

► **立于时代风口，光芯片有望引领新一轮科技革命：**光芯片归属于半导体领域，是光电子器件的核心组成部分。其应用场景远不仅仅局限于通信领域，在工业、消费电子、汽车、军事等领域均有非常广泛的应用。较之集成电路芯片，除了具体实现的功能外，差异主要体现在：**1) 芯片制备角度**，光芯片制备流程与集成电路芯片有一定相似性，但侧重点不在光刻环节，而在于外延的设计和制备，这也决定了行业内 IDM 模式是主流，区别于标准化程度高、行业分工明确的集成电路芯片领域；**2) 芯片材料角度**，较之集成电路芯片常用的硅片，二代化合物半导体（如 InP、GaAs）是更为常用的光芯片材料；**3) 应用场景角度**，光芯片未来会广泛应用于各个行业，我们认为未来或将是一个光子替代电子的大时代。

► **国内外加快部署建设光网络数据和通信基础设施建设，光通信激光器芯片成长空间大：**数通领域需求高景气，电信千兆宽带加速建设助力 10G PON 持续火热，推动光通信激光器芯片需求走高。据源杰科技第二轮审核问询函回复中的测算，2021 年用于光模块的光芯片的全球市场规模约 22.7 亿美元。我们假设激光器与探测器芯片价格相近，因而激光器芯片市场规模约 11.4 亿美元。考虑到当前国内厂商激光器芯片业务收入较多集中在千万级或刚刚过亿，成长空间广阔。

► **光通信激光器芯片国产替代动力足，高端产品替代加速启动：****1) 产品角度**，当前 10G 及以下的国产程度已较高，25G 仅有少部分厂商能批量发货，25G 以上仍处研究或小规模试产阶段；**2) 应用领域角度**，国内厂商在电信市场的光纤接入和无线接入领域参与程度较高，数通市场加速渗透；**3) 外延能力角度**，国内厂商普遍具有除晶圆外延环节之外的后端加工能力，虽然外延技术与国外头部厂商仍有明显差距，但当前正持续追加投入。我们认为技术突出聚焦高端产品国产替代、具备自主外延设计和制备能力以 IDM 模式发展的国内厂商优势显著，伴随高端产品开启国产替代&数通领域加速渗透，国内厂商未来有望加速成长。

► **投资建议：**建议重点关注激光器芯片领域积淀深厚技术突出的光迅科技，国内稀缺的砷酸锂芯片&调制器厂商光库科技，硅光领域持续聚焦布局的中际旭创、新易盛，有源&无源芯片全面布局并拓展激光雷达等车载业务的仕佳光子，无源芯片领域实力突出的太辰光、博创科技。同时建议关注中瓷电子、长飞光纤、长光华芯、富信科技、德明利、永鼎股份、声光电科。并建议关注非上市公司：源杰科技、纵慧芯光、武汉光安伦、中科光芯、云岭光电。

► **风险提示：**电信/数通需求不及预期，行业竞争加剧，国产替代不及预期。

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
002281	光迅科技	18.00	0.81	0.93	1.06	22	19	17	推荐
300620	光库科技	37.82	0.80	0.95	1.23	47	40	31	推荐
300308	中际旭创	29.25	1.09	1.45	1.92	27	20	15	推荐
300502	新易盛	24.36	1.31	1.61	2.08	19	15	12	推荐
300570	太辰光	18.46	0.31	0.77	1.00	59	24	18	推荐
300548	博创科技	21.65	0.62	0.87	1.07	35	25	20	推荐
688313	仕佳光子	10.78	0.11	0.22	0.29	99	49	37	推荐
003031	中瓷电子	94.02	0.58	0.82	1.20	162	114	78	推荐
601869	长飞光纤	46.35	0.93	1.46	2.10	50	32	22	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价）

推荐

维持评级



分析师 马天诣

执业证书：S0100521100003

电话：021-80508466

邮箱：matianyi@mszq.com

研究助理 马佳伟

执业证书：S0100121100028

邮箱：majawei@mszq.com

相关研究

1.长飞光纤（601869.SH）/长飞光纤（6869.HK）公司深度报告：光纤光缆龙头，短期受益行业复苏，国际化+多元化接力长期发展-2022/08/25

2.光迅科技（002281.SZ）2022 年中报点评：中报符合预期，发布股权激励提振成长动力-2022/08/27

3.光库科技（300620.SZ）2022 年中报点评：外部因素致业绩短期承压，新兴领域加速推进成长空间大-2022/08/20

4.中际旭创（300308.SZ）2022 年中报点评：业绩超预期，充分享受数通领域高景气-2022/08/26

5.新易盛（300502.SZ）2022 年中报点评：业绩稳中有升，加速拓展新兴领域布局-2022/08/26

6.太辰光（300570.SZ）2022 年中报点评：中报业绩大超预期，需求攀升及汇率向好构筑增长驱动力-2022/08/09

7.博创科技（300548.SZ）2022 年中报点评：业绩保持稳健增长，长飞入主注入强劲发展动力-2022/08/17

目录

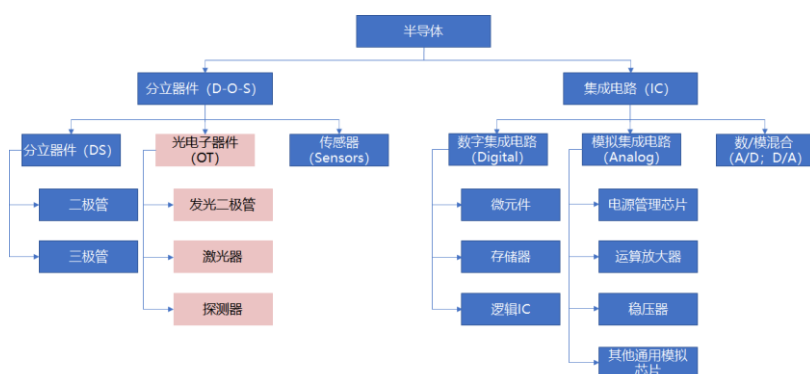
1 立于时代风口，光芯片有望引领新一轮科技革命	3
1.1 立于时代风口产业规模庞大，有望引领新一轮科技革命	3
1.2 较之集成电路芯片，光芯片侧重外延因而以 IDM 模式为核心且材料平台差异明显	5
1.3 光通信是光芯片重要的应用领域，相关产品种类繁多	7
1.4 多维度构筑高壁垒，光通信领域光芯片整体门槛高	9
1.5 居光通信产业链上游，参与者众多	13
2 下游数通&电信领域双轮驱动，光通信领域光芯片成长空间大	17
2.1 下游数通&电信市场整体景气度高企	17
2.2 市场规模可观，国内厂商成长空间广阔	22
3 国产替代动力十足，高端产品替代加速启动	23
3.1 政策加码，行业迎重要发展机遇	23
3.2 中低端产品国产替代持续深入，高端替代加速启动头部厂商发展动力足	24
4 相关标的	29
4.1 光迅科技 (002281.SZ)：国内稀缺的产业链垂直一体化布局厂商，定增&股权激励催化成长动力十足	29
4.2 光库科技 (300620.SZ)：国内稀缺铌酸锂芯片及器件制造商，铌酸锂和激光雷达业务蓄势待发	30
4.3 中际旭创 (300308.SZ)：高端数通光模块全球龙头，持续强化上游硅光&光芯片布局	31
4.4 新易盛 (300502.SZ)：聚焦突破海外数通大客户驱动业绩高增长，硅光实力提升迅速	32
4.5 太辰光 (300570.SZ)：聚焦光纤连接器&光分路器领域一体化布局，外延强化无源光芯片实力	33
4.6 博创科技 (300548.SZ)：无源光芯片实力强劲&有源光芯片前瞻投资布局，携手长飞未来发展可期	34
4.7 仕佳光子 (688313.SH)：无源光芯片为基，切入有源光芯片等领域持续拓展成长空间	35
4.8 中瓷电子 (003031.SZ)：电子陶瓷外壳龙头，拟收购三代半导体优质资产跨入高成长大赛道	36
4.9 长飞光纤 (601869.SH)：全球光纤光缆龙头受益于景气上行，纵向深化光通信布局&横向拓展三代半导体	41
4.10 长光华芯 (688048.SH)：高功率激光芯片国内龙头，纵向延伸&横向拓展打开激光芯片业务成长空间	44
4.11 富信科技 (688662.SH)：半导体热电技术国内龙头，持续聚焦应用场景延伸&高端产品国产替代	47
4.12 德明利 (001309.SZ)：数据存储业务为基，横向延伸触控芯片&激光芯片业务	50
4.13 声光电科 (600877.SH)：硅基模拟芯片实力突出，多应用场景持续取得突破	52
5 风险提示	55
插图目录	58
表格目录	59

1 立于时代风口，光芯片有望引领新一轮科技革命

1.1 立于时代风口产业规模庞大，有望引领新一轮科技革命

光芯片归属于半导体领域，是光电子器件的核心组成部分。半导体整体可以分为分立器件和集成电路两大类，数字芯片和模拟芯片等电芯片归属于集成电路，光芯片则是分立器件大类下光电子器件的核心组成部分。典型的光电子器件包括了激光器、探测器等。

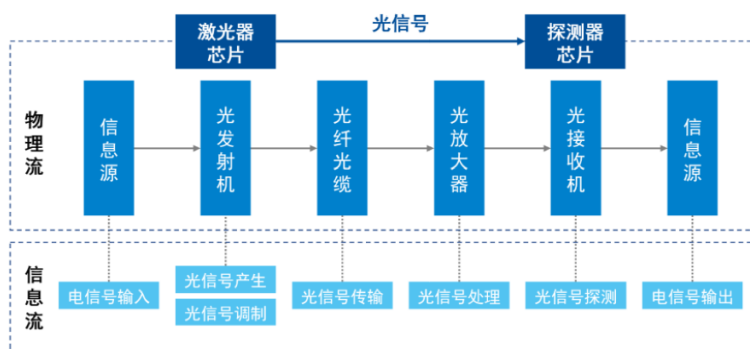
图1：光芯片是光电子器件的核心组成部分



资料来源：长光华芯招股说明书，民生证券研究院

作为激光器/探测器等光电子器件的核心组成部分，光芯片是现代光通信系统的核心。现代光通信系统是以光信号为信息载体，以光纤作为传输介质，通过电光转换，以光信号进行传输信息的系统。从传输信号的过程来看，首先发射端通过激光器内的光芯片进行电光转换，将电信号转换为光信号，经过光纤传输至接收端，接收端通过探测器内的光芯片进行光电转换，将光信号转换为电信号。其中，核心的光电转换功能由激光器和探测器内的光芯片(激光器芯片/探测器芯片)来实现，光芯片直接决定了信息的传输速度和可靠性。

图2：光通信系统示意图



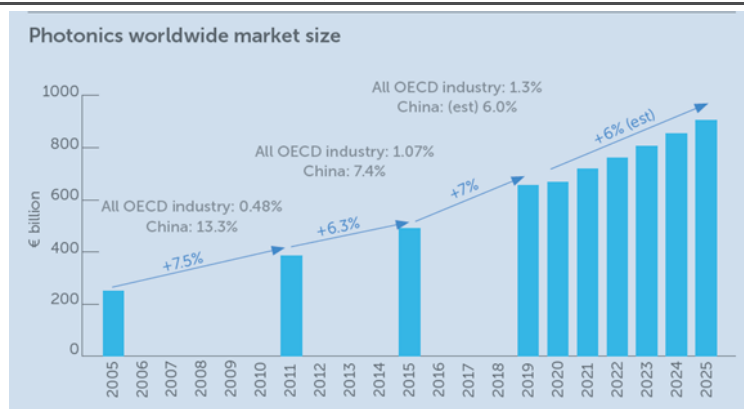
资料来源：源杰科技招股说明书，中国电子元件行业协会，民生证券研究院

光芯片的应用场景远不仅仅局限于通信领域，广义上的光芯片在工业、消费电子、汽车、军事等领域均有非常广泛的应用。当前光子已站上时代风口，有望引领

后摩尔时代的科技革命。未来的时代或将是一个光子大规模替换电子的时代，光网络传输有望成为人类信息文明最重要的基础设施。

- 光芯片只是光子产业上游的一小部分，站在整个光子产业的宏观视角，根据 Photonics21 发布的《Market Data and Industry Report 2020》显示：自 2015 年以来，全球市场规模以每年 7% 的速度增长。其中，2019 年的全球市场规模达到 6900 亿欧元，预计 2025 年将进一步增至 9000 亿欧元。

图3：全球光子产业市场快速发展规模



资料来源：Photonics21，民生证券研究院

- 从更为具体的应用场景的视角，以通过电子跃迁产生光子的激光器芯片为例，其应用场景涵盖各个环节。根据其产生光子的用途，可大致分为能量光子、信息光子和显示光子。能量光子的应用场景涉及光纤激光器、医疗美容等，信息光子的应用场景包括通信、汽车自动驾驶、手机人脸识别、军工等，显示光子的典型应用场景有激光照明、激光电视、汽车车灯等。

表 1：光子的不同应用场景

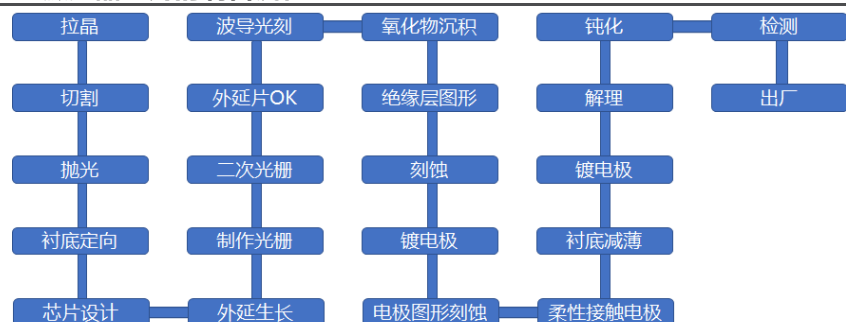
光子类型	激光器类型	应用领域
能量光子	光纤激光器泵浦	打标、雕刻、切割、焊接、金属 3D 打印等材料加工领域，应用于航空航天、汽车制造、船舶制造、钢铁冶金、3C 电子、国防等
	固体及超快激光器泵浦	精密切割、打孔、剥离、去除、划片、调阻调频、微纳结构加工，应用于半导体微电子、显示面板与照明、航空航天、汽车、太阳能、3C 电子、3D 增材制造等
	直接半导体激光器	焊接、熔覆、淬火、表面热处理，用于汽车制造、发电设备、3C 电子、航空航天、高铁、钢铁冶金等
	生物医学用激光器	医美、理疗、手术、光动力
	定向能用激光器	科研与国防军事
信息光子	光通信激光器	接入网、主干网、数据中心；5G、物联网
	硅光芯片	数据传输与运算
	激光雷达与探测器	3D 人脸识别与辅助摄像、探测跟踪、安防监控、无人驾驶、机器视觉、测距和尺寸测量
	传感器	液体、气体等物质传感器、接近传感器等
显示光子	中远红外、太赫兹激光器	检测与影像、光电对抗
	红、绿、蓝三色激光器	激光电视、激光投影、汽车车灯、激光照明等

资料来源：长光华芯招股说明书，民生证券研究院

1.2 较之集成电路芯片，光芯片侧重外延因而以 IDM 模式为核心且材料平台差异明显

从芯片制备角度，光芯片制备的工艺流程与集成电路芯片有一定相似性但侧重点不同，光芯片最核心的是外延环节。光芯片的制备流程同样包含了外延、光刻、刻蚀、芯片封测等环节。但就侧重点而言，光刻是集成电路芯片最重要的工艺环节，其直接决定了芯片的制程以及性能水平。与集成电路芯片不同，光芯片对制程要求相对不高，外延设计及制造是核心，该环节技术门槛最高。以激光器芯片为例，其决定了输出光特性以及光电转化效率。目前使用的激光器芯片多采用多量子阱结构，多量子阱结构实际上是由厚度在纳米尺度的不同薄层材料构成的重复单元，通过对多量子阱精细结构的调节可以使激光器工作在不同的波长之下，进而满足不同的应用需求。是否具备良好的外延设计及制造能力是光芯片制造商最重要评价标准，同时对于研发人员的经验积累要求高。

图4：激光器芯片的制备流程



资料来源：光通信女人，民生证券研究院

光芯片核心在外延环节，在工艺层面标准化程度相对低，其性能依赖于具体的工艺设计&制备，因而这也就决定了 IDM 模式是主流，这区别于标准化程度高、行业分工明确的集成电路芯片领域。考虑到光芯片的核心环节在外延层的设计与制备，要求设计与晶圆制造环节相互反馈与验证以不断优化产品性能实现高性能指标，因而 IDM 模式为主流：1) 有助于快速改良芯片设计并优化制造工艺，大大缩短产品研发及量产交付周期；2) 更利于保证生产过程中工艺的稳定和可靠，从而更好地控制产品良率；3) 还助于保护结构设计与工艺制程的知识产权。并且从自主可控的角度，IDM 模式也能够摆脱对海外进口的依赖，真正解决“卡脖子”问题。

海外头部厂商均采用 IDM 模式，国内厂商加速强化自身的外延能力。从行业内来看，以 II-VI、Lumentum、住友、MACOM 等为代表的海外头部光芯片厂商均采用 IDM 模式，除了衬底需要对外采购，全面覆盖芯片设计、外延生长、晶圆制造、芯片加工和测试等全流程环节。国内厂商普遍具有除晶圆外延环节以外的后端加工能力，而最核心的外延技术相对并不成熟。但同时也能看到当前国内厂商正

加速强化自身的外延能力，除了一些原本外延能力相对较强的厂商外，很多传统聚焦于芯片后段工艺的厂商近年来也开始完善自身的外延能力。因而低端产品（如 2.5G DFB 激光器芯片）不少国内厂商已能够实现完全 IDM 模式生产，而在稍高端的产品方面，仅少数国内厂商具备自主外延能力。

其次，从芯片材料（衬底）角度，较之集成电路芯片常用的硅片，二代化合物半导体（如 InP、GaAs）是更为常用的光芯片材料。对于激光器芯片，以 III-V 族的直接间隙半导体 InP 和 GaAs 为主，材料的带隙大小决定了激光器芯片的发光波长，因而光芯片材料的选择依具体所需的发光波长而定。Si 作为间接带隙材料不适合直接发光因而不适合作为激光器芯片的材料平台。探测器芯片则以 Si、Ge、InP 等为主。其他的光芯片，如调制器芯片是 Si、InP 和 LiNbO₃，而无源光芯片的材料一般是 Si 和 SiO₂。

表 2：光芯片的典型材料平台

	InP	Si	SiO ₂	LiNbO ₃
无源波导	++	++	+++	
激光器	+++			
探测器	+++	++		
调制器	+++	++		+++
优势	有源器件的性能很好		与电路更易集成，尺寸更小	
	波长局限于 1260~1700nm		波导损耗小 成本低	调制性能突出
劣势	成本高 外延复杂		耦合困难	不支持有源 尺寸大 易损坏

资料来源：光通信女人，民生证券研究院

另外，以 SiC、GaN 为代表的第三代半导体也可作为光芯片的材料。当然由于其对应的发光波长范围与二代半导体（InP、GaAs）有显著差别，因而其主要应用场景并非光通信领域，而是显示领域的 LED。除此之外，考虑到第三代半导体作为宽禁带半导体材料，具有击穿电场强度高、热稳定性好、载流子饱和漂移速度高、热导率高等特点，因此除了光电子领域外，其应用场景更多集中在功率器件和射频器件领域。**近期可看到通信领域的相关公司也开始积极进行第三代半导体的布局：**

- **中瓷电子：**2022 年 8 月 28 日，公司发布《河北中瓷电子科技股份有限公司发行股份购买资产并募集资金暨关联交易报告书（草案）》，拟按 46.06 元/股的价格，发行 8317.38 万股，向中国电科十三所购买其持有的博威公司 73.00% 股权、氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债，向中国电科十三所、数字之光、智芯互联、电科投资、首都科发、顺义科创、国投天津购买其合计持有的国联万众 94.6029% 股权。同时，公司拟以非公开发行股份方式募集不超过 25 亿元，用于标的公司“氮化镓微波产品精密制造生产线建设项目”、“通信功放与微波集成电路研发中心建设项目”、“第三代半导体工艺及封测平台建设项目”、“碳化硅高压功率模块关键技术研发项目”及补充上市公司或标的公司流动资金。通过此次收

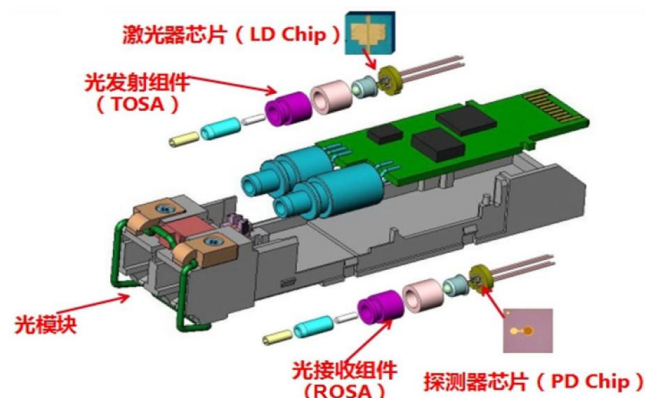
购，公司将获得中国电科十三所旗下的三代半导体（SiC、GaN）优质资产，跨入高成长赛道。

- **长飞光纤**：公司于 2022 年 5 月完成了对芜湖启迪半导体有限公司及芜湖太赫兹工程中心有限公司的收购与整合，并将收购后的标的公司更名为安徽长飞先进半导体有限公司（截至 2022 年 8 月 26 日，公司合计持有其 37.78% 的股份）。长飞先进主要从事以碳化硅（SiC）和氮化镓（GaN）为代表的第三代半导体产品的工艺研发和制造，具备从半导体材料外延生产、芯片和器件制造到模块封装测试的专业化代工生产能力和技术研发能力，具有完整的 6 英寸产线设备和先进的配套系统。未来碳化硅功率器件在新能源汽车领域具有广阔的市场前景，长飞先进地处安徽芜湖，当前安徽正积极打造汽车产业集群，芜湖是新能源汽车重大新兴产业基地，因而地理位置上具有得天独厚的优势，有望为长飞先进带来重要发展机遇。从长飞光纤的角度，如果说过去的三十年可以用一句话解释叫“光进铜退”，未来的三十年，广泛应用于新能源车、光伏、通信、军工等全球高端制造行业的第三代半导体，将充分打开公司未来的成长空间。

1.3 光通信是光芯片重要的应用领域，相关产品种类繁多

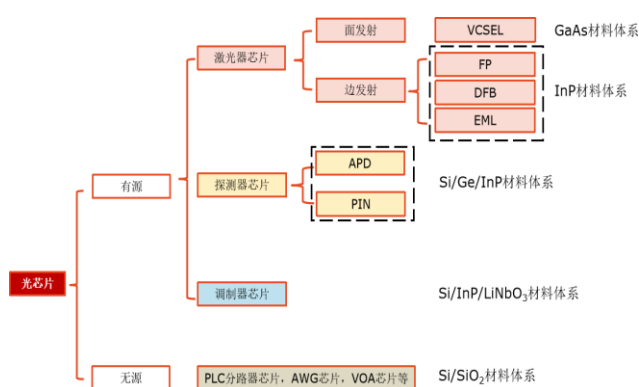
光通信是光芯片最核心的应用领域之一，光通信领域的光芯片整体可分为有源和无源两大类，并可按功能等维度进一步细分。根据有源芯片功能，可分为发射光信号的激光器芯片、接收光信号的探测器芯片、调制光信号的调制器芯片等。无源芯片方面，主要由基于平面光波导技术调控光路传输的 PLC 光分路器芯片、AWG 芯片、VOA 芯片等构成。综合来看，激光器芯片和探测器芯片是应用最多、最为核心的两类光芯片。

图5：光通信领域激光器/探测器芯片应用场景为光模块



资料来源：5G 承载光模块白皮书，民生证券研究院

图6：光通信领域的主要光芯片分类



资料来源：民生证券研究院整理

表 3：光通信领域激光器芯片和探测器芯片的特点及应用场景

	产品类别	工作波长	产品特性	应用场景
激光器芯片	VCSEL	800~900nm	线宽窄, 功耗低, 调制速率高, 耦合效率高, 传输距离短, 线性度差	500 米以内的短距离传输, 如数据中心机柜内部传输、消费电子领域 (3D 感应人脸识别)
	FP	1310~1550nm	调制速率高, 成本低, 耦合效率低, 线性度差	用于中低速无线接入短距离市场, 由于存在损耗大、传输距离短的问题, 部分应用场景逐渐被 DFB 激光器芯片取代
	DFB	1270~1610nm	谱线窄, 调制速率高, 波长稳定, 耦合效率低	中长距离的传输, 如 FTTx 接入网、传输网、无线基站、数据中心内部互联等
	EML	1270~1610nm	调制频率高, 稳定性好, 传输距离长, 成本高	长距离传输, 如高速率、远距离的电信骨干网、城域网和数据中心互联
探测器芯片	PIN	830~860nm/ 1100~1610nm	噪声小, 工作电压低, 成本低, 灵敏度低	中短距离传输
	APD	1270~1610nm	灵敏度高, 成本高	长距离单模光纤

资料来源: 源杰科技招股说明书, 民生证券研究院

激光器芯片可进一步分类, 例如 1) 按出光结构, 可分为面发射的 VCSEL (垂直腔面反射激光器) 芯片, 以及边发射的 FP (法布里-珀罗激光器)、DFB (分布反馈式激光器) 和 EML (电吸收调制激光器) 芯片; 2) 按调制方式, 可分为直接调制激光器 DML (包括 VCSEL、FP、DFB) 芯片和电吸收调制激光器 EML 芯片 (集成了 EAM 调制器和 DFB 芯片); 3) 从距离角度, FP 和 VCSEL 芯片适合短距离场景, 中距离场景多采用 DFB 芯片, 长距离场景主要采用 EML 芯片。

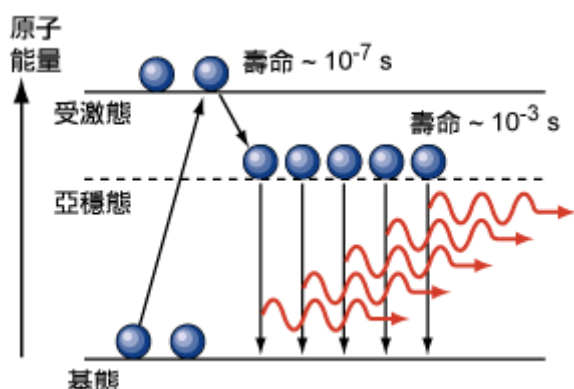
从工作原理来看, 激光器芯片核心是施加一定的激励方式 (如将电流注入芯片核心量子阱区域), 利用半导体物质在能带间跃迁发光以激发出光子, 并在光波导和有光学镀膜的解理端面 (用半导体晶体的解理面形成两个平行反射镜面作为反射镜从而组成谐振腔) 间进行震荡、反馈。最后辐射放大形成相位和方向高度一致的光子, 即发射激光。以上过程需满足三个条件。

表 4: 激光器芯片正常工作需满足的三个条件

	简介
1. 产生粒子数反转	在一定方式的外界激励作用下, 处于基态上的原子被激励到激发态上, 因而基态上的原子数减少。由于激发态的能级寿命很短, 原子很快会以无辐射跃迁方式转移到能级寿命长的亚稳态上, 于是实现了亚稳态与基态的粒子数反转, 此后不稳定的亚稳态粒子会进一步迁回到基态并发出光子。粒子数反转是产生激光的关键, 因为它使通过受激辐射由亚稳态回到基态的原子比通过自发吸收由基态跃迁至亚稳态的原子为多, 从而使光场迅速增强, PN 结成为对光场有放大作用的区域 (即有源区)。
2. 合适的光学谐振腔	通过粒子数反转产生光后, 初始光场的频谱较宽, 且方向杂乱无章。在满足一定的相位条件 (腔内前向和后向光波发生相干) 和阈值条件下, 光学谐振腔能使光震荡、反馈, 从而输出单色性和方向性好的激光。
3. 满足阈值条件	光在谐振腔内来回反射的过程中, 存在着两个对立作用, 一个是受激辐射产生的光放大, 另一个是谐振腔内存在的各种损耗, 如光在端面上的衍射和吸收、激活介质不均匀所引起的散射等。只有当满足阈值条件, 即增益大于等于损耗时, 激光才能输出。

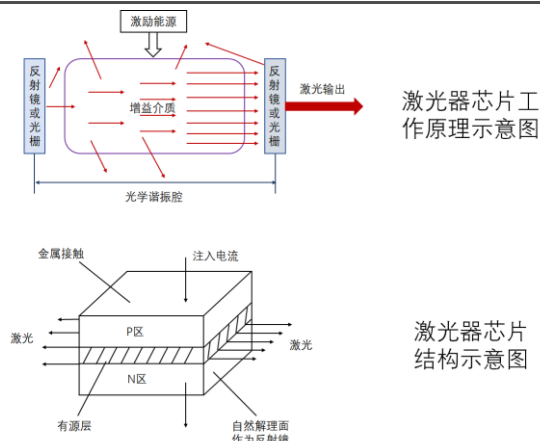
资料来源: 《认识光通信》, 民生证券研究院

图7：粒子数反转的原理示意图



资料来源：浦镛，民生证券研究院

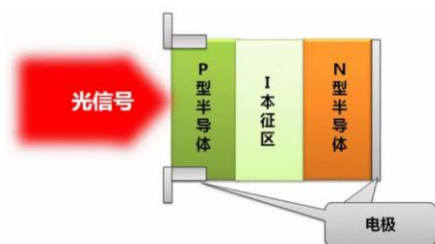
图8：光芯片的工作原理及结构示意图



资料来源：民生证券研究院整理

探测器芯片同样种类很多，原理上基于光电效应（可分为内光电效应和外光电效应），通信领域的探测器细分来看可归为基于内光电效应的光生伏特探测器，根据放大与否，可进一步分为非放大的 PIN（二极管探测器）和包含放大的 APD（雪崩二极管探测器）两种。前者的灵敏度相对较低，但噪声小，工作电压低，成本低，适用于中短距离的光通信传输。APD 在灵敏度以及接收距离上优于 PIN，但成本高于 PIN。PIN 的工作流程分为两步，一是材料在入射光照射下产生光生载流子，二是光电流与外围电路间的相互作用并输出电信号。与 PIN 相较，APD 较之 PIN 探测器多了一个雪崩倍增区域，加上一个较高的反向偏置电压后，利用雪崩击穿效应，可在 APD 中获得一个很大的内部电流增益，从而实现更高的灵敏度等优势。

图9：PIN 结构示意图



资料来源：光通信女人，民生证券研究院

图10：APD 结构示意图



资料来源：光通信女人，民生证券研究院

整体来看，光芯片种类繁多，应用场景广泛，近年来很多应用场景中的光芯片均开始迎来加速发展，市场空间持续扩大。本文将以激光器芯片为切入点，重点聚焦光通信领域的激光器芯片。

1.4 多维度构筑高壁垒，光通信领域光芯片整体门槛高

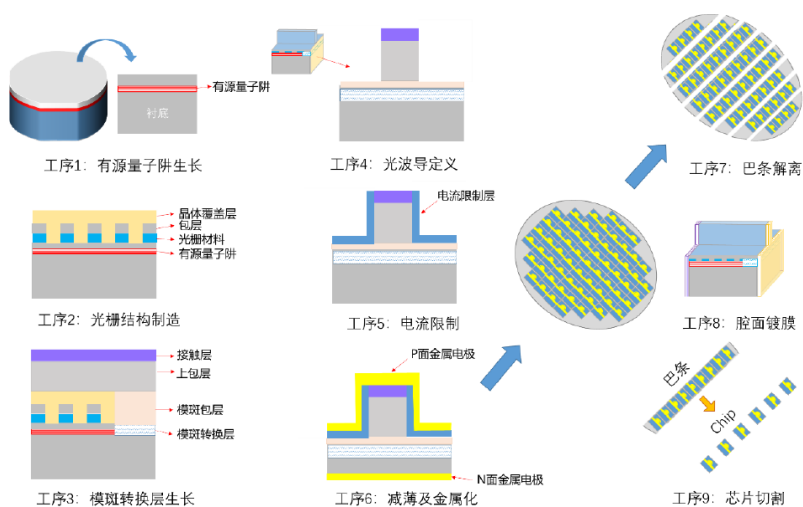
光芯片属于技术密集型行业，技术壁垒高，研发设计及工艺制造涉及高速射频电路与电子学、微波导光学、半导体量子力学、半导体材料学等多个跨领域学科，

设计要求高、工艺流程复杂需要长时间的经验积累。同时，高客户壁垒、规模效应也都是行业特征。

1. 工艺流程复杂技术壁垒高，外延环节是核心，经验积累构筑的先发优势明显

工艺流程复杂，涉及诸多精密加工环节，技术壁垒高。以制造一颗 25G DFB 激光器芯片为例，若不涵盖封装测试环节，大致可分为 9 大部分，整个生产工序超过 280 道，每道生产工序包括工艺设计都将影响产品最终的性能和可靠性。

图11：25G DFB 激光器芯片的制备流程图



资料来源：源杰科技公告，民生证券研究院

表 5：25G DFB 激光器芯片的制备流程

主要步骤	简介
1. 量子阱外延层的设计和制造	通过 MOCVD 生长量子阱外延片多层结构。该环节是激光器芯片的设计和制造的核心工艺之一，影响产品光电转化效率与高速性能，是激光器芯片调制速率能否达到 25G 及以上的关键工艺之一。
2. 光栅结构的设计和制造	利用高精度的电子束光栅系统，在晶圆中制造多条宽度约 100nm 的变相位周期布拉格光栅掩膜，再利用高精度刻蚀技术，将光栅掩膜图样转移至晶圆，然后利用 MOCVD 进行光栅刻蚀层的覆盖生长，最终在晶圆上形成多周期布拉格光栅结构，实现激光器发射的单纵模输出和特定的发光波长及单色性。
3. 模斑转换器的设计和制造	通过出光端局部波导结构设计，控制出光端的光斑密度、发散角，实现对光斑大小的调控，能解决 25G 以上高速产品的可靠性问题，并满足下游客户对于输出激光易于耦合到光纤中进行光信号传输等需求。
4. 光波导的设计和制造	光波导，即光在激光器里传输的通道。采用光刻技术制作微米级光波导结构，利用波导材料与周围材料的折射率差异，引导光子传输路径，使得光子在谐振腔内往复谐振，实现光子稳定单模态输出。光波导对 25G 及以上速率激光器芯片的高频特性、可靠性有显著影响。
5. 注入电流限制结构的设计和制造	受结构尺寸限制，高速率激光器芯片容易出现光功率不足问题，注入电流限制结构通过材料结构、掺杂及组份的调控，限制电流路径并将其有效注入有源量子阱区域，从设计与工艺上解决注入电流效率问题，增加电光转换的效率。
6. 减薄与高频电极的设计和制造	减薄晶圆并通过调整电极形状及尺寸、介电材料及尺寸，可降低芯片的寄生电容，保证芯片的高频特性。
7. 巴条解理的工艺制造	透过劈裂方式将晶圆解理成细长巴条，在芯片的出光端形成解理镜面，使得光子于芯片两侧镜面间产生反射谐振，形成完整的激光谐振腔。
8. 光学端面镀膜的设计和制造	晶圆解理成巴条后，需对暴露的激光器芯片谐振腔两侧的出光端进行光学镀膜，一侧背光端面为高反射镀膜，另一侧出光端面为高透射镀膜，利用纳米级光学膜层的厚度设计与制备工艺，控制芯片两侧的出光比例，形成单端高强度出光。
9. 芯片切割的工艺制造	将巴条二次解理成芯片，高速芯片边长尺寸一般小于 200um，在芯片上进行后续的测试验证。

资料来源：源杰科技公告，民生证券研究院

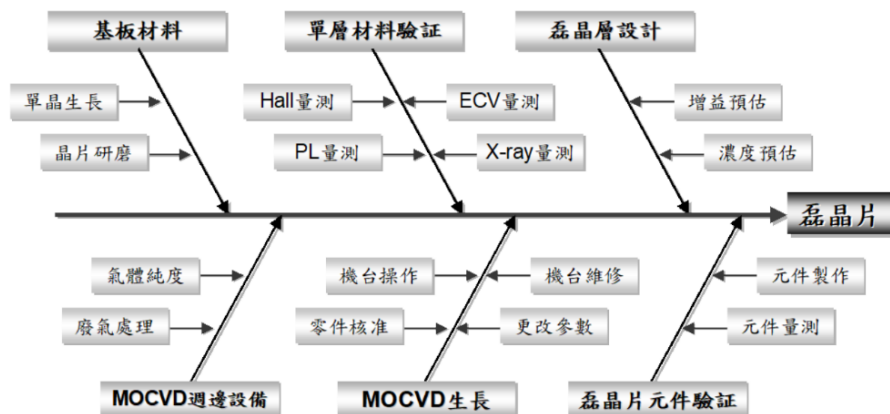
外延环节对设计及生产工艺的要求高，是当前国内厂商与海外头部厂商的主要差距所在。经验积累包括生产过程的良率爬坡都需要较长时间，因而先发优势明显，是厂商竞争优势及技术实力的核心体现，1) **从工艺角度**：需对材料厚度、比例、电学掺杂、缺线控制等参数进行精确控制。以 25G DFB 芯片为例，有源层包含了 20~30 层的量子阱结构，每层量子阱的厚度在 4~10nm 不等，工艺上要求对每层量子阱实现埃米级（0.1nm）控制，厚度精度误差小于 0.2nm。除了厚度外，每层量子阱的材料比例误差也会造成量子阱发光波长误差、量子阱各层间的应力误差均会影响产品最终的性能与可靠性；2) **从设计的角度**：须要对相关参数进行精细设计以实现所需性能，这就要求激光器芯片厂商利用理论仿真指导外延技术的开发，通过模拟仿真量子阱结构、理论计算晶圆光电特性，在生产前预判晶圆性能趋势，便于进行有源区晶圆外延工艺参数匹配调试，有效缩短开发周期；3) **从生产良率的角度**，生产难度高，需要较长时间的经验积累和良率爬坡过程，先发优势明显。高端产品上，国内厂商与海外头部厂商在各方面性能上仍有较大差距。

表 6：常见的外延制备方法包括了 MOCVD 和 MPE 两种

简介	
MOCVD (金属有机化学气相沉积)	以 III 族、II 族元素的有机化合物和 V、VI 族元素的氢化物等作为晶体生长源材料，以热分解反应方式在衬底上进行气相外延，生长各种 III-V 主族、II-VI 副族化合物半导体以及它们的多元固溶体的薄层单晶材料。
MPE (分子束外延)	在超高真空条件下，由装有各种所需组分的炉子加热而产生的蒸气，经小孔准直后形成的分子束或原子束，直接喷射到适当温度的单晶基片上，同时控制分子束对衬底扫描，就可使分子或原子按晶体排列一层层地“长”在基片上，形成高质量的晶体薄膜。

资料来源：百度百科，民生证券研究院

图12：外延制备流程（MOCVD 法）



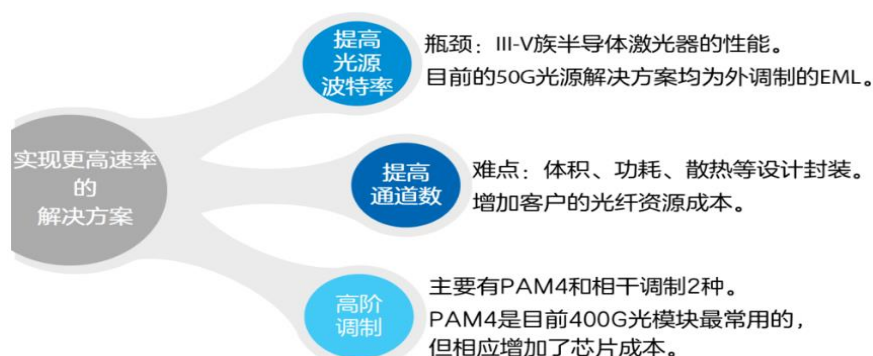
资料来源：全新光电年报，民生证券研究院

2. 下游需求驱动，激光器芯片加速更新迭代

光模块速率加速提升，驱动激光器芯片更新迭代升级。以数通领域为例，流量高速增长、光模块单位速率成本下降、交换机芯片升级扩容等多种因素均是驱动光模块速率升级的重要因素，基本 3~5 年完成一次光模块速率的升级迭代。光模块速率提升主要有三种途径：1) 提升激光器芯片的速率（波特率），2) 提升光模块的通道数，3) 较之传统的 NRZ 调制，使用更高阶的信号调制技术，如 PAM4 和

相干调制。以上三种方式的具体选择涉及到综合权衡技术难度、成本、光模块体积、散热等方面因素。从激光器芯片速率升级的角度，数通领域从 40G 光模块中常用的 10G 波特率的 VCSEL/DFB 芯片，到 100G 光模块中常用的 25G 波特率的 VCSEL/DFB 芯片，再到高端光模块如 400G 中常用的 50G 波特率的 EML 芯片，呈现明显的激光器芯片更新迭代过程，包括随着未来硅光的进一步推进，大功率激光器芯片的重要性也将进一步提升。

图13：光模块实现更高速率的三种途径



资料来源：鲜枣课堂，民生证券研究院

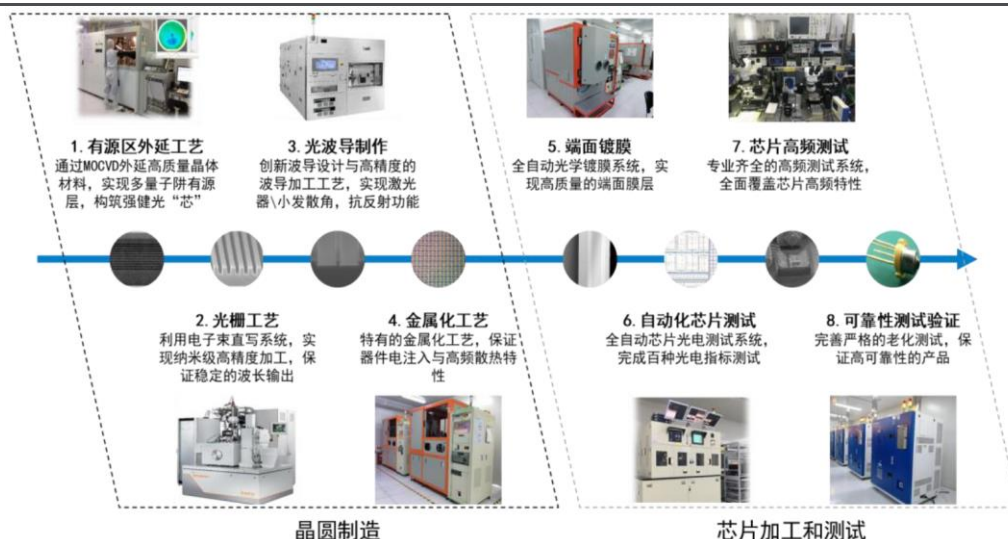
3. 客户壁垒高，可靠性&大规模交付能力是绑定大客户的关键，先发优势大

通信领域激光器芯片的最下游客户主要是运营商及云厂商，在产品性能满足的前提下，对可靠性、大规模交付能力有较高要求。因而客户粘性强，壁垒高，不轻易更换供应商。特别是电信领域的应用场景，可能涉及户外高温、高湿、低温等恶劣环境，对可靠性及稳定的要求很高。下游客户在选取新供应商时需要经过资质审核、产品验证、小批量试用等环节，时间成本高且替换难度大。可靠性验证的项目指标多样且耗时长久，如高温大电流长时间（5,000 小时）老化测试、高低温温循验证、高温高湿环境验证等。另外，在满足可靠性的基础上，同时需要激光器芯片厂商有很强的大规模交付能力，并且能够很好地保证大规模量产中的良率及工艺的稳定性。

4. 激光器芯片领域同样具备一定的规模效应

类似于集成电路芯片，激光器芯片领域同样具备一定的规模效应。激光器芯片的产品特性决定了 IDM 模式是主流，因而厂商通常需要建立包含芯片设计、晶圆制造、芯片加工和测试的 IDM 全流程业务体系，需要拥有多条覆盖 MOCVD 外延生长、光栅工艺、自动化芯片测试等全流程自主可控的生产线。产线上的 MOCVD 设备、电子束光栅设备、光学镀膜系统、自动化芯片测试机、自动粘片机等均需要相当程度的资本投入，因而参考国内激光器芯片厂商目前的收入体量，前期固定投入较大，行业门槛相对较高。所以类似于集成电路芯片，激光器芯片领域同样需要提升产能去摊薄固定资产折旧，因而具备相当程度的规模效应。

图14：激光器芯片制备流程及相关设备



资料来源：源杰科技招股书，民生证券研究院

综上所述，激光器芯片行业技术壁垒高，技术及经验层面的先发优势明显，下游客户对可靠性和大规模交付能力有要求，因而粘性强不轻易更换供应商。并且参考国内激光器芯片厂商目前的收入体量，前期固定资产投入不小，且良率爬坡及业绩释放均需要一定时间，因而行业整体的门槛较高。

1.5 居光通信产业链上游，参与者众多

激光器芯片位于产业链上游，参与者众多，在中低端领域竞争激烈。产业链大致分为“衬底、光通信激光器芯片（外延/芯片设计/芯片制造）、有源器件、光模块、下游最终客户”几大环节。

- 1) **衬底**：行业集中度高，据 Yole 的统计，2020 年磷化铟（InP）衬底的全球前三大厂商（住友、北京通美、日本 JX）占据了 90% 以上的份额，而在全球砷化镓（GaAs）衬底市场，由 Freiberger、住友和北京通美主导，三家合计占据了超 60% 的市场份额。
- 2) **光通信领域的激光器芯片**：高端产品由海外头部厂商主导，中低端产品参与者众多竞争相对激烈。整体来看行业参与者分几大类，包括了：
 - a) 光通信领域激光器芯片/器件/模块上下游一体化布局的厂商，如 II-VI、Lumentum、光迅科技、海信宽带等。
 - b) 业务涉猎更广泛的一些厂商，如住友、三菱、Broadcom 等，激光器芯片相关业务在其整体业务中的占比不高。
 - c) 第三方的外延厂商，如 IQE、联亚光电、全新光电等，及第三方的芯片代工厂商，如稳懋、环宇等。

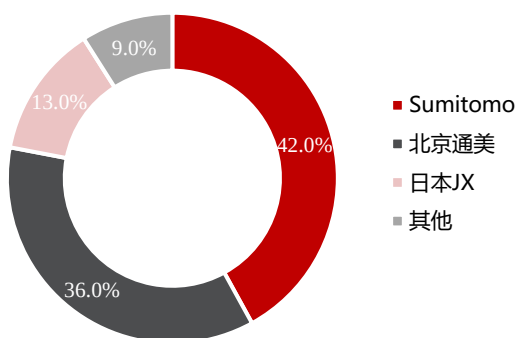
- d) 专业激光器芯片厂商，分 IDM 模式为主，如源杰科技、武汉光安伦等，和外采外延片为主，重点聚焦晶圆外延环节以外的后端加工环节的厂商如武汉敏芯，光隆科技等。
- 3) **有源器件/光模块**：参与厂商众多竞争相对激烈。近年来国内光模块厂商实力提升迅速，市场份额增长显著，当前全球前十大光模块厂商中，国内厂商已占据一半。
- 4) **下游最终客户**：下游应用场景包括了电信领域的传输网和接入网（光纤接入、无线接入），以及数通领域的数据中心内部及数据中心间互联，对应的客户是运营商、设备商及云巨头。

图15：通信领域激光器芯片的产业链情况



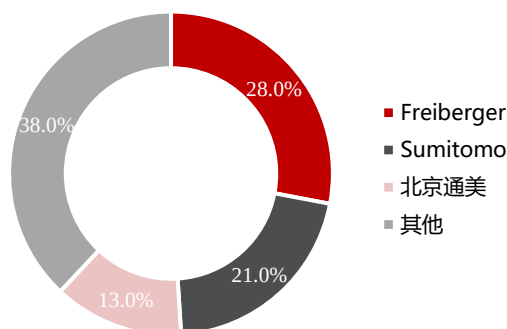
资料来源：民生证券研究院整理

图16：2020年全球磷化铟（InP）衬底竞争格局



资料来源：Yole，民生证券研究院

图17：2019年全球砷化镓（GaAs）衬底竞争格局



资料来源：Yole，民生证券研究院

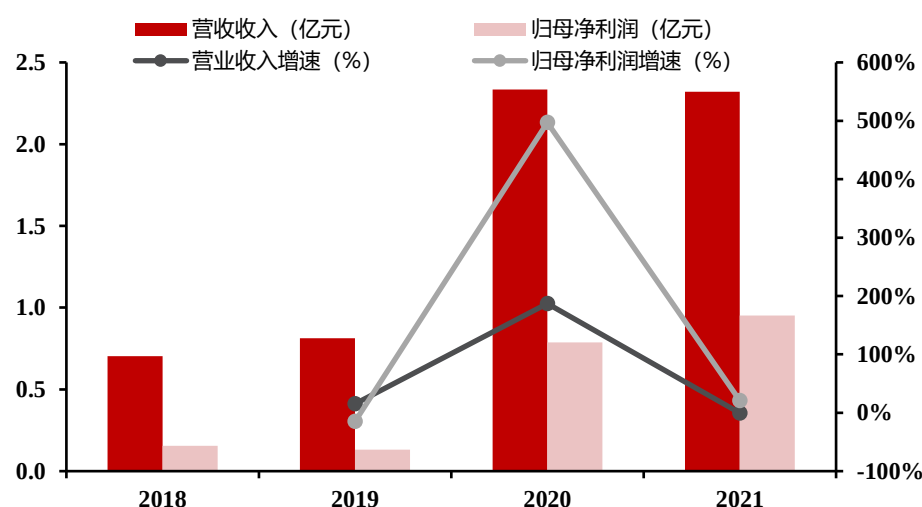
表 7：部分国内外激光器芯片厂商简介

简介	
II-VI (Finisar)	Finisar 成立于 1988 年，总部设立在美国硅谷，是全球知名的光通讯器件供应商，产品主要用于网络设备制造商、数据中心、电信服务、消费电子和汽车领域。2019 年 Finisar 被贰陆 II-VI 收购。光通信领域的激光器芯片产品包括了 10G/25G 的 VCSEL/FP/DFB，25G/50G EML 等。
Lumentum (Oclaro)	Oclaro 成立于 2009 年，由两大光通讯元器件供应商 Bookham 和 Avanex 合并而成，总部位于美国加州，主要为全球光通信市场设计、制造和销售光学组件、模块和子系统。2018 年奥兰若 (Oclaro) 被朗美通 (Lumentum) 收购。光通信领域的激光器芯片产品包括了 10G/25G DFB，25G VCSEL，25G/50G EML 等。
Broadcom (Avago)	Avago 成立于 1961 年，总部设在美国加州，是全球领先的有线和无线通信半导体公司，聚焦于 III-V 族复合半导体设计和工艺技术。光通信产品涵盖光纤到户、移动宽带接入、数据中心、城域网和长途数据通信市场等。2016 年，安华高 (Avago) 收购博通 (Broadcom)，并以博通 (Broadcom) 命名。光通信领域的激光器芯片产品涉及 VCSEL/DFB/EML 等。
MACOM	成立于 2009 年，总部设在美国马萨诸塞州，拥有包括硅 (Si)、砷化镓 (GaAs) 和磷化铟 (InP) 的制造、加工和测试经验，产品主要应用于电信、工业和国防及数据中心领域。光通信领域的激光器芯片产品涉及 DFB/EML 等。
三菱电机	成立于 1921 年，总部位于日本东京，产品范围广泛，包含面向个人消费者的显示产品、手机等和面向商业消费者的电子、半导体等。光通信领域的激光器芯片产品涉及 FP/DFB/EML 等。
住友电工	成立于 1897 年，总部位于日本大阪，是一家电子零件制造商，经营范围涵盖汽车、信息通信、电子、环境能源、产业原材料相关行业等。光通信产品包括用于光收发器的半导体激光、光电二极管以及实现主干系统相干光通信设备的可变速长激光、光接收器等各种发光受光器件产品群，支撑光通信系统的基础。光通信领域的激光器芯片产品涉及 DFB/EML 等。
光迅科技 (002281.SZ)	国内稀缺的实现产业链上光芯片/器件/模块/子系统领域全覆盖的供应商，起源于 1976 年成立的邮电部固体器件研究所，2001 年改制，2009 年登陆深圳证交所，成为国内首家上市的通信光电子器件公司。2016 年增资大连藏龙光电子科技有限公司并与法方合资成立 almae (专注高端 EML 芯片研发)，同时与 2017 年公司牵头成立的国家级光电子创新中心紧密合作，光通信领域的激光器芯片产品涉及 VCSEL/DFB/EML 等。
仕佳光子 (688313.SH)	成立于 2010 年，2020 年 8 月在科创板上市，主营业务覆盖光芯片及器件、室内光缆、线缆材料三大板块，主要产品包括 PLC 分路器芯片系列产品、AWG 芯片系列产品、DFB 激光器芯片系列产品、光纤连接器、室内光缆、线缆材料等。光芯片领域具备覆盖芯片设计、晶圆制造、芯片加工、封装测试的 IDM 全流程业务体系。当前公司用于光通信的激光器芯片产品包括了 2.5G/10G/25G DFB，硅光用大功率 DFB 等。
长光华芯 (688048.SH)	成立于 2012 年，2022 年 4 月在科创板上市，聚焦高功率半导体激光器芯片的国内龙头企业，拥有从芯片设计、MOCVD (外延)、光刻、解理/镀膜、封装测试、光纤耦合等完整的工艺平台和量产线，是全球少数几家研发和量产高功率半导体激光器芯片的公司。在此基础上，公司的芯片业务进一步横向延伸至光通信、激光雷达、手机 3D 传感等领域。光通信领域的激光器芯片产品重点聚焦 EML 芯片。
源杰科技	成立于 2013 年，聚焦高速半导体芯片的研发/设计/生产，已建立了包含芯片设计、晶圆制造、芯片加工和测试的 IDM 全流程业务体系，拥有多条覆盖 MOCVD 外延生长、光栅工艺、光波导制作、金属化工艺、端面镀膜、自动化芯片测试、芯片高频测试、可靠性测试验证等全流程自主可控的生产线。光通信激光器芯片产品包括 2.5G/10G/25G 的 FP 和 DFB，硅光大功率 DFB 等。
武汉光安伦	成立于 2015 年，聚焦于光电子芯片外延生长、芯片设计与制作、工艺开发以及封装设计。光通信领域的激光器芯片产品包括了 2.5G/10G/25G DFB，10G/25G EML 等。
海信宽带	海信宽带隶属于海信集团，成立于 2003 年，是全球领先的光芯片，光模块及多媒体终端制造商。于 2012 年、2013 年投巨资收购 Archcom 和 Multiplex 两家从事高端激光器芯片研发和生产的光电芯片科技公司，踏足芯片高科技领域。2016 年公司芯片事业部成立。当前光通信领域的激光器芯片产品聚焦于 2.5G/10G/25G DFB，25G/50G EML 等。
云岭光电	由国际领先芯片专家团队与华工科技于 2018 年 1 月共同发起设立，专注于中高端光通信半导体光芯片产品，具备全流程生产能力的 IDM 光芯片企业。光通信领域的激光器芯片产品包括了 2.5G/10G FP，2.5G/10G/25 DFB，10G/25G EML 等。
中科光芯	成立于 2011 年，由中科院福建物质结构研究所课题组长、博士生导师，拥有二十多年半导体激光器研发及光电子集成制程平台经验的苏辉博士创立。公司拥有完整的外延生长、芯片微纳加工及器件封装产业线，现有产品包括外延片、芯片、TO 器件、蝶形器件、PON 器件、光模块等，光通信领域的激光器芯片产品包括了 2.5G/10G FP，2.5G/10G/25 DFB 等。
武汉敏芯	成立于 2017 年，公司聚焦于半导体光电芯片研发、制造和销售。产品涉及光通信、工业激光、传感和消费等领域。光通信领域的激光器芯片产品包括了 2.5G/10G FP，2.5G/10G/25G DFB，10G/50G EML，硅光大功率 DFB 等。
光隆科技	成立于 2001 年，公司在光通信产业链中前端产品有光芯片制造，后端产品有光组件、集成模块、子系统、传输设备等。产品广泛应用于光通信、大数据与云计算、物联网、激光扫描、激光医疗、VR 虚拟触控、网络安全等诸多领域。光通信领域的激光器芯片产品聚焦 2.5G/10G/25 DFB。

资料来源：各公司官网，源杰科技招股书，民生证券研究院整理

当前国内光通信领域的专业激光器芯片厂商之中，上市公司较少，激光器芯片业务的整体体量不大，业务规模多在千万级或刚刚过亿级。以国内激光器芯片龙头源杰科技为例，公司 2018~2021 年的收入在 0.70/0.81/2.33/2.32 亿元，归母净利润分别为 0.16/0.13/0.79/0.95 亿元。一方面是国内激光器芯片厂商较之海外头部厂商起步较晚，当前仍处于快速发展期。另一方面，高端激光器芯片的市场规模显著大于中低端激光器芯片的市场规模，当前国内厂商主要聚焦应用于电信市场光纤接入和无线接入领域的中低端激光器芯片，向市场空间更大的应用于数通领域的高端激光器芯片的拓展仍处于起步阶段。

图18：源杰科技的营收和归母净利润情况（单位：亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

2 下游数通&电信领域双轮驱动，光通信领域光芯片成长空间大

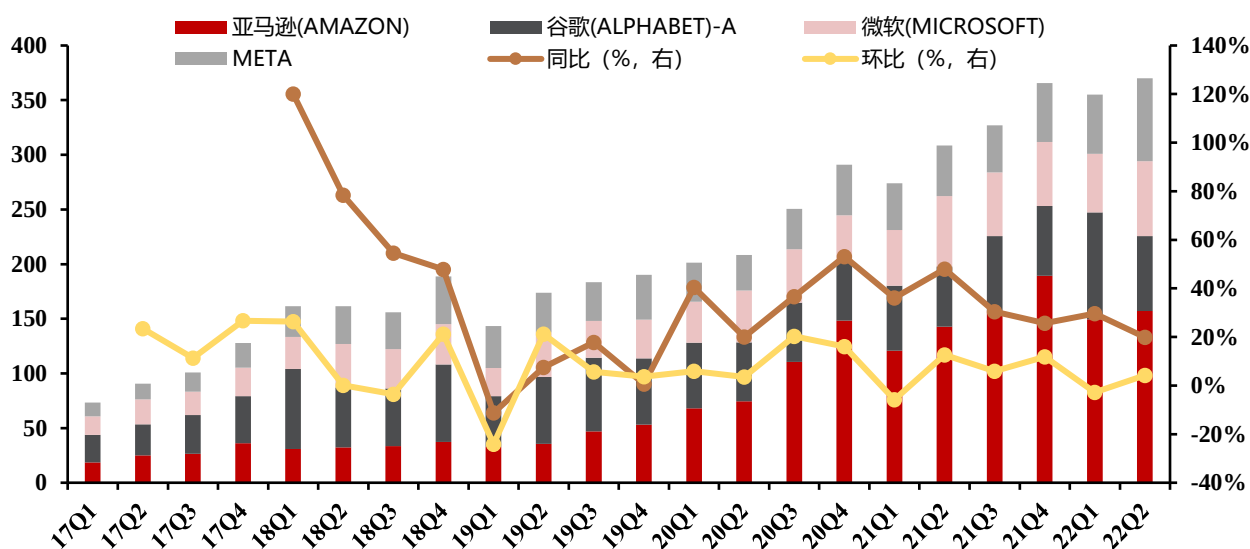
2.1 下游数通&电信市场整体景气度高企

激光器芯片在数通市场和电信市场均有广泛应用，在数通市场应用于数据中心内部、数据中心互联 (DCI) 场景下的相关光模块，在电信市场应用于接入网 (光纤接入、无线接入) 和传输网场景下的相关光模块。不同应用场景下的激光器芯片有所不同，大致而言，

- **数通市场**：短距离 (100m 或以下) 的 AOC/SR 光模块主要用 VCSEL 芯片，500m~2km 应用场景下的 DR/FR/PSM/CWDM 等光模块主要用 DFB 或 EML 芯片，10km/40km/80km 等长距离应用场景下的 LR/ER 等光模块以 EML 芯片为主。
- **电信市场**：光纤接入 PON 光模块以 DFB 和 EML 芯片为主、无线接入的前传光模块以 DFB 芯片为主，长距离传输场景应用于传输网的光模块以 EML 芯片为主。

当前数通市场&电信市场整体景气度高企，助推激光器芯片需求持续走高。

数通领域当前景气度高企，并有望进一步持续。北美云巨头的 CAPEX 是数通领域景气度的风向标，整体来看 CAPEX 成长性突出，同时伴随云巨头阶段性去库存、IDC 建设节奏等原因，CAPEX 也会呈现一定波动性。近期来看，自 21 年初以来 CAPEX 持续处于上升通道。根据 22Q2 数据，亚马逊/Meta/微软/谷歌四家的 CAPEX 合计为 370.0 亿美元，同比增长 19.9%，环比增长 4.2%。从全年的指引来看，亚马逊预计 AWS 相关的基础设施投入比重将从 2021 年的约四成提升至一半以上，Meta 小幅上调了指引下限 (从之前的 290~340 亿美元，调整至 300~340 亿美元)，谷歌预计全年 CAPEX 同比增加。同时也可以看到，虽然宏观经济压力、美元走强等因素对北美云巨头的传统业务有一定影响，但各家的云业务仍是核心增长引擎，亚马逊 AWS/微软 Azure/谷歌云连续多季度保持至少 30% 以上的同比增长。综合来看，我们认为中短期而言数通领域景气度仍将持续攀升。中长期维度来看，未来随着 5G 相关应用进程加快，云计算、物联网等领域的进一步发展，元宇宙布局加速推进，都将推动算力需求和数据流量的加速增长，各大云计算巨头的基础设施投入预计持续保持高位，我们认为新一轮数据流量投资浪潮已经启动，数通市场已迈入 3~5 年的景气上行周期。

图19：北美云巨头的 CAPEX 情况（单位：亿美元）


资料来源：wind，民生证券研究院

数通领域高景气助力下游数通光模块需求强劲，头部厂商收入保持高增长。

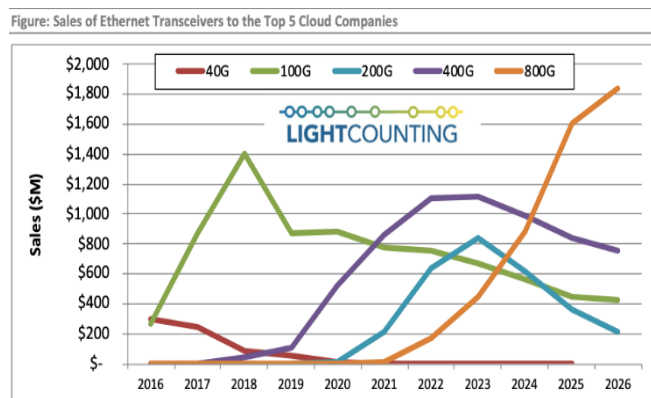
- **从行业层面来看**，根据 Lightcounting 的统计，2020 年和 2021 年由于新冠疫情，人们开始转向居家办公，因而对更快、更高可靠性的网络的需求更为强烈。因此虽然供应链短缺因素仍在持续，但是行业能够很大程度上克服这些问题，光模块行业在 2020 年和 2021 年实现了 17% 和 9% 的增长，并且 Lightcounting 预测 2022 年有望再次实现 17% 的收入增长。中长期维度来看，Lightcounting 提高了 2022~2027 年的整体预期，同时预计 2022~2027 年光模块行业整体的年复合增速为 12%。这其中，用于数据中心内部的以太网光模块及可用于数通中心互联的 DWDM 光模块预计将在 2022~2027 年引领增长。
- **从部分数通光模块头部厂商的业绩来看**，2020 年光模块行业迎来 100G 向 400G 迭代所带来的需求放量，先发优势显著的高端数通光模块龙头中际旭创和新晋突破海外数通大客户的新易盛，业绩迎来显著增长。2022H1，受益于客户加快部署 200G/400G 等高端光模块，光模块厂商业绩继续保持高增速。中际旭创 22H1 实现营业收入 42.31 亿元，同比增长 28.3%，实现归母净利润 4.92 亿元，同比增长 44.5%。新易盛 22H1 实现营业收入 14.79 亿元，同比增长 2.6%，实现归母净利润 4.61 亿元，同比增长 42.8%。另一方面，800G 需求有望在年末迎来放量，数通光模块行业即将进入 400 向 800G 迭代期，整体高景气有望延续。

图20：全球光模块市场规模（单位：百万美元）



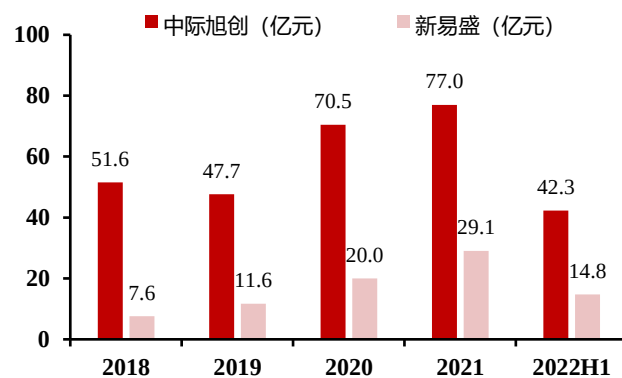
资料来源：Lightcounting，民生证券研究院

图21：数通光模块持续升级迭代



资料来源：Lightcounting，民生证券研究院

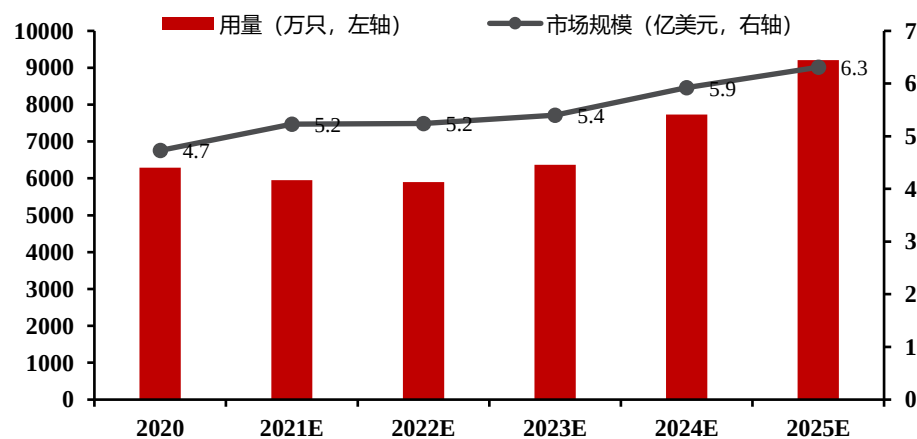
图22：中际旭创及新易盛的营收情况（单位：亿元）



资料来源：wind，民生证券研究院

从电信市场来看，光纤接入光模块整体保持平稳增长。根据 LightCounting 的统计，2020 年全球 FTTx 光模块市场出货量约 6289 万只，市场规模为 4.73 亿美元，Lightcounting 预计至 2025 年全球出货量将达到 9208 万只，市场规模将达 6.31 亿美元，2020~2025 年的年复合增速分别为 7.9%和 5.9%。

图23：全球 FTTx 光模块用量及市场规模预测



资料来源：Lightcounting，源杰科技招股说明书，民生证券研究院

国内千兆宽带加速建设助力具备千兆网络服务能力的 10G PON 光模块市场持续火热。随着光纤到户向千兆接入演进, 光纤接入光模块从 GPON 向 10G PON 升级。2020 年以来, 国内电信运营商加速千兆宽带网络建设, 整体超前完成政策目标, 带动 10G PON 光模块市场持续火热。从工信部公布的 2022 年 6 月的数据来看, 千兆宽带用户数已达 6111 万户, 具备千兆网络服务能力的 10G PON 端口数已达 1103 万个, 与工信部 2021 年发布的《“双千兆”网络协同发展行动计划 (2021-2023)》和《“十四五”信息通信行业发展规划》中的目标相比较, 2023 年目标已超前达成, 2025 年的千兆宽带用户数目标也已超前达成。

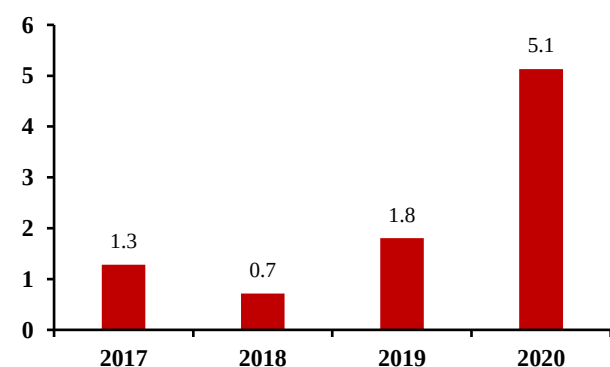
表 8: 千兆宽带部署相关政策目标

政策	发布时间	目标
工信部《“双千兆”网络协同发展行动计划 (2021-2023 年)》	2021/3	到 2021 年底, 千兆光纤网络具备覆盖 2 亿户家庭的能力, 10G PON 及以上端口规模超 500 万个, 千兆宽带用户突破 1000 万户。
		到 2023 年底, 千兆光纤网络具备覆盖 4 亿户家庭的能力, 10G PON 及以上端口规模超 1000 万个, 千兆宽带用户突破 3000 万户
工信部《“十四五”信息通信行业发展规划》	2021/11	到 2025 年, 10G PON 及以上端口数超 1200 万个, 千兆宽带用户突破 6000 万户

资料来源: 工信部, 民生证券研究院

伴随 10G PON 需求火热, 国内主要厂商的业绩也迎来加速增长, 从而推动 10G PON 相关的激光器芯片需求持续走高。国内主要的 10G PON 厂商包括了博创科技、中际旭创、华工科技、光迅科技等。以头部企业博创科技为例, 伴随着 10G PON 需求的火热, 公司光有源器件的收入在 2020 年迎来显著提升, 从 2019 年的 1.81 亿元提升至 2020 年的 5.13 亿元。2021 年, 公司的 10G ComboPON OLT 局端光模块出货量超 100 万只。从激光器芯片龙头源杰科技的 2.5G/10G 激光器芯片的合计收入来看, 从 2019 年的 0.81 亿元增至 2021 年的 1.96 亿元, 年复合增速达 55.9%。

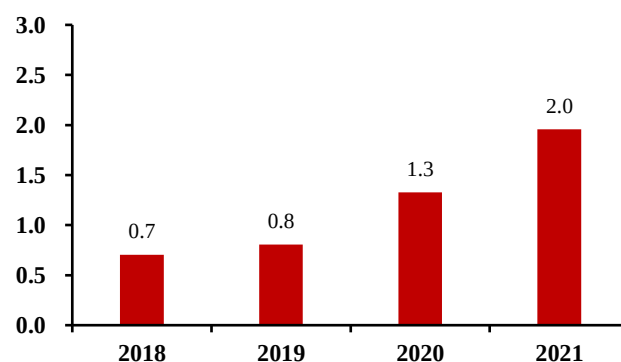
图24: 博创科技“光有源器件”营收情况 (单位: 亿元)



资料来源: wind, 民生证券研究院

注: 博创科技 2021 年开始变更了营收拆分口径, 2021 年开始不再拆分为光无源器件和光有源器件

图25: 源杰科技 2.5G/10G 光芯片收入 (单位: 亿元)

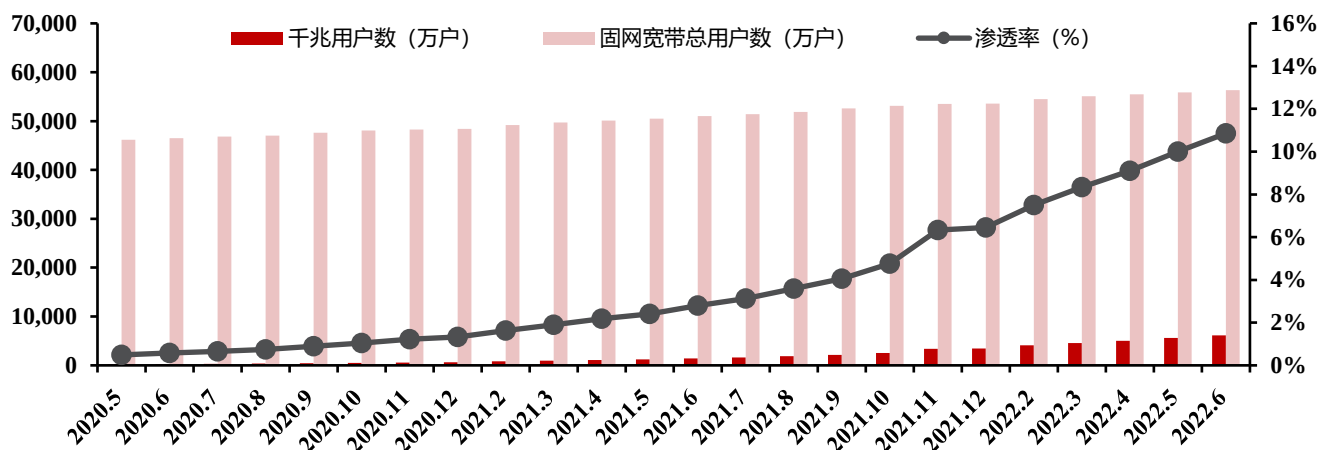


资料来源: wind, 民生证券研究院

除了 10G PON 局端光模块 (OLT) 的持续火热外, 当前运营商已开始加大 10G PON 终端光模块 (ONU) 的需求。展望未来, 考虑到当前国内千兆宽带用户

的渗透率刚过 10%，伴随着用户基数的不断增大，10G PON 终端光模块的空间非常大。另一方面，从国外的情况来看，欧美光纤到户整体的渗透率相对更低，当前处于高速增长期，特别是在疫情大背景下对家庭宽带有更高需求，欧美运营商对 10G PON 的需求也开始显著提升，因而光纤接入市场高景气预计延续。

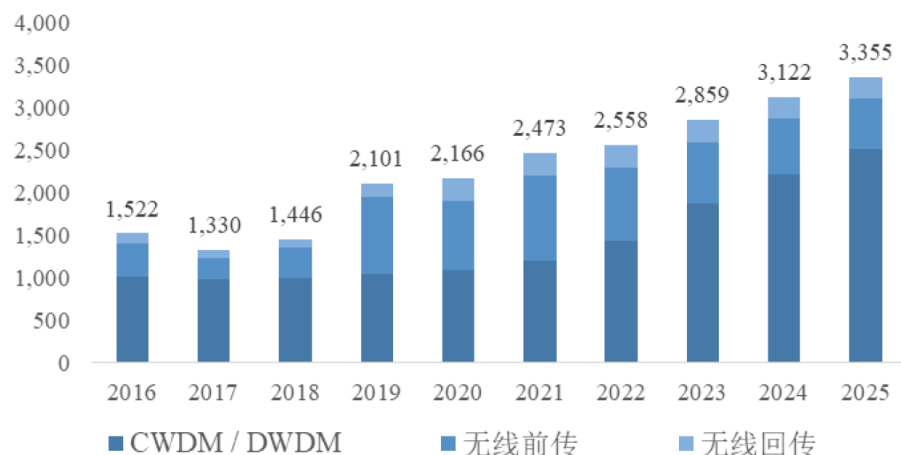
图26：国内千兆用户渗透率情况（单位：万户）



资料来源：工信部，民生证券研究院

除了光纤接入领域，电信市场的核心波分领域（CWDM/DWDM）预计也将保持高景气。根据 Lightcounting 的统计，2020 年全球电信侧光模块市场无线前传、（中）回传和核心波分（CWDM/DWDM）对应的规模分别为 8.21 亿美元、2.61 亿美元、10.84 亿美元。Lightcounting 预测，2025 年，无线前传光模块市场由于 5G 建设回落，市场规模将降至 5.88 亿美元，（中）回传光模块市场整体平稳，小幅降至 2.48 亿美元。增长将主要来源于核心波分领域的高速增长，2025 年达 25.18 亿美元，2020~2025 年的年复合增速达 18.4%。

图27：全球电信侧光模块市场规模及预测（单位，百万美元，不包括 FTTx）



资料来源：Lightcounting，民生证券研究院

2.2 市场规模可观，国内厂商成长空间广阔

光通信领域激光器芯片当前全球整体市场规模预计超 10 亿美元。源杰科技《首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的第二轮审核问询函的回复》中，基于下列前提条件及假设进行了粗略测算。根据测算结果，2021 年光通信领域激光器芯片和探测器芯片的合计市场规模约 22.7 亿美元。考虑到激光器芯片价格大致与探测器芯片价格较为相近，因而 2021 年光通信领域激光器芯片大致的市场规模约 11.4 亿美元。根据以上测算同时可以发现，用于中低速率（10G 及以下速率）光模块的激光器芯片市场规模约 3.0 亿美元，小于用于高速率光模块里的激光器芯片市场规模 8.3 亿美元。

- **光模块市场规模 (A_1 , A_2)**: 根据 Lightcounting 统计的 2021 年全球光纤接入、4G/5G 移动通信、数据中心光模块的市场规模。
- **中低速率/高速率光模块毛利率 (B_1 , B_2)**: 参考中际旭创、联特科技、德科立年报/招股说明书等资料计算毛利率平均值，并结合行业经验选取数据。
- **直接材料占光模块成本比例 (C)**: 参考中际旭创、联特科技、德科立近三年的直接材料占光模块成本比例的平均值选取。
- **光芯片及组件占光模块材料比例 (D)**: 参考中际旭创 2021 年定向增发的募集说明书光芯片及组件近三年内年度采购占比的平均值选取。
- **光芯片占光芯片及组件材料比例 (E)**: 参考光器件公司优迅科技披露的光芯片及组件（隔离器、透镜等）2019-2021 年采购数据的平均值选取。

表 9：光通信领域光芯片（激光器芯片+探测器芯片）市场规模测算（单位：亿美元）

		光纤接入	4G/5G 移动通信	数据中心
1. 光模块	2021 年光模块全球市场规模（亿美元）	6.22	32.03	48.95
	1.1 10G 及以下速率光模块 (A_1)	6.22	6.52	7.23
	1.2 25G 及以上速率光模块 (A_2)	0	25.51	41.71
2. 对应光芯片及组件	2.1 中低速率光模块毛利率 (B_1)	25%	25%	25%
	2.1 高速率光模块毛利率 (B_2)	30%	30%	30%
	2.2 直接材料占光模块成本比例 (C)	80%	80%	80%
	2.3 光芯片及组件占光模块材料比例 (D)	85%	85%	50%
3. 对应光芯片	3.1 光芯片占光芯片及组件材料比例 (E)	70%	70%	70%
	3.2 光芯片全球市场规模（亿美元）	$A_1 \times (1 - B_1) \times C \times D \times E + A_2 \times (1 - B_2) \times C \times D \times E$		
		2.22	10.83	9.69

资料来源：《首次公开发行股票并在科创板上市申请文件的第二轮审核问询函的回复》中给出的测算，民生证券研究院

展望未来，根据 Lightcounting 预测，2022 年全球光模块行业整体增速 17%，同时 2022~2027 年的年复合增速为 12%，因此 2021~2027 年全球光模块行业的年复合增速为 12.8%。粗略假设上游光通信领域激光器芯片行业保持同样增速，则 2027 年光通信领域激光器芯片市场规模约为 23.5 亿美元。考虑到当前国内厂商激光器芯片业务规模多在千万级或刚刚过亿级，国内厂商整体成长空间广阔。

3 国产替代动力十足，高端产品替代加速启动

3.1 政策加码，行业迎重要发展机遇

从产业链来看，光通信产业链国产化替代加速从下游向上游传导，上游芯片作为“卡脖子”环节亟待国产替代的进一步深入。下游以华为、中兴为代表的设备商已是行业领军者，而光模块领域在过去十年依托工程师红利、劳动力红利、供应链优势等因素也快速完成了国产化替代。根据 Lightcounting 的统计，2010 年仅一家国内厂商跻身前十之列，到了 2021 年，前十大之中国内厂商已占据半壁江山。与之相较，海外光模块厂商在人力成本、供应链完善程度逐渐处于劣势，因而更多侧重于高端光器件及门槛较高的上游光芯片等环节。光芯片而言，当前高端产品仍是海外主导，国内厂商的整体实力与海外龙头仍有差距。

图28：2010~2021 年全球光模块前十大厂商排名

Ranking of Top 10 Transceiver Suppliers				
2010	2016	2018	2021	
Finisar	Finisar	1 Finisar	II-VI & Innolight (tie)	
Opnext	Hisense 海信	2 Innolight 旭创	Innolight (tie)	旭创
Sumitomo	Accelink 光迅	3 Hisense 海信	Huawei (HiSilicon)	华为
Avago	Acacia	4 Accelink 光迅	Cisco (Acacia)	
Source Photonics	FOIT (Avago)	5 FOIT (Avago)	Hisense 海信	
Fujitsu	Oclaro	6 Lumentum/Oclaro	Broadcom (Avago)	
JDSU	Innolight 旭创	7 Acacia	Eoptolink 新易盛	
Emcore	Sumitomo	8 Intel	Accelink 光迅	
WTD 武汉电信器件	Lumentum	9 AOI	Molex	
NeoPhotonics	Source Photonics	10 Sumitomo	Intel	

资料来源：Lightcounting，民生证券研究院

近年来相关政策频出，国产替代迎来重要发展机遇。伴随近年来中美贸易摩擦等因素影响，国家层面聚焦于加强光电子技术产业布局：

- 1) **2017 年 12 月**，中国电子元件行业协会发布了《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，在分析产业发展现状的基础上，提出了发展思路与发展目标，并明确了光芯片领域的重点发展产品，为行业发展定下了重要基调，行业由此开启迎来了重要发展期，国产替代开始全速推进。
- 2) **2021 年 3 月**，工信部发布《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023 年）》，对于光通信领域，强调了要重点发展高速光通信芯片、高速高精度光探测器、高速直调和外调制激光器、高速调制器芯片、高功率激光器、光传输用数字信号处理器芯片、高速驱动器和跨阻抗放大器芯片。
- 3) **2022 年 6 月**，在《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》的基础上，工信部进一步开启编制《中国光电子器件产业技术发展路线图（2023-2027 年）》，行业预计将加速迈入下一个高速发展期。

表 10：近年来光芯片相关的部分重要政策

相关政策	颁布机构	时间	相关内容
《“双千兆”网络协同发展行动计划（2021-2023年）》	工信部	2021.3	鼓励光纤光缆、芯片器件、网络设备等企业针对5G芯片、高速PON芯片，高速无线局域网芯片、高速光模块、高性能器件等薄弱环节，加强技术攻关，提升制造能力和工艺水平。到2023年底，关键核心技术取得突破，自主研发能力大幅增强。积极开展国际对标，促进基础电信企业、科研院所、设备商、器件商、芯片商等产业链上下游进一步加强技术攻关和协同创新。
《基础电子元器件产业发展行动计划（2021-2023年）》	工信部	2021.1	到2023年，优势产品竞争力进一步增强，产业链安全供应水平显著提升，面向智能终端、5G、工业互联网等重要行业，推动基础电子元器件实现突破，增强关键材料、设备仪器等供应链保障能力，提升产业链供应链现代化水平。重点发展高速光通信芯片、高速高精度光探测器、高速直调和外调制激光器、高速调制器芯片、高功率激光器、光传输用数字信号处理器芯片、高速驱动器和跨阻抗放大器芯片。
《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》	中国电子元件行业协会	2017.12	我国的半导体激光器产业化水平是光通信产业链中最薄弱的环节，高端激光器芯片（主要指25Gb/s以上）几乎全部依赖进口。25Gb/s激光器芯片，硅基100Gb/s，200Gb/s相干光收芯片、WSS芯片以及配套的半导体集成电路（IC）研发所需要的，可工程化的III-V族材料工艺、硅基光电子工艺平台能力，是制约国内企业与研究机构在核心芯片上快速创新的瓶颈，也是制约国产芯片大规模应用的主要瓶颈。需要通过搭建共性技术研发平台、加大人才的储备、引进海外高端人才的方式加快补齐短板。

资料来源：工信部，中国电子元件行业协会，民生证券研究院

3.2 中低端产品国产替代持续深入，高端替代加速启动头部厂商发展动力足

2017年12月发布的《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》中针对部分中高端激光器芯片给出了2020年及2022年的发展目标，虽然当前整体进度与目标有一定差距，但近年来国内厂商仍持续取得突破。

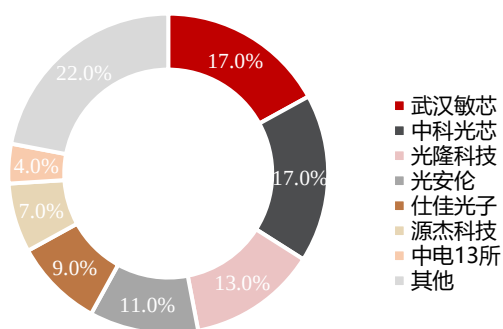
表 11：《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018~2022）》为激光器芯片设定的发展目标

产品	2020年发展目标	2022年发展目标
10Gb/s 1577nm高功率、25Gb/s及以上速率EML芯片及器件	实现10Gb/s大功率、25Gb/s速率EML芯片及器件的产业化，10Gb/s速率EML芯片的国产化率达到50%左右，25Gb/s速率芯片国产化率达到30%左右。	10Gb/s速率EML芯片的国产化率达到80%左右，25Gb/s速率EML芯片国产化率达到50%左右，50Gb/s速率EML芯片达到国产化率20%。
25Gb/s及以上速率DFB（含工温）芯片及器件	该型产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率，市场占有率超过30%。	实现该型产品市场占有率超过60%。
非气密、高功率DFB激光器芯片及器件	该型产品规模销售（应用），实现该型产品市场占有率达到10%左右。	实现该型产品市场占有率超过40%。
宽带多通道可调谐激光器芯片及器件	该型产品形成市场突破，实现规模化应用。	实现该型产品市场占有率超过30%。
25Gb/s及以上速率VCSEL芯片及器件	该型产品规模应用，并不断替代进口，实现该型产品市场占有率达到10%~20%。	实现该型产品市场占有率达到30~40%。

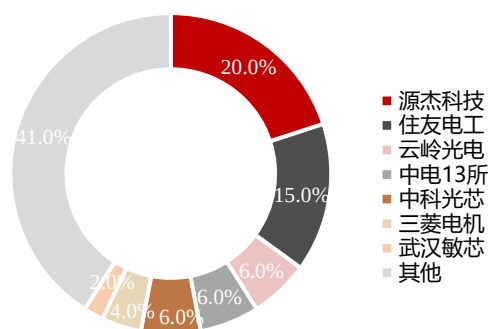
资料来源：《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022年）》，民生证券研究院

整体来看,从产品的角度,当前 10G 及以下的中低端产品国产程度已经较高, 25G 已有少部分厂商能批量发货, 25G 以上处于研究或小规模试产阶段, 近年来头部厂商在高端产品领域的进展加速明显。从应用领域的角度, 当前国内厂商在电信市场的光纤接入和无线接入领域参与程度较高, 同时在以中高端需求为主的数通市场也开始加速推进。从外延能力角度, 虽然国内厂商激光器芯片核心的外延技术整体仍有较大提升空间, 高端的外延片仍需要向国际外延厂采购, 但同时也可以看到越来越多的光芯片厂商开始强化自身的外延能力, 开始向 IDM 模式发展。因而, 我们认为技术能力突出聚焦高端产品国产替代, 具备自主外延设计和制备能力以 IDM 模式发展的国内厂商竞争优势显著有望迎来重要发展机遇, 伴随高端产品开启国产替代&数通领域渗透启动, 有望充分打开未来成长空间。

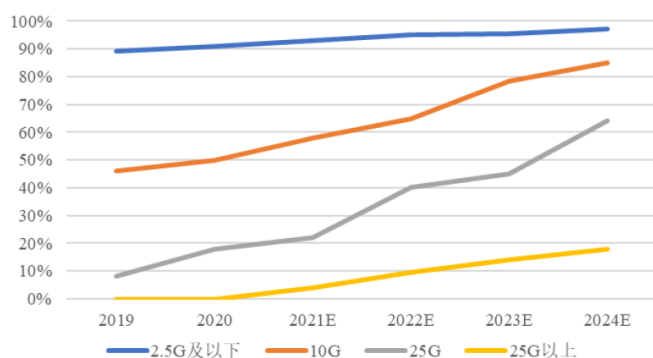
首先, 从产品角度, 10G 及以下的中低端芯片国产替代持续深入, 国产化程度已经较高。国内厂商基本掌握了 2.5G 和 10G 产品的核心技术, 除了部分型号产品 (如 10G EML 激光器芯片) 国产化率相对较低, 大部分产品已基本能实现国产化替代。具体来看, 根据 ICC 咨询的统计, **1) 中低端的 2.5G 及以下 DFB/FP:** 基本全由国内厂商主导, 市场份额相对分散整体竞争激烈, 国外厂商出于成本等因素的考虑已基本退出了相关市场, 2021 年国产的相关产品占全球市场比重超 90%; **2) 10G DFB:** 国内厂商同样份额居前, 2020 年源杰科技以 20% 的市占率居首, 云岭光电/中电 13 所/中科光芯分居 3~5 位, 国产占全球市场比重约 60%。

图29: 2020 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 市场份额


资料来源: ICC, 民生证券研究院

图30: 2020 年全球 10G DFB 市场份额


资料来源: ICC, 民生证券研究院

图31: 国内厂商销售规模的全球占比情况及预测


资料来源: ICC, 民生证券研究院

表 12：部分国内厂商应用于光通信领域的激光器芯片产品情况

应用于光通信领域的激光器芯片产品情况	
光迅科技 (002281.SZ)	VCSEL: 10G/25G; DFB: 10G/25G; EML: 10G/25G/50G
仕佳光子 (688313.SH)	DFB: 2.5G/10G/25G, 硅光大功率 DFB
长光华芯 (688048.SH)	EML: 10G
源杰科技	FP: 2.5G/10G/25G; DFB: 2.5G/10G/25G; 硅光大功率 DFB: 25/50/70mW
武汉光安伦	DFB: 2.5G/10G/25G; EML: 10G/25G
中科光芯	FP: 2.5/10G; DFB: 2.5G/10G/25G
武汉敏芯	FP: 2.5G/10G; DFB: 2.5G/10G/25G; EML: 10G/50G; 硅光大功率 DFB: 40/70mW
云岭光电	FP: 2.5G/10G; DFB: 2.5G/10G/25G; EML: 10G/25G
光隆科技	DFB: 2.5G/10G/25G

资料来源：各公司官网，各公司公告，民生证券研究院整理

从高端的激光器芯片（如 25G DFB，10G/25G/50G EML 等）情况来看，虽然根据 ICC 统计，2020 年，25G 光芯片的国产化率约 20%，25G 以上光芯片的国产化率仍较低约 5%。但可以明显看到，近年来技术实力相对强劲的国内头部厂商进展明显迅速，用于 5G 前传的 25G DFB、用于光纤接入的 10G EML 国产替代进程加速度明显，同时 50G EML 也开始推进。

- **光迅科技 (002281.SZ)**：光芯片领域积淀深厚，2016 年增资大连藏龙并与法方合资成立 almae（专注高端 EML 芯片研发），同时与 2017 年公司牵头成立的国家级光电子创新中心紧密合作，目前创新中心已拥有高端芯片技术研发平台和集成光电研发平台，是国内最具产业化实力的 InP、GaAs 以及硅光等光通信光电芯片的设计和工艺平台，在 III-V 族高端光电芯片技术和工艺、硅光集成芯片设计和测试、高速光系统设计和验证等方面拥有强大的创新能力。根据公司公告，当前 25G DFB 芯片七成自供。25G EML 内部测试通过，下一步将商用。50G EML 内部研发基本完成，测试指标已达预期目标，正在推进商业化进度。
- **仕佳光子 (688313.SH)**：根据公司公告，2.5G/10G DFB 处于可量产阶段，部分产品通过了大客户多批次 5000 小时的可靠性验证，开始批量交付，2021 年累计出货超千万颗。25G DFB 已处于客户认证中。
- **长光华芯 (688048.SH)**：根据公司公告，公司服务于华为，已导入 10G EML，同时在 25G EML 方面也有一定的技术储备。
- **源杰科技**：公司在 DFB 激光器芯片领域整体居国内领先地位，25G DFB 业务加速推进，根据公司公告，25G DFB 在 2020 年和 2021 年分别实现 1.01 亿元和 0.36 亿元营业收入，营收占比 43.1%和 15.6%。
- **武汉光安伦**：公司在 EML 激光器芯片领域实力突出，成立之初就聚焦研发 10G EML 产品，2020 年末推出 10G EML 系列芯片，助力千兆接入用户快速发展。在 2021 年中又成功研制出了 25G O 波系列 EML 芯片，进一步丰富了 EML 芯片的产品系列。

- **海信宽带**：公司 2012 和 2013 年收购 Archcom 和 Multiplex 两家从事高端激光器芯片研发和生产的光电芯片科技公司，当前在 EML 激光器芯片领域实力突出，10G EML 已大批量生产和批量应用，同时也已开发 25G FP/DFB，50G EML 等高端产品。

其次，从应用领域的角度，国内厂商的产品当前主要集中在电信市场的光纤接入和无线接入领域，并开始尝试突破以高端产品需求为主导的数通市场。

- **数通市场**：迭代速度更快，对产品性能要求相对更高，25G 及以上的高端激光器芯片需求占比较高，相关产品国产化率相对不高，同时考虑到工艺稳定性、可靠性、供货能力及下游客户认证等因素，下游最终客户——海外云巨头当前主要指定光模块厂商采购海外激光器芯片。伴随未来国内厂商高端产品领域实力强化&国内云巨头需求的进一步提升，国内厂商的国产替代空间大。
- **电信市场**：应用场景较多集中在光纤接入和无线接入领域，光纤接入下游是 PON 光模块，以博创科技、光迅科技、华工科技等为代表的国内光模块厂商为主导，当前市场竞争激烈，价格敏感。需求以 10G 及以下的激光器芯片为主，相关产品大多国内已能自给自足，国外厂商出于成本等因素逐渐退出相关市场。无线接入领域，需求则以 10G 和 25G 的激光器芯片为主导。

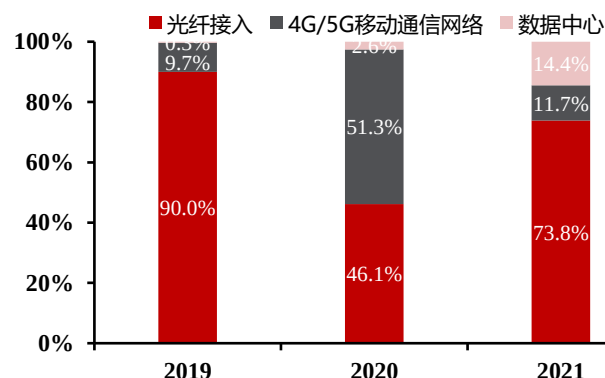
表 13：激光器芯片不同应用领域的主要竞争格局情况

产品速率	主要应用领域	国内厂商		
		海外头部厂商	专业光芯片厂商	综合光芯片/模块厂商
2.5G	光纤接入	☆	★★☆	★★
10G	光纤接入	★	★★☆	★☆☆
	移动通信网络	★☆☆	★☆☆	★★
	数据中心	★★	★★	★
25G 及以上	移动通信网络	★★	★☆☆	★☆☆
	数据中心	★★★★☆	★	☆

资料来源：源杰科技公告，民生证券研究院

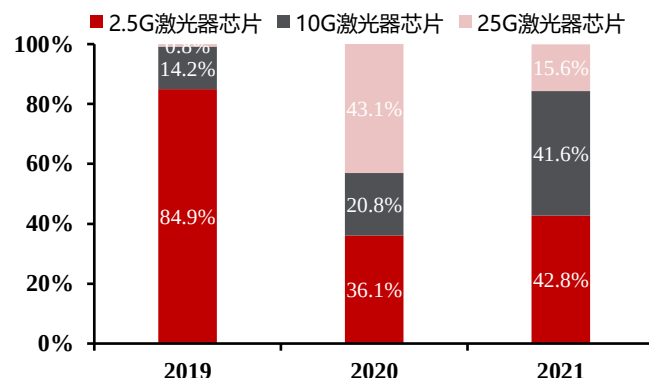
以国内激光器芯片龙头源杰科技为例，公司当前营收主要来源是电信市场，同时公司开始尝试突破数通市场，当前数通相关产品的营收占比不高但增速显著。2019~2021 年光纤接入领域的相关产品 (2.5G、10G) 仍是业绩贡献的主要来源，营收占比分别为 90.0%/46.1%/73.8%。无线接入领域的相关产品 (10G、25G) 在 2020 年迎来占比的显著提升，主要由于运营商 5G 基站建设规模大幅增加拉动了用于前传光模块的 25G DFB 芯片的需求。同时，随着公司 25G DFB 激光器芯片经下游客户认可实现批量出货，数通领域的营收开始迎来快速增长，营收占比从 2020 年的 2.6% 提升至 2021 年的 14.4%。

图32：源杰科技的营收构成（按应用领域区分）



资料来源：源杰科技招股书，民生证券研究院

图33：源杰科技的营收构成（按产品区分）



资料来源：源杰科技招股书，民生证券研究院

再者，外延作为光芯片最为核心的环节，虽然国内厂商外延技术相对仍不成熟，但当前正加速强化自身外延能力。一方面，较之海外以 II-VI、Lumentum、Avago、住友、MACOM 等为代表的海外头部厂商，国内厂商普遍具有除晶圆外延环节以外的后端加工能力，而最核心的外延技术相对仍不成熟，高端外延片目前仍主要外采。另一方面，当前国内厂商正加速强化自身的外延能力，除了一些原本外延能力就较强的厂商外，一些传统聚焦于芯片后段工艺的厂商近年来也开始完善自身的外延能力，在一些低端芯片领域实现完全 IDM 模式生产。

4 相关标的

4.1 光迅科技 (002281.SZ): 国内稀缺的产业链垂直一体化布局厂商, 定增&股权激励催化成长动力十足

国内稀缺的实现产业链上光芯片/器件/模块/子系统领域全覆盖的供应商, 垂直整合能力突出。成立于2001年, 前身是1976年成立的邮电部固体器件研究所, 2009年登陆深交所, 为国内首家上市的光电子器件公司。业务场景涉及传输(模块、光纤放大器、各类无源光器件等)、接入(固网接入的BOSA器件和PON模块, 无线接入的光模块等)、数据中心通信(光器件、光模块、有源电缆等)三大方向。

内生外延并举, 光芯片领域积淀多年技术储备雄厚, 整体实力居行业前列。无源芯片方面(AWG芯片, PLC芯片), 2013年公司收购丹麦IPX完善布局。有源芯片方面公司内生外延并举, 2016年增资大连藏龙并与法方合资成立almae(专注高端EML芯片研发), 同时与2017年公司牵头成立的国家级光电子创新中心深入合作, 当前在激光器芯片领域实现了VCSEL/DFB/EML全覆盖。硅光领域布局多年, 在用于相干领域及数通领域的硅光芯片&模块方面推进迅速, 整体进度行业靠前。

定增获批加速扩产高端品类, 股权激励发布提振成长动力。2022年5月9日定增项目获批, 聚焦扩产5G/F5G光器件、相干器件/模块及高级白盒、数通光模块, 全面完善高端品类产品矩阵。同时, 实控人中信科同意以现金方式认购不低于10%、不超过20%的非公开发行股份数, 彰显强烈信心。2022年8月26日, 公司发布了2022年限制性股票激励计划草案, 拟授予不超过2098.20万股(占总股本的3.0%), 授予价格为10.99元/股, 激励对象覆盖面广, 涵盖828人, 有效绑定核心员工。

投资建议:我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为6.50/7.41/8.33亿元, 对应PE倍数为19X/17X/15X。公司是国内稀缺的、实现光芯片/器件/模块/子系统领域全覆盖的供应商, 垂直整合能力突出, 未来有望充分受益于传输侧产品需求走高、光芯片国产化加速、硅光崛起、激光雷达放量等发展机遇。伴随定增扩产及股权激励发布, 公司有望迈入新一轮高速发展期。维持“推荐”评级。

风险提示:电信/数通市场需求不及预期, 行业竞争加剧, 硅光发展不及预期。

表 14: 光迅科技盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入(百万元)	6,486	7,238	8,127	9,134
增长率(%)	7.3	11.6	12.3	12.4
归属母公司股东净利润(百万元)	567	650	741	833
增长率(%)	16.4	14.6	13.9	12.4
每股收益(元)	0.81	0.93	1.06	1.19
PE(现价)	22	19	17	15
PB	2.3	2.1	1.9	1.7

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价)

4.2 光库科技 (300620.SZ): 国内稀缺铌酸锂芯片及器件

制造商, 铌酸锂和激光雷达业务蓄势待发

深耕行业二十载, 夯实主业的同时不断扩展业务布局。公司成立于2000年, 传统主业聚焦于光器件中的高功率&高壁垒赛道, 2017年上市后, 受限传统主业的市場空间, 公司开启外延扩张步伐。一方面收购加华微捷完善光器件领域的布局, 进军数据中心和5G产业链。另一方面, 2020年初公司完成收购Lumentum的铌酸锂高速调制器产线, 正式切入电信级铌酸锂调制器芯片及器件市场。当前, 公司业务重点聚焦光纤激光器件、光通讯器件、铌酸锂调制器&芯片三大方向, 同时持续拓展自身产品在激光雷达领域的应用。

铌酸锂业务蓄势待发, 构筑中长期发展的核心驱动力。铌酸锂竞争格局良好, 中长期来看公司有望受益于成本优势及需求侧国产化替代所带来的机遇。当前募投项目持续推进, 产能提升助力业绩加速释放。在前沿的薄膜铌酸锂领域, 公司进度同样居行业前列。未来伴随相关技术的进一步下沉、铌酸锂应用场景的进一步拓展、以及薄膜铌酸锂开启大规模量产推动成本下降替代其他材料, 市场空间广阔。

股权激励提振成长动力, 业绩目标彰显长期发展信心。2022年5月, 公司发布股权激励草案拟授予限制性股票237.1万股 (占总股本1.44%)。业绩目标一方面要求22~24年的基本每股收益不低于0.80/1.05/1.31元每股, 对应的归母净利润分别为1.31/1.72/2.15亿元, 同时要求以21年为基, 22~24年的营收增速不低于20%/50%/80%, 对应的营收即为8.01/10.02/12.02亿元。

投资建议:我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为1.56/2.01/2.50亿元, 对应PE倍数为40X/31X/25X。公司作为国内稀缺的铌酸锂光芯片及器件供应商, 未来将充分受益于铌酸锂所带来的较大市场空间及国产替代所带来的竞争格局改善机遇, 定增扩产有望加速公司业绩释放。同时, 激光雷达业务持续推进, 预计将进一步拓宽公司未来的成长空间, 维持“推荐”评级。

风险提示:光纤激光器/光通信领域需求不及预期, 铌酸锂业务发展不及预期。

表 15: 光库科技盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	668	848	1,055	1,307
增长率 (%)	35.8	27.0	24.4	23.9
归属母公司股东净利润 (百万元)	131	156	201	250
增长率 (%)	120.9	19.3	28.8	24.4
每股收益 (元)	0.80	0.95	1.23	1.52
PE (现价)	47	40	31	25
PB	4.0	3.7	3.3	2.9

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价)

4.3 中际旭创 (300308.SZ)：高端数通光模块全球龙头，持续强化上游硅光&光芯片布局

市场份额领先的高端光模块全球龙头，持续夯实龙头地位。公司前身是中际装备，聚焦电机定子绕组制造设备，2012年在创业板上市。2017年通过重大资产重组的方式收购光模块厂商苏州旭创，自此更名为中际旭创，同时主营业务变更为数通及电信领域的光模块。2020年公司进一步并购了成都储翰（聚焦接入网光模块和光组件，拥有从芯片封装到光电器件到光电模块的垂直整合产品线），强化了电信领域相关产品的实力，完善了自身“数通+电信”的双翼布局。在重点聚焦的高端数通光模块领域，公司技术实力突出、市场份额行业领先，在Lightcounting给出的2021年全球光模块TOP10供应商排名中，公司与海外巨头II-VI并列第一。在此基础上，公司在一些前沿领域，如800G光模块、硅光芯片及光模块、相干模块、激光雷达等领域的整体进度同样居于行业前列，助力公司进一步开拓未来成长空间。

在深耕光模块行业的基础上，近年来公司内生外延并举，积极布局上游硅光、光芯片等领域，打通产业链上下游，为未来发展打下坚实基础。硅光方面，基于多年前瞻布局，公司已具备硅光芯片自主设计及封装能力，结合外部的foundry资源和自己的光模块耦合、封装经验与产能，能够为下游客户提供量产交付。根据公司公告，当前公司基于自主研发设计硅光芯片的400G硅光模块已进入市场导入阶段，800G硅光模块也已向海外重点客户送测，整体进度居行业前列。光芯片方面，公司近年来通过参投多只产业基金的方式投资了国内激光器芯片的头部厂商源杰科技，VCSEL芯片厂商长瑞光电等光芯片公司。

投资建议：我们预计公司22-24年归母净利润分别为11.64/15.37/19.26亿元，对应PE倍数为20X/15X/12X。公司是全球数通光模块龙头，充分受益于下游云巨头高端数通光模块的需求放量。同时，在相干光模块、硅光芯片/模块、激光雷达等新兴领域加速推进，未来成长空间广阔。维持“推荐”评级。

风险提示：数通/电信领域需求不及预期，行业竞争加剧，光模块价格降幅大。

表 16：中际旭创盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	7,695	10,542	13,393	15,952
增长率（%）	9.2	37.0	27.0	19.1
归属母公司股东净利润（百万元）	877	1,164	1,537	1,926
增长率（%）	1.3	32.8	32.0	25.4
每股收益（元）	1.09	1.45	1.92	2.41
PE（现价）	27	20	15	12
PB	2.0	1.9	1.6	1.5

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价）

4.4 新易盛 (300502.SZ): 聚焦突破海外数通大客户驱动

业绩高增长, 硅光实力提升迅速

深耕行业十余年, 聚焦突破数通领域海外大客户驱动业绩高增长。公司成立于2008年, 2016年在创业板上市。早期聚焦电信市场, 中兴是第一大客户。2018年以来, 公司抓住400G光模块发展机遇加速向数通领域布局, 通过突破数通领域的海外大客户实现了业绩高增长, 2021年公司海外收入占比高达78%。在Lightcounting给出的2021年全球光模块TOP10供应商排名中, 公司居于第七位。当前产品矩阵丰富, 涵盖了数通领域的100G/200G/400G/800G等高速光模块, 为电信设备商客户提供的5G前传、中传和回传光模块、以及应用于城域网、骨干网和核心网传输的光模块产品。在光模块前沿领域公司同样进展迅速, 21年6月发布其800G光模块产品, 涵盖传统分立式EML以及硅光方案, 当前已具备批量生产能力。22年3月, 公司正式推出400G ZR/ZR+相干光模块, 进一步切入相干光模块市场。

完成境外参股公司收购, 硅光实力得到显著加强。22年4月底, 公司发布公告称其收购境外参股公司Alpine Optoelectronics, Inc的股权交割事项已完成。Alpine Optoelectronics拥有自主开发的nCP4™硅光子技术平台, 能够提供单波长100G的光学解决方案, DWDM, CWDM和LAN-WDM 连接方案, 可应用于高速40公里DCI和高密度数据中心互连, 因而与公司当前的业务高度互补, 有望助力公司完善在硅光、相干光模块等领域的布局, 进一步巩固自身竞争优势。硅光领域的进展方面, 公司当前已成功发布了400G、800G等多款基于硅光方案的高速光模块产品, 产品内均使用了Alpine Optoelectronics自研的硅光芯片, 整体进度居行业前列。

投资建议: 我们预计公司22-24年的归母净利润分别为8.18/10.54/12.55亿元, 对应PE倍数为15X/12X/10X。公司有望充分受益于数通市场和电信市场的需求放量, 同时伴随着在相干、800G、硅光等领域的加速布局, 有望进一步打开公司未来成长空间。维持“推荐”评级。

风险提示: 数通/电信领域需求不及预期, 行业竞争加剧, 光模块价格降幅大。

表 17: 新易盛盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	2,908	3,653	4,767	5,648
增长率 (%)	45.6	25.6	30.5	18.5
归属母公司股东净利润 (百万元)	662	818	1,054	1,255
增长率 (%)	34.6	23.5	29.0	19.1
每股收益 (元)	1.31	1.61	2.08	2.48
PE (现价)	19	15	12	10
PB	3.1	2.6	2.1	1.7

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价)

4.5 太辰光 (300570.SZ): 聚焦光纤连接器&光分路器领域一体化布局, 外延强化无源光芯片实力

深耕行业二十载, 立足光纤连接器领域的同时持续拓展业务布局。公司成立于2000年, 2016年在创业板上市, 自成立起便致力于光器件领域, 陶瓷插芯和光纤连接器是核心产品, 2013年公司的MPO/MTP光纤连接器即开始大量供应北美数据中心, 多年来海外收入占比一直保持在八成左右, 最终客户是海外云巨头。在此基础上, 公司不断延伸产品线来打开成长空间。当前产品可分为无源产品、有源产品和光传感产品三大类。其中, 无源产品主要包括各类光连接器和光分路器, 保证光纤定位的核心精密元件陶瓷插芯/MT插芯, 平面光波导芯片等。有源产品包括光模块/AOC/DAC, 光传感产品则主要有对特殊环境的压力、振动、温度和位移等实施监测的光纤光栅传感器及监测系统, 在此基础上, 公司当前正开发应用于新能源汽车的锂离子动力电池光纤传感产品以进一步打开未来成长空间。值得一提的是, 光纤连接器作为公司的核心优势领域, 公司积极通过外延方式实现了产业链上下游一体化布局, 优势突出。2017年收购景德镇和川粉体并投资新增毛坯生产线, 保证了上游原材料的供应。2019年投资设立中日合资企业特思路, 进一步强化了陶瓷插芯领域的实力。

聚焦强化光无源芯片领域, 一体化布局夯实光分路器领域实力。除了光纤连接器, 光分路器也是公司重点聚焦的方向之一, 公司在2009年即推出PLC光分路器, 分路器相关产品(如PLC光分路器, 波分复用等)在电信及数据领域均有广泛应用。其中, 平面光波导芯片是基于平面光波导技术的光分路器产品的核心部件, 公司在2017年公司通过收购广东瑞芯源, 获得了制备平面光波导(PLC)晶圆及芯片的能力, 从而在该领域也实现了一体化布局。

投资建议:我们预计公司22-24年归母净利润分别为1.76/2.30/2.68亿元, 对应PE倍数为24X/18X/16X。公司在光纤连接器领域竞争优势显著, 与终端客户海外云巨头实现深度绑定。受益于北美数通市场景气度持续高企, 公司业绩增长动力足。维持“推荐”评级。

风险提示:海外数通市场需求不及预期, 行业竞争加剧, 新业务发展不及预期。

表 18: 太辰光盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入(百万元)	646	1,160	1,533	1,838
增长率(%)	12.7	79.5	32.1	19.9
归属母公司股东净利润(百万元)	72	176	230	268
增长率(%)	-5.1	145.9	30.4	16.3
每股收益(元)	0.31	0.77	1.00	1.16
PE(现价)	59	24	18	16
PB	3.6	3.3	2.8	2.4

资料来源: Wind, 民生证券研究院预测; (注: 股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价)

4.6 博创科技 (300548.SZ)：无源光芯片实力强劲&有源光芯片前瞻投资布局，携手长飞未来发展可期

无源切入有源，持续拓展品类打开成长空间。公司成立于2003年，2016年在创业板上市。以PLC光分路器起家，深耕无源领域持续拓展品类。当前，公司的无源产品包括了全球份额领先的PLC光分路器和密集波分复用（DWDM）器件，其他还包括了光衰减器等。2018年，公司通过收购10G PON领域的领先厂商成都迪谱拓展有源布局，近年来10G PON持续火热为公司业绩提供强劲驱动力，当前公司产品的出货量居境内市场领先地位。从有源产品矩阵来看，除了核心的10G PON产品，公司同时还涉足无线承载网的前传、中回传光模块，及数据中心内部互联的25G至400Gbps光模块、有源光缆等，硅光领域，无线前传25硅光模块、数通400G DR4硅光模块均已实现量产。

无源芯片实力强劲&有源芯片前瞻投资布局，光芯片领域值得期待。无源芯片方面，2019年，公司通过收购Kaia公司PLC业务的相关资产，由此取得平面光波导（PLC）芯片的设计和制造能力，实现了上游无源光芯片的自给，主要产品为基于PLC技术的AWG芯片，在AWG产品领域实现了垂直整合。有源芯片方面，公司通过直投或参投产业基金的方式投资了光芯片领域的头部企业源杰科技和VCSEL芯片厂商华芯半导体。

携手长飞，强强联合。2022年4月，公司发布公告，博创科技股东与长飞光纤签署股权转让协议及表决权委托协议，长飞光纤将取得博创科技合计25.43%的股份表决权，成为博创科技的控股股东和实际控制人。本次交易利于双方进行优势资源整合，公司将成为长飞光纤重要的光电子上市平台，有望迈入高速发展期。

投资建议：我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为2.27/2.80/3.43亿元，对应PE倍数为25X/20X/16X。公司在传统无源及有源领域布局完善，构筑了公司整体业绩基本盘，硅光业务整体稳步推进，未来助力公司进一步拓展成长空间。同时，伴随着公司大股东变更迎来长飞光纤，利于双方进行优势资源整合，公司将成为长飞光纤重要的光电子上市平台，有望迈入高速发展期。维持“推荐”评级。

风险提示：电信市场需求不及预期、市场竞争加剧、硅光业务发展不及预期。

表 19：博创科技盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	1,154	1,560	1,973	2,404
增长率（%）	48.6	35.2	26.5	21.8
归属母公司股东净利润（百万元）	162	227	280	343
增长率（%）	83.6	39.8	23.1	22.9
每股收益（元）	0.62	0.87	1.07	1.31
PE（现价）	35	25	20	16
PB	3.7	3.1	2.7	2.3

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2022年09月05日收盘价）

4.7 仕佳光子 (688313.SH)：无源光芯片为基，切入有源光芯片等领域持续拓展成长空间

无源起家持续深耕光芯片领域，切入有源芯片拓展未来成长空间。公司成立于2010年，早期深耕PLC分路器芯片领域，2013年开始量产，成功实现了PLC分路器芯片的国产替代，并取代日韩巨头跻身全球领先地位。在此基础上，公司围绕光芯片持续进行纵向延伸和横向拓展。纵向延伸方面，公司以晶圆、芯片为基础，通过封装工艺技术的不断提升，由芯片逐步向器件/模块领域延伸。横向拓展方面，从单一PLC分路器芯片向其他无源芯片及有源芯片等领域加速突破以拓展成长空间。当前，公司产品包括光芯片及器件、室内光缆、线缆材料三大类，其中光芯片产品包括了有源的DFB激光器芯片系列产品，无源的PLC分路器芯片系列产品和AWG芯片系列产品，并逐步开发微透镜芯片、VOA芯片等。在深耕光通信领域的基础上，公司开始尝试向激光雷达领域拓展，针对1550nm激光雷达，开发出了光纤激光用的1550nm波长的种子源激光芯片。针对FMCW激光雷达，开发了1550nm窄线宽激光器芯片和器件。

背靠中科院半导体所技术实力突出，各芯片领域进展迅速。公司自成立以来即与中科院半导体所保持密切合作，当前在光芯片领域推行IDM模式，全面覆盖了芯片设计、晶圆制造、芯片加工、封装测试等环节，技术实力突出，相关芯片发展迅速。AWG芯片方面，伴随着骨干网扩容升级&数据中心光模块速率持续提升，AWG芯片及相关新产品正加速研发推出。DFB芯片方面，10G激光器芯片已批量出货，25G激光器芯片也已进入可靠性验证阶段。

投资建议：我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为1.01/1.33/1.72亿元，对应PE倍数为49X/37X/29X。公司是无源芯片龙头，背靠中科院半导体所技术实力突出，采用IDM全流程。在深耕无源芯片基础上，纵向向下游器件、模块等应用延伸，横向持续拓展产类，当前在有源芯片、室内光缆、光缆材料等领域进展迅速，同时进一步尝试向激光雷达领域的光芯片延伸，未来成长空间广阔。首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：电信/数通市场需求不及预期，竞争加剧，新产品拓展不及预期。

表 20：仕佳光子盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入 (百万元)	817	968	1,160	1,380
增长率 (%)	21.7	18.4	19.9	19.0
归属母公司股东净利润 (百万元)	50	101	133	172
增长率 (%)	31.8	101.7	31.8	29.2
每股收益 (元)	0.11	0.22	0.29	0.38
PE (现价)	99	49	37	29
PB	4.1	3.8	3.5	3.2

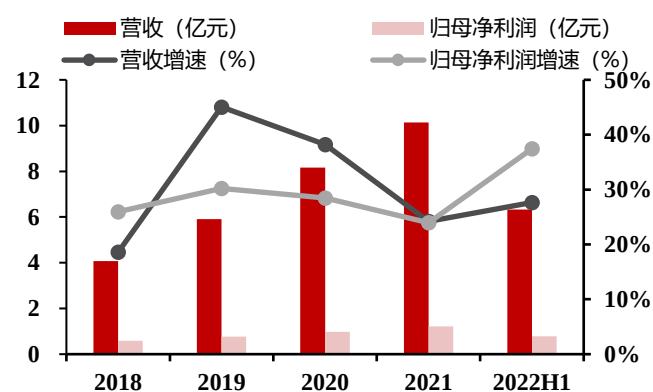
资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2022年09月05日收盘价）

4.8 中瓷电子 (003031.SZ)：电子陶瓷外壳龙头，拟收购

三代半导体优质资产跨入高成长大赛道

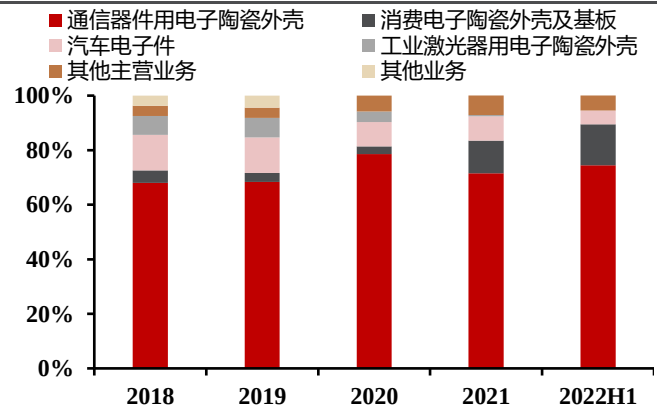
电子陶瓷外壳国内龙头，应用场景广泛。成立于2009年，2021年1月在深交所上市。公司发力聚焦电子陶瓷外壳领域，电子陶瓷外壳类产品是高端半导体元器件中实现内部芯片与外部电路连接的重要桥梁，对半导体元器件性能具有重要作用和影响。当前，公司主营业务聚焦四大方向，即通信器件用电子陶瓷外壳（光通信器件外壳、无线功率器件外壳，红外探测器外壳）、工业激光器用电子陶瓷外壳（大功率激光器外壳）、消费电子陶瓷外壳及基板（声表晶振类外壳、3D光传感器模块外壳、5G通信终端模块外壳、氮化铝陶瓷基板）、汽车电子件（陶瓷元件、集成式加热器、车用检测模块）等。涵盖光通信、无线通信、工业激光、消费电子、汽车电子等应用领域，同时深度绑定优质客户，在光通信领域，华为、新易盛、旭创、光迅科技等均是公司客户。无线通信的客户包括了NXP、Infineon 等世界知名的半导体公司。从营收构成来看，通信器件用电子陶瓷外壳为营收提供主要贡献，同时公司重点聚焦拓展下游消费电子领域，IPO募投项目“消费电子陶瓷产品生产线建设项目”聚焦建设消费电子陶瓷生产线，项目建成后，将形成年产消费电子陶瓷产品44.05亿件的生产能力。

图34：中瓷电子的营收及归母净利润情况 (单位：亿元)



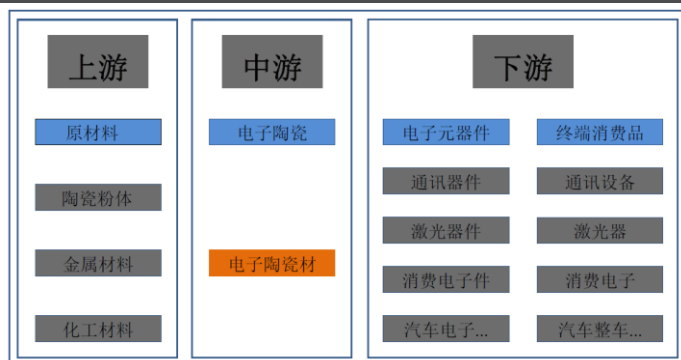
资料来源：wind，民生证券研究院

图35：中瓷电子的营收构成



资料来源：wind，民生证券研究院

图36：电子陶瓷产业链

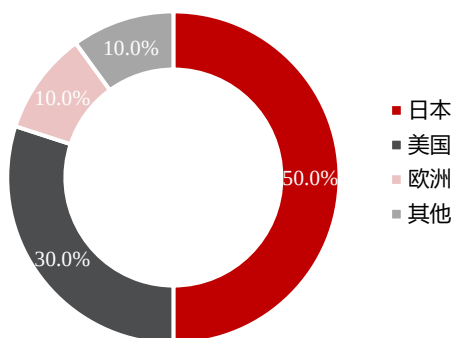


资料来源：中瓷电子招股说明书，民生证券研究院

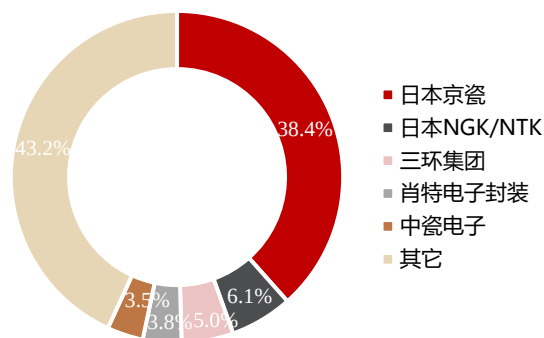
背靠十三所，电子陶瓷领域技术实力突出。公司实际控制人为中国电子科技集团，主要发起人和控股股东为中国电子科技集团公司第十三研究所，当前其当前持有公司46.34%的股份。中国电科十三所设立于1956年，是中国电科成员单位中最早设立的单位之一，专业方向为半导体专业的微电子、光电子、微电子机械系统、半导体高端传感器、光机电集成微系统五大领域，聚焦微波毫米波功率器件和单片电路、微波毫米波混合集成电路、微波组件及小整机、光电器件、MEMS 器件等研发和生产。公司高管&研发人员多来自中国电科十三所，技术积淀深厚整体实力突出。**电子陶瓷的技术壁垒主要在技术优势在电子陶瓷新材料、半导体外壳仿真设计、生产工艺三方面，公司作为国内电子陶瓷外壳龙头，在这些方面具有显著优势：**

- **材料方面：**关键配方需要长期的实验、检测和数据积累、分析。目前公司自主掌握三种陶瓷体系，包括 90%氧化铝陶瓷、95%氧化铝陶瓷和氮化铝陶瓷，以及与其相匹配的金属化体系。
- **设计方面：**公司拥有先进的设计手段和设计软件平台，可以对陶瓷外壳结构、布线、电、热、可靠性等进行优化设计。公司已经可以设计开发 400G 光通信器件外壳，与国外同类产品技术水平相当；具备氧化铝、氮化铝等陶瓷材料与新型金属封接的热力学可靠性仿真能力，满足新一代无线功率器件外壳散热和可靠性需求；实现气密和高引线强度结构设计，开发的高端光纤耦合的半导体激光器封装外壳满足用户要求。
- **工艺技术方面：**公司具有全套的多层陶瓷外壳制造技术，包括原材料制备、流延、冲孔冲腔、金属化印刷、层压、热切、烧结、镀镍、钎焊、镀金等技术。公司建立了完善的氧化铝陶瓷和氮化铝陶瓷加工工艺平台，拥有以流延成型为主的氧化铝多层陶瓷工艺、以厚膜印刷为主的高温厚膜金属化工艺、以高温焊料为主的钎焊组装工艺以及以电镀、化学镀为主的镀镍、镀金工艺。

海外厂商主导，公司加速推进电子陶瓷领域的国产替代。由于较高的技术壁垒，电子陶瓷行业长期被日本、美国以及一些具有独特技术的欧洲公司所垄断。其中，日本电子陶瓷材料门类最多、产量最大、应用领域最广、综合性能最优，约占据了全球市场50%左右的份额，以日本京瓷、日本NGK/NTK为代表的厂商优势显著。美国在电子陶瓷的技术研发方面走在世界前列，但是产业化应用落后于日本。我国电子陶瓷产业起步较晚，国内厂商生产的大部分电子陶瓷外壳产品在技术、工艺、附加值方面较国外知名厂商落后较多，主要提供中低端电子陶瓷产品，高端领域渗透率较低，国产替代空间广阔。近年来以三环集团、中瓷电子等为代表的国内厂商加速崛起，在部分电子陶瓷外壳产品技术水平已达到或接近国际先进水平。以中瓷电子为例，公司的光通信器件外壳产品相关的性能指标能对标海外，打破了海外垄断，已打入多家知名光模块厂商，同时在国内大功率光纤激光器外壳市场中占有率高。未来伴随着公司在消费电子、汽车等领域的加速推进，电子陶瓷高端产品的国产替代进程可期。

图37：2019 年全球电子陶瓷市场份额


资料来源：观研天下，民生证券研究院

图38：2019 年全球前五大生产商陶瓷封装市场份额


资料来源：QYResearch，民生证券研究院

草案发布，拟收购十三所旗下优质的三代半导体资产，切入高成长大赛道。

2022年1月28日，公司发布收购预案，2022年8月28日，公司发布《河北中瓷电子科技股份有限公司发行股份购买资产并募集资金暨关联交易报告书（草案）》。

➤ **发行股份购买资产：**公司拟按 46.06 元/股的价格，发行 8317.38 万股，向中国电科十三所购买其持有的博威公司 73.00%股权、氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债，向中国电科十三所、数字之光、智芯互联、电科投资、首都科发、顺义科创、国投天津购买其合计持有的国联万众 94.6029%股权。其中，博威公司 73.00%股权的交易价格为 190379.01 万元，氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债的交易价格为 151089.24 万元，国联万众 94.6029%股权的交易价格为 41630.43 万元，标的资产的交易价格合计为 383,098.68 万元。

➤ **募集配套资金进行项目建设：**为了进一步强化标的公司在第三代半导体领域的实力，公司拟以非公开发行股份方式募集不超过 25 亿元，用于标的公司“氮化镓微波产品精密制造生产线建设项目”、“通信功放与微波集成电路研发中心建设项目”、“第三代半导体工艺及封测平台建设项目”、“碳化硅高压功率模块关键技术研发项目”及补充上市公司或标的公司流动资金。

收购标的之一的博威公司（截至2022年8月28日，中国电科十三所持股 84.16%），是国内少数实现氮化镓5G基站射频芯片与器件技术突破和大规模产业化批量供货单位之一，博威公司的产品主要用于5G通信基站，实现对通信射频信号的功率放大，主要客户为国内通信行业龙头企业。具体而言，公司主营业务为氮化镓通信射频集成电路产品的设计、封装、测试和销售，主要产品包括氮化镓通信基站射频芯片与器件、微波点对点通信射频芯片与器件等。其中，芯片和器件的设计主要由博威公司负责；芯片制造主要委托氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债完成；器件的塑料封装委托封装厂商完成，技术难度更高的陶瓷封装由博威公司自行完成。

收购标的之一的氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债（截至2022年8月

28日，中国电科十三所持股100%)，主要产品为4/6英寸氮化镓射频芯片，芯片指标达到国际领先水平，是国内少数实现批量供货主体之一。其覆盖芯片生产制造环节，主要为博威公司及国联万众提供其终端产品所需的氮化镓通信基站射频芯片。在2021年10月31日之前，氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债自有生产线处于持续建设阶段，尚不具备生产能力，通过共用中国电科十三所芯片制造生产线生产相关产品，并向中国电科十三所结算支付相应成本，最终由氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债实现对外销售。自2021年11月1日起，氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债自有生产线建成投产，除个别工艺委托中国电科十三所加工外，相关产品不再共用中国电科十三所芯片制造生产线生产。

收购标的之一的国联万众（截至2022年8月28日，中国电科十三所持股44.83%，电科投资持股8.30%），聚焦氮化镓通信基站射频芯片、碳化硅功率模块等。具体而言，氮化镓通信基站射频芯片的设计和测试由国联万众负责，由于产能尚在建设期，芯片制造主要委托氮化镓通信基站射频芯片业务资产及负债完成。碳化硅功率模块及其芯片的设计、制造及测试由国联万众负责，模块封装委托相关厂家完成。当前国联万众加速推进芯片制造及封装测试专业化生产线建设，目前已完成厂房建设、第一阶段的净化工程装修和主体设备安装、调试，预期在第一阶段生产线建设完成后，国联万众将具备氮化镓射频芯片和碳化硅功率模块的设计、制造和封装测试的整体能力。

表 21：中瓷电子拟募投项目简介

项目名称	实施主体	总投资额 (万元)	募集资金拟投 金额 (万元)	项目简介
氮化镓微波产品精密制造生产线建设项目	博威公司	55380.78	55000.00	项目建设以封装测试环节为主的氮化镓微波产品精密制造产线： 1) 大功率基站射频芯片及器件，10 万只/月 2) 5G 毫米波、星链通信、6G 通信基站射频芯片及器件，20 万只/月 3) GaN 射频能量、无线通信终端用芯片与器件，15 万只/月 4) 高端芯片封装、(AT) 测试，15 万只/月对外
通信功放与微波集成电路研发中心建设项目	博威公司	22718.40	20000.00	研发方向包括：“5G 通信大功率基站用新一代高效率氮化镓射频芯片与器件技术开发”、“5G 通信 MIMO 基站/Qcell 基站用高集成度 GaN 塑封功放技术开发”、“射频微波功率器件可靠性技术”、“面向 6G、星链通信用功率器件技术研究”、“无线通信终端用 GaN 功率器件技术研究”、“GaN 射频能量芯片与器件技术研究”。
第三代半导体工艺及封测平台建设项目	国联万众	61913.60	60000.00	项目产品涵盖 SiC 功率模块 R1、SiC 功率模块 R2、SiC 功率模块 R3、SiC 功率模块 R4，项目达产后预计分别形成年产能 24.60 万只、32.80 万只、32.80 万只、13120.00 万只。
碳化硅高压功率模块关键技术研发项目	国联万众	31302.34	30000.00	项目拟围绕碳化硅高压功率模块关键技术进行研发，制定了 3,300V SiC MOSFET 芯片窄线条沟槽刻蚀技术研发、3,300V SiC MOSFET 芯片栅极氧化技术研发、3,300V SiC MOSFET 芯片晶圆减薄技术研发、3,300V SiC 高压功率模块封装技术研发四个研发课题，满足 3,300V SiC 高压功率模块对栅极氧化技术、刻蚀技术、减薄技术和封装技术等方面的要求，最终实现规模化量产的技术目标。
补充流动资金	上市公司或标的公司	85000.00	85000.00	
合计		256315.12	250000.00	

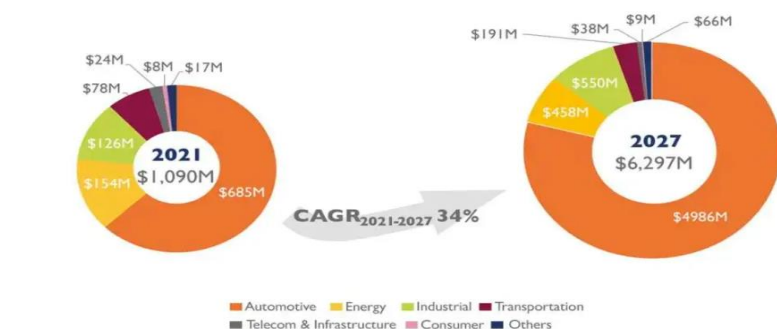
资料来源：《河北中瓷电子科技股份有限公司发行股份购买资产并募集配套资金暨关联交易报告书（草案）》，民生证券研究院

以GaN和SiC为代表的第三代半导体发展前景广阔，充分打开公司未来成长空间。GaN当前主要应用场景集中在射频领域，考虑到通讯频段向高频迁移，基站和通信设备需要支持高频性能的射频器件，使得拥有优异特性的GaN射频芯片成为5G移动基站首选芯片。伴随着全球范围内5G建设持续推进，行业增速可期。SiC多用于制造为功率半导体，功率半导体是电子装置中负责电能转换与电路控制的核心，可以起到功率转换、功率放大、线路保护和整流等作用。与相同功率等级的硅基功率半导体相比，SiC功率半导体开关损耗更低、导通损耗更低、续流特性更好，适用于高频、高温工作环境，在新能源汽车、设备电源、光伏发电等领域具有广泛的应用前景。根据Yole，2021年全球碳化硅功率半导体市场规模约为10.9亿美元，而到2027年市场规模将增长至62.97亿美元，2021~2027年的年复合增长率约为34%。其中，汽车领域是最主要的应用方向和增长的核心驱动力，伴随着新能源汽车市场快速发展，将带动以碳化硅功率器件和模块为代表的一大批产品快速崛起。

图39：2021~2027 年全球 SiC 功率半导体市场规模

2021-2027 power SiC market devices split by segment

(Source: Power SiC 2022 report, Yole Développement, 2022)



YOLE
Développement

© 2022 | www.yole.fr - www.i-micronews.com

资料来源：Yole，民生证券研究院

投资建议：我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为1.72/2.51/3.31亿元，对应PE倍数为114X/78X/59X。公司作为国内电子陶瓷外壳龙头，技术实力突出，加速推进电子陶瓷领域的国产替代。当前拟收购中电科旗下的三代半导体（GaN、SiC）优质资产入局高成长赛道，有望大力拓展公司未来的成长空间。首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：收购事项推进不及预期、行业竞争加剧、贸易摩擦风险。

表 22：中瓷电子盈利预测与财务指标

项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	1,014	1,354	1,794	2,331
增长率（%）	24.2	33.5	32.5	29.9
归属母公司股东净利润（百万元）	122	172	251	331
增长率（%）	24.0	41.4	45.9	31.9
每股收益（元）	0.58	0.82	1.20	1.58
PE（现价）	162	114	78	59
PB	17.4	15.4	13.0	10.8

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为2022年09月05日收盘价）

4.9 长飞光纤 (601869.SH): 全球光纤光缆龙头受益于景气上行, 纵向深化光通信布局&横向拓展三代半导体

全球领先的光纤预制棒、光纤、光缆及综合解决方案提供商, 站稳行业领军地位。公司成立于1988年, 国内唯一A+H两地挂牌上市的光纤光缆企业, 2014年12月登陆港交所, 2018年在上交所上市。公司主要生产各种标准规格的光棒、光纤、光缆, 基于客户需求研发光模块、特种光纤、有源光缆、海缆, 以及射频同轴电缆、配件等产品。作为国内最早的光纤光缆生产厂商之一, 长飞光纤实现了“光纤预制棒-光纤-光缆”全产业链布局, 是国内唯一一家同时自主掌握 PCVD、OVD、VAD 三种主流光纤预制棒制备技术的厂商, 光棒产能行业领先。在光纤光缆领域, 公司产品性能领先, 多模特纤优势突出, 在运营商G.654.E光纤集采中份额独占鳌头。根据网络电信信息研究院的《全球光通信最具竞争力企业10强》数据, 公司21年全球市占率为12.18%, 位居全球第三、国内第一。

具体复盘公司发展历史, 主要分为三个阶段:

1988-2013年: 中外合资成立, 深耕光纤光缆行业多年, 多次扩产站稳行业领先地位。成立于1988年, 由武汉光通信 (25%)、武汉信托 (25%) 与荷兰飞利浦 (50%) 共同合资成立长飞光纤光缆股份有限公司, 初期已研发推出骨架式带状光缆、标准全介质自承式光缆等多种光缆。1993年, 公司迈出进军海外市场的第一步, 开始向美国出售光纤, 同时在1993-2013年20年间, 公司共完成十期产能扩充计划, 推出众多创新型光纤光缆产品, 不断完善产品矩阵, 拓宽下游市场。

2013-2017年: 港股上市助力布局, 海内外项目多点并进。2014年12月, 公司顺利完成香港联交所H股上市, 正式启动国际化战略, 同年缅甸合资光缆项目开工; 2015年长飞科技园投产, 长飞潜江科技园奠基, 相继在兰州、沈阳、杭州成立光纤光缆厂, 完成中亚、东北亚等地的产能布局; 2016年长飞光纤非洲光缆有限公司在南非竣工; 2017年长飞潜江科技园正式投产。据CRU统计, 截至2017年底, 公司光纤预制棒的全球市场占有率为19.9%, 光纤全球市场占有率为14.2%, 光缆全球市场占有率为13.3%。

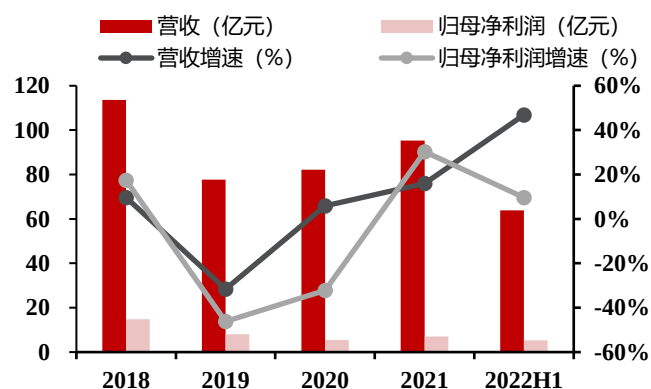
2017-2022年: 中国唯一A+H两地挂牌上市的光纤光缆企业, 多元发展持续进行中。2017年联合宝胜集团打造海缆基地, 正式进军海洋业务; 同年, 上游四氯化硅项目湖北飞菱竣工投产, 开始拓展上游材料市场; 2018年A股上市, 为探索多元化发展道路再添助力; 2019年携手中国信通院共同建设中国光通信行业首家工业互联网标识解析二级节点, 以更高效的数据互联助力制造业转型升级; 2020年公司收购四川光恒通信, 布局光模块、光器件领域, 并中标国内主要电信运营商的光模块集采项目; 2022年收购并控股博创科技, 完善光通信产品矩阵; 同年4月, 参与投资收购启迪半导体, 积极布局第三代半导体产业。

图40：长飞光纤的发展历程



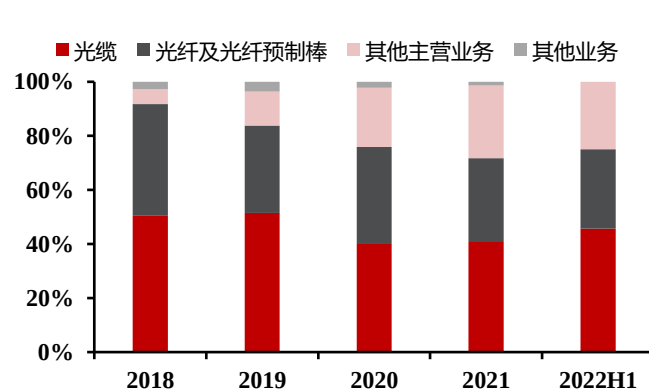
资料来源：长飞光纤官网，长飞光纤公告，民生证券研究院

图41：长飞光纤的营收及归母净利润情况 (单位：亿元)



资料来源：wind，民生证券研究院

图42：长飞光纤的营收构成



资料来源：wind，民生证券研究院

国内光纤光缆行业走过低谷，有望迎来新一轮景气周期。光纤光缆行业的供需错配导致周期性较强，15-17年涨价周期由需求增长+光棒供给不足驱动。18-20年需求下滑，叠加前期高景气引发扩产潮，严重供过于求背景下20年三大运营商集采价格降至谷底。21-22年供需关系改善，部分扩产停止，中小厂商产能逐步出清，国内5G+F5G建设、东数西算等助推需求回暖，运营商集采价格呈现量价齐升，行业有望开启2-3年景气周期。

海外光纤光缆需求旺盛，公司提前布局产能，市场份额有望持续提升。需求端，海外FTTx渗透率仍较低，5G建设亦落后于国内，新冠疫情进一步激发流量需求，带动海外运营商相继加大光纤光缆资本开支投入。供给端，受制于经济性，我们判断海外龙头如康宁、古河短期不会大规模扩产，海外将保持较为良性的供需格局，欧洲、南美、北美等主要市场有望维持3年以上高景气。公司自14年底港股上市后开启国际化战略，以东南亚为起点向全球辐射，目前已在东南亚、非洲、拉美等地布局产能；公司海外营收由15年的5.30亿元提升至21年的30.83亿元，21年营收占比首次超30%，未来有望充分受益海外高景气。

纵向收购光恒、博创由光纤光缆向上游模块、器件延伸，同时与体内孵化的AOC/光芯片厂商长芯盛产生良好协同，构建完整光通信业务布局。公司旗下的长芯盛成立于2013年12月，深耕AOC和特纤，业务范围涉及光纤光缆、光电芯片、有源光缆（AOC）、光电模组、无源通信、综合布线、数据中心微模块、机柜及配线等，旗下拥有FIBBR和iCONEC两大子品牌。2020年初长飞光纤以1.5亿元收购四川光恒通信技术有限公司51%股份，进军光模块、光器件领域，同年中标国内主要电信运营商的光模块集中采购项目，并大力开拓光模块及光器件的数据中心市场。2022年4月，长飞光纤受让博创科技12.72%股份，股权转让的总价款为10.28亿元，同时获得博创科技合计25.43%的股份表决权，成为博创的控股股东及实际控制人。2022年7月，长飞光纤和博创完成股份过户，直接持有博创股份3,338.41万股，占博创科技总股本的12.75%。该交易利于双方进行优势资源整合，博创科技成为长飞光纤重要的光电子上市平台。

横向外延收购启迪半导体，拓展延伸第三代半导体业务。公司2022年5月收购芜湖启迪半导体，并将其更名为安徽长飞先进半导体（当前公司合计持有其37.78%的股权）。长飞先进半导体当前拥有以GaN和SiC为代表的第三代半导体外延生长、芯片制造、器件和模组封装测试等四条生产线，并具备从芯片制造到IGBT模组和单管封测的专业化代工生产能力和技术研发能力，具有年产50000片晶圆、360万只智能功率模块（IPM和IGBT）、1800万只IGBT功率单管的生产能力。对长飞而言，第三代半导体在公司主营业务相关的移动通信方面及新能源汽车方面拥有广阔的市场前景。特别是在新能源车功率器件领域，相比传统广泛采用的硅基器件，SiC功率器件优势显著，相关需求有望成为SiC的重要增长点。本次交易作为公司多元化战略的重要一步，有利于显著提升公司的核心竞争力。

投资建议：我们预计公司2022-2024年归母净利润分别为11.04/15.92/20.72亿元，对应PE倍数为32X/22X/17X。公司作为光纤光缆龙头将充分受益全球范围行业景气回升，同时半导体、光器件等创新业务具备显著成长性。维持“推荐”评级。

风险提示：光纤光缆景气度不及预期，海外业务拓展不及预期，创新业务发展不及预期。

表 23：A 股长飞光纤盈利预测与财务指标

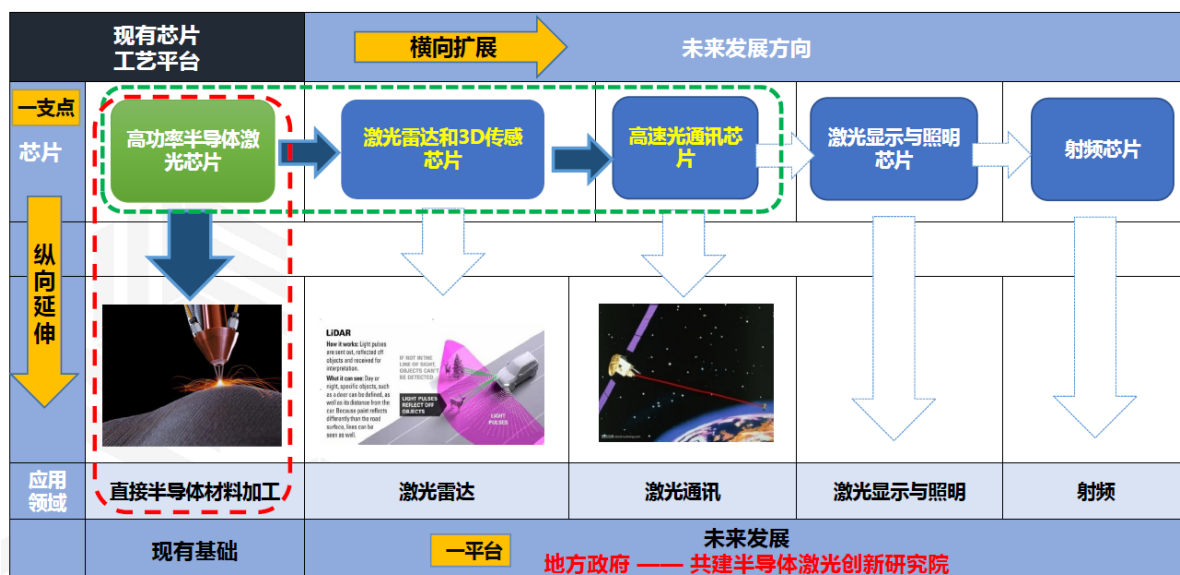
项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	9,536	13,592	16,719	19,718
增长率（%）	16.0	42.5	23.0	17.9
归属母公司股东净利润（百万元）	709	1,104	1,592	2,072
增长率（%）	30.3	55.8	44.2	30.1
每股收益（元）	0.93	1.46	2.10	2.73
PE（现价）	50	32	22	17
PB	3.59	3.34	3.02	2.69

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 09 月 05 日收盘价）

4.10 长光华芯 (688048.SH): 高功率激光芯片国内龙头, 纵向延伸&横向拓展打开激光芯片业务成长空间

高功率激光芯片国内龙头, 秉承“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略, 成长路径清晰。公司成立于2012年, 2022年4月在上交所科创板上市。传统业务聚焦高功率半导体激光芯片, 针对下游工业激光应用场景。在此基础上, 公司提出“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”战略。“一平台”是指以公司与苏州高新区政府共建的苏州半导体激光创新研究院为平台。“一支点”是指公司已具备高功率半导体激光芯片的核心技术及全流程制造工艺, 持续进行研发投入, 保持核心技术竞争力, 提升经营规模。凭借多年技术积累, 公司构建了GaAs (砷化镓) 和InP (磷化铟) 两大材料体系, 建立了边发射和面发射两大工艺技术平台。以此为基础, 纵向上公司往下游器件、模块及直接半导体激光器延伸, 当前为半导体激光行业的垂直产业链公司, 实现了上下游的一体化布局。横向上扩展至VCSEL芯片及光通信芯片, 将产品应用领域延伸到消费电子、激光雷达、光通信等, 进一步打开未来发展空间。截至目前, 公司的产品矩阵包括了高功率单管系列产品、高功率巴条系列产品、高效率VCSEL系列产品及光通信芯片系列产品等。

图43: 长光华芯的“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略

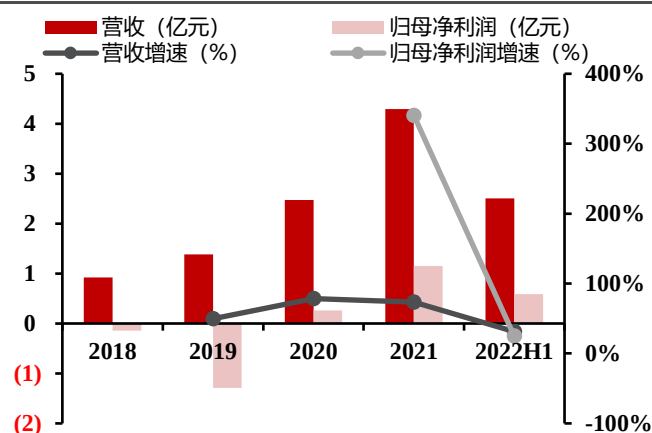


资料来源: MEMS 咨询, 长光华芯, 民生证券研究院

公司技术实力突出, 传统主业高功率激光芯片领域在持续完善纵向一体化布局的同时, 重点聚焦国产替代。研发团队层面, 实力强大, 包括多名国家级人才工程入选者和行业资深管理和技术专家以及4位院士组成的顾问团队等, 公司研发技术队伍中硕士博士占比超过50%。技术&产品层面, 经过多年的研发和产业化积累, 针对半导体激光行业核心的芯片环节, 公司已建成覆盖芯片设计、外延生长、晶圆处理工艺(光刻)、解理/镀膜、封装测试、光纤耦合等IDM全流程工艺平台和3吋、6吋量产线, 是全球少数几家研发和量产高功率半导体激光器芯片的公司。当前公

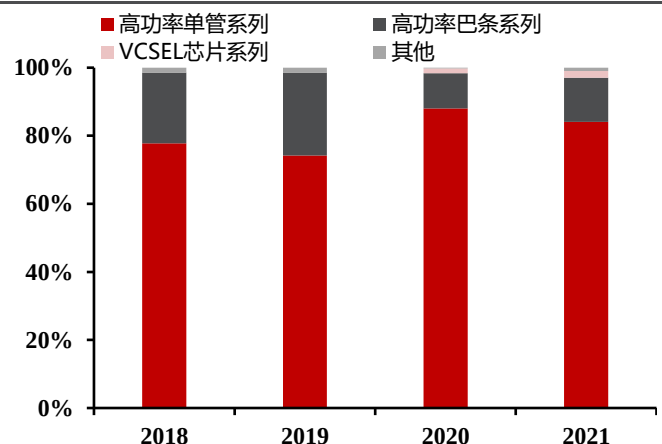
司商业化单管芯片输出功率达到35W, 巴条芯片连续输出功率达到250W (CW), 准连续输出1000W (QCW), VCSEL芯片的最高转换效率60%以上, 产品性能指标与国外先进水平同步, 打破国外技术封锁和芯片禁运, 逐步实现了半导体激光芯片的国产化。据公司招股书的测算, 2020年公司高功率半导体激光芯片在国内市场的市占率为13.4%, 在全球市场的占有率为3.9%, 在国内厂商中排名第一。产能方面, 根据公司公告, 2022年6月底产能已达成计划的5倍爬坡, 产能已达到500万颗芯片/月。依托公司多年来的技术积累&产能完成大幅提升, 国产化替代有望进一步加速推进。

图44: 长光华芯的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)



资料来源: wind, 民生证券研究院

图45: 长光华芯的营收构成



资料来源: wind, 民生证券研究院

图46: 长光华芯当前的产品矩阵

高功率单管系列产品				
	高功率单管芯片	高功率单管器件	光纤耦合模块	直接半导体激光器
高功率巴条系列产品				
	高功率巴条芯片	高功率巴条器件	阵列模块	
高效率VCSEL系列产品				
	PS 系列	TOF 系列	SL 系列	
光通信芯片系列产品				
	DFB 系列	PD 系列	EML 系列	

资料来源: 长光华芯招股说明书, 民生证券研究院

横向拓展方面, 公司当前激光雷达光芯片及通信领域光芯片等领域进展迅速, 未来有望助力公司打开成长空间。较之公司传统聚焦的高功率激光芯片领域, 激光

雷达光芯片&通信领域光芯片拥有更大的市场空间。当前在激光雷达领域，公司重点聚焦多结VCSEL阵列方案，根据公司公告，目前处于研发和样品认证阶段。公司预计2022年年内会通过客户认证以及车规IATF16949和AECQ认证。光通信领域，根据公司公告，整体处于研发验证阶段，目前产品包括10G的EML、探测器APD，同时在25GEML产品上也有一定的技术储备。

图47：VCSEL 芯片应用场景广泛



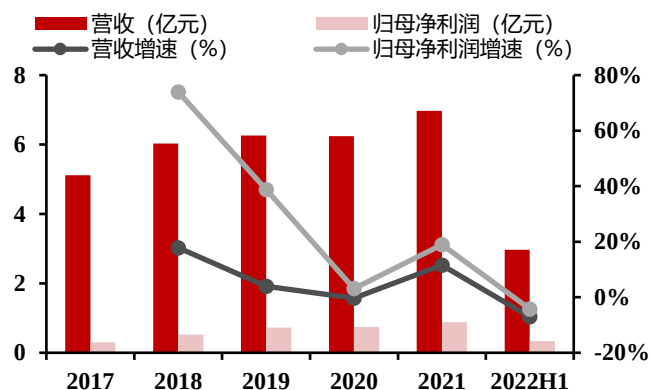
4.11 富信科技 (688662.SH): 半导体热电技术国内龙头, 持续聚焦应用场景延伸&高端产品国产替代

深耕行业十余年,全产业链布局的半导体热电技术国内龙头。公司成立于2003年,2021年4月在上交所科创板上市。作为国内外少数全产业链半导体热电技术解决方案及应用产品提供商之一,自成立以来公司持续专注于半导体热电制冷技术和温差发电技术的研发与产业化应用工作,围绕半导体热电技术产业链,持续通过技术创新、产品外延等手段建立了覆盖半导体热电材料、热电器件、热电系统,以及覆铜陶瓷基板、换热器等关键部件,到下游热电整机应用在内的全产业链布局。

半导体热点技术用于电能/热能转换,下游应用场景广泛。半导体热电器件与半导体集成电路虽然同属于半导体材料的下游应用产品,但两者在使用的材料种类、技术原理、实现的功能及下游应用方面存在显著差异。具体而言,半导体热电技术是一种利用碲化铋合金等半导体材料的热电效应实现电能和热能直接相互转换的技术,主要应用方向为实现制冷、加热或发电,其底层原理是利用半导体材料的佩尔捷效应(Peltier effect)实现电能/热能转换。作为一种环保型制冷技术和绿色能源技术,凭借其不可替代的灵活性、多样性、可靠性等优势 and 特点,广泛应用于消费电子、通信、医疗实验、汽车、工业、航天国防、油气采矿等众多领域。

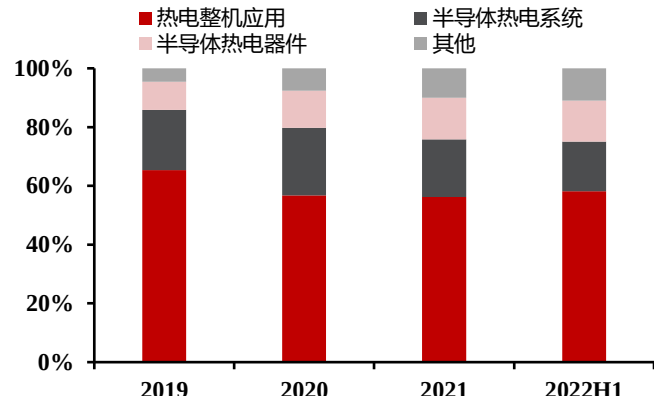
公司立足消费电子市场的同时,积极拓展应用场景重点聚焦高端产品的国产替代。从行业的角度,由于国内半导体热电器件生产企业起步较晚,产品也多集中于消费电子领域,技术和管理水平还与世界先进水平存在一定差距,导致应用于通信、医疗、汽车领域的高性能热电器件及技术解决方案市场主要被掌握在日本Ferrotec、KELK Ltd.等国际厂商或其在国内设立的子公司手中。从公司的角度,富信科技深耕消费电子领域应用市场近二十年,依靠研发优势、技术优势和全产业链的业务布局,以热电整机应用为技术解决方案载体,成功将半导体热电制冷技术与啤酒机、恒温床垫、冻奶机、冰淇淋机等众多创新性使用场景相结合,实现了半导体热电技术在消费电子领域的大规模产业化应用。在立足消费电子领域的基础上,作为国内龙头,公司依托多年来积累的研发经验和技術沉淀,积极向通信、汽车、医疗实验、工业等领域拓展,致力于高端产品的国产替代。

图48：富信科技的营收及归母净利润情况（单位：亿元）



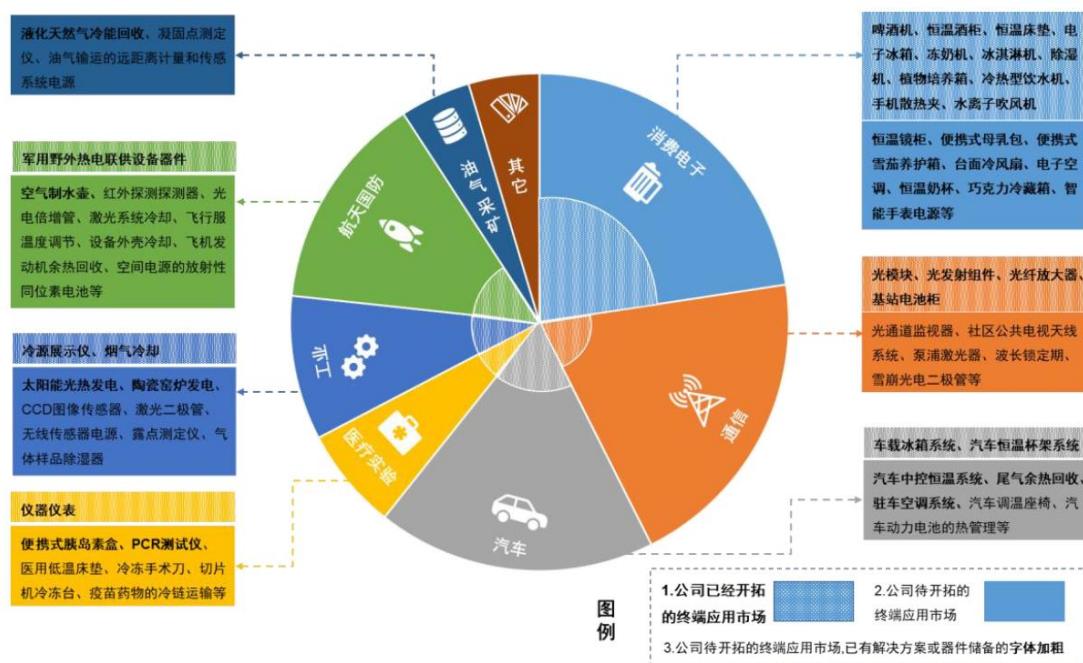
资料来源：wind，民生证券研究院

图49：富信科技的营收构成



资料来源：wind，民生证券研究院

图50：富信科技产品的应用场景情况

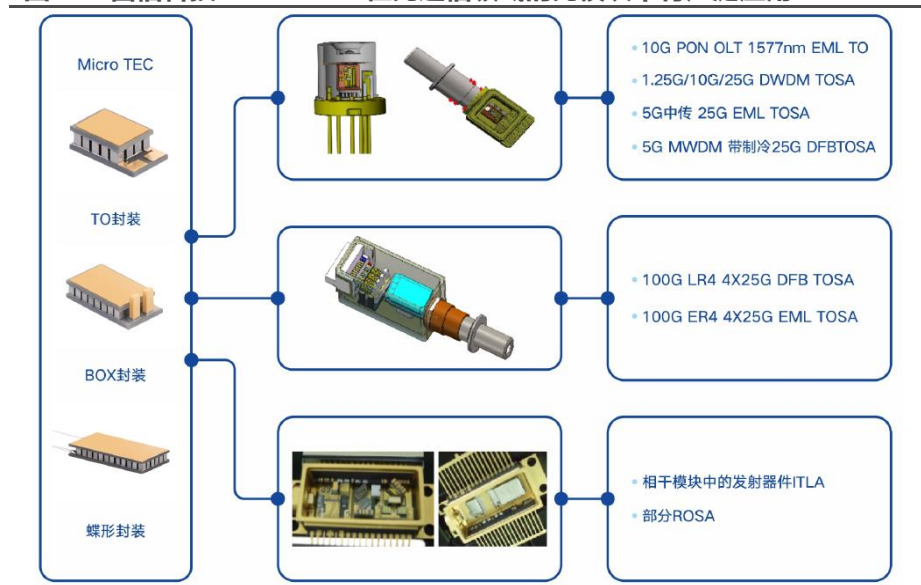


资料来源：富信科技招股说明书，民生证券研究院

通信领域聚焦应用于光模块内的Micro TEC，致力于实现国产突破。随着应用于光模块、微处理器等电子器件的快速发展，其尺寸不断减小，集成度不断提高，微小面积内的功耗急剧上升，局部热流密度大幅增加，对热电器件的可靠性和尺寸提出了更高要求。较之传统的热电器件，超微型热电制冷器件（Micro TEC）具有高度微型化、转换效率（COP）和可靠性高等特点，因而应用于对光器件/模块的精确温度控制。采用半导体热电制冷技术对光模块进行精准的主动控温，是当前最主要确保光模块有效工作、延长使用寿命的技术解决方案。从行业竞争格局来看，高性能微型热电器件市场整体上仍由国际厂商或其在国内设立的子公司所主导，富信科技是国内少数能够生产用于光模块温控的微型热电制冷器件的厂商之一。公司抓住2019年5G网络建设的兴起带来的高性能微型热电器件市场需求机遇，在半导体热电器件的热电性能、可靠性方面实现技术突破，成功研制了用于5G网络

中光模块温控的高性能微型热电制冷器件。当前公司已成功实现了用于5G网络中光模块温控的高性能微型热电制冷器件批量生产。根据公司公告,2022年上半年,公司成功开发了光通讯器件客户超20家(含批量供货、审厂通过、样品测试、送样验证等),为斩获批量订单奠定坚实基础,少数光模块型号器件获得客户的中标订单;另外,公司完成了14家TEC关键物料陶瓷基板供应商技术、生产能力、质量管理能力调查,并锁定2~3家优秀供应商实施国产化,解决国外供应商在质量、交期、服务及价格方面“卡脖子”问题,为批量生产打下了良好的基础。

图51: 富信科技 Micro TEC 在光通信领域的光模块中有广泛应用



资料来源: 富信科技推介资料, 民生证券研究院

车载领域加速推进, 打开公司未来成长空间。热电技术适用于动力电池热管理、温控座椅、嵌入式车载冰箱、方向盘加热等车载场景。动力电池对工作温度要求较高, 过热时易产生安全问题, 过冷时续航会严重下降。通过 TEC 热电技术能够助于时刻保持动力电池最佳的工作温度。此外, 车载激光雷达也将是未来Micro TEC的核心应用场景之一, 市场空间广阔。根据公告, 公司当前正聚焦开发汽车专用TEC器件, 可以应用于汽车的电控系统、无人驾驶的激光雷达、恒温设备等大量有着使用温度要求的精密电子设备, 该项目当前处于客户验证阶段。并且公司已启动IATF16949汽车行业质量体系论证工作。

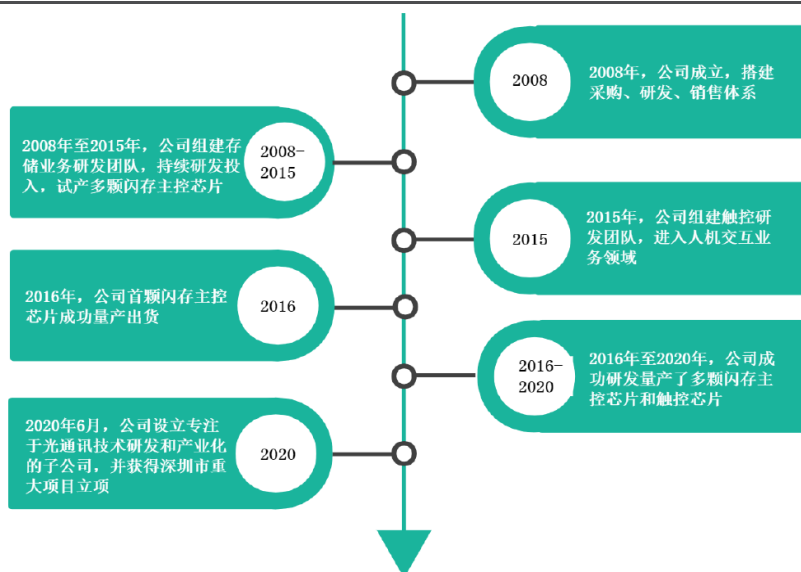
4.12 德明利 (001309.SZ): 数据存储业务为基, 横向延

伸触控芯片&激光芯片业务

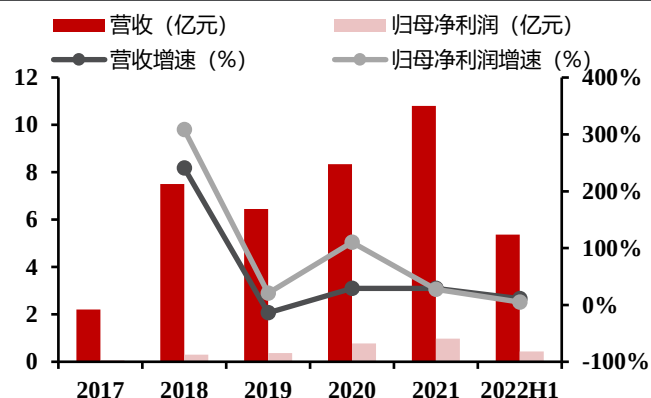
“一体两翼”布局发展路径清晰, 数据存储业务为基, 横向延伸至触控&光芯片领域拓展未来成长空间。公司成立于2008年, 2022年7月在深交所主板上市, 主营业务聚焦数据存储领域, 致力于闪存主控芯片设计、研发, 存储模组产品应用方案的开发、优化, 以及存储模组产品的销售。在基础上, 公司积极横向延伸布局, 将业务拓展至以数据采集为核心应用方向的人机交互触控领域, 和以数据传递为核心应用方向的光电通讯领域。当前产品主要包括存储卡、存储盘、固态硬盘等存储模组, 主要面向移动存储市场, 相关产品广泛应用于消费电子、工控设备、家用电器、汽车电子、智能家居、物联网等诸多领域。

自成立以来, 公司持续夯实数据存储业务的竞争优势。公司创始人李虎先生自2000年进入集成电路分销领域, 主要从事闪存主控芯片、存储器产品、触控产品等国内外多类型集成电路产品的销售。由于持续看好存储器市场的未来发展以及对于存储器产品核心竞争力的准确判断, 李虎先生于2008年创立德名利有限, 拟通过自主研发存储器产品核心主控芯片, 凝聚与上游存储晶圆原厂的依存关系, 从而形成国产自主可控的、符合市场需求的高性价比存储产品。设立初期, 公司主要从移动存储产品销售进行市场切入, 在产业上下游建立稳定的 NAND Flash 晶圆采购渠道和市场销售体系, 以存储器产品销售和技术研发并行驱动, 聚焦于闪存主动芯片设计及固件方案开发等。通过研发积累, 2016年公司自主研发的首颗闪存主控芯片成功量产。其后, 公司持续投片并量产了多颗闪存主控芯片并形成了完善的 NAND Flash 存储管理应用方案。2020年11月, 公司加入长江存储 Xtacking 生态联盟, 成为“长江存储 Xtacking 3D NAND 金牌生态合作伙伴”。

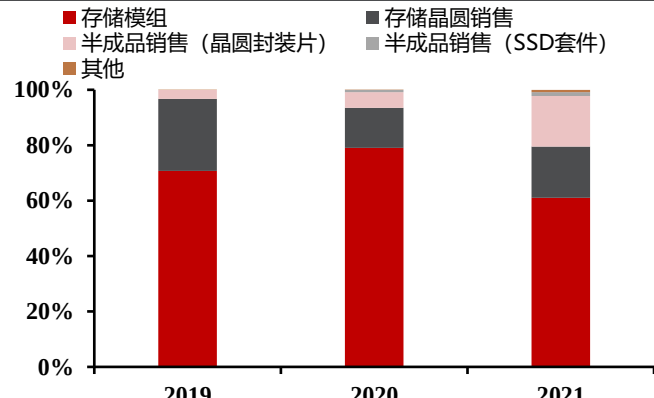
图52: 德明利的发展历程



资料来源：德明利招股说明书，民生证券研究院

图53：德明利的营收及归母净利润情况（单位：亿元）


资料来源：wind，民生证券研究院

图54：德明利的营收构成


资料来源：wind，民生证券研究院

横向布局以数据采集为核心应用方向的人机交互触控领域。2015年公司组建了触控芯片研发团队，涉足人机交互业务领域。研发实力突出，汇聚中、韩两国核心研发人员，助力公司成功在高阻抗、高驱动能力等关键触控技术领域取得突破。当前，公司已完成自研触摸控制芯片投片，并在此基础上形成针对不同应用场景的触控模组一体化解决方案，并实现小批量试产出货，为客户提供6.5寸至21.5寸的小、中、大多尺寸显示屏的触控芯片产品，并逐步导入智能家电领域、后装车机领域和中大屏商显领域等市场。

获得深圳市重大项目立项，光芯片的研发和产业化应用持续加速推进。光芯片领域应用场景广泛，未来市场空间广阔。公司组建了光通讯产品研发团队，并于2020年6月成立全资子公司德明利光电，专注于高速光芯片的研发和产业化应用，旨在满足智能终端、无人驾驶汽车等新一代信息技术产品快速增长的产业化应用需求。当前公司重点聚焦VCSEL光芯片，组织实施的VCSEL光芯片项目获得深圳市2020年度和2021年度重大项目立项，为公司光芯片业务的发展提供了重要助力。根据公司公告，2021年12月，公司的光芯片研发与中试基地正式建成投入运行，这是广东省第一条基于砷化镓材料的光芯片产线。

4.13 声光电科 (600877.SH): 硅基模拟芯片实力突出, 多应用场景持续取得突破

经历两次重大资产重组, 通过注入中国电科旗下硅基模拟半导体优质资产, 切入高成长赛道。公司原为中国嘉陵工业股份有限公司, 成立于1987年, 控股股东为兵装集团, 主业聚焦摩托车业务, 其后的发展历程共经历两次重大资产重组:

- **2019 年第一次重大资产重组:** 出售全部原有资产和负债, 注入特种锂离子电源资产 (空间能源 100%股权及力神特电 85%股权), 主营业务由摩托车变更为特种锂离子电源相关业务, 伴随着主营业务的变更, 公司名称变更为中电科能源股份有限公司, 控股股东变更为电科能源。
- **2021 年第二次重大资产重组:** 中国电科为响应国家半导体发展战略, 考虑到硅基模拟半导体领域发展空间广阔且亟待国产化加速推进、特种锂离子电源业务市场竞争程度提升及技术革新风险等因素, 电科能源开展第二次重大资产重组, 置换出锂离子电源资产 (即公司持有的空间能源 100%股权和力神特电 85%股份), 注入中国电科下属硅基模拟半导体芯片及其应用领域的优质资产即西南设计、芯亿达以及瑞晶实业 100%的股权。控股股东变更为中国电科的全资子公司重庆声光电, 主营业务变更为硅基模拟半导体相关芯片、器件、模组及整体解决方案和其相关的智能终端应用产品, 相关产品广泛应用于 5G 通信、卫星导航、智能终端、汽车电子、太阳能光伏、智能家居、遥控玩具、安全电子、智能制造以及特种应用等领域。伴随着主营业务的变更, 公司名称变更为中电科声光电科技股份有限公司。

背靠技术实力突出的控股股东重庆声光电, 硅基半导体领域发展动力十足。重庆声光电是中国电科依托3个国家 I 类研究所 (其中24所为国家唯一的模拟集成电路专业研究所) 组建的专业子集团, 拥有包括国家模拟集成电路科技重点实验室、中国电科集团CCD研发中心等在内的多个代表行业领先水平的科研机构。硅基模拟半导体集成电路是重庆声光电主业方向, 产品主要包括硅基模拟半导体芯片、硅基光电子器件、硅基薄膜声表器件等, 是覆盖硅基半导体模拟器件设计、制造、封装、测试等全产业链环节的专业技术型公司, 整体能力及水平具有较强优势, 其中拥有控制权的一条6吋模拟集成电路专业生产线及一条8吋硅光集成电路生产线, 在产业链核心环节能够为公司提供坚实的供应链保障。依托重庆声光电的雄厚股东背景优势, 有助于公司把握半导体行业发展良机, 在硅基模拟半导体芯片及其应用领域取得长足发展。

声光电科作为控股型公司, 其生产业务主要通过第二次重大资产重组注入的三家子公司 (西南设计、芯亿达、瑞晶实业) 进行。通过资产重组, 声光电科能够有效整合子公司在产业链的资源优势。西南设计、芯亿达、瑞晶实业在市场资源、产品和技术、产业链优势互补方面均具有显著的协同效应。西南设计、芯亿达均采

用Fabless模式运营，瑞晶实业采用自主生产模式，能够承担西南设计的表面装贴加工环节，能有效降低上市公司整体的生产加工成本、确保产能充足。西南设计、芯亿达相关芯片产品可以通过瑞晶实业的市场信息及渠道实现国际业务的拓展，增强产品国际知名度。

- **西南设计：**聚焦模拟集成电路二十余年，在射频/模拟及数模混合集成电路方面产品门类齐全、产品线丰富，聚力于传感/传输/信道的射频/数模综合能力，可为客户提供核心芯片、模块、组件、系统解决方案等多种产品形态和服务，涵盖信号链集成电路和电源管理集成电路，不仅可为客户提供芯片、IP、模组、组件、系统解决方案等产品和服务，也可与客户合作开发 SoC、SiP（即西南设计芯片+用户算法）。产品加工工艺以硅基为主，覆盖物联网、绿色能源、安全电子等丰富的下游应用领域，在通信基站、卫星导航、智能终端、汽车电子、光伏组件、锂电池保护等细分领域可提供系列化产品，能够适应细分领域应用端复杂多变的行业特点，公司整体或单个产品多次获得业内评比奖项，具有完善的产品供应体系。技术层面，公司在硅基高性能模拟电路领域的多项关键技术已实现重大突破，其硅基模拟半导体芯片技术整体在行业中具有较强的技术优势。

表 24：西南设计的产品情况

简介	
A.无线通信系列产品（硅基射频放大器系列产品、硅基射频开关和数控衰减器系列产品、硅基频率合成器系列产品、硅基射频前端模组（FEM）系列产品）	
1.物联网领域主要产品	B.卫星导航系列产品
	C.短距离通信系列产品
	A.光伏旁路开关电路系列产品
2.绿色能源领域主要产品	B.电源管理系列产品（同步整流电路系列产品、电压转换器系列产品、锂电池管理类系列产品）
	A.红外驱动放大电路系列产品
3.安全电子领域主要产品	B.防复制 RFID 标签及系统
	C.无源无线测温系统

资料来源：《中电科能源股份有限公司发行股份购买资产并募集配套资金暨关联交易报告书（草案）》，民生证券研究院

- **芯亿达：**专注于消费及工业类的功率驱动集成电路的设计开发，目前在直流电机驱动芯片、通用电子开关芯片、玩具电控芯片领域技术实力国内领先，产品市占率多年来一直保持在国内第一梯队。公司正积极布局车规级电机驱动、电子开关等产品，抢占国内高端驱动芯片国产化先机，力争成为国内产品种类最全、技术实力领先、性价比突出的功率驱动类集成电路设计企业。公司采用 Fabless 模式运营，主要由晶圆厂和封测厂两类型供应商组成委外生产供应链。芯亿达与国内外多家晶圆厂建立长期稳定的合作关系，同时也在积极拓展新的晶圆制造供应商，有力的保障晶圆产能供应；芯亿达与国内多家不同级别的封测厂建立战略合作伙伴关系，年封测集成电路约 6 亿颗，封测产

能完全自主可控，根据产品应用场景、可靠性需求，选择合适的供应商，确保产品具有高性价比。

- **瑞晶实业**：深耕电源产品领域二十余年，技术沉淀深厚，拥有充电器、移动电源、工业电源等多个产品事业部，同时计划拓展计算机机箱电源领域，产品型号品种齐全，输出功率范围 5W~3000W。产能方面，拥有多条先进的智能化、自动化大规模生产线，拥有多条适用于多订单、多品种、小批量的柔性生产线。

技术突出，多应用场景持续取得突破。面向5G通信基站领域，低噪声放大器和射频开关系列产品齐全，国内率先推出可商用的40GHz射频开关和数控衰减器；频综产品相位噪声底板-233dBc/Hz，最高工作频率达20GHz，在通信基站领域国内率先实现量产；多通道LNA+衰减器的基站用小型化FEM产品实现批量供货。面向卫星导航和汽车电子领域，业界率先推出的大众移动终端用北斗短报文卫星通信SoC芯片已进入量产阶段，卫星导航SoC芯片完成ACE-Q100汽车电子可靠性等级试验、卫星导航模块完成ACE-Q104汽车电子可靠性等级试验；高精度卫星导航模组支持全系统全频点卫星导航信号接收、RTK精度达到1厘米。面向卫星互联网应用终端领域，推出系列化K/Ka波段多波束多通道波束赋形芯片，已导入多家主流用户开展应用验证。面向短距离通讯领域，无源UHF RFID防复制标签芯片和配套阅读器模块通过SM7商秘认证，推出完整的无源防复制射频身份识别方案。面向光伏保护领域，25A~35A系列大电流光伏旁路开关电路实现量产；推出业界最小尺寸的嵌入式光伏旁路开关电路，可直接嵌入光伏面板。

5 风险提示

1) 电信/数通需求不及预期：若电信运营商千兆宽带建设&无线基站建设放缓，数通领域下游云巨头大幅减少资本支出，可能直接影响电信/数通光模块需求，进而影响上游芯片的整体需求。

2) 行业竞争加剧：未来若更多参与者加入将导致行业竞争加剧，可能影响芯片厂商的营收水平及盈利能力。

3) 国产替代不及预期：当前中高端芯片仍由海外厂商主导，若国产化替代进程不及预期，可能影响国产厂商的发展速度。

仕佳光子财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入	817	968	1160	1380
营业成本	610	696	810	942
营业税金及附加	5	6	8	9
销售费用	21	24	29	35
管理费用	67	73	87	104
研发费用	80	87	104	124
EBIT	55	82	122	167
财务费用	0	-8	-5	-5
资产减值损失	-18	-7	-8	-9
投资收益	8	2	2	2
营业利润	54	115	151	195
营业外收支	0	0	0	0
利润总额	54	115	151	195
所得税	1	9	12	16
净利润	52	105	139	180
归属于母公司净利润	50	101	133	172
EBITDA	115	143	189	239

资产负债表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
货币资金	476	480	509	581
应收账款及票据	330	390	467	556
预付款项	4	5	5	6
存货	189	206	241	280
其他流动资产	41	46	52	58
流动资产合计	1040	1127	1274	1481
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	412	450	468	469
无形资产	35	33	31	29
非流动资产合计	526	555	568	565
资产合计	1566	1682	1841	2047
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	148	172	200	232
其他流动负债	119	122	130	140
流动负债合计	267	294	330	372
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	98	98	98	98
非流动负债合计	98	98	98	98
负债合计	365	392	428	470
股本	459	459	459	459
少数股东权益	0	4	10	17
股东权益合计	1201	1290	1413	1577
负债和股东权益合计	1566	1682	1841	2047

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2021A	2022E	2023E	2024E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	21.70	18.41	19.87	18.98
EBIT 增长率	24.90	49.16	49.24	36.55
净利润增长率	31.78	101.75	31.81	29.22
盈利能力 (%)				
毛利率	25.32	28.11	30.18	31.74
净利率	6.40	10.89	11.98	13.01
总资产收益率 ROA	3.20	6.02	7.25	8.42
净资产收益率 ROE	4.18	7.87	9.50	11.05
偿债能力				
流动比率	3.89	3.84	3.86	3.98
速动比率	3.17	3.11	3.11	3.21
现金比率	1.78	1.63	1.54	1.56
资产负债率 (%)	23.29	23.28	23.24	22.96
经营效率				
应收账款周转天数	110.42	110.00	110.00	110.00
存货周转天数	112.96	112.00	112.00	112.00
总资产周转率	0.52	0.58	0.63	0.67
每股指标 (元)				
每股收益	0.11	0.22	0.29	0.38
每股净资产	2.62	2.80	3.06	3.40
每股经营现金流	0.07	0.24	0.27	0.34
每股股利	0.04	0.04	0.04	0.04
估值分析				
PE	99	49	37	29
PB	4.1	3.8	3.5	3.2
EV/EBITDA	38.88	31.28	23.48	18.29
股息收益率 (%)	0.32	0.37	0.37	0.37

现金流量表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
净利润	52	105	139	180
折旧和摊销	60	61	67	72
营运资金变动	-90	-63	-90	-103
经营活动现金流	34	109	123	156
资本开支	-105	-90	-80	-70
投资	400	0	0	0
投资活动现金流	306	-88	-78	-68
股权募资	0	0	0	0
债务募资	0	0	0	0
筹资活动现金流	-22	-16	-16	-16
现金净流量	317	5	29	72

公司财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
营业总收入	1014	1354	1794	2331
营业成本	721	961	1270	1648
营业税金及附加	3	4	5	7
销售费用	6	8	11	14
管理费用	39	49	61	77
研发费用	141	176	215	280
EBIT	117	171	251	331
财务费用	-2	-1	-1	-2
资产减值损失	0	0	0	0
投资收益	5	0	0	0
营业利润	124	169	249	329
营业外收支	-2	5	5	5
利润总额	122	174	254	334
所得税	0	2	3	3
净利润	122	172	251	331
归属于母公司净利润	122	172	251	331
EBITDA	158	223	311	398

资产负债表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
货币资金	126	103	233	393
应收账款及票据	269	399	484	664
预付款项	18	24	32	41
存货	259	408	474	671
其他流动资产	339	370	410	458
流动资产合计	1011	1304	1632	2228
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	357	396	428	451
无形资产	16	16	15	14
非流动资产合计	530	549	559	502
资产合计	1542	1853	2192	2730
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	319	477	575	790
其他流动负债	36	40	52	66
流动负债合计	354	516	626	856
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	58	58	58	58
非流动负债合计	58	58	58	58
负债合计	412	574	684	914
股本	149	209	209	209
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	1129	1279	1508	1816
负债和股东权益合计	1542	1853	2192	2730

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2021A	2022E	2023E	2024E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	24.21	33.54	32.54	29.93
EBIT 增长率	12.57	46.67	46.63	31.62
净利润增长率	23.96	41.40	45.90	31.88
盈利能力 (%)				
毛利率	28.91	29.02	29.20	29.31
净利率	12.00	12.71	13.99	14.20
总资产收益率 ROA	7.89	9.28	11.45	12.12
净资产收益率 ROE	10.77	13.45	16.65	18.22
偿债能力				
流动比率	2.85	2.53	2.61	2.60
速动比率	2.04	1.67	1.78	1.76
现金比率	0.35	0.20	0.37	0.46
资产负债率 (%)	26.74	30.99	31.21	33.47
经营效率				
应收账款周转天数	53.99	54.00	54.00	54.00
存货周转天数	124.29	125.00	125.00	125.00
总资产周转率	0.68	0.80	0.89	0.95
每股指标 (元)				
每股收益	0.58	0.82	1.20	1.58
每股净资产	5.40	6.12	7.21	8.69
每股经营现金流	0.41	0.31	1.04	0.90
每股股利	0.15	0.15	0.15	0.15
估值分析				
PE	162	114	78	59
PB	17.4	15.4	13.0	10.8
EV/EBITDA	123.51	87.66	62.47	48.35
股息收益率 (%)	0.16	0.16	0.16	0.16

现金流量表 (百万元)	2021A	2022E	2023E	2024E
净利润	122	172	251	331
折旧和摊销	41	52	59	67
营运资金变动	-75	-156	-91	-207
经营活动现金流	85	65	217	188
资本开支	-152	-65	-65	-5
投资	-235	0	0	0
投资活动现金流	-382	-65	-65	-5
股权募资	0	0	0	0
债务募资	0	0	0	0
筹资活动现金流	-32	-22	-22	-22
现金净流量	-329	-23	129	161

插图目录

图 1: 光芯片是光电子器件的核心组成部分	3
图 2: 光通信系统示意图	3
图 3: 全球光子产业市场快速发展规模	4
图 4: 激光器芯片的制备流程	5
图 5: 光通信领域激光器/探测器芯片应用场景为光模块	7
图 6: 光通信领域的主要光芯片分类	7
图 7: 粒子数反转的原理示意图	9
图 8: 光芯片的工作原理及结构示意图	9
图 9: PIN 结构示意图	9
图 10: APD 结构示意图	9
图 11: 25G DFB 激光器芯片的制备流程图	10
图 12: 外延制备流程 (MOCVD 法)	11
图 13: 光模块实现更高速率的三种途径	12
图 14: 激光器芯片制备流程及相关设备	13
图 15: 通信领域激光器芯片的产业链情况	14
图 16: 2020 年全球磷化铟 (InP) 衬底竞争格局	14
图 17: 2019 年全球砷化镓 (GaAs) 衬底竞争格局	14
图 18: 源杰科技的营收和归母净利润情况 (单位: 亿元)	16
图 19: 北美云巨头的 CAPEX 情况 (单位: 亿美元)	18
图 20: 全球光模块市场规模 (单位: 百万美元)	19
图 21: 数通光模块持续升级迭代	19
图 22: 中际旭创及新易盛的营收情况 (单位: 亿元)	19
图 23: 全球 FTTx 光模块用量及市场规模预测	19
图 24: 博创科技“光有源器件”营收情况 (单位: 亿元)	20
图 25: 源杰科技 2.5G/10G 光芯片收入 (单位: 亿元)	20
图 26: 国内千兆用户渗透率情况 (单位: 万户)	21
图 27: 全球电信侧光模块市场规模及预测 (单位, 百万美元, 不包括 FTTx)	21
图 28: 2010~2021 年全球光模块前十大厂商排名	23
图 29: 2020 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 市场份额	25
图 30: 2020 年全球 10G DFB 市场份额	25
图 31: 国内厂商销售规模的全球占比情况及预测	25
图 32: 源杰科技的营收构成 (按应用领域区分)	28
图 33: 源杰科技的营收构成 (按产品区分)	28
图 34: 中瓷电子的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)	36
图 35: 中瓷电子的营收构成	36
图 36: 电子陶瓷产业链	36
图 37: 2019 年全球电子陶瓷市场份额	38
图 38: 2019 年全球前五大生产商陶瓷封装市场份额	38
图 39: 2021~2027 年全球 SiC 功率半导体市场规模	40
图 40: 长飞光纤的发展历程	42
图 41: 长飞光纤的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)	42
图 42: 长飞光纤的营收构成	42
图 43: 长光华芯的“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略	44
图 44: 长光华芯的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)	45
图 45: 长光华芯的营收构成	45
图 46: 长光华芯当前的产品矩阵	45
图 47: VCSEL 芯片应用场景广泛	46
图 48: 富信科技的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)	48
图 49: 富信科技的营收构成	48
图 50: 富信科技产品的应用场景情况	48
图 51: 富信科技 Micro TEC 在光通信领域的光模块中有广泛应用	49
图 52: 德明利的发展历程	50
图 53: 德明利的营收及归母净利润情况 (单位: 亿元)	51
图 54: 德明利的营收构成	51

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: 光子的不同应用场景	4
表 2: 光芯片的典型材料平台	6
表 3: 光通信领域激光器芯片和探测器芯片的特点及应用场景	7
表 4: 激光器芯片正常工作需满足的三个条件	8
表 5: 25G DFB 激光器芯片的制备流程	10
表 6: 常见的外延制备方法包括了 MOCVD 和 MPE 两种	11
表 7: 部分国内外激光器芯片厂商简介	15
表 8: 千兆宽带部署相关政策目标	20
表 9: 光通信领域光芯片（激光器芯片+探测器芯片）市场规模测算（单位：亿美元）	22
表 10: 近年来光芯片相关的部分重要政策	24
表 11: 《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018~2022）》为激光器芯片设定的发展目标	24
表 12: 部分国内厂商应用于光通信领域的激光器芯片产品情况	26
表 13: 激光器芯片不同应用领域的主要竞争格局情况	27
表 14: 光迅科技盈利预测与财务指标	29
表 15: 光库科技盈利预测与财务指标	30
表 16: 中际旭创盈利预测与财务指标	31
表 17: 新易盛盈利预测与财务指标	32
表 18: 太辰光盈利预测与财务指标	33
表 19: 博创科技盈利预测与财务指标	34
表 20: 仕佳光子盈利预测与财务指标	35
表 21: 中瓷电子拟募投项目简介	39
表 22: 中瓷电子盈利预测与财务指标	40
表 23: A 股长飞光纤盈利预测与财务指标	43
表 24: 西南设计的产品情况	53
仕佳光子财务报表数据预测汇总	56
公司财务报表数据预测汇总	57

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰准确地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
		谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上
	行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
		中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
		回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，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、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元； 518026