

通信

发布时间：2023-04-16

证券研究报告 / 行业深度报告

光模块：AIGC 时代不可或缺的传输管道核心组件

优于大势

上次评级:优于大势

报告摘要:

ChatGPT 人工智能大模型催动北美云厂商开启 AI 竞赛，光模块行业作为数据中心互联重要管道部件有望深度受益。自 ChatGPT 问世以来，微软、Meta、亚马逊、百度、商汤、阿里等国内外科技巨头均推出了大模型产品，AIGC 作为科技未来演进方向已成为共识。AI 大模型需对海量数据训练及推理，算力要求极高。各大厂商大模型竞争将带来 AI 算力、AI 服务器及 AI 光模块的增量需求。我们预计 AI 大模型的算力需求给光模块带来市场空间增量约为 6%-10%，在保守/中性/乐观情景下 AI 服务器及数据中心带来的光模块增量市场空间分别为 4.05/5.40/6.75 亿美元。

AI 爆发推动光模块下游需求边际改善，行业景气度有望迎来反转。2022 年因疫情及互联网云厂商削减资本开支导致光模块行业承压。AI 需求爆发有望推动光模块行业边际好转。根据 Yole 数据，2027 年全球光模块市场空间将达到 247 亿美元，数通领域为主要增长引擎。2021 年全球光模块市场空间约 102 亿美元，2027 年将增至 247 亿美元，年均复合增速达 16%。其中数通市场受到 AIGC、云计算等驱动需求增长更快，市场规模将从 2021 年的 59 亿美元增至 2027 年的 168 亿美元，2021-2027 年 CAGR 为 19%。数通市场细分领域来看，CPO/OBO 光模块增速最快，以太网光模块市场空间最大。CPO 技术因其能显著降低光模块功耗，在光模块速率及功耗指数级增长下应用前景广阔，长期看将成为主流技术路线。

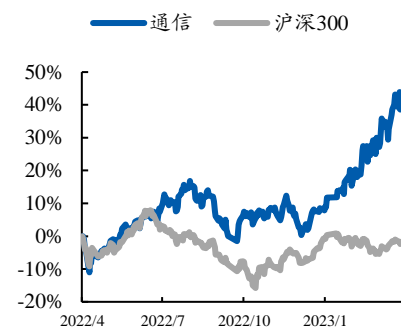
国内光模块厂商已处于全球领先地位，有望率先受益 AIGC 需求提升带来业绩释放。从直接受益 AI 支出显著增长的数通领域光通信产业链上下游来看，中国企业在光模块领域目前具备较高的市场份额和国际竞争力。根据 Yole 数据，中际旭创 2021 年光模块市占率 10%，位居行业第二，海信宽带、光迅科技位列前五位，中国企业在光模块行业具备显著优势。相关标的来看，中际旭创、华工科技专注于模块生产，而新易盛、光迅科技同时从事组件生产。AIGC 催化我国光模块、光器件、光芯片等光通信公司将深度受益 AI 带来的增量需求。其中光模块公司世界竞争优势明显，直接供货北美云厂商，业绩率先受益；光器件公司受益下游光模块放量同步增长；光芯片公司则有望突破高端光芯片，逐步实现国产替代。建议关注国产光模块龙头公司：中际旭创、新易盛、光迅科技；高速光引擎光器件核心供应商天孚通信；国产光芯片领军企业源杰科技。

风险提示：400G/800G 光模块需求不及预期、订单节奏不及预期。

重点公司主要财务数据

重点公司	现价	EPS			PE			评级
		2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
中际旭创	15.88	1.21	1.5	1.83	35.12	44.34	36.34	买入
新易盛	98.3	1.31	1.58	1.93	29.91	46.00	37.66	增持
源杰科技	6.89	2.12	1.67	2.79	0.00	149.70	89.61	买入
光迅科技	125.97	0.85	0.95	1.08	27.4	27.74	24.40	增持
天孚通信	5.04	0.79	1.14	1.57	46.43	51.01	37.04	买入

历史收益率曲线



涨跌幅 (%)	1M	3M	12M
绝对收益	9%	29%	41%
相对收益	6%	29%	43%

行业数据

成分股数量 (只)	108
总市值 (亿)	18896.46
流通市值 (亿)	7962.35
市盈率 (倍)	23.59
市净率 (倍)	2.44
成分股总营收 (亿)	12506.47
成分股总净利润 (亿)	423.52
成分股资产负债率 (%)	47.08

相关报告

《年度策略：关注物联网及军工通信高景气成长》

--20230104

《中际旭创 (300308)：业绩快速增长，光模块龙头地位稳固》

--20220826

《天孚通信 (300394)：业绩稳步增长，高速光引擎项目实现量产》

--20220825

证券分析师：史博文

执业证书编号：S0550522080003
18612207935 shibw@nesc.cn

研究助理：刘云坤

执业证书编号：S0550122040030
15611880589 liuyk@nesc.cn

目 录

1.	光模块：光网络核心连接器件，深度受益算力带宽增长需求4
1.1.	全光网络建设如火如荼，光通信产业链大有可为4
1.2.	光模块是光通信网络中实现光电转换的核心部件5
1.3.	AIGC、云计算等驱动下数据流量爆发增长，算力需求及支出激增.....10
1.4.	电信侧光模块：前传、中后传向更高速率演化12
1.5.	东西向流量推动数据中心架构不断演化，高速率低能耗成为数通光模块发展趋势12
2.	需求端：AI 驱动高速光模块增量快速增长19
2.1.	互联网/云厂商数通需求逐步成为主导，AI 驱动资本开支有望反弹19
2.2.	AI 驱动下光模块市场增速有望迎来反转22
2.3.	中国龙头厂商市场份额排名行业前列，具备世界竞争力27
3.	推荐标的29
3.1.	中际旭创：数通光模块龙头，率先受益北美云厂商 AI 增量需求29
3.2.	新易盛：并购外延布局硅光，高速光模块领域快速成长29
3.3.	源杰科技：国产光芯片领军企业，30
3.4.	光迅科技：光器件模块整体解决方案领先供应商31
3.5.	天孚通信：高速光引擎开始交付，CPO 产业链核心供应商.....32
4.	风险提示33

图表目录

图 1:	我国固网通信接入发展历程 4
图 2:	光纤替代铜线网络架构示意图 5
图 3:	典型通信技术及光通信覆盖范围 5
图 4:	光通信设备产业链示意图 6
图 5:	光纤通信技术原理：通过光电信号转换实现信号传输 7
图 6:	光模块结构示意图 7
图 7:	SFP 封装光模块结构图 7
图 8:	光模块速率迭代时间线及中际旭创相关产品示例图 8
图 9:	光模块技术演进趋势：光学部件与 ASIC 芯片集成度不断提升 8
图 10:	全球数据中心耗能分类情况 9
图 11:	云数据中心年度光模块功耗呈指数级增长..... 9
图 12:	CPO 相比可插拔式光模块可节省 25%-30%功耗..... 9
图 13:	2021 年全球数据流量情况 10
图 14:	全球数据中心流量快速增长 10
图 15:	全球 AI 支出、DX 支出及 GDP 增速预测.....11
图 16:	中国智能算力规模高速增长11
图 17:	中国人工智能市场支出规模预测11
图 18:	2026 年中国人工智能市场支出预测（行业）11

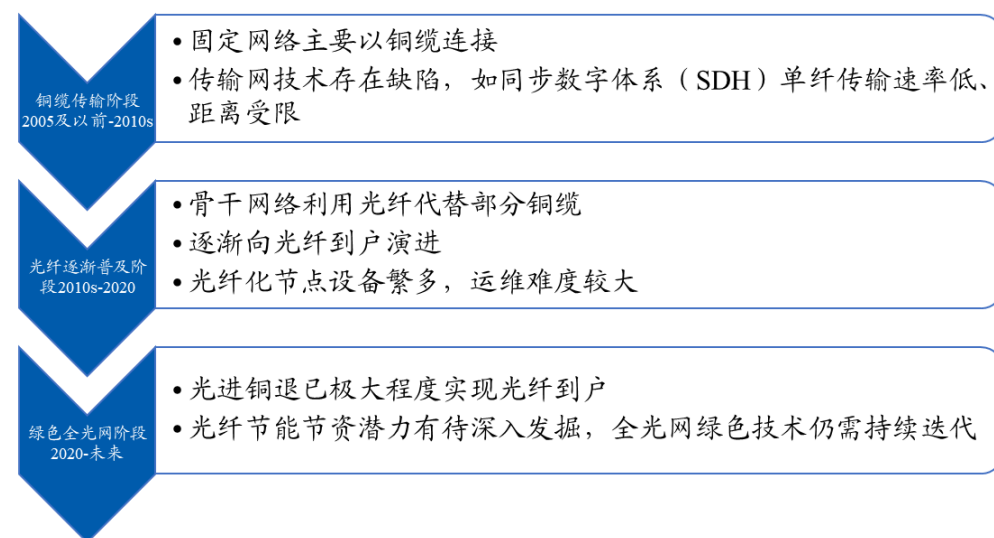
图 19: 5G 前传承载需求演进路线	12
图 20: 5G 前传承载需求演进路线, 由传统三级设计向 CLOS 架构演进	13
图 21: 数据中心交换芯片吞吐量不断提升, 带动光模块速率不断迭代	14
图 22: 数据中心互网络中演进趋势: 光纤光传输逐步替代铜线电传输	14
图 23: 数据中心互联技术: 光电信号转换核心部件	15
图 24: 光模块技术及速率演进趋势: 短期内可插拔式仍将占据主流, 长期看 OBO/CPO 将主导	17
图 25: 英伟达 32 交换机 DGX A100 与 H100 对比	18
图 26: 全球头部通信运营商及互联网内容提供商资本支出季度变化情况	19
图 27: 全球头部通信运营商及互联网内容提供商资本支出同比增速季度变化情况	19
图 28: 全球及中国头部通信运营商资本支出季度变化情况	20
图 29: 全球及中国头部通信运营商资本支出同比增速季度变化情况	20
图 30: 全球及中国头部互联网内容提供商资本支出季度变化情况	21
图 31: 全球及中国头部互联网内容提供商资本支出同比增速季度变化情况	21
图 32: 全球光模块市场空间细分技术路径情况	22
图 33: 全球光模块市场空间分技术类别情况	23
图 34: 全球光模块市场空间情况 (按季度划分)	23
图 35: 全球光模块分速率出货量情况	24
图 36: 2026 年全球数通市场光模块市场空间将达 151 亿美元	24
图 37: 短期内 1.6T 数通 CPO 光模块率先上量	25
图 38: 数通 CPO 光模块市场细分空间	25
图 39: 数据中心机柜内连接向全光连接过渡	25
图 40: 数通市场 1-100G 光模块单价趋势	26
图 41: 数通市场 400G 及以上光模块单价趋势	26
图 42: 100G QSFP28 CWDM 光模块成本拆解	26
图 43: 400G QSFP-DD DR4 光模块成本拆解	26
图 44: 光模块市场份额变化情况: 中际旭创份额稳步提升	27
图 45: 数通市场光通信产业链全景图	28
图 46: 中际旭创 2021 年市场份额提升最多	29
图 47: 中际旭创 800G 光模块示意图	29
图 48: 新易盛部分产品系列图	30
图 49: 新易盛 800G 光模块示意图	30
图 50: 源杰科技产品发展历程	31
图 51: 光芯片在光通信系统中应用示意图	31
图 52: 光迅科技产品矩阵	31
图 53: 光迅科技产品在光通信系统应用拓扑图	31
图 54: 天孚通信十三大产品线	32
图 55: 天孚通信八大方案	32
表 1: 5G 中回传新型光模块潜在对 400G/800G 高速光模块的需求	12
表 2: 数据中心典型光互连场景	15
表 3: 部分数据中心光模块类型及技术参数情况	16
表 4: AI 大模型光模块增量需求测算	18
表 5: 世界前十大光模块供应商变化情况 (2010、2016、2018、2021)	27

1. 光模块：光网络核心连接器件，深度受益算力带宽增长需求

1.1. 全光网络建设如火如荼，光通信产业链大有可为

我国通信网络建设当前正处于向绿色全光网迈进关键节点。通信网络是支撑我国数字经济建设及经济社会进一步发展的关键性公共基础设施，其带宽、时延、连接能力的提升是支撑满足 AIGC 爆发下大流量需求的必要条件。而与传统铜线相比，光纤作为通信介质既可以显著提升网络传输速度，又能够降低能耗，符合国家绿色中国战略要求。回顾我国固网通信接入领域发展历史，2010 年前主要以铜缆连接为主，当时技术尚不成熟，速率低且距离受限。2010 年-2020 年为光纤网络逐步普及，渗透率缓慢提升阶段，骨干网部分铜缆被光纤替代，光纤到户开始建设。2020 年至今我国已较大程度实现光纤到户，进一步提速的双千兆战略正在建设，我国固定网络建设正向 F5G 千兆光网的绿色全光网时代迈进。

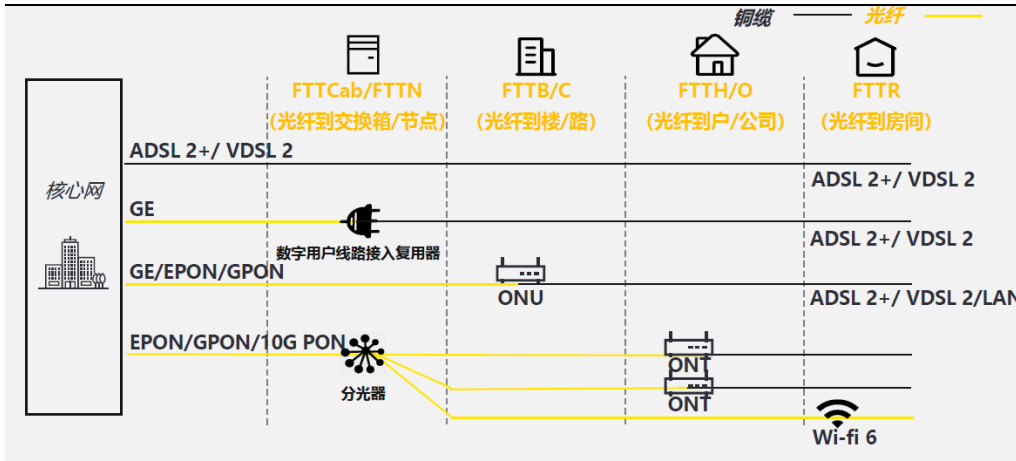
图 1：我国固网通信接入发展历程



数据来源：ETSI、安永、东北证券

光通信普及解决传统通信方式铜缆信号衰减、高能耗痛点。传统固网建设大都采用铜线作为通信传输媒介，存在信号衰减快、能耗更高等缺点，此外铜作为国家战略资源，自给率较低。根据中铝集团统计，我国铜精矿自给率从 2000 年的 43.25% 降至 2020 年的 22.8%，固网建设继续大量使用铜缆会进一步加剧铜矿供应短缺风险。而 F5G 千兆光网采用光纤作为介质，其原料二氧化硅易获得且使用寿命长，此外光信号传输相比电信号传输衰减损耗及抗干扰能力更强。对家庭用户使用光纤网络相对于铜线/同轴电缆的节能幅度可以达到 60-75%/70-85%，每户每天可节省电量达 0.15kWh。

图 2：光纤替代铜线网络架构示意图

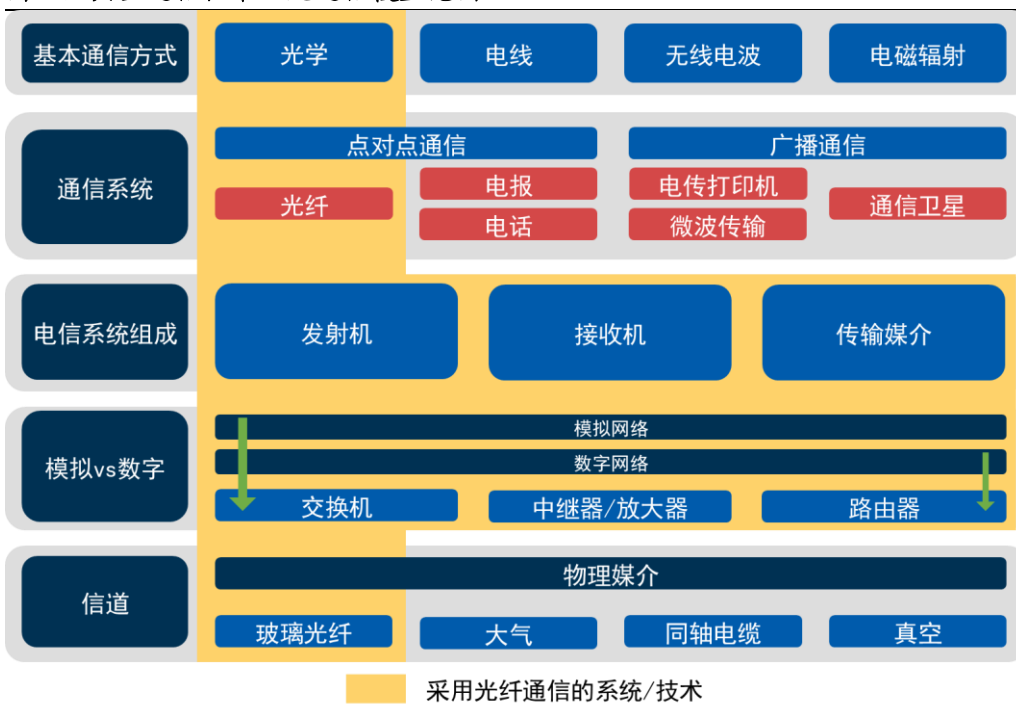


数据来源：安永、东北证券

1.2. 光模块是光通信网络中实现光电转换的核心部件

光通信在通信系统中不可或缺，应用范围有望持续拓展。光通信作为目前多种通信方式中的一类，主要指以玻璃光纤为介质。光纤通信的通信系统，属于通信技术的一种。因光纤传输的高速率低损耗优势在通信系统中广泛应用。目前电信系统组成中的发射机、接收机、传输媒介以及模拟数字信号的转化过程中均需用到光通信技术。随着全光网建设进程深入光通信将进一步提升在通信网络中的应用广度，光通信产业链处于长期成长周期。

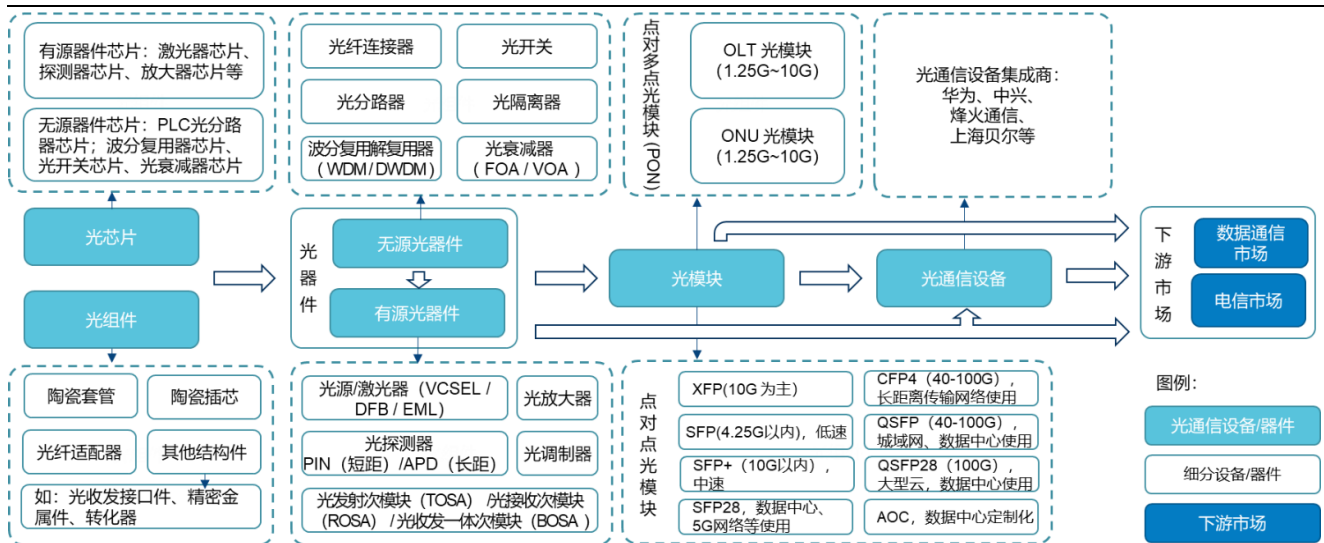
图 3：典型通信技术及光通信覆盖范围



数据来源：Yole、东北证券

光通信产业链：光芯片国产化潜力大，光模块世界领先深度受益 AI 需求爆发。光通信光通信产业链主要包括上游的光芯片、光组件厂商，中游的光器件、光模块及光通信设备厂商以及下游的客户三个环节。光通信设备主要应用在电信市场的运营商网络建设及数据通信市场的互联网厂商的数据中心互联通信中。从各个环节来看，光芯片环节价值量高，但尤其在高速光芯片领域由国外厂商主导，国内厂商从低速光芯片开始逐步提升渗透率。光器件光模块领域，国内龙头中际旭创、新易盛、光迅科技、天孚通信等已取得世界领先地位，已成为北美头部云厂商等客户重要供应商，深度受益 AI 算力爆发带来的高速光模块需求，有望迎来业绩爆发式增长。光通信设备环节我国华为、中兴、烽火等厂商均取得全球领先地位，国产化率较高。

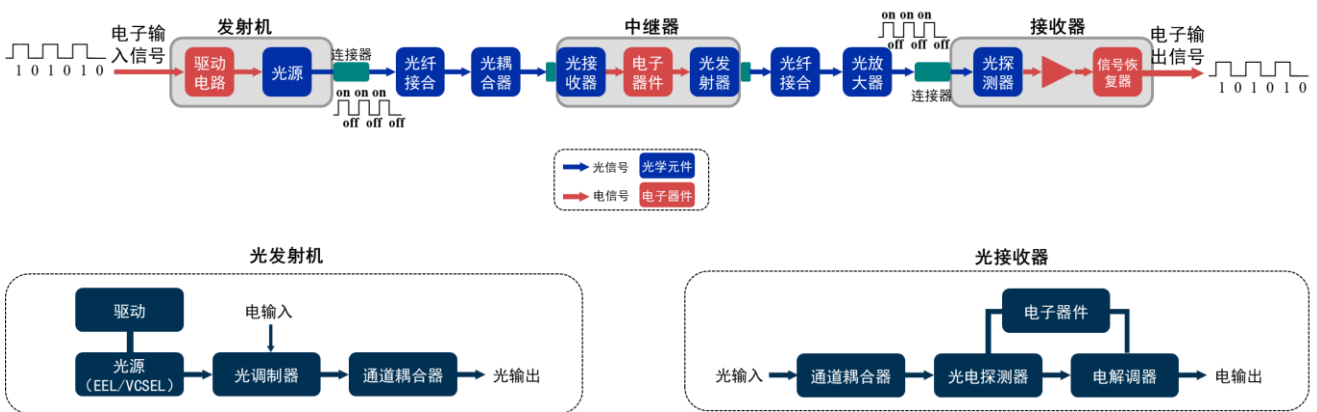
图 4：光通信设备产业链示意图



数据来源：福睿研究、东北证券

光纤通信通过光电信号转换实现高速信息传输。光纤通信网络主要由发射机、中继器、接收器及光纤光缆等部件组成。其中光发送机由光源、驱动电路等组成，光源将输入信号由电信号转换为光信号，并通过连接器及耦合技术注入光纤线路在光纤中通过折射传播。光中继器的作用为将经过长距离传输后受到损耗的微弱光信号通过放大、整形等环节再生成一定强度的光信号，降低信号失真并保证通信质量。光接收机由光探测器、放大器和相关电路组成，负责将从光纤线路输出的光信号转化为电信号，并经过放大和后处理后恢复成发射前的电信号。

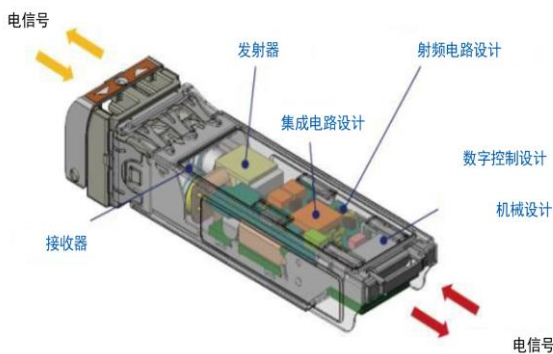
图 5: 光纤通信技术原理: 通过光电信号转换实现信号传输



数据来源: Yole、东北证券

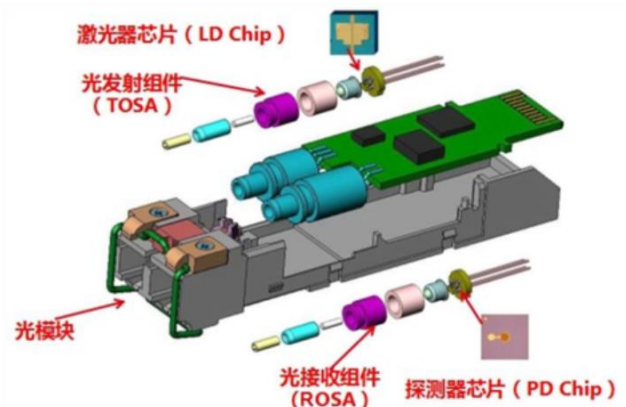
光模块目前以可插拔式为主，其结构构成中 TOSA 和 ROSA 为核心器件。光模块集成了发射及接收数字或模拟信号的功能，通常以独立于网络外部的可插拔式为主，也有网络芯片形式。一个典型光模块包含发射器、接收器、集成电路、射频电路、数字控制及机械部件等部分。其中 TOSA（发射光组件/Transmitter Optical Subassembly）、ROSA（接收光组件/Receiver Optical Subassembly）及电路板是成本占比最高的部件。而 TOSA 和 ROSA 作为发射和接收信号的关键器件，直接影响整体光模块性能，其中 TOSA 主体为 VCSEL、DFB、EML 等激光器芯片，ROSA 主体为 APD、PIN 等探测器芯片。一般光模块中光芯片成本占比在 30%-40%左右，而高端高速光模块这一比例可以提升至 50%左右。

图 6: 光模块结构示意图



数据来源: Yole、东北证券

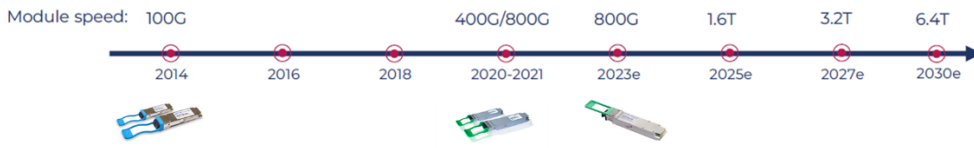
图 7: SFP 封装光模块结构图



数据来源: 产业信息网、东北证券

光模块技术演进路线方面，光模块技术迭代速率持续加快。从光模块行业技术演进时间节点来看，2014 年-2018 年行业主要以 100G 光模块为主流产品，2020-2021 年行业领先企业开始启动 400G/800G 光模块研发推进工作。在 AIGC 推动下，预计 800G 光模块在 2023 年开始小批量生产，下一代 1.6T 光模块预计 2025 年开始逐步量产。

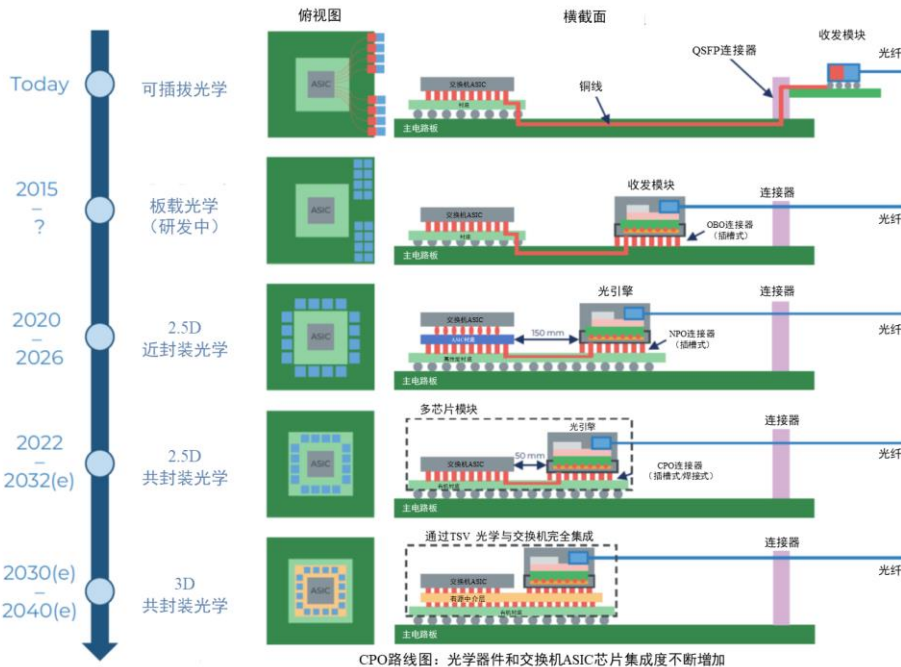
图 8: 光模块速率迭代时间线及中际旭创相关产品示例图



数据来源: Yole、中际旭创官网、东北证券

光模块技术集成化趋势不断提升以应对算力剧增带来的更高技术要求。AIGC 爆发下大模型训练需求快速提升、算力及数据中心互联需求催生对于更高速率、更高性能低功耗的光模块产品需求。通过不断缩减光模块与交换机 ASIC 的距离，从而一方面减少铜线的使用降低功耗、另一方面缩短使用铜线的传输距离而提高光纤传输的距离占比从而提高整体光模块的传输速率。目前大规模应用的技术路线为可插拔式光模块，技术成熟。主要通过 QSFP 连接器与交换机电路板连接，通过铜线与交换机 ASIC 芯片传输数据。未来光模块会逐步集成到电路板上，并逐步缩进与 ASIC 芯片的物理距离：OBO 板载光学为将收发模块通过插槽插到电路板上，该项技术 2015 年开始研发；近封装则是将光引擎插到承载交换机芯片的有机衬底上，光引擎与交换机芯片距离缩减到 150mm，预计 2026 年左右时间点开始会有大规模应用；共封装技术下光学与交换机芯片距离进一步缩至 50mm，且通过 TSV 技术完全集成，2.5D 共封装技术成为主导时间点推测在 2032 年左右，3D 共封装完全继承时间点则要更远。

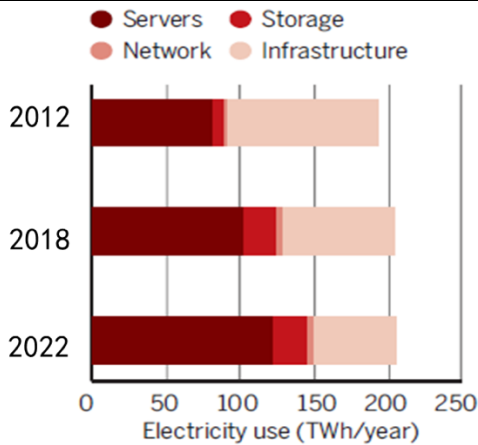
图 9: 光模块技术演进趋势：光学部件与 ASIC 芯片集成度不断提升



数据来源: Yole、东北证券

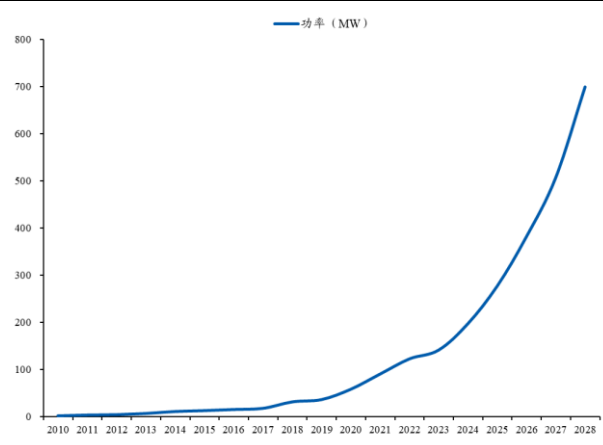
从行业远期发展来看可插拔式光模块受限于能耗指数级增长，推动以 CPO 为主要降低功耗技术路径的研发及商业化需求。根据 Science 杂志文章《Recalibrating global data center energy-use estimates》数据，全球数据中心能耗 2010-2018 年仅增长了 8%，外推到 2022-2023 年仅增长 2%-3%，主要原因在于云厂商将算力从企业级数据中心向超大型数据中心转移提高效率、以及服务器级内存效率稳步提升。从能耗分布来看，数据中心能源消耗主要来自于服务器和基础设施。随着数据中心 PUE 值降低及效能比提升，服务器电力消耗逐渐成为主要部分。存储消耗占比也有较大提升但占比较低，基础设施消耗占比逐渐下降。网络消耗占比一直处于较低水平，2012/2018/2022 年数据中心网络侧用电占比分别仅有 1%/2%/3%。随着 800G 等高速光模块渗透率提升，功耗将呈指数级增长，预计到 2028 年光学部分能耗在数据中心占比将超过 8%，传统可插拔式光模块进一步提速将受到功耗急剧增长限制，而以 CPO 为代表的新兴技术相比可插拔式光模块可实现 25%-30% 的功耗节省，CPO 技术目前面临的挑战在于封装和低损耗光线互联，在技术成熟后可以大幅改善光模块耗电情况，支撑数据中心数据传输带宽提升。

图 10: 全球数据中心耗能分类情况



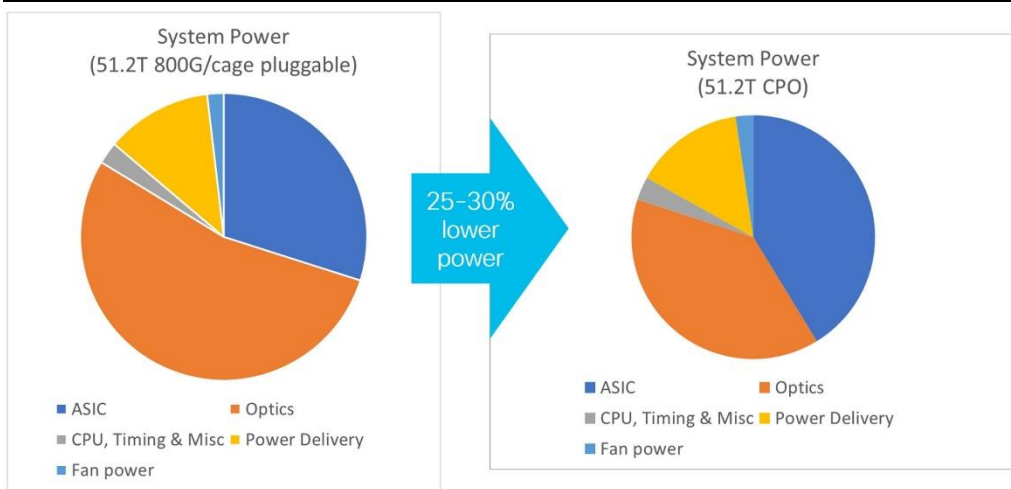
数据来源: Science、东北证券

图 11: 云数据中心年度光模块功耗呈指数级增长



数据来源: Lightcounting、东北证券

图 12: CPO 相比可插拔式光模块可节省 25%-30% 功耗

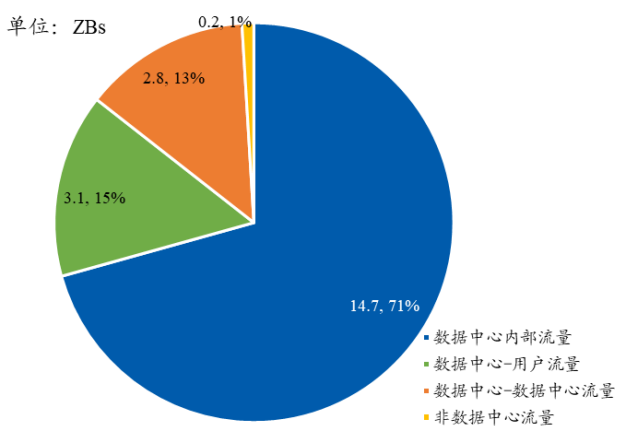


数据来源: Cisco、东北证券

1.3. AIGC、云计算等驱动下数据流量爆发增长，算力需求及支出激增

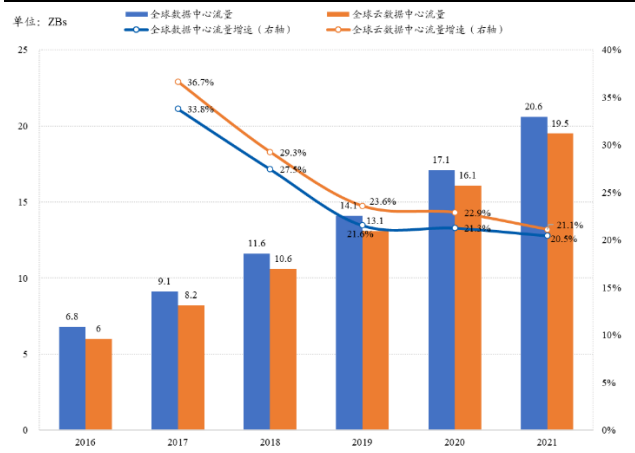
人工智能、云计算、5G、大数据、元宇宙等新技术应用爆发下数据流量高速增长，数据中心主导数据流量处理和交换。根据公开数据，2021 年全球产生数据流量为 20.8ZB，其中 99.04% (20.6ZB) 为数据中心 IDC 产生的流量。其中数据中心内部、数据中心与用户间、数据中心与数据中心间产生的流量分别为 14.7ZB、3.1ZB、2.8ZB。2016 到 2021 年全球数据中心流量从 6.8ZB 增至 20.6ZB，年复合增速 24.8%，而云数据中心流量从 6ZB 增至 2021 年的 19.5ZB，年复合增速达 26.6%。在我国东数西算、数字经济建设背景下对于核心算力基础设施数据中心的高吞吐及大带宽需求愈发迫切。

图 13: 2021 年全球数据流量情况



数据来源: 产业信息网、东北证券

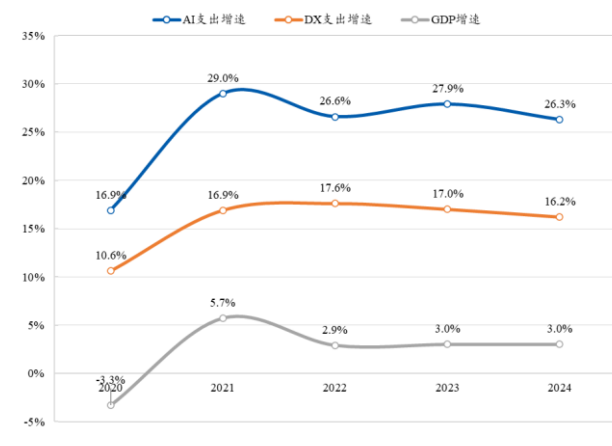
图 14: 全球数据中心流量快速增长



数据来源: 产业信息网、东北证券

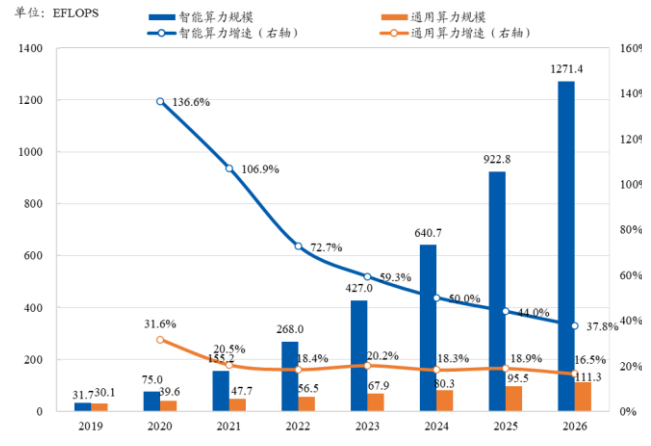
数据流量爆发及 AIGC 驱动下，企业人工智能 (AI) 支出快速增长，中国智能算力规模高速提升。根据 IDC 数据，全球企业 AI 投资从 2019 年的 612.4 亿美元增至 2021 年的 924.0 亿美元，预计 2022 年增长 26.6% 至 1170.0 亿美元，2025 年有望突破 2000 亿元。AI 支出增速显著高于数字化转型投入增速。数字化进程推进下海量数据增长使得我国算力基础设施建设快速发展。根据《2022-2023 年中国人工智能算力发展评估报告》，我国智能算力规模预计从 2021 年的 155.2EFLOPS 增至 2026 年的 1271.4EFLOPS，2021-2026 年年复合增长率达 52.3%，而同期通用算力规模从 47.7EFLOPS 增至 111.3EFLOPS，年复合增长率 18.5%。

图 15: 全球 AI 支出、DX 支出及 GDP 增速预测



数据来源: IDC、世界银行、东北证券

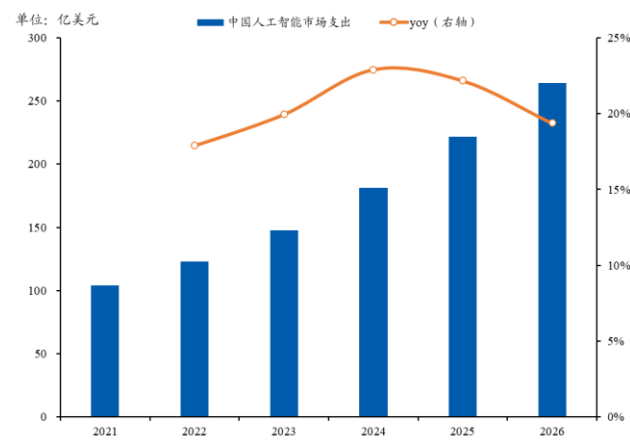
图 16: 中国智能算力规模高速增长



数据来源: IDC、东北证券

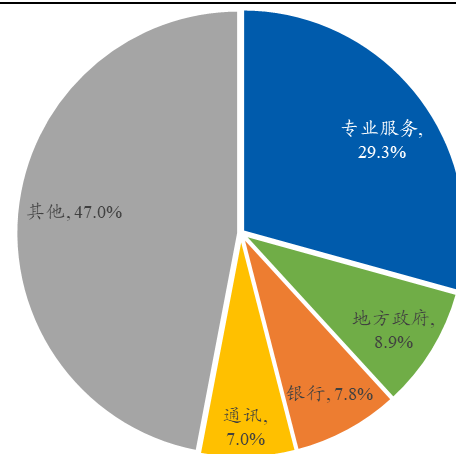
大模型推动中国 AI 相关支出快速增长。根据 IDC 数据, 2022 年中国 AI 市场规模小幅低于预期, 同比增长 17.9%, 主要系疫情、经济形势及供应链等原因使得政企客户市场服务器及存储系统采购放缓。到 2023 年随着 ChatGPT 大模型引领下的 AIGC、数字人、多模态大模型等需求爆发, 增速有望回升, 市场规模将达 147.5 亿美元, 到 2026 年将达 264.4 亿美元, 2021-2026 年五年复合增长率超过 20%。细分产品来看, AI 硬件占比超过一半; AI 软件受益于 NLP、CV 等大模型带来的性能提升占比有望快速增长, 预计到 2026 年中国 AI 软件市场规模将达到 76.9 亿美元, 占比 29%, 较 2021 年提升 10 个百分点; AI 服务市场到 2026 年将达到 32.7 亿美元, 五年年复合增长率近 30%。细分市场来看, 互联网云厂商等专业服务领域行业客户仍是主要需求方, 其次为地方政府、银行和通讯领域, 预计到 2026 年占比分别为 29.3%、8.9%、7.8%和 7%。其中银行和地方政府增速最快, 五年 CAGR 超 23%。

图 17: 中国人工智能市场支出规模预测



数据来源: IDC、东北证券

图 18: 2026 年中国人工智能市场支出预测 (行业)

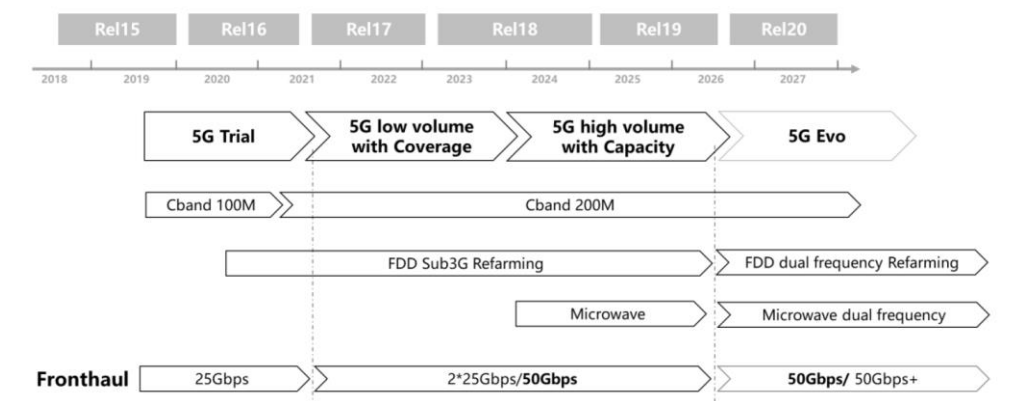


数据来源: IDC、东北证券

1.4. 电信侧光模块：前传、中后传向更高速率演化

5G 演进下前传带宽催生 50Gb/s 及更高速率光模块需求。通信领域前传光模块是连接基带处理单元 (BBU) 与远端射频单元 (RRU)/有源天线处理单元 (AAU) 的重要构成部分。其速率不断演进从 2G 的 1.25Gbps、3G 的 2.5Gbps 到 4G 的 6/10Gbps，传输距离包括 300m、1.4km 和 10km 等。5G 接入网下 AAU 天线数量将提升 8 倍，空口带宽从 20MHz 升至 100MHz，同样 CPRI 方案下带宽需求将提升 40 倍。通过 eCPRI 切分方案将部分 BBU 部署在 AAU 上降低带宽需求从而使得目前 5G 前传接口带宽需求为 25Gbps。未来随着 Sub 10GHz、毫米波等频段上逐步部署，天线和空口数进一步增加，前传光模块速率将达到 50Gb/s，推动对更高速率光模块需求提升。

图 19: 5G 前传承载需求演进路线



数据来源：IMT-2020、东北证券

5G 中回传光模块有望提升对 400G 及 800G 高速光模块的需求。5G 中回传接入层以环形拓扑为主，典型带宽需求为 10/25/50/100Gb/s，而随着高速率远距离传输的光模块技术如 400Gb/s、30/40km 技术方案的成熟和 800Gb/s 光模块的演进升级，下一阶段 5G 中回传光模块有望采用更高速率新型光模块技术方案。

表 1: 5G 中回传新型光模块潜在对 400G/800G 高速光模块的需求

速率	封装	传输距离	工作波长	调制格式	光芯片	电芯片
400Gb/s	QSFP-DD	30km	LWDM (4 波)	PAM4	EML+APD	DSP
	QSFP-DD	40km	LWDM (8 波)	PAM4	EML+APD	DSP
800Gb/s	OSFP/QSFP-DD800	10km	LWDM (8 波)	PAM4	EML+PIN	DSP

数据来源：IMT-2020、东北证券

1.5. 东西向流量推动数据中心架构不断演化，高速率低能耗成为数通光模块发展趋势

传统数据中心结构不断优化，由传统三层分层模块化结构向更扁平易扩展的 CLOS 架构演进。传统企业数据中心一般采用分层模块化设计，传统大型数据中心通常呈三层网络架构：**1) 接入层/机顶交换机**：用于所有计算点的连接；**2) 汇聚层**：汇聚交换机与 Access 交换机相连接，具备网关、路由策略等功能、并部署有防火墙、负载均衡等业务；**3) 核心层**：核心交换机用于汇聚层的互联并实现数据中心与外部网络的通信。早期数据中心数据流量大多为南北向流量（数据中心外客户端到数据中

心服务器流量)，三层架构可以实现较好的负载均衡。而随着东西向流量（数据中心内部服务器之间的流量）占据主导地位，催生三层架构分层模块化转向 CLOS 架构，CLOS 架构又包括 Fat-Tree 胖树、Spine-Leaf 的架构，更加扁平更易于水平扩展。

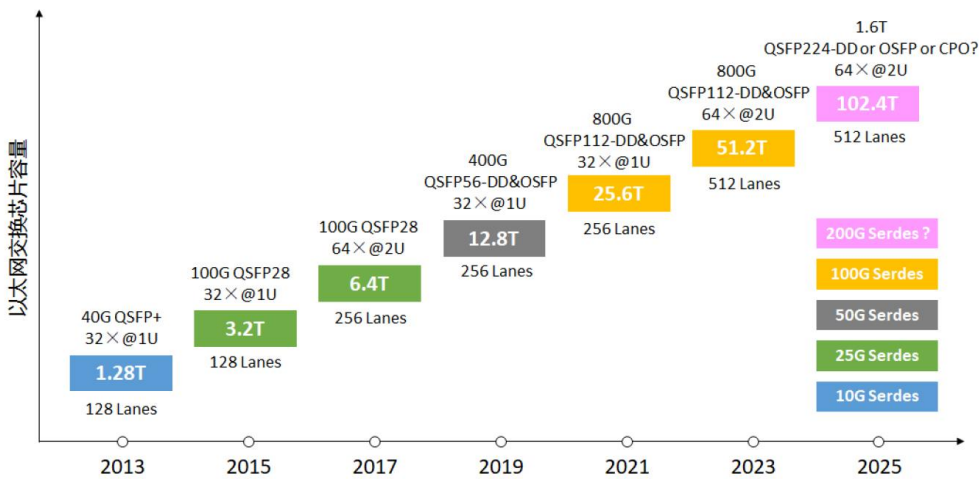
图 20：5G 前传承载需求演进路线，由传统三级设计向 CLOS 架构演进



数据来源：锐捷网络官网、东北证券

交换芯片速率提升带动 800G 和 1.6T 高速率光模块需求增长。从目前数据中心光模块部署进度来看，2019-2020 年起亚马逊、谷歌、微软、Facebook 等北美头部云厂商及科技企业的超大型数据中心内部互连已开始商用化部署 400Gb/s 光模块；而国内数据中心节奏相对较慢，目前处于 100Gb/s 向 400Gb/s 的过渡正在大规模部署。此外，从数据中心交换芯片吞吐量历史演进来看，平局每两年速率提升一倍，预计 2023 年将达到 51.2Tb/s，2025 年之后达到 102.4Tb/s。交换芯片速率指数增长下 800Gb/s 和 1.6Tb/s 等更高速率将光模块需求有望逐步放量。

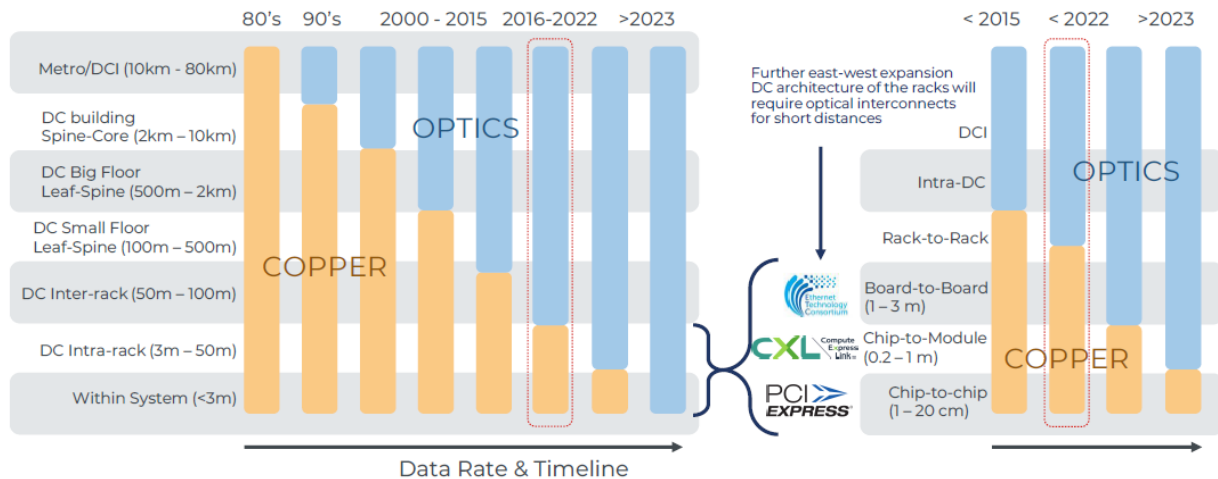
图 21: 数据中心交换芯片吞吐量不断提升，带动光模块速率不断迭代



数据来源: IMT-2020、东北证券

光通信在数据中心传输中逐步向短距离场景渗透。目前网络架构下机柜内部大部分由铜线连接，随着 SerDes 速率提升解决速率限制瓶颈，铜线连接将向具备更大带宽容量、更好电磁抗干扰性的光纤转移，从机架之间向板到板、芯片到模块以及新派到芯片领域光学部件应用有望逐步提升。预计机柜顶交换机将同时具备数个用于向下连接的可插拔接口以及向上连接的 CPO 节点。

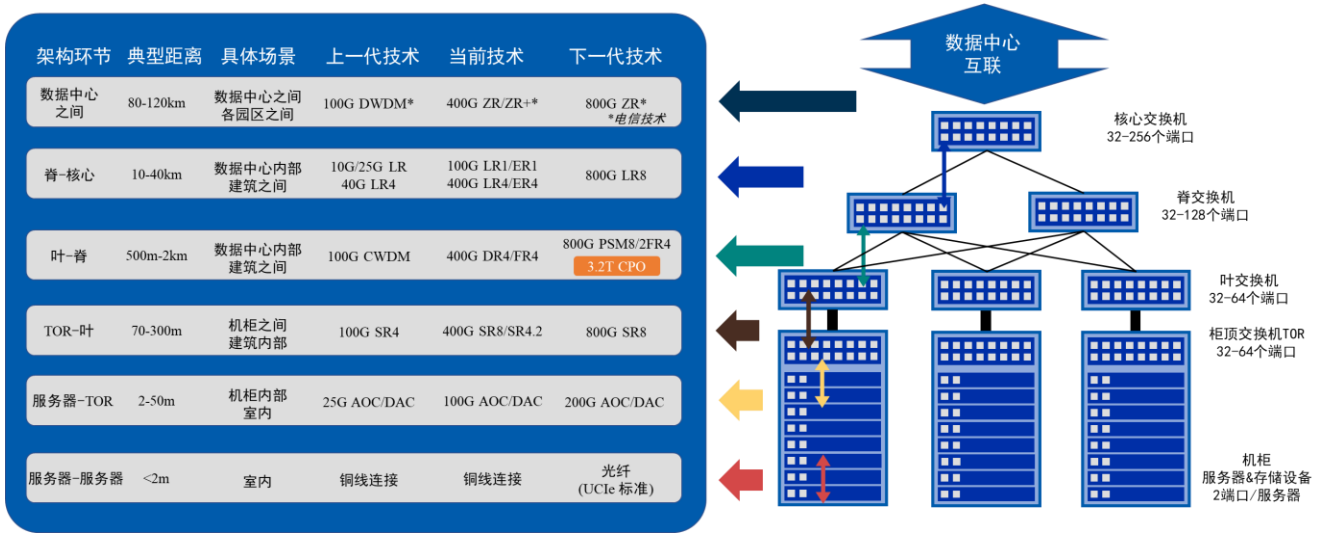
图 22: 数据中心互连网络中演进趋势：光纤光传输逐步替代铜线电传输



数据来源: Yole、东北证券

数据中心互联下光模块向更高速率持续迭代，下一代 800G 光模块蓄势待发。数据中心内部依据具体场景不同目前运用的光模块速率及技术不同。叶脊架构下数据中心互联场景可以分为数据中心之间、脊-核心、叶-脊、TOR-叶、服务器-TOR、服务器之间场景，除服务器与服务器间场景外其余场景互联均应用有光模块。预计随着 AI 带来的流量爆发驱动下，TOR-叶连接及之上的连接层级下一代均向 800G 速率转换，光模块厂商迎来新一代技术带来增量需求。

图 23: 数据中心互联技术: 光电信号转换核心部件



数据来源: Yole、东北证券

表 2: 数据中心典型光互连场景

互联场景		典型距离		光模块典型需求		
				当前 (2021)	下一代	再下一代
数据中心内部	服务器到 TOR	2m(机架内)	机房内	25G AOC/DAC	100G AOC/DAC	200G AOC/DAC?
		30/50m(跨机架)				
	TOR 到 Leaf	≥ 70m/100m	楼栋内	100G SR4	400G SR8/SR4.2	800G PSM8/PSM4?
	Leaf 到 Spine	500m/2km	楼栋间	100G CWDM4	400G FR4/DR4	800G FR4/PSM4?
数据中心之间		80-120km	园区间	100G DWDM	400G ZR/ZR+	800G ZR

数据来源: IMT-2020、东北证券

数据中心内部互联数据流量（东西向流量）占比大，光模块向高速率、低功耗、低成本和智能化方向演进。速率方面，提升驱动力主要来自交换芯吞吐容量和 Serdes 带宽提升，Serdes 是 ASIC 芯片与外界交换数据的基本单元，光端口带宽为 Serdes 带宽整数倍，如 100G CAUI4 端口包含 4 个 25G NRZ Serdes。功耗方面，400Gb/s 光模块早期功耗为 10~12W，预计随着技术进步长期功耗有望降低至 8~10W；目前 800Gb/s 光模块功耗为 16W 左右，此外光电共封装光引擎（CPO）技术也是未来发展趋势，通过光引擎与交换芯片合封来降低互连 SerDes 功耗及成本能够降低光模块未来随着速率提升而带来的功耗指数级增长。降低成本方面，主要通过调整机柜布局、DAC 代替光缆、非相干方案长距离拓展等途径实现。智能化方面，AI、机器学习、大数据技术赋能光模块健康度监控及故障预警等功能的增加也对光模块提出了新的要求。

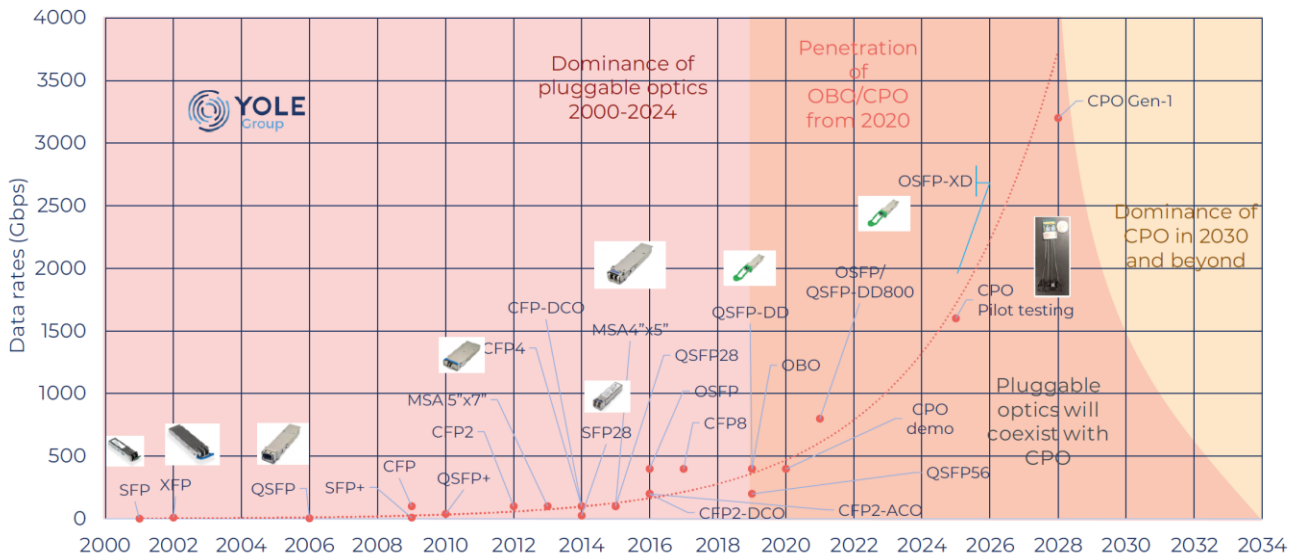
表 3: 部分数据中心光模块类型及技术参数情况

带宽	模块类别	距离	光纤类别	光学接口	电气接口	标准
100Gbps	SDP28	<30m	AOC	25G NRZ	25GAUI	IEEE 802.3bm
NRZ	25GBASE-SR			850nm		
100Gbps	QSFP28	100m	8core MMF Parallel	4 × 25G NRZ	CAUI-4	IEEE 802.3bm
	100GBASE-SR4			850nm VCSEL		
	NRZ	100GBASE-CWDM4	2core SMF duplex	4 × 25G NRZ CWDM4		Multi-Source Agreement
	100GBASE-LR4	10km	2core SMF duplex	4 × 25G NRZ LWDM4		IEEE 802.3ba
100Gbps	1 × QSFP56	<30m	Y-Cable	4 × 50G PAM4	200GAUI-4	IEEE 802.3cd
	200GBASE-SR4			850nm VCSEL		
	2 × QSFP56			2 × 50G PAM4	100GAUI-2	
	PAM4	100GBASE-SR2	DSFP	2 × 50G PAM4	100GAUI-2	Multi-Source Agreement
	100GBASE-SR2	<30m	AOC	850nm VCSEL		
200Gbps	QSFP28	500m/2km	2core SMF duplex	1 × 100G PAM4	CAUI-4	Multi-Source Agreement
	100GBASE-DR1/FR1			0-band		
	200GBASE-SR4	100m	8core MMF Parallel	4 × 50G PAM4 850nm VCSEL	200GAUI-4	IEEE 802.3cd
400Gbps	QSFP56	2km	2core SMF duplex	4 × 50G PAM4	200GAUI-4	IEEE 802.3cn
	200GBASE-FR4			CWDM		
	400GBASE-SR8	100m(OM4)	16core MMF Parallel APC	8 × 50G PAM4 850nm VCSEL	IEEE 802.3cm	
	400GBASE-DR4	500m	8core MMF Parallel	4 × 100G PAM4 1310nm	400GAUI-8	IEEE 802.3bs
	400GBASE-FR4	2km	2core SMF duplex	4 × 100G PAM4 CWDM	IEEE 802.3cu	
	CFP2 DCO	120km	2core SMF duplex	16QAM 64Gbaud Coherent	400GAUI-8	OIF CFP2 DCO
	QSFPDD ZR	120km	2core SMF duplex	16QAM 64Gbaud Coherent	400GAUI-8	OIF/IEEE 802.3cw
400Gbps	CFP2 DCO	120km	2core SMF duplex	16QAM 64Gbaud	400GAUI-8	OIF CFP2 DCO
Coherent	QSFPDD ZR	120km	2core SMF duplex	16QAM 64Gbaud	400GAUI-8	OIF/IEEE 802.3cw

数据来源: ODCC、东北证券

短期内技术成熟成本低的可插拔式光模块仍将为**主流方案**，未来 CPO 共封装模式将逐步成为主流方案之一。预计 2024 年之前，可插拔式光模块仍将是市场主流技术路线。其技术成熟、成本低，可以快速出货满足头部云厂商客户快速构建大模型所需算力基础设施的激增需求。此外头部光模块厂商也于近几年相继推出板载光学/共封装光学方案，目前处于渗透率提升、出货爬坡阶段，未来几年可插拔将与 CPO 路线共存，而随着 CPO 技术路线成熟、技术工艺进步带来成本降低下，预计 2030 年后 CPO 将凭借性能优势成为主流技术路线。

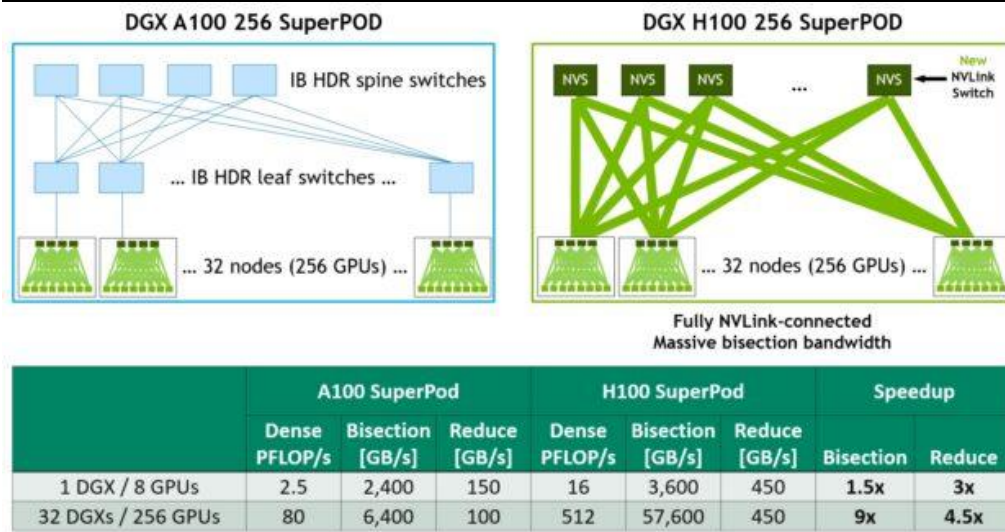
图 24：光模块技术及速率演进趋势：短期内可插拔式仍将占据主流，长期看 OBO/CPO 将主导



数据来源：Yole、东北证券

英伟达 A100、H100 GPU 为 AI 服务器普遍选择方案，A100 SuperPOD 架构下采用 200G 光模块。当前英伟达 GPU 方案为 AI 服务器芯片主流，OpenAI 即用英伟达 H100 训练 ChatGPT。英伟达于 3 月推出算力更强的 A100 GPU 和 H100 GPU，算力进一步提升行业领先优势明显，预计大模型厂商均将英伟达 A100 等为主要服务器芯片方案。以 A100 为例，在英伟达 AI 数据中心架构解决方案 SuperPOD 中，每台服务器配有 8 块 A100 GPU，每个 SuperPOD 共有 140 个 A100 服务器 170 个 200G InfiniBand 交换机，此外每台 DGX A100 配有 8 个 200Gbps 的高速计算网和 2 个 200Gbps 的高速存储网。每台交换机 40 个 200G 端口，则 170 个交换机共有 6800 个端口，考虑端口冗余下 70%-80% 的端口利用率，则共 4760-5440 个 200G 光模块需求，SuperPOD 共 1120 块 A100 GPU，则英伟达解决方案下 GPU 与光模块数量之比为 1: 4.25-4.86。

图 25: 英伟达 32 交换机 DGX A100 与 H100 对比



数据来源: Nvidia、东北证券整理

AI 推算类大模型带来算力需求为光模块带来的市场空间增量约为 6%-10%。依据集邦咨询推测，类 ChatGPT 大模型训练及推理运营所需算力合计约为 30000 块英伟达 A100 GPU；假设按照英伟达 SuperPOD 方案，根据上述测算，GPU 与光模块数量之比为 1: 4.25-4.86，取 4.5 计算。假设保守/中性/乐观情境下，类 ChatGPT 大模型数量分别有 15/20/25 个，200G 光模块单价为 200 美元，则最后得出在保守/中性/乐观情景下 AI 服务器及数据中心带来的光模块增量市场空间分别为 4.05/5.40/6.75 亿美元；根据 Yole 数据，2021 年全球数通光模块市场空间约 59 亿美元，2021-2027 年 CAGR 为 19%，按照 2022 年增速 20% 测算，则 2022 年全球数通市场规模约为 71 亿美元。AI 大模型带来的数据中心光模块增量在保守/中性/乐观情景下分别为 6.4%/8.5%/10.6%。

表 4: AI 大模型光模块增量需求测算

类 ChatGPT 大模型数量	保守	中性	乐观
类 ChatGPT 大模型数量 (个)	15	20	25
单模型 A100 需求量 (块)	30,000	30,000	30,000
总 A100 数量 (万块)	45	60	75
单块 GPU 对应 200G 光模块	4.5	4.5	4.5
200G 光模块数量 (万支)	202.5	270	337.5
200G 光模块单价 (美元)	200	200	200
200G 光模块增量市场空间 (亿美元)	4.05	5.40	6.75

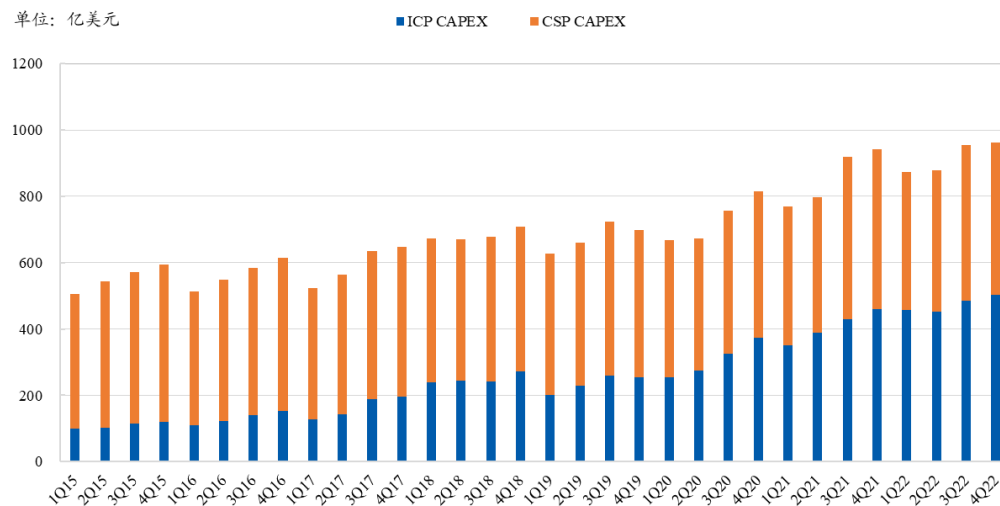
数据来源: 集邦咨询、东北证券测算

2. 需求端：AI 驱动高速光模块增量快速增长

2.1. 互联网/云厂商数通需求逐步成为主导，AI 驱动资本开支有望反弹

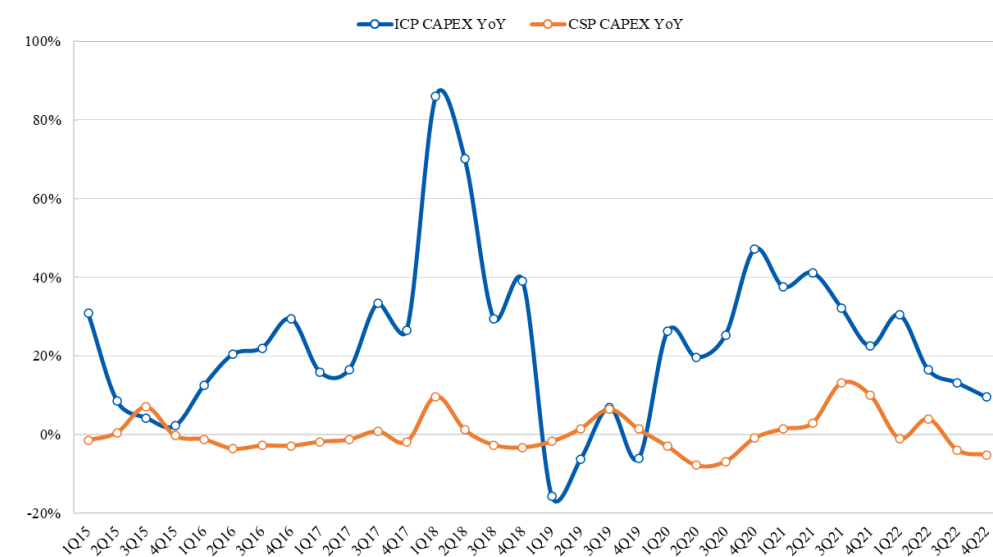
AI 推动下互联网厂商资本开支有望迎来拐点。光模块行业景气度与下游应用客户通信运营商及互联网内容提供商的资本支出情况高度相关。根据统计测算，2015 年以来通信运营商资本开支整体增长幅度不大，2021Q3、Q4 因国外运营商 5G 投资加大有所增长。互联网厂商则为应对数据流量持续增长带来的服务需求不断加大资本投入，2015Q1 互联网内容提供商（ICP）的资本开支占比不足 20%，至 2022Q4 占比已超过 50%。从季度增速来看，ICP 资本支出增速长期大幅快于 CSP，但二者在 22 年均受疫情及经济影响逐季度下滑。而 OpenAI 的 ChatGPT 大模型的推出催生各厂商加大大模型投入，ICP 资本开支增速有望回升。

图 26：全球头部通信运营商及互联网内容提供商资本支出季度变化情况



数据来源：Bloomberg、东北证券整理

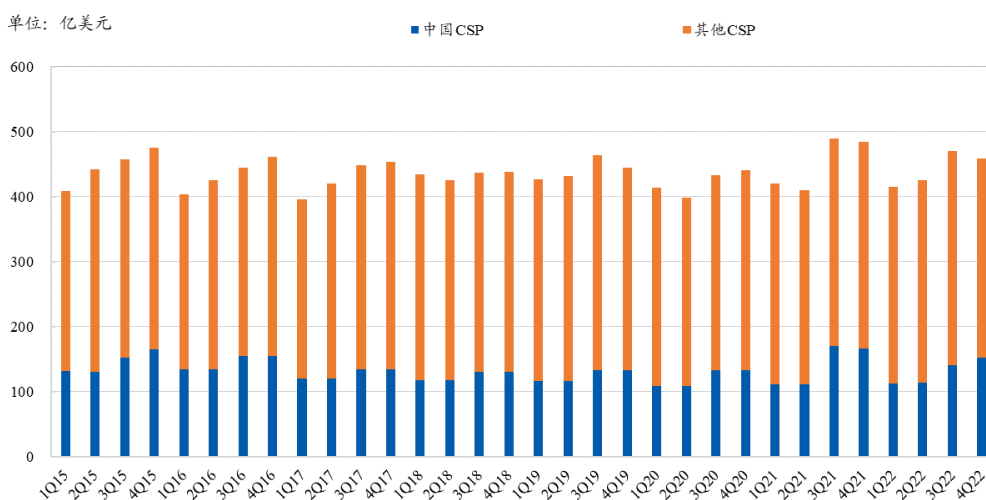
图 27：全球头部通信运营商及互联网内容提供商资本支出同比增速季度变化情况



数据来源：Bloomberg、东北证券整理

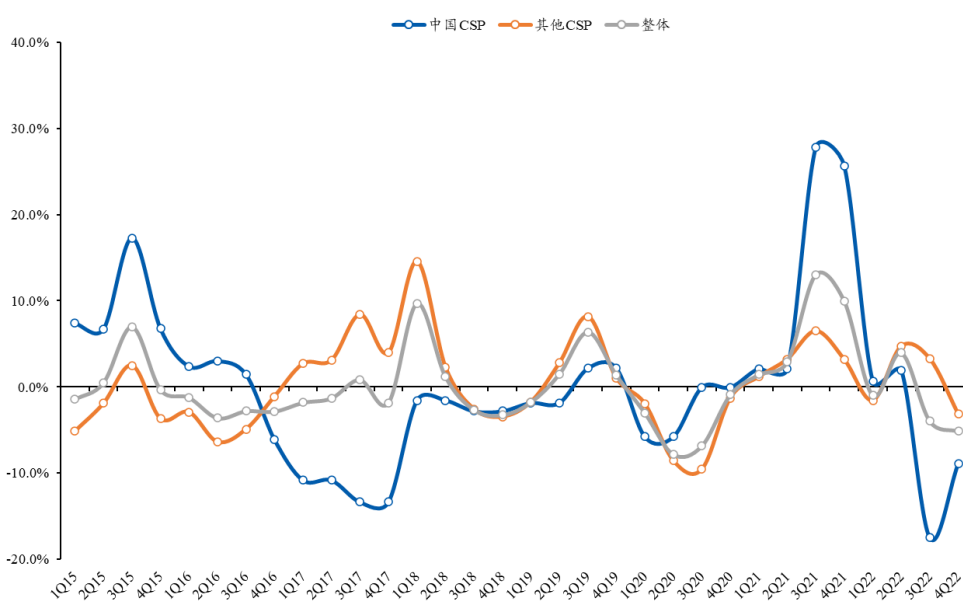
运营商资本开支整体变化幅度不大，全球及我国运营商资本开支 2022 年受疫情及经济影响有所下行。从历史趋势来看，全球头部通信运营商季度资本开支整体稳定在 400-450 亿美元水平，因代际移动网络建设存在一定周期性。2022 年下半年资本开支因 2021 年下半年支出较高而出现较大降幅。主要系 21 年下半年我国运营商 5G、算力等相关资本开支达到高峰所致，2021 年第三、四季度我国运营商资本开支同比增速分别达到 27.8%、25.6%，高基数使得 2022 年三、四季度我国三大运营商资本开支分别同比下滑 17.5%、8.9%。进入 2022 年我国运营商 5G 建设及资本开支节奏开始放缓，预计未来随着产业数字化投入加大，整体运营商资本开支增速保持平稳水平，电信市场光模块需求保持稳健。

图 28：全球及中国头部通信运营商资本支出季度变化情况



数据来源：Bloomberg、东北证券整理

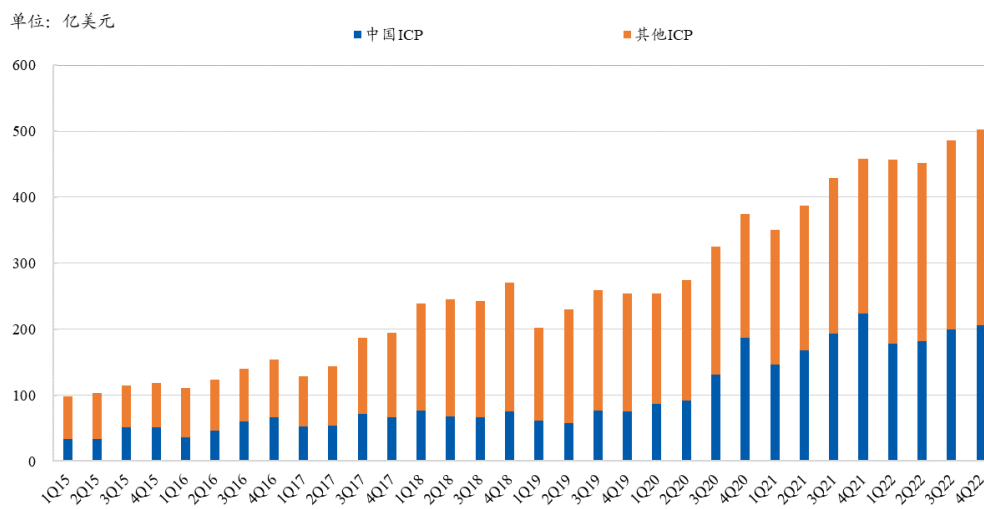
图 29：全球及中国头部通信运营商资本支出同比增速季度变化情况



数据来源：Bloomberg、东北证券整理

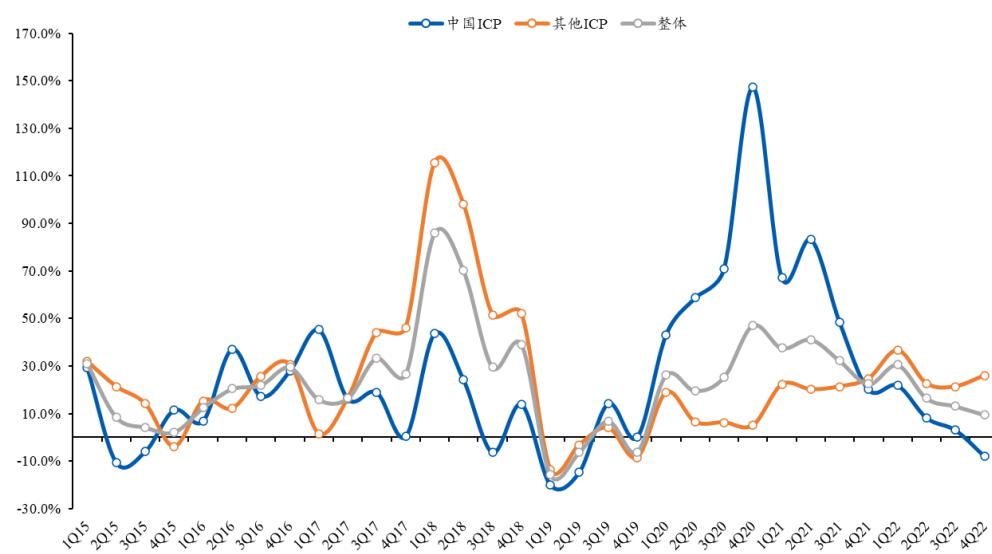
大模型带来竞争态势下头部互联网云厂商资本开支增速有望回暖。互联网厂商因流量需求激增不断扩张资本开支，我们测算全球 top15 互联网云厂商单季度资本开支从 2015 年第一季度的 99 亿美元增至 2022 年第四季度的 500 亿美元，增速远超 CSP 资本开支增速。2020 年左右因疫情加大线上办公及流量需求，ICP 资本开支处于阶段性上行周期，其中 2020 年第四季度资本开支同比增速达 47.2%。2022 年我国放开管控后短期内宏观经济不景气、消费萎靡，致使头部互联网厂商因业绩不佳纷纷裁员削减资本开支。全球 ICP 资本开支增速 2022 年四个季度分别下滑至 30.5%、16.4%、13.2%和 9.5%，增速逐季度明显放缓。随着 OpenAI ChatGPT、微软 Copilot 等大模型及应用提出，AIGC 将成为下一阶段科技公司的核心竞争力，预计北美及中国头部云厂商均将加大相关资本开支投入，行业景气度有望边际好转。

图 30：全球及中国头部互联网内容提供商资本支出季度变化情况



数据来源：Bloomberg、东北证券整理

图 31：全球及中国头部互联网内容提供商资本支出同比增速季度变化情况

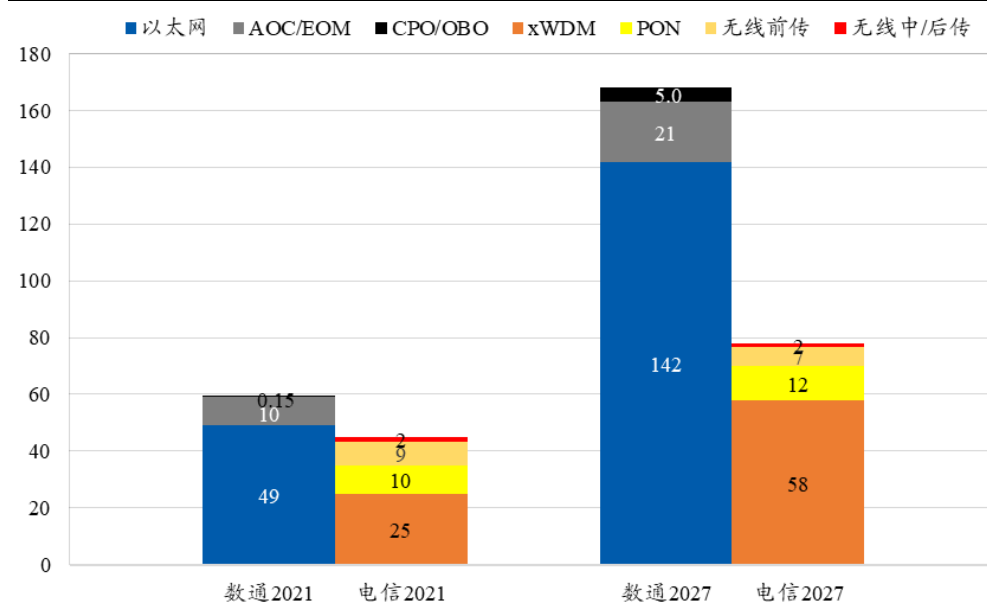


数据来源：Bloomberg、东北证券整理

2.2. AI 驱动下光模块市场增速有望迎来反转

2027 年全球光模块市场空间将达到 247 亿美元，数通领域增速更快。根据 Yole 数据预测，2021 年全球光模块市场空间约 102 亿美元，至 2027 年将增至 247 亿美元，年复合增长率达 16%。其中数通市场受到 AIGC、云计算等驱动需求增长更快，市场规模从 2021 年的 59 亿美元增至 2027 年的 168 亿美元，2021-2027 年 CAGR 为 19%。数通市场细分来看，CPO/OBO 光模块增速最快，以太网光模块市场空间最大。预计以太网光模块市场空间从 2021 年的 49 亿美元增至 2027 年的 142 亿美元，CAGR 为 20%；预计 AOC/EOM 光模块市场空间从 2021 年的 10 亿美元增至 2027 年的 21 亿美元，CAGR 为 15%；预计 CPO/OBO 光模块市场空间随着逐步大规模应用快速提升，从 2021 年的 1500 万美元增至 2027 年的 5 亿美元，CAGR 高达 84%。而电信市场规模从 2021 年的 43 亿美元增至 2027 年的 79 亿美元，2021-2027 年 CAGR 为 8%。电信市场细分来看，波分复用光模块占比最大且增速最快，是电信市场光模块主要增量来源，预计波分复用光模块市场规模从 2021 年的 25 亿美元增至 2027 年的 58 亿美元，CAGR 为 14%，而 PON/无线前传/无线中后传光模块市场空间预计从 2021 年的 10/9/2 亿美元变为 2027 年的 12/7/2 亿美元，CAGR 分别为 2%/5%/0%。

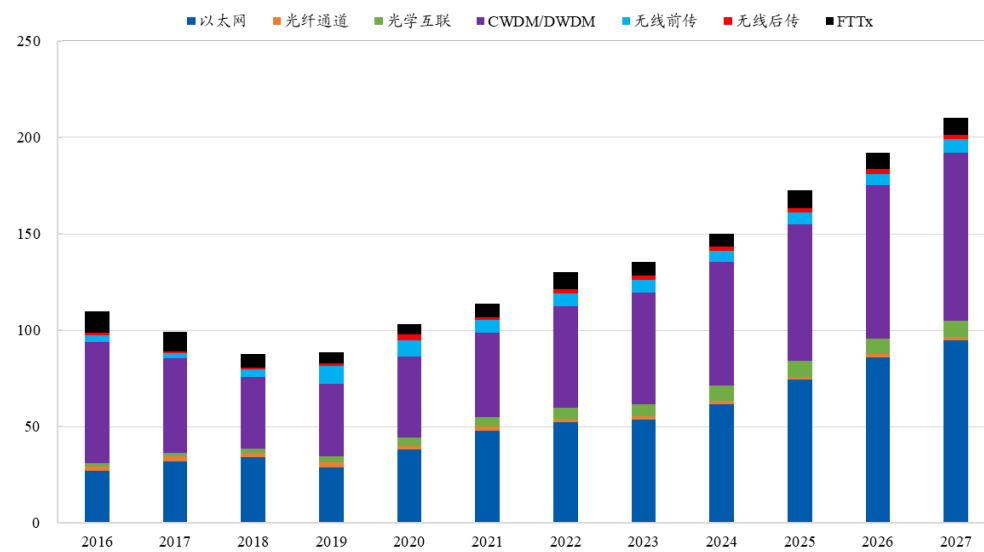
图 32：全球光模块市场空间细分技术路径情况



数据来源：Yole、东北证券

光模块行业市场 19 年起受益 5G 建设及云厂商 IDC 建设反转，2023 年需求减弱增长承压，2024/2025 年有望恢复快速增长。2019 年底，DWDM、以太网及无线前传光模块需求开始爆发，2020 年及 2021 年疫情导致的居家上学及居家办公进一步加速了需求增长。根据 Lightcounting 数据及我们预测，2020/2021/2022 年全球光模块市场空间增速分别为 17%/10%/14%，增长稳健，而 2023 年受全球经济下行影响北美云厂商资本开支削减导致光模块出货受到较大影响。预计 2024/2025 年随着行业库存消耗出清及 AI 需求带动新一代高速光模块放量，光模块市场景气度有望回暖，光模块行业有望重回高速增长轨道。DWDM 及以太网光模块仍将主导市场增长。

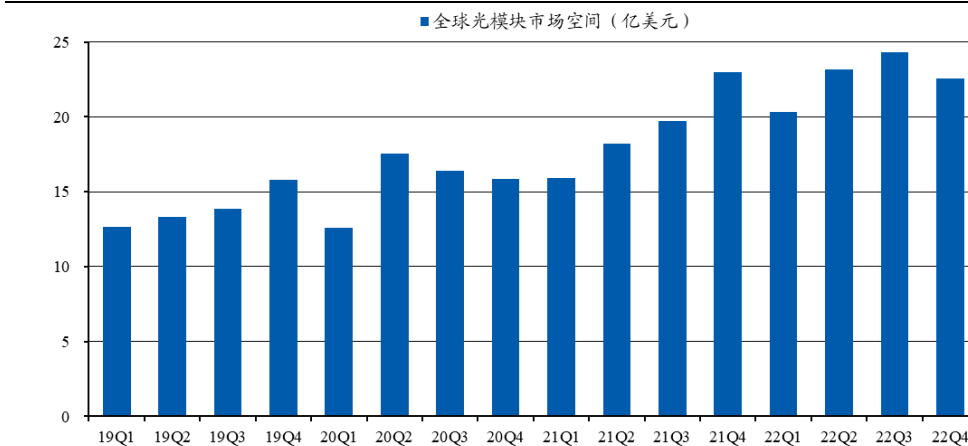
图 33: 全球光模块市场空间分技术类别情况



数据来源: Lightcounting、东北证券

从行业季度发展维度来看，电信及数通客户削减开支使得 22 年 Q4 需求边际减少，AI 有望打开行业长期新增量空间。根据 Lightcounting 数据，从季度来看，2022 年第四季度全球光模块市场空间因电信运营商及云厂商削减资本开支而同比环比均下滑。其中 FTTx 光模块出货超预期，主要系政府持续推进光网络及数字经济建设。此外在 ChatGPT 等大模型催化下，AI 基础设施建设投资也将迎来高峰。

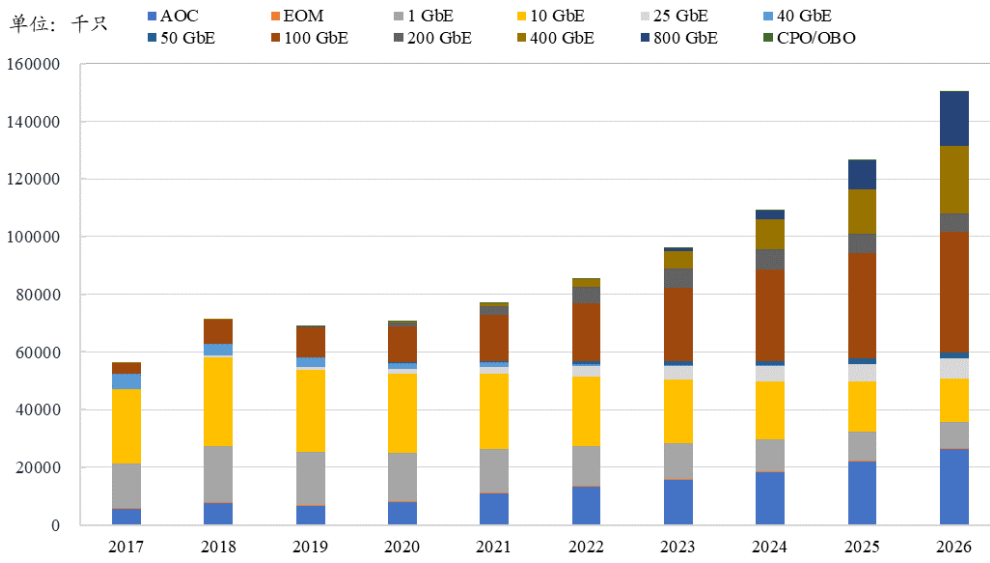
图 34: 全球光模块市场空间情况（按季度划分）



数据来源: Lightcounting、东北证券

流量宽带增长下 100G、400G 光模块出货量成为主要出货增量。根据 Yole 数据，2022 年所有光模块出货量约为 8500 万只，其中 10G、100G 光模块出货量最大。需求端来看，新建数据中心的高带宽低时延要求、直播 UHD 视频流量快速增长、AR/VR 及车联网等联网设备对于带宽时延的高标准要求使得对于数据中心的高速连接需求持续。高速光模块逐渐实现对低速光模块的替代，预计未来 100G 光模块出货量仍将保持增长，而 10G 光模块出货量开始下滑。此外 400G 光模块将持续快速放量，800G 光模块 2023 年起将逐步起量。预计到 2026 年全球光模块出货量将达 1.5 亿只左右。

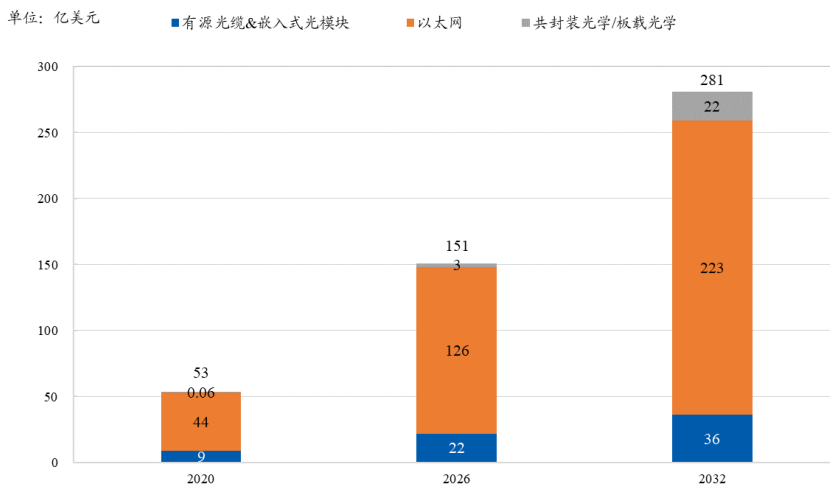
图 35: 全球光模块分速率出货量情况



数据来源: Yole、东北证券

2026/2032 年全球数通光模块市场规模将增至 151/281 亿美元, CPO 光模块逐步迎来放量增长, 行业整体仍以传统以太网可插拔光模块为主要产品。根据 Yole 数据, 2020 年全球数通市场光模块市场空间为 53 亿美元, 到 2026/2032 年分别增长至 151/281 亿美元, CAGR 分别为 19%/15%。其中以太网光模块仍将是数据中心主要需求增长来源, 将从 2020 年的 44 亿美元增至 2026/2032 年的 126/223 亿美元, 20-26CAGR 和 26-32CAGR 分别为 19%和 11%。采用共封装光学的光模块将随着技术成熟度提升及成本降低逐步大规模应用。2020 年 CPO 光模块市场空间约 600 万美元, 至 2026/2032 年将增至 3/22 亿美元, 20-26CAGR 和 26-32CAGR 分别达 104%和 19%。

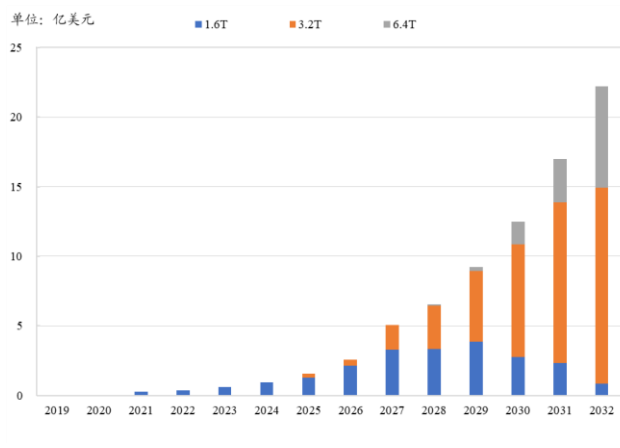
图 36: 2026 年全球数通市场光模块市场空间将达 151 亿美元



数据来源: Yole、东北证券

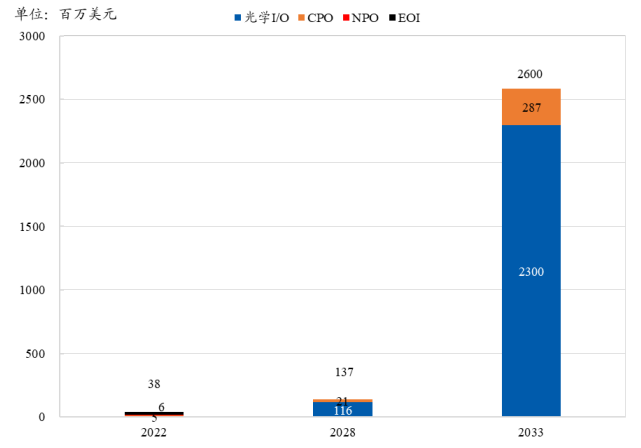
从产品速率技术维度来看，中期 1.6T、长期 3.2T 光模块将成为数通领域 CPO 市场主要增量，数据处理领域光学 I/O 率先放量。根据 Yole 数据预测，2025 年之前 CPO 市场主要为 1.6T 光引擎率先应用，2025 年之后随着速率迭代 3.2T 光引擎快速提升份额，1.6T 份额逐步下降，2030 年 6.4T 开始放量，整体市场空间快速增长。整体 CPO 市场空间预计从 2022 年的 3800 万美元增至 2028 年的 1.37 亿美元，至 2033 年将达 26 亿美元；2022-2028 年 CAGR 为 24%，2028-2033 年 CAGR 为 80%。细分技术路径来看，用于 AI/ML 的 HPC 的光学互联接口方案将快速放量，预计市场空间将从 2022 年的 500 万美元增至 2028/2033 年的 1.16/23 亿美元，2022-2028 年 CAGR 和 2028-2033 年 CAGR 分别为 68%/81%。而网络连接端 CPO 目前技术尚未成熟，成本高昂，产业链仍需建设完善，仍有一定不确定性，放量节奏比处理端要慢一些。2027 年起 EOI 和 NPO 技术将被更成熟的 CPO 技术取代。预计用于网络连接的 CPO 光模块产品将从 2022 年的 600 万美元增至 2028/2033 年的 0.21/2.87 亿美元，2022-2028 年 CAGR 和 2028-2033 年 CAGR 分别为 41%/69%，保持高速增长。

图 37: 短期内 1.6T 数通 CPO 光模块率先上量



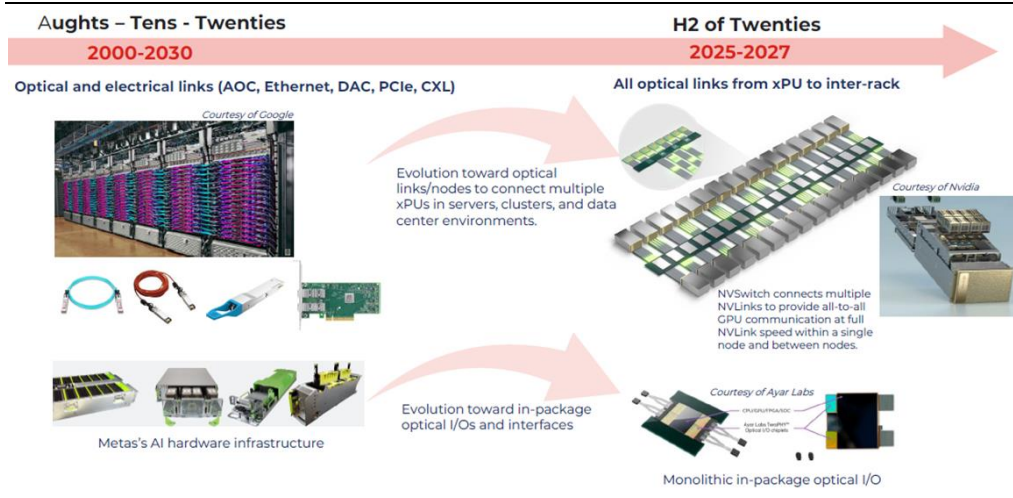
数据来源: Yole、东北证券

图 38: 数通 CPO 光模块市场细分空间



数据来源: Yole、东北证券

图 39: 数据中心机柜内连接向全光连接过渡



数据来源: Yole、东北证券

光模块技术迭代迅速，价格年降趋势显著。光模块迭代速率较快，新产品推出后会使得老产品价格迅速下降。新一代产品推出后随着出货量增加产品良率不断提升及成本摊薄使得降价空间较大，同时新产品导入初期竞争激烈，因此光模块新品问世初期 2-3 年价格往往降幅较大，后续降幅有所收窄。根据 Yole 数据，2022 年 100G/400G/800G 光模块平均价格分别约为 140/600/900 美元左右。随着工艺成熟及技术进步，到 2026 年，100G 光模块单价将降至 60 美元左右，而 400G/800G 光模块将降至 2-300 美元区间。

图 40: 数通市场 1-100G 光模块单价趋势

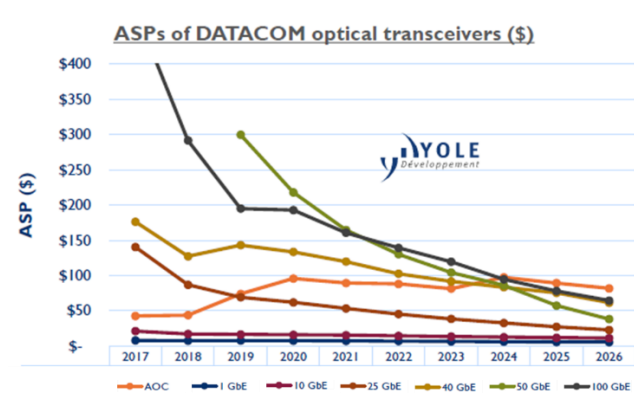
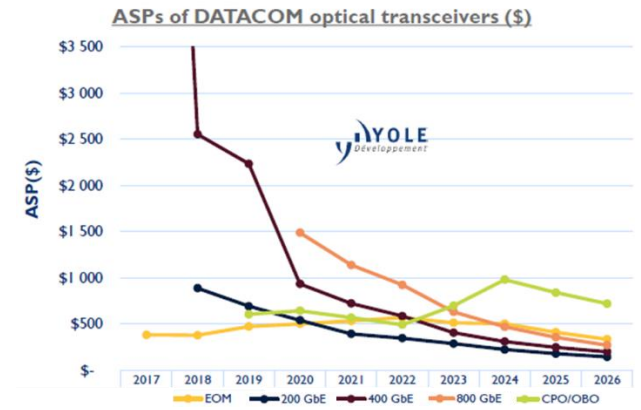
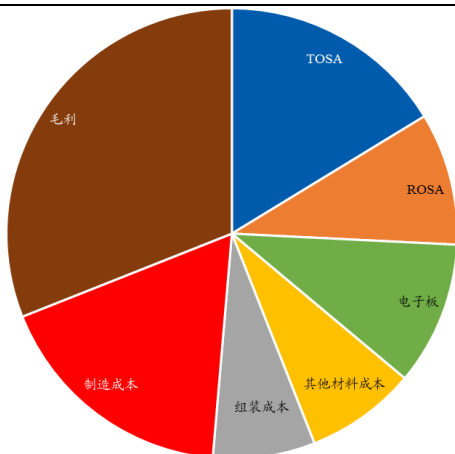


图 41: 数通市场 400G 及以上光模块单价趋势



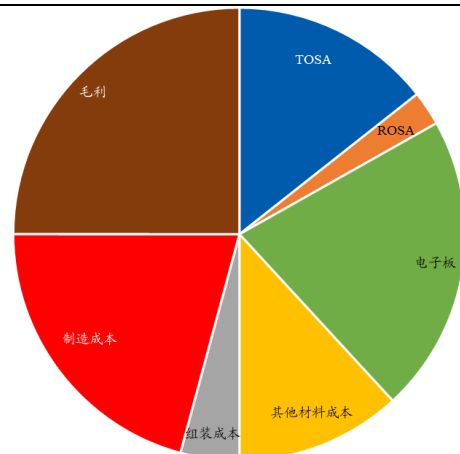
光模块成本中 TOSA 及 ROSA 是核心原材料部件，400G 光模块电路板成本占比显著提升。光模块主要由 TOSA、ROSA、电路板等组成，其售价包含 TOSA、ROSA、电路板、组装成本、制造成本及毛利等。根据 Yole 拆解报告，100G 光模块技术更为成熟，且相对速率低，组装、制造成本及电路板成本较低，因而毛利较高；而 400G 光模块受良率限制报废成本较高，此外电路板成本占比显著提升，制造成本略微增加，整体毛利率略低。

图 42: 100G QSFP28 CWDM 光模块成本拆解



数据来源: Yole、东北证券

图 43: 400G QSFP-DD DR4 光模块成本拆解

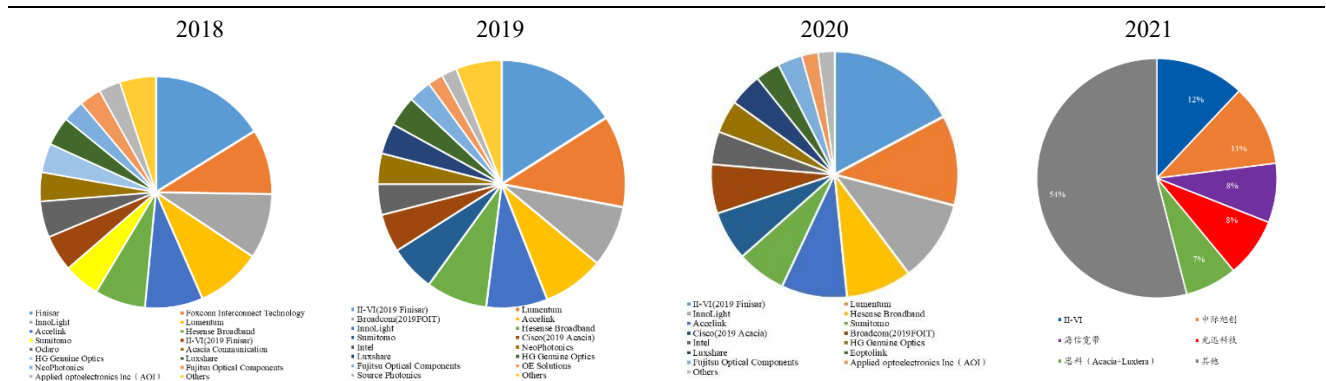


数据来源: Yole、东北证券

2.3. 中国龙头厂商市场份额排名行业前列，具备世界竞争力

中国光模块厂商凭借本土化用工成本优势快速成长，市场竞争力和份额稳步提升，具备世界一流竞争实力。光模块市场因下游客户较分散且产品种类繁多，竞争较为激烈。光模块厂商参与者众多，竞争格局较为分散。国内厂商经过工艺累积赶超国外厂商后凭借人工成本优势逐步提升市场份额，尤其中际旭创数通领域市占率已达世界一流水平。据 Yole 数据，国内头部厂商市场份额及排名稳步提升。2018 年，中际旭创、光迅科技、海信宽带光模块市场份额排在 3、5、6 位；2019 年光迅科技、中际旭创、海信宽带分列 4、5、6 名；2020 年中际旭创、海信宽带、光迅科技市场份额提升，分列 3、4、5 名。2021 年收购了 Finisar 的 II-VI 市场份额 12% 排名第一；中际旭创份额 11% 排名第二，与龙头差距进一步缩小；海信宽带和光迅科技市场份额均为约 8%，列三、四名，思科 7% 市场份额排名第五。

图 44: 光模块市场份额变化情况: 中际旭创份额稳步提升



数据来源: Yole、东北证券

根据 Lightcounting 公布数据，2021 年中际旭创光模块出货量与 II-VI 并列第一。依据另一大光通信领域权威第三方研究公司 Lightcounting 数据，2021 年中际旭创光模块市场份额已追平 II-VI，并列第一。华为、海信宽带、新易盛、光迅科技分列 2、4、6、7 位；前十大厂商中中国厂商数量由 2010 年的 1 家（WTD 武汉电信器件有限公司）增至 2021 年的 5 家，已经占据半壁江山，光通信领域中国企业竞争优势不断体现，市场份额持续提升。

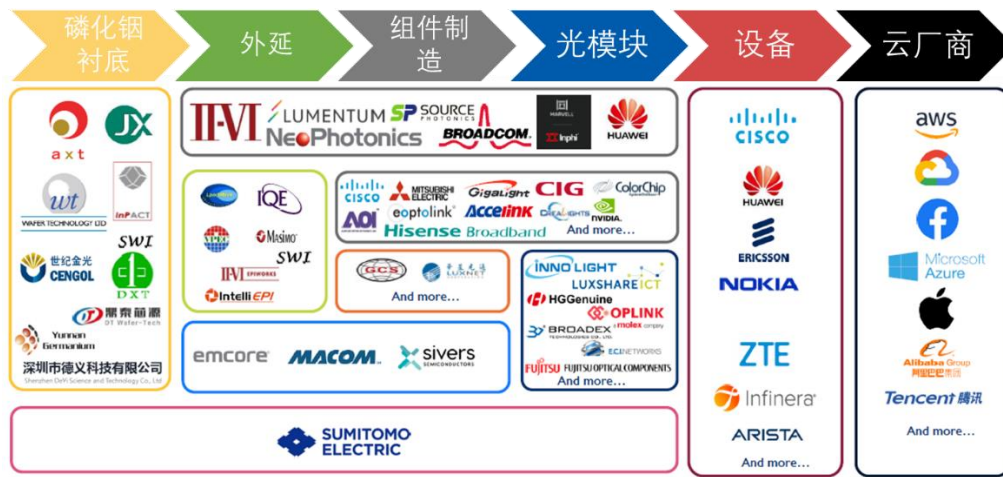
表 5: 世界前十大光模块供应商变化情况 (2010、2016、2018、2021)

2010	2016	2018	2021
Finisar	Finisar	Finisar	II-VI & Innolight
Opnext	Hisense	Innolight	(tie)
Sumitomo	Accelink	Hisense	Huawei (HiSilicon)
Avago	Acacia	Accelink	Cisco (Acacia)
Source Photonics	FOIT (Avago)	FOIT (Avago)	Hisense
Fujitsu	Oclaro	Lumentum/Oclaro	Broadcom (Avago)
JDSU	Innolight	Acacia	Eoptolink
Emcore	Sumitomo	Intel	Accelink
WTD	Lumentum	AOI	Molex
NeoPhotonics	Source Photonics	Sumitomo	Intel

数据来源: Lightcounting、东北证券

国内光模块公司世界领先，率先受益 AIGC 需求，业绩有望较快反转。从数通市场光通信产业链上下游来看，仅光模块领域中国企业具备较高市场份额和国际竞争力。在以 InP 衬底平台的光通信产业链中，衬底、外延、组件制造由国外 AXT、II-VI、Lumentum、博通等公司主导。中国企业在光模块行业具备显著优势。其中中际旭创、华工正源专注于模块生产，而新易盛、光迅科技同时从事组件生产。随着 AIGC 催化下大模型训练竞赛开展，我国光模块、光器件、光芯片等光通信公司将深度受益 AI 带来的增量需求。其中光模块公司世界竞争优势明显，直接供货北美云厂商，业绩率先受益；光芯片公司则有望突破高端光芯片，逐步实现国产替代。

图 45：数通市场光通信产业链全景图



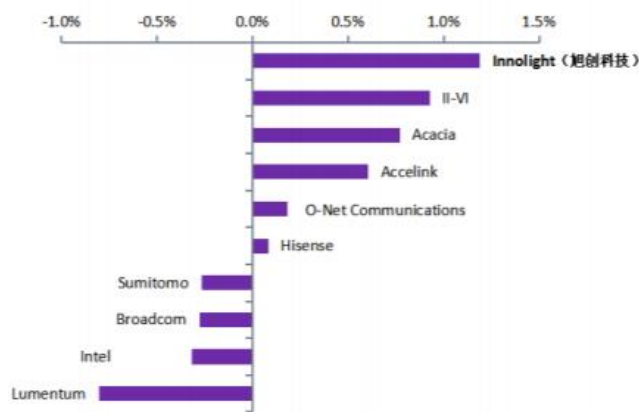
数据来源：Yole、东北证券

3. 推荐标的

3.1. 中际旭创：数通光模块龙头，率先受益北美云厂商 AI 增量需求

数通市场光模块龙头，深度受益 AI 增量需求。据 Lightcounting 数据，公司 2021 年全球光模块市场份额与 II-VI 并列第一。此外 Omdia 报告也显示，公司 2021 年市场份额 10% 高居第二，且份额提升最多，市占率提升超 1%，主要系 200G、400G 光模块产品向云厂商数据中心供货量增加。在 AI 大模型浪潮下，公司作为数通市场光模块龙头企业，有望率先供货享受 AI 带来的市场增量，同时公司于泰国设立工厂，针对性保障海外客户交付需求，有望维持业绩快速增长，持续提升市场份额。

图 46：中际旭创 2021 年市场份额提升最多



数据来源：公司公告、Omdia、东北证券

图 47：中际旭创 800G 光模块示意图



数据来源：公司公告、东北证券

800G 光模块实现量产出货，供货节奏走在市场前列。公司具备 800G OSFP 和 800G QSFP-DD 两种产品，且均包括 4×200 和 8×100 架构以及硅光短距离传输方案，产品布局较早成熟度高。根据公司投资者互动平台最新披露，公司 800G 硅光模块已经量产出货并持续上量中。进一步印证公司龙头地位，800G 光模块订单落地出货有望为公司带来新一轮高速增长动能。

盈利预测：中际旭创是全球领先的数据中心光模块龙头厂商，充分受益于 AI 爆发下的数据中心建设高景气度。预计公司 2022-24 年实现营业收入 97.25/117.11/136.45 亿元，归母净利润 11.96/14.65/17.15 亿元，对应 EPS 1.50/1.83/2.14 元/股，维持“买入”评级。

3.2. 新易盛：并购外延布局硅光，高速光模块领域快速成长

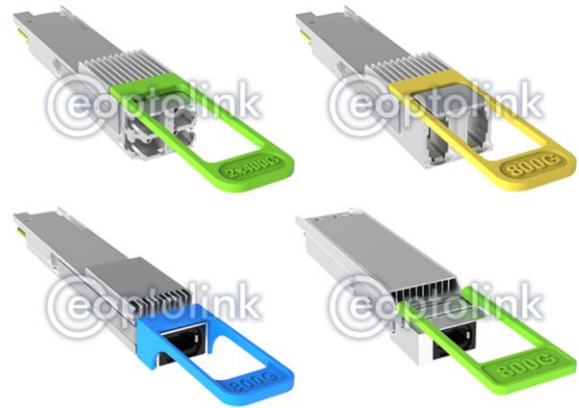
800G 光模块小批量出货，高速光模块领域发力市场份额快速提升。公司成功推出 OSFP-DD 800G 光模块和 OSFP 800G 光模块等 800G 产品，且已实现向客户的小批量出货，向高速光模块领域的升级转型进度不断拓展，高速率光模块收入占比持续提升，将充分受益 AI 数据中心带来的增量需求。根据 Yole 数据，公司 2020 年市场份额排名第 11；而 2021 年根据 light counting 数据，2021 年公司市场份额排名第 7，市场份额快速提升，成效显著。

图 48: 新易盛部分产品系列图



数据来源: 公司官网、东北证券

图 49: 新易盛 800G 光模块示意图



数据来源: 公司官网、东北证券

收购 Alpine 深化全球布局, 扩充产品矩阵提高核心竞争力。2022 年公司完成对海外参股公司 Alpine 收购, 进一步提升公司在硅光模块、相干光模块以及硅光子芯片技术领域竞争力。此外公司还推出了基于薄膜铌酸锂调制器技术的 800G 光模块产品、低功耗 400G QSFP-DD DR4 光模块以及 400G ZR/ZR+相干光模块等多个产品, 产品矩阵完善, 覆盖光通信下游各行业领域, 有望在高速率光器件行业持续提升品牌优势和影响力, 进一步提升市场份额。

盈利预测: 新易盛是行业领先的高速光模块供应商, 同时布局硅光领域, 有望持续提升市场份额。预计公司 2022-2024 年实现营业收入 36.74/45.81/55.86 亿元, 实现归母净利润 8.00/9.78/11.70 亿元, 对应 EPS 1.58/1.93/2.31 元/股, 维持“增持”评级。

3.3. 源杰科技: 国产光芯片领军企业,

深度耕耘激光器芯片领域, IDM 模式全流程自主可控。公司主营产品为 2.5G、10G、25G 及更高速率激光器芯片, 主要应用于光纤接入、移动通信网络及数据中心等场景。经多年耕耘公司已成功建立成熟的 IDM 全流程业务体系, 更适用于注重工艺成熟、稳定及可靠性的激光器芯片领域, 同时芯片设计与晶圆制造过程联系更加紧密, 反馈测试周期短, 有助于进一步优化改良, 助力公司产品不断推陈出新。公司已形成了“两大平台”和“八大技术”的先进生产工艺, 可实现激光器芯片高速调制、高可靠性、高信噪比等性能优化及良率提升、封装简化等成本降低, 产品性价比及竞争力不断提升。

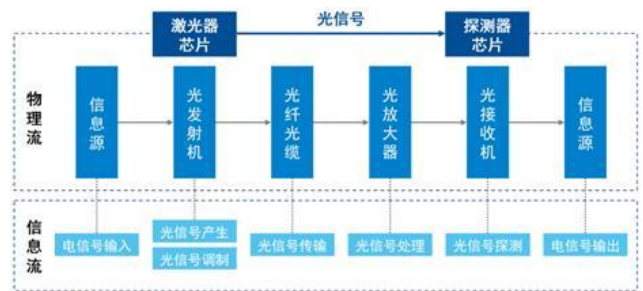
产品性能优质行业认可度高, 客户资源丰富市占率国内领先。在 2.5G 及 10G 激光器芯片国产化程度较高领域, 公司提供全波段、多品类产品及低成本集成方案差异化竞争; 在 25G 及更高速率领域, 公司率先实现大批量供货。根据 C&C 数据, 2020 年公司对外磷化铟半导体激光器芯片对外销售国内第一, 其中 10G、25G 出货量国内均列第一名。根据 ICC 数据统计, 公司 2021 年全球 10G DFB 激光器芯片出货份额占比 20%, 排名首位。公司各类产品已实现向国际前十大及国内主流光模块厂商海信宽带、中际旭创、博创科技的批量供货, 竞争地位行业领先。此外公司 100G PAM4 EML 芯片研发进度顺利, 有望实现高端光芯片领域国产化进一步突破。

图 50: 源杰科技产品发展历程



数据来源：公司公告、东北证券

图 51: 光芯片在光通信系统中应用示意图



数据来源：公司公告、东北证券

AIGC 行业高景气度持续催化，拓展布局激光雷达等新应用场景。高速光芯片作为光电信号转换的基础元件，直接影响光通信系统传输效率，是现代高速通讯网络的核心之一。随着 OpenAIGPT-4、微软 Copilot、百度文心一言等革命性 AI 产品相继问世，算力和数据需求将大幅增长，云计算、数据中心等算力网络基础设施建设有望提速，公司作为行业上游稀缺的国内光芯片龙头有望深度受益。此外公司积极拓展 1550 车载激光雷达芯片、甲烷传感器激光芯片等新兴领域，业务边界不断拓展。

盈利预测：源杰科技是国内领先的光芯片厂商，我们看好公司受益 AIGC 等高景气度下游需求激增，光纤接入及数据中心领域新产品快速放量。预计 2023-2025 年营收 2.82/3.94/5.46 亿元，归母净利润 1.01/1.69/2.34 亿元，对应 EPS 1.67/2.79/3.86 元，维持“买入”评级。

3.4. 光迅科技：光器件模块整体解决方案领先供应商

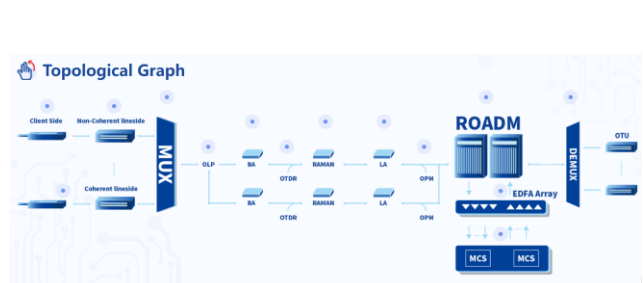
行业领先的光电器件一站式服务提供商。公司产品涵盖全系列光模块、无源光器件/模块、光波导集成器件、光纤放大器等多光电子领域产品，同时具备有源和无源芯片、光集成器件进行系统性、战略性研究开发能力，在电信、数通领域构筑综合解决方案能力壁垒，供货全球 TOP10 通信运营商及互联网厂商。公司 800G 光模块产品已经送样，根据 Yole 数据公司 2021 年光模块市场份额 8%，排名第四。

图 52: 光迅科技产品矩阵



数据来源：公司官网、东北证券

图 53: 光迅科技产品在光通信系统应用拓扑图



数据来源：公司官网、东北证券

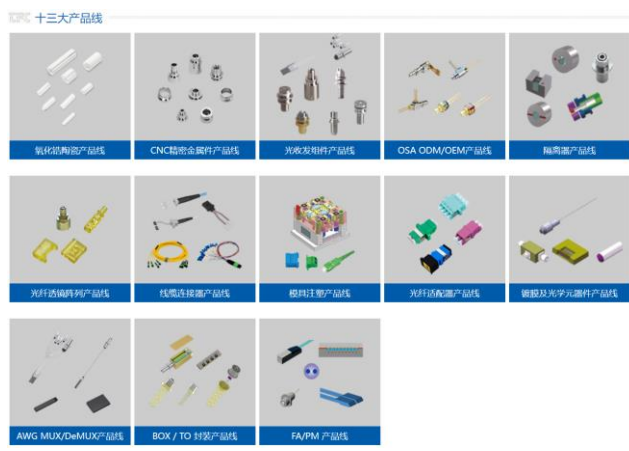
产品品类丰富具备芯片到系统的垂直集成能力，关注公司在激光雷达领域的研发探索。公司产品按应用领域可分为传输类、接入类、数据通信类，涵盖光电子器件、模块和子系统产品，产品矩阵丰富。公司具备从底层芯片到子系统的垂直集成能力及光芯片、耦合封装、硬件、软件、测试、结构和可靠性七大技术平台。此外公司积极探索激光雷达光源市场。预计公司有望凭借激光器光源及系统整合的能力优势在激光雷达光源领域实现突破，拓展新市场打造新增长点。

盈利预测与投资建议：光迅科技是国内光电子器件领域具备稀缺芯片自研能力的龙头企业，我们看好公司借助 AIGC 行业国内爆发机遇，实现业绩快速增长。预计公司 2022-2024 年实现营业收入 73.26/82.41/91.74 亿元，实现归母净利润 6.65/7.56/8.45 亿元，对应 EPS 0.95/1.08/1.21 元，维持“增持”评级。

3.5. 天孚通信：高速光引擎开始交付，CPO 产业链核心供应商

高速光引擎项目实现交付，CPO 产业链核心供应商。公司面向 5G 及数据中心的高速光引擎建设项目 2022 年开始批量生产并为客户批量交付；400G/800G 光模块配套光器件已实现对供给数据中心客户的批量出货。高速光引擎作为共封装光学 CPO 路径采用的核心技术之一，在 AI 算力爆发下是能够帮助解决光模块功耗指数级增加的痛点，随着相关产业链逐步完善及技术成熟度提升，长期来看 CPO 方案有望成为光模块主流技术路径，公司作为光引擎重要供应山尽享 CPO 渗透率提升红利。

图 54：天孚通信十三大产品线



数据来源：公司官网、东北证券

图 55：天孚通信八大方案



数据来源：公司官网、东北证券

激光雷达、医疗检测等新领域不断拓展，光器件送样旨在打开新成长空间。天孚通信依托成熟的光器件研发平台和在材料、元器件、设计、继承封装等领域的丰富经验向激光雷达、医疗检测等新兴领域拓展。公司激光雷达用光器件产品小批量认证顺利，持续优化工艺做好量产供货准备。此外公司也为医疗检测客户提供配套新产品。随着新产品顺利导入客户供应体系实现放量，公司有望开辟第二增长引擎。

盈利预测：公司是国内稀缺光器件整体解决方案提供商，我们看好公司受益于 AI 数据中心建设带来的下游需求增长，凭借出色的新品研发能力和光器件一站式供应能力持续巩固行业领先优势。预计公司 2022-2024 年实现营收 14.44/19.86/26.94 亿元，归母净利润 4.45/6.16/8.36 亿元，EPS 1.14/1.57/2.14 元/股，上调至“买入”评级。

4. 风险提示

- 1、400G/800G 光模块需求不及预期。
- 2、订单节奏不及预期。

研究团队简介:

史博文：哥伦比亚大学金融数学硕士，清华大学经管学院经济与金融本科，曾任华安投资有限公司研究员。2020 年加入东北证券，现任东北证券通信组分析师。

刘云坤：伦敦政治经济学院风险与金融硕士，中央财经大学金融学本科。2022 年加入东北证券，现任东北证券通信组研究助理。

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师。本报告遵循合规、客观、专业、审慎的制作原则，所采用数据、资料的来源合法合规，文字阐述反映了作者的真实观点，报告结论未受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

股票 投资 评级 说明	买入	未来 6 个月内，股价涨幅超越市场基准 15%以上。	投资评级中所涉及的市场基准： A 股市场以沪深 300 指数为市场基准，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为市场基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为市场基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为市场基准。
	增持	未来 6 个月内，股价涨幅超越市场基准 5%至 15%之间。	
	中性	未来 6 个月内，股价涨幅介于市场基准-5%至 5%之间。	
	减持	未来 6 个月内，股价涨幅落后市场基准 5%至 15%之间。	
	卖出	未来 6 个月内，股价涨幅落后市场基准 15%以上。	
行业 投资 评级 说明	优于大势	未来 6 个月内，行业指数的收益超越市场基准。	
	同步大势	未来 6 个月内，行业指数的收益与市场基准持平。	
	落后大势	未来 6 个月内，行业指数的收益落后于市场基准。	

重要声明

本报告由东北证券股份有限公司（以下称“本公司”）制作并仅向本公司客户发布，本公司不会因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。

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。报告中的内容和意见仅反映本公司于发布本报告当日的判断，不保证所包含的内容和意见不发生变化。

本报告仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价或征价。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证券买卖建议。本公司及其雇员不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，在任何情况下，我公司及其雇员对任何人使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。

本公司或其关联机构可能会持有本报告中涉及到的公司所发行的证券头寸并进行交易，并在法律许可的情况下不进行披露；可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务、财务顾问等相关服务。

本报告版权归本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发表或引用。如征得本公司同意进行引用、刊发的，须在本公司允许的范围内使用，并注明本报告的发布人和发布日期，提示使用本报告的风险。

若本公司客户（以下称“该客户”）向第三方发送本报告，则由该客户独自为此发送行为负责。提醒通过此途径获得本报告的投资者注意，本公司不对通过此种途径获得本报告所引起的任何损失承担任何责任。

东北证券股份有限公司

网址：<http://www.nesc.cn> 电话：95360,400-600-0686 研究所公众号：dbzqyanjisu

地址	邮编
中国吉林省长春市生态大街 6666 号	130119
中国北京市西城区锦什坊街 28 号恒奥中心 D 座	100033
中国上海市浦东新区杨高南路 799 号陆家嘴世纪金融广场 3 号楼 10 层	200127
中国深圳市福田区福中三路 1006 号诺德中心 34D	518038
中国广东省广州市天河区冼村街道黄埔大道西 122 号之二星辉中心 15 楼	510630

