

炬光科技 (688167.SH) 光子魔术大师，进军激光雷达打开千亿市场空间

2021 年 12 月 31 日

——公司首次覆盖报告

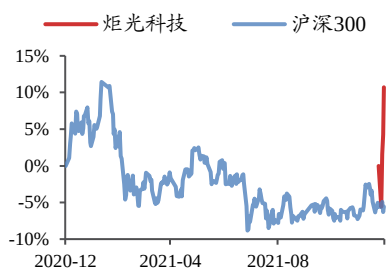
投资评级：买入（首次）
任浪（分析师）

renlang@kysec.cn

证书编号：S0790519100001

日期	2021/12/30
当前股价(元)	213.55
一年最高最低(元)	230.00/176.00
总市值(亿元)	192.11
流通市值(亿元)	41.26
总股本(亿股)	0.90
流通股本(亿股)	0.19
近 3 个月换手率(%)	151.76

股价走势图



数据来源：聚源

● “产生光子”和“调控光子”构成核心壁垒，进军激光雷达打开千亿市场空间

公司是激光行业上游元器件领域龙头，在“产生光子”的大功率半导体激光器和“调控光子”的激光光学元器件领域形成了深厚壁垒，2015 年主导制定半导体激光器国家标准，子公司 LIMO 获得“光电子行业奥斯卡” Prism Awards。智能汽车时代，高线数激光雷达从零到一需求快速增长，公司依托技术优势进军激光雷达发射模块市场有望借助产业趋势实现腾飞。我们预计公司 2021-2023 年归母净利润分别为 0.65/1.26/2.37 亿元，对应 EPS 分别为 0.72/1.40/2.63 元/股，对应当前股价的 PE 分别为 297.4/152.1/81.2 倍，首次覆盖，给予“买入”评级。

● 激光上游元器件技术壁垒深，客户粘性高，构筑公司扎实基本盘

公司自成立以来深耕激光上游元器件底层技术和工艺，凭借优秀的产品性能在市场中占据一席之地形成稳定的基本盘。在大功率激光器方面，公司凭借共晶键合、无钎化封装等技术和工艺，生产出性能甚至优于相干公司等全球巨头的产品，被广泛应用于科研院所、激光器等企业中。在激光光学元器件方面，子公司 LIMO 的光场匀化器被应用于全球顶级光刻机厂商产品中，其他产品亦被广泛应用于相干公司、锐科激光、长光华芯等企业。同时依托光学元器件的光束整形能力，半导体激光元器件的应用领域亦得以大幅拓宽，两大业务相得益彰，协同发展。

● 中下游市场百花齐放，高线数激光雷达进入规模化量产元年

基于“产生光子”和“调控光子”能力的成熟，公司开始进军数倍市场空间的中游模组市场。激光雷达领域公司广泛布局多种光斑类型、多种激光发射器的产品，并通过车规验证，与大陆集团、B 公司签订合作协议，同时获得华为入股，将成为激光雷达市场发展核心受益方。在医美领域，公司和激光脱毛领域的鼻祖英国 Cyden 签署排他协议，面对广阔的激光医美市场展开布局。在泛半导体领域，公司的 OLED 固体激光退火产品交付样机，打破相干公司过去十年全球优势地位。公司高技术壁垒逐步走向规模和业绩的兑现。

● **风险提示：**新的进入者改变竞争格局、技术变革、公司业绩不及预期等。

财务摘要和估值指标

指标	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入(百万元)	335	360	527	767	1,311
YOY(%)	-5.6	7.4	46.3	45.6	71.0
归母净利润(百万元)	-80	35	65	126	237
YOY(%)	-530.9	-143.4	85.3	95.5	87.3
毛利率(%)	38.3	51.0	49.2	47.7	45.7
净利率(%)	-24.0	9.7	12.3	16.5	18.0
ROE(%)	-18.9	5.3	9.2	15.2	22.1
EPS(摊薄/元)	-0.89	0.39	0.72	1.40	2.63
P/E(倍)	-238.9	550.9	297.4	152.1	81.2
P/B(倍)	45.1	30.7	27.8	23.5	18.2

数据来源：聚源、开源证券研究所

目 录

1、 产生光子+调控光子协同布局，激光上游龙头冉冉升起	4
1.1、 国内高功率半导体激光器龙头，发力中游模块和系统解决方案	4
1.2、 科学家领衔，尖端技术和工艺壁垒形成深厚护城河	4
1.3、 上游原器件形成稳健基本盘，中下游市场延展打开成长空间	5
1.4、 历史业绩稳定成长，新兴业务蓄势待发	6
2、 激光行业上游元器件市场稳步增长，下游应用百花齐放	7
2.1、 激光光学元件弥补短板，半导体激光器前景广阔	7
2.1.1、 全球激光器行业稳步增长，供应链具有持续成长空间	7
2.1.2、 激光器是激光产品最核心部件	7
2.1.3、 半导体激光器优势显著，光学整形后进一步打开应用空间	8
2.1.4、 激光光学产品给激光装上翅膀，其生产工艺和对光路理解尤为重要	9
2.2、 车载高线数激光雷达前装量产元年已至，激光发射模组居关键地位	10
2.2.1、 搭载激光雷达日益成为自动驾驶主流技术发展方向	10
2.2.2、 收发模块成本占比高，激光器是核心元器件	10
2.2.3、 激光雷达市场空间广阔，高线数产品预计 2022 迎来规模化落地	11
2.2.4、 激光在汽车上的应用不止于激光雷达，DMS、AR-HUD、激光大灯亦潜力无限	13
2.3、 高端制造域激光器应用广泛，光刻是最高端应用场景	14
2.4、 医美市场迎来发展良机，激光美容仪器“轻度介入”深受喜爱	15
3、 全面进军中游市场，激光雷达打开千亿空间	15
3.1、 上游元器件壁垒高筑，形成稳健基本盘	15
3.1.1、 高功率半导体打破国外垄断，发展前景广阔	15
3.1.2、 激光光学元器件壁垒高，加持半导体激光器业务如虎添翼	17
3.2、 激光雷达核心模块供应商，多方合作加速车载业务发展	19
3.2.1、 通过车规级认证，完善产品布局，厉兵秣马布局激光雷达量产时代	19
3.2.2、 拿下法雷奥等诸多客户单，获得华为入股，业绩进入快速增长期	20
3.3、 医美、泛半导体市场蓄势待发	22
3.4、 IPO 募资扩产，加码微光学应用及激光雷达发射模组项目	23
4、 盈利预测与投资建议	24
5、 风险提示	25
附：财务预测摘要	26

图表目录

图 1： 炬光科技自 2007 年成立起始终深耕于激光行业	4
图 2： 公司在发展中形成九大核心技术	5
图 3： 炬光科技基于纵向一体化战略，由元器件供应走向模块集成服务	6
图 4： 公司历史营业收入稳健，净利润持续向好（亿元）	6
图 5： 公司收入集中于激光器和光学元件两大板块	6
图 6： 全球激光器销售收入保持持续稳健增长（亿美元）	7
图 7： 材料加工与光刻应用仍是激光器最大应用领域	7
图 8： 激光器是激光设备的核心部件	8
图 9： ROE 依靠光的折射实现光束整形	9

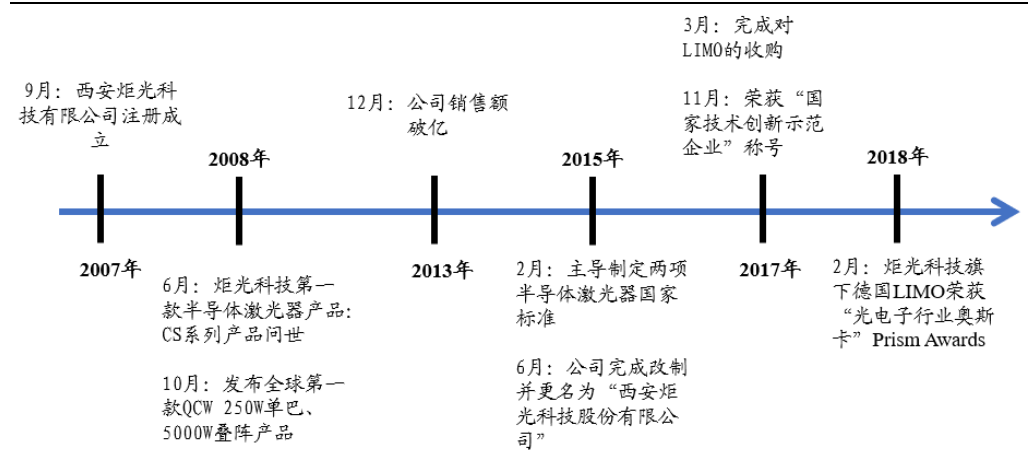
图 10:	DOE 可通过衍射产生各种形状的光斑	9
图 11:	微透镜阵列可将能量分布不均匀的光束进行整形	10
图 12:	微透镜阵列将光束整形为各类不同的光斑	10
图 13:	激光雷达包括机械、半固态、固态三类	10
图 14:	激光雷达由发射、扫描、接收、处理四部分组成	11
图 15:	发射、接收模块在激光雷达成本占比较高	11
图 16:	VCSEL 通过垂直发光的方式降低测试成本	11
图 17:	2024 年后全球激光雷达市场规模预计超百亿美元	12
图 18:	高阶辅助驾驶预计将成为主要应用场景	12
图 19:	2016 年至 2020 年全球材料加工与光刻激光器市场规模呈扩大趋势	14
图 20:	光刻是芯片制造的核心环节	15
图 21:	预计全球医美市场将继续保持稳定增长	15
图 22:	全球激光医美市场规模稳步提升	15
图 23:	公司的半导体元器件业务产品谱系齐全竞争力强	16
图 24:	全球半导体激光器市场规模有望继续增长	17
图 25:	半导体激光器业务稳步增长	17
图 26:	激光光学产品品类丰富性能优异	17
图 27:	晶圆级加工技术可显著提升晶圆尺寸，降低生产成本	18
图 28:	激光光学业务导入全球顶级半导体加工厂商，业绩加速成长	19
图 29:	激光雷达业务中，模组类产品单车价值量较高，构成公司主要收入来源	20
图 30:	HFL110 是全球首款 3D Flash 全固态激光雷达	21
图 31:	大陆 HF110 配套日系两大车型	21
图 32:	华为 96 线中长距激光雷达大幅降低生产成本	21
图 33:	Luminar Iris 最远探测距离达 500 米，将搭载于小马智行 Robotaxi	22
图 34:	公司的半导体晶圆退火产品供货顶级设备厂商	23
图 35:	UV line 激光剥离系统帮助提升激光剥离效率	23
表 1:	半导体激光器光电效率、加工能力、体积具有显著优势，唯独光束质量是短板	8
表 2:	2022 年将迎来激光雷达批量上车的高峰	12
表 3:	公司全面布局激光雷达光源模组	20
表 4:	炬光科技募资主要用于补充流动资金、微光学及激光雷达发射模组等项目	24
表 5:	可比公司盈利预测与估值（截至 2021/12/30）	25

1、产生光子+调控光子协同布局，激光上游龙头冉冉升起

1.1、国内高功率半导体激光器龙头，发力中游模块和系统解决方案

布局“产生光子”和“调控光子”，公司成为高功率半导体激光器行业领军企业。公司于2007年9月在西安成立，是激光行业上游龙头之一。成立以来以半导体激光器为起点，持续专注光子技术基础科学的研发，并不断向先进制造、医疗健康等潜在应用领域拓展。2008年，公司首次推出半导体激光器产品，此后公司在半导体激光器领域持续投入，不断积累核心技术，并于2015年主导制定相关国家标准，行业技术领先地位突出。2017年，公司并购德国激光光学元器件、光子应用模块和系统研发及生产商LIMO，将自身“产生光子”的能力与LIMO“调控光子”的能力结合，进一步提升了在微光学领域的技术，实现了“产生光子”结合“调控光子”的战略布局，微光学技术不断成长。2018年2月，公司旗下德国LIMO荣获“光电子行业奥斯卡”Prism Awards。凭借持续的技术研发与创新，公司持续为固体激光器、光纤激光器生产企业和科研院所、光刻机核心部件生产商、激光雷达整机企业、医疗美容设备、工业制造设备、半导体和平板显示设备制造商等提供核心元器件及应用解决方案，产品逐步被应用于先进制造、汽车应用、医疗健康、科学研究、信息技术等领域。

图1：炬光科技自2007年成立起始终深耕于激光行业



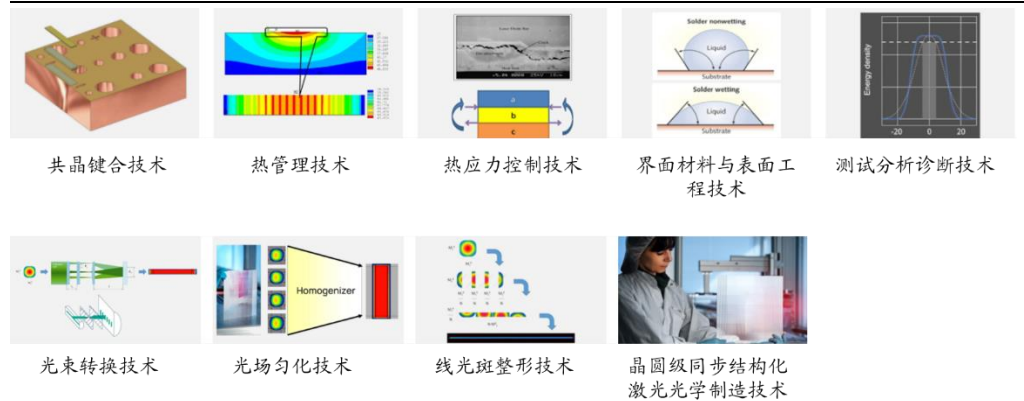
资料来源：公司公告、开源证券研究所

1.2、科学家领衔，尖端技术和工艺壁垒形成深厚护城河

公司在顶级科学家带领下，不断深耕“产生光子”、“调控光子”的基础科学领域，形成九大核心技术。公司创始人刘兴胜曾任职美国康宁公司、美国相干公司、美国恩耐公司高级技术岗位。首席技术官 Chung-en Zah 先生为 Limo GmbH 执行董事，曾任贝尔实验室高级科学家及光电集成研究组负责人以及 Thorlabs, Inc 半导体激光技术研究部高级总监。高管的技术背景一方面帮助公司研发出有竞争力的产品，另一方面也奠定了公司浓厚的技术底蕴。在激光行业上游领域，公司持续积累，在共晶键合、激光产品的热管理、激光产品的热应力控制、界面材料与表面工程、测试分析诊断、线光斑整形、光束转换、光场匀化、晶圆级同步结构化激光光学制造等方向研究深入，形成独有的核心技术积淀。截至2021年9月30日，公司在中国境内取得专利291项，境外取得专利113项。多重尖端技术和工艺加持下，公司生产的产品被应用于全球顶尖的设备和场景，例如半导体激光器被应用于拥有“人造太阳”之称的国家惯性约束可控核聚变装置项目、光场匀化器被应用于世界顶级光刻机公司产品

中。

图2：公司在发展中形成九大核心技术



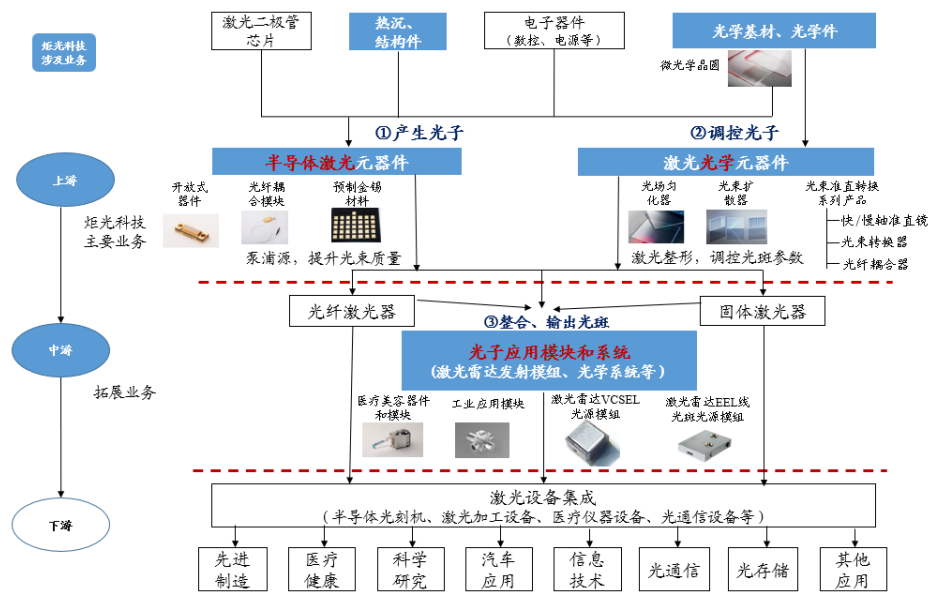
资料来源：公司官网、开源证券研究所

1.3、上游原器件形成稳健基本盘，中下游市场延展打开成长空间

公司的业务包含半导体激光、激光光学产品、汽车应用和光学系统业务四大板块。目前，上游的半导体激光器和激光光学产品构成公司的主要收入来源。半导体激光业务主要实现“光子的产生”，以高功率半导体激光元器件为主，分为开放式器件、光纤耦合模块、医疗美容器件和模块、工业应用模块等。以其中的开放式器件为例，该产品基于单个或多个激光二极管芯片封装而成，主要用于固体激光器泵浦，最终应用于科学研究、工业加工和医学成像等领域中。激光光学业务主要实现“光子的调控”，通过快轴准直镜、光束准直转换系列产品、光场匀化器、微光学透镜模组等一系列产品对激光进行整形，通过调节光斑实现对光子的高效利用。汽车应用业务主要包含激光雷达面光源、激光雷达线光源、激光雷达光学组件等，光学系统业务主要包含固体激光剥离线光斑、固体激光退火线光斑等系统。

扎根激光上游元器件，发力中游模组和解决方案打开数倍市场空间。激光器上游产品结构复杂、技术含量高、客户验证时间长，一旦被客户选择成为供应商通常会形成长期的合作关系。公司在上游元器件生产领域技术能力逐步成熟，客户体系逐步建立，形成较强壁垒，产品和解决方案已经被固体激光器、光纤激光器生产企业，科研院所，医美设备厂商，工业制造设备厂商，光刻机核心部件厂商，激光雷达整机企业，半导体和平板显示设备制造商等广泛使用。下游应用领域包含先进制造、汽车应用、医疗健康、科学研究、信息技术等。上游产品虽然技术含量较高，但市场规模相对有限，因此公司也在近年逐步发力中游的光子应用模块和系统，打开新的发展空间，实现业务的纵向一体化。目前，在汽车领域，公司当前生产的产品不少都结合了多项核心技术，以模组形式对外销售。其中，激光雷达面光源模组通过将光源和面光斑光束整形元器件集成，产生面光斑脉冲激光，可提供给激光雷达整机厂商，用于其智能驾驶中短距激光雷达产品中。此外在医美、高端制造等领域公司亦有相关产品和解决方案布局。中下游领域的拓展，一方面，面向数倍以上的增量市场为公司打开新的成长空间，另一方面，公司亦能够积累对不同应用领域的行业理解，更好跟进下游市场的需求和变化，优化自身产品，进一步提升公司的竞争优势。

图3: 炬光科技基于纵向一体化战略, 由元器件供应走向模块集成服务

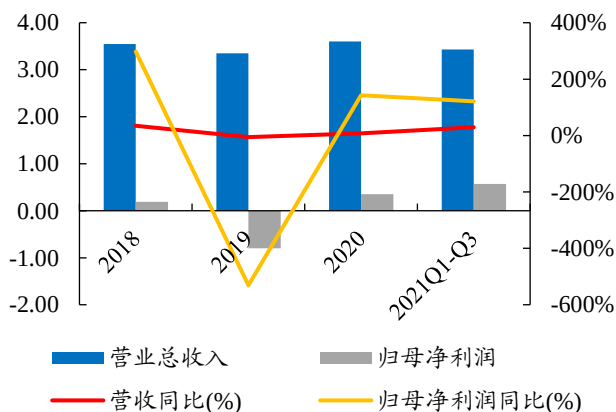


资料来源：公司公告、开源证券研究所

1.4、历史业绩稳定成长，新兴业务蓄势待发

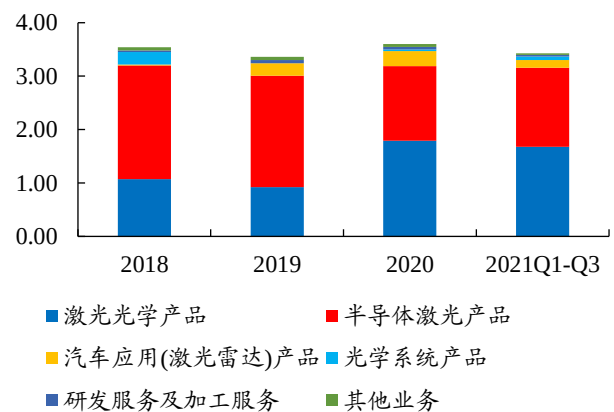
公司历史业绩稳健，未来随着中游产品放量以及业务整合完成，收入和利润有望展现优异成长性。2020 年公司激光光学产品、半导体激光产品业务分别实现收入 1.79/1.40 亿元，分别占总收入的 49.72%和 38.89%，其余业务合计实现收入 0.41 亿元，占总收入的 11.39%。收入端增速近年较为平稳，内部业务结构有所变化，其中半导体激光业务 2020 年和 2021 年上半年在下游疫情影响下业务需求减少，而该业务中的预制金锡薄膜陶瓷热沉同时期开始获得国内外光纤激光器厂商批量订单，对冲其他子业务的业绩下滑，因此整体波动不大。而激光光学产品 2019 年由于下游光纤激光器行业景气度下降，以及 LIMO 受到德国经济下滑的影响业绩不佳。2021 年激光光学业务在上半年收入已经超过 2019 年全年，一方面由于公司对 LIMO 的重组大幅提升了其运营效率，另一方面也由于公司强化了对国内客户的支持，让相关收入大幅提升。而汽车领域的激光雷达产品和光学系统业务蓄势待发，未来有望成为公司新的业务增长点。

图4: 公司历史营业收入稳健，净利润持续向好（亿元）



数据来源：公司公告、开源证券研究所

图5: 公司收入集中于激光器和光学元件两大板块



数据来源：公司公告、开源证券研究所

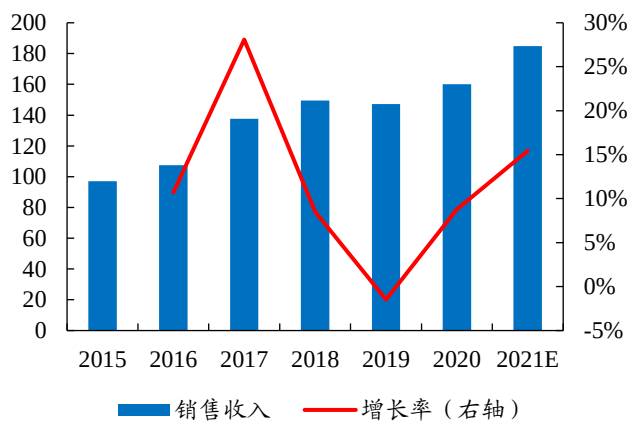
2、激光行业上游元器件市场稳步增长，下游应用百花齐放

2.1、激光光学元件弥补短板，半导体激光器前景广阔

2.1.1、全球激光器行业稳步增长，供应链具有持续成长空间

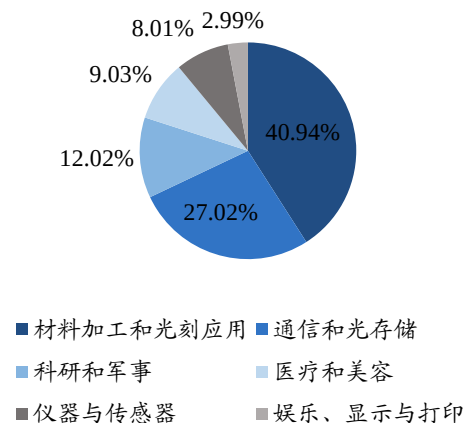
全球激光器行业有望持续受益于下游激光设备规模增长，材料加工与光刻仍是最大应用领域，仪表与传感器行业规模增速可观，随着高功率半导体激光元器件国产替代进程加快，国产厂商迎来发展良机。激光设备对于推动我国经济转型升级具有不可替代的作用，市场需求广阔。作为激光设备必不可少的激光元器件，激光器行业将持续受益。据 Laser Focus World 数据，2015 年至 2020 年，全球激光器销售收入由 97.1 亿美元增长至 160.1 亿美元，CAGR 为 10.52%。预计 2021 年该市场规模将达到 184.8 亿美元，同比增长率约为 15%。当前，我国低、中功率激光核心元器件已基本完成国产替代，高功率半导体激光器核心元器件国产替代未来可期。国内激光厂商已掌握大部分器件制造技术，但部分核心器件如高功率半导体激光芯片等仍依赖进口。而国外激光器龙头企业，例如美国相干公司、美国 IPG 光电、美国 nLight 和法国 Lumibird 等，则依靠全产业链整合实现产品低成本、高性能及高稳定性。根据 Laser Focus World 数据，2019 年全球激光器应用领域中，材料加工与光刻是全球激光主要应用市场，占比 40.94%；其余应用领域中，仪表和传感器行业内激光器市场规模增速较快，由 2016 年 6.15 亿美元增至 14.41 亿美元，CAGR 约为 23.72%，较其他行业领先。近年来，随着激光雷达、3D 传感、生物医学仪器等细分行业的快速发展，仪表和传感器市场规模有望进一步扩大，从而拉动激光器元器件及相关光学应用模组与解决方案的市场需求增长。

图6：全球激光器销售收入保持持续稳健增长（亿美元）



数据来源：Laser Focus World、开源证券研究所

图7：材料加工与光刻应用仍是激光器最大应用领域



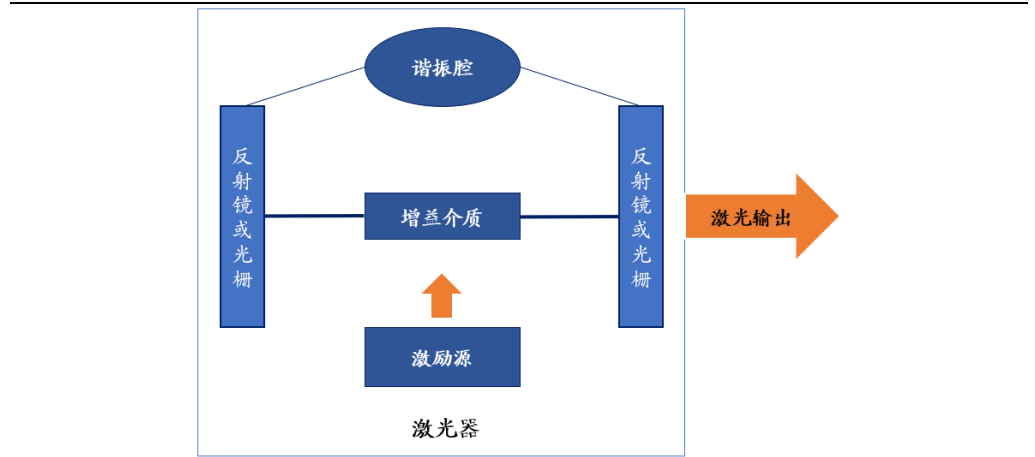
数据来源：Laser Focus World、开源证券研究所

2.1.2、激光器是激光产品最核心部件

激光器是激光产品最核心部件，直接决定激光设备的性能。激光起源于 20 世纪 60 年代初期，是指窄幅频率的光伏射线通过受激反馈共振与辐射放大，产生的准直、单色、相干的定向光束，被誉为“最准的尺”、“最快的刀”，被广泛应用于焊接、切割、光纤通信、测距、唱片、美容等领域。产生激光的激光器由大量的光学材料和元器件组成，居于整个产业链的中枢位置，通常由光学系统、电源系统、控制系统和机械机构四个部分组成。其中光学系统主要由泵浦源、增益介质和谐振腔等元器件组成。光子通过吸收了泵浦源能量的增益介质产生，在光学谐振腔内不断反射，往复运动，从

而不断放大，最终通过反射镜射出激光，形成激光束。因此激光器的性能往往直接决定激光设备输出光束的质量和功率，是下游激光设备的核心部件。

图8: 激光器是激光设备的核心部件



资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

2.1.3、半导体激光器优势显著，光学整形后进一步打开应用空间

半导体激光器光束质量有所不足，但光电转换效率等方面优势显著，经过光学整形后有望弥补短板，在更多领域实现应用。激光器按照增益介质（工作物质）可分为：

（1）液体激光和气体激光，该方式效率低下并且需要频繁维护，目前只用于小众场景；（2）自由电子激光器，主要依靠加速器产生的高品质电子束与 NS 交替排列的磁铁阵列——波荡器相互作用来产生具备激光品质的高功率相干辐射。目前技术发展不充分，难以广泛使用；（3）固体激光器，主要以晶体或玻璃光纤作为工作物质，以灯（少部分使用）或半导体激光器作为泵浦源；（4）半导体激光器是以半导体材料作为激光介质，以电流注入激光二极管来产生激光作为泵浦源。这其中，固体激光器尤其是光纤激光器具有光束质量好、能量密度高、使用方便等优势，目前广泛应用于雕刻、切割、钻孔等领域。而半导体激光器具有光电转换效率高、体积小、寿命长、可靠性高、工业化程度高、成本低等诸多优点，但由于半导体激光器直接产生的光束质量较差，所以应用的领域受限，通常作为泵浦源出现在固态激光器中。然而在实际应用中，一些场景并不需要高光束质量的激光，只要满足特定应用所要求的光斑形状、功率密度和光强分布即可。而激光光学产品恰好可以起到这一作用，经过激光光学产品的整形，低光束质量的半导体激光也可以在焊接、退火、激光雷达等领域应用，完美弥补半导体激光器的不足，发挥该技术路线的优势。未来半导体激光器在激光光学元件搭配下将拥有越来越多的应用场景。

表1: 半导体激光器光电效率、加工能力、体积具有显著优势，唯独光束质量是短板

对比项目	指标说明	CO ₂ 激光器 (气体)	YAG 激光器 (固体)	薄片激光器 (固体)	光纤激光器	半导体 激光器
波长 μm	数值越小，加工能力越强	10.6	1.06	1.0~1.1	1.0~1.1	0.9~1.0
典型电光效率%	数值越大，效率越高，耗电越小	10	5	15	30	45+
光束质量 BPP (4/5kw)	数值越小，光束质量越好	6	25	8	<2.5	10
输出功率 kW	数值越大，加工能力越强	1~20	0.5~5	0.5~4	0.5~20	0.5~10
输出光纤 μm	数值越小，使用越方便	不可实现	600~800	600~800	20~300	50~800
冷却方式	方式越多，使用越灵活	水冷	水冷	水冷	风冷/水冷	水冷

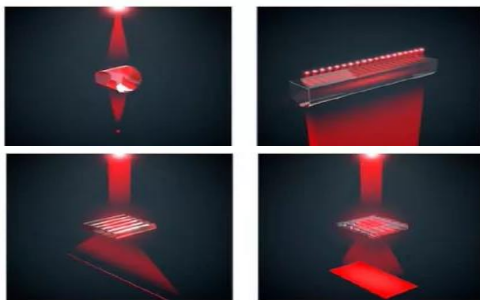
对比项目	指标说明	CO ₂ 激光器 (气体)	YAG 激光器 (固体)	薄盘激光器 (固体)	光纤激光器	半导体 激光器
占地面积 (4/5kw)	数值越小, 适应性越好	3m ²	6m ²	>4m ²	<1m ²	<1m ²
体积	体积越小, 适用场合越多	大	最大	较大	非常小	非常小

资料来源: 创鑫激光招股说明书、开源证券研究所

2.1.4、激光光学产品给激光装上翅膀, 其生产工艺和对光路理解尤为重要

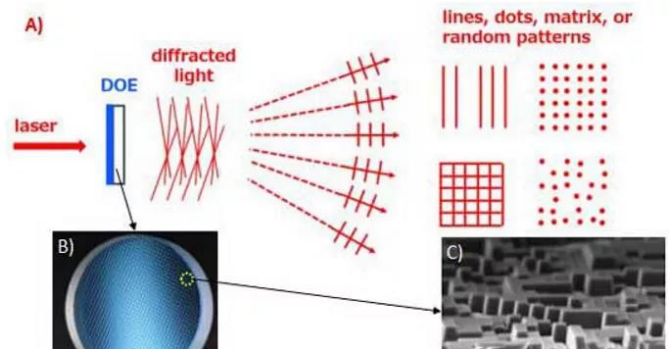
激光光学产品是激光的“加工器”, 生产工艺和光路理解对制备激光光学器件来说是最重要的环节。激光的整形常用到的激光光学元器件包含微透镜阵列、光束准直器等, 其能够帮助调整激光的光场强度分布、光斑形状和功率密度, 进而让半导体激光器发出的激光取得最好的应用效果和应用价值。以微透镜阵列为例, 其表面由通光孔径及浮雕深度为微米级的透镜组成阵列, 最小功能单元也是球面镜、非球面镜、柱镜、棱镜等, 能在微光学角度实现聚焦、成像、光束变换等功能, 由于单元尺寸小, 集成精度高, 可以完成很多传统光学元件无法完成的功能。微透镜阵列可分为折射型(ROE)和衍射型(DOE)两类, 折射型微透镜阵列主要依靠几何光学的折射原理, 当激光照射到微透镜上时, 微透镜阵列上的每个小透镜单元都可以将一小部分激光折射到满足要求的位置, 进而实现对激光光束的精确整形。衍射型微透镜阵列主要基于物理光学的衍射原理, 透镜阵列表面的浮雕结构形成衍射单元, 激光经过这些衍射单元后在一定距离产生干涉, 形成特定的光强分布。微光学产品对精度要求高, 如衍射光学元件对光的入射角度敏感, 需要较好的光路调整精度和稳定性; 同时, 微光学元器件的生产工艺亦是考验厂商竞争力的核心环节, 目前主流的生产方式有精密模压、晶圆级光学镜头(WLO)以及晶圆级玻璃(WLG)三类工艺, 其中模压方案产出的产品耐久性差, 通常用于低功率、低成本场景; 晶圆级光学镜头(WLO)技术被苹果应用于手机的3D结构光发射模组, 主要专利集中于少数国外公司手中; 相比晶圆级光学镜头工艺(WLO), 晶圆级玻璃工艺(WLG)所生产的产品具有更小的尺寸和更优异的光学特性以及更好的耐久性, 因此 WLG 也有望替代 WLO 成为微透镜阵列的主要制备方案, 国内的炬光科技在该工艺方向技术储备遥遥领先。除此之外, 微光学元器件的设计和生也考验厂商对于光路的理解, 如何搭配光束整形等技术生产出更适合下游应用场景的产品, 亦非常重要。

图9: ROE 依靠光的折射实现光束整形



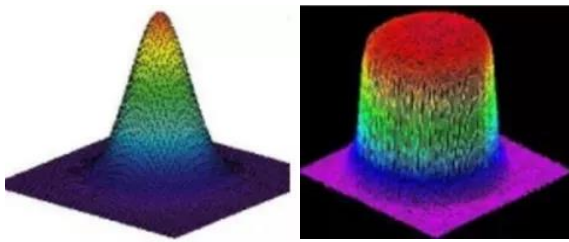
资料来源: 炬光科技公众号

图10: DOE 可通过衍射产生各种形状的光斑



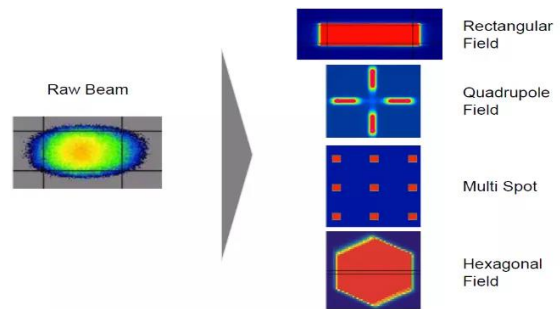
资料来源: 炬光科技公众号

图11: 微透镜阵列可将能量分布不均匀的光束进行整形



资料来源: 炬光科技公众号

图12: 微透镜阵列将光束整形为各类不同的光斑



资料来源: 炬光科技公众号

2.2、车载高线数激光雷达前装量产元年已至，激光发射模组居关键地位

2.2.1、搭载激光雷达日益成为自动驾驶主流技术发展方向

智能化正接替电动化成为汽车下一阶段的发展方向，配备先进传感器的高阶自动驾驶更是国内自主厂商借助智能化弯道超车的重点。其中，激光雷达因其探测距离远、探测精度高、响应速度快、受环境干扰影响较少及可近似全天候工作等优势，成为大部分整车厂提高汽车智能驾驶水平的主流选择。激光雷达技术路线多样，主要包括以 Velodyne 为代表的机械式激光雷达，以 Luminar、法雷奥、大疆、华为等代表的半固态式激光雷达，以及性能优越但技术仍处瓶颈期的固态激光雷达。与特斯拉等领先厂商相比，在软件和算法落后的背景下，其他整车厂商更倾向于选择激光雷达+高精度地图作为 L3 级别自动驾驶的解决方案。随着华为、大疆等跨界玩家的入局，激光雷达性能大幅提升，成本也将降低至万元以内，整车厂激光雷达前装意愿不断增强，我们预计 2022 年将是车载高线数激光雷达大批量前装上车元年，规模化量产的拐点即将到来。

图13: 激光雷达包括机械、半固态、固态三类



资料来源: Yole

2.2.2、收发模块成本占比高，激光器是核心元器件

激光雷达主要分为激光发射模块、扫描系统、接收模块及信息处理系统四个部分，发射及接收模块成本占比高达 60%。发射模块包括激励源、激光器、光束控制器与发射光学系统；扫描系统通过旋转电机、扫描镜、准直镜头与窄带滤光片等形式实现改变激光束的空间投射方向的功能（Flash 激光雷达方案不包括扫描方案）；接收模块则主要为光电探测器；后端信息处理部分则与放大器、FPGA（主控单元）芯片、模拟芯片密不可分，其主要实现对激光发射模块、接收模块和扫描模块的控制以及数据处理和传输。据汽车之心描述，发射、接收模块占据激光雷达成本的 60%左右。

发射模块中所需要的微光学器件包括激光器准直元器件、耦合元器件、光束形态转换元器件、光场匀化扩束器等。这些器件的性能将直接影响激光光源的形成、激光雷达光束探测距离、分辨率、均匀度，是整个发射模块的技术关键。

图14: 激光雷达由发射、扫描、接收、处理四部分组成

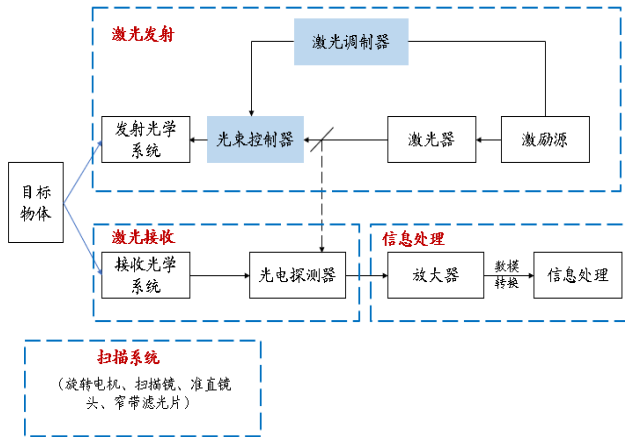
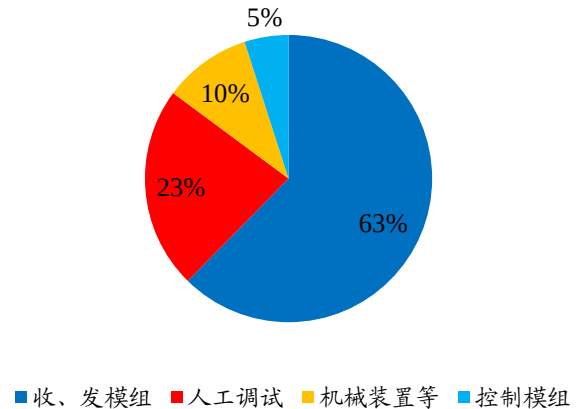


图15: 发射、接收模块在激光雷达成本占比较高

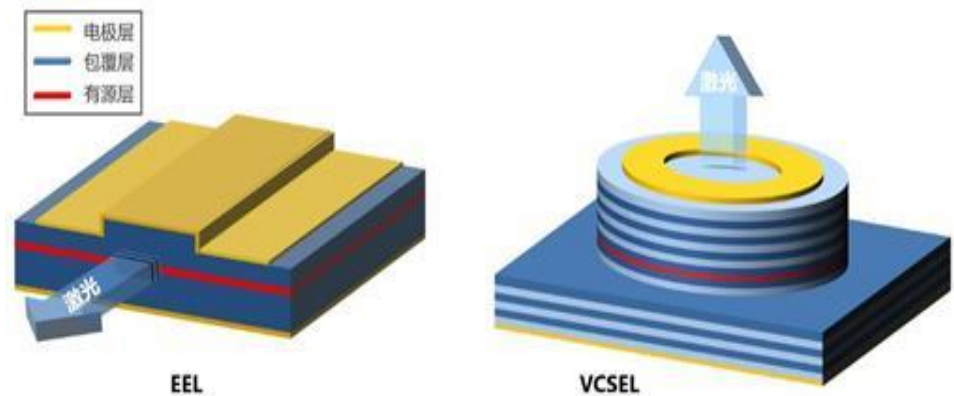


资料来源：汽车人参考、开源证券研究所

数据来源：汽车之家、开源证券研究所

其中，激光器作为车载激光雷达发射系统的核心器件之一，正由 EEL 向 VCSEL 演进。激光器的选择需综合考虑实际应用环境、技术方案、性能需求以及成本需求。目前常见的激光器主要包括半导体边发射激光器（EEL）、半导体垂直腔面发射激光器（VCSEL）以及光纤激光器等。EEL 作为光源具有高发光功率密度的优势，但 EEL 激光器发光面位于半导体晶圆的侧面，生产中需进行切割、翻转、镀膜、再切割的工艺步骤，往往只能通过单颗一贴装的方式与电路板整合。与此同时，每颗激光器需独立手工装调，对产线工人的手工装调技术依赖性较大，生产成本高且一致性难以保障。有别于 EEL，VCSEL 的光源发射方向与芯片垂直，一方面使得其可直接在晶圆上进行光斑测试，测试成本较 EEL 更低，另一方面 VCSEL 大多采用直接调制，腔长短、集成难度低，在传感领域的性能及量产能力都更为突出。近年来，国内外多家 VCSEL 激光器公司纷纷开发多层结 VCSEL 激光器，据禾赛科技招股书，多层结 VCSEL 激光器将发光功率密度提升了 5~10 倍。未来，VCSEL 有望逐渐取代 EEL 成为主流激光元器件。

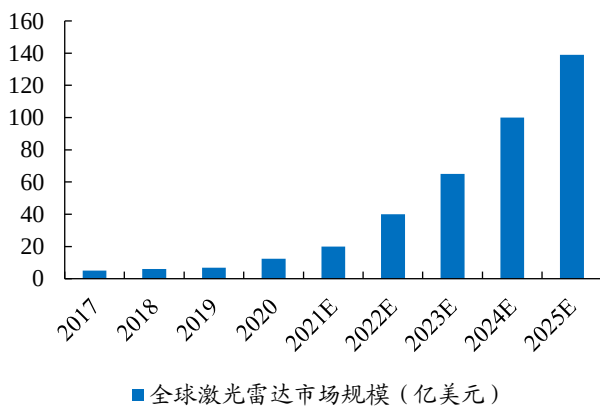
图16: VCSEL 通过垂直发光的方式降低测试成本



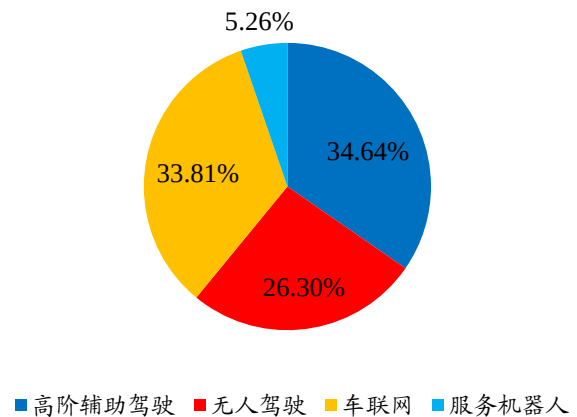
资料来源：禾赛科技招股书

2.2.3、激光雷达市场空间广阔，高线数产品预计 2022 迎来规模化落地

ADAS、无人驾驶成为激光雷达下游主要应用场景，激光雷达市场空间广阔。激光雷达下游应用领域广泛，主要可分为无人驾驶、高阶辅助驾驶、服务机器人和车联网行业。随着激光雷达在车载领域的推进，针对测试与高精地图测绘领域的激光雷达市场将迎来顶峰，乘用车前装量产成为未来主要发展方向。据 Frost&Sullivan 预测，2025 年高级辅助驾驶、无人驾驶、车联网和服务机器人领域分别占激光雷达市场总规模的 34.64%、26.30%、33.81%和 5.26%。2025 年全球激光雷达市场规模将达 135.4 亿美元（折合人民币近 1000 亿元），2019-2025 年 CAGR 为 64.5%。与此同时，我们统计了近年明确宣布搭载激光雷达的车型，发现 2022 年将是车载高线数激光雷达量产上车的高峰，随后激光雷达的需求将进入快速成长期。考虑到高阶自动驾驶渗透率仍然较低，且无人机、车联网等领域的应用需求有望随激光雷达成本下降而持续释放，预计未来我国激光雷达市场将超千亿。

图17：2024 年后全球激光雷达市场规模预计超百亿美元


数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

图18：高阶辅助驾驶预计将成为主要应用场景


数据来源：Frost&Sullivan、开源证券研究所

表2：2022 年将迎来激光雷达批量上车的高峰

品牌	配套车型	量产时间	激光雷达	激光雷达型号	供应商	线数
蔚来	ET7	2022	1	猎鹰	图达通	-
理想	X01	2022	预计 1	可能为 AT128	禾赛科技	128 线
小鹏	P5	2021.09	2	Horiz	大疆 Livox	等效 44 线
	G9	2022	2	RS-LiDAR-M1	速腾聚创	125 线
威马	M7	2022	3	RS-LiDAR-M1	速腾聚创	125 线
高合汽车	HiPhi Z	2022	1	可能为 AT128	禾赛科技	128 线
哪吒	哪吒 S	2022	3	华为激光雷达	华为	96 线
长城沙龙	机甲龙	2022	4	华为激光雷达	华为	96 线
长城摩卡	高端车型	2022	3	Inext	Ibeo	全固态 Flash
长安阿维塔	E11	2022	3	华为激光雷达	华为	96 线
广汽埃安	LX	2022	3	RS-LiDAR-M2	速腾聚创	125 线
上汽智己	L7	2022	预计 2 或 3	RS-LiDAR-M2	速腾聚创	125 线
	LS7	-	预计与 L7 相同	-	-	-
上汽飞凡	R7	2022	预计 1	Iris	Luminar	300 线
极狐	阿尔法 S HI 版	2021Q4	3	华为激光雷达	华为	96 线
路特斯	Type 132	2022	预计 1-4	-	禾赛或速腾	-

品牌	配套车型	量产时间	激光雷达	激光雷达型号	供应商	线数
领克	极氪 001	2022	-	-	-	-
金康赛力斯	某 SUV	-	-	华为激光雷达	华为	96 线
沃尔沃	XC90	2022	1	Iris	Luminar	300 线
大众	ID.Buzz	2023	未知	-	Avea	-
福特	Otosan	未知	未知	可能是 Velarray H800	Velodyne	-
集度汽车	未知	2023	预计 2	可能为 AT128	禾赛科技	128 线
Lucid	Air	2021	1	RS-LiDAR-M1	速腾聚创	125 线

资料来源：盖世汽车、汽车之家、开源证券研究所

2.2.4、激光在汽车上的应用不止于激光雷达，DMS、AR-HUD、激光大灯亦潜力无限

在激光雷达之外，在 DMS、HUD、激光大灯领域，激光仍有广泛应用。DMS 领域，3D 摄像头有望持续提高渗透率。DMS（Driver Monitor System，驾驶员监控系统）可以实现对驾驶员的驾驶疲劳、分心以及其他危险行为的检测。当检测到驾驶员的注意力无法保持在驾驶行为上时，DMS 会及时对驾驶员做出提醒。汽车智能化趋势下，车辆行驶过程的安全性愈发受到车企及终端消费者的关注。当前，可为 DMS 摄像头提供 800-1000nm 波段的近红外光源主要有三种，即红外 LED、红外 LD-EEL 和 VCSEL。其中，红外 LED 因成本低廉、便于安装、产业成熟度高而成为当前的主流方案。但 LED 没有谐振腔，光束发散，必须输入更多的电流来克服损失，因此功耗较高。与此同时，LED 分辨率也因其不能快速调制而受到限制。相比于红外 LED 和 EEL，VCSEL 的出射光更集中、光斑更对称，在温度漂移和腔面反射率上也更占优势，VCSEL 还能够实现二维阵列。目前光源供应商们正在研发车规级的 VCSEL 光源技术，未来有望逐步获得推广。据 Yole 咨询预测数据，从 2022 年开始，3D 感知的 DMS 系统开始装车，到 2024 年 3D 摄像头将迎来快速增长期。同样据 Yole 预测，新车市场中 DMS 搭载量将从 2020 年的 450 万套，增长至 2025 年的 5760 万套，其中 2D 摄像头方案占 80%，3D 摄像头方案占据 20%。

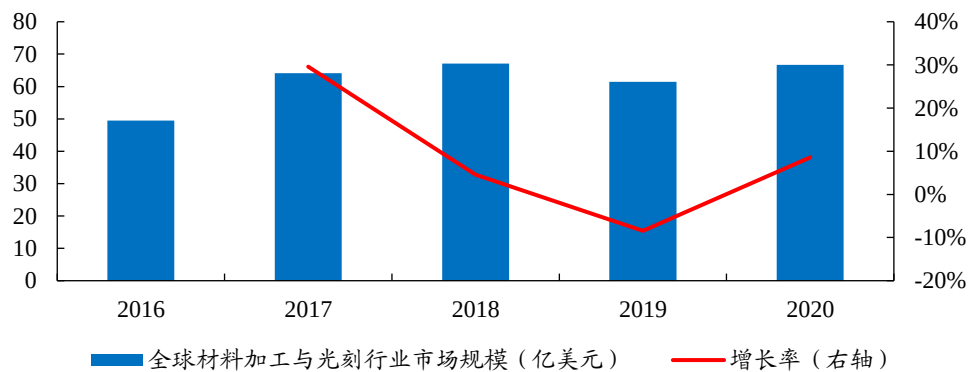
AR-HUD 领域，目前的光机解决方案主要有 DLP、TFT、LCOS、MEMS 微激光投影等，几大方案各有优劣，这其中已经量产的方案主要以 TFT 和 DLP 为主。TFT 方案技术成熟，成本可控，但该方案的问题在于亮度输出不够、视场有限、清晰度不好、且耐温性不够。DLP 方案成像效果显著优于 TFT 方案，且有效解决阳光倒灌的问题，但 DLP 芯片只有德州仪器可以供应，且成本相对较高。LCOS 方案成像效果可观，也可规避德州仪器的专利问题，但目前该产品的量产技术尚不成熟，因而尚没有大规模应用。而 MEMS 微激光投影方案应用微机电二维微型扫描振镜及 RGB 三色激光以扫描方式成像，使得光学引擎大幅度简化，体积小巧，成像方面，具有高亮度、高对比度、色域广、功耗低的特点。但目前的问题在于产品的分辨率要想提高需要付出较高的成本，此外激光二极管对温度变化较为敏感，车规级实现仍有困难。我们认为如果激光发射器和 MEMS 技术有所突破，该种方案仍具有较大潜力。

此外在车载大灯领域，激光大灯具有极高的亮度和极好的方向性，相比 LED 大灯每瓦一百流明的亮度，目前的激光大灯已经做到每瓦一百七十流明，且光束的发散性小，这不仅让大灯的光线具有较强的穿透力，在恶劣天气下仍有较好的照明效果，还赋予大灯更强的灵活性，结合一些微光学零部件可以投射各类图形文字实现人车、车和行人的交互。我们认为激光在车上的应用场景丰富，并且随着汽车智能化程度的提升，将有更多的新应用场景不断涌现，核心零部件厂商将持续受益。

2.3、高端制造域激光器应用广泛，光刻是最高端应用场景

材料加工与光刻是激光器下游应用领域中主要行业，规模呈现稳健增长态势。材料加工与光刻行业所涉及的激光器主要为工业激光器，包括用于所有类型金属加工（焊接、切割、退火、钻孔）的激光器；用于半导体和微电子制造（光刻、刻划、缺陷修复、钻孔）的激光器；用于所有材料打标激光器；以及用于其他材料加工（切割和焊接有机物、快速成型、微加工和光栅制造）的激光器等。根据前瞻产业研究院统计，2016年至2020年，全球材料加工与光刻行业内激光器的市场规模从49.49亿美元增长至66.69亿美元，CAGR为7.74%，呈稳定的增长态势。

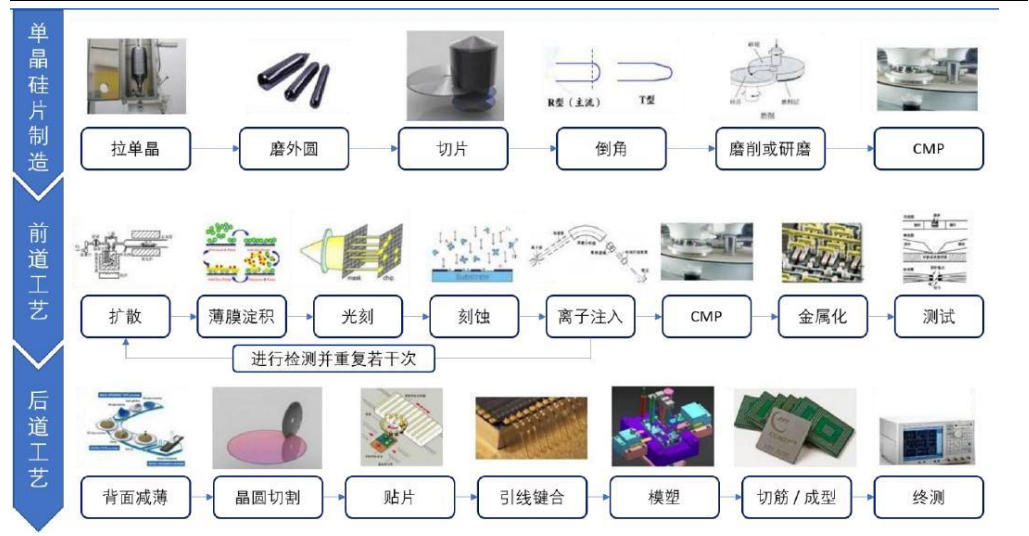
图19：2016年至2020年全球材料加工与光刻激光器市场规模呈扩大趋势



数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

稳定、高精度的光源控制与光场匀化技术将直接影响光刻机性能，在芯片制造中起重要作用。芯片制造流程复杂，主要有芯片设计、晶片制作、封装制作、成本测试等环节。芯片的原料是晶圆，成分是从石英砂中所精炼而得的硅，通常需要提纯至99.999%的纯度。随后这些纯硅将会被打造成硅棒，成为制造集成电路的石英半导体材料，将其切片就成为了芯片制作具体需要的晶圆。晶圆越薄，生产的成本越低，但对工艺的要求也随之提升。晶圆经过切割、抛光等一系列工艺流程后，就进入了前道程序，光刻是其中的关键环节。光刻是将掩膜板上的图形转移到涂有光致抗蚀剂（或称光刻胶）的硅片上，通过一系列生产步骤将硅片表面薄膜的特定部分除去的一种图形转移技术。在实际工艺内，一个芯片需要经历几十次的光刻才能完成。据晶瑞科技招股书，光刻是芯片制造的核心，其成本占据了整体加工成本的30%，耗费时间约占整体加工时间的40%-60%。作为此步骤的关键设备，光刻机也成为了芯片制造最为重要的设备之一，同时也是当前国内集成电路产业最受限制的上游核心设备。高端光刻机制造难度较大，当前全球仅有四家公司有能力提供，其中炬光科技所供货的荷兰ASML公司是规模最大、技术最先进的光刻机设备制造商。由于芯片精度与光源的效率、光线稳定性及准确性高度相关，且此类依靠经验累积而成的技术壁垒较高，因此炬光科技凭借先进的光线调控、光场匀化技术在芯片光刻环节技术领先优势显著、壁垒高企。

图20: 光刻是芯片制造的核心环节

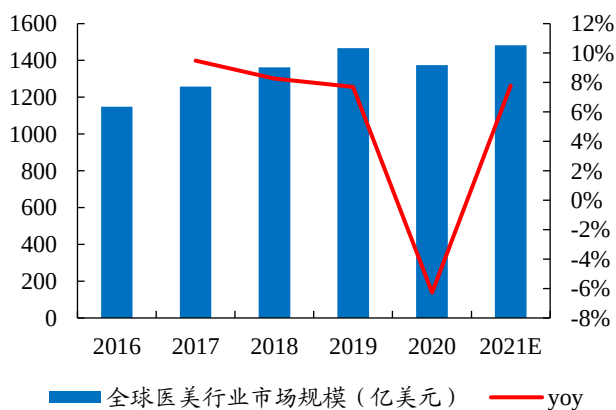


资料来源: 搜狐科技、开源证券研究所

2.4、医美市场迎来发展良机，激光美容仪器“轻度介入”深受喜爱

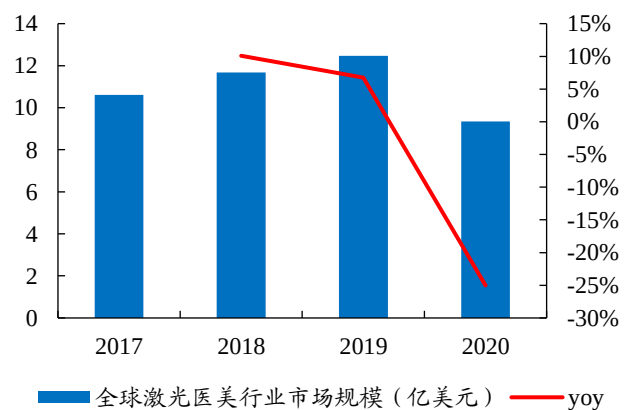
医美市场快速成长，激光美容仪创伤小、风险低、效果好，受到消费者热捧。近年全球医美市场快速增长，随着居民生活水平的提高，消费者对美容的需求逐步升级，同时随着网红经济的崛起，居民对容貌的心理需求日益提升。全球医美市场排除疫情影响下的2020年，在过去几年都经历了快速成长，随着轻医美等非手术美容观念的流行，激光医美等作为近年逐步流行的新兴产物，逐步受到市场关注。激光医美器械可依靠不同波段的激光作用于人体产生的光子生物学效应，实现医美效果。目前的激光美容仪可用于柔肤嫩肤、祛痣、除皱、脱毛等。激光美容仪具备“轻度介入”的特点，产品具有创伤小、风险低等优势，日益成为医用以及家用美容器械的宠儿，市场规模在疫情前稳步提升。

图21: 预计全球医美市场将继续保持稳定增长



数据来源: Frost & Sullivan、开源证券研究所

图22: 全球激光医美市场规模稳步提升



数据来源: Frost & Sullivan、开源证券研究所

3、全面进军中游市场，激光雷达打开千亿空间

3.1、上游元器件壁垒高筑，形成稳健基本盘

3.1.1、高功率半导体打破国外垄断，发展前景广阔

在半导体激光器领域，公司凭借前瞻的技术布局和领先的工艺优势形成强大壁垒。公司在半导体激光器领域可提供半导体激光器垂直阵列、微通道冷却半导体激光叠阵、光纤耦合模块、预制金锡薄膜陶瓷热沉等。半导体激光器是固体激光器、光纤激光器中的核心元器件，其性能直接决定终端激光设备的质量。随着激光器应用领域的拓展，市场对于激光功率的要求逐步提升，半导体激光元器件厂商与激光器厂商对于高功率激光器的研发需求进一步扩大。公司成立伊始便专注于高功率半导体激光器的研发，在行业内广受到认可，2009 年公司即交付首款百千瓦级面阵半导体激光器，公司所研发的 120kW 半导体激光器，令我国成为继美国和法国后第三个能够制备百千瓦级半导体激光器的国家。公司的 GS04 系列传导冷却半导体激光器垂直阵列产品，可以在 0.5% 占空比的情况下实现峰值输出功率 750 瓦，封装之后重量仅有 2.3g，体现了高超的技术工艺。热管理和热应力管理是提升阵列半导体激光器输出功率的主要难点，公司通过“无空洞”“无缺陷”贴片、无钎化封装等工艺大大提升了半导体激光器的热稳定性，进而大幅提升输出功率，这其中涉及到共晶键技术、界面材料处理技术、测试仿真技术等基础工艺和技术的突破。以激光器“无钎化”封装技术为例，该技术采用质量分数分别为 80% Au 和 20% Sn 的金锡合金代替传统的钎作为封装材料，与钎相比，金锡合金的熔点更高、热膨胀系数更低，在激光器的高温工作环境下具备更高的耐受能力和抵抗热变形能力。此外，金锡合金解决了钎的热疲劳、电热迁移和氧化等一系列缺陷，极大提高了激光器可靠性和使用寿命。用于封装的金锡薄膜陶瓷热沉长期被海外公司如京瓷、日立等垄断，公司基于超过 10 年的技术沉淀，解决了工艺中金属融合以及导电导热性能优化和热应力控制问题，实现技术突破。目前，公司不仅将该技术应用于自身半导体激光器生产，还制作出预制金锡薄膜热沉和预制金锡薄膜铜钨热沉，并开始批量供货国内外激光器生产商。

图23：公司的半导体元器件业务产品谱系齐全竞争力强

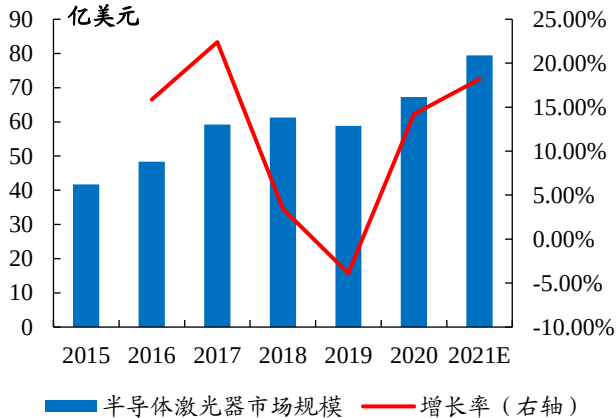


资料来源：公司公告、开源证券研究所

基于“光子应用解决方案”理念，公司不断强化旗下产品的竞争力，开放式器件、光纤耦合模块、医疗美容器件和模块等主要细分产品线内均取得持续的业绩增长。除 2020 年业绩受疫情影响短暂下滑之外，2018 至 2021 年上半年公司业绩均实现稳步增长，其中开放式器件、光纤耦合模块、医疗美容模块始终成为公司收入的主要构成部分。与此同时，公司持续投资、拓展高潜力新兴业务，旗下预制金锡薄膜陶瓷热沉产品开始获得国内外光纤激光器厂商批量订单，将成为公司半导体激光业务未来新的业务增长点。在各类激光器中，半导体激光器拥有最佳的能量转化效率，同时还拥有体积小、寿命长的优势。随着光束整形技术的不断发展，半导体激光技术在功率、效率、亮度、调制速率等方面不断突破，原本局限半导体激光器应用范围的光束质量

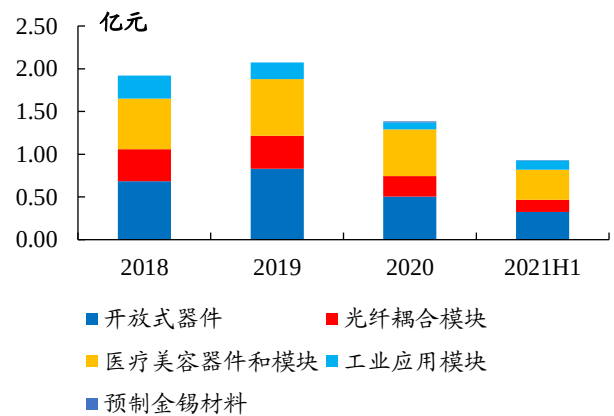
得以大幅提升，使得半导体激光器可被直接应用于激光设备的领域进一步扩大。根据 Laser Focus World 统计，2020 年全球半导体激光器市场规模为 67.24 亿美元，同比增长 14.2%，公司凭借高功率半导体激光器占据领先地位有望持续受益。

图24：全球半导体激光器市场规模有望继续增长



数据来源：Laser Focus World、开源证券研究所

图25：半导体激光器业务稳步增长

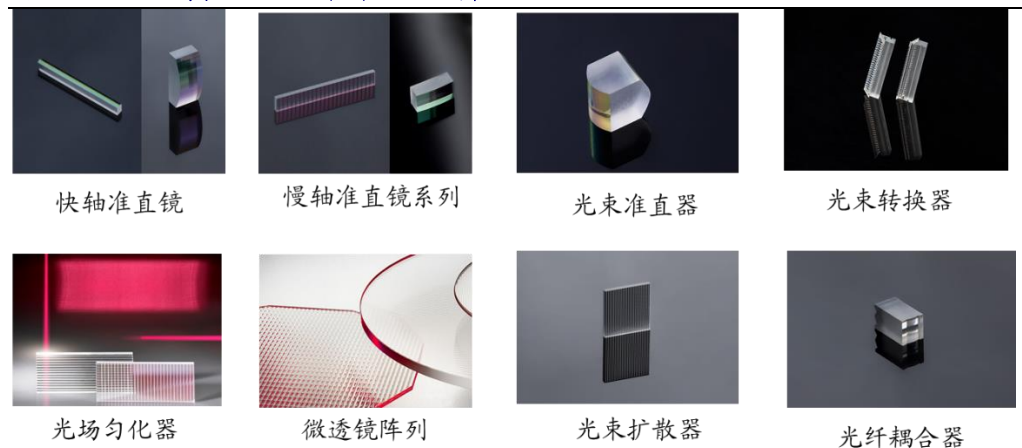


数据来源：公司公告、开源证券研究所

3.1.2、激光光学元器件壁垒高，加持半导体激光器业务如虎添翼

公司激光光学系统，解决半导体激光痛点，大幅提升半导体激光应用领域。公司的激光光学产品类似半导体激光的“加工器”将原本质量较差的半导体激光器发出的激光“加工”成各种可用的状态供各类场景使用。收购 LIMO 后，进一步形成全球顶级的激光光学技术，能够实现在在零维（点）、一维（线）、二维（面）三个维度对多种类型激光光束的精准整形和调控，以满足不同应用需求。产品包含快慢轴准直镜、光束准直器、光束转换器、广场匀化器、光纤耦合器等。公司的产品技术指标优异，创新性强，如公司生产光束准直器一体化透镜即可基于双面结构对激光器快轴、慢轴两个方向的激光同时准直，减少透镜数量，实现小体积激光器封装。公司的光场匀化器在产品上、下表面加工微纳结构，经过几何光学及物理光学双重设计考量，实现激光光束在半导体晶圆表面的均匀曝光，据公司招股说明书显示，公司的光场匀化器不均匀度低至小于 1%，显著高于竞争对手德国 Suess MicroTec 的 2.5%和的德国 Jenoptik 的 3-5%，该产品已经进入 A 公司供应链供货 ASML、台积电等厂商。

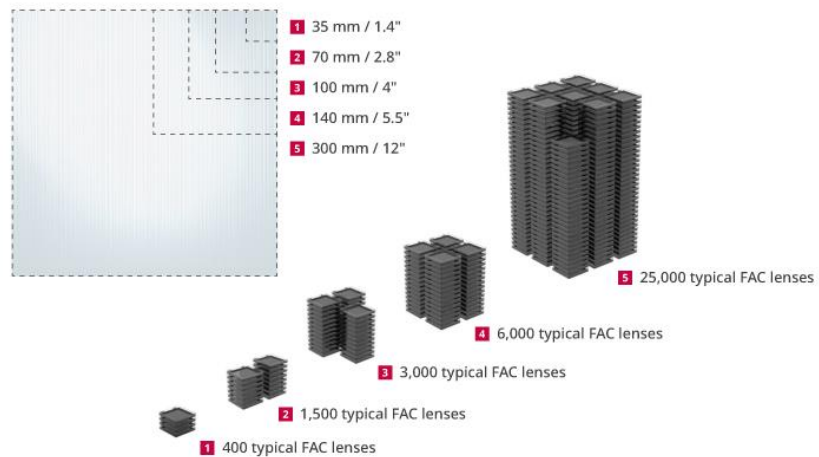
图26：激光光学产品品类丰富性能优异



资料来源：公司公告、开源证券研究所

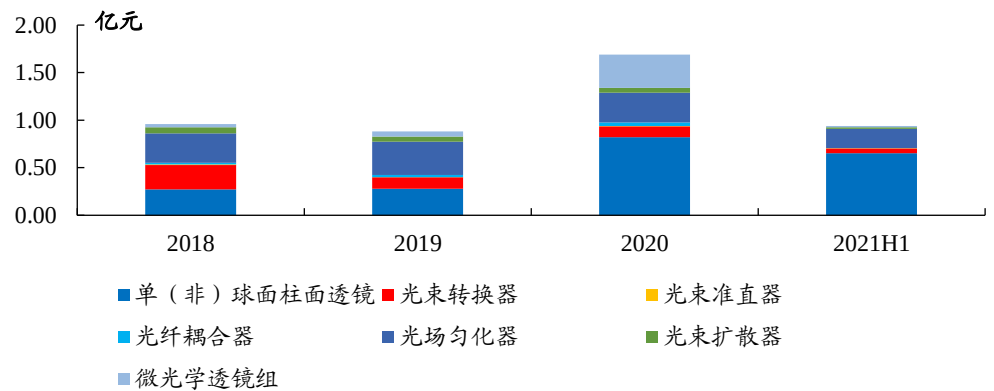
晶圆级玻璃加工技术构筑公司的壁垒。产品生产方面，公司采用半导体级工艺，通过一次成型晶圆级冷加工和精密抛光技术，规模化生产微透镜阵列，再通过切割制备成光学元器件。公司采用该技术生产的微透镜阵列具有纳米级精度，产生的光斑尺寸接近衍射极限，并且具有良好的一致性。在生产效率方面，公司是全球唯一可实现批量化生产一次成型 12 英寸（300mmx300mm）玻璃微光学晶圆的供应商，一块玻璃微光学晶圆可生产 2.5 万个标准尺寸的快轴准直透镜，形成高效和低成本的大量生产能力。激光光学产品的核心壁垒在于生产设备和工艺。公司的晶圆级工艺的生产过程中，高精度工具由公司自行设计，生产系统的主要组件也由公司自行开发。此外公司的核心生产工艺也通过自有专家自行开发和优化。这些尖端的工艺和设备构筑了公司难以逾越的核心壁垒。

图27：晶圆级加工技术可显著提升晶圆尺寸，降低生产成本



资料来源：LIMO

公司光束准直转换系列产品收入规模持续扩张，光刻机用光场匀化器已进入荷兰 ASML 供应链，有望成新收入增长点。公司激光光学业务收入主要系销售激光光学相关产品的收入，主要包括光束准直转换系列、光场匀化器等相关产品。据公司公告，2018 年至 2020 年，公司销售激光光学相关产品收入分别为 1.07 亿元、0.92 亿元、1.79 亿元，占主营业务收入的比重分别为 30.18%、27.35%、38.78%。公司该部分业务收入持续增长主要受益于高速发展的光纤激光器市场。尽管光纤激光器企业通常使用自产泵浦源，但公司通过与此类企业的深入合作，为其提供光束准直转换系列产品，相应地扩大了该业务的收入规模。随着光纤激光器市场进一步扩大，公司光束准直转换系列产品销售收入有望提升。与此同时，公司现已进入了全球最大光刻机生产商荷兰 ASML 的供应链，为其上游供应商提供光刻机用光场匀化器，属光刻机关键零部件，对芯片制造有着较为重要的意义。凭借晶圆级同步结构化激光光学制造技术与光场匀化技术，公司在实现大规模量产的同时，还有效地降低生产成本，提升产品性能。预计在很长一段时间内，芯片需求仍将处于高位，公司有望持续受益，收入、毛利率将同步提升。根据公司公告，2018 年至 2020 年，公司半导体激光业务与激光光学业务毛利率总体呈上升趋势。公司于 2019 年完成对子公司 LIMO 的并购整合，凸显了协同效应，激光光学业务毛利率获得显著提升。未来，随着公司技术持续发展、生产工艺提升，产品良率有望持续上升，相关产品毛利率将得到进一步提升。

图28：激光光学业务导入全球顶级半导体加工厂商，业绩加速成长


数据来源：公司公告、开源证券研究所

3.2、激光雷达核心模块供应商，多方合作加速车载业务发展

公司汽车应用相关产品与服务可划分为三个层次，即微光学元器件、发射端光源模块、组装制造服务和解决方案。其中，作为微光学元器件供应商，公司为包括激光雷达在内的多种汽车应用行业提供独特的微光学元器件；作为光源模块和模组供应商，公司为汽车行业多家客户和合作伙伴提供基于 EEL、VCSEL 等光源技术的模组，主要包括应用于半固态线扫描式激光雷达技术路线的线光斑光源模组和应用 Flash 固态激光雷达技术路线的面光斑光源模组；作为解决方案和服务提供商，公司为客户提供激光雷达发射端光源模块、激光雷达整机的批量组装制造服务等。

3.2.1、通过车规级认证，完善产品布局，厉兵秣马布局激光雷达量产时代

车规认证叠加丰富产品线，公司已经做好准备迎接激光雷达快速发展期。2017 年，公司正式确认将以激光雷达应用为主的汽车应用市场作为未来战略市场方向。基于公司现有半导体激光器和微光学领域的多年技术与产品积累，公司积极开展面向智能驾驶激光雷达、智能座舱内驾驶员监控系统等汽车创新应用场景的车规级核心技术研发，现已通过 IATF16949 质量管理体系认证、德国汽车工业协会 VDA6.3 过程审核，拥有车规级激光雷达发射模组设计、开发、可靠性验证、批量生产等核心能力。公司的激光发射器涵盖面光源和线光源两大方向，面光源方面有 Flash 面光源模块 AL01 和基于 VCSEL 的 AX 系列。线光源产品中包含基于 VCSEL 的 LX 系列，以及基于 EEL 的 LE 系列。以基于 EEL 的线光源 LE 系列为例，据公司公众号显示，目前该系列最新产品已经更新至 LE02 Pro，2022 年 9 月发布，基于 905nm 波长边发射激光器生产，可实现 700w 以上的峰值功率，小于 5ns 的激光脉冲，小于 0.15° 的快轴准直发散角，可实现 11° 或者 25° 慢轴平顶分布 FOV。相比上一代产品，该模块在实现了小型化的同时，可以在较宽的工作频率下保持高峰值功率，同时具有行业领先的性能、更高的技术成熟度和可制造性、以及更低的量产成本，可用于高线束密度、高分辨率、长距离探测的混合固态激光雷达。在行业快速成长的前夜，公司已经全面布局核心部件市场，未来有望尽享行业发展红利。

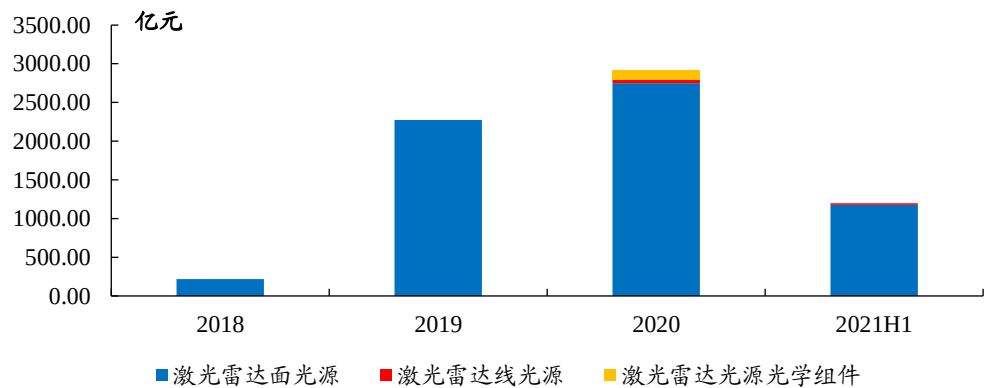
表3: 公司全面布局激光雷达光源模组

产品名称	产品图片	FOV	激光器	峰值功率	波长	特点及应用领域
AL01 面光源		125° × 25° / 60° × 45°	-	-	1064nm	智能驾驶 Flash 激光雷达、3D 感知、安防、红外夜视等
AX02 Pro 面光源		125° × 25°	VSCEL	700W	940nm	支持闪光式激光雷达所需的中短距探测和成像, 可用于工业探测、无人驾驶、3D 场景感知等
LX01 线光源		0.15° × 23°	VSCEL	200W	905nm	业界首款光机电一体化的 VCSEL 的线光斑模块, 可应用于激光雷达和 3D 感知
LE02 Pro 线光源		0.15° × 11° / 0.15° × 25°	EEL	700W	905nm	车载激光雷达、3D 智能感知、激光测距及机器视觉等

资料来源: 公司官网、开源证券研究所

3.2.2、拿下法雷奥等诸多客户单, 获得华为入股, 业绩进入快速增长期

公司是市场稀缺的能够量产激光雷达核心零部件的玩家。自 2016 年起, 公司开始研发高峰值功率固态激光雷达光源模块, 并于 2019 年获得批量供应合同。2020 年, 公司已完成自动化产线建设、产品可靠性验证等开发工作, 产品进入量产爬坡和交付阶段。项目落成后, 公司将成为行业内首次实现固体激光雷达发射模块规模化量产的供应商。

图29: 激光雷达业务中, 模组类产品单车价值量较高, 构成公司主要收入来源


数据来源: 公司公告、开源证券研究所

大陆集团订单开启公司激光雷达发射模组量产化进程。公司与大陆集团签订《战略供应商合同》和《项目协议》，提供激光雷达发射模组，订单折合人民币 4 亿元，该项目疫情影响下短期延后，目前已经进入量产爬坡阶段。大陆集团于 2019 年推出了全球首款三维闪光式（3D Flash）全固态激光雷达传感器 HFL110，主要面向 50 米以内的短距离应用设计，工作波长 1064nm，视场角 120° × 30°，可帮助汽车对外界环境进行 3D 建模，具有无运动件、高垂直分辨率、无动态模糊等优势。该产品将搭载于雷克萨斯和丰田的新款车型上，未来有望给公司带来显著的收入贡献。

图30: HFL110 是全球首款 3D Flash 全固态激光雷达



资料来源: 大陆集团官网

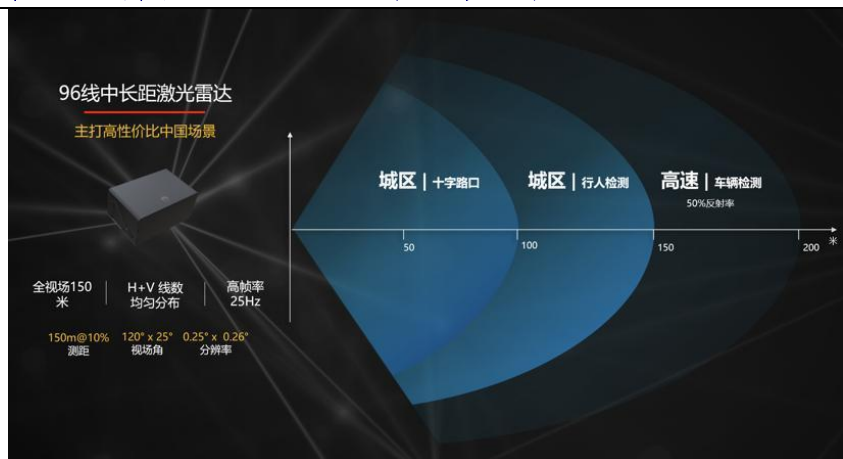
图31: 大陆 HF110 配套日系两大车型



资料来源: 佐思汽车研究

华为智能汽车业务加速扩张，入股公司后有望助力公司激光雷达业务腾飞。公司在汽车应用行业的积极进展，也吸引了于近年来在智能汽车领域动作频频的华为。2020年9月，华为控股的哈勃投资以5,000万元认购公司增发的200万股股份。同时，据公司招股说明书，公司还和B公司签署了《车用激光器领域框架合作协议》，与B客户在车载激光雷达领域开展合作，目前双方就激光雷达发射模组量产型号进行技术方案讨论、样机试制验证、量产商务谈判等环节。华为近年来智能汽车业务加速扩张，已经从业务探索期（2013-2015）、合作研发期（2016-2019）逐步走向产品落地阶段（2019-至今）。2020年，华为携车载三大计算平台CDC、MDC、VDC，鸿蒙操作系统、AR-HUD、激光雷达、七合一电驱动系统、TMS、云服务Octopus等多款产品以智能汽车增量供应商身份亮相上海车展，将汽车业务上升至战略地位。华为自2016年开始研发激光雷达，所发布的96线中长距激光雷达，不仅在性能上较行业内其他激光雷达有了大幅的提升，生产成本也从数万美元降低至1000美元以下，引领了激光雷达行业降本增效的趋势。当前，华为以Tier1供应商的身份，与包括北汽、长安、广汽在内的多家车企达成合作，目前激光雷达产品已经搭载于或即将搭载于北汽ARCFOX极狐HBT、长城汽车的机甲龙、长安阿维塔、广汽埃安LX等车型。华为以激光雷达Tier1身份向公司投资，有利于公司进一步深入激光雷达市场，扩大激光雷达相关元器件产品业务规模。

图32: 华为 96 线中长距激光雷达大幅降低生产成本



资料来源: 汽车之家

凭借在激光雷达领域的技术积累与量产能力，公司与 Velodyne LiDAR、Luminar、福特 Argo AI 等达成合作协议，产品将应用于多个 Robotaxi 产品。截至 2020 年 9 月末，公司已与北美、欧洲、亚洲多家知名企业达成合作意向或建立合作项目，包括美国纳斯达克激光雷达上市公司 Velodyne LiDAR、Luminar、福特旗下知名无人驾驶公司 Argo AI 等。截至 2020 年 10 月末，公司已交付超过 5,000 套激光雷达应用产品。在公司合作客户中，Velodyne 是美国老牌激光雷达厂商，为生产机械式激光雷达的代表企业，其旗下产品包括 32 线激光雷达 HDL-32E、64 线激光雷达 HDL-64E 等。近年来，随着激光雷达固态化趋势推进，Velodyne 亦布局固态激光雷达，并于 2020 年 11 月发布了最新款固态激光雷达 Velarray H800，该产品结构紧凑，同时具有高达 200 米的远距离感知和广阔的视场，专为高级驾驶辅助系统（ADAS）和自动驾驶的安全导航和防碰撞应用而设计，性能优秀。相比 Velodyne，Luminar 则为激光雷达领域的后起之秀。作为全球 1550 纳米固态激光雷达领域的领军者，Luminar 在乘用车和 Robotaxi 领域都吸引了较多客户，其首先与沃尔沃汽车正式签署多年供应协议，约定将在其 2022 年上市的汽车自动驾驶系统中使用激光雷达传感器，其后与上汽合作，产品将搭载于上汽非凡 R7 车型上，2021 年 5 月，Luminar 与小马智行联合发布一体式自动驾驶传感系统，搭载 Iris 系列激光雷达，实现 360° 全方位多传感器融合方案，赋能 Robotaxi。激光雷达在 Robotaxi 领域的逐步放量，有望推动公司激光雷达相关产品销售规模，进一步提升公司营收。

图33: Luminar Iris 最远探测距离达 500 米，将搭载于小马智行 Robotaxi



资料来源：Luminar 官网

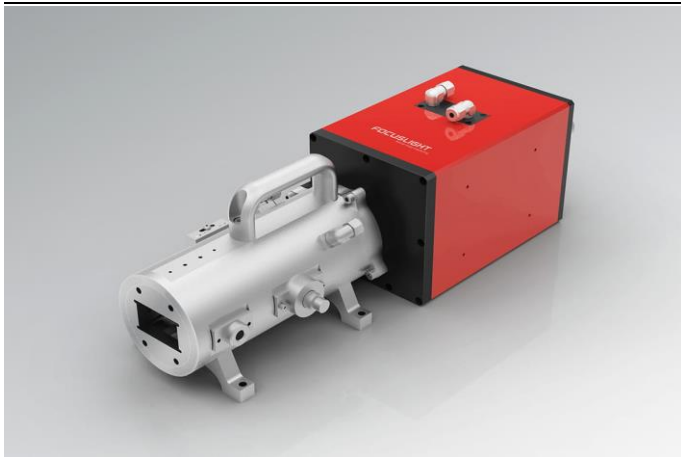
3.3、医美、泛半导体市场蓄势待发

在医美领域，公司产品获得顶级激光美容设备公司订单，面向消费市场进入快速发展前夜。公司的 Vsilk 系列专业用激光脱毛模块、Fariy 系列专业用激光无创溶脂模块产品自 2018 年起开始获得量产，获以全球知名医疗美容设备公司以色列飞顿为首的一众国内外重要客户青睐。公司和英国知名医疗美容公司 Cyden 签订《排他协议》，独家供应医疗美容产品中的激光器，开发家用激光医疗业务，订单折合人民币约 8 亿元。Cyden 公司在激光美容行业积淀深厚，创始人克莱蒙教授曾于英国高校任教时发现了激光脱毛的现象，进而开发了世界上第一款激光脱毛仪，此后 40 余年一直致力于光学脱毛仪领域，Cyden 公司的脱毛仪品牌 Smoothskin 亦凭借卓越的品质被誉为

“脱毛仪中的奔驰”。此外聚光科技的激光荧光造影、激光溶脂等产品亦获得国内外众多厂商的追捧，随着公司产品切入面向 C 端的家用设备市场，未来业务将呈现显著加速增长态势。

泛半导体市场，公司的产品不断突破新的应用领域，依靠尖端技术打破国外公司垄断地位。在光刻领域，公司为客户提供光刻机曝光系统中的核心激光光学元器件广场匀化器，是荷兰 ASML 光学设备核心供应商的重要供应商。在晶圆退火领域，28nm 以下制程的晶圆制造过程中激光退火必不可少，该工艺需要采用近红外波段的半导体激光光源在不到一毫秒内将晶圆表层原子加热到 1000℃ 以上，再急速冷却，使得晶圆表面形成超浅结和高激活结，从而起到提升良率的目的。公司推出的 DLightS 系列半导体集成电路退火系统，可产生一条长宽比为 160: 1 的极窄光斑，并在光斑长度方向达到 95% 的能量均匀性和 98% 以上的能量稳定性，应用在半导体前道工序中，完成动态表面退火（DSA）和激光尖峰退火（LSA）两类工艺。产品已经进入上海微电子、北京华卓精科、韩国 DIT 等客户供应体系。在显示面板生产领域，激光剥离是柔性 OLED 面板生产的关键制程之一，公司固体激光剥离紫外线光斑系统可帮助企业提升产能 30% 以上，目前已经取得国际主流面板厂商如韩国 LG 电子、京东方、日本夏普生产线中部分份额，固体激光退火紫外线光斑系统 2020 年已经交付第一台样机，打破相干公司准分子激光退火过去十年来在该领域的全球优势地位。

图34：公司的半导体晶圆退火产品供货顶级设备厂商



资料来源：炬光科技官网

图35：UV line 激光剥离系统帮助提升激光剥离效率



资料来源：LIMO 官网

3.4、IPO 募资扩产，加码微光学应用及激光雷达发射模组项目

公司于 2021 年 2 月在科创板申报 IPO，所募资金将投入微光学及应用项目与激光雷达发射模组产业化项目，有望加速向中游领域拓展步伐。2021 年 2 月 4 日，公司在科创板申报 IPO。据公司招股书信息，本次募集的资金将用于炬光科技东莞微光学及应用项目（一期工程）、激光雷达发射模组产业化项目、研发中心建设项目和补充流动资金项目，计划募得资金 101,021.45 万元，项目总投资额为 103,175.15 万元，其中第一年投资 71,474.23 万元，第二年投资 31,700.92 万元。

公司募集资金所投资的四个项目均与当前业务密切相关，其中，炬光科技东莞微光学及应用项目（一期工程）将助力公司提升激光光学元器件生产能力。据公司招股书，该项目是在公司自有产能基础上的扩张和升级，将建设激光光学元器件生产基地，设计年产能为年产激光光学元器件 2,600 万只，预计年产值可达 25,250.00 万元。该项目实施过程中，通过引进国内外先进机器设备、新建生产线、改进提高制造工艺

水平,公司可实现规模效应以降低成本,从而提升利润水平,进一步巩固自身市场竞争力。项目达成后,将进一步提高公司激光光学元器件生产线产能,为公司未来更好地满足国内外对激光光学元器件产品日趋增长的市场需求提供保障。据公司招股书数据,项目税后内部收益率为 21.21%,税后静态投资回收期为 6.10 年(含建设期)。

激光雷达发射模组产业化项目系公司为紧抓智能汽车产业发展重大机遇,实现战略发展目标所设立。作为半导体激光和激光光学结合产生的新兴业务,车载激光雷达是公司近年来战略布局的重点产品之一,公司目前已与多个汽车一级供应商合作,为其车载激光雷达系统研发相关技术。通过生产创新性的激光雷达发射模组和光源光学组件,公司有望在该领域抢占高地,获得先发优势。公司所募资金将用于建设激光雷达发射模组生产基地,通过引进一系列国内外先进生产及检测设备,招募并配备相应的生产和技术人员,实现对公司激光雷达发射模组产品的产业化生产,以更好地满足市场对车载激光雷达发射模组的需求,加速公司激光雷达业务发展,进一步扩大激光雷达业务收入规模。据公司招股说明书,公司激光雷达发射模组产业化项目设计产能为年产激光雷达发射模组 3,069,917 台,投产后预计平均实现年销售收入 29,840.17 万元,税后内部收益率为 19.33%,税后静态投资回收期为 7.54 年(含建设期)。

表4: 炬光科技募资主要用于补充流动资金、微光学及激光雷达发射模组等项目

序号	项目名称	总投资额	募集资金投入金额	预计投资进度	
				第一年	第二年
1	炬光科技东莞微光学及应用项目(一期工程)	26,507.43	24,353.74	12,414.17	14,093.27
2	激光雷达发射模组产业化项目	16,702.81	16,702.81	7,820.25	8,882.57
3	研发中心建设项目	14,964.90	14,964.90	6,239.81	8,725.09
4	补充流动资金项目	45,000.00	45,000.00	45,000.00	-
	合计	103,175.15	101,021.45	71,474.23	31,700.92

数据来源:公司公告、开源证券研究所

4、盈利预测与投资建议

关键假设:

(1)我们认为半导体激光器、激光光学元器件两大公司基础业务下游相对分散,市场空间相对有限,预计未来将维持相对稳定的增长速度。

(2)激光雷达业务,公司目前已经签约大陆以及 B 公司,预计未来将进一步在激光发射模组领域开拓新客户,随着近年激光雷达从零到一快速上车,预计公司该业务将实现快速增长。

(3)医美、半导体两大下游场景预计将经历一段时间的爬坡,远期将呈现出较好的业绩弹性。

公司是激光行业上游元器件领域龙头,在“产生光子”的大功率半导体激光器和“调控光子”的激光光学元器件领域形成了深厚壁垒,2015 年主导制定半导体激光器国家标准,子公司 LIMO 获得“光电子行业奥斯卡”Prism Awards。智能汽车时代,激光雷达从零到一需求快速成长,公司依托技术优势进军激光雷达发射模块市场有望借助产业趋势实现腾飞。我们预计公司 2021-2023 年归母净利润分别为 0.65/1.26/2.37 亿元,对应 EPS 分别为 0.72/1.40/2.63 元/股,对应当前股价 PE 分别为 297.4/152.1/81.2

倍，鉴于公司在半导体激光和激光光学领域处于产业链核心地位并具有核心技术，护城河显著高于可比公司锐科激光、杰普特和蓝特光学，同时依靠激光雷达的放量有望实现远高于可比公司的成长性，我们持续看好公司未来发展。首次覆盖，给予“买入”评级。

表5：可比公司盈利预测与估值（截至 2021/12/30）

证券代码	证券简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE		
			2021E	2022E	2023E	2021E	2022E	2023E
300747	锐科激光	60.29	1.50	2.11	2.12	40.19	28.57	28.42
688025	杰普特	75.76	1.58	2.14	2.45	47.95	35.40	30.99
688127	蓝特光学	22.40	0.39	0.51	0.83	57.10	43.72	26.89
	平均					48.41	35.90	28.77
688167	炬光科技	213.55	0.72	1.40	2.63	297.40	152.10	81.20

数据来源：Wind、开源证券研究所（蓝特光学数字来自 Wind 一致预期，锐科激光、杰普特 2021 年、2022 年数据来自开源证券研究所，2023 年数据来自 Wind 一致预期）

5、风险提示

新的进入者改变竞争格局、技术变革、公司业绩不及预期等。

附：财务预测摘要

资产负债表(百万元)	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
流动资产	310	493	917	1169	2133
现金	70	95	302	440	752
应收票据及应收账款	85	89	165	205	428
其他应收款	7	1	11	7	23
预付账款	4	4	8	10	20
存货	130	141	270	346	748
其他流动资产	14	161	161	161	161
非流动资产	297	328	314	385	526
长期投资	0	0	0	0	0
固定资产	141	148	131	194	329
无形资产	22	43	46	53	57
其他非流动资产	133	137	136	137	140
资产总计	606	820	1231	1553	2659
流动负债	142	132	461	641	1494
短期借款	41	39	293	477	1134
应付票据及应付账款	23	23	47	58	128
其他流动负债	78	69	121	106	231
非流动负债	38	53	48	65	83
长期借款	10	0	-6	11	30
其他非流动负债	28	53	53	53	53
负债合计	180	185	509	706	1577
少数股东权益	0	9	9	8	6
股本	61	67	90	90	90
资本公积	466	624	624	624	624
留存收益	-111	-76	-11	114	348
归属母公司股东权益	426	626	713	839	1076
负债和股东权益	606	820	1231	1553	2659

现金流量表(百万元)	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
经营活动现金流	-25	37	-43	41	-165
净利润	-80	34	65	125	234
折旧摊销	25	26	23	30	46
财务费用	4	0	2	7	20
投资损失	-1	-1	-0	-0	-0
营运资金变动	-0	-58	-133	-121	-463
其他经营现金流	29	36	-0	-0	-2
投资活动现金流	-4	-172	-9	-100	-185
资本支出	25	57	-14	71	141
长期投资	21	-116	-0	-0	-0
其他投资现金流	42	-230	-23	-30	-44
筹资活动现金流	-10	165	5	14	4
短期借款	-9	-2	1	-0	0
长期借款	10	-10	-6	17	18
普通股增加	0	6	22	0	0
资本公积增加	1	157	0	0	0
其他筹资现金流	-11	14	-12	-3	-14
现金净增加额	-38	29	-47	-46	-346

利润表(百万元)	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入	335	360	527	767	1311
营业成本	207	176	268	401	712
营业税金及附加	4	2	0	4	6
营业费用	39	29	37	38	39
管理费用	65	57	63	61	79
研发费用	75	70	102	138	223
财务费用	4	0	2	7	20
资产减值损失	-71	-3	-4	-6	-10
其他收益	11	16	11	14	13
公允价值变动收益	0	0	0	0	2
投资净收益	1	1	0	0	0
资产处置收益	0	0	0	0	0
营业利润	-117	38	70	137	257
营业外收入	4	1	2	2	3
营业外支出	0	0	0	0	0
利润总额	-114	38	72	139	260
所得税	-33	4	7	14	26
净利润	-80	34	65	125	234
少数股东损益	0	-1	0	-1	-2
归母净利润	-80	35	65	126	237
EBITDA	-88	63	96	175	325
EPS(元)	-0.89	0.39	0.72	1.40	2.63

主要财务比率	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E
成长能力					
营业收入(%)	-5.6	7.4	46.3	45.6	71.0
营业利润(%)	-870.0	132.0	86.7	95.4	87.7
归属于母公司净利润(%)	-530.9	-143.4	85.3	95.5	87.3
获利能力					
毛利率(%)	38.3	51.0	49.2	47.7	45.7
净利率(%)	-24.0	9.7	12.3	16.5	18.0
ROE(%)	-18.9	5.3	9.2	15.2	22.1
ROIC(%)	-16.1	4.5	6.4	9.6	11.0
偿债能力					
资产负债率(%)	29.7	22.6	41.3	45.4	59.3
净负债比率(%)	0.8	0.4	4.9	12.3	44.5
流动比率	2.2	3.7	2.0	1.8	1.4
速动比率	1.1	2.3	1.3	1.2	0.9
营运能力					
总资产周转率	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
应收账款周转率	4.4	4.1	4.1	4.1	4.1
应付账款周转率	9.6	7.6	7.6	7.6	7.6
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	-0.89	0.39	0.72	1.40	2.63
每股经营现金流(最新摊薄)	-0.27	0.41	-0.48	0.45	-1.83
每股净资产(最新摊薄)	4.74	6.95	7.67	9.08	11.71
估值比率					
P/E	-238.9	550.9	297.38	152.11	81.22
P/B	45.1	30.7	27.8	23.5	18.2
EV/EBITDA	-218.2	304.5	198.4	109.6	60.3

数据来源：聚源、开源证券研究所

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%～20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在 -5%～+5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的6~12个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中A股基准指数为沪深300指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普500或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于机密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。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、价值及投资收入可能会波动。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。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。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。在任何情况下，本公司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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。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。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn