

## 通用设备

## 行业深度分析

## 激光助力智能制造，下游多点开花加快发展

## 投资要点

- ◆ **行业短期随制造业波动，长期持续渗透推动规模增长。**激光行业下游应用分布广泛，行业整体景气度与制造业周期高度相关，从历史波动看，受制造业高景气影响，行业在 2009Q3-2010Q2 和 2017Q1-2018Q1 经历了两次大幅度的增长。长期来看，激光在加工质量和效率上优势明显，逐步替代传统加工，同时随着激光技术的发展，新的激光应用持续出现并拓宽激光赛道，行业规模长期持续成长。
- ◆ **激光设备：潜在增长空间大，下游多点开花加快行业发展。**根据《中国激光产业发展报告》，2020 年中国激光设备市场规模为 692 亿元，2010-2020 年 CAGR 约 21.7%，根据计算，2020 年激光设备龙头大族激光的市场份额约为 13.05%，市场格局分散。切割、焊接、打标是激光加工的三大应用，根据测算，假设中厚板激光切割渗透率达到薄板市场的一半，则激光切割机市场空间有望扩容至 528 亿元，即激光切割机市场存在翻倍空间，同时激光焊接及新应用亦具备较大的增长空间。目前锂电、光伏等下游行业需求旺盛，有望加快激光设备行业发展。
- ◆ **激光器：光纤占比最高，超快与半导体快速发展。**（1）**光纤激光器：**2015-2020 年，我国光纤激光器市场规模由 40.7 亿元增长至 94.2 亿元，CAGR 为 18.27%，2020 年中国光纤激光器市场份额前三的企业分别为 IPG（34.6%）、锐科激光（24.4%）、创鑫激光（16.6%），目前中高功率光纤激光器仍具备较大国产化空间，预计国内企业市场份额将进一步提升；（2）**超快激光器：**超快激光被誉为“冷加工”，主要用于追求高质量加工效果的工业应用，随着 3C、半导体、显示面板等的发展，超快激光行业发展迅速，2015 年到 2020 年我国超快激光器市场规模由 2.9 亿元增长至 27 亿元，大族激光、华工科技、锐科激光、德龙激光等国内企业均进行了布局；（3）**半导体激光器：**半导体激光器可作为光纤激光器、固体激光器的泵浦源，也可作为直接使用其输出激光的直接半导体激光器，随着技术发展，半导体激光器已成为光电行业最有发展前景的领域之一。目前半导体激光芯片及器件厂商仍以国外企业为主，包括贰陆集团、朗美通、IPG 光电等，国内主要企业为长光华芯、武汉锐晶、华光光电、炬光科技等。
- ◆ **运控系统：高功率切控系统国产化有望快速推进。**目前发展较为成熟的是激光切割运动控制系统，根据测算，2025 年中低功率和高功率激光切割控制系统的市场规模分别为 10.41 亿元、28.04 亿元，总市场规模有望达到 38.45 亿元。中低功率领域已基本国产化，柏楚电子市占率超过 60%，高功率领域仍为国际厂商主导，主要企业包括德国倍福、德国 PA、西门子等，柏楚电子在国内高功率激光切割控制系统的市占率超过 10%。目前激光切割设备国产化程度已达到 80%-90%，国内设备厂商使用国产化系统的意愿较强，同时随着国内企业技术的快速进步，高功率领域有望复制中低功率领域的国产化之路，预计国产化将快速推进。

投资评级

同步大市-A 首次

## 首选股票

评级

300747	锐科激光	买入-A
688188	柏楚电子	增持-A

## 一年行业表现



资料来源：贝格数据

升幅%	1M	3M	12M
相对收益	10.95	9.96	9.96
绝对收益	10.46	12.31	12.31

分析师

刘荆  
SAC 执业证书编号：S0910520020001  
liujing1@huajinsec.cn

报告联系人

张晨飞  
zhangchenfei@huajinsec.cn

## 相关报告

- 其他通用机械：战略、技术基础、技术选择、企业分布、案例分析 2021-08-23
- 基础件：核电项目核准，核电建设有望稳步推进 2020-09-03
- 其他通用机械：疫情下的服务机器人 2020-03-20
- 起重运输设备：自动化码头硬件和软件并重，发展势头喜人 2017-12-29
- 起重运输设备：智慧码头时代迎面而来 2017-11-10

◆ **投资建议:** 在我国制造业转型升级背景下, 激光行业长期成长可期, 我们给予行业“同步大市-A”的评级, 建议关注成长逻辑强的优质个股, 推荐锐科激光(300747.SZ)、柏楚电子(688188.SH)。

◆ **风险提示:** 行业景气度不佳导致需求增长不及预期; 国际形势不确定性带来风险; 价格竞争激烈导致企业盈利能力下降; 国产化进度不及预期。

# 内容目录

一、行业短期随制造业周期波动，长期持续渗透推动规模增长.....	5
(一) 激光产业链及相关上市公司.....	5
(二) 短期随制造业周期波动，长期看渗透率提升和新应用拓展.....	7
1、激光行业下游分布广，短期随制造业波动.....	7
2、长期看渗透率提升和新应用拓展.....	8
(三) 激光技术与行业发展趋势.....	9
二、激光设备：潜在增长空间大，下游多点开花加快行业发展.....	10
(一) 激光加工设备千亿市场，市场格局较为分散.....	10
(二) 切割、焊接及新应用潜在增长空间大.....	11
(三) 下游多点开花加快行业发展.....	14
1、锂电：新能源车快速发展，激光锂电设备需求旺盛.....	14
2、光伏：碳减排下光伏装机快速增长，光伏激光设备需求旺盛.....	16
三、激光器：光纤占比最高，超快与半导体快速发展.....	17
(一) 激光器市场规模与分类.....	17
(二) 光纤激光器：中高功率国产化快速推进.....	19
(三) 超快激光器：精密加工重要方向.....	20
(四) 半导体激光器：发展前景广阔.....	22
四、运控系统：高功率领域国产化有望快速推进.....	25
五、投资建议.....	26
(一) 锐科激光：国产光纤激光器龙头，步入快速发展阶段.....	26
(二) 柏楚电子：激光切控系统龙头，产业拓展打开成长空间.....	27
六、风险提示.....	28

# 图表目录

图 1：激光产业链情况.....	5
图 2：激光企业营收增速随制造业景气度波动.....	7
图 3：我国制造业 PMI 变化情况.....	7
图 4：制造业固定资产投资完成额同比变化情况（%）.....	7
图 5：中国激光切割设备行业市场规模变化情况（亿元）.....	9
图 6：激光切割机销量及其占金切机床产量的比例.....	9
图 7：传统清洗与激光清洗技术的对比.....	9
图 8：轴件激光熔覆加工效果.....	9
图 9：激光的发光原理是受激辐射.....	10
图 10：激光器结构组成.....	10
图 11：全球激光加工设备销售额变化情况（亿美元）.....	11
图 12：中国激光设备市场分种类销售收入情况（亿元）.....	11
图 13：国内主要激光加工设备企业的市场份额.....	11
图 14：中国激光切割/焊接/打标设备市场规模变化情况.....	12
图 15：中国激光切割/焊接/打标设备市场规模同比增速（%）.....	12
图 16：汽车整车制造四大工艺设备工器具投入占比情况.....	13
图 17：激光清洗市场空间.....	13
图 18：我国新能源车销量及渗透率变化情况.....	14

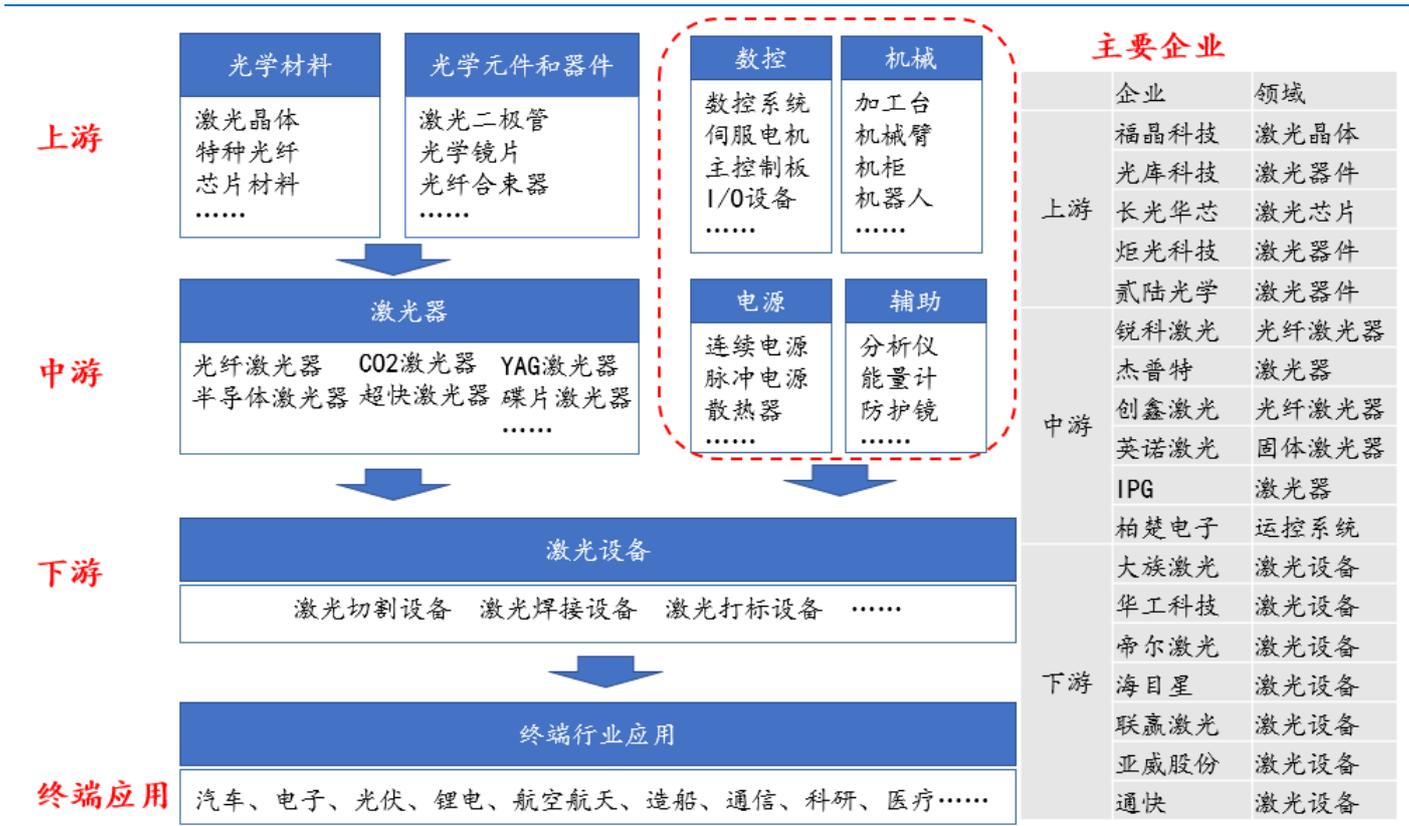
图 19: 全球新能源车销量及渗透率变化情况 .....	14
图 20: 2021-2025 年我国光伏新增装机预测 (GW) .....	16
图 21: 2021-2025 年全球光伏新增装机预测 (GW) .....	16
图 22: 激光加工技术在太阳能电池生产过程中的应用 .....	17
图 23: 2014-2020E 年全球激光器销售收入 (亿美元) .....	18
图 24: 2019 年全球激光器应用市场情况 (%) .....	18
图 25: 典型光纤激光器光学系统 .....	19
图 26: 2013-2019 年全球工业激光器中光纤激光器占比稳步提升 .....	19
图 27: 2015-2019 年全球不同种类工业激光器市场规模 (亿美元) .....	20
图 28: 2015-2021E 我国光纤激光器市场规模及其变化情况 .....	20
图 29: 2017-2020 年中国光纤激光器市场占有率情况 .....	20
图 30: 低、中、高功率光纤激光器国产比例变化情况 .....	20
图 31: 超快激光适用于追求高质量的材料加工应用 .....	21
图 32: 中国超快激光器市场规模变化情况 (亿元) .....	22
图 33: 全球超快激光器行业市场规模变化情况 (亿美元) .....	22
图 34: 半导体激光器结构示意图 .....	23
图 35: 半导体激光芯片分为边发射和面发射两种 .....	23
图 36: 全球半导体激光器市场规模及其变化情况 (亿美元) .....	24
图 37: 运动控制系统流程 .....	25
图 38: 运动控制系统产业链情况 .....	25
表 1: 国内主要激光上市企业情况 .....	5
表 2: 激光行业发展历程 .....	6
表 3: 激光加工的典型应用与各自优势 .....	8
表 4: 激光切割市场空间测算 .....	12
表 5: 锐科激光光纤激光器在锂电池领域的应用 .....	14
表 6: 我国动力锂电设备市场空间测算 .....	15
表 7: 国内多家企业布局激光锂电设备 .....	16
表 8: 我国光伏领域激光加工设备市场规模测算 .....	17
表 9: 激光器常见的五种分类 .....	18
表 10: 典型工业激光器性能参数比较 .....	18
表 11: 超快激光加工的优势 .....	21
表 12: 国内超快激光器主要企业 .....	22
表 13: 半导体激光器的应用及最终应用领域 .....	23
表 14: 国内主要半导体激光器企业 .....	24
表 15: 激光切割控制系统市场规模测算 .....	25
表 16: 激光切割控制系统行业主要企业情况 .....	26

# 一、行业短期随制造业周期波动，长期持续渗透推动规模增长

## (一) 激光产业链及相关上市公司

**激光产业链情况：**激光产业链上游是利用半导体材料、高端装备以及相关的生产辅料制造的激光芯片、光电器件等，是激光产业的基石。产业链中游是利用上游激光芯片及光电器件、模组、光学元件等进行各类激光器的制造与销售；下游为激光设备集成商，产品最终应用于先进制造、医疗健康、科学研究、汽车应用、信息技术、光通信、光存储等众多领域。

图 1：激光产业链情况



资料来源：《中国激光产业发展报告》，华金证券研究所整理

表 1：国内主要激光上市公司情况

	公司名称	股票代码	主要业务	市值 (2021/10/8)	PE(TTM) (2021/10/8)	2020 营收 (亿元)	yoy	2020 归母利 润 (亿元)	yoy
上游	福晶科技	002222.SZ	激光晶体	64.21	38.76	5.46	9%	1.44	7%
	光库科技	300620.SZ	激光器件	69.74	75.89	4.92	26%	0.59	3%
中游	锐科激光	300747.SZ	光纤激光器	253.72	51.83	23.17	15%	2.96	-9%
	英诺激光	301021.SZ	固体激光器	64.01	70.88	3.39	-6%	0.66	-9%
	杰普特	688025.SH	激光设备	49.67	94.88	8.54	50%	0.44	-31%
下游	柏楚电子	688188.SH	运控系统	419.12	79.33	5.71	52%	3.71	50%
	维宏股份	300508.SZ	运控系统	43.16	55.21	2.09	9%	0.29	-56%
	大族激光	002008.SZ	激光设备	405.06	32.56	119.42	25%	9.79	52%

公司名称	股票代码	主要业务	市值 (2021/10/8)	PE(TTM) (2021/10/8)	2020 营收 (亿元)	yoy	2020 归母利 润 (亿元)	yoy
华工科技	000988.SZ	激光设备	291.80	52.29	61.38	12%	5.50	9%
帝尔激光	300776.SZ	激光设备	141.74	36.41	10.72	53%	3.73	22%
联赢激光	688518.SH	激光设备	88.20	109.75	8.78	-13%	0.67	-7%
亚威股份	002559.SZ	激光设备	44.32	26.28	16.39	12%	1.36	40%
海目星	688559.SH	激光设备	111.18	127.62	13.21	28%	0.77	-47%

资料来源: Wind, 华金证券研究所

**激光行业发展历程:** 1917 年, 爱因斯坦提出受激辐射概念, 之后的 40 年时间激光技术在理论上逐步走向成熟; 1960 年第一台红宝石激光器诞生, 之后各类激光器层出不穷, 行业进入应用拓展阶段; 20 世纪后, 激光行业进入快速发展阶段, 根据《中国激光产业发展报告》, 2010-2020 年中国激光设备市场规模由 97 亿元增长至 692 亿元, CAGR 约 21.7%。

表 2: 激光行业发展历程

时间	事件	行业发展阶段
1917 年	爱因斯坦在研究光辐射与原子相互作用时, 提出光的受激辐射概念, 从理论上预见了激光产生的可能性	<b>理论奠基阶段:</b> 受激辐射理论走向成熟
20 世纪 30 年代	理论物理学家证明受激辐射产生的光子的振动频率、偏振方向和传播方向都和引发受激辐射的光子完全相同	
1954 年	美国汤斯、前苏联巴索夫和普罗克霍洛夫发明氨分子微波振荡器, 微波波段受激辐射放大器的研制成功证明了受激辐射原理技术应用的可能性	
1958 年	汤斯和贝尔实验室的肖洛在《物理评论》上发表《红外和光学激光器》(Infrared and Optical Maser) 的论文, 讨论并概括了光波段受激辐射放大器的主要问题和困难, 给出了实现光受激辐射放大需要满足的必要条件, 这篇文章标志着激光时代的开端	
1960 年 5 月	美国休斯公司 (Hughes) 实验室梅曼制成了世界上第一台红宝石固体激光器 (波长 694.3nm)	<b>应用拓展阶段:</b> 各种激光器纷纷研制成功, 同时激光在工业、通信、医疗、军事等领域快速得到应用, 显示出强大的生命力和竞争力
1960 年 12 月	贝尔实验室的贾范 (Javan)、海利特 (Herriot)、贝纳特 (Bennett) 等人制成世界上第一台氦氮激光器, 可输出波长 1150nm 上下几种波长的连续光	
1961 年 8 月	中国第一台激光器 (红宝石激光器) 研制成功, 是中国科学院长春光学精密机械研究所王之江领导设计并和邓锡铭、汤星里、杜继禄等共同实验研制, 王之江也被称为“中国激光之父”	
1962 年	半导体激光器出现	
1964 年	帕特尔 (C.Patel) 发明了第一台二氧化碳 (CO2) 激光器	
1964 年 9 月	用激光演示传送电视图像	
1964 年 11 月	实现 3-30km 的通话	
1965 年	第一台钕铝石榴石 (YAG) 激光器研制成功	
1965 年 5 月	激光打孔成功地用于拉丝模打孔生产, 获得显著经济效益	
1965 年 6 月	激光视网膜焊接器进行了动物和临床试验	
1965 年 12 月	研制成功激光漫反射测距机 (精度为 10m/10km)	
1966 年 4 月	研制出遥控脉冲激光多普勒测速仪	
1967 年	第一台 X 射线激光器研制成功	
1968 年	开始发展高功率 CO2 激光器	
1971 年	第一台商用 1kW CO2 激光器研制成功	
1997 年	第一台原子激光器研制成功	
20 世纪以来	2010-2020 年中国激光设备市场规模由 97 亿元增长至 692 亿元, CAGR 约 21.7%。	<b>快速发展阶段</b>

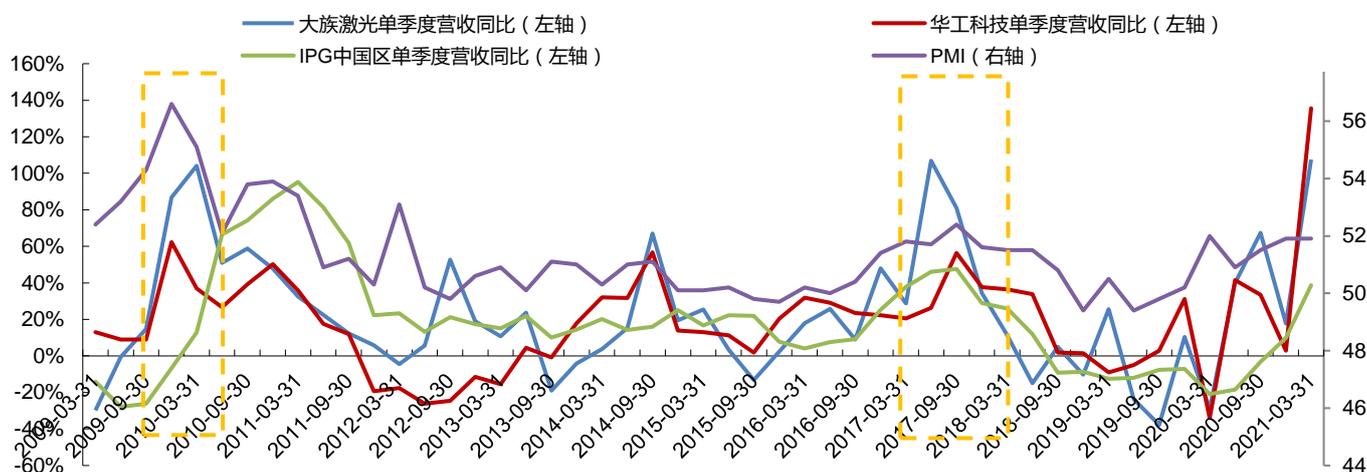
资料来源: 《激光原理及应用\_电子工业出版社》, 《中国激光产业发展报告》, 《科技创业月刊》, 华金证券研究所

## （二）短期随制造业周期波动，长期看渗透率提升和新应用拓展

### 1、激光行业下游分布广，短期随制造业波动

**激光行业短期景气度与制造业相关度高。**激光设备的需求来自于下游企业的资本开支，受企业资本开支能力和意愿影响，具体影响因素包括企业利润、产能利用率、企业外部融资环境、对行业未来前景的预期等。同时激光设备是典型的通用设备，下游广泛分布于汽车、钢铁、石油、造船等多个行业，激光行业整体景气度与制造业相关度较高。从行业历史波动看，激光行业经历了 2009Q3-2010Q2，2017Q1-2018Q1 两轮大幅度的增长，主要与制造业周期和终端产品创新周期相关。目前制造业周期处于景气阶段，工业机器人、金属切削机床等销量保持在较高水平，激光行业处于需求旺盛阶段。

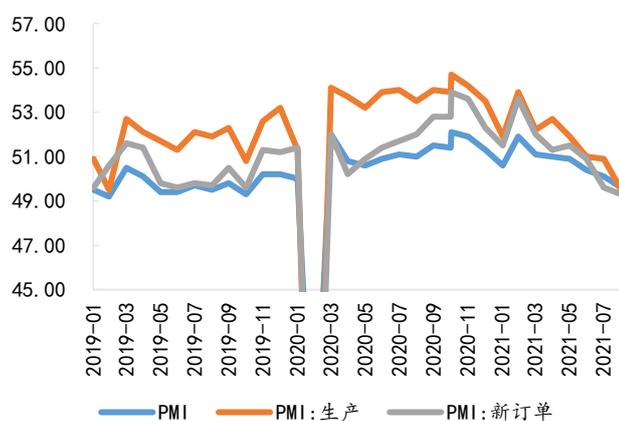
图 2：激光企业营收增速随制造业景气度波动



资料来源：Wind，华金证券研究所

**制造业后半年或将维持平稳，激光行业景气度有望延续。**2021 年 9 月制造业 PMI 为 49.6，历经 18 个月的扩张后首次跌破荣枯线，反映制造业景气度整体回落。往前看，地方专项债加快发行叠加海外疫情因素支撑出口需求，后半年制造业景气度仍具备支撑，或将维持平稳扩张态势。

图 3：我国制造业 PMI 变化情况



资料来源：国家统计局，华金证券研究所

图 4：制造业固定资产投资完成额同比变化情况（%）

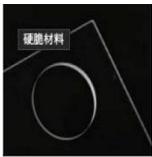
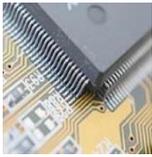
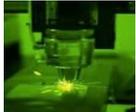


资料来源：国家统计局，华金证券研究所

## 2、长期看渗透率提升和新应用拓展

激光加工在加工效率和质量上优势明显，制造业转型升级推动行业发展。激光加工是将激光聚焦于被加工物体上，使物体加热、融化或气化，从而达到加工目的。与传统加工方式相比，激光加工具备三大主要优势：（1）可以通过软件控制激光加工轨迹；（2）激光加工的精密度极高；（3）激光加工属于非接触加工，可以减少切割材料损耗，并且加工质量更好。激光加工在加工效率、加工效果等方面表现出明显的优势，并且符合智能制造的大方向，制造业转型升级推动激光加工对于传统加工的替代。

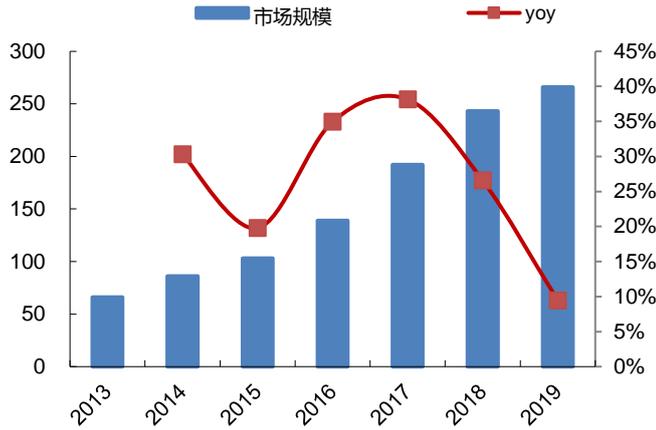
表 3：激光加工的典型应用与各自优势

应用技术	图片	工作原理	优势
激光切割		利用经聚焦的高功率密度激光束照射工件，使被照射的材料迅速熔化、汽化、烧蚀或达到燃点，同时借助与光束同轴的高速气流吹除熔融物质，从而将工件割开。	切割精度高、速度快，表面光滑美观，一次性加工，工件变形小，无工具磨损，清洁污染小
激光焊接		利用高能量密度的激光束照射材料，使材料在吸收激光后产生物态变化，从而实现焊接	焊接性变小，不受磁场影响，空间限制小，无电极污染，适用于自动高速焊接，可焊接不同属性的金属，可在封闭空间工作
激光打标		利用高能量密度的激光对工件进行局部照射，使表层材料汽化或发生颜色变化的化学反应，从而留下永久性标记。	为非接触加工，可在任何异型表面标刻，工件不会变形和产生内应力，加工精度高，加工速度快，清洁环保，成本低廉
激光雕刻		激光照射材料表面，材料吸收能量后瞬间熔化或者气化，形成刻线。	自动跳号，热影响区域小，线条精细，耐清洗耐磨损，环保节能，节省材料
表面处理		利用激光加热金属材料表面，实现表面热处理。	加工速度快，部件变形小，精确加工，实现自动淬火的处理效果
激光快速成型 (3D 打印)		采用铺粉辊将一层粉末平铺在工件表面，激光束按照粉末层的轮廓截面扫描粉层，使粉末熔化后烧结，实现工件粘接。	加工工艺简单，可加工材料广泛，加工剪度高，无需支撑结构，材料剪用率高

资料来源：英诺激光招股说明书，华金证券研究所

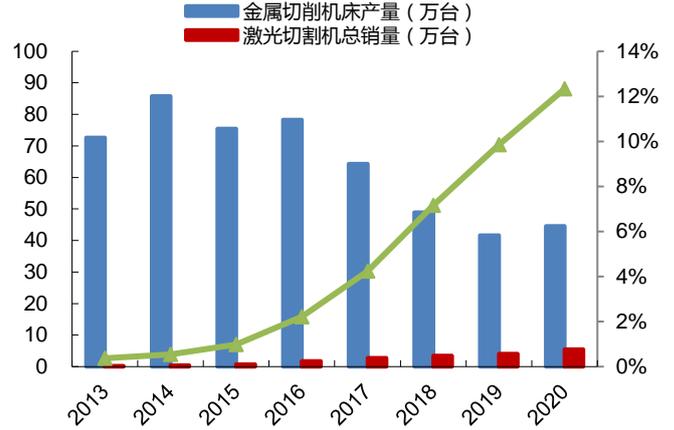
以激光切割设备为例，渗透率提升带动市场规模持续增长，2013-2019 年激光切割设备 CAGR 为 26%。随着生产的发展和新工艺的应用，零件形状越来越复杂，对切割质量和切割工艺规范的选取提出了更高要求，比如拼焊工艺要求板厚 1mm 左右的镀锌板焊接前间隙不大于 0.05mm，这对切割后的表面粗糙度、挂渣程度和直线度都提出了极高的要求。在制造业转型升级的背景下，激光切割市场快速发展，根据 Ofweek 产业研究院数据，2013-2019 年中国激光切割设备市场规模由 66 亿元增长至 266 亿元，CAGR 为 26.15%。根据《中国激光产业发展报告》，2013-2020 年我国激光切割机销量由 0.3 万台增长至 5.5 万台，占金属切削机床年产量的比例由 0.4%提升至 12.3%，目前激光切割的渗透率不高，仍具备较大提升空间。

图 5：中国激光切割设备行业市场规模变化情况（亿元）



资料来源：ofweek，华金证券研究所

图 6：激光切割机销量及其占金切机床产量的比例



资料来源：国家统计局，《中国激光产业发展报告》，华金证券研究所

**新应用拓展，持续拓宽激光赛道。**激光技术最显著的特征是对其他技术具有广泛的渗透性，可与其他众多技术融合、孕育出新兴技术和产业，从而使激光加工在更多领域替代传统机械加工。近年来，随着技术发展以及激光器价格下降，激光清洗、激光熔覆等市场在商用道路上快速发展，此外增材制造等领域也蕴含巨大增长空间。

图 7：传统清洗与激光清洗技术的对比

优点	化学清洗	喷砂	低温	手工清洗	激光清洗
无需维修或更换工具	Yes	No	Yes	No	Yes
减少工作面积	No	No	No	Yes	Yes
无需拆卸工具/模具	No	No	No	Yes	Yes
清洗热工具/模具的可能性	No	No	No	No	Yes
无需冲洗/干燥	No	Yes	Yes	Yes	Yes
运行中清洗的可能性	No	No	No	Yes	Yes
减少劳动时间	No	No	No	No	Yes
无噪声污染	Yes	No	No	Yes	Yes
清洗敏感部件：无腐蚀或磨损	Yes	No	Yes	No	Yes
精确选择性清洗	Yes	No	No	Yes	Yes
可重复性	Yes	Yes	Yes	No	Yes
无渗透	No	No	Yes	Yes	Yes
无需分类/管理废弃物	No	No	Yes	Yes	Yes
无需消耗品	No	No	No	No	Yes
Low power consumption	Yes	No	No	Yes	Yes

资料来源：《工业激光应用》，华金证券研究所

图 8：轴件激光熔覆加工效果



资料来源：激光制造网，华金证券研究所

### （三）激光技术与行业发展趋势

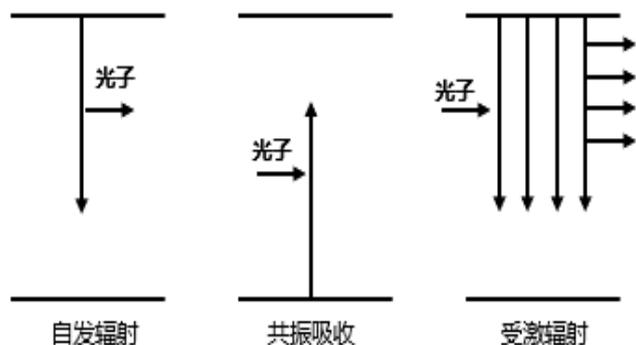
**激光发光原理：**激光是指窄幅频率的光辐射线通过收集反馈共振与辐射放大，产生的准直、单色、相干的定向光束。激光器是产生激光的核心装置，主要由激励源、工作介质、谐振腔三部分组成，工作时激励源作用于工作介质之上，使多数粒子处于高能级的激发态，形成粒子数反转，之后光子入射，高能级粒子跃迁到低能级，并发射大量与入射光子完全相同的光子。传播方向与谐振腔横轴线不同的光子将逃逸出腔体，方向相同的光子则在谐振腔内往返，使受激辐射过程持续下去，并形成激光光束。

**工作介质：**也称为增益介质，是指用来实现粒子数反转并产生光的受激辐射放大作用的物质，工作介质决定了激光器能够辐射的激光波长，根据形态的不同可分为固体（晶体、玻璃）、气体（原子气体、离子气体、分子气体）、半导体和液体等介质。

**泵浦源：**对工作介质进行激励，将激活粒子从基态抽运到高能级，以实现粒子数反转，从能量的角度看，泵浦过程就是外界提供能量（如光、电、化学、热能等）给粒子体系的过程。可分为光学激励、气体放电激励、化学机理、核能激励等。

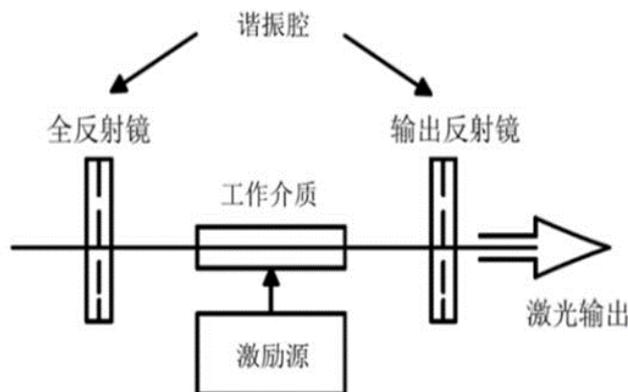
**谐振腔：**最简单的光学谐振腔是在激活介质两端恰当地放置两个高反射率的反射镜，其中一块是全反射镜，将光全部反射回介质中继续放大；另一块是部分反射、部分透射的反射镜，作为输出镜。按照能否忽略侧面边界，谐振腔分为开腔、闭腔以及气体波导腔。

图 9：激光的发光原理是受激辐射



资料来源：《激光原理及应用》，华金证券研究所整理

图 10：激光器结构组成



资料来源：《激光原理及应用》，华金证券研究所

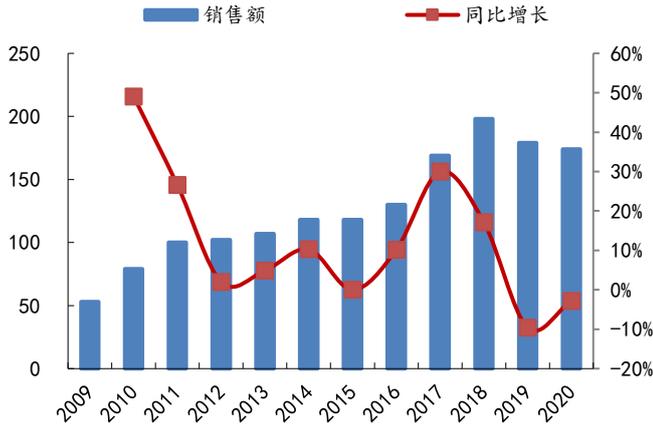
**行业技术发展趋势：高功率、窄脉宽、短波长。**在中国制造业转型升级不断深化的背景下，产品和零件加工逐渐趋向精密化、微型化，激光技术也不断向高功率、窄脉宽、短波长方向发展，更高的功率可以提高加工速度，优化加工效率；更窄的脉宽可以降低加工损伤，提升加工质量；更短波长可以使加工产生更小的光点，提供较高的分辨率，提高加工精度。

## 二、激光设备：潜在增长空间大，下游多点开花加快行业发展

### （一）激光加工设备千亿市场，市场格局较为分散

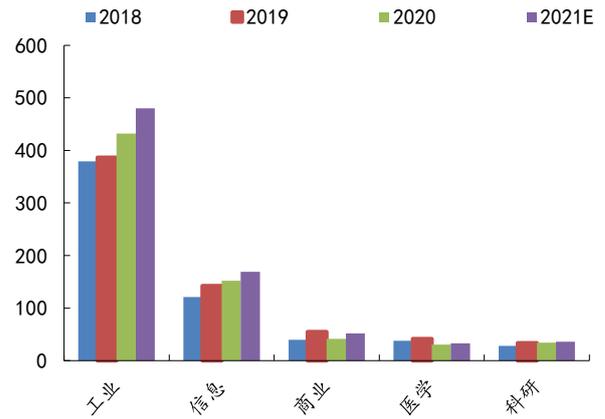
全球激光加工设备市场规模约 1200 亿元，中国激光设备市场规模近 700 亿元，其中工业领域市场规模 432 亿元。根据 Optech Consulting 数据，2020 年全球激光加工设备市场规模为 174 亿美元，2009-2020 年 CAGR 约为 11.4%；根据《中国激光产业发展报告》，2020 年中国激光设备市场规模为 692 亿元，2010-2020 年 CAGR 约 21.7%，其中工业是主流应用，2020 年中国工业激光设备市场规模为 432.1 亿元，占比约 63%。中国是全球最大激光市场，按照 2020 年激光加工设备销售额和当年平均汇率计算，2020 年全球激光加工设备市场规模为 1200 亿元，中国激光加工设备在全球的市场份额约为 36%。

图 11：全球激光加工设备销售额变化情况（亿美元）



资料来源：Optech Consulting，华金证券研究所

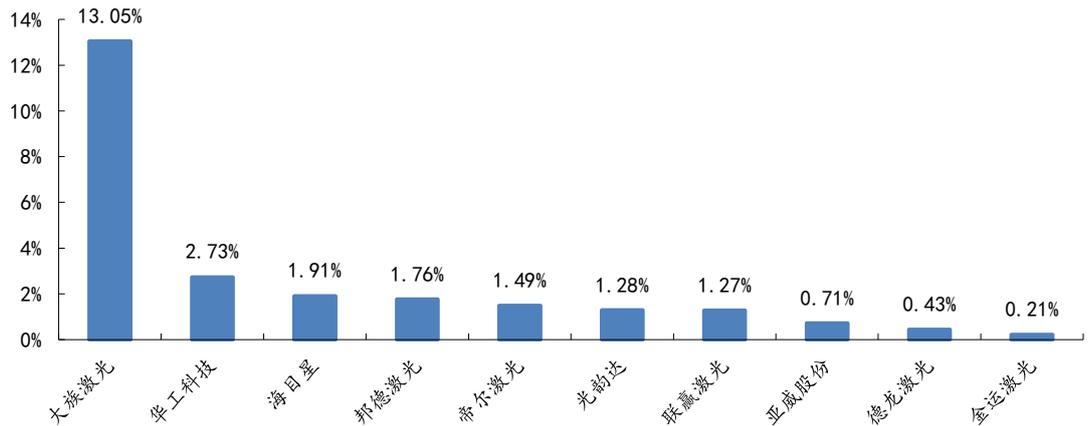
图 12：中国激光设备市场分种类销售收入情况（亿元）



资料来源：《中国激光产业发展报告》，华金证券研究所

**市场格局：**2020 年大族激光来自激光设备的营业收入为 90.29 亿元，市场份额为 13.05%；华工科技激光设备相关的营收为 18.88 亿元，市场份额为 2.73%；激光设备市场格局呈现较为分散的格局。

图 13：国内主要激光加工设备企业的市场份额

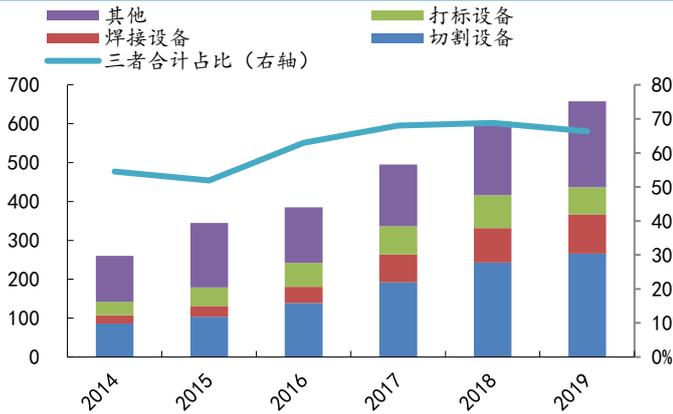


资料来源：Wind，《中国激光产业发展报告》，华金证券研究所

## （二）切割、焊接及新应用潜在增长空间大

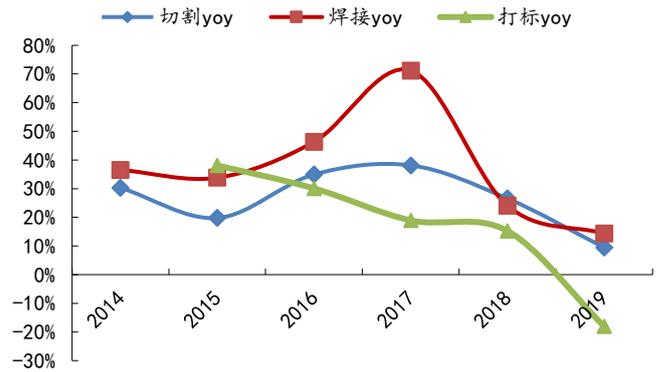
**2019 年切割、焊接、打标设备合计占比 66%，是激光工业三大主流应用。**根据 Ofweek 数据，2019 年中国激光切割、焊接、打标设备的市场规模分别为 266 亿元、101 亿元、69 亿元，占中国激光设备市场规模的比重分别为 40%、15%、11%，合计占比 66%，是激光的主流应用。从行业增速看，2014-2019 年焊接增速最快，其次为切割和打标。

图 14：中国激光切割/焊接/打标设备市场规模变化情况



资料来源：ofweek, 《中国激光产业发展报告》，华金证券研究所

图 15：中国激光切割/焊接/打标设备市场规模同比增速 (%)



资料来源：ofweek, 华金证券研究所

**激光切割市场空间测算：**根据创鑫激光微信公众号数据，6000W 激光器的稳定切割能力在 12-22mm 之间，因此中板切割至少需要 6kW 甚至更高功率的激光器。根据《中国激光产业发展报告》，2019 年 1.5kW 以下激光器销量占比为 95%，因此目前激光切割正处于由薄板向中厚板发展的阶段。根据中国钢铁工业协会数据，2020 年薄板、中板、厚板、特厚板的产量占比分别为 9.9%、47.1%、31.8%、11.1%，中厚板市场空间广阔，随着高功率激光器发展，中厚板市场将打开激光切割成长空间。我们根据以下假设对激光切割机市场空间进行测算：（1）假设薄板/中板/厚板的平均厚度为范围中值；（2）假设薄板/中板/厚板平均密度相同；（3）假设激光器需求数量与钢板面积正相关；（4）假设 2kW 以下激光切割机主要用于薄板市场；（5）假设中低功率激光切割机平均功率为 1kW，高功率激光切割机平均功率为 5kW。根据测算，2019 年中低功率和高功率激光切割机市场规模分别为 131 亿元、135 亿元，假设中厚板激光切割渗透率达到薄板市场的一半，则激光切割机市场空间有望扩容至 528 亿元，即激光切割机市场存在翻倍空间。

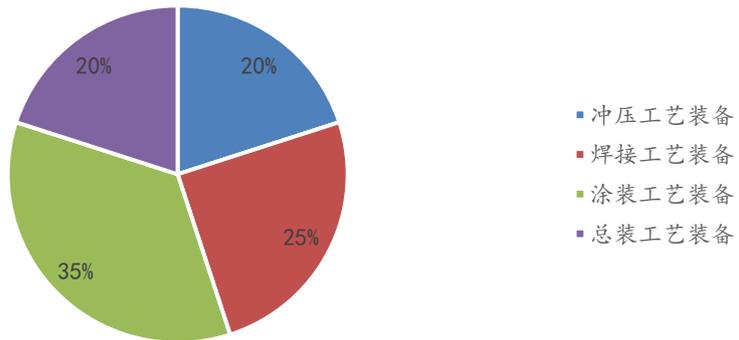
表 4：激光切割市场空间测算

	薄板(≤4mm)	中板(4-20mm)	厚板(20-60mm)
2019 年钢板产量 (万吨)	653.06	3,964.14	2,606.22
平均厚度 (mm)	2	12	40
钢板密度	X	X	X
钢板面积	326.53/X	330.34/X	65.16/X
激光切割机销量需求比	1.00	1.01	0.20
中厚板市场激光器需求量 (台/套) (假设中厚板激光切割渗透率提升至薄板市场的一半)	34000 * (1.01+0.2) / 2 = 20570		
2019 年激光切割机单瓦价格 (元)	266 / (34000 * 1000 + 7000 * 5000) * 10 <sup>8</sup> = 386		
中低功率激光切割机市场规模 (亿元)	34000 * 1000 * 386 = 131		
高功率激光切割机市场规模 (亿元)	7000 * 5000 * 386 = 135		
激光切割市场空间 (亿元)	131 + 135 * 20570 / 7000 = 528		

资料来源：《中国激光产业发展报告》，中国钢铁工业协会，ofweek, 华金证券研究所

**激光焊接设备市场空间：**根据观研天下数据，焊装工艺装备占汽车制造装备投资的比例约为 25%，根据国家统计局数据，2017 年汽车整车制造设备工器具购置固定资产投资为 1030 亿元，则汽车整车制造中焊接装备市场约为 250 亿元。2019 年国内激光焊接市场规模为 101.3 亿元，仅汽车领域就有广阔的增长空间，激光焊接潜在增长空间巨大。

图 16：汽车整车制造四大工艺设备工器具投入占比情况

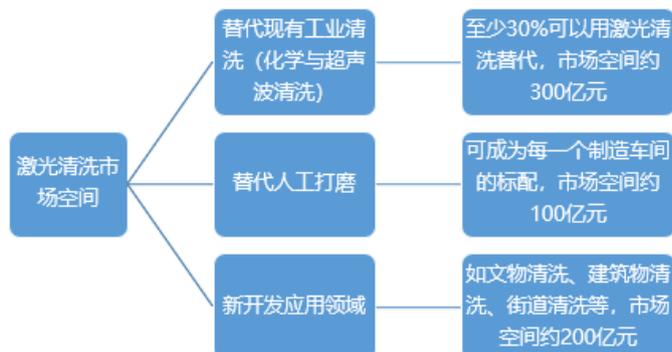


资料来源：机械工业第九设计研究院《未来十年我国汽车整车制造装备探析》，华金证券研究所

**激光清洗：激光清洗高效环保，首份国标开启制定有望打开千亿市场。**激光清洗是利用窄脉宽、高功率密度的激光作用于待清洗物表面，在快速光振动、汽化、分解和等离子体剥离等机理的共同作用下，使污物脱离基底，实现表面清洗。传统清洗多为化学药剂和机械方法清洗，高效环保优势推动激光清洗对于传统清洗的替代。根据前瞻网数据，2019 年全球工业清洗市场规模为 468 亿美元，而激光清洗产值约 6.14 亿美元，占比仅 1.5%，发展潜力巨大。2021 年 4 月 20 日，《绿色制造激光表面清洗技术规范》项目启动会在武汉召开，重点讨论激光表面清洗技术国家标准大纲和初稿并预计于 2021 年下半年完成发布。根据激光行业观察微信公众号援引华中科技大学教授数据，激光清洗主要有替代传统工业清洗、替代人工打磨、文物/建筑清洗等新应用三大市场，潜在市场空间约 600 亿元，全球需求则超过千亿，首份国标开启制定有望加快清洗市场发展。

**激光熔覆在设备再制造领域前景广阔。**激光熔覆是通过同步或预置材料的方式，将外部材料添加至基体经激光辐照后形成的熔池中，并使二者共同快速凝固形成包覆层的工艺方法。激光熔覆在设备再制造领域前景广阔，以激光熔覆在工程机械应用为例，据不完全统计，预计 2020 年的工程机械报废量将高达 120 万台，以液压挖掘机为例，每年淘汰的数量预计为 10-15 万台，如果有 40% 进入再制造，那么每年液压挖掘机的再制造量将达到 4-6 万台，而液压支架立柱通过激光熔覆修复后使用寿命是电镀修复的 6 倍以上，激光熔覆在设备再制造领域前景广阔。根据珠峰光电判断，2019 年激光熔覆机市场销量在 400-500 台，2020 年约 700-800 台，预估 2021 年为 1000-1500 台，行业正处在快速发展阶段。

图 17：激光清洗市场空间

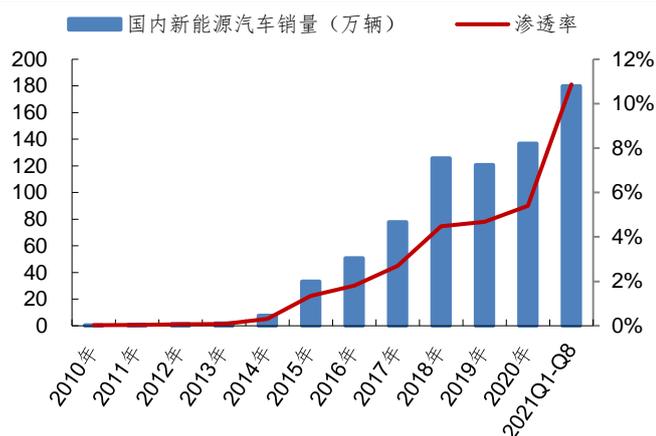


### （三）下游多点开花加快行业发展

#### 1、锂电：新能源车快速发展，激光锂电设备需求旺盛

新能源车大势所趋，锂电设备需求旺盛。2020年11月2日，国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》，明确2025年新能源车渗透率约20%，我国新能源汽车步入快速发展阶段。与此同时，世界各国纷纷出台政策推动新能源车发展，2020年1月欧盟开始执行全球最严碳排放法规，美国白宫也于近日表示，拜登将签署一项行政令，设定了到2030年零排放汽车销量占新车总销量50%的目标。随着全球电动汽车渗透率的提升，锂电池供需将出现缺口，根据SNE Research预测，到2023年，全球电动汽车对动力电池的需求达406 GWh，而动力电池供应预计为335 GWh，供需缺口约18%，到2025年，供需缺口将扩大到约40%。在此背景下，锂电池厂商纷纷扩产，锂电设备需求旺盛。

图 18：我国新能源车销量及渗透率变化情况



资料来源：中国汽车工业协会，华金证券研究所

图 19：全球新能源车销量及渗透率变化情况



资料来源：EV Sales, Wind, 华金证券研究所

激光加工已广泛应用于锂电池制造。锂离子电池在安全性、一致性、密度等方面要求较高，对生产设备和加工工艺要求严格。激光加工在加工效果和效率上优势明显，目前已广泛应用于锂电池生产的前段、中段、后段，具体包括焊接、切割、清洗等。以激光焊接在动力电池上的应用为例，激光焊接的焊点小、效率高，易于实现自动化，并且有助于提高电池生产的良品率，目前激光焊接设备已成为动力电池生产线的标配。根据联赢激光招股书，激光焊接设备在动力电池厂商投入中的占比约5-15%。考虑到激光切割、清洗、标记等在锂电池制造中均有广泛应用，假设激光加工设备在锂电池制造中的占比为25%。

表 5：锐科激光光纤激光器在锂电池领域的应用

电池类型	加工部件	焊接应用	切割应用	标记应用	清洗应用	激光功率
	极耳		●			MOPA200w/1000w
方形	极片		●			MOPA200w
	盖板			▲		20w

电池类型	加工部件	焊接应用	切割应用	标记应用	清洗应用	激光功率
	防爆阀	■				1000w
	翻转片	■				1000w
	极柱	■			◆	1000w
	软连接	■				6000w
	顶盖	■				2000w
	密封钉	■			◆	1000w/MOPA200w
圆柱	极耳	■				6000w
	封口	■				2000w
21700	盖帽	■				1000w
	采集线	■				1000w
PACK	侧板	■				6000w
	汇流排	■			◆	4000w/6000w/MOPA2000w

资料来源：锐科激光微信公众号，华金证券研究所

我们根据以下假设对锂电领域激光设备市场空间进行测算：（1）2021-2025 年中国汽车销量以 2% 的速度平稳增长；（2）2025 年中国新能源车渗透率达到 20%；（3）单车电池装机容量平稳增长；（4）动力锂电池厂商产能利用率逐步提升；（5）锂电设备投资额逐步下降至 2.3 亿元/GWh；（6）假设锂电设备中激光设备占比为 25%。根据测算，2021-2025 年中国锂电领域激光设备平均每年的市场规模超过 70 亿元。

表 6：我国动力锂电设备市场空间测算

	2018 年	2019 年	2020 年	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
中国新能源汽车销量（万辆）	125.62	120.6	136.73	232.35	355.50	456.62	602.74	698.64
同比增长	61.67%	-4.00%	13.38%	51.05%	46.63%	24.17%	31.14%	13.33%
中国汽车销量（万辆）	2808.06	2576.9	2531.1	2581.72	2633.36	2686.02	2739.74	2794.54
同比增长	-2.76%	-8.23%	-1.78%	2%	2%	2%	2%	2%
渗透率	4.47%	4.68%	5.40%	9.00%	13.50%	17.00%	22.00%	25.00%
我国新能源汽车动力锂电池装机量(GWh)	56.9	62.2	63.6	120.8	195.5	260.3	355.6	426.2
单车电池装机容量（中国）KWh	45.3	51.58	46.51	52	55	57	59	61
产能利用率（中国）		45%	45%	45%	50%	50%	55%	55%
动力电池产能空间（中国）GWh			141.32	268.50	391.05	520.55	646.58	774.85
动力电池扩产（中国）GWh				127.18	122.56	129.50	126.03	128.27
动力锂电设备投资单价（亿元/GWh）			2.4	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3
动力锂电设备市场空间（亿元）				305.23	281.88	297.84	289.86	295.02
锂电领域激光设备市场空间（亿元）				76.31	70.47	74.46	72.47	73.76

资料来源：Wind，华金证券研究所

国内多家企业布局激光锂电设备。国内涉足锂电激光焊接设备的企业主要有：大族激光、海目星激光、联赢激光、逸飞激光、华工激光、光大激光、迅镭激光、楚源光电、泰德激光等。

- （1）**大族激光**：公司在电芯设备、模组及 PACK 段市场占有率及技术水平位于行业前列，并能够提供电芯和模组生产的整线智能装备交付，2020 年公司新能源业务实现营业收入 2.71 亿元，并于宁德时代等主流客户保持良好合作关系，根据公司公告，2020 年公司取得宁德时代设备订单超过 12 亿元，订单额创历史新高，订单的交付期主要集中在 2021 年度。

- (2) **海目星**：公司在动力电池领域的产品主要包括高速激光制片机、电池装配线、电芯干燥线等，应用的工艺环节包括极片制片、电芯装配、烘烤干燥等，2020年公司动力电池激光业务实现营收**4.86**亿元。
- (3) **联赢激光**：公司产品主要为激光焊接设备，是国内激光焊接行业的领军企业，2020年公司动力电池业务的收入为**6.15**亿元。

表 7：国内多家企业布局激光锂电设备

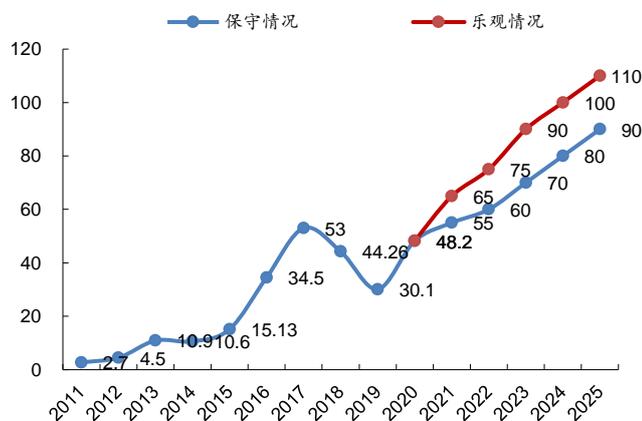
公司名称	主要产品	收入	客户
大族激光	电芯设备、模组及 PACK 设备	2020 年新能源业务实现营收 2.71 亿元	宁德时代、国轩高科、中航锂电
海目星	高速激光制片机、电池装配线、电芯干燥线	2020 年动力电池激光业务营收 4.86 亿元	宁德时代、特斯拉、力神、蜂巢能源、中航锂电、比亚迪、欣旺达等
联赢激光	锂电焊接设备	2020 年动力电池业务收入 6.15 亿元	宁德时代、国轩高科、比亚迪、亿纬锂能、松下、三星、中航动力等

资料来源：Wind，华金证券研究所

## 2、光伏：碳减排下光伏装机快速增长，光伏激光设备需求旺盛

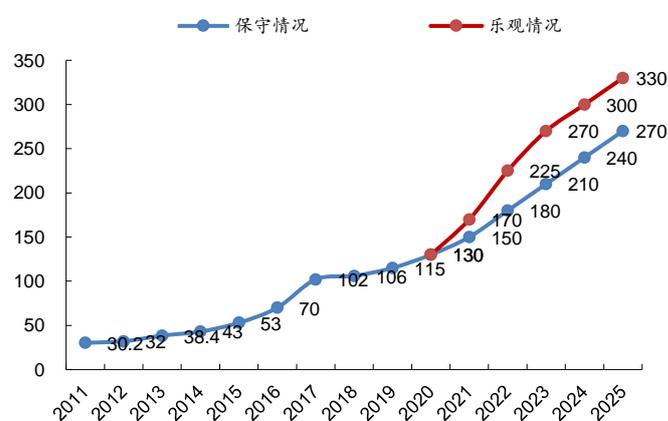
**碳减排下光伏装机需求旺盛。**2020 年 9 月 22 日，习近平总书记在第 75 届联合国大会上，表示我国将力争在 2030 年前实现碳达峰，2060 年前实现碳中和，2020 年 12 月 12 日巴黎协定五周年“气候雄心峰会”上，习近平总书记进一步提出 2030 年非化石能源占比达到 25%，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上，为我国光伏行业景气度奠定基调。与此同时，世界各国纷纷做出碳减排承诺，随着可再生能源鼓励政策的支持叠加光伏产业链装机成本的下降，预计全球光伏行业将持续增长。根据 CPIA 预测，2021 年我国光伏新增装机规模可达 55GW-65GW，“十四五”期间预计国内年均光伏新增装机 70GW-90GW；2021 年全球光伏新增装机 150GW-170GW，2021-2025 年年均新增装机达 210GW-260GW。

图 20：2021-2025 年我国光伏新增装机预测 (GW)



资料来源：CPIA，华金证券研究所

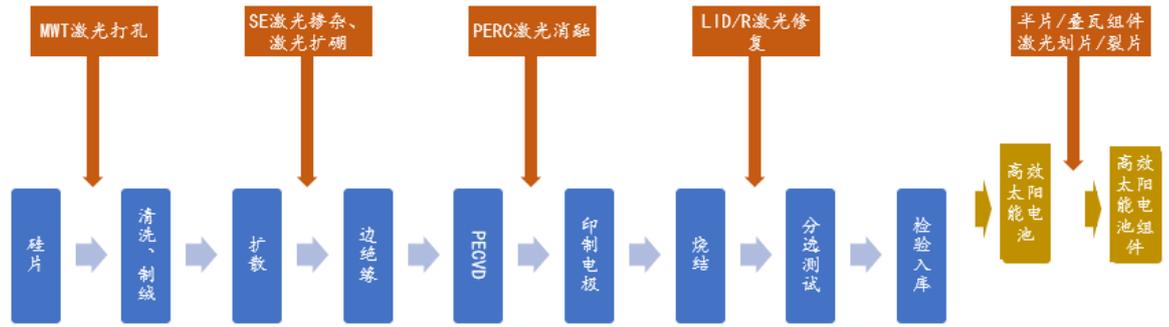
图 21：2021-2025 年全球光伏新增装机预测 (GW)



资料来源：CPIA，华金证券研究所

**激光加工在太阳能电池生产中应用广泛。**降本增效是太阳能电池生产的核心诉求，激光加工技术因为其精度高、零接触等原因，在太阳能电池生产的消融、切割、刻边、掺杂、打孔等工艺流程取得重要应用。

图 22：激光加工技术在太阳能电池生产过程中的应用



资料来源：帝尔激光招股书，华金证券研究所

行业快速发展下，光伏激光设备需求旺盛。我们根据以下假设对我国光伏领域激光设备市场规模进行测算：（1）中国光伏年度新增装机规模参照 CPIA 保守与乐观数据的中值；（2）假设行业产能利用率维持在 70%；（3）假设 PERC 新建产能占比逐步下降至 0%，TOPCon 和 HJT 新建产能占比逐步上升；（4）根据 CPIA 数据，2020 年 PERC、TOPCon、HJT 单位产能投资额分别为 22.5 万元/MW、27 万元/GW、45-55 万元/GW，假设之后年度单位产能设备投资额逐步下降；（5）根据帝尔激光公布的机构调研公告，1GW 电池生产线需要配置的激光 SE 设备大约 5-10 台，需要配置的激光 PERC 消融设备大约 5-8 台，1GW 对应的设备占比为总投资额的 8%-10% 左右。我们假设激光加工设备在光伏电池设备中的占比为 10%。根据测算，2025 年国内光伏激光设备市场规模将达到 32 亿元。

表 8：我国光伏领域激光加工设备市场规模测算

	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
中国光伏年度新增装机规模 (GW)	48	60	67.5	80	90	100
产能利用率	70%	70%	70%	70%	70%	70%
PERC：新建产能占比	70%	50%	30%	20%	10%	0
TOPCon：新建产能占比	20%	25%	30%	35%	40%	50%
HJT：新建产能占比	10%	15%	20%	30%	40%	50%
PERC：单位产能设备投资额 (万元/MW)	22.5	20.0	17.0	15.0	14.0	
TOPCon：单位产能设备投资额 (万元/MW)	27.0	25.0	24.0	23.0	21.0	20.0
HJT：单位产能设备投资额 (万元/MW)	50.0	45.0	40.0	35.0	30.0	25.0
光伏电池片设备投资额 (亿元)	179.31	197.14	195.75	246.29	280.29	321.43
光伏领域激光设备投资额 (亿元)	17.93	19.71	19.58	24.63	28.03	32.14

资料来源：CPIA，华金证券研究所

### 三、激光器：光纤占比最高，超快与半导体快速发展

#### （一）激光器市场规模与分类

全球激光器市场规模持续增长，材料加工与光刻占比最高。根据 Laser Focus World 数据，2014-2019 全球激光器市场 CAGR 为 9.5%，2019 年同比+7.0%至 147 亿美元。激光被广泛应用于材料加工与光刻、通信与存储、科研军事、医疗美容等领域，其中材料加工与光刻应用占比

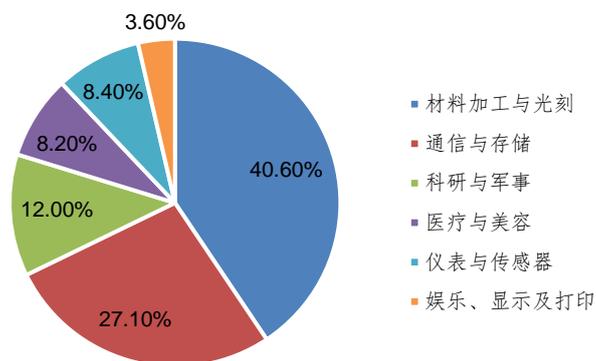
最高，2019 年销售收入为 60.3 亿美元，占全球激光器市场的 40.6%。

图 23：2014-2020E 年全球激光器销售收入（亿美元）



资料来源：Laser Focus World，华金证券研究所

图 24：2019 年全球激光器应用市场情况 (%)



资料来源：Laser Focus World，华金证券研究所

**激光器的分类：**激光器常见的分类方式有五种：增益介质、输出功率、工作方式、输出波长和脉冲宽度。(1) 按照增益介质，激光器可分为固体激光器、气体激光器、染料激光器、半导体激光器、光纤激光器和自由电子激光器 6 种；(2) 按照输出功率，可分为小功率激光器、中功率激光器、高功率激光器；(3) 按照工作方式，可分为连续激光器、脉冲激光器；(4) 按照输出波长，可分为红外激光器、可见光激光器、紫外激光器等；(5) 按照脉冲宽度，可分为毫秒激光器、微秒激光器、纳秒激光器、皮秒激光器、飞秒激光器等。

表 9：激光器常见的五种分类

分类方式	分类情况
增益介质	分为固体激光器、气体激光器、染料激光器、半导体激光器、光纤激光器和自由电子激光器 6 种
输出功率	分为小功率激光器 (0-100W)、中功率激光器 (100-1KW)、高功率激光器 (>1KW)
工作方式	分为连续激光器和脉冲激光器，其中连续激光器可在较长一段时间内连续输出，工作稳定，热效率高；脉冲激光器以脉冲形式输出
输出波长	分为红外激光器、可见光激光器、紫外激光器等
脉冲宽度	分为毫秒激光器、微妙激光器、纳秒激光器、皮秒激光器、飞秒激光器等

资料来源：激光商情，ofweek 激光网，华金证券研究所

表 10：典型工业激光器性能参数比较

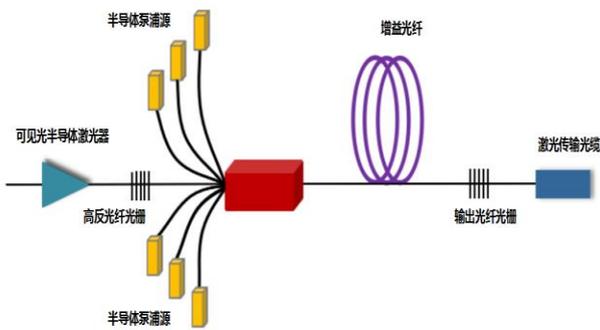
性能参数	参数说明	CO2 气体激光器	YAG 固体激光器	薄片激光器 (固体)	光纤激光器	半导体激光器
光束质量 BPP (4/5KW)	数值越小，光束质量越好	6	25	8	<2.5	10
典型电光效率%	数值越大，效率越高，耗电越小	10	5	15	30	45
输出光纤 um	数值越小，使用越方便	不可实现	600~800	600~800	20~300	50~800
波长 um	数值越小，加工能力越强	10.6	1.06	1.0~1.1	1.0~1.1	0.9~1.0
输出功率 (KW)	数值越大，加工能力越强	1~20	0.5~5	0.5~4	0.5~20	0.5~10
冷却方式	方式越多，使用越灵活	水冷	水冷	水冷	风冷/水冷	水冷
占地面积	数值越小，适用性越好	3 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	>4 m <sup>2</sup>	<1 m <sup>2</sup>	<1 m <sup>2</sup>

性能参数	参数说明	CO2 气体激光器	YAG 固体激光器	薄片激光器（固体）	光纤激光器	半导体激光器
体积	体积越小，适合场合越多	大	最大	较大	非常小	非常小
可加工材料类型	范围越广，加工适应性越好	高反材料不可（如铜、铝）	高反材料不可	高反材料亦可	高反材料亦可	高反材料亦可
维护周期 Khrs	数值越大，维护越少	1~2	3~5	3~5	40~50	40~50
相对运行成本	数值越小，运行成本越小	1.14	1.8	1.66	1	0.8

资料来源：创鑫激光招股说明书（上会稿），华金证券研究所

光纤激光器占比超过 50%，成为主流的激光器。光纤激光器特指以光纤作为工作介质的激光器。光纤激光器性能优异并且可通过光纤导出激光从而避免复杂的反射镜系统，2019 年占工业激光器的份额达到 53%，已成为激光器行业主流。

图 25：典型光纤激光器光学系统



资料来源：锐科激光招股书，华金证券研究所

图 26：2013-2019 年全球工业激光器中光纤激光器占比稳步提升

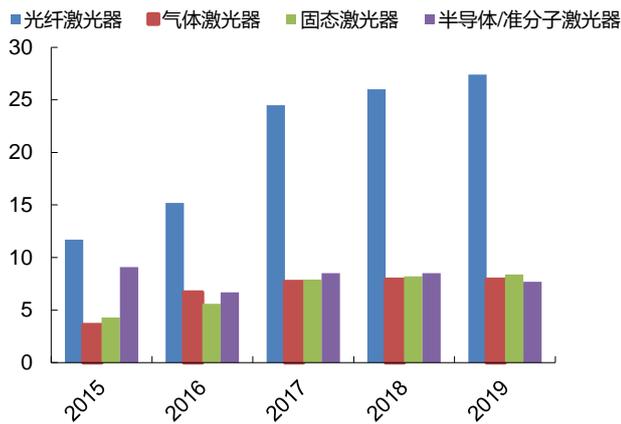


资料来源：Laser Focus World，华金证券研究所

## （二）光纤激光器：中高功率国产化快速推进

全球光纤激光器市场规模 27 亿美元，国内市场规模 94 亿元。根据国际工业激光商业行情数据，2015-2019 年，全球光纤激光器的市场规模由 11.7 亿美元增长至 27.4 亿美元，CAGR 为 23.71%。随着政策支持和技术进步，国内光纤激光器市场快速增长。2015-2020 年，我国光纤激光器市场规模由 40.7 亿元增长至 94.2 亿元，CAGR 为 18.27%。按照 2019 年光纤激光器市场规模和平均汇率计算，国内市场占全球的份额约为 43.7%。

图 27: 2015-2019 年全球不同种类工业激光器市场规模 (亿美元)



资料来源: 国际工业激光商业行情, 华金证券研究所

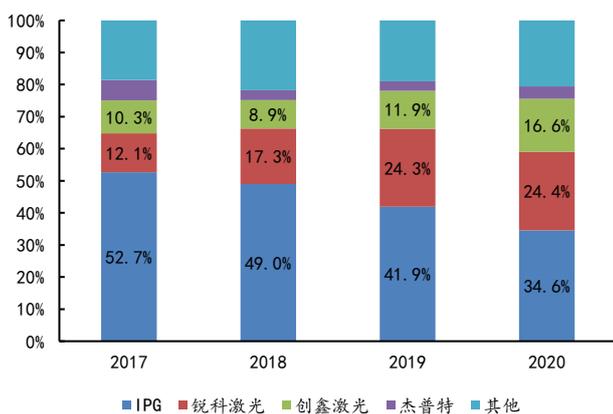
图 28: 2015-2021E 我国光纤激光器市场规模及其变化情况



资料来源: 《2020 中国激光产业发展报告》, 华金证券研究所

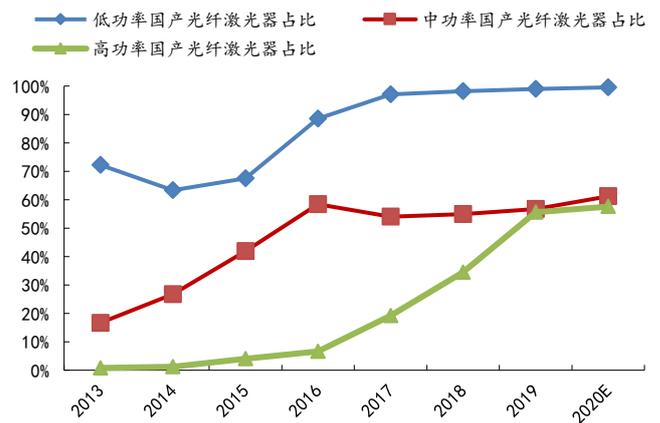
**中高功率国产化快速提升, 国内企业市占率快速提升。**随着国内企业技术不断提升, 国产激光器品质逐步向国外先进水平靠拢, 同时国内企业具备成本和服务的双重优势: (1) 成本优势: 激光器产品自身较为复杂, 其生产制造依赖大量熟练的技术工, 难以用自动化设备完全替代。因此国内企业在成本上具备较大优势; (2) 服务优势: 国内企业占据本土的主场优势, 能够提供更加优质的售前和售后服务。成本和服务优势下中高功率激光器国产化趋势继续进行, 2019 年中功率国产光纤激光器占比继续提升, 由 2018 年的 54.90% 提升至 2019 年的 56.74%; 2019 年高功率国产光纤激光器的占比大幅提高, 由 2018 年的 34.48% 提升至 2019 年的 55.56%。在中高功率国产光纤激光器份额大幅提升的背景下, 国内激光器企业的市场份额提升, 2017-2020 年锐科激光的市场份额由 12% 提升至 24%, 创鑫激光由 10% 提升至 16.6%, 而 IPG 的市场份额则由 52.7% 下滑至 34.6%。

图 29: 2017-2020 年中国光纤激光器市场占有率情况



资料来源: 《2018-2021 中国激光产业发展报告》, 华金证券研究所

图 30: 低、中、高功率光纤激光器国产比例变化情况



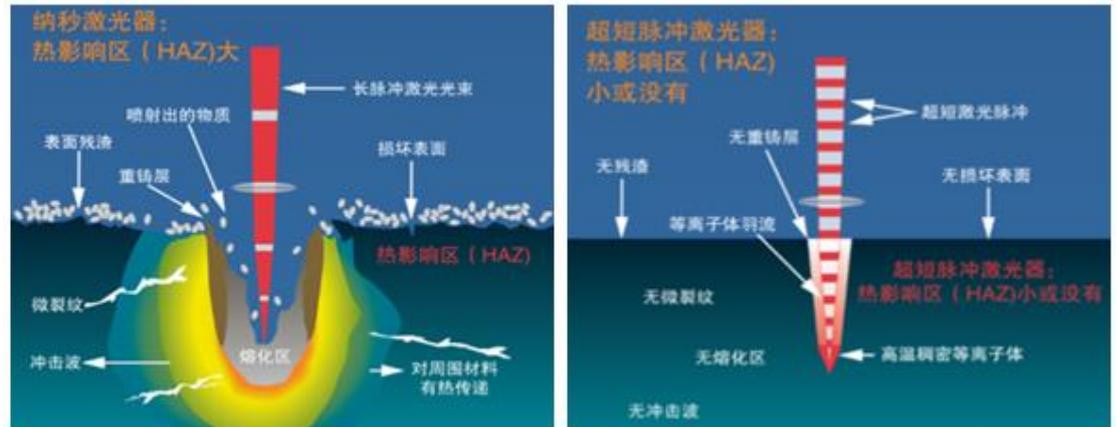
资料来源: 《中国激光产业发展报告》, 华金证券研究所

### (三) 超快激光器: 精密加工重要方向

**超快激光广泛应用于精密加工。**超快激光包括飞秒激光 (脉冲宽度  $\leq 10^{-15}s$ ) 与皮秒激光 (脉冲宽度  $\leq 10^{-12}s$ ), 与长脉冲激光相比, 相同脉冲能量下超快激光极短的脉宽使其能达到极高的峰值功率, 经过啁啾脉冲放大后可达  $10^{12}W \sim 10^{15}W$ , 光束被聚焦至微米或者更小尺度时, 聚焦中

心处的峰值功率甚至可达  $10^{20}\sim 10^{23}$  W/cm<sup>2</sup>。在极高的功率条件下，超快激光几乎可以将所有材料完全电离，即超快激光与物质的相互作用是多光子吸收的非线性电离过程。相比长脉冲激光加工，超快激光加工能大幅度降低加工过程中的热损伤和热效应，提高加工质量。因此超快激光亦被称为“冷加工”，在工业微加工、科研应用、精准医疗、航空航天、增材制造等应用领域表现出色。

图 31：超快激光适用于追求高质量的材料加工应用



资料来源：ofweek，华金证券研究所

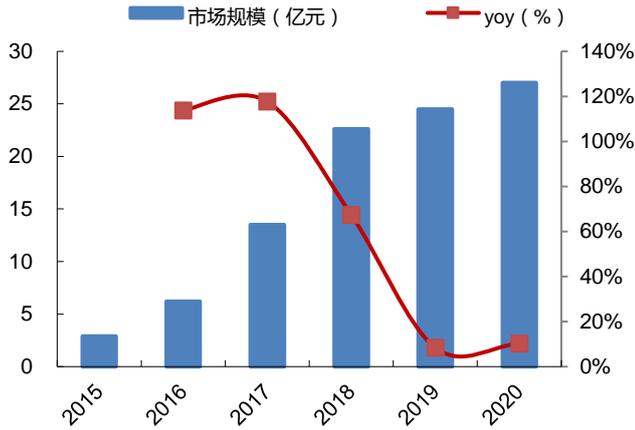
表 11：超快激光加工的优势

加工优势	原理
无材料选择性	超快激光能够在极短的时间内产生极高的峰值功率，将其能量全部快速、准确地集中在限定的作用区域，足以使任何材料发生电离
无材料损伤	超快激光的作用时间短，使能量以等离子体的形式被迅速带走，热量来不及在材料内部扩散，有效避免了热传导引起的热熔融损伤与应力损伤，实现真正意义上的冷加工
实现微米级加工精度	不同于长脉冲激光，超快激光有着精准的烧蚀阈值，适当地控制超快脉冲的能量，可以突破光束衍射极限，实现微米级加工精度

资料来源：《超快激光加工技术在航空发动机制造中的应用》，华金证券研究所

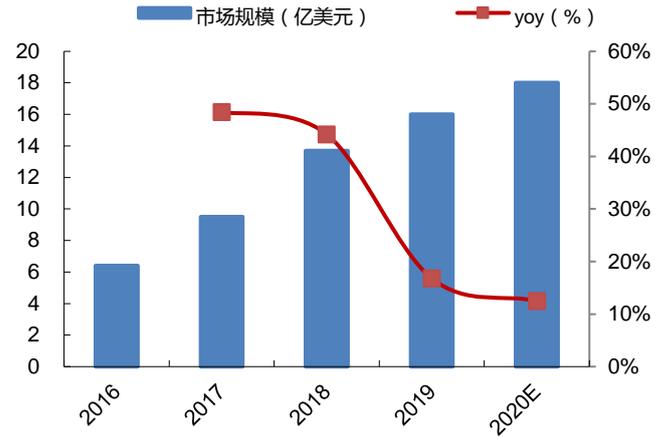
**超快激光器行业发展迅速。**随着消费电子、新型显示、生物医疗、3D 打印、高端装备等新应用的发展，对于激光加工精细度要求越来越高，超快激光已经成为精密加工的重要方向。根据《中国激光产业发展报告》，2015 年到 2020 年国产皮秒超快激光器出货量由 40 台增长至 2100 台，2015-2019 年我国超快激光器市场规模由 2.9 亿元增长至 24.5 亿元。根据 Laser Focus World 数据，2019 年全球超快激光器市场规模为 16 亿美元，同比增长 16.8%，占全球激光器市场规模的比重为 10.6%。

图 32: 中国超快激光器市场规模变化情况 (亿元)



资料来源:《中国激光产业发展报告》, 华金证券研究所

图 33: 全球超快激光器行业市场规模变化情况 (亿美元)



资料来源: Laser focus world, 华金证券研究所

超快激光的发展前景良好, 国内多个企业均进行了布局。大族激光于 2015 年自主研发皮秒激光器并实现量产, 此后持续加强对于超快激光、超短波光源的研发和量产; 华工科技、锐科激光、德龙激光等通过子公司也在超快激光器进行了布局, 此外超快激光领域还有英诺激光、安扬激光、凯普林激光等具备一定实力的企业。根据 Ofweek 数据, 截止 2018 年底, 我国共有规模以上超快激光器研发、生产企业 35 家 (不包括科研机构、已注销或非正常运营企业)。

表 12: 国内超快激光器主要企业

公司	地点	成立时间	介绍
华日激光	2013 年	武汉	华工科技子公司, 产品涵盖纳秒、皮秒、飞秒激光器, 是我国超快激光器行业综合竞争力最强企业之一, 产品应用于电子电路、硬脆材料、半导体、新能源、生命科学等
国神光电	2011 年	上海	锐科激光子公司, 产品涵盖大功率飞秒、皮秒和准皮秒激光器, 产品已广泛应用于 LED 切割、玻璃切割、OLED 切割、太阳能光伏硅切割、通信芯片切割等市场
贝林激光	2007 年	苏州	德龙激光子公司, 产品包括工业级固体激光器及超短脉冲激光器, 主要有纳秒激光器、皮秒激光器和飞秒激光器三大系列, 波长有 355nm、532nm 及 1064nm 等
英诺激光	2011 年	深圳	产品包括 DPSS 调 Q 纳秒激光器、超短脉冲 (皮秒、飞秒) 激光器和 MOPA (纳秒/亚纳秒) 激光器, 涵括从红外到深紫外不同波段、从纳秒到飞秒多种脉宽, 广泛应用于消费电子、新能源、3D 打印、芯片制造、生物医疗等领域
卓镭激光	2014 年	北京	产品主要应用于科学研究、工业加工和医疗美容等多个领域
安扬激光	2010 年	武汉	主要从事高功率皮秒, 飞秒光纤激光器和超连续谱光源的研发、生产和应用
华快光子	2012 年	广州	公司专注于超快激光光源的研制及高端工业激光解决方案服务, 产品广泛应用于精密打标、精密微纳加工、3C 产品加工、精密医疗器械等多个领域, 如超薄玻璃、OLED、FPC 柔性线路板、半导体晶圆等
大族激光	1996 年	深圳	2015 年, 公司自主研发的较大功率皮秒激光器项目实现了从研发样机到批量生产的重大突破, 之后持续加强对于超快激光、超短波光源的研发和量产
凯普林激光	2003 年	北京	产品包括半导体激光器、光纤激光器、超快激光器, 公司 2018 年销售额突破 3 亿元, 累积出口到北美、欧盟、日韩等 70 多个国家和地区, 年出口额超 1000 万美元, 跻身全球具有影响力的激光器供应商行列
罗根激光		武汉	从事先进固体激光器和激光精密加工解决方案的研发、生产和销售

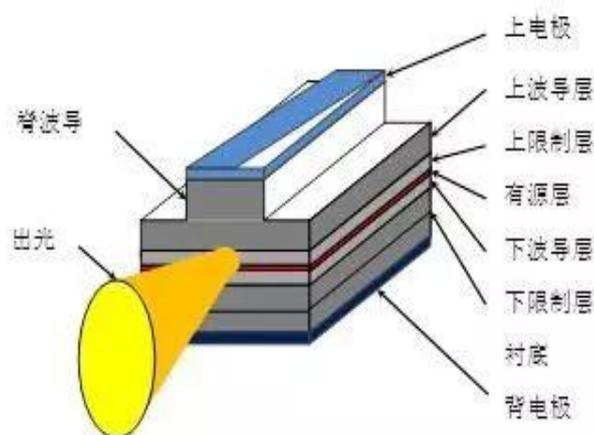
资料来源: ofweek, 各公司官网, 华金证券研究所

#### (四) 半导体激光器: 发展前景广阔

**半导体激光器工作原理：**半导体激光器是指以半导体材料为工作介质的激光器，采用半导体芯片制造工艺，以电激励源方式，以半导体材料为增益介质，将注入电流的电能激发，从而实现谐振放大选模输出激光。其增益介质与衬底主要为掺杂 III-V 族化合物的半导体材料，如 GaAs（砷化镓）、InP（磷化铟）等。

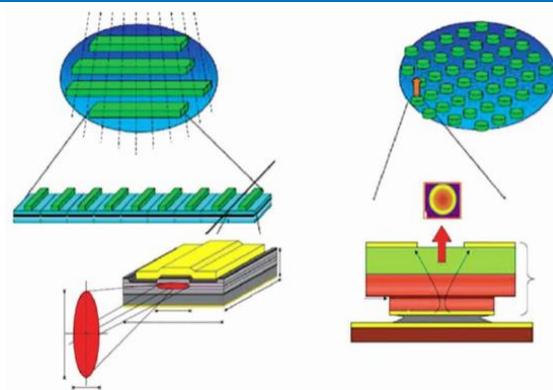
**半导体激光器分为边发射和面发射两种。**根据谐振腔制造工艺的不同，半导体激光芯片分为边发射激光芯片(EEL)和面发射激光芯片（VCSEL）。边发射激光芯片是在芯片的两侧镀光学膜形成谐振腔，沿平行于衬底表面发射激光，而面发射激光芯片是在芯片的上下两面镀光学膜，形成谐振腔，由于光学谐振腔与衬底垂直，能够实现垂直于芯片表面发射激光。面发射激光芯片有低阈值电流、稳定单波长工作、可高频调制、容易二维集成、没有腔面阈值损伤、制造成本低等优点，但输出功率及电光效率较边发射激光芯片低。

图 34：半导体激光器结构示意图



资料来源：光行天下，华金证券研究所

图 35：半导体激光芯片分为边发射和面发射两种



边发射激光芯片（左）和面发射激光片（右）示意图

资料来源：长光华芯招股书（申报稿），华金证券研究所

**半导体激光器特点及应用。**半导体激光器优缺点十分明显：优点是体积小、结构简单、光电转换效率高、寿命较长、易于调制等，缺点是输出光束质量差、光束发散角大、光斑不对称、受到带间辐射的影响导致光谱纯度差、工艺制备难度高等。半导体激光器可作为光纤激光器、固体激光器的泵浦源，也可作为直接使用其输出激光的直接半导体激光器，在能量光子、信息光子、显示光子均有广泛应用。

表 13：半导体激光器的应用及最终应用领域

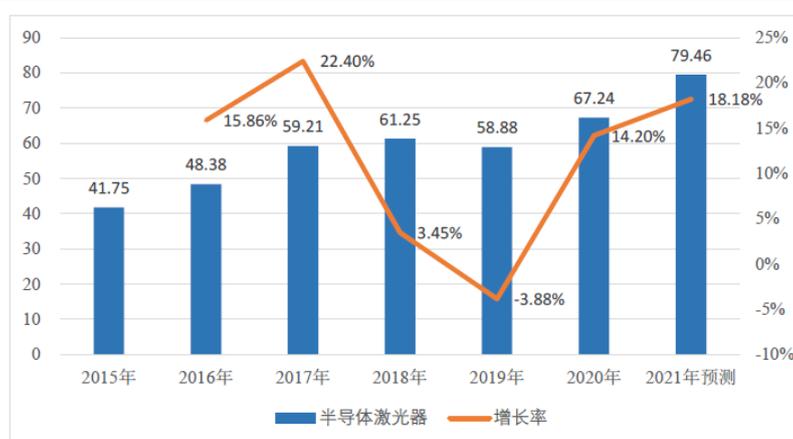
光子类型	半导体激光器应用	最终应用领域
能量光子	光纤激光器泵浦	打标、雕刻、切割、焊接、金属 3D 打印等材料加工领域，应用于航空航天、汽车制造、船舶制造、钢铁冶金、3C 电子、国防等
	固体及超快激光器泵浦	精密切割、打孔、剥离、去除、划片、调阻调频、微纳结构加工，应用于半导体微电子、显示面板与照明、航空航天、汽车、太阳能、3C 电子、3D 增材制造等
	直接半导体激光器	焊接、熔覆、淬火、表面热处理，应用于汽车制造、发电设备、3C 电子、航空航天、高铁、钢铁冶金等
	生物医学用激光器	医美、理疗、手术、光动力
	定向能用激光器	科研与国防军事
信息光子	光通信激光器	接入网、主干网、数据中心；5G、物联网
	硅光芯片	数据传输与运算
	激光雷达与探测器	3D 人脸识别与辅助摄像、探测跟踪、安防监控、无人驾驶、机器视觉、测距和尺寸测量

光子类型	半导体激光器应用	最终应用领域
	传感器	液体、气体等物质传感器、接近传感器等
	中远红外、太赫兹激光器	检测与影像、光电对抗
显示光子	红、绿、蓝三色激光器	激光电视、激光投影、汽车车灯、激光照明等

资料来源：长光华芯招股说明书（申报稿），华金证券研究所

半导体激光器已成为光电行业最有发展前景的领域之一，2020年全球市场规模为67.24亿美元。随着半导体激光器技术的快速发展和突破，半导体激光器产品质量、波长范围和输出功率正在迅速提高，同时在直接半导体激光加工应用以及中高功率光纤激光器差异需求的推动下，具有中高功率、高光束质量的半导体激光器快速发展。目前半导体激光器已应用到激光加工、3D打印、激光雷达、生命科学与健康和红外照明与显示等领域方面，半导体激光器也成为光电行业中最有发展前景的领域之一。根据 Laser Market Research 数据，2015-2020 年全球半导体激光器的市场规模由 41.75 亿美元增长至 67.24 亿美元，CAGR 约为 10.0%。

图 36：全球半导体激光器市场规模及其变化情况（亿美元）



资料来源：Laser Focus World，华金证券研究所

美国和欧洲的半导体激光行业起步较早，在技术上具备领先优势，半导体激光芯片及器件厂商仍以国外企业为主，海外半导体激光器企业主要为上下游同时布局的一些巨头公司，包括贰陆集团、朗美通、IPG 光电等。国内主要企业为长光华芯、武汉锐晶、华光光电、炬光科技等。

表 14：国内主要半导体激光器企业

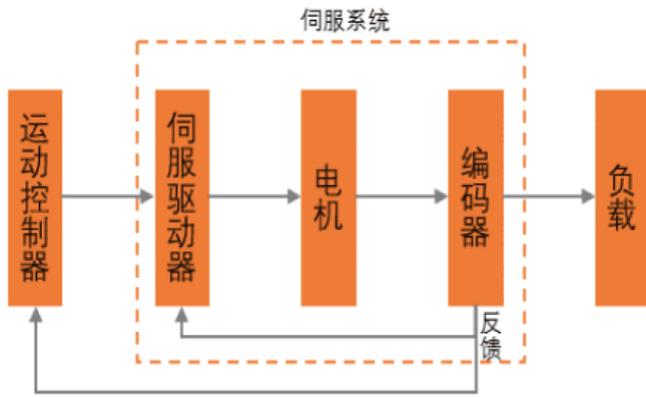
公司	概况
长光华芯	主要产品为中高功率半导体激光芯片、光通信芯片、VCSEL 芯片，广泛应用于光纤激光器、固体激光器及超快激光器光泵浦激光器泵浦源、国家战略高技术、3D 传感、激光雷达、高速光通信、激光智能制造装备、医学美容、人工智能、科学研究等领域
武汉锐晶	主要产品为高功率半导体激光芯片，产品广泛运用于工业加工、医疗、安全、传感、印刷、科研、激光显示等领域。
华光光电	主要从事半导体激光器外延片、芯片、器件、模组和应用产品的研发、生产与销售，产品应用于先进制造、测距传感、安防监控、激光显示、医疗美容、仪器仪表、印刷指示、科研等领域。
纵慧芯光	主要研发销售 VCSEL 芯片、器件及模组等产品，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。
炬光科技	主要产品为高功率半导体激光元器件、激光光学元器件
凯普林	产品包括半导体激光器、光纤激光器、超快激光器
星汉激光	星汉激光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。

## 四、运控系统：高功率领域国产化有望快速推进

**运动控制系统是各类设备的大脑，软件是其核心。**运动控制系统的功能是根据控制程序，经计算机处理后，实时控制执行机构的动作。运动控制系统由硬件和软件集成，硬件即工业控制板卡，包括主控单元、信号处理等部分，软件是控制算法，其中硬件是运动控制系统的载体，软件是核心，二者共同决定了运动控制系统的精度、效率。

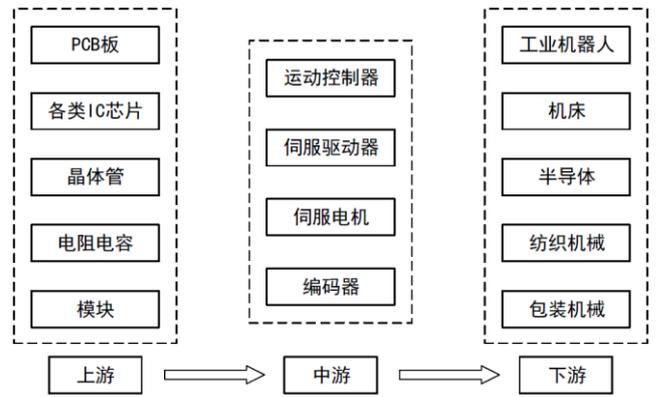
**激光切割控制系统是运动控制在激光切割中的应用。**激光切割运动控制系统是运动控制在切割中的运用，位于激光产业中游，与激光器、机械部件等共同构成激光切割设备。激光切割控制系统的作用是控制激光切割头运动轨迹以及与被切割物体之间的距离，可被运用于所有涉及金属材料切割的行业，并正逐步向非金属切割领域发展。

图 37：运动控制系统流程



资料来源：柏楚电子招股说明书，华金证券研究所

图 38：运动控制系统产业链情况



资料来源：柏楚电子招股说明书，华金证券研究所

**市场空间：**我们根据以下假设对激光切割控制系统市场空间进行测算：（1）假设中低功率激光切割设备销量按照 15%速度增长，因为已基本实现国产化，假设单价按照 2%速度下降；（2）假设 2021-2025 年高功率切割设备市场规模增速为 50%、40%、35%、35%、35%，考虑到国产化快速推进，假设单价以 6%左右速度下降；（3）根据测算，2025 年中低功率和高功率激光切割控制系统的市场规模分别为 10.41 亿元、28.04 亿元，总市场规模为 38.45 亿元。

表 15：激光切割控制系统市场规模测算

	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
中低功率切割设备销量（台）	34000	42000	48300	55545	63877	73458	84477
yoy	17.24%	23.53%	15%	15%	15%	15%	15%
高功率切割设备销量（台）	7000	13000	19500	27300	36855	49754	67168
yoy	16.67%	85.71%	50%	40%	35%	35%	35%
中低功率激光控制系统价格（万元/套）	1.39	1.36	1.34	1.31	1.28	1.26	1.23
yoy		-2%	-2%	-2%	-2%	-2%	-2%
高功率激光控制系统价格（万元/套）	6.32	5.75	5.35	5.03	4.72	4.44	4.17
yoy	-10%	-9%	-7%	-6%	-6%	-6%	-6%
中低功率市场规模（亿元）	4.73	5.73	6.46	7.28	8.20	9.24	10.41
高功率市场规模（亿元）	4.42	7.47	10.43	13.72	17.41	22.10	28.04

资料来源：柏楚电子招股说明书，前瞻网，华金证券研究所

中低功率领域已基本国产化，柏楚电子市占率超过 60%。中低功率激光切割控制系统领域中，国产控制系统凭借良好的使用性能和综合性价比，已基本实现进口替代。目前国内市场上市占率前三的企业为柏楚电子、维宏股份、奥森迪科，合计市场占有率约为 90%，其中柏楚电子的市场占有率超过 60%。

高功率领域仍为国际厂商主导，国产化有望快速推进。目前在高功率激光切割控制系统领域，国际厂商仍占据绝对优势，主要企业包括德国倍福、德国 PA、西门子等，柏楚电子在国内高功率激光切割控制系统的市占率超过 10%。目前激光切割设备国产化程度已达到 80%-90%，国内设备厂商使用国产化系统的意愿较强，同时随着国内企业技术的快速进步，高功率领域有望复制中低功率领域的国产化之路，预计国产化将快速推进。

表 16：激光切割控制系统行业主要企业情况

公司名称	所在地	主营业务
德国倍福	德国	倍福所生产的工业 PC、现场总线模块、驱动产品和 TwinCAT 自动化软件构成了一套完整的、相互兼容的控制系统，可为各个工控领域提供开放式自动化系统和完整的解决方案。倍福创新产品和解决方案广泛应用于风力发电、半导体、光伏太阳能、金属加工、包装机械、印刷机械、塑料加工、轮胎加工、木材加工、玻璃机械、物流运输以及楼宇自动化等众多领域
德国 PA	德国	致力于开放式数控系统的研究和生产，其先进技术先后被 SIEMENS、ROCKWELL、HEIDENHAIN 等世界著名的数控生产商所采用。PA8000 系列全功能数控系统，是基于 PC 技术的开放式数控系统，被广泛应用于车、铣、镗、磨以及复合机床、激光切割等机械加工领域
奥森迪科	武汉	奥森迪科专注于工业激光切割应用中聚焦系统（即：切割头）和 X-Y-Z 三轴数控系统的研究和开发，拥有多项自主知识产权的技术和核心产品。可为不同应用场景的切割系统提供综合解决方案和技术服务。在激光焊接领域，奥森迪科可根据客户应用需求，提供包括焊接头、焊接数控系统、视觉辅助系统等在内的定制产品与解决方案。
维宏电子	上海	维宏股份主营业务为研发、生产和销售工业运动控制系统。维宏股份自主研发并进行生产、销售的运动控制系统主要有雕刻雕铣控制系统、切割控制系统、机械手控制系统等，可应用于各类雕刻机、雕铣机、加工中心、水射流切割机、激光切割机、等离子切割机、火焰切割机、玻璃加工机床、工业机械手等。

资料来源：柏楚电子招股说明书，华金证券研究所

## 五、投资建议

### （一）锐科激光：国产光纤激光器龙头，步入快速发展阶段

公司是国内光纤激光器龙头，业绩拐点显现。公司由航天科工控股，领军人才持股管理，自成立以来在多个功率段率先实现光纤激光器的国产化，持续引领光纤激光器的国产化，2020 年公司在国内光纤激光器市场的市占率为 24.4%，是国内光纤激光器龙头。疫情后公司收入和利润步入快速上升通道，2020Q3-2021Q2 公司单季度归母净利润同比增速依次为 84%、158%、902%、168%，业绩拐点显现。

国产替代+盈利能力修复，国内企业迎来发展良机。（1）随着国内企业技术不断提升，国产激光器品质逐步向国外先进水平靠拢，同时国内企业具备成本和服务的双重优势，国产化趋势下国内激光器企业市场份额快速提升；（2）我们认为行业价格竞争趋缓，企业盈利能力将继续修复，主要有 2 点原因：①国内企业具备成本优势，且降本空间更大；②焊接等业务的非标准化从根本

上避免了切割打标领域激烈的价格竞争，随着国内激光器企业焊接、清洗等非标业务的快速发展，预计行业整体价格竞争将趋于缓和。

**技术和产业链布局铸就锐科激光核心竞争力。**(1)公司研发团队优秀，三位行业“领军人才”持股管理有助于带领公司实现更好的发展；2020年公司多项技术取得突破，新产品大幅解决了行业应用痛点；(2)产业链布局，一方面通过上游垂直整合，降本的同时提升公司产品性能；另一方面，前瞻性布局超快激光器和半导体激光器，布局行业未来潜在爆发点，助力公司长期发展。

**投资建议：**预计2021-2023年公司收入分别为31.54亿元、41.03亿元、53.41亿元，归母净利润分别为5.38亿元、7.28亿元、9.23亿元，对应EPS分别为1.24元、1.68元、2.14元，维持“买入-A”建议。

**风险提示：**行业景气度不佳导致需求增长不及预期；价格竞争激烈导致企业盈利能力下降；国产化进度不及预期。

## (二) 柏楚电子：激光切控系统龙头，产业拓展打开成长空间

**国产激光切割系统龙头，业绩增速快，盈利能力强，现金流优质。**公司成立于2007年，2012年切入激光切割控制系统，目前已成长为国产激光切割系统龙头。在行业快速发展和国产化的双重驱动下，公司业绩快速增长，2016-2020营收和归母净利润CAGR分别为+47.1%/+49.0%。得益于行业特征以及公司较强的议价能力，公司盈利能力极强，2020年销售毛利率和净利率分别为81%、65%，同时公司现金流优质，具备较强的内生发展动力。

**高功率切控系统国产化推动公司业绩增长。**目前中低功率激光切割系统已基本国产化，公司市场占有率超过60%，而高功率领域仍主要由国外企业占据，基于以下几点原因，我们认为公司有望复制中低功率的发展路径，实现高功率领域的国产化：(1)目前我国高功率激光切割设备国产化程度已达到80%-90%，国产厂商使用国产系统的意愿较强；(2)国产产品价格更低，同时具备本土的服务优势，公司已覆盖400多家行业主要的激光设备商，并积累了良好的口碑；(3)公司是唯一掌握切割过程五大技术的企业，大幅提升了切割加工的便捷性，在应用层面强于海外企业；(4)随着公司募投项目的推进，高功率国产化有望快速推进，从而推动业绩快速增长。

**产业拓展下，公司持续成长可期。**(1)布局超快激光，有望形成新的业绩增长点：超快激光已成为精密加工的重要方向，根据《中国激光产业发展报告》的统计，2015年到2020年我国超快激光器市场规模由2.9亿元增长至27亿元，公司在超快激光领域已形成较强的竞争力，随着募投项目推进，超快激光有望形成新的业绩增长点；(2)拓展激光切割头，从软件向硬件延伸：激光切割头是激光切割机三大主件之一，公司拓展激光切割头一方面可以加强控制系统与切割头之间的适配性，从而提升切割效果，另一方面也可提供一体化综合解决方案；(3)拓展智能焊接机器人，打开公司成长空间：焊接为切割后道工序且底层技术相通，公司具备产业拓展的技术基础。钢结构焊接市场空间大，并且焊工短缺下智能焊接机器人需求十分旺盛，智能焊接机器人将彻底打开公司成长空间。