

电子行业研究

买入（维持评级）

行业深度研究

证券研究报告

国金证券研究所
分析师：樊志远（执业
S1130518070003）
fanzhiyuan@gjzq.com.cn

分析师：罗露（执业
S1130520020003）
luolu@gjzq.com.cn

分析师：邵广雨（执业
S1130522080002）
shaoguangyu@gjzq.com.cn

人工智能加速落地，光芯片与光模块开启高景气周期

行业介绍

数据量的指数级增长使得光通信技术逐渐崛起，光芯片成为现代光通信的核心元件，能够实现光信号与电信号之间的转换，并与其他电子元器件以及光器件共同组成光模块，最终应用于电信市场、数据中心等领域。光芯片包括激光器芯片与探测器芯片，激光器芯片技术壁垒较高，依照结构不同又可分为 VCSEL、FP、DFB、EML 等不同种类。

全球范围内光芯片厂商多采用 IDM 模式，主要原因系 1) 光器件遵循特色工艺，价值量的提升不完全依靠制程的提升，更需要工艺平台实现光器件的特色功能，核心竞争力在工艺的成熟度和稳定性，工艺平台的多样性。2) 光芯片制造的核心环节为外延和光栅，高速率光芯片有源区量子阱的层数较中低速率激光器芯片增加超过 50%，需要对量子阱实现埃米级（0.1nm）的精度控制。其次，高速率光芯片的光栅升级为变相非等周期布拉格光栅，需使用更高精度和更先进的电子束光栅系统，以达到纳米级精度。

光芯片下游直接客户为光模块厂商，光模块与光芯片的国产化率出现明显的差距。根据 Lightcounting 和 ICC 的数据，2022 年全球光模块份额前十的厂商中有 7 家中国厂商，而 25G 光芯片的国产化率为 20%，25G 以上光芯片的国产化率仅 5%。在海外数通市场向 800G 迭代以及国内数通市场向 400G 迭代的技术升级背景下，叠加国内光模块厂商的高市占率，国内的光芯片厂商有望加速国产替代进程。

行业趋势

光芯片下游市场主要包括数通市场、光纤接入市场和移动通信市场。数通市场：人工智能加速算力需求爆发，带动光模块向高速率和新技术趋势演进。1) 当下海量大模型训练与推理都在云数据中心完成，带动数据中心与各类网络基础的加速建设，根据 Synergy Research Group 的数据，2024 年全球超大型数据中心数量将超过 1000 个。2) 英伟达 AI 数据中心采用与叶脊式相近的胖树（fat-tree）网络架构，相比于传统数据中心的带宽逐层收敛，英伟达 AI 数据中心无阻塞网络对于高速率光模块有更高的需求。3) 海外云厂商的光模块新一轮升级周期逐渐开启，海外超大数据中心的交换机互联速率逐步由 400G 向 800G 升级，产品迭代推动 800G 光模块与高速率光芯片高景气周期来临。业内已有多款 800G 交换机和交换芯片已量产发布，800G 光模块上量的基础条件已具备。4) 基于磷化铟（EML）和砷化镓（VCSEL）衬底光芯片的可插拔光模块仍是业界主流，LPO、CPO、硅光、薄膜铌酸锂等新技术持续演进。

光纤接入：“宽带中国”推动光纤网络建设，高速宽带开启 10G PON 升级拉动光芯片需求。FTTx 光纤接入是全球光模块用量最多的场景之一，而我国是 FTTx 市场的主要推动者。截至 22 年底，我国 1000Mbps 及以上接入速率用户占比仅 15.6%，10G PON 端口数量达到 1523 万个，同比几乎翻倍。在全面部署千兆光纤网络的政策推动下，10G-PON 作为千兆光纤网络的核心技术，仍有较大向上空间。海外光纤建设仍有较大潜力，截至 22 年 9 月，欧洲仅有 8 个国家的 FTTH/B 的渗透率超过了 50%。

移动通信：国内 5G 建设继续稳步推进，2023 年新建 5G 基站 60 万个。海外 5G 建设持续加速，北美地区已进入第二波扩建潮，东南亚和大洋洲的 5G 建设也正在快速增长。按应用场景可分为前传、中回传光模块，前传光模块速率需达到 25G，中回传光模块速率则需达到 50G/100G/200G/400G，带动 25G 甚至更高速率光芯片的市场需求。

投资建议与估值

重点推荐：中际旭创、源杰科技、新易盛、天孚通信、光库科技

风险提示

海外市场陷入衰退；人工智能终端应用落地不如预期；美国加大对华制裁力度；下游需求不及预期。

内容目录

一、现代光通信核心组件，国产替代空间广阔.....	6
1.1 光芯片系光通信核心元件，位于光通信产业链上游.....	6
1.2 特色工艺成光芯片核心竞争力，IDM 模式为行业主流.....	12
二、人工智能推动高算力需求，光芯片下游市场持续扩容.....	15
2.1 数通市场：人工智能加速算力需求爆发，带动光模块向高速率和新技术趋势演进.....	15
2.2 “宽带中国”推动光纤网络建设，高速宽带开启 10G PON 升级拉动光芯片需求.....	23
2.3 5G 基站全球建设持续推进，移动通信中后传国产空间广阔.....	26
三、A 股重点光芯片/光模块公司梳理.....	28
3.1 主线一：光芯片厂商.....	28
源杰科技：国产光芯片领先厂商，数通和电信市场双轮驱动.....	28
长光华芯：国产激光芯片龙头，布局数据中心光芯片.....	30
仕佳光子：国产无源光器件龙头，无源+有源同步拓展.....	31
3.2 主线二：光模块及其他零组件厂商.....	33
中际旭创：全球光模块龙头厂商，800G 光模块加速公司发展.....	33
光迅科技：从光芯片到光模块的一体化布局厂商.....	34
新易盛：800G+硅光+LPO 全面布局，海外市场加速拓展.....	36
天孚通信：光器件平台型供应商，光引擎驱动长期发展.....	37
天通股份：材料、装备协同发展，公司迈入发展快车道.....	38
光库科技：稀缺光器件供应商，前瞻布局薄膜铌酸锂赛道.....	40
富信科技：解决方案覆盖全产业链，高端 TEC 逐步国产替代.....	41
华工科技：校企改革赋予新生动能，业务布局多点开花.....	42
四、风险提示.....	43

图表目录

图表 1：光电子器件示意图.....	6
图表 2：2023 年全球光电子市场规模有望达 454 亿美元.....	6
图表 3：2025 年全球数据增量达 157 ZB.....	6
图表 4：2018 至 2024 年全球总数据流量将成长 4.5 倍.....	6
图表 5：光芯片在光通信中用于产生和接受光信号.....	7
图表 6：光芯片位于光通信产业链上游.....	7
图表 7：光模块结构示意图（SFP+封装）.....	8
图表 8：光芯片可分为激光器芯片和探测器芯片.....	8
图表 9：激光器分类.....	9

图表 10: 激光器芯片原理示意图.....	9
图表 11: 边发射激光芯片 (EEL, 左) 和面发射激光片 (VCSEL, 右)	10
图表 12: 激光器芯片产品性能及应用场景.....	10
图表 13: PIN 型二极管示意图	11
图表 14: 雪崩光电二极管示意图.....	11
图表 15: 探测器芯片产品性能及应用场景.....	11
图表 16: 三五族化合物半导体材料可以满足高频、发光、高功率、高电压等特殊应用场景.....	12
图表 17: IDM 与 Fabless 模式示意图.....	12
图表 18: 海内外光电子期间厂商多采取 IDM 模式	12
图表 19: 光芯片主要工艺流程图.....	13
图表 20: 25G DFB 光芯片工艺流程图.....	13
图表 21: 10G 晶圆高清晰透射电子显微镜图像 (7 层量子阱)	13
图表 22: 25G 晶圆高清晰透射电子显微镜图像 (11 层量子阱)	13
图表 23: 等周期光栅示意图.....	14
图表 24: 变相非等周期光栅示意图.....	14
图表 25: 2020 年全球磷化铟衬底材料竞争格局.....	14
图表 26: 2022 年全球前十大模块厂商.....	15
图表 27: 2021 年中国光芯片竞争格局.....	15
图表 28: 2024 年全球超大规模数据中心超 1000 个	15
图表 29: 2025 年全球数据中心光模块市场达 73 亿美元.....	15
图表 30: 数据中心网络架构从三层式向叶脊式升级.....	16
图表 31: 光模块相对机柜用量倍数.....	16
图表 32: 胖树网络架构示意图.....	16
图表 33: 英伟达 InfinBand 计算网络架构	17
图表 34: 计算网络节点数量统计.....	17
图表 35: 英伟达 DGX GH200 超级 AI 计算集群可使用全光架构.....	18
图表 36: 数据中心交换芯片吞吐量演进趋势.....	18
图表 37: 博通交换芯片线路图.....	18
图表 38: 机柜内部、机柜间、数据中心间光模块方案.....	19
图表 39: 数据中心光模块升级路径.....	19
图表 40: 光通信主要技术路径示意图.....	19
图表 41: 光通信主要技术路径对比.....	20
图表 42: 使用博通 200G EML 的 1.6T 光模块示意图	20
图表 43: 使用博通 100G VCSEL 的 1.6T 光模块示意图.....	20
图表 44: 英特尔硅光光模块示意图.....	21

图表 45: 2028 年硅光方案光模块的市场份额有望达到 44%	21
图表 46: 铌酸锂片上集成激光器示意图.....	22
图表 47: 富士通 200G 薄膜铌酸锂调制器.....	22
图表 48: 27 年 CPO 在 800G/1.6T 光模块的份额达 30%.....	23
图表 49: 光电共封装的封装形式及发展趋势.....	23
图表 50: 《“十四五”信息通信行业发展规划》主要建设目标	23
图表 51: 10G PON 解决方案示意图.....	24
图表 52: FTTx 解决方案示意图.....	24
图表 53: 22 年中国固定互联网宽带各接入速率用户占比	24
图表 54: 中国互联网宽带接入端口发展情况.....	24
图表 55: FTTx 光模块用量和市场规模预测.....	25
图表 56: 2027 年 FTTx 光模块按地区销售额占比	25
图表 57: 截至 2022 年 9 月欧洲主要国家 FTTH/B 渗透率（不含俄罗斯和白俄罗斯）	25
图表 58: 源杰科技光纤接入激光器类型.....	26
图表 59: 2021 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场份额	26
图表 60: 2021 年全球 10G DFB 激光器芯片市场份额.....	26
图表 61: 中国通信基站数量变化情况.....	27
图表 62: 海外市场 5G 渗透率仍有较大提升空间	27
图表 63: 全球 5G 基站数量变化情况	27
图表 64: 2016-2025E 全球电信侧光模块市场规模	28
图表 65: 移动通信市场主要激光器类型与供应商.....	28
图表 66: 源杰科技发展历程.....	29
图表 67: 2022 年源杰科技主要产品和财务摘要.....	29
图表 68: 2018-2023Q1 源杰科技营业收入及增速	29
图表 69: 2018-2023Q1 源杰科技净利润及增速	29
图表 70: 2018-2023Q1 源杰科技毛利率和净利率	30
图表 71: 长光华芯产品矩阵.....	30
图表 72: 2018-2023Q1 长光华芯营业收入及增速	31
图表 73: 2018-2023Q1 长光华芯净利润及增速	31
图表 74: 2018-2023Q1 长光华芯毛利率及净利率	31
图表 75: 仕佳光子产品矩阵.....	32
图表 76: 2018-2023Q1 仕佳光子营业收入及增速	32
图表 77: 2018-2023Q1 仕佳光子净利润及增速	32
图表 78: 2018-2023Q1 仕佳光子毛利率及净利率	33
图表 79: 2022 年全球前十大光模块厂商.....	33

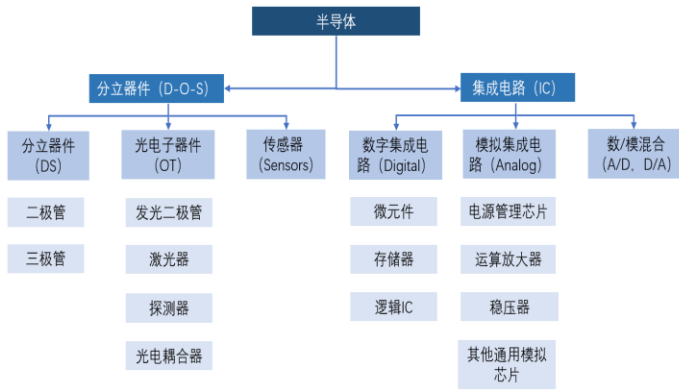
图表 80: 2018-2023Q1 中际旭创营业收入及增速	34
图表 81: 2018-2023Q1 中际旭创净利润及增速	34
图表 82: 2018-2023Q1 中际旭创毛利率及净利率	34
图表 83: 光迅科技产品矩阵	35
图表 84: 2018-2023Q1 光迅科技营业收入及增速	35
图表 85: 2018-2023Q1 光迅科技净利润及增速	35
图表 86: 2018-2023Q1 光迅科技毛利率及净利率	36
图表 87: 2018-2023Q1 新易盛营业收入及增速	37
图表 88: 2018-2023Q1 新易盛净利润及增速	37
图表 89: 2018-2023Q1 新易盛毛利率及净利率	37
图表 90: 2018-2023Q1 天孚通信营业收入及增速	38
图表 91: 2018-2023Q1 天孚通信净利润及增速	38
图表 92: 2018-2023Q1 天孚通信毛利率及净利率	38
图表 93: 2016-2022 年天通股份营业收入及增速	39
图表 94: 2016-2022 年天通股份毛利率	39
图表 95: 天通股份产品矩阵	40
图表 96: 2018-2022 年公司营收结构及增速	41
图表 97: 富信科技 2017-2021 年分产品营收增速	42
图表 98: 富信科技 2017-2021 年分产品毛利率	42
图表 99: TEC 芯片散热系统	42
图表 100: 富信科技主要 TEC 产品型号	42
图表 101: 2018-2022 年华工科技营收及增速	43
图表 102: 2022 年第三季度华工正源发布 800G 硅光模块	43

一、现代光通信核心组件，国产替代空间广阔

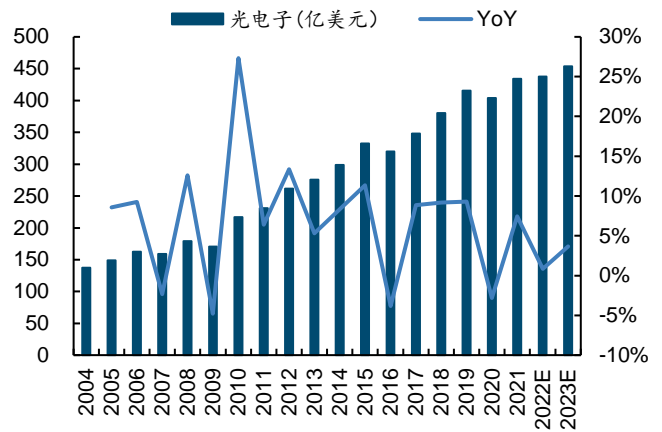
1.1 光芯片系光通信核心元件，位于光通信产业链上游

光芯片是利用光电转换效应制成的光电子器件。光电子器件包括发光二极管、激光器芯片、探测器芯片、光电耦合器等。在数通、电信等终端应用领域中，光芯片位于产业链上游，是光模块的核心元件，主要由激光器芯片和探测器芯片组成。光芯片是采用半导体芯片制造工艺，以电激励源方式，以半导体材料为增益介质，将注入电流的电能激发，从而实现谐振放大选模输出激光，实现电光转换。其增益介质与衬底主要为掺杂 III-V 族化合物的半导体材料，如 GaAs（砷化镓），InP（磷化铟）等。根据 WSTS 的数据，2023 年全球光电子市场规模有望达到 454 亿美元，相较 2022 年的 438 亿成长 4%。

图表1：光电子器件示意图



图表2：2023 年全球光电子市场规模有望达 454 亿美元



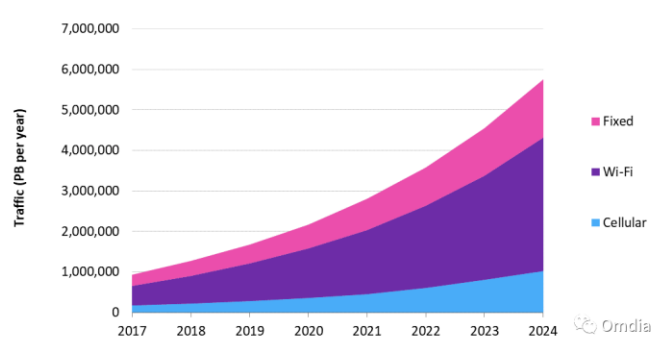
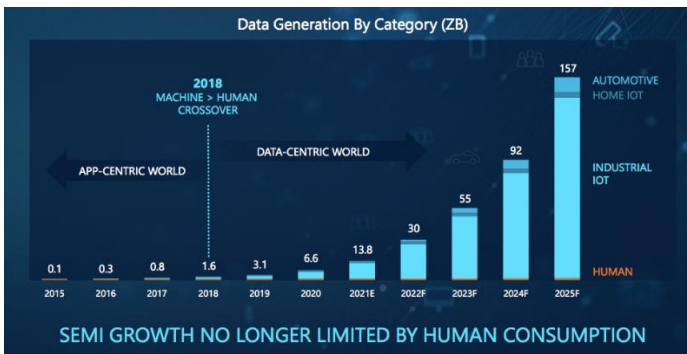
来源：源杰科技招股说明书，长光华芯招股说明书，国金证券研究所

来源：WSTS，国金证券研究所

受益于全球数据量快速增长，光通信逐渐崛起。在全球信息和数据互联快速成长的背景下，终端产生的数据量每隔几年就实现翻倍增长，纯电子信息的运算与传输能力的提升遇到瓶颈，光电信息技术正在崛起。在传统的通信传输领域，早期通过电缆进行信号传输，但电传输损耗大、中继距离短、承载数据量小、信号频率提升受限，而光作为载体兼有容量大、成本低等优点，商用传输领域已逐步被光通信系统替代。随着技术发展成熟，光电信息技术应用逐步拓展到医疗、消费电子和汽车等新兴领域，为行业发展提供成长空间。根据应用材料的数据，机器所产生的数据量在 2018 年首次超越人类所创造的数据量。这么庞大的数据增量，不可能用人工来处理分析，必须建设各种具备高速运算能力的数据中心来过滤、处理分析、训练及推理，这将持续带动各类光芯片和光模块的需求。根据 Omdia 的数据，2018 年至 2024 年全球固定网络和移动网络数据量将从 130 万 PB 增长至 576 万 PB，18-24 年 CAGR 达 28.7%。

图表3：2025 年全球数据增量达 157 ZB

图表4：2018 至 2024 年全球总数据流量将成长 4.5 倍



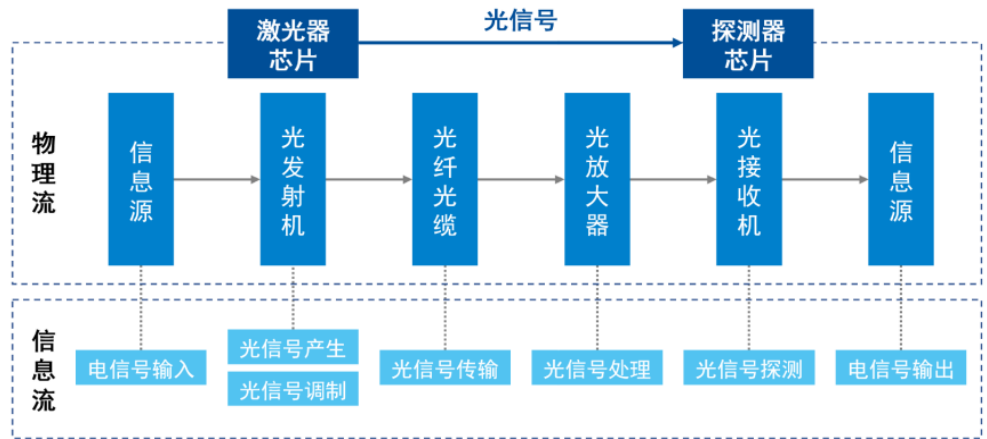
来源：应用材料，国金证券研究所

来源：Omdia，国金证券研究所

光通信是以光信号为信息载体，以光纤作为传输介质，光芯片实现电光转换，将信息以光信号的形式进行信息传输的系统。光通信传输过程中，发射端将电信号转换成激光信号，然后调制激光器发出的激光束，通过光纤传递，在接收端接收到激光信号后再将其转化为电信号，经调制解调后变为信息，其中需要光芯片来实现电信号和光信号之间的相互转换，光芯片是光电技术产品的核心，广泛应用于 5G 前传、光接入网络、城域网和数据中心等

场景，处于光通信领域的金字塔尖。光芯片可以进一步组装加工成光电子器件，再集成到光通信设备的收发模块实现广泛应用。

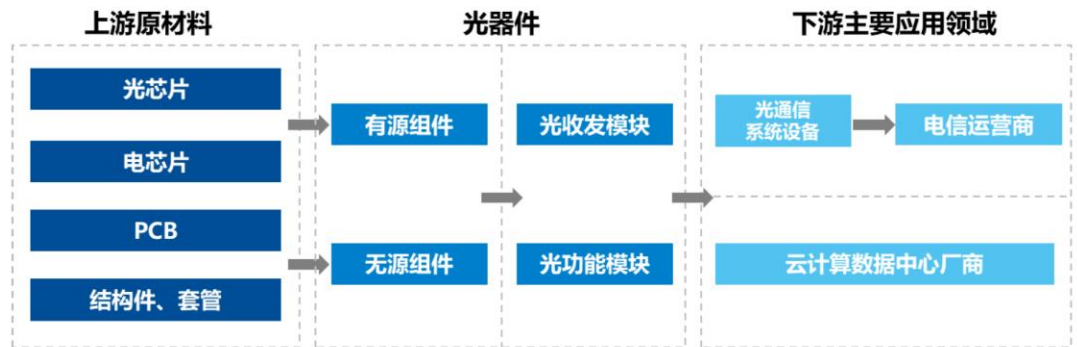
图表5：光芯片在光通信中用于产生和接受光信号



来源：中国电子元件行业协会，源杰科技招股说明书，国金证券研究所

光芯片位于光通信产业链上游，光芯片的性能决定了光模块的传输速率。从产业链角度看，光芯片与电芯片、PCB、结构件以及套管等组成了光通讯产业上游。产业链中游为光器件，包括光组件与光模块。产业链下游组装成系统设备，最终应用于电信市场，如光纤接入、4G/5G 移动通信网络，云计算、互联网厂商数据中心等领域。

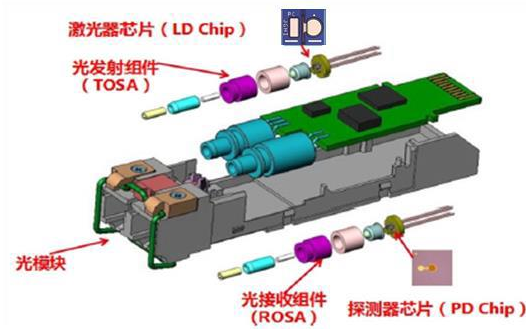
图表6：光芯片位于光通信产业链上游



来源：源杰科技招股说明书，国金证券研究所

光通信产业链中的光器件根据组件内部是否发生光电能量转换可分为光无源组件和光有源组件。光无源组件在系统中消耗一定能量，实现光信号的传导、分流、阻挡、过滤等交通功能，主要包含光隔离器、光分路器、光开关、光连接器、光背板。光有源组件能够在系统中实现光电信号的相互转换，实现信号传输的功能，主要包括光发射组件、光接收组件、光调制器等，光发射组件（TOSA）及光接收组件（ROSA）都由光芯片封装而来，再将光收发组件、电芯片、结构件等进一步加工成光模块。

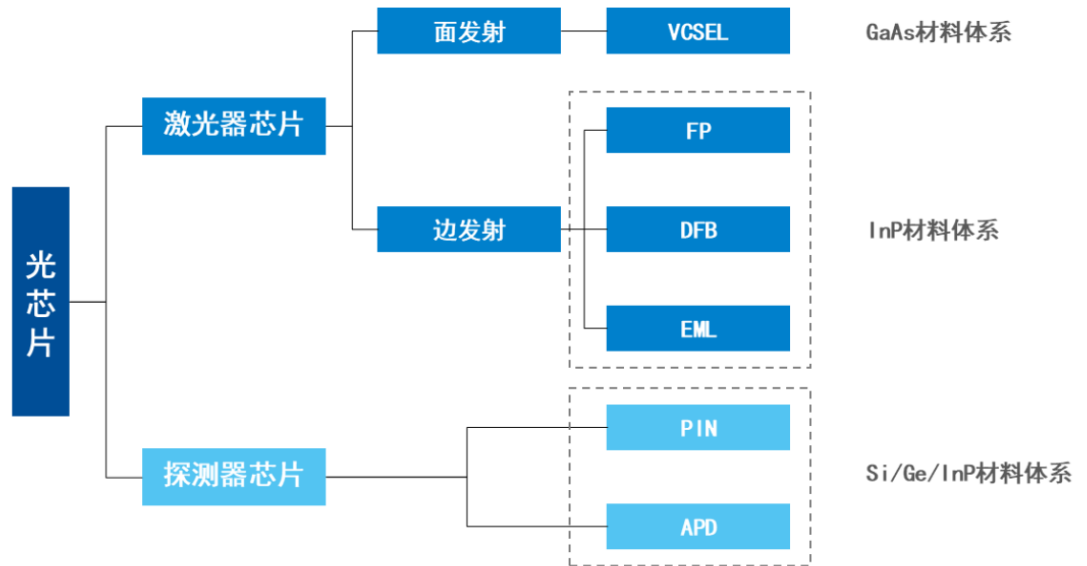
图表7: 光模块结构示意图 (SFP+封装)



来源: IMT2020 (5G) 推进组, 公司招股说明书, 国金证券研究所

光芯片按功能可以分为激光器芯片和探测器芯片。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。激光器芯片根据谐振腔制造工艺的不同可分为边发射激光芯片 (EEL) 和面发射激光芯片 (VCSEL)。探测器芯片, 主要有 PIN 和 APD 两类。

图表8: 光芯片可分为激光器芯片和探测器芯片

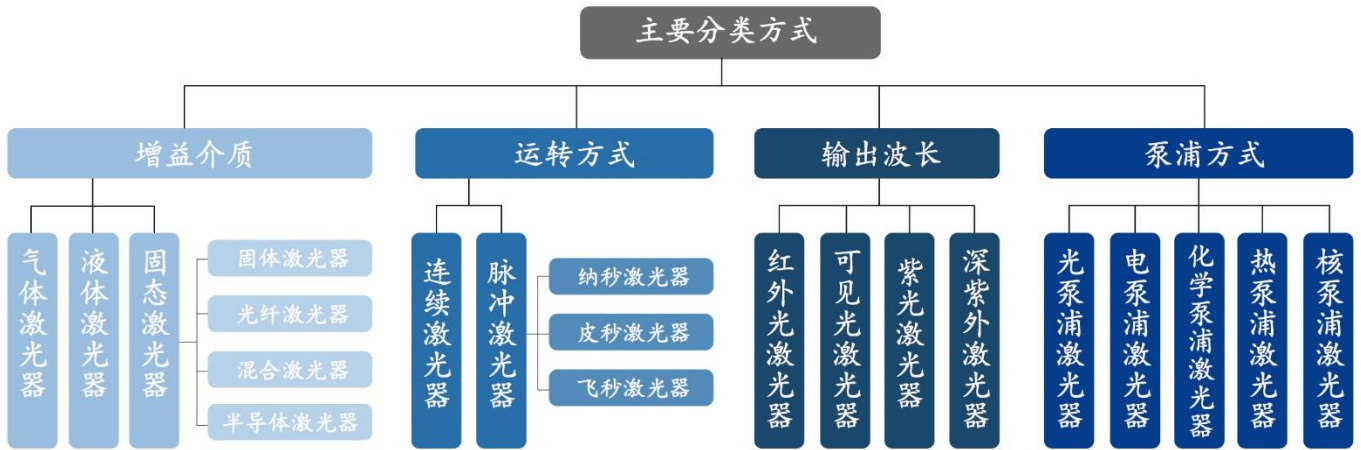


来源: 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

1) 激光器芯片

激光器可以按照增益介质、输出波长、运转方式、泵浦方式进行分类, 增益介质可分为固态 (含固体、半导体、光纤、混合)、液体激光器、气体激光器等, 泵浦方式可分为电泵浦、光泵浦、化学泵浦激光器, 运转方式可分为连续激光器和脉冲激光器, 波长可分为红外光激光器、可见光激光器、紫外激光器、深紫外激光器等。

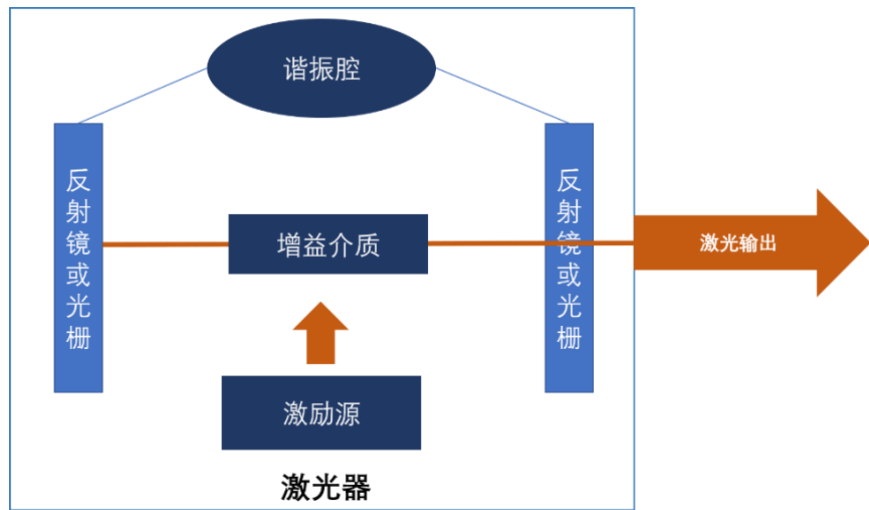
图表9：激光器分类



来源：长光华芯招股说明书，国金证券研究所

通信用激光器芯片属于半导体激光器，由泵浦源（激励源）、增益介质（工作物质）和谐振腔等光学器件材料组成。泵浦源为增益介质提供能量激励（以电激励为主），而增益介质是光子产生的源泉（以化合物半导体材料为主），通过吸收泵浦源产生的能量，使得增益介质从基态跃迁到激发态。由于激发态为不稳定状态，此时，增益介质将释放能量回归到基态的稳态。在这个释能的过程中，增益介质产生出光子，且这些光子在能量、波长、方向上具有高度一致性，它们在光学谐振腔内不断反射，往复运动，从而不断放大，最终通过反射镜射出激光，形成激光束。

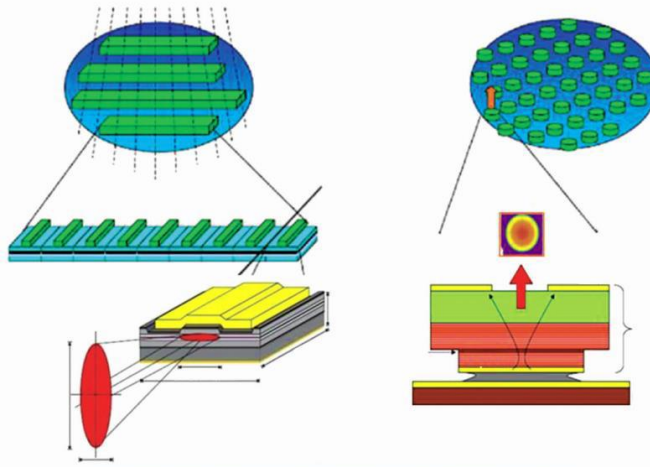
图表10：激光器芯片原理示意图



来源：长光华芯招股说明书，国金证券研究所

激光器芯片根据谐振腔制造工艺的不同可分为边发射激光芯片（EEL）和面发射激光芯片（VCSEL）。边发射激光器芯片（EEL）是在芯片的两侧镀光学膜形成谐振腔，沿平行于衬底表面发射激光，而面发射激光器芯片（VCSEL）是在芯片的上下两面镀光学膜，形成谐振腔，由于光学谐振腔与衬底垂直，能够实现垂直于芯片表面发射激光。面发射激光器芯片（VCSEL）有低阈值电流、稳定单波长工作、可高频调制、容易二维集成、没有腔面阈值损伤、制造成本低等优点，但输出功率及电光效率较边发射激光芯片低。

图表11: 边发射激光芯片 (EEL, 左) 和面发射激光片 (VCSEL, 右)



来源: 长光华芯招股说明书, 国金证券研究所

边发射芯片 (EEL) 又包含 DFB、EML、FP 三种光芯片。FP 和 DFB 是比较常见的直接调制半导体激光器 (DML), DML 原理是将预调制的电信号电流叠加到激光器的偏置电流上对激光器进行调制, 输出随调制信号而变化的光信号。传统 FP 激光器芯片因损耗较大以及传输距离短的特性, 在光通信领域的应用逐年减少, 份额逐步被 DFB 激光器芯片代替。DFB 芯片在 FP 的基础上, 在外延植入了布拉格光栅, 实现单模输出, 从而实现中长距离传输的需求。EML 是电吸收调制激光器, EML 通过在 DFB 的基础上增加外调制器电吸收片 (EAM), 啁啾与色散性能均优于 DFB, 适用于更长距离传输。

图表12: 激光器芯片产品性能及应用场景

芯片类型	产品类别	工作波长	产品特性	应用场景
激光器芯片	VCSEL	800-900nm	线宽窄, 功耗低, 调制速率高, 耦合效率高, 传输距离短, 线性度差	500 米以内的短距离传输, 如数据中心机柜内部传输、消费电子领域 (3D 感应面部识别)
	FP	1310-1550nm	调制速率高, 成本低, 耦合效率低, 线性度差	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

来源: 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

2) 探测器芯片

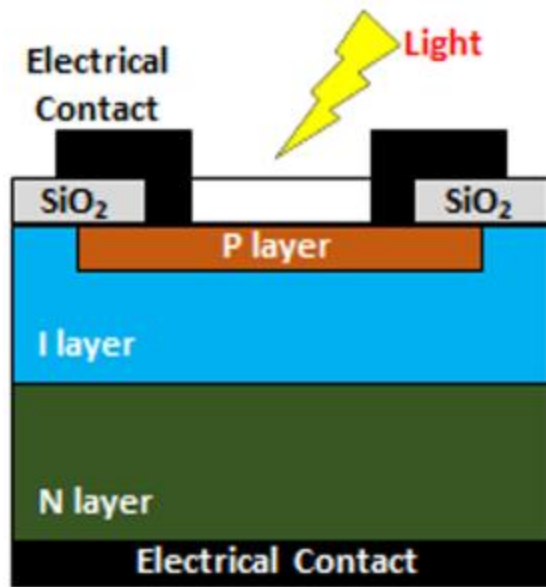
探测器芯片又称为光电二极管, 主要有 PIN (PN 二极管探测器) 和 APD (雪崩二极管探测器) 两种芯片。当一个带有充足能量的光子撞击到光电二极管上, 光电二极管将激发一个电子, 从而产生自由电子 (同时有一个带正电的电洞), 这样的机制被称作是内光电效应。光电二极管在设计时会使 PN 结的面积相对大, 同时设计为在反向电压下工作。如果光子的吸收发生在结的耗尽层, 则该区域的内电场将会消除其间的屏障, 使得空穴能够向着阳极的方向运动, 电子向着阴极的方向运动, 于是光电流就产生了。

PIN 型二极管: 和普通二层结构的 p-n 接面二极管相比, PIN 型二极管在由 P 型半导体材料组成的 P 层和由 N 型半导体材料组成的 N 层中间, 插入一层低掺杂的纯度接近于本征半导体材料组成的 I 层。本征层的引入增大了 p+ 区的耗尽层的厚度, 加宽的耗尽层提高了 PIN 光电二极管的性能, PIN 型二极管主要用于中长距离传输。

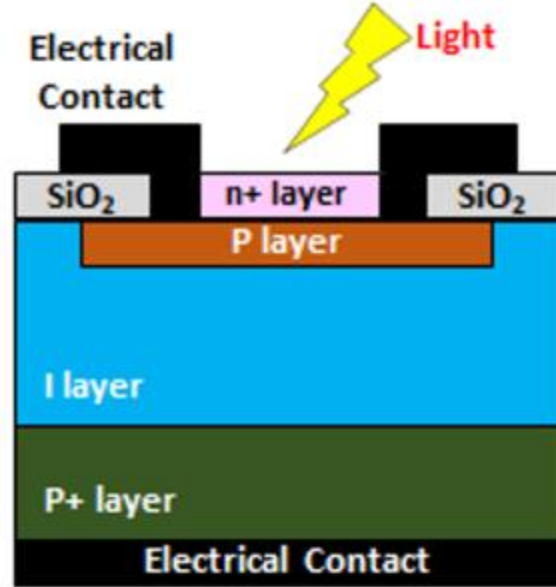
雪崩光电二极管 (APD): 雪崩光电二极管是一种 p-n 结型的光电二极管, 其中利用了载流子的雪崩倍增效应来放大光电信号以提高检测的灵敏度。其基本结构在 PIN 的基础上, 采用容易产生雪崩倍增效应的 Read 二极管结构 (即 N+PIP+ 型结构, P+ 一面接收光),

工作时加较大的反向偏压，使得其达到雪崩倍增状态，雪崩光电二极管主要用于长距离单模光纤。

图表13: PIN型二极管示意图



图表14: 雪崩光电二极管示意图



来源: Enlitech, 国金证券研究所

来源: Enlitech, 国金证券研究所

图表15: 探测器芯片产品性能及应用场景

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

来源: 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

光芯片常使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。以三五族元素的化合物构成的半导体材料具有高频、高低温性能好、噪声小、抗辐射能力强、电子迁移率高、光电性能好等优点, 符合高频通信的特点, 在高频、高功耗、高压、高温等特殊应用领域具备独特的优势, 因此在光通信芯片领域得到广泛使用。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 16: 三五族化合物半导体材料可以满足高频、发光、高功率、高电压等特殊应用场景

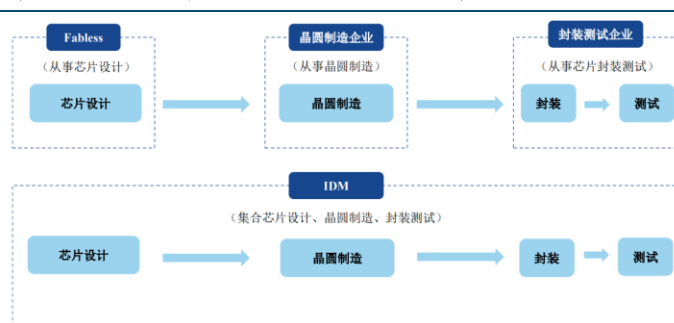
项目	单元素半导体材料		III-V 族化合物半导体材料		宽禁带半导体材料	
	硅	锗	砷化镓	磷化铟	氮化镓	碳化硅
分子式	Si	Ge	GaAs	InP	GaN	SiC
特点	储量丰富、价格便宜	电子迁移率、空穴迁移率高	光电性能好、耐热、抗辐射	导热性好、光电转换效率高、光纤传输效率高	高频、耐高温、大功率	
应用领域	先进制程芯片	空间卫星	LED、显示器、射频模组	光通信	充电器、高铁	电动汽车
部分主要应用场景	CPU   内存 	空间卫星太阳能电池板 	手机、电脑射频器件 新一代显示   面部识别  大功率半导体激光器 	5G 基站光模块  数据中心光模块  激光雷达  可穿戴设备 	快速充电芯片  高铁芯片 	新能源汽车  充电桩 

来源：北京通美招股说明书，国金证券研究所

1.2 特色工艺成光芯片核心竞争力，IDM 模式为行业主流

全球范围内光芯片厂商多采用 IDM 模式，工艺的成熟度、稳定性与多样性为企业核心竞争力。目前全球范围内半导体行业的经营模式可分为 IDM 与 Fabless，IDM 为垂直整合制造模式，企业独立完成芯片设计、晶圆制造、封装测试等全部环节。Fabless 为无晶圆厂模式，企业主要从事芯片设计及销售，将晶圆制造、封装测试等生产环节委托给第三方厂商完成。Fabless 模式能减少大规模资本性投入，将有限的资源集中于电路优化、版图设计、仿真模拟等设计研发环节，更适合逻辑芯片企业。而无论是海外还是国内的光电子器件企业多采用 IDM 模式，主要系光电子器件遵循特色工艺，即器件价值的提升不完全依靠制程的提升，激光器芯片需通过工艺平台实现光器件的特色功能，更注重工艺的成熟和稳定。相比以线宽为基准的逻辑工艺，特色工艺的竞争能力更加综合，包括工艺、产品、服务、平台等多个维度，核心竞争点在于工艺的成熟度和稳定性，工艺平台的多样性。

图表 17: IDM 与 Fabless 模式示意图



来源：长光华芯招股说明书，国金证券研究所

图表 18: 海内外光电子期间厂商多采取 IDM 模式

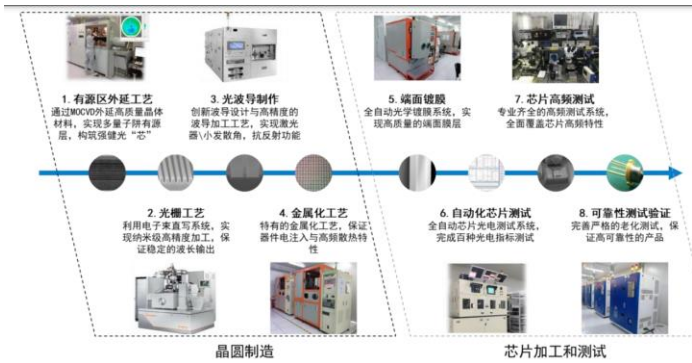
公司名称	商业模式	公司名称	商业模式
Coherent	IDM	Lumentum	IDM
MACOM	IDM	住友电工	IDM
三菱电机	IDM	索尔思	IDM
源杰科技	IDM	长光华芯	IDM
仕佳光子	IDM	光迅科技	IDM

来源：国金证券研究所整理

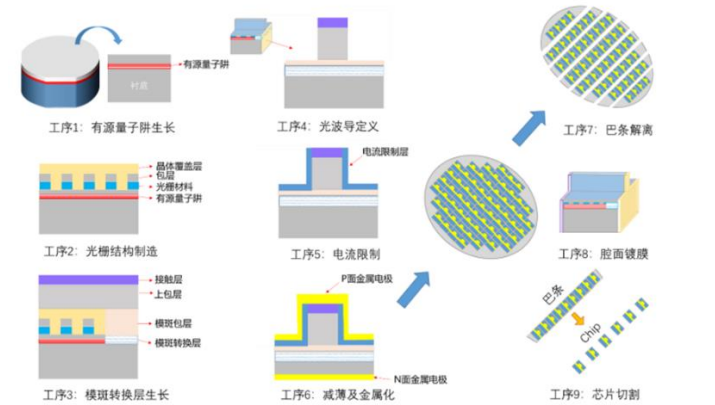
外延生长和光栅工艺为光芯片制造的核心环节，决定产品性能与良率。光芯片生产工序较

多，依序为 MOCVD 外延生长、光栅工艺、光波导制作、金属化工艺、端面镀膜、自动化芯片测试、芯片高频测试、可靠性测试验证等。越高速率的光芯片生产环节越多，25G DFB 光芯片的生产工序超过 280 道，比中低速率激光器多出 50~70 道，工序的增加对产线与工艺成熟度和稳定性有更高的要求。

图表 19: 光芯片主要工艺流程图



图表 20: 25G DFB 光芯片工艺流程图

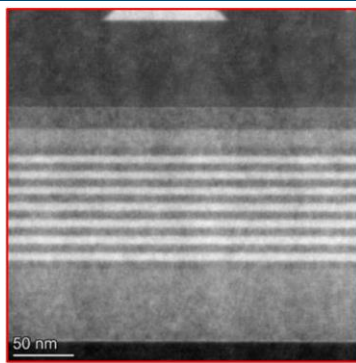


来源: 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

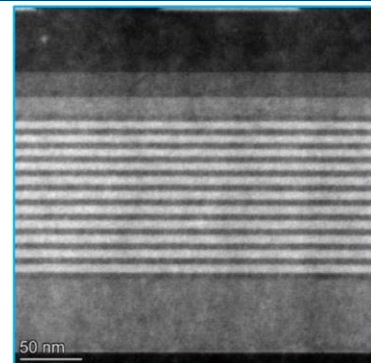
来源: 源杰科技上市第一轮审核问询函的回复意见, 国金证券研究所

晶圆有源发光区的量子阱设计和制造是激光器芯片的核心, 是将基板/衬底通过气相外延、液相外延、分子束外延等设备生长晶体。量子阱外延片共包含 20~30 层结构, 每层量子阱厚度 4~10nm 不等。以 25G DFB 激光器芯片为例, 有源区量子阱的层数较中低速率激光器芯片增加超过 50%, 因此需要对每层量子阱实现埃米级 (0.1nm) 的精度控制, 以保证量子阱厚度精度误差小于 0.2nm。此外, 还需要控制晶体的掺杂浓度、沉积厚度, 避免出现量子阱发光波长的偏差、量子阱各层间的应力偏差, 导致产品最终性能与可靠性受到影响。

图表 21: 10G 晶圆高清晰透射电子显微镜图像 (7 层量子阱)



图表 22: 25G 晶圆高清晰透射电子显微镜图像 (11 层量子阱)

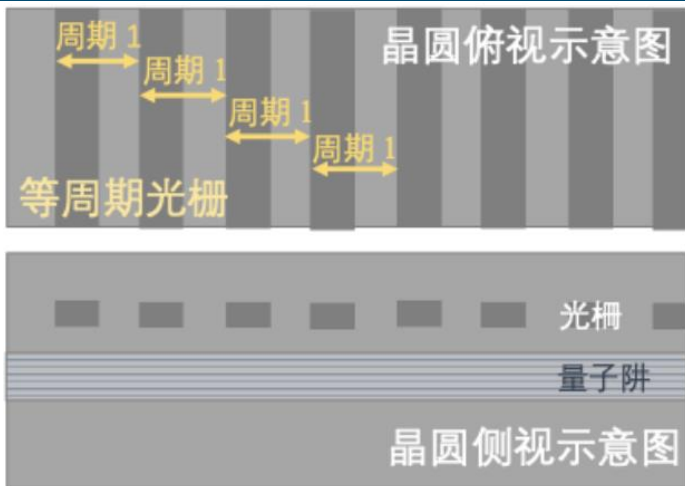


来源: 源杰科技上市第一轮审核问询函的回复意见, 国金证券研究所

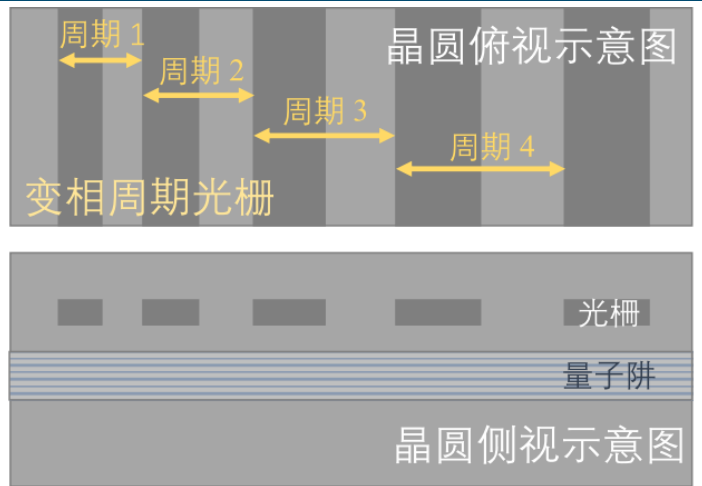
来源: 源杰科技上市第一轮审核问询函的回复意见, 国金证券研究所

从中低速率光芯片向高速率光芯片演进的过程中, 光栅技术升级带动工艺难度提升与设备升级。中低速率光芯片为等周期布拉格光栅结构, 通常使用传统全息曝光系统即可制作。而 25G 及以上的光芯片, 光栅升级为变相非等周期布拉格光栅, 制作环节上需使用更高精度和更先进的电子束光栅系统, 要求精度达到纳米级 (1nm), 以实现 Wafer 上每颗芯片的一致的光电特性。

图表23: 等周期光栅示意图



图表24: 变相非等周期光栅示意图

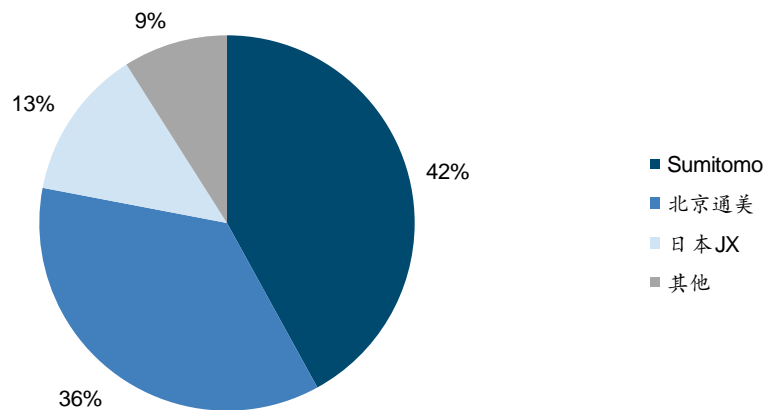


来源: 源杰科技上市第一轮审核问询函的回复意见, 国金证券研究所

来源: 源杰科技上市第一轮审核问询函的回复意见, 国金证券研究所

衬底是光芯片的上游核心原材料, 在成本和工艺上共同影响制造环节。目前大规格、高品质的衬底基本被境外厂商垄断, 国内供应商的份额逐年提高。磷化铟因其具有饱和电子漂移速度高、发光损耗低的特点, 在光电芯片衬底材料中拥有特殊的优势, 被用于电信用电吸收调制激光器中, 逐渐在光通信市场实现商业化应用, 成为光模块半导体激光器和接收器的关键材料。从市场竞争格局来看, 磷化铟衬底材料市场头部厂商集中度很高, 主要供应商包括 Sumitomo、北京通美、日本 JX 等。根据 Yole 的数据, 2020 年磷化铟衬底市场 CR3 高达 90% 以上, 其中 Sumitomo 为全球第一大厂商, 市占率达 42%; 北京通美位居第二, 市占率达 36%; 日本 JX 位居第三, 市占率为 13%。随着国产衬底厂商不断涌现以及产品质量逐渐提升, 国内光芯片厂商选用国产衬底材料供应商的比例逐渐提升。以源杰科技为例, 2019-2020 年公司通过陕西电子采购住友电工衬底材料为主, 2021 年及以后北京通美成为公司第一大原材料供应商, 同时国产供应商份额的提升也带来了成本的下降。

图表25: 2020 年全球磷化铟衬底材料竞争格局



来源: Yole, 北京通美招股说明书, 国金证券研究所

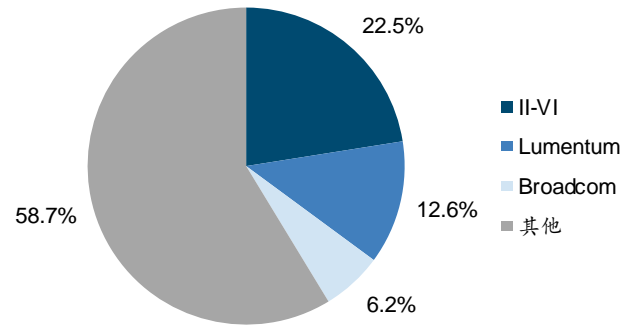
光芯片下游直接客户为光模块厂商, 光模块与光芯片的国产化率出现明显的“剪刀差”。国产光模块厂商在技术、成本、市场、运营等方面的优势逐渐凸显, 占全球光模块市场的份额逐步提升。根据 Lightcounting 的数据, 2022 年全球光模块市场中, 中际旭创和 Coherent 公司并列第一, 市占率前十的厂商中有 7 家中国厂商, 分别是中际旭创(排名并列第 1)、华为海思(排名第 4)、光迅科技(排名第 5)、海信宽带(排名第 6)、新易盛(排名第 7)、华工科技(排名第 7)、索尔思光电(排名第 10)。而光芯片国产化率总体较低, 目前中低速光芯片基本实现国产化, 高速光芯片仍依赖进口, 国产替代空间巨大。根据 ICC 的数据, 2021 年 2.5G 及以下速率光芯片国产化率超过 90%, 10G 光芯片国产化率约 60%, 部分性能要求较高、难度较大的 10G 光芯片产品仍需进口, 如 10G VCSEL/EML 激光器芯片等, 国产化率不到 40%。25G 光芯片的国产化率约 20%, 我国光芯片厂商能够供应

部分 5G 基站前传光模块以及数据中心使用的 25G DFB 激光器芯片。25G 以上光芯片的国产化率仅 5%，目前仍以海外光芯片厂商为主，用于 400G/800G 光模块的 100G EML 芯片，以海外供应商住友、三菱、博通和 Lumentum 等为主，国内厂商中源杰科技和长光华芯有样品推出。在海外数通市场向 800G 迭代以及国内数通市场向 400G 迭代的技术升级背景下，国内的光芯片厂商有望加速国产替代。

图表26: 2022 年全球前十大模块厂商

图表27: 2021 年中国光芯片竞争格局

Ranking of Top 10 Transceiver Suppliers				
2010	2016	2018	2022	
Finisar	Finisar	1 Finisar	Innolight & Coherent (tie)	
Opnext	Hisense	2 Innolight		
Sumitomo	Accelink	3 Hisense	Cisco (Acacia)	
Avago	Acacia	4 Accelink	Huawei (HiSilicon)	
Source Photonics	FOIT (Avago)	5 FOIT (Avago)	Accelink	
Fujitsu	Oclaro	6 Lumentum/Oclaro	Hisense	
JDSU	Innolight	7 Acacia	Eoptolink	
Emcore	Sumitomo	8 Intel	HGG	
WTD	Lumentum	9 AOi	Intel	
NeoPhotonics	Source Photonics	10 Sumitomo	Source Photonics	



来源: Lightcounting, 国金证券研究所

来源: 中商产业研究院, 国金证券研究所

二、人工智能推动高算力需求，光芯片下游市场持续扩容

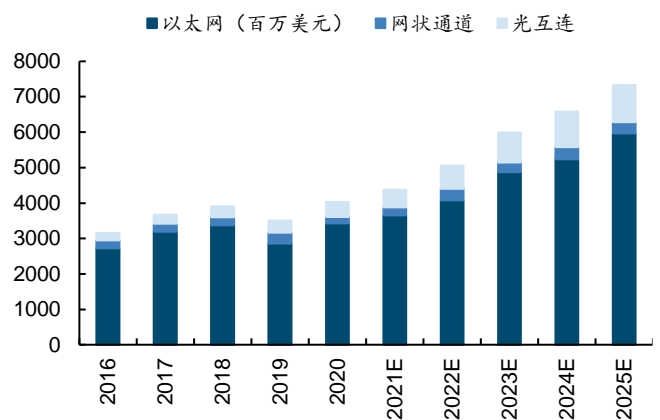
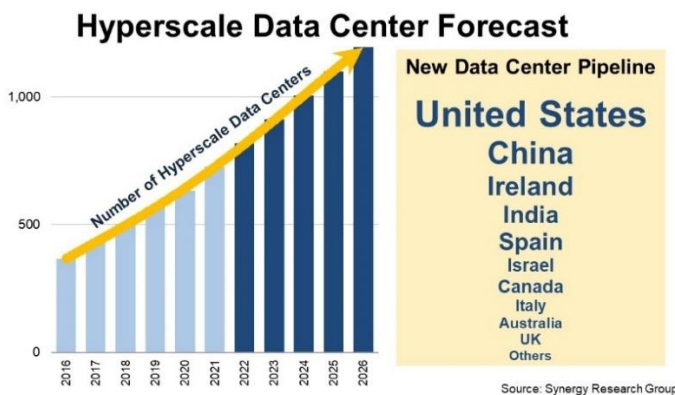
2.1 数通市场：人工智能加速算力需求爆发，带动光模块向高速率和新技术趋势演进

随着数据流量爆发，全球数据中心数量不断增加，光模块/光芯片重要性持续凸显。人工智能的发展将重塑电子半导体基础设施，海量数据的收集、清洗、计算、训练以及传输需求，将带来算力和网络的迭代升级。当下海量大模型训练与推理都在云数据中心完成，带动数据中心与各类网络基础的加速建设，根据 Synergy Research Group 的数据，2024 年全球超大型数据中心数量将超过 1000 个。

其次，随着终端业务的演进，数据中心需内部处理的数据流量远大于需向外传输的数据流量，使得数据处理复杂度不断提高。光通信技术在数据中心内的应用，极大地提高了数据中心的计算能力和数据交换能力。光模块是数据中心内部互连和数据中心相互连接的核心部件，根据 LightCounting 的数据，2021 年全球数据中心光模块市场规模预计为 43.8 亿美元，2025 年全球数据中心光模块市场规模预计将增长至 73.3 亿美元，21-25 年 CAGR 达 14%。

图表28: 2024 年全球超大规模数据中心超 1000 个

图表29: 2025 年全球数据中心光模块市场达 73 亿美元



来源: Synergy Research Group, 国金证券研究所

来源: LightCounting, 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

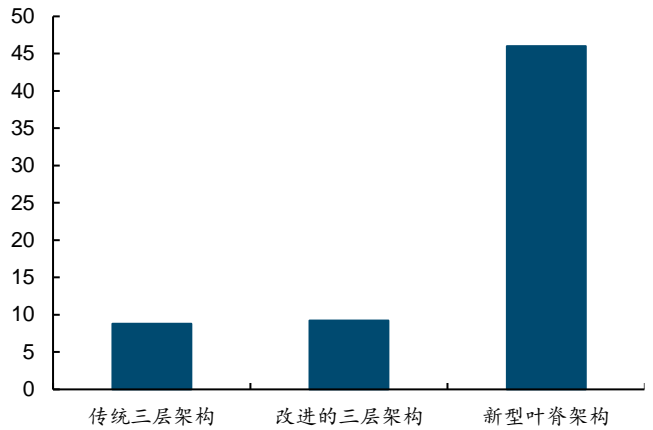
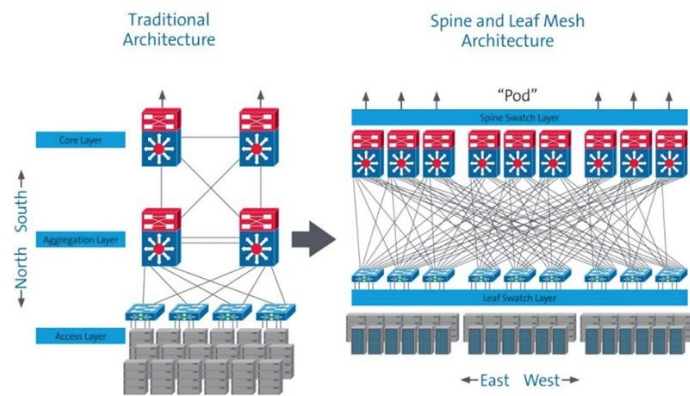
流量结构改变驱动叶脊式架构渐成数据中心主流，光模块需求量倍增。传统的大型数据中心网络架构通常为三层架构，包含核心层、汇聚层以及接入层。传统的三层网络架构主要基于南北向流量传输模型而设计，主要满足外部对数据中心的访问。东西向流量的增加，给传统三层式网络架构带来新的挑战，因为服务器和服务器之间的通信并不能平行进行，

其数据走向必须经过：接入层->汇聚层->核心层->汇聚层->接入层，从而给上层的核心交换机和汇聚交换机造成巨大负载。随着 IT 基础架构进入云计算时代，传统数据开始向云数据中心转型，但传统三层式网络架构在云数据中心内效率并不高，因为传统架构中流量的处理需要经过层层交换机，导致通信时延较长，同时不同服务器之间通信路径并不确定，从而导致时延的不可预测性。通讯时延长和不可预测性对于部署在云数据中心上的大数据等业务来说是不可接受的。

因此叶脊式网络架构开始兴起，相较传统网络的三层架构，叶脊式网络架构更加扁平化，且扩大了接入和汇聚层，大大提高网络的效率，特别是高性能计算集群或高频流量通信设备的互连网络。随着叶脊网络架构的普及，单机柜需要配置的光模块数量也将显著增加。据中际旭创可转换债券募集书披露，传统三层式架构光模块相对机柜的倍数为 8.8 倍，当数据中心网络架构向叶脊式过渡后，光模块相对机柜的倍数将成长到 46 倍。

图表30：数据中心网络架构从三层式向叶脊式升级

图表31：光模块相对机柜用量倍数

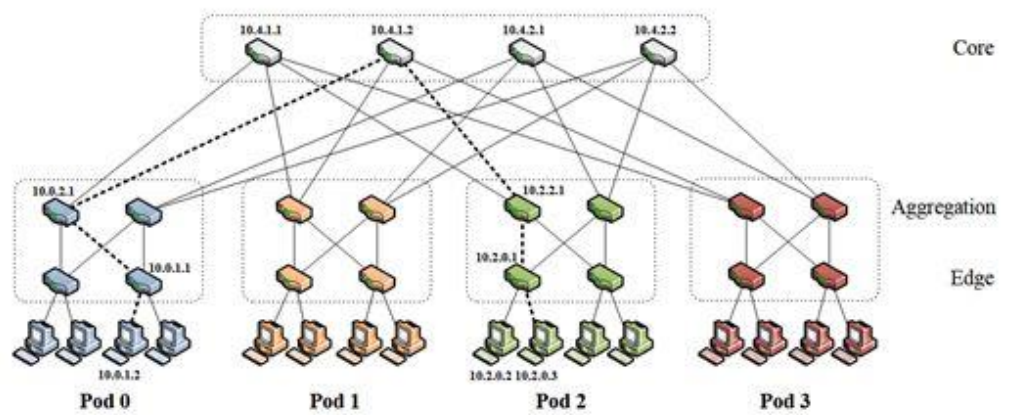


来源：CORNING，国金证券研究所

来源：中际旭创可转换债券募集书，中财网，51CTO，国金证券研究所

英伟达 AI 数据中心采用与叶脊式相近的胖树 (fat-tree) 网络架构。传统的树形网络拓扑中，带宽是逐层收敛的，树根处的网络带宽要远小于各个叶子处所有带宽的总和。Fat-Tree 是无带宽收敛的，其中每个节点上行带宽和下行带宽相等，并且每个节点都要提供对接入带宽的线速转发的能力。Fat-Tree 网络中交换机与服务器的比值较大，同时也增加了对光模块的需求。

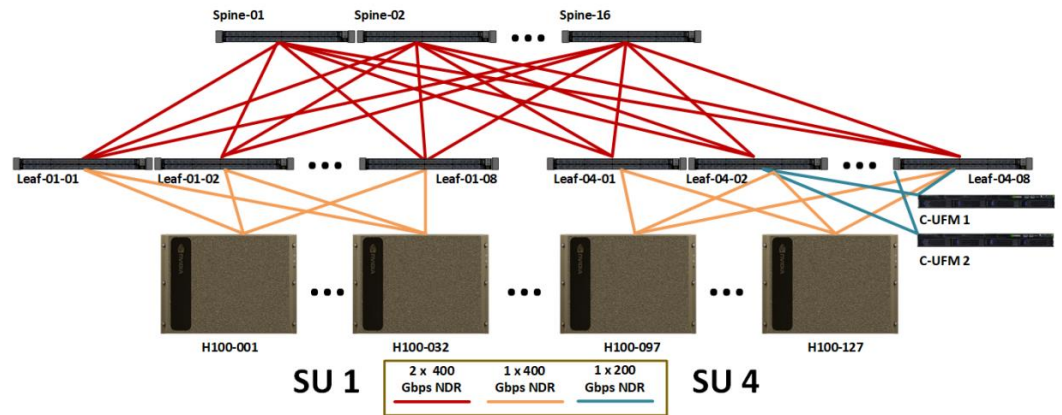
图表32：胖树网络架构示意图



来源：英伟达文档，国金证券研究所

参考 127 个节点 DGX SuperPOD 的计算网络架构，每个服务器网络端口与叶交换机相连，再与上层脊交换机相连。对于 127 个节点的集群计算，共需要 32 个叶交换机和 16 个脊交换机，每组 32 个节点是轨道对齐的，节点之间或轨道之间的流量通过脊层进行传输。相比于传统数据中心的带宽逐层收敛，英伟达 AI 数据中心无阻塞网络对于高速率光模块有更高的需求。

图表33: 英伟达 InfinBand 计算网络架构



来源: 英伟达文档, 国金证券研究所

图表34: 计算网络节点数量统计

SU Count	Cluster Size # Nodes	Cluster Size # GPUs	Leaf Switch Count	Spine Switch Count	Compute + UFM Node Cable Count	Spine-Leaf Cable Count
1	31 ¹	248	8	4	252	256
2	63	504	16	8	508	512
3	95	760	24	16	764	768
4	127	1016	32	16	1020	1024

1. This is a 32 node per SU design, however a DGX Node must be removed to accommodate for UFM connectivity.

来源: 英伟达文档, 国金证券研究所

全光方案有望进一步拉高光模块需求。英伟达在 5 月 29 日 Computex 大会上发布了全新的 AI 超级计算机 DGX GH200, DGX GH200 通过 NVLink 互连技术以及 NVLink Switch System (包含 36 个 NVLink 开关) 使 256 个 GH200 超级芯片相连, 使它们能够作为单个 GPU 运行。DGX GH200 提供 1 exaflop 的性能和 144 TB 的共享内存, 相较 2020 年推出的上一代 DGX A100 内存大了近 500 倍。英伟达首次使用 NVLink Switch 拓扑结构来构建整个超级计算机集群, NVLink 交换系统形成了一个两级、无阻塞、fat-tree NVLink 结构, 可在 DGX GH200 系统中完全连接 256 个 Grace Hopper 超级芯片。DGX GH200 中的每个 GPU 都可以以 900G 访问所有 NVIDIA Grace CPU 的其他 GPU 和扩展 GPU 存储器。在 DGX GH200 计算集群中, 第一层使用自定义线束连接到 NVLink 交换机系统, 第二层使用 LinkX 光缆连接到 NVLink 交换机系统, 意味着全光架构成为可能。在全光架构下, 光模块用量相较 Superchip 和 L1 交换机之前使用高速线缆提升一倍。

图表35: 英伟达 DGX GH200 超级 AI 计算集群可使用全光架构

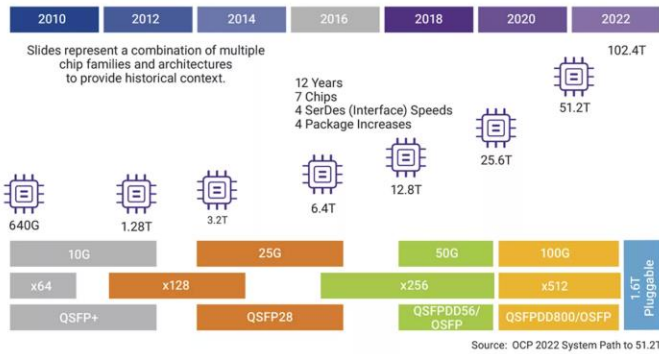


来源: 英伟达, 国金证券研究所

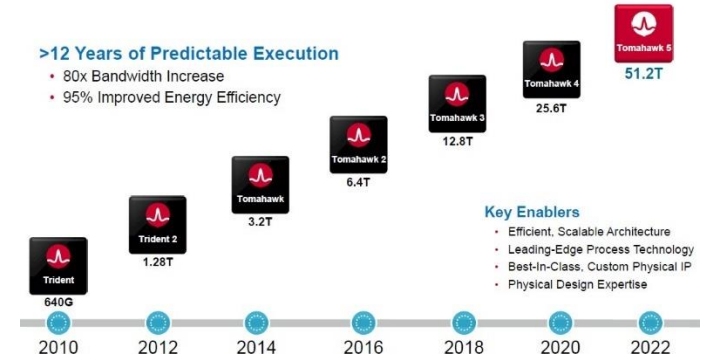
AI 驱动算力需求爆发, 海外云厂商的光模块新一轮升级周期逐渐开启, 产品迭代推动 800G 光模块与对应高速率光芯片高景气周期来临。业内已有多款 800G 交换机和交换芯片已量产发布, 800G 光模块上量的基础条件已具备。2010 年左右, 100G 的交换芯片出现, 2016 年 100G 交换机开始规模部署。2017 年首款 400G 交换芯片 Tomahawk3 送样, 2020 年 200G 和 400G 光模块开始规模部署。博通于 2022 年 8 月推出 Tomahawk5 交换芯片, 标志着 800G 光模块规模部署的先决条件逐步具备。

图表36: 数据中心交换芯片吞吐量演进趋势

图表37: 博通交换芯片线路图



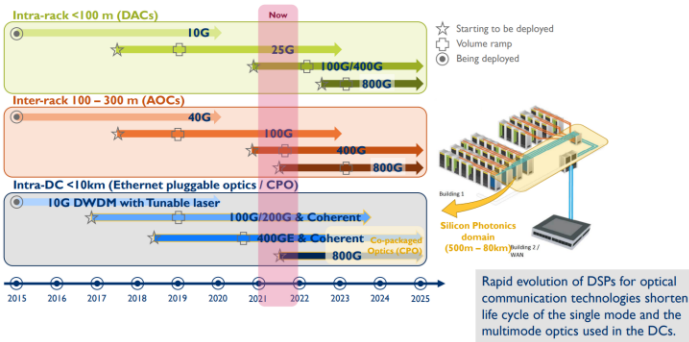
来源: 5G 承载与数据中心光模块白皮书, 国金证券研究所



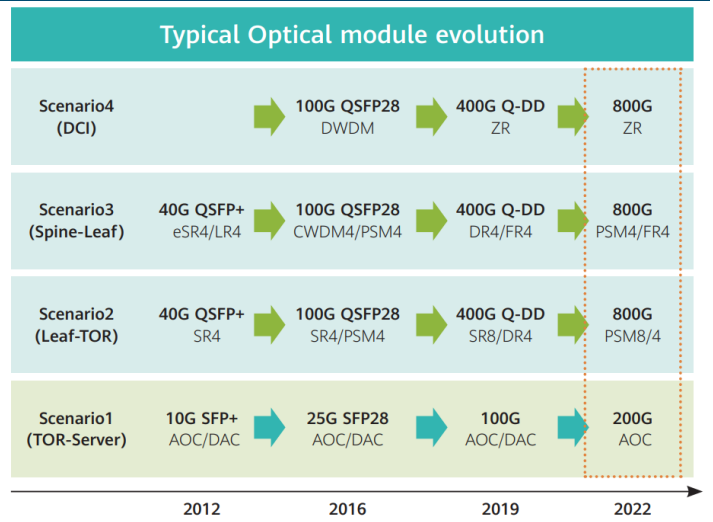
来源: 博通, 国金证券研究所

伴随算力需求提升与网络架构升级, 数据中心各节点光模块渐次升级, 800G 光模块渐成行业主流。2023 年海外 AI 数据中心的交换机互联速率逐步由 400G 向 800G 升级, 在数据中心间 (DCI)、叶交换机和脊交换机上已开始使用 800G 光模块, 国内数据中心逐渐由 100G 向 400G 升级。

图表38: 机柜内部、机柜间、数据中心间光模块方案



图表39: 数据中心光模块升级路径

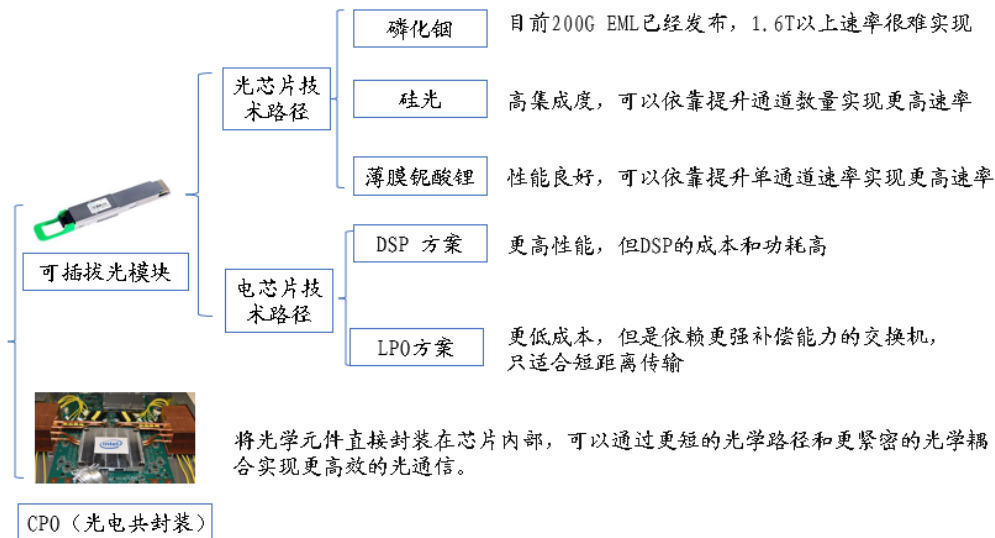


来源: Yole, 国金证券研究所

来源: MSA800G 白皮书, 国金证券研究所

从光模块/光芯片的技术趋势上来说,目前行业主流仍然以可插拔光模块为主,采用光电共封装 CPO 技术的光模块仍处于产业化初期。超高速光通信调制器芯片与模块是用于长途相干光传输和超高速数据中心的核⼼光器件,有望跟随光网络设备市场持续保持增长。目前行业内光调制技术主要有三种:基于硅光、磷化铟和铌酸锂材料平台的电光调制器。其中,硅光调制器主要是应用在短程的数据通信收发模块中,磷化铟调制器主要用在中距和长距光通信网络收发模块,铌酸锂电光调制器主要用在 100Gbps 以上的长距骨干网相干通讯和单波 100/200Gbps 的超高速数据中⼼中。LPO 方案光模块则是在传统可插拔光模块的基础上,利用线性直驱技术替换传统的 DSP,降低成本与功耗的同时也牺牲了性能与传输距离。

图表40: 光通信主要技术路径示意图



来源: 国金证券研究所整理

图表41：光通信主要技术路径对比

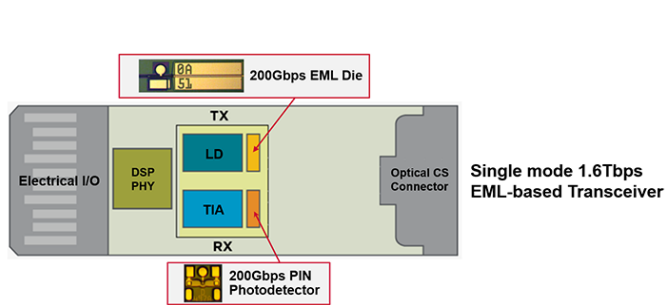
技术路径	实现方式	技术特点	产业进展
磷化铟	磷化铟作衬底的光芯片	单通道 200G 达到极限，未来难以继续提升速率	产业成熟，是目前最主流的方案
硅光	激光器作为外置光源，硅基芯片承担速率调制	集成度高，可以通过更多通道实现更高速率，有望降低成本	产业较为成熟，未大规模应用
铌酸锂	体铌酸锂或薄膜铌酸锂调制器	光学性能好，可以通过实现单通道更高速率达到更高速率	产业初期
LPO	线性直驱技术替换传统的 DSP	低延时、低功耗、成本低，但传输距离受限，并且以来具有更强补偿能力的交换机	有样品发布
CPO	光学元件封装在交换机内部	低延时、低功耗、高速率，但维护成本高	产业初期

来源：国金证券研究所整理

1) 传统可插拔光模块

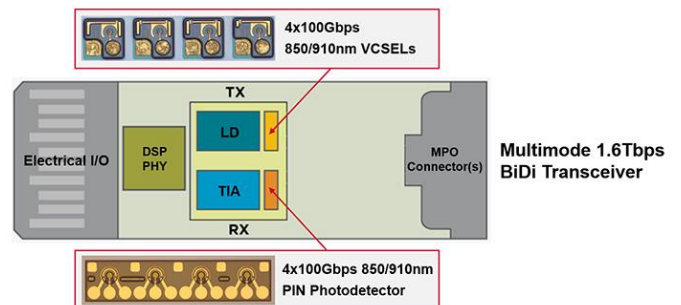
传统高速光模块主要基于 EML (单模)、VCSEL (多模) 光芯片，EML 芯片衬底为磷化铟，VCSEL 芯片衬底为砷化镓。VCSEL 激光器目前最高速率为单波 100G，目前只有 II-VI 与博通实现量产。目前 Lumentum、II-VI、博通等厂商已经在 2023 年 3 月的 OFC 2023 会议当中展示了 200G EML 样品，同时在会议当中，中际旭创、新易盛、剑桥科技、索尔思光电也演示了基于 8 通道 200G EML 激光器的 1.6T 光模块产品。由于磷化铟衬底本身物理性质原因，单波 200G 的激光器基本已达到速率上限，未来很难继续提高单通道速率。因此我们认为在 3.2T 及以上速率的光模块当中传统磷化铟方案很难继续使用，若采用 200G EML 则需要 16 个通道，会大幅提高光模块的尺寸。

图表42：使用博通 200G EML 的 1.6T 光模块示意图



来源：博通，国金证券研究所

图表43：使用博通 100G VCSEL 的 1.6T 光模块示意图



来源：博通，国金证券研究所

2) LPO 方案光模块

光模块当中 DSP 芯片可以通过复杂算法，对传输信号进行补偿、调制，可以大幅降低误码率，但缺点是价格较高，同时功耗较大。根据产业链调研，目前 800G 光模块所需要的 DSP 芯片，单价在 100~150 美元左右，占 BOM 成本的 25% 左右。LPO 方案利用线性直驱技术替换传统的 DSP，可降低约 25% 的成本并节省 50% 左右的功耗，但在性能和传输距离上有所牺牲。同时没有 DSP 以后，光模块需要依赖有较强补偿能力的交换机芯片，比如博通 Tomahawk 5 对信号进行补偿和处理，降低误码率。另外 LPO 方案也无法支持长距离的传输，预计主要是在数据中心等有大量传输距离较短的场景当中使用。在 2023 年 OFC 会议当中，新易盛发布了 800G LPO 光模块。

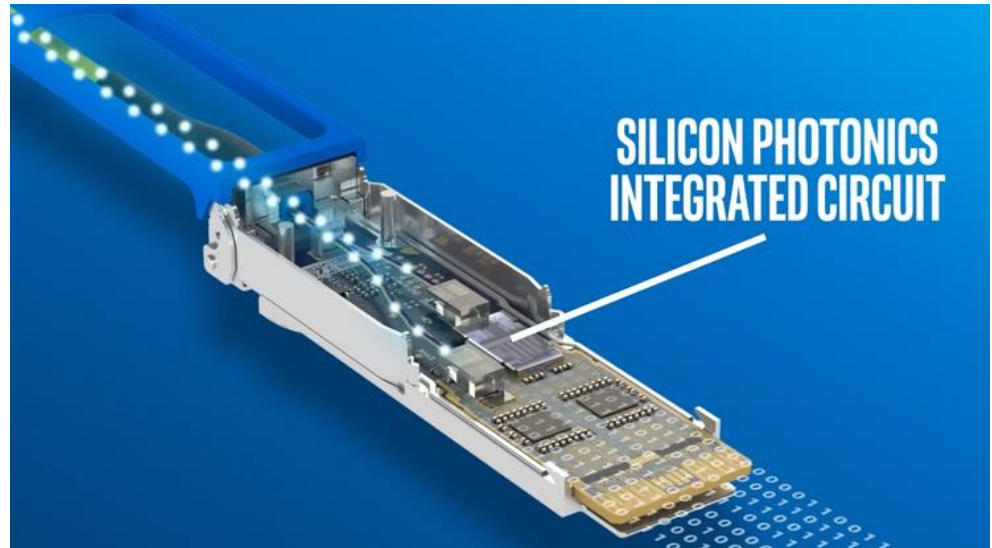
3) 硅光方案光模块

在磷化铟方案单通道速率难以继续提升的背景下，利用 CMOS 工艺进行光器件开发和集成的硅光技术成为趋势。硅光方案中，激光器芯片仅作为外置光源，硅基芯片承担速率调制功能，因此需将激光器芯片发射的光源耦合至硅基材料中。凭借高度集成的制程优势，硅基材料能够整合调制器和无源光路，从而实现调制功能与光路传导功能的集成。硅光方案使用的大功率激光器芯片，要求同时具备大功率、高耦合效率、宽工作温度的性能指标，对激光器芯片要求更高。另外硅的成本较磷化铟更低，同时硅光采用 CMOS 工艺，有望

进一步降低成本。

即使单通道激光器芯片的速率无法继续提升，依靠硅光技术具有高集成度的特点，光模块在保持原有大小的情况下，也可以通过增加通道数的方式进一步提升传输速率，硅光技术有望成为 800G 及更高速率光模块的解决方案。英特尔作为当前硅光方案的领导者，21 年便已经推出 800G DR8 的硅光光模块。

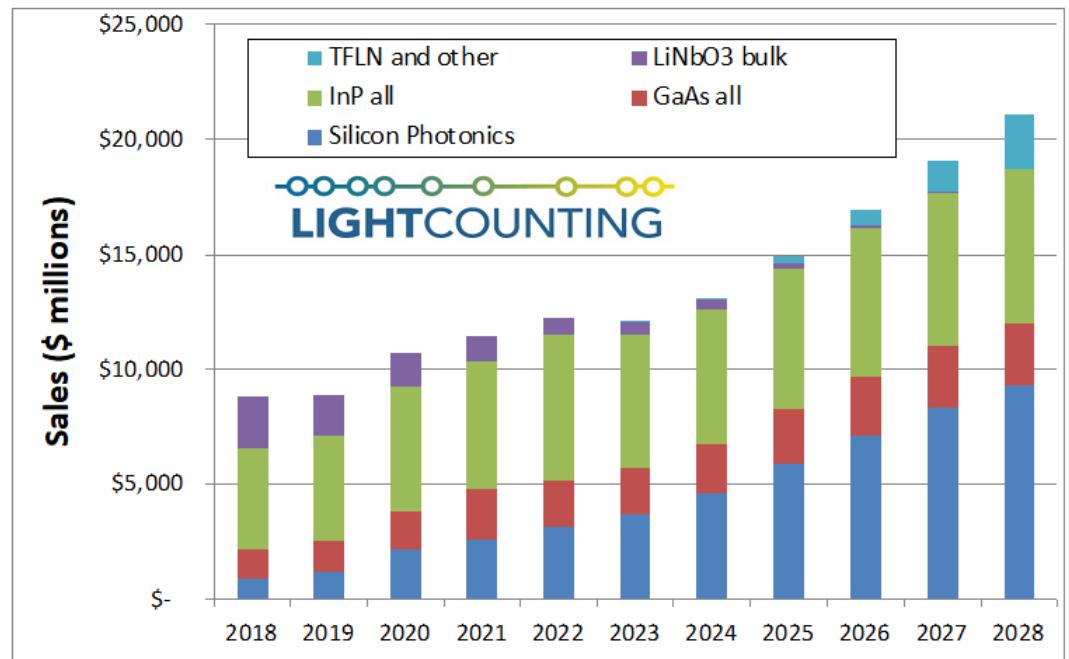
图表44：英特尔硅光光模块示意图



来源：英特尔，国金证券研究所

硅光（SiP）正在以低成本、大规模的技术优势，逐渐成为全球光模块市场的主流技术之一。根据 LightCounting 的数据，硅光方案光模块的市场份额将从 2022 年的 24% 增加到 2028 年的 44%，未来 LPO 和 CPO 方案光模块有望基于硅光材料制造。

图表45：2028 年硅光方案光模块的市场份额有望达到 44%



来源：LightCounting，国金证券研究所

4) 薄膜铌酸锂方案光模块

体材料铌酸锂调制器是大容量光纤传输网络和高速光电信息处理系统中的关键器件，具有带宽高、稳定性好、信噪比高、传输损耗小、工艺成熟等优点，几十年来为光通信发展发挥了关键作用。但在传输速率需求不断提升的形势下，体材料铌酸锂调制器也在一些性能

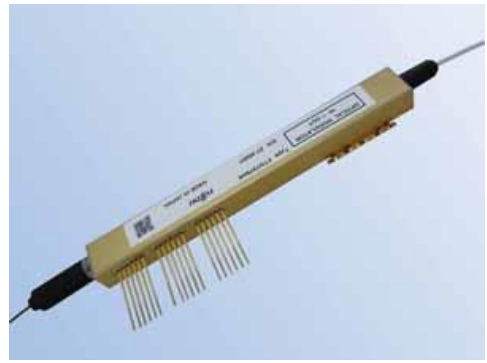
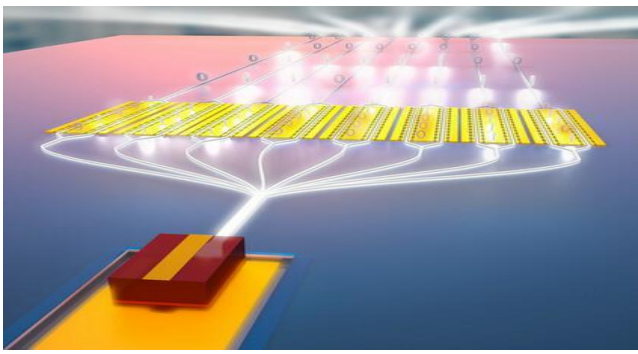
上遭遇瓶颈，而且体积较大，不利于集成。新一代薄膜铌酸锂调制器芯片技术将解决这些问题。具有“光学硅”之称的铌酸锂材料通过最新的微纳工艺，制备出的薄膜铌酸锂调制器具有高性能、低成本、小尺寸、可批量化生产且与 CMOS 工艺兼容等优点，是未来高速光互连极具竞争力的解决方案。

据 Cignal AI 预测，除高速相干骨干网光通信市场外，随着高速相干光传输技术不断从长途/干线下沉到区域/数据中心等领域，用于高速相干光通信的数字光调制器需求将持续增长。另外，铌酸锂材料具备优异的光学性能，采用薄膜铌酸锂调制器可以使得单通道速率超过 200G，未来有望成为 1.6T 以上光模块的重要解决方案。

2022 年 4 月，哈佛大学工程与应用科学院(SEAS)的研究人员，联合 Freedom Photonics 和 HyperLight 公司，成功开发出首个铌酸锂芯片全集成高功率激光器，为高功率电信系统、全集成光谱仪、光学遥感和量子网络高效频率转换等应用发展路径提供了可能性。目前薄膜铌酸锂全球主要厂商包括富士通、光库科技、铌奥光电与 HyperLight，产业尚未进入大规模量产阶段。

图表46：铌酸锂片上集成激光器示意图

图表47：富士通 200G 薄膜铌酸锂调制器



来源：哈佛大学 SEAS，国金证券研究所

来源：富士通，国金证券研究所

5) CPO 方案光模块

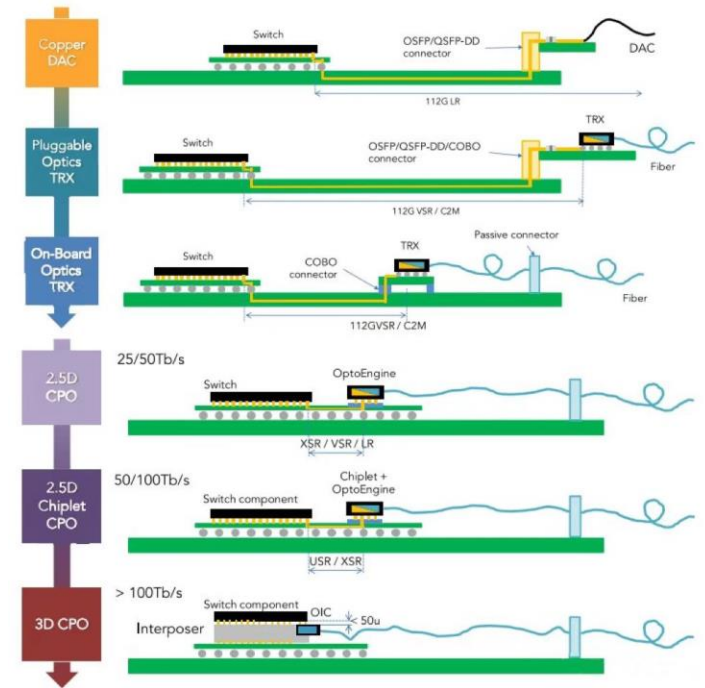
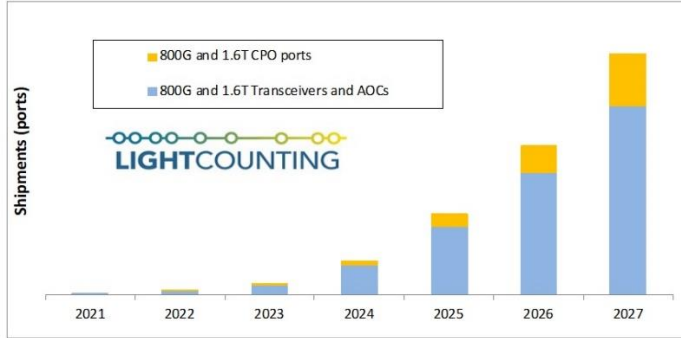
CPO 是在光通信网络速率不断升级迭代背景下，未来可能的产品演进升级形态之一，但目前市场 CPO 相关产品总体尚处于初期阶段。CPO 就是把交换芯片和光引擎（光模块）封装在一起。光引擎或光模块的主要功能是将输入的光纤信号转换为数字信号，同时将 ASIC（专用集成电路）芯片输入的数字信号转化为光信号进行输出。CPO 不断演进，2.5D CPO 直接将光驱动与 Switch ASIC 封装在同一个基板上，进一步缩短线距，增加 I/O 密度；3D 封装技术将光学 IC 直接连接到中介层上，实现小于 50um pitch 的 I/O 间距的相连。光电共封的方式缩短了交换芯片和光引擎间的距离，使得电信号能够更快的在芯片和光模块之间传输，提高了效率，减少了尺寸，还降低了功耗。与传统的电子器件相比，光学器件具有更高的传输速率、更低的能耗和更高的可靠性。因此 CPO 技术可以应用于人工智能算力发展中，提高计算平台的速度和能效比，从而满足大模型训练、大规模数据处理和深度学习算法的需求。但同时 CPO 的封装更加复杂，相比光模块可热插拔的特点，CPO 集成大量器件，一旦内部器件损坏，替换难度较大，维护成本更高。

根据 LightCounting 的数据，可插拔光模块将在未来 5 年（甚至更长的时间内）继续主导整个光模块市场。采用 CPO 技术的光模块的市场份额将持续提升，到 2027 年 CPO 技术在 800G 和 1.6T 光模块中的份额将达到 30%。

图表48: 27年CPO在800G/1.6T光模块的份额达30%

图表49: 光电共封装的封装形式及发展趋势

Figure: Forecast for 800G and 1.6T Ethernet transceivers, AOCs and CPO



来源: LightCounting, 国金证券研究所

来源: 艾邦半导体网, 国金证券研究所

2.2 “宽带中国”推动光纤网络建设, 高速宽带开启 10G PON 升级拉动光芯片需求

2021年11月, 工信部发布《“十四五”信息通信行业发展规划》要求全面部署新一代通信网络基础设施, 全面推进5G移动通信网络、千兆光纤网络、骨干网、IPv6、移动物联网、卫星通信网络等的建设或升级; 统筹优化数据中心布局, 构建绿色智能、互通共享的数据与算力设施; 积极发展工业互联网和车联网等融合基础设施。《“十四五”信息通信行业发展规划》指明信息基础设施建设的目标, 在规划目标落地的过程中, 光芯片需求量也将不断增长。

图表50: 《“十四五”信息通信行业发展规划》主要建设目标

类别	指标	2020年	2025年目标	年均增速/累计变化
总体规模	信息通信业收入(万亿元)	2.64	4.3	10%
	信息通信基础设施累计投资(万亿元)	2.5	3.7	1.2
基础设施	每万人拥有5G基站数(个)	5	26	21
	10G-PON及以上端口数(万个)	320	1200	880
	数据中心算力(每秒百亿亿次浮点运算)	90	300	27%
	工业互联网标识解析公共服务节点数(个)	96	10	54
	移动网络IPv6流量占比(%)	17.2	70	52.8
	国际互联网出入口宽带(太比特每秒)	7.1	48	40.9
应用普及	通信网络终端连接数(亿个)	32	45	7%
	5G用户普及率(%)	15	56	41
	千兆宽带用户数(万户)	640	6000	56%
	工业互联网标识注册量(亿个)	94	500	40%
	5G虚拟专网数(个)	800	5000	44%

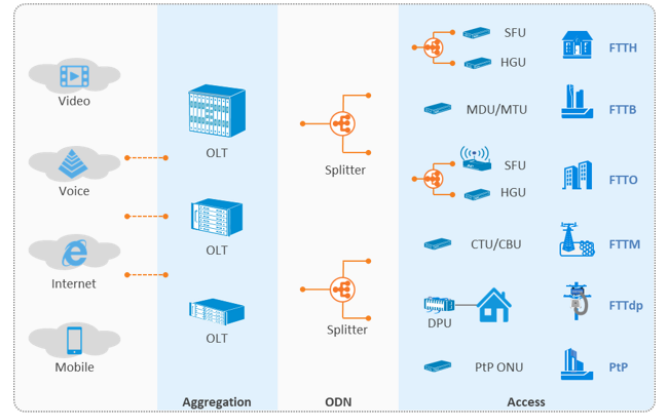
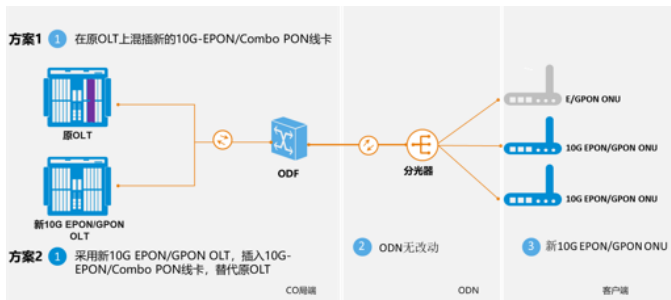
来源: 源杰科技招股说明书, 国金证券研究所

FTTx 光纤接入是全球光模块用量最多的场景之一, 而我国是 FTTx 市场的主要推动者。受制于电通信电子器件的带宽限制、损耗较大、功耗较高等, 运营商逐步替换铜线网络为光纤网络。目前, 全球运营商骨干网和城域网已实现光纤化, 部分地区接入网已逐渐向全网光纤化演进。PON(无源光网络)技术是实现 FTTx 的最佳技术方案之一, PON 是指 OLT(光线路终端, 用于数据下传)和 ONU(光网络单元, 用于数据上传)之间的 ODN

(光分配网络)全部采用无源设备的光接入网络,是点到多点结构的无源光网络。PON技术传输容量大,相对成本低,维护简单,有很好的可靠性、稳定性、保密性,已被证明是当前光纤接入中非常经济有效的方式,成为光纤接入技术主流。目前PON技术主要包括APON/BPON、EPON、GPON和10G-PON几类,当前主流的EPON/GPON技术采用1.25G/2.5G光芯片,并向10G光芯片过渡。10G-PON技术支持数据上下传速率对称10Gbps,能够更好地满足各类高速宽带业务应用的接入网络需求。

图表51: 10G PON 解决方案示意图

图表52: FTTx 解决方案示意图



来源: 中兴通讯, 国金证券研究所

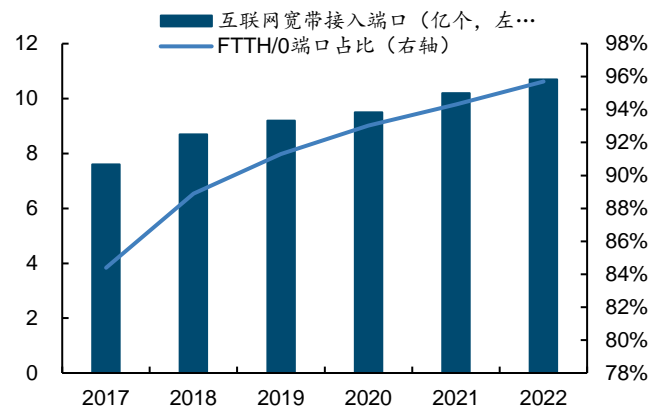
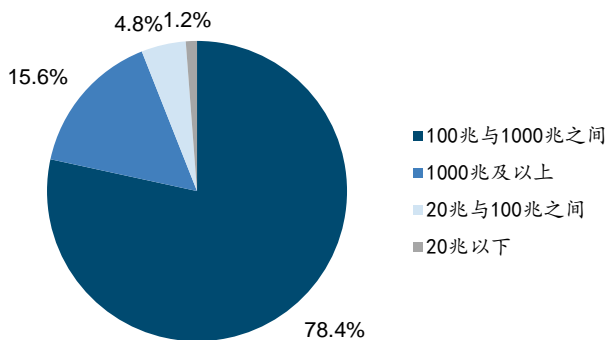
来源: 中兴通讯, 国金证券研究所

截至2022年底,三家基础电信企业的固定互联网宽带接入用户总数达5.9亿户,全年净增5386万户。其中,100Mbps及以上接入速率的用户为5.54亿户,全年净增5513万户,占总用户数的93.9%,占比较上年末提高0.8个百分点;1000Mbps及以上接入速率的用户为9175万户,全年净增5716万户,占总用户数的15.6%,占比较上年末提高9.1个百分点。截至2022年底,全国光纤接入(FTTH/O)端口达到10.25亿个,比上年末净增6534万个,占比提升至95.7%。

根据《“十四五”信息通信行业发展规划》,在持续推进光纤覆盖范围的同时,我国要求全面部署千兆光纤网络。以10G-PON技术为基础的千兆光纤网络具备“全光联接,海量带宽,极致体验”的特点,将在云化虚拟现实(Cloud VR)、超高清视频、智慧家庭、在线教育、远程医疗等场景部署,引导用户向千兆速率宽带升级。根据工信部数据,截至2021年年底,全国10G PON端口数达到786万个,截至2022年年底,全国10G PON端口数量达到1523万个,相比21年几乎翻倍。

图表53: 22年中国固定互联网宽带各接入速率用户占比

图表54: 中国互联网宽带接入端口发展情况



来源: 工信部, 国金证券研究所

来源: 工信部, 国金证券研究所

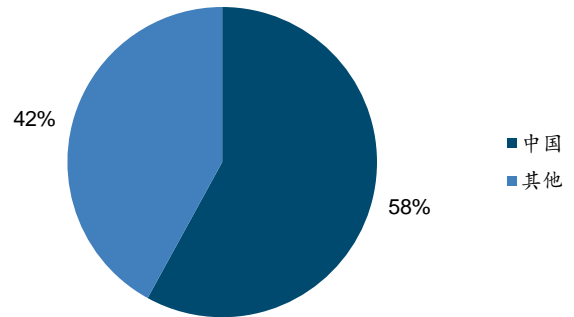
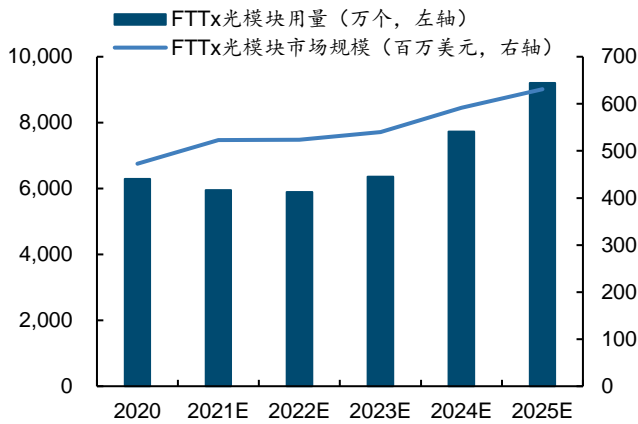
根据LightCounting的数据,2020年FTTx全球光模块市场出货量约6,289万只,市场规模为4.73亿美元,随着新世代PON的应用逐渐推广,预计至2025年全球FTTx光模块市场出货量将达到9,208万只,年均复合增长率为7.92%,市场规模达到6.31亿美元,年均复合增长率为5.93%。

根据LightCounting数据,中国市场仍将在接入网市场中发挥主导作用。到2027年,中

国在全球 FTTx 光模块销售额份额将保持在 50% 以上, 而且中国将继续是全球最大的单一市场。

图表55: FTTx 光模块用量和市场规模预测

图表56: 2027 年 FTTx 光模块按地区销售额占比

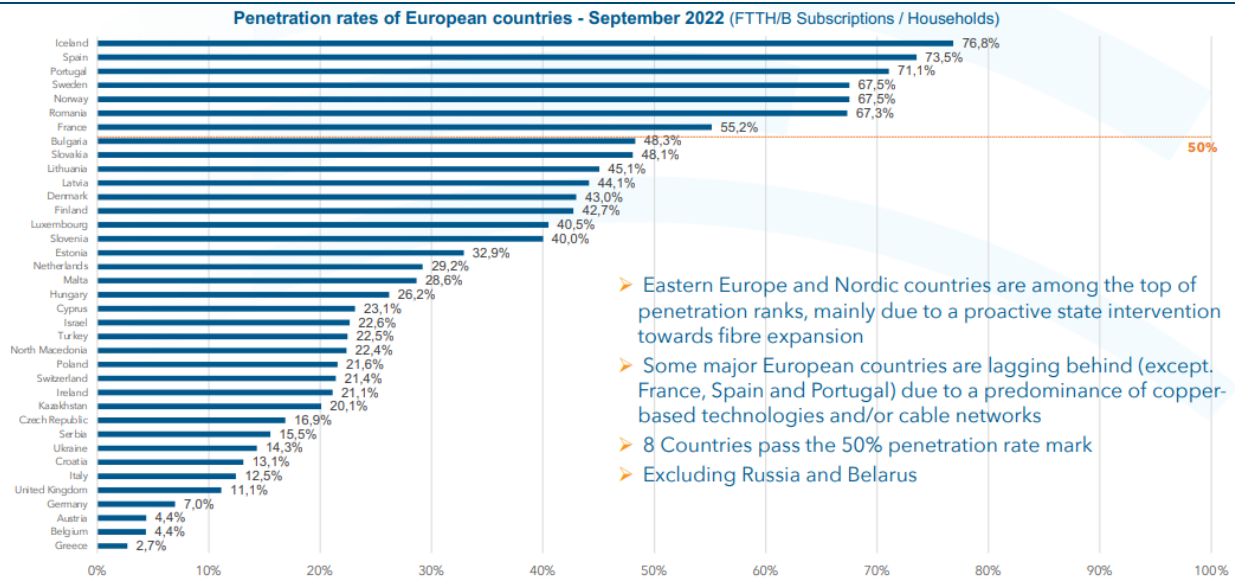


来源: 源杰科技招股说明书, LightCounting, 国金证券研究所

来源: LightCounting, 国金证券研究所

海外光纤建设仍有较大潜力。根据 FTTH 欧洲理事会数据, 截至 2022 年 9 月, 欧洲仅有 8 个国家的 FTTH/B 的渗透率超过了 50%, 未来仍有较大的提升空间。2021 年 3 月 9 日, 欧盟委员会发布题为《2030 数字罗盘计划: 数字化十年的欧洲道路》文件, 提出未来 10 年欧盟推动数字化转型的具体目标与实施路径, 计划到 2030 年, 所有欧盟家庭应实现千兆覆盖, 1 万人以上城区应实现 5G 覆盖。

图表57: 截至 2022 年 9 月欧洲主要国家 FTTH/B 渗透率 (不含俄罗斯和白俄罗斯)



- Eastern Europe and Nordic countries are among the top of penetration ranks, mainly due to a proactive state intervention towards fibre expansion
- Some major European countries are lagging behind (except France, Spain and Portugal) due to a predominance of copper-based technologies and/or cable networks
- 8 Countries pass the 50% penetration rate mark
- Excluding Russia and Belarus

来源: FTTH 欧洲理事会, 国金证券研究所

光纤接入领域使用的激光器主要是 2.5G 和 10G 的激光器, 类型包括 FP、DFB 和 EML 激光器。以源杰科技的产品为例, 2.5G FP 激光器主要用于 EPON, 2.5G 的 DFB 可以用于 GPON 和 10G PON, 而 10G 的 DFB 和 EML 激光器可以用于 10G PON 当中。

图表58：源杰科技光纤接入激光器类型

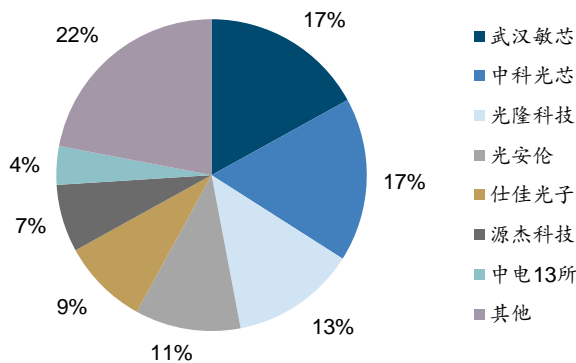
应用领域	速率	产品类型
光纤接入 EPON	2.5G	1310nm FP
光纤接入 GPON	2.5G	1310nm DFB
	2.5G	1490nm DFB
光纤接入 10G PON	2.5G	1270nm DFB
	10G	1270nm DFB
	10G	1577nm EML/+SOA

来源：源杰科技年报，国金证券研究所

我国光芯片企业已基本掌握 2.5G 光芯片的核心技术，2.5G 光芯片市场已基本实现国产化。根据 ICC 统计，2021 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场中，主要厂商都为国内厂商。2.5G 及以下光芯片市场中，国内光芯片企业已经占据主要市场份额。如 PON（GPON）数据上传光模块使用的 2.5G 1310nm DFB 激光器芯片，国产化程度高，国外光芯片厂商由于成本竞争等因素，已基本退出相关市场。

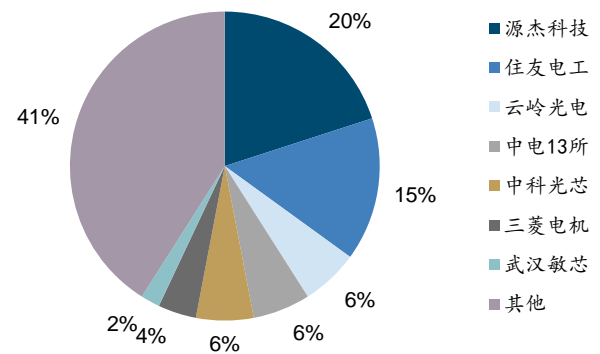
我国光芯片企业已基本掌握 10G 光芯片的核心技术，但部分型号产品仍存在较高技术门槛，依赖进口。根据 ICC 统计，2021 年全球 10G DFB 激光器芯片市场中，源杰科技发货量占比为 20%，已超过住友电工、三菱电机等。10G 1270nm DFB 激光器芯片主要用于 10G-PON 数据上传光模块，根据 C&C 统计，2020 年度源杰科技该型号产品在出口海外 10G-PON（XGS-PON）市场中已占近 50% 的市场份额。而 10G 1577nm EML 激光器芯片主要用于 10GPON 数据下传，相关芯片设计与工艺开发复杂，国产化率低，仅博通（Broadcom）、住友电工、三菱电机等国际少数头部厂商能够批量供货。目前国内光芯片厂商中，华为、海信宽带可以部分实现自产自用。

图表59：2021 年全球 2.5G 及以下 DFB/FP 激光器芯片市场份额



来源：源杰科技招股说明书，ICC，国金证券研究所

图表60：2021 年全球 10G DFB 激光器芯片市场份额

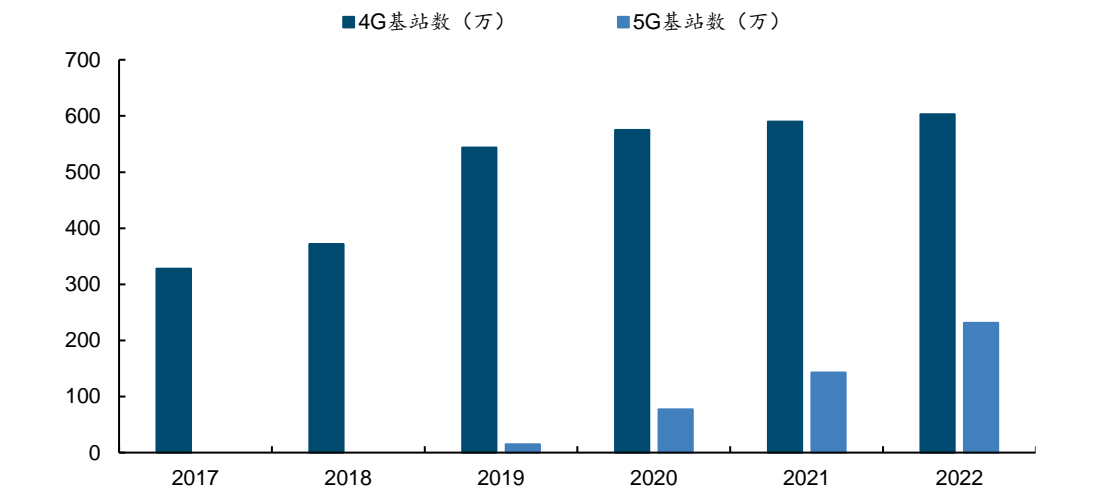


来源：源杰科技招股说明书，ICC，国金证券研究所

2.3 5G 基站全球建设持续推进，移动通信中后传国产空间广阔

国内 5G 建设继续稳步推进。根据工信部的数据显示，2022 年国内新建 5G 基站 88.7 万个。截至 2022 年末，境内已累计建成 5G 基站 231.2 万个。2023 年要新建 60 万个 5G 基站，基站总数将超过 290 万个。未来的建设目标是在城市地区要覆盖得更好；在农村地区要继续延伸，争取覆盖的更广；在工业园区要覆盖的更深。

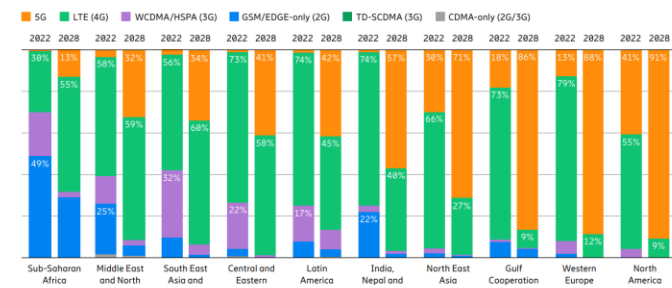
图表61：中国通信基站数量变化情况



来源：工信部，国金证券研究所

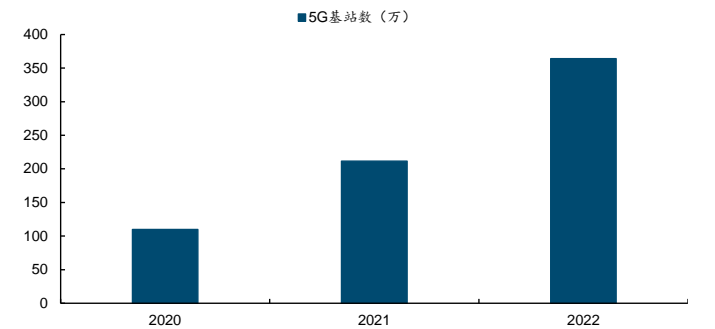
海外 5G 网络建设进程加速，根据 TD 产业联盟的数据，全球 5G 基站部署总量超过 364 万个，同比 2021 年 (211.5 万) 增长 72%。预计 2023 年底 5G 投资运营商将达到 550 个，到 2025 年全球将会有超过 420 家运营商在 133 个国家和地区商用 5G 网络，到 2030 年，商用 5G 网络运营商数量会超过 640 家，5G 将覆盖全球几乎所有的国家和地区。根据 2023 年 6 月爱立信发布的报告，23Q1 全球 5G 用户达 11 亿，2023 年底全球 5G 用户预计达 15 亿，2028 年底全球 5G 用户预计将达到 46 亿，海外 5G 建设将持续加速，北美地区已进入第二波扩建潮，东南亚和大洋洲的 5G 建设也正在强劲增长。

图表62：海外市场 5G 渗透率仍有较大提升空间



来源：爱立信，国金证券研究所

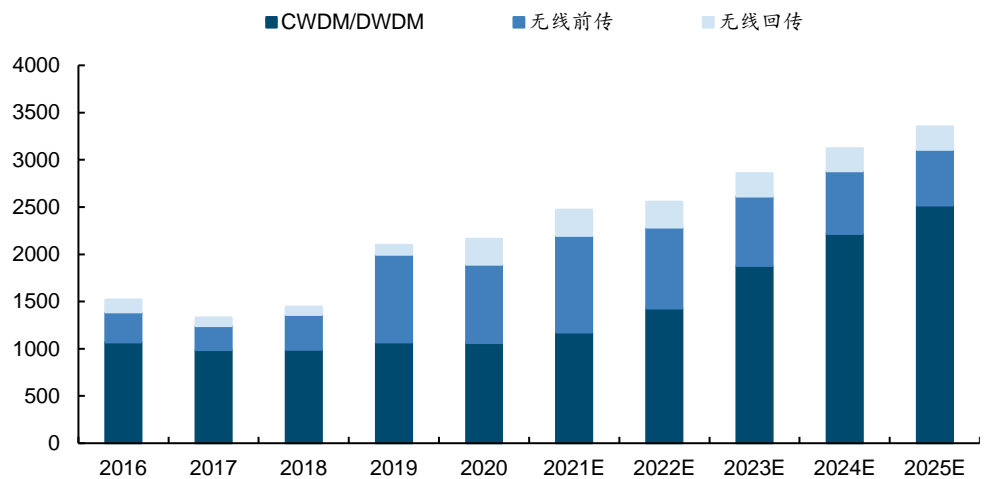
图表63：全球 5G 基站数量变化情况



来源：TD 产业联盟，国金证券研究所

5G 移动通信网络提供更高的传输速率和更低的时延，各级光传输节点间的光端口速率明显提升，要求光模块能够承载更高的速率。5G 移动通信网络可大致分为前传、中传、回传，光模块也可按应用场景分为前传、中回传光模块，前传光模块速率需达到 25G，中回传光模块速率则需达到 50G/100G/200G/400G，带动 25G 甚至更高速率光芯片的市场需求。根据 LightCounting 的数据，全球电信侧光模块市场前传、(中)回传和核心波分市场需求将持续上升，2020 年全球电信侧光模块市场规模达到 21.66 亿美元，其中前传、(中)回传和核心波分市场规模分别达到 8.21 亿美元、2.61 亿美元和 10.84 亿美元。2025 年全球电信侧光模块市场规模预计将达到 33.55 亿美元，其中前传、(中)回传和核心波分市场规模分别达到 5.88 亿美元、2.48 亿美元和 25.18 亿美元，21-25 年核心波分市场规模 CAGR 达 21%。电信市场的持续发展，将带动电信侧光芯片应用需求的增加。

图表64：2016-2025E 全球电信侧光模块市场规模



来源：源杰科技招股说明书，LightCounting，国金证券研究所

10G 1310 波段的光芯片主要应用于 4G 移动通信网络，5G 移动通信网络主要使用 25G 光芯片，出于成本等因素考虑，2021 年存在 5G 基站使用升级的 10G 光芯片方案。由于 4G 移动通信网络已相对成熟，10G 光芯片供应商格局稳定，主要为三菱电机、朗美通（Lumentum）、海信宽带、光迅科技等。

5G 移动通信网络包括前传、中传和回传等领域，25G 光芯片主要应用于 5G 前传光模块市场。2020 年运营商主要采用 25G 光芯片方案，根据 C&C 统计，2020 年源杰科技凭借 25G MWDW 12 波段 DFB 激光器芯片，成为满足中国移动相关 5G 建设方案批量供货的厂商。而 5G 中回传光模块所使用的 25G EML 激光器芯片，主要为三菱电机、住友电工、朗美通（Lumentum）等海外企业供应。

图表65：移动通信市场主要激光器类型与供应商

速率	激光器类型	应用场景	主要厂商
10G	1310nm FP/DFB	4G 移动网络	三菱电机、Lumentum、海信宽带、光迅科技、源杰科技等
25G	1270/1310nm DFB	5G 前传	三菱电机、Lumentum、海信宽带、光迅科技、源杰科技等
25G	EML	5G 中回传	三菱电机、住友电工、Lumentum

来源：源杰科技招股说明书，源杰科技年报，国金证券研究所

三、A 股重点光芯片/光模块公司梳理

3.1 主线一：光芯片厂商

源杰科技：国产光芯片领先厂商，数通和电信市场双轮驱动

持续深耕光芯片领域，多年积累建立 IDM 全流程业务体系。源杰科技成立于 2013 年，公司自成立以来始终聚焦于光芯片行业，主营业务为光芯片的研发、设计、生产与销售，目前公司产品涵盖从 2.5G 到 100G 磷化铟激光器芯片。公司产品广泛应用于光纤到户、数据中心与云计算、4G/5G 移动通信网络、通信骨干网络和工业物联网等终端赛道。公司产品已实现向客户 A1、海信宽带、中际旭创、博创科技、铭普光磁等国际前十大及国内主流光模块厂商批量供货，产品用于客户 A、中兴通讯、诺基亚等国内外大型通讯设备商，并最终应用于中国移动、中国联通、中国电信、AT&T 等国内外知名运营商网络中。经过多年研发与产业化积累，公司已建立了包含芯片设计、晶圆制造、芯片加工和测试的 IDM 全流程业务体系。

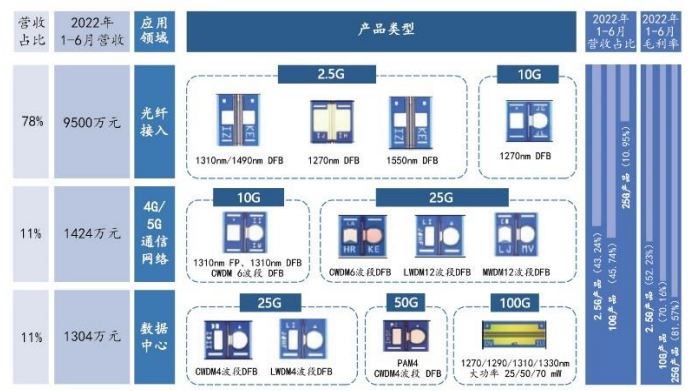
目前公司的主要产品为光芯片，主要应用于电信市场、数据中心市场、车载激光雷达市场等领域。在电信市场中，光纤接入主要应用 2.5G/10G 的激光器芯片。移动通信网络主要

用 10G/25G 激光器芯片。数据中心类主要用 25G/50G 的激光器系列产品和大功率硅光源产品, 100G EML 芯片已给下游终端客户送样。在车载激光雷达领域, 产品涵盖 1550 波段车载激光雷达激光器芯片等产品。

图表66: 源杰科技发展历程



图表67: 2022年源杰科技主要产品和财务摘要



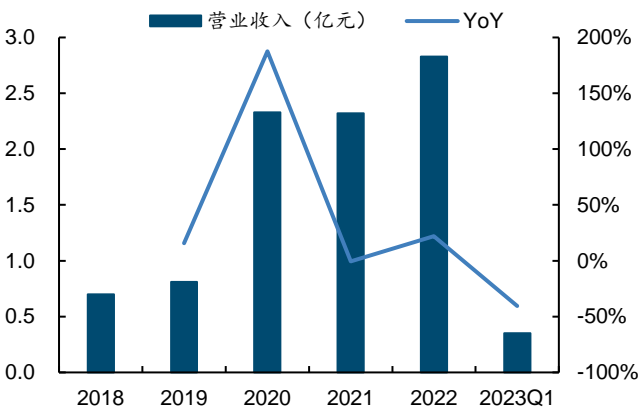
来源: 源杰科技官网, 国金证券研究所

来源: 源杰科技年报, 国金证券研究所

2022年公司实现营业收入2.83亿, 同比增长21.89%。公司实现归母净利润1.00亿元, 同比增长5.28%。电信市场营收为2.37亿, 占营收比例为83.73%, 同比增长19.26%。数据中心及其他业务营收为0.45亿, 占总营收比例为16.28%, 较上年同期增长33.69%。增长的主要原因是25G DFB激光器芯片逐渐得到下游客户的认可, 实现批量出货。

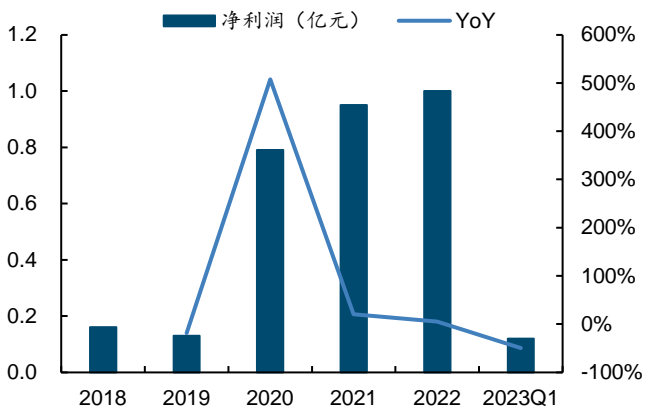
2023年一季度营收为0.35亿, 同比下降40.6%, 归母净利润为0.12亿, 同比下降49.68%, 主要原因是光纤接入、数据中心等市场的光芯片需求表现不佳, 下游客户减少采购, 且高毛利产品销售占比减少。

图表68: 2018-2023Q1 源杰科技营业收入及增速



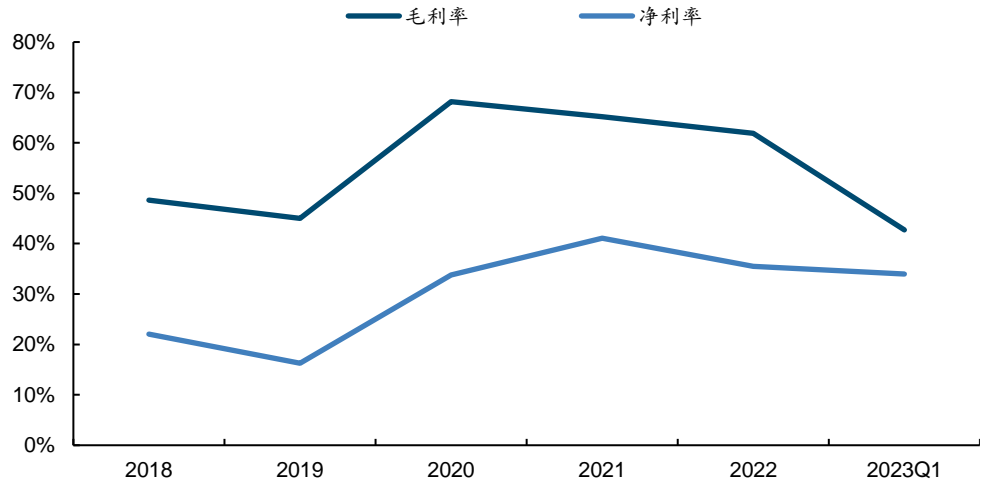
来源: Wind, 国金证券研究所

图表69: 2018-2023Q1 源杰科技净利润及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

图表70: 2018-2023Q1 源杰科技毛利率和净利率



来源: Wind, 国金证券研究所

长光华芯: 国产激光芯片龙头, 布局数据中心光芯片

长光华芯专注于半导体激光芯片的研发、设计及制造, 主要产品包括高功率单管系列产品、高功率巴条系列产品、高效率 VCSEL 系列产品及光通信芯片系列产品等, 逐步实现高功率半导体激光芯片的国产化。公司产品可广泛应用于: 光纤激光器、固体激光器及超快激光器等光泵浦激光器、直接半导体激光输出加工应用、激光智能制造装备、国家战略高技术、科学研究、医学美容、激光雷达、机器视觉定位、智能安防、消费电子、3D 传感与摄像、人脸识别与生物传感等领域。

2023 年 5 月, 公司发布了单波 100Gbps (56Gbaud 四电平脉冲幅度调制(PAM4)) 电吸收调制器激光二极管 (EML) 芯片, 支持四个波长的粗波分复用 (CWDM), 达到了使用 4 颗芯片实现 400Gbps 传输速率, 或 8 颗芯片实现 800Gbps 传输速率的应用目标, 产品可用于 400G/800G 超算数据中心互连光模块。

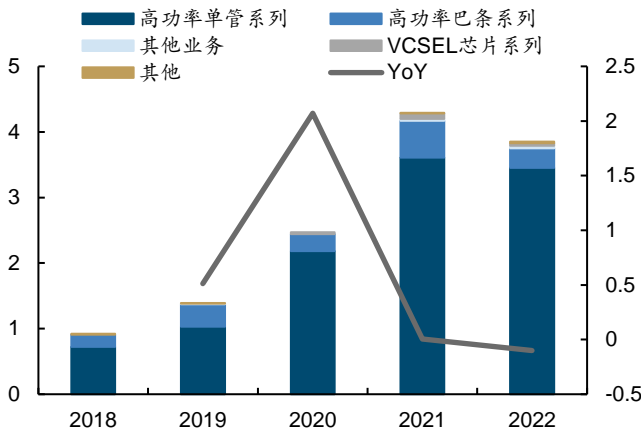
图表71: 长光华芯产品矩阵

高功率单管系列产品				
	高功率单管芯片	高功率单管器件	光纤耦合模块	直接半导体激光器
高功率巴条系列产品				
	高功率巴条芯片	高功率巴条器件	阵列模块	
激光雷达与3D传感系列产品				
	激光雷达 VLR 系列	激光雷达 EEL 系列	TOF 系列	SL 系列
光通信芯片系列产品				
	APD 系列	EML 系列	DFB 系列	PD 系列

来源: 长光华芯官网, 国金证券研究所

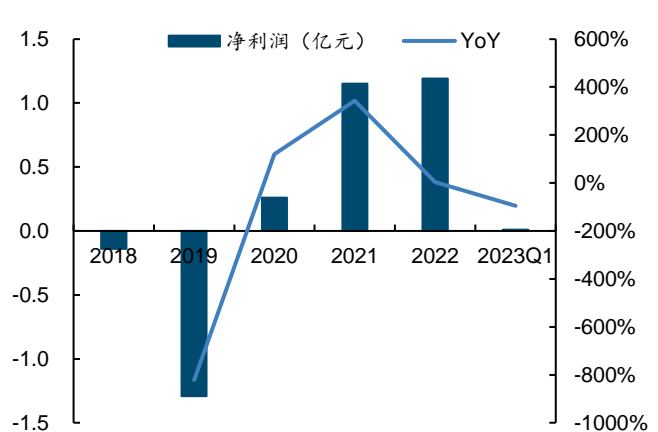
2022 年受到全球经济增速放缓等宏观因素影响，激光器下游行业资本开支放缓，激光器市场需求较为疲软，公司实现营收 3.86 亿，同比下降 10.13%。虽然公司营收略有下降，但总体保持较好的产品结构和毛利水平，高功率单管系列实现毛利率 48.80%，同比+0.64pct；高功率巴条系列实现毛利率 79.92%，同比+0.55pct。但 VCSEL 芯片系列毛利降幅较大，为 26.75%，同比-35.73pct，主要由于产品处于小批量导入阶段，毛利受相应的产品结构构成影响。2023 年一季度公司实现营收 0.9 亿元，同比下降 19.3%。

图表 72：2018-2023Q1 长光华芯营业收入及增速



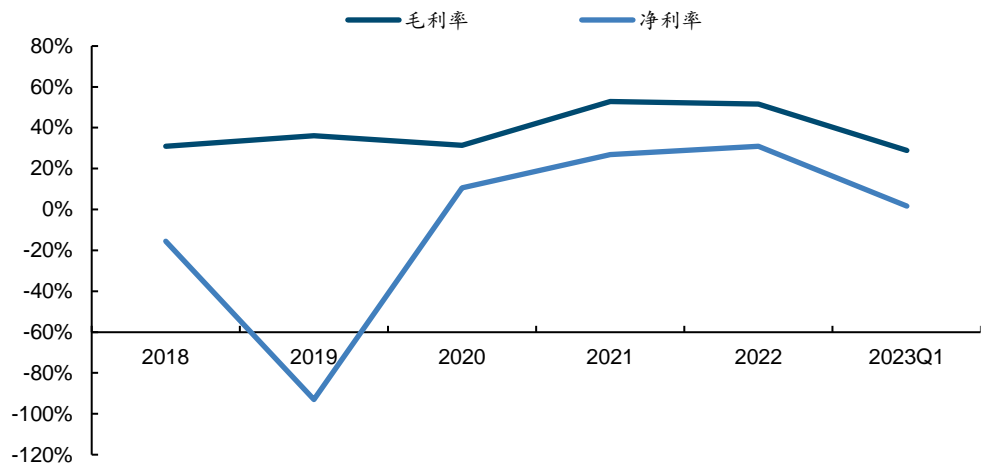
来源：Wind，国金证券研究所

图表 73：2018-2023Q1 长光华芯净利润及增速



来源：Wind，国金证券研究所

图表 74：2018-2023Q1 长光华芯毛利率及净利率




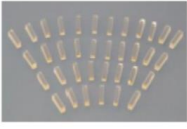






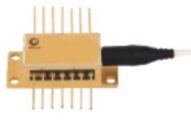


来源：Wind，国金证券研究所

仕佳光子：国产无源光器件龙头，无源+有源同步拓展

仕佳光子聚焦光通信行业，覆盖光芯片及器件、室内光缆、线缆材料三大板块。主要产品包括 PLC 分路器芯片系列产品、AWG 芯片系列产品、DFB 激光器芯片系列产品、光纤连接器、室内光缆、线缆材料等。产品主要应用于骨干网和城域网、光纤到户、数据中心、4G/5G 建设等，成功实现了部分光芯片产品的国产化和进口替代。

公司是国内少数掌握 MQW 有源区设计、MOCVD 外延、电子束光栅、芯片加工、直至耦合封装的全产业链 DFB 激光器芯片生产企业。2022 年，公司 DFB 芯片出货量比去年增长约 50%，在接入网已经稳定批量供货，成为重要供应商。此外，公司对 DFB 激光器的新应用场景进行了开发，包括：数据中心硅光用的连续波激光光源及器件、激光雷达配套的光源、气体传感领域等。2.5G 和 10G DFB 激光器芯片已经批量出货，占据了一定的市场份额，25G DFB 部分波长产品正在客户验证中。

图表75：仕佳光子产品矩阵

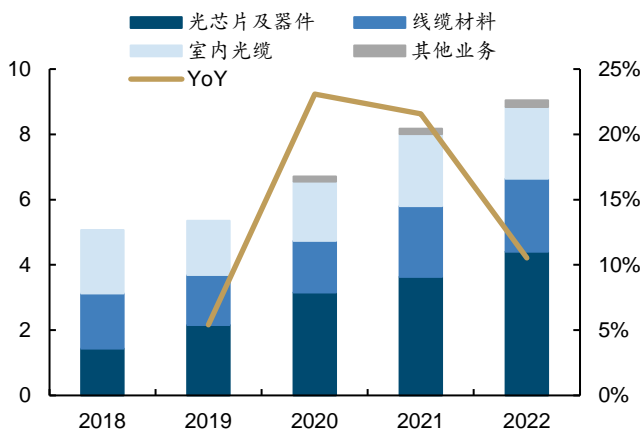
PLC分路器芯片系列产品			
	PLC分路器晶圆	PLC分路器芯片	PLC分路器器件
AWG芯片系列产品			
	AWG晶圆	AWG芯片	数据中心AWG器件
DFB激光器芯片系列产品			
	2.5G DFB激光器芯片	10G DFB激光器芯片	DFB激光器器件
光纤连接器			
	常规光纤连接器	多芯束连接器	

来源：仕佳光子招股说明书，国金证券研究所

2022年公司实现营收9.03亿元，同比增长10.51%。公司实现归母净利润0.64亿元，同比增长28.16%。公司的光芯片和器件、室内光缆和线缆材料三类业务收入8.83亿元，占比97.76%。光芯片及器件产品收入4.4亿元，同比增长21.03%；室内光缆产品收入2.2亿元，同比下降0.47%；线缆材料产品收入2.24亿元，同比增长3.09%。

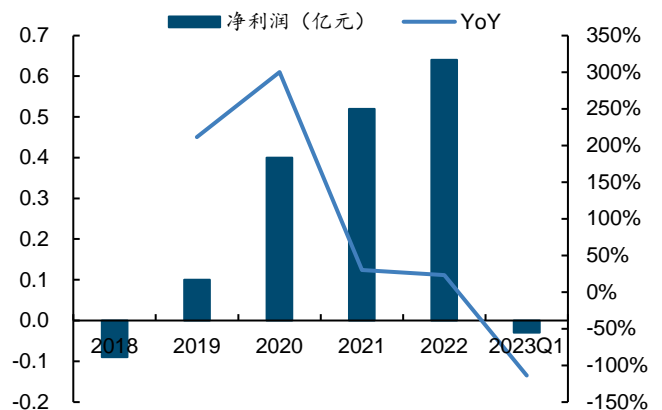
2023年第一季度，受宏观环境影响，光芯片及器件、室内光缆、线缆材料市场需求有所下降，各类产品营业收入较去年同期均有不同程度减少，营收1.49亿，同比减少23.94%。

图表76：2018-2023Q1 仕佳光子营业收入及增速



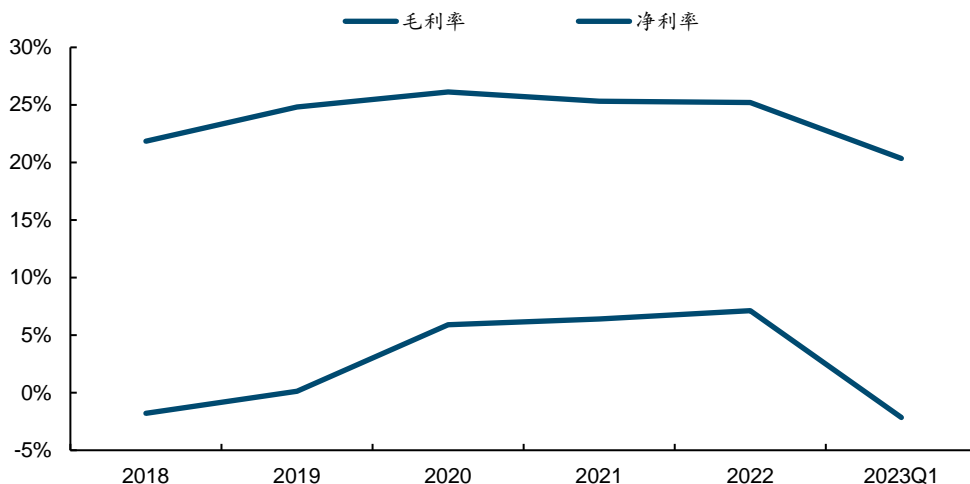
来源：Wind，国金证券研究所

图表77：2018-2023Q1 仕佳光子净利润及增速



来源：Wind，国金证券研究所

图表78：2018-2023Q1 仕佳光子毛利率及净利率



来源：Wind，国金证券研究所

3.2 主线二：光模块及其他零组件厂商

中际旭创：全球光模块龙头厂商，800G 光模块加速公司发展

公司主营业务为高端光通信收发模块以及光器件的研发、生产及销售，公司目前业务主要通过全资子公司苏州旭创和控股子公司成都储翰开展。苏州旭创专攻高端光通信收发模块的研发、设计、封装、测试和销售，为云数据中心客户提供 100G、200G、400G 和 800G 的高速光模块，为电信设备商客户提供 5G 前传、中传和回传光模块，应用于城域网、骨干网和核心网传输光模块以及应用于固网 FTTX 光纤接入的光器件等高端整体解决方案。成都储翰专注于接入网光模块和光组件生产及销售，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。公司市场份额持续成长，Lightcounting 最新发布的 2022 年度光模块厂商排名中，中际旭创和 II-VI 并列全球第一。

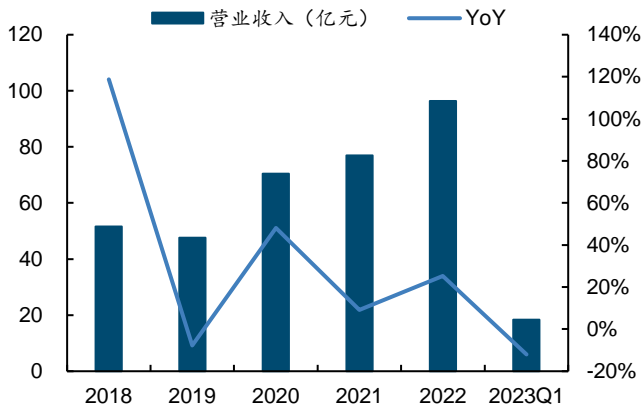
图表79：2022 年全球前十大光模块厂商

Ranking of Top 10 Transceiver Suppliers				
2010	2016	2018	2022	
Finisar	Finisar	1 Finisar	Innolight & Coherent	(tie)
Opnext	Hisense	2 Innolight		
Sumitomo	Accelink	3 Hisense	Cisco (Acacia)	
Avago	Acacia	4 Accelink	Huawei (HiSilicon)	
Source Photonics	FOIT (Avago)	5 FOIT (Avago)	Accelink	
Fujitsu	Oclaro	6 Lumentum/Oclaro	Hisense	
JDSU	Innolight	7 Acacia	Eoptolink	
Emcore	Sumitomo	8 Intel	HGG	
WTD	Lumentum	9 AOi	Intel	
NeoPhotonics	Source Photonics	10 Sumitomo	Source Photonics	

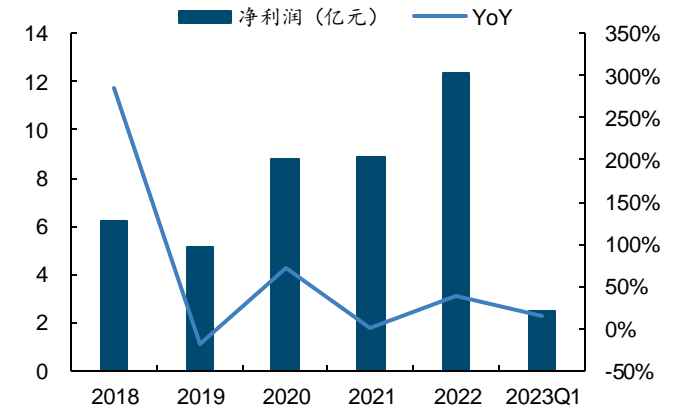
来源：Lightcounting，国金证券研究所

生成式 AI 工具正引领新一轮科技革命，前沿科技产业化的落地需要云厂商庞大的算力支持，而光通信网络是算力网络的重要基础和坚实底座，预计这将进一步推动海外云巨头对于数据中心硬件设备的需求增长与技术升级。海外大客户继续加大云业务相关的资本开支投入将持续提升对数据中心高速光模块的需求。2022 年高速光通信模块营收 87.46 亿元，同比增长 8.01%，在营收中的占比达 90.71%；中低速光通信模块营收 6.66 亿元，同比下滑 4.75%，在营收中的占比 6.91%。光组件营收 2.29 亿元，同比下滑 29.95%，营收占比 2.38%。2023 年 Q1 公司营业收入 18.37 亿元，同比下滑 12.04%；归母净利润 2.50 亿元，同比增长 14.95%；扣非归母净利润 2.33 亿元，同比增长 18.58%。

图表80: 2018-2023Q1 中际旭创营业收入及增速



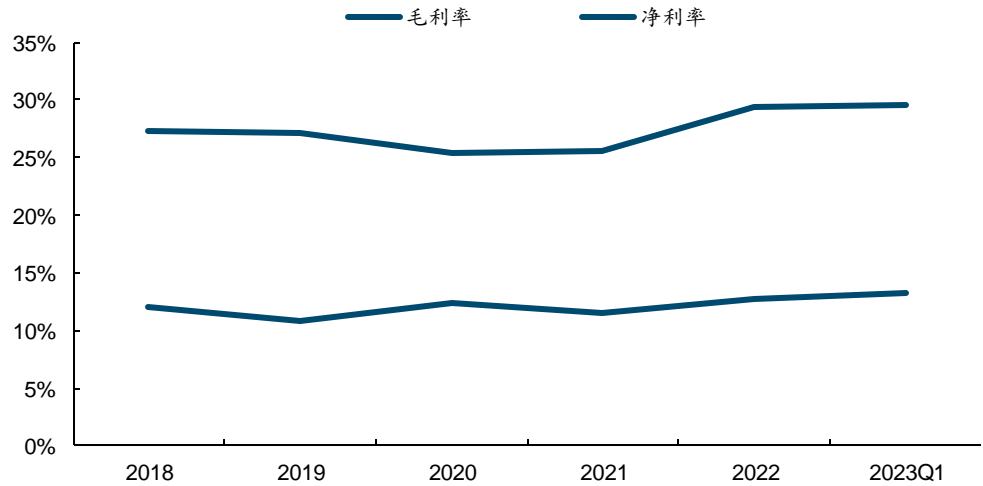
图表81: 2018-2023Q1 中际旭创净利润及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

图表82: 2018-2023Q1 中际旭创毛利率及净利率



来源: Wind, 国金证券研究所

光迅科技: 从光芯片到光模块的一体化布局厂商

公司主营业务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。传输类产品可以提供光传送网端到端的整体解决方案,包括传输光收发模块、光纤放大器、光无源器件、智能光器件等;接入类产品支持固网接入和无线接入应用,固网接入产品有 GPONOLT/ONU、10GPON(10G EPON、10G GPON、10G Combo PON)的 BOSA 和光收发模块等。无线接入类包括 4GLTE 和 5G 网络用 CPRI/eCPRI 的各种 10G、25G、50G、100G 灰光和彩光光收发模块。无线接入类包括 4GLTE 和 5G 网络用 CPRI/eCPRI 的各种 10G、25G、50G、100G 灰光和彩光光收发模块;数据通信产品主要用于数据中心、企业网、存储网等领域,包括光电器件、模块、板卡、AOC 产品。产品组合包括 10G、25G、50G 光收发模块,100GQSFP28 和 AOC(有源光缆),200G、400G、800GQSFPDD/OSFP,16G/32G/64GFC 光模块产品。

此外,公司有多种类型激光器和探测器芯片以及 SiP 芯片平台,激光器类有 FP、DFB、EML、VCSEL 芯片,探测器类有 PD 芯片、APD 芯片,公司的光芯片产品可以为直接调制和相干调制方案提供支持。公司核心竞争力是光芯片和先进封装技术、多元化的产品线、大规模制造能力、完善的质量管理体系。

图表83: 光迅科技产品矩阵

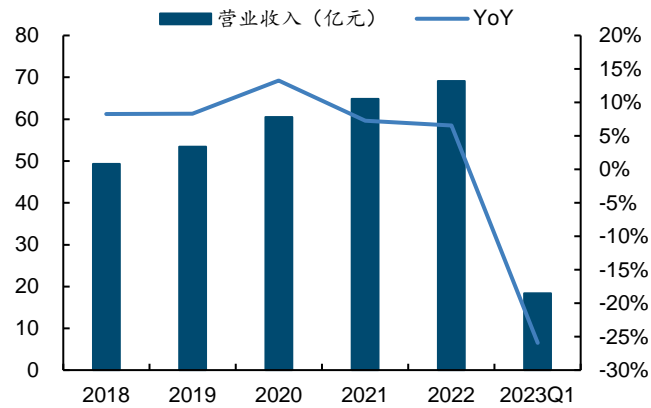
传输类产品	提供光传送网端到端的整体解决方案	传输光收发模块	100G、400G 等速率光模块, 支持 10km、40km、80km 等传输距离
		光纤放大器	掺铒光纤放大器、拉曼放大器和混合光放大器
		光无源器件	AWG (阵列波导光栅)、VMUX (光功率可调波分复用器)、WDM (波分复用器)、VOA (可调光衰减器)、OPM (光性能监测功能模块) 等光传送网所需的光器件
		智能光器件	WSS (波长选择开关)、OTDR (光时域反射仪)、相干器件等
接入类产品	支持固网接入和无线接入应用	固网接入产品	GPON OLT/ONU、10GPON(10G EPON、10G GPON、10G Combo PON)的 BOSA 和光收发模块等
		无线接入类产品	4GLTE 和 5G 网络用 CPRI/eCPRI 的各种 10G、25G、50G、100G 灰光和彩光光收发模块
数据通信产品	数据中心、企业网、存储网等领域	光电器件、模块、板卡、AOC 产品	10G、25G、50G 光收发模块, 100G QSFP28 和 AOC (有源光缆), 200G、400G、800G QSFP DD/OSFP, 16G/32G/64G FC 光模块产品

来源: 光迅科技年报, 国金证券研究所

公司 2022 年实现营收 69.12 亿元, 同比增长 6.56%; 实现归母净利润 6.08 亿元, 同比增长 7.25%; 扣非净利润 5.46 亿元, 同比增长 16.16%。国内市场营收 43.76 亿元, 同比微增 0.19%; 国外市场营收 25.36 亿元, 同比增长 19.69%, 业绩驱动因素是行业扩容和新产品的贡献。

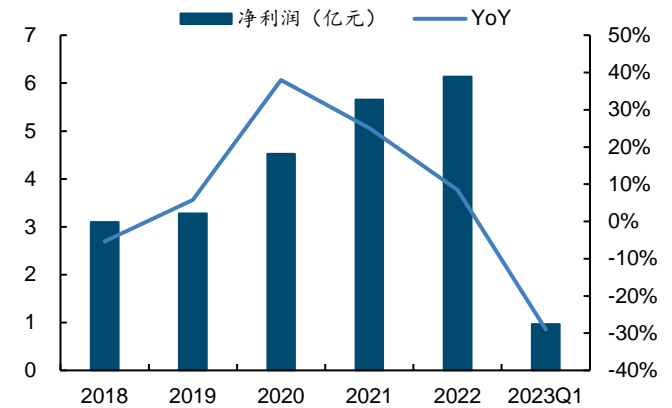
2023 年一季度, 由于行业传统淡季及需求波动致使得公司实现营业收入 12.68 亿元, 同比下降 25.92%, 实现归母净利润 1.02 亿元, 同比下降 28.62%, 实现扣非归母净利润 0.77 亿元, 同比下降 42.70%。

图表84: 2018-2023Q1 光迅科技营业收入及增速



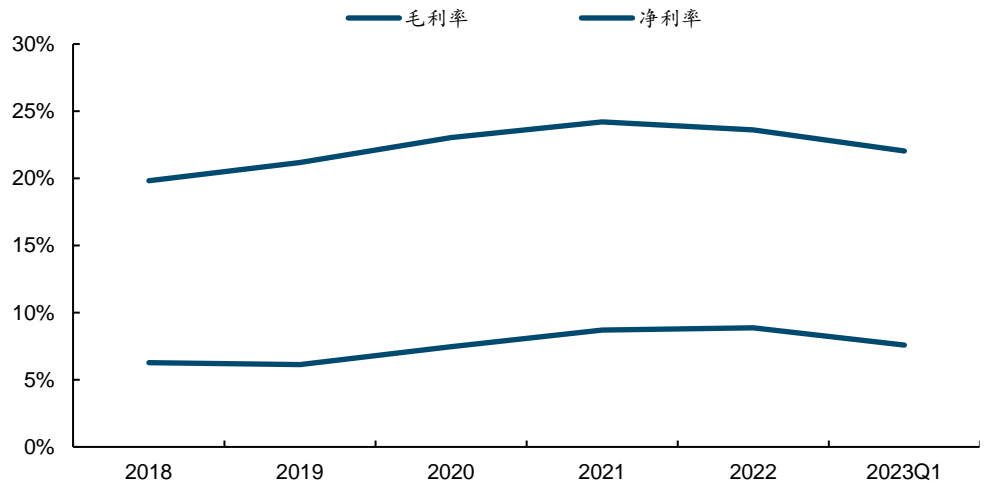
来源: Wind, 国金证券研究所

图表85: 2018-2023Q1 光迅科技净利润及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

图表86：2018-2023Q1 光迅科技毛利率及净利率



来源：Wind，国金证券研究所

新易盛：800G+硅光+LPO 全面布局，海外市场加速拓展

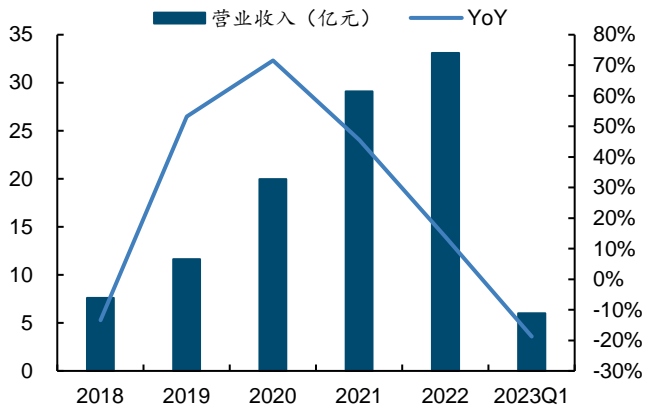
公司业务主要涵盖全系列光通信应用的光模块，致力于高性能光模块的研发、生产和销售，是国内少数批量交付运用于数据中心市场的 100G、200G、400G、800G 高速光模块、掌握高速率光器件芯片封装和光器件封装的企业，已成功研发出涵盖 5G 前传、中传、回传的 25G、50G、100G、200G 系列光模块产品并实现批量交付。公司产品服务于数据中心、数据通信、5G 无线网络、电信传输、固网接入、智能电网、安防监控等领域的国内外客户。

公司重视行业新技术、新产品的研究，目前已成功推出 800G 的系列高速光模块产品，基于硅光解决方案的 800G、400G 光模块产品及 400G ZR/ZR+ 相干光模块产品、以及基于 LPO 方案的 800G 光模块产品。

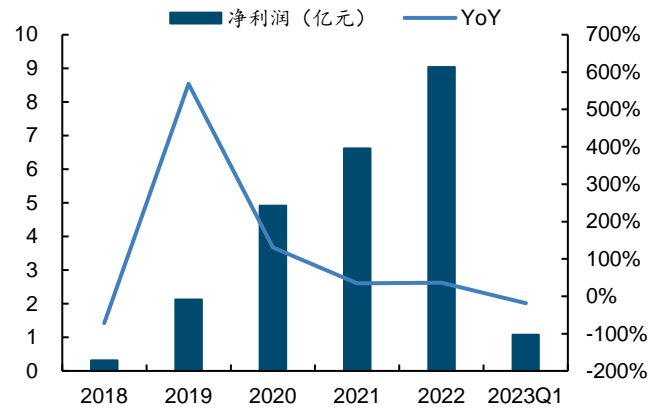
LPO 全称 linear drive pluggable optics，为线性驱动可插拔光模块，主要应用于高速光模块领域，适用于数据中心等短距离传输场景。800G LPO 技术无需 DSP 或者 CDR 芯片，因此相比传统的 DSP 解决方案大大降低了功耗和延迟，非常有利于当前机器学习 ML 和高性能计算 HPC 等领域交换机之间，交换机到服务器和 GPU 之间的传输应用。新易盛的 LPO 光模块产品支持单模和多模不同应用，多模产品包括采用 VCSEL 激光器的 800G LPO。单模产品可以基于硅光，EML 以及薄膜铌酸锂调制器等不同技术。所有模块可以采用 OSFP 或者 QSFP-DD 不同封装格式。

2022 年公司新产品研发及市场开拓工作持续取得进展，客户结构及产品结构进一步优化，公司实现营业收入 33.11 亿，同比增长 13.83%；公司实现归母净利润 9.04 亿元，同比增长 36.51%。分产品来看，公司高速率光模块、硅光模块、相干光模块等相关研发项目取得多项突破，点对点光模块营收 32.48 亿元，占比 98.12%，同比增长 14.38%；PON 光模块营收 0.26 亿元，占比 0.8%，同比变动-38.88%；组件等营收 0.36 亿元，占比 1.08%，同比增长 41.34%。2023 年一季度营收为 6.00 亿，同比下降 18.73%；归母净利润为 1.08 亿，同比下降 18.57%。

图表87: 2018-2023Q1 新易盛营业收入及增速



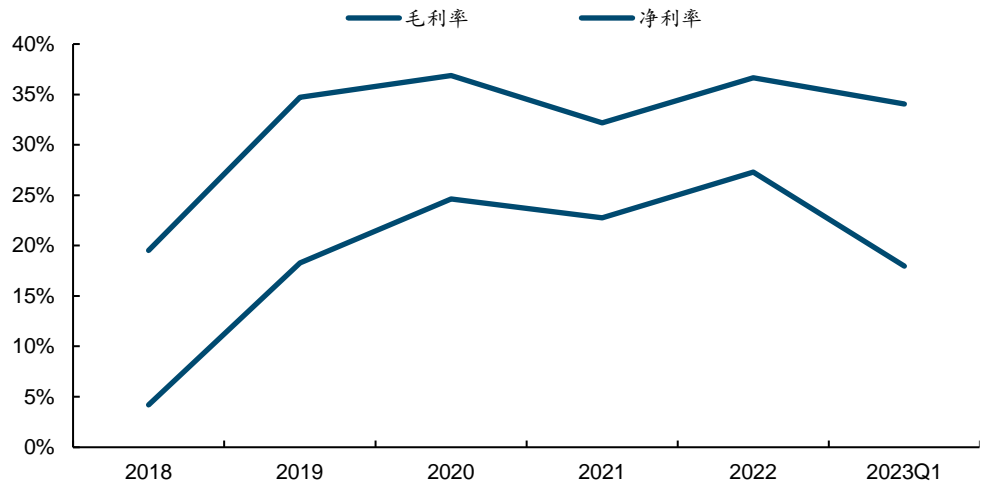
图表88: 2018-2023Q1 新易盛净利润及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

图表89: 2018-2023Q1 新易盛毛利率及净利率



来源: Wind, 国金证券研究所

天孚通信: 光器件平台型供应商, 光引擎驱动长期发展

公司是业界领先的光器件整体解决方案提供商, 产品广泛应用于光通信、激光雷达、生物光子学等领域。通过自主研发和外延并购, 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核心工艺技术, 为全球客户提供多种垂直整合一站式产品解决用案。

近年来, 公司已从精密元器件厂商发展成为拥有多种器件和封装技术能力的复合平台型企业, 光器件产品的应用领域由光通信行业向激光雷达等领域延伸拓展。在光通信领域, 公司提供高速率同轴器件封装解决方案, 高速率 BOX 器件封装解决方案, AWG 系列光器件无源解决方案、微光学解决方案等垂直整合一站式解决方案。在激光雷达领域, 为下游激光雷达等客户提供配套新产品, 包括了基础元件类产品和集成器件产品。

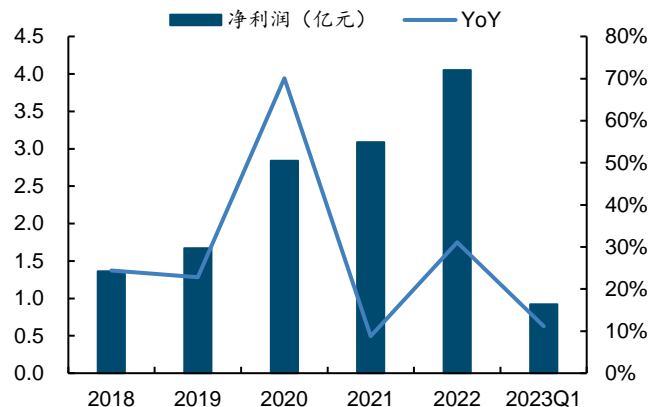
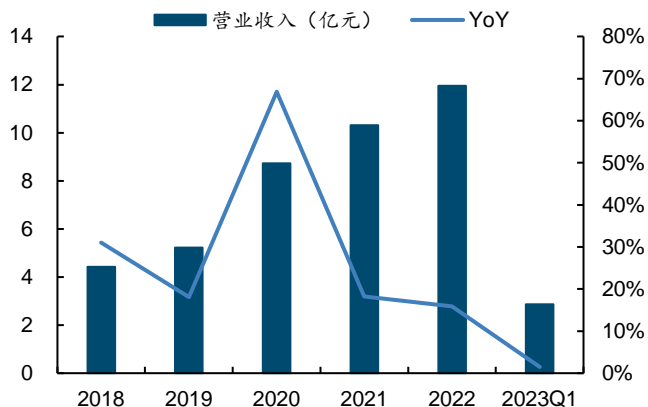
公司于 2020 年向特定对象发行股票, 拟募资 7.86 亿元用以建设面向 5G 及数据中心的高速光引擎建设项目, 2021 年 1 月实际募集资金 7.77 亿元。募投项目产品为面向 100G、200G、400G、800G 光模块的配套产品, 包括激光芯片集成高速光引擎、硅光芯片集成高速光引擎及高速光引擎用零组件。募投项目预计于 2024 年完成, 达产后将新增年产激光芯片集成高速光引擎 48 万个、硅光芯片集成高速光引擎 6 万个和高速光引擎用零组件 840 万个, 完全达产后年营业收入贡献为 10.44 亿元。目前, 公司高速光引擎、800G 光器件、车载激光雷达用光器件、保偏光器件等研发项目进展顺利, 有望未来为不同应用场景、技术路线和封装平台客户提供更多解决方案, 驱动公司长期发展。

2022 年得益于全球数据流量持续增长, IDC 和云计算等下游应用需求旺盛, 对光器件行业整体发展带来市场机遇。2022 年公司实现营业收入 11.96 亿元, 同比增加 15.89%。公

司最近五年（2018-2022）营业收入 CAGR 超 28%。2022 年公司实现归母净利润 4.03 亿元，同比增加 31.51%。2022 年公司实现营业收入和利润的双增长，受益于全球数据中心建设对光器件产品需求的持续稳定增长，公司为 400G、800G 等高速光模块提供更多产品解决方案。2023 年第一季度公司实现营业收入 2.87 亿元，同比增加 1.50%。公司实现归母净利润 0.92 亿元，同比增加 11.14%。

图表 90: 2018-2023Q1 天孚通信营业收入及增速

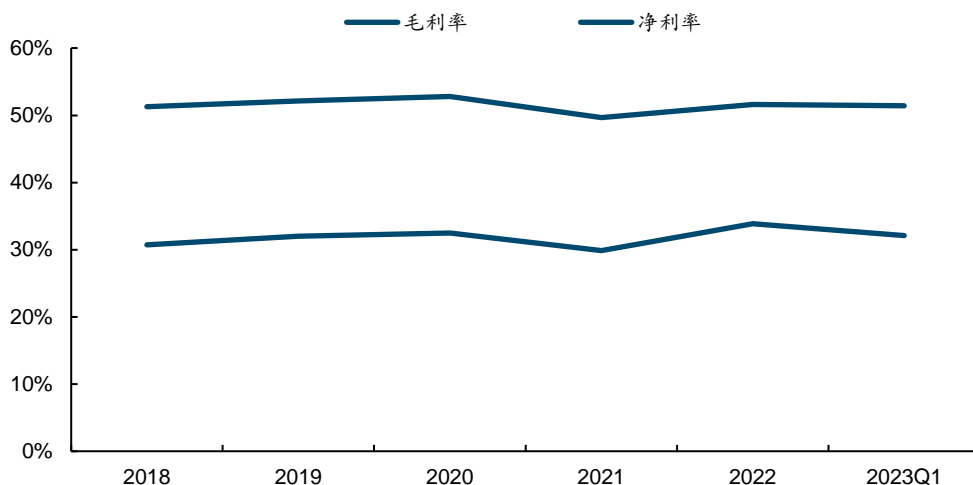
图表 91: 2018-2023Q1 天孚通信净利润及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

图表 92: 2018-2023Q1 天孚通信毛利率及净利率

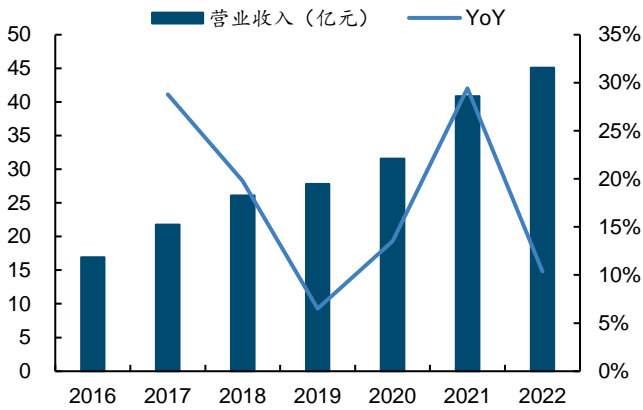


来源: Wind, 国金证券研究所

天通股份：材料、装备协同发展，公司迈入发展快车道

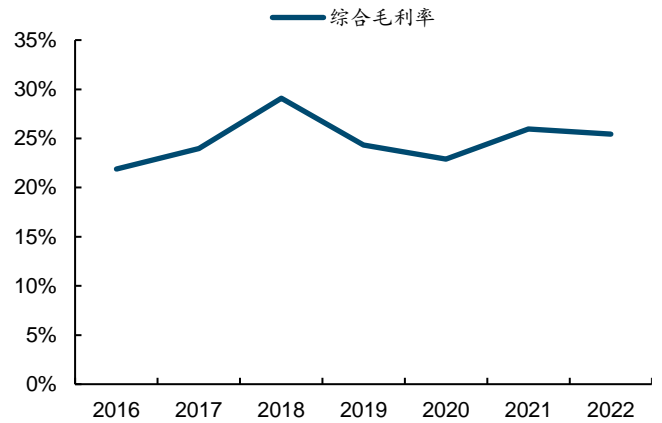
“材料+设备”一体化布局，22 年业绩稳增。2016-2021 年公司营业收入 CAGR 约 19%，2022 年营收达 45.08 亿元。2019 年因受到蓝宝石晶体材料、磁性材料市场竞争激烈，以及公司新旧动能转换影响，公司盈利能力严重下滑，当年归母净利润同比下降 43%，至 2020 年上述两大电子材料市场供需回归健康状态，公司新建产能有序落地，公司归母净利重返增长，2021 年归母净利达 4.2 亿元，2022 年公司拓展下游产品及客户，优化业务结构同时大力挖掘增量业务，实现营收、利润双增长。公司装备和材料业务齐头并进，2022 年专用装备制造及安装营收 17.18 亿元，同比增长 15.44%，毛利率达 22.83%；电子材料制造及销售营收 26.80 亿元，同比增长 8.42%，毛利率达 27.72%。

图表93: 2016-2022年天通股份营业收入及增速



来源: Wind, 国金证券研究所

图表94: 2016-2022年天通股份毛利率



来源: Wind, 国金证券研究所

公司生产的铌酸锂晶圆是铌酸锂调制器芯片的上游关键原材料,同时可作为光电材料在光通讯中起到光调制作用。公司压电晶体材料产品包括铌酸锂、钽酸锂晶棒,4-8英寸铌酸锂、钽酸锂晶片(包含普通白片和低静电黑化晶片),以声表面滤波器为核心下游应用。目前公司已经能够成熟生产3英寸、4英寸和6英寸的声表级压电晶体和声表级钽酸锂、铌酸锂、掺杂钽酸锂晶片和黑化抛光晶片,并已开发8英寸压电晶体材料。

材料端磁性材料聚焦新能源及汽车, MicroLED 拉动蓝宝石材料需求。公司磁性材料布局广泛,车载领域应用增多,产能属于行业中的第一梯队,立项的新品中超80%应用于汽车电子类产品。蓝宝石材料核心优势明显, MicroLED 逐步商业化,预计2024年苹果手表将拉动蓝宝石需求。公司已批量研发4-6英寸声表级晶体和黑化抛光晶片产品,开发出8英寸压电晶体材料,2022年完成大尺寸视频压电晶圆项目定增,计划产能达420万片。

图表 95：天通股份产品矩阵

业务大类	主要产品	产品列示	产品用途	所处产业链
电子材料	磁性材料		锰锌铁氧体材料及磁心、镍锌铁氧体材料及金属软磁材料及制品、满足 NFC 和 Qi 标准以及 AIRFUEL 的无线充电用磁片等，广泛应用于汽车电子、云端服务器、通讯、消费类电子、计算机及外部设备、新能源工业以及航空航天等领域	电子科技领域产品应用的上游软磁材料
	电子部品		提供集电子产品设计、制造、采购和物流管理为一体的完整解决方案，为通信系统、工业控制、视频安防、车载电子、储能设备、云计算、云储存、物联网、网络安全等领域的产品提供全流程服务	通信系统、电子产品居于产业链中游；视频安防类产品居于产业链中游，视频监控器类产品居于产业链中游，其他路由器产品居于产业链中游
	蓝宝石晶体材料		2 至 8 英寸蓝宝石晶棒和衬底片，以及各种光学应用产品，广泛应用于 LED 照明、新型显示、智能手机和智能穿戴设备、特种光学、安防、航空航天等领域	LED 产业的上游，提供 LED 芯片的衬底材料；光学产业的中游，提供镜头盖板材料等
	压电晶体材料		铌酸锂、钽酸锂晶棒，4-8 寸铌酸锂、钽酸锂晶片（包含普通白片和低静电黑化晶片）。LN/LT 材料具有优良的压电、铁电、声光及电光效应，利用材料的压电效应制备声表滤波器（SAW Filter）是目前最主要的下游应用，声表滤波器对通信通道中的信号按不同频率进行滤波处理，是射频信号处理单元的核心组成器件	射频、光通信产业配套应用的上游压电晶体材料
专用装备	粉体材料专用设备		粉末成型及智能制造设备、可转位刀片周边磨床、各种粉体材料烧结及专业制造等设备，产品广泛应用于磁性材料、粉末冶金、硬质合金、锂电池、环保等领域	锂电池材料、磁性材料、陶瓷材料、粉末冶金、硬质合金等粉体材料产业链上游及污泥干化处理处置领域的专用设备
	晶体材料专用设备		生长设备主要用于各种晶体的生长制备，如半导体单晶硅、光伏单晶硅、碳化硅晶体、蓝宝石晶体、压电晶体等，加工设备包括截断/取样一体机、滚圆/开槽一体机、开方机、研磨机、抛光机、倒角机、晶圆减薄机及自动化上下料和搬送设备等，产品广泛应用于半导体、光伏、蓝宝石和人工晶体等各种泛半导体材料领域	光伏行业以及晶体材料行业产业链的长晶及切磨抛设备

来源：天通股份招股说明书，国金证券研究所

光库科技：稀缺光器件供应商，前瞻布局薄膜铌酸锂赛道

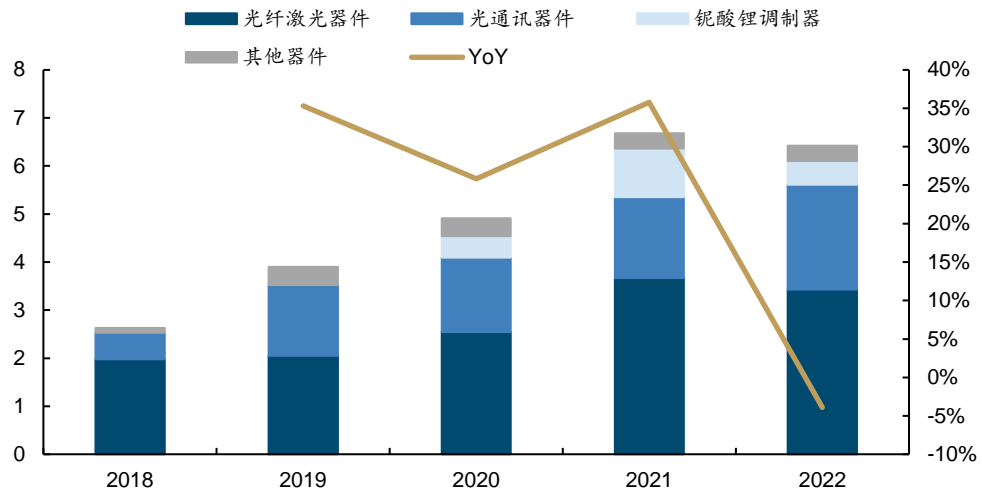
公司专注光纤器件 20 余年，主要产品为光纤激光器件和光通讯器件，产品广泛应用于工业激光、自动驾驶、光纤网络、数据中心、光纤传感、生物医药、测试设备等领域。近年来，随着制造技术的进步，光纤激光应用领域得到不断拓展，全球光纤激光器行业取得较快发展，其中中国激光产业发展尤为迅速。公司自 2018 年以来，营收体量稳步增长，2019-2021 年公司营业收入增长率均在 25% 以上，公司 2021 年全年收入高增主要系光纤激光器收入高速增长和铌酸锂调制器扩产和销售顺利，2022 年受到半导体行业下行及宏观经济环境影响，全球数据中心及 5G 基站建设进程放缓，公司业绩略微下滑。公司长期坚持自主创新，目前公司主要产品已经实现了国产化。

公司目前具备开发高达 800G 及以上速率的铌酸锂调制器芯片和器件的关键能力，铌酸锂调制器芯片及器件主要用于 100G 以上的长距骨干网相干通讯和单波 100/200G 的超高速数据中心中，在硅光、磷化铟和铌酸锂三种超高速调制器材料平台中，近几年出现的薄膜铌酸锂调制器具备了其它材料无法比拟的带宽优势。公司生产的 400/600G 铌酸锂相干调制器、20/40GHz 模拟调制器、10G 零啁啾强度调制器等，广泛用于超高速干线光通信网、海底光通信网、城域核心网、测试及科研等领域，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。

在光纤激光器件方面，持续深耕高功率、集成化、小型化、高可靠性等器件发展方向。随着新能源领域的蓬勃发展，对更高功率脉冲光纤激光器需求增加，公司将重点发展更高功率的光纤隔离器，例如平均功率 1000W 的在线隔离器和自由空间准直输出隔离器；在连续光纤激光器件方面，研制超高功率和高可靠的光纤光栅、合束器、激光输出头是公司的主要发展方向之一，例如功率 3000W 的光纤光栅、超万瓦的合束器和激光输出头等。未来公司将进一步发挥全系列器件供货能力的优势，大力发展集成多功能的复合型元器件。

公司生产的铌酸锂晶圆是铌酸锂调制器芯片的上游关键原材料，同时可作为光电材料在光通讯中起到光调制作用。公司压电晶体材料产品包括铌酸锂、钽酸锂晶棒，4-8 英寸铌酸锂、钽酸锂晶片（包含普通白片和低静电黑化晶片），以声表面滤波器为核心下游应用。目前公司已经能够成熟生产 3 英寸、4 英寸和 6 英寸的声表级压电晶体和声表级钽酸锂、铌酸锂、掺杂钽酸锂晶片和黑化抛光晶片，并已开发 8 英寸压电晶体材料。

图96：2018-2022 年公司营收结构及增速



来源：Wind，国金证券研究所

富信科技：解决方案覆盖全产业链，高端 TEC 逐步国产替代

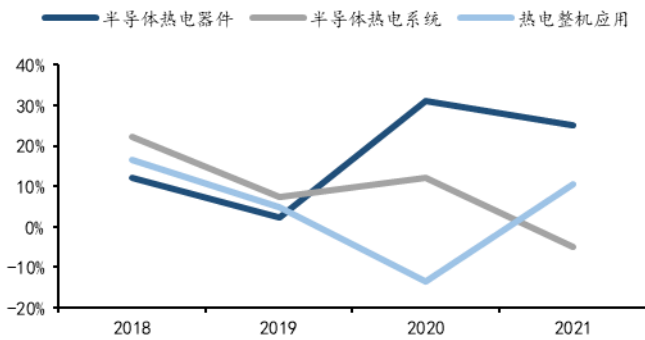
富信科技主要业务包括半导体热电器件及系统、热电整机应用等，具备全产业链技术解决方案及核心器件的独立研发制造、综合运用能力。2022H1 富信科技热电整机营收占比 58.19%，半导体热电系统营收占比 16.92%，半导体热电器件占比 14.06%。富信科技散热解决方案涉及军事、消费品、汽车、半导体、工业、通讯和生命科学领域，是全球半导体热电产业中，少数涵盖从核心部件到下游热电整机应用的全产业链技术解决方案自主研发的企业之一。

按热电转换的应用方向不同，富信科技生产的半导体热电器件包括半导体热电制冷器件和温差发电器件，其中半导体热电制冷器件销量和营收占比较大。富信科技是目前国内少数能够批量生产光通讯应用高性能超微型热电制冷器件的企业，目前富信科技已经完成从期初年产能 100 万片/年扩产到 200 万片/年的产能建设。根据产品不同特点，主要包括：1) 单级热电制冷器件，具有无振动、无噪声、环保等特点，典型应用于啤酒机、恒温酒柜、手机散热夹等消费电子领域以及通信基站电池柜等；2) 微型热电制冷器件，具有结构小巧、控温精准等特点，应用于高热流密度电子器件的精确控温以及小功率制冷或加热的场合；3) 多级热电制冷器件，可实现多级热电制冷器件；4) 温差发电器件等。

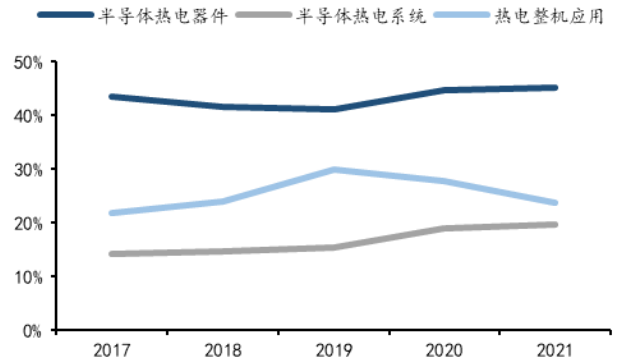
热电系统包括热电制冷系统和温差发电系统，其中热电制冷系统是目前最主要的产品类别。主要涵盖：1) 标准系统系列（AA、LA、DA、DL&LL 系列），主要通过空气散热；2) 消费类，包括冷凝除湿机、热管静音系统、床垫系统和植物箱系统；3) 工业类，包括 RC 循环制冷系统、PCR 扩增仪系统等。依托半导体热电器件和系统，开发热电整机营业产品。公司依靠热电器件的制备和系统集成方面的技术优势，成功将半导体热电技术与消费电子领域中的众多应用场景相结合，为恒温酒柜、啤酒机、恒温床垫为代表的一系列应用场景开发了热电技术解决方案。

从产品营收增速来看，半导体热电器件自 2019 年起增速达到 30% 左右，并且显著高于半导体热电系统和热电整机应用的营收增速。从毛利率来看，半导体热电器件的毛利率水平稳定处于 40%-50%，热电整机应用毛利率水平在 20-30%，半导体热电系统毛利率水平较低，基本在 10-20% 左右。

图表97: 富信科技 2017-2021 年分产品营收增速



图表98: 富信科技 2017-2021 年分产品毛利率



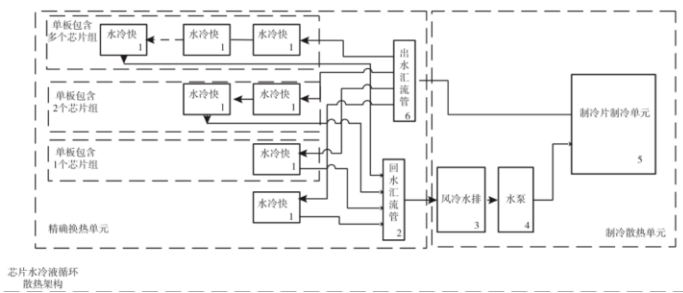
来源: Wind, 国金证券研究所

来源: Wind, 国金证券研究所

富信科技重点布局高端 TEC 半导体制冷片。TEC 利用半导体材料的 Peltier 效应, 当直流电通过两种不同半导体材料串联成的电偶时, 在电偶的两端即可分别吸收热量和放出热量, 从而实现制冷。TEC 主要运用在芯片水冷液循环散热架构, 通过连接管连通形成封闭回路。冷却液吸收发热芯片的热量后, 通过水泵和软管流入制冷散热单元, 通过风冷水排、水泵和 TEC 制冷进行散热, 而后循环达到散热效果。

半导体制冷器发展高端路线, 加速国产替代进程。受贸易战影响, 富信科技布局 TEC 高端产品, 内生优势来自富信科技积累的 TEC 材料的技术研究, 外部驱动来自头部企业进行行业评估后对于富信科技的国产替代指定。目前, 富信科技已经成立高端器件公司, 产品基本对标与国际前端企业, 到 2023 年基本完成国产替代的技术攻关。

图表99: TEC 芯片散热系统



来源: CNKI, 国金证券研究所

图表100: 富信科技主要 TEC 产品型号

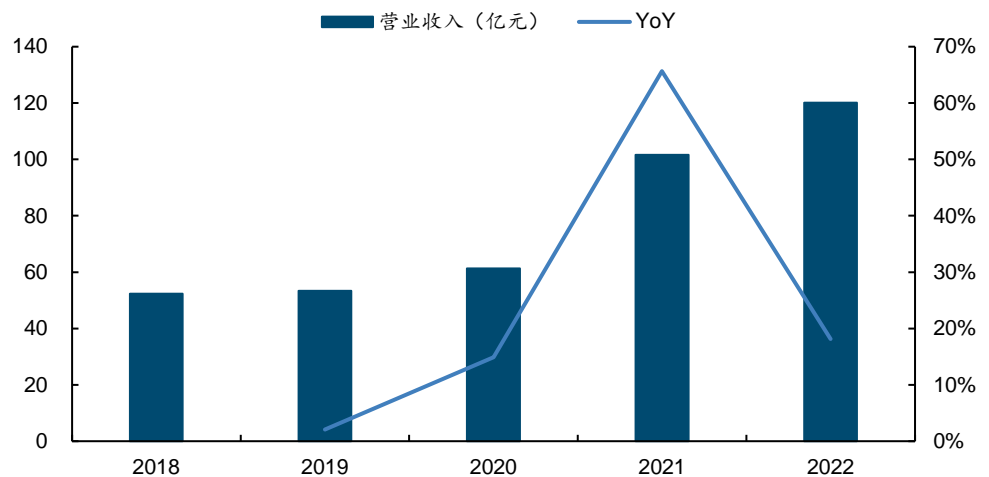
型号	I _{max} (A)	U _{max} (V)	ΔT Max(°C) ◇	Q _{Cmax} (W) ◇	L*W*H
TEC1-12702	2.2	14.4	70	18.9°	30*30*4.28
TEC1-07102	2.2	8	70	10.6°	23*23*4.28
TEC1-06302	2.2	7.1	70	9.4°	15*30*4.28
TEC1-04902	2.2	5.5	70	7.3°	25*25*4.28
TEC1-03102	2.2	3.5	70	4.6°	15*15*4.28

来源: 富信科技官网, 国金证券研究所

华工科技: 校企改革赋予新生动能, 业务布局多点开花

公司三大主业齐头并进, 分别为智能制造业务(智能设备与精密仪器)、联结业务(下游为数通中心、5G、接入网等)、感知业务(新能源、激光防伪与表面装饰)。其中光电器件与激光器设备系公司主要收入来源, 公司光电器件收入近五年占比在 40%以上, 激光加工系列成套设备收入占比 30%左右。受益于新能源汽车市场近年来迅猛发展, 公司相关业务增长较快, 包括激光装备、感知业务的各类传感器及热管理系统, 增长势头较好; 2022 年公司实现营收 120.11 亿元, 同比增加 18.14%。其中, 光电器件营收 57.10 亿元, 同比增加 5.48%。激光加工装备及智能制造产线收入 32.89 亿元, 同比增长 21.73%。敏感元器件收入 23.20 亿元, 同比增长 60.42%。

图表101：2018-2022年华工科技营收及增速



来源：Wind，国金证券研究所

全产业链布局，光模块业务跻身世界前列。公司具备从芯片到器件、模块、子系统全系列产品的垂直整合能力，拥有管芯-TO-器件-模块的大规模现代化生产线体，数据中心光模块 100G/200G/400G/800G 全系列产品都已具备批量发货能力，800G 硅光模块产品实现突破。在下一代技术上，如单通道 100GEML、50GPON 等方面，公司研发进展均居于国内领先状态。根据 LightCounting 数据，华工科技光模块业务市占率排名于 2022 年跻身世界前十，位列全球第八。

硅光技术是未来光模块技术路径之一。华工科技旗下子公司华工正源于 2021 年第一季度实现 400G 全系列数通光模块批量交付、自研 400G 硅光芯片实现量产；2022 年第三季度，公司实现 800G 全系列数通光模块发布，并正式发布基于硅光技术的高速率可插拔 800G OSFP DR8 SiPh 光模块，主要应用于超大规模云数据中心领域。

图表102：2022年第三季度华工正源发布800G硅光模块



来源：华工正源官网，国金证券研究所

四、风险提示

海外市场陷入经济衰退预期，影响 2023 年对电子、通信产品的需求。俄乌战争以及美国加息将加剧海外市场需求承压，如果海外需求持续低迷，将拖累半导体产品需求改善的进度。

人工智能终端应用场景不如预期。人工智能在终端场景的落地基于国内外政府政策推动、

技术持续迭代以及新产品的供给驱动等逻辑，若国内外政策波动、技术升级遇到瓶颈，必然导致落地提升不如预期。

美国加大对中国半导体相关领域制裁力度的风险。到目前为止，拜登政府对中国科技行业的技术竞争及封锁似乎没有明显改善，若是中美关系持续恶化，可能会影响 2023 年全球半导体的需求，或将更多国内公司放入实体清单。

下游需求不及预期。光芯片/光模块产品面向光纤接入、移动通信网络和数据中心等客户，光芯片行业作为光通信产业链的上游，易受下游电信市场及数据中心市场需求变化影响。如果未来下游市场景气度下滑，导致终端大客户的需求大幅下降，存在需求不及预期以及营收下滑的风险。

行业投资评级的说明：

- 买入：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上；
- 增持：预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%；
- 中性：预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%；
- 减持：预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-60753903	电话：010-85950438	电话：0755-83831378
传真：021-61038200	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	传真：0755-83830558
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮编：100005	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	地址：北京市东城区建内大街 26 号	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号	新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心
紫竹国际大厦 7 楼		18 楼 1806