

精细激光加工中佼佼者， 新兴应用打开成长空间

精细激光微加工领域佼佼者，产业链一体化优势显著

公司专注于激光精细微加工领域，聚焦于泛半导体、新型电子及新能源等应用领域，与同行业宏观激光加工设备对比，具有更新换代频率高、技术门槛高的特点。公司是业内少有的同时覆盖激光器和精密激光加工设备的厂商，公司产业链一体化优势显著，看好公司在激光精细微加工领域布局。

激光行业助力高质量生产，新兴应用迎来第二成长曲线

中国激光加工设备市场规模持续增长，预计 2022 年激光加工设备销售规模将达 900 亿元，其中工业生产领域占据 60%以上市场份额。受益泛半导体、新型电子等需求，激光设备市场规模持续扩大，随着新兴应用需求爆发，激光设备迎来第二成长曲线：1) 钙钛矿量产转化效率预计可以达 27%-28%，被产业认为是极具潜力的下一代光伏材料。国内公司和资本争先布局钙钛矿太阳能电池，带动新一轮设备投资，其中激光设备是价值占比为 20%。2) 碳化硅可以满足高温、高压、高频、大功率等条件下的应用需求，下游需求迎来高景气周期，利用激光加工工艺去替代传统机械式切割，大幅度提升产出效率；3) 新型显示方面随着 Mini LED 越来越多的商用，Micro LED 有望凭借高解析率、低功耗、高亮度等优势成为下一代显示技术，巨量转移设备未来发展前景广阔；4) 新能源汽车行业迎来高速增长，对激光设备需求越来越大，锂电池主要生产工艺涉及到的激光解决方案有：涂布、制片、密封、包装、焊接、组装、包装、打标等。5) 集成电路市场稳步增长，激光助力先进封装，激光可以提供解键合、开槽、改质切割、TGV 等领域解决方案。

超快激光器加速国产替代，激光设备市场有望迎高成长

国产超快激光器发展迅速，德龙激光拥有较强技术优势和市场竞争地位。公司 2020 年皮飞秒超快激光器市场占有率为 11.19%。在紫外飞秒激光器方面，德龙激光已量产最大输出功率为 30W 的激光器，促进高性能超快激光器的国产替代。

精细激光加工中佼佼者，新兴应用打开成长空间

我们预计 2022-2024 年营收 6.54/8.47/10.93 亿元，同比增长为 19.05%、29.50%、29.00%，归母净利润 0.86/1.17/1.62 亿元，EPS 为 0.83/1.13/1.57 元/股，对应 2023 年 PE 为 47X，我们选取行业可比公司大族激光、英诺激光、海目星、联赢激光、帝尔激光，2023 年平均 PE 估值为 31X。考虑到公司为精细激光加工中佼佼者，新兴应用打开成长空间。我们以 2023 年的 PE 为 80X 给予 6 个月目标价 90.56 元，给予“买入”评级。

风险提示：技术开发、原材料进口依赖、下游行业波动风险

德龙激光 (688170)

首次评级

买入

刘双锋

liushuangfeng@csc.com.cn

15013629685

SAC 执证编号：S1440520070002

SFC 中央编号：BNU539

孙芳芳

sunfangfang@csc.com.cn

15618077298

SAC 执证编号：S1440520060001

发布日期：2022 年 09 月 25 日

当前股价：52.8 元

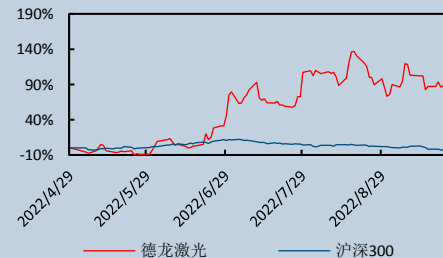
目标价格 6 个月：90.56 元

主要数据

股票价格绝对/相对市场表现 (%)

	1 个月	3 个月	12 个月
	-15.71/-8.38	57.73/68.96	76.85/97.4
12 月最高/最低价 (元)			74.0/25.2
总股本 (万股)			10,336.0
流通 A 股 (万股)			2,103.01
总市值 (亿元)			54.57
流通市值 (亿元)			11.1
近 3 月日均成交量 (万股)			294.32
主要股东			
赵裕兴			22.97%

股价表现



相关研究报告

目录

一、德龙激光：精细激光加工领域佼佼者，产业链一体化优势显著.....	4
1.1 专注于激光精细微加工领域，高度重视自主研发.....	4
1.2 产业链一体化优势显著，应用半导体、新能源等领域.....	5
1.3 自制激光器优势明显，钙钛矿及巨量转移设备实现突破.....	9
二、激光行业助力高质量生产，下游应用领域广泛.....	11
2.1 激光在工业制造、信息通讯等领域发挥重要作用.....	11
2.2 激光行业规模增长迅速，精细微加工推动国产化进程.....	15
2.3 受益泛半导体、新型电子等需求，激光设备市场规模持续扩大.....	17
2.4 钙钛矿、碳化硅等新兴领域需求爆发，激光设备迎来第二成长曲线.....	23
2.4.1 钙钛矿薄膜转换效率高，激光辅助加工前景广阔.....	23
2.4.2 SiC 市场迎来需求爆发，激光切割大幅提升产出效率.....	27
2.4.3 掌握巨量转移技术，布局 MicroLED 领域.....	30
2.4.4 新能源汽车持续增长，激光设备需求大放光彩.....	34
2.4.5 集成电路市场稳步增长，激光助力先进封装.....	38
三、超快激光器加速国产替代，激光设备市场有望迎高成长.....	40
3.1 激光器国产化加速，高功率仍有替代空间.....	40
3.2 国产超快激光器发展迅速，公司拥有较强技术优势.....	41
四、投资评价和建议.....	46
五、风险分析.....	48
六、报表预测.....	49

图表目录

图表 1: 德龙激光发展历程	4
图表 2: 公司股权结构 (截至 2022 年 6 月 30 日)	4
图表 3: 德龙激光 2022H1 研发费用大幅增加	5
图表 4: 精密激光加工设备主要产品类型及应用	6
图表 5: 激光器主要产品类型及应用	7
图表 6: 公司激光器产品演变历程	7
图表 7: 精密激光加工设备产能扩充建设项目	8
图表 8: 纳秒紫外激光器及超快激光器产能扩充建设项目	8
图表 9: 2018-2022H1 年公司营收情况	9
图表 10: 2018-2022H1 年公司归母净利润情况	9
图表 11: 2018-2021 年公司产品收入结构情况 (亿元)	9
图表 12: 2018-2021 年公司产品收入结构情况 (%)	9
图表 13: 2018-2021 年公司各业务毛利率情况 (%)	10
图表 14: 2018-2021 年德龙激光与可比公司毛利率对比	10
图表 15: 2019-2021 年公司搭载不同类型激光器的设备的毛利率 (%)	10
图表 16: 2019-2021 年公司搭载不同类型激光器的设备的收入占比 (%)	10
图表 17: 激光行业产业链示意图	11
图表 18: 激光加工优势	12
图表 19: 激光器原理与结构	12
图表 20: 激光器的分类	13
图表 21: 激光器的关键性能指标	14
图表 22: 激光下游应用领域	14
图表 23: 全球激光器市场规模	15
图表 24: 全球半导体激光器市场规模	15
图表 25: 2021 年全球激光器应用市场情况	15
图表 26: 2010-2022 年中国激光设备市场规模	16
图表 27: 2019-2021 年中国激光设备细分市场规 模 (亿元)	16
图表 28: 2014-2021 年国产纳秒紫外激光器出货量 (台)	17
图表 29: 2015-2021 年国产皮飞秒激光器出货量 (台)	17
图表 32: 2017-2026 年中国 LED 产值规模及预测 (亿元)	19
图表 39: 钙钛矿电池结构	24
图表 40: 不同光伏技术路径对比	24
图表 41: 国内主要钙钛矿生产厂商	25
图表 42: 钙钛矿核心设备应用环节	26
图表 43: 国内主要钙钛矿设备生产商	26
图表 44: 碳化硅功率器件应用领域	27
图表 45: 激光切割与机械切割对比	28
图表 46: 激光改质切割加工流程	28
图表 47: 碳化硅晶圆切割效果展示	28
图表 48: 冷分离技术	29
图表 49: 切割工艺对比	30
图表 50: Micro LED 为 LED 阵列微小化	30
图表 51: Micro LED 与其他 LED 对比	30
图表 52: Micro LED 显示器结构简单, 减小了显示器的厚度, 便于显示屏的集成	31
图表 53: LED 显示技术对比	31
图表 54: 2022 年上半年 Micro LED 资本动态	32

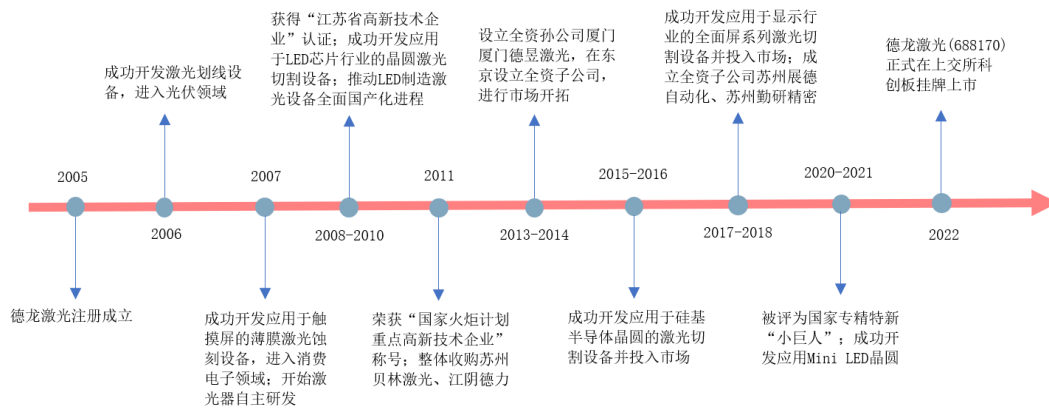
图表 55: 基于激光剥离技术的 Micro LED 工艺制程	33
图表 56: 巨量转移技术	33
图表 57: 锂电池主要生产工艺及激光解决方案	34
图表 58: 动力电池常见焊接应用	35
图表 59: 激光切割在动力电池领域的应用	36
图表 60: 激光清洗技术对比优势	37
图表 61: 激光打标示意图	37
图表 62: 2016-2025 年全球集成电路封装测试产业结构	38
图表 63: 激光解键合效果展示	39
图表 64: 不同开槽方案效果对比	39
图表 65: TGV 效果展示	39
图表 66: 2020 年中国光纤激光器市场销售份额	40
图表 67: 2021 年中国光纤激光器市场销售份额	40
图表 68: 2013-2020 年中国高中低功率光纤激光器国产化率	41
图表 69: 超快激光器国产化替代进程	42
图表 70: 国内外厂商超快激光器产品性能对比	42
图表 71: 公司超快激光器相关专利	43
图表 72: 2020 年德龙激光国产皮飞秒超快激光器市占率	44
图表 73: 公司主要客户	45
图表 74: 2021 年主营业务构成 (%)	46
图表 75: 2021 年精密激光加工设备构成 (亿元)	46
图表 76: 2021 年大族激光主营业务构成 (%)	46
图表 77: 2021 年海目星主营业务构成 (%)	46
图表 78: 2021 年帝尔激光主营业务构成 (%)	47
图表 79: 2021 年联赢激光主营业务构成 (%)	47
图表 1: 可比公司估值情况对比	47

一、德龙激光：精细激光加工领域佼佼者，产业链一体化优势显著

1.1 专注于激光精细微加工领域，高度重视自主研发

着眼于各种激光应用材料及工艺的前沿性研发，推出精密激光加工解决方案。德龙激光股份有限公司成立于 2005 年，位于苏州工业园区，于 2022 年 4 月在上交所科创板挂牌上市。公司的主营业务为精密激光加工设备 & 激光器的研发、生产、销售，并为客户提供激光设备租赁和激光加工服务，其中激光加工服务是公司在激光加工设备产业链的延伸。公司深耕于激光精细微加工领域，利用超快激光技术，为各种超薄、超硬、脆性、柔性、透明材料提供激光解决方案，致力于推动激光精细加工在制造业的进口替代和传统工艺替代。依托固体超快激光器技术、高精度运动控制技术自主研发的核心工艺，公司在半导体、面板显示、5G 等行业的激光工业应用领域，走在国产替代的前列。

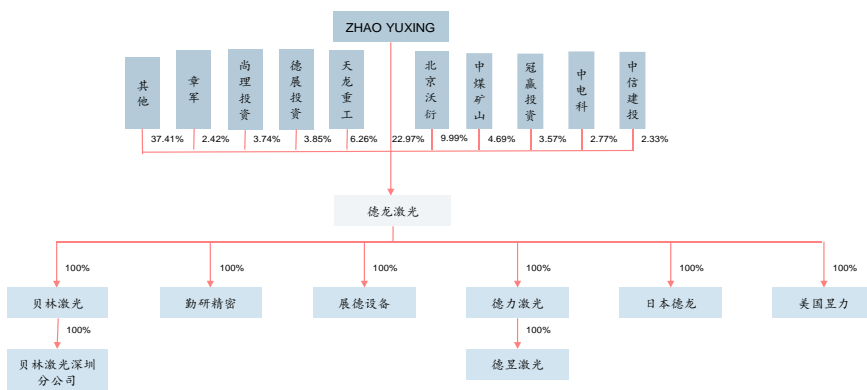
图表1：德龙激光发展历程



资料来源：公司官网，中信建投

公司实际控制人为 ZHAO YUXING 博士，现任公司董事长兼总经理，也是公司核心技术人员，持股比例为 22.97%。第二大股东为北京沃衍，持股比例为 9.99%，前十大股东持股比例为 62.59%，股权结构相对集中。

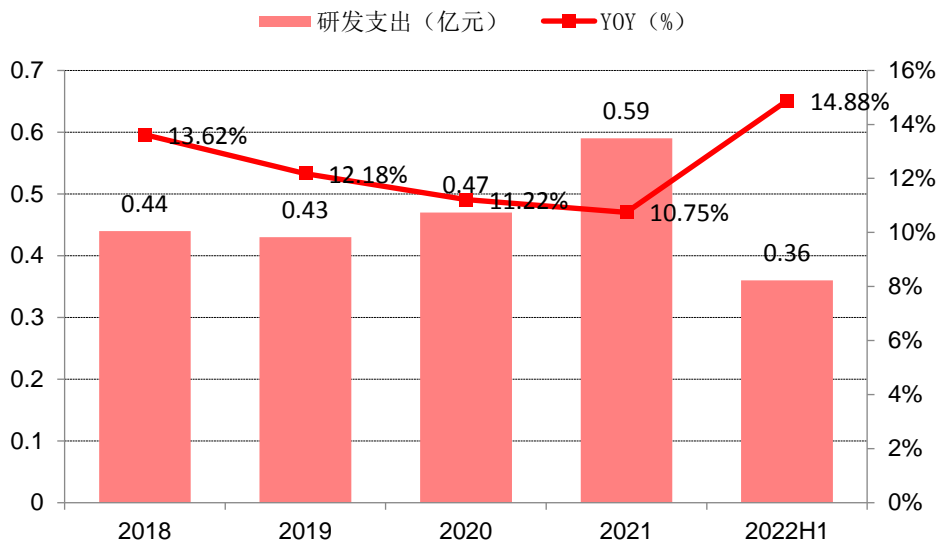
图表2：公司股权结构（截至 2022 年 6 月 30 日）



资料来源：德龙激光，中信建投

以技术创新为驱动，积累了多项核心技术。公司已形成了一支以 ZHAO YUXING 博士为核心的稳定、卓越的研发技术团队。公司董事长兼总经理 ZHAO YUXING 博士拥有 30 年以上的激光、光电行业领域学术研究经验，为行业内具有重要影响力的技术研发专家之一，2019 年获选激光领军人物宣传工作委员会“激光领军人物”称号。截至 2021 年底，公司研发人员占比超过 20%，核心技术人员任职时间均超过 10 年，积累了丰富的经验与成熟的工艺。截至 2022 年 6 月底，公司已获得发明专利 36 项（包含在中国台湾拥有 2 项发明专利）、实用新型专利 110 项和软件著作权 63 项。此外，公司获得了工信部“专精特新小巨人企业”、国家知识产权优势企业、江苏省高新技术企业、江苏省创新型企业、苏州市创新先锋企业等荣誉称号。2022 年上半年支出为 0.36 亿元，较上年同期增长 43.26%。研发主要投向半导体及新能源领域激光加工工艺技术，为公司后续发展持续提供动力。

图表3：德龙激光 2022H1 研发费用大幅增加



资料来源：德龙激光，中信建投

1.2 产业链一体化优势显著，应用半导体、新能源等领域

公司致力于激光精细微加工领域，聚焦于半导体及光学、显示、新型电子、新能源等应用领域，为客户提供激光加工解决方案。公司经过十多年的技术研发和工艺积累，在精密运动控制、激光加工工艺、特殊光学系统设计等诸多方面形成了关键核心技术，这也构成了公司的技术优势。目前，公司产品批量应用于碳化硅、氮化镓等第三代半导体材料晶圆划片、MEMS 芯片的切割、Mini LED 以及 5G 天线加工等。公司产品与服务主要分为四类，分别为精密激光加工设备、激光器、激光设备租赁和激光加工服务。

- **精密激光加工设备：**根据下游应用领域和技术路径的不同，公司精密激光加工设备主要分为半导体领域激光加工设备、显示领域激光加工设备、新型电子领域激光加工设备及新能源领域激光

加工设备。公司自设立以来专注于精密激光加工设备，多年来，面向市场应用领域，伴随着中国制造业的升级，着眼于技术含量高、应用前景好的方向，研究开发了多款精密激光加工设备。多年来，公司专注于激光应用领域，针对前沿应用，提前布局，较早地推出针对不同应用材料的激光加工设备，构建了公司持续研发的核心竞争力。

图表4：精密激光加工设备主要产品类型及应用

主要产品类型	产品名称	产品用途
半导体及光学激光加工设备	半导体晶圆激光隐形切割设备	主要应用于微波器件、功率器件的晶圆片的切割
	晶圆激光开槽设备 (low-k)	主要应用于半导体行业 40nm 及以下线宽的 low-k 晶圆的表面开槽，适用于表面需要进行划线或者开细槽加工的半导体晶圆
	LED 晶圆激光应力诱导切割设备	对 LED 照明行业的蓝宝石材料衬底的晶圆片进行隐形切割，亦适用于其他行业蓝宝石材料以及新一代 MiniLED
	Micro LED 剥离/巨量转移设备	利用激光能量分解氮化镓/蓝宝石接口处的氮化镓缓冲层，从而实现 LED 外延片从蓝宝石衬底分离；利用激光能量分解键合使用的特殊胶层，达到材料分离的目的
显示激光加工设备	全自动玻璃激光倒角设备	应用于手机、智能穿戴设备、车载等显示玻璃屏体的倒角工艺
	全自动偏光片激光切割设备	应用于手机、智能穿戴设备、TV 等玻璃显示屏体工艺制程，主要针对偏光片精修加工
	全自动柔性 OLED 模组激光切割设备	应用于 OLED 模组偏贴后工艺制程，主要解决柔性面板偏贴精度的问题
	OLED/LCD 激光修复设备	用于中小尺寸 AMOLED/LCD 显示器和液晶显示器的不良亮点的激光修复
	Mini/Micro LED 3D 激光刻蚀设备	采用激光方式实现三维导电线路的制作，解决传统印刷以及湿法方式无法实现的精度问题
	Micro LED 激光修复设备	满足 Micro LED 的激光修复，设备具有 Laser Trimming、Pad Cleaning 功能
新型电子领域激光加工设备	FPC/PCB 激光加工设备	主要应用于 LCP、MPI 等 5G 天线材料加工；FPC、PCB、软硬结合板等线路板材料加工
	陶瓷激光加工设备	主要应用于 LED (封装) 支架、陶瓷厚膜电路、陶瓷薄膜电路、高频线路板、被动元件厚膜电路基板、微晶铝外观件等陶瓷材料加工
	玻璃激光加工设备	主要应用于普通玻璃或化学强化玻璃的切割和钻孔
	薄膜激光蚀刻设备	主要应用于 PET 或玻璃基底上的银浆、铜导电涂层、ITO 及纳米银涂层的蚀刻加工
	汽车薄膜玻璃激光蚀刻设备	专门用于汽车前挡曲面玻璃表面的导电薄膜激光蚀刻作业
	光纤脉冲激光除膜设备	主要应用于锂电池返工制程电芯表面绝缘膜、结构胶的激光改性清洗，解决自动化加工
新能源领域激光加工设备	超快激光金属高品质打标设备	主要应用于锂电池电芯、模组、PACK 件的外观标记，采用超快激光，可在各种金属、塑胶等材料表面标记高对比、高分辨率的一维条形码、二维码、数字码
	钙钛矿薄膜太阳能激光加工设备	应用于钙钛矿薄膜太阳能前段的激光划线和清边
	太阳能电池片印刷网版激光刻蚀设备	用于太阳能和非太阳能丝网印板直写，PT 值 < 10 μ m，线宽一致性小于 1 μ m，锥度 < 6 μ m，同时该设备为抽丝蚀刻一体机

资料来源：德龙激光 2022 年半年度报告，中信建投

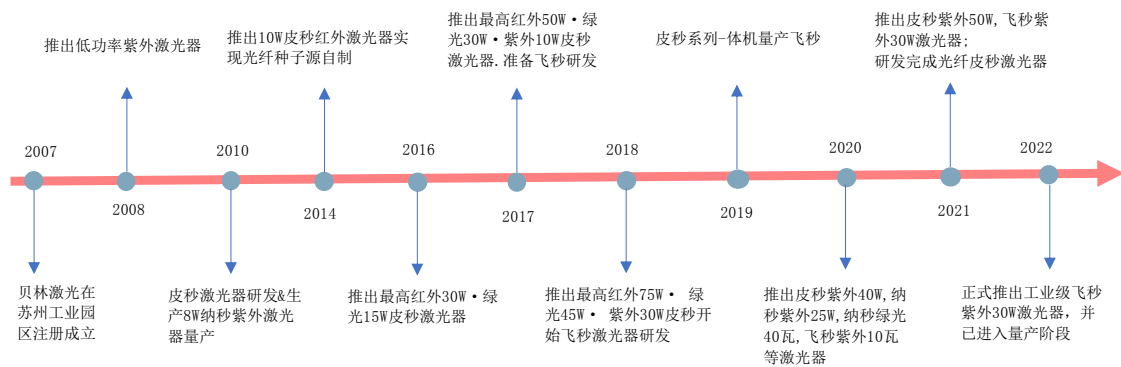
- 激光器：**公司激光器产品主要包括固体激光器及光纤超快激光器。按激光脉冲宽度划分主要包括纳秒激光器、皮秒激光器、飞秒激光器及可变脉宽激光器等。公司自产激光器主要用于公司配套生产精密激光加工设备，部分激光器对外销售。2022 年，公司正式推出工业级飞秒紫外 30W 激光器，并已进入量产阶段。**激光器是激光加工设备的核心，激光器的性能直接影响激光加工设备**

的品质和使用效果，尤其在超精密加工应用领域，对于激光器的质量和稳定性要求更为苛刻。通常来讲，激光器约占激光加工设备成本 30%-50%，掌握激光器核心技术，也是降低激光加工设备成本，提升设备竞争力的关键所在。为从源头掌握精密激光加工设备的核心技术和优势，公司自设立之日起专注固体激光器的研发、生产及销售。

图表5： 激光器主要产品类型及应用

产品类别	产品系列	应用领域
纳秒激光器	Coral 系列低功率纳秒激光一体机	应用于 3D 打印及增材制造、精细打标、油墨去除及打标、玻璃钻孔、科学研究等领域
	Marble 系列高功率纳秒激光一体机	应用于飞行打标、陶瓷钻孔、FPC 切割及科学研究等领域
皮秒激光器	Amber NX 系列	应用于 OLED 加工、半导体、玻璃 / 陶瓷加工、医疗、脆性材料加工、科学研究等领域
飞秒激光器	Axinite 系列	应用于玻璃/陶瓷加工、精确孔径和电极结构加工、太阳能、航空材料加工、材料微加工、半导体、医疗、科学研究等领域
可调脉宽激光器	APL 系列	应用于玻璃/陶瓷切割及钻孔、太阳能、医疗、材料微加工及科学研究等领域

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

图表6： 公司激光器产品演变历程


资料来源：德龙激光招股书，中信建投

- 激光设备租赁：**公司根据客户的需求，将激光设备租赁给客户使用，公司租赁业务模式主要集中于显示和消费电子领域。由于近几年显示领域技术更新迭代较快，消费电子下游客户需求和市场变化迅速，下游客户在不确定该项产品或技术的应用前景和市场规模时，通常不会大规模上生产线，而是采用租赁的方式采购加工设备，以满足自身的生产需求。
- 激光加工服务：**公司依托较强的研发实力和深厚的激光加工工艺，采用自主研发、生产的各类激光加工设备为客户进行激光切割、钻孔、刻蚀及焊接等激光加工服务；该等服务主要应用于半导体领域晶

圆切片、陶瓷封装基板的切割加工，消费电子领域的高硬度玻璃切割、陶瓷钻孔等，用以实现下游产品的精密加工制造。上述服务加工的材料涵盖硅/砷化镓/碳化硅、高硬度玻璃、陶瓷、蓝宝石及各种新型复合材料等。激光加工服务是公司在激光加工设备产业链的延伸，以满足产业链客户的不同需求。

募资扩充产能对应下游需求，增加核心技术研发投入。产能扩充建设项目的顺利实施，将有效提升公司激光加工设备、激光器的产能，增强公司的核心技术水平，进一步满足下游市场日益增长的需求。其中，精密激光加工设备产能扩充建设项目将利用公司成熟的工艺流程进行扩产建设，建成后，预计将实现年新增 380 台精密激光加工设备的生产能力；纳秒紫外激光器及超快激光器产能扩充建设项目将利用公司现有的生产技术，建成后预计可实现新增激光器年产能 1700 台，其中纳秒激光器 1200 台/年、皮秒激光器 400 台/年、飞秒激光器 100 台/年。募投项目的建设将有助于满足公司自身发展需求，巩固并扩大公司激光器产品的市场占有率，提升激光器国产化率。

图表7：精密激光加工设备产能扩充建设项目

产品名称	年增加产能(台)
半导体及光学应用激光设备	150
显示应用激光设备	50
消费电子应用激光设备	150
科研应用激光设备	30
合计	380

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

图表8：纳秒紫外激光器及超快激光器产能扩充建设项目

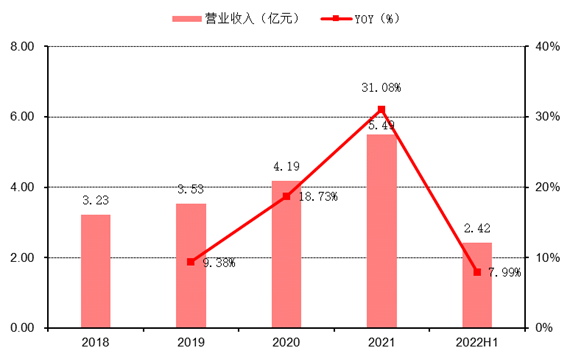
产品名称	规格/型号	年增加产能(台)
纳秒激光器	Coral 系列低功率	1000
	Marble 系列高功率	200
皮秒激光器	Amber	400
飞秒激光器	Anxinite	100
合计	合计	1700

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

1.3 自制激光器优势明显，钙钛矿及巨量转移设备实现突破

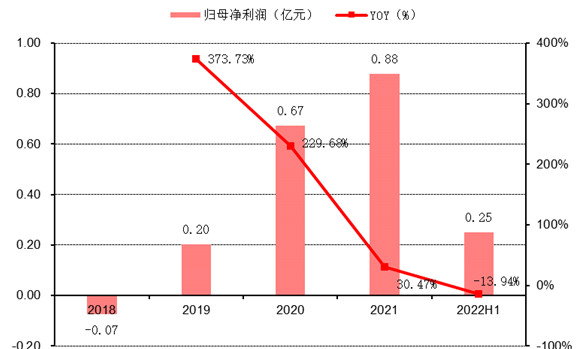
激光产业国产化进程的加速，公司营业收入持续增长。德龙激光着眼于技术含量高、应用前沿高端的方向，不断拓展激光精细微加工应用领域，助力国内制造业转型升级，发展态势良好。2018年-2022H1年，公司营业收入持续增长，经营业绩快速上升。2021年，公司营业收入为5.49亿元，同比增长31.08%；2021年归属于母公司所有者的净利润为0.88亿元，同比增长30.47%。2022H1，公司虽然受疫情一定影响，但是收入同比仍然实现了7.99%增长；归属于上市公司股东的净利润比上年同期减少13.94%，主要原因系研发费用同比增加43.26%，综合毛利率较去年同期下降了2.02个百分点。

图表9：2018-2022H1年公司营收情况



资料来源：Wind，中信建投

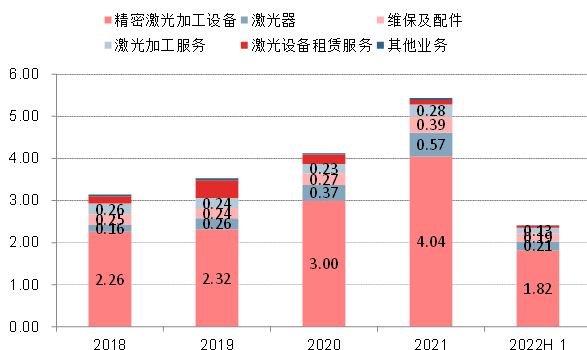
图表10：2018-2022H1年公司归母净利润情况



资料来源：Wind，中信建投

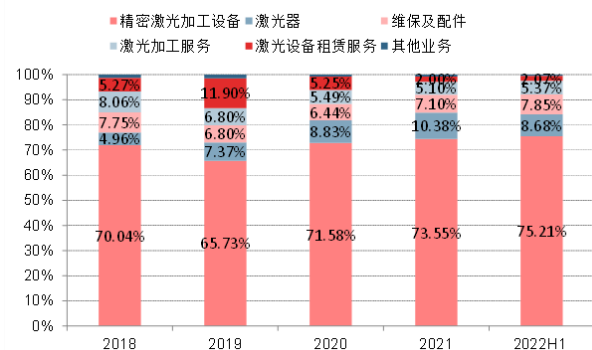
精密激光加工设备收入持续增加，钙钛矿及 Micro LED 激光巨量转移设备等实现突破。公司营业收入主要来源于主营业务收入，即精密激光加工设备和激光器的销售及相关服务所形成的收入。此外，2022年上半年，公司新布局的新能源业务实现了突破，网版印刷激光制版设备及钙钛矿薄膜电池生产用激光加工及自动化整段设备实现收入2,369.03万元，公司 Micro LED 激光巨量转移技术取得突破，已经通过客户测试验证，有望在下半年取得订单。激光器方面，公司研发的30W飞秒紫外激光器已经完成研发，实现工业化量产，有很好的国产替代前景。公司新开发的光纤超快激光器也在做进一步可靠性验证，有望在公司半导体领域部分设备上批量导入。

图表11：2018-2021年公司产品收入结构情况（亿元）



资料来源：Wind，中信建投

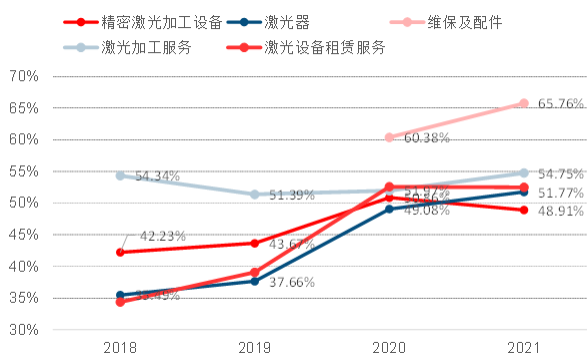
图表12：2018-2021年公司产品收入结构情况（%）



资料来源：Wind，中信建投

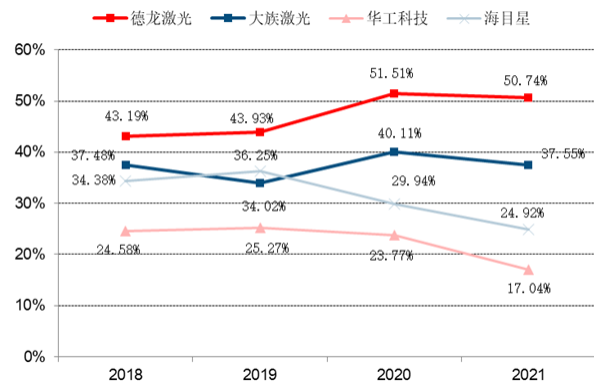
自制激光器优势明显，毛利率显著高于可比公司。公司产品应用领域与同行业公司具有差异：与同行业相比，公司产品集中于半导体及光学、显示、新型电子和新能源领域，上述领域产品具有更新换代频率高、技术门槛高的特点，加之公司系技术驱动型企业，一直致力于新产品、新技术、新工艺的前沿研究和开发，具有较强的技术储备。公司是国内为数不多的激光加工设备全产业链公司，不仅具有激光加工设备的研发及生产能力，最核心部件如激光器、运动控制平台自研、自产占比较高且逐年增加，公司多年来重视研发形成了核心竞争力，获取了更高的毛利率。公司自制激光器优势显著，2019年至2021年，公司搭载外购激光器的激光加工设备毛利率为38.28%、38.16%和39.42%，公司综合毛利率高于同行业公司主要系公司搭载自产激光器的激光加工设备毛利率较高所致。

图表13：2018-2021年公司各业务毛利率情况（%）



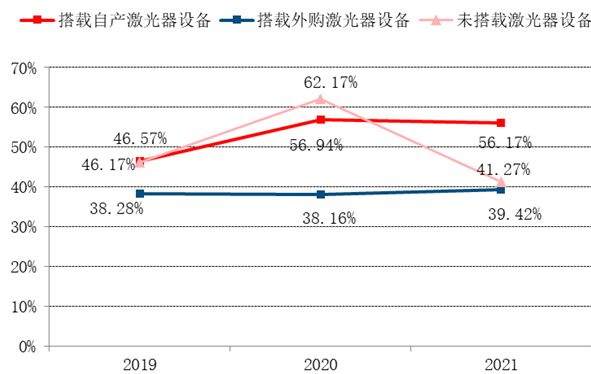
资料来源：Wind，中信建投

图表14：2018-2021年德龙激光与可比公司毛利率对比



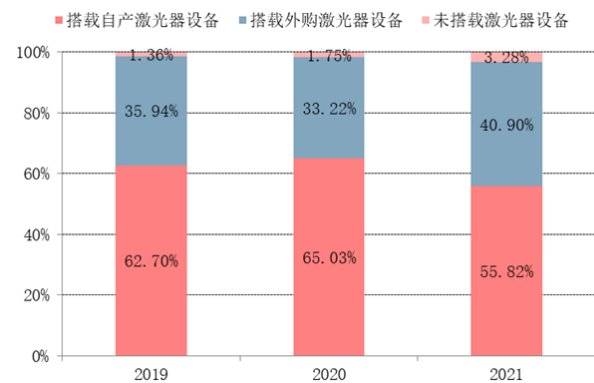
资料来源：Wind，中信建投

图表15：2019-2021年公司搭载不同类型激光器的设备的毛利率（%）



资料来源：德龙激光招股书，中信建投

图表16：2019-2021年公司搭载不同类型激光器的设备的收入占比（%）



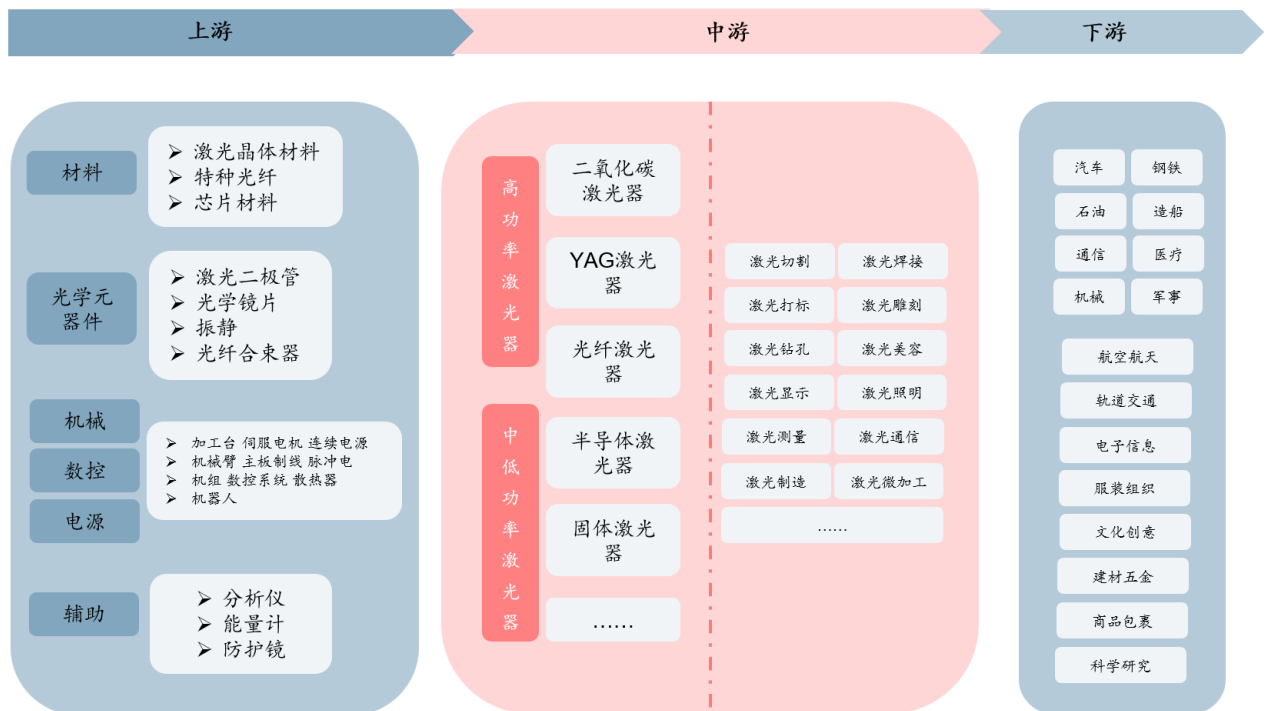
资料来源：德龙激光招股书，中信建投

二、激光行业助力高质量生产，下游应用领域广泛

2.1 激光在工业制造、信息通讯等领域发挥重要作用

激光是指特定的物质受到外部强能量激发而产生的光。相较于其他类型的光，激光具有发散度小、亮度高、单色性好、相干性好等一系列特点，因此被广泛地运用于工业制造、信息通讯、生物医药、科研军事等诸多领域，并在社会生产活动中发挥了极其重要的作用，激光也因此与计算机、原子能和半导体并称二十世纪的新四大发明。激光上下游产业链整体较为完备，激光器及其配套装置与设备位居产业链中游。与激光相关的产品和服务已经遍布全球，渗透到各行各业，形成了较为完备的产业链。激光器产业链上游主要包括光学材料、光学元器件、机械、数控、电源及辅助材料等，中游主要是各种激光器及其配套装置与设备，下游则以激光应用产品、激光制造装备、消费产品为主。

图表17：激光行业产业链示意图



资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

激光加工是利用高强度激光束进行加工的技术，与传统加工相比具备明显优势。激光加工是利用经光学系统聚焦后的高强度激光束与加工工件的相对运动来实现对材料（包括金属与非金属）进行加工的一门技术，广泛地应用于切割、蚀刻、焊接及精细微处理等诸多工业生产领域。激光加工具有输出能量集中、稳定的特点，能够较好地处理传统工艺方法较难处理的硬度大、熔点高的材料。激光加工设备是实现激光加工的工具，按照不同的用途，主要可以分为：激光切割设备、激光刻蚀设备、激光打标设备、激光焊接设备等。在精细微加工领域，激光具备切割质量好、切割效率高、切割速度快、非接触式切割、材料损伤小等特点。近年来，随着全球制造业逐步向精细化、智能化的方向发展，激光加工设备开始从航空航天、机械制造、动力能源等传统宏观

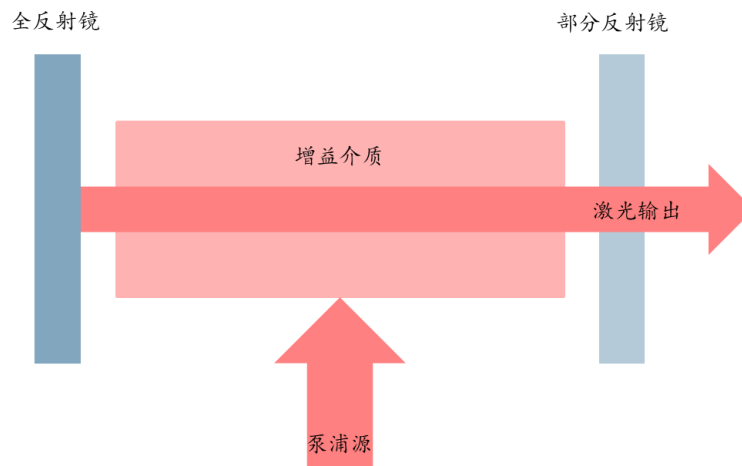
加工领域逐步渗透到显示面板、消费电子、集成电路等精细微制造领域，极大地推动了相关产业的发展和进步。未来，随着全球制造业升级的不断加快，新的生产需求和应用场景也将不断出现，激光加工设备的技术水平及应用领域也将得到进一步的发展。

图表18： 激光加工优势

优势	具体表现
无接触加工	无材料变形小，加工后表面光滑无需二次加工
效率高	加工速度远高于传统加工
降低材料损耗	减少母材和涂层损耗
加工范围广	可加工金属、非金属、复合材料、木材、高硬度或脆度、熔点高的材料
易自动化集成	激光光束易于导向、聚集和发散，易于控制其工作方向，容易自动化集成

资料来源：光电咨询，中信建投

激光器是激光的发生装置，主要由泵浦源、增益介质、谐振腔等组成。泵浦源是激光器的能量供给来源。增益介质是激光器的核心，会吸收泵浦源提供的能量并将激光放大。谐振腔是两面互相平行的镜子，其作用是把光线在反射镜间来回反射并多次经过增益介质，因而在缩短工作物质长度的同时还能放大激光功率。

图表19： 激光器原理与结构


资料来源：德龙激光招股书，中信建投

激光器可以按照增益介质、输出功率、工作方式、泵浦方式和输出波长等不同维度进行分类。其关键性能指标主要为不同波长范围的最大输出功率、重复频率范围、最大单脉冲能量和光束质量 M^2 。

(1) 按照增益介质的不同：激光器可以分为液体激光器、气体激光器和固体激光器（光纤、半导体、全固态、混合），其中光纤激光器由于增益介质较为特殊且占有较高的市场份额，学术及生产实践中一般会将其与其他固体激光器单独区分。目前发现可做增益介质的物质有近千种，常见的有掺稀土元素光纤、染料、惰性气体、二氧化碳、掺钕钇铝石榴石（YAG）和钛蓝宝石等。每类增益介质激光器具有不同的特点，不同的增益介质决定了激光波长等参数的不同。

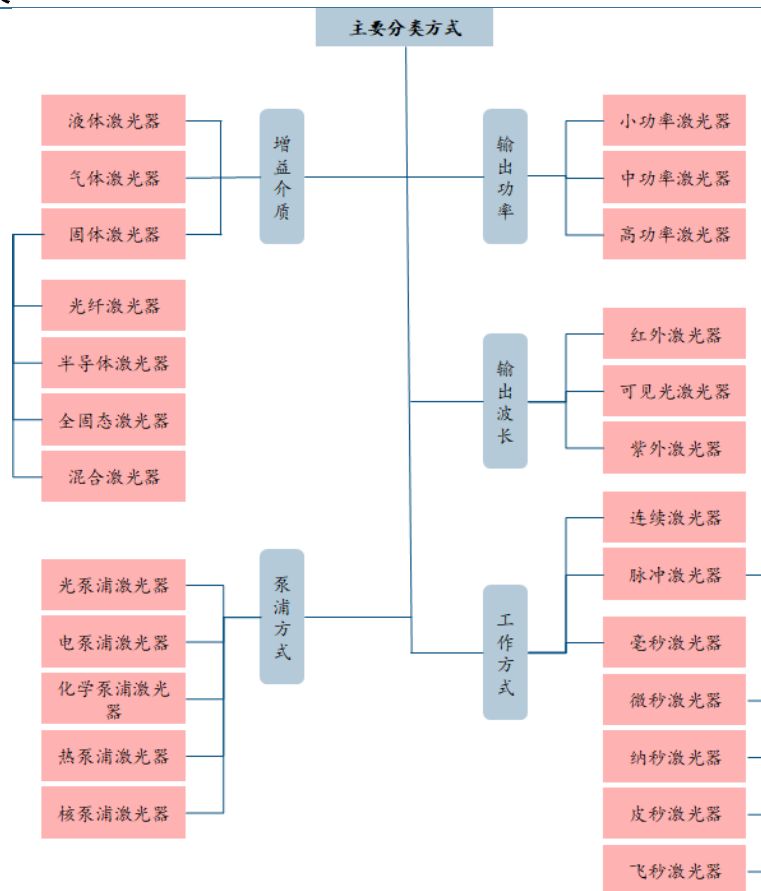
(2) 按照输出功率的不同：可以将光纤激光器分为小功率（0kW-1kW）、中功率（1kW-3kW）、高功率（3kW-6kW 以上）。而对于主要应用在精细微加工领域的固体激光器，实践中一般将 10W 以下的归类为低功率，10W 以上为中高功率。不同功率的激光器适应的应用场景各不同。

(3) **按工作方式的不同：**激光器可分为连续激光器和脉冲激光器。连续激光器可以在较长一段时间内连续输出，热效应高。脉冲激光器以脉冲形式输出，主要特点是峰值功率高，热效应小；根据脉冲时间长短，脉冲激光器可进一步分为长脉冲（毫秒、微秒）、短脉冲（纳秒）、超短脉冲（皮秒、飞秒）激光器，一般而言，脉冲宽度越窄、波长越短，可实现的加工精度越高。

(4) **按泵浦方式的不同：**激光器主要可以分为光泵浦激光器、电泵浦激光器、化学泵浦激光器、热泵浦激光器和核泵浦激光器。一般而言，不同类型的泵浦源是与激光晶体不同的吸收波长相适应的。

(5) **按输出波长的不同：**激光器可分为红外激光器、可见光激光器、紫外激光器等。不同结构的物质可吸收的光波长范围不同，因此需要各个波长的激光器应用于不同材料的精细加工。

图表20：激光器的分类



资料来源：德龙激光招股书，中信建投

图表21：激光器的关键性能指标

波长范围	关键指标	指标含义	评价方法
红外/绿光/紫外	最大输出功率	激光器可输出的最大平均功率值，与激光器的材料加工效率相关	越大越难
	重复频率范围	激光器可变重复频率的范围，调整重复频率可改变单位时间内激光脉冲数量，重复频率的选择取决于被加工材料的类型	越宽越难
	最大单脉冲能量	激光器单个脉冲所能达到的最大能量，单脉冲能量决定激光器的材料加工能力	越大越难
	光束质量 M ²	光束质量 M ² 越小代表激光器可获得更高的能量集中度和更小聚焦光束尺度从而更加适合精密加工需求	越小越难

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

激光加工设备下游应用广泛，涵盖材料加工与光刻、通信与光储存等多领域。下游面向各个行业的终端需求，根据应用场景的不同，对激光加工设备有一定的定制化需求。目前，激光加工设备应用十分广泛，主要包括：材料加工与光刻、通信与光储存、科研与军事、仪器与传感器、医疗与美容等多个领域。在宏观加工领域，汽车、火车、飞机、航空航天器等大型设备的焊接，几乎都由激光加工来实现；在微观加工中，激光加工设备更是广泛地应用于半导体、液晶显示、LED、OLED 等领域的精细微处理；在医疗美容中，激光技术的推广使用催生了激光手术、激光生物诊断、激光抗癌、激光美容等众多新型的医疗手段和商业生态。

图表22：激光下游应用领域

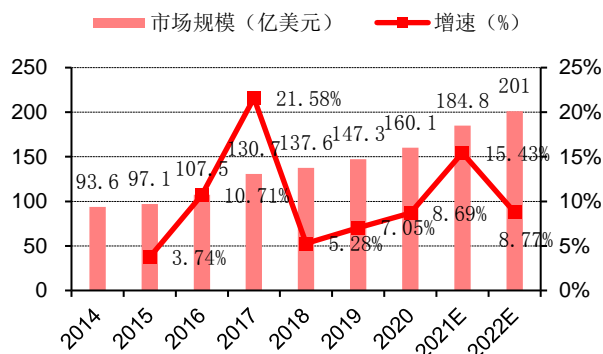
应用领域	打标/雕刻	切割/钻孔	焊接	精密加工	表面处理	增材制造
汽车	信息、控制面板	排气管、气囊	齿轮、喷射阀	油孔和放气孔	覆层和表面清理	原型
	PCB 面板	分离、打孔	精密焊接	通孔、晶片划线	激光直接成像	
	LCD/LED 面板	分离、打孔		蓝宝石切割	LTPS 退火、显示器修复	
	OLED 面板	分离、异形切割		LLO、晶圆切片	LTPS 退火、显示器修复	
电子	玻璃/陶瓷	玻璃划片			抛光	
	外壳 打标	打孔	结构件		PVD 清洁	
	摄像头	镜头和镜头盖			镜头抛光	
	指纹识别	蓝宝石			抛光	
电池	面板	电极	电子管、注入孔、电极、包覆层、极耳、制片密封订、防爆阀、顶盖		金属表面清洁、电极湿化学干燥	
		制片				
光伏	电池片、组件	激光消融、开槽、打孔		激光划片、裂片、掺杂	激光清洗、修复	
航天	面板	划桨叶、叶片			覆层、表面清洗	涡轮
医药	医疗工具和设备	医用导管切割	电极	精密零件	抛光硬化	
	植入装置	支架、传感器	密封	支架、起搏器		牙科产品

资料来源：光电咨询，中信建投

2.2 激光行业规模增长迅速，精细微加工推动国产化进程

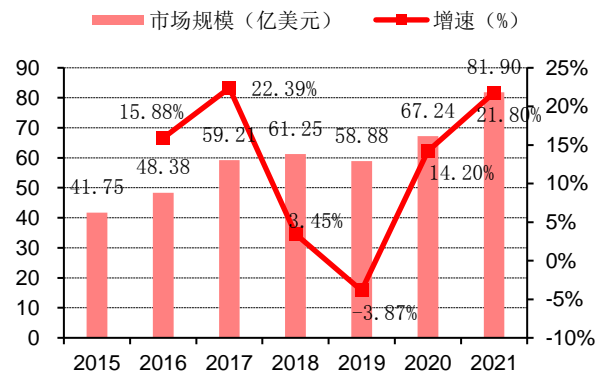
全球激光器市场高速成长，半导体激光器市场规模超过 80 亿美元。根据 Laser Focus World 数据统计，近年来，全球激光器收入整体呈现增长趋势，从 2014 年的 93.6 亿美元增长至 2020 年的 160.1 亿美元，年均复合增长率达 9.36%。预计全球激光器销售总额有望继续取得 9% 左右的增长，达到 201 亿美元。半导体激光器具有重量轻、体积小、使用寿命长等诸多优势，各种应用领域对半导体激光器的需求正不断攀升，预计将推动市场收入的增长。据 Emergent Research 的报告分析，全球半导体激光器市场规模在 2021 年达到 81.9 亿美元，预计 2022-2030 年期间营收的年复合增长率为 6.7%。

图表23：全球激光器市场规模



资料来源：Laser Focus World，中信建投

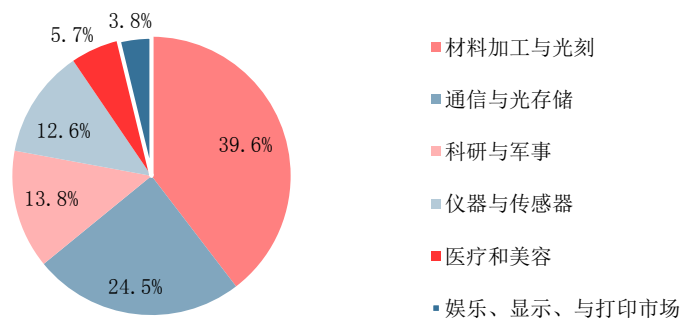
图表24：全球半导体激光器市场规模



资料来源：Emergent Research，中信建投

从细分应用领域上来看，材料加工与光刻目前仍是激光器的第一大应用领域，据 Laser Focus World 统计，2020 年，激光材料加工和光刻应用市场仍以 63 亿美元销售收入占据最大市场份额，占到全球激光器收入的 39.6%；通信与光存储应用市场销售收入为 39 亿美元，占比为 24.5%，位居第二；科研与军事、仪器与传感器等市场销售收入紧随其后，行业下游应用端呈现出明显的扩散式发展态势。

图表25：2021 年全球激光器应用市场情况

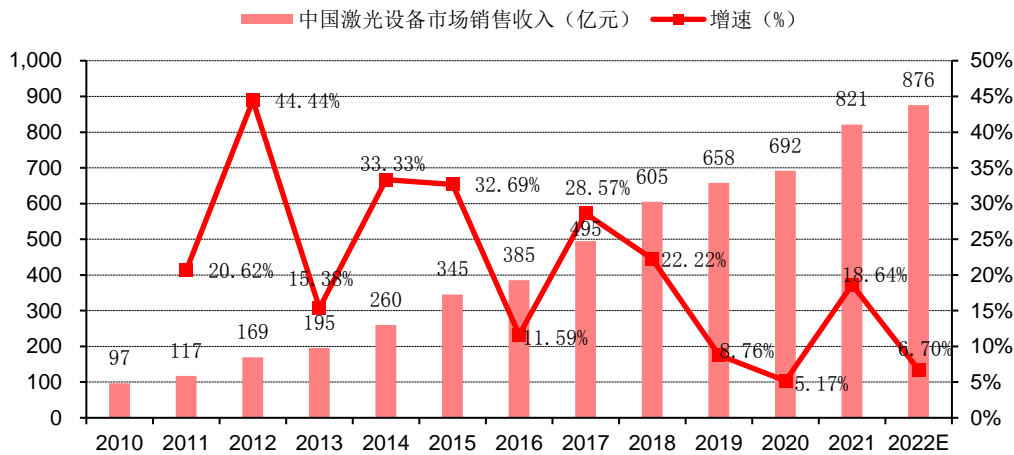


资料来源：Laser Focus World，中信建投

中国激光加工设备市场规模持续增长，预计 2022 年激光加工设备销售规模将达 900 亿元。据《2022 中国

激光产业发展报告》数据显示，2010-2021 年中国激光设备销售规模由 97 亿元持续增长至 821 亿元，CAGR 达 21.43%。其中 2010-2018 年中国激光设备销售收入始终维持在两位数的高同比增速，2019-2020 年受国际贸易摩擦和疫情影响，增速有所放缓，但 2020 年销售额依旧达到 692 亿元，同比增长 5.2%，2021 年激光加工设备销售收入为 821 亿元，同比增长 18.64%。未来，随着技术差距的进一步缩小，预计国产激光器功率和性能将逐步提高，激光设备核心零部件的国产化率也将进一步提升。与此同时，随着中国制造业转型升级加速，激光传统加工领域及高端制造市场整体均得到较快发展。此外，如激光医疗、激光雷达、激光显示、激光检测等新兴激光应用的蓬勃发展，国内激光领域的市场也将得到更加充分的展开。预计 2022 年中国激光设备销售规模为 876-900 亿元，同比增长 6.70%-9.62%。

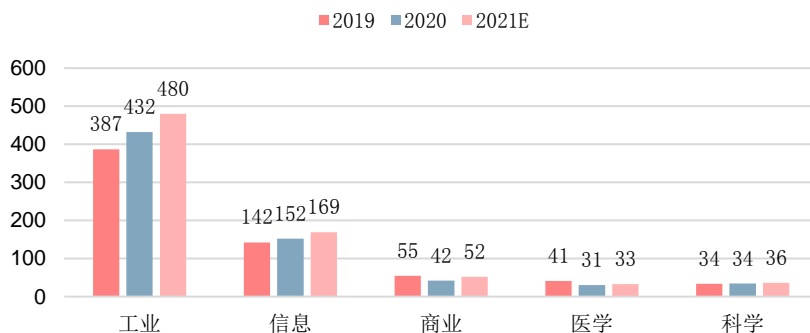
图表26： 2010-2022 年中国激光设备市场规模



资料来源：《2022 中国激光产业发展报告》，中信建投

中国激光设备市场中，工业生产领域占据 60% 以上的市场份额。中国作为全球最大的制造业国家，激光设备目前主要应用于工业生产之中。据《2021 中国激光产业发展报告》统计，2020 年，工业领域激光设备销售收入为 432.1 亿元，占全市场销售收入的比重为 62.53%；信息领域激光设备销售收入为 152.2 亿元，占比为 22.03%；商业、科研和医用激光设备占比则均未超过 10%，分别以 41.8 亿元、34.3 亿元和 30.6 亿元位列三、四、五位。预计 2021 年中国激光设备市场规模还将继续增长，其中工业用激光设备依旧是最为主要的增长点。

图表27： 2019-2021 年中国激光设备细分市场（亿元）



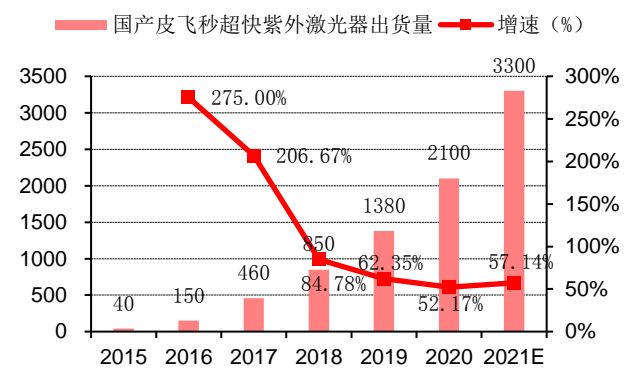
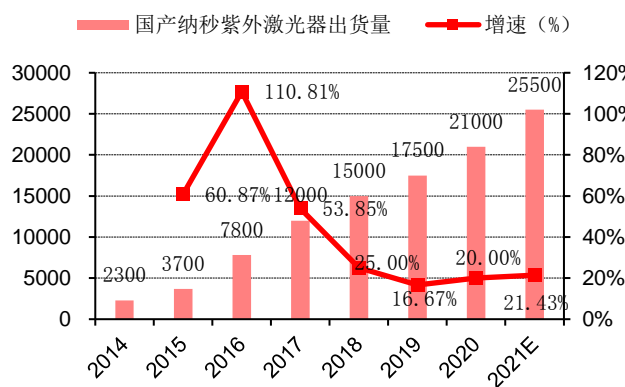
资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

激光精细微加工为高端精密制造领域的核心加工手段，拉动国产激光产品出货量高速增长。激光精细微

加工一般指利用激光手段在微米级别的精度下对材料器件进行加工的工艺过程。激光精细微加工则凭借其精度高、柔性强、热效应小、适用面广等优势，逐步成为高端精密制造领域的核心加工手段。从具体的激光器类别上来看，固体激光器尤其是短波长、短脉宽的紫外皮秒、紫外飞秒激光器，在目前的激光精细微加工领域应用最为前沿。从市场容量上看，根据《2021 中国激光产业发展报告》，国产纳秒紫外激光器的出货量已由 2014 年的 2300 台增长至 2020 年的 21000 台，复合增速达 44.57%，预计 2021 年还将进一步增长至 25500 台；而国产皮飞秒超快激光器出货量已由 2015 年的 40 台增长至 2020 年的 2100 台，5 年间增长超 50 倍，预计 2021 年还将进一步大幅增长至 3300 台。从输出功率上来看，国产纳秒紫外激光器和皮飞秒超快激光器也从早期的 3-5W 提高到了目前的 30-40W，逐步向世界先进水平靠拢。受下游旺盛需求的持续驱动，预计未来国产激光器出货量还将保持较快增长。

图表28： 2014-2021 年国产纳秒紫外激光器出货量（台）

图表29： 2015-2021 年国产皮飞秒超快激光器出货量（台）



资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

2.3 受益泛半导体、新型电子等需求，激光设备市场规模持续扩大

激光加工设备的下游应用可分为宏观领域和微观领域两大类。宏观领域的激光加工设备主要装载大功率光纤激光器，用于大型材料的切割、焊接、覆层及表面清理，在微观领域则以固体激光器为主，相关精密激光加工设备主要应用于半导体及光学、显示、新型电子、新能源以及科研领域。

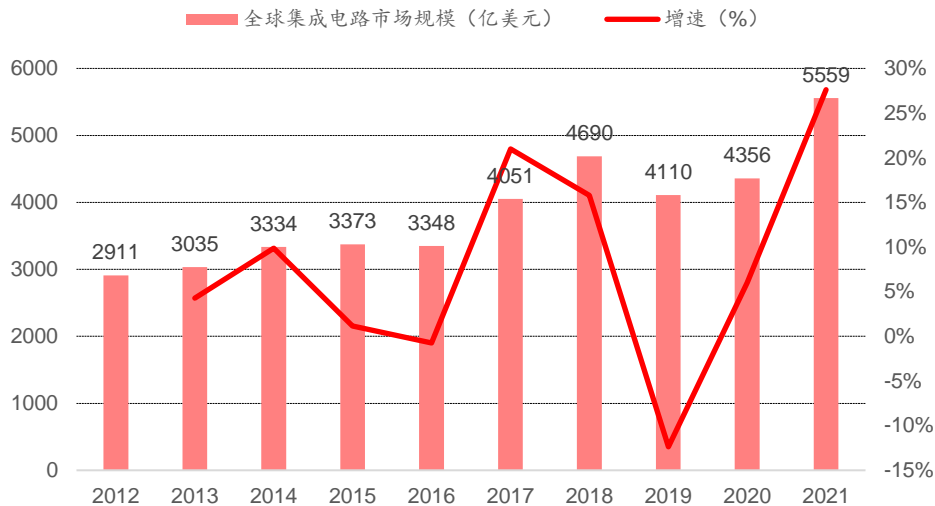
（1）半导体及光学领域

半导体产品主要包括 LED、集成电路、分立器件、光电子器件等产品大类，其中尤以集成电路占主导地位，并在电视、电脑、智能电网、汽车电子等领域有着广泛的应用。激光加工设备在本领域主要应用于集成电路和 LED 芯片的晶圆切割、刻蚀，以及对光学镜头中光学镀膜玻璃的切割处理等方面。

A、集成电路领域

在全球范围内,受益于人工智能、物联网等新兴产业的崛起以及通信、计算机、消费电子、智能电网和医疗电子等应用领域需求带动,近年来全球集成电路市场规模整体呈现出不断扩大的态势。2012-2020 年间全球集成电路市场规模总量已由 2911 亿美元增长至 5559 亿美元。2019 年全球集成电路市场规模出现了一定程度的回落,主要系硅材料供应周期和国际贸易摩擦等因素的影响,而随着贸易争端逐步缓和以及下游产业链需求逐步复苏,2020 年集成电路市场重回增长趋势。

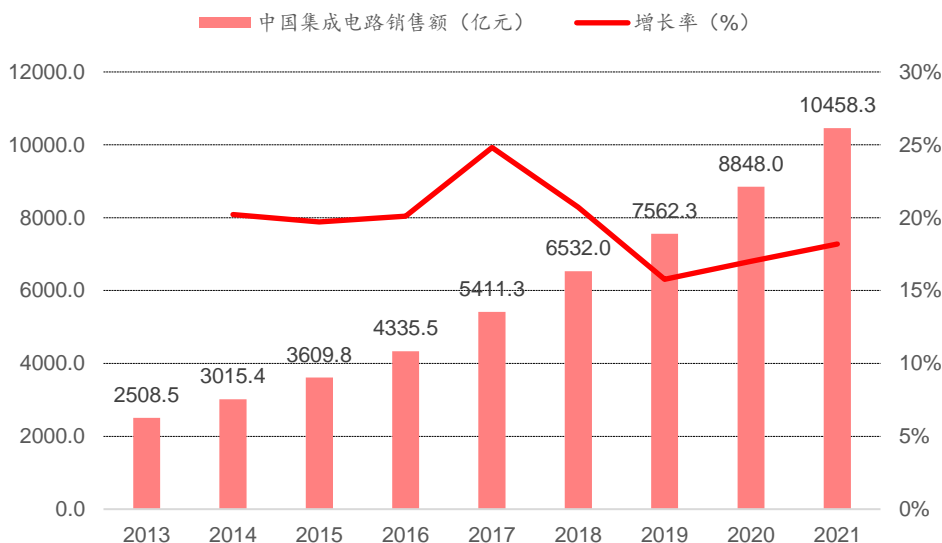
图表30: 2012-2021 年全球集成电路市场规模及增速



资料来源: SIA, 中信建投

我国集成电路产业进入快速发展期,刺激激光器及加工设备需求。从国内来看,受集成电路产业政策驱动,2021 年是中国“十四五”开局之年,在国内宏观经济运行良好的驱动下,国内集成电路产业继续保持快速、平稳增长态势,2021 年中国集成电路产业首次突破万亿元。中国半导体行业协会统计,2021 年中国集成电路产业销售额为 10458.3 亿元,同比增长 18.2%。随着国家产业政策的引导和支持,未来我国集成电路制造企业的产能将进一步释放,也会进一步刺激对相关精密激光加工设备和激光器的需求。

图表31: 2013-2021 年中国集成电路市场规模及增速



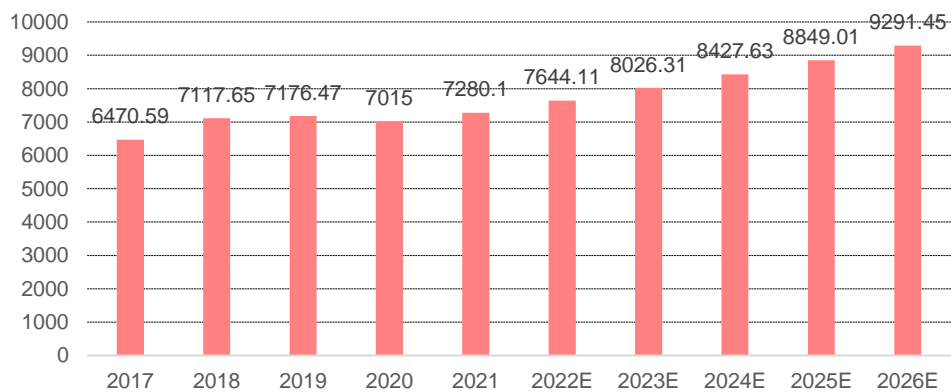
资料来源：中国半导体协会，中信建投

B、LED 领域

相比传统的金刚刀划片，激光划片可显著提升 LED 晶圆切割的良率、效率和材料利用率。在 LED 制造过程中，LED 激光划片已经成为十分成熟且普及的应用工艺，与传统的金刚刀划片方式相比，激光划片带来的晶圆微裂纹以及其他损伤更小，尤其是隐形切割，使得晶圆颗粒之间更紧密，良品合格率更高；在维持同等亮度的条件下，其切割速度可以达到 100mm/s 以上，是刀具切割的数倍，实现了生产效率的大幅提升。在激光划片工艺加工过程中，LED 晶圆的亮度没有明显损耗，这样可以降低划片所需的辐射光功率，成品 LED 器件的可靠性也大大提高。LED 刻划线条较传统的机械刻划窄得多，所以使得材料利用率显著提高。

受益于行业景气度及产能扩张，LED 产值将高速增长。2021 年中国 LED 产值约为 7280 亿元，预计 2026 年将增长到 9291.45 亿元。未来 Mini LED 也将快速增长，预计 2026 年 Mini LED 背光模组市场空间将达到 1250 亿元，其中大尺寸背光模组市场规模为 900 亿元，中尺寸背光模组市场规模为 350 亿元。

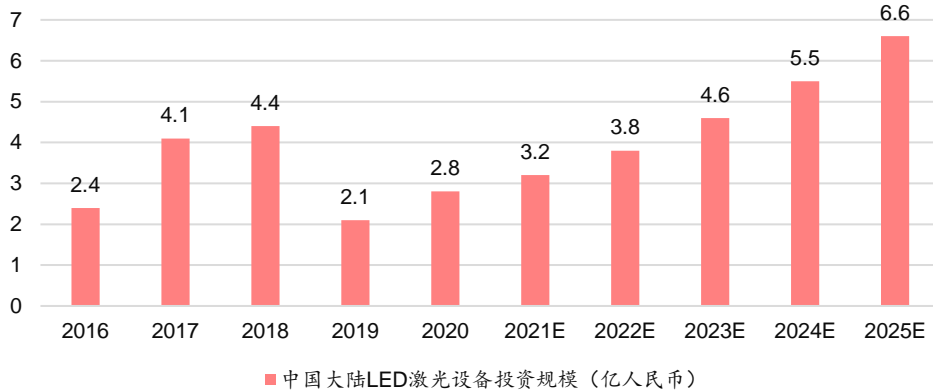
图表32： 2017-2026 年中国 LED 产值规模及预测（亿元）



资料来源：亿渡数据，中信建投

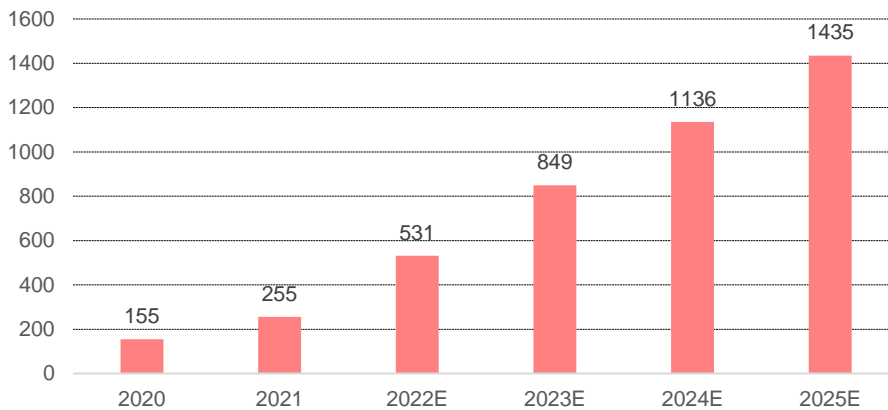
Mini/Micro LED 商用落地带动 LED 行业重回快速增长通道，LED 激光设备市场深度受益。LED 显示具有高亮度、可实现超大尺寸等特点，已大规模替代 LCD 显示产品，Micro LED 性能最佳，但目前成本昂贵，而 Mini LED 则是 Micro LED 量产前的过渡阶段产品。LED 激光设备主要为激光划片机，据 CINNO Research 数据，2016-2018 年，受益于 LED 行业的发展以及激光划片机逐步取代金刚石刀具成为市场主流，LED 激光设备投资规模达到 4-5 亿元，随着 2019 年后 LED 景气度回落，激光设备投资也下降至 2-3 亿元。未来随着 Mini LED 商用加速，特别是 Micro LED 等新型显示技术的逐步成熟量产，预计 LED 行业将重回快速成长通道，相关激光设备也将从切割设备扩展为切割、裂片、剥离、修复等多种设备，有望带动中国大陆 LED 相关激光设备市场规模突破 6 亿元，预计 2025 年达到 6.6 亿元规模。

图表33： 2016-2025 年中国大陆 LED 激光设备投资规模趋势



资料来源: CINNO Research, 中信建投

图表34： Mini LED 设备市场规模预测 (万台)



资料来源: DIGITIMES, 中信建投

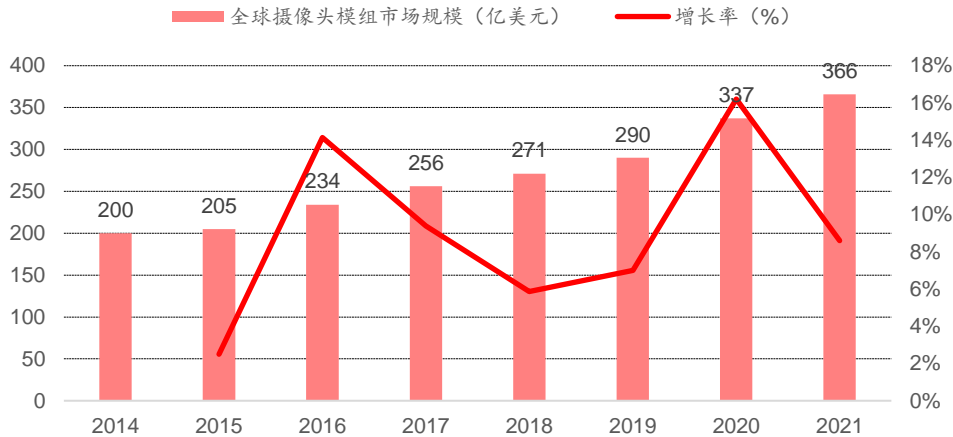
C、光学领域

全球及中国摄像头模组市场空间广阔，预计将维持长期增长。伴随全球智能手机、平板电脑、视频监控系统市场快速发展，摄像头模组出货量呈现出持续增长的态势。据 IMARC Group 统计，2021 年全球摄像头模组市场已达 366 亿美元，预计在 2027 年达 631 亿美元，2022-2027 年复合增速将达 8.70%，我国是全球智能手机的主要生产国和消费国，据中国信通院及头豹研究院数据，2015 年我国智能手机摄像头市场规模为 10.9 亿个，2019 年增长至 13.8 亿个，复合增长率约为 6.08%。

摄像头模组市场拉动红外截止滤光片和光学镜头需求，同步提升激光加工设备用量。根据头豹研究院的数据，摄像头模组中红外截止滤光片和光学镜头的成本占比大致分别为 5% 和 15%，由此可粗略估算出 2024 年其

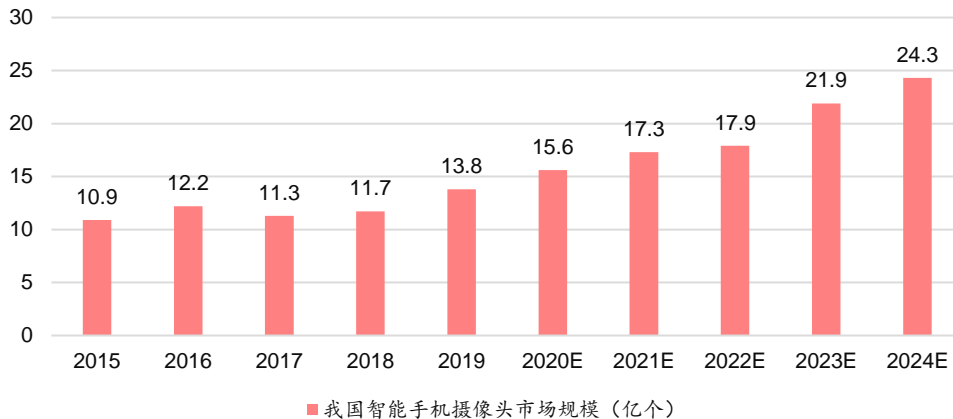
各自市场规模将分别达到 22.5 亿美元和 67.5 亿美元，发展前景十分广阔。激光加工设备在光学领域主要用于高清摄像头模组光学部件（主要是红外截止滤光片和光学镜头）的加工处理，将获得更大市场空间。

图表35： 2014-2021 年全球摄像头模组市场规模



资料来源：IMARC Group，中信建投

图表36： 2015-2024 年中国智能手机摄像头市场规模及预测



资料来源：中国信通院、头豹研究院，中信建投

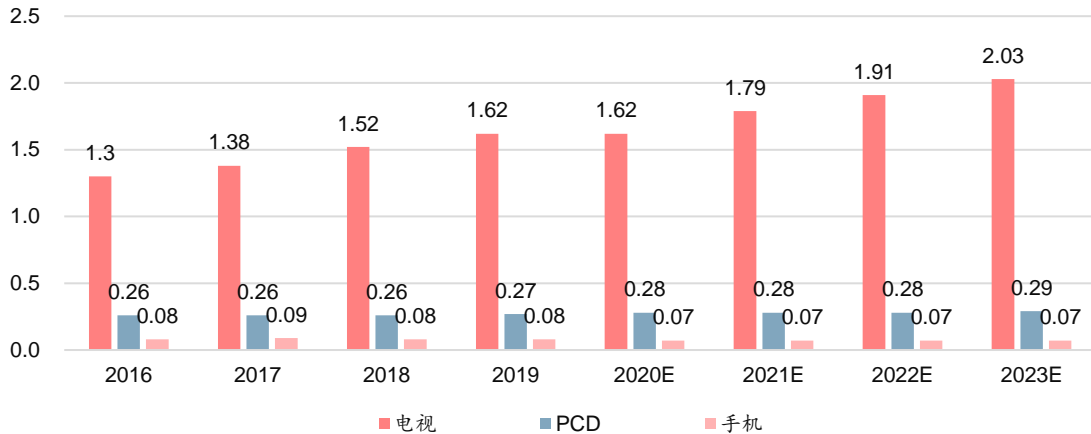
(2) 显示领域

显示市场是激光加工设备极其重要的应用领域。目前市场上主要的显示技术包括液晶显示（LCD）、有机发光二极管显示（OLED）等，而激光加工设备主要用于上述各类显示屏幕的蚀刻、剥离、切割、修复以及精细加工。

大尺寸电视需求旺盛，显示面板将获更大市场。具体来看，目前 LCD 面板主要应用领域包括电视、PCD（个人计算设备）和手机三个方面，其中 PCD 及手机领域对于 LCD 面板的需求已逐步接近饱和，而消费升级所带动的对大尺寸电视的需求将成为未来 LCD 面板增长的主要驱动力。据 IDC 测算，2023 年全球液晶电视面板出货面积有望达到 2.03 亿平方米，受益于此，2023 年全球液晶面板出货总面积将达到 2.38 亿平方米，2020-

2023 年复合增速达到 6.5%。

图表37： 2016-2023 年全球液晶面板出货面积测算（亿平方米）



资料来源：IDC，中信建投

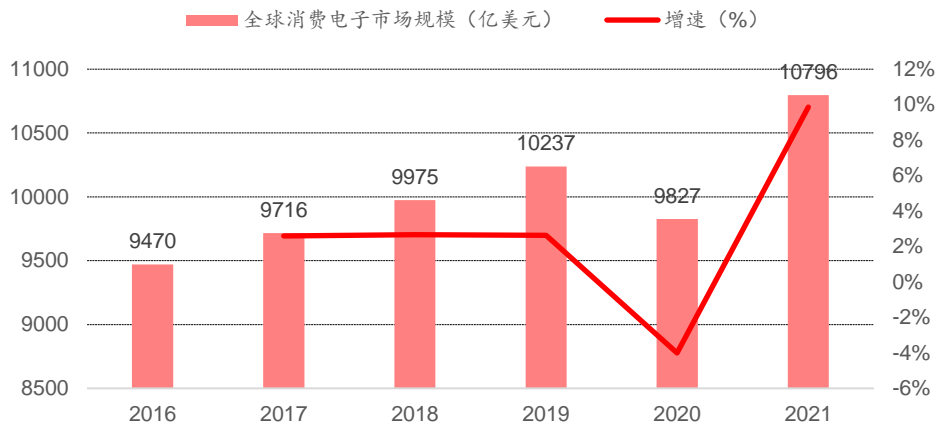
受益于下游需求的持续旺盛，显示行业在未来较长一段时间内仍将保持较快的增速，而我国显示设备厂商市场竞争力的逐年增强和市场份额的日益扩大，也将进一步地催化显示行业产能需求，同时拉动上游激光加工设备市场规模增长。

（3）新型电子

新型电子零部件愈加精密，提升对激光制造及检测设备的需求。随着消费电子产品精密化程度提升，3D 玻璃、陶瓷等脆性材料的应用不断扩大，对精密电子零部件的加工要求不断提升。智能手机包含摄像头、显示屏、线路板、天线等数百个零件，对精密度和制造组装效率要求高。激光作为一种新型加工技术，具有精度高、速度快、不对基体造成损害等特点，符合电子产品精密加工的需求，激光制造或检测设备主要用于手机、电脑、电视等各类消费电子产品相关组件（如柔性电路板 FPC、印制电路板 PCB、脆性材料等）的加工处理。

据 Statista 统计，2021 年全球消费电子市场规模增长至 7268 亿美元，2020 年受疫情因素影响市场规模略有降低，但随着全球疫情的逐步控制和下游消费需求的复苏，全球消费电子市场规模有望实现较快反弹和增长。

图表38： 2016-2021 年全球消费电子市场规模



资料来源: Statista, 中信建投

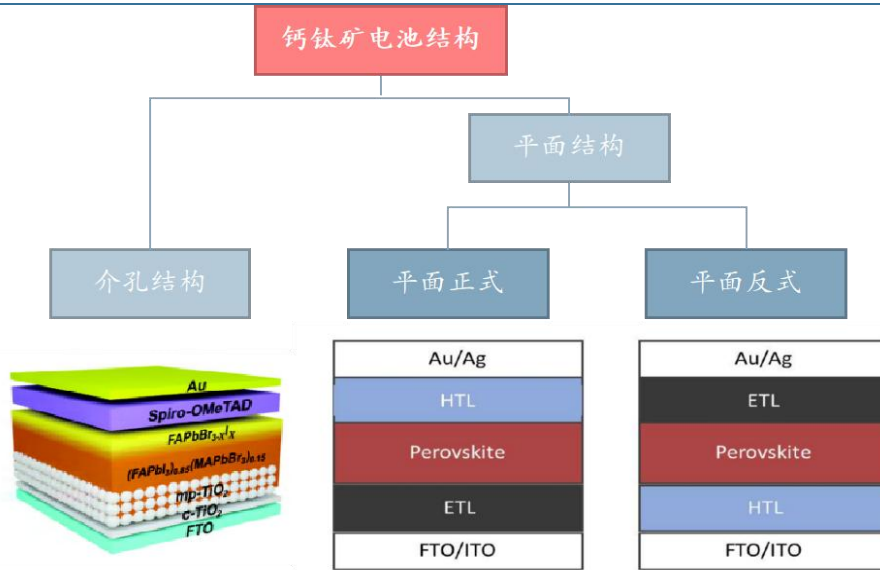
2.4 钙钛矿、碳化硅等新兴领域需求爆发，激光设备迎来第二成长曲线

2.4.1 钙钛矿薄膜转换效率高，激光辅助加工前景广阔

钙钛矿电池是结构为 ABX_3 以及与之类似的晶体，具有荧光量子效率高、光吸收系数高、载流子扩散长度长等特点。钙钛矿太阳能电池，是第三代高效薄膜电池的代表，利用钙钛矿结构材料作为吸光材料，具有高效率、材料成本低、制造工艺简单、高柔性等多重优势，被产业认为是极具潜力的下一代光伏材料。

与已有的光伏组件材料相比，钙钛矿优势明显。目前市面上大部分光伏产品是应用晶硅技术产品，其中碲化镉和铜铟镓硒两种技术可以量产，与一般的薄膜技术相比，晶硅技术的量产成本更低，转换效率更高。钙钛矿材料的两个技术方向分别为单结钙钛矿技术和叠层钙钛矿技术。单结钙钛矿技术预期转换效率略低于晶硅技术，但是制造成本有望低于一半的薄膜技术。钙钛矿与晶硅结合的叠层将技术既有晶硅的高转换效率，又具备低制造成本的优点，有望成为下一代产业化的发展方向。

图表39： 钙钛矿电池结构



资料来源：CNKI，中信建投

与已有的光伏组件材料相比，钙钛矿优势明显。目前市面上大部分光伏产品是应用晶硅技术产品，其中碲化镉和铜铟镓硒两种技术可以量产，与一般的薄膜技术相比，晶硅技术的量产成本更低，转换效率更高。钙钛矿材料的两个技术方向分别为单结钙钛矿技术和叠层钙钛矿技术。单结钙钛矿技术预期转换效率略低于晶硅技术，但是制造成本有望低于一半的薄膜技术。钙钛矿与晶硅结合的叠层将技术既有晶硅的高转换效率，又具备低制造成本的优点，有望成为下一代产业化的发展方向。

图表40： 不同光伏技术路径对比

技术路线	实验室最高转换效率	量产转换效率	量产技术成熟度	制造成本
晶硅	26.70%	23-25%	非常成熟	低
铜铟镓硒	23.40%	16-18%	成熟	高
碲化镉	22.10%	19%	成熟	高
砷化镓	29.10%	未量产	不成熟	极高
钙钛矿单结	25.70%	15-18% (预计)	不成熟	低 (预计)
钙钛矿/晶硅叠层	29.80%	27-28% (预计)	不成熟	低 (预计)

资料来源：高瓴时间，中信建投

国内公司和资本争先布局钙钛矿太阳能电池，产业化进程迅速。作为第三代光伏技术，钙钛矿电池已经被众多公司抢先布局，进行产业化实践，目前国内主要的生产钙钛矿的公司有协鑫光电、纤纳光电、众能光电等。

(1) 协鑫光电：协鑫光电成立于 2010 年，凭借多年的技术创先和行业深耕，目前可大规模量产 45cm×65cm 的产品，转换效率为 15.31%。2022 年 5 月，协鑫光电完成数亿元人民币 B 轮融资，腾讯参投。(2) 纤纳光电：成立于 2015 年，先后 7 次刷新了太阳能组件光电转换效率的世界纪录，2022 年 5 月 20 日进行了 α 组件的产品首发，后续将产出 5000 片电池。2021 年 1 月完成 3.6 亿元 C 轮融资，中国长江三峡集团领投。(3) 极电光电：

成立于 2020 年，看重钙钛矿在光伏建筑一体化（BIPV）上的应用，首先切入 BIPV 领域，开发钙钛矿幕墙产品。2021 年 10 月完成 2.2 亿元 Pre-A 轮融资，碧桂园和九智资本领投。此外，万度光电、众能光电、合特光电、无限光能也在此领域有所布局。根据 36 氪统计，2022 年国内预计有 2GW 钙钛矿产线投产。

图表41：国内主要钙钛矿生产厂商

公司	成立时间	布局情况	技术水平	在建产能	计划投产时间	融资情况
协鑫光电	2010	凭借多年的技术创新与行业深耕，先后实现 GCL 棒状硅技术推广、FBR 颗粒硅技术量产、CCZ 技术重大科研突破等	可大规模量产 45cm×65cm 的产品，转换效率为 15.31%	100MW	2022 年	2022 年 5 月完成数亿元人民币 B 轮融资，腾讯参投
合特光电	2014	积累了太阳能晶硅薄膜电池、晶硅薄膜/异质结钙钛矿叠层电池等独家核心太阳能电池工艺	计划投产的晶硅薄膜+钙钛矿叠层电池中试线，目标转化效率为 28% 以上	100MW	2022 年底	—
纤纳光电	2015	先后 7 次刷新了太阳能组件光电转换效率的世界纪录；全球首条 100MW 钙钛矿规模化产线已于 2022 年初率先建成投产	19.32cm ² 钙钛矿太阳能小组件在稳态功率输出下的效率达到 21.4%	100MW	—	2021 年 1 月完成 3.6 亿元 C 轮融资，中国长江三峡集团领投
众能光电	2015	坚持“器件+装备”双轮驱动战略，自成立以来已经完成三次钙钛矿太阳能组件效率认证	46.3cm ² 器件认证光电转换效率达到 18.07%	200MW	-	2021 年 9 月完成战略融资，投资方为杭锅股份
万度光能	2016	主攻低成本光伏器件“印刷钙钛矿光伏”技术的开发，基于印刷技术和廉价原材料，具有成本优势	—	200MW	2023 年	—
极电光能	2020	看重钙钛矿在光伏建筑一体化（BIPV）上的应用，首先切入 BIPV 领域，开发钙钛矿幕墙产品	63.98cm ² 钙钛矿光伏组件可达到 20.5% 的光电转换效率	150MW	2022 年 Q4	2021 年 10 月完成 2.2 亿元 Pre-A 轮融资，碧桂园创投和九智资本领投
无限光能	2022	提出使用真空气象沉积的钙钛矿薄膜制备技术；通过调整电池结构的设计、改进电池封装方法，大幅提高了电池的长期光、热、湿度稳定性。	大面积单结钙钛矿电池超过 23% 的世界最高认证效率	100MW	2024 年	2022 年 6 月完成数千万元天使轮融资，碧桂园创投、耀途资本、光跃投资共同参投

资料来源：公司官网，公司公告，中信建投

钙钛矿电池制造的核心设备包括镀膜设备、涂布设备、激光设备、封装设备，激光设备是钙钛矿制造环节中的重要设备。在钙钛矿制备工艺中，钙钛矿电池由多个功能性薄膜叠加而成，它的制备工艺包括薄膜制备、激光刻蚀、封装三大步。其中核心的钙钛矿设备有四个，分别为镀膜设备、涂布设备、激光设备、封装设备。

（1）镀膜设备：用于制备阳极缓冲层、阴极缓冲层、背电极，国内主要厂商有京山轻机、宏大真空、四盛科技等。**（2）涂布设备：**用于进行钙钛矿涂布，主要厂商有大正微纳、德沪涂膜、黎元新能源。**（3）激光设备：**进行激光模切和激光清边，模切是为了串联，清边是为了封装。激光模切会对 P1、P2、P3 进行激光划线，阻断导通，从而形成单独的模块，激光清边将利用激光工艺清除电池边缘的沉积膜。目前国内的主要设备提供商有迈为股份、帝尔激光、杰普特、德龙激光等。**（4）封装设备：**用于电池的封装。其中，随着渗透率提升以及成本下降，2022-2030 年，钙钛矿太阳能能电池 1GW 设备投资将从 15 亿下降至 5 亿元，激光设备是钙钛矿电池制造的重要设备，价值占比为 20%。

图表42： 钙钛矿核心设备应用环节



资料来源：协鑫光电，中信建投

图表43： 国内主要钙钛矿设备生产商

布局方向	主要公司	产品
镀膜设备	京山轻机	钙钛矿电池团簇型多腔式蒸馏设备
	宏大真空	立式单/双面 ITO 镀膜生产线
	四盛科技	真空镀膜设备
涂布设备	大正微纳	精密狭缝涂布设备
	德沪涂膜	钙钛矿涂膜设备
	黎元新能源	自动喷涂机
激光设备	迈为股份	激光设备样机
	帝尔激光	用于钙钛矿电池的激光设备
	杰普特	柔性钙钛矿模切设备
	德龙激光	钙钛矿薄膜太阳能电池激光应用

资料来源：各公司官网，中信建投

2.4.2 SiC 市场迎来需求爆发，激光切割大幅提升产出效率

作为一种宽禁带材料，碳化硅（SiC）由于其宽带隙，高机械强度和高导热性，被认为是电子工业中硅（Si）基半导体的替代材料，在众多严酷环境中也能正常工作。例如，SiC 功率器件可以在更高的电压，频率和温度下工作，而且能够以更高的效率或更低的功率损耗来转换电力。碳化硅应用场景根据产品类型可划分为：射频器件（功率放大器、射频开关、滤波器、低噪声放大器等）、功率器件（功率二极管、功率三极管、晶闸管、MOSFET、IGBT 等）、新能源汽车（电机驱动系统、车载充电系统、充电桩、电动车逆变器等）、光伏发电、智能电网（高压直流输电换流阀、柔性直流输电换流阀、灵活交流输电装置、高压直流断路器、电力电子变压器等装置）、轨道交通（牵引变流器、辅助变流器、主辅一体变流器、电力电子变压器、电源充电机等装置）、射频通信。与此同时，碳化硅是一种非常硬和脆的材料（莫氏硬度达 9.2），这可能造成工艺加工的难题。特别是在后端工艺过程中更是如此，此时晶圆必须在封装之前分割成单独的芯片。随着向 SiC 等新衬底，以及更薄晶圆，更小特征尺寸和更大尺寸衬底的转变，晶圆切割已经演变成能够提高 SiC 器件良率的关键工艺步骤。

图表44： 碳化硅功率器件应用领域



资料来源: Yole Development, 中信建投

激光切割是机械晶圆切割的替代方案。机械切割技术局限性比较大：机械金刚石刀片切割是分离 SiC 晶圆的传统技术，但由于 SiC 的 Mohs 硬度达到了 9 以上，需要选用相对昂贵的金刚石材质的刀轮，且刀轮耗材的使用寿命也大大减小。正因为 SiC 拥有较高的机械强度，使得刀轮耗材的成本更高、切割效率极低。目前激光切割 SiC 晶圆的方案为激光内部改质切割，其原理为使用高透过波长的激光束通过透镜聚焦在晶圆内部，发生多光子吸收，产生局部形变层即改质层，该层主要是由孔洞、高位错密度层以及裂纹组成。改质层是后续晶圆切割龟裂的起始点，可通过优化激光和光路系统使改质层限定在晶圆内部，对晶圆表面和底面不产生热损伤，再借用外力将裂纹引导至晶圆表面和底面进而将晶圆分离成需要的尺寸。SiC 作为宽禁带半导体，禁带宽度在 3.2eV 左右，这也意味着材料表面的对于大部分波长的吸收率很低，使得 SiC 晶圆与激光内部改质切割拥有绝

佳的相匹配性。激光改质切割不需要冷却液，不会产生粉尘，切痕小，速度能达到 1000 mm/s，且不需要刀片耗材，激光寿命达到 3 万小时，且调试时间小于 10 min。具体的切割效率以 4 inch 的 360 um 碳化硅，die 2×2 mm 为例，仅需要 5 min。

图表45： 激光切割与机械切割对比

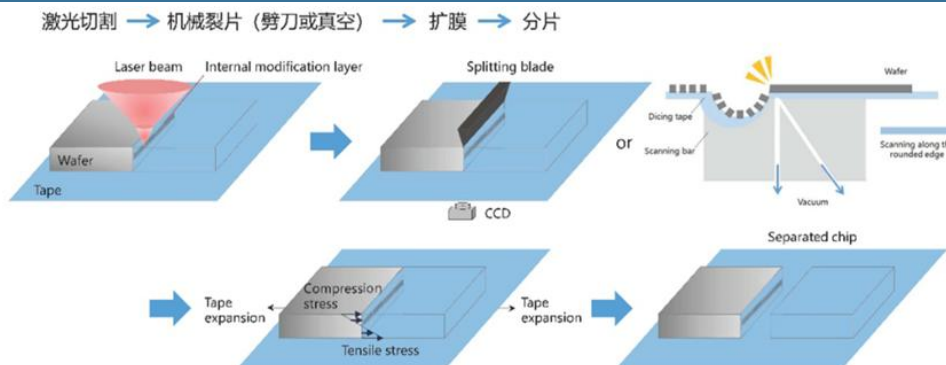


资料来源：芯思想，中信建投

碳化硅（SiC）本身属于硬脆性材料，由于摩氏硬度很高，其材料制成的晶圆，在使用传统的机械式切割 Wafer Saw（晶圆划片）时，极易产生崩边等不良，影响产品最终良率及可靠性。因此需要使用更有优势的加工方式来替代，目前常用的加工方式主要有激光改质加工以及激光蚀刻加工。

激光改质切割：也就是我们常说的激光切割，其原理是将对材料透明或者半透明的激光光束聚焦于材料内部，利用焦点位置的多光子吸收，形成材料内部的改质切割。改质切割，适用的材料范围，包括：Si、SiC、钽酸锂、蓝宝石、玻璃、GaAs 等。与传统激光烧蚀加工相比，改质切割的优势在于：1）激光切割宽度几乎为 0，有助于减小切割道的宽度；2）会通过，可以抑制切割碎屑的产生，因此，可以省略涂胶清洗的工序。

图表46： 激光改质切割加工流程



资料来源：大族显视与半导体，中信建投

图表47： 碳化硅晶圆切割效果展示

No.	Thickness (μm)	S/L (μm)	Die Size (μm)	Surface	Section profile	Result
1	350-400	80	Different size			<ul style="list-style-type: none"> ✓ 无双晶; ✓ 直线度 < 5μm; ✓ 崩边 < 20μm; ✓ 量产, 良率 > 99%; ✓ UPH≥4 (4inch)
2	400	60	1400x1400			<ul style="list-style-type: none"> ✓ 无双晶; ✓ 直线度 < 5μm; ✓ 崩边 < 20μm; ✓ UPH≥4 (4inch)

资料来源: 大族显视与半导体, 中信建投

对于传统线锯切割，激光加工优势明显。2018 年，英飞凌花费 1.24 亿欧元收购位于德累斯顿的初创公司 Siltectura 有限公司。Siltectura 研发的冷切割（Cold Split）这一创新技术，可以将碳化硅晶圆产能提升三倍以上，同时每片晶圆损失低至 80μm，而且晶圆减薄仅需几分钟，可节省 90% 材料。冷分离技术是一种新的无切缝晶片制造工艺，晶锭表面经粗抛光或酸洗工艺处理后，达到 50 nm 以下的表面粗糙度和大于 90% 的透光率，根据晶片所需厚度，用特定波长的激光将晶锭内部改性，在晶片表面涂覆牺牲层和聚合物层后，通过快速冷却将晶片剥离，最后去掉聚合物层和牺牲层得到晶片，剩余晶锭可回收和重复工艺。该工艺中使用的聚合物层通过采用受专利保护的工艺把标准工业聚合物和其它化学品相结合，厚度小于 5 mm，从锭块上直接剥离晶片，晶片表面损伤层为 3~5 μm，最大切割晶片厚度 1 mm，总厚度变化 TTV 小于 1 μm，晶片后续加工基本不需要研磨，只需要少量的清洗，就可以达到良好的晶片质量。传统线锯切割时，不同材料和晶片尺寸切缝损失 10%~40%，冷分离技术可减少材料损失 90% 以上，切缝损失小于 1%，从相同的锭块上可以多产出大约 33% 的晶片。

相同 SiC 晶锭下，Cold Split 产出效率提升三倍以上：以单个 20 毫米 SiC 晶锭为例，采用线锯可生产 30 片 350μm 的晶圆，而用 Cold Split 可生产 50 多片晶圆。由于 Cold Split 生产的晶圆的几何特性更好，因此单片晶圆厚度可以减少到 200μm，这就进一步增加了晶圆数量，单个 20 毫米 SiC 晶锭可以生产 80 多片晶圆。如果再结合 Cold Split 背面减薄和回收残留晶圆，晶圆数量可以高达 100 片。

图表48：冷分离技术



资料来源: 碳化硅 SiC 半导体材料, 中信建投

图表49：切割工艺对比

切割工艺	传统切割	游离磨料切片	金刚石线锯切片	冷分离
材料去除原理	金刚石刀片切磨	游离磨料研磨	固结磨料研磨	激光改性
切割片数	单片	单片、多片	单片、多片	单片
切缝宽度/ μm	300-500	200-250	200-250	<10
损伤层厚度/ μm	35-40	25-35	25-35	3-5
切割直径/mm	<200	>200	>200	>300
切片厚度/ μm	>350	>200	>200	<1000
总厚度变化/ μm	>30	<30	<30	<1
翘曲程度	严重	轻微	轻微	轻微

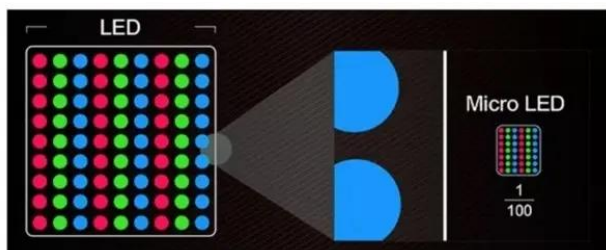
资料来源：碳化硅 SiC 半导体材料，中信建投

公司已掌握激光应力诱导切割技术，是针对半导体、光学等透明脆性材料专门开发的核心激光加工工艺技术，适用于硅、砷化镓、碳化硅、氮化镓、蓝宝石、石英等材料。与传统的机械刀轮切割比较具有切割效率高、材料损耗小、崩边小、无粉尘等优势。在 MEMS、RFID、第三代半导体功率芯片、LED、光学滤光片等市场得到广泛的应用。公司以该核心技术为依托形成了晶圆激光应力诱导切割设备、玻璃晶圆激光切割设备、碳化硅晶圆激光切割设备等系列产品。相关产品服务于海思、中芯国际、华润微、士兰微、敏芯股份、长电科技、三安光电、华灿光电、晶宇光电、舜宇光学、水晶光电、五方光电等知名企业。

2.4.3 掌握巨量转移技术，布局 MicroLED 领域

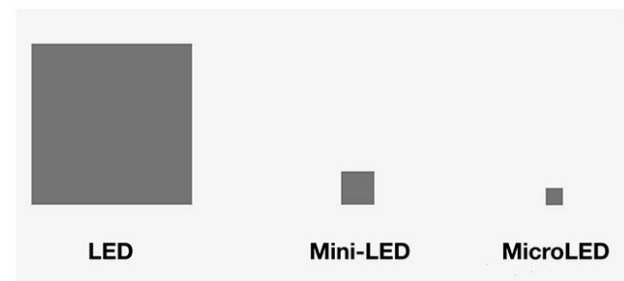
Micro LED 开启显示新纪元。Micro LED 显示是 LED 微缩化和矩阵化技术，利用微米尺寸（一般小于 $50\mu\text{m}$ ）无机 LED 器件作为发光像素，来实现主动发光矩阵式显示，有着比 Mini LED 更小的晶体，是对 LED 背光源的薄膜化、微小化和阵列化，能够实现每个图元单独定址，单独驱动发光（自发光）。

图表50：Micro LED 为 LED 阵列微小化



资料来源：中关村在线，中信建投

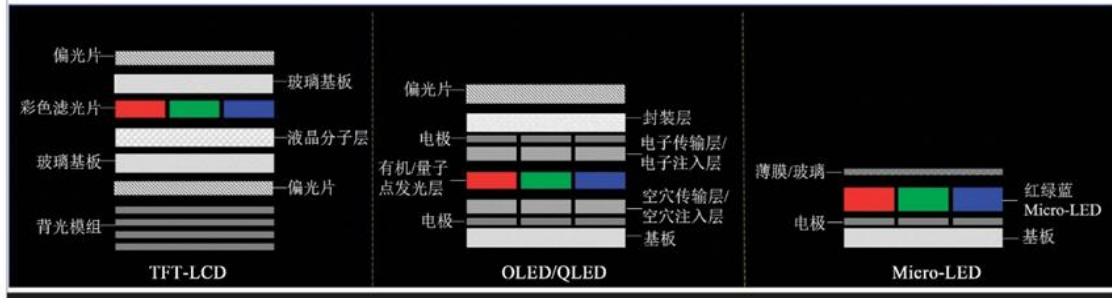
图表51：Micro LED 与其他 LED 对比



资料来源：电子发烧友，中信建投

Micro LED 优势明显。对比于传统 LED 屏幕显示技术、Mini LED、OLED 等，Micro LED 显示使用无机 GaN 等 LED 发光芯片，拥有出色的亮度、发光效率高、低能耗、反应速度快、对比度高、自发光、使用寿命长、超高解析度与色彩饱和度等优势，且具备自发光和感测能力，是一项十分理想的显示技术，可以说 Micro LED 具有 LED 所拥有的全部优点，有大量的可应用空间。可以理解为 Micro LED 就是传统 LED 更高密度更细微的排放于整列之中，降低封装工艺的技术要求，同时减小面板的厚度。

图表52： Micro LED 显示器结构简单，减小了显示器的厚度，便于显示屏的集成



资料来源: LEDinside, 中信建投

图表53： LED 显示技术对比

显示技术	传统 LCD	OLED	Mini LED	Micro LED
技术类型	背光 LED	自发光	自发光	自发光
亮度	500	500	-	5000
发光效率、对比度	低	高	高	高
厚度 (mm)	厚, 大于 2.5	薄, 1-1.5	薄	薄, 小于 0.05
寿命 (小时)	60K	20-30K	80-100K	80-100K
柔性显示	难	容易	容易	难
LED 数量级	100	-	10000	1000000
成本	低	中等	较高	高
功耗	高	约 LCD 的 60%-80%	约 LCD 的 30%-40%	约 LCD 的 10%
可视角度	160 度*90 度	180 度*180 度	180 度*180 度	180 度*180 度
运作温度	40-400°C	30-85°C	-100-120°C	-100-120°C
产业化进展	已大规模量产	已规模量产	初步规模量产	研究阶段

资料来源: 公司官网, 中信建投

诸多大型公司筹备投入 **Micro LED**，商业化步伐逐步加快。研究机构 LED inside 预计 2020 年后 Micro LED 将引入到 AR/VR 和大尺寸显示器应用中，2025 年市场规模将达到 29 亿美元，其中大尺寸显示器产值接近 2 亿美元，占全部应用的 60%。随着生产可行性和经济成本的不断提升，Micro LED 还将有望快速扩展到可穿戴/可植入器件、AR/VR/MR、光通讯/光互联、医疗探测、智能车灯、空间成像等多个领域。随着 LED 显示屏在各行各业的应用普及，Micro LED 将逐渐从高端商用走向民用市场。2020 年开始，诸多厂商顺应 LED 行业发展趋势，抓住 Micro LED 产业化机遇，纷纷投资 Micro LED 显示技术开发等项目，同时显示行业里面大规模厂商，采取合资、合作模式进入 Micro LED 时代。

图表54： 2022 年上半年 Micro LED 资本动态

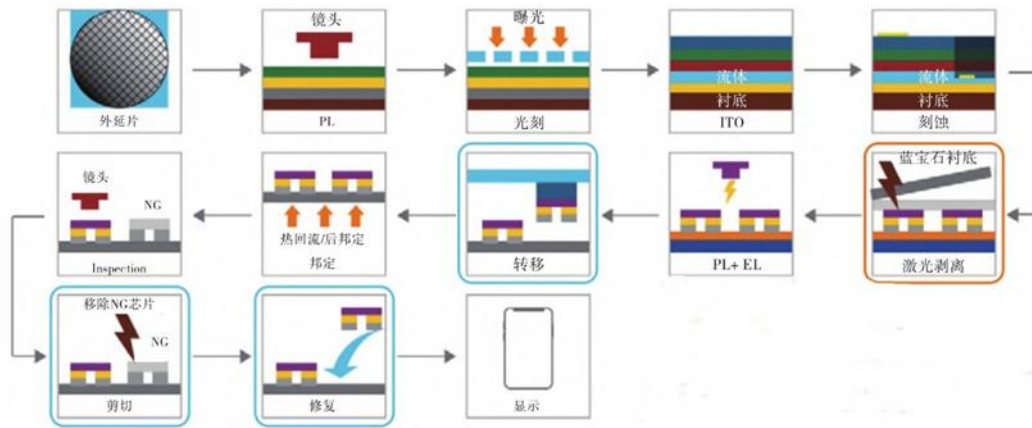
时间	企业	项目	投资金额 (亿元)
1 月	华灿光电	新型全色系 Mini/Micro LED 高性能外延与芯片的研发及生产化项目	15.00
1 月	芯颖显示	Micro LED 研发平台	3.00
2 月	沃格光电	玻璃基材的 Mini/Micro LED 基板生产项目	16.50
4 月	ams OSRAM	扩充先进 LED 和 Micro LED 等产能	55.54
4 月	雷曼光电	对现有基于 COB 技术的 Micro LED 显示产品产能进行扩产	6.89
5 月	南极光	Min/Micro LED 显示模组生产项目金额为 3.88 亿，达产后可实现 430 万片/年	7.40
5 月	TrinityCapital + Aledia	用于扩大其 Micro LED 纳米线生长制造设施	2.00
6 月	JBD	建设周期 12 月，实现 MicroLED 年产能 1.2 亿个微显示屏	6.50
6 月	韩国	Micro LED：开发应用 70 微米以下 LED 的高端电视、可穿戴设备和车载显示器所需的设备和服务	0.74
6 月	沃格光电	Mini/Micro LED：建设周期 24 个月，达产后，实现年产 100 万平米芯片板级封装板	10.00
6 月	聚灿光电	项目建成后形成年产 720 万片 Mini/Micro LED 芯片产能	12.00
6 月	深天马	建设一条从巨量转移到显示模组的全制程 Micro LED 试验线	11.00

资料来源：Mini LED 网，中信建投

Micro LED 工艺复杂，制造过程中仍然存在较多的技术难点。Micro LED 的性能虽然无可挑剔，但是同样现阶段还面临着巨量转移、全彩化、缺陷不可修复、链接技术、微缩制程技术等大量技术问题，这些问题严重限制了 Micro LED 的产业化和普及率。Micro LED 需要把传统 LED 阵列微缩化之后再巨量转移且定点到电路板，完成 LED 的超小间距化，以达到需求的超高分辨率。现阶段的 Micro LED 要真正地走向市场其主要的技术难题又以微缩制程技术和巨量转移技术为最。

公司布局 MicroLED 领域，今年下半年有望取得相关订单。激光剥离转移技术是利用激光剥离技术将蓝宝石基板与 Micro-LED 分离，从而完成转移，可以快速、大规模地从原始基板上转移 Micro-LED。**公司已掌握 Micro LED 激光剥离技术**，该技术采用深紫外激光作用于氮化镓晶体和蓝宝石衬底结合面上，致使氮化镓材料分解气化，使得氮化镓晶粒与蓝宝石衬底分离。该技术主要针对蓝宝石衬底的 Micro LED 晶圆巨量转移工艺需求，公司开发出了激光剥离设备，应用于蓝宝石衬底的 Micro LED 晶圆剥离，主要客户包括华灿光电、康佳光电等。

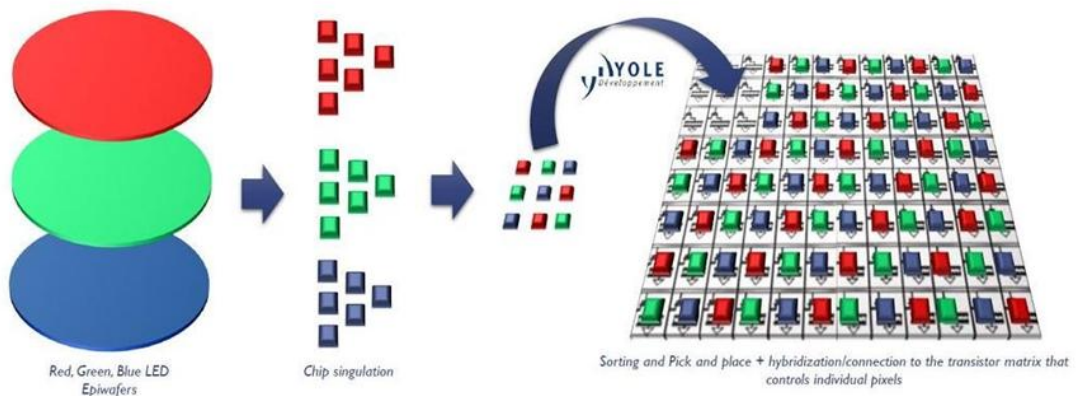
图表55：基于激光剥离技术的 Micro LED 工艺制程



资料来源：《Micro LED 巨量转移技术的研究进展》——电视技术，中信建投

与国内头部厂家紧密合作开发，公司已做好相关技术储备。巨量转移是指通过某种高精度设备，将生长在外延基板上的巨量的三色 Micro LED 晶粒高速精准地转移到目标基板上，并且在晶粒和驱动电路之间实现良好的电气和机械连接。在 1 片大约 15 cm 左右的晶体圆片上，可生产出间距 10 μ m 的方形 Micro LED 晶粒大约 1.5 亿粒，而如果是生产间距 5 μ m 的晶粒，更是能高达 6 亿粒之多。因此由于 Micro LED 尺寸只有几微米到几十微米、转移数量高达百万甚至上亿颗之多，LED 晶粒的巨量转移是 Micro LED 走向量产的关键技术。在 Micro-LED 制程中，后期的巨量检测维修技术也是影响 Micro-LED 显示屏良莠的关键。目前，公司已经在“巨量转移技术”和“巨量检测修复技术”相关技术领域做了技术储备，配合京东方、华灿光电等客户进行了小批量工程测试。

图表56：巨量转移技术

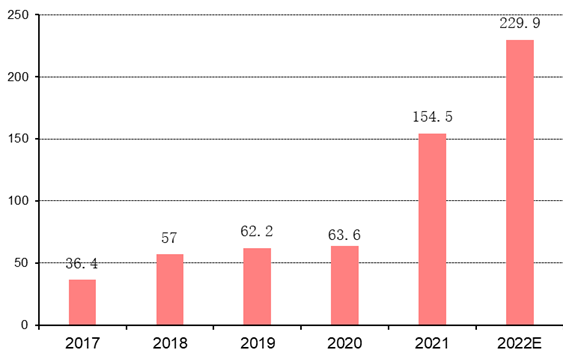


资料来源：AVC，中信建投

2.4.4 新能源汽车持续增长，激光设备需求大放光彩

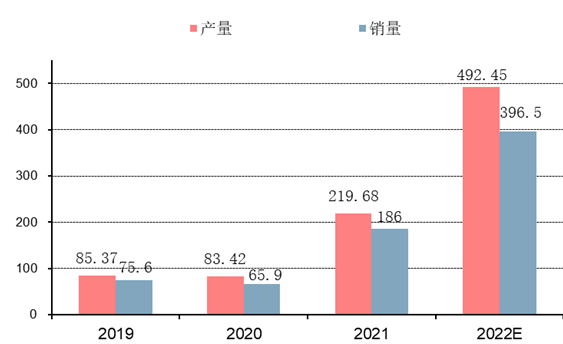
新能源汽车趋势不可逆，带动动力电池持续增长。从长期来看，新能源汽车有利于缓解石油消化压力，完善全球能源结构，预计未来将进一步向电动化发展。根据《世界能源展望 2018》，预计到 2040 年，全球近半数轿车都会是电动车。尤其在中国，在资源禀赋缺乏石油储量的情况下，大力发展新能源汽车有助于减少能源外部依赖、保障国家能源安全。根据中国《2021-2035 年新能源车产业规划》（征求意见稿），到 2025 年中国新能源汽车新车销量占比达到 25% 左右。由此带来的动力电池行业呈增长趋势。中国是最大的动力电池市场：2017 年至 2021 年间中国动力电池装机量以 43.5% 的复合年增长率增长，2021 年达到 154.5GWh。2022 年 1-3 月，中国动力电池装车量累计 51.3GWh，同比累计上升 120.7%。随着新能源车渗透率快速增长，产业链的健康发展以及疫情的有效控制，中国动力电池市场将会持续成长。预计 2022 年动力电池装机量将达 299.9GWh。

图表1： 2017-2022 年中国动力电池装机量（GWh）



资料来源：中商情报网，中信建投

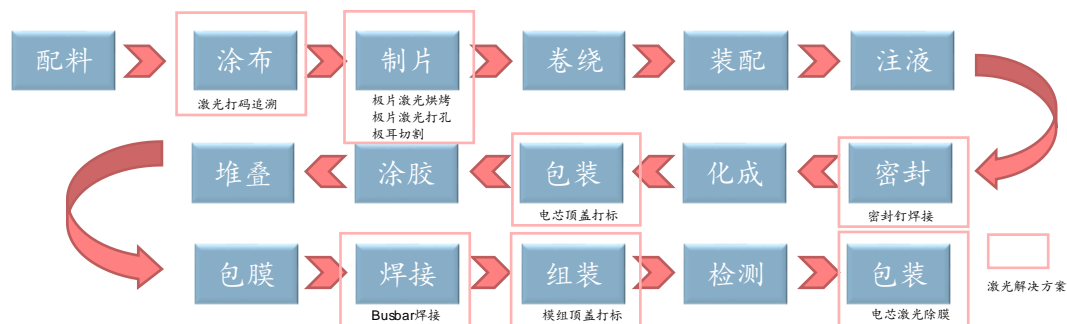
图表2： 2019-2022 年中国动力电池产销趋势（GWh）



资料来源：中商情报网，中信建投

动力电池行业增长带来激光设备巨大需求。随着激光技术的推广、应用和下游旺盛需求的驱动下，全球激光设备市场呈现出高速增长的态势。现代制造业对自动化、智能化生产模式的需求日益增长，激光设备需求激增。与此同时，新能源汽车对激光设备的需求也越来越大，其中，锂电池主要生产工艺涉及到的激光解决方案有：涂布、制片、密封、包装、焊接、组装、包装等。

图表57： 锂电池主要生产工艺及激光解决方案

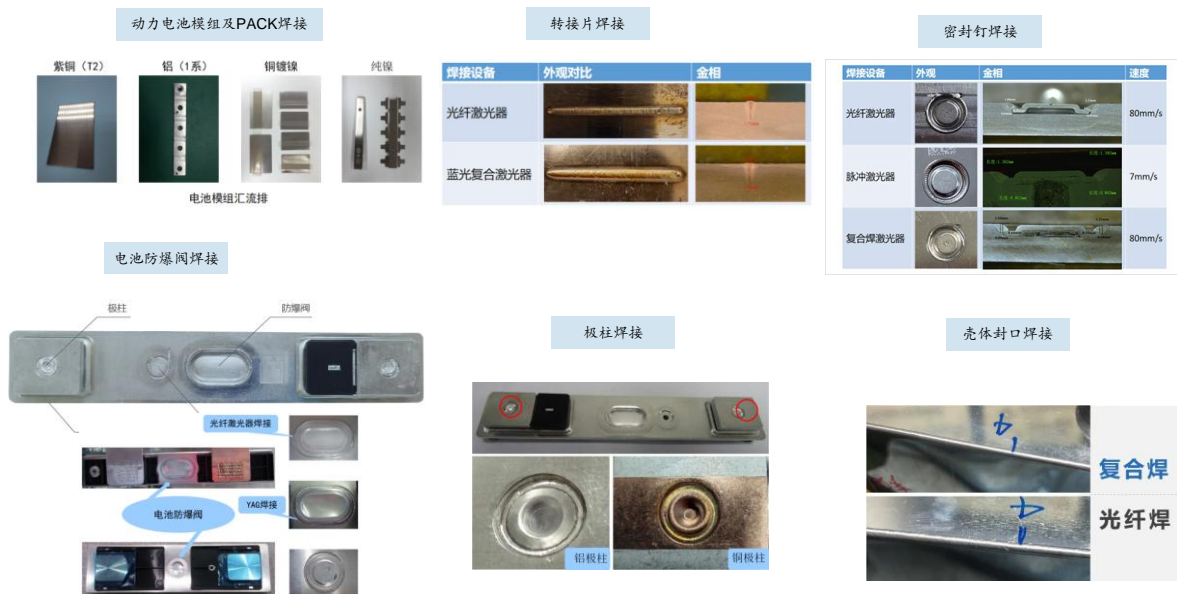


资料来源：中信建投

激光焊接优势明显，在动力电池生产的中道、后道工艺中都有应用。在动力电池生产过程中，从电芯制造到 PACK 组装，焊接都是一道非常重要的制造工序。尤其动力电池结构包含多种材料，如钢、铝、铜、镍等这些金属可能被制成电极、导线或是外壳。因此，无论是一种材料之间或是多种材料之间的焊接，都对焊接工艺提出了更高的要求。激光焊接是利用激光束优异的方向性和高功率密度等特性进行工作，通过光学系统将激光束聚焦在很小的区域内，在极短的时间内使被焊处形成一个能量高度集中的热源区，从而使被焊物熔化并形成牢固的焊点和焊缝。在动力电池整个产业链中，激光焊接主要应用在动力锂电池中游生产。作为一种高精密的焊接方式，极为灵活、精确和高效，能够满足动力电池生产过程中的性能要求，是动力电池制造过程中的首选，目前已经成为动力电池生产线的标配设备。动力电池分方形、圆柱和软包电池。当下，在动力电池的生产中，使用激光焊接的环节主要包括——

- **中道工艺：**极耳的焊接（包括预焊接）、极带的点焊接、电芯入壳的预焊、外壳顶盖密封焊接、注液口密封焊接等；
- **后道工艺：**包括电池 PACK 模组时的连接片焊接，以及模组后的盖板上的防爆阀焊接等。

图表58： 动力电池常见焊接应用



资料来源：联赢激光微信公众号，中信建投

激光切割精确度高，在降低成本方面有显著优势。在激光技术出现之前，动力电池行业通常采用传统机械进行加工切割，但模切机在使用过程中难免会磨损，掉落灰尘和毛刺，可能会造成电池过热、短路、爆炸等危险；而且，传统模切工艺存在模具损耗快、换模时间长、灵活性差、生产效率低等问题，开始不能满足动力电池制造的发展要求。激光加工技术的革新，在动力电池的生产中作用突出，与传统机械切割相比，激光切割具有切割工具无磨损、切割形状灵活、边缘质量可控、精度高、运行成本低的优点，有利于降低制造成本，提高生产效率，大大缩短了新产品的模切周期。

图表59： 激光切割在动力电池领域的应用

激光切割应用领域	极耳切割成型	级片分切	隔膜分切
切割对象	极耳是电池正负极引出的金属导体，充放电时会与外界接触。	锂离子电池级片经过浆料涂敷，干燥和辊压之后，形成集流体及两面图层的三层复合结构。	隔膜采用塑料膜制成，承担防止短路以及过热时阻隔电池中电流传导的功能。
切割工艺	激光在级片上切割出正负极耳朵。极耳对其度、尺寸、粉尘毛刺等将引起自放电或者短路。	利用激光束照射电池级片，使级片迅速形成孔洞，光束移动使孔洞连续形成切缝。	隔膜卷料经分切工序分割成符合要求的规格尺寸和品质要求的卷料。
激光切割优势	激光切割能实现无耗材，速度快，切割质量稳定，设计灵活性高，适用于不同种类和规格的电池。	激光切割具有生产效率高，工艺稳定性好的特点。	隔膜膜是有机化合物构成，采用激光切割效果良好。

资料来源：高工锂电，中信建投

在极片制造、电芯制作以及电池组装中加入激光清洗可以极大提高电池制造工艺水平。

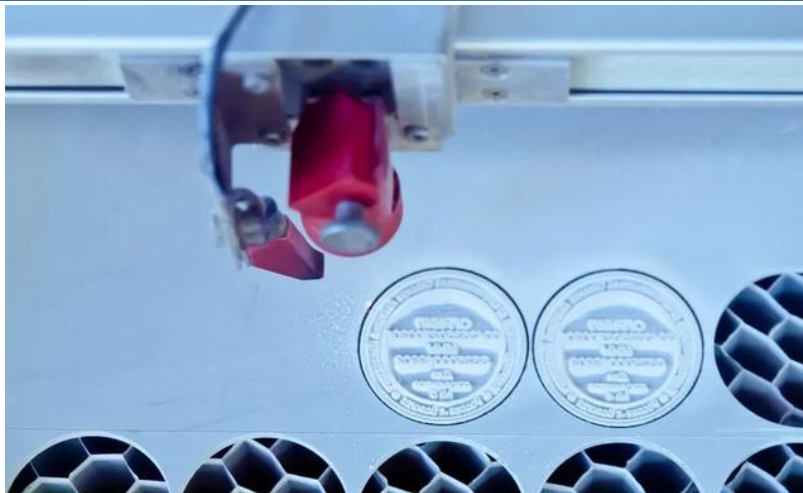
- **极片涂覆前激光清洗：** 锂电池的正负极片是在金属薄带上涂覆锂电池正负极材料而成，金属薄带在涂覆电极材料时，需要对金属薄带进行清洗，金属薄带一般为铝薄或铜薄，原来的湿式乙醇清洗，容易对锂电池其他部件造成损伤。激光干式清洗机能够有效解决以上问题。
- **电池焊接前激光清洗：** 采用脉冲激光直接辐射去污，使其表面温度升高而发生热膨胀，热膨胀使污染物或者基底振动，从而使污染物克服表面吸附力脱离基底表面从而达到去除物体表面污渍的目的。这种方式可以有效地去除电芯极柱端面的污物、粉尘等，为电池焊接提前做准备，以减少焊接的不良品。
- **电池组装过程中激光清洗：** 为了防止锂电池发生安全事故，一般需要对锂电池电芯进行外贴胶处理，以起到绝缘的作用，防止短路的发生以及保护线路、防止刮伤。对绝缘板、端板进行激光清洗，清洁电芯表面脏污，粗化电芯表面，提高贴胶或涂胶的附着力，且清洗后不会产生有害污染物，属于环保的绿色清洗方法，这在全球高度关注环保的情况下越发显出它的重要性。
- **标签清洗：** 特定情况下，需要移除石墨和锂金属氧化物以显露出裸铜或铝箔标签。该步骤的关键在于移除镀膜材料的同时不损害其下方的金属箔。适合该环节的技术为脉冲红外激光。

图表60： 激光清洗技术对比优势

对比项目	激光清洗	化学清洗	机械打磨
清洗方式	激光非接触式	化学清洗剂接触式	机械/砂纸接触式
工件损伤	无损伤	有损伤	有损伤
清洗效率	高	低	低
耗材	只需通电	化学清洗剂	砂纸砂轮油石
清洗效果	洁净度高	一般、不均匀	一般、不均匀
精准清洗	精准可控、精准度高	不可控、精准度差	不可控、精准度一般
污染	无污染	污染环境	污染环境
人工操作	操作简单 易集成自动化	流程复杂、操作要求高 需做防污染措施	耗时费力 需做防污染措施
成本投入	首次投入高 无耗材、维护成本低	首次投入低 耗材成本极高	首次投入高 耗材人工成本高

资料来源：联赢激光微信公众号，中信建投

激光打标速度快、生产效率高、呈现效果好，因此也被逐渐应用于锂电池的生产及加工中，且设备使用寿命长、操作简便、没有耗材，能够有效节省成本与人工费。在锂电池的加工过程中，可以使用激光在其表面打上编码、字符、生产日期、防伪码等信息，不仅不会伤害到锂电池，更能提升电池整体的美观度。激光打标的特色是非接触性，能够在任何规则或者不规则物体外表进行打印并标记，工件在被打标之后，不会产生内应力和形变，既保证了工件的原有精度，同时不会对其表层造成腐蚀、磨损、毒害及污染，大大提升了加工效率。

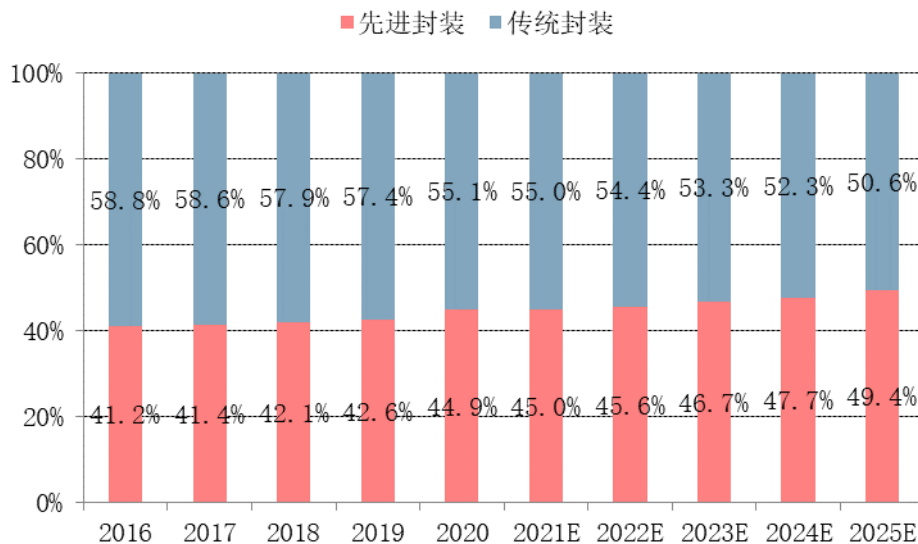
图表61： 激光打标示意图


资料来源：猎芯科技，中信建投

2.4.5 集成电路市场稳步增长，激光助力先进封装

传统封装正在向先进封装过渡，先进封装未来发展潜力巨大。随着电子产品进一步朝向小型化与多功能的发展，芯片尺寸越来越小，芯片种类越来越多，其中输出脚数大幅增加，使得 3D 封装、扇形封装（FOWLP/PLP）、微间距焊线技术，以及系统封装（SiP）等技术的发展成为延续摩尔定律的最佳选择之一。先进封装相对于传统封装提高加工效率，提高设计效率，减少设计成本。先进封装主要包括倒装类，晶圆级封装，2.5D 封装和 3D 封装等。以晶圆级封装为例，产品生产以圆片形式批量生产，可以利用现有的晶圆制备设备，封装设计可以与芯片设计一次进行，这将缩短设计和生产周期，降低成本。半导体封测行业也在由传统封测向先进封测技术过渡，先进封装技术在整个封装市场的占比正在逐步提升。根据 Yole 的数据，2020 年先进封装全球市场规模 304 亿美元，在全球封装市场的占比 45%；预计 2026 年先进封装全球市场规模约 475 亿美元，占比达 50%。2020-2026 年全球先进封装市场的 CAGR 约 7.7%，相比同期整体封装市场（CAGR=5.9%）和传统封装市场，先进封装市场的增长更为显著，将为全球封测市场贡献主要增量。

图表62： 2016-2025 年全球集成电路封装测试产业结构



资料来源：Yole，中信建投

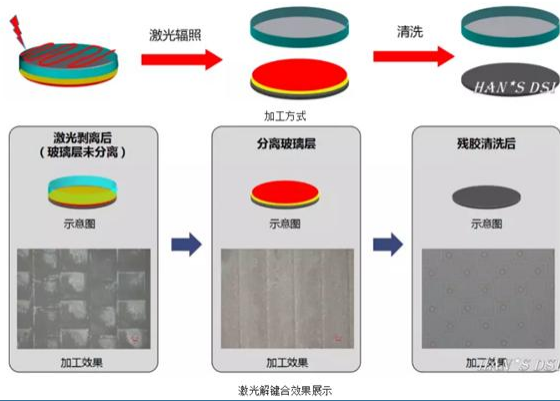
多种激光技术助力先进集成电路封装——

(1) **激光解键合技术**：2017 年，全球 12 寸薄片晶圆出货量超 7500 万片；2011 年至 2017 年，每年的增幅在 15% 左右。随着元器件朝着小型化、超薄化的发展中，传统的加工装备以及传统的加工工艺很难满足高精度的加工需求。面向超薄器件加工领域，可以采用紫外激光解键合方案——紫外激光解键合技术通过光路整形得到固定大小的激光光斑，利用振镜或平台对玻璃晶圆面进行扫描加工。使得 release 层材料失去粘性，最终实现器件晶圆和玻璃晶圆的分离。

(2) **激光开槽技术**：在对表面具有 low-k 材料的半导体晶圆进行切割分片时，如果采用传统的刀轮切割方案，极易在 low-k 产生崩边、卷翘和剥落等不良；而采用非接触式的激光加工方案则可以有效避免上述问题。超快激光开槽技术，是通过自主研发的光路系统将光斑整形形成特定的形貌，聚焦于材料表面达到特定槽型；并

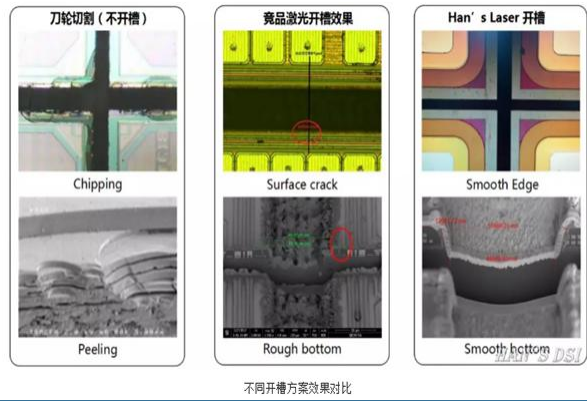
利用超快激光极高的峰值功率，将材料从固态直接转化成气态，从而极大的减少热影响区，是一种先进的激光冷加工工艺制程。

图表63： 激光解键合效果展示



资料来源：激光制造网，中信建投

图表64： 不同开槽方案效果对比

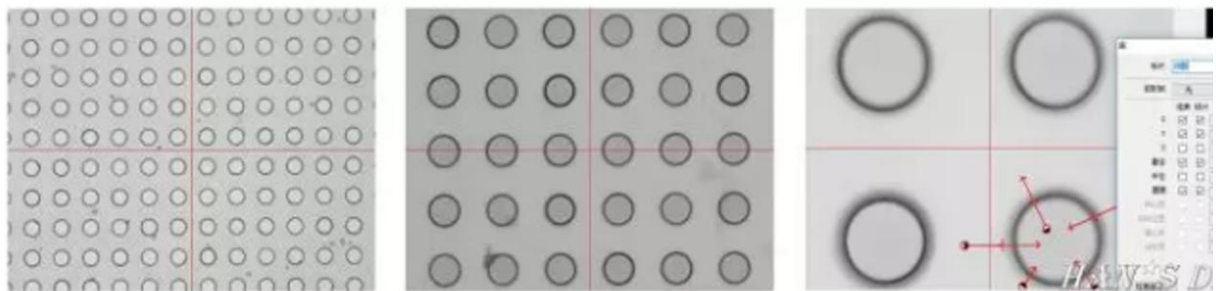


资料来源：激光制造网，中信建投

（3）激光改质切割技术：激光改质切割技术适用于硅、碳化硅、蓝宝石、玻璃、砷化镓等材料。通过将激光束聚焦在晶圆衬底层内部,通过扫描形成切割用的内部“改质层”，再通过劈刀或真空裂片使相邻的晶粒断裂。激光改质切割的激光切割宽度几乎为零，有助于减小切割道宽度;在材料内部进行改质，可以抑制切割碎屑的产生，无需涂胶清洗工序。在切割过程中，采用 DRA 自动对焦，焦点实时跟随厚变化而自动调整，确保改质切割的激光聚焦改质层深度一致。

（4）TGV 技术：TGV 技术是通过在芯片与芯片之间、晶圆与晶圆之间制作垂直电极,实现电信号从密封腔内部垂直引出的工艺。技术广泛应于 MEMS 圆片级真空封装技术领域，在气密性、电学特性、封装兼容性与一致性以及 可靠性方面独具优势,是实现 MEMS 器件微型化、高度集成化的有效方式。

图表65： TGV 效果展示



资料来源：激光制造网，中信建投

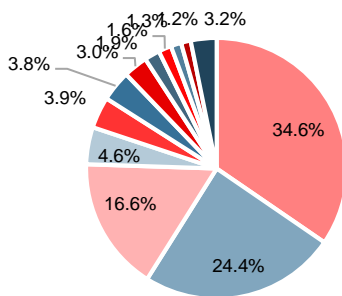
三、超快激光器加速国产替代，激光设备市场有望迎高成长

3.1 激光器国产化加速，高功率仍有替代空间

近年来，激光器国产替代程度不断提升。由于泵浦源、激光脉冲调制期间等核心器件技术难度较高，过去中国的激光器国产化进程受阻。近年来，在国家政策扶持和企业加大研发利率的共同推动下，中国激光器行业加速发展，不断进行国产替代，逐步实现由依赖进口向自主研发的转变。从中国光纤激光器市场来看，国产激光器功率和性能逐步提高。此外，国产激光器在成本上有更大优势，尤其是中低功率激光器，推动激光器国产替代进一步加速。根据 2022 年中国激光产业发展报告，2020-2021 年，国产光纤激光器市占率提升，与进口激光器整体差距缩小，全球激光器龙头 IPG 光子在中国市场的销售份额下降了 6.5%。锐科激光、英诺激光、德龙激光为代表的国产激光器企业不断突破技术封锁，推动中国激光器工艺和技术不断发展，未来国产元器件、工艺替代进口产品、技术趋势明显。

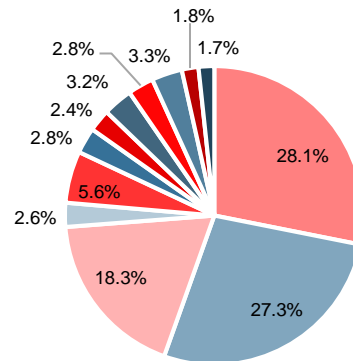
图表66： 2020 年中国光纤激光器市场销售份额

IPG光子 锐科激光 创鑫激光 恩耐 杰普特 相干
飞博激光 GW光惠 热刺激激光 海富光子 联品激光 其他



图表67： 2021 年中国光纤激光器市场销售份额

IPG光子 锐科激光 创鑫激光 恩耐 杰普特 相干
飞博激光 GW光惠 热刺激激光 海富光子 联品激光 其他

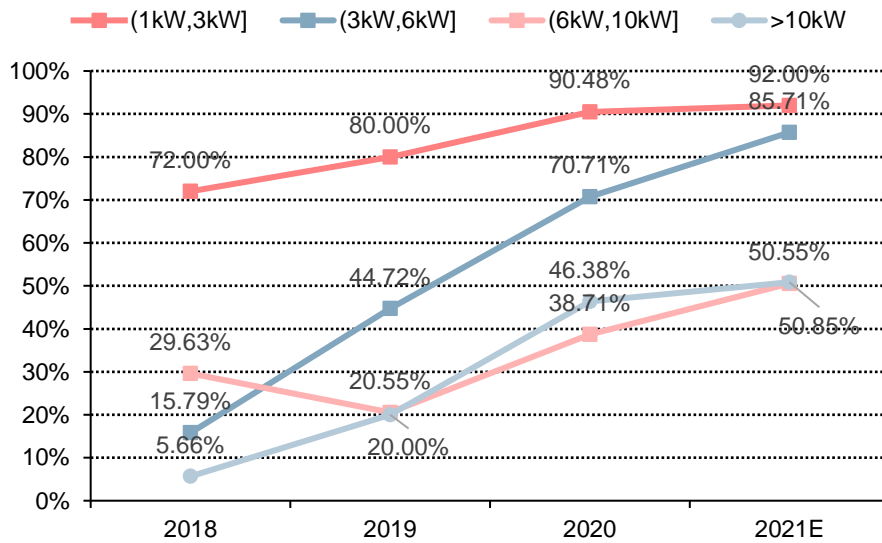


资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，中信建投

中低功率激光器基本实现国产化替代，高功率激光器仍有替代空间。随着中国激光器性能和效率持续提高，2017 年后，中国激光器的功率有了大幅提升。分功率来看，中低功率激光器已经实现国产化替代。根据 2021 年中国激光产业发展报告，2020 年 6kW 以下激光器国产化率达到 80% 以上，基本完全实现国产替代。价格战主战场从 1-3kW 产品段转移至 6-10kW 产品段，国产化替代趋势向万瓦级产品延伸。由于高功率光纤光栅、激光芯片受制于进口，以及国外企业布局较早，研发、工艺上均有所积累，中国高功率激光器仍然有替代空间。近年来，随着多家光器件生产商布局产业链上游，激光器厂商加大研发投入，高功率激光器开始追赶国外水平，国产替代率有望进一步提升。

图表68： 2013-2020 年中国高中低功率光纤激光器国产化率



资料来源：《2021 中国激光产业发展报告》，光电汇 OESHOW，中信建投

3.2 国产超快激光器发展迅速，公司拥有较强技术优势

国内企业推动超快激光器技术产业化，向自主研发转型。目前国内的超快激光器市场中，国外和国内公司并存。德国通快、美国相干、美国光谱物理等国外公司仍然占有主导地位，国内大族激光、贝林激光、华日激光、德龙激光等企业也在大力推动技术产业化，抓紧布局超快激光器产品，推动此环节的国产化。中国是超快激光器的后起之秀，约在 2012 年前后才有较多的科研成果及技术产业化。2017 年后，超快激光器才开始迅猛发展，涌现出大族、华日、安扬、虹拓、卓镭、贝林、国神、英诺、华快等企业大力推动科研成果产业化。2020 年，中国约有 20 家企业从事超快激光器，德龙激光、英谷等主要走固体超快激光路线，华日、安扬、华快主要走全光纤超快激光路线。目前，皮秒激光器和小功率飞秒级激光器基本上已经成熟，大功率飞秒激光器有望复制之前的国产化推进。在超快激光器方面，德国通快技术路线独特，产品性能指标上最为领先。在紫外皮秒激光器以及红外、绿光飞秒激光器方面，美国光谱物理的性能指标胜于德龙激光，而美国相干公司与公司相当；在紫外飞秒激光器方面，德龙激光已量产最大输出功率为 30W 的激光器，促进高性能超快激光器的国产替代。

图表69： 超快激光器国产化替代进程


资料来源：OFweek，中信建投

图表70： 国内外厂商超快激光器产品性能对比

产品	波长	关键指标	德国通快	美国相干	美国光谱物理	国神光电	英诺激光	华日激光	德龙激光
超快激光器（皮秒级）	红外	最大输出功率	150W	100W	50W	70W	100W	80W	100W
		重复频率范围	100~1,000k Hz	400~1,000k Hz	最高为10MHz	50~500kHz	50kHz~20MHz	50kHz~1MHz	1Hz~2MHz
		最大单脉冲能量	500 μJ	250 μJ	200 μJ	200 μJ	300 μJ	200 μJ	300 μJ
		光束质量 M ²	<1.2	<1.3	<1.3	<1.3	<1.2	<1.3	<1.3
	绿光	最大输出功率	90W	50W	30W	10W	50W	60W	50W
		重复频率范围	200~1,000k Hz	400~1,000k Hz	0~3MHz	50~200kHz	100kHz~500k Hz	400kHz~2MHz	1Hz~2MHz
		最大单脉冲能量	150 μJ	125 μJ	60 μJ	120 μJ	200 μJ	80 μJ	200 μJ
		光束质量 M ²	<1.2	<1.3	<1.3	<1.2	<1.2	<1.3	<1.3
	紫外	最大输出功率	45W	30W	50W	30W	35W	30W	40W
		重复频率范围	200~1,000k Hz	400~1,000k Hz	最高为10MHz	400~1,000k Hz	100kHz~1.5MHz	400kHz~1MHz	1Hz~2MHz
		最大单脉冲能量	75 μJ	75 μJ	40 μJ	75 μJ	120 μJ	75 μJ	120 μJ
		光束质量 M ²	<1.2	<1.3	<1.3	<1.3	<1.2	<1.2	<1.3
超快激光器（飞秒级）	红外	最大输出功率	120W	60W	140W	20W	20W	100W	80W
		重复频率范围	100-1000kHz	最高为1MHz	0.1~30MHz	50-1000kHz	100kHz-500kHz	1Hz~1MHz	1Hz-2MHz
		最大单脉冲能量	200 μJ	80 μJ	600 μJ	100 μJ	100 μJ	200 μJ	200 μJ
		光束质量 M ²	<1.2	<1.2	41.2	<1.2	<1.2	<1.3	<1.3
	绿光	最大输出功率	75W	30W	50W	10W	10W	40W	40W
		重复频率范围	200~1000kHz	最高为750kHz	1~30MHz	未在官网列示相关产品信息	50kHz-20MHz	未在官网列示相关产品信息	1Hz-2MHz
		最大单脉冲能量	125 μJ	40 μJ	50 μJ	50 μJ	50 μJ	50 μJ	50 μJ
		光束质量 M ²	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.2	<1.3

	最大输出功率	36W					15W	10W
紫 外	重复频率范围	最 高 1000kHz	未在官网列 示相关产品 信息	未在官网 列示相关 产品信息	未在官网列 示相关产品 信息	未在官网列 示相关产品 信息	1Hz-1MHz	1Hz-2MHz
	最大单脉冲能 量	36 μJ					30 μJ	50 μJ
	光束质量 M ²	<1.2					<1.3	<1.3

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

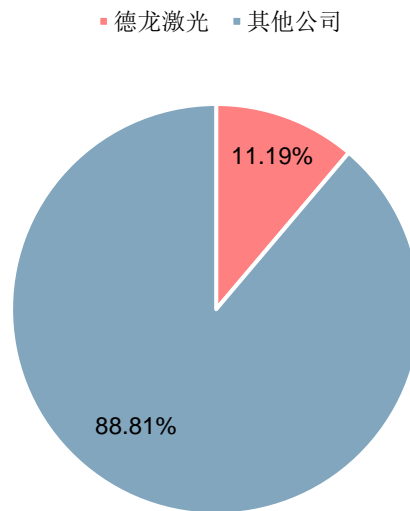
德龙激光布局超快激光器时间早，拥有较强技术优势和市场竞争地位。2012年，公司已研发完成皮秒激光器；2017年，公司研发完成飞秒激光器；2021年，公司研发完成光纤皮秒激光器。由于布局超快激光器时间早，公司产品性能领先。超快激光器方面，公司已经掌握激光谐振腔光学设计技术、长寿命皮秒种子源技术、高功率高增益皮秒放大器技术、长寿命飞秒种子源技术、高功率高增益皮秒放大器技术、高效率的波长转换技术、激光器控制技术整套的激光器技术。公司应用上述技术开发出一系列的激光器产品，其中 Coral 系列和 Marble 系列纳秒激光器，在 FPC 切割、3D 打印、激光打标等激光精密加工领域得到了广泛的应用和客户好评，产品以良好的性价比优势取得了一定的国际市场订单，远销日本、美国、欧洲，建立起较强的市场竞争地位。Amber 系列皮秒激光器具备红外、绿光、紫外波长的输出，最大平均功率达到红外 100W 和紫外 50W，该系列产品在半导体晶圆切割、OLED 柔性显示面板制造、5G 高频天线切割、PCB 切割、科学研究等领域得到广泛的应用；Axinite 系列飞秒激光器涵盖了红外、绿光、紫外波长的输出，最大输出功率达红外 100W 和紫外 30W，在半导体、OLED 柔性显示面板制造、生物医药、科学研究等领域具有广泛的应用前景。根据《2021 中国激光产业发展报告》统计，2020 年，国产皮飞秒超快激光器出货量为 2100 台。公司 2020 年皮飞秒超快激光器出货量为 235 台，市场占有率为 11.19%。

图表71：公司超快激光器相关专利

核心技术名称	对应专利	关联产品
长寿命皮秒种子源技术	一种激光器用 SESAM 的换点装置及其换点方法 (201310096652.5)；可延长可饱和吸收镜使用寿命的装置 (201720576566.8)	Amber NX 系列皮秒激光器
高功率、高增益皮秒放大器技术	用于皮秒激光脉冲放大的高增益双程行波放大器 (201110450207.5)；一种输出脉冲数可灵活调节的高峰值功率皮秒激光器 (201220448971.9)；固体脉冲激光放大装置 (202121398236.7)	Amber NX 系列皮秒激光器
长寿命飞秒种子源技术	一种激光器用 SESAM 的换点装置及其换点方法 (201310096652.5)；可延长可饱和吸收镜使用寿命的装置 (201720576566.8)	Axinite 系列飞秒激光器
高功率、高增益皮秒放大器技术	一种固体飞秒放大装置 (201920339933.1)	Axinite 系列飞秒激光器
高效率的波长转换技术	超快激光器三倍频装置 (201720886953.1)；用于倍频晶体的控温系统 (202020675458.8)	Amber NX 系列皮秒激光器；Axinite 系列飞秒激光器
可调脉宽种子源技术	非专利技术	APL 系列可调脉宽激光器
激光器控制技术	提高激光器稳定性的控制装置 (201822248423.1)；脉冲激光器的窄脉冲驱动系统 (201920800046.X)；一种激光功率快速切换电路 (201922424137.0)；一种腔内紧凑型激光功率计 (202020674607.9)；多光束、多波长输出激光装置 (202121405789.0)；贝林皮秒激光器控制软件 V1.9 (2017SR229590)；贝林紫外激光器控制软件 V2.1 (2018SR792097)	Amber NX 系列皮秒激光器；Axinite 系列飞秒激光器；APL 系列可调脉宽激光器

资料来源：德龙激光招股书，中信建投

图表72： 2020 年德龙激光国产皮飞秒超快激光器市占率



资料来源：《2021 年中国激光产业发展报告》，德龙激光招股书，中信建投

核心部件及关键技术自主可控。激光器是激光设备的核心器件，激光器核心器件包括泵浦源、激光脉冲调制器件等，由于泵浦源、激光脉冲调制器件等核心器件技术难度高，较长时间以来，中国激光器核心器件均依赖进口，制约着激光器国产化进程。为了降低对进口产品、技术的依赖程度，降低高端原材料的价格，公司加大自主研发力度，实现国产元器件、工艺替代进口产品。公司的精密激光加工设备依托在激光器、运动控制平台、控制软件、自动化部件等方面的自主可控的关键核心技术，大量采购国产化元器件及各类零部件，部分设备实现国产化率 96% 以上，服务于华为、中电科、中钞研究院等高端客户，符合国家战略。

与众多优质客户建立了深度业务合作关系。凭借多年的技术创新和工艺积累，公司与下游众多知名客户建立了稳定的合作关系。在半导体及光学领域，公司主要客户包括中电科、三安光电、华灿光电、水晶光电、五方光电、美迪凯等；在显示领域，公司主要客户包括京东方、华星光电、维信诺、同兴达、天马微电子、群创光电等；在消费电子领域，公司主要客户包括东山精密、信利公司等；在科研领域，公司主要客户包括中钞研究院、中科院等。公司的技术与产品得到了下游领先企业的一致认可，确立了公司在激光精细微加工行业中的市场地位。

图表73： 公司主要客户

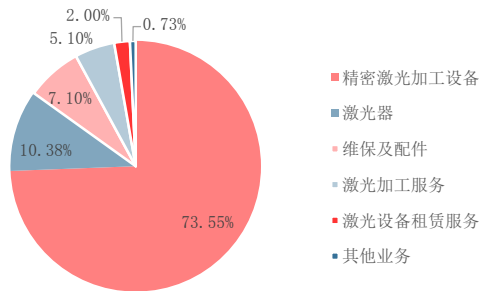


资料来源：公司官网，中信建投

四、投资评价和建议

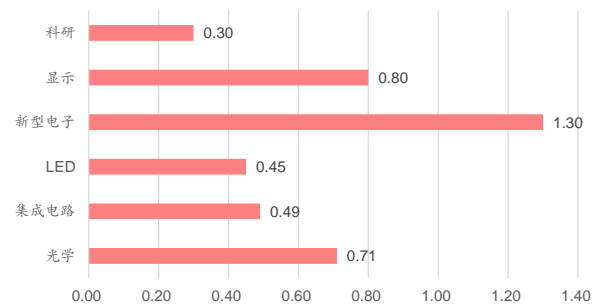
精密激光微加工领域佼佼者，产业链一体化优势显著。公司专注于激光精细微加工领域，聚焦于泛半导体、新型电子及新能源等应用领域，与同行业宏观激光加工设备对比，具有更新换代频率高、技术门槛高的特点。公司是业内少有的同时覆盖激光器和精密激光加工设备的厂商，公司产业链一体化优势显著，看好公司在激光精细微加工领域布局。

图表74： 2021 年主营业务构成（%）



资料来源：Wind，德龙激光，中信建投

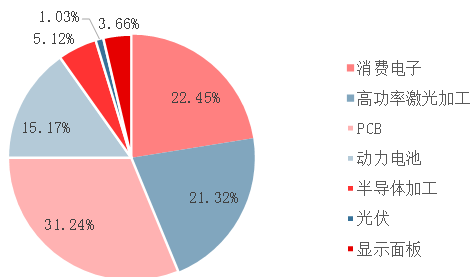
图表75： 2021 年精密激光加工设备构成（亿元）



资料来源：Wind，德龙激光，中信建投

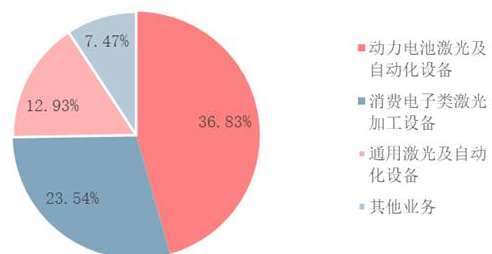
德龙激光应用领域与同行业公司具有差异，具有较强的技术储备。公司产品集中于半导体及光学、显示、新型电子等领域，技术门槛高的特点，加之公司系技术驱动型企业，一直致力于新产品、新技术、新工艺的前沿研究和开发，具有较强的技术储备。大族激光 2021 年收入主要来自消费电子、高功率加工、PCB、动力电池，各板块收入占比相对均衡，在光伏锂电等新能源、半导体、显示、3C 等精细加工领域均有涉足。海目星 2021 年收入主要来自动力电池领域，目前开始向光伏领域拓展；帝尔激光 2021 年收入主要来自光伏领域，正在积极研发高端消费电子、新型显示和集成电路等领域的激光加工设备；联赢激光 2021 年收入主要来自动力电池领域。

图表76： 2021 年大族激光主营业务构成（%）

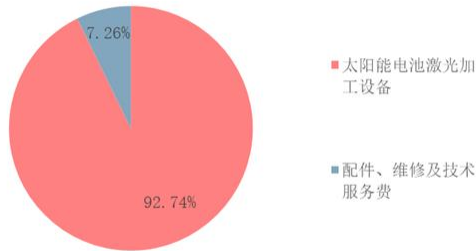


资料来源：Wind，大族激光，中信建投

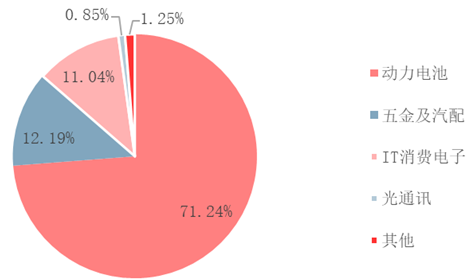
图表77： 2021 年海目星主营业务构成（%）



资料来源：Wind，海目星，中信建投

图表78： 2021 年帝尔激光主营业务构成（%）


资料来源：Wind，帝尔激光，中信建投

图表79： 2021 年联赢激光主营业务构成（%）


资料来源：Wind，联赢激光，中信建投

我们预计 2022-2024 年营收 6.54/8.47/10.93 亿元，同比增长为 19.05%、29.50%、29.00%，归母净利润 0.86/1.17/1.62 亿元，EPS 为 0.83/1.13/1.57 元/股，对应 2023 年 PE 为 47X，我们选取行业可比公司大族激光、英诺激光、海目星、联赢激光、帝尔激光，2023 年平均 PE 估值为 31X。考虑到公司为精细激光加工领域佼佼者，产业链一体化优势显著，与同行业相比，公司产品集中于半导体及光学、显示、新型电子和新能源领域，更新换代频率高、技术门槛高的特点。我们以 2023 年的 PE 为 80X 给予 6 个月目标价 90.56 元，给予“买入”评级。

图表1： 可比公司估值情况对比

代码	公司	市值 (亿)	营业收入 (亿元)				净利润 (亿元)			PE 估值	
			2021A	2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E	2023E	2024E
002008.SZ	大族激光	303	119.42	163.32	184.37	278.37	20.53	25.45	31.59	12	10
301021.SZ	英诺激光	54	3.91	4.57	5.93	7.91	0.75	0.93	1.26	58	43
688559.SH	海目星	152	19.84	40.86	69.91	92.06	3.57	7.84	11.55	19	13
688518.SH	联赢激光	113	13.40	29.12	42.81	55.93	3.18	5.56	7.54	20	15
300776.SZ	帝尔激光	317	12.57	16.40	23.34	32.37	5.12	7.44	10.46	43	30
平均										31	22
688170.SH	德龙激光	55	5.49	6.54	8.47	10.93	0.86	1.17	1.62	47	34

资料来源：Wind 一致预期，中信建投备注：收盘日期为 2022 年 9 月 15 日

五、风险分析

- **技术开发风险：**随着市场竞争的加剧，技术更新换代周期越来越短。国内外激光加工技术在不断进步，公司近几年虽然在激光基础研究上作了一定的投入，同国外技术相比还有一定差距，国内竞争对手技术水平不断提升，存在新技术快速替代的风险。
- **部分核心原材料进口依赖的风险：**公司核心原材料公司正在逐步实现进口替代，基于产品性能的考虑，公司主要采购国外厂商的成熟产品；个别核心原材料如设备的运动控制卡，激光器的可饱和吸收镜、脉冲展宽及压缩器等因其市场规模小、技术门槛高、国内同类产品的性能和国外先进厂商的产品尚存在一定差距，公司暂时依赖进口。将来若因国际贸易形势恶化，前述核心原材料的出口国对其实施出口限制，或将其列入关税加征名单，会对发行人的原材料进口产生不利影响，进而对公司的经营业绩造成负面影响。
- **原材料短缺涨价波动风险：**公司原材料采购主要包括光学件、电气件、机械标准件、机械设计件及设备仪器等，通用标准零部件根据产品型号进行市场采购；机架、钣金件、其他机械加工件等零部件由公司提供设计图纸或者规格要求，向供应商定制，均为国内供应商。2023 年疫情等因素带来原材料短缺和材料上涨，通过敏感性分析，假设价格带动成本上涨 1%、5%、8%，对应的净利润变为 1.14 亿元、0.95 亿元、0.64 亿元。
- **下游行业波动的风险：**公司专注于精密激光加工应用领域，公司产品和服务主要用于半导体及光学、显示、消费电子和、科研、新能源等领域。公司主要产品精密激光加工设备系装备类产品，与下游客户的固定资产投资相关性较强，下游行业的景气度和波动情况直接影响行业固定资产投资和产能扩张，进而影响对激光加工设备的需求。
- **发出商品长期未验收金额较大的风险：**公司发出商品未验收主要系客户因产线设计发生变更、新产品新工艺调试、量产延期、产线磨合、经办人员变更、内部审批流程延迟等因素导致验收时间增加。若未来公司发出商品长期未验收，或最终未能实现销售，将会增加发出商品跌价风险，拉低公司经营效率，对公司业绩产生不利影响。

六、报表预测

资产负债表(百万元)

会计年度	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
流动资产	698.34	788.46	858.25	1,008.73	1,290.19
现金	193.84	175.35	132.03	84.69	109.25
应收票据及应收账款合计	213.11	251.13	317.14	445.03	633.06
其他应收款	0.98	1.77	2.87	4.64	7.48
预付账款	5.46	6.30	7.17	9.05	11.07
存货	282.18	346.06	392.66	457.05	518.66
其他流动资产	2.77	7.85	6.38	8.26	10.66
非流动资产	116.43	181.47	249.33	336.77	449.36
长期投资	4.26	1.62	3.24	5.85	9.47
固定资产	71.90	82.85	123.71	217.82	328.12
无形资产	16.12	16.43	5.36	-12.38	-28.87
其他非流动资产	24.15	80.57	117.03	125.48	140.64
资产总计	814.77	969.93	1,107.58	1,345.50	1,739.56
流动负债	315.49	361.48	429.87	573.44	836.83
短期借款	34.94	0.00	0.00	33.95	154.35
应付票据及应付账款合计	148.44	190.70	200.69	217.64	232.03
其他流动负债	132.11	170.78	229.18	321.84	450.44
非流动负债	11.91	28.99	29.11	29.24	29.40
长期借款	1.90	1.75	1.87	2.01	2.16
其他非流动负债	10.01	27.24	27.24	27.24	27.24
负债合计	327.39	390.47	458.98	602.68	866.23
少数股东权益	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
股本	77.52	77.52	77.52	77.52	77.52
资本公积	253.69	258.21	258.21	258.21	258.21
留存收益	156.17	243.73	312.87	407.09	537.59
归属母公司股东权益	487.38	579.46	648.60	742.82	873.33
负债和股东权益	814.77	969.93	1,107.58	1,345.50	1,739.56

现金流量表(百万元)

会计年度	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
经营活动现金流	22.45	50.73	77.31	90.35	137.55
净利润	67.23	87.71	86.04	117.25	162.40
折旧摊销	13.36	16.19	32.76	57.18	81.02
财务费用	5.32	1.67	-0.45	0.45	3.86
投资损失	-0.18	1.69	0.11	0.11	0.11
营运资金变动	-74.94	-65.52	-44.72	-88.21	-113.91
其他经营现金流	11.65	8.99	3.56	3.56	4.06
投资活动现金流	-4.21	-38.57	-104.30	-148.30	-197.79
资本支出	4.22	22.35	99.00	142.00	190.00
长期投资	1.00	0.00	-2.00	-3.00	-4.00
其他投资现金流	-9.44	-60.92	-201.30	-287.30	-383.79
筹资活动现金流	99.17	-43.66	-16.33	10.60	84.81
短期借款	-54.99	-34.94	0.00	33.95	120.40
长期借款	1.90	-0.14	0.12	0.13	0.16
其他筹资现金流	152.26	-8.57	-16.45	-23.48	-35.75
现金净增加额	115.78	-32.45	-43.32	-47.34	24.56

利润表(百万元)

会计年度	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入	419.08	549.32	653.99	846.91	1,092.52
营业成本	203.22	270.57	318.49	397.20	498.19
营业税金及附加	3.18	4.04	4.96	6.42	8.28
销售费用	56.99	77.02	98.10	128.73	164.97
管理费用	31.99	47.32	58.86	77.92	100.51
研发费用	46.61	58.93	89.60	110.10	136.56
财务费用	5.32	1.67	-0.45	0.45	3.86
资产减值损失	-10.02	-9.91	-15.48	-20.04	-25.85
信用减值损失	-5.16	-3.76	-8.23	-10.66	-13.75
其他收益	17.75	23.50	35.00	35.00	40.00
公允价值变动收益	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
投资净收益	0.18	-1.69	-0.11	-0.11	-0.11
资产处置收益	-0.03	0.02	-0.10	-0.10	-0.10
营业利润	74.49	97.94	95.52	130.18	180.33
营业外收入	0.36	0.05	0.41	0.41	0.41
营业外支出	0.19	0.57	0.38	0.38	0.38
利润总额	74.67	97.42	95.55	130.22	180.37
所得税	7.44	9.70	9.52	12.97	17.96
净利润	67.23	87.71	86.04	117.25	162.40
少数股东损益	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
归属母公司净利润	67.23	87.71	86.04	117.25	162.40
EBITDA	93.35	115.27	127.86	187.85	265.25
EPS (元)	0.65	0.85	0.83	1.13	1.57

主要财务比率

会计年度	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E
成长能力					
营业收入(%)	18.73	31.08	19.05	29.50	29.00
营业利润(%)	252.46	31.48	-2.47	36.29	38.52
归属于母公司净利润(%)	229.68	30.47	-1.91	36.28	38.51
获利能力					
毛利率(%)	51.51	50.74	51.30	53.10	54.40
净利率(%)	16.04	15.97	13.16	13.84	14.86
ROE(%)	13.79	15.14	13.26	15.78	18.60
ROIC(%)	23.02	24.10	18.60	20.16	21.31
偿债能力					
资产负债率(%)	40.18	40.26	41.44	44.79	49.80
净负债率(%)	-32.21	-29.96	-20.07	-6.56	5.41
流动比率	2.21	2.18	2.00	1.76	1.54
速动比率	1.29	1.18	1.05	0.93	0.90
营运能力					
总资产周转率	0.51	0.57	0.59	0.63	0.63
应收账款周转率	2.36	2.72	2.52	2.28	2.03
应付账款周转率	1.91	2.58	3.04	3.65	4.56
每股指标(元)					
每股收益(最新摊薄)	0.65	0.85	0.83	1.13	1.57
每股经营现金流(最新摊薄)	0.22	0.49	0.75	0.87	1.33
每股净资产(最新摊薄)	4.72	5.61	6.28	7.19	8.45
估值比率					
P/E	81.92	62.78	64.01	46.97	33.91
P/B	11.30	9.50	8.49	7.41	6.31
EV/EBITDA	57.76	46.74	42.56	29.51	21.35

资料来源：公司公告，中信建投

【重要信息披露】：

截止本报告发布日的前一交易日，我公司之子公司中信建投投资有限公司持有德龙激光（688170）股票 129.2 万股，占德龙激光已发行股份的比例为 1.25%，中信建投投资有限公司持有的该等股票为限售股，锁定期至 2024 年 4 月 28 日。中信建投投资有限公司持有前述限售股与本报告不存在利益冲突。公司及中信建投投资有限公司在本报告发布日及第二个交易日均不会进行与本报告观点相反的交易。本报告由本文作者独立、客观地出具。

分析师介绍

刘双锋：中信建投证券电子首席分析师。3 年深南电路，5 年华为工作经验，从事市场洞察、战略规划工作，涉及通信服务、云计算及终端领域，专注于通信服务领域，2018 年加入中信建投通信团队。2018 年 IAMAC 最受欢迎卖方分析师通信行业第一名团队成员，2018《水晶球》最佳分析师通信行业第一名团队成员。

孙芳芳：同济大学材料学硕士，2015 年 8 月加入浙商证券，任电子行业首席，专注研究电子材料、半导体、消费电子、5G 板块等领域，2020 年 5 月加入中信建投电子团队。

评级说明

投资评级标准		评级	说明
报告中投资建议涉及的评级标准为报告发布日后 6 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数作为基准；新三板市场以三板成指为基准；香港市场以恒生指数作为基准；美国市场以标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	相对涨幅 15% 以上
		增持	相对涨幅 5%—15%
		中性	相对涨幅-5%—5%之间
		减持	相对跌幅 5%—15%
		卖出	相对跌幅 15% 以上
行业评级	强于大市	相对涨幅 10% 以上	
	中性	相对涨幅-10-10%之间	
	弱于大市	相对跌幅 10% 以上	

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：（i）以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，结论不受任何第三方的授意或影响。（ii）本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

法律主体说明

本报告由中信建投证券股份有限公司及/或其附属机构（以下合称“中信建投”）制作，由中信建投证券股份有限公司在中华人民共和国（仅为本报告目的，不包括香港、澳门、台湾）提供。中信建投证券股份有限公司具有中国证监会许可的投资咨询业务资格，本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格证书编号已披露在报告首页。

在遵守适用的法律法规情况下，本报告亦可能由中信建投（国际）证券有限公司在香港提供。本报告作者所持香港证监会牌照的中央编号已披露在报告首页。

一般性声明

本报告由中信建投制作。发送本报告不构成任何合同或承诺的基础，不因接收者收到本报告而视其为中信建投客户。

本报告的信息均来源于中信建投认为可靠的公开资料，但中信建投对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载观点、评估和预测仅反映本报告出具日该分析师的判断，该等观点、评估和预测可能在不发出通知的情况下有所变更，亦有可能因使用不同假设和标准或者采用不同分析方法而与中信建投其他部门、人员口头或书面表达的意见不同或相反。本报告所引证券或其他金融工具的过往业绩不代表其未来表现。报告中所含任何具有预测性质的内容皆基于相应的假设条件，而任何假设条件都可能随时发生变化并影响实际投资收益。中信建投不承诺、不保证本报告所含具有预测性质的内容必然得以实现。

本报告内容的全部或部分均不构成投资建议。本报告所包含的观点、建议并未考虑报告接收人在财务状况、投资目的、风险偏好等方面的具体情况，报告接收者应当独立评估本报告所含信息，基于自身投资目标、需求、市场机会、风险及其他因素自主做出决策并自行承担投资风险。中信建投建议所有投资者应就任何潜在投资向其税务、会计或法律顾问咨询。不论报告接收者是否根据本报告做出投资决策，中信建投都不对该等投资决策提供任何形式的担保，亦不以任何形式分享投资收益或者分担投资损失。中信建投不对使用本报告所产生的任何直接或间接损失承担责任。

在法律法规及监管规定允许的范围内，中信建投可能持有并交易本报告中所提公司的股份或其他财产权益，也可能在过去 12 个月、目前或者将来为本报中所提公司提供或者争取为其提供投资银行、做市交易、财务顾问或其他金融服务。本报告内容真实、准确、完整地反映了署名分析师的观点，分析师的薪酬无论过去、现在或未来都不会直接或间接与其所撰写报告中的具体观点相联系，分析师亦不会因撰写本报告而获取不当利益。

本报告为中信建投所有。未经中信建投事先书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式转发、翻版、复制、发布或引用本报告全部或部分内容，亦不得从未经中信建投书面授权的任何机构、个人或其运营的媒体平台接收、翻版、复制或引用本报告全部或部分内容。版权所有，违者必究。

中信建投证券研究发展部

北京
 东城区朝内大街 2 号凯恒中心
 B 座 12 层
 电话：（8610）8513-0588
 联系人：李祉瑶
 邮箱：lizhiyao@csc.com.cn

上海
 上海浦东新区浦东南路 528 号
 南塔 2106 室
 电话：（8621）6882-1600
 联系人：翁起帆
 邮箱：wengqifan@csc.com.cn

深圳
 福田区益田路 6003 号荣超商务
 中心 B 座 22 层
 电话：（86755）8252-1369
 联系人：曹莹
 邮箱：caoying@csc.com.cn

中信建投（国际）

香港
 中环交易广场 2 期 18 楼
 电话：（852）3465-5600
 联系人：刘泓麟
 邮箱：charleneliu@csci.hk