

光器件：从通信基石到智能之眼

报告要点

应用升级与技术迭代并驱，光模块通信基石地位凸显。光模块、光器件作为实现光通信的功能载体，扮演着通信基石的角色。随着下游数通、电信领域应用的不断升级，电信运营商与云厂商开启新一轮资本开支周期，对光模块容量和技术难度需求持续提升，主流容量已达到 100G、400G、800G 均在推进部署中，据 Yole 预测，至 2026 年全球光模块市场规模达 209 亿美元，呈现量价齐升趋势。中国光模块厂商近十年取得长足进步，已占据全球主要份额，随着光摩尔定律接近极限，未来硅光技术、CPO 等先进封装技术有望成为产业竞争的主要着力点。我们认为产品迭代速度、前瞻技术布局、下游客户资源将成为未来光模块公司进一步胜出的关键。

智能汽车激光雷达带来新机遇，光器件产业迎来智能之眼第二曲线。光器件作为光模块的上游环节，是其重要组成部分，可分无源光器件和有源光器件两大类。中国无源光器件产品竞争力相对强，目前约构成 30% 的全球市场份额，有源光器件由于缺少对关键技术掌握与装备生产条件薄弱，仅在中低端细分市场初步具备产能，有较大提升空间。光器件市场细分料号繁多，定制化程度高，制造工艺与生产难度较大，市场呈现小而分散的特点，具备产品研制平台化能力是光器件厂商做大做强关键。随着智能汽车激光雷达的应用，光器件产业正迎来新的机遇，光通信产业链与激光雷达产业链在技术平台和产线具有一定复用性，经过多年积累光器件厂商布局激光雷达市场具备技术优势，通信技术加持有望开启新维度竞争，也为光器件公司带来第二增长曲线。我们认为创新研发能力、规模制造能力、品质管控能力是未来光器件厂商打造全球竞争力的关键。

光芯片国产替代有望成为把握通信与汽车两大机遇的重要切入点。光芯片是光模块的核心器件，成本占比随传输速率的提升而上升，处于产业链价值制高点，竞争壁垒最高。光芯片可分为激光器芯片和探测器芯片，由于具有温度敏感的特性，遵循特色工艺，对工艺的稳定性与一致性要求苛刻，海外头部厂商多采用 IDM 生产模式。目前光芯片国产化率低，高端芯片供给能力有限，海外厂商起步早，具备全产业链覆盖先发优势，在高端高速领域广泛布局。在国家政策的大力扶持下，中国光芯片国产化进程加速，目前已基本掌握 2.5G 和 10G 光芯片核心技术，但整体产品品种较为单一，未来有望向多品类、高端产品方向拓展，全球份额有望进一步提升。同时从自主可控的角度看，把握上游材料、特色工艺到设备研制的一体化是实现国产替代的关键。

投资建议：光器件产业正迎来从通信基石到智能之眼的战略发展机遇，电信与数通市场共同驱动新一轮增长周期，激光雷达市场打开第二增长曲线，同时光摩尔定律驱动产业创新，对厂商的前瞻技术布局、平台化产品研制能力提出更高要求。建议重点关注稀缺平台型光器件厂商**天孚通信**，激光雷达启动布局的**炬光科技**、**光库科技**、**中际旭创**，中国半导体激光器芯片龙头**长光华芯**，PLC 分路器芯片龙头**仕佳光子**，全球光模块领先厂商**新易盛**、**光迅科技**。

风险提示： 1、若 5G、数据中心建设与行业政策扶持力度不及预期，将面临复杂竞争环境，影响行业业务进展；2、若研发投入不足导致光通信产品迭代创新不及预期，将面临核心技术竞争力降低的风险，影响行业竞争力；3、若汇率波动与预期不符，企业将面临汇率风险。

通信

评级： 看好

日期： 2022.09.04

分析师 周铃雅

登记编码：S0950521040002

☎：021-61097645

✉：zhoulingya@wzq.com.cn

行业表现

2022/9/4



资料来源：Wind，聚源

相关研究

- 《通信模组：物联网信息之源，创新扩散与成本红利开启新阶段》(2022/6/7)
- 《电信运营商：5G 数字经济平台化引领者》(2022/3/2)

目录

1、应用升级与技术迭代并驱，光通信产业是通信基石	6
1.1、光通信：以光波作为传输媒介的通信方式	6
1.2、下游：电信与数通市场共同驱动新一轮增长周期	9
1.3、发展趋势：全光网与叶脊架构变革带来量价齐升	14
2、光模块需求量价齐升，硅光布局与先进封装成竞争关键	19
2.1、光模块：实现光电转换的核心部件	19
2.2、市场格局：全球市场相对分散，中国厂商快速崛起	23
2.3、发展趋势：光摩尔驱动产业创新，硅光布局与先进封装成竞争关键	28
3、光器件国产替代与平台化加速，激光雷达配套成第二曲线	34
3.1、光器件：光模块的重要组成部分	34
3.2、市场格局：细分市场小而分散，中国有源光器件还需进一步提升	36
3.3、发展趋势：平台化构筑成本优势，横向拓展激光雷达第二增长曲线	40
4、光芯片是核心壁垒，亟待打造一体化国产替代产业竞争力	46
4.1、光芯片：光模块的核心器件	46
4.2、市场格局：欧美日技术领先，中国国产化率低	48
4.3、发展趋势：多品类拓展，打造一体化国产替代产业竞争力	53
5、相关标的	58
5.1、中际旭创（300308.SZ）：全球光模块龙头厂商	58
5.2、新易盛（300502.SZ）：全球头部光模块厂商	62
5.3、光迅科技（002281.SZ）：中国首家上市通信光电子器件公司	65
5.4、天孚通信（300394.SZ）：稀缺平台型光器件厂商，顺利突破激光雷达	68
5.5、光库科技（300620.SZ）：全球头部铌酸锂调制器厂商	71
5.6、炬光科技（688167.SH）：激光元器件领先企业，进军激光雷达市场	75
5.7、长光华芯（688048.SH）：中国半导体激光芯片龙头	77
5.8、仕佳光子（688313.SH）：中国领先的光电子核心芯片厂商	81
6、投资建议	84
7、风险提示	85

图表目录

图表 1：光通信频谱资源示意图	6
图表 2：光通信器件与信息流的对应关系	6
图表 3：光通信产业链与中国企业全球市场竞争力	7
图表 4：光通信的换代升级伴随着传输容量的不断提升	8
图表 5：全球光模块市场下游应用领域情况	9
图表 6：全球移动数据流量及增速	10
图表 7：中国 5G 基站建设情况	10
图表 8：中国数据中心市场规模	10
图表 9：电信运营商历年资本开支情况	11
图表 10：海外云厂商历年资本开支及增速（单位：亿美元）	12
图表 11：中国云厂商资本开支情况	12
图表 12：信骅科技月度营收及增速（单位：万元，新台币）	13
图表 13：2014-2026 年全球光传输市场规模情况	13
图表 14：中国网络系统的架构组成与主流光通信技术情况	14

图表 15: 5G 光承载网络的变化	15
图表 16: 5G 承载网主要前传技术比较	15
图表 17: 光通信传输链路示意图	16
图表 18: 2021 Q3 全球超大型数据中心数量 (单位: 个)	16
图表 19: 数据中心网络架构演变情况	17
图表 20: 2021 年全球数据中心流量预测	18
图表 21: 全球数据中心互连技术市场规模	18
图表 22: 光模块结构示意图 (SFP+封装)	19
图表 23: 光模块功能图	20
图表 24: 光模块的分类	20
图表 25: 交换芯片技术演进路径	21
图表 26: 中国光模块行业相关政策	22
图表 27: 2020 年全球光模块市场格局	23
图表 28: 2010-2021 年全球光模块供应商 TOP10	23
图表 29: 光模块厂商收购情况	24
图表 30: 光模块厂商核心竞争力	24
图表 31: 数据中心不同网络架构对光模块需求情况	25
图表 32: 全球以太网光模块市场总营收 (单位: 百万美元)	25
图表 33: 电信领域光模块市场规模及预测 (单位: 百万美元)	26
图表 34: 4G 和 5G 承载网架构图	26
图表 35: 全球光模块市场空间预测 (单位: 十亿美元)	27
图表 36: 光模块技术升级路线图	28
图表 37: 光模块每 bit 成本变化趋势	29
图表 38: 光模块每 bit 功耗变化趋势	29
图表 39: 硅基光电子集成芯片概念图	30
图表 40: 2004-2018 年间国际上硅光子在学术和产品领域的研究动态	30
图表 41: CPO (光电共封装) 示意图	31
图表 42: 光电共封装技术 (CPO) 路线图	32
图表 43: 2021 年 EOMs 下游应用分布情况	33
图表 44: 2026 年 CPO 下游应用分布情况	33
图表 45: 2022-2028 年全球 CPO 在数据中心市场收入情况	33
图表 46: 光模块的成本结构	34
图表 47: 光器件的分类及市场份额 (按是否需要外部电源驱动)	35
图表 48: 光器件的分类 (按功能分类)	35
图表 49: 中国光器件产品销售额构成 (2018 年)	36
图表 50: 光器件产品种类多	36
图表 51: 无源光器件全球厂商产能贡献 (2020 年)	37
图表 52: 有源光器件全球厂商产能贡献 (2020 年)	37
图表 53: 全球半导体激光器市场规模情况 (单位: 亿美元)	38
图表 54: 2016-2023 年中国光器件市场销售规模 (单位: 亿元)	38
图表 55: 光器件与光模块厂商毛利率情况	39
图表 56: 光器件厂商核心竞争力	39
图表 57: 光收发模块国产化率测算情况 (2017 年)	40
图表 58: 5G 网络对光器件产品传输速率、传输距离的需求情况	41
图表 59: 数据中心主要场景对光器件传输距离和速率要求	41
图表 60: 光器件与光模块厂商研发费用率情况	42
图表 61: 天孚通信核心技术平台	42

图表 62: 激光雷达的构成.....	43
图表 63: 光通信企业在激光雷达领域业务布局情况.....	44
图表 64: 2021 年全球激光雷达市占率.....	44
图表 65: 2016-2032 年全球激光雷达在无人驾驶领域的出货量及销售额.....	45
图表 66: 2016-2022 年中国第三方医学检验市场规模情况.....	45
图表 67: 不同模块产品的光芯片成本占比情况.....	46
图表 68: 光芯片的分类.....	46
图表 69: 激光器芯片分类与特点.....	47
图表 70: 探测器芯片分类与特点.....	47
图表 71: 光芯片、电芯片国产化率测算 (2017 年)	48
图表 72: 中国核心光电芯片产业化能力.....	48
图表 73: 各国在光子集成产业的发展战略规划情况.....	49
图表 74: 全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场份额.....	49
图表 75: 全球 10G DFB 激光器芯片市场份额.....	49
图表 76: 中国芯片与有源光器类重点发展产品和发展目标.....	50
图表 77: 近期全球光芯片产业收购与布局情况.....	51
图表 78: 全球高速率模块光芯片市场空间及预测 (百万美元)	51
图表 79: 2021-2026 年全球 VCSEL 市场规模 (单位: 十亿美元)	52
图表 80: 2019-2024 年中国光芯片占全球光芯片市场比例预测.....	52
图表 81: 激光器芯片生产过程.....	53
图表 82: 光芯片厂商关键业务数据指标比较.....	54
图表 83: 激光器芯片原材料成本构成 (2021 年)	55
图表 84: 全球 GaAs 外延片市场格局 (2020 年)	55
图表 85: 全球半导体前道光刻机销售 (2021 年)	56
图表 86: 全球刻蚀设备市场格局 (2020 年)	56
图表 87: 全球光通信芯片设备与材料市场竞争格局.....	56
图表 88: 全球光模块市场规模 (按技术划分, 单位: 百万美元)	57
图表 89: 2016 年全球光模块市场格局 (按技术划分)	57
图表 90: 2027 年全球光模块市场格局 (按技术划分)	57
图表 91: 中际旭创发展历史.....	58
图表 92: 中际旭创历年营业收入及增速.....	59
图表 93: 中际旭创历年归母净利润及增速.....	59
图表 94: 中际旭创历年净利率与毛利率.....	59
图表 95: 中际旭创历年研发费用及研发费用率.....	59
图表 96: 中际旭创各类产品收入占营收比重.....	60
图表 97: 中际旭创境内与境外收入占营收比重.....	60
图表 98: 成都储翰部分产品线.....	61
图表 99: 新易盛 2021 年产品结构 (按收入分类)	62
图表 100: 新易盛历年营业收入及增速.....	63
图表 101: 新易盛历年归母净利润及增速.....	63
图表 102: 新易盛历年净利率与毛利率.....	63
图表 103: 新易盛历年研发费用及研发费用率.....	63
图表 104: 新易盛境内与境外收入占营收比重.....	64
图表 105: 新易盛境内与境外毛利率.....	64
图表 106: 新易盛在研项目情况统计.....	64
图表 107: 光迅科技发展历史.....	65
图表 108: 光迅科技历年营业收入及增速.....	66

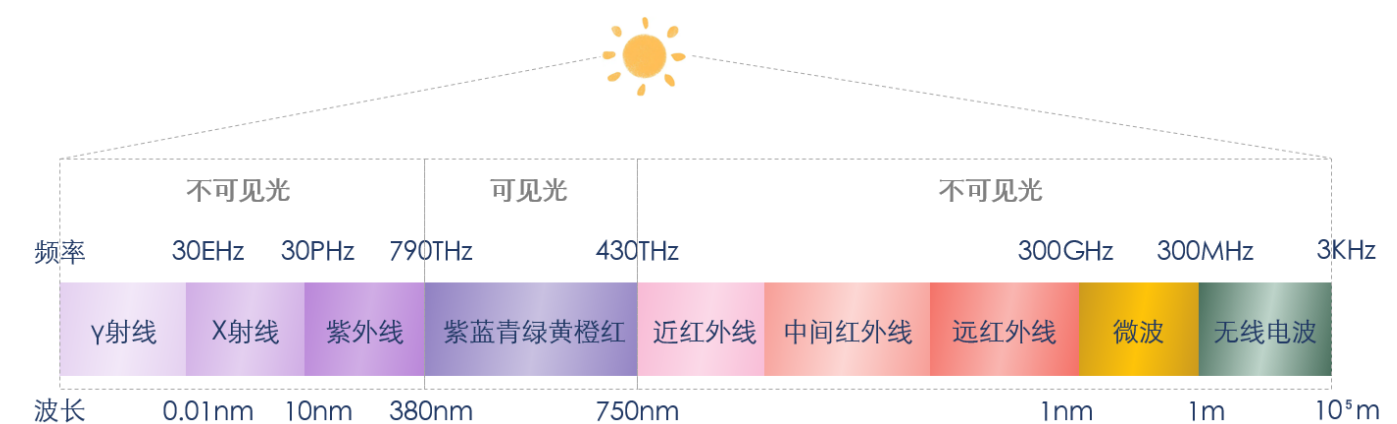
图表 109: 光迅科技历年归母净利润及增速	66
图表 110: 光迅科技历年净利率与毛利率	66
图表 111: 光迅科技历年研发费用及研发费用率	66
图表 112: 光迅科技产品和技术平台	67
图表 113: 光迅科技定增募投项目 (单位: 万元)	67
图表 114: 天孚通信发展历史	68
图表 115: 天孚通信历年营业收入及增速	69
图表 116: 天孚通信历年归母净利润及增速	69
图表 117: 天孚通信历年净利率与毛利率	69
图表 118: 天孚通信历年研发费用及研发费用率	69
图表 119: 天孚通信高速光引擎募投项目情况 (单位: 万元)	70
图表 120: 北极光电发展历程	70
图表 121: 光库科技发展历史	71
图表 122: 光库科技历年营业收入及增速	72
图表 123: 光库科技历年归母净利润及增速	72
图表 124: 光库科技历年净利率与毛利率	72
图表 125: 光库科技历年研发费用及研发费用率	72
图表 126: 光库科技部分荣誉示意图	73
图表 127: 光库科技定增募集资金项目投向 (单位: 万元)	73
图表 128: 加华微捷相关产品示意图 (高速模块微连接)	74
图表 129: 炬光科技发展历史	75
图表 130: 炬光科技历年营业收入及增速	75
图表 131: 炬光科技历年归母净利润及增速	75
图表 132: 炬光科技历年净利率与毛利率	76
图表 133: 炬光科技历年研发费用及研发费用率	76
图表 134: 炬光科技激光雷达相关产品	76
图表 135: 长光华芯主要产品系列	77
图表 136: 长光华芯历年营业收入及增速	78
图表 137: 长光华芯历年归母净利润及增速	78
图表 138: 长光华芯历年净利率与毛利率	78
图表 139: 长光华芯历年研发费用及研发费用率	78
图表 140: 长光华芯产品研发和产业化的主要进展情况	79
图表 141: 长光华芯募集资金投资项目情况 (单位: 万元)	80
图表 142: 长光华芯高功率 VCSEL 系列产品示意图	80
图表 143: 仕佳光子发展历史	81
图表 144: 仕佳光子历年营业收入及增速	82
图表 145: 仕佳光子历年归母净利润及增速	82
图表 146: 仕佳光子历年净利率与毛利率	82
图表 147: 仕佳光子历年研发费用及研发费用率	82
图表 148: 仕佳光子境外收入及占总营收的比例	83

1、应用升级与技术迭代并驱，光通信产业是通信基石

1.1、光通信：以光波作为传输媒介的通信方式

光通信是一种以光波作为传输媒介的通信方式。光波和无线电波同属电磁波，光波的频率比无线电波的频率高，波长比无线电波的波长短，因此光通信具有通信容量大、传输距离远、信号串扰小、抗电磁干扰等优点，是目前世界最主流的信息传输方式，信息时代的基石。按传输介质的不同，光通信可分为大气激光通信和光纤通信。大气激光通信是利用大气作为传输介质的激光通信；光纤通信是以光波作为信息载体，以光纤作为传输介质的一种通信方式。光通信技术可利用的频谱范围包括红外、可见光和部分紫外波段，与射频通信的频谱需要分配不同，光通信使用的频段属于空白频谱，无需授权即可使用。

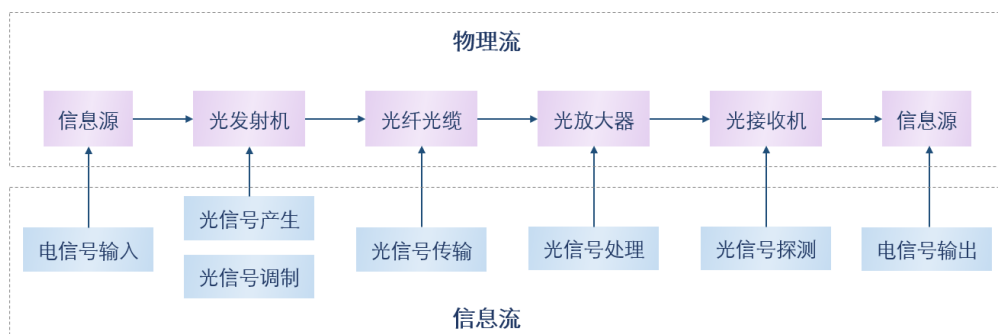
图表 1：光通信频谱资源示意图



资料来源：CSDN，《可见光通信关键器件及通信芯片研究》，五矿证券研究所

光通信系统由光发射机、通信通道和光接收机三部分组成。从物理流的角度看，光通信系统分为光发射机、光纤通道、光接收机，其中光发射机的作用是将电信号转换成光信号，并将得到的光信号发射到光纤中进行传输；光接收机的作用是将光纤输出端接收到的光信号转换成原始的电信号。从信息流的角度看，按照不同的作用可分为光信号产生、光信号调制、光信号传输、光信号处理、光信号探测五大类，如光收发模块实现光电转换，对应光信号产生、调制与探测作用，是光通信系统物理层的基础构成单元，光分路器和光放大器对应光信号处理。

图表 2：光通信器件与信息流的对应关系



资料来源：《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，五矿证券研究所

光通信产业链由光芯片、光器件、光模块、光设备构成。光芯片根据材料的不同可分为 InP、GaAs、Si/SiO₂、SiP、LiNbO₃、MEMS 等芯片，根据功能不同可分为激光器芯片、探测器芯片、调制器芯片；光器件根据是否需要电源划分为有源器件和无源器件，有源器件主要用于光电信号转换，包括激光器、调制器、探测器和集成器件等。无源器件用于满足光传输环节的其他功能，包括光连接器、光隔离器、光分路器、光滤波器、光开关等；光模块分为光收发模块、光放大器模块、动态可调模块、性能监控模块等。其中有源光收发模块的产值在光通信器件中占据最大份额达 65%。

从全球市场竞争力上看，光设备领域，中国企业已成长为产业引领者，如华为、中兴、烽火；光器件领域，中国厂商主要集中在中低端产品，依靠封装优势在中低端市场已形成较强影响力，在高端有源器件、光模块方面提升空间大；光电芯片领域，高端光芯片与配套集成电路芯片依旧是行业瓶颈，依赖海外国家，国产化率不超过 10%，中国光电子企业正处于追赶阶段。

图表 3：光通信产业链与中国企业全球市场竞争力



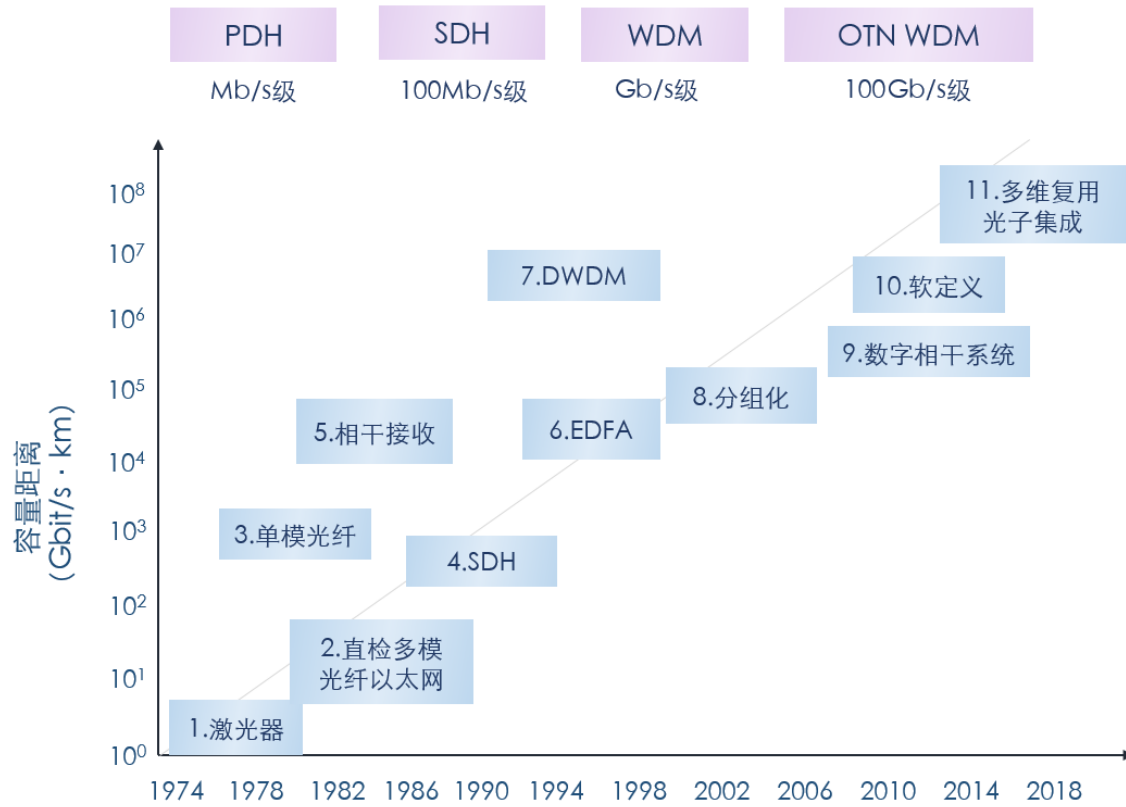
资料来源：优讯科技招股说明书，《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，五矿证券研究所

光通信的换代升级伴随着传输容量的不断提升，每十年翻 1000 倍。光通信的发展史最早可追溯到“烽火台”，这是一种目视光通信；1880 年，亚历山大·格拉汉姆·贝尔发明了一种利用光波作为载波传输话音信息的“光电话”，证明了利用光波作载波传递信息的可能性，是现代光通信的雏形，由于没有可靠、高强度的光源，且没有稳定、低损耗的传输介质，光通信一直未能发展至实用阶段。

1966 年，华裔物理学家高琨博士在《PIEE》杂志上发表了论文，从理论上证明了光纤作为传输媒介实现长距离、大容量通信的可能性，并论述了实现低损光纤的技术途径，奠定了光纤通信的基础；1970 年，美国康宁玻璃公司首先制成了衰减为 20dB/km 的低损耗石英光纤，确认了光导纤维可胜任作为光通信的传输介质。

随着半导体激光器和低损耗光纤的问世，基于光纤通信技术的光网络取得了突飞猛进的发展，新的光器件和传输系统驱动着光纤通信网络不断的进步和发展，新技术的引入推动光通信传输容量大幅度提升，从 PDH（准同步数字系列）到 WDM（波分复用），单根光纤实现 100Tb/s 的容量，接近极限。多维复用、光子集成技术等开始引入光通信网络，推动系统容量进一步提升。

图表 4：光通信的换代升级伴随着传输容量的不断提升



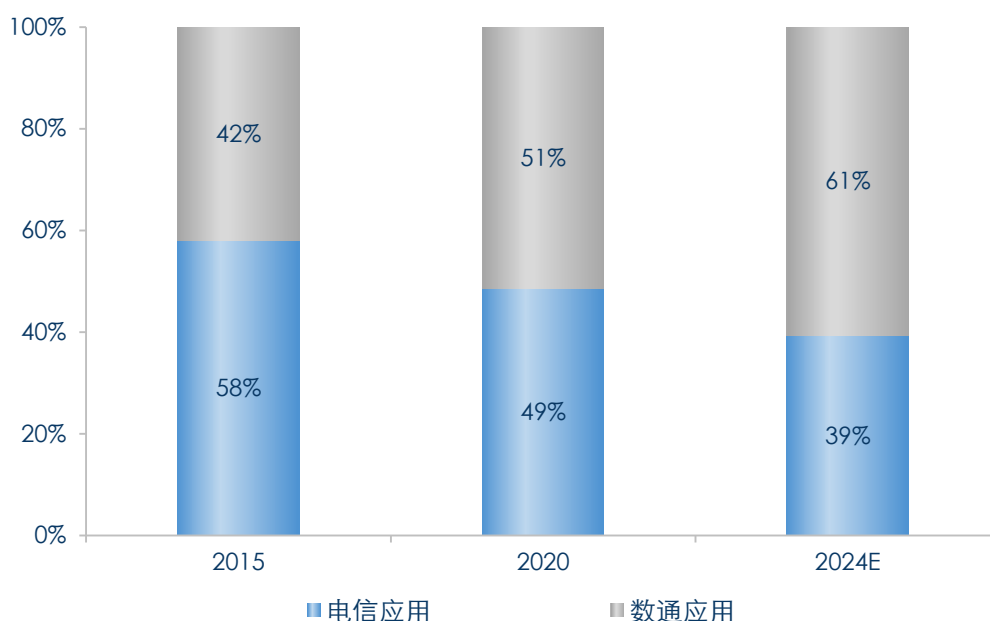
资料来源：《100G 硅光调制器集成芯片研究》，五矿证券研究所

1.2、下游：电信与数通市场共同驱动新一轮增长周期

光通信下游应用领域主要分为电信市场、数通市场、新兴市场。光通信下游主要市场分为电信市场、数通市场、新兴市场。电信市场是光通信最先发力的市场，主要包括 5G 通信、光纤接入等，通信网络建设推动光通信市场需求；数通市场是光通信增速最快的市场，主要包括云计算、大数据等，数据流量与数据交汇量的增长推动市场需求；新兴市场包括消费电子、自动驾驶、工业自动化等市场，是未来发展潜力最大的市场。

以光模块为例，据 FROST&SULLIVAN 统计，全球光模块市场规模从 2015 年的 75.1 亿美元增长到 2020 年的 105.4 亿美元，年复合增长率约为 7.0%，预计至 2024 年有望达到 138.2 亿美元。其中数通市场的增速高于电信市场，数通市场光模块市场规模由 2015 年的 31.5 亿美元增长到了 2020 年的 54.2 亿美元，年复合增长率为 14.5%，占比由 2015 年的 41.9% 提高至 2020 年的 51.4%。由于下游 5G 网络和数据中心的建设需求将持续增加，电信市场和数通市场的光模块将继续增长，数通市场受益于数据中心建设，增速更快，电信市场受制于电信运营商本身的发展战略，对光模块的需求相对稳定。预计至 2024 年全球光模块在数通市场、电信市场的应用比例分别为 61%、39%。

图表 5：全球光模块市场下游应用领域情况

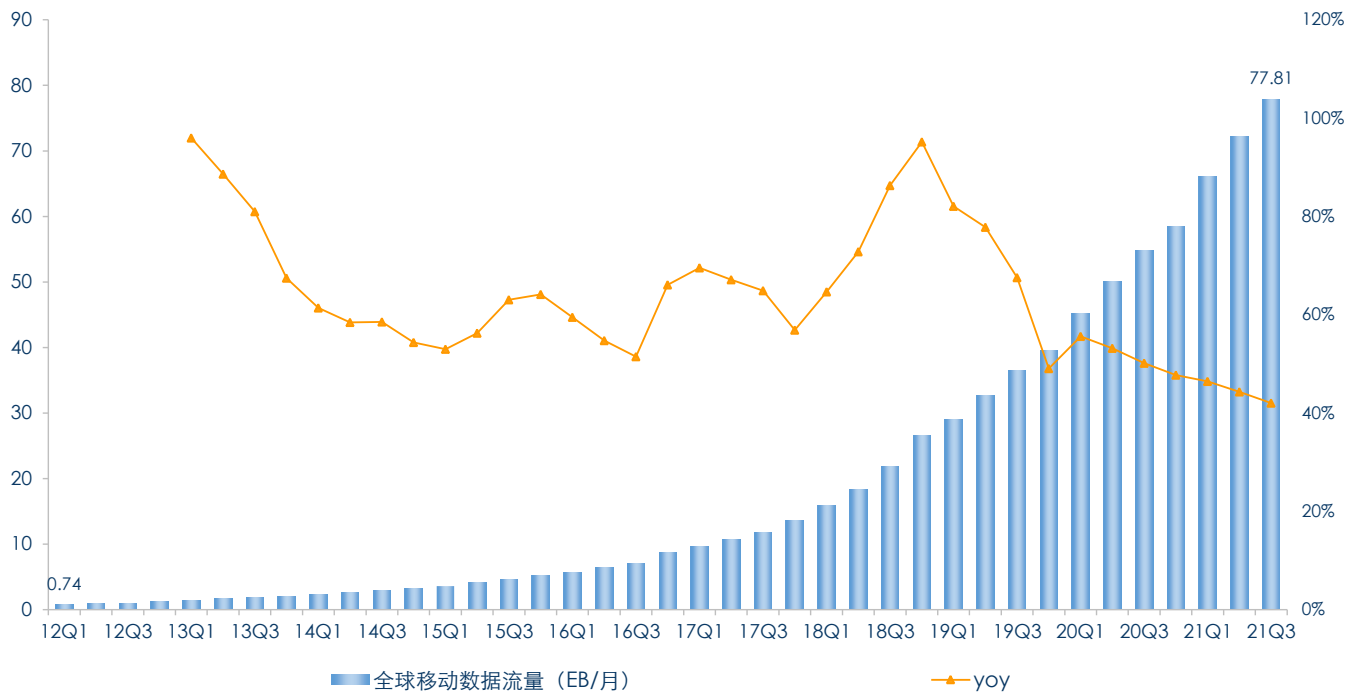


资料来源：FROST&SULLIVAN，五矿证券研究所

全球移动数据流量指数型增长，数据传输与数据交汇量激增。随着云计算、大数据、物联网、人工智能等信息技术的快速发展及加速应用，传统产业及大众生活形式的数字化转变加速。移动支付、移动出行、远程控制、高清视频直播、移动餐饮外卖、虚拟现实等的普及，驱动数据流量和数据交汇量迎来爆发式增长。

据爱立信统计，2021 年第三季度全球移动数据流量达 78EB，同比增长 42.0%，环比增长 7.8%，与 2012 年第一季度相比，增长了 105 倍。全球移动数据流量呈指数型增长，主要原因是移动通信技术的演进与下游应用需求的兴起，智能手机出货量与移动用户数逐年增长，移动应用创新产品快速迭代，带来移动数据流量快速增长。

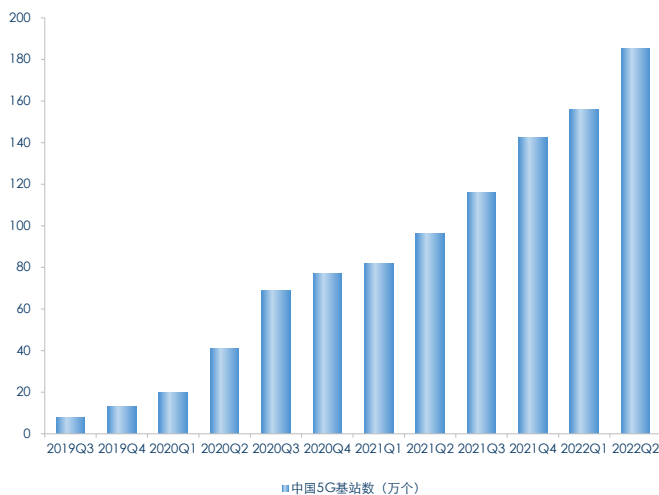
图表 6：全球移动数据流量及增速



资料来源：爱立信，五矿证券研究所

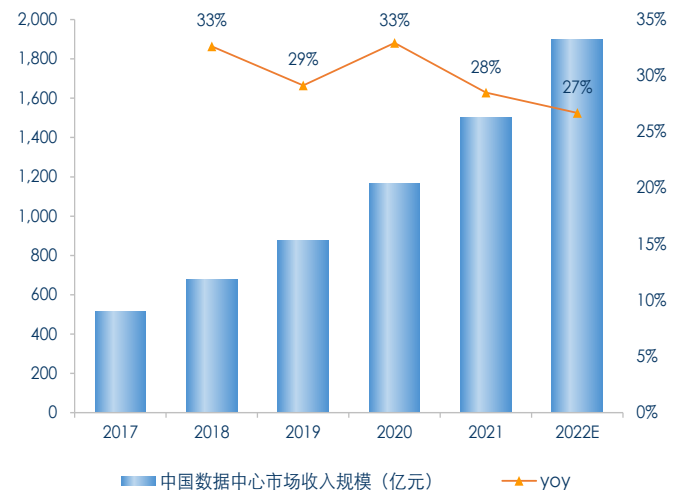
5G 网络加速建设与数据中心扩容，推动光通信市场进一步发展。自 5G 商用牌照发放后，三大运营商积极开展 5G 网络建设，据工信部统计，截至 7 月末，5G 基站总数达 196.8 万个，成为全球首个基于独立组网模式规模建设 5G 网络的国家，5G 基站占移动基站总数的比例为 18.8%，占比较上年末提高 4.5pct。据 GSMA 预测，至 2025 年全球将有 13 亿 5G 用户，5G 网络覆盖率达到 40%，5G 移动终端的连接数量将达 14 亿。受新基建、数字化转型及数字中国远景目标等国家政策促进及企业降本增效需求的驱动，中国数据中心业务收入持续高速增长，据信通院统计，2021 年中国数据中心行业市场收入达 1500 亿元左右，近 3 年年均复合增长率达 30.7%。数据中心的持续扩容激发了光通信市场的快速发展潜力。

图表 7：中国 5G 基站建设情况



资料来源：工信部，五矿证券研究所

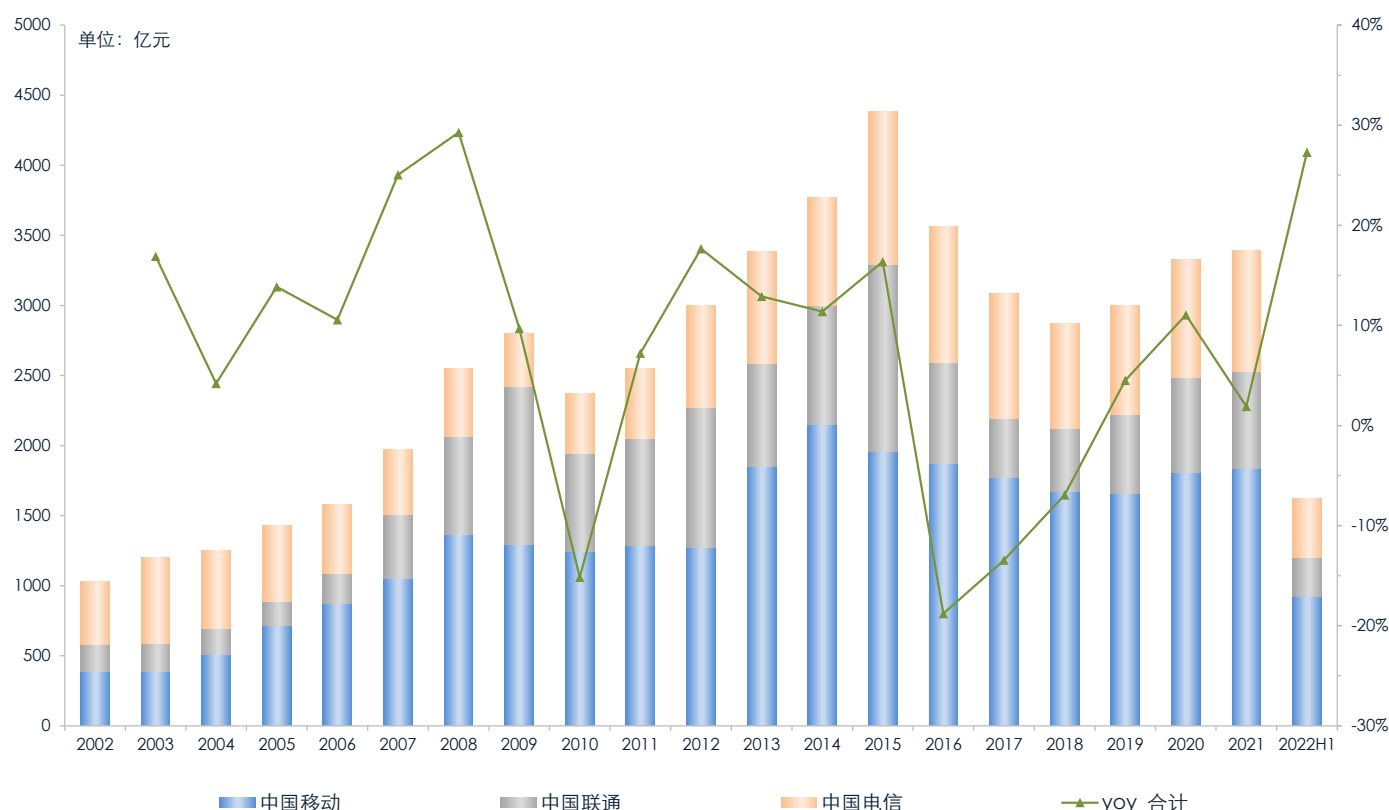
图表 8：中国数据中心市场规模



资料来源：信通院，五矿证券研究所

电信运营商新一轮资本开支周期正开启，呈现增长态势。移动牌照发放驱动每一轮资本开支周期，回顾运营商历年资本开支情况，呈现明显周期性，建设节奏与下游应用发展程度相关性高，同时由于技术迭代对网络质量要求提高，运营商整体资本开支呈现增长趋势。据三大运营商 2021 年财报披露，2021 年三大运营商合计资本开支为 3393 亿元，同比增长 2%，其中中国移动、中国联通、中国电信资本开支分别为 1836 亿元、690 亿元、867 亿元。据三大运营商 2022 年半年报披露，2022 年上半年三大运营商合计资本开支为 1621 亿元，同比增长 27%，其中中国移动、中国联通、中国电信上半年资本开支分别为 920 亿元、284 亿元、417 亿元。5G 时代，中国首次与全球站在同一起跑线，步入领先梯队，运营商新一轮资本开支周期正开启，呈现增长态势。

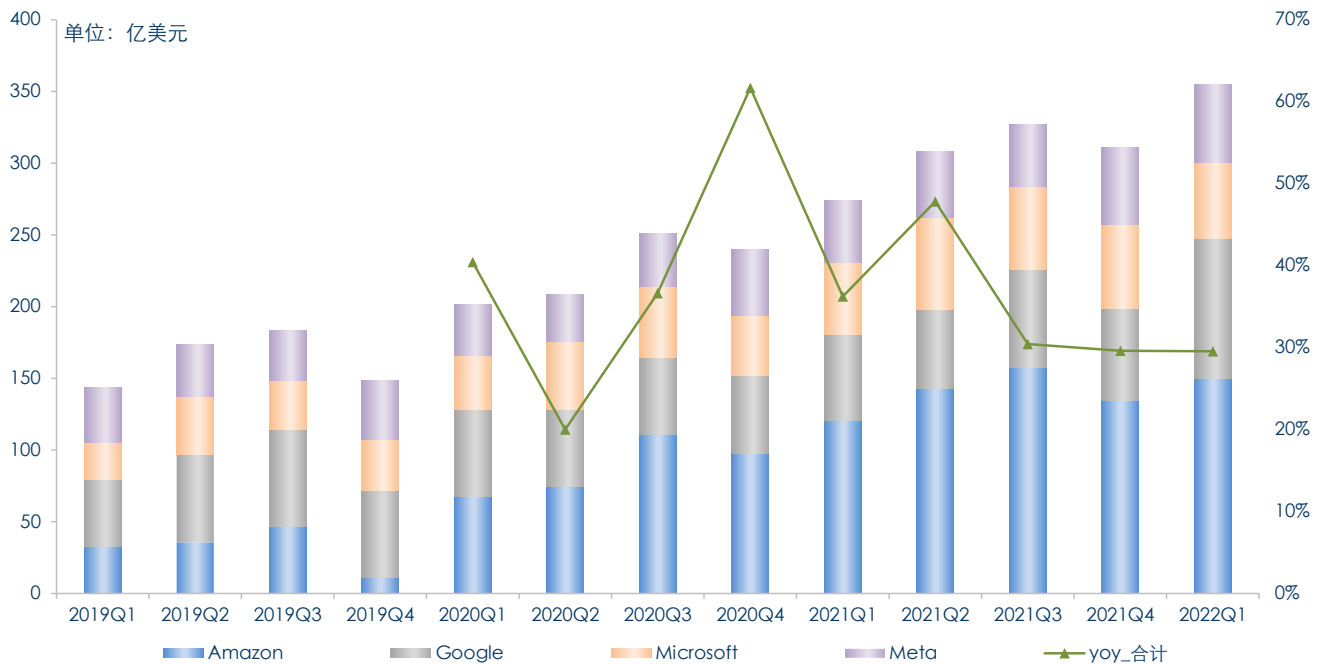
图表 9：电信运营商历年资本开支情况



资料来源：中国移动，中国联通，中国电信，五矿证券研究所

全球云计算巨头资本开支正逐步回暖。随着海外疫情后的复工复产，云计算服务供应商的基础设施建设逐步恢复。2022 年第一季度北美四大云计算巨头资本开支合计为 355.18 亿美元，同比增长 29.6%，资本开支显著增长。其中，Amazon 2022 年第一季度资本开支为 149.51 亿美元，同比增长 23.7%，环比增长 10.9%，连续 12 个季度同比增长；Google 2022 年第一季度资本开支为 97.86 亿美元，同比增长 64.7%，环比增长 53.3%；Microsoft 2022 年第一季度资本开支为 53.4 亿美元，同比增长 4.9%，环比下降 9.0%；Meta 2022 年第一季度资本开支为 54.41 亿美元，同比增长 26.4%，环比增长 1.3%。随着云计算需求和数据流量的持续增长，全球云基础设施和光网络建设进入新一轮周期。

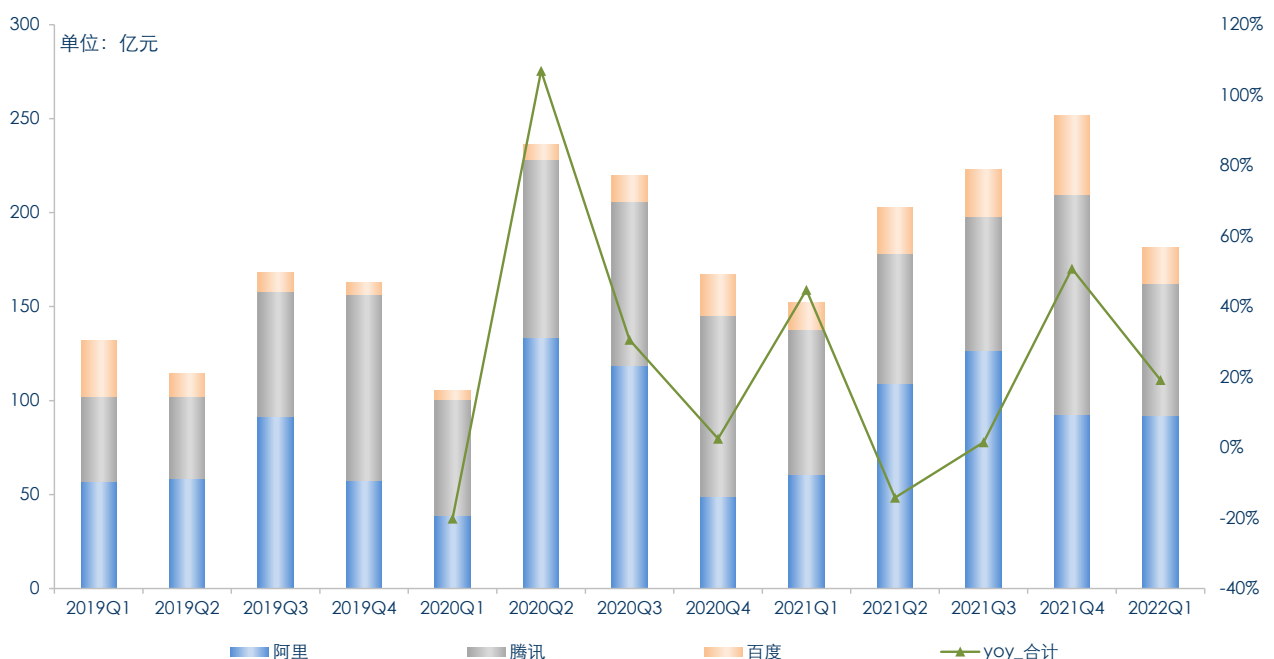
图表 10：海外云厂商历年资本开支及增速（单位：亿美元）



资料来源：Amazon, Microsoft, Google, Meta, 各公司官网, 五矿证券研究所

国内云厂商资本开支整体同比增长，云基建投资仍为长期趋势。国内方面，2022 年第一季度三大云厂商资本开支合计为 181.3 亿元，同比增长 19%，保持增长态势，增速回落。其中，阿里巴巴 2022 年第一季度资本开支为 92.0 亿元，同比增长 52.3%；腾讯 2022 年第一季度资本开支为 70 亿元，同比下降 9.5%；百度 2022 年第一季度资本开支为 19.28 亿元，同比增长 34.1%。

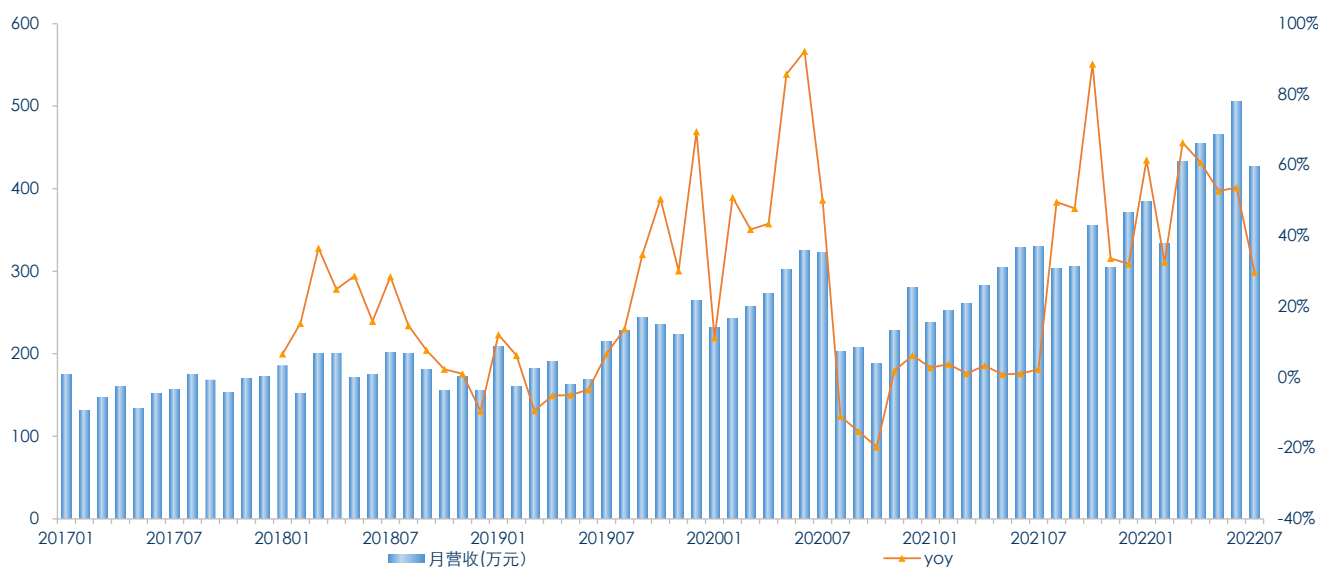
图表 11：中国云厂商资本开支情况



资料来源：阿里巴巴, 腾讯, 百度, 各公司官网, 五矿证券研究所

从 BMC 芯片角度看，服务器行业进入新一轮景气周期。信骅是全球服务器 BMC 芯片主要供应商，占全球市场份额 70%以上，其经营数据可以作为服务器行业景气度的先验指标。从信骅公布的月度营收数据看，从 2021 年 8 月至 2022 年 7 月营业收入已连续 12 个月保持超过 30%的同比增速，行业呈现高景气度。

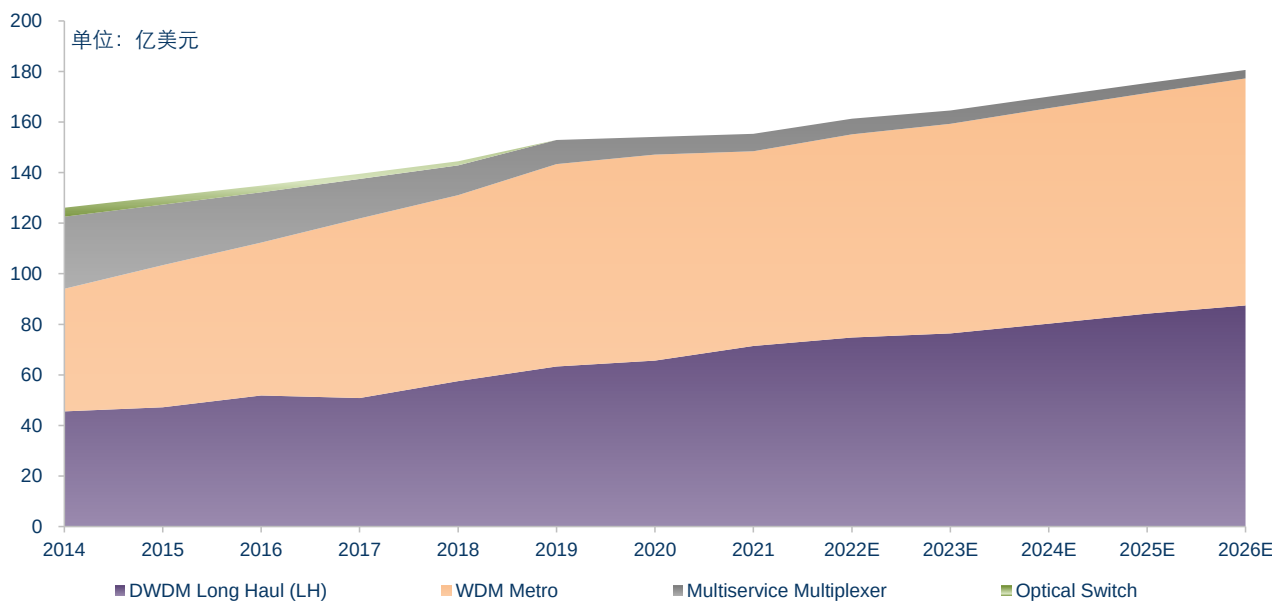
图表 12：信骅科技月度营收及增速（单位：万元，新台币）



资料来源：Aspeed，五矿证券研究所

光通信市场进入新的增长周期，预计至 2026 年全球光传输市场规模达 181 亿美元。随着全球数据量指数式发展，及对网络技术的迭代升级推动光通信市场进入新的增长周期，同时在疫情影响下部分企业与个人对先进网络设备的需求也进一步提升。据 Dell'Oro Group 统计预测，至 2026 年全球光传输市场规模达 181 亿美元，五年复合增长率为 3%，其中北美、EMEA、亚太地区、CALA 地区五年复合增长率分别为 2%、3%、3%、5%。

图表 13：2014-2026 年全球光传输市场规模情况



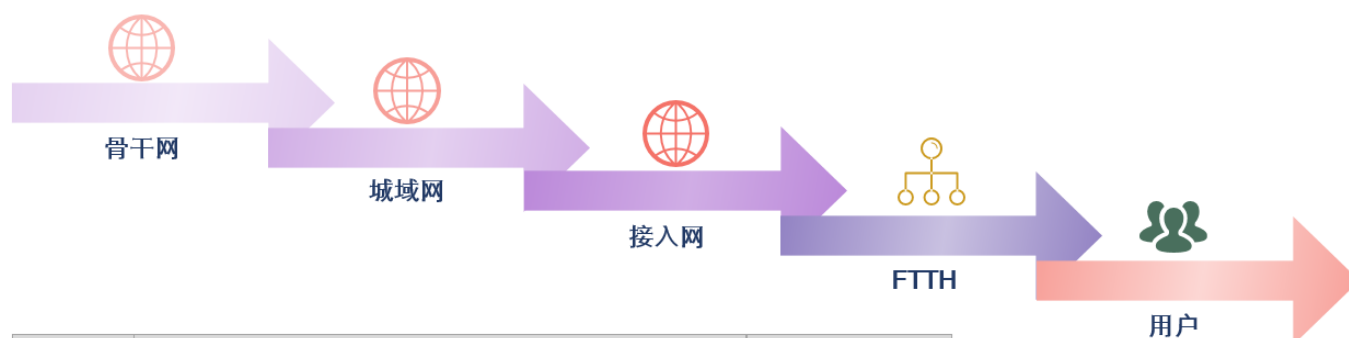
资料来源：Dell'Oro Group，五矿证券研究所

1.3、发展趋势：全光网与叶脊架构变革带来量价齐升

电信市场：数据流量攀升推动光网络架构变革。电信网络系统主要包括宽带网建设、移动通信网络、传输及接入系统等细分领域。随着 5G 产业链、骨干网建设的推进，光纤接入、基站天线、无线系统设备、网络优化等细分行业均呈现高景气态势。数据流量的不断攀升使得作为流量重要载体的光网络需要在整体网络架构上进行深刻变革，扩大网络容量，增加网络灵活性。

中国的网络系统是由骨干网—城域网—接入网三层架构组成。其中，骨干网主要是将城市之间连接起来的网络系统，其作用范围在几十到几千公里之间，主流的光通信技术包括 DWDM、ASON；城域网即所谓的宽带城域网，在城市范围内以 IP 和 ATM 电信技术为基础，以光纤作为传输媒介，集数据、语音、视频服务于一体的高带宽、多功能、多业务接入的多媒体通信网络，主流的光通信技术包括 SDH、MSTP；接入网指骨干网络到用户终端之间的所有设备，其长度一般为几百米到几公里，主流的光通信技术包括 EPON、GPON。

图表 14：中国网络系统的架构组成与主流光通信技术情况



网络层次	网络描述	主流光通信技术
骨干网	用于跨省或跨地市信号传输。如北京-武汉-广州；或广东省的，深圳-广州-东莞等地市之间的信号互联	DWDM、ASON
城域网	城区范围内，各汇接局之间的信号互联网络	SDH、MSTP
接入网	终端用户与汇接交换局之间的互联	EPON、GPON

资料来源：中际旭创公司公告，五矿证券研究所

5G 在业务特性、接入网、核心网等多个方面显著变化，承载网络架构革新。5G 引入增强型移动宽带（eMBB）、超可靠低时延通信（uRLLC）、大规模机器类通信（mMTC）等典型业务场景。在无线接入网方面，重塑网元功能、互联接口及组网结构；在核心网方面，趋向采用云化分布式部署架构，核心网信令网元将主要在省干和大区中心机房部署，数据面网元根据不同业务性能差异拟采用分层部署方案。

在网络架构方面，5G 网络对承载网的建设提出了更高的要求。第一，5G 网络架构以新型方式进行 AU 的多个连接，传统的基站 BBU 重构为 CU+DU 两个逻辑网元，5G 承载网络分为前传、中传、回传三个部分；第二，5G 网络由于 5G 移动通信带宽的提升，对于光传输带宽的要求亦有所提高，将采用更高速率的光连接技术和光模块；第三，5G 网络部署相对 LTE 网络更加多样化，在前传部分，除了较传统的双纤双向光纤直连以外，还有单纤双向、PON、无源 WDM、有源 WDM 等多种前传接入方式：

BiDi：在一根光纤里用两个波长实现信号的双向传输，节省光纤资源，以及提高定时精度；

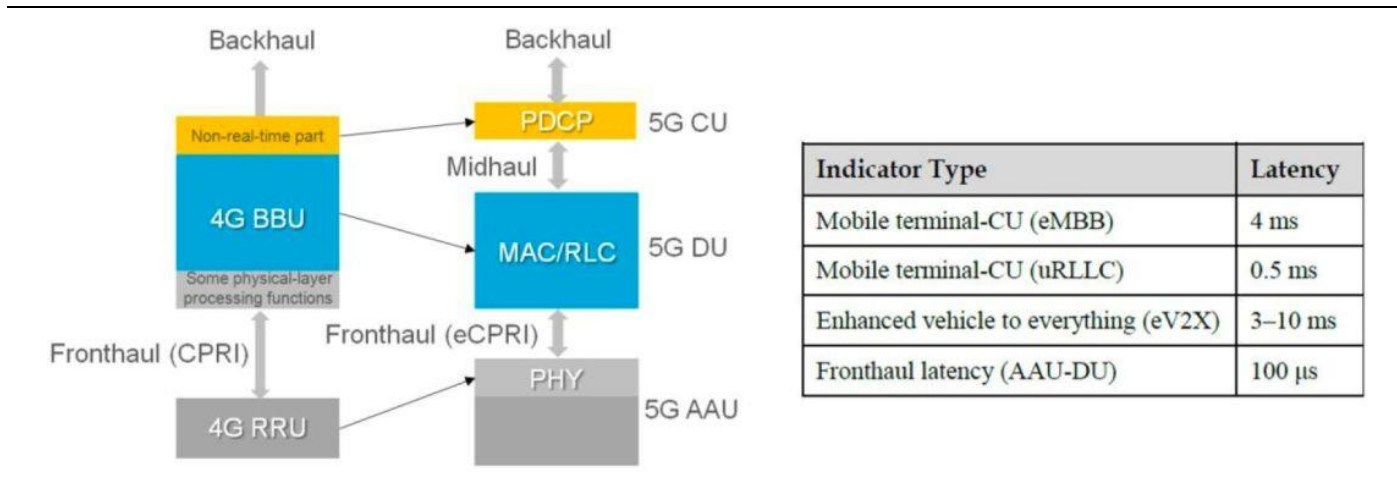
PON：多个 ONU 节点通过时分复用的方式共用一根光纤来和 OLT 进行通信，节省光纤资

源，同时解决分散用户接入问题，主要用于小基站接入或建网初期覆盖情况；

无源 WDM：多个波长复用同一根光纤，节省光纤资源，但灵活性有限，运维成本高；

有源 WDM：通过传输网设备来接入基站,并基于传输网技术进行多个波长的复用，组网成本较高，维护成本低。

图表 15：5G 光承载网络的变化



资料来源：是德科技，五矿证券研究所

图表 16：5G 承载网主要前传技术比较

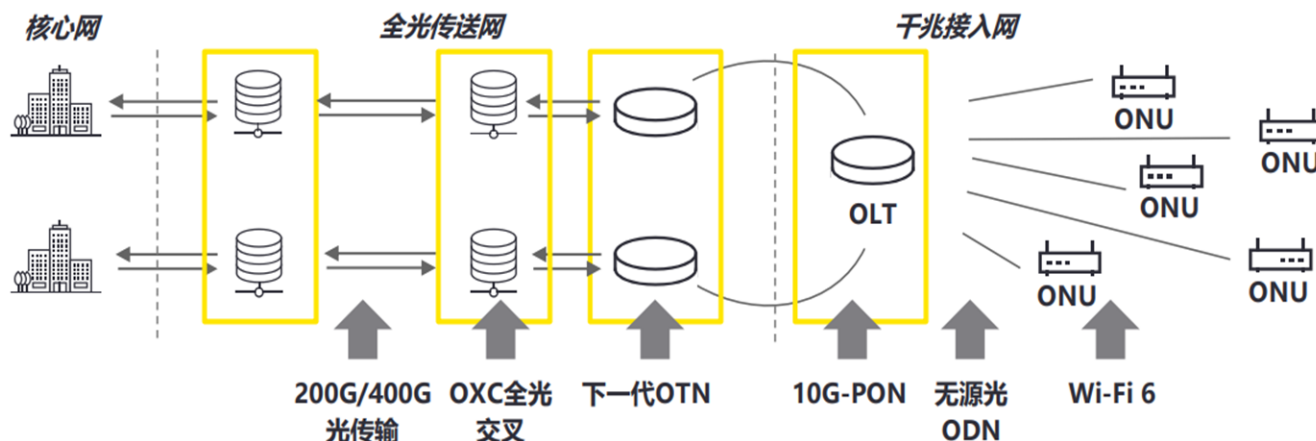
	双纤双向 光纤直连	单纤双向 (BiDi) 光纤直连	PON	无源 WDM	有源 WDM
关键技术	传统技术	2 波长双向传输	时分复用	定波长或可调谐波长/ 粗波分复用	传输网/密集波分
优点	部署简单、低延时、 较低成本	部署简单、低延时、 节省一半光纤资源、 同步性能好	节省光纤资源、低成 本	节省光纤资源、 成本比有源 WDM 低	节省光纤资源、可靠 性高、扩展性好、 丰富网管信息
缺点	光纤利用率很低	光纤利用率较低	带宽受限、时延大	灵活性有限、 运维成本高	传输设备部署成本高

资料来源：是德科技，五矿证券研究所

网络速度需求的不断增长催生了全新高速网络技术，网络全光化稳步推进。全光网络是指信号只是在进出网络时才进行电/光和光/电的变换，而在网络中传输和交换的过程中始终以光的形式存在。

全光网发展至今，分为两大阶段。第一阶段为 2008-2017 年，这一阶段的主要任务为“光进铜退”，其标志性的技术为 FTTH/FTTH，2017 年，中国电信完成了 2011 年启动的“宽带中国·光网城市”既定目标，即 FTTH 和百兆入户的比例都超过了 90%，标志着全光网 1.0 阶段的实现；第二阶段从 2017 年至今，该阶段主要目标是在 2030 年形成一个架构稳定，全网覆盖，低碳节能、行业领先的全光底座。主要任务是夯实云网融合，其中包括全光传输，全光接种和全光交换，新一代光传送网将以更高的资源利用效率和更经济的方式，推动“随需带宽”网络发展。

图表 17：光通信传输链路示意图

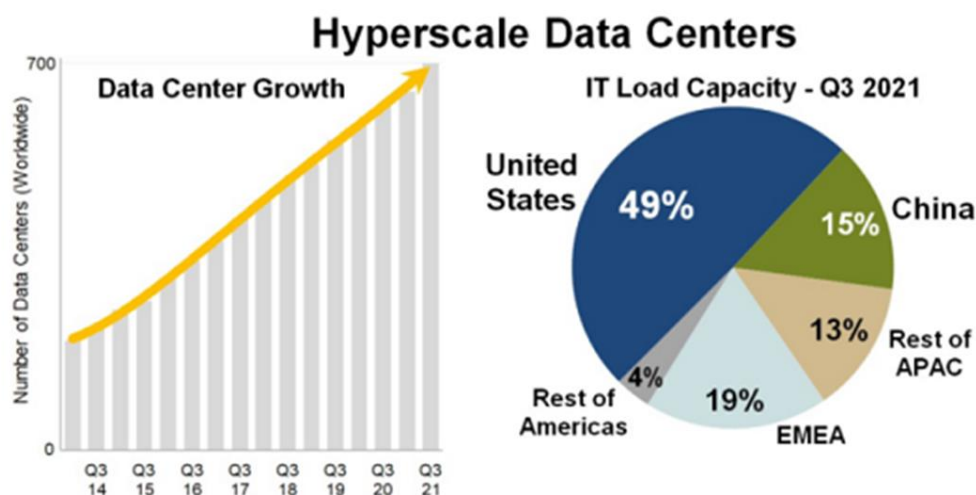


资料来源：ETSI，安永分析，五矿证券研究所

数通市场：超大规模数据中心数量持续快速增长，预计三年内突破 1000 个。由于应用场景、数据结构复杂化，数据处理及信息交互更加频繁，数通市场对数据中心的规模及功能集成提出了更高的要求。传统的中小型、分散型数据中心难以满足数据中心厂商提高整体营运效率、降低能耗、节约成本的需求，全球数据中心向集中化、集成化方向发展。

据 Synergy Research Group 统计，截至 2021 年第三季度末，全球超大规模提供商运营的大型数据中心数量增加到 700 个，以关键 IT 负载来衡量，美国占这些数据中心容量的 49%，中国排名第二，占总容量的 15%，预计运营数据中心安装基数将在三年内突破 1000 个，并继续快速增长。

图表 18：2021 Q3 全球超大型数据中心数量（单位：个）

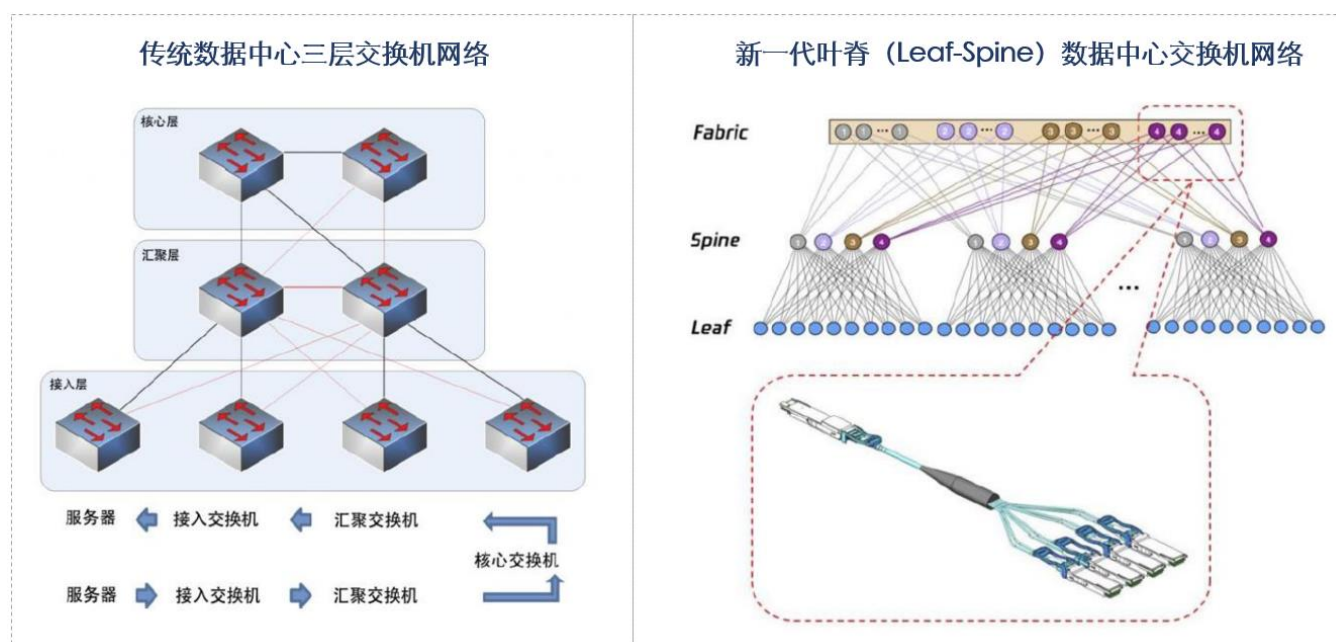


资料来源：Synergy Research Group，五矿证券研究所

数据中心网络架构扁平化，新型分布式叶脊式网络架构兴起。数据中心的基本架构是将机柜中的服务器与底层交换机相连，底层交换机与上层交换机相连。早期数据中心仿照接入-城域-骨干结构的电信网络，采用接入-汇聚-核心的三层架构，通过配置较高的收敛比，利用统计复用（平均 1/10 的服务器同时工作，则可只配置 1/10 的总上行带宽，收敛比是 10:1）节约组网成本。由于网络并发概率不断提升、云计算和大数据等需求导致服务器间东西向数据流增加，网络架构扁平化需求强烈，新型分布式数据中心叶脊式网络架构兴起。

叶脊（leaf-spine）网络架构支持超大规模服务器集群高密度，节约机房资源。叶脊网络架构由叶子层（即叶层）和脊椎层（脊层）组成。其中，叶子层包含了用于连接服务器、存储设备的二层交换机（即叶交换机）；脊椎层包含了用于路由转发的三层交换机（即脊交换机），属于网络的骨干，在叶脊网络架构中，每台叶交换机都需要与架构中的脊交换机连接，通过这种设计，网络中的每台服务器与其他服务器进行数据传输时都只需要通过叶交换机和脊交换机即可，大幅提高数据传输效率。**叶脊网络架构可减少延迟、突破流量瓶颈以及扩展网络带宽等，具备更高的安全性和可用性。**

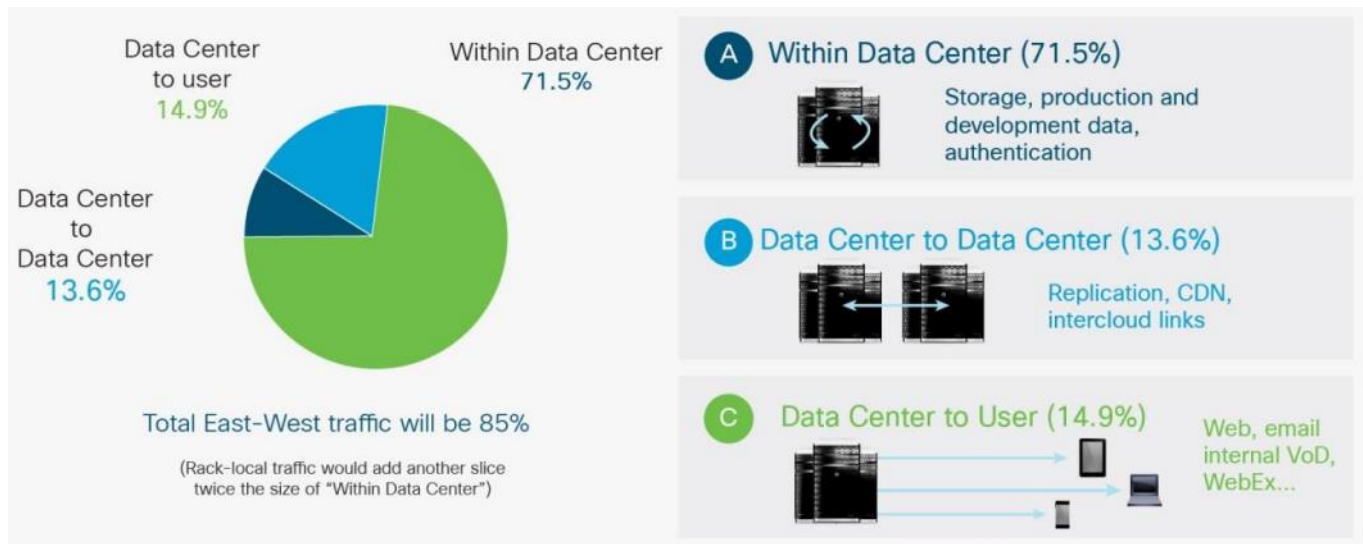
图表 19：数据中心网络架构演变情况



资料来源：wind，腾讯，中际旭创公司公告，五矿证券研究所

超大规模数据中心与扁平化的网络架构，提升数据中心内部的数据流量。数据中心的超大规模化及集成化增加了数据中心内部的数据流量，同时叶脊网络架构增加了数据中心内部设备需求，明显提升了连接端口数、内部设备的连接密度、接口速率及交换容量。据 Cisco 预测，2021 年数据中心内部数据流量占比 72%，数据中心之间的数据流量占比 14%，数据中心与用户之间的数据流量占比 15%，数据中心内部数据流量成为数据中心的主要数据量。截止到 2021 年底，全球数据中心 IP 流量将从 2016 年的每年 6.8ZB 上升到 20.6ZB，全球范围内的数据中心流量将以 25% 的年复合增长率迅猛增长，云数据中心流量的年复合增长率则会高达 27%。从 2016 到 2021 年，增长幅度达 3.3 倍。

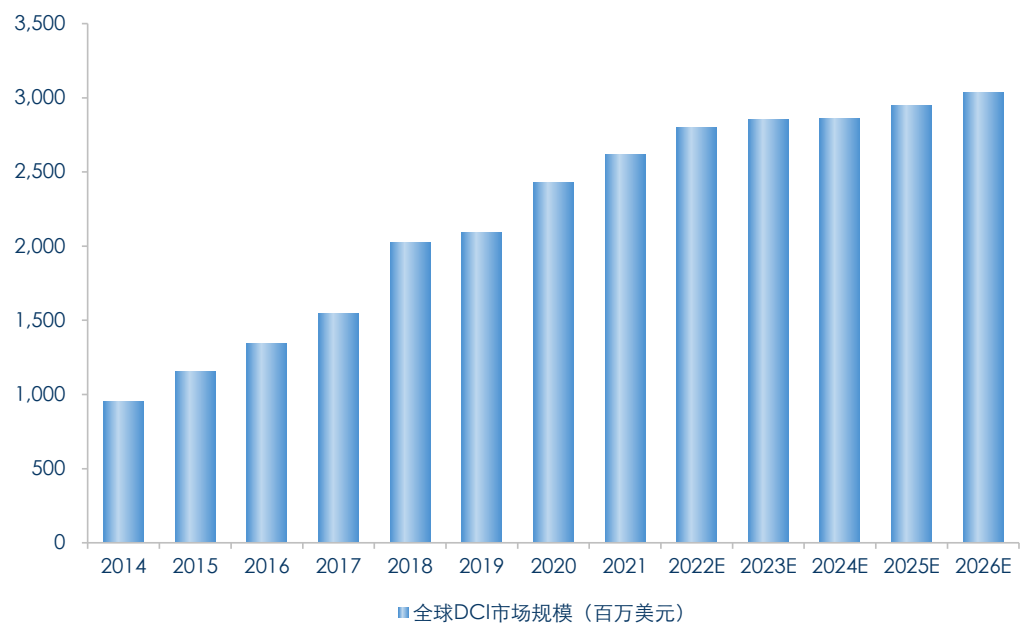
图表 20：2021 年全球数据中心流量预测



资料来源：Cisco，五矿证券研究所

DCI 技术市场快速增长。数据中心互连（DCI）技术是指将两个或多个数据中心连接在一起共享资源。利用 DCI 技术，物理上独立的数据中心可共享资源以平衡工作负载。由于企业、机构等对数据共享、数据备份的需求不断提升，DCI 技术快速发展，叠加新冠疫情影响与政府政策支持，云服务蓬勃发展，全球和中国市场对数据中心互连的需求将继续上升。据 Dell'Oro Group 统计预测，2021 年全球数据中心互连技术市场规模达到 26.2 亿美元，预计至 2026 年将达到 30.3 亿美元。

图表 21：全球数据中心互连技术市场规模



资料来源：Dell'Oro Group，五矿证券研究所

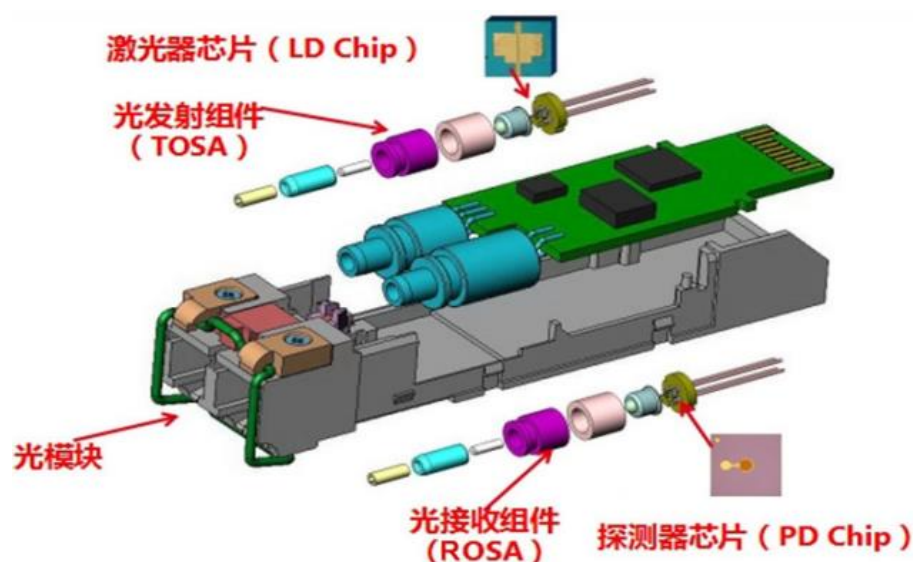
2、光模块需求量价齐升，硅光布局与先进封装成竞争关键

2.1、光模块：实现光电转换的核心部件

光模块是光通信系统中完成光电转换的核心部件。光模块由光器件、功能电路和光接口等构成，其中光器件是光模块的关键元件，包括光发射组件（含激光器）、光接收组件（含光探测器），分别实现光模块在发射端将电信号转换成光信号，以及在接收端将光信号转换成电信号的功能。

光模块：通信设备间数据传输的载体，实现传输媒体的光电相互转化。在发射端，带有信息的电信号从发射通道的电接口输入，经过信号的整形和放大，驱动光发射组件内部芯片转换为光信号，耦合进光纤后进行光信号传输；在接收端，采集来的光信号输入模块后由光接收组件内部光探测二极管转换为电流信号，通过跨阻放大器后将此电流信号转换成电压信号，经限幅放大器放大后输出相应信息的电信号。

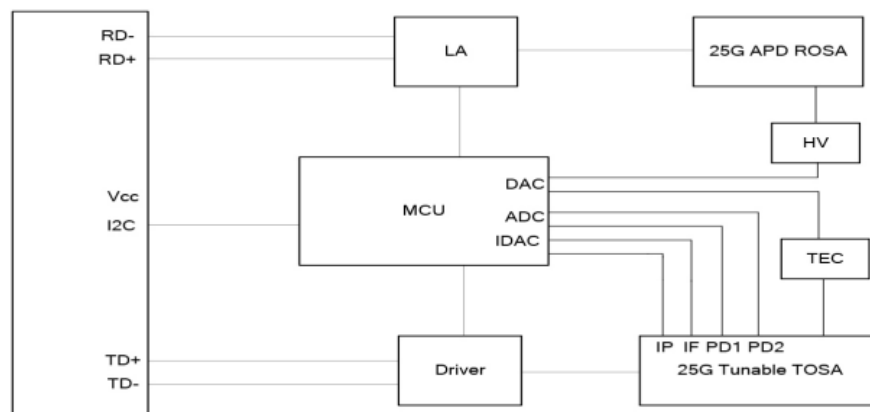
图表 22：光模块结构示意图（SFP+封装）



资料来源：《5G 承载光模块白皮书》，五矿证券研究所

光模块可按传输速率、复用技术、适用光纤类型、封装形式分类。光模块的型号命名方式通常为：传输速度+波长+传输距离+单模/多模+封装类型。按传输速率分类，可分为 10Gb/s、25Gb/s、40Gb/s、100Gb/s、200Gb/s、400Gb/s 等，传输速率越高，技术难度越高；按复用技术分类，可分为时分复用系统、波分复用系统；按照光纤类型，可分为单模光纤、多模光纤，单模光纤适用于远程通讯，多模光纤适用于短距离通讯；按照封装形式，可分为 SFP、SFP+、SFP28、QSFP+、QSFP28 以及 QSFP-DD 等多种，为满足行业标准组织的多源协议，光模块的封装形式呈多样化，SFP 表示 10G 以下光模块的封装类型，SFP+、XFP 表示是 10G 光模块的封装类型，SFP28 表示是 25G/32G 光模块的封装类型，QSFP+ 表示是 40G/56G 光模块，QSFP28 代表的是 100G 光模块的封装类型。

图表 23：光模块功能图



资料来源：《5G 承载与数据中心光模块》，五矿证券研究所

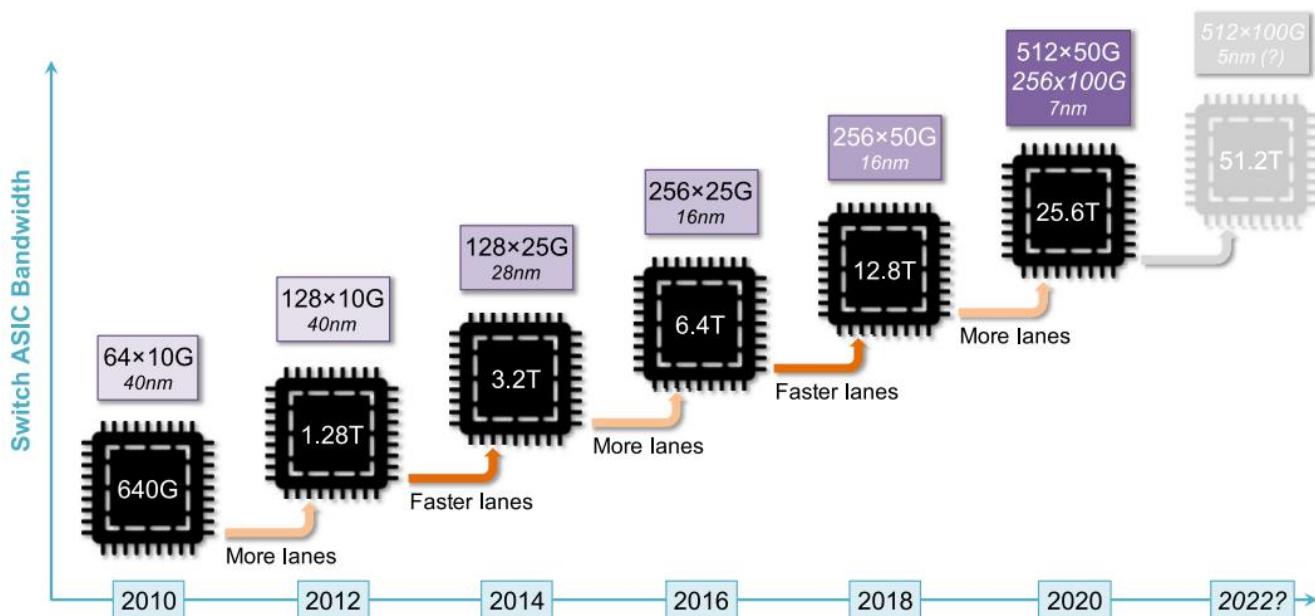
图表 24：光模块的分类

分类标准	光模块类别		特征
传输速率	155Mb/s、622Mb/s、1.25Gb/s、2.5Gb/s、2.97Gb/s、4.25Gb/s、6.1Gb/s、8.5Gb/s、10Gb/s、25Gb/s、40Gb/s、100Gb/s、200Gb/s、400Gb/s、800Gb/s等		指每秒传输比特数，通常传输速率越高，代表的技术难度越高；光模块的发展方向之一是高传输速率
复用技术	时分复用系统	850nm、1310nm、1550nm等波段	850nm 波段用于多模光纤传输，传输距离短，多用于 2km 以内短距离传输
			1310nm 波段用于单模光纤传输，传输损耗大色散小，一般用于 40km 以内的传输
			1550nm 波段用于单模光纤传输，传输损耗小色散大，一般用于 40km 以上的长距离传输，最远可以无中继直接传输120km
	WDM (波分复用系统)	CWDM系列（粗波分复用）	使用 20nm 间隔的波长，将多个波长的光信号复用进一根光纤内传送数据
		DWDM（密集波分复用）	使用 0.4nm 或者 0.8nm 间隔的波长，将多个波长的光信号复用进一根光纤内传送数据
适用光纤类型	单模光纤		纤芯较细，只能传输一种模式的光，适用于远程通讯
	多模光纤		纤芯较粗，可传输多种模式的光。多模光纤模间色散较大，适用于短距离通讯
封装形式	SFP、SFP+、XFP、SFP28、QSFP+、QSFP28、QSFP-DD、OSFP 等		光模块的封装形式呈多样化，满足行业标准组织的多源协议（MSA）

资料来源：联特科技招股说明书，五矿证券研究所

交换芯片技术演进推动光模块更迭代升级。下游应用快速发展带动流量激增，网络带宽需求增加，推动以太网交换机和光学器件进步，交换芯片约每 2 年升级一次，交换芯片容量不断提升，带宽从 2010 年的 640Gb/s 逐步提升至 2020 年 25.6Tb/s，速率从 2010 年的 10Gb/s 提升至 2020 年 100Gb/s，芯片制程也不断提升，从 2010 年的 240nm 提升至 2020 年的 7nm，功耗不断降低。交换机之间连接需要高端光模块来完成，交换芯片的技术演进推动光模块更新换代，一般交换芯片的推出到光模块新产品放量需要 2-3 年时间，交换芯片向大容量、高速率、低功耗方向发展，光模块随之迭代升级。

图表 25：交换芯片技术演进路径



资料来源：《Co-packaged datacenter optics Opportunities and challenges》，五矿证券研究所

中国颁布系列政策支持光模块产业发展。光模块是信息光电子技术领域核心的光电子器件，广泛应用于数据中心与 5G 承载网的建设，是构建现代高速信息网络的核心技术。2018 年，中国电子元件行业协会发布《中国光电子器件产业技术发展路线图(2018-2022 年)》，该发展路线图量化了 2020 年以及 2022 年核心光模块产品的发展规划，确保 2022 年中低端光电子芯片国产化率超过 60%，高端光电子芯片的国产化率突破 20%;2022 年国内企业占据全球光通信器件市场份额的 30%以上。中国颁布一系列政策支持光模块产业的发展，包括国家加大对光电子芯片共性关键技术的支持、迅速提高核心器件国产化率和培育具有国际竞争力大企业等，同时政府相关部门大力支持 5G 网络的改建与数据中心的升级，增加光模块的市场需求。

图表 26：中国光模块行业相关政策

时间	政策	颁布主体	主要内容
2015 年	《关于实施“宽带中国”2015 专项行动的意见》	工信部	加快信息基础设施建设、大幅提升宽带网络速率和支撑智能制造发展；完善网间互联结算长效机制，深入推进互联网网络架构优化,实现互联网网间互联带宽扩容新增 600 G
2015 年	《三网融合推广方案》	国务院办公厅	在全国范围推动广电、电信业务双向进入；加快下一代广播电视网、电信宽带网络建设，继续做好电信传输网和广播电视传输网建设升级改造的统筹规划
2015 年	《关于印发促进大数据发展行动纲要的通知》	国务院	将大数据作为提升政府治理能力的重要手段；大力推动政府部门数据共享；推动大数据与移动互联网、物联网、云计算的深度融合，深化大数据在各行业的创新应用，积极探索创新协作共赢的应用模式和商业模式
2018 年	《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》	中国电子元件行业协会	2020 年中国需实现 200 G、400 G 产品规模化生产，核心光电芯片市场 30%的国产化；2022 年实现 400 G 速率以下产品所用核心光电芯片 50%的国产化。1T 以上速率的光收发模块实现市场突破
2020 年	《关于推动工业互联网加快发展的通知》	工信部	加快工业互联网等新型基础设施建设，推动工业互联网在更广范围、更深程度、更高水平上融合创新，培植壮大经济发展新动能，支撑实现高质量发展
2020 年	《关于推动 5G 加快发展的通知》	工信部	全力推进 5G 网络建设、应用推广、技术发展和安全保障，充分发挥 5G 新型基础设施的规模效应和带动作用，支撑经济高质量发展
2021 年	《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》	发改委，网信办，工信部，国家能源局	在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝，以及贵州、内蒙古、甘肃、宁夏等地布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，发展数据中心集群，引导数据中心集约化、规模化、绿色化发展
2021 年	《“十四五”数字经济发展规划》	国务院	到 2025 年，数字经济迈向全面扩展期，数字经济核心产业增加值占 GDP 比重达到 10%；加快建设信息网络基础设施。建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施。有序推进骨干网扩容，协同推进千兆光纤网络和 5G 网络基础设施建设；推进云网协同和算网融合发展；有序推进基础设施智能升级

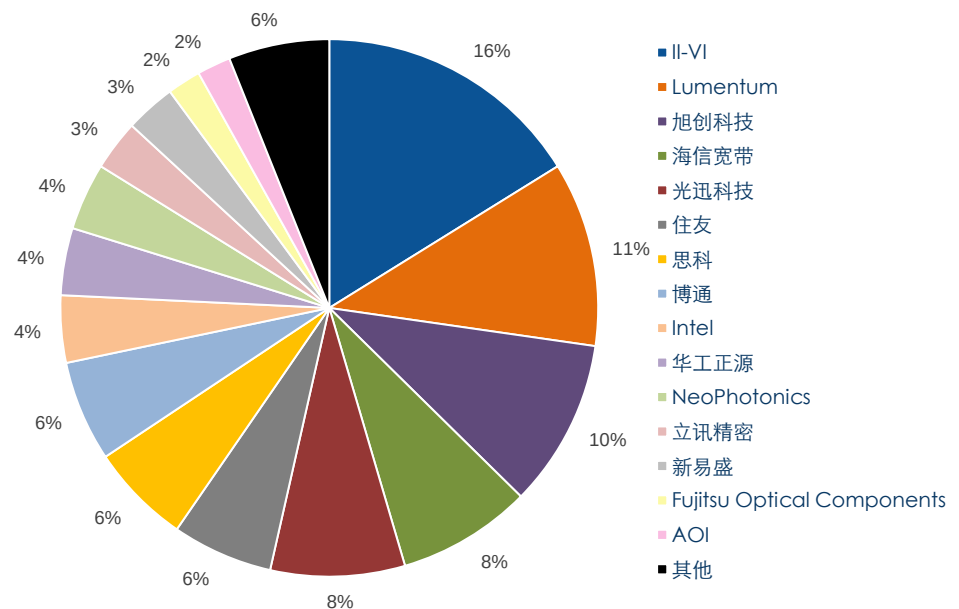
资料来源：国务院，工信部，中国电子元件行业协会，发改委，网信办，国家能源局，五矿证券研究所

2.2、市场格局：全球市场相对分散，中国厂商快速崛起

全球光模块市场相对分散。光模块行业的国外主要企业包括 Finisar（被 II-VI 收购）、Molex 和 AOI 等；国内主要企业包括中际旭创、光迅科技、海信宽带、新易盛和华工正源等。据 Yole 统计 2020 年全球光模块市场格局，美国企业占据约 45% 的市场，中国企业占据约 40% 的市场，日本企业占据约 8% 的市场，市场竞争激烈，整体市场集中度较低，CR5 为 63%。

近 10 年中国光模块厂商快速崛起。中国高度重视光通信发展，凭借着不断增强的工艺、技术实力和人才队伍建设，中国光模块的知名度和竞争实力逐渐突出，与美国、日本龙头企业的发展差距在不断缩小。据 LightCounting 统计，自 2010 年至 2021 年，全球前十家光模块厂商中，中国企业从 1 家增长至 6 家，分别是旭创科技、华为、海信宽带、光迅科技、华工正源、新易盛，其中旭创科技（中际旭创）全球排名第一。

图表 27：2020 年全球光模块市场格局



资料来源：Yole，五矿证券研究所

图表 28：2010-2021 年全球光模块供应商 TOP10

排名	2010	2016	2018	2021
1	Finisar	Finisar	Finisar	II-VI&Innolight (tie)
2	Opnext	Hisense	Innolight	
3	Sumitomo	Accelink	Hisense	Huawei (HiSilicon)
4	Avago	Acacia	Accelink	Cisco(Acacia)
5	Source Photonics	FOIT (Avago)	FOIT (Avago)	Hisense
6	Fujitsu	Oclaro	Lumentum/Oclaro	Accelink
7	JDSU	Innolight	Acacia	Broadcom
8	Emcore	Sumitomo	Intel	HGG
9	WTD	Lumentum	AOI	Eoptolink
10	NeoPhotonics	Source Photonics	Sumitomo	Molex

资料来源：LightCounting，五矿证券研究所，注：标红的为中国厂商

产业持续整合，提升产品、技术竞争力。随着技术发展，光模块产业的研发与扩产门槛不断提高，通过收购等方式获得产业链各环节先进技术，集中度和规模竞争力优势不断提升，多家厂商进行了收并购，主要可分为三种类型：

- **横向整合**，无源和有源合并，不同产品线之间的补充协同，形成更全的产品线；
- **纵向整合**，设备厂商、集成商收购光器件厂商，形成完整的解决方案，减少核心光器件外购；
- **技术整合**，引入硅光子等代表未来的先进技术，形成更强的竞争力。

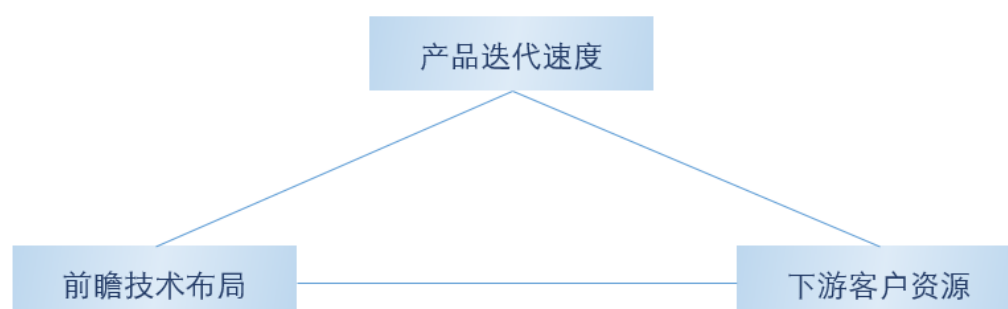
图表 29：光模块厂商收并购情况

收购方	并购方/引进技术	收并购方向
华为	Calipso	硅光子技术
鸿腾科技	Avago 光模组产线	光模块与 100G 光收发器
太辰光	光动瑞芯源	平面光波导芯片
中际旭创	苏州旭创	光模块
博创科技	成都迪普光电科技	光电技术、通信设备
新易盛	引进博通 7nm 的 400G 光模块生产线	光模块
华工正源	参投云岭光电	高速光芯片
II-VI	Finisar	光器件
剑桥科技	Oclaro Japan, Inc	高速光芯片
	MACOM	光模块
新易盛	Alpine	硅光子技术
II-VI	Coherent	激光器设备供应商

资料来源：华经产业研究院，21ic 电子网，光通信之家，wind，五矿证券研究所

光模块厂商核心竞争力：产品迭代速度、前瞻技术布局、下游客户资源。光模块厂商的商业模式是自产或外购相关芯片与光器件进行封装，生产成光模块产品进行销售。其下游客户的供应链管理一般是认证制，通过下游客户的测试认证后，方可具备参与招标的资格，因此光模块厂商有较强的客户粘性，客户资源是光模块厂商获取订单的前提。下游应用快速发展推动流量激增，网络架构变革速度快，对上游光模块厂商的产品迭代能力提出较高要求，同时新技术的引入与成熟亦将带来产业格局变动，前瞻技术布局与积淀是光模块厂商长期竞争力。

图表 30：光模块厂商核心竞争力



资料来源：五矿证券研究所

数通领域的光模块迭代速度高于电信领域。光模块的升级主要体现在速率升级，随着数据中心的快速演进，速率要求不断提高，下游应用需求推动光模块迭代，亚马逊、谷歌、微软都曾表示他们计划三年左右升级一次光连接产品，相对于电信领域，数通领域的光模块迭代速度更快。由于国内数据中心起步较晚，国内数通领域迭代进度相较北美慢，随着国内数据中心的高速发展，我们预计未来有望追赶北美厂商。

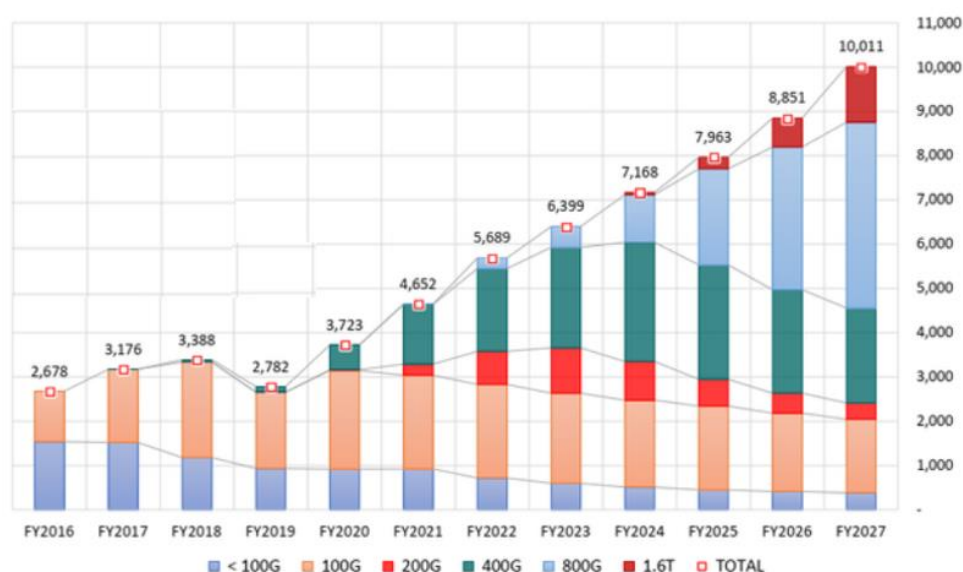
数通领域：叶脊架构下光模块需求显著增加，云计算发展打开高速光模块市场空间。叶脊网络架构扩大了接入和汇聚层，大幅提升网络效率，尤其是高性能计算集群或高频流量通信设备的互联网络。随着叶脊网络架构的普及，数据中心的光模块需求将从 25/100G 向 50/200/400G 提升，同时叶脊架构下单机柜需要配置的光模块数量也将显著增加，与传统三层架构相比，新型叶脊架构所需光模块数量是其 5 倍多。同时，随着大型以及超大型云计算数据中心建设，高速率交换机出货量占比快速提升，将为高速光模块带来更广的市场空间。

图表 31：数据中心不同网络架构对光模块需求情况

架构类型	传统三层架构	改进的三层架构	新型叶脊架构
光模块相对机柜数倍数	8.8 倍	9.2 倍	44 倍/48 倍

资料来源：中财网，51CTO，五矿证券研究所

图表 32：全球以太网光模块市场总营收（单位：百万美元）



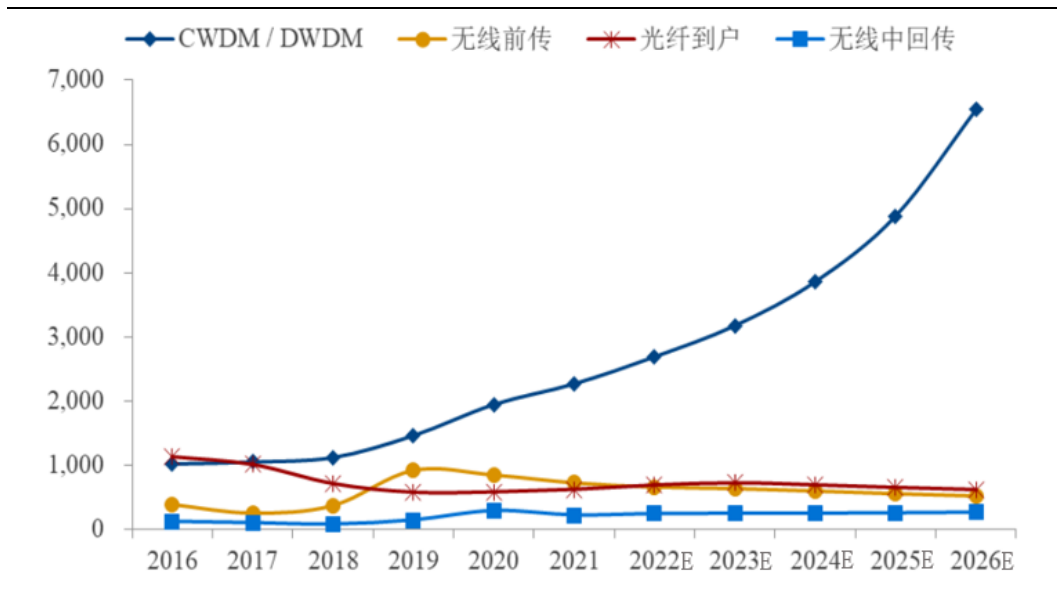
资料来源：LightCounting，光通信之家，五矿证券研究所

电信领域：我们预计 CWDM/DWDM 光模块在 5G 时期增长迅速，占据主要市场份额。CWDM/DWDM 指用于城域网、骨干网 40km 以上长距离传输的彩光模块，其中 CWDM 主要应用在城域网接入层、企业网、校园网等，DWDM 主要应用于远距离、大容量的长途干线网络。5G 时期数据流量需求快速增长，DWDM 大幅增加了网络的容量并充分利用光纤宽带资源，随着 DCI 和企业应用的兴起，DWDM 光模块市场规模有望快速增长，占据电信领域主要市场份额。

从数量上看，5G 网络架构连接更紧密，所需光模块数量更多。为了应对 5G 网络海量设备连接、复杂的应用场景，5G 承载网架构由 4G 的前传—回传的两级网络架构演变为前传—中传—回传三级网络架构，5G 将原 4G 无线接入网功能模块重新拆分，网络架构的连接更紧密，连接端口更复杂，所需的光模块数量更多，5G 所需的前传光模块是 4G 时期的 3-4 倍。

从速率上看，5G 光模块速率明显提升，800G 光模块开始部署。由于 5G 网络相对 4G 网络具有超高速率、超大带宽、超大容量及低时延的特点，单个 5G 基站所需的 5G 光模块的数量及速率更高，5G 前传光模块从 4G 时期的 10G 及以下升级到 25G/50G；5G 回传光模块由 4G 时期的 10-40G 演进为 100G/200G/400G，800G 光模块开始部署。

图表 33：电信领域光模块市场规模及预测（单位：百万美元）



资料来源：LightCounting，五矿证券研究所

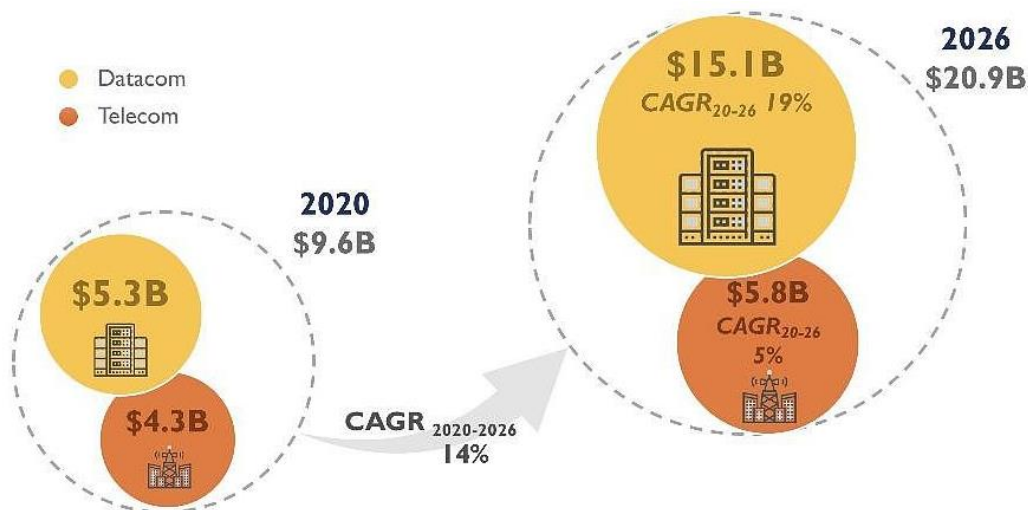
图表 34：4G 和 5G 承载网架构图



资料来源：联特科技招股说明书，五矿证券研究所

预计至 2026 年全球光模块市场规模达 209 亿美元。据 Yole 统计，2020 年全球光模块市场规模达 96 亿美元，其中电信市场 43 亿美元，占比 45%，数通市场 53 亿美元，占比 55%。随着 5G 商用时代的来临，在高数据速率模块应用、大型云服务和国家电信运营商推动的驱动下，光模块市场将进入新的增长周期，据 Yole 预测 2026 年光模块市场产生的收入有望达到 209 亿美元，2020-2026 年的整体复合年增长率预计为 14%；其中电信市场收入规模为 58 亿美元，2020-2026 年复合年增长率为 5%，数通市场收入规模为 151 亿美元，2020-2026 年复合年增长率为 19%。

图表 35：全球光模块市场空间预测（单位：十亿美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

2.3、发展趋势：光摩尔驱动产业创新，硅光布局与先进封装成竞争关键

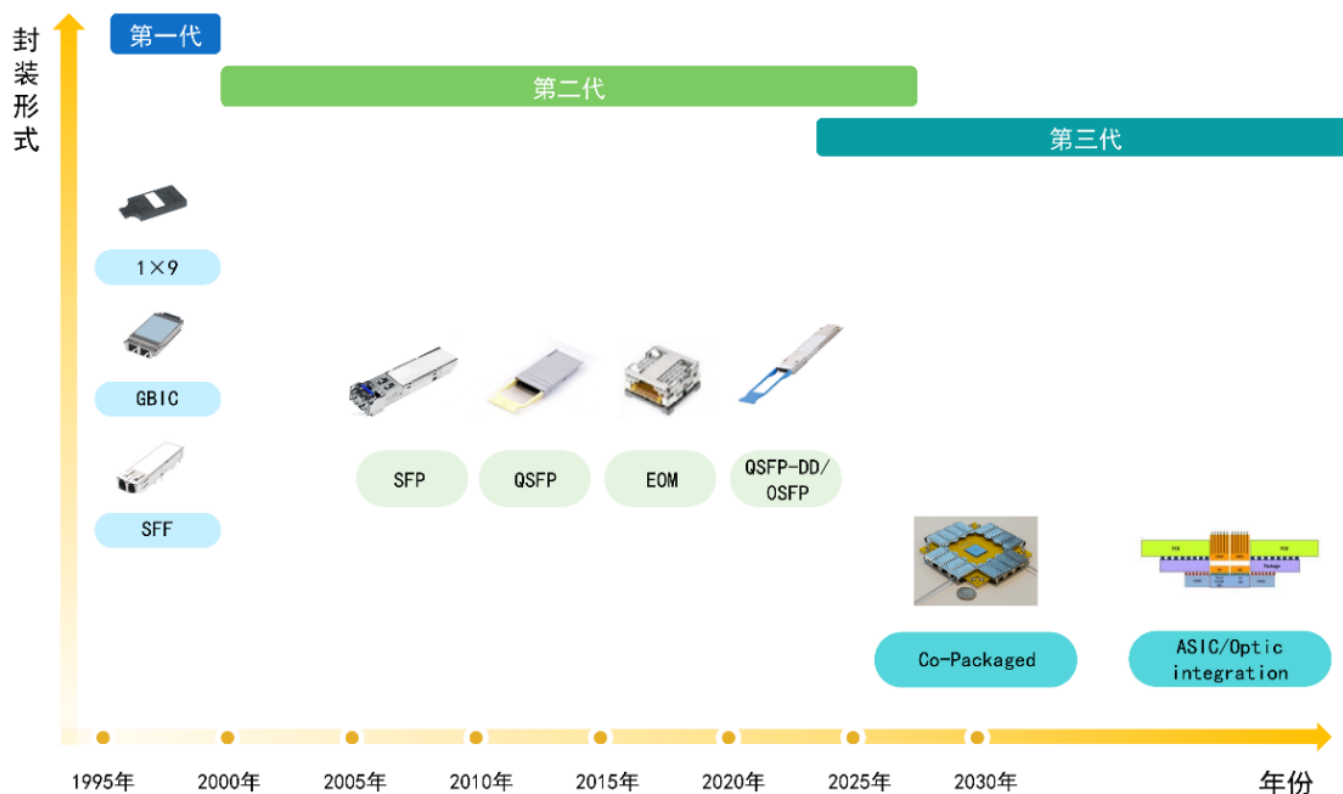
光模块技术发展趋势：可热插拔、小型化、高速率、智能化、集成化。随着光通信系统集成度的不断提升，光模块技术不断发展，光模块技术升级路线按主流封装形式可划分为三代：

第一代（1995-2000）：以 1X9、GBIC、SFF 形式为主流代表。1X9 是较早的光模块应用，是固定的光模块产品。随后向热插拔、小型化两个方向演进。热插拔方向形成了 GBIC 光模块，作为独立模块使用，无需切断电源即可定位故障，方便了光模块的管理与维修。小型化方向形成了 SFF 光模块，SFF 光模块采用精密光学及电路集成工艺，尺寸仅有 1X9 的一半，增加了通信设备端口密度，降低单位端口的功耗及成本。

第二代（2000-2028）：以 SFP、QSFP、QSFP-DD/OSFP 等形式为代表。随着数据通信网络向高速率、大容量发展，通信设备端口密度提升，推动光模块不断突破技术限制，向小型化、高速率、智能化、集成化方向发展。以目前广泛应用的 SFP 形式为例，其兼具 GBIC 的热插拔和 SFF 高集成小型化优势。此外，光模块也由 10G-40G 升级到 100G/200G/400G 高速光模块领域，并且演化出数据诊断等智能化功能。

第三代（2024 年之后）：以光电共封装（CPO）形式为代表，主要采用硅光集成技术。据联特科技招股说明书预计到 2024 年，800G 高速光模块会进入规模化生产阶段，光电共封装、硅光集成技术会在速率、能耗、成本方面逐渐超越传统光模块。这一时期是光模块的创新发展时期，光模块的产品成本、性能、技术等会进一步完善，以适应新一代信息技术加速升级革新的发展需求，推动光模块向超高速率、超高集成度方向发展，凸显高端光模块竞争优势。

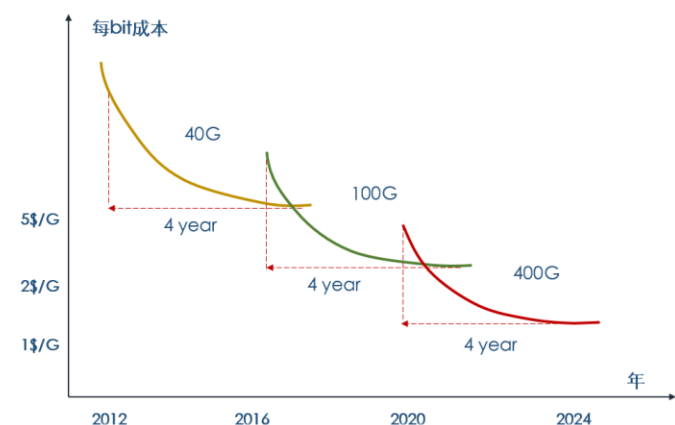
图表 36：光模块技术升级路线图



资料来源：联特科技招股说明书，五矿证券研究所

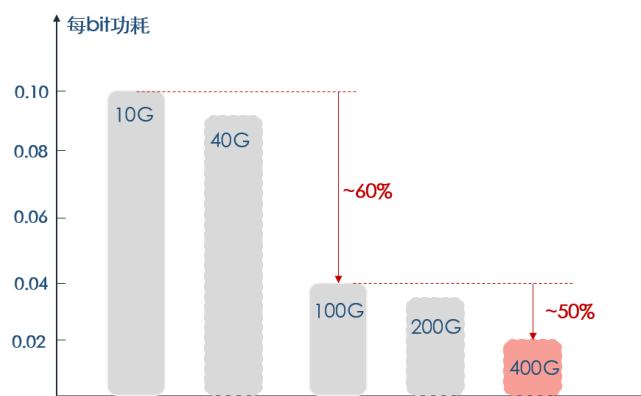
光摩尔定律推动技术创新发展，光模块每 4 年左右演进一代，比特成本下降一半，功耗下降一半。网络流量爆发式增长，网络流量每 9-12 个月翻一番，骨干光通信设备每 2-3 年升级一次，光电领域的“光摩尔定律”，光模块每 4 年左右演进一代，比特成本下降一半，功耗下降一半。同时微电子芯片和光电子芯片的物理极限被不断逼近，微电子芯片内部集成度不断提高，晶体管尺寸不断微缩导致量子效应的影响加剧，晶体管的不可靠性显著增加，在微电子和光电子产业的共同发展和需求引导下，硅光技术应运而生。硅光可以实现芯片的高集成度、低成本、规模制造，是实现光电合封、光电集成的最佳选择。

图表 37：光模块每 bit 成本变化趋势



资料来源：C114，五矿证券研究所

图表 38：光模块每 bit 功耗变化趋势



资料来源：C114，五矿证券研究所

硅光集成技术（PIC）是未来光模块市场发展的主要趋势。随着 5G 通信技术向海量连接、大容量方向发展，为了实现信号全面覆盖，光通信设备需要布局大量的光模块，光模块需要实现高密度连接，驱动光模块向高集成化方向发展。硅光集成技术是基于硅和硅基衬底材料，利用现有成熟的 CMOS 工艺实现多种光器件的高度功能集成，具有超高速率、超低功耗、超低规模化成本等特性的新一代技术。

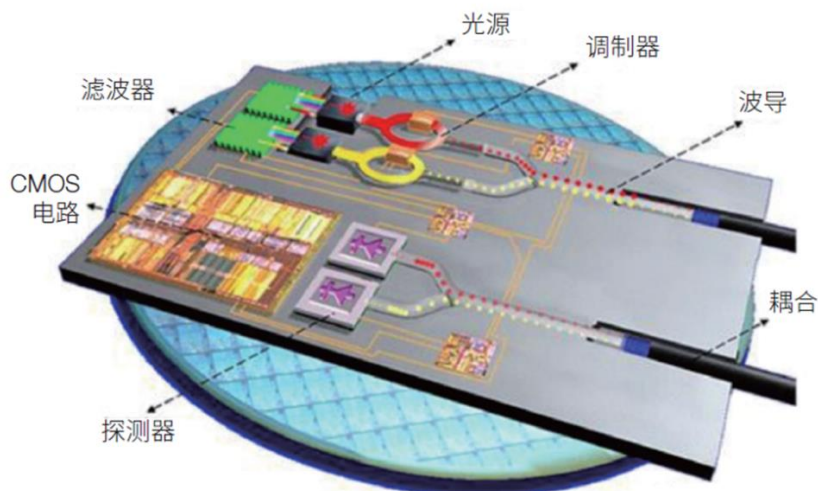
当前主流的光集成技术以稀有材料磷化铟作为主要材料，材料成本昂贵，难以实现大规模集成。硅为材料的光集成技术兼具数据的交换、存储以及处理，是下一代光通信的技术趋势。

- **从成本上看**，硅材料本身价格低廉且已经成熟应用于电子集成电路，材料成本低廉以及具有成熟的工艺基础，适合规模化生产；
- **从数据安全上看**，以磷化铟为材料的光集成技术只负责数据的交换，不涉及数据的存储与处理，不利于通信信息安全；
- **从速率上看**，基于光在传播上的天然优势，硅光芯片可以突破通过铜线来传播电信号的速率瓶颈，具备超高传输速率，可实现 Pb/s 量级的传输，有望打破 Tb/s 的光通信传输速率瓶颈。

在电信领域，硅光技术助力光模块尺寸与成本降低；在数通领域，硅光技术助力成品率进一步提升，在高速应用场景优势明显。

目前硅光集成技术仍处于初期发展阶段，光子芯片需要与成熟的电子芯片技术融合，运用电子芯片先进的制造工艺及模块化技术，其研发及产业化以 Intel、Luxtera 为代表的国外企业为主导，国产化率较低。

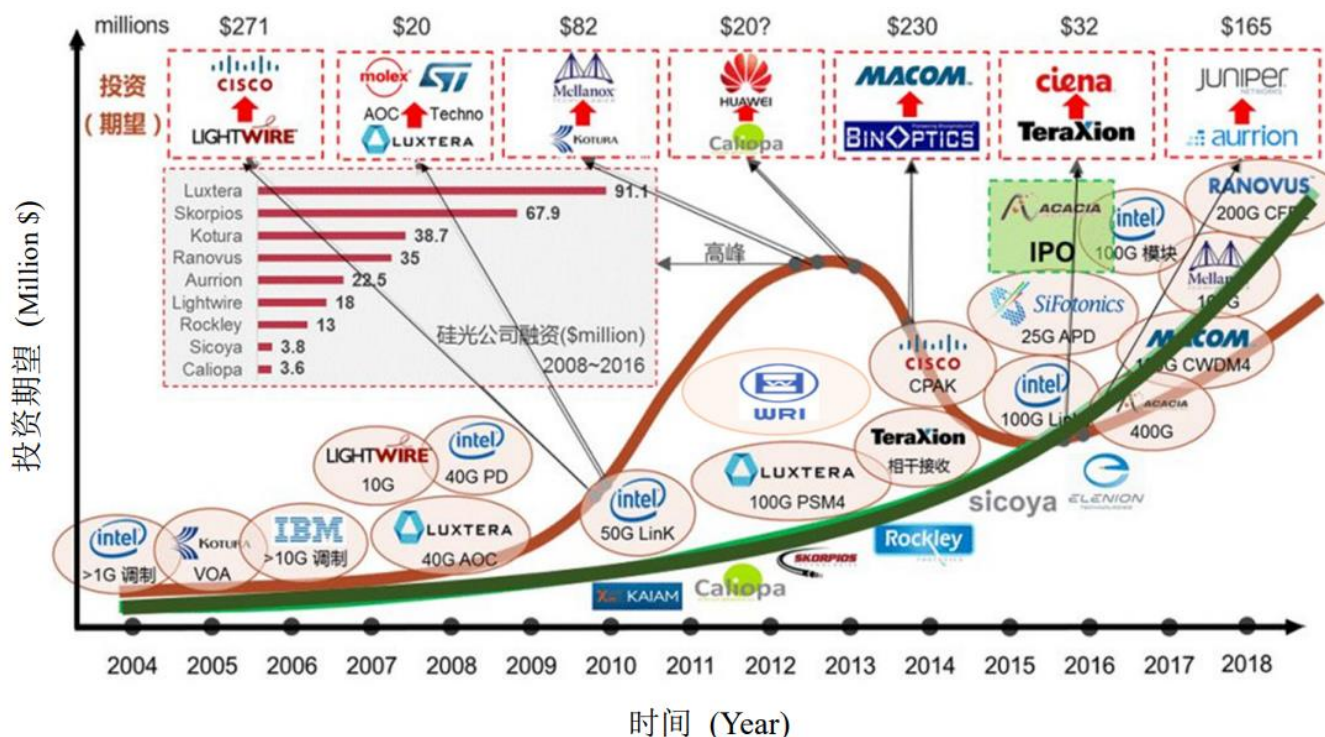
图表 39：硅基光电子集成芯片概念图



资料来源：Intel，五矿证券研究所

硅光集成技术已取得了许多进展和突破，硅光产业链不断完善。1969 年美国贝尔实验室提出集成光学概念，受到技术和商用化限制，直至 21 世纪初，以 Intel 和 IBM 为首的企业与学术机构才开始重点发展硅芯片光学信号传输技术，随着资本的投入与研发的推进，硅光子技术在产品化方面有多项突破，技术标准相继形成，已逐渐从学术研究驱动转变为市场需求驱动的良好循环。硅光技术的高度集成特性在对尺寸更加敏感的消费领域存在更大需求，消费电子、智能驾驶、量子通信等领域有较大发展空间。

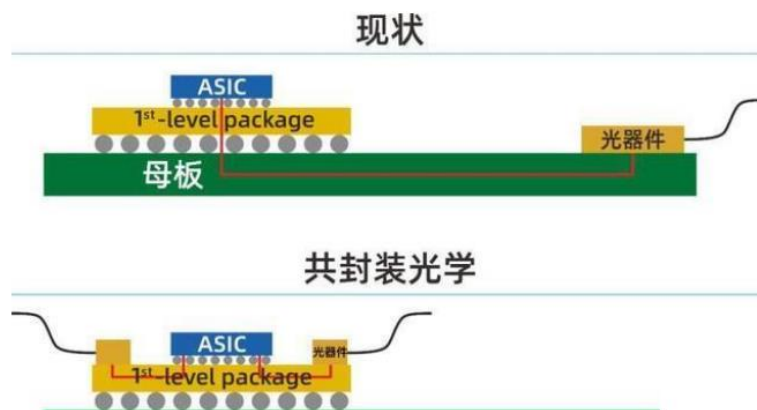
图表 40：2004-2018 年间国际上硅光子在学术和产品领域的研究动态



资料来源：《100G 硅光调制器集成芯片研究》，五矿证券研究所

CPO (Co-packaged optics, 光电共封装技术) 是一种新型的高密度光组件技术, 可以取代传统的前面板可插入式光模块, 将硅光电组件与电子晶片封装相结合, 使引擎尽量靠近 ASIC 以减少高速电通道损耗和阻抗不连续性, 将电子晶片输出的高速电信号转化为光讯号, 以提高互连密度, 功耗减少, 实现远距离传送。

图表 41: CPO (光电共封装) 示意图



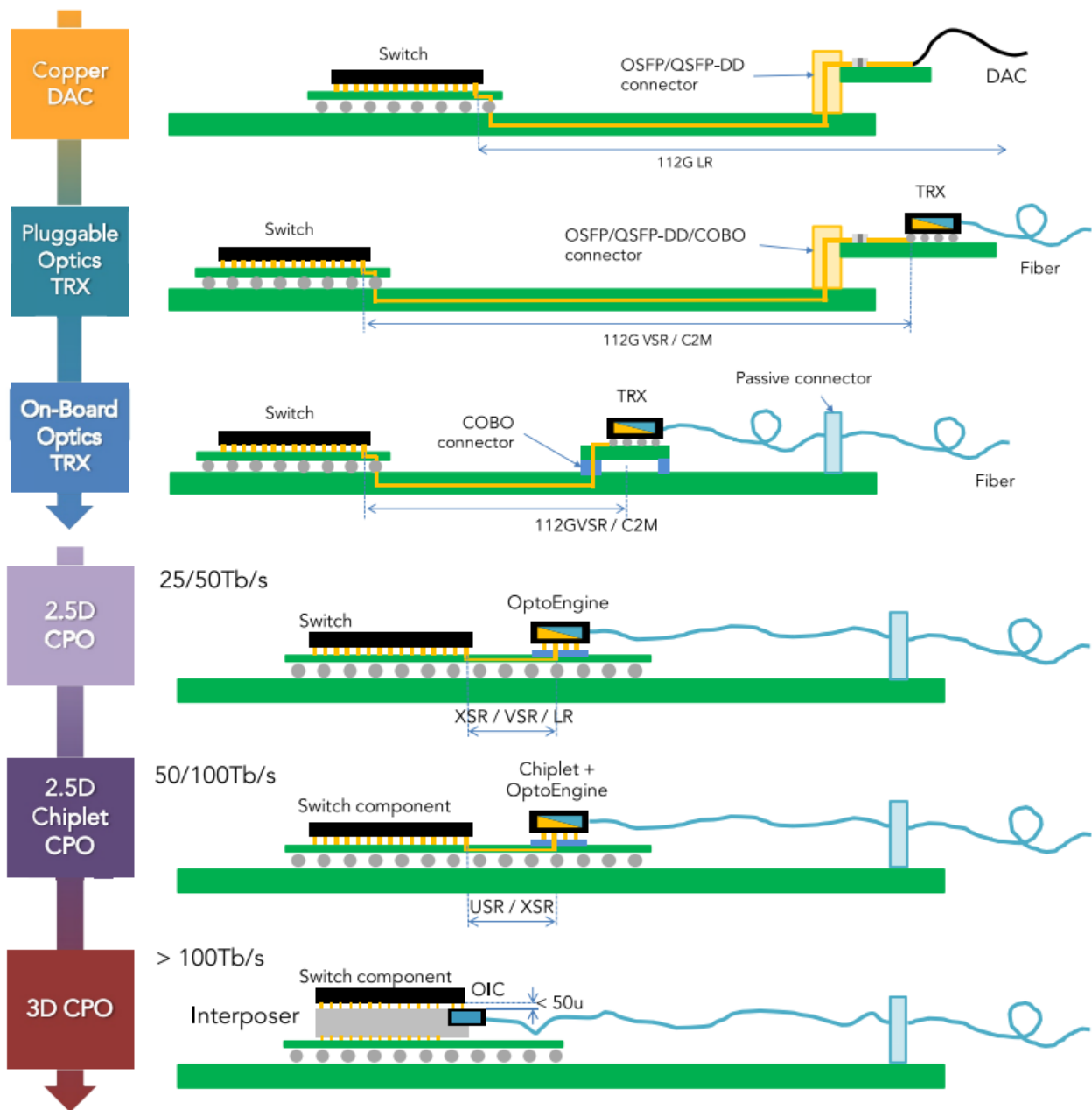
资料来源: 芯东西, 五矿证券研究所

CPO 是实现高速率、大带宽、低功耗网络的必经之路。大数据、云计算、AI 等应用需求的发展, 驱动数据中心规模不断扩大, 对带宽容量与高速数据传输速率的需求明显增加。与此同时, 摩尔定律趋于平缓, 芯片制造技术接近物理瓶颈, **从系统的角度对性能优化从而实现速率提升成为必选之路。**CPO 具有的功耗低、带宽大的特点, 将硅电路和光学器件并排集成在同一封装上, 可提升提高输入/输出 (I/O) 接口的能源效率, 从而延长传输距离。当数据中心的数据传输在带宽密度要求大幅提升且单通道速率超过 100Gbps, 传统可插拔光模块和板载光学器件在成本效益方面, 将很难与 CPO 技术相媲美。

多家厂商前瞻性布局 CPO 相关技术与产品, 预计至 2023-2025 年得到实际应用。目前 AWS、微软、Meta、谷歌等云计算巨头, 思科、博通、Marvell、IBM、英特尔、英伟达、AMD、台积电、格芯、Ranovus 等网络设备龙头及芯片龙头, 均前瞻性地布局 CPO 相关技术及产品, 并推进 CPO 标准化工作。国外 COBO 和 OIF 等行业组织成立了工作组, 国内中科院计算所牵头成立 CCITA 联盟制订前沿互连技术标准筹备相关工作。据 Intel、Broadcom 等厂商预计, 至 2023-2025 年间 CPO 技术有望得到实际应用, 对应的芯片产品亦将逐步推向市场。

CPO 的成熟与商业化有望引发光模块竞争格局变革。CPO 主要涉及 3 类核心技术挑战——高密度的光电 (驱动) 芯片设计技术、高密度及高带宽的连接器技术、封装和散热技术。随着 CPO 技术的成熟与商业化, 将促进产业整体升级及生态供应链的重组, 为光模块竞争格局带来变数, 先进技术前瞻布局与积淀的厂商有望获得先发优势。

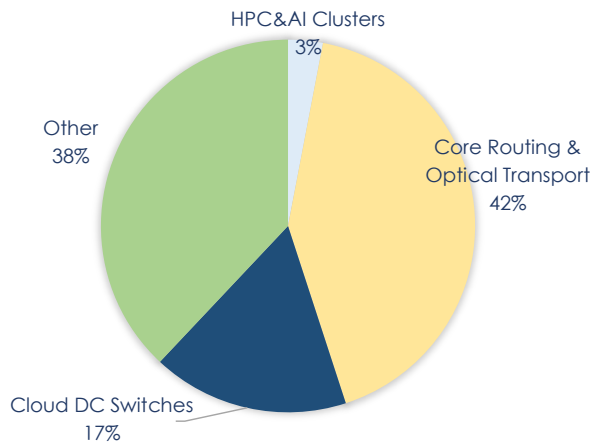
图表 42：光电共封装技术（CPO）路线图



资料来源：《Co-packaged datacenter optics Opportunities and challenges》，五矿证券研究所

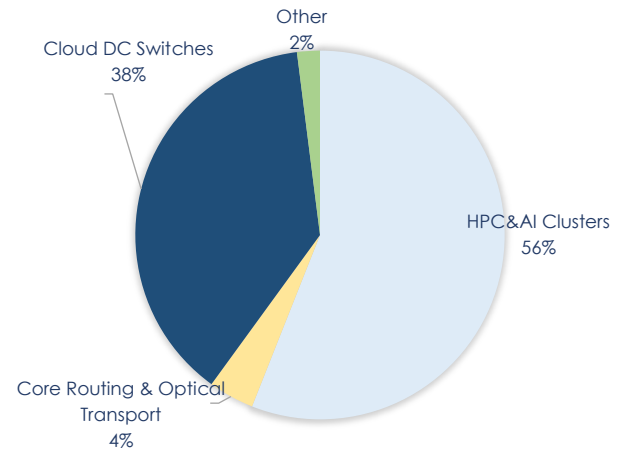
预计至 2027 年全球 CPO 市场收入达 54 亿美元。未来 CPO 将成为云提供商数据中心的主导使能技术，最初将应用于超大规模数据中心，据 CIR 预测，至 2023 年 CPO 在超大规模数据中心的收入规模占总收入的比例将达到 80%；随后低时延与高速率应用将推动 CPO 需求，人工智能、机器学习等领域有望成为主要驱动因素。据 CIR 预计，至 2027 年全球 CPO 市场收入达 54 亿美元，预计至 2025 年交换速率达 102.4Tbps，与传统可插拔光学器件相比，CPO 功耗将降低 30%，每比特成本降低 40%。

图表 43: 2021 年 EOMS 下游应用分布情况



资料来源: LightCounting, 五矿证券研究所

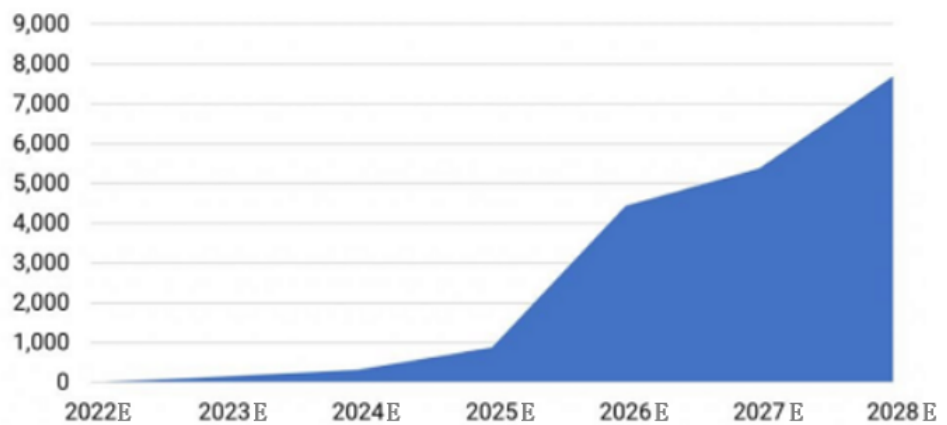
图表 44: 2026 年 CPO 下游应用分布情况



资料来源: LightCounting, 五矿证券研究所

图表 45: 2022-2028 年全球 CPO 在数据中心市场收入情况

Total Market for CPO Devices in the Data Center, 2022-2028 (\$ Millions)



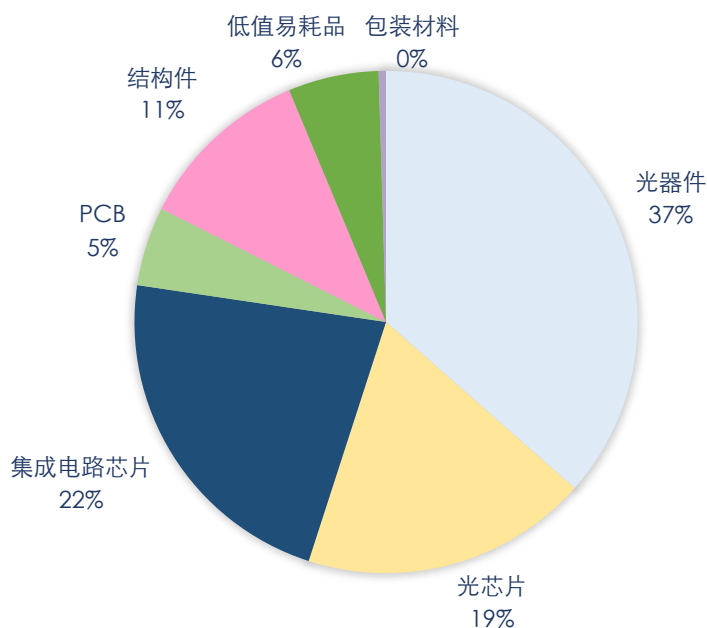
资料来源: CIR, 五矿证券研究所

3、光器件国产替代与平台化加速，激光雷达配套成第二曲线

3.1、光器件：光模块的重要组成部分

光器件是光模块的重要组成部分。根据联特科技招股书披露，光器件是光模块的重要组成部分，在成本中占比 37%，主要包括 TOSA、ROSA 及构成 TOSA、ROSA 的组件，如 TO、波分复用器、TO 座、TO 帽、隔离器、透镜、滤光片等配套件。

图表 46：光模块的成本结构



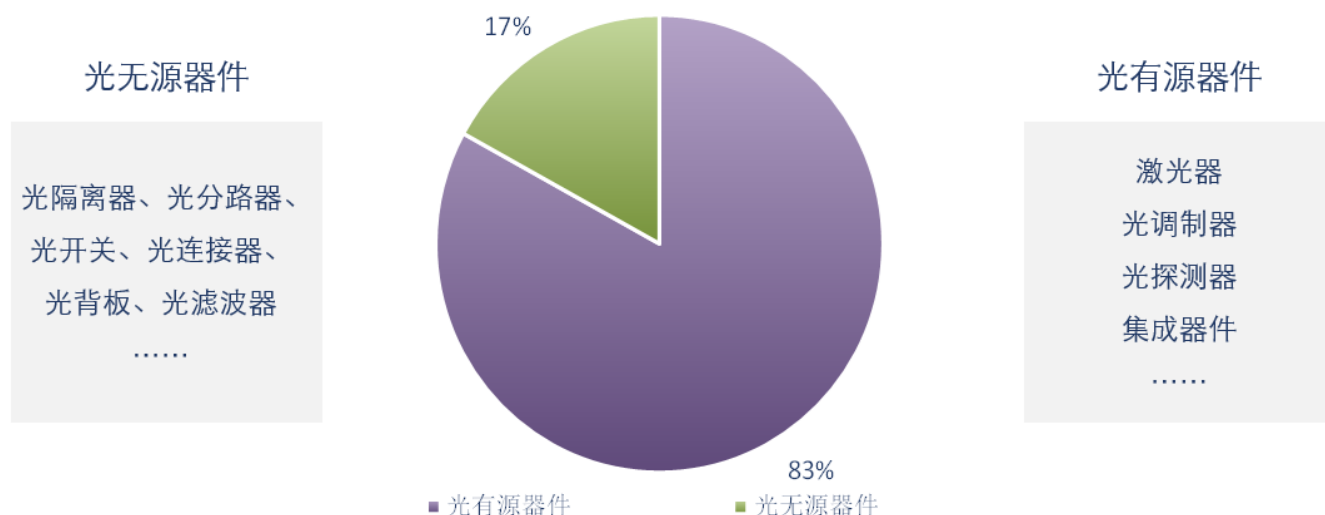
资料来源：联特科技招股说明书，五矿证券研究所

按是否需要外部电源驱动，光器件可分为有源光器件和无源光器件。据 Ovum 统计，光通信器件市场中，光有源器件占据大部分的市场份额，占比约为 83%，光无源器件市场份额占比约为 17%。

有源光器件负责光信号发射、接收，光信号转换为电信号、电信号转换为光信号等工作，具体组件包括负责发射光信号的直调激光器、外调激光器，负责接收光信号的光探测器、光接收器，负责调解光性能的光相位调制器、光强度调制器及相干光收发器等其他集成器件。不同组件从信号源头和传输过程对光信号加以调整，应用材料包括激光二极管、光电二极管、半导体发光二极管等。

无源光器件运转无需外加能源驱动，工作过程不涉及光电转换或电光转换，不产生或接收光信号，负责光信号调节、相干、隔离、过滤、连接等控制类工作，为光信号传输系统设置关键节点。具体组件包括拉曼光放大器、光隔离器、光滤波器（光合滤波器、光分滤波器）、光衰减器、波分复用器、光耦合器、光纤连接器、光纤延迟线、光分插复用器、光开关、光背板等。

图表 47：光器件的分类及市场份额（按是否需要外部电源驱动）



资料来源：Ovum，中国电子元件行业协会，《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，五矿证券研究所

按功能分类，光器件可分为发送接收器件、波分复用器件、增益放大器件、开关交换器件、系统管理器件。

- **发送接收器件**位于光通讯传输渠道两级。发送器件需确保电光信号转换准确性，调制器件在组合形式、强度等方面对光信号进行处理，提高传输效率。光探测器件位于信号接收终端，需完整捕捉光信号并准确转换成电信号；
- **波分复用器件**承担光信号过滤、光波峰值调节、光信号整合等工作。其中，阵列波导光栅可将性质相近的光波经整合汇聚于单一光纤进行传输；
- **增益放大器件**可通过多种形式优化光信号。不同波长有信号强弱之分，增益放大器件可借强光波信号带动弱光波信号；
- **开关交换器件**负责光信号隔离、过滤、连接等工作。其中，光交叉连接器可自动连接不同波长光信号，维持光波网稳定，远期有望在 5G 全光网系统建设中发挥更加重要的作用；
- **系统管理器件**从通讯系统稳定性角度出发，全面检测光信号传输过程，通过色散补偿等技术维护光信号传输准确性。

图表 48：光器件的分类（按功能分类）

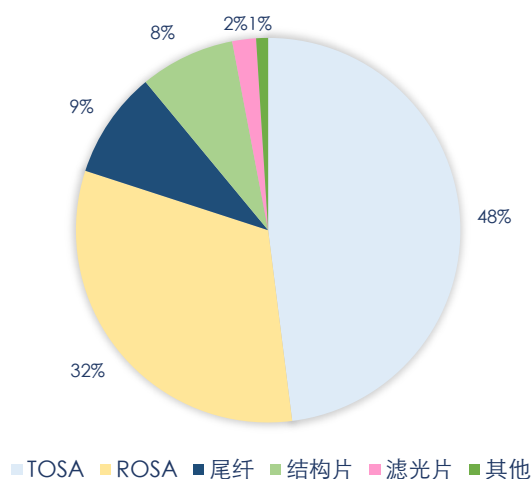
发送接收	波分复用	增益放大	开关交换	系统管理
光调制器件	薄膜滤波器	光放大器	光开关	光性能监控管理器件
光发送器件	全息光栅	光隔离器	光交叉连接器	色散补偿器
光接收器件	光环行器	分路耦合器	波长变换器	偏振模色散管理模块
光收发器件	阵列波导光栅	光衰减器	可调滤波器	
光电探测器件	光交错复用器	增益平衡器	可调激光器	

资料来源：OFweek，五矿证券研究所

3.2、市场格局：细分市场小而分散，中国有源光器件还需进一步提升

市场格局：完全竞争市场，产品种类多，市场份额分散，各部件产品性能与需求不同。光器件市场呈现充分竞争格局，各类器件种类繁多，生产厂商多，行业的市场化程度高。各厂商在各自擅长的领域发挥优势，形成其在某类产品上特有的竞争优势。从需求的角度看，TOSA（光发射次模块）器件销售规模较高，占比约 50%，其次为 ROSA（光接收次模块），占比约 30%。我们预计未来仍以 TOSA、ROSA 产品为主要构成，结构件类产品附加值随技术升级而相应提升。

图表 49：中国光器件产品销售额构成（2018 年）



资料来源：OFweek，五矿证券研究所

图表 50：光器件产品种类多



资料来源：天孚通信公司官网，五矿证券研究所

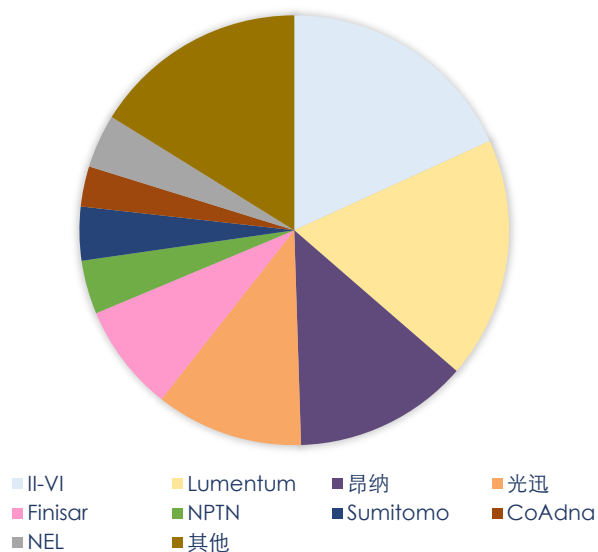
发达国家在 1975 年后逐步形成光器件产业，中国相比国外起步约晚 5 年。20 世纪 70 年代中旬，中国有源光器件及无源光器件研究活动萌芽，由于国家光纤通信发展初期科研和工程的需要，中国在光器件领域的研究和生产起步不算晚，但相关工业基础薄弱，科研投入不够及体制机制等方面原因，中国光器件在核心技术和高端产品方面与国际先进水平仍有差距。

中低端产能向中国转移。中国厂商主要集中在中低端产品的研发、制造上，受益于中国工程师红利，在中低端市场上中国厂商具有价格优势，形成规模化生产优势，占据主导地位。

产品方面，中国无源光器件产品竞争力相对强，有源光器件产品还需进一步提升。中国政府高度重视光器件生产技术的发展进度，陆续出台多项政策文件，营造良好政策环境，基于政策、经济关键变化，全球无源光器件产业开始向中国转移，中国企业集中布局光隔离器、光分路器、开关元件、光滤波器等无源光器件产品，其产能逐渐达到国际水平，构成约 30% 全球无源光器件销售市场份额；有源光器件由于缺少对关键技术掌握与装备生产条件薄弱，完善产业链、整合产能等方面资源有限，在中低端细分市场领域，初步具备产能，但工艺提升空间较大，在全球市场贡献产能相对较小，相对进展较慢，目前仍落后于美国、日本等发达国家。

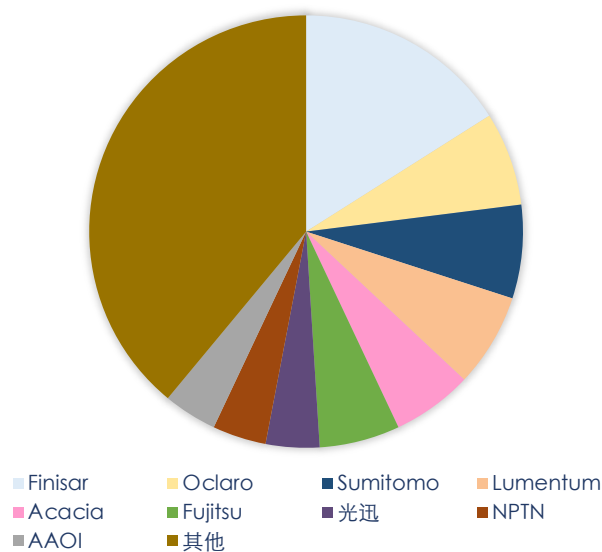
半导体激光器产业化水平是薄弱环节。高端激光器芯片几乎全部依赖进口，相应的材料工艺、制造工艺平台能力与工艺人才的储备都是限制快速创新的瓶颈，是下一步要大力推进的方向。

图表 51：无源光器件全球厂商产能贡献（2020 年）



资料来源：头豹研究院，五矿证券研究所

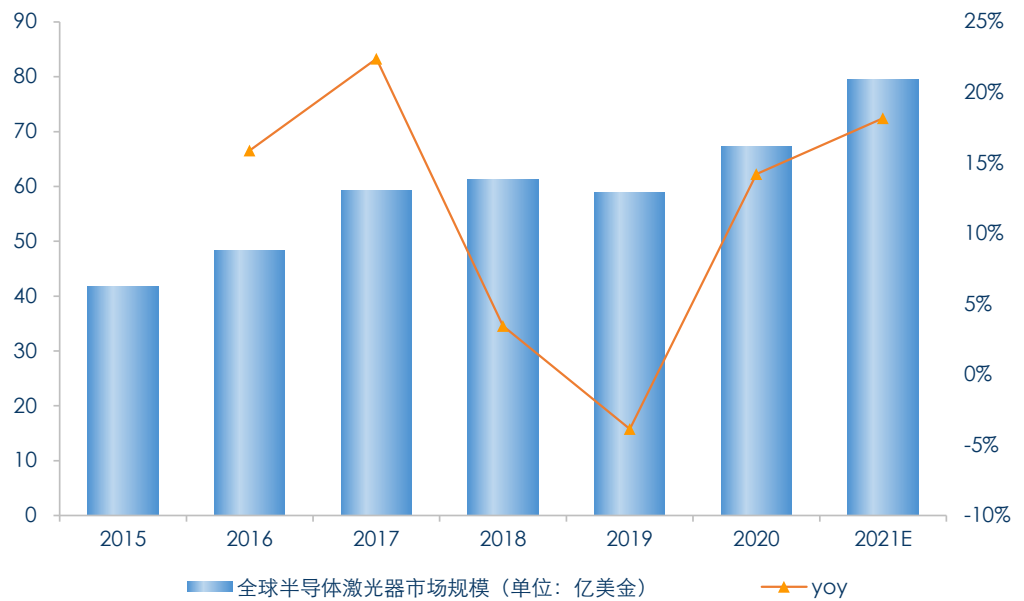
图表 52：有源光器件全球厂商产能贡献（2020 年）



资料来源：头豹研究院，五矿证券研究所

半导体激光器市场保持稳定增长。半导体激光器以半导体材料作为激光介质，以电流注入二极管有源区为泵浦方式的二极管/激光器（以电子受激辐射产生光），具有电光转换效率高、体积小、寿命长等特点，可以应用于医疗、工业、国防、科研以及激光雷达等领域，此外还可以作为光纤激光器、现代固体激光器的泵浦源，泵浦增益介质晶体或光纤产生光，以获得更好的光束质量，应用于更广泛的下游领域。据 Laser Focus World 统计，2020 年全球半导体激光器市场规模为 67.2 亿美元，随着全球智能化发展，其市场规模有望继续保持稳定增长。

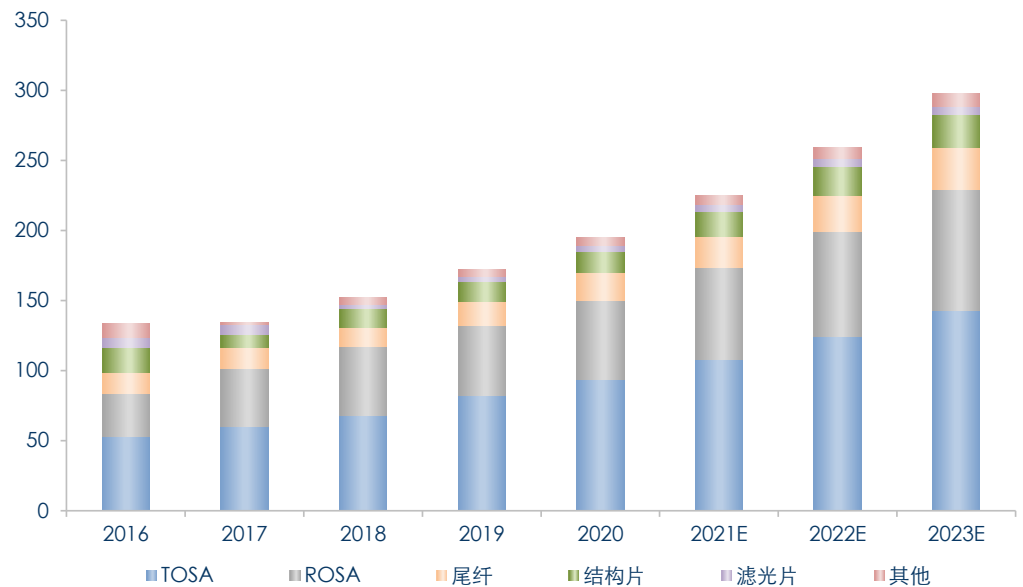
图表 53：全球半导体激光器市场规模情况（单位：亿美元）



资料来源：Laser Focus World，五矿证券研究所

中国光器件市场销售规模增速略高于全球市场，预计至 2023 年达 298 亿元。受益于全球云厂商资本开支的提升与中国 5G 网络建设的稳步推进，中国光器件市场进入新一轮的增长，增速略高于全球市场，据头豹研究院预测，至 2023 年中国光器件市场销售规模达 298 亿元，2018 年至 2023 年年复合增长率达 12.1%。

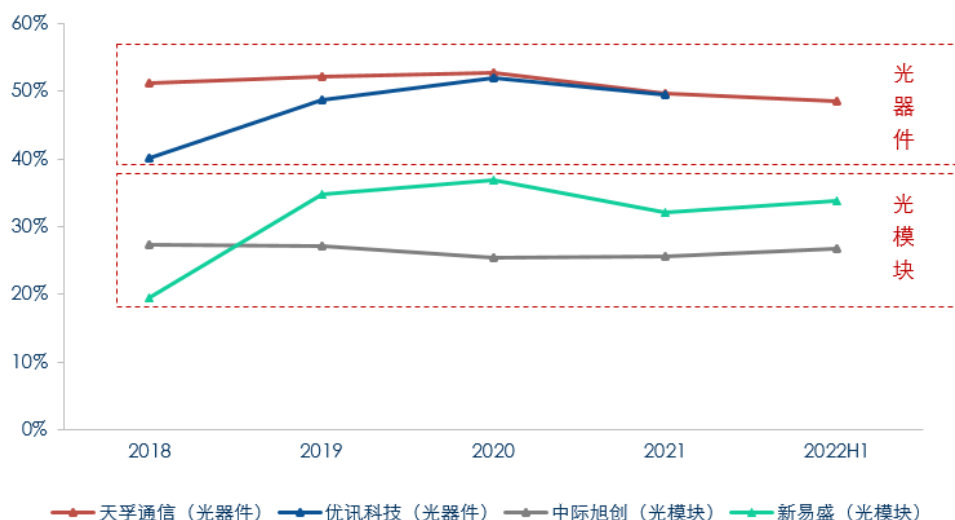
图表 54：2016-2023 年中国光器件市场销售规模（单位：亿元）



资料来源：头豹研究院，五矿证券研究所

光器件厂商整体盈利能力比光模块厂商好。对比光器件厂商与光模块厂商的毛利率情况，光器件厂商毛利率约在 50% 左右，光模块厂商毛利率约在 30% 左右，光器件厂商整体盈利能力比光模块厂商好。究其原因，首先，光器件产品定制化程度高，包括产品方案、型号规格、技术图纸等多维度，制造工艺、生产难度较大，因此毛利率较高，据天孚通信招股说明书披露，2014 年其非标品占比达 64.7%，占比高；此外，光器件产品种类多，市场分散，单个产品占下游成本的比重较低，客户对质量的关注度更高，价格敏感性相对较低，使得光器件厂商毛利率水平高。

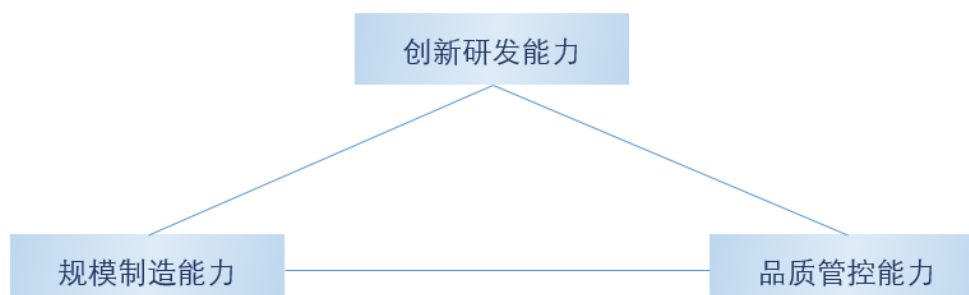
图表 55：光器件与光模块厂商毛利率情况



资料来源：wind，五矿证券研究所，注：优讯科技 2021 年数据是三季度数据

光器件厂商核心竞争力：创新研发能力、规模制造能力、品质管控能力。光器件是高精密度元器件，光器件厂商的商业模式是采购相关原材料，对光器件的光路、机械、电路及热学设计研发，采用订单式生产或自主备货的模式生产，向下游光模块厂商、设备商等客户提供光器件产品。我们认为，创新研发能力、规模制造能力、品质管控能力是光器件厂商的三大核心竞争力。光通信技术迭代升级对器件商的创新研发能力提出要求，产品迭代速度是维持客户粘性的重要因素；光器件产品种类多，市场分散，专用设备少，因此规模效应明显，规模制造能力可帮助器件商有效控制成本；光器件是光通信系统和设备的基础，是必不可少的一部分，同时在下游客户成本占比较低，因此下游客户对品质的追求重于对价格的敏感，光器件厂商的产品生命周期管理服务与品质管控能力成为重要衡量标准。

图表 56：光器件厂商核心竞争力



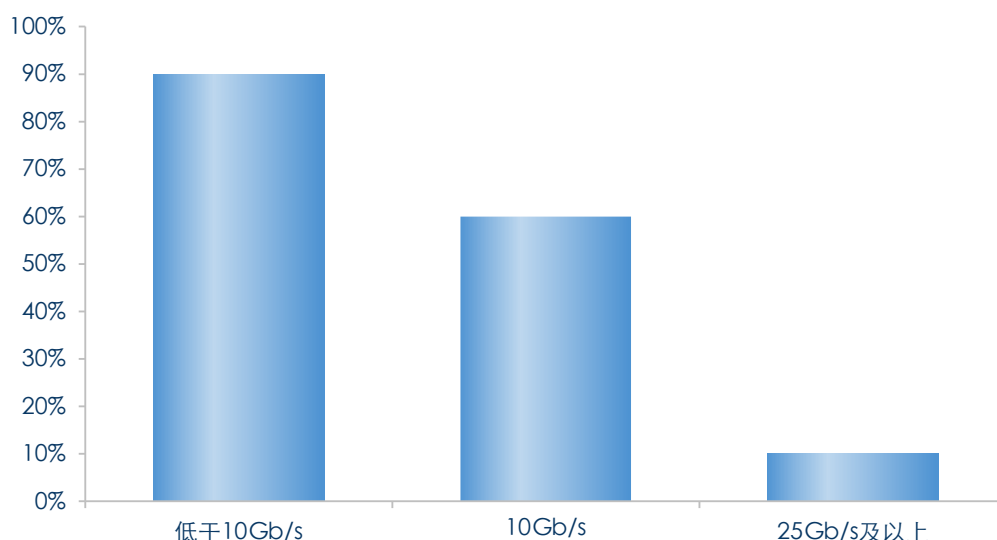
资料来源：五矿证券研究所

3.3、发展趋势：平台化构筑成本优势，横向拓展激光雷达第二增长曲线

趋势一：攻破高端核心技术，提升核心产品国产化率。目前美国、日本等科技发达国家光器件厂商凭借既有核心技术，持续占据高端光器件市场头部。而中国的光电子器件企业拥有自主知识产权的高端核心技术不多，对国外芯片和特种材料的依赖性较大，具有核心竞争能力的产品较少，企业整体实力仍然偏弱，产品结构不够合理，同质化严重，所提供的产品也多集中在中低端，产品附加值不高，国际市场竞争能力和盈利能力还有待提高。

中国光器件厂商在发挥低成本优势的同时，逐渐加大对高端器件研发的投入，提升核心产品国产化率，同时依托产能突破，着手布局垂直一体化生产线，有望进一步替代全球光器件行业产业链各层级产能，驱动中国厂商在全球范围市场份额的扩容和议价能力的提升。

图表 57：光收发模块国产化率测算情况（2017 年）



资料来源：《中国光电子器件产业发展路线图 2018-2022 年》，五矿证券研究所

向高速率、长距离、低功耗技术方向演进。电信领域，5G 网络升级对光器件厂商的设计制造能力提出更高要求，5G 高带宽、低时延、广连接的网络特点对传输速率提出更高要求，城域核心层、骨干网主要部署长距离传输的 100G 以上 DWDM 相干调制产品，目前该领域核心器件国产化率低，随着 5G 商用进程的推进和深入，为具有核心技术实力的光器件厂商打开新空间；数通领域，随着云计算业务的扩张，数据流量指数型增长，带动全球数据中心建设，大型数据中心的扩容、新建及性能优化需求进一步释放，传输速率向更高速率过渡发展，对光器件厂商迭代演进能力提出更高要求。

图表 58：5G 网络对光器件产品传输速率、传输距离的需求情况

项目	接入网		传输网	
	固网接入	无线前传	城域接入层、城域汇聚层	城域核心层、骨干网
波分复用	灰光为主，未来根据需要部署彩光	逐渐向彩光过渡，CWDM、MWDM、LWDM、DWDM 方案并存	高速率灰光和彩光并存	彩光为主
传输速率	10G 及以下	10G、25G，未来根据需要部署 100G	10G、25G、50G、100G、200G	100G、200G、400G
传输距离	20km 以下	10km、20km	40km 以上，50G 以上 10km 亦有应用	40km 以上
技术难度	较低	适中	较高	较高

资料来源：优讯科技招股说明书，五矿证券研究所

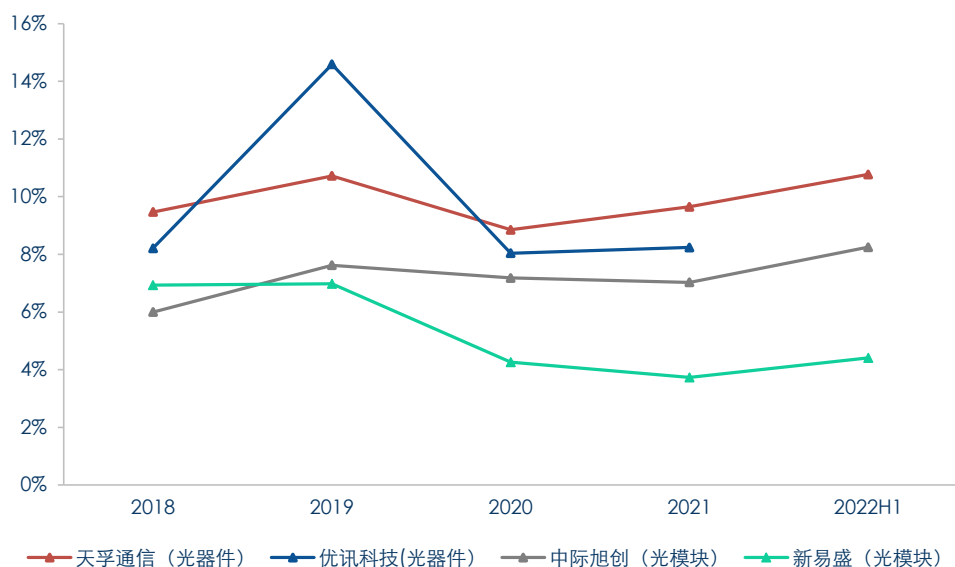
图表 59：数据中心主要场景对光器件传输距离和速率要求

场景	距离	速率
机柜内部服务器和柜顶交换机互联	<20m	以 10G、25G 为主，向 50G、100G 过渡
同一机房内叶脊交换机的互联	20m-500m	以 40G、100G 为主，向 400G 过渡
数据中心楼宇之间或路由器互联	500m-10km	以 100G 为主，向 400G 过渡
多个数据中心之间互联	>10km	以 100G 为主，向 400G 过渡

资料来源：优讯科技招股说明书，五矿证券研究所

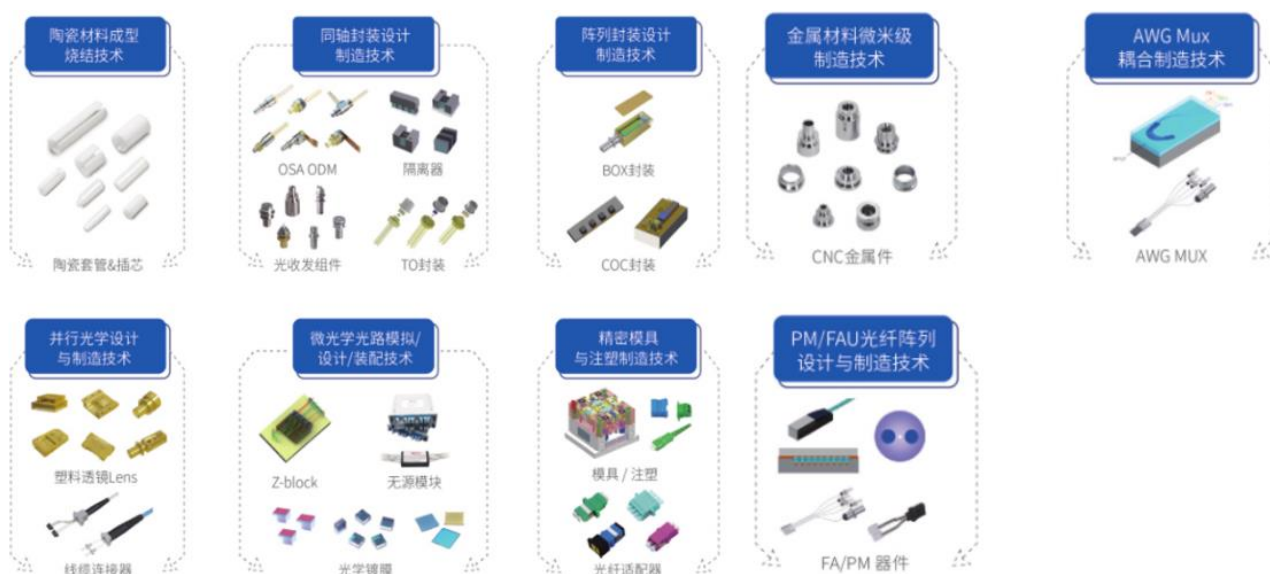
趋势二：一站式解决方案，打造平台构筑成本优势。首先，目前设备厂商对于复杂结构设计的光器件专用设备较少，光器件的方案设计决定着生产制造设备的选型，需要厂商自主设计、搭建并改进产品设计方案，打造制造平台能够较大程度提高研发效率，根据生产快速对产能进行分配，降低产品生产成本，并响应客户需求变化，提高研发复用率，构筑成本优势；此外，下游供应链认证程序繁杂，各大光通信厂商都有各自的供应链体系，有严格的供应商资质审查程序，需要对供应商的技术水平、生产条件、设备状况、质量保证体系、财务指标等多方面情况的进行调查，产品要经过试样、小批量供货等环节，对可靠性、稳定性进行评估，再经过多次审查反复整改后方能认定为供应商，光器件产品种类多而分散，对于下游客户而言，采购一站式解决方案，一方面提高自身采购效率，另一方面可综合满足定制化需求，一站式解决方案适合小批量零星采购，有助于提高下游厂商生产效率。

图表 60：光器件与光模块厂商研发费用率情况



资料来源：wind，五矿证券研究所，注：优讯科技 2021 年数据是三季度数据

图表 61：天孚通信核心技术平台

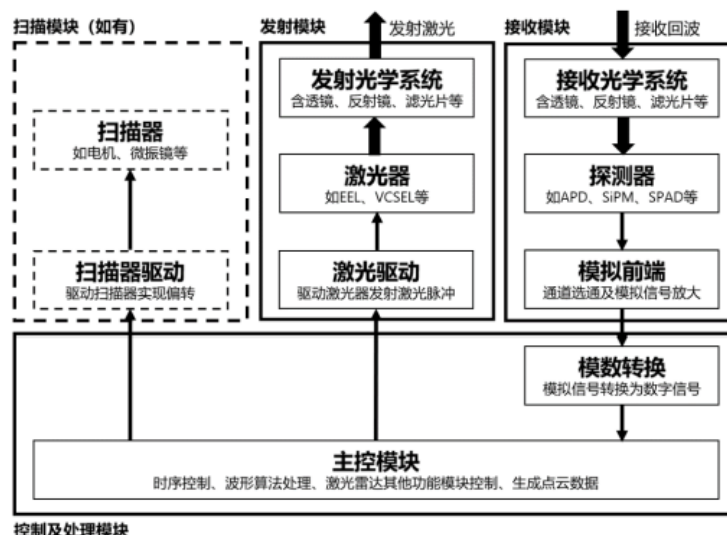


资料来源：天孚通信公司官网，五矿证券研究所

趋势三：横向拓展第二增长曲线，光通信厂商在光学领域有长期积淀，技术与产线有一定复用性。

激光雷达：是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。其工作原理是向目标发射探测信号(激光束)，然后将接收到的目标回波与发射信号进行比较，作适当处理后，就可获得目标的有关信息，如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数。激光雷达上游主要是光器件和电子元件，核心组件主要有激光器、扫描器及光器件、光电探测器及接收芯片等。

图表 62：激光雷达的构成



资料来源：禾赛科技招股说明书，五矿证券研究所

光通信产业链与激光雷达产业链有一定复用性。由于激光雷达的设计与制造需要大量光学器件、激光器等技术积累，与光通信产业链公司在光学领域的长期积累有共通之处，技术平台和产线具有一定复用性，因此光通信产业链公司布局激光雷达市场具有相当大的技术优势。

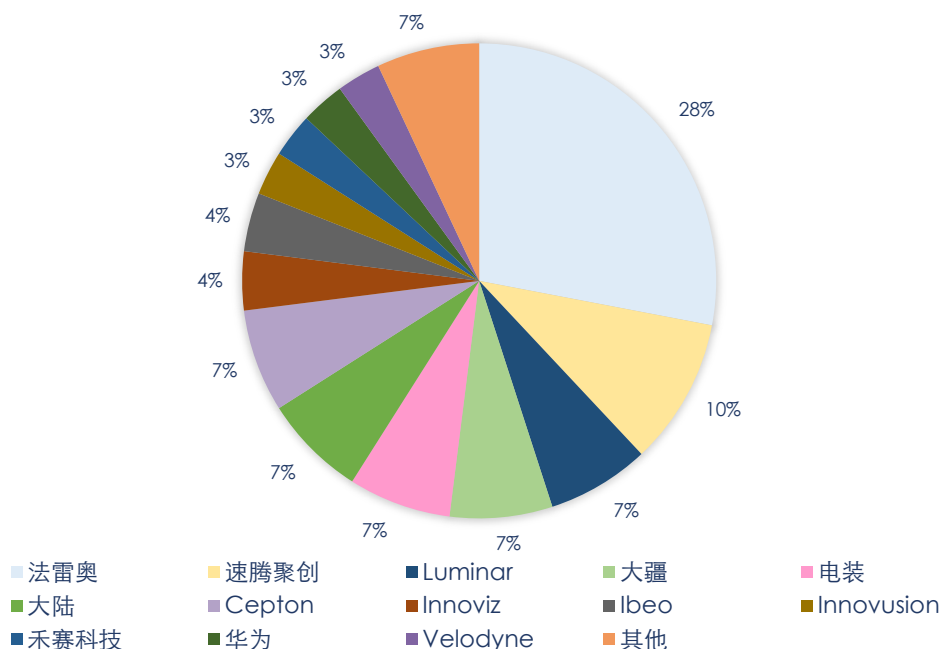
多家厂商进军激光雷达领域，通信技术加持开启新维度竞争。伴随着人工智能时代的到来，光通信厂商正在逐渐向激光雷达领域延伸。在底层工艺与技术上，光通信和激光雷达具有一定共通性。2020 年 7 月 2 日，世界知识产权组织国际局公布了华为的一项有关激光雷达的专利，发明名称为一种激光雷达测量模组和激光雷达，据 Yole 统计，2021 年华为全球激光雷达市占率达 3%，进展迅速。此外，多家光模块产业链企业切入激光雷达赛道，天孚通信目前已为国内外多个激光雷达厂商提供配套产品，并组织专人专项跟进，未来随着激光雷达市场应用需求的增加，有望逐步增加销售收入；中际旭创目前已对激光雷达核心技术进行了比较深入的研发和探索；光库科技自主开发了面向 ToF 激光雷达应用基于铟镓共掺光纤放大器的 1550nm 光源模块，目前处于小批量生产阶段。

图表 63：光通信企业在激光雷达领域业务布局情况

公司	业务布局概况
华为	2020 年 7 月 2 日，世界知识产权组织国际局公布了华为的一项有关激光雷达的专利，发明名称为一种激光雷达测量模组和激光雷达，2021 年华为成为全球激光雷达市占率达 3%
天孚通信	目前已为部分激光雷达厂商提供小批量产品交付，并组织专人专项跟进
中际旭创	目前已成立专业团队，在激光雷达等光通信行业的外延领域进行深入挖掘和研究
光库科技	成立激光雷达事业部，为国内外多家基于光纤激光器 1550nm 光源方案的激光雷达公司提供全系列高性能、低成本、高可靠性的光纤元器件

资料来源：yole，天眼查，天孚通信公司公告，中际旭创公司公告，光库科技公司公告，五矿证券研究所

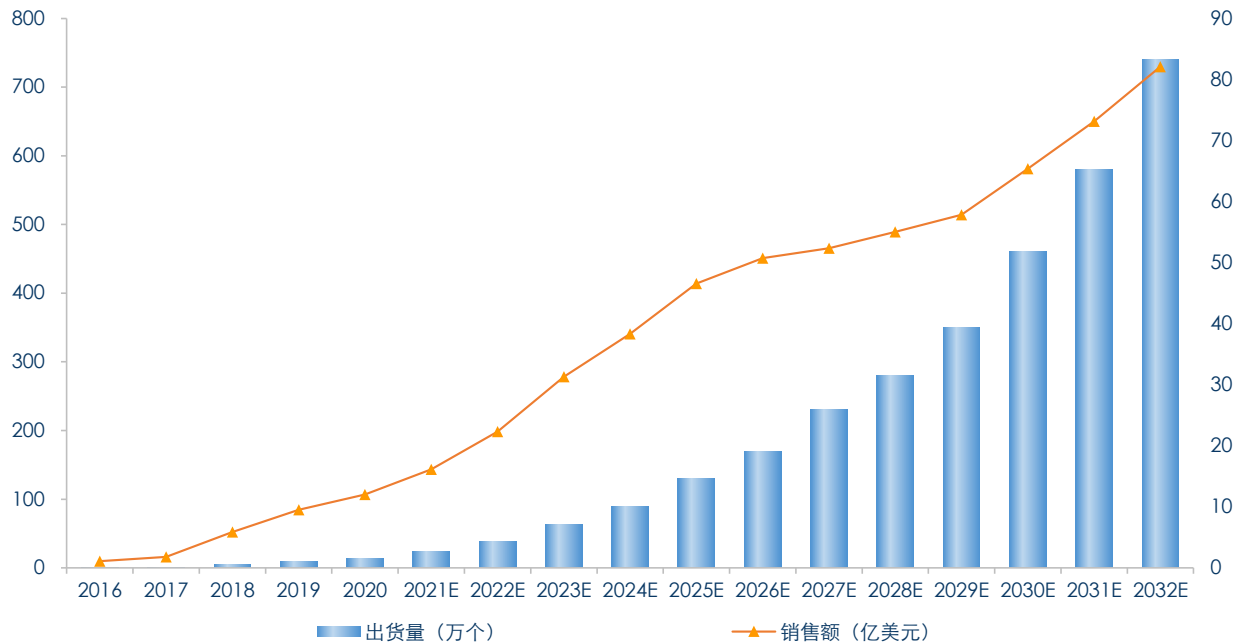
图表 64：2021 年全球激光雷达市占率



资料来源：Yole，五矿证券研究所

预计至 2025 年全球激光雷达在无人驾驶市场销售额达 46.6 亿美元。随着自动驾驶技术的发展和普及，激光雷达市场规模将进一步扩大，同时激光雷达单价的下降也将进一步促进激光雷达的使用。据 Yole 统计及预测，出货量方面，2020 年全球激光雷达在无人驾驶市场的出货量约为 14 万个，预计至 2025 年将增长到 130 万个，预计至 2032 年出货量将接近 740 万个；销售额方面，2020 年全球激光雷达在无人驾驶市场销售额约为 12 亿美元，2025 年将增长到 46.6 亿美元。

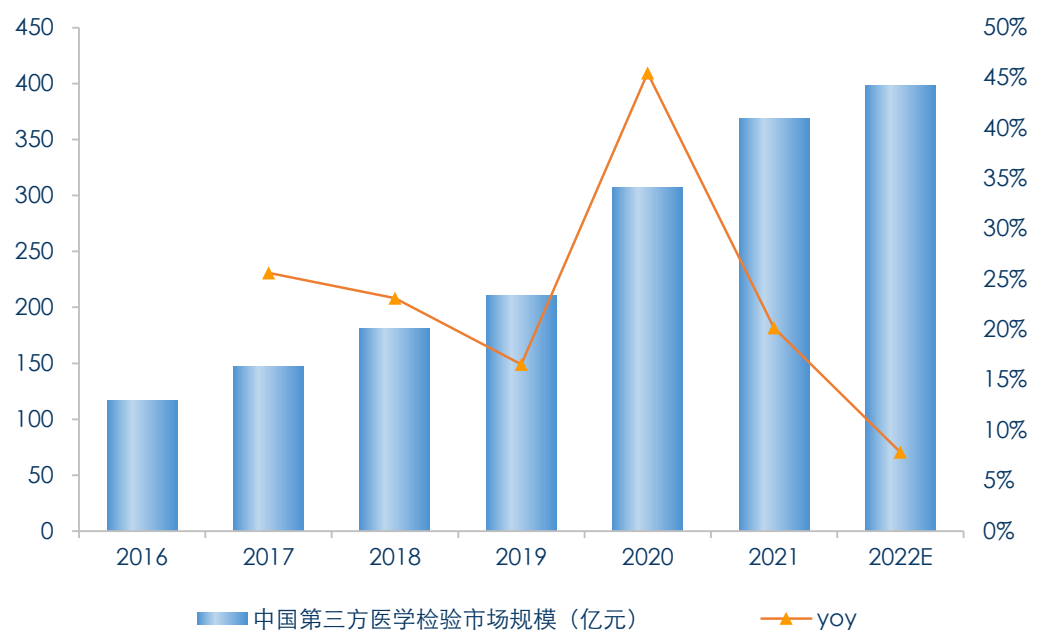
图表 65：2016-2032 年全球激光雷达在无人驾驶领域的出货量及销售额



资料来源：Yole，五矿证券研究所

中国第三方医学检验市场规模增长迅速，目前仍处于起步阶段。据 Frost&Sullivan 数据，中国第三方医学检验市场（包括新冠检测）由 2016 年的 117 亿元增至 2021 年的 369 亿元，复合年增长率为 25.8%，预计 2022 年增长至 398 亿元，与发达国家相比，目前仍处在起步阶段，2020 年中国 ICL 的渗透率仅为约 6%，远低于日本的 60%、德国的 44%以及美国的 35%。高端激光检测设备原理与光器件产品原理类似，于光通信厂商而言，技术与制造平台具备一定复用性，随着中国医学检测市场发展，有望打开新的增长空间。

图表 66：2016-2022 年中国第三方医学检验市场规模情况



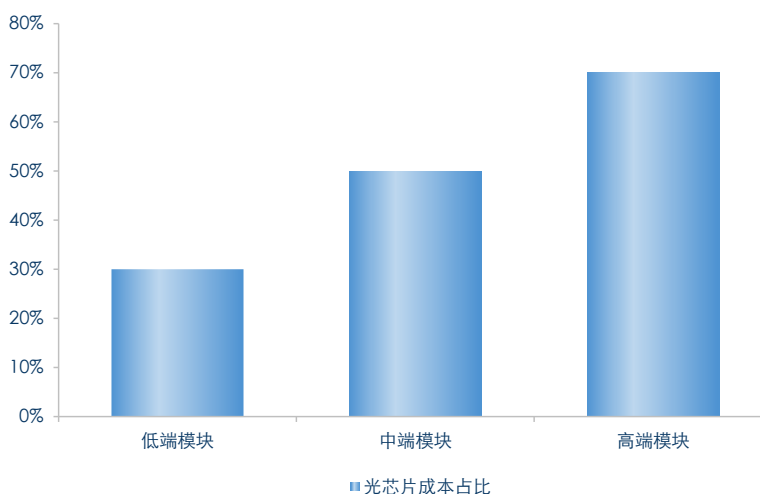
资料来源：Frost&Sullivan，五矿证券研究所

4、光芯片是核心壁垒，亟待打造一体化国产替代产业竞争力

4.1、光芯片：光模块的核心器件

光芯片是光模块的核心器件，成本占比随光模块速率的提升而上升。光芯片的性能与传输速率直接决定光通信系统的传输效率，是光模块的核心器件。据头豹研究院统计测算，光芯片在低端、中端、高端模块的成本占比分别约为 30%、50%、70%，随着光模块速率的提升，光芯片在光模块的成本占比提升。

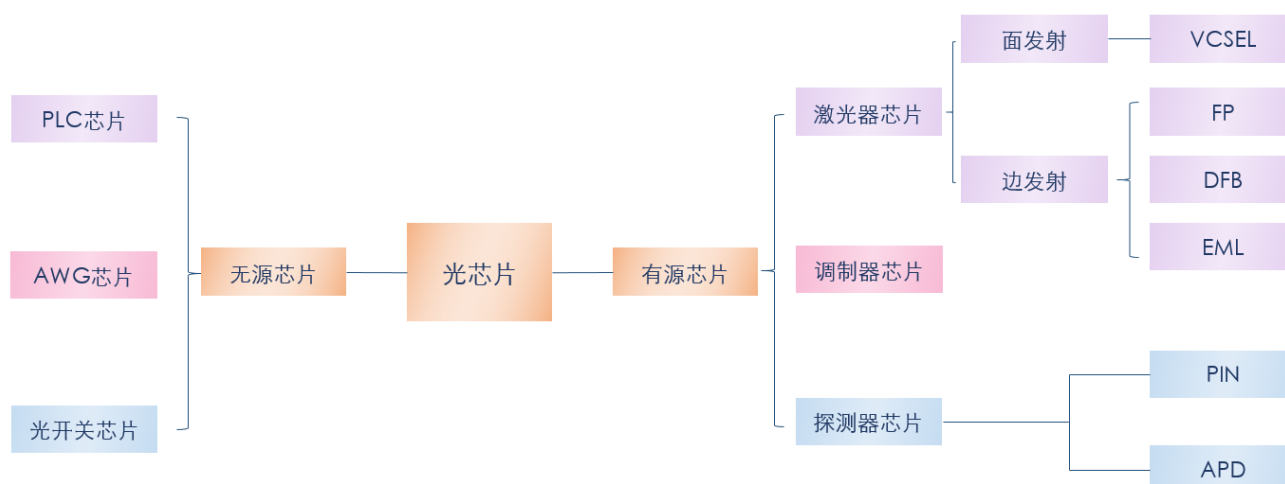
图表 67：不同模块产品的光芯片成本占比情况



资料来源：Finisar 官网，头豹研究院，五矿证券研究所

光芯片按功能可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，边发射芯片包括 FP、DFB 和 EML 芯片；探测器芯片主要有 PIN 和 APD 两类。

图表 68：光芯片的分类



资料来源：中国电子元件行业协会，源杰科技招股说明书，五矿证券研究所

光芯片通常采用 III-V 族元素化合物半导体为衬底。光芯片厂商通常采用三五族化合物磷化铟 (InP) 和砷化镓 (GaAs) 作为芯片的衬底材料, 磷化铟和砷化镓具有高频、高低温性能好、噪声小、抗辐射能力强等优点, 符合高频通信的特点, 因而在光通信芯片领域得到重要应用。其中, 磷化铟 (InP) 衬底用于制作 FP、DFB、EML 边发射激光器芯片和 PIN、APD 探测器芯片, 主要应用于电信、数据中心等中长距离传输; 砷化镓 (GaAs) 衬底用于制作 VCSEL 面发射激光器芯片, 主要应用于数据中心短距离传输、3D 感测等领域。

图表 69: 激光器芯片分类与特点

产品类别	工作波长	产品特性	应用场景
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	主要应用于中低速无线接入短距离市场, 由于存在损耗大、传输距离短的问题, 部分应用场景逐步被 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	中长距离的传输, 如 FTTx 接入网、传输网、无线基站、数据中心内部互联等
EML	1270-1610nm	调制频率高, 稳定性好, 传输距离长, 成本高	长距离传输, 如高速率、远距离的电信骨干网、城域网和数据中心互联

资料来源: 源杰科技招股说明书, 五矿证券研究所

图表 70: 探测器芯片分类与特点

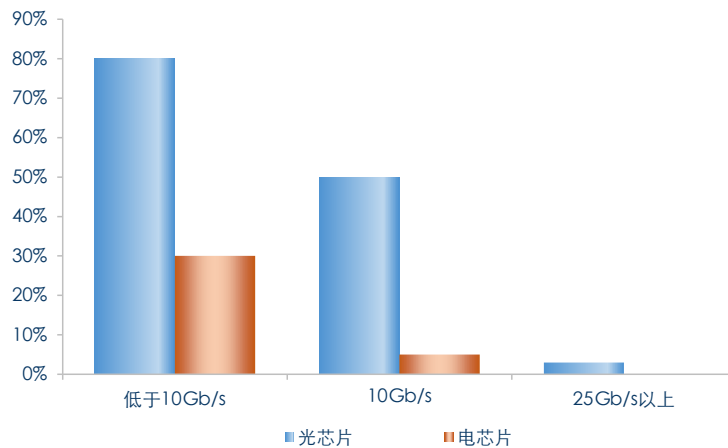
产品类别	工作波长	产品特性	应用场景
PIN	830-860/1100-1600nm	噪声小, 工作电压低, 成本低, 灵敏度低	中长距离传输
APD	1270-1610nm	灵敏度高, 成本高	长距离单模光纤

资料来源: 源杰科技招股说明书, 五矿证券研究所

4.2、市场格局：欧美日技术领先，中国国产化率低

中国光芯片国产化率低，高端芯片自给能力有限。据《中国光电子器件产业发展路线图 2018-2022 年》披露，中国在光通信领域的核心芯片国产化率低，仅掌握了 10Gb/s 速率及以下的激光器、探测器、调制器芯片，及 PLC/AWG 芯片的制造工艺与配套 IC 的设计、封测能力，整体水平与国际标杆企业有较大差距，尤其是高端芯片能力比美日发达国家落后 1-2 代以上。

图表 71：光芯片、电芯片国产化率测算（2017 年）



资料来源：《中国光电子器件产业发展路线图 2018-2022 年》，五矿证券研究所

图表 72：中国核心光电芯片产业化能力

光/电芯片	对应光模块	国外产品化能力	国内产品化能力	典型厂商
25G 波特率 DFB	25Gb/s BiDi	批量	样机	Lumentum、住友、海信、光迅
	25Gb/s Duplex LR			
25G 波特率波长可调 LD	25Gb/s 波长可调	样机	开发阶段	/
25G 波特率 PIN	25Gb/s BiDi	批量	小批量	Albis、光迅、SiFotonics
	25Gb/s duplex 300m			
	25Gb/s LR			
	25Gb/s Tunable			
25G 波特率激光器驱动器/TIA	25Gb/s BiDi	批量	开发阶段	Maxim、Semtech
	25Gb/s duplex 300m			
	25Gb/s LR			
	25Gb/s Tunable			
25G 波特率 DFB	50Gb/s PAM4 10km	批量	开发阶段	Macom、瑞萨
25G 波特率 EML	50Gb/s PAM4 40km	批量	开发阶段	三菱、住友
25G 波特率 PIN	50G PAM4 10km	批量	小批量	GCS、光迅
25G 波特率 APD	50G PAM4 40km	批量	开发阶段	SiFotonics、Macom
50G 波特率 EML	100Gb/s PAM4 10km	样品	实验室	NeoPhotonics
100Gb/s 相干集成光收发芯片	100/200Gb/s 相干	批量	批量	光迅、海思
相干 DSP		批量	开发阶段	NEL、Inphi、海思
25G 波特率线性驱动器/线性 TIA	50Gb/s PAM4 10/40km	批量	样品	Inphi、Macom
PAM4 DSP		批量	开发阶段	Inphi、海思

资料来源：《5G 承载光模块白皮书》，五矿证券研究所

欧美日起步较早，技术领先，在高速高端领域广泛布局。光芯片主要使用光电子技术，海外在近代光电子技术起步较早、积累较多，海外光芯片公司普遍具有从光芯片、光收发组件、光模块全产业链覆盖能力，拥有先发优势，通过积累核心技术及生产工艺，逐步实现产业闭环，建立起较高的行业壁垒，在光芯片高速高端领域广泛布局，在可调谐激光器、超窄线宽激光器、大功率激光器等领域有深厚积累。

图表 73：各国在光子集成产业的发展战略规划情况

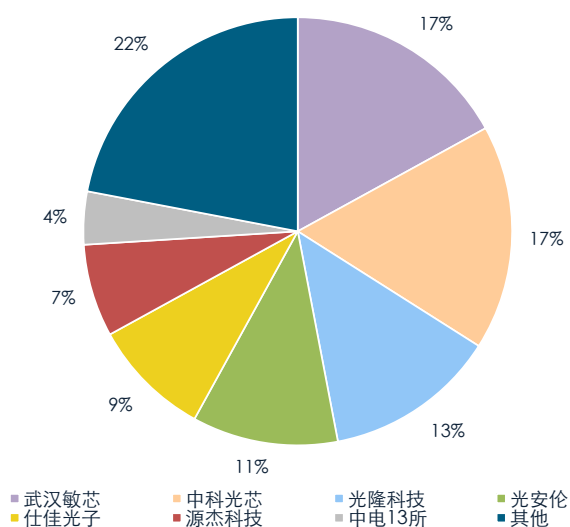
国家	时间	战略规划
美国	2015 年	建立“国家光子集成制造创新研究所”，打造光子集成器件研发制备平台
欧盟	2014 年	实施“地平线 2020”计划，集中部署光电子集成研究项目
日本	2004 年	实施“先端研究开发计划”，部署光电子融合系统技术开发项目

资料来源：驻旧金山总领馆经商室，《欧盟“地平线 2020 计划”及对我国“2011 计划”的启示》，《日本先进科学仪器研发项目管理经验及启示》，五矿证券研究所

中国政策大力扶持，国产化进程加速。中国政府在光电子技术产业进行重点政策布局，2017 年中国电子元件行业协会发布《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，明确 2022 年 25G 及以上速率 DFB 激光器芯片国产化率超过 60%，实现高端光芯片逐步国产替代的目标。

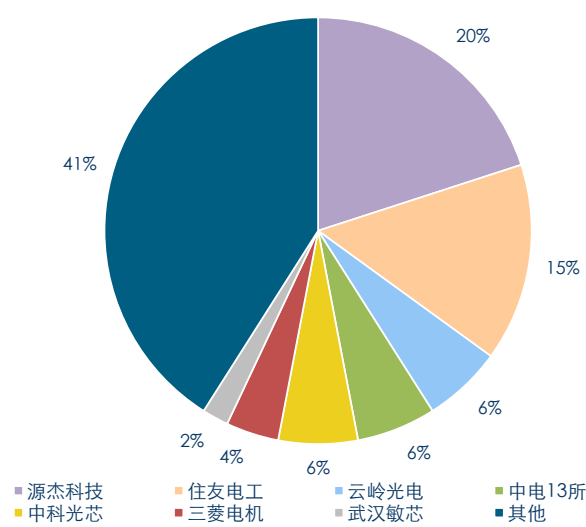
中国光芯片企业已基本掌握 2.5G 和 10G 光芯片的核心技术。经过多年发展，目前 2.5G 光芯片市场已基本实现国产化，据 ICC 统计，2021 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场中，中国光芯片企业已占据接近 80% 的市场份额；10G 光芯片，除了部分型号产品有较高技术门槛，依赖进口，亦已基本实现国产化，据 ICC 统计，2021 年中国厂商源杰科技全球市场份额达 20%，排名第一，超过住友电工、三菱电机等海外厂商。

图表 74：全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场份额



资料来源：ICC，五矿证券研究所

图表 75：全球 10G DFB 激光器芯片市场份额



资料来源：ICC，五矿证券研究所

图表 76：中国芯片与有源光器类重点发展产品和发展目标

重点发展产品	发展目标	
	2020 年	2022 年
10Gb/s/1577nm 高功率、25Gb/s 及以上速率 EML 芯片及器件	实现 10Gb/s 大功率、25Gb/s 速率 EML 芯片及器件的产业化，10Gb/s 速率 EML 芯片的国产化率达到 50%左右，25Gb/s 速率芯片国产化率达到 30%左右	10Gb/s 速率 EML 芯片的国产化率达到 80%左右，25Gb/s 速率 EML 芯片国产化率达到 50%左右，50Gb/s 速率 EML 芯片达到国产化率 20%
25Gb/s 及以上速率 DFB（含工温）芯片及器件	该型产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率，市场占有率超过 30%	实现该型产品市场占有率超过 60%
非气密、高功率 DFB 激光器芯片及器件	该型产品规模销售（应用），实现该型产品市场占有率达到 10%左右	实现该型产品市场占有率超过 40%
宽带多通道可调谐激光器芯片及器件	该型产品形成市场突破，实现规模化应用	实现该型产品市场占有率超过 30%
25Gb/s 及以上速率 VCSEL 芯片及器件	该型产品规模应用，并不断替代进口，实现该型产品市场占有率达到 10~20%	实现该型产品市场占有率达到 30~40%
硅基相干光收发芯片（100G/200G，400G/600G，1T）芯片及器件	支撑 100Gb/s-600Gb/国产化光收发模块的规模应用	支撑 1Tb/s 国产化光收发模块的规模应用，不断扩大市场占有率
硅基 100GPAM-4 调制芯片（阵列）	支撑 100Gb/s（单通道）、400Gb/s（4 通道）光收发模块或有源光缆的规模生产	持续提升市场占有率
硅基波导光开关、可变光衰减器阵列芯片	该型产品规模销售，实现该型产品市场占有率超过 10%	实现该型产品在大端口光交叉连接（OXC）模块中的规模应用，市场占有率达到 40%
25Gb/s 及以上速率 TIA、LDDriver 芯片	实现国产化 25Gb/sIC 芯片产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率，实现该型产品国内市场占有率超过 5~10%	实现国产化 25Gb/sIC 国内市场占有率提升至 30%，实现国产化 100Gb/sIC 芯片销售突破
PLC 型 AAWG 芯片及器件	该型芯片产品规模销售，并不断替代进口，实现该型产品市场占有率达到 40%	实现该型产品市场占有率超过 70%
LiNbO3 基光调制器芯片及器件	该型产品市场占有率超过 5~10%，并不断替代进口，扩大市场占有率	实现该型产品市场占有率超过 30%
MEMS 光开关、VOA 芯片	该型产品规模销售，并不断替代进口，扩大市场占有率	实现该型产品国内市场占有率超过 40%

资料来源：《中国光电子器件产业发展路线图 2018-2022 年》，五矿证券研究所

头部厂商积极布局光芯片领域。随着存储、计算等需求的增长，摩尔定律逐步接近极限，光电芯片得到全球各领域头部厂商关注，多家厂商投资或收购相关企业，如 2022 年英特尔与英伟达投资芯片光学公司 Ayar Labs，华为投资微源光子科技等，积极布局光芯片领域，完善自身生态体系，为未来技术变革创新奠定基础。

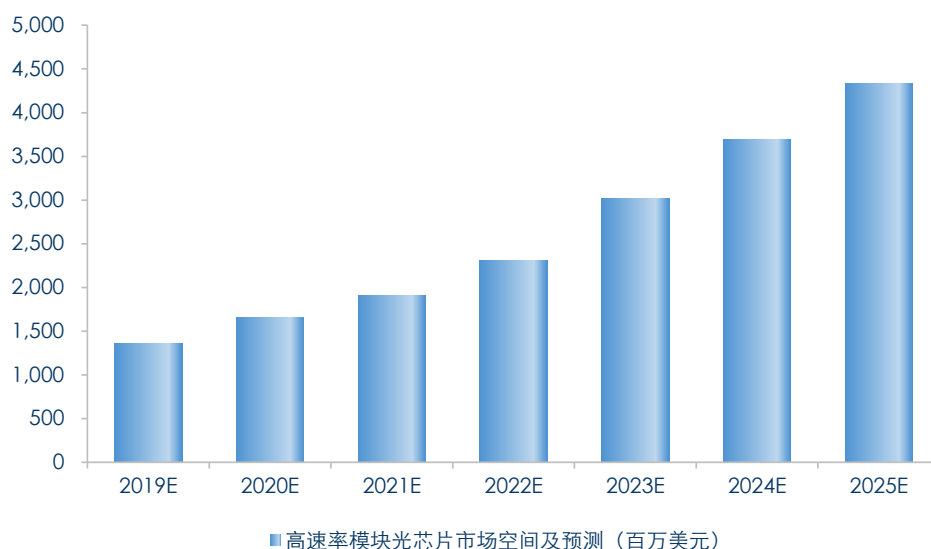
图表 77：近期全球光芯片产业收购与布局情况

公司	时间	事件
英特尔	2022 年	投资芯片光学公司 Ayar Labs，Ayar Labs 的光学 I/O 技术可以满足下一代硅光子技术的人工智能架构的设计需求
英伟达	2022 年	投资芯片光学公司 Ayar Labs
华为	2022 年	投资微源光子科技，微源光子是一家智能汽车传感器核心器件供应商，包括混合集成电路、片式元器件、光电子器件、高性能激光器芯片、配套光电模组及传感器等
华为	2020 年	入股长光华芯，长光华芯专注于半导体激光芯片、器件及模块等的研发、制造及销售

资料来源：天眼查，Ofweek 光通讯，长光华芯公司公告，五矿证券研究所

高速率光芯片市场快速增长，预计至 2025 年达 43.4 亿美元。全球流量快速增长、各场景对带宽的需求不断提升，带动高速率模块器件市场的快速发展，在高速传输需求不断提升的背景下，25G 及以上高速率光芯片市场快速增长。据 Omdia 预测，从 2019 年至 2025 年，25G 以上速率光模块所使用的光芯片占比逐渐扩大，整体市场空间将从 13.6 亿美元增长至 43.4 亿美元，年复合增长率达 21.4%。

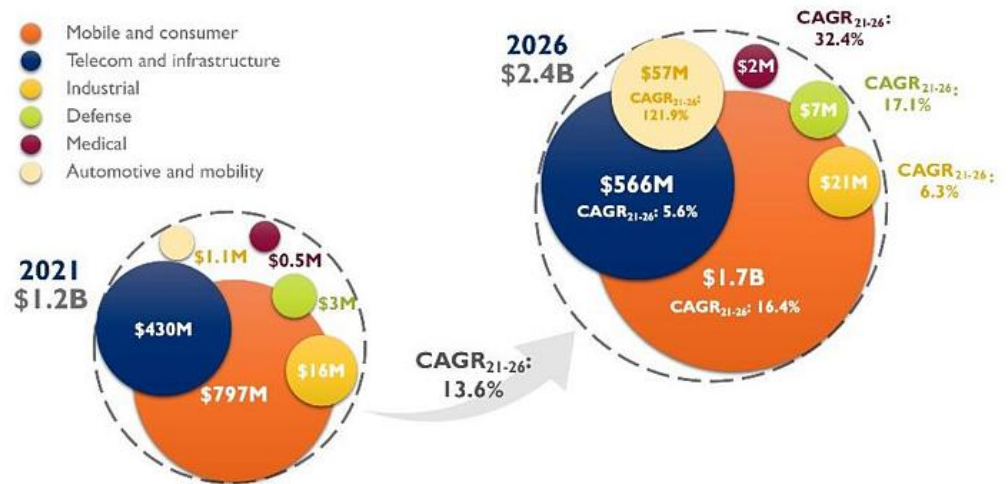
图表 78：全球高速率模块光芯片市场空间及预测（百万美元）



资料来源：Omdia，五矿证券研究所

预计至 2026 年全球 VCSEL 市场将达到 24 亿美元，2021-2026 年复合增长率为 13.6%。据 Yole 统计预测，在数据通信和移动应用的推动下，2026 年全球 VCSEL 市场预计将达到 24 亿美元，2021-2026 年复合增长率为 13.6%，其中用于汽车和移动设备的 VCSEL 将增长至 5700 万美元，2021-2026 年复合增长率达 122%。

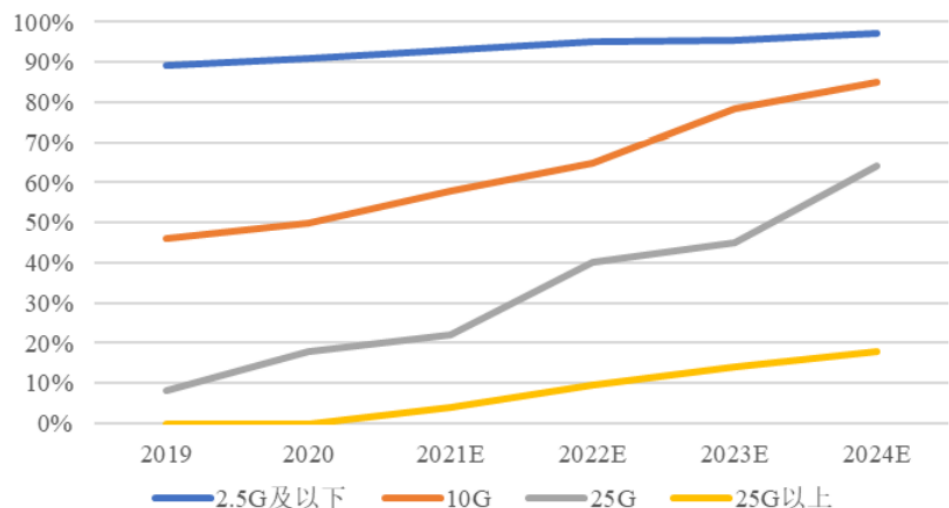
图表 79：2021-2026 年全球 VCSEL 市场规模（单位：十亿美元）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

中国光芯片厂商的全球份额有望进一步提升。据 ICC 预测，2019-2024 年中国光芯片厂商销售规模占全球光芯片市场的比例将不断提升，其中中高速率光芯片增速更快，预计至 2024 年中国 25G 以上光芯片全球市场份额有望接近 20%。

图表 80：2019-2024 年中国光芯片占全球光芯片市场比例预测



资料来源：ICC，五矿证券研究所

4.3、发展趋势：多品类拓展，打造一体化国产替代产业竞争力

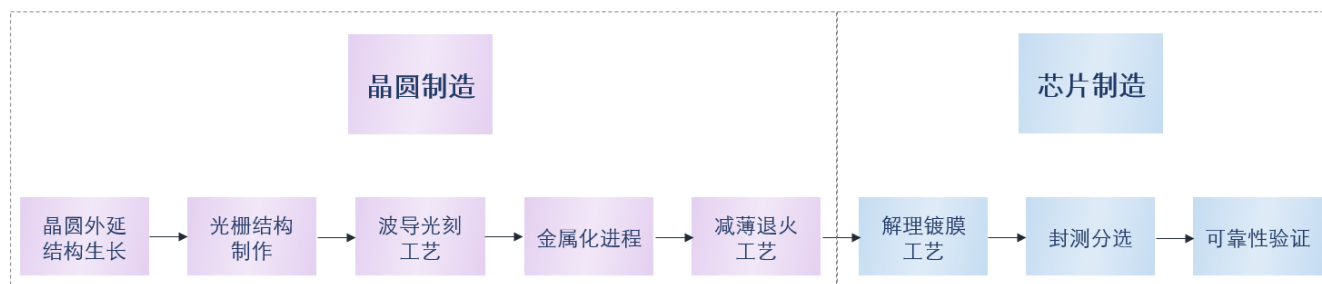
趋势一：中国光芯片厂商由单品类产品向多品类矩阵、高端产品拓展

光芯片的生产过程包括晶圆制造和芯片制造两个环节。晶圆制造包括晶圆外延结构生长、光栅结构制作、波导光刻工艺、金属化制程、减薄退火工艺，芯片制造包括解理镀膜工艺、封测分选、可靠性验证。光芯片生产环节要求芯片设计与晶圆制造环节相互反馈与验证，以实现产品的高性能指标、高可靠性。

光电子器件遵循特色工艺，对工艺的稳定性 and 一致性要求苛刻。光芯片具有温度敏感的特性，其工作温度每变化 1℃，激光器发射的波长会漂移 0.08nm 至 0.1nm，由于光的特殊物理性质，光芯片不要求先进制程，但对工艺的稳定性 and 一致性要求苛刻。

IDM 生产模式助力工艺的稳定性与多样性，快速响应客户需求。IDM 是指包含芯片设计、芯片制造、封装测试在内全部或主要业务环节的生产经营模式。因为光电子器件遵循特色工艺，对工艺、产品、服务、平台等多个维度有着更高要求，使得特色工艺的竞争能力更加综合。IDM 一方面可以更好的把控生产过程，有效控制生产良率、周期交付、产品迭代与风险管控等，另一方面有助于缩短产品研发周期，将研发技术与生产经验结合，更快提升和改进新技术，推出新产品。欧美头部光电子器件企业多采用 IDM 模式。

图表 81：激光器芯片生产过程



资料来源：源杰科技招股说明书，五矿证券研究所

目前中国光芯片厂商产品种类单一，未来有望向多品类、高端产品方向拓展。由于中国光电子器件企业拥有自主知识产权的高端核心技术不多，对国外芯片和特种材料的依赖性较大，具有核心竞争能力的产品较少，企业整体实力仍然偏弱，产品结构不够合理，同质化严重，国产厂商集中研发实力实现技术突破，目前多为单一品类，多集中在中低端，产品附加值不高。我们认为，随着国产厂商研发持续推进，与 IDM 产线平台的建立，未来有望向多品类方向横向拓展，同时攻破高端高速高频领域产品，实现综合竞争实力的增强与全球市占率的提升。

图表 82：光芯片厂商关键业务数据指标比较

公司简称	毛利率	是否实现大批量供货		
		2.5G 激光器产品	10G 激光器产品	25G 激光器产品
MACOM	56.33%	✓	✓	✓
全新光电	42.11%	✓	✓	未披露
联亚光电	41.03%	✓	✓	✓
仕佳光子	25.32%	✓	小批量供货阶段	送样阶段
长光华芯	52.82%	在光通信芯片系列产品方面，已具备晶圆制造、芯片加工、封装测试的全流程生产能力		
源杰科技	65.16%	✓	✓	✓

资料来源：源杰科技招股说明书，五矿证券研究所；

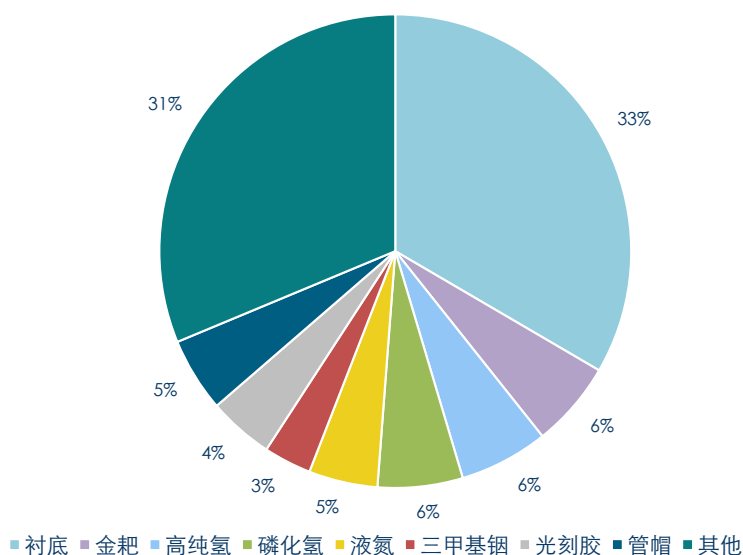
注：全新光电、联亚光电的 2.5G、10G、25G 激光器产品是指对应的激光器外延片

注：毛利率为 2021 年数据

趋势二：上游半导体设备与材料为卡脖子环节，下一步重点突破方向

光芯片上游主要包括设备及材料供应商。光芯片主要原材料为衬底，辅料包括金靶、特殊气体、三甲基钢、光刻胶、封装材料和其他材料等，其他原材料包括显影液、光刻掩模板、异丙醇、砷化氢等材料。据源杰科技招股说明书披露，衬底在原材料的占比约 30%-50% 之间，占比最大。光芯片的主要生产设备包括光刻机、刻蚀机及外延设备等。

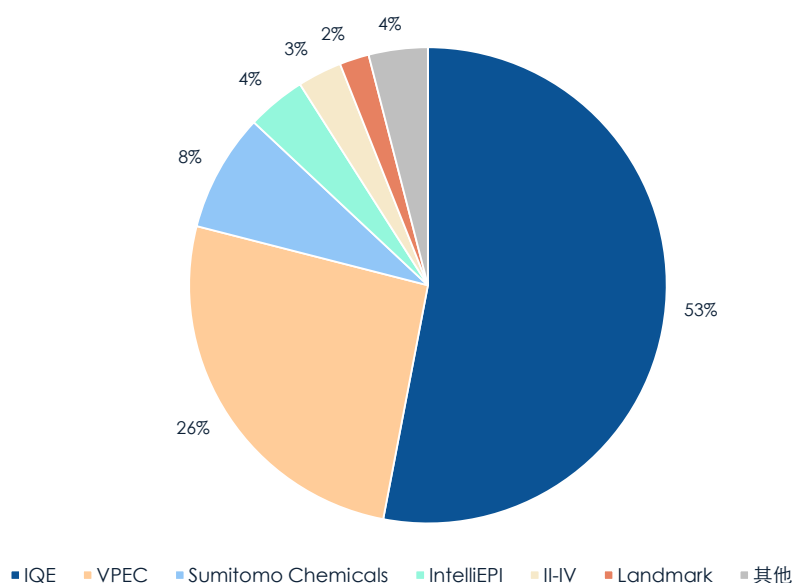
图表 83：激光器芯片原材料成本构成（2021 年）



资料来源：源杰科技招股说明书，五矿证券研究所

目前大规格、高品质衬底基本为境外厂商垄断。InP 衬底、GaAs 衬底市场集中度高，主要在海外厂商，中国厂商在材料合成、晶体生长、材料热处理和材料特性等方面取得了进步，但整体产能规模较小，大尺寸产能不足，基本被海外厂商占据。

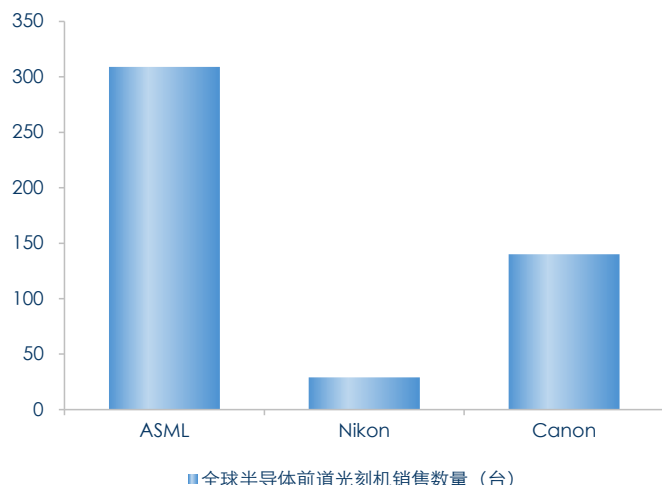
图表 84：全球 GaAs 外延片市场格局（2020 年）



资料来源：Yole，五矿证券研究所

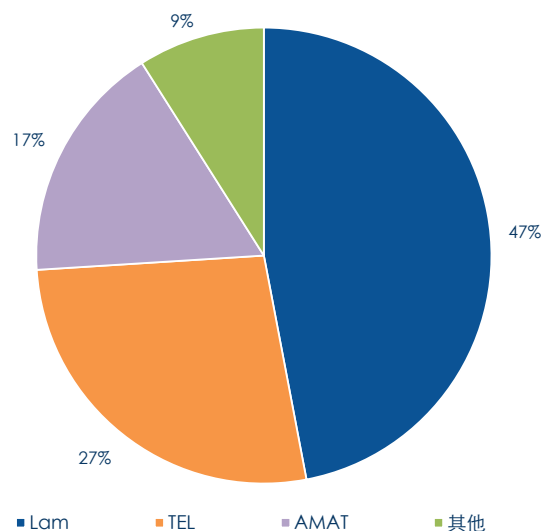
中国半导体设备产业环节薄弱，高端设备被海外巨头把控。光刻机方面，全球光刻机主要市场被 ASML（荷兰阿斯麦）、Canon（日本佳能）和 Nikon（日本尼康）三家供应商占据绝大部分市场份额，其中高端光刻机被荷兰 ASML 厂商所垄断，ASML 在 EUV 领域占比达 100%。刻蚀机方面，全球刻蚀设备领域中，硅基刻蚀主要被 Lam 和 AMAT 垄断，介质刻蚀主要被 TEL 和 Lam 垄断。中国在半导体设备产业环节较薄弱。

图表 85：全球半导体前道光刻机销售（2021 年）



资料来源：Chiplnsights，五矿证券研究所

图表 86：全球刻蚀设备市场格局（2020 年）



资料来源：Gartner，中商产业研究院，五矿证券研究所

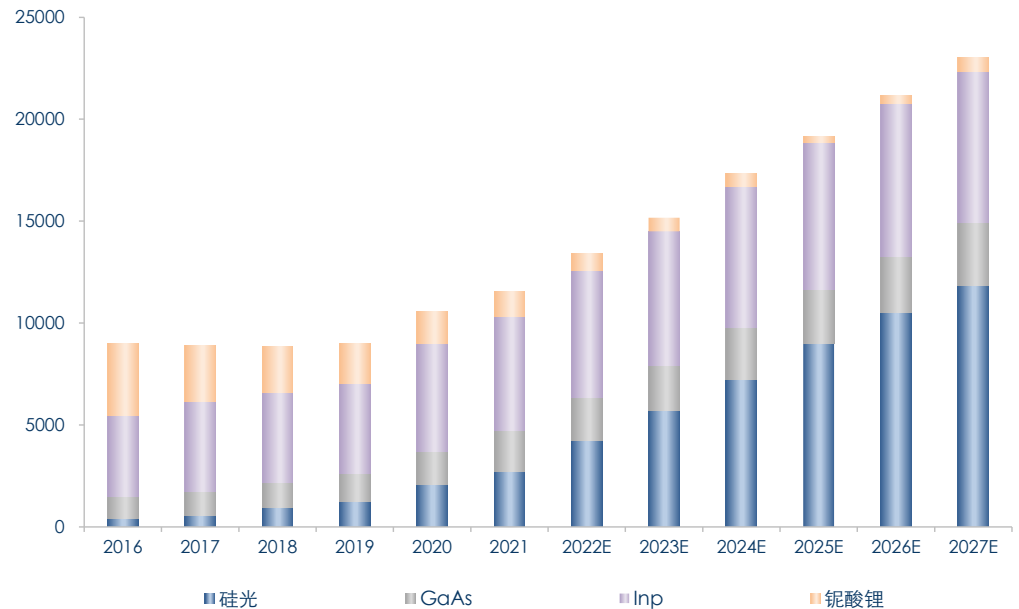
图表 87：全球光通信芯片设备与材料市场竞争格局

	中国本土厂商	国际巨头企业
InP 衬底	鼎泰芯源、北京世纪金光、云南锗业	日本住友电工、美国 AXT
GaAs 衬底	大庆佳昌、中科晶电、云南鑫耀	美国 AXT、日本住友电工、德国弗莱贝格
光刻机	上海微电子	荷兰 ASML、日本 Nikon、日本 Canon
刻蚀机	中微半导体	美国泛林集团、日本东京电子、美国应用材料

资料来源：头豹研究院，五矿证券研究所

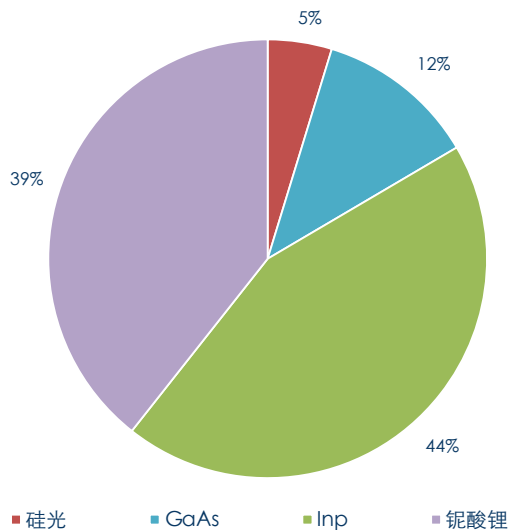
预计至 2027 年，硅光集成技术光模块占比有望达到 51%。据 LightCounting 统计，2016 年 砷酸锂、GaAs、InP、硅光技术在光模块里的占比分别约为 39%、12%、44%、5%。硅光集成技术具有超高速率、超低功耗、超低规模化成本等特性，是光通信芯片厂商重点布局领域，预计至 2027 年硅光集成技术光模块占比有望达到 51%，年复合增长率达 35%。

图表 88：全球光模块市场规模（按技术划分，单位：百万美元）



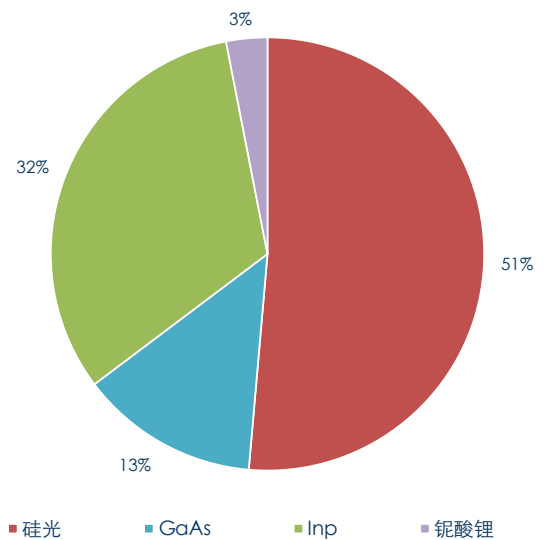
资料来源：LightCounting，五矿证券研究所

图表 89：2016 年全球光模块市场格局（按技术划分）



资料来源：LightCounting，五矿证券研究所

图表 90：2027 年全球光模块市场格局（按技术划分）



资料来源：LightCounting，五矿证券研究所

5、相关标的

5.1、中际旭创（300308.SZ）：全球光模块龙头厂商

全球领先的光模块供应商。公司成立于 1987 年，前身为中际智能装备有限公司，2012 年在深交所上市。2017 年，中际装备以 28 亿元的交易对价收购苏州旭创，并更名为中际旭创，进军光模块领域，实现双主业并行。2020 年收购成都储翰，形成“数通+电信”双振格局。公司是全球领先的光模块供应商，集高端光通信收发模块的研发、设计、封装、测试和销售于一体，为云数据中心客户提供 100G、200G、400G 和 800G 等高速光模块，为电信设备商客户提供 5G 前传、中传和回传光模块以及应用于骨干网和核心网传输光模块等高端整体解决方案。据 LightCounting 统计，2021 年中际旭创在全球光模块厂商排名并列第一，市场份额持续提升。

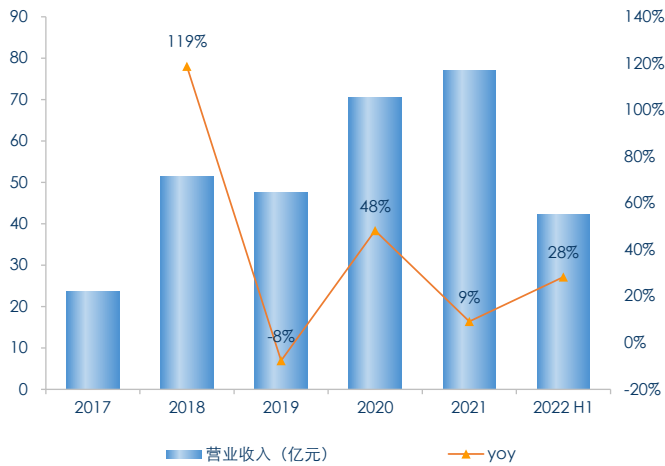
图表 91：中际旭创发展历史



资料来源：中际旭创公司官网，五矿证券研究所

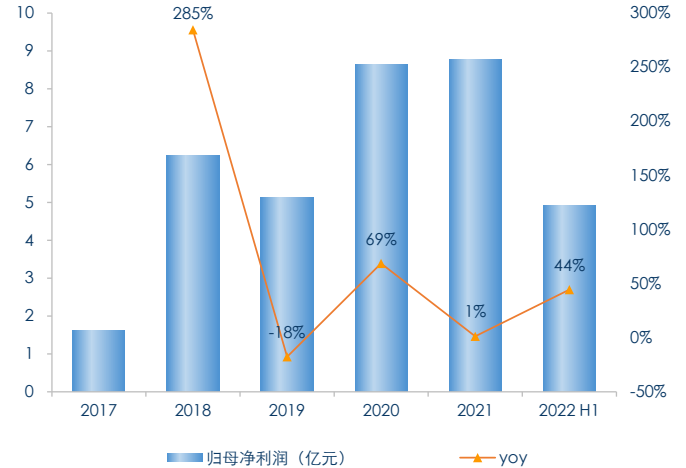
收入净利稳健增长，毛利率提升。公司 2021 年实现营业收入 77.0 亿元，同比增长 41.9%，实现归母净利润 8.8 亿元，同比增长 1.3%，综合毛利率为 25.6%。2022 年上半年实现营业收入 42.3 亿元，同比增长 28.3%，实现归母净利润 4.9 亿元，同比增长 44.5%。公司 2022 年上半年毛利率为 26.8%，同比提升 2.4pct，净利率为 11.6%，同比提升 1.1pct。数通领域，受益于数据中心客户流量需求的增长以及资本开支的持续投入，客户加快部署 400G 和 200G 等高端产品实现传输速率升级，公司从产品开发、生产投入、供应管理和质量保障等方面积极响应客户需求并全面满足交付，随着 400G 和 200G 等高端产品的出货比重增加以及持续降本增效；电信领域，5G 网络建设平稳推进，双千兆光网工程拉动 10GPON 等接入网光器件和光模块的需求。公司营收与净利增速快，毛利率也有所提升。随着全球 5G 网络部署完善，下游应用创新发展，全球流量持续高增，云厂商加大资本开支投入与数据中心建设，公司有望发挥技术、产品、交付等优势，业绩有望进一步增长。

图表 92：中际旭创历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

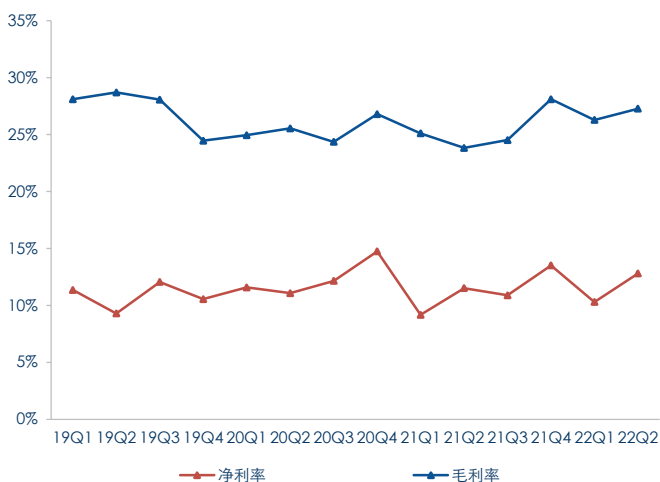
图表 93：中际旭创历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

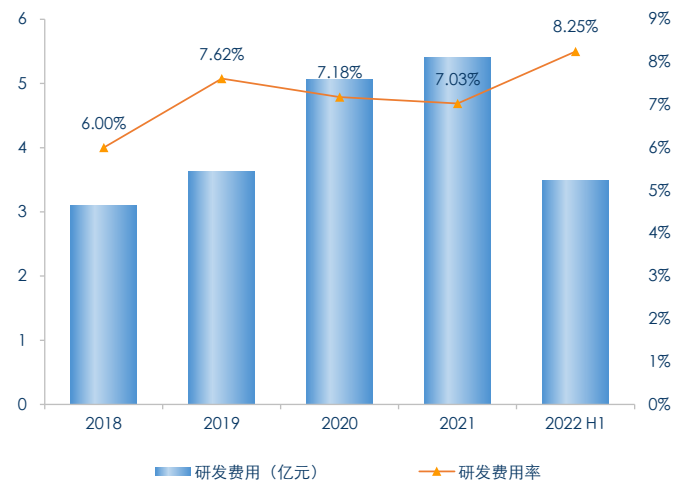
持续加大研发投入，研发体系不断壮大完善。公司持续加大新产品与新技术的研发投入，2021 年公司研发费用 5.4 亿元，占营业收入的 7.0%，同比增长 6.9%。截止至 2021 年年末，公司累计获得国外授权专利 26 项，国内专利 146 项，其中发明 83 项，领先的研发与创新能力促进了产品的高性价比和公司的持续稳定发展。加快重点产品的市场化进度，800G 系列光模块完成了向客户的送样、测试和认证，400G 硅光芯片 fab 良率的持续提升，为稳定量产做好了准备；800G 硅光芯片开发成功；400GZR 和 200GZR 等用于数据中心互联或电信城域网场景的产品已形成小批量生产和出货；同时旭创产业研究院进行了 CPO 关键技术的预研，并持续打造先进光子芯片产业化技术平台和 2.5D、3D 混合封装平台。

图表 94：中际旭创历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

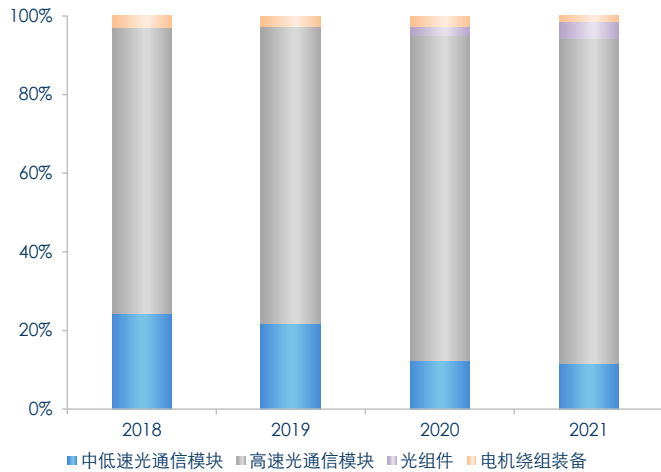
图表 95：中际旭创历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

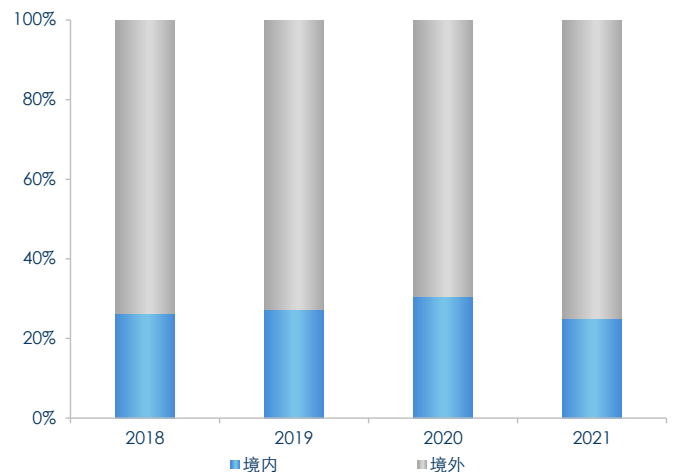
聚焦高端光模块市场，头部客户资源丰富。分产品看，公司聚焦高端市场，高速光通信模块占比逐年提升，2021 年占比达到 82.7%；分地区看，公司聚焦海外市场，头部客户资源丰富，海外收入占营业收入的比例约 70%。

图表 96：中际旭创各类产品收入占营收比重



资料来源：中际旭创年报，五矿证券研究所

图表 97：中际旭创境内与境外收入占营收比重



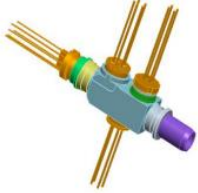
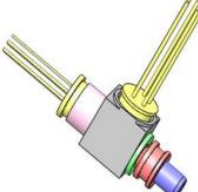
资料来源：中际旭创年报，五矿证券研究所

收购成都储翰，进一步补全光通信业务布局。公司于 2020 年 4 月签署股份转让协议，收购成都储翰 67.2% 股权，交易完成后成都储翰成为中际旭创的控股子公司，纳入合并范围。成都储翰是专注于接入网光模块和光组件、生产及销售的高新技术企业，拥有从芯片封装到光电器件到光电模块的垂直整合产品线，拥有全面的接入网光通信模块产品及其组合，包括传统的 G/EPON 和 10GEPON 系列产品和满足混合组网架构所使用的 COMBO 系列产品。

收购成都储翰进一步补全公司在光通信领域的业务布局，未来公司将进一步强化与成都储翰在供应链、技术、研发、生产、人员和市场各个环节的整合，充分发挥协同效应，把握接入网市场持续景气的市场机会。

剥离非主业资产，进一步聚焦主业。公司 2021 年 12 月 16 日发布转让全资子公司股权公告，公司和控股股东中际控股签订了《股权转让协议》，将全资子公司中际智能 100% 股权转让给中际控股，截至 2021 年 12 月 29 日止，股权交割已完成。公司剥离非主业资产，未来有望进一步集中资源发展高端光模块业务，有望持续提升公司盈利能力。

图表 98：成都储翰部分产品线

产品系列	产品外观	产品特性	产品特性及应用场景
固网接入用 光电组件		固网用光电组件是制造固网光模块的核心器件，按产品端口分OSA、TOSA、ROSA系列，按产品速率分1.25G、2.5G、10G系列，按用途分为OLT系列、ONU系列。	主要用于固网接入的光模块或者光猫，是构建光纤到户的百兆网、千兆网接入的关键产品。
无线接入用 光电组件		无线接入用光电组件是制造无线接入网用光模块的核心器件，按产品端口分OSA、TOSA、ROSA系列，按产品速率分10G、25G、50G系列。	用于制造无线接入（5G）网的光模块，包括前传、中传模块等。
PON 系列光 模块		PON系列光模块是构架固网的核心器件，承载将电信号转换为光信号或者光信号转换为电信号，包括用途分OLT系列、ONU系列，按速率分为2.5G、10G、40G等。	PON模块主要用于固网，用于固网接入和承载，是组成固网的核心器件。

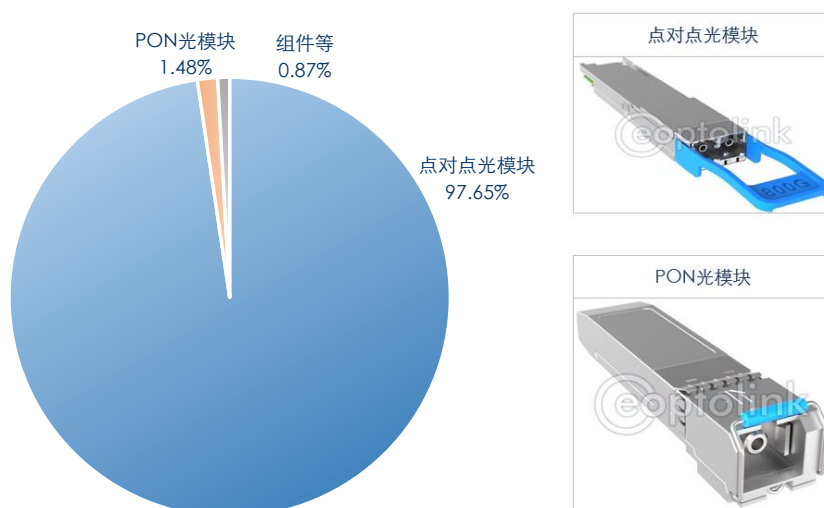
资料来源：中际旭创公司公告，五矿证券研究所

5.2、新易盛 (300502.SZ)：全球头部光模块厂商

全系列光通信应用光模块厂商。新易盛于 2008 年 4 月成立，总部位于四川省成都市，于 2016 年在创业板上市，是一家专注于光通信领域传输和接入技术的国家高新技术企业，致力于高性能光模块的研发、生产和销售，高度重视新技术和新产品研发，掌握高速率光器件芯片封装和光器件封装技术，应用领域覆盖了数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输、固网接入、智能电网、安防监控等领域。

产品方面，目前公司已成功研发出涵盖 5G 前传、中传、回传的 25G、50G、100G、200G 系列光模块产品并实现批量交付，同时是国内少数批量交付运用于数据中心市场的 100G、200G、400G 高速光模块，已成功推出 800G 光模块产品系列组合、基于硅光解决方案的 400G 光模块产品及 400GZR/ZR+ 相干光模块。**客户方面**，公司与全球主流通信设备商及互联网厂商有着良好的合作关系。

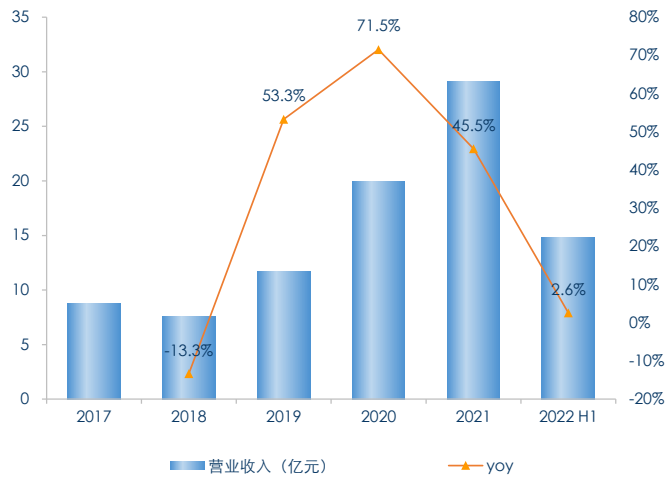
图表 99：新易盛 2021 年产品结构（按收入分类）



资料来源：新易盛公司公告，新易盛公司官网，五矿证券研究所

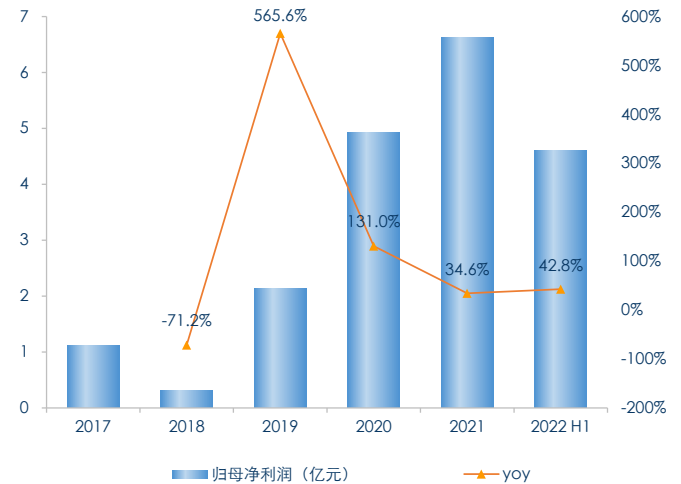
营收净利高增长。公司 2021 年实现营业收入 29.1 亿元，同比增长 45.6%，实现归母净利润 6.6 亿元，同比增长 34.6%，综合毛利率为 32.2%。2022 年上半年实现营业收入 14.8 亿元，同比增长 2.6%，实现归母净利润 4.6 亿元，同比增长 42.8%，扣非归母净利润为 3.6 亿元，同比增长 18.6%。公司 2022 年上半年毛利率为 33.7%，同比提升 0.9pct，净利率为 31.2%，同比提升 8.8pct，扣非净利率为 24.2%，同比提升 3.3pct。随着全球范围内数据中心市场景气度持续提升，全球市场对高速率光模块产品的需求增加，公司不断加强市场推广和客户拓展力度，产品及客户结构进一步优化，营收净利保持增长。

图表 100：新易盛历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 101：新易盛历年归母净利润及增速

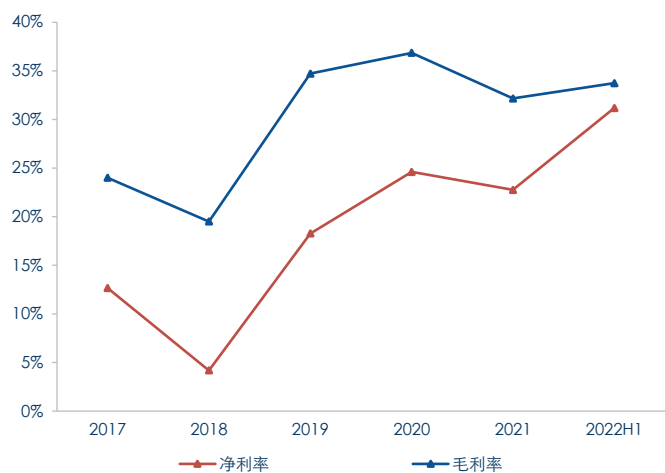


资料来源：Wind，五矿证券研究所

持续加大研发投入，毛利率企稳。公司持续增加研发投入，2021 年公司研发费用 1.1 亿元，占营业收入的 3.7%，同比增长 27.4%。截止 2021 年 12 月 31 日，公司累计获得授权专利 91 项，其中发明专利 27 项，实用新型专利 63 项，外观设计专利 1 项。公司高速率光模块、硅光模块、相干光模块等研发项目取得多项进展，通过内部培养和外部引进相结合的方法打造高战斗力的研发团队，与供应商、客户、各大专院校及科研院所加强技术交流与合作，不断提高公司研发人员的技术水平和创新能力，并通过建立多层次激励的薪酬体系吸引和留住优秀研发人才。

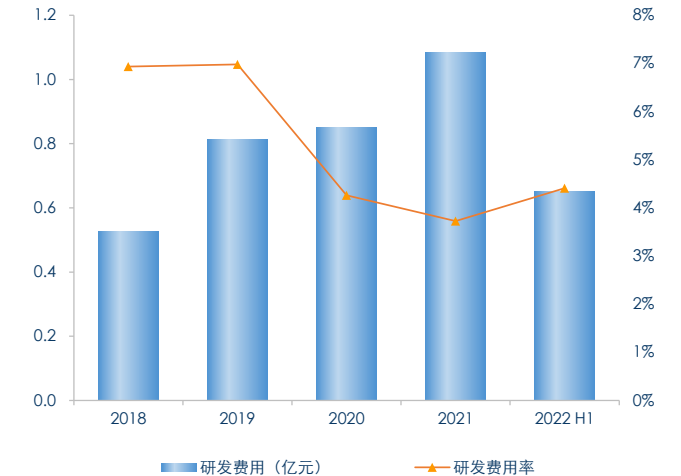
生产方面，公司持续进行工艺优化改良，进一步推进精益生产管理，实现“平衡生产线、标准化作业”等，使公司能灵活应对多品种、小批量、短交期的生产效率管理，减少库存，缩短生产周期时间，降低成本，保证质量和交货期，提高生产力。

图表 102：新易盛历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

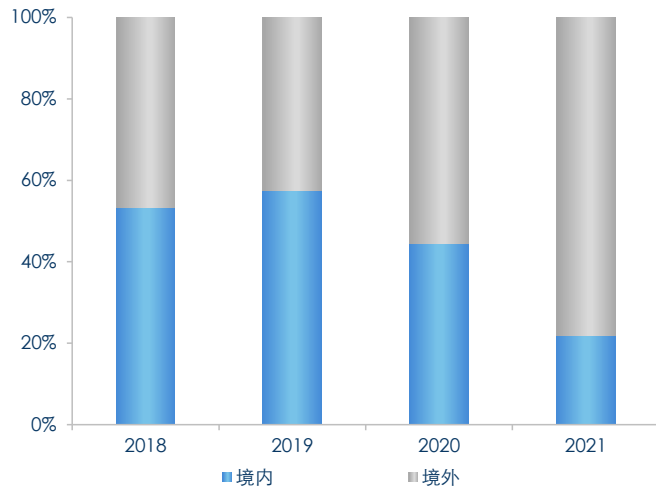
图表 103：新易盛历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

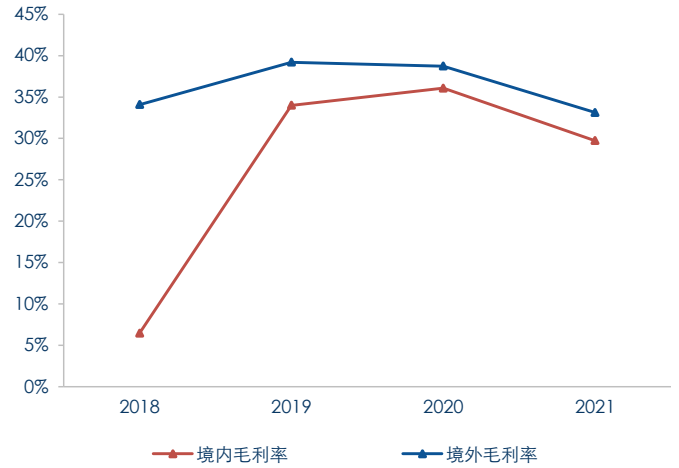
海外收入占比稳步增长，毛利率持续向好。分地区看，公司海外业务快速发展，占比持续提高，2021 年海外业务收入占比达 78.2%，海外业务毛利率高，随着海外市场收占比的提升，产品与客户结构的优化，有望进一步提升公司盈利能力。

图表 104：新易盛境内与境外收入占营收比重



资料来源：新易盛公司公告，五矿证券研究所

图表 105：新易盛境内与境外毛利率



资料来源：新易盛公司公告，五矿证券研究所

前瞻布局，开展关键技术研究。公司高速率光模块、硅光模块、相干光模块相关研发项目取得多项突破和进展，并成功推出 800G 光模块产品系列组合、基于硅光解决方案的 400G 光模块产品及 400GZR/ZR+相干光模块产品。据公司年报披露在研项目情况，公司覆盖了硅光、高速率、长距离、低功耗、定制化场景多个方向。

图表 106：新易盛在研项目情况统计

主要研发项目名称	项目目的	项目进展	拟达到的目标	预计对公司未来发展的影响
硅光技术光模块的研发	建立公司独有的硅光产品体系，创造业界前沿及高性能模块	部分完成	实现硅光子集成技术，达到行业先进水平	增加公司前沿产品市场竞争力，抢占高端客户市场
高速率光模块的研发	研发可应用于数据中心、电信市场的高速光模块	部分完成	开发高速率各种典型应用的光模块	有利于扩大数据中心及电信市场，提高公司市场竞争力
长距离传输高速光模块的研发	研发满足远距离传输和数通网络发展需求的高速光模块	部分完成	实现长距离传输高速光模块的开发和批量生产	有助于各大网络运营商顺利进行网络带宽升级，与客户建立稳健的长期合作关系。
低功耗高速光模块的研发	研发低功耗的高速光模块	部分完成	降低高速光模块的功耗	满足客户降低通信系统能源消耗的需求，有助于占据市场份额
特殊应用场景光模块研发	开发特殊应用场景的光模块	部分完成	满足客户定制化需求	有助于与客户建立稳健的长期合作关系

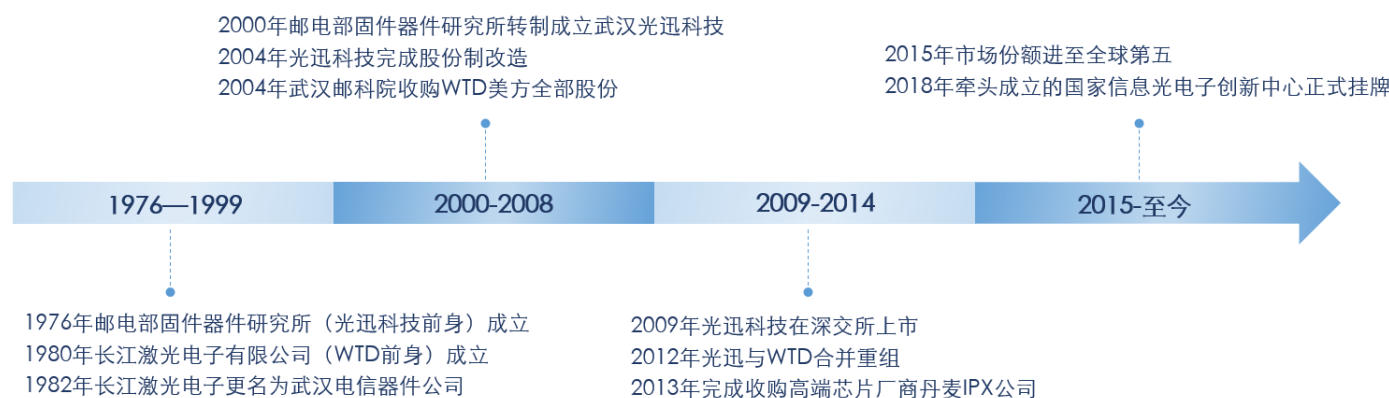
资料来源：新易盛公司公告，五矿证券研究所

5.3、光迅科技 (002281.SZ)：中国首家上市通信光电子器件公司

中国首家上市的通信光电子器件公司。光迅科技源于 1976 年成立的邮电部固体器件研究所，2001 年改制，2009 年在深交所上市，成为国内首家上市的光电子器件公司，2013 年公司收购高端芯片厂商丹麦 IPX 公司，切入核心芯片技术。公司从事光电芯片、器件、模块及子系统产品研发、生产、销售及技术服务，主要产品有光电子器件、模块和子系统产品。按应用领域可分为传输类产品、接入类产品、数据通信类产品。

公司设立有七大市场和销售平台，产品服务全球设备商、运营商、资讯商、行业网客户。公司目前与下游大型高增长、优质企业建立了长期稳定的合作关系，服务的客户主要包括有 Google、Infinera、华为、中兴、烽火等国内外知名客户，出口北美、欧洲、印度、韩国、巴西、日本等国家和地区。据公司 2022 年半年报披露，Omdia 最新统计数据公司整体市场份额为 7.1%。

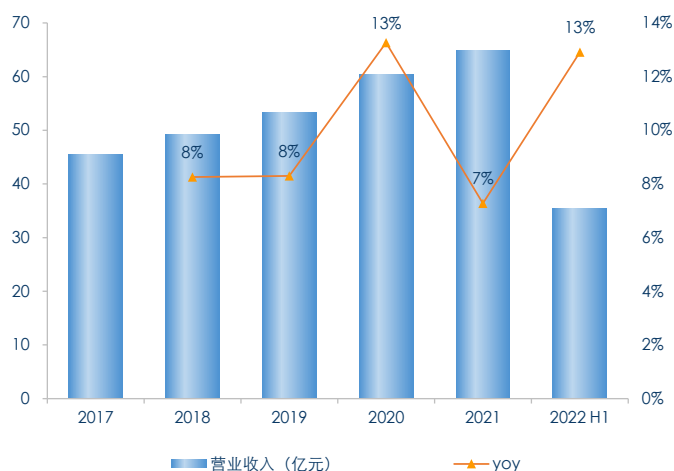
图表 107：光迅科技发展历史



资料来源：光迅科技公司官网，五矿证券研究所

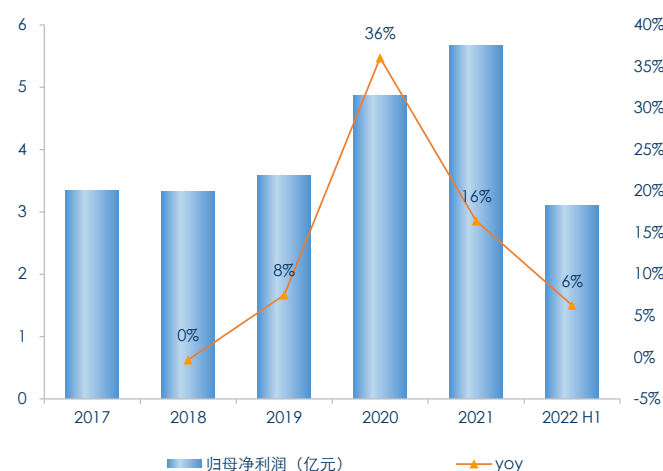
营收净利保持增长。公司 2021 年实现营业收入 64.9 亿元，同比增长 7.3%，实现归母净利润 5.7 亿元，同比增长 25.1%，综合毛利率为 24.2%。2022 年上半年实现营业收入 35.4 亿元，同比增长 12.9%，实现归母净利润 3.1 亿元，同比增长 6.3%。公司 2022 年上半年毛利率为 23.2%，同比下降 2.6pct，净利率为 8.3%，同比下降 0.5pct。2021 年公司在 5G 前传、10GPON、100G/200G/400G 数据通信模块、超宽带光放大器、新型智能器件、相干器件和模块等方面都取得了较好的进展。公司营收与净利保持平稳增长。

图表 108：光迅科技历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

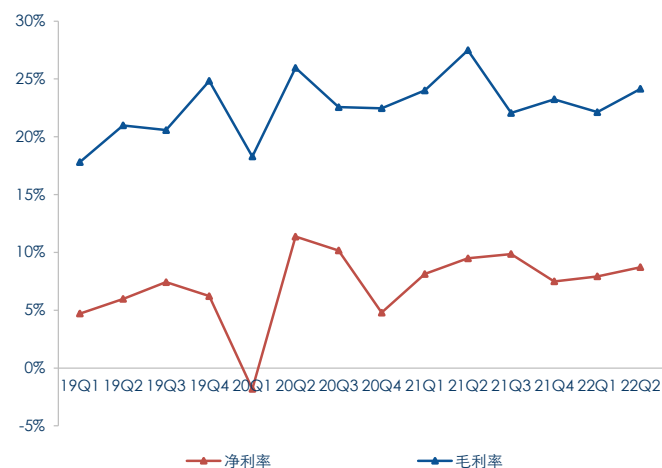
图表 109：光迅科技历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

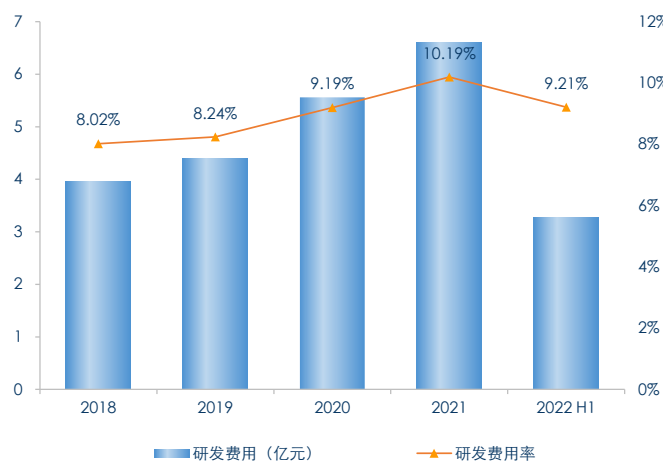
持续加大研发投入。目前公司已建成一个国家认定企业技术中心、两个省工程技术研究中心，光纤通信技术和网络国家重点实验室（有源光器/无源件集成研究部），已拥有一个省部级创新中心，不断革新技术、创造多样化产品。2021 年公司研发费用 6.6 亿元，占营业收入的 10.2%，同比增长 18.9%。公司拥有从芯片、器件、模块到子系统的垂直集成能力，拥有光芯片、耦合封装、硬件、软件、测试、结构和可靠性七大技术平台。在产品、技术、封装、交付、质量等方面建立了成熟的模式，涵盖从硬件、软件、结构、测试平台一体化布局，拥有自主可控和技术领先优势，具备大规模交付能力和良好的质量控制水平。

图表 110：光迅科技历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

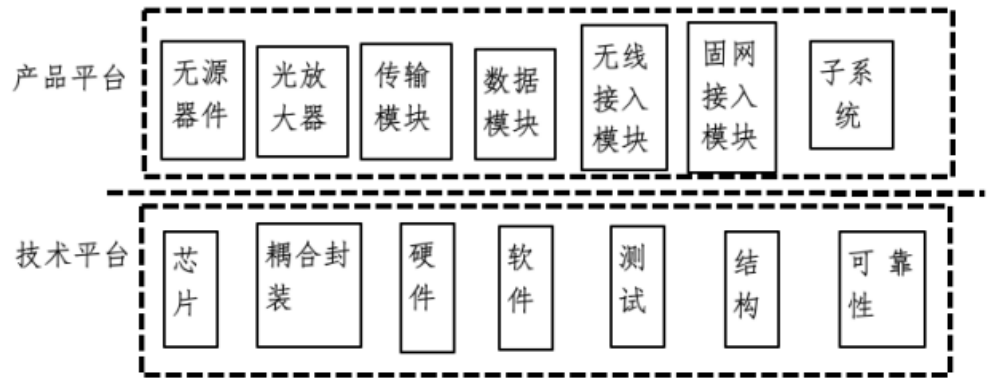
图表 111：光迅科技历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

进军光电子芯片领域。公司持续推进 25Gb/s、50Gb/s 高速激光器、探测器等光芯片的迭代开发，进一步加大对气密、非气密、光电混合集成等光电子器件封装技术研究，保持对光电子封装新技术的敏感度和预研跟踪。公司有 PLC（平面光波导）、III-V、SiP（硅光）三大光电芯片平台。PLC 芯片有 AWG、MCS 系列；III-V 芯片有激光器类（FP 芯片、DFB 芯片、EML 芯片、VCSEL 芯片）、探测器类（PD 芯片、APD 芯片）；SiP 芯片平台支持直接调制和相干调制方案。

图表 112：光迅科技产品和技术平台



资料来源：光迅科技公司公告，五矿证券研究所

定增获批，募投项目扩大产能，加速高端产品发展。5 月 9 日，证监会发行审核委员会审核通过了光迅科技申请的非公开发行股票事项。公司计划募集不超过 15.7 亿元，用于“高端光通信器件生产建设项目”和“高端光电子器件研发中心建设项目”。

“高端光通信器件生产建设项目”投产后将形成年产 5G/F5G 光器件 610.00 万只、相干器件、模块及高级白盒 13.4 万只、数通光模块 70 万只的规模，有助于提升公司生产能力，解决公司产能瓶颈，升级工艺平台及封装能力，提升高端产品供货能力。

“高端光电子器件研发中心建设项目”拟从总部调配 180 名研发技术人员，另引进 600 名研发技术人员，重点解决 5G、数据通信前沿核心光电子产品需求，满足下一代光通信接入、智能光网络、超高速数据中心的应用需求，搭建一个综合的研发平台，提高公司整体研发水平，加快公司产品更新迭代，拓展业务发展链条。

图表 113：光迅科技定增募投项目（单位：万元）

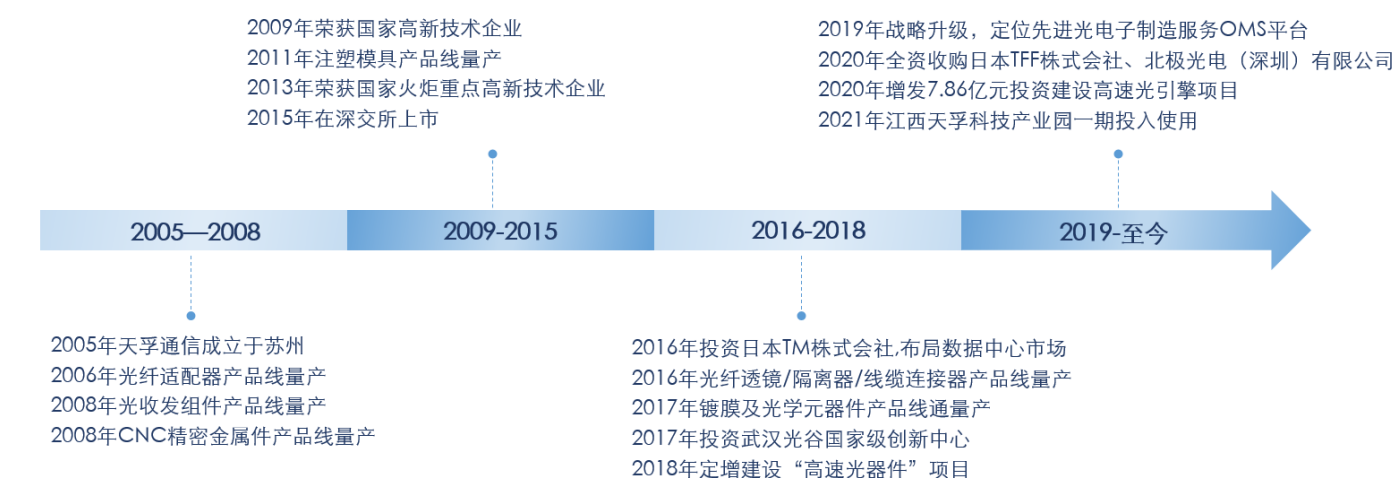
项目名称	投资总额	拟使用募集资金额
高端光通信器件生产建设项目	128474.29	95477.32
高端光电子器件研发中心建设项目	87952.08	61832.68
合计	216426.37	157310.00

资料来源：光迅科技公司公告，五矿证券研究所

5.4、天孚通信（300394.SZ）：稀缺平台型光器件厂商，顺利突破激光雷达

全球光器件核心部件领域的领先企业，光器件一站式解决方案提供商。天孚通信成立于 2005 年，2015 年在创业板上市，是领先的光器件整体解决方案提供商，主要产品包括光组件、光器件等，在精密陶瓷、工程塑料、复合金属、光学玻璃等基础材料领域积累沉淀了多项全球领先的工艺技术，形成了波分复用耦合、PLC 芯片制造测试、FAU 光纤阵列设计制造、TO-CAN/BOX 芯片封测、并行光学设计制造、微光学光路模拟设计装配、光学元件冷加工与镀膜、纳米级精密模具设计制造、金属材料微米级制造、陶瓷材料成型烧结等技术和创新平台。2018、2019、2020、2021 连续四年荣获亚太光通信委员会和网络电信信息研究院评选的“中国光器件与辅助设备及原材料最具竞争力企业 10 强”奖项，连续多年被行业主流客户评为优秀供应商。

图表 114：天孚通信发展历史

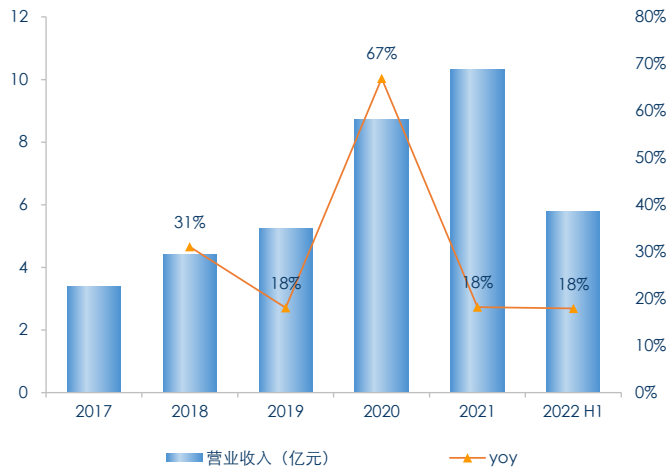


资料来源：天孚通信公司官网，五矿证券研究所

营收净利持续增长，盈利能力保持稳定。公司 2021 年实现营业收入 10.3 亿元，同比增长 18.2%，实现归母净利润 3.1 亿元，同比增长 9.8%，综合毛利率为 49.7%。2022 年上半年实现营业收入 5.8 亿元，同比增长 17.9%，实现归母净利润 1.7 亿元，同比增长 25.5%。公司 2022 年上半年毛利率为 48.6%，同比下降 3.3pct，净利率为 30.2%，同比提升 1.8pct。公司营收净利持续增长，主要受益于公司积极开发海内外优质客户以及全球数据中心规模建设带动对光器件产品需求的持续增长，同时公司利用募集资金建设的“面向 5G 及数据中心的高速光引擎建设项目”，经过持续的研发投入，已顺利实现规模量产。

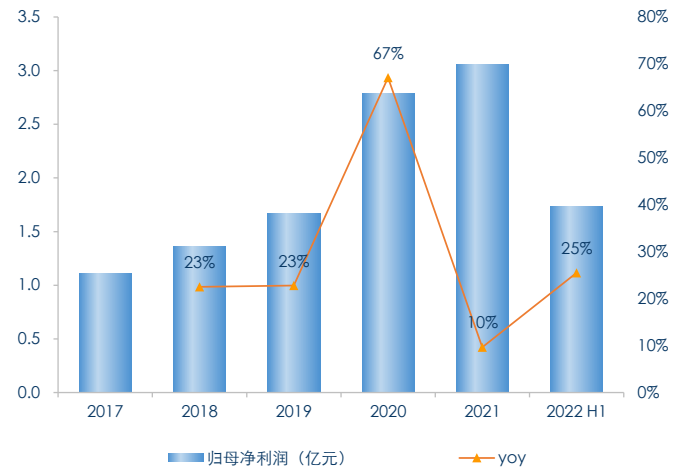
从产品结构看，电信领域受制于中国 5G 基站建设进程周期性波动影响，市场对产品需求不增反降，光有源器件 2021 年实现营业收入 8499 万元，同比下降 27.1%；数通领域，因流量需求增长、云计算、元宇宙场景等，市场对光器件产品的需求持续稳步增长。

图表 115：天孚通信历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

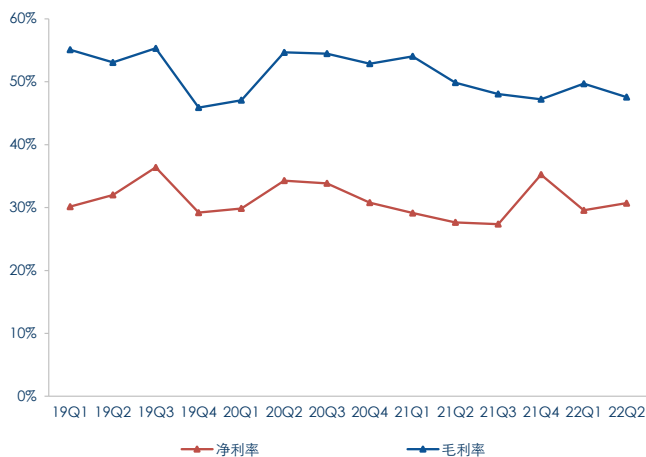
图表 116：天孚通信历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

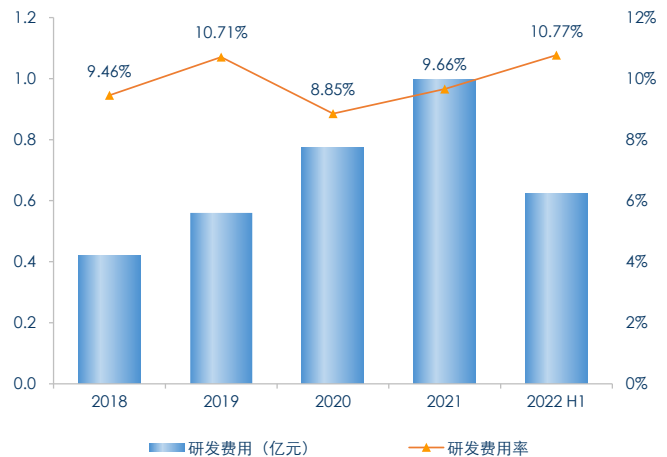
持续加大研发投入，明确智慧工厂战略。2021 年上半年公司研发费用 6219.8 万元，占营业收入的比例为 10.8%，同比增长 17.9%。目前已形成以苏州为总部研发中心，日本和深圳为研发分支，江西为量产基地，美国、深圳、武汉为技术支持分支的网状布局，形成了集研产销为一体的全球化产业布局。此外，公司制定了信息化建设三年发展规划，全面升级建设 ERP、MES、PLM、SRM、OA 等系统，公司江西天孚新工厂 2021 年顺利完成搬迁工作并正式投产使用，同时启动建立东南亚海外生产基地，利用全球不同地域的差异化优势，深化全球生产资源布局，以长期应对全球不同地区客户的个性化需求。

图表 117：天孚通信历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 118：天孚通信历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

高速光引擎业务进展顺利，形成差异化竞争壁垒。2021 年 2 月，公司完成“面向 5G 及数据中心的高速光引擎建设项目”7.9 亿元定增，2021 年公司高速光引擎建设项目进展顺利，产品从小批量转入批量生产，公司从分立式元器件向混合集成光器件平台转型升级，一站式解决客户高速率器件需求，形成差异化竞争壁垒。

图表 119：天孚通信高速光引擎募投项目情况（单位：万元）

项目名称	项目总投资金额	拟使用募集资金金额
面向 5G 及数据中心的高速光引擎建设项目	78600	78600
合计	78600	78600

资料来源：天孚通信公司公告 五矿证券研究所

收购北极光电，进一步扩大产品战略版图。公司于 2020 年 8 月以自有资金 9900 万元收购北极光电，北极光电主营高端镀膜、Optical Filter、Filter Block、WDM 产品线，深耕海外市场多年，为全球范围多家知名客户提供服务，拥有深厚的工艺技术积累，显著提升了公司在光器件领域的核心技术储备，丰富了战略性产品布局。

图表 120：北极光电发展历程



资料来源：北极光电官网，五矿证券研究所

横向拓展激光雷达、医疗检测等新版块，培育新的业务增长点。公司紧跟各领域科技升级迭代的市场机遇，围绕光器件平台的基础能力加大研发投入，并专人专项推动跨领域应用研究，为激光雷达和医疗检测领域多个客户进行产品送样，目前已实现部分客户小批量交付。

5.5、光库科技 (300620.SZ)：全球头部铌酸锂调制器厂商

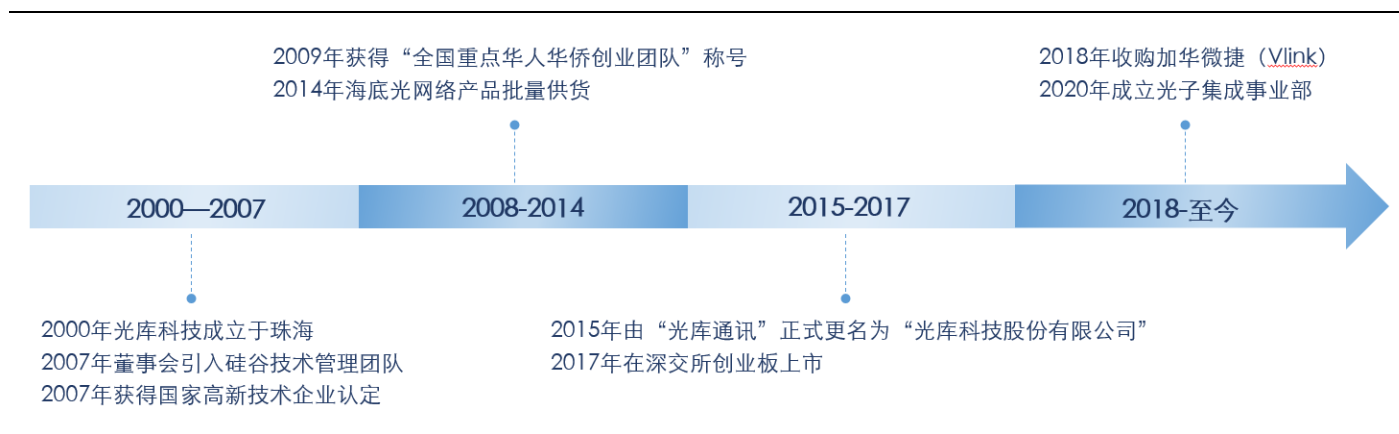
光纤器件领先厂商，全球三家主要的铌酸锂调制器供应商之一。光库科技成立于 2000 年，于 2017 年在创业板上市，总部位于珠海，是专业从事光纤器件、铌酸锂调制器件及光子集成器件的设计、研发、生产、销售及服务的高新技术企业，产品应用在光纤激光、光纤通讯、数据中心、无人驾驶、光纤传感、医疗设备、科研等领域，销往欧、美、日等 40 多个国家和地区。光库科技是全球仅有的几家海底长途光网络核心器件供货商，2020 年公司收购 Lumentum 旗下的铌酸锂调制器产线，成立光子集成事业部，专注于光学芯片和集成模块的研发及产业化，进入铌酸锂调制器芯片新领域，是目前在超高速调制器芯片和模块产业化、规模化领先的三家公司之一。

公司主要产品包括光纤激光器件、光通讯器件、铌酸锂调制器件及光子集成器件：

- 光纤激光器件主要产品包括隔离器、合束器、光纤光栅、激光输出头等，主要应用于光纤激光器、激光雷达、无人驾驶等领域；
- 光通讯器件主要产品包括隔离器、波分复用器、偏振分束/合束器、光纤光栅、镀金光纤等，主要应用于密集波分复用传输等领域。SR4/PSM 跳线、单模/多模 MT-MT 跳线、插芯-光纤阵列、保偏型光纤阵列、保偏型光纤尾纤、WDM 模块、MPO/MTP 光纤连接器等，主要应用于数据中心、云计算、5G 产业链等领域；

铌酸锂调制器件及光子集成器件主要产品包括 400/600G 铌酸锂相干调制器、100/200G 铌酸锂相干调制器、10Gbps 零啁啾强度调制器、20/40GHz 模拟强度调制器、有线电视用双输出模拟调制器等，主要应用于超高速干线光通信网、海底光通信网、城域核心网、CATV 网络、微波光子、测试及科研等领域。

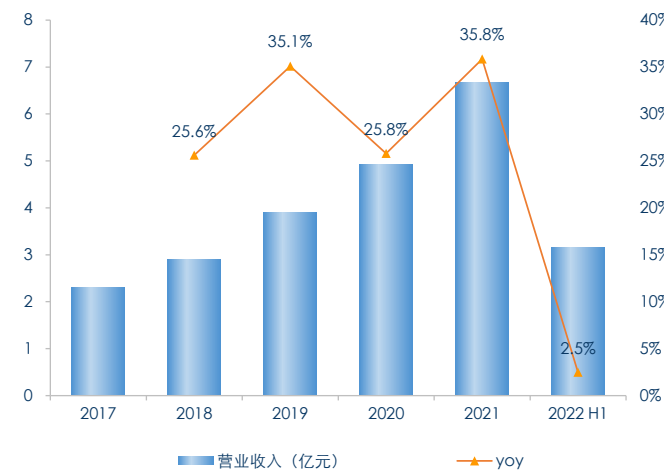
图表 121：光库科技发展历史



资料来源：光库科技公司官网，五矿证券研究所

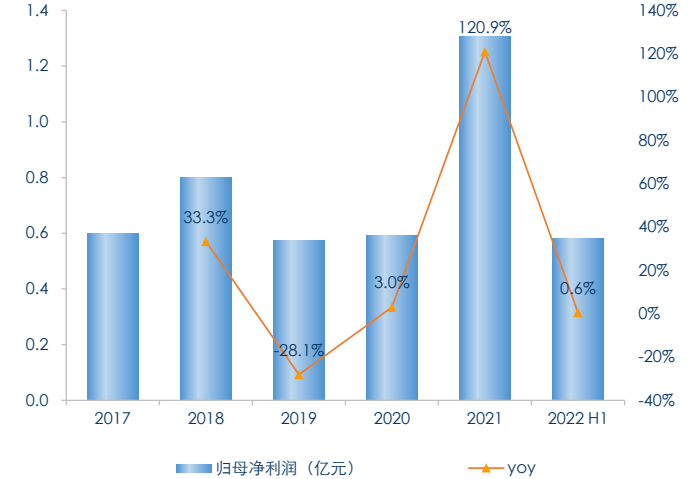
收入业绩高增长，行业持续高景气。公司 2021 年实现营业收入 6.7 亿元，同比增长 35.8%，实现归母净利润 1.3 亿元，同比增长 120.9%，综合毛利率为 42.0%。2022 年上半年实现营业收入 3.2 亿元，同比增长 2.5%，实现归母净利润 0.6 亿元，同比增长 0.6%。公司 2022 年上半年毛利率为 37.4%，同比下降 4.3pct，净利率为 18.4%，同比下降 0.4pct。

图表 122：光库科技历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

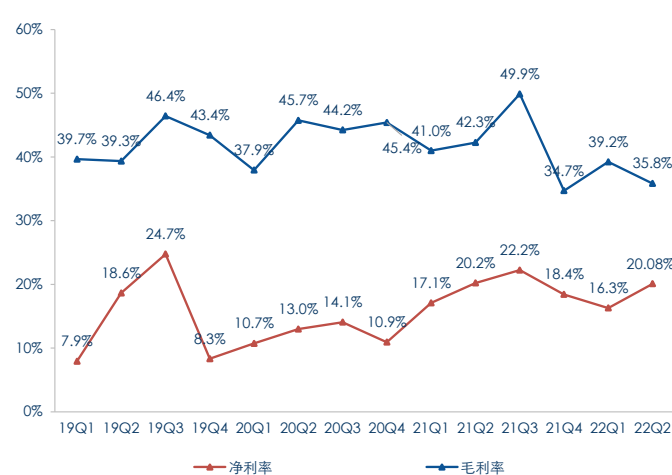
图表 123：光库科技历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

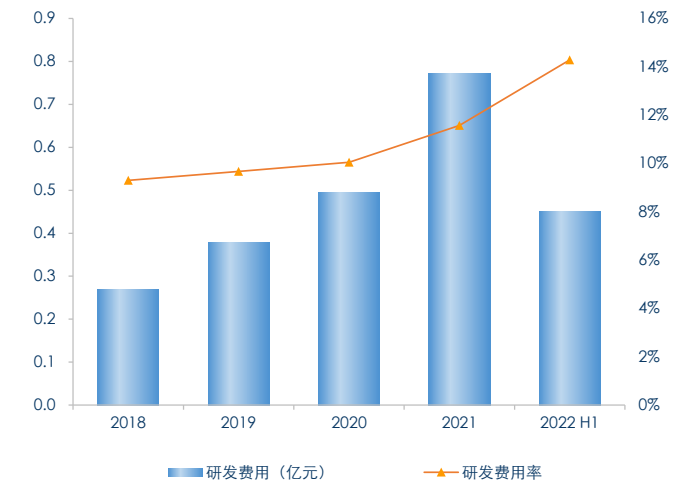
专注光器件领域，持续加大研发投入。2021 年公司研发费用 0.8 亿元，占营业收入的 11.6%，同比增长 56.6%。公司一直专注光器件领域，其自主研发的多款宇航级无源器件在“嫦娥三号”、“嫦娥四号”、“嫦娥五号”上采用。公司已掌握先进的光纤器件设计和封装技术，铌酸锂调制器芯片制程和模块封装技术、高功率器件散热技术、光纤器件高可靠性技术、保偏器件对位技术、光纤端面处理技术等均处于国际先进水平。截止至 2021 年末，公司及子公司共拥有知识产权 126 项：其中发明专利 11 项，实用新型专利 106 项，软件著作权 9 项。

图表 124：光库科技历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 125：光库科技历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

产品稳定可靠，与大客户合作紧密。公司产品得到了国内外的主流光纤激光器厂家的普遍认可。公司客户包括国外知名的激光器生产商 Trumpf Group、Coherent、Spectra-Physics 等，国内领先的激光器生产商杰普特、创鑫激光、光惠激光、大族激光等，国内外知名光通讯企业 Ciena、Finisar、Lumentum、藤仓、中际旭创等，国内外著名科研机构中科院上海光机所、中科院半导体所、中国光学工程学会、斯坦福大学、东京大学、中科院、清华大学等。

图表 126：光库科技部分荣誉示意图



资料来源：光库科技官网，五矿证券研究所

铌酸锂募投项目稳步推进，进入光子芯片领域。公司于 2019 年以现金方式收购 Lumentum Holdings Inc.及其附属公司位于意大利 SanDonato 及其代工厂的 LiNbO₃（铌酸锂）系列高速调制器产品线相关资产；并于 2020 年定增募资 7.1 亿元，用于铌酸锂高速调制器芯片研发及产业化项目和补充流动资金；2020 年 10 月公司成立光子集成事业部，并于 2020 年 12 月正式启动铌酸锂高速调制器芯片研发及产业化募投项目建设，完成中国、意大利双研发中心的布局，截止至 2021 年末，募投项目已完成主体工程施工，目前正在进行内部装修、配套工程施工和工艺平台搭建，进展顺利。

图表 127：光库科技定增募集资金项目投向（单位：万元）

项目名称	项目投资总额	拟投入募集资金
铌酸锂高速调制器芯片研发及产业化项目	58500	54000
补充流动资金	17000	17000
合计	75500	71000

资料来源：光库科技公司公告，五矿证券研究所

收购加华微捷，进入数据中心产业链。2018 年公司以自有资金 1.5 亿元收购加华微捷 100% 股权，通过收购加华微捷进入数据中心、云计算和 5G 产业链。加华微捷于 2015 年在深圳成立，主要从事研究开发、生产、销售高端光纤连接产品和微光学连接产品等，在高速数通光收发模块中所需的微型连接产品技术领域处于相对领先的地位，2021 年实现营收 8592.6 万元，实现归母净利润 1552.9 万元。

图表 128：加华微捷相关产品示意图（高速模块微连接）



资料来源：加华微捷官网，五矿证券研究所

成立激光雷达事业部，积极布局市场机遇。激光雷达领域是公司未来的重要发展方向之一，2021 年公司成立激光雷达事业部，为国内外多家基于光纤激光器 1550nm 光源方案的激光雷达公司提供全系列高性能、低成本、高可靠性的光纤元器件，2021 年完成了进入汽车行业供应链必备的 IATF16949 质量认证体系的符合性认证，并自主开发了面向 ToF 激光雷达应用基于钕镱共掺光纤放大器的 1550nm 光源模块。

在市场布局方面，公司积极布局 FMCW 激光雷达应用市场，目前公司可以为 FMCW 激光雷达提供铌酸锂 IQ 调制器，未来基于公司的薄膜铌酸锂调制器平台，公司将开发应用于 FMCW 激光雷达的窄线宽半导体激光器和薄膜铌酸锂调制器的集成光源模块，助力 FMCW 激光雷达的发展和市场化。

5.6、炬光科技（688167.SH）：激光元器件领先企业，进军激光雷达市场

高功率半导体激光器领导者。炬光科技于2007年在西安成立，2021年在科创板上市，主要从事激光行业上游的高功率半导体激光元器件（“产生光子”）、激光光学元器件（“调控光子”）的研发、生产和销售，目前正在拓展激光行业中游的光子应用模块和系统的研发、生产和销售，形成了高功率半导体激光元器件“产生光子”、激光光学元器件“调控光子”、光子应用模块和系统“提供解决方案”的战略布局。公司在固体激光器泵浦源、光纤激光器核心器件、高端工业制造、医疗健康等领域的销售收入占比较高。目前正在拓展智能辅助驾驶、半导体集成电路芯片制程、显示面板制造等新兴应用领域。

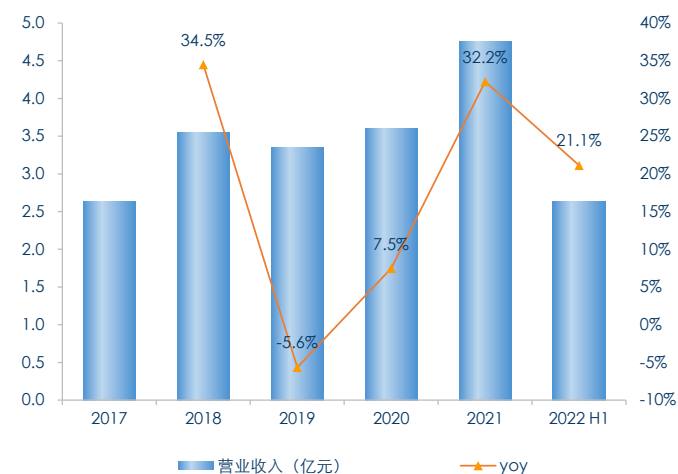
图表 129：炬光科技发展历史



资料来源：炬光科技公司官网，五矿证券研究所

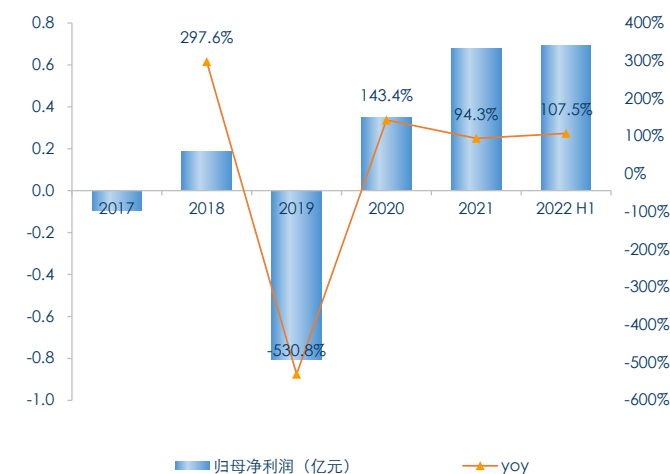
营收净利稳定增长，盈利能力快速提升。公司2021年实现营业收入4.8亿元，同比增长32.2%，实现归母净利润0.7亿元，同比增长93.2%，综合毛利率为54.3%。2022年上半年实现营业收入2.6亿元，同比增长21.1%，实现归母净利润0.69亿元，同比增长107.5%。公司2022年上半年毛利率为55.4%，同比提升1.0pct，净利率为26.2%，同比提升11.6pct。

图表 130：炬光科技历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

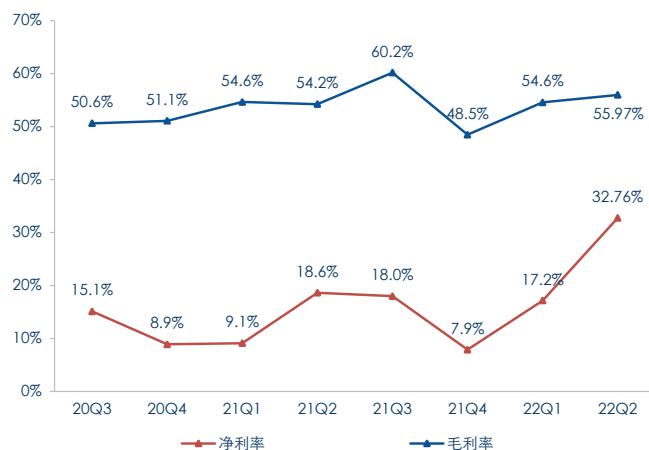
图表 131：炬光科技历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

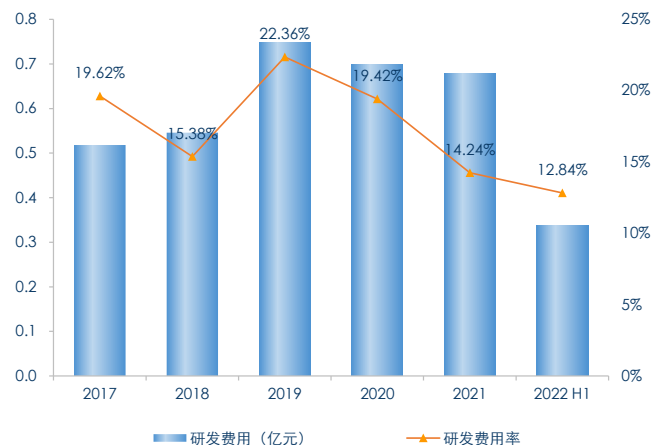
持续研发，不断加强技术储备。公司在中国西安、东莞和德国多特蒙德、美国圣何塞配置核心技术团队，具有博士后科研工作站。2021年公司研发费用0.7亿元，占营业收入的14.2%，同比下降3.0%。公司自主研发了制备金锡薄膜界面材料的工艺技术，实现了批量生产，2020年进入台积电供应链。截至2021年12月31日，公司拥有包括美国、欧洲、日本、韩国等境外专利113项，境内发明专利119项、实用新型专利149项和外观设计专利32项。

图表 132：炬光科技历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

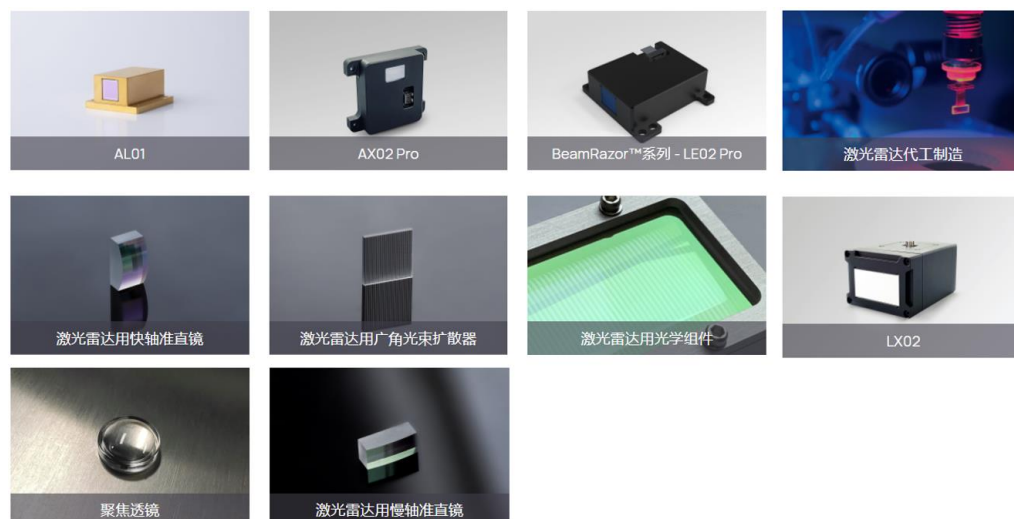
图表 133：炬光科技历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

拥有车规级汽车应用（激光雷达）核心能力，项目有序推进。公司于2016年起开始研发的高峰值功率固态激光雷达面光源已与汽车客户签订供货合同，现已进入批量生产阶段。2020年炬光科技已通过IATF16949质量管理体系认证、德国汽车工业协会VDA6.3过程审核，拥有车规级激光雷达发射模组设计、开发、可靠性验证、批量生产等核心能力，并通过首个汽车量产项目积累了大量可靠性设计及验证经验。已与北美、欧洲、亚洲多家知名企业达成合作意向或建立合作项目，包括美国纳斯达克激光雷达上市公司VelodyneLiDAR、Luminar、福特旗下知名无人驾驶公司ArgoAI等，其中激光雷达线光源产品已与多家客户建立新产品开发项目。公司为德国大陆集团提供激光雷达发射模组已进入量产爬坡阶段。

图表 134：炬光科技激光雷达相关产品



资料来源：炬光科技官网，五矿证券研究所

5.7、长光华芯（688048.SH）：中国半导体激光芯片龙头

中国半导体激光芯片龙头。长光华芯 2012 年在苏州成立，于 2022 年在科创板上市，公司聚焦半导体激光行业，核心产品为半导体激光芯片，致力于高功率半导体激光器芯片、高速光通信半导体激光芯片、高效率半导体激光雷达 3D 传感芯片及相关光电器件和应用系统的研发生产和销售，产品广泛应用于工业激光器泵浦、激光先进制装备、生物医学及美容、高速光通信、机器视觉与传感等。**长光华芯是半导体激光行业全球少数具备高功率激光芯片量产能力的企业之一，打破了中国激光行业上游核心环节半导体激光芯片依赖国外进口的局面。**

拥有完备的产品体系，纵横向一体化布局。产品方面，公司紧跟下游市场发展趋势，不断开发具有领先性的产品、创新优化生产制造工艺、布局建设生产线，已形成由半导体激光芯片、器件、模块及直接半导体激光器构成的四大类、多系列产品矩阵，为半导体激光行业的垂直产业链公司。业务方面，公司横向拓展建立高效率 VCSEL 激光芯片和高速光通信芯片两大产品平台，同时纵向延伸开发器件、模块及终端直接半导体激光器，上下游协同发展，公司综合实力逐步提升。**据公司招股书披露，公司高功率半导体激光芯片全球市场份额为 3.9%，国内市场占有率为 13.4%。**

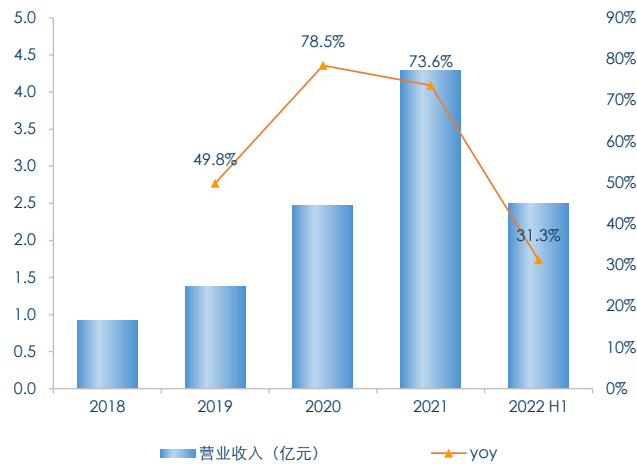
图表 135：长光华芯主要产品系列



资料来源：长光华芯招股说明书，五矿证券研究所

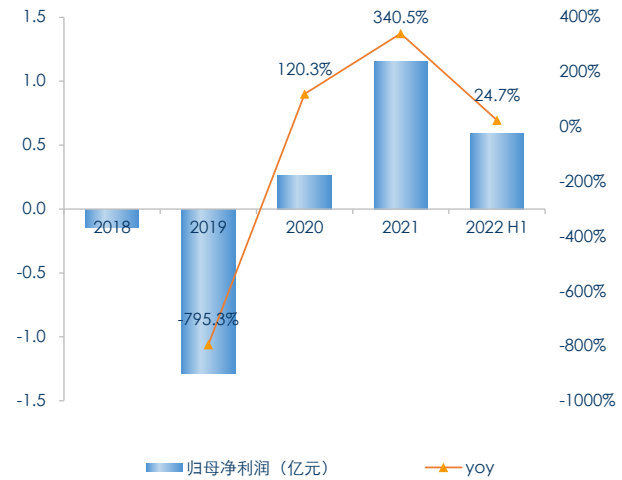
2020 年归母净利润实现扭亏为盈，营收净利高增长。公司 2021 年实现营业收入 4.3 亿元，同比增长 73.6%，实现归母净利润 1.2 亿元，同比增长 340.5%，综合毛利率为 52.8%。2022 年上半年实现营业收入 2.5 亿元，同比增长 31.3%，实现归母净利润 0.6 亿元，同比增长 24.7%。公司 2022 年上半年综合毛利率为 53.4%，同比提升 0.5pct，净利率为 23.6%，同比下降 1.2pct。

图表 136：长光华芯历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

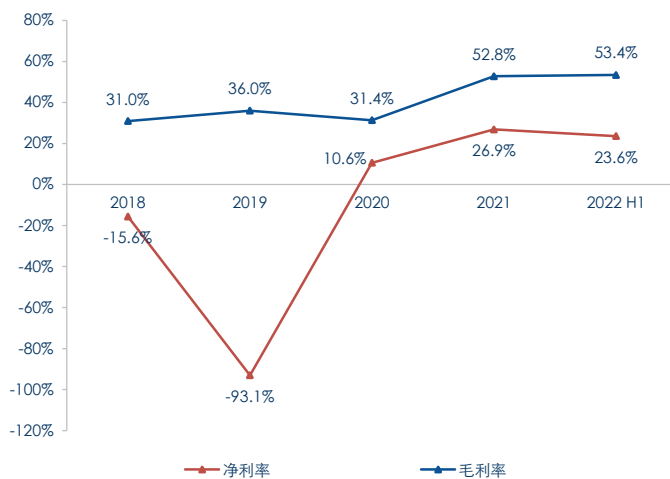
图表 137：长光华芯历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

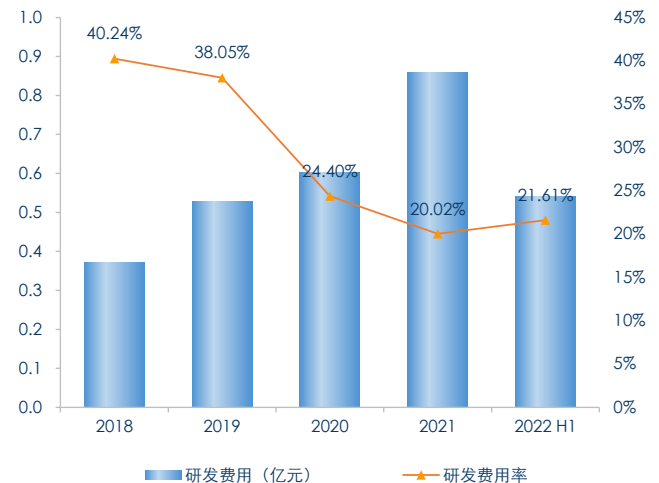
持续研发投入，不断强化技术创新。2021 年公司研发费用 0.9 亿元，占营业收入的 20.0%，同比增长 42.4%。公司拥有半导体激光芯片设计、外延生产、晶圆制造、芯片加工及封装测试等全流程工艺技术，公司核心技术包括器件设计及外延生长技术、FAB 晶圆工艺技术、腔面钝化处理技术、封装技术及高亮度合束及光纤耦合技术等。公司已建成覆盖芯片设计、外延生长、晶圆处理工艺（光刻）、解理/镀膜、封装测试、光纤耦合等 IDM 全流程工艺平台和 3 吋、6 吋量产线，应用于多款半导体激光芯片开发，突破一系列关键技术，是少数研发和量产高功率半导体激光芯片的公司之一。

图表 138：长光华芯历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 139：长光华芯历年研发费用及研发费用率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

打破中国激光领域“有器无芯”的局面，良率复合增长率达 33.4%。公司自设立以来，独立承担、牵头主持或参与国家科技部“十三五”国家重点研发计划项目等众多国家级科技攻关项目，设立了国家级博士后工作站、江苏省博士后创新实践基地、江苏省工程技术中心、江苏省研究生工作站及苏州市工程技术中心等。

公司拥有多项关键核心技术，包括器件设计及外延生长技术、FAB 晶圆工艺技术、腔面钝化处理技术、高亮度合束及光纤耦合技术等等，公司产品在功率、电光转换效率、寿命等方面屡次突破。随着公司生产技术不断提高及生产工艺不断改进，2018 年至 2020 年激光芯片生产的良率不断提高，复合增长率达到 33.4%。2021 年公司实现 30W 高功率半导体单管芯片的量产。

图表 140：长光华芯产品研发和产业化的主要进展情况

年份	事件
2012 年	建成包括芯片设计、封装测试、光纤耦合等工艺产线
2013 年	实现光纤耦合模块、阵列模块的全面量产
2017 年	1、率先提出和推行 976nm 光纤激光器泵浦方案 2、推出 360w200μm976nm 波长锁定光纤耦合模块产品
2018 年	1、成立 VCSEL 事业部，横向扩展，建立 VCSEL 芯片 6 吋线 2、成立激光系统事业部，纵向延伸 3、推出 1000w940nm 巴条芯片 4、推出 180w135μm/280w200μm/350w200μm976nm 光纤耦合模块产品
2019 年	1、推出 15w 高功率半导体单管芯片 2、推出 600w200μm976nm 光纤耦合模块 3、推出各系列直接半导体激光器
2020 年	1、推出 18W、25W 高功率半导体单管芯片 2、推出 VCSEL 面发射半导体激光芯片 3、导入 InP 光通信芯片制造工艺和产线
2021 年	实现 30W 高功率半导体单管芯片的量产

资料来源：长光华芯招股说明书，五矿证券研究所

产品服务行业龙头客户，突破核心关键工艺技术。公司已逐步实现高功率、高可靠性、高效率、宽波长范围单管芯片的国产化，可量产功率达到 30W，波长范围覆盖 808-1064nm，电光转换效率达 60%至 65%，产品技术水平与国外先进水平同步。发射单管芯片成功导入锐科激光、创鑫激光及大族激光等主流激光器及激光设备厂商；公司高功率巴条芯片可实现连续（CW）50-250W 激光输出，准连续脉冲（QCW）500-1000W 激光输出，电光转换效率 63%以上，波长包括 808、940nm，广泛应用于固态激光器泵浦源，服务于多家国家级骨干单位。

IPO 募资扩充产能，不断提升综合竞争力。公司拟首次公开发行不超过 3390 万股人民币普通股，占发行后股份总数的 25.0%，拟募集资金 13.5 亿元，实际募集资金 27.4 亿元，公司募集资金分别投向“高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目”、“垂直腔面发射半导体激光器（VCSEL）及光通讯激光芯片产业化项目”、“研发中心建设项目”三项，募投项目的实施可以进一步扩大公司业务规模，为公司未来发展提供新的增长点并快速补充营运资金，为公司业务发展提供资金支持，不断提高综合竞争力，巩固并提升行业地位和盈利能力。

图表 141：长光华芯募集资金投资项目情况（单位：万元）

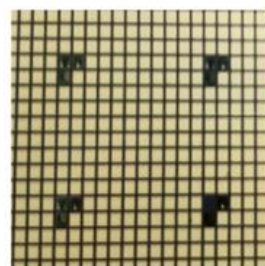
项目	金额	占比
高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目	59933.25	44.46%
垂直腔面发射半导体激光器（VCSEL）及光通讯激光芯片产业化项目	30504.81	22.63%
研发中心建设项目	14365.51	10.66%
补充流动资金	30000	22.25%
合计	134803.6	100%

资料来源：长光华芯招股说明书，五矿证券研究所

公司 VCSEL 系列产品应用于消费电子及激光雷达，有望打开新的增长空间。VCSEL 具有效率高、光束质量好、精度高、功耗低、小型化、高可靠、调制速率快、可大量生产、制造成本低等优势，是激光雷达和 3D 传感等模组的核心部件，有望成为下一波高科技主流的必需元器件。消费电子领域，VCSEL 作为 3D 传感技术的基础传感器，受益于物联网传感技术的广泛应用，其应用市场规模不断增加，以 VCSEL 为发射源的 3D 立体照相机作为应用场景的核心部件有望迎来高速发展。

据公司招股说明书披露，公司具备边发射和面发射 VCSEL 两大制造工艺及产品体系，建立了国内全制程 6 吋 VCSEL 产线，公司研发的面发射高效率 VCSEL 系列产品已通过相关客户的工艺认证，目前已获得相关客户 VCSEL 芯片量产订单，产品应用领域扩展至激光雷达及 3D 传感领域。

图表 142：长光华芯高功率 VCSEL 系列产品示意图



VCSEL-1W-808 CW

VCSEL 均匀阵列芯片具有高功率、高效率、高可靠性等特点，并满足客户的定制化需求。适用于适用于飞行时间（TOF）3D 传感方案，广泛应用于人脸识别、无人驾驶、智能安防、AR/VR 等领域。

资料来源：长光华芯官网，五矿证券研究所

5.8、仕佳光子（688313.SH）：中国领先的光电子核心芯片厂商

中国领先的光电子核心芯片供应商。仕佳光子 2010 年成立于河南省鹤壁市，于 2020 年在科创板上市，公司聚焦光通信行业，主营业务包括光芯片及器件、室内光缆、线缆材料三大板块，2021 年实现收入占比分别为 45.4%、27.6%、27.1%。其中，光芯片及器件产品包括 PLC 分路器芯片系列产品、AWG 芯片系列产品、DFB 激光器芯片系列产品、光纤连接器和隔离器，主要应用于光纤接入网、数据中心、5G 承载光网、骨干网及城域网等场景；室内光缆主要应用在通信设备互联、室内引入和布线、通信基站和数据中心等场景；线缆材料主要应用于通信线缆、汽车线缆、电子电器线缆、电力线缆等产品的绝缘和护套材料。

PLC 分路器芯片全球市占率第一。公司于 2012 年 9 月发布 PLC 分路器芯片，并于 2013 年开始量产，据 ElectroniCast 报告公布的市场规模推算，公司 PLC 分路器芯片 2017 年、2018 年的市场占有率分别为 45.4%、53.9%，公司 PLC 分路器芯片实现全球市场占有率第一。

图表 143：仕佳光子发展历史

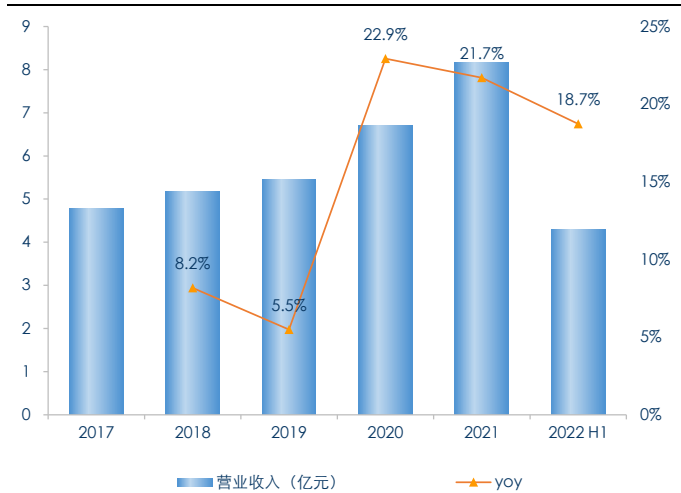


资料来源：仕佳光子公司官网，五矿证券研究所

营收净利稳定增长，产品结构不断优化。公司 2021 年实现营业收入 8.2 亿元，同比增长 21.7%，实现归母净利润 0.5 亿元，同比增长 31.8%，综合毛利率为 25.32%。2022 年上半年实现营业收入 4.3 亿元，同比增长 18.7%，实现归母净利润 0.3 亿元，同比增长 182.7%。公司 2022 年上半年毛利率为 24.7%，同比提升 3.8pct，净利率为 7.7%，同比提升 4.0pct。

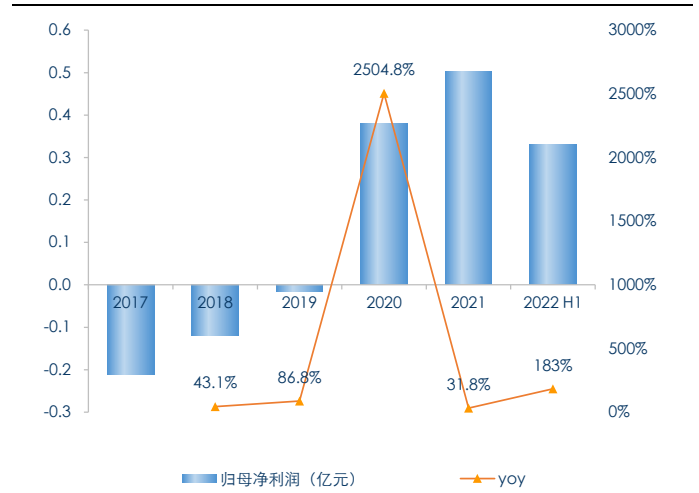
分产品看，2021 年公司光芯片及器件业务实现收入 3.6 亿元，同比增长 15.2%，主要原因是 AWG 芯片系列产品和 DFB 芯片系列产品收入快速增长和占比增加，产品结构不断优化；室内光缆业务实现收入 2.2 亿元，同比增长 21.8%，主要原因是国内外移动及固定网络建设覆盖及应用加速推进，带动室内光缆产品销售增加；线缆材料业务实现收入 2.2 亿元，同比增长 36.7%，主要原因是 5G 和数据中心建设带动了光缆用材料销售收入增加，同时公司积极开拓汽车线缆材料和电子线缆材料等新市场。分区域看，受益于全球接入网市场及数据中心建设需求持续加速的推动，公司海外业务收入保持增长，2021 年境外收入 2.0 亿元，占总收入的比例为 24.9%，同比增长 17.1%。

图表 144：仕佳光子历年营业收入及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

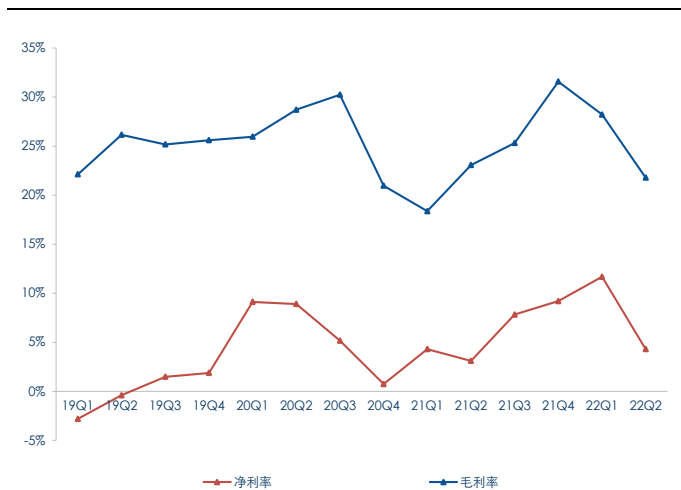
图表 145：仕佳光子历年归母净利润及增速



资料来源：Wind，五矿证券研究所

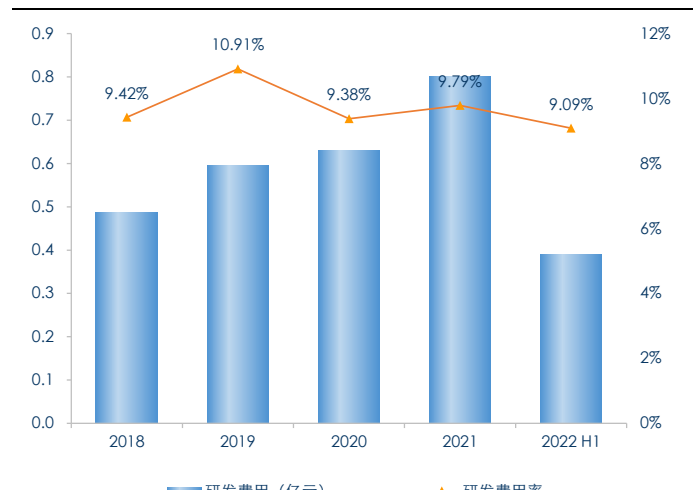
中科院长期技术支持, 研发实力强。2021 年公司研发费用 8000.8 万元, 占营业收入的 9.8%, 同比增长 27.0%, 围绕 AWG 芯片、DFB 激光器芯片加大了研发投入。据公司招股书披露, 公司已实现已成功实现 20 余种规格的 PLC 分路器芯片国产化, 成功研制 10 余种规格的 AWG 芯片, 实现 DFB 激光器芯片的全工艺流程自主技术开发。自 2010 年 12 月以来, 公司与中科院半导体所保持长期良好的合作研发关系, 中科院半导体所既是公司股东, 也向公司派出多名专家顾问, 长期稳定向公司提供技术支持, 加快公司的研发进展, 研发方向涵盖无源芯片、无源封装、有源芯片、有源封装、光电集成、其他光器件等各领域。

图表 146：仕佳光子历年净利率与毛利率



资料来源：Wind，五矿证券研究所

图表 147：仕佳光子历年研发费用及研发费用率



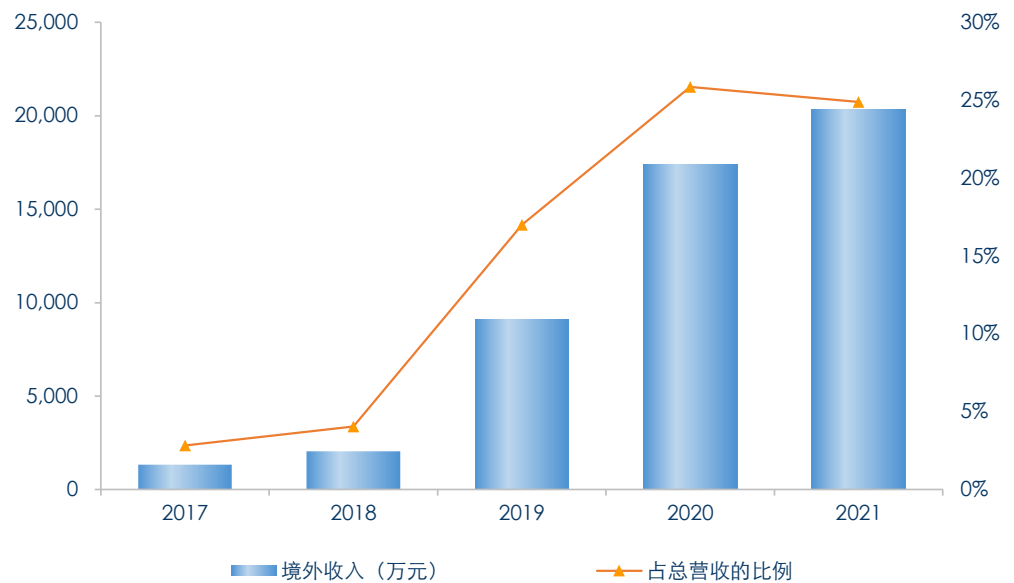
资料来源：Wind，五矿证券研究所

IDM 模式控费提效, 从单一 PLC 芯片拓展至系列无源芯片、有源芯片。产品方面, 公司横向拓展, 从单一的 PLC 分路器芯片突破至系列无源芯片 (PLC 分路器芯片、AWG 芯片、VOA 芯片和微透镜芯片)、有源芯片 (DFB 激光器芯片); 生产制造方面, 公司系统建立了覆盖芯片设计、晶圆制造、芯片加工、封装测试的 IDM 全流程业务体系, 有利于公司充分发掘技术潜力, 也有利于公司率先开发并推行新技术。

导入海外高端客户，客户结构不断优化。公司通过在美国设立子公司、收购和光同诚以及加强销售团队力量等方式，加强对海外市场的市场推广力度，陆续开拓了英特尔、AOI、索尔思等知名客户，公司数据中心 AWG 器件已通过英特尔、索尔思等知名客户产品导入并实现批量稳定供货，境外业务收入逐步提升。

积极探索激光雷达领域发展机遇。据公司投资者关系活动记录表披露，公司在 1550nm 附近波长的光源开发探索，希望能在 1550nm 波长的激光雷达光源方面有所突破，主要包括 1550nmDFB 种子源、TOF 脉冲光源和调频连续波的低噪声 CW 光源芯片与器件，目前在给客户送样阶段，此外公司也在开展激光雷达所用放大器的研究工作。

图表 148：仕佳光子境外收入及占总营收的比例



资料来源：仕佳光子公司公告，五矿证券研究所

6、投资建议

应用升级与技术迭代并驱，光模块通信基石地位凸显。光模块、光器件作为实现光通信的功能载体，扮演着通信基石的角色。随着下游数通、电信领域应用的不断升级，电信运营商与云厂商开启新一轮资本开支周期，对光模块容量和技术难度需求持续提升，主流容量已达到 100G、400G、800G 均在推进部署中，据 Yole 预测，至 2026 年全球光模块市场规模达 209 亿美元，呈现量价齐升趋势。中国光模块厂商近十年取得长足进步，已占据全球主要份额，随着光摩尔定律接近极限，未来硅光技术、CPO 等先进封装技术有望成为产业竞争的主要着力点。我们认为产品迭代速度、前瞻技术布局、下游客户资源将成为未来光模块公司进一步胜出的关键。

智能汽车激光雷达带来新机遇，光器件产业迎来智能之眼第二曲线。光器件作为光模块的上游环节，是其重要组成部分，可分无源光器件和有源光器件两大类。中国无源光器件产品竞争力相对强，目前约构成 30% 的全球市场份额，有源光器件由于缺少对关键技术掌握与装备生产条件薄弱，仅在中低端细分市场初步具备产能，有较大提升空间。光器件市场细分料号繁多，定制化程度高，制造工艺与生产难度较大，市场呈现小而分散的特点，具备产品研制平台化能力是光器件厂商做大做强关键。随着智能汽车激光雷达的应用，光器件产业正迎来新的机遇，光通信产业链与激光雷达产业链在技术平台和产线具有一定复用性，经过多年积累光器件厂商布局激光雷达市场具备技术优势，通信技术加持有望开启新维度竞争，也为光器件公司带来第二增长曲线。我们认为创新研发能力、规模制造能力、品质管控能力是未来光器件厂商打造全球竞争力的关键。

光芯片国产替代有望成为把握通信与汽车两大机遇的重要切入点。光芯片是光模块的核心器件，成本占比随传输速率的提升而上升，处于产业链价值制高点，竞争壁垒最高。光芯片可分为激光器芯片和探测器芯片，由于具有温度敏感的特性，遵循特色工艺，对工艺的稳定性与一致性要求苛刻，海外头部厂商多采用 IDM 生产模式。目前光芯片国产化率低，高端芯片供给能力有限，海外厂商起步早，具备全产业链覆盖先发优势，在高端高速领域广泛布局。在国家政策的大力扶持下，中国光芯片国产化进程加速，目前已基本掌握 2.5G 和 10G 光芯片核心技术，但整体产品品种较为单一，未来有望向多品类、高端产品方向拓展，全球份额有望进一步提升。同时从自主可控的角度看，把握上游材料、特色工艺到设备研制的一体化是实现国产替代的关键。

投资建议：光器件产业正迎来从通信基石到智能之眼的战略发展机遇，电信与数通市场共同驱动新一轮增长周期，激光雷达市场打开第二增长曲线，同时光摩尔定律驱动产业创新，对厂商的前瞻技术布局、平台化产品研制能力提出更高要求。建议重点关注稀缺平台型光器件厂商**天孚通信**，激光雷达启动布局的**炬光科技**、**光库科技**、**中际旭创**，中国半导体激光器芯片龙头**长光华芯**，PLC 分路器芯片龙头**仕佳光子**，全球光模块领先厂商**新易盛**、**光迅科技**。

7、风险提示

若 5G、数据中心建设与行业政策扶持力度不及预期，将面临复杂竞争环境，影响行业业务进展；

若研发投入不足导致光通信产品迭代创新不及预期，将面临核心技术竞争力降低的风险，影响行业竞争力；

若汇率波动与预期不符，企业将面临汇率风险。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师)，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：(i) 本报告所采用的数据均来自合规渠道；(ii) 本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；(iii) 本报告结论不受任何第三方的授意或影响；(iv) 不存在任何利益冲突；(v) 英文版翻译与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
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 到 12 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 到 12 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 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在 20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于 5%~20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%~5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	预期对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%~10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可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。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告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，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

联系我们

上海	深圳	北京
地址：上海市浦东新区东方路 69 号裕景国际商务广场 A 座 2208 室 邮编：200120	地址：深圳市南山区滨海大道 3165 号五矿金融大厦 23 层 邮编：518035	地址：北京市海淀区首体南路 9 号 4 楼 603 室 邮编：100037

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.	Ratings		Definitions
	Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
		ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
		HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
		SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
		NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
	Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
		NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
		CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.

Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: Room 2208, 22F, Block A, Eton Place, No.69 Dongfang Road, Pudong New District, Shanghai
 Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
 Postcode: 518035

Beijing

Address: Room 603, 4F, No.9 Shoutinian Road, Haidian District, Beijing
 Postcode: 100037