

机械设备

脉冲激光器：技术原理与竞争格局

本周主题研究：本文旨在对脉冲激光器的技术原理及以锐科、创鑫、杰普特为代表的脉冲激光器厂商的市场情况做全面的梳理和分析。实现脉冲激光输出的方式主要有三种：调Q技术、锁模技术、种子源+MOPA结构。市场方面，杰普特脉冲光纤激光器产品均为MOPA结构，锐科激光、创鑫激光产品则以调Q结构为主（MOPA占比均不到5%）。过去五年，三家激光器厂商的脉冲激光器业务营收和销量均大幅增长，且价格比较稳定（过去四年杰普特MOPA激光器年均降幅约为5%，创鑫激光和锐科激光声光调Q脉冲激光器年均降幅约为15%），同时在产品结构升级、规模效应、原材料价格下降、零部件国产替代、自制率提升等多重因素使得成本下降的情况下，毛利率水平在过去三年间持续攀升。截至2018年底，杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务毛利率分别为37.4%、32.8%、38.0%。但2018年下半年至今，由于市场竞争加剧，锐科激光脉冲激光器毛利率亦出现大幅下滑。

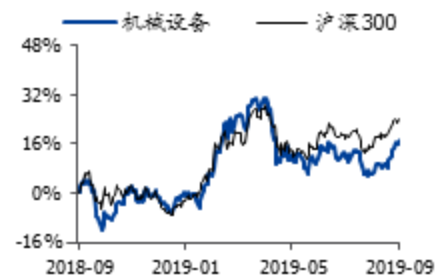
本周核心观点：当前时点仍首推光伏板块，大硅片和异质结技术迭代带来设备企业战略新机遇，利好龙头设备公司，重点推荐捷佳伟创、晶盛机电，关注迈为股份。8月挖机销量再超市场预期，龙头公司排产饱满且估值较低，基建有望再度加码，重点推荐三一重工，徐工机械，恒立液压，浙江鼎力，重点关注艾迪精密。行业下行阶段产业加速整合，龙头公司有望依靠新产品推进和市场开拓继续享受成长红利，核心/消费型资产有望继续享受估值溢价，重点推荐锐科激光、美亚光电、华测检测、日机密封等。中美贸易摩擦有望缓和，推荐受贸易摩擦影响较大的捷昌驱动、巨星科技等。科创板继续调整波动，后续关注汽车电子装备龙头瀚川智能、以及机器视觉厂商天准科技。

一周市场回顾：本周机械板块上升1.88%，沪深300上升0.68%。年初以来，机械板块上涨21.30%，沪深300上涨27.90%。本周机械板块涨跌幅榜排名前五的个股分别是：郑煤机（24.79%）、光力科技（18.87%）、应流股份（17.35%）、新美星（17.33%）、星徽精密（13.03%）；涨跌幅榜最后五位个股分别是：中泰股份（-5.73%）、至纯科技（-5.21%）、华中数控（-3.13%）、华荣股份（-1.85%）、佳士科技（-1.71%）。

风险提示：基建投资不达预期，制造业周期性下滑风险。

增持（维持）

行业走势



作者

分析师 姚健

执业证书编号：S0680518040002

邮箱：yaojian@gszq.com

分析师 罗政

执业证书编号：S0680518060002

邮箱：luozheng@gszq.com

研究助理 彭元立

邮箱：pengyuanli@gszq.com

相关研究

- 1、《机械设备：工程机械：基建政策加码，景气预期延续》2019-09-08
- 2、《机械设备：2019年中报总结：盈利能力修复，工程机械、光伏设备成最大亮点》2019-09-01
- 3、《机械设备：康耐视：垂直一体化，贯穿核心器件及终端集成》2019-08-25



内容目录

一、脉冲激光器：技术原理与竞争格局	3
1.1、调Q、锁模、MOPA 各有所长，超快激光大有可为	3
1.1.1 调Q技术	4
1.1.2 锁模技术	5
1.1.3 超快激光器	8
1.1.4 MOPA 结构脉冲激光器	11
1.2、脉冲激光器销量稳步提升，MOPA 激光器竞争格局优于调Q 激光器	12
二、行业重大事项	16
三、上市公司跟踪	19
四、本周重点推荐	19
五、一周市场回顾	19
六、风险提示	21

图表目录

图表 1: 电光调Q 技术示意图	4
图表 2: 声光调Q 技术示意图	5
图表 3: 主动锁模光纤激光器示意图	6
图表 4: 可饱和锁模光纤激光器示意图	7
图表 5: 8 字腔锁模光纤激光器示意图	7
图表 6: NPE 锁模光纤激光器示意图	8
图表 7: 不同类型激光应用领域	9
图表 8: 热加工和冷加工对比	9
图表 9: 纳秒和飞秒激光器在精细打孔中的差别	10
图表 10: 皮秒激光器工作原理	10
图表 11: 1960-2020E 最大激光峰值功率（实线）和聚焦后的最高激光光强（虚线）	11
图表 12: MOPA 结构示意图	11
图表 13: 阳极氧化铝打黑应用示意图	12
图表 14: 不锈钢打彩应用示意图	12
图表 15: 2014-2019H1 杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务营收（万元）	13
图表 16: 2016-2017 锐科激光脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比	13
图表 17: 2016-2018 创鑫激光脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比	13
图表 18: 2016-2019H1 杰普特脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比	14
图表 19: 2015-2018 年杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器销量（台）	14
图表 20: 2015-2018 年杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器均价变化（万元/台）	15
图表 21: 2016-2019H1 杰普特各功率段 MOPA 脉冲激光器均价变化（万元/台）	15
图表 22: 创鑫激光 2018 年脉冲激光器成本构成	16
图表 23: 锐科激光 2017 年脉冲激光器成本构成	16
图表 24: 2014-2019H1 杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务毛利率水平	16
图表 25: (2019/09/09-2019/09/13) 一周市场涨跌幅情况：机械板块上涨 1.88%	20
图表 26: 年初以来市场涨跌幅情况：机械板块上涨 21.30%	20
图表 27: 本周个股涨幅前五名	20
图表 28: 本周个股跌幅后五名	21
图表 29: 截至 2019/09/08 市场与机械板块估值变化：PE	21
图表 30: 截至 2019/09/08 市场与机械板块估值变化：PB	21

一、脉冲激光器：技术原理与竞争格局

本文旨在对脉冲激光器的技术原理及以锐科、创鑫、杰普特为代表的脉冲激光器厂商的市场情况做全面的梳理和分析。

实现脉冲激光输出的方式主要有三种：调Q技术、锁模技术、种子源+MOPA结构。调Q和锁模的区别主要是调Q脉冲激光器只能输出纳秒级别的脉冲，而锁模脉冲激光器能够输出皮秒至飞秒级别的脉冲（即超快激光器）。MOPA结构脉冲激光器（窄脉宽脉冲光纤激光器）通常使用直接脉冲调制的半导体激光器作为种子源，然后以光纤功率放大器进行光脉冲放大实现高功率输出。

市场方面，杰普特脉冲光纤激光器产品均为MOPA结构，锐科激光、创鑫激光产品则以调Q结构为主（MOPA占比均不到5%）。过去五年，三家激光器厂商的脉冲激光器业务营收和销量均大幅增长，且价格比较稳定（过去四年杰普特MOPA激光器年均降幅约为5%，创鑫激光和锐科激光声光调Q脉冲激光器年均降幅约为15%），同时在产品结构升级、规模效应、原材料价格下降、零部件国产替代、自制率提升等多重因素使得成本下降的情况下，毛利率水平在过去三年间持续攀升。截至2018年底，杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务毛利率分别为37.4%、32.8%、38.0%。然而2018年下半年至今，市场竞争激烈，锐科激光毛利率大幅下滑。

脉冲激光器的核心零部件和连续激光器相似，共同部分包括泵浦源、有源光纤、无源光纤、光纤光栅、合束器、电源、机械件等。除了通用部件，脉冲激光器中独有的零部件主要是隔离器和调制器。调Q脉冲光纤激光器中只使用1个输出隔离器，MOPA脉冲光纤激光器结构中除了1个输出隔离器以外，还有至少2个以上在线隔离器。声光调Q激光器中还需配置声光调制器。

1.1、调Q、锁模、MOPA各有所长，超快激光大有可为

根据激光输出时域特性的不同，可以将光纤激光器分为脉冲光纤激光器和连续光纤激光器。脉冲激光器是指单个激光脉冲宽度小于0.25秒、每间隔一定时间才工作一次的激光器。脉冲光纤激光器的主要特点是峰值功率很高，但平均功率一般较低，主要应用于激光打标、雕刻、测距等领域。

目前主要有3种方式实现脉冲光纤激光器的脉冲输出：

（1）利用电光/声光或其他器件通过调Q、锁模等方式实现激光脉冲输出，其优点是可调范围较宽，不同的材料调Q脉冲宽度可以从纳秒到飞秒，缺点是效率较低、工艺复杂和成本高。

（2）直接增益调制技术，即通过电路对泵浦源进行脉冲调制实现激光器的脉冲输出。该方式具有结构简单、无需脉冲调制光器件等优点，但是难以实现窄脉宽高重复频率的激光输出。

（3）将直接脉冲调制的半导体激光器输出功率放大，从而实现较大的脉冲功率输出。该方式具有结构简单、调制速度快、脉冲宽度和重复频率可调范围宽及适用范围广等优点，但由于其种子源输出功率较小，需通过级联放大的方式获得较高功率的激光脉冲输出。

调 Q 和锁模是得到脉冲激光的两种最常用的技术，二者的区别主要是调 Q 脉冲激光器只能输出纳秒级别的脉冲，而锁模脉冲激光器能够输出皮秒至飞秒级别的脉冲（即超快激光器）。MOPA 则是将窄线宽的小功率种子光进行放大，实现较高的脉冲能量和平均功率的激光输出的一种结构，而非生成脉冲激光的技术。但是通过 MOPA 结构将直接脉冲调制的半导体激光器作为种子源进行放大，也可以实现脉冲输出（即前文的第三种方式）。

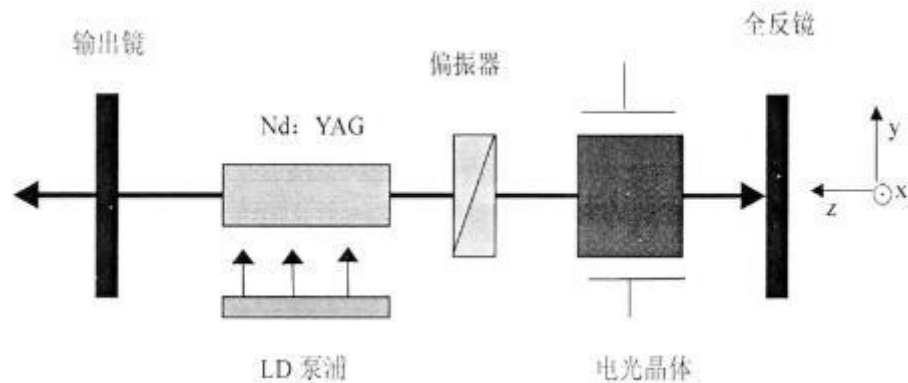
1.1.1 调 Q 技术

调 Q 技术也叫做 Q 开关技术，是一种获得高峰值功率、窄脉宽激光脉冲的技术。Q 是指品质因数，体现的是光学谐振腔质量的优劣，可以理解为损耗越小，Q 越高；损耗越大，Q 越低。调 Q 技术的工作原理如下：在光泵浦初期设法将谐振腔的 Q 值调低，使谐振腔首先具有较大的损耗，从而抑制激光振荡的产生，使工作物质上能量粒子数得到积累。随着光泵浦的继续激励，上能级粒子数逐渐积累到最大值。此时突然降低损耗（提高 Q 值），那么积累在上能级的大量粒子便雪崩式地跃迁到激光下能级，在极短的时间内将储存的能量释放出来，从而获得峰值功率极高的激光脉冲输出。

调 Q 光纤激光器是在谐振腔内插入 Q 开关器件，通过周期性改变腔损耗，实现调 Q 脉冲激光输出。根据调 Q 元件所采用的介质及其工作方式的不同，调 Q 激光器可分为电光调 Q、声光调 Q、可饱和吸收调 Q 与机械转镜调 Q 四类。其中，电光调 Q 和声光调 Q 是目前应用较为广泛的调 Q 技术。

电光调 Q (EOM) 是利用某些晶体所具有的线性电光效应实现 Q 值突变的，具有开关时间短、效率高、调 Q 时刻可以精确控制、系统工作稳定、重复频率高、输出脉宽窄（10~20ns）、峰值功率高（几十兆瓦以上）等优点。在激光器里面新添加的器件是偏振片和电光晶体，然后通过周期控制电光晶体，使得其偏振方向与前面偏振片方向周期性转变：平行或者垂直——当偏振片平行时，光全部通过；偏振片垂直时，光全部拦截。

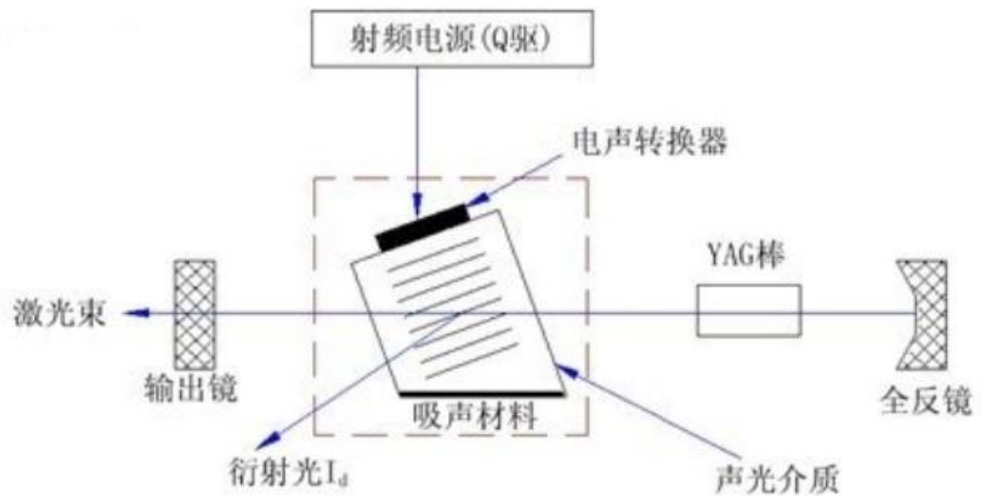
图表 1: 电光调 Q 技术示意图



资料来源：《基于主被动混合调 Q 技术的三面共振单纵模激光器研究》，国盛证券研究所

声光调 Q (AOM) 是利用激光通过声光介质中的超声场时发生衍射效应，造成光束的偏折来控制谐振腔的损耗，从而实现 Q 值突变的。它具有性能稳定、重复频率高（1~20kHz）、调制电压低（一般<200V）等优点，适用于中小功率、高重频的脉冲激光器。

图表 2: 声光调Q技术示意图



资料来源:《微型声光调Q开关》, 国盛证券研究所

电光调Q或声光调Q都是人为地利用光通过在电场或声波场作用下的电光或声光介质所发生的各种物理效应,从而控制腔内的反射损耗来实现Q值突变的,是一种主动式的调Q方法。

而可饱和吸收调Q技术,则是利用可饱和吸收体本身的吸收特性(即它是一种非线性吸收介质,在比较强的激光作用下,它的吸收系数会随光强的增加而逐渐减小直至饱和,对光呈现出透明的特性),通过控制腔内的吸收损耗来调节Q值的,是一种被动式的调Q方法,它具有结构简单、方便实用的特点。

调Q光纤激光器因其光束质量好、转换效率高、峰值功率高、单脉冲能量高以及脉宽窄等优点,在激光打标、激光清洗、激光测距、激光雷达、非线性频率转换和光时域反射计等领域有重要应用。

1、激光打标:激光打标是调Q光纤激光器最早期的应用,也是目前最成熟的应用。激光打标主要是通过高功率的窄脉冲激光将加工件表面的材料去除达到标记物品的效果,因为是非接触式加工且加工脉宽很窄,所以做到了标记加工件而没有损坏加工物品。

2、激光清洗:激光清洗是近几年调Q光纤激光器的一种重要应用。激光清洗是使用高能激光束照射在物品表面的污染物,使污染物发生振动、汽化、蒸发、燃烧等一系列复杂的物理化学过程,从而达到去除表面污染物的一种清洗方法。

3、激光雷达:激光雷达用激光脉冲作为辐射源,辐射到目标上,接受反射回的激光,然后测量激光往返的时间,用光在介质中的速度乘以往返时间即可得到目标距离。由于激光的波长短和脉宽窄的特点,所以激光雷达的测量精度、抗干扰能力、测量效率和测量分辨能力远超普通的微波雷达。

利用调Q光纤激光器可以获得纳秒级别的脉冲,但受腔长和调Q器件等条件的限制,已无法进一步压窄脉宽。

1.1.2 锁模技术

锁模作为一种新的压缩脉宽的途径,又被称为超短脉冲技术,是产生超短脉冲(fs-ps)

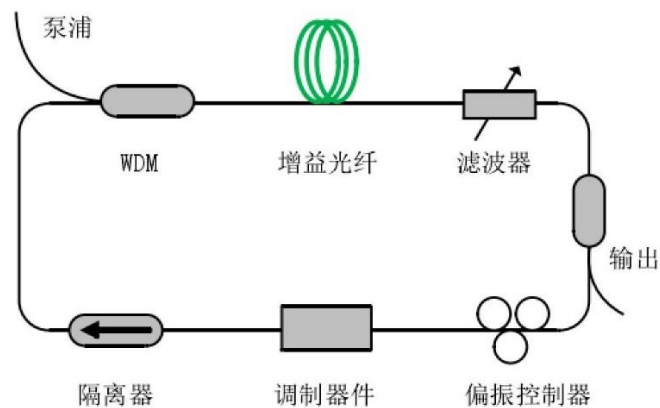
的主要手段。顾名思义，锁模就是锁定激光器的模式。锁模激光器工作原理是通过一定的锁模器件，将满足起振条件的各个纵模的相对相位进行锁定，在时间坐标轴上来看，在某些时刻上，所有的振荡模式都同时到达振幅最大的位置，相干叠加形成周期性的、强度极大提高的超短脉冲序列，从而使激光器在时间上周期性地输出脉冲序列。通过这种方法，可以将脉冲宽度压缩到皮秒量级，甚至到亚飞秒量级，功率达到 10^9 W 量级。

一般来说，锁模光纤激光器基本结构中包括了泵浦源、掺杂增益光纤、激光谐振腔和锁模器件几个主要部分。与连续光光纤激光器相比，锁模激光器最大的不同就是使用了锁模器件，可以实现脉冲激光输出。锁模器件是锁模光纤激光器实现脉冲输出的最为关键器件。激光器中脉冲的形成就是依靠锁模器件实现的，其性能决定了脉冲的宽度、幅度、脉冲形状等一系列特性。根据锁模方式的不同，锁模器件的种类和作用方式也不相同。

锁模激光器根据锁模机制可以分成主动锁模、被动锁模、自锁模、同步泵浦锁模和碰撞锁模等多种形式。

主动锁模：主动锁模在腔内加入主动调制器，如电光或声光调制器，通过外部电信号对激光振幅或相位进行周期性调制，并且调制频率精确等于整数倍的腔内脉冲的重复频率，从而使得所有参与振荡的纵模具有相同的初始相位，于是形成锁模脉冲序列。

图表 3: 主动锁模光纤激光器示意图



资料来源：《新型锁模光纤激光器及其动力学特性研究》，国盛证券研究所

主动调制锁模的特点是输出重复频率很高，通常可以实现 GHz 以上的重复频率，而且重复频率、输出波长可以调谐。但是，主动锁模方式需要在谐振腔内插入主动调制器件，成本比较昂贵，而且激光器结构复杂，稳定性有很大问题，并且这种锁模方式通常只能获得皮秒脉冲输出，具有比较大的局限性。目前获得高性能的超短脉冲主要方式是被动锁模的技术。

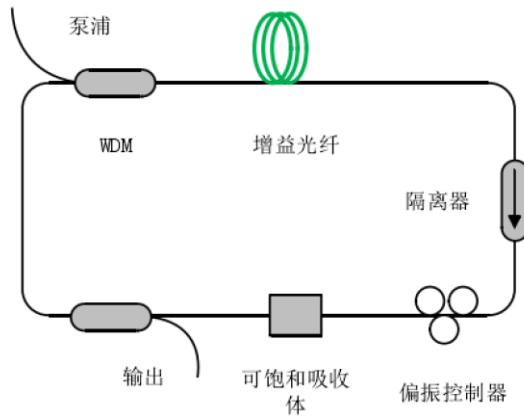
被动锁模是在激光器腔内加入被动锁模器件，例如可饱和吸收体，或者利用非线性效应使光纤激光器腔等效成一个可饱和吸收体，使脉冲在通过锁模器件时，功率最大的峰值位置处的损耗最小，而功率较低的前后沿的损耗较大。在多次循环后，并且满足激光起振条件时，形成稳定的超短脉冲并输出。基于被动锁模的方式，可以实现飞秒量级的超短脉冲输出。

可饱和吸收体

可饱和吸收体锁模，是最早实现的一种被动锁模技术。饱和吸收的作用提供了一种脉冲窄化的机制，当光脉冲经过吸收体时，脉冲边缘较弱的部分被吸收，而脉冲中心较强的部分保留下来，这样就获得了更窄的脉冲。在激光器运行的初始状态，腔内产生的是随

机起伏的光信号，由于可饱和吸收体的存在，比较弱的光信号被吸收，剩余的部分在腔内运转经过在腔内的不断被放大，形成比较强的脉冲，可饱和吸收体提供的脉冲窄化机制和腔内的色散以及非线性效应共同作用，最终实现锁模脉冲。

图表 4: 可饱和和锁模光纤激光器示意图

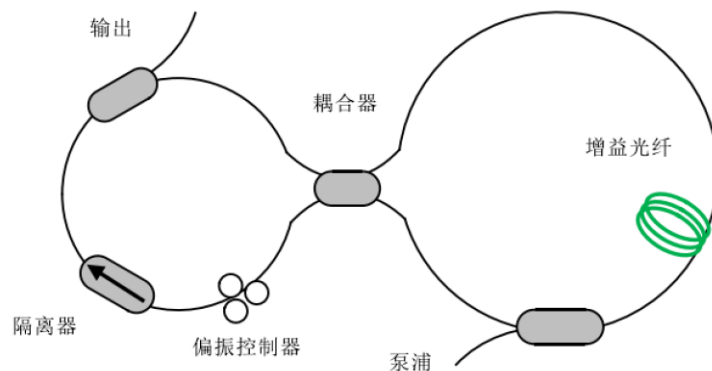


资料来源:《被动锁模光纤激光器的理论模拟和特性分析》，国盛证券研究所

非线性光纤环形镜

可饱和吸收体锁模的方式十分有效，但是由于需要在腔内插入吸收体锁模器件，很难实现全光纤的结构。另一种 8 字腔光纤激光器利用非线性光纤环形镜，可以实现全光纤的激光器。这种激光器的锁模原理是：光脉冲经过腔内的耦合器时，被分为两部分，它们的强度一般不相同，以相反地方向在腔内传输。在传输的过程中，两个信号在腔内走过不同的路径，一路信号在腔内先后被放大，另一路信号，在走完整个环路时才被放大，两路光信号在腔内积累的非线性相移不同。由于非线性效应是与强度相关的，因此两路信号的相位差也不是固定值，而是随着脉冲的不同位置发生改变。通过合理设置，可以使脉冲的中心部分透过耦合器，脉冲的两侧由于功率较低，非线性相移较小，被反射回去。通过这种方式可以实现脉冲的窄化。与可饱和吸收体相比，这种 8 字形锁模激光器，不受吸收体材料的研制，可以实现更窄的脉冲输出。利用这种锁模方式，已经可以实现小于 100 fs 的超短脉冲。

图表 5: 8 字腔锁模光纤激光器示意图



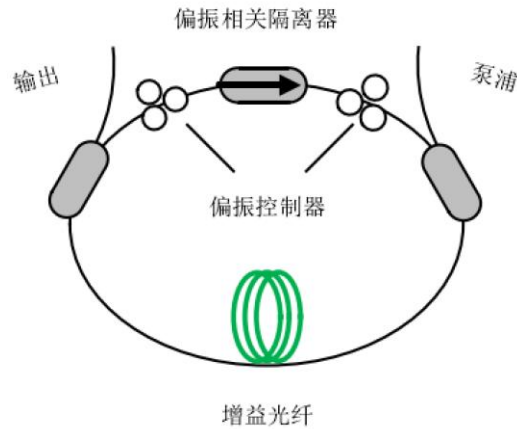
资料来源:《被动锁模光纤激光器的理论模拟和特性分析》，国盛证券研究所

非线性偏振旋转 (NPE)

NPE 锁模光纤激光器使用的是环形腔结构，其锁模器件是由偏振控制器和偏振隔离器两

个器件共同构成的。其实现锁模的过程如下：腔内的信号光经过隔离器后，实现了线偏振光输出，先经过了一个偏振控制器，由线偏振光变为椭圆偏振光。这时可以看做是腔内有两个正交的线偏振光在传输，在传输的过程中，两个信号受到自相位调制等非线性效应的影响，获得了与光强相关的相位改变，考虑两个分量合成之后的脉冲，其整个脉冲宽度上的偏振态是与强度相关的。脉冲中心强度比较大的部分获得的相位改变更大，通过调整腔内的偏振控制器，可以使这部分信号的偏振态与隔离器的偏振方向一致，以比较小的损耗透过隔离器，而脉冲边缘部分与中心部分的偏振态不同被阻挡。这样脉冲在腔内运转时，每次经过隔离器都会被窄化。

图表 6: NPE 锁模光纤激光器示意图



资料来源：《被动锁模光纤激光器的理论模拟和特性分析》，国盛证券研究所

自锁模：自锁模在本质上属于被动锁模，它利用激光介质本身的非线性效应实现锁模，称为自锁模。它的基本原理是利用克尔效应在激光增益介质中引起的自聚焦。光脉冲在通过克尔介质后，脉冲前后沿与脉冲中间位置的光强不同，导致中间位置的自聚焦效应的焦距小于脉冲前后沿对应的焦距，则他们对应的高斯光束参数也不同。

同步泵浦锁模：同步泵浦锁模是通过一台锁模激光器的脉冲序列泵浦另一台激光器，周期性的调制增益来实现锁模。这种锁模方法的优势在于可以获得比泵浦脉冲更短的脉冲。

1.1.3 超快激光器

在激光科技领域，一般把时间宽度在百皮秒即 10^{-10}s (1 皮秒= 10^{-12}s) 至几飞秒 (1 飞秒= 10^{-15}s) 之间的脉冲激光称为超短脉冲激光，即超短脉冲激光器是皮秒激光器和飞秒激光器的统称。由于超短激光被广泛用于探测科学与工程领域中的超快动态过程，比如原子中电子态激发、分子振转动驰迁时间、材料与电子器件的动态响应，以及各种爆炸冲击波的瞬态记录等，因此超短脉冲激光也常称为超快激光。

绝大多数超短脉冲激光器稳定运行过程中，激光腔内仅存在一个光脉冲。每当该脉冲传输到激光谐振腔的输出端时，其中一部分透过输出镜，形成输出光脉冲。而剩余部分在激光腔内往返一次、并经过腔内光增益介质的放大后，再次回到输出镜时，又一次产生输出。如此周而复始，即产生了周期性的激光超短脉冲序列。超短激光脉冲序列的频谱是由一系列非常接近单色波的谱线构成的。每条谱线对应激光器的纵模。所有纵模的整体频宽受限于激光增益介质的有效增益线宽。在特定条件下，这些频率不同的简谐波相干叠加便形成了超短脉冲。这个特定条件被称之为“锁模”，即相邻纵模间的频率间隔和相位差严格相等。所以一般情况下，超短脉冲激光器也常被称为“锁模激光器”。

至此，我们对各类激光器进行一个小结。激光可以分成连续波 (CW)、准连续 (QCW)、短脉冲 (Q-Switched 调 Q)、超短脉冲 (Mode-Locked 锁模) 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，广泛应用于切割、焊接、熔覆等领域，具有光电转换率高、加工速度快等特点。准连续波又称长脉冲，可产生 ms~μs 量级的脉冲，具有比连续光高十倍以上的峰值功率，对于钻孔、热处理等应用来说非常有利。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。

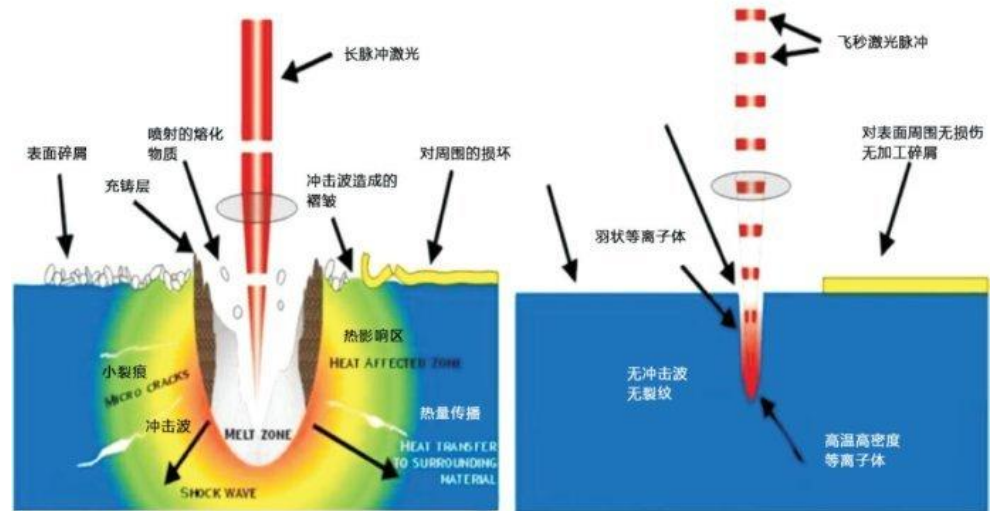
图表 7: 不同类型激光应用领域

类型	输出形式	应用领域
连续	连续	切割、焊接、熔覆
准连续	ms~μs	钻孔、热处理
短脉冲	ns	打标、钻孔、医疗、测距
超短脉冲	ps~fs	精密加工、科研、医疗、军事

资料来源: OFweek, 国盛证券研究所

当把激光能量集中在如此短的时间内，会获得巨大的单脉冲能量和极高的峰值功率。随着脉冲能量急剧上升，高功率密度的激光脉冲能轻易地剥离外层电子，使电子脱离原子的束缚，形成等离子体。由于激光与材料相互作用的时间极短，等离子体还没来得及将能量传递给周围材料，就已经从材料表面被烧蚀掉，不会给周围的材料带来热影响，因此超快激光加工也被称为“冷加工”。

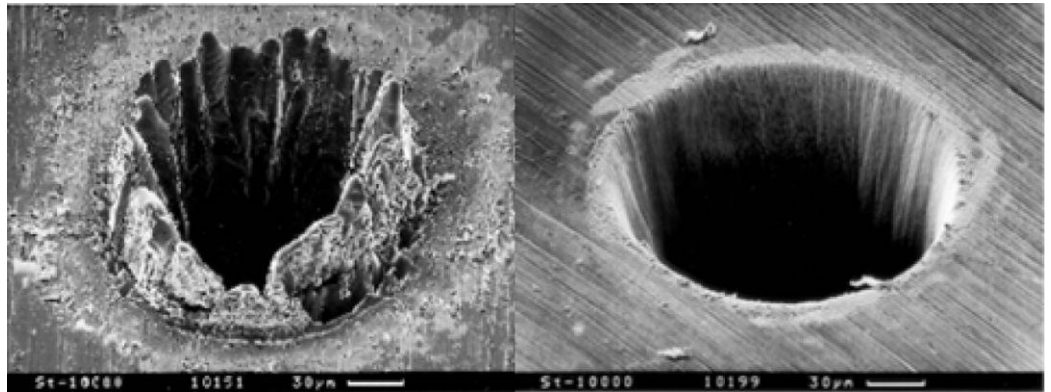
图表 8: 热加工和冷加工对比



资料来源: OFweek, 国盛证券研究所

凭借冷加工带来的优势，短脉冲与超短脉冲激光器走进了微纳加工、精细激光医疗、精密钻孔、精密切割等精密加工领域。超快激光几乎可加工所有的材料，尤其是在脆性材料加工上有着不可替代的作用，包括金属、半导体、钻石、蓝宝石、陶瓷、聚合物、复合材料和树脂、光阻材料、薄膜、ITO膜、玻璃、太阳能电池片等等。需要超快激光器进行精细加工的领域主要主要包括半导体行业、消费电子行业、智能显示、新能源、高校科研以及军工行业、3D打印等。

图表 9: 纳秒和飞秒激光器在精细打孔中的差别



资料来源: OFweek, 国盛证券研究所

在精细材料加工应用之外，飞秒激光器还常应用于光学相干断层扫描、太赫兹波产生、超连续光产生等先进技术中。

对于飞秒激光器而言，激光腔内材料和器件的色散作用会严重影响脉冲宽度和脉冲波形。故此，除了锁模器之外，飞秒激光器还必须采用适当的色散补偿装置，比如像棱镜对、光栅对、啁啾镜、特种色散光纤等。对激光腔内的色散进行严格控制或调节，从而使激光器根据不同需求运转在特定的负、正色散区或零色散临近区，是飞秒激光器与皮秒激光器的一个重要区别。

相比飞秒激光，皮秒激光不需要为了放大而展宽和压缩脉冲，因此皮秒激光器的设计相对简单，成本效益更高，性能更可靠，并且已足以胜任当前市面上高精度、无应力的微细加工。

图表 10: 皮秒激光器工作原理



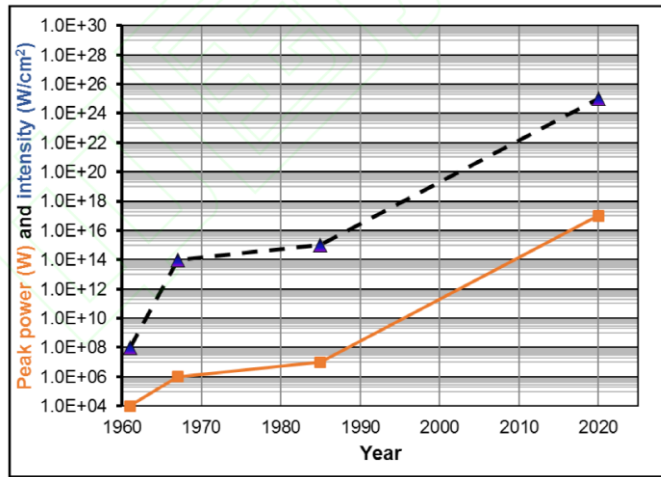
资料来源: OFweek, 国盛证券研究所

为了避免超短激光脉冲在放大过程中由于其峰值功率过高而造成器件损伤，在脉冲被放大之前，需要先通过光学色散元件先把脉冲展宽，而后再经放大，放大之后，再通过具有相反色散特性的色散器件，再把脉冲压缩回原来或接近展宽前的宽度。这种情况下，被展宽的脉冲即成为了带频率啁啾的脉冲，啁啾脉冲被放大器放大之后，再通过压缩器将啁啾消除（或补偿）掉，这就是啁啾脉冲放大技术 CPA（Chirped Pulse Amplification）。

自 1960 年世界首台激光器问世以来的短短几年内，激光峰值功率和光强（即功率密度）有了快速的提高，这主要源于调 Q 技术和锁模技术的出现。而在上世纪 60 年代中后期至 80 年代中期的较长一段时间内，最大激光峰值功率和光强的增长则相当缓慢，这主

要是由于功率达到兆瓦量级后，光路中的光学器件极易出现损伤。到了1985年，CPA技术提出后，光学器件损伤瓶颈才被成功克服。从而在此后的岁月中，最大激光峰值功率和光强得以保持持续增长，在30余年的时间中增加了约10个数量级，接近平均每年升高一倍。

图表 11: 1960-2020E 最大激光峰值功率 (实线) 和聚焦后的最高激光光强 (虚线)



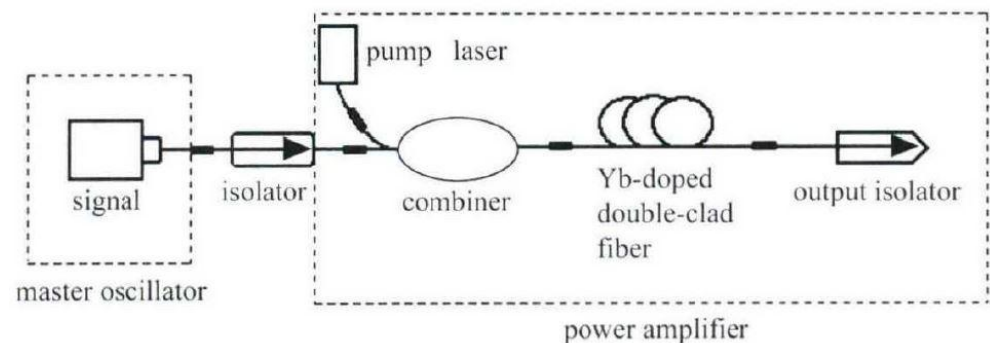
资料来源:《新型主动锁模光纤激光器的研究与应用》，国盛证券研究所

1.1.4 MOPA 结构脉冲激光器

MOPA (Master Oscillator Power-Amplifier, 主振荡功率放大) 结构具有将窄线宽的小功率种子光进行放大的作用，输出光特性可由种子光进行控制，可实现单频窄线宽激光的高功率稳定输出。MOPA 光纤激光器将具有高光束质量的小功率激光器作为种子源，通过高功率光纤放大器的放大作用，实现较高的脉冲能量和平均功率的激光输出。激光放大器一般可以包含多个放大模块，分别称为前级放大或预放，最后端为功率放大。

MOPA 激光器的光学结构一部分是由种子光激光器构成的主振荡器，另一部分是由抽运激光器抽运的掺镱光纤构成的功率放大器。功率放大器又称为主放大器，是 MOPA 光纤激光器系统的中心部分，它直接决定了激光器输出光束的功率和光束的质量。抽运光通过合束器进入增益光纤的包层中，在不断穿越纤芯的过程中被掺杂离子吸收，从而实现上能级粒子数反转，此时当有信号光沿纤芯传输时，根据行波放大原理，会产生受激辐射光使信号光得到放大。另外，由于放大级的增益很高，自发辐射的激光容易在光纤中形成振荡，会对整个激光器系统产生巨大危害，所以系统之间需要隔离器保证激光的单向传输。

图表 12: MOPA 结构示意图



资料来源:《高能量 MOPA 脉宽可调激光器》，国盛证券研究所

MOPA 结构脉冲激光器（窄脉宽脉冲光纤激光器）通常使用直接脉冲调制的半导体激光器作为种子源。小功率 LD 很容易通过驱动电流来直接调制输出参数，如重复频率、脉宽、脉冲波形等，然后以光纤功率放大器进行光脉冲放大实现高功率输出，光纤功率放大器严格按照种子激光进行原形放大，而不改变种子激光的基本特性。因此，MOPA 脉冲激光器的主要特点是脉冲宽度和重复频率独立可调。另外，由于此种 MOPA 脉冲激光器采用电信号调制，脉冲齐整、首脉冲可用，在精细标刻、氧化铝打黑、不锈钢打彩等领域的应用优势非常明显。

1、精细标刻：MOPA 激光器可以灵活的调节脉宽、频率参数、脉宽和重复频率调节范围大，单脉冲能量易于控制，不仅可以使得标刻更为精细，而且边缘显得平滑不会粗糙，效果更佳、观感更好。

2、阳极氧化铝打黑：使用激光在阳极氧化铝材料表面标刻出黑色的商标、型号、文字等，从而代替传统的喷墨、丝印技术，已经广泛应用于电子数码产品的外壳上。

3、不锈钢打彩：不锈钢打彩应用要求激光器工作在中小脉宽和高频率下，色彩的变化主要受频率和功率的影响。这些颜色上的差异，主要是受激光本身单脉冲能量以及它在材料上的光斑重叠率所影响。由于 MOPA 激光器脉宽和频率独立可调，调整其中一项并不会影响其他参数，他们相互配合，可以实现多种可能，这是调 Q 激光器无法实现的。在实际应用中，通过调节脉宽、频率、功率、速度、填充方式、填充间距等参数，使不同参数之间排列组合，就可以标刻出更多它的颜色效果，色彩丰富而细腻。

图表 13: 阳极氧化铝打黑应用示意图



资料来源：光电汇 OESHOW，国盛证券研究所

图表 14: 不锈钢打彩应用示意图



资料来源：光电汇 OESHOW，国盛证券研究所

MOPA 脉冲激光器的其他应用还包括氧化铝薄板表面剥除、塑料加工、贴片电阻划线、PCB 板条形码/二维码标刻、手机天线弹片焊接、动力电池极片焊接等。

此外，MOPA 结构可实现模块化，能对多种窄线宽种子源进行放大。对诸多应用而言，尤其是对激光加工来说，直接由调 Q 或锁模激光器产生的激光单脉冲能量往往不够高（一般在几到几十纳焦，最高可以到达上百纳焦）。因此，通常要另外加上激光放大器，组成 MOPA 结构。

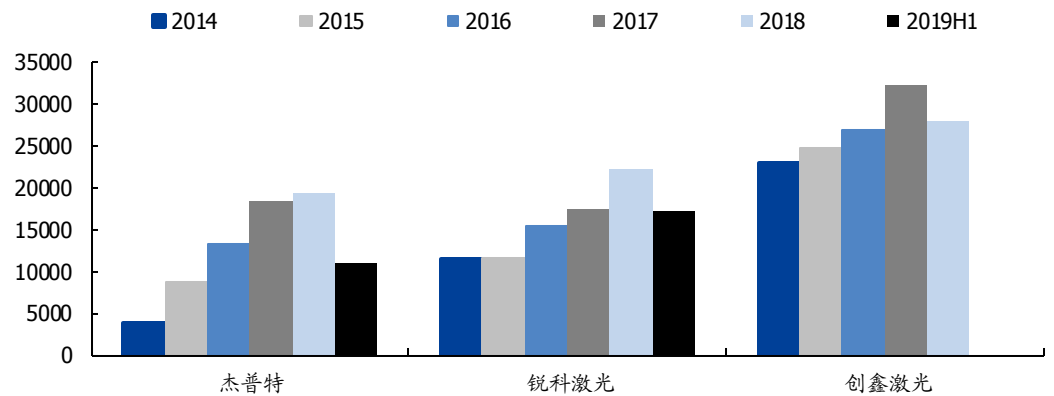
1.2、脉冲激光器销量稳步提升，MOPA 激光器竞争格局优于调 Q 激光器

我们选取最具代表性的杰普特、锐科激光和创鑫激光三家激光器厂商进行分析。

2014 年以来，三家激光器厂商的脉冲激光器业务均实现了较快增长，其中杰普特 2014~2018 年五年间复合增速高达 50.6%，锐科激光 CAGR 为 17.9%，创鑫激光为 5.1%。

截至2018年底，杰普特实现营收1.93亿元，锐科激光实现营收2.23亿元，创鑫激光实现营收2.8亿元。

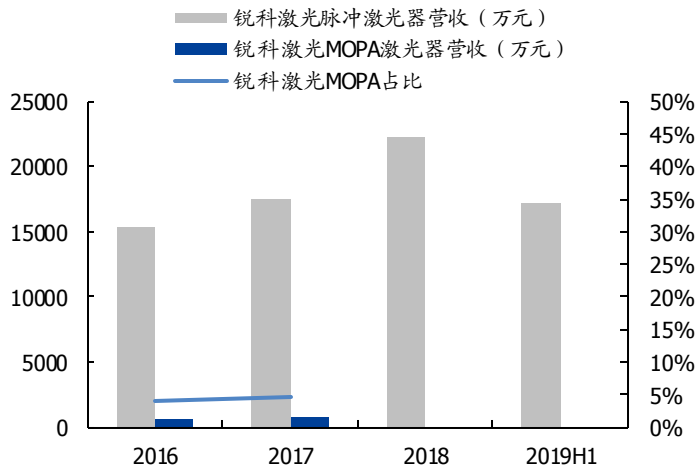
图表 15: 2014-2019H1 杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务营收 (万元)



资料来源: Wind, 国盛证券研究所

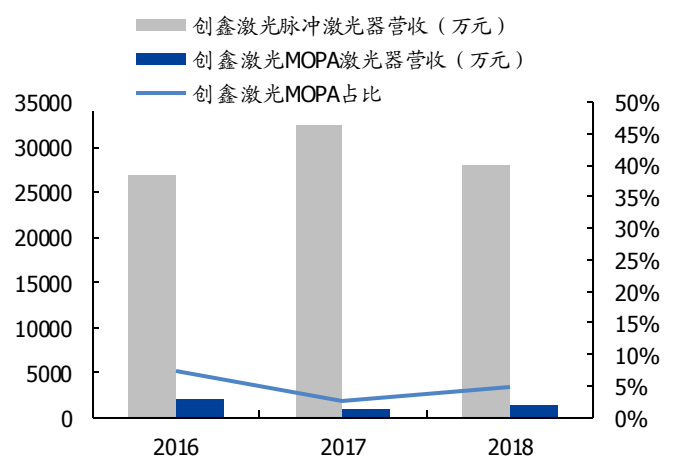
其中，杰普特脉冲光纤激光器产品均为 MOPA 结构，锐科激光、创鑫激光产品则以调 Q 结构为主。2016-2018 年，创鑫激光的声光调 Q 结构脉冲光纤激光器收入占比分别为 92.6%、97.3% 和 95.1%，其余部分是 MOPA 结构脉冲激光器，则占比分别为 7.4%、2.7%、4.9%。2016-2017 年，锐科激光 MOPA 结构脉冲激光器占比分别为 4.0%、4.7%，其余多为声光调 Q 结构脉冲光纤激光器。

图表 16: 2016-2017 锐科激光脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比



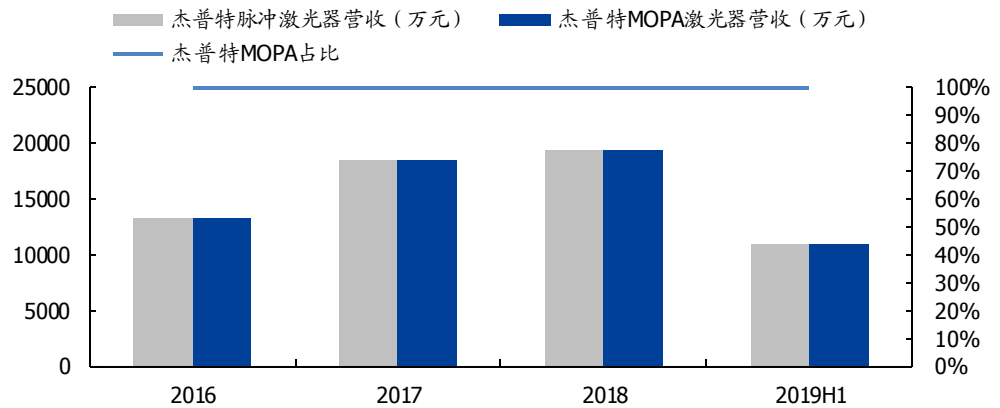
资料来源: 锐科激光招股说明书, 国盛证券研究所

图表 17: 2016-2018 创鑫激光脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比



资料来源: 创鑫激光招股说明书, 国盛证券研究所

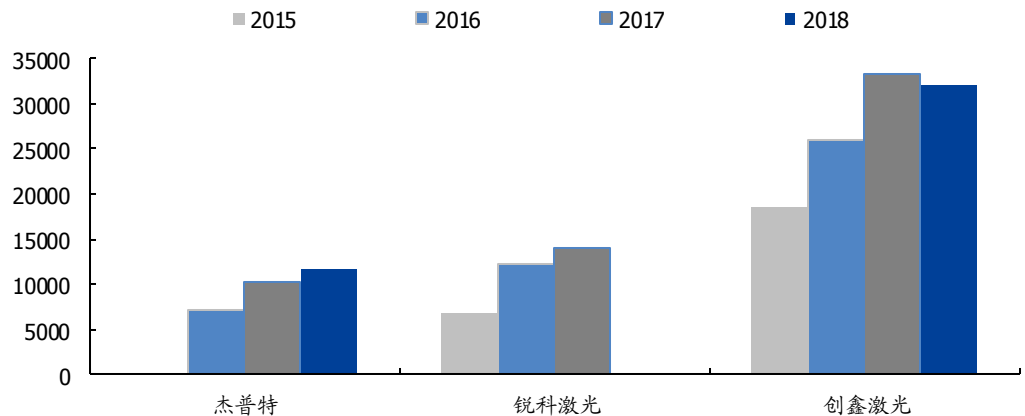
图表 18: 2016-2019H1 杰普特脉冲激光器营收、MOPA 营收及占比



资料来源: 杰普特招股说明书, 国盛证券研究所

从销量看, 截至 2017 年底, 创鑫激光的脉冲激光器销量高达 33286 台, 同期锐科激光销量为 13994 台, 杰普特为 10312 台。2018 年, 创鑫激光脉冲激光器销量略有下滑, 至 31288 台, 主要系集中产能生产连续激光器; 杰普特销量进一步增加至 11713 台。

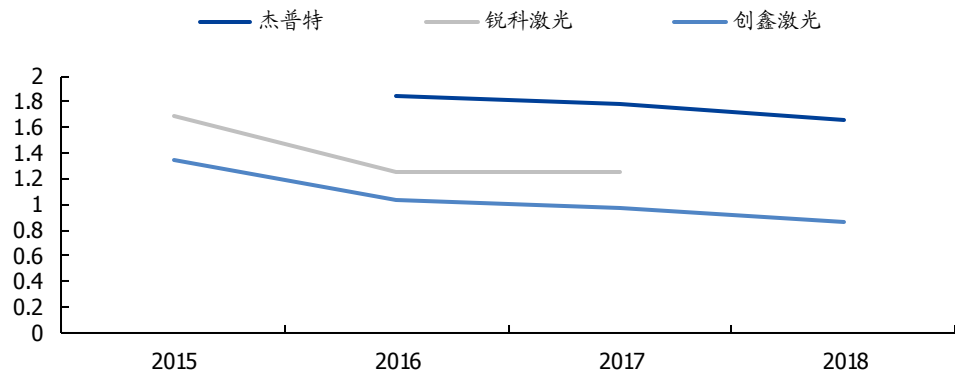
图表 19: 2015-2018 年杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器销量 (台)



资料来源: 杰普特招股说明书, 锐科激光招股说明书, 创鑫激光招股说明书, 国盛证券研究所

近几年, 脉冲激光器价格比较稳定, 年均降幅不到 15%。其中, 调 Q 脉冲激光器由于市场竞争比较激烈, 价格年均降幅大于 MOPA 激光器。2016-2019 年上半年, 杰普特 MOPA 激光器均价稳定在 1.8 万元左右, 年均降幅约为 5%。2014-2018 年, 创鑫激光声光调 Q 脉冲激光器均价由 1.73 万元下降至 0.87 万元, 年均降幅为 15.8%。锐科激光降幅和创鑫激光类似。

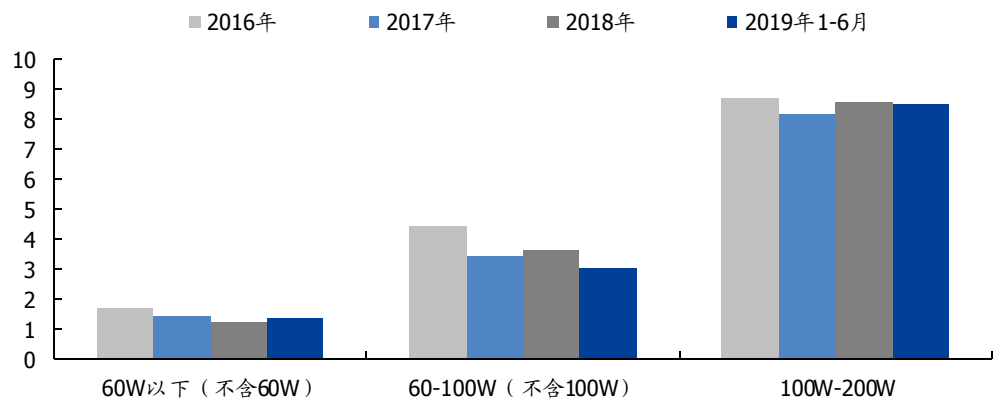
图表 20: 2015-2018 年杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器均价变化 (万元/台)



资料来源: 杰普特招股说明书, 锐科激光招股说明书, 创鑫激光招股说明书, 国盛证券研究所

另外, 由于 MOPA 结构激光器技术含量较高, 价值量大于同级别调 Q 脉冲激光器, 且高功率 MOPA 激光器价格远高于低功率激光器。以杰普特为例, 其 100W 以上 MOPA 激光器今年上半年均价高达 8.54 万元, 60-100W 激光器均价仅为 3.02 万元, 60W 以下激光器均价仅为 1.35 万元, 价格和功率的关系不是线性提升。

图表 21: 2016-2019H1 杰普特各功率段 MOPA 脉冲激光器均价变化 (万元/台)



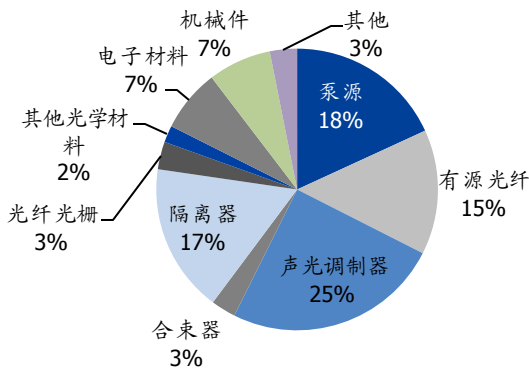
资料来源: 杰普特招股说明书, 国盛证券研究所

脉冲激光器的核心零部件和连续激光器相似, 共同部分包括泵浦源、有源光纤、无源光纤、光纤光栅、合束器、电源、机械件等。除了通用部件, 脉冲激光器中独有的零部件主要是隔离器和调制器。调 Q 脉冲光纤激光器中只使用 1 个输出隔离器, MOPA 脉冲光纤激光器结构中除了 1 个输出隔离器以外, 还有至少 2 个以上在线隔离器。声光调 Q 激光器中还需配置声光调制器。

根据锐科激光和创鑫激光招股说明书披露, 脉冲激光器主要由光学材料、电学材料和机械件 (壳体) 构成。其中, 光学材料占比最大, 约 85%; 电学材料约占 6%; 机械件约占 7%。

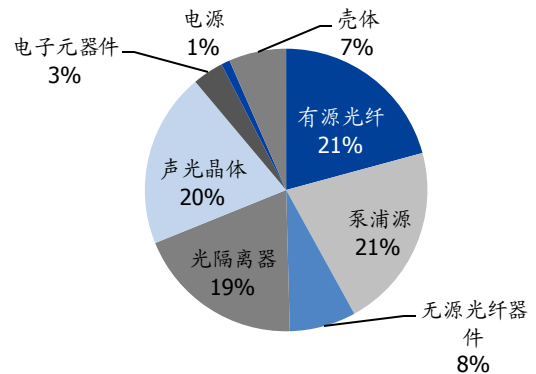
占比 85% 的光学材料中, 泵浦源、有源光纤、声光调制器 (声光晶体)、隔离器约各占 20%, 合束器、光纤光栅等光学材料合计占比约 10%。

图表 22: 创鑫激光 2018 年脉冲激光器成本构成



资料来源: 创鑫激光招股说明书, 国盛证券研究所

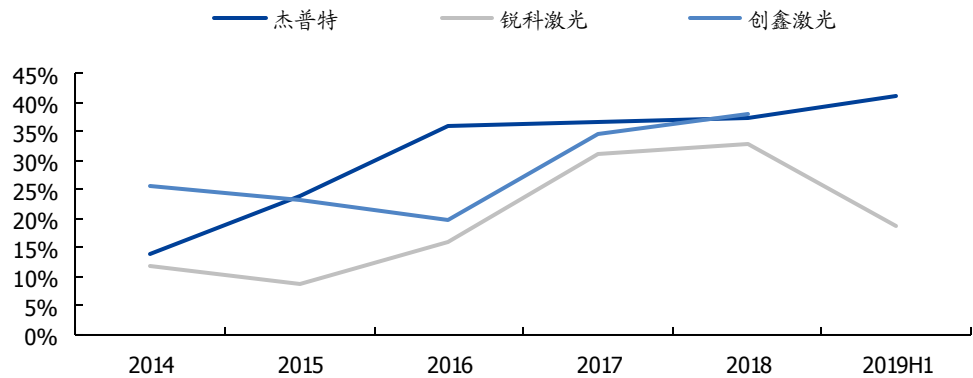
图表 23: 锐科激光 2017 年脉冲激光器成本构成



资料来源: 锐科激光招股说明书, 国盛证券研究所

由于近年来价格比较稳定, 同时在产品结构升级、规模效应、原材料价格下降、零部件国产替代、自制率提升等多重因素使得成本下降的情况下, 毛利率水平在过去三年间持续攀升。截至 2018 年底, 杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务毛利率分别为 37.4%、32.8%、38.0%。然而 2018 年下半年至今, 市场竞争激烈, 锐科激光毛利率大幅下滑 13.9 pct 至 18.9%。

图表 24: 2014-2019H1 杰普特、锐科激光、创鑫激光脉冲激光器业务毛利率水平



资料来源: 杰普特招股说明书, 锐科激光招股说明书, 创鑫激光招股说明书, 国盛证券研究所

二、行业重大事项

工程机械: 8 月, 挖掘机/装载机销量分别同增 19.5%/7.83%

(1) 8 月, 挖掘机/装载机销量分别同增 19.5%/7.83% (新闻来源: 鹿源租赁, 20190912)

据中国工程机械工业协会统计, 2019 年 8 月纳入统计的 25 家挖掘机制造企业共销售各类挖掘机 13843 台, 同比增长 19.5%。国内市场销量 11566 台, 同比增长 14.4%。出

口 2277 台，同比增长 53.6%。1-8 月累计总销量 163396 台，同比增长 14.4%；累计内销 146628 台，同比增长 12.2%；累计出口 16768 台，同比增长 37.9%。

据中国工程机械工业协会统计，2019 年 8 月纳入统计的 22 家装载机制造企业共销售各类装载机 9017 台，同比增长 7.83%。其中：3 吨及以上装载机销售 8473 台，同比增长 10.5%。总销售量中：国内市场销量 7115 台，同比增长 8.74%；出口销量 1902 台，同比增长 4.56%。1-8 月累计总销量 83880 台，同比增长 1.87%；累计内销 67643 台，同比增长 1.47%；累计出口 16237 台，同比增长 3.55%。

轨交设备：复兴号家族再添“新成员”

（1）复兴号家族再添“新成员”（新闻来源：e 车网轨道交通资讯，20190909）

近日，复兴家族又添新成员分别由中车大连公司与中车戚墅堰公司研制的 FXN3C 0001、FXN5C 0001 号 4400 马力交流传动货运内燃机车成功下线，并奔赴北京铁科院环形试验线进行型式试验。

锂电设备：8 月新能源汽车销量同比下降 15.8%

（1）8 月新能源汽车销量同比下降 15.8%（新闻来源：高工锂电，20190911）

据中汽协发布的 8 月份汽车销量显示，我国新能源汽车产销分别完成 8.7 万辆和 8.5 万辆，比上年同期分别下降 12.1%和 15.8%。1-8 月，新能源汽车产销分别完成 79.9 万辆和 79.3 万辆，比上年同期分别增长 31.6%和 32.0%。

（2）大众与 Northvolt 合建锂电池厂（新闻来源：高工锂电，20190909）

大众汽车与瑞典电池制造商 Northvolt AB 宣布，计划在大众汽车的家乡下萨克森州萨尔茨吉特的一家新工厂联合生产锂电池。大众汽车周五称，该工厂设计计划于明年动工建设，2023 年底或 2024 年初开始投产。两家公司为此成立了一家对半持股的合资企业，这也是此前宣布的一项计划内举措。

（3）提升电动车产能 戴姆勒向孚能采购电池（新闻来源：旺材锂电，20190912）

日前，戴姆勒集团对外宣布，公司已与孚能科技（Farasis Energy）达成协议，将向后者采购电动车所需的锂离子电池。孚能科技正在德国东部建造工厂，从而帮助梅赛德斯-奔驰提升电动车的产能。此前，孚能科技已经通过戴姆勒技术认证，并成功进入戴姆勒供应商体系。孚能科技对外表示，他们将投资 6 亿欧元（约合人民币 47 亿元）进行新工厂的建设。

（4）宁德时代或将成为保时捷电池供应商（新闻来源：高工锂电，20190909）

外媒报道称，据保时捷研发主管 Michael Steiner 透露，保时捷和宁德时代正在进行良好的谈判，他也承认自己定期与宁德时代管理层会面。尽管保时捷的母公司大众汽车已经选择宁德时代作为其动力电池供应商之一，但目前保时捷还没有公布是否将扩大其电池供应商名单，增加宁德时代或者完全改为宁德时代供应都没有定论。

（5）曝保时捷欲从宁德时代采购电池 博世之后宁德时代又获金主？（新闻来源：盖世汽车新能源，20190906）

据彭博社报道，大众集团旗下豪华车品牌保时捷正在讨论从宁德时代新能源科技股份有限公司（以下简称宁德时代）采购电动汽车电池。

（6）宁德时代发布超级快充技术（新闻来源：旺材锂电，20190913）

宁德时代在德国法兰克福车展上，展示了自己的新技术。这些技术包括超级快充、CTP 技术、超长电池寿命技术和电池自加热技术等。其中，宁德时代的快充技术，比目前广泛使用的充电技术所需时间缩短一半，15 分钟即可将电池荷电状态（SOC）从 8%增加到 80%。宁德时代电池管理系统部部长张伟称，结合宁德时代研发的快充型电芯产品，

可以实现电动车充电 5 分钟、续航 150 公里。

激光器设备：凯普林全资并购深圳博锐浦，将更好地服务南方客户

(1) 凯普林全资并购深圳博锐浦，将更好地服务南方客户(新闻来源：光电汇 OESHOW, 20190905)

日前，北京凯普林光电科技股份有限公司完成了对深圳博锐浦科技有限公司的全资并购。博锐浦全员加入凯普林大家庭，所有相关业务将迅速整合，公司变更为深圳凯普林子分公司，完成凯普林布局南方市场的重要一步。此次并购，凯普林将进一步发挥优势，更好地服务南方客户。同时，新团队的加入也进一步增加凯普林的技术与生产实力。

博锐浦具备国际领先的技术研发能力和成熟的生产工艺，在半导体激光器封装设计领域拥有多项专利。公司产品包含 793 nm, 808 nm, 9XX nm 等多条产品线，在抽运源，激光医疗，直接加工，夜视安防等应用领域为国内外客户提供产品与服务。

油服：美国今年原油产量预计将创纪录

(1) 美国今年原油产量预计将创纪录(新闻来源：中国石油新闻网, 20190912)

美国能源资料协会(EIA)周二称，美国 2019 年原油产量预计增加 125 万桶/日，达到创纪录的 1224 万桶/日，略低于此前估计的增加 128 万桶/日。据 EIA，预计 2020 年产量将增长 99 万桶/日至 1323 万桶/日。美国今年原油产量已超过 1200 万桶/日并创纪录，得益于从德州到新墨西哥州的二叠纪盆地产出增加。美国已超过沙特和俄罗斯成为全球最大的产油国。

(2) 普京拟再建一条中俄东线天然气管道(新闻来源：中国石油新闻网, 20190911)

俄《消息报》报道，9 日，俄罗斯总统普京会见了俄罗斯天然气工业股份公司总裁阿列克谢·米勒，并委托后者研究俄罗斯途径蒙古国向中国出口天然气的可能性。这条被提上日程的管道就是搁置已久的中俄西线管道。根据克里姆林宫新闻处消息，普京建议，应该统计清楚伊尔库茨克州、克拉斯诺亚尔斯克边疆区和亚马尔地区的天然气储量，并确定可以向“西线”提供多少数量的天然气。

智能制造：可口可乐在英国公园测试自动驾驶送货机器人帮忙配送饮料

(1) 可口可乐在英国公园测试自动驾驶送货机器人帮忙配送饮料(新闻来源：OFweek 机器人网, 20190906)

盖世汽车讯 据外媒报道，可口可乐欧洲合作伙伴(CCEP)旗下创新投资基金 CCEP Ventures 正与自动驾驶专家 TeleRetail 合作，在英国主题公园测试自动驾驶配送服务，利用一款自动驾驶机器人配送饮料。该项目由 CCEP Ventures 在英国奥尔顿塔主题公园进行，测试是否能够在人流量大的地点成功操纵机器人。此类机器人的速度为 3 英里/时(约合 1.6 公里/时)，续航里程可达 50 公里，将从奥尔顿塔公园的配送中心取货，然后再运送至公园对面的销售点。

此外，这些机器人还配备了 GPS 技术、视觉、声音和运动传感器，可以安全地在人和物体周围行驶，还会利用激光传感器来判断自己与潜在障碍物的距离，从而能够安全停下，避免碰撞。

光伏设备：单晶光伏组件十连降!

(1) 单晶光伏组件十连降!(新闻来源：光伏资讯, 20190908)

单晶 PERC 光伏电池的价格相比 6 月份价格降幅早已超过 20%。已经是连续 10 个星期降价后本周终于止跌! 在单晶 PERC 光伏电池连续降价的趋势下，对多晶电池片的价格形成强烈的冲击，多晶电池片的价格也在不断下降!

电池端价格的下降传导到组件端，本周单晶光伏组件快速下跌，下跌达到四分钱，310单晶最新报价为1.88元/瓦。单晶光伏组件从年初的2.25元/瓦，下降到如今的1.88元/瓦。

三、上市公司跟踪

业绩

无

增发重组

无

股东与高管减持

无

股东与高管增持

无

股权激励

无

限售解禁

无

四、本周重点推荐

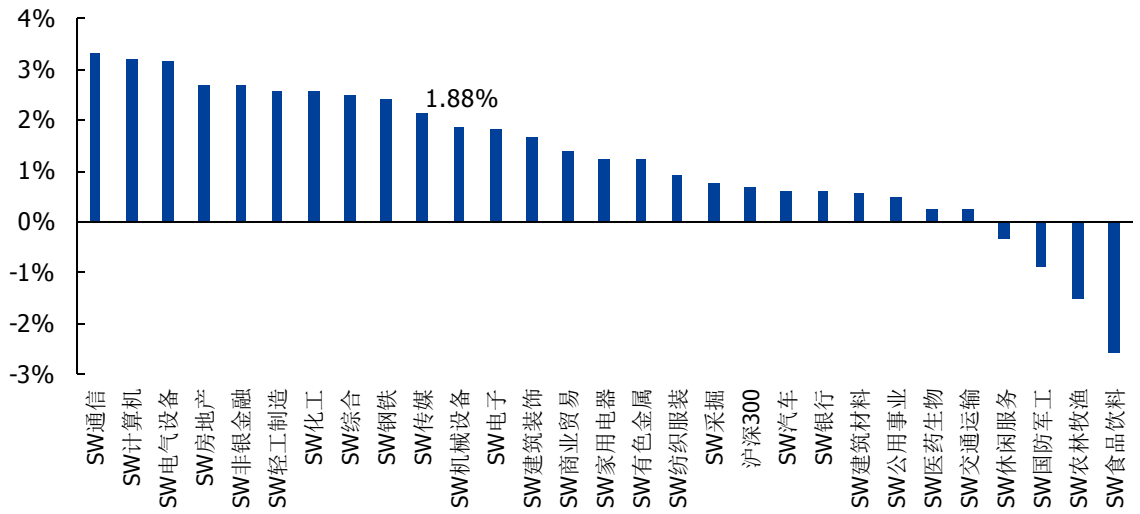
捷佳伟创、晶盛机电、日机密封、三一重工、先导智能。

五、一周市场回顾

9月9日~9月13日，机械板块上升**1.88%**，沪深300上升**0.68%**。年初以来，机械板块上涨**21.30%**，沪深300上涨**27.90%**。本周机械板块涨跌幅榜排名前五的个股分别是：郑煤机(24.79%)、光力科技(18.87%)、应流股份(17.35%)、新美星(17.33%)、星徽精密(13.03%)；涨跌幅榜最后五位个股分别是：中泰股份(-5.73%)、至纯科技(-5.21%)、华中数控(-3.13%)、华荣股份(-1.85%)、佳士科技(-1.71%)。

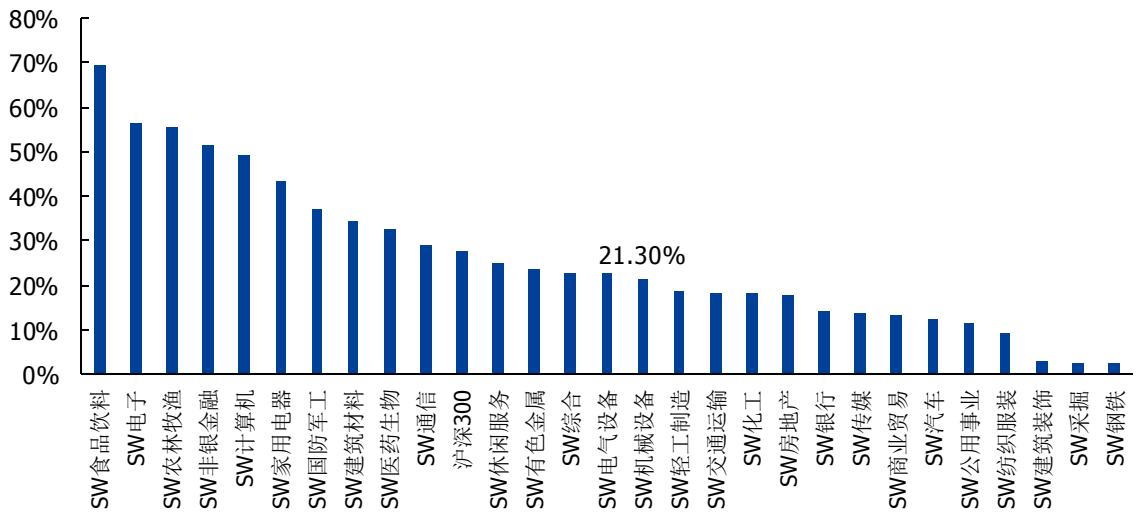
9月13日收盘，机械行业整体PE(TTM)为**42.51**倍、PB(MRQ)**2.40**倍，相对沪深300溢价率分别为**244.17%**、**68.25%**，相对创业板溢价率分别为-71.31%、-38.43%。

图表 25: (2019/09/09-2019/09/13) 一周市场涨跌幅情况: 机械板块上涨 1.88%



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 26: 年初以来市场涨跌幅情况: 机械板块上涨 21.30%



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 27: 本周个股涨幅前五名

涨幅排名	公司代码	公司名称	最新日收盘价 (元)	近一周股价涨跌幅	年初至今股价涨跌幅
1	601717.SH	郑煤机	7.30	24.79%	35.10%
2	300480.SZ	光力科技	19.21	18.87%	111.26%
3	603308.SH	应流股份	12.65	17.35%	58.56%
4	300509.SZ	新美星	9.78	13.33%	22.43%
5	300464.SZ	星徽精密	9.37	13.03%	20.13%

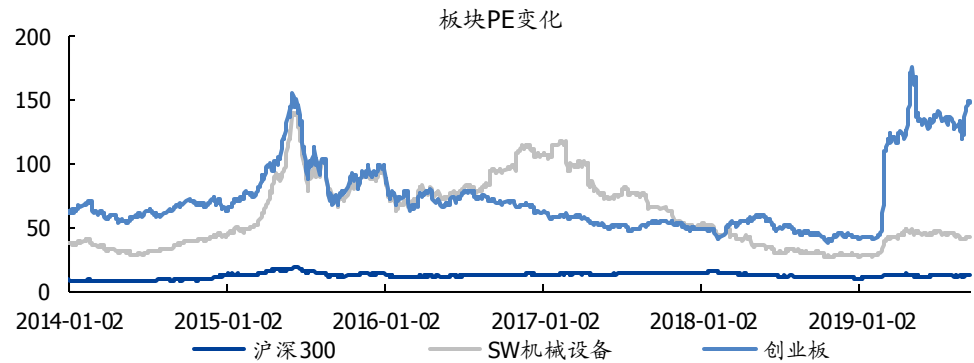
资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 28: 本周个股跌幅后五名

跌幅排名	公司代码	公司名称	最新日收盘价(元)	近一周股价涨跌幅	年初至今股价涨跌幅
1	300435.SZ	中泰股份	13.17	-5.73%	34.09%
2	603690.SH	至纯科技	24.18	-5.21%	59.64%
3	300161.SZ	华中数控	16.42	-3.13%	66.76%
4	603855.SH	华荣股份	9.00	-1.85%	16.79%
5	300193.SZ	佳士科技	9.17	-1.71%	30.91%

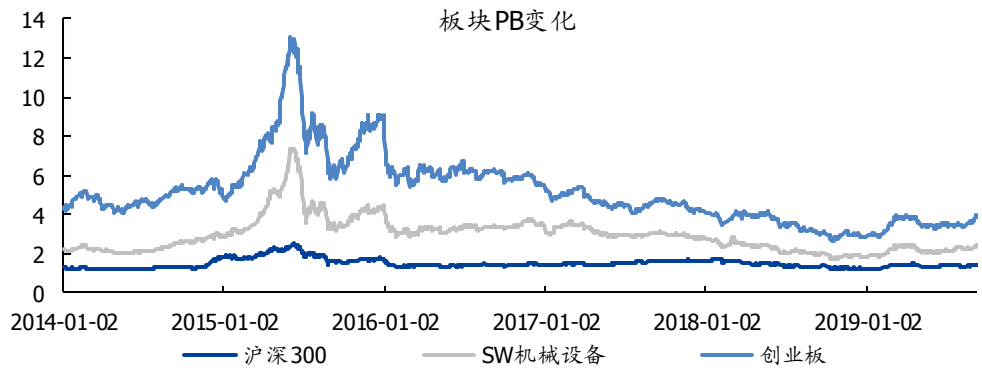
资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 29: 截至 2019/09/08 市场与机械板块估值变化: PE



资料来源: wind, 国盛证券研究所

图表 30: 截至 2019/09/08 市场与机械板块估值变化: PB



资料来源: wind, 国盛证券研究所

六、风险提示

风险提示: 基建投资不达预期, 制造业周期性下滑风险。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，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，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告所涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在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。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

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，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均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。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
	行业评级	减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层

邮编：100032

传真：010-57671718

邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦

邮编：330038

传真：0791-86281485

邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层

邮编：200120

电话：021-38934111

邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼

邮编：518033

邮箱：gsresearch@gszq.com