

无评级

长光华芯 (688048.SH)

激光芯片行业领军，平台化能力多领域开拓

核心观点

深耕激光芯片行业，研发推动成长。长光华芯当前核心产品为激光芯片，是国内高功率半导体激光芯片龙头（全球份额 13.88%），并逐步往下游器件、模块及直接半导体激光器延伸。依托对光信号的深刻理解和处理能力，公司也积极向 VCSEL 芯片、光通信芯片等品类横向扩展。公司坚持研发导向，研发费用率保持在 20% 以上，公司拥有多名国家级人才工程入选者和行业资深管理和技术专家以及 4 位院士组成的顾问团队等，公司研发技术队伍中硕士博士占比超过 50%。

高功率半导体激光芯片国产替代空间大，激光雷达、光通信、可见光等光芯片市场巨大。1) 公司半导体激光芯片主要用在工业激光器领域，下游国产替代率不断提升，带动上游芯片国产化需求，2020 年半导体激光芯片全球市场规模约 18 亿元；2) 激光雷达 VCSEL 芯片：2022 年作为激光雷达上车元年，行业步入高速发展阶段，根据 Yole 数据，预计 2022 年 VCSEL 市场规模约 16 亿美元，展望 2027 年，车载领域是发展最快领域（复合增速超 90%）；3) 光通信：AI 驱动高速光模块需求快速释放，根据 Omdia 数据，2025 年高速光芯片市场规模有达到 43.40 亿美元；3) 可见光领域：蓝绿光激光器作为光纤激光器外新增产品，带动下游应用创新。从氮化镓基情况来看，2020 年其在光电领域应用市场规模超过 200 亿元。

IDM 模式和量产优势确保公司竞争优势，VCSEL、EML 等产品打开成长空间。光芯片 IDM（即垂直整合制造，是集芯片设计、制造、封装、测试和销售等多产业链环节于一体的运作模式）是行业主流模式，进入壁垒高，公司是国内少有的具备 IDM 全流程能力的公司，高功率激光器芯片已获得锐科激光、创鑫激光头部客户的认可。新产品线进展顺利：1) VCSEL 系列产品已通过 16949 质量体系认证，与国内众多一线激光雷达厂商建立合作关系；2) 光通信领域：完成了单波 100G EML 芯片发布；3) 可见光领域：加速布局蓝绿光激光器芯片。

盈利预测与估值：短期外部需求波动影响公司利润释放，但公司产品线规划明晰，后续成长空间大，预计 2023-2025 年归母净利润 1.01/1.32/1.85 亿元（-15%/+31%/+40%），对应 PE 分别为 142/108/77 倍。首次覆盖，暂未给予投资评级，公司作为激光芯片优质企业，建议关注。

风险提示：激烈竞争导致产品价格下降、毛利下滑的风险；疫情反复等因素影响生产；下游市场需求不及预期。

盈利预测和财务指标	2021	2022	2023E	2024E	2025E
营业收入(百万元)	429	386	440	585	795
(+/-%)	73.6%	-10.1%	14.2%	32.9%	35.7%
净利润(百万元)	115	119	101	132	185
(+/-%)	340.5%	3.4%	-15.2%	30.9%	40.0%
每股收益(元)	1.13	0.88	0.57	0.75	1.05
EBIT Margin	21.9%	6.8%	3.0%	9.5%	14.0%
净资产收益率(ROE)	18.1%	3.7%	3.1%	4.0%	5.4%
市盈率(PE)	71.6	92.3	141.6	108.1	77.2
EV/EBITDA	75.1	202.5	308.8	150.9	92.1
市净率(PB)	12.96	3.40	4.37	4.30	4.20

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

注：摊薄每股收益按最新总股本计算

公司研究 · 深度报告

通信 · 通信设备

证券分析师：马成龙

021-60933150

machenglong@guosen.com.cn

S0980518100002

证券分析师：朱锟旭

021-60375456

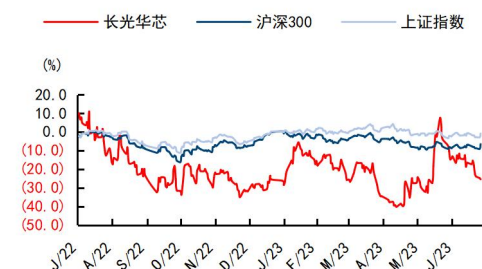
zhukunxu@guosen.com.cn

S0980523060003

基础数据

投资评级	无评级
合理估值	
收盘价	81.20 元
总市值/流通市值	14314/6424 百万元
52 周最高价/最低价	163.30/71.15 元
近 3 个月日均成交额	428.42 百万元

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

内容目录

平台型的国产激光芯片领先厂商	6
深耕激光芯片行业，研发推动成长	6
激光芯片为支点，IDM 模式下横纵领域快速拓展	8
技术推动营收增长，盈利能力提升	11
光芯片：应用创新，国内实力进阶	13
高功率半导体激光芯片：工业领域国产替代加速	15
高功率半导体激光芯片：科研与医疗市场持续创新	18
VCSEL 芯片：激光雷达打开新空间	19
光通信芯片：AI 驱动高速光芯片快速放量	29
可见光领域：加快蓝绿光激光器产业化	34
IDM 模式+规模量产，确立领军位置	36
IDM 模式带动技术落地和产品延伸	36
规模量产确保成本和制造优势	37
高功率半导体激光芯片实力领先，份额提升可期	38
VCSEL 有望加速起量，光通信已完成前期布局	40
参股稼锐芯光，加快光显示芯片布局	43
财务分析	43
资本结构及偿债能力分析	43
经营效率分析	44
盈利能力分析	45
成长性分析	46
现金流量分析	46
盈利预测	47
假设前提	47
未来 3 年业绩预测	48
盈利预测的敏感性分析	48
估值与投资建议	50
相对估值	50
投资建议	50
风险提示	51
附表：财务预测与估值	53
免责声明	54

图表目录

图1: 长光华芯发展历程	6
图2: 长光华芯主要产品	7
图3: 长光华芯股权结构图（截止 2023 年 6 月）	8
图4: 长光华芯核心技术	9
图5: 长光华芯“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略	10
图6: 公司 2022 年营收拆分情况（占比）	10
图7: 2021H1 公司单管和巴条系列应用领域营收分布（百万元）	10
图8: 公司营收及同比增速	11
图9: 公司收入基本均来自核心技术产品	11
图10: 2018-2022 长光华芯毛利率情况	11
图11: 公司盈利能力提升	12
图12: 公司费用率持续降低	12
图13: 光芯片和电芯片均属于半导体领域	13
图14: 光芯片具备广泛应用场景	14
图15: 激光产业链上下游情况	15
图16: 2015-2021 年全球半导体激光器市场规模	16
图17: 2015-2020 全球工业激光器产品销售结构	17
图18: 2013-2021 年低中高功率光纤激光器国产化率变化情况	17
图19: 激光器在医疗领域应用示例	18
图20: 808nm 波长是激光脱毛最合适波长	18
图21: 长光 808nm VCSEL 激光芯片指标	19
图22: EEL 芯片和 VCSEL 芯片示意图	20
图23: VCSEL 芯片应用场景发展历程	20
图24: 2022-2027 年 VCSEL 芯片市场规模预测	21
图25: VCSEL 芯片在消费电子领域应用场景（示意图）	21
图26: 特斯拉传感器配置方案（摄像头+毫米波雷达）	22
图27: 激光雷达点云输出结果（禾赛 AT128 为例）	23
图28: 激光雷达分类及对比	25
图29: VCSEL 多结技术	26
图30: APD 与 SiPM、SPAD 对比	27
图31: 禾赛科技固态补盲雷达 FT120	28
图32: 速腾聚创固态补盲雷达 E1	28
图33: VCSEL 竞争格局	29
图34: 光芯片在光通信系统中应用位置	29
图35: 光通信产业链及光模块结构示意图	30
图36: 2015-2024 年全球光模块市场规模及预测	31
图37: 数据中心内部网络架构演进图	32
图38: ChatGPT 用户数快速增长	32

图 39: 2022-2027 年 AI 服务器增长率及预测 (单位: 千台)	32
图 40: 英伟达 H100 4SU 方案展示	33
图 41: 高速率模块光芯片市场空间及预测 (百万美元)	34
图 42: 可见光对应波长和颜色	35
图 43: 2017-2022 年 GaN 在光电领域应用规模	35
图 44: 光芯片行业生产经营模式分类	36
图 45: 长光华芯掌握生产制造核心工艺环节	37
图 46: 2018-2022 长光华芯毛利率水平不断提升	38
图 47: 长光华芯高功率半导体芯片业务受益下游国产化率提高	40
图 48: 长光华芯高效率 VCSEL 系列产品	41
图 49: 长光华芯激光雷达用 VCSEL 芯片指标	41
图 50: 长光华芯通过 IATF16949 认证	42
图 51: 长光华芯光通信系列产品	42
图 52: 展会现场展示的蓝绿光激光芯片	43
图 53: 2018-2022 年公司资产负债率和有息负债率	44
图 54: 相关公司资产负债率和有息负债率对比	44
图 55: 2018-2022 年公司流动比率、速动比率和权益乘数	44
图 56: 2018-2022 年应收账款周转天数对比	44
图 57: 2018-2022 年应付账款周转天数对比	44
图 58: 2018-2022 年总资产周转率对比	45
图 59: 2018-2022 年存货周转天数对比	45
图 60: 2018-2022 年公司毛利率和净利率	45
图 61: 2022 年可比公司毛利率、净利率和 ROE 对比	45
图 62: 2018-2022 年营业收入增速对比	46
图 63: 2018-2022 年归母净利润增速对比	46
图 64: 公司现金流量情况	46
表 1: 长光华芯管理层具备深厚技术背景	8
表 2: 长光华芯募投资金规模及用途 (单位: 百万元)	12
表 3: 光纤激光器和其他类型激光器性能对比	16
表 4: 不同类型传感器性能对比	23
表 5: 2022 年国内上车激光雷达参数对比	25
表 6: VCSEL 和 EEL、LED 对比	27
表 7: 不同类型激光器芯片对比	30
表 8: 2018-2021H1 公司核心设备及产能变化情况	38
表 9: 导入 6 吋新产线带来芯片成本降低	38
表 10: 高功率半导体激光器芯片市场规模测算	39
表 11: 单管芯片为例, 公司产品性能行业领先	40
表 12: 长光华芯业务拆分	48
表 13: 未来 3 年盈利预测表	48

表 14: 情景分析（乐观、中性、悲观）（单位：百万元、%）	48
表 15: 同类公司估值比较	50

平台型的国产激光芯片领先厂商

深耕激光芯片行业，研发推动成长

长光华芯成立于 2012 年，公司主要定位高功率半导体激光器芯片、高效率激光雷达与 3D 传感芯片、高速光通信半导体激光芯片及器件和系统的研发、生产和销售。经过在激光芯片行业近十年发展，公司已经成长为国内激光芯片行业的领先厂商。

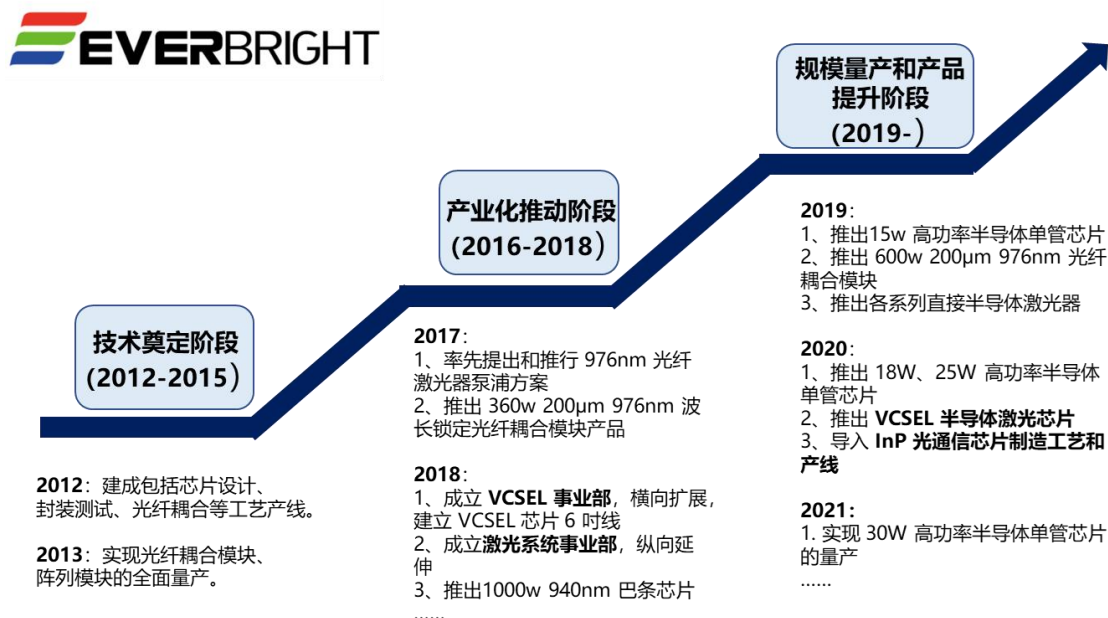
回顾公司的发展历程，可分为以下三个阶段：

阶段一（2012-2015 年）技术储备阶段：该阶段公司刚刚成立，重点放在对于核心技术团队的建设和前期技术储备上，服务于国家战略高技术产业和科研市场。公司在该阶段完成了高能激光芯片、模块、阵列、系统等产品的量产。

阶段二（2016-2018 年）产业化推动阶段：该阶段，公司基于前期的技术积累，开始将产品从科研等市场推向需求更广泛的工业市场，如提出和推行 976nm 光纤激光器泵浦方案等，并在 2018 年成立 VCSEL 事业部和激光系统事业部，实现公司应用领域横向和纵向延伸。

阶段三（2019 年-）规模量产和产品提升阶段：该阶段，基于前期的布局和市场推广，公司多项产品进入规模量产阶段，并不断推出性能更优的高功率半导体芯片。横向拓展方面，公司推出 VCSEL 面发射半导体激光芯片并导入 InP 光通信芯片制造工艺和产线。

图 1：长光华芯发展历程

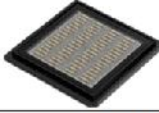
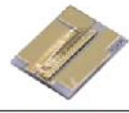
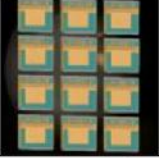


资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

公司核心产品是半导体激光芯片，并进行产品领域扩充和延伸。公司聚焦半导体激光行业，核心产品为半导体激光芯片，并且依托高功率半导体激光芯片的设计及量产能力，纵向往下游器件、模块及直接半导体激光器延伸，横向往 VCSEL 芯

片及光通信芯片等半导体激光芯片扩展，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。

图2：长光华芯主要产品

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	
高效率 VCSEL 系列产品				
	PS 系列	TOF 系列	SL 系列	
光通信芯片系列产品				
	DFB 系列	PD 系列	EML 系列	

资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

核心管理团队技术沉淀深厚，研发驱动长期成长。公司身处的半导体激光行业属于技术密集型行业，对技术人员的依赖程度较高，公司一直保持对于研发的高度重视，当前公司拥有一批高层次人才队伍，包括多名国家级人才工程入选者和行业资深管理和技术专家以及 4 位院士组成的顾问团队等，公司研发技术队伍中硕士博士占比超过 50%，团队多次获得各级部门重大创新团队和领军人才殊荣。

公司管理团队具备深厚的技术背景，如董事长闵大勇先生目前作为高级工程师，具有多年激光行业管理经验，常务副总经理王俊先生研发并掌握了外延、镀膜、封装、老化测试等核心技术，领导公司实现以芯片为主的产业化等等。

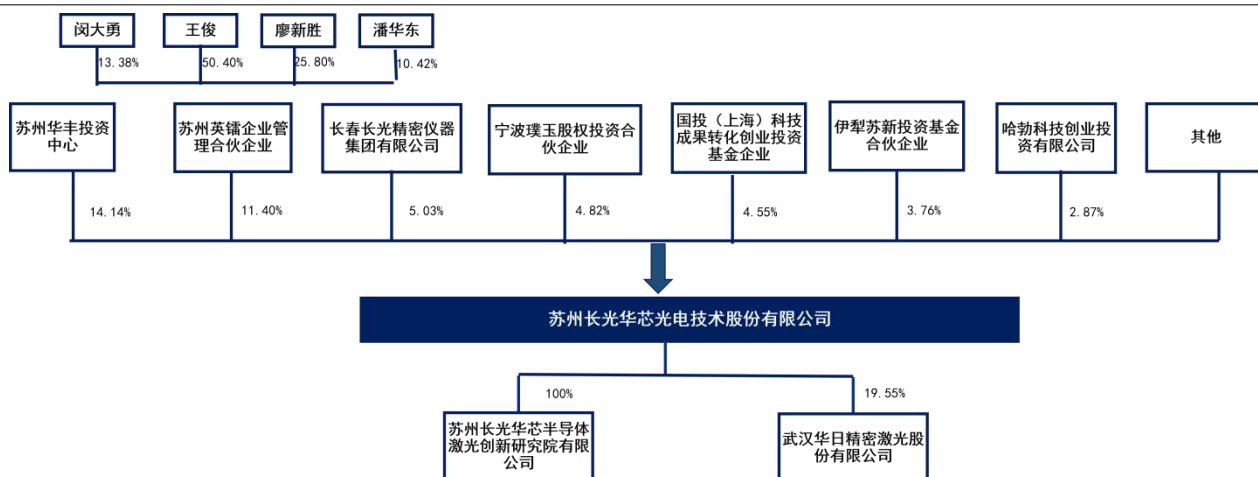
表 1：长光华芯管理层具备深厚技术背景

高管姓名	职务	主要经历
闵大勇	董事长	高级工程师，曾获得“湖北省科技进步特等奖”、两次“湖北省科技进步一等奖”；曾担任中国光学学会激光加工专业委员会第六届委员会委员、常务委员、副主任委员；国家光辐射安全和激光设备标准化技术委员会副主任委员；国家光辐射安全和激光设备标准化技术委员会大功率激光器应用分技术委员会副主任委员；国家光辐射安全和激光设备标准化技术委员会激光材料加工和激光设备分技术委员会委员等。
王俊	董事、常务副总经理	国家重大人才工程专家、科技部评审专家、江苏省“双创人才”、苏州市重大创新团队领军人才，其技术专长包括 MOCVD/MBE 外延结构设计及生长，腔面钝化处理和可靠性的提高，领导及参与过多项研发项目，多次率先提高半导体激光器的电光转换效率，多次引领提高半导体激光器的功率，多次率先研制出超长寿命的半导体激光器器件。
廖新胜	董事、副总经理	国家重大人才工程专家、科学技术部科技创新领军人才、江苏省“双创人才”、姑苏创新创业领军人才，于 2007 年获得国家科技进步二等奖，国家光辐射安全与激光设备标准化委员会委员。廖新胜早期主导创建了公司半导体激光器研发、生产基地。
潘华东	副总经理	国家科技部评审专家，主持与参与多项国家与省部级项目，研发并掌握了封装测试、光束整形、合束与光纤耦合等半导体激光模块核心技术，主导参与了公司高性能光纤耦合模块产品线的建设与产业化，建立了国内一流的高功率光纤耦合模块科研平台与量产线，主持了公司生产制造的自动化升级，基于其在光电领域长达 16 年的从业经验及对半导体激光器产品与应用的深刻理解，不断带动公司光纤耦合产品技术的提高。

资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

股权结构分散无实控人，管理层人员间接持股。公司股权结构较为分散，无控股股东和实际控制人。目前第一大持股股东为苏州华丰投资中心，持股比例为 14.14%，而第二大持股股东为苏州英镭，苏州英镭为公司核心管理层的持股平台，闵大勇、王俊、廖新胜、闵大勇、潘华东均持有一定比例，确保了核心人员与公司利益有一定绑定关系。华为控股的哈勃投资在 2020 年 12 月通过增发入股，成为公司的战略投资者，目前持股比例为 2.87%。

图 3：长光华芯股权结构图（截止 2023 年 6 月）

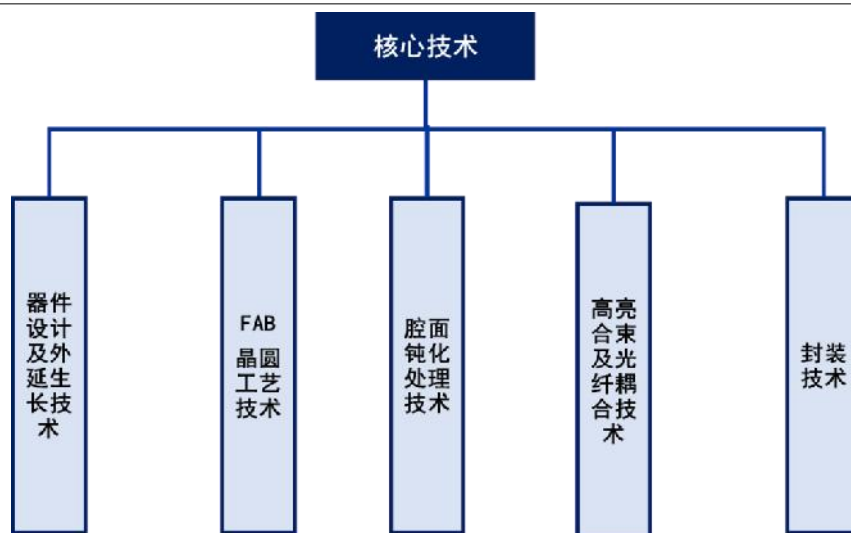


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

激光芯片为支点，IDM 模式下横纵领域快速拓展

公司具备 IDM 全流程和量产能力。长光华芯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，并依靠技术积累成功实现了高功率半导体激光芯片的产业化，成功跑通了 IDM 模式，成为国内少数能够研发和量产高功率半导体激光芯片的公司之一。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。这些核心技术成为公司继续实现产品的重要基数。

图4：长光华芯核心技术



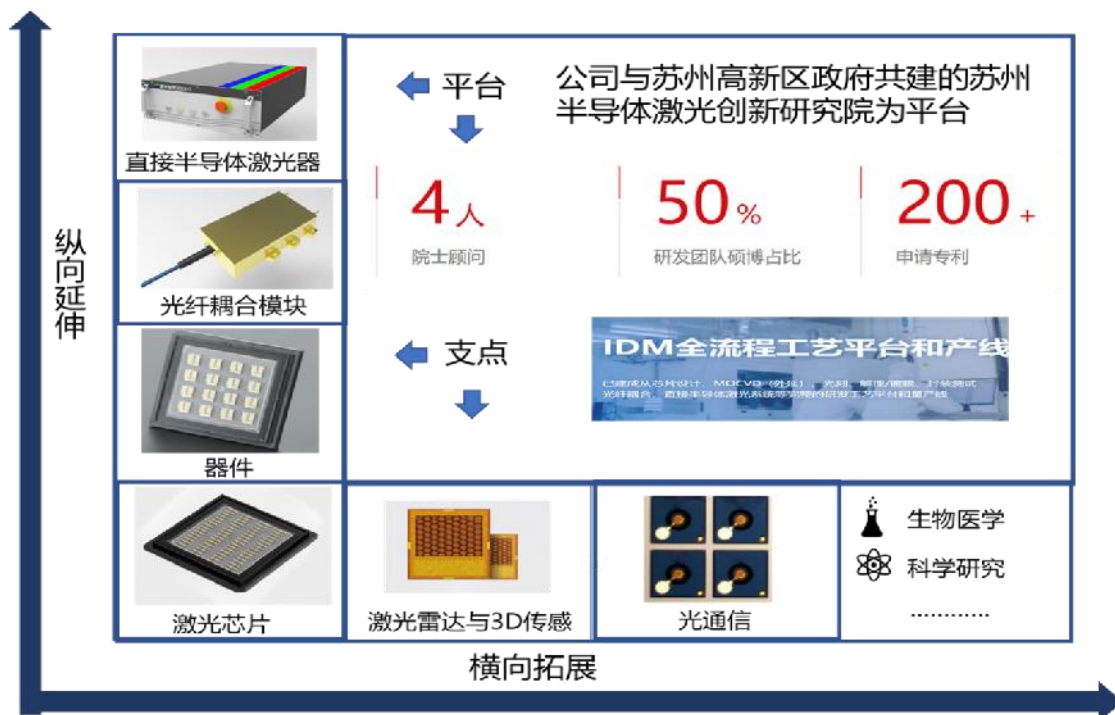
资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略凸显公司平台化属性。针对未来发展，公司提出了“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略，其中“一平台”是指以公司与苏州高新区政府共建的苏州半导体激光创新研究院为平台；“一支点”是指公司已具备高功率半导体激光芯片的核心技术及全流程制造工艺；“横向扩展”是指公司将产品应用领域拓展至消费电子、激光雷达等；“纵向延伸”是指产品从单纯的半导体激光芯片纵向延伸至激光器件、模块及直接半导体激光器。

平台化能力推动公司可实现光芯片种类和应用不断扩张。公司目前在高功率激光器芯片领域已经成为领先厂商，并重点朝着 VCSEL 芯片（汽车/激光雷达）、光通信（Inp 材料体系）、可见光领域（激光显示）等领域进行横向布局，不断打开公司长期可触达市场空间。

我们认为公司提出横纵拓展策略的背后实则体现出依托于底层具备的研发迭代基础以及较快的产业化落地能力，公司可根据不同场景给出快速产品反馈，凸显平台化属性。

图5：长光华芯“一平台、一支点、横向扩展、纵向延伸”发展战略



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

高功率单管系列营收占比超 80%，VCSEL 系列开始进入兑现阶段。当前公司营收主要集中在高功率单管系列、高功率巴条系列和高功率 VCSEL 系列三部分，根据最新公开数据,2022 年公司高功率单管系列实现营收 3.45 亿元,营收占比 89.54%，高功率巴条系列实现营收 0.30 亿元,营收占 7.78%，高功率 VCSEL 系列处于起步阶段，营收占比较低。

根据 2021H1 披露数据，从下游应用领域来看，单管系列主要应用在工业领域，巴条系列主要应用在科研领域。

图6：公司 2022 年营收拆分情况（占比）

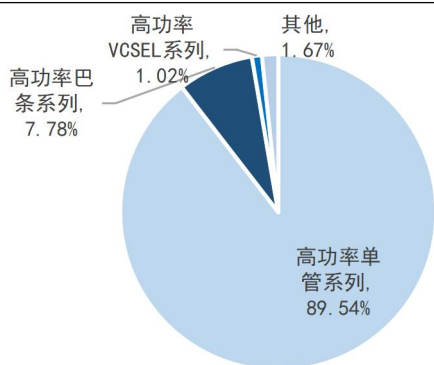
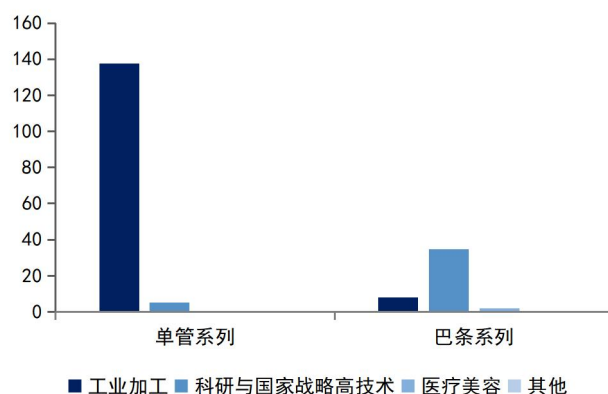


图7：2021H1 公司单管和巴条系列应用领域营收分布（百万元）



资料来源：长光华芯年报，国信证券经济研究所整理

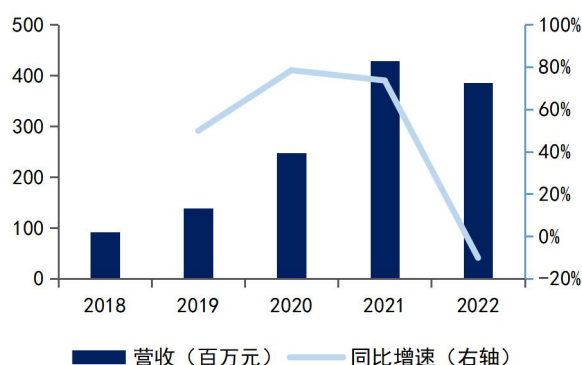
资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

技术推动营收增长，盈利能力提升

2018-2021 年公司营收保持快速增长，收入基本均来自核心技术产品。2022 年受新冠疫情及经济环境不确定性增加等因素影响，下游设备投资需求受到一定抑制，客户订单减少，造成公司营收出现小幅下滑。

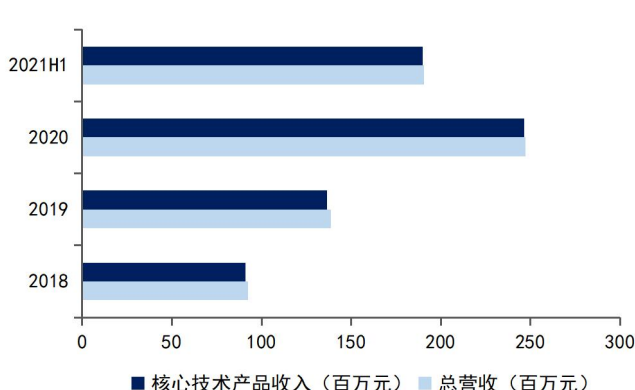
2018-2021 年，公司营收保持了快速增长，基本均来自核心技术产品，可以看出技术实力已经成为公司收入增长的核心驱动力。

图8：公司营收及同比增速



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

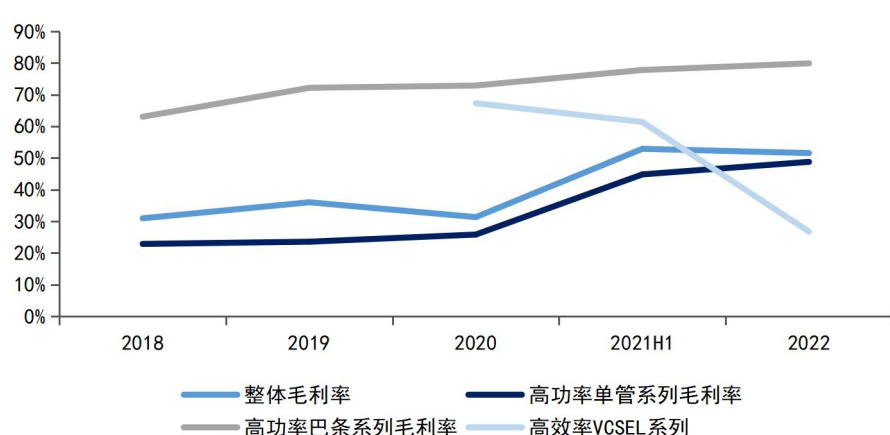
图9：公司收入基本均来自核心技术产品



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

规模效应推动公司盈利能力提升。公司盈利能力提升体现在毛利率和净利率两方面。1) 毛利率：公司业务的基础产品为激光芯片，并在此基础上进行延伸，对于芯片业务，随着生产规模的增加和良率提升，公司单位产品制造成本逐步降低，同时公司通过导入新产线使得单位材料成本降低，带动整体毛利率逐步提升（2018年公司毛利率为 30.97%，2022Q3 毛利率提升至 48.80%）。

图10：2018-2022 长光华芯毛利率情况

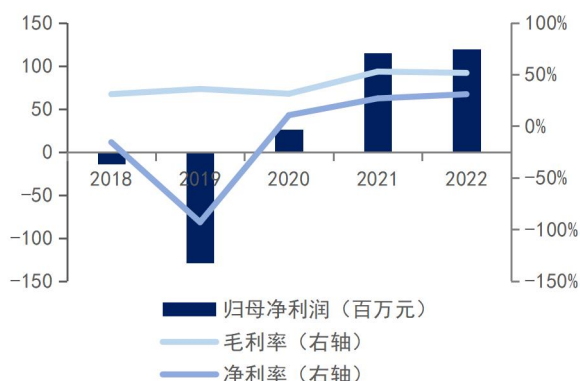


资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

备注：2021 全年各产品毛利率情况公司并未公布

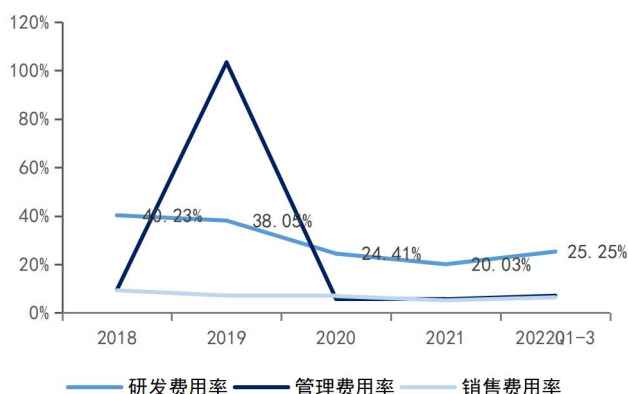
净利率方面，除了毛利率提升外，随着营收规模提升，公司销售费用率、管理费用率得到降低（公司销售方式直销为主，2019 年主要因为股权激励费用支付管理费用明显增加），同时前期的研发投入得到转化，度过了大额投入阶段，因此研发费用率也呈现出逐步下降趋势。毛利率提升叠加期间费用率下降，公司净利率实现逐步提升（2018 年公司净利率为负，2022Q3 提升至 29.89%。

图 11：公司盈利能力提升



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图 12：公司费用率持续降低



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

注：2019 年管理费用异常主要因为股权激励费用支付

募投资金加快公司产能释放和创新领域产品进展。公司上市共募集资金 13.48 亿元，用于“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”及“研发中心建设项目”四个项目。其中高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目主要是为了扩大高功率半导体激光芯片系列产品的生产；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主要通过生产基地的建设及配套设备的购置，进行相应产品研发和生产，扩大公司在消费电子、激光雷达及光通信领域的激光芯片输出。

项目建设完成后，满产状态下，预计新增高功率单管芯片产能 4875 万颗，高功率巴条器件产能 5 万个，高功率模块产能 32.5 万个，VCSEL 芯片产能 7000 万颗，光通讯芯片 0.7 万片。高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目达产后每年预计带来营业收入 11.68 亿元，投资回收期 6.45 年（静态，含建设期）；VCSEL 及光通讯激光芯片产业化项目达产后预计带来年营收收入 2.88 亿元，投资回收期 6.17 年（静态，含建设期）。

表 2：长光华芯募投资金规模及用途（单位：百万元）

序号	募集资金投资项目	项目投资总额	拟用募集资金投入金额
1	高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目	599.33	599.33
2	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	305.05	305.05
3	研发中心建设项目	143.66	143.66
4	补充流动资金	300.00	300.00
合计		1348.04	1348.04

资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

新增投资建厂规划，推动 2025 年后产能规模增加。2022 年 12 月 28 日公司发布公告，公司全资子公司苏州长光华芯半导体激光创新研究院有限公司与苏州科技城管理委员会签订项目投资合作协议，拟在太湖科学城新建先进化合物半导体光电子平台项目；项目总占地面积约 31 亩，投资总额约 10 亿元。

该项目计划 2023 年开工，2025 年建成投产，满产预计年产值不低于 6 亿元。

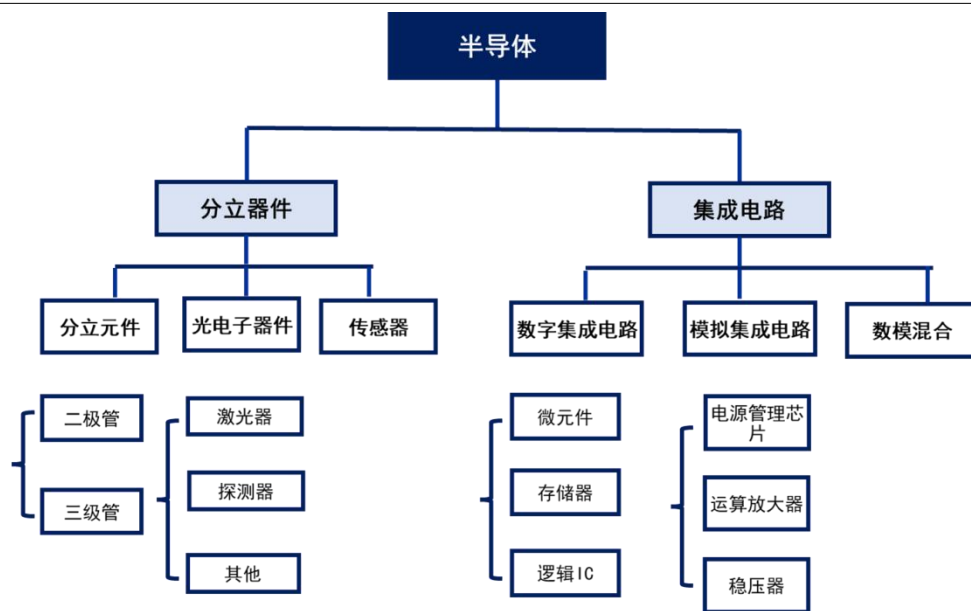
关于建设内容：该先进化合物半导体光电子平台项目建成后将形成年产 1 亿颗芯片、500 万器件的能力，具备氮化镓、砷化镓、磷化铟等激光器和探测器芯片的产线建设及器件封装能力，具备其他高功率半导体激光器芯片等功率芯片研发、封测能力（包括 6-8 寸器件封测生产线建设）。

光芯片：应用创新，国内实力进阶

电芯片性能趋于极限，光芯片是发展下一站。电芯片和光芯片均属于半导体领域，其中电芯片属于半导体中集成电路部分，光芯片属于半导体中分立器件部分，主要包括各种类型的激光器芯片和探测器芯片。

电芯片以电子为载体，当前电芯片已经有六七十年的发展历史。走到现在，以电子为载体的技术已经趋近物理极限，同时随着电芯片尺寸的降低也会出现功耗等问题，而光芯片是以光子（光速传输且无静止质量）为载体，其具备高速率、强并行性、大带宽、低损耗等优点，有望在规避现有电芯片问题的同时提供更优的性能，因此光芯片有望成为半导体行业未来发展的重点方向。

图 13：光芯片和电芯片均属于半导体领域



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

光芯片下游应用不断创新，推动潜在市场规模扩大。电芯片均是基于硅这种材料进行生产，而硅不具备发光属性，因此当前电芯片的应用场景主要集中在计算和

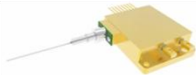
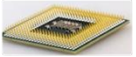
存储两个领域。而光芯片主要采用 III-IV 族化合物，由于可以发光，光芯片具备能量、信息传输、传感三个特性，针对不同特性，光芯片可以应用在不同场景。

1) **能量**：以**半导体激光芯片**为代表，在激光器内通过增益介质作用释放出能量，可应用在工业领域（工业泵浦、工业加工）以及生物医学等领域。

2) **信息传输**：由于电信号衰减速度较快，难以实现长距离稳定传输，而激光具备稳定特性，是非常好的载体，因此光纤通信成为当下信息长距离传输的主要方式。光芯片是实现光纤传输（光电转换）的核心器件，而**光通信**也是目前光芯片规模最大的应用场景。另外量子计算也在成为光芯片在信息传输方面新的应用场景。

3) **传感**：即光的信息获取属性，可以实现对于物体的感知和探测，其中手机的面部识别功能将光芯片的应用场景延伸至消费电子领域，而激光雷达、人工智能、自动驾驶、物联网等领域正在成为光芯片新的应用场景。

图 14：光芯片具备广泛应用场景

特性	能量	信息传输	传感
应用场景	工业泵浦  直接半导体激光器  生物医学用激光器  其他	光通信  硅光芯片  量子计算 	液体、气体等物质传感器 激光雷达  接近传感器 人脸识别 

资料来源：中科光芯，新华社，国信证券经济研究所整理

光芯片行业在设备环节对先进设备依赖度较小。从生产工艺流程上来看，光芯片的制备过程和电芯片制备过程存在一定程度的相似性，均需要经过芯片设计、晶圆制造、封装测试等环节，但是二者对于工艺设备的要求却不一样。

电芯片的迭代遵循摩尔定律，即在在芯片上集成越来越多的晶体管，为了提高集成度，需要不断减小晶体管的尺寸，对应的代价就是**制造过程复杂性不断提高，需要更先进的设备进行制造生产**。当前电芯片已经在追求 7nm 以下的先进工艺制程。

反观光芯片，本质是实现对各类光器件的集成，由于光的波长在百纳米到 1 微米之间，在较小尺寸的光学器件里可能会出现干涉衍射效应，影响光芯片的正常运

行，因此光芯片不会过多追求工艺尺寸的极限缩小。同时由于光速快于电子速度，理想状态下，光子芯片的计算速度能比电子芯片快约 1000 倍，且功耗较低，因此采用成熟的半导体工艺技术的光芯片就可以满足当下需求，降低了对先进工艺的依赖。

高功率半导体激光芯片：工业领域国产替代加速

半导体激光芯片处于激光产业链上游核心环节。从激光产业链分布情况来看，半导体激光芯片、激光器件以及制备芯片所需要的各类材料为激光产业链的上游，准入门槛较高。产业链中游指的是利用上游材料和器件制备泵浦源进行各类激光器的制造与销售，包括直接半导体激光器、二氧化碳激光器、固体激光器、光纤激光器等。

图 15：激光产业链上下游情况



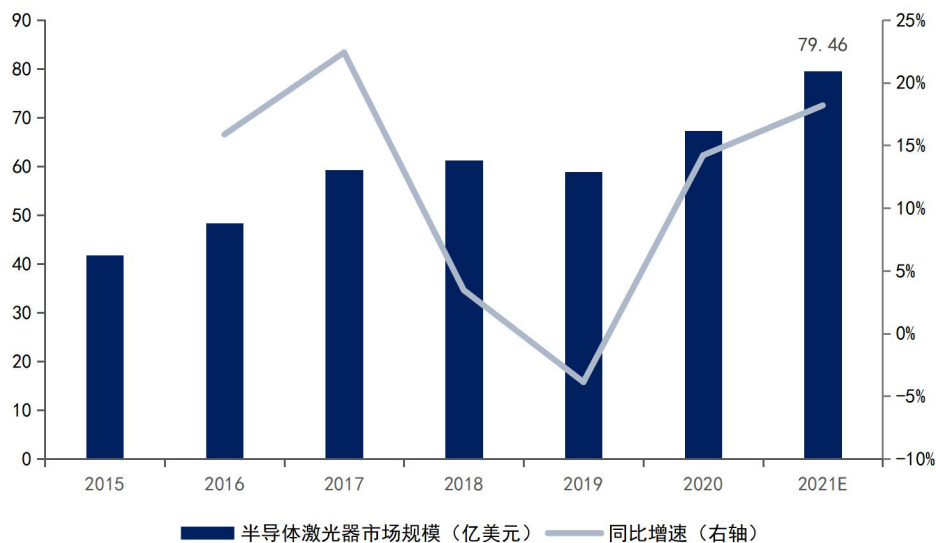
资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

注：加粗字体部分为长光华芯业务覆盖环节

半导体激光器市场规模扩大，拉动上游芯片需求增长。半导体激光器在各类激光器中拥有较好的能量转化效率，广泛适用性、自身性能的提升和下游应用场景的扩大推动半导体激光器市场规模不断扩大，具体表现在：1）半导体激光器可以作为光纤激光器、固体激光器的泵浦源；2）随着半导体激光技术在功率、效率等方面的提升，半导体激光器可实现直接应用；3）下游除了材料加工、光通信、国防、消费电子等已有应用领域，也出现了医疗、美容设备、汽车等新兴应用市场。

根据 Laser Focus World 预计，2021 年全球半导体激光器的市场规模预测为 79.46 亿美金，市场增长率为 18.18%。

图 16: 2015-2021 年全球半导体激光器市场规模



资料来源: Laser Focus World, 国信证券经济研究所整理

光纤激光器: 高功率市场国产化程度快速提升。

长光华芯目前生产的高功率半导体激光芯片的主要应用场景是工业领域, 工业激光器目前呈现出以下特征: 1) 工业激光器中光纤激光器占比超过一半; 2) 光纤激光器高功率部分国产化程度快速提升。

1) 光纤激光器优势明显, 在工业激光器市场占比过半。工业激光器目前主要包括光纤激光器、气体激光器、固体激光器、半导体激光器, 其中光纤激光器具有结构简单、光束质量高、散热性能好、转换效率高等优点, 在工业激光器市场占有率不断提升。

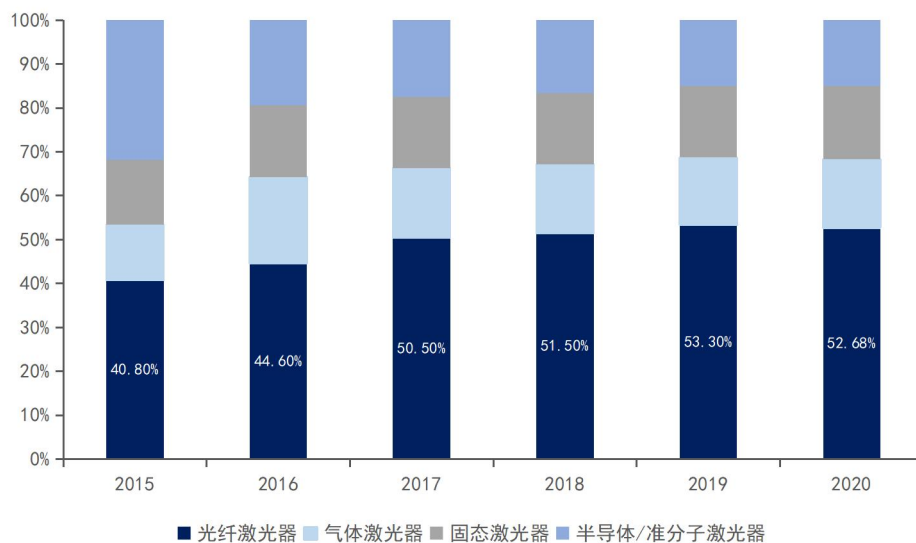
表 3: 光纤激光器和其他类型激光器性能对比

	光纤激光器	YAG 激光器 (固体)	CO2 激光器 (气体)
光电转换效率	30%	3%	10%
最大输出功率	50KW	6KW	20KW
半导体泵浦寿命 (小时)	10 万	1000	5 万
维护和操作费用/小时	2	35	20
占地面积 (平方米)	<1	6	3
维护和操作费用/小时	无需维护	需经常维护	需维护
柔性加工	十分适宜	一般	不适宜
稳定性	好	差	一般
吸收率—铜 (10%)	35	35	12
吸收率—铝 (10%)	7	7	2
光电转换效率	30%	3%	10%

资料来源: 华经产业研究院, 国信证券经济研究所整理

根据 Laser Focus World 数据, 全球工业激光器市场规模从 2015 年的 28.66 亿美元增长至 2020 年的 51.57 亿美元。其中, 光纤激光器市占率从 2015 年的 40.8%, 是目前应用最广泛的工业激光器品类。

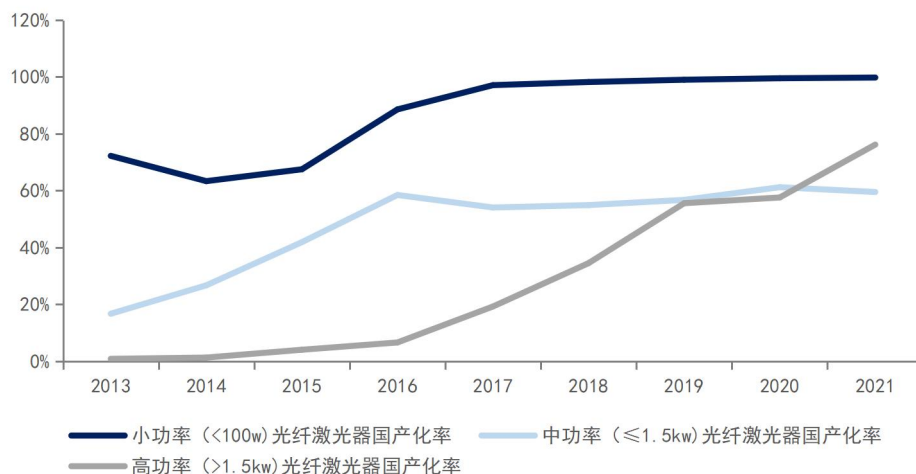
图 17: 2015-2020 全球工业激光器产品销售结构



资料来源: Laser Focus World, 国信证券经济研究所整理

2) 高功率光纤激光器国产化进程加快, 拉动芯片层面国产需求。光纤激光器根据输出功率的高低, 可以分为低功率、中功率和高功率三类, 其中低功率市场在 2016 年后基本实现了充分的国产替代, 中功率市场在 2015 年后国产化率就已超过一半, 高功率市场国产化进程在 2016 年后进入加速阶段, 国产化率在 2021 年超过了 70%。

图 18: 2013-2021 年低中高功率光纤激光器国产化率变化情况



资料来源: 长光华芯招股说明书, 国信证券经济研究所整理

高功率半导体激光芯片：科研与医疗市场持续创新

科研与军事市场：激光器应用范围不断扩大。在科研与军事领域，许多技术和武器的研究均离不开激光器的帮助，尤其在高端制造、精密材料、制导、雷达及光电对抗、激光武器等领域的科研项目，对激光器的性能要求将会更高。

激光武器是一种利用定向发射的激光束直接毁伤目标或使之失效的定向能武器。根据作战用途的不同，激光武器可分为战术激光武器和战略激光武器两大类。武器系统主要由激光器和跟踪、瞄准、发射装置等部分组成，通常采用的激光器有化学激光器、固体激光器、CO₂ 激光器等。

军事与科研用激光器市场 2019-2024 年复合增速超过 10%。根据《Lasers: Global Markets to 2024》数据，全球定向能激光源和军事激光（directed-energy and military lasers）市场将从 2019 年的 89 亿美元增长到 2024 年的 146 亿美元，2019-2024 的年复合增长率为 10.41%。随着全球各国对科研和军事经费的不断投入，将促进激光器在科研与军事领域的稳定发展。

生物医疗：激光器应用场景不断创新。在生物医疗领域，激光器主要应用于光谱技术、干涉技术、临床标本或组织的检测和诊断、临床治疗与手术等方面。而弱激光的刺激效应具有加强局部血液循环、提高免疫功能、调整机能、促进细胞生长、组织修复等作用，已被广泛应用于口腔和皮肤等方面治疗。

根据 Allied Market Research 发布的数据，2018 年全球医疗激光市场规模为 69.47 亿美元，预计到 2026 年将达到 162.3 亿美元，年复合增长率为 11.19%。随着全球医美经济和生物医疗技术的持续推动，将进一步加速激光技术在生物医疗领域的深度发展，生物医疗领域对激光器的需求将长期处于稳定上升阶段。

图 19：激光器在医疗领域应用示例



资料来源：Coherent 官网，国信证券经济研究所整理

医美市场，长光华芯已经有批量应用 VCSEL 芯片产品。随着消费者需求变化，消费电子产品内容除了常见的手机、电脑等产品，家用医美产品也成为市场新需求。根据《线上家用美容仪器消费洞察报告》数据预计，我国脱毛仪市场规模接近 100 亿元，仅天猫一年销售数据就有 41.51 亿元。目前市场主流脱毛方式有 IPL 脱毛和激光脱毛，但激光脱毛具备痛感轻微、副作用少、效果持久、安全稳定等多方面优势。在激光脱毛选择波长里，808nm 波长是最适合的选择，适合不同肤色的消费者。

图 20：808nm 波长是激光脱毛最合适波长

波长		皮肤类型					
		I	II	III	IV	V	VI
755nm	Efficiency	●	●	●	●	●	●
	Safety	●	●	●	●	●	●
808nm	Efficiency	●	●	●	●	●	●
	Safety	●	●	●	●	●	●
1064nm	Efficiency	●	●	●	●	●	●
	Safety	●	●	●	●	●	●

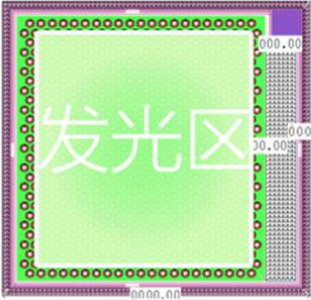
● Good ● Medium ● Bad

资料来源：长光华芯官网，国信证券经济研究所整理

注：白皮肤为 I、II 型，黄皮肤为 III、IV 型，棕黑皮肤为 V、VI 型

目前，长光华芯 808nm VCSEL 激光芯片已在客户端批量应用，并提供封装等多种定制化服务。长光 808nm VCSEL 芯片以体积小、光束质量高、电光转化效率高、寿命长、成本低、性能稳定等优势，成为生产和制造家用手持脱毛仪的理想选择。考虑到终端客户实际应用需求，长光华芯不仅可为客户提供 808nm VCSEL 芯片和高功率封装模组，也可根据客户需求提供定制化方案，通过对功率，波长，排布尺寸以及封装设计等指标进行调整，快速响应不同终端客户应用需求。

图 21：长光 808nm VCSEL 激光芯片指标

3W 808nm VCSEL		功 率：	2.9W	阈值电流：	0.6A
		工作电流：	3.5A	工作电压：	2.1V
		中心波长：	808nm	斜率效率：	1.0w/A
		测试温度：	50℃	电光效率：	38.0%
		远场发散角：	22°	环保属性：	Rohs2.0

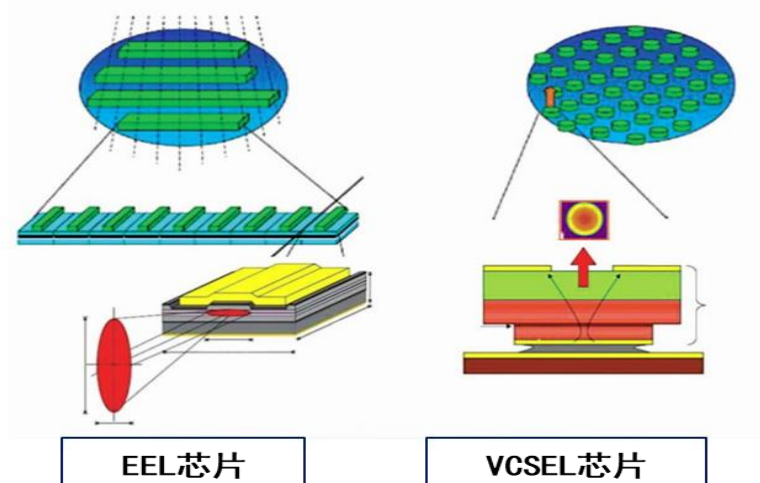
资料来源：长光华芯官网，国信证券经济研究所整理

VCSEL 芯片：激光雷达打开新空间

根据谐振腔体制造工艺的不同，激光芯片分为边发射激光芯片（EEL）和面发射激光芯片（VCSEL）两种，其中边发射激光芯片在芯片两侧镀光学膜形成谐振强，沿

平行于衬底表面发射激光，面发射激光芯片是在芯片的上下两面镀光学膜，垂直于芯片表面发射激光。VCSEL 芯片具备低阈值电流、稳定单波长工作、易二维集成、制造成本低等优点，目前输出功率及电光效率较 EEL 芯片低。

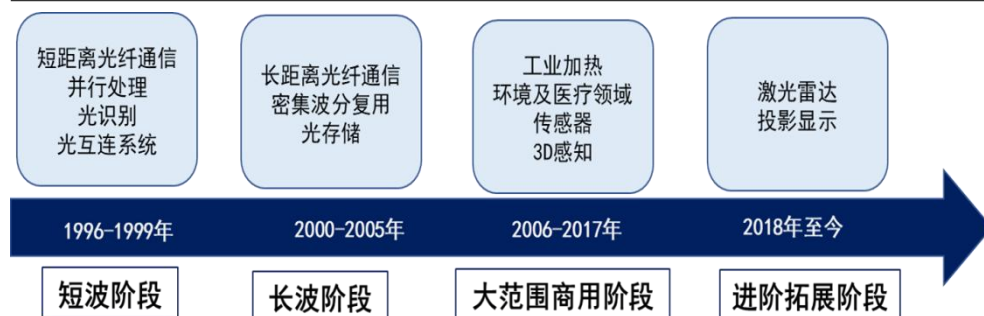
图 22: EEL 芯片和 VCSEL 芯片示意图



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

VCSEL 应用早期集中在光通信领域，后延伸至消费电子和车载领域。通常 VCSEL 器件的工作波长为 850nm 至 1310nm，最开始阶段是 850nm 波段 VCSEL 商用化程度最为成熟，成为短距离光纤数据传输系统的重要器件；之后随着长波段产品逐步成熟，VCSEL 开始用于长距离光纤通信、光存储等领域。2006 年后，随着工艺、材料技术逐步改进，VCSEL 芯片开始用于工业领域，2017 年苹果将 VCSEL 芯片应用带入消费电子；2018 年后 VCSEL 芯片进一步延伸应用场景至激光雷达、投影显示等领域。

图 23: VCSEL 芯片应用场景发展历程

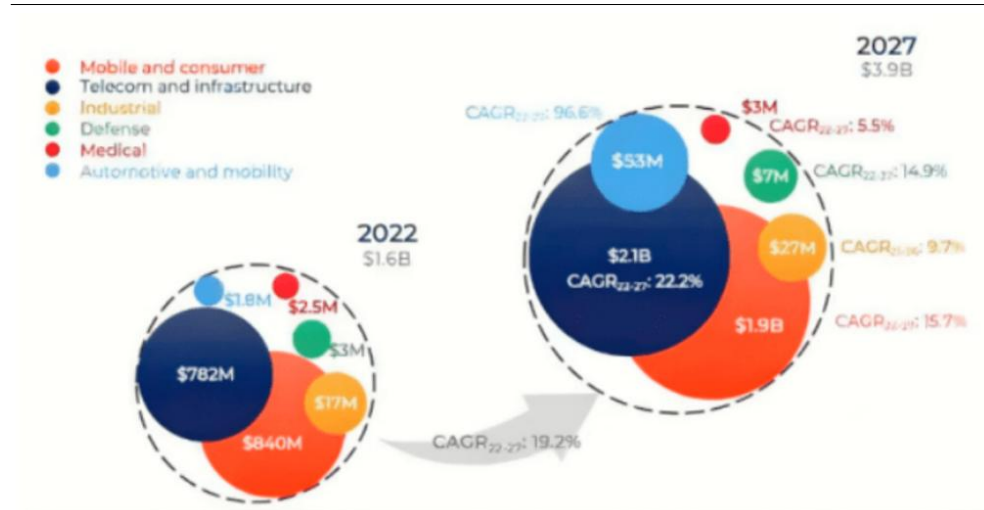


资料来源：华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

消费电子和光通信是当下 VCSEL 核心应用场景，车载领域未来五年复合增速超过 90%。根据研究机构 Yole Group 最新预测，2022 年 VCSEL 市场规模有望达到 16 亿美元，2027 年有望将达到 39 亿美元，2022-2027 复合年化增速为 19.2%。

从下游应用领域来看，消费电子领域预计是 2022 年 VCSEL 市场规模最大的细分市场，预计为 8.4 亿美金，车载（自动驾驶）和光通信（数通市场）和领域是未来年复合增速最大的前两大细分市场，其中光通信（数通）市场预计从 2022 年 7.82 亿美元增长至 2027 年 21 亿美元，年复合增速为 22.2%；车载（自动驾驶）市场预计从 2022 年 180 万美元增长至 2027 年 530 万美元，年复合增速达到 96.6%。

图 24: 2022-2027 年 VCSEL 芯片市场规模预测



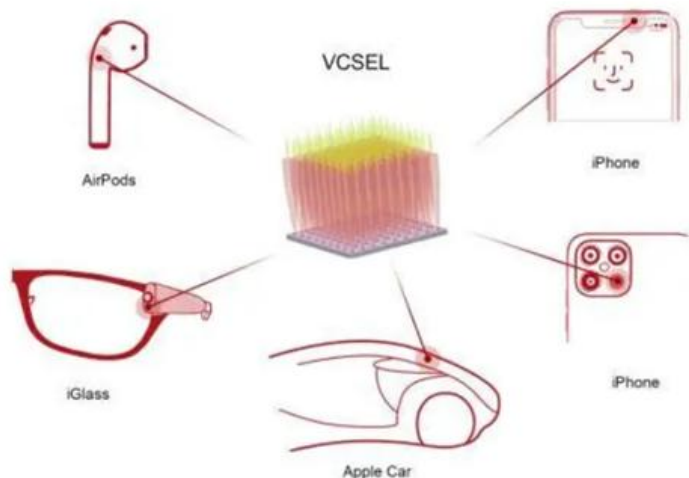
资料来源：Yole，国信证券经济研究所整理

（一）消费电子：从手机到未来的 VR/AR 设备，VCSEL 应用不断丰富。

2017 年苹果发布 iPhone X，首次将 VCSEL 芯片带入了消费电子领域，驱动 VCSEL 行业迎来新一轮快速增长。在 iPhone X 的屏幕上，泛光感应原件、距离传感器以及点阵投影均需要 VCSEL 芯片支持，根据苹果官方说法，指纹解锁错误率是五万分之一，而 iPhone X 的面部解锁错误率仅为百万分之一。

iPhone 12 之后除了屏幕部分，苹果为手机后置摄像头加入了基于 VCSEL 芯片的 dToF 激光雷达，通过 dToF 技术，苹果设备可以得到更好的拍照对焦效果。目前苹果的 iPhone、iPad、Airpods 产品线均使用了 VCSEL 芯片，其中 iPhone、iPad 中 VCSEL 芯片主要完成精准对焦拍照和面部解锁等功能，Airpods 中 VCSEL 芯片主要用来识别用户听歌状态。针对潜在 VR、AR 的新兴领域，VCSEL 芯片也望提供更多感知功能。

图 25: VCSEL 芯片在消费电子领域应用场景（示意图）



资料来源：南早网，国信证券经济研究所整理

（二）自动驾驶：激光雷达迎来上车元年，VCSEL 加速渗透。

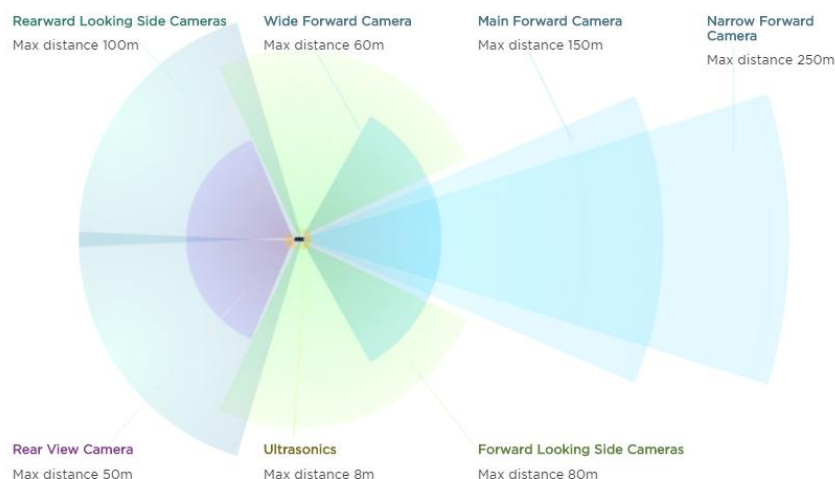
激光雷达意在提供安全冗余度，自动驾驶进阶新增传感器。当前自动驾驶进入 L2+ 阶段，根据美国 SAE 协会标准，L2 级辅助驾驶是指部分自动化，驾驶者仍需专注于路况，L3 级别半自动驾驶是指有条件自动控制，该系统可通过自动控制车辆使得在大多数路况下，驾驶注意力不需专注于路况。由此可知，进入 L3 阶段，车辆自身需要承担更多驾驶功能，因此对于车辆周围信息的感知要求明显提升。

在实现更高等级自动驾驶路上，行业目前主要两种路线的解决方案：

1) 纯视觉路线：以特斯拉为代表，是以摄像头为核心的感知方案，重算法。

纯视觉方案以摄像头感知为主，硬件成本较低，但对后期算法处理能力要求较高。一方面，摄像头直接感知到的信息仅为 2D 信息，需要通过算法还原出物体的深度信息，另一方面，视觉系统辨别物体需要依赖样本的训练，这意味着该系统需要海量数据作为样本进行训练去优化对物体识别的准确性和灵敏度，而同时存在着一旦遇到之前没有遇到的场景，该系统就有失效风险。当前，由于特斯拉在自动驾驶方面具备较明显的先发优势和长期的数据积累下算法开发能力，其目前选择部署视觉方案。

图 26: 特斯拉传感器配置方案（摄像头+毫米波雷达）

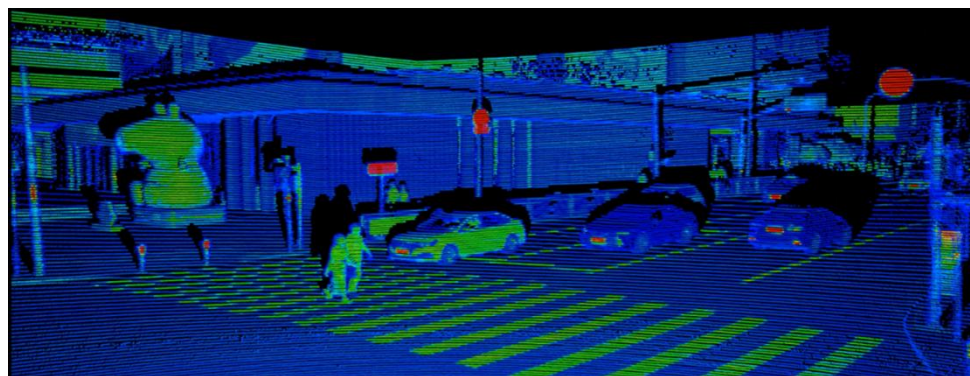


资料来源：特斯拉官网，国信证券经济研究所整理

2) 激光雷达路线：多传感器融合解决方案，激光雷达为增量，重硬件。

目前除了特斯拉之外，大部分主流车企选择了激光雷达路线，即在感知层摄像头、毫米波雷达和超声波雷达的基础上增加激光雷达，实现多传感器融合。视觉路线存在失效的风险以及前侧长距离感知能力较弱，而激光雷达的增加重点解决的便是长距离感知和 corner case 问题。具体来说，激光雷达直接获取到的是物体 3D 信息，且可以做到较远的探测距离，因此对于后续算法的要求降低，同时因为直接感知到物体的 3D 信息，可以直接进行物体识别，而不会出现视觉针对没训练到的 corner case 就无法识别的问题。对于选择激光雷达路线的车厂来说，增加激光雷达配置在提供安全冗余度的同时因为弱算法的要求也有望加快智能化进程。

图 27：激光雷达点云输出结果（禾赛 AT128 为例）



资料来源：禾赛科技官网，国信证券经济研究所整理

表 4：不同类型传感器性能对比

传感器类型	摄像头	毫米波雷达	超声波雷达	激光雷达
承担功能	360 全景影像、前向碰撞预警、车道偏移报警和行人检测等	盲道检测；变道辅助；测速	侧方超车提醒；倒车提醒	3D 建模，提供更全面环境信息
优点	分辨率高；成本低	可全天候工作，探测性能稳定	探测精度高，成本较低	探测精度高，探测距离远

缺点	对环境中光线敏感；探测距离有限；感知信息为 2D 信息	探测精度低，无法识别行人，成本高于摄像头	探测距离较低，成本最高，易受雨、雾天气影响
----	-----------------------------	----------------------	-----------------------

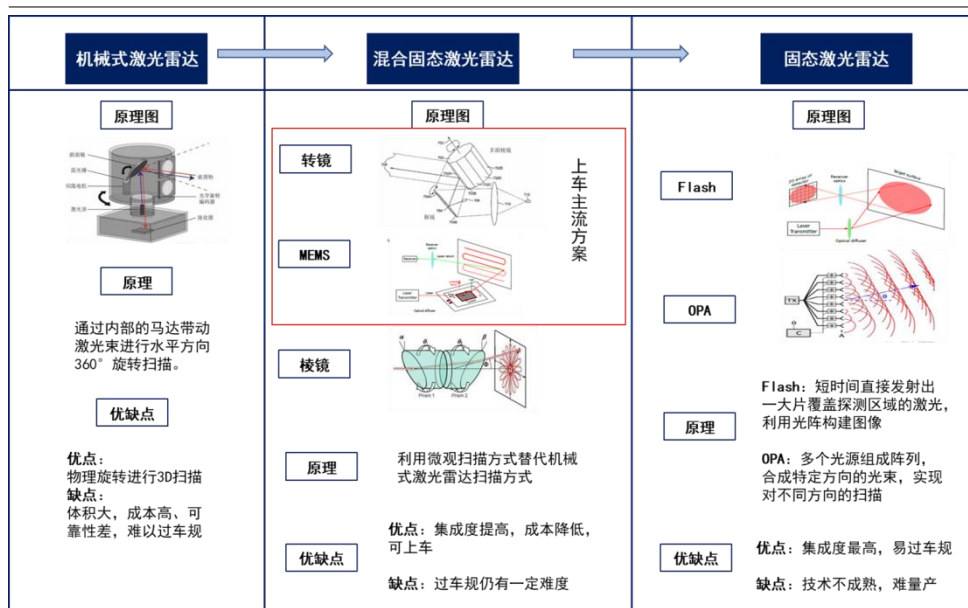
资料来源:智能网联汽车网, 国信证券经济研究所整理

2022 年成为激光雷达上车元年，已有部分车型实现交付。激光雷达最早主要用在军事、测绘等对成本不敏感的领域，但随着技术迭代升级以及成本的快速下降，激光雷达能够在完成车规认证的同时兼具成本的可控性。2022 年国内车企集中公布了多款配置激光雷达车型，这也是首次激光雷达实现了规模上车。目前包括未来 ET7、ET5，理想 L9 在内的多款激光雷达车型实现了顺利交付。

混合固态是当前上车主流，固态激光雷达是长期演进方向。激光雷达的工作原理是通过将发射激光到障碍物，并通过探测器接收来完成对于物体 3D 信息搭建。根据扫描方式，激光雷达分为机械式、混合固态和固态三类。

从架构上剖析，三类的区别在于其中机械零部件占比，其中机械式激光雷达占比最高，可实现 360° 扫描；混合固态通过架构重新设计将机械部分仅保留在光束扫描部分（外观部分固定无法运动）；固态激光雷达是通过芯片化方案进行搭建，完全剔除了机械部分。机械占比越高意味着可靠性越差，过车规难度越高但是对技术的要求也越高，因此从上车角度来看，当前混合固态激光雷达是主流，但是固态激光雷达是长期演进方向。

图 28: 激光雷达分类及对比



资料来源：3D 视觉工坊，Livox，华经产业研究院，国信证券经济研究所整理

混合固态下已有 VCSEL 方案，固态中 Flash 方案适合使用 VCSEL 方案。混和固态激光雷达下，根据采用的光源不同，分为 EEL、VCSEL 和光纤激光器这三种类型，其中以禾赛科技为代表的技术方案，通过采用 VCSEL 阵列方式，已经成为今年能够上车量产的方案之一，并成功在理想 L9 车型中完成部署。

表 5: 2022 年国内上车激光雷达参数对比

激光雷达	禾赛 AT128	图达通 Falcon	速腾聚创 RS-LiDAR-M1
图示			
光源方案	VCSEL	光纤激光器	EEL
探测距离	200m (10%反射率)	250m (10%反射率)	200m (10%反射率)
激光波长	905nm	1550nm	905nm
线束 (等效)	128 线	300 线	125 线
视场角	120° × 25.4°	120° × 25°	120° × 25°
角分辨率	0.1° × 0.2°	0.06° × 0.06°	0.2° × 0.2°
功耗	18W	-	15W
外尺寸	137 × 112 × 48mm	-	108 × 110 × 45mm

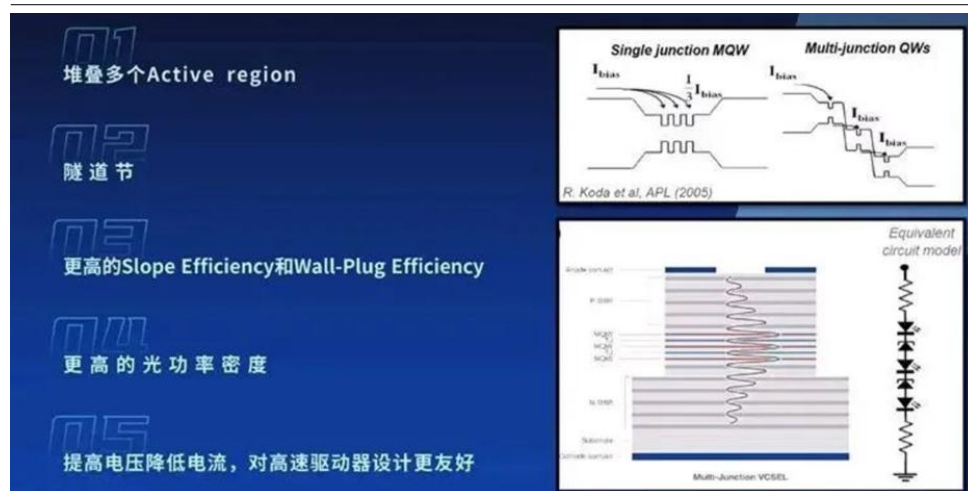
资料来源：禾赛、图达通、速腾官方网站，国信证券经济研究所整理

混合固态：VCSEL 多结工艺主推功率提升，成本优势下 EEL 或逐步转向 VCSEL。当前在混合固体激光雷达 905nm 这部分产品中，EEL 作为光源方案占据了大部分，VCSEL 之所以并没有成为大部分 905nm 激光雷达厂商的首选方案是在于其发光功率太低，较难实现远距离探测。但随着技术进步尤其是多结工艺的出现，不

仅有效提升 VCSEL 芯片的发光功率密度,而且结合 VCSEL 本身优点和成本优势(和 EEL 对比), VCSEL 有望成为现阶段 EEL 激光雷达厂商的下一代产品方案选择。

多结技术推动功率密度提升。VCSEL 的多结技术是指垂直将多个 PN 结叠在一起,利用隧道结隧穿原理,将上一个 PN 结价带中的电子变成下一个 PN 结中的导带电子。通过堆叠,VCSEL 芯片可以得到更高的功率密度,目前行业已经可以做到 8 结工艺甚至更高。另外对于电源或者驱动来说,同样的功率下,高电压、低电流比高电流、低电压更容易实现且成本低,多结 VCSEL 通过电流不变,电压升高,对于电源或者驱动都是利好。当前多结技术的发展已经使得 VCSEL 的功率密度从几十瓦/平方毫米升至几千瓦/平方毫米。

图 29: VCSEL 多结技术

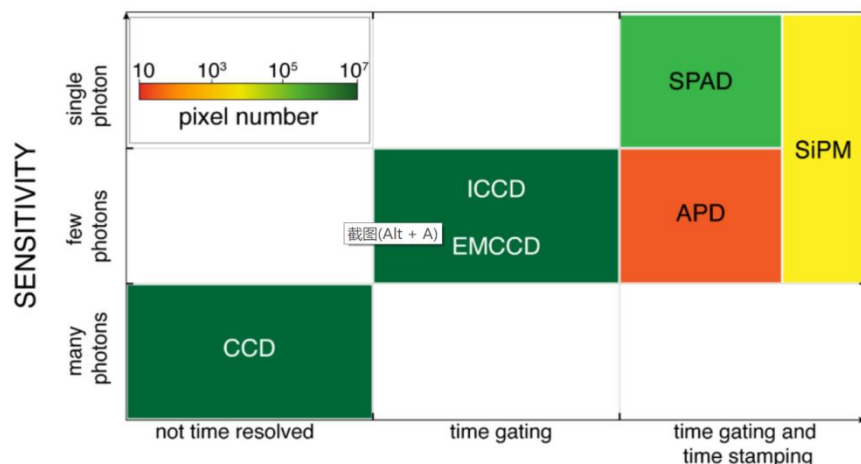


资料来源:老鹰半导体,国信证券经济研究所整理

VCSEL 更易和接收端 SPAD 做搭配,实现相互系统优化。由于激光雷达是收发一体的光、机、电组合体,整个系统性能优化需要收发端一起优化。接收端,最原始的方式采用 APD 芯片,为了提升接收端灵敏度,提升激光雷达探测距离,技术演进上呈现出从 APD 向 SPAD/SiPM 两种类型进行演进,APD 的增益只有数十数百,而 SPAD 和 SiPM 可以达到 10^6 级别,光子探测效率明显提升。

理性情况下,发射的光源和接收的探测器在完全 1:1 重叠的形状下,整个系统的光电效率是最高的,VCSEL 本身具备易集成、灵活度高的属性,去配合接收端 SPAD 的形状和尺寸相对简单,换成别的激光器去为了特定 SPAD ARRAY 做光形上改动,难度较大。因此一般 VCSEL+SPAD 是常见的组合方式。

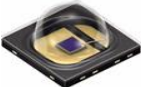
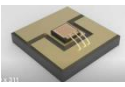
图 30: APD 与 SiPM、SPAD 对比



资料来源：米兰理工大学，国信证券经济研究所整理

工艺流程简单确保成本优势。EEL 激光器因为其发光面位于半导体晶圆的侧面，使用过程中需要进行切割、翻转、镀膜、再切割的工艺步骤，往往只能通过单颗贴装的方式和电路板整合，而且每颗激光器需要使用分立的光学器件进行光束发散角的压缩和独立手工装调，极大地依赖产线工人的手工装调技术，生产成本高且一致性难以保障。VCSEL 激光器发光面与半导体晶圆平行，其所形成的激光器阵列易于与平面化的电路芯片键合，在精度层面由半导体加工设备保障，无需再进行每个激光器的单独装调，且易于和面上工艺的硅材料微型透镜进行整合，提升光束质量，因此工艺流程机械化程度更高，成本更易降低。

表 6: VCSEL 和 EEL、LED 对比

	IRLED	VCSEL	EEL
图示			
类型	LED	激光器	激光器
大规模生产	晶圆级	晶圆级	分离芯片级
光功率密度	低	中	高
光束质量	朗伯型/发散较大	对称圆形/发散角小	非对称椭圆形/发散角中
温度漂移	0.25nm/k	0.07nm/k	0.25nm/k
光谱带宽	20-30nm	1-2nm	3-8nm
激光散斑	低	阵列时低	高
开关速度	ms	ns	ns
封装	简单	简单	复杂
成本	低	较低	高

资料来源：老鹰半导体，国信证券经济研究所整理

固态激光雷达 Flash 光源适合用 VCSEL，或 2023 年开始上车。结合之前分析，由于 VCSEL 芯片采用垂直发光方式，容易做二维集成，因此相较于 EEL，VCSEL 可以拥有更大的发光面积，视场角 FOV 可以做的比较大。Flash 激光雷达的原理是指短时间直接发射出一大片覆盖探测区域的激光，再以高度灵敏的接收器，完成对

环境周围图像的绘制，因此需要二维集成和大视场角的光源。如果采用 EEL 光源，激光雷达在光学设计部分会很复杂，需要采用专门的设计去扩到 EEL 光源的视场角，而 VCSEL 具备 Flash 激光雷达光源要求，因此更适合

速腾聚创和禾赛科技已经发布纯固态补盲激光雷达，预计 2023 年上车。2022 年 11 月 2 日禾赛发布首款纯固态激光雷达 FT120，官宣获得超过一百万定点，预计 2023 年下半年量产交付。11 月 7 日速腾发布旗下纯固态补盲激光雷达 E1，2023 年下半年 SOP。这两款产品均定位近距离补盲，由于采用纯芯片化的收发设计，因此产品集成度明显提升，体积缩小。

图 31：禾赛科技固态补盲雷达 FT120



资料来源：禾赛科技官网，国信证券经济研究所整理

图 32：速腾聚创固态补盲雷达 E1



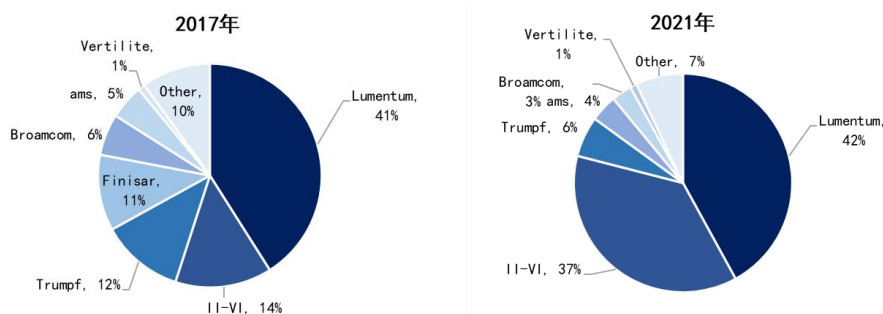
资料来源：速腾聚创官网，国信证券经济研究所整理

VCSEL 市场竞争格局：从一家独大到双寡头市场。根据 Yole 数据，2017 年开始，VCSEL 市场的竞争格局发生了较大变化，在 2017 年之前，VCSEL 市场一直是 Lumentum 占据主导位置，2017 年对应市场份额为 41%，第二梯队公司 II-VI、Finisar、Trumpf（收购飞利浦光电的 VCSEL 技术）等市场份额均在 10%。

2017 年的变化在于苹果手机首次在 iPhone 上使用基于 VCSEL 的面部识别功能，Lumentum 是当时苹果的独家供应商。2021 年，Lumentum 市场份额为 42%，排名第一，但是 2019 年 II-VI 收购 Finisar 之后以及成为了苹果的的稳定供应商，II-VI 在 VCSEL 市场份额快速提升至 37%，成为排名第二厂商。从 2021 年数据来看，前两大厂商市场份额达到 80%，第二梯队厂商份额持续被压缩。在 VCSEL 市场，国内目前还没有明显突破厂商，纵慧芯光目前份额在 1% 左右。

激光雷达作为 VCSEL 新的应用市场，国内已经成为全球范围最先实现规模上车的市场，国内激光雷达厂商具有一定的先发优势，随着上游芯片厂商技术实力不进步，以长光华芯、纵慧芯光等为代表国内 VCSEL 芯片厂商有望实现新的突破，提升市场份额。

图 33: VCSEL 竞争格局



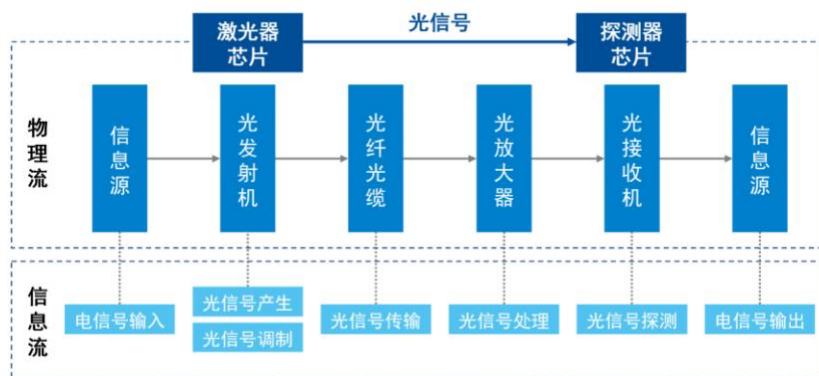
资料来源: Yole, 国信证券经济研究所整理

注: Vertilite 为国内厂商纵慧芯光

光通信芯片: AI 驱动高速光芯片快速放量

光芯片是光通信系统中完成电光之间转换的核心环节。当前光通信行业是光芯片应用最广泛的领域，原理上来看，光通信是以光信号为信息载体，以光纤作为传输介质，通过电光转换，以光信号进行传输信息的系统。在光通信系统传输信号过程中，光芯片起到核心电光和广电转换的作用，其中发射端通过激光器芯片进行电光转换，将电信号转换为光信号，经过光纤传输至接收端，接收端通过探测器芯片进行光电转换，将光信号转换为电信号。

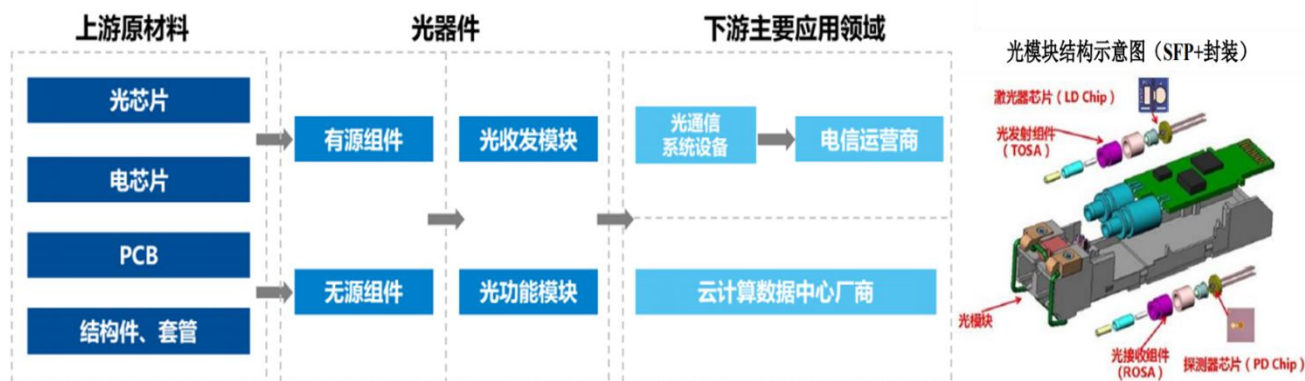
图 34: 光芯片在光通信系统中应用位置



资料来源: 中国电子元件行业协会, 国信证券经济研究所整理

电信和数通是光通信下游两大核心市场。产业链角度，光芯片与其他基础构件（电芯片、结构件、辅料等）位于光通信产业上游，光组件和光模块位于产业链中游，光芯片通过加工封装为光发射组件（TOSA）和光接收组件（ROSA），光收发组件和电芯片、结构件等进一步加工成光模块。电信市场和数通市场是光通信产业链的下游。光芯片的性能直接决定了光模块的传输速率，因而也决定了下游设备的更新迭代情况。

图 35：光通信产业链及光模块结构示意图



资料来源：源杰科技招股说明书，国信证券经济研究所整理

根据材料体系、波长范围、性能等指标不同，光通信中不同场景采用不同类型的激光器芯片，其中 VCSEL 适合 500 米以内的短距离传输，FP 适合中低速无线接入短距离，DFB 适合中长距离传输，EML 适合长距离传输。

表 7：不同类型激光器芯片对比

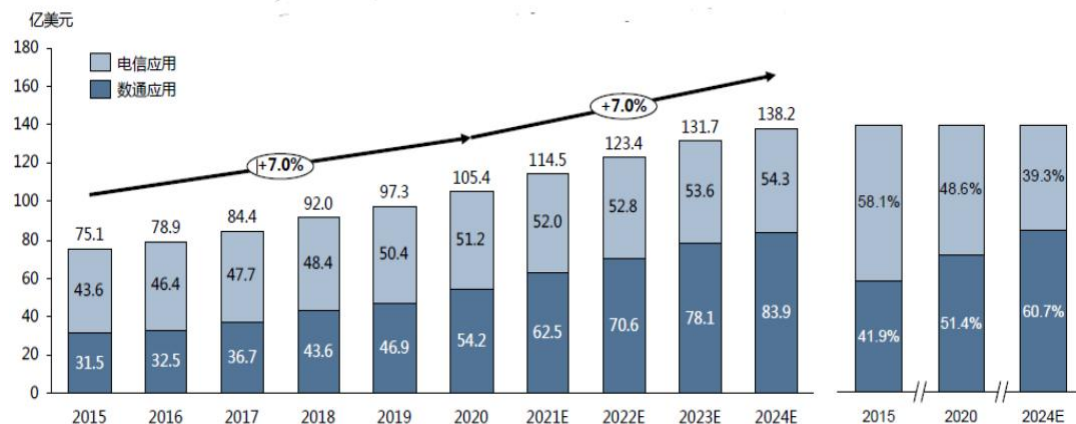
产品类别	工作波长	产品特性	应用场景
VCSEL	800-900nm	线宽窄，功耗低，调制速率高，耦合效率高，传输距离短，线性度差	500 米以内的短距离传输，如数据中心机柜内部传输、消费电子领域（3D 感应面部识别）
FP	1310-1550nm	调制速率高，成本低，耦合效率低，线性度差	主要应用于中低速无线接入短距离市场，由于存在损耗大、传输距离短的问题，部分应用场景逐步被 DFB 激光器芯片取代
DFB	1270-1610nm	谱线窄，调制速率高，波长稳定，耦合效率高	中长距离的传输，如 FTTx 接入网、传输网、无线基站、数据中心内部互联等
EML	1270-1610nm	调制频率高，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，国信证券经济研究所整理

数通市场是光模块市场后续增长的重要增量，占比已经超过一半。由于电信市场的需求更多来自于通信网络建设（如当下 5G 网络、光纤接入网络），整体建设建设较为平稳，而数通市场由于直接需要处理快速增长的数据流量，因此在建设和光模块速率迭代上更加激进。结合 FROST&SULLIVAN 预测，2020 年数通市场需求已经超过电信市场需求，且在光模块的总需求中占比未来会持续提升。

据 FROST&SULLIVAN 预测，2020-2024 年全球光模块市场规模预计从 2020 年的 105.4 亿美元增长到 2024 年的 138.2 亿美元，年复合增长率约为 7.0%。应用于数通领域的光模块市场规模预计则由 2020 年的 54.2 亿美元快速增长 2024 年的 83.9 亿美元，年复合增长率约为 11.5%，其占比从 51.4%进一步提高至 60.7%。

图 36: 2015-2024 年全球光模块市场规模及预测



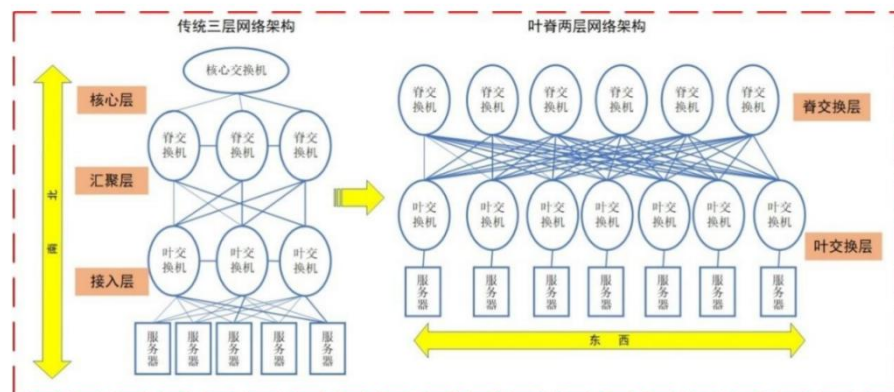
资料来源: FROST&SULLIVAN, 国信证券经济研究所整理

数据中心建设和架构升级推动光模块需求上升。根据 Synergy 2022 年最新预测数据, 超大规模运营的大型数据中心数量将持续增长, 目前已知的正在规划的新超大规模数据中心有 314 个, 有望在三年内突破 1000 个, 并在此后继续快速增长。目前美国占运营的超大规模数据中心的近 40%, 其次是中国。按照数据中心容量来看, 领先的是亚马逊、微软、谷歌和 Facebook, 但增长最快的是中国的超大规模云提供商, 包括字节跳动、阿里巴巴和腾讯。

数据中心内部流动快速增长带动数据中心架构改变, 光模块用量提升。根据 Cisco 预测, 2020 年数据中心内部数据流量占比为 77%, 数据中心之间数据流量占比 9%, 数据中心与用户之间的数据流量占比为 14%, 因此数据中心内部数据流量成为数据中心的主要数据量。数据中心流量的增长和数据中心的规模化使得数据中内部的数据交换及数据处理、网络架构扁平化的需求日益提升, 因此数据中心内部架构也从传统的三层网络架构变为叶脊网络架构。

叶脊网络架构增加了数据中心内部设备的需求, 明显增加了连接端口数和内部设备连接密度, 带动光模块需求量增加。

图 37：数据中心内部网络架构演进图



资料来源：联特科技招股说明书，国信证券经济研究所整理

AI 服务器需求快速增长，带动高速光模块需求加速释放

ChatGPT 成为目前用户数最快破亿的消费级应用，彰显 AI 应用潜力，推动 AI 服务器长期需求释放。2023 年 2 月智能聊天程序 ChatGPT 仅推出两个月，月活跃用户数已经破亿，成为目前最快实现用户数破亿的消费级应用，标志着 AI 应用有望进入商业化落地的加速阶段。应用端的落地加速是 AI 服务器市场持续增长的核心驱动力之一。

AI 服务器预计未来五年复合增速为 22%。2023 年 5 月，Trendforce 上调了 AI 服务器的预测，预计 2023 年 AI 服务器（包含搭载 GPU、FPGA、ASIC 等）出货量近 120 万台，同比增长 38.4%，占整体服务器出货量近 9%，至 2026 年将占 15%。该机构同步上修了 2022-2026 年 AI 服务器出货量年复合成长率至 22%。（此前 4 月 18 日，TrendForce 预估今年 AI 服务器出货量同比增长 15.4%，2023-2027 年 AI 服务器出货量年复合成长率约 12.2%。）

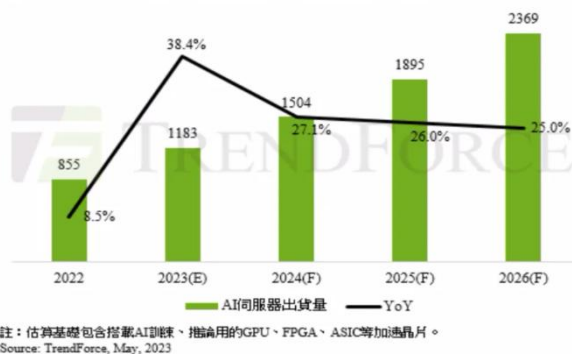
图 38：ChatGPT 用户数快速增长

各大社交应用用户破亿记录榜

尽管记录不断被刷新，chatgpt 的表现依然一骑绝尘

应用	用户破亿的时间
chatgpt	2个月
tiktok	9个月
wechat	14个月
instagram	30个月
whatsapp	3年半
meta	4年半

图 39：2022-2027 年 AI 服务器增长率及预测（单位：千台）

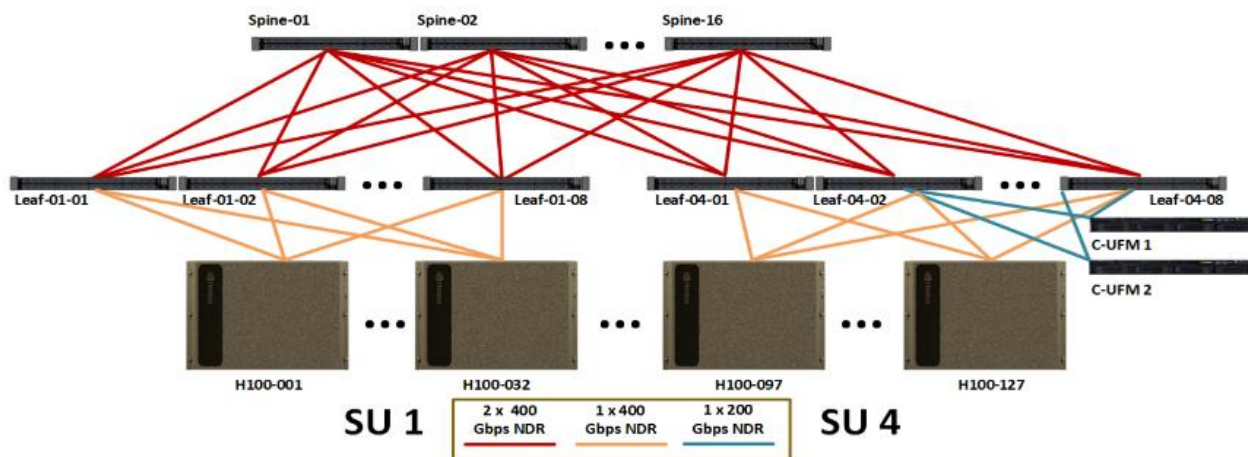


资料来源：搜狐，国信证券经济研究所整理

资料来源：TrendForce，国信证券经济研究所整理

英伟达方案仍是当前市场主流方案，推动高速光模块需求快速增长。对于服务器芯片，TrendForce 预计 AI 服务器芯片 2023 年出货量将增长 46%。英伟达 GPU 为 AI 服务器市场搭载的主流芯片，市占率约 60%-70%，其次为云端业者自研的 AISC 芯片，市占率超过 20%。结合我们此前发布的深度报告《云基建专题（三）：AI 驱动下光模块趋势展望及弹性测算》以及行业点评《人工智能行业点评：基于英伟达 GH200 方案的光模块需求弹性测算》可知，从英伟达 H100 的方案开始，800G 光模块需求就已经出现，且在 GH200 的方案里，800G 的需求用量又得到明显提升，因此在 AI 需求快速增长且英伟达保持主流地位的背景下，预计以 800G 为代表的高速光模块需求有望加速释放。

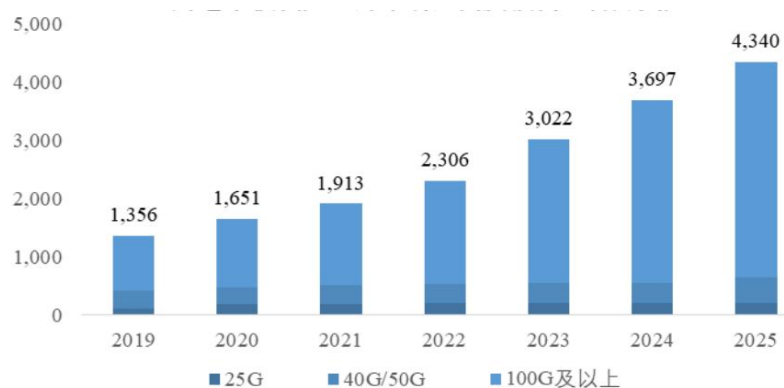
图 40：英伟达 H100 4SU 方案展示



资料来源：英伟达官网，国信证券经济研究所整理

高速率芯片 2019-2025 年行业规模复合增速超 20%。在流量快速增长，传输速率不断提高的背景下，光芯片同样需要朝着高速率方向演进。根据 Omdia 数据预测，2019-2025 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 13.56 亿美元增长至 43.40 亿美元，年均复合增长率将达到 21.40%。

图 41: 高速率模块光芯片市场空间及预测（百万美元）



资料来源: Omdia, 国信证券经济研究所整理

AI 需求推动，或加速国内厂商高速光芯片市场份额突破。在低速率光芯片领域（25G 及以下），我国目前已呈现高度竞争的格局。现阶段中国已有 30 多家企业实现 10G 及以下光通信芯片的规模性销售，低速芯片市场基本实现国产替代。根据《中国光电子器件产业技术发展路线图（2018-2022 年）》，2017 年 10G 以下激光器芯片国产化率接近 80%，10G 激光器芯片国产化率接近 50%。25G 及以上光芯片包括 25G、50G、100G 激光器及探测器芯片。根据 ICC 统计，25G 光芯片的国产化率约 20%，25G 以上光芯片的国产化率仍较低，约 5%。

目前在 25G 及以上速率的光芯片（尤其是激光器芯片）市场，主要由欧美、日本等厂商主导，如美国的 Lumentum、II-VI、博通，日本的三菱、住友等。考虑到 AI 带来的 800G 等高速光模块需求或在短期内快速释放，结合供应链安全和稳定的考虑，有望加速国内光芯片厂商的高速市场突破。

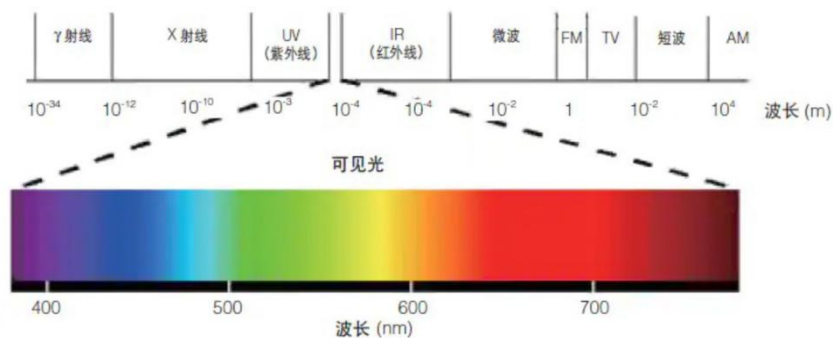
因此下游市场，尤其是数通市场光模块需求的增长，带动上游对于光芯片部分的持续需求。目前长光华芯已经在光通信部分有所布局，后续随着产品出货规模的提升，有望成为公司长期发展的又一增长点。

可见光领域：加快蓝绿光激光器产业化

蓝绿光激光器是新型激光器，推动应用领域创新。激光器迭代的路径分为两类，一类是原有激光器功率的提升，比如光纤激光器现在的功率已经提升至万瓦及以上级别；另一类是在激光器的波长上进行创新，开发出新的激光器类型，带动下游创新。光纤激光器大部分使用的波长为红外。目前在可见光领域，氮化镓（GaN）基蓝光和绿光激光器是当前进度较快的类型，在投影显示、激光加工、激光照明、存储等领域有着广泛的市场需求。

比如蓝光激光器，其波长在 400nm-500nm 范围内，具有波长短、衍射效应小、能量高等特性。

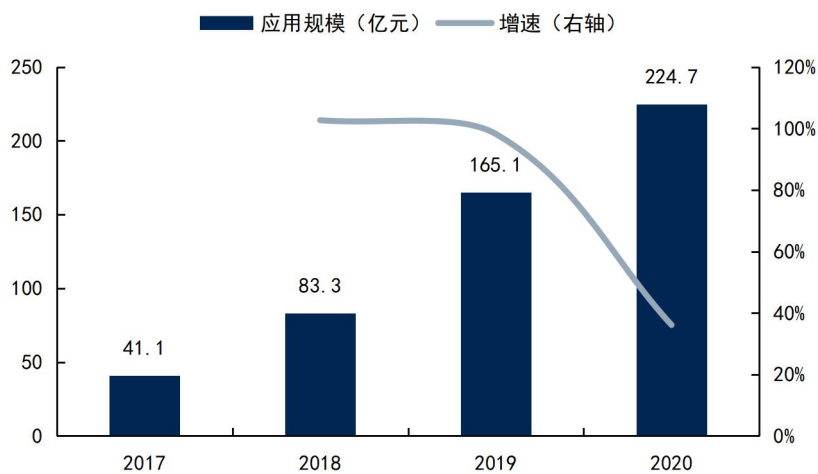
图 42: 可见光对应波长和颜色



资料来源: 科旺特激光, 国信证券经济研究所整理

从氮化镓下游应用角度看, 光电器件是其中主要应用方向, 并且保持着快速增长, 根据华经产业研究院数据, 2020 年 GaN 在光电领域的应用规模达到了 224.7 亿元, 同比增长 36.1%。

图 43: 2017-2022 年 GaN 在光电领域应用规模



资料来源: 华经产业研究院, 国信证券经济研究所整理

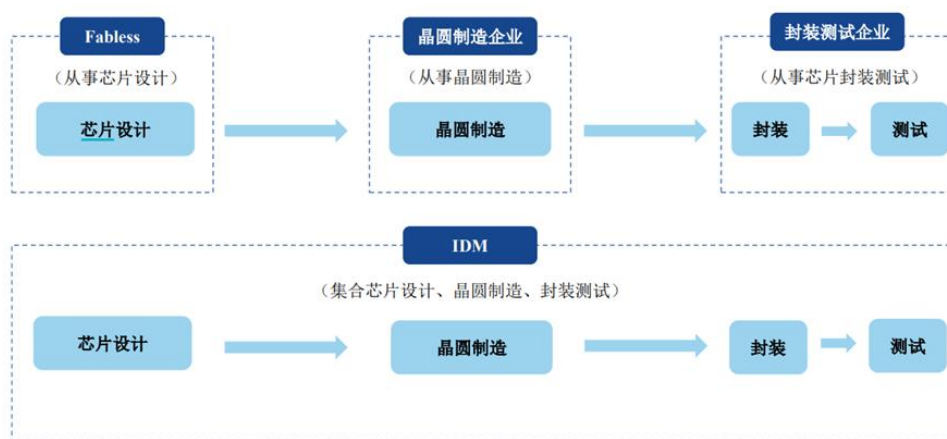
IDM 模式+规模量产，确立领军位置

IDM 模式带动技术落地和产品延伸

光芯片行业采用 IDM 模式是主流。半导体行业的生产经营模式主要分为 IDM（垂直整合制造模式）模式和 Fabless（无晶圆厂）模式。IDM 模式下企业需要完成芯片设计、晶圆制造、封装测试等全部环节，Fabless 模式下，企业只需要完成芯片设计及销售业务，其他环节均第三方公司完成。

由于集成电路行业发展较为成熟，生产工序较为标准化且均基于硅材料体系，为提高行业整体效率，出现了明确的行业分工模式，行业新进企业为了将资源集中投入设计研发环节，多采用 Fabless 模式。但是光芯片行业不同，其在生产环节不会单纯只注重尺寸缩小，更是需要通过工艺平台实现光器件的特色功能，因而生产过程会因为器件不同有所区别，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。目前全球来看，行业领先的光芯片公司如 Lumentum、II-VI 等采用 IDM 模式。

图 44：光芯片行业生产经营模式分类



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

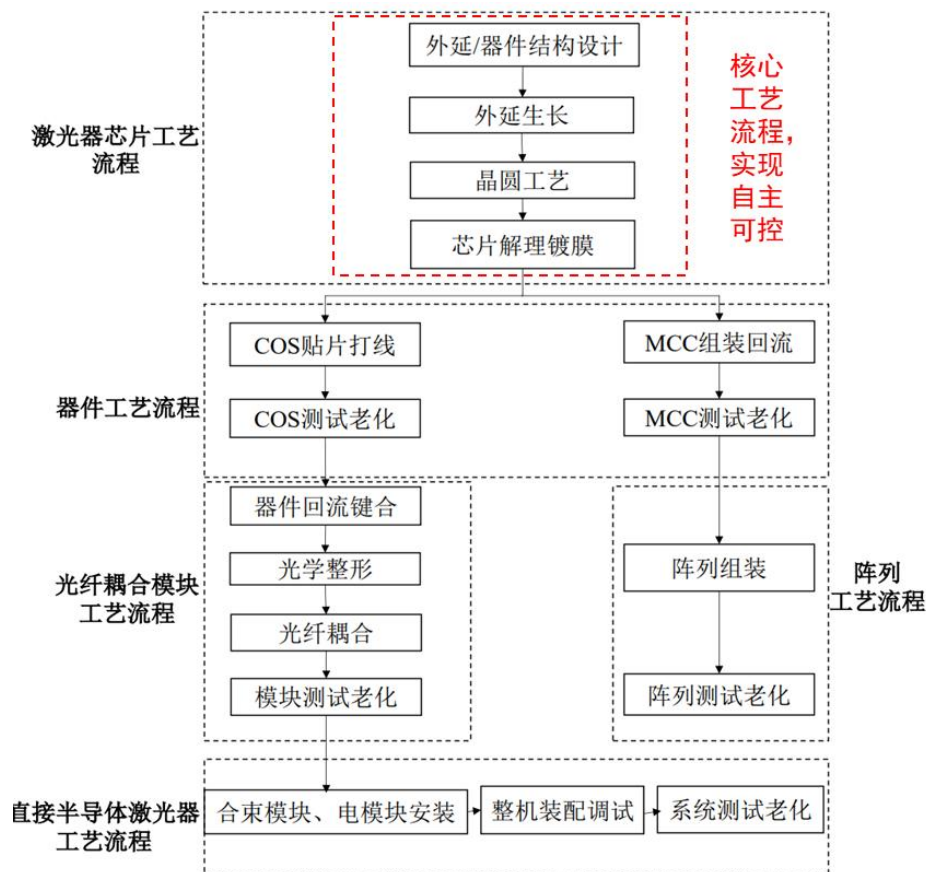
公司已经掌握 IDM 全流程所需要的核心工艺，推动公司产品落地和新品延伸。公司核心技术覆盖半导体激光行业最核心的领域，包括器件设计及外延生长技术、FAB 晶圆工艺技术、腔面钝化处理技术、封装技术以及高亮度合束及光纤耦合技术等。

其中：1) 器件设计及外延生长技术包括四大技术：高功率高效率高亮度芯片结构设计、分布式载流子注入技术、MOCVD 外延生长技术、多源区级联的垂直腔面发射（VCSEL）半导体激光器的设计；2) FAB 晶圆工艺包括两大技术：低损伤蚀刻工艺和薄膜氧化热处理工艺技术，核心在于提高晶圆的良率；3) 腔面钝化处理技术为高功率芯片腔面技术/高 COMD 阈值的腔面保护技术，可提高芯片的功率以及寿命；4) 封装技术是指大功率半导体激光器芯片封装技术，可提高器件的偏振性和可靠性。

基于上述核心技术的掌握，公司成功完成了高功率半导体激光芯片研发和工艺量产平台的搭建，并成功构建了 GaAs（砷化镓）和 InP（磷化铟）两大材料体系，

一方面能够根据客户不同需求生产不同激光芯片及其器件，另一方面可以加快横向应用领域（VCSEL 和光通信）。

图 45：长光华芯掌握生产制造核心工艺环节



资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

规模量产确保成本和制造优势

IDM 模式下，良率是衡量制造水平核心指标之一，2018-2020 年持续提升。公司已建成覆盖芯片设计、外延、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，目前 3 吋量产线为半导体激光行业内的主流产线规格，而 6 吋量产线为该行业内最大尺寸的产线。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 33.40%。

良率指标反映在产能的快速提升。设备角度，公司高功率单管芯片及巴条芯片的产能均依赖核心设备 MOCVD 系统，通过 MOCVD 系统将衬底进行外延生产外延片，然后通过光刻与刻蚀、金属沉积等生产晶圆，单片晶圆进行片区分解、腔面镀膜及解理等生产单管及巴条芯片，通常单片 3 吋晶圆可解理为 1000 颗单管芯片或 100 颗巴条芯片，单片 6 吋晶圆可解理的芯片数量为 3 吋晶圆的 4 倍左右。

设备和对应产能角度看，2019-2021H1 公司生产良率水平持续提升。1) 2019 年和 2018 年 MOCVD 设备数量均为 1 台，但是 2019 年公司高功率单管及巴条芯片产能实现提升，体现出良率的提升；2) 2020 年公司新增 1 台 MOCVD 设备，MOCVD 设备翻倍到 2 台，但高功率单管及巴条芯片产能提升超过一倍，良率水平持续提升；3) 2021 年上半年公司高功率半导体单管及巴条芯片产能较 2020 年全年已经

实现翻倍，除了 MOCVD 系统数量从 2 台增加到 3 台以外，公司逐步导入了 6 吋生产工艺，同等条件下，导致高功率单管芯片及巴条芯片的良品产能提升幅度较大。

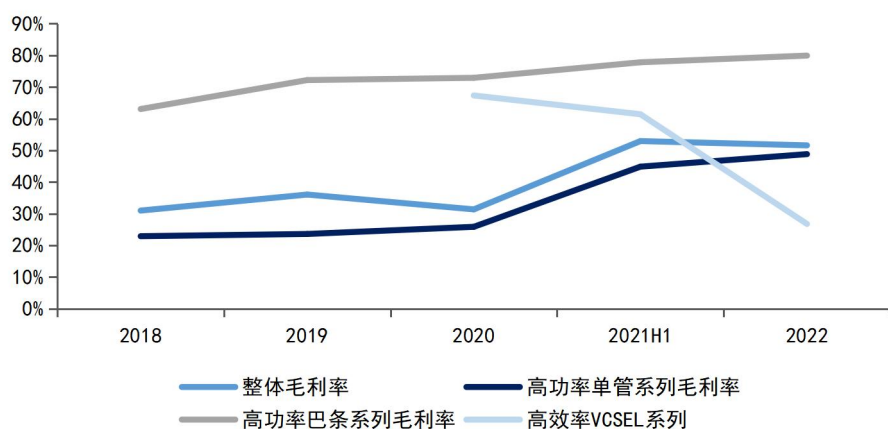
表8：2018-2021H1 公司核心设备及产能变化情况

	2018	2019	2020	2021H1
生产使用 MOCVD 系统数量	1	1	2	3
高功率单管芯片产能（万颗）	129	161	461	806
高功率巴条芯片产能（万颗）	3.9	4.3	7.1	5.8
自动/全自动贴片机数量（台）	2	4	5	5
单管及巴条器件产能（万个）	45.52	62.56	136.16	88.3
兼容合束台数量（台）	10	10	10	10
全自动反光镜耦合系统数量（台）	7	8	17	18
光纤耦合及阵列模块产能（万个）	1.5	4.9	5.8	4.9

资料来源：长光华芯公司公告，国信证券经济研究所整理

良率另一个角度的反映指标是毛利率，量产能力提升推动公司毛利率水平持续提升。2018-2021H1 受益于规模量产销售以及生产工艺流程良率提升，公司整体毛利率不断提升。同时 2021 年公司导入 6 吋晶圆生产线，芯片类产品生产成本明显降低。

图 46：2018-2022 长光华芯毛利率水平不断提升



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

表9：导入 6 吋新产线带来芯片成本降低

产品类型	2021H1	2020	变动幅度
单管芯片	4.37	7.37	-40.71%
巴条芯片	34.86	51.64	-32.49%

资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

高功率半导体激光芯片实力领先，份额提升可期

长光华芯在国内高功率半导体激光芯片市场市占率第一，仍有明显提升空间。根据长光华芯招股说明书测算，2020 年全球高功率半导体激光芯片市场规模约为 18.3 亿元，2020 年我国高功率半导体激光芯片市场规模约为 5.29 亿元。

在测算时，基于假设如下：

(1) 根据《2021 年中国激光产业发展报告》，2020 年全球激光器销售额为 160.10 亿美元，2021 年全球激光器销售总额有望继续取得 15% 左右的增长，达到 184.80 亿美元，参考 2020 年数据，全球高功率半导体激光芯片主要应用领域占比约 59%。国内部分 2009 年至 2019 年，光纤激光器在工业激光器中的市场份额由 14.00% 迅速增加至 53.00%，根据该比例可推算出国内工业激光器市场规模。

(2) 根据锐科激光、杰普特、IPG、nLIGHT 及 Coherent 等主要激光器厂商数据，激光器行业平均毛利率在 30-40% 左右，取 30% 估计。

(3) 根据《激光制造商情》，泵浦源（光纤耦合模块）占光纤激光器成本比例高达 50%。

(4) 泵浦源（光纤耦合模块）毛利率平均 15%；激光芯片占泵浦源（光纤耦合模块）BOM 成本的 10%。

表 10：高功率半导体激光器芯片市场规模测算

	2020	2021
全球激光器销售额（亿美元）	160.1	184.80
使用高功率半导体激光器市场比例	59.10%	
对应市场规模（亿美元）	94.62	109.22
美元汇率	1: 6.5	
市场规模（亿人民币）	615.02	709.91
激光器行业平均毛利率	30%	
泵浦源在光纤激光器成本比例	50%	
泵浦源（光纤耦合模块）市场规模（亿元）	215.26	248.47
泵浦源平均毛利率	15%	
激光芯片在泵浦源成本占比	10%	
全球激光芯片市场规模（亿元）	18.30	21.12
国内光纤激光器销售额（亿元）	94.2	124.80
国内工业激光器销售额（亿元）	177.7	235.47
国内光纤耦合模块市场规模（亿元）	62.21	82.42
国内激光芯片市场规模（亿元）	5.29	7.01

资料来源：长光华芯招股说明书，Laser Focus World，国信证券经济研究所整理

结合 2020 年长光在该领域的销售规模，可以测算出长光华芯高功率半导体激光芯片在全球市场的占有率为 3.88%，在国内市场占有率为 13.41%，可比公司武汉锐晶的在国内市场的占有仅为 7.43%，因此长光华芯目前在高功率半导体激光芯片领域国内市场占有率第一，居于国内领先地位。

性能优势和客户基础推动公司后续份额持续提升。我们认为长光华芯后续份额持续提升的基础来源于两个方面：1) 公司半导体激光芯片的性能已经居于全球领先水平；2) 公司已经和下游市场的核心用户达成紧密的合作关系。

性能指标方面：重点比较指标为功率、波长及电光转换效率。功率越高意味着可以实现更大能量的激光输出，可以提高激光设备的生产效率，功率越高对应的技术和工艺要求也越高；电光效率指的是将电能转换为激光的能量转换效率，更高

的电光转换效率意味着同等电流下更高的激光输出；波长范围直接影响了产品的应用范围，波长范围更广的激光器可以使用的场景更加丰富。

以高功率单管芯片为例，如下表所示，工业激光器占比最高的光纤激光器常用波长范围是 915nm、976nm（975nm），公司不仅覆盖该范围，且最高输出功率达到 30W，对应电光转换效率达到 62%，均居于行业领先水平。

表 11：单管芯片为例，公司产品性能行业领先

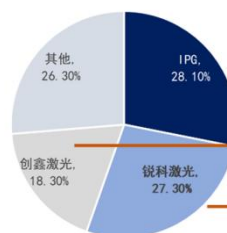
	波长（nm）	功率（W）	条宽（μm）	电光转换效率（%）
长光华芯	915	25	195	62
	915	30	230	62
	976	25	195	63
	976	30	230	62
	880	14	230	60
	808	11	350	60
贰陆集团	915	27	230	57
	975	28	230	58.8
武汉锐晶	915	12	90	60
	915	25	190	60
华光光电	808	10	-	57.4
朗美通	915	25	220	-

资料来源：长光华芯公司公告，国信证券经济研究所整理

客户基础方面，光纤激光器下游客户较为集中，以 2021 年数据为例，根据中商产业研究院数据，前三大厂商市占率合计达到 73.7%，且国内厂商与 IPG 的差距逐步缩小。国内市场下游光纤激光器行业国产替代率不断提高，公司已经和国内下游领先公司如创鑫激光、锐科激光等达成紧密合作，有望充分受益下游国产化趋势，进一步提高市占率。

图 47：长光华芯高功率半导体芯片业务受益下游国产化率提高

2021 年中国光纤激光器市场份额占比情况



2021H1 长光华芯前五大客户销售情况

单位：万元					
年度	序号	客户名称	销售内容	金额	占当年营业收入的比例
2021 年 1-6 月	1	创鑫激光	高功率单管芯片	5,084.26	26.66%
	2	客户 A2	高功率巴条器件	3,463.27	18.16%
	3	飞博激光	光纤耦合模块	3,218.79	16.88%
	4	锐科激光	高功率单管芯片	2,742.78	14.38%
	5	华日精密	光纤耦合模块	1,181.58	6.19%
合计				15,690.69	82.26%

资料来源：中商产业研究院，长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

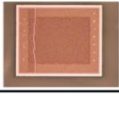
VCSEL 有望加速起量，光通信已完成前期布局

激光雷达迎来上车元年，公司 VCSEL 业务有望加速受益。在 VCSEL 业务方面，公

司依托 IDM 模式形成的设计与工艺相结合的综合平台基础，在国内率先建立了 6 吋 VCSEL 产线，目前公司高效率 VCSEL 系列产品包含接近传感器、结构光及飞行时间 TOF 等类型，基本实现了对主流市场 VCSEL 芯片需求的覆盖，同时开发了下一代基于 D-TOF 技术的 VCSEL 芯片产品。

长光华芯是国内首具备 VCSEL 芯片量产化制造能力的 IDM 公司，拥有结构光 VCSEL 芯片、飞行时间 VCSEL 芯片以及距离传感器 VCSEL 芯片三类，标准产品波长包含 808nm、850 nm、940 nm。

图 48：长光华芯高效率 VCSEL 系列产品

类别	产品图片	产品介绍	关键指标	产品特性	应用领域
VCSEL 芯片 -PS 系列		小功率 VCSEL 芯片，可用于接近式传感器领域，替代传统的 LED 光源。	功率：5-100mW 波长：850、940nm 电光转换效率：>45%	高效率 长寿命 高可靠性 可定制	短距离传感 3D 传感 生物医学
VCSEL 芯片 -TOF 系列		TOF VCSEL 激光器，通过飞行时间传感技术（D-TOF、i-TOF）还原光源照射物的 3D 形状。	功率：1.5-2W 波长：808、850、940nm 电光转换效率：>42%	高效率 长寿命 高可靠性 可定制	人脸识别 辅助摄像 激光雷达 AR/VR
VCSEL 芯片 -SL 系列		结构光（SL）VCSEL 激光器，通过分析照射物的反射光斑形变，计算物体距离、形状等信息。	功率：1.5-2.0W 波长：850、940nm 电光转换效率：>42%	长寿命 高效率 高可靠性 可定制	人脸识别 AR/VR

资料来源：长光华芯招股说明书，国信证券经济研究所整理

针对激光雷达用 VCSEL 芯片，公司在产品和验证端均实现明确进展。

产品端：1）多结 VCSEL 部分，长光进行了外延结构优化，并可以基于用户需求，对多结 VCSEL 器件在阈值、效率、工作点等各方面优化，目前可以做到五结及以上水平（8 结）；3）在功率提升方面，公司五结多结 VCSEL，可寻址，功率密度可以达到 800-1200W/mm² 并可以进一步提升，8 结 VCSEL 可以做到 1800W/mm²。

图 49：长光华芯激光雷达用 VCSEL 芯片指标

	符号	单位	五结	五结	五结
发光点数		个	108	132	54
工作电流	I _{op}	A	15	18	7
工作电压	V _{op}	V	20	20	11
峰值波长	λ _{peak}	nm	940/905	940/905	940/905
峰值输出功率	P _{opt}	W	65	75	25
远场发散角（水平）	FF	°	23	23	23
阈值电流	I _{th}	A	0.1	0.13	0.05
发光区宽度	W	μm	250	250	375
发光区高度	W _⊥	μm	250	250	65

测试条件：t_p = 5 ns; D = 0.5 %; T_{op} = 25 °C ;

- 波长客户定制，905，940 nm 等；
- 多结 VCSEL，可寻址，功率密度 800-1200 W/mm²。

资料来源：长光华芯官网，国信证券经济研究所整理

车规验证方面：公司已经拿到 IATF16949 质量体系认证。长光华芯从 2021 年开始

进行 IATF16949 质量管理体系认证的各项准备工作，并于 2022 年 12 月对外宣布获得对应认证，这意味着长光华芯已经获得了汽车零部件市场的准入资质。

目前，长光华芯与国内众多一线激光雷达厂商建立了合作关系，配合客户项目进度，产品阶段涵盖前期打样、小批量试制等阶段，数款产品主要指标达到客户要求，此次通过车规认证，有望进一步加快产品批量供应。

图 50：长光华芯通过 IATF16949 认证

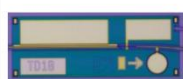
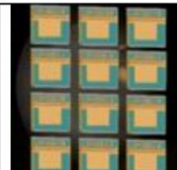


资料来源：长光华芯官网，国信证券经济研究所整理

光通信领域：2020 年公司导入了磷化铟光通信芯片制造工艺和产线。针对光通信芯片，公司已建立了包含外延生长、光栅制作、条形刻蚀、端面镀膜、划片裂片、特性测试、封装筛选和芯片老化的完整工艺线，具备光通信芯片的制造能力。

长光华芯发布单波 100G EML 芯片，有望充分受益行业未来进展。2023 年 5 月在武汉光博会上，长光华芯发布了单波 100Gbps EML 芯片（PAM4），可用于 400G、800G 光模块。该芯片采用脊波导结构，支持 4 个 CWDM 波长-1271、1291、1311 和 1331nm，允许不同波长的光信号在单个光纤中复用，从而减少所需要的光纤数量。

图 51：长光华芯光通信系列产品

光通信 芯片系 列产品				
	APD 系列	EML 系列	DFB 系列	PD 系列

资料来源：长光华芯年报，国信证券经济研究所整理

参股镓锐芯光，加快光显示芯片布局

2023 年 7 月的慕尼黑上海光博会上，长光华芯参股公司锐镓芯光签约发布仪式圆满举行。二者携手进入可见光领域，填补国内在氮化镓蓝绿激光器领域产业化空白。

镓锐芯光是在前期由长光华芯和中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所联合建设的氮化镓激光器联合实验室基础上成立的成果转化和产业化平台公司。

镓锐芯光曾研制出国内首颗氮化镓基蓝光和绿光激光器芯片。目前团队研制的绿光激光器光功率已达 1.2W；大功率蓝光激光器光功率已达 7.5W。

据新华日报，锐镓芯片预计 2023 年年底完成蓝光、绿芯片的工程样片和种子客户验证，2024 年建成国内最大的氮化镓激光器芯片量产线并实现包括紫光芯片在内的全系列产品量产出货。

图 52：展会现场展示的蓝绿光激光芯片



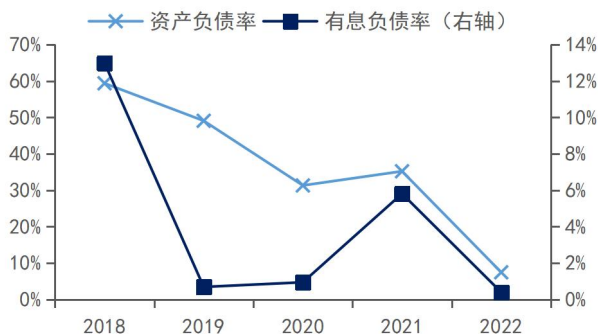
资料来源：长光华芯官网，国信证券经济研究所整理

财务分析

资本结构及偿债能力分析

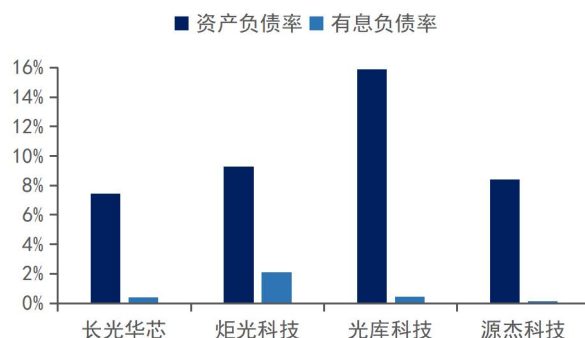
整体来说，公司资本结构优化，偿债压力减轻。2022 年，公司资产负债率为 7.61%，有息负债率为 0.39%，从公司历史变动来看，资产负债率在 2018-2022 年总体呈下降趋势，有息负债率自 18 年来持续下降，偿债压力总体呈减轻趋势，2021 年小幅回升；对比同行来看，2022 年公司资产负债率和有息负债率处于较低水平。

图53：2018-2022 年公司资产负债率和有息负债率



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

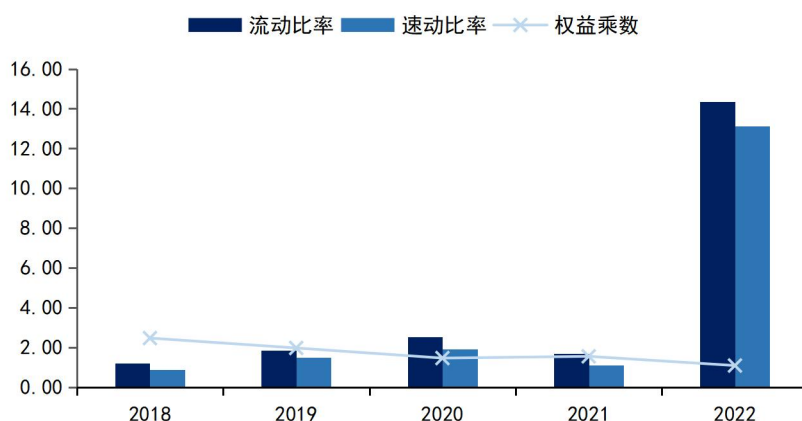
图54：相关公司资产负债率和有息负债率对比



资料来源：Wind，公司公告，国信证券经济研究所整理

公司2022年流动比率、速动比率分别为14.37和13.14，较2021年明显增加，短期偿债能力增强，主要原因为公司完成了募资上市；公司2021年权益乘数为1.08，较2021年略有下降。

图55：2018-2022 年公司流动比率、速动比率和权益乘数



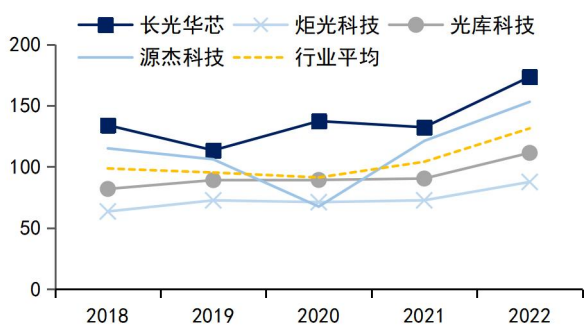
资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

经营效率分析

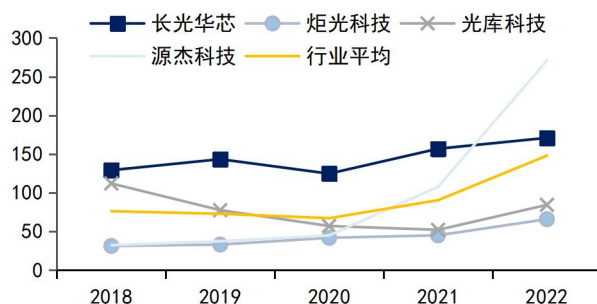
2022 年公司应收账款周转天数/应付账款周转天数分别为173/171，高于行业其他三家可比公司。2018-2022 年，公司的应收账款周转天数保持平稳上升趋势，应付账款周转天数在2022 年提升较多，主要是因为公司进行了预防性备货导致应付账款明显增加。

图56：2018-2022 年应收账款周转天数对比

图57：2018-2022 年应付账款周转天数对比



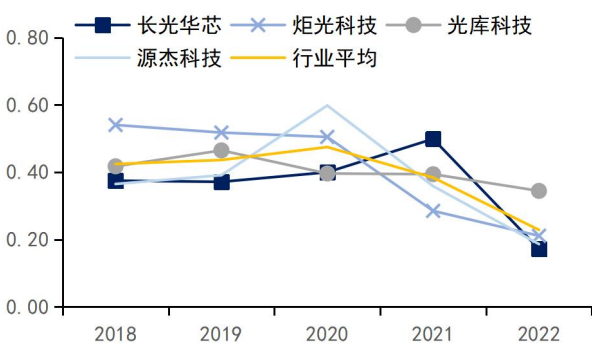
资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

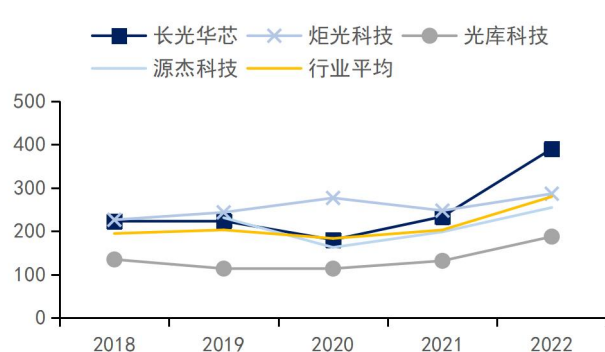
公司2022年总资产周转率为0.17, 存货周转天数为390, 其中总资产周转率处于行业领先水平, 存货周转天数高于行业平均水平。2022年, 公司存货周转天数有所上升, 主要因为下游需求受宏观经济环境影响, 存货增长明显。

图58: 2018-2022年总资产周转率对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

图59: 2018-2022年存货周转天数对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

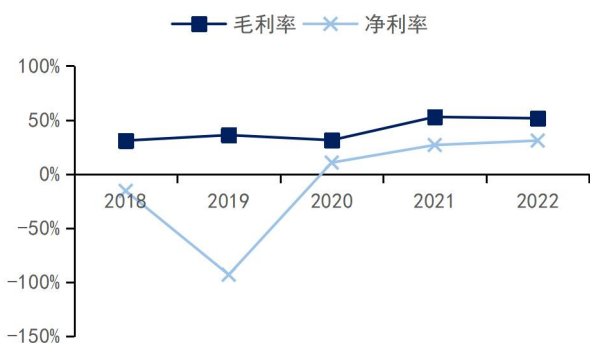
盈利能力分析

盈利能力方面, 公司毛利率和净利率均持续提升。毛利率方面, 2022年公司毛利率为51.57%, 相较于2018年的30.97%, 实现明显提升; 净利率方面, 2022年公司归母净利率为30.93%, 2020年公司首次扭亏为盈, 此后盈利能力不断提升。

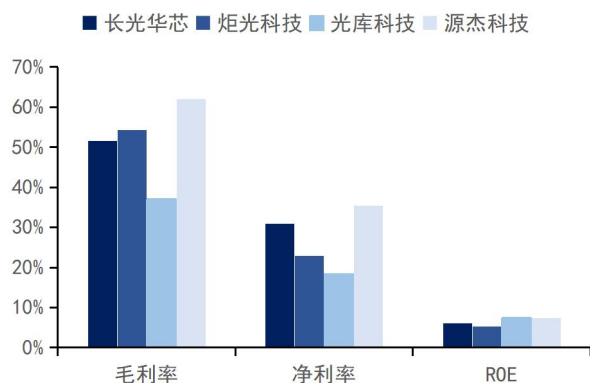
横向对比, 2022年公司毛利率和净利率水平处于行业可比公司上游水平。

图60: 2018-2022年公司毛利率和净利率

图61: 2022年可比公司毛利率、净利率和ROE对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

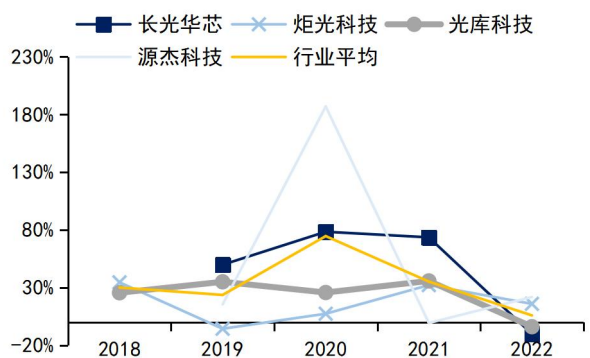


资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

成长性分析

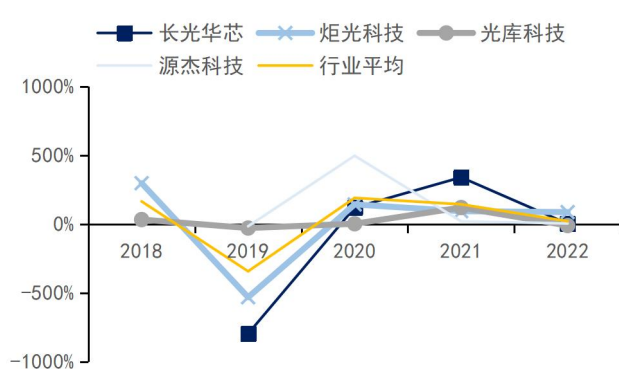
营收方面: 公司 2018-2021 年保持快速增长, 其中 2021 年收入增速为 73.60%, 行业增速优于行业水平, 2022 年由于工业端需求影响, 收入增速呈现下滑趋势, 为 -10.13%; 归母净利润方面: 公司在 2020 年首次实现正向增长, 2021 年归母净利润同比增速为 340.49%, 处于行业领先水平。考虑到公司在 2020 年首次实现正向盈利, 基数较低, 因而对应 2021 年同比增速较高。2022 年虽然收入增速同比未负, 公司仍然实现了利润端正向增长。

图 62: 2018-2022 年营业收入增速对比



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

图 63: 2018-2022 年归母净利润增速对比

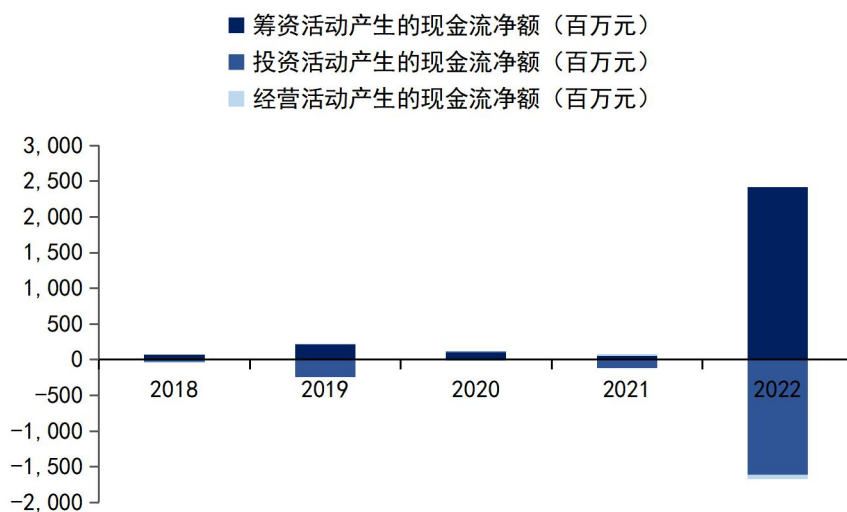


资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

现金流量分析

2018-2021 年公司筹资活动产生的现金流净额始终为正, 经营性活动产生的现金流在 2018 年和 2020 年为负, 2019 和 2021 年为正, 其中 2021 年规模为 0.21 亿元。公司 2020 年才开始首次扭亏为盈, 目前仍有较多新项目处于导入阶段, 需要持续的研发投入, 因此并未进入经营稳定状态, 使得经营性净现金流出现不同程度的波动。

图 64: 公司现金流量情况



资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

盈利预测

假设前提

我们的盈利预测基于以下假设条件：

高功率单管系列业务：2023 年受外部环境影响，下游需求恢复较为缓慢，预计 2024 年开始下游需求进入稳定向上发展阶段。假设未来 3 年产品单价继续保持下降趋势，但是趋势放缓。毛利率方面，2022 年公司投入使用新厂房，扩大生产，为后续扩大市场份额、服务客户蓄力，但考虑到当前下游需求仍处于缓慢恢复阶段，产能利用率不足，相应的摊销费用也在增加，进而影响公司 2023 年单管芯片业务毛利率水平。2024-2025 年，预计需求恢复的同时随着工艺和良率持续提升，带动单管芯片毛利率回升。预计公司 2023-2025 年公司在高功率单管系列营收为 3.7/4.5/5.4 亿元，同比增长 8%/21%/20%；毛利率 2024 年-2025 年保持回升趋势。

高功率巴条系列业务：由于和高功率单管系列下游应用场景类似，因此 2023 年同样受到下游需求恢复缓慢影响，预计 2024 年开始需求回暖。工艺上巴条是在单管基础上延伸，因此扩产之后的产能利用率不足同样会影响芯片部分毛利率水平。2024 年在需求上升的背景下，随着底层技术迭代以及生产良率的提升，预计毛利率有望逐步回升。考虑巴条业务基数较低，后续有望保持快速增长。预计公司 2023-2025 年在高功率巴条系列营收为 0.5/1.1/2.3 亿元，同比增长 85%/107%/97%；毛利率 2024 年-2025 年保持回升趋势。

VCSEL 系列业务：该业务属于公司横向拓展策略的新兴业务，属于刚兑现阶段。随着公司后续业务拓展加速，预计 2023-2025 年公司 VCSEL 系列营收为 0.05/0.07/0.1 亿元，同比增长 30%/40%/50%。2022 年公司进入产能扩产阶段，导致相关产品产线产能利用率较低，毛利率出现明显下降，2023-2025 年我们预计随着需求的恢复以及公司在 VCSEL 这个业务的快速进展，毛利率水平有望回升到 2021 年近似水平。

表 12: 长光华芯业务拆分

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
高功率单管系列					
收入（百万元）	360.97	345.24	373.96	453.77	543.66
增速	65.87%	-4.36%	8.32%	21.34%	19.81%
毛利率	49.18%	48.80%	36.81%	41.06%	41.47%
高功率巴条系列					
收入（百万元）	55.66	29.98	55.41	114.49	225.13
增速	117.25%	-46.14%	84.81%	106.63%	96.64%
毛利率	74.21%	79.92%	71.40%	71.45%	69.62%
VCSEL 芯片					
收入（百万元）	8.20	3.94	5.12	7.17	10.76
增速	140.47%	-51.95%	30.00%	40.00%	50.00%
毛利率	63.00%	26.75%	62.00%	61.00%	60.00%
其他					
收入（百万元）	4.26	6.44	6.00	10.00	15.00
增速	697.90%	51.17%	-6.83%	66.67%	50.00%
毛利率	67.03%	55.05%	66.67%	60.00%	53.33%
合计					
总营收（百万元）	429.09	385.60	440.49	585.43	794.55
增速	73.59%	-10.14%	14.23%	32.91%	35.72%
毛利率	52.82%	51.57%	41.86%	47.57%	49.92%

资料来源:公司公告, 国信证券经济研究所整理和预测

未来 3 年业绩预测

表 13: 未来 3 年盈利预测表

	2022	2023E	2024E	2025E
营业收入	386	440	585	795
营业成本	201	208	263	340
销售费用	18	20	26	29
管理费用	20	23	28	40
研发费用	94	103	110	146
财务费用	-17	-18	-17	-17
营业利润	117	94	125	174
利润总额	117	104	135	184
归属于母公司净利润	119	101	131	178
EPS	0.88	0.57	0.74	1.01
ROE	4%	3%	4%	5%

资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理和预测

按上述假设条件, 我们得到公司 23-25 年收入分别为 4.40/5.85/7.95 亿元, 归属母公司净利润 1.01/1.32/1.85 亿元, 利润年增速分别为-15%/31%/40%。每股收益 2023-2025 年分别为 0.57/0.75/1.05 元。

盈利预测的敏感性分析

针对盈利预测进行情景分析, 乐观预测将营收增速和成本分别提高 5%; 悲观预测将营收增速和成本分别降低 5%。

表 14: 情景分析（乐观、中性、悲观）（单位: 百万元、%）

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
乐观预测					
营业收入(百万元)	429	386	443	596	820
(+/-%)	73.6%	-10.1%	14.9%	34.6%	37.5%
净利润(百万元)	115	119	122	160	223
(+/-%)	340.5%	3.4%	2.5%	30.8%	39.8%
摊薄 EPS	1.13	0.88	0.69	0.91	1.27
中性预测					
营业收入(百万元)	429	386	440	585	795
(+/-%)	73.6%	-10.1%	14.2%	32.9%	35.7%
净利润(百万元)	115	119	101	132	185
(+/-%)	340.5%	3.4%	-15.2%	30.9%	40.0%
摊薄 EPS(元)	1.13	0.88	0.57	0.75	1.05
悲观的预测					
营业收入(百万元)	429	386	438	575	770
(+/-%)	73.6%	-10.1%	13.5%	31.3%	33.9%
净利润(百万元)	115	119	80	106	150
(+/-%)	340.5%	3.4%	-32.7%	31.9%	41.2%
摊薄 EPS	1.13	0.88	0.46	0.60	0.85
总股本(百万股)	102	136	176	176	176

资料来源：Wind，国信证券经济研究所预测

估值与投资建议

相对估值

公司主营业务主要面向激光产业链，提供对应的高功率半导体激光芯片以及器件、模块等业务，并向汽车（激光雷达）、光通信、医美等领域进行业务延伸布局。

我们选取炬光科技、光库科技、源杰科技作为可比公司

炬光科技：公司主营激光产业链上游元器件及中游模块等业务，目前业务布局已经延伸至汽车（激光雷达）、泛半导体等领域。

光库科技：公司主营光纤激光器和光模块上游无源器件业务并通过收购进军光芯片领域，在激光雷达领域，公司针对 1550nm 技术路线，可提供元器件和发射端光源模组产品。

源杰科技：公司主营光通信领域激光器芯片，并在激光雷达发射端芯片进行布局，和长光华芯芯片业务下游重合度较高。

下表为具体可比公司估值比较结果：

表 15：同类公司估值比较

证券代码	证券简称	投资评级	股价 (7月25日)	EPS (元)			PE			PB	总市值 (亿元)
				2023E	2024E	2025E	2023E	2024E	2025E		
688167.SH	炬光科技	增持	99.88	1.90	2.70	3.62	52	37	28	3.7	90
300620.SZ	光库科技	增持	51.51	0.58	0.81	1.05	89	64	49	7.6	127
688498.SH	源杰科技	无评级	216.20	1.73	2.34	3.10	125	92	70	8.5	183
	平均						89	64	49	6.6	
688048.SH	长光华芯		81.20	0.57	0.75	1.05	142	108	77	4.4	143

资料来源：炬光科技，光库科技，源杰科技采用 Wind 一致预期数据，国信证券经济研究所整理和预测

投资建议

短期外部需求波动影响公司利润释放，但公司产品线规划明晰，后续成长空间大，预计 2023-2025 年归母净利润 1.01/1.32/1.85 亿元（-15%/+31%/+40%），对应 PE 分别为 142/108/77 倍。首次覆盖，暂未给予投资评级，公司作为激光芯片优质企业，建议关注。

风险提示

盈利预测的风险

我们假设公司未来 3 年收入增长 14%/33%/36%，可能存在对公司产品销量及价格预计偏乐观、进而高估未来 3 年业绩的风险。

我们预计公司未来 3 年毛利分别为 42%/48%/50%，可能存在对公司成本估计偏低、毛利高估，从而导致对公司未来 3 年盈利预测值高于实际值的风险。

我们预计公司有望在激光雷达、光通信等新领域实现业务拓展，如果业务进展不及预期，存在高估未来三年业绩的风险。

经营风险

市场竞争加剧风险：近年来，在产业政策和地方政府的推动下，国内半导体激光行业呈现出较快的发展态势，市场参与者数量不断增加。与此同时，国外企业也日益重视国内市场。在国际企业和国内新进入者的双重竞争压力下，公司面临市场竞争加剧的风险。如竞争对手采用低价竞争等策略激化市场竞争形势，可能对公司产品的销售收入和利润率产生一定负面影响。

客户集中度较高的风险：公司的主要产品应用领域为国内工业激光器领域，下游行业集中度较高，并且公司产能有限，大部分产能被用于满足下游主要客户的订单需求。受此影响，公司来自主要客户的收入较为集中。若公司因产品和服务质量不符合主要客户要求导致双方合作关系发生重大不利变化，或主要客户未来因经营状况恶化导致对公司的直接订单需求大幅下滑，可能对公司的经营业绩产生不利影响。

技术风险

技术升级迭代风险：公司经过多年的持续研发投入，在高功率半导体激光芯片领域形成了一系列技术积累。随着半导体激光技术的不断演进，技术革新及产品迭代加速、应用领域不断拓展已成为行业发展趋势。若公司不能继续保持充足的研发投入，或者在关键技术上未能持续创新，亦或新产品技术指标无法达到预期，则可能会面临核心技术竞争力降低的风险，导致公司在市场竞争中处于劣势，面临市场份额降低的情况。

关键技术人才流失风险：半导体激光行业属于技术密集型行业，对技术人员的依赖度较高，高素质技术人员是公司核心竞争力的重要组成部分，也是公司赖以生存和发展的基础和关键。稳定的研发队伍和技术人员，是公司持续进行技术创新和保持市场竞争优势的重要因素。截至 2022 年 6 月 30 日，公司拥有研发人员 112 人，占员工总人数 26.54%。未来，如果公司薪酬水平与同行业竞争对手相比丧失竞争优势、核心技术人员的激励机制不能落实、或人力资源管控及内部晋升制度得不到有效执行等，将难以引进更多的高端技术人才，甚至导致现有骨干技术人员流失，将对公司生产经营产生不利影响。

其它风险

宏观经济及行业波动风险：公司产品处于激光行业产业链上游，其需求直接受到下游工业激光器、激光加工设备、激光雷达及消费电子等市场发展态势的影响。如果未来宏观经济发生剧烈波动，导致工业激光器等终端市场需求下降，或者激

光雷达、消费电子需求下滑、应用场景不成熟等因素导致无人驾驶、人脸识别等技术应用不及预期，将对公司的业务发展和经营业绩造成不利影响。

附表：财务预测与估值

资产负债表（百万元）						利润表（百万元）					
	2021	2022	2023E	2024E	2025E		2021	2022	2023E	2024E	2025E
现金及现金等价物	57	808	891	828	754	营业收入	429	386	440	585	795
应收款项	219	262	205	273	370	营业成本	202	187	256	307	398
存货净额	163	241	244	291	384	营业税金及附加	1	0	0	1	1
其他流动资产	30	47	48	64	87	销售费用	22	23	23	30	40
流动资产合计	470	2811	2843	2911	3049	管理费用	24	32	26	35	46
固定资产	251	387	465	517	532	研发费用	86	118	121	158	199
无形资产及其他	15	12	12	11	11	财务费用	3	(8)	(16)	(16)	(15)
投资性房地产	160	197	197	197	197	投资收益	1	37	45	35	35
						资产减值及公允价值变动	15	13	15	15	15
长期股权投资	88	88	88	88	88	其他收入	(71)	(84)	(116)	(153)	(194)
资产总计	983	3496	3605	3724	3877	营业利润	122	117	94	126	181
短期借款及交易性金融负债	57	14	26	32	24	营业外净收支	(0)	(0)	10	10	10
应付款项	180	142	189	239	307	利润总额	122	117	104	136	191
其他流动负债	42	40	49	59	78	所得税费用	7	(2)	3	4	6
流动负债合计	278	196	264	330	409	少数股东损益	0	0	0	0	0
长期借款及应付债券	0	0	0	0	0	归属于母公司净利润	115	119	101	132	185
其他长期负债	68	64	64	64	64	现金流量表（百万元）					
长期负债合计	68	64	64	64	64		2021	2022	2023E	2024E	2025E
负债合计	346	260	328	394	473	净利润	115	119	101	132	185
少数股东权益	0	0	0	0	0	资产减值准备	10	(2)	3	2	1
股东权益	637	3236	3277	3330	3404	折旧摊销	20	30	34	42	49
负债和股东权益总计	983	3496	3605	3724	3877	公允价值变动损失	(15)	(13)	(15)	(15)	(15)
关键财务与估值指标						财务费用	3	(8)	(16)	(16)	(15)
	2021	2022	2023E	2024E	2025E	营运资本变动	(132)	(220)	111	(69)	(124)
每股收益	1.13	0.88	0.57	0.75	1.05	其它	(10)	2	(3)	(2)	(1)
每股红利	0.01	0.52	0.34	0.45	0.63	经营活动现金流	(11)	(84)	232	90	95
每股净资产	6.27	23.87	18.59	18.89	19.31	资本开支	0	(172)	(100)	(80)	(50)
ROIC	18%	3%	1%	4%	7%	其它投资现金流	10	(1454)	0	0	0
ROE	18%	4%	3%	4%	5%	投资活动现金流	6	(1626)	(100)	(80)	(50)
毛利率	53%	52%	42%	48%	50%	权益性融资	(0)	2543	0	0	0
EBIT Margin	22%	7%	3%	9%	14%	负债净变化	0	0	0	0	0
EBITDA Margin	27%	14%	11%	17%	20%	支付股利、利息	(1)	(70)	(61)	(79)	(111)
收入增长	74%	-10%	14%	33%	36%	其它融资现金流	(37)	58	12	6	(8)
净利润增长率	340%	3%	-15%	31%	40%	融资活动现金流	(39)	2461	(48)	(73)	(120)
资产负债率	35%	7%	9%	11%	12%	现金净变动	(44)	751	83	(63)	(74)
息率	0.0%	0.6%	0.6%	0.7%	1.0%	货币资金的期初余额	101	57	808	891	828
P/E	71.6	92.3	141.6	108.1	77.2	货币资金的期末余额	57	808	891	828	754
P/B	13.0	3.4	4.4	4.3	4.2	企业自由现金流	0	(336)	58	(53)	(17)
EV/EBITDA	75.1	202.5	308.8	150.9	92.1	权益自由现金流	0	(278)	86	(32)	(11)

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

类别	级别	说明
股票 投资评级	买入	股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	行业指数表现弱于市场指数 10%以上

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层

邮编：518001 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编：100032