

长光华芯 (688048.SH) 铸激光之“芯”，风鹏正举未来已来

2022 年 05 月 27 日

——中小盘首次覆盖报告

投资评级：买入（首次）
任浪（分析师）

renlang@kysec.cn

证书编号：S0790519100001

日期	2022/5/27
当前股价(元)	76.01
一年最高最低(元)	88.00/60.20
总市值(亿元)	103.07
流通市值(亿元)	22.23
总股本(亿股)	1.36
流通股本(亿股)	0.29
近 3 个月换手率(%)	363.9

中小盘研究团队

● 打破海外垄断，比肩全球巨头，本土激光芯片龙头冉冉升起

公司是国内稀缺的半导体激光芯片厂商，乘国产替代东风有望迅速崛起。公司在半导体激光器构建了砷化镓、磷化铟两大材料体系和 EEL 以及 VCSEL 两大工艺技术平台。目前半导体单管激光芯片可实现 30W 高功率激光输出，比肩全球龙头玩家，打破海外垄断。未来公司将以高功率半导体激光器为支点持续提升技术壁垒和经营规模，并向 VCSEL 和光通信芯片领域延伸，同时纵向布局器件、模块和激光器，实现业绩腾飞。我们预计公司 2022-2024 年归母净利润分别为 1.86/2.91/4.27 亿元，对应 EPS 分别为 1.37/2.14/3.15 元/股，当前股价对应 PE 分别为 55.4/35.5/24.1 倍，首次覆盖，给予“买入”评级。

● 需求扩张叠加国产化加速，激光芯片行业长坡厚雪

据 Laser Focus World 预计 2017-2022 年全球和国内激光器市场将分别从 137.7 亿美元和 69.5 亿美元增长至 201.0 亿美元和 147.4 亿美元，复合增长率达 7.9% 和 16.2%。半导体激光芯片可作为其他激光器的泵浦源和直接应用，亦受下游拉动需求快速提升。在应用最广泛的光纤激光器领域，以锐科、创鑫为代表的本土厂商份额迅速扩大，在性能、成本、供应链安全等综合考量下，采用本土激光芯片成为大势所趋。此外随着 5G 和 VR 以及自动驾驶等应用场景的推开，3D 结构光以及 TOF 传感器和激光雷达亦将释放需求，作为光源的 VCSEL 芯片前景广阔。

● IDM 让公司在技术和供应链奠定优势地位，产能扩充业绩进入快速发展期

光电子器件核心竞争点在于工艺的成熟和稳定性以及工艺平台的多样性，公司作为国内稀缺的激光芯片 IDM 厂商积累了从芯片设计、外延生长、FAB 晶圆工艺、腔面钝化等全面、领先的半导体激光器技术体系，推升产品性能并形成相对稳定安全的供应链。2021 年公司引入行业内最大尺寸的 6 寸晶圆产线，产能瓶颈逐步突破，产品单位成本显著下降，叠加技术进步带来的良率提升，竞争力进一步增强。在国产替代浪潮下，公司业绩进入快速发展期。

● **风险提示：**产品价格大幅波动、需求不及预期、芯片供应链受外部因素扰动。

财务摘要和估值指标

指标	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入(百万元)	247	429	717	1,108	1,640
YOY(%)	78.5	73.6	67.1	54.5	48.0
归母净利润(百万元)	26	115	186	291	427
YOY(%)	-120.3	340.5	61.3	56.2	47.1
毛利率(%)	31.4	52.8	50.2	51.7	51.2
净利率(%)	10.6	26.9	25.9	26.2	26.1
ROE(%)	5.2	18.1	24.1	28.2	30.4
EPS(摊薄/元)	0.19	0.85	1.37	2.14	3.15
P/E(倍)	393.7	89.4	55.4	35.5	24.1
P/B(倍)	20.4	16.2	13.3	10.0	7.3

数据来源：聚源、开源证券研究所

目 录

1、 半导体激光芯片龙头快速成长，如日方升	4
1.1、 半导体激光芯片行业老牌劲旅，VCSEL 和光通信新贵崛起	4
1.2、 业绩靓丽再上新台阶，芯片占比提升增厚利润	5
1.3、 研发实力铸就深厚壁垒，股权激励稳定核心人才	6
1.4、 IDM 模式奠定长期发展壁垒	8
2、 需求扩张叠加国产化加速，激光芯片行业长坡厚雪	12
2.1、 半导体激光芯片：光纤激光器的核心泵浦源	12
2.2、 产业升级叠加国产替代，激光器市场稳定成长	15
2.2.1、 产业升级拓宽增量市场，激光芯片需求扩张	15
2.2.2、 激光器国产替代如火如荼，本土激光芯片搭乘东风	17
2.3、 海外厂商产品完整综合实力强，中国厂商加速追赶缩小差距	18
2.3.1、 海外龙头布局完整，中国厂商奋力追赶补全版图	18
3、 激光雷达、3D 传感蓬勃发展，VCSEL 蓄势待发	20
3.1、 VCSEL 兼顾质量和成本，市场规模快速扩大	20
3.2、 激光雷达高速发展，3D 传感稳定成长	20
3.2.1、 激光雷达助力自动驾驶已经成为行业共识	20
3.2.2、 消费电子市场扩张，3D 传感逐步成长	22
3.3、 美国龙头树大根深，中国厂商旭日初升	23
4、 百舸争流，奋楫者先：壁垒深厚，强者恒强	24
4.1、 技术积累丰富，产品性能跻身全球前列	24
4.2、 产能扩充突破规模瓶颈，业绩成长进入快车道	26
4.3、 横向拓展，纵向延伸，打开成长空间	27
5、 盈利预测与投资建议	29
6、 风险提示	30
附：财务预测摘要	31

图表目录

图 1： 长光华芯是国内激光芯片龙头厂商，主要产品包含高功率单管、巴条、VCSEL、光通信等	4
图 2： 2021 年公司实现 30W 高功率半导体激光芯片量产	5
图 3： 公司营业收入在近年实现快速增长	5
图 4： 单管系列放量是公司营收增长主因	5
图 5： 伴随单管芯片量产，2021H1 公司毛利率水平提升	6
图 6： 2021H1 单管系列中单管芯片的收入占比提升	6
图 7： 2018-2021 年销售和管理费用率呈下降趋势	6
图 8： 2020 年起公司净利润逐步释放	6
图 9： 逐年攀升的研发支出是研发实力的重要保障	7
图 10： 研发人员占总员工比例超三成	7
图 11： 管理团队经验丰富，人员稳定	7
图 12： 核心技术人员均为行业资深专家，有力推动长光华芯核心技术研发、提升、产业化的进程	8
图 13： 三大员工持股平台稳定核心人才，华为哈勃为战略股东	8
图 14： IDM 模式覆盖芯片设计、晶圆制造、封装测试等全部环节	9
图 15： 全球激光芯片龙头恩耐集团同样布局全产业链产品	10

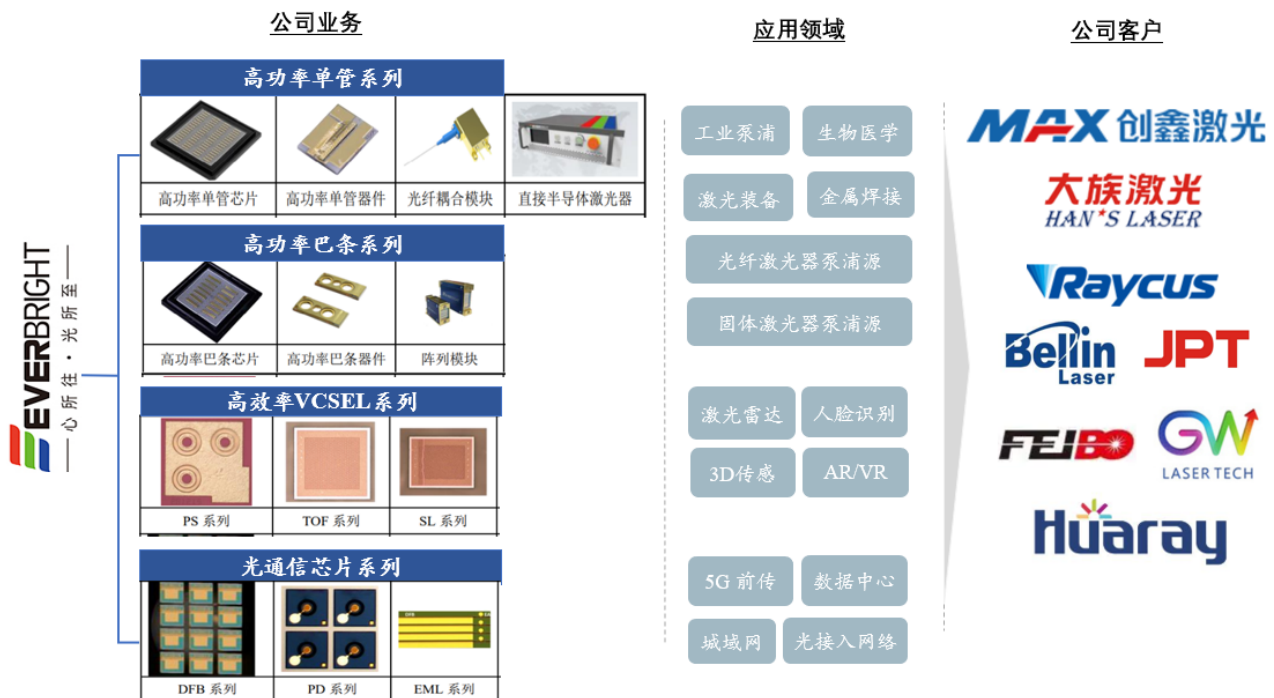
图 16: 公司覆盖芯片设计、外延片制造、晶圆制造、芯片加工及器件封装全流程.....	11
图 17: 激光器是将电能转化为光能的设备.....	12
图 18: 2020 年全球光纤激光器占工业激光器比重过半.....	13
图 19: 2020 年国内光纤激光器占工业激光器比重过半.....	13
图 20: 半导体激光芯片是激光产业链上游的核心元器件.....	13
图 21: 半导体激光在光纤激光器中起到泵浦源的作用.....	14
图 22: EEL 发射的激光与芯片表面平行, VCSEL 发射的激光与芯片表面垂直.....	14
图 23: 单管芯片只有一个发光点.....	15
图 24: 巴条芯片有多个发光点.....	15
图 25: 激光器市场有望稳步成长.....	16
图 26: 激光器下游应用广泛, 发展空间广阔.....	16
图 27: 2020 年全球激光芯片市场规模为 2.82 亿美元.....	16
图 28: 2020 年国内激光芯片市场规模为 5.29 亿元.....	16
图 29: 2017-2020 年中国光纤激光器国产化率从 34%提升至 56%.....	17
图 30: 国内中低功率激光器已基本实现国产化.....	18
图 31: 高功率光纤激光器国产化率仍需提升.....	18
图 32: 国外公司产品序列完整, 国内公司加速业务布局.....	19
图 33: VCSEL 激光器市场规模预计快速扩大.....	20
图 34: 移动和消费是 VCSEL 市场主要的应用方向.....	20
图 35: 激光雷达通过激光折返的时间和相位差确定目标对象的距离和图像.....	21
图 36: 半导体激光器是激光雷达上游核心元器件.....	21
图 37: 预计 2025 全球激光雷达市场达 135 亿美元.....	22
图 38: 预计 2025 中国激光雷达市场达 43.1 亿美元.....	22
图 39: 3D 结构光和 TOF 时间飞行法是主要的 3D 方案.....	22
图 40: 全球 3D 传感市场 2025 年有望达到 150 亿美元.....	23
图 41: 应用于 3D 传感的 VCSEL 营收持续攀升.....	23
图 42: 苹果的示范效应带动各手机品牌商纷纷在旗舰机上尝试搭载 VCSEL 芯片.....	23
图 43: VCSEL 市场由欧美主导, 中国厂商加速布局.....	24
图 44: 四大先进工艺技术, 提升激光芯片功率、寿命、光束质量、光电转化效率.....	25
图 45: 长光华芯商业化单管芯片输出功率达到 30W, 波长范围覆盖 808-1064nm.....	25
图 46: 长光华芯巴条芯片可实现 200W 连续激光输出及 700W 准连续激光输出.....	26
图 47: 以高功率半导体激光芯片为支点, 横向拓展, 纵向延伸.....	28
图 48: 募投项目围绕产能扩充、产品布局, 技术储备三大方向开展.....	28
表 1: IDM 模式重资产投入高, 机器设备价格高昂.....	10
表 2: 光纤激光器兼顾电光转化效率和光束质量.....	12
表 3: EEL 发光功率高, VCSEL 可靠性高、成本低.....	14
表 4: 国外厂商起步早、规模大、综合实力较强, 国内公司星星之火, 奋力追赶.....	19
表 5: 2021 年上半年起长光华芯芯片产能大幅提升.....	26
表 6: 2021 年 1 月导入 6 寸产线后芯片后单位生产成本显著下降.....	27
表 7: 可比公司估值参考(亿元、元/股).....	29

1、半导体激光芯片龙头快速成长，如日方升

1.1、半导体激光芯片行业老牌劲旅，VCSEL 和光通信新贵崛起

长光华芯是国内半导体激光芯片稀缺龙头，产品序列完整，综合实力强劲。公司主要从事半导体激光芯片、器件及模块等激光行业核心元器件的研发、制造及销售。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 系列产品以及光通信芯片系列产品等。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泵浦源、直接半导体激光输出加工应用，激光雷达、3D 传感与摄像，高速光通信等领域。公司具备半导体激光芯片 IDM 全流程工艺平台，产品打破海外禁运，高功率激光器芯片技术指标达到全球领先水平。客户覆盖如飞博激光、创鑫激光、锐科激光、大族激光、光惠激光等多家知名激光器厂商。

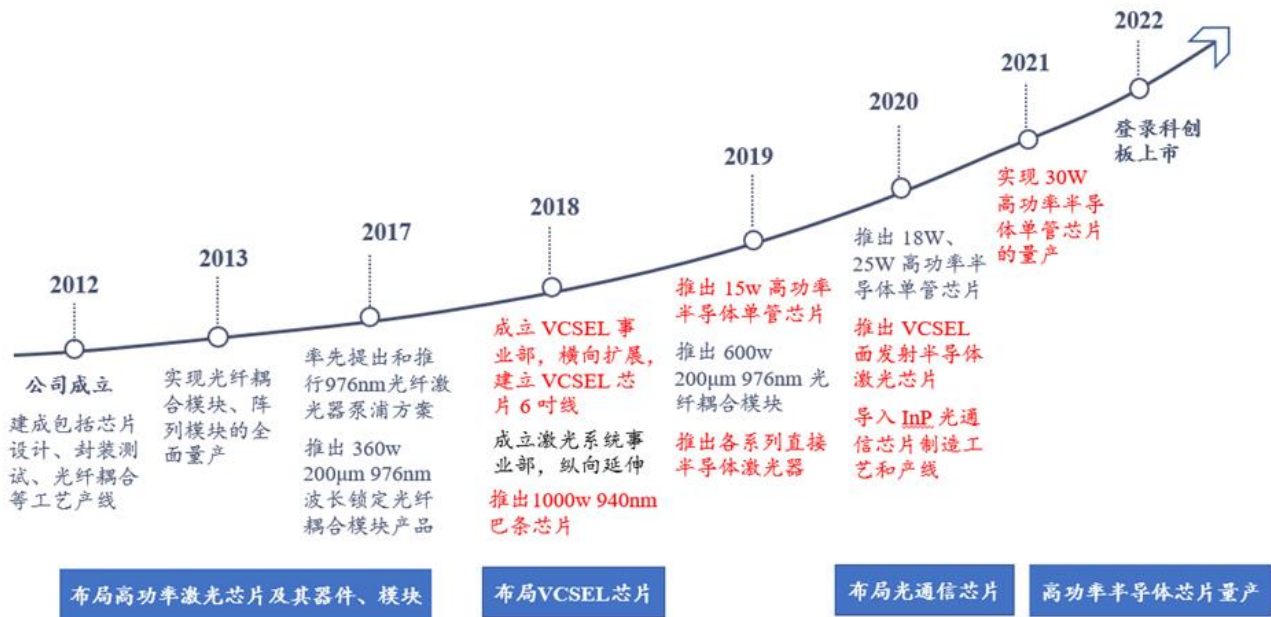
图1：长光华芯是国内激光芯片龙头厂商，主要产品包含高功率单管、巴条、VCSEL、光通信等



资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

深耕行业十载，步步为营跻身全球激光芯片公司前列。公司 2012 年成立，成立之初厚积薄发专注基础技术和产品突破，公司在这期间不断强化芯片设计、晶圆制造、芯片加工及封装测试等工艺积累，实现光纤耦合模块、阵列模块全面量产。2018 年，公司确立“横向拓展、纵向延伸”的发展策略，以高功率半导体激光芯片为核心，横向扩展至 VCSEL 芯片及光通信芯片，纵向延伸至激光器件、模块及直接半导体激光器等下游芯片加工产品，产品布局逐步明确，业务全面铺开。2019 至今，国产替代背景下公司高功率半导体激光芯片在市场上崭露头角，业绩开启腾飞之路。同时核心产品迅速迭代性能跻身全球前列，2019-2021 年陆续推出 15W、18W、25W 高功率半导体单管芯片、1000 瓦 940nm 巴条芯片、VCSEL 半导体激光芯片等。目前，公司 30W 高功率半导体单管芯片已实现量产，在研产品冲击 40W，面发射高效率 VCSEL 系列产品已通过相关客户的工艺认证并获得订单，业绩步入发展快车道。

图2：2021 年公司实现 30W 高功率半导体激光芯片量产

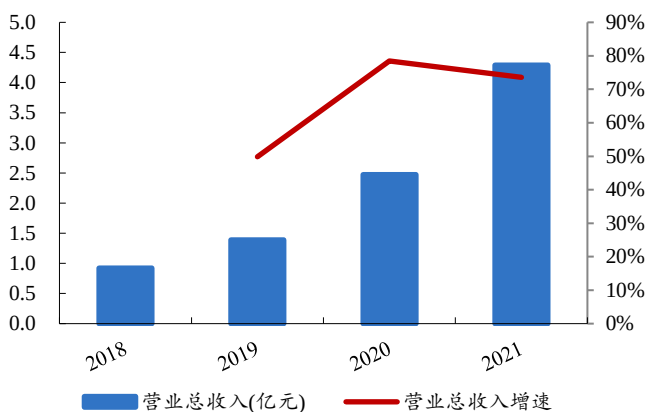


资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

1.2、业绩靓丽再上新台阶，芯片占比提升增厚利润

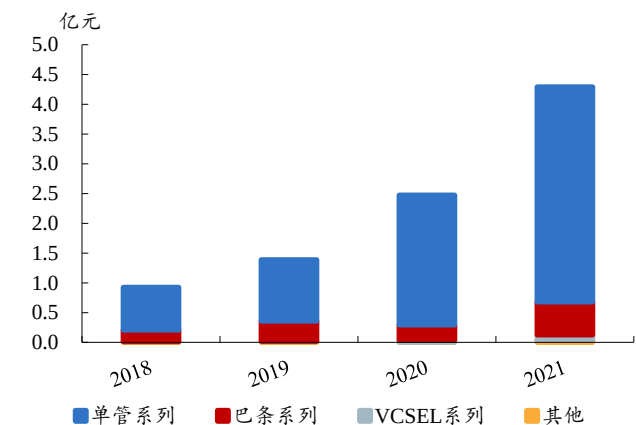
受益单管系列产品迅速放量，公司收入在近年实现快速成长。2018-2021 年，受益于半导体激光芯片整体市场规模扩大，进口替代进程加快，公司单管系列产品销量提升拉动业绩增长，营业收入由 0.92 亿元增至 4.29 亿元，年复合增速 67.07%。高功率单管系列是公司营收的主要来源，受益于国产替代进程加速和下游激光器市场的快速发展，2021 年公司单管系列取得营收 3.61 亿元，同比增加 65.9%，带动公司整体营收增加。

图3：公司营业收入在近年实现快速增长



数据来源：Wind、开源证券研究所

图4：单管系列放量是公司营收增长主因

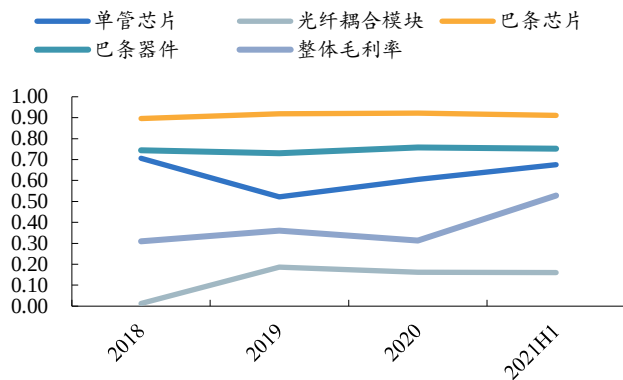


数据来源：Wind、开源证券研究所

芯片份额提升，营收结构改善，拉动毛利率向上。公司建立之初，国内激光芯片市场被海外厂商垄断，国产芯片导入困难重重。为了求生存谋发展，长光华芯不得不“曲线救国”，将单管芯片封装成光纤耦合模块进行销售。因此在 2020 年之前，光纤耦合模块在单管系列中一直占据着七成左右的份额。2021 年，公司高功率 30W 单管芯

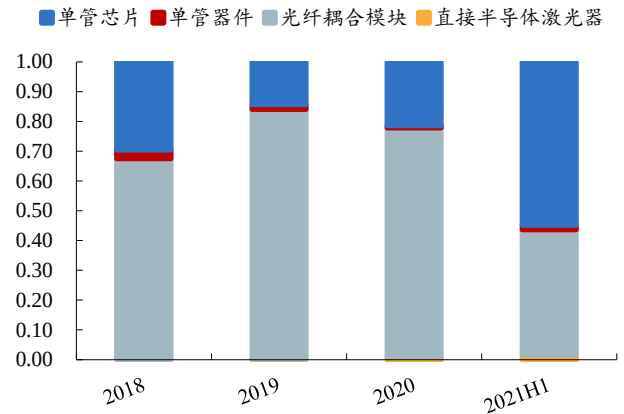
片量产，同时受益于国产替代进程加速，下游厂商如锐科激光、创鑫激光等对裸芯片的采购量增加，因此 2021 年上半年公司单管芯片占单管系列的份额从 2020 年的 21.43% 快速提升至 54.77%，首次超过光纤耦合模块成为核心收入来源。由于高毛利单管芯片收入占比提高，公司营收结构改善，整体毛利率从 2020 年的 31.35% 提升到 2021 上半年的 52.82%。

图5：伴随单管芯片量产，2021H1 公司毛利率水平提升



数据来源：Wind、开源证券研究所

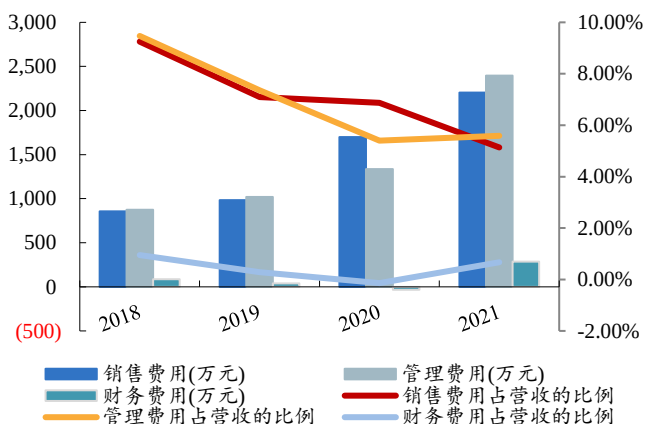
图6：2021H1 单管系列中单管芯片的收入占比提升



数据来源：Wind、开源证券研究所

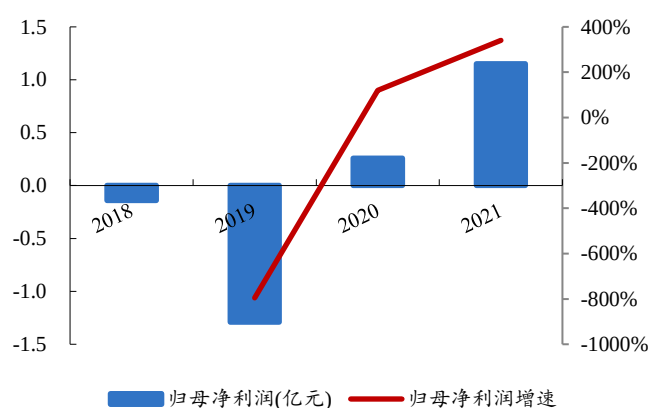
营收结构优化叠加规模效应，公司盈利能力大幅改善。随着公司收入体量的扩大，规模效应凸显，2018 年至 2021 年，公司销售、管理和财务费用率分别从 9.25%、9.47%、0.95% 下降至 5.13%、5.58%、0.67%（剔除 2018-2020 年管理费用中股份支付项），盈利能力显著提升。利润方面，2019 年发生一笔 1.33 亿元的大额股份支付费用，致使当年营业利润被冲减至负数，2020 年起公司净利率全面由负转正开始盈利。在营收结构改善和产能增加带来规模效应的双重影响下，公司 2021 年实现归母净利润 1.15 亿元，同比增长 340.49%，未来随着公司体量的扩大，盈利能力有望进一步提升。

图7：2018-2021 年销售和管理费用率呈下降趋势



数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所（注：2018-2020 年管理费用中股份支付项大幅波动故剔除）

图8：2020 年起公司净利润逐步释放



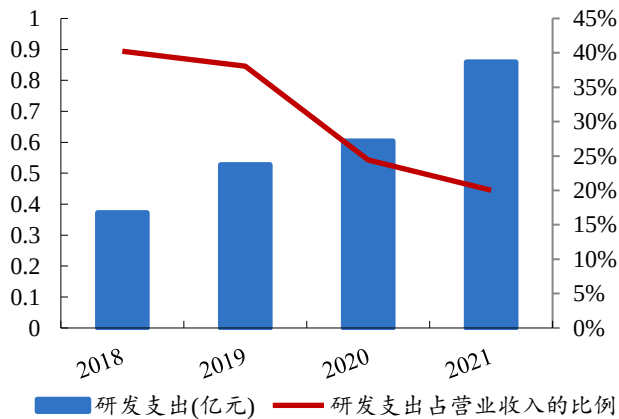
数据来源：Wind、开源证券研究所

1.3、研发实力铸就深厚壁垒，股权激励稳定核心人才

重视科研投入，吸纳优质研发人才。2018-2021 年，公司研发费用分别为 3718.98 万

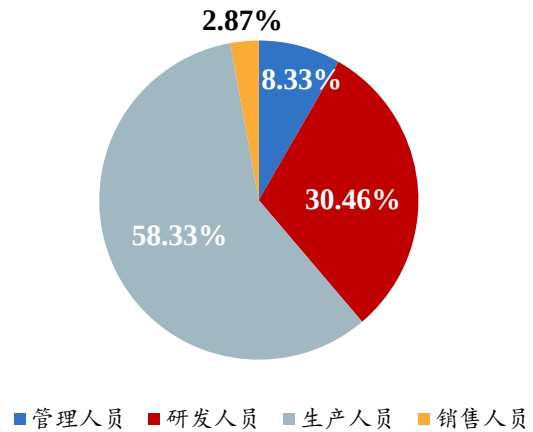
元、5270.65 万元、6033.18 万元及 8592.92 万元，呈稳定上升趋势。半导体激光行业作为技术密集型行业，研发人员在产品结构设计、优化工艺、提升产品良率等方面具有举足轻重的作用。截止 2021 年上半年，长光华芯的研发人员共 106 人，占员工总数的 30.46%，高水平的研发团队是长光华芯研发实力的重要保障。

图9：逐年攀升的研发支出是研发实力的重要保障



数据来源：Wind、开源证券研究所

图10：研发人员占总员工比例超三成



数据来源：Wind、开源证券研究所

管理层深耕行业多年经验丰富，核心技术人员引领公司实现高水平发展。经过多年的稳健运营，公司通过外部引进和内部培养等方式构建了一批高层次的人才队伍，为企业后续的发展提供了有力的人力资源保障。其中，核心技术人员王俊、闵大勇、廖新胜、潘华东等均为半导体激光行业的资深技术专家，具有多年激光从业经验，主持参与多项国家与省部级项目，在科研领域各有所长，对公司核心技术的研发、提升、产业化起到核心引领作用。

图11：管理团队经验丰富，人员稳定



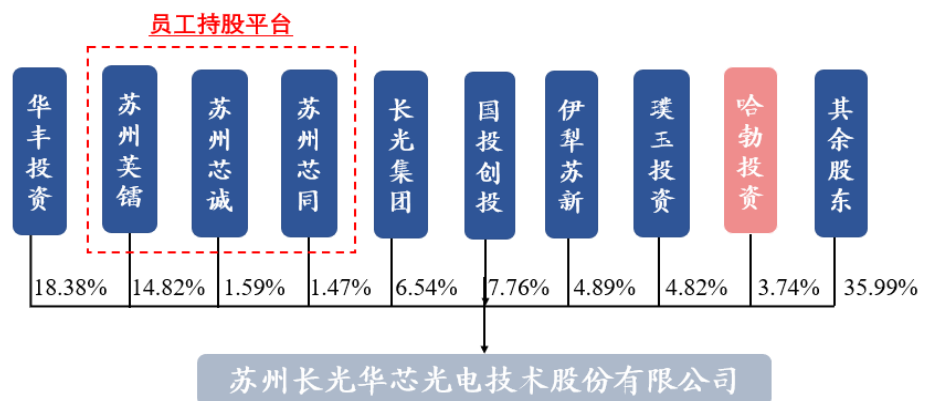
资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

图12：核心技术人员均为行业资深专家，有力推动长光华芯核心技术研发、提升、产业化的进程

王俊	闵大勇	廖新胜	潘华东
所获荣誉 - 国家重大人才工程专家 - 科技部评审专家 - 江苏省“双创人才” 技术专长 ✓ MOCVD/MBE 外延结构设计及生长 ✓ 腔面钝化处理和可靠性的提高 项目成果 ◆ 率先提高半导体激光器的电光转换效率 ◆ 引领提高半导体激光器的功率 ◆ 率先研制出超长寿命的半导体激光器器件	所获荣誉 - 高级工程师 - 享受国务院特殊津贴专家 “湖北省科技进步特等奖” “湖北省科技进步一等奖” 技术专长 ✓ 公司研发成果的市场转化 ✓ 激光应用工艺开发 项目经历 ◆ 曾任中国光学学会激光加工专业委员会副主任委员； ◆ 国家光辐射安全和激光设备标准化技术委员会副主任委员；	所获荣誉 - 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 - 国家科技进步二等奖 技术专长 ✓ 早期主导创建了公司半导体激光器研发、生产基地 项目经历 ◆ 国家光辐射安全与激光设备标准化委员会委员	所获荣誉 - 国家科技部评审专家 技术专长 ✓ 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，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、开源证券研究所

股权激励稳定核心人才，华为哈勃作为战略投资者增资入股。公司设立三大员工间接持股平台，分别为苏州英镭、苏州芯诚、苏州芯同，持股比例分别为 14.82%、1.59%、1.47%，共计 17.88%。其中，苏州英镭为核心管理团队持股平台；苏州芯诚和苏州芯同为骨干员工持股平台。股权激励的实施有利于吸引和稳定核心技术人员和管理人才，提高公司凝聚力和创新能力。哈勃投资是华为的全资子公司，专注于投资国产芯片产业链。2020 年 12 月，华为哈勃出资 7600 万元，直接持有公司对其定向增发的 506.50 万股，上市后持股比例为 3.74%。哈勃的注资凸显公司核心竞争力，同时也有望导入华为优质的产业链资源，帮助公司实现良性成长。

图13：三大员工持股平台稳定核心人才，华为哈勃为战略股东


资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所(截止 2022 年 3 月 29 日)

1.4、IDM 模式奠定长期发展壁垒

IDM 具有三大核心优势，为长光华芯铸就高护城河：设计端和生产端协同，加快产品开发；从上至下统筹协调，产业链安全可控；固定资产投入大，资金设备壁垒高，阻挡潜在竞争者。半导体行业产业链主要包括芯片设计、晶圆制造、封装测试等环节。根据是否从事晶圆制造、封装测试等环节，半导体行业的经营模式主要分为 Fabless（无晶圆厂）模式与 IDM（Integrated Device Manufacture，垂直整合制造）模

式。Fabless 模式下的企业主要从事芯片设计及销售业务，将晶圆制造、封装测试等生产环节委托给第三方企业完成。IDM 模式下的企业独立从事芯片设计、晶圆制造、封装测试等全部环节。由于光电子器件遵循特色工艺，器件价值的提升依靠功能的增加，核心竞争点在于工艺的成熟度和稳定性，以及工艺平台的多样性，IDM 模式更有优势。因此在半导体激光器件领域，老牌优质公司如欧美激光巨头贰陆公司、IPG、恩耐集团均不约而同采用了 IDM 模式。新进企业由于资源有限，为了将资源集中到设计和研发环节，大多采用 Fabless 模式，不参与晶圆制造和封装测试环节。

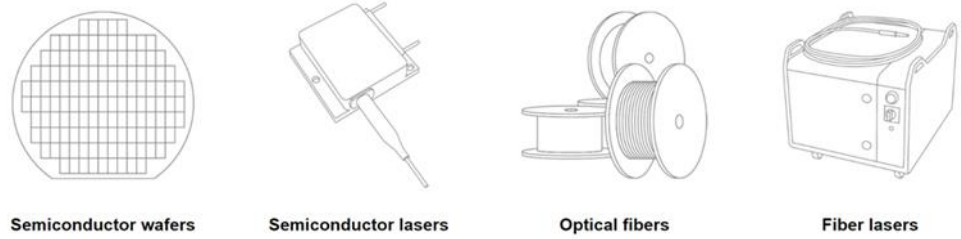
图14：IDM 模式覆盖芯片设计、晶圆制造、封装测试等全部环节



资料来源：长光华芯招股说明书、《垂直腔面发射激光器(VCSEL)简介及行业发展趋势》、开源证券研究所

IDM 的第一大优势在于能够实现设计和生产工艺的融合，加快技术向产品的转化。上游电子元器件制备工艺环环衔接，丝丝入扣，各技术工艺之间相互影响，牵一发而动全身，上下游或各环节间一旦统筹不佳或沟通不畅，很容易顾此失彼，左支右绌。因此，为了研制出性能更好的半导体激光器，设计、工艺和生产环节需要协同配合，多管齐下，同步优化。输出功率、电光转化效率、长期运行可靠性是高功率激光器最重要的三个指标。要实现这三大性能的提升，首先需要在设计端发力，包括结构的优化设计以及工艺制备流程的设计等；其次需要具备低缺陷密度的高质量外延材料生长工艺能力；同时需要低缺陷低应力的器件制备工艺，尤其是高功率工作条件下的腔面抗损伤镀膜/钝化工艺等；最后采用合适的封装技术来解决热应力热稳定性等问题亦尤为重要。因此采用 IDM 模式是实现上述芯片性能的基础。

图15：全球激光芯片龙头恩耐集团同样布局全产业链产品



资料来源：恩耐官网

IDM 的第二大优势在于供应链相对安全。由于在晶圆制造领域的技术仍存在瓶颈，当前我国高端芯片严重依赖进口。近年来中美博弈愈演愈烈，国际半导体产业链面临诸多不稳定因素，在“卡脖子”的芯片环节，仍面临海外断供风险。激光芯片作为下游诸多器件和设备的核心亦需要拥有稳定的本土供应链。IDM 模式下芯片设计、制造、封装和测试技术均有涉及，产业链更加安全可控。

此外 IDM 需要重资产投入，无形中抬高行业门槛，提升自身壁垒。IDM 模式重资产投入，厂商前期需要投入大量的资金建造厂房和产线，因此营收增幅往往慢于 Fabless。以长光华芯 IPO 募投项目为例，采购的设备中电子束光刻机、溅射腔面镀膜机、外延 MOCVD、离子注入设备等单台价格均超千万。再加上厂房购置、产线建设等，前期的资金投入较高，高昂的市场进入成本使得许多新进厂商对 IDM 模式望而却步。而激光芯片相比数字或模拟芯片市场规模相对有限，具备先发优势的 IDM 厂商无疑具备显著的优势。

表1：IDM 模式重资产投入高，机器设备价格高昂

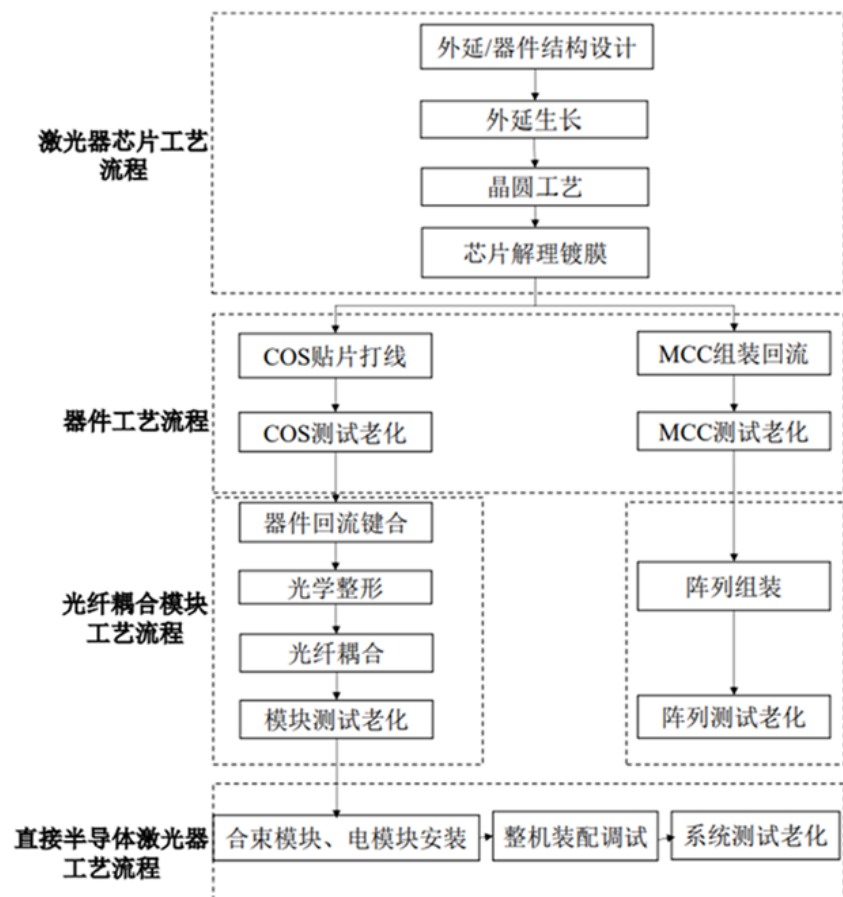
购置的设备(部分)	数量	投资额
高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目		
溅射光学镀膜机	1 台	1000 万元
MOCVD（外延生长）-6"	1 台	500 万元
MOCVD（外延生长）	1 台	400 万元
CP 特制腔面处理机	5 台	1250 万元
自动粘片机	22 台	6600 万元
高精度靶条微透镜安装台	180 台	9000 万元
Wafer AOI	1 台	650 万元
激光划片	1 台	250 万元
步进式光刻机	1 台	168 万元
垂直腔面发射半导体激光器（VCSEL）及光通讯激光芯片产业化项目		
电子束光刻机	1 台	2000 万元
溅射腔面镀膜机	1 台	2000 万元
MOCVD（外延生长）	1 台	1600 万元
离子注入	1 台	1500 万元
步进式光刻机	3 台	840 万元
金属干法刻蚀机 ICP-RIE	2 台	500 万元
激光划片	2 台	500 万元

购置的设备(部分)	数量	投资额
减薄, 抛光机-生产型	1 台	250 万元
MOCVD (外延生长)	2 台	400 万元
电子枪蒸镀机	1 台	100 万元
金属干法刻蚀机 ICP-RIE	2 台	500 万元
激光划片	2 台	500 万元
腔面镀膜机-电子束	1 台	250 万元
芯片缺陷自动检测系统	7 台	770 万元

数据来源: 长光华芯招股说明书、开源证券研究所

长光华芯采用外延片、晶圆、芯片封装等在内的垂直一体化 IDM 模式, 有利于提升生产效率, 加快推行新技术。经过多年研发和产业化积累, 公司已掌握半导体激光芯片核心制造工艺的关键环节, 建成覆盖芯片设计、外延片制造、晶圆制造、芯片加工及器件封装测试的全流程工艺平台。公司采用 IDM 模式一方面能够实现设计、技术等环节的协同优化, 理解终端用户的客户需求, 生产不同功能的激光芯片及其器件, 提升生产的弹性和效率; 另一方面能够在下游终端客户的引领下, 快速迭代, 持续开展技术和产品创新, 有助于公司更好地进行技术及应用积累, 率先开发并推行新技术。

图16: 公司覆盖芯片设计、外延片制造、晶圆制造、芯片加工及器件封装全流程



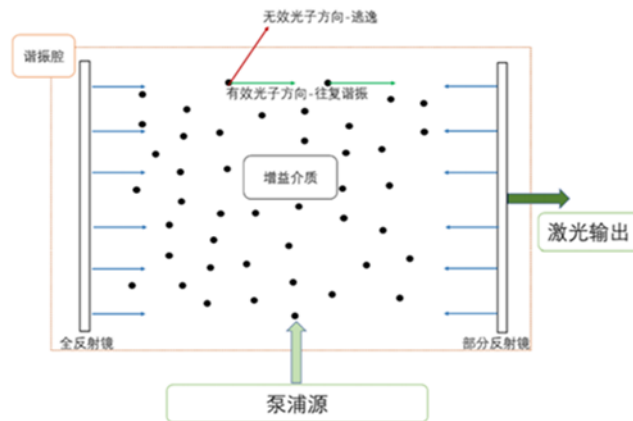
资料来源: 长光华芯招股说明书

2、需求扩张叠加国产化加速，激光芯片行业长坡厚雪

2.1、半导体激光芯片：光纤激光器的核心泵浦源

激光器是能将电能转化为可聚焦和塑形的光能的装置，主要由光学系统、电源系统、控制系统和机械结构组成。其中，光学系统包括增益介质、泵浦源和谐振腔等光学材料。增益介质是光子产生的源泉，泵浦源为增益介质提供能量激励，谐振腔是光子频率、相位、运行方向的调节场所。激光器工作时，增益介质在吸收泵浦源的能量后，产生出能量、波长和方向高度一致的光子，这些光子在谐振腔内不断反射从而生成并放大激光，最后通过反射镜射出，用于材料加工和信息传递。

图17：激光器是将电能转化为光能的设备



资料来源：联赢激光招股说明书

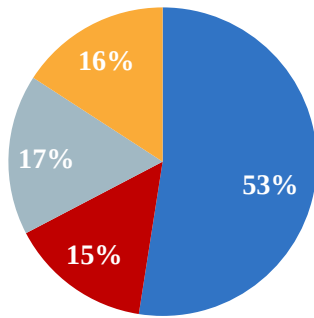
光纤激光器兼顾转化效率和光束质量，是当前主流路线。(1) 按增益介质的不同，激光器可以分为固态激光器、液体激光器和气体激光器等。固态激光器由于稳定性好、功率高、维护成本低，因此应用范围最广，市场占有率也最高；液体激光器和气体激光器效率低且维护成本高，因此应用范围十分有限。(2) 固态激光器又可进一步细分为以晶体为增益介质的固体激光器、以玻璃光纤为增益介质的光纤激光器、以半导体材料为增益介质的半导体激光器。其中，**光纤激光器**兼顾电光转化效率和光束质量，性能优越且适用性强。近十年市场份额快速提升，尤其在工业领域是当前主流的技术路线，无论在全球还是国内都占据一半以上的市场份额。**半导体激光器**具有电光转化效率高、体积小、寿命长、可靠性高和成本低等优点，但由于光束质量相对较差，直接半导体激光器市场规模较小，更多作为其他类型激光器的泵浦源使用。

表2：光纤激光器兼顾电光转化效率和光束质量

激光器类型	细分类别	增益介质	优点	不足
固态激光器	固体激光器	晶体	稳定性好、维护成本低、适合产业化	单色性差、能量转换率低
	光纤激光器	玻璃光纤	兼顾电光转换效率和光束质量	价格较高，结构仍然复杂
	半导体激光器	半导体	电光转化效率高、体积小重量轻、寿命长 可靠性高、低能耗成本低	直接产生的光束质量差
液体激光器		化学液体	易制备、便宜、可选波长范围大	效率低、体积大，维护成本高
气体激光器		气体	单色性好、激光光源质量高	效率低、体积大，维护成本高
自由电子激光器		特定磁场中的电子束	可以实现超高功率并输出优质激光	制造技术高、生产成本低

资料来源：长光华芯招股说明书、炬光科技招股说明书、联赢激光招股说明书、开源证券研究所

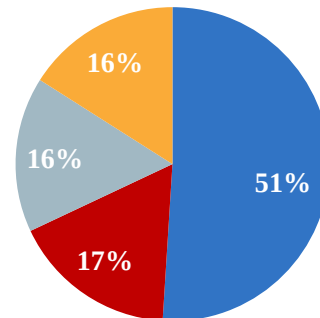
图18：2020 年全球光纤激光器占工业激光器比重过半



■ 光纤激光器 ■ 半导体激光器 ■ 固体激光器 ■ 气体激光器

数据来源：Laser Focus World、前瞻产业研究院、开源证券研究所

图19：2020 年国内光纤激光器占工业激光器比重过半



■ 光纤激光器 ■ 半导体激光器 ■ 固体激光器 ■ 气体激光器

数据来源：Laser Focus World、前瞻产业研究院、开源证券研究所

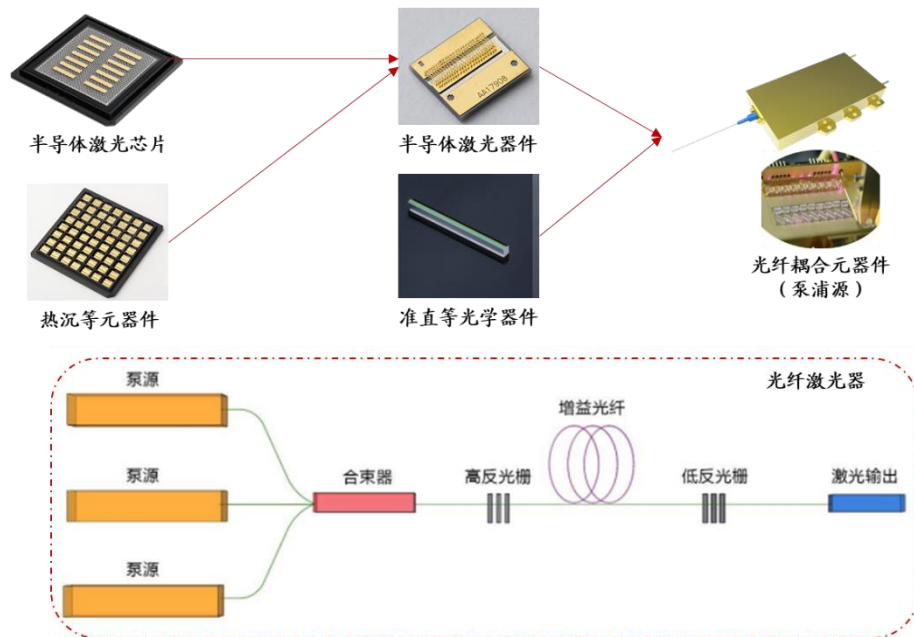
半导体激光芯片被用作激光器泵浦源，是激光产业链上游的核心元器件。激光产业链上游是利用各类芯片原材料、光纤材料等，制造激光芯片及光电器件、模组、光学元件；中游是利用上游激光芯片及元件等作为泵浦源制造各类激光器，包括直接半导体激光器、气体激光器、固体激光器、光纤激光器等；下游是激光设备及各类应用场景，包括工业加工装备、激光加工、医疗、通讯、传感、显示监控及国家战略高技术等。以光纤激光器为例，半导体激光芯片经过与热沉等部件的贴合焊接可封装制作成为半导体激光器件；再结合准直镜等光学元器件可耦合制作成为光纤耦合模块，用作光纤激光器的核心泵浦光源；多个泵浦源结合增益光纤等可制作成为光纤激光器应用于各类场景；这其中，上游的激光芯片影响着激光设备输出光束的功率、质量等，是整个激光器的核心。

图20：半导体激光芯片是激光产业链上游的核心元器件



资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所（红色字体是长光华芯布局的产品）

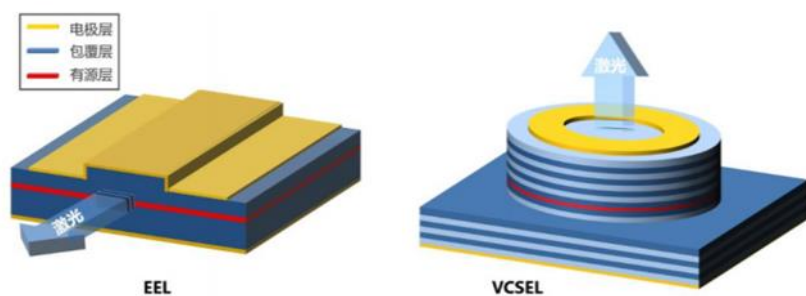
图21：半导体激光在光纤激光器中起到泵浦源的作用



资料来源：创鑫激光招股说明书、炬光科技/长光华芯官网、开源证券研究所

EEL 输出功率高，VCSEL 可靠性高且成本低。半导体激光芯片以半导体材料为增益介质，将注入的电流电能以电激励源方式激发，输出激光实现电光转化。根据谐振腔工艺的不同，半导体激光芯片可分为 EEL（Edge Emitting Laser，边发射激光芯片）和 VCSEL（Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser，面发射激光芯片）。二者的区别在于芯片上镀光学膜的位置不同，因而形成不同的谐振腔，带来不同的激光发射方向。**EEL** 发光面位于芯片侧面，发射出的激光与芯片表面平行。优势是输出功率和光电效率高，缺点是光束质量差，生产工艺复杂，依赖工人手工装调，性能一致性难以保障且生产成本低。**VCSEL** 发光面与芯片平行，发出的激光与芯片表面垂直。优点是光束质量好、精度高、成本低，但发光功率较低。因此在对功率有较高要求的工业领域，目前仍以 EEL 为主，而在 3D 传感等领域 VCSEL 则是主流。

图22：EEL 发射的激光与芯片表面平行，VCSEL 发射的激光与芯片表面垂直



资料来源：禾赛科技招股说明书

表3：EEL 发光功率高，VCSEL 可靠性高、成本低

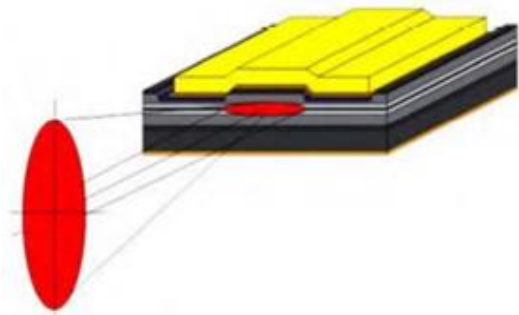
对比指标	EEL	VCSEL
生产成本	高	低
调制效率	低	高
输出功率	高	低

对比指标	EEL	VCSEL
电光转化效率	高	一般
稳定性	一般	高
光束质量	好	更好

资料来源：FindLight、开源证券研究所

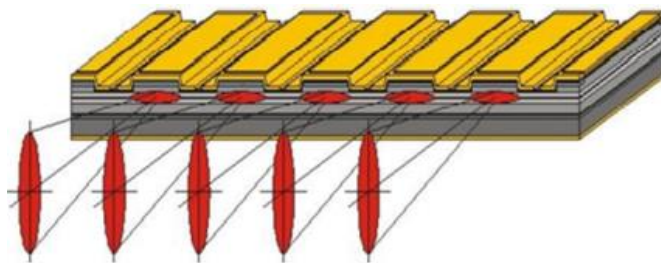
一个巴条芯片可解理为多个单管芯片，发光功率较单管芯片更高。根据单个芯片发光点数的不同，芯片可以分为单管芯片和巴条芯片。单管芯片只有一个发光单元，巴条芯片具有多个发光单元。巴条芯片经过钝化、镀膜后，可解理为多个单管芯片，视作多个单管芯片并排排列。发光点数的差异使得单管芯片和巴条芯片的应用领域侧重也不同。单管芯片只有一个发光点，易于进行光纤耦合，便于检修维护和更换，因此常作为光纤激光器的泵浦源用于工业加工领域。巴条芯片发光点数多，具有更高的发光功率，主要用于科研与国家战略高技术、医疗美容等领域。

图23：单管芯片只有一个发光点



资料来源：长光华芯招股说明书

图24：巴条芯片有多个发光点



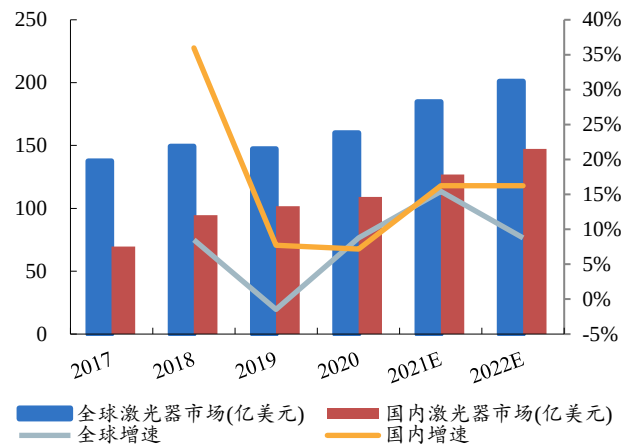
资料来源：长光华芯招股说明书

2.2、产业升级叠加国产替代，激光器市场稳定成长

2.2.1、产业升级拓宽增量市场，激光芯片需求扩张

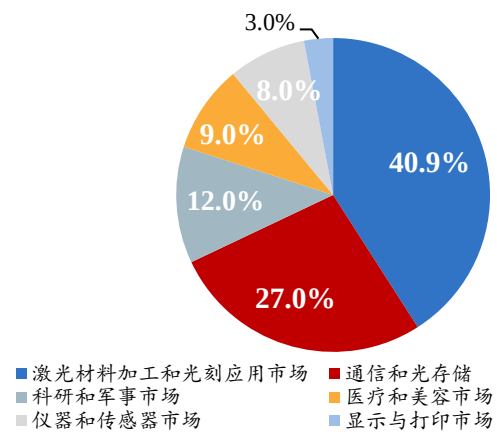
激光器市场稳定增长，空间广阔。2017 年全球激光器市场规模为 137.7 亿美元，国内激光器市场规模为 69.5 亿美元。Laser Focus World 预计 2022 年全球市场和国内市场将分别增长至 201 亿美元和 147.4 亿美元，年复合增速分别为 7.9%和 16.2%。行业主要下游均呈现蓬勃发展态势：**(1) 工业领域：**激光加工可对材料进行打孔、切割、焊接、熔覆，具有精度高、低能耗、污染小等特点。随着我国制造技术及自动化技术的升级换代，激光技术将对传统工业加工方式实现广泛替代，持续推动工业激光器需求。**(2) 通信和光存储：**随着云计算、5G 网络和大数据技术的普及，数据存储需求和流量需求增加，光通信行业不断扩大。**(3) 科研与军事领域：**激光器是诸多技术和武器研究的必要条件，在高端制造、精密材料、制导、激光武器等领域，科研项目对激光器的性能要求更高，各国对科研和军事经费的投入增加促进激光器行业稳定发展。**(4) 生物医疗领域：**激光器主要应用于临床标本或组织的检测和诊断、临床治疗与手术等方面，市场需求稳步上升。根据 Allied Market Research 发布的数据，预计到 2026 年医疗激光市场规模将达到 162.3 亿美元，成长空间广阔。

图25：激光器市场有望稳步成长



数据来源：Laser Focus World、开源证券研究所

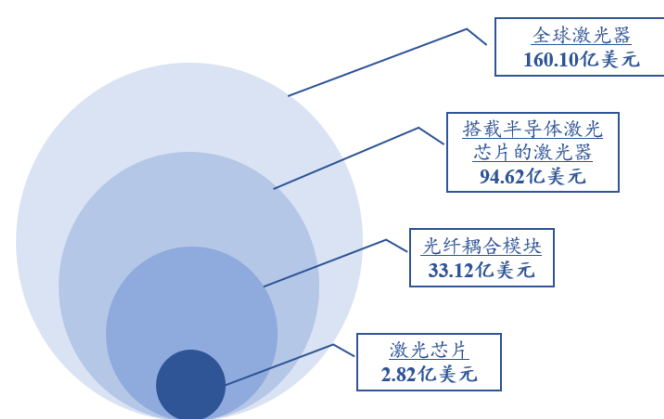
图26：激光器下游应用广泛，发展空间广阔



数据来源：《2020 中国激光产业发展报告》、开源证券研究所

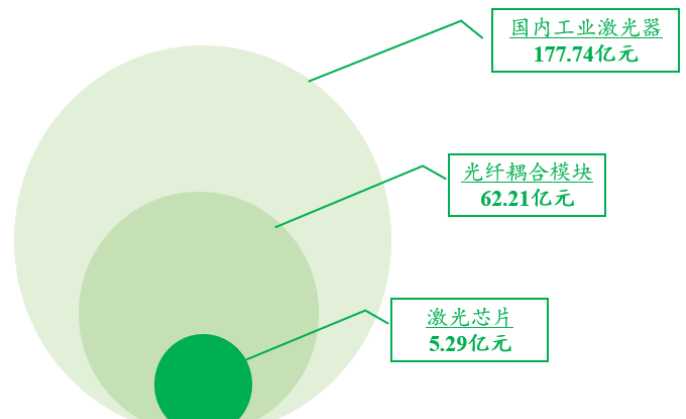
伴随激光器行业的快速发展，半导体激光芯片需求随之扩大。高功率半导体激光芯片搭载在半导体激光器上，用作各类激光器的核心泵浦源。因此下游激光器是半导体激光芯片市场规模的核心推动力。随着产业升级和国产化进程加速，国内光纤激光器市场不断扩大，半导体激光芯片的需求也随之提升。根据长光华芯招股书的测算，2020 年全球激光芯片市场空间为 18.30 亿元（2.82 亿美元）；国内激光芯片市场空间为 5.29 亿元，占全球市场比重为 28.91%。测算过程如下：第一步，2020 年全球激光器销售额为 160.10 亿美元，其中，使用高功率半导体激光芯片的市场规模为 94.62 亿美元。第二步，按照激光器行业平均 30% 的毛利率以及光纤耦合模块占激光器成本的 50% 测算，2020 年全球光纤耦合模块的市场规模约 33.12 亿美元。第三步，按照长光华芯光纤耦合模块平均 15% 的毛利率以及激光芯片占光纤耦合模块成本的 10% 测算，2020 年全球激光芯片的市场规模约为 2.82 亿美元（若按 1:6.5 的汇率折算则对应 18.30 亿元人民币）。按照相同的测算步骤，2020 年国内工业激光器的整体市场规模约为 177.74 亿元，同理得出国内光纤耦合模块的市场规模约为 62.21 亿元，激光芯片的市场规模约为 5.29 亿元。而据《2022 中国激光产业发展报告》阐述，国内光纤激光器市场规模 2021 年实现 32.5% 的增速，同时预计 2022 年仍将有 10.6% 增长，可以看出在国内制造业不断升级的过程中，激光设备以及上游的激光器都将保持较快速度成长，对应激光芯片的市场规模也将实现稳步提升。

图27：2020 年全球激光芯片市场规模为 2.82 亿美元



数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

图28：2020 年国内激光芯片市场规模为 5.29 亿元

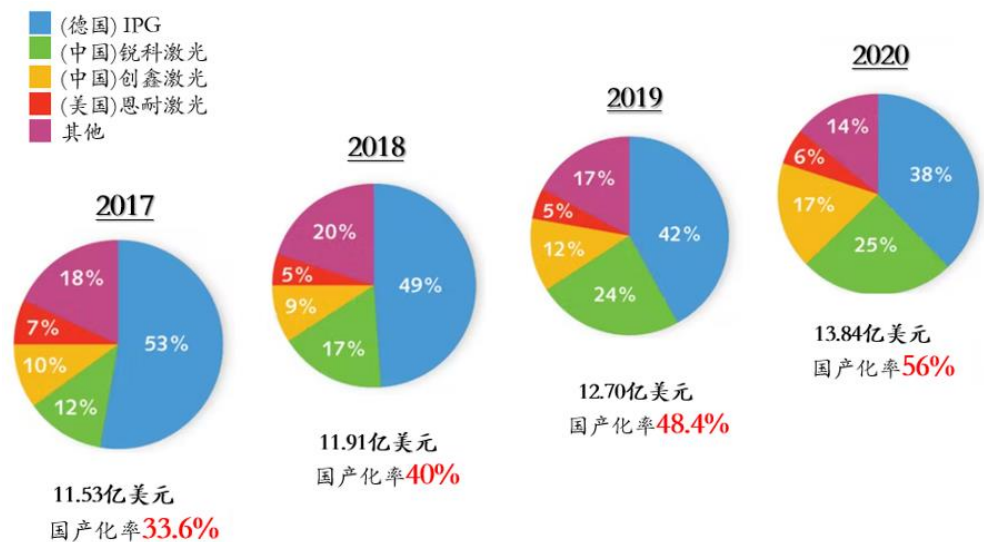


数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

2.2.2、激光器国产替代如火如荼，本土激光芯片搭乘东风

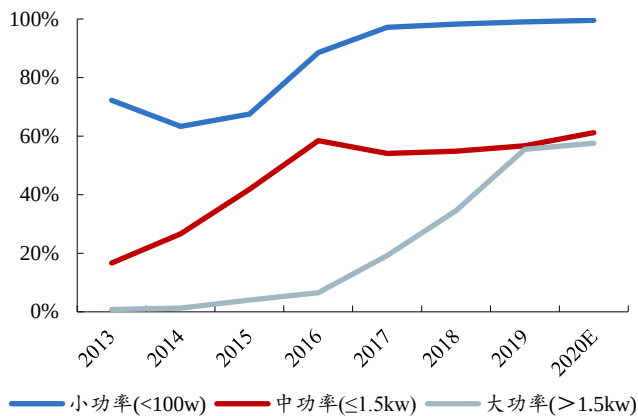
激光器市场国产替代紧锣密鼓加速进行，以锐科激光和创鑫激光为主的国内激光器厂商奋发图强扩大份额，带动本土激光器行业国产化率不断提高。据 Laser Focus World 统计，2017 年中国光纤激光器市场规模为 11.53 亿美元，其中国内厂商份额约为 3.87 亿美元，国产化率 33.6%。2017 年至 2020 年间，国家不断推出相关法律法规，推动激光技术和激光加工设备产业发展，以锐科激光和创鑫激光为首的国内激光器厂商份额不断扩大，迅速取代 IPG 等国外厂商的份额，光纤激光器国产化率从 33.6% 提升至 56%。光纤激光器国产化率的提升给上游半导体芯片的国产替代打下基础。出于技术提升、产业协同、成本和产业链安全等因素考虑，本土激光器厂商在激光芯片领域开始逐步摆脱进口依赖，采用国产产品。尤其是 2018 年以来，全球贸易争端频发，基于供应链安全的考虑，激光芯片国产替代进一步加速，产业迎来发展良机。

图29：2017-2020 年中国光纤激光器国产化率从 34% 提升至 56%

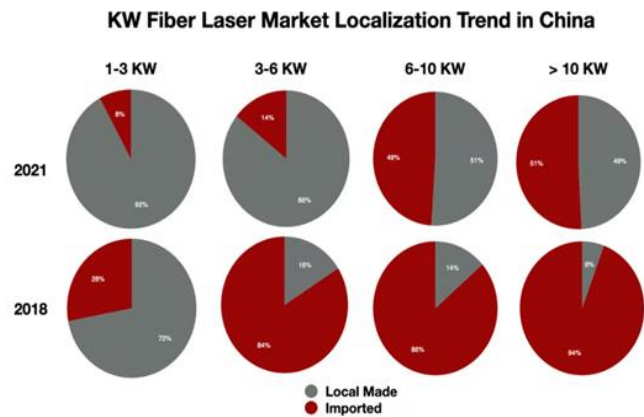


数据来源：Laser Focus World、开源证券研究所

中低功率激光器已自给自足，高功率国产化率仍需提升，半导体激光芯片是国产替代的核心。虽然光纤激光器整体国产化率相较过去 5 年已有较大提升，但由于我国半导体激光器制造等核心技术落后于国外发达国家，激光产业结构并不均衡。中低功率激光器已自给自足，高功率激光器国产化率仍有待提高。根据《2020 中国激光产业发展报告》，我国低功率光纤激光器国产化率超过 99%，中功率光纤激光器国产化率超过 50%，高功率光纤激光器在 2013-2019 年间实现从无到有，国产化达到 55.56%。根据 Laser Focus World，2018-2021 年间，3KW-6KW 级别、6KW-10KW 级别、万瓦级别的高功率激光器国产化率分别从 16%、14%、6% 提升至 86%、51%、49%。随着以长光华芯为代表的本土激光芯片厂商在芯片性能上不断突破逐步追平甚至超越海外玩家，预计本土光纤激光器在高功率领域亦将有良好进展，带动芯片市场实现扩容。

图30：国内中低功率激光器已基本实现国产化


数据来源：《2020 中国激光产业发展报告》、开源证券研究所

图31：高功率光纤激光器国产化率仍需提升


资料来源：Laser Focus World

2.3、海外厂商产品完整综合实力强，中国厂商加速追赶缩小差距

2.3.1、海外龙头布局完整，中国厂商奋力追赶补全版图

全球半导体激光芯片及器件市场仍以国外企业为主，以美国贰陆集团(II-VI)、朗美通(Lumentum)、恩耐(nLight)、IPG为首的龙头厂商产业链完备，业务范围广，在技术、规模、产业化上均具备领先优势。中国厂商规模较小，产品序列分散，与国外厂商仍有较大差距，但近年以长光华芯、武汉锐晶、华光光电、炬光科技为代表的国内厂商正在加速追赶，逐步以点带面提升性能扩充产品线，实力不断提升。(1) 在高功率半导体激光系列领域，芯片层面，国外主要厂商有美国贰陆公司、朗美通、恩耐集团、IPG等。其中恩耐集团和IPG自产芯片仅用于生产自身下游产品，不对外销售。国内能够提供工业领域半导体激光芯片的公司以长光华芯、山东华光、度巨光电和武汉锐晶为主。华光光电、度巨光电和长光华芯均为IDM模式，具备从芯片设计、外延生产、晶圆制造等全流程产品制备能力，其中长光华芯在产品技术指标上显著领先其他竞争对手。武汉锐晶产品主要向关联方锐科激光销售，下游客户覆盖范围相对有限。**器件和模块层面**，炬光科技、凯普林、和星汉激光布局了相关业务，主要通过对外采购芯片进行模块封装供给下游厂商，长光华芯、山东华光等激光芯片公司亦有所布局。(2) 在VCSEL领域，全球龙头公司朗美通和贰陆集团的产业链成熟，覆盖从芯片到激光器全产业链。国内公司有长光华芯、纵慧芯光等。纵慧芯光设计和研发能力强，是华为旗舰手机VCSEL的主要供应商；长光华芯VCSEL芯片已通过下游客户认证获得订单。

图32：国外公司产品序列完整，国内公司加速业务布局

		高功率单管系列				高功率巴条系列				高效率VCSEL系列				光通信系列			
		芯片	器件	模块	激光器	芯片	器件	模块	激光器	芯片	器件	模块	激光器	芯片	器件	模块	激光器
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
激光产业	海外	贰陆光学	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		朗美通	✓	✓	✓	✓	未布局	未布局	未布局	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		思耐集团	✓	✓	✓	✓	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局
		IPG	✓	✓	✓	✓	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	✓	✓	✓	✓
	中国大陆	长光华芯	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗
		武汉锐晶	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局
		华光光电	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局
		纵慧芯光	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	✓	✓	✓	✗	未布局	未布局	未布局	未布局
		炬光科技	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	未布局	未布局	未布局	未布局
		凯普林	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✓	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局
		星汉激光	✗	✗	✓	✗	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局	未布局

资料来源：各公司官网、各公司年度报告、长光华芯招股说明书、开源证券研究所

表4：国外厂商起步早、规模大、综合实力较强，国内公司星星之火，奋力追赶

属地	公司名称	是否上市	公司介绍
国外	美国 贰陆光学	1987 年在美国纳斯达克上市	一家工程材料和光电器件生产商，主要从事高功率半导体激光芯片、器件、模块及直接半导体激光器的生产，其激光器产品线涵盖从紫外到远红外，以及最新的光纤激光器和现今的激光头和光束提供解决方案。
	美国 朗美通	2015 年在美国纳斯达克上市	一家专业激光器厂商，拥有全球领先的高功率边发射激光器（EEL）技术、垂直腔面发射激光器（VCSEL）技术和光通信激光器技术，已为工业、通讯、数据传输、3D 传感等领域的客户提供批量产品。在消费电子领域，朗美通从 2010 年开始将半导体激光器用于游戏和体感操控应用（微软公司推出的 Kinect V1）。2017 年，朗美通半导体激光器扩展到苹果智能手机 3D 人脸识别解锁（Face ID）应用。
	美国 思耐集团	2018 年在美国纳斯达克上市	在激光二极管芯片和光纤耦合封装方面具备一定优势。目前主要产品集中在光纤耦合输出半导体激光器、光纤激光器及光纤等，终端市场包括工业切割及焊接、微加工、航空航天和国防。
	美国 IPG	2006 年在美国纳斯达克上市	全球最大的光纤激光器企业，已形成光纤激光器上下游产业链的垂直整合（如半导体激光芯片及泵浦源、增益光纤等）。公司主营产品包括光纤激光器、放大器产品、可调光束传输元件等。
国内	武汉 锐晶激光	未上市	主要从事高功率半导体激光芯片的研发、生产与销售、维修服务和技术咨询等，产品广泛运用于工业加工、医疗、安全、传感、印刷、科研、激光显示等领域。锐晶激光是锐科激光（已上市）的关联公司
	山东 华光光电	未上市	主要从事半导体激光器外延片、芯片、器件、模组和应用产品的研发、生产与销售，产品应用于先进制造、测距传感、安防监控、激光显示、医疗美容、仪器仪表、印刷指示、科研等领域。
	常州 纵慧芯光	完成 C 轮融资	致力于为用户提供高功率以及高频率垂直腔面发射激光器（VCSEL）解决方案，公司主要研发销售 VCSEL 芯片、器件及模组等产品，可应用在 3D 感知、虚拟现实、增强现实、自动驾驶、生物医疗传感器和高速光通信等领域。

西安 炬光科技	2021 年末在上交所科创板上市。	主要从事激光行业上游的高功率半导体激光元器件、激光光学元器件的研发、生产和销售。高功率半导体激光元器件分为开放式器件、光纤耦合模块、医疗美容器件和模块等。激光光学元器件主要包括光束准直转换系列（单（非）球面柱面透镜、光束转换器、光束准直器、光纤耦合器）、光场匀化器、光束扩散器、微光学透镜组、微光学晶圆等。
北京 凯普林	未上市	主要产品包括半导体激光器组件、系统及激光器配件，专注于高功率激光器件、激光系统研发及产业化，致力于高性能光纤耦合半导体激光器、光纤激光器、超快激光器等产品的开发与市场应用。
深圳 星汉激光	未上市	专注于半导体激光元件、器件封装及工业高功率激光模块/系统研发及制造，主要产品包括光纤耦合模块，主要是封装芯片所得的激光模块。

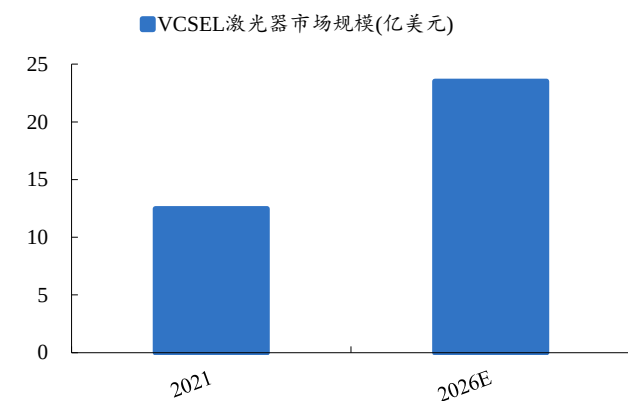
资料来源：长光华芯招股说明书、各公司官网、开源证券研究所

3、激光雷达、3D 传感蓬勃发展，VCSEL 蓄势待发

3.1、VCSEL 兼顾质量和成本，市场规模快速扩大

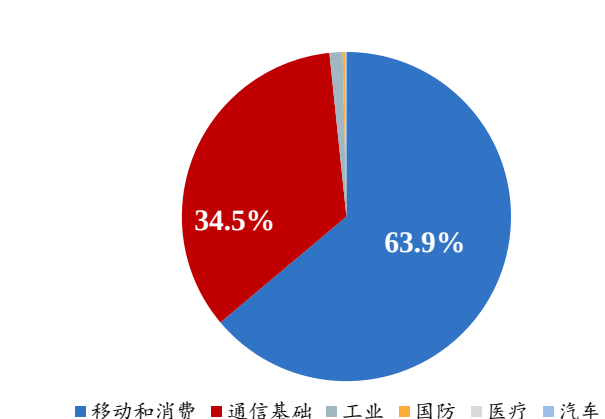
VCSEL 性能好且成本低，主要用于激光雷达和 3D 传感。VCSEL 兼顾生产成本、产品可靠性和光束质量，但功率密度较低限制了其在下游的应用。随着近年来多层结 VCSEL 激光器的发展，发光功率密度实现快速提升，低功率的局限性被逐步打破，未来有望逐渐实现更广泛的应用。目前，VCSEL 芯片的主要应用领域为激光雷达和 3D 传感。激光雷达领域，激光发射器以 EEL 为主，虽然发光功率密度高，但存在生产升本高、光束质量差等问题。VCSEL 激光器凭借制造成本低、性能优异的优势，有望在激光雷达上实现对 EEL 的替代。3D 传感领域，相比 LED 等其他光源，VCSEL 在技术和成本上亦有显著优势。随着近年来智能汽车和消费电子的蓬勃发展，VCSEL 前景可期。2021 年，VCSEL 激光器市场规模达到 12.48 亿美元，其中在移动和消费领域营收达到 7.97 亿美元，占整个 VCSEL 市场的 63.9%。Yole 预计 2026 年 VCSEL 激光器市场规模将达到 23.51 亿美元，5 年复合增长率 13.50%，市场规模快速增加。

图33：VCSEL 激光器市场规模预计快速扩大



数据来源：Yole、长光华芯招股说明书、开源证券研究所

图34：移动和消费是 VCSEL 市场主要的应用方向



数据来源：Yole、开源证券研究所

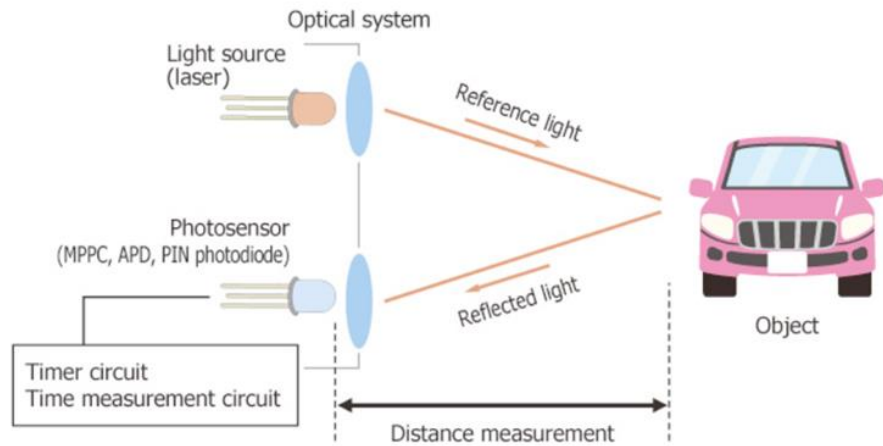
3.2、激光雷达高速发展，3D 传感稳定成长

3.2.1、激光雷达助力自动驾驶已经成为行业共识

激光雷达搭载于自动驾驶汽车已经成为行业共识。激光雷达通过发射激光并探测回

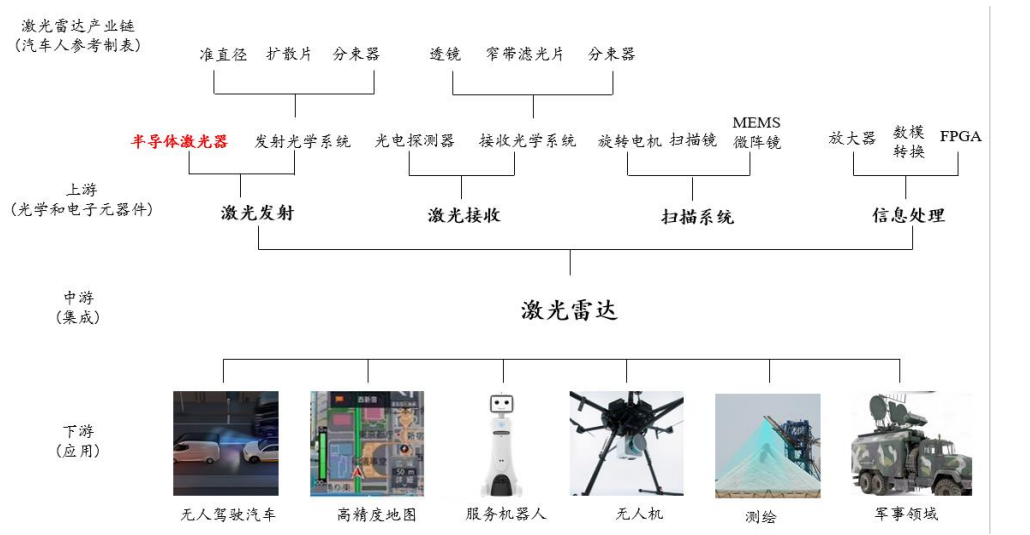
波信号确定目标对象距离，获取目标表面形态等特征，并创建出清晰的 3D 图像。产品包含激光发射、扫描系统、激光接收和信息处理四大系统。其中激光发射系统是激光雷达的核心，通常以 EEL 激光器或 VCSEL 激光器作为激光光源。随着汽车向自动驾驶过渡，激光雷达有望弥补摄像头、毫米波雷达等在精度、稳定性、抗环境干扰和视野上的局限性，成为机器人感知外部环境不可或缺的元件，并广泛应用于无人驾驶、无人机、服务机器人、军事等领域。

图35：激光雷达通过激光折返的时间和相位差确定目标对象的距离和图像



资料来源：Hamamatsu

图36：半导体激光器是激光雷达上游核心元器件

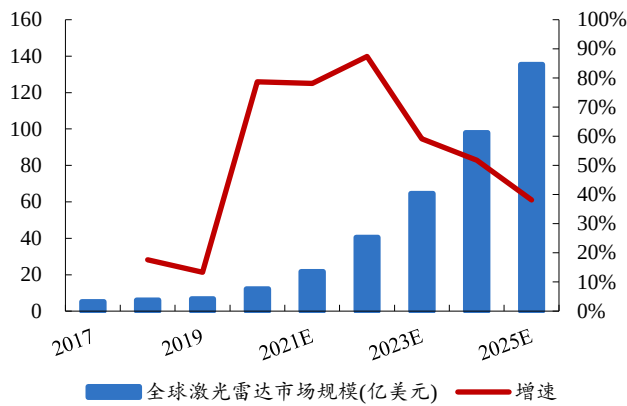


资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

受益无人驾驶和高级辅助驾驶快速渗透，激光雷达需求也快速提升。激光雷达下游应用领域有无人驾驶、高级辅助驾驶、服务机器人和车联网行业。其中，无人驾驶和高级辅助驾驶是激光雷达的主要应用。据沙利文预测，2017-2025 年，全球激光雷达市场规模将从 5.1 亿美元增长到 135.4 亿美元，年复合增长率 50.66%。其中，激光雷达在无人驾驶领域的市场规模将从 0.8 亿美元增长至 34.5 亿美元，年复合增长率 60.08%。在高级辅助驾驶领域的市场规模从 1.1 亿美元增长至 46.1 亿美元，年复合

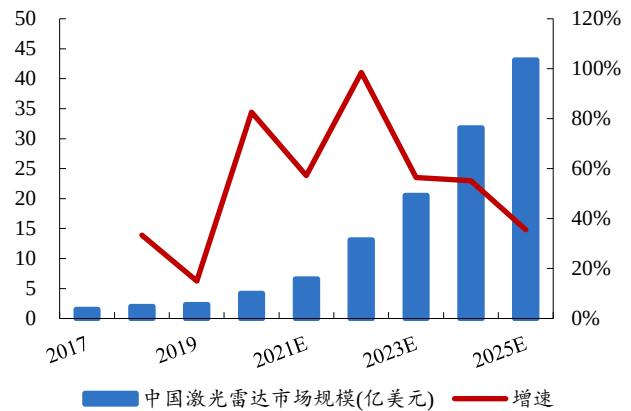
增长率 59.51%。中国激光雷达市场规模将从 1.5 亿美元增长到 43.1 亿美元，年复合增长率为 52.16%，激光雷达市场加速扩张，高速发展。

图37：预计 2025 全球激光雷达市场达 135 亿美元



数据来源：沙利文研究、开源证券研究所

图38：预计 2025 中国激光雷达市场达 43.1 亿美元

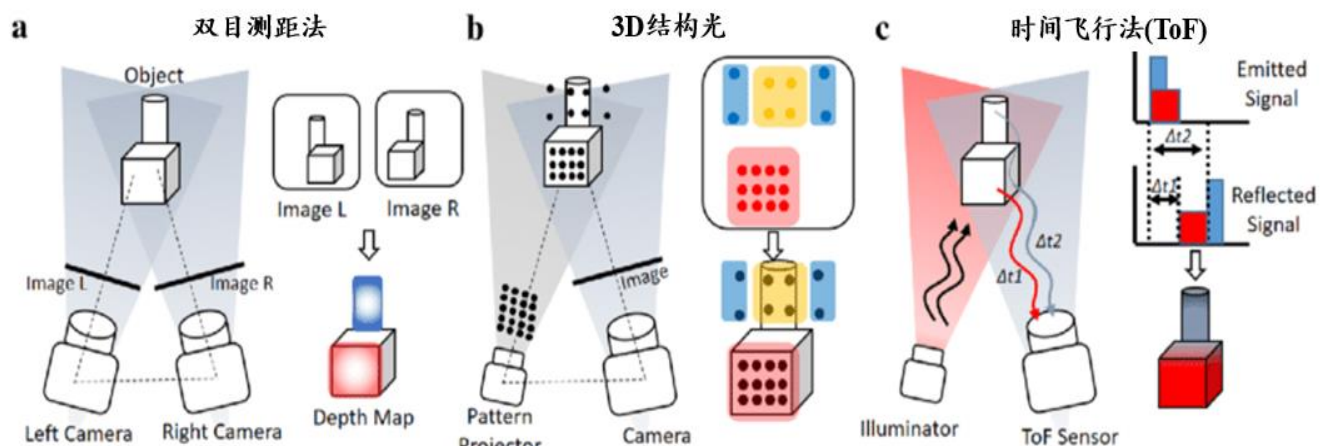


数据来源：沙利文研究、前瞻产业研究院、开源证券研究所

3.2.2、消费电子市场扩张，3D 传感逐步成长

VCSEL 应用于 3D 传感领域照明光源，市场空间广阔。3D 传感主要通过各类传感器实现物体实时三维信息采集，主要应用于人脸识别、人机交互、AR/VR 等领域。其实现方式有双目测距法、3D 结构光、TOF 时间飞行法三种方法。双目需要较高的算力资源，实时性差，不适合小型化的应用场景，因此在消费电子领域，主要以 3D 结构光及 TOF 时间飞行法为主。3D 结构光测量精度高，但技术要求高，主要被苹果用于近距离的人脸识别；TOF 实时性好，原理简单，主要用于人脸识别、摄像头对焦、3D 拍摄等领域。以上两种 3D 传感方式必须主动发出特殊波段的红外光用于成像，而相比 LED，VCSEL 光源具有精度高，光电转换效率好，成本低廉的优势，未来有望成为 3D 传感的主流光源。

图39：3D 结构光和 TOF 时间飞行法是主要的 3D 方案

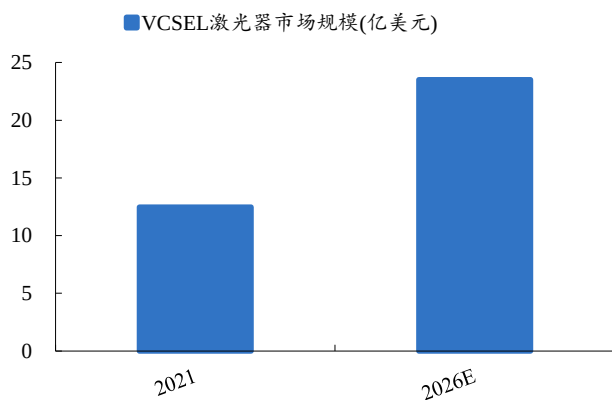


资料来源：ResearchGate、开源证券研究所

消费电子、汽车等领域推动下 3D 传感市场不断扩大，VCSEL 前景广阔。2017 年苹果首次将 3D 结构光技术用于 iPhoneX，使得 iPhoneX 成为率先大规模使用 3D 传感

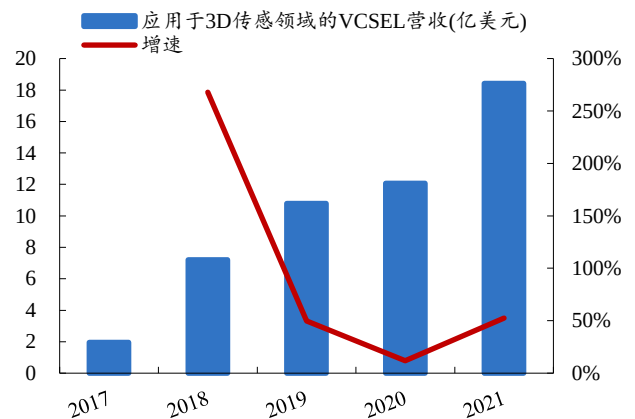
功能的消费电子终端。随后，华为、三星、OPPO 等厂商也陆续在摄像头模块中采用 3D 方案。目前 3D 相机在智能手机的应用主要集中于旗舰机，由于应用场景有限，其在手机市场整体渗透率仍然不高。但是，行业发展趋势来看，VCSEL 已经开始在各个领域实现应用，如 TWS 耳机上即采用 VCSEL 作为入耳传感器光源；2020 年新款 iPhone12 手机产品也开始搭载后置 3D D-TOF Lidar；而在汽车领域，近年 DMS 和 OMS 逐步成为汽车的标配，作为其红外照明光源，VCSEL 有望伴随 DMS 和 OMS 的普及实现放量。未来随着 5G 和 AR/VR 的发展，3D 传感市场有望广泛扩容，VCSEL 市场潜力较大。Yole 预计 2019-2025 年全球 3D 传感市场规模将从 50 亿美元左右增长至 150 亿美元，年复合增速 20.09%；据 Trend Force 统计，2017 年-2021 年全球应用于 3D 传感领域的 VCSEL 营收从 1.96 亿美元增长至 18.42 亿元，年复合增长率 75.09%。

图40：全球 3D 传感市场 2025 年有望达到 150 亿美元



数据来源：Yole、开源证券研究所

图41：应用于 3D 传感的 VCSEL 营收持续攀升



数据来源：Trend Force、开源证券研究所

图42：苹果的示范效应带动各手机品牌商纷纷在旗舰机上尝试搭载 VCSEL 芯片



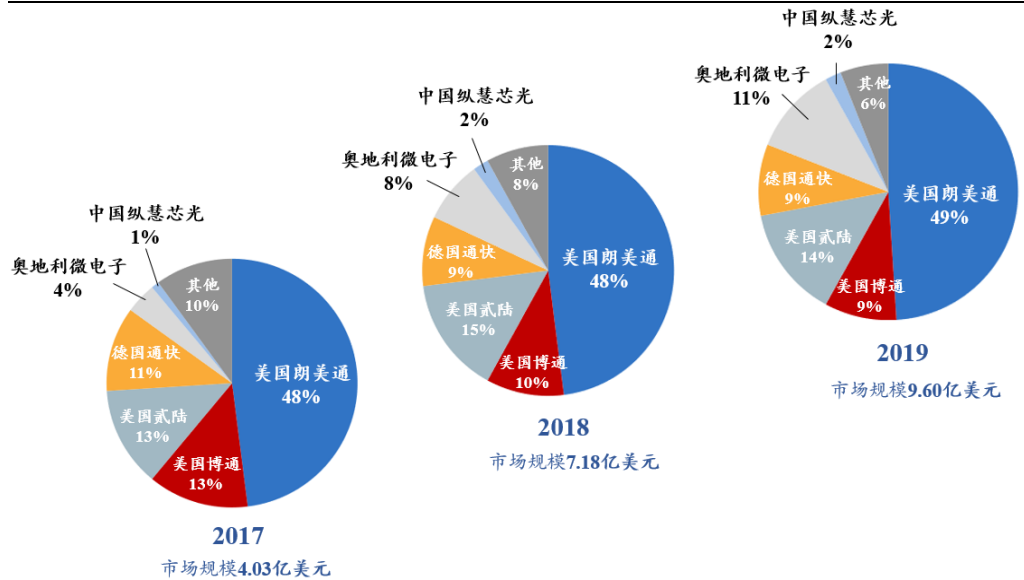
资料来源：Yole

3.3、美国龙头树大根深，中国厂商旭日初升

欧美厂商在 VCSEL 芯片市场占据绝对主导地位，中国厂商纵慧芯光、长光华芯加速布局。当前，VCSEL 芯片市场由以美国朗美通为主的欧美公司所主导，中国厂商与国外先进厂商实力差距较大。2019 年，全球 VCSEL 激光器市场规模为 9.6 亿美

元，美国厂商合计占比 72%，居于绝对主导地位。其中，朗美通为世界龙头，全球市场占有率高达 49%。贰陆集团占比 14%，美国博通占比 9%。欧洲厂商奥地利微电子占比 11%，德国通快占比 9%，合计 20%。国产厂商仅纵慧芯光一家上榜，市占率为 2%。

图43：VCSEL 市场由欧美主导，中国厂商加速布局



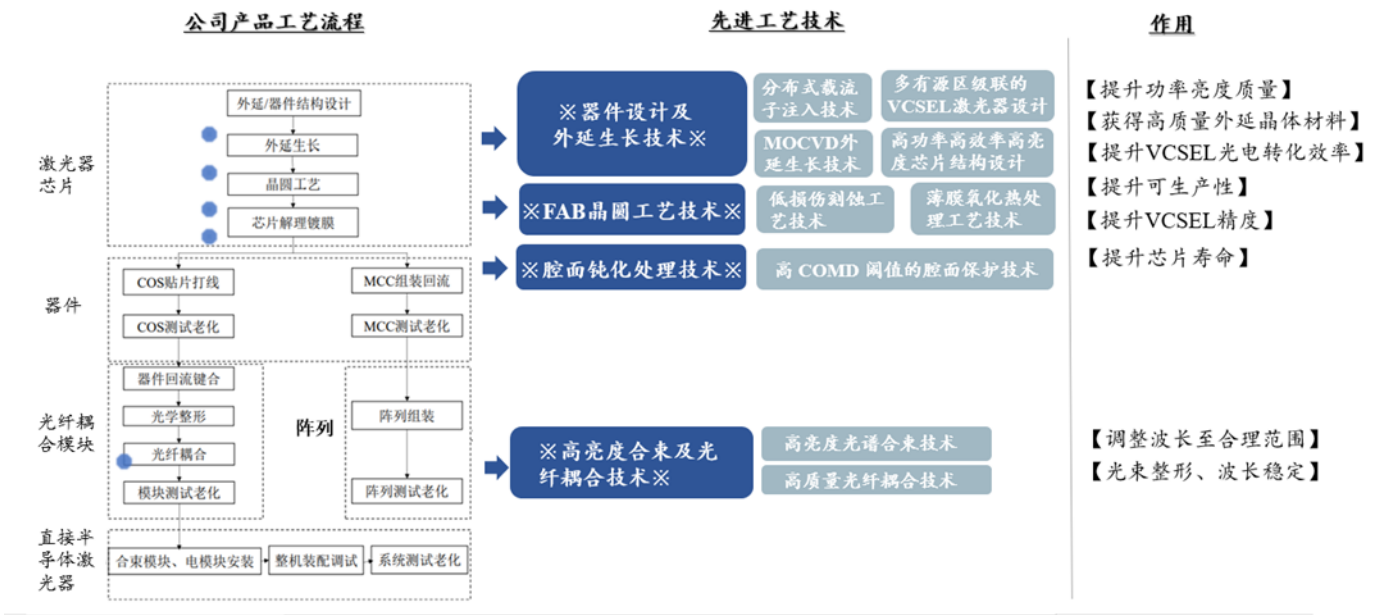
数据来源：Semiconductor、开源证券研究所

4、百舸争流，奋楫者先：壁垒深厚，强者恒强

4.1、技术积累丰富，产品性能跻身全球前列

储备多项技术，不断进行技术积累以应对复杂的发展趋势和下游多元的应用场景，打造自身核心竞争力。长光华芯储备了器件设计及外延生长技术、FAB 晶圆工艺技术、腔面钝化处理技术及高亮度合束及光纤耦合技术等诸多核心技术。覆盖单管芯片、巴条芯片、VCSEL 芯片、光纤耦合模块、InP(磷化铟)材料体系等。(1) 器件设计及外延生长技术提高外延材料质量，包括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）半导体激光器设计四个部分。通过以上自研技术，成功突破了外延技术的行业难点，实现大功率工作条件下的载流子平衡均匀分布，增加输出功率的同时保证器件寿命，为半导体激光芯片的制造提供高质量的外延晶体材料。(2) FAB 晶圆工艺提升晶圆良率，包括低损伤刻蚀工艺技术和薄膜氧化热处理工艺技术两个部分，有利于提高半导体激光芯片性能的一致性和可靠性，提高晶圆良率。(3) 腔面钝化处理技术提高芯片功率和寿命，能够降低激光器腔面的激光吸收从而减少热量产生，提高芯片抗损伤阈值、功率和寿命，实现了半导体激光芯片的产业化应用。(4) 高亮度合束及光纤耦合技术优化模块输出性能，包括高亮度光谱合束技术和高质量光纤耦合技术这两个部分。公司利用高亮度光谱合束技术，采用光栅+外腔结构进行波长选择性反馈，实现波长锁定，通过选择光栅参数将波长选择性反馈调整至合理的范围。高质量光纤耦合技术将光纤耦合模块出射激光进行光束整形、合束，然后耦合进光纤，提高光纤耦合模块的输出性能。

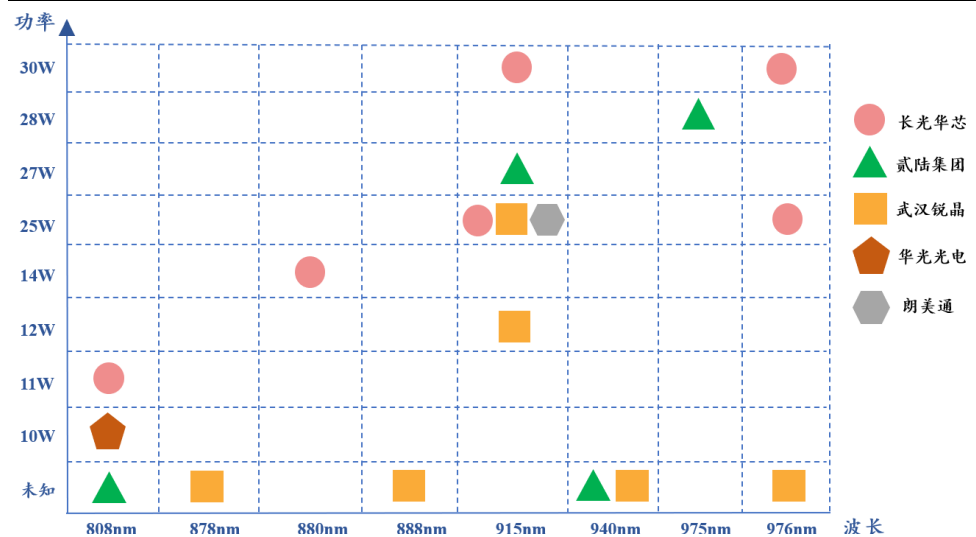
图44：四大先进工艺技术，提升激光芯片功率、寿命、光束质量、光电转化效率



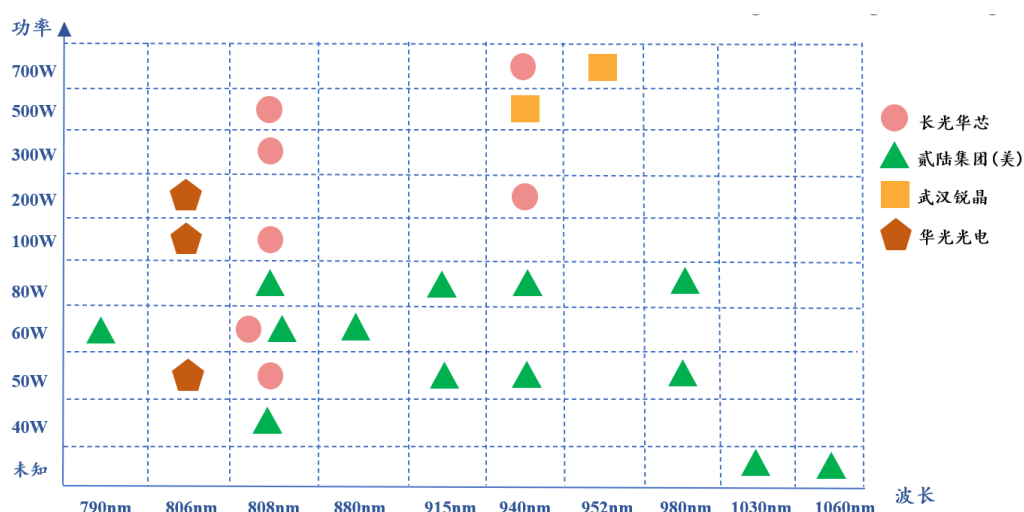
资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

长光华芯作为国内半导体激光芯片龙头，在可实现功率和电光转换效率等性能指标上已达到国内领先、国际先进水平。高功率单管和巴条芯片的功率及电光转换效率越高，波长种类越多，技术水平越高，下游应用领域越广泛。目前长光华芯高功率单管芯片可量产功率达到30W，波长范围覆盖808-1064nm，电光转换效率达到60-65%，具有高功率、高效率、高可靠性特点，已成功导入锐科激光、创鑫激光及大族激光等主流激光器及激光设备厂商。2021年在研项目中单管芯片有望实现40w功率输出。巴条领域，在100 μ m条宽附近，长光华芯高功率巴条芯片可实现100W连续激光输出及300W准连续激光输出，在200 μ m条宽附近，可实现200W连续激光输出及700W准连续激光输出，电光转换效率最大可达63%，性能达到国际先进水平。同时公司的产品线也在不断扩充，产品种类日益丰富，综合竞争力不断增强。

图45：长光华芯商业化单管芯片输出功率达到30W，波长范围覆盖808-1064nm



数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

图46：长光华芯巴条芯片可实现 200W 连续激光输出及 700W 准连续激光输出


数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

4.2、产能扩充突破规模瓶颈，业绩成长进入快车道

公司积极扩产业绩进入快速发展期。公司客户需求旺盛，产能成为近年制约公司规模扩大的主要瓶颈。2021 年 1 月，公司导入业内最大 6 寸晶圆生产线，芯片产能显著提升。公司单管芯片 2020 年产量为 484 万颗，2021 年仅上半年产量就达到 796 万颗，是 2020 全年水平的 1.6 倍。公司巴条芯片 2020 年产量为 4.6 万颗，2021 年上半年产量为 4.99 万颗，超过 2020 全年水平。在本次募投项目中，公司再次投资 5.99 亿元开展高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目，生产基地的建设及配套设备的购置将扩大公司产能规模，有望推动公司业绩进入快速成长期。

表5：2021 年上半年起长光华芯芯片产能大幅提升

	2018	2019	2020	2021 上半年
单管芯片				
产能	129 万颗	161 万颗	461 万颗	806 万颗
产量	116 万颗	166 万颗	484 万颗	796 万颗
产能利用率	90%	103%	105%	99%
巴条芯片				
产能	3.9 万颗	4.3 万颗	7.1 万颗	5.8 万颗
产量	2.1 万颗	3.7 万颗	4.6 万颗	4.99 万颗
产能利用率	54%	86%	64%	87%
单管器件及巴条器件				
产能	45.5 万个	62.6 万个	136.2 万个	88.3 万个
产量	40.3 万个	70.2 万个	125.7 万个	76.1 万个
产能利用率	89%	112%	92%	86%
光纤耦合模块及阵列模块				
产能	1.5 万个	4.9 万个	5.8 万个	4.9 万个
产量	1.7 万个	3.7 万个	6.4 万个	3.1 万个
产能利用率	115%	76%	112%	64%
直接半导体激光器				

产能	500 台	500 台	500 台
产量	60 台	115 台	193 台
产能利用率	12%	23%	39%

数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

规模效应叠加良率提升有望进一步增强公司核心竞争力。公司已经建成 3 寸和 6 寸半导体激光芯片量产线，构建了磷化铟、砷化镓两大材料体系和 EEL 和 VCSEL 发射两大工艺技术和制造平台。半导体激光行业内 3 寸量产线为主流产线规格，6 寸线是行业最大尺寸产线，相当于硅基 12 寸量产线水准。公司导入 6 寸产线后，规模效应进一步显现，相关芯片生产成本显著下降。2021 年上半年，单管芯片单位成本从 7.37 元/颗下降到 4.37 元/颗，降幅达 40.65%；巴条芯片生产成本从 51.64 元/颗下降到 34.86 元/颗，降幅达 32.48%。同时，大尺寸晶圆的应用使得材料利用率更高，技术提升使得产品波长和稳定性更加可控，2018 至 2020 年公司激光芯片生产的良率不断提高，复合增长率达到 33.40%。未来随着 6 寸晶圆生产线投产，现有产线自动化程度加深，生产工艺日趋完善，产品良率有望进一步提升，有力提升公司核心竞争力。

表6：2021 年 1 月导入 6 寸产线后芯片后单位生产成本显著下降

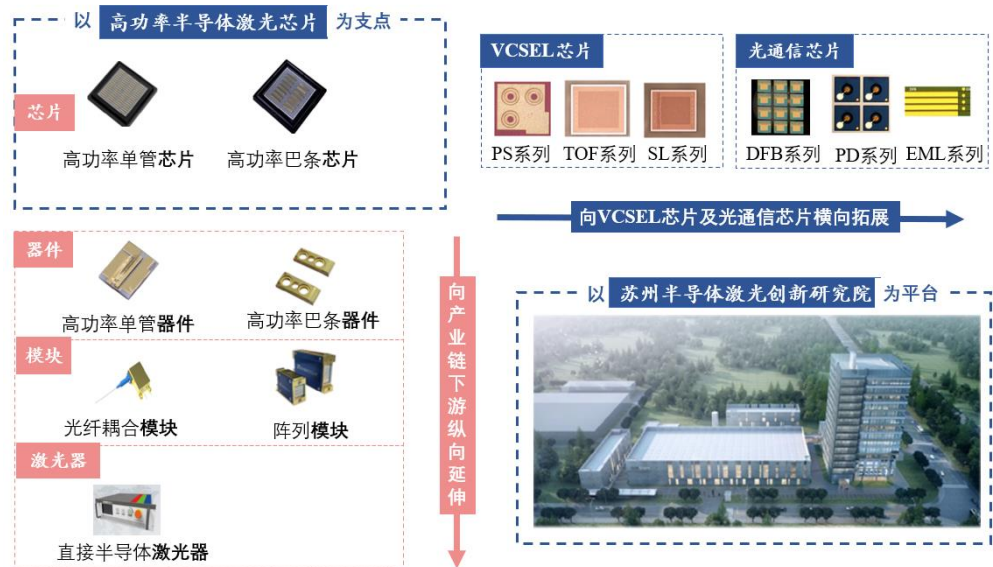
产品类型	2020 年度	2021 年上半年	变动	变动幅度
单管芯片	7.37 元/颗	4.37 元/颗	下降 2.99 元	下降 40.65%
巴条芯片	51.64 元/颗	34.86 元/颗	下降 16.77 元	下降 32.48%

数据来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

4.3、横向拓展，纵向延伸，打开成长空间

“一平台、一支点、横向拓展、纵向延伸”，市场空间全面打开。长光华芯以苏州半导体激光创新研究院为平台，攻坚半导体激光芯片领域尖端技术。以目前已经实现大规模量产出货的高功率半导体激光芯片为支点，横向向工艺、设备等均有较高复用性的 VCSEL 激光芯片及光通信芯片拓展，并建立了砷化镓和磷化铟两大材料体系。**在 VCSEL 芯片方面**，公司目前已经拓展了替代 LED 光源的 PS 系列、用于距离探测的 TOF 系列、以及用于产生结构光的 SL 系列产品。目前，公司的 VCSEL 产品已经通过有关客户的工艺认证，并在 2021 年上半年开始陆续量产交付，产品应用拓展到了激光雷达和 3D 传感领域。**而在通信领域**，光通信芯片是光电信号转换的核心，公司也已经具备了包含外延生长、光栅制造、条形刻蚀、封装筛选等完整工艺产线。未来公司有望在 3D 传感、激光雷达、光通信等领域广阔的市场中崭露头角。与此同时，基于高技术壁垒的芯片，公司也在逐步向市场规模更加广阔的激光器件、模块及直接半导体激光器等中下游器件、模组拓展，进一步打开成长空间。

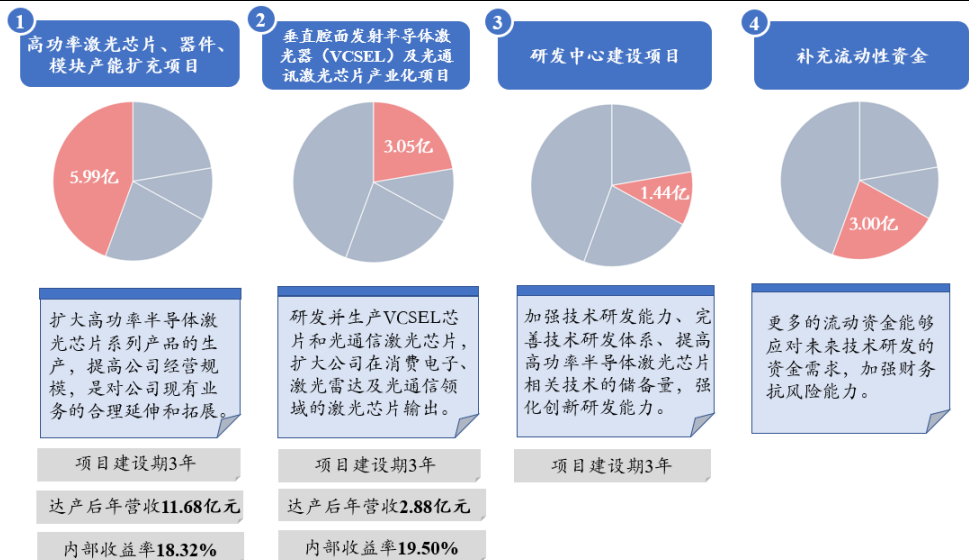
图47：以高功率半导体激光芯片为支点，横向拓展，纵向延伸



资料来源：长光华芯公司官网、开源证券研究所

公司 IPO 募资围绕“一平台、一支点、横向拓展、纵向延伸”的发展战略，扩充产能产品布局，增强技术储备，全面提升竞争力。(1)“高功率激光芯片、器件、模块产能扩充项目”拟投入 5.99 亿元扩充高功率芯片产能，提升市占率。(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”，拟投资 3.05 亿元研发并生产 VCSEL 激光芯片及光通信激光芯片，拓宽产品线。(4)“研发中心建设项目”，有望进一步夯实科研实力，巩固技术领先地位，实现可持续发展。

图48：募投项目围绕产能扩充、产品布局，技术储备三大方向开展



资料来源：长光华芯招股说明书、开源证券研究所

5、盈利预测与投资建议

关键假设：公司高功率单管系列产品受益 6 寸产线逐步投产，以及公司积极向中游器件、模块和激光器市场拓展，业绩有望实现快速提升；高功率巴条系列产品导入海外客户供应链，并在科研等领域应用有望实现稳步出货；同时公司在 VCSEL 进行产品和产能布局，有望打开消费电子、车载等新领域的成长空间。

首次覆盖，给予“买入”评级。长光华芯是国内稀缺的半导体激光芯片供应商，目前公司迅速扩产提升高功率半导体激光芯片产能，并向 VCSEL 和光通信芯片领域延伸，同时纵向布局器件、模块和激光器，有望乘国产替代东风实现业绩腾飞。预计公司 2022-2024 年归母净利润分别为 1.92/2.96/3.89 亿元，对应 EPS 分别为 1.37/2.14/3.15 元/股，当前股价对应 PE 分别为 55.4/35.5/24.1 倍，2022-2024 年 PE 与可比公司相近，基于公司强技术壁垒和优异成长性，首次覆盖，给予“买入”评级。

表7：可比公司估值参考（亿元、元/股）

股票代码	公司简称	最新收盘价	总市值	EPS			PE		
				2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E
688167.SH	炬光科技	110.00	98.96	1.40	2.63	3.92	75.4	40.1	26.9
600703.SH	三安光电	21.05	942.90	0.58	0.77	0.97	34.2	25.8	20.5
平均							54.8	33.0	23.7
688048.SH	长光华芯	75.18	101.94	1.37	2.14	3.15	55.4	35.5	24.1

数据来源：Wind、开源证券研究所（注：三安光电盈利预测采用 Wind 一致预期，收盘日期 2022 年 5 月 26 日）

6、风险提示

产品价格大幅波动、需求不及预期、芯片供应链受外部因素扰动。

附：财务预测摘要

资产负债表(百万元)	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
流动资产	407	470	878	1188	1870
现金	101	57	115	177	262
应收票据及应收账款	165	219	422	568	898
其他应收款	3	1	5	4	9
预付账款	5	11	16	25	36
存货	99	163	300	394	644
其他流动资产	34	20	20	20	20
非流动资产	330	513	500	657	853
长期投资	84	88	92	96	100
固定资产	105	131	141	281	443
无形资产	17	15	9	5	-1
其他非流动资产	124	280	257	275	310
资产总计	737	983	1378	1845	2722
流动负债	161	278	511	685	1164
短期借款	0	47	128	194	374
应付票据及应付账款	114	180	339	438	725
其他流动负债	47	52	44	54	65
非流动负债	69	68	60	97	119
长期借款	0	0	-7	30	51
其他非流动负债	69	68	68	68	68
负债合计	231	346	571	782	1283
少数股东权益	0	0	0	0	0
股本	102	102	136	136	136
资本公积	350	366	366	366	366
留存收益	55	170	356	612	985
归属母公司股东权益	506	637	806	1063	1439
负债和股东权益	737	983	1378	1845	2722

现金流量表(百万元)	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
经营活动现金流	-19	21	30	190	194
净利润	26	115	186	291	427
折旧摊销	8	24	30	42	63
财务费用	-0	3	3	6	12
投资损失	-4	-1	-0	-0	-0
营运资金变动	-72	-153	-188	-149	-305
其他经营现金流	23	33	-0	-0	-2
投资活动现金流	8	-120	-16	-198	-256
资本支出	112	132	-18	153	191
长期投资	116	10	-4	-4	-4
其他投资现金流	236	22	-38	-50	-69
筹资活动现金流	97	55	-53	11	-35
短期借款	0	47	-16	5	-2
长期借款	0	0	-7	37	21
普通股增加	19	0	34	0	0
资本公积增加	15	16	0	0	0
其他筹资现金流	63	-7	-65	-31	-55
现金净增加额	85	-44	-39	2	-97

利润表(百万元)	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入	247	429	717	1108	1640
营业成本	170	202	357	535	801
营业税金及附加	0	1	1	1	2
营业费用	17	22	36	56	83
管理费用	14	24	39	61	90
研发费用	60	86	143	211	312
财务费用	-0	3	3	6	12
资产减值损失	-5	-15	-22	-36	-53
其他收益	44	49	27	32	35
公允价值变动收益	0	0	0	0	2
投资净收益	4	1	0	0	0
资产处置收益	0	0	0	0	0
营业利润	24	122	186	307	431
营业外收入	0	0	0	0	0
营业外支出	0	0	0	0	0
利润总额	24	122	186	307	431
所得税	-3	7	0	16	4
净利润	26	115	186	291	427
少数股东损益	0	0	0	0	0
归母净利润	26	115	186	291	427
EBITDA	29	147	217	352	501
EPS(元)	0.19	0.85	1.37	2.14	3.15

主要财务比率	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
成长能力					
营业收入(%)	78.5	73.6	67.1	54.5	48.0
营业利润(%)	117.6	415.1	52.1	65.0	40.6
归属于母公司净利润(%)	-120.3	340.5	61.3	56.2	47.1
获利能力					
毛利率(%)	31.4	52.8	50.2	51.7	51.2
净利率(%)	10.6	26.9	25.9	26.2	26.1
ROE(%)	5.2	18.1	24.1	28.2	30.4
ROIC(%)	4.0	15.3	19.6	22.1	22.7
偿债能力					
资产负债率(%)	31.3	35.2	41.5	42.4	47.1
净负债比率(%)	-5.4	10.0	9.0	11.5	17.3
流动比率	2.5	1.7	1.7	1.7	1.6
速动比率	1.7	1.0	1.1	1.1	1.0
营运能力					
总资产周转率	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7
应收账款周转率	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2
应付账款周转率	2.1	1.4	1.4	1.4	1.4
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.19	0.85	1.37	2.14	3.15
每股经营现金流(最新摊薄)	-0.14	0.16	0.22	1.40	1.43
每股净资产(最新摊薄)	3.74	4.70	5.70	7.59	10.37
估值比率					
P/E	393.7	89.4	55.43	35.47	24.12
P/B	20.4	16.2	13.3	10.0	7.3
EV/EBITDA	357.3	70.7	47.8	29.7	21.1

数据来源：聚源、开源证券研究所

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的6~12个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中A股基准指数为沪深300指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普500或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于机密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户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。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层

邮编：200120

邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层

邮编：518000

邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层

邮编：100044

邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层

邮编：710065

邮箱：research@kysec.cn