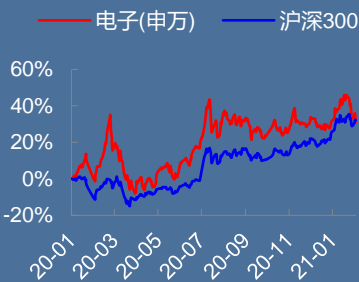




Research and  
Development Center

# 禾赛科技：走在行业前列的激光雷达新锐

2021年02月05日



数据来源: Wind, 信达证券研发中心

方 竞 电子行业首席分析师

联系方式: 15618995441

执业编号: S1500520030001

邮 箱: fangjing@cindasc.com

刘 志 来 研究助理

联系方式: 17621917725

邮 箱: liuzhilai@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编: 100031

# 走在行业前列的激光雷达新锐

2021年02月05日

## 本期内容提要:

◆**走在行业前列的激光雷达新锐。**禾赛科技成立于2014年10月,是全球领先的激光雷达厂商。公司通过自研芯片器件,实现产品性能的系统级优化。并且公司不断推出引领市场的产品,包括适用于无人驾驶领域的Pandar128(128线旗舰级激光雷达),PandarQT(64线近距盲区激光雷达);适用于机器人领域的PandarXT(32线中距机械旋转式激光雷达)等。近年来,公司的新产品推出保持稳定,全面覆盖无人驾驶、ADAS、机器人、车联网领域的市场需求

公司营收快速增长,2017-2020年Q3,公司分别实现营收0.20亿元、1.33亿元、3.49亿元及2.53亿元。毛利率高达76.21%。同时,激光雷达系统结构精密且复杂,研发与制造壁垒较高,公司是高线数激光雷达的领军企业,多项产品的性能处于行业领先地位,市场认可度高,具备较强的定价权。因此毛利率一直处于较高水平,2017年至2020年Q3分别为74.52%、75.61%、76.21%、71.18%。

公司三位创始人孙恺、李一帆、向少卿分别持有公司10.23%、9.90%、9.90%的股份,并且设置为A类股份,每份A类股份拥有的表决权数量为每份B类股份的5倍,三人合计持有表决权比例为68.21%。三位创始人还通过员工持股平台上海乐以间接控制3.24%的表决权,合计控制的表决权比例为71.45%。此外,公司还获得知名汽车电子硬件及软件厂商的青睐,如博世、百度、ON Semiconductor等厂商投资入股。

◆**自动驾驶风渐起,激光雷达显身形。**激光雷达是实现无人驾驶等技术的核心。在汽车产业“电气化、共享化、网联化、智能化”的“新四化”驱动下,激光雷达市场空间广阔。激光雷达主要应用场景包括无人驾驶、ADAS、服务机器人、车联网,目前公司产品主要应用于无人驾驶领域,预计未来推出更多产品覆盖各个市场。据沙利文预测,至2025年全球激光雷达市场规模为135.4亿美元,较2019年可实现64.5%的年均复合增长率,其中,中国激光雷达市场规模将达到43.1亿美元,较2019年实现63.1%的年均复合增长率。

◆**无人驾驶、ADAS浪潮推动公司迅速发展。**随着自动驾驶浪潮,公司迎来快速发展,2019年禾赛科技在无人驾驶市场形成的销售金额超过3700万美元,是全球无人驾驶领域销售金额最高的激光雷达供应商之一。与此同时,公司激光雷达销量呈现快速增长态势,2017-2020年前三季度,分别销售126台、1232台、2890台、2132台激光雷达。而且主打产品的价格基本保持稳定,均价大多在10万元/套以上。

◆**募投项目:**公司拟发行不超过6360万股,募集资金20亿,投向智能制造中心项目、激光雷达专属芯片项目和激光雷达算法研发项目。其中,智能制造中心项目将帮助公司在激光雷达各产品线的生产工艺优化以及测试环境等方面,实现业内领先的生产能力,为大规模量产做好准备;激光雷达专属芯片项目将进一步加强公司在激光雷达芯片化技术及器件等方面的研发和产品化建设;激光雷达算法研发项目将提升公司激光雷达相关的算法能力,以为乘用车、车联网等领域的客户提供产品及算法的解决方案。

◆**风险因素:**专利相关的诉讼风险;产品技术路线的风险;研发失败及研发成果无法产业化的风险;市场需求波动的风险;行业竞争的风险;毛利率下降的风险。

## 目录

一、禾赛科技：走在行业前列的激光雷达新锐	5
1、全球领先的的激光雷达厂商	5
2、汽车智能化带动营收快速增长	7
3、持续加大研发投入，技术创新引领未来	8
4、AB 股制度，管理层掌舵公司方向	10
5、管理团队功底深厚	11
二、自动驾驶风渐起，激光雷达显身形	12
1、激光雷达技术不断迭代，应用范围逐渐拓宽	12
2、下游市场蓬勃发展，激光雷达有望大显身手	14
三、无人驾驶、ADAS 浪潮推动公司迅速发展	17
1、技术实力领先，推动公司快速成长	17
2、公司竞争优势凸显	20
3、上下游协同发力	22
4、系统→芯片→算法的战略规划	23
四、募投加码激光雷达	25
1、智能制造中心项目	26
2、激光雷达专属芯片项目	26
3、激光雷达算法研发项目	27
风险因素	28

## 表目录

表 1: 发行前后公司股本结构	10
表 2: 激光雷达主要测距方法	12
表 3: 激光雷达主要技术方案	12
表 4: 激光雷达行业发展概况	13
表 5: 激光雷达下游产业链	14
表 6: 激光雷达主要应用场景	14
表 7: 禾赛科技激光雷达主要核心技术	18
表 8: Pandar128 与其他公司 128 线旗舰产品参数对比	19
表 9: PandarXT 与其他公司同类竞品参数对比	20
表 10: 行业内主要的激光雷达公司基本情况	20
表 11: 近两年公司向前五供应商采购情况	23
表 12: 募投资金用途 (万元)	25
表 13: 智能制造中心项目投资概算 (万元)	26
表 14: 激光雷达专属芯片项目投资概算 (万元)	27
表 15: 激光雷达算法研发项目投资概算 (万元)	27

## 图目录

图 1: 激光雷达主要应用场景	5
图 2: 禾赛科技可销售产品型号演变	5
图 3: 禾赛科技主要产品板块	6
图 4: 禾赛科技部分客户	6
图 5: 禾赛科技历年主营收入情况 (单位: 亿元)	7
图 6: 禾赛科技历年主营构成 (单位: 亿元)	7
图 7: 禾赛科技主营业务毛利率及净利率	8
图 8: 禾赛科技各产品毛利率情况	8
图 9: 禾赛科技期间费用 (单位: 亿元)	8
图 10: 禾赛科技净利润 (单位: 亿元)	8
图 11: 公司员工构成比例	9
图 12: 公司员工受教育程度	9
图 13: 公司激光雷达核心技术	9
图 14: 禾赛科技股权结构图	10
图 15: 禾赛科技创始人团队	11
图 16: 全球激光雷达市场规模 (单位: 亿美元)	15
图 17: 中国激光雷达市场规模 (单位: 亿美元)	15
图 18: 激光雷达在自动驾驶出租车/卡车的市场规模 (单位: 亿美元)	16
图 19: 全球激光雷达在 ADAS 的市场规模 (单位: 亿美元)	16
图 20: 全球激光雷达在移动机器人领域的市场规模 (单位: 亿美元)	16

图 21: 全球激光雷达在车联网的市场规模 (单位: 亿美元) .....	16
图 22: 禾赛科技激光雷达产能产量情况 .....	17
图 23: 禾赛科技主要激光气体传感器产能产量情况 .....	17
图 24: 禾赛科技激光雷达产品销量 (套) .....	17
图 25: 禾赛科技激光雷达产品均价 (万元/套) .....	17
图 26: Pandar64 及可比产品在不同距离下的点云数目 .....	18
图 27: Pandar40P 及可比产品在不同距离下的点云数目 .....	19
图 28: 三家激光雷达领域公司营业收入比较 (亿元) .....	21
图 29: 三家激光雷达领域毛利率比较 .....	21
图 30: 三家激光雷达领域公司净利润比较 (亿元) .....	22
图 31: 禾赛科技主营业务收入按区域划分 .....	22
图 32: 禾赛科技近年前五大客户营收占比情况 .....	23
图 33: 禾赛科技 2019 年前五大客户销售情况 .....	23
图 34: 禾赛科技发展战略 .....	24
图 35: 公司激光雷达专用芯片及功能模块示意图 .....	24
图 36: 禾赛科技激光雷达芯片化发展路线 .....	25
图 37: 募集资金使用安排 (亿元) .....	26

# 一、禾赛科技：走在行业前列的激光雷达新锐

## 1、全球领先的的激光雷达厂商

禾赛科技成立于 2014 年 10 月，是全球领先的 3D 传感器（激光雷达）厂商。公司以激光气体传感器起家。2016 年公司在原有激光气体遥感技术的积累之上拓展了新的发展方向——无人驾驶激光雷达，公司充分利用在光路设计、电子信号处理等方面的技术积累完成了产品的快速开发。2017 年公司发布 40 线激光雷达 Pandar40，推出后受到行业广泛关注，被逐步应用于世界范围内多个无人驾驶项目。

2017 年底，公司预判行业终局中激光雷达的高性能、低成本化和高可靠性将会是机器人和量产车 ADAS 市场最重要的核心能力，因此公司成立芯片部门，部署芯片技术发展方向，开始自主设计芯片。

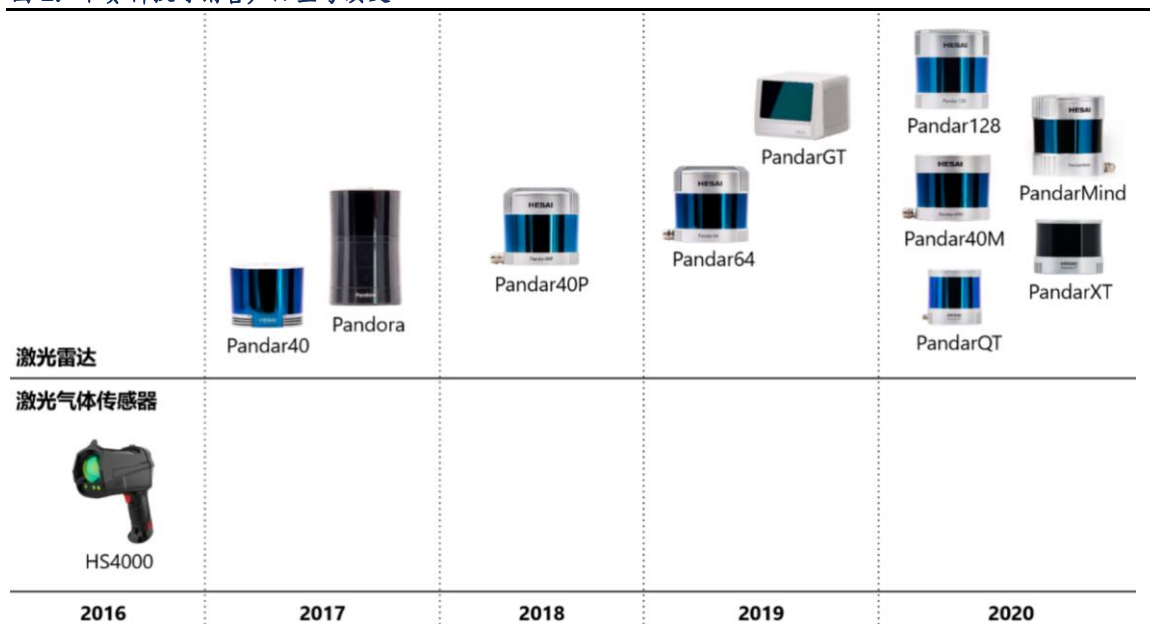
2018 年 4 月公司推出性能升级的 Pandar40P，2019 年 1 月推出 64 线激光雷达产品 Pandar64。这两款产品受到了世界范围内头部无人驾驶公司的广泛认可，至 2020 年公司客户已遍布全球 23 个国家。美国加州 DMV 公布的 2019 年无人驾驶测试里程数排名前 15 位的企业中，超过一半选用了公司产品作为无人驾驶车队的主激光雷达。

图 1：激光雷达主要应用场景



资料来源：禾赛科技官网，信达证券研发中心

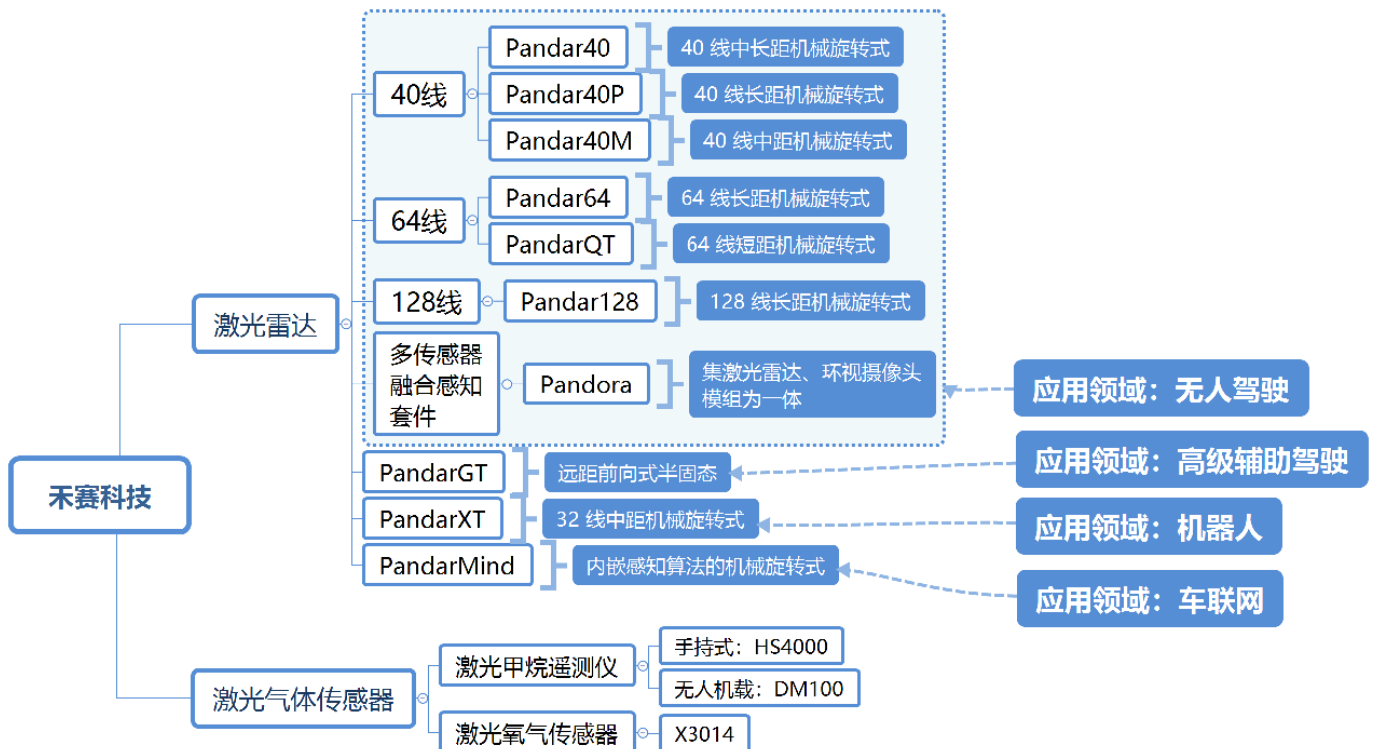
图 2：禾赛科技可销售产品型号演变



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

公司目前产品包括用于无人驾驶和机器人的激光雷达，以及用于能源行业安全巡检的激光遥测系统等。其中激光雷达是公司目前的主打产品。公司近年来稳定推出新激光雷达产品，全面覆盖无人驾驶、ADAS、机器人、车联网领域的市场需求。此外，公司通过自研芯片器件，实现产品性能的系统级优化。公司推出的引领市场的产品包括：128线机械旋转式激光雷达 Pandar128、PandarQT、PandarXT 等。

图 3: 禾赛科技主要产品板块



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

公司产品已服务的客户包括：北美三大汽车制造商中的两家、德国四大汽车制造商之一、美国加州 2019 年 DMV 路测里程前 15 名中过半的自动驾驶公司，和大多数中国领先的自动驾驶公司。这其中包括了全球最大的三家移动出行服务公司中的两家、全球最大的汽车零部件供应商博世集团、全球最大的自动驾驶卡车公司之一，和全球最大的自动驾驶配送公司之一等知名公司。

图 4: 禾赛科技部分客户



资料来源：禾赛科技官网，信达证券研发中心

## 2、汽车智能化带动营收快速增长

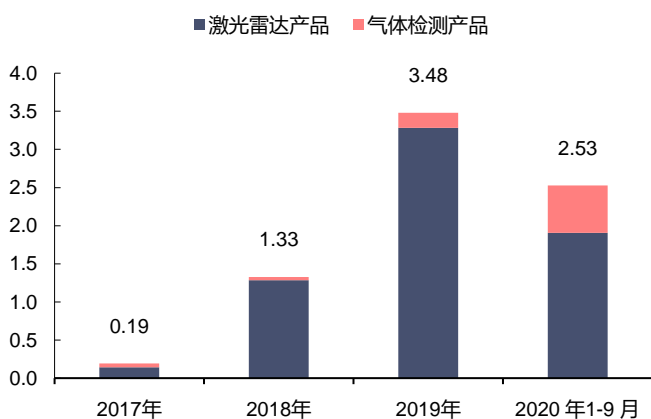
近年来，得益于自动驾驶的发展趋势，激光雷达快速放量，公司实现快速成长。2017-2020年Q3，公司分别实现营收0.20亿元、1.33亿元、3.49亿元及2.53亿元。2020上半年受海外疫情的影响，增速有所放缓，但随疫情缓解，三季度已出现明显反弹，同比增长28.54%。

具体而言，2017年4月，公司推出Pandara40（40线中长距激光雷达），当年即实现销售收入0.14亿元；2018年4月，公司推出Pandara40P（40线长距激光雷达），较前款有更优的测远能力，具备较强的抗干扰功能且性能稳定，在该产品的推动下，2018年公司40线激光雷达实现收入1.15亿元，同比大幅增长749.14%；

2019年1月，公司正式推出Pandara64（64线长距激光雷达），其在远距离物体检测性能、分辨能力、多传感器同步精度等方面的优势获得市场认可，当年产生收入2.24亿元，占激光雷达销售收入的68.09%；

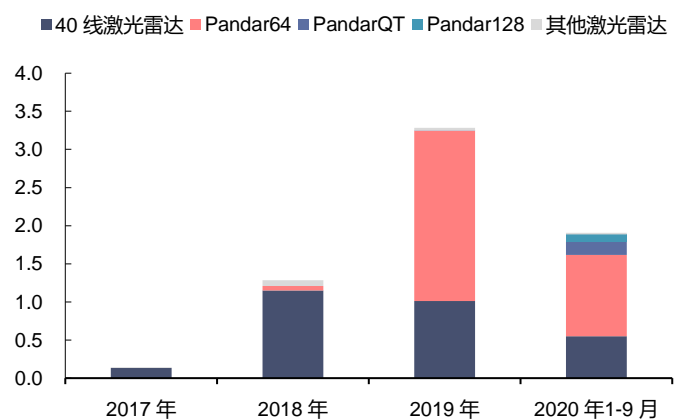
2020年1月，PandaraQT（64线短距激光雷达）开始销售，前三季度实现0.17亿元收入，该型号将最小可探测距离从过往型号的0.3m降至0.1m，能够更好地针对盲区，功耗更低，在自动驾驶上应用前景广泛；此外，公司最新款Pandara128（128线长距激光雷达）于2020年9月发布，当月即实现939.23万元的收入。

图5：禾赛科技历年主营收入情况（单位：亿元）



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

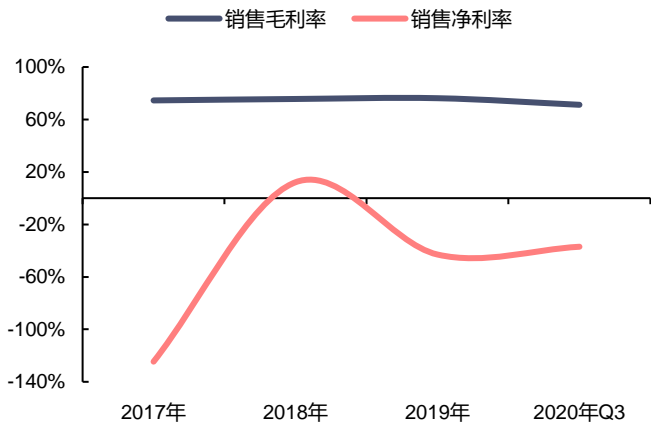
图6：禾赛科技历年主营构成（单位：亿元）



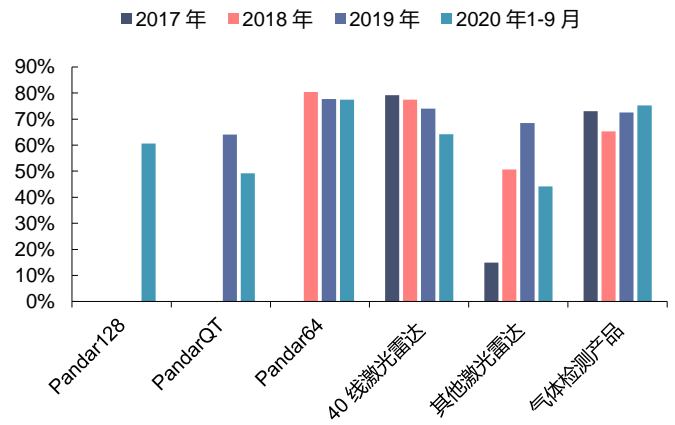
资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

激光雷达系统结构精密且复杂，研发与制造壁垒较高，公司是高线数激光雷达的领军企业，多项产品的性能处于行业领先地位，市场认可度高，具备较强的定价权。公司毛利率一直处于较高水平，2017年至2020年Q3分别为74.52%、75.61%、76.21%、71.18%。

就具体产品而言，128线新品Pandara128于2020年9月推出，目前体量较小，毛利率为60.67%；公司主打的Pandara64维持了较高的毛利率水平，2020年前三季度毛利率为77.47%；随着公司重心向高线数激光雷达产品转移，40线激光雷达售价整体呈下降趋势，故其毛利率亦逐渐降低，但仍维持64.23%的高水平；PandaraQT定位于近距盲区检测，售价较低，因而毛利率水平较其他产品亦较低。此外，2020年1-9月的气体检测产品毛利率创下75.24%的新高。

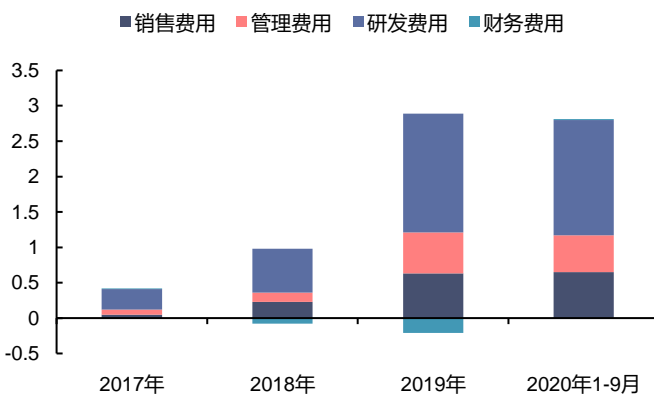
**图 7：禾赛科技主营业务毛利率及净利率**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

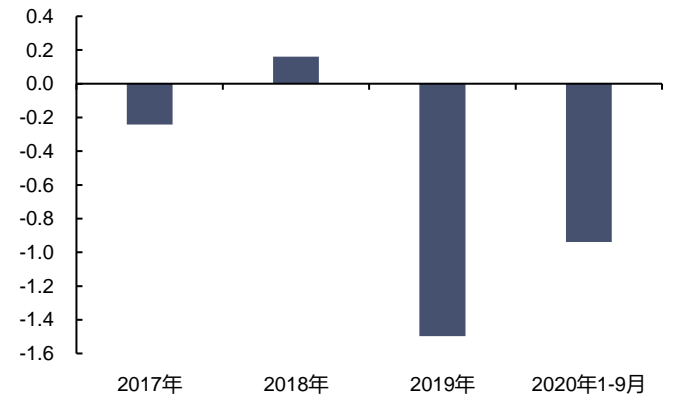
**图 8：禾赛科技各产品毛利率情况**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

净利润方面，2017-2020 年 Q3，公司净利润分别为-0.24 亿元、0.16 亿元、-1.50 亿元、-0.94 亿元，公司尚处于快速扩张阶段，研发投入力度较强，2017-2020 年三季度累计投入高达 4.23 亿，导致公司利润端出现亏损。随着公司体量增加，预计未来规模效应会更加显著，帮助公司盈利能力改善。而且公司已经在部分年份实现盈利，2018 年盈利 1611 万元，2019 年因为受到计提诉讼相关的专利许可补偿的影响，公司净利润转负，如果加回营业外支出，则盈利为 1036.5 万元；2020 年受疫情影响，上半年部分客户需求出现临时性放缓，而研发投入、期间费用较高，因此出现前三季度亏损 0.94 亿元。

**图 9：禾赛科技期间费用（单位：亿元）**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

**图 10：禾赛科技净利润（单位：亿元）**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

### 3、持续加大研发投入，技术创新引领未来

**公司坚持技术导向，对研发不吝投入。**激光雷达行业处于高速发展阶段，公司专注研发并持续不断优化产品性能，积累核心模块的开发经验，此外还前瞻性部署了芯片、算法领域技术，使核心功能模块芯片化。

2017 年公司收入体量较小，故研发费用占营收比重高达 151%；随着公司市场份额的上升，研发占比降至 2019 年的 48%，但研发投入仍持续增加，2019 年上升至 1.68 亿元。随着无人驾驶商业化的持续高速发展，其技术上的优势已通过产品得以体现，高比例的研发费用为公司的技术创新和人才培养等机制奠定了基础。截至 2020 年 9 月 30 日，公司共拥有 167



项中国境内专利，其中 38 项为发明专利、88 项为实用新型专利、41 项为外观设计专利；在中国境外公司及其子公司共拥有 10 项专利。

公司十分重视技术研发工作，研发管理团队一直保持稳定，具有丰富经验。截至 2020 年 9 月 30 日，公司研发人员 270 人，占员工总数比例高达 53.78%，已培养了覆盖公司研发各领域的专业技术人才。并且 50% 左右的工作人员拥有硕士及以上学位，81% 的员工本科及以上学历。高学历员工及高占比研发人员，为公司产品创新提供了足够的技术人才及知识储备。

图 11: 公司员工构成比例

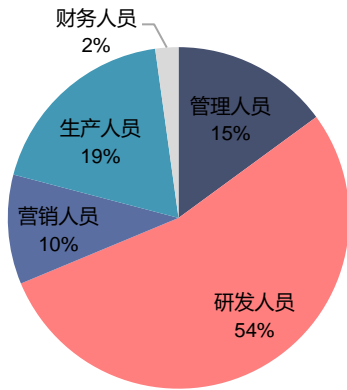
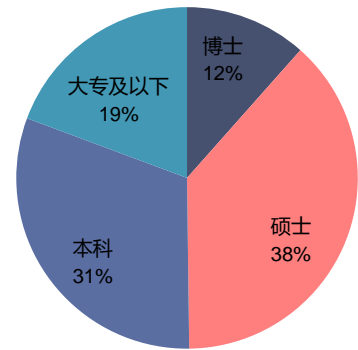


图 12: 公司员工受教育程度

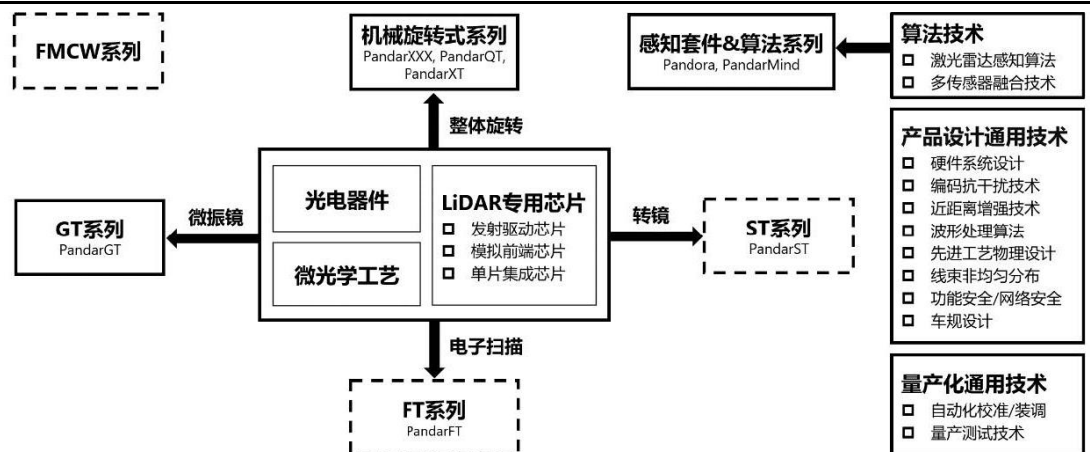


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

公司的激光雷达系统开发经验丰富，处于行业前沿。公司积极开发机械、半固态、固态式激光雷达技术以适应不同场景的差异化需求，FMCW 激光雷达技术也作为未来产品的技术储备正在不断开发当中。此外，公司牢牢把握技术的前瞻性，通过核心模块芯片化使激光雷达高性能、低成本、高集成度，真正与竞争对手拉开技术代差。目前芯片化技术的开发成果有：芯片化 V1.0 多通道激光驱动芯片及多通道模拟前端芯片已完成量产，并应用于多个激光雷达研发项目和 PandarXT 的量产项目；此外高精度数字化技术已应用于公司产品，模拟数字转换芯片已进入开发后期，公司在 SoC 芯片方面已有技术储备。

图 13: 公司激光雷达核心技术



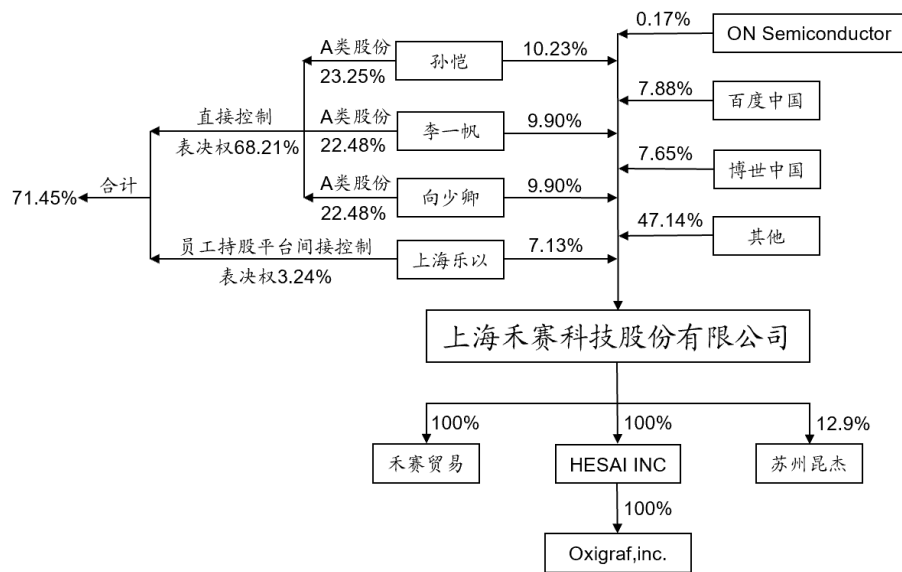
资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

#### 4、AB 股制度，管理层掌舵公司方向

公司实际控制人为孙恺、李一帆、向少卿，本次发行前，三人股权比例分别为 10.23%、9.90%、9.90%，合计持有公司股份 1.08 亿股，并且设置为 A 类股份，每份 A 类股份拥有的表决权数量为每份 B 类股份拥有的表决权数量的 5 倍。因此三人合计持有表决权比例为 68.21%，此外三人还通过员工持股平台上海乐以间接控制比例为 3.24%的表决权，共同合计控制的表决权比例为 71.45%。

公司还获博世、百度、ON Semiconductor 等知名汽车电子硬件及软件厂商的青睐，百度作为第二大机构投资者，持股 7.88%，其自动驾驶技术部总经理王云鹏，出任了禾赛科技的董事。此外，为激励员工、增强公司凝聚力，公司还设立上海乐以作为员工持股平台，持股比例为 7.13%。

图 14：禾赛科技股权结构图



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

公司原有股本 36000 万股，拟上市发行的股票数量不超过 6360 万股的 B 类股份，发行前后公司股权结构如下：

表 1：发行前后公司股本结构

序号	股东姓名/名称	本次发行前		本次发行后	
		持股数量 (股)	持股比例 (%)	持股数量 (股)	持股比例 (%)
1	孙恺	36,844,672	10.23	36,844,672	8.70
2	李一帆	35,637,747	9.9	35,637,747	8.41
3	向少卿	35,637,747	9.9	35,637,747	8.41
4	百度中国	28,372,158	7.88	28,372,158	6.70
5	博世中国	27,551,709	7.65	27,551,709	6.50
6	上海乐以	25,675,462	7.13	25,675,462	6.06
7	ON Semiconductor	617,630	0.17	617,630	0.15
8	其他	169662875	47.14	233262875	55.07
本次发行流通股		-	-	63,600,000	15.01
合计		360,000,000	100	423,600,000	100

资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

## 5、管理团队功底深厚

公司高管及核心技术人员均有国内外一流高校背景，且曾供职于国内外知名公司，具备扎实的研发功底、前瞻的战略眼光和敏锐的市场嗅觉。其中：

孙恺先生，1985年6月出生，中国国籍，无境外永久居留权。2007年毕业于上海交通大学热能与动力工程专业，获学士学位，2009年毕业于美国斯坦福大学机械工程系，获硕士学位，2013年毕业于美国斯坦福大学机械工程系，获博士学位（同时获得电子系博士辅修学位，PhD Minor）。2014年1月至2014年6月在美国斯坦福大学进行博士后研究，2014年7月至2014年10月在美国斯坦福大学担任 Academic Staff-Research: Physical Science Research Associate。2014年10月至今任公司（包括前上海禾赛光电科技有限公司）董事、首席科学家；2015年12月至2018年2月获聘兼任同济大学汽车学院教授；现任公司董事、首席科学家。

李一帆先生，1986年3月出生，中国国籍，无境外永久居留权。2009年毕业于清华大学精密仪器与机械学系，获学士学位，2009年毕业于美国伊利诺伊香槟分校机械工程系，获硕士学位，2013年毕业于美国伊利诺伊香槟分校机械工程系，获博士学位。2013年8月至2014年9月在西部数据公司（美国）公司担任 Principal Engineer，2014年10月至今担任公司董事、总经理兼首席执行官。

向少卿先生，1985年3月出生，中国国籍，无境外永久居留权。2007年毕业于清华大学精密仪器与机械学系，获学士学位，2009年毕业于美国斯坦福大学机械工程系，获硕士学位，2011年毕业于美国斯坦福大学电子工程系，获硕士学位。2011年6月至2014年11月担任苹果公司（美国）iPhone Hardware Systems Integration Engineer，2014年12月至今担任公司董事、首席技术官。

杨彩莲女士，1990年11月出生，中国国籍，无境外永久居留权。2012年获学士学位。2012年11月至2014年9月在上海浦东发展银行担任客户经理，2014年10月至2014年12月在花旗银行担任客户经理，2014年12月至2020年8月担任公司运营副总裁，2017年11月至今担任公司董事，2020年8月至今担任公司高级副总裁、董事会秘书。

颜璞先生，1981年12月出生，中国国籍，无境外永久居留权。2003年毕业于复旦大学计算机科学与技术专业，获学士学位。2003年8月至2013年10月在德勤华永会计师事务所（特殊普通合伙）担任经理，2013年11月至2014年10月在众华会计师事务所（特殊普通合伙）担任高级经理，2014年11月至2018年11月在中准会计师事务所（特殊普通合伙）担任合伙人，2018年12月至今担任公司财务总监。

图 15：禾赛科技创始人团队



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

## 二、自动驾驶风渐起，激光雷达显身形

### 1、激光雷达技术不断迭代，应用范围逐渐拓宽

**激光雷达**是一种利用激光来实现精确测距的传感器，在广义上可以认为是带有 3D 深度信息的摄像头，被誉为机器人的眼睛。激光雷达发出激光脉冲，这些脉冲遇到周围物体会被反射回来，通过测量激光到达每个物体和返回物体所需的时间，可以计算出物体的精确距离。激光雷达每秒发出成千上万个脉冲，通过收集这些距离测量值，可以构建三维环境模型。

激光雷达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 激光雷达有望在市场上并存。两者的差别如下：

**表 2：激光雷达主要测距方法**

测距方法	主要特点
ToF 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，具有响应速度快、探测精度高的优势。
FMCW 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，信达证券研发中心

激光雷达产业自诞生以来，紧跟底层器件的前沿发展，呈现出了技术水平高的突出特点。激光雷达厂商不断引入新的技术架构，提升探测性能并拓展应用领域：从激光器发明之初的单个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，以及如今芯片化的发展趋势，激光雷达一直以来都是新兴技术发展及应用的代表。

**表 3：激光雷达主要技术方案**

分类	名称	技术特点
机械式激光雷达	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。
半固态式激光雷达	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。
固态式激光雷达	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。
	电子扫描方案	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** 连续波调频方案 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，信达证券研发中心

激光雷达早期主要用于科研及测绘项目，但随着系统架构得到拓展，从单线扫描逐渐发展到多线扫描，激光雷达对环境三维高精度重建的应用优势被逐渐认可，基于激光雷达的避障与导航技术在无人驾驶应用中得到逐步发展。2016年后，在汽车产业“电气化、共享化、网联化、智能化”的“新四化”驱动下，无人驾驶行业高速发展，激光雷达行业也随之进入迅速发展期。这一时期激光雷达行业表现出了高线数雷达不断取得突破、技术方案创新和拓展、应用范围不断扩大的特征。

2019年后激光雷达行业进入新的发展阶段。从技术方案来看，收发器件面阵化及核心模块芯片化为高性能、低成本、高集成度、高可靠性的激光雷达提供了可靠的发展方向；激光雷达应用范围进一步得到拓展，“新基建”中的车联网技术为激光雷达带来了新的应用场景；依据应用领域的不同，激光雷达呈现性能及价格分层的发展趋势。此外，FMCW原理的激光雷达技术方案受到了市场的关注。未来20年里随着智能驾驶和服务型机器人的逐渐普及，激光雷达有望像摄像头一样成为生活中的必需品。

表 4：激光雷达行业发展概况

时期	激光雷达行业特点	主要应用领域	标志性事件
1960年代~1970年代	随着激光器的发明，基于激光的探测技术开始得到发展。	科研及测绘项目	1971年阿波罗15号载人登月任务使用激光雷达对月球表面进行测绘。
1980年代~1990年代	激光雷达商业化技术起步，单线扫描式激光雷达出现。	工业探测及早期无人驾驶项目	Sick（西克）与Hokuyo（北洋）等激光雷达厂商推出单线扫描式2D激光雷达产品。
2000年代~2010年代早期	高线数激光雷达开始用于无人驾驶的避障和导航，其市场主要是国外厂商。	无人驾驶测试项目等	DARPA无人驾驶挑战赛推动了高线数激光雷达在无人驾驶中的应用，此后Velodyne深耕高线数激光雷达市场多年。Ibeo LUX系列产品包含基于转镜方案的4线及8线激光雷达。基于4线版本，2010年Ibeo与法国Tier 1公司Valeo（法雷奥）开始合作开发面向量产车的激光雷达产品SCALA。
2016年~2018年	国内激光雷达厂商入局，技术水平赶超国外厂商。激光雷达技术方案呈现多样化发展趋势。	无人驾驶、高级辅助驾驶、服务机器人等，且下游开始有商用化项目落地	2017年4月禾赛科技发布40线激光雷达Pandar40。采用新型技术方案的激光雷达公司同样发展迅速，如基于MEMS方案的Innoviz，基于1550nm波长方案的Luminar等。
2019年至今	市场发展迅速，产品性能持续优化，应用领域持续拓展。激光雷达技术朝向芯片化、阵列化发展。境外激光雷达公司迎来上市热潮，同时有巨头公司加入激光雷达市场竞争。	无人驾驶、高级辅助驾驶、服务机器人、车联网等	Ouster推出基于VCSEL和SPAD阵列芯片技术的数字化激光雷达。禾赛科技应用自主设计的芯片组（发射芯片和接收芯片）于多线机械旋转式产品。2020年9月Velodyne完成NASDAQ上市，2020年12月Luminar完成NASDAQ上市。

资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

激光雷达下游应用广泛，主要可以分为无人驾驶行业、ADAS行业、服务机器人行业、车联网行业等。在汽车产业“电气化、共享化、网联化、智能化”的“新四化”驱动下，各行业

高速发展。激光雷达能够对三维空间进行实时高精度重建，是无人驾驶技术实现的关键，无人驾驶出租车/无人驾驶卡车服务的落地有赖于激光雷达提供的高精度感知信息。而且，激光雷达的环境感知能力能够拓展已有的辅助驾驶功能，提升车辆安全性，为面向整车厂以及 Tier1 公司的高级辅助驾驶产业提供了重要的支撑。同时，激光雷达技术也促进了服务型机器人产业以及车联网产业的兴起，服务型机器人通过赋予机器人智能感知的能力实现无人配送、无人清扫等功能，车联网通过车与车、车与路、车与云平台等的互联实现更为安全、舒适、智能的交通服务。

**表 5: 激光雷达下游产业链**

下游应用领域	主要企业
无人驾驶行业	无人驾驶公司，如国外的 GM Cruise、Ford Argo、Aurora、Zoox（2020 年被 Amazon 收购）、Navya，国内的小马智行、文远知行、Momenta、元戎启行等 人工智能科技公司，如百度、商汤科技等 出行服务提供商，如国外的 Uber（优步）、Lyft，国内的滴滴等
高级辅助驾驶行业	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。
服务机器人行业	机器人公司，如国外的 Nuro、Deka Research、Canvas Build、Unmanned Solution，国内的高仙、智行者、优必选、新石器、白犀牛等。具体应用场景包括无人配送、无人清扫、无人仓储等消费服务业巨头，如阿里巴巴、美团、京东等。专攻末端即时配送
车联网行业	车联网方案提供商，如百度、大唐、金溢科技、星云互联、高新兴等，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

资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

不同的应用场景对激光雷达的性能、价格、体积等维度提出了不同的需求，比较结果如下。

**表 6: 激光雷达主要应用场景**

比较条目	无人驾驶	高级辅助驾驶	机器人
应用场			
景说明			
场景复杂度	高（L4/L5）	中（L2/L3，功能开启场景有限）	低/中（封闭园区，应用较多） 高（城市道路，应用较少）
承载装置行驶速度	中（城市道路） 高（高速场景）	中（城市道路） 高（高速场景）	低（封闭园区） 中（城市道路）
对激光雷达的要求			
最远测距要求	远	中/远（取决于 ADAS 功能）	中/远（取决于应用场景）
与承载装置的外观集成度	低	高	中
价格敏感度	低	高	中/高
对激光雷达供应商的算法需求度	低	高	低
车规化要求	中（当前）/高（预期）	高	低

资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

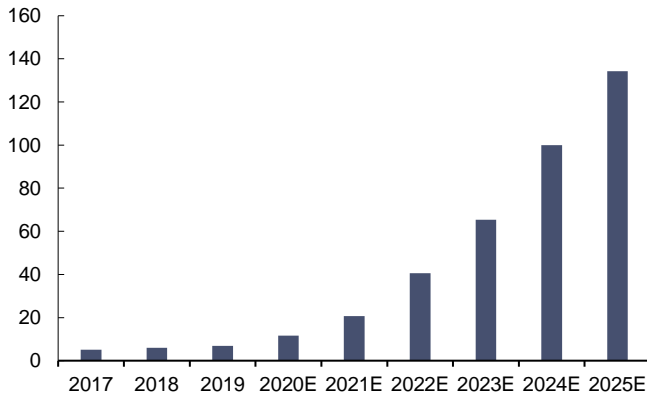
## 2、下游市场蓬勃发展，激光雷达有望大显身手

无人驾驶技术快速发展，据咨询机构 AMR 预计，2026 年全球市场规模将达到 5566.7 亿美元，较 2019 年可实现 39.47% 的年均复合增长率。激光雷达是高级别无人驾驶技术实现的关键，根据沙利文的预测，受无人驾驶车队规模扩张、激光雷达在 ADAS 中渗透率增加、以及服务型机器人及智能交通建设等领域需求的推动，激光雷达整体市场预计将呈现高速发展态势，至 2025 年全球市场规模为 135.4 亿美元，较 2019 年可实现 64.5% 的年均复合增长率。

下游行业的发展助推国内激光雷达市场快速发展。据咨询机构麦肯锡数据，中国将是全球最

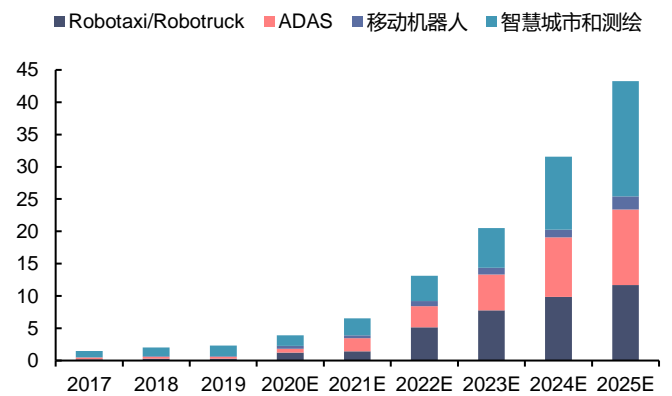
大的自动驾驶市场，到 2030 年国内自动驾驶乘用车数量将达到 800 万辆；从高级辅助驾驶领域来看，中国是全球最大的新车销售市场，2020 年 11 月发布的《智能网联汽车技术路线图（2.0 版）》明确指出到 2030 年我国 L2 和 L3 级渗透率要超过 70%，这将对激光雷达产生巨大的需求；此外，“新基建”计划总投资额高达 34 万亿元，其中“5G+车联网”的协同发展受国家政策大力推动，有望成为激光雷达新增长点。根据沙利文的研究报告，至 2025 年，中国激光雷达市场规模将达到 43.1 亿美元，较 2019 年实现 63.1% 的年均复合增长率，

图 16: 全球激光雷达市场规模 (单位: 亿美元)



资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

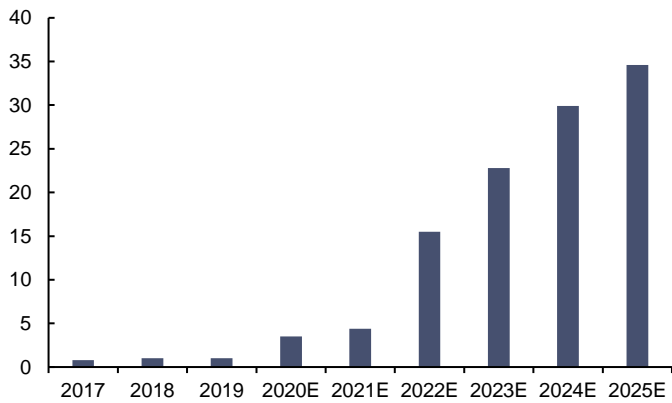
图 17: 中国激光雷达市场规模 (单位: 亿美元)



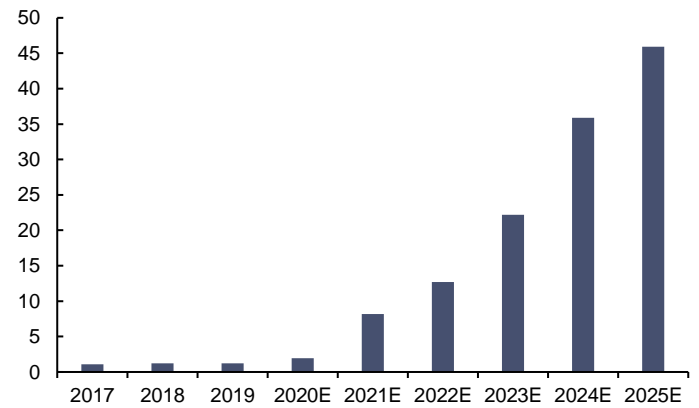
资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

无人驾驶的发展与应用能为人类社会带来巨大变革，无人驾驶已相继在美国、中国、新加坡等多地道路测试及小范围运营，开始商用化并带来经济效益，该领域庞大的用车需求为激光雷达带来了应用前景及巨大的市场。根据 ReportLinker 研究估计，2025 年全球包括运送乘客和货物在内的 L4/L5 级无人驾驶车辆数目将达到 53.5 万辆。随着无人驾驶商业模式的逐步确立，该领域的全球激光雷达市场也将随之实现高速增长，无人驾驶出租车/卡车非常依赖激光雷达所提供的高精度感知信息。据沙利文测算，至 2025 年该领域激光雷达市场规模预计达到 35 亿美元，2019 年至 2025 年的年均复合增长率达 80.9%。

激光雷达的环境感知能力能够拓展已有的辅助驾驶功能，提升车辆安全性。ADAS 市场主要服务于整车厂及 Tier1 公司，激光雷达在性能满足要求的基础上，成本及车规要求是量产车项目关注的重点。随着激光雷达成本下探至数百美元区间且达到车规级要求，未来越来越多高级辅助驾驶量产项目将实现 SOP (Start Of Production)；根据 Yole 的研究报告，至 2025 年全球乘用车新车市场 L3 级自动驾驶的渗透率将达约 6%，即每年将近 600 万辆新车将搭载激光雷达。激光雷达在高级辅助驾驶领域的市场规模将在未来 5 年里保持高速增长，按照沙利文预计，2025 年激光雷达市场规模预计将达到 46.1 亿美元，2019 年至 2025 年复合增长率达 83.7%。

**图 18: 激光雷达在自动驾驶出租车/卡车的市场规模(单位: 亿美元)**


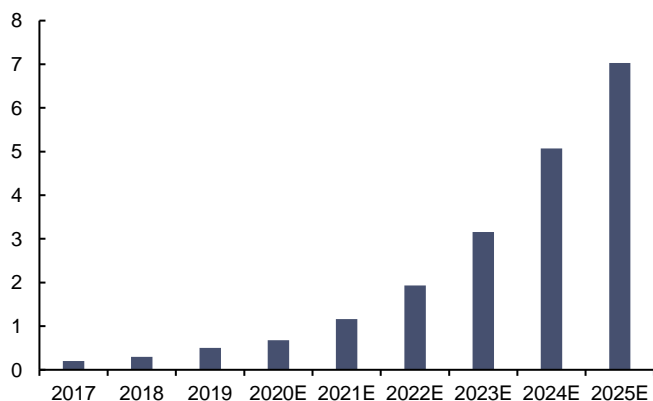
资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

**图 19: 全球激光雷达在 ADAS 的市场规模(单位: 亿美元)**


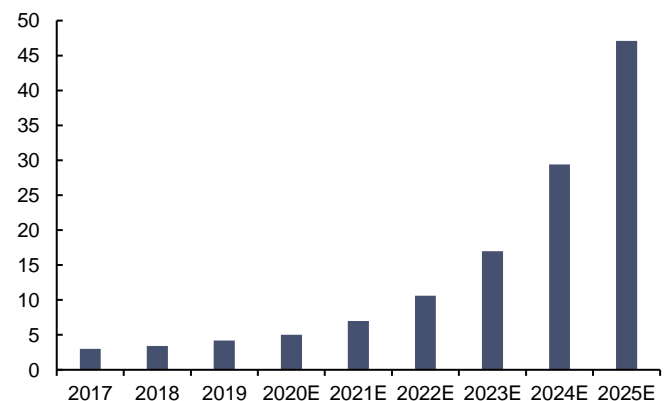
资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

服务型机器人主要应用范围包括无人配送、无人清扫、无人仓储、无人巡检等。借助强大的内置感知系统及控制系统, 服务机器人能够完成多种无人作业, 从而减轻对人力的依赖, 提高生产效率。随着智能服务机器人技术的成熟, 其业务范围和辐射半径将不断增强, 运营成本得以降低, 服务效率得到提高, 因此对此类设备的需求也将不断提升。伴随全球服务型机器人出货量的增长以及激光雷达在服务型机器人领域渗透率的提升, 至 2025 年激光雷达在该细分市场预计达到 7 亿美元市场规模, 2019 年至 2025 年的复合增长率为 57.9%。

世界范围来看, 中国车联网发展速度最快, 战略化程度最高。车路协同技术是智能城市、智能交通中的基础与重点, 同时也与 5G 通讯、大数据中心和人工智能等领域的建设相互支撑、互相促进。激光雷达结合智能算法, 能够提供高精度的位置、形状、姿态等信息, 实现对交通状况进行全局性的精确把控, 对车路协同功能的实现至关重要。随着智能城市、智能交通项目的落地, 未来该市场对激光雷达的需求将呈现稳定增长态势。至 2025 年, 全球激光雷达在该领域的市场规模将超过 45 亿美元, 2019 年至 2025 年复合增长率为 48.48%。

**图 20: 全球激光雷达在移动机器人领域的市场规模(单位: 亿美元)**


资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

**图 21: 全球激光雷达在车联网的市场规模(单位: 亿美元)**


资料来源: 沙利文研究, 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

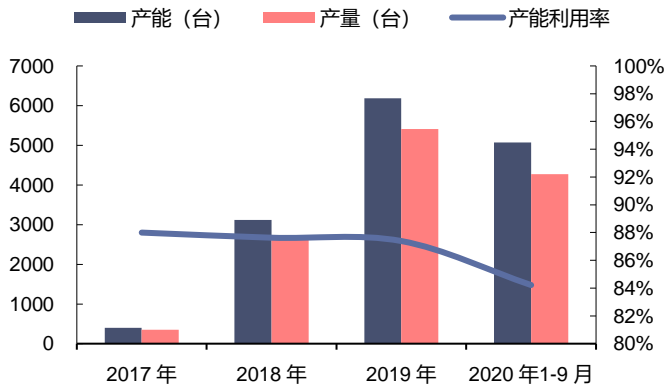


### 三、无人驾驶、ADAS 浪潮推动公司迅速发展

#### 1、技术实力领先，推动公司快速成长

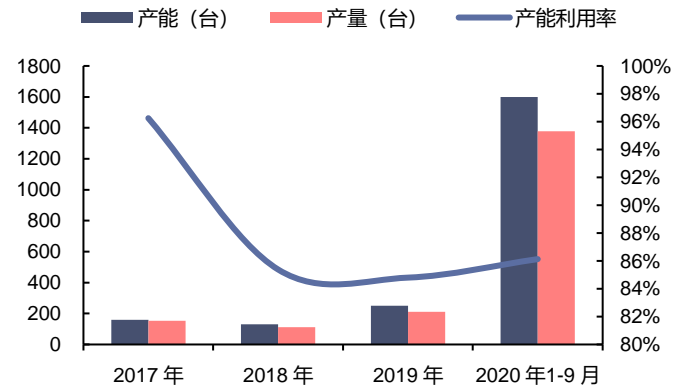
公司的激光雷达销量总体呈快速增长态势，2017-2020 年前三季度，分别销售 126 台、1232 台、2890 台、2132 台激光雷达。均价方面，禾赛激光雷达产品基本保持在 10 万元/套以上，2018 年均价较 2017 年下降系高线数雷达新品的推出引起 40 线激光雷达售价的自然下降；2019 年较 2018 年的上升系价格较贵的 Pandar64 销售占比提升的拉动；2020 年 1-9 月均价的下降源于售价较低的 PandarQT 销售占比的上升。

图 22: 禾赛科技激光雷达产能产量情况



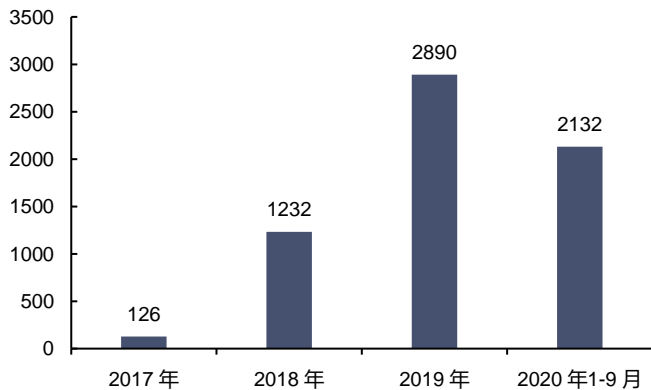
资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

图 23: 禾赛科技主要激光气体传感器产能产量情况



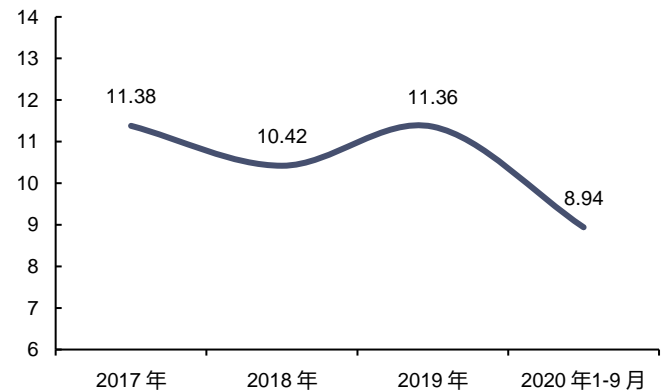
资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

图 24: 禾赛科技激光雷达产品销量 (套)



资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

图 25: 禾赛科技激光雷达产品均价 (万元/套)



资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

公司的核心技术是产品销量快速增长的关键。得益于公司研发的大力投入, 公司的技术先进

性在激光雷达整机系统、芯片化研究成果、激光雷达通用技术研究成果等各方面都得到了充分的体现。

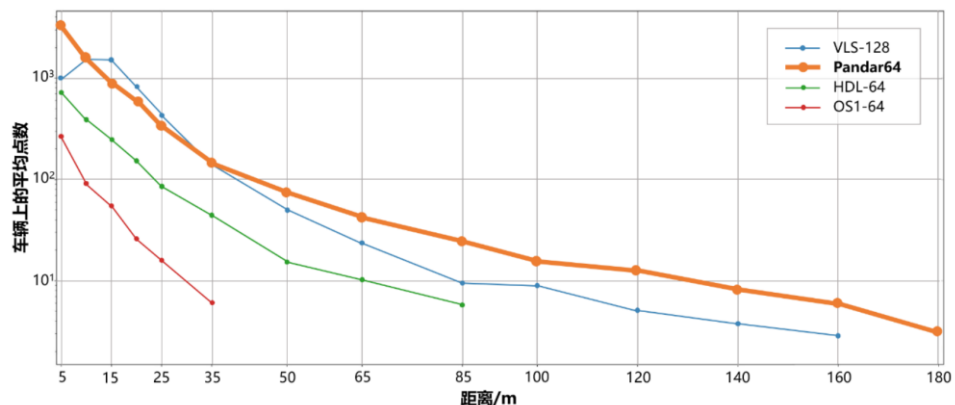
**表 7: 禾赛科技激光雷达主要核心技术**

技术大类名称			
激光雷达整机及核心部件	ToF 测距	整体旋转方案	核心技术
		微振镜方案	核心技术
	相干测距	转镜方案	核心技术
		电子扫描方案	技术储备
芯片及光电器件	FMCW 方案		技术储备
	自研激光雷达专用芯片		核心技术
	自研激光雷达 SoC 芯片		技术储备
激光雷达产品设计通用	自研光电器件及微光学工艺		技术储备
	硬件系统设计		核心技术
	编码抗干扰技术		核心技术
	近距离增强技术		核心技术
	波形处理算法		核心技术
	先进工艺物理设计		核心技术
	线束非均匀分布技术		核心技术
	功能安全、网络安全及车规设计		核心技术
	感知算法、多传感器融合技术		核心技术
	自动化校准、装调及量产测试		核心技术

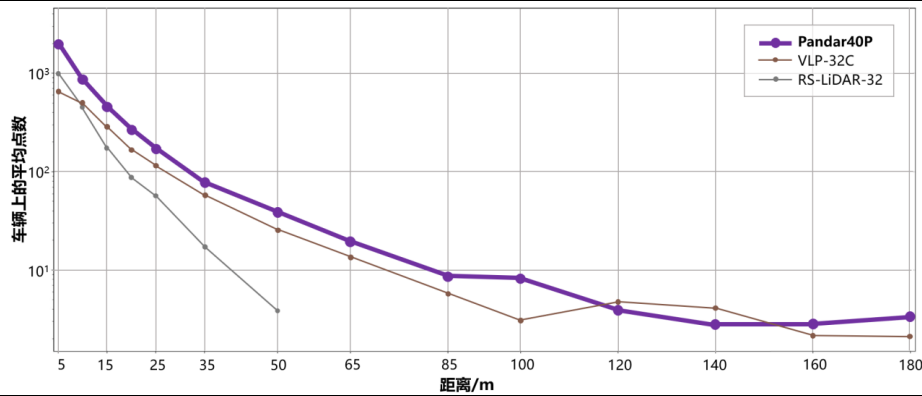
资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

就产品性能而言，2020 年 7 月，日本 JST 下属机构 CREST 和 OPERA 对禾赛科技、Velodyne、Ouster、速腾聚创 4 家厂商的 10 款激光雷达进行评测，其中禾赛科技的 Pandar64、Pandar40P 在全距离范围测距精准度、反射率信息、车辆及行人实际点云密度等多项性能表现突出。

**图 26: Pandar64 及可比产品在不同距离下的点云数目**



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

**图 27: Pandar40P 及可比产品在不同距离下的点云数目**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

由于实际测试中的突出性能, Pandar64 和 Pandar40P 被认为是此类场景下目标物探测和识别的理想选择。这也是这两款产品在无人驾驶市场获得认可的原因之一, 其中 Pandar64 是 2019 年全球无人驾驶市场最具影响力的激光雷达之一, 单款产品形成了 2.24 亿元的销售。

在 Pandar64、Pandar40P 获得市场广泛认可的基础上, 公司于 2020 年 9 月推出了采用新一代光学集成工艺的旗舰产品 Pandar128, 其点频为 Pandar64 的三倍, 然而重量和体积的增加均不超过 10%。具体来看, Pandar128 是当前市场中综合性能领先的远距机械式激光雷达产品。其测远能力、角分辨率持平/优于竞品, 综合点频、功耗及体积来看, 性能及集成度具有明显优势。

**表 8: Pandar128 与其他公司 128 线旗舰产品参数对比**

	禾赛科技产品	技术水平比较	主要竞品	
厂家&型号	禾赛科技 Pandar128	/	某美国公司 128 线产品 a	某中国公司 128 线产品 b
线数	128	持平	128	128
测远能力	200m@10%目标物反射率	基本持平	220m@10%目标物反射率	160m@10%目标物反射率
最小测量距离	0.3m	具有绝对优势	未标明最近测程	2m
点频 (单回波)	3.456M 点/秒	具有竞争优势	2.4M 点/秒	~2.304M 点/秒
功耗	27W	结合点频与产品 a 相比基本持平; 与产品 b 相比具有绝对优势	22W	45W
水平角分辨率	0.1°@10Hz (最小)	具有绝对优势	0.2°@10Hz	0.2° @10Hz
垂直角分辨率	0.125° (最小)	基本持平	0.11° (最小)	0.1° (最小)
垂直视场角	40°	持平	40°	40°
重量	1.63kg	具有绝对优势	3.5kg	3.75kg
体积 (D×H)	Φ118×123.7mm	具有绝对优势	Φ165.5×141.3mm	Φ166×148.5mm
参数引自版本号	128-en-2003A1	/	63-9679 Rev-1	v2.0.0

资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

公司于 2020 年 10 月推出中距激光雷达 PandarXT, 利用公司芯片化 V1.0 技术积累, 收发模块均使用自研的激光雷达专用芯片, 性能指标得到巩固的同时, 降低了产品的成本, 丰富了公司的产品类别。

**表 9: PandarXT 与其他公司同类竞品参数对比**

	禾赛科技产品	技术水平比较	主要竞品	
厂家&型号	禾赛科技 PandarXT	/	某美国公司中距激光雷达	某中国公司中距激光雷达
线数	32	具有绝对优势	16	16
测远能力	80m@10%目标物反射率	基本持平	100m (未标明目标物反射率)	80m@10%目标物反射率
最小测量距离	0.05m (对应光罩半径)	具有绝对优势	未标明最近测程	0.4m
点频 (单回波)	640k 点/秒	具有绝对优势	~300k 点/秒	~300k 点/秒
水平分辨率	0.09°@5Hz	基本持平	0.1°@5Hz	0.1°@5Hz
垂直分辨率	1°	具有绝对优势	2°	2°
垂直视场角	31°	基本持平	30°	30°
测距精度	0.5cm	具有绝对优势	NA	NA
测距准度	±1cm	具有绝对优势	±3cm	±2cm
功耗	10W	基本持平	8 W	12W
重量	800g	基本持平	~830g	~870g
体积 (D×H)	Φ103×76mm	基本持平	Φ103.3×71.7mm	Φ109×80.7mm
参数引自版本号	X01-en-2002A1	/	63-9229 Rev-K	Revision:2020/03/06

资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

## 2、公司竞争优势凸显

就市场竞争格局来看, 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, 以及国内的禾赛科技和速腾聚创。从产业应用及市场占有率来看, Velodyne 当前仍是市场营收总额最高的激光雷达公司; Luminar2019 年的销售台数在百台量级; Aeva 和 Innoviz 在 2020 年预期营业收入均为 500 万美元, 市场占有率较低。

**表 10: 行业内主要的激光雷达公司基本情况**

公司	技术路线	发展阶段	产品成熟度	市场地位及应用场景落地	生产规划
禾赛科技 中国	在售产品包括不同架构的机械旋转方案的多线激光雷达, 其中 Pandar40P 和 64 发射端采用光纤排布的架构, QT 采用 VCSEL+单光子探测器的平面化架构, XT 采用禾赛 V1.0 的芯片化架构。深度布局激光雷达的芯片化架构以应用于 (半) 固态和纯固态激光雷达产品	成立于 2014 年 10 月, 已申请科创板上市	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	产品广泛用于全球头部无人驾驶项目, 同时也服务于机器人及车联网领域	拥有自主产线, 同时制定了自动化生产线及智能化工厂的发展路线
Velodyne 美国	在售产品主要为机械旋转方案的多线激光雷达; 已发布 (半) 固态产品, 技术方案未对外公布; 已布局 ADAS 软件解决方案	2020 年 9 月完成 NASDAQ 上市, 股票代码: VLDR	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	从 2006 年到 2017 年一度是多线数旋转激光雷达市场的最主要提供方。产品广泛应用于服务机器人、无人驾驶等领域	拥有自主产线, 但逐渐转向第三方代工的模式, 已与 Fabrinet、Nikon、Veoneer 签署多年代工协议
Luminar 美国	产品使用 1550nm 激光器、InGaAs 探测器、以及扫描转镜; 已布局算法感知软件方案	2020 年 12 月完成 NASDAQ 上市, 股票代码: LAZR	市场上无公开批量售卖产品	当前产品面向无人驾驶和乘用车的测试及研发项目。与沃尔沃达成供应协议, 用于 2022 年上市的自动驾驶系统	无公开资料
Aeva 美国	布局芯片化 FMCW 连续波调频激光雷达	计划 2021 年第一季度完成 NYSE 上市, 股票代码: AEVA	市场上无公开批量售卖产品	当前尚无信息显示规模化应用。与奥迪自动驾驶子公司合作为乘用车提供传感器	2020 年宣布与 ZF (采埃孚) 达成生产合作

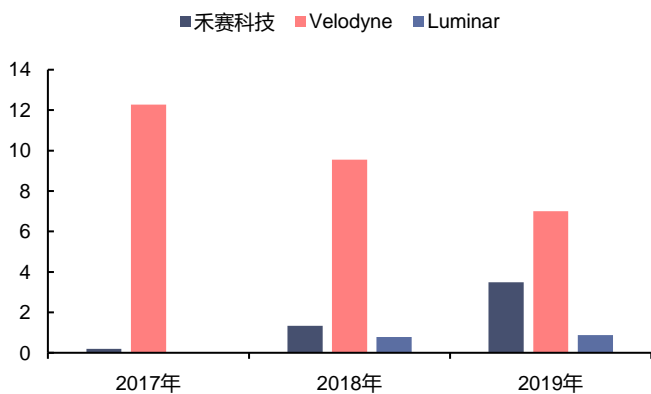
Innoviz 以色列	发布产品为半固态方案，选用二维微透镜作为扫描器件；已布局感知算法解决方案	计划 2021 年第一季度完成 NASDAQ 上市，股票代码：INVZ	市场上无公开批量售卖产品	当前尚无信息显示规模化应用。与宝马达成供应协议，为 2021 年推出的 L3 量产车提供激光雷达	2017 年宣布与全球第三大代工厂 Jabil（捷普）合作，2018 年宣布与 Magna（麦格纳）合作宝马项目
Ouster 美国	在售产品为机械旋转式，采用 VCSEL 和 SPAD 阵列芯片技术；已布局纯固态方案	计划 2021 年上半年完成 NYSE 上市，股票代码：OUST	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	中、近距离激光雷达的主要供应商之一。产品主要应用于服务机器人、无人驾驶等领域	无公开资料
Ibeo 德国	在售产品采用转镜方案；已发布基于 VCSEL 和 SPAD 阵列的纯固态产品	自 2016 年，德国 ZF（采埃孚）持有其 40% 股份	转镜方案的多线半固态激光雷达已形成规模销售；纯固态方案无公开批量售卖产品	与 Valeo（法雷奥）合作量产了世界首款车规级激光雷达 SCALA，由 Valeo 负责生产和销售，Ibeo 从中收取授权费用。SCALA 是目前在 ADAS 领域唯一在量产车上使用的多线激光雷达	无公开资料
速腾聚创 中国	在售产品主要为机械旋转方案和微透镜方案，同时销售激光雷达的环境感知算法解决方案	2018 年 10 月公布 3 亿元人民币战略融资，此前已完成至 C 轮融资	多线机械旋转雷达的多个产品已形成规模销售	主攻机器人市场，是多线机械旋转雷达产品在国内机器人市场的主要供应商之一，同时具有半固态激光雷达产品	无公开资料

资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

2017 年之前，Velodyne 几乎是市场上唯一的高线数激光雷达厂商。禾赛科技进入激光雷达领域后，凭借优秀的产品性能建立了良好的口碑，销售数量及营业收入均实现较快增长，国外厂商的市场占有率不断降低：2017 年无人驾驶市场占 Velodyne 营收的 50% 以上，近期下降到约 25%；2019 年禾赛科技在无人驾驶市场形成的销售金额超过 3700 万美元，是全球无人驾驶领域销售金额最高的激光雷达供应商之一。

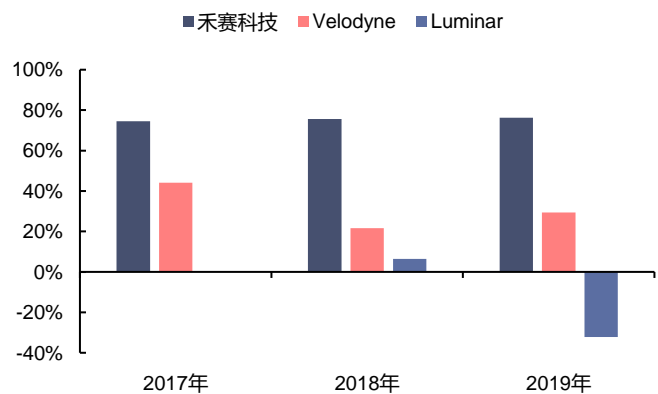
此外，公司也是极少数在全球无人驾驶产业链上批量供应核心零部件并具有影响力的中国科技公司。在美国加征 25% 关税的情况下，公司凭借产品上的优势，依然成为美国多家无人驾驶头部公司的激光雷达供应商，同时毛利率高于应用于该领域其他公司的竞品。目前，公司的产品已经获得了多个无人驾驶商业化量产车的定点项目，未来在该领域会随着无人驾驶商业化的进程持续高速增长。

图 28：三家激光雷达领域公司营业收入比较（亿元）

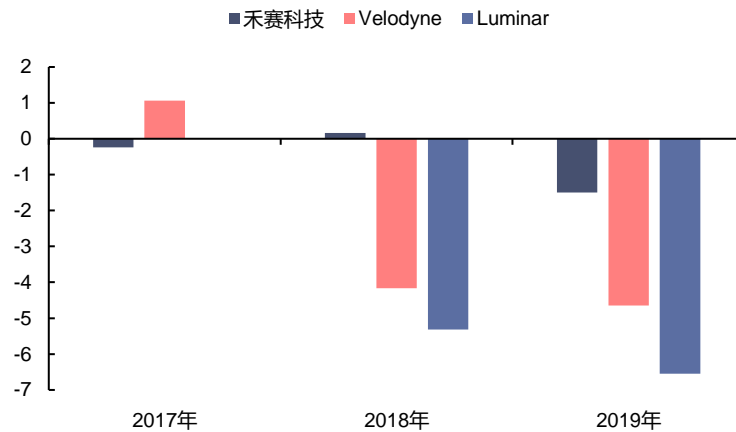


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

图 29：三家激光雷达领域毛利率比较



资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

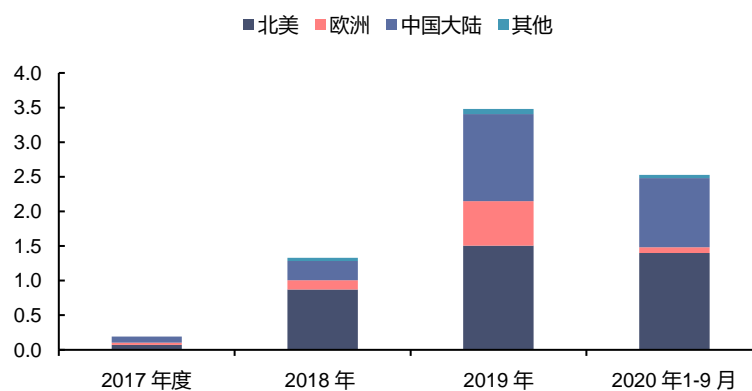
**图 30：三家激光雷达领域公司净利润比较（亿元）**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

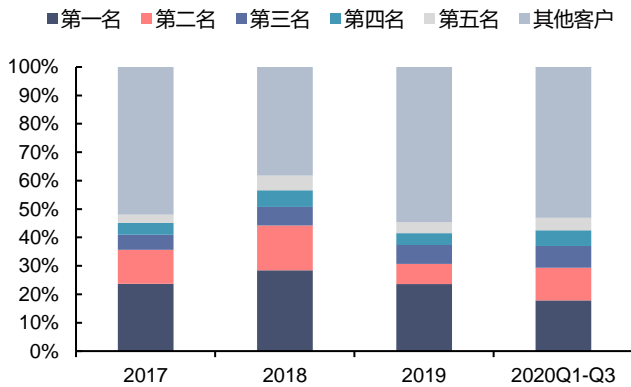
### 3、上下游协同发力

公司主要采用直销模式，销售市场以国内与北美区域为主，此外还覆盖了欧洲、亚太等地区，其中北美和中国大陆是主要销售收入来源。除针对不同地区进行客户开拓外，还根据无人驾驶、ADAS、机器人、车联网等不同市场应用领域中客户关注的产品需求，有针对性地开拓客户。目前，公司通过高效的生产工艺保障供应，取得了无人驾驶领域知名客户的大量订单；针对机器人、车联网领域，公司研发多样化激光雷达产品，并逐步实现销售；此外，还通过与整车厂及其一级供应商的合作，有望实现适用于 ADAS 领域的激光雷达产品规模化销售。

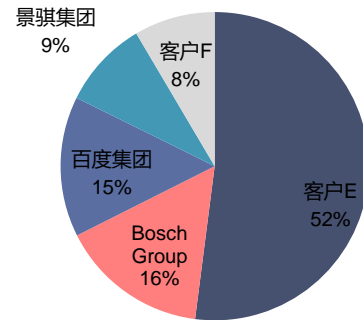
2017 至 2020 年 9 月，公司前五大客户销售占比分别为 48.10%、61.78%、45.38%、46.91%，其中，与博世集团的合作始于 2017 年，2017、2018、2019 年博世集团皆名列公司前五大客户榜单。2019 年 5 月，禾赛科技获得了博世颁发的重量级奖项——“开放博世奖”（Open Bosch Award），以表彰与公司开放式创新合作所取得的杰出成果。

**图 31：禾赛科技主营业务收入按区域划分（单位：亿元）**


资料来源：禾赛科技招股说明书，信达证券研发中心

**图 32: 禾赛科技近年前五大客户营收占比情况**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

**图 33: 禾赛科技 2019 年前五大客户销售情况**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

公司产品主要原材料为机械件、紧固件、收发半导体部件、光学件、IC 芯片、电子元件、包材耗材等。由于公司不断推出新型号产品, 不断更新产品架构, 因此前五供应商会随实际业务的发展有所变化。此外 2017-2020 年 9 月公司向前五供应商采购比例分别为 27.11%、38.29%、39.64%、34.33%, 不存在严重依赖单一供应商问题, 供应链稳定。

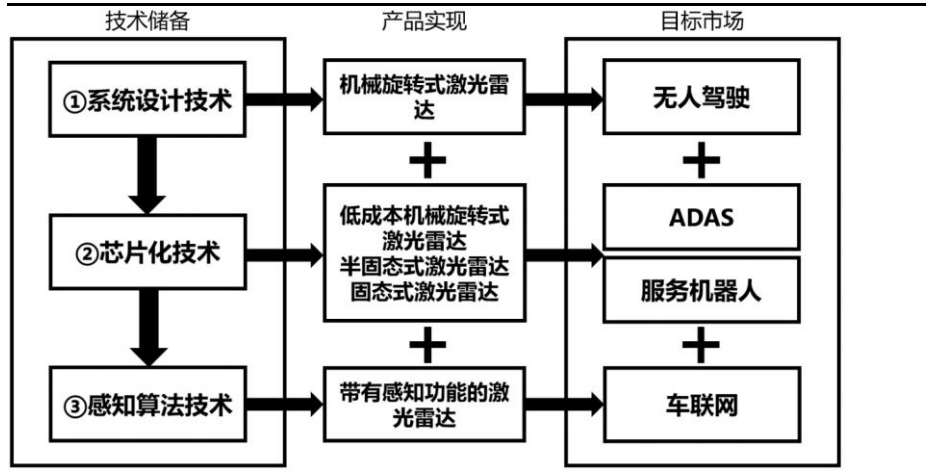
**表 11: 近两年公司向前五供应商采购情况**

年份	序号	供应商名称	采购内容	金额 (万元)	占比
2020 年 1-9 月	1	艾睿 (中国) 电子贸易有限公司	电子组件	1,538.26	11.06%
	2	上海嘉扬企业服务外包有限公司	劳务服务	1521.08	10.94%
	3	上海商汤临港智能科技有限公司	算法	800.00	5.75%
	4	科通数字技术 (深圳) 有限公司	芯片等	495.68	3.57%
	5	上海戈跃机械设备有限公司	机械件	417.71	3.00%
	合计			4772.73	34.33%
2019 年	1	上海嘉扬企业服务外包有限公司	劳务服务	2209.55	16.18%
	2	艾睿 (中国) 电子贸易有限公司	电子组件	1315.56	9.63%
	3	中国电子科技集团公司第十三研究所	激光器	736.66	5.39%
	4	江苏虎甲精密机械有限公司	机械件	617.78	4.52%
	5	上海润颖精密机械有限公司	机械件	534.37	3.91%
	合计			5413.92	39.64%

资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

#### 4、系统→芯片→算法的战略规划

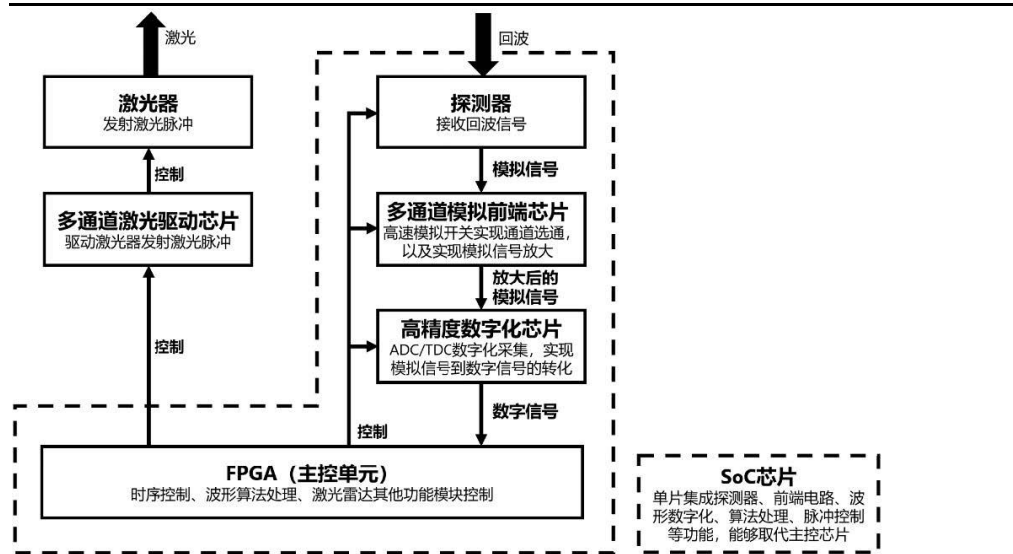
公司通过开发无人驾驶高线数激光雷达积累了高性能激光雷达的核心技术后, 预判行业终局中激光雷达的高性能、低成本化和高可靠性会是机器人和量产车 ADAS 市场最重要的核心能力, 而实现高性能、低成本、高可靠性的关键效途径是芯片化。于是公司在 2017 年底部署芯片技术发展方向, 成立芯片部门, 根据产品上积累的系统需求定义芯片参数, 自主设计芯片。

**图 34: 禾赛科技发展战略**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

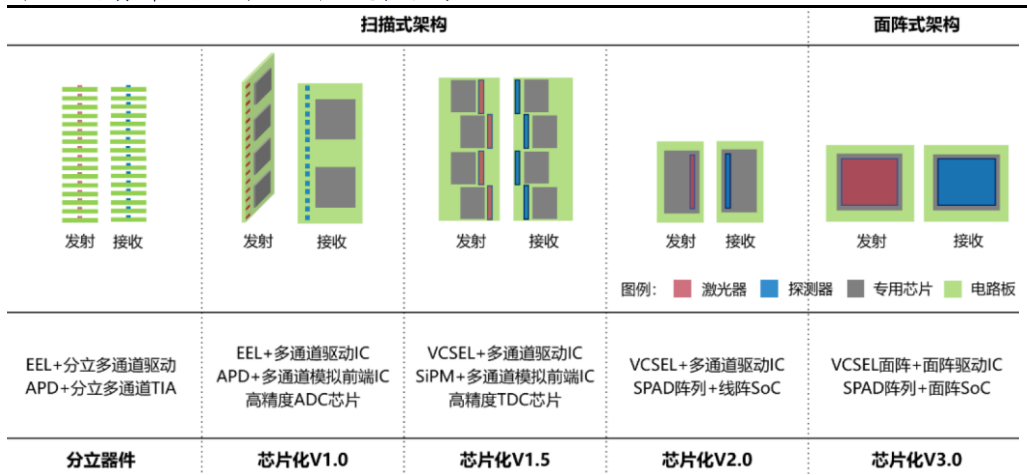
公司在激光雷达专用芯片化上的研究包括激光驱动芯片、模拟前端芯片、数字化技术和芯片以及 SoC 芯片。公司规划了 V1.0、V1.5、V2.0、V3.0 多代核心收发单元芯片化的发展战略, 其中 V1.0、V1.5、V2.0 芯片研究成果均可面向当前的机械式、微振镜式、转镜式技术方案, V3.0 面向纯固态式激光雷达 PandarFT 的开发及应用。

目前, 芯片化 V1.0 成果多通道激光驱动芯片及多通道模拟前端芯片已完成量产, 并应用于多个激光雷达研发项目和 PandarXT 的量产项目。高精度数字化技术已应用于公司产品, 模拟数字转换芯片已进入开发后期, 在 SoC 芯片领域也进行了技术储备。

**图 35: 公司激光雷达专用芯片及功能模块示意图**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心



**图 36: 禾赛科技激光雷达芯片化发展路线**


资料来源: 禾赛科技招股说明书, 信达证券研发中心

自研芯片的使用为产品在性能、集成度和成本上带来了竞争优势。公司规划的多代芯片化架构, 每一代架构都能让激光雷达产品提升性能, 同时降低成本。同一套架构不仅可以用在机械旋转激光雷达产品, 也可以用于以转镜或者振镜为扫描原理的半固态激光雷达产品。多样化的产品将服务无人驾驶、ADAS、服务机器人等海量市场。在实现激光雷达硬件系统领先的基础上, 公司投入研发基于激光雷达的感知算法、即时定位与高精地图构建、感知数据管理平台等技术, 作为技术储备, 为市场提供更深入的解决方案(如车联网)。未来公司会进一步加大在芯片和算法领域的研发投入, 强化规模化生产能力, 为激光雷达的市场需求爆发打好基础。

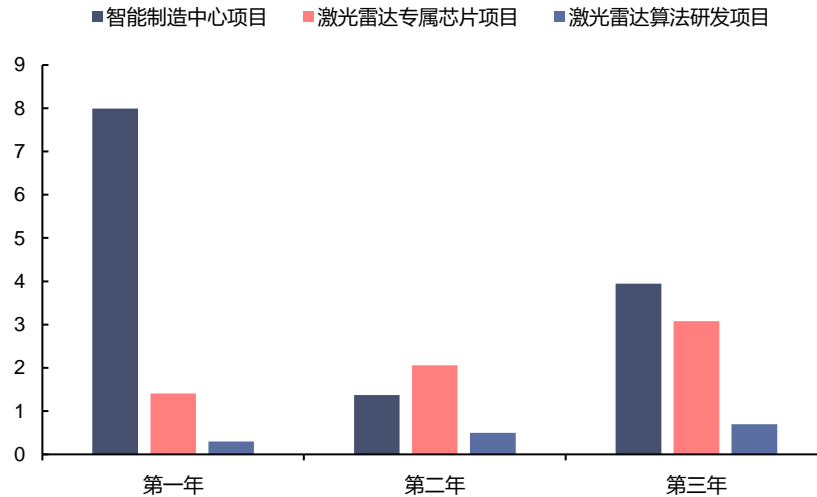
## 四、募投加码激光雷达

公司拟募集资金 20 亿, 投向激光雷达的研发设计、产品方案、生产制造等关键环节。具体而言, 主要用于智能制造中心项目、激光雷达专属芯片项目和激光雷达算法研发项目。其中, 智能制造中心项目将帮助公司在激光雷达各产品线的生产工艺优化以及测试环境等方面, 实现业内领先的生产能力, 为大规模量产做好准备; 激光雷达专属芯片项目将进一步加强公司在激光雷达芯片化技术及器件等方面的研发和产品化建设; 激光雷达算法研发项目将提升公司激光雷达相关的算法能力, 以为乘用车、车联网等领域的客户提供产品及算法的解决方案。

**表 12: 募投资金用途 (万元)**

序号	项目名称	总投资额	使用募集资金投入金额
1	智能制造中心项目	133,147.34	120,000.00
2	激光雷达专属芯片项目	65,524.00	65,000.00
3	激光雷达算法研发项目	15,000.00	15,000.00
合计		213,671.34	200,000.00

资料来源: 招股说明书, 信达证券研发中心

**图 37: 募集资金使用安排 (亿元)**


资料来源: 招股说明书, 信达证券研发中心

募投项目中, 智能制造中心项目、激光雷达专属芯片项目、激光雷达算法研发项目的投资额合计为 21.4 亿元, 第一年 9.7 亿元, 第二年投资 3.9 亿元, 第三年投资 7.7 亿元。

## 1、智能制造中心项目

本项目拟建设符合无人驾驶、高级辅助驾驶、机器人、车联网领域需求的产品线并生产相应市场所需的激光雷达, 项目实施达产后公司将新增 265.25 万件产能。本项目建设期为三年, 计划于第一年启动土地购置、厂房投入、硬件设备投资、软件投资, 预计至第三年完成本项目的建设。

项目总投资 13.3 亿元, 其中, 厂房投入 6.1 亿元, 占比 45.86%; 硬件设备投资 5.2 亿元, 占比 38.75%; 铺底流动资金投入 1.0 亿元, 占比 7.51%; 预备费资金 0.5 亿元, 占比 3.76%; 土地购置投入 0.4 亿元, 占比 3.00%。

**表 13: 智能制造中心项目投资概算 (万元)**

序号	项目	金额	比例
1	土地购置	4,000.00	3.00%
2	厂房投入	61,056.56	45.86%
3	硬件设备投资	51,590.78	38.75%
4	软件投资	1,500.00	1.13%
5	预备费	5,000.00	3.76%
6	铺底流动资金	10,000.00	7.51%
总投资金额		133,147.34	100%

资料来源: 招股说明书, 信达证券研发中心

## 2、激光雷达专属芯片项目

本项目拟投资研发激光雷达的核心芯片, 后续公司激光雷达产品将使用自研的芯片器件, 可以有效提升公司产品性能并降低公司产品成本。本项目建设期为三年, 计划于第一年启动硬件设备投资、软件投资、人员投入、原材料投入、定制开发、外包设计, 预计至第三年完成本项目的建设。

项目总投资 6.6 亿元，其中，人员投入 2.0 亿元，占比 30.10%；原材料投入 1.9 亿元，占比 29.18%；硬件设备投资 1.0 亿元，占比 15.70%；铺底流动资金 0.6 亿元，占比 9.16%；定制开发投入 0.5 亿元，占比 6.87%；软件投资 0.3 亿元，占比 5.04%；外包设计投入 0.3 亿元，占比 3.97%。

**表 14：激光雷达专属芯片项目投资概算（万元）**

序号	项目	金额	比例
1	硬件设备投资	10,284.00	15.70%
2	软件投资	3,300.00	5.04%
3	人员投入	19,720.00	30.10%
4	原材料投入	19,120.00	29.18%
5	定制开发	4,500.00	6.87%
6	外包设计	2,600.00	3.97%
7	铺底流动资金	6,000.00	9.16%
总投资金额		65,524.00	100%

资料来源：招股说明书，信达证券研发中心

### 3、激光雷达算法研发项目

本项目用于研发激光雷达输出点云后的处理算法，ADAS、车联网等领域的客户需要激光雷达硬件及算法，通过本项目公司可向 ADAS、车联网等领域的客户提供激光雷达产品及算法一体的解决方案。本项目建设期为三年，计划于第一年启动硬件设备投资、研发人员投入，预计至第三年完成本项目的建设。

项目总投资 1.5 亿元，其中，研发人员投入 1.1 亿元，占比 70.00%；硬件设备投资 0.5 亿元，占比 30.00%。

**表 15：激光雷达算法研发项目投资概算（万元）**

序号	项目	金额	比例
1	硬件设备投资	4,500.00	30.00%
2	研发人员投入	10,500.00	70.00%
总投资金额		15,000.00	100%

资料来源：招股说明书，信达证券研发中心

## 风险因素

**(1) 专利相关的诉讼风险:** 虽然公司与 Velodyne 之间的专利纠纷已经了结, 但随着激光雷达行业的快速发展和竞争加剧, 未来不排除公司仍会与他方发生专利争议或纠纷的可能性。如果公司在相关争议或纠纷中最终被认定为过错方或相关主张未获得支持, 将可能对公司的业务发展造成不利影响。

**(2) 产品技术路线的风险:** 如果下游产业市场对激光雷达需求的技术路线与公司选择的技术路线产生重大不同, 将对公司产品的下游市场需求带来一定的不利影响; 同时, 如果公司未能及时、有效开发推出与未来主流技术路线相适应的新产品, 将对公司的竞争优势与盈利能力产生不利影响。

**(3) 研发失败及研发成果无法产业化的风险:** 公司目前正在研发的项目较多, 投入较大, 如果研发项目出现研发失败、研发成果无法产业化等不利情形, 将对公司的经营业绩产生不利影响。

**(4) 核心技术人才流失的风险:** 如果未来发生公司的核心技术人才流失, 或者未能及时吸引符合要求的核心技术人才加入, 将削弱公司在创新方面的技术优势与竞争力, 对公司生产经营造成不利影响。

**(5) 市场需求波动的风险:** 激光雷达行业市场处于起步阶段, 尽管无人驾驶领域已开始应用, 但无人驾驶车队的运营和发展情况及 ADAS、机器人、V2X 等领域对激光雷达的市场需求的发展速度若不及预期, 则可能导致激光雷达的需求出现下滑, 从而对公司生产经营产生不利影响。

**(6) 行业竞争的风险:** 面对激光雷达良好的市场前景, 目前国内外从事激光雷达的企业较多。若公司不能持续提升核心竞争能力, 将可能会在未来的市场竞争中处于不利地位, 面临市场竞争加剧导致市场占有率下降的风险。

**(7) 毛利率下降的风险:** 公司主营业务毛利率水平主要受产品销售价格变动、原材料采购价格变动、市场竞争程度、产品更新换代因素的影响。未来若上述影响因素发生重大不利变化, 或激光雷达随着量产而出现价格整体下降的趋势, 公司毛利率可能面临下降的风险, 进而对公司盈利能力产生不利影响。

## 研究团队简介

方 竞，西安电子科技大学本硕连读，近 5 年半导体行业从业经验，有德州仪器等外企工作经历，熟悉半导体及消费电子产业链。同时还是国内知名半导体创业孵化平台 IC 咖啡的发起人，曾协助多家半导体公司早期融资。2017 年在太平洋证券，2018 年在招商证券，2020 年加入信达证券，任电子行业首席分析师。所在团队曾获 19 年新财富电子行业第 3 名；18/19 年《水晶球》电子行业第 2/3 名；18/19 年《金牛奖》电子行业第 3/2 名。

李少青，武汉大学硕士，2018 年加入西南证券，2020 年加入信达证券，覆盖半导体产业链。

刘志来，上海社会科学院金融硕士，2020 年加入信达证券，覆盖消费电子产业链。

童秋涛，复旦大学资产评估硕士，2020 年加入信达证券，从事电子行业研究。

## 机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
销售总监	韩秋月	13911026534	hanqiuyue@cindasc.com
华北	卞双	13520816991	bianshuang@cindasc.com
华北	刘晨旭	13816799047	liuchenxu@cindasc.com
华北	顾时佳	18618460223	gushijia@cindasc.com
华北	魏冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华北	阙嘉程	18506960410	quejiacheng@cindasc.com
华北	祁丽媛	13051504933	qiliyuan@cindasc.com
华东总监	王莉本	18121125183	wangliben@cindasc.com
华东	孙斯雅	18516562656	sunsiya@cindasc.com
华东	吴国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东	张琼玉	13023188237	zhangqiongyu@cindasc.com
华东	国鹏程	15618358383	guopengcheng@cindasc.com
华东	李若琳	13122616887	liruolin@cindasc.com
华南总监	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南	陈晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com
华南	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南	江开雯	18927445300	jiangkaiwen@cindasc.com
华南	闫娜	13229465369	yanna@cindasc.com
华南	焦扬	13032111629	jiaoyang@cindasc.com

## 分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

## 免责声明

信达证券股份有限公司（以下简称“信达证券”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

## 评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）；  时间段：报告发布之日起 6 个月内。	<b>买入</b> ：股价相对强于基准 20% 以上；	<b>看好</b> ：行业指数超越基准；
	<b>增持</b> ：股价相对强于基准 5%~20%；	<b>中性</b> ：行业指数与基准基本持平；
	<b>持有</b> ：股价相对基准波动在±5% 之间；	<b>看淡</b> ：行业指数弱于基准。
	<b>卖出</b> ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

## 风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券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，投资者需自行承担风险。