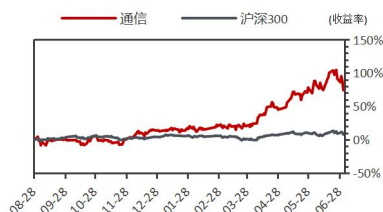


行业及产业

通信

强于大市

一年内行业指数与沪深 300 指数对比走势:



资料来源: 聚源数据, 爱建证券研究所

相关研究

《AI 投资风险评估: 北美云厂商报表压力或将在 2027 年显现》2026-08-20

《通信行业周度事件点评: Arista Networks 业绩向好, 数据中心交换机迎来发展新机遇》2026-08-10

证券分析师

朱攀

S0820525070001

021-32229888-25527

zhupan@ajzq.com

集成度逐步提升重构光模块价值链

——光模块行业深度报告

投资要点:

- **光模块: 封装集成度提升, 增量利润将向性能瓶颈环节迁移。** AI 主导全球光模块市场发展, 超高速光模块快速放量。据 LightCounting 数据, 预计 2025-2030 年全球光模块市场 CAGR 约 22%, 800G 光模块需求将于 2028 年迎来需求峰值, CPO 产品有望在 2026 至 2027 年开始放量; 从分立器件走向集成, COB 是高速光引擎主流封装方式。光模块的封装方式主要有 TO-CAN 封装、BOX 封装以及 COB 封装等。COB 封装取消了芯片独立封装、中间连接器、柔性电路板等冗余结构, 可以做到小/轻量化、低成本, 是高速光引擎主流封装方式。可插拔光模块趋向多通道低功耗易散热, CPO 或重塑光互联格局。光模块整体演变核心趋势围绕带宽提升持续推进封装扩容、架构集成和接口高密度化, 解决高速场景下功耗、散热、布线、传输距离等问题。头部厂商已在关键场景导入 LPO 技术, CPO 处于验证和规划阶段。利润集中于头部光模块厂商, 关键在于技术优势和海外客户导入。技术演进推动利润重分配, 增量利润优先向上游光芯片等接近性能瓶颈的环节迁移。
- **光芯片: 硅光和 CPO 推动高功率 CW 激光器需求和探测器集成化。** 激光器芯片: EML 和 CW 为主, 硅光渗透率提升推动 CW 需求。数据中心激光器芯片与电信激光器芯片市场呈现差异化技术格局。数据中心激光器芯片市场形成 EML 与 CW 激光器芯片双轮驱动的技术路线: EML 激光器芯片作为成熟方案, 广泛应用于 400G 及以上光互连产品。近年来, 具备高集成、低成本优势的硅光方案成为高速迭代主流方向, 需要配套大功率 CW 激光器芯片; 电信领域则以边发射激光器芯片为主流, 核心原因是其可满足严苛的传输性能指标。硅光技术现已广泛应用于数据中心光互连市场, 尤其在各类高速光互连产品中渗透率持续走高。探测器芯片主要包括 PIN 和 APD, PIN 主要用于中长距离传输, APD 用于长距离传输。无源光芯片需求持续提升, 供给集中于美日厂商。
- **电芯片: 趋于集成, 技术演进推动价值量分化。** CPO 架构推动电信号处理功能集成化, 压缩独立电芯片需求, 和系统级芯片厂商合作能力或成电芯片厂商发展的关键。据 CAICT 数据, 全球光模块电芯片市场由 ADI 和 TI 等海外企业主导, 25G 及以下 DSP 产品国产化率达 60%, 50G 及以上高速产品海外企业技术领先和生态绑定导致格局集中, 博通、Marvell 双寡头合计拿下 90% 以上的高端 PAM4 DSP 市场份额。铌酸锂调制器驱动芯片占比高, 硅光调制器驱动芯片占比快速提升。光调制器驱动芯片市场可分为铌酸锂 (LiNbO₃) 调制器驱动芯片、硅光调制器驱动芯片、InP 调制器驱动芯片及其他品类。据 DataIntel 数据, 2025 年铌酸锂调制器驱动芯片市场份额最高, 占比约 38.4%, 对应市场规模约 6.91 亿美元, 硅光、磷化铟调制器驱动芯片方案不断抢占中短距场景市场份额。
- **光模块 PCB 加速从传统高多层板向 mSAP 工艺板过渡。** 高端产品驱动 PCB 市场稳健增长。2024 年全球 PCB 市场规模约为 750 亿美元, 预计 2029 年将增长至 930 亿美元以上, 光模块 PCB 市场规模持续扩大, 加速从传统高多层板向 mSAP (改良半加成法) 工艺板过渡。mSAP 工艺能够在极小尺寸内实现更高密度线路布局, 减小产品体积并削弱高速信号插入损耗, 是支撑下一代高速光模块信号完整性的关键技术路线, 具备 mSAP 工艺量产能力与头部客户认证的厂商有望迎来订单放量与产品结构优化的双重驱动。
- **投资建议:** 1) 关注超高速光模块需求驱动市场规模提升: AI 算力需求推动全球光模块市场景气, 800G 光模块需求将于 2028 年迎来需求峰值, CPO 产品预计 2026-2027 年放量, 关注光模块厂商技术导入与市场份额提升; 2) 关注技术升级与集成化趋势: COB 封装、LPO/NPO/CPO 等技术方案持续迭代, 硅光、薄膜铌酸锂调制器驱动芯片等新技术渗透率或快速提升, 产业链升级有望带来结构性机会; 3) 关注高端 PCB 与核心器件: mSAP 工艺加速渗透、HDI/高速高频 PCB 需求增长, 具备高端产能与认证的厂商有望订单放量, 关注光芯片、探测器芯片、驱动器等关键原材料供给能力。
- **风险提示:** 1) 技术路径误判风险; 2) 下游需求不及预期风险; 3) 国际贸易摩擦风险。

目录

1. 光模块：封装集成度提升，增量利润优先向性能瓶颈环节迁移	5
1.1 需求分化：AI 算力驱动行业扩容，超高速光模块成为核心增量	5
1.2 元件形态：从分立走向集成，COB 是高速光引擎主流封装方式	6
1.3 封装形态：传统可插拔优化多通道低功耗设计，CPO 重构长期光互联价值格局	8
1.4 竞争格局：技术代差和客户结构推动企业盈利能力分化	12
2. 光芯片：硅光和 CPO 推动高功率 CW 激光器需求和探测器集成化 ..	14
2.1 激光器芯片：硅光渗透率提升推动 CW 需求，高端光模块中激光器价值量抬升	14
2.2 探测器芯片：高速 PD 格局集中，硅光和 CPO 推动分立 PD 转向集成	18
2.3 无源光芯片：需求持续提升，供给集中于美日厂商	18
3. 电芯片：趋于集成，技术演进推动价值量分化	20
3.1 DSP：电信号转换为光信号的核心，高速产品海外企业主导	20
3.2 Driver：铌酸锂调制器驱动芯片占比高，硅光调制器驱动芯片占比快速提升	21
3.3 TIA：2.5D 封装是高速 TIA 技术趋势，供给端以 Marvell 等海外企业为主	22
4. PCB：加速从传统高多层板向 mSAP 工艺板过渡	23
5. 投资建议和估值表	25
5.1 投资建议	25
5.2 估值表	25
6. 风险提示	26

图表目录

图表 1：超高速光模块占比快速提升	5
图表 2：2031 年以太网光模块市场中 AI 领域占比 75%	5
图表 3：全球光模块市场规模快速提升（亿美元）	6
图表 4：超高速光模块主要用于 AI 数据中心	6
图表 5：TO-CAN 光模块由 TOSA、ROSA 和功能电路等组成	7
图表 6：TOSA、ROSA 和电芯片在 TO-CAN 光模块中成本占比最高	7
图表 7：COB 封装光模块内部结构	7
图表 8：TO-CAN 壳体常呈圆柱形，体积较小	7
图表 9：蝶形封装壳体常呈方形，结构和功能较复杂	7
图表 10：COB 封装直接将激光芯片贴装在 PCB 基板上	8
图表 11：2025 年光模块市场中以太网光模块占比约 62.5%	8
图表 12：可插拔光模块通道数逐渐提升	8
图表 13：高带宽可插拔光模块功耗快速提升	9
图表 14：DSP 芯片是光模块中功耗最高的组件之一	9
图表 15：取消 DSP 是光模块的发展方向之一	10
图表 16：CPO 链路损耗极低	10
图表 17：CPO 在同一封装内部完成短距离互连	11
图表 18：Scale-Up 扩容带来的端口密度与功耗压力，将加速市场向光互联/CPO 方案演进	11
图表 19：中国厂商逐渐成为主要的光模块供应商	12
图表 20：头部光模块厂商净利润在通信网络设备及器件板块占比较高	13
图表 21：头部光模块商净利润 2024 年起快速增长（亿元）	13
图表 22：中际旭创光模块技术较为领先	13
图表 23：2025 年头部光模块厂商高净利率推高 ROE	13
图表 24：2025 年中际旭创研发费用较高（亿元）	13
图表 25：光模块厂商毛利率和高速光模块和海外业务占比具有相关性	13
图表 26：激光器芯片市场以 EML 和 CW 为主（十亿美元）	14
图表 27：光芯片按功能可以分为激光器芯片和探测器芯片	15
图表 28：800G/1.6T 光模块单通道 100G、200G/通道激光器方案	15
图表 29：激光器按照调制技术可分为 DML 和 EML	16

图表 30 : 硅光芯片在硅基材料上集成调制器、探测器以及无源光学器件	16
图表 31 : SiPh 渗透率逐渐提升	16
图表 32 : 硅光光模块总成本随光源成本降低	16
图表 33 : SiPh 市场规模逐步扩大	17
图表 34 : 全球激光器芯片市场仍由海外主导	17
图表 35 : Lumentum 主导全球高速率光互连产品激光器芯片市场	17
图表 36 : 住友电工主导全球硅光高速率光互连产品激光器芯片市场	17
图表 37 : 探测器芯片主要包括 PIN 和 APD 等	18
图表 38 : 垂直 Ge PIN 型 PD 通过选择性外延生长将 Ge 沉积于预掺杂的硅表面	18
图表 39 : 光隔离器市场由 Coherent 和日本住友主导	19
图表 40 : 2035 年 AWG 市场规模将扩大至近 40 亿美元	19
图表 41 : AWG 仍以 100G 为主, 200G 快速渗透	20
图表 42 : 中国高性能 AWG 量产能力持续抬升	20
图表 43 : FAU 可实现光纤与光芯片的高效耦合	20
图表 44 : FAU 市场规模逐步提升	20
图表 45 : DSP 负责将电信号转换为光信号	21
图表 46 : 全球光模块电芯片市场由 ADI 等海外企业主导	21
图表 47 : 全球 DSP 市场快速扩大	21
图表 48 : 全球光模块 DSP 市场由博通和 Marvell 主导	21
图表 49 : 2034 年光模块 Driver 市场或扩大至 42 亿美元	22
图表 50 : 光调制器 Driver 市场 LiNbO ₃ 类型占比超 38%	22
图表 51 : 全球 TIA 市场规模持续扩大	23
图表 52 : 全球 TIA 市场仍以低速类型为主	23
图表 53 : TIA 供给端由 Marvell 等海外企业主导	23
图表 54 : 全球 PCB 市场规模由高端产品驱动 (十亿美元)	24
图表 55 : 人工智能及高性能计算领域用 PCB 增长明显 (十亿美元)	24
图表 56 : 2032 年 800G 光模块 PCB 市场或超 20 亿美元	24
图表 57 : mSAP 能够实现更高密度线路布局	24
图表 58 : 光模块相关公司估值表	25

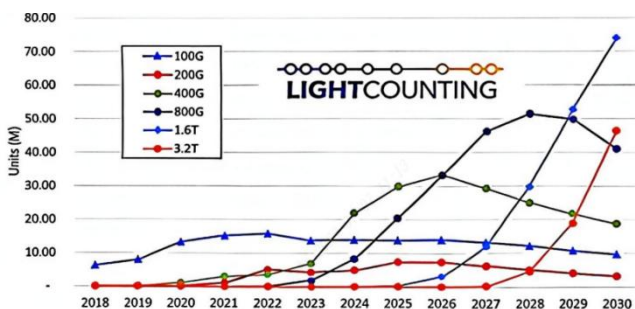
1. 光模块：封装集成度提升，增量利润优先向性能瓶颈环节迁移

1.1 需求分化：AI 算力驱动行业扩容，超高速光模块成为核心增量

AI 需求主导全球以太网光模块市场发展。据 LightCounting 数据，在人工智能算力集群、云数据中心需求增长，以及电信网络厂商需求复苏的驱动下，预计 2025-2030 年全球光模块市场 CAGR 约 22%。其中，主要应用于人工智能算力集群、云数据中心的以太网光模块对应 CAGR 为 24%，预计到 2031 年，全球以太网光模块市场规模将逼近 600 亿美元，其中人工智能领域销售额将突破 450 亿美元，总体占比约 75%。

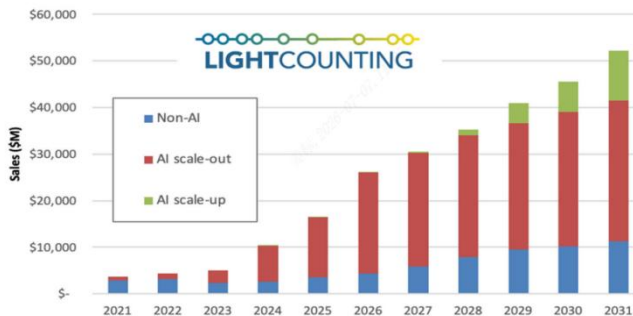
超高速光模块（800G+）将成市场主流，主要用于数通场景。据 LightCounting 数据，未来 5 年可插拔光模块将继续主导市场，2024-2029 年可插拔光模块出货量 CAGR 将维持在 22%，到 2029 年，全球光模块市场规模有望突破 370 亿美元。其中，800G 光模块在 2025 年需求明显提升，全球出货量预计达 1800-1990 万只，同比翻倍；1.6T 光模块 2025 年进入商用元年，全球需求预计达 250-350 万只。未来 CPO 逐步走向商业化，有望接力 800G、1.6T 产品放量，CPO 产品有望在 2026 至 2027 年开始放量，主要应用于超大型云服务商的数通短距场景。

图表 1：超高速光模块占比快速提升



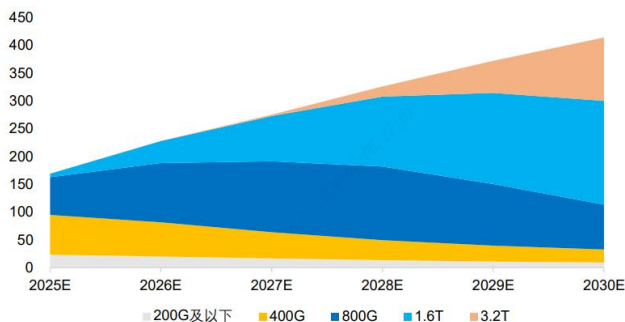
资料来源：LightCounting，爱建证券研究所

图表 2：2031 年以太网光模块市场中 AI 领域占比 75%



资料来源：LightCounting，爱建证券研究所

图表 3：全球光模块市场规模快速提升（亿美元）



资料来源：LightCounting，爱建证券研究所

图表 4：超高速光模块主要用于 AI 数据中心

模块类别	典型传输速率	应用场景
低速模块	1G/2.5G/10G	传统以太网、接入网
中高速模块	25G/40G/100G	5G 前传、数据中心内部互联
超高速模块	400G/800G/1.6T	AI 算力中心、骨干网扩容

资料来源：未知仪器，爱建证券研究所

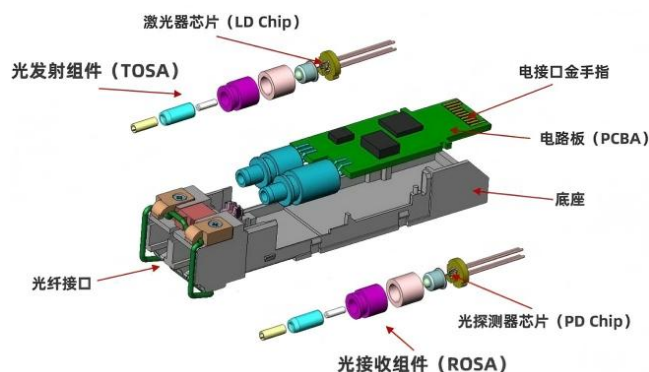
1.2 元件形态：从分立走向集成，COB 是高速光引擎主流封装方式

光模块核心功能是实现光电转换。光模块通常由光发射器件（TOSA，含激光器）、光接收器件（ROSA，含光探测器）、电芯片和光（电）接口等部分组成。据 ICC 讯石数据，TOSA、ROSA 和电芯片在 TO-CAN 光模块中成本占比分别为 35%、23%和 18%，TOSA 和 ROSA 的技术壁垒在于光芯片和封装技术。

激光器的封装方式主要有 TO-CAN 封装、BOX 封装以及 COB 封装等。TO-CAN（Transistor outline can）封装壳体常呈圆柱形，成本低廉，工艺简单。因其体积小，难以内置制冷元件，散热困难，不适用于大电流下高功率输出，故而难以用于长距离传输，目前主要用于短距离传输。BOX 封装壳体常呈方形，结构及功能较复杂，可内置制冷器、热沉、热敏电阻等，并且可支持内部部件键合引线，壳体面积大，散热好，可以用于各种速率及 80km 长距离传输，常见的蝶形封装是 BOX 封装的一种。COB(Chip On Board)封装即板上芯片封装，其核心革新是将裸芯片（包括光芯片、TIA 驱动芯片、DSP 芯片等）直接键合在 PCB 表面，同时将光学透镜、隔离器、无源器件等组件直接集成在 PCB 的预设腔体与焊盘上，取消了芯片独立封装、中间连接器、柔性电路板等冗余结构，可以做到小/轻量化、低成本，PCB 成为光模块封装架构的核心主体。

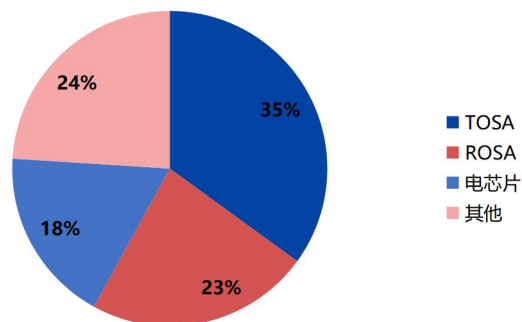
数据中心光模块应用环境相对温和，目前多采用 COB 封装技术。光模块根据应用场景可大致分为电信级和以太网光模块（以数据中心应用为主）。电信级光模块应用环境相对恶劣，更换维护困难，对可靠性保障的高要求；以太网光模块相对环境温和，维护便利，对可靠性要求相对较低。目前，电信级光模块多采用气密性的 TO-CAN 或蝶形封装技术；数据中心光模块多采用非气密性 COB 封装技术。

图表 5: TO-CAN 光模块由 TOSA、ROSA 和功能电路等组成



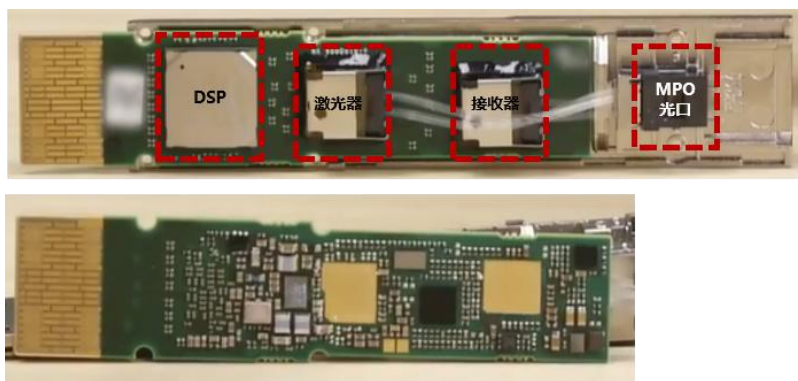
资料来源: IMT2020, 爱建证券研究所

图表 6: TOSA、ROSA 和电芯片在 TO-CAN 光模块中成本占比最高



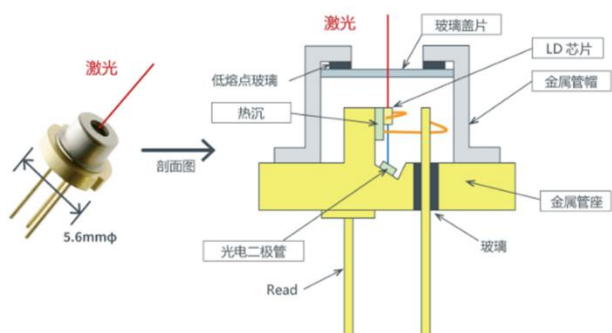
资料来源: ICC 讯石, 爱建证券研究所

图表 7: COB 封装光模块内部结构



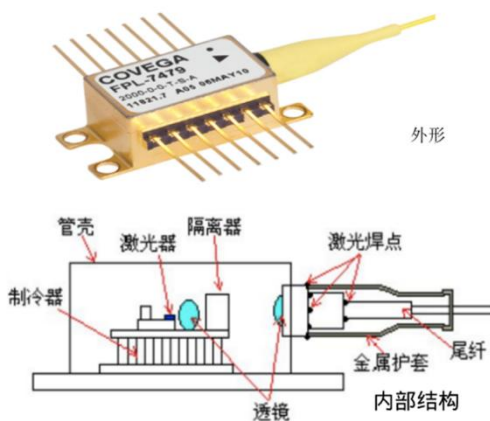
资料来源: EDA365, 兴森科技, 爱建证券研究所 (封装结构为 QSFP-DD SR8)

图表 8: TO-CAN 壳体常呈圆柱形, 体积较小



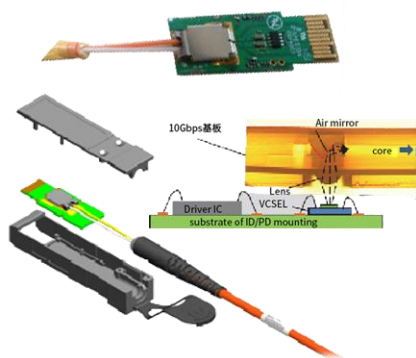
资料来源: EDA365, 爱建证券研究所

图表 9: 蝶形封装壳体常呈方形, 结构和功能较复杂



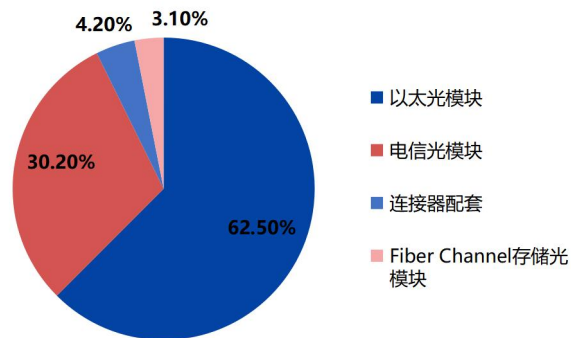
资料来源: EDA365, 爱建证券研究所

图表 10: COB 封装直接将激光芯片贴装在 PCB 基板上



资料来源: 易飞扬通信, 爱建证券研究所

图表 11: 2025 年光模块市场中以太网光模块占比约 62.5%



资料来源: 商启咨询, 爱建证券研究所

1.3 封装形态: 传统可插拔优化多通道低功耗设计, CPO 重构长期光互联价值格局

光模块整体演变核心趋势围绕带宽提升持续推进封装扩容、架构集成和接口高密度化, 解决高速场景下功耗、散热、布线、传输距离等问题。光模块封装形态从早期单通道 SFP 系列、四通道 QSFP 系列逐步发展为八通道 QSFP-DD 与散热能力更强的 OSFP。设计逻辑由追求小型化转变为优先保障高功耗散热; 光电集成架构不断简化降耗, 传统内置 DSP 的标准模块衍生出去除模块 DSP、功耗更低的 LPO 线性驱动方案, 远期还将向 CPO 光电共封装演进, 缩短光电芯片互连距离, 减少信号损耗; XPO (超高密度可插拔光学器件) 是一种全新方案, 保留可插拔优势的同时, 实现了逼近甚至超越 CPO 的性能。光纤接口出现明显分化, 长距波分模块稳定使用 LC 单芯接口, 短距并行光模块随通道数增加从 LC 逐步切换为 MPO 多芯高密度连接器, 提升机房布线密度; 传输技术双线并行发展, 机房内网依靠 IMDD 多通道并行光实现低成本部署, 跨城互联依靠相干 ZR 模块满足超长距传输需求, 搭配 PAM4 调制持续拉高单通道速率, 实现带宽不断翻倍。

图表 12: 可插拔光模块通道数逐渐提升

型号	通道规格	光纤接口	典型应用速率
SFP	单通道	LC	155M、1.25G、2.5G
eSFP	单通道	LC	155M、1.25G、2.5G
SFP+	单通道	LC	6G、8G、10G
QSFP+	4×10G	MPO	40G
SFP28	单通道 25G	LC	25G
QSFP28	4×25G	MPO	100G
SFP56	单通道 56G PAM4	LC	50G、56G
QSFP56	4×50~56G PAM4	MPO	200G
QSFP-DD	8 通道 (25G NRZ/50G PAM4)	MPO	200G、400G
CFP8	16×25G / 8×50G	LC、MPO	400G

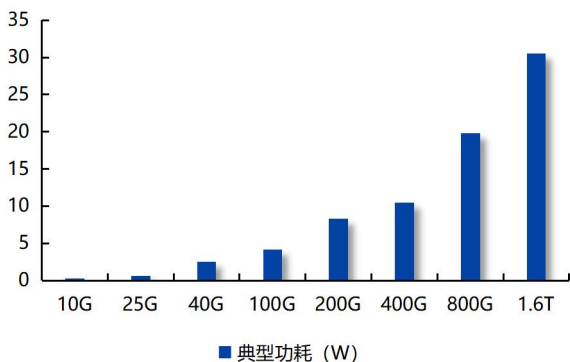
OSFP	8 高速电气通道	LC、MPO	200G、400G、800G、1.6T
QSFP112	4×112G	MPO	400G、800G
XPO	64×200G	MPO	12.8T
LPO	适配 400G/800G 架构	LC、MPO	400G、800G

资料来源：恒泰通，Arista，爱建证券研究所

DSP 在光模块中功耗和成本较高，摒弃 DSP 是光模块的迭代方向。据新华三数据，高带宽可插拔光模块功耗快速提升，1.6T 光模块功耗可达 30W 以上，Semianalysis 数据显示，800G SR8 收发器中 DSP 占模块总功耗的近 50%。全重定时光模块 FRO (Fully retimed optics) 收发两端均内置 DSP，依靠模块内部完成信号重定时、均衡与前向纠错，DSP 带来更高功耗与延迟，SerDes 链路损耗和功耗较高，分别可达 22dB 和 25W/模块；半线性接收光模块 LRO (Linear receive optics) 仅在发射端保留 DSP 做信号整形，接收端取消重定时电路，将时钟恢复、均衡工作交由交换机 ASIC 承担，功耗相比 FRO 明显下降；纯线性可插拔光模块 LPO (Linear pluggable optics) 试图完全摒弃 DSP，让交换机的 SerDes 直接驱动收发器中的发射和接收光学元件，功耗降幅最大，不过对主机 ASIC 的模拟前端与均衡能力要求极高；而共封装光学 CPO (Co-packaged optics) 跳出可插拔形态，将光引擎与交换 ASIC 集成在同一基板，大幅缩短高速电信号走线长度、降低 SerDes 信号损耗，极致优化单位比特功耗与延迟，SerDes 损耗可低至 1-4dB，主要适配 GPU 互联等超短距超高密度场景。

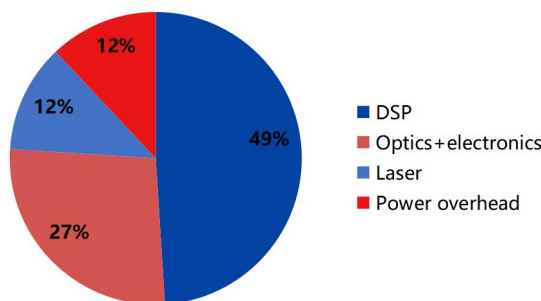
头部厂商已在关键场景导入 LPO 技术，CPO 处于验证和规划阶段。据 ZTE 数据，LPO 已在头部云厂商和芯片企业的数据中心内部互联及 AI 训练集群中实现批量部署，提升了能效与成本效益，比如阿里云于 2024 年在其基础设施网络中规模部署 LPO，主要用于数据中心内部互联。而 CPO 技术尚处于实验室验证与规划阶段，Meta 已完成基于博通方案的 51.2T 交换机可靠性验证，Google、Microsoft 等云商计划于 2026 至 2028 年逐步规模化部署，国内则以试点探索为主。

图表 13：高带宽可插拔光模块功耗快速提升



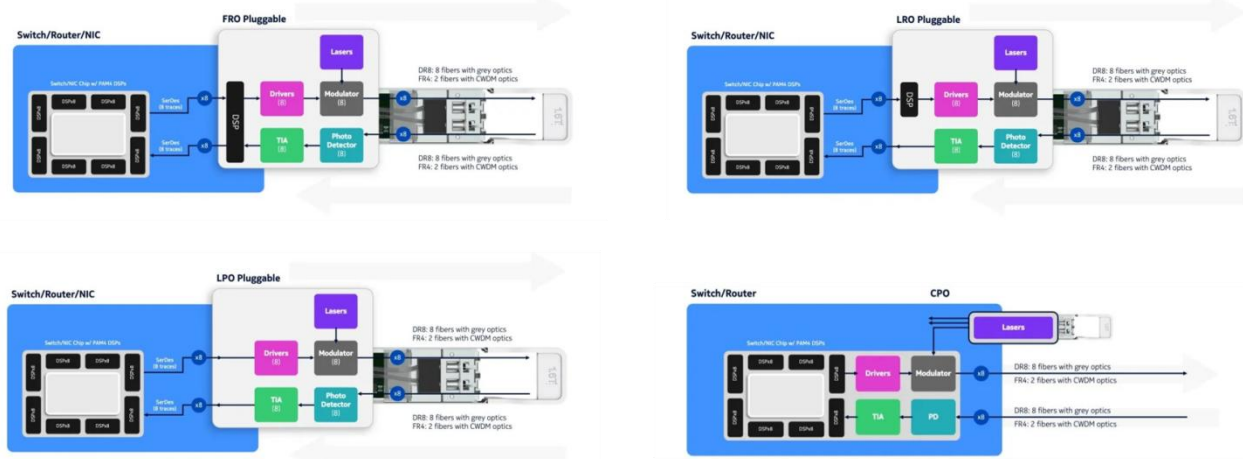
资料来源：新华三，爱建证券研究所

图表 14：DSP 芯片是光模块中功耗最高的组件之一



资料来源：Semianalysis，爱建证券研究所

图表 15：取消 DSP 是光模块的发展方向之一



资料来源：NOKIA，爱建证券研究所

图表 16：CPO 链路损耗极低

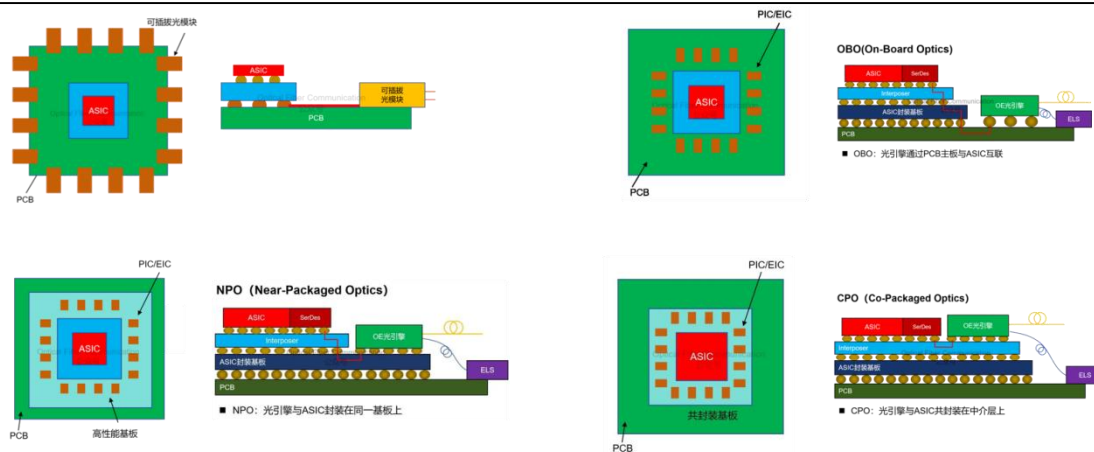
对比维度	FRO	LRO	LPO	CPO
SerDes 链路损耗	20-22dB	16-18dB	16dB	1-4dB
DSP 数量	完整（收发双向）	半套（仅发射端）	无，由主机 ASIC 驱动处理	集成于主机 ASIC
功耗	25W/模块 (0.016W/G) (16.0pJ/bit)	16W/模块 (0.01W/G) (10.0pJ/bit)	10W/模块 (0.0063W/G) (6.3pJ/bit)	5W* (0.0031W/G) (3.125pJ/bit)
传输距离	30m-80km 以上	2-10km	100m-2km	2-500m
速率 (bps)	100G/200G/400G/800G, 1.6T 开始商用	400G/800G	主要适配 400G/800G，更高速 率的标准化与生态尚未成熟	3.2T/6.4T，拆分支持多个 400G/800G
优势	长距信号完整；成熟生态体系。	相比 FRO 功耗更低、成本更低。	功耗极低；延迟低。	功耗超低、延迟极低。
挑战	因使用 DSP 导致功耗和成本较高；延迟高于线性方案。	需要主机 ASIC 具备接收端信号处理能力。	传输距离短；多厂商互操作性有限；需要主机 ASIC 具备收发双向信号处理能力。	需要高度复杂的主机 ASIC；仅激光器可现场更换；多厂商互操作性有待完善
进度	广泛部署	LRO 的标准草案已发布，目前处于完善阶段，仍受限于规模效应不足、产业链成熟度较低，尚未成为市场主流选择。	LPO 标准已正式发布，生态相对清晰，为当前部署提供了明确依据，已在头部云厂商和芯片企业规模化部署。	CPO 仍处于发展早期，整机组件的可靠性尚需在实际网络环境中进行长期验证。

资料来源：NOKIA，ZTE，爱建证券研究所（*：CPO 若使用外置激光源（ELS），统计中可能未包含激光器功耗。功耗（W）=总数据速率（bit/s）×单位能效（pJ/bit））

光模块架构迭代核心趋势为持续缩短 ASIC 与光芯片（PIC）/电芯片（EIC）互连距离以降低信道损耗和功耗。行业已形成可插拔、OBO（On Board Optics，板载光学）、NPO（Near Package Optics，近封装光学）、CPO 迭代技术路线；可插拔方案将光模块置于交换机 PCB 边缘，ASIC 与光引擎间长距离主板走线导致显著损耗；OBO 把 PIC/EIC 直接贴装于 ASIC 周边同一块主板，缩短板级互连走线实现功耗优化；NPO 将光引擎与 ASIC 封装在同一个基板上；CPO 作为光电集成高阶方案，将光引擎与 ASIC 直接封装在同一

个中介层（Interposer）上，光引擎和 ASIC 通过中介层上的微凸块或硅通孔直接互联，相较 NPO 进一步压缩互连长度、减少损耗，在功耗、时延、集成密度层面具备最优理论性能。激光是最常见的故障点之一，如今大多数 CPO 方案采用可插拔的外部激光源（ELS），以提升可维护性和可更换性。光模块架构将依据性能、运维与成本需求共存。

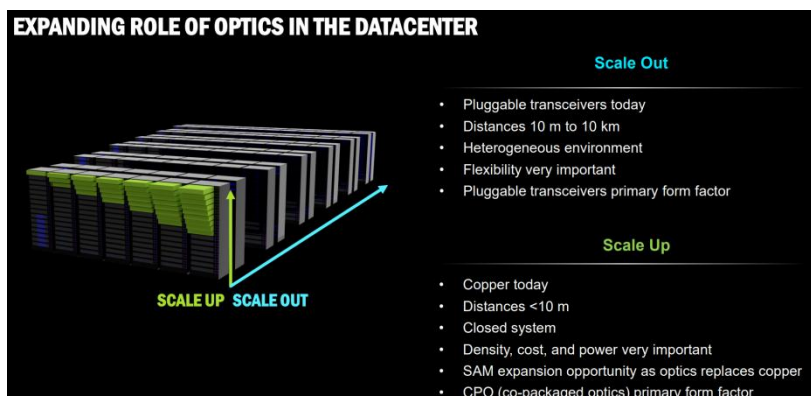
图表 17：CPO 在同一封装内部完成短距离互连



资料来源：Optical Fiber Communication，爱建证券研究所

在 Scale-Up 场景中以光互连替代铜缆，为 CPO 创造了落地契机。现阶段光器件尚无法实现芯片级集成，但长期行业将实现片上光学；目前 CPO 仍存在诸多技术与产业难题：CPO 将光器件与交换芯片同板集成，而光器件故障率高于电子器件，故障处理成本较高；产业生态与行业标准尚未完善，技术资源高度集中于博通、英伟达两家厂商，不像可插拔光模块拥有多元化供应商体系，进一步加剧产业资源垄断；CPO 工艺复杂，现阶段量产良率偏低，成本偏高。为匹配数据中心持续增长的高速 I/O 与超大带宽需求，CPO 仍是行业转型的重要途径。

图表 18：Scale-Up 扩容带来的端口密度与功耗压力，将加速市场向光互联/CPO 方案演进



资料来源：Coherent，爱建证券研究所

1.4 竞争格局：技术代差和客户结构推动企业盈利能力分化

利润集中于头部光模块厂商，关键在于技术优势和海外客户导入。头部光模块厂商净利润在通信网络设备及器件板块占比较高，2025 年中际旭创和新易盛两家光模块厂商分别占据通信网络设备及器件（SW）板块净利润总和的 35.27%和 29.09%，合计占比超 64%。这种利润集中的现象原因有：**1) 技术优势：**中际旭创和新易盛高速光模块业务收入占公司总收入的 80%以上，在先进技术领域保持领先，中际旭创硅光产品良率较高。据第一财经，按收入计，中际旭创 2025 年成为全球最大的硅光光模块供应商，截至 2026Q1，硅光产品在其高速系列中的收入占比约 70%。新易盛 2018 年对 Alpine 追加投资并在董事会中派驻代表，能够对 Alpine 公司施加重大影响，利于完善公司“光器件芯片制造-光器件芯片封装-光模块制造”的全产业链路，2019 年起毛利率大幅增加；**2) 海外客户：**中际旭创和新易盛海外收入占比较高，2025 年均均在 90%以上，海外客户更为重视交付的稳定性，价格敏感度较低，相应的海外市场毛利率较高，推动具有海外市场优势的光模块厂商盈利能力显著提升。

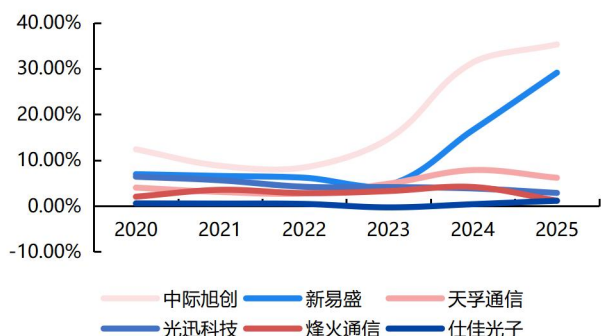
技术演进推动利润重分配，增量利润优先向上游光芯片等接近性能瓶颈的环节迁移。随着光模块速率提升和硅光快速渗透，利润将向上游光芯片、CW 光源及相关高精密封装能力迁移，光芯片是光模块的核心器件，其价值占比随速率提升而显著放大，光芯片作为性能瓶颈，其紧缺程度决定了利润分配。尤其是在 200G EML、高功率 CW 激光器等高端光芯片领域，由于技术壁垒高、产能扩张慢，供需缺口或持续存在，价格持续上涨，这促使拥有自研光芯片能力或能够稳定获取光芯片的厂商在产业链中获取更高的利润分配；DSP 芯片和隔离器核心部件（如旋光片、偏振片）等也因供应紧张而价格上涨，利润或逐渐向这些环节集中。

图表 19：中国厂商逐渐成为主要的光模块供应商

Ranking of Top 10 Transceiver Suppliers			
LIGHTCOUNTING			
2010	2018	2024	2025
Finisar	Finisar	1 Innolight	Innolight 中际旭创-中国
Opnext	Innolight	2 Coherent	Eoptolink 新易盛-中国
Sumitomo	Hisense	3 Eoptolink	Coherent 高通-美国
Avago	Accelink	4 Accelink	Accelink 光迅科技-中国
Source Photonics	FOIT (Avago)	5 HG Genuine	Molex 罗技-美国
Fujitsu	Lumentum/Oclaro	6 Ligent (Hisense)	Ligent (Hisense) 光迅科技-中国
JDSU	Acacia	7 Source Photonics	HG Genuine 光迅科技-中国
Emcore	Intel	8 Molex	Source Photonics 高通-美国
WTD	AOI	9 Lumentum	Lumentum 光迅科技-中国
NeoPhotonics	Sumitomo	10 CIG	CIG 光迅科技-中国

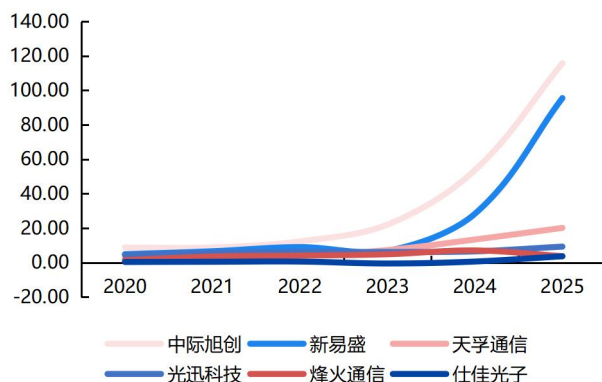
资料来源：LightCounting，爱建证券研究所

图表 20: 头部光模块厂商净利润在通信网络设备及器件板块占比较高



资料来源: iFinD, 爱建证券研究所

图表 21: 头部光模块商净利润 2024 年起快速增长 (亿元)



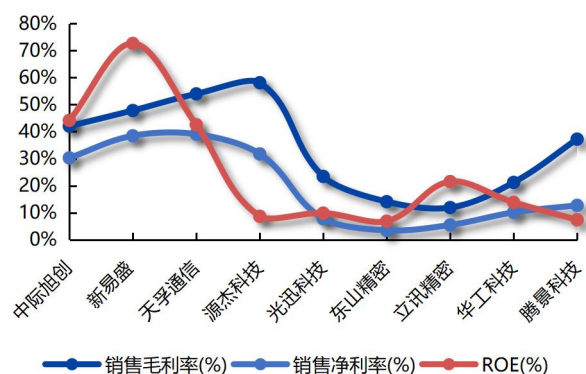
资料来源: iFinD, 爱建证券研究所

图表 22: 中际旭创光模块技术较为领先

厂商	800G 进展	1.6T 进展	3.2T/前沿技术进展
中际旭创	批量出货	批量出货	3.2T研发阶段, 预计2028年成熟
新易盛	批量出货	批量出货	推进NPO, 预计2027H2商业起量
东山精密	批量出货	已有产品	研发3.2T和CPO相关产品
立讯精密	国内和国外的客户进展顺利	国内和国外的客户进展顺利	率先推出单模块 12.8Tbps 带宽的 XPO 超高密度互连全方案, 研发侧加速落地 1.6T LRO/LPO 及 3.2T NPO 技术
光迅科技	批量出货	具备批量交付能力, 放量进度取决于市场及客户	积极投入CPO相关光器件及连接方案研发
华工科技	高端光模块小批量及 1.6T 光模块产品在海外集成商、渠道商批量交付	基于 3nm DSP 的 1.6T 光模块样机研发完成并送样	加快 3.2T/6.4T 迭代, 硅光、LPO、CPO 多路线并行
剑桥科技	批量出货		启动3.2T/6.4T NPO/CPO 等前瞻技术研发

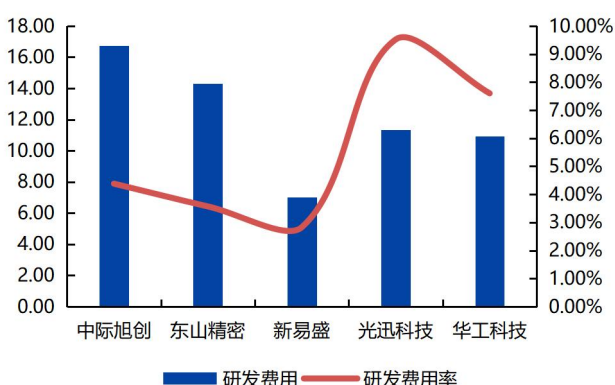
资料来源: 各公司公告, 爱建证券研究所

图表 23: 2025 年头部光模块厂商高净利率推高 ROE



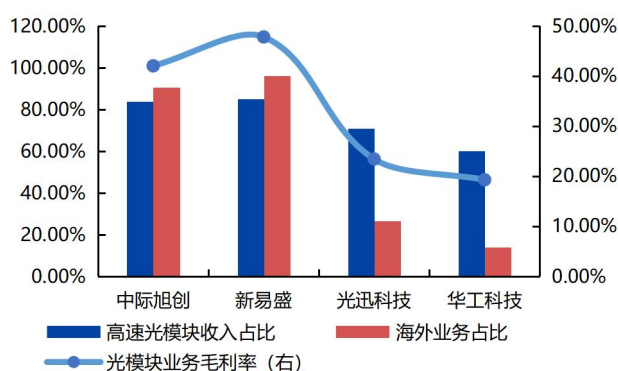
资料来源: iFinD, 爱建证券研究所

图表 24: 2025 年中际旭创研发费用较高 (亿元)



资料来源: iFinD, 爱建证券研究所

图表 25: 光模块厂商毛利率和高速光模块和海外业务占比具有相关性



资料来源: 碧湾, OFWeek, 爱建证券研究所

2. 光芯片：硅光和 CPO 推动高功率 CW 激光器需求和探测器集成化

2.1 激光器芯片：硅光渗透率提升推动 CW 需求，高端光模块中激光器价值量抬升

激光器是光收发模块的核心器件，光芯片按功能可以分为激光器芯片和探测器芯片。其中激光器芯片主要用于发射信号，将电信号转化为光信号，探测器芯片主要用于接收信号，将光信号转化为电信号。激光器芯片，按出光结构可进一步分为面发射芯片和边发射芯片，面发射芯片包括 VCSEL 芯片，多为 GaAs 材料体系，边发射芯片包括 FP、DFB 和 EML 芯片，多为 InP 材料体系；探测器芯片，主要有 PIN 和 APD 等。

数据中心激光器芯片与电信激光器芯片市场呈现差异化技术格局。数据中心激光器芯片市场形成 EML 与 CW 激光器芯片双轮驱动的技术路线：EML 激光器芯片作为成熟方案，广泛应用于 400G 及以上光互连产品。近年来，具备高集成、低成本优势的硅光方案成为高速迭代主流方向，需要配套大功率 CW 激光器芯片；电信领域则以边发射激光器芯片为主流，核心原因是其可满足严苛的传输性能指标。其中，DFB 激光器芯片大量用于 5G 前传、光纤接入等中短距离传输场景；而 EML 激光器芯片凭借低啁啾、高消光比的特性规避色散损耗，在骨干网、高速光纤接入等长距离、高速率传输节点占据主导地位。

图表 26：激光器芯片市场以 EML 和 CW 为主（十亿美元）

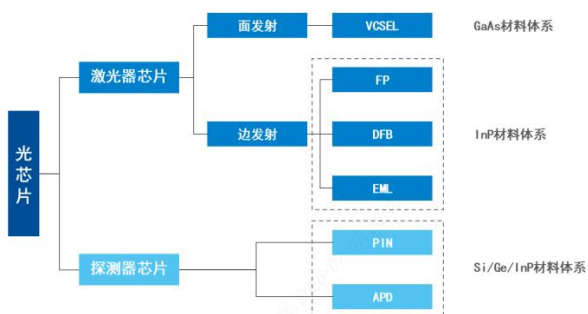
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
总计	0.80	1.00	1.30	1.70	2.54	3.90	6.00	8.70	11.90	17.60	22.90
CW 激光器芯片					0.04	0.20	0.90	1.90	3.30	6.40	10.10
50mW 及以下					0.02	0.10	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30
70mW 及 100mW					0.02	0.10	0.70	1.50	2.10	2.80	3.20
100mW 及以上								0.20	0.90	3.30	6.60
EML 激光器芯片	0.10	0.20	0.30	0.40	0.90	1.90	3.10	4.80	6.60	9.10	10.70
50G 及以下					0.40	0.50	0.50	0.50	0.60	0.60	0.70
100G	0.10	0.20	0.20	0.30	0.50	1.20	1.50	2.00	2.30	2.60	2.20
200G 及以上			0.10	0.10	0.00	0.20	1.20	2.30	3.60	5.90	7.80
其他	0.70	0.80	1.00	1.30	1.60	1.80	1.90	2.00	2.00	2.10	2.10

资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

短距数通光模块主要采用 VCSEL 激光器芯片，中长距以 EML 为主。器件通过向半导体材料注入电流，依靠谐振腔内光子振荡与光增益效应生成激光，其选型与光模块传输距离强相关，市面上主流激光器类型包含 VCSEL、FP、DFB、DML 和 EML 等，部分厂商正在探索 Micro LED 用于光模块。在当前数据中心可插拔光模块市场中，100m 以内的 400G/800G 短距多模光路主要采用 VCSEL（垂直腔面发射激光器），VCSEL 成本和功耗

较低，但是传输距离较短；中距单模 400G/800G/1.6T 光路主要采用 EML 和 CW 硅光方案；10km 以上距离的通信主要采用 EML 和 DFB-MZ 方案。

图表 27：光芯片按功能可以分为激光器芯片和探测器芯片



资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

图表 28：800G/1.6T 光模块单通道 100G、200G/通道激光器方案

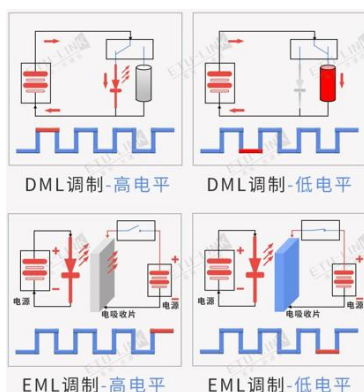
Short-Reach < 50 m	Mid-Reach 500 m to 2 km	Long-Reach Up to 10 km
8x100G for 800G 8x200G for 1.6T	8x100G for 800G 4x200G for 800G 8x200G for 1.6T	8x100G for 800G 4x200G for 800G 8x200G for 1.6T
Gallium Arsenide	Indium Phosphide, Silicon Photonics	Indium Phosphide
▪ VCSEL	▪ EML ▪ InP CW Laser with Silicon Photonics	▪ EML ▪ DFB-MZ

资料来源：Coherent，爱建证券研究所

激光器按照调制技术可分为 DML（直接调制激光）和 EML（外调制激光）两类。DML 直接控制通过激光器的电流来发出不同强度的光，DML 常见的种类主要为 VCSEL 和 DFB；EML 以恒定电流通过激光器，光信号的强度变化通过外调制器实现，EML 使激光器可保持稳定发光状态，从而提高了输出信号的质量，EML 芯片通常由 DFB 激光芯片和 EAM（电吸收调制器）构成。EML 调制技术一般用于速率 10Gbps 以上、长距离 40KM 及以上的光模块。EML 激光器中调制器所用材料通常为磷化铟，随着光模块速率逐渐提升，薄膜铌酸锂（TFLN）得益于其高带宽优势而逐渐受到关注。

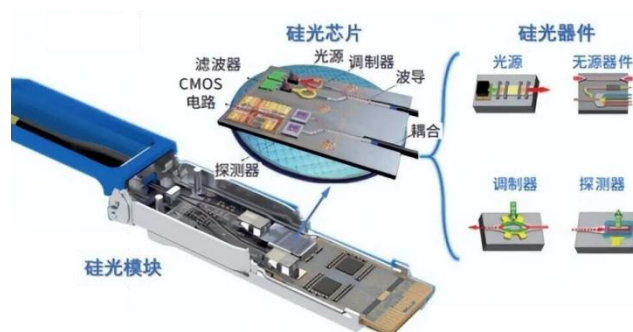
硅光（SiPh）采用“激光器与调制器分离”的架构，利用硅基半导体制造工艺，在硅晶圆上集成并制造 PIC 芯片。硅光将原本复杂的光学系统微型化、集成化，功耗和成本较低，硅光芯片本身不发光，它只负责对光进行调制、路由等处理。光源由外部的、独立的连续波（CW）激光器提供。硅光调制器中硅材料本身的物理特性决定了其在超高速率下的调制性能存在瓶颈。硅光方案中常用的马赫-曾德尔调制器（MZM）或微环调制器，在单通道速率达到 400G 时，其性能、功耗和传输距离都面临挑战，将性能优异的 TFLN 调制器与成熟的硅光平台进行集成，是解决硅光调制器性能瓶颈的关键途径。

图表 29：激光器按照调制技术可分为 DML 和 EML



资料来源：易天光通信，爱建证券研究所

图表 30：硅光芯片在硅基材料上集成调制器、探测器以及无源光学器件

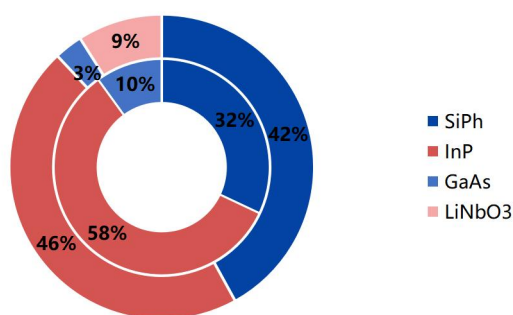


资料来源：Intel，爱建证券研究所

硅光技术现已广泛应用于数据中心光互连市场，尤其在各类高速光互连产品中渗透率持续走高。据 LightCounting，2025 年，硅光芯片占光芯片出货量比例达 32.0%。随着硅光技术不断迭代升级，叠加光互连产品持续向更高传输速率演进，LightCounting 预计至 2031 年，硅光芯片占光芯片出货量比例将提升至 42.0%。

光源成本降低显著削减硅光光模块成本。据观研天下数据，若采用 EML 光源，800G 光模块需要 8 颗 100G EML 光源，成本近 90 美元；而采用硅光方案的光源需 2 颗 100mW 的 CW 光源，成本约为 30 美元，光源成本显著降低。

图表 31：SiPh 渗透率逐渐提升



资料来源：LightCounting，爱建证券研究所（外环：2031 年；内环：2025 年）

图表 32：硅光光模块总成本随光源成本降低

800G 单模光模块			800G 硅光模块		
器件/芯片	单价(美元)	价值(美元)	器件/芯片	单价(美元)	价值(美元)
DSP*1	90	90	DSP*1	90	90
100GEML*8	11	88	CW(100mW)*2	15	30
Driver*2+TIA*2	8	32	Driver*2+TIA*2	8	32
光器件 (TOSA/ROSA)	-	60	硅光芯片	-	50
PCB/结构件/壳等其他	-	55	PCB/结构件/壳等其他	-	50
原材料成本总和	-	325	原材料成本总和	-	252
人工及加工费	-	85	人工及加工费	-	75
总成本	-	410	总成本	-	327
总价 (35%毛利率)	-	631	总价 (35%毛利率)	-	503

资料来源：观研天下，爱建证券研究所

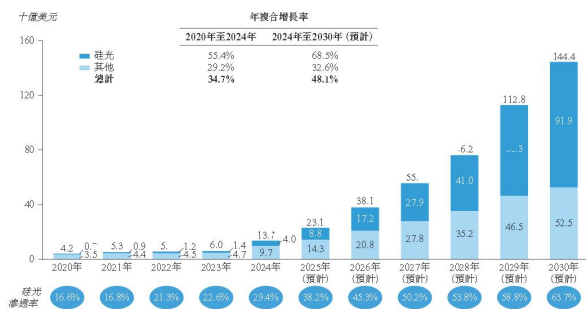
随着光互连产品传输速率迭代升级，市场对激光器芯片的性能标准与用量需求同步提升，单位光互连产品里激光器芯片的价值占比随之提高。以 EML 方案为例：400G 光模块普遍采用“4 通道×100G”架构，单块光模块搭载 4 颗 100G EML 激光器芯片；产品迭代至 1.6T 规格后，主流配置升级为“8 通道×200G”，对应需要 8 颗 200G EML 激光器芯片。而硅光方案下，400G 光模块一般仅需 2 颗 50mW 或 70mW 规格的 CW 激光器芯片；1.6T 硅光产品则需配备 4 颗 70mW 或 100mW 的 CW 激光器芯片。

EML 激光器芯片与 CW 激光器芯片占据市场主导份额，行业重要性持续提升。2024 年，EML 激光器芯片、CW 激光器芯片合计市场规模达 9.4 亿美元，合计市场占比约 38.1%。展望未来，两类产品营收预计维持高速增长，市场占比持续上行；预计 2030 年二者合计市场规模将达到 208.0 亿美元，年复合增长率 66.6%，合计市场占比提升至约 90.9%。

高端激光器芯片市场供需失衡，绝大多数光互连方案商需外购激光器芯片。以 2025 年对外销售收入口径统计，Lumentum 是全球最大的激光器芯片供应商，市占率约为 16.7%，源杰科技在国内企业中排名首位，市占率约为 3.1%。适用于 400G 及以上传输速率的高速率光互连产品激光器芯片，主要包含 100G 及以上规格的 EML 激光器芯片，以及输出功率 50mW 及以上的 CW 激光器芯片。按 2025 年对外销售收入统计，Lumentum 在高速率激光器芯片市场市占率最高，约为 33.0%，源杰科技在国内企业中排名第一，市占率为 4.3%。CW 激光器芯片主要应用于 400G 及以上规格的硅光高速率光互连产品。以 2025 年对外销售收入口径计算，住友电工市占率最高，达到 31.7%，源杰科技为全球第二大硅光高速率光互连产品激光器芯片供应商，市场占有率 23.6%。

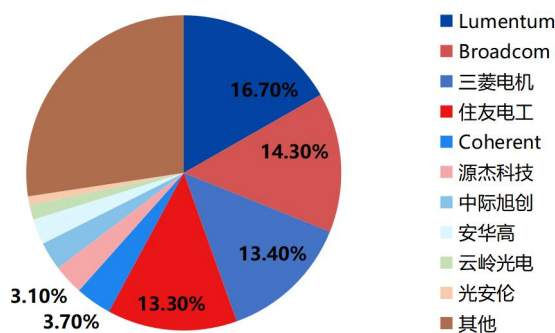
图表 33：SiPh 市场规模逐步扩大

全球數據中心光互連市場規模，按應用技術分，以收入計，2020年至2030年（預計）



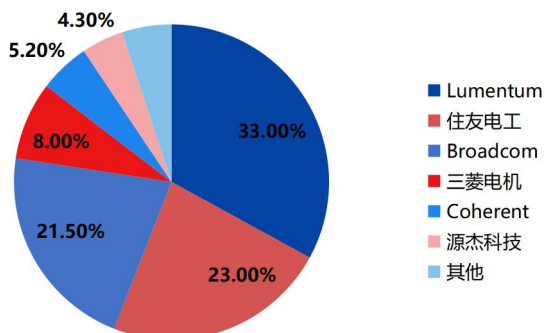
资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

图表 34：全球激光器芯片市场仍由海外主导



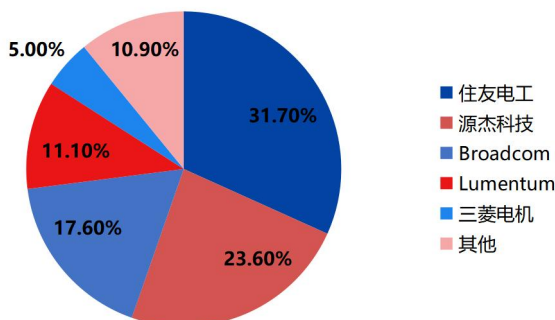
资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

图表 35：Lumentum 主导全球高速率光互连产品激光器芯片市场



资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

图表 36：住友电工主导全球硅光高速率光互连产品激光器芯片市场



资料来源：源杰科技，爱建证券研究所

2.2 探测器芯片：高速 PD 格局集中，硅光和 CPO 推动分立 PD 转向集成

探测器芯片主要包括 PIN 和 APD，PIN 主要用于中长距离传输，APD 用于长距离传输。

PIN 探测器芯片兼容 830-860nm、1100-1600nm 多段工作波长，具备噪声小、驱动电压低、成本低廉的优势，但接收灵敏度偏低，主要用于中长距离传输场景；APD 探测器芯片工作波长集中在 1270-1610nm 波段，依靠雪崩倍增效应拥有极高接收灵敏度，不过产品成本更高，专门适配长距离单模光纤传输场景。

全球探测器芯片市场由美日厂商主导。主要企业包括 Lumentum、Broadcom、Coherent、住友电工、三菱电机等。国内主要厂商包括深圳芯思杰、长光华芯、光森电子、三安集成、敏芯半导体、武汉敏芯半导体、武汉云岭光电等。锗硅光电探测器是硅光芯片实现光电转换的核心器件。

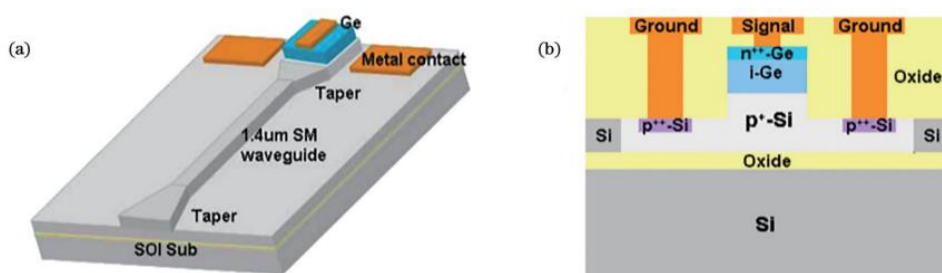
图表 37：探测器芯片主要包括 PIN 和 APD 等

探测器芯片类型	工作波长	产品特性	应用场景
PIN	830-860nm/1100-1600nm	噪声小，工作电压低，成本低，灵敏度低	中长距离传输
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，爱建证券研究所

硅光子学平台上 Ge/Si PD 适用于高速通信场景。硅光子学平台上 PD 实现方案主要包括 Ge/Si PD、GeSn PD、全硅探测器等。与其他类型的近红外探测器相比，Ge/Si PD 在性能、工艺兼容性和成本等方面具有优势。与 GeSn PD 相比，Ge/Si PD 工艺成熟、稳定性好，适用于高速通信场景。

图表 38：垂直 Ge PIN 型 PD 通过选择性外延生长将 Ge 沉积于预掺杂的硅表面



资料来源：《光学学报》，爱建证券研究所

2.3 无源光芯片：需求持续提升，供给集中于美日厂商

无源光芯片不需外部供电，凭借光学结构处理光信号，不进行光电信号的转换。光模块中无源光芯片主要包括光隔离器、阵列波导光栅（AWG）、光分路器、耦合器和光纤阵

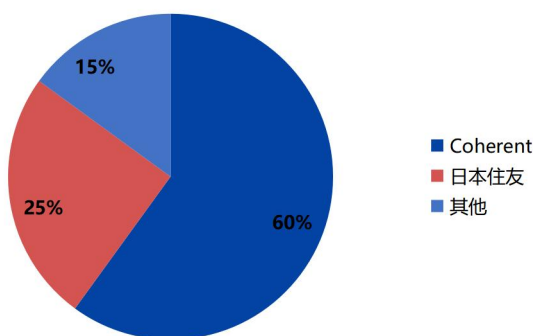
列单元（FAU）等。

光隔离器：主要用于阻断反射光回流保护激光器，其核心组件法拉第旋片全球产能供给紧缺，主要由日本、美国企业主导供应。据本数咨询数据，Coherent 占据全球光隔离器 60%的市场份额，其次是日本住友，份额约为 25%，格局高度集中。

AWG：可将多个波长的光复合到单一的光纤中，提高光纤网络的传播效率，与其它 FBG、TTF 等波分产品相比具有集成度高、通道数目多、插入损耗小、易于批量自动化生产等优点。全球 AWG 阵列波导光栅市场持续扩大，据智研咨询数据，2026-2035 年全球 AWG 阵列波导光栅市场规模将由 15.5 亿美元增长至 39.6 亿美元，期间 CAGR 约 11.0%。从 AWG 芯片产品结构拆分来看，100G AWG 芯片当前仍是市场主流品类，200G AWG 芯片伴随算力升级、高速数据中心互联建设实现快速放量。中国高性能 AWG 量产能力持续抬升。

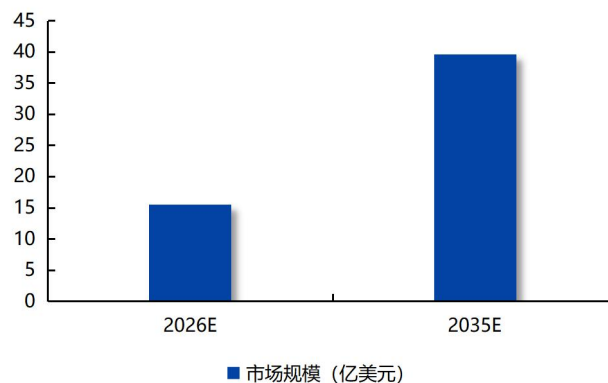
FAU：核心功能是将光纤精确定位并固定，使之与光引擎的耦合端口对齐，减少光信号损失。据光纤在线预测，2026 年数据中心光互联用 FAU 需求约为 1.6 亿只（包括可插拔光模块用 FA-MT、CPO 用 FA-MT 及保偏 FAU），2027 年总需求量将环比增长超 80%；目前市场总供应能力约 1.7 亿只/年；根据对需求增长趋势的预测，市场供应能力还需提高。据 QYResearch 数据，2024 年 FAU 市场规模近 1 亿美元，2029 年规模增长至 1.3 亿美元，其中用在硅光集成方案的 FAU 占比约为 15%。

图表 39：光隔离器市场由 Coherent 和日本住友主导



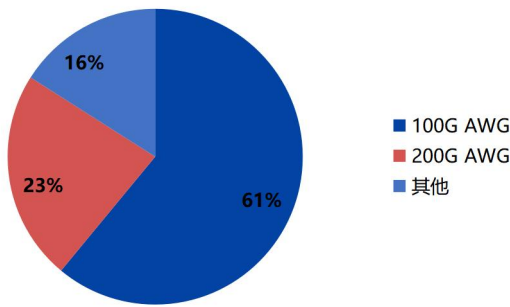
资料来源：本数咨询，爱建证券研究所

图表 40：2035 年 AWG 市场规模将扩大至近 40 亿美元



资料来源：智研咨询，爱建证券研究所

图表 41: AWG 仍以 100G 为主, 200G 快速渗透



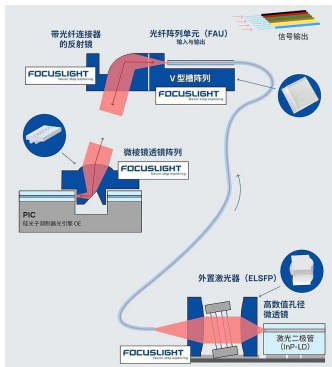
资料来源: 本数咨询, 爱建证券研究所

图表 42: 中国高性能 AWG 量产能力持续提升

企业名称	总部/基地	核心技术路线	产品布局	客户结构	高端产品落地
光迅科技	武汉光谷	石英基无热 AWG + 硅基 AWG 双轮	16~96 通道全品类, 电信 + 数通 MWDW/LWDM	三大运营商、华为、中兴、海外电信设备商	800G 批量出货, 1.6T 研发
仕佳光子	河南郑州	IDM 自研 PLC 芯片, 石英无热为主, 硅基为辅	全通道无热 AWG、数通高速 WDM、工业高温产品	英伟达、Intel、华为、中兴	国内独家量产 1.6T AWG, 800G 大批量供货
昂纳科技	深圳坪山	TO 封装热调谐 AWG (TOAWG), C+L 波段	高精度热调谐器件, 数通 DR 配套、骨干传输	微软、Meta、国内头部云厂商	二代 TOAWG 量产, 800G 配套落地, 1.6T 预研
博创科技	嘉兴+苏州	硅基 + PLC 混合集成 AWG	短距 DR 配套 AWG、云厂高低成本 WDM	阿里、腾讯、国内 IDC 厂商	800G 硅光 AWG 量产, CPO-FAU 送样
亿源通	深圳	高斯结构无热 AWG, 低插损	5G 前传 + 中低端数通无热器件	国内运营商、海外白牌设备商	400G 量产, 800G 样品测试
易飞扬	深圳	经济型无热 AWG, AOC 配套专用	AOC 有源光模块配套小通道 AWG	国内 IDC、海外白牌数据中	400G 配套量产, 800G 研发
光库科技	珠海	特种高可靠宽温 AWG	航天、海缆、工业定制化 AWG	航天院所、海外海底通信商	宇航级 AWG 量产, 800G 特种研发
耀游光电	上海	硅光集成 + 自由空间复合 AWG	CPO 配套集成器件	光模块厂商、新锐硅光企业	样品阶段, 侧重 1.6T 配套

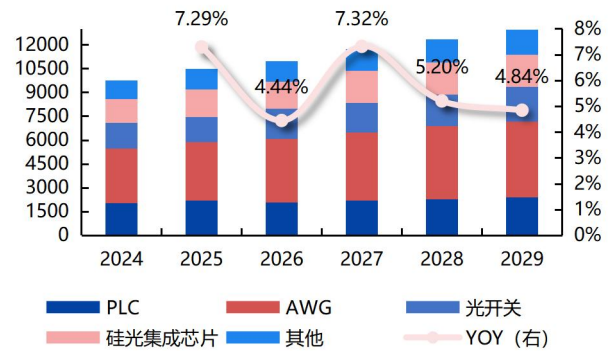
资料来源: 智研咨询, 爱建证券研究所

图表 43: FAU 可实现光纤与光芯片的高效耦合



资料来源: 炬光科技, 爱建证券研究所

图表 44: FAU 市场规模逐步提升



资料来源: QYResearch, 爱建证券研究所

3. 电芯片: 趋于集成, 技术演进推动价值量分化

CPO 架构推动电信号处理功能集成化, 压缩独立电芯片需求, 和系统级芯片厂商合作能力或成电芯片厂商发展的关键。CPO 架构通过缩短电信号路径, 将直接消除或压缩对高功耗独立 DSP 芯片的需求, 其功能或被集成到系统 ASIC 或与 Driver 合封, 这使得独立 DSP 制造商面临需求缩减问题。短期内 Driver 和 TIA 的线性度等性能需求和价值量或因 DSP 取消而提升, 长期来看, 电芯片市场格局将发生根本性重塑, 客户结构或从光模块厂商转向芯片厂商, 导致只有能深度绑定系统级芯片厂商或在开放生态中提供差异化价值的电芯片厂商才能持续发展, 而缺乏集成能力及合作关系的厂商市场空间或被大幅压缩。

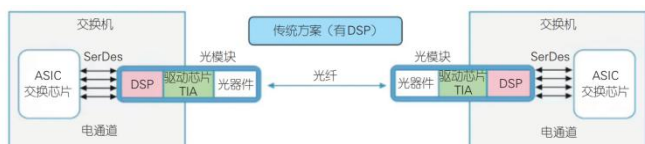
3.1 DSP: 电信号转换为光信号的核心, 高速产品海外企业主导

DSP (数字信号处理器) 负责将电信号转换为光信号, 包括高速信号的编解码、均衡与纠错, 直接决定了光传输的速率、功耗与稳定性。据 CAICT 数据, 全球光模块电芯片市场由 ADI 和 TI 等海外企业主导, 25G 及以下 DSP 产品国产化率达 60%, 50G 及以上高

速产品海外企业技术领先和生态绑定导致格局集中，博通、Marvell 双寡头合计拿下 90% 以上的高端 PAM4 DSP 市场份额，各厂商之间的竞争差异体现在芯片性能、功耗效率及系统集成能力三个维度，紫光展锐、壁仞科技、光迅科技等中国企业正加快高速电芯片研发布局，但 DSP 价值量和功耗较高，降功耗需求或推动 DSP 取消。

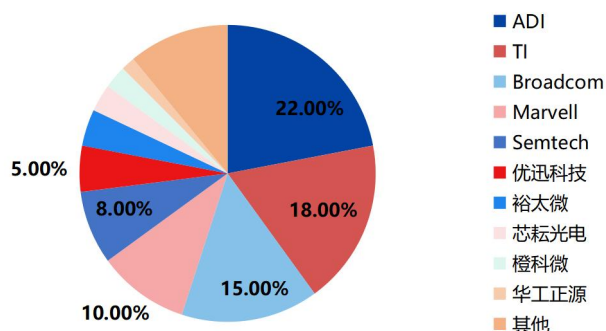
全球 DSP 市场快速扩大。随着数据中心建设推动高速光模块放量，并向 1.6T 演进，PAM4 DSP 需求持续增长。据 DataIntelto 数据，全球 PAM4 DSP 整体市场规模将于 2034 年增长至 148 亿美元（包括电信、汽车和工业等多个应用场景）。

图表 45：DSP 负责将电信号转换为光信号



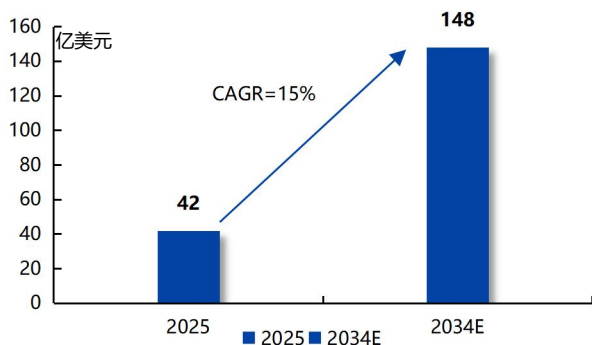
资料来源：ZTE，爱建证券研究所

图表 46：全球光模块电芯片市场由 ADI 等海外企业主导



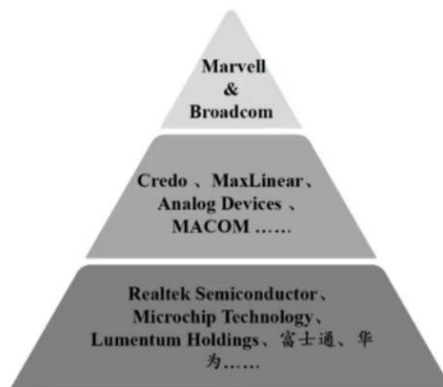
资料来源：CAICT，爱建证券研究所

图表 47：全球 DSP 市场快速扩大



资料来源：DataIntelto，爱建证券研究所

图表 48：全球光模块 DSP 市场由博通和 Marvell 主导



资料来源：HTF Market Intellig, 爱建证券研究所

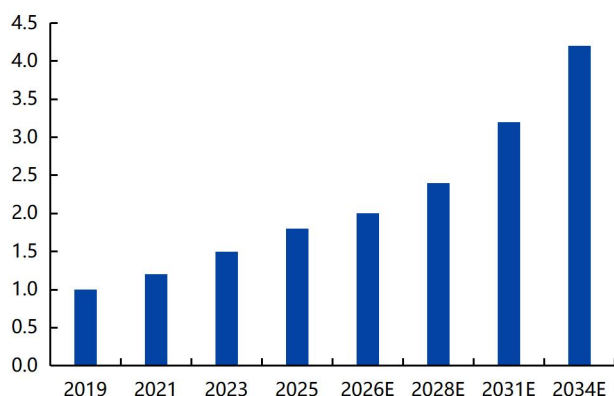
3.2 Driver：铌酸锂调制器驱动芯片占比高，硅光调制器驱动芯片占比快速提升

Driver（驱动器）负责把 DSP 输出的小幅高速电信号放大，驱动激光器或调制器工作。光调制器驱动芯片可为光通信系统中的电光调制器提供高精度、高带宽高压电驱动信号。据 DataIntelto 数据，2025 年全球光调制器驱动芯片市场规模达 18 亿美元，随着互联网流量与云计算算力需求呈指数级增长、全球 5G 基建部署提速、大型云厂商数据中心加速向 400G/800G 光互连升级，同时 1.6T 新一代光互连标准逐步落地，预计 2034

年将增至 42 亿美元，2026 至 2034 年内 CAGR 为 9.8%。硅光集成平台推动 CPO 技术落地，调制器驱动芯片可与光引擎直接集成在交换机专用 ASIC 芯片上。

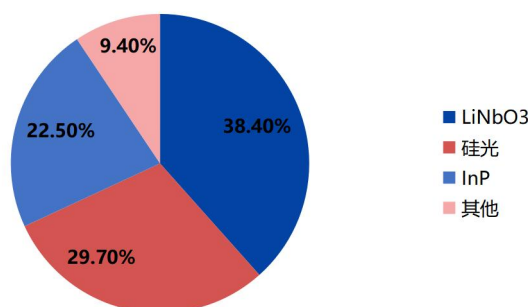
2025 年铌酸锂调制器驱动芯片占比高，硅光调制器驱动芯片占比快速提升。光调制器驱动芯片市场可分为铌酸锂（LiNbO₃）调制器驱动芯片、硅光调制器驱动芯片、InP 调制器驱动芯片及其他品类。据 DataIntel 数据，2025 年铌酸锂调制器驱动芯片市场份额最高，占比约 38.4%，对应市场规模约 6.91 亿美元，硅光、磷化铟方案不断抢占中短距场景市场份额，DataIntel 预计 2026-2034 年铌酸锂调制器驱动芯片细分赛道 CAGR 约 7.8%，略低于行业整体均值；据 DataIntel 数据，2025 年硅光调制器驱动芯片市场份额约 29.7%，2031 年其整体市场份额将超过铌酸锂驱动芯片；2025 年磷化铟调制器驱动芯片占比约 22.5%；2025 年 TFLN、聚合物等新型品类调制器配套驱动芯片合计占比约 9.4%，预计随着 TFLN 等方案的推进将迎来高速增长。

图表 49：2034 年光模块 Driver 市场或扩大至 42 亿美元



资料来源：DataIntel, 爱建证券研究所

图表 50：光调制器 Driver 市场 LiNbO₃ 类型占比超 38%



资料来源：DataIntel, 爱建证券研究所

3.3 TIA：2.5D 封装是高速 TIA 技术趋势，供给端以 Marvell 等海外企业为主

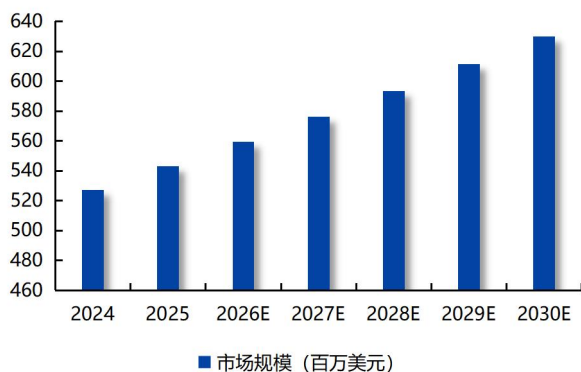
TIA（跨阻放大器）光探测器接收的光信号转换为电信号，2.5D 封装是 200G TIA 技术趋势。TIA 实现了光子到电子的数据转换，同时为光数字信号处理器提供信号放大，过滤噪声并保持信号完整性的作用。当前 TIA 技术面临转折点，现有 100G/Lane TIA 多采用引线键合技术，但传统技术已无法满足 200G/Lane 的需求，Marvell 创新性地采用混合架构：在射频连接部分使用倒装芯片提升性能，其他部分保留引线键合以控制成本，这种 2.5D 封装技术在降低成本的同时提高了良率、串扰性能和信号完整性，逐渐成为 200G TIA 的主流参考方案。

电信行业高速数据传输需求和数据中心扩张推动 TIA 芯片市场强劲增长。据 DiReports 数据，2024 年 TIA 市场规模约为 5.27 亿美元，预计 2030 年达到 6.30 亿美元，CAGR 为 3.0%，市场将保持稳定上升态势。通信行业高速数据传输需求、数据中心持续扩张带来的高端光通信器件需求，是拉动 TIA 芯片需求的核心驱动力。随着两大行业持续大规模

投入网络与算力基础设施升级，对高性能、高效率 TIA 芯片需求将持续提升。

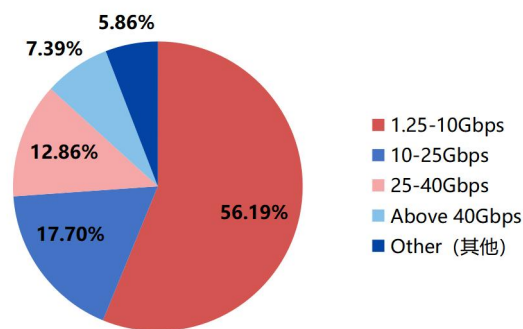
全球市场仍以低速产品为主，供给端由 Marvell 等海外企业主导。据 Business Research Insight 数据, 全球 TIA 需求市场中 1.25-10Gbps 产品仍占比较高, 约为 56%。据 DiReports 数据, Marvell 在 TIA 市场上占据主导地位, 市场份额约为 25%, 其次是 Analog Devices, 市场份额约为 18%。

图表 51: 全球 TIA 市场规模持续扩大



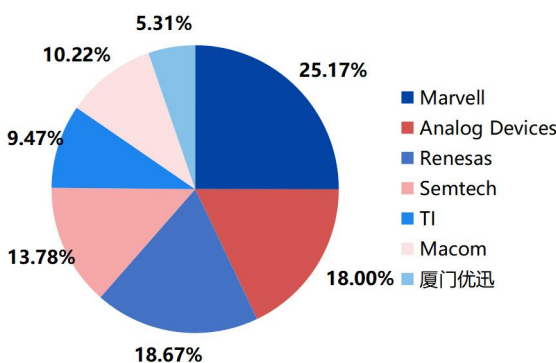
资料来源: DiReports, 爱建证券研究所

图表 52: 全球 TIA 市场仍以低速类型为主



资料来源: Business Research Insight, 爱建证券研究所

图表 53: TIA 供给端由 Marvell 等海外企业主导



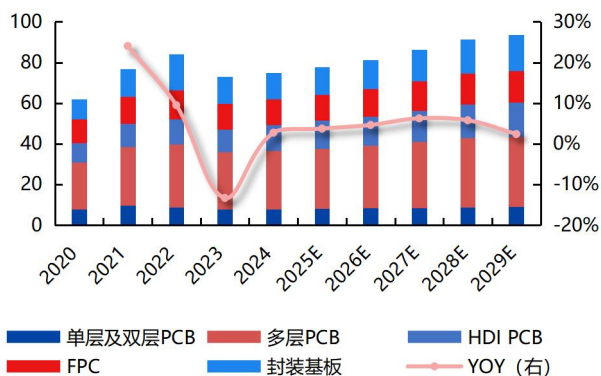
资料来源: DiReports, 爱建证券研究所

4. PCB: 加速从传统高多层板向 mSAP 工艺板过渡

高端产品驱动 PCB 市场稳健增长。据胜宏科技数据, 2024 年全球 PCB 市场规模约为 750 亿美元, 预计 2029 年将增长至 930 亿美元以上。在整体稳健增长背景下, 行业增长主要由高端产品驱动, 其中 HDI、IC 载板及高速高频 PCB 增速显著高于行业平均水平, 成为推动行业结构升级的核心方向。整体来看, PCB 行业逐步转向以 AI 算力为核心的结构性成长阶段。**按 PCB 产品划分:** 2024 年, 以销售收入计, 全球单双层 PCB、多层 PCB、HDI PCB、FPC 及封装基板的市场规模分别为 79 亿美元、286 亿美元、128 亿美元、128 亿美元及 129 亿美元。未来, 随着人工智能、5G 通信及物联网等新兴技术的快速兴起, 全球 PCB 市场规模将持续扩张。预计至 2029 年, 全球单双层 PCB、多层 PCB、HDI PCB、

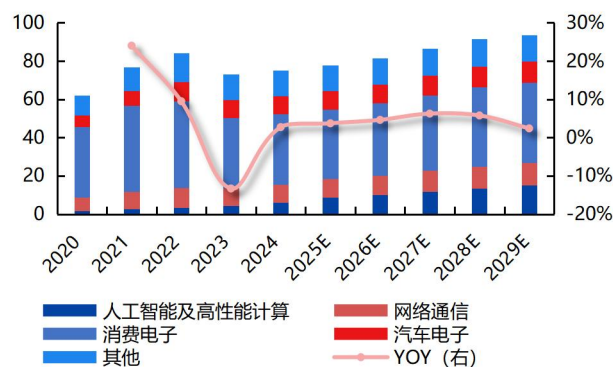
FPC 及封装基板的销售收入将分别达 90 亿美元、345 亿美元、169 亿美元、155 亿美元及 178 亿美元。按 PCB 应用领域划分：2024 年全球 PCB 市场在人工智能及高性能计算、网络通信、消费电子和汽车电子应用领域分别达到 60 亿美元、95 亿美元、367 亿美元及 94 亿美元。据胜宏科技数据，随着服务器、数据中心等云基础设施的需求持续扩大，PCB 产品在人工智能及高性能计算领域用量将明显增加，2029 年将达到 150 亿美元。

图表 54：全球 PCB 市场规模由高端产品驱动（十亿美元）



资料来源：胜宏科技，爱建证券研究所

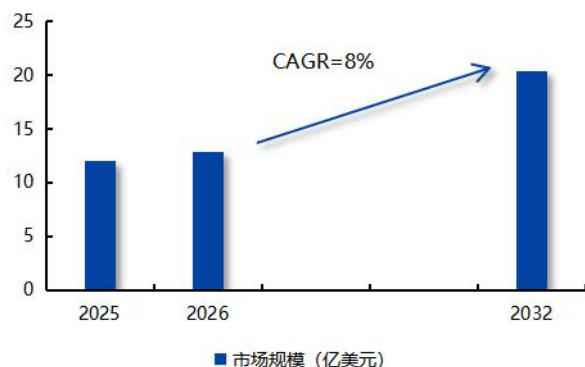
图表 55：人工智能及高性能计算领域用 PCB 增长明显（十亿美元）



资料来源：胜宏科技，爱建证券研究所

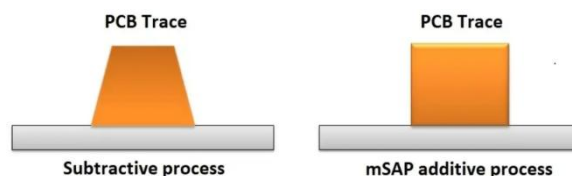
光模块 PCB 市场规模持续扩大，加速从传统高多层板向 mSAP 工艺板过渡。据 LP Information 数据，2025 年全球 800G 光模块 PCB 市场规模大约为 12 亿美元，预计 2032 年超 20 亿美元，2026-2032 期间 CAGR 为 8%，全球市场 800G 光模块 PCB 主要企业包括欣兴电子、生益电子等。光模块逐渐从 800G 向 1.6T 以上升级，传统高多层 PTH 设计已难以满足对 PCB 精度与损耗的需求，mSAP（改良半加成法）工艺能够在极小尺寸内实现更高密度线路布局，减小产品体积并削弱高速信号插入损耗，是支撑下一代高速光模块信号完整性的关键技术路线，具备 mSAP 工艺量产能力与头部客户认证的厂商有望迎来订单放量与产品结构优化的双重驱动。

图表 56：2032 年 800G 光模块 PCB 市场或超 20 亿美元



资料来源：LP Information，爱建证券研究所

图表 57：mSAP 能够实现更高密度线路布局



资料来源：FineLine，爱建证券研究所

5. 投资建议和估值表

5.1 投资建议

- 1) **关注超高速光模块需求驱动市场规模提升：**AI 算力需求推动全球光模块市场高景气，800G 光模块 2025 年需求达新高，CPO 产品预计 2026-2027 年放量，关注光模块厂商技术导入与市场份额提升；
- 2) **关注技术升级与集成化趋势：**COB 封装、LPO/NPO/CPO 等技术方案持续迭代，硅光、薄膜铌酸锂调制器驱动芯片等新技术渗透率或快速提升，产业链升级有望带来结构性机会；
- 3) **关注高端 PCB 与核心器件：**mSAP 工艺加速落地、HDI/高速高频 PCB 需求增长，具备高端产能与认证的厂商有望订单放量，关注光芯片、探测器芯片、驱动器等关键原材料供给能力。

5.2 估值表

图表 58：光模块相关公司估值表

	代码	名称	总市值 (亿元)	净利润 (亿元)			PE		
				2026E	2027E	2028E	2026E	2027E	2028E
光模块	300308.SZ	中际旭创	10152.58	316.19	566.70	807.75	32.11	17.92	12.57
	300502.SZ	新易盛	5703.90	195.95	333.97	504.64	29.11	17.08	11.30
	002475.SZ	立讯精密	4417.54	216.55	279.34	344.87	20.40	15.81	12.81
	002384.SZ	东山精密	3674.20	70.39	144.48	257.91	52.20	25.43	14.25
	002281.SZ	光迅科技	1460.16	16.46	30.74	41.20	88.69	47.49	35.44
	000988.SZ	华工科技	1054.77	23.52	30.59	36.91	44.85	34.48	28.57
光芯片	002384.SZ	东山精密	3674.20	70.39	144.48	257.91	52.20	25.43	14.25
	688498.SH	源杰科技	2030.59	8.24	13.32	19.61	246.50	152.45	103.56
	002281.SZ	光迅科技	1460.16	16.46	30.74	41.20	88.69	47.49	35.44
	688313.SH	仕佳光子	719.29	7.64	13.53	21.63	94.14	53.16	33.26
磷化铟	002428.SZ	云南锗业	662.00	2.65	6.12	9.13	249.69	108.15	72.48
	600641.SH	先导基电	321.93	1.75	2.93	5.30	184.14	109.88	60.69
	300489.SZ	光智科技	336.82	2.44	6.49	10.64	138.32	51.94	31.67
无源光器件	300394.SZ	天孚通信	2914.25	34.67	52.45	75.92	84.07	55.57	38.39
	688313.SH	仕佳光子	719.29	7.64	13.53	21.63	94.14	53.16	33.26
	300548.SZ	长芯博创	636.81	9.23	17.02	23.76	68.99	37.43	26.81
	920045.BJ	衡东光	502.23	5.70	8.76	11.67	88.08	57.31	43.02
	300570.SZ	太辰光	475.56	5.58	8.92	11.76	85.28	53.32	40.43
	688195.SH	腾景科技	321.36	1.32	2.28	2.92	244.04	141.26	110.06
	301183.SZ	东田微	188.98	2.49	5.49	8.07	75.90	34.42	23.42
	301196.SZ	唯科科技	162.41	3.21	4.12	5.34	50.54	39.42	30.41

薄膜 铌 酸 锂	002281.SZ	光迅科技	1460.16	16.46	30.74	41.20	88.69	47.49	35.44
	300620.SZ	光库科技	749.78	3.44	7.17	11.43	217.95	104.53	65.59
	600330.SH	天通股份	359.55	0.21	2.95	8.16	1709.14	121.87	44.04
电 芯 片	688008.SH	澜起科技	2729.95	32.83	43.90	57.39	83.14	62.18	47.57
	688807.SH	优迅股份	283.51	1.11	1.42	1.73	255.42	199.94	163.64
	688515.SH	裕太微	126.12	-0.61	0.52	1.42	-	243.47	88.94

资料来源：iFinD，爱建证券研究所（备注：所有公司业绩均为 iFinD 一致预期，基于 2026 年 8 月 27 日数据）

6. 风险提示

- 技术路径误判风险：**光模块技术含量较高，技术升级速度较快，如果相关企业 CPO 等核心技术不能及时升级，或误判技术发展方向，将会对盈利能力造成不利影响。
- 下游需求不及预期风险：**数据中心通信领域是光模块需求的主要增长点，若数据中心建设不及预期，则会对硅光芯片和光模块等需求和相关企业收入水平产生负面影响。
- 国际贸易摩擦风险：**部分光模块产品主要原料仍由海外厂商主导，海外是光模块企业重要市场，若国际贸易摩擦加剧，或导致光模块关键原材料的采购难度增加，产品需求减少，影响相关企业的盈利能力。

爱建证券有限责任公司

上海市浦东新区前滩大道 199 弄 5 号

电话: 021-32229888

传真: 021-68728700

服务热线: 956021

邮政编码: 200124

邮箱: ajzq@ajzq.com

网址: <http://www.ajzq.com>

评级说明

投资建议的评级标准

报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 个月内的公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场：沪深 300 指数（000300.SH）；新三板市场：三板成指（899001.CSI）（针对协议转让标的）或三板做市指数（899002.CSI）（针对做市转让标的）；北交所市场：北证 50 指数（899050.BJ）；香港市场：恒生指数（HIS.HI）；美国市场：标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）。

股票评级

买入	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅大于 15%
增持	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 5% ~ 15%之间
持有	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 -5% ~ 5%之间
卖出	相对同期相关证券市场代表性指数涨幅小于 -5%

行业评级

强于大市	相对表现优于同期相关证券市场代表性指数
中性	相对表现与同期相关证券市场代表性指数持平
弱于大市	相对表现弱于同期相关证券市场代表性指数

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告采用信息和数据来自公开、合规渠道，所表述的观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的独立看法。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法可能存在局限性，请谨慎参考。

法律主体声明

本报告由爱建证券有限责任公司（以下统称为“爱建证券”）证券研究所制作，爱建证券具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，接受中国证监会监管。

本报告是机密的，仅供我们的签约客户使用，爱建证券不因收件人收到本报告而视其为爱建证券的签约客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但爱建证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供签约客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，爱建证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测后续可随时间更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，爱建证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

版权声明

本报告版权归爱建证券所有，未经爱建证券事先书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复制、转载、刊登和引用。否则由此造成的一切不良后果及法律责任由私自翻版、复制、转载、刊登和引用者承担。版权所有，违者必究。