

超配（维持）

成本下探+智驾升级，激光雷达有望加速放量

激光雷达行业专题报告

2024年3月12日

投资要点：

陈伟光

SAC 执业证书编号：

S0340520060001

电话：0769-22119430

邮箱：

chenweiguang@dgzq.com.cn

罗炜斌

SAC 执业证书编号：

S0340521020001

电话：0769-22110619

邮箱：

luoweibin@dgzq.com.cn

研究助理：卢芷心

SAC 执业证书编号：

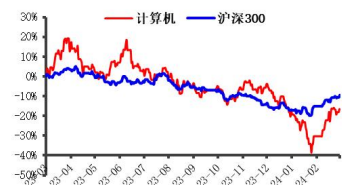
S0340122100007

电话：0769-22119297

邮箱：

luzhixin@dgzq.com.cn

申万计算机指数走势



资料来源：iFind，东莞证券研究所

相关报告

- 城市NOA快速落地，政策加码助力高阶智能驾驶发展。**2023H1，中国市场L2及以上级别智能驾驶乘用车销量和渗透率同比均稳步提升。目前，我国自动驾驶行业处于L2级向L3级转化阶段，而城市NOA功能被视为自动驾驶通往L3级别的重要突破口，成为当前行业竞争高地。2023年，小鹏、华为、理想等车企集中推出或公布城市NOA计划，国内城市NOA迎来落地“元年”。伴随众多主机厂在更多城市陆续开放该功能，2024年城市NOA有望迎来更大规模的释放。与此同时，近年来央地协同完善行业政策法规，有望推动国内自动驾驶产业进入快速发展阶段。
- 激光雷达成城市NOA落地关键，国内厂商崛起助力产品性能提升。**激光雷达具有高精度、高分辨率、探测范围广等优势，其综合性能在所有传感器中最佳。由于城市工况复杂，具备强感知能力的激光雷达成为推动城市NOA落地的关键感知设备。目前全球竞争市场中，起步较早的海外激光雷达厂商面临衰退，国内厂商在政策支持和市场需求双重驱动下快速崛起。其中，禾赛科技、速腾聚创等国内头部厂商加速迭代高线束激光雷达，产品性能不断提升，有望助力车企打造更安全的智能驾乘体验。
- 成本下探+智驾升级，头部厂商有望继续快速放量。**一方面，近年来在激光雷达加速规模化量产主导下，激光雷达成本快速降低，2023年已降至单颗售价3000元，上车车型价格区间已下探至20万元左右。伴随着激光雷达成本持续下探，激光雷达有望加速渗透到更多车型中。另一方面，含有激光雷达的多传感器方案在搭载NOA功能的智能驾驶车型中已经占据主导地位，伴随着自动驾驶水平持续提升，单车所需搭载的激光雷达数量将不断增加，L3、L4和L5级别自动驾驶或分别需要平均搭载1颗、2-3颗和4-6颗激光雷达。成本下降和智驾升级双驱动下，激光雷达厂商有望继续快速放量，预计2030年全球车载激光雷达市场将超万亿元。
- 国内厂商加速布局上游关键技术，推进国产替代进程。**在发射模块方面，对人眼更安全、可实现更远探测距离的1550nm光源，和具有强抗干扰、高分辨率等优势的高精度测距方法将成为未来发展趋势。在扫描模块方面，国内多个厂商正在布局Flash固态补盲激光雷达赛道，量产落地后有望助力形成更完善的传感器配置方案，强化智驾感知能力。在接收模块方面，SiPM/SPAD已成为当前光电探测领域研发创新的重要方向，未来有望逐步替代APD，降低激光雷达接收端成本。国内如阜时科技等已在SiPM/SPAD领域取得进展，后续有望打破国外企业垄断，推进国产芯片替代进程。在控制模块方面，自研SoC芯片可以更精确匹配激光雷达特征，从而优化产品性能，并适合进行规模化批量生产。国内禾赛科技等厂商已经开始自研SoC芯片，有望助力中国激光雷达产业自主可控。
- 投资建议：**随着激光雷达性能持续提升，成本优势逐步凸显，车载激光雷达渗透率有望加速提升。同时，自动驾驶等级升级带动单车搭载激光雷达数量增加，车载激光雷达出货量有望维持高速增长，建议关注激光雷达市场投资机遇。激光雷达整机厂商建议关注万集科技（300552.SZ）等；上游光学元件供应商建议关注光库科技（300620.SZ）、炬光科技（688167.SH）、永新光学（603297.SH）等。
- 风险提示：**乘用车销量不及预期；自动驾驶技术路径变更风险；行业竞争加剧风险；技术发展不及预期等。

本报告的风险等级为中高风险。

本报告的信息均来自已公开信息，关于信息的准确性与完整性，建议投资者谨慎判断，据此入市，风险自担。

请务必阅读末页声明。

目录

1、城市 NOA 成竞争高地，政策助力高阶智能驾驶加速落地	4
2、成本下探+智驾升级，2030 年激光雷达市场规模有望超万亿	8
2.1 城市 NOA 面临工况复杂问题，激光雷达为“优选项”	8
2.2 激光雷达成本下探，加速渗透至更多车型	11
2.3 自动驾驶水平升级，单车搭载激光雷达需求增加	13
3、上游模块升级，固态补盲开辟激光雷达新赛道	16
3.1 发射模块：1550nm 光源及 FMCW 测距方式为未来发展方向	16
3.2 扫描模块：半固态化 MEMS 路线为主，固态化补盲为发展趋势	17
3.3 接收和控制模块：芯片国产替代进行时	19
4、投资策略	20
5、风险提示	21

插图目录

图 1：自动驾驶发展历程	4
图 2：2022H1 和 2023H1 国内各级别智能驾驶乘用车销量	5
图 3：2022H1 和 2023H1 国内各级别智能驾驶乘用车渗透率	5
图 4：自动驾驶系统三个层级	8
图 5：不同传感器组合方案 mAP（平均精准度）分数	10
图 6：2022 年全球激光雷达厂商按营收计算市场占比（%）	11
图 7：激光雷达迎来上车潮	13
图 8：2023 年 1-10 月搭载 NOA 功能车型各传感器方案市场份额	14
图 9：禾赛科技月交付量不断攀升	15
图 10：速腾聚创刷新三项交付纪录	15
图 11：2030 年预计全球激光雷达市场细分占比情况（%）	15
图 12：2022-2030 年全球车载激光雷达解决方案按区域划分市场规模（亿元）	15
图 13：激光雷达四大模块	16
图 14：禾赛科技 AT128 实测点云图	18
图 15：速腾聚创 M1 实测点云图	18
图 16：阜时科技 SPAD 芯片发展进程	20
图 17：万集推出基于阜时科技 SPAD 芯片的 Flash 全固态激光雷达产品	20

表格目录

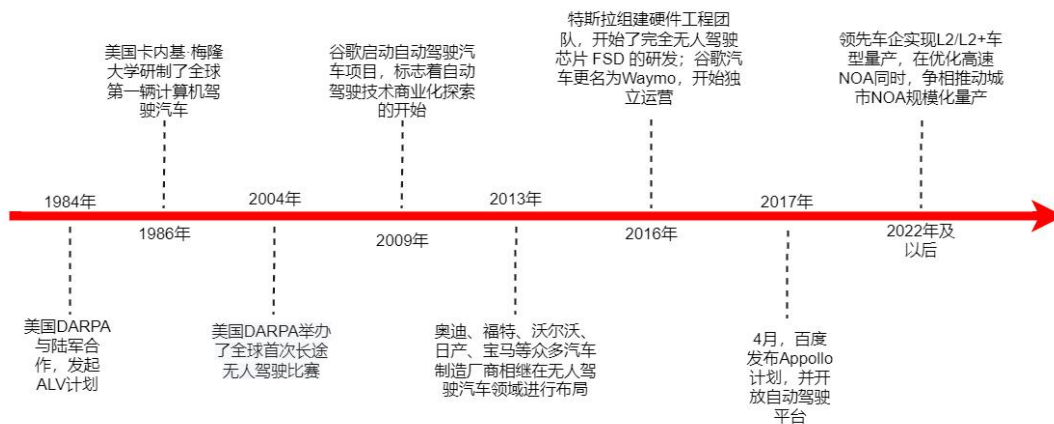
表 1：国家市场监督管理总局及标委与 SAE 自动驾驶分类标准对比	4
表 2：主机厂城市 NOA 落地时间表（截至 2023 年 12 月）	6
表 3：近期地方、全国智能驾驶政策整理	7
表 4：自动驾驶各类传感器介绍	9
表 5：激光雷达长尾问题覆盖情况	11
表 6：激光雷达核心参数说明	12

表 7: 汽车高级辅助驾驶冗余系统范围及主流方法	14
表 8: 905nm 与 1550nm 激光光源对比	16
表 9: ToF 与 FMCW 测距方式对比	17
表 10: 按技术架构分类激光雷达对比	18
表 11: 重点公司盈利预测及投资评级 (截至 2024/3/11)	21

1、城市 NOA 成竞争高地，政策助力高阶智能驾驶加速落地

自动驾驶是指汽车在没有人类直接干预的情况下，依靠人工智能、视觉计算、传感器和通信定位等技术，能够自主地感知周围环境、决策及执行驾驶任务的能力。自动驾驶领域的科研探索最早可追溯至上世纪 80 年代，美国 DARPA 与陆军合作，发起自主地面车辆（ALV）计划，并于 2004 年举办全球首次长途无人驾驶比赛——DAPRA 挑战赛。2009 年，谷歌启动自动驾驶项目，标志着自动驾驶技术商业化探索的开始。近十年以来，传统汽车制造厂商和互联网巨头先后布局自动驾驶，初创厂商涌入该赛道，行业呈现高速发展趋势。2022 年开始，领先车企已实现搭载 L2/L2+功能车型的规模化量产，在优化布局高速 NOA 功能体验的同时，争相推动城市 NOA 规模化量产，全球自动驾驶商业化落地进程正稳步推进。

图 1：自动驾驶发展历程



资料来源：亿欧智库《2023 年中国智能驾驶功能体验及技术解决方案研究报告》，懂车帝，36 氪，东莞证券研究所

2021 年，国际自动机工程师学会（SAE）更新的自动驾驶分级标准（SAE J3016）是目前业内最通用的参照标准，该标准按照自动驾驶程度由低到高划分为 6 个等级。2021 年 8 月，国家市场监督管理总局及标委发布《汽车驾驶自动化分级》文件，其划分标准与 SAE 基本保持一致，将我国汽车驾驶自动化分成 L0-L5 共六个等级。该分级体系以 L3 作为自动驾驶的分水岭，L3 级以下被称为辅助驾驶，系统能够辅助驾驶员执行动态驾驶任务，驾驶主体仍为驾驶员；L3 级别及以上被称为自动驾驶，系统能够持续执行全部动态驾驶任务，驾驶主体转变为系统，其中 L3 级别驾驶员在必要条件下需要随时进行车辆接管。

表 1：国家市场监督管理总局及标委与 SAE 自动驾驶分类标准对比

分级	部门	名称	持续的车辆横向和纵向运动控制	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	国家市场监督管理总局及标委	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
	SAE	No Driving Automation		驾驶员		

L1	国家市场监督管理总局及标委	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
	SAE	Driver Assistance		驾驶员		
L2	国家市场监督管理总局及标委	组合驾驶辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
	SAE	Partial Driving Automation		驾驶员		
L3	国家市场监督管理总局及标委	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务后援用户(执行接管后成为驾驶员)	有限制
	SAE	Conditional Driving Automation		驾驶员及系统	驾驶员	
L4	国家市场监督管理总局及标委	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
	SAE	High Driving Automation				
L5	国家市场监督管理总局及标委	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制(排除商业和法规因素等限制)
	SAE	Full Driving Automation				无限制

资料来源：国家市场监督管理总局及标委《汽车驾驶自动化分级》，SAE，东莞证券研究所

L2及以上级别智能驾驶渗透率稳步提升。从智能驾驶乘用车销量来看，根据佐思汽研数据，2023年上半年，中国市场L2级智能驾驶乘用车销量达324.6万辆，同比增长34.7%；L2+/L2++级智能驾驶功能乘用车销量达79.1万辆，同比增长83.4%。从智能驾驶乘用车渗透率来看，2023年上半年，中国市场L2级智能驾驶乘用车渗透率达35.1%，同比增加8.0pct；L2+/L2++级智能驾驶功能乘用车渗透率达8.6%，同比增加3.8pct，L2及以上级别智能驾驶乘用车销量和渗透率均稳步提升。

图 2：2022H1 和 2023H1 国内各级别智能驾驶乘用车销量

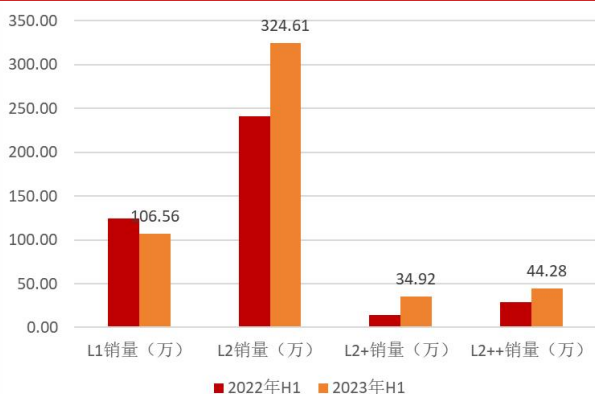
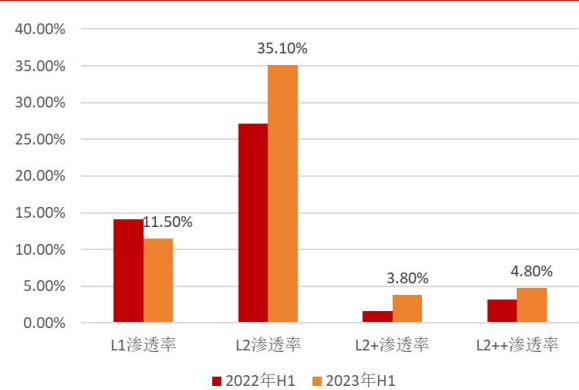


图 3：2022H1 和 2023H1 国内各级别智能驾驶乘用车渗透率



资料来源：佐思汽研数据，东莞证券研究所

资料来源：佐思汽研数据，东莞证券研究所

自动驾驶向 L3 级别演进，城市 NOA 快速落地。NOA 功能（高阶智能驾驶辅助）的实现是智能驾驶从 L2 跨越到 L3 过程中的关键节点，目前多家传统车企和新势力车企在加速布局 NOA 功能。按应用场景分，NOA 功能分为高速场景和城市场景，高速 NOA 功能是指在高速公路辅助的基础上配置高精地图，帮助车辆实现自动上下匝道、车道保持等功能。城市 NOA 是指在城市道路按照导航路径智能辅助驾驶到达终点，除了基本导航功能外，城市 NOA 还包括自动泊车、智能跟车等功能。高速 NOA 始于 2019 年特斯拉向中国大陆选装 FSD 的车型推送 NOA 功能，随后国内蔚来、小鹏、理想等车企先后入局，在旗下部分车型中推出类似功能，2023 年高速 NOA 已实现规模化落地。与此同时，城市 NOA 功能作为最贴近用户场景的技术被视为自动驾驶通往 L3 级别的重要突破口，成为当前行业竞争高地。2022 年 9 月，小鹏 P5 在广州推出城市 NGP（即城市 NOA），正式拉开国内城市 NOA 大幕；2023 年，小鹏、华为、理想等车企集中推出或公布城市 NOA 计划，城市 NOA 迎来落地“元年”。根据佐思汽研数据，2023 年 1-9 月，国内乘用车城市 NOA 渗透率为 4.8%，同比增加 2.0pct，预计全年渗透率超过 6%。伴随众多主机厂在更多城市陆续开放该功能，2024 年城市 NOA 有望迎来更大规模的释放，推动国内自动驾驶产业进入快速发展阶段。

表 2：主机厂城市 NOA 落地时间表（截至 2023 年 12 月）

主机厂		特斯拉	小鹏	阿维塔	理想	蔚来	长城（毫末）	智己
NOA 名称		FSD	NGP	NCA	NOA	NOP+	NOH	IM AD NOA
2022	Q2						4 月首推城市 NOH-HP550	
	Q3		9 月小鹏 P5 首搭					
2023	Q1		3 月广州、深圳、上海开放	3 月上海、深圳开放，4 月重庆开放			1 月达量产状态，搭 WEY 摩卡 DHT-PHEV	
	Q2		6 月北京、佛山开放	6 月广州、杭州开放	6 月北京、上海内测			4 月开启内测
	Q3	9 月美国开放		10 月开放无图城市 NCA，首批 6 城	9 月通勤、NOA 内测、首推 10 城	7 月上海内测城区 NOP+，9 月北京开放城区 NOP+	首批落地北京、上海、保定	
	Q4		11 月无图城市 NGP 开放，月底 15 城，12 月底达 50 城	年底无图城市 NCA 全国开放	10 月底 20 城，11 月底 50 城，12 月底 100 城	年底开通 6 万公里	10 月发布二代系统城市 NOH-HP570	10 月上海公测
2024	Q1					开通 20 万公里	魏牌蓝山落地	

	Q2					开通10万公里	落地100城	通勤NOA开放百城
主要车型	全系	G9、G6、P7i	阿维塔11、12	L系Max车型	全系	WEY DHT-PHEV、 蓝山	LS7	

资料来源：佐思汽研《2023年中国乘用车领航辅助驾驶（NOA）产业研究报告》，东莞证券研究所

政策持续加码助力高阶智能驾驶加速落地。2023年以来，我国相关部门及地方政府已发布逾百条自动驾驶产业相关政策和规定，从大方针政策引导到各细分场景的文件指导，多方面推动自动驾驶行业发展。从国家层面来看，2023年7月，工业和信息化部联合国家标准化管理委员会修订发布《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》，提出要分阶段建立适应我国国情与国际接轨的智能网联汽车标准体系。2023年11月，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部四部门联合发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，明确表明搭载L3级和L4级自动驾驶的车辆，在经过遴选后，允许在限定区域内开展上路通行试点，以政策推动高阶智能驾驶发展。2023年12月，交通运输部印发《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》，就自动驾驶汽车适用范围、应用场景、人员配备、运输车辆、安全保障和安全监督八个方面提出明确要求。在国家政策引领下，各地方政府也纷纷出台相应方案或细则，其中，深圳、上海、北京三地走在前列，在自动驾驶政策方面试点先行，为其他省市加快自动驾驶产业建设提供重要参考。伴随着央地协同完善行业相关政策法规，我国高阶自动驾驶功能有望加速落地。

表 3：近期地方、全国智能驾驶政策整理

区域	发布时间	政策/事件	发布部门	主要内容
深圳	2022.7	《深圳经济特区智能网联汽车管理条例》	深圳市人民代表大会常务委员会	国内首部关于智能网联汽车管理的法规，对智能网联汽车自动驾驶的定义、市场准入规则、路权、权责认定等多方面进行了具体规定。
上海	2023.1	《上海市智能网联汽车高快速路测试与示范实施方案》	上海市经信委、市交通委、市公安局	方案明确目标，到2023年，上海高快速路测试与示范里程累计超过5万公里，无重大道路安全事故发生，高快速路测试与示范工作体系初步形成。到2025年，高快速路测试与示范实现常态化运行，测试范围进一步扩大，累计测试里程超过20万公里，高快速路测试与示范政策体系和管理机制健全完整。
北京	2023.5	《北京市智能网联汽车政策先行区数据安全管理办法（试行）》	北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室	《办法》明确了在北京市自动驾驶办公室统筹指导下，企业负数据安全主体责任，构建了示范区企业数据能力提升及共享机制。
北京	2023.7	北京开放智能网联乘用车“车内无人”商业化试点	北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室	北京开放智能网联乘用车“车内无人”商业化试点。企业在达到相应要求后，可在示范区面向公众提供常态化的自动驾驶付费出行服务。从道路测试到示范应用，北京正式迈入自动驾驶“车内无人”商业化试点新阶段。
全国	2023.7	《国家车联网产业标准体系建设	工信部、国家标准委	对功能安全、预期功能安全等标准建设进行了明确的规划指导。第一阶段，到2025年，系统形成能够支

		指南（智能网联汽车）(2023 版)》		撑组合驾驶辅助和自动驾驶通用功能的智能网联汽车标准体系。第二阶段，到 2030 年，全面形成能够支撑实现单车智能和网联赋能协同发展的智能网联汽车标准体系。
全国	2023. 10	《公路工程设施支持自动驾驶技术指南》	交通部	立足公路工程设施数字化、智能化发展趋势，从更好地支持车辆在公路上进行自动驾驶的需求出发，提出了公路工程设施支持自动驾驶总体架构和主要技术指标。
全国	2023. 11	《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》	工信部、公安部、住建部、交通部	明确表明针对搭载 L3 级和 L4 级自动驾驶的车辆，在经过遴选后，允许在限定区域内开展上路通行试点。此外，明确了 L3 自动驾驶车辆上路后发生事故的责任划分。
全国	2023. 12	《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》	交通部	就自动驾驶汽车适用范围、应用场景、人员配备、运输车辆、安全保障和安全监督等八个方面做出明确要求。

资料来源：深圳发布公众号，上海市人民政府官网，北京市高级别自动驾驶示范区微信公众号，中国政府网，工信部，交通部，佐思汽研公众号，东莞证券研究所

2、成本下探+智驾升级，2030 年激光雷达市场规模有望超万亿

2.1 城市 NOA 面临工况复杂问题，激光雷达为“优选项”

感知层是实现自动驾驶的前提。自动驾驶系统由感知层、决策层和执行层三个层级构成。具体来看，感知层是实现自动驾驶的前提，起着类似人类“眼睛”的作用，通过摄像头、毫米波雷达、超声波雷达、激光雷达等传感器来感知外部环境，实时检测周围环境变化，对环境信息和车内信息进行采集和处理。决策层则承担着承上启下的作用，起着类似人类“大脑”的作用，依据环境感知的结果进行数据融合和决策判断，制定出安全合理的路径规划。最终，执行层起到类似人类“手脚”的作用，负责控制车辆加速、刹车和转向，沿着规划好的路径完成驾驶。

图 4：自动驾驶系统三个层级



资料来源：亿欧智库《2022 中国智能驾功能量产应用研究报告》，东莞证券研究所

激光雷达综合性能佳。目前主流的车载传感器包括摄像头和雷达，其中雷达传感器可进

进一步细分为超声波雷达、毫米波雷达和激光雷达。具体而言，摄像头和超声波雷达技术成熟、成本较低，但摄像头受天气影响较大，夜间探测效果不佳，且在物体及距离识别方面对算法和算力要求较高；超声波雷达测量精度差、范围小，有效探测范围小于10米。毫米波雷达具有抗干扰性强、探测范围相对较长等特点，但是其对非金属材料探测灵敏度较弱，导致其在人、车混杂的场景下对行人的探测效果不佳。因此，仅依靠摄像头、超声波雷达和毫米波雷达的自动驾驶汽车，其误报率和漏报率较高，容易引发交通安全问题。相较之下，激光雷达通过发射激光，可以获取周围物体的精确距离和轮廓信息，具有高精度、高分辨率、探测范围广、光线适应性好等优势，其综合性能在所有传感器中最佳。伴随着自动驾驶行业的发展，激光雷达在高阶智能解决方案中的应用已成为一种必然趋势，有望推动激光雷达市场快速增长。

表 4：自动驾驶各类传感器介绍

	原理	功能	优势	劣势	探测距离	成本
摄像头	通过摄像头采集外部图像信息、算法进行图像识别	前车防撞预警、车道偏离预警、盲点监测、疲劳提醒等	技术成熟、成本较低	受天气影响大，对算法、算力要求较高	0-150m	25 美元-100 美元
超声波雷达	超声波测距，利用时间差测算距离	辅助泊车、紧急制动等	技术成熟、成本较低	无法探测到障碍物的大小和形状、探测距离短	0-10m	10 美元-15 美元
毫米波雷达	利用波长 1-10nm、频率 30G-300GHz 毫米波，测定和分析反射波实现功能	盲点监测、偏离辅助、紧急制动、自适应巡航等	天气适应性好	无法捕捉高解像度的 3D 图像信息；对非金属材料探测灵敏度较弱，导致其在人、车混杂的场景下对行人的探测效果不佳	0-300m	50 美元-150 美元
激光雷达	通过激光发射和接收装置，基于ToF/FMCW 原理获得目标物体位置和速度等特征数据	自适应巡航控制、前向防撞报警、盲区检测、自动泊车、导航及定位等	精度高、分辨率高、探测范围广、受光线影响小、响应速度灵敏	成本相对较高	0-300m	500 美元-20000 美元

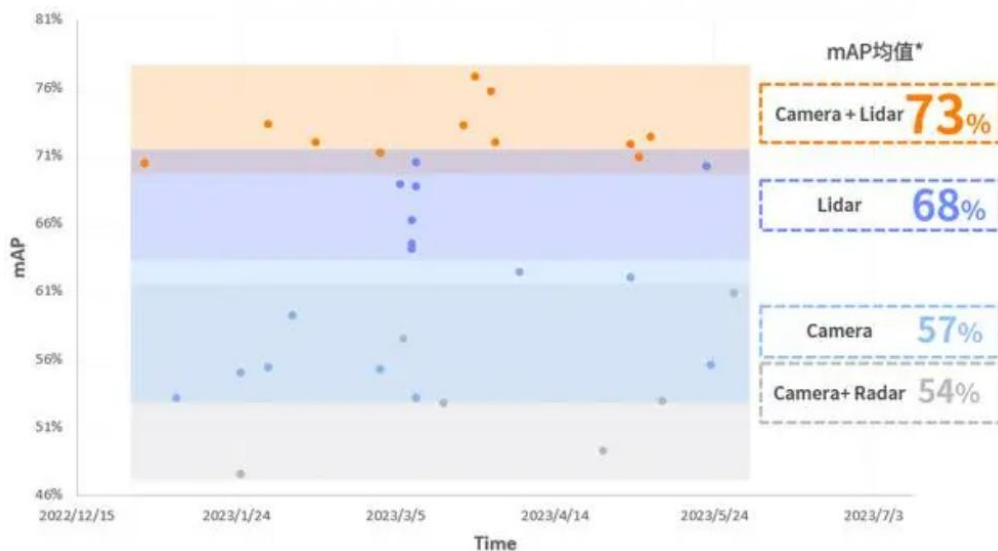
资料来源：速腾聚创招股说明书，智研咨询《2022 年中国激光雷达行业市场现状及未来趋势分析》，东莞证券研究所

实现高速 NOA 功能所需硬件水平有限，激光雷达非必选项。高速 NOA 因结构化封闭道路的特性，面临的场景较为单一、复杂程度较低，因此，实现该功能所需要搭载的硬件水

平有限，基本上只需要摄像头与部分超声波雷达或毫米波雷达即可。此外，在目前具备高速 NOA 功能的车型当中，除了特斯拉以外，均采用高精地图的方案。高精地图包含了道路的宽窄、坡度、交通标识等详细信息，可以提前为车辆获取大量信息数据，降低车辆运行时的负担。并且，高精地图不受距离、环境影响，能够有效弥补传感器性能边界，助力高速 NOA 功能顺畅实现。因此，在实现高速 NOA 功能的硬件需求中，激光雷达并非必要选项。

城市工况复杂，激光雷达成推动城市 NOA 落地的关键感知设备。与高速 NOA 相比，城市 NOA 面临的工况复杂得多，可能会面临人车不分流、道路标识不清晰、鬼探头等多种不确定性挑战。在夜晚场景中，还要面临光线不足带来能见度降低的问题，造成行车危险的 corner case 数量急剧上升。因此，从高速 NOA 拓展至城市 NOA 的所需要的技术难度大幅增长，对车辆的感知能力也提出了更高的要求，具备强感知能力的激光雷达成为推动城市 NOA 功能落地的关键感知设备。自动驾驶汽车中搭载激光雷达，一方面可以实现对长尾场景的覆盖，解决城市 NOA 场景中面临工况复杂的问题。例如在面临夜间行驶视野差、进入隧道光线突变等情况会对摄像头带来挑战，但是对于主动发光的激光雷达来说，外界光线变化并不会影响其感知成像能力，激光雷达能够辅助汽车做出稳定的行驶决策。另一方面，激光雷达的搭载可以降低感知算法的开发难度，使高阶智能驾驶功能更易实现。感知算法的一个重要任务是进行语义目标检测跟踪，其中，衡量评价目标检测有一个重要指标是“平均精准度”（mAP），用以评估感知算法对目标位置、尺寸、姿态的检测水平。根据行业权威数据集 Nuscenes 感知算法评测显示，“激光雷达+摄像头”的组合方案 mAP（平均精准度）分数相比纯视觉算法的数值平均从 57%提升至 73%，增加了 16 个百分点。

图 5：不同传感器组合方案 mAP（平均精准度）分数



资料来源：新京报，东莞证券研究所

表 5：激光雷达长尾问题覆盖情况

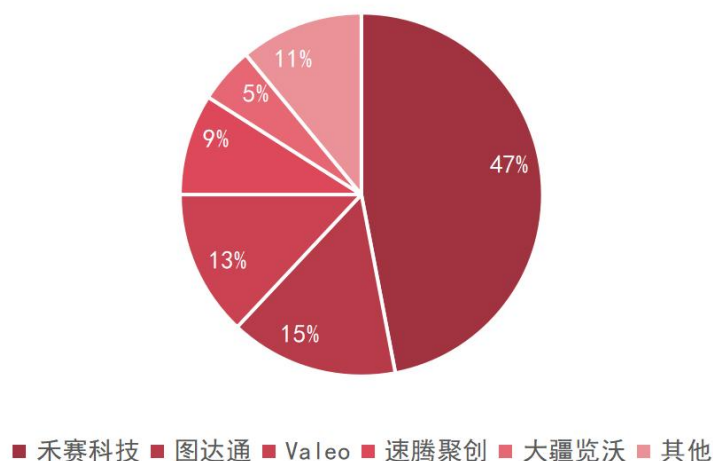
一级分类	二级分类	长尾场景	激光雷达
传感器层	硬件级	耐高温环境能力	-40° ~85°
	物理级	受目标物表面材质和颜色的影响	能量易被黑色表面吸收
内容层	域级	受极端天气影响	受影响
		进出隧道光线明暗突变	不受影响
	目标级	小物体识别能力	可识别
		动静物体识别能力	可识别
	场景级	路边行人和车辆的区分	可区分
时域层	超预期级	鬼探头识别能力	可识别

资料来源：亿欧智库《2022 中国智能驾驶功能量产应用研究报告》，东莞证券研究所

2.2 激光雷达成本下探，加速渗透至更多车型

国外激光雷达厂商式微，国内厂商快速崛起。北美和欧洲地区激光雷达产业起步较早，发展过程中涌现一批领先的激光雷达制造厂商，包括 Velodyne、Luminar、Aeva、Ouster、Valeo、Innoviz、Ibeo 等。伴随着激烈的市场竞争，部分海外激光雷达厂商面临衰退，2022 年，曾经的全球激光雷达巨头 Velodyne 和 Ouster 确认合并，Ibeo、Quanergy 相继宣布破产。而国内激光雷达厂商在政策支持和市场需求双重驱动下快速发展，代表企业包括禾赛科技、图达通、速腾科技、大疆览沃、万集科技等。伴随着国内智能驾驶行业快速发展，国内头部厂商加大布局力度，产品性能和价格优势逐渐凸显，带动国内车载激光雷达在全球市占率不断攀升。根据 Yole Intelligence 数据统计，2022 年中国车载激光雷达企业占据全球市场份额突破 75%。其中，2022 年禾赛科技以 47% 的市占率稳居全球车载激光雷达总营收榜首，同比提升 5 个百分点；图达通依靠着蔚来汽车持续出货，以 15% 的市占率夺得第二位；Valeo、速腾聚创、大疆览沃分别以 13%、9%、5% 市占率位列第三、四、五位。2022 年全球营收前五的激光雷达厂商中，中国厂商占据四席，国内激光雷达产业高歌猛进。

图 6：2022 年全球激光雷达厂商按营收计算市场占比（%）



资料来源：Yole Group《2023年全球车载激光雷达市场与技术报告》，东莞证券研究所

头部厂商加速迭代高线束激光雷达，产品性能不断提升。衡量激光雷达核心性能的参数包括线束、分辨率、视场角 FOV、点频等，各参数之间的差异将会直接影响激光雷达的测距能力和感知精准度。其中，线束是最为直观衡量激光雷达性能的指标之一，激光雷达线束越多，可以更清晰完整收集到各类物体的 3D 轮廓，即测量精准度越高，能够有效提升智能驾驶的安全性。2017 年，激光雷达首次被搭载在量产车型奥迪 A8 上，选装的是由 Valeo 提供的 4 线转镜扫描激光雷达；到 2021 年底，小鹏 P5 成为首选搭载激光雷达的量产电动车型，搭载的是由览沃提供的等效 144 线激光雷达。此后速腾聚创推出 125 线的 M1 和禾赛科技推出的 128 线的 AT128 几乎平分车载激光雷达市场。2023 年底，华为发布的问界 M9 搭载行业首颗量产 192 线激光雷达遥遥领先于同行。不久之后，北醒光子就官宣旗下 256 线激光雷达投产；2024 年 1 月，CES2024 大会上，禾赛科技更是推出了 512 线激光雷达——AT512，该款雷达可实现 300 米标准测远，最远测距能力可达 400 米，为系统安全决策增加了 40%以上反应时间，树立了行业性能标杆。高线束激光雷达市场发展进程加速，有望助力车企打造更安全的智能驾乘体验。

表 6：激光雷达核心参数说明

参数	描述	说明
线束	激光雷达垂直方向上的激光的分布数量	线束越高，激光雷达的识别能力越强，扫描的角度范围也越广
视场角范围 FOV	激光雷达探测覆盖的角度范围，分为水平视场角范围与垂直视场角范围	视场角越大说明激光雷达对空间的角度覆盖范围越广
角分辨率	激光雷达相邻两个探测点之间的角度间隔，分为水平角度分辨率与垂直角度分辨率	相邻探测点之间的角度间隔越小，对目标物的细节分辨能力越强，越有利于进行目标识别
扫描帧率	激光雷达一秒内进行多少次扫描	扫描频率越大，转速越高，意味着雷达对外界的感知速度越快，系统实时性更高
点频	激光雷达每秒完成探测获得的探测点的数目	点频越高说明相同时间内的探测点数越多，对目标物探测与识别越有利
测距精度	激光雷达对同一距离下的物体多次测量所得数据之间的一致程度	精度越高表明测量的随机误差越小，对物体形状和位置的描述越准确，对目标物探测越有利

资料来源：电子发烧友，东莞证券研究所

激光雷达成本下探，有望渗透到更多车型中。近年来，在激光雷达加速规模化量产主导下，激光雷达成本快速降低。从 2021 年单颗售价 1 万元左右，到 2022 年降至 6000 元以下，2023 年更是已进一步压缩至 3000 元以下。根据 Frost&Sullivan 报告，车载激光雷达成本预计将在 2021 年至 2030 年间每年下降约 9%。国内头部激光雷达厂商图达通亦表示，预计未来 3-5 年内，激光雷达成本将下降 20%-30%，在 5-10 年左右降至 1000 元以下。根据灼识咨询报告，以往因激光雷达价格高昂，仅建议售价超过 40 万元的车型选择搭载激光雷达产品，受益于激光雷达快速降本，2023 年，建议售价约 20 万元的车

型可考虑将激光雷达作为可选配置或标准配置。根据佐思汽研统计，2023年国内有超过20款新车型搭载激光雷达上市；2024年后，宝马、奔驰、沃尔沃等外资品牌也将加入到上车潮中。此外，近期比亚迪宣布，将在2024年推出多达10余款搭载激光雷达的智驾车型，未来将为20万元以上车型提供高阶智能驾驶系统选装服务，而30万元以上车型将全面标配高阶智能驾驶系统。伴随着激光雷达成本持续下探，激光雷达有望加速渗透到不同价格区间、不同品牌的车型中，并逐渐成为标配。

图 7：激光雷达迎来上车潮

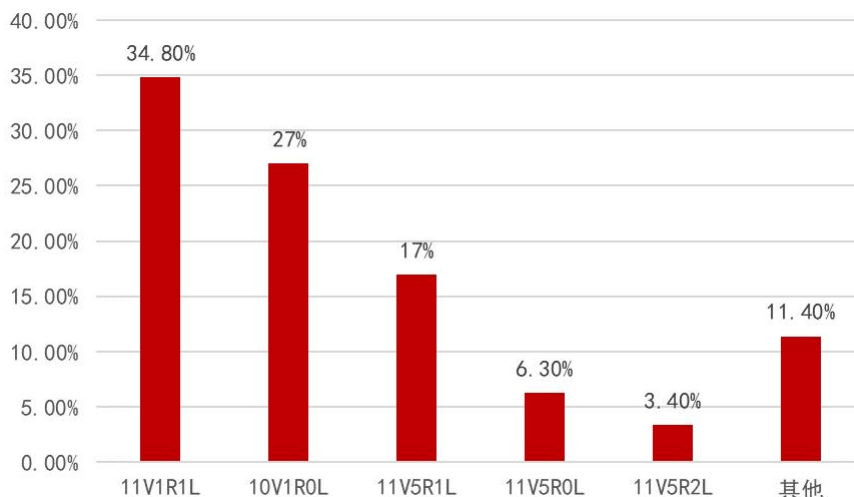


资料来源：佐思汽研《2023年汽车激光雷达产业研究报告》，东莞证券研究所

2.3 自动驾驶水平升级，单车搭载激光雷达需求增加

伴随自动驾驶水平升级，单车激光雷达需求增加。冗余设计是指在系统或设备的关键部分增加额外的功能通道、工作元件或部件，以确保在部分出现故障时，系统或设备仍能正常工作，提高系统可靠性。随着自动驾驶程度提升，驾驶主体从驾驶员转为车辆系统，为确保车辆始终处于正常运行状态，冗余设计变得必不可少，对于L3及以上自动驾驶冗余系统将成为标配。目前，高阶自动驾驶冗余设计涵盖了感知冗余、控制器冗余、执行器冗余、通信冗余等。其中，感知冗余是指采用“摄像头+超声波雷达+毫米波雷达+激光雷达”多源异构传感器融合方案，以实现感知硬件能力互补，从而强化自动驾驶的感知能力。根据盖世汽车统计数据，2023年1-10月，在搭载NOA功能的车型中，采用11V1R1L方案（11个摄像头+1个雷达+1个激光雷达）的车型占据最大市场份额，达到27%。其他包含激光雷达的11V5R1L方案和11V5R2L方案分别占比17%和3.4%，含有激光雷达的多传感器方案在搭载NOA功能的智能驾驶车型中占据主导地位。同时，伴随着自动驾驶水平持续提升，单车所需搭载的激光雷达数量将不断增加。据中国信息通信研究院报告，L3级别以上车辆单车搭载量将随着自动驾驶等级的提升而成倍增加，L3、L4和L5级别自动驾驶或分别需要平均搭载1颗、2-3颗和4-6颗激光雷达。

图 8：2023 年 1-10 月搭载 NOA 功能车型各传感器方案市场份额



资料来源：盖世汽车研究院，东莞证券研究所

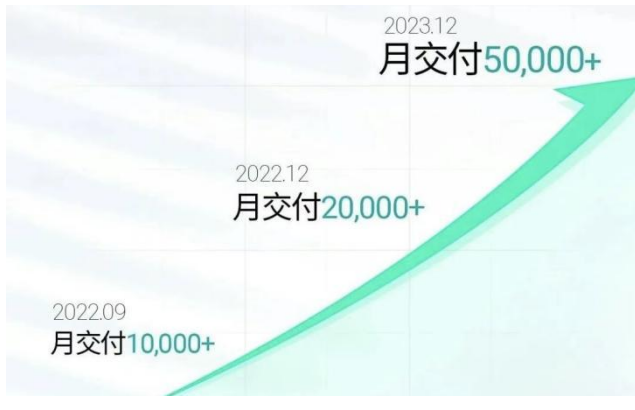
表 7：汽车高级辅助驾驶冗余系统范围及主流方法

冗余范围		主流冗余方法	解决问题
感知定位冗余		激光雷达、高清摄像头、毫米波雷达、超声波传感器、高精地图、高精定位等冗余感知	实现感知硬件能力互补，并强化感知能力
控制器冗余		布置两个高性能智能驾驶计算平台，支持单计算平台故障后的热切换安全机制	实现“双核大脑”的双智驾域控，算力强大，稳定性高
执行器冗余	制动冗余	机械冗余+电子冗余的双安全失效模式的制动解决方案	实现 0-120km/h 全速域情况的可靠制动控制
	转向冗余	EPS 硬件采用双 CPU、双桥驱动、双绕组电机	实现任意单一回路故障，仍能有转向助力
通信冗余		双接两路制动、转向、动力的线控通讯链路	实现任一通讯故障的通讯热切换（不停机的状态下进行切换）
电源冗余		供电故障下，智驾系统可以独立安全控制	解决集中式架构的电源缺乏冗余的问题，如偏置电源中的单个元件出现故障，可能导致大型系统故障

资料来源：佐思汽研《2023 年中国高级辅助驾驶冗余系统策略研究报告》，东莞证券研究所

国内头部激光雷达厂商交付量不断攀升。国内激光雷达头部厂商量产交付量竞赛已经进入白热化阶段。2022 年 9 月，禾赛科技成为首个单月激光雷达交付量超过 1 万颗的车载激光雷达厂商；2023 年 8 月，速腾聚创单月交付量超 2 万颗；2023 年 10 月，速腾聚创实现单月销量近 3 万颗，再次刷新纪录。2024 年 1 月 2 日，禾赛科技宣布 2023 年 12 月激光雷达交付量突破 5 万颗，仅 6 日后，速腾聚创宣布 2023 年 12 月交付量达到 72200 颗，成为车载激光雷达行业中首个单月交付量超过 7 万颗的激光雷达厂商。根据高工数据统计，2023 年，中国乘用车前装标配激光雷达交付量超过 60 万颗，主要是由禾赛科技、速腾聚创和图达通为代表的国内第一梯队激光雷达厂商所贡献。其中，2023 年，速腾聚创激光雷达销量约为 25.6 万颗，同比增长超过 300%；禾赛科技预计全年销量突破 22 万颗，同比增长超过 173%。当前，头部厂商快速放量，激光雷达产业或迎来商业化临界点。

图 9：禾赛科技月交付量不断攀升



资料来源：禾赛科技官方微信公众号，东莞证券研究所

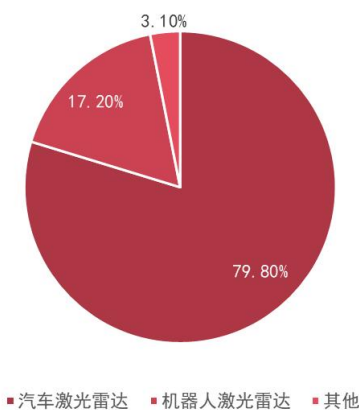
图 10：速腾聚创刷新三项交付纪录



资料来源：速腾聚创官网，东莞证券研究所

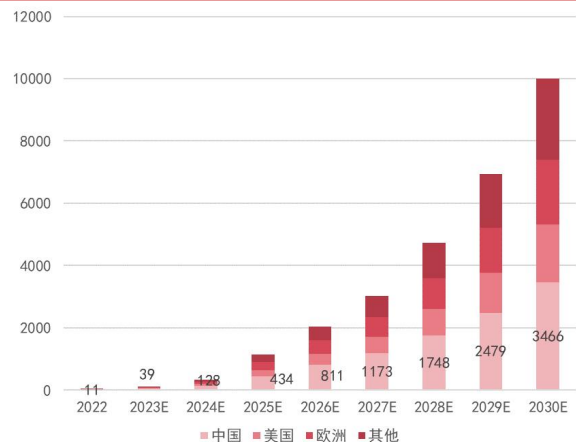
激光雷达市场规模快速增长，2030 年或超万亿元。目前，激光雷达的主要下游应用场景包括汽车、机器人（包括自动驾驶汽车及自动驾驶卡车）、3D 测绘等，根据灼识咨询报告，汽车行业为激光雷达发展的主要驱动力。在汽车应用领域，随着自动驾驶汽车需求日益提升，激光雷达持续降本加速渗透到更多车型，同时自动驾驶等级升级带动单车所需搭载的激光雷达数量增加，车载激光雷达厂商有望继续快速放量。根据灼识咨询报告，2022 年全球车载激光雷达解决方案市场规模为 34 亿元，后续预计将以 103.2% 的复合年增长率增长至 2030 年的 10003 亿元。届时，车载激光雷达市场将占据激光雷达整体解决方案市场的近 80%。中国作为全球车载激光雷达方案最大的市场，预计 2030 年市场规模将达到 3466 亿元，占比全球市场 34.6%。从 2022 年至 2030 年，中国车载激光雷达市场规模的年复合增长率预计高达 104.2%，显示出强劲的增长势头。此外，在机器人应用领域，采用配备激光雷达的机器人可提高工作环境的安全性，并有效降低劳动成本。为了提高机器人感知准确性，配备多个激光雷达的高度智能机器人已成为趋势。受机器人出货量提升及单台机器人激光雷达安装数量增加所推动，预计全球机器人激光雷达解决方案市场将快速增长，到 2030 年市场规模有望达到 2162 亿元市场规模，其中，中国市场预计占据 31.8% 的市场份额。

图 11：2030 年预计全球激光雷达市场细分占比情况 (%)



资料来源：灼识咨询，速腾聚创招股说明书，东莞证券研究所

图 12：2022-2030 年全球车载激光雷达解决方案按区域划分市场规模 (亿元)

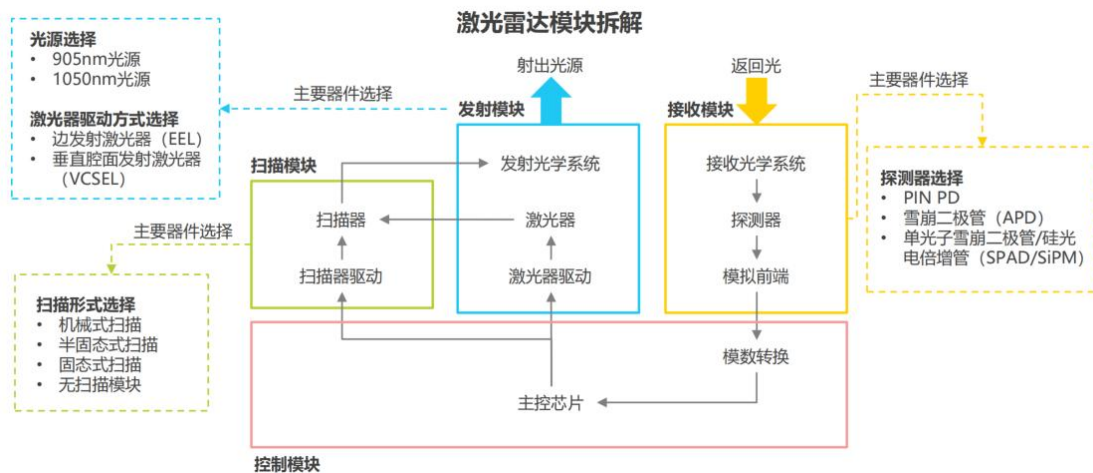


资料来源：灼识咨询，速腾聚创招股说明书，东莞证券研究所

3、上游模块升级，固态补盲开辟激光雷达新赛道

激光雷达上游主要可以拆解为发射模块、扫描模块、接收模块和控制模块四大模块。发射模块负责激光源的发射，光源及发射形式的不同影响射出的光的能量大小，从而影响探测范围。扫描模块通过扫描器的机械运动控制光的空间投射方向，实现对特定区域的扫描。接收模块则负责捕捉反射回来的光，探测器的选择将影响对返回光子的探测灵敏度，继而影响激光雷达探测距离和范围。控制模块通过算法处理生成点云模型并进行处理，最终完成探测任务。

图 13：激光雷达四大模块



资料来源：艾瑞咨询《中国车载激光雷达市场洞察报告》，东莞证券研究所

3.1 发射模块：1550nm 光源及 FMCW 测距方式为未来发展方向

激光光源：905nm 具有经济优势，1550nm 对人眼更安全。按波长来区分，目前激光雷达主要应用的是 905nm 波长和 1550nm 波长的光源。905nm 激光雷达中的激光器接收端可以采用硅基探测器，其具有技术成熟及低成本等优点。相比之下，1050nm 激光雷达激光器则需要使用价格较高的磷化铟 (Inp) 材料，并与昂贵的砷镓 (GaAs) 探测器配对使用，因此成本相对较高。但是 1550nm 光源对人眼更安全，受日光和大气散射等干扰小，且更易穿透大气，在应用中可实现更远的探测距离。目前，905nm 激光雷达凭借经济优势成为出货量最大的产品，国内头部激光雷达厂商如速腾聚创和禾赛科技均专注于此。而图达通生产的激光雷达猎鹰 (Falcon) 则应用 1550nm 波长，该产品作为蔚来 ET7 自动驾驶超感系统的标配，是全球首款量产的 1550nm 激光雷达，其最远探测距离高达 500 米。

表 8：905nm 与 1550nm 激光光源对比

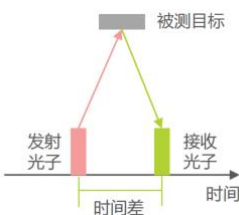
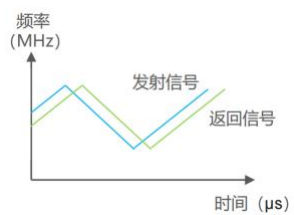
	905nm	1550nm
可靠性	高	高
技术成熟度	高	高
传感器	硅基	砷镓、磷化铟
所需光源器件	半导体激光器	光纤激光器

成本	低	高
优势	零部件可批量采购，成本低	安全性较高，受日光、大气散射干扰较小
劣势	波长较短，光子能量高，对人眼伤害大；易受日光干扰，难以穿透大气	所需光纤激光器、探测器等成本均居高不下

资料来源：佐思汽研《2023 年激光雷达核心部件产业研究报告》，东莞证券研究所

测距方式：ToF 仍为主流方式，FMCW 未来可期。激光雷达对物体的测距方式主要分为飞行时间（ToF）和调频连续波（FMCW）两种方式。ToF 探测方式是根据光源发射及返回的时间差来得到与目标物的距离信息，这种方式探测精度高，响应速度快，是目前市场应用最为广泛和成熟的测距方式。FMCW 探测方式是将发射激光的光频进行线性调制，得到发射及返回信号的频率差，从而间接获得飞行时间来反推出与目标物的距离。相比 ToF 探测方式，FMCW 探测方式具有抗干扰能力更强、信噪比高、分辨率高等优势，但目前技术成熟度较低，仍处于发展初期。

表 9：ToF 与 FMCW 测距方式对比

	ToF 飞行时间法	FMCW 调频连续波法
原理图		
测距原理	用激光脉冲在目标物与激光雷达间的飞行时间乘以光速来测算距离	发送和接收连续激光束，把回光和本地光做干涉，用混频探测技术测量发送和接收频率差异，通过频率差换算出目标物的距离及速度
优点	精度高、性能稳定	测距较 ToF 远，抗干扰能力强、信噪比高，较好适配 1550nm 光源，可直接测量速度信息
缺点	易受环境影响	成本高、技术复杂、不够成熟
成熟度	已经较为成熟	处于早期培育阶段
代表公司	几乎所有厂商	Aeva、Blackmore、光勺科技、洛威科技

资料来源：艾瑞咨询《中国车载激光雷达市场洞察报告》，盖世汽车研究院，东莞证券研究所

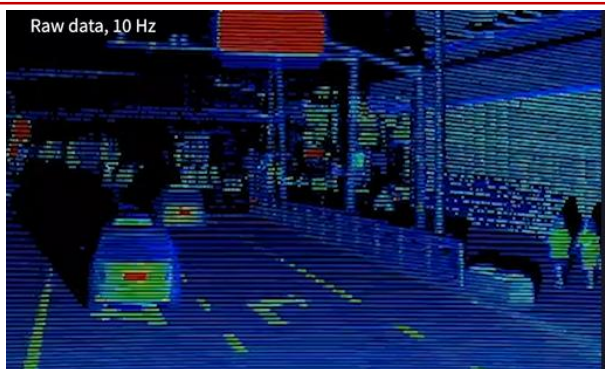
3.2 扫描模块：半固态化 MEMS 路线为主，固态化补盲为发展趋势

扫描模块按技术架构，可分为机械式激光雷达、半固态式激光雷达和固态激光雷达三大类。

机械式激光雷达：360° 水平视场角范围扫描，主要用于无人驾驶领域。机械式激光雷达是最早进入市场以及最成熟的一种技术路线，主要是通过电机带动收发阵列进行整体旋转，实现对空间水平 360° 视场范围的旋转。由于无人驾驶汽车运行环境复杂，需要对周围环境进行 360° 的水平视场扫描，而机械式激光雷达兼具 360° 水平视场角和测距能力远的优势，同时测量精度较高，目前主流无人驾驶项目包括无人汽车、无人卡车等，均采用机械式旋转激光雷达作为主要传感器。但因为其内部有机械式结构，所以产品尺寸大、维护成本高、使用寿命短，造成其不太适合大规模装载在乘用车上。

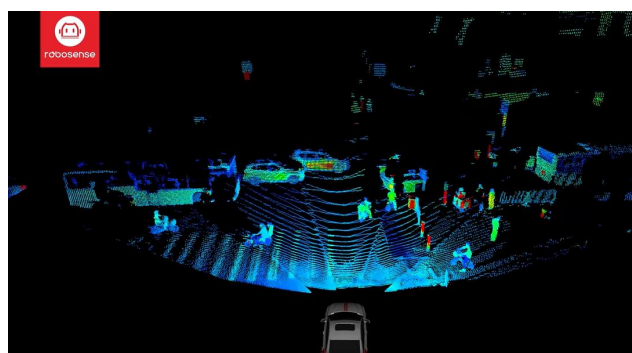
半固态式激光雷达: MEMS 为乘用车市场主流应用方案。半固态方案的特点是收发单元与扫描部件解耦,收发单元不再进行机械运动,整体体积相较于机械旋转式雷达更为紧凑。半固态式激光雷达主要分为 MEMS、棱镜和转镜三种技术路径,其中 MEMS 方案最为主流。由于 MEMS 方案内部只有一个运动部件微型镜面,所以可以更好地实现性能和耐久性的平衡。目前,乘用车市场中广泛应用的就是 MEMS 激光雷达。例如,速腾聚创的 M1 激光雷达已经上车的车型包括小鹏 G9、威马 M7、广汽埃安 LX Plus、智己 L7 等;禾赛科技的 AT128 激光雷达上车的主要车型包括理想 L9/L8/L7、集度 ROBO-01 等;以及依靠蔚来出货的图达通猎鹰(Falcon)激光雷达,目前主要搭载在蔚来 ET7/ET5/ES7/ES8/ES6 等车型中。

图 14: 禾赛科技 AT128 实测点云图



资料来源: 禾赛科技官网, 东莞证券研究所

图 15: 速腾聚创 M1 实测点云图



资料来源: 速腾聚创官网, 东莞证券研究所

固态式激光雷达: Flash 固态补盲激光雷达开辟新赛道。Flash 固态式激光雷达即使 MEMS 方案已经减少了机械部件,但由于内部仍有“微动”的微型镜面,这对于产品的可靠性和耐久性方面构成了挑战。相比之下,全固态激光雷达彻底摒弃了机械扫描结构,其光发射与接收完全依赖于芯片实现,大幅提升了探测性能和产品可靠性。此外,由于其高度集成的结构特点,体积上更为紧凑,因此更适合用于车载环境。目前,纯固态激光雷达主要采用 OPA 和 Flash 两种技术路径,由于 OPA 技术工艺要求较高,生产难度大,预计短时间内难以落地;而结构相对简单、技术相对成熟的 Flash 方案为目前厂商主要发展方向。但是 Flash 方案也存在一定的局限性,由于其功率密度低,探测距离相对较短,更适用于近距离补盲。目前车载激光雷达市场上主要应用的是具有测远优势的半固态激光雷达,但其垂直视场角低,通常在 30° 以内,使得在近距离探测时会形成较大盲区,而 Flash 固态激光雷达正好可以弥补这一缺陷。禾赛科技推出的 FT120 固态激光雷达产品定位就是近距离补盲,其拥有 100° x75° 的超广角 FOV,能够实现马路边沿、孩童、宠物、减速带等低矮目标物的探测。2023 年 8 月,禾赛科技 FT120 率先上车极石 01,该车型搭载 1 颗 AT128 前向+2 颗 FT120 侧向,成为国内首个搭载固态补盲激光雷达的车型。此外,国内厂商速腾聚创、图达通、亮道智能也均推出了相关的 Flash 固态补盲产品,万集科技近期也表示 Flash 补盲雷达已经实现工程样机开发,目前正在做内部测试。后续伴随着更多厂商积极布局该赛道,Flash 固态激光雷达量产落地,有望形成更完善的传感器配置方案,进一步强化智能驾驶的感知能力。

表 10: 按技术架构分类激光雷达对比

类别	方案	工作原理	发展情况	优势	劣势	主要应用品牌、车型、供应商、产品名称
机械式	机械旋转（一维扫描）	激光发生器垂直布置，通过360度物理旋转进行扫描，全面覆盖周围环境	量产中	360°视场，详细环境映射	尺寸大，成本高	主要应用于机器人/无人驾驶/智慧城市/V2X领域（速腾聚创、禾赛科技、万集科技、Velodyne等）
半固态式	转镜（一维扫描）	发射器发射激光照射镜面，镜面不断旋转完成扫描工作	量产中	详细环境映射	尺寸大，成本高，中等视场	奥迪 A8/A6/Q7/Q8（法雷奥 SCALA Gen.1）
	棱镜（二维扫描）	色散棱镜围绕同一轴旋转产生花状扫描图案	量产中	详细环境映射	尺寸大，成本高，视场窄	小鹏 P5（2021款开始，Livox HAP）
	MEMS（二维扫描）	基于MEMS的反射镜将激光反射到不同的角度以完成扫描	量产中	成本低，尺寸小	中等视场	蔚来 ET7/ET5/ES7/ES8/ES6（图达通 Falcon）；小鹏 G9/P7i/G6、威马 M7、广汽埃安 LX Plus、智己 L7/LS7（速腾聚创 M1）；理想 L9/L8/L7、集度 ROBO-01（禾赛科技 AT128）
固态式	OPA（无扫描）	紧密间隔的光学天线阵列在宽角度范围内辐射相干光	开发中	视场宽，尺寸小，成本低	技术不成熟	极石 01（禾赛科技 FT120）
	Flash（无扫描）	在一个时间点发射出激光来探测整个周边区域，并通过图像传感器分析信息	接近量产	成本低，尺寸小	探测距离短	——

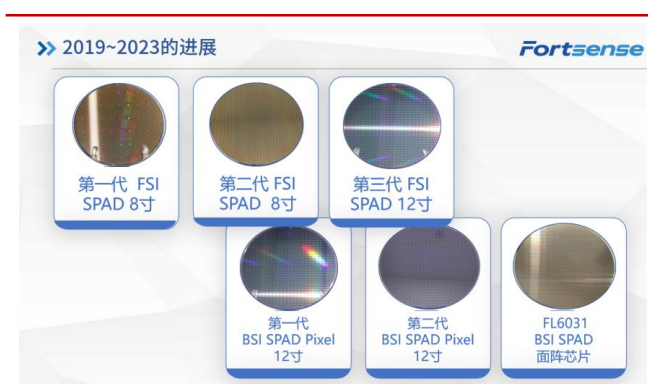
资料来源：速腾聚创招股说明书，佐思汽研《2023年激光雷达核心部件产业研究报告》，易车，东莞证券研究所

3.3 接收和控制模块：芯片国产替代进行时

接收模块：SiPM/SPAD 为重要发展方向，国内 SPAD 芯片企业实现突破。光电探测器是接收模块的核心元器件之一，主要用于接收返回的脉冲激光并将其转化为电流，然后用于测距计算，属于光芯片。按照器件结构分类，光电探测器可以分为 APD（雪崩式光电二极管）、SPAD（单光子雪崩二极管）和 SiPM（硅光电倍增管）三种类型。APD 光电探测器受自然光和环境温度干扰轻，是目前 ToF 类激光雷达接收端的主流应用方案，但同时其也存在体积大、成本高、稳定性不足等明显局限性。SPAD 在性能上明显优于 APD，APD

需要几百个光子才可以实现有效检测，而 SPAD 则具有单光子检测能力，可以实现更高的增益和更远的探测距离，且功耗、体积相对较小、成本低。SiPM 是多个 SPAD 阵列形式，可有效弥补 SPAD 对光强感知能力不足的问题。SiPM/SPAD 已经成为当前光电探测领域研发创新的重要方向，未来有望逐步替代 APD，有效降低激光雷达接收端成本。目前，SPAD 光电探测器市场主要被安森美、滨松、博通等头部企业垄断，由于缺乏完整的生产加工体系，中国本土企业在光探测芯片领域的市场份额较小。当前，国内芯视界、灵明光子、阜时科技等创新型企业正在积极布局 SiPM/SPAD 方案，并实现了新的突破。例如，阜时科技于 2022 年 8 月发布了全固态激光雷达面阵 SPAD 芯片 FL6031，其实际点云分辨率超过 50k，满足上车要求，现已成功获得国内头部激光雷达场上的 SPAD 芯片定制订单。未来随着国内相关企业在 SPAD/SiPM 技术上持续突破，有望推进国产芯片替代进程。

图 16：阜时科技 SPAD 芯片发展进程



资料来源：阜时科技官网，东莞证券研究所

图 17：万集推出基于阜时科技 SPAD 芯片的 Flash 全固态激光雷达产品



资料来源：半导体行业观察，东莞证券研究所

控制模块：FPGA 芯片为主流，厂商开启自研 SoC。目前，激光雷达主控芯片以 FPGA 为主，主要实现时序控制、波形算法处理、其他模块控制等功能。随着激光雷达产品对芯片集成度、运算能力等要求日益提升，部分厂商着手自研 SoC 芯片。SoC 芯片因具有集成度高、系统复杂度和成本低等优势，适合进行规模化批量生产。此外，相比于外购 FPGA 芯片，自研 SoC 芯片可以更精确匹配激光雷达的特征，实现信息采集、处理和分析的高效运作，进而显著提升产品质量，简化供应链，并优化产品整体性能。国内头部激光雷达供应商禾赛科技已积极布局 SoC 芯片的研发工作，其最新推出的产品 AT512 便搭载了公司第四代自研芯片。这款芯片融合了 3D 堆叠、光噪抑制等前沿技术，展现了强大的垂直整合能力，实现了在体积保持不变的基础上全面提升产品性能。

4、投资策略

随着激光雷达性能持续提升，成本优势逐步凸显，车载激光雷达渗透率有望加速提升。同时，自动驾驶等级升级带动单车搭载激光雷达数量增加，车载激光雷达出货量有望维持高增长，建议关注激光雷达市场投资机遇。激光雷达整机厂商建议关注万集科技（300552.SZ）等；上游光学元件供应商建议关注光库科技（300620.SZ）、炬光科技（688167.SH）、永新光学（603297.SH）等。

表 11：重点公司盈利预测及投资评级（截至 2024/3/11）

股票代码	股票名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级	评级变动
			2022A	2023E (A)	2024E	2022A	2023E (A)	2024E		
300552.SZ	万集科技	20.20	-0.14	-0.21	0.63	---	---	32.1	买入	首次
300620.SZ	光库科技	51.09	0.48	0.30	0.64	106.4	170.3	79.8	增持	首次
688167.SH	炬光科技	92.00	1.41	1.00	1.63	65.2	92.0	56.4	买入	首次
603297.SH	永新光学	75.19	2.51	2.46	3.14	30.0	30.6	23.9	增持	首次

资料来源：iFinD，东莞证券研究所

注：炬光科技已披露 2023 年业绩快报

5、风险提示

- (1) **乘用车销量不及预期。**受价格波动、消费能力等因素影响，乘用车销量或不及预期，从而影响搭载激光雷达车型的整体销量，进而影响激光雷达放量节奏。
- (2) **自动驾驶技术路径变更风险。**若自动驾驶路径发生较大变革，或导致车企改变传感器方案选择，从而对激光雷达行业需求造成冲击。
- (3) **行业竞争加剧风险。**若行业竞争加剧，激光雷达厂商或采取较为激进的价格策略，从而压缩行业整体利润空间。
- (4) **技术发展不及预期。**激光雷达行业技术复杂，需要较大的研发投入，若部分关键技术遇到瓶颈，或影响激光雷达产品上车节奏。

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
买入	预计未来6个月内，股价表现强于市场指数15%以上
增持	预计未来6个月内，股价表现强于市场指数5%-15%之间
持有	预计未来6个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
减持	预计未来6个月内，股价表现弱于市场指数5%以上
无评级	因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，导致无法给出明确的投资评级；股票不在常规研究覆盖范围之内
行业投资评级	
超配	预计未来6个月内，行业指数表现强于市场指数10%以上
标配	预计未来6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
低配	预计未来6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

说明：本评级体系的“市场指数”，A股参照标的为沪深300指数；新三板参照标的为三板成指。

证券研究报告风险等级及适当性匹配关系	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	主板股票及基金、可转债等方面的研究报告，市场策略研究报告
中高风险	创业板、科创板、北京证券交易所、新三板（含退市整理期）等板块的股票、基金、可转债等方面的研究报告，港股股票、基金研究报告以及非上市公司的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

投资者与证券研究报告的适当性匹配关系：“保守型”投资者仅适合使用“低风险”级别的研报，“谨慎型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中低风险”的研报，“稳健型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中风险”的研报，“积极型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中高风险”的研报，“激进型”投资者适合使用我司各类风险级别的研报。

证券分析师承诺：

本人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，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券股份有限公司为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（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。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司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任何责任，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券股份有限公司研究所

广东省东莞市可园南路1号金源中心24楼

邮政编码：523000

电话：(0769) 22115843

网址：www.dgzq.com.cn