

电子行业专题报告

自动驾驶加速落地，激光雷达放量可期

方正证券研究所证券研究报告

分析师

郑震湘 登记编号：S1220523080004

余凌星 登记编号：S1220523070005

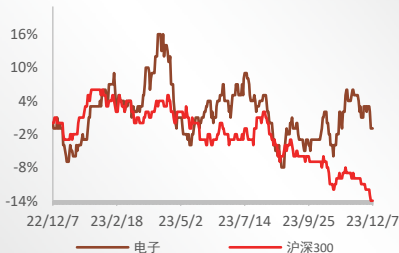
钟琳 登记编号：S1220523070006

行业评级：推荐

公司信息

上市公司总家数	498
总股本(亿股)	4,978.65
销售收入(亿元)	45,290.82
利润总额(亿元)	3,464.46
行业平均 PE	68.49
平均股价(元)	32.50

行业相对指数表现



数据来源：wind 方正证券研究所

相关研究

《华为智能汽车专题七：问界 M9 有望引领 AR-HUD 快速增长》2023.12.05

《供需逆转涨价来临，国产 CIS 进军高端》2023.12.04

《华为智能汽车专题六：长安华为战略携手，打造中国智能驾驶龙头》2023.11.28

《半导体显示专题一：技术创新周期，Mini LED+OLED 双轮齐飞》2023.11.27

激光雷达应用广泛，汽车有望成最大催化。激光雷达可运用于智能驾驶、智慧城市等领域，按测距方式可分为 ToF 和 FMCW 两类，ToF 方案按技术架构可进一步分为机械式、半固态式和固态式。具体来看，机械式具备扫描速度快、精度高等优势，适用于远距离探测和高速运动目标的跟踪，但结构相对复杂，维护成本高；固态式体积较小、寿命更长且故障率更低，但扫描范围有所受限。下游应用来看，自动驾驶逐步落地有望带领激光雷达持续放量，未来国内将有更多搭载激光雷达的车型上市。

海外厂商洗牌加速，新技术持续落地：

1) Innoviz：与宝马深度合作，获大众 40 亿美元订单。2018 年公司宣布与 Magna 合作宝马项目，并为宝马 2021 年推出的 L3 量产车型提供激光雷达。2022 年 8 月公司宣布向大众汽车集团旗下的 CARIAD 提供激光雷达硬件和配套软件，交易总价达 40 亿美元，预计 2025 年开始交付。

2) Luminar：加速全球化工厂布局。公司专注 MEMS 混合固态激光雷达领域，已经推出的 Iris 传感器具备 300 米检测范围，正在与梅赛德斯合作，预计 2025 年量产 Iris Plus。此外，公司在亚洲、墨西哥和泰国均有生产基地，全球化布局正在加速，扩产进度可期。

3) Velodyne&Ouster：合并经营，竞争格局快速洗牌。2022 年两家公司成功合并，合并后将拥有 850 多家现有客户和丰富的专利组合。随着图达通、法雷奥、禾赛科技、速腾、华为等厂商的快速崛起，曾占据全球激光雷达市场 80%以上份额的 Velodyne 市占率有所缩水。

4) Aeva：FMCW 技术领先者，产品有望后年投产。公司采用先进的 FMCW 技术，最远可探测 500 米的物体，目前公司已经拿到了全球前十车企的定点，量产车型预计在 2025 年投产。

下游应用加速渗透，激光雷达出货提升。根据灼识给出的全球激光雷达解决方案按应用划分的市场规模数据，2022 年智能驾驶汽车市场规模约为 34 亿元，至 2030 年 CAGR 可达 103%，规模将突破万亿。考虑自动驾驶安全性，激光雷达方案基本成为 L3 级以上的标配，L3、L4 和 L5 级别自动驾驶或分别平均搭载 1 颗、2-3 颗和 4-6 颗激光雷达。目前我国正处于 L2 向 L3+过渡阶段，2022 年我国在售新车 L2 和 L3 渗透率分别为 35%和 9%，预计 2023 年可达 51%和 20%。

市场规模不断扩大，国内厂商加速崛起。激光雷达产业链上游壁垒较高，当前我国激光雷达上游核心器件仍以进口为主；中游竞争格局尚为定型，国产厂商仍有较多机遇，2021 年速腾聚创已位于全球激光雷达企业市场份额第二。展望后续，固态补盲及芯片领域给予国产厂商较多成长空间，未来或是国产替代的重点领域。

投资建议见第五章。

风险提示：自动驾驶需求不及预期；行业竞争加剧；研发进展不及预期。

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

正文目录

1 激光雷达应用广泛，汽车有望成最大催化	5
1.1 机械式激光雷达	7
1.2 固态激光雷达	8
1.3 半固态激光雷达	9
1.4 FMCW 激光雷达	9
2 海外巨头跟踪：洗牌加速，新技术持续落地	11
2.1 Innoviz：与宝马深入合作，获大众 40 亿美元订单	12
2.2 Luminar：加速全球化工厂布局	13
2.3 Velodyne&Ouster：合并经营，竞争格局快速洗牌	14
2.4 Aeva：FMCW 技术领先者，产品有望后年投产	15
3 下游应用加速渗透，激光雷达出货提升	16
3.1 远期展望百亿美金市场，伴随自动驾驶快速成长	16
3.2 自动驾驶渗透加速，激光雷达放量可期	18
4 市场规模不断扩大，国内厂商加速崛起	22
4.1 上游激光器探测器壁垒高，中游系国内优先突破口	22
4.2 国产化水平大幅提升，市场规模不断扩大	25
5 投资建议	28
6 风险提示	28

图表目录

图表 1: 激光雷达工作原理	5
图表 2: 激光雷达按测距方法分类	5
图表 3: TOF 激光雷达结构	6
图表 4: 激光雷达按技术架构分类	6
图表 5: 激光雷达分类	7
图表 6: 激光雷达方案技术特点	7
图表 7: 机械式激光雷达工作原理	8
图表 8: Flash 激光雷达工作原理	8
图表 9: Quanergy 光学相控阵激光雷达工作原理	9
图表 10: FMCW 激光雷达工作原理	10
图表 11: 重点车型激光雷达搭载情况	10
图表 12: 激光雷达全球市场空间预测	11
图表 13: 激光雷达全球竞争格局	11
图表 14: 激光雷达 2023 年市场份额预测	12
图表 15: Innoviz 季度收入	13
图表 16: Innoviz 季度 GAAP 净利润	13
图表 17: 美国激光雷达公司 Luminar	13
图表 18: Luminar 季度收入	14
图表 19: Luminar 季度 GAAP 净利润	14
图表 20: Velodyne 季度收入	14
图表 21: Velodyne 季度 GAAP 净利润	14
图表 22: Ouster 季度收入	15
图表 23: Ouster 季度 GAAP 净利润	15
图表 24: Mobileye FMCW 激光雷达性能表现	15
图表 25: Aeva 季度收入	15
图表 26: Aeva 季度 GAAP 净利润	15
图表 27: 2020-2024 年全球激光雷达解决方案市场规模	16
图表 28: 2022-2026 年中国激光雷达市场规模	16
图表 29: 全球激光雷达解决方案按应用划分市场规模（按销售额计算，十亿元）	17
图表 30: 2017-2025 年全球激光雷达在无人驾驶领域出货量	17
图表 31: 自动驾驶技术分级与特征	18
图表 32: 国内激光雷达迎来上车潮	19
图表 33: 全球智能驾驶汽车出货量及渗透率预测	19
图表 34: 2022-2023 年中国在售新车自动驾驶搭载率	19
图表 35: 全球电动汽车销量及预测（万辆）	20
图表 36: 中国电动汽车销量及预测（万辆）	20
图表 37: 我国自动驾驶发展规划	20
图表 38: 中国自动驾驶市场渗透率	21
图表 39: 全球 ADAS 市场规模及预测	21
图表 40: 2025 年全球主要国家地区 ADAS 渗透率预测	21
图表 41: 2025 年全球 ADAS 功能渗透率预测	21
图表 42: 激光雷达成本结构及主要供给厂商	22
图表 43: 主要激光器分类对比情况	23
图表 44: 国内部分激光雷达厂商介绍	24
图表 45: 2021 年全球激光雷达企业市场份额情况	24

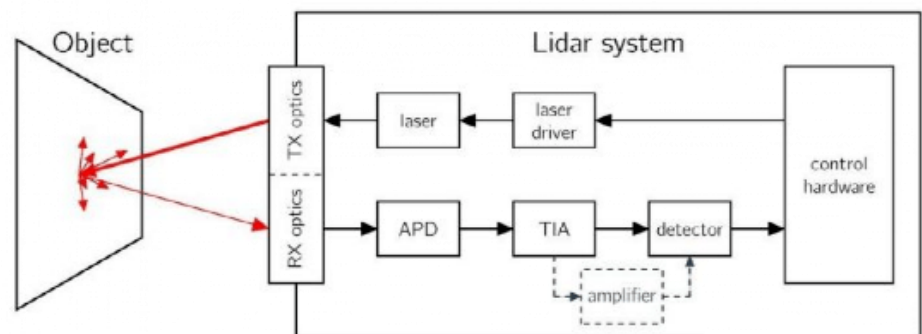
图表 46: 激光雷达下游相关公司	25
图表 47: 2025 年激光雷达市场规模预测 (亿美元)	26
图表 48: 中国车载激光雷达市场规模及预测.....	26
图表 49: 2016-2022 年部分汽车激光雷达企业融资历史 (百万美元)	26
图表 50: 2023 年 1-7 月国内激光雷达市场竞争格局	27
图表 51: 国内主要补盲激光雷达产品对比.....	27

1 激光雷达应用广泛，汽车有望成最大催化

激光雷达 (LiDAR) 是一种主动遥感技术，通过测定传感器发出的激光在传感器与目标物体之间的传播距离，来分析目标地物表面的反射能量大小、反射波谱的幅度、频率和相位等信息，进而实现对目标物体的精确定位、识别以及一些特性的检测，主要可以用于自动驾驶、智慧城市等领域。

激光雷达的工作原理是利用激光发射器发射激光束，然后通过接收器接收从目标物体反射回来的激光信号，从而测量出目标物体的距离、方向、高度等信息。激光雷达可以用于自动驾驶、机器人、测绘等领域，具有高精度、高分辨率、高可靠性等优点。

图表1:激光雷达工作原理



资料来源：搜狐网，方正证券研究所

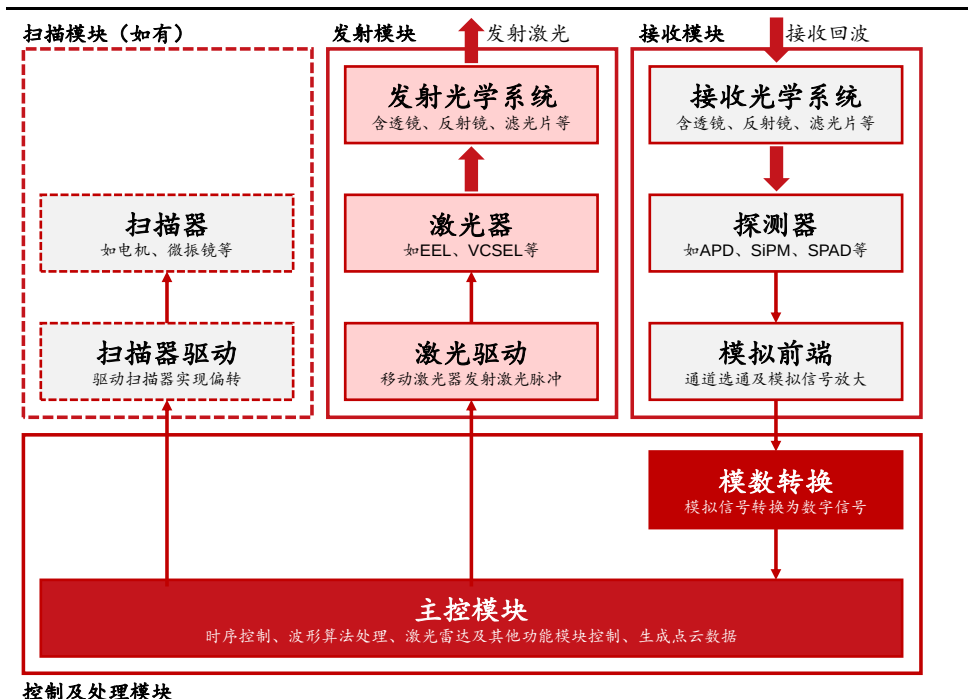
激光雷达按照测距方法可以分为飞行时间 (Time of Flight, ToF) 测距法、基于相干探测的 FMCW 测距法、以及三角测距法等，其中 ToF 与 FMCW 能够实现室外阳光下较远的测程 (100-250m)，是车载激光雷达的优选方案。ToF 是目前市场车载中长距激光雷达的主流方案，未来随着 FMCW 激光雷达整机和上游产业链的成熟，ToF 和 FMCW 激光雷达将在市场上并存。

图表2:激光雷达按测距方法分类

测距方法	主要特点
ToF	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，具有响应速度快、探测精度高的优势。
FMCW	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拍频得到频率差，从而间接获得飞行时间反推目标物距离。FMCW 激光雷达具有可直接测量速度信息以及抗干扰（包括环境光和其他激光雷达）的优势。

资料来源：禾赛科技招股说明书，方正证券研究所

图表3:T0F 激光雷达结构



资料来源：禾赛科技招股说明书，方正证券研究所

根据技术架构的差异，激光雷达主要分为机械式激光雷达、半固态式激光雷达以及固态式激光雷达。

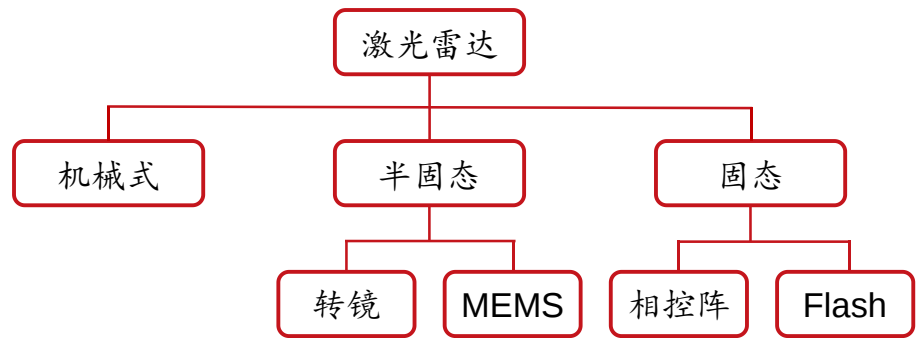
图表4:激光雷达按技术架构分类

技术架构	主要特点
机械旋转式激光雷达	通过电机带动收发阵列进行整体旋转，实现对空间水平 360° 视场范围的扫描。测距能力在水平 360° 视场范围内保持一致。
半固态式激光雷达	半固态方案的特点是收发单元与扫描部件解耦，收发单元（如激光器、探测器）不再进行机械运动，具体包括微振镜方案、转镜方案等。适用于实现部分视场角（如前向）的探测，体积相较于机械旋转式雷达更紧凑。
固态式激光雷达	固态式方案的特点是不再包含任何机械运动部件，具体包括相控阵（Optical Phased Array, OPA）方案、Flash 方案、电子扫描方案等。适用于实现部分视场角（如前向）的探测，因为不含机械扫描器件，其体积相较于其他架构最为紧凑。

资料来源：禾赛科技招股说明书，方正证券研究所

激光雷达自诞生以来，紧跟底层器件的前沿发展，不断引入新的技术架构，从激光器发明之初的单点激光雷达到后来的单线扫描激光雷达，以及在无人驾驶技术中获得广泛认可的多线扫描激光雷达，再到技术方案不断创新的固态式激光雷达、FMCW 激光雷达，技术路径持续创新。

图表5:激光雷达分类



资料来源：根据禾赛科技招股说明书绘制，方正证券研究所

图表6:激光雷达方案技术特点

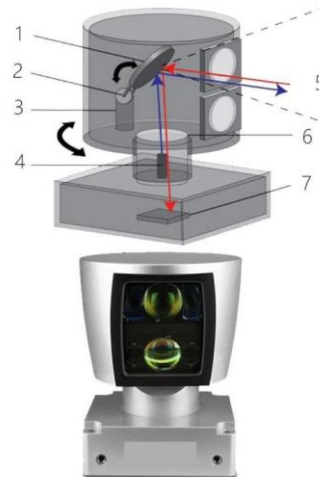
分类	名称	技术特点
机械式	高线数机械式方案	通过电机带动光机结构整体旋转的机械式激光雷达是激光雷达经典的技术架构，其技术创新点体现在系统通道数目的增加、测距范围的拓展、空间角度分辨率的提高、系统集成度与可靠性的提升等
半固态	转镜方案	转镜方案中收发模块保持不动，电机在带动转镜运动的过程中将光束反射至空间的一定范围，从而实现扫描探测。转镜也是较为成熟的激光雷达技术方案，其技术创新体现之处与高线数机械式方案类似。
	微振镜方案	微振镜方案采用高速振动的二维振镜实现对空间一定范围的扫描测量。微振镜方案的技术创新体现在开发口径更大、频率更高、可靠性更好振镜，以适用于激光雷达的技术方案。
固态式	OPA 方案	OPA 即光学相控阵技术，通过施加电压调节每个相控单元的相位关系，利用相干原理，实现发射光束的偏转，从而完成系统对空间一定范围的扫描测量，OPA 技术取消了机械运动部件，是纯固态式激光雷达的一种发展方向。
	电子扫描	电子扫描方案中按照时间顺序通过依次驱动不同视场的收发单元实现扫描，系统内没有机械运动部件，是纯固态激光雷达的一种发展方向。其架构比整体曝光所有收发单元的 Flash 固态式激光雷达更先进。
FMCW 激光雷达	连续波调频	FMCW 激光雷达发射调频连续激光，通过回波信号与参考光进行相干拍频得到频率差，从而间接获得飞行时间反推目标物距离，同时也能够根据多普勒频移信息直接测量目标物的速度，其技术发展方向为利用硅基光电子技术实现激光雷达系统的芯片化。

资料来源：禾赛科技招股说明书，方正证券研究所

1.1 机械式激光雷达

机械旋转式激光雷达通过电机带动收发阵列进行整体旋转，实现对空间水平 360° 视场范围的扫描。机械旋转式激光雷达的优点是扫描速度快、精度高，适用于远距离探测和高速运动目标的跟踪。但是其结构相对复杂，维护成本高，且需要精确的对准和校准，造成其短期可能无法在乘用车上大批量的使用。

图表7:机械式激光雷达工作原理



资料来源：凤凰网，方正证券研究所

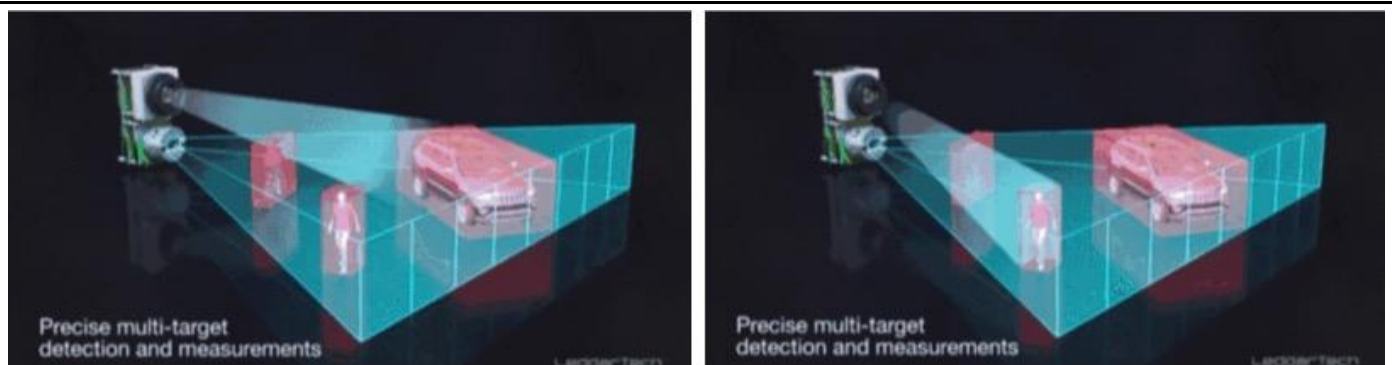
1.2 固态激光雷达

固态激光雷达使用固态激光器，可以输出高质量而稳定的激光束，能够实时捕捉和处理光点数据，有效提高了雷达精度；同时固态激光雷达没有机械运动部件，相比于旋转激光雷达，其寿命更长且故障率更低。

然而，固态激光雷达也有一些缺点：探测距离相对较短：由于其工作原理的限制，固态激光雷达的探测距离一般较短，可能无法满足远距离探测的需求。固态激光雷达的视场角一般较小，可能无法覆盖较大的角度范围。

A. Flash 激光雷达：主要通过短时间直接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完成对环境周围图像的绘制。其优点在于快速记录整个场景，体积小，缺点主要在于激光功率受限、探测距离较近。

图表8:Flash 激光雷达工作原理

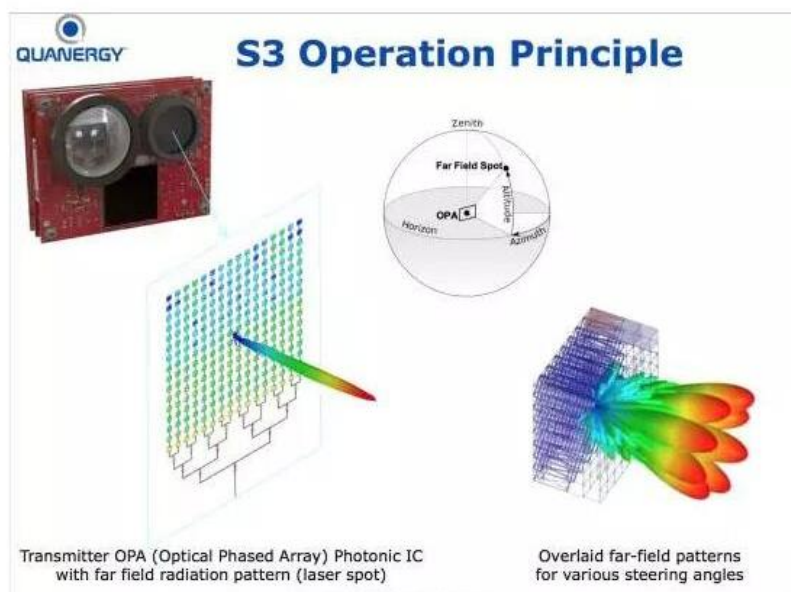


资料来源：CSDN，方正证券研究所

B. 光学相控阵激光雷达：采用光学相控阵天线代替传统的机械扫描系统，可以实现高速度、高精度的三维成像。其利用多个小型激光器并列排列，通过控制每个激光器的发射时间和相位，实现激光束在空间上的合成，形成所需的扫描图案。相比传统的机械扫描激光雷达，光学相控阵激光雷达具有更高的扫描速度和更长的扫描距离。同时具有更高的精度和灵活性。

然而，光学相控阵激光雷达制造工艺较为复杂，成本较高，同时其性能也受到光源质量、光学元件质量和控制系统精度等因素的影响。

图表9:Quanergy 光学相控阵激光雷达工作原理



资料来源：雷锋网，方正证券研究所

1.3 半固态激光雷达

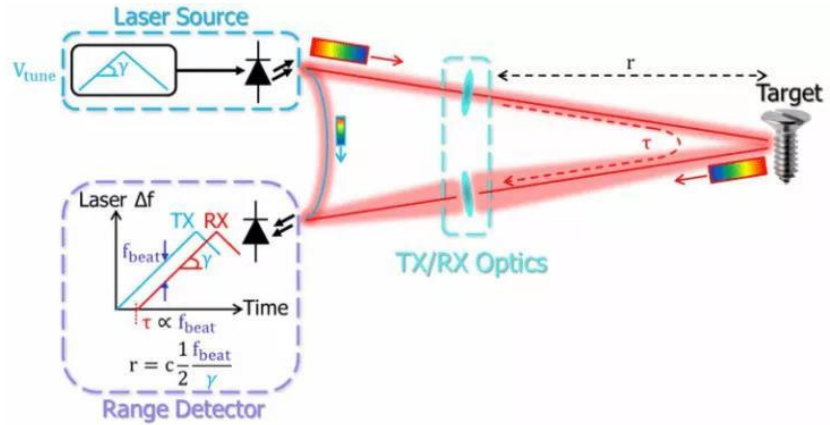
半固态激光雷达具有一些显著的优点，例如半固态激光雷达利用多个光源组成阵列，实现对不同方向的快速扫描，因此具有较高的扫描速度；通过控制光源的阵列，可以实现对特定方向的光束进行精确合成，从而获得高精度的测量结果。半固态激光雷达由于没有机械运动部件，**因此体积较小**，可以较好的融入到车的外观中去，但是由于半固态激光雷达扫描的是非结构化数据，因此需要采用更为复杂的算法进行处理，增加了数据处理的难度和计算量。

- A. **MEMS 振镜激光雷达**：采用 MEMS 振镜作为激光光束扫描元件，反射镜以一定谐波频率振荡，由旋转的微振镜来反射激光器的光线，从而实现扫描，具有体积小、宏观结构简单、可靠性高、功耗低等优势，是目前激光雷达实现落地应用的较合适的技术路径。
- B. **转镜方案**：采用转镜作为激光光束扫描元件，工作原理是将激光束照射到转镜上，通过转镜的旋转来扫描目标物体，可以实现不同角度的扫描。具有高精度、高分辨率、可靠性高等优点。但是由于转镜方案的制造工艺较为复杂，因此成本相对较高。

1.4 FMCW 激光雷达

相比传统的基于飞行时间（ToF）的脉冲激光雷达，FMCW 激光雷达基于相干探测方法，通过发出连续的激光束，并控制激光束的频率随着时间变化，形成一定的调频曲线，可以响应目标运动引起的多普勒频移，提供目标的瞬时视向速度，FMCW 激光雷达具有更高的精度和分辨率，同时也具有更强的抗干扰能力。

图表10:FMCW 激光雷达工作原理



资料来源：CSDN，方正证券研究所

FMCW 激光雷达的接收和扫描中也需要用到硅光芯片，由于硅光芯片既能导电又能导光，因此它既具有光电探测器的功能，又具有调制解调的功能，从而使得整个系统集成化、小型化。由中国信息通信研究院技术与标准研究所编撰的《车载激光雷达技术与应用研究报告(2023 年)》统计，截止到 2023 年第三季度，已有 36 家中国车企宣布使用激光雷达，预计国内将有高达 106 款搭载激光雷达的车型上市，占全球同期预计发布搭载激光雷达新车型总数量近 90%，中国车企在激光雷达领域将持续引领着行业的创新。

图表11:重点车型激光雷达搭载情况

品牌	车型	上市时间	车型售价	雷达厂商	雷达型号	雷达类型	数量
蔚来	ET7	2022年3月交付	45.80-53.60万元	图达通	Falcon	MEMS半固态	1
	ET5	2022年9月交付	32.80-38.60万元	图达通	Falcon	MEMS半固态	1
	ES7	2022年8月交付	46.80-54.80万元	图达通	Falcon	MEMS半固态	1
	ES8 (2023款)	2022年12月	49.80-59.8万元	图达通	Falcon	MEMS半固态	1
	ES6 (2023款)	2023年5月	33.8万元	图达通	Falcon	MEMS半固态	1
小鹏	P5 (2022款)	2022年5月	22.59万元	大疆览沃	浩界HAP	旋镜式类固态	2
	G9	2022年9月	30.99-46.99万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2
	P7i (2023款)	2023年3月交付	24.99-33.99万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2
	G6	2023年7月交付	20.99-27.69万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2
理想	L9	2022年8月交付	45.98万元	禾赛科技	AT128	混合固态	1
	L8	2022年11月交付	33.98-39.98万元	禾赛科技	AT128	混合固态	1
	L7	2023年3月交付	31.98-37.98万元	禾赛科技	AT128	混合固态	1
华为	阿维塔11	2022年12月	34.99-60.00万元	华为	96线	混合固态	3
	问界M5 (2023款)	2023年6月交付	24.98-30.98万元	华为	126线	-	1
	问界M7	2023年9月	24.98-32.898万	华为	126线	-	1
	阿维塔12	2023年11月	30.08-40.08万	华为	96线	-	3
	智界S7	2023年11月	24.98-34.98万元	华为	-	-	1
哪吒	哪吒S (2022款)	2022年7月	32.28万元	华为	96线	混合固态	2
腾势	N7	2023年7月	30.18-37.98万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2
埃安	LX	2022年1月	41.96万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	3
	昊铂GT	2023年7月	21.99-33.99万元	-	-	-	-
极狐	阿尔法S	2023年5-6月	39.79-42.99万元	华为	96线	固态	3
智己	L7	2022年	33.88-57.88万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2
	LS7	2023年2月	28.98-45.98万元	速腾聚创	RS-LIDAR-M1	MEMS半固态	2

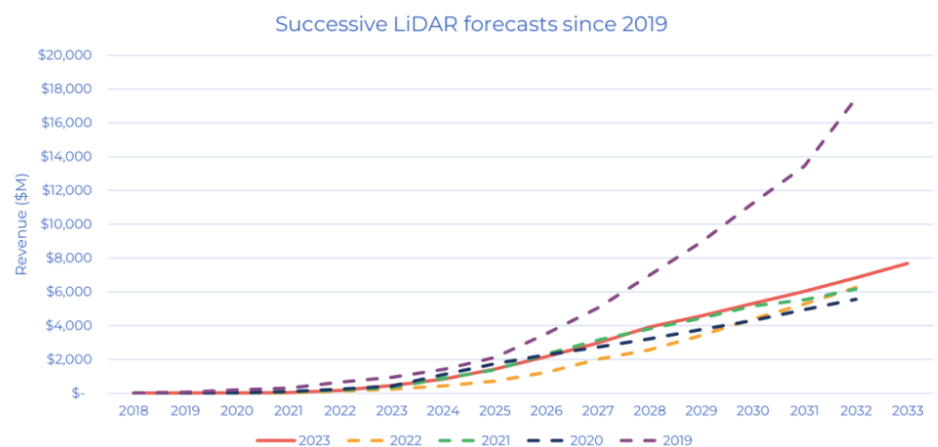
资料来源：易车，方正证券研究所整理

2 海外巨头跟踪：洗牌加速，新技术持续落地

行业内主要的激光雷达公司包括美国的 Velodyne、Luminar、Aeva、Ouster，以色列的 Innoviz，德国的 Ibeo，以及国内的速腾聚创、禾赛科技、图达通、华为等。在行业发展早期国外公司为技术主导，但近几年国内激光雷达公司投入大量研发，逐步完成了技术的追赶甚至在一定范围内实现超越。

根据 Yole Intelligence 发布的《2023 年全球车载激光雷达市场与技术报告》，调高了对乘用车和轻型商用车激光雷达市场的中长期预测：到 2030 年，乘用车和轻型商用车激光雷达市场将到达 53 亿美元，比去年预测的高出 10 亿美元。

图表12:激光雷达全球市场空间预测



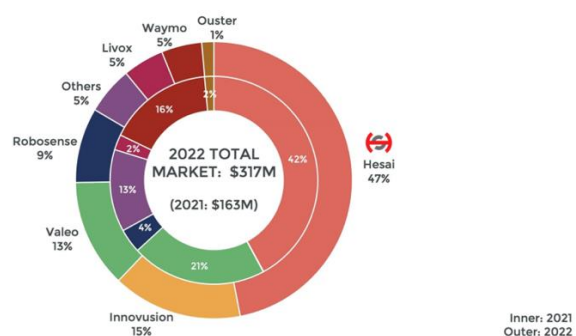
资料来源：Yole，电子发烧友，方正证券研究所

从全球激光雷达市场格局来看，2022 年，禾赛以近 50%的市场份额连续两年稳居全球车载激光雷达总营收榜首，并且其市场份额从 2021 年的 42%进一步扩大至 47%。图达通则依靠蔚来汽车的持续出货，以 15%的市场份额夺得第二名，法雷奥、速腾聚创分别以 13%、9%的市场份额位列第三、第四。

图表13:激光雷达全球竞争格局

GLOBAL LIDAR MARKET SHARES – 2021 VS. 2022 REVENUES

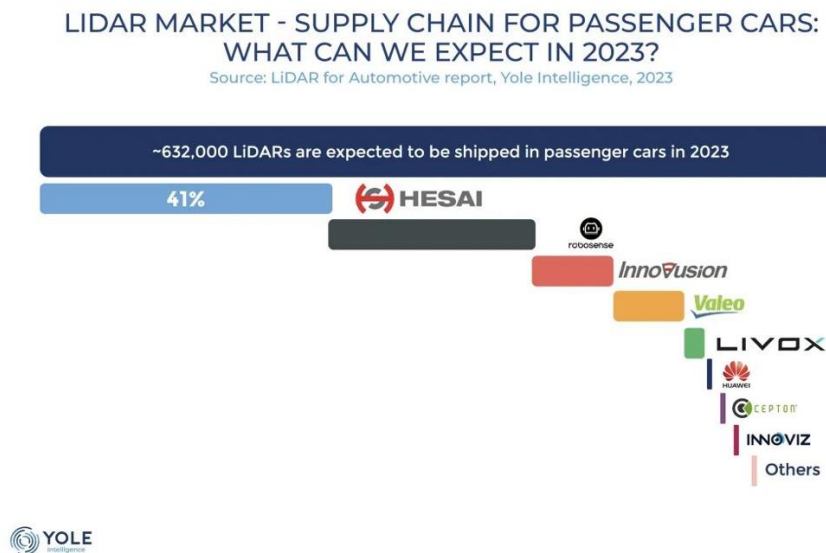
Source: LIDAR for Automotive report, Yole Intelligence, 2023



资料来源：Yole，电子发烧友，方正证券研究所

随着中国智能驾驶行业快速崛起, ADAS 功能量产规模进一步扩大, 国内头部车企对激光雷达的需求猛增, Yole 预测 2023 年全球车载激光雷达市占率前五的厂商中, 前三名都会是中国企业, 分别是禾赛、速腾聚创和图达通。剩下约 20% 的份额则由法雷奥、大疆览沃、华为、Cepton、Innoviz 等多家公司瓜分。

图表14: 激光雷达 2023 年市场份额预测



资料来源: Yole, 电子发烧友, 方正证券研究所

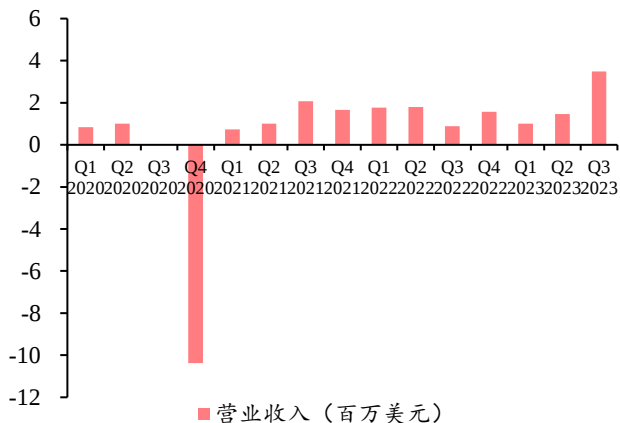
2.1 Innoviz: 与宝马深度合作, 获大众 40 亿美元订单

以色列激光雷达传感器研发商 Innoviz 成立于 2016 年, 由来自以色列国防军情报部队精英技术部门的四位联合创始人创建。该公司专注于研发固态激光雷达 (LiDAR) 传感器, 致力于为自动驾驶和高级驾驶辅助系统 (ADAS) 市场提供创新的解决方案。

Innoviz 的激光雷达传感器在市场上具有较高的竞争力, 已被多家知名汽车制造商和自动驾驶技术公司选用。2017 年宣布与全球第三大代工厂 Jabil (捷普) 合作, 2018 年宣布与 Magna (麦格纳) 合作宝马项目, 并于为宝马 2021 年推出的 L3 量产车提供激光雷达。2022 年 8 月以色列激光雷达公司 Innoviz 宣布, 将向大众汽车集团旗下的 CARIAD 提供激光雷达硬件和配套软件, 交易总价达 40 亿美元, 预计 2025 年开始交付。

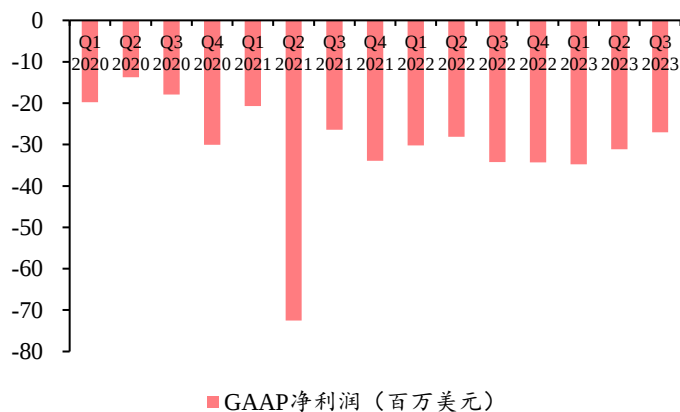
Innoviz 旗下共有三大产品线: 1) InnovizOne: 最远探测距离 250 米, 适用于 L3-L5 级汽车; 2) InnovizTwo: 成本较 InnovizOne 降低了 70% 以上, 同时性能显著提升, 主要针对 L2+ 级市场, L3-L4 亦适用, 将应用于大众等品牌; 3) Innoviz360: 性能、成本和耐用性都得到显著提升, 最远探测距离 300m, 主要针对 L4/5 级自动驾驶, 计划 2024 年量产。

图表15: Innoviz 季度收入



资料来源：彭博，方正证券研究所

图表16: Innoviz 季度 GAAP 净利润



资料来源：彭博，方正证券研究所

2.2 Luminar：加速全球化工厂布局

Luminar 是一家美国激光雷达公司，由 Austin Russell 在 2012 年创立，专注于 MEMS 混合固态激光雷达领域。该公司在 1550nm 波长持续深耕，主要产品为 Iris 和 Hydra。其中，Hydra 是上一代激光雷达产品，主要用于测试和开发；公司最新的车规级产品 Iris 于 2022 年量产，与沃尔沃达成供应协议，用于 2022 年上市的自动驾驶系统。Luminar 已经与多家汽车制造商合作，包括奔驰、沃尔沃、奥迪、丰田研究院、英特尔的 Mobileye、空客以及上汽集团 和 AV 运营商小马智行等重要客户。

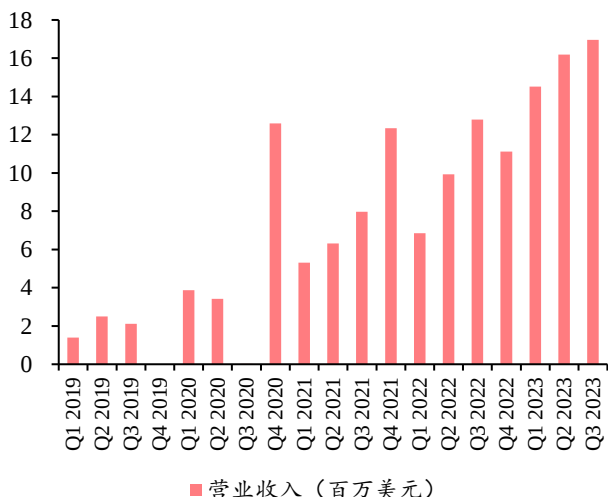
图表17: 美国激光雷达公司 Luminar



资料来源：激光网，方正证券研究所

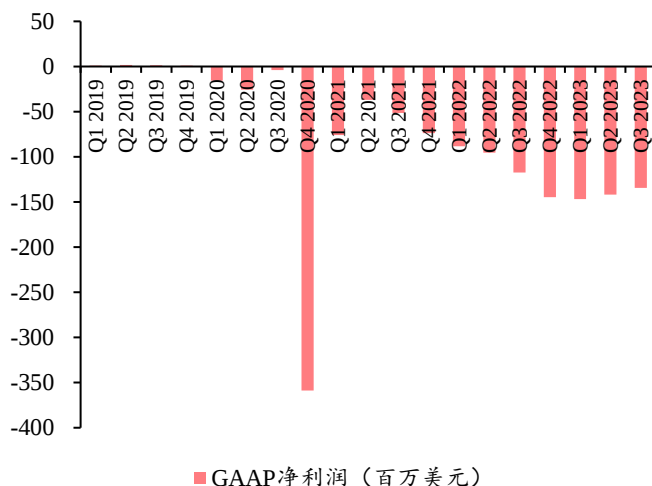
Luminar 今年三月在投资者日活动推出了新版本的 Iris 传感器，公司称其具有 300 米（984 英尺）的检测范围，Luminar 正在与梅赛德斯合作，将 Iris Plus 激光雷达集成到其车辆中，预计将于 2025 年开始量产。同时 Luminar 计划在亚洲开设一家制造工厂以支持生产。墨西哥工厂也于今年第二季度开始上线，Luminar 还与合同制造商 Fabrinet 一起扩建泰国的另一家工厂以生产光学组件。

图表18:Luminar 季度收入



资料来源：彭博，方正证券研究所

图表19:Luminar 季度 GAAP 净利润

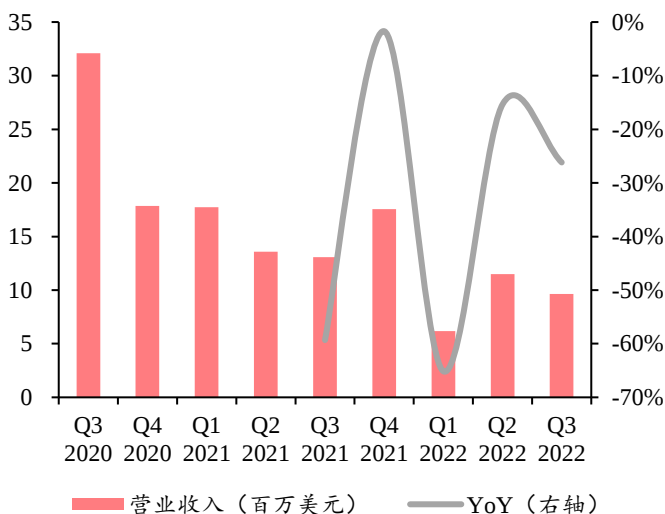


资料来源：彭博，方正证券研究所

2.3 Velodyne&Ouster：合并经营，竞争格局快速洗牌

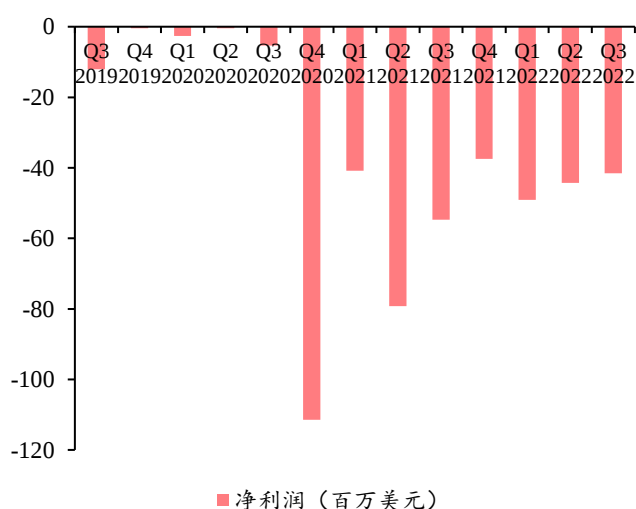
美国 Velodyne 是一家位于加州硅谷的技术公司，以激光雷达传感器技术为核心，提供自动驾驶解决方案。公司由 David Hall 于 1983 年创立，早期以音响业务起家，后来逐渐将业务拓展至激光雷达领域。2021 年全年，Velodyne 出货量达到了 15000 多个，其中有 2400 多个是固态传感器，大部分为机械激光雷达。根据 2022 年 Velodyne 官网的合并公告，Ouster 与 Velodyne 完成“对等合并”，新公司继续使用 Ouster 的名字，合并后的公司将拥有 850 多家现有客户、丰富的专利组合。但是后续随着图达通、法雷奥、禾赛科技、速腾、华为等厂商的快速崛起，曾占据全球激光雷达市场 80% 以上份额的 Velodyne 市占率缩水。

图表20:Velodyne 季度收入



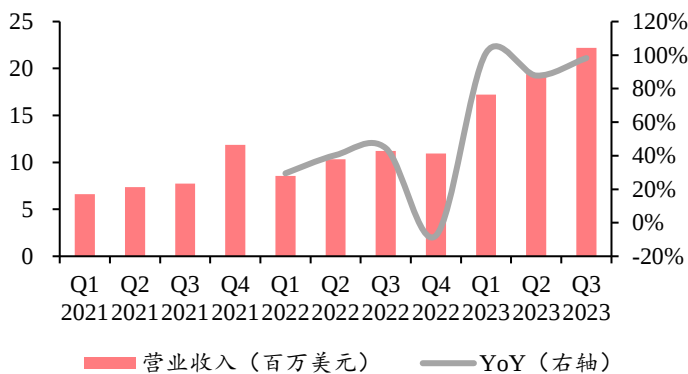
资料来源：彭博，方正证券研究所

图表21:Velodyne 季度 GAAP 净利润



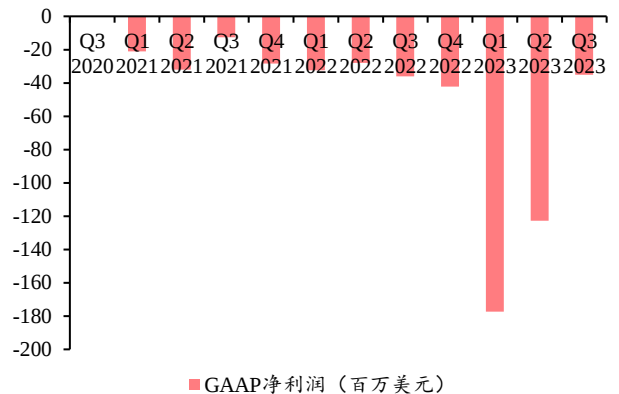
资料来源：彭博，方正证券研究所

图表22:Ouster 季度收入



资料来源: 彭博, 方正证券研究所

图表23:Ouster 季度 GAAP 净利润

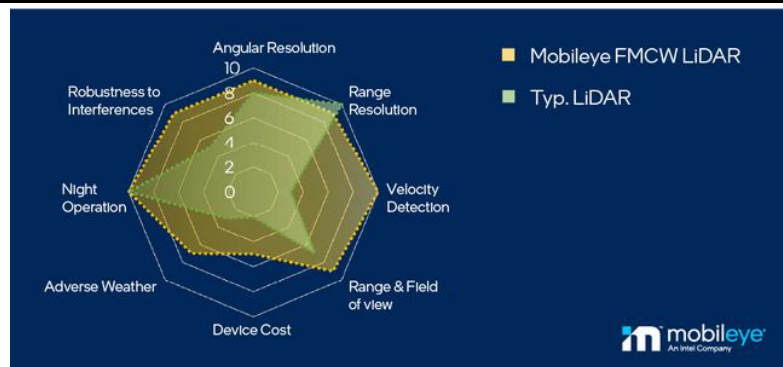


资料来源: 彭博, 方正证券研究所

2.4 Aeva: FMCW 技术领先者, 产品有望后年投产

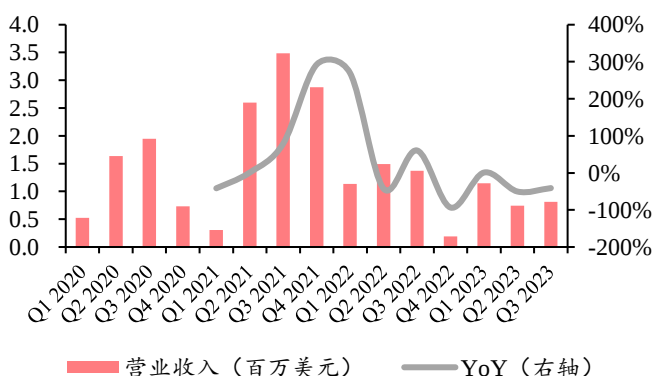
Aeva 的激光雷达传感器采用先进的调频连续波 (FMCW) 技术, 可以实现高精度的距离和速度测量, 以及高分辨率的点云成像。这使得传感器能够准确检测和识别车辆周围的所有物体, 包括行人、车辆和障碍物, 最远可以探测到 500 米外的物体。2021 年 1 月, Aeva 与日本电装宣布达成合作协议, 双方将共同推进 FMCW (调频连续波) 激光雷达的量产, 目标是满足大众市场的需求。Aeva 联合创始人兼首席执行官表示, 公司已拿到全球前十车企的定点, 量产车型预计在 2025 年投产。

图表24:Mobileye FMCW 激光雷达性能表现



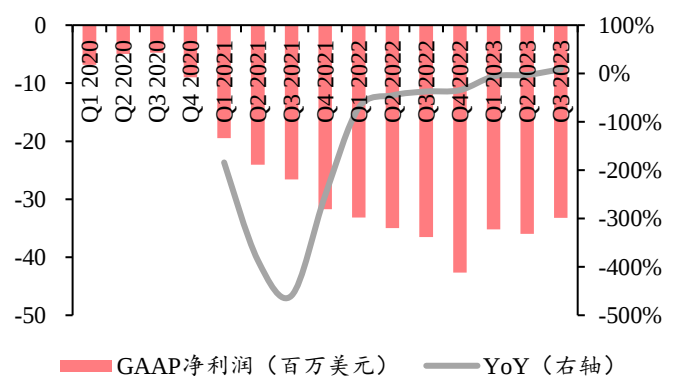
资料来源: 高工智能汽车, 方正证券研究所

图表25:Aeva 季度收入



资料来源: 彭博, 方正证券研究所

图表26:Aeva 季度 GAAP 净利润



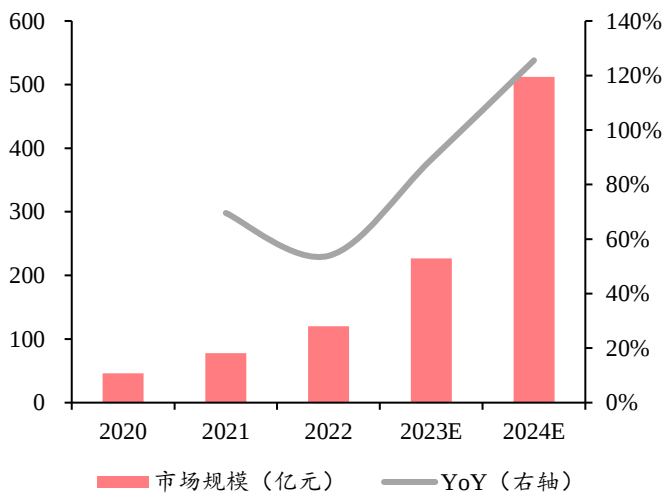
资料来源: 彭博, 方正证券研究所

3 下游应用加速渗透，激光雷达出货提升

3.1 远期展望百亿美金市场，伴随自动驾驶快速成长

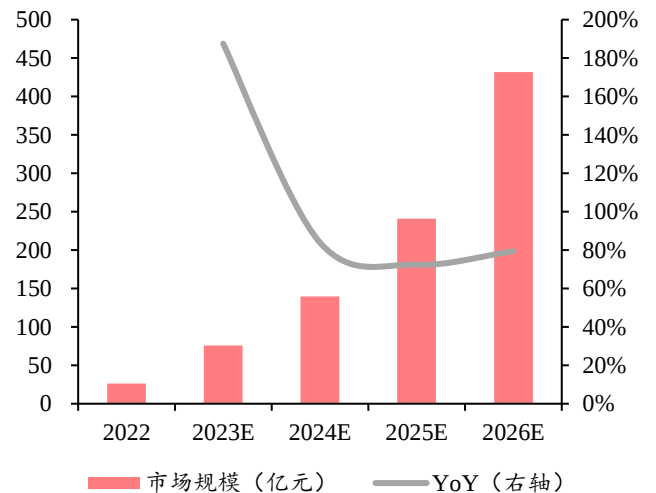
激光雷达是自动驾驶系统中一项关键技术，近年全球智能网联汽车产业进入加速发展新阶段，推动着激光雷达市场规模高速增长。2022 年全球激光雷达解决方案市场规模为 120 亿元，近五年 CAGR 达 63%，根据中商产业研究院预测，2023 年全球激光雷达解决方案市场规模将达到 227 亿元，2024 增至 512 亿元。国内方面，随着智能化技术的持续突破和升级，受无人驾驶车队规模扩张、高级辅助驾驶中激光雷达应用渗透率提升、以及机器人及智慧城市建设等领域需求的推动，国内激光雷达市场驶入快车道，2022 年市场规模约 26.4 亿元，预计 2026 年可增至 139.6 亿元。

图表27:2020-2024 年全球激光雷达解决方案市场规模



资料来源：中商产业研究院，方正证券研究所

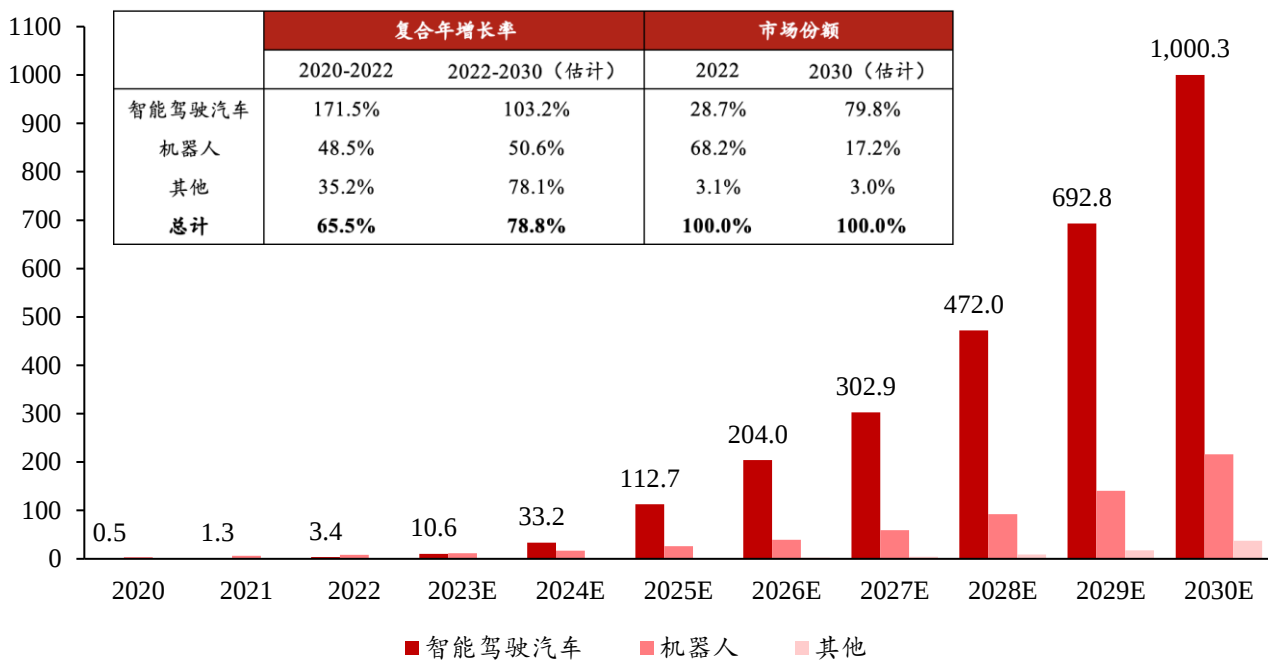
图表28:2022-2026 年中国激光雷达市场规模



资料来源：中商产业研究院，方正证券研究所

应用端智能驾驶迅速扩容，预计 24 年赶超机器人领域。据灼识咨询，在激光雷达解决方案的诸多应用场景中，智能驾驶汽车有望从 2022 年的 34 亿元增至 2030 年破万亿人民币，CAGR 高达 103%，随之同期市场份额预计从 28.7%提升至 79.8%，超过机器人领域（22 年占比 68.2%）占据最大份额。我们认为，随着汽车自动化水平的提升，单车激光雷达搭载数量将不断增加，L3、L4 和 L5 级别自动驾驶或分别需要平均搭载 1 颗、2-3 颗和 4-6 颗激光雷达，市场空间较大。

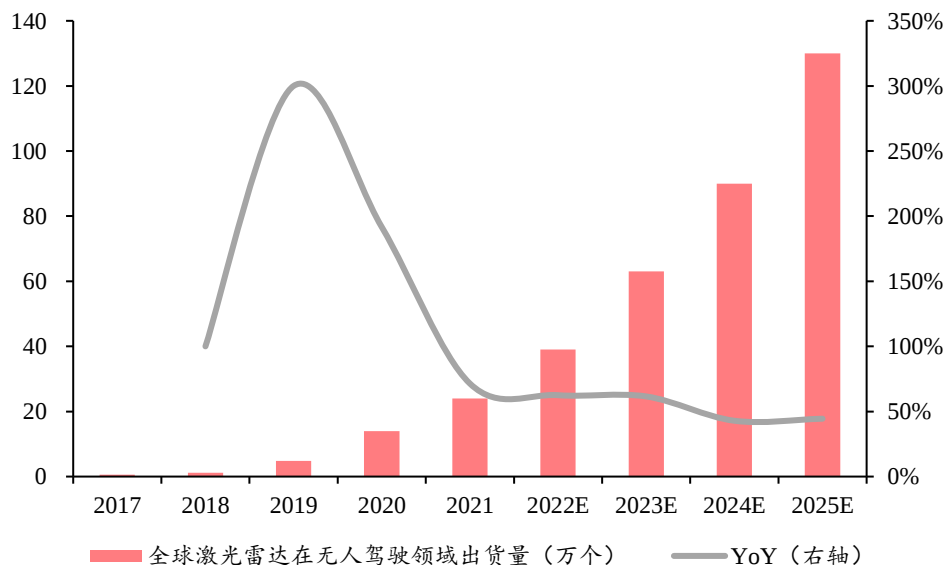
图表29:全球激光雷达解决方案按应用划分市场规模（按销售额计算，十亿元）



资料来源：速腾聚创招股书，方正证券研究所

无人驾驶兴起，市场需求与日俱增。近年来，无人驾驶行业发展迅速，激光雷达作为无人驾驶的重要传感器规模增长较快，其在无人驾驶运用原理是通过 3D 建模进行环境感知，然后通过雷射扫描得到汽车周围环境的 3D 模型，运用相关算法比对相邻帧数环境的变化，从而探测出周围的车辆和行人，做出相应的驾驶判断。据 Yole 相关统计，2021 年，全球激光雷达无人驾驶领域的出货量约 24 万个，同比增长 71.43%，预计 2025 年其出货量将达 130 万个，CAGR 达 56.2%。

图表30:2017-2025 年全球激光雷达在无人驾驶领域出货量



资料来源：Yole，智研咨询，方正证券研究所

3.2 自动驾驶渗透加速，激光雷达放量可期

辅助驾驶成汽车研发的重点方向，L3 为自动驾驶重要分水岭。根据 SAE 分级，自动驾驶有 5 个级别，L0 即人工驾驶；L2 部分自动化驾驶较为普及，是大多数车型已经具备的功能；L3 级已可由车辆完成绝大部分操作，但驾驶员仍需保持注意力；L4 只有在特定地段才需人工操纵其余时间告别驾驶员，并且无需保持注意力；L5 完全自动化，目前还只停留在概念阶段，所有驾驶操作均可由车辆完成。

图表31:自动驾驶技术分级与特征

SAE分级	名称	定义	驾驶操作	周边监控	接管	应用场景
L0	无自动化	没有任何辅助功能及系统，完全依靠驾驶员进行操作	驾驶员	驾驶员	驾驶员	无
L1	驾驶支援	车辆对方向盘和加减速的一项操作提供驾驶操作，驾驶员负责其余驾驶动作	驾驶员&车辆	驾驶员	驾驶员	限定场景
L2	部分自动化	车辆对方向盘和加减速的多项操作提供驾驶操作，驾驶员负责其余驾驶动作	车辆	驾驶员	驾驶员	限定场景
L3	有条件自动化	由车辆完成绝大部分驾驶操作，驾驶员需保持注意力以备不时之需	车辆	车辆	驾驶员	限定场景
L4	高度自动化	在限定道路和环境条件下，由车辆完成所有驾驶操作，驾驶员无需保持注意力	车辆	车辆	车辆	限定场景
L5	完全自动化	由车辆完成所有驾驶操作，驾驶员无需保持注意力	车辆	车辆	车辆	所有场景

资料来源：CSDN，方正证券研究所

车载激光雷达被认为是 L3 级以上自动驾驶必备传感器。在积极拥抱智能驾驶技术发展的同时，安全冗余是人们考虑的关键要素，含激光雷达的多传感器融合方案是智能驾驶提速的安全保障。随汽车自动化水平的提升，单车激光雷达搭载数量将不断增加，L3、L4 和 L5 级别自动驾驶或分别需要平均搭载 1 颗、2-3 颗和 4-6 颗激光雷达。早期车载激光雷达成本高达几万美元，近期已下探至几百美元水平，为车载激光雷达的规模商用奠定了基础。

激光雷达被作为智能驾驶的重要卖点，逐渐布局上车。从 2021 年以来，小鹏、蔚来、理想、极狐、智己等国内车企开始逐步推出搭载了激光雷达的车型，单车搭载量在 1-4 颗不等，越来越多的厂商也在计划布局上车，据 Yole 统计，截止 2023 年第三季度，已有 36 家中国车企宣布使用激光雷达，预计国内将有高达 106 款搭载激光雷达的车型上市，占全球同期预计发布搭载激光雷达新车型总数量近 90%，国内激光雷达车企的数量和规模将在未来一段时间长期领跑。

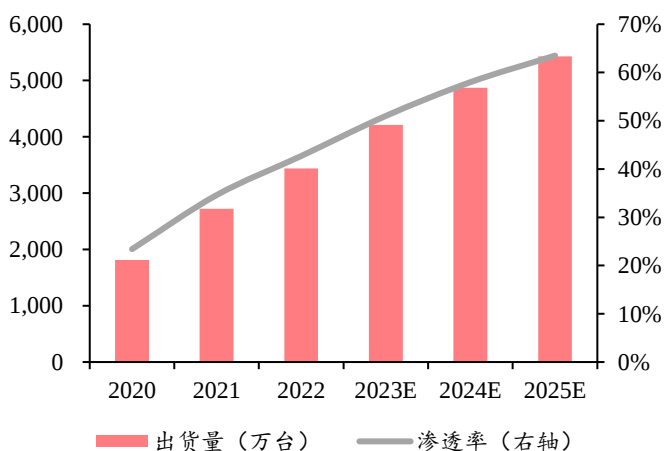
图表32:国内激光雷达迎来上车潮

2021	2022	2023	202X
1月, 蔚来ET7: 1颗 12月, 蔚来ET5: 1颗	1月, 埃安LX PLUS: 3颗 1月, 奥迪A7L: 1颗 3月, 智己L7: 2颗 5月, 小鹏P5: 2颗 5月, 极狐阿尔法S HI版: 3颗 6月, 理想L9: 1颗 6月, 蔚来ES7: 1颗 8月, 高合 HiPhi Z: 1颗 7月, 哪吒S: 2颗 8月, 阿维塔11: 3颗 9月, 理想L8: 1颗 9月, 理想L7: 1颗 9月, 小鹏G9: 2颗 10月, 极星3: 1颗 10月, 路特斯Eletre: 4颗 11月, 沙龙机甲龙: 4颗 12月, 蔚来EC7: 1颗 12月, 蔚来ES8: 1颗	2月, 智己LS7: 2颗 2月, 飞凡R7: 1颗 3月, 飞凡F7: 1颗 3月, 小鹏P7i: 2颗 4月, 问界M5: 1颗 5月, 蔚来ES6: 1颗 5月, 奥迪A6L: 1颗 6月, 小鹏G6: 2颗 7月, 高合 HiPhi Y: 1颗 7月, 腾势N7: 2颗 7月, 昊铂GT: 3颗 8月, 极石01: 3颗 9月, 问界M7: 1颗 9月, 仰望U8: 3颗 9月, 睿蓝7: 1颗 10月, 智己LS6: 1颗 10月, 合创V09: 1颗 10月, 极越01: 2颗 11月, 红旗E001: 3颗 12月, 星途星纪元ES/ET: 1颗 12月, 问界M9: 1颗	- 起亚EV9: 2颗 - 沃尔沃EX90: 1颗 - 新一代宝马7系: 1颗 - 魏牌蓝山DHT-PHEV激光雷达版: 2颗 - 更多国内车型.....

资料来源: 佐思汽车研究, 方正证券研究所

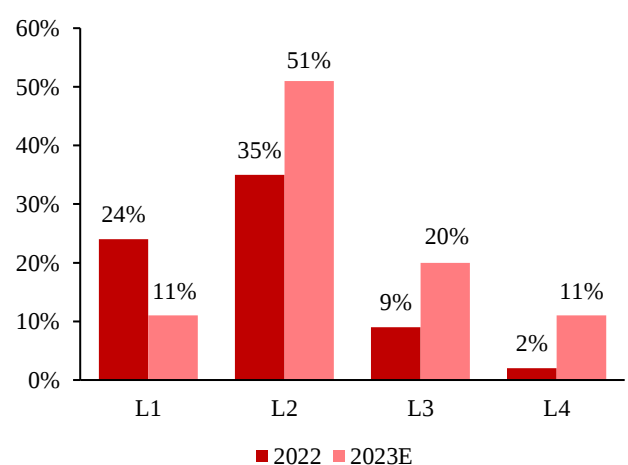
智驾汽车渗透率稳定提升, L2 向 L3+过度正当时。近年来, 全球智能驾驶汽车渗透率逐步提升, 从 2020 年的 23.4%增至 2022 年 42.7%, 同时带动智能驾驶汽车出货量的增加, 2022 年全球智能驾驶汽车的出货量达 3440 万台, 根据中商产业研究院的预测, 2023 年出货量预计可达 4210 万台, 渗透率增至 51.0%, 2025 年出货量攀升至 5430 万台, 渗透率达 63.5%。国内来看, 我国量产乘用车自动驾驶等级正在由 L2 向 L3+过度, 2022 年我国在售新车 L2 和 L3 渗透率分别为 35%和 9%, 预计 2023 年可达 51%和 20%。部分科技公司正逐步研发 L4 级自动驾驶, 并在部分城市路段和特定场景下进行测试, 但目前高级别自动驾驶仍存在政策法规、安全性、技术成熟度等众多挑战, 根据慧博资讯数据, 2022 年我国 L4 渗透率为 2%, 预计 2023 年将达到 11%。

图表33:全球智能驾驶汽车出货量及渗透率预测



资料来源: 中商产业研究院, 方正证券研究所

图表34:2022-2023 中国在售新车自动驾驶搭载率

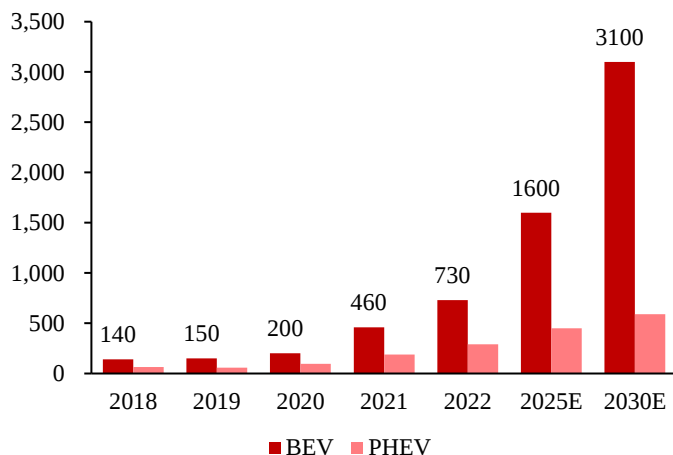


资料来源: 慧博资讯, 方正证券研究所

燃油车动力反馈和续航不足, 电动汽车更适合自动驾驶。燃油车是否适合使用智能驾驶技术, 可以从以下方面考虑: 1) 燃油车动力反馈较慢, 其动力系统为一套

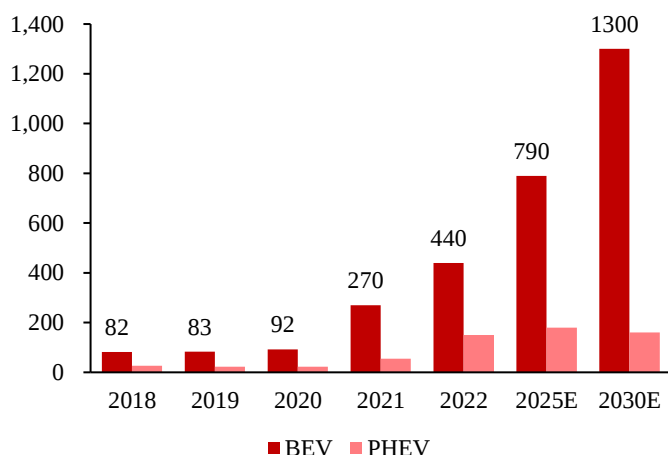
非常复杂的机械结构，提速感相对迟钝，叠加智驾系统本身判断响应时间，在紧急情况下危险系数会增加；2) 油车车内的铅酸蓄电池在发动机运作时才会给其供电，驻车状态下续航较短，无法很好的供应自动驾驶系统所需耗电量，勉强支持 L2 及以下智驾系统，不利于迭代发展；3) 传统燃油车的 LIN、CAN 总线网络在自动驾驶上已经无法应付，需要升级到更快的 MOST 以及车载以太网总线，但由于燃油车平台化、模块化的重复利用，牵连众多，很难在架构上推倒重来。

图表35:全球电动汽车销量及预测（万辆）



资料来源：IEA，方正证券研究所

图表36:中国电动汽车销量及预测（万辆）



资料来源：IEA，方正证券研究所

我国将智能汽车自动驾驶分为 5 个阶段,分别为:辅助驾驶阶段(DA,可对应 L1)、部分自动驾驶阶段(PA,可对应 L2)、有条件自动驾驶阶段(CA,可对应 L3)、高度自动驾驶阶段(HA,可对应 L4)和完全自动驾驶阶段(FA,可对应 L5)。2020 年发布的《智能网联汽车技术路线图 2.0》中指出:

- 在 2025 年,我国 PA 与 CA 级智能网联汽车市场份额占比应超 50%。(L2+L3 >50%);
- 到 2030 年,PA 与 CA 级份额超 70%,HA 级网联汽车份额达到 20%。(L2+L3 >70%, L4>20%);
- 到 2035 年,中国方案智能网联汽车产业体系更加完善,各类网联式高度自动驾驶车辆广泛运行于中国广大地区。

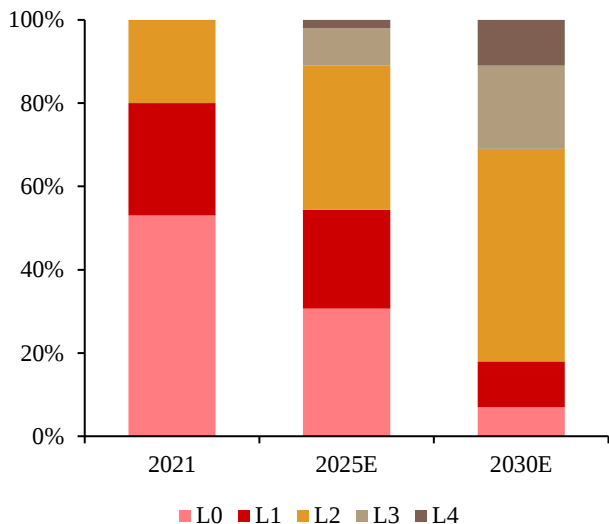
图表37:我国自动驾驶发展规划



资料来源：《智能网联汽车技术路线图 2.0》，方正证券研究所

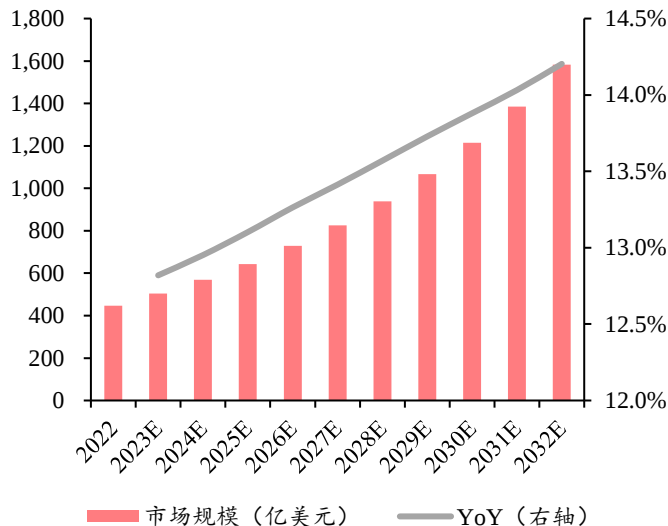
根据 IHS Markit 数据, 2021 年 L2 级自动驾驶市场渗透率为 20%, L3 还未有所表现。针对上述目标, 2025 年预期实现 L2 和 L3 的市场份额超过 50%, 2030 年市场份额合计超过 70%, 增量空间较大, 市场表现仍值得期待。

图表38: 中国自动驾驶市场渗透率



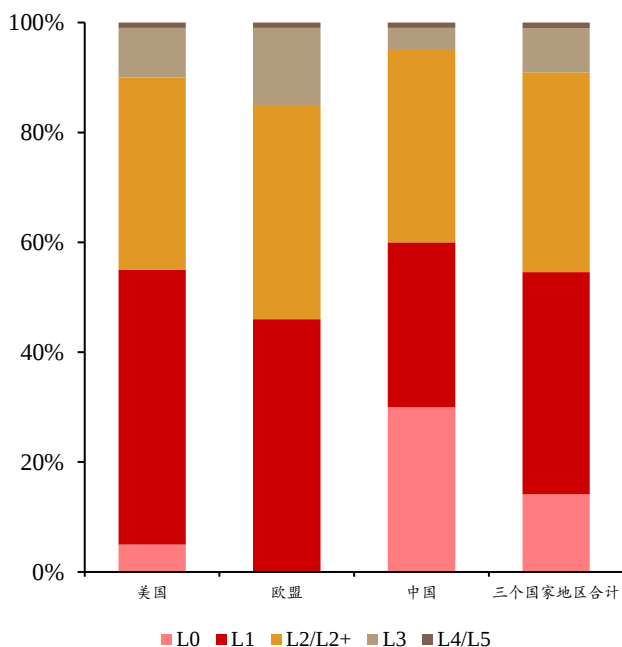
资料来源: IHS Markit, 前瞻产业研究院, 方正证券研究所

图表39: 全球 ADAS 市场规模及预测



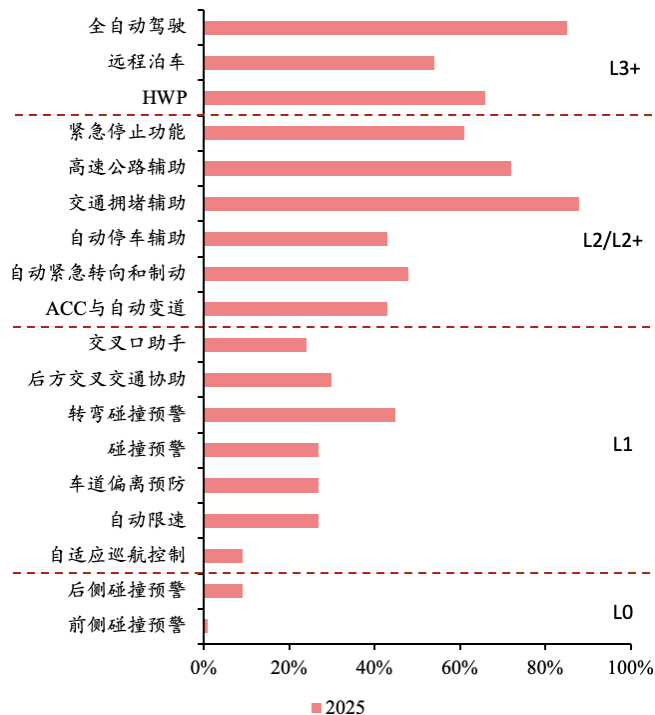
资料来源: PRECEDENCE RESEARCH, 方正证券研究所

图表40: 2025 全球主要国家地区 ADAS 渗透率预测



资料来源: Roland Berger, 方正证券研究所

图表41: 2025 年全球 ADAS 功能渗透率预测



资料来源: Roland Berger, 方正证券研究所

4 市场规模不断扩大，国内厂商加速崛起

4.1 上游激光器探测器壁垒高，中游系国内优先突破口

激光雷达上游主要包含发射、接收、信息处理和扫描等四大模块。发射端的发射光学系统包括光束控制器、激励源、激光器；不同光源成本差距较大，发射端是激光雷达重要成本构成，占 30%-50%。接收端将光信号转换成电信号，主要有光电探测器以及处理芯片，最后放大信号并使用芯片进行处理。光束控制需要扫描系统，不同扫描方式会有不同结构设计。

图表42:激光雷达成本结构及主要供给厂商

结构	占比	内容	主要厂商
发射端	30-50%	激光器、发射系统等。激光器占比浮动比较大，如用905/1550nm、EEL/VCSEL，都会影响成本，发射端是激光雷达重要的成本构成。	日本滨松、奥地利AMS、美国Lumentum等
接收端	20-30%	接收系统、光电探测器等APD/SPAD、ASIC处理芯片。905nm通常采用硅基接收端，1550nm还需铟镓砷光子二极管	日本滨松、德国FirstSensor、美国Onsemi等
主板	20-30%	模拟芯片、FPGA、DSP、MCU、放大器、数模转换等。主要成本是FPGA，用于整体架构数据处理	AMD-赛灵思
外壳结构件	10%	/	/
光学部件	10%	微振镜、透镜等光学部件	/
其他	10-50%	装调和人工费用（机械式人工费用占50%以上）	/

资料来源：华经产业研究院，方正证券研究所

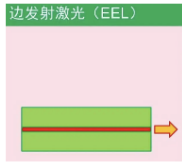
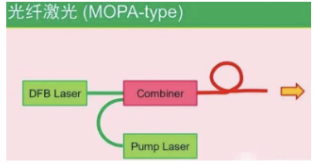
具体来看，产业链上游可分为四个部分，整体海外厂商占据市场主要份额，但近年国产替代以成本优势快速占据市场：

- **激光器和探测器**：以海外为主，包括艾迈斯欧司朗、Lumentum、HAMAMATSU、II-VI 等；国内的供应商有纵慧芯光、瑞波光电、华芯半导体、长江华芯等。而光纤激光器主要供应商有海外的 Luminar、Lumibird、IPG 光电、昂纳、以及国内的镭神智能等。探测器方面，海外供应商主要有艾迈斯欧司朗、安森美、Firstsensor、HAMAMATSU、索尼等；国内主要为量芯集成、灵明光子、芯视界微电子、光迅科技、阜时科技等。
- **FPGA**：FPGA 通常被用作激光雷达的主控芯片，海外主流的供应商有赛灵思（AMD 收购）、Altera（英特尔收购）、Lattice 等；国内主要的供应商有紫光同创、智多晶微电子、复旦微电子、安路科技、高云半导体等。从性能上来说，国内目前发展仍大幅落后于海外，但国内产品的逻辑资源规模和高速接口性能，也能够满足激光雷达的需求。FPGA 虽然是目前主流方案，但随着对性能及整体系统需求的提升，集成度更高的 SoC 可能会在未来激光雷达上受到广泛应用，比如集成了光电探测器、前端电路、波形数字化、波形算法处理、激光脉冲控制等功能模块的 SoC。
- **模拟芯片**：主要是高精度 ADC，在发光控制、光电信号转换，以及电信号实时处理等关键子系统上都需要用到。海外主流的供应商有 TI、ADI 等，国内

矽力杰、圣邦微、芯海科技等都可以供应相关芯片，但与海外龙头产品在性能上有一些差距。

- **光学部件：**包括有 MEMS 振镜、各种光学镜片、OPA 硅光芯片等。MEMS 振镜主要由海外厂商供应，HAMAMTSU、英飞凌、ST 等；国内波弗光电、知微传感、英唐智控、镭神智能等都有相关产品布局或已经被应用。光学镜片方面，国内主要厂商已有成熟技术，国内供应链在光学部件已经达到国际领先水平，且在成本方面具备竞争优势，基本可替代国外供应链并满足产品加工的需求。

图表43:主要激光器分类对比情况

	EEL	VCSEL	光纤激光器
示意图			
体积	中	小	大
增益介质	InGaAs	GaAs	980nm/1480nm泵浦源/掺铒光纤
输出波长	905nm	905nm/904nm	1550nm
大规模生产	分离芯片级	晶圆级	-
发射结构	边发射	垂直表面发射	-
探测距离	中	近	远
型号性能	中	中	好
综合性能	均衡主流	低成本	高性能
优点	峰值功率高、功率密度高、较高的调制频率、配套技术成熟	光束垂直衬底发射易于二维集成，较高的调制频率	发光功率高、对人眼安全性更高
缺点	单点发光、椭圆光斑不利于光束整形；依赖手工装调，生产成本低	器件未成熟，距离受限，功率密度需进一步提高	成本高、功耗大、体积大
应用	主流	禾赛科技	镭神智能

资料来源：华经产业研究院，方正证券研究所

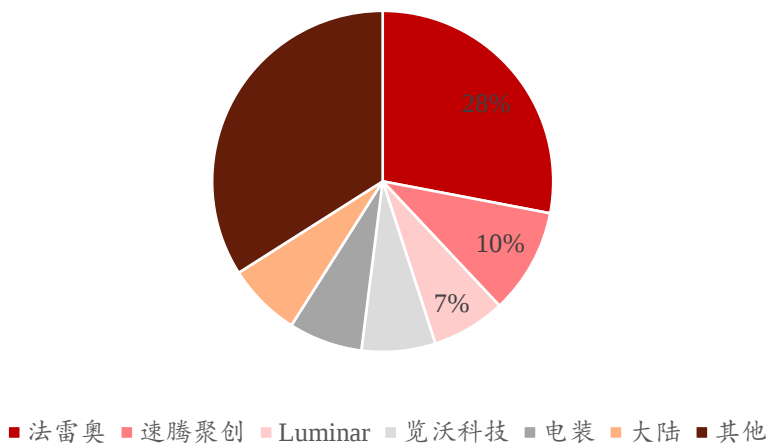
中游企业竞争充分，国内厂商实力出众。产业链中游主要为激光雷达集成成品制造商，参与者众多，竞争较激烈。激光雷达目前尚处在量产初期，随着技术路径的发展性能和成本优势在各家厂商存在转移的可能性，整体竞争格局尚未成型，也是国产厂商能较好发展的切入点。当前激光雷达市场竞争力较强的厂商主要集中在中国、美国欧洲。国内来看，速腾聚创、禾赛科技、镭神智能、华为等企业发展迅猛，相关产品市场份额占比较前，根据 Yole 数据，2021 年速腾聚创在全球激光雷达市场份额占比已达 10%，超过 Luminar 排名第二。

图表44:国内部分激光雷达厂商介绍

公司简称	销售布局	激光雷达产品
禾赛科技	北美/欧洲/中国大陆	车规级固态激光雷达PandarGT、机械式MEMS 激光雷达Pandar128/64/40、工业级机械式激光雷达Pandar40M、PandarXT
速腾聚创	境内、境外均有布局	车规级固态激光雷达RS-LiDAR-M1、机械式激光雷达RS-Ruby/RS-LiDAR-32/RS-LiDAR-16/RS-Bpearl
一径科技	主要为国内	类固态激光雷达ML-30s、ML-Xs
大疆Livox	未披露	车规级类固态旋转棱镜激光雷达HAP、浩界Horizon
镭神智能	主要为国内	CH128/32/16系列类固态激光雷达、MS C32/16系列机械式激光雷达
华为	主要为国内	96线MEMS类固态激光雷达LiDAR2.0
北醒光子	未披露	类固态MEMS激光雷达Horn-RT系列、Horn-X2系列
探维科技	未披露	16线激光雷达Tensor-Pro
北科天绘	未披露	32线机械式激光雷达R-Fans-32
万集科技	境内、境外均有布局	机械式激光雷达WLR-713、WLR-736

资料来源：中商产业研究院，方正证券研究所

图表45:2021 年全球激光雷达企业市场份额情况



资料来源：Yole，中商产业研究院，方正证券研究所

激光雷达下游产业链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：

无人驾驶行业：国外无人驾驶技术研究起步较早，从车队规模、技术水平以及落地速度来看，相比国内仍具有一定的领先优势。国内无人驾驶技术研究发展迅速，不断有应用试点和项目落地，与国外公司的差距在不断缩小。

高级辅助驾驶行业：该行业下游企业主要包括世界各地的整车厂、Tier 1 公司及新势力造车企业。激光雷达用于量产车项目，通常需要激光雷达公司与车厂或 Tier 1 公司达成长期合作，一般项目的周期较长。

机器人行业：国内快递和即时配送行业相比国外市场容量更大，服务机器人国内技术发展水平与国外相当，从机器人种类的丰富度和落地场景的多样性而言，国内企业更具优势。

车联网行业：该行业下游企业主要为车联网方案提供商。通过这些公司将包括激光雷达在内的车联网服务整合销售给各地政府和科技园区，也存在激光雷达公司政府和科技园区直接对接的情况。得益于“新基建”等国家政策的大力推动，国内车联网领域发展较国外更加迅速。

图表46:激光雷达下游相关公司

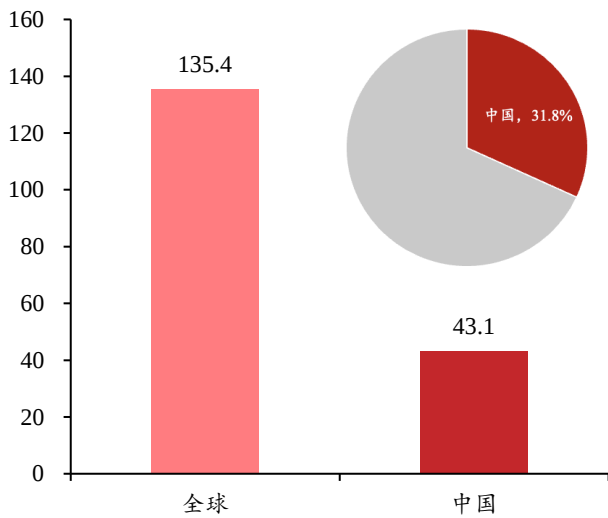


资料来源：各公司官网，方正证券研究所

4.2 国产化水平大幅提升，市场规模不断扩大

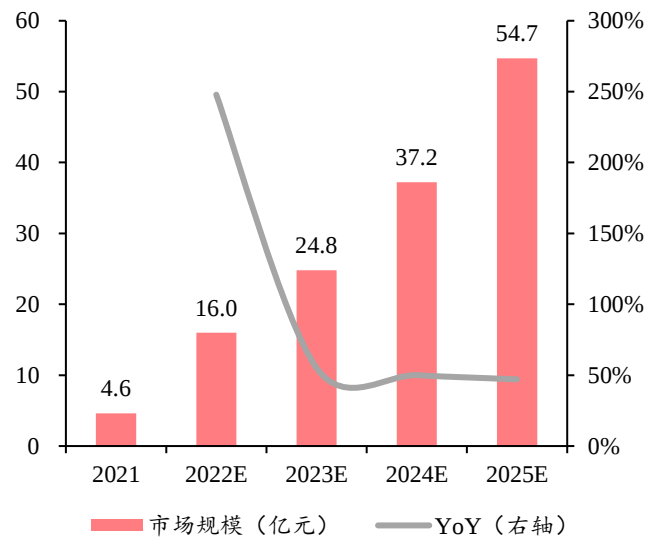
中国自动驾驶渗透率提升，车载激光雷达前景广阔。根据沙利文预测，2025 年全球激光雷达市场规模有望达到 135.4 亿美元，中国激光雷达市场规模预计达 43.1 亿美元，占比 31.8%。我们认为，随着人工智能和自动驾驶技术的快速发展，中国将不断扩大市场规模占比，成为全球主要的激光雷达销售市场。随着智能化技术的持续突破和升级，受无人驾驶车队规模扩张、高级辅助驾驶中激光雷达应用渗透率提升等方面的推动，预计激光雷达市场规模将实现快速扩容。2021 年我国车载激光雷达市场规模达到 4.6 亿元，2025 年市场规模有望达到 54.7 亿元，实现 85.8% 的年复合增长率。

图表47:2025 年激光雷达市场规模预测（亿美元）



资料来源：沙利文，智研咨询，方正证券研究所

图表48:中国车载激光雷达市场规模及预测



资料来源：中商产业研究院，方正证券研究所

车载激光雷达受到资本市场的广泛关注。IT 桔子投融资数据库统计结果显示，2020 年全球激光雷达投融资数量超 16 起，国内超 12 起。2021 年全球激光雷达投融资数量超 30 起，国内超 23 起。22 年 1-8 月，全球激光雷达投融资数量超 16 起，国内超 12 起。融资金额方面，2017 年至 2021 年间中国激光雷达企业融资总额超 120 亿元人民币，其中 2021 年全年激光雷达领域的投资金额达 56 亿元，同比增长 47.3%。2022 年激光雷达领域的市场关注度有所下滑，国内自动驾驶领域发生融资事件 92 起，披露融资额累计达 178 亿元，对比同期，融资起数和融资额分别下降约 30%和 60%。

图表49:2016-2022 年部分汽车激光雷达企业融资历史（百万美元）

公司	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Velodyne	150	-	25	-	150	-	200
Luminar	-	36	114	100	590	154	20
Ouster	-	30	-	60	42	300	-
Aeva	-	4	45	未披露	-	320	200
Aeye	3	16	40	未披露	30	455	-
Innoviz	9	73	-	170	-	350	-
速腾聚创	未披露	-	45	38	-	-	340
禾赛科技	16	40	-	-	135	370	300
图达通	-	30	-	-	-	130	-

资料来源：中国信通院，方正证券研究所

国内五巨头领衔，激光雷达市场格局初定。经过市场竞争，如今本土激光雷达供应商率先崛起，代表企业有禾赛科技、速腾科技、图达通、大疆览沃、华为、北醒、万集科技等。根据佐思汽研统计，2023 年 1-7 月，国内乘用车前装市场 TOP5 激光雷达企业均来自本土，其中禾赛位居榜首，市占率在 45%以上；其次是图达通，主要服务蔚来系车型，市占率达到 25%。

图表50:2023 年 1-7 月国内激光雷达市场竞争格局



资料来源：佐思汽车研究，方正证券研究所

固态补盲——激光雷达新赛道。2022 年 5 月，亮道智能推出首款纯固态侧向补盲激光雷达 LDSatellite™，面向前装量产，拥有 120°×75° 超大视场角。上海车展还展出了前向+侧向补盲激光雷达的集成 DEMO 实车。随后，禾赛科技、速腾聚创、一径科技、图达通纷纷推出补盲激光雷达，上市时间均定在 2023 年内。

图表51:国内主要补盲激光雷达产品对比

	亮道智能	禾赛科技	速腾聚创	一径科技	图达通
发布时间	2022.5	2022.11	2022.11	2023.1	2023.4
产品	LDSatellite	FT120	E1	ML-30s+	灵雀-W
方案	Flash	Flash	Flash	MEMS	Flash
视场角	120° x 75°	100° x 75°	120° x 90°	140° x 70°	120° x 70°
角分辨率	0.94° (0.47°) -0.75°	0.625° x 0.625°	0.625° x 0.626°	0.44° x 0.44°	0.1° x 0.4°
探距	30 m@10%	30 m@10%	30 m@10%	22 m@10%	70 m@10%

资料来源：佐思汽车研究，方正证券研究所

芯片国产化，激光雷达规模化可期。从系统构成看，激光雷达芯片主要包括发射端芯片、接收端芯片、信息处理芯片等。经过多年发展，国内发射端 VCSEL 芯片已进入成熟量产阶段，但接收端 SPAD 芯片主要被索尼、安森美等企业垄断。因此，国内 SPAD 芯片企业，包括阜时科技、识光芯科、芯视界、灵明光子等，加速技术发展，已实现新的突破。2023 年 8 月，阜时科技发布全固态激光雷达面阵 SPAD 芯片 FL6031，采用 Stacked-BSI 工艺，集成 360x150 的 SPAD 像素阵列，有效像素超过 50k，并满足上车要求。基于 FL6031 芯片，苏州光之矩与武汉万集已完成全固态激光雷达的 Demo 开发。

信息处理芯片方面，以 FPGA 为主，主要实现时序控制、波形算法处理、其他功能模块控制等。主要厂商为 Xilinx 和 Altera。速腾聚创、图达通、大疆等车载激光雷达产品的 FPGA 芯片均来自 Xilinx。2023 年 9 月，蔚来发布自研的激光雷达主控芯片“杨戬”（芯片型号为 NX6031）。芯片配备 8 个 9bit 的 AD 模数采样，每通道采样频率高达 1GHz，能够高效捕获激光回波信号。

5 投资建议

激光雷达整机厂商：禾赛科技、速腾聚创（未上市）、图达通（未上市）、华为（未上市）、大疆（未上市）等。

光学元件&ODM：舜宇光学科技、高伟电子、水晶光电、永新光学、宇瞳光学、蓝特光学、联创电子、腾景科技等。

芯片：长光华芯、炬光科技、纵慧芯光（未上市）、源杰科技等。

6 风险提示

1) 自动驾驶需求不及预期：激光雷达下游应用自动驾驶增量显著，若其需求发展不及预期，可能影响激光雷达整体出货量，致使行业不景气；

2) 市场价格竞争加剧：若市场价格竞争加剧，可能带来产品利润下滑，造成企业业绩不及预期，影响未来行业整体发展；

3) 研发不及预期：激光雷达行业发展需要较高的研发投入支持，若技术研发进展不及预期，可能造成行业增速放缓。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告内容仅供我公司适当性评级为 C3 及以上等级的投资者使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。若您并非前述等级的投资者，为保证服务质量、控制风险，请勿订阅本报告中的信息，本资料难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

评级说明：

类别	评级	说明
公司评级	强烈推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有20%以上的涨幅。
	推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的涨幅。
	中性	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数在-10%和10%之间波动。
	减持	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的跌幅。
行业评级	推荐	分析师预测未来12个月内行业表现强于同期基准指数。
	中性	分析师预测未来12个月内行业表现与同期基准指数持平。
	减持	分析师预测未来12个月内行业表现弱于同期基准指数。
基准指数说明		A股市场以沪深300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准，美股市场以标普500指数为基准。

方正证券研究所联系方式：

北京：西城区展览馆路 48 号新联写字楼 6 层

上海：静安区延平路71号延平大厦2楼

深圳：福田区竹子林紫竹七道光银行大厦31层

广州：天河区兴盛路12号楼隼峰苑2期3层方正证券

长沙：天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

网址：<https://www.foundersc.com>

E-mail：yjzx@foundersc.com