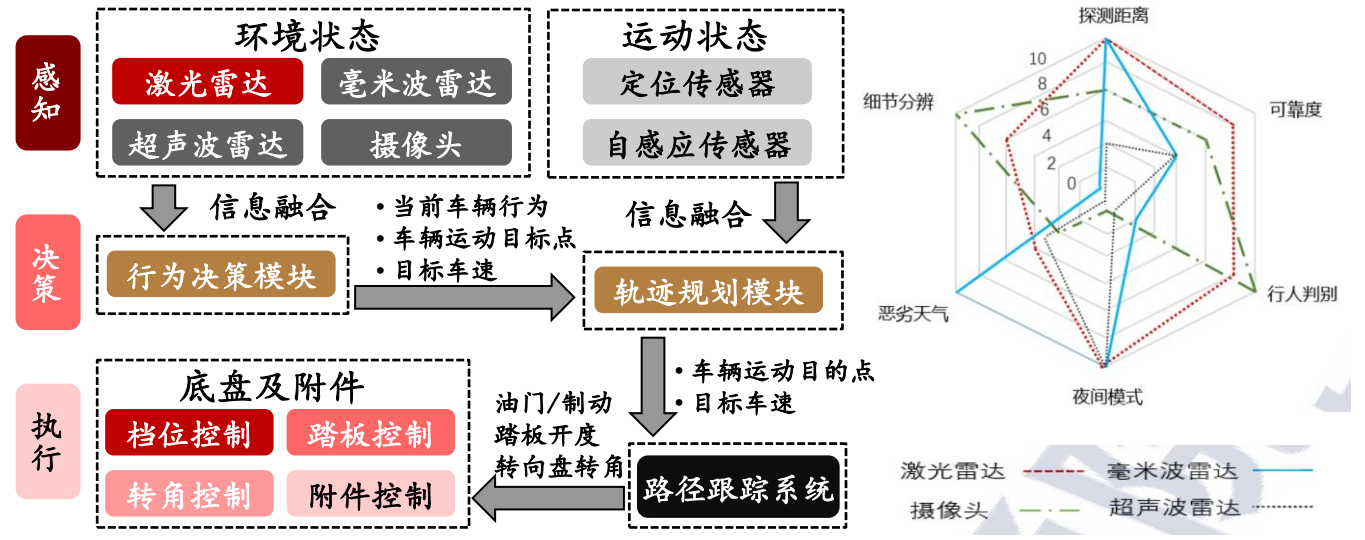
- ◆ **雷达是智能驾驶感知系统的核心。**高级辅助驾驶系统（ADAS）主要包括感知系统（感知层）、计算分析（决策层）、控制执行（执行层）三大模块，其中感知是智能驾驶的先决条件，其探测的精度、广度与速度直接影响智能驾驶的行驶安全。以各类传感器为主的感知系统采集的信息会经由决策层处理分析后给出动力供给、方向控制等操作，最终实现自动驾驶。
- ◆ **激光雷达凭借优异综合性能，作用逐步凸显。**感知系统路线有摄像头、超声波雷达、毫米波雷达以及近年来应用逐渐呈增长趋势的激光雷达，从信通院给出的方案对比（右下）来看，我们认为激光雷达具有更强的综合性能，且随着智能驾驶技术的发展，车载激光雷达已被认为是L3级以上自动驾驶必备传感器。

图 高级辅助驾驶系统（ADAS）示意



资料来源：易车网，上海证券研究所

图 高级辅助驾驶系统（ADAS）架构及环境状态感知模块分类



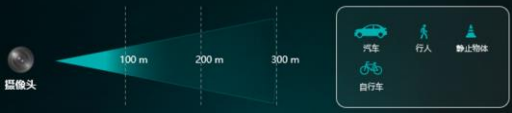
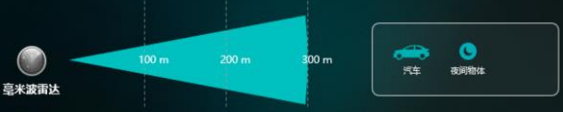
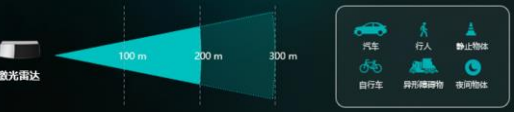


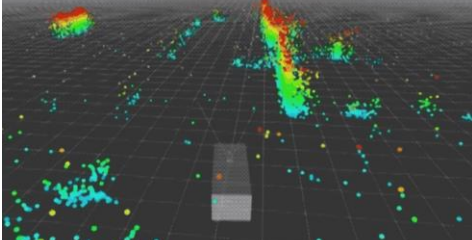
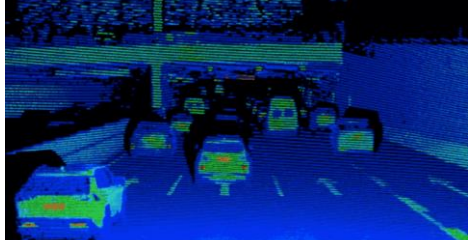
资料来源：中国信息通信研究院，上海证券研究所



2.2 高级驾驶辅助系统的主要路线 (1/2)

◆ **激光雷达的主要优点在于探测精度高、探测范围广。**摄像头方案商用普及较早，能够获取到丰富的色彩和细节信息，但成像受制于环境光线。而超声波方案虽然成本较低，但由于感知距离较近且易受环境影响，因此主要用于停车辅助。而毫米波雷达虽有更强的抗干扰能力，但感知精度并不理想，不具备图像级的成像能力。综合来看，激光雷达探测精度高、范围广、稳定性强，并能够对周围环境进行实时3D建模，因此成为当前重要的感知方案。

表 不同感知方案属性及成像示意图

传感器	摄像头	超声波雷达	毫米波雷达	激光雷达
特征	-	声波（脉冲）	电波（频率）	光波（脉冲）
探测距离		-		
价格	百元级	百元级	百元级-千元级	千元级-万元级
检测方法	拍摄画面，识别目标物体	通过发射波和回波之间的时间差，测量距离	根据发射频率和接收频率的差值测量距离、速度和方向	通过光线发射和反射的时间差测量距离；3D LiDAR检测方向和形状
优点	识别目标物体、颜色	玻璃、水面也能反射	金属表面反射性良好；夜间、逆光、雾、雨、雪环境下也能使用	非金属表面反射性良好；夜间、雾、雨环境下也能使用
缺点	夜间、逆光、浓雾、暴雨环境下性能不佳	被某些物体（雪）吸收；被风影响	非金属表面反射不佳，检测困难（人、纸箱等）	穿透性（如玻璃）较弱；逆光、浓雾、暴雨、暴雪环境下性能不佳
成像示意图				

资料来源：传感器专家网，创道硬科技，电子工程专辑，AI汽车制造业，汽车测试网，禾赛科技公众号，高工智能汽车，上海证券研究所



2.2 高级驾驶辅助系统的主要路线 (2/2)

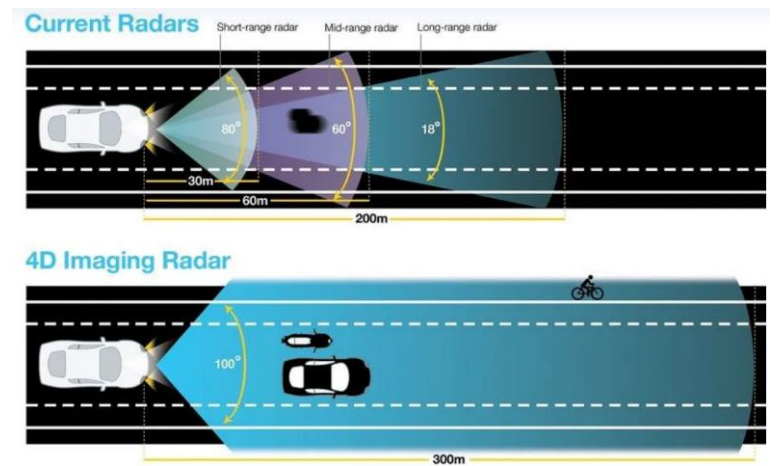
- ◆ **特斯拉与纯视觉方案。** 特斯拉是采用纯视觉方案的典型，然而看似充分考量性价比后摒弃激光雷达所采取的低成本方案，其背后则是有着特斯拉强大的自动驾驶算法以及海量的视频训练数据支撑：截至23年底，特斯拉FSD（Full Self-Driving，完全自动驾驶）累积行驶里程已超5亿英里，Autopilot使用里程已经超过90亿英里。特斯拉的自动驾驶系统每天可以接收到车队回传的1600亿帧视频数据，支持神经网络训练；此外，特斯拉坚持自研的自动驾驶芯片及围绕算法训练搭建的超算中心也是构筑强大自动驾驶算法壁垒的关键。我们认为，纯视觉方案从硬件成本角度看或许是当下的高性价比选择，但包括算法、路测、云计算、数据标注、仿真训练和系统软件的“隐性成本”不容忽视。
- ◆ **4D毫米波雷达的出现为毫米波雷达路线提供了新方向。** 传统毫米波雷达由于角分辨率问题，导致对于多目标物的识别、分类能力要落后于激光雷达。但随着具有高分辨率、低成本（较激光雷达）4D毫米波雷达的出现，通过强化四维环境感知，在一定程度上强化了毫米波雷达在小目标探测上存在的缺点，因此当前也有很多厂商出于综合性价比考虑推动4D成像毫米波雷达的上车。

图 特斯拉坚持使用全摄像头方案推进自动驾驶



资料来源：汽车之心Autobit，上海证券研究所

图 目前毫米波雷达发展状况



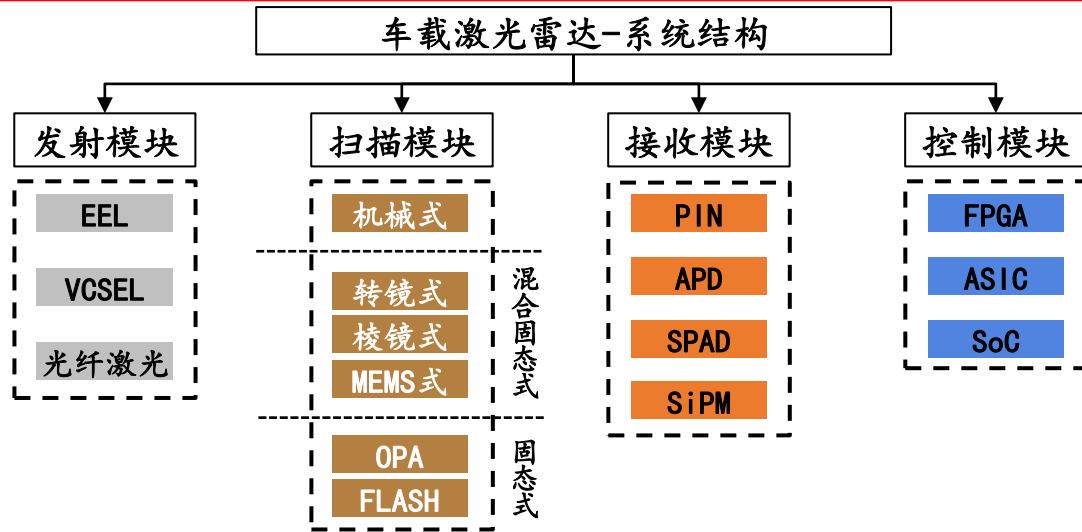
资料来源：高工智能汽车，上海证券研究所



2.2 激光雷达模块结构及BOM拆解

◆ **系统结构。**从结构上看，车载激光雷达由发射激光的发射模块、对特定区域进行扫描的扫描模块、探测回光的接收模块和对点云数据进行处理并反馈的控制模块，且各部分结构也可进一步细分为不同技术方案。目前激光雷达主流分类方案是根据扫描系统机械结构的差别划分为机械式、混合固态式以及固态式。结合激光雷达BOM，激光雷达光电系统构成了激光雷达成本的核心。且发射和接收模组又包含多个激光发射器、光学镜头、探测器，体积和重量远高于测时及控制模组。目前，随着激光雷达性能和需求规模逐步提升，对厂商而言将分立光学芯片及其配套元器件高度集成，能够有效改善产品形态及生产工艺，同时推动的产能扩张和产品降本。

图 车载激光雷达系统结构示意图



资料来源：中国信息通信研究院，上海证券研究所

表 激光雷达光电系统组成分析

激光雷达光电系统组成	激光发射模组	激光接收模组	测时模组	控制模组
主芯片类型	光学芯片	光学芯片	电学芯片	电学芯片
对应分立器件模组在整机中的占比				
成本	~30%	~30%	~2%	~5%
体积	~35%	~35%	~2%	~3%
重量	~35%	~35%	~1%	~1%

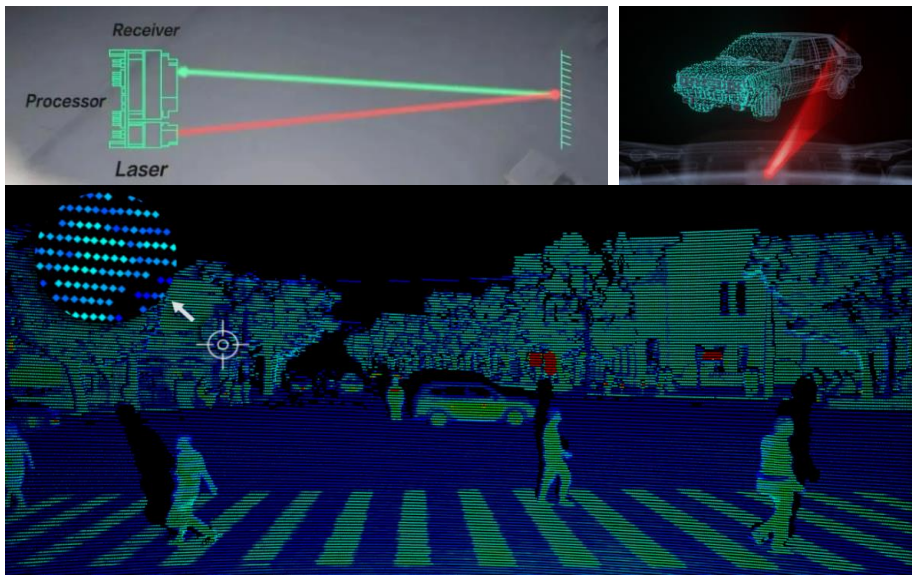
资料来源：中国信息通信研究院，上海证券研究所



2.2 激光雷达运作方式及核心性能指标

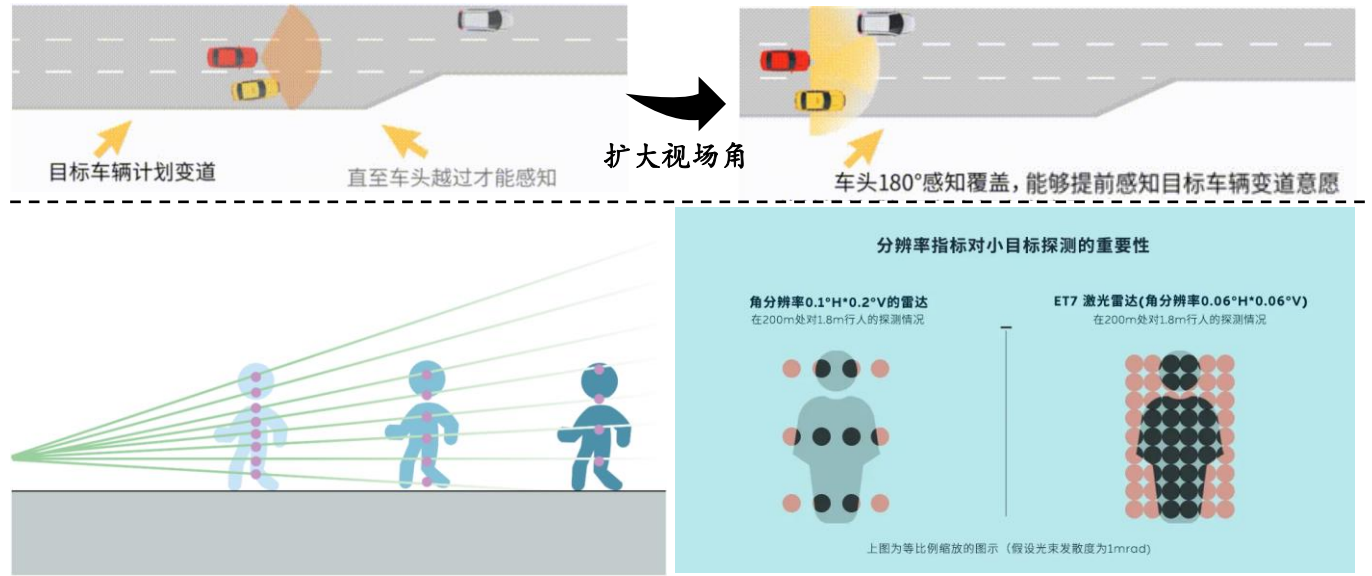
- ◆ **工作原理。**激光雷达的原理是利用ToF（Time of Flight，飞行时间测距法），通过发射接受激光束，分析激光遇到目标对象后的折返时间，从而得到物体表面与探测主体的精确距离，进而在空间坐标系中为这束光线赋予角度信息，就能得到这个点的三维定位。随着光束的增多，探测主体便可利用所得各点的相对位置，勾勒出三维空间中的物体细节，即点云——激光雷达的三维视觉。
- ◆ **激光雷达的视场角（FoV）和角分辨率，是决定其性能的关键指标。**视场角的大小决定了光学仪器的视野范围，也就是说这个数值决定了激光雷达的视野有多广/多宽。激光雷达的视场角越大，探测到的视野就越大。角分辨率，指的是相邻两个激光扫描点之间的角度间隔，雷达在水平和垂直方向扫射时，角分辨率越小，单位空间角内分布的激光点数就越多，其对于物体的分辨能力就会越强。通俗来讲，视场角决定了激光雷达的探测范围有多大，而角分辨率则决定了激光雷达对细节的把控程度。

图 激光雷达感知原理&点云示意图



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 激光雷达视场角&角分辨率解读



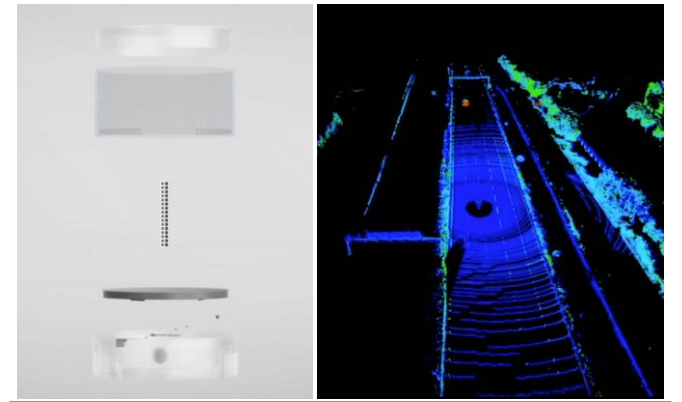
资料来源：HiEV大蒜粒车研所，智驾网，蔚来，上海证券研究所



2.3 技术路线演进：传统机械式激光雷达

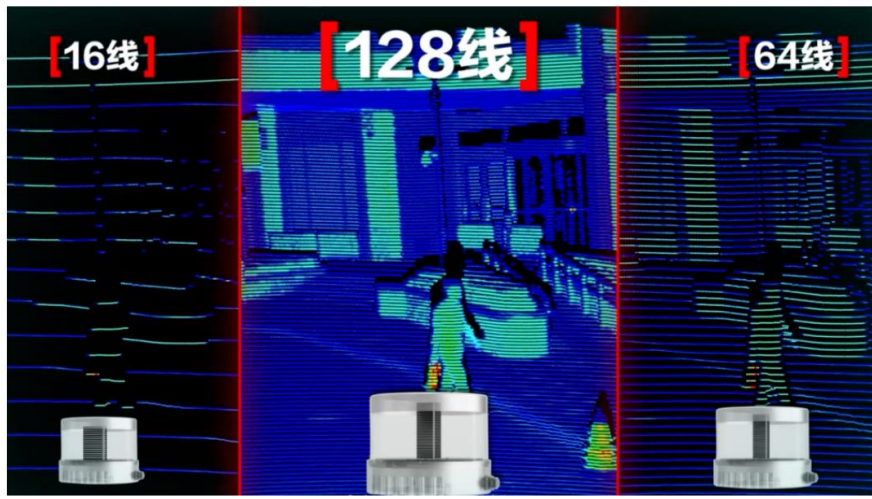
- ◆ 机械式激光雷达最早由Velodyne推向车端应用，通过将激光发射器竖直排列并进行360°旋转，完成对环境的全面动态扫描绘制雷达的点云图。但由于机械式自身特性，更清晰的图像需要通过高线程也就是需要不断堆积发射源和接收器来实现，这就导致激光雷达的体积和成本难以控制。
- ◆ **复杂的运动结构限制了机械式激光雷达的耐用性和成本控制。**传统的机械式由于需要通过复杂的机械结构实现高频准确的转动，致使其平均的失效时间仅1000-3000小时，难以达到车规级设备最低13000小时的要求，同时硬件成本居高不下也限制了该类产品在车端的量产推广。最后，机械式激光雷达需要布置在车身最高点避免旋转时受遮挡，这对车辆造型造成很大的影响，凸起的雷达也较容易受损。由于其固有劣势，机械式激光雷达当前的主要应用领域为自动驾驶公司L4+技术测试。

图 禾赛科技Pandar128结构及实测点云图



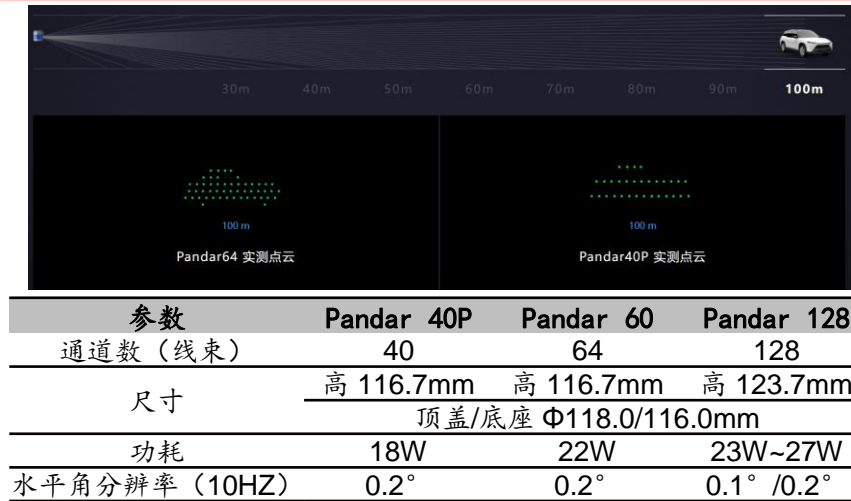
资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 激光雷达线束与成像示意图



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 禾赛科技Pandar系列产品成像&参数对比



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 机械式激光雷达应用实例



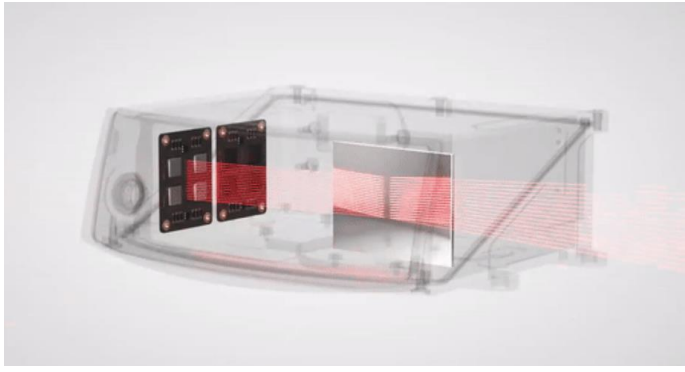
资料来源：汽车之家，太平洋汽车，上海证券研究所



2.3 技术路线演进：混合固态激光雷达（1/2）

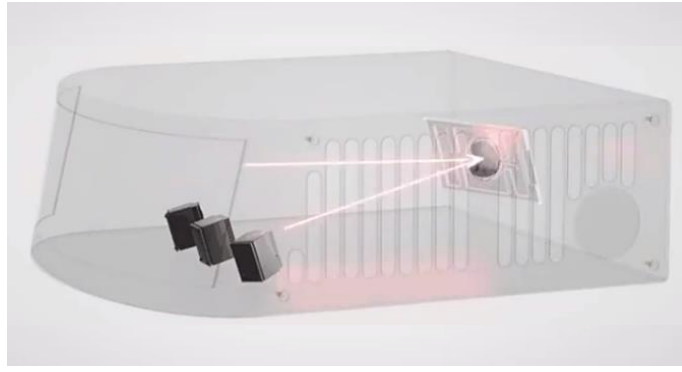
- ◆ **混合固态方案的出现正式开启了激光雷达的量产上车的大幕。** 相较机械式激光雷达，混合固态激光雷达的扫描面只覆盖前方一定角度内的范围，虽然其内部仍然存在一些较小的活动部件，但在成本、体积等方面更容易得到控制，目前也在车用领域量产搭载。典型的半固态方案分为一维扫描和二维扫描，其共同之处是均通过内部运动的反射镜来改变激光方向。
- ◆ **脱胎于机械式激光雷达，一维转镜式方案更具应用成熟性，因此在自动驾驶中应用广泛。** 一维扫描的本质是在机械式激光雷达的基础上，将发射模块和扫描模块进行分离，保持收发模块不动，通过电机带动转镜运动，将激光反射到不同的方向实现一定范围内激光的扫描。
- ◆ **二维扫描方式能够通过灵活的光学结构设计，利用少量的激光器实现等效更多线束以降低成本。** 二维转镜方案中如多边形棱镜可以让光源实现水平扫描，而同时纵轴摆镜则可以改变光源的垂直扫描方向，如此仅需一束光源，就可以完成机械式雷达若干个光源才能完成的扫描任务。MEMS振镜方案则是将扫描结构进一步简化，利用悬臂梁使厘米级振镜在横纵两轴高速周期运动，改变激光反射方向，实现扫描。我们认为，虽然MEMS振镜和二维转镜的结构存在差别，但核心思路均是通过灵活的扫描模块设计，减少激光器的使用，进而推动降本。

图 混合固态：一维转镜方案示意图



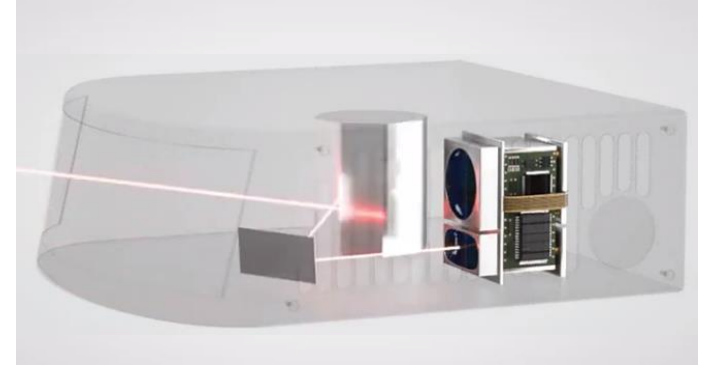
资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 混合固态：二维MEMS振镜方案示意图



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 混合固态：二维转镜方案示意图



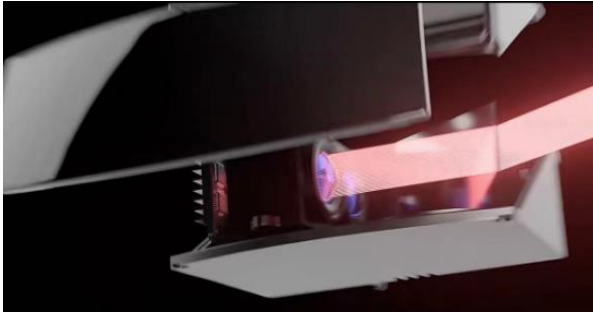


资料来源：禾赛科技，上海证券研究所



2.3 技术路线演进：混合固态激光雷达 (2/2)

◆ **混合固态激光雷达可选技术路线呈现多元化。**一维转镜方案利用低速转动的反射镜改变光线方向，获得视场角覆盖，提升了稳定性和可靠性，并通过芯片化实现高线束扫描，我们认为该方案在应用原理和架构上较为成熟，选择该方案的典型即禾赛科技。相比之下，二维扫描的方案能够通过灵活的扫描模块架构，在减少激光器的同时实现等效线束。在实际的二维扫描方案设计中，不同厂商的具体扫描架构又会有一定的区别，如图达通猎鹰系列（下中），采用MEMS振镜+转镜结合，分别负责垂直及水平方向上的扫描；速腾聚创（下右）则采用自研二维MEMS（微机电系统）扫描芯片驱动旋镜向不同方向发射激光束的混合固态激光雷达技术。

表 半固态激光雷达技术方案对比

技术方案	一维转镜	二维转镜	MEMS振镜
典型架构			
优点	<ol style="list-style-type: none"> 1.可靠性高，利于车规级量产 2.成本低 3.功耗低 	<ol style="list-style-type: none"> 1.点云密度高 2.探测距离远 3.可靠性，利于车规级量产 	<ol style="list-style-type: none"> 1.运动部件少 2.体积小 3.成本低
缺点	<ol style="list-style-type: none"> 1.长期运行后稳定性和准确度下降 2.探测角度有限 3.探测距离短 	<ol style="list-style-type: none"> 1.单个雷达的视场角较小 2.对电机轴承等部件的可靠性提出了挑战 	<ol style="list-style-type: none"> 1.探测距离和视场角有限 2.寿命较短
采纳方案厂商	禾赛科技、华为、法雷奥、Ibeo、Luminar	Innovusion图达通、Livox览沃	速腾聚创、Innoviz、先锋

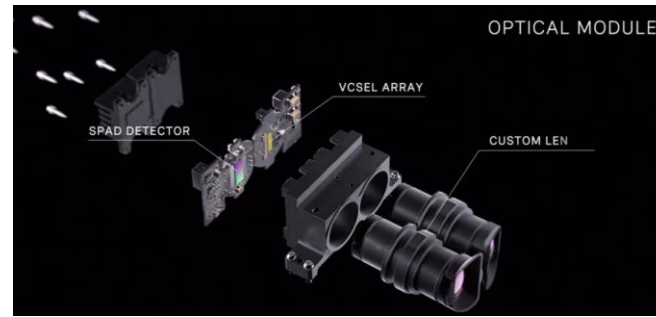
资料来源：速腾聚创，芝能汽车，禾赛科技，中国信息通信研究院，皆电，上海证券研究所



2.3 技术路线演进：纯固态激光雷达 (1/2)

- ◆ **面阵收发+无运动部件，纯固态方案或将是激光雷达的终极答案。**纯固态激光雷达通过取消运动部件，简化了整个激光雷达的内部结构并提升集成度，最大程度优化整机耐久度，缩小体积。如此不仅能降低物料和量产成本，也能提升产品可靠性、生产效率和一致性，能够很好地应用于车规级量产领域。
- ◆ **当前纯固态激光雷达的主要为OPA（Optical Phased Array）光学相控阵和Flash闪光激光雷达两种。**其中，OPA的原理是通过多个激光发射单元组成发射阵列，通过调节发射阵列中各个单元的相位差，来改变激光光束的发射角度；而Flash则是通过高密度的激光源阵列，像手电筒一样，能在短时间内发射出覆盖一片区域的激光，并用高灵敏度的接收器来构建三维图像。由于结构简单，Flash闪光激光雷达是目前纯固态激光雷达最主流的技术方案。

图 纯固态激光雷达-OPA及Flash方案示意图



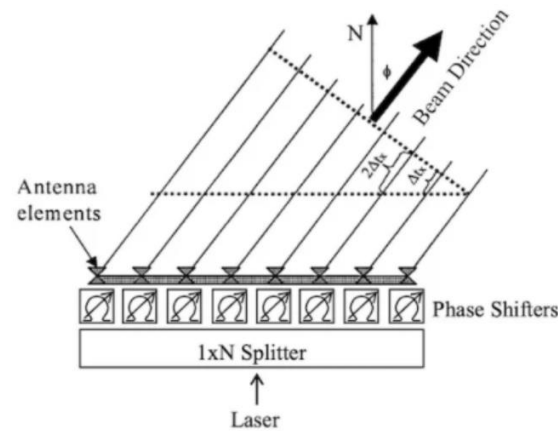
典型OPA方案固态激光雷达内部结构（上）



禾赛科技FT120固态激光雷达内部结构（下）

资料来源：AI汽车制造业，禾赛科技，上海证券研究所

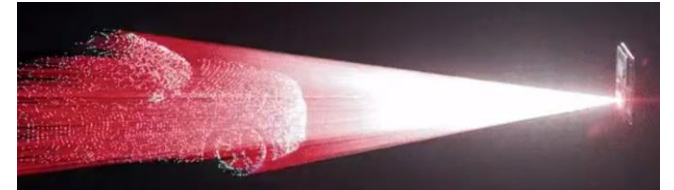
图 OPA方案工作原理



资料来源：赛斯维传感器网，上海证券研究所

图 Flash方案工作原理

光子发射



光子返回



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所



2.3 技术路线演进：纯固态激光雷达 (2/2)

◆ 固态激光雷达纵然有更大的降本空间，但其性能目前还无法比肩在车端量产应用的混合固态激光雷达。固态激光雷达普遍存在的功率密度低、探测距离短等问题。其中，OPA激光雷达要求阵列单元尺寸必须不大于半个波长，因此每个器件尺寸仅500nm左右，对材料和工艺的要求都极为苛刻，因此成本也相应的居高不下。而Flash激光雷达由于需要在短时间内发射大面积的激光，因此在探测精度和探测距离上会受到较大的影响，但由于其结构简单且技术相对成熟，成为了不少雷达厂的主要探索方向。

◆ 补盲激光雷达成为了现阶段纯固态技术上车的核心途径。如前所述，虽然固态激光雷达的技术问题限制了其在主雷达端的应用，但出于成本考量，能够用于打造专注近距离感知的补盲激光雷达，通过“固态近距补盲+混合固态远距感知”的结合，能够弥补前向激光雷达垂直视场角小以及测距性能过剩的问题，实现完整的车规级激光雷达解决方案。目前，禾赛科技、速腾聚创以及多家本土激光雷达厂均有布局。

图 OPA及Flash方案优缺点对比

	OPA	Flash
优势	1.精度高; 2.扫描速度快; 3.可控性好; 4.抗震性能好; 5.体积小	1.体积小; 2.结构简单; 3.信息量大; 4.技术相对成熟
劣势	1.抗环境干扰性差; 2.光信号覆盖有限; 3.对材料和工艺要求苛刻, 加工难度大; 4.成本较高, 短期内难以大规模应用	1.功率密度低; 2.分辨率低; 3.探测距离短

资料来源：中国信息通信研究院，上海证券研究所

图 补盲激光雷达部署及禾赛科技AT+FT组合方案示意图



资料来源：HiEV大蒜粒车研所，禾赛科技，上海证券研究所



2.4 发展趋势：短期趋势稳定，纯固态方案稳步推进（1/3）

- ◆ “降本、量产、上车”是激光雷达一直以来的三个核心关键词。我们认为激光雷达想要全面推进上车，要做到的便是源头上实现全面降本，其中规模化生产既是降本的因也是终端需求量增的果。激光雷达自诞生以来，其成本便随着路线迭代持续下探，直至近年来混合固态方案将激光雷达推向百元级水平（美元）。在当前L2+自动驾驶持续渗透的背景下，混合固态激光雷达成为各大头部激光雷达厂量产上车的主流，禾赛科技方面也判断，混合固态激光雷达依然会是未来10年中远距离激光雷达的首选。
- ◆ 纯固态方案也有望在补盲端量产上车的同时加快技术升级。我们认为纯固态激光雷达在实现全面量产上车（主+补盲）的道路上仍需要解决测远和技术稳定性的问题，各厂商积极推动纯固态在补盲端的上车在一定程度上也有望加快该方案的技术迭代。

图 激光雷达演进情况总结



资料来源：大疆览沃，中国汽研艾迪汽车，上海证券研究所

图 主流厂商纯固态补盲激光雷达及参数一览

产品名	禾赛FT120	速腾聚创E1	ibeoNext短距	Continental HFL110	一径ML-30s
测距	min 0.05m, max 100m 20-30m@10%	max 120m 30m@10%	25m@10%	22m@10% max 50m	中心视场20m@10% (max 45m) 边缘视场14m@10%
FoV	100°(H)×75°(V)	120°(H)×90°(V)	120°(H)×60°(V)	120°(H)×30°(V)	140°(H)×70°(V)
分辨率	160(H)×120(V) (均匀分布)	192(H)×144(V) (均匀分布)	128(H)×80(V) (均匀分布)	128(H)×32(V) (均匀分布)	320(H)×160(V) (均匀分布)
角分辨率	0.625°(H)×0.625°(V) (均匀分布)	0.625°(H)×0.625°(V) (均匀分布)	0.94°(H)×0.75°(V) (均匀分布)	0.94°(H)×0.94°(V) (均匀分布)	0.44°(H)×0.44°(V) (均匀分布)
帧率	Typ. 10Hz, 5-60Hz	Typ. 25Hz	25Hz	up to 25Hz	10Hz
点云密度	192000/s 单回波 (10Hz)	691200/s 单回波 (25Hz)	256000/s 单回波 (25Hz)	102400/s 单回波 (25Hz)	512000/s 单回波 (10Hz)
功耗	<12W	<10W	<15W	N/A	<15W
尺寸	最小视窗外露尺寸 50×70mm 整机 68×75×90mm (W×H×D)	最小视窗外露尺寸 30×70mm	最小外露视窗尺寸 60×80mm (基于产品图推测) 整机100×100×100mm	100×120×65 mm (W×D×H)	137×110×66 mm (W×D×H)

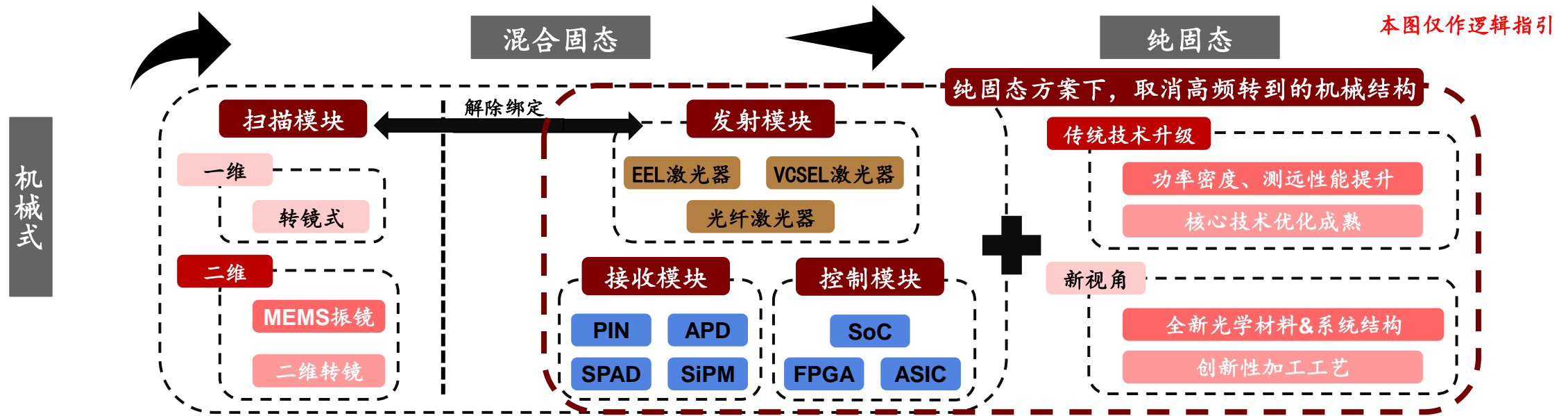
资料来源：HiEV大蒜粒车研所，上海证券研究所



2.4 发展趋势：混合固态方案科技树以降本为指引持续发散延伸（2/3）

- ◆ 在混合固态激光雷达方案下，其结构的“模块性”会更加突出。根据此前对几大头部厂商旗舰产品的介绍，很明显混合固态方案下，扫描模块在“解绑”发射模块后，各厂商的扫描方案选择灵活多样。我们认为，针对激光雷达的结构设计，厂商会更倾向于综合考量自身技术积累和成本协调（未来能够持续优化进行降本）对激光光源、激光发射器以及接收芯片进行有效组合，打造最具竞争力的产品。
- ◆ 混合固态的细分路线会持续发散直至纯固态方案充分成熟后发生突变式收敛。车规级产品由于长验证周期的特殊性，我们认为未来各大雷达厂会更加坚定的在自己选择的组合方案上深度挖掘，这个过程最终可能会停止在固态激光雷达所需技术充分成熟并显露出混合固态方案无法比拟的降本空间的节点。

图 激光雷达路线演进示意图



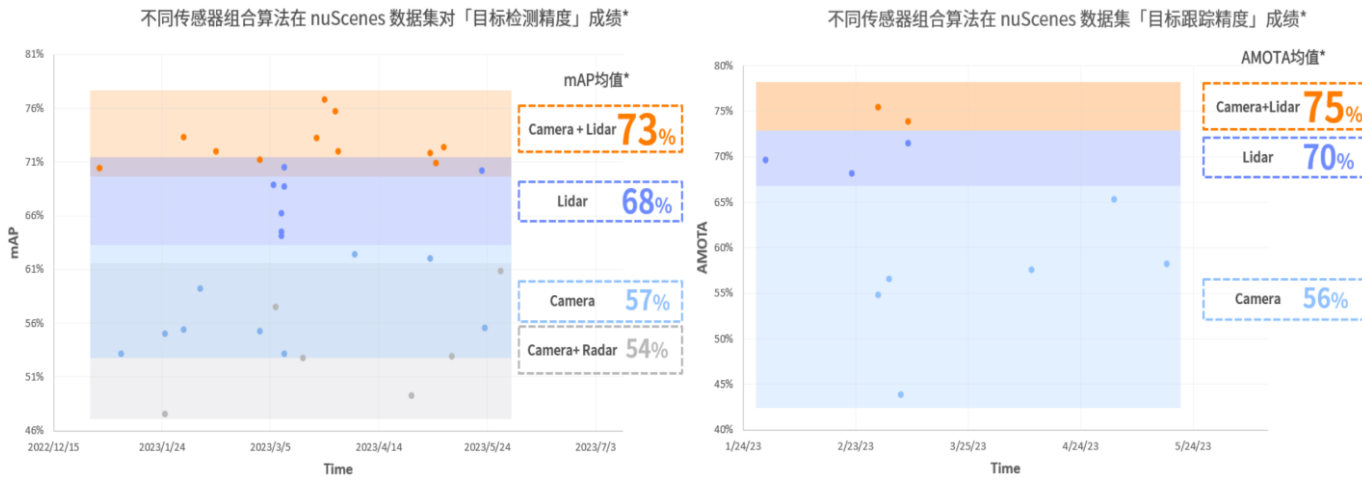
资料来源：上海证券研究所



2.4 发展趋势：降本最终目的并非强化排他性，未来融合方案有望成为主流（3/3）

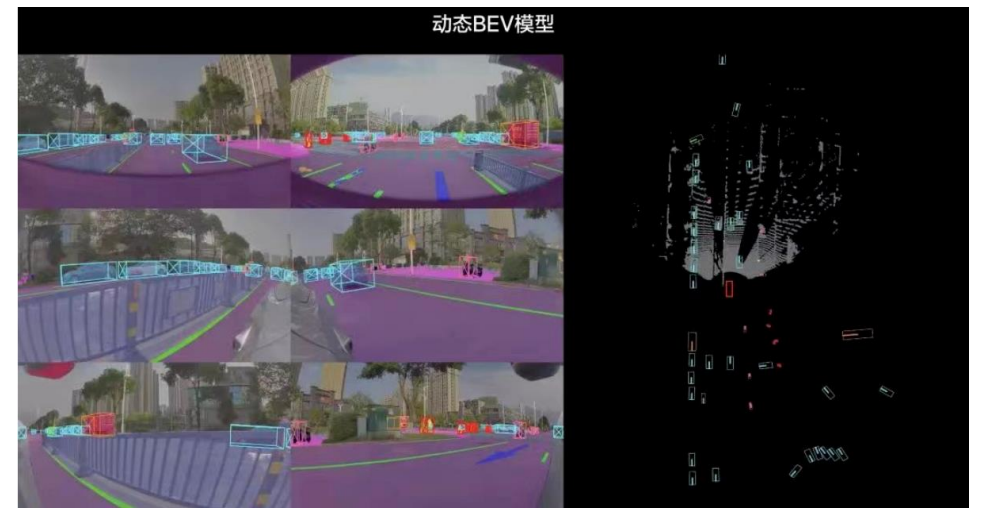
- ◆ **激光雷达算法相较其他方案不仅有更准确的精度，通过激光雷达的辅助还可以进一步提升融合方案的精度上限。**纯视觉方案的分辨率虽然可以足够高，但很多场景由于训练数据集的有限性及物理性能的局限，系统的安全冗余度还远远不够。根据行业权威数据集Nuscenes感知算法评测显示，通过使用激光雷达的算法，平均精准度（mAP）数值相比纯视觉有明显提升；同时在针对目标跟踪精度测试上，纯激光雷达方案有着更好的成绩，且融合方案也进一步将得分从70%提升至75%。
- ◆ **未来多方案融合有望成为主流。**我们认为，降本是激光雷达实现量产上车的核心途径，但这并不代表有更强综合性能的激光雷达在兼具高性价比后会排斥其他感知方案。融合方案的本质在于不同传感器在不同的场景下发挥效能，互为冗余，确保驾驶安全，我们认为在高阶智能驾驶加速渗透以及系统成本持续下探的双重推动下，以激光雷达作为核心的多传感器融合方案有望加速上车。

图 Nuscenes主要感知方案&组合方案算法测试



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所

图 理想自研动态BEV模型示意图



资料来源：禾赛科技，上海证券研究所



目录

Content

- 一、行业概览：迈向高阶智能化之基石，终端需求空间广阔
- 二、发展态势：“精准”取胜，技术路线持续优化
- 三、行业动态：定点&出货持续加速，本土厂商强势引领**
- 四、关注本土雷达厂进度，前瞻布局产业链核心节点标的
- 五、投资建议
- 六、风险提示

3.1 从安全性向功能性转变，NOA加速激光雷达上车进度（1/2）

◆ 各新势力车企相继公布领航辅助驾驶（即NOA或其他名称）开放时间，激光雷达作为重要组成部分重要性持续提升。如今，领航辅助驾驶已逐渐从高速高架等场景向通勤以及城市全区域渗透，激光雷达重要性逐步显现。结合各新势力车企的车型规划，城市NOA功能有望在进入2024年后进入全面提速期，激光雷达的上车进度也有望进一步加快。

图 中国领航辅助驾驶的布局发展状况

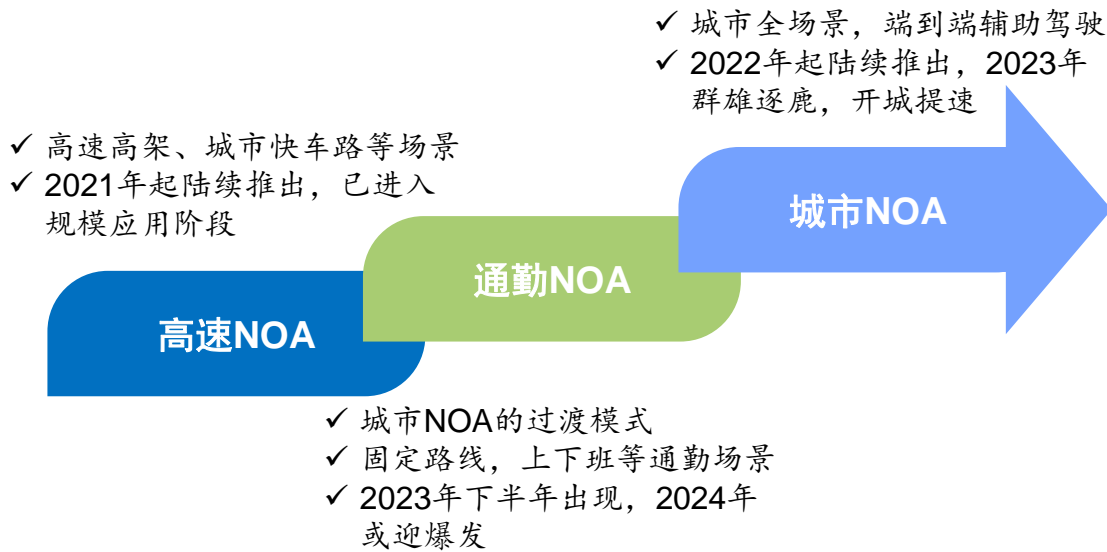


图 主流新势力车企NOA/NOH/NCA开放时间

品牌	车型	功能	进展
小鹏	G6、G9、P7i	XNGP	2023年：11月底总共开放25城；12月总共开放50城；2024年：覆盖全国所有主要城市的路网，同时覆盖到欧洲跟以及更多的国家
理想	L7、L8、L9	城市NOA/通勤NOA	城市NOA：2023年6月开放北京、上海内测 通勤NOA：早鸟用户2023年11月开放数量达到50城、12月达到100城；2024年Q2全量推送ADMax用户
蔚来	全系车型	城市NOP+	2023Q4/2024Q1/2024Q2累计开通城区领航路线历程6/20/40万公里
零跑	C10	城市NAP	新架构可支持，但并未有具体计划
腾势	腾势N7	城市NOA	2024Q1推送城市NOA
智己	LS6、LS7、L7	城市NOA	2023年10月城市NOA公测；2024年通勤NOA推送100城
极越	极越01	城市NOA	2023年10月交付即可开通城市NOA能力
阿维塔	阿维塔11	城市NCA	2023Q4落地全国45城
捷途	-	城市NOA	2025年将推出城市NOA功能
问界	M5、M7	城市NCA	2023年12月全国所有城市落地无图
极狐	阿尔法s	城市NCA	2023年8月落地北京、重庆、杭州
魏牌	蓝山DHT-PHEV	城市NOH	2024年Q1在魏牌蓝山车型上量产；2024年底实现落地100城
哪吒	哪吒S	城市NOA	2024年向搭载NETAPilot 4.0系统的车型推送城市领航辅助系统

资料来源：佐思汽车研究院，上海证券研究所

资料来源：高工产研，上海证券研究所



3.1 从安全性向功能性转变，NOA加速激光雷达上车进度 (2/2)

◆ **新势力车企激光雷达搭载车型推出进度持续加快。**随着国内智能驾驶的发展，特别是高速/城区NOA驶入“快车道”，激光雷达上车量大幅提升。根据佐思汽研最新数据，2023年1-7月，国内乘用车前装标配激光雷达20.2万台，同比增长523.3%，预计全年超过35万台。据佐思汽车研究院统计，2022年全年，国内新增搭载激光雷达车型共计18款；进入2023年，又有更多搭载激光雷达的车型推出，激光雷达的上车进程持续加快。

图 2021-2023年搭载激光雷达的车型发布时间及具体搭载颗数



资料来源：佐思汽车研究院，上海证券研究所



3.2 本土厂商强势引领，影响力持续增强（1/2）

- ◆ **激光雷达加速上车，本土厂商成为定点主力。**从2021年开始，主流车企便开启激光雷达上车进程，到2022年已有超过10万搭载激光雷达的车型量产交付。在2023年上海国际车展上，有近40款车型配备了激光雷达，其中速腾聚创凭借18款搭载车型领先于同行。在本次车展上，速腾聚创、禾赛科技、图达通等激光雷达本土供应商表现亮眼。
- ◆ **中国市场国产前装标配激光雷达交付量快速增长。**据盖世汽车研究院统计，2023年1-5月，本土激光雷达装机量为13.14万颗，其中禾赛科技以近6.5万颗的装机量排名本土第一。2023年1-9月，根据高工智能汽车研究院给出的实际搭载交付数据来看，本土乘用车前装标配激光雷达交付已快速增长至超过30万颗。

图 上海车展激光车型及对应激光雷达供应商概览

排名	厂商	搭载车型数量	搭载车型明细
1	速腾聚创	18款	比亚迪 仰望U8、腾势N7；上汽智己 LS7、L7；北汽极狐 阿尔法S HI；一汽红旗 EV E001、EV SUV E202；小鹏 G6、P7i、G9；AITO M5；长城魏牌 蓝山DHT-PHEV；奇瑞星途 Sterra ES、Sterra ET；吉利 睿蓝7；广汽AION LX Plus、Hyper GT；路特斯 Eletre
2	禾赛科技	6款	理想L7、L8、L9，高合HiPhi Z、HiPhi Y，路特斯Eletre
3	图达通	6款	蔚来ET7、ET5、ES7、EC7，新款ES8、ES6
4	法雷奥	5款	奥迪A8L、A7L、A6L、Q8，奔驰EQS
5	Luminar	2款	沃尔沃EX90、极星Polestar 3
6	华为	1款	阿维塔11
7	探维	1款	合创V09

资料来源：CnEVPost，智能汽车俱乐部，上海证券研究所

图 本土激光雷达厂中国市场份额情况（排除进出口）

供应商	市场份额 (2023年1-5月)	供应商	市场份额 (2023年1-9月)
禾赛科技	49.4%	禾赛科技	37.48%
图达通	27.5%	图达通	30.56%
华为	15.4%	速腾聚创	17.82%
速腾聚创	7.4%	华为	10.81%
其他	0.4%	其他	3.33%

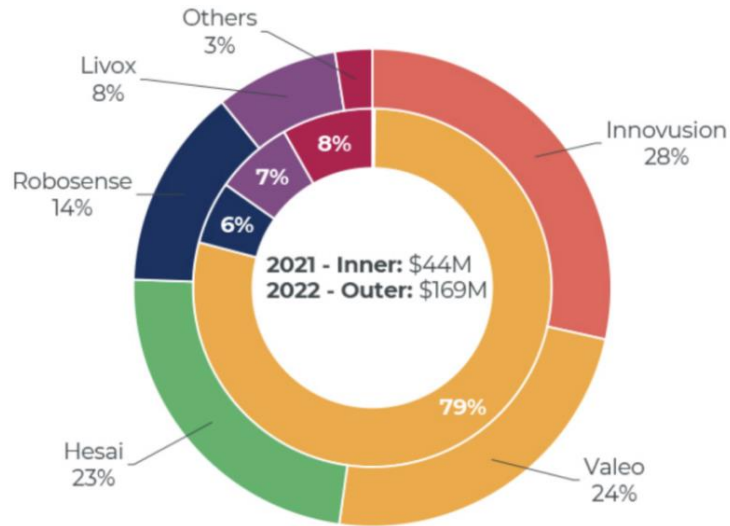
资料来源：盖世汽车研究院，高工智能汽车研究院，上海证券研究所



3.2 本土厂商强势引领，影响力持续增强 (2/2)

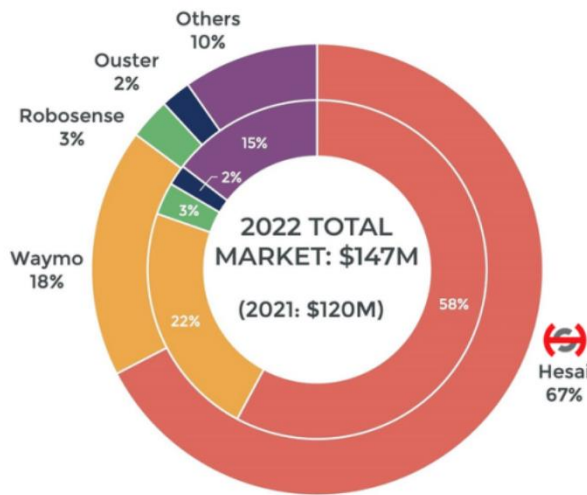
◆ 持续加强激光雷达在车用领域的渗透，本土厂商已具有相当的国际影响力。据Yole Intelligence统计数据显示，2021年全球乘用车领域激光雷达市场规模仅为0.44亿美元，到2022年快速增长至1.69亿美元，禾赛科技与图达通2022年市占率分别为23%和28%；在无人驾驶出租车领域，禾赛科技也进一步巩固了自身的市场地位，其市占率来到67%。据中商产业研究院援引Yole数据显示，营收规模来看，2022年禾赛科技、图达通、速腾聚创以及览沃科技四大本土主力共占有全球约73%的市场份额。我们认为，新势力车企对激光雷达的大力支持是推动全球激光雷达快速放量以及本土厂商抢占市场份额的核心动力，中国庞大的需求市场也将为激光雷达提供发展沃土。据汽车之心预测，2023全年激光雷达出货有望突破50万颗。

图 全球乘用车领域车载激光雷达市场份额



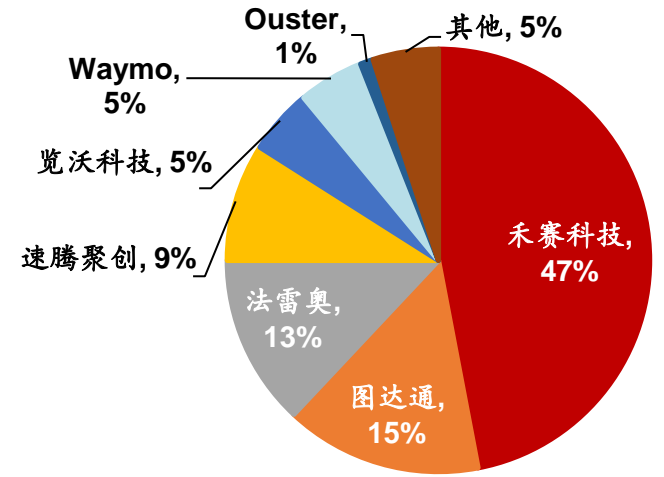
资料来源: Yole, 中国信息通信研究院, 上海证券研究所

图 全球无人驾驶出租车领域车载激光雷达市场份额



资料来源: Yole, 中国信息通信研究院, 上海证券研究所

图 2022年全球激光雷达行业市场竞争格局



资料来源: Yole, 中商产业研究院, 上海证券研究所

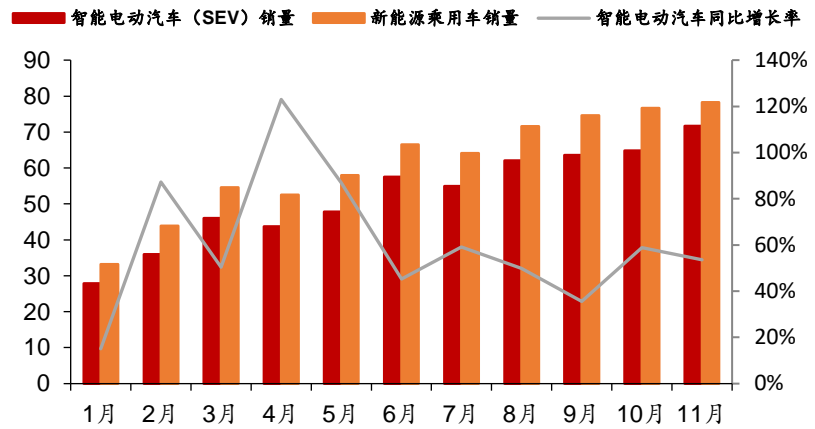


3.3 市场潜力巨大，当下正处于高速增长初期 (1/2)

◆ **中国庞大的终端需求市场赋予激光雷达发展潜力。** 2023年以来，智能汽车销量始终保持较高同比增速。与此同时，智能汽车在新能源乘用车的渗透率2023年逐月相较2022年同期进一步提升近10个百分点，到2023年11月，智能电动汽车在新能源乘用车中的渗透率成功突破90%，来到91.6%。我们认为，在智能化推动下，激光雷达行业的发展潜力也有望在中国庞大的市场需求基础下进一步展现。

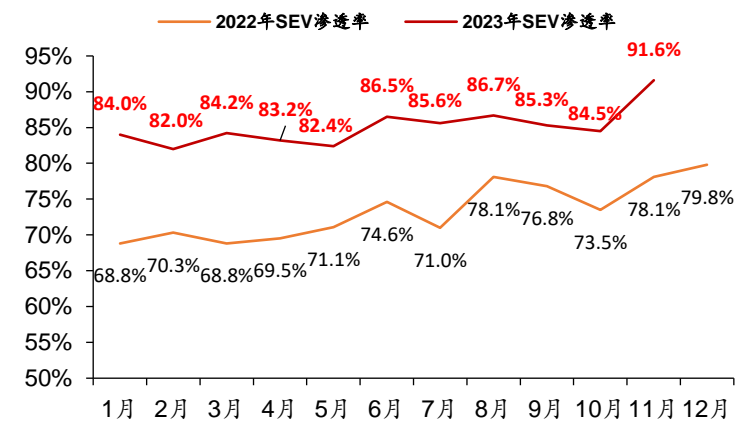
◆ **高阶自动驾驶渗透率稳步增长下本土激光雷达的需求预期。** 根据Canalys，L2+辅助驾驶应用场景的持续拓宽，特别是在占用消费者超75%驾驶时间的城市场景中的应用，是提高中国高阶ADAS车型销量的核心原因。2023年前三季度，中国L2+汽车销量远高于美国和德国，且品牌达到37个。我们认为，随着高阶自动驾驶渗透率的持续提升叠加本土车企的积极推进，本土激光雷达的市场空间有望进一步得到发展。

图 2023年中国智能电动汽车&新能源乘用车销量统计 (万辆)



资料来源：乘联会，亿欧网，上海证券研究所

图 中国智能电动车在新能源乘用车端月度渗透率



资料来源：乘联会，亿欧网，上海证券研究所

图 2023年前三季度L2+汽车品牌市场份额 (美德中市场)



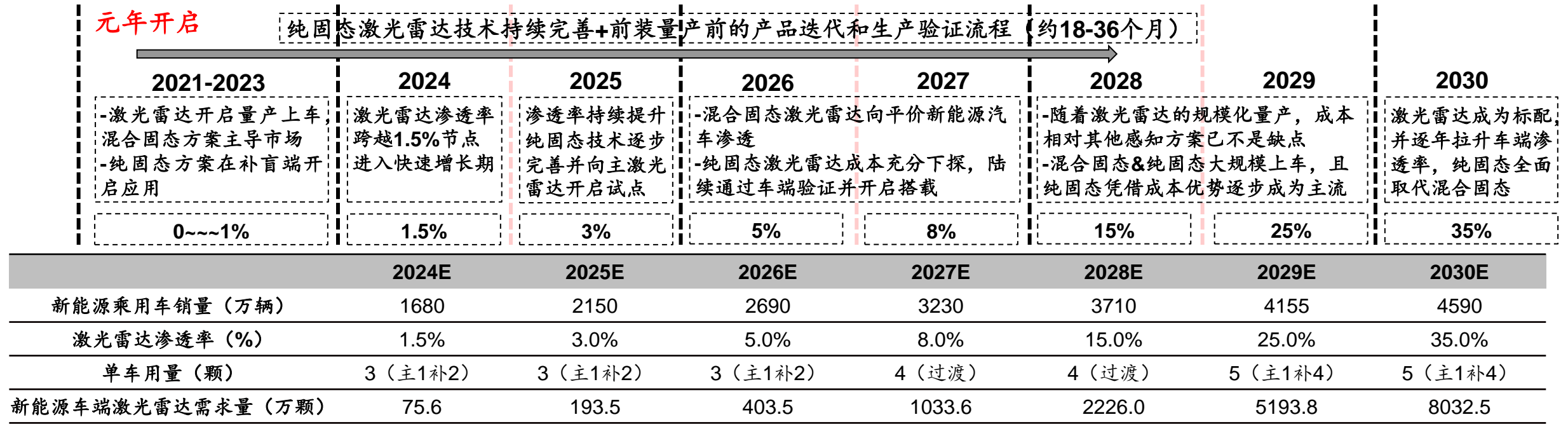
资料来源：Canalys，上海证券研究所



3.3 市场潜力巨大，当下正处于高速增长初期 (2/2)

- ◆ **渗透率稳步增长下激光雷达在新能源汽车端的需求预期。**我们认为，在新能源汽车智能化+激光雷达降本双重推动下，激光雷达的车端需求量将在未来保持高速增长。如前所述纯固态激光雷达具有更强大的综合性能和降本空间，目前已通过补盲方式开始在车端应用，预计随着技术的完善和激光雷达整体规模量产，未来有望成为市场主流，并带动整个行业的需求量向更高级别增长。
- ◆ **激光雷达的车端需求将随着渗透率的提升和单车用量提升而快速增长。**我们结合汽车之心对2024年激光雷达在乘用车端的渗透率预测并假设到2030年该渗透率有望逐步提升至35%；且随着纯固态技术逐步成熟补盲雷达的应用也有望带动单车用量提升。

图 全球新能源汽车端激光雷达需求量预测



资料来源: Canalis, 海融网, 汽车之心Autobit, 智驾网, 智能汽车俱乐部, 速腾聚创招股说明书, 禾赛科技, 高工智能汽车, 中国汽研艾迪汽车, iFinD, 上海证券研究所测算



目录

Content

- 一、行业概览：迈向高阶智能化之基石，终端需求空间广阔
- 二、发展态势：“精准”取胜，技术路线持续优化
- 三、行业动态：定点&出货持续加速，本土厂商强势引领
- 四、关注本土雷达厂进度，前瞻布局产业链核心节点标的**
- 五、投资建议
- 六、风险提示

◆ **禾赛是全球顶尖的激光雷达解决方案供应商。**据Yole数据表明，2022年禾赛科技的激光雷达产品全球市占率已达到47%，并于2023年12月首次实现单月5万台的交付数据，截至2023年12月累计交付量突破30万台。自2022年开启量产交付后，拳头产品AT128已累计获得来自15家主流汽车厂商及Tier-1客户超过50款车型的前装量产定点。公司的核心客户包括理想、高合、上汽、长安等主流车企。我们认为，借助自身优质的客户渠道和本土庞大的市场，公司营收有望持续增长。

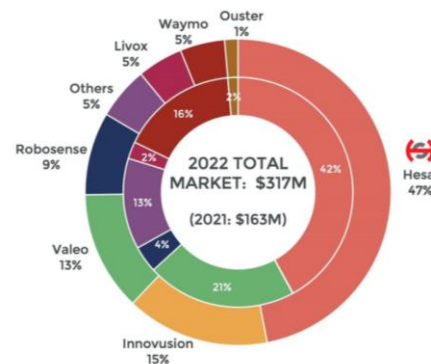
◆ **禾赛科技的产品矩阵已经有针对性的对ADAS、自动驾驶、机器人等领域实现了全面覆盖。**目前，禾赛科技的产品矩阵已从最初的Pandar系列逐步拓展至QT、AT、FT以及XT。公司技术持续革新、产品线逐步丰富，2023年四季度以来又相继宣布与哪吒、零跑及长城汽车达成AT128系列量产定点，市场影响力持续扩大。

图 禾赛科技产品矩阵一览



资料来源：禾赛科技官网，上海证券研究所

图 全球激光雷达行业营收份额对比



资料来源：Yole，禾赛科技官网，上海证券研究所

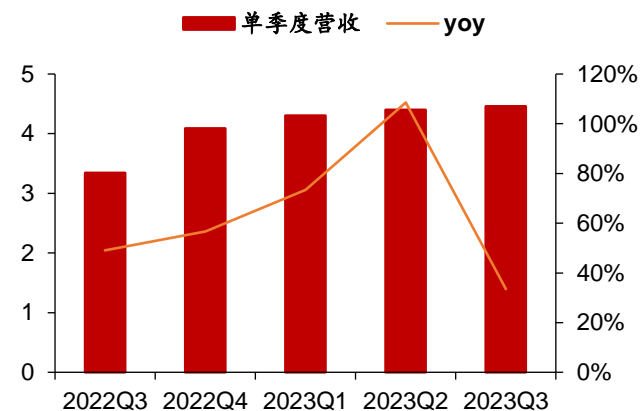
图 禾赛科技产品矩阵

		Current	2023	Future	
Major Product Pipeline	Autonomous Mobility	Pandar Series Pandar40P/64/128	Pandar+V2.0	SOP Pandar+V2.0	Higher Point Density
		QT Series QT64	SOP QT128		
	ADAS	AT Series AT128V2.0	AT+ V4.0	SOP AT+V4.0	Increased Range
		FT Series FTV3.0		SOP FTV3.0	Lower Cost
	Robotics	XT Series XT16/32V1.0			

Legend: ■ Start of Production (SOP) 🚗 Automotive Grade Certification

资料来源：禾赛科技招股说明书，传感器专家网，上海证券研究所

图 禾赛科技季度营收情况 (亿元)



资料来源：百度股市通，上海证券研究所



- ◆ **积极推动芯片化设计及专用芯片 (ASIC) 的自主研发助推激光雷达降本。** 对激光雷达而言，芯片化设计能够通过将激光雷达各个复杂的控制、转化及处理电路进行高度集成，实现对上万个激光发射/接收通道的高质量控制和运算，最终实现元器件数量的减少和结构简化，助推降本；且由于更加简化的结构带动的装配步骤减少、光学校准更具整体性，使得在生产时能够提高自动化程度和生产效率，进一步降低生产成本。同时禾赛自2017年起布局自主研发激光雷达专用芯片 (ASIC)，并通过推进模块化设计打造高度集成芯片，产品代际也在向V4.0演进。
- ◆ **平台化设计+自动化工厂全力支持量产降本。** 公司深度发掘优秀产品架构并充分衍生，实现最大化共享技术成果、共享物料供应链、共享制造生产线。并通过自建工厂，保证从源头上把控各个生产环节，及时优化、改善生产流程，保证产品高质量和大规模交付。

图 禾赛科技平台化自研芯片演进路线



资料来源：禾赛科技官网，上海证券研究所

图 禾赛科技自动化产线及自建工厂



资料来源：禾赛科技官网，上海证券研究所



◆ **速腾聚创是全球业内最早布局自主芯片技术、也是全球最早实现车规级固态激光雷达量产的激光雷达公司。**截至2023年12月18日，速腾聚创已取得62款车型的前装量产定点订单，并成功助力12家整车厂及Tier1客户的24款车型开启大规模量产交付。截至2023年10月底，速腾聚创已累计交付约220,000台激光雷达。在机器人及其他应用领域，速腾聚创已为约2,200家客户提供服务。到23H1，速腾聚创实现产品营收2.35亿元，应用于ADAS端产品营收占比（44.65%）也已超越机器人及其他领域，成为公司核心业务。

◆ **群星环绕，速腾聚创的豪华“朋友圈”助力公司业务拓展。**速腾聚创已逐步构建起全产业链资本生态，囊括自主品牌车企集团、造车新势力，以及供应链龙头、头部Tier 1和专业投资机构等。公司也于2024年1月正式登陆港交所主板，总市值超190亿港元。

图 速腾聚创主要定点车企&投资方一览

产业投资方

吉利&路特斯、广汽、北汽、比亚迪、上汽、宇通

德赛西威、香港立讯

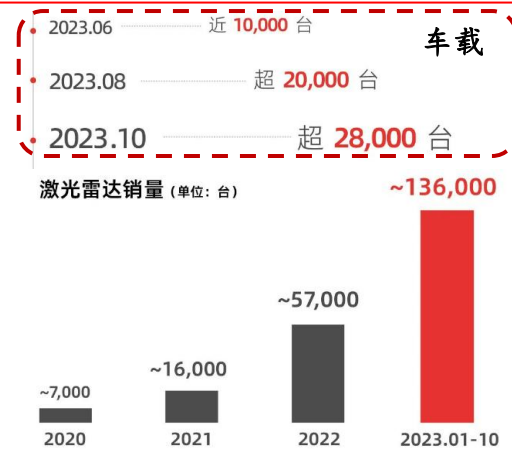
小米、华兴资本、云锋基金、晨岭资本等

定点车企

北汽、Lucid、小鹏、上汽、路特斯、智己、长城、极氪、领克、广汽埃安、比亚迪、一汽红旗、一汽解放、东风、奇瑞、零跑、威马

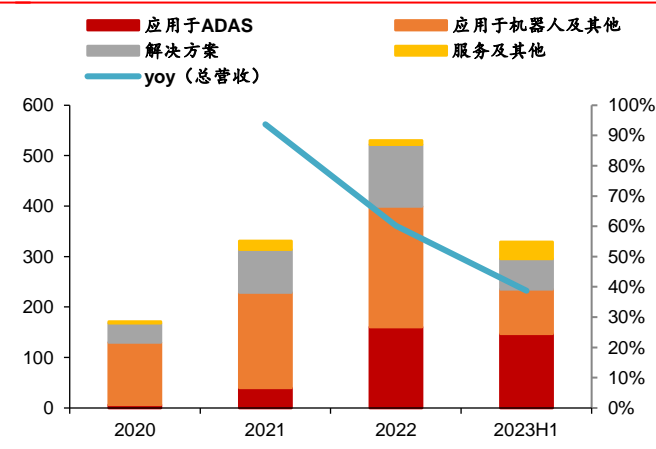
资料来源：RoboSense, 澎湃新闻, 上海证券研究所

图 速腾聚创激光雷达销量数据



资料来源：RoboSense, 上海证券研究所

图 速腾聚创历年营收情况 (百万元)



资料来源：iFinD, 上海证券研究所

◆ 公司自2017年来坚持自研芯片驱动扫描、传输、接收发与处理系统赋能产品矩阵，助力M平台激光雷达成为全球首个获得该认证的MEMS车规级固态激光雷达平台，坚定守护智能驾驶安全。

图 速腾聚创产品矩阵及技术平台认证

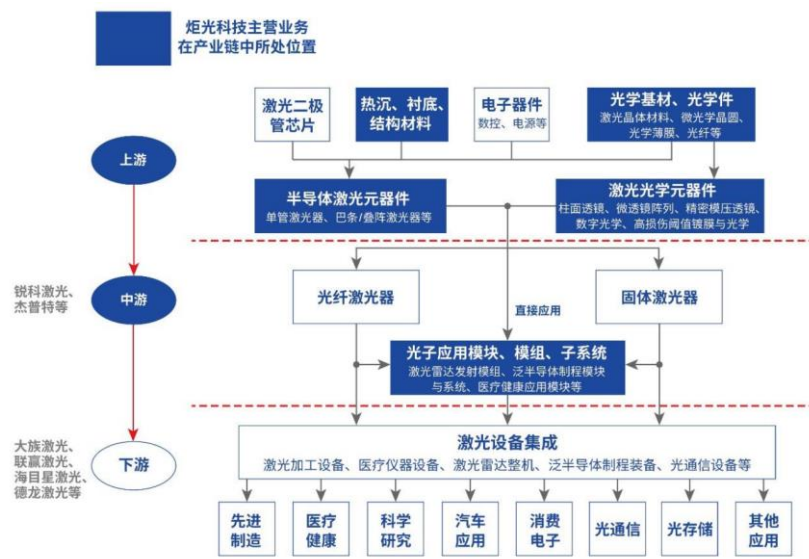


资料来源：RoboSense, 上海证券研究所



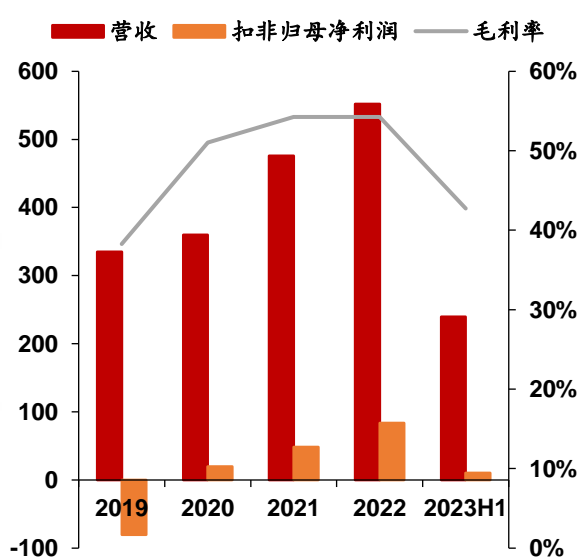
- ◆ **炬光科技正在面向智能驾驶激光雷达（LiDAR）等汽车创新光子应用领域进行产品开发和核心能力建立。**在本报告关注领域，公司主要为固体、光纤激光器生产企业和激光雷达整机企业提供核心元器件及应用解决方案，并在激光雷达发射模组，激光雷达面、线光源及光学组件形成了完善的产品矩阵。公司目前拥有车规级激光雷达发射模组设计、开发、可靠性验证、批量生产等核心能力，并通过首个汽车量产项目积累了大量可靠性设计及验证经验，目前已与北美、欧洲、亚洲多家知名企业达成合作意向或建立合作项目。
- ◆ **近年来营收稳步增长，技术实力受到广泛认可。**核心业务半导体激光产品&激光光学业务保持稳定增长，毛利率在2020-2022年始终处于50%以上，2023年受市场环境变动及价格竞争有一定程度下降。公司在全固态&混合固态激光雷达发射端产品均有布局，于2016年起开始研发的高峰值功率固态激光雷达面光源已与汽车客户签订供货合同，现已进入批量生产阶段。同时公司还于2023年12月4日公告获得了某欧洲知名汽车 Tier 1 客户激光雷达线光斑发射模组项目的正式定点函。

图 炬光科技核心业务产业链位置



资料来源：公司2023年半年报，上海证券研究所

图 炬光科技核心财务指标（百万元）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

图 公司激光雷达发射端核心产品及车载激光雷达在研项目概况

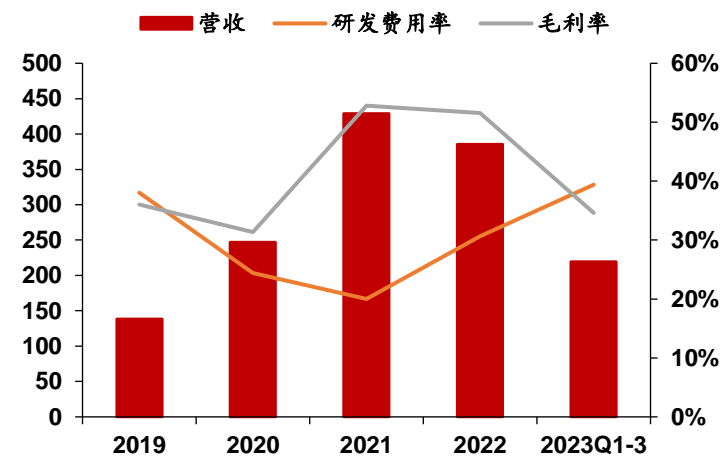
激光雷达项目	拟达到目标	技术水平
平台化905nm线光斑激光雷达发射模组	开发峰值功率达到千瓦级的平台化激光雷达线光源发射模组产品，满足车规级可靠性要求	行业领先最高峰值功率、最小体积，满足车规可靠性
定制905nm激光雷达发射模组	针对客户需求定制开发基于905nm EEL的高线束二维扫描激光雷达发射光源模组	行业领先的高能量密度、满足前装车载要求的激光雷达发射光源

资料来源：公司2023年半年报，公司官网，上海证券研究所



- ◆ **公司聚焦半导体激光细分行业，核心产品为半导体激光芯片。**长光华芯的半导体激光芯片突破多项关键核心技术，产品技术指标国内领先，国际先进。公司研发的面发射高效率VCSEL系列产品已通过相关客户的工艺认证，目前公司已获得相关客户VCSEL芯片量产订单，产品应用领域扩展至激光雷达领域。
- ◆ **精准把握激光雷达发展节点，布局高壁垒VCSEL芯片。**当前具有低成本、长寿命的Flash技术纯固态近距补盲激光雷达成为了本土玩家的核心竞争点。据集微网表述，在150~250m安全避障距离内，dToF VCSEL激光LiDAR传感器的硬件可靠性更高、集成难度更低，正在成为行业共同突破的重点，但VCSEL技术有较高的成本和技术壁垒。长光华芯卡位这一具有高附加值的细分领域，未来有望成为推动VCSEL芯片国产替代的核心力量。

图 长光华芯核心财务指标（百万元）



资料来源：iFind，上海证券研究所

图 EEL&VCSEL方案对比

	短距 0 m - 40 m City Traffic, Freeway lane change	中距 1 m - 90 m City Traffic, Interurban road crossing Freeway rear view	长距 1 m - 250 m Freeway, long distance view
全覆盖固态 LiDAR	EEL VCSEL	EEL VCSEL	
分区覆盖固态 LiDAR	VCSEL	VCSEL	VCSEL
MEMS 和棱镜式 LiDAR	EEL	EEL	EEL
机械旋转式 LiDAR	EEL VCSEL	EEL VCSEL	EEL VCSEL

资料来源：世展网，上海证券研究所

图 长光华芯VCSEL芯片核心产品系列介绍

类别	产品图片	产品介绍	关键指标	产品特性	应用领域
VCSEL芯片-PS系列		小功率VCSEL芯片，可用于接近式传感器领域，替代传统的LED光源。	功率：5-100mW 波长：850、940nm 电光转换效率：>45%	高效率 长寿命 高可靠性 可定制	短距离传感 3D传感 生物医学
VCSEL芯片-TOF系列		TOF VCSEL激光器，通过飞行时间传感技术（D-TOF、i-TOF）还原光源照射物的3D形状。	功率：1.5-2W 波长：808、850、940nm 电光转换效率：>42%		人脸识别 辅助摄像 激光雷达 AR/VR
VCSEL芯片-SL系列		结构光（SL）VCSEL激光器，通过分析照射物的反射光斑形变，计算物体距离、形状等信息。	功率：1.5-2.0W 波长：850、940nm 电光转换效率：>42%		人脸识别 AR/VR

资料来源：公司招股说明书，上海证券研究所



◆ **本土光学巨头业务拓展，光学元器件已在激光雷达核心领域实现广泛应用，整机代工进展顺利。**

目前车载激光雷达端应用已成为公司四大核心业务之一，公司在激光雷达领域生产的激光雷达光学元器件产品已应用于乘用车、商用车、轨道交通、工业自动化、智能安防、车联网、机器人等领域，并成功开拓禾赛科技、Innoviz、Innovusion等海内外头部激光雷达系统集成商，此外还有麦格纳、北醒光子等。核心组件之外，公司在激光雷达的整机代工业务端同样进展顺利。

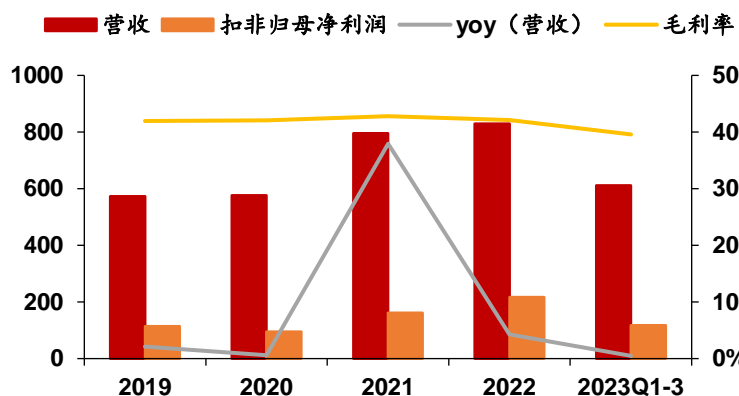
◆ **持续推动激光雷达项目量产。**据财联社消息，公司已将激光雷达作为战略业务，并成立了独立的销售部门，目前在手订单充足。截至2023年12月10日，激光雷达元器件项目已按计划建设完成，相关生产和研发设备已投入使用，募集资金7,032万元已全部投入，项目有望于2025年达到800万件/年产能。

图 永新光学激光雷达镜头



资料来源：公司官网，上海证券研究所

图 永新光学核心财务指标（百万元）



资料来源：iFinD，上海证券研究所

图 永新光学激光雷达元器件项目建设情况

项目名称	募集资金承诺投资金额	调整后承诺投资金额
光学显微镜扩产项目	9,406.73	9,406.73
功能性光学镜头及元件扩产项目	16,084.06	16,084.06
车载镜头生产项目	17,951.96	10,919.96
研发中心建设项目	5,269.32	5,269.32

募投项目	募集资金计划投资金额	募集资金累计投资金额	待支付的项目尾款金额	理财收益及利息收入扣除手续费后净额	实际投入占计划投入的比例	项目进展状况
激光雷达元器件项目	7,032.00	7,169.33	39.78	177.12	102%	拟结项

资料来源：公司公告，上海证券研究所



- ◆ **深耕光器件领域，业界领先的垂直整合整体解决方案提供商。**公司是业界领先的光器件整体解决方案提供商，产品广泛应用于电信通信、数据中心、光纤连接和汽车辅助驾驶用激光雷达等领域，公司定位光器件整体解决方案提供商和先进光学封装制造服务商，并为激光雷达厂商提供满足不同技术路线的光器件整体解决方案，相关产品从2022年四季度开始已经进入平稳量产。
- ◆ **依托成熟技术平台，持续推动激光雷达应用延伸。**公司目前将主营光器件产品的应用领域由光通信行业向激光雷达和医疗检测行业延伸拓展，并托现有成熟的光通信行业光器件研发平台，利用团队在基础材料和元器件、光学设计、集成封装等多个领域的专业积累，针对激光雷达市场提供发射端光组件，接收端FA光组件，905nm/1550nm低角度敏感性膜片，棱镜，环形器，以及器件封装等产品和服务。

图 天孚通信十三大产品线及激光雷达用组件



图 天孚通信核心财务指标 (百万元)

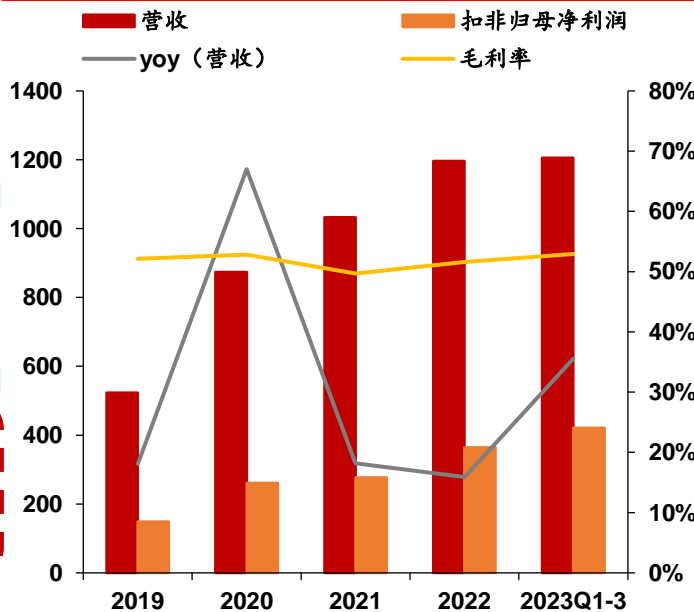


图 公司核心在研项目

研发项目名称	项目目的	拟达到的目标
800G光器件开发	开发并量产下一代数据中心用光引擎	满足客户定制化需求
光引擎开发	垂直整合公司既有有源与无源产品线，为下游客户提供一站式解决方案	持续夯实光引擎平台，持续为客户提供高性价比的解决方案
单波 100G 光器件的开发	垂直整合公司有源&无源产品线优势，给客户最佳解决方案	增强同轴类 TO 封装平台的持续领先优势
保偏光器件的研发	开发高速光模块用零组件，集成隔离器、FA、连接器件、组件等无源器件，提高产品的小型化及集成度	批量应用于相干光的小型化器件
激光芯片集成高速光引擎研发	基于公司的垂直整合平台，适用于下一代数据中心用光引擎	开发CPO用光引擎，为客户提供一站式解决方案
车载激光雷达用光器件的开发	基于公司领先的无源与有源平台为雷达客户提供高性价比的解决方案	扩展公司产品线至汽车行业

资料来源：天孚通信官网，上海证券研究所

资料来源：iFinD，上海证券研究所

资料来源：公司2022年年报，上海证券研究所



未来十二个月内，维持对电子行业“增持”评级。

- 1. 投资主线一：**建议关注本土海外上市的头部雷达厂合作伙伴：未来激光雷达更大程度的规模化量产是降本的关键，需要有效率更高的自动化生产线、更稳定齐全的核心部件供应链。随着本土头部激光雷达厂量产供货，对核心零部件供应商的业绩具有显著的带动作用，建议关注永新光学、水晶光电、天孚通信等。
- 2. 投资主线二：**建议关注激光雷达上游具有技术壁垒的关键部件及芯片生产能力的本土厂商。激光雷达的纯固态方案具有更大的降本空间及可靠性，未来有望成为主流方案，目前主要通过补盲激光雷达量产上车，由此对Flash方案+VCSEL激光器&芯片具有更高的需求空间，目前国内已有部分企业拥有世界先进技术水平，未来有望持续开拓激光雷达业务，建议关注长光华芯、炬光科技。



- 1. 激光雷达上车进度不及预期：**全球车企在发展高阶智能驾驶进程中若因各种原因放缓激光雷达上车进度会直接影响各个激光雷达厂的营收情况；
- 2. 本土产业链发展不及预期：**本土激光雷达厂上游制造用于各核心模块专用部件的厂商如果自身产品无法充分降本&产品质量无法满足雷达厂技术需求，会导致产业链本土化进展缓慢，错失发展机会；
- 3. 降本进程不及预期：**激光雷达目前的成本依然高于其他主流感知方案，如果未来降本进度过慢会直接影响其自身渗透率的提升，不利于产业规模扩张；
- 4. 技术进步不及预期：**具有较高降本空间的纯固态激光雷达所使用的技术目前还不够成熟，如果技术发展不及预期则会拖慢激光雷达的降本，从而间接影响激光雷达渗透率的提升。



行业评级与免责声明

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询资格或相当的专业胜任能力，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告，并保证报告采用的信息均来自合规渠道，力求清晰、准确地反映作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响。此外，作者薪酬的任何部分不与本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接相关。

公司业务资格说明

本公司具备证券投资咨询业务资格。

投资评级体系与评级定义

股票投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据公司基本面及（或）估值预期以报告日起6个月内公司股价相对于同期市场基准指数表现的看法。	
	买入	股价表现将强于基准指数20%以上
	增持	股价表现将强于基准指数5-20%
	中性	股价表现将介于基准指数±5%之间
	减持	股价表现将弱于基准指数5%以上
	无评级	由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级
行业投资评级：	分析师给出下列评级中的其中一项代表其根据行业历史基本面及（或）估值对所研究行业以报告日起12个月内的基本面和行业指数相对于同期市场基准指数表现的看法。	
	增持	行业基本面看好，相对表现优于同期基准指数
	中性	行业基本面稳定，相对表现与同期基准指数持平
	减持	行业基本面看淡，相对表现弱于同期基准指数

相关证券市场基准指数说明：A股市场以沪深300指数为基准；港股市场以恒生指数为基准；美股市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。

投资评级说明：

不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准，投资者应区分不同机构在相同评级名称下的定义差异。本评级体系采用的是相对评级体系。投资者买卖证券的决定取决于个人的实际情况。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，投资者不应以分析师的投资评级取代个人的分析与判断。



行业评级与免责声明

免责声明

本报告仅供上海证券有限责任公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告版权归本公司所有，本公司对本报告保留一切权利。未经书面授权，任何机构和个人均不得对本报告进行任何形式的发布、复制、引用或转载。如经过本公司同意引用、刊发的，须注明出处为上海证券有限责任公司研究所，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

在法律许可的情况下，本公司或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券或期权并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供多种金融服务。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见和推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值或投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见或推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中的内容和意见仅供参考，并不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负责，投资者据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的唯一参考因素，也不应当认为本报告可以取代自己的判断。

