

行业评级:

机械设备

增持(维持)

章诚 执业证书编号: S0570515020001
研究员 021-28972071
zhangcheng@htsc.com

彭茜 执业证书编号: S0570517060001
研究员 021-38476703
pengxi@htsc.com

肖群稀 执业证书编号: S0570512070051
研究员 0755-82492802
xiaoqunxi@htsc.com

李倩倩 执业证书编号: S0570518090002
研究员 liqianqian013682@htsc.com

关东奇 执业证书编号: S0570519040003
研究员 021-28972081
guandongqilai@htsc.com

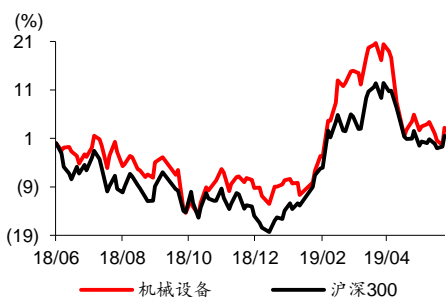
黄波 0755-82493570
联系人 huangbo@htsc.com

时威 021-28972071
联系人 shiyu013577@htsc.com

相关研究

- 1《机械设备: 5月挖机销量减2.2%, 关注龙头企业》2019.06
- 2《机械设备: 行业周报(第二十三周)》2019.06
- 3《亿嘉和(603666,买入): 股权激励业绩要求体现公司发展信心》2019.06

一年内行业走势图



资料来源: Wind

技术成熟优势渐显, 超快激光未来可期

激光产业链系列报告之七

超快激光技术逐渐成熟, 建议关注国产超快激光相关企业

中国传统制造业正面临深度转型和升级, 激光技术在消费电子、新型显示、激光内雕、生物医疗等领域获得了越来越多的应用, 这些新的需求对激光加工精细度的要求变得更加苛刻。超快激光加工技术与传统激光技术相比具有很多优点, 加工精度高, 应用范围广泛, 无明显热效应。我国超快激光器行业处于快速成长阶段, 国内龙头企业开始展开在超快激光领域的布局, 有望较快占领国内市场并实现出口, 拉动相关公司业绩。投资建议: 推荐锐科激光, 建议关注大族激光和科创板拟上市的创鑫激光。

应用优势凸显, 市场前景广阔

超快激光凭借其独特的“冷”加工优势, 在多种激光加工及应用领域表现出色。在未来可能广泛应用于材料加工、消费电子、医疗美容、光伏能源、航空航天、精密测量等高新技术领域。根据 Mordor Intelligence 统计和预测, 2018 年全球超快激光器市场规模达 33.7 亿美元, 到 2024 年有望超过 128 亿美元, CAGR 为 25.02%。根据《2019 中国激光产业发展报告》, 2017 年我国超快激光器市场约 13.5 亿元人民币, 预计 2020 年将会超过 50 亿元人民币, CAGR 为 54.72%。

海外巨头领跑全球, 国内厂家争先发展

当前全球超快激光市场由海外超快激光厂商主导, 既包括传统的激光行业巨头, 例如德国通快, 美国相干, 美国 IPG, 丹麦 NTK 等; 也包括诸多专精于超快激光技术的后起之秀, 例如法国 Amplitude, 美国 MXR, 美国 IMRA America 等。国内市场而言, 当前大部分产品仍旧依靠进口。国内激光厂家也纷纷投入到超快激光研发中来, 既包括大族激光这样的龙头企业, 也包括像华日激光、国神光电等一批海归人才创办的高新技术企业。

国内龙头借鉴海外巨头, 并购+研发双驱动, 国产替代进口来日可期

国外传统激光行业巨头通过研发+并购双轮驱动模式, 迅速完成了超快激光领域的布局。锐科激光作为国内光纤激光器行业龙头, 科研水平首屈一指, 无论是技术积累和人才储备都有着强大的优势, 同时公司还拥有着良好的市场渠道和客户资源。锐科激光拟收购处于国内超快激光第一梯队的国神光电, 实现强强联合, 依托自身的技术和市场优势, 迅速进入超快激光领域, 占领超快激光技术高地, 在国内市场获得一席之地。此外, 国内主要布局超快激光器的公司有大族激光、安扬激光、贝林激光、华日激光(华工科技子公司)和诺派激光等。

风险提示: 宏观经济增长不及预期, 中美贸易摩擦导致下游投资缩减, 产品研发与产业化进度不及预期。

正文目录

超快激光：诺奖加持，行业新宠	5
诺奖揭晓，CPA 技术荣膺	5
CPA 技术突破瓶颈，超快激光成行业新秀	5
超快激光的前世今生——超快激光技术解析	6
激光原理：激光是如何产生的？	6
超快激光：激光器家族的年轻成员	6
技术革新：超快激光的进阶之路	7
CPA 技术：超快激光发展之路的里程碑	9
应用优势不断凸显，超快激光未来可期	10
超精密“冷”加工——超快激光的独特优势	10
应用领域不断扩展，超快激光迎来历史机遇	11
超快激光潜在市场可观，国内外厂家争相发展	14
超快激光市场增速明显，市场前景广阔	14
海外龙头领跑全球，并购频频强者恒强	15
德国通快：激光器及机床制造领域的领导者	15
美国 IPG：全球光纤激光器的领头羊	15
美国相干：全球领先的激光技术供应商	16
丹麦 NTK Photonics：光纤激光器及核心零部件的领先供应商	16
美国 MKS：多元化的全球仪器供应商	17
Amplitude：专精于超快激光器的行业龙头	18
Clark-MXR：诺奖得主联合创始的专业超快激光器供应商	19
EKSPLA：东欧工业激光器的领导者	19
IMRA America：超快激光器研发，制造和应用的世界领先者	20
Laser Quantum：世界一流的超快激光源制造商	20
Menlo Systems：专注于光学精密测量的超快激光器供应商	21
国内厂商奋起直追，国产替代潜力无限	22
华中激光产业带：紧密依托光谷优势，超快激光技术领先	23
珠三角激光产业带：激光产业已具规模，超快激光蓬勃发展	24
长三角激光产业带：激光产业链完善，高科技企业集群	25
环渤海激光产业带：IT 通信企业密集，超快激光需求旺盛	27
海外巨头发展经验下的投资思路：研发+收购双轮驱动	29
关注锐科激光：拟收购上海国神，强强联手	29
风险提示	30

图表目录

图表 1: 激光发展史重要节点一览	6
图表 2: 激光器工作原理示意图	6
图表 3: 激光器分类	7
图表 4: 激光器按照输出形式分类及应用领域	7
图表 5: 超快激光发展关键技术节点	8
图表 6: 激光强度的演化历程	8
图表 7: 创鑫激光新一代 20W 声光调 Q 脉冲光纤激光器	8
图表 8: CPM 染料激光器结构	9
图表 9: 首次 CPA 技术的实验光路图	9
图表 10: CPA 结构的示意图	9
图表 11: 长脉冲激光加工过程	10
图表 12: 飞秒脉冲激光加工过程	10
图表 13: 超快激光加工与长脉冲激光加工特点对比	10
图表 14: 纳秒(a)和飞秒(b)激光对钢片的加工	11
图表 15: 超快激光在消费电子领域的应用	11
图表 16: 超快激光应用于手机全面屏切割产线	11
图表 17: 飞秒激光治疗眼科手术	12
图表 18: 心脏支架的超精密切割	12
图表 19: 经激光斜孔加工后的发动机叶片	12
图表 20: 经飞秒激光清洗的航空滤网	12
图表 21: 飞秒激光钙钛矿薄膜太阳能电池精密加工设备	13
图表 22: 飞秒激光加工的三维锂电池	13
图表 23: 透视式太赫兹时域光谱系统	13
图表 24: 超快激光全球各区域增长率预测	14
图表 25: 2015-2020 年中国超快激光器市场规模及增速	14
图表 26: 通快 (TRUMPF) 公司在超快激光领域的收购事件	15
图表 27: 通快 TruMicro5000 超快激光器	15
图表 28: 通快 TruMicro5000 超快激光器切割应用	15
图表 29: IPG 绿光飞秒脉冲激光器	16
图表 30: IPG 光纤泵浦锁模激光器	16
图表 31: 相干 (Coherent) 公司在超快激光领域的收购事件	16
图表 32: 相干 HyperRapid 皮秒激光器	16
图表 33: 相干 Monaco 工业飞秒激光器	16
图表 34: NTK Photonics ONEFIVE ORIGAMI HP 超快激光器	17
图表 35: NTK Photonics ONEFIVE ORIGAMI 超低噪音飞秒激光模块	17
图表 36: MSK 在超快激光领域并购史	17
图表 37: 光谱物理 Element 超快激光器	17
图表 38: 光谱物理公司超快激光器发展史	18
图表 39: Amplitude 公司获奖情况	18

图表 40: Amplitude Goji 飞秒激光器.....	18
图表 41: Amplitude 专门用于科研的 Pulsar PW 超强超快激光.....	18
图表 42: Clark-MXR Magellan HE 超快激光器.....	19
图表 43: Clark-MXR CPA-Series 蓝宝石超快激光器.....	19
图表 44: EKSPLA 公司发展历史.....	19
图表 45: EKSPLA PL2210 二极管泵浦皮秒激光器.....	20
图表 46: EKSPLA UltraFlux 可调波长飞秒激光系统.....	20
图表 47: IMRA America Femtolite 超快激光器.....	20
图表 48: FD 系列飞秒激光器.....	20
图表 49: Laser Quantum venteon OPCPA 飞秒激光器.....	21
图表 50: Laser Quantum helixx 飞秒激光器.....	21
图表 51: Menlo Systems YLMO 飞秒镱激光器.....	21
图表 52: Menlo Systems C-Fiber 飞秒激光器.....	21
图表 53: 中国四大激光产业集中带.....	22
图表 54: Olive 小功率皮秒级超快激光器.....	23
图表 55: Erai-10 飞秒脉冲光纤激光器.....	23
图表 56: FemtoYL-Green 工业绿光飞秒激光器.....	23
图表 57: 飞秒光纤激光器应用于金属炫彩.....	23
图表 58: 掺镱飞秒光纤激光器 TCR-1060.....	24
图表 59: 掺铒飞秒光纤激光器 TCR-780.....	24
图表 60: 大族激光 Draco 系列全光纤皮秒激光器.....	24
图表 61: 皮秒激光微细加工系统.....	25
图表 62: 脆性材料皮秒激光微细切割系统.....	25
图表 63: 20W 飞秒红外激光器.....	25
图表 64: Amber 系列皮秒激光器.....	25
图表 65: Rainbow 1064 超快光纤激光器.....	26
图表 66: 激光晶圆切割.....	26
图表 67: 皮秒光纤激光器.....	26
图表 68: 飞秒激光器.....	26
图表 69: Xfiber Elite 超快激光器.....	27
图表 70: ErFiber Pro 超快激光器.....	27
图表 71: BLAZER-20 皮秒系列激光器.....	27
图表 72: ALICE-PS 系列皮秒激光器.....	27
图表 73: 皮秒激光器.....	28
图表 74: IC 器件切割.....	28

超快激光：诺奖加持，行业新宠

诺奖揭晓，CPA 技术荣膺

诺贝尔奖揭晓，CPA 技术摘冠。2018年10月，瑞典皇家理工学院，3位科学家因在光学技术领域作出的开创性发明而获得诺贝尔物理学奖。其中美国的亚瑟·阿斯金（Arthur Ashkin）教授因为发明光镊技术(Optical Tweezer)分享了一半的奖金；热拉尔·穆鲁（Gérard Mourou）教授和唐娜·斯特里克兰（Donna Strickland）副教授因共同发明啁啾脉冲放大技术(Chirped Pulse Amplification, CPA)分享了另一半奖金。作为突破高强度激光发展瓶颈的重大技术创新，CPA 技术自发明以来一直是激光物理研究、特别是超快激光研究的核心技术。

诺贝尔奖再一次让激光技术站在了科学技术的舞台中央。自1964年汤斯、巴索夫、普罗霍罗夫因微波激射器及激光的基础研究工作而获得诺贝尔奖以来，先后有激光光谱学、飞秒化学反应动力学、光纤通信、引力波测量等14项与激光相关的工作获得诺贝尔奖。2018年的诺贝尔物理学奖授予光镊及啁啾脉冲放大(Chirped Pulse Amplification, CPA)两项与激光密切相关的技术发明，实至名归。

CPA 技术突破瓶颈，超快激光成行业新秀

CPA 技术的提出，解决了超快激光发展的关键问题。在 CPA 技术提出前，科学家就已经利用锁模技术产生具有皮秒(ps, 10^{-12} s)及飞秒(fs, 10^{-15} s)脉宽的超短脉冲激光。但激光在达到放大饱和前，就由于强度依赖的克尔效应导致的自聚焦及元件损伤，激光强度的进一步发展遭遇巨大瓶颈。1985年，CPA 技术的提出解决了这一难题，成为超快激光发展的里程碑。

超快激光迅速发展，已成为激光行业重点研究方向。在 CPA 技术突破了超快激光发展瓶颈之后，超快激光的研发和应用进入了一个新的阶段。而今，超快激光已广泛运用于精密加工，医疗，科研，军事应用等领域。无论是全球激光巨头，还是国内的激光后起之秀，都着眼于超快激光领域，超快激光已经成为了激光行业争先研究发展的新宠。

超快激光的前世今生——超快激光技术解析

激光原理：激光是如何产生的？

光是传递信息的媒介和能量的载体，21世纪是光的时代。光从组成物质的原子中发射出来，原子获得能量后处于不稳定状态（也就是激发状态），它会以光子的形式把能量发射出去。激光是一种纯色、准直、高亮、同向、能量密度高的光子队列，常常被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”。激光的应用很广泛，主要有激光打标、激光焊接、激光切割、光纤通信、激光光谱、激光测距等等。

图表1：激光发展史重要节点一览

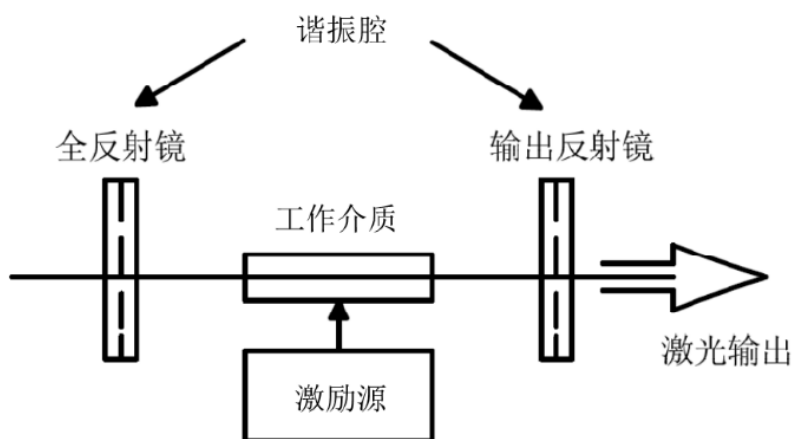


资料来源：OFweek 激光网、华泰证券研究所

激光是原子受激辐射产生的光。我们在2018年7月11日发布的《激光产业链系列报告之一：国产激光器快速崛起，进口替代是大势所趋》已经详解了激光产生的原理：原子中的电子吸收能量后从低能级跃迁到高能级，再从高能级回落到低能级的时候，所释放的能量以光子的形式放出，被激发出的光子束被称为激光。其中自发辐射与受激辐射是激光产生的必要条件，而粒子反转是激光产生的前提。

激光器是所有激光应用产品的核心部件。激光器一般包括三个部分，工作介质，激励源和谐振腔。泵浦源为激光器的光源，激光的产生必须选择合适的工作介质，可以是气体、液体、固体或半导体，在这种介质中可以实现粒子数反转，以制造获得激光的必要条件。谐振腔可使腔内的光子有一致的频率、相位和运行方向，从而使激光具有良好的方向性和相干性。

图表2：激光器工作原理示意图

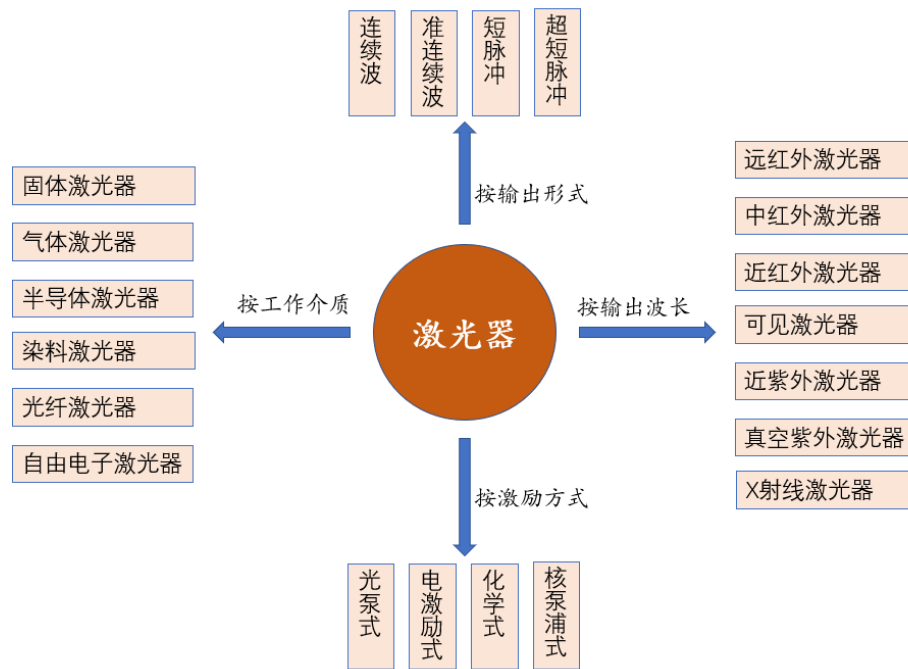


资料来源：OFweek 激光网、华泰证券研究所

超快激光：激光器家族的年轻成员

激光器的不同分类方式。激光技术自发明以来，已从方方面面走进了人们的生活，但激光器种类繁多，其各自波长不同，特性不同，因此所应用的领域也不同。激光器可以按照工作介质，输出形式，输出波长和激励方式分类。

图表3：激光器分类



资料来源：OFweek 激光网、华泰证券研究所

按照输出形式分类，超快激光属于超短脉冲。在工业上，通常将激光分成连续波、准连续、短脉冲、超短脉冲四类。连续波以多模连续光纤激光器为代表，占据了当前工业市场的大部分份额。准连续波又称长脉冲，可产生 ms~μs 量级的脉冲，占空比为 10%，这使得脉冲光具有比连续光高十倍以上的峰值功率。短脉冲指的是 ns 量级的脉冲，广泛的应用于激光标刻、钻孔、医疗、激光测距、二次谐波的产生、军事等领域。超短脉冲则是我们所说的超快激光，包括达到 ps、fs 量级的脉冲激光。

图表4：激光器按照输出形式分类及应用领域

类型	输出形式	应用领域
连续波	连续输出	激光切割、激光焊接、激光熔覆
准连续波	ms~μs	激光钻孔、热处理
短脉冲	ns	激光标刻、钻孔、医疗、测距、二次谐波等
超短脉冲	ps-fs	精密加工、科研、医疗、军事应用等

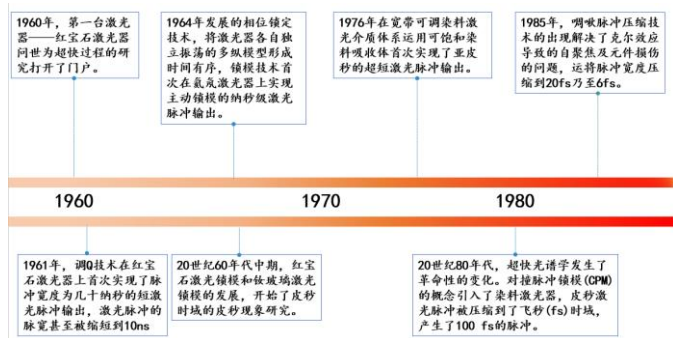
资料来源：OFweek 激光网，华泰证券研究所

技术革新：超快激光的进阶之路

所谓超快激光，是指脉冲宽度在皮秒(ps, 10⁻¹² s)量级及以下的脉冲激光。纳秒、皮秒、飞秒都是时间单位，1ns=10⁻⁹ s, 1ps=10⁻¹² s, 1fs=10⁻¹⁵ s。这个时间单位，表示的是一个激光脉冲的脉冲宽度，简言之就是在如此短暂的时间内输出一个脉冲激光。由于其输出单脉冲时间非常非常短，因此这样的激光称为超快激光。

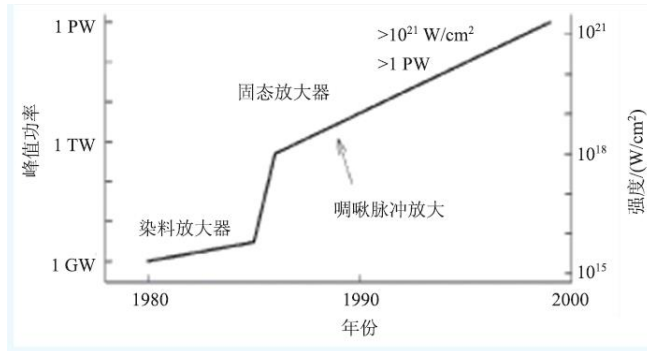
激光技术诞生以来，超快激光就是激光研究的重点。1960年，第一台激光器--红宝石激光器问世为超快过程的研究打开了门户，随后出现的调Q技术和锁模技术使得超快激光取得了长足进步。20世纪80年代，超快光谱学发生了革命性的变化。对撞脉冲锁模(CPM)的概念引入了染料激光器，皮秒激光脉冲被压缩到了飞秒(fs)时域，产生了100 fs的脉冲。但是克尔效应导致的自聚焦及元件损伤的问题限制了超宽激光的进一步发展。直到1985年CPA技术的出现，解决了这一难题，成为了超快激光发展史上的里程碑。

图表5：超快激光发展关键技术节点



资料来源：OFweek 激光网，华泰证券研究所

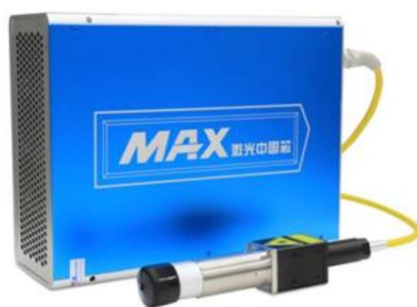
图表6：激光强度的演化历程



资料来源：《物理》47卷（2018年）12期，华泰证券研究所

超快激光的重要技术——调Q技术。在CPA技术诞生之前，调Q技术与锁模技术是超快激光普遍采用的技术。所谓调Q就是指调节激光器的Q值的技术。在激光器泵浦的初期，把谐振腔的Q值调得很低，使激光器暂时不满足振荡条件，在泵浦脉冲的激励下获得很高的粒子数密度时，再迅速调大谐振腔的Q值，此时反转粒子数密度远大于阈值反转粒子数密度，激光振荡迅速建立并达到很高的峰值功率，同时反转粒子数迅速被耗尽，脉冲很快结束，这样就获得了具有窄脉冲宽度和大峰值功率的激光脉冲。利用调Q技术能够建立纳秒脉冲的输出。

图表7：创鑫激光新一代20W 声光调Q 脉冲光纤激光器



参数	单位	指标	适用条件
工作波长	nm	1064	
最大输出功率	W	20±0.5	
满功率最低工作频率	kHz	20	
频率调节范围	kHz	20-80	
单脉冲能量	mJ	1	@20kHz, 满功率
光束质量	M ²	≤1.5	
脉冲宽度	ns	100±10	@20kHz

资料来源：OFweek 激光网、华泰证券研究所

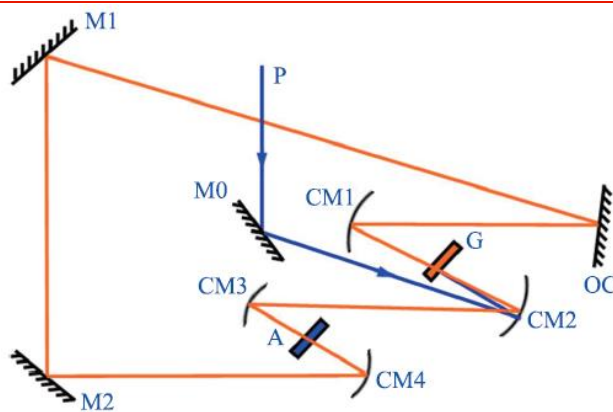
超快激光的重要技术——锁模技术。锁模是激光器产生超短脉冲的重要技术。激光器光腔内存在多种模式的激光脉冲，当这些模式相互间的相位实现相长干涉时才产生激光超短脉冲或称锁模脉冲输出。锁模一般分为两类：一类是主动锁模，另一类是被动锁模。前者是从外部向激光器输入信号周期性地调制激光器的增益或损耗，达到锁模；后者则采用饱和吸收器，利用其非线性吸收达到锁定相对相位，产生超短脉冲输出。

超快激光的革命性技术——CPA技术。锁模技术出现以后，利用锁模技术产生具有皮秒及飞秒脉宽的超短脉冲激光，这类脉冲激光不仅可以用来研究观察分子、原子等微观世界粒子的超快动力学行为，揭示掩盖在瞬态过程中的科学现象与规律，而且比纳秒乃至微秒等长脉冲激光具有高数个量级的峰值功率。因此进一步放大超短脉冲激光，是产生高峰值功率激光的当然选择。但随着激光峰值功率的提高，人们面临的一个重要问题是激光在达到放大饱和前，就由于强度依赖的克尔效应导致的自聚焦及元件损伤，正是由于该原因，激光强度的进一步发展遭遇了巨大瓶颈。直到1985年，当时在美国罗切斯特大学工作的Gérard Mourou教授和他的博士生Donna Strickland巧妙地提出了啁啾脉冲放大(Chirped Pulse Amplification, CPA)的概念，从而有效解决了这一矛盾，引发了激光峰值功率的飞跃。

CPA 技术：超快激光发展之路的里程碑

CPA 技术产生的背景。20 世纪 60 至 70 年代，超短脉冲激光研究的主流内容是如何产生更短的脉宽。1981 年，随着碰撞脉冲锁模（Colliding Pulse Mode-locking, CPM）技术的发明，美国贝尔实验室的 R. L. Fork 等人利用染料激光器直接产生了 90fs 的脉冲，标志着超短脉冲激光研究进入了飞秒时代，也称之为超快时代。但由于固体激光介质的自聚焦效应及导致的元件损伤问题，以及液体及气体激光介质较低的饱和通量问题，致使激光自发明以来，强度提高的发展非常缓慢。

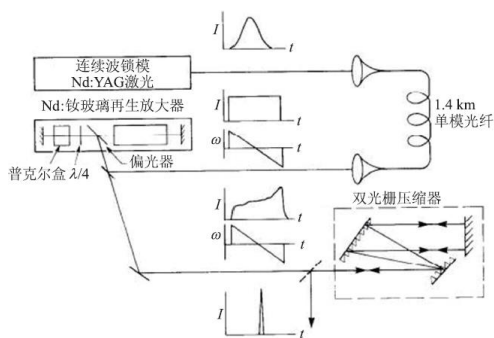
图表8：CPM 染料激光器结构



资料来源：《物理》47 卷（2018 年）12 期，泰证券研究所

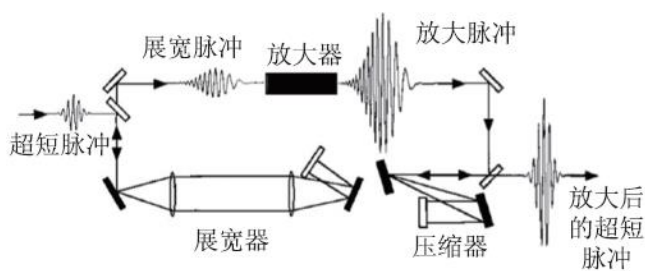
CPA 技术产生，超快激光发展迎来辉煌时刻。1986 年前后，超快激光发展历史上迎来了具有辉煌意义的岁月。不仅 R. L. Fork 等人通过腔外压缩技术将 CPM 输出的飞秒脉冲激光推进到了 6 fs 的最短脉冲世界纪录并保持到 1996 年，而且 F. Moulton 报道了迄今仍是飞秒激光产生及放大性能最优良的掺钛蓝宝石晶体，特别是 G. Mourou 及 D. Strickland 借鉴雷达中的微波放大技术，首次实验演示了激光啁啾脉冲的放大与压缩，揭开了超快激光向超强激光飞跃的序幕。

图表9：首次 CPA 技术的实验光路图



资料来源：《物理》47 卷（2018 年）12 期，华泰证券研究所

图表10：CPA 结构的示意图



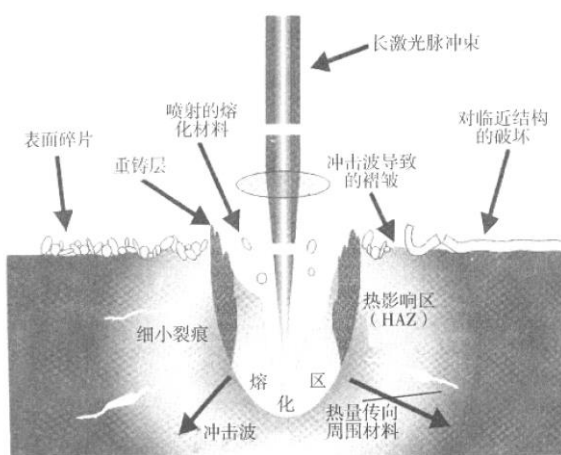
资料来源：《物理》47 卷（2018 年）12 期，华泰证券研究所

应用优势不断凸显，超快激光未来可期

超精密“冷”加工——超快激光的独特优势

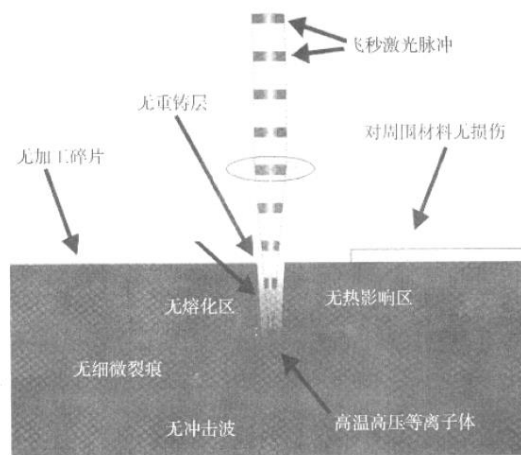
超快激光与传统激光加工的区别。传统激光加工处理的本质起源于入射光子-受激电子-声子转化而成的热能，材料通过固态-液态-气态的三相热熔过程得到逐步去除，并且其中的热扩散过程会影响加工处理的质量。另一方面，由于激光脉冲较长的持续时间降低了其相应的峰值功率，从而使得电子的受激过程只能依赖于单个入射光子的共振线性吸收，因此无法加工相对透明的介质材料，加工范围受到材料的光吸收特性的严格限制。当激光脉冲宽度远小于材料中的电子-声子耦合时间，在激光整个持续时间内，仅需考虑电子吸收入射光子的激发和储能过程，而电子温度通过辐射声子的冷却以及热扩散过程均可以忽略。在这一领域内，激光与物质的作用实际上被“冻结”在电子受激吸收和储存能量的过程，在根本上避免了能量的转移、转化以及热能的存在和热扩散造成的影响。因此当激光脉冲入射时，吸收光子所产生的能量将在仅有几个纳米厚度吸收层迅速积聚，在瞬间内生成的电子温度值将远远高于材料的熔化、甚至气化温度，最终到达高密度、超热、高压的等离子体状态，实现了激光的非热熔性加工。

图表11：长脉冲激光加工过程



资料来源：《激光与光电子学进展》41卷（2004年）3期，华泰证券研究所

图表12：飞秒脉冲激光加工过程



资料来源：《激光与光电子学进展》41卷（2004年）3期，华泰证券研究所

图表13：超快激光加工与长脉冲激光加工特点对比

长脉冲激光加工

- 1.热扩散从作用区域内不断地抽取其中的能量，降低了激光加工效率。
- 2.热扩散也降低了激光聚焦点的温度!使得该点温度无法远大于材料的熔点温度，而仅处于熔融状态。
- 3.热扩散降低了激光微加工的精确度。
- 4.热扩散影响到环绕工作点附近的一大片区域，被称作“热影响区”热量通过”热影响区“的传播造成了机械应力。
- 5.热扩散有时会造成表面冲击波的形成!损坏周围的材料结构。

超快激光加工

- 1.加工过程的非热熔性。
- 2.加工程度的高准确性。
- 3.加工尺寸具有亚微米特性和3D空间分辨性。
- 4.加工材料具有广泛性。
- 5.加工能量低耗性。

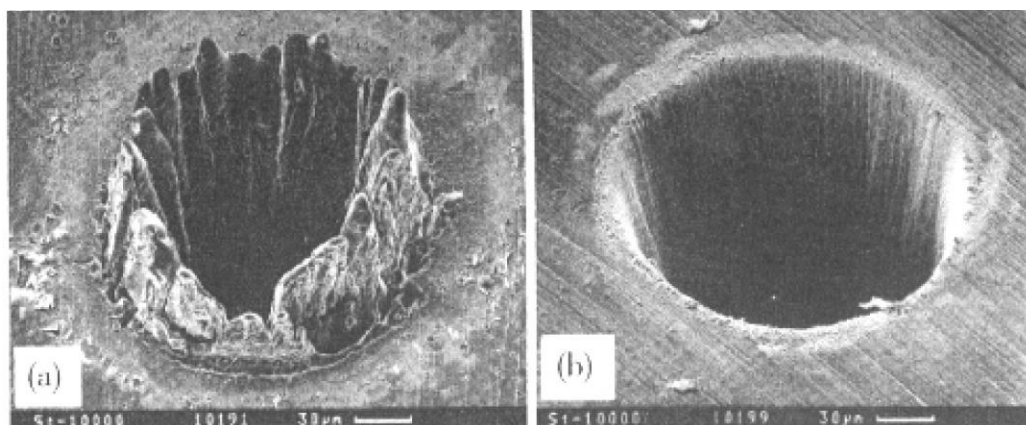
资料来源：《激光与光电子学进展》41卷（2004年）3期，华泰证券研究所

应用领域不断扩展，超快激光迎来历史机遇

“冷”加工优势使得超快激光在多个领域独占鳌头。超快激光以其独特的超短持续时间和超强峰值功率正在打破以往传统的激光加工方法，开创了材料超精细、低损伤和空间3D加工和处理的新领域，该技术已在精密加工、消费电子、医学美容、航空航天、光伏能源等多个领域得到非常广泛应用。

超快激光在多种材料的微细加工方面的应用。超快激光凭借其独特的“冷”加工优势，在多种材料的微细加工，包括、钻孔、切割、表面处理和3D结构制作方面表现出色。例如对于一般金属如钢、铜、铝等来说，由于具有很高的热导性和较低的熔点温度，在其表面实现高精度和高质量的钻孔有很大的困难。而对于超快激光，由于脉冲持续时间只有飞秒量级，远小于材料中受激电子通过转移"转化"等形式的能量释放时间，从根本上避免了热扩散的存在和影响。

图表14：纳秒(a)和飞秒(b)激光对钢片的加工



资料来源：《激光与光电子学进展》41卷（2004年）3期、华泰证券研究所

超快激光在消费电子领域的应用。全球消费电子产业发展迅速，消费电子产品朝着高集成化、高精密度方向升级，其产品内构件越来越小巧，精密度、电子集成度越来越高。在产品研发中，更轻、更薄、更便携是设计师的追求目标，由此带来了新材料、新工艺的不断进步。消费电子行业中广泛应用的柔性材料、硬脆透明材料等，使加工变得日益高、精、尖、难。而超快激光技术的发展为消费电子行业的精密加工带来了更好的解决方案。

图表15：超快激光在消费电子领域的应用

超快激光在消费电子领域的应用

- 手机钢化玻璃/蓝宝石板切割钻孔
- 智能手表蓝宝石盖板切割
- 手机/智能手表OLED屏体切割
- 摄像头柔性线路板模组切割
- 大尺寸液晶屏偏光片切割
- 指纹识别模组玻璃/蓝宝石盖板切割
- OLED屏体用偏光片切割
- 指纹识别模组芯片切割
- LCD/OLED屏体激光修复

资料来源：OFweek 激光网，华泰证券研究所

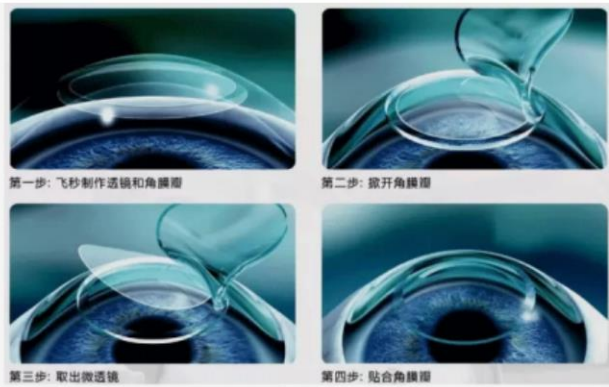
图表16：超快激光应用于手机全面屏切割产线



资料来源：卓镭激光官网，华泰证券研究所

超快激光在医疗美容领域的应用。超快激光在医疗领域的应用也日益广泛，包括我们熟知的飞秒激光近视治疗，也包括高精尖的**心脏支架加工**。心脏支架的制造方式包含“由大做小”的激光切割、等离子切割、电火花加工、光蚀刻，或是“由小做大”的编织、铸造、电铸、3D打印等。其中，由于激光切割的支架质量好，自动化程度高，且成本较低，激光切割已成为支架制作的主流方式。在医疗美容方面，超快激光主要是应用于祛痣祛斑祛黑色素、祛纹身、嫩肤等领域。

图表17：飞秒激光治疗眼科手术



资料来源：瀚盈激光官网，华泰证券研究所

图表18：心脏支架的超精密切割



资料来源：瀚盈激光官网，华泰证券研究所

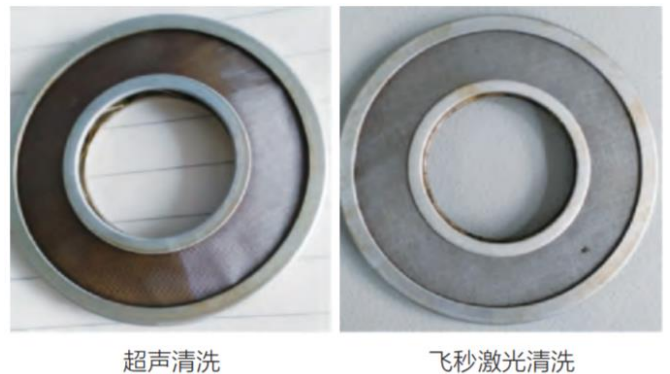
超快激光在航空航天领域的应用。航空领域，西安光学精密机械研究所率先利用超快激光极端制造技术攻克了新型超高温单晶材料和高精度复杂微结构制造难题，实现了对高压涡轮叶片气膜孔的“超精细冷加工”，解决了现有电火花、长脉冲激光加工工艺存在重铸层、微裂纹、再结晶等缺陷的问题，完成了国产发动机多型号、多批次高压涡轮单晶叶片的气膜孔加工及验证，为国产大飞机发动机换上“中国心”打下坚实基础。除此以外，超快激光还应用于航空滤网清洗，引擎喷嘴打孔等方向。

图表19：经激光斜孔加工后的发动机叶片



资料来源：《军民两用技术与产品》总411期（2018年），华泰证券研究所

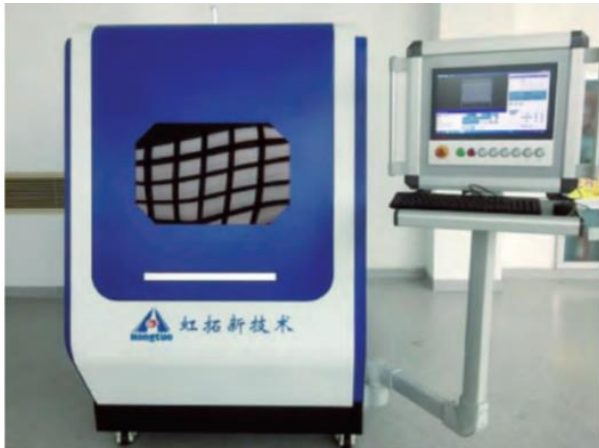
图表20：经飞秒激光清洗的航空滤网



资料来源：《军民两用技术与产品》总411期（2018年），华泰证券研究所

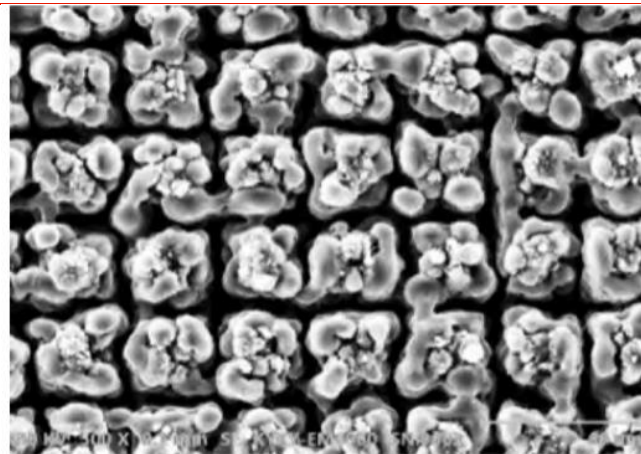
超快激光在光伏能源领域的应用。超快激光凭借其独特优势，在光伏能源领域应用也取得了一定的成果。钙钛矿薄膜太阳能电池制造是光伏产业新的发展方向，具有取代现有晶硅太阳能电池产业的潜力。在钙钛矿薄膜太阳能电池的精密加工过程中，超快激光加工起着至关重要的作用。

图表21：飞秒激光钙钛矿薄膜太阳能电池精密加工设备



资料来源：《军民两用技术与产品》总411期（2018年），华泰证券研究所

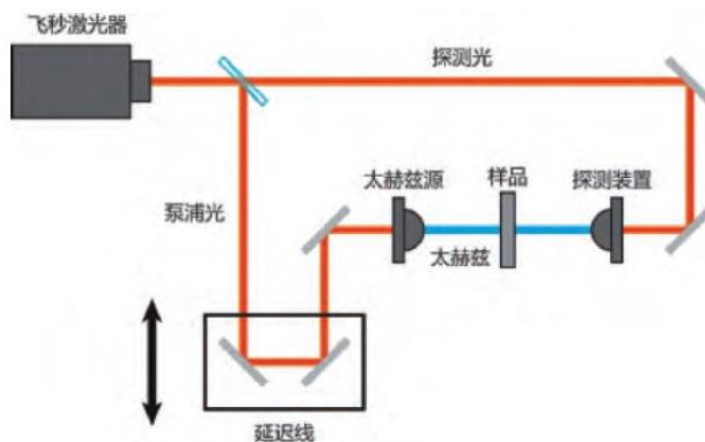
图表22：飞秒激光加工的三维锂电池



资料来源：《军民两用技术与产品》总411期（2018年），华泰证券研究所

超快激光在精密检测领域的应用。太赫兹 (Terahertz, THz) 辐射是对位于某一个特定频段电磁辐射的统称，对应的频率在 0.1~10 THz (1 THz=10¹² Hz)。基于太赫兹波自身特点，其对目前应用较多的复合材料有着良好的透过性及成像效果，所以太赫兹波可以在无损检测领域发挥独特优势。目前最常用的太赫兹产生及检测手段是太赫兹时域光谱 (Terahertz Time Domain Spectroscopy, THz-TDS) 系统，其由飞秒激光器、太赫兹源、太赫兹探测器及延迟线组成。系统利用飞秒激光脉冲产生太赫兹脉冲，并探测被测样品的透射波或反射波，然后通过傅里叶变换获取探测信号的频谱，进而对测量样品进行鉴定。

图表23：透视式太赫兹时域光谱系统



资料来源：《军民两用技术与产品》总411期（2018年），华泰证券研究所

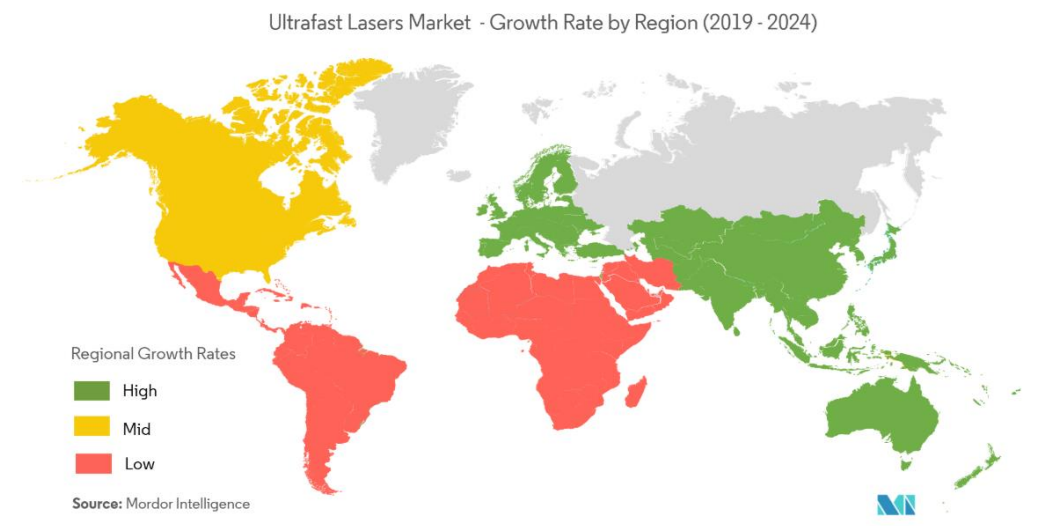
超快激光应用逐步扩展，发展迎来历史机遇。当前超快激光已走出实验室，逐步走向各个行业的实际应用，虽然当前超快激光价格较高，但随着技术的发展和成本的降低，超快激光在未来将会在多个行业广泛应用。国内外超快激光龙头已经率先将超快激光运用于相关产业，并且取得了良好的效果。

超快激光潜在市场可观，国内外厂家争相发展

超快激光市场增速明显，市场前景广阔

全球超快激光市场蓬勃发展。根据 Mordor Intelligence 统计和预测，2018 年全球超快激光市场价值 33.7 亿美元，预计到 2024 年将达到 128.2 亿美元，CAGR 为 25.02%。其中亚洲和欧洲市场将是市场增速最快的区域，潜在市场可观。

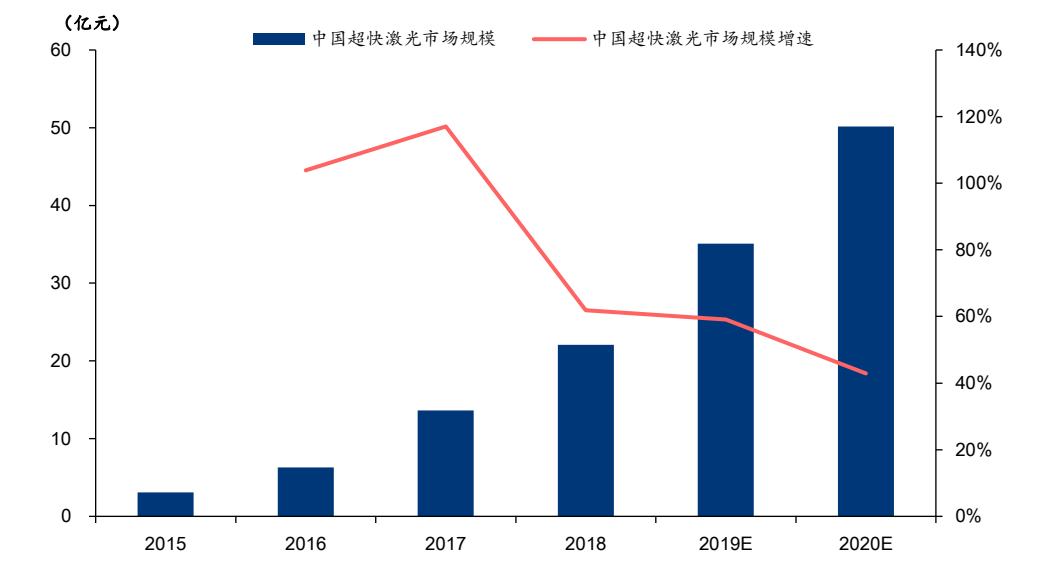
图表24：超快激光全球各区域增长率预测



资料来源：Mordor Intelligence，华泰证券研究所

中国超快激光市场规模发展迅速。从我国市场规模来看，超快激光行业正处于快速发展阶段，根据中国科学院武汉文献情报中心发布的《2019 中国激光产业发展报告》，2017 年我国超快激光器市场约 13.5 亿元，预计 2020 年将超过 50 亿元。

图表25：2015-2020 年中国超快激光器市场规模及增速



资料来源：《2019 中国激光产业发展报告》（2019 年 3 月），华泰证券研究所

海外龙头领跑全球，并购频频强者恒强

海外激光企业主导当前全球超快激光市场。德国通快 (TRUMPF)，美国相干 (Coherent)，美国 IPG，丹麦 NTK，美国 MKS 等激光行业龙头凭借其敏锐的市场嗅觉，完善的研发体系，坚实的技术基础，良好的客户资源和强大的并购能力已经完成了在全球超快激光市场的布局。同时，一些已具规模的超快激光研发企业也在市场中占有一席之地，包括法国 Amplitude，美国 Clark-MXR，立陶宛 EKSPLA，美国 IMRA America 等。

超快激光市场并购盛行，激光龙头强者恒强。在 1985 年 CPA 技术发明以来，超快激光进入了一个全新的发展阶段。但是在 2010 年以前，超快激光应用停留在科研层面，主要运用在科研机构的实验室中。超快激光高昂的成本价格和尚未成熟的生产工艺导致企业对其望而却步。2010 年以来，各激光行业龙头争先收购了具有超快激光技术的中小型公司和科研机构，完善了超快激光的制造技术，制造成本也有所降低，超快激光开始走向市场。激光行业龙头通过不断并购和持续研发的双驱动模式，成功把握了超快激光市场的主导权。

德国通快：激光器及机床制造领域的领导者

通快 (TRUMPF) 集团在激光加工领域排名全球第一，是全球第三大机床制造企业。通快公司成立于 1923 年，上世纪 60 年代，通快集团开始涉足激光领域，并于 80 年代造出了业界领先的激光器，将激光技术集成到通快的产品线中之后，带来了此后 30 余年的持续发展和增长。2017 年，通快集团收购了 Access Laser，2018 年收购了 Amphos 完成了在超快激光行业的布局。

图表26：通快 (TRUMPF) 公司在超快激光领域的收购事件

时间	应用领域
2017	收购澳大利亚 Access Laser (大通激光)
2018	收购了德国 Amphos

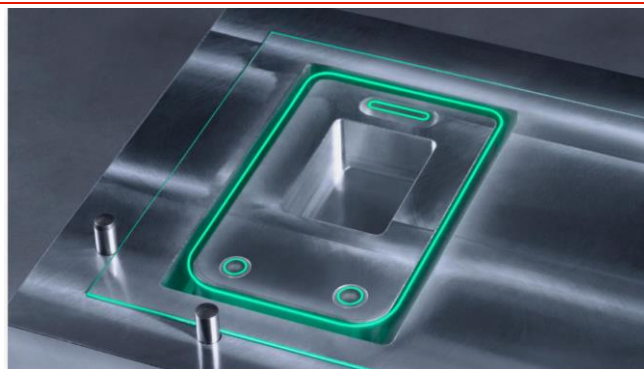
资料来源：通快公司官网，华泰证券研究所

图表27：通快 TruMicro5000 超快激光器



资料来源：通快公司官网，华泰证券研究所

图表28：通快 TruMicro5000 超快激光器切割应用



资料来源：通快公司官网，华泰证券研究所

美国 IPG：全球光纤激光器的领头羊

IPG 是全球最大的激光器的开发商和制造商。IPG 由物理学家 Valentin P. Gapontsev 博士在 1991 年创立于俄罗斯。是世界领先的高性能光纤激光器和放大器产品的开发及制造商。IPG 的产品正在取代众多领域内传统的激光应用，并开拓激光技术的新应用。在超快激光领域，IPG 拥有自主研发的皮秒和飞秒光纤和光纤固体混合激光器。

图表29: IPG 绿光飞秒脉冲激光器



资料来源: IPG 公司官网, 华泰证券研究所

图表30: IPG 光纤泵浦锁模激光器



资料来源: IPG 公司官网, 华泰证券研究所

美国相干: 全球领先的激光技术供应商

美国相干 (Coherent) 激光公司是世界一流的激光器和激光技术供应商。相干公司成立于 1966 年 5 月, 总部设立于加州硅谷地区。相干是一家在全球范围内为一系列商业和科研应用提供以光子学为基础的解决方案的公司, 产品服务于科研、医疗、工业加工等多个行业。公司致力于为客户提供商业化激光器, 促进科学研究不断进步、生产制造行业生产力和加工精度的不断提高。近年来, 相干公司通过多宗收购, 成为了超快激光市场的领导者。

图表31: 相干 (Coherent) 公司在超快激光领域的收购事件

时间	事件
2012	收购德国 Lumera
2015	收购美国 Raydiance
2016	收购美国 Rofin

资料来源: 相干公司官网, 华泰证券研究所

图表32: 相干 HyperRapid 皮秒激光器



资料来源: 相干公司官网, 华泰证券研究所

图表33: 相干 Monaco 工业飞秒激光器



资料来源: 相干公司官网, 华泰证券研究所

丹麦 NKT Photonics: 光纤激光器及核心零部件的领先供应商

NKT Photonics 是高性能光纤激光器, 光纤传感系统和光子晶体光纤的领先供应商。公司产品应用的主要市场是成像, 传感和材料加工。产品包括超快激光器, 超连续白光激光器, 低噪声光纤激光器, 分布式温度传感系统和各种特种光纤。NKT Photonics 总部位于丹麦, 在全球范围内提供销售和服务。NKT Photonics 由 NKT A/S 全资拥有。NKT Photonics 依托自身在光纤激光器方面的独特技术优势, 在超快光纤激光器领域颇有建树。2017 年 NKT Photonics 收购了瑞士超快激光器制造商 Onefive。

图表34: NTK Photonics ONEFIVE ORIGAMI HP 超快激光器



资料来源: NTK Photonics 公司官网, 华泰证券研究所

图表35: NTK Photonics ONEFIVE ORIGAMI 超低噪音飞秒激光模块

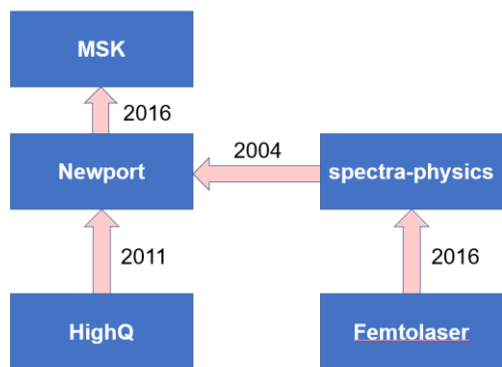


资料来源: NTK Photonics 公司官网, 华泰证券研究所

美国 MKS: 多元化的全球仪器供应商

MKS 仪器公司是仪器, 子系统和过程控制解决方案的全球供应商。公司产品在压力测量和控制, 材料输送, 气体成分分析, 控制和信息技术, 电力和反应气体生成, 真空技术, 光子学, 激光, 光学和运动控制方面具有核心竞争力。公司产品主要服务市场是薄膜资本设备制造商, 包括半导体器件, 工艺制造, 环境, 生命科学和科学研究。公司在 2016 年收购了 Newport 公司, 开始涉足超快激光领域。Newport 公司曾在 2004 年与世界级工业激光提供商光谱物理 (spectra-physics) 合并, 2011 又收购了 HighQ 公司。光谱物理自 1990 年以来, 一直是超快激光器的领导者, 在超快激光领域实力强劲。

图表36: MSK 在超快激光领域并购史



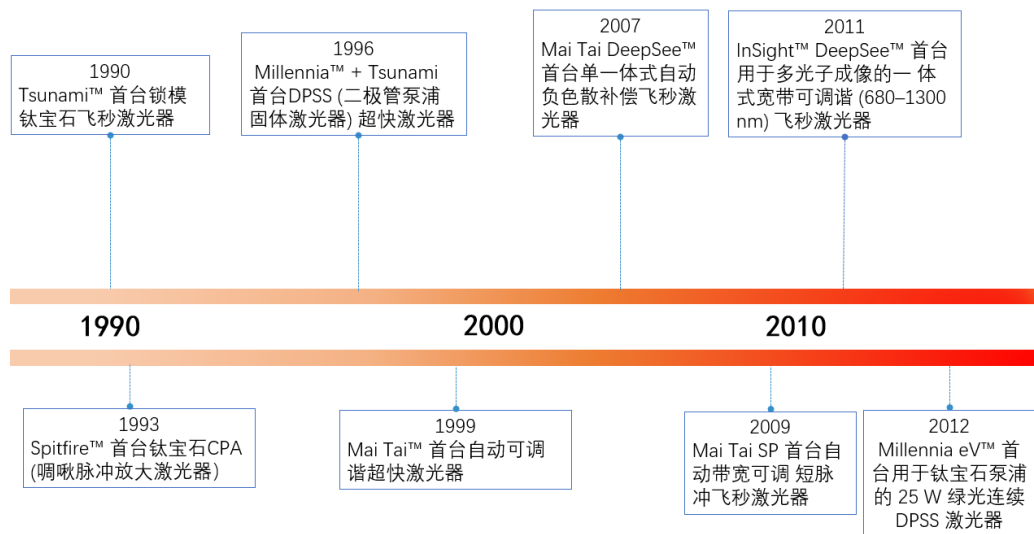
资料来源: MSK、Newport、光谱物理公司官网, 华泰证券研究所

图表37: 光谱物理 Element 超快激光器



资料来源: 光谱物理公司官网, 华泰证券研究所

图表38： 光谱物理公司超快激光器发展史



资料来源：光谱物理官网，华泰证券研究所

Amplitude： 专精于超快激光器的行业龙头

Amplitude 是全球工业，医疗和科学应用中超快激光器的顶级专家。自 2001 年以来，Amplitude 一直是超快激光器研发，设计，制造和商业化的领军企业。Amplitude 向全球提供完整的超快激光产品系列，功能强大，可靠性强且易于使用。公司是全球唯一涵盖超快激光技术及其应用的国际专家。在超快激光领域，Amplitude 曾获得多个奖项，是当之无愧的超快激光行业龙头。

图表39： Amplitude 公司获奖情况

时间	获得奖项
2008 年	PhAST / Laser Focus World Innovation Award
2012 年	Prism Award for Satsuma laser for best industrial laser (San Francisco)
2013 年	Innovation award by I.N.P.I.
2016 年	“Croissance Internationale” award by Biznext/La Tribune
2017 年	EUREKA award as best project of the year
2017 年	Tangor laser nominated as best industrial laser at Prism Award (San Francisco)

资料来源：Amplitude 公司官网，华泰证券研究所

图表40： Amplitude Goji 飞秒激光器



资料来源：Amplitude 公司官网，华泰证券研究所

图表41： Amplitude 专门用于科研的 Pulsar PW 超强超快激光



资料来源：Amplitude 公司官网，华泰证券研究所

Clark-MXR：诺奖得主联合创始的专业超快激光器供应商

Clark-MXR 是由诺贝尔奖得主 Gerard Mourou 教授联合创始的专业超快激光供应商。公司成立于 1992 年，位于密歇根州，毗邻密歇根大学。公司创立以来，为科学研究和工业界提供了最高质量的服务和产品，主要应用于微观研究和精密制造。几十年来，公司专注于超快激光技术和产品的研发，向全世界提供了各种规格超快激光器和完善的配套服务。2017 年，Clark-MXR 成为员工所有制的公司，未来将更具发展潜力。

图表42： Clark-MXR Magellan HE 超快激光器



资料来源：Clark-MXR 公司官网，华泰证券研究所

图表43： Clark-MXR CPA-Series 蓝宝石超快激光器



资料来源：Clark-MXR 公司官网，华泰证券研究所

EKSPLA：东欧工业激光器的领导者

EKSPLA 是用于研发和工业应用的激光，激光系统和激光元件的制造商。EKSPLA 于 1992 年正式成立，但其历史可追溯至 1983 年成立的 EKSMA 公司的激光部门。公司是立陶宛光子学集群和波罗的海光子学集群的成员，与学术和行业合作伙伴的密切合作有助于为欧盟和国际项目做出贡献。2002 年公司引入皮秒二极管泵浦激光器，开始涉足超快激光领域。公司现在拥有多款世界领先的科学皮秒激光器和采用 OPCPA 技术的飞秒激光器产品。

图表44： EKSPLA 公司发展历史

时间	事件
1983 年	立陶宛科学院物理研究所 (EKSMA Co) 商用研发工作室成立
1987 年	进入西欧市场
1992 年	剥离激光设计和制造业务，并成立新公司 EKSPLA
1993 年	进入日本市场
1996 年	开始在美国营销和销售
2002 年	引入皮秒二极管泵浦 Nd: YAG 激光器
2003 年	Picosecond Nd: YAG 激光器采用全固态模式锁定，脉冲持续时间小于 30 ps
2004 年	EKSMA 收购 EKSPLA 99.61% 的股份；光子元件和激光业务合并为一家公司 Ekspla
2008 年	Ekspla 的 Photonics 组件部门已重组为独立实体
2011 年	NT200 系列可调谐激光器获得 2010 年光子创新棱镜奖
2017 年	Ekspla 和 Light Conversion 合作推出了 5 TW 激光系统

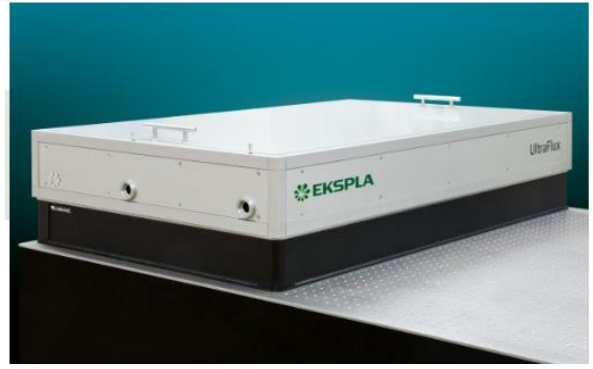
资料来源：EKSPLA 公司官网，华泰证券研究所

图表45: EKSPLA PL2210 二极管泵浦皮秒激光器



资料来源: EKSPLA 公司官网, 华泰证券研究所

图表46: EKSPLA UltraFlux 可调波长飞秒激光系统



资料来源: EKSPLA 公司官网, 华泰证券研究所

IMRA America: 超快激光器研发, 制造和应用的世界领先者

IMRA America 是最早从事超快激光研发的企业之一, 是超快激光领域的急先锋。IMRA America 成立于 1990 年, 位于密歇根州安阿伯市, 是全球第三大汽车零部件制造商日本 All AISIN 集团旗下全球公司的重要成员。20 世纪 90 年代早期, IMRA 对超快光纤激光器进行了基础研究, 在这项研究的基础上, IMRA 在 1995 年开发出第一款商用超快激光器 Femtolite。作为历史最悠久, 经验最丰富的飞秒光纤激光器公司, 公司凭借其强大的研发和制造能力, 在超快激光领域独树一帜。

图表47: IMRA America Femtolite 超快激光器



资料来源: IMRA America 公司官网, 华泰证券研究所

图表48: FD 系列飞秒激光器



资料来源: IMRA America 公司官网, 华泰证券研究所

Laser Quantum: 世界一流的超快激光源制造商

Laser Quantum 是世界一流的高品质固态和超快激光源制造商。20 世纪 90 年代, 英国曼彻斯特大学的三位博士物理学家成立了 Laser Quantum, 公司因在光学市场的科学成就而闻名于世。公司产品以其可靠性, 紧凑性, 卓越性能和长使用寿命而著称。公司于 2018 年被医疗及高科技设备供应商 Novanta 收购。在超快激光领域, Laser Quantum 拥有多个系列的超短脉冲飞秒激光器产品, 主要应用于精密检测和科研领域。

图表49: Laser Quantum venteon OPCPA 飞秒激光器



资料来源: Laser Quantum 公司官网, 华泰证券研究所

图表50: Laser Quantum helixx 飞秒激光器

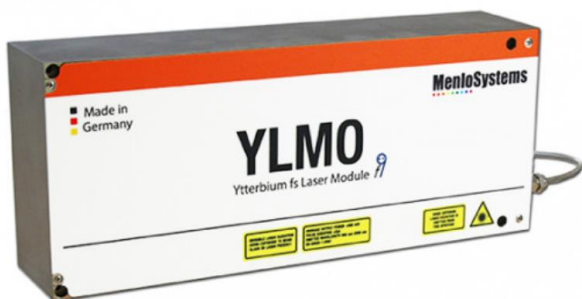


资料来源: Laser Quantum 公司官网, 华泰证券研究所

Menlo Systems: 专注于光学精密测量的超快激光器供应商

Menlo Systems 是专注于光学技术创新, 精密测量技术研发和应用的科研型公司。Menlo Systems 成立于 2001 年, 由 Hänsch 教授, Ronald Holzwarth 博士, Michael Mei 博士和 Alex Cable 成立, 作为著名的 Max-Planck 量子光学研究所的衍生企业, 公司主要从事光学技术的研发及其在测量领域的应用, 特别是围绕光学频率梳 (OFC) 技术进行探索, 应用于各种高精度光学测量, 如光学时钟, 冷原子和分子, 计量, 距离测量, 傅里叶光谱和激光雷达测量等。公司在飞秒激光领域同样颇有建树, 拥有自主知识产权的多种飞秒激光器, 广泛应用于科研和工业生产。

图表51: Menlo Systems YLMO 飞秒激光器



资料来源: Menlo Systems 公司官网, 华泰证券研究所

图表52: Menlo Systems C-Fiber 飞秒激光器



资料来源: Menlo Systems 公司官网, 华泰证券研究所

国内厂商奋起直追，国产替代潜力无限

目前国内的超快激光器以进口为主，未来市场空间可观。近年来，中国传统制造业正面临深度转型和升级，附加值更高的高端精密加工市场需求大幅增长。随着这一转变，激光技术在消费电子、新型显示、激光内雕、生物医疗等领域获得了越来越多的应用，这些新的需求对激光加工精细度的要求变得更加苛刻。在强大的市场需求力刺激下，超快激光技术不断取得新的突破，并迅速成为行业重点关注的发展方向。而在超快激光器领域，当前国内大部分产品依靠进口。进口超快激光器占据了先发技术的优势，其可靠性和稳定性已被广泛认可，即便价格较高，也同样为国内用户所接受。

国产技术奋力追赶，超快激光器国产替代前景良好。2018年，国内激光龙头大族激光发布了自主研发的国内首款达到20W的飞秒激光器。部分激光器制造企业已在超快激光领域深耕多年，例如华日激光从2014年开始从事超快激光器的研究。而今面对充满潜力的市场，众多激光厂商也纷纷涉足超快激光技术的研发和应用，国内超快激光发展态势蒸蒸日上。随着国产技术的研发和完善，我们认为国产超快激光器将凭借价格优势在市场上占据一席之地。

中国的激光产业在地域上呈现出很强的集聚性，各区域均有超快激光器厂商。我国目前已经形成华中、珠三角、长三角、环渤海四大激光产业带，四大区域均有数家超快激光器研发和生产企业。

图表53：中国四大激光产业集中带



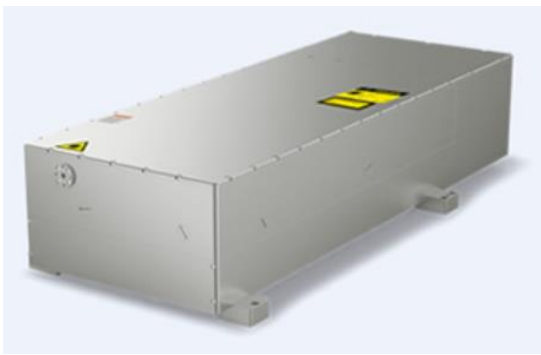
资料来源：OFweek 激光网、华泰证券研究所

华中激光产业带：紧密依托光谷优势，超快激光技术领先

在激光领域，以武汉光谷为代表的华中激光产业带产品最为全面。武汉光谷是国内一大极具规模的光电产业集群中心，集聚了国内超过 200 家知名激光企业，拥有完整激光产业链，集中了国内激光领域众多专家和技术人才，在激光相关技术上占据国内领先地位，在超快激光器的研发、设计和应用方面走在全国最前沿。

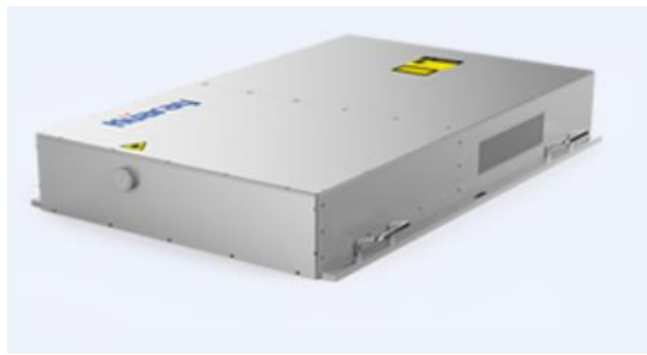
华日激光在超快激光技术领域处于国内领先地位。华日激光是华工科技旗下的一家先进固体激光器专业制造商，专业从事全固态激光器的研发和制造，公司成立于 2009 年，全系列激光器产品均具有自主知识产权。2014 年，华日激光收购了加拿大 Attodyne 公司，开始涉足超快激光领域。目前华日激光已拥有三大研发中心——北美（多伦多）超快激光器研发中心、中国武汉紫外与深紫外激光器研发中心、武汉飞秒激光器研发中心。由三位国家千人计划专家领衔产品研发工作，研发出纳秒级—皮秒级—飞秒级等多种脉宽，红外—绿光—紫外等多波段的固体激光器产品。

图表54: Olive 小功率皮秒级超快激光器



资料来源：华日激光公司官网，华泰证券研究所

图表55: Erai-10 飞秒脉冲光纤激光器



资料来源：华日激光公司官网，华泰证券研究所

安扬激光是由海归人才创办，从事飞秒光纤激光器和超连续谱光源研发和生产的高新企业。公司成立于 2010 年，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。公司创始人陈抗抗博士毕业于英国南安普顿大学光电研究所。安扬激光拥有高水平的研发团队和技术力量，掌握光纤种子激光器的产生和诊断、高功率高能量全光纤保偏光纤放大器设计及光纤制造、波长转换技术等关键技术，部分生产所需核心技术，已成功申请专利保护。公司结合自己设计制造的保偏增益光纤，光子晶体光纤等核心器件，安扬激光已成功推出皮秒，飞秒脉冲光纤激光器和超连续谱激光器等系列产品，产品的主要性能及指标均达到或超过国外同等产品水平，填补了国内同类产品的空白。

图表56: FemtoYL-Green 工业绿光飞秒激光器



资料来源：安扬激光公司官网，华泰证券研究所

图表57: 飞秒光纤激光器应用于金属炫彩



资料来源：安扬激光公司官网，华泰证券研究所

武汉虹拓新技术公司是工业级高功率飞秒激光器供应商。公司于2008年8月创办，在超快光纤激光器领域处于世界领先地位。虹拓具有价格竞争优势的产品有着广泛的应用领域，包括：精密微加工、再制造、医疗、科研、电子制造等。虹拓已获得“高新技术企业”认定，入选国家发改委“战略性新兴产业区域集聚发展试点”，公司技术团队由国家“千人计划”专家曹祥东博士领衔。虹拓激光的飞秒激光核心技术之一“超高精度色散管理技术”于2012年入选OSA（美国光学学会）“全球六大新技术”，这是亚洲公司首次入选。

图表58：掺铒飞秒光纤激光器 TCR-1060



资料来源：虹拓新技术公司官网，华泰证券研究所

图表59：掺铒飞秒光纤激光器 TCR-780



资料来源：虹拓新技术公司官网，华泰证券研究所

珠三角激光产业带：激光产业已具规模，超快激光蓬勃发展

大族激光是世界领先的工业激光加工设备生产厂商。大族激光成立于1996年，现已经成为亚洲第一的工业激光加工设备生产厂商。公司一直致力于推进皮秒和飞秒激光器的国产化，早在2015年便实现了较大功率皮秒激光器从研发样机到批量生产的重大突破，并成功应用于LED、蓝宝石的切割。2016年，大族Draco系列皮秒激光器实现了规模销售，在新一代核心光源方面成功打破了国外垄断，在LED晶圆、蓝宝石、玻璃脆性材料切割等领域基本实现了进口替代，为国内超快激光产业作出贡献。

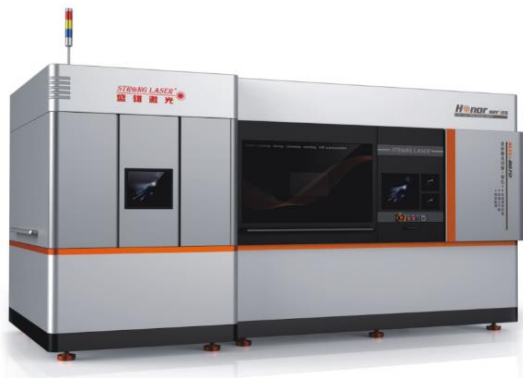
图表60：大族激光Draco系列全光纤皮秒激光器



资料来源：CIOE中国光博会，华泰证券研究所

盛雄激光是致力于超快超短脉冲工业激光的高新技术企业。2008年4月8日创立于广东省东莞市，是超快激光加工应用技术&激光微纳加工先进装备研发、生产、销售、服务于一体的自主创新型企业，主营产品是皮秒&飞秒激光微细加工系统。公司在激光微细加工系统领域属于前三强；在东莞大朗自建36000平方米花园式科技园，并分别在江苏苏州和辽宁鞍山成立了华东和东北两大研发运营中心。

图表61：皮秒激光微细加工系统



资料来源：盛雄激光公司官网，华泰证券研究所

图表62：脆性材料皮秒激光微细切割系统



资料来源：盛雄激光公司官网，华泰证券研究所

珠三角地区还具有数家小而精的从事超快激光研发和生产的**企业**。包括位于深圳南山的中、美合资设立的英诺激光，位于江门市珠西智谷的瀚盈激光，位于中山市的华快光子。英诺激光是集高端激光器生产、加工、销售，激光设备贸易代理以及激光技术高端应用为一体的高端激光微加工系统解决方案提供商；瀚盈激光的发展方向为皮秒、飞秒光纤激光器的产业化；华快光子则是通过产学研一体化，进行超短脉冲光纤激光器研发和生产的高新企业。

长三角激光产业带：激光产业链完善，高科技企业集群

苏州贝林激光是国内最早从事激光器研发的公司之一。苏州贝林激光有限公司成立于2007年，致力于研发、生产、销售各类工业级固体激光器及超短脉冲激光器。贝林激光于2012年成功研制出第一台皮秒激光器。公司现在的产品主要有纳秒激光器、皮秒激光器和飞秒激光器三大系列。在超快激光技术方面，贝林激光已取得一系列独特的自有技术及专利技术。在纳秒激光器方面，有先进的谐振腔设计和激光控制技术，确保激光器能在高功率运转下获得优秀的光束质量和较窄的激光脉宽。特殊的腔内热补偿技术及谐波转换技术可以实现高效稳定的倍频转换。在皮秒激光器方面，有自主开发的光纤种子源技术和独特的放大器技术。

图表63：20W 飞秒红外激光器



资料来源：贝林激光公司官网，华泰证券研究所

图表64：Amber 系列皮秒激光器



资料来源：贝林激光公司官网，华泰证券研究所

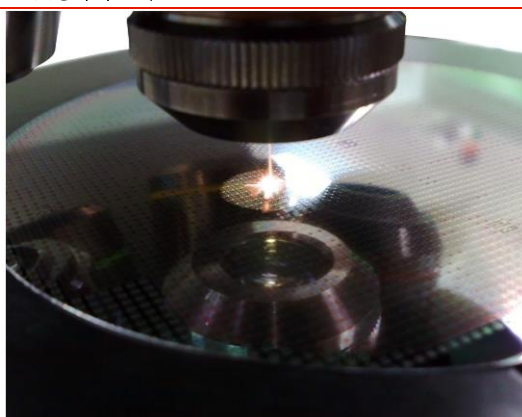
南京诺派激光技术有限公司是一家由多位留学归国博士领创的**国家级高新技术企业**。公司主要从事全波段、高可靠性超短脉冲激光器的研发、生产，以及高端激光器在工业精密加工和智能传感领域的应用开发。公司拥有一流的技术研发和运营团队，经过五年多的发展，已掌握超短脉冲激光器设计和生产的全链条关键技术，尤其在底层核心超快器件以及系统诊断技术方面，积累了重要的技术壁垒。

图表65: Rainbow 1064 超快光纤激光器



资料来源: 诺派激光公司官网, 华泰证券研究所

图表66: 激光晶圆切割



资料来源: 诺派激光公司官网, 华泰证券研究所

国神光电科技(上海)有限公司主要从事高功率超短脉冲激光器、系统和器件集成的研发、生产和销售。公司于2011年创立, 坐落在上海市杨浦区。国神光电已推出大功率飞秒、皮秒和准皮秒激光器, 并且已成功应用于工业激光精密加工和科学研究领域。公司产品已广泛应用于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。

图表67: 皮秒光纤激光器



资料来源: 国神光电公司官网, 华泰证券研究所

图表68: 飞秒激光器



资料来源: 国神光电公司官网, 华泰证券研究所

上海朗研光电科技有限公司是一家从事超灵敏光电探测设备和高端光纤激光器生产研发的企业。公司成立于2009年, 具备齐全的光电测试设备和多条装配生产线, 拥有高度精英化的研发团队, 经过多年积累, 研发生产的单光子探测器、光纤激光器等系列产品, 其性能指标达到国际一流水平。公司拥有雄厚的技术积累和人才优势, 以及完善的知识产权保障, 巩固了公司在行业中的技术领先地位。朗研光电推出的光纤激光器脉冲宽度涵盖从连续到飞秒, 波长覆盖从紫外到红外, 并能提供多波长同步输出, 配合激光放大模块可实现平均功率定制。

图表69: Xfiber Elite 超快激光器



资料来源: 朗研光电公司官网, 华泰证券研究所

图表70: ErFiber Pro 超快激光器



资料来源: 朗研光电公司官网, 华泰证券研究所

环渤海激光产业带: IT 通信企业密集, 超快激光需求旺盛

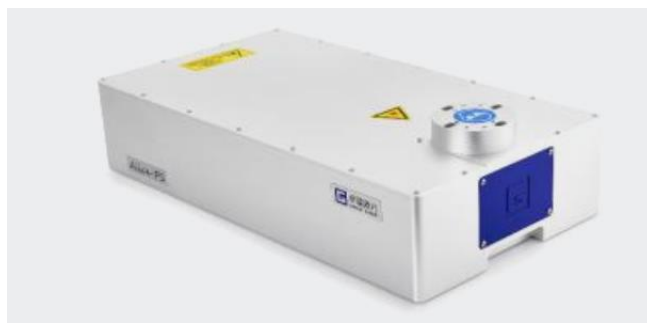
北京卓镭激光技术有限公司是与中科院战略合作的激光设备供应商。公司成立于2014年, 位于北京市顺义区空港工业园内。公司具有完整的研发、生产与质量管理体系, 致力于为全球客户提供一流的激光器产品与服务。公司已通过国家级高新技术企业、ISO9001质量管理体系等多项资质认定, 并且ALICE-PS系列激光器已顺利通过欧盟CE认证。公司成立四年以来, 开发出用于材料改性(冲击强化)和科学研究的大能量激光器(LAMBER系列)、用于精细微加工的高功率超快皮秒激光器(BLAZER系列)、用于医疗美容的专用皮秒激光器(ALICE-PS系列)等十余个系列、二十余种型号的激光器产品。公司研发实力雄厚, 据公司官网介绍, 目前已实现年产激光器2000台以上的产能, 在多个细分领域实现国内市场占有率第一。

图表71: BLAZER-20 皮秒系列激光器



资料来源: 卓镭激光公司官网, 华泰证券研究所

图表72: ALICE-PS 系列皮秒激光器



资料来源: 卓镭激光公司官网, 华泰证券研究所

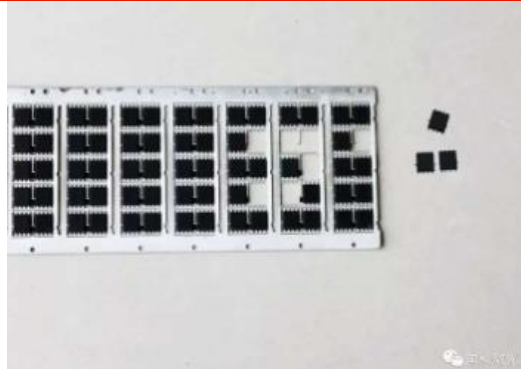
北京国科世纪激光技术有限公司是中国科学院控股的高端半导体泵浦激光器和固体激光器专业生产厂商。公司具有半导体泵浦激光器批量生产能力, 并拥有紫外激光器、绿光激光器、红外激光器和皮秒激光器批量生产线。建有“半导体泵浦激光产品质量检验中心”, 拥有国内一流的检测设备。公司具有强大的研发能力, 是“国家半导体泵浦激光工程技术研究中心”、北京市科委认定的“北京市科技研发机构”、“先进半导体泵浦激光技术北京市国际科技合作基地”及北京市市级“半导体泵浦激光技术工程中心”、国家人事部认定的“中关村科技园区海淀区企业博士后工作站分站”。

图表73：皮秒激光器



资料来源：国科光电公司官网，华泰证券研究所

图表74：IC 器件切割



资料来源：国科光电公司官网，华泰证券研究所

环渤海激光产业带还有众多中小型超快激光企业。天津凯普林激光科技有限公司于 2018 年开始推出 20W、50 μ J 的飞秒激光器，以其独特的产品设计、优越的脉冲质量和智能化电控系统得到了关键客户的认可。继飞秒激光器之后，公司又推出皮秒激光器。盐城物科光电有限公司于 2014 年 5 月成立，依托中国科学院物理研究所及北京物科光电技术有限公司的技术优势，致力于超快激光器、窄线宽激光器等高端激光产品设备的研发与生产。

海外巨头发展经验下的投资思路：研发+收购双轮驱动

如前所述，诸多海外激光行业巨头都是凭借其敏锐的市场嗅觉，完善的研发体系，坚实的技术基础，良好的客户资源和强大的并购能力已经完成了在全球超快激光市场的布局。诸如德国通快收购大通激光、Amphos；美国相干收购 Lumera、Raydiance、Filaser；美国 MKS 收购光谱物理。

关注锐科激光：拟收购上海国神，强强联手

锐科激光是一家专业从事光纤激光器及其关键器件与材料的研发、生产和销售的国家火炬计划重点高新技术企业，拥有高功率光纤激光器国家重点领域创新团队和光纤激光器技术国家地方联合工程研究中心，是全球有影响力的具有从材料、器件到整机垂直集成能力的光纤激光器研发、生产和服务供应商。

2019年6月6日，锐科激光正式公告（公告编号：2019-036），公司拟收购国神光电科技（上海）有限公司51%股权。国神光电由国家“千人计划”周士安博士带领海归人才和国内技术精英于2011年创立，主要产品为高功率全光纤皮秒激光器、高功率全光纤飞秒激光器以及高功率全光纤纳秒激光器。处于国内超快激光领域第一梯队的国神光电，在超快激光技术方面有着独特的优势，公司拥有多项领先的专利技术，已具备生产工业化稳定的大功率超快激光器的能力，整体技术全面且实力较强。公司产品可广泛应用于工业超精密加工，光谱分析，LED隐形切割，太阳能电池板切割，阳极铝打标等市场。

锐科激光收购国神光电，有望抢占超快激光技术高地。锐科激光作为国内光纤激光器行业龙头，科研水平首屈一指，无论是技术积累和人才储备都有着强大的优势，同时公司还拥有着良好的市场渠道和客户资源。公司拟收购国神光电，实现强强联合，依托自身的人才和技术优势，可以迅速进入超快激光领域，并有望抢占超快激光的技术高地。在市场方面，多年以来锐科建立了良好的市场关系和客户资源，这有利于超快激光产品迅速切入市场，获得可观的市场份额。

风险提示

宏观经济波动和中美贸易摩擦导致下游投资缩减。超快激光被广泛应用于材料加工、消费电子、医疗等制造业领域。制造行业受国家宏观经济及产业政策影响较大。如果国内宏观经济出现大幅波动，将有可能导致下游投资规模缩减，影响超快激光行业需求。

产品研发与产业化进度不及预期。超快激光属于技术密集型行业，技术水平的高低直接影响超快激光供应商竞争力的强弱。下游客户对超快激光器高技术及低成本的要求，也促使先进技术不断研发和应用。如果国产超快激光品牌不能根据市场变化提升自身产品实力、或者研发成果产业化落后，将对经营造成不利影响。

免责声明

本报告仅供华泰证券股份有限公司（以下简称“本公司”）客户使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，本公司可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。同时，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成所述证券的买卖出价或征价。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。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。

本公司及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，也可能为之提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权力。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

本公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格，经营许可证编号为：91320000704041011J。

全资子公司华泰金融控股（香港）有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格，经营许可证编号为：A0K809

©版权所有 2019 年华泰证券股份有限公司

评级说明

行业评级体系

一报告发布日后的6个月内的行业涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

增持行业股票指数超越基准

中性行业股票指数基本与基准持平

减持行业股票指数明显弱于基准

公司评级体系

一报告发布日后的6个月内的公司涨跌幅相对同期的沪深300指数的涨跌幅为基准；

一投资建议的评级标准

买入股价超越基准20%以上

增持股价超越基准5%-20%

中性股价相对基准波动在-5%~5%之间

减持股价弱于基准5%-20%

卖出股价弱于基准20%以上

华泰证券研究

南京

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码：210019

电话：86 25 83389999/传真：86 25 83387521

电子邮件：ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码：518017

电话：86 755 82493932/传真：86 755 82492062

电子邮件：ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层
 邮政编码：100032

电话：86 10 63211166/传真：86 10 63211275

电子邮件：ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码：200120

电话：86 21 28972098/传真：86 21 28972068

电子邮件：ht-rd@htsc.com