



2020.10.23 , 39 期

产业研究中心

从视频监控，看路端激光雷达的成长逻辑

摘要：

本期产业观察聚焦激光雷达在路端的投资机会，我们通过回顾视频监控行业的发展历程，从政策、技术、边际成本、核心竞争力、潜在进入者的角度，分析了路端激光雷达的行业成长逻辑。

1. 激光雷达也是路端智能网联的刚需。众所周知，激光雷达是高等级智能驾驶的必备感知设备，通用 Cruise 搭载了 4 个、谷歌 Waymo ONE 搭载了 5 个。在我国选择通过车路协同路径发展高等级智能驾驶背景下，路端智能化也需要激光雷达，强效补充摄像头的感知不足。目前全国在建的 61 个智能网联示范区中，有 23 个披露了对激光雷达的使用情况，更是说明其在路端的必要性，而示范区对激光雷达的需求爆发只是行业成长的第一步。

2. 从视频监控发展历程，看路端激光雷达的行业成长逻辑。我们主要从三个方面回顾了视频监控行业，并对路端激光雷达行业的成长路径做出判断：1) 政策驱动下，5-10 年平均增速通常在 30-40%；2) 技术驱动下，市场空间有望从初期的 36 亿，成长为 3608 亿元；3) 在专用化和智能化驱使下，软件价值量提升，边际成本下降，行业综合毛利率可提升至少 10%，至 58%。由此三点，测算出未来 10 年市场规模，预计在 2025 年达到 153 亿元。

3. 我们从三点行业特征探讨了路端厂商的核心竞争力：1) 激光雷达技术路径多变化快，其中不变的是对新技术的预判和整合能力；2) 下游 G 端客户议价能力较高，同时从技术成熟度象限再次印证，激光雷达产品好用与否，是由路端场景和需求方决定的，以市场为导向、端到端是成功的关键词；3) 在产品过硬的基础上，路端客户更看重服务，海康大华近 10 年的销售费率都在 8% 以上，而均胜等汽车电子的则不超过 8%。

4. 投资建议：看好在交通行业业务和客户积累的厂商。目前，在智能网联示范区中，产品已得到验证的包括：镭神智能、万集科技、海康智联、北醒光子。随着市场规模扩大，潜在进入者还包括：1) 车端厂商，如速腾聚创、禾赛科技；2) 交通智能体华为；3) 解决方案厂商向上游拓展。面对进入者的压力，我们认为有助于快速提升公司管理效率。在先发的基础上，现有路端厂商需完全以标杆客户为导向，保持专注，以此差异化竞争。

5. 风险提示：激光雷达降价速度不及预期；主流市场对新技术接受度不及预期；各地建设智能网联基础设施不及预期。

作者：鲍雁辛

电话：0755-23976830

邮箱：baoyanxin@gtjas.com

资格证书编号：S0880513070005

作者：郑宇舟

电话：021-38676545

邮箱：zhengyuzhou@gtjas.com

资格证书编号：S0880118060037

往期回顾

【新制造】3C 自动化大有可为

2020.10.21

汽车蓝皮书论坛纪实：行业寒冬之中，迎接新变革

2020.09.18

贝壳找房：从房源到客源，从二手房到新房

2020.09.09

【新制造】半导体设备前景可期

2020.08.26

从蚂蚁上市，看金融科技生态圈

2020.07.27

目录

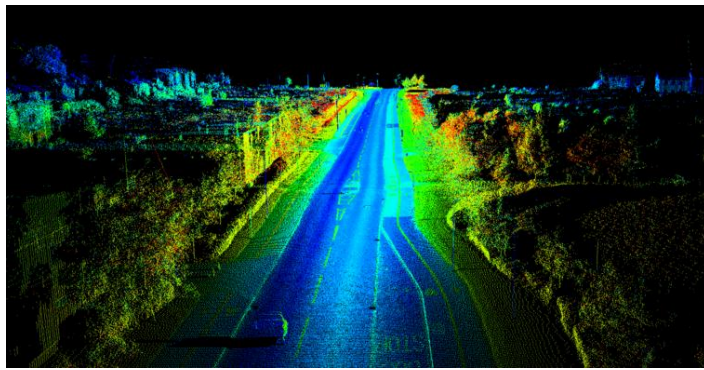
1. 激光雷达车与路.....	3
1.1. 高分辨三维成像.....	3
1.2. 补充摄像头感知.....	4
1.3. 高等级智驾必备.....	4
1.4. 路端感知同样适用.....	5
2. 从视频监控看激光雷达成长逻辑.....	7
2.1. 政策驱动增速稳定.....	7
2.2. 技术升级解锁新市场.....	9
2.3. 软件带来边际成本下降.....	11
2.4. 市场规模测算.....	12
3. 看好在交通行业有积累的厂商.....	13
3.1. 核心竞争力探讨.....	13
3.2. 产品由下游主导.....	14
3.3. 下游看重服务.....	15
3.4. 抓住先发机遇.....	16
3.5. 在路端已有积累.....	17
3.5.1. 镭神智能.....	17
3.5.2. 万集科技.....	18
3.5.3. 海康智联.....	19
3.5.4. 北醒光子.....	20
3.6. 或从车端切入.....	20
3.6.1. 速腾聚创.....	21
3.6.2. 禾赛科技.....	21
4. 风险提示.....	22
4.1. 降价速度不及预期.....	22
4.2. 接受度不及预期.....	22
4.3. 建设进度不及预期.....	22

1. 激光雷达车与路

1.1. 高分辨三维成像

激光雷达是一种三维成像传感器，通过发射激光脉冲，并接收反射回来的光波生成独具特色的高分辨率点云图。根据发射光波的不同波长，激光雷达可用于识别不同物体，从气体分子到行人车辆。用于识别行人车辆的激光雷达波长通常在 905 或 1550nm，属于远红外线，对人眼没有伤害，适合感知 1-150 米范围内的物体。

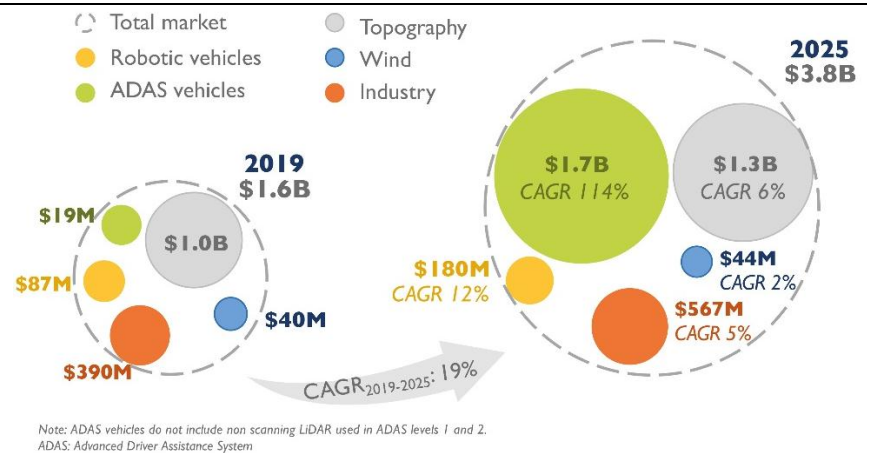
图 1.独具特色的高分辨率点云图



数据来源：innoluce

激光雷达在上世纪 60 年代被发明出来后，主要用于军事、航空领域的测距和武器制导，随后用于地理测绘、等相对小众的专业场景。随着激光技术的发展，激光雷达还可以被用于工业自动化、扫地机器人、无人机、测风塔，以及汽车智能驾驶，甚至是智能手机。随着激光雷达的体积和价格越来越亲民，预计未来会被用于各式各样的智能终端，作为摄像头的有效补充，作为三维世界的感知入口。

图 2.智能驾驶将是市场空间最大的激光雷达细分赛道



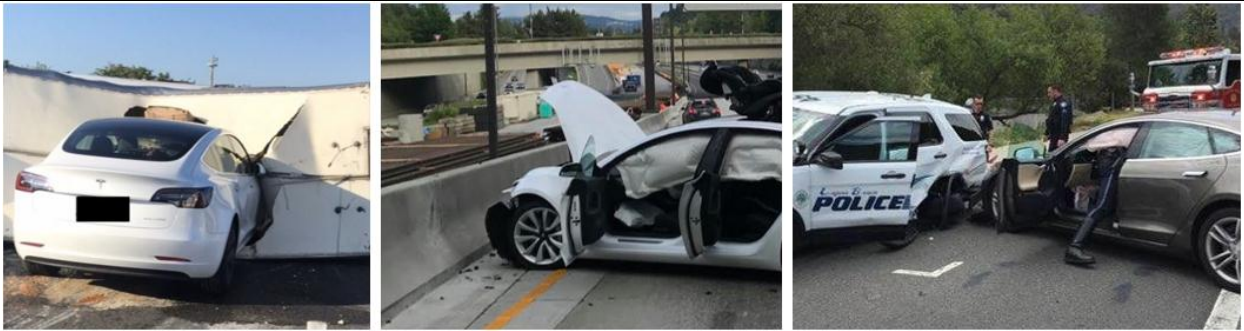
数据来源：Yole

激光雷达被首次用于智能驾驶汽车是在 2005 年 DARPA 的无人驾驶挑战赛上。在 2010 年，谷歌将其用于无人驾驶汽车，并在 2016 年后逐渐成为高等级智能驾驶汽车的标配；然而大部分整车厂对目前的产品还不满意，都在积极研发真正符合车规级，且成本足够低的激光雷达。

1.2. 补充摄像头感知

同样作为成像传感器，激光雷达与摄像头相互补充。汽车行驶环境相当复杂，而摄像头在能见度低的情况下几乎无法识别物体，比如夜晚、雨雪雾天气、阳光迎面照射、从隧道出来的一瞬间，或是 60 米以外的行人。同时，对摄像头来说，所有物体都是 2D 的，一辆白色货车行驶在白色的立交桥前面，这对摄像头来说，白色货车与背景融为一体了。

图 3.只用摄像头感知的特斯拉已不止一次撞向白色物体



数据来源：electrek、WDEF

能见度和识别 3D 物体的问题都是激光雷达擅长的。激光可以轻松穿透雨雪雾，感知到真正的障碍物；通过反射回来的光波可以清晰地勾画出物体的轮廓，而不受其颜色所迷惑。不仅如此，激光雷达的扫描速度和响应速度都是毫秒级的，响应远快于摄像头，在车辆行驶中，慢 1 毫秒可能就意味着交通事故。

目前业内依然存在大量关于激光雷达和摄像头或双目视觉方案只能取其一的讨论，我们认为激光波和可见光两种电磁波的物理属性决定了两者无法替代对方。

1.3. 高等级智驾必备

智能驾驶汽车包括三层系统架构：感知层、决策层和执行层。决策系统根据感知层捕捉到的数据做出判断，并通过执行层操控油门、转向或制动，因此感知是第一步，只有感知并识别车辆行驶周围的所有物体，智能驾驶系统才能做出精确的预判。

智能驾驶最初主要使用摄像头和毫米波雷达进行感知，比如 Mobileye 在 2007 年推出的 ADAS 产品。然而，摄像头不擅长识别物体的三维轮廓，且受限于颜色、光线、天气等因素，激光雷达则可以有效补充这点。

经过 15 年的发展，激光雷达已成为整车厂高等级智能驾驶的标配。摄像头、激光雷达等多种传感器的融合使用也成为业界共识。这也意味着 L3 及以下的中低等级智能驾驶无需配备激光雷达，而目前大部分整车厂还没有发布高等级智能驾驶的量产计划。

表 1.高等级智能驾驶必备激光雷达

供应商	奥迪	通用	谷歌	Uber	Argo
车型	A8	Cruise AV	Waymo ONE	沃尔沃 XC90	福特 Fusion
等级	L3	L4	L4/L5	L4	L4
时间点	2017 年上市	2019 年量产	2018 年上市	2019 年路测	2019 年路测
激光雷达	1 个 4 线	5 个 16 线	1 个长距 64 线 4 个 8/16 线	1 个	7 个
摄像头	1 个前视 4 个环视	1 个双目 8 个环视 6 个车内外	1 个 360 全景 8 个车外	7 个	20 个
毫米波雷达	1 个长距离 4 个中距离	12 个 79GHz 4 个长距离 5 个高分辨率	4 个 77GHz	10 个	7 个

数据来源：各公司官网、厚势汽车研究院、国泰君安证券研究

1.4. 路端感知同样适用

与汽车智能滑相似，为了实现高等级智能驾驶，路端也需要布满传感器。通过在路上架设传感器，能感知到车辆盲区中的危险，并将信息通过 V2X 车联网传递给车辆，相当于为车辆开启了上帝视角。与车端情况相似，仅靠摄像头无法全天候识别复杂的路况，因此也需要使用激光雷达作补充，这给路端激光雷达开辟了新的市场。

图 4.激光雷达在路端补充摄像头的感知不足



数据来源：镭神智能

在智能网联和新基建政策推动下，各地纷纷开始加快示范区的建设。目前，全国已有 18 个省级行政区在建设 61 个示范区，平均每个省 3.4 个。在建的示范区中，我们统计到已有 23 个示范区将激光雷达用于提升路端感知。

表 2.车联网示范区对路端激光雷达需求旺盛

时间	地点	供应商	项目简介
2018年12月	江苏常州	镭神智能	新一代国家交通控制网江苏(常州)试点工程:总长1.3公里;
2019年1月	江苏盐城	万集科技	江苏盐城智能化道路项目:总长8公里,在车流密集的十字路口使用万集科技V2X+3D激光雷达路侧智能感知方案
2019年2月	陕西西安	镭神智能	长安大学车联网与智能汽车试验场:总长2.4公里;
2019年3月	广东深圳	镭神智能	深圳智能网联交通测试示范区项目:总长2.6公里;
2019年4月	山东 莱芜高速	镭神智能 万集科技	莱芜高速车路协同项目:项目参与投资方为齐鲁交通发展集团,总长26公里,方案针对ETC摄像头漏检问题提供500多套镭神激光雷达,在真实高速公路场景使用万集科技V2X+路侧3D激光雷达车路协同方案;
2019年4月	河南许昌 芙蓉湖	镭神智能	许昌芙蓉5G自动驾驶示范区:项目参与方含北京邮电大学、中移智行及清华大学,总投资1亿元,V2X方案包括64个激光雷达和100个高清摄像头;
2019年5月	河南郑州 智慧岛	镭神智能	智慧岛5G智能公交项目:项目参与方含大唐移动、宇通客车,总长1.53公里,共有3个站点、4辆自动驾驶公交车;
2019年8月	上海临港		临港智能网联汽车综合测试示范区项目:总长26.1公里;
2019年9月	湖北武汉	万集科技	国家智能网联汽车(武汉)测试示范区:一期全长28公里,每隔200-300米装配一根布满各种先进设备的交通监控杆,沿途设置600多套路测智能感知单元,通过摄像头和雷达实时监测行驶车辆
2019年9月	江苏无锡		国家智能交通综合测试基地(无锡)项目:一期项目涉及240个路口、170平方公里、5条快速路、1段高速公路,全面开放40余项交通管控信息;
2019年9月	上海	亮道智能	智能网联汽车道路测试体系:探索路端激光雷达新型感知融合解决方案的落地;
2019年10月	江苏苏州		苏州相城区智能网联汽车公共测试道路:总长8.4公里,含13个交叉路口,将部署150套以上的激光雷达、毫米波雷达、多融合感知摄像头等路侧感知设备;
2019年10月	北京顺义	镭神智能 万集科技	顺义智能网联汽车特色小镇项目:项目参与方含星河亮点、海康威视,精准识别道路目标的移动位姿,总长共7.2公里,全路段共18个路侧包含13个交叉路口和5个非路口;
2019年12月	广东广州 生物岛	镭神智能 速腾聚创	生物岛智能网联汽车基地项目:项目参与方高新兴,总长5.5公里,共12个路口,针对2019年智能网联汽车驾驶大赛的IRE单元进行了安装激光雷达升级;
2019年12月	天津西青		天津(西青)创建国家级车联网先导区项目:开放测试路段总长24.5公里,年底前将实现天津南站商务区核心及周边区域车路协同环境全覆盖,部署路侧单元、边缘计算、激光雷达等智能化设施;
2019年12月	杭州萧山	速腾聚创	萧山5G智能网联车路协同系统项目:一期总长7公里,含7个路口,2个公交站台,路口部署路侧感知设备实时精确获取路口行人、机动车、非机动车的信息;
2020年	上海嘉定 汽车城	镭神智能 禾赛科技	上海嘉定国家级智能网联汽车示范项目:项目参与方嘉定淞泓,总长53.6公里,应有超过70个路口;
2020年4月	江苏苏州 高铁新城	镭神智能	苏州高铁新城智能网联汽车公共测试项目:一期总长8.4公里,二期总长27.5公里,一期共13个交叉路口,均配有路侧激光雷达;

时间	地点	供应商	项目简介
2020年6月	河北雄安新区	万集科技 速腾聚创	雄安新区绿色智能交通先行示范区：示范范围包括P1停车场至市民服务中心方圆1.2平方公里，将新建覆盖示范区的LTE-V和5G网络、对原有路灯杆改造为多功能信息杆柱，并部署由摄像头、激光雷达组成的感知体系；
2020年6月	浙江杭州		杭绍甬高速公路项目：总长135千米，将每隔200米在道路两侧设车路协同设备，包括RSU、摄像头、雷达等；
2020年7月	上海浦东		金桥智能网联汽车城市开放测试项目：一期总长30.6公里，初期将进行单车检测，随后逐步升级车路协同路侧设备；
2020年7月	重庆仙桃	镭神智能	重庆仙桃国际大数据谷智能网联汽车测试项目：C-V2X RSU路侧单元16套、6个激光雷达；总长度4.3公里，全程设置9个站点；
2020年8月	上海奉贤		奉贤区自动驾驶汽车开放测试示范区项目：开放7.8公里路段；

数据来源：各公司官网、国泰君安证券研究

2. 从视频监控看激光雷达成长逻辑

路端激光雷达的行业历史数据有限，因此我们通过参考视频监控行业的发展历程来预测路端激光雷达行业的未来。路端激光雷达与监控摄像头都是toG卖传感器的生意，不管是产品形态、产业链环节，还是客户群体、行业驱动力都非常相似。

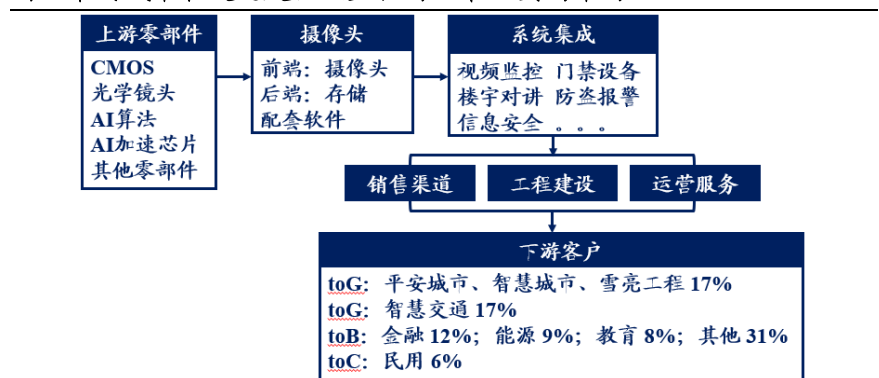
我们将从政策驱动、技术驱动、边际成本和核心竞争力的角度回顾视频监控行业发展历程，并尝试解答四个问题：

- 1) 政策驱动下，行业平均增速有多少？见 2.1
- 2) 技术驱动下，激光雷达在路端能拓展哪些新市场？见 2.2
- 3) 软件价值量提升，边际成本下降，行业毛利率能提升多少？见 2.3
- 4) 激光雷达技术层出背景下，整机厂商的核心竞争力是什么？见 3.1
- 5) toG 的销售费用需要控制在什么水平？见 3.4

2.1. 政策驱动增速稳定

按照下游客户划分，我国视频监控行业可分为toG、toB和toC，分别占市场规模的34%、60%和6%。其中，toG包括平安城市和交通是国内对摄像头需求最大的两个下游市场。

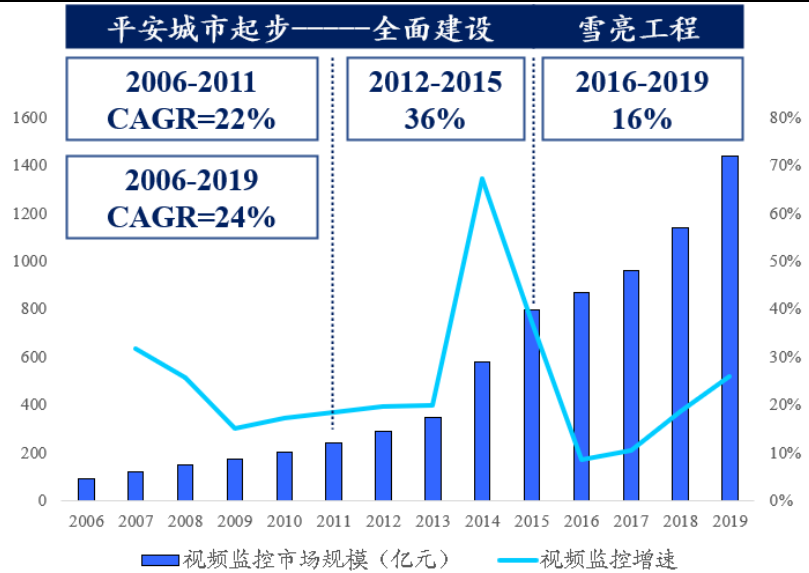
图 5.平安城市和交通是视频监控行业最主要的市场



数据来源：艾瑞咨询、国泰君安证券研究

视频监控在平安城市工程中的应用起步于 2005 年，到全面建设用了 5 年，五年 CAGR 为 22%。2011 年国务院发布《中国安防行业“十二五”发展规划》，2012 年作为主要采购方的公安部发布视频监控行业标准，2014 年八个部委联合发布《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》扫清监控系统跨部门合作的问题。三条重磅政策的推动下，各级政府全面铺开建设，在 2015 年基本完成目标，三年 CAGR 为 36%。

图 6.平安城市



数据来源：中安网、国泰君安证券研究

再看车联网行业，近三年内就出台了发展规划、行业标准、多部委合作的政策组合拳，随后作为主要采购方的交通部 2020 年 8 月发布了多个政策+标准文件，说明路端智能网联基础设施一定会加快建设进度。

表 3.车联网政策组合拳到位

时间	发文机构	政策文件
2020 年 8 月	发改委、国开行、农发行等六家银行	《关于信贷支持县城城镇化补短板强弱项的通知》 解决地方政府融资问题
2020 年 8 月	交通部	《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》
2020 年 8 月	交通部	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能交通相关）（征求意见稿）》
2020 年 6 月	工信部、人社部	《工业通信业职业技能提升行动计划实施方案》
2020 年 5 月	交通部	《关于深化推进公路工程技术创新工作的意见》
2020 年 5 月	工信部	《2020 年工业通信业标准化工作要点》
2020 年 4 月	工信部、公安部、国标委	《国家车联网产业标准体系建设指南（车辆智能管理）》
2020 年 4 月	发改委	首次明确新基建范围，包括信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施 出台长期战略规划
2020 年 3 月	发改委、工信部、交通部等 11 个部委联合	《智能汽车创新发展战略（正式稿）》 解决跨部门合作问题
2020 年 2 月	发改委、能源局等 8 个不同联合	《关于加快煤炭智能化发展的指导意见》

数据来源：中国政策网、国泰君安证券研究

由此得出我们第一个合理测算：平安城市示范区建设 5 年后，在全国城市中全面推进花了 3 年，在乡镇推进花了 5 年。结合《智能汽车创新发展战略（正式稿）》中的建设目标，我们预计智能网联示范区建设需要 5 年，从 2018-2022 年；在主要城市道路和高速公路推进需要 3 年，从 2023-2025；进一步拓展预计还需要 5 年；整体行业平均增速预计在 30-40%。

2.2. 技术升级解锁新市场

在行业发展的 20 多年中，视频监控行业发生过四次技术升级，每次技术进步，都提升了产品的功能性和易用性，降低了成本。根据海康威视公告数据，前端摄像头的单价从 2007 年的 4775 元，降低到了 2019 年的 85 元，12 年降低了 98%。其中 2007-2009 年，降幅最大，两年降了 53%，大概率是因为 CMOS 替代了 CCD 芯片带来的。

从应用领域来看，由于功能性和成本的改善，解锁了零售、公安、交通、政府、企业门禁、家用等多个千亿级的市场。根据中安网数据，2019 年我国视频监控市场规模为 1441 亿元，是 2006 年 91 亿元的 15.8 倍，CAGR 为 24%。

表 4. 技术进步将摄像头推入更多应用领域

阶段	产品特点	应用领域	竞争格局
20 世纪末 模拟监控	CCD 芯片贵，整体成本高 模拟信号传输距离短 VCR 磁带存储视频，存储空间有限，回放难	银行 博物馆	海外品牌统治
2000 年 数字监控	视频压缩技术进步 网络宽带开始普及，传输距离提升 DVR 替代 VCR 磁带，提升存储和回放难度 CCD 芯片贵	公安 交通	海外品牌统治 海康、大华成立
2010 年 网络高清	网络化：网络宽带普及，存储和回放更简单了 高清化：CMOS 像素密度快速提升 CMOS 替代 CCD，成本大幅降低	公安、交通 政府、企业 小商业	市场分散 海康市占率 8%
2015 年 智能监控	AI 算法成熟、加速芯片大幅提升算力；获得海量人脸数据，人脸识别算法成熟，无需人工回放； 像素高、清晰度提升	公安、交通 政府、企业 小商业 家用、汽车	市场集中度高 海康市占率 30% 华为、AI 公司入局

数据来源：中安网、国泰君安证券研究

与摄像头相似，激光雷达也经历了多次技术革新。从机械式到 MEMS 微电机式，功能性提升的同时，价格降低了 99%。功能性的提升体现在更小的体积、更高的产品一致性、更稳固的内部结构，以及更强大的软件功能。

随着 Flash 或 OPA 技术逐步成熟，激光雷达从 MEMS 混合固态到纯固态时代，预计性价比会有进一步的提升。预计当价格降低到 1000 元时，能广泛被用于智能汽车；当价格降低到 300 元时，能被用于智慧安防、智慧城市、AR/VR、消费电子等市场。

表 5. 技术进步将摄像头推入更多应用领域

阶段	产品特点	应用领域	竞争格局
2005 机械式	体积大、不便携、精度高 量产规模有限，售价在 70 万元	地理测绘 无人驾驶研发	个位数厂商 Velodyne
2016 至今 MEMS 混合固态	体积小、精度高、量产规模不受限 售价在 1-2 万元 预计 2022 年能降到 1000 元	测绘、无人驾驶研发、 Robotaxi 汽车、交通	大量厂商涌入 - 头部企业初现 速腾、禾赛、镭神
2025 纯固态	便携、精度高、易于量产、成本低 预计成本未来能降到几百元	地理测绘、Robotaxi 汽车、交通、安防 AR、消费电子	

数据来源：中安网、国泰君安证券研究

当价格降到 500-1000 元范围内，我们认为有大量公安和企业监控场景可以使用激光雷达补充或替代摄像头。如今的摄像头主要通过 AI 算法，对物体进行分类，通常能实现 98% 以上的准确率，然而依然存在大量场景是 AI 摄像头不擅长的，比如对人体动作的识别、对快速移动物体的识别、低能见度条件下的识别等。相比摄像头，激光雷达无需 AI 算法训练也能轻松实现这三点。因此，我们认为未来将有部分安防和企业监控场景，将会需要摄像头和激光雷达相互补充，甚至有些用途中只需要激光雷达。

基于上述推测，我们得出第二个合理测算：交通和安防行业对激光雷达的需求量在 8373 万台，随着单价越来越低，软件价值量的提升，市场空间合计为 2508 亿元。

表 6. 随着技术升级，激光雷达将解锁更多路端市场

需求场景	假设条件	需求/台	单价/元	市场空间/亿元
示范区	目前全国 61 个示范区，总长测算为 3 千公里		硬：2 万	硬：18
	预计未来全国将建设至少 186 个示范区	9 万	配：5000	套：27
	假设每 200 米设 2 个激光雷达		软：1 万	总：36
城市和高速 关键路口	根据公安部数据，全国有 15 万个城市交叉口		硬：1 万	硬：50
	根据金溢调研，全国需要 10 万个 ETC 收费点	50 万	配：5000	套：103
	假设每个关键路口需要 2 个激光雷达		软：5000	总：137
补充 2/3 交通 摄像头感知	目前全国交通摄像头保有量为 3000 万台		硬：1000	硬：200
	假设对其中 2/3 进行感知补充	2000 万	配：2500	套：656
			软：2000	总：874
全国主路 智能驾驶 感知覆盖	主要路段包括：所有城市道路 46 万公里，一二		硬：1000	硬：145
	级公路，及高速公路，共计 145 万公里	1447 万	配：2500	套：474
	假设每 200 米设 2 个激光雷达		软：2000	总：632
补充 1/3 安防 摄像头感知	目前全国安防摄像头保有量为 1.46 亿台		硬：500	硬：243
	假设对其中 1/3 进行感知补充或替代	4867 万	配：2500	套：622
			软：500	总：829
其他假设	假设解决方案集成环节市场规模是硬件、配件外加软件合计收入的 1/3； 配件主要为边缘加速器，平均每 9 个激光雷达配 1 个；软件为激光雷达配套软件； 假设随着软件价值量的提升，软件在售价中的占比也随之提升；			

注：“套”为激光雷达硬件+配件+软件市场规模；“总”为激光雷达硬件+配件+软件+解决方案集成市场规模；
数据来源：公安部、交通部、中安网、国泰君安证券研究

远期在消费端，AR眼镜被认为是5G时代革命性的智能终端。通过AR眼镜，用户可与虚拟世界中物体进行三维互动，而这些三维内容的制作需要能感知三维空间的传感器，这正是激光雷达擅长的。近期苹果新推出的iPhone 12上也搭载了激光雷达。然而，这部分市场还存在较多不确定性，我们暂时无法对市场空间进行测算，主要受制于两个问题。

- 需求端：专业的2D内容制作团队，如记者、摄影师、平面设计师，使用相机、图片处理软件、平面设计软件制作和编辑内容。如果把激光雷达看作是相机的3D升级版，专业AR内容制作机构会使用什么样的激光雷达来制作内容？
- 供给端：路端和车端的激光雷达厂商在掌握固态产品的设计和制造技术后，是否也能推出用于消费电子的产品或核心零部件？

2.3. 软件带来边际成本下降

对摄像头来说，从2016年开始的智能化是行业近几年的主要驱动因素。在AI的加持下，摄像头拓展了功能性以及整个监控系统的自动化水平，在售价上也有所体现。根据艾瑞咨询数据，2018年AI视频监控软硬件的售价在每路2万，是传统监控产品售价的4倍。AI产品的毛利率为80-90%，而传统产品仅为50-60%。

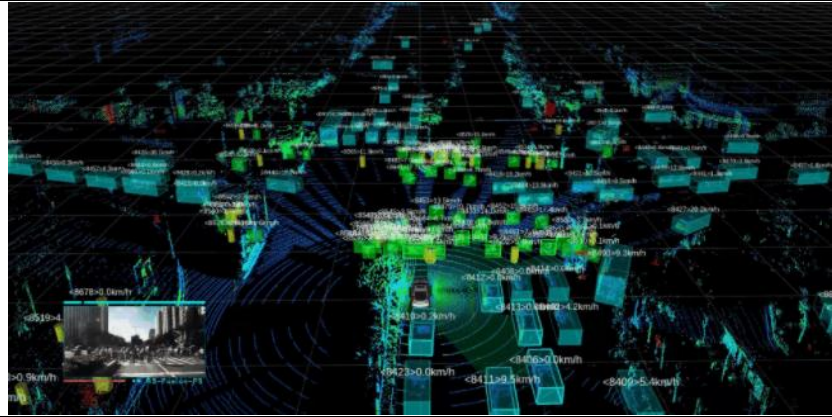
图 7.AI 摄像头售价是传统的 4 倍



数据来源：艾瑞咨询

与摄像头相似，专用化和智能化也是激光雷达的必经之路。相对标准化的激光雷达硬件，配合场景专用的软件，满足不同客户的需要。随着厂商服务客户的类别增加，专用软件也将从定制化，逐步走向模块化和标准化。同时，AI算法能提升激光雷达的识别和判断能力。目前，部分头部厂商已推出点云图识别的AI算法及开发组件，如Velodyne、Ouster、速腾聚创。

图 8.十字路口人车物体识别

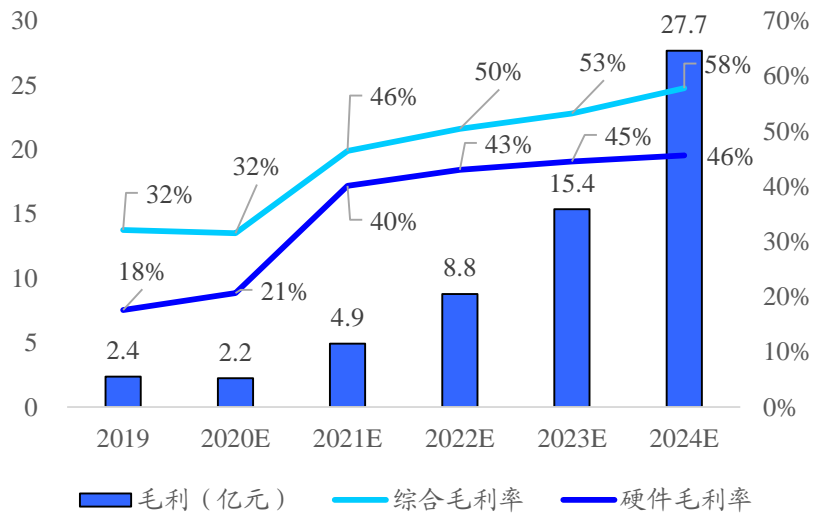


数据来源：速腾聚创

对于激光雷达来说，如果加入专用软件和 AI 功能，预计售价至少可以是原来的 2 倍，毛利率至少提升 10-15%

近期上市的 Velodyne 也在财务预测中体现了这一趋势。首先 2020 下半年，公司的泰国工厂开张，能将硬件毛利率提升 20 个百分点。2023 年，随着专用软件收入的提升，毛利率预计可以从 2022 年的 50%，提升至 2024 年的 58%。

图 9.软件占比提升带来的毛利率提升



数据来源：Velodyne

由此我们得出第三个合理假设：目前国内，在价格战的影响下，激光雷达软硬件的综合毛利率在 30% 左右，随着量产订单落地，预计能达到 40%。在规模化应用的 2-3 年后，专用软件和 AI 占比提升，路端激光雷达行业的综合毛利率有望提升到至少 50-60%。

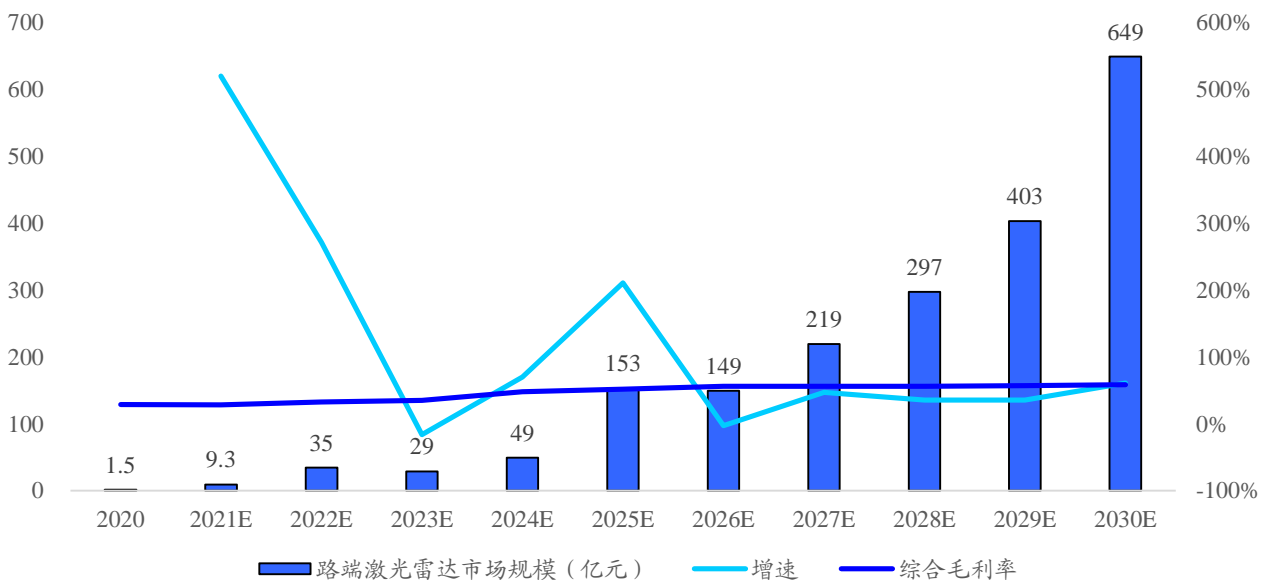
2.4. 市场规模测算

在以上三个章节中，我们主要从市场空间、行业平均增速和行业综合毛利率的角度对路端激光雷达行业进行了推测，包括三点：

- 基于合理假设，我们预计交通和安防行业对激光雷达的需求量在 8373 万台，随着单价越来越低，软件价值量的提升，市场空间合计为 2508 亿元；
- 参考视频监控的发展历程，我们预计智能网联示范区建设需要 5 年，从 2018-2022 年；在主要城市道路和高速公路推进需要 3 年，从 2023-2025；进一步拓展预计还需要 5 年；整体行业平均增速预计在 30-40%；
- 目前国内，在价格战的影响下，激光雷达软硬件的综合毛利率在 30% 左右，随着量产订单落地，预计能达到 40%。在规模化应用的 2-3 年后，专用软件和 AI 占比提升，路端激光雷达行业的综合毛利率有望提升到至少 50-60%。

在此基础上，考虑到激光雷达的更新换代周期在 5 年左右，且每年会从下游客户收取订单金额 20% 的维保服务费，我们得出激光雷达在路端未来 10 年的市场规模预测。

图 10.激光雷达在路端的 10 年预测



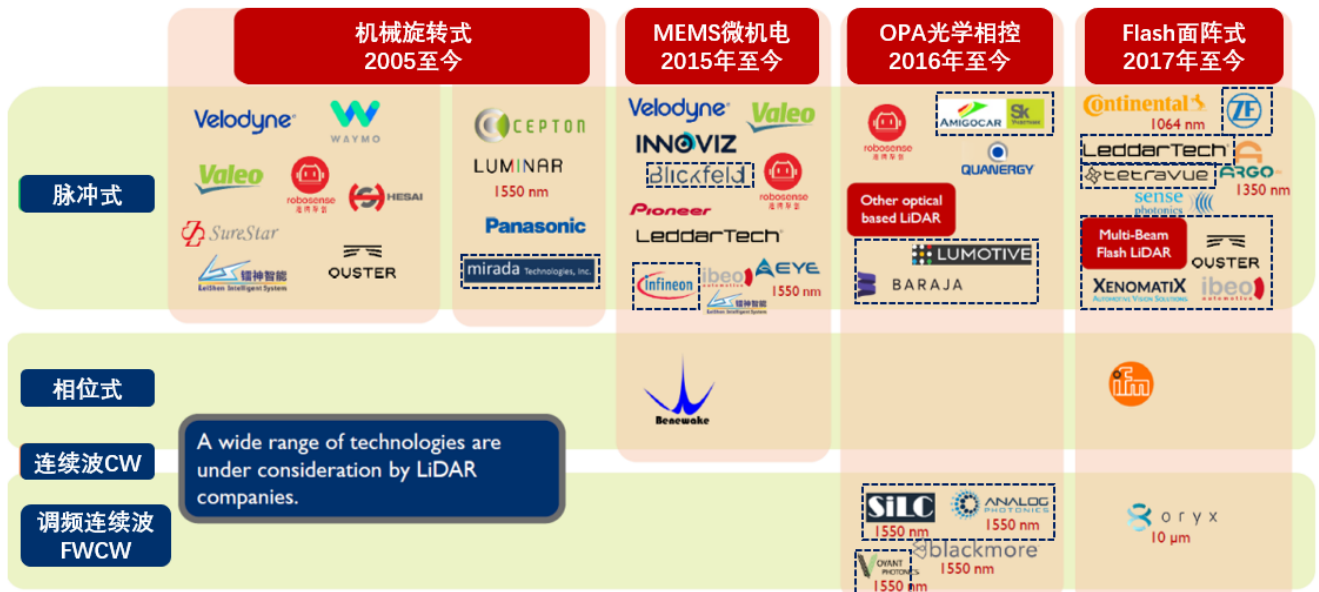
数据来源：国泰君安证券研究

3. 看好在交通行业有积累的厂商

3.1. 核心竞争力探讨

继续参考监控摄像头行业，20 世纪末的摄像头和现在的 AI 摄像头，除了镜头组以外，前端和后端是不同的产品。在这点上，激光雷达有过之而无不及，从 2005 年的机械式到 2019 年的 MEMS 微机电，再到 OPA 光学相控或 Flash 面阵式，除了原理和算法没变，结构和制造可以说是完全不同的产品了。

图 11.近五年密集出现激光雷达新技术路径



注意：虚线框为 2019 年新增的供应商；数据来源：Yole 2019 年数据、国泰君安证券研究

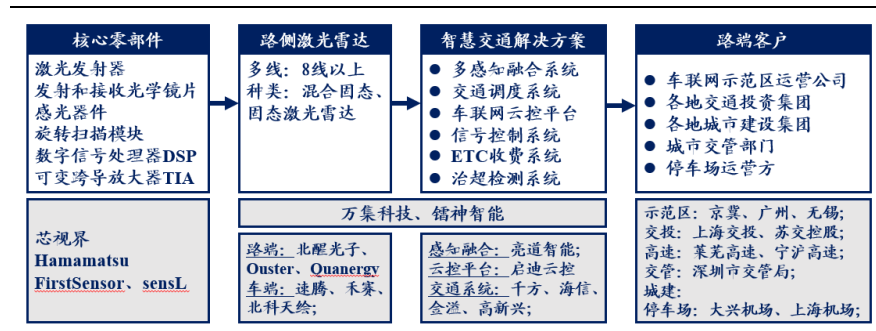
这样“汤和药全换”的变化可参考显示设备行业发展历程。机械式激光雷达就像是 CRT 显像管显示屏，所有的光电原理都通过机械组件来实现，而 OPA 或 Flash 固态激光雷达就像是如今 OLED 或 Mico LCD 显示屏。当年 CRT 显示屏的龙头中，部分厂商抓住了每一次技术变革走到了今日，如 Sony、LG；也有部分厂商在平面显示趋势中落后了，如 ViewSonic，还有部分厂商再也看不到了。

那些在每一轮技术升级中都胜出的厂商，要么是该技术的领导者，要么是领导者的紧密跟随者。对于前沿的技术趋势，他们都在主流市场之前就开始持续投入研发。在这个过程中，对厂商来说：核心能力是：1) 对新技术的预判；2) 对新技术的整合能力。

3.2. 产品由下游主导

在路端产业链中，激光雷达作为数据采集设备，需要与各类交通系统解决方案相互集成，并最终提供给各地交投集团、高速公路运营公司、城市交管部门等路端采购方。面向安防市场也是一样，采购方多为各个地方政府和国有企业，议价能力较强。

图 12.路端激光雷达通过智慧交通解决方案切入市场

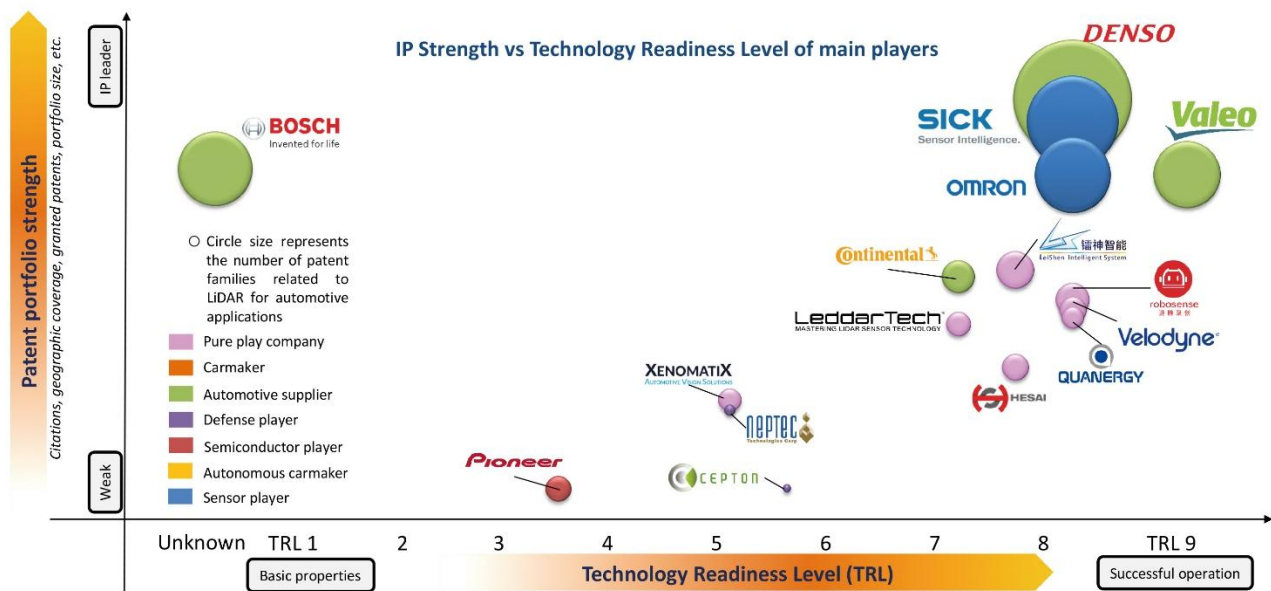


数据来源：国泰君安证券研究

激光雷达产品是否好用，是由应用场景和需求方决定的。这决定了厂商若想成为技术深耕型的商业模式存在难度。同时，由于车端和路端的采购模式迥异，也决定了兼顾两者存在组织架构上的难点。这点从车载摄像头供应商没有涉足安防交通市场，而海康从 2015 年就开始布局车载摄像头，但前装市占率较低，也能看出这点。

再看 2018 年专利咨询机构 KnowMade 的数据，目前专利数量和技术成熟度最高的激光雷达厂商是电装、法雷奥等 Tier 1，而纯粹的激光雷达厂商在专利和技术成熟度上均处于第二梯队，如 Velodyne、Quanergy、速腾聚创、镭神智能。这点再次说明，在激光雷达技术上领先的厂商，并不意味着在车载技术成熟度和专利壁垒的领先，而领先的反而是通过收购进入激光雷达行业，但更了解整车厂需求的 Tier 1。

图 13.专利与技术成熟度的魔力象限 下游决定上游



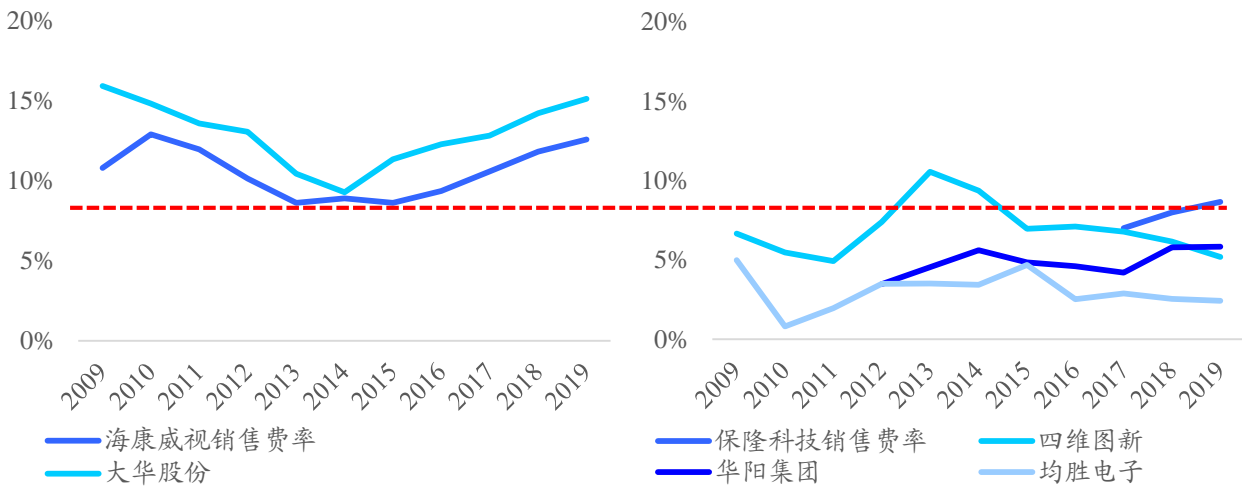
数据来源：KnowMade 2018 年数据

很多人会认为激光雷达在技术和成本上的高速发展，主要是技术驱动，而非下游主导，我们认为正相反。正是因为车端对激光雷达体积、成本等规格上的需求，才迫使厂商们积极研发 OPA、flash 等新技术方向，以此降低产品单价。

3.3. 下游看重服务

与车端不同，toG 行业的销售费率较高，海康和大华近十年的销售费率都在 8% 以上，而汽车电子龙头们则在 8% 以下，仅有 2013-2014 年超过。这主要是因为 G 端客户更为分散，在看重产品的同时，也非常看重服务，因此通常需要人员稳定的销售、售前和维护团队。

图 14.toG 视频监控厂商的销售费率远高于汽车电子



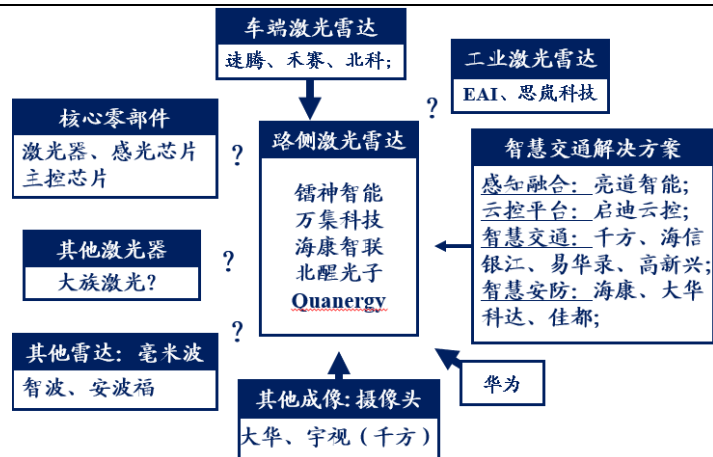
数据来源：WIND、国泰君安证券研究

3.4. 抓住先发机遇

在路端激光雷达赛道上，我们看好在交通领域有业务经验和客户资源的激光雷达供应商。符合要求的供应商包括：镭神智能、万集科技、海康智联和北醒光子。

当路端市场足够大的时候，还存在三类潜在进入者：1) 车端激光雷达厂商，如速腾聚创、禾赛科技、北科天绘等；2) 华为；3) 解决方案供应商向上游拓展，如千方科技、海信网络等。

图 15.车端和视频监控是行业最主要的潜在进入者



数据来源：国泰君安证券研究

如何看待来自巨头们的竞争？

与华为同台竞争是国内科技行业的新常态。与巨头们竞争并不意味着没有胜算，反而竞争压力会迫使企业提升组织管理效率，在对手犯错的时候胜出。历史上也不乏此类成长企业，在巨头们的压力下，依然成为行业龙头的案例，如今日头条、沃尔玛、亚马逊、奈飞。严格意义上说，新公司并不是取缔了传统巨头，而是以新玩法开辟了新市场，在新市场中成为龙头。

回到激光雷达行业，已进入路端的激光雷达厂商相比巨头们有两点优势：1) 专注，厂商需要找到一个细分客群或主流客群的细分需求点，将全公司的所有资源统一，由此切入，先成为这个细分市场的龙头，再横向扩张；2) 完全以市场为导向的先发机会，即使所有管理者都知道，也不是都能做到，尤其是规模大的企业，更是难以在内部为一个行业的客户协调多部门资源。

表 7. 三类潜在进入者存在优劣势

1) 车载激光雷达厂商	2) 华为	3) 解决方案商向上拓展
包括速腾聚创、禾赛科技、北科天绘，已经开始布局路端，比如上海嘉定国家级智能网联汽车示范区中就采用了禾赛的激光雷达产品；雄安 5G+智慧公交车路协同示范区中采用了速腾的产品。	华为已在视频监控行业中有较为深厚的积累，主要为视频监控后端运算存储提供 IT 基础设施，以及建设私有云。华为从 2019 年开始高调进入汽车行业，成立汽车事业部，旨在成为汽车电子的 Tier 1 供应商，还在 2020 年世界智能网联汽车大会上透露目前有 1 万人研发激光雷达，目标是把成本降至 100-200 美元。在路端，华为 2020 年推出“交通智能体”，为路端客户提供一套整体解决方案。	交通系统解决方案供应商，如千方科技、海信网络，以及智慧城市解决方案供应商，如大华股份、佳都科技等。
车端激光雷达在产品技术的迭代速度、量产能力和成本控制能力上是最领先的，在产品层面完全可以高端打低端，然而在 toG 行业中，合适比高端重要。		这类厂商在交通行业有多年业务和客户资源的积累，劣势则是在激光雷达技术积累上的缺失。如果不通过收购的方式获取，从零开始至少需要 3 年研发周期。
优：车规级驱使产品性价比卓越	优：品牌、渠道、成本控制力	优：在交通行业有资源积累
劣：需专注在车端，无暇顾及新市场	劣：还没有产品	劣：无力自主研发激光雷达

数据来源：国泰君安证券研究

3.5. 在路端已有积累

激光雷达在路端的市场，我们看好在交通领域有业务和客户资源积累的厂商。目前，符合条件的包括：万集科技、镭神智能、北醒光子。

3.5.1. 镭神智能

镭神智能成立于 2015 年，致力于提供性能优异、质量可靠、价格厚道的激光雷达和高效完善的整体解决方案。镭神的产品布局较广，包括面向工业、物流、机器人、无人机、车载和交通领域的客户超过 2000 家，还出口到韩国、日本、欧洲、加拿大等海外国家。目前，镭神有 300 多名员工，其中 100 多名研发，且分别在深圳和浙江拥有 4000 和 16000 平方米的激光雷达生产厂区。

表 8. 镭神的融资规模近 2 亿元

时间	轮次	金额	投资方
2015.07	天使轮	2000 万元	北极光创投
2016.07	A 轮	数千万元	招商局资本、陕西鸿创、北极光创投、如山资本
2017.12	A+轮	-	达晨财智
2018.04	B 轮	1 亿元	Fortune Capital、达晨财智、仁爱智汇、信业基金 深圳市嘉信元德、易津资本
2020.03	股权融资	-	同威资本

数据来源：企名片

镭神是目前在示范区市场案例最多的。从2018年就已率先陆续在北京、上海、广州、深圳、重庆、苏州、郑州、许昌、西安、常州等多个城市的自动驾驶示范区落地，布点覆盖信号灯、事故黑点、路口盲区、桥隧、学校行人过街等多种场景。

镭神已经为交通场景推出识别算法。基于激光雷达和摄像头融合感知的数据，系统不只是输出目标属性，还可直接判断并输出“交通逆行”、“交通拥堵”、“道路遗撒”、“车辆慢行”、“异常变道”、“占用应急车道”、“闯入事件”、“排队超限”、“停车”、“超速”、“V2P”等事件信息，满足车路协同丰富的道路场景智能化应用的需求。

图 16.镭神为路端场景推出摄像头和激光雷达融合产品



数据来源：镭神智能

与同类厂商相比，镭神在激光雷达领域拥有更加深厚的技术储备，体现在五点：

- **管理层对技术趋势的预判很准：**每次技术革新，都是第一个推出产品，包括目前路端激光雷达；
- **掌握多种雷达实现原理：**包括时间飞行法 ToF、相位法、三角法、调频连续波 FMCW；按扫描方式包括机械式、MEMS、混合固态；这使公司在多次技术革新中处于领先地位；
- **核心零部件都是自研的：**包括全固态激光发射和探测阵列、LD 和 APD 自动化封装、ASIC 加速芯片、TIA 芯片等。

3.5.2. 万集科技

万集科技成立于1994年，并于2016年上市A股，主要提供三块业务：ETC、动态称重、激光检测，2019年分别实现30、2.9和0.3亿元营收。万集是道路称重行业的龙头，在ETC行业市占率第二。

万集从2016年开始进入激光检测市场，先后推出9款激光雷达，分别针对车辆分型、轮廓测量、车载、工业、物流和车路协同场景。

万集在交通行业已积累了较多客户资源，尤其是各地交投集团、高速公路建设公司，及下属的系统集成商。借助集成商的渠道，万集的客户不局限于单一地区。根据2016年招股书数据，当期前十大客户包括陕西、武汉、天津、辽宁、安徽、云南等地区的交投集团。

在车联网智慧交通领域，万集提供两类产品：1) 信息采集设备，如摄像头、毫米波雷达、激光雷达和边缘计算节点；2) 针对测试示范区、城市和高速公路的智能网联云控平台。

图 17.万集在车路协同领域的产品布局



数据来源：万集科技官网

3.5.3. 海康智联

早在 2016 年，海康就以“5G 车联网示范试点工程一期项目”为契机，展开适用于智能驾驶的车端和路端智能网联产品，并在 2019 年成立海康智联科技，专注于为发展承载自动驾驶和智慧出行的交通信息基础设施。

海康智联主要提供四类车路协同产品：多种感知设备、车联网通信与边缘计算终端、云控平台和车路协同应用系统，覆盖从道路感知到车路协同应用的全面产品线。海康智联的产品目前被用于位于浙江桐乡、浙江德清和上海安亭的智能网联示范区。

图 18.海康智联的产品线齐全



数据来源：海康智联

3.5.4. 北醒光子

北醒光子成立于 2015 年，专注于为交通、安防、工业、物流，以及无人机与机器人等物联网领域提供激光雷达产品。针对不同场景，北醒的产品矩阵齐全，从手指大小的单点测距雷达，到量程 300 多米的高性能 3D 激光雷达。

北醒的产品多为纯固态，且大多都通过了工业级测试，防水防尘。在固态趋势下，北醒还推出了面阵原理的激光雷达，及自研抗串扰芯片。软件层面，北醒提供 SLAM 算法 SDK 套件，及在各类场景下的物体识别解决方案，帮助企业部署应用。

北醒的销售模式主要通过渠道+线上直销，根据官网数据，目前已发展 33 家全球代理商，企业客户数超过 3000 家。北醒已完成 4 轮融资，目前处在 B+轮，投资方包括 IDG、凯辉等知名投资机构。

表 9.北醒的投资方不乏知名机构

时间	轮次	金额	投资方
2015.12	A 轮		IDG、科沃斯
2016.11	A+轮	12.5 亿元	顺为资本
2018.02	B 轮		凯辉基金
2019.01	B2 轮 战略投资		达泰资本、顺为资本、IDG 凯辉基金、凯思博投资

数据来源：企名片

3.6. 或从车端切入

当路端激光雷达市场规模逐渐扩大，部分车端激光雷达厂商也会进入行业。车端激光雷达在产品技术的迭代速度、量产能力和成本控制能力上是最领先的，在产品层面完全可以实现高端打低端，然而在 toG 行业中，合适比高端重要。车端激光雷达厂商进入路端市场，首先需要积累对交通行业的业务的理解，逐步积累路端客户。

同时，对车端厂商来说，目前正是进入智能驾驶车型研发的最佳时期，而在这时候进入交通行业，有可能分散解决方案研发和市场销售团队资源，尤其是在整车厂和交通客户采购方式大相径庭的背景下。

3.6.1. 速腾聚创

速腾聚创成立于 2014 年，致力于提供以市场为导向的，具有信息理解能力的智能激光雷达系统，而不只是硬件产品。速腾聚创目前在全球已有 500 多名员工，其中核心研发团队超过 80 人。

表 10.速腾是唯一获得整车厂战略投资的厂商

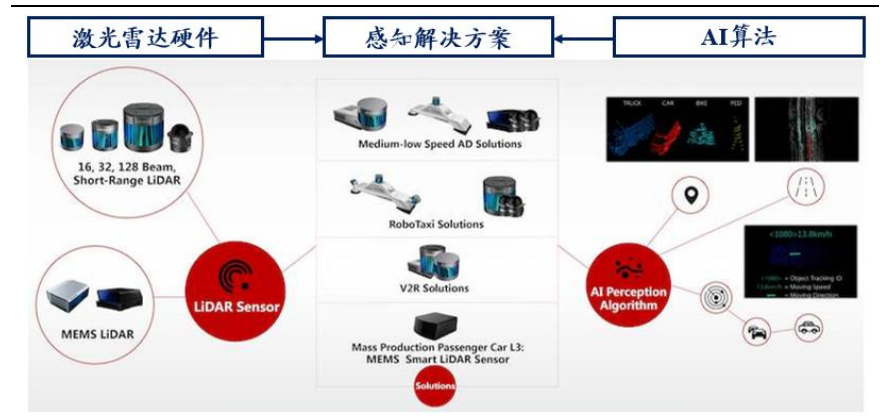
时间	轮次	金额	投资方
2015.01	天使轮	数千万元	东方富海
2016.01	A 轮	数千万元	东方富海、普禾资本
2016.06	A+轮	数千万元	昆仲资本、复星锐正
2017.11	B 轮		海通开元、海通新能源
2018.05	C 轮		粤民投、北汽产投、普禾资本
2018.10	战略融资		北汽产投、尚颀资本 菜鸟网络、菜鸟驿站

数据来源：企名片

速腾在主流技术路径上均有布局，包括机械式、MEMS、Flash，且非常重视软件端的研发，在 AI 算法和 SDK 上领先同类厂商。在软硬件产品的基础上，速腾还为整车厂推出多感知融合的解决方案，而这个环节通常是由 Tier 1 提供，说明公司是真正在以市场为导向。

相比于路端市场，速腾聚创在车端的积累更加深厚。2018 年，速腾聚创获得北汽和上汽的战略投资，还在 2019 年 9 月与一汽宣布进入合作深化期。

图 19.速腾聚创提供端到端智能激光雷达系统



数据来源：速腾聚创

3.6.2. 禾赛科技

禾赛科技同样成立于 2014 年，致力于打造创新型传感器解决方案，兼顾顶尖的性能、量产能力和可靠性。禾赛目前已有 800 多人的团队，分布在全球各地，与速腾不同，禾赛在产业链的定位上更专注于自动驾驶，且无意成为 Tier 1。

表 11. 禾赛融获得 Tier 1 的战略投资

时间	轮次	金额	投资方
2015.01	天使轮	百万美元	PreAngel、远瞻资本、大米创投
2017.05	A 轮	1.1 亿元	高达投资、将门创投、远瞻资本、磐谷创投
2018.05	B 轮	2.5 亿元	高达投资、远瞻资本、磐谷创投、将门创投、真格基金、光速中国、百度投资并购部
2019.09	股权融资		苏州启元
2020.01	C 轮	12 亿元	安森美半导体、博世创投、光速中国、启元投资、启明创投、德同资本

数据来源：企名片

禾赛主打小尺寸高性能的机械式激光雷达产品，性能上与 Velodyne 不相上下，且在成本控制上超过对方，这也值得禾赛的产品在美国非常受欢迎。2019 年，在加州交管局公布的测试里程前 15 名的 Robotaxi 供应商中，超过 10 家采用禾赛的产品作为主雷达。

4. 风险提示

4.1. 降价速度不及预期

激光雷达在车端和路端的大规模使用是建立在价格能降低的前提下，预计在车端需要在 3 年内降低到 700 元以内，预计在路端需要降低至千元以内。在不损害利润空间的前提下，激光雷达有三种降价途径：1) 大规模量产带来的；2) 精细化生产、自动化生产带来的；3) 技术升级带来原材料和构造改变带来的。

途径 1 需要足够大的订单；途径 2 需要企业管理能力的提升；途径 3 需要技术攻关，而这三点都存在不确定性。

4.2. 接受度不及预期

路端下游客户包括示范区、城市和高速道路运营商。目前，示范区客户对激光雷达的接受度较高，主要是从车路协同技术测试和应用验证角度出发的，而城市和高速客户采纳新技术的出发点通常是能解决痛点，带来业务效率提升。激光雷达在这点上还需要更多应用案例支撑。

4.3. 建设进度不及预期

路端示范区、智慧高速、智慧交通对智能网联感知设备的建设规划和速度存在不确定性。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格

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或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，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，特此声明。

免责声明

本报告仅供国泰君安证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。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。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。

本报告的信息来源于已公开的资料，本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可升可跌。过往表现不应作为日后的表现依据。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，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。

本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

本公司利用信息隔离墙控制内部一个或多个领域、部门或关联机构之间的信息流动。因此，投资者应注意，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或期权并进行证券或期权交易，也可能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。在法律许可的情况下，本公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。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“国泰君安证券研究”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息或进而交易本报告中提及的证券。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议，本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

评级说明

	评级	说明
1. 投资建议的比较标准 投资评级分为股票评级和行业评级。以报告发布后的 12 个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数涨跌幅为基准。	增持	相对沪深 300 指数涨幅 15%以上
	谨慎增持	相对沪深 300 指数涨幅介于 5%~15%之间
	中性	相对沪深 300 指数涨幅介于 -5%~5%
	减持	相对沪深 300 指数下跌 5%以上
2. 投资建议的评级标准 报告发布日后的 12 个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期的沪深 300 指数的涨跌幅。	增持	明显强于沪深 300 指数
	中性	基本与沪深 300 指数持平
	减持	明显弱于沪深 300 指数

国泰君安证券研究所

	上海	深圳	北京
地址	上海市静安区新闻路 669 号博华广场 20 层	深圳市福田区益田路 6009 号新世界商务中心 34 层	北京市西城区金融大街甲 9 号 金融街中心南楼 18 层
邮编	200041	518026	100032
电话	(021) 38676666	(0755) 23976888	(010) 83939888
E-mail:	gtjaresearch@gtjas.com		