

技术同源，产线复用，光模块企业积极入局激光雷达产业

核心观点

- **车载激光雷达市场方兴未艾。**2021年，激光雷达市场规模达21亿美元，其中地形测绘为最大应用领域，占比高达60%。不过，根据Yole预测，随着汽车智能化的推进及高级别自动驾驶技术的发展，到2027年，全球激光雷达市场规模将达63亿美元，其中汽车ADAS激光雷达市场将在未来5年迎来飞速增长，22-27年的年均复合增长率高达73%，市场规模预计从2021年的3800万美元增至2027年的20亿美元，将成为激光雷达行业最大的应用领域。同时，无人驾驶出租车市场也将以28%的年均复合增长率（2022-2027年）增长，到2027年市场规模将从2021年的1.2亿美元增长至6.98亿美元。
- **激光雷达系统的发射模块包括激光器、发射光学系统等子模块。**激光雷达包括发射、接收、扫描、数据处理四大模块。其中，发射模块用于制造、生成激光，包括激光器、发射光学系统、激光器驱动系统等子模块。光线经由激光发射器发出，通过控制光线方向和线数的光束控制器，最后通过发射光学系统校正后发射。
- **光模块产业与激光雷达产业高度协同。**1)从产品结构看，光模块和激光雷达主要部分均包括激光发射模块和接收模块；2)从激光波长来看，光模块和激光雷达的光波段高度重合，光通信目前重点应用的波长有850nm、1310nm和1550nm三种，而激光雷达的主流波长为905nm和1550nm，与光通信波段高度重合；3)从光源发射技术来看，均主要采用EEL和VCSEL激光器；4)从产业链角度来看，技术同源使得产业链上无源器件和有源封装具有协同性，无源器件方面，包括光学透镜、棱镜、滤光片等光学元件在内的器件可重叠共用，有源封装方面，激光雷达与电信级光模块均采用气密性封装。对于发射光源为1550nm的激光雷达，由于其光源本身是个光纤激光器，部分光模块所需的光纤器件也可以实现复用。

投资建议与投资标的

- 鉴于激光雷达与光模块在关键的收发模块上的相似性，光模块产业链公司可在该领域积累的技术、工艺、供应链采购规模和产能等方面的优势复用于激光雷达业务。
- 建议关注天孚通信(300394, 未评级)，无源器件及有源封装产品提供商，通过收购高精镀膜厂商北极光电，为激光雷达领域客户提供滤光片、WDM器件等产品，同时加大激光雷达器件研发；中际旭创(300308, 买入)，国内高速光模块龙头，定位激光雷达OEM/ODM代工厂商，复用自身在供应链上的规模采购优势，积极助力下游客户降本，同时还积极开展高价值量的发射光学模组的研发；光库科技(300620, 未评级)，光纤激光器件及光通信器件提供商，公司凭借在激光通信领域20余年的经验，以及在2020年完成的Lumentum铌酸锂业务的收购，拓展激光雷达领域，既可为国内外多家激光雷达公司提供光纤元器件，又可为FMCW激光雷达提供铌酸锂IQ调制器。

风险提示

- 车载激光雷达行业发展不及预期；新技术研发不及预期；光模块行业竞争加剧。

 行业评级 **看好 (维持)**

 国家/地区 **中国**
 行业 **通信行业**
 报告发布日期 **2022年10月11日**


证券分析师

张颖 021-63325888*6085
 zhangying1@orientsec.com.cn
 执业证书编号: S0860514090001
 香港证监会牌照: BRW773

联系人

王婉婷 wangwanting@orientsec.com.cn
 周天恩 zhoutianen@orientsec.com.cn

目录

一、车载激光雷达市场方兴未艾.....	4
1.1 激光雷达市场规模.....	4
1.2 激光雷达技术发展现状.....	6
二、光模块产业与激光雷达高度协同.....	8
三、投资标的.....	10
3.1 天孚通信.....	10
3.2 中际旭创.....	11
3.3 光库科技.....	13
四、风险提示.....	14

图表目录

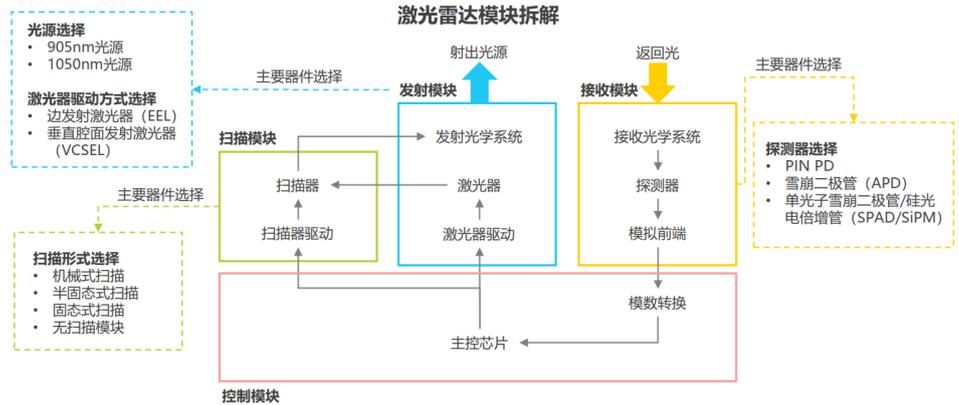
图 1: 激光雷达系统主要包括四大模块.....	4
图 2: 激光雷达扫描得到的环境数据.....	4
图 3: 全球激光雷达市场空间预测.....	5
图 4: 1550nm 波长在雨雾天气时衰减严重.....	8
图 5: 在模拟雾气环境下, FMCW 的信噪比优于脉冲激光.....	8
图 6: 光模块组成结构.....	8
图 7: 激光雷达系统结构.....	8
图 8: 光模块内部使用的无源器件.....	9
图 9: 光纤激光器内部光学系统图.....	9
图 10: 天孚通信营收结构(亿元).....	10
图 11: 天孚通信分产品毛利率(%).....	10
图 12: 中际旭创营收及归母净利润(亿元).....	11
图 13: 中际旭创毛利率及净利率(%).....	11
图 14: 中际旭创参与多家光模块上游厂商投资.....	12
图 15: 光库科技营收结构(亿元).....	13
图 16: 光库科技分产品毛利率(%).....	13
表 1: SAE 定义的自动驾驶级别.....	5
表 2: 自动驾驶各级别所需传感器类型及数量(个).....	6
表 3: 激光器的主要类型.....	7
表 4: 激光雷达 905nm 和 1550nm 波长性能比较.....	7
表 5: 光模块中常用的中心波长.....	9
表 6: 单模光纤与多模光纤.....	9
表 7: 北极光电主要产品及作用.....	11
表 8: 中际旭创参与投资的部分产业链上游厂商.....	12
表 9: 公司主要产品及对应的应用场景.....	13
表 10: 三种主要调制方式对比.....	14

一、车载激光雷达市场方兴未艾

激光雷达是以发射激光束对目标进行探测、跟踪和识别的雷达系统，激光雷达通过将接收到的反射信号与发射信号进行比较、进行数据处理之后，可获得目标的距离、方位、高度、速度、姿态甚至形状等特征参数。激光雷达主要分为激光发射、激光接收、信息处理、扫描系统四个部分。

- **激光发射系统：**用于制造、生成激光，光线经由激光发射器发出，通过控制光线方向和线数的光束控制器，最后通过发射光学系统校正后发射。
- **激光接收系统：**被反射的光经接收光学系统汇集后，光电探测器将接收到的反射光转化电信号。
- **信息处理系统：**接收到的信号经过放大处理和数模转换，经由信息处理模块计算，获取目标表面形态、物理属性等特性，最终建立物体模型。
- **扫描系统：**主要用于扩大光源的探测范围，并产生实时的平面图信息。

图 1：激光雷达系统主要包括四大模块

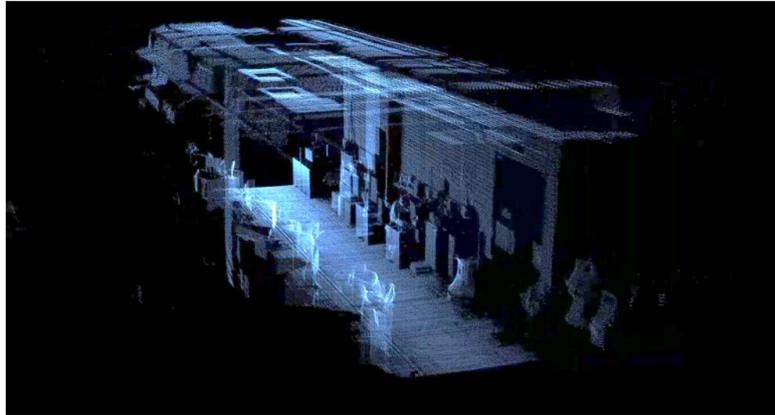


数据来源：艾瑞咨询，东方证券研究所

1.1 激光雷达市场规模

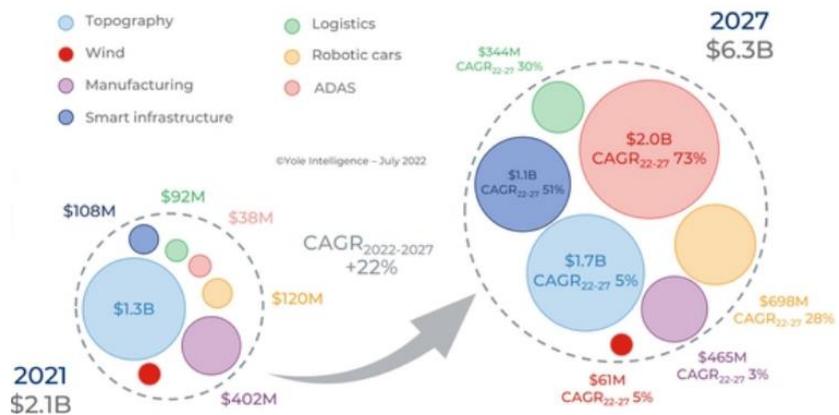
车载领域或将成为激光雷达的主要应用领域之一。2021 年，激光雷达市场规模达 21 亿美元，其中地形测绘为最大应用领域，占比超 60%。不过，随着汽车智能化的推进及高级别自动驾驶技术的发展，在量产乘用车领域，激光雷达正在加速大规模“上车”。根据 Yole 预测，到 2027 年，全球激光雷达市场规模将达 63 亿美元，其中汽车 ADAS 激光雷达市场将在未来 5 年迎来飞速增长，22-27 年的年均复合增长率高达 73%，市场规模预计从 2021 年的 3800 万美元增至 2027 年的 20 亿美元，成为激光雷达行业最大的应用领域。同时，无人驾驶出租车市场也将以 28% 的年均复合增长率（2022-2027 年）增长，到 2027 年市场规模将从 2021 年的 1.2 亿美元增长至 6.98 亿美元。

图 2：激光雷达扫描得到的环境数据



数据来源：亿欧网，东方证券研究所

图 3：全球激光雷达市场空间预测



数据来源：Yole，东方证券研究所

智能汽车分为 L0-L5 六个等级。智能网联汽车通过搭载先进的车载传感器、控制器、执行器的装置，并融合现代的通信与网络技术，可实现车与 X（人、车、路、云等系统）之间进行智能化的信息交换、共享，具备复杂的环境感知、智能决策、协同控制等功能，可综合实现安全、高效、舒适、节能行驶，并最终实现替代人类操作的新一代汽车。国际汽车工程师协会（SAE）对车辆的智能化进行了分级，从无自动化、均由驾驶员完成的 L0 级到可实现完全自动驾驶、不需要人介入的 L5 级。

表 1：SAE 定义的自动驾驶级别

自动化等级	名称	定义	主体			
			驾驶操作	周边监控	支援	系统作用域
0	无自动化	所有操作均由人完成，可得到警告类系统的辅助	人类驾驶者	人类驾驶者	人类驾驶者	部分
1	驾驶辅助	系统根据环境感知信息，执行转向和加减速中的某一项操作，其他驾驶操作都由人完成	人类驾驶者 系统			
2	部分自动驾驶	系统根据环境感知信息，执行转向和加减速操作，其他驾驶操作都由人完成	系统			

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

3	有条件自动驾驶	系统完成所有驾驶操作，根据系统请求，驾驶员需要提供适当的干预	系统	系统	全域
4	高度自动驾驶	系统完成所有驾驶操作，特定环境下系统会向驾驶员提出响应请求，驾驶员可以对系统请求不进行响应			
5	完全自动驾驶	系统可以完成驾驶员能够完成的所有道路环境下的操作，不需要驾驶员介入			

数据来源：SAE，东方证券研究所

激光雷达多在 L3 及 L3 级别以上车型应用。在自动驾驶分类中，L3 级为等级的分水岭，其环境监控主体从驾驶员变成传感器系统，因此在传感器方面，L3 级以下的自动驾驶主要配备摄像头、毫米波雷达等低级别传感器，激光雷达则面向 L3 及更高级别自动驾驶。相较于摄像头或毫米波雷达，激光雷达具有抗干扰能力强、测量精度高、探测距离远、速度快、可实时建立 3D 模型等优势。除了对周边环境进行实时感知以实现避障功能外，高定位精度的激光雷达结合预先采集的高精地图，还可实现自主导航。

表 2：自动驾驶各级别所需传感器类型及数量（个）

传感器类型	L0	L1	L2	L3	L4	L5
摄像头	0	1-3	3-11	3-14	3-14	3-14
毫米波传感器	0	1-3	1-3	5-7	5-7	5-7
超声波传感器	0-4	4-8	8-12	8-12	8-12	8-12
激光雷达	-	-	-	1	2	4

数据来源：奥迪威招股说明书，东方证券研究所

交付量方面，由于激光雷达只应用于中高端车型上，因此 Yole 预测，2024 年前，全球激光雷达的销量保持在 100 万台以下，到 2027 年，全球激光雷达交付量预计将达 530 万台，其中，汽车市场（包括汽车 ADAS 和无人驾驶出租车）交付量将达近 470 万台。根据市场规模及交付量预测数据，可大致推算得，2021 年车载激光雷达均价约 1800 美元，未来到 2027 年均价可降至 570 美元左右。

1.2 激光雷达技术发展现状

发射模块主要由发射光学系统、激光器（TO-CAN）、适配器、管芯套组成，在长距离光模块中，还会加入隔离器（起防反射的作用）和调节器（起调焦距的作用）。

发射端，主要采用 EEL 和 VCSEL 激光器。激光器有多种类型，包括半导体激光器、光纤发射器、固体激光器等等，区别在于介质材料的差异。目前，无人驾驶主流采用半导体激光器，光纤发射器一般用于 1550 波长，固体激光器一般适用于 Flash 雷达技术方案。半导体激光器，按其激光芯片谐振腔工艺的不同，可分为边发射激光器(EEL，其中包括 FP、DFB、DBR)和垂直腔面发射激光器(VCSEL)。虽然 EEL 具有高发光功率密度的优势，然而由于其生产极大依赖产线工人的手工装调技术，生产成本高且一致性较难保证，因此未来激光雷达的光源发射技术预计由 EEL 向

VCSEL 演进。相对于 EEL，VCSEL 虽然发射功率低，但可通过半导体加工设备保障精度，同时多层结 VCSEL 激光器的结构可将其发光功率密度提升 5~10 倍。

表 3：激光器的主要类型

激光器类型	定义	细分类目	特点
半导体激光器	电子跃迁产生光子，实现电光转换；增益介质是半导体材料，一般是 GaAs、InP 等	边发射激光器（EEL，包括 FP/DFB/DBR 等）	具有高发光功率密度的优势但生产成本高
		垂直腔面发射激光器（VCSEL）	发射功率低但成本也较低，可通过多层 VCSEL 提高发射功率。
光纤激光器	电子跃迁产生光子，实现电光转换；增益介质是光纤	-	输出功率高、光束质量好、速度快，是高性能系统的理想选择，但其复杂性显著增加
固体激光器	以晶体或玻璃等为介质	-	-

数据来源：与非网，东方证券研究所整理

而激光雷达的激光波长有两种选择，1000nm 以内和 1000nm 至 2000nm 之间，分别对应的主流波长为 905nm 和 1550nm。由于 905nm 波长的光可用硅做接收器，成本较低且产业链成熟，目前受大多数激光雷达厂商的青睐，但其与可见光波长接近，因此考虑到人眼安全（波长 390nm~760nm 为可见光），其发射功率明显受限。而 1550nm 激光远离可见光光谱，对人眼的安全阈值更高，故可实现更高的发射功率、达到更高的测距灵敏度，但该波段的光无法使用 Ge 或 InGaAs 探测器，产业链尚未成熟、成本较高，因此目前仅是少数厂商的选择。

表 4：激光雷达 905nm 和 1550nm 波长性能比较

波长	优势	详细说明
905nm	成本较低	905nm 的接收器可用传统的硅基材料，技术成熟，开发难度低，成本更低；1550nm 的发射器需磷化铟（InP），接收器需 Ge 或者 InGaAs，开发成本及生产成本均较高。
	穿透能力较强	雨水会吸收 1550nm 波长光束，在雨雪天气下，1550nm 的穿透能力相对 905 较弱。
	激光器体积较小	目前硅基已实现芯片化集成。而 1550nm 的激光器大多是光纤激光器，系统更复杂，包含种子源、光纤放大器、光路模块、电路模块等，体积大、发热大。
1550nm	精度高	1550 的光束发散角较小，意味着打在被测物体上的光斑更小，能更好地区分远距离的小物体。
	人眼安全性高	人眼的可见光范围从 390nm~760nm 波长，1550nm 为中远红外线，对人眼更友好，从而光功率的上限更高，可实现的探测距离更远。

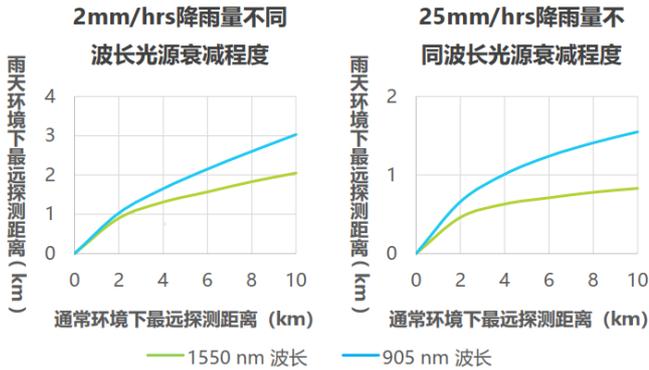
数据来源：电动知士，东方证券研究所

接收端，ToF 成熟度高，FMCW 优势明显更适配 1550nm。ToF（飞行时间）是通过直接计算发射及接收光子的时间差测量被测目标的距离，由于除激光器外的主要部件均可采用硅基 CMOS 工艺，故成本可快速下降；FMCW（调频连续波）则是通过发射信号的频率变化及发射与返回信号的频率差解调出被测目标的距离及速度，但 FMCW 无论采用内调制还是外调制都尚有问题悬而未决。在成本考虑之外，FMCW 具有抗干扰、可直接测速、可实现产品高度集成等诸多优势，且模

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

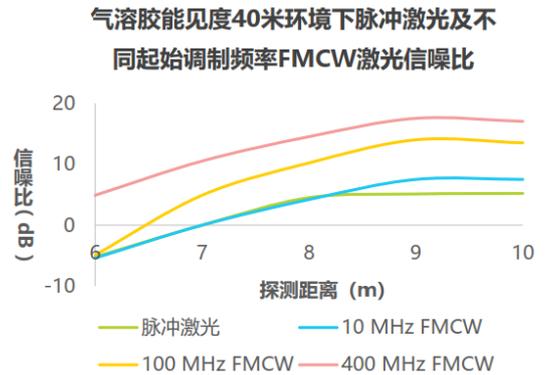
式更适配于 1550nm 波长。1550nm 波长在应用中的问题之一便是雨雪天气下探测距离严重缩短，在 ToF 模式下需大幅提高发射功率。而 FMCW 激光雷达中信噪比与传输的光子总数成正比，而非峰值功率，因此 FMCW 模式所需的光源功率可由 ToF 所需的 100W 降至 100-150mW，从而有效降低激光器成本。

图 4：1550nm 波长在雨雪天气时衰减严重



数据来源：艾瑞咨询，东方证券研究所

图 5：在模拟雾气环境下，FMCW 的信噪比优于脉冲激光

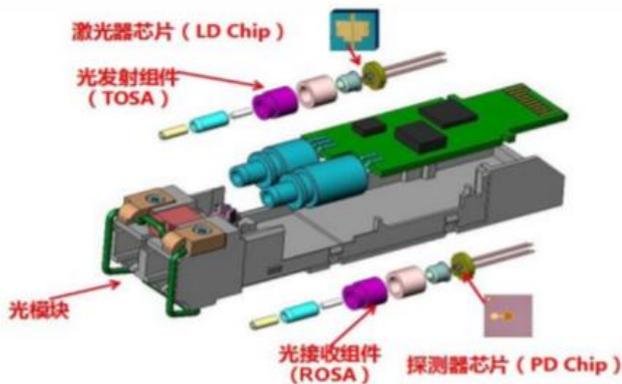


数据来源：艾瑞咨询，东方证券研究所

二、光模块产业与激光雷达高度协同

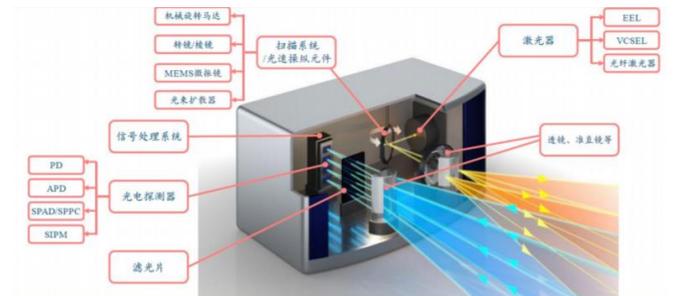
从产品结构看，光模块和激光雷达主要部分均包括激光发射模块和接收模块。光模块实现光电信号的转换，主要包括用于将电信号转换为光信号的光发射次模块（TOSA）和将光信号转换为电信号的光接收次模块（ROSA），其中 TOSA 中的主要器件为激光发射器和激光驱动器，ROSA 中的主要器件为探测器和放大器。激光雷达可用于汽车领域的识别，包括发射、扫描、接收、信号处理四大模块，其中发射模块和接收模块与光模块的 TOSA 和 ROSA，从主要器件到实现的功能均十分相似。

图 6：光模块组成结构



数据来源：IMT-2020（5G）推进组，东方证券研究所

图 7：激光雷达系统结构



数据来源：光库科技年报，东方证券研究所

从激光波长来看，光模块和激光雷达的光波段高度重合：

光通信主要采用波长为 850~1650nm 的电磁波，目前重点应用的波长有 850nm、1310nm 和 1550nm 三种，对应频率由高至低，传输距离由短及长。而激光雷达的主流波长为 905nm 和 1550nm，与光通信波段高度重合。

表 5：光模块中常用的中心波长

波长	特点
850nm	搭配多模光纤，成本低但传输距离短，一般只能传输 500m 左右
1310nm	搭配单模光纤，传输过程中损耗大但色散小，一般用于 40km 以内的传输
1550nm	搭配单模光纤，传输过程中损耗小但色散大，一般用于 40km 以上的长距离传输

数据来源：维科网光通讯微信公众号，东方证券研究所整理

从光源发射技术来看，均主要采用 EEL 和 VCSEL 激光器。目前，车载激光雷达主流采用 EEL 和 VCSEL 两类半导体激光器，而在光模块的 TOSA 组件中，同样以半导体激光器类型为主，VCSEL 主要用于多模光纤模块，DFB/FP/DBR 主要用于单模光纤模块。

表 6：单模光纤与多模光纤

光纤类型	特点	常用激光器类型
单模	中心玻璃芯很细（9 μ m），只能传输一种模式的光；成本较高；传输速度快，传输距离远	DFB、FP、DBR
多模	中心玻璃芯较粗（50~62.5 μ m），可传输多种模式的光；成本较低；传输速度慢，传输距离近	VCSEL

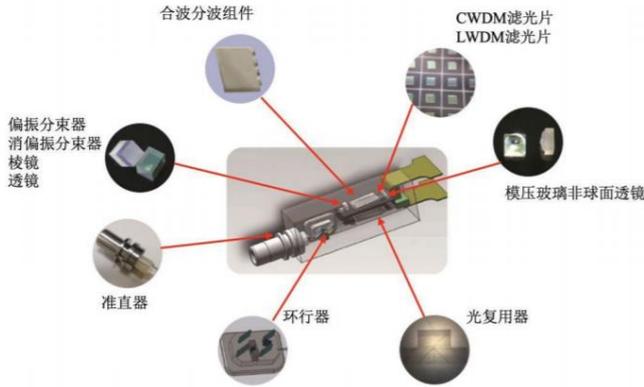
数据来源：电子产品世界微信公众号，东方证券研究所整理

注：“模”是指以一定角度进入光纤的一束光。

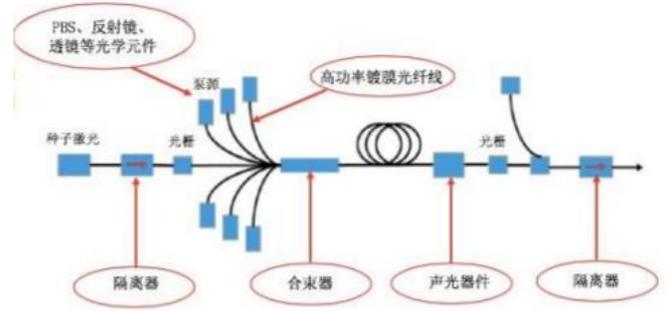
从产业链角度来看，技术同源使得产业链上无源器件和有源封装具有协同性。从无源器件来看，由于激光器发射的激光束并非绝对平行，所以后需衔接发射光学系统，对光束进行准直整形、将发散的光源通过透镜聚焦成平行光之后输出，因此包括光学透镜、棱镜、滤光片等光学元件在内的器件都可进行重叠和共用。从有源封装角度看，激光雷达与电信级光模块使用环境较恶劣，经历风吹日晒，多采用气密性封装（如 BOX 封装），生产工序都有一定的相似度，因而工人和产线可以复用。对于发射光源为 1550nm 的激光雷达，由于其光源本身是个光纤激光器，部分光模块所需的光纤器件也可以实现复用。鉴于两者在生产上的共通性，因此光模块厂商往往可复用现有产线，能有效降低投入成本。另外，汽车行业对于按时交付的能力十分看重，但光模块扩产周期基本在 1 至 2 年，因此光模块厂商的现有产能储备有助于其在短时间内满足激光雷达供应商或车厂的大量需求。

图 8：光模块内部使用的无源器件

图 9：光纤激光器内部光学系统图



数据来源：腾景科技招股书，东方证券研究所



数据来源：腾景科技招股书，东方证券研究所

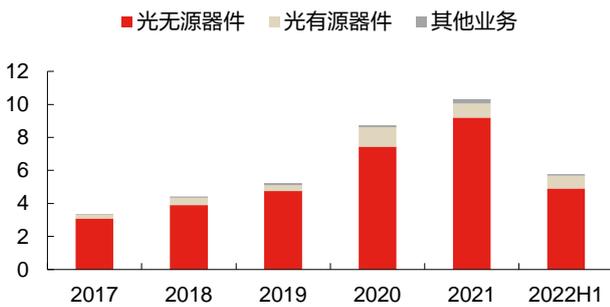
三、投资标的

鉴于激光雷达与光模块在收发模块上的相似性，光模块产业链公司可将在该领域积累的技术、工艺、供应链采购规模和产能等方面的优势复用于激光雷达业务。

3.1 天孚通信

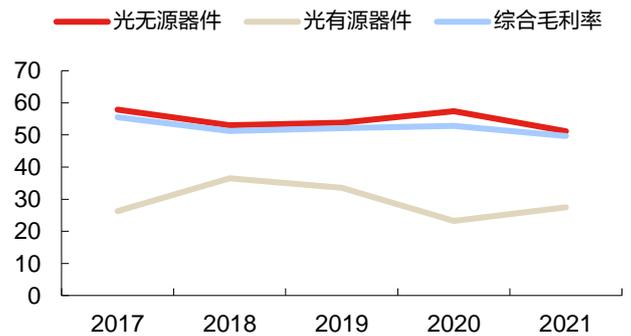
领先的光器件整体解决方案提供商。天孚通信成立于 2005 年，于 2015 年创业板上市。公司专业从事高速光器件的研发、规模量产和销售，产品包括多种材料工艺的无源器件和多种技术平台的有源封装，应用于骨干网、城域网、接入网、企业网及全球数据中心，下游客户覆盖光纤连接、光收发模块等厂商，并由光通信行业向激光雷达和医疗检测行业延伸拓展。

图 10：天孚通信营收结构（亿元）



数据来源：wind，东方证券研究所

图 11：天孚通信分产品毛利率（%）



数据来源：wind，东方证券研究所

2020 年 8 月，公司收购北极光电，向激光雷达领域延伸。北极光电是业内领先的光学膜片、器件和模块制造商，具有全面的技术平台，包括高端镀膜工艺、光线追踪模拟能力、高密度光学设计/耦合/组装能力，主要生产滤光片、WDM 器件、微光学产品等。镀膜技术的应用场景十分广泛，如增透膜、增反膜等镀膜器件可以增强光的反射和折射，广泛用于各种光学器件，如滤波片可以滤掉不同波长的光，广泛应用于通信、AR 和激光雷达等领域。被收购后的北极光电主要完成两大职能：激光雷达器件研发、高精度镀膜和微光学元件技术研发，公司一方面加快北极光电向江西

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

生产基地的转产，扩大玻璃冷加工、BLOCK、WDM 无源器件产能，另一方面构建日本 TFC 株式会社与客户和北极光电产品线的多渠道深度互动，充分发挥日本公司在精密模具方面的领先优势。

表 7：北极光电主要产品及作用

产品	作用
滤光片	过滤出所需的特定波长的光线
增透膜	一种表面光学镀层，通过减少光的反射而增加透过率
增反膜	增加光学表面的反射率
WDM 器件	对光波长进行合成（波分复用）与分离（解波分复用）的器件，进行合成的称为合波器，进行分离的称为分波器。

数据来源：公司官网，公开资料，东方证券研究所整理

光通信领域和激光雷达领域对产品性能均有较高要求。激光雷达用光器件对性能要求较高，1) 可靠性方面，要求保障产品功能稳定、有效，提升客户产品的竞争力；2) 生产方面，要求有大规模稳定量产的能力并且能按时交付；3) 成本方面，目前激光雷达价格较高，故对持续性降本有一定需求。光通信领域同样对产品有较高要求，因此相对于消费电子领域的光学厂商，光模块厂商在对滤光片等产品的开发方面更具性能优势，在光电封装及光路设计方面的优势也更强，从产线和技术两端均可实现复用。截至 2022 年上半年，公司的激光雷达用光器件产品已完成小批量认证，并持续改进优化工艺为规模量产做冲刺准备。

3.2 中际旭创

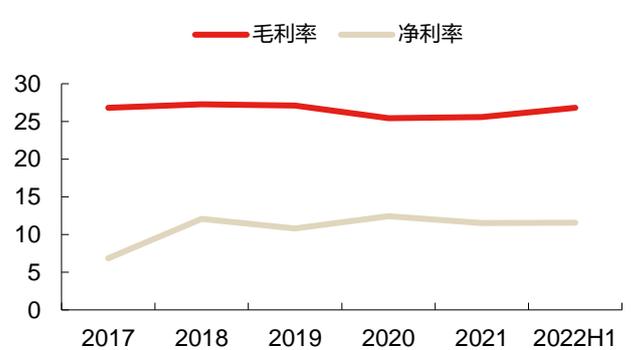
国内高速光模块龙头。中际旭创前身中际装备，于 1987 年成立，主营业务为电机定子绕组制造；2012 年在深交所挂牌上市；2017 年，其通过重大资产重组的方式收购苏州旭创，并更名为中际旭创，扩展高端光模块市场；2020 年公司收购成都储翰科技，拓展电信光模块市场。公司目前是我国高速光模块领域的龙头企业，可为云数据中心客户提供 100G/200G/400G/800G 等高速光模块，以及电信市场的 5G 前中回传、骨干网/核心网传输光模块等高端产品。

图 12：中际旭创营收及归母净利润（亿元）



数据来源：wind，东方证券研究所

图 13：中际旭创毛利率及净利率（%）



数据来源：wind，东方证券研究所

公司技术水平行业领先。2020年12月，公司率先发布业界首个800G可插拔OSFP和QSFP-DD系列模块，现已通过海外客户认证。此外，公司400G硅光芯片良率持续提升，为量产做足准备；相干方面，400GZR和200GZR等产品已小批量出货。根据Omdia报告显示，公司2021年全年市占率约为10%，排名全球第二，其中2021Q4公司市占率提升至12%，全年份额提升位居前十大厂商之首。

成立激光雷达OEM/ODM团队，复用光模块优势。公司目前定位激光雷达的OEM/ODM业务，同时在激光雷达三个核心光学模组中侧重于发射端模组的开发设计（包括905nm和1550nm工艺），价值量较高，且已拿到一些客户合同。公司优势主要在以下几点：1）技术优势：利用在光模块领域积累的技术与工艺，协助客户提升激光雷达中光学模组的性能；2）供应链优势：激光雷达和光模块在供应链上有许多重合，公司可快速导入供应链相关厂商，同时在EEL/VCSEL激光器、电芯片、无源光学器件等关键原材料采购时，可利用公司的规模采购优势，协助激光雷达客户进一步降低BOM成本；3）产能及交付优势：公司可复用已有产线，无需投入新的设备及可实现批量交付。

投资布局多家产业链上游厂商。公司直接或通过旗下基金间接投资众多上游厂商，包括晶湛半导体、源杰半导体、长瑞光电、傲科、飞昂创新、集益威半导体等芯片厂商和汇聚新材料等组件厂商，为公司向光电产业链上游拓展奠定坚实基础。

图 14：中际旭创参与多家光模块上游厂商投资



数据来源：中际旭创调研纪要，东方证券研究所

表 8：中际旭创参与投资的部分产业链上游厂商

中际旭创参与投资的部分产业链厂商	主要业务
晶湛半导体	致力于第三代半导体关键材料——氮化镓（GaN）外延材料的研发和产业化，目前，晶湛半导体已拥有全球超过150家的著名半导体公司、研究院所客户。
源杰半导体	专注于进行高速的半导体芯片的研发、设计和生产，产品涵盖从2.5G到50G磷化铟激光器芯片，拥有完整独立的自主知识产权。
长瑞光电	专注于高速光芯片的设计、制造和销售，目前研发并应用在包括25Gb/s-NRZ和50Gb/s-PAM4在内的850nm砷化镓基高速多模VCSEL芯片产品，并已具备扩展到GaAs制程产线。另外公司还提供包括10Gb/s, 14Gb/s等传输速率在内的低功耗、低成本VCSEL的产品解决方案。
傲科	提供一系列高速光互连通信芯片产品，主要包括MZM/EML/DML驱动器芯片(DRV)，直检与相干光TIA跨阻放大器芯片，NRZ与PAM4 CDR时钟与数据恢复芯片等高速集成电路产品，产品覆盖从10Gbps

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

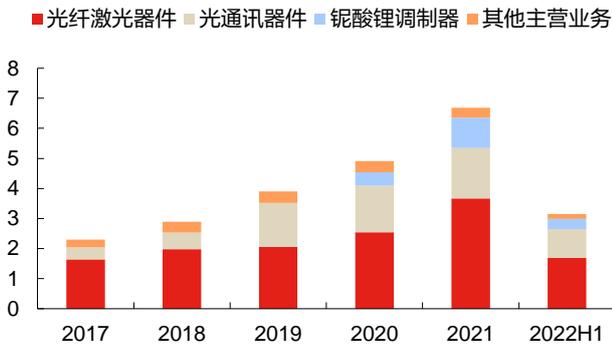
	到 800Gbps 的解决方案。
飞昂创新	核心技术为 100G/400G 光电集成电路和集成光路，成功研发并量产了光模块、有源光纤和光引擎中的电芯片产品。

数据来源：公司官网，东方证券研究所整理

3.3 光库科技

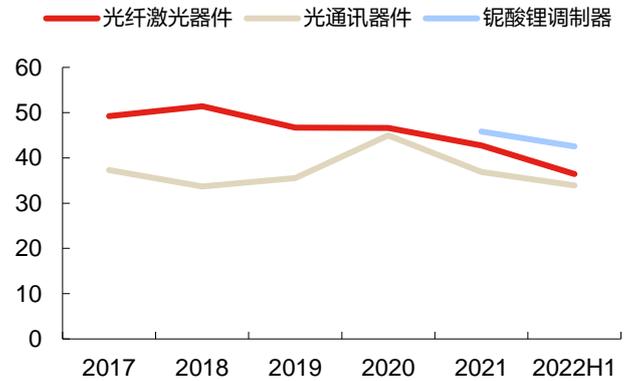
专研激光通信 20 年。光库科技成立于 2000 年，并于 2017 年创业板上市，是专业从事光纤器件和芯片集成研发、生产的企业。公司主营业务分为光纤激光器件、光通讯器件、铌酸锂调制器及光子集成产品三大板块，产品广泛应用于光纤激光、光通信、航空航天、传感医疗、科研、5G、数据中心等领域。

图 15：光库科技营收结构（亿元）



数据来源：wind，东方证券研究所

图 16：光库科技分产品毛利率（%）



数据来源：wind，东方证券研究所

表 9：公司主要产品及对应的应用场景

主营业务	主要产品	应用领域
光纤激光器	隔离器、合束器、光纤光栅、激光输出头等	光纤激光器、激光雷达、无人驾驶等领域
光通讯器件	隔离器、波分复用器、偏振分束/合束器、光纤光栅、镀金光纤、光纤透镜、单芯和多芯光纤密封节等	密集波分复用传输等领域
	SR4/PSM 跳线、单模/多模 MT-MT 跳线、插芯-光纤阵列、保偏型光纤阵列、保偏型光纤尾纤、WDM 模块、MPO/MTP 光纤连接器等	数据中心、云计算、5G 产业链等领域
铌酸锂调制器及光子集成器件	400/600Gbps 铌酸锂相干调制器、100/200Gbps 铌酸锂相干调制器、10Gbps 零啁啾强度调制器、20/40GHz 模拟强度调制器、有线电视用双输出模拟调制器等	超高速干线光通信网、超高速数据中心、海底光通信网、城域核心网、CATV 网络、微波光子、测试及科研等领域

数据来源：光库科技年报，东方证券研究所

收购 Lumentum 铌酸锂相关资产，拓展高速调制器市场。2019 年 11 月，公司与 Lumentum 签署资产购买协议，收购位于意大利 San Donato 及其代工厂的 LiNbO₃ 系列高速调制器产品线相关资产，交易价格为 1700 万美元。双方已于 2020 年 1 月完成交割。相比于光源直接调制和其他平

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责声明。

台的外置调制器，铌酸锂调制器具有更好的调制线性度、更宽的工作温度范围和更低的插入损耗等优势。

基于光纤激光器 1550nm 方案拓展激光雷达领域。公司 2021 年完成了进入汽车行业供应链必备的 IATF16949 符合性认证，现已为国内外多家激光雷达公司提供光纤元器件，同时还自主开发了面向 ToF 激光雷达应用基于铟镓共掺光纤放大器的 1550nm 光源模块。此外，公司还积极布局 FMCW 激光雷达应用市场，目前可以为 FMCW 激光雷达提供铌酸锂 IQ 调制器，未来将开发应用于 FMCW 激光雷达的窄线宽半导体激光器和薄膜铌酸锂的集成光源模块。

表 10：三种主要调制方式对比

调制器类型	优势	劣势	应用场景
硅基调制器	尺寸小	性能一般，高速长距离通信网络不适用	短程的数据通信用收发模块
磷化铟基调制器	调制效率高，驱动电压小，带宽可调制，器件结构紧凑	对材料和工艺要求高，成本和集成难度大	中距和长距光通信网络收发模块
铌酸锂基调制器	电光系数大、调制带宽大、波导传输损耗小、稳定性好、发展成熟	体积较大	100G 及以上长距骨干网相干通信

数据来源：公开资料，东方证券研究所整理

四、风险提示

- **车载激光雷达行业发展不及预期：**目前车载激光雷达的应用受限于高成本、技术方案的不确定性等多重因素，若成本降低不及预期，或技术方案成熟时间不及预期，则会影响车载激光雷达行业的发展；
- **新技术研发不及预期：**光模块行业与激光雷达行业均为技术驱动行业，新技术新产品会影响产品成本及应用规模；
- **光模块行业竞争加剧：**上述公司均以光模块相关业务为主，随着公司产能的扩张，光模块行业在下游需求波动的情况下，可能存在供过于求，影响盈利情况，进而影响激光雷达业务的进展。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。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。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别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投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn