

2025年12月21日  
 通信

SDIC

# 光通信系列报告一：AI 需求与产品高端化，共驱光模块市场增长新周期

## AI 算力驱动光模块全链上行，国产替代构筑产业新生态：

AI 算力需求持续扩张，光模块产业景气度延续上行，并为产业链各环节带来机遇。(1) 需求侧：高规格产品进入量产放量期。全球数通市场成为行业核心驱动力，800G 筑底，1.6T 突破，带来新一轮产品周期。(2) 价值链：上游核心器件价值占比提升，产业价值进一步向光芯片等部件集中。(3) 国产替代：中国在封装环节全球领先，但破局高端光/电芯片的海外垄断，是实现自主可控的核心卡点。

## 产业重心上移，26 年光模块市场或迎 AI 需求扩容与高端结构放量：

新一轮 AI 算力建设驱动高速光模块需求高增。预计 26 年全球云厂商资本开支将延续上行通道，叠加 AI 集群扩容、新一代算力平台放量，以及 1.6T/CPO 等技术落地，共同构成核心驱动力。产业呈现双路径演进：其一，Scale-out 通过叶脊架构横向扩展，光模块需求以“乘数效应”放大；其二，Scale-up 通过突破铜缆带宽与距离限制，推动高端光模块在 GPU 机柜互联与内存池化等应用中加速渗透。

## 光模块向高端化加速驱动价值跃升，新技术指明行业主线：

1.6T 光模块正成为数据中心突破系统瓶颈、实现降本增效的关键路径。其带宽翻倍、光纤减半、TCO 下降等优势，推动其成为下一代算力网络的主流方向。自 2025 年起，1.6T 产品将从验证期进入规模化部署阶段，头部厂商已完成技术储备并加速量产落地。1.6T 的全面导入不仅驱动光模块行业 ASP 与价值量显著提升，也将带动上游产业链同步提升，预计将由此打开高速互联产业链的第二轮价值重估周期。

## 投资建议：

光模块产业正经历技术快速迭代与需求集中释放的明确周期，800G 产品已成为驱动业绩增长的核心主线，而 1.6T 的规模化商用预计将于 2026 年全面启动。在这一过程中，行业的高技术壁垒与规模门槛加速了市场份额向兼具技术领先能力和批量交付实力的头部企业聚集。建议重点关注在高速率光模块领域已建立起稳固市场地位、具备深厚技术积累和关键客户资源优势的龙头企业：在 800G/1.6T 产品量

## 行业深度分析

证券研究报告

 投资评级 **领先大市-A**  
 维持评级

首选股票	目标价（元）	评级
300308 中际旭创	186.1	买入-A
300394 天孚通信	137.63	买入-A

## 行业表现



资料来源：Wind 资讯

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	14.1	8.5	60.0
绝对收益	13.7	10.0	75.8

常思远

分析师

SAC 执业证书编号：S1450525120001

changsy1@sdicsc.com.cn

## 相关报告

产及硅光、CPO、OCS 等多元技术布局上持续引领的全球行业龙头中际旭创；凭借垂直整合与成本控制能力深度绑定北美云厂商、800G 产品实现规模交付并正推进 1.6T 产能爬坡的新易盛；以及作为上游核心光器件供应商，直接受益于头部客户需求上修并已切入下一代 CPO 技术供应链的天孚通信。

▣ 风险提示：新技术发展不及预期；AI 应用发展不及预期；市场竞争加剧；国际地缘政治风险。

## 目 内 容 目 录

1. AI 算力驱动光模块全链上行，国产替代构筑产业新生态 .....	5
1.1. 光模块是构建全球高速信息网络的基石部件 .....	5
1.2. 光模块产业链：国产替代的机遇与挑战 .....	6
1.2.1. 上游——光芯片：电光转换的核心基石，美日主导下的中国的结构性突破	7
1.2.2. 上游——电芯片：驱动与放大的核心，国产化最坚固的壁垒与久攻未下的前沿 .....	9
1.2.3. 上游——无源组件：光路的基石，中国产业链的完备向高端迈进 .....	10
1.2.4. 中游——光器件封装：封装环节的价值高地，中国力量强势崛起 .....	11
1.2.5. 中游——光模块封装：中国制造已占据领先地位 .....	12
1.3. AI 浪潮重塑光模块产业：从配套器件迈向算力核心，数通需求引领高增长 .....	13
1.3.1. 光模块市场迎高速增长，AI 带动数通需求成驱动引擎 .....	14
1.3.2. 数通取代电信成增长主旋律，集群、网络、服务共筑光模块行业高景气周期 .....	15
2. 产业重心上移，26 年光模块市场或迎 AI 需求扩容与高端结构放量 .....	16
2.1. 云厂商投资呈“四年周期”规律，26 年 AI 芯片出货量或仍维持高增 .....	16
2.2. Scale-out 构筑规模基础，Scale-up 定义性能高地，共驱光模块需求结构性增长 .....	17
2.2.1. Scale-Out 市场：叶脊架构及 DCI 互联驱动光模块需求，共塑光模块“乘数效应” .....	17
2.2.2. Scale-up 市场：赋能 GPU 机柜互联与内存池化，突破算力瓶颈 .....	18
3. 光模块向高端化加速驱动价值跃升，新技术指明行业主线 .....	18
3.1. 芯片算力与互联带宽持续升级，驱动高端光模块需求增长 .....	18
3.2. 网络骨干升级至 1.6T，是支撑大规模 AI 集群的必然路径 .....	20
3.3. 1.6T 光模块以降本增效优势驱动高速率产品渗透率加速提升 .....	21
3.3.1. 带宽翻倍、光纤减半，以降本增效的优势确立下一代数据中心主流地位 .....	21
3.3.2. 头部厂商实现量产部署加速技术迭代，全产业链加速抢占下一代利润高地 .....	21
3.4. 光模块行业迎来价值跃升：高速产品、技术迭代与场景拓展共驱成长新周期 .....	22
4. 共赴技术高地：高速率可插拔光模块龙头的护城河 .....	23
4.1. 中际旭创 .....	23
4.2. 新易盛 .....	25
4.3. 天孚通信 .....	27

## 目 图 表 目 录

图 1. 光模块的作用是实现光电信号转换 .....	5
图 2. 光模块代际变化 .....	6
图 3. 可插拔式光模块主流产品 .....	6
图 4. 光模块价值量拆分 .....	7
图 5. 光模块产业链 .....	7
图 6. 光芯片分类 .....	8
图 7. 中国光芯片市场份额占全球光芯片市场比例 .....	9
图 8. Marvell DSP 保持平均三年升级周期 .....	10
图 9. 2024 年全球光通信电芯片 10G 及以下速率市场格局 .....	10
图 10. 2025 年 25G 以上电芯片全球市场占比预测 .....	10
图 11. 无源组件 .....	11

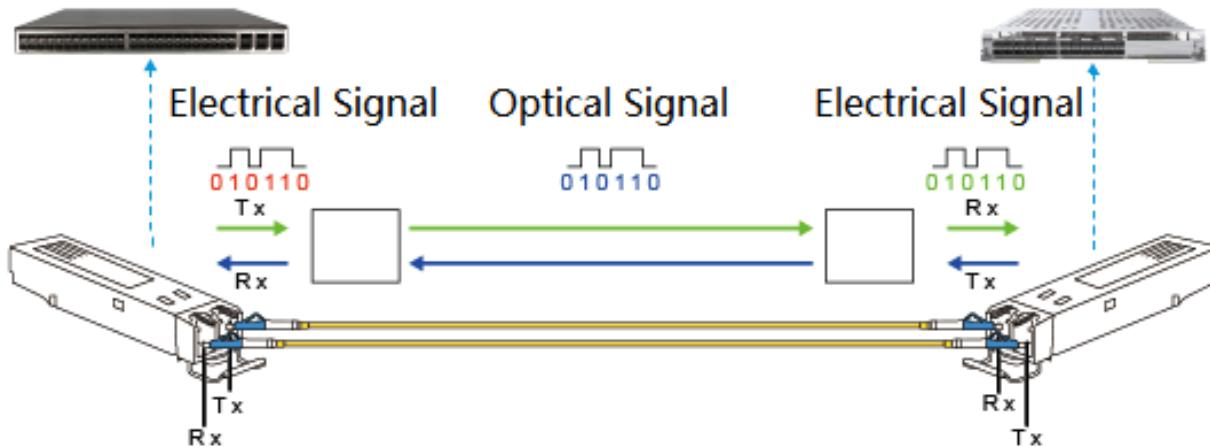
图 12. TOSA 和 ROSA .....	12
图 13. 光模块结构 .....	12
图 14. FTTx 光纤接入是全球光模块用量最多的电信侧场景之一 .....	14
图 15. 2020–2025 年全球光模块市场规模预测趋势图 .....	14
图 16. 2021–2025 年中国光模块市场规模预测趋势图 .....	14
图 17. 全球数据通信数据中心互联 (DCI) 趋势 .....	15
图 18. 2024 年光模块应用领域占比情况 .....	16
图 19. 全球两大通信场景光模块市场规模 .....	16
图 20. 2016–2025E 中国三大运营商资本开支 .....	16
图 21. 中国三大运营商算力网络投资 .....	16
图 22. Scale-Up & Scale-Out 网络架构图 .....	18
图 23. 单根 vs 多根拓扑结构演进图 .....	20
图 24. 22–24 年全球 400G/800G 光模块市场占比 (%) .....	20
图 25. 各速率光模块达千万出货年限对比 .....	20
图 26. 高速率模块光芯片市场增量主要由 100G 以上的高速产品支撑 .....	22
图 27. 全球数据中心光模块市场规模 .....	23
图 28. 全球电信侧光模块市场规模 .....	23
图 29. 相干光通信模块 .....	23
图 30. 中际旭创净利率、毛利率水平 (%) .....	24
图 31. 中际旭创净利润、营收增速 (%) .....	24
图 32. 中际旭创主营业务结构拆分 (亿元) .....	24
图 33. 新易盛 800G 光模块 .....	25
图 34. 新易盛净利率、毛利率水平 (%) .....	26
图 35. 新易盛净利润、营收增速 (%) .....	26
图 36. 新易盛主营业务结构拆分 (亿元) .....	26
图 37. BOX 器件封装技术平台/高速光引擎产品解决方案 .....	27
图 38. 相干光学技术平台/FAU 无源光器件产品解决方案 .....	27
图 39. 光纤连接器解决方案 .....	27
图 40. WDM (AWG) 耦合技术平台 .....	27
图 41. 天孚通信净利率、毛利率水平 (%) .....	28
图 42. 天孚通信净利润、营收增速 (%) .....	28
图 43. 天孚通信主营业务结构拆分 (亿元) .....	28
 表 1: 可插拔式光模块主流封装性能梳理 .....	6
表 2: 可插拔式光模块 SFP vs QSFP .....	6
表 3: 光芯片分类与性能 .....	8
表 4: 全球光模块市场份额 .....	13
表 5: 海外云厂商资本开支统计 (亿美元) .....	17
表 6: GPU 芯片性能比较 .....	19
表 7: 不同速率光模块单位比特功耗与年成本对比 .....	21

## 1. AI 算力驱动光模块全链上行，国产替代构筑产业新生态

### 1.1. 光模块是构建全球高速信息网络的基石部件

在当今以光速定义信息传递效率的时代，光模块（Optical Transceiver）作为实现光电信号转换的核心功能单元，是构建全球高速信息网络的物理基石。其核心作用在于发送端将算力设备产生的电信号，通过激光器（LD）转换为光信号，通过光纤介质进行高速、远距离、低损耗的传输；在接收端，光探测器（PD）则负责将承载信息的光信号精准地重建为电信号，确保信息的完整接收与处理。作为连接电子与光子两大领域的关键接口，光模块作为数据世界的“翻译官”，已成为现代通信系统中实现高效数据交换不可或缺的核心器件。

图1. 光模块的作用是实现光电信号转换

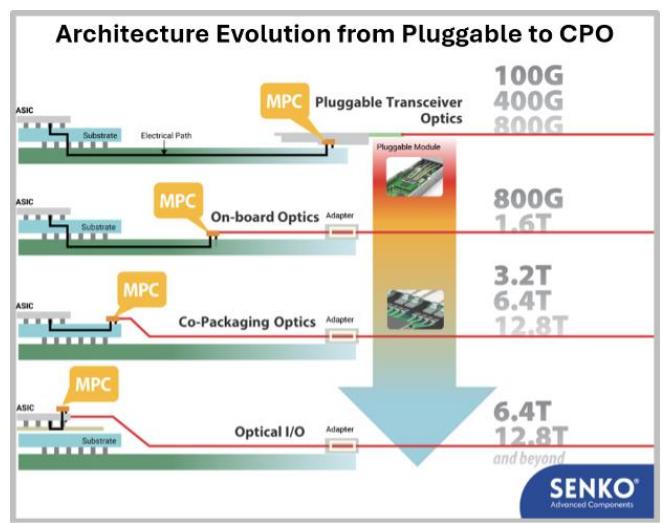


资料来源：g1sn、国投证券证券研究所

光模块的分类可从多个维度理解，在封装、速率、模式及波长等多维度的不断演进，共同支撑了数据中心和运营商网络的持续提速与扩展：

- 在封装形态上，当前产业仍以可插拔式为主，随着速率演进形成了 SFP/SFP+、SFP28、QSFP+、QSFP28、QSFP-DD/OSFP 等主流封装，但在高速互联对电通道提出更高要求的推动下，封装正加速向 OBO、NPO 以及与交换芯片深度绑定的 CPO/OIIO 架构升级，以提升带宽密度与能效。
- 在速率维度，市场正从 100G/200G 快速迈向 400G/800G，并在超大规模数据中心与 AI 集群推动下走向 1.6T 乃至 3.2T，不同场景对短距 SR/长距 LR/超长距 ZR 等规格呈现差异化需求。
- 从光纤模式来看，光模块分为单模与多模：单模模块一般采用 1310nm、1550nm 波长，匹配单模光纤用于长距、大容量传输；多模模块通常采用 850nm 波长，匹配多模光纤，用于更经济的短距互联。
- 在中心波长与“颜色”维度，常规的 850nm/1310nm/1550nm 光模块属于“灰光”，波长单一；而“彩光”光模块包含 CWDM 和 DWDM，通过多波长复用在同一根光纤中实现多路信号无干扰传输，通过合波/分波可显著节省光纤资源，主要用于长距离与大容量骨干传输。

图2. 光模块代际变化



资料来源：SENKO、国投证券证券研究所

图3. 可插拔式光模块主流产品

Speed	Form Factor			
	SFP	GBIC	SFF	1x9
1G				
10G				300PIN
25G				
40G				
100G				

资料来源：QSFPTEK、国投证券证券研究所

表1：可插拔式光模块主流封装性能梳理

类型	数据速率	传输距离	典型应用
SFP	100Mbps / 1000Mbps	100米~40公里	以太网、千兆以太网、SDH、SONET、光纤通道
SFP+	10 Gbps	30米~100公里	10G以太网、8.5G光纤通道、SDH、SONET
SFP28	25 Gbps	100米~40公里	25G以太网、32G光纤通道
QSFP+	40 Gbps	100米~40公里	40G以太网
QSFP28	100 Gbps	100米~80公里	100G以太网、数据中心

资料来源：glsn、国投证券证券研究所

表2：可插拔式光模块 SFP vs QSFP

属性	SFP	QSFP+	QSFP28
标准	SFP MSA	IEEE 802.3ba, QSFP+ MSA, SFF-8436, SFF-8636, Infiniband 40G QDR	IEEE 802.3bm, QSFP28 MSA, SFF-8665, SFF-8636
光纤类型	OM1, OM2, OS1, OS2	OM3, OM4, OS2	OM3, OM4, OS2
波长	850nm, 1310nm, 1550nm, CWDM, DWDM, BIDI	850nm, 1310nm, 832~918nm	850nm, 1310nm, CWDM4
数据速率	55Mbps, 622Mbps, 1.25Gbps, 2.125Gbps, 2.5Gbps, 3Gbps, 4.25Gbps	60Gbps, 41.2Gbps, 42Gbps, 44.4Gbps	100Gbps, 103Gbps, 112Gbps
连接器	LC/SC/RJ45	LC/MTP/MPO	LC/MTP/MPO-12
最大距离	160km	40km	80km
DDM	NO or YES	YES	YES
温度	COM/IND	COM/IND	COM/IND

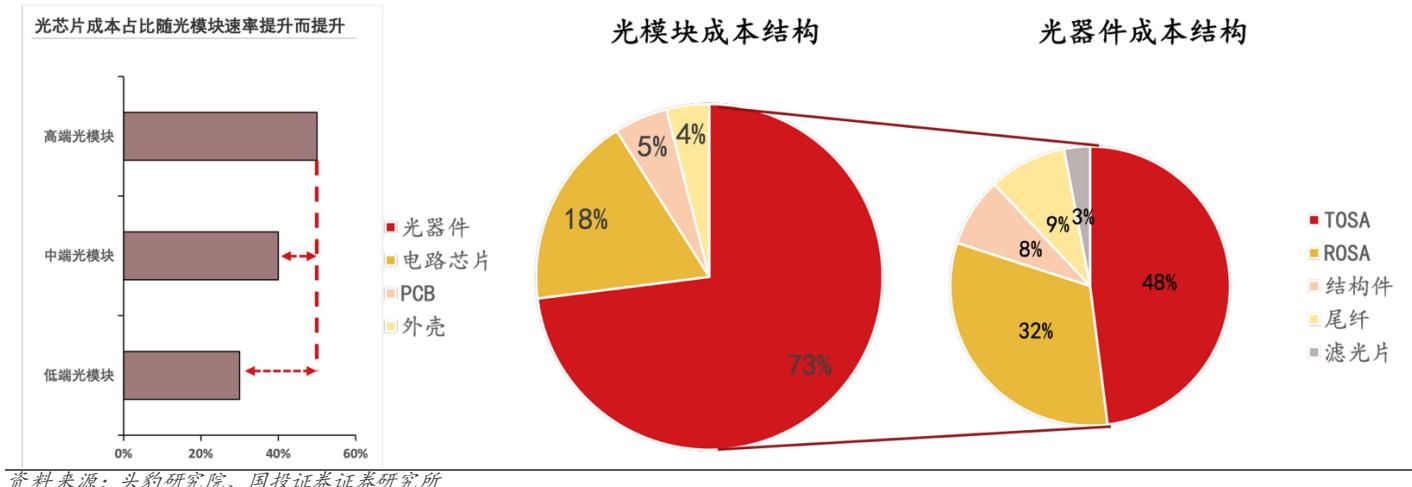
资料来源：QSFPTEK、国投证券证券研究所

## 1.2. 光模块产业链：国产替代的机遇与挑战

光模块产业链的价值主要集中在上游核心器件和中游封装测试环节，其中光器件长期占据总成本的70%以上，是决定性能与成本的关键部分。承担光电转换功能的TOA与ROSA合计贡献了光器件价值的八成以上，而其核心价值来源于内部的激光器、探测器等光芯片及高精度结构件。随着光模块向高速率迭代，价值构成正经历显著的“核心化”迁移：光芯片在总成本中的占比已从传统产品的较低水平快速提升至50%以上，成为影响产品性能和成本的绝对

核心；电芯片因高速信号处理需求提升，其价值占比稳定在15%—20%之间。相较之下，结构性与支撑性部件的价值占比进一步被压缩，高速PCB占比约在5%左右，而外壳、散热与接口结构件则下降至约4%。整体来看，产业链形成了“上游芯片定性能、中游封装定可靠性”的价值格局，高端化趋势正持续推动价值向光、电芯片高度集中，真正的竞争核心正在于掌握关键芯片技术并具备将其性能通过精密封装可靠释放的能力。

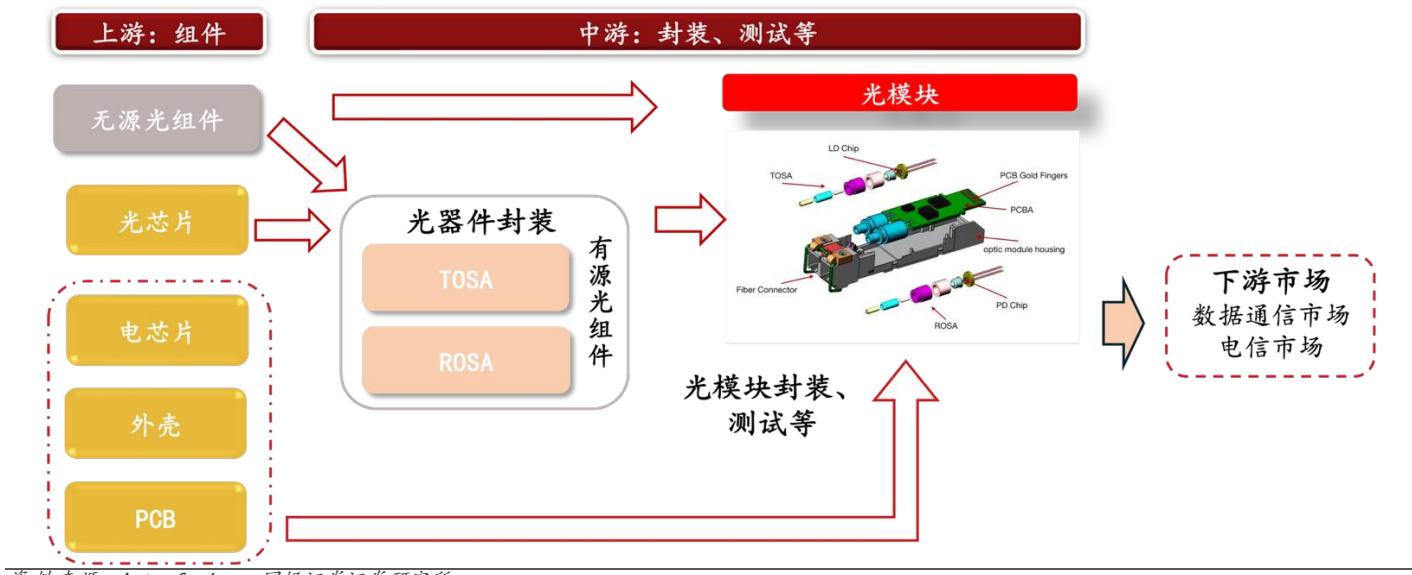
图4. 光模块价值量拆分



资料来源：头豹研究院、国投证券证券研究所

光芯片通过精密加工与一些无源光组件封装，形成核心功能单元——光发射组件（TOSA）与光接收组件（ROSA）；进而将这两大组件与电芯片、PCB、外壳等集成，最终加工制造为完整的光模块。光器件作为光模块的子系统，按其功能特性可分为光无源器件与光有源器件。其中，光无源器件在系统中无需外部能量驱动，主要负责实现光信号的连接、耦合、分波与合波等“管路功能”；而光有源器件则需外部电源工作，核心使命是完成光信号与电信号之间的相互转换，实现信息传输的“价值创造”功能。

图5. 光模块产业链



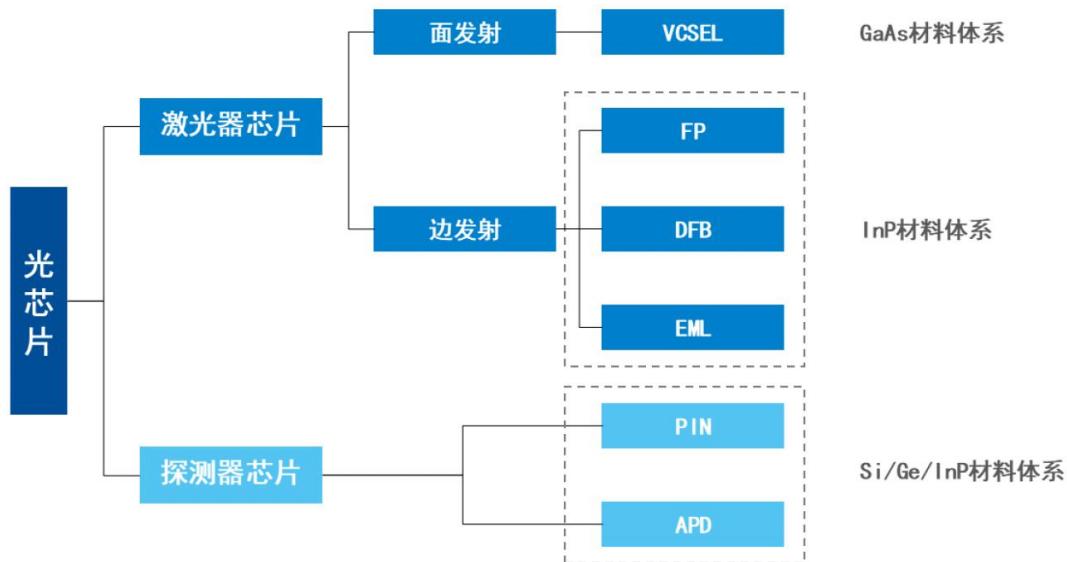
资料来源：Asterfusion、国投证券证券研究所

### 1.2.1. 上游——光芯片：电光转换的核心基石，美日主导下的中国的结构性突破

光芯片是光模块实现电—光/光—电转换的关键器件，其功能上主要分为激光器芯片与探测器芯片两大类。在发射端，激光器芯片按出光结构可分为边发射与面发射两种技术路线。边发射激光器以FP、DFB、EML为主，具备较高的调制速度与稳定性能；面发射激光器则以VCSEL

为代表，兼具低成本与高集成度优势。在接收端，探测器芯片承担光信号探测与转换任务，主要包括 PIN 和 APD 两类，其中 APD 具备更高灵敏度，适用于更长距离与更高性能需求的场景。从材料体系看，光芯片制造以 III-V 族化合物半导体为主，核心衬底材料包括磷化铟(InP)与砷化镓(GaAs)。InP 基材料因具备高频率响应、优异的温度稳定性及低噪声特性，成为 FP、DFB、EML 等边发射激光器及 PIN、APD 探测器的主流选择，覆盖电信骨干网与数据中心互联等中长距传输应用。GaAs 基材料主要用于制造 VCSEL 芯片，凭借成本、良率与集成方面的优势，在数据中心短距互联及 3D 识别、消费电子传感等领域应用广泛。

图6. 光芯片分类



资料来源：源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

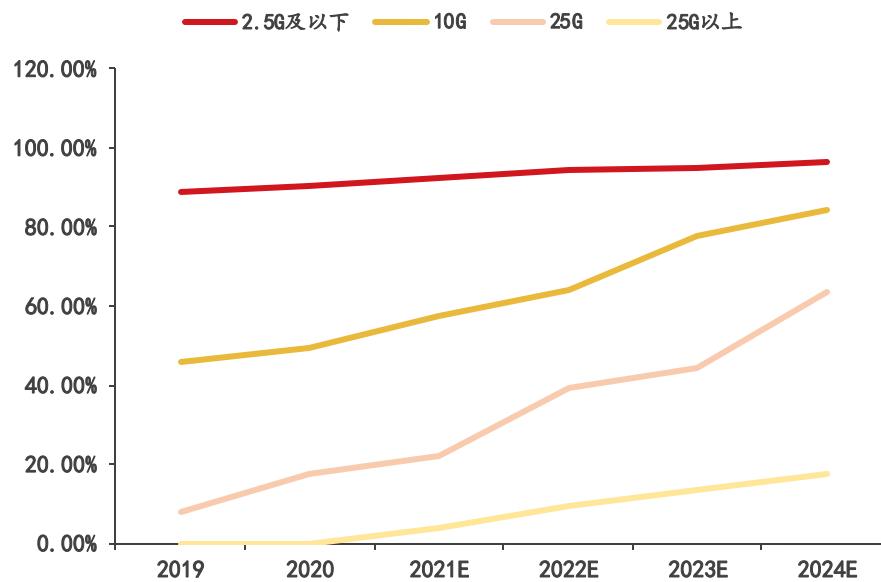
表3：光芯片分类与性能

分类	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感应面部识别）
	FP	1310-1550nm	调制速率高，成本低，耦合效率低，线性度差	中低速无线接入短距离市场，部分应用场景逐步被 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、远距离的电信号干网、城域网和数据中心互联
探测器芯片	PIN	830-860/1100-1600nm	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：源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

当前，全球光芯片市场竞争格局呈现“美日双头垄断，中国结构性突破”的鲜明特征。在高端市场，美国 Coherent、Lumentum 与日本三菱电机、住友电工等企业凭借深厚的技术积累，构筑了以 25G 及以上高速率 DFB、EML 芯片为核心的专利与技术壁垒，占据绝对主导地位。与此同时，中国光芯片产业正经历从“中低端自主”向“高端攻坚”的关键转型：在 2.5G、10G 等中低速率产品上已实现高度国产化；在 25G DFB 芯片领域，以武汉敏芯、源杰科技为代表的企业已实现规模化商用，成功切入 5G 前传与数据中心市场；然而，在真正决定产业话语权的 EML 芯片及高端 APD 芯片等“卡脖子”环节，国产化率仍非常低，是当前本土厂商集中攻坚的核心挑战。

图7. 中国光芯片市场份额占全球光芯片市场份额比例



资料来源：ICC、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

**1.2.2. 上游——电芯片：驱动与放大的核心，国产化最坚固的壁垒与久攻未下的前沿**  
电芯片是驱动、控制、放大和处理电信号，确保光芯片精确工作并与主机系统通信的器件，其功能上主要分为驱动芯片、放大芯片与处理芯片三大类。在发射端，驱动芯片为激光器的核心控制单元，以激光器驱动器为代表，负责提供精确、稳定的调制电流，直接决定输出光信号的质量与精度。在接收端，放大芯片承担光电信号的转换与放大任务，主要包括跨阻放大器和限幅放大器，其中跨阻放大器将探测器输出的微弱电流信号转换为电压信号并首次放大，其性能直接决定接收灵敏度。从功能体系看，电芯片设计以混合信号半导体技术为主，核心类别还包括时钟数据恢复芯片与数字信号处理芯片。时钟数据恢复芯片负责从数据流中提取时钟并重整信号，是保障数据完整性与时序同步的关键；数字信号处理芯片则应用于高速相干光模块，通过复杂算法实时补偿长距传输中的信号损伤，技术壁垒极高。此外，微控制器作为光模块的“管理中枢”，实现对内部温度、功率与偏置电流的实时监控与智能控制，确保模块稳定运行并与系统主机通信。

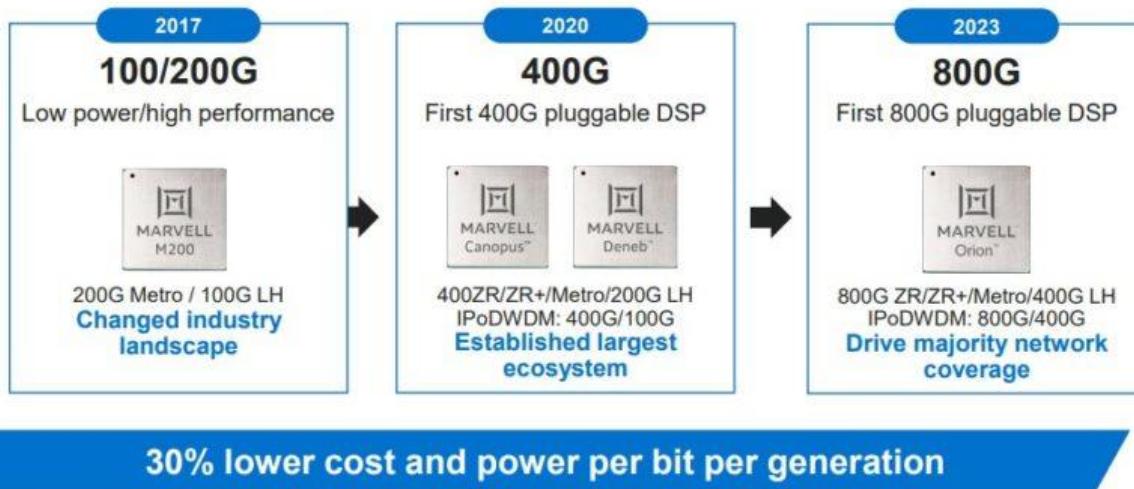
全球光模块电芯片市场呈现高度集中态势，美国企业在高端领域占据绝对主导。博通、迈威尔（并购 Inphi）与美满科技构成的主流供应体系几乎垄断了 400G/800G 及以上速率光模块的核心器件，尤其在激光器驱动器、TIA 以及技术壁垒最高的 DSP 芯片上具备显著领先优势。德州仪器等公司在模拟与时钟类芯片领域同样保持强势地位，使得全球光模块产业在上游关键环节对美国技术形成深度依赖。

相较之下，中国在电芯片环节仍较为薄弱。虽然在国产替代需求带动下，部分本土企业已在驱动器和 TIA 等模拟芯片上取得进展，但产品整体仍集中于中低速率区间，与国际领先水平在性能、可靠性及规模量产能力方面存在差距。根据 ICC 数据，2025 年 25G 以上电芯片出货量中国只占全球市场份额的 7%。尤其是在决定超高速光模块性能的 DSP 芯片领域，国内尚未形成成熟商用产品，仍是产业链自主可控的主要瓶颈。

光模块电芯片的国产替代速度普遍低于光芯片，核心原因在于其技术壁垒更高且生态黏性更强。电芯片承担高速信号处理、调制和放大等关键功能，需要在高速链路设计、超大规模模拟/混合信号电路、工艺协同优化方面达到极高水准，同时需适配海外厂商长期主导的系统架构。一旦数据中心整机厂商在认证中绑定某家电芯片方案，切换成本极高。因此即使光芯片已有较快突破，电芯片仍受限于研发周期长、工艺高度依赖、验证体系严苛、生态绑定深等因素，使国产替代推进更慢。

图8. Marvell DSP 保持平均三年升级周期

## Marvell accelerates the pluggable ecosystem

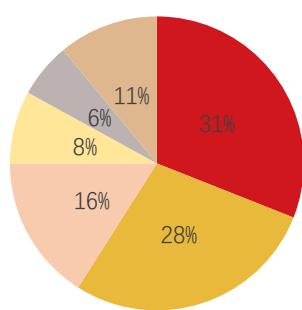


资料来源：STH、国投证券证券研究所

图9. 2024年全球光通信电芯片 10G 及以下速率市场格局

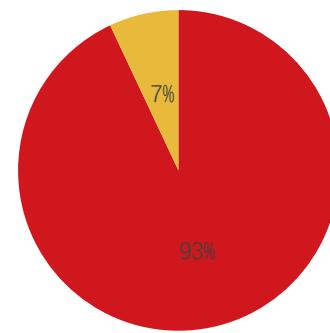
图10. 2025年 25G 以上电芯片全球市场占比预测

■Semtech ■厦门优迅 ■嘉纳海威 ■达发科技 ■亿芯源 ■其他



资料来源：ICC、国投证券证券研究所

■海外 ■中国



资料来源：ICC、国投证券证券研究所

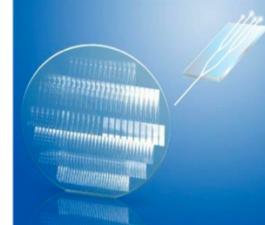
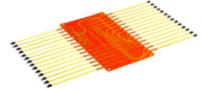
### 1. 2. 3. 上游——无源组件：光路的基石，中国产业链的完备向高端迈进

光模块中的无源组件是构建光路系统的基础环节，保证了光模块内部稳定、并且有高效的光信号传输。按功能可分为三类：其一为连接与引导类，包括光纤、硅光波导、透镜与连接器等，用于搭建光路并实现高效耦合；其二为信号处理类，涵盖隔离器、环形器、滤光片及波分复用/解复用器等，用于控制光信号的方向、波长与路径；其三为结构与辅助类，如陶瓷插芯、套管、器件外壳及热沉，为光路提供精密定位、封装防护及散热支持。

全球光模块无源组件领域呈现明显的“技术分层”格局：高端市场长期由日本厂商主导，依托其在材料工艺和精密制造方面的深厚积累，古河电工、住友电工等企业在陶瓷插芯、高端光学透镜及 AWG 等核心器件上构筑了稳固的技术与专利壁垒。相比之下，中低端市场的标准化程度高、规模效应突出，中国厂商凭借完整的产业链和成本优势已成为全球主要供应力量，实现由“国产替代”向“全球供给”的转变。

中国无源组件产业链完备、响应迅速，其中上市公司布局清晰：天孚通信凭借在陶瓷插芯、薄膜滤波器、隔离器等全系列无源器件上的平台化能力，为全球光模块客户提供一站式供应；太辰光在光分路器、高密度连接器等产品上具备国际竞争力；光迅科技依托垂直整合优势，在波分复用等子系统级产品保持领先。尽管如此，中国企业在超高精度无源芯片及部分特种材料领域与日本领先水平仍有差距，当前行业正从规模驱动逐步向高端技术突破迈进。

图11. 无源组件

产品类别	主要产品	功能	产品图片
光互 联元 件	陶瓷插芯	保证光纤定位	
	MT插芯		
	PLC芯片	实现光功率或光波长的分配	
	AWG芯片		
无 源 组 件	常规及高密度光纤连接器	实现光互联	
	PLC 分路器	实现光功率的分配	
光分 路器 件	波分复用器	实现光波长的管理	
	光纤柔性板、光纤配线机箱、光缆焊接箱等	光纤布线管理单元	

资料来源：太辰光公司公告、国投证券证券研究所

#### 1. 2. 4. 中游——光器件封装：封装环节的价值高地，中国力量强势崛起

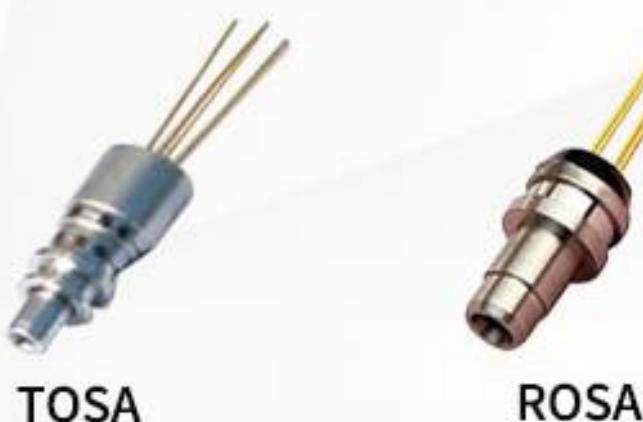
光器件封装是将上游光芯片与关键无源组件通过高精度工艺集成，构建具备电光/光电转换功能的核心子系统，是光模块制造的基础环节。其主要产出包括 TOSA 和 ROSA 两类组件：

TOSA 负责电光转换，封装中需将激光器芯片与陶瓷插芯、透镜、隔离器等元件实现高精度光路耦合，其效率直接影响发射光功率与模块性能；ROSA 负责光电转换，通过将探测器芯片、跨阻放大器及滤光片等组件集成，实现对微弱光信号的高灵敏度、低噪声接收。两者对封装工艺稳定性、对准精度及器件匹配提出极高要求，是光模块性能上限的重要决定因素。

全球光器件封装环节与上游光芯片深度绑定，高端市场长期由 Coherent、Lumentum 等具备芯片与器件一体化能力的厂商主导，同时亦存在专门从事 TOSA/ROSA 封装的专业供应商。

中国企业在该领域竞争力突出，已成为全球光模块产业的重要器件提供方。光迅科技依托从芯片到模块的垂直整合体系，在 TOSA/ROSA 产能与技术成熟度方面处于国内领先地位；中际旭创、海信宽带等头部模块制造商也为提升供应链安全性和降低成本，普遍布局自研自用的高端器件封装能力。此外，在 TO-CAN 等接入网类中低速器件封装领域，中国已形成全球最大的生产基地，产业配套完善、规模优势显著。

图12. TOSA 和 ROSA

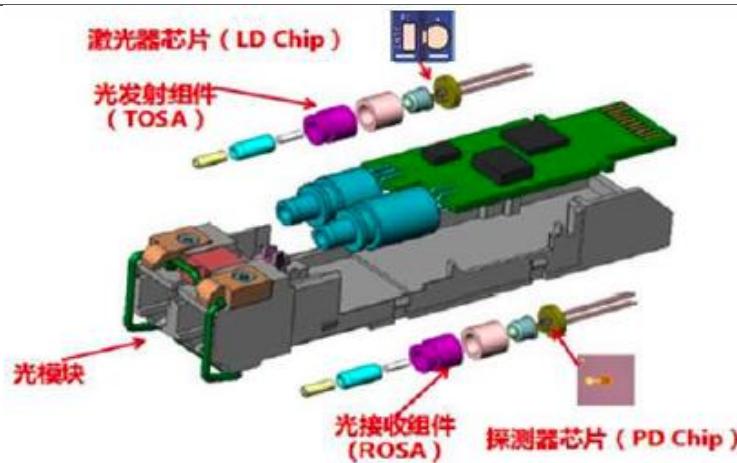


资料来源：ETU-LINK、国投证券证券研究所

#### 1.2.5. 中游——光模块封装：中国制造已占据领先地位

光模块封装是将已封装好的 TOSA、ROSA、电芯片、PCB 以及其它无源元件集成到标准化外壳中，形成最终可插拔的光模块产品的关键工艺环节。其主要功能是实现完整的光电信号收发、驱动控制、电源管理及状态监控与系统通信。封装过程对高速电路设计、热管理及精密工艺提出高要求：高速信号通路需保证信号完整性，热设计需实现高效散热以保证模块在宽温环境下稳定运行，而自动化与精密工艺则是确保高一致性与大规模生产的核心基础。光模块封装不仅是将各类核心组件物理整合的过程，更直接决定了光模块的性能上限、可靠性和量产能力。

图13. 光模块结构



资料来源：源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

光模块封装环节的全球竞争格局呈现“中美争霸”态势。过去，市场主要由美国（如 Coherent、Intel）、日本及中国厂商共同竞争，而近年来，中国企业集体崛起，已占据全球光模块封装市场半数份额，形成典型的“中国制造”优势。

中国光模块封装的优势主要体现在成本、规模、工艺成熟度与供应链完整度四个方面。从规模化能力看，以中际旭创为代表的龙头企业在苏州建设超两万平米的封装与测试基地，并在泰国布局海外产能，形成全球领先的大规模自动化生产体系。在工艺成熟度方面，中际旭创在 10G/25G/100G 到 800G 的量产中积累了耦合、焊接、散热与可靠性验证的成熟工艺；光迅科技依托从器件到模块的垂直整合，提高了整体良率。在供应链协同上，中国具备完整的本地化光通信产业链，苏州最具代表性，聚集中际旭创、天孚通信、长光华芯等厂商，形成从器件、材料到封装测试的全链条配套，使新产品研发到量产周期大幅缩短。在响应速度与定制化方面，中际旭创、新易盛、光迅科技等厂商在 800G、1.6T 等新产品推出时能快速打样并完成客户验证，并根据数据中心、AI 集群、5G 前传等不同场景快速优化方案。

中国企业已在全球光模块制造与封装环节占据世界主导。根据 LightCounting 最新数据，2024 年全球光模块市场格局出现显著变化，前十大供应商中中国厂商独占七席。中际旭创在数据中心高速光模块（400G/800G）领域技术领先、市场份额居首，是谷歌、微软、亚马逊等云巨头的核心供应商；光迅科技产品线覆盖电信和数据中心市场，是国内少数在两大市场均具影响力的企业；新易盛作为成长迅速的数据中心光模块厂商，在高速率产品上技术实力突出，海外市场份持续提升。华工正源与海信宽带在无线通信和接入网市场稳固，同时积极拓展数据中心市场，进一步巩固国内竞争力。

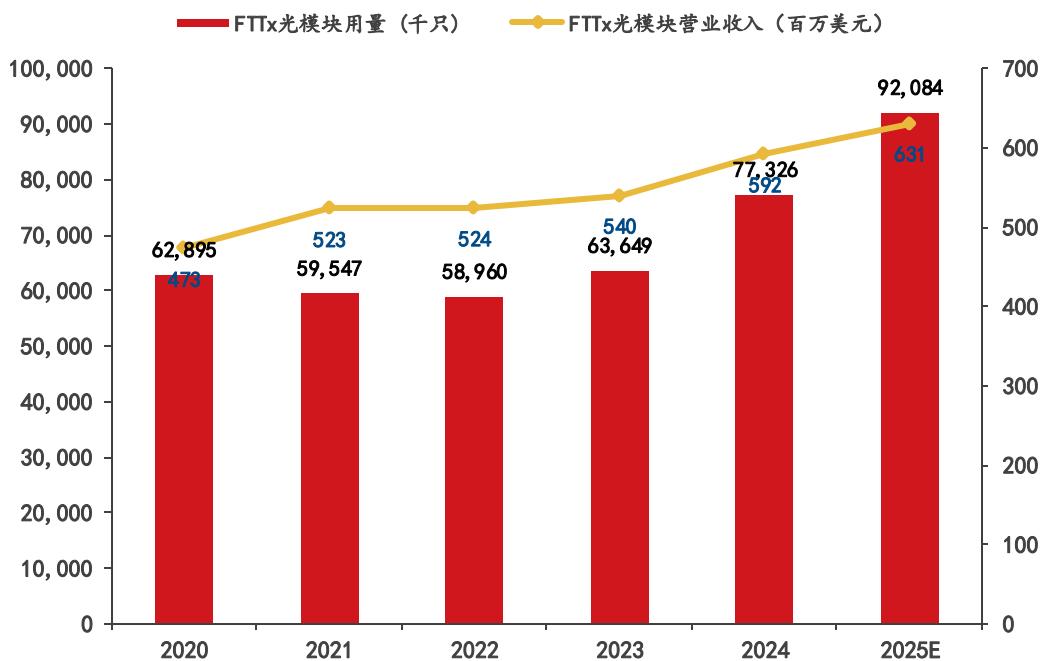
表4：全球光模块市场份额

	2016 排名	2018 排名	2023 排名	2024 排名
1	Finisar	Finisar	中际旭创 (Innolight)	中际旭创 (Innolight)
2	海信宽带 (Hisense)	中际旭创 (Innolight)	Coherent	Coherent
3	光迅科技 (Accelink)	海信宽带 (Hisense)	华为 (海思光电)	新易盛 (Eoptolink)
4	Acacia	光迅科技 (Accelink)	Cisco (Acacia)	华为 (Huawei)
5	富士康光学 (FOIT)	富士康光学 (FOIT)	光迅科技 (Accelink)	Cisco
6	Oclaro	Lumentum/Oclaro	海信宽带 (Hisense)	光迅科技 (Accelink)
7	中际旭创 (Innolight)	Acacia	新易盛 (Eoptolink)	海信宽带 (Hisense)
8	Sumitomo	Intel	华工正源 (HGenuine)	华工正源 (HGenuine)
9	Lumentum	AOI	索尔斯光电 (Source Photonics)	Marvell
10	索尔斯光电 (Source Photonics)	Sumitomo	Marvell	索尔斯光电 (Source Photonics)

资料来源：LightCounting、国投证券证券研究所

**1.3. AI 浪潮重塑光模块产业：从配套器件迈向算力核心，数通需求引领高增长**  
光模块作为实现光电互联的核心器件，主要服务于数据通信与电信通信两大市场，是现代全光网络的基础设施。在数据通信领域，光模块承担数据中心内部与数据中心间高速互联需求，是云计算、AI 算力集群持续扩容的关键；在电信通信领域，光模块广泛应用于 4G/5G 基站、骨干网、城域网以及 FTTx 接入网，支撑运营商网络的宽带化和光纤化升级。

图14. FTTx 光纤接入是全球光模块用量最多的电信侧场景之一



资料来源: LightCounting、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

### 1.3.1. 光模块市场迎高速增长，AI 带动数通需求成驱动引擎

在全球数据中心建设、5G 通信部署以及云计算服务快速发展的推动下，光模块市场保持强劲增长态势，其中人工智能应用成为关键驱动力。2020 年，全球光模块市场规模达到约 112 亿美元，2024 年上升至 178 亿美元，年复合增长率 12.3%，预计 2025 年将进一步增至 235 亿美元。从市场结构来看，数通市场占比持续提升，已超越电信市场成为光模块需求增长的核心动力，反映了下游数据中心与云业务对高速率光模块的旺盛需求。中国光模块市场在政策支持与本土技术突破的双重推动下，增速领先全球。2022 年，中国光模块市场规模为 489 亿元，同比增长 17.83%；2023 年进一步扩大至约 540 亿元，2024 年预计将达到 606 亿元。伴随技术迭代与下游应用拓展，预计 2025 年中国市场规模有望接近 700 亿元，展现出强劲的成长潜力。

图15. 2020-2025 年全球光模块市场规模预测趋势图

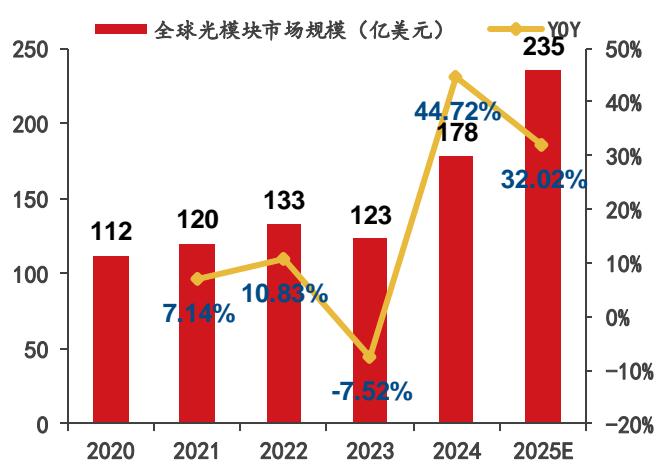
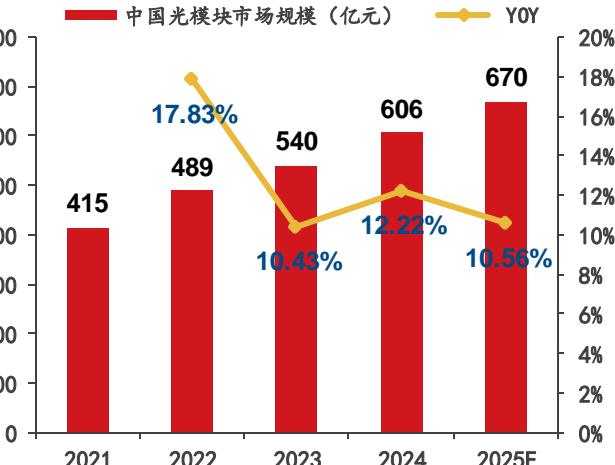


图16. 2021-2025 年中国光模块市场规模预测趋势图



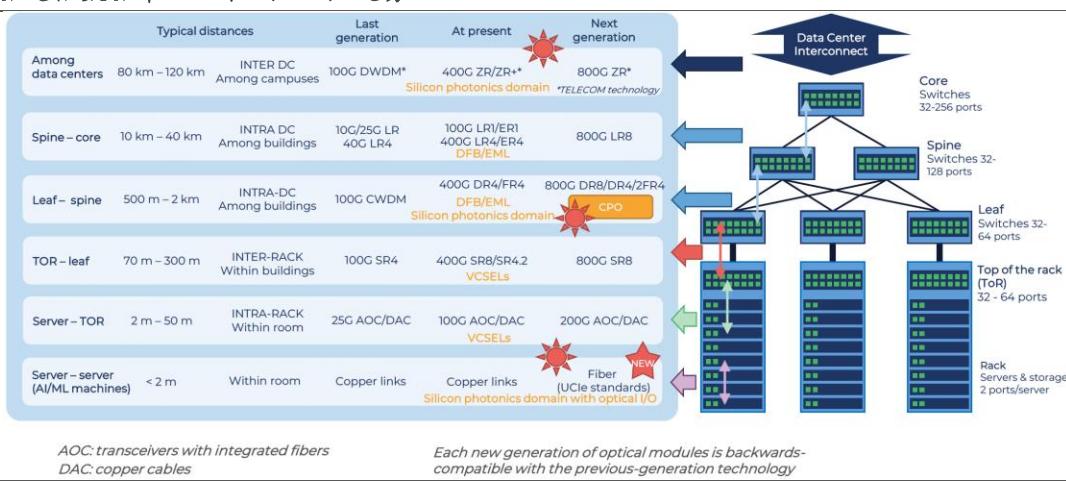
资料来源: 中商产业研究院、国投证券证券研究所

资料来源: 中商产业研究院、国投证券证券研究所

### 1.3.2. 数通取代电信成增长主旋律，集群、网络、服务共筑光模块行业高景气周期

在 AI 算力基础设施的构建中，光模块已从配套器件升级为确保算力得以高效生产、灵活调度与规模化服务的核心环节。其核心驱动力贯穿算力价值链的始终：在算力生产端，大规模 GPU 集群的协同训练需依赖高速光模块实现节点间无损互联，直接决定了整体算力产出效率；在算力调度端，模型推理与应用响应需通过可靠的光连接实现从云端到边缘的实时任务分发，保障了算力的可用性与低时延；在算力服务端，跨地域的算力资源协同与共享，则有赖于大容量骨干网光模块提供底层传输保障。因此，AI 浪潮正从集群建设、网络架构与服务模式三个层面，共同驱动光模块产业迈入新一轮高景气周期。

图17. 全球数据通信数据中心互联（DCI）趋势

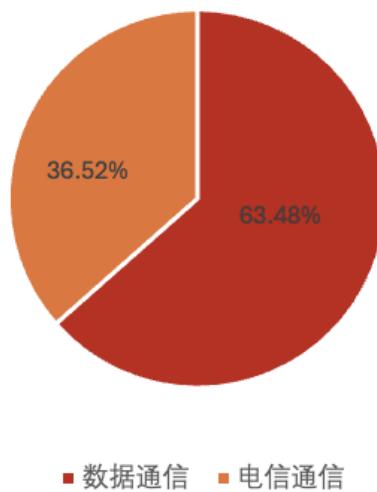


资料来源：YOLE、国投证券证券研究所

当前，光模块市场的结构性分化日益显著，数通市场已占据主导地位。2024 年，光模块在数据通信与电信通信领域的应用占比分别为 63.48% 和 36.52%。预计 2025 年，数通市场的份额将持续扩大，其主导地位将得到进一步巩固。这一格局主要源于两大细分市场的增长差异：

- 1) 电信市场整体增速放缓，全球 5G 大规模建设的高峰已过，运营商相关投资有所收缩。例如，中国三大运营商 2025 年的资本开支总量预计同比缩减 9.7%，其中传统 5G 投资下滑达 16.7%。尽管如此，该市场内部仍存在结构性增长点，运营商投资正从传统无线接入网（RAN）转向算力网络与 5G-A（5G-Advanced）。中国运营商在算力领域逆势加大投入，中国移动宣布对 AI 推理资源投资“不设上限”，中国电信则计划在 2025 年实现算力投资同比增长 22%。此外，欧美市场对光纤到户（FTTH）与固定无线接入（FWA）的持续投资，也支撑了对相关光模块的稳定需求。
- 2) 数通市场作为增长主引擎，在云计算与 AI 算力需求的繁荣下保持强劲增长。大型 AI 模型的训练与推理催生了庞大的数据中心集群需求，直接拉动了高速率光模块的销售。为抢占先机，根据 TrendForce 预测，全球八大互联网内容提供商如亚马逊、微软、谷歌、Meta 等，2025 年资本开支总额预计突破 4200 亿美元，同比激增约 61%，相当于过去两年的总和；中国的阿里巴巴也宣布未来三年将投入至少 3800 亿元用于 AI 与云计算。与此同时，AI 数据中心内部海量的数据交换，使得高速率光模块从“升级选项”变为“刚需标配”。800G 光模块正迅速成为市场主流，1.6T 产品也已进入试商用阶段。据 LightCounting 报告，800G 光模块的销售是推动市场在 2025 年第二季度恢复增长的关键动力。

图18. 2024年光模块应用领域占比情况



资料来源：中商产业研究院、国投证券证券研究所

图19. 全球两大通信场景光模块市场规模

■ 全球数据中心光模块市场规模 (百万美元)  
 ■ 全球电信侧光模块市场规模 (百万美元)  
 △ 数据侧YoY (%)  
 ▲ 电信侧YoY (%)

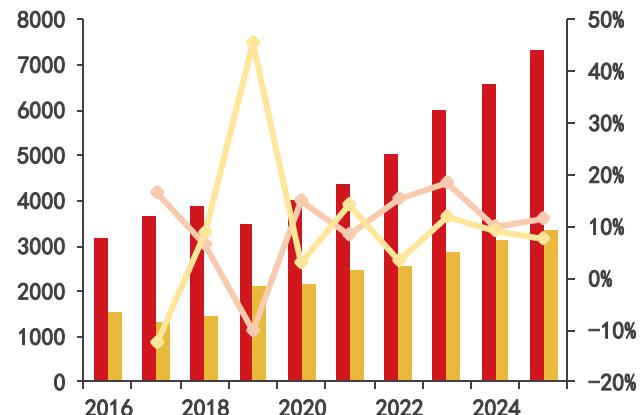
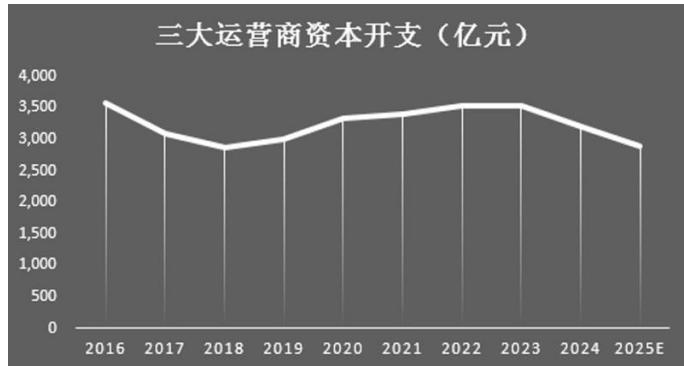
资料来源：LightCounting、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所  
(注：电信市场规模中不包括FTTx市场)

图20. 2016-2025E 中国三大运营商资本开支



资料来源：讯石光通讯、国投证券证券研究所

图21. 中国三大运营商算力网络投资



资料来源：讯石光通讯、国投证券证券研究所

## 2. 产业重心上移，26年光模块市场或迎AI需求扩容与高端结构放量

AI算力基础设施正经历结构性变革，从资本开支周期到网络架构升级，共同驱动光模块需求进入新一轮增长通道。在宏观层面，云厂商资本开支呈现显著的“四年周期”特征，2025-2026年正值新一轮上行阶段，为AI芯片与高速光模块的持续放量提供确定性支撑。在架构层面，AI集群的扩展沿着Scale-out与Scale-up双路径并行演进：Scale-out通过叶脊架构的规模扩展与NVLink Fabric的性能升级，构建了光模块需求的“乘数效应”；Scale-up则通过突破铜缆限制，赋能GPU机柜互联与内存池化，为高端光模块开辟了高价值渗透空间。尽管两种体系在协议栈与扩展路径上仍存差异，但全球芯片厂商的双路径布局正加速这一进程。光模块作为算力网络的关键载体，将在周期性与结构性的双重驱动下，迎来需求的结构性增长。

### 2.1. 云厂商投资呈“四年周期”规律，26年AI芯片出货量或仍维持高增

伴随云厂商资本开支进入新一轮上行周期，AI 算力基建正拉动 AI 芯片与光模块需求持续放量。从历史趋势来看，北美主要云厂商的资本开支呈现出较为明显的周期性特征——整体约每四年一个周期。根据表 5 数据，资本开支在 2014、2018、2022 年均出现阶段性高点，随后一年略有回落，而下一周期的投入规模通常实现显著跃升。例如，2018 年行业资本开支同比增长 55.8%，2022 年再次大幅增长 21.7%；2023 年消化前期产能后，2024 年又开启新一轮扩张周期，同比增长 50.3%。

这种“四年一周期”的规律，主要源于以下三方面逻辑：

- 目 **技术代际驱动周期**——每一轮云基础设施扩张都对应算力平台的技术跃迁，例如 2018 年前后对应 GPU 普及与深度学习兴起，2022 年前后对应 A100→H100 平台切换与 AI 大模型繁荣。新一代算力平台上线通常伴随网络、存储、互联架构的全面升级，从而带动大规模资本支出。当然 2020-2021 年的疫情也是远程办公和企业加速上云的推手。
- 目 **数据中心建设节奏**——云厂商的 IDC 扩建通常具有阶段性集中投建与随后两年左右的消化期，建设周期约 3~4 年，形成自然的投资波动节奏。
- 目 **财务与折旧周期匹配**——数据中心硬件（服务器、交换机、光模块等）的会计折旧年限多为 3~4 年，设备折旧接近尾声时通常进入新一轮更替周期，推动资本支出再度上行。推动资本支出再度上行。

基于此周期规律与当前 AI 基础设施扩张的驱动逻辑判断，2025-2026 年大概率处于新一轮资本开支上行阶段。叠加 AI 训练集群规模的快速扩张、H200/B100 新平台放量、以及 1.6T 光模块、CPO 等高速互联技术的加速部署，预计云厂商的投资重心仍将聚焦于算力与网络层面，AI 芯片与光模块出货量将同步保持高增长。

表5：海外云厂商资本开支统计（亿美元）

时间	Amazon-AWS 云	Meta	Google	微软	甲骨文	CRM	合计	同比增速
2011	18	6	34	24	5	1	107	
2012	38	12	33	23	6	2	220	29.55%
2013	34	14	74	43	7	2	187	52.63%
2014	49	18	110	55	6	3	289	38.51%
2015	46	25	99	59	14	3	249	2.07%
2016	67	45	102	83	12	3	322	26.83%
2017	120	67	132	81	20	5	425	36.22%
2018	134	139	251	116	17	5	664	55.76%
2019	169	151	235	139	17	6	717	8.31%
2020	401	151	223	154	16	6	952	32.64%
2021	611	186	246	206	21	7	1277	34.28%
2022	636	312	315	239	45	7	1557	21.69%
2023	527	270	323	281	87	8	1498	-3.73%
2024	830	373	525	445	69	7	2249	50.33%
近 10 年 CAGR	32.71%	35.41%	16.92%	23.25%	27.66%	8.84%	22.77%	

资料来源：各云厂商公司财报，国投证券证券研究所

## 2.2. Scale-out 构筑规模基础，Scale-up 定义性能高地，共驱光模块需求结构性增长

随着 AI 集群规模的持续扩大，网络架构复杂度呈现非线性上升趋势。当数万个 GPU 被连接成一个高效计算集群时，其网络拓扑（包括叶脊架构设计与光模块配置）复杂度的增长速度远超线性关系，接近指数级提升，在大模型参数量爆炸与模型结构演进的背景下，AI 算力系统的扩展主要沿着 Scale-up 与 Scale-out 两个维度展开。

### 2.2.1. Scale-Out 市场：叶脊架构及 DCI 互联驱动光模块需求，共塑光模块“乘数效应”

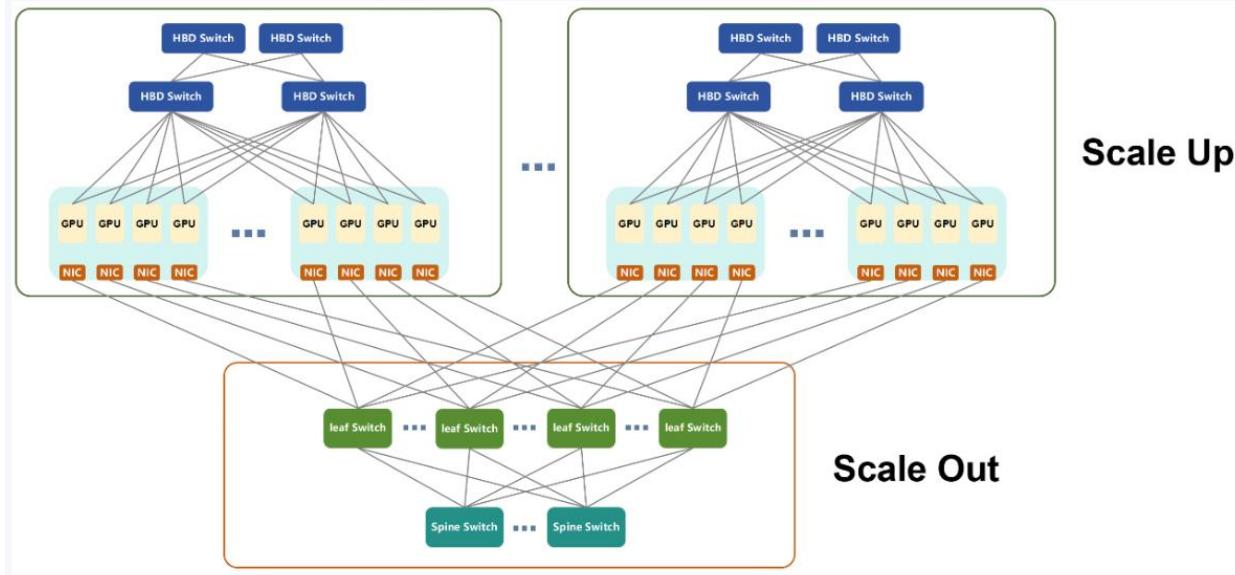
网络架构演进为光模块需求带来乘数效应：叶脊架构构成规模性基础，而 NVLink 等高性能互联则定义了结构性增量空间。在典型的叶脊（Leaf-Spine）架构中，假设一个集群包含 M 台叶子交换机和 N 台脊交换机，为了实现全互联，每台叶子交换机都需通过 N 个上行端口连接至所有脊交换机。因此，仅叶脊之间的互联部分，就需要  $M \times N \times 2$  个光模块（叶子交换机和脊交换机两端各一个）。随着集群规模持续扩展，该部分光模块需求快速攀升，成为驱动数据中心光通信基础设施升级的重要因素。与此同时，NVLink Fabric 的推进，进一步放大了网络互连层面的复杂性。在传统以太网架构之上引入 NVLink Fabric，实现跨节点、跨机柜的低延迟、高带宽互联，将使 NVLink 级别的光互连从单机拓展至整个数据中心。未来此类高性能 Fabric 网络的大规模部署，将带来对高速光模块的显著增量需求。

### 2.2.2. Scale-up 市场：赋能 GPU 机柜互联与内存池化，突破算力瓶颈

光模块通过赋能 GPU 机柜互联与内存池化，成为 AI 集群的算力倍增器。Scale-up 网络聚焦于单节点内部互联。传统上，多采用铜缆实现 GPU 间的连接，但随着单节点 GPU 数量持续增加，数据传输距离与带宽需求急剧上升，铜缆在信号完整性和传输速率方面已接近物理极限。光互连技术凭借更高带宽、更低延迟和更优的传输性能，打破了物理限制，使得构建超大规模、紧耦合的“超级计算机节点”成为可能，直接推动了人工智能等前沿科技的突破，预计高端光模块将在 Scale-up 网络中获得更高渗透率。

目前，Scale-up 与 Scale-out 两种体系尚未实现深度融合，在协议栈设计、硬件架构、容错机制等方面存在本质差异，通信效率与扩展路径截然不同。简单来说：Scale-out 网络关注多节点间的分布式扩展，强调系统的可伸缩性与容错能力，通常以以太网为基础构建，用于支撑大规模的数据并行任务，强调模块更多和并行；Scale-up 则是通过增强单个节点的硬件性能（如将服务器 CPU 从 4 核升级到 16 核、光模块从 800G 升级到 1.6T）来提升算力，强调模块更强大。目前全球芯片厂家在 Scale-up 与 Scale-out 的布局上各有侧重，或者采取双路径布局。

图22. Scale-Up & Scale-Out 网络架构图



资料来源：AscentOptics、国投证券证券研究所

## 3. 光模块向高端化加速驱动价值跃升，新技术指明行业主线

### 3.1. 芯片算力与互联带宽持续升级，驱动高端光模块需求增长

随着 GPU 等芯片算力的持续提升，内部数据交换需求显著增加，从而推动互联带宽的升级。以 NVIDIA H100 为例，单颗 GPU 的计算能力提升，使节点间需要进行大规模梯度、权重和

激活值交换，对网络带宽和通信延迟提出了更高要求。为满足高速互联需求，数据中心内部互联架构必须升级，而光模块速率则成为带宽扩张的关键落地技术。

以 NVIDIA DGX H100 服务器为例，单机柜互联带宽高达 4.8Tbps，需配置 500 个以上高速光模块。随着芯片算力快速迭代，1.6T 光模块及更高速率产品正加速进入批量商用阶段，以满足更高带宽要求。LightCounting 预测，受 AI 快速发展推动，高速光模块的扩张速度加快，使得达到年出货 1000 万支的时间不断缩短。具体而言，800G 光模块自 2023 年开始商用，2024 年出货约 900 万支，预计 2025 年将突破 1800 万支；参照 800G 的部署曲线，1.6T 光模块预计 2025 年进入量产，2026 年有望实现年出货超 1800 万支。同时，LightCounting 预测全球光模块市场在 2024 - 2029 年间将以约 22% 的复合年增长率增长。

总体来看，芯片算力提升是带宽升级的根本驱动力，而光模块速率的提升则是这一升级在物理层面的必然实现路径。未来，数据中心内部互联将呈现持续高频迭代，光模块技术更新的节奏将与芯片算力发展保持紧密同步。

表6：GPU 芯片性能比较

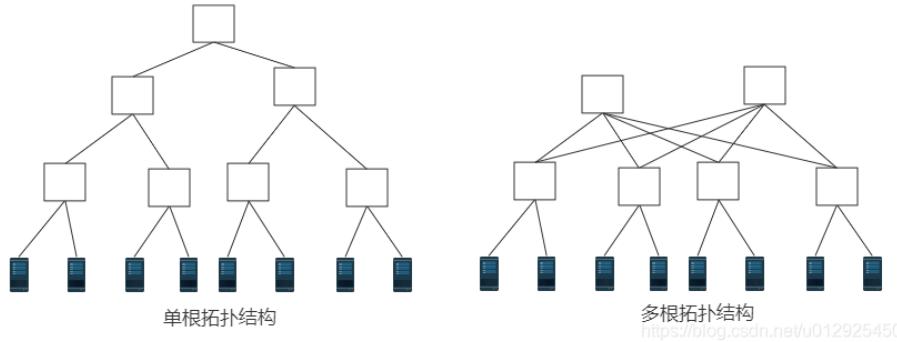
芯片厂商	架构类型	芯片名	产品型号	产品形态	卡类型	FP16 (TFLOPS)	显存 (GB)	显存带宽 (GB/s)	互联带宽 (GB/s)	功耗 (W)	互联技术	制程	显存类型	INT8 (OPS)	FP8 (TFLOPS)
昇腾		910B	Atlas 800A2 (8*910B) (A+K 服务器)	OAM	训推一体	376/313/280	64/32	1600/800	392	350-400			HBM2		
		910C			训推一体	800	132	3200	784	900		7nm	HBM2E	512	
		Matrix 384-910C			训练	800	132	3200	784						
		950PR					144	4000	2000				HiBL 1.0		1000
		950DT			训推一体		128	1600					HIZQ 2.0		
		960			训推一体		288	9600	2200						2000
		970			训推一体		288	14400	4000						4000
英伟达	Amper e	A100	A100	OAM	训推一体	312	80	2039	600	400	NVLink3.0		HBM2E	624	
	Hopper	H100	H100	OAM	训推一体	1000	80	3958	900	700			HBM3	2000	2000
		H200	H200		训推一体	1000	141	4800	900	700	NVLink4.0	4nm	HBM3E	2000	2000
	Black well	B200	B200	加速卡	训推一体	2250	180/192	8000	1800	1000	NVLink5.0	4NP	HBM3E	2250	
		B300	B300	SXM	训推一体		288	8000	1800	600	NVLink5.0	4NP	HBM3E		4500
寒武纪	DSA	MLU 370	MLU 370-X8	加速卡	训推一体	96	48	614	64	150					
		MLU 590-TSMC	MLU 590-M9	OAM	训推一体	314	96	2764	400	350-400					
海光	DCU	DCU2 (深算二号)	K100	加速卡	训推一体	100	64	未知							
		DCU2.5 (深算二号+)	K100 AI	加速卡	训推一体	196	64	896	-	400					
沐曦股份	GPGPU	曦云 C500/C550		加速卡	训推一体	240/280	64	1800	400	350/450	MetaXLink	7nm	HBM2E	480/560	
		曦云 C600-SMIC		加速卡	训推一体						MetaXLink	7nm	HBM3E		
燧原	DSA	燧原 2.5	I20	加速卡	推理	128	16	819		150			HBM2E	256	
			T20		训练	128	32	1638	300	300					
			S60		推理		48	672							
摩尔线程	GPGPU	S4000	曲院	加速卡	训推一体	98	48	768	800	450	MTLink	7nm	GDDR6	200	
百度昆仑芯	DSA	昆仑芯 2	-	加速卡	训推一体	128				120					
		昆仑芯 3-P800				350-400	96 HBM3	4096							
平头哥	ASIC	PPU	PPU				96 HBM2E	2700	700	400			HBM2E		
壁仞		104P	104P				32	256		300			HBM2E		

资料来源：中国电子报、央视《新闻联播》、Nvidia 官网、寒武纪官网、沐曦股份官网、燧原科技官网、摩尔线程官网、控制网、云擎天下、青年网、CSDN、国投证券证券研究所

### 3.2. 网络骨干升级至 1.6T，是支撑大规模 AI 集群的必然路径

当 AI 集群规模突破万卡级，网络已取代单点算力成为主要矛盾，其升级不再是管道扩容，而是一场关乎集群存效的体系架构革命。当前，数据搬运所消耗的能耗与时间成本已接近甚至超过计算本身。若网络带宽无法同步扩容，整体算力利用率将急剧下降，集群扩展效益将显著减弱。因此，支撑更大规模 AI 集群的网络升级已势在必行。未来的网络演进将不仅仅是“更宽的带宽管道”，而是一场涵盖体系架构、通信协议、光学互连技术及调度算法的全方位革新。传统胖树架构虽然可实现无阻塞带宽，但在规模持续扩展时，其成本、复杂度与时延均呈非线性上升。目前主流 AI 集群（如 NVIDIA DGX SuperPOD）仍以 Clos Spine-Leaf 架构为核心，但正通过增加 Spine 层数和采用更高速的交换芯片来实现水平扩展。

图23. 单根 vs 多根拓扑结构演进图

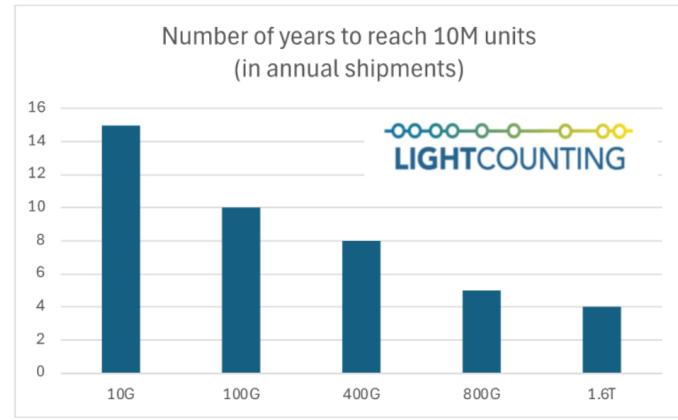
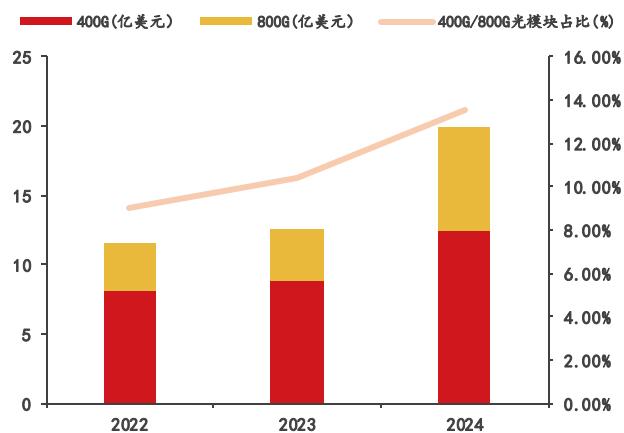


资料来源：CSDN、国投证券证券研究所

本轮数据中心网络升级的核心驱动力，正来自于 AI 算力集群对 1.6T 光模块规模化部署的迫切需求。当前数据中心网络仍主要依赖可插拔光模块，其速率正从 400G DR4/FR4 向 800G、1.6T 乃至 3.2T 演进。这一演进路径构成了数据中心互联的技术基石。根据 FiberMall 数据预测，2021–2025 年交换机密度预计大约每 2 年翻 1 倍，相对应光模块速率也将同步匹配。以 NVIDIA Rubin 平台为代表的新一代 AI 基础设施，已明确将 1.6T 光模块作为核心互联组件，以满足高算力节点间的高速通信需求。展望未来，随着 AI 集群规模的持续扩张和网络速率的进一步提升，光模块将继续迈向 1.6T→3.2T→CPO 的技术进阶路径。最终，传统可插拔光模块可能在高能耗与高延迟压力下被 CPO 等新型集成光互连方案所取代，实现更低功耗、更高集成度和更优互联性能。

图24. 22-24 年全球 400G/800G 光模块市场占比 (%)

图25. 各速率光模块达千万出货年限对比



资料来源: LightCounting、前瞻产业研究院、国投证券证券研究所

资料来源: LightCounting、国投证券证券研究所

### 3.3.1.6T 光模块以降本增效优势驱动高速率产品渗透率加速提升

#### 3.3.1. 带宽翻倍、光纤减半，以降本增效的优势确立下一代数据中心主流地位

随着 AI 数据中心集群规模的持续扩张，网络交换系统的带宽密度正面临日益严峻的挑战。在此背景下，1.6T 光模块的引入成为提升整体网络能力的关键路径。相较于当前主流的 800G 光模块，1.6T 光模块在单模块带宽上实现翻倍，可在交换机端口数量（如 32 或 64 端口）不变的条件下，使单机总带宽直接提升一倍，从而显著增强端口利用效率与网络聚合能力。

- 1) 从系统层面看，1.6T 光模块在功耗与成本结构方面展现出显著优势。尽管其单模块功耗绝对值有所上升，但“单位比特功耗”与“单位比特成本”均实现同步下降，体现出更优的能效比与性价比。该特性使得超大规模 AI 训练集群能够以更少的设备数量（包括交换机、光模块及光纤）承载同等甚至更高的总带宽，从而在系统层面有效降低总体拥有成本，具备明确的经济性与能耗优势。
- 2) 在物理布线层面，1.6T 光模块的部署进一步简化了数据中心内部的光纤架构。在提供相同总带宽的前提下，1.6T 方案所需的光纤数量较 800G 方案减少约 50%，不仅降低了布线复杂度与维护成本，也有助于缩短信号传输路径、减少插入损耗，为未来更高密度、更低延迟的互联架构奠定坚实基础。

表7：不同速率光模块单位比特功耗与年成本对比

型号	数据率 (Gbps)	功率 (W)	年成本 (\$)	单位比特功耗 (W/Gbps)	单位比特年成本 (\$/Gbps/year)	相比 100G 降低幅度
100G SR4	100	3.5	3.07	0.035	0.031	-
400G FR4	400	12	10.51	0.03	0.026	-14.3%
800G SR8	800	18	15.77	0.0225	0.020	-35.7%

资料来源: Link-PP、国投证券证券研究所（基于每周 7 天、每天 24 小时不间断运行，以及平均电费为每千瓦时 0.10 美元的成本计算。）

### 3.3.2. 头部厂商实现量产部署加速技术迭代，全产业链加速抢占下一代利润高地

#### 1.6T 光模块已从技术验证迈入产业化放量阶段，正成为下一代 AI 数据中心的核心互联技术。

目前，全球主要云计算厂商已开始部署 1.6T 光模块，头部光模块供应商也已具备量产能力，并正积极扩充产能以应对即将到来的市场需求高峰。截至 2025 年 7 月，全球 TOP10 光模块供应商中的多家中国上市公司已公开披露其 1.6T 产品进展。

- 目 中际旭创表示，今年下半年在 800G 光模块显著上量的同时，已有更多客户开始部署 1.6T 产品。预计 1.6T 光模块出货量将实现逐季度增长，并在明年迎来显著放量。

- 目 新易盛亦指出，根据当前市场需求及客户指引，预计 1.6T 产品将在 2025 年下半年逐步起量。公司认为行业景气度将在今年下半年及明年保持高位，并将结合客户需求提前规划产能布局，确保交付能力。
- 目 光迅科技与华工科技虽未披露具体市场数据，但在产品层面已全面完成技术储备与样品验证。公开资料显示，光迅科技已推出多款面向不同应用场景的 1.6T 高速光模块；华工科技自研的 1.6T 硅光模块已获美国及中国多家知名 OTT 客户正式送样通知，1.6T ACC/AEC 产品也已在美国头部 OTT 客户完成测试，正准备进入小批量出货阶段。

产业加速的背后，是 1.6T 技术在带宽密度、能效水平、系统简化与成本优化等方面展现出的综合优势。其在带宽上实现单模块能力翻倍，并推动单位比特功耗与成本显著下降，从系统层面降低了超大规模 AI 集群的 TCO。随着 AI 算力集群规模的持续扩张，1.6T 光模块的产业化进程将进一步提速，奠定其在高速互联领域的主导地位。

对于光模块厂商而言，产业升级的节奏已经十分明确——“生产一代、开发二代、预研三代”成为企业持续竞争力的关键节奏。光模块正沿着高速率、高集成度和低功耗方向不断演进，行业整体迈向高端化，产品价值量持续提升。当前，800G 光模块仍是企业现金流与利润的核心支撑点，但 1.6T 光模块无疑将成为下一阶段的“利润高地”。在算力基础设施持续高强度投入的大背景下，技术创新能力与产能响应速度将成为光模块厂商竞争的决定性因素，谁能率先实现 1.6T 光模块的稳定量产与批量交付，谁就有望率先享受到高端产品带来的利润红利与市场份额优势。

### 3.4. 光模块行业迎来价值跃升：高速产品、技术迭代与场景拓展共驱成长新周期 光模块市场正呈现显著的价值量提升趋势，具体体现在以下三个维度：

- 一是高速产品结构性升级驱动均价上行。根据 LightCounting 预测，2023-2029 年数通光模块市场将以 27% 的 CAGR 快速扩张，至 2029 年市场规模有望达到 258 亿美元。其中 800G 光模块将于 2025 年市场规模首次超越 400G, 800G 与 1.6T 等高速产品将快速导入，至 2029 年合计规模将突破 160 亿美元。高速率产品单价显著高于传统速率产品，其市场份额的快速提升直接推动了行业整体均价与价值规模的同步增长。
- 二是技术迭代持续提升单模块价值。随着产品速率从 400G 向 800G 及 1.6T 演进，光芯片、电芯片、光学组件与封装工艺全面升级，单模块的技术复杂度和物料成本相应提高。特别是在 AI 算力集群需求的推动下，支持更高带宽、更低功耗和更优性能的高端光模块占比不断扩大，进一步强化了产品单价与盈利能力的提升空间。
- 三是应用场景扩展打开长期价值空间。除数通市场保持高速增长外，电信光模块市场同样稳健，预计至 2029 年将以 14% 的复合增长率达到 114.9 亿美元。随着 5G-A 网络建设推进和光纤到户升级，电信领域对中高速光模块的需求持续增长，与数通市场共同形成了双轮驱动，为行业价值量提升提供了更广阔、更可持续的市场基础。

图26. 高速率模块光芯片市场增量主要由 100G 以上的高速产品支撑



资料来源：Omdia、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

图27. 全球数据中心光模块市场规模



图28. 全球电信侧光模块市场规模



资料来源: LightCounting、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所

资料来源: LightCounting、源杰科技招股说明书、国投证券证券研究所  
(注: 电信市场规模中不包括FTTx市场)

## 4. 共赴技术高地: 高速率可插拔光模块龙头的护城河

从当前市场与技术趋势来看, 800G 光模块已成为具有确定性的放量主线, 而 1.6T 光模块也被行业普遍视为将于 2026 年进入规模化商用阶段, 整体产业演进路径清晰、节奏明确。在海外云厂商资本开支持续高企的背景下, 800G/1.6T 的采购需求高度集中于少数头部客户与核心供应商, 上游关键组件如 EML、CW 光源等出现供给偏紧局面。在此过程中, “技术迭代能力”与“规模交付实力”共同构筑起坚实的行业壁垒, 推动市场份额持续向龙头集中。

值得注意的是, 光模块龙头企业凭借前瞻性技术布局, 在下一代光互联技术领域也确立领先地位。当前这些光模块龙头企业不仅在高速可插拔产品上占据主导, 更在 CPO(共封装光学)、OCS(光交换) 等下一代架构上积极投入、多有技术储备, 有望在未来的技术路线迭代中持续占据核心地位。因此, 建议重点关注确定性较高的核心赛道——高速率可插拔光模块领域龙头企业, 其成长逻辑不仅立足于当前需求的增长, 更源于对未来技术变革的深度参与能力。

### 4.1. 中际旭创

中际旭创是全球光模块市场份额第一的企业, 专注于高端光通信收发模块的研发、生产与销售, 2025 年上半年该业务营收占比达 97.58%。公司产品广泛应用于云计算数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输与固网接入等领域, 致力于推动光模块向高速率、小型化、低功耗和低成本方向发展。目前, 其产品组合涵盖 200G 至 1.6T 高速光模块, 以及 5G 前传/中传/回传光模块、传输网光模块和 FTTx 光器件等整体解决方案, 在出货量与市场份额方面持续保持行业领先。

图29. 相干光通信模块



资料来源：中际旭创官网、国投证券证券研究所

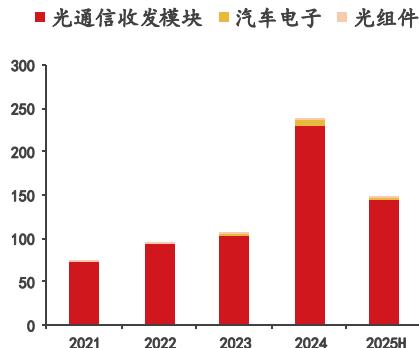
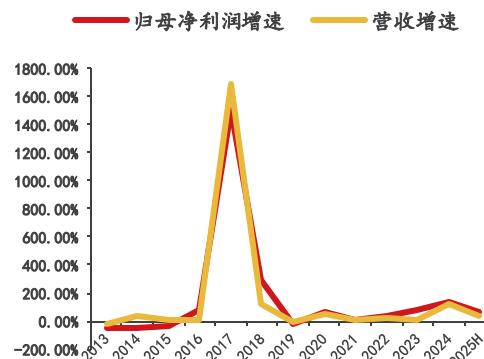
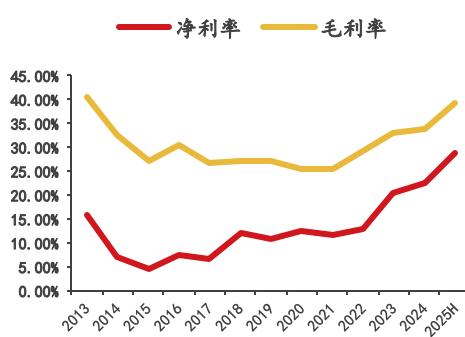
2025年以来，公司业绩主要受益于800G光模块的规模化交付与硅光技术比例提升。预计自2025年下半年起，1.6T新产品将进入批量出货阶段。伴随2026年北美云厂商进一步加大AI基础设施投入，公司在手订单充足，业绩有望延续高速增长。这一增长态势得益于三方面核心壁垒：一是技术领先与快速量产能力，公司在硅光芯片自研、LPO、相干通信等多路径全面布局；二是规模效应带来的供应链优势，使其在核心芯片紧缺时具备优先产能保障，支撑高质量交付；三是客户关系壁垒高，已通过北美主流云厂商全面认证，并建立长期战略合作，为持续增长奠定基础。

中际旭创在CPO、OCS等光通信前沿领域具备深厚的技术积累与行业参与度。其全资子公司苏州旭创作为IEEE光通信光模块OSFP产业联盟成员、IEEE 802.3及ITU-T Q2/PON融合标准编制成员，同时担任CCSA中国通信标准化协会TC6/WG4（光器件）工作组成员，并参与OSFP、QSFP-DD等多个行业协会，持续推动光模块技术与标准发展。在共封装光学（CPO）方向，公司已具备扎实的技术储备，目前正积极推进相关研发，我们对公司CPO技术路径的成功落地抱有信心。在光电路交换（OCS）领域，中际旭创通过苏州旭创持有TeraHop Pte. Ltd. 67.71%股权，为其控股股东。TeraHop于OFC 2025展会中展示了基于硅光子平台的64x64 OCS交换机，该产品致力于降低AI集群功耗、提升系统可靠性，并具备良好的端口扩展能力。与谷歌主导的空间光MEMS技术路径形成差异化，目前该技术正处于验证与生态构建阶段。

图30. 中际旭创净利率、毛利率水平 (%)

图31. 中际旭创净利润、营收增速 (%)

图32. 中际旭创主营业务结构拆分(亿元)



资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

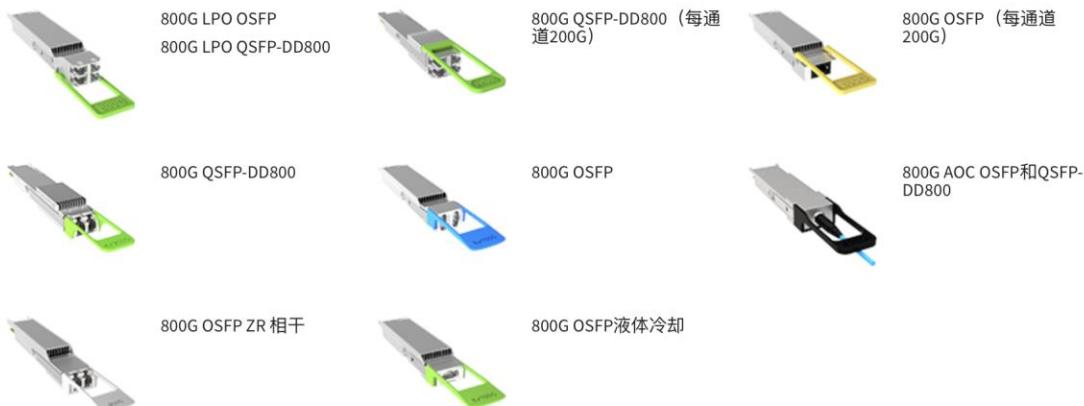
资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

## 4.2. 新易盛

新易盛自成立以来始终专注于光模块的研发、制造与销售，是国内少数具备数据中心级 100G 至 800G 高速光模块批量交付能力，并掌握高速光器件芯片封装与器件封装核心技术的企业。2025 年上半年，公司点对点光模块业务贡献营收 99.73%，凸显其高度聚焦的主业结构。公司持续投入前沿技术研发，已成功推出覆盖 VCSEL/EML、硅光与薄膜铌酸锂等多种技术路径的 400G、800G 及 1.6T 光模块产品，包括 ZR/ZR+相干光模块以及基于 100G/lane 的 LPO 和 200G/lane 的 LRO 系列，展现出全面的技术布局。凭借多年积累，新易盛已与全球主流互联网及通信设备厂商建立稳固合作，并通过垂直整合战略不断提升在高速光模块市场的占有率，致力于成为光通信模块、组件与子系统的核心供应商。

图33. 新易盛 800G 光模块



资料来源: 新易盛官网、国投证券证券研究所

2025 年前三季度，公司实现营收同比增长 221.70%，归母净利润增长 284.37%，毛利率与净利率分别达到 47.25% 和 38.33%，显示出在高速率产品结构优化与成本控制方面的显著成效。尽管第三季度因客户短期节奏调整导致收入环比放缓、业绩不及预期，但管理层指出此为阶段性波动，第四季度已恢复向好。公司依托垂直整合与核心器件自供有效降低外采与封装成本，结合自研设备与柔性产线提升制造性价比，配合严格的费用管控，共同构建起系统性的成本优势，支撑其持续的高盈利能力。此外，新易盛与北美云厂商深度绑定，2025 年上半年海外营收占比达 94.5%，持续受益于北美 AI 基础设施建设的加速推进。目前 800G 产品占比不断提升，1.6T 产品亦预计自今年第四季度起进入放量阶段。

CPO 方面，新易盛自 2017 年通过全资子公司 Alpine Optoelectronics 切入硅光与相干光模块领域，并布局硅光子芯片研发，为 CPO 技术奠定了扎实的技术与供应链基础。目前，公司已完成 CPO 相关专利储备并掌握关键技术，持续关注全球标准进展与产业化进程。公司研判，在 800G 速率下 CPO 短期内难以实现规模商用，当前市场主流仍以可插拔 1.6T 光模块为主，因此短期资源将聚焦于 1.6T 及 LPO 技术的量产推进。中长期来看，随着技术生态与市场需求逐步成熟，CPO 将作为公司产品战略中的预研方向进行深度布局。公司有信心在 CPO 产业条件成熟时，快速推出具备竞争力的集成化产品并实现率先量产。

OCS 方面，公司已形成较为扎实的技术储备与研发基础。公司依托自主搭建的研发体系，在高速光通信系统架构、自动化测试平台、高速电路设计及光器件芯片封装等关键环节积累了多项专利与核心技术。同时，公司构建了高效灵活的产能体系，可依据客户需求快速实现新型光模块的规模化交付。基于在光芯片封装、模块集成等环节的自主知识产权与工艺积累，新易盛已具备为高速数据中心与 AI 集群提供高性能、低延迟光互联解决方案的能力，为未来 OCS 技术的产业化应用奠定坚实基础。

图34. 新易盛净利率、毛利率水平 (%)

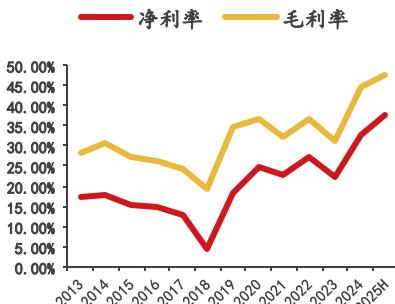


图35. 新易盛净利润、营收增速 (%)

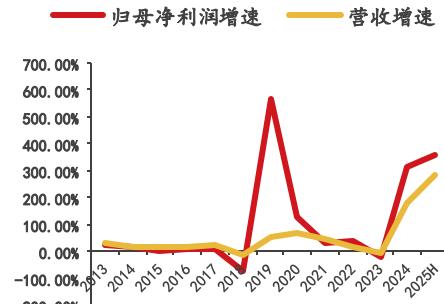
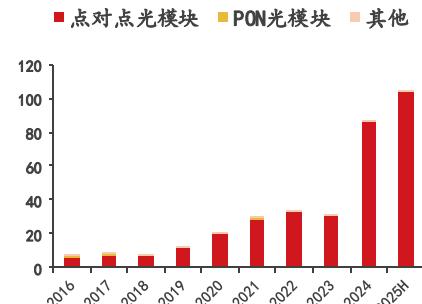


图36. 新易盛主营业务结构拆分 (亿元)



资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

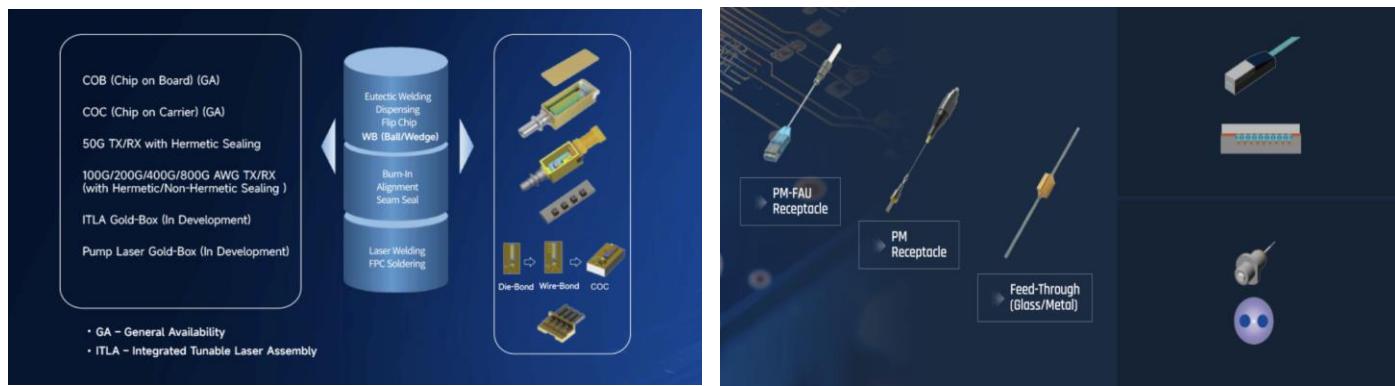
资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

资料来源: iFinD、国投证券证券研究所

#### 4.3. 天孚通信

天孚通信是业界领先的光器件整体解决方案与光电先进封装制造服务商，业务覆盖人工智能、数据中心、光纤通信及光学传感等多个领域。公司主营业务由光有源器件与光无源器件两大板块构成。有源器件主要包括高速光引擎、TO-CAN/BOX 封装器件等光模块核心部件，2025年上半年，该板块实现收入 15.66 亿元，占总营收的 63.78%，同比增长 90.95%，毛利率达 43.36%。无源器件则涵盖陶瓷套管、光纤阵列(FAU)、隔离器及连接器等，用于光信号的连接与耦合，技术积累深厚，产品以高精度和高可靠性著称，2025年上半年无源器件收入为 8.63 亿元，占比 35.13%，毛利率高达 63.57%。

图37. BOX 器件封装技术平台/高速光引擎产品解决方案 图38. 相干光学技术平台/FAU 无源光器件产品解决方案



资料来源: 天孚通信公告、国投证券证券研究所

资料来源: 天孚通信公告、国投证券证券研究所

2025 年第三季度，受上游 200G EML 光芯片短缺影响，公司业绩环比增速有所放缓，随着公司积极协调并引入新光芯片供应商，预计第四季度将获得大规模增量供给，出货情况有望显著修复。与此同时，下游核心客户英伟达近期大幅上修 2026 年 1.6T 光模块需求，天孚通信作为其光引擎核心供应商，将直接受益于该需求增长。在无源器件方面，公司通过垂直整合与全品类布局，结合关键器件的高精度工艺，实现一体化交付与深度定制，不仅构筑了低成本、高响应能力的供应链优势，也在财务上转化为持续的高毛利表现，在客户合作中形成了坚实的竞争壁垒。

在 CPO 领域，天孚通信已跻身英伟达硅光生态系统核心合作伙伴。 在 GTC 2025 大会上，英伟达宣布其 Spectrum-X 与 Quantum-X 系列硅光 CPO 交换机将分别于 2025 年与 2026 年下半年发布。天孚通信凭借其在高速光引擎与精密无源器件方面的积累，被列为关键供应链伙伴之一。公司目前重点布局多项 CPO 相关前沿研发，包括适用于 CPO-ELS 模块的多通道高功率激光器、单波 200G 光发射器件，以及面向 CPO 高密度互联的多通道光纤耦合阵列(FCFAU)，为其在下一代共封装光学架构中占据先机奠定基础。

在 OCS 方向，天孚通信虽尚未公开量产或供货计划，但已具备潜在技术延伸能力。 基于其在光纤阵列单元(FAU)与高密度光纤连接领域所积累的工艺经验，公司在光学封装与耦合方面形成的技术能力，与 OCS 光引擎所需的核心技术存在显著共性。这为其未来向更广泛的光交换市场渗透提供了坚实的技术边界与布局弹性。

图39. 光纤连接器解决方案图40. WDM (AWG) 耦合技术平台

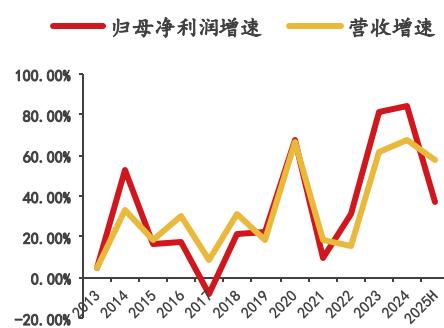
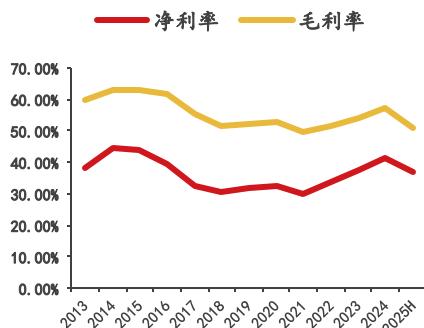


资料来源：天孚通信公告、国投证券证券研究所

图41. 天孚通信净利润率、毛利率水平 (%)

图42. 天孚通信净利润、营收增速 (%)

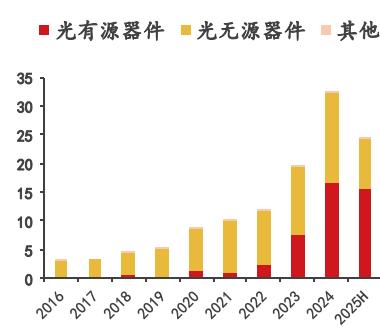
图43. 天孚通信主营业务结构拆分 (亿元)



资料来源：iFinD、国投证券证券研究所

资料来源：iFinD、国投证券证券研究所

资料来源：iFinD、国投证券证券研究所



## ■ 行业评级体系

收益评级：

领先大市 —— 未来 6 个月的投资收益率领先沪深 300 指数 10%及以上；

同步大市 —— 未来 6 个月的投资收益率与沪深 300 指数的变动幅度相差-10%至 10%；

落后大市 —— 未来 6 个月的投资收益率落后沪深 300 指数 10%及以上；

风险评级：

A —— 正常风险，未来 6 个月的投资收益率的波动小于等于沪深 300 指数波动；

B —— 较高风险，未来 6 个月的投资收益率的波动大于沪深 300 指数波动；

## ■ 分析师声明

本报告署名分析师声明，本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，勤勉尽责、诚实守信。本人对本报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规、研究方法专业审慎、研究观点独立公正、分析结论具有合理依据，特此声明。

## ■ 本公司具备证券投资咨询业务资格的说明

国投证券股份有限公司（以下简称“本公司”）经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司及其投资咨询人员可以为证券投资人或客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或间接的有偿咨询服务。发布证券研究报告，是证券投资咨询业务的一种基本形式，本公司可以对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向本公司的客户发布。

## 免责声明

。本公司不会因为任何机构或个人接收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但本公司不保证该等信息及资料的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映本公司于本报告发布当日的判断，本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资带来的收入可能会波动。在不同时期，本公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，本公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。同时，本公司有权对本报告所含信息在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准，如有需要，客户可以向本公司投资顾问进一步咨询。

在法律许可的情况下，本公司及所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务，提请客户充分注意。客户不应将本报告为作出其投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代客户自身的投资判断与决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，无论是否已经明示或暗示，本报告不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证。在任何情况下，本公司亦不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告版权仅为本公司所有，未经事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表、转发或引用本报告的任何部分。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“国投证券股份有限公司证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

本报告的估值结果和分析结论是基于所预定的假设，并采用适当的估值方法和模型得出的，由于假设、估值方法和模型均存在一定的局限性，估值结果和分析结论也存在局限性，请谨慎使用。

国投证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。

## 国投证券证券研究所

深圳市

地 址： 深圳市福田区福华一路 119 号安信金融大厦 33 层  
邮 编： 518046

上海市

地 址： 上海市虹口区杨树浦路 168 号国投大厦 28 层  
邮 编： 200082

北京市

地 址： 北京市西城区阜成门北大街 2 号楼国投金融大厦 15 层  
邮 编： 100034