

行业研究/专题研究

2020年12月29日

行业评级:

通信 增持(维持)
通信设备制造 增持(维持)

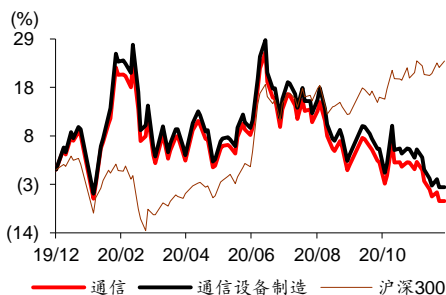
王林 SAC No. S0570518120002
研究员 SFC No. BQM410
wanglin014712@htsc.com

付东 SAC No. S0570519080003
研究员 fudong@htsc.com

相关研究

- 1 《杰赛科技(002544 SZ,增持): 军品持续高景气, 民品打造新动能》2020.12
- 2 《通信: 5G 建设超预期完成, 加速应用发展》2020.12
- 3 《威胜信息(688100 SH,增持): 智慧公共事业的数字化“工程师”》2020.12

一年内行业走势图



资料来源: Wind

激光雷达或于 2021 年迎加速发展

激光雷达行业专题报告

激光雷达行业或将于 2021 年迎来加速发展期

激光雷达是高等级自动驾驶的关键技术之一, 当前行业处于规模商用的前夜, 行业有望在 2021 年迎来加速发展。需求侧, 部分新能源车企和传统车企相继宣布将在 2021 年推出装载激光雷达的量产型汽车。供给端, 经过多年的发展, 激光雷达产业链逐渐建立并得到完善; 全球范围内以 Velodyne、Luminar 为代表的企业相继登陆资本市场, 有望借助资本力量加速自身业务发展。我们认为当前激光雷达产业正处于行业渗透率快速提升的前夜, 建议重点关注车规级产品验证领先、技术研发迭代领先的企业。

激光雷达是自动驾驶之眼, 2024 年全球规模有望突破百亿美元

激光雷达凭借更高的测量精度、更快的响应速度以及更远的探测距离, 成为高等级自动驾驶的关键技术之一。根据沙利文预测, 2024 年全球激光雷达市场将突破 100 亿美元, 2025 年达到 135.4 亿美元, 2020~2025 年复合增速达到 64.65%。在 Robotaxi/Robotruck 市场, 随着高等级自动驾驶乘用车渗透率的提升, 车载激光雷达市场规模将在 2025 年达到 35 亿美元, 2020~2025 年复合增速达到 80.89%。当前行业内多种技术路径并驾齐驱, 机械式激光雷达使用范围最广, 但价格较贵; 混合固态以及纯固态方案成本端具有优势, 当前正处于技术突破的攻关期。

巨头入局, 产业生态边界有望拓展; 海外 LiDAR 公司加速资产证券化

我们认为对于处于发展期的行业而言, 巨头入局有望加速行业成熟。一方面, 巨头的示范效应将加大行业的关注度, 有望带动需求端的改善。另一方面, 巨头对于产业链上游具有较强的整合能力, 有望加速产业链上游成熟并降低供应端成本。今年 12 月, 华为首次发布其车规级激光雷达产品和解决方案, 并计划用于北汽新能源旗下高端品牌 ARCFOX 中。我们认为华为入局将有助于推动激光雷达产业加快发展。此外, 今年 Q3 以来海外激光雷达公司 Velodyne 以及 Luminar 通过 SPAC 方式相继登陆资本市场, 我们认为相关公司有望借助资本市场加速自身业务发展, 推动产业成熟。

投资建议: 行业处于商用前夜, 关注车规级产品验证领先的企业

我们认为激光雷达是高等级无人驾驶的关键技术, 当前行业正处于规模商用的前夜。中长期来看, 关于技术路径选择的争论或一直存在, 我们认为机械式、MEMS、OPA、Flash 以及 FMCW 的方案或在一段时间共存。然而, 相比于技术路径, 我们认为商业化更加重要, 满足市场需求的基础上持续进行产品和技术迭代, 或将成为激光雷达公司突围的关键。商业化方面, 我们认为车规级产品量产是商业化的重要标志, 建议积极关注与车企合作紧密, 且在车规级产品量产方面研发进展具备先发优势的企业。

风险提示: 自动驾驶进展不及预期; 激光雷达成本下降不及预期; 技术替代风险。

正文目录

核心观点	4
激光雷达：自动驾驶汽车之眼	5
自动驾驶国家分级标准确定，奠定产业发展基础	5
激光雷达是实现高等级自动驾驶的关键传感器	5
市场规模：2024 年全球 LiDAR 市场有望突破百亿美元	14
2021 年或成为激光雷达产业加速发展的开端之年	15
产业生态的边界随着巨头加入有望加速拓展，助力产业成熟	15
海外激光雷达公司通过 SPAC 登陆美股，加速资产证券化进程	16
全球产业链图谱与投资建议	20
风险提示	22

图表目录

图表 1：工信部《汽车驾驶自动化分级》	5
图表 2：自动驾驶中常用的传感器	5
图表 3：自动驾驶常见传感器对比	6
图表 4：车载摄像头应用场景	6
图表 5：博世毫米波雷达结构示意图	7
图表 6：车载激光雷达发展路线图	8
图表 7：不同技术路线激光雷达优缺点比较	8
图表 8：车载激光雷达四大组成要素	8
图表 9：激光雷达主要光源介绍	9
图表 10：欧司朗四通道激光器（边发射激光器）产品	9
图表 11：垂直腔面发射激光器（VCSEL）结构示意图	9
图表 12：激光雷达主要探测器介绍	10
图表 13：InGaAs/InP 单光子探测阵列结构示意图	10
图表 14：硅光子倍增管外观示意图	10
图表 15：谷歌无人车示意图	10
图表 16：Velodyne 64 线机械式激光雷达结构示意图	10
图表 17：Velodyne 不同激光雷达性能参数	11
图表 18：MEMS 微振镜工作原理	11
图表 19：电磁驱动 MEMS 结构图	11
图表 20：MEMS 微振镜分类	12
图表 21：OPA 激光雷达工作原理	12
图表 22：Quanergy OPA 激光雷达外观图	12
图表 23：Flash 激光雷达工作原理	13
图表 24：Ouster Flash 激光雷达外观图	13
图表 25：全球激光雷达市场规模（亿美元）	14

图表 26: 全球应用于 Robotaxi/Robotruck 激光雷达市场规模 (亿美元)	14
图表 27: Gartner 2019 年汽车电子技术发展曲线	15
图表 28: 完全无人驾驶的两种发展路径	15
图表 29: 主要车企激光雷达技术进展	16
图表 30: 华为于今年 12 月发布期其车规级激光雷达产品	16
图表 31: 华为车规级激光雷达主要技术参数	16
图表 32: 海外激光雷达公司资产证券化进展	17
图表 33: Velodyne 主要产品	17
图表 34: 车规级产品定型钱需要经历的验证环节	18
图表 35: Luminar 产品架构与传统产品对比	18
图表 36: Luminar 主要合作伙伴	19
图表 37: 全球激光雷达产业链主要公司梳理	20
图表 38: 提及公司表	21

核心观点

不同于市场的观点：

市场认为激光雷达产业规模商用尚早。根据莎莉文预测 2020~2025 年车载激光雷达市场复合增速将达到 80.89%，到 2025 年市场规模将达到 35 亿元。我们认为 2021 年激光雷达行业有望加速发展，当前行业处于规模商用及渗透率快速提升的前夜，主要理由包括：

- 1) 传统车企和新能源车企将自动驾驶作为重要卖点，而激光雷达是高等级自动驾驶的关键技术之一。2021 年多家车企（宝马、长城、北汽、蔚来）计划在其量产的高端车型中使用激光雷达。
- 2) 以华为代表的巨头将入激光雷达行业，有望加速产业商业化进程。
- 3) 海外激光雷达公司相继通过 SPAC 等方式登陆资本市场，融资能力得到提升，有望加速自身业务发展。

激光雷达：自动驾驶汽车之眼

自动驾驶汽车又称无人驾驶汽车，是一种通过电脑系统实现无人驾驶的智能汽车。相比于传统有人汽车，自动驾驶具有三大优点：1) 自动驾驶将降低车祸事故率和死亡率；2) 自动驾驶将提升汽车的使用率，以更低的汽车保有量满足现有出行需求；3) 当自动驾驶汽车成为社会共享后，资源效率的提高或将更为可观。

自动驾驶国家分级标准确定，奠定产业发展基础

国际自动机工程师学会（SAE）将自动驾驶分为 L0~L5 六个等级，其中 L0 代表没有自动驾驶加入的传统人类驾驶，L1~L5 则随自动驾驶的成熟程度进行分级。国内方面，工信部于今年发布《汽车驾驶自动化分级》推荐性国家标准报批公示。该公示已于今年 4 月 9 日截止，并拟定于 2021 年 1 月 1 日正式实施。此次《汽车驾驶自动化分级》获准通过，也意味着中国将正式拥有自己的自动驾驶汽车分级标准，为我国自动驾驶行业的发展奠定基础。

图表1：工信部《汽车驾驶自动化分级》

分级	名称	车辆横向和纵向运动控制	目标和时间探测与相应	动态驾驶任务接管	设计运行条件
0级	应急辅助	驾驶员	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
1级	部分驾驶辅助	驾驶员和系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
2级	组合及时辅助	系统	驾驶员及系统	驾驶员	有限制
3级	有条件自动驾驶	系统	系统	动态驾驶任务接管用户（接管后为驾驶员）	有限制
4级	高度自动驾驶	系统	系统	系统	有限制
5级	完全自动驾驶	系统	系统	系统	无限制

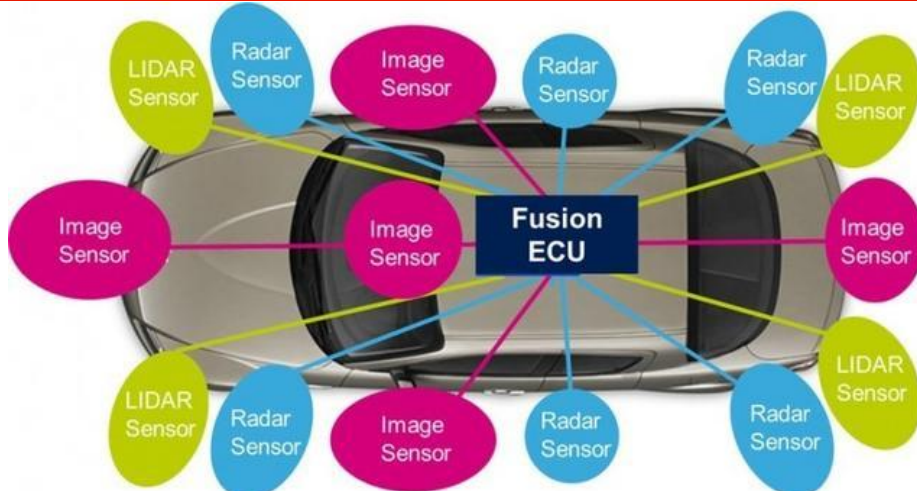
资料来源：《汽车驾驶自动化分级》，华泰证券研究所

《汽车驾驶自动化分级》根据在执行动态驾驶任务中的角色分配以及有无设计运行条件限制，将驾驶自动化分为 0~5 共 6 个等级，其中 L3，称之为有条件自动驾驶，是辅助驾驶和自动驾驶的分水岭，其定义为系统在其设计运行条件内能够持续地执行全部动态驾驶任务。L3 以下称之为辅助驾驶，L3 以上称之为自动驾驶。

激光雷达是实现高等级自动驾驶的关键传感器

感知、决策与控制是自动驾驶的三个环节，感知环节用来采集周围环境的基本信息，是自动驾驶的基础。自动驾驶汽车依托传感器实现对于周围环境的感知。针对不同应用等级，对于传感器的需求不同，常见的传感器包括：摄像头、超声波雷达、毫米波雷达和激光雷达。

图表2：自动驾驶中常用的传感器



资料来源：Yole，华泰证券研究所

图表3： 自动驾驶常见传感器对比

传感器	优势	劣势	最远距离
摄像头	及时成熟度高，价格便宜	受恶劣天气影响，逆光和光影复杂环境下，效果较差	<100m
毫米波雷达	受天气影响程度较小，可以探测远距离的物体	对于行人的反射波较弱，难以探测	>200m
激光雷达	测距精度高，方向性强，相应快，能快速复建出三维模型	成本高，极端环境下无法使用	~200m

资料来源：Yole，华泰证券研究所

摄像头：已实现在高等级辅助驾驶中的规模应用

相比于其他传感器，摄像头技术成熟且价格相对低廉，率先得到广泛应用。汽车通过加装摄像头采集车辆周围图像信息，然后经过计算机的算法分析，实现物体识别、预警的功能。目前在高级辅助驾驶（ADAS）中已得到广泛的应用。汽车摄像头根据摄像头个数可以分为单目、双目以及多目，根据安装位置，可以分为前视、后视、侧视、环视等。

图表4： 车载摄像头应用场景



资料来源：前瞻产业研究院，华泰证券研究所

尽管摄像头已经得到广泛应用，但其缺点限制了其在高等级自动驾驶领域的应用，主要体现在依赖光纤，在逆光或光影复杂情况下以及恶劣天气情况下效果较差，难以实现全天候的工作。

毫米波雷达：环境的适应性更强

相比于摄像头，毫米波雷达对于环境的适应性更强。此外，其还具有高分辨率、指向性好、抗干扰以及探测性能好等优点。由于毫米波对于大气的衰减小，对于烟雾灰尘等具有较好的穿透性，因此受到天气的影响小。当前，车载的激光雷达主要工作在 24GHz、77GHz 频段，前者用于中段距离雷达，探测范围在 15~30m；后者主要用在长距离雷达，探测范围在 100~200m。由于 77GHz 产品在分辨率和体积上更具有优势，成为车载激光雷达的主流方案。

图表5： 博世毫米波雷达结构示意图



资料来源：Bosch 官网，华泰证券研究所

尽管毫米波雷达具有更好的环境适应性，但其固有的特征限制了其在高等级自动驾驶领域的应用，主要体现为毫米波雷达对于行人等非金属物体反射波较弱，难以进行识别。

激光雷达：高等级自动驾驶的关键技术

激光雷达是一种向被测目标发射探测信号，然后测量反射或散射信号的到达时间、强弱程度等参数，以确定目标的距离、方位、运动状态及表面光学特征的雷达系统。激光雷达的优点包括：1) 具有极高的距离分辨率、角分辨率和速度分辨率；2) 抗干扰能力强；3) 获取的信息量丰富，可直接获取目标的距离、角度、反射强度、速度等信息，生成目标的多维度图像；4) 可全天时工作。相比于毫米波雷达，激光雷达可实现对人体的探测，相比于摄像头，激光雷达的探测距离更远。

激光雷达的测距原理可以分为 ToF 和 FMCW，前者在产业链成熟度上更领先，成为当前市场上主要采用的方法。两种方法具体的特点如下：

1. ToF：飞行时间法，通过直接测量发射激光与回波信号的时间差，基于光在空气中的传播速度得到目标物的距离信息，具有相应速度快、探测精度高的优势。
2. FMCW：相干测距法，将发射激光的光频进行线性调制，通过回波信号与参考光进行相干排频得到频率差，从而间接获得飞行时间反推目标物距离，其中调频连续波是相干法中面向无人驾驶应用的主要方法。

针对 ToF 原理，从技术实现路径上，激光雷达可以分为机械式、混合固态和纯固态。

图表6: 车载激光雷达发展路线图



资料来源:《2020 智能驾驶激光雷达行业蓝皮书》麦姆斯咨询, 华泰证券研究所

图表7: 不同技术路线激光雷达优缺点比较

技术路线	优点	缺点
机械式	环形扫描, 多线激光器设计 供应链成熟	硬件集成难度大 产能受限
MEMS (混固)	便于集成化和小型化 成本优势	MEMS 器件研发难度大 对于振动敏感 MEMS 扫描控制难度大
OPA	成本优势 (硅基方案), 量产一致性高	技术难度大
Flash	成本低, 不用扫描, 可以在短时间内记录整个场景	距离短, 对于探测器灵敏度要求很高

资料来源:《2020 智能驾驶激光雷达行业蓝皮书》麦姆斯咨询, 华泰证券研究所

总结来看, 一个激光雷达包括四大要素: 分别为测距原理、光束操纵方法、光源以及探测器。在此基础上, 不同技术路线是以上相关元素的组合。

图表8: 车载激光雷达四大组成要素



资料来源:《2020 智能驾驶激光雷达行业蓝皮书》麦姆斯咨询, 华泰证券研究所

光源方面。激光雷达常见的光源包括 3 种：边发射激光器、垂直面发射激光器、光纤激光器。在具体选择光源时需要综合考虑的因素包括：

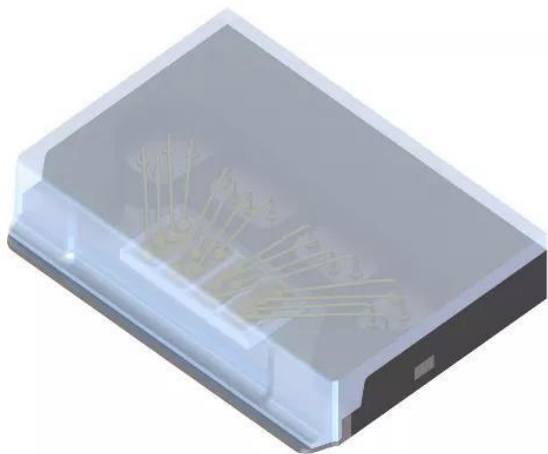
1. 人眼保护：激光雷达光源的工作波长主要为 850nm、905nm、940nm、1550nm。人眼内部的晶状体、眼角膜等，随着波长的增长，投射性能在减弱，基本上波长大于 1400nm 的光无法投射在视网膜上，也就是说波长小于 1400nm 的光或多或少都将投射在视网膜上，对其产生一定的影响。
2. 探测距离：激光器的激光峰值功率越大，探测的距离越远。对于边发射激光器，常见的大功率产品多工作在 1000nm 以下。对于光纤激光器，其在保证功率的情况下，波长可以拓展中至 1550nm。
3. 综合成本：激光器往往需要和探测器配套，因此综合成本也是光源选择时的重要考虑因素。

图表9：激光雷达主要光源介绍

类型	波长	主要供应商	激光雷达技术路线	终端用户
边发射激光器	905nm	欧司朗 (OSAGY US)、日本滨松光子(未上市)、Excelitas Technologies (未上市)、Laser Components (未上市)、瑞波光电(未上市)、西安炬光科技(未上市)	机械式激光雷达、MEMS 混合固激光雷达	Velodyne (VLDR US)、禾赛科技(未上市)
垂直腔面发射激光器	850nm	Lumentum (LITE US)、Finisar (未上市)、欧司朗 (OSAGY US)、II-VI (IIVI US)	Flash 固态激光雷达	Ouster(未上市)
光纤激光器	1550nm	法国 Lumibird (未上市)	MEMS 混固激光雷达	Luminar (LAZR US)、镭神智能(未上市)

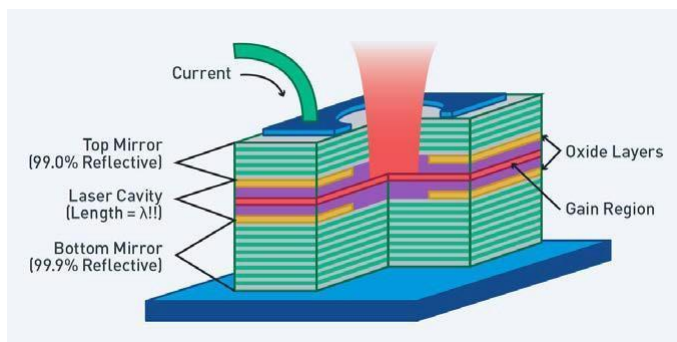
资料来源：《4 种常用车载激光雷达光源技术的优缺点解析，2020》江苏激光产业创新联盟，华泰证券研究所

图表10：欧司朗四通道激光器（边发射激光器）产品



资料来源：《4 种常用车载激光雷达光源技术的优缺点解析，2020》江苏激光产业创新联盟，华泰证券研究所

图表11：垂直腔面发射激光器（VCSEL）结构示意图



资料来源：Finisar 官网，华泰证券研究所

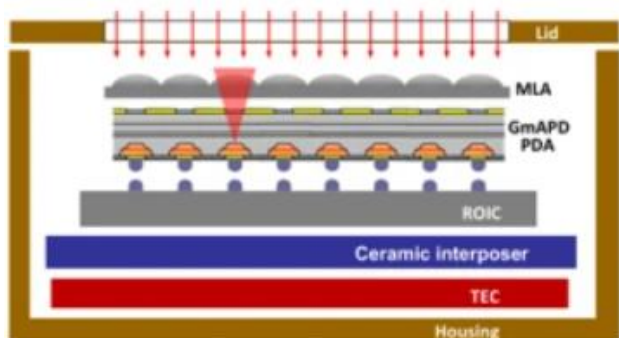
探测器方面。激光雷达的探测器按照材料分类主要包括硅探测器以及 InGaAs 探测器，按照器件结构可以分为 PIN 探测器、APD 探测器、SPAD 探测器以及 SiPM 探测器等。

图表12： 激光雷达主要探测器介绍

分类标准	探测器类型	工作波长 (nm)	峰值探测波长 (nm)	成本
材料体系	硅探测器	300~1100	800±20	低
	InGaAs 探测器	900~1700	1550±20nm	高
器件结构	PIN	300~1100/900~1700	800±20/1550±20nm	低
	APD	300~1100/900~1700	800±20/1550±20nm	高
	SPAD	300~1100/900~1700	800±20/1550±20nm	高
	SIPM	300~1100/900~1700	800±20	高

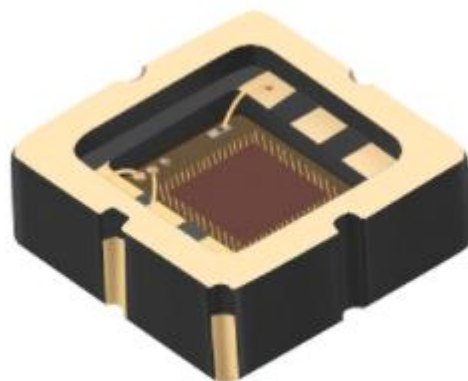
资料来源：《2020 智能驾驶激光雷达行业蓝皮书》麦姆斯咨询，华泰证券研究所

图表13： InGaAs/InP 单光子探测阵列结构示意图



资料来源：Princeton Lightwave 官网，华泰证券研究所

图表14： 硅光子倍增管外观示意图



资料来源：灵明光子官网，华泰证券研究所

1) 机械式激光雷达

具体是指发射系统和接受系统存在宏观意义上的转动，也就是通过不断旋转发射头，将速度更快、发射更准的激光从“线”变成“面”，并在竖直方向上排布多束激光，形成多个面，达到动态扫描并动态接受信息的目的。机械式激光雷达的优点是结构设计相对简单，易于实现商业化。2012 年谷歌展示的无人车上使用的便是由 Velodyne 提供的机械式激光雷达。

图表15： 谷歌无人车示意图



资料来源：谷歌官网，华泰证券研究所

图表16： Velodyne 64 线机械式激光雷达结构示意图



资料来源：Velodyne 官网，华泰证券研究所

根据垂直方向上发射单元的数量，机械式激光雷达可以分为不同线束，常见的包括 4 线、16 线、32 线、64 线和 128 线。线束越高的激光雷达能够更全面的反应物体特征，但制造难度和成本也将提升。此外，机械是激光雷达依靠机械组件实现水平方向的扫描，这些旋转部件，如齿轮、马达等，容易产生磨损，影响雷达精度，因此需要定期维护。目前采用机械是激光雷达的主要厂商包括：Velodyne (VLDR US)、Sick (未上市)、禾赛科技 (未上市)、思岚科技 (未上市) 等。

典型技术方案分析——Velodyne 128 线机械式激光雷达

Velodyne 于 2018 年发布 128 线激光雷达，产品编号 VLS-128，代表当时最为先进的机械式激光雷达。该产品采用 128 线束，探测距离提升至 300 米，比原有 64 线产品提升两倍，分辨率提升了 4 倍。Velodyne 称该产品为 L5 级别自动驾驶而开发。

成本较低的 16 线激光雷达，还不能达到自动驾驶汽车全场景应用的标准，而 64 线较高的价格也难以支撑其规模化量产。以 16 线激光雷达为例，其探测距离为 100 米，测量精度为 ± 3 厘米，在高速运行场景下，较短的端侧距离导致其安全隐患较为突出。通过提高线束可以提升探测距离，提高安全性，但另一方面，价格也将大幅提升。

图表17: Velodyne 不同激光雷达性能参数

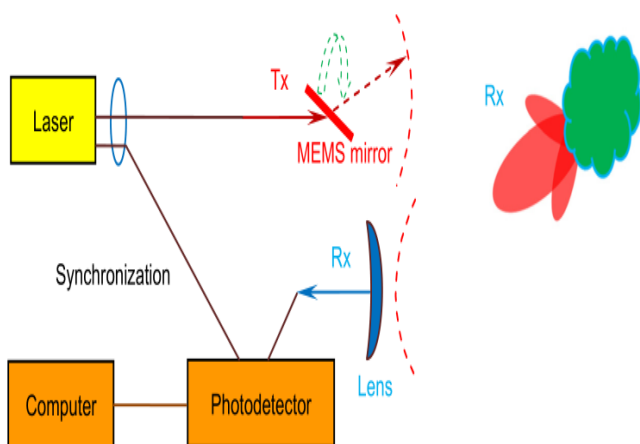
产品类型	16 线 (VLP-16)	32 线 (HDL-32)	64 线 (HDL-64)	128 线 (VLS-128)
价格 (美元)	4000	30000	75000	\
探测距离 (m)	100	80~100	120	300
水平视角参数	水平可视角 360°，最小角分辨率 0.1°	水平可视角 360°，最小角分辨率 0.1°	水平可视角 360°，最小角分辨率 0.08°	水平可视角 360°，最小分辨率 0.1°
垂直视角参数	垂直可视角 30°，最小分辨率 2°	垂直可视角 40°，最小分辨率 0.33°	垂直可视角 28.8°，最小分辨率 0.4°	垂直可视角 40°，最小分辨率 0.17°
激光波长	905nm	905nm	905nm	905nm

资料来源: Velodyne 官网, 华泰证券研究所

2) 混合固态激光雷达

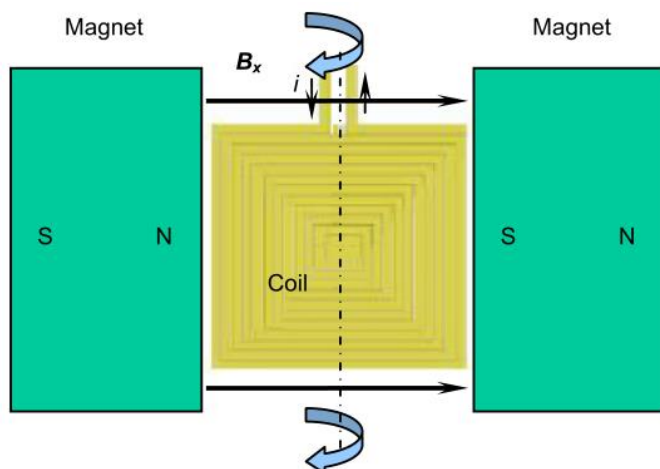
根据咨询机构麦姆斯的定义，所谓“混合固态”是指对采用半导体“微动”器件——MEMS 扫描镜在微观尺度上实现 LIDAR 发射端的激光扫描方式。混合固态激光雷达相比于机械式激光雷达，其优点体现为，采用 MEMS 微振镜替代了机械式产品中的宏观扫描仪，利用 MEMS 微振镜可将机械部件集成到单个芯片，并借助半导体工艺生产，降低成本和产品体积。

图表18: MEMS 微振镜工作原理



资料来源: 《固态激光雷达研究进展》(陈敬业, 《光电工程》, 2019), 华泰证券研究所

图表19: 电磁驱动 MEMS 结构图



资料来源: 《固态激光雷达研究进展》(陈敬业, 《光电工程》, 2019), 华泰证券研究所

图表20: MEMS 微振镜分类

驱动方式	驱动原理	驱动电压	驱动力	谐振频率	扫描范围	功耗
静电	平行板电容或梳齿电容，产生静电驱动力	高	小	高	小	低
电磁	磁性薄膜或者永磁与驱动电流产生电磁驱动力	低	大	高	大	低
电热	加热驱动结构产生的热膨胀差异，结构变形产生驱动力	低	中	低	大	中
压电	压电材料在拟压电效应下发生形变产生驱动力	高	大	高	小	低

资料来源:《固态激光雷达研究进展》(陈敬业,《光电工程》,2019),华泰证券研究所

当前技术成熟且量产的 MEMS 微振镜企业主要集中在非大陆地区,国内尚处于研发阶段。主要的厂商包括英飞凌 (IFX GR) 收购的 Innoluce (未上市)、台湾 OPUS (未上市)、美国 Mirrorcle (未上市)、博世 (RBOS GR)、滨松 (未上市)、ST (STM US) 等。国内从事相关研究的公司和单位包括无锡微奥科技 (未上市)、西安知微传感 (未上市)、上海微技术工研院 (未上市) 等。

相比于机械式激光雷达,混合固态激光雷达在体积、成本端皆有优势,但由于 MEMS 微振镜技术门槛较高,供应量相对不成熟,且 MEMS 微振镜对于振动敏感,需要研究隔离振动技术。目前可提供混合固态激光雷达的公司包括:Innoviz (未上市)、Luminar (LAZR US)、Velodyne (VLDR US)、速腾聚创 (未上市)、禾赛科技 (未上市) 等。

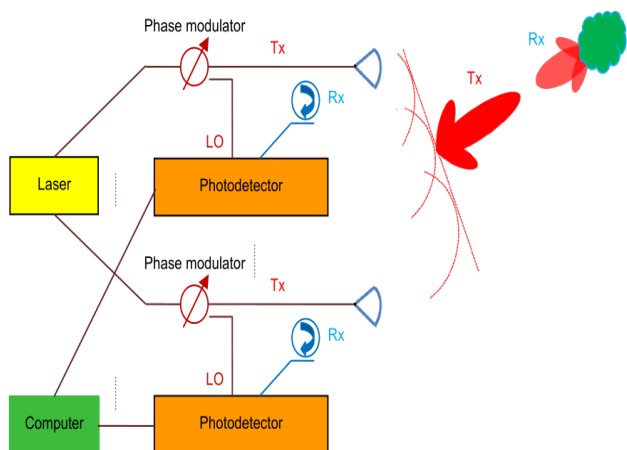
3) 固态激光雷达

固态激光雷达是指完全没有移动部件的激光雷达,根据技术路线,主要包括光相控阵 (OPA) 和 Flash 两种。相比于前两种,固态激光雷达的优点包括:数据采集速度快、分辨率高,对于温度和振动的适应性强,通过波束控制,探测点可以任意分布。

OPA 固态激光雷达

OPA, 全称激光相控阵技术。工作时,激光器功率均分到多路相位调制器阵列,光场通过光学天线发射,在空间远场相干叠加形成一个具有较强能量的光束。通过施加不同相位,可以获得不同角度的光束形成扫描的效果,无需机械扫描。相控阵利用的是波的干涉效应,多个波相互叠加时,有的方向增强,有的方向抵消,通过天线的相位差控制主光束的角度,进而实现扫描的功能。OPA 固态激光雷达的代表性厂商是 Quanergy (未上市)。

图表21: OPA 激光雷达工作原理



资料来源:《固态激光雷达研究进展》(陈敬业,《光电工程》,2019),华泰证券研究所

图表22: Quanergy OPA 激光雷达外观图



资料来源:Quanergy 官网,华泰证券研究所

其优点在于：1) 尺寸小，无需旋转部件，在结构和尺寸上可大大压缩，提高使用寿命并使其成本降低。2) 扫描精度高，光学相控阵的扫描进度取决于控制电信号的精度，理论上可以达到千分之一度量级以上。3) 可控性好。4) 扫描速度快。

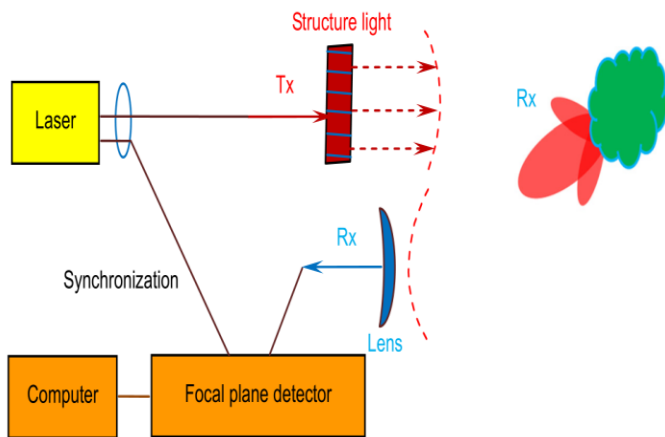
其劣势包括：1) 扫描角度有限，无法实现 360° 扫描。2) 旁瓣问题，在一定程度上分散了激光的能量。3) 加工难度大。4) 接收面大、信噪比较差：传统机械式激光雷达只需要很小的接收窗口，但固态激光雷达需要一个接收面。

Flash 固态激光雷达

Flash 激光雷达不用像 MEMS 或者 OPA 的方案去进行扫描，原理是在短时间内发射出一大片覆盖探测区域的激光，再以高度灵敏的接收器来完成对于环境图像的测绘。根据激光光源的不同，Flash 激光雷达可以分为脉冲式和连续式，前者可实现远距离探测（100 米以上），后者主要用于近距离探测（数十米）。Flash 激光雷达的性能主要取决于焦平面探测器阵列的灵敏度。目前对于远距离探测需求，需要使用到雪崩型光电探测器。

Flash 激光雷达的优势在于能够快速记录整个场景，避免了扫描过程中目标或激光雷达移动带来的各种麻烦。其缺点在于光子预算，一旦传播距离超过几十米，返回的光子太少，导致无法进行可靠的探测。目前推出该方案产品的代表性公司主要包括：Ouster（未上市）、Sense Photonics（未上市）、大陆（CON GR）、IBEO（未上市）、Leddar Tech（未上市）。

图表23： Flash 激光雷达工作原理



资料来源：《固态激光雷达研究进展》（陈敬业，《光电工程》，2019），华泰证券研究所

图表24： Ouster Flash 激光雷达外观图



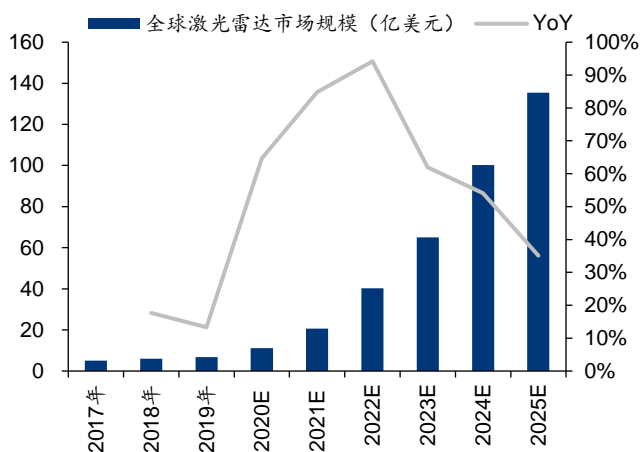
资料来源：Ouster 官网，华泰证券研究所

市场规模：2024 年全球 LiDAR 市场有望突破百亿美元

激光雷达的下游应用领域主要包括 L4 及以上高等级自动驾驶、ADAS 系统、智慧城市（车路协同）、专业服务机器人及测绘等领域，未来受益于 Robotaxi/Robotruck 车队规模扩张、固态激光雷达在 ADAS 中的广泛应用以及智慧交通建设等领域需求的推动，整体市场预计将呈现出快速发展的趋势。根据沙利文预测到 2025 年全球激光雷达市场规模将达到 135.4 亿美元，2020~2025 年复合增速为 64.65%。

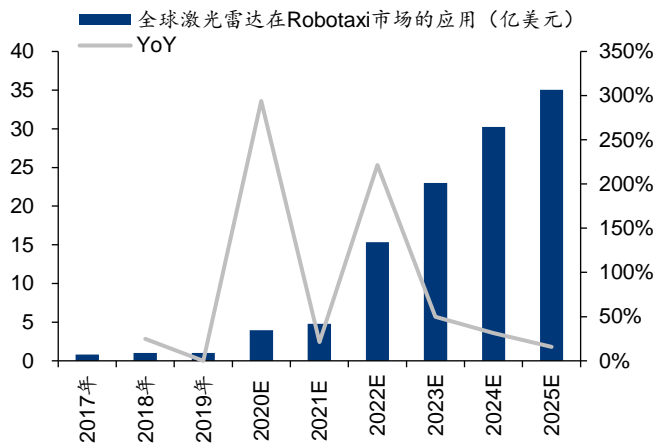
细分市场方面，在 Robotaxi/Robotruck 领域，随着其商业化的开启，拥有高精度测绘能力的激光雷达有望迎来快速上量期，沙利文预计在 2025 年全球市场规模有望达到 35 亿美元，2020~2025 年复合增速为 80.89%。对于 L4 级别以上的无人驾驶系统，激光雷达被认为是必须的传感器之一。目前各大自动驾驶的企业都将激光雷达作为其传感器解决方案的重点，目前在 Robotaxi/Robotruck 领域，主要应用的是可进行 360°扫描的解携时激光雷达，其安装于自动驾驶车辆的顶部，技术壁垒较高。

图表25：全球激光雷达市场规模（亿美元）



资料来源：《全球激光雷达行业独立市场报告，2020》（Frost & Sullivan），华泰证券研究所

图表26：全球应用于 Robotaxi/Robotruck 激光雷达市场规模(亿美元)

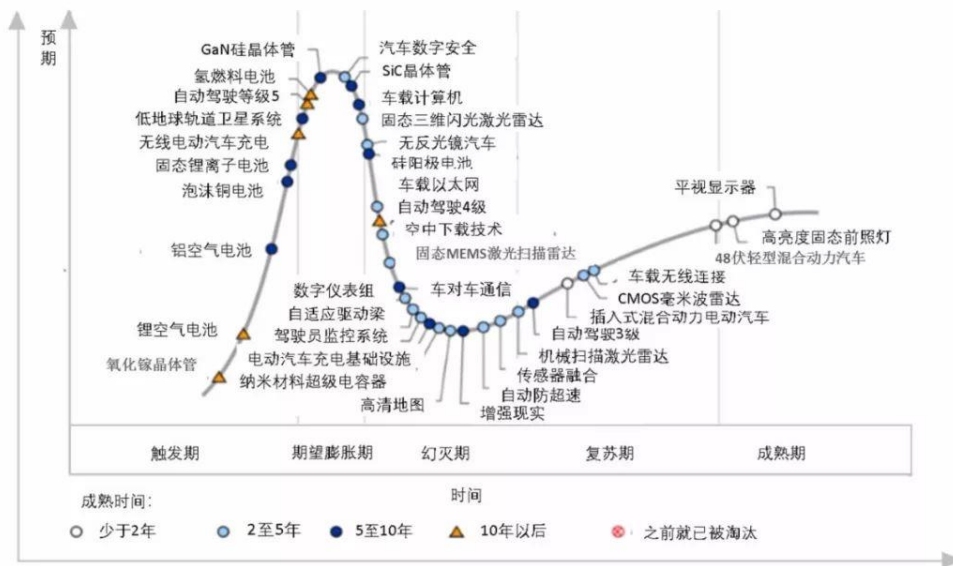


资料来源：《全球激光雷达行业独立市场报告，2020》（Frost & Sullivan），华泰证券研究所

2021 年或成为激光雷达产业加速发展的开端之年

Gartner 2019 年汽车电子技术成熟度曲线显示，以 MEMS 激光雷达为代表自动驾驶硬件在经历触发期和期望膨胀期后，产业链逐渐走向成熟。Gartner 预测，从 2020 年起具有 L3 级自动驾驶硬件能力的车辆将被广泛生产，光探测和测距 (LiDAR) 等传感器技术主要用于实现自动驾驶，将是未来 5 年内汽车产业普及的元器件，助力自动驾驶成熟。今年以来，我们发现激光雷达产业正在发生积极的变化，2021 年行业或迎来加速发展期。

图表27: Gartner 2019 年汽车电子技术发展曲线

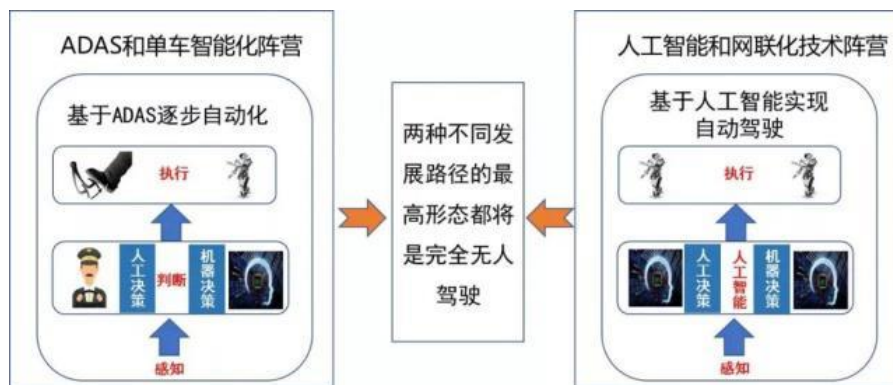


资料来源: Gartner, 华泰证券研究所

产业生态的边界随着巨头加入有望加速拓展，助力产业成熟

完全无人驾驶的发展路径大致分为两条，一方面，以谷歌、百度等为代表的科技公司以人工智能、新一代硬件为抓手直接布局 L4 以上自动驾驶。另一方面，传统车企基于 ADAS 从 L3 开始逐级迭代。这使得自动驾驶的产业生态分为两大阵营：1) 以谷歌(GOOGLE US)、百度(BIDO US)、亚马逊 (AMZN US) 等为代表的科技巨头；2) 以奥迪(未上市)、宝马(BMW GR) 等为代表的传统高端车企。

图表28: 完全无人驾驶的两种发展路径



资料来源: ITS, 华泰证券研究所

激光雷达作为实现高阶自动驾驶的关键技术，受到来自两大阵营的关注度在持续提升。具体体现为：1) 越来越多的传统车企以及造车新势力表示，将在其后期量产车型中使用激光雷达技术；2) 以华为为代表的科技巨头推出激光雷达相关产品，产业生态持续拓展，加速激光雷达产业成熟。

车企扎堆在 2021 年展示激光雷达相关技术。宝马规划，将采用固态激光雷达系统，用在其自动驾驶汽车上，并于 2021 年投入生产，该技术将由以色列公司 Innoviz（未上市）和汽车供应商 Magna（MGA US）合作提供。此外，蔚来（NIO US）表示将在 2021 年成都举行的 NIO DAY 上发布旗下首款纯电动轿车，同时也将展示蔚来的激光雷达技术。小鹏汽车（XPEV US）在 2020 年 11 月 20 日举办的广州国际车展开幕式上，创始人何小鹏表示，将在下一代自动驾驶架构中使用激光雷达技术。我们认为，车企加速引入激光雷达技术，对于产业链的成熟将产生重要的推动。

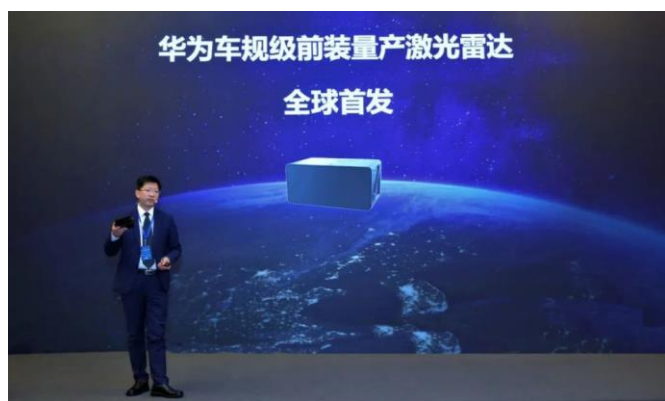
图表29： 主要车企激光雷达技术进展

公司名称	事项
宝马	计划在 2021 年推出的 L3 级自动驾驶汽车 iNext 中使用 Innoviz 的激光雷达产品
长城汽车	计划在 2021 年率先在 WEY 中搭载 4D 固态激光雷达产品 IBEO NEXT
北汽	计划在 2021 年发布的新车型中搭载 3 个华为打造的车规级激光雷达
蔚来汽车	计划在 2021 年 NIO Day 发布旗下最新电动车，并展示其激光雷达技术
小鹏汽车	计划在下一代自动驾驶架构中使用激光雷达

资料来源：C114，公司官网，华泰证券研究所

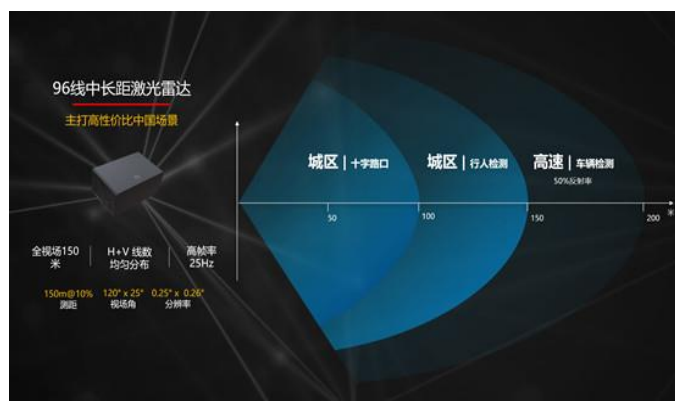
华为入局激光雷达，低成本方案有望加速产业链成熟。今年 12 月华为（未上市）首次发布了其车规级激光雷达产品和解决方案，华为表示已经建立了一条车规级激光雷达的 Pilot 产线，按照年产 10 万套/线的规划推进。华为本次推出的激光雷达为 96 线的中长距离激光雷达，探测距离可达到 150 米，属于 MEMS 固态激光雷达范畴。该产品已用于北汽新能源（600733 CH）旗下高端新能源品牌 ARCFOX 中。我们认为华为入局激光雷达行业，凭借其技术领先性有望急速产业链成熟。

图表30： 华为于今年 12 月发布期其车规级激光雷达产品



资料来源：腾讯网，华泰证券研究所

图表31： 华为车规级激光雷达主要技术参数



资料来源：腾讯网，华泰证券研究所

海外激光雷达公司通过 SPAC 登陆美股，加速资产证券化进程

海外从事激光雷达的公司主要包括 Velodyne、Luminar、Innoviz、Aeva（未上市）、Ouster（未上市）等，近期，相关公司相继规划通过 SPAC（Special Purpose Acquisition Company）方式上市，我们认为海外激光雷达公司加速资产证券化进程，有望借助资本市场力量加速自身业务发展，推动产业成熟。

图表32：海外激光雷达公司资产证券化进展



资料来源：公司官网，华泰证券研究所

Velodyne 和 Luminar 是两家率先通过 SPAC 方式登陆美股的海外激光雷达公司，同时也是全球激光雷达领域的佼佼者。

Velodyne：车载激光雷达的鼻祖

Velodyne 是车载激光雷达行业的鼻祖，公司创始人最早从事音响研发生产，后开辟激光雷达产线，并成立 Velodyne LiDar 独立发展激光雷达业务。Velodyne 第一次大范围受到市场关注受益于谷歌无人车的推出，2010 年谷歌首测的无人汽车使用的激光雷达便由 Velodyne 提供。根据 Velodyne 财报，2020 年 Q3 公司实现收入 3210 万美元，同比增长 137.8%。单季度出货量达到 2235 台，累积出货量达到 47500 台，累积客户数超过 300 个。

公司的产品开发策略可以分为：技术路线和市场路线两种。技术路线上，公司在 64 线产品 HDL-64E 基础上，推出了 128 线且体积更小的 VLS-128 产品。此外，公司加速开发 MCLM 系列芯片级激光雷达，满足大规模、低成本与高性能需求，符合产业发展趋势。市场路线上，公司在机械式激光雷达产品线上，推出车规级产品 VLP-32C。此外，面向 ADAS 应用，公司发布固态激光雷达产品 Velarray，该产品定目前以 32 线为主，后期会往下推出 16 线和 8 线产品。

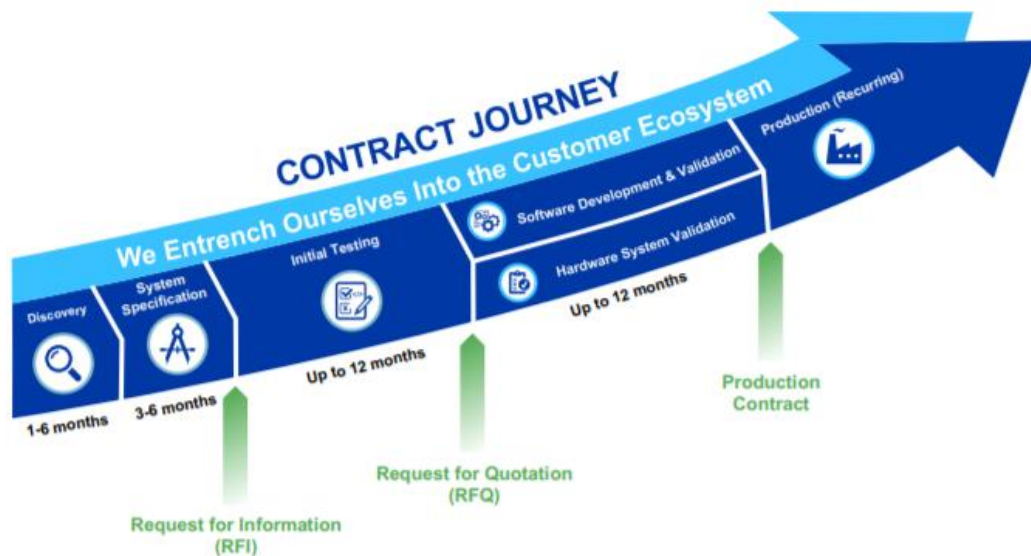
图表33：Velodyne 主要产品



资料来源：Velodyne 官网，华泰证券研究所

车规级应用需要前期大量的产品开发和性能验证，在一款车规级产品批量交付之前通常需要经历三个重要时间节点，分别是 RFI (Request for information)、RFQ (Request for Quotation) 以及 Production Contract，其中以拿到 Production Contract 作为实现车规级量产的重要标志。在 RFI 之前，需要经历 4~12 个月的定制化开发，之后进入初步测试阶段。在此之后需经历 12 个月的初期测试，通过后完成 RFQ。在签订最终量产合同之前，仍需约 12 个月进行软件开发和硬件系统校正。综上所述，一款车规级产品的定型需要 28~36 个月。Velodyne 在行业内具有先发优势，当前公司已同沃尔沃 (未上市)、奔驰 (未上市)、福特 (F US) 等车企达成合作关系。

图表34：车规级产品定型前需要经历的验证环节

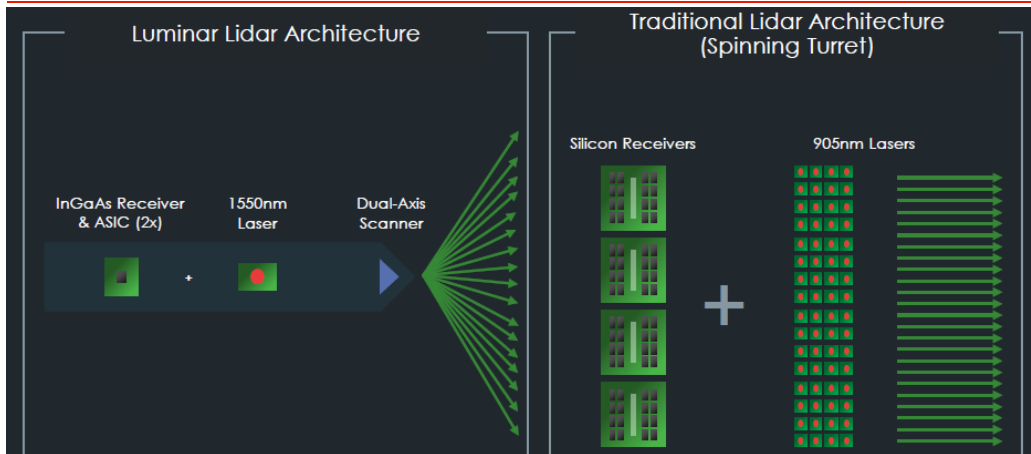


资料来源：Velodyne 官网，华泰证券研究所

Luminar：车载激光雷达的创新者

Luminar 成立于 2012 年，借助创新的产品架构设计，Luminar 实现了激光雷达的小型化以及成本的大幅改善。传统的机械式激光雷达，每一组发射单元对应一组接收单元，线束越多，所需要的收发单元越多，导致激光雷达组装调试难度和成本大幅提升。Luminar 的方案在光源端进行了改进，采用 1550nm 的光纤激光器，并利用二维扫描镜实现扫描，接收端采用了 InGaAs 探测器并匹配定制化的 ASIC 芯片。根据 Luminar 规划，其商用产品预计将于 2022 年推出量产。

图表35：Luminar 产品架构与传统产品对比



资料来源：Luminar 官网，华泰证券研究所

全球产业链图谱与投资建议

全球激光雷达产业链下游为车企，中游为激光雷达整机厂商，上游为芯片供应商。我们对于全球激光雷达产业链进行了梳理，如下表所示：

图表37：全球激光雷达产业链主要公司梳理

产业链环节	细分领域	地域	公司名称
下游车企	ADAS 车企	海外公司	宝马、大众、奔驰、奥迪、沃尔沃、福特、丰田、特斯拉
	自动驾驶车企	国内公司	蔚来、小鹏、理想、长安、长城
激光雷达整机厂	机械式	海外公司	Velodyne (上市)、Valeo、Waymo
		国内公司	禾赛科技、速腾聚创
	MEMS	海外公司	Innoviz、Aeye、Innovusion、Pioneer、Blickfed、Luminar
		国内公司	禾赛科技、速腾聚创、镭神智能、一径科技、华为、Livox、万集科技
	OPA	海外公司	Quanergy、Analog Photonics
		国内公司	力策科技、LuminWave
	Flash	海外公司	Leddar tech、Ouster、Tetra Vue、Sense Photonics、大陆
		国内公司	北科天绘、北醒光子
	FMCW	海外公司	Aeva、Blackmore、Strobe、Scantinel Photonics、Intel (研发中)、Mobileye (研发中)
		国内公司	白勺科技
上游芯片供应商	光源		Lumentum、Osram、II-VI、滨松
	探测器		滨松、First Sensor、Princeton lightware、灵明光子
	光束操纵元件		英飞凌、Mirrorcle、ST、滨松、OPUS、知微传感、希景科技、MicroVision

资料来源：相关公司官网，麦姆斯咨询，华泰证券研究所

我们认为激光雷达是高等级无人驾驶的关键技术，当前行业正处于规模商用的前夜。中长期来看，关于技术路径选择的争论或一直存在，我们认为机械式、MEMS、OPA、Flash 以及 FMCW 的方案或在一段时间共存。然而，相比于技术路径，我们认为商业化更加重要，满足市场需求的基础上持续进行产品和技术迭代，或将成为激光雷达公司突围的关键。商业化方面，我们认为车规级产品量产是商业化的重要标志，建议积极关注与车企合作紧密，且在车规级产品量产方面研发进展具备先发优势的企业。

图表38: 提及公司表

公司名称	彭博代码	公司名称	彭博代码
宝马	BMW GR	AEye	未上市
大众	VWAGY US	Innovusion	未上市
奔驰	未上市	Pioneer	未上市
奥迪	未上市	Blickfled	未上市
沃尔沃	未上市	Luminar	LAZR US
福特汽车	F US	镭神智能	未上市
丰田汽车	TM US	一径科技	未上市
特斯拉	TSLA US	华为	未上市
蔚来	NIO US	Livox	未上市
小鹏汽车	XPEV US	万集科技	300552 CH
理想汽车	LI US	Quanergy	未上市
长安汽车	000625 CH	Analog Photonics	未上市
长城汽车	601633 CH	力策科技	未上市
Velodyne	VLDR US	LuminWave	未上市
Valeo	未上市	Leddar tech	未上市
Waymo	未上市	Ouster	未上市
禾赛科技	未上市	Tetra Vue	未上市
速腾聚创	未上市	Sense Photonics	未上市
Innoviz	未上市	大陆	CON GR
北科天绘	未上市	滨松	未上市
北醒光子	未上市	First Sensor	SIS GR
Aeva	未上市	Princeton lightware	未上市
Blackmore	未上市	灵明光子	未上市
Strobe	未上市	英飞凌	IFX GR
Scantinel Photonics	未上市	Mirrorcle	未上市
Intel	INTC US	ST	STM US
Mobileye	未上市	OPUS	未上市
白勺科技	未上市	知微传感	未上市
Lumentum	LITE US	希景科技	未上市
Osram	OSAGY US	MicroVision	MVIS US
II-VI	IIVI US	Finisar	未上市
Excelitas Technologies	未上市	瑞波光电	未上市
Laser Components	未上市	西安炬光科技	未上市
Lumibird	未上市	Innoluce	未上市
OPUS	未上市	博世	RBOS GR
Mirrorcle	未上市	无锡微奥科技	未上市
ST	STM US	西安知微科技	未上市
上海微技术工研院	未上市	谷歌	GOOGLE US
百度	BIDU US	亚马逊	AMZN US
Magna	MGA US	北汽新能源	600733 CH
丰田	7203 JP	沃尔沃	未上市
日产	7201 JP		

资料来源: Bloomberg, 华泰证券研究所

风险提示

1. 自动驾驶进展不及预期。自动驾驶的商业化进程受到多方面因素的制约，包括法律法规、行业标准以及宏观经济等因素，以上因素会导致自动驾驶商业进程不及预期，进而在需求端影响激光雷达行业的发展。
2. 激光雷达成本下降不及预期。当前来看，成本是限制激光雷达商业化的重要因素，影响成本的因素包括下游需求，技术路径的选择等。如果成本下降不及预期，会影响车企采用激光雷达的进程。
3. 技术替代的风险。我们认为未来自动驾驶将采用到多种传感技术，激光雷达是高等级自动驾驶的关键技术之一，如果未来其他替代性的技术被开发，则激光雷达存在被替换的可能性。

免责声明

分析师声明

本人，王林、付东，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告仅供本公司客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司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。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。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。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

本公司的销售人员、交易人员或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。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部、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。投资者应当考虑到本公司及/或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信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

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、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使本公司及关联子公司违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本公司研究报告以中文撰写，英文报告为翻译版本，如出现中英文版本内容差异或不一致，请以中文报告为主。英文翻译报告可能存在一定时间延迟。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》第571章所定义之机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

• 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
更多信息请参见下方“美国-重要监管披露”。

美国

本报告由华泰证券股份有限公司编制，在美国由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司对其非美国联营公司编写的每一份研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师王林、付东本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。声明中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数），具体如下：

行业评级

- 增持：**预计行业股票指数超越基准
- 中性：**预计行业股票指数基本与基准持平
- 减持：**预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

- 买入：**预计股价超越基准 15% 以上
- 增持：**预计股价超越基准 5%~15%
- 持有：**预计股价相对基准波动在-15%~5%之间
- 卖出：**预计股价弱于基准 15% 以上
- 暂停评级：**已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策
- 无评级：**股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息

法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司

南京

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852 3658 6000/传真: +852 2169 0770

电子邮件: research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约哈德逊城市广场10号41楼(纽约10001)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

©版权所有2020年华泰证券股份有限公司

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com