

机械设备

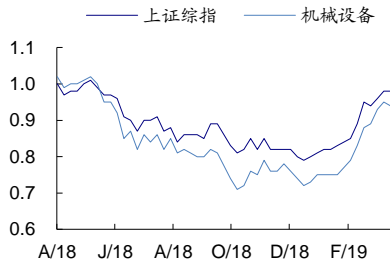
机械行业 2019 年 4 月策略

中性

(维持评级)

2019 年 04 月 05 日

一年该行业与上证综指走势比较



行业投资策略

制造业回暖，关注通用设备机会之
激光器专题研究

相关研究报告:

《机械行业 2019 年 3 月策略暨业绩前瞻：专用设备讨论之三：核电正式重启，设备龙头迎历史性机遇》——2019-03-17
《新能源汽车全产业链基础研究系列报告之四：新能源车 2.0 时代，聚焦产业链龙头》——2019-02-14
《机械行业 2019 年 2 月策略：专用设备讨论之二：新能源车 2.0 时代，锂电设备龙头迎来机遇》——2019-02-13
《机械行业 2019 年 1 月策略：专用设备讨论之一：光伏平价上网渐进，太阳能电池片设备受益》——2019-01-22
《机械行业 2019 年度投资策略暨 12 月策略：结构性机会》——2018-12-11

证券分析师：贺泽安

E-MAIL: hezean@guosen.com.cn
证券投资咨询执业资格证书编号：S0980517080003

证券分析师：季国峰

E-MAIL: jiguofeng@guosen.com.cn
证券投资咨询执业资格证书编号：S0980517100002

联系人：吴双

E-MAIL: wushuang2@guosen.com.cn

● 本月专题：光纤激光器—迈向高效率生产的利器

激光替代传统加工/国产化是必然趋势。激光加工是效率/加工精度更高的先进加工方式，在核心零部件国产化的背景下激光装备成本快速下行，性价比优势明显，带动行业渗透率全面提升，激光器近 5 年销售额 CAGR+8.50%。

光纤激光器是赛道中的佼佼者，成长更快。相对于其他激光器，光纤激光器具有两大优点：a、电光效率高、综合运行成本低、使用方便、光束质量好、能量密度高、可加工材料范围广、加工质量高等优势；b、适应激光应用发展趋势，成本与性能潜力无穷：光纤的形态是最适合实现激光功率放大的介质形态，能够在有限的空间内实现增益介质的有效利用并具备更好的散热能力，并能实现核心零部件的模块化，这些模块可以叠加增强性能，也可以通过规模化生产降低成本。光纤激光器近 5 年销售额 CAGR+25%，占工业激光器销售额的比例从 13 年的 34%提升至 17 年的 47%。

光纤激光器海内、外企业分别在低、高功率市场占据垄断地位。全球龙头 IPG/国内龙头锐科激光市占率 60%/7%，国内企业产品向高功率产品突破、各功率段产品市场份额逐步提升是必然趋势。重点推荐国产光纤激光器龙头锐科激光。

● 行业观点

3 月 PMI 数据超预期回暖，在年初一系列放水、减税政策的刺激之下，经济出现企稳的前瞻迹象。结合我们微观的草根调研来看，制造业景气度回升确实在发生，因为从 4 月份起我们开始关注通用设备领域的投资机会。首先是需求端的回暖，基本面有望触底回升；其次，通用设备领域的边际预期发生反转，股价有望重回升势。通用设备领域我们建议重点关注**激光器、注塑机和机器人**等领域。

● 重点推荐组合：

4 月重点推荐组合：**汉威科技、伊之密、锐科激光、弘亚数控、浙江鼎力、三一重工。**

3 月组合：**天奇股份、精测电子、浙江鼎力、先导智能、锐科激光。**组合（等权重）3 月表现 15.70%，中信机械指数 9.47%，沪深 300 5.53%，创业板指 10.28%。

● 风险提示：

宏观经济下行、海外出口下行、行业竞争加剧。

重点公司盈利预测及投资评级

公司代码	公司名称	投资评级	昨收盘 (元)	总市值 (百万元)	EPS		PE	
					2019E	2020E	2019E	2020E
300007	汉威科技	买入	16.90	4,952	0.4	0.6	38.7	30.2
300415	伊之密	买入	9.01	3,892	0.6	0.7	16.2	12.6
300747	锐科激光	增持	179.00	22,912	4.30	5.50	41.4	32.3
002833	弘亚数控	买入	48.84	6,607	2.60	3.30	18.9	14.7
603338	浙江鼎力	买入	83.49	20,680	2.60	3.20	31.8	25.9
600031	三一重工	买入	12.92	108,212	1.10	1.20	11.8	10.6

资料来源：Wind、国信证券经济研究所预测

独立性声明：

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，其结论不受其它任何第三方的授意、影响，特此声明

内容目录

核心观点：关注通用设备产业链	5
3月行情回顾	6
3月机械板块重点推荐组合表现	6
3月机械板块上涨9.47%，跑赢沪深300 3.94个点	6
3月机械板块TTM市盈率快速上升，但仍处于历史较低位置	7
3月机械子行业中3C设备、船舶海工、半导体设备涨幅靠前	8
本月专题：光纤激光器—迈向高效率生产的利器	10
激光：最完美的光源	10
激光器：助力产业升级迈向高效率生产的利器	17
光纤激光器：激光赛道中成功产业化的佼佼者	25
投资建议：关注光纤激光器国产化龙头锐科激光	31
风险提示	33
国信证券投资评级	34
分析师承诺	34
风险提示	34
证券投资咨询业务的说明	34

图表目录

图 1: 机械行业 (中信分类) 单月涨跌幅	7
图 2: 机械行业 (中信分类) 单年/月涨跌幅全行业排名	7
图 3: 中信一级行业 3 月单月涨跌幅排名	7
图 4: 机械行业 (中信分类) 近 10 年 PE (TTM) /PB	8
图 5: 机械行业 (中信分类) 近 2 年 PE (TTM) /PB	8
图 6: 机械子行业 3 月单月涨跌幅排名	8
图 7: 机械子行业 2019 前 3 月涨跌幅排名	8
图 8: 机械行业 2019 年全年涨跌幅前后五名	9
图 9: 机械行业 3 月涨跌幅前后五名	9
图 10: 激光叠加强度超过普通光源	10
图 11: 准直性对光强的影响	11
图 12: 不同光源的频谱比较	11
图 13: 光纤耦合半导体泵浦源 (光泵浦方式)	12
图 14: 激光谐振腔结构	13
图 15: 染料激光器	14
图 16: CO ₂ 气体激光器	14
图 17: VCSEL 半导体激光器	15
图 18: 光纤激光器	15
图 19: X 射线自由电子激光器	16
图 20: 不同激光器波长范围	16
图 21: 2017 年全球激光器行业市场规模达 124.3 亿美元	19
图 22: 2014-2017 年全球工业激光器行业市场规模增大	19
图 23: 2017 年全球激光应用于材料加工用途比例最高	19
图 24: 2017 年工业激光器材料加工的切割用途占比最高	19
图 25: 2010 年-2017 年中国激光设备市场销售收入	20
图 26: 2010-2016 年中国激光元器件进出口数量	20
图 27: 2010-2016 年中国激光元器件进出口金额	20
图 28: 中国激光元器件进出口 ASP 对比 (单位: 美元)	21
图 29: 激光设备与其他设备种类使用寿命对比 (单位: 年)	21
图 30: IPG 历年营业收入和员工人数	22
图 31: IPG 人均产值	22
图 32: 2017 年大族激光存货结构	22
图 33: 2017 年立讯精密存货结构	22
图 34: IPG 生产基地光纤激光器的部分制造环节	23
图 35: 锐科激光生产基地光纤激光器的部分制造环节	24
图 36: 光纤激光器价格长期持续下降	24
图 37: 国产和进口激光器价格对比	24
图 38: 锐科激光不同功率激光器产品出货量变化	25
图 39: 典型光纤激光器光学系统	25
图 40: 光纤激光加工产业链上下游情况	26
图 41: 2013-17 年全球光纤激光器占工业激光器比重增大	26
图 42: 2016-2017 年中国光纤激光器占比逐步增大	26
图 43: 2013-17 年光纤激光器用途分类	27
图 44: 2013-2017 年全球光纤激光器市场规模	27
图 45: 2018-2021 年全球光纤激光器市场规模预测	27
图 46: 2016 年光纤激光器市场份额按区域分布	28
图 47: 2017 年全球光纤激光器市场竞争格局	28
图 48: 2017 年中国光纤激光器市场竞争格局	28
图 49: 锐科激光等国内企业在中低功率占据主导地位	30
图 50: 2017 年低功率光纤激光器国内企业市场份额达 97%	30
图 51: 2017 年中功率光纤激光器国内企业市场份额达 54%	30
图 52: 2017 年高功率光纤激光器国内企业市场份额达 9%	30
图 53: 公司的主要产品	32
图 54: 锐科激光 2018 年前三季度营业收入同比增长 66%	32
图 55: 锐科激光 2018 年前三季度业绩同比增长 69%	32

表 1: 国信机械月度组合收益情况	6
表 2: 泵浦源激励方式比较	12
表 3: 增益介质与波长对应关系	12
表 4: 激光器按照增益介质分类	13
表 5: 激光器不同工作模式划分	17
表 6: 激光切割与传统加工对比	17
表 7: 激光焊接与传统焊接对比	18
表 8: 激光新兴应用层出不穷	18
表 9: 自动化程度较低是把双刃剑	23
表 10: 近年激光行业重要整合并购	23
表 11: 全球主要光纤激光器制造商	29
表 12: 激光器行业政策支持	29
表 13: 光纤激光器与其他激光器的比较	31
表 14: 光纤激光器 BOM 拆分	31

核心观点：关注通用设备产业链

自 2018 年底以来基于宏观经济下行担忧及制造业投资下滑的压力，我们提出专用设备强于通用设备的行业观点，重点推荐了**太阳能电池片设备、核电、锂电**等板块，板块及我们的行业组合前三个月均取得了显著超额收益。

站在当前时点，我们认为 3 月份 PMI 的回暖是重要边际变化，在一系列的减税降费及流动性放松的财政和货币政策刺激之下，制造业需求有望触底回暖。结合我们的草根调研，制造业的需求确实印证了宏观层面的逻辑，注塑机、激光器和机器人的需求出现不同程度的回暖迹象。因此，4 月份我们提出行业观点的重大变化，关注通用设备产业链。我们的逻辑由两个：**首先，需求端的回暖拉动基本面走出拐点；其次，悲观的修正有望驱动股价进一步上行。**

通用设备行业，我们推荐重点关注的产业链有**激光器、注塑机和机器人**产业链，本次月度专题，我们重点讨论**激光器**。

3 月行情回顾

3 月机械板块重点推荐组合表现

我们今年 3 月份的重点推荐组合为：天奇股份、精测电子、浙江鼎力、先导智能、锐科激光。组合（等权重）3 月表现 15.70%，中信机械指数 9.47%，沪深 300 5.53%，创业板指 10.28%。

4 月份的重点推荐组合包括：汉威科技、伊之密、锐科激光、弘亚数控、浙江鼎力、三一重工。

表 1：国信机械月度组合收益情况

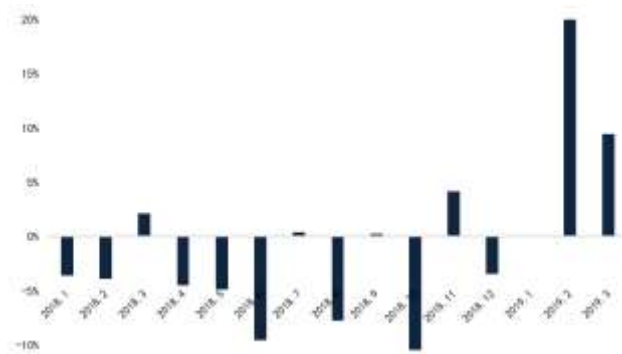
年月	月度组合	月度收益率	组合收益率	沪深 300 收益率	机械板块收益率
19 年 3 月	天奇股份	3.33%	15.70%	5.53%	9.47%
	浙江鼎力	19.61%			
	先导智能	13.97%			
	精测电子	21.33%			
	锐科激光	20.26%			
19 年 2 月	捷佳伟创	19.56%	14.67%	14.61%	19.96%
	浙江鼎力	9.92%			
	先导智能	8.77%			
	精测电子	24.35%			
	锐科激光	10.73%			
19 年 1 月	捷佳伟创	11.83%	3.46%	6.34%	-0.02%
	浙江鼎力	12.04%			
	先导智能	3.66%			
	中国中车	-5.32%			
	锐科激光	-4.93%			
18 年 12 月	浙江鼎力	4.70%	-0.92%	-5.11%	-3.40%
	杰瑞股份	-13.04%			
	中国中车	3.32%			
	锐科激光	-1.57%			
	先导智能	1.97%			
18 年 11 月	浙江鼎力	0.82%	2.69%	0.60%	4.19%
	杰瑞股份	-15.23%			
	杰克股份	11.57%			
	锐科激光	5.43%			
	晶盛机电	10.86%			
18 年 10 月	浙江鼎力	-1.57%	-7.38%	-8.29%	-10.43%
	杰瑞股份	-6.57%			
	建设机械	-5.45%			
	锐科激光	-16.08%			
	郑煤机	-7.25%			
18 年 9 月	浙江鼎力	2.3%	6.49%	0.25%	3.13%
	杰瑞股份	19.3%			
	建设机械	-0.4%			
	先导智能	13.0%			
	锐科激光	-1.9%			

资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理

3 月机械板块上涨 9.47%，跑赢沪深 300 3.94 个点

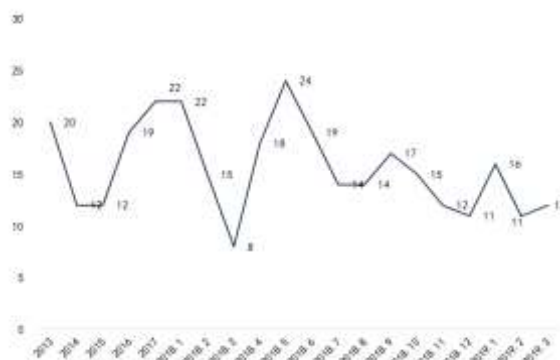
3 月份市场各行业均保持上涨趋势，涨幅比 2 月有所放缓。机械行业（中信分类）指数整体上涨 9.47%，沪深 300 指数上涨 5.53%，跑赢沪深 300 指数 3.94 个百分点。从全行业看，机械行业 3 月涨幅在 30 个行业（中信分类）中排第 12 位。

图 1: 机械行业（中信分类）单月涨跌幅



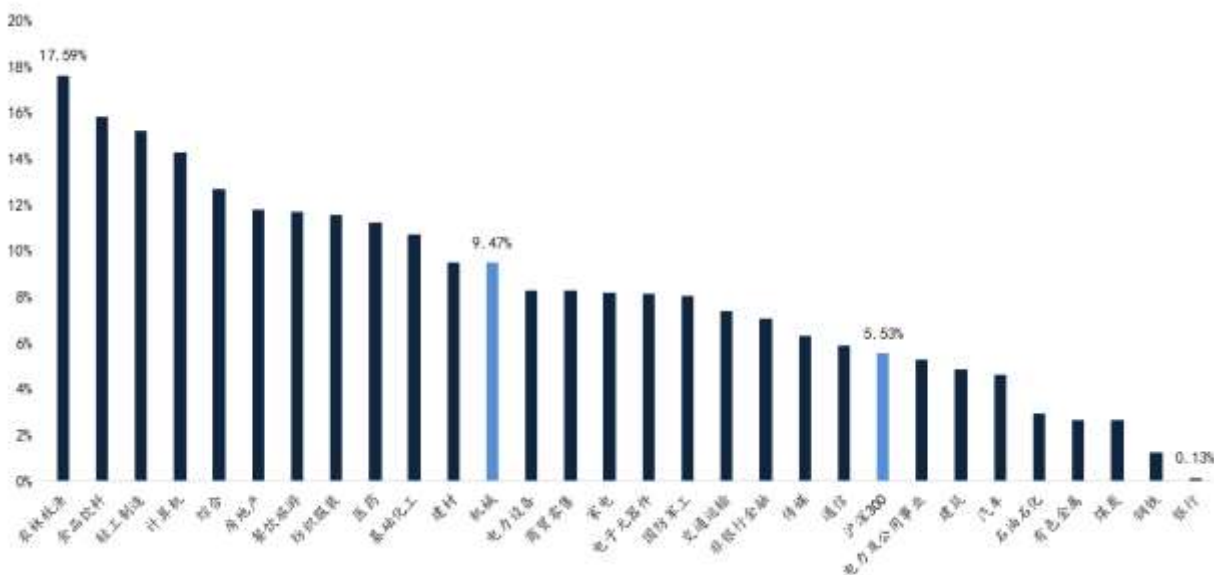
资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

图 2: 机械行业（中信分类）单年/月涨跌幅全行业排名



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

图 3: 中信一级行业 3 月单月涨跌幅排名

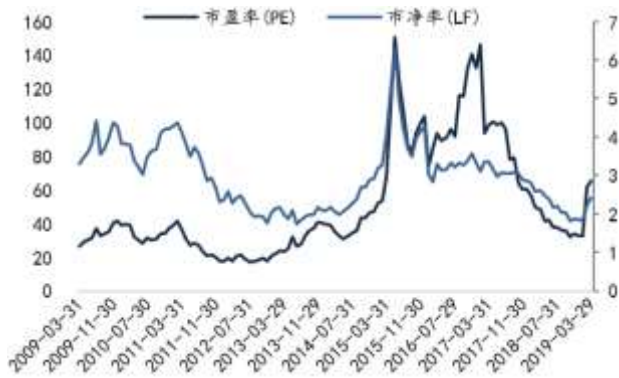


资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

3 月机械板块 TTM 市盈率快速上升，但仍处于历史较低位置

从市盈率看，机械行业 3 月底 TTM 市盈率约为 65.37 倍，环比 2 月（2 月 28 日：61.58 倍）小幅上升，但仍处于历史较低位置。从市净率看，机械行业 3 月底市净率约为 2.42 倍，同样处于历史较低位置。

图 4: 机械行业 (中信分类) 近 10 年 PE (TTM) /PB



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

图 5: 机械行业 (中信分类) 近 2 年 PE (TTM) /PB

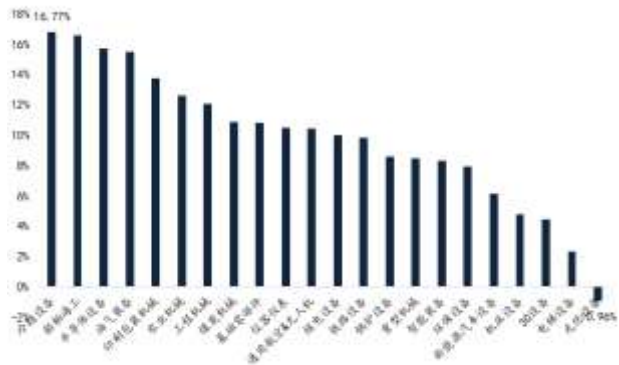


资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

3 月机械子行业中 3C 设备、船舶海工、半导体设备涨幅靠前

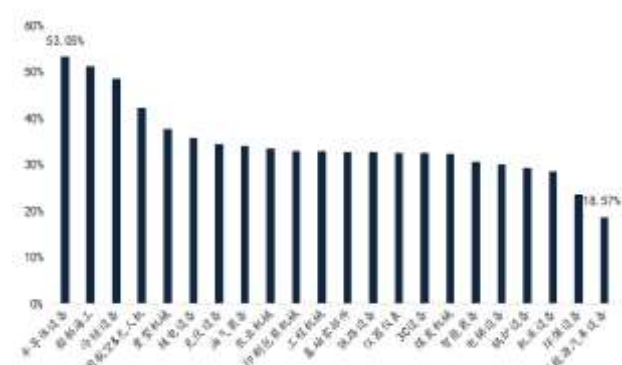
从我们分类的 23 个机械子行业 (各子行业按等权重加权) 来看, 3 月份冷链设备、船舶海工、半导体设备涨幅靠前, 光伏设备、电梯设备、3C 设备涨幅靠后; 2019 年前 3 月半导体设备、船舶海工、冷链设备涨幅靠前, 新能源汽车设备、环保设备、机床设备涨幅靠后。

图 6: 机械子行业 3 月单月涨跌幅排名



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

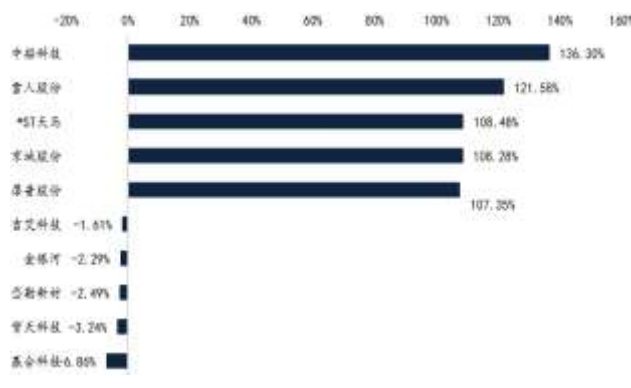
图 7: 机械子行业 2019 前 3 月涨跌幅排名



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

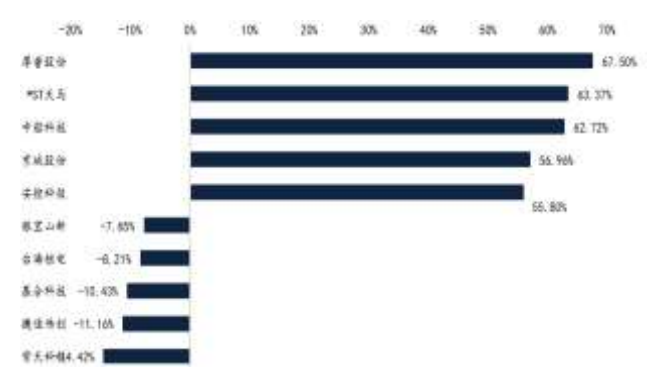
从个股表现来看, 2019 年至今 (截止 4 月 2 日) 涨跌幅排名前五位的公司分别为: 中船科技 (136.30%)、雪人股份 (121.58%)、*ST 天马 (108.48%)、京城 (108.28%)、厚普股份 (107.35%), 排名后五位的公司分别为: 吉艾科技 (-1.61%)、金银河 (-2.29%)、岱勒新材 (-2.49%)、紫天科技 (-3.24%)、赢合科技 (-6.86%); 3 月单月涨跌幅排名前五位的公司分别为: 厚普股份 (67.50%)、*ST 天马 (63.37%)、中船科技 (62.72%)、京城股份 (56.96%)、安控科技 (55.80%), 涨跌幅排名后五位的公司分别为: 银宝山新 (-7.65%)、台海核电 (-8.21%)、赢合科技 (-10.43%)、捷佳伟创 (-11.16%)、紫天科技 (-4.42%)。

图 8: 机械行业 2019 年全年涨跌幅前后五名



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

图 9: 机械行业 3 月涨跌幅前后五名



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

本月专题：光纤激光器—迈向高效率生产的利器

激光：最完美的光源

激光技术起源于 20 世纪 60 年代，与核能、电脑、半导体并称为 20 世纪的四大大发明，美国科学家将激光技术总结为影响全球未来发展的 18 项重大关键技术之一。激光因其是通过人工方式、用光或放电等强能量激发特定的物质导致原子受激辐射的光而得名。激光具有良好的相干性、单色性、方向性、高能量密度等特点，因而被誉为最锋利，最精准的刀。

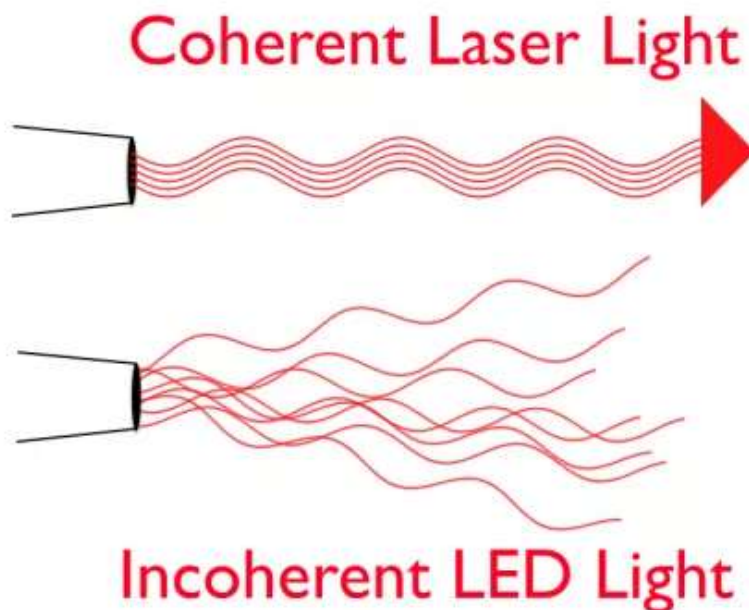
激光具备三大相干性

激光相对于普通光源具有明显的优势，例如光强高，方向性好不容易发散，以及单色性好光谱宽度窄等等。归纳起来激光具有三大特性，分别是：**时间相干（叠加放大）、空间相干（准直）、频率相干（单色性）。**

时间相干性：光强叠加放大

如果以电磁波的角度来看待光，激光与普通光源的最大区别在于每一束光的相位完全相同，两束激光叠加之后的强度一定会超过普通光源的叠加强度。普通光源由于每一束光的相位完全随机，最终强度不具有叠加放大效应。由于叠加放大效应的存在，消耗相同能量的激光与普通光源的发射强度差别巨大，理论上强度差异倍数与光子数量成正比。

图 10：激光叠加强度超过普通光源

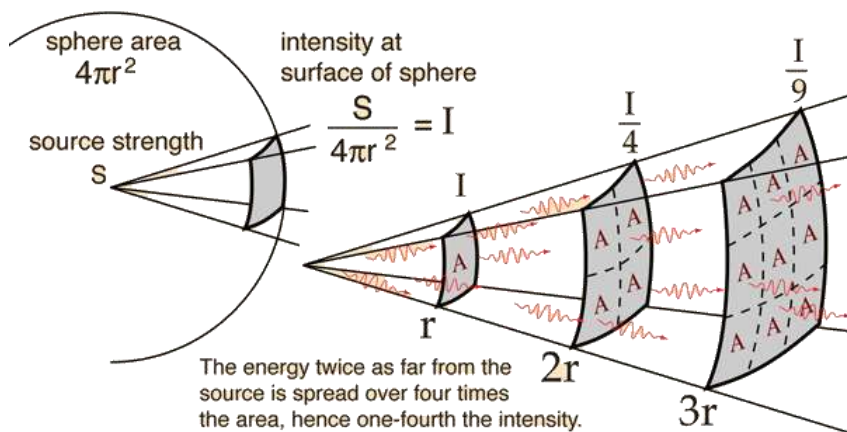


资料来源: Miridia Acupuncture Technology, 国信证券经济研究所整理

空间相干性：长距离准直输出

激光从原理上比同等功率的普通光源具有更大的光强，但是如果激光无法准直输出，激光的强度将会随着传输距离的增加而快速下降。一般来说，点光源的辐射强度与传输距离的平方成反比。激光由于其准直性，辐射面积并不随着传输距离的增加而变化，如果不考虑传输损失激光的辐射强度能够保持不变。

图 11: 准直性对光强的影响

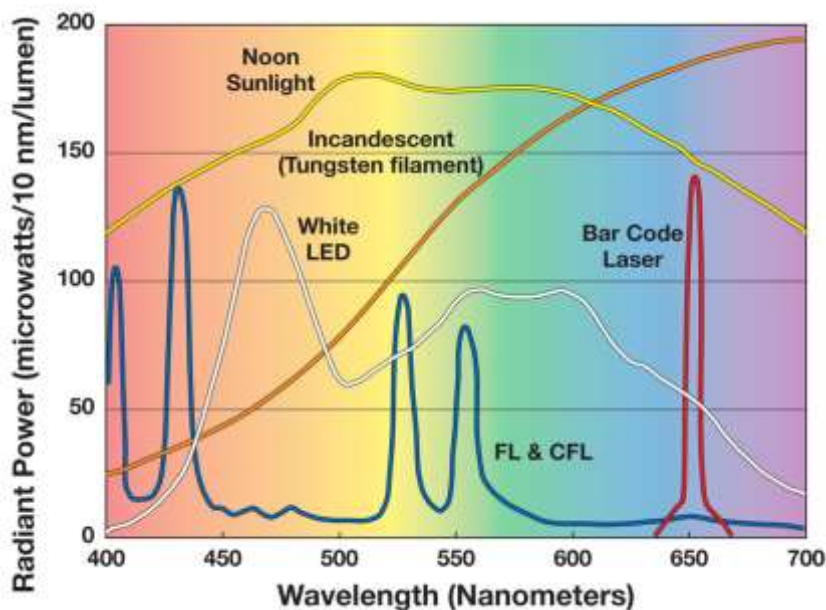


资料来源: Georgia State University, 国信证券经济研究所整理

频率相干性: 频谱纯净的光源

激光的第三个重要的特点就是频谱的纯净。相对于自然光源和其他人造光源，激光频谱宽度要窄很多。普通的日月光或者是 LED 光源其实含有许多不同频率的光线，其波长范围可以高达 400nm 以上，而激光光源的频谱宽度则明显较窄。

图 12: 不同光源的频谱比较



资料来源: Florida State University, 国信证券经济研究所整理

在实际应用中，由于很多材料的光吸收或者反射有一定选择性，因此光谱的纯净十分重要。激光作为最为纯净的光源，一方面能够提高能量的利用率，同时还能减少无效频率光源产生的热效应或者材料损伤。

激光器结构的三大要素与工作机制

为了实现保证激光具有以上的三大特性，激光器作为激光的发生装置，主要由泵浦源、增益介质、谐振腔等核心零部件构成。

泵浦源。泵浦源作为激光放大的能量来源，其作用是对增益介质进行激励，使增益介质吸收能量被激发，得以由低能级的基态跃迁到高能级，实现粒子数反转；常见的激励方式主要有光学激励（光泵浦）、气体放电激励、化学激励。

图 13: 光纤耦合半导体泵浦源 (光泵浦方式)



资料来源: Lumentum, 国信证券经济研究所整理

泵浦源按照激励方式主要分为三类: ①普通光源泵浦, 激光器最早的能量来源, 主要适用于固体和液体激光器, 泵浦效率低, 但是具有成本优势; ②电泵浦, 主要适用于气体激光器和半导体激光器, 有一定材料局限性; ③激光泵浦, 效率最高, 适用于绝大部分激光器, 但是成本较高。

表 2: 泵浦源激励方式比较

	普通光源泵浦	电泵浦	激光泵浦
成本	低	低	高
效率	中	低	高
功率	低	高	中
材料选择	无限制	有限制	无限制

资料来源: 《激光原理》, 国信证券经济研究所整理

增益介质。 增益介质材料决定了激光器的性能参数。增益介质要求具有亚稳态能级, 能够使实现能级跃迁、粒子数反转的物质, 增益介质可以是气体、液体以及固体。增益介质的能级结构决定了输出激光的能量密度和波长范围, 因此每一种增益介质都具有其唯一性。

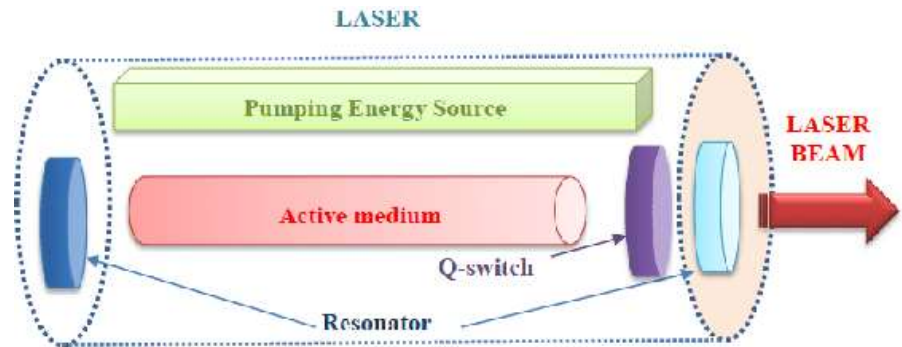
表 3: 增益介质与波长对应关系

增益介质		震荡波长
液体	染料	紫外光-红外光
	氦氖	可见光-红外光
	惰性气体粒子氦镉	紫外光-可见光
气体	准分子	紫外光
	CO2	远红外光
	化学	红外光
半导体	化合物半导体	紫外光-红外光
	铽: 钇铝石榴石	红外光
固体	镱: 钇铝石榴石	
	钛蓝宝石	紫外光-红外光
光纤	铒、镱、铥	红外光

资料来源: 《激光原理》, 国信证券经济研究所整理

谐振腔。经过泵浦后的增益介质能够将某些特定的光束实现放大，如果要实现高功率和准直输出，还必须要将这些光束反复放大并控制其发射角度，谐振腔就是实现这一目的的关键。谐振腔基本结构包括在增益介质两端安装两块反射镜，一块是全反射镜，另一块是部分反射镜；其作用是选择性的将特定波长和特定方向的激光反复放大，从而保证最后稳定输出的激光具有单色性和准直性。

图 14: 激光谐振腔结构



资料来源: ResearchGate, 国信证券经济研究所整理

激光器的基本原理是在工作状态下，增益介质吸收泵浦源提供的能量，原子中的处于低能级的电子被激发，从低能级跃迁到高能级，再从高能级跃迁回低能级，即发生粒子数反转，根据能量守恒定理，电子从高能级跃迁回低能级的过程中以光子的形式释放能量，接着光子进入谐振腔，通过谐振腔的振荡选模使得腔内的光子达到一致的频率、相位和运行速度，从而输出方向性与相干性好的激光。泵浦源和谐振腔是激光器的关键组成部分，其性能和稳定性直接影响激光输出参数与运转方式。

激光器的分类

目前，随着激光器的应用越来越广泛，激光器的种类也越来越多，我们可以从增益介质、激光波长、输出功率等角度对激光器进行分类。

根据增益介质分类

激光器分为液体激光器、气体激光器、半导体激光器、固体激光器、光纤激光器、自由电子激光器。使用特定的增益介质将会输出特定波长的激光，从本质上决定了激光的输出功率，进而决定了激光的应用领域。

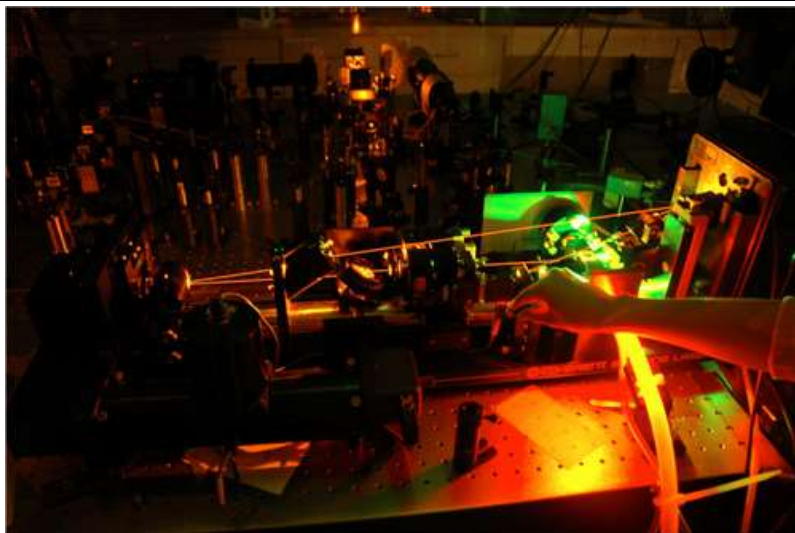
表 4: 激光器按照增益介质分类

增益介质分类	增益介质	泵浦方法	振荡波长	震荡运转
液体	染料	光	紫外光-红外光	连续、脉冲
	氦氖		可见光-红外光	连续
气体	惰性气体离子氦镭	电	紫外光-红外光	连续
	准分子		紫外光	脉冲
	CO2		远红外光	连续、脉冲
半导体	化学	化学反应	红外光	连续
	化合物半导体	电	紫外光-红外光	连续、脉冲
固体	钕: 钇铝石榴石	光	红外光	连续、脉冲
	镱: 钇铝石榴石		紫外光-红外光	连续、脉冲
光纤	钛蓝宝石		紫外光-红外光	连续、脉冲
	铒、镱、铥	光	红外光	连续、脉冲
自由电子	自由电子束	周期性交替磁场	微波-X射线	脉冲

资料来源: 锐科激光招股说明书, 国信证券经济研究所整理

液体激光器也称为染料激光器，其增益介质是某些有机染料溶解在乙醇、甲醇或水等液体中形成的溶液；液体激光器的输出的激光波长范围从紫外光到红外光波段，并且其波长连续可调。相对来说，液体激光器结构简单、价格低廉，主要应用于医学与科学研究，如光化学、光生物学、同位素分离、激光光谱学等方面。

图 15: 染料激光器



资料来源: Hau Laboratory., 国信证券经济研究所整理

气体激光器以气体原子、气体分子或气体离子作为增益介质，具有结构简单、造价低、操作方便、工作介质均匀、光束质量好以及能够长时间较稳定连续工作的特点，目前是品种最多的激光器，CO₂ 激光器是应用最广泛的气体激光器。

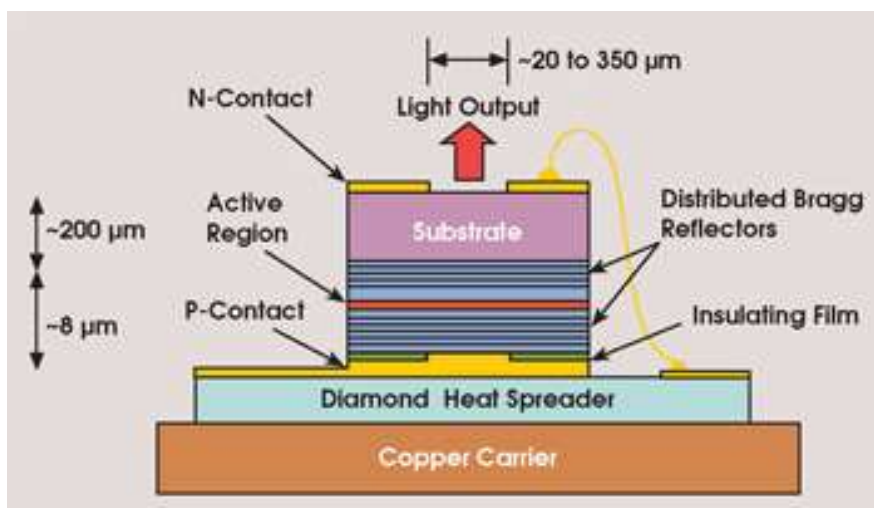
图 16: CO₂ 气体激光器



资料来源: OFweek, 国信证券经济研究所整理

半导体激光器俗称激光二极管，其使用的增益介质为半导体，具有体积小、重量轻、寿命长、运转可靠性、高能耗低、电光转换效率高、易于大规模生产、价格较低廉的特点，广泛应用于光存储器、激光打印机、光纤通讯等方面。固体激光器使用固体作为增益介质，具有体积小、使用方便、输出功率大的特点，目前广泛应用于军事、材料加工、医疗等领域。

图 17: VCSEL 半导体激光器



资料来源: Lumnetum, 国信证券经济研究所整理

光纤激光器使用掺稀土元素玻璃光纤作为增益介质，具有高电光效率、高功率的特点，目前是市场份额最大的激光器，广泛应用于激光光纤通信、汽车制造、造船、激光切割等方面。

图 18: 光纤激光器



资料来源: IPG Photonics, 国信证券经济研究所整理

自由电子激光器是一种特殊类型的激光器，其原理不同于其他激光器，它的增益介质为自由电子，其机理是利用通过周期性交替磁场的高速电子束和光辐射场之间的相互作用，光辐射通过接收电子传递的动能而辐射强度增大。具有频率连续可调、频谱范围宽、峰值功率高等特点，适用于物质提纯、等离子体加热、同位素提取等领域。

图 19: X 射线自由电子激光器

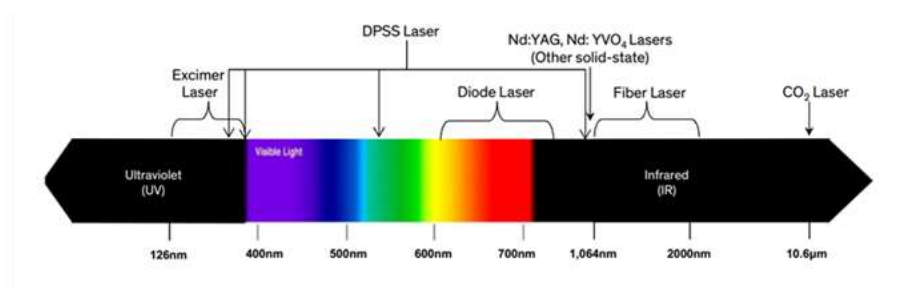


资料来源: SACLA, 国信证券经济研究所整理

根据激光波长分类

常见的激光器有紫外激光器（波长范围为 380nm-10nm）、红外激光器(波长范围为 10um-760um)、可见光激光器(波长范围为 760nm-380nm)等。不同结构的物质可吸收的光波长范围不同，并且波长越短，材料对激光的吸收率越高，穿透能力越强，例如由于金属对于近红外光吸收率较高，所以近红外激光器比较适用于金属材料加工。

图 20: 不同激光器波长范围



资料来源: Wiki Commons, 国信证券经济研究所整理

根据工作模式分类

激光器的具体工作模式划分包括，脉冲宽度、功率和运转方式三大指标。

- ①脉冲激光器根据脉冲宽度的不同，激光器可以分为毫秒（ 10^{-3} 秒）激光器、微秒（ 10^{-6} 秒）激光器、纳秒（ 10^{-9} 秒）激光器、皮秒（ 10^{-12} 秒）激光器、飞秒（ 10^{-15} 秒）激光器。
- ②根据激光器的功率不同，激光器可以分为低功率激光器、中功率激光器、高功率激光器，低功率激光器指的是功率在 100W 以下的激光器，中功率激光器指的是功率在 100W~1000W 的激光器，高功率激光器指的是功率在 1000W 以上的激光器。

③根据运转方式的不同，激光器可以分为连续激光器、脉冲激光器。

表 5: 激光器不同工作模式划分

分类方法	激光类型	基本特征
连续/脉冲	连续激光器	输出为连续形式的激光
	脉冲激光器	输出为脉冲形式的激光
功率	小功率	平均输出功率低于 100W
	中功率	平均输出功率在 100W 到 1000W 之间
	大功率	平均功率大于 1000W
光束质量	单模	采用单模光纤作为增益介质，稳定运行基模模式的能量集中、发散角小的激光，功率一般在 2000W 以下
	多模	采用多模光纤作为增益介质，稳定运行基模模式的激光，但本身具有发散特性。

资料来源：锐科激光招股说明书，国信证券经济研究所整理

激光器：助力产业升级迈向高效率生产的利器

替代传统钣金优势，新兴市场层出不穷

激光切割和激光焊接相对传统加工具有明显优势。与传统加工方式相比，激光加工具有非接触加工、高能量密度、光束可精细调节的特点。非接触加工是指在整个激光加工过程中，材料不与加工刀具接触，完全依靠激光与材料相互作用产生的热量来进行，被加工材料不受到外力的影响，残余应力比较小，从而材料形变较小。

表 6: 激光切割与传统加工对比

切割方法	材料	精度(mm)	厚度(mm)	切割速度(m/min)	切口质量
激光切割	金属和非金属	0.03	0.2-25	0.1-10	光滑
冲压成型	金属	0.05	0.2-10	0.01-3	略粗糙
火焰切割	碳钢、金属合金	0.8	20-1,000	0.1-5	热变形
等离子切割	金属	0.5	0.1-30	0.1-8	带缺口
水刀切割	金属和非金属	0.2	0.1-300	0.01-3	喷砂面

资料来源:Industrial laser，国信证券经济研究所整理

不仅如此，激光具有高能量密度与光束可精细控制的特点，器功率密度可以达到 $10^7\text{W}/\text{cm}^2$ 以上，是火焰、光弧等传统材料加工方式功率密度的成千上万倍。较高的功率密度与精细光束特别适用于对加工材料上非常微小的区域进行加工，不会导致该区域周围的其他材料受到影响，加工精度与加工效率都比较高。

表 7: 激光焊接与传统焊接对比

焊接方法	材料	深宽比	功率密度 (W/cm ²)	热变形	焊接质量
激光焊接	金属、非金属	<10	10K-100M	极小	质量高;单面焊降低重量,焊接强度高
电阻焊接	金属	<2	100-1M	显著	双面焊增加重量,焊接强度低
电弧焊	金属	<2	1K-100K	显著	焊接点/缝大,增加重量,焊接强度低
电子束焊接	金属、非金属	<30	1M-100M	极小	高;但是过程复杂,需要真空和消磁

资料来源:Industrial laser 国信证券经济研究所整理

新兴应用层出不穷，激光市场蓬勃发展。除了传统钣金中的切割和焊接应用，激光已经在汽车、3C、锂电池、航空和医疗领域产生了大量的应用市场。但是激光的加工方式，仍然是打标/雕刻，切割，焊接，微加工，表面处理和增材制造等几种方式。

表 8: 激光新兴应用层出不穷

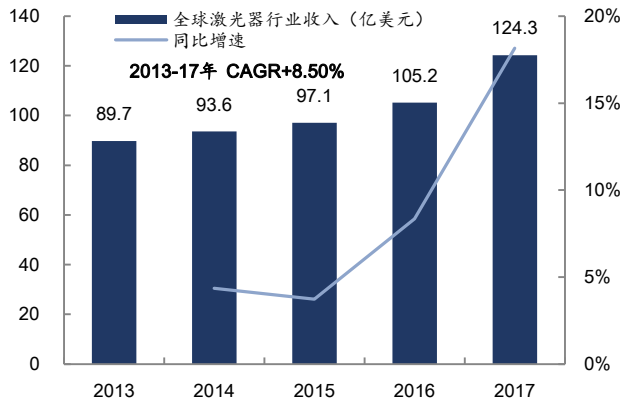
	打标/雕刻	切割/钻孔	焊接	精密加工	表面处理	增材制造
汽车	信息、控制面板	排气管、气囊	齿轮、喷射阀	油孔和放气孔	覆层和表面清理	原型
PCB	面板	分离、打孔	精密焊接	通孔、晶片划线	激光直接成像	
LCD/LED	面板	分离		蓝宝石切割	LTPS 退火、显示器修复	
电子	OLED	面板	分离、异形切割	LLO、晶圆切片	LTPS 退火、显示器修复	
	玻璃/陶瓷外壳 摄像头 指纹识别	打标	玻璃划片 打孔 镜头和镜头盖 蓝宝石	结构件	抛光 PVD 清洁 镜头抛光 抛光	
电池	面板	电极	电子管、注入孔、 电极、包覆层		金属表面清洁、 电极湿化学干燥	
航天	面板	划桨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

资料来源:Industrial laser, 国信证券经济研究所整理

全球激光市场持续增长，工业激光器加速爆发

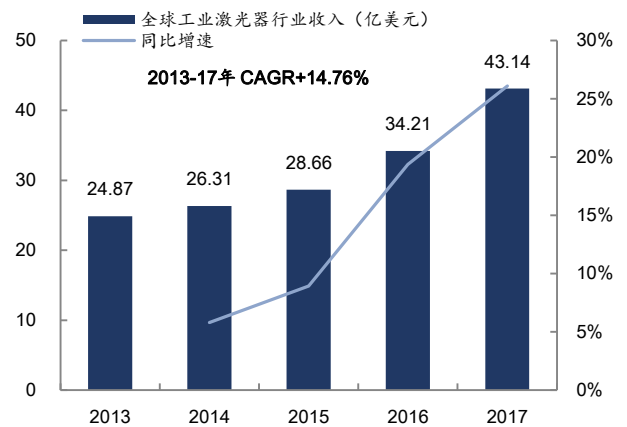
制造业升级带动行业持续增长。欧美等发达国家最先开始使用激光器，随着全球制造业向发展中国家转移，亚太地区激光行业市场份额迅速增长。发展中国家在制造业升级过程中，逐步使用激光设备代替传统设备，对激光器的需求旺盛，系目前全球激光行业市场最主要的驱动力之一。根据美国 Strategies Unlimited 的报告，2013-2017 年，全球激光器行业收入规模持续增长，从 2013 年的 89.70 亿美元增加至 2017 年的 124.30 亿美元，年复合增长率为 8.50%。随着大功率激光器技术突破和增材制造技术的成熟，预计未来激光器行业将持续快速增长。其中，全球工业激光器收入从 2013 年的 24.87 亿美元增加至 2017 年的 43.14 亿美元，年复合增长率为 14.76%。2015-17 年，工业激光器市场规模增速分别为 8.93%、19.36%和 26.10%，呈现加速发展的趋势。

图 21：2017 年全球激光器行业市场规模达 124.3 亿美元



资料来源:锐科激光招股说明书, Laser Markets Research/Strategies Unlimited, 国信证券经济研究所整理

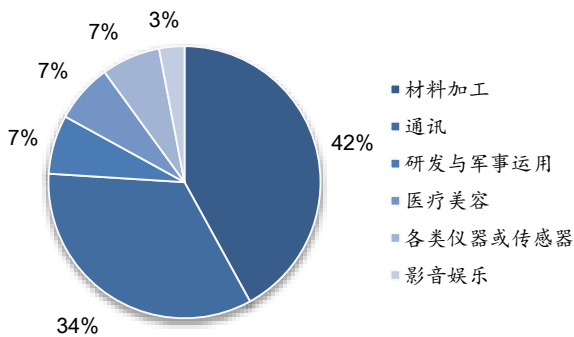
图 22：2014-2017 年全球工业激光器行业市场规模增大



资料来源:锐科激光招股说明书, Laser Markets Research/Strategies Unlimited, 国信证券经济研究所整理

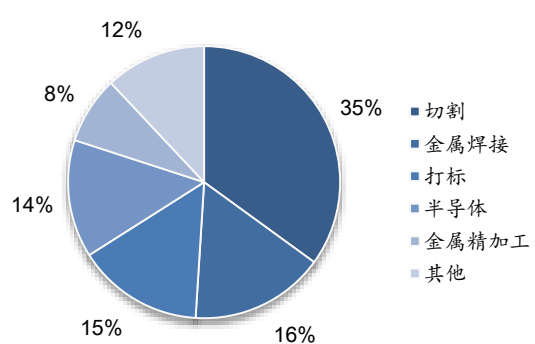
激光器用途十分广泛,材料加工是主要应用领域。激光器目前主要应用于通讯、材料加工、研发与军事运用、医疗美容等领域。根据 Laser Markets Research/Strategies Unlimited 的数据,2017 年,全球激光器行业应用领域中材料加工相关的激光器收入 51.66 亿美元,占全球激光器收入的 42%,超越通讯领域成为第一大激光器应用领域。在材料加工方面,工业激光器主要用于切割、打标、金属精加工、金属焊接等,其中,切割和金属焊接为最重要的两个应用领域。

图 23：2017 年全球激光应用于材料加工用途比例最高



资料来源:公司招股说明书, Laser Markets Research/Strategies Unlimited, 国信证券经济研究所整理

图 24：2017 年工业激光器材料加工的切割用途占比最高

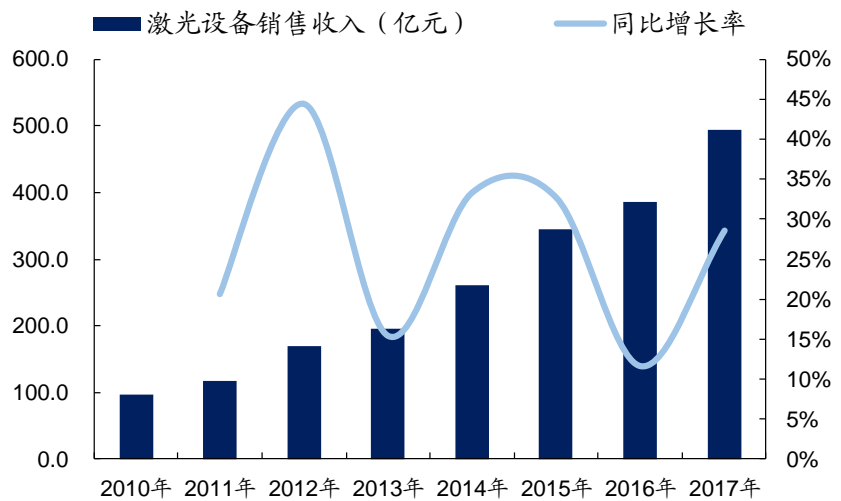


资料来源:公司招股说明书, Laser Markets Research/Strategies Unlimited, 国信证券经济研究所整理

中国成为最大激光市场,但核心零部件主要依赖进口

中国激光设备销售规模高速增长,成为全球最大激光市场。中国激光产业起步较晚,随着中国装备制造业的迅猛发展,近年来中国激光产业获得了飞速的发展。2010 年后,我国激光产业进入高速发展阶段,激光产业的销售收入从 2010 年的 97 亿元增长到 2017 年的 495 亿元,年复合增长率为 26.2%。从 2015 年开始,中国取代欧洲,首次成为激光器最大的消费市场;2017 年中国激光设备市场销售规模达到 495 亿元。

图 25: 2010 年-2017 年中国激光设备市场销售收入

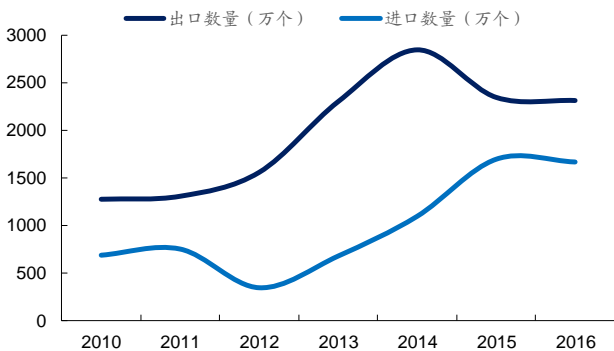


资料来源: 中国产业信息网, 国信证券经济研究所整理

激光器核心元器件依赖井口, 进出口金额逆差持续放大。根据中国激光业协会的数据, 中国激光元器件进出口金额和数量一直在稳步上升。特别是由于中国激光设备下游市场的蓬勃发展, 激光元器件进口数量和金额增长均快于出口增长。2016 年, 中国激光元器件进口金额为 13 亿美元, 而出口金额仅为 4.7 亿美元。短期预测, 激光元器件进出口金额逆差仍有放大趋势, 我们认为主要原因有以下两点:

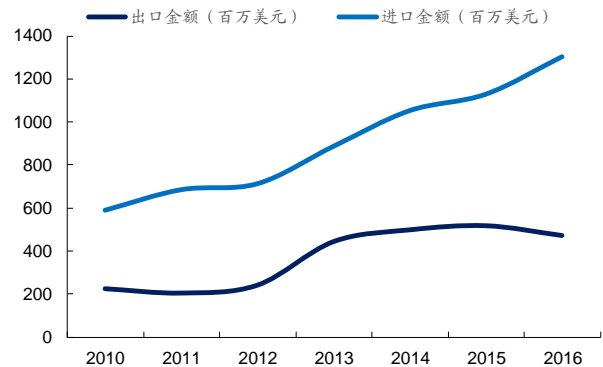
- ①国内下游激光设备行业景气度高涨, 核心元器件需求旺盛;
- ②国产元器件产业链仍然薄弱, 国产替代需要克服技术壁垒和可靠性验证周期。

图 26: 2010-2016 年中国激光元器件进出口数量



资料来源: 2017 年中国激光产业发展报告, 国信证券经济研究所整理

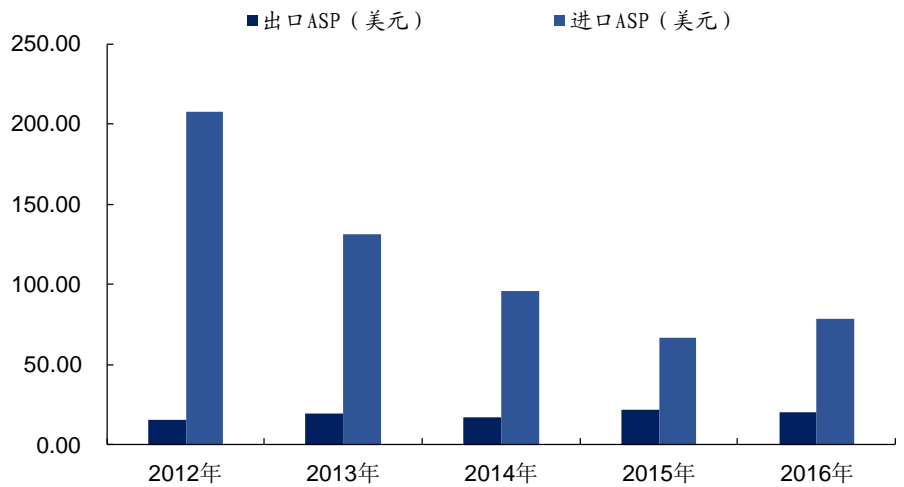
图 27: 2010-2016 年中国激光元器件进出口金额



资料来源: 2017 年中国激光产业发展报告, 国信证券经济研究所整理

进出口元器件 ASP 差异明显, 国产附加值上升空间较大。从激光器元器件进出口 ASP 来看, 进口元器件的附加值明显高于出口产品, 2016 年出口元器件 ASP 约为 20 美元, 进口 ASP 高达 78 美元。我们观察到一个可喜的现象是进口元器件 ASP 正在快速下降, 复合下降速度约为 -21.6%; 同时国产元器件 ASP 则逆势上升, 年复合增速约为 7%。这表明, 国产激光元器件的供应技术能力正在稳步提升, 未来国产附加值提升空间较大。

图 28: 中国激光元器件进出口 ASP 对比 (单位: 美元)



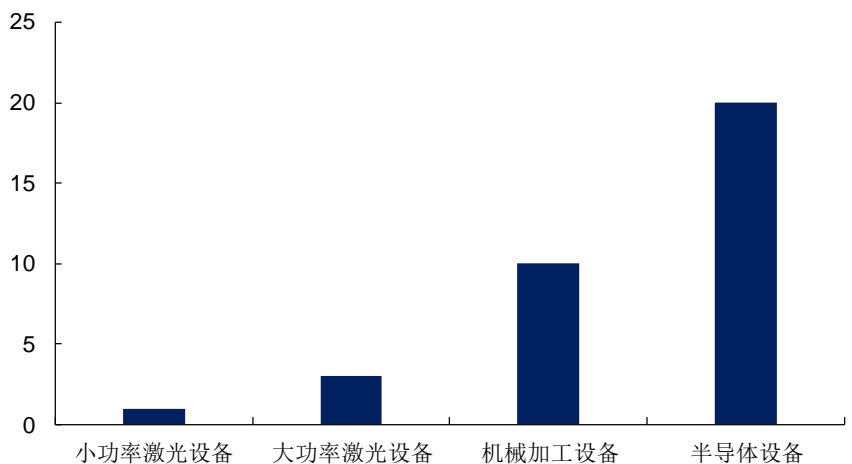
资料来源: 2017 年中国激光产业发展报告, 国信证券经济研究所整理

激光器产业的生意特质: 高频采购、生产的低自动化

高频采购决定产业要求快速的响应能力

不同于其他机械设备或者半导体设备企业, 激光企业的一个不同点是下游企业的采购频率明显更高。以最常见的机械加工设备为例, 其使用寿命一般在 10-20 年左右, 技术含量更高保养更专业的半导体设备的使用寿命则更长达 20 年以上, 因此下游客户采购周期相对较长。而激光设备则完全不同, 小功率激光设备由于工艺变化快, 因此有些大客户每年都要进行采购, 大功率激光设备由于长时间处于高负荷运行因此使用寿命也仅有 2-3 年左右。同时激光设备的性能或者价格一直在持续变化, 新产品都能对下游客户产生巨大的吸引力。

图 29: 激光设备与其他设备种类使用寿命对比 (单位: 年)



资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

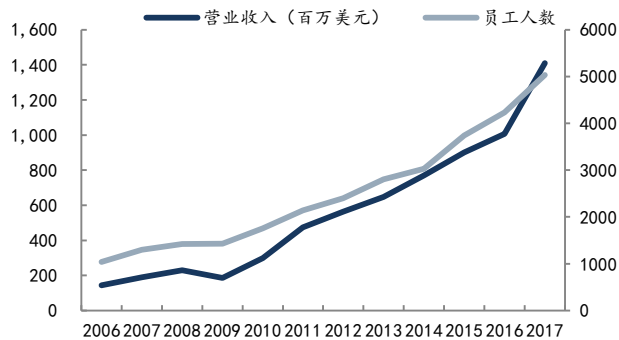
低自动化率决定产业是劳动密集型

激光设备是典型的自动化设备, 不过激光器制造本身组装的自动化程度非常低。激光器的生产制造依赖于大量的熟练技术工人进行组装, 难以用设备替代。一

一般来说,新工人普遍需要6个月时间的培训,培训内容包括光学、机械和电子等多门学科知识,因此激光器制造企业的收入与员工人数是高度相关的。

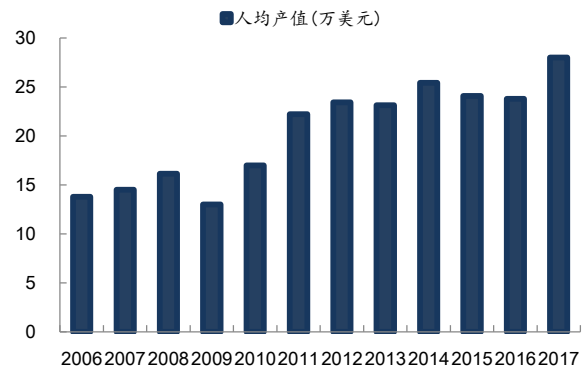
以IPG为例:2014年到2017年,公司营收从47亿元增长到92亿元(+96%),而员工人数也从3030人增长到5030人(+66%);人均产值则从155万元增长到183万元(+18%),人均产值年化复合增速约为5.6%,增长极为缓慢。

图 30: IPG 历年营业收入和员工人数



资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

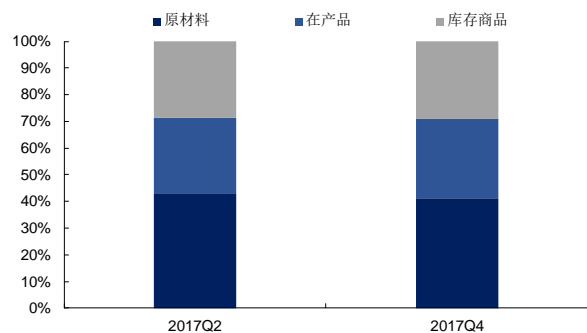
图 31: IPG 人均产值



资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

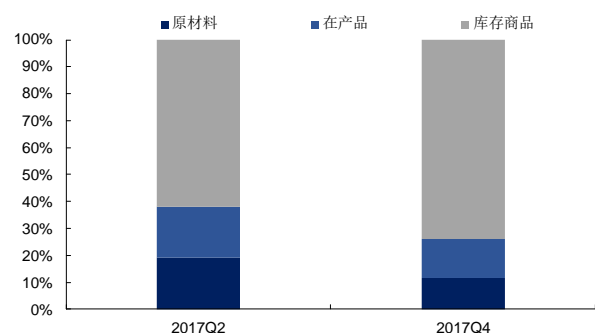
由于依赖于熟练工人的手动组装,激光器生产周期较长,存货中在产品比例明显较高。我们把大族激光和国内消费电子龙头企业立讯精密进行比较可以发现:2017年存货结构中,大族激光的在产品比例明显高于立讯精密,这进一步说明激光器生产,乃至下游的激光设备制造主要依赖于效率较低的人工装配,因此在产品存在时间更长。

图 32: 2017 年大族激光存货结构



资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

图 33: 2017 年立讯精密存货结构



资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

激光器行业自动化程度较低是把双刃剑。我们认为自动化程度较低对于激光器行业来说是一把双刃剑,具体带来的优势有:

- 优点一: 企业轻资产,设备折旧压力较小;
- 优点二: 跨界竞争者难以利用资金优势大量扩产;
- 优点三: 行业内竞争者扩产一般依靠并购整合,不易造成行业供给过剩。

带来的劣势有:

- 缺点一: 激光企业难以迅速提升产能;
- 缺点二: 难以通过大规模资金投入建立先发优势;
- 缺点三: 团队稳定性和技术保密对企业影响明显;
- 缺点四: 低自动化率决定产业是劳动密集型,人力成本较高。**

表 9: 自动化程度较低是把双刃剑

优势	劣势
1、企业轻资产，设备折旧负担较小	1、企业难以迅速提升产能
2、跨界竞争者难以利用资金优势大量扩产，一般采用企业并购形式进入	2、难以通过大规模资金投入建立先发优势
3、行业内竞争者扩产幅度有限，不易造成行业供给过剩现象的发生	3、团队稳定性和技术保密对企业影响明显
	4、低自动化率决定产业是劳动密集型

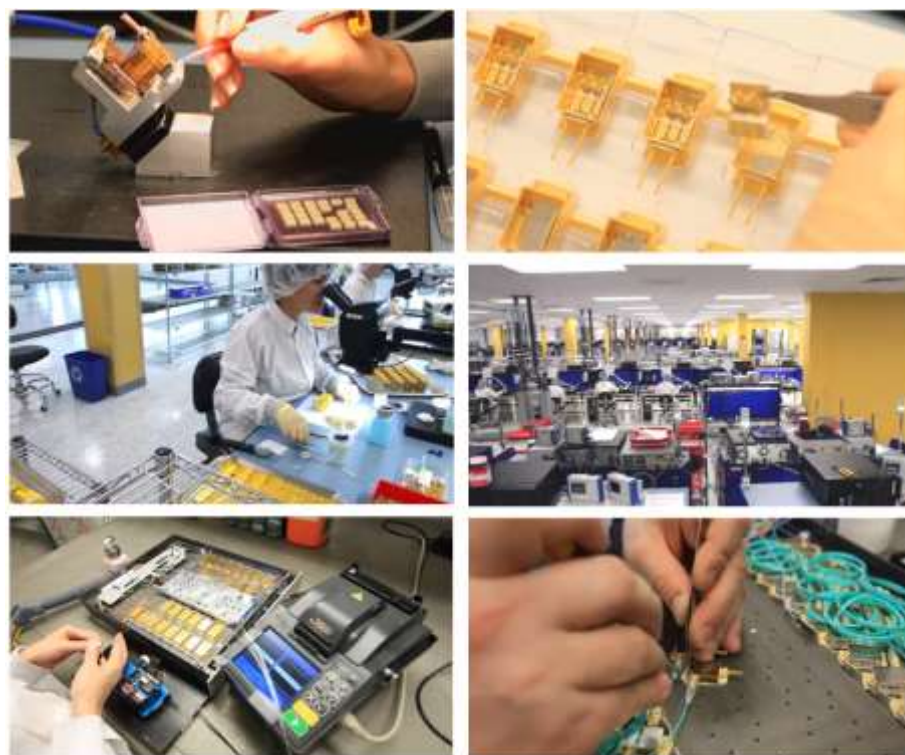
资料来源: WIND, 国信证券经济研究所整理

表 10: 近年激光行业重要整合并购

时间	事件
2016 年 3 月	美国相干公司收购德国罗芬
2016 年 11 月	大族激光收购加拿大 coractive 公司 80% 股权
2016 年 12 月	Nlight 公司与凌云光子技术集团建立战略合作
2017 年 4 月	昂纳科技收购 3SP technologies
2017 年 5 月	炬光科技完成收购德国 LIMO
2017 年 6 月	IPG Photonics 公司收购美国的 OptiGrate 公司
2017 年 7 月	IPG 收购 Innovative Laser Technologies 公司
2017 年 8 月	II-VI 公司收购 Kaiam Laser
2017 年 10 月	通快收购美国大通激光 85% 股权
2017 年 12 月	IPG 收购加拿大企业 Laser Depth Dynamics

资料来源: 公司公告, 国信证券经济研究所整理

图 34: IPG 生产基地光纤激光器的部分制造环节



资料来源: IPG 官网, 国信证券经济研究所整理

图 35: 锐科激光生产基地光纤激光器的部分制造环节



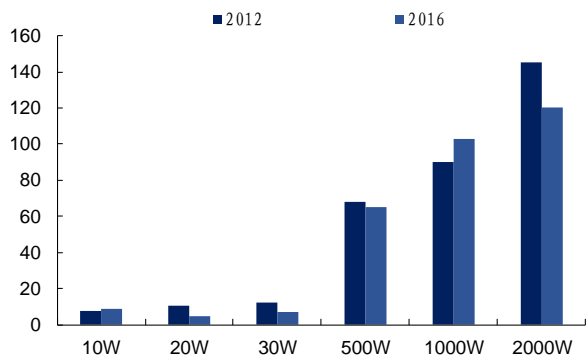
资料来源:锐科激光官网, 国信证券经济研究所整理

To B 降成本是激光行业永恒的主题

激光作为工业设备, 下游客户以工业用户为主。激光的下游应用主要包括替代传统钣金加工, 以及其他传统的喷涂、清洗工艺。因此, 为下游工业客户降低生产成本是激光制造企业最核心的竞争力。我们认为, 为下游 B 端客户降成本主要的途径有三点:

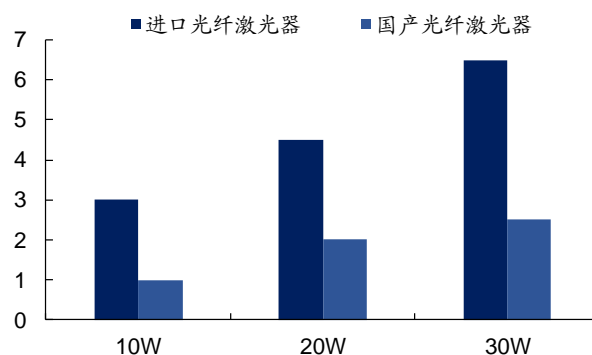
- 1、激光器持续性降价;
- 2、提高激光器加工效率, 例如提高激光功率, 自动化程度等等;
- 3、提高激光器稳定性, 降低维护和使用成本;

图 36: 光纤激光器价格长期持续下降



资料来源: 中国产业信息网, 国信证券经济研究所整理

图 37: 国产和进口激光器价格对比

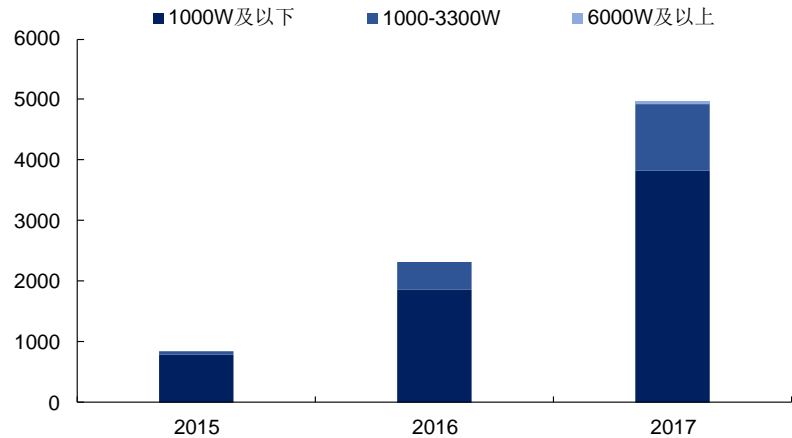


资料来源: 中国产业信息网, 国信证券经济研究所整理

根据历史数据, 2012 年到 2016 年大部分的光纤激光器价格都有不同程度的下降, 特别是 2017 年国产激光器爆发后有加速降价趋势; 国产激光器相比进口激光器价格差距明显, 我们认为主要原因在于进口激光器的稳定性更好, 能够减少用户后期的维护和使用成本。随着国产激光器的稳定性逐渐提升, 未来两

者价格差距将会持续下降。

图 38: 锐科激光不同功率激光器产品出货量变化



资料来源: 国信证券经济研究所整理

从锐科激光不同功率产品的出货量变化来看, 从小功率向大功率过渡是明显的发展路径。一方面激光切割和焊接的效率与激光功率明显相关, 大功率激光器的使用场景也更广泛(最大切割厚度更厚, 焊接强度更高)。一般来说激光器的价格与功率瓦数成正比, 同时功率越大的激光器其单瓦价格越高。

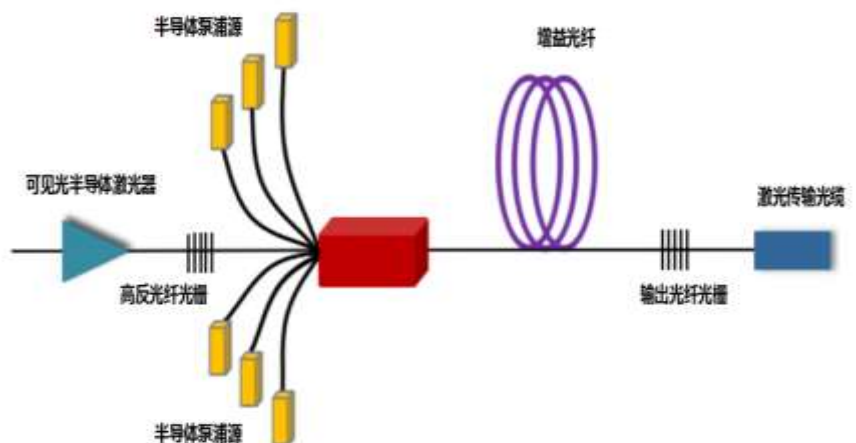
光纤激光器: 激光赛道中成功产业化的佼佼者

光纤激光器工作原理及主要应用

光纤激光器是指用掺稀土元素玻璃光纤作为增益介质的激光器, 属于固体激光器的一种, 但因增益介质形状特殊且具有典型的技术和产业优势, 行业中一般将其与其他固体激光器分开进行研究。

典型的光纤激光器主要由光学系统、电源系统、控制系统和机械结构四个部分组成。其中, 光学系统由泵浦源、增益光纤、光纤光栅、信号/泵浦合束器及激光传输光缆等光学器件材料通过熔接形成全光纤激光器, 并在电源系统、控制系统的驱动和监控下实现激光输出。同时, 光纤激光器根据功率大小的不同采用不同的冷却方式, 通常情况下, 功率低于 200W 时采用风冷结构, 功率大于 200W 时采用循环水制冷, 以保证激光器在工业环境条件下可靠稳定运行。

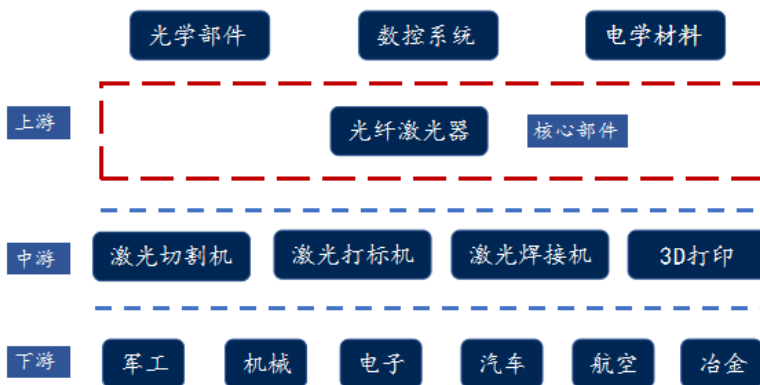
图 39: 典型光纤激光器光学系统



资料来源: 锐科激光招股说明书, 国信证券经济研究所整理

光纤激光器为光纤激光加工产业链的核心部分，与下游需求联系紧密。加工产业链上游为光纤激光器及光学元器件、电学材料、数控系统等辅助器件，中游为激光系统集成设备，下游是激光切割、激光焊接、激光打标等激光应用领域，其中光纤激光器是光纤激光加工产业链的核心部分。光纤激光器行业的下游行业主要是激光设备集成商。本行业与下游行业的关联度较高，下游产业快速发展进一步增加光纤激光器的市场需求，极大提升光纤激光器行业的市场空间和技术水平。宏观经济形势的变化将对激光加工产业等制造行业带来一定的影响，进而造成对光纤激光器产品需求的波动，影响公司的发展和盈利能力。

图 40: 光纤激光加工产业链上下游情况

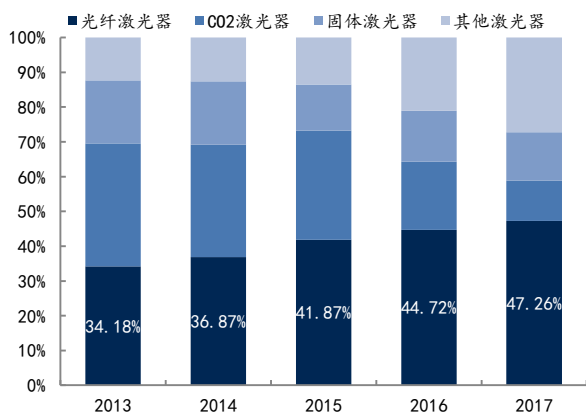


资料来源: 锐科激光招股说明书, 国信证券经济研究所整理

市场空间: 全球光纤激光器 2020 年市场规模近 200 亿

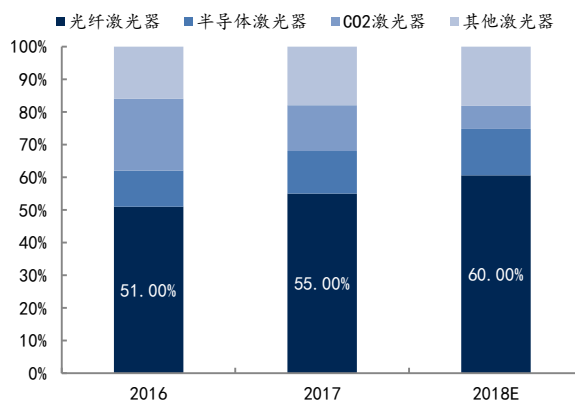
光纤激光器是市场份额最大的工业激光器，市场份额逐年提升。以工作物质分类，工业激光器可以分为光纤激光器、CO2 激光器、固体激光器和其他激光器，其中，光纤激光器在材料加工领域占比最高。2014-2017 年全球光纤激光器占工业激光器比重逐渐提高，2017 年，全球光纤激光器销售额为 20.39 亿美元，占工业激光器销售额的 47.26%。光纤激光器市场规模的快速增长系工业激光器市场规模增长的主要原因。

图 41: 2013-17 年全球光纤激光器占工业激光器比重增大



资料来源: 锐科激光招股说明书, Laser Markets Research/Strategies Unlimited, 国信证券经济研究所整理

图 42: 2016-2017 年中国光纤激光器占比逐步增大

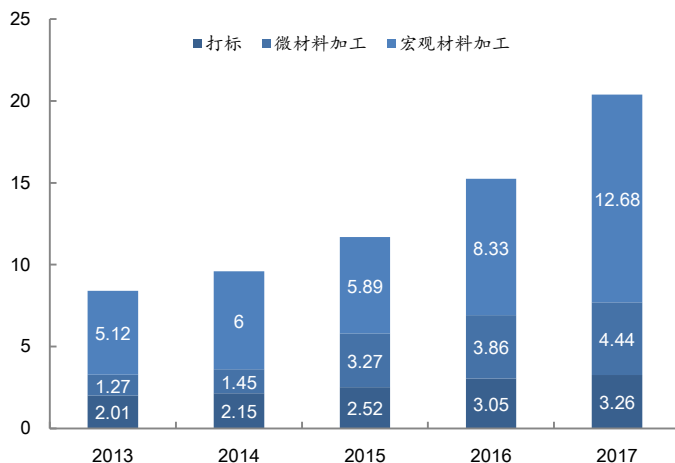


资料来源: 《2018 中国激光产业发展报告》, 国信证券经济研究所整理

材料加工是光纤激光器最大的应用领域。根据 Industrial Laser Solutions 的研究报告，光纤激光器的用途可以为打标、微材料加工、宏观材料加工三大类。其中，微材料加工包括了除打标以外，所有输出功率小于 1,000W 的激光器应用；宏观材料加工包括了所有输出功率大于等于 1,000W 的激光器应用，主要

为金属切割和焊接。近年来，光纤激光器市场规模保持增长，其中，用于宏观材料加工的激光器市场规模增长迅速，从 2013 年的 5.12 亿美元增加至 2017 年的 12.68 亿美元，年复合增长率为 25.42%；用于打标的光纤激光器市场规模从 2013 年 2.01 亿美元增长至 2017 年的 3.26 亿美元，年复合增长率为 12.85%；用于微材料加工的光纤激光器市场规模从 2013 年的 1.27 亿美元增加至 2017 年的 4.44 亿美元，年复合增长率为 36.69%。

图 43：2013-17 年光纤激光器用途分类

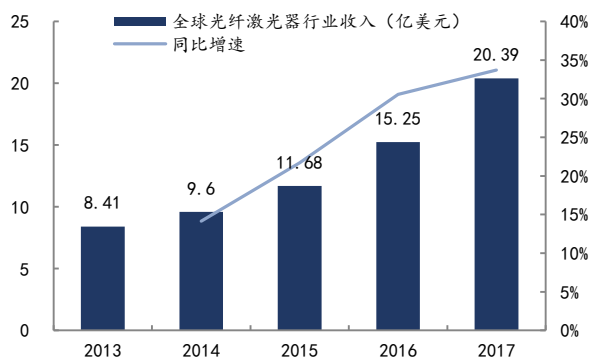


资料来源：锐科激光招股说明书，Industrial Laser Solutions，国信证券经济研究所整理

全球光纤激光器 2013-2017 年 CAGR 达 24.78%，行业高速增长。根据 Laser Markets Research/ Strategies Unlimited 的报告，全球光纤激光器收入从 2013 年的 8.41 亿美元，增加至 2017 年的 20.39 亿美元，年复合增长率为 24.78%，保持快速增长态势。

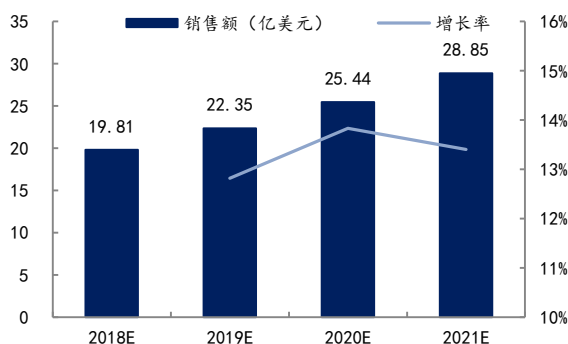
全球光纤激光器 2020 年市场规模近 200 亿元。根据 Technavio 的预测，全球光纤激光器的销售额将由 2018 年的 19.81 亿美元增加到 2021 年的 28.85 亿美元，年复合增长率为 13.35%。

图 44：2013-2017 年全球光纤激光器市场规模



资料来源：Laser Markets Research/Strategies Unlimited，国信证券经济研究所整理

图 45：2018-2021 年全球光纤激光器市场规模预测



资料来源：Technavio，国信证券经济研究所整理
注：此处引用的 Technavio 于光纤激光器行业数据与上文中引用 Strategies Unlimited 的数据来源不同，两处数据存在一定的差异。

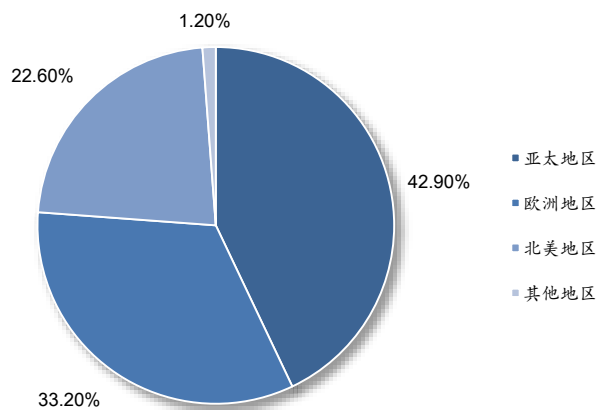
中国已成光纤激光器最大消费市场，发展迅速。中国激光产业市场起步较晚，但随着中国装备制造业的迅猛发展，近年来，中国激光产业获得了飞速的发展。中国是活跃的制造业市场及工业激光设备的主要市场，受宏观经济发展、制造业产业升级、国家政策支持等因素影响，中国工业激光产业成为受高度关注的

产业之一，市场发展迅速。2015年，中国取代欧洲，首次成为激光器最大的消费市场，市场规模增长至28亿美元左右，约占全球市场规模的29%。

市场格局：IPG一家独大，锐科激光国内领先

亚太地区为全球最主要的光纤激光器市场。由于亚太地区集聚了全球重要的汽车业、传统制造业和半导体行业，对光纤激光器需求非常旺盛；2016年，亚太地区光纤激光器市场规模占全球42.9%的市场份额。欧洲为全球第二大光纤激光器市场，2016年欧洲地区光纤激光器市场规模占全球33.2%的市场份额。此外，北美洲占22.6%的市场份额。根据《2018中国激光产业发展报告》估算，2017年中国光纤激光器市场规模占全球市场份额已超过50%。

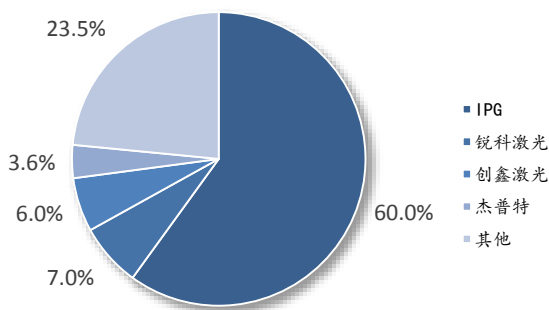
图 46：2016 年光纤激光器市场份额按区域分布



资料来源：前瞻产业研究院，国信证券经济研究所整理

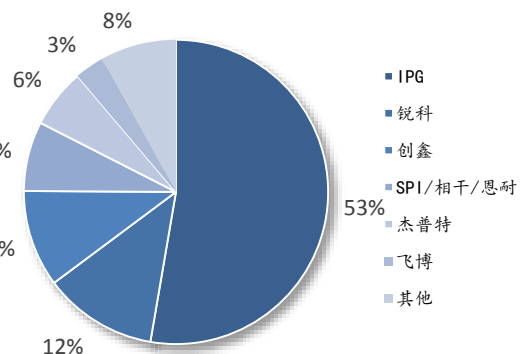
全球 IPG 一家独大，占据约 60% 市场份额。光纤激光器的市场具有较高的技术壁垒，海外主要光纤激光器企业有 IPG、Coherent、Trumpf、nLight 等，其中 IPG 公司为全球最大的光纤激光器生产企业。2017 年 IPG 公司营业收入 14.09 亿美元，同比增长 40.06%，其光纤激光器业务收入约占全球销售收入的 60%。国内主要光纤激光器企业有锐科激光、创鑫激光、杰普特等，其中，锐科激光是国内光纤激光器龙头企业，全球市场份额约为 7%。

图 47：2017 年全球光纤激光器市场竞争格局



资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》、Laser Markets Research/Strategies Unlimited，国信证券经济研究所整理，国信证券经济研究所整理

图 48：2017 年中国光纤激光器市场竞争格局



资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》，国信证券经济研究所整理

表 11: 全球主要光纤激光器制造商

公司	中文名	国家	成立年份	主要产品	收入 (亿元)
IPG	阿帕奇	美国	1990 年	低、中、高功率连续光纤激光器、准连续光纤激光器、纳秒、皮秒、飞秒光纤激光器、中红外混合激光器、连续光纤放大器、二极管激光器系统	69.8
Coherent	相干	美国	1966 年	固体、气体、半导体、光纤激光器、激光打标、雕刻系统、精密激光加工系统	57.2
Trumpf	通快	德国	1923 年	CO2 激光器、固体激光器、光纤激光器	226.51
nLight	恩耐	美国	2000 年	半导体激光器、光纤激光器	7.02
Raycus	锐科激光	中国	1996 年	脉冲光纤激光器、连续光纤激光器等	5.23
MAX	创鑫激光	中国	2004 年	脉冲光纤激光器	4.24
JPT	杰普特	中国	2006 年	脉冲光纤激光器、连续光纤激光器	2.69

资料来源: ofweek 激光网, 各公司官网, 国信证券经济研究所整理

政策频出推动光纤激光器国产替代。激光智能制造是 21 世纪的支柱产业之一, 其发展与应用成为衡量一个国家高科技发展水平的主要标志之一。为支持我国光纤激光器产业发展, 我国出台了一些产业政策进行扶持, 包括科技投入、金融支持、税收优惠等。

表 12: 激光器行业政策支持

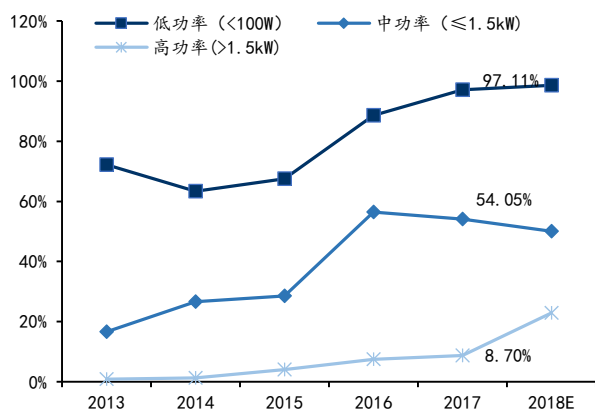
序号	发布时间	产业政策	颁布/编制单位	相关产业政策
1	2017 年 11 月	增材制造产业发展行动计划 (2017-2020 年)	工信部等 12 部门	提升激光/电子束高效选区熔化等增材制造装备质量性能及可靠性。提升高光束质量激光器及光束整形系统、大功率激光扫描振镜等器件质量性能
2	2017 年 10 月	高端智能再制造行动计划 (2018-2020 年)	工信部	鼓励应用激光、电子束等高技术含量的再制造技术, 面向大型机电装备开展专业化、个性化再制造技术服务, 培育一批服务型高端智能再制造企业。
3	2017 年 5 月	“十三五”国家基础研究专项规划	科技部、教育部等	在产业转型升级方面, 围绕网络协同制造、3D 打印和激光制造、智能机器人、重点基础材料与先进电子材料研究等, 解决产业共性关键技术基础问题, 为培育战略性新兴产业提供科学支撑。
4	2017 年 4 月	“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划	科技部	研究激光器动力学, 掌握激光晶体/光学晶体、半导体激光芯片等激光器关键功能部件的国产化。针对高端制造用激光器的迫切需求, 开展工业化光纤/半导体大功率激光器制造技术、工业化超快(飞秒、皮秒)激光器制造技术、工业化短(紫外、深紫外)波长激光器制造技术等方面的研究, 开展激光器标准建设, 实现高性能激光器及核心关键部件的国产化与产业化。
5	2016 年 10 月	2017 年度增材制造重点专项项目申报指南	科技部	针对激光制造/增材制造装备需求, 开发传输组件、功率合束器等大功率光纤激光关键器件; 开展光束质量控制、非线性抑制、光谱控制、多路光纤激光功率合成等关键技术研究; 研究高功率泵浦、散热、输出功率稳定性及光致暗化等关键技术; 发展工业化大功率光纤激光器系统集成和模块化组装技术。
6	2016 年 7 月	“十三五”国家科技创新规划	国务院	要加快研制具有自主知识产权的大功率光纤激光器。
7	2016 年 2 月	国家重点基础研究发展计划	科技部	明确将基础研究发展计划“激光器的研制”列入国家重点。
8	2015 年 5 月	中国制造 2025	国务院	将智能制造作为主攻方向, 推进制造过程智能化, 在重点领域重点试点建设智能工厂/数字化车间, 加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理、增材制造等技术和装备在生产过程中的应用。
9	2014 年 2 月	“十二五”科技支撑计划	科技部	“工业激光器及其成套设备关键技术研究与应用示范”项目纳入“十二五”国家科技支撑计划项目。
10	2011 年 6 月	当前优先发展的高技术产业化重点领域指南	国家发改委等	将激光加工技术及设备列入先进制造领域, 进行优先发展、重点发展。
11	2010 年 10 月	关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定	国务院	规划提到“掌握战略性新兴产业核心技术”, 提出发展激光应用及相关产业。
12	2009 年 10 月	国家火炬计划优先发展技术领域	科技部	将火炬计划优先发展技术“激光器”和特种光纤等列入国家。
13	2006 年 2 月	国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)	国务院	将激光列为重点发展的高新技术和关键支撑技术, 明确光纤激光器及激光应用产业属于国家重点支持项目。

资料来源: 锐科激光招股说明书, 国信证券经济研究所整理

国内、外企业分别在低、高功率激光器市场上占据主导地位。目前, 我国光纤激光器行业处于快速成长阶段, 普通低功率光纤激光器技术门槛较低, 国产低功率光纤激光器的市场占有率已超过 97%; 中功率光纤激光器市场, 国产化率

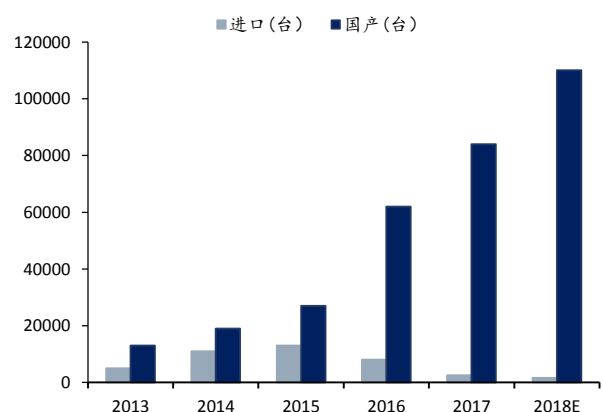
快速提升，国内企业市场份额已经从 2013 年的 17% 提升至 2017 年的 54%；高功率光纤激光器由于其技术门槛较高，企业竞争主要围绕创新能力、研发实力、核心材料和器件产业链整合能力展开，目前该市场仍以欧美知名光纤激光器企业为主导，产品价格和附加值相对较高，国产产品已实现部分销售，国内企业市场份额从 2013 年的 1% 提升至 2017 年的 9%。国产光纤激光器在逐步实现由依赖进口向自研、替代进口到出口的转变。

图 49：锐科激光等国内企业在中低功率占据主导地位



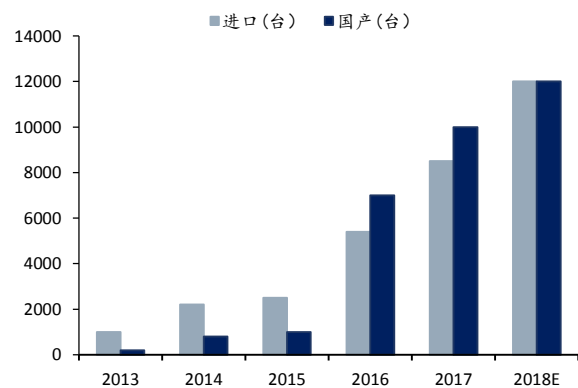
资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》，国信证券经济研究所整理

图 50：2017 年低功率光纤激光器国内企业市场份额达 97%



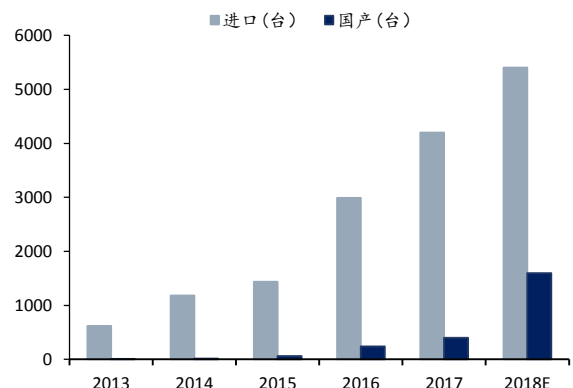
资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》，国信证券经济研究所整理

图 51：2017 年中功率光纤激光器国内企业市场份额达 54%



资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》，国信证券经济研究所整理

图 52：2017 年高功率光纤激光器国内企业市场份额达 9%



资料来源：《2018 中国激光产业发展报告》，国信证券经济研究所整理

为什么光纤激光器能够脱颖而出？

光纤激光器的产业化十分成功，目前在工业激光器中已经超过 50% 以上的市场份额。我们认为光纤激光器的产业化能够成功主要有以下两点原因。

性价比优势明显，光纤激光器实现替代发展。 光纤激光器在材料加工领域逐渐替代 CO2 激光器的统治地位主要来自于性价比方面的优势。与其他激光器相比，光纤激光器的电光转化效率，光束质量，冷却方式，体积等方面均具有明显优势。另外，相较于传统激光器的高维护成本与需要定期检查更换零部件，光纤激光器维护周期长，相对运行成本低，并且能够胜任恶劣的工作环境。

表 13: 光纤激光器与其他激光器的比较

对比项目	指标说明	CO2 激光器 (气体)	YAG 激光器 (固体)	薄片激光器 (固体)	半导体激光器	光纤激光器
波长	数值越小, 加工能力越强	10.6um	1.06um	1.0~1.1um	0.9~1.0um	1.0~1.1um
电光效率 (%)	数值越大, 效率越高, 耗电越小	10	5	15	45	30
光束质量 Bpp(4/5kw)	数值越小, 光束质量越好	6	25	8	10	<2.5
输出功率 kw	数值越大, 加工能力越强	1~20	0.5~5	0.5~4	0.5~10	0.5~20
输出光纤 um	数值越小, 使用越方便	不可实现	600~800	600~800	50~800	50~300
冷却方式	方式越多, 使用越灵活	水冷	水冷	水冷	水冷	风冷/水冷
占地面积 (4/5kw)	数值越小, 适应性越好	3m2	6m2	>4m2	<1m2	<1m2
体积	越小, 适用场合越多	最大	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	Cu、Al 不可	Cu 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	1~2	1~2	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	0.8	1

资料来源: 创鑫激光招股说明书, 国信证券经济研究所整理

总体来说, 光纤激光器具有电光效率高、综合运行成本低、使用方便、光束质量好、能量密度高、可加工材料范围广、加工质量高等优势。

适应激光应用发展趋势, 成本与性能潜力无穷。之所以光纤激光器能够替代 CO2 激光器和其他固体激光器, 我们认为其重要原因在于光纤激光器的形态更加符合未来激光应用的发展大趋势。

表 14: 光纤激光器 BOM 拆分

组成部分	成本占比	能否模块化	能否规模化生产
泵浦源	35%	能	能
合束器	20%	能	不能
增益光纤	20%	能	能
被动光学元件	5%	能	不能
电控部分	10%	能	不能
机壳及零部件	10%	不能	不能

资料来源: Industrial laser, 国信证券经济研究所整理

1、更大的激光功率: 随着激光应用技术的范围越来越广泛, 对于激光的功率要求越来越高, 特别是在造船、航天等高新技术领域, 研发更高功率的光纤激光器是未来光纤激光器发展的主要研究方向。光纤的形态是最适合实现激光功率放大的介质形态, 能够在有限的空间内实现增益介质的有效利用并具备更好的散热能力。

2、模块化+规模化: 为了适应市场需求, 光纤激光器逐渐向系统化、组合化、标准化、通用化方向发展。在研发上, 利用有限的规格和品种, 通过组合和搭配不同的模块, 缩短产品的开发周期, 提高产品的稳定性与可靠性。光纤激光器的核心部分可以拆解为多个半导体激光器和光纤部分, 这些核心零部件可以适合形成独立的模块并能够实现一定的规模化生产。

投资建议: 关注光纤激光器国产化龙头锐科激光

锐科激光成立于 2007 年, 2018 年 6 月在深交所创业板上市, 是国内第一家专门从事光纤激光器及核心器件研发与实现规模化生产的企业。目前公司产品分为两个类, 一类是脉冲光纤激光器, 另一类是连续光纤激光器。

图 53: 公司的主要产品

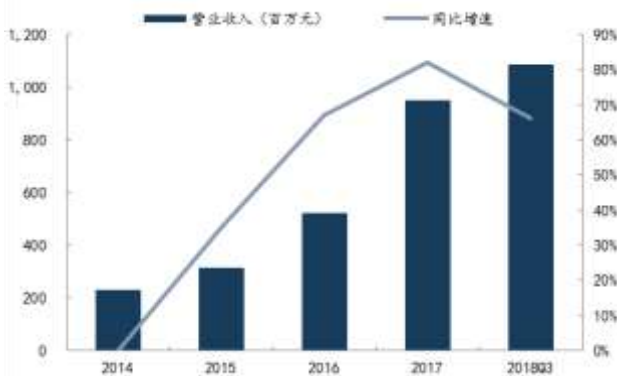


资料来源: 公司官网, 国信证券经济研究所整理

公司营收业绩持续高增长

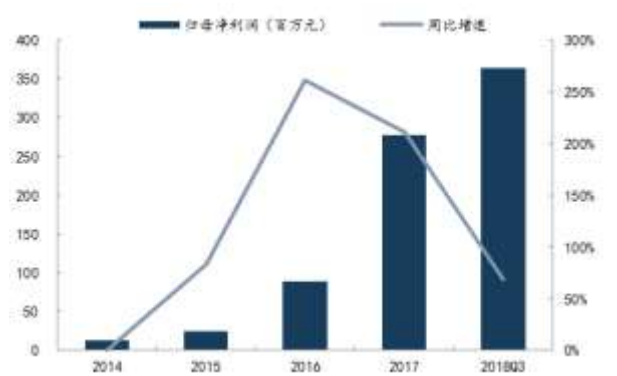
2014-2017 年, 公司营业收入由 2.3 亿元增至 9.5 亿元, CAGR 达 60.16%, 实现收入翻三番, 2017 年同比增速达 82.01%。2014-2017 年间公司净利润翻了 20 倍, 由 0.13 亿元增至 2.77 亿元, CAGR 为 174.27%, 2017 年的归母净利润同比增速达 211.31%, 净利润增速大幅超过营收增速, 2018 前三季度实现营业收入 10.85 亿元, 同比增加 66.16%; 归母净利润 3.64 亿元, 同比增加 68.94%, 公司营收和利润保持持续高速增长, 激光器国产替代进度超越市场预期。

图 54: 锐科激光 2018 年前三季度营业收入同比增长 66%



资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理

图 55: 锐科激光 2018 年前三季度业绩同比增长 69%



资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理

光纤激光器是长期趋势, 行业快速成长, 国内企业迎来替代机遇

在全球产业中心转移、制造业升级的过程中, 逐步使用激光设备代替传统设备

是激光行业最主要的驱动力之一。全球光纤激光器收入从 2013 年的 8.41 亿美元增加至 2017 年的 20.39 亿美元，CAGR 达 24.78%，保持快速增长态势，预计未来三年 CAGR 可达 13%，2020 年全球市场空间可达 200 亿人民币。

全球龙头 IPG/国内龙头锐科市占率 60%/7%，国内企业向高功率产品突破、逐步国产化是必然趋势。当前全球 IPG 一家独大，占据光纤激光器约 60% 的市场份额，锐科激光全球第二、国内第一，全球市占率约 7%。海内、外企业分别在低、高功率市场占据垄断地位。国产低功率光纤激光器的市场占有率已超过 85%；中功率光纤激光器市场，国产化率快速提升，国内企业市场份额已经从 2013 年的 17% 提升至 2017 年的 54%；高功率光纤激光器由于其技术门槛较高，国内企业市场份额从 2013 年的 1% 提升至 2017 年的 8%。随着锐科激光等公司不断向高功率激光产品突破，打破国外企业在高功率市场的垄断，未来有望实现高功率激光器的逐步国产化。

对标 IPG，公司具备长大的基本素质和异于 IPG 的独特优势

通过研究 IPG 成功的历史经验，我们认为锐科激光具备长大的基本素质和能力：

1) 技术基因驱动：公司创始人为行业资深专家，技术研发能力强，研制出国内第一个 25w 到 10kw 的连续光纤激光器，打破国外垄断，牵头制定国内行业标准；**2) 产业链垂直整合能力：**自主研发掌握泵浦源、光纤耦合器等核心器件技术并规模化生产，已基本实现自产自制，一方面强化了公司技术护城河，另一方面生产成本有效降低，毛利率/净利率显著提升，产品市场竞争力更强；**3) 市场化的管理机制和具备优势的股权结构：**公司股东为央企，资源充足，创始团队持股，激励到位，公司的资源整合已经开始，未来具备潜力。

光纤激光器较高的采购频次和较低的产线自动化率两大生意特质决定了贴近客户的快速响应能力和更低的人力成本是核心竞争力。基于此，我们认为锐科激光还具备异于 IPG 的独特优势：**1) 扎根全球最大市场的区位优势：**中国是全球最大的光纤激光器市场，占比超过一半，IPG 在国内没有生产基地，制约了其客户响应能力；**2) 成本优势显著：**对比 IPG，锐科的人力成本更低，当前毛利率接近，净利率更高，且产品结构和自制率使得毛利率仍然存在提升空间，价格战只会延缓成长，不改趋势。

维持“增持”评级

预计公司 2018-2020 年 EPS 分别为 3.34/4.33/5.54 元，当前股价对应 PE 分别为 53/41/32X。维持“增持”评级。

风险提示

宏观经济下行、海外出口下行、行业竞争加剧。

国信证券投资评级

类别	级别	定义
股票 投资评级	买入	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 20%以上
	增持	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	预计 6 个月内，股价表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	卖出	预计 6 个月内，股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	超配	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
	中性	预计 6 个月内，行业指数表现介于市场指数 $\pm 10\%$ 之间
	低配	预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

风险提示

本报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有，仅供我公司客户使用。未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。

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

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。

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

国信证券经济研究所

深圳

深圳市罗湖区红岭中路 1012 号国信证券大厦 18 层

邮编：518001 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层

邮编：100032