

【新三板激光专题】激光雷达--实现高级别自动驾驶的核心

2017年11月27日

林全（分析师）
电话：020-88836109
执业编号：A1310517060001
邮箱：linquan@gzgzhs.com.cn

投资要点

国外 Velodyne、Ibeo 和 Quanergy 走在前沿；高级别自动驾驶的实现激光雷达不可或缺，国内车载激光雷达刚起步，产业性技术断层给中小企业或创业团队带来了弯道超车的机会。

1. **政策对主动安全的加码及人身对安全的本质需求驱动自动驾驶发展大趋势。激光雷达与同类传感器相比综合精度高不可替代，是实现高级别自动驾驶的关键。**2018 版 C-NCAP 中，主动安全的评分权重也占到了 15%。麦肯锡深度行业报告预测自动驾驶全面普及将减少 90% 交通事故。在这大趋势面前，激光雷达以在测距及分辨精度都有较高水平的表现成为实现高级别自动驾驶的关键。

2. **技术并不是无人车产业的唯一瓶颈，除此以外，未来无人车的发展还将取决于多个方面，缺一不可。**取得更多的路测数据、政策交规的放开、安全性能的测试、关键部件的成本降低等等。一旦各方面时机成熟、智能汽车才能得到普遍运用，激光雷达作为必备解决方案将迎来巨额爆发。谷歌无人车预计在 2020 年将实现商用，并在 2025 年实现量产。

3. **激光雷达是全球化的市场，中短期供不应求，2030 年智能驾驶用激光雷达预计空间 180 亿美元，复合增速超 50%。**根据麦肯锡公司的预测，到 2030 年汽车年生产量将达到 1.15 亿台，其中将有 15% 的汽车实现高级自动驾驶，并有 45% 实现低级自动驾驶。车企可接受大批量生产时整套系统做到 5000 元/车（约 750 美元），在不计通货膨胀的情况下，在 2030 年自动驾驶用的激光雷达市场将达到 180 亿美元以上，年复合增速 51%。

4. **国外企业具有先发优势，Velodyne、Ibeo 和 Quanergy 走在前沿，国内企业旋转式技术已经成熟，率先量产低价产品的企业将优先占据与车企的合作入口。**

国外企业具有先发优势，Velodyne、Ibeo 和 Quanergy 走在前沿，国产企业目前主要专注于生产旋转式激光雷达，速腾聚创、禾赛科技、北科天绘均可接单生产，并且在精度和价格上与国外同档次产品相比拥有优势，镭神智能、海达数云等也能在核心环节实现强有力的支撑。国产企业在固态式方面也有所研发，北科天绘、速腾聚创都预计将于今年完成研发完成，分别应用于辅助驾驶和高级自动驾驶领域，加速追赶国外企业。按照产品的代差估计，国内激光雷达厂商与国外企业仅有 1-2 年的差距。

到 2020 年 ADAS 市场所需激光雷达数量就达 900 万个，因此企业只要技术突破能够量产价格到位的产品就将得到应用。除目前的 Ibeo/Valco 4 线激光雷达可应用于 L3 系统以外，未来 Quanergy 为首的固态激光雷达企业也将预计在 2022 年开始大规模低价量产。由于车规级部件在实际应用前需大规模测试，厂商不会轻易更换装备提供商。因此在产能能够满足需求缺口之前将是技术突破关键期，在那之前能够低价量产抢占市场将打开与车企合作渠道入口，与厂家合作开发应用于高级别自动驾驶的激光雷达。

【风险提示】行业增速不达预期，配套政策及产业链环境规范不达预期。

相关报告

1. 【新三板激光专题】激光加工优势及替代趋势明显，新兴应用需求支撑业绩高增长；
2. 【新三板传感器专题】智能传感器是未来主流，下游新兴应用将强劲拉动市场增长；
3. 【金鳞榜】联赢激光（833684）：专注激光焊接，成就细分领域龙头地位。

广证恒生
做中国新三板研究极客



目 录

1.主动安全加码，高精度的激光雷达是实现高级别自动驾驶的关键.....	4
1.1 主动安全加码，智能驾驶发展趋势明朗.....	4
1.2 激光雷达与同类传感器相比在测距及分辨精度表现优异，是实现高级别自动驾驶的关键.....	7
2.激光雷达的需求拉动主要来源于自动驾驶.....	13
2.1 激光雷达是一种用于精确获得三维位置信息的传感器.....	13
2.2 激光雷达是产业链的核心，下游应用于测绘和导航.....	13
2.3 激光雷达发展瓶颈短期内在于成本，长期在于无人车产业的发展.....	16
2.4 固态激光雷达是解决高昂成本和极端环境适应的方案.....	16
2.5 激光雷达是全球化的市场，中短期供不应求，2030 年智能驾驶用激光雷达预计空间 180 亿美元，复合增速超 50%.....	18
3.激光雷达进入壁垒高，率先低价量产企业将占据车企合作入口.....	19
3.1 激光雷达企业普遍处于创业阶段，技术、资金成为进入壁垒.....	19
3.2 国外企业具有先发优势，Velodyne、Ibeo 和 Quanergy 走在前沿，国内企业旋转式技术已经成熟.....	21
3.3 率先量产低价产品的企业将占据与车企的合作入口.....	25

图表目录

图表 1 自动驾驶汽车与人类驾驶每百万公里发生事故数量对比.....	4
图表 2 2018 版 C-NCAP 试验项目和加分项目.....	5
图表 3 2018 版 C-NCAP 中 ESC 和 AEB 配置系数.....	5
图表 4 2018 版 C-NCAP 中主动安全的评分权重占 15%.....	5
图表 5 2018 版 C-NCAP 星级划分要求及各部分最低得分率要求.....	6
图表 6 互联网公司在无人驾驶领域的布局.....	6
图表 7 传统车企在无人驾驶领域的布局.....	6
图表 8 部分通过外延收购方式切入智能汽车产业链的公司.....	7
图表 9 不同位置传感器技术对比图.....	8
图表 10 SAE 的自动驾驶分级图.....	8
图表 11 《技术路线图》中智能汽车发展规划.....	9
图表 12 全面感知是智能网联汽车发展的基础.....	10
图表 13 视觉传感与雷达传感的 ADAS 应用及优劣势.....	10
图表 14 各类传感器在不同 ADAS 功能中的适用性.....	11
图表 15 Bosch 公司自动驾驶传感器配置方案.....	11
图表 16 BOSCH 车身外围传感器及功能.....	12
图表 17 各类传感器的市场发展趋势预测.....	12
图表 18 激光雷达测量技术示意图.....	13
图表 19 激光雷达产业链示意图.....	14
图表 20 测量型激光雷达和导航型激光雷达的对比.....	14
图表 21 汽车主动安全路线图.....	15
图表 22 机械旋转式激光雷达实物图.....	17
图表 23 固态式与机械旋转式激光雷达对比图.....	18
图表 24 国内外激光雷达主要参与者一览.....	20
图表 25 德尔福无人车配 4 台 S3 固态激光雷达.....	21
图表 26 谷歌、百度无人车配 Velodyne 激光雷达.....	21
图表 27 Velodyne 64/32/16 线激光雷达.....	22
图表 28 Ibeo 的 Lux 和 miniLux 激光雷达.....	23
图表 29 Quanergy 的固态激光雷达 S3.....	23
图表 30 主流激光雷达的产品及应用.....	24
图表 31 国内外激光雷达生产厂商技术发展天梯图.....	25

1. 主动安全加码，高精度的激光雷达是实现高级别自动驾驶的关键

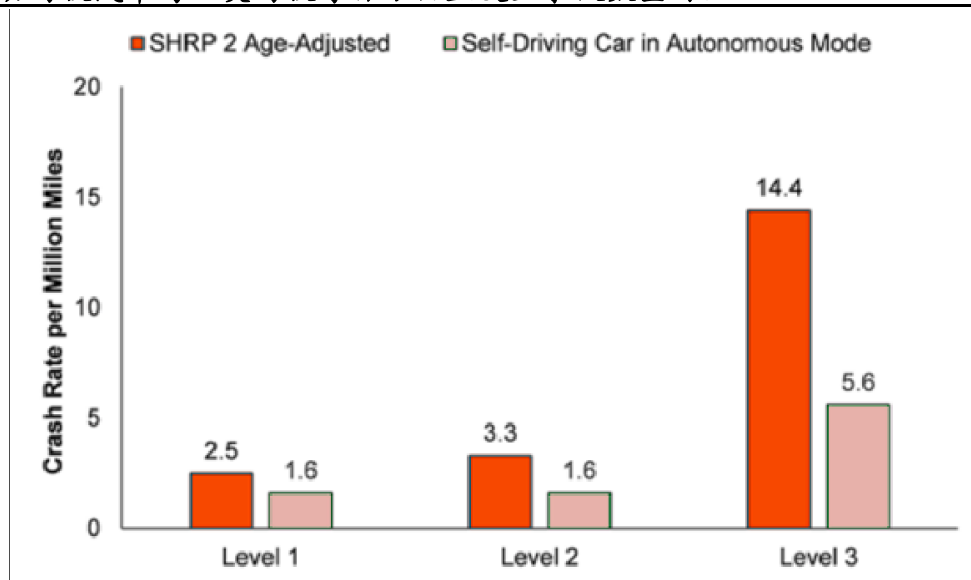
1.1 主动安全加码，智能驾驶发展趋势明朗

前文已经提到，激光雷达的主要增长领域在于导航型激光雷达，而导航型激光雷达未来的增长点在于自动驾驶。自动驾驶分为低级（L2，L3）和高级（L4，L5，分级标准见图表4），目前商用的是低级自动驾驶系统，主要是L2级别，即辅助驾驶（ADAS），装载激光雷达后将升级为L3级别；高级自动驾驶系统主要着眼于解决无人驾驶、智能驾驶，目前处于研发环节。自动驾驶驱动力强，起源于人类对自身安全的不懈追求，其持久并逐步加速的发展趋势将拉动其核心部件激光雷达强势增长。

（1）政策对主动安全的加码及人身对安全的本质需求驱动行业发展大趋势

自动驾驶的发展本质驱动力是对人身安全的不懈追求。机器，相比于人类而言，有一个最大的优势就是可以保持时刻运转、不受精力的限制。人们在开车的时候会随着时间的退役开始出现注意力下降、疲劳驾驶等状况，对外界环境的观察能力下降，从而引发危险。因此自动驾驶就作为人类对行车安全、行车方式判断的替代品，能够有效地发挥机器能够不受精力限制的优势，为人类保驾护航。麦肯锡公司在采访了数十位行业官员后发布报告预测称在自动驾驶全面普及后将减少90%的交通事故，挽救成千上万人的性命。弗吉尼亚理工大学在2016年发布了相关数据，表明现在无人车驾驶所发生的各级别事故频率已经低于人类驾驶。安全需求是人类的最基本需求，这也将成为自动驾驶发展的本质驱动力。

图表1 自动驾驶汽车与人类驾驶每百万公里发生事故数量对比



资料来源：弗吉尼亚理工大学，广证恒生

自动驾驶的发展呈不可逆转之势，法律法规开始完善并鼓励，加速该技术的发展。

美国：目前美国的自动驾驶相关管理政策较为透明，国会于7月通过针对自动驾驶的立

法草案，在国家层面统一对自动驾驶汽车的生产、测试和发布进行管理。截止至特朗普上任以前，美国已有 22 个州通过了与自动驾驶相关的法律。在高科技企业扎堆的加州，其健全的监管已经吸引了百度、蔚来、上汽等中国汽车企业前往测试。在国内，百度 CEO 李彦宏在去年两会期间就曾提出提案，加快制定和完善无人驾驶汽车相关法律法规。2015 年发布的《中国制造 2025》将智能网联汽车列入未来十年国家智能制造发展的重点领域，明确指出到 2020 年要掌握智能辅助驾驶总体技术及各项关键技术，到 2025 年要掌握自动驾驶总体技术及各项关键技术，体现出政策面对自动驾驶领域发展的鼓励。

我国：2018 版 C-NCAP 将加入主动安全的评价体系。2016 年 8 月 5 日，C-NCAP 十周年活动上，发布了 C-NCAP 的 2018 版评分方案，在传统评分项的基础上 2018 版同时增加了行人保护、主动安全以及针对电动车的电安全评分项目，进一步向 E-NCAP 的评分标准靠拢。AEB 的实现可以选择视觉传感器或毫米波雷达，这两年国产车型的配置需求将大幅增加，车载视觉传感和车载毫米波雷达将迎来行业春天。

图表 2 2018 版 C-NCAP 试验项目和加分项目



资料来源：飞灵汽车，广证恒生

图表 3 2018 版 C-NCAP 中 ESC 和 AEB 配置系数

有关配置系数的考虑			
项目	条件	配置系数	
ESC	按现有方案，不考虑配置率		
	试验车辆上有		1
	试验车辆上没有	$A \geq 25\%$	1
		$25\% > A \geq 15\%$	0.8
		$15\% > A \geq 5\%$	0.6
AEB	注：	$A < 5\%$	0
	A--装有AEB系统的各配置总销量与该车型总销量的比。该系数根据预估的市场平均装配率和发展趋势设定。		
	不考虑选配，企业提供装配AEB系统的车型配置清单及销量，其中AEB系统必须为标配，管理中心与实际销售车型配置单核对。		

资料来源：飞灵汽车，广证恒生

在 2018 版 C-NCAP 中，主动安全的评分权重也占到了 15%。最大的变化点就是增加了 AEB(自动制动系统)的追尾和行人(只考虑白天)评分项目，且主动安全(ESC 和 AEB)的最低得分率要求也逐年提高。

图表 4 2018 版 C-NCAP 中主动安全的评分权重占 15%

BOX	项目类别	项目	单项分值		BOX总分	得分率	权重	最终得分率	最终得分
			前排	后排					
乘员保护*	试验项	100%正碰	16	4	70	BOX得分/BOX总分	0.7	得分率×70%	最终得分 (得分率)
		40%偏置	16	4					
		侧碰	16	4					
		鞭打	5						
	加分项	侧气囊+气帘	3						
		安全带提醒*	2（前排副驾1、第二排三个位置1）						
+									
行人保护	试验项	头型	12		15	BOX得分/BOX总分	0.15	得分率×15%	
		腿型	3						
+									
主动安全	审核加分项	ESC	4		15	(ESC得分+AEB试验得分×配置系数)/BOX总分	0.15	得分率×15%	
	试验项	AEB追尾	8						
		AEB行人	3						

资料来源：飞灵汽车，广证恒生

图表 5 2018 版 C-NCAP 星级划分要求及各部分最低得分率要求

2018版星级及得分率		各版块最低得分率要求				
		乘员保护	行人保护	主动安全		
				2018年	2019年	2020年
5+	95%	95%	75%	50%	55%	72%
5	85%	85%	70%	26%	38%	55%
4	75%	75%	60%	/	/	/
3	60%	65%	50%	/	/	/
2	45%	55%	40%	/	/	/
1	<45%	<55%	<40%	/	/	/

资料来源：飞灵汽车，广证恒生

(2) 互联网巨头、传统车企及零配件公司纷纷布局智能汽车领域。

自动驾驶的开发公司实力雄厚，能够保证未来发展有**足够**的资本支撑。目前自动驾驶技术的开发企业有两类，一类是从传统车企，包括福特、宝马、奥迪等厂商；另一类是科技巨头，包括百度、谷歌、优步等。这两类企业分别从传统巨头和新兴科技的角度对未来该领域看好，并且能够提供足够的资金进行测试。谷歌的无人车部门已经运营了 8 年，取得了超过 200 万英里的路测数据。这种持续性投资的数据也从侧面反应出开发公司实力的重要性。所幸的是目前各公司对自动驾驶技术都相当看好，有足够的耐心和资本来开发出安全可靠的系统。

传统车企与互联网巨头两种不同的发展策略。传统车企以加装智能驾驶辅助系统(ADAS)切入，逐步增强驾驶中的自动处理项目，以提升智能化程度；互联网公司在数据融合、高精度地图方面具有技术优势，直接开发无人驾驶汽车，首先在特定交通条件下实现自动驾驶，并逐步扩大适用环境。

图表 6 互联网公司在无人驾驶领域的布局

互联网公司	时间	事件
Google	2014 年 12 月	宣布完成第一辆无人驾驶原型车。
百度	2014 年 5 月	发布智能互联车载产品 CarNet
	2015 年 1 月	发布车联网解决方案 Carlife
	2015 年 12 月	无人驾驶车辆首次路试成功，计划 3 年内实现商业化，5 年内实现量产
乐视	2015 年 1 月	宣布将制造“超级汽车”，并发布首套智能汽车 UI 系统-LeUIAuto 版
易到用车	2015 年 2 月	联合奇瑞汽车、博泰计划未来 2 年推出“互联网智能共享电动汽车”
苹果	2015 年 2 月	计划 2019 年推出首款量产的无人汽车
阿里巴巴	2015 年 3 月	与上汽合资设立 10 亿元的“互联网汽车基金”

资料来源：公开资料，广证恒生

图表 7 传统车企在无人驾驶领域的布局

车企和配件	时间	事件
上汽	2014 年 10 月	宣布将与阿里巴巴携手，研发搭载 YunOS 操作系统的互联网汽车。
	2015 年 4 月	推出了 iGS 智能汽车，具备初级无人驾驶功能。
特斯拉	2015 年 12 月	针对 Model S 车型的无人驾驶系统已经完成，进行小范围公测。
	2016 年 6 月	会在新品 Model 3 上市之前，就将无人驾驶技术运用到 Model S 和 Model X 上。
丰田	2015 年 10 月	自动驾驶车在东京高速公路上示范性是，计划于 2020 年实现商品化
通用	2016 年 1 月	出资 5 亿美元入股美国打车平台 Lyft，合作开发无人驾驶汽车订车系统。通用无人驾驶车辆已进入路试阶段，并推出“SuperCruise”半自动驾驶技术。
宝马	2016 年 3 月	公布了“个人出行 2030+未来构想”和 BMW VISION NEXT 100 概念车

奥迪	2016 年 3 月	发布 RS7 跑车, 实现急转弯紧急制动、及城市工况自动寻找停车位和自动泊车
博世	2015 年 7 月	与 TomTom 展开合作研发无人驾驶技术
	2016 年 1 月	发布 10 年规划, 计划 17-18 年实现基于高速公路的 ADAS 量产供货, 2025 年实现完全无人驾驶

资料来源: 公开资料, 广证恒生

上市公司也通过多条路径切入其中: 一是外延并购或参股, 二是自主投入研发, 三是与国外企业寻求技术合作。通过外延方式可最快实施业务的拓展, 如亚太股份、金固股份等; 自主研发周期较长, 若能依托前沿的技术团队, 长期来看, 可能获得较大的市场竞争力, 如欧菲光等; 寻找外企合作的, 如与 Schweize 合作开发毫米波雷达 PCB 板的沪电股份、与 META 合作的得润电子。

图表 8 部分通过外延收购方式切入智能汽车产业链的公司

上市公司	时间	参股公司(比例)	业务范围	业务结构
巨星科技	2015 年	华达科捷(65%)	激光雷达	拥有激光控制技术和激光 3D 扫描技术, 3D 激光雷达产品正处于研发阶段
均胜电子	2016 年	KSS(100%)	车载系统	全球领先的主被动安全系统供应商之一
	2016 年	TS(100%)	车载系统	智能导航系统和车载信息系统模块
得润电子	2015 年	META(60%)	车联网	车联网硬件、UBI 保险、车联网方案解决商
亚太股份	2015 年	前向启创(20%)	ADAS	作为 Tier 2 提供乘用车 ADAS 软件、算法解决方案; 配套北汽、众泰等
	2016 年	苏州安智(10%)	ADAS	ADAS 系统, 配套奇瑞
	2015 年	钛马信息(12%)	车联网	车联网服务运营商
	2015 年	Elaphe(20%)	零部件	轮毂电机研究、开发
万安科技	2015 年	飞驰镁物(22%)	车联网	前装车联网平台研发及服务运营
	2015 年	苏打网络(22%)	车联网	智能汽车、共享交通业务领域
	2015 年	EvatranGroup(7.3%)	无线充电	无线充电
金固股份	2015 年	苏州智华(20%)	ADAS	乘用车和商用车 ADAS 系统, 已配套东风日产、广汽、长安、宇通、金龙等
	2015 年	车友网络(10%)	后市场	二手车交易综合服务提供商
	2014 年	上海语镜(15.73%)	车联网	交通大数据, 其数据已被百度地图、高德地图、四维地图所试用, 高德地图已通过测试
中原内配	2015 年	灵动飞扬(15%)	ADAS	同芯片巨头 NXP、Intel、Freescale 建立配套关系、专注 ADAS 相关产品(LDWS、BSD、FCW)研发; 配套东方神龙、雪铁龙、标致、江淮汽车等
盛路通信	2014 年	和正电子(100%)	车载系统	切入车载信息系统
	2016 年	点滴互联 (10%)	后市场	汽车及后市场移动互联网产品
兴民钢圈	2015 年	INTEST(51%)	车联网	测试与信息化、新能源信息化、T-BOX 前装

资料来源: Wind, 广证恒生

1.2 激光雷达与同类传感器相比在测距及分辨精度表现优异, 是实现高级别自动驾驶的关键

激光雷达与其他同类传感器相比, 是仅有的在测距及分辨都有较高水平的传感器, 能够独立三维建模。其探测距离长, 可以快速获取位置深度信息; 由于激光的点光源特性, 其水

分辨率能够达到 0.1° 以内、垂直分辨率达 2° 以内（最低可小于 0.5° ），已经足以满足各类场景、物体的判断。

除激光雷达外，位置传感器还有视觉传感器和毫米波雷达。视觉传感器，即通过多个光学摄像头构成类似人眼的双目结构，通过三角测距等算法测出深度（距离）信息，其测距精度和最大距离较低、受外界光线等环境影响严重，无法独立运作，目前凭借较高的空间分辨率用于场景辅助判别（如识别路牌等）；毫米波雷达与传统雷达的原理相似，通过发射波束并接受反射来探测物体有无，由于其波束是锥状波，在探测的尽头是面反射，空间分辨率有限，无法对远距离场景进行准确判断判断。

尽管激光雷达也有穿透能力较弱的缺点，然而在综合精度——位置传感器的决定性标准——方面该技术具有无可替代的优势：同类传感器在测距距离或空间分辨率方面均有缺陷，无法独立高精度完成探测，需要与其他传感器结合弥补或通过人工判别。在导航领域，未来用于自动驾驶的传感必然是不同方式混合的“多保险”模式，激光雷达凭借其综合精度优势必将跻身其中并占据主传感器地位。

图表 9 不同位置传感器技术对比图

	激光雷达	视觉传感器	毫米波雷达
探测距离	长	短	长
分辨率	水平小于 0.1° ，垂直 2° 以内	小于 0.1°	$3^\circ - 5^\circ$
环境限制	不适用雨雾天气	不适用于强光、夜间等	全天候工作
应用地位	未来的发展方向	辅助传感器	目前的主传感器

资料来源：各公司产品数据，雷锋网，广证恒生

目前基于视觉传感器和毫米波雷达开发的自动驾驶系统（如特斯拉公司的 Autopilot）只能达到自动驾驶的第二级别（部分自动驾驶），未能对周围环境进行检测，离更高级别的自动驾驶仍有一定距离，特斯拉公司正着手于从视觉神经网络算法中突破。2016 年 5 月特斯拉 model S 撞上卡车的命案中便暴露了这两种同类传感器的不足：强光下视觉传感器失去作用、毫米波雷达未能准确识别卡车（误判为交通指示牌/桥梁/高架路），在车主未对周围环境警惕的情况下便导致了惨剧的发生。激光雷达技术上能够精确获得指向方向信息以及距离信息，因此能够对周围环境进行检测、建模、识别，在视觉神经网络算法未能突破的前提下，是帮助目前的自动驾驶系统跨越升级到高级自动驾驶级别的唯一桥梁。

图表 10 SAE 的自动驾驶分级图

SAE 分级	控制方向盘、加减速	检测周围环境	动态应对环境	适用的环境范围
L1: 辅助驾驶	人机共同控制	人工检测	人工应对	部分驾驶环境
L2: 部分自动	系统控制	人工检测	人工应对	部分驾驶环境
L3: 条件自动	系统控制	系统完成	人工应对	部分驾驶环境
L4: 高度自动	系统控制	系统完成	系统完成	部分驾驶环境

L5: 完全自动	系统控制	系统完成	系统完成	全环境
----------	------	------	------	-----

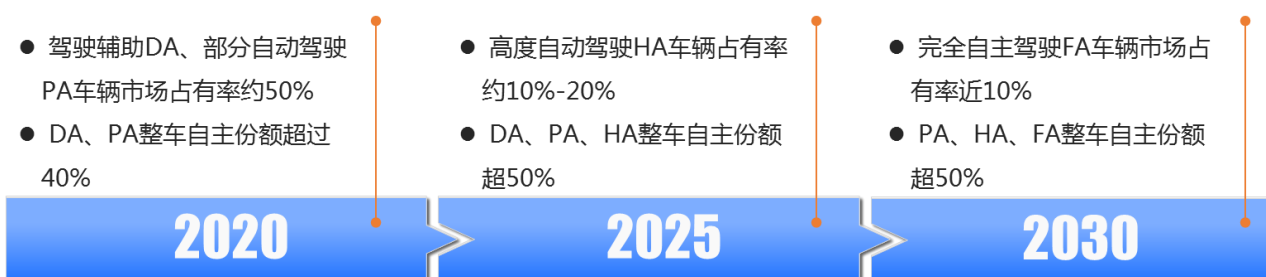
资料来源：SAE International，广证恒生

(1) 智能驾驶辅助系统从豪华车向中低端级车快速渗透，至 2020 年国内 ADAS 的渗透率将达 50%。

以往 ADAS 功能配置只在 40 万以上豪华车上，近年随着安全要求提高，电子器件成本下降，2015 年多款 20 万左右的合资品牌上开始出现 3-5 项 ADAS 功能，如长安福特蒙迪欧和锐界、东风本田思域和思铂睿、一汽大众迈腾和 CC 等。少数自主车企也开始发力 ADAS 市场，例如吉利博瑞、广汽传祺 GA8 等。

技术路线图中，要求到 2020 年，DA 和 PA 的渗透率要达到 50%，且自主份额超过 40%，目前芯片、系统集成等关键技术仍然由国外企业垄断。目前，欧美国家已有近 8% 的新车配备 ADAS 功能，而我国 2015 年数据中，各 ADAS 渗透率分别是：BSD3.8%，AP2.6%，FCW2.6%，AEB2.4%，LDW1.7%，ACC1.3%，LKS0.8%。

图表 11 《技术路线图》中智能汽车发展规划



资料来源：《中国制造 2025 技术路线图》，广证恒生

智能汽车的发展过程是汽车驾驶从被动安全到主动安全、从信息孤岛到全面互联的过程，而未来的无人驾驶汽车也是建立在完备的智能感知系统的基础上。

汽车智能化有三个层次：感知→认知→执行。

1) 感知部分：包括两方面，感知环境的激光雷达、毫米波雷达、摄像头、红外夜视和组合导航设备，感知车辆自身的包括压力传感器、流量传感器、陀螺仪及加速度传感器等。

2) 认知部分：包括决策、算法和规划，是通常意义上的人工智能所在，认知部分和感知部分通常是一体的。

3) 执行部分：包括转向、油门和制动三大控制器(以及执行机构)。其中，行动层是相对简单的，车企供应商有许多积累，较成熟的产品如 DSC(ESP)，而感知部分和认知部分是智能汽车发展的增量领域。

图表 12 全面感知是智能网联汽车发展的基础



资料来源：广证恒生

(2) 各种传感器融合是汽车智能化过程中必须攻克的关键。

各种传感器单独使用均有一定局限。1)摄像头成本低可融入算法，但是测距较短且易受环境影响；2)毫米波雷达穿透性好、全天候成像、受环境影响小，但成本较高且无法识别路标和行人；3)激光雷达精度高，但无法识别路标且顶级激光雷达成本高达 50 万元以上，还停留于试验车型和高端车型中。因此，实现无人驾驶必须融合不同的传感器，传感器融合主要可分为两种方式：一种是硬件的融合，将激光雷达和摄像头集成在整个 PCB 板上；另一种是雷达和摄像头独立的两个传感器通过数据总线进行数据的交换。

图表 13 视觉传感与雷达传感的 ADAS 应用及优劣势

传感器	ADAS 应用	优劣势	主要厂商	市场规模
视觉传感	摄像头	应用：应用于大部分 ADAS 项目中 优势：硬件成本低，融入算法可实现多种功能 劣势：测距较短，对算法要求高，且易受环境影响	国外：硬件 Aptina、OV、Sony、Melexis；系统 Delphi、Valeo、Bosch、Continental 国内：欧菲光(拟进入)、大富科技、保千里、舜宇光学等	2018 年全球 130 亿美元； GAGR=10%
	红外夜视	应用：夜视系统 优势：夜视效果好 劣势：成本较高	国外：Autoliv、Bosch、Delphi 国内：保千里	2020 年国内汽车夜视规模 188-282 亿元(2%-3%渗透率测算)
雷达传感	毫米波雷达	应用：用于大部分有测距需要的 ADAS 中 优势：穿透性好，环境适应性好，全天候 劣势：成本较高，无法识别路标和行人	国外：Delphi、Denso、Bosch、Autoliv、Hella 国内：华域汽车、隼眼科技、厦门意行、智波科技、湖南纳雷	2020 年全球规模 154.8 亿美元，国内 35.9 亿美元
	激光雷达	应用：目前主要用于无人车测试中 优势：精度高 劣势：成本高，受雨雾天气影响大，无法识别路标	国外：Velodyne、Ibeo、Quanergy 国内：北科天绘、禾赛、速腾聚创等	2035 年中国 170 亿元； GAGR=17.5%
超声波传感器	倒车雷达；近距离检测	优势：数据处理简单，短距离测距，成本低。 劣势：环境适应性差，精度较低。	市场较成熟	稳定

资料来源：广证恒生

目前,视觉传感器的适用领域最广,也是最易切入的领域。从初级 ADAS 到高级 ADAS,甚至无人驾驶领域,摄像头都不可取代,实现自动驾驶时全套 ADAS 功能至少得安装 5 个以上摄像头。随着 ADAS 渗透率逐步提高,视觉系 ADAS 首先获益。以色列公司 Mobileye 在单一摄像头视觉 ADAS 系统领域占据国际领先地位(90%以上市场份额),目前市值 100 亿美元左右。国内视觉 ADAS 走在前列的上市公司中有保千里、欧菲光等,初创公司中有苏州智华、前向启创、Minieye、灵动飞扬和中天安驰等。

图表 14 各类传感器在不同 ADAS 功能中的适用性

传感器类型	摄像头	红外夜视	毫米波雷达(远程)	毫米波雷达(近/中程)	激光雷达	超声波
自适应前灯 (AFL)	√					
夜视系统(NV)	√	√				
自适应巡航 (ACC)	√	√	√		√	
车道偏离预警(LDW)	√				√	
紧急制动辅助 (EBA)	√	√		√	√	
车道保持系统(LKS)	√	√		√	√	
行人探测(PWC)	√	√		√	√	
盲点监测 (BSD)	√	√		√	√	√
变道辅助(LGA)	√	√		√	√	√
泊车辅助(PA)	√			√	√	√
交通信号识别(TSR)	√					

资料来源: Texas Instruments, 广证恒生

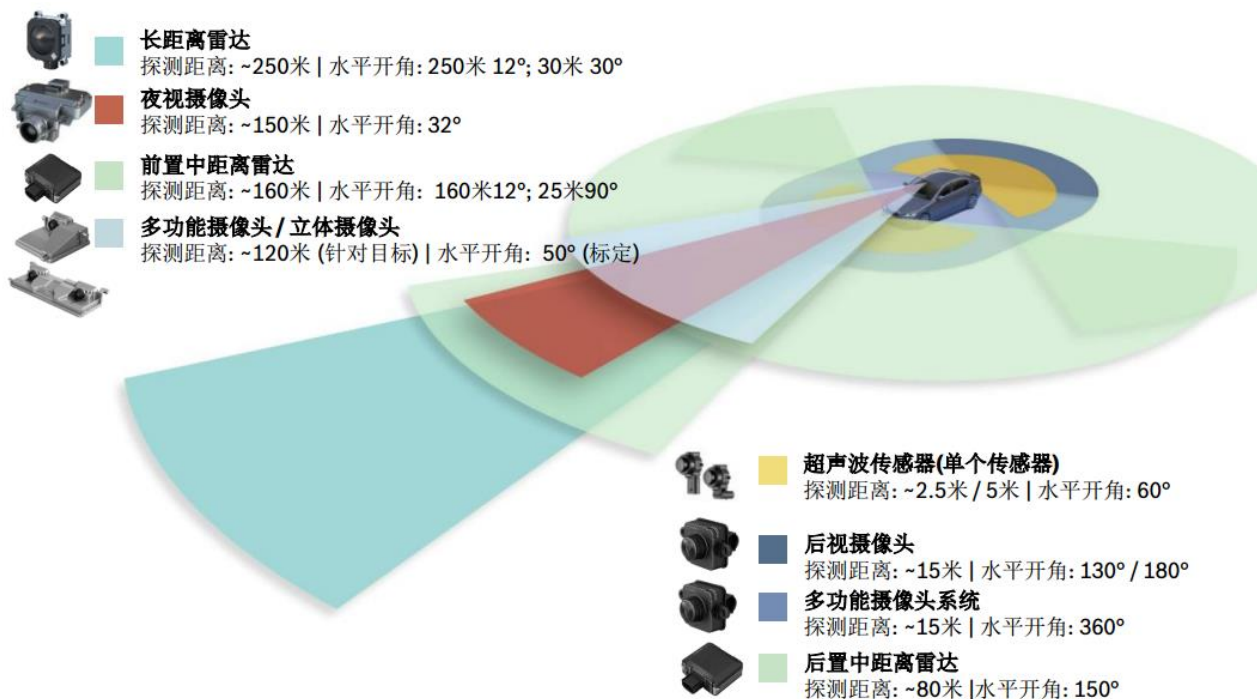
(3) Bosch 公司自动驾驶传感器配置方案为: 6 个摄像头+1 个红外夜视系统+6 个毫米波雷达+1 个激光雷达+4 个超声波雷达。

图表 15 Bosch 公司自动驾驶传感器配置方案

传感器	个数	具体配置
摄像头	6	1 个前视、1 个后视和 4 个侧视
红外夜视系统	1	1 个红外夜视传感器
毫米波雷达	6	2 个长距离雷达和 4 个中短距雷达
激光雷达	1	1 个激光雷达系统
超声波传感器	4	4 个超声波传感器

资料来源: BOSCH, 广证恒生

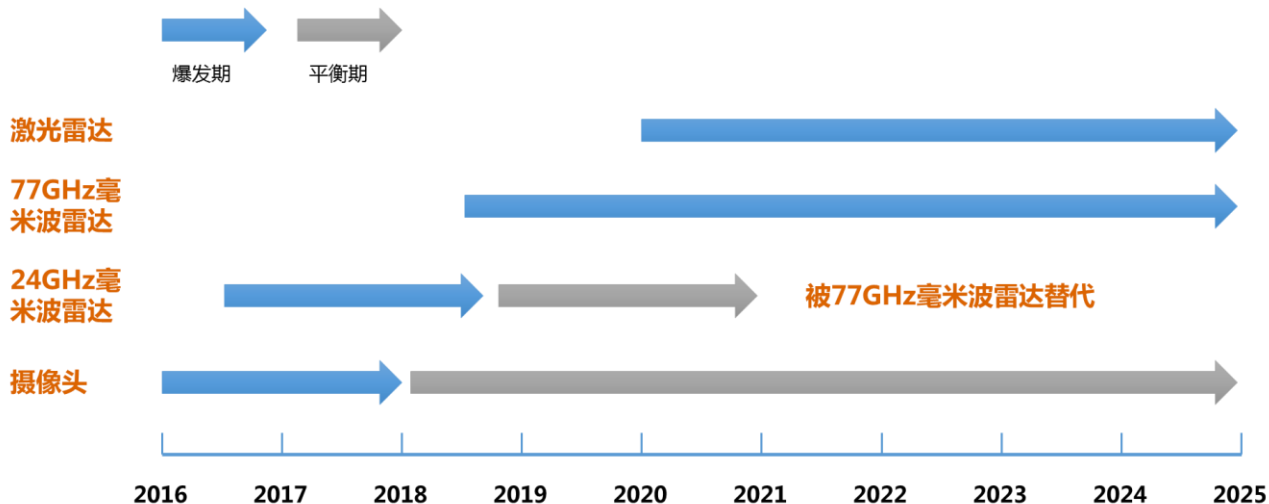
图表 16 BOSCH 车身外围传感器及功能



资料来源：BOSCH，广证恒生

(4) 从发展线路来看：目前，摄像头与 24GHz 毫米波雷达产品较成熟，率先进入爆发期，77GHz 毫米波雷达和激光雷达技术突破、成本降低后将逐步普及，未来“摄像头+77GHz 毫米波雷达”、“摄像头+激光雷达”的融合方案将成主流选择。

图表 17 各类传感器的市场发展趋势预测



资料来源：佐思产研，广证恒生

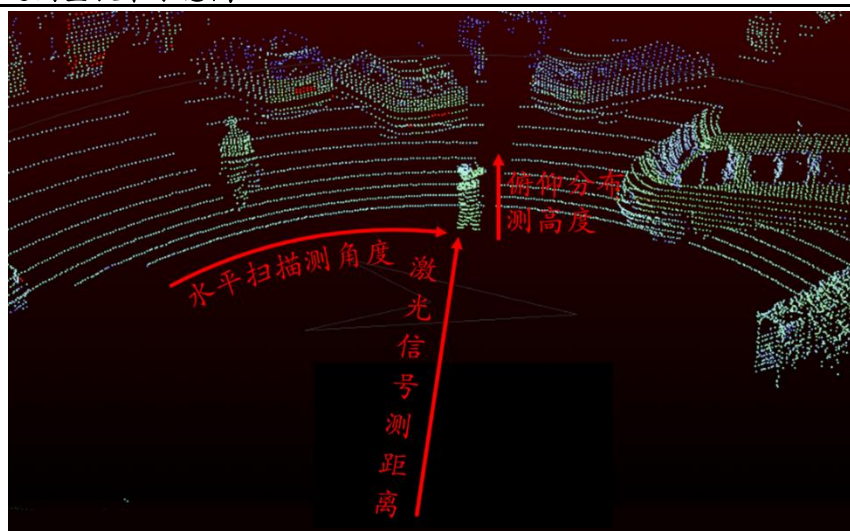
2. 激光雷达的需求拉动主要来源于自动驾驶

2.1 激光雷达是一种用于精确获得三维位置信息的传感器

激光雷达，即光学雷达、光达（LiDAR），是一种用于精确获得三维位置信息的传感器，其在机器中的作用相当于人类的眼睛，能够确定物体的位置、大小、外部形貌甚至材质。

它通过测量激光信号的时间差、相位差确定距离，通过水平旋转扫描或相控扫描测角度，并根据这两个数据建立二维的极坐标系；再通过获取不同俯仰角度的信号获得第三维的高度信息。高频激光可在一秒内获取大量（ 10^6 - 10^7 数量级）的位置点信息（称为点云），并根据这些信息进行三维建模。除了获得位置信息外，它还可通过激光信号的反射率初步区分不同材质。

图表 18 激光雷达测量技术示意图

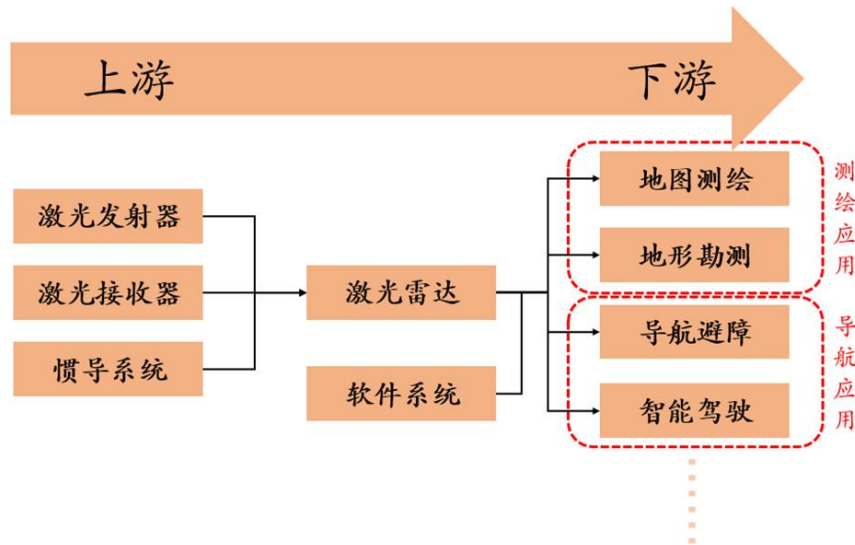


资料来源：禾赛科技，广证恒生

2.2 激光雷达是产业链的核心，下游应用于测绘和导航

激光雷达由发射器、接收器（感光元件和长焦镜头）、惯导系统构成。实际上，产业链的上游制造元件成本不高，不是构成成本的主要因素；且因为激光雷达是下游测绘、导航等应用的核心部件，目前产能稀缺导致供不应求，呈现卖方市场，对下游有很强的定价权，因此该产业链主要附加值在于激光雷达部分。

图表 19 激光雷达产业链示意图



资料来源：广证恒生

作为一种能够获取物体位置、形状的信息的传感器，激光雷达天生地适用于地形地图测绘。常用于室内建模、道路及设施数据采集、矿山采空区测量，或搭载于飞行器上进行大范围的电力巡线、林业普查、水利勘测等等，应用广泛。目前该领域硬件技术较为成熟，已有室内、搭载于汽车、船舶、飞行器的解决方案，体积较大，精度较高，探测范围较远。该领域软件方面是大规模发展的瓶颈，尚未有成熟的处理大量点云数据并建模的方案，目前市面上都是以非标特制软件为主，通用平台式尚有待发展。

近年来，激光雷达被用于导航领域，如机器人、无人机的避障，和智能车的自动驾驶（包括辅助驾驶等不同级别）。由于应用场景的不同，在导航领域要求激光雷达能够快速扫描、动态处理数据并实时反馈，在精度方面相对要求较低，只需分辨清楚障碍物、行人、汽车等，垂直角分辨率一般在 1° 左右。目前该领域高端硬件技术正在发展中，产品应用于各类智能车的原型车上，低端技术如应用于扫地机器人等低分辨慢响应已经实现量产。软件方面，由于目前各类无人车的研发公司均为互联网巨头或汽车巨头，如谷歌、百度、大众、宝马等，各公司均有自研算法，壁垒较高，也有少量创业公司面向市场提供了包含算法逻辑的解决方案给客户选择，但是非常基础，也需要客户进行进一步开发。

图表 20 测量型激光雷达和导航型激光雷达的对比

主要差异	测量型激光雷达	导航型激光雷达	备注
应用场景	专业测量设备	移动平台导航传感器	
最大测距	100m-3500m	6m-200m	平台、配置产生差异
测距精度	1mm-5mm	5cm-10cm	导航型精度较低
指向分辨率	0.001° / 0.005°	0.8° - 2° / NA	导航型测量精度低 主要指水平分辨率
扫描线数	1/2, 16-32 线	1,2,4,8,16,32...	决定了垂直分辨率

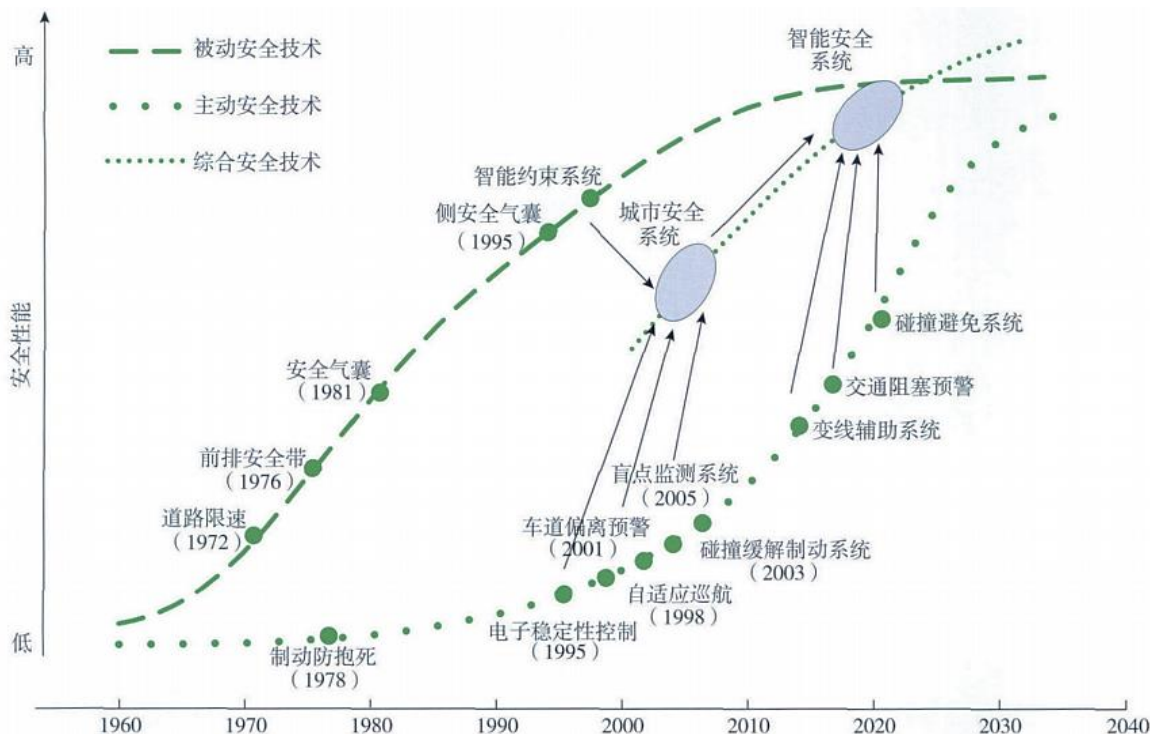
			导航型更为注重
设备重量	4kg-80kg	0.6kg-15kg	导航型显著较轻
作业要求	高精度、高可靠性	高可靠、实时响应	平台不同产生差异

资料来源：北科天绘，广证恒生

近年来，受无人车和机器人需求的带动，各激光老牌厂商（如 Pioneer、北科天绘等）和创业公司（如 Velodyne、速腾聚创等）均着眼于研发导航型激光雷达，集中针对该需求进行技术研发和突破。且由于智能化是市场趋势、汽车领域市场空间大，导航型激光雷达的未来市场空间将远大于测量型激光雷达，因此下文将着重与对导航型激光雷达进行介绍。

汽车智能化与网联化是汽车主动安全的实现过程，主动安全的智能传感系统(摄像头和雷达)将进入需求爆发阶段。汽车主动安全设计，通过安装在车身各部位的摄像头和雷达传感器感知车身周围信息，对危险情况进行识别，主动预警或控制，避免事故发生。通过内部视觉传感器可以探知驾驶员是否瞌睡，进而进行瞌睡预警提醒；通过外部超声波雷达和视觉传感器可以辅助驾驶员完成泊车操作；而毫米波雷达及视觉传感器可以探测车辆前方行人和车辆，对车辆的碰撞可能性进行预警，可实现自适应巡航和自动紧急制动等功能。智能汽车的发展过程是汽车驾驶从被动安全到主动安全、从信息孤岛到全面互联的过程，而未来的无人驾驶汽车也是建立在完备的智能感知系统的基础上。因此，主动安全的智能传感系统(摄像头和雷达)将进入需求爆发阶段。

图表 21 汽车主动安全路线图



资料来源：吉利汽车研究院，广证恒生

2.3 激光雷达发展瓶颈短期内在于成本，长期在于无人车产业的发展

目前的低级别自动驾驶，即辅助驾驶和部分自动驾驶领域中，主要的定位测距技术仍然是毫米波雷达和视觉传感器。激光雷达与之相比成本过高，未能被车企接受。超声波雷达目前单价约为 150 美元，激光雷达经过近 10 年来雨后春笋般的发展，价格已从 Velodyne 独占时期的逾 10 万美元（机械式）骤降至 Quanergy 等创业公司声称的 200-300 美元（固态式）。而且这些公开售价的激光雷达均是 16 线以上、准备运用于高级别自动驾驶的产品，而根据 Ibeo、北科天绘的说法，4 线激光已可满足辅助驾驶，简版的激光雷达系统价格将能够做到更低，并在短期内在低级别自动驾驶领域开始对其他传感器的替代。根据 7 月最新消息，奥迪新款 A8 已经开始搭载 Ibeo 的 Scala 4 线激光雷达，与毫米波雷达一起构成最新的 L3 级别自动驾驶系统。此则新闻说明激光雷达成本下降已经逐渐到位，并开始商业应用。相信随着未来工艺的进一步成熟、量产带来的规模效应能够使成本进一步降低，将从高端至低端逐步渗透低级别自动驾驶领域。

在高级别自动驾驶，即高度自动及完全自动驾驶领域中，激光雷达是目前各大无人车企（百度、谷歌、福特等）的唯一传感器解决方案，在其竞争技术视觉神经网络算法（主要由特斯拉开发）突破之前将持续独占该地位。今年 6 月京东已将无人车投放至高校中进行派件，表明目前的无人车已有能力在特定环境（低速、交规较简单）实际运作，将在一定程度上替代人力执行任务。由于对安全的高标准、严要求，无人车产业目前仍在技术测试期。在今年 7 月，百度公司的无人车已经开上五环（交规未批准），说明目前的技术水平已有能力处理非常复杂的交通状况。技术并不是无人车产业的唯一瓶颈，除此以外，未来无人车的发展还将取决于多个方面，缺一不可：取得更多的路测数据、政策交规的放开、安全性能的测试、关键部件的成本降低等等。一旦各方面时机成熟、智能汽车才能得到普遍运用，激光雷达作为必备解决方案将迎来巨额爆发。谷歌无人车预计在 2020 年将实现商用，并在 2025 年实现量产。

2.4 固态激光雷达是解决高昂成本和极端环境适应的方案

作为汽车部件，低成本、小体积且能嵌入车身是必须的，因此未来固态激光雷达是应用趋势，既可降成本又符合车载需求。激光雷达作为更优的技术，目前未能得到广泛应用的主要障碍是其低下的产能以及随之带来的高昂的价格。激光雷达在诞生之初采用的是机械旋转式，即通过旋转激光束来进行水平 360° 的扫描，是我们在图片中看见顶在各类无人车头顶的部件。

图表 22 机械旋转式激光雷达实物图



资料来源：百度无人车，广证恒生

这种激光雷达由于有旋转机械结构，光学元件的精度极高，对出厂调试有很高要求，低效率地调试装配是主要的产能释放和成本降低的瓶颈。根据采用机械旋转式激光雷达的龙头公司 Velodyne 的介绍，该公司 16 年生产的激光雷达仅 2 万个，交货周期长达数月至半年。根据雷锋网的走访，年产 2 万台激光雷达要使用占地五千平方米以上的厂房以及数十名熟练工人（培训一个月以上）的人力，折算下来每人每天仅能生产 1 台，结合美国硅谷的高地价、高工资，如此低的装配效率自然带来了极度高昂的人力成本。

此外，这种高精度的机械结构本身就不利于运用于汽车上，其在极端环境下的可靠性存疑。一台汽车在行驶时可能会遇到各式极端情况，因此对其电子元件、机械元件的可靠性有更高要求：能耐受极端温度、能在震动下保证高精度、能适应不同湿度的天气环境等。因此，即使企业采用更高效率的装配方式（如机器人等）来解决产能瓶颈，机械结构本身也将成为旋转式激光雷达大面积应用的阻碍。

固态激光雷达，与机械旋转式相对应，取消了外部的机械旋转结构，通过采用相控阵或微机电（MEMS）和微镜片的方式来控制激光雷达的水平扫描。其水平扫描范围较窄，只能通过多个雷达来完成 360° 水平扫描的任务。但是由于取消了外部机械结构，其重量和大小显著降低，可以内嵌于车辆中，外型更加美观。

图表 23 固态式与机械旋转式激光雷达对比图



资料来源：Quanergy，广证恒生

取消了外部机械结构后激光雷达成本显著降低，根据 Quanergy 公司在 2016 年的介绍，该公司的 S3 固态激光雷达单台成本仅约 200 美元左右，对比机械旋转式激光雷达动辄数千美元的售价已是质的突破，该款激光雷达将在今年 9 月下线。同时根据雷锋网的调研，Quanergy 公司宣称明年该公司的固态激光雷达的强度水平就可达到车规级，即满足各种高强度环境下的应用。

综上所述，固态激光雷达取消了机械结构，能够击中目前机械旋转式的成本和可靠性的痛点，是激光雷达的发展方向。除了这两大迫切解决的痛点外，目前量产的激光雷达探测距离不足，仅能满足低速场景（如厂区内、校园内等）的应用。日常驾驶、高速驾驶的场景仍在测试过程中，相信未来的激光雷达的各类测距精度参数都将会随成本降低和算法优化有较大的提升。

2.5 激光雷达是全球化的市场，中短期供不应求，2030 年智能驾驶用激光雷达预计空间 180 亿美元，复合增速超 50%

目前激光雷达受技术限制产量严重不足，世界各地的智能驾驶企业都对激光雷达有强烈需求，一旦激光雷达企业有新产品发布即会马上收到来自全球各地的订单。因此说激光雷达市场是全球化的市场，一旦企业产品突破即可放眼世界，独享自动驾驶主传感器的蛋糕。

2016 年仅有 Velodyne 公司能够实现自动驾驶用激光雷达的量产，公司中国区负责人翁炜在去年预计 2016 产量将猛增三倍，约为一万台，且产生量变的主要原因是用于自动驾驶的 16 线激光雷达的推出，此前销量主要是用于测绘、科研。我们据此估计 2016 年用于自动驾驶的

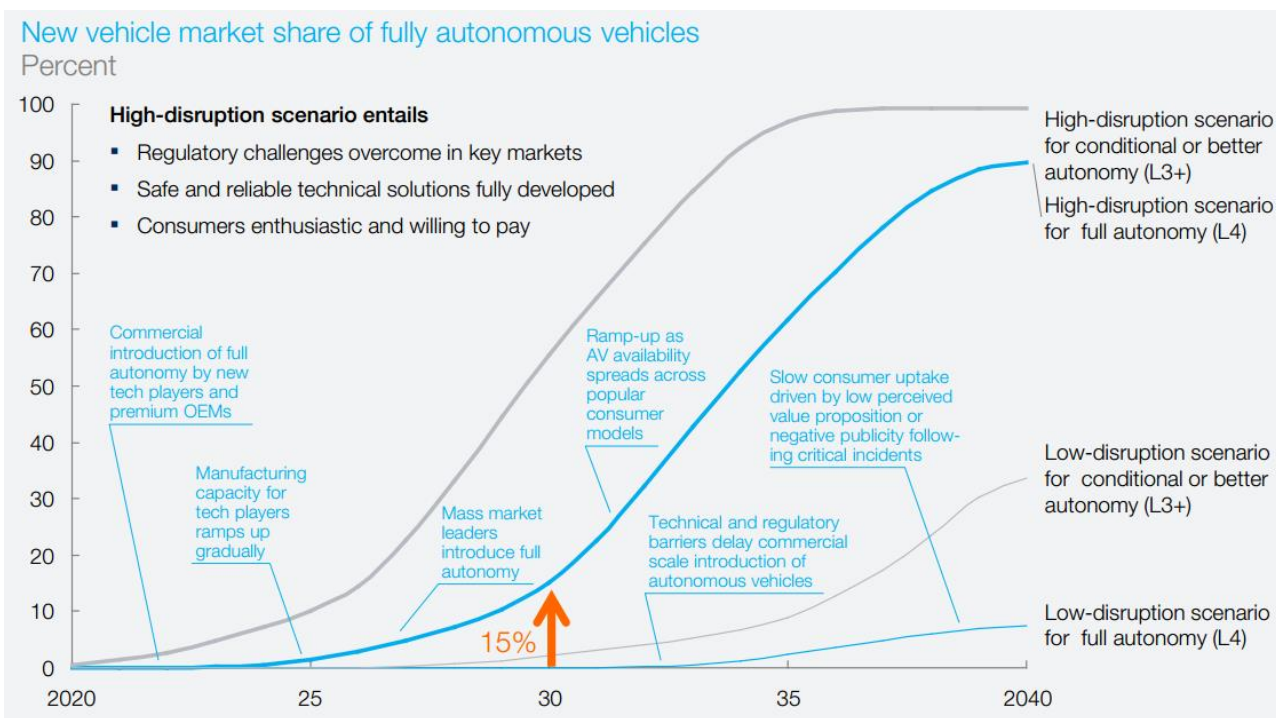
激光雷达销量为 5600 万美元。

根据 HIS 的预测，到 2020 年能够进行自适应巡航（ACC）的 ADAS 系统渗透率为 9%，按 2020 年汽车年销量 1 亿台计算，该系统共生产 900 万套。该系统目前的主要实现方案是毫米波雷达，激光雷达将部分取代、与之结合构成更安全、更可靠的系统。若按每台低配（4 线或更低）激光雷达价格 150 美元、每套系统使用一个激光雷达计算，市场缺口达 13.5 亿美元。因此可以替代的空间巨大，在中短期内产量将决定市场空间。

长期来看，根据麦肯锡公司的预测，到 2030 年汽车年生产量将达到 1.15 亿台，其中将有 15% 的汽车实现高级自动驾驶，并有 45% 实现低级自动驾驶。根据北科天绘 CEO 张智武预测，车企希望大批量生产时整套系统做到 5000 元/车（约 750 美元），在不计通货膨胀的情况下，在 2030 年自动驾驶用的激光雷达市场将达到 180 亿美元以上，年复合增速 51%。

图表 24 3 级以上自动驾驶技术渗透率预测

（注：此处分类标准采用 NHTSA 标准，L4 包含此前使用 SAE 标准的 L4 及 L5）



资料来源：麦肯锡，广证恒生

3. 激光雷达进入壁垒高，率先低价量产企业将占据车企合作入口

3.1 激光雷达企业普遍处于创业阶段，技术、资金成为进入壁垒

目前激光雷达的硬件提供商主要是初创企业，也有部分较为成熟的激光企业从相近技术

切入布局。由于激光雷达是精密的光学仪器，且需要结合大量软件算法、电路设计及其他自动化领域的高精尖技术，因此技术壁垒较高，难以模仿。在资金方面，激光雷达目前量产成本高、产品未能广泛商业化，需要大量前期投资，各创业公司都已获千万以上级别的投资，资金壁垒也将成为进入市场的限制。

各初创企业的技术团队均实力强劲，有多年激光雷达、位置传感的开发经验。从周期上看，创业团队在天使轮/种子轮获得启动资金，并研发出原型机，原型机获得合作伙伴认可后再获得 A 轮/B 轮融资开始量产，投资方一般为汽车零部件 Tier1 供应商或 VC、PE。

成熟的激光企业优势在于在较早之前就开始激光技术的积累，团队内光学方面人才积累较充足，技术团队较大。该类企业已有能够产生充足现金流的产品，Velodyne 称融资主要是为了进行深度合作，应下游需求进行定制开发，因此投资方是无人车的开发企业（百度、福特）。

图表 24 国内外激光雷达主要参与者一览

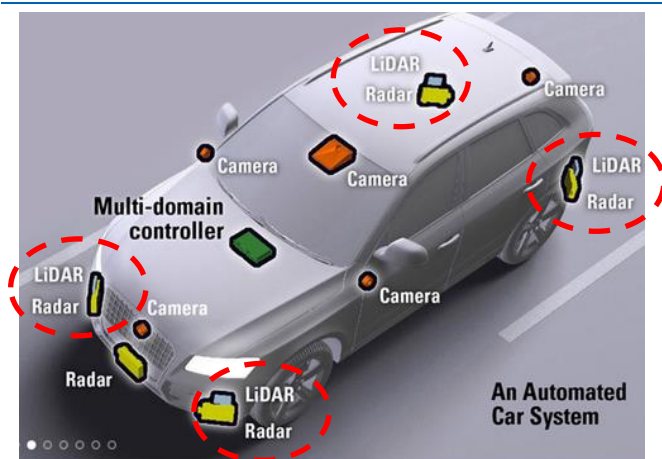
公司	技术及进展介绍	最近一轮融资时间	融资额	领投资方介绍
Quanergy	创始人曾在以色列国防部队工作，固态激光雷达 S3 计划在 2018 年量产。	2016-08	9000 万美元	Sensata，老牌传感器企业
Innoviz	创始人光学博士，曾任多个公司 CTO	2016-08	900 万美元	独立投资人
Ibeo	有生产传感器的技术背景	2016-08	未披露，被收购 40% 股份	采埃孚，汽车零部件企业
Velodyne	积累深厚，07 年就开发出 64 线激光雷达	2016-08	1.5 亿美元	百度、福特
Pioneer	有多年生产激光 DVD 头的技术背景	/	/	/
速腾聚创	哈工大团队，创始人博士课题即为环境感知	2016-06	5000 万人民币	复星资本
禾赛科技	CEO、CTO 来自清华，国家千人首席科学官	2017-05	1.1 亿元人民币	高达投资
北科天绘	05 年成立开发测绘用激光雷达的技术背景	2015-07	未披露	联想之星
海达数云	中海达子公司，首席科学家武汉大学教授毛庆洲，拥有三维激光扫描技术，推出了地面三维激光扫描仪、移动测量系统(包括车载、船载、机载及便携式等)等产品；I-Scan 是国内的首个三维激光扫描仪；车载激光雷达处研发阶段。定位精度到厘米级别。	/	/	/
巨星科技	2017 年 CES 展出 16 线原型机	/	/	/
镭神智能	2017 年 11 月份研发成功国内首款信号接收端芯片，年底量产，可支持 160 线产品。量产后价格可降低为 5%。目前已有 4 款单线 2D 激光雷达产品，包括室内机器人激光雷达和汽车防撞激光雷达，目前正研发多线的车载 3D 激光雷达，计划明年可量产。	/	/	/
华达科技	拥有激光控制技术和激光 3D 扫描技术，3D 激光雷达产品正处于研发阶段	/	/	/
思岚科技	主要产品有低成本激光雷达、激光测绘系统与机器人通用平台。已推出 RPLIDAR A1 和 A2 两款 2D 激光雷达产品，主要用于服务机器人。	/	/	/
大族激光	已完成以 AGV 导航为代表的工业级激光雷达研发；车载激光雷达处研发阶段。	/	/	/

资料来源：企业公告，广证恒生

3.2 国外企业具有先发优势，Velodyne、Ibeo 和 Quanergy 走在前沿，国内企业旋转式技术已经成熟

目前着眼于高级自动驾驶机械旋转式激光雷达的领军企业是 Velodyne，固态式激光雷达的领军企业是 Quanergy；在低级自动驾驶已量产商用的企业是 Valeo/Ibeo。国产企业目前主要专注于生产旋转式激光雷达，速腾聚创、禾赛科技、北科天绘均可接单量产，并且在精度和价格上与国外同档次产品相比拥有优势。

图表 25 德尔福无人车配 4 台 S3 固态激光雷达



资料来源：网易汽车，广证恒生

图表 26 谷歌、百度无人车配 Velodyne 激光雷达



资料来源：车云网，广证恒生

激光雷达按有无机械旋转部件，可分为：机械激光雷达和固态激光雷达两类。机械激光雷达带有控制激光发射角度的旋转部件，体积较大、价格昂贵、测量精度相对较高，一般置于汽车顶部；而固态激光雷达则依靠电子部件来控制激光发射角度，无需机械旋转部件，故尺寸较小，可安装于车体内。目前，机械激光雷达相对成熟，代表厂商为美国 Velodyne 和德国 Ibeo，固态激光雷达厂商主要是德国 Quanergy。

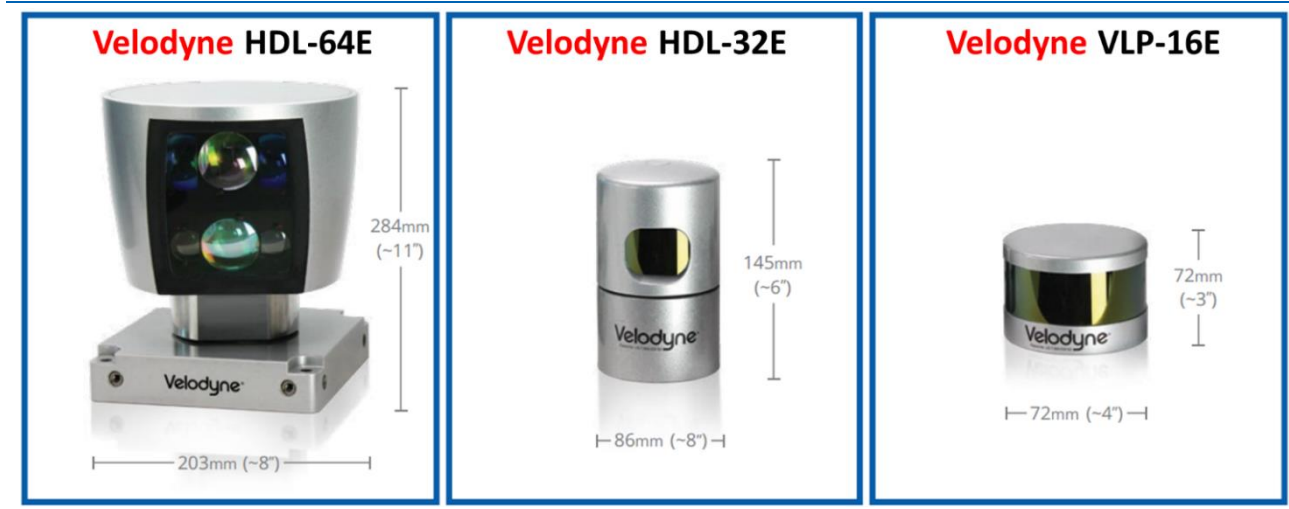
(1)美国 Velodyne 公司：机械激光雷达产品(16/32/64 线)最为成熟。成立于 1983 年，2007 年开始专注研究激光雷达。Velodyne 在接受百度/福特的 1.5 亿美元融资后，在今年宣布在加州设立巨型工厂 (Megafactory)，是工厂面积的 4 倍，并于 4 月开始逐步投入产线运营。此外公司开始采用机器人装配技术，将大幅提高产能，制作流程的工时将数十倍缩减。在 4 月公司也发布了复合车规级的固态激光雷达产品，预计在 17 年内可以制作出原型机并在 18 年量产。

目前已经量产的激光雷达有三款：HDL-64E(64 线)、HDL-32E(32 线)、VLP-16(16 线)。除了谷歌、百度、Uber 等无人驾驶汽车使用 64 线产品，一些车企在车上使用 32 线和 16 线产品测试。例如，2016 年 1 月 CES 上，福特展示了安装 velodyne HDL-32 的混动版蒙迪欧自动驾驶车，荷兰 NAVYA 的两部全自动驾驶 ARMA 公交穿梭车测试了 VLP-16 和 HDL-32。但其价格也非常昂贵且体积很大，HDL-64E 目前价格仍在 8 万美元以上，16 线产品也要 7999 美元。另外，Velodyne 也与福特共同发布的混合固态激光雷达 Solid-State Hybrid Ultra Puck™ Auto(32 线)，并在 2016 年 1 月美国 CES 电子大会展出，公司计划 2020 年量产价为 500 美金，2025 年成本降到 200 美金以内。但实际上这款产品仍属机械激光雷达，其旋转部件隐藏在内部。

目前在测试中的无人车大多数使用 Velodyne 的 64 线激光雷达。其工作原理是通过 360 度的机械旋

转，绘制周围环境的动态 3D 高精度地图。工作时这款产品垂直方向有 64 条光束射出(线数)，覆盖垂直方向 27°(垂直视角)，抵达 100-120 米(检测距离)，探测障碍所在位置的误差大约 2cm 左右(精度)，激光雷达每秒旋转 10 次(频率)，从而覆盖水平 360°(水平视角)，每圈输出 13 万个信息点(点密度)，形成“点云”。

图表 27 Velodyne 64/32/16 线激光雷达



资料来源：Velodyne 官网，广证恒生

(2)德国 Ibeo 公司：低线束(8 线/4 线)激光雷达，并提供 ADAS 整套解决方案。成立于 1998 年，2000 年被传感器制造商 Sick AG 收购，2009 年脱离 Sick AG 独立，今年 8 月采埃孚(ZF)宣布收购了 Ibeo40% 股权。Ibeo 有三款产品：Lux 8L、Lux 4L 和 miniLux；另外，Ibeo 也与 Valeo 合作推出 Scala 混合固态激光雷达，用于奥迪无人驾驶汽车 A7 Piloted Driving。产品 Lux 没有大体积旋转结构，采用固定激光光源，通过内部玻璃片旋转的方式改变激光光束方向，实现多角度检测的需要，并且采用嵌入式安装。目前已有的 Ibeo 全自动驾驶测试车上，常用多点布局 miniLUX 和 LUX 两款产品：4 个 Lux(2 个位于车头、2 个位于车尾)+2 个 miniLux(位于车侧)。

Ibeo 提供 ADAS 软硬件整套解决方案。Valeo/Ibeo 合作生产的 ADAS 用激光雷达目前已经能够商用，并装备于奥迪新款 A8 的 ADAS 系统中。与 Velodyne 不同，Ibeo 的产品包括了硬件和软件在内的整套解决方案，硬件产品涉及 ADAS 到自动驾驶整个进程，软件方面公司提供的激光雷达融合系统可将 6 个传感器采集的信息实时整合到一个 ECU 后，实现智能追踪识别。2013 年 10 月 13 日，日产 LEAF 搭载了 6 个 Lux 测试了其搭载的高级驾驶辅助系统。斯坦福大学测试的自动驾驶奥迪 TT shelley、计划 2020 年在日本商业化的自动驾驶出租 Robot Taxi、Rinspeed 概念车 Buddi，都使用了 Ibeo 的激光雷达产品。

图表 28 Ibeo 的 Lux 和 miniLux 激光雷达



资料来源：车云网，广证恒生

图表 29 Quanergy 的固态激光雷达 S3



资料来源：Quanergy 官网，广证恒生

(3)德国 Quanergy 公司：初创企业，致力于固态激光雷达。成立于 2012 年，2015 年获得德尔福战略投资。2014 年 9 月第一款产品 M8-1 投入使用，已经应用在奔驰、现代等公司的实验车型上。2016 年 CES 上推出了固态激光雷达 S3，使用了相控阵激光雷达技术，内部不存在任何旋转部件，尺寸仅为 90*60*60mm，S3 用电子扫描代替机械部件，采用集成电路上的小镜子扫描各个方向，然后输出车辆周围的 3D 图像。S3 初步定价 250 美元，2018 年量产价格将降至 100 美元或更低，尺寸也会缩小到与邮票相仿。低价、小尺寸激光雷达对于无人驾驶的研发将有极大推进作用。

Quanergy 是率先宣布能够量产固态激光雷达的厂商。该公司发布的 S3 固态雷达已经可以对合作伙伴量产，并在今年第三季度实现对其他需求的供货。车规级产品也已研发完成，需要经过一年的测试，预计于明年第三季度下线。

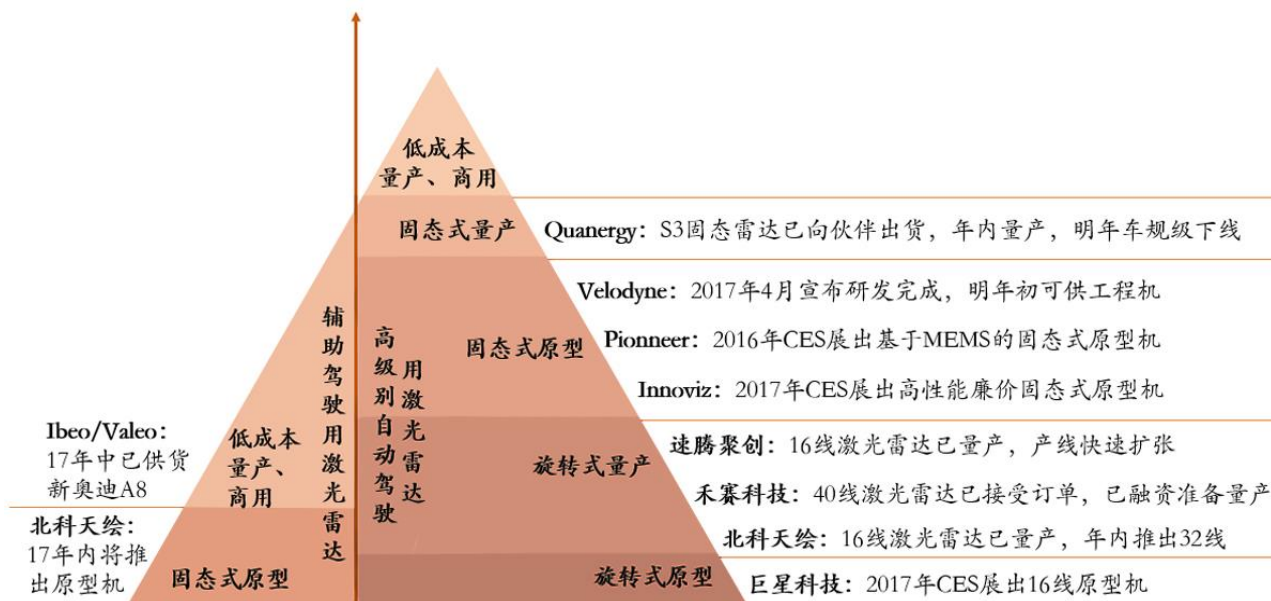
图表 30 主流激光雷达的产品及应用

公司	产品	类别	基本参数	价格	应用
Velodyne	HDL-64E	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 64 线；测距 100-120m；精度±2cm； ● 水平视角 360 度；垂直视角 27 度； ● 重量 15KG 	8 万美元以上	谷歌、百度、Uber 无人车 (配 1 台)
	HDL-32E	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 32 线；测距 80-100m；精度±2cm； ● 水平视角 360 度；垂直视角±20 度； ● 重量 1KG 	2 万美元	福特混动版蒙迪欧无人车 (配 1 台)
	VLP-16	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 16 线；测距 100m；精度±3cm； ● 水平视角 360 度；垂直视角±15 度； ● 重量 0.83KG 	7999 美元	福特 Fusion Hybrid (配 2 台)
	Ultra Puck Auto	混合固态激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 32 线；测距 200m；计划 2020 年量产定价 500 美元，2025 年降至 200 美元 	250-500 美元	—
Ibeo	Lux 8L	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 线，测距：200m；精度：10cm； ● 水平视角：110 度；垂直：6.4 度 	15-25 万	—
	Lux 4L	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 4 线，测距：200m；精度：4cm； ● 水平视角：85-110 度；垂直：3.2 度 	10-15 万	日产 LEAF (配 6 个)
	miniLux	机械激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 水平视角：180 度，车辆检测距离 40m，行人检测距离 15m 	—	—
	Ibeo 和 Valeo 合作的 Scala	混合固态激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 4 线；水平视角：145 度； ● 质量：0.51kg；尺寸：108*100*60mm；2010 年和法雷奥合作开始量产，用于汽车紧急制动系统。 	—	奥迪 A7 Piloted Driving
Quanergy	S3	固态激光雷达	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 线，探测距离 10cm- 150m； ● 扫描频率 30Hz，视角 180 度； ● 尺寸：90*60*60mm 	100-250 美元	德尔福无人车(配 4 个)、奔驰无人车 (配 3 个)

资料来源：公司官网，广证恒生

国产企业目前主要专注于生产旋转式激光雷达，速腾聚创、禾赛科技、北科天绘均可接单量产，并且在精度和价格上与国外同档次产品相比拥有优势。国产企业在固态式方面也有所研发，北科天绘、速腾聚创都预计将于今年完成研发完成，分别应用于辅助驾驶和高级自动驾驶领域，加速追赶国外企业。按照产品的代差估计，国内激光雷达厂商与国外企业仅有 1-2 年的差距。

图表 31 国内外激光雷达生产厂商技术发展天梯图



资料来源：公开新闻，广证恒生

3.3 率先量产低价产品的企业将占据与车企的合作入口

如上文所述，到 2020 年 ADAS 市场所需的激光雷达数量就达 900 万个，因此企业只要技术突破能够量产价格到位的产品就将得到应用。除目前的 Ibeo/Valeo 4 线激光雷达可应用于 L3 系统以外，未来 Quanergy 为首的固态激光雷达企业也将预计在 2022 年开始大规模低价量产。

由于车规级部件在实际应用前需要进行大规模测试，厂商一般不会轻易更换装备提供商。因此在产能能够满足需求缺口之前将是技术突破的关键期，在那之前能够低价量产抢占市场的将打开与车企合作的入口，并在未来获得渠道优势，与厂家合作开发应用于高级别自动驾驶的激光雷达。

4.风险提示

技术突破进度带来的行业增速不达预期；无人驾驶并不仅仅只是技术的问题，它涉及产业链发展及配套环境甚至伦理道德层面的规范，配套政策及产业链环境发展不达预期也存在不确定性风险。

新三板团队介绍：

在财富管理和创新创业的两大时代背景下，广证恒生新三板构建“研究极客+BANKER”双重属性的投研团队，以研究力为基础，为企业量身打造资本运营计划，对接资本市场，提供跨行业、跨地域、上下游延伸等一系列的金融全产业链研究服务，发挥桥梁和杠杆作用，为中小微、成长企业及金融机构提供闭环式持续金融服务。

团队成员

袁 季（广证恒生总经理兼首席研究官）：长期从事证券研究，曾获“世界金融实验室年度大奖—最具声望的100位证券分析师”称号、2015及2016年度广州市高层次金融人才、中国证券业协会课题研究奖项一等奖和广州市金融业重要研究成果奖，携研究团队获得2013年中国证券报“金牛分析师”六项大奖。2014年组建业内首个新三板研究团队，创建知名研究品牌“新三板研究极客”。

赵巧敏（新三板研究总监、副首席分析师）：英国南安普顿大学国际金融市场硕士，8年证券研究经验。具有跨行业及海外研究复合背景，曾获08及09年证券业协会课题二等奖。具有多年A股及新三板研究经验，熟悉一二级市场运作，专注机器人、无人机等领域研究，担任广州市开发区服务机器人政策咨询顾问。

林 全（新三板副团队长）：重庆大学硕士，机械工程与工商管理复合专业背景，积累了华为供应链管理与航天企业精益生产和流程管理项目经验，对产业发展与企业运营有独到心得。

温朝会（新三板副团队长）：南京大学硕士，理工科和经管类复合专业背景，七年运营商工作经验，四年市场分析经验，擅长通信、互联网、信息化等相关方面研究。

黄 莞（新三板教育行业负责人）：英国杜伦大学金融硕士，具有跨行业及海外研究复合背景，负责教育领域研究，擅长数据挖掘和案例分析。

陆彬彬（新三板主题策略研究员）：美国约翰霍普金斯大学金融硕士，负责新三板市场政策、私募机构、投后管理等领域研究，擅长数据挖掘和政策分析。

魏也娜（新三板TMT行业研究员）：金融硕士，中山大学遥感与地理信息系统学士，3年软件行业从业经验，擅长云计算、信息安全等领域的研究。

谭潇刚（新三板新能源新材料行业研究员）：中国科学技术大学无机化学博士，曾发表多篇SCI论文，研究涉猎化学、物理和材料等交叉领域；重点关注锂电池、新能源汽车等新材料领域相关产业链。

刘 锐（新三板医药行业研究员）：中国科学技术大学有机化学硕士，具有丰富的国内医疗器械龙头企业产品开发与管理经验，对医疗器械行业的现状与发展方向有深刻的认识，重点关注新三板医疗器械、医药的流通及服务行业。

胡家嘉（新三板医药行业研究员）：香港中文大学生物医学工程硕士，华中科技大学生物信息技术学士，拥有海外知名实业工作经历，对产业发展有独到理解。重点研究中药、生物药、化药等细分领域。

陈 凯（新三板传媒行业研究员）：厦门大学经济学硕士，具有国内知名券商投行、研究所工作经验，主要研究方向为游戏、电竞、影视等泛娱乐领域相关产业。

田 鹏（新三板教育行业研究员）：新加坡国立大学应用经济学硕士，曾于国家级重点经济期刊发表多篇论文，具备海外投资机构及国内券商新财富团队丰富研究经历，目前重点关注教育领域。

联系我们：

邮箱：linquan@gzgzhs.com.cn

电话：020-88832286

广证恒生：

地址：广州市天河区珠江西路5号广州国际金融中心4楼
电话：020-88836132，020-88836133
邮编：510623

股票评级标准：

强烈推荐：6个月内相对强于市场表现15%以上；
谨慎推荐：6个月内相对强于市场表现5%—15%；
中性：6个月内相对市场表现在-5%—5%之间波动；
回避：6个月内相对弱于市场表现5%以上。

分析师承诺：

本报告作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点。在作者所知情的范围内，公司与所评价或推荐的证券不存在利害关系。

重要声明及风险提示：

我公司具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供广州广证恒生证券研究所有限公司的客户使用。

本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证我公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保。我公司已根据法律法规要求与控股股东（广州证券股份有限公司）各部门及分支机构之间建立合理必要的信息隔离墙制度，有效隔离内幕信息和敏感信息。在此前提下，投资者阅读本报告时，我公司及其关联机构可能已经持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，或者可能正在为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。法律法规政策许可的情况下，我公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开前已经通过其他渠道独立使用或了解其中的信息。本报告版权归广州广证恒生证券研究所有限公司所有。未获得广州广证恒生证券研究所有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“广州广证恒生证券研究所有限公司”，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

市场有风险，投资需谨慎。