

证券研究报告

2023年06月11日

海外行业报告 | 行业专题研究

激光雷达行业报告： 禾赛科技 – 首个中国激光雷达IPO，看好智能驾驶标准化趋势下的空间

作者：

分析师 孔蓉 SAC执业证书编号：S1110521020002

分析师 吴立 SAC执业证书编号：S1110517010002



请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

禾赛科技是全球领先的激光雷达供应商，2022年收入在全球激光雷达企业中排名第一

产品介绍：研发生产全系列激光雷达，满足不同距离应用，下游对应三大应用领域

ADAS领域，禾赛是世界上为数不多的实现激光雷达批量交付给OEM的公司之一；自动驾驶领域，禾赛将激光雷达产品商业化并建立了行业领先的地位；机器人领域，禾赛为机器人（无人车）市场开发激光雷达产品，已经与Nuro、美团和Neolix签订了多年协议。

激光雷达行业：增长空间广阔，未来发展趋势向好

行业空间增长空间大：激光雷达在ADAS领域的未来市场空间广阔，2030E有望达649亿美元；激光雷达在自动驾驶和机器人领域的市场规模较大且处于快速发展期，2030E自动驾驶和机器人的市场规模预计分别有望达到223亿美元和167亿美元

产业链情况：中国已形成车载激光雷达生态系统，产业链成熟度逐渐提高。

竞争格局：国外厂商暂时领跑，中国厂商加速崛起。目前，禾赛已经实现全球领先地位。

行业发展趋势：L2+级别及以上自动驾驶渗透率逐步提升，带动激光雷达需求大幅上涨。

主要竞争对手剖析：图达通、速腾聚创、AEVA

图达通：全球图像级激光雷达提供商，核心业务是图像级、超远距激光雷达的研发和生产，涵盖自动驾驶、车路协同、智慧高速、轨道交通、工业自动化等应用领域。

速腾聚创：全球领先的智能激光雷达系统科技企业，采取MEMS与机械式激光雷达硬件，硬件融合技术，感知软件等产品技术，涵盖自动/辅助驾驶乘用车&商用车，无人物流车，机器人，RoboTaxi，RoboTruck，RoboBus，智慧交通新基建等细分领域。

AEVA：全球领先的芯片化FMCW连续波调频激光雷达企业，采用硅光芯片+FMCW技术，拥有全球首个LiDAR-on-Chip技术。涵盖自动驾驶、消费类设备、工业自动化、安全应用等应用领域。

投资建议：我们认为，ADAS（L2+/L3）渗透率提升叠加固态补盲激光雷达23年下半年开始交付上车，公司的ADAS领域激光雷达产品AT128和FT120的交付量有望进一步提升。彭博一致预期为23E-25E收入为17.5/40.1/60.0亿元，净利润为-3.9/4.1/9.9亿元，建议关注。

风险提示：行业竞争加剧；L2+渗透率不及预期；公司经营风险；公司产品出现缺陷的风险；公司新产品销量不及预期

目录

1. 禾赛科技：全球领先的激光雷达供应商

2. 激光雷达行业：增长空间广阔，未来发展趋势向好

3. 主要竞争对手剖析：图达通、速腾聚创、AEVA

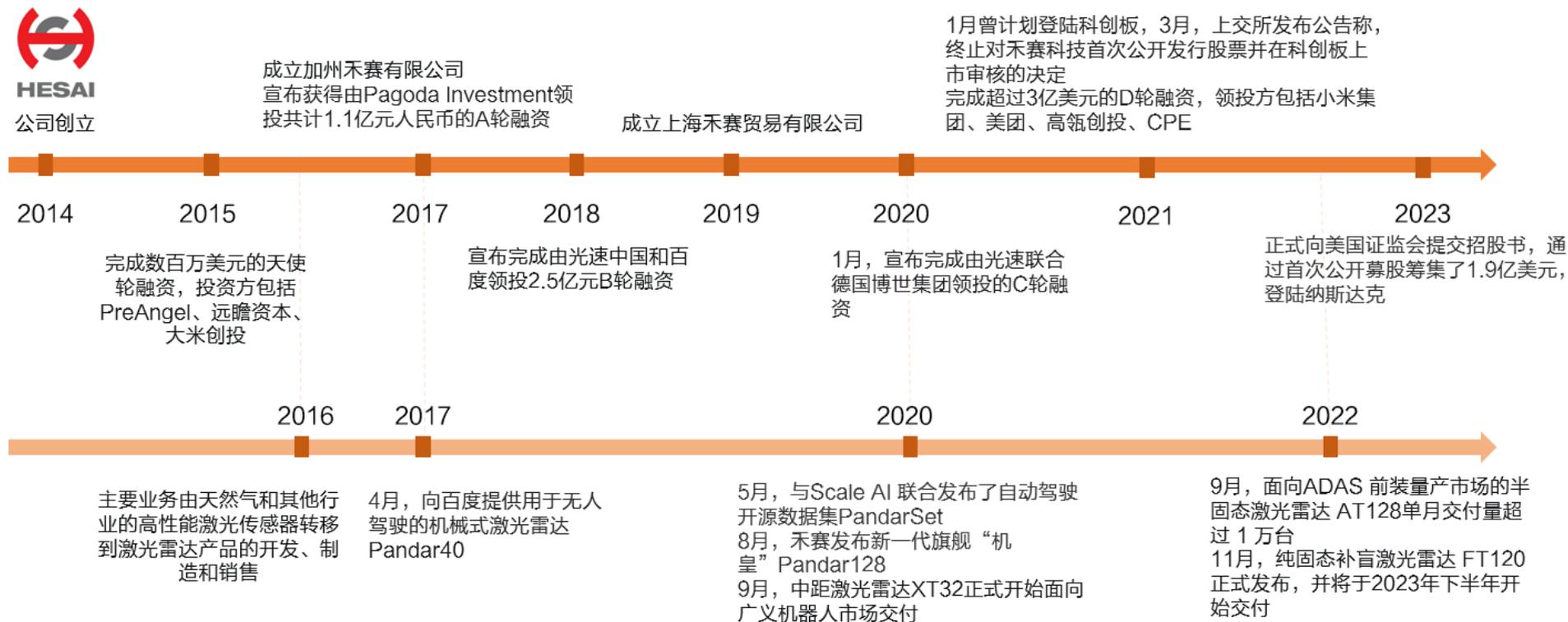
4. 投资建议及风险提示

1.1 禾赛科技简介：全球领先的激光雷达供应商

专用激光雷达起家，成为全球领先激光雷达供应商

- 禾赛科技是一家全球化的激光雷达研发与制造企业。禾赛的产品广泛应用于支持高级辅助驾驶系统（ADAS）的乘用车和商用车、自动驾驶汽车、各类机器人应用（例如无人配送车和封闭区域内的物流机器人等）。
- 禾赛在光学、机械、电子、软件等激光雷达核心领域有着卓越的研发能力和深厚的技术积累，其激光雷达产品已成功经过市场验证，截至2022年底累计交付量超过10万台。禾赛将激光雷达的制造工艺融入到研发设计流程中，在促进产品快速迭代的同时，保证高性能、高可靠性与高性价比。禾赛的客户包括全球主流汽车厂商、自动驾驶和机器人公司，遍及全球40个国家、90多个城市。

图：禾赛科技历史发展历程



资料来源：禾赛科技招股书，高工移动机器人公众号，禾赛科技公众号，AI汽车制造公众号，投资界公众号等，天风证券研究所

1.1 禾赛科技简介：全球激光雷达企业的商业化标杆

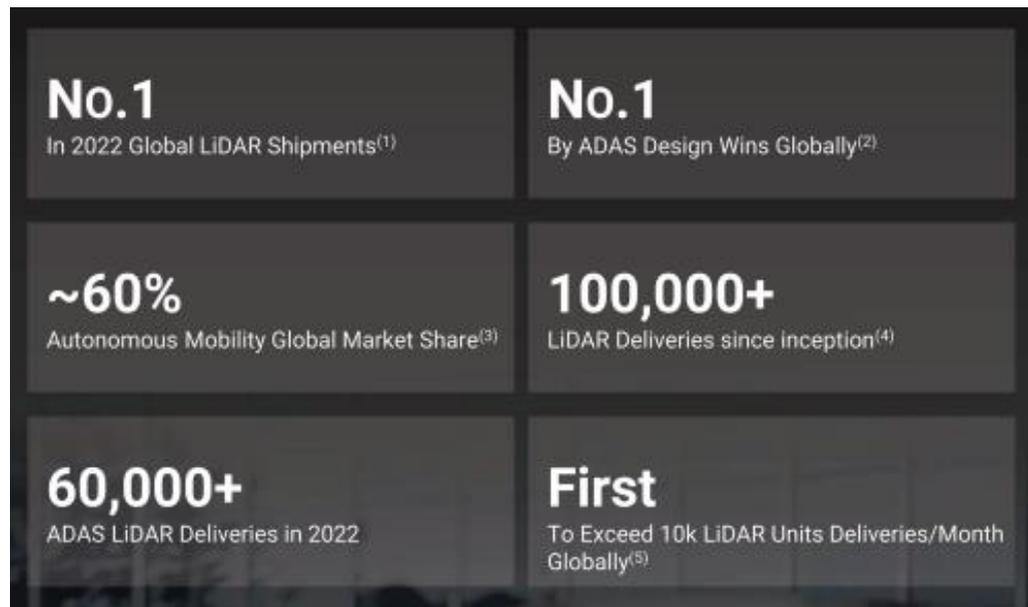
专用激光雷达起家，成为全球领先激光雷达供应商

- 出货量 and 收入规模证明禾赛的全球领先地位。2017-2022年，禾赛已售出超过103000万台激光雷达，2022年累计售出80400多台。在截至2022年9月30日的9个月内，与全球上市的LiDAR公司相比，禾赛科技的收入最高，超过第二名3.6倍。
- 受益于汽车智能化发展，禾赛为LiDAR从技术创新到大规模生产和广泛应用铺平了道路。禾赛是ADAS市场中为数不多的实现批量交付LiDAR产品的公司之一，也是业界第一家每月交付超过10000台LiDAR的公司。Yole Intelligence对54名ADAS客户进行了抽样调查，禾赛在LiDAR定点合作数量上排名第一。2022年7月开始批量发货后，22H2禾赛合计交付了约62000台AT128 LiDAR。
- 禾赛是自动驾驶市场激光雷达的全球领导者，2021年约占全球市场60%的份额。截至2021年底，全球15家顶尖的自动驾驶公司中，有12家使用禾赛的产品作为激光雷达主要解决方案。

图：AT128激光雷达产品图

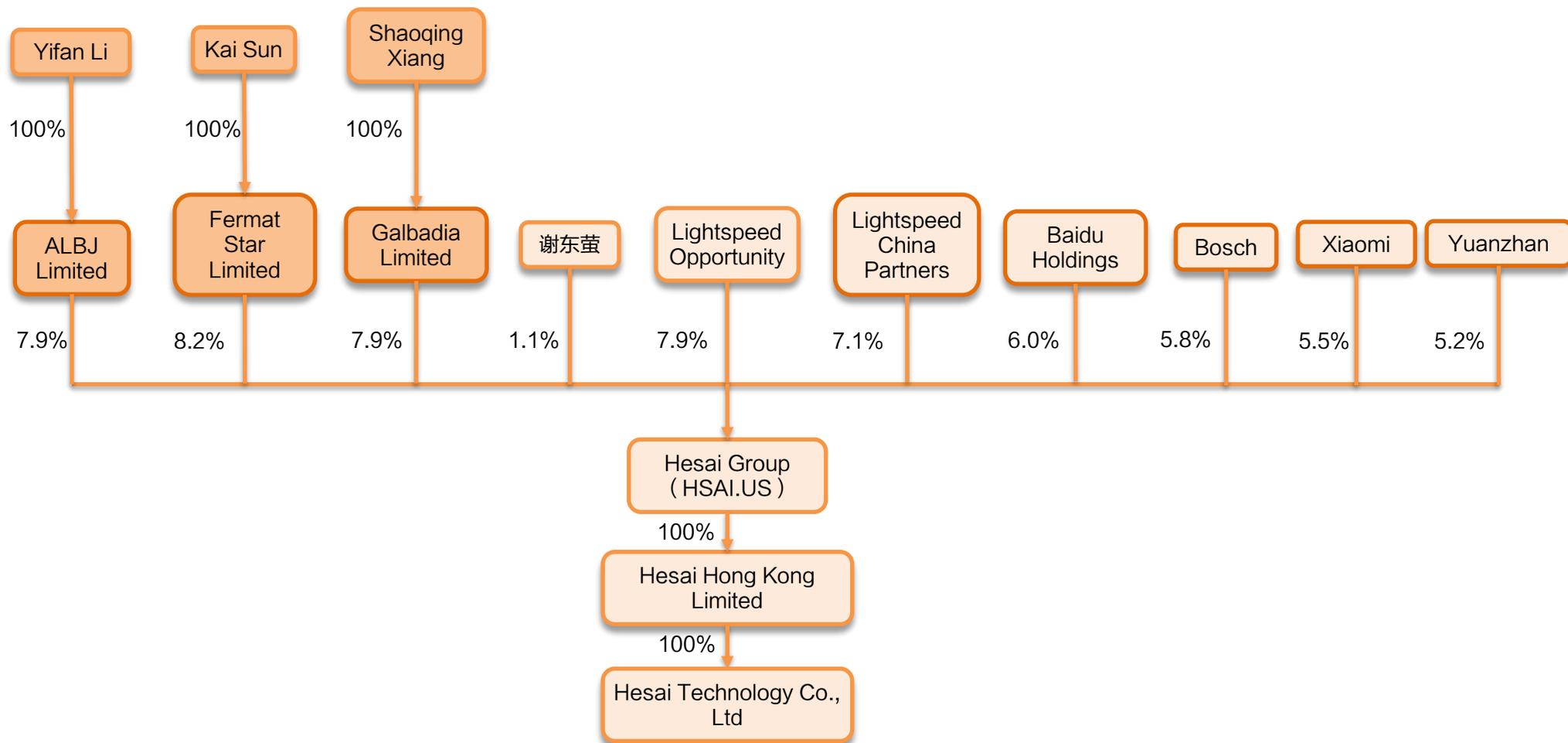


表：公司为全球领先的激光雷达供应商



1.2 内部管理：双重股权结构，三位联合创始人为公司实际控制人

表：公司股权结构图（截止时间为2023年2月）



1.2 内部管理：核心管理层资历深厚

采用双重股权结构，三位联合创始人拥有公司实际控制权

- 公司股票分为投票权不同的A类股（十倍投票权）和B类股。禾赛IPO后，联合创始人李一帆、孙恺、向少卿合计拥有24%的股份以及76.1%的投票权。

核心管理团队多为技术出身，长期深耕激光雷达领域

- 李一帆、孙恺、向少卿为公司三位联合创始人，均为机械工程专业出身，拥有行业内多年研究、工作经验

表：核心管理层履历

姓名	职务	简介
李一帆	联合创始人、首席执行官、董事	<ul style="list-style-type: none">• 公司联合创始人，自成立以来一直担任首席执行官和董事。在共同创立禾赛之前，2013年至2014年，担任硅谷西部数字的首席工程师。2009年获得清华大学机械工程学士学位，2009年获得伊利诺伊大学厄巴纳香槟分校机械工程硕士学位，2013年获得伊利诺伊本科厄巴纳-香槟分校机械工程学博士学位。
孙恺	联合创始人、首席科学家、董事	<ul style="list-style-type: none">• 公司联合创始人，自成立以来一直担任首席科学家和董事。2007年在上海交通大学获得热能和动力工程学士学位，2009年在斯坦福大学获得机械工程硕士学位，2013年在斯坦福本科获得机械工程博士学位和电气工程博士副学位。在共同创立禾赛之前，2014年在斯坦福大学担任研究助理。在斯坦福大学的主要研究重点是利用激光和新型检测技术构建超快、高灵敏度的分子检测系统。这些检测系统在研究反应动力学的极端条件下运行。
向少卿	联合创始人、首席技术官、董事	<ul style="list-style-type: none">• 公司的联合创始人，自成立以来一直担任首席技术官和董事。在共同创立禾赛之前，2011年至2014年间在苹果股份有限公司担任iPhone硬件系统集成工程师。2007年，获得清华大学微机电系统学士学位。2009年和2011年，分别获得了斯坦福大学机械工程和电气工程双硕士学位。
谢东萤	全球首席财务官、董事	<ul style="list-style-type: none">• 2021年4月起担任公司的全球首席财务官，自2021年6月起担任董事。目前还担任新东方教育科技集团的董事、京东的独立董事和审计委员会主席、YUM China Holdings, Inc.的独立董事。2017年5月至2019年10月，担任中国领先电动汽车公司NIO股份有限公司的全球首席财务官。2016年8月至2017年9月，担任Nord Anglia Education Inc.的独立董事和审计委员会主席。2007年至2009年，担任完美世界的独立董事和审计委员会主席。2003年至2005年担任ARIO Data Networks Inc.的首席财务官。曾在瑞银资本（UBS Capital）（董事总经理兼亚洲科技/媒体/电信主管）、JP Morgan（副总裁）和Credit Suisse担任私募股权和投资银行高级行政职务，并在White & Case LLP担任公司和证券律师。
杨采莲	运营副总裁、董事	<ul style="list-style-type: none">• 自2017年11月起担任公司的运营副总裁兼董事，2014年12月加入禾赛。在加入禾赛之前，2012年10月至2014年7月在上海浦东发展银行担任客户经理，2014年9月至2014月在花旗银行担任客户经理。2012年，获得盐城师范大学商务英语学士学位。

1.3 产品简介：研发生产全系列激光雷达，满足不同距离应用

提供全系列的激光雷达产品，2022年AT128销量占比最高

禾赛开发并生产全系列激光雷达产品，以满足客户的各种需求。禾赛的激光雷达产品以业界领先的检测范围、分辨率、抗干扰技术和可靠性，满足短距离、中距离和长距离应用。2022年禾赛销量最高的产品为应用在ADAS领域的AT128长距离激光雷达，销量约为62000台，约占总销量的77%。

表：禾赛科技产品矩阵

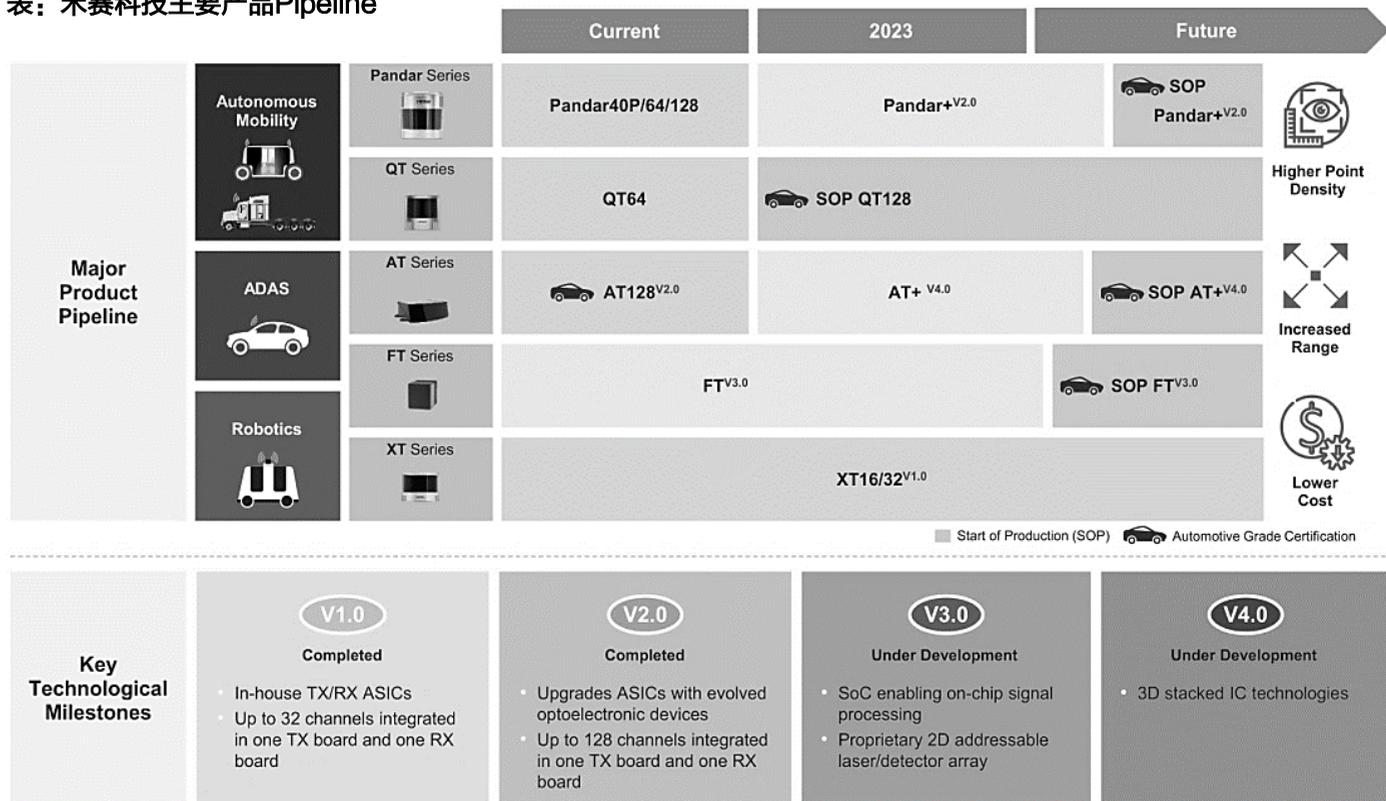
应用领域	产品系列	产品名称	扫描方式	线数	探测距离 @10%	单回波点频	水平视场角	垂直视场角	水平角分辨率	垂直角分辨率
自动驾驶	Pandar系列	Pandar 40M	机械旋转	40	120米	72.0万	360°	40°	0.2° (10Hz)	0.33°
		Pandar 40P	机械旋转	40	200米	72.0万	360°	40°	0.2° (10Hz)	0.33°
		Pandar 64	机械旋转	64	200米	115.2万	360°	40°	0.2° (10Hz)	0.167°
		Pandar 128	机械旋转	128	200米	345.6万	360°	40°	0.1° (10Hz)	0.125°
	QT系列	QT 64	机械旋转	64	20米	38.4万	360°	104.2°	0.6°	1.45°
		QT 128	机械旋转	128	20米	86.4万	360°	105.2°	0.4° (10Hz)	0.4°
辅助驾驶	AT系列	AT128	转镜	128	200米	153.6万	120°	25.4°	0.1° (10Hz)	0.2°
	FT系列	FT120	电子扫描	120	30米	19.2万	100°	75°	0.625°	0.625°
机器人	XT系列	XT16	机械旋转	16	80米	32.0万	360°	30°	0.09° (5Hz)	2°
		XT32	机械旋转	32	80米	64.0万	360°	31°	0.09° (5Hz)	1°

1.3 产品简介：激光雷达下游对应三大应用领域

起家于自动驾驶应用领域，受益于ADAS领域的LiDAR大规模交付，战略部署机器人领域

- 在ADAS领域，禾赛是世界上为数不多的实现产品批量交付给OEM的公司之一。Yole Intelligence对54名ADAS客户进行了抽样调查，结果显示禾赛在激光雷达定点合作数量上排名第一。禾赛ADAS市场的量产能力已达到每月约20000台，并在2022年向ADAS客户总计运送了约62000台AT128 LiDAR。禾赛在ADAS市场上的商业成功证明了产品的先进技术以及实际道路场景中的性能和质量。禾赛在ADAS领域的大客户包括Li Auto、Lotus、Jidu等，并已经获得和上汽、长安的定点合作。
- 自动驾驶领域，禾赛已经率先将产品商业化并建立行业领先地位。禾赛是自动驾驶市场中的全球第一大激光雷达解决方案提供商，2021年占全球约60%的市场份额。禾赛在自动驾驶领域的大客户包括安途(AutoX)、文远知行(WeRide)、小马智行、百度、Aurora、Zoox等。
- 机器人市场，禾赛利用其专有技术取得突破。目前已经与Nuro、美团和Neolix签订了多年协议，在该市场部署最后一英里配送服务等。

表：禾赛科技主要产品Pipeline



1.4 财务分析：收入稳定增长，产品结构变化导致毛利率下降

主要收入来自产品销售收入

- 禾赛大部分收入来自于LiDAR产品和气体检测产品的销售。集团在产品的控制权转移给客户时确认收入。2022年，公司产品收入占总收入的95.78%。

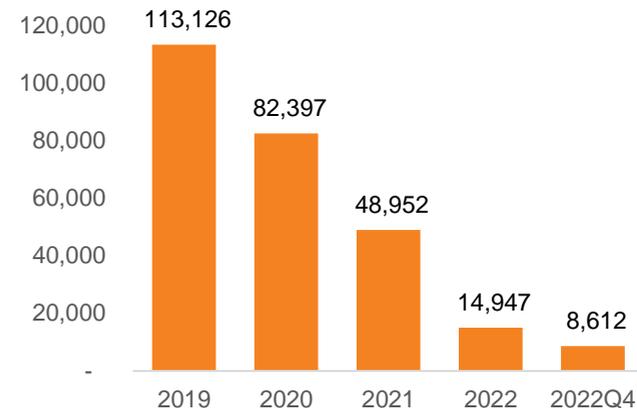
收入稳定增长，净亏损逐步减小

- 收入端**，2019-2022年，禾赛科技的收入分别约为3.48亿、4.16亿、7.21亿及12.03亿元，2022年收入同比增长66.81%。**利润端**，目前仍在亏损，2019-2022年归属于公司普通股股东的净亏损则分别约为1.75亿、1.07亿、2.46亿及3.01亿元。

毛利率呈下降趋势，主要因AT128出货量增加

- 2019-2022年，公司毛利率分别为70.3%、57.5%、53.0%、39.2%，呈持续下降趋势。随着公司毛利率相对较低的ADAS市场激光雷达产品AT128出货量的增加，未来公司毛利率可能会进一步下降。

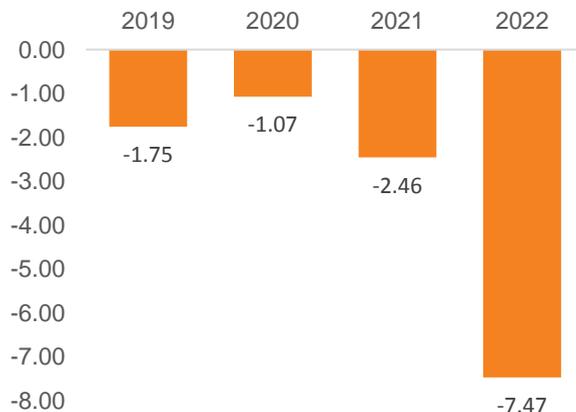
图：2019-2022年及22Q4LiDAR平均售价（元）



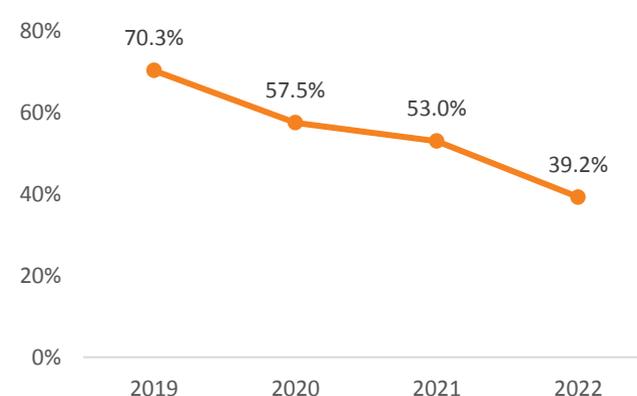
图：2019-2022年公司收入保持高速增长



图：2019-2022年公司净亏损（亿元）



图：2019-2022年公司毛利率

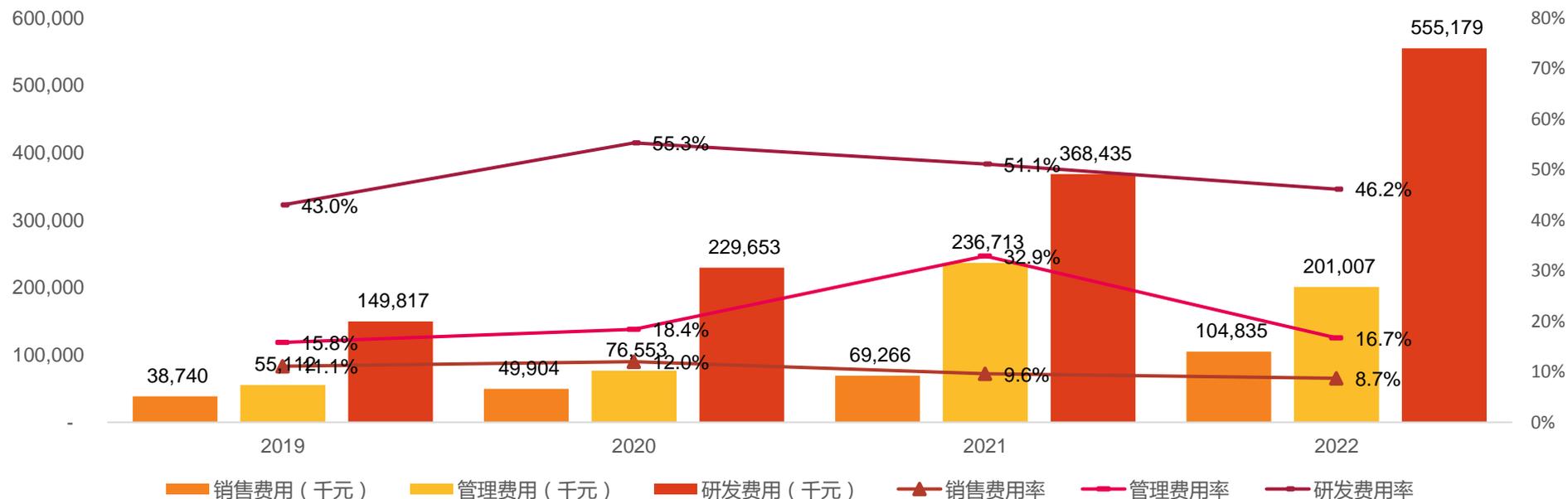


1.4 财务分析：收入规模效应显现，费用率有望持续下降

费用角度，2019–2022年，收入快速增长规模效应初显，期间费用率有望下降。2019–2022年公司销售费用占比呈下降趋势，从11.1%降至8.7%；我们认为这意味着产品已经得到业内认可，获客成本或将逐步降低。

研发费用是禾赛费用端的主要投入，费用率一直超过40%。2019–2022年禾赛的研发费用投入分别为1.50亿、2.30亿、3.68和5.55亿元，研发费用占比分别为43.0%、55.3%和51.1%和46.2%。我们认为，在持续的研发费用投入下，公司有望进行产品的不断迭代和更新，从而维持在激光雷达行业内的领先地位。

图：2019–2022年费用率呈下降趋势



目录

1. 禾赛科技：全球领先的激光雷达供应商

2. 激光雷达行业：增长空间广阔，未来发展趋势向好

3. 主要竞争对手剖析：图达通、速腾聚创、AEVA

4. 投资建议及风险提示

2.1 激光雷达行业市场规模（1/2）：ADAS领域看好智能驾驶标准化下放

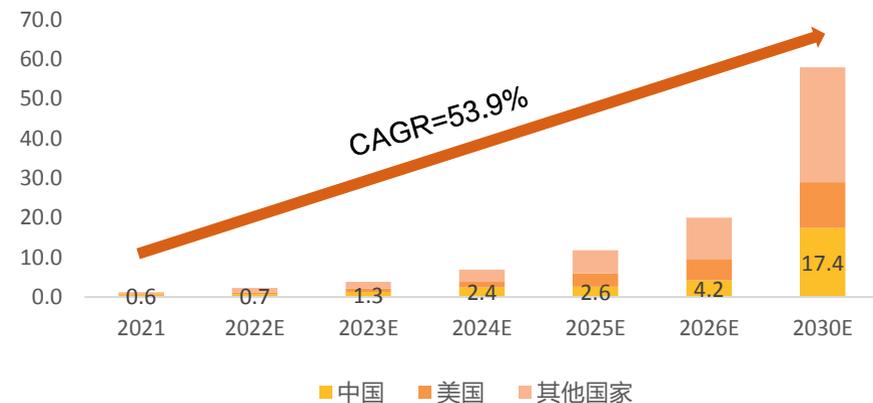
激光雷达在ADAS领域的未来市场空间广阔

- 受中国客户对更先进的自动驾驶功能的偏好以及中国原始设备制造商对车型的快速迭代的驱动，Frost&Sullivan预计在未来几年ADAS在中国的渗透率将显著提高，2030年有望达**87.9%**。
- 由于激光雷达能够显著提高ADAS的功能和安全性，越来越多的OEM厂商已经采用激光雷达，或者已经宣布在其产品中采用激光雷达，提供新的ADAS体验水平。
- 预计**2030年全球激光雷达销售量将达到2亿只，市场规模达到649亿美元**。随着激光雷达成本持续下降，L3级以下的ADAS将加大配备激光雷达，以提高ADAS系统的可靠性和性能。
- 中国激光雷达市场增长率预计超过美国**。2021-2030中国年复合增长率达**103.0%**，高于美国**93.8%**，Frost&Sullivan预计中国将成为全球最大的ADAS领域激光雷达市场。

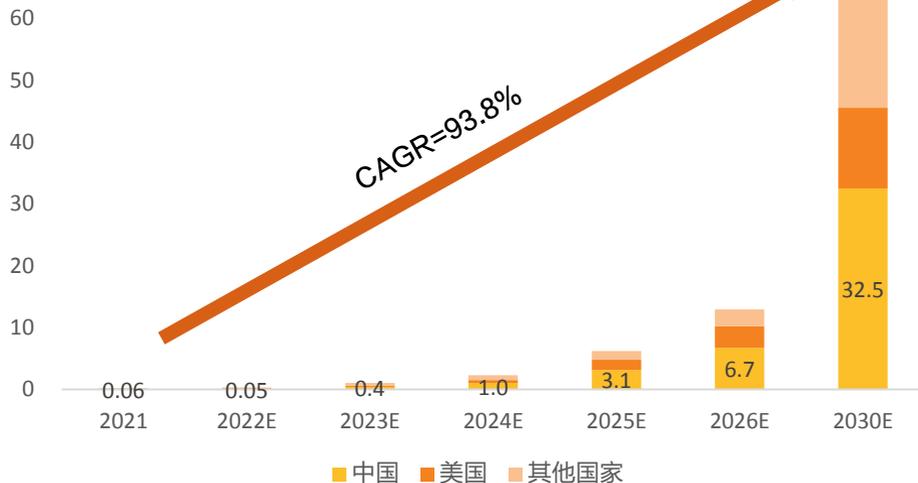
图：2022-2030年中国和美国市场ADAS渗透率预测



图：2021-2030E全球ADAS汽车的销量（百万辆）



图：2021-2030E全球激光雷达在ADAS领域中市场规模（十亿美元）

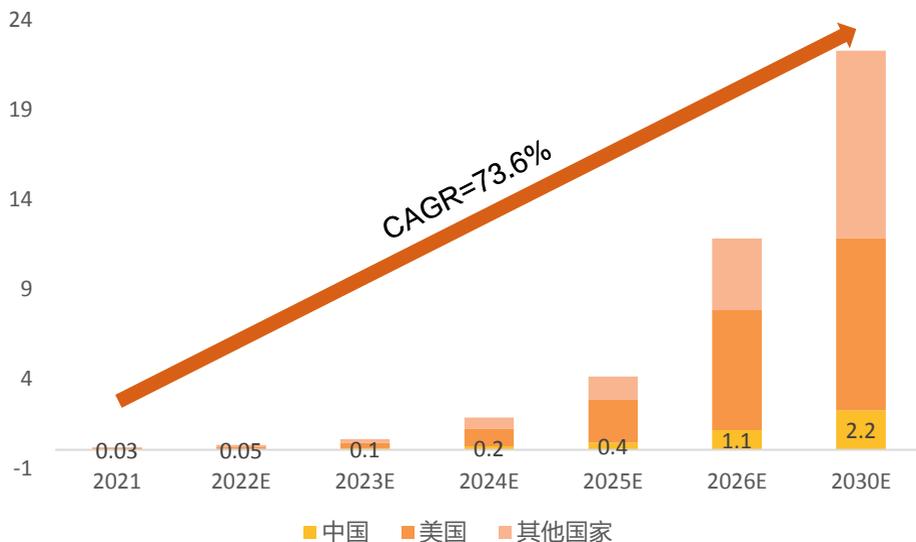


2.1 激光雷达行业市场规模（2/2）：自动驾驶和机器人领域处于快速发展期

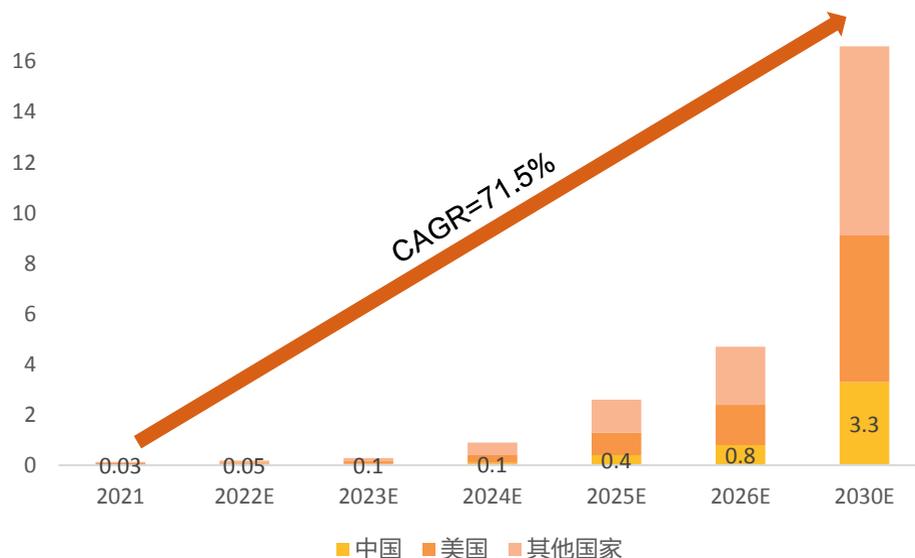
激光雷达在自动驾驶和机器人领域的市场规模较大且处于快速发展期

- 自动驾驶行业的TAM定义为自动化程度高于L3级的车辆，其中包括RoboTaxi和RoboTruck
- 根据弗若斯特沙利文报告，至2030年，全球自动驾驶汽车的数量预计将达600万辆，配备激光雷达将达2,350万台，激光雷达的市场规模预计达到223亿美元；中国预计将成为最大的自动驾驶应用市场，TAM将达105亿美元，占全球市场的47.0%
- RoboTaxi目前为自动驾驶最大的机会之一，美国和中国在累计测试里程方面处于市场领先地位。未来预计技术将继续发展，适用法规也将出台；RoboTruck减少司机成本和提高卡车利用率，大大降低了运营成本，具备商业化潜力，预计未来市场拥有较大增长潜力
- 机器人设备定义为完全无人驾驶的机器，包括最后一英里送货机器人、街道清扫机器人和限制区域的物流机器人。随着全球生活方式的变化，快递服务，特别是最后一英里的快递，提供了丰富的选择和优化的速度，方便和安全的体验，中国的快递数量在2021年已经达到1,350亿
- 根据弗若斯特沙利文报告，至2030年，全球机器人设备数量预计将达1,110万台，配备激光雷达将达3,340万台，TAM预计达到167亿美元

图：2021-2030E全球激光雷达在自动驾驶市场的营收（十亿美元）



图：2021-2030E全球激光雷达在机器人市场的营收（十亿美元）



2.2 激光雷达行业产业链和竞争格局

中国已形成车载激光雷达生态系统，产业链成熟度逐渐提高

- 激光雷达产业链上游包括发射模块（激光器）、接收模块（探测器）、信息处理模块（芯片）、扫描模块和其他结构部件
- 产业链中游是各种形态的车载激光雷达，包括机械式激光雷达、半固态激光雷达和固态激光雷达
- 产业链下游是各大Tier1厂商以及整车厂商，主要用于ADAS辅助驾驶系统以及高级自动驾驶。按照应用领域主要分为无人驾驶、高级辅助驾驶、服务机器人和车联网行业

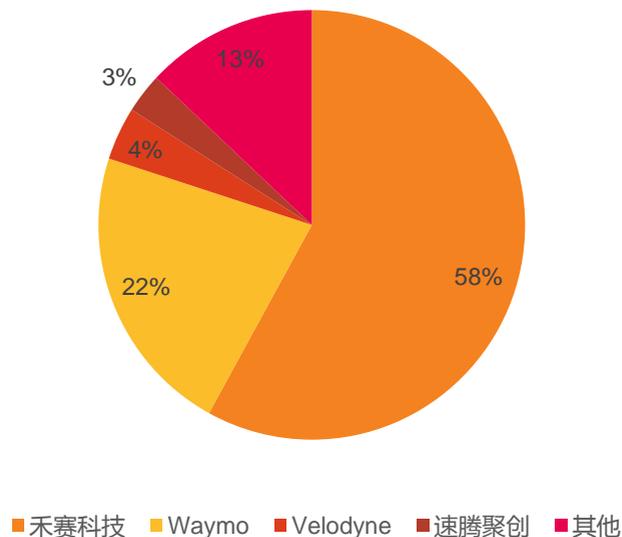


2.2 激光雷达行业产业链和竞争格局

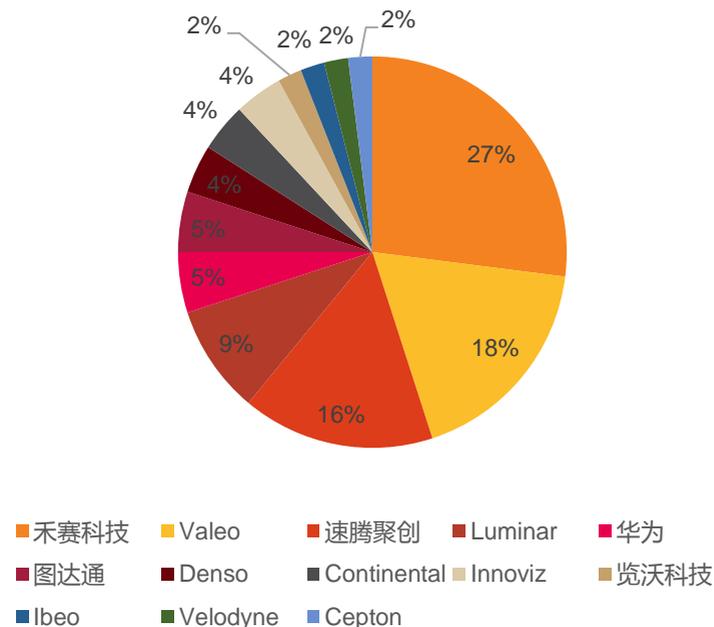
国外厂商暂时领跑，中国厂商加速崛起

- 全球激光雷达产业链中，国外企业具有先发优势，以Valeo、Luminar、Ibeo为首的外国厂商占据较大市场份额。2020年全球ADAS激光雷达市场由法雷奥主导，基本找不到它的竞争对手。2021年，尽管市场涌现出一批新来者，但法雷奥仍然牢牢占据着75%的份额
- 伴随着中国智能驾驶、新能源行业的强势崛起，国内激光雷达厂商成为市场重要参与者。2022年全球Top15激光雷达公司中，2家车载激光雷达公司都来自中国，分别是禾赛科技和速腾聚创。
- 按照定点合作数量看市场份额：截至2022年7月，在全球范围内官宣的ADAS前装定点数量累计约55个，中国厂商份额合计约50%，较2019年的26%实现快速提升；禾赛科技份额达27%，超越法雷奥排名全球第一，速腾聚创、华为、图达通、览沃科技等国产厂商份额分别为16%、5%、5%、2%；以禾赛科技为首的中国供应商的强劲突围极大地改变了全球激光雷达行业的发展局面
- 按照交付口径看市场份额：2022年Yole预计全球将有超过20万台ADAS激光雷达交付上车，其中禾赛科技份额为20%，仅次于法雷奥（29%），前五名(Valeo、禾赛科技、速腾聚创、华为和Luminar) 合计份额预计超80%

图：2021年全球激光雷达在自动驾驶领域的市场份额



图：截至2022年7月ADAS激光雷达竞争格局（按定点车型数量）

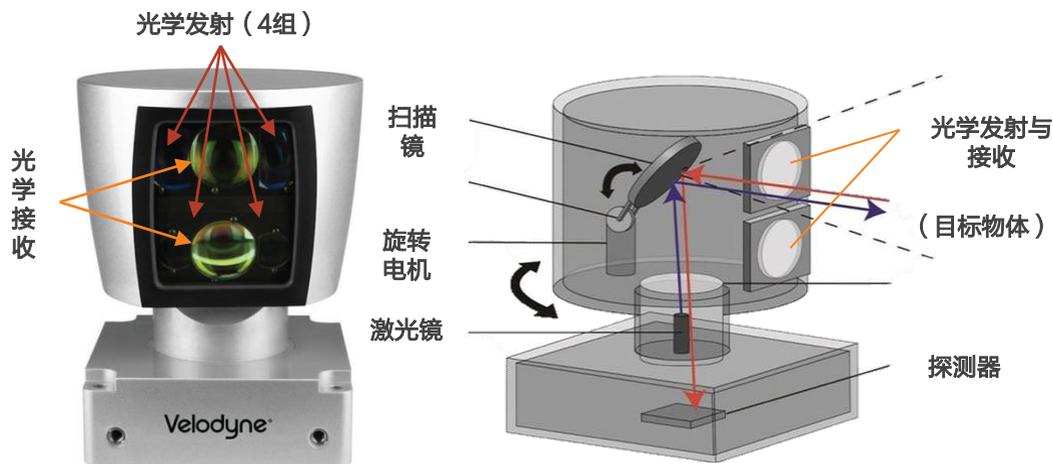


2.3 激光雷达行业定义及原理

激光雷达基础概念

- 激光雷达的本质是一种以激光为辐射源的主动探测器，通过测距和测角来实现探测目的。激光雷达LiDAR (Light Detection and Ranging) 是激光探测及测距系统的简称，另外也称 LADAR (Laser Detection and Ranging)。
- 激光雷达的工作原理，主要是由激光发射器、光学接收器以及信息处理三部分组成，它会不断向外发射激光束，光束在遇到障碍物后会反射，再通过接收传感器，接收物体反射回的光脉冲。
- 激光雷达的优点包括解析度高，测距精度高；抗有源干扰能力强；探测性能好；不受光线影响；测速范围大。
- 激光雷达主要性能指标包括视场角、线数、角分辨率、波长、激光安全等级、测距能力和盲区、精度、帧率等：1) 视场角：即有效扫描角度，在该角度范围内目标物体可被检测到，它分为水平视场角和垂直视场角；2) 线数：对于激光雷达来说，线数越多、越密意味着可以更清晰、更完善的收集各类物体3D轮廓越高；3) 角分辨率：表示两个相邻测距点的角度，分为水平角分辨率和垂直角分辨率；4) 波长：目前市场上三维成像激光雷达最常用波长分两种，即905nm和1550nm；5) 激光安全等级：车载激光雷达一般要求人眼安全级别为Class 1；6) 测距能力和盲区：测距能力（量程），即能有效检测到最近和最远距离，另外目标的反射率越高则测量距离越远，目标的反射率越低则测量距离越近。盲区是指激光雷达无法接收到激光回波信号的距离，也会因为距离过近而产生；7) 精度：雷达可以感知的距离最小变化值。通常来说目标距离激光雷达越远测距准确度越低；8) 帧率：扫描频率表示一秒内雷达进行多少次扫描，其计量单位是HZ，扫描频率越大，设备对外界环境的感知速度越快，系统实时性更高。

图：激光雷达构成示意图



图：激光扫描传感器结构组成

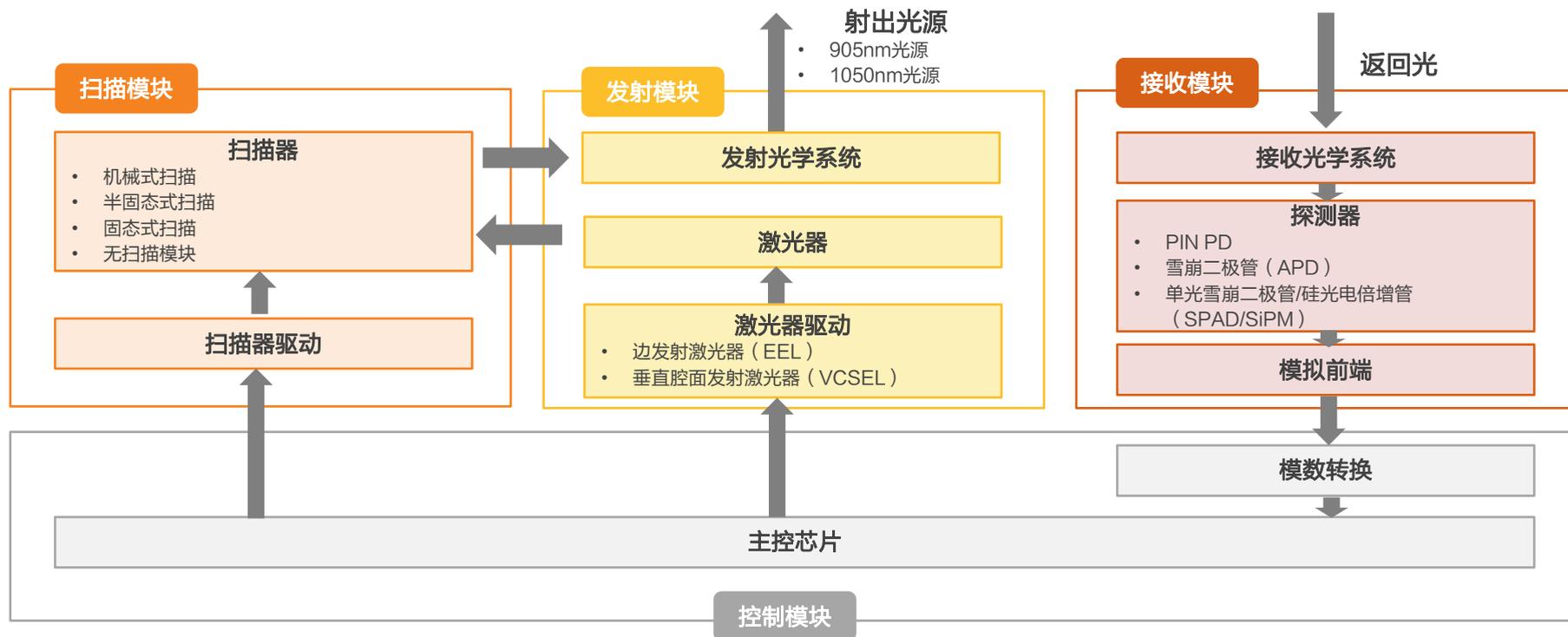


2.3 激光雷达行业定义及原理

激光雷达四大系统

- 激光雷达硬件可分为扫描模块、发射模块、接收模块及控制模块
- 扫描模块主要作用为通过扫描器的机械运动控制光的传播方向，实现对特定区域的扫描，扫描形式的选择主要影响探测范围广度及激光雷达整体的耐用及稳定性；
- 发射模块负责激光源的发射，不同光源及发射形式的选择影响射出光的能量大小，继而影响光源可达到的探测范围深度；
- 接收模块则负责接收返回光，不同探测器的选择影响对返回光子的探测灵敏度，继而影响激光雷达整体可探测的距离及范围；
- 控制模块主要通过算法处理生成最终的点云模型，以供后续自动驾驶决策算法参考生成后续行进策略

图：模块激光雷达模块拆解



2.4 激光雷达行业技术路径：扫描方式上从机械式向纯固态演化

扫描方式技术趋势

- 根据扫描方式的不同，激光雷达可分为**机械式**、**半固态（又叫混合固态）**和**固态**三种
- 半固态激光雷达又可分为MEMS、一维扫描和二维扫描三方案。固态激光雷达主要分为 OPA（相控阵）和 Flash（泛光面阵式）两种主流技术路线；
- 现阶段，固态激光雷达的不足在于功率密度低、探测距离短，还不能作为主激光雷达大规模量产使用。但固态激光雷达的**近距补盲能**与半固态激光雷达的**远距感知**相组合，打造出完整的车规级激光雷达解决方案

表：激光雷达按扫描方式的技术路线

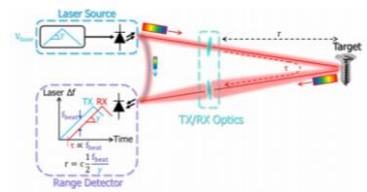
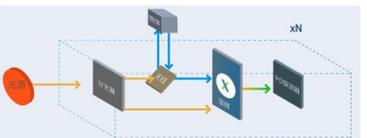
分类	技术路线	技术原理	应用	优势	劣势	代表企业
机械式	机械旋转	通过电机带动光机结构整体 360° 旋转，能对周遭环境进行全方位的扫描，形成点云，在性能上达到最优	Robotaxi 的测试和迭代	<ul style="list-style-type: none"> • 最经典、发展最为成熟的技术方案 	<ul style="list-style-type: none"> • 体积大 • 降本空间有限 • 不适用于车规级量产市场 	<ul style="list-style-type: none"> • Velodyne • Valeo • Waymo • 速腾聚创 • 禾赛科技 • 镭神智能
半固体	MEMS	一个厘米尺度的振镜，通过悬臂梁在纵横两轴高速周期运动，从而改变激光反射方向，实现扫描	量产车领域	<ul style="list-style-type: none"> • 简化了扫描结构，通过控制微振镜的偏转角度就能改变扫描路径，仅需几个激光器就能达到等效机械式更多线束激光雷达的覆盖区域和点云密度 	<ul style="list-style-type: none"> • 点云图像在叠加边缘出现不均匀的畸变和重叠 • 加大后续算法处理的难度 	<ul style="list-style-type: none"> • Innoviz • Innovusion • Pioneer • 速腾聚创
	二维转镜	不断旋转的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		<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 要求扫描频率非常高 • 要求的功率也更大 	<ul style="list-style-type: none"> • 览沃科技
	一维扫描	仅在水平方向上低速转动的反射镜来改变光线方向		<ul style="list-style-type: none"> • 稳定性和可靠性较二维扫描更高 	<ul style="list-style-type: none"> • 扫描线数较少，难以实现较高的分辨率 	<ul style="list-style-type: none"> • 禾赛科技 • 华为 • 北醒
固态	OPA	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	未来的重要方向	<ul style="list-style-type: none"> • 降低物料和量产成本 • 提升产品可靠性、生产效率和一致性 • 很好应用于车规级量产领域 	<ul style="list-style-type: none"> • 功率密度低 • 探测距离短 • 不能作为主激光雷达大规模量产使用 	<ul style="list-style-type: none"> • Quanergy • Analog • 力策科技
	Flash	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				

2.4 激光雷达行业技术路径：测距方式上ToF为主流，FMCW仍需等待技术成熟

测距方式技术趋势

- ToF使用时间来测量距离，而FMCW使用频率来测量距离
- 随着FMCW激光雷达厂商们开始定制符合自己需求的器件，如果量做起来，成本是会线性下降的；如果再能将芯片化做彻底，成本便会指数级下降，一旦芯片化做成熟了，FMCW激光雷达的成本可以比TOF低很多
- 从长期看，FMCW将跟TOF并存。FMCW激光雷达因为探测距离比较远，会被用作车辆的前向主激光雷达，而TOF由于探测距离较近，可能被安装在车辆的某个角落，用于补盲

表：激光雷达按测距方式的技术路线

分类	技术图示	技术路线	技术原理	优势	劣势	代表企业
ToF		脉冲振幅调制技术 (AM)	用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	<ul style="list-style-type: none"> • 比较成熟 • 点频更多 	<ul style="list-style-type: none"> • 光波容易受环境光干扰 • 信噪比过低 • 速度维数据质量低 • 很难跟OPA扫描结构兼容 • 光学镜头无法集成化 	<ul style="list-style-type: none"> • Waymo • 禾赛科技 • 华为
FMCW		<ol style="list-style-type: none"> 1.按相干的方式分类：调频和调相 2.按调频的实现方式分类：外调和直调 	通过发送和接收连续激光束，把回光和本地光做干涉，并利用混频探测技术来测量发送和接收的频率差异，再通过频率差换算出目标物的距离	<ul style="list-style-type: none"> • 抗干扰能力强 • 信噪比很高，比要比TOF高10倍以上 • 可获取每个像素点的速度维数据 • FMCW天然更适合OPA • F可实现更高层次的“芯片化” 	<ul style="list-style-type: none"> • 点频更少 • 硅光芯片的要求比光通信产品苛刻得多 • 短期内，成本很难降下来 • 1550纳米激光器遇到雨水就失灵 • 无法获取目标物的反射率信息 • TOF算法无法复用 	<ul style="list-style-type: none"> • Aeva • Mobileye • Blackmore • LightIC • Strobe • Analog Photonic • 光勺科技 • 光珀 • 洛微 • 微源光子

2.5 激光雷达行业发展趋势：第一梯队公司算法耦合、芯片自研

加速布局芯片化和算法垂直一体化研发，形成更高的技术壁垒

- 激光雷达结合智能算法能够提供车辆、行人、非机动车等交通要素的高精度位置、运动状态、识别追踪等信息，能够对交通状况进行全局性精确把控，对车路协同功能的实现至关重要。车路协同的市场潜力也为激光雷达的规模化应用带来了广阔的机遇
- 激光雷达的高性能、低成本化和高可靠性是未来行业发展的核心，实现途径主要通过芯片和算法自主设计研发，为产品在性能、集成度和成本上带来了竞争优势
- 未来激光雷达公司会进一步加大在芯片和算法领域的研发投入，包括激光雷达的感知算法、即时定位与高精地图构建、感知数据管理平台等技术强化规模化生产能力，为激光雷达的市场需求增长打好基础

图：激光雷达行业发展趋势

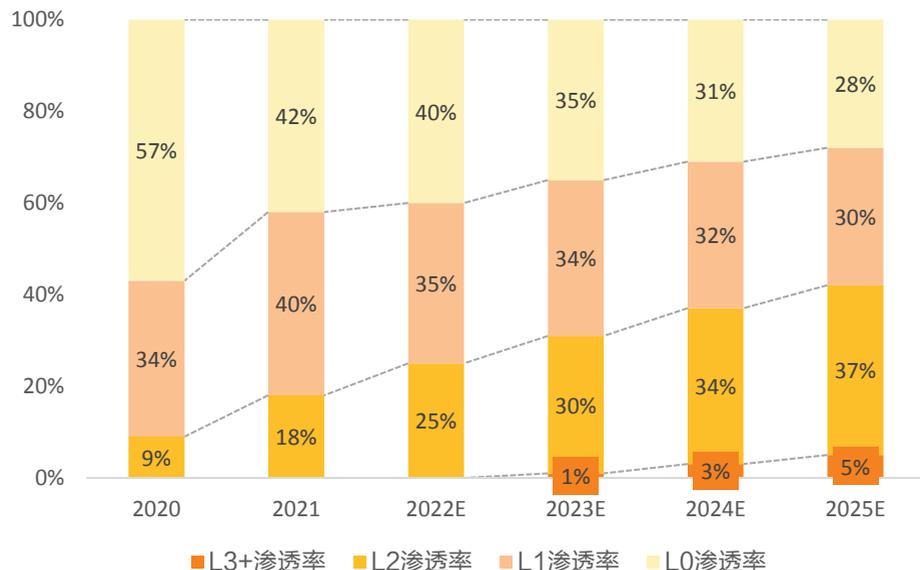


2.5 激光雷达行业发展趋势：政策推动自动驾驶渗透率提升

L2+级别及以上自动驾驶渗透率逐步提升，带动激光雷达需求大幅上涨

- 随着深圳、上海、广州等城市高阶自动驾驶政策的落地，以及理想、小鹏、蔚来、长城等领航辅助功能的规模量产，L2+级以上ADAS将快速渗透。据佐思汽研预计到2025年L2及L2+级ADAS装配率将超过50%，其中L2+有望超过15%。根据亿欧智库预计，未来2-3年内随着自动驾驶产品的渗透率提高，自动驾驶车辆规模化铺开，测试问题与软硬件问题将得到一定程度的解决，中国有望在2025年实现L3级自动驾驶量产落地
- 激光雷达成为绝大多数车企落地高级别自动驾驶的关键。据Yole测算，未来数年，传感器收入规模将进入高速发展期。其中，激光雷达、IMU、摄像头排名前三。作为感知领域关键零部件，激光雷达将继续受到关注
- 未来自动驾驶核心零部件激光雷达或将迎来需求释放。2021年中国汽车市场ADAS渗透率大幅提升，L3级别以上自动驾驶单车搭载的激光雷达可达到4颗。其中阿维塔11搭载3颗华为激光雷达，可实现高速NCA等功能；沙龙机甲龙甚至表示将搭载4颗激光雷达

表：2020-2025年中国不同自动驾驶等级汽车渗透率预测



表：2021年中国不同等级自动驾驶硬件配备情况（单位：颗）

	L0/L1	L2	L3	L4	L5
激光雷达	-	-	1	2-3	4
毫米波雷达	0-3	3-5	4-8	6-12	6-12
超声波雷达	4-8	8-12	8-12	8-12	8-12
摄像头	0-1	1-3	3-8	8-12	8-12

2.5 激光雷达行业发展趋势：小鹏P7领头，智能化下放趋势或逐步显现

表：全球已公开乘用车载激光雷达定点项目

主机厂	供应商	产品	激光雷达个数	落地车型	是否标配	落地时间	车型价格（元）
小鹏	览沃科技	HAP	2	P5	否	2022	16-20万
	速腾聚创	M系列	2	G9	否	2022	31-47万
	速腾聚创	M系列	2	P7	否	2023	21-25万
长城	速腾聚创	M系列	2	魏牌摩卡DHT-PHEV	否	2022	30万左右
	速腾聚创	M系列	2	魏牌蓝山DHT-PHEV	不详	2023	27-31万
	华为	-	4	沙龙机甲龙	是	2023	49万
北汽新能源	速腾聚创	M系列	3	极狐阿尔法S HI版	是	2022	40-43万
长安	华为	-	3	阿维塔11	是	2022	32-41万
	禾赛科技	AT128	-	SDA架构下多款车型	不详	2024	-
哪吒	华为	-	2	哪吒S	否	2022	18-34万
Lucid	速腾聚创	M系列	1	Lucid Air Dream Edition	是	2022	>62万
上汽智己	速腾聚创	M系列	2	L7	否	2022	37-41万
	速腾聚创	M系列	2	LS7	否	2023	31-46万
威马	速腾聚创	M系列	3	M7	不详	2023	-
广汽	速腾聚创	M系列	3	AION LX PLUS	否	2022	29-46万
	速腾聚创	M系列	3	AION Hyper GT	不详	2023	22-34万
比亚迪	速腾聚创	M系列	2	腾势N7	不详	2023	35-45万
	速腾聚创	M系列	3	仰望U8	不详	2023	110万
极氪	速腾聚创	M系列	-	-	不详	不详	-
一汽红旗	速腾聚创	M系列	-	-	不详	2023	-
丰田	速腾聚创	M系列	-	-	不详	不详	-

2.5 激光雷达行业发展趋势：小鹏P7领头，智能化下放趋势或逐步显现

表：全球已公开乘用车载激光雷达定点项目（续）

主机厂	供应商	产品	激光雷达个数	落地车型	是否标配	落地时间	车型价格（元）
理想	禾赛科技	AT128	1	L9	是	2022	46万
	禾赛科技	AT128	1	L8	否	2022	34-40万
	禾赛科技	AT128	1	L7	否	2023	32-38万
高合	禾赛科技	AT128	1	HiPhi Z	是	2023	61-63万
集度	禾赛科技	AT128	2	ROBO-01 探月限定版/ROBO-02	是	2023	40万元
小米	禾赛科技	AT128	-	-	-	2024年起	-
	华为	-	1	EH3	否	2023	-
奇瑞	速腾聚创	M系列	-	高性能智能纯电全新平台旗下多款车型	不详	2023年起	-
	禾赛科技	AT128	-	Eletre	是	2023	83-103万
路特斯	速腾聚创	M1	2		是		
蔚来	Innovusion	Falcon	1	ET7、ES7及ET5等NT2.0平台车型	是	2022起	33万-55万
合创	探维科技	-	-	V09	是	2023	-
沃尔沃	Luminar	Iris	1	EX90	是	2024	>80万
上汽飞凡	Luminar	Iris	1	R7	是	2022	20-39万
	禾赛科技	AT128	1	F7	不详	2023	28-35万
宝马	Innoviz	InnovizOne	-	新7系	不详	计划于2023春季	92-127万
大众	Innoviz	-	-	-	不详	2025年起	-
通用	Cepton	-	-	至少8款车型	不详	2023年起	-
奥迪	Valeo	Scala1	1	A8	否	2017	-
	Valeo	Scala2	1	A6L	否	2022	43-65万
奔驰	Valeo	Scala2	1	S级	不详	2022	>100万

目录

1. 禾赛科技：全球领先的激光雷达供应商

2. 激光雷达行业：增长空间广阔，未来发展趋势向好

3. 主要竞争对手剖析：图达通、速腾聚创、AEVA

4. 投资建议及风险提示

3.1 图达通-主攻1550nm波长激光雷达

- 成立于2016年，是全球图像级激光雷达提供商，核心业务是**图像级、超远距激光雷达**的研发和生产，涵盖自动驾驶、车路协同、智慧高速、轨道交通、工业自动化等应用领域
- 图像级超远距激光雷达猎鹰已于2022年作为**蔚来ET7、ES7及ET5的Aquila超感系统**标配量产交付，这是全球首批真正实现量产上车的高性能激光雷达。Innovusion在国内外还与多家车联网、智慧高速、轨道交通、以及工业自动化等行业龙头企业开展着积极合作。2022年1月，与自动驾驶头部公司**蘑菇车联**正式达成战略合作，推动高性能激光雷达的大规模量产应用
- Innovusion与**均胜电子**合作搭建了首条全工业化车规级激光雷达产线，它是在非标设备车规级生产部件产线上建成的最先进的激光雷达产线，年产能可达10万台，2022年11月实现**图像级超远距激光雷达50,000台**下线

表：图达通产品矩阵

产品名称	产品图片	产品类型	产品参数	技术路线
猎鹰灵动版		车规量产超远距激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> 探测距离：2m~500m 视场角：120° × 25° 垂直方向激光线束：150线@10FPS 	
猎鹰智能版		一体式超远距AI激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> 探测距离：2m~500m 视场角：120° × 25° 垂直方向激光线束：170线@10FPS 	
猎鹰精英版		图像级超远距激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> 探测距离：2m~500m 视场角：120° × 25° 垂直方向激光线束：150线@10FPS 	<ul style="list-style-type: none"> 混合固态二维扫描 1550nm激光波长 超远探测距离
灵雀-E		图像级远距离前视激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> 探测距离：180m@10% 视场角：120° × 24° 垂直方向激光线束：128线 帧率：10~20FPS 	
捷豹精英版		图像级远距离激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> 垂直方向激光线束：300线 探测距离：280m 探测精度：< 3cm 视场角：100° /65° × 40° 	
OmniVidi		全链路感知服务软件平台	<ul style="list-style-type: none"> 点云可视化交互 点云数据自动标注 感知性能量化测评 	<ul style="list-style-type: none"> 感知中台

3.1 速腾聚创-主攻MEMS激光雷达

- 成立于2014年，是全球领先的智能激光雷达系统科技企业，采取MEMS与机械式激光雷达硬件，硬件融合技术，感知软件等产品技术，涵盖自动/辅助驾驶乘用车&商用车，无人物流车，机器人，RoboTaxi，RoboTruck，RoboBus，智慧交通新基建等细分领域
- 速腾聚创于2023年与丰田汽车旗下多款车型达成量产定点合作，成为首家进入丰田供应链体系的中国激光雷达科技企业。截至2022年7月，RoboSense（速腾聚创）已与文远知行、元戎启行、智行者、小马智行、蘑菇车联等众多L4级自动驾驶企业达成深度合作，并获得来自比亚迪、一汽红旗、广汽埃安、极氪、威马汽车、路特斯、Lucid、赢彻科技、挚途科技等超过50款车型项目的定点订单
- 2021年，公司创建国内首条车规级固态激光雷达产线。截至2022年底，公司年产能规模将达到100万台左右

表：速腾聚创产品矩阵

产品类型	产品名称	产品图片	技术路线
车规级固态激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> • RS-LiDAR-M1 • RS-LiDAR-E1 		<ul style="list-style-type: none"> • 固态激光雷达
机械式激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> • RS-Ruby Plus • RS-Helios • RS-Bpearl 		<ul style="list-style-type: none"> • 机械式激光雷达
感知系统解决方案	<ul style="list-style-type: none"> • RS-Fusion-P5性能极致的激光雷达L4+感知融合方案 • RS-P1成熟可靠的低速自动驾驶激光雷达感知方案 • RS-V2X 车路协同激光雷达解决方案 		<ul style="list-style-type: none"> • MEMS与机械式激光雷达硬件 • AI环境感知算法 • 硬件融合 • 芯片
真值&测评系统	<ul style="list-style-type: none"> • RS-Reference自动/辅助驾驶感知系统的真值生成&测评工具链 		
激光雷达感知软件	<ul style="list-style-type: none"> • RS-LiDAR-Perception技术积累深厚的AI感知软件 		

3.1 AEVA-主攻FMCW激光雷达

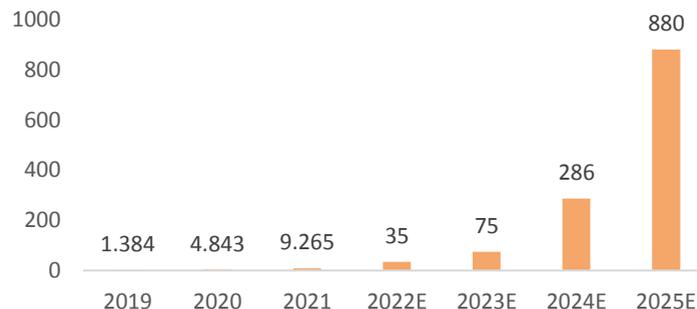


- 成立于2017年，是全球领先的芯片化FMCW连续波调频激光雷达企业，采用硅光芯片+FMCW技术，拥有全球首个LiDAR-on-Chip技术。涵盖自动驾驶、消费类设备、工业自动化、安全应用等应用领域，于2021年在纽交所上市
- 随着量产进程的加速，主要与OEM厂商（Porsche SE和图森未来），Tier1厂商（DENSO、ZF、奥迪、大众）等在内的30家客户建立了合作关系。其中和ZF的生产合作，Aeva将负责核心感知功能、硬件性能和算法，预计在2024年之前投产。此外，日本电装也是Aeva公司的合作Tier1之一
- AEVA预计2024年将实现全球车规级FMCW激光雷达大规模量产，2025年公司收入将达8.8亿美元，其中汽车领域约占整体营收的78%，消费电子领域占整体营收的12%

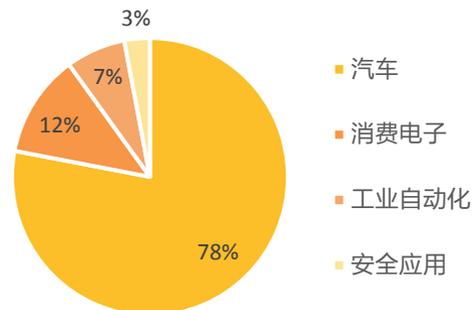
表：AEVA产品矩阵

产品名称	Aeries I 首款4D激光雷达	Aeries II 全球首款具有相机级分辨率 4D激光雷达
产品图片		
产品功能	<ul style="list-style-type: none"> 超远距离物体探测和跟踪 不受干扰 	<ul style="list-style-type: none"> 4D定位 超分辨率 危险检测 超远距离物体探测和跟踪 不受干扰
技术路线	<ul style="list-style-type: none"> FMCW技术 	<ul style="list-style-type: none"> FMCW技术 硅光子芯片
技术特点	<ul style="list-style-type: none"> 专用FMCW设计 集成硅光子技术 定制数字信号处理 ASIC 4D感知软件 	

图：2019-2025E收入预测（百万美元）



图：2025年预测营业收入拆分



目录

1. 禾赛科技：全球领先的激光雷达供应商

2. 激光雷达行业：增长空间广阔，未来发展趋势向好

3. 主要竞争对手剖析：图达通、速腾聚创、AEVA

4. 投资建议及风险提示

4.1 成长逻辑

公司未来三年成长兑现逻辑：ADAS（L2+/L3）渗透率提升叠加固态补盲激光雷达23年下半年开始交付上车，公司的ADAS领域激光雷达产品AT128和FT120的交付量有望进一步提升。

1) L2+/L3渗透率提升

- L3自动驾驶商业化奇点已至：2022年底，特斯拉FSD Beta版现已面向所有北美付费车主推出；2022-2023年，理想、小鹏、蔚来、长城等领航辅助功能（NOA）的陆续推出。
- 国内外政策陆续落地：2021年底，德国联邦汽车运输管理局（KBA）批准奔驰的L3级自动驾驶系统；2022年，深圳、上海、广州等城市自动驾驶相关政策的逐步落地。

2) 合作车企广泛（包括理想、高合、路特斯、小米、百度等）；ADAS固态补盲雷达FT120预计23年下半年开始交付，有望带来新增量。

表：禾赛科技主要产品销量及市占率测算

	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
中国汽车销量（万辆）	2531	2627	2686	2700	2713	2727
YOY	-1.9%	3.8%	2.2%	0.5%	0.5%	0.5%
中国乘用车销量（万辆）	2018	2148	2356	2349	2347	2359
乘用车占比	79.7%	81.8%	87.7%	87.0%	86.5%	86.5%
L2+/L3渗透率	0%	0%	1.0%	2%	4%	8%
对应乘用车数量（万辆）	0	0	24	47	94	189
对应主距激光雷达数量（万颗）	0	0	12（预测）	23	47	94
对应补盲激光雷达数量（万颗）	0	0	0（预测）	47	188	377
对应的主距离+补盲雷达数量（万颗）	0	0	12（预测）	70	235	472
AT128销量（万颗）	-	-	6.2	22.0	61.6	132.4
FT120销量（万颗）	-	-	-	3.0	19.5	33.2
AT+FT合计销量（万颗）	-	-	6.2	25.0	81.1	165.6
禾赛在中国ADAS的市占率			53%	35%	35%	35%

4.2 盈利预测和估值分析

我们认为，ADAS（L2+/L3）渗透率提升叠加固态补盲激光雷达23年下半年开始交付上车，公司的ADAS领域激光雷达产品AT128和FT120的交付量有望进一步提升。彭博一致预期为23E-25E收入为17.5/40.1/60.0亿元，净利润为-3.9/4.1/9.9亿元，建议关注。

表：禾赛盈利预测（彭博一致预期）

	2019	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
收入（百万元）	348	416	721	1203	1752	4009	5998
YOY	-	19%	74%	67%	46%	129%	50%
Non-GAAP净利润（百万元）	-120.2	-107.2	-244.8	-300.8	-385	413	987

表：可比公司估值比较（彭博一致预期）

股票代码	公司名称	市值（亿元）	P/S				
			2021	2022	2023E	2024E	2025E
HESAI	禾赛科技	80.7	-	7	5	2	2
AEVA	Aeva	21.9	177	42	49	0.1	0.1
LAZR	Luminar	174.0	196	43	28	9	4
INVZ	Innoviz	27.1	126	76	28	5	1
OUST	Ouster	15.6	27	4	3	1	1
平均值			122	52	24	5	2

4.2 风险提示

- 1) 行业竞争加剧：公司面临海内外竞争对手的竞争，如果竞争加剧或影响公司产品销量。
- 2) L2+渗透率不及预期：自动驾驶政策或商业化进展的延迟可能导致L2+渗透率进度不及预期，或影响公司产品销量。
- 3) 公司经营风险：核心管理层与技术团队流失。
- 4) 公司产品出现缺陷的风险：车载激光雷达产品构成高度复杂，如果出现缺陷或者性能不符合客户预期，或影响公司经营业绩。
- 5) 公司新产品销量不及预期：公司进行大量研发投入迭代和推出新产品，新产品可能无法被市场认可创造收入，影响公司经营业绩。

分析师声明

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

一般声明

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

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

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

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

特别声明

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

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下