

计算机行业研究

买入(维持评级)

行业研究

证券研究报告

计算机组

分析师:孟灿(执业S1130522050001)

联系人:孙恺祈

mengcan@gjzq.com.cn

sunkaiqi@gjzq.com.cn

激光雷达系列三:从智驾之眼到机器人之眼

行业观点

- 系列第三篇集中回应车载市场的“量价疑虑”以及对机器人市场进行前瞻性分析展望。24Q3以来,激光雷达板块关注度显著提升,主要落地场景车载市场出现拐点位变化——A面是数量端加速放量推动的15万以上新能源车前装激光雷达渗透率“跨越鸿沟”(22/23/24年分别为3.3%/8.7%/21.6%),B面是价格端4年间连续打6折降数量级的“科技平权”。上述观点我们已分别在20240720《激光雷达系列一:迅速腾飞的激光雷达巨头-聚智驾之势,创感知先河》以及20241009《激光雷达系列二:透视智驾之眼-三重拐点验证ADAS激光雷达放量盈利在即》的公司及行业深度报告中前瞻阐明。本篇报告试图集中回应一下近期市场关注的重要问题,分为车载和机器人两个板块,结构上都从“价值-空间-格局”,分别去解决“必要性-蛋糕有多大-蛋糕如何切”的问题。
- 智驾之眼:2024年车载激光雷达渗透率“跨越鸿沟”,2025年受益智驾下沉“量增价平”。车载市场方面,激光雷达具备安全价值、功能价值与情绪价值,正从“上车生存性危机”转向“帮车企卖车”阶段。价格端,我们判断无论从降价原因还是降价能力看,本次200美金定价的千元级产品都代表了车载主视激光雷达近几年的价格底线,ADAS激光雷达价格通缩接近尾声。数量端,2024年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年,我国乘用车/新能源车/15万以上新能源车激光雷达渗透率分别达4.8%/10.5%/21.5%,伴随比亚迪智能化战略发布会催化,2025年激光雷达有望下沉至10-20万车型。国内L2车载TAM看1,600万辆 \times 1.5~2 \times 1,500元 \approx 360~480亿元,若考虑海外市场与L4,则TAM倍增。格局方面,据高工智能汽车,2024年我国乘用车前装标配激光雷达155.8万台,其中速腾聚创约占33.4%市场份额,稳居市场龙头。我们认为,车载激光雷达市场竞争中,“车规级”是“入场券”,“降本”仍然是胜负手,降本的关键是更低的BOM成本(芯片化、小型化)+更多的出货(规模效应),进一步推论,核心是长期研发投入+绑定优质车企客户。
- 机器人之眼:彩色3D点云有望成为终极方案,看好“硬件标准化+软件生态开放”。机器人市场方面,我们梳理了海内外30/16家人形机器人/机器狗公司的41/35款SKU,初步得出以下结论:1)深度相机为主的多传感器融合方案是目前主流视觉技术路线;2)激光雷达是极具潜力的“机器人/狗之眼”,目前搭载率高达50+%;3)国内外头部厂商宇树科技、智元机器人、云深处科技、波士顿动力、ANYbotics旗下机器人/狗SKU激光雷达搭载率高于均值。我们认为,相较于深度相机,激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的FoV,能够适配中高速运动场景、高精度操作场景与高复杂度的环境,未来伴随大批量量产交付,售价有望下探至千元级,更适合作为机器人的主传感器,或进一步与深度相机、RGB相机配合形成具备全天候广域高精度3D感知能力的超级传感器。空间方面,激光雷达在机器人行业的落地场景繁多,广义场景包括割草机、扫地机、工业AGV/AMR/叉车、无人机、物流机器人、酒店/场站服务机器人等,狭义机器人包括双足/四足/六足。仅以目前放量较快的割草机市场为例,TAM空间约为1,500万台 \times 1,500元=225亿元,因此我们定性判断认为,机器人激光雷达TAM是一个数倍于车载的市场。格局方面,通过复盘监控摄像机的商业化发展脉络,我们认为,通用传感器行业唯一的竞争壁垒仍是“成本”,而在一个场景繁多的市场中,头部厂商可以通过“硬件标准化+软件生态开放”获得多重规模效应,巩固成本优势,进而提升行业集中度。

投资建议

- 我们认为,1)车载方面,2024年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年,出货量约155万颗,25年有望翻倍至300万颗以上,智驾感知技术路线进一步收敛,价格端通缩进入尾声。2)机器人方面,激光雷达与RGB相机融合的超级传感器有望成为“机器人之眼”的终极方案,通用传感器行业唯一的竞争壁垒仍是“成本”,而在机器人行业场景繁多的市场中,头部厂商可以通过“硬件标准化+软件生态开放”获得多重规模效应在满足长尾需求的同时巩固成本优势。重点推荐全球车载激光雷达龙头+机器人Tier1速腾聚创。

风险提示

- 自动驾驶技术路线改变的风险;乘用车销量与高级别自动驾驶渗透率不及预期的风险;机器人视觉方案出现变动的风险;国际关系端影响海外销售风险。

内容目录

1. 智驾之眼：车载激光雷达渗透率“跨越鸿沟”，受益智驾下沉“量增价平”	5
1.1 价值：“安全+功能+情绪”三重价值提供，智驾感知路线有望向多传感器融合收敛	5
1.1.1 安全价值：自动驾驶是零容错场景，多传感器融合路线更胜任“全天候”驾驶环境	5
1.1.2 功能价值：AEB 安全速度上限提升 50%，地面高精度检测提供平稳驾乘体验	5
1.1.3 情绪价值：激光雷达≈更安全、更智能、更高端、更昂贵的消费者心智逐步确立	6
1.2 空间：ADAS 激光雷达价格通缩接近尾声，25 年激光雷达将下沉至 10-20 万车型	9
1.2.1 价格：ADAS 激光雷达价格通缩接近尾声，“科技平权”之后高端化趋势初见端倪	9
1.2.2 数量：24 年车载激光雷达“跨越鸿沟”，25 年激光雷达将下沉至 10-20 万车型	10
1.3 格局：双寡头格局四分天下，竞争胜负手是在车规前提下的芯片化→小型化→规模化	13
1.3.1 市场份额：行业集中度较高，速腾聚创稳居 L2 车载激光雷达龙头位置	13
1.3.2 竞争要素：车规级严苛要求下的持续降本，芯片化→小型化→规模化	13
2. 机器人之眼：彩色 3D 点云有望成为终极方案，看好“硬件标准化+软件生态开放”	17
2.1 价值：激光雷达提供全天候广域高精度感知，超级传感器彩色 3D 点云有望成为终极方案	17
2.1.1 视觉方案梳理：多传感器融合成共识，机器人/机器狗激光雷达搭载率超 50%	17
2.1.2 视觉方案对比：激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的 FoV	20
2.2 空间：割草机单一场景 TAM 约在 225 亿元，广义机器人有望成为数倍于车载的市场	21
2.3 格局：从监控摄像机发展脉络看通用传感器的“核心壁垒”与“两次进化”	22
2.3.1 他山之石：通用传感器厂商的核心竞争壁垒是基于“硬件标准化+软件生态开放”的多重规模效应	22
2.3.2 模拟转数字：数字化激光雷达采用 SPAD 感光，提升分辨率、探测距离及集成度	23
2.3.3 软件定义硬件：大模型时代“数据壁垒”仍然存在，超级传感器平台是关键	24
3. 投资建议：重点推荐全球车载激光雷达龙头+机器人 Tier1 速腾聚创	25
4. 风险提示	25

图表目录

图表 1: 摄像机在极端天气与强光环境下受干扰情况显著.....	5
图表 2: 搭载激光雷达后 AEB 安全速度上限提升约 50%.....	6
图表 3: 激光雷达可进行精确的地面检测, 从而提供更为平稳的驾乘体验.....	6
图表 4: 车载激光雷达类似智能手机后背的高端相机镜头为消费者提供情绪价值.....	7
图表 5: 广汽 AION RT“激光雷达版”定价高于低配版 3.6 万元.....	8
图表 6: ADAS 激光雷达降价进入平台期, 销量加速向上.....	10
图表 7: 我国 10-30 万新能源车型为市场基本盘.....	10
图表 8: 车载激光雷达单主力 SKU 时代落下帷幕, 高端化趋势初见端倪.....	10
图表 9: 2024 年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年.....	11
图表 10: 比亚迪天神之眼发布会, 2025 年首批王朝、海洋上市车型激光雷达搭载情况.....	12
图表 11: 海外市场部分搭载激光雷达的车型 (不完全统计).....	12
图表 12: 23/24 车载激光雷达四家出货量 (万台).....	13
图表 13: 24 年速腾聚创约占国内 L2 车载 1/3 市场份额.....	13
图表 14: 车规要求高可靠低容错, AEC-Q102 压力测试项目包含数十项测试.....	14
图表 15: 车规级激光雷达所需的研发投入在十亿级体量.....	14
图表 16: 禾赛芯片化路线图推动激光雷达大幅降本.....	15
图表 17: 速腾聚创芯片化研发思路推动激光雷达大幅降本.....	15
图表 18: 车载激光雷达小型化优化物料成本, 解锁更多安装方式.....	16
图表 19: 车载激光雷达前十大采购车企以华为智选车与新势力车企为主.....	16
图表 20: 头部车载激光雷达厂商均绑定优质车企客户.....	17
图表 21: 海内外 41 款人形机器人 SKU 中, 多传感器融合方案占比高达 73.2%.....	17
图表 22: 海内外 41 款人形机器人 SKU 中, 激光雷达配置率高达 53.7%.....	17
图表 23: 海内外 30 家人形机器人厂商 41 款 SKU 视觉方案一览 (部分呈现).....	18
图表 24: 海内外 35 款机器狗 SKU 中, 多传感器融合方案占比高达 60.0%.....	19
图表 25: 海内外 35 款机器狗 SKU 中, 激光雷达配置率高达 51.4%.....	19
图表 26: 海内外 16 家机器狗厂商 35 款 SKU 视觉方案一览 (部分呈现).....	19
图表 27: Intel RealSense D435i 结构拆解图.....	20
图表 28: 激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的 FoV.....	20
图表 29: Active Camera 融合激光雷达和摄像头信息.....	21
图表 30: Active Camera 实拍效果图.....	21
图表 31: 激光雷达在广义机器人场景中应用广泛.....	22
图表 32: 摄像机“模拟转数字”提升分辨率与集成度, “软件定义硬件”赋能千行百业智能化识别.....	23
图表 33: 2016 年至今监控摄像机头部厂商产品 ASP 趋于稳定, 平均成本受益规模效应仍在小幅下降.....	23

图表 34: 激光雷达“模拟转数字”,提升分辨率、探测距离、集成度.....	24
图表 35: 海康观澜 AI 大模型泛化能力降低长尾场景定制需求,大幅提升识别准确率	24
图表 36: 激光雷达光罩脏污诊断算法	25
图表 37: 激光雷达局部高清算法	25

1. 智驾之眼：车载激光雷达渗透率“跨越鸿沟”，受益智驾下沉“量增价平”

1.1 价值：“安全+功能+情绪”三重价值提供，智驾感知路线有望向多传感器融合收敛

1.1.1 安全价值：自动驾驶是零容错场景，多传感器融合路线更胜任“全天候”驾驶环境

针对特斯拉所倡导的纯视觉智驾路线与国内主流的搭载激光雷达的多传感器融合路线的争论已持续良久，我们也已在过去多篇报告中反复论证过激光雷达不仅是车载感知“功能件”，更是高阶智驾的“安全件”这一观点。

2024年10月18日，美国国家公路交通安全管理局（NHTSA）公开文件显示，该机构已经正式对特斯拉“全自动驾驶系统”（FSD）启动调查。本次调查将对240万辆配备FSD的特斯拉汽车展开调查，调查涉及4起碰撞事故——其中包括2023年的一起致命车祸（2023年11月，亚利桑那州里姆罗克市一名行人在被一辆特斯拉Model Y撞倒后身亡）。NHTSA认为，4起事故都是特斯拉汽车在启用FSD之后驶入“能见度降低”的道路区域时发生了碰撞，具体发生在道路能见度因阳光眩光、雾霾或尘土而受到限制的情况下。目前，监管部门正在评估特斯拉FSD在能见度降低情况下的检测和响应能力。

事实上，即便AI+纯视觉感知路线在未来能够逼近甚至达到人类驾驶员的能力，作为被动型传感器的摄像机与人眼同样会受限于：1）在浓雾、暴雨、暴雪等极端天气下感知能力较弱。2）感光动态范围限制，难以在短时间内适应光线的剧烈变化，比如，在进出隧道时人眼需要一定时间适应光照环境的变化。由于上述两点纯视觉方案的感知劣势而出现交通事故几乎是难以避免的。相比之下，毫米波雷达和激光雷达具有更好的“全天候”感知能力与几乎不受光线环境影响的感知稳定性，且激光雷达厘米级的分辨率相较毫米波雷达分米级分辨率在测距精度上更胜一筹。

我们认为，1）高阶智驾的终点绝对不能以逼近甚至抵达人类驾驶员水平作为金线，自动驾驶必须超越人类司机的上限，因为出行是零容错场景。2）况且，目前国内车厂相比特斯拉无论是从算力储备、数据积累还是模型水平上均有不小差距，潜在海量资源投入叠加海外算力禁运背景下，搭载激光雷达或成为国内车厂进军智驾的性价比之选。

图表1：摄像机在极端天气与强光环境下受干扰情况显著

传感器类型	小雨 (每小时降雨量小于4mm)	暴雨 (每小时降雨量大于25mm)	浓雾 (能见度小于100m)	薄雾 (能见度小于500m)	阴霾 (能见度大于2km)	雪天	强光	环境信号干扰
激光雷达	2	3	5	4	1	5	2	3
毫米波雷达	0	1	2	0	0	2	0	2
可见光摄像机	3	4	5	4	3	2	5	5
近红外深度相机	2	3	2	1	0	2	4	3
红外深度相机	2	3	3	1	0	2	4	3

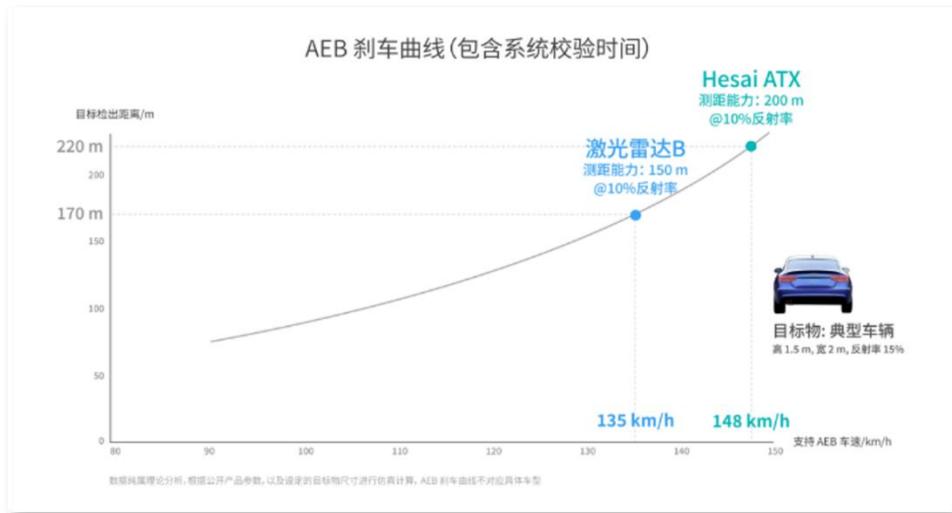
来源：《Perception and Sensing for Autonomous Vehicles Under Adverse Weather Conditions: A Survey》(2023)，国金证券研究所（注：表格中0-1代表受影响的程度，0-几乎可以忽略的影响；1-几乎不会导致检测错误的影响；2-在特殊场合造成小错误的影响；3-影响导致感知错误高达30%的时间；4-影响导致感知错误30-50%的时间；5-噪声或堵塞导致误检或检测失败。）

1.1.2 功能价值：AEB安全速度上限提升50%，地面高精度检测提供平稳驾乘体验

据欧盟委员会估计，AEB每年可以在欧盟境内拯救1,000多条生命。据禾赛微信公众号披露，92%的消费者在购车时会优先考虑带有AEB功能的车辆，相比无激光雷达车型，装有激光雷达的车型，其AEB速度上限具有约50%的明显提升：1）在无激光雷达情况下，AEB速度上限约为85km/h，搭载激光雷达后提升至140km/h；2）夜间行驶环境下，无激光雷达情况下，AEB速度上限约为80km/h，搭载激光雷达后提升至120km/h。

图表2: 搭载激光雷达后 AEB 安全速度上限提升约 50%

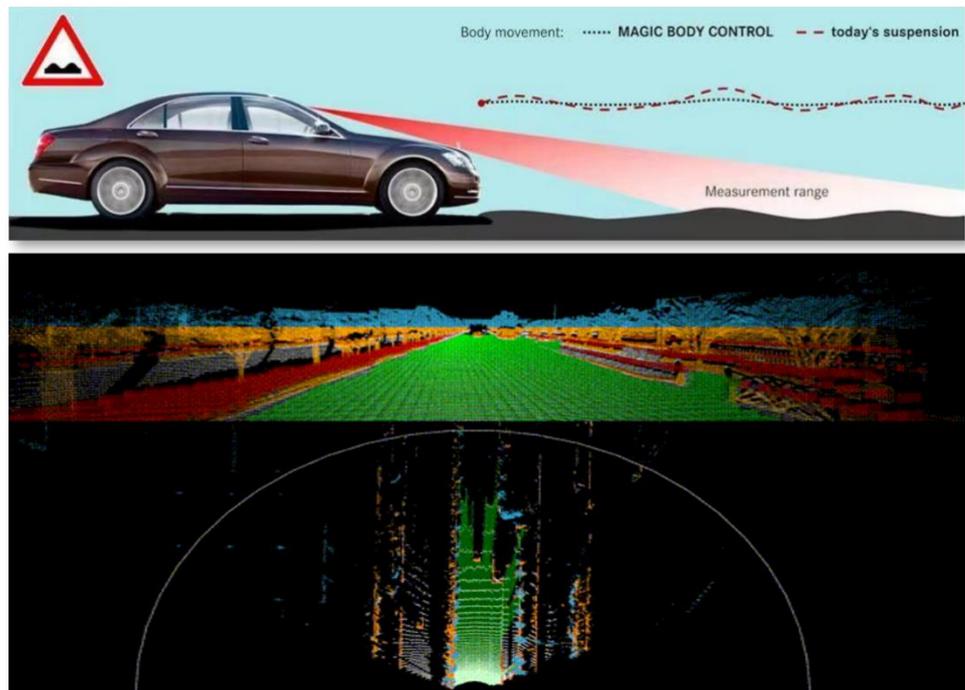
驾驶场景	无激光雷达	有激光雷达
白天行驶	85km/h	140km/h
夜间行驶	80km/h	120km/h



来源: 禾赛微信公众平台, 国金证券研究所

激光雷达高精度地面检测提供平稳乘车体验。驾驶员在行驶过程中, 难免会在道路上遇到各种凹陷和凸起, 此时如果车速过快, 会非常影响乘车体验的舒适性, 甚至会有安全隐患。激光雷达可基于探测到的地面高度落差, 在车辆快要经过凹凸不平的路面时, 辅助驾驶员避开坑洼或尽早减速, 帮助智能汽车获得更好的驾乘体验。

图表3: 激光雷达可进行精确的地面检测, 从而提供更为平稳的驾乘体验



来源: ConsumerGuide, 禾赛微信公众平台, 国金证券研究所

1.1.3 情绪价值: 激光雷达 ≈ 更安全、更智能、更高端、更昂贵的消费者心智逐步确立
消费者偏好决定车厂最终的配置选择, 某款车型是否要上智驾, 以什么样的感知方案实现

智驾，归根到底要取决于消费者的选择。我们认为，经过一段时间的市场教育，消费者已渐渐形成了“激光雷达≈更安全、更智能、更高端、更昂贵”的心智。

我们观察到，主流电商平台中存在“激光雷达装饰盒”一类产品售卖，且排名靠前的店铺拥有千人以上的购买记录，考虑到目前国内车载激光雷达年化出货量刚破百万颗，这一销量数字不容小觑。我们认为，对一部分消费者而言，激光雷达之于汽车的价值可大致类比为高端相机镜头之于智能手机的价值，其可以作为“社交货币”为消费者提供情绪价值，因而这部分消费者理论上会愿意为搭载激光雷达的智能汽车支付溢价。

图表4：车载激光雷达类似智能手机后背的高端相机镜头为消费者提供情绪价值



来源：淘宝，电动邦，NoteBookCheck，国金证券研究所

以大众级消费车型广汽 AION RT 为例，同样为纯电续航里程 520km 的车型，“激光雷达版”相比“智享版”贵出 3.6 万元，相比“智豪版”贵出 3 万元。我们观察到，“激光雷达版”相比另外两个中低配版本除了额外多搭载了一颗激光雷达以外，从芯片到其他车载传感器数量也均有增配，从而能够额外提供包括城市 NOA、高速 NOA 在内的近十项新增智驾功能，并在被动安全、车内/外灯光等方面也均有软硬件提升。

据此，我们认为：1) 广汽 AION RT 2025 款 520 激光雷达版并不单单因为额外增配了一颗激光雷达而相比其他版本贵出 3 万以上售价，其在各个软硬件维度相比中低配版本均有所提升。2) 广汽之所以愿意将全面提升之后的顶配 AION RT 版本命名为“激光雷达版”，一定程度上是在迎合消费者心理，车企认为“激光雷达”可以作为“更安全、更智能、更高端、更昂贵”的标签为顶配版本提供卖点。

从销量数据看，广汽 AION RT 2025 款于 2024 年 11 月 6 日正式上市，上市首月销量达 7,288 万辆，其中“激光雷达版”销量达 3,276 万辆，选购率为 45%，接近一半的新款 AION RT 购车者选择了“激光雷达版”，足见车载激光雷达即便在 10~15 万大众级消费市场中依然饱受消费者青睐。我们认为，激光雷达逐渐从车企 BOM 成本中心走向收入中心，换言之，激光雷达能够“帮车企卖车”。

图表5: 广汽 AION RT “激光雷达版” 定价高于低配版 3.6 万元

	AION RT 2025 款 520 智享版	AION RT 2025 款 520 智豪版	AION RT 2025 款 520 激光雷达版
厂商指导价	11.98 万	12.58 万	15.58 万
驾驶硬件			
辅助驾驶芯片	-	-	1 颗英伟达 Orin-X
芯片总算力	-	-	254 TOPS
前方感知摄像头	-	单目	双目
摄像头数量	4 颗	5 颗	11 颗
超声波雷达数量	3 颗	3 颗	12 颗
毫米波雷达数量	-	1 颗	3 颗
激光雷达数量	-	-	1 颗
驾驶功能			
巡航系统	定速巡航	全速自适应巡航	全速自适应巡航
辅助驾驶系统	-	ADiGO	ADiGO PILOT
辅助驾驶等级	-	L2	L2
倒车车侧预警系统	-	-	●
并线辅助	-	-	●
车道保持辅助系统	-	●	●
车道居中保持	-	●	●
道路交通标识识别	-	●	●
自动泊车入位	-	-	●
遥控泊车	-	-	●
记忆泊车	-	-	●
自动变道辅助	-	-	●
匝道自动驶出(入)	-	-	●
方向盘离手检测	-	-	●
自动驾驶辅助路段	-	-	● 城市+高速
被动安全			
前/后排侧气囊	-	前●/后-	前●/后-
前/后排头部气囊(气帘)	-	前●/后●	前●/后●
主动安全		●	●
车道偏离预警系统	-	●	●
主动刹车/主动安全系统	-	●	●
DOW 开门预警	-	-	●
前方碰撞预警	-	●	●
后方碰撞预警	-	-	●
内置行车记录仪	-	●	●
车外灯光			
自适应远近光	-	●	●
天窗/玻璃	●	●	●
天窗类型	-	● 分段式不可开启天窗	● 分段式不可开启天窗

外后视镜			
外后视镜功能	电动调节	电动调节 电动折叠 后视镜加热 锁车自动折叠	电动调节 电动折叠 后视镜记忆 后视镜加热 倒车自动下翻 锁车自动折叠
方向盘/内后视镜			
内后视镜功能	● 手动防眩目	● 手动防眩目	● 自动防眩目
车内充电			
多媒体/充电接口	● USB	● USB	● USB+Type-C
座椅配置			
电动座椅记忆功能	-	-	● 驾驶位/副驾驶位
音响/车内灯光			
车内环境氛围灯	-	-	● 多色

来源：汽车之家，国金证券研究所

1.2 空间：ADAS 激光雷达价格通缩接近尾声，25 年激光雷达将下沉至 10-20 万车型

1.2.1 价格：ADAS 激光雷达价格通缩接近尾声，“科技平权”之后高端化趋势初见端倪

4 年时间从 2 万块降到 2 千块。2020 年，速腾聚创 ADAS 激光雷达的均价约为 20,583 元，2024 年前三季度，速腾聚创 ADAS 激光雷达的均价约为 2,566 元，我们预计其 2024 全年 ASP 约为 2,550 元。2020-2024 年产品均价年均降幅约 40.7%，相当于连续 4 年以每年打 6 折的方式实现了 ASP 降数量级。

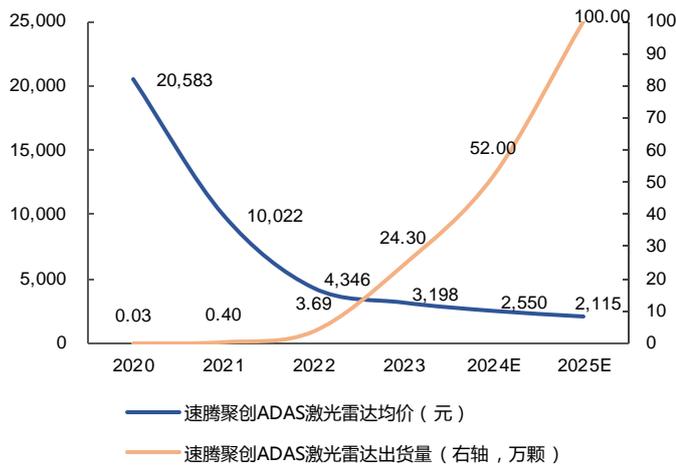
均价降数量级的背后是公司出货量的暴增。2020 年，速腾聚创 ADAS 激光雷达出货量约为 300 颗，2024 年，速腾聚创 ADAS 激光雷达出货量约为 52 万颗。2020-2024 年出货量提升了 1,700 多倍。

激光雷达采购预算约占整车售价的 1%左右。据大疆车载负责人沈劭劼，在智能驾驶还只能缓解驾驶疲劳而非完全取代驾驶员的阶段，L2+级别的智能驾驶软硬件预算约占整车售价的 3~5%。其中，我们预计，激光雷达约占智驾总预算的 1/4~1/5，也即对于车厂而言，激光雷达的预算约占整车售价的 1%左右。换言之，2023 年及以前，ADAS 激光雷达均价高于 3,000 元，因此较难渗透 30 万元以下的车型，而 30 万以上车型仅占我国新能源乘用车不足 20%的市场份额。2024 年，当 ADAS 激光雷达均价进入 2,500~3,000 元区间，使得部分 25~30 万元的车型有预算搭载激光雷达，驱动 24 年速腾聚创在 23 年高出出货量基数下依然取得了翻倍以上增长。

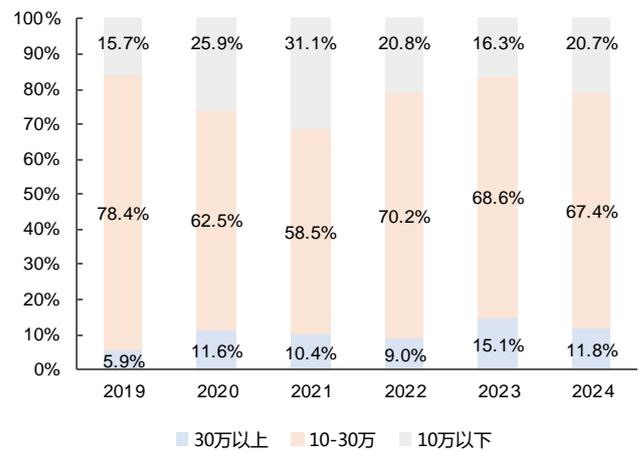
发布千元级低价产品是主动为之，意图打入 10~30 万大众级车型市场。2024 年 4 月，速腾聚创对外发布了售价仅为 200 美金的车载激光雷达新品 MX。不久后，禾赛发布 ATX 对标产品跟进 MX，并在 2024 年 11 月的三季报电话会中透露定价有望降至 200 美金。市场有声音认为，千元级产品的发布表示车载激光雷达的“价格通缩”仍在持续，“量增价减”背景下终局市场容量可能受到损害。对此我们判断，无论从降价原因还是降价能力看，本次 200 美金定价的千元级产品都代表了车载主视激光雷达近几年的价格底线：

- 降价原因：考虑到行业双寡头格局与早期客户主要以 25 万元以上车型为主，本次降价动作并非来自竞对或下游客户的压力，而是头部玩家主动为之。千元级产品的发布有助于公司一举打入 10~25 万元区间的大众级车型市场，而 10-30 万元的车型约占我国新能源市场 7 成左右，降价是为了打开更为广阔的蓝海市场。
- 降价能力：目前纯固态激光雷达测距能力依然有限，半固态产品仍将是未来一段时间车载主视激光雷达的唯一选择，目前行业头部玩家速腾、禾赛的年化出货量已达到 40~50 万颗规模，且两家在半固态技术路线的自研化程度均已达到较高水平。据此我们判断，在不考虑纯固态产品技术颠覆的情况下，头部厂商主力产品的自研降本与规模放量降本空间有限，目前半固态主视激光雷达已进入降本瓶颈期，200 美金的千元级车载激光雷达或成为未来一段时间的价格底线。

图表6: ADAS 激光雷达降价进入平台期, 销量加速向上



图表7: 我国 10-30 万新能源车型为市场基本盘



来源: 速腾聚创公司公告, 国金证券研究所 (注: ①2024 年 52 万颗的出货量为速腾聚创自愿公告数据; ②2025 年 100 万台出货为金国计算机团队预测数据。) 来源: 崔东树微信公众平台, 国金证券研究所

2025 年 1 月 3 日, 速腾聚创发布全球首款千线激光雷达产品 EM4, 可实现 1080P 的图像级分辨率。同月, 禾赛在 2025 CES 展会上发布 AT1440, 可实现 $0.02^\circ \times 0.02^\circ$ 超高清角分辨率。在此之前, 两家龙头厂商旗下也有 M3 和 AT512 等高端车载产品。我们认为, 假如说 2024 年 MX 和 ATX 两款定价在 200 美金的千元级产品开启了车载激光雷达“科技平权”时代, 那么 2025 开年 EM4 和 AT1440 的相继发布则一定程度上标志着车载激光雷达单一主力 SKU 时代落下帷幕, 车载激光雷达在“科技平权”以外的高端化趋势初见端倪, 未来不同售价区间的车型或适配不同预算和性能配置的激光雷达 SKU, 长期看车载激光雷达不会被“千元机”包打天下。

图表8: 车载激光雷达单主力 SKU 时代落下帷幕, 高端化趋势初见端倪

速腾聚创					
产品	探测距离	线数	点频	角分辨率	FoV
M1	150m@10%	/	78.75 万/秒	$0.2^\circ \times 0.2^\circ$	$120^\circ \times 25^\circ$
M1P	180m@10%	/	78.75 万/秒	$0.2^\circ \times 0.2^\circ$	$120^\circ \times 25^\circ$
MX	最远测距 200m	126	/	ROI: $0.1^\circ \times 0.1^\circ$	$120^\circ \times 25^\circ$
M2	200m@10%	/	157.5 万/秒	$0.1^\circ \times 0.2^\circ$	/
M3	300m@10%	/	/	ROI: $0.05^\circ \times 0.05^\circ$	$120^\circ \times 25^\circ$
EM4	300m@10%	1080	2592 万/秒	/	$120^\circ \times 27^\circ$
禾赛					
产品	探测距离	线数	点频	角分辨率	FoV
AT128	210m@10%	128	153.6 万/秒	$0.1^\circ \times 0.2^\circ$	$120^\circ \times 25.4^\circ$
ATX	200m@10%	/	120 万/秒	$0.1^\circ \times 0.1^\circ$	$120^\circ \times 20^\circ$
AT512	300m@10%	512	1228.8 万/秒	$0.05^\circ \times 0.05^\circ$	$120^\circ \times 25.6^\circ$
AT1440	/	1440	/	$0.02^\circ \times 0.02^\circ$	/

来源: 速腾聚创官网, 禾赛官网, IPO 早知道微信公众平台, 国金证券研究所

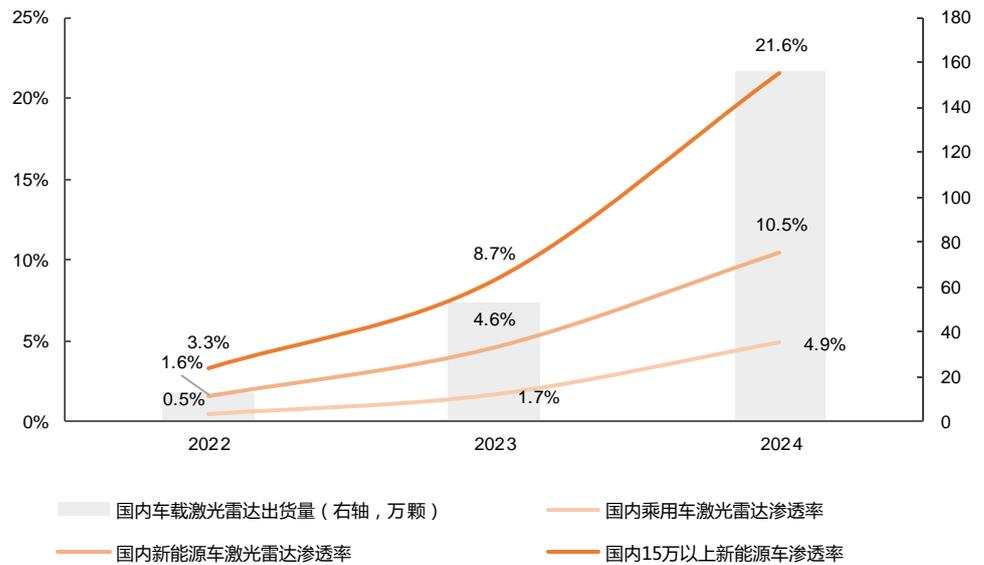
1.2.2 数量: 24 年车载激光雷达“跨越鸿沟”, 25 年激光雷达将下沉至 10-20 万车型

16%渗透率是观察早期科技产品是否进入大众市场的金线。按照“跨越鸿沟”理论, 一款早期科技产品的渗透率曲线往往遵循类正态分布, 其中, 不同标准差分位点的人群特征存在较大差异。对于像车载激光雷达这样的早期科技产品而言, 颠覆性产品创新(改变车载传感器感知方案)会要求下游用户(主机厂/OEM)改变使用习惯(感知方案融合、车型

外观设计等)，同时也要考虑汽车消费者的接受度和实际使用体验。“跨越鸿沟”理论认为，早期科技产品的技术采用曲线中，最大的拐点在于距离均值一个标准差，也即 16% 渗透率左右的“鸿沟”，一旦渗透率突破 16%，便意味着这款产品从技术极客与早期尝鲜者的小众客群真正进入大众市场。

2024 年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年。2022 年，我国乘用车激光雷达渗透率仅为 0.5%，2024 年，我国乘用车激光雷达渗透率提升至 4.9%。假如将渗透率的分母从全部的乘用车切换为新能源乘用车，2024 年，我国新能源车激光雷达渗透率约为 10.5%，假如进一步将渗透率的分母替换为 15 万以上有预算做高阶智驾的新能源乘用车，2024 年 1 月，我国 15 万以上新能源车的激光雷达渗透率约为 21.6%，环比 23 年底提升 12.9pcts，稳稳突破 16%，标志着车载激光雷达“跨越鸿沟”。总体来看，我国乘用车/新能源车/15 万以上新能源车激光雷达渗透率分别为 4.8%/10.5%/21.5%。

图表9：2024 年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年



来源：中国汽车工业协会，崔东树微信公众平台，高工智能汽车微信公众平台，国金证券研究所（注：上图渗透率已考虑单车搭载多颗激光雷达的情况，分子端为搭载激光雷达车型的销量，而非车载激光雷达的总销量。）

向未来看，我们认为，一方面自上而下看，依据“跨越鸿沟”理论模型，在 2024 年 15 万以上新能源车激光雷达渗透率突破 16% 之后，2025 渗透率有望加速向上；另一方面自下而上看，包括比亚迪、吉利、广汽等在内的头部车企的多款激光雷达车型预计将在近期相继发布，多款 10~20 万价格带中低线车型将搭载激光雷达。

仅考虑国内乘用车 ADAS 激光雷达市场，终局看，我们判断国内乘用车新能源渗透率仍将提升，预计将达到年化 2,000 万辆新能源乘用车销量，其中，剔除掉占比不到 20% 的 10 万以下价格带车型，其余 1,600 万辆以上的车型都将有极大可能配置激光雷达用于智驾。我们远期预估单车搭载颗数约在 1.5~2 颗，远期 ASP 约在 1,500 元，粗略匡算国内 ADAS 激光雷达终局市场约为 1,600 万辆×1.5~2×1,500 元≈360~480 亿元，若考虑海外市场，则终局规模倍增。

图表10: 比亚迪天神之眼发布会, 2025年首批王朝、海洋上市车型激光雷达搭载情况

全民智驾 比亚迪王朝网首批上市车型价格

第二代秦PLUS DM-i智驾版上市价格 7.98万 9.38万 10.38万 55KM 领先型 55KM 超越型 120KM 超越型				补充: 汉L、唐L选配				宋Pro DM-i智驾版上市价格 10.28万 11.28万 12.28万 13.28万 75KM 领先型 75KM 超越型 115KM 超越型 115KM 卓越型			
第二代秦PLUS EV智驾版上市价格 10.98万 11.98万 12.98万 420KM 领先型 510KM 领先型 510KM 超越型				元UP智驾版上市价格 9.98万 10.98万 11.98万 401KM 高力版 401KM 领先型 401KM 超越型				秦L DM-i智驾版上市价格 9.98万 10.98万 11.98万 12.98万 13.98万 80KM 领先型 80KM 超越型 120KM 领先型 120KM 超越型 120KM 卓越型			
宋L DM-i智驾版上市价格 13.58万 14.58万 15.58万 16.58万 17.58万 75KM 领先型 112KM 领先型 112KM 超越型 160KM 超越型 160KM 卓越型				汉DM-i智驾版上市价格 16.88万 17.58万 18.58万 19.58万 22.58万 125KM 舒适型 125KM 精英型 125KM 尊贵型 125KM 尊贵型 125KM 尊贵型 125KM 激光雷达旗舰型				宋L EV智驾版上市价格 18.98万 19.98万 22.58万 24.98万 550KM 卓越型 662KM 超越型 662KM 激光雷达卓越型 602KM 激光雷达卓越型			
宋L EV智驾版上市价格 18.98万 19.98万 22.58万 24.98万 550KM 卓越型 662KM 超越型 662KM 激光雷达卓越型 602KM 激光雷达卓越型				汉EV智驾版上市价格 17.98万 18.98万 19.98万 21.98万 23.58万 509KM 尊贵型 609KM 尊贵型 701KM 尊贵型 701KM 激光雷达尊享型 701KM 激光雷达旗舰型				唐DM-i智驾版上市价格 17.98万 18.98万 19.98万 21.98万 115KM 尊贵型 115KM 尊贵型 115KM 旗舰型 115KM 激光雷达旗舰型			

全民智驾 比亚迪海洋网首批上市车型价格

海豹06DM-i智驾版上市价格 7.98万 9.38万 10.38万 55KM 豪华型 55KM 尊贵型 120KM 旗舰型				海豹智驾版上市价格 6.98万 7.88万 8.58万 活力版 自由版 畅玩版				补充: 海豹2025款、海狮07DMi 选配			
海豹06DM-i智驾版上市价格 9.98万 10.98万 11.98万 12.98万 13.98万 80KM 豪华型 80KM 尊贵型 120KM 尊贵型 120KM 尊贵型 120KM 旗舰型				海豹06GT智驾版上市价格 13.68万 14.68万 16.28万 18.68万 505 冲浪版 505 冲浪Plus版 605 冲浪版 550 PHEV冲浪版				海豹智驾版上市价格 9.98万 10.98万 12.58万 自由版 自由版 精英版			
海豹07DM-i智驾版上市价格 13.98万 15.58万 16.58万 17.58万 19.58万 1.5L 70KM 精英型 1.5L 125KM 精英型 1.5L 125KM 豪华型 1.5L 125KM 尊贵型 1.5L 125KM 旗舰型				海豹07EV智驾版上市价格 18.98万 19.98万 21.98万 23.98万 550 智驾版 610 智驾版 610 智驾版 650 不湿智驾版				海狮05DM-i智驾版上市价格 10.28万 11.28万 12.28万 13.28万 75KM 豪华型 75KM 尊贵型 115KM 尊贵型 115KM 旗舰型			
海豹智驾版上市价格 17.58万 18.98万 21.68万 23.98万 510 畅玩版 650 畅玩版 650 畅玩版 600 至尊畅玩版				宋PLUS DM-i智驾版上市价格 13.58万 14.58万 15.58万 16.58万 17.58万 75KM 豪华型 112KM 尊贵型 112KM 尊贵型 150KM 旗舰型 150KM 旗舰型PLUS				宋PLUS EV智驾版上市价格 14.98万 15.98万 17.58万 520KM 豪华型 520KM 尊贵型 605KM 旗舰型			

来源: 新产业势能微信公众平台转引自比亚迪发布会, 工信部, 汽车之家, 国金证券研究所 (注: 图中红框部分为配置激光雷达的车型)

海外市场方面, 德系和日系车企上车激光雷达相对积极, 其中奥迪早在2019年4月就选配法雷奥的激光雷达上车A8L, 日系车企本田、丰田也相继在21、22年跟进。向25年看, 包括奔驰、宝马、奥迪、丰田在内的海外头部汽车均有激光雷达车型发售计划。

图表11: 海外市场部分搭载激光雷达的车型 (不完全统计)

车厂	车型	单车激光雷达搭载颗数	激光雷达供应商	标配/选配	售价区间 (万元)	发售时间
奔驰	奔驰 S 级	1	法雷奥	/	95-205	2025 年
宝马	宝马 i7	1	Innoviz	/	95-145	2022 年 12 月
	宝马 5 系	/	Innoviz	/	/	2024 年 1 月
	宝马 7 系	2	Innoviz	/	90-125	2025 年
	宝马 iX	1	Innoviz	/	75-85	2025 年 3 月
奥迪	奥迪 A8L	1	法雷奥	选配	80-210	2019 年 4 月

	奥迪 A6L	1	法雷奥	/	45-65	2025 年
	奥迪 Q7(2025 款)	1	法雷奥	选配	60-80	2025 年
本田	本田 Legend Hybrid EX	5	/	/	40	2021 年 3 月
	本田 0 Saloon	/	/	/	/	2026 年
丰田	雷克萨斯 LS	3	/	选配	90-120	2025 年 1 月
日产	日产 Skyline	/	/	/	/	2022 年 5 月

来源：汽车之家，界面新闻，懂车帝，易车，汽车测试网微信公众平台，车东西微信公众平台，路咖社微信公众平台，国金证券研究所

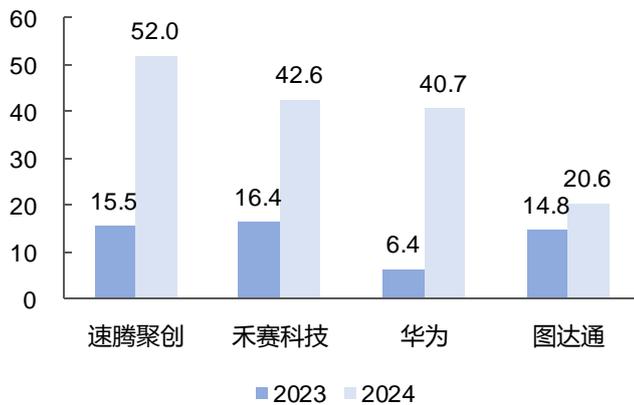
1.3 格局：双寡头格局四分天下，竞争胜负手是在车规前提下的芯片化→小型化→规模化

1.3.1 市场份额：行业集中度较高，速腾聚创稳居 L2 车载激光雷达龙头位置

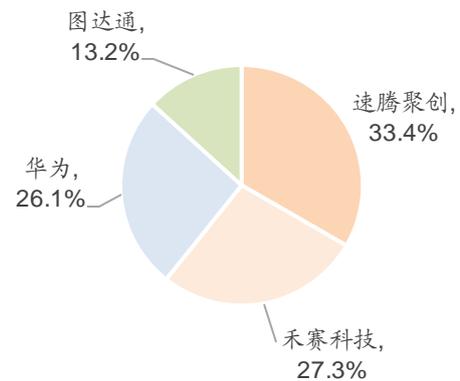
据高工智能汽车，2024 年，国内乘用车前装标配激光雷达 155.8 万台，其中速腾聚创约占 33.4% 市场份额，稳居市场龙头，禾赛、华为的市场份额分别约为 27.3%、26.1%。

我们认为，全球仅有约 8 家企业具备前装量产车规级主视激光雷达的能力，其中，国内 5 家，分别为速腾聚创、禾赛科技、华为、图达通、大疆览沃；海外 2 家，分别为法雷奥和 Innoviz。考虑到大疆览沃已于 23 年放弃车规级市场，法雷奥与 Innoviz 车载产品成本高企，因此真正具备市场竞争力的主流玩家仅有速腾、禾赛、华为、图达通 4 家。进一步分析，图达通截至目前仅有蔚来一家车企定点，华为更多依托 ADS 全家桶对生态车型一站式输出方案，真正具备多家车企客户认可、产品具备性价比的头部玩家仅有速腾和禾赛 2 家。

图表 12：23/24 车载激光雷达四家出货量（万台）



图表 13：24 年速腾聚创约占国内 L2 车载 1/3 市场份额



来源：GGAI，国金证券研究所

来源：GGAI，国金证券研究所

1.3.2 竞争要素：车规级严苛要求下的持续降本，芯片化→小型化→规模化

车载竞争入场券：车规级产品需经过 1 万小时以上数十项车规测试。激光雷达产品达到车规级，需在化学特性、机械特性、电气特性三大方面进行数十项试验，包括备受业界关注的车规级冲击振动和高低温检测。机械式激光雷达技术已趋于成熟，但由于物理极限和成本高等因素限制，装配和调制困难，扫描频率低，生产周期长，成本较高，并且机械部件寿命不长（约 1000-3000 小时），只能用于 L4 研发领域，难以满足苛刻的车规级要求（至少 1 万小时以上），因此 ADAS 量产方案均以半固态激光雷达为主。

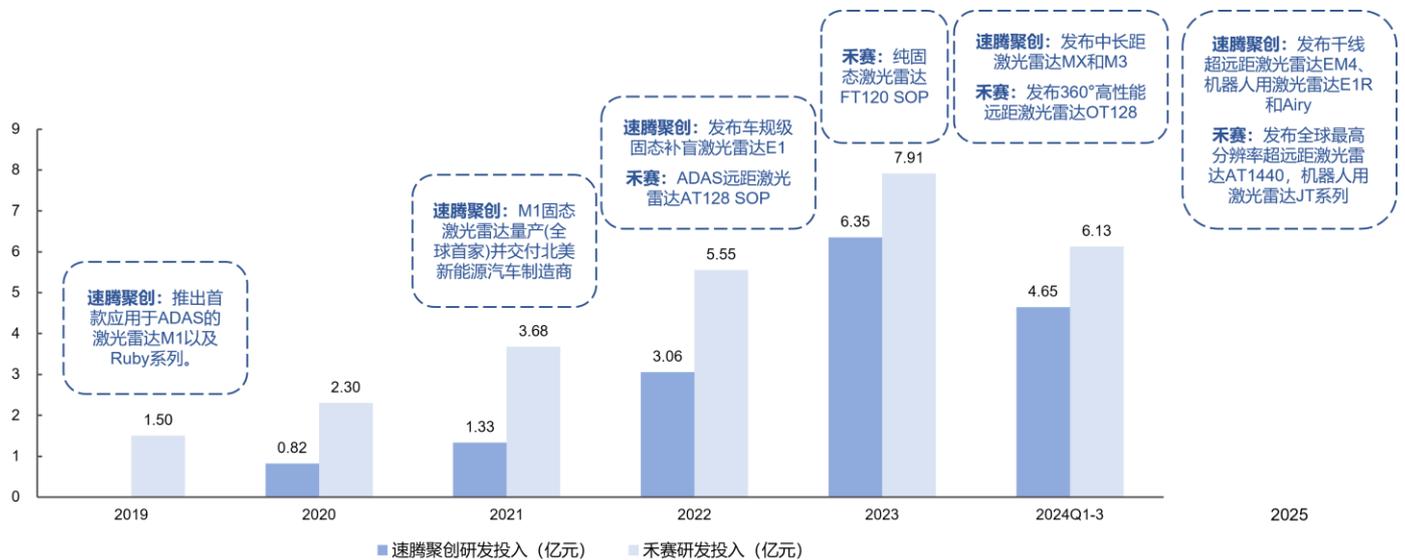
图表14: 车规要求高可靠低容错, AEC-Q102 压力测试项目包含数十项测试



来源: 汽车电子协会, 华测检测官网, 国金证券研究所

从车规级进入壁垒而言, 速腾与禾赛均成立于2014年, 并相继在21、22年前后实现车规级产品的量产交付。2019年到2024年前三季度, 禾赛累计投入27.1亿元研发费用, 2020年到2024年前三季度, 速腾聚创累计投入16.2亿元研发费用, 我们认为, 保守估计车规级激光雷达所需的研发投入至少在10亿元以上, 假设每颗车载激光雷达单价在2,000~3,000元, 单台毛利率20%左右, 即便不考虑产品迭代与客户验证, 也至少要有200万颗以上的出货量才能回收早期的研发投入, 进入壁垒较高。

图表15: 车规级激光雷达所需的研发投入在十亿级体量



来源: iFinD, 速腾聚创微信公众平台, IPO早知道微信公众平台, 国金证券研究所

车载竞争胜负手: 极致的性价比, 降本的关键是更低的BOM成本(芯片化、小型化)+更多的出货(规模效应), 进一步推论, 核心是长期研发投入+绑定优质车企客户。

禾赛早在2017年便成立了芯片部门, 并制定了激光雷达核心模块芯片化的多代发展路线, 逐步实现激光雷达收发单元从“点对点”、“线对线”到“面对面”的形态演进。通过自研专用驱动芯片、模拟前端芯片、波形数字化处理芯片、SoC片上系统芯片的开发与应用, 将实现更优的性能、更高的集成度和更低的生产成本。目前, 第1~3代芯片均已成功量产并经历市场大规模量产的验证, 2024年, 禾赛推出第4代芯片架构, 采用了3D堆叠技术, 可单板集成512个通道, 进一步降低成本。相比10多年前的一个典型32线

激光雷达，2024年禾赛发布的AT512线数提升16倍，点云密度提升80倍，价格却不到当时的1/100。

图表16: 禾赛芯片化路线图推动激光雷达大幅降本



来源：禾赛科技招股书，焉知汽车微信公众平台，国金证券研究所

速腾聚创经过7年的深入研发，不仅成功自研出全球首款激光雷达专用数字化SPAD-SoC芯片M-Core，而且在激光雷达的扫描、发射、接收等系统上也已完成芯片化布局，M-Core相比FPGA版本电路板面积减少50%，功耗降低40%，且成本大幅降低。速腾聚创的全栈芯片化布局，为M平台和E平台高性价比产品的大规模量产提供基础支撑。

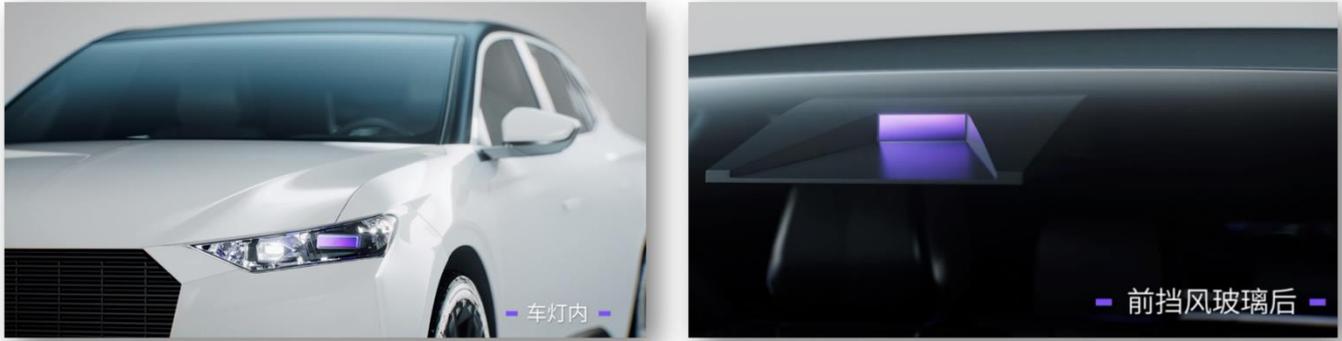
图表17: 速腾聚创芯片化研发思路推动激光雷达大幅降本



来源：速腾聚创招股书，国金证券研究所

高度芯片化的研发进展为车载激光雷达提供了更为集成化的结构设计，禾赛/速腾的新一代产品ATX/MX的体积相较上一代分别减小了近60%/40%，在优化了物料成本的同时，大大简化了生产中的标定、总装等多个环节。得益于极致小巧的尺寸和超低的功耗，ATX能够被灵活嵌入到车身不同位置，包括车顶、前挡风玻璃后、车灯内等，为汽车厂商解锁了激光雷达安装方式的更多可能。

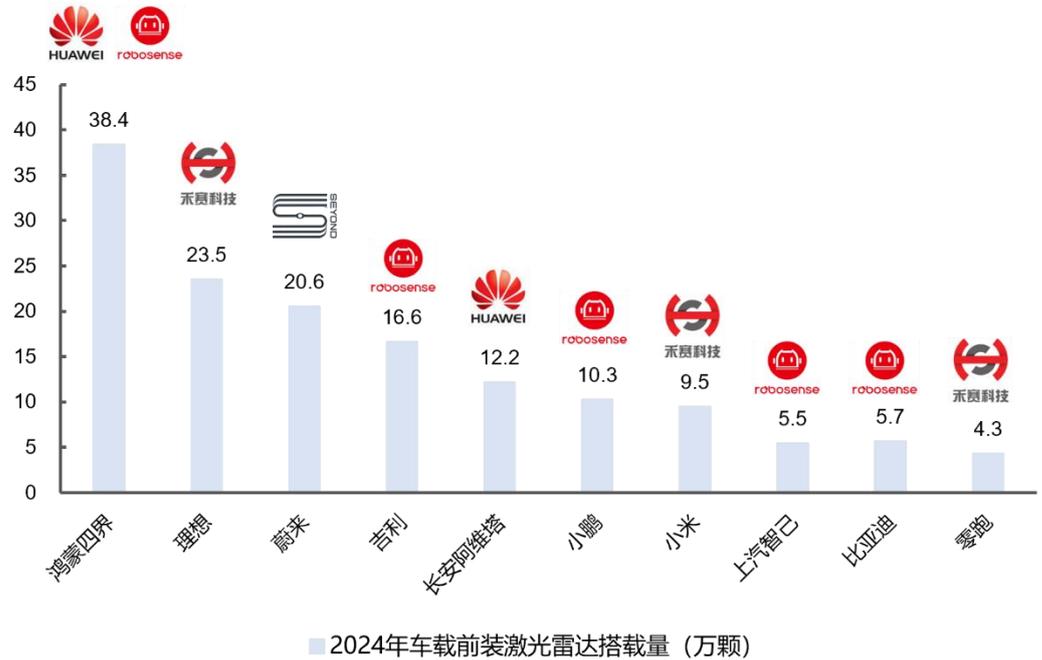
图表18: 车载激光雷达小型化优化物料成本, 解锁更多安装方式



来源: 焉知汽车微信公众平台, 国金证券研究所

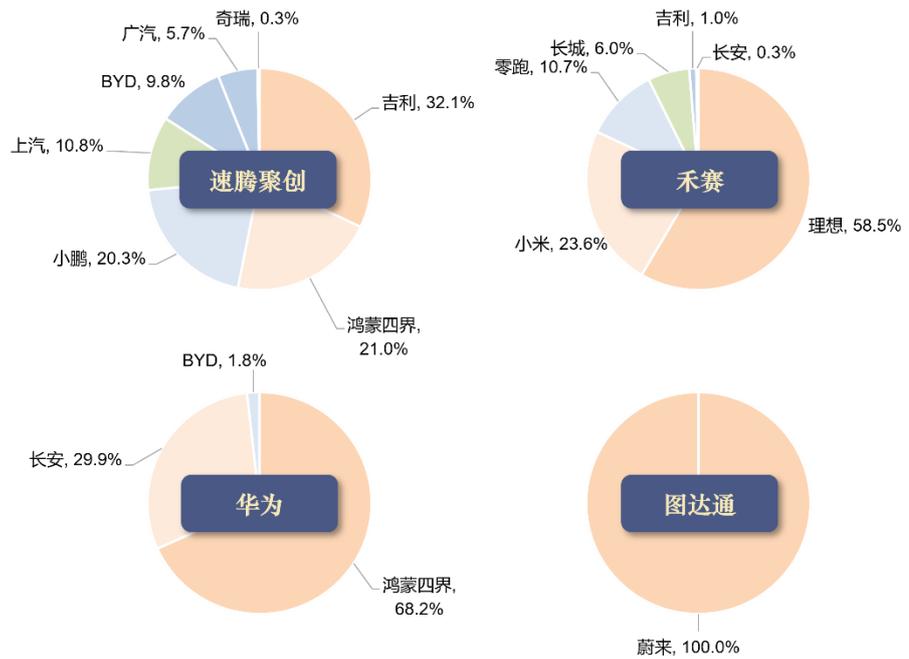
据 GGAI, 2024 年车载激光雷达前十大采购车企以华为智选车与新势力车企为主, 其中, 速腾主要绑定吉利、鸿蒙问界、小鹏等车企; 禾赛主要绑定理想、小米、零跑等车企; 华为为主要内供生态车企; 图达通独供蔚来一家。2024 年, 以上四家激光雷达厂商出货量均突破 20 万颗, 其中速腾突破 50 万颗, 禾赛与华为突破 40 万颗。我们认为, 绑定优质车企客户的实质是押宝爆款智驾车型(比如极氪 001、小米 SU7、问界 M9 等)——一方面是车企通过搭载更高性价比的激光雷达提升智驾体验, 另一方面激光雷达的外露也逐渐形成消费者认知帮助车企卖车(比如广汽 AION RT 2025), 在此过程中, Tier 1 依托爆款智驾车型快速提升激光雷达交付量, 进而获得规模效应摊薄成本。

图表19: 车载激光雷达前十大采购车企以华为智选车与新势力车企为主



来源: 各公司官网, GGAI, 国金证券研究所 (注: 上图中汽车品牌上方的 Logo 为对应激光雷达供应商。)

图表20: 头部车载激光雷达厂商均绑定优质车企客户



来源: GGAI, 国金证券研究所

2. 机器人之眼: 彩色 3D 点云有望成为终极方案, 看好“硬件标准化+软件生态开放”

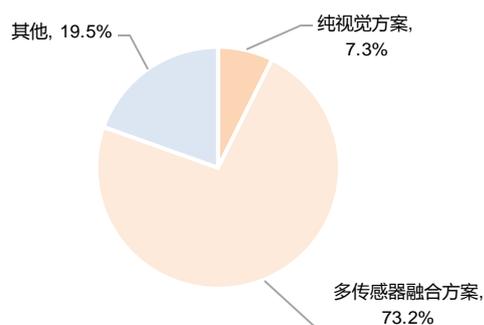
2.1 价值: 激光雷达提供全天候广域高精度感知, 超级传感器彩色 3D 点云有望成为终极方案

2.1.1 视觉方案梳理: 多传感器融合成共识, 机器人/机器狗激光雷达搭载率超 50%

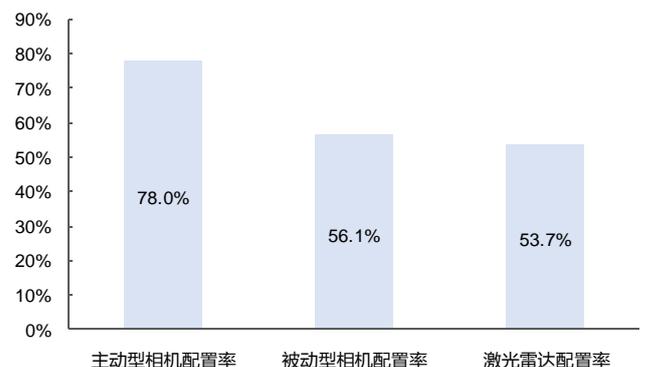
25 年 1 月 28 日, 2025 年春节联欢晚会《秧 BOT》节目, 登台的宇树科技 H1 机器人, 头部搭载了速腾聚创自主研发的激光雷达 Helios, 让机器人在舞台上能够实现精准定位、走位, 引发市场对于“机器人之眼”的关注。

我们梳理了海内外 30 家人形机器人公司的 41 款人形机器人 SKU, 初步得出以下结论: 1) 深度相机为主的多传感器融合方案是目前主流视觉技术路线; 2) 激光雷达是极具潜力的“机器人之眼”, 目前搭载率高达 53.7%; 3) 国内头部厂商宇树科技、智元机器人旗下 SKU 均搭载激光雷达。

图表21: 海内外 41 款人形机器人 SKU 中, 多传感器融合方案占比高达 73.2%



图表22: 海内外 41 款人形机器人 SKU 中, 激光雷达配置率高达 53.7%



来源: 海内外人形机器人公司官网、微信公众平台等, 焉知, 量子位微信公众平台, IT 之家, 福布斯, 国金证券研究所 (注: ①统计样本为海内外 30 家人形机

来源: 海内外人形机器人公司官网、微信公众平台等, 焉知, 量子位微信公众平台, IT 之家, 福布斯, 国金证券研究所 (注: ①统计样本为海内外 30 家人形机

器人公司的 41 款人形机器人 SKU；②纯视觉方案指仅配备被动型摄像机，多传感器融合方案指配备 2 类及以上传感器；③其他指未公开披露视觉方案或者不属于上述视觉类别的公司。）

器人公司的 41 款人形机器人 SKU；②主动型相机指结构光或 ToF 路线的深度相机。）

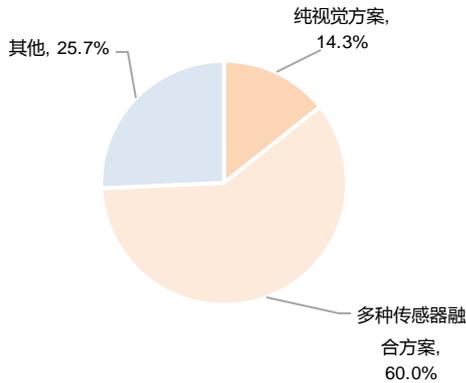
图表23: 海内外 30 家人形机器人厂商 41 款 SKU 视觉方案一览 (部分呈现)

企业	型号	发布时间	报价	视觉方案		
				雷达	主动型相机	被动型相机
Figure.AI	Figure 02	2024 年 8 月	不明	/	/	6 颗 RGB 相机
Tesla	Optimus Gen2	2023 年 12 月	不明	/	/	2 颗 2D 摄像机 1 颗鱼眼相机
宇树科技	H1/H1-2	2023 年 8 月	不明	3D 激光雷达 (Livox-Mid360)	1 颗深度相机-结构光 (Intel RealSense D435i)	/
	G1	2024 年 5 月	9.9 万元起	3D 激光雷达 (Livox-Mid360)	1 颗深度相机-结构光 (Intel RealSense D435i)	/
	G1-Comp	2025 年 1 月	不明	*选配 3D 激光雷达 (Livox-Mid360)	1 颗深度相机-结构光 (Intel RealSense D435i)	/
智元机器人	远征 A1	2023 年 8 月	不明	3D 激光雷达	深度相机	不明
	远征 A2	2024 年 8 月	不明	3D 激光雷达	4 颗深度相机	2 颗鱼眼相机
	远征 A2-D	2024 年 8 月	不明	3D 激光雷达	3 颗深度相机	5 颗鱼眼相机
	远征 A2-W	2024 年 8 月	不明	3D 激光雷达	/	4 颗 AI 视觉相机
	灵犀 X1	2024 年 8 月	不明	不明	深度相机	不明
优必选	Walker	2018 年 1 月	不明	/	2 颗深度相机	双目相机 1300 万高清摄像机
	Walker X	2021 年 7 月	不明	4 颗超声波 雷达	2 颗深度相机	四目相机
	Walker S Lite	2024 年 7 月	不明	/	2 颗深度相机	四目相机
	Walker S1	2024 年 10 月	不明	/	4 颗深度相机	2 颗双目相机
银河通用	GALBOT G1	2024 年 6 月	不明	不明	不明	不明

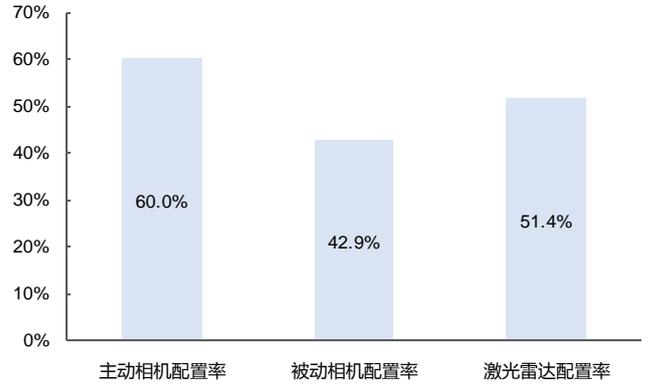
来源：海内外人形机器人公司官网、微信公众平台等，焉知，量子位微信公众平台，IT 之家，福布斯，国金证券研究所

我们梳理了海内外 16 家机器狗公司的 35 款机器狗 SKU，初步得出以下结论：1) 深度相机为主的多传感器融合方案是目前主流视觉技术路线；2) 激光雷达是极具潜力的“机器狗之眼”，目前搭载率高达 51.4%；3) 海外头部厂商波士顿动力、ANYbotics 旗下产品均配备激光雷达，国内头部厂商宇树科技、云深处科技、蔚蓝智能旗下 SKU 激光雷达搭载率较高。

图表24: 海内外 35 款机器人 SKU 中, 多传感器融合方案占比高达 60.0%



图表25: 海内外 35 款机器人 SKU 中, 激光雷达配置率高达 51.4%



来源: 海内外机器人公司官网、微信公众平台等, 国金证券研究所 (注: ①统计样本为海内外 16 家机器人公司的 35 款 SKU; ②纯视觉方案指仅配备被动型摄像机, 多传感器融合方案指配备 2 类及以上传感器; ③其他指未公开披露视觉方案或者不属于上述视觉类别的公司。)

来源: 海内外机器人公司官网、微信公众平台等, 国金证券研究所 (注: ①统计样本为海内外 16 家机器人公司的 35 款 SKU; ②纯视觉方案指仅配备被动型摄像机, 多传感器融合方案指配备 2 类及以上传感器; ③其他指未公开披露视觉方案或者不属于上述视觉类别的公司。)

图表26: 海内外 16 家机器人厂商 35 款 SKU 视觉方案一览 (部分呈现)

企业名称	型号	发布时间	报价	视觉方案		
				雷达	主动型相机	被动型相机
波士顿动力	Spot	2024 年	7.5-30 万美元	激光雷达	深度相机	5 颗立体摄像机
ANYbotics	ANYmal C	2019 年	/	激光雷达	深度相机	广角摄像机
宇树科技	A1	2020 年 1 月	/	/	深度相机	/
	Go1	2021 年 6 月	1.6 万起	/	/	5 组鱼眼
	Go2	2023 年 7 月	9,997 元起	1 颗 4D 超广角激光雷达	深度相机-结构光 (Intel RealSense D435i)	/
	B2	2023 年 11 月	/	1 颗激光雷达	2 颗深度相机	2 颗光学相机
	B1	/	/	/	5 颗深度相机	/
	Aliengo	2019 年	/	1 颗激光雷达 (选配)	2 组深度相机	视觉里程计相机
云深处科技	绝影 Lite2	2021 年	/	/	彩色+灰度双目深度相机	/
	绝影 Lite3	2023 年	16,900 元起	激光雷达	深度相机	/
	绝影 X20	2021 年 8 月	/	激光雷达	深度相机	/
	绝影 X30	2023 年 10 月	/	2 颗激光雷达	/	1 颗广角相机
	山猫	2024 年 11 月	9.8 万元	/	/	广角相机
蔚蓝智能	BabyAlpha A2	2024 年 9 月	8,099 元	激光雷达	ToF 深度相机	/
	BabyAlpha Chat	2024 年 10 月	6,999 元	/	不明	不明

	BabyAlpha Dev-Q	2024年9月	5,999元起	/	不明	不明
	Alpha Dog C Series	2021年3月	/	激光雷达	深度相机-结构光 (Intel RealSense)	/
	BabyAlpha S	/	/	3DToF 激光雷达, 360°激光雷达, 360°超声波雷达	不明	不明

来源：海内外机器狗公司官网、微信公众平台等，国金证券研究所

2.1.2 视觉方案对比：激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的 FoV

深度相机是目前人形机器人与机器狗的主流视觉方案，深度相机包括结构光、ToF、多目视觉三类，其中结构光和 ToF 属于主动型相机，多目视觉属于强算法+被动型摄像机。三类深度相机中，结构光方案较为成熟，分辨率较高，软件复杂度适中；ToF 方案分辨率较低，软件复杂度低，测量精度较高；多目视觉分辨率与测量精度最高，但对算法要求最高。目前机器人搭载的深度相机以结构光方案为主。

以宇树科技人形机器人全系搭载的深度相机 Intel RealSense D435i 为例，该产品采用双目+结构光技术路线，包括两颗红外相机，一颗红外点阵投射器以及一颗 RGB 2D 相机。

图表27: Intel RealSense D435i 结构拆解图



来源：Intel 官网，CSDN，国金证券研究所

据官网信息披露，Intel RealSense D435i 深度相机的官方报价为 334 美元，理想测距范围为 0.3m-3m(激光雷达为 30m 以上)，测距精度在 2m 处小于 4cm(激光雷达为 1cm)，视场角为 87° × 58° (激光雷达水平 FOV 360° 无死角)。

我们认为，相较于 Intel RealSense D435i，激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的 FoV，能够适配中高速运动场景、高精度操作场景与高复杂度的环境，未来伴随大批量量产交付，售价有望下探至千元级，更适合作为机器人的主传感器，与深度相机、RGB 相机配合形成全天候广域高精度 3D 感知能力。

图表28: 激光雷达具有更广的测距范围+更小的测距误差+更大的 FoV

	Intel RealSense D435i	大疆 Livox Mid360	速腾 Airy	禾赛 JT16	禾赛 JT128
售价	334 美元	3999 元	5499 元	不明	不明
最大测距	0.3-3m	40m@10%	30m@10%	30m@10%	30m@10%
测距精度	< 4cm	2-3cm	1cm	3cm	不明
FoV	87°×58°	360°×59°	360°×90°	360°×40°	360°×187°
分辨率	1280×720	不明	不明	0.6°×2.67°	不明
线束数	不适用	等效 40 线	192 线	16 线	128/256 线

点频	不适用	20 万点/秒	172 万点/秒	4.8 万点/秒	不明
尺寸	90×25×25mm	65×65×60mm	60×60×63mm	55×55×64mm	60×60×68mm
重量	不明	265g	240g	200g	250g
功耗	不明	6.5W	<8W	4.3W	不明

来源：Intel 官网，雪玲飞花微信公众平台，国金证券研究所

Active Camera 超级传感器有望成为“机器人之眼”的终极方案。2025 年 1 月 3 日，速腾聚创召开“Hello Robot”2025 AI 机器人全球发布会，发布一系列激光雷达新品、机器人通用零部件及开发平台，推出机器人时代“全家桶”，其中包括 Active Camera 机器人之眼。

- 在硬件层面，凭借数字化优势，ActiveCamera 区别于传统的被动摄像头，实现了激光雷达数字信号和摄像头信息的融合，让机器人既能识别精准的三维环境距离信息，又能感知丰富的视觉语义信息，并且可以克服强烈明暗变化等环境干扰影响。
- 在软件层面，依托于 RoboSense 超级传感器平台，ActiveCamera 可以通过功能丰富的 SDK 满足不同场景任务需要，避免重复造轮子。开发者可以通过 SDK 直接调用建图、定位、避障等能力，节省传感器驱动开发，数据标定、数据融合的时间。超级传感器平台支持多种传感器配置组合，满足不同的测距、精度、分辨率、抗环境光干扰等需求。开发者也可以选择不同等级的算力消耗、功耗等，实现不同原理的传感器在各个场景下的取长补短。

我们认为，大批量工业化出货的前提是硬件的标准化，目前机器人和机器狗的视觉方案繁杂，传感器类型与数量均未形成定局，不同的传感器所采集的感知数据类型不同，所需的算法也不同。与车载场景类似，机器人和机器狗场景也面临数据融合和算法统一的问题。Active Camera 超级传感器为代表的，融合了 2D 彩色图像与激光雷达深度信息的彩色 3D 点云有望成为“机器人之眼”的终极方案。

图表29: Active Camera 融合激光雷达和摄像头信息

图表30: Active Camera 实拍效果图



来源：速腾聚创微信公众平台，国金证券研究所

来源：速腾聚创微信公众平台，国金证券研究所

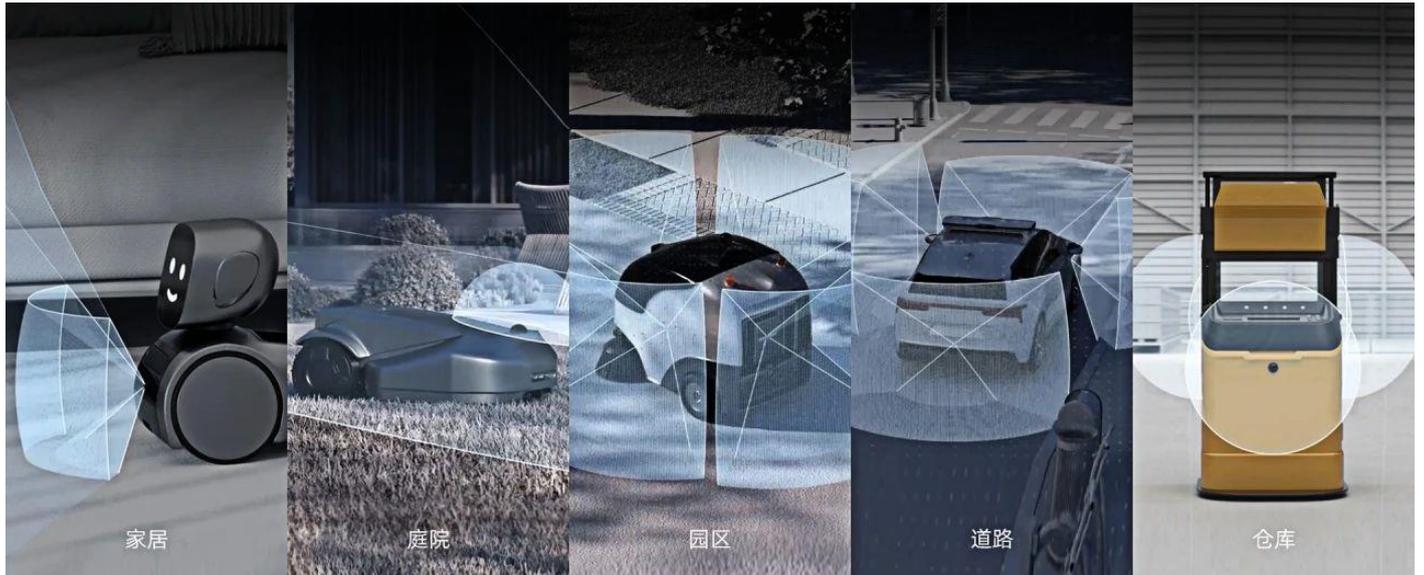
2.2 空间：割草机单一场景 TAM 约在 225 亿元，广义机器人有望成为数倍于车载的市场以割草机市场为例：

- 价值：对于割草机器人而言，定位+避障是核心功能。当前市面上主要的定位技术有 RTK、激光雷达、单目视觉 Vslam 以及双目视觉 Vslam；避障的主要技术有激光雷达、超声波雷达、TOF、单目深度估计以及双目深度估计。定位方面，主流厂商过去会采用组合方式实现场景最大的覆盖率以及稳定性，比如 RTK+双目视觉组合，RTK 实现高精度绝对位置定位，双目 VLSAM 定位做 RTK 定位失效时的补充。避障方面，主流厂商也已经从早期精度不高的超声波和单目进入到 3D 深度高精度避障的时代。激光雷达同时具备定位+避障功能，目前已出现视觉方案切换迹象。
- 案例：25 年 1 月 7 月，禾赛与 MOVA 在 CES 展会上共同展出了全新割草机器人 MOVA1000，其搭载了一颗 JT16 激光雷达，具备高精度三维环境感知能力。速腾聚创、大疆览沃等主流激光雷达厂商 25 年也均有布局。
- 空间：据高工移动机器人微信公众平台，智能割草机器人大多定价在 1199 至 2499 美元之间。据弗若斯特沙利文，全球大概有 2.5 亿个私家花园。其中，美国约有 1 亿

个，欧洲拥有超 8,000 万个，欧美地区合计占全球总量的 72%。据 Grand View Research，2021 年全球割草机市场规模达 304 亿美元，假设单价约在 2,000 美元，则全球年化出货量约为 1,500 万台左右。目前，大疆 Livox-mid360 零售价为 3,999 元，速腾聚创 Airy 零售价为 5,499 元，假设预期放量后价格收敛至车载终局水平 1,500 元左右，则 TAM 空间约为 1,500 万台 × 1,500 元 = 225 亿元。

由于割草机仅为广义机器人市场中的一个细分场景，TAM 已经达 225 亿元，若进一步考虑工业叉车/AGV/AMR、扫地机、无人机、服务机器人、机器狗、人形机器人，则 TAM 空间至少应大于国内 L2 车载（前述测算 360-480 亿元），因此我们定性判断认为，机器人激光雷达 TAM 是一个数倍于车载的市场。

图表31：激光雷达在广义机器人场景中应用广泛



来源：速腾聚创微信公众平台，国金证券研究所

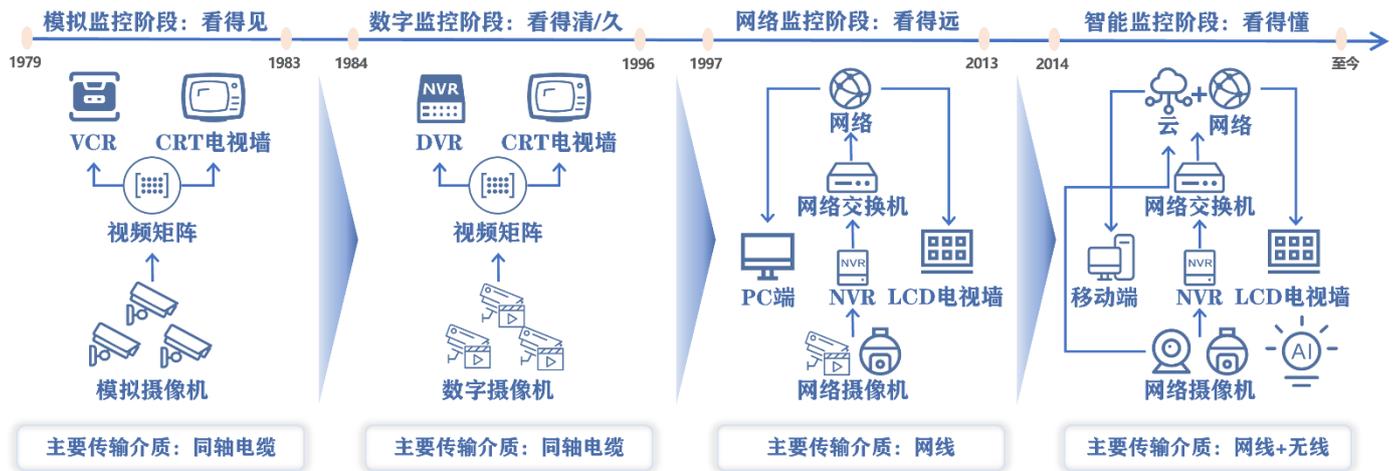
2.3 格局：从监控摄像机发展脉络看通用传感器的“核心壁垒”与“两次进化”

2.3.1 他山之石：通用传感器厂商的核心竞争壁垒是基于“硬件标准化+软件生态开放”的多重规模效应

市场有声音认为，车载激光雷达市场由于“车规级”要求与较薄的毛利致使行业集中度较高，而机器人市场在缺乏“车规级”门槛的限制下有可能呈现出行业集中度大幅下降的状态。因而，即使机器人市场潜在空间相较车载更高，也仍旧难以长出头部公司。

对此，通过复盘监控摄像机的商业化发展脉络，我们认为，通用传感器行业唯一的竞争壁垒仍是“成本”，而在一个场景繁多的市场中，头部厂商可以通过“硬件标准化+软件生态开放”获得多重规模效应，巩固成本优势，最终实现自身市场份额的提升。

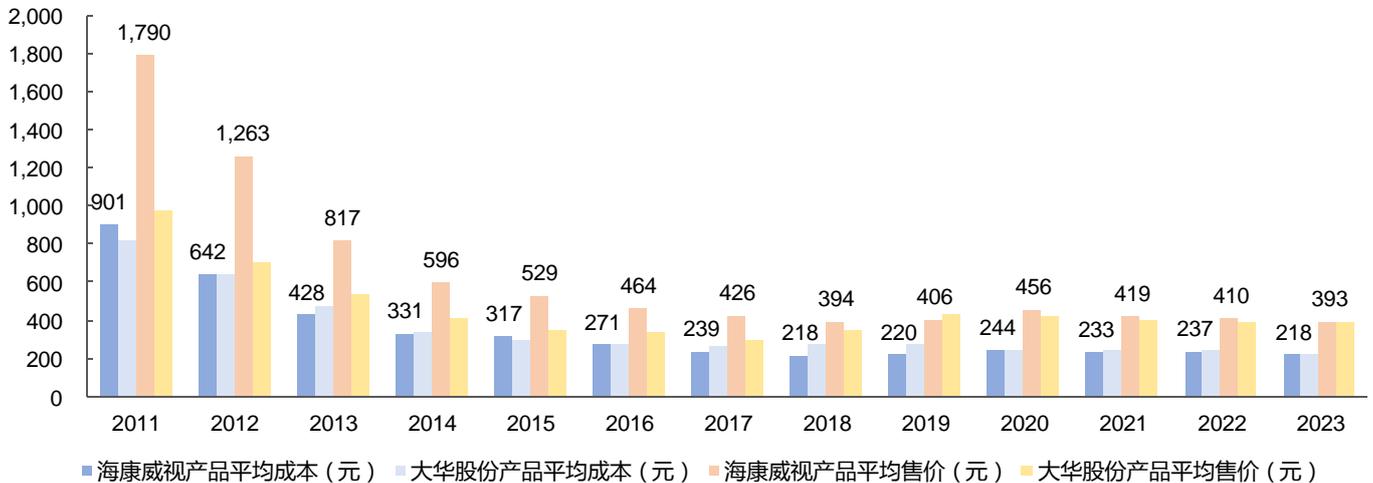
图表32: 摄像机“模拟转数字”提升分辨率与集成度, “软件定义硬件”赋能千行百业智能化识别



来源: 慧眼物联资讯微信公众号等, 国金证券研究所

与机器人激光雷达市场类似, 监控摄像机下游也是一个场景繁多的市场, 头部厂商如海康、大华通过“软件定义硬件”的方式变相实现了SKU升维, 基于三重规模效应在尽可能广域覆盖碎片化场景的同时保证了尽可能低的解决方案成本: 第一重规模效应来自于产品组件的标准化(镜头、CMOS、结构件等); 第二重规模效应来自同类产品通过搭载不同的软件算法实现多场景间复用(路口的车牌识别、公司门口的人脸识别等), 以及依托统一软件架构实现软件算法组件的复用(测温、计数、单一行为识别等); 第三重规模效应来自同类场景的客群扩充拉动同类产品解决方案的批量出货(不同城市的公安交警、同一行业的龙一龙二等)。因此我们能够看到, 即使2016年至今监控摄像机头部厂商产品ASP趋于稳定(智能化算法加量不加价), 平均成本受益三重规模效应仍在小幅下降。

图表33: 2016年至今监控摄像机头部厂商产品ASP趋于稳定, 平均成本受益规模效应仍在小幅下降



来源: iFinD, 国金证券研究所

2.3.2 模拟转数字: 数字化激光雷达采用 SPAD 感光, 提升分辨率、探测距离及集成度

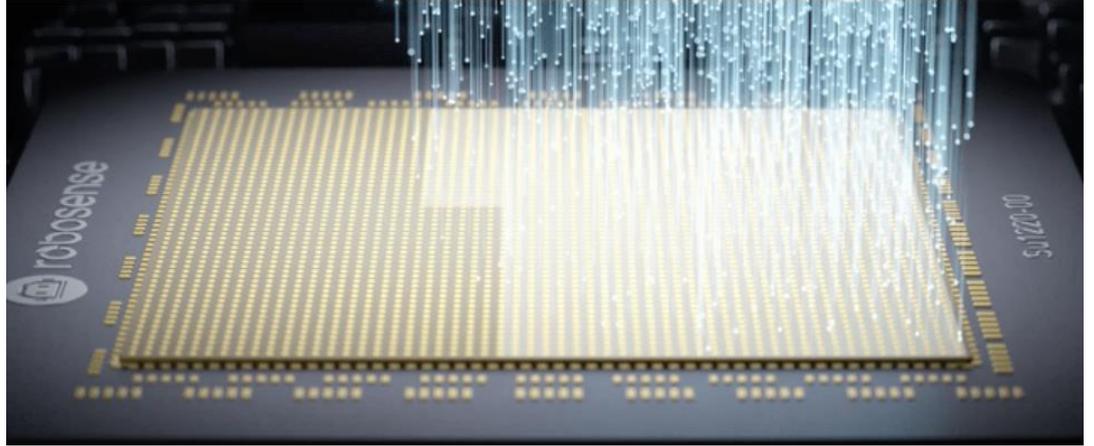
数字化激光雷达, 是用数字方法检测和处理光子信息, 区别于传统激光雷达用连续“波”探测, 省去了“模拟-数字”转换过程, 保留了更多的检测信息, 提升了分辨率、精度、集成度以及感知融合能力, 并在系统层面带来了更多增益。速腾聚创 CEO 邱纯潮在 2025 年初的发布会上表示: “激光雷达已全面进入数字化时代。在全面数字化之后, 激光雷达已经收敛到一个成熟稳定的架构中, 即将在汽车、机器人与无人机市场加速渗透和普及。”

数字化激光雷达的变化, 可以类比照相机从胶片进化到数码, 其核心环节, 在于数字化激光雷达采用了能以“单光子”形态检测激光的单光子雪崩二极管器件 (SPAD), 它让信号以离散状态呈现在接收端, 并直接输出数字信号, 达成信号感知的数字化。不仅如此, SPAD 输出的数字信号可径直进入处理环节, 无需借助一系列传输器件; 同时, 信号的处理、储存、乃至激光器件的控制, 均可凭借算法集成到芯片上进行, 在提高运算效率的同

时，降低对物理零部件的依赖。数字化的感知信息就像数字化的音乐，算法和编码让音质愈发清晰丰富的同时，播放器体积与功耗却日趋轻小。

在数字化激光雷达中，一个 SPAD 单元对应一个光点，当数个 SPAD 单元整齐排列时，生成的点云图将像计算机图片一样，由紧密、有序排列的像素点组成。SPAD 单元的排列密度与数量越大，单位时间内的采样点数量便越多，进而提升点云图的分辨率。此外，相比小面阵，大面阵 SPAD 芯片在分辨率、探测距离上优势更显著，但也会面临数据量庞大、通路复杂、发热管控难度高等诸多挑战。

图表34: 激光雷达“模拟转数字”，提升分辨率、探测距离、集成度



来源：速腾聚创微信公众平台，国金证券研究所

2.3.3 软件定义硬件：大模型时代“数据壁垒”仍然存在，超级传感器平台是关键

在 CNN 时代，AI 模型的调用门槛较高，泛化应用能力较差，因此真正限制智能摄像机在不同场景落地的核心壁垒是高质量的私有数据，海康威视等头部监控摄像机厂商通过 AI 开放平台为中长尾场景提供了一站式的算法训练平台，具备基于小样本数据训练高精度算法的能力，树立了低成本软硬一体方案化交付下游千行百业的竞争优势。

在 AI 大模型时代，伴随 DeepSeek、Llama 等国内外开源模型性价比的大幅提升，AI 模型的算法架构与算力成本门槛有望急剧下降，且 AI 大模型的泛化应用能力较强，跨场景跨任务的 2D 视觉识别精度也逐渐逼近 ToB 落地要求。

图表35: 海康观澜 AI 大模型泛化能力降低长尾场景定制需求，大幅提升识别准确率

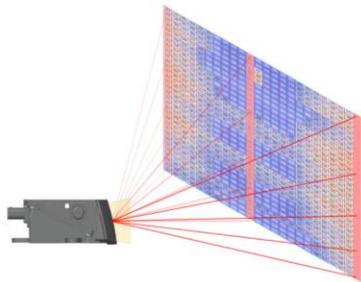
任务类型	传统小模型准确率(%)		大模型准确率(%)	
	同场景	跨场景	同场景	跨场景
老鼠检测	56.8	8.30	75.4	73.8
猪只识别	99.6	73.70	99.8	93.53
挖掘机识别	62.8	48.60	94.6	87.5
灭火器识别	88.5	66.10	96.1	96
工程车识别	68.55	57.23	91.78	79.93
电瓶车检测	78.45	54.10	87.8	84.1
防外破检测	54.56	34.13	85.8	80.69
垃圾桶识别	93.8	72.70	98	92.9
船只检测	95.5	48.50	96.1	86
戴安全帽检测	82.1	67.45	99.45	96.5
电梯综合检测(检测电瓶车、煤气罐等进电梯)	58.33	30.78	75.37	80.11
后厨综合检测(检测戴口罩、戴厨师帽、老鼠等)	86.86	78.99	94.47	91.73
平均	77.15	53.38	91.22	86.9

来源：海康威视官网，国金证券研究所

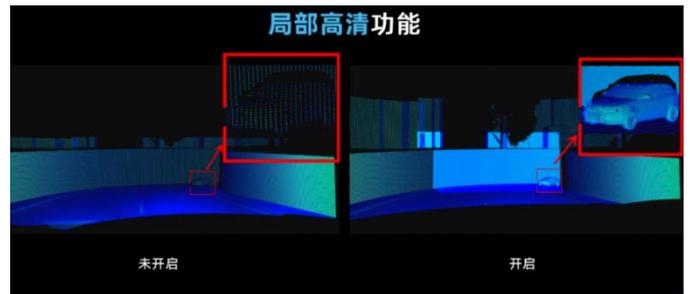
我们认为，与具身智能面临的境况类似，互联网中缺乏足够 AI 大模型训练所需的 3D 空间数据，而激光雷达 3D 点云数据同理。AI 大模型即便能够对 2D 视觉领域产生冲击，短期内也较难泛化应用于 3D 视觉传感器。

在此背景下，掌握 3D 点云应用场景的厂商将具备较强的数据优势，进一步推演，未来超级传感器所采集的彩色 3D 点云数据将更为稀缺，AI 大模型的问世并未影响到头部激光雷达厂商未来在软件层的竞争优势——通过超级传感器平台，面向开放者提供功能丰富的 SDK（建图、定位、避障等）满足不同场景任务需要，适配不同的测距、精度、分辨率、抗环境光干扰等需求，从而以低成本软硬一体化模式交付给下游场景繁多的机器人厂商。换言之，在未来的 3D 视觉竞争中，模型与算力平权之后，“数据壁垒”仍然存在。

图表36: 激光雷达光罩脏污诊断算法



图表37: 激光雷达局部高清算法



来源：禾赛科技微信公众平台，国金证券研究所

来源：北醒光子微信公众平台，国金证券研究所

3. 投资建议：重点推荐全球车载激光雷达龙头+机器人 Tier1 速腾聚创

我们认为，1) 车载方面，2024 年是车载激光雷达“跨越鸿沟”元年，出货量约 155 万颗，25 年有望翻倍至 300 万颗以上，智驾感知技术路线进一步收敛，价格端通缩进入尾声。2) 机器人方面，激光雷达与 RGB 相机融合的超级传感器有望成为“机器人之眼”的终极方案，通用传感器行业唯一的竞争壁垒仍是“成本”，而在机器人行业场景繁多的市场中，头部厂商可以通过“硬件标准化+软件生态开放”获得多重规模效应在满足长尾需求的同时巩固成本优势。重点推荐全球车载激光雷达龙头+机器人 Tier1 速腾聚创，关注禾赛。

4. 风险提示

■ 自动驾驶技术路线改变的风险。

假设以特斯拉为首的纯视觉无人驾驶方案最终成为自动驾驶技术路线的主流方案，将会对车载激光雷达的需求带来较大不确定性。

■ 乘用车销量与高级别自动驾驶渗透率不及预期的风险。

假设全球及中国乘用车销量不及预期，或 L3 及以上高级别自动驾驶在乘用车中的渗透率不及预期，将会对车载激光雷达的销量带来较大冲击。

■ 机器人视觉方案出现变动的风险。

目前人形机器人等机器人领域视觉方案尚未收敛，若最后激光雷达未能进入标配方案，或对机器人激光雷达市场规模产生扰动。

■ 国际关系端影响海外销售风险。

假设地缘政治局势持续趋紧，可能会对国产厂商的全球展业的销售出货产生较大影响。

行业投资评级的说明:

- 买入: 预期未来 3-6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上;
- 增持: 预期未来 3-6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5% - 15%;
- 中性: 预期未来 3-6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5% - 5%;
- 减持: 预期未来 3-6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明:

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，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国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级(含 C3 级)的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话: 021-80234211	电话: 010-85950438	电话: 0755-86695353
邮箱: researchsh@gjzq.com.cn	邮箱: researchbj@gjzq.com.cn	邮箱: researchsz@gjzq.com.cn
邮编: 201204	邮编: 100005	邮编: 518000
地址: 上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址: 北京市东城区建国内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址: 深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806