



2021年中国激光行业研究报告

——先进加工利器，助力“中国智造”

概览标签：激光、激光器、受激辐射、二氧化碳激光、二极管激光、准分子激光、染色激光、氩离子激光、YAG激光、激光切割、激光焊接、激光修复、激光剥离、激光雷达、半导体激光器、超快激光器、激光加工、激光打标、激光打印、激光武器、激光手术、锐科激光、大族激光、柏楚电子



行行查简介



| 行行查官网 —— www.hanghangcha.com



| 行行查业务介绍 —— 行业研究数据库



图表数据



研究报告



深度新闻



招股书



项目精选



创投机构



证券精选



个股查询

| 行行查数据产品手册 - 研究中心研究笔记图鉴



扫码获取

| 行行查公众号、小程序 —— 扫码进入获取更多海量数据



行行查公众号



行行查小程序



- ◆ **激光：**激光是指原子受激辐射的光，即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。被引诱（激发）出来的光子束（激光），其中的光子光学特性高度一致。因此激光相比普通光源单色性、方向性好，亮度更高。
- ◆ **激光器：**激光器是指能发射激光的装置。产生激光的必不可少的条件是粒子数反转和增益大于损耗，所以装置中必不可少的组成部分有激励（或抽运）源、具有亚稳态能级的工作介质两个部分。激励是工作介质吸收外来能量后激发到激发态，为实现并维持粒子数反转创造条件。
- ◆ **激光加工：**激光加工是利用光的能量经过透镜聚焦后在焦点上达到很高的能量密度，靠光热效应来加工的。激光加工不需要工具、加工速度快、表面变形小，可加工各种材料。用激光束对材料进行各种加工，如打孔、切割、划片、焊接、热处理等。
- ◆ **激光切割：**激光切割是指利用高功率密度激光束照射被切割材料，使材料很快被加热至汽化温度，蒸发形成孔洞，随着光束对材料的移动，孔洞连续形成宽度很窄的（如0.1mm左右）切缝，完成对材料的切割。
- ◆ **激光焊接：**激光焊接是利用高能量密度的激光束作为热源的一种高效精密焊接方法。激光焊接可以采用连续或脉冲激光束加以实现，激光焊接的原理可分为热传导型焊接和激光深熔焊接。
- ◆ **激光打标：**激光打标是利用高能量密度的激光对工件进行局部照射，使表层材料汽化或发生颜色变化的化学反应，从而留下永久性标记的一种打标方法。激光打标的基本原理是，由激光发生器生成高能量的连续激光光束，聚焦后的激光作用于承印材料，使表面材料瞬间熔融，甚至气化，通过控制激光在材料表面的路径，从而形成需要的图文标记。
- ◆ **光纤激光器：**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，光纤激光器可在光纤放大器的基础上开发出来，在泵浦光的作用下光纤内极易形成高功率密度，造成激光工作物质的激光能级“粒子数反转”，当适当加入正反馈回路（构成谐振腔）便可形成激光振荡输出。

- ◆ **半导体激光器**：半导体激光器是以一定的半导体材料做工作物质而产生激光的器件。其工作原理是通过一定的激励方式，在半导体物质的能带（导带与价带）之间，或者半导体物质的能带与杂质（受主或施主）能级之间，实现非平衡载流子的粒子数反转，当处于粒子数反转状态的大量电子与空穴复合时，便产生受激发射作用。
- ◆ **超快激光器**：超快激光器是一种基于SESAM、克尔透镜等锁模技术，脉冲宽度在ps甚至fs量级的激光器。
- ◆ **激光雷达**：激光雷达是以发射激光束探测目标的位置、速度等特征量的雷达系统。其工作原理是向目标发射探测信号（激光束），然后将接收到的从目标反射回来的信号（目标回波）与发射信号进行比较,作适当处理后,就可获得目标的有关信息,如目标距离、方位、高度、速度、姿态、甚至形状等参数,从而对飞机、导弹等目标进行探测、跟踪和识别。
- ◆ **激光武器**：激光武器是用高能的激光对远距离的目标进行精确射击或用于防御导弹等的武器，分为战术激光武器（THEL）与战略激光武器两类。具有快速、灵活、精确和抗电磁干扰等优异性能，在光电对抗、防空和战略防御中可发挥独特作用。
- ◆ **激光打印技术**：激光打印技术是利用激光束将数字化图形或文档快速“投影”到一个感光表面（感光鼓），被激光束命中的位置会发生电子放电现象，然后由于静电作用，像磁铁般地吸引一些纤细的“墨粉”，打印效果就出来了。因其打印技术的核心为激光成像技术，所以这种打印技术叫做“激光打印技术”。

中国激光行业市场概述——基本定义与分类

◆ 激光的定义

激光是20世纪以来继核能、电脑、半导体之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”。激光是指 **原子受激辐射的光**，故名“激光”。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。被引诱（激发）出来的光子束（激光），其中的光子光学特性高度一致。因此激光相比普通光源具有单色性、相干性、高亮度及高方向性。激光应用广泛，包括激光打标、激光焊接、激光切割、光纤通信、激光测距、激光雷达、激光武器、激光唱片、激光矫视、激光美容、激光扫描、激光灭蚊器、LIF无损检测技术等。激光系统可分为 **连续波激光器** 和 **脉冲激光器**。

◆ 激光的分类

激光 **按频率** 分为红激光、蓝激光、绿激光；**按原理** 分为有氨-氙激光、二氧化碳激光、二极管激光、准分子激光、染色激光、氩离子激光、氮气激光、YAG激光等；**按连续性** 分为连续激光和脉冲激光，脉冲激光有微秒级激光、纳秒激光、皮秒激光、飞秒激光；**按强度** 分为一级，二级等等，级别越高，强度越大相应则要求采取更严格的保护措施。

激光的分类

分类	具体内容
按频率分	红激光、蓝激光、绿激光
按原理分	有氨-氙激光、二氧化碳激光、二极管激光、准分子激光、染色激光、氩离子激光、氮气激光、YAG激光等
按连续性	连续激光和脉冲激光，脉冲激光有微秒级激光、纳秒激光、皮秒激光、飞秒激光
按强度分	一级，二级等等，级别越高，强度越大相应则要求采取更严格的保护措施

资料来源：行行查研究中心

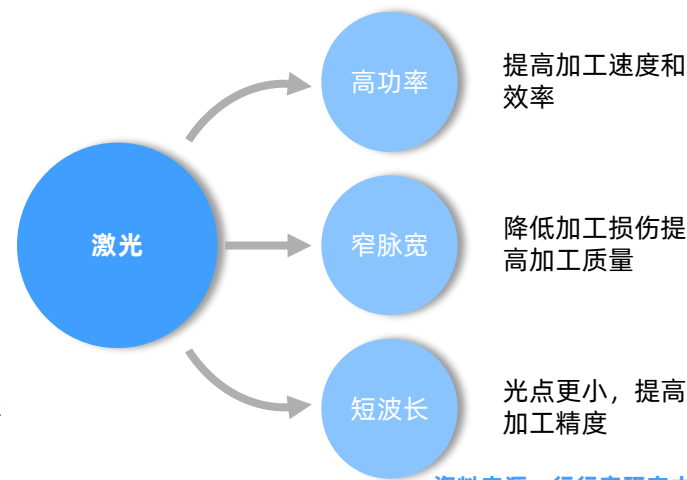
激光的四大特征



- **高方向性**
平面发散角小，接近于平行光束
- **单色性**
激光的光谱线极窄
- **相干性**
激光光子的频率、相位、偏振态、传播方向相同
- **高亮度**
单位面积、单位频带宽度和单位立体角内发射的光功率大

资料来源：行行查研究中心

激光技术发展方向



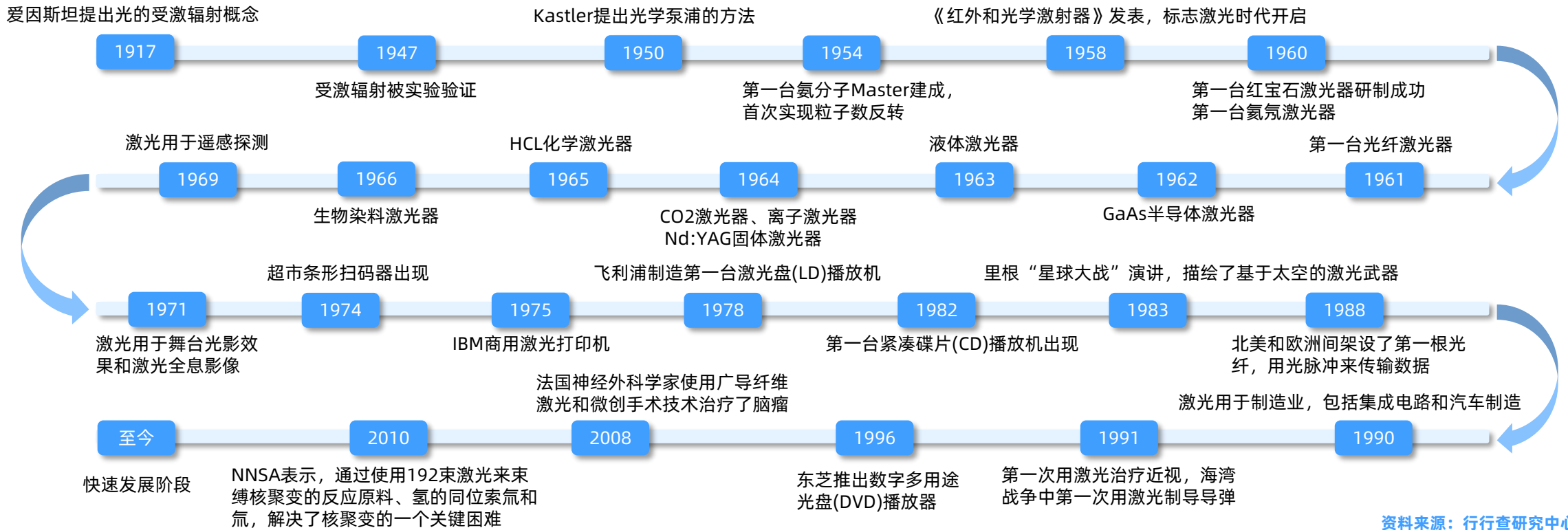
- 高功率 提高加工速度和效率
- 窄脉宽 降低加工损伤提高加工质量
- 短波长 光点更小，提高加工精度

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业发展历程——行业正处于快速发展阶段

激光起始于1917年爱因斯坦提出“受激发射”理论，即一个光子使得受激原子发出一个相同的光子。之后的40年时间激光技术在理论上逐步走向成熟；1960年美国加州Hughes实验室的Theodore Maiman实现了第一束激光，第一台红宝石激光器诞生，之后各类激光器层出不穷，行业进入应用拓展阶段；20世纪后，激光行业进入快速发展阶段。

激光发展历程



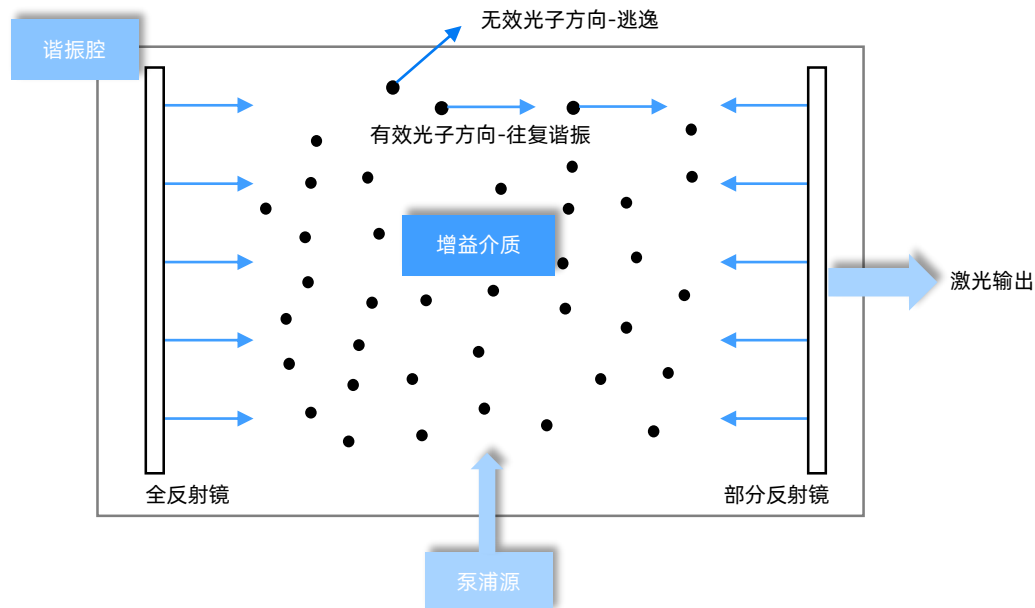
资料来源：行行查研究中心

中国激光行业工作原理——原子受激辐射的光

激光是指通过人工方式，用光或放电等强能量激发特定的物质而产生的光。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时，释放的能量以光子形式放出，产生准直、单色、相干的定向光束。

激光工作应用场景广泛，具体有材料加工、电子信息、航天航空、通讯、美容、军事武器等方面。其工作方式包括激光切割、激光修复、激光剥离、激光切边外还有激光焊接、激光显示、激光穿孔等。激光技术改变了低效率、低附加值、低技术含量的传统加工生产模式，目前在电子制造以及金属精密加工等行业得到广泛应用，激光加工的应用主要包括激光切割、激光焊接和激光打标等领域。

激光产生原理



资料来源：柏楚电子招股说明书，行行查研究中心

激光的安全防护等级

第1级第1级 (Class I/1)

通常是因为光束被完全的封闭在内，例如在CD或DVD播放器内。

第2级 (Class II/2)

在正常使用状况下是安全的，这类设备通常功率低于1mW，例如激光指示器。

第3 a/R级 (Class IIIa/3R)

功率通常会达到5mW，注视这种光束几秒钟会对视网膜造成立即的伤害。

第3b/B级 (Class IIIb/3B)

在暴露下会对眼睛造成立即的损伤。

第4级 (Class IV/4)

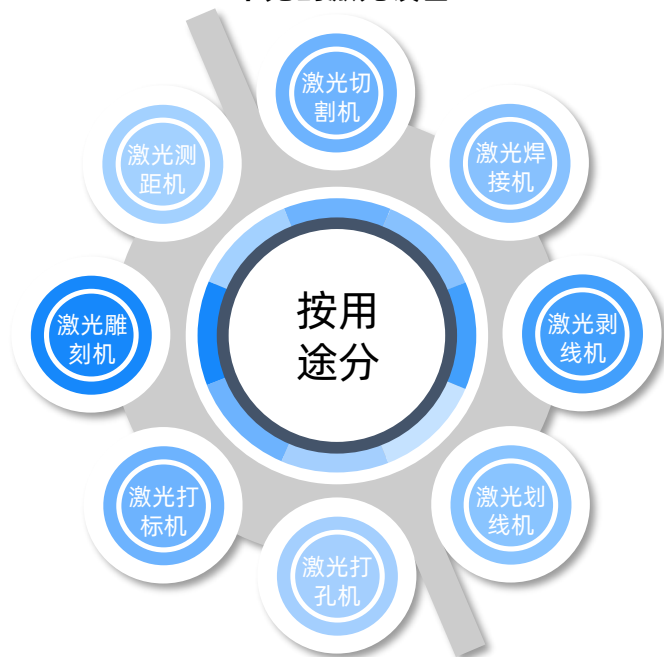
激光会烧灼皮肤，即使散射的激光光（200W以上）也会对眼睛和皮肤造成伤害。利用激光的热能，可以制造新型的烹饪工具。

资料来源：激光网，行行查研究中心

中国激光行业核心部件——激光加工设备：市场巨大，应用广泛

根据激光束与材料相互作用的机理，大体可将激光加工分为 **激光热加工** 和 **光化学反应加工** 两类。激光热加工是指利用激光束投射到材料表面产生的热效应来完成加工过程，包括激光焊接、激光雕刻切割、表面改性、激光镭射打标、激光钻孔和微加工等；光化学反应加工是指激光束照射到物体，借助高密度激光高能光子引发或控制光化学反应的加工过程，包括光化学沉积、立体光刻、激光雕刻刻蚀等。激光加工不需要工具、加工速度快、表面变形小，可加工各种材料。用激光束对材料进行各种加工，如打孔、切割、焊接、热处理等。某些具有亚稳态能级的物质，在外来光子的激发下会吸收光能，使处于高能级原子的数目大于低能级原子的数目，即粒子数反转，若有一束光照射，光子的能量等于这两个能相对应的差，会产生受激辐射，输出大量的光能。

常见的激光设备



资料来源：行行查研究中心

激光加工对传统金属切割设备具有替代作用

激光应用	激光加工技术原理及特点	传统加工设备
激光切割	利用高能量的激光束进行切割；特点：效率最快，切割精度最高，切割厚度一般较小	等离子体切割、火焰切割机
激光焊接	利用高能量的激光脉冲对材料进行局部加热，将材料熔化后形成特定熔池；特点：焊缝质量高，无气孔	电子束焊、电阻点焊
激光打标	激光束与物质表面作用，物质的蒸发露出深层物质，从而刻出精美的图案；特点：工作稳定，使用寿命长，转换效率高，打印线条细	气动打标机、电腐蚀打标机、电磁打标机
激光打孔	利用高功率密度激光束照射材料，使材料很快被加热至汽化温度，蒸发形成孔洞。特点：速度快，效率高	机械钻孔、冲压打孔
激光快速成型	根据计算机设计出的模型立体图，直接制造出模型。优点：缩短工作时间、节省制模费用，可以加工形状复杂的精度模具	车削、钻削等，冲压、铸造等
激光热处理	以高能量激光束快速扫描工件，使材料温度升高到相变点以上，得到较细小的硬化层组织，硬度一般高于常规淬火硬度	电子束热处理

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业核心部件——运控系统：激光设备的“大脑”

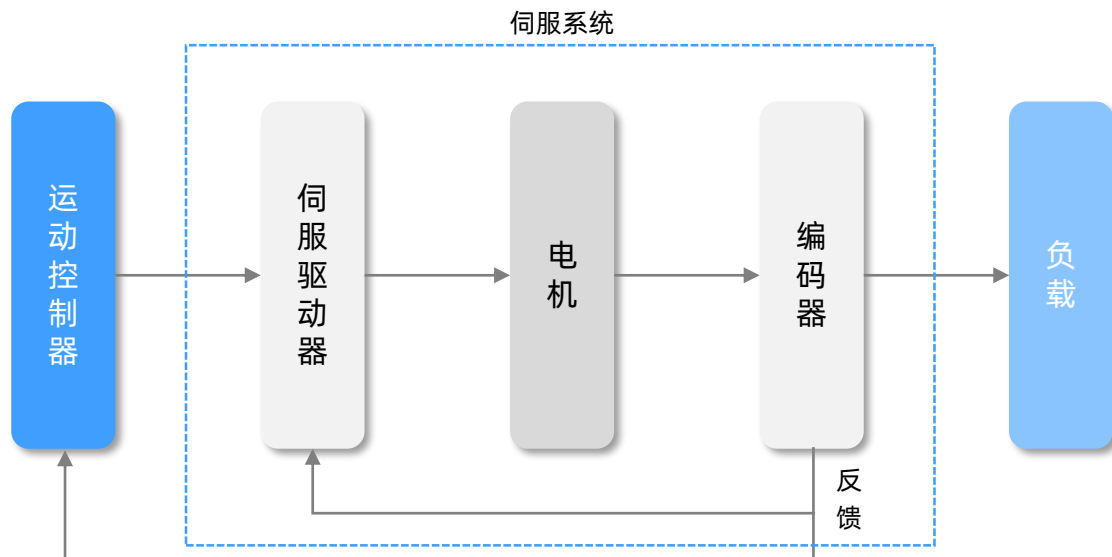
◆ 运动控制系统的功能

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

◆ 运控系统产业链

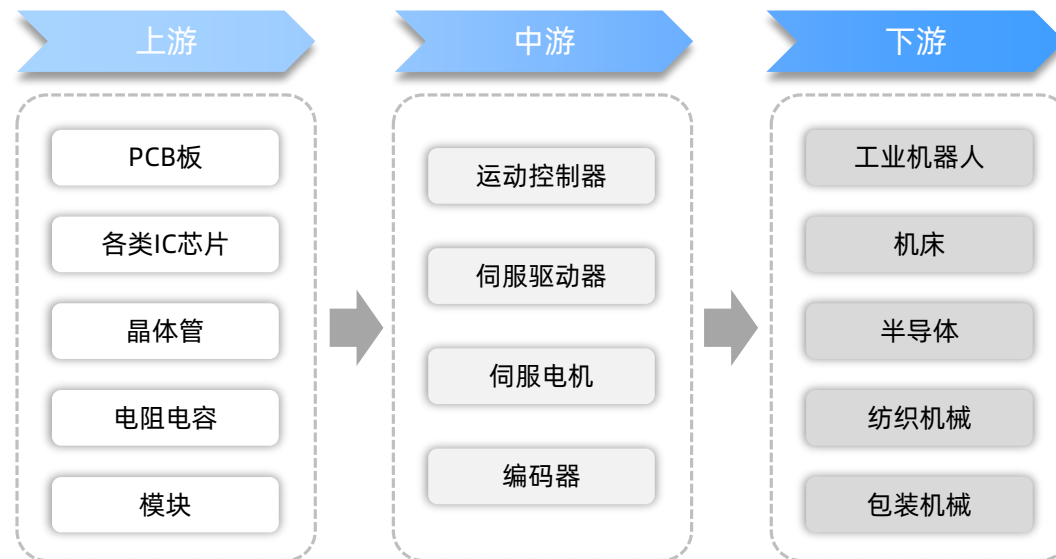
光切割控制系统是运动控制在激光切割中的应用，激光切割运动控制系统是运动控制在切割中的运用，位于激光产业中游，与激光器、机械部件等共同构成激光切割设备。激光切割控制系统的作用是控制激光切割头运动轨迹以及与被切割物体之间的距离，可被运用于所有涉及金属材料切割的行业，并正逐步向非金属切割领域发展。

运动控制系统流程图



资料来源：柏楚电子招股说明书，行行查研究中心

运动控制系统产业链



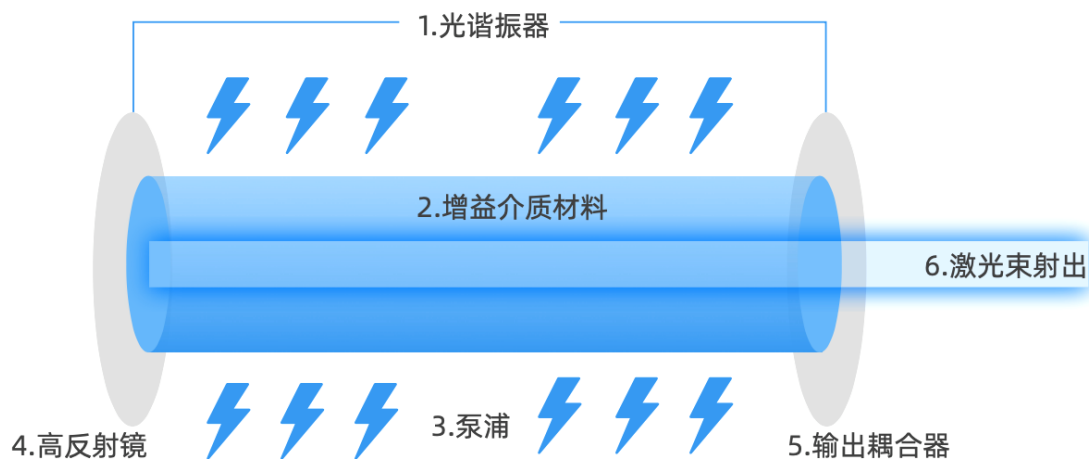
资料来源：行行查研究中心

中国激光行业核心部件——（一）激光器：激光发射装置

激光器是激光的发生装置，1954年诞生了第一台微波量子放大器，获得了高度相干的微波束。1958年A.L.肖洛和C.H.汤斯把微波量子放大器原理推广应用到光频范围，1960年T.H.梅曼等人制成了第一台红宝石激光器。1961年A.贾文等人制成了氦氖激光器。1962年R.N.霍耳等人创制了砷化镓半导体激光器。

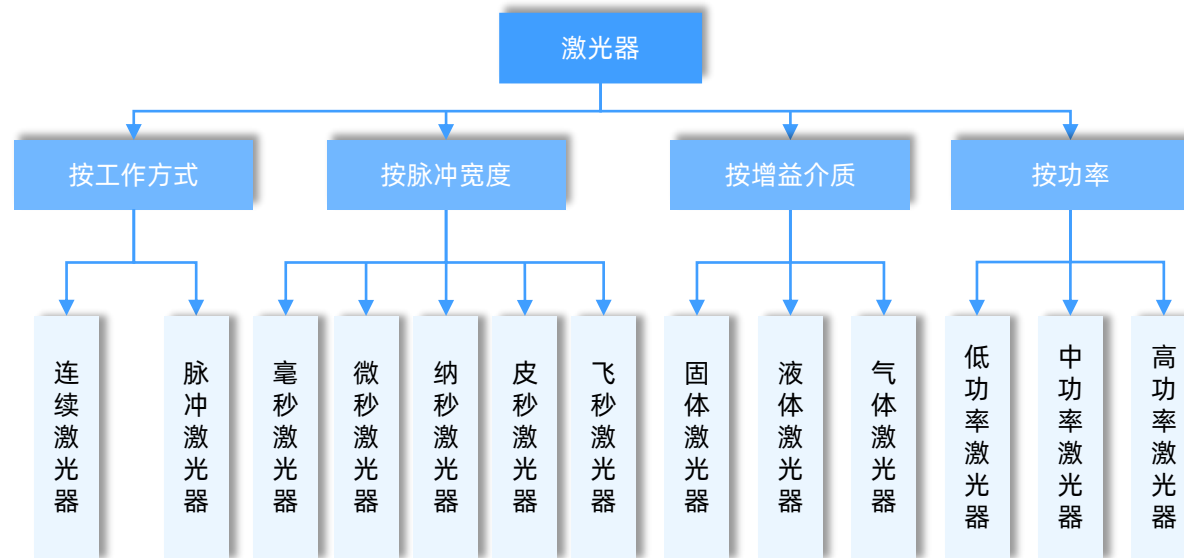
激光器通常由三部分组成，即激光增益介质、泵浦源、光学谐振腔。**泵浦源**是激光器的能量供给来源，对工作介质进行激励，将激活例子从基态抽运到高能级，以实现粒子数反转；**增益介质**是激光器的核心，会吸收泵浦源提供的能量并将激光放大；**谐振腔（光谐振器）**是两面互相平行的镜子，其作用是把光线在反射镜间来回反射并多次经过增益介质，因而在缩短工作物质长度的同时还能达到放大激光功率的目的，即产生与维持激光震荡，控制输出激光束的质量。而输出耦合器之间来回放大，部分是透明的。

激光器的原理图



资料来源：行行查研究中心

激光器的分类



资料来源：行行查研究中心

中国激光行业核心部件——（二）激光器：光纤激光器

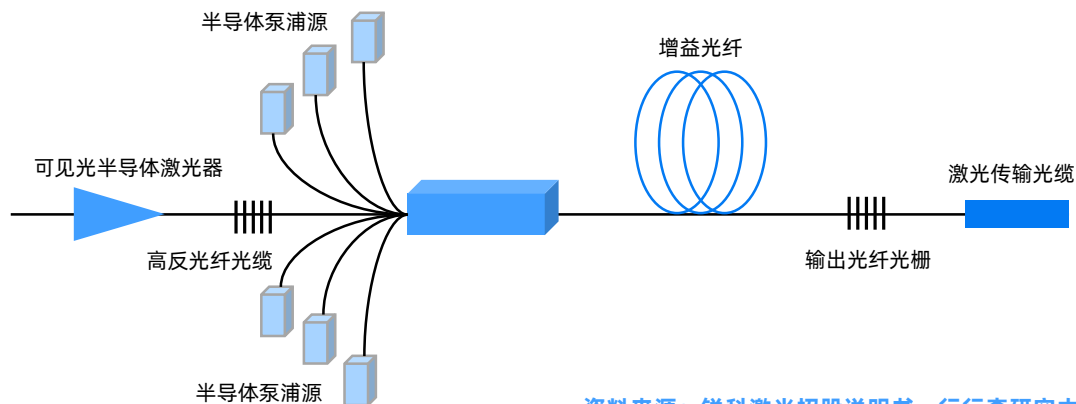
◆ 光纤激光器定义

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，光纤激光器可在光纤放大器的基础上开发出来，在泵浦光的作用下光纤内极易形成高功率密度，造成激光工作物质的激光能级“粒子数反转”，当适当加入正反馈回路（构成谐振腔）便可形成激光振荡输出。

◆ 光纤激光器分类

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。光纤激光器种类较多，根据其激光机理、器件结构和输出激光特性的不同可有多种不同的分类方式。

典型光纤激光器光学系统



资料来源：锐科激光招股说明书，行行查研究中心

光纤激光器的分类

分类	激光类型	特征
按照工作方式	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
	准连续激光器	输出为连续、脉冲形式的激光
按照输出功率大小	低功率激光器	平均输出功率低于100W
	中功率激光器	平均输出功率介于100W到1,000W之间
	高功率激光器	平均功率大于或等于1,000W
按照稳定运行的光波模式	单模光纤激光器	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2,000W以下
	多模光纤激光器	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
按照光纤结构种类	单包层光纤激光器	由纤芯、外包层、保护层构成
	双包层光纤激光器	由纤芯、内包层、外包层、保护层构成

资料来源：行行查研究中心

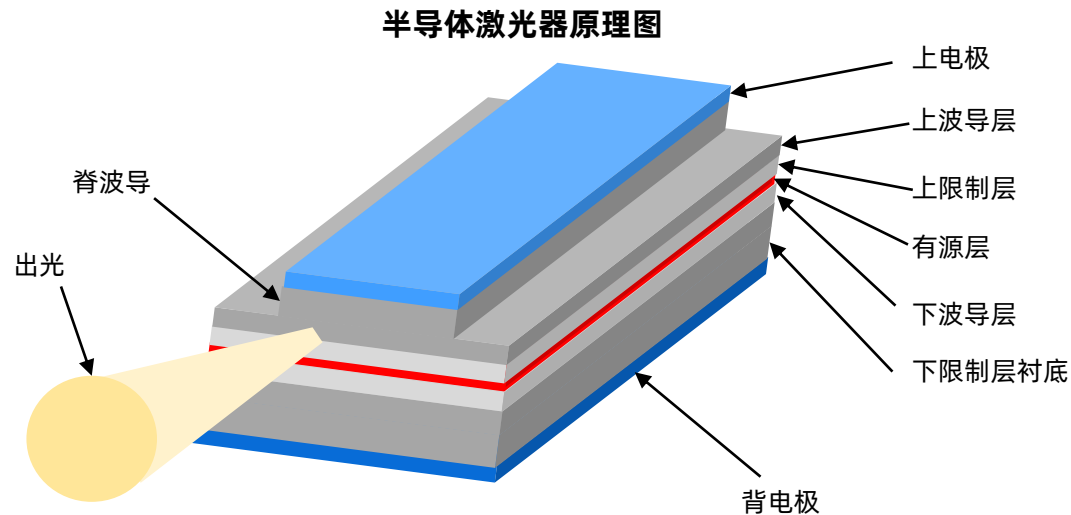
中国激光行业核心部件——（三）激光器：半导体激光器

◆ 半导体激光器定义

半导体激光器是以一定的半导体材料做工作物质而产生激光的器件。其工作原理是通过一定的激励方式，在半导体物质的能带（导带与价带）之间，或者半导体物质的能带与杂质（受主或施主）能级之间，实现非平衡载流子的粒子数反转，当处于粒子数反转状态的大量电子与空穴复合时，便产生受激发射作用。

◆ 半导体激光器分类

半导体激光器种类较多，根据其芯片参数、封装方式的不同，有多种分类方式。光纤输出的半导体激光器分类方式分为：**按使用方式**可分为用于光纤激光器和固体激光器种类激光器的泵浦源以及直接使用其输出激光的直接半导体激光器。**按功率**可分为100W以下的低功率半导体激光器、100W-1,000W的中功率半导体激光器、1,000W以上的高功率半导体激光器。



资料来源：光行天下，行行查研究中心

半导体激光器的应用

光子类型	半导体激光器应用	应用领域
能量光子	光纤激光器泵浦	打标、雕刻、切割、焊接、金属3D打印等材料加工领域，应用于航空航天、汽车制造、船舶制造、钢铁冶金、3C电子、国防等
	固体及超快激光器泵浦	精密切割、打孔、剥离、去除、划片、调阻调频、微纳结构加工，应用于半导体微电子、显示面板与照明、航空航天、汽车、太阳能、3C电子、3D增材制造
	直接半导体激光器	焊接、熔覆、淬火、表面热处理，应用于汽车制造、发电设备、3C电子、航空航天、高铁、钢铁冶金等
	生物医学用激光器	医美、理疗、手术、光动力
信息光子	定向能用激光器	科研与国防军事
	光通信激光器	接入网、主干网、数据中心；5G、物联网
	硅光芯片	数据传输与运算
	激光雷达与探测器	3D人脸识别与辅助摄像、探测跟踪、安防监控、机器视觉、测距和尺寸测量
显示光子	传感器	液体、气体等物质传感器、接近传感器等
	中远红外、太赫兹激光器	检测与影像、光电对抗
显示光子	红、绿、蓝三色激光器	激光电视、激光投影、汽车车灯、激光照明等

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业核心部件——（四）激光器：超快激光器

超快激光器 是一种基于SESAM、克尔透镜等锁模技术，脉冲宽度在ps甚至fs量级的激光器。超快激光包括 **飞秒激光**（脉冲宽度 $\leq 10-15$ s）与 **皮秒激光**（脉冲宽度 $\leq 10-12$ s），与长脉冲激光相比，相同脉冲能量下超快激光极短的脉宽使其能达到极高的峰值功率。在极高的功率条件下，超快激光几乎可以将所有材料完全电离，即超快激光与物质的相互作用是多光子吸收的非线性电离过程。相比长脉冲激光加工，超快激光加工能大幅度降低加工过程中的热损伤和热效应，提高加工质量。因此超快激光亦被称为“冷加工”，在工业微加工、科研应用、精准医疗、航空航天、增材制造等应用领域表现出色。

超快激光加工的优势

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

资料来源：CNKI，行行查研究中心

超快激光器与传统长脉冲激光器对比

脉冲激光类型	脉冲宽度	输出激光特点
传统长脉冲激光	毫秒、微秒、纳秒	激光作用时间长，有足够长的时间进行热量传播，热效应明显；峰值功率低，材料加工无法直接升华，需要先液化再汽化，损伤基材
超快脉冲激光	皮秒、飞秒	作用时间短、峰值功率极高可达到亿瓦以上级别，可瞬间令材料升华；具有热效应小、超衍射极限、热扩散性小、对材料无选择性等诸多优势

资料来源：CNKI，行行查研究中心

超快激光加工下游应用情况

行业	应用	概况
工业加工	大尺寸液晶屏偏光片切割、OLED屏体用偏光片切割、LCD/OLED屏体激光修复	大批量应用，应用方向更加明确，产品规格要求趋于明朗；中国超快激光企业占据有利地位
消费电子	手机钢化玻璃、蓝宝石盖板切割、指纹识别模组玻璃/芯片切割	有望成为引领下一代集成器件制备的革新技术
精准医疗	代替手术刀用于非常精确的外科手术、医疗美容、细胞膜融合等	精准医疗领域超快激光市场规模有望进一步扩大
航空航天	难加工材料类的高性能零部件、跨尺度效应实现高性能的零部件	超快激光可用于引擎喷油嘴打扎、发动机叶片斜孔加工、航空滤网超快激光清洗等
科研应用	微纳加工、多光子成像、非线性光学、抽运探测等	对产品指标要求更高，国际激光器供应商占据中国60%以上的科研市场份额

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业关键技术——（一）激光加工技术

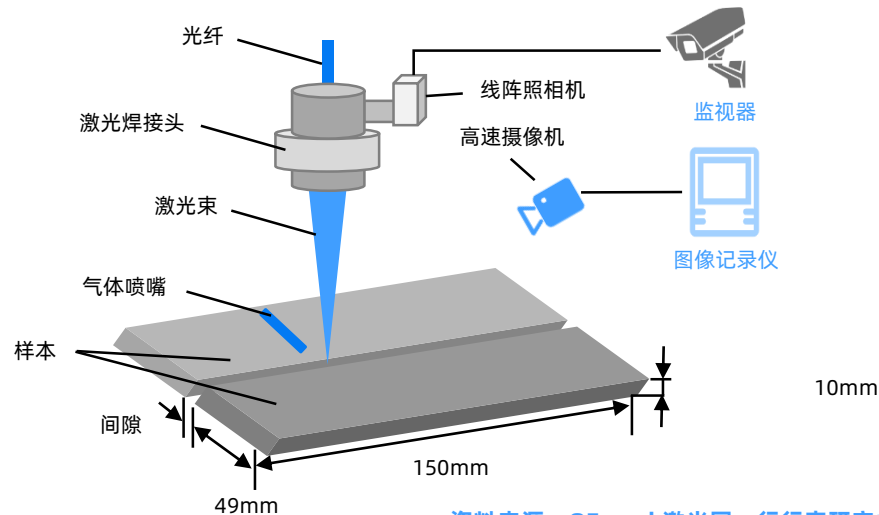
◆ 技术原理分析

激光加工技术是利用激光束与物质相互作用的特性，对材料（包括金属与非金属）进行切割、焊接、表面处理、打孔及微加工等的一门加工技术。早期的激光加工由于功率较小，大多用于打小孔和微型焊接。随着大功率二氧化碳激光器、高重复频率钕铝石榴石激光器的出现，数千瓦的激光加工机用于各种材料的高速切割、深熔焊接和材料热处理等方面。各种专用的激光加工设备与光电跟踪、计算机数字控制、工业机器人等技术相结合，大大提高了激光加工机的自动化水平和使用功能。

◆ 激光加工优势

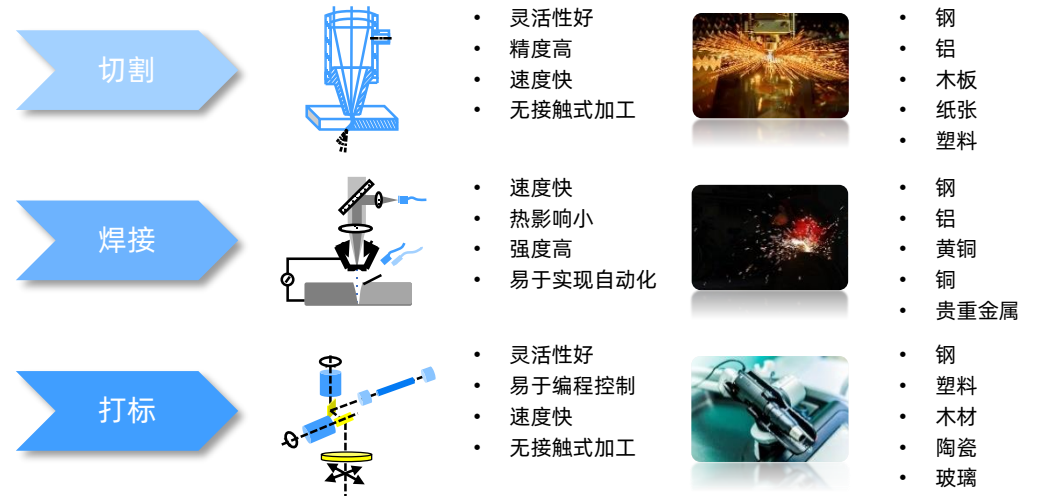
激光的空间控制性和时间控制性优良，对加工对象的材质、形状、尺寸和加工环境的自由度都很大，特别适用于自动化加工。激光加工系统与计算机数控技术相结合可构成高效自动化加工设备，已成为企业实行适时生产的关键技术。热加工和冷加工均可应用在金属和非金属材料，进行切割，打孔，刻槽，标记等。热加工金属材料进行焊接，表面处理，生产合金，切割均极有利。冷加工则对光化学沉积，激光快速成形技术，激光刻蚀，掺染和氧化都很合适。

激光加工原理示意图



资料来源：OFweek激光网，行行查研究中心

激光加工在切割焊接打标三大应用上优势明显



资料来源：行行查研究中心

中国激光行业关键技术——（二）激光切割技术（1/2）

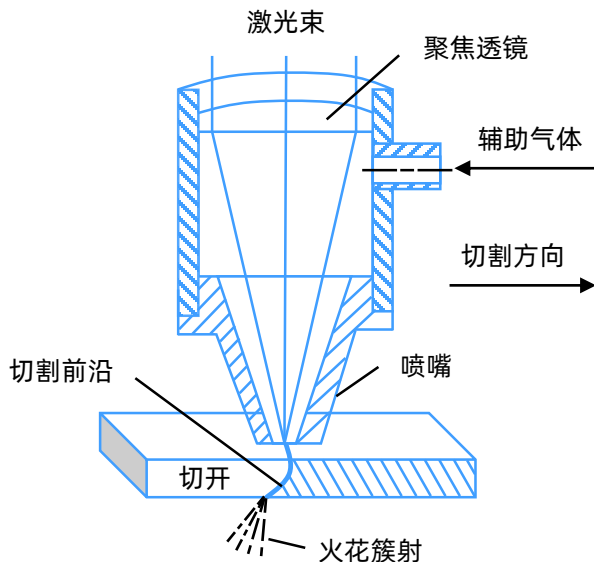
◆ 技术原理分析

激光切割技术是用聚焦镜将CO₂激光束聚焦在材料表面使材料熔化，同时用与激光束同轴的压缩气体吹走被熔化的材料，并使激光束与材料沿一定轨迹作相对运动，从而形成一定形状的切缝。激光切割技术广泛应用于金属和非金属材料的加工中，可大大减少加工时间，降低加工成本，提高工件质量。

◆ 激光切割优势

与传统切割方法相比，激光切割具有切割尺寸精度高、切缝不变形、切口无毛刺、切割无锥度、切割速度快、切割良率高且能实现任意图形切割的优点。

激光切割原理示意图



资料来源：《激光焊接与切割质量控制》，行行查研究中心

激光切割工艺类型

工艺类型	内容
熔化切割	使入射的激光照射在板材中，激光功率达到一定临界值的时候，使局部区域产生融化，达到切割的效果。
汽化切割	用高功率密度的激光束加热加工材料，避免热传导造成的熔化所形成的挂渣毛边，部分材料汽化成蒸汽消失，该工艺加工材料边缘比较美观。
氧化切割	喷嘴中的吹出氧气被激光束点燃，氧气发生激烈的化学反应而产生热加工，对于容易受热破坏的脆性材料，通过激光束加热进行高速、可控的切断，引起该区域大的热梯度和机械变形，导致材料形成裂缝，该工艺又被称为控制断裂切割。

资料来源：行行查研究中心

激光切割的优势

优势	具体特点
切割质量好	激光光斑小、能量密度高、切割速度快，因此激光切割能够获得较好的切割质量。
切割效率高	由于激光的传输特性，激光切割机一般配有一个或多个数控工作台，整个切割过程可以全部实现数控。操作时，只需改变数控程序，就可适用不同形状零件的切割，可进行二维或三维切割。
切割速度快	激光能量密度高，本身不接触材料，能够在短时间内使被切割的材料熔化、汽化、烧蚀或达到熔点，切割速度快。激光切割过程噪声低，振动小，无污染。
非接触式切割	激光切割时割炬与工件无接触，不存在工具的磨损。加工不同形状的零件，只需调整参数即可。
切割材料种类多	与氧乙炔切割和等离子切割等传统切割工艺技术比较，激光切割材料的种类多，包括金属、非金属、金属基和非金属基复合材料、皮革、木材及纤维等。

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业关键技术——（二）激光切割技术（2/2）

激光切割技术广泛应用于金属和非金属材料的加工中，脉冲激光适用于金属材料，连续激光适用于非金属材料，后者是激光切割技术的重要应用领域。随着激光产业的飞速发展，相关的激光技术与激光产品也日趋成熟。在激光切割机领域，呈现出YAG固体激光切割机、CO₂激光切割机双足鼎力，光纤激光切割机后来居上的局势。

- **YAG固体激光切割机**：具有价格低、稳定性好的特点，产品的输出功率大多在600W以下，由于输出能量小，主要用于打孔和点焊及薄板的切割。它的绿色的激光束可在脉冲或连续波的情况下应用，具有波长短、聚光性好。YAG固体激光切割机激光器的波长不易被非金属吸收，因此 **不能切割非金属材料**。
- **CO₂激光切割机**：可以稳定切割20mm以内的碳钢，10mm以内的不锈钢，8mm以下的铝合金。**容易被非金属吸收**，可高质量地切割亚克力、有机玻璃等 **非金属材料**，同时在光束出口处装有喷吹氧气、压缩空气或惰性气体N₂的喷嘴，以提高切割速度和切口的平整光洁。根据国际安全标准，激光危害等级分4级，CO₂激光切割机属于危害最小的一级。
- **光纤激光切割机**：由于它可以通过光纤传输，柔性化程度空前提高，故障点少，维护方便，速度奇快，所以在切割4mm以内薄板时光纤切割机有着较大优势；光纤激光器激光切割机的波长为1.06μm，不易被非金属吸收，不能切割非金属材料。根据国际安全标准，激光危害等级分4级，光纤激光由于波长短对人体由于是眼睛的伤害大，属于 **危害最大** 的一级，出于安全考虑，光纤激光加工需要全封闭的环境。

三类激光切割机对比

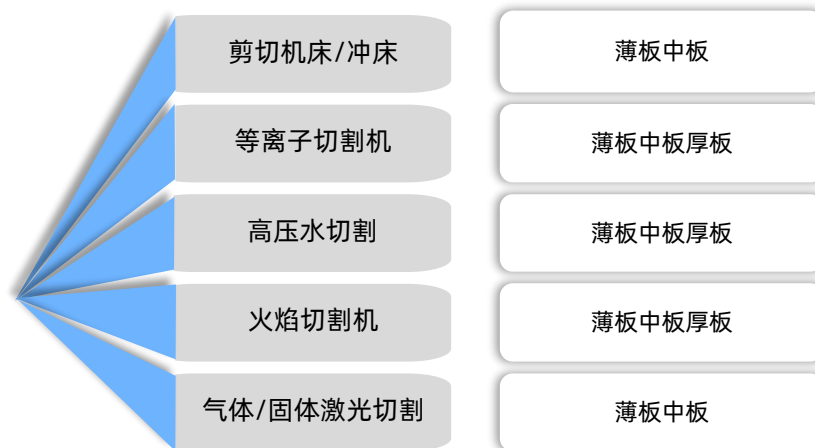
类型	光纤激光器	YAG激光器	CO ₂ 激光器
光束品质	优秀	一般	良好
设置面积	优秀	较差	较差
消耗电力	良好	一般	较差
寿命	优秀	较差	较差
维护	优秀	较差	较差
遥控加工	优秀	一般	一般
初期成本	良好	良好	优秀

资料来源：行行查研究中心

光纤激光切割替代传统切割方式



光纤激光切割



资料来源：行行查研究中心

中国激光行业关键技术——（三）激光焊接技术

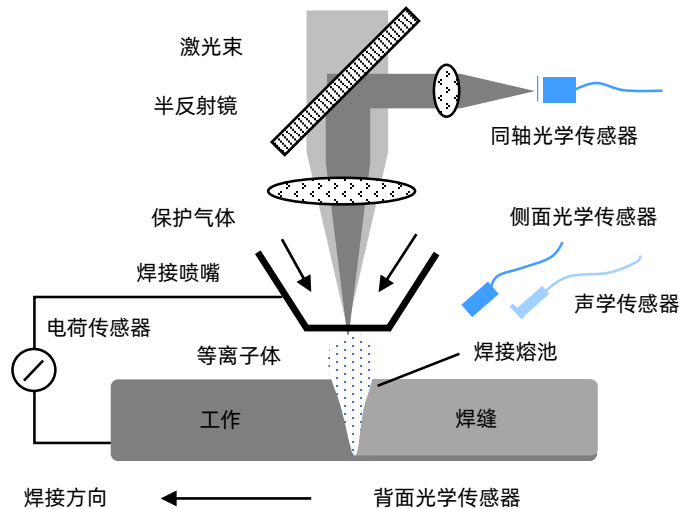
◆ 技术原理分析

激光焊接是利用高能量密度的激光束作为热源的一种高效精密焊接方法。激光焊接技术属于熔融焊接，是一种以激光束为能源，使其冲击在焊件接头上以达到焊接目的的技术。由光学震荡器及放在震荡器空穴两端镜间的介质所组成。

◆ 激光焊接优势

激光焊接技术具有溶池净化效应，能纯净焊缝金属，适用于相同和不同金属材料间的焊接。由于激光能量密度高，对高熔点、高反射率、高导热率和物理特性相差很大的金属焊接特别有利。根据工作原理的不同，适配不同的加工场景，激光焊接可分为 **热传导焊**、**深熔焊**、**复合焊接**、**激光钎焊** 和 **激光传导焊接** 五种。

激光焊接技术原理示意图



资料来源：行行查研究中心

激光焊接的类别

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，熔化另一个吸收激光的零件。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CO ₂ 激光器，连续的固体激光器	CO ₂ 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、钛等金属	主要是钢和铝	钢和铝	塑料：热塑性塑料、热塑性弹性体
重要参数	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	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	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

资料来源：行行查研究中心

中国激光行业关键技术——（四）激光打标技术

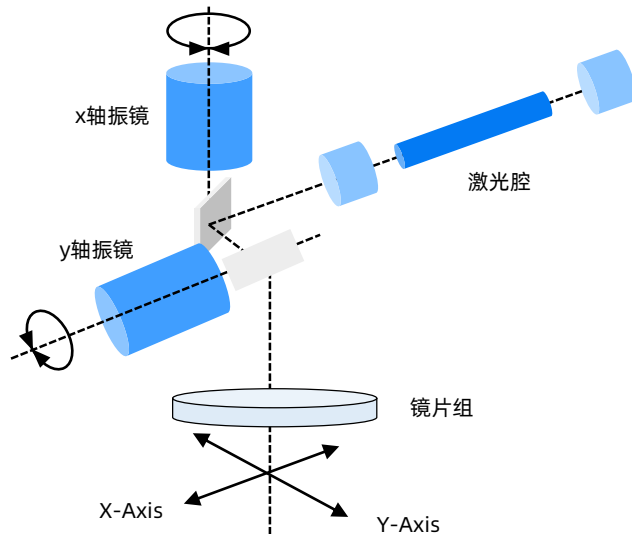
◆ 技术原理分析

激光打标是利用高能量密度的激光对工件进行局部照射，使表层材料汽化或发生颜色变化的化学反应，从而留下永久性标记的一种打标方法。激光打标的基本原理是由激光发生器生成高能量的连续激光光束，聚焦后的激光作用于承印材料，使表面材料瞬间熔融，甚至气化，通过控制激光在材料表面的路径，从而形成需要的图文。

◆ 激光打标优势

激光打标记速度快，加工效率大大提高；激光打标记的图案及字样清晰、永不磨损，其线条甚至可以达到毫米到微米级别，防伪功能强大；由于采用非接触式加工，激光打标的热影响达到了最小化，可避免加工材料产生变形问题；激光打标具备无耗材、无环境污染、以及一次成形等优势，可以有效降低生产成本和环境污染。激光打标机在塑料产品、食品包装、PVC板、PCB板等非金属行业，以及精密仪器仪表、汽车零配件等金属行业领域得到广泛应用。

典型的激光打标系统结构图



资料来源：联动科技公开资料，行行查研究中心

激光打标工艺对比

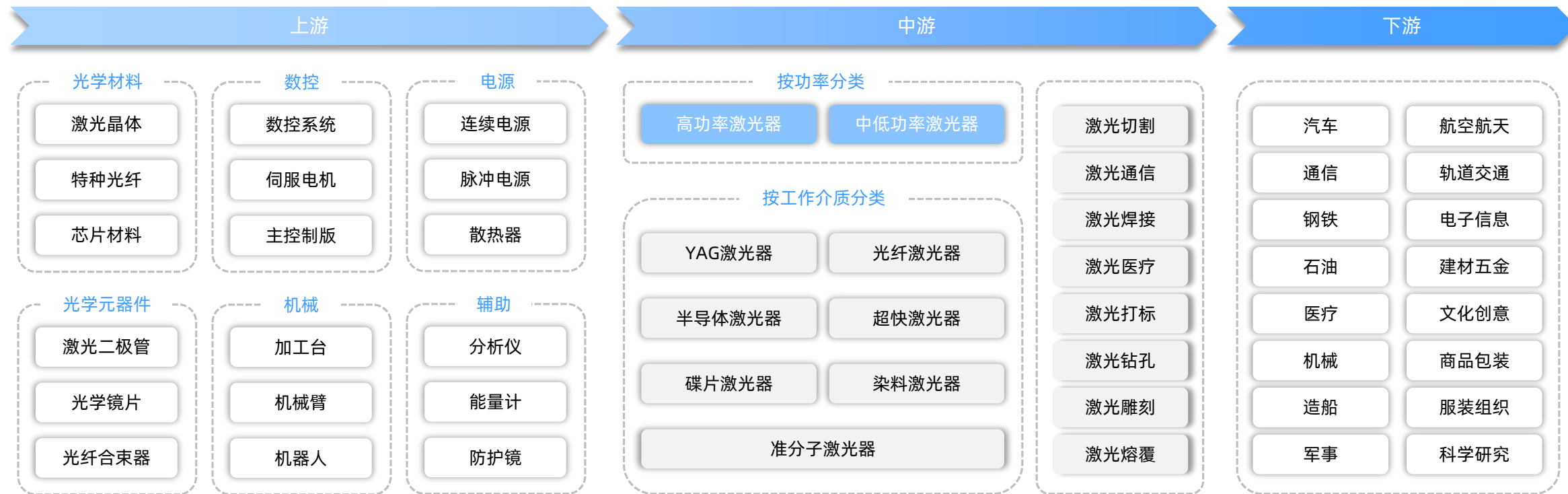
类型	雕刻和烧蚀	退火	变色和起泡
工作原理	高功率短激光脉冲去除一部分母体材料（雕刻）或者一个已经附着在母材料上的涂层	激光束加热材料的一个选择区域，某些金属由于退火而变色	激光束加热或者熔化材料，产生化学反应。紫外激光在分子组成上也有直接影响。通过这种方法，塑料能够变黑或者颜色变淡。起泡产生一个凸起或有质感的标记
激光器	半导体泵浦的固体激光、光纤激光、CO2激光	半导体泵浦的固体激光、光纤激光	半导体泵浦的固体激光、光纤激光
材料	所有材料；最重要的是金属、塑料、油漆、陶瓷材料、激光打标薄膜	黑色金属、钛	塑料
工艺参数	脉冲功率、脉冲频率	脉冲功率、脉冲频率、工件温度	脉冲功率、脉冲频率、扫描速度
聚焦直径	圆形焦点、直径30-50μm或者掩膜光学系统情况下图像的尺寸	圆形焦点、直径0.1-0.2mm	圆形焦点、直径0.1-0.2mm或者光罩光学系统情况下图像的尺寸
质量标准	清晰度、轮廓精细度、耐久度、热量输入	对比度、锐度、抗腐蚀性	对比度、轮廓精细度、一致性、清晰度、耐久性
机械和系统	扫描光学系统或者光罩光学系统，紧凑的激光设备或者集成到生产系统中	扫描光学系统，紧凑的激光设备或者集成到生产系统中	扫描光学系统或者光罩光学系统，紧凑的激光设备或者集成到生产系统中

资料来源：中国产业信息网，行行查研究中心

中国激光行业产业链——产业生态完备，加工技术应用广泛

激光产业链上游是利用半导体材料、高端装备以及相关的生产辅料制造的 **光学元器件、光学材料** 等，主要包括激光晶体材料、光学镜片、泵浦源、振镜、光栅、激光芯片、特种光纤、光纤合束器等一系列核心部件，是激光产业的基石。中游则是利用上游激光芯片及光电器件、模组、光学元件等进行各类 **激光器的制造与销售**；下游为 **激光设备集成商**，产品最终应用于先进制造、医疗健康、科学研究、汽车应用、信息技术、光通信、光存储等众多领域。

激光行业产业链

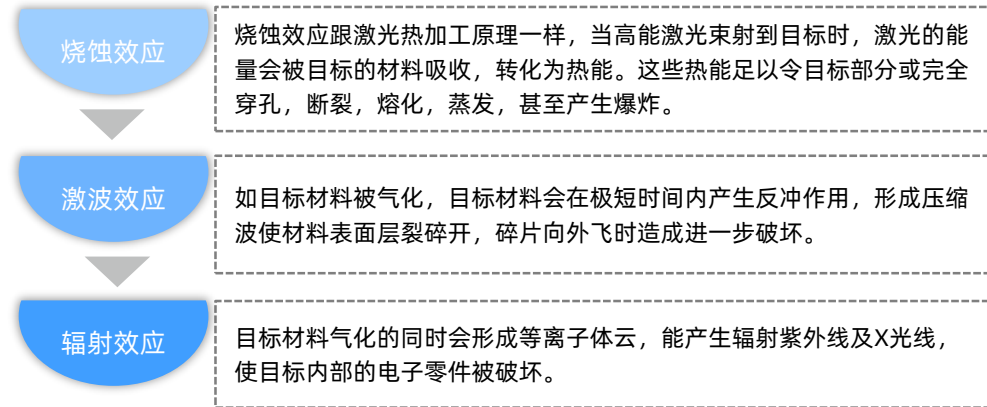


资料来源：行行查研究中心

中国激光行业应用领域——军事领域：激光武器

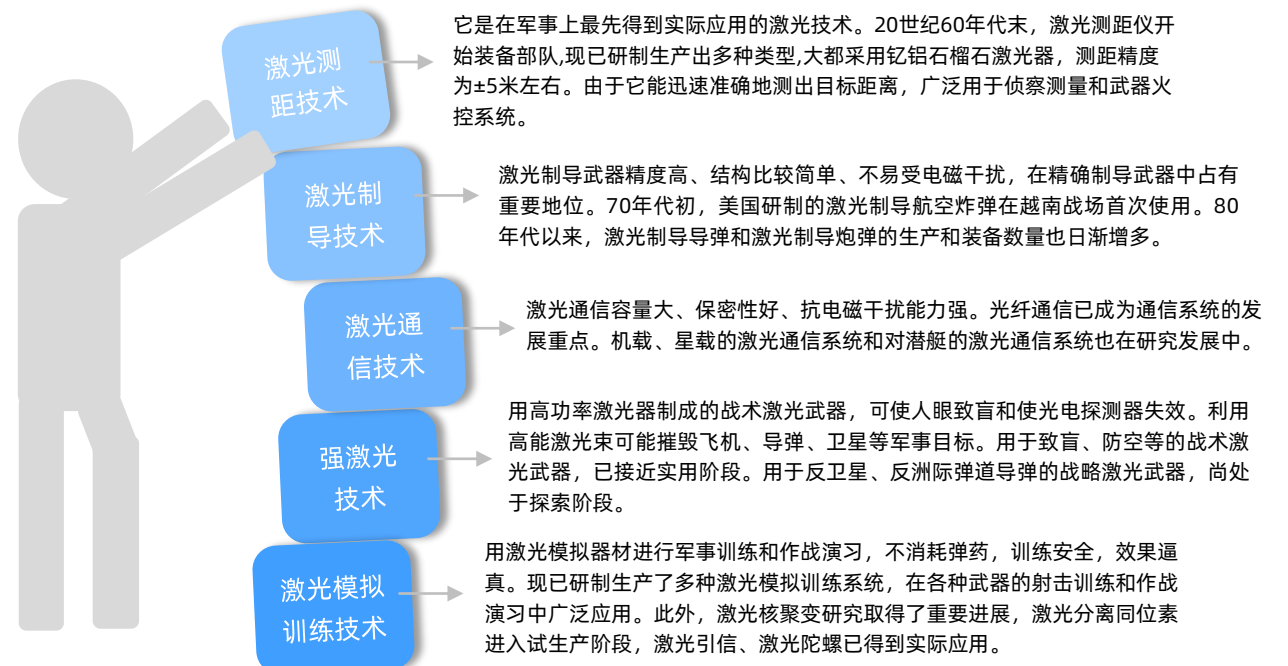
激光技术在军事上的应用主要有 激光武器、激光制导、激光测距、激光侦察对抗、激光报警 等。激光武器是利用激光能量摧毁目标的武器，具有速度快、命中精度高、威力大、不易受电磁干扰、费效比高等优点，一般分为高能激光武器和低能激光武器两类。激光武器速度快、精度高、成本低，激光武器是一种 定向能武器，利用强大的定向发射的激光束直接毁伤目标或使之失效。与传统武器相比，激光武器具有速度快、精度高、拦截距离远（最高可至上万公里）、火力转移迅速、不受外界电磁波干扰、单次发射成本低等特点，有着其它武器无可比拟的优势。激光武器应用广泛，可用于机载、车载、舰载和导弹拦截系统，不同功率段激光器分布均衡。

激光武器的破坏能力巨大



资料来源：中国科技网，行行查研究中心

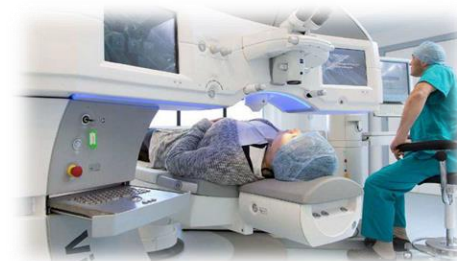
五大激光武器技术



资料来源：行行查研究中心

中国激光行业应用领域——医学领域：激光医疗

激光医疗是指利用激光的特性进行医学诊断和治疗的技术。由于激光加工具有精度高、加工灵活、节能环保、安全清洁、适用多种材质等优势，被广泛应用于医疗器械加工。激光在医疗器械加工中的应用有四大类，分别为打标、焊接、切割和微加工；激光打标主要应用在药品胶囊外壳和医疗器械表面，不仅可以显示生产信息、实现防伪，还可以避免墨水给人体带来污染；激光焊接可以用于医疗金属器械设备，也可以实现塑料产品的连接，不再有胶水粘贴的异味；激光切割可在医疗设备的金属部件实现下料切割，也可以用超精密激光加工制作微细医用器材；激光微加工则应用于医疗器械制造中，例如在针、导管、可植入设备和微型仪器上进行表面纹理加工和钻孔。



激光医疗设备产品及应用科室

光源	产品	应用科室
强光	光子嫩肤仪	皮肤美容
Nd:YAG激光	Nd:YAG激光治疗机、调Q Nd:YAG激光治疗及（双波长）、YAG眼科激光治疗机	综合、皮肤治疗、眼科
CO2激光	超脉冲CO2激光治疗机	外科手术
He-Ne激光	He-Ne激光理疗仪	理疗
绿激光	80W绿激光前列腺治疗机	泌外
钬激光	钬激光碎石机	泌外
钕激光	钕激光采血仪	检测
半导体激光	半导体激光治疗机、光动力治疗仪、半导体激光理疗仪	综合、肿瘤、理疗

资料来源：行行查研究中心

激光医疗手术的列举案例

飞秒激光视力矫正

在众多的近视矫正术中，全飞秒激光手术已经成为主流治疗近视眼的方法，与传统的准分子激光手术相比，全飞秒激光手术具有手术准确度高、无明显疼痛感、术后视觉效果好等优势。

心脏支架切割

由于心脏支架壁管极薄，通常采用激光加工代替常规的机械加工。但是，使用普通激光通过烧蚀融化来加工，这样加工的心脏支架存在毛刺多、切槽宽度不统一、表面烧蚀严重、筋宽不均匀等一系列问题。近年来，国外企业已经开始采用飞秒激光进行支架切割。

医疗美容激光项目

激光手术用于美容，主要应用包括治疗各种血管性皮肤病及色素沉着、去纹身、洗眼线、治疗疤痕、除皱、磨皮换肤、美白牙齿等。如超快激光可用于去除色素和原生痣、去除纹身等，也可以用来改善肌肤的衰老情况。

资料来源：行行查研究中心

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/868051054075007002>