

证券研究报告

2019年08月21日

行业报告 | 行业深度研究

机械设备 激光器专题： 光纤激光器的切割与焊接市场空间深度探讨

作者：

分析师 邹润芳 SAC执业证书编号：S1110517010004

分析师 曾帅 SAC执业证书编号：S1110517070006

联系人 朱晔 zhuye@tfzq.com



天风证券

[综合金融服务专家]

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

- **核心逻辑：**2018年激光产业中工业加工占到下游总体的比例为45%，根据IPG2018年年报披露，激光切割、焊接是其中最重要的应用领域，2016-2018年切割占总体的比例分别为51%、54%、57%，逐年提升，而焊接三年分别为18%、20%、16%。切割、焊接占据了激光行业的主要市场空间。
- **激光切割：**激光切割主要优势在于单位使用成本低，随着设备价格的大幅下降其经济性凸显；激光切割从薄板往中厚板市场渗透趋势明显，还有至少翻倍以上的空间；就存量角度，根据中国激光产业发展报告（2019）及我们的估算，到2019年底我国切割用激光设备存量为6.99-8.16万台，对于传统切割方式的渗透度为26.26-30.65%，且集中在低功率，1500W—4000W功率激光切割设备渗透率近年有望提高。
- **激光焊接：**激光焊接设备单价较高，主要应用于汽车、电池等高端制造；2018年规模以上金属焊接切割厂商年收入合计达到449亿，而激光焊接对焊接市场渗透度不足30%；作为实现汽车轻量化的重要手段，激光焊接应用率有望从20%提升至60%；受益于动力锂电池厂商扩产，预计2020年该细分市场空间达35亿元；国产替代将成为激光焊接业务的另一个增长点。
- **投资建议：**建议重点关注以切割、焊接为主要应用领域的激光器龙头锐科激光，关注非上市公司创鑫激光、杰普特等。
- **风险提示：**工业激光下游需求不景气；激光器价格竞争激烈；市场渗透提升不及预期。

目录

综述：重点讨论连续/QCW光纤激光器的切割及焊接市场空间

1. 光纤激光器研究框架
2. 激光特性及多应用场景综述

切割：设备单价下降趋势中应用场景向中厚板材料开拓，市场空间有望翻倍

1. 适用领域：工业加工中增长最快的应用领域，占比在50%以上
2. 工作原理：属于热切割方法之一，一般使用激光熔化切割
3. 能力与效率：切割能力因材料而异，切割效率与板材厚度呈“反比”
4. 激光切割：主要优势在于单位使用成本低，设备单价下降经济性凸显
5. 市场空间：设备单价下降促进中厚板市场开拓，空间有望翻倍
6. 市场渗透度：对于传统切割方式的渗透度不足25.95%，集中在低功率

焊接：主要应用于汽车、电池等高端制造，市场渗透+国产替代双轮驱动增长

1. 主要方式：主要有热传导焊、深熔焊、复合焊、钎焊等方式
2. 适用领域：多使用固体、半导体激光器，适用于精密加工、汽车工业等
3. 优势vs劣势：加工范围广、过程简单，但采购成本高
4. 市场渗透度：多应用于高端制造，对焊接市场渗透度不足30%
5. 应用场景一：作为实现汽车轻量化的重要手段，未来应用率将大幅提升
6. 应用场景二：动力电池厂商扩产，预计2020年细分市场空间达35亿元
7. 国产替代：国产替代将成为激光焊接业务的另一个增长点

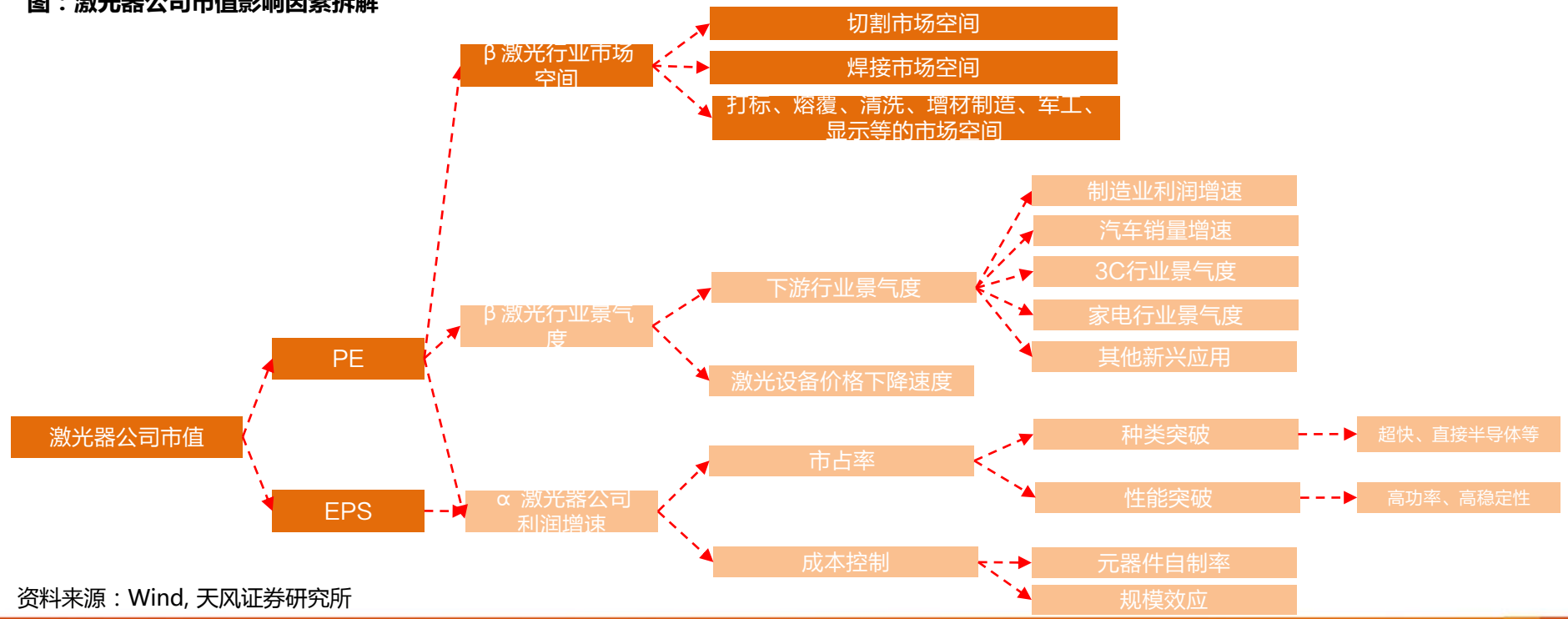


1 综述： 重点讨论连续/QCW光纤激光器的切割及焊接市场空间

1.1. 光纤激光器研究框架

- 光纤激光器行业特点：1) 激光应用性价比日益提高，不断开辟新应用场景；2) 顺周期属性，量价弹性都很大；3) 标准品，行业竞争激烈；4) 成本端的下降幅度很大。
- 以上行业特点在投资时带来的困惑：1) 如何看待激光器的市场空间；2) 如何看待短期市场波动对股价的影响；3) 如何看待竞争格局及国产化空间；4) 如何判断公司成本端的下降幅度，从而判断行业毛利率。
- 本次专题主要讨论：连续/QCW光纤激光器的切割及焊接市场空间。

图：激光器公司市值影响因素拆解



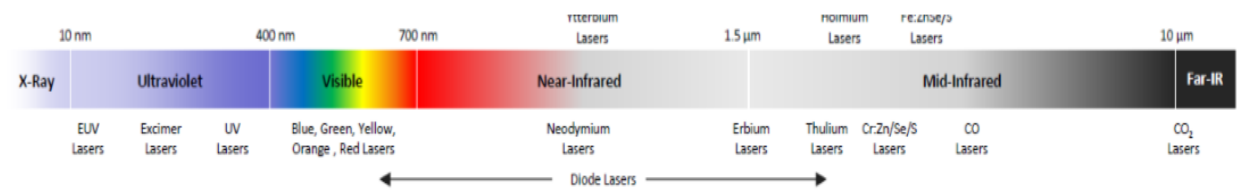
资料来源：Wind, 天风证券研究所

1.2. 激光特性及多应用场景综述

按照波长来划分，光纤激光器属于近红外光。

- 光纤激光器，按照光的波长来划分，一般是从可见光到近红外光（500nm到1.5 μm之间），其特点是：金属对该波长范围内的光吸收能力较强，近红外光适用于金属加工。
- 按照IPG年报指引，激光器正在向低波长延伸，半导体激光器、可见光激光器（蓝光、绿光等）及UV激光器等是其目前主要拓展的产品。
- 光纤激光器的相较于气体激光器、固体激光器而言，优势非常明显，电光效率高、光束质量好，输出功率区间宽，占地面积更小，等等。
- 半导体激光器在光束质量上逊于光纤激光器，电光效率明显更高。

图：不同类型激光器的波长范围



资料来源：IPG官网, 天风证券研究所

图：不同类型激光器的主要性能对比

对比项目	指标说明	CO2 激光器 (气体)	YAG 激光器 (固体)	薄盘激光器 (固体)	光纤激光器	半导体激光器
典型的波长μm	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
典型电光效率%	数值越大，效率越高，耗电越小	10	5	15	30	45
光束质量BPP (4/5kw)	数值越小，光束质量越好	6	25	8	<2.5	10
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
输出光纤μm	数值越小，使用越方便	不可实现	600~800	600~800	20~300	50~800
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 (4/5kw)	数值越小，适应性越好	3m2	6m2	>4m2	<1m2	<1m2
体积	体积越小，适用场合越多	大	最大	较大	非常小	非常小
可加工材料类型	范围越广，加工适用性越好	高反材料如铜、铝不可	高反材料如铜、铝不可	高反材料亦可	高反材料亦可	高反材料亦可

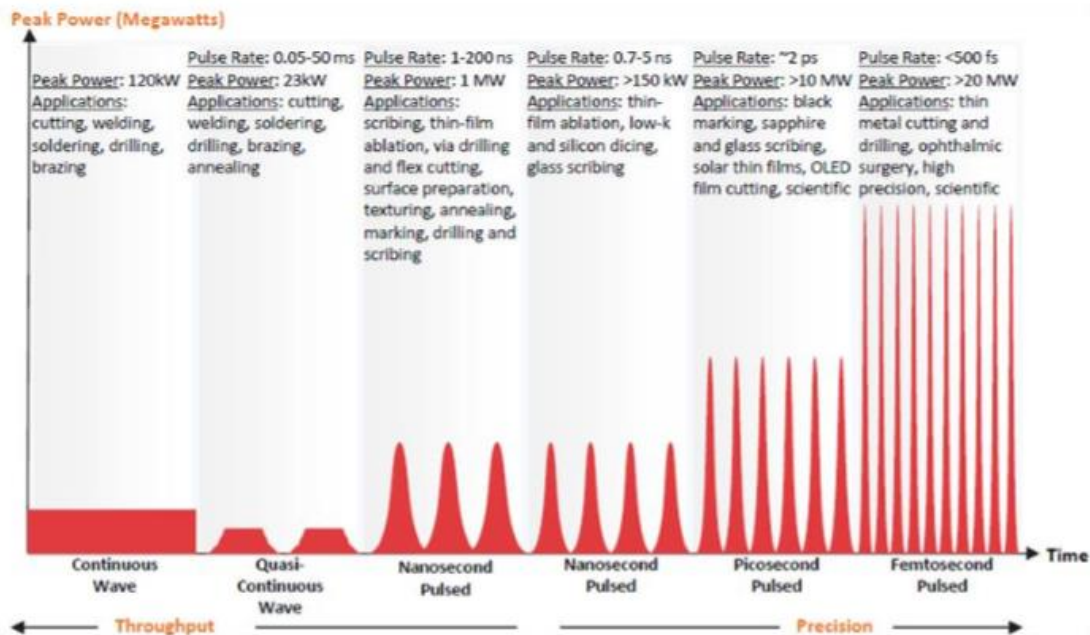
资料来源：创鑫激光招股书, 天风证券研究所

1.2. 激光特性及多应用场景综述

按照工作方式来划分，光纤激光器又可划分为连续出光、脉冲出光。

- **连续激光器**：出光是连续的，峰值功率达到120KW，主要应用在切割、弧焊、钎焊、打孔等等
- **半连续激光器（QCW）**：本质上还是脉冲出光，但是脉宽较长，峰值功率为23KW，主要应用在切割、弧焊、钎焊、打孔、金属淬火（提高金属延展性、降低直流电阻），尤其适合在点焊、缝焊以及钻孔应用领域替代灯泵浦YAG激光器。用途上跟连续激光器有一定重叠。
- **脉冲激光器又可以划分为纳秒、皮秒、飞秒脉冲激光器**
 - **纳秒激光器（脉宽较长）**：峰值功率为1MW，主要应用在薄板的划线、刻蚀，钻孔，表面处理，淬火，打标等。
 - **纳秒激光器（脉宽较短，以下更适用于微观精加工）**：主要用在薄板的淬火、硅片/玻璃的切割等；
 - **皮秒激光器（脉宽达到皮秒级别）**：峰值功率大于10MW，主要用于打黑、蓝宝石/玻璃切割，光伏/OLED切割
 - **飞秒激光器（脉宽达到飞秒级别）**：峰值功率大于29MW,金属薄板切割、钻孔，高精度加工，眼科手术等。

图：按照工作方式来划分，激光又可分为脉冲/连续激光器



资料来源：IPG官网, 天风证券研究所



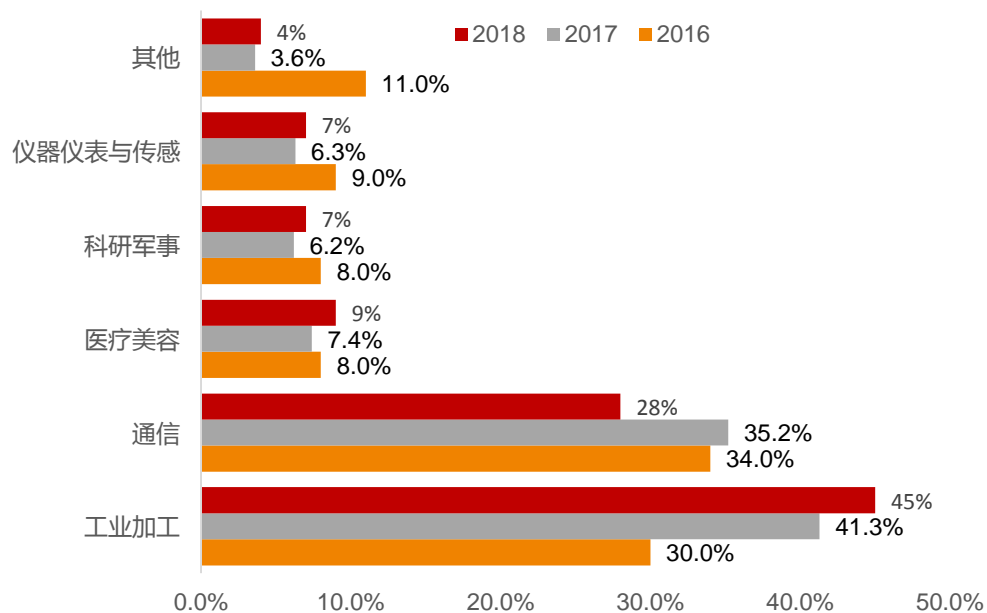
2 切割：
设备单价下降趋势中应用场景向中厚板材料开拓，市场空间有望翻倍

2.1. 适用领域：工业加工中增长最快的应用领域，占比在50%以上

工业加工是过去三年增长最快的应用领域，激光切割又是工业加工中增长最快的应用领域

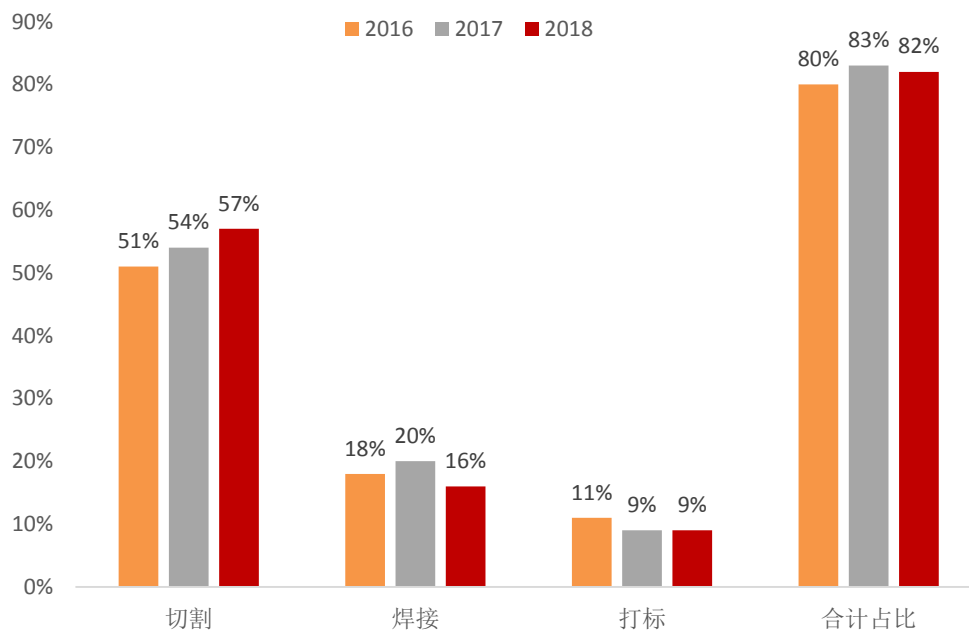
- 根据2019年中国激光产业发展报告，工业加工占下游总体的比例不断快速提升，意味着其为激光应用中增长最快的细分领域。2016-2018年，工业加工占到下游总体的比例分别为30%、41.3%、45%。
- 在工业加工中，激光切割又是增速最快的应用。根据IPG2018年年报披露，激光切割、焊接、打标是最重要的应用领域，2016-2018年合计占比达到80%、83%、82%，其中切割占总体的比例分别为51%、54%、57%，逐年提升，而焊接三年分别为18%、20%、16%，打标分别为11%、9%、9%。

图：工业加工是过去三年激光应用领域的主要增长领域



资料来源：2019中国激光产业发展报告, 天风证券研究所

图：IPG切割、焊接、打标三种应用的占比



资料来源：IPG年报, 天风证券研究所

2.2. 工作原理：属于热切割方法之一，一般使用激光熔化切割

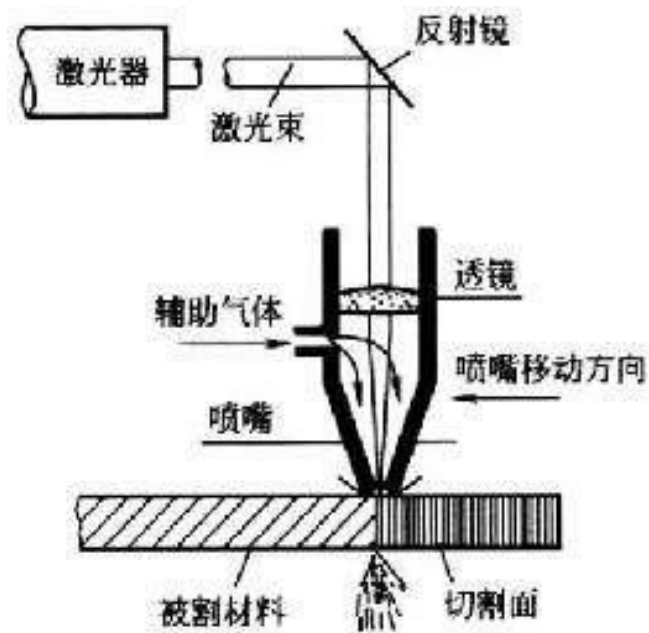
- **激光切割原理：**利用经聚焦的高功率密度激光束照射工件，使被照射的材料迅速熔化、汽化、烧蚀或达到燃点，同时借助与光束同轴的高速气流吹除熔融物质，从而实现将工件割开。激光切割属于热切割方法之一。
- 一般使用激光熔化切割（相对于激光汽化切割）：激光熔化切割时，用激光加热使金属材料熔化，喷嘴喷吹辅助气体（O₂、He、N₂等），依靠气体的强大压力使液态金属排出，形成切口。所需能量只有汽化切割的1/10。

图：激光切割图示



资料来源：海商网，天风证券研究所

图：激光切割原理



资料来源：鸿镭激光，天风证券研究所

2.3. 能力与效率：切割能力因材料而异，切割效率与板材厚度呈“反比”

激光切割的能力及效率

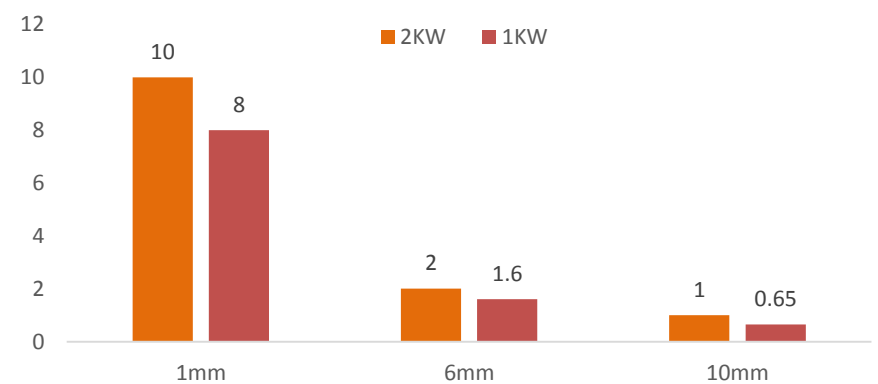
- 按照切割能力来分，激光切割在各个功率段上对于不同金属材料存在能力极限。以3KW为例，其对于不锈钢、碳钢、黄铜、铝板的切割极限分别为14mm、20mm、8mm、8mm；6KW针对以上四种材料的切割极限为30mm、25mm、20mm、20mm；
- 按照切割效率来分，激光切割的效率随着板材厚度的提高下降迅速。例如：对于1KW的激光器而言，其切割1mm碳钢板材效率为8m/min，而切割6mm碳钢板材效率仅为1.6m/min，切割10mm碳钢板效率仅为0.65m/min。

图：激光切割针对不同材料的切割能力（上限）

功率	不锈钢（切割厚度）	碳钢（切割厚度）	黄铜（切割厚度）	铝板（切割厚度）
750W	8mm	10mm	2mm	2mm
1000W	10mm	14mm	4mm	4mm
1500W	10mm	16mm	5mm	5mm
2000W	10mm	18mm	6mm	6mm
3000W	14mm	20mm	8mm	8mm
4000W	16mm	25mm	20mm	20mm
6000W	30mm	25mm	20mm	20mm
8000W	30mm	25mm	22mm	22mm
10000W	40mm	30mm	25mm	25mm

资料来源：百超迪能官网, 天风证券研究所

图：2KW/1KW处理6mm以上碳钢速度迅速降低（单位：米/min）



资料来源：奥凌智能官网, 天风证券研究所

图：IPG高功率的激光切割效率

IPG高功率的切割能力（以YLS机型为例）	材料	厚度 (mm)	辅助气体	切割速度 (m/min)
2000	不锈钢	1	氮气	24
2000	不锈钢	6	氮气	1.5
2000	碳钢	1	氧气	33
2000	碳钢	16	氧气	0.42
3000	不锈钢	1	氮气	55
3000	不锈钢	10	氮气	1
3000	碳钢	1	氧气	45
3000	碳钢	20	氧气	0.7
4000	不锈钢	1	氮气	65
4000	不锈钢	14	氮气	0.8
4000	碳钢	1	氧气	50
4000	碳钢	22	氧气	0.8

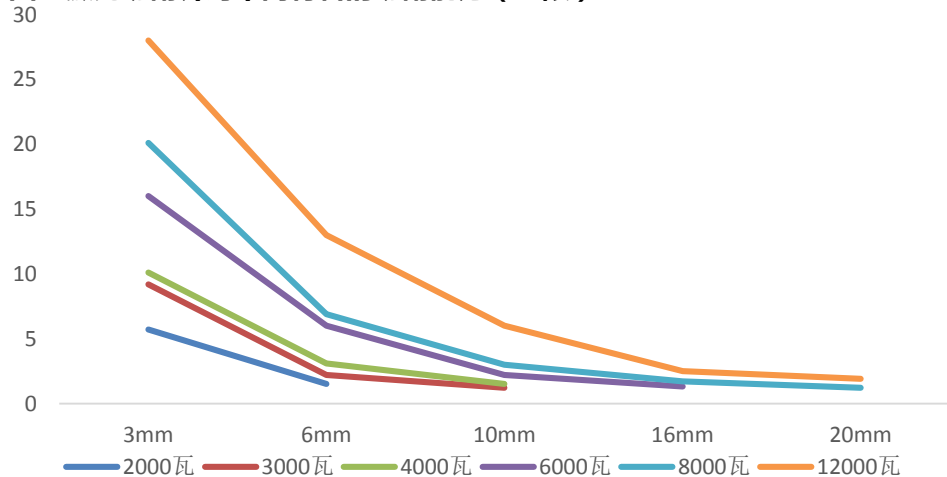
资料来源：IPG, 天风证券研究所

2.4. 激光切割：主要优势在于单位使用成本低，设备单价下降经济性凸显

以碳钢为例，不同厚度下的切割方式经济性探讨：

- **激光切割的特性：**在板材厚度提高的情况下，切割速度大幅下降。如果是使用单个激光器与等离子切割对比，速度并不占优。以IPG 3KW激光器为例，其处理6mm不锈钢速度为2.2m/min，而等离子切割为3m/min；其处理10mm不锈钢速度为1m/min，等离子切割为1.8m/min。
- **激光切割的优势：**单位使用成本极低。尽管在中厚板材上，单个激光切割速度不占优势，但是其使用成本低（耗材少、辅助气体成本低、省电），当产品价格降低到一定程度时，全寿命成本低的优势将发挥出来。

图：激光切割针对不同材料的切割能力（上限）



资料来源：百超迪能官网, 天风证券研究所

图：不同切割方式的运营成本对比

(美元)	二氧化碳激光	高精细等离子	单一气体等离子	火焰	光纤激光
耗材	0.7	9	6.6	0.06	0.35
电力	0.5	2.5	3	0	0.1
部件和维护 气体	21	0	0	0	0
	0.70	3.90	1.50	6.2	0.30
运营成本/小时	22.9	15.4	11.1	6.26	0.8

资料来源：百超迪能官网, 天风证券研究所

图：不同切割方式的速度对比

材料	厚度 (mm)	3000W激光切割速度 (m/min)	等离子切割速度
不锈钢	6	2.2	3
不锈钢	10	1	1.8

资料来源：百超迪能官网, 天风证券研究所

图：不同切割方式的速度对比

激光类型	材料	厚度 (mm)	激光切割速度 (m/min)	等离子切割速度
3000	碳钢	20	0.7	1.3
4000	不锈钢	14	0.8	1.2
4000	碳钢	22	0.8	1

资料来源：奥凌智能官网, 天风证券研究所

2.4. 激光切割：主要优势在于单位使用成本低，设备单价下降经济性凸显

以不锈钢/碳钢为例，不同厚度下的切割方式经济性探讨：

- 4mm及以下（薄板）：激光更胜一筹，用1000W-2000W即可，效率高，单位成本低。
- 4-20mm（中板）：如表-1/2/3，2018年及之前设备单价太贵，经济性较差，本年度经济性逐渐凸显（使用2年激光切割成本将低于等离子切割机），3000W激光器降到15万元左右\4000W如降到25万元左右，需求将进一步扩张。
- 20mm-60mm（厚板）：如表-4，目前4000W能够处理的厚板极限是碳板25mm，25mm以上的厚板只能依靠6000W及以上功率的产品，经济性偏弱。
- 60mm以上（特厚板）：10KW以下激光切割机不具备加工该类厚度钢材的能力。
- 激光切割在碳钢中的普及程度估计高于不锈钢，因为超过2mm之后，激光加工碳钢效率高于不锈钢。

图：超过2mm之后，激光加工碳钢的效率高于不锈钢

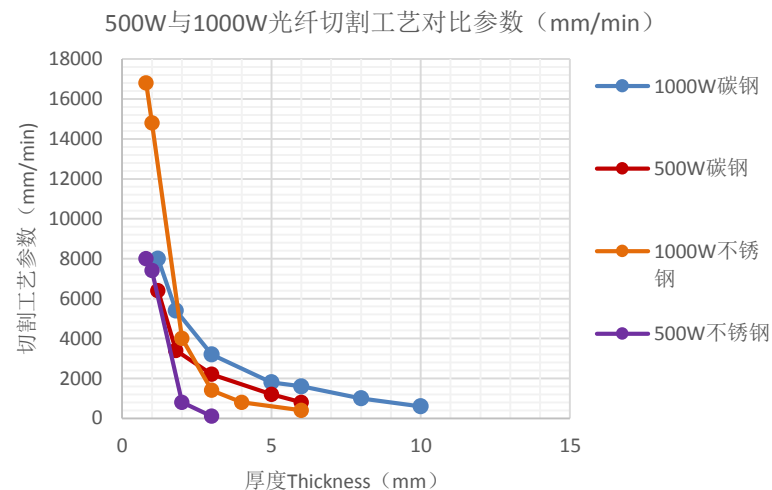


表-1：6mm不锈钢等离子切割vs3000W激光器比较

6mm不锈钢	等离子切割机	3000W激光器 (2019)	3000W激光器 (2018)
数量 (个)	1	1.5	1.5
单价 (万元)	20	45	80
单位成本 (元/小时)	77.7	8	8
使用5000小时成本 (1年)	58.85	73.5	126
使用1万小时成本 (2年)	97.7	79.5	132

表-2：14mm不锈钢等离子切割vs4000W激光器比较

14mm不锈钢	等离子切割机	4000W激光器 (2019)	4000W激光器 (2018)
数量 (个)	1	1.5	1.5
单价 (万元)	30	60	100
单位成本 (元/小时)	77.7	8	8
使用5000小时成本 (1年)	68.85	96	187.2
使用1万小时成本 (2年)	107.7	102	194.4

表-3：10mm不锈钢等离子切割vs3000W激光器比较

10mm不锈钢	等离子切割机	3000W激光器 (2019)	3000W激光器 (2018)
数量 (个)	1	1.8	1.8
单价 (万元)	20	45	80
单位成本 (元/小时)	77.7	8	8
使用5000小时成本 (1年)	58.85	88.2	151.2
使用1万小时成本 (2年)	97.7	95.4	158.4

表-4：22mm碳钢等离子切割vs4000W激光器比较

22mm碳钢	等离子切割机	4000W激光器 (2019)	4000W激光器 (2018)
数量 (个)	1	1.25	1.25
单价 (万元)	30	60	100
单位成本 (元/小时)	77.7	8	8
使用5000小时成本 (1年)	68.85	80	130
使用1万小时成本 (2年)	107.7	85	135

2.5. 市场空间：设备单价下降促进中厚板市场开拓，空间有望翻倍

激光切割空间：从薄板向中厚板市场渗透

- 根据上述分析，我们可以基本判断出激光切割在处理钢材上目前所处的位置：薄板市场（0.2-4mm）激光加工优势非常明显，以激光为主导；中板市场激光加工经济性从本年度开始逐步凸显，当3000W、4000W激光器价格进一步降低后，中板市场将持续被打开；厚板市场在20-25mm这一范围内激光器的优势伴随着单价的下降有望显现；25mm及以上的厚板、特厚板由于激光加工的局限性短期较难被打开。
- 根据国家统计局数据，我国工业用钢板产量按照比例划分：薄板（热轧/冷轧）、中板、厚板、特厚板比例分别在2017年分别为38.19%、31.95%、23.34%、6.53%，激光从薄板往中厚板市场渗透还有至少翻倍以上的空间。

图：激光切割针对不同材料的切割能力（上限）

类型	产量:特厚板: 累计值(万吨, 下同)	产量:厚钢板: 累计值	产量:中板:累 计值	产量:热轧薄板: 累计值	产量:冷轧薄板: 累计值	合计	特厚板占比	厚板占比	中板占比	热轧薄板占比	冷轧薄板占比
厚度	60mm	20mm-60mm	4mm-20mm	0.2mm-4mm	0.2mm-4mm		60mm	20mm-60mm	4mm-20mm	0.2mm-4mm	0.2mm-4mm
2005/12/31	242.53	1080.20	1862.43	328.64	817.81	4331.62	5.60%	24.94%	43.00%	7.59%	18.88%
2006/12/31	324.73	1310.97	2387.12	557.20	1314.56	5894.58	5.51%	22.24%	40.50%	9.45%	22.30%
2007/12/31	431.30	1772.60	3037.10	900.50	1563.80	7705.30	5.60%	23.00%	39.42%	11.69%	20.30%
2008/12/31	422.80	2021.00	3526.90	559.10	1599.00	8128.80	5.20%	24.86%	43.39%	6.88%	19.67%
2009/12/31	474.60	1874.90	3487.60	576.90	1641.10	8055.10	5.89%	23.28%	43.30%	7.16%	20.37%
2010/12/31	481.70	2223.60	4241.70	619.70	2244.20	9810.90	4.91%	22.66%	43.23%	6.32%	22.87%
2011/12/31	617.90	2603.60	4123.70	967.00	2592.30	10904.50	5.67%	23.88%	37.82%	8.87%	23.77%
2012/12/31	537.05	2340.97	3802.99	792.41	2561.93	10035.36	5.35%	23.33%	37.90%	7.90%	25.53%
2013/12/31	663.72	2398.85	3812.46	730.81	3031.68	10637.52	6.24%	22.55%	35.84%	6.87%	28.50%
2014/12/31	727.02	2638.45	4000.91	815.73	3709.77	11891.88	6.11%	22.19%	33.64%	6.86%	31.20%
2015/12/31	770.50	2542.50	4019.90	777.60	3820.80	11931.30	6.46%	21.31%	33.69%	6.52%	32.02%
2016/12/31	766.50	2553.92	3598.66	1140.62	3858.90	11918.60	6.43%	21.43%	30.19%	9.57%	32.38%
2017/12/31	729.67	2608.59	3570.60	990.89	3277.30	11177.05	6.53%	23.34%	31.95%	8.87%	29.32%

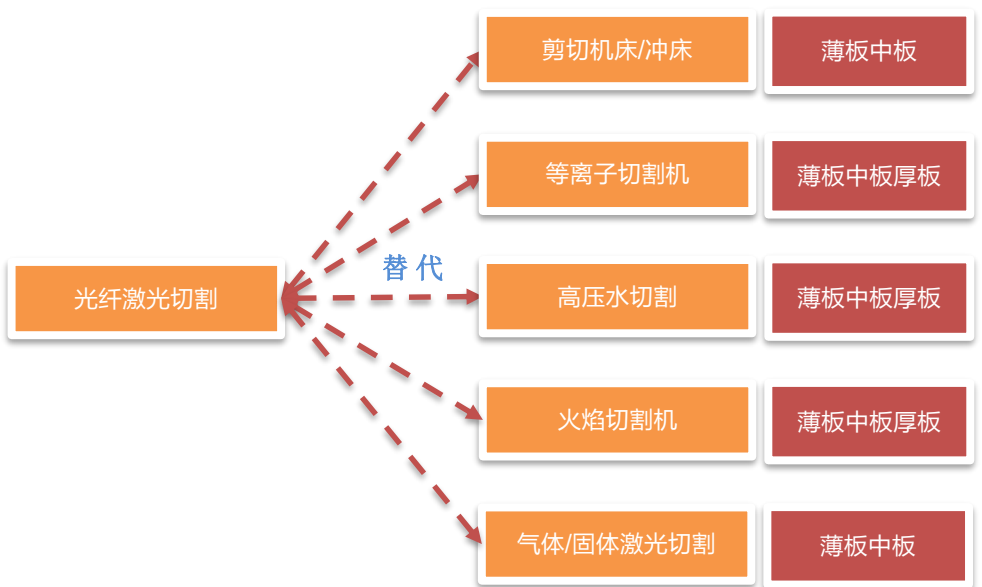
资料来源：国家统计局, 天风证券研究所

2.6.市场渗透度：对于传统切割方式的渗透度不足25.95%，集中在低功率

激光加工渗透度：从激光器数量角度来看

- 从激光切割加工材料的厚度来看，我们认为激光切割正处在从薄板往中厚板过渡的阶段，仍有翻倍以上的空间。
- 第二个角度：从光纤激光器本身对于传统切割设备的替代角度来看，空间有多大呢？
- 光纤激光切割可替代的范围很宽：1) 替代冷切割：金属成形机床中的剪切机床、剪板机、冲床等；2) 替代热切割：对等离子切割机、高压水切割、火焰切割、气体/固体激光切割等均能实现不同程度的替代。
- 我们估算了国内光纤激光器用于切割用途的存量：根据2019年中国激光产业发展报告，2013-2019E国内光纤激光器销量合计为11.65万个，其中高功率（1500W以上）占比仅为20.8%，国产高功率仅占到5.83%。参考IPG收入结构（切割占比57%），假设切割用激光器占比为60~70%，则切割激光器到2019年底市场存量为**6.99~8.16万个**，且以1500W以下为主。

图：光纤激光切割机不同程度上代替剪切机床/等离子切割机/高压水切割等



图：国内光纤激光器用于切割用途的存量（2013-2019E）

单位：个	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019E	合计	占比
中功率（100-1500W）									
国产	200	800	1800	7600	10000	12500	15500	48400	41.54%
进口	1000	2200	2500	5400	8500	11500	12800	43900	37.67%
高功率（1500W以上）									
国产	5	15	60	210	500	2000	4000	6790	5.83%
进口	620	1185	1440	2990	4200	3800	3200	17435	14.96%
合计								116525	
假设切割用激光器比例为60%~70%								69915~81568	

资料来源：垂直机械网，天风证券研究所

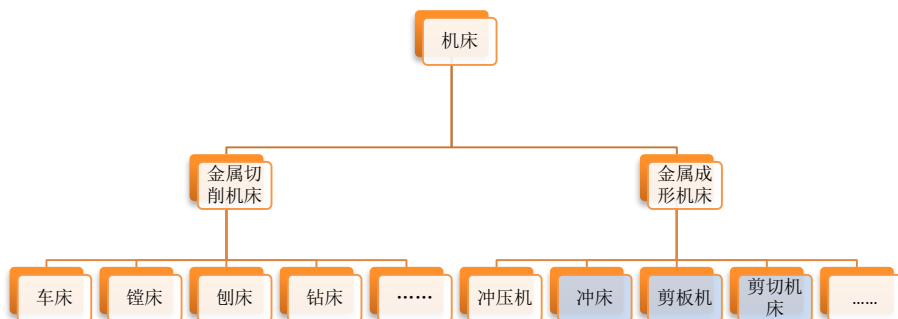
2.6. 市场渗透度：对于传统切割方式的渗透度不足25.95%，集中在低功率

激光加工渗透度：从激光设备与切割焊接设备市场空间来看

➤ 冷切割设备存量估算

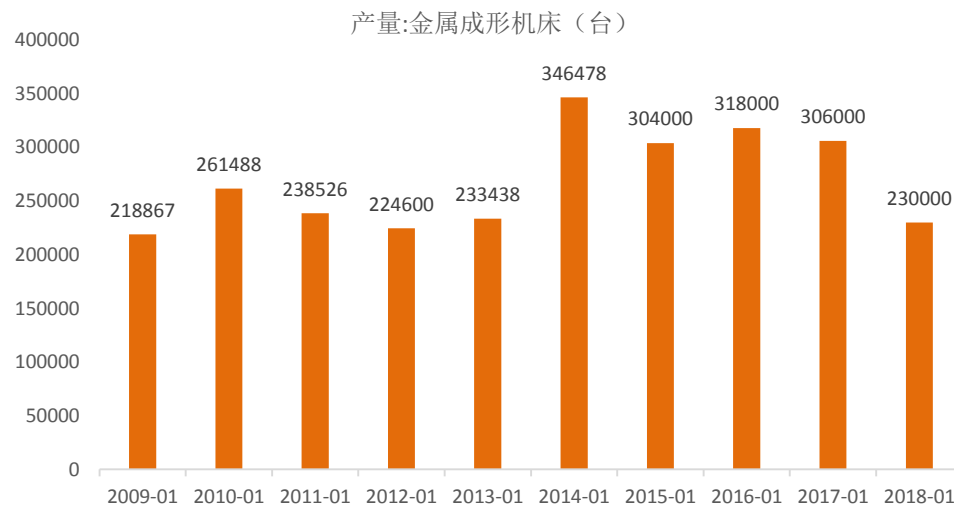
- 激光切割主要可以替代金属成形机床中的冲床、剪板机、剪切机床等传统产品
- 目前开始逐步替代金属切削机床（功能复杂）的粗加工功能，例如钻床、镗床、刨床等的前道加工工艺；
- 激光切割相对冲床/剪板机/剪切机床优势在于无需开模（柔性化程度高）、切面精细无需再加工、可用于曲面加工、较为复杂的切割加工
- 根据中国机床行业统计年鉴，冲床、剪板机、剪切机床这三类机床占全部金属成形机床的比例约为**6.2%**
- 假设冲床等的使用寿命为10年，则以最近10年的金属成形机床市场产量合计作为市场存量，以6.2%作为占比，得到激光切割理论可替代市场空间为16.62万台。

图：激光切割可替代冲床、剪板机、剪切机床的功能



资料来源：中国机床工具工业年鉴，天风证券研究所

图：激光切割可替代冲床、剪板机、剪切机床的功能



资料来源：Wind, 天风证券研究所

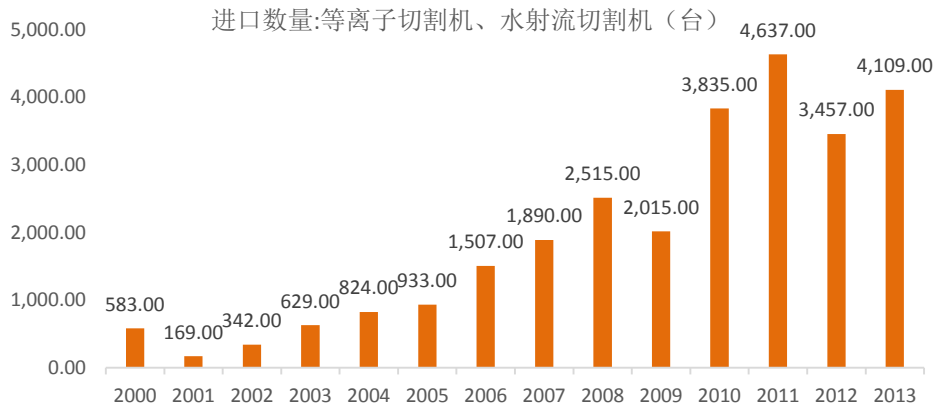
2.6. 市场渗透度：对于传统切割方式的渗透度不足25.95%，集中在低功率

激光加工渗透度：从激光设备与切割焊接设备市场空间来看

➤ 热切割（非激光）设备存量估算

- 传统热切割设备主要包括火焰切割机（手动/自动/半自动）、等离子切割（手动/自动/半自动）、氢氧切割机（类似于火焰）、水刀、CO2激光切割机等；测算未考虑手动设备，虽然年产量达到数十万、但单价低廉、较难被激光替代
- 等离子切割机是从2010年开始进口数量大幅增长，成为重要切割方式；
- 根据中国焊接协会数据，2006年各类传统热切割设备产量合计约为2万台，我们在此基础上进行估算：假设单位碳钢需要的热切割加工量不变，到2016年碳钢产量翻倍，则热切割设备数量翻倍，约为4万台；
- 在所有传统热加工切割设备中，等离子效率最高，CO2次之，火焰、水刀再次之，按照效率折算系数计算，2016年切割设备数量折合为1.02万台左右的数控等离子切割机。
- 假设折旧期为10年，则市场热切割设备存量约为**10万台**

图：激光切割可替代冲床、剪板机、剪切机床的功能



资料来源：2019中国激光产业发展报告, 天风证券研究所

表：各类传统热切割设备的数量估算值（2006年为历史数据，2016年为估算值）

	碳钢产量	火焰切割机 (自动)	火焰切割机 (半自动)	数控等离子	半自动等离子	氢氧切割机	水刀	CO2切割机	热切割设备合计
2006年产量 (台)	5894.6	2000	5000	1500	10000	1000	600	100	20200
2016年产量 (台)	11918.6	4000	10000	3000	20000	2000	1200	200	40400
2016相较于2006年的倍数	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

表：火焰/水刀/CO2的效率折算系数

碳钢板厚	火焰切割速度(单位: m/min, 下同)	等离子切割速度	水刀切割速度	CO2切割速度
12mm	0.5	2.7	0.2	0.8
折算系数	0.19	1.00	0.07	0.30

表：如均折算为数控等离子切割，对于热切割设备数量的估算

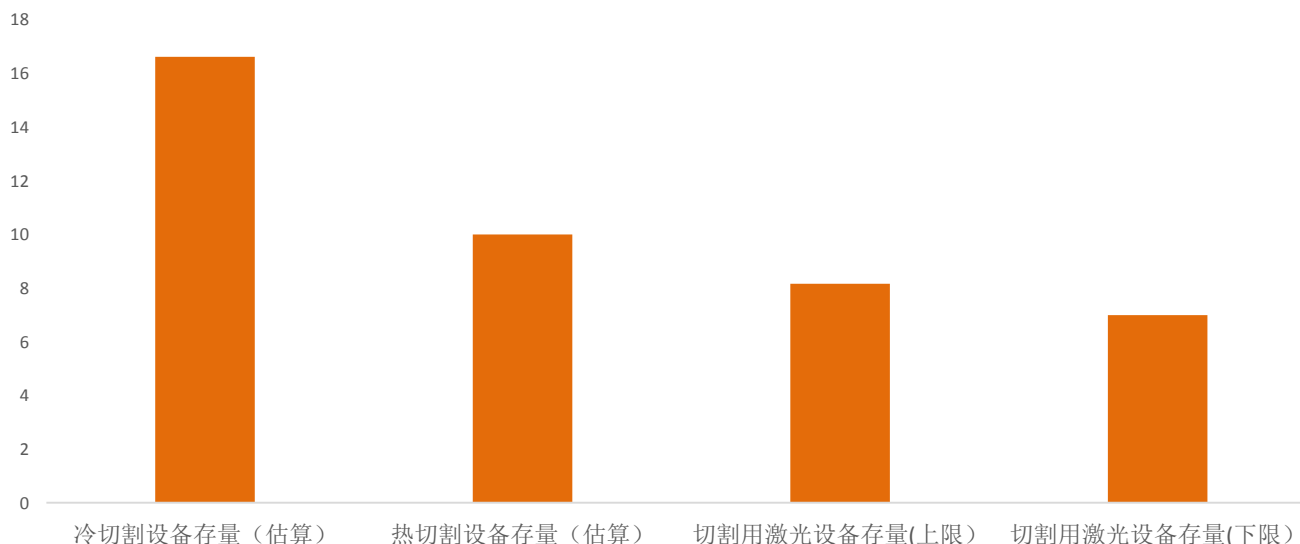
	火焰切割机 (自动)	火焰切割机 (半自动)	数控等离子	半自动等离子	氢氧切割机	水刀	CO2切割机	热切割设备合计
2016年产量 (台)	4000	10000	3000	20000	2000	1200	200	40400
折算系数	0.19	0.19	1.00	0.20	0.19	0.07	0.30	
折合成数控等离子	760.00	1900.00	3000.00	4000.00	380.00	84.00	60.00	10184.00

2.6.市场渗透度：对于传统切割方式的渗透度较低，集中在低功率

激光加工渗透度：从激光设备与切割焊接设备市场空间来看

- 根据我们的估算，我国冷切割设备存量约为16.62万台，热切割设备存量约为10万台
- 而根据中国激光产业发展报告（2019）及我们的估算，到2019年底我国切割用激光设备存量为7~8.16万台
- 不考虑效率差异，激光对于传统切割方式的渗透度约26.26%~30.65%；
- 而激光切割在中厚板场景下效率逊于等离子切割设备，因此实际渗透度可能低于上述估算值；
- 由于在激光切割设备中，高功率（1500W以上）占比仅为20.8%，高功率对于传统中厚板切割方式的渗透度更低。

图：冷切割、热切割、激光切割设备存量对比（单位：万台）



资料来源：2019中国激光产业发展报告,中国机床行业统计年鉴，中国焊接协会焊割专业委员会，天风证券研究所



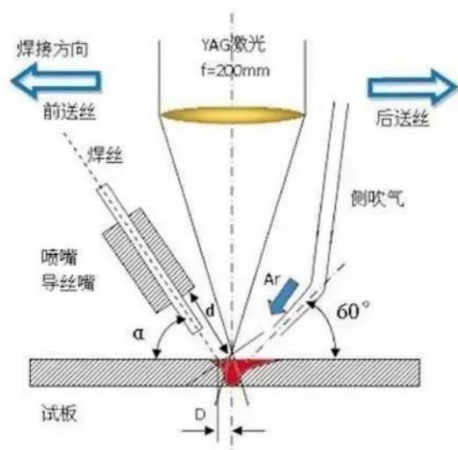
3 焊接：
主要应用于汽车、电池等高端制造，市场渗透+国产替代双轮驱动增长

3.1. 主要方式：主要有热传导焊、深熔焊、复合焊、钎焊等方式

激光焊接主要方式及原理：

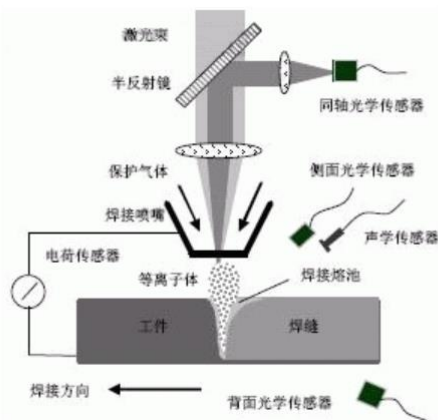
- **热传导焊和深熔焊：**前者的热量通过热传递向工件内部扩散，只在焊缝表面产生熔化现象，工件内部没有完全熔透，基本不产生汽化现象，多用于低速薄壁材料的焊接；后者不但完全熔透材料，还使材料汽化，形成大量等离子体，由于热量较大，熔池前端会出现匙孔现象。深熔焊能够彻底焊透工件，且输入能量大、焊接速度快，是目前使用广泛的激光焊接模式。
- **新型方式：复合焊，例如激光与电弧焊复合焊（包括激光MIG复合焊、激光TIG复合焊等）、双光束焊接等：**速度快，热变形小，热影响区域小，并且确保了焊缝的金属结构与机械属性。
- **钎焊：**指低于焊件熔点的钎料和焊件同时加热到钎料熔化温度后，利用液态钎料填充固态工件的缝隙
- **点焊：**采用焊接中的熔融焊接,通过激光光束的能量聚集,辐照在要焊接的区域,使相连的接触面牢固的焊连

图：热传导焊接图示



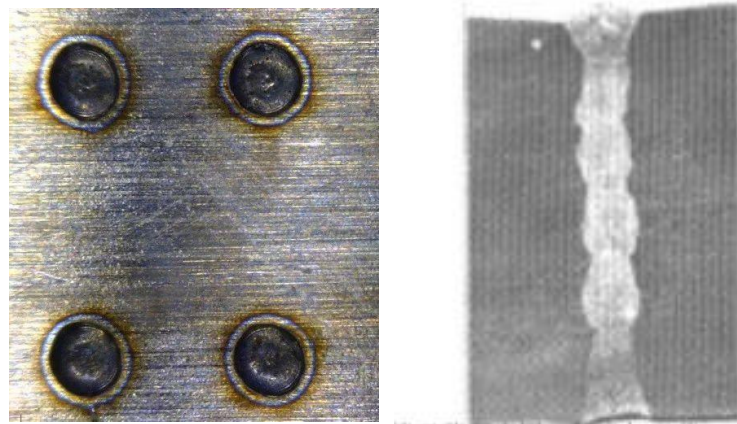
资料来源：贤集网，天风证券研究所

图：深熔焊图示



资料来源：贤集网，天风证券研究所

图：点焊vs填丝焊示意图



资料来源：锐科激光，天风证券研究所

3.2. 适用领域：多使用固体、半导体激光器，适用于精密加工、汽车工业等

激光焊接的适用场景及行业

- 热传导焊接主要用于精密加工，例如金属薄片可见边缘加工、医疗技术等；
- 深熔焊、钎焊主要用于汽车工业，其中深熔焊用于车身、变速器、外壳等；钎焊主要用于车身焊接；
- 激光传导焊接可以处理非金属，适用范围宽阔，可用于消费品、汽车工业、电子外壳、医疗技术等；
- 复合焊接主要适用于特种钢构造，例如船甲板
- 激光焊接使用的激光器一般为固体激光器（包含光纤激光器，连续/脉冲/QCW）以及半导体激光器，CO2激光器也有所使用

表：激光工艺介绍

项目	热传导焊接	深熔焊	复合焊接	钎焊	激光传导焊接
工作原理	激光束在表面熔化相配零件，熔融材料混合并凝固	极高的强度导致了延伸到材料深处的锁眼的形成，产生又深又窄的焊缝	激光焊接和MAG焊接，MIG焊接，WIG焊接或者等离子焊接的组合	激光束加热相配零件，从而熔化焊料。熔融的焊料流入到接缝，连接相配零件	激光束通过透射的相配零件，熔化另外一份吸收激光的零件。当焊接形成时相配零件是夹紧的
使用激光器	主要是固体激光器（连续和脉冲），半导体激光器	主要是CO2激光器，连续的固体激光器	CO2激光器，连续固体激光器	连续固体激光器，半导体激光器	半导体激光器，连续固体激光器
焊接材料	钢、不锈钢、还有钛、铜、铜合金、贵金属	钢、不锈钢、铝、钛	主要是钢和铝	钢和铝	塑料：热塑性塑料、热塑性弹性体 材料性能：吸附度、传输率、散射；激光功率、光束形状和直径、进给功率、沿着焊缝的热量输入
重要工艺参数	激光功率、功率密度、焊接速度或者脉冲持续时间、工件上光束直径、保护气体	激光功率、功率密度、焊接速度、聚焦直径、活跃气体和保护气体、填充剂（如需）	填充剂、激光功率、功率密度、焊接速度、活跃气体和保护气体、辅助装置参数	钎焊材料、激光功率、进给功率、工件上的光束直径	
聚焦直径	0.3-1mm	0.1-0.6mm	0.3-0.6mm	0.5-3mm	1-2mm
重要质量标准	冶金性能、无缺陷、可见边缘上的光滑表面、一致性	冶金性能、无缺陷、所需的宽度和深度、低热量输入和畸变	冶金性能、无缺陷、一致性	光滑和无孔的焊接表面、强度、熔合、一致性	强度、一致性、不渗透性
机械和系统	手动工作站、基于坐标的激光设备、机器人	基于坐标的激光设备、机器人、远程激光焊接单元	基于坐标的激光设备、机器人	主要是机器人	扫描光学系统、基于坐标的激光设备、机器人
应用	金属薄片可见的边缘加工；电子学和精密工程中的焊点；医疗技术	汽车车身和变速器制造、外壳、管和轮廓	特种钢构造，例如，船甲板	主要是汽车车身	日用消费品、汽车工业、电子外壳、医疗技术

资料来源：联赢激光招股说明书，天风证券研究所

3.3. 优势vs劣势：加工范围广、过程简单，但采购成本高

激光焊接优劣势

- 激光焊接、电子束焊接是比较先进的焊接方式，而电阻焊、电弧焊是比较传统的焊接方式；
- 激光焊接相对于传统焊接的优势在于：1) 可加工金属、非金属，2) 焊接深宽比更大、功率密度更高，热形极小；3) 单面焊接利于降低材料使用量、减轻重量；
- 激光焊接相对于电子束焊接的优势在于：过程简单，不需要真空环境、不需要消磁；
- 激光焊接的主要缺点在于：1) 目前设备一次采购成本高；2) 目前不适合加工20mm以上厚度的材料；3) 目前不适合加工大焊缝的情况。

表：激光焊接与其他焊接方式对比

焊接方法	材料	深宽比	功率密度 (W/cm ²)	热形变	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	质量高，但是过程复杂，需要真空和消磁

资料来源：联赢激光招股说明书，天风证券研究所

3.4. 市场渗透度：多应用于高端制造，对焊接市场渗透度不足30%

激光焊接成本较高，决定了其自上而下渗透

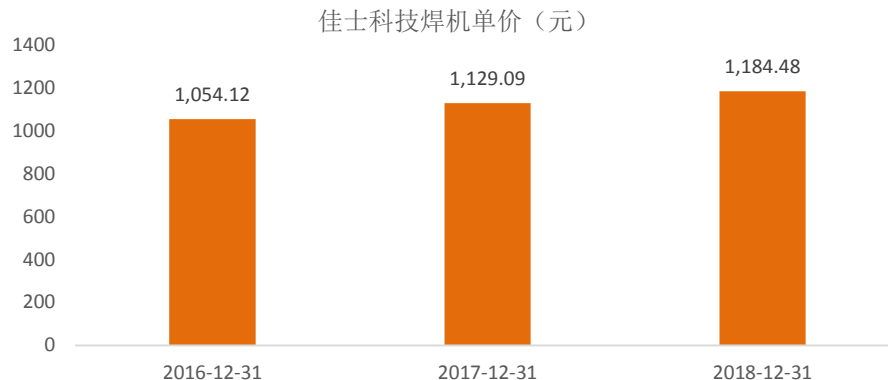
- 激光焊接最大的问题是相较于传统焊接方式，成本比较高
- 激光焊接代表企业联赢激光的设备单价：如果是成套设备（集成机器人、自动上下料等），设备单价是数十万到上百万不等；如果是激光焊接机，单价为20万以上；
- 而传统焊机代表企业佳士科技、上海沪工设备单价：根据沪工招股说明书，其手动焊机单价为1300-1400元左右，气体保护焊机（更先进的产品）单价在3500-4000元左右；
- 因而，激光焊接目前更多地应用于汽车/电池/精密金属加工/光通讯等。

表：联赢激光焊接设备单价

项目	2018	2017	2016
激光焊接成套设备（万元）	79507.98	52502.16	31339.09
其中：数量（套）	544	664	541
单价（万元/套）	146.15	79.07	57.93
激光器及激光焊接机（万元）	6305.19	8543.17	6494.91
其中：数量（套）	227	317	274
单价（万元/套）	27.78	26.95	23.7
工作台（万元）	5922.83	6278.55	900.1
其中：数量（套）	118	120	52
单价（万元/套）	50.19	52.32	17.31

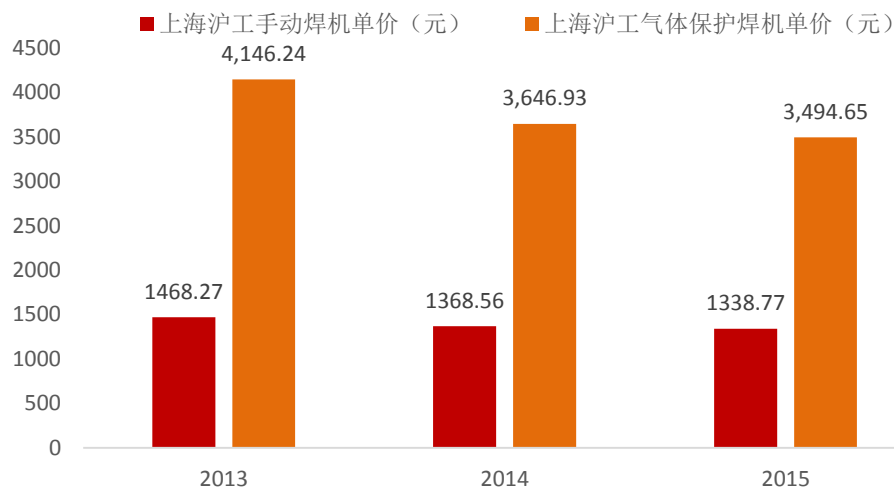
资料来源：联赢激光招股说明书，天风证券研究所

图：佳士科技焊接设备单价



资料来源：佳士科技年报，天风证券研究所

图：上海沪工焊机设备单价



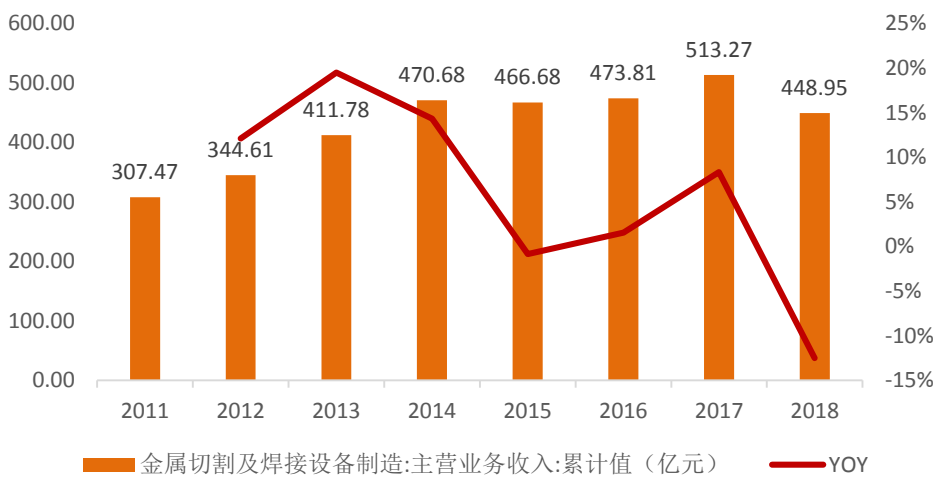
资料来源：上海沪工招股说明书，天风证券研究所

3.4.市场渗透度：多应用于高端制造，对焊接市场渗透度不足30%

焊接市场空间大，激光焊接占比较小

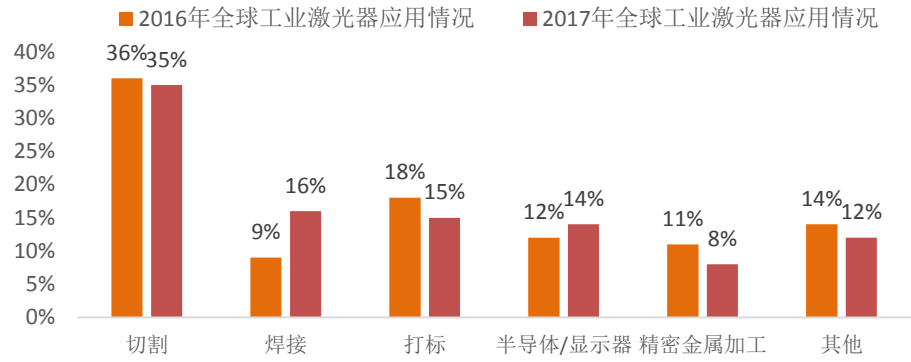
- 焊接市场空间广阔，根据国家统计局数据，规模以上金属焊接切割厂商年收入合计达到449亿（2018年）；
- 而我国激光焊接市场目前的体量较小。参考中国激光产业发展报告2019，激光加工设备市场在2018年达到605亿；参考strategies unlimited，2017年激光焊接占整体工业激光器应用的比例为16%。则估算激光焊接设备的体量约为97亿元(由于激光焊接在国外汽车产业应用更为普遍，因而这一估算可能偏高)；
- 激光焊接对传统焊接的渗透度不足30%。

表：金属焊接切割设备厂商历年收入（亿元，收入2000万元规模以上企业）



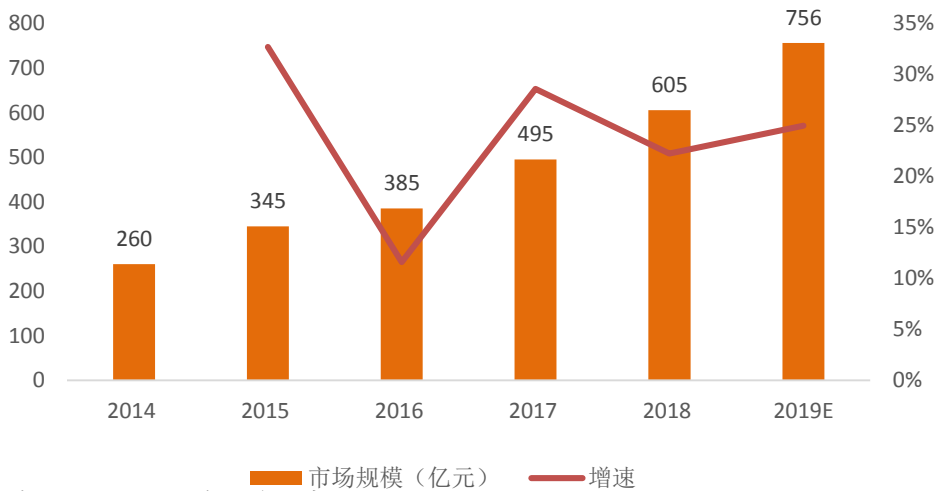
资料来源：国家统计局，天风证券研究所

图：按用途分全球工业激光器应用情况



资料来源：strategies unlimited，天风证券研究所

表：我国激光加工设备市场规模（亿元）



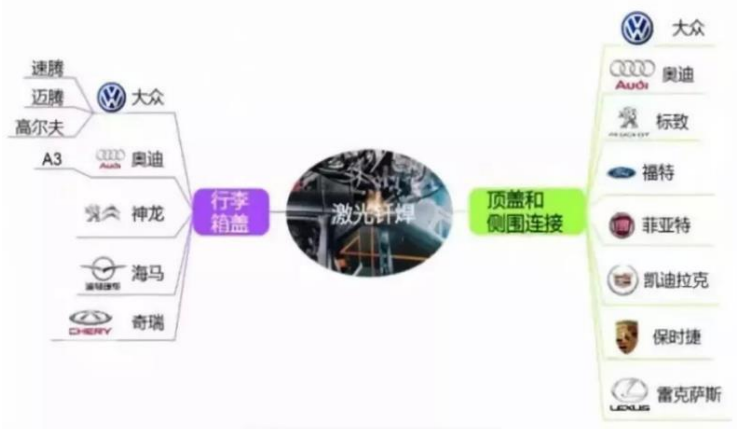
资料来源：中国激光产业发展报告2019，天风证券研究所

3.5.应用场景一：作为实现汽车轻量化的重要手段，未来应用率将大幅提升

激光焊接主要应用场景之一：汽车

- 在汽车工业，激光焊接通常被应用于车身焊接的关键工位以及对工艺有特殊要求的部位，如：用于车顶与侧围外板焊接能解决焊接强度、效率、外观及密封性的问题；用于后盖焊接可解决直角搭接问题；用于车门总成的激光拼焊可有效提高焊接质量及效率。
- **激光钎焊：**用于顶盖及侧围的连接、行李箱盖等，大众、奥迪、标致、福特、菲亚特、凯迪拉克等均在使用；
- **激光自熔焊：**用于顶盖及侧围、车门灯等，大众、福特、通用、沃尔沃等应用较多；
- **激光远程焊接：**其使用机器人+振镜、进行远程光束定位+焊接，其优势在于相对于传统激光加工定位时间大大缩短、效率更高。目前已逐步在欧美实现推广。

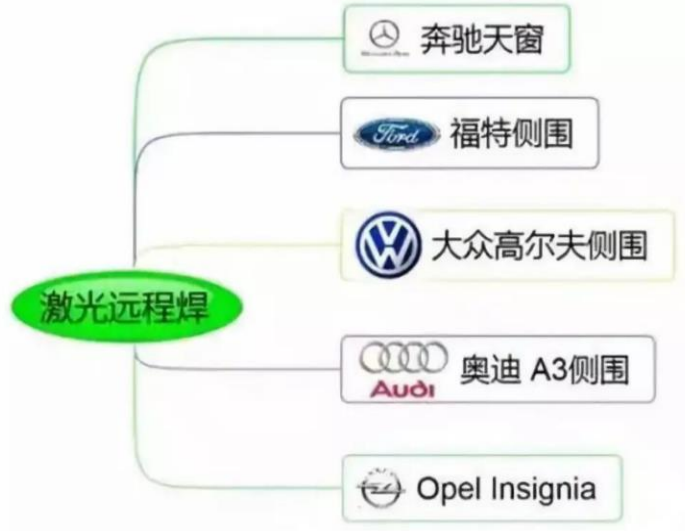
图：激光钎焊在汽车工业的应用



图：激光自熔焊在汽车工业的应用



图：激光远程焊相较于传统激光焊接效率更高



资料来源：几种典型的激光焊接工艺介绍，天风证券研究所

3.5.应用场景一：作为实现汽车轻量化的重要手段，未来应用率将大幅提升

激光焊接是实现汽车轻量化的重要手段

- 汽车轻量化技术主要通过以下几种途径来实现：
 - 轻质材料比重提升，铝合金、镁合金、钛合金、高强度钢、塑料、粉末冶金、生态复合材料及陶瓷等的应用；
 - 结构优化和零部件模块化设计水平不断提高，如采用前轮驱动、高刚性结构和超轻悬架结构等来达到轻量化的目的，计算机辅助集成技术（包括CAD/CAE/CAO）和结构分析等技术的发展；
 - 汽车制造业在成形方法和联接技术上不断创新。
- 在以上三种实现汽车轻量化途径中，激光切割和激光焊接就以独特的优势，成为了实现汽车轻量化的重要手段。
 - 激光焊接是无接触性的，在加工过程中，可以不触碰产品就能实现精密焊接，而传统的连接方式，有的是靠螺丝紧固，有的是靠胶粘连接，并不能满足现代汽车制造中对精密性和坚固性的要求，并且传统的方式也不适用于连接新材料。相比之下，激光焊接在连接的坚固性、无缝性、精密性和清洁性上都实现了工艺的跨越式进步，将成为未来重要的成型方式。

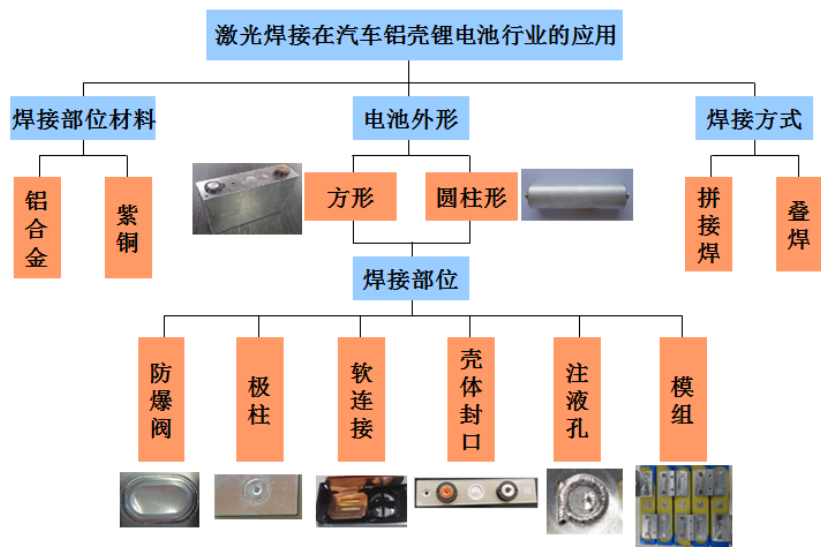
资料来源：本页来源为《汽车轻量化技术的发展现状及其实施途径分析》及Ofweek激光网《激光焊接是助推汽车轻量化的关键技术》，天风证券研究所

3.6. 应用场景二：动力电池厂商扩产，预计2020年细分市场空间达35亿元

激光焊接主要应用场景之二：动力锂电池

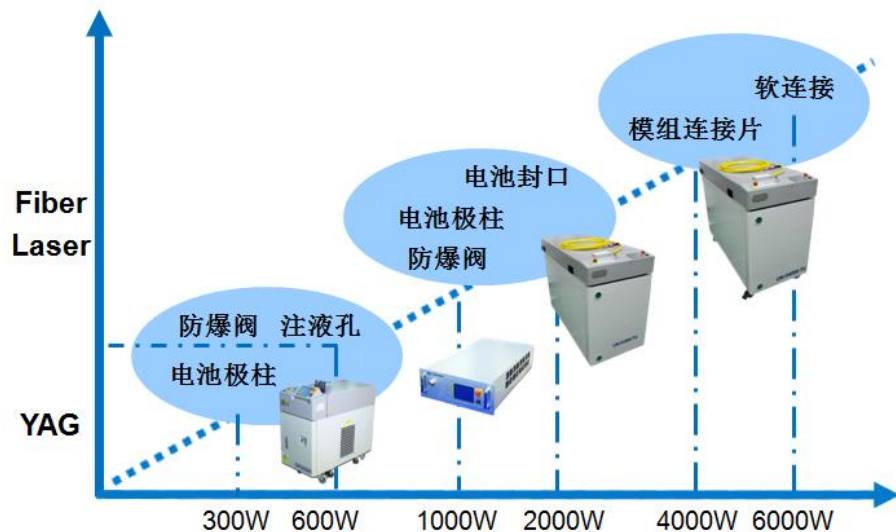
- 锂电池生产使用激光焊接较为普遍。激光焊接非常适合锂电池生产，因为：1) 热影响区较小；焊点小，焊接尺寸精度高；2) 其焊接方式属于非接触性焊接，无需加外力，产品变形小；3) 效率高，易于实现自动化生产。
- 激光焊接适用于方形、圆柱、软包电池，适用于多个焊接部位，包括电芯的防爆阀、极柱、软连接、壳体封口、注液口以及电池模组等。
- YAG固体激光器和光纤激光器较为适用。

图：激光焊接运用于多个锂电池部位



资料来源：联赢激光，天风证券研究所

图：激光焊接运用于多个锂电池部位



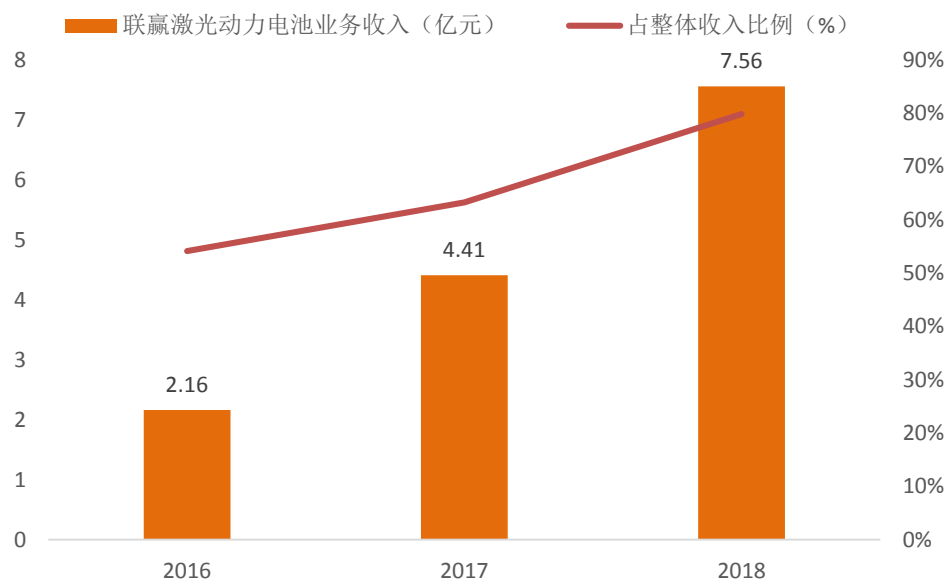
资料来源：联赢激光，天风证券研究所

3.6.应用场景二：动力电池厂商扩产，预计2020年细分市场空间达35亿元

激光焊接主要应用场景之二：动力锂电池

- 动力锂电池领域的激光焊接逐步从成长走向成熟，国内企业联赢激光享受了动力锂电行业的发展红利，过去几年来自于动力电池的业务收入分别高达2.16、4.41、7.56亿元，该业务占其总收入的比例从54%提升至80%；
- 我们统计了国内动力锂电扩产产能，并且假设国内电池厂平均投资额未来三年分别为2.7、2.5、2.3亿元/GWH，国外电池厂平均投资额分别为4、3.8、3.6亿元/GWH，得到三年动力锂电设备投资额分别为231.33、248.78、348.66亿元；
- 根据联赢激光招股书，激光设备占到锂电设备总投资额的10%左右，因而该细分市场2018-2020年投资额分别为23.13、24.88、34.87亿元。

图：联赢激光动力电池业务收入增长迅速



资料来源：联赢激光招股书，天风证券研究所

表：对动力锂电领域激光投资额的预测

	2018	2019E	2020E
国内新增产能 (GWH)	83.75	95.35	128.7
YOY	-8.97%	7.88%	34.98%
其中：产能划分-国内电池厂 (GWH)	4	8	40.5
产能划分-国外电池厂 (GWH)	79.75	87.35	88.2
国内电池厂平均投资额 (亿元/GWH)	2.7	2.5	2.3
国外电池厂平均投资额 (亿元/GWH)	4	3.8	3.6
合计规模 (亿元)	231.33	248.78	348.66
激光投资额比例 (%)	10%	10%	10%
激光投资额预测规模 (亿元)	23.13	24.88	34.87

资料来源：GGII，联赢激光招股书，天风证券研究所

3.7. 国产替代：国产替代将成为激光焊接业务的另一个增长点

激光焊接的重点不仅是应用场景的拓宽，还有国产化替代。

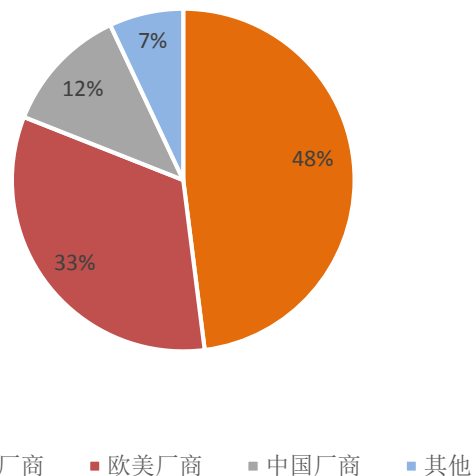
- 我国激光器在焊接领域的竞争地位目前弱于切割领域；
- 以联赢激光为例，其激光器供应商主要为IPG及德国通快，2016-2018年对这两家供应商的采购额分别为15106、14042、6630万元，分别占其采购光学器件的比例为68%、62%、53%（比例下降主要系公司自制比例提升），IPG连续三年为其第一大供应商；
- 以激光焊接的主要应用领域汽车行业为例，激光器一般是集成在自动化焊接生产线上。而我国汽车焊接环节所使用的自动化方案主要来自于日本、欧美厂商，典型的就是发那科、ABB、KUKA、安川四大家族，这些企业和国内激光器公司的接触时间较短，激光器供应商以海外厂商为主。
- 因而对于国内激光器厂商而言，做大激光焊接业务，不仅有赖于应用场景的拓宽，还有赖于国产替代。

表：联赢激光的激光器供应商主要为IPG和通快

2018年	采购金额（单位：万元）	采购占原材料比例	采购占光学器件比例	供应商采购量排名
IPG	5653.91	12.78%	45.92%	1
通快	976.86	2.21%	7.93%	3
2017年				
IPG	14042.5	18.34%	62.12%	1
2016年				
IPG	11149.31	22.24%	50.15%	1
通快	3956.9	7.89%	17.80%	3

资料来源：联赢激光招股书，天风证券研究所

图：2018年我国汽车焊接所使用的机器人以日本/欧美厂商为主



资料来源：中国汽车报网，天风证券研究所

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券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。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS