

「产品介绍」行业应用「优势分析」

锐科光纤输出半导体激光器

产品介绍与行业应用分析

郑勤

锐科半导体销售经理

CONTENT

01. 光纤输出半导体激光器产品介绍

02. 半导体激光器行业应用

- 激光淬火
- 激光熔覆
- 激光焊接

PART 01

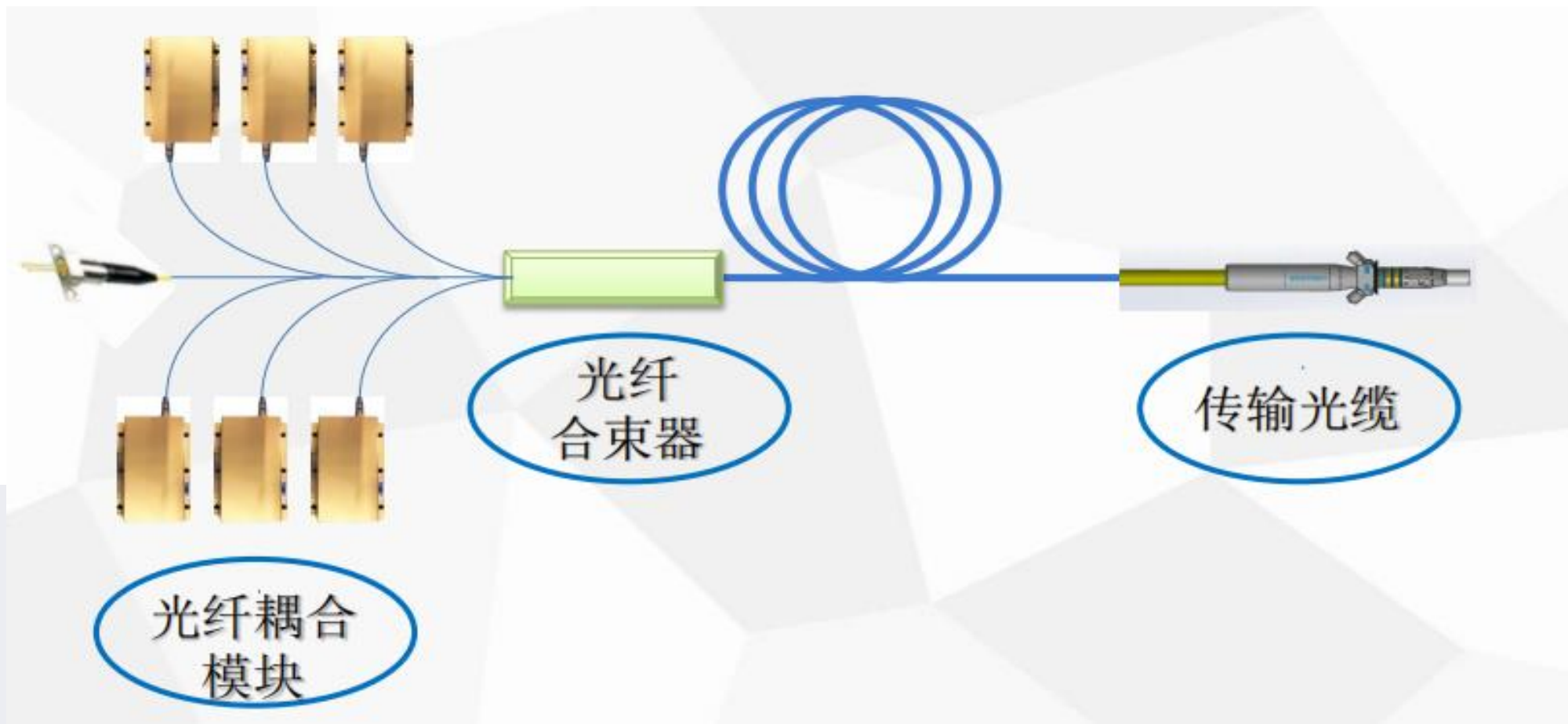
产品介绍

锐科光纤输出半导体激光器



半导体光纤耦合模块

锐科光纤输出半导体激光器



直接半导体激光器与光纤激光器结构差异

01

锐科光纤输出半导体激光器



50-300W直接半导体激光器
100/200 μ m



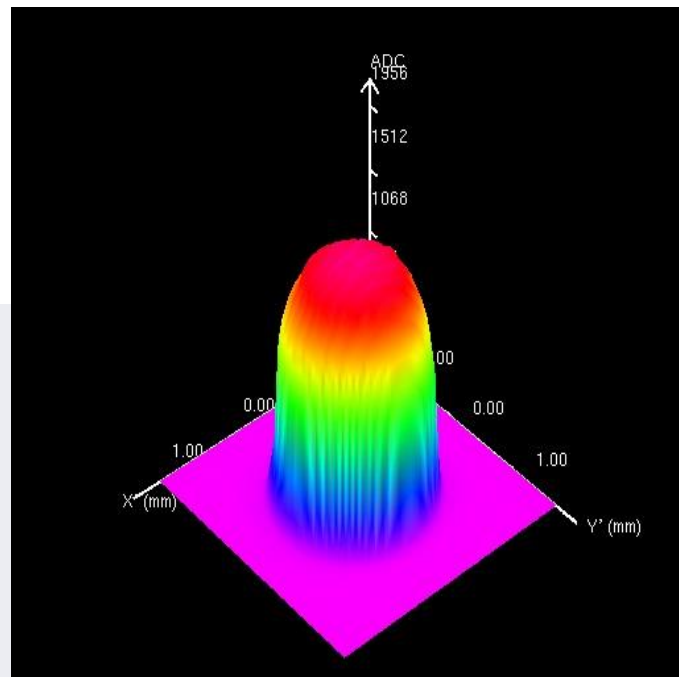
1kW直接半导体激光器
300/400 μ m



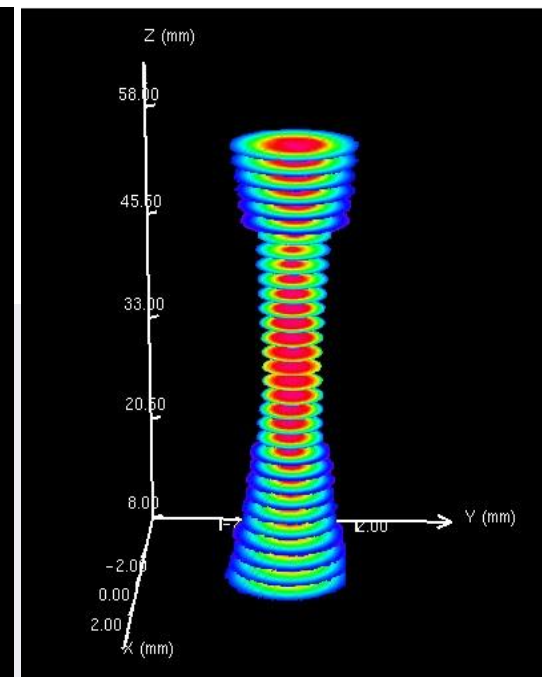
6kW直接半导体激光器
800/1000 μ m

2500W半导体激光器光束质量测试

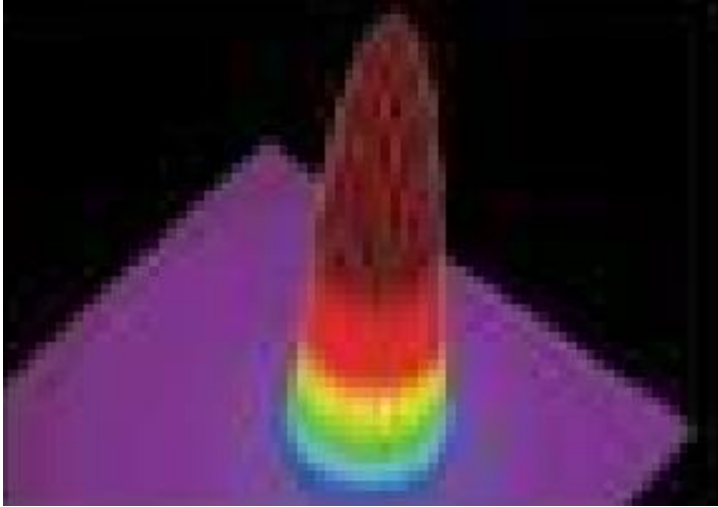
性能参数	符号	单位	典型值
平均功率	P	W	2500
波长	λ	nm	915
光纤芯径	/	μm	600
数值孔径	NA	/	0.22
光束质量	M2	/	151.3
光参数积	BPP	mm · mrad	51.05



焦点光束均匀性分布图

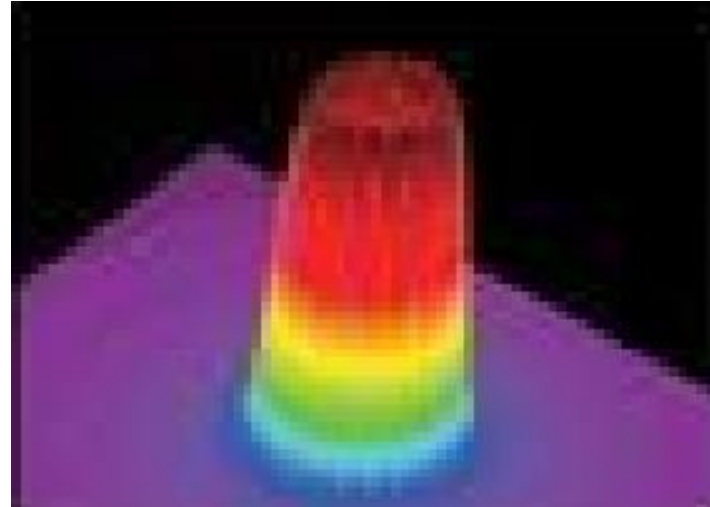


焦点光束切片测试图



光纤激光器

- 高斯分布的光斑；
- 中心能量密度强；
- 在切割和深熔焊方面具有很大的优势。



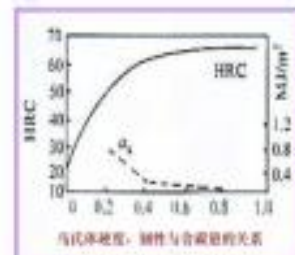
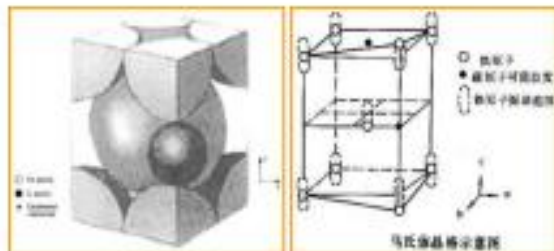
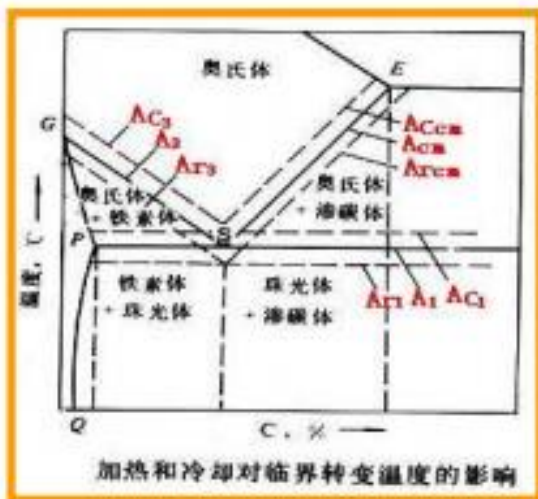
半导体激光器

- 平顶光斑；
- 横截面能量分布均匀；
- 在做焊接、淬火、熔覆时，能有很好的 consistency。

PART 02

— — — — — 半导体激光器行业应用

钢的淬火是将钢加热到临界温度 A_{c3} (亚共析钢)或 A_{c1} (过共析钢)以上温度, 保温一段时间, 使之全部或部分奥氏体化, 然后以大于临界冷却速度的冷速快冷到 M_s 以下(或 M_s 附近等温)进行马氏体(或贝氏体)转变的热处理工艺。



板条马氏体



片状马氏体



隐晶马氏体

中国牌号	临界点/°C		淬火温度/°C
	A_{c1}	$A_{c3}(A_{cm})$	
20	735	855	850~910
45	724	780	830~860
60	727	760	780~830
T8	730	750	760~800
T12	730	820	770~810
40Cr	743	782	830~860
60Si2Mn	755	810	860~880
9CrSi	770	870	850~870
5CrNiMo	710	760	830~860
3Cr2W8V	810	1100	1070~1130
GCr15	745	900	820~850
Cr12MoV	810	—	980~1150
W6Mo5Cr4V2	830	—	1225~1235

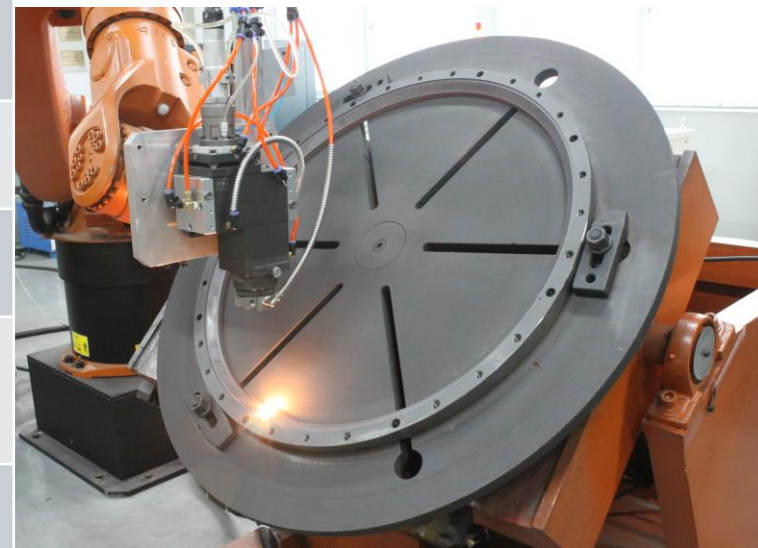
必要条件

- 1、加热温度：高于临界点以上, 获得奥氏体组织
- 2、冷却速度：大于临界冷却速度
- 3、淬火后的组织：非平衡组织

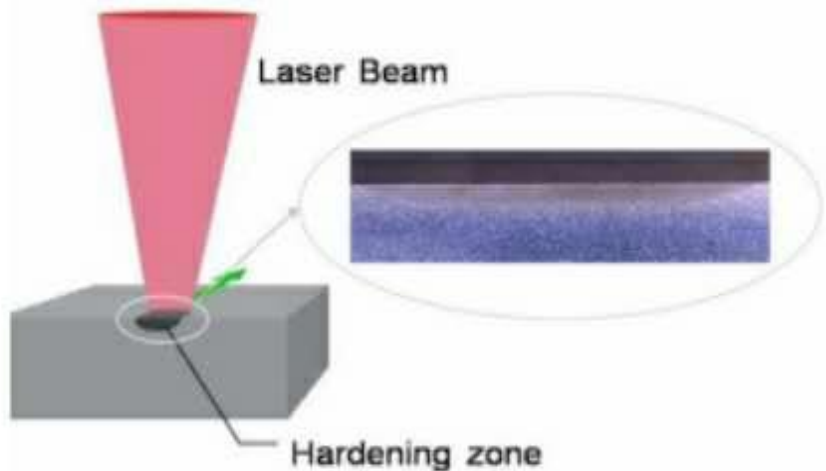
半导体激光器行业应用-激光淬火

与传统的感应淬火、火焰淬火、渗碳淬火工艺相比

淬硬层均匀	得到晶粒较细的马氏体组织
硬度高	一般比感应淬火高3-5HRC
热影响区小	工件变形小，无需后续加工
可控性好	加热层深度和加热轨迹容易控制，易于实现自动化
无需冷却介质	环保、清洁
尺寸不受限制	对大型零件的加工时不受炉膛尺寸的限制



用激光照射材料提供热量，使得材料温度提升达到或超过临界转换点，随着光斑的离开，材料通过热传导的方式进行冷却，最终获得M组织。

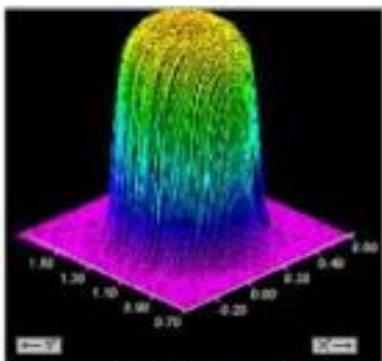


技术关键：

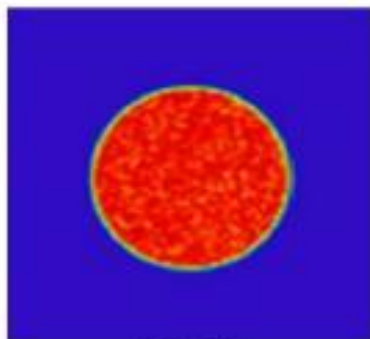
- 1、激光能量密度较高， $50-100\text{W}/\text{mm}^2$
- 2、运动速度较快： $0.2\text{m}/\text{min}-1\text{m}/\text{min}$
- 3、自然冷却速度较快

Material-No.	DIN	Hardness [HRC +/- 3]
1.1730	C 45 W	57
1.2311	40 CrMnMo 7	57
1.2320	60 CrMo 10 7	60
1.2333	59 CrMo 18 5	60
1.2343	X 38 CrMoV 5 1	55
1.2363	X 100 CrMoV 5 1	62
1.2738	40 CrMnNiMo 8 6	57
1.2767	X 45 NiCrMo 4	57
1.4923	X 22 CrMoV 5 1	50
1.7225	42 CrMo 4	57
1.8159	50 CrV 4	57
0.6025	GG 25 CrMo	59
0.7070	GGG 70 L	61

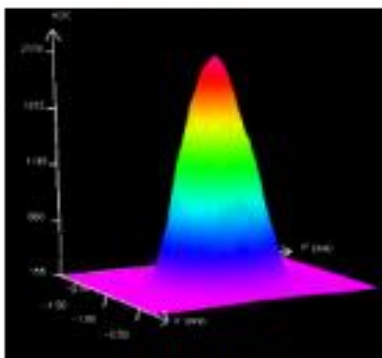
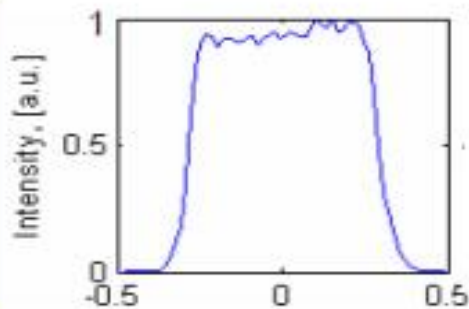
光源选择



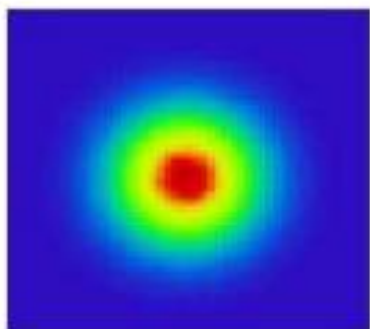
平顶热源



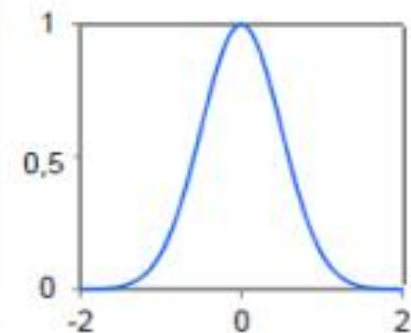
平顶



高斯热源



高斯



能量分布的选择要尽量选择均匀分布的**平顶热源**，这样对基体的损伤最小。

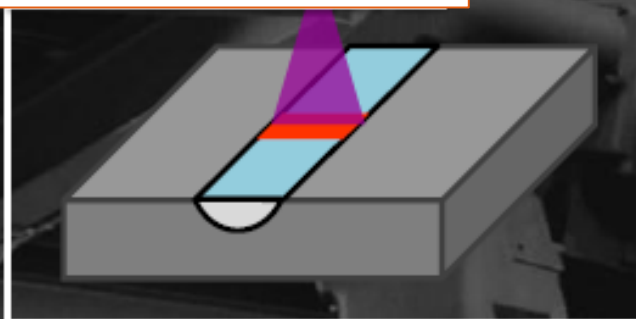
高碳铬轴承钢激光淬火数据

参数:

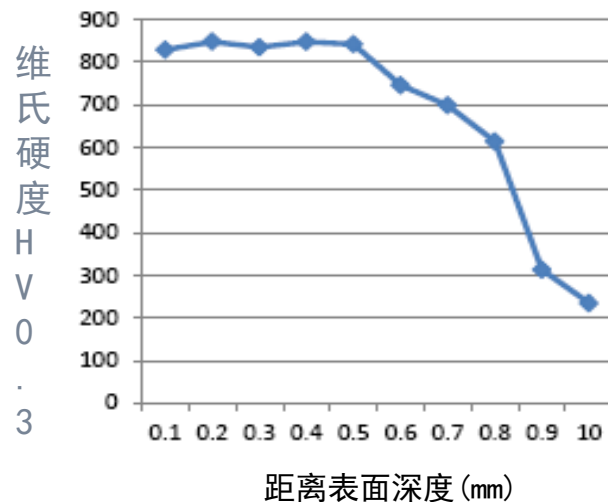
光斑大小: 8mm × 12mm

激光功率: 2030w

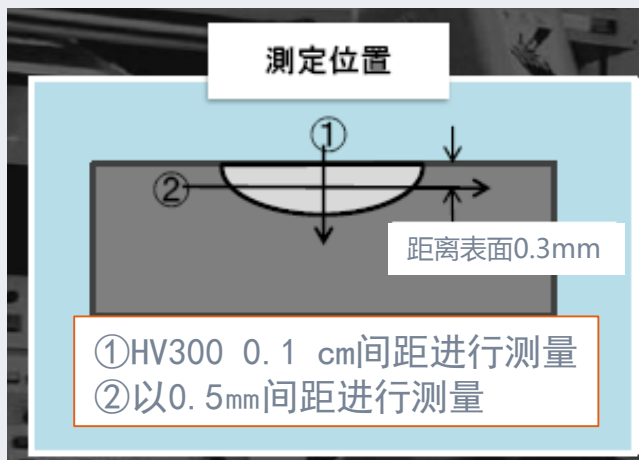
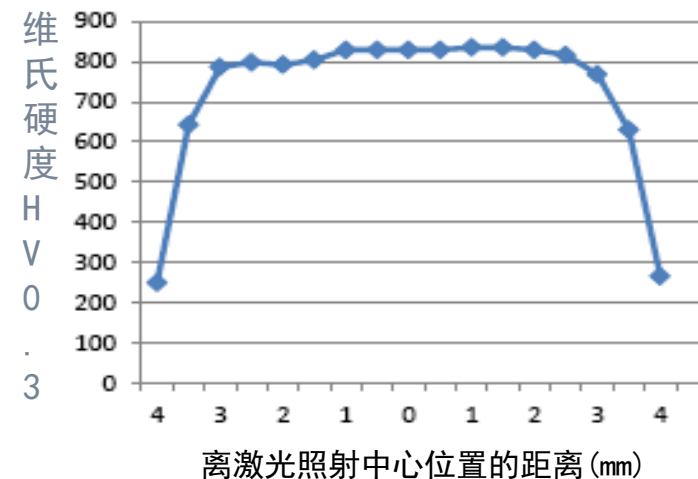
速度: 30cm/min



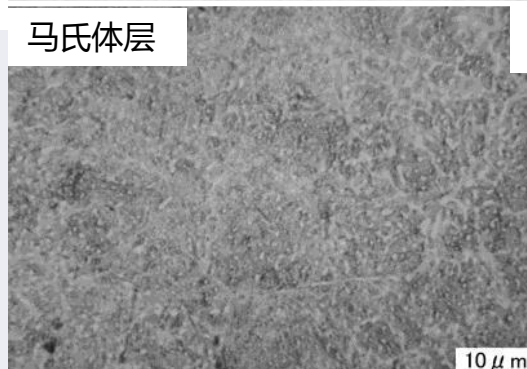
①硬化层的硬度分布测定结果



②层深0.3mm的位置上硬度分布

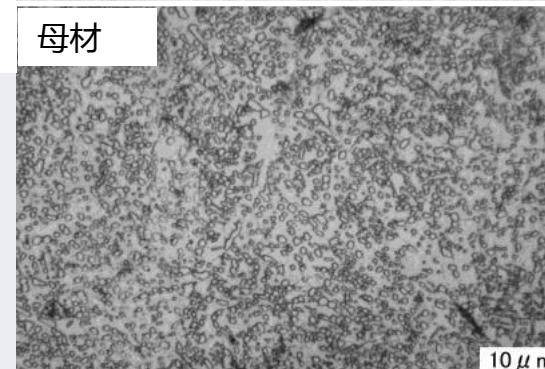


马氏体层



金相图片

母材



- 选择适当的淬火条件，硬化层中会获得细小的马氏体（martensite）结构；
- 淬火后硬度HRC62-65，硬度分布均匀；
- 本案例中采用这个淬火参数硬化层为宽度约10mm，有效深度为0.8mm。

客户要求

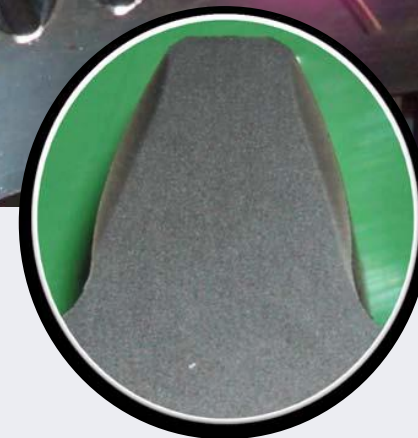
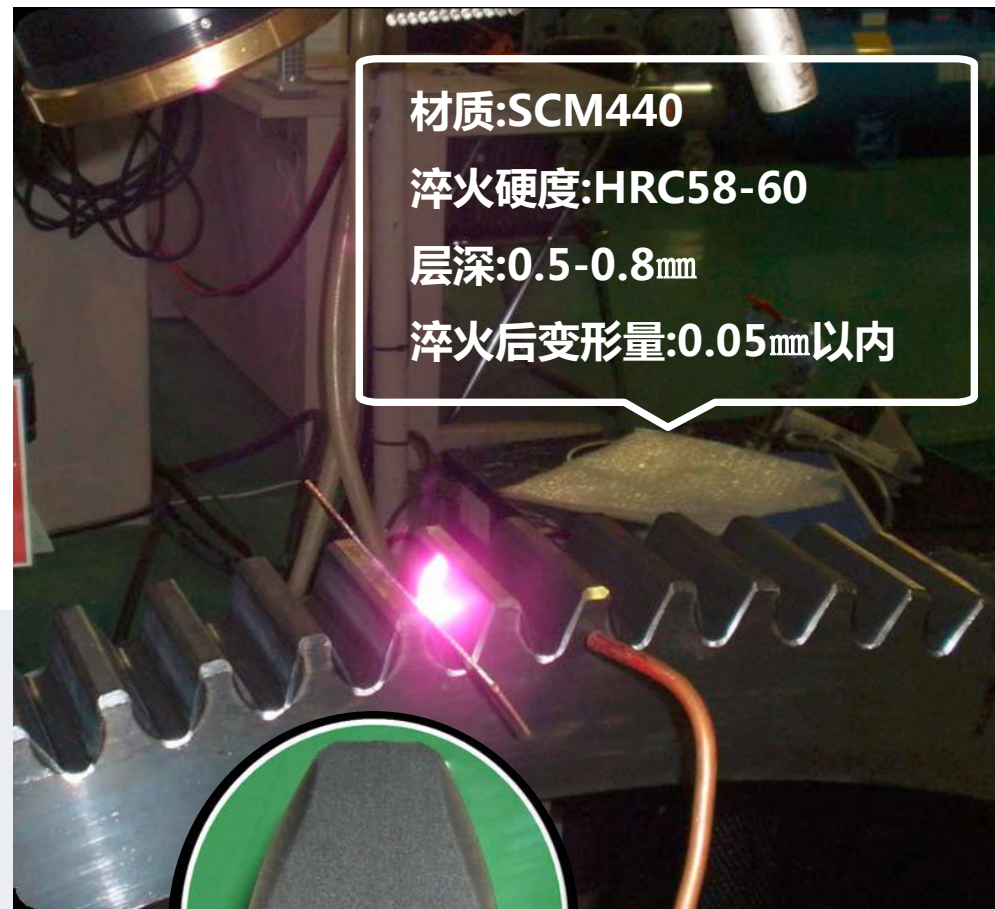
想要通过减少齿轮研磨的工作量来降低成本

- 采用高频淬火时，齿轮变形较大，需要对齿轮进行研磨来获得精确的齿轮，成本很高。
- 为了降低成本，在尽可能不降低齿轮的精度情况下，用激光对齿轮进行局部的精确淬火。



激光淬火来解决问题！

1. 只有齿轮的PCD附近会精确强化，热处理后的齿轮的精确度可以保持在公差范围内；
2. 淬火后的圆直径的变形控制在0.05mm以下
3. 因此，齿轮的研磨时间大大减少，而成功降低成本



淬火层断面

层深：0.5-0.8mm

客户要求

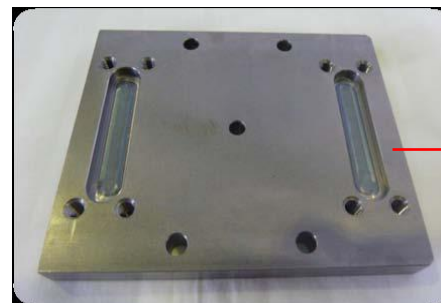
提高产品的附加值

- 对于特殊形状和薄壁形状的产品，传统的热处理技术无法实现稳定的局部淬火。
- 如何对特殊形状和薄壁形状的产品，实现稳定的淬火？

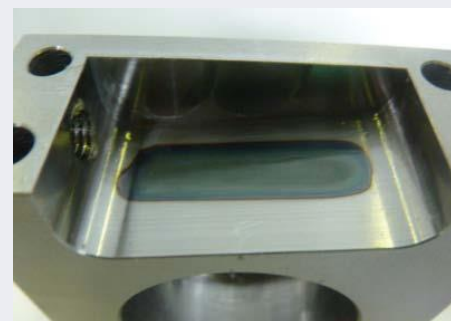
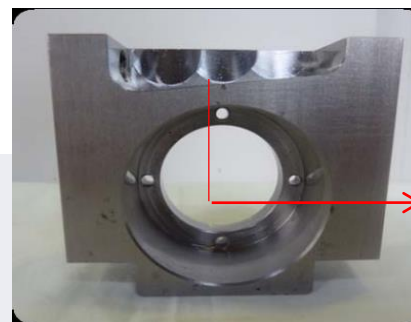


激光淬火来解决问题！

1. 形变量小于0.05mm
2. 薄壁，厚度不均匀，凹凸不平等特殊形状零件也可以稳定淬火



放大图



材质：S45C

硬度：HRC60

淬火后变形量：0.05mm以内

客户要求

解决键槽侧面磨损的问题

- 轴键槽侧面易于磨损，想要只淬火键槽侧面来提高耐用性，但是传统的热处理方法无法实现准确的淬火
- 即使可以淬火，热处理后会产生很大的变形
- 能不能只精确淬火键槽侧面容易被消耗的部分，并提高耐用性？

激光淬火来解决问题！

1. 产品规格上，能够对键槽侧壁进行精确淬火
2. 超低的形变量，小于0.05mm
3. 能够只淬火必要的部分来延迟产品寿命

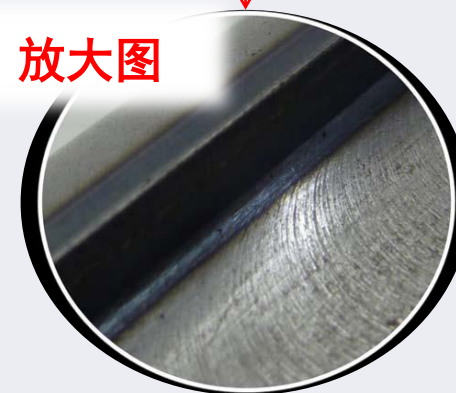
材质:45#

淬火硬度:HRC60

淬火深度:0.5mm



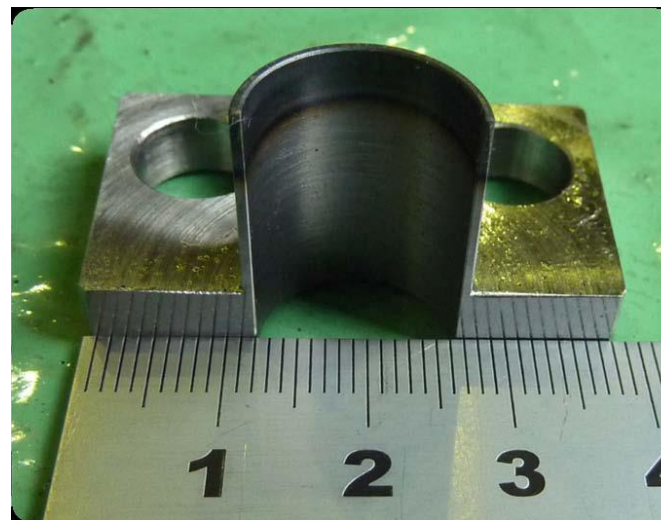
放大图



客户要求

想要淬火超薄壁形状的部件 (0.8mm)

由于产品规格, 由于图中的虚线区域磨损, 想要部分硬化, 但为了超薄壁形状 (0.8mm), 通常的热处理方法很难以超低程度变形的条件来淬火。



激光淬火来解决问题!

- ①对必要的部分精确的淬火
- ②能够淬火超薄壁产品 (0.8mm)
- ③能够使变形量小于0.05mm
- ④硬化必要的部分从而延长产品的寿命



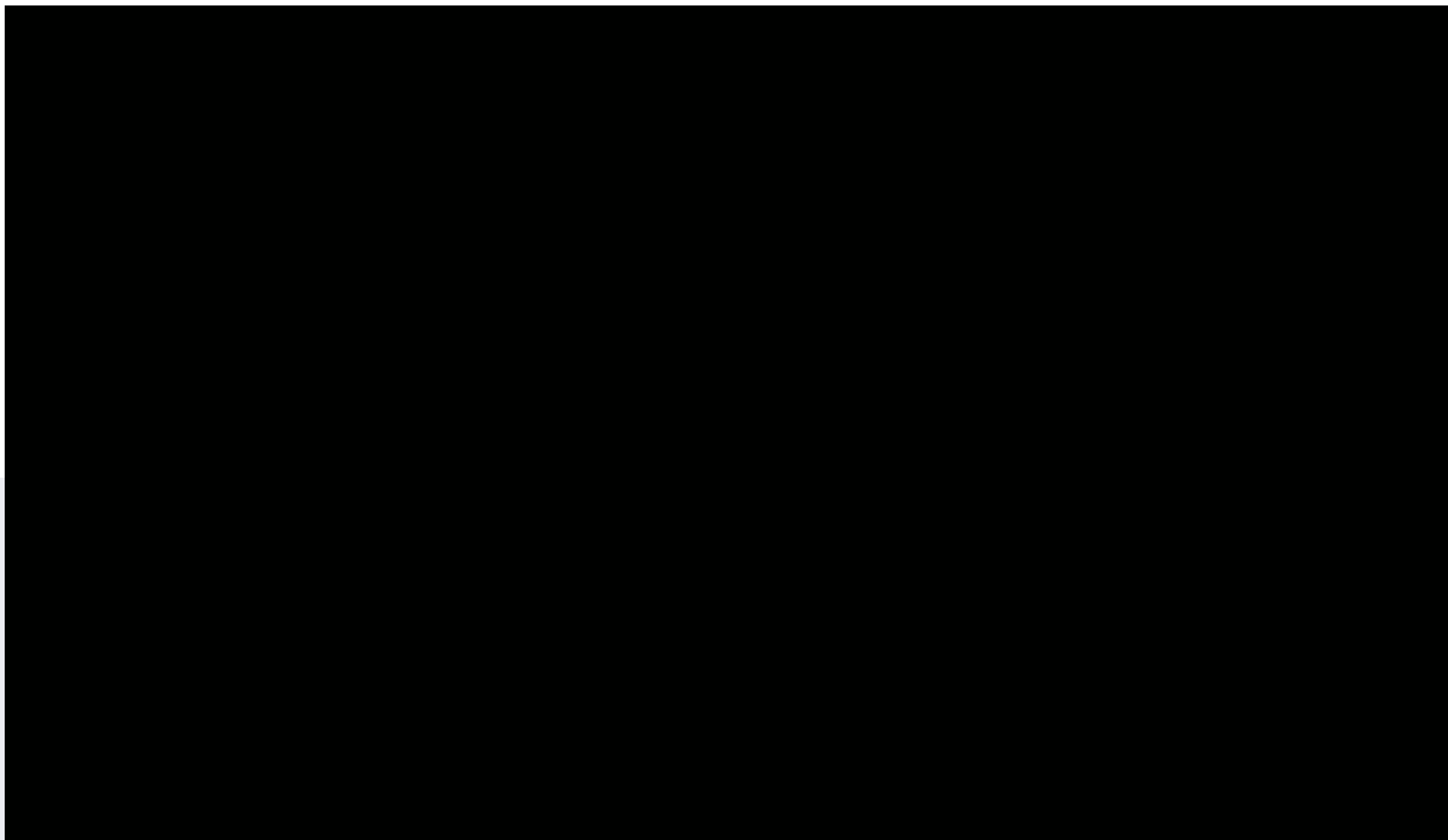
材质: 45#

淬火硬度: HRC60

淬火后变形量: 0.05mm以内

淬火深度: 2mm

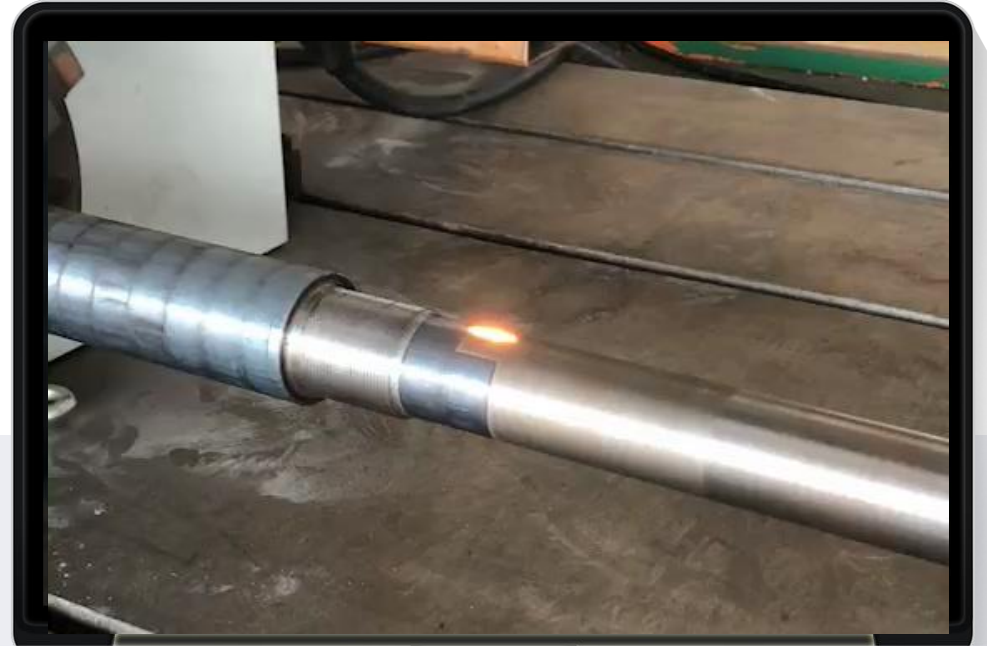




02

半导体激光器行业应用-激光淬火

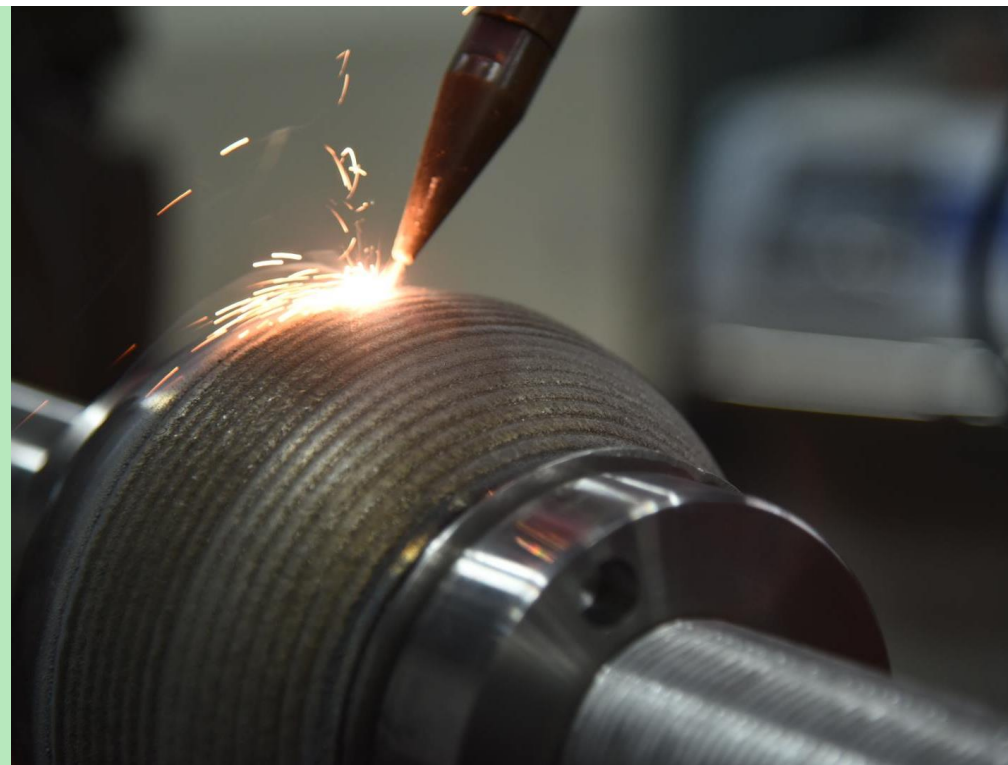
Raycus



激光熔覆

激光增材制造技术

激光熔覆技术是利用激光的高热效应，将金属或金属化合物粉末与基体材料表层熔化，形成冶金结合，从而显著改善材料表面的耐磨、耐蚀等性能的增材制造技术。



常见的表面处理工艺存在的问题

- **镀硬铬**：改性层极薄，易开裂剥落，涂层厚度 $<0.1\text{mm}$ ，主要由于软密封
- **热喷涂**：热变形量大，涂层薄时易露白，涂层厚时改性层易脱落，
Ni60，Ni60+WC是主要的喷涂材料，涂层厚度1-1.5mm左右。
- **手弧焊、埋弧焊、钨极气体保护电弧焊（TIG）、等离子弧焊**
易变形、易开裂，稀释率高，硬度分布不均匀，熔覆层组织粗大
- **超音速冷喷涂**：
运转成本高，装置复杂，粉末利用率低，工作环境恶劣，
界面结合强度 $\leq 80\text{MPa}$ ，涂层为层状机械嵌合、致密度低。

目的：在一定工作温度和压力下，提高基体的耐磨，耐腐蚀能力。

主要指标：硬度、摩擦系数、耐冲击、抗剥落（结合）能力

- 冷却速度快

冷速高达 10^6 K/s属于快速凝固过程，容易得到细晶组织

- 涂层稀释率低（小于3%）

与基体呈牢固的冶金结合或界面扩散结合，通过对激光工艺参数的调整，可以获得低稀释率的良好涂层，并且涂层成分和稀释度可控；

- 热输入和畸变较小

尤其是采用高功率密度快速熔覆时，变形可降低到零件的装配公差内。

- 粉末选择范围广

特别是在低熔点金属表面熔覆高熔点合金；

- 熔覆层的厚度范围大

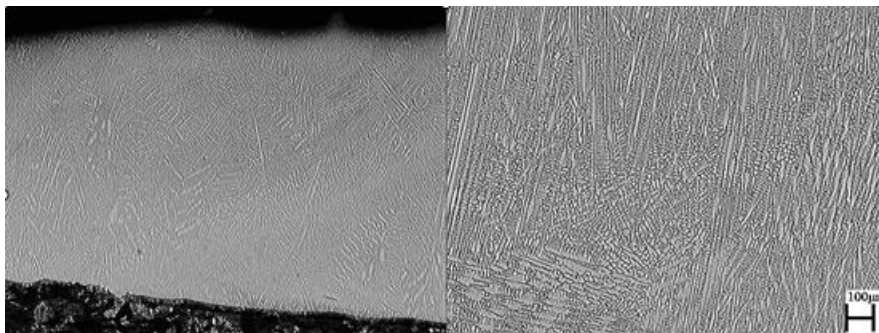
单道送粉一次涂覆厚度在0.2~2.0mm，

- 好钢用在刀刃上

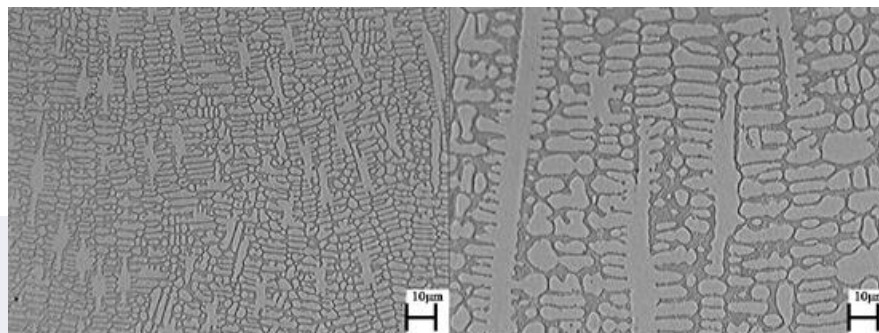
能进行选区熔覆，材料消耗少，具有卓越的性能价格比

激光熔覆/等离子堆焊钴基合金--显微组织比对

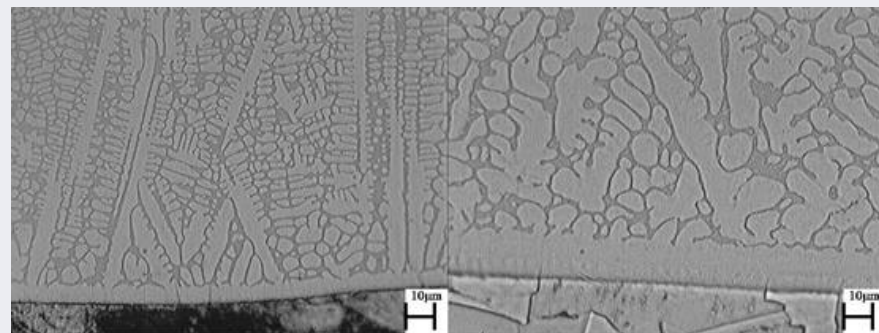
100um



10um中部



10um结合部

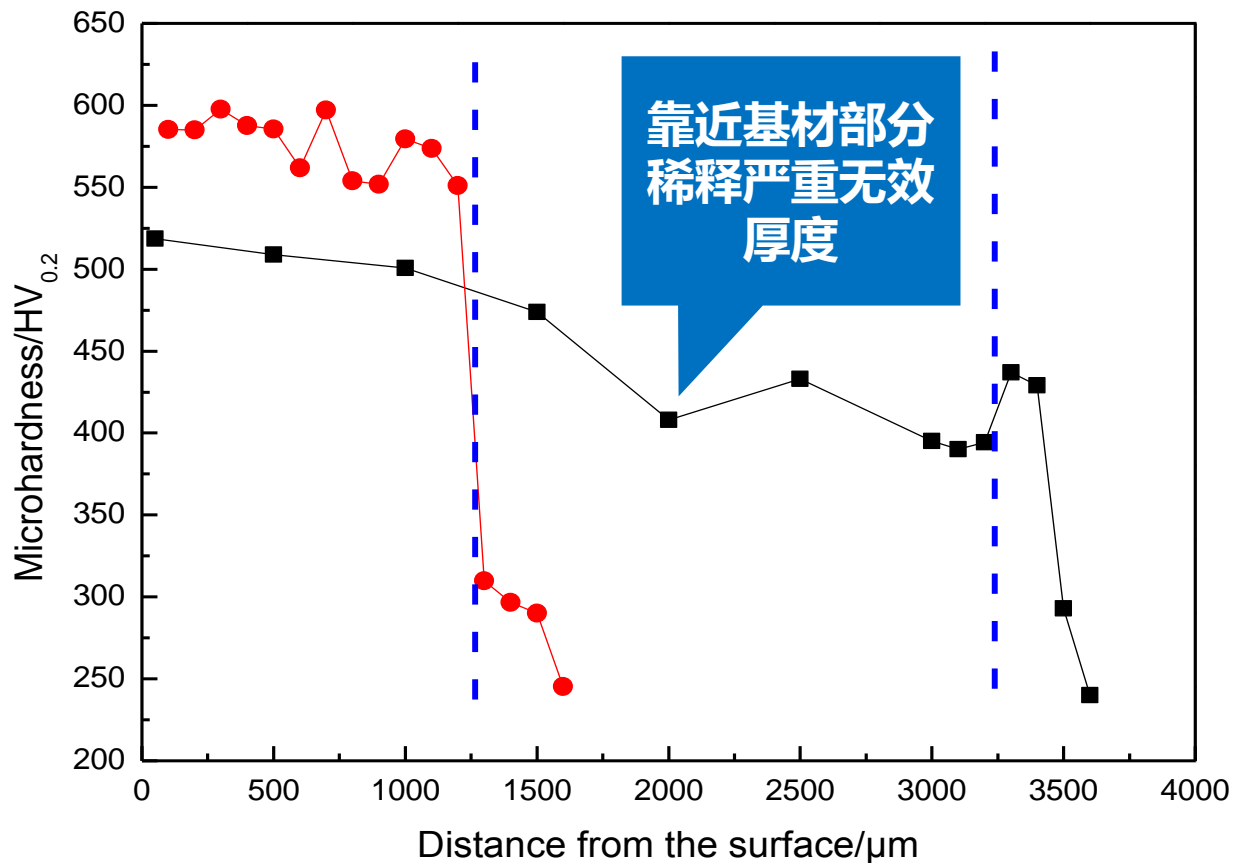


激光熔覆

等离子堆焊

	激光熔覆	等离子堆焊
冷速	快	慢
晶枝	细小	粗大
耐磨性	高	低

冷却速度快（高达 10^6K/s ），
属于快速凝固过程，容易得到细晶组织



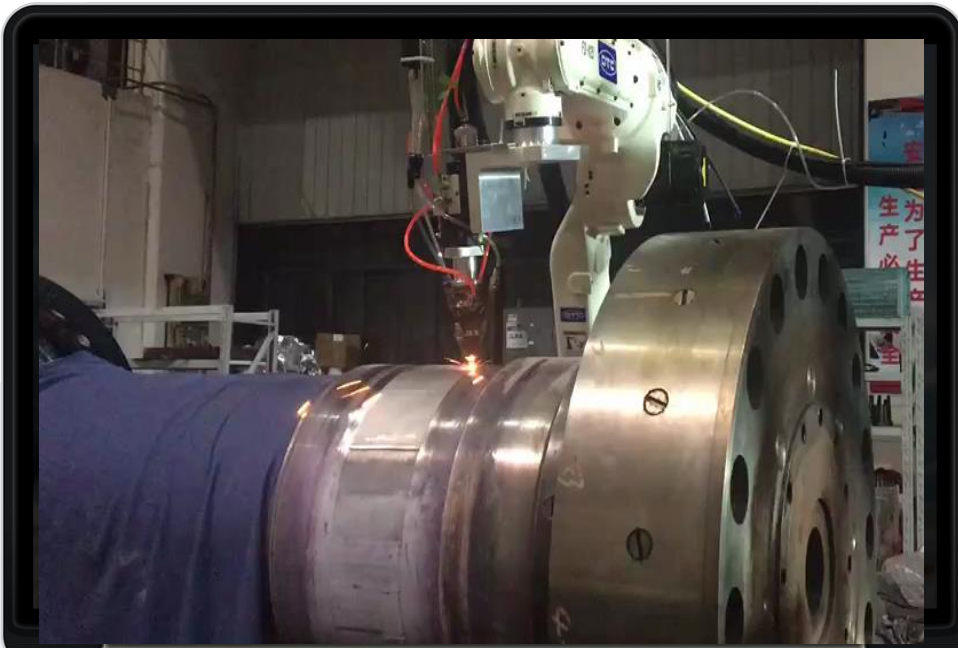
涂层稀释率低（一般小于5%）与基体呈牢固的冶金结合或界面扩散结合，通过对激光工艺参数的调整，可以获得低稀释率的良好涂层，并且涂层成分和稀释度可控；层深硬度好。

工艺方法	硬度 HV0.1	厚度 mm	稀释率
激光堆焊	550-600	1.2	<3%
等离子堆焊	380-520	3.2	>10%

02

半导体激光器行业应用-激光熔覆

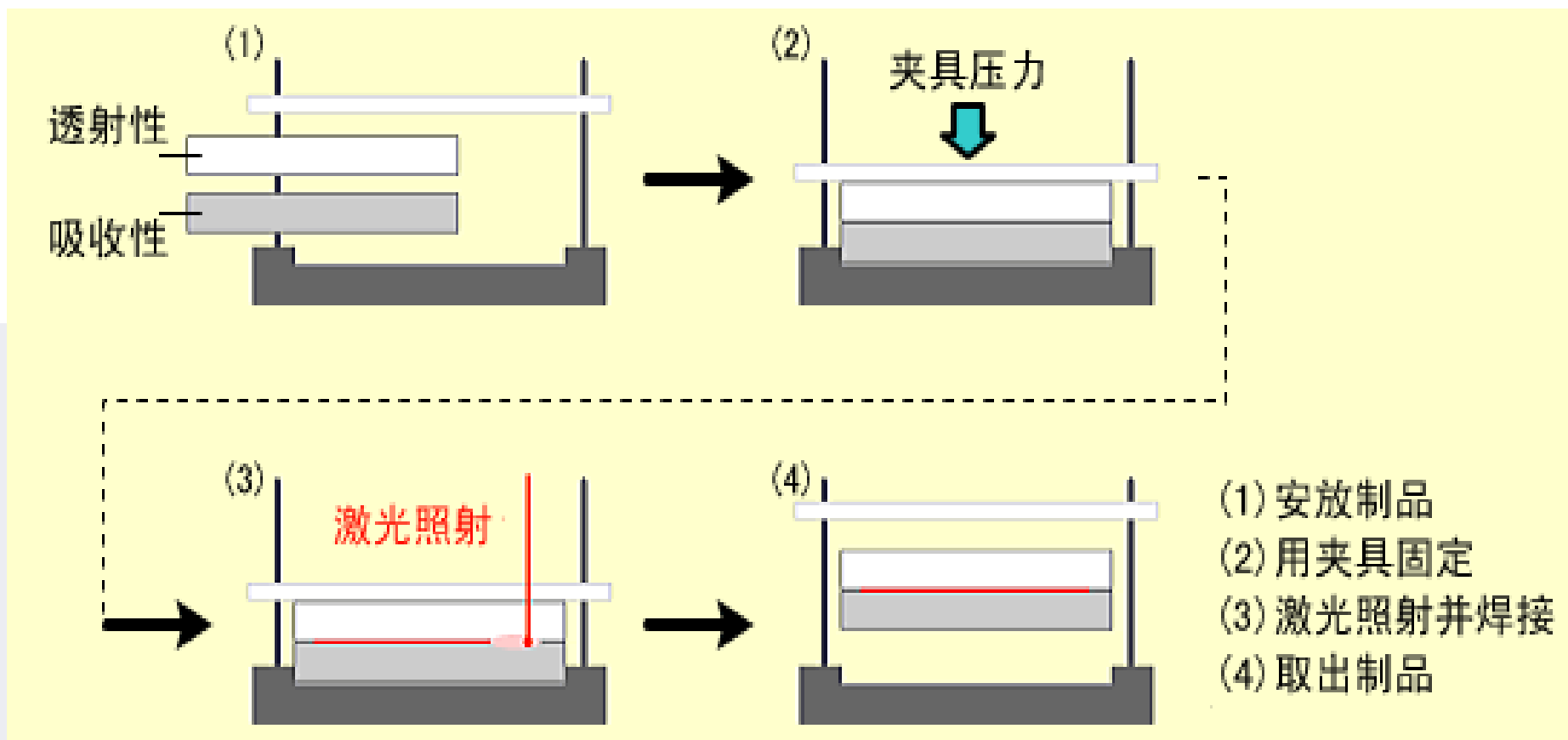
Raycus

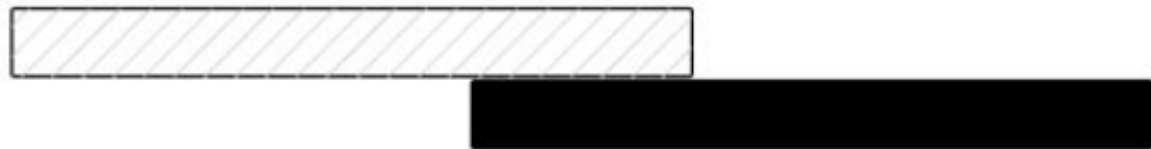


送锡丝激光焊接视频

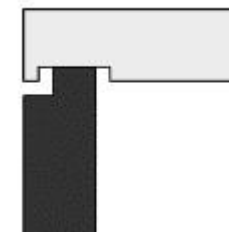


塑料焊接工艺流程





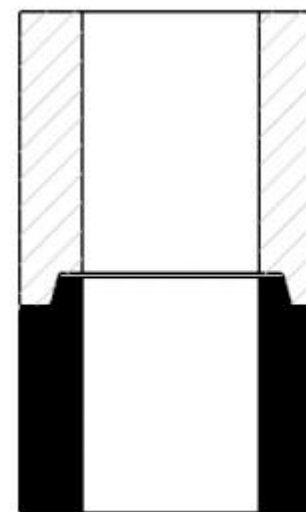
搭接焊缝设计



T筋焊缝设计



T筋焊缝设计



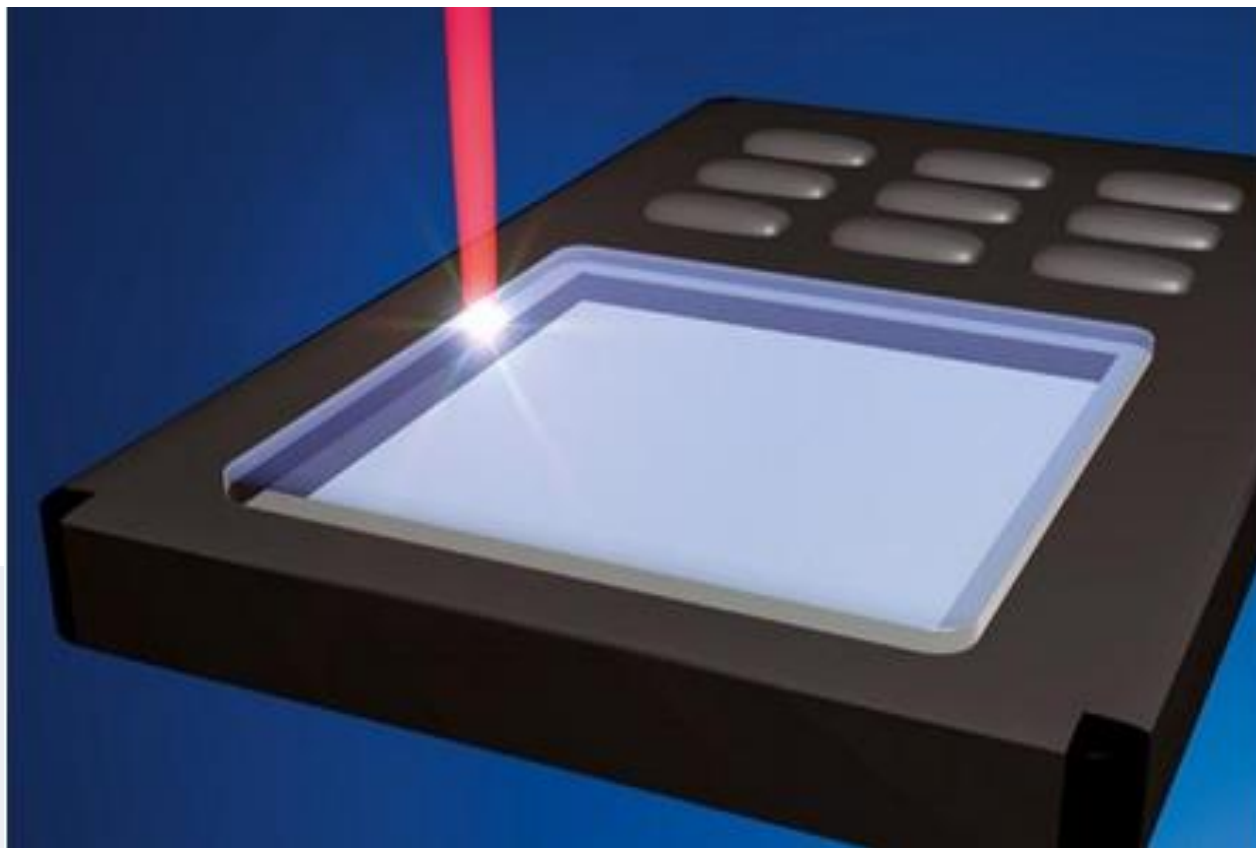
径向过盈焊缝设计

半导体激光器行业应用-塑料焊接

	ABS	PA 6	PA 66	PC	PE-HD	PE-LD	PMMA	POM	PP	PS	PBT	SAN	TPE	PPS
ABS	很好			很好	很差	很差	很好	中等	很差	很差	很好	很好	很好	
PA 6		很好			很差	很差			很差	中等	中等			
PA 66			很好	很差	很差	很差			很差	中等	中等			
PC	很好		很差	很好	很差	很差			很差	很差	很好	很好		很好
PE-HD	很差	很差	很差	很差	很好	很好	很差	很差	很差	很差	很差	很差		
PE-LD	很差	很差	很差	很差	很好	很好	很差	很差	很好	很差	很差	很差		
PMMA	很好				很差	很差	很好	中等	很差	中等		很好		
POM	中等				很差	很差	中等	很好	很差	很差				
PP	很差	很差	很差	很差	很差	很好	很差	很差	很好	很差	很差	很差	很好	
PS	很差	中等	中等	很差	很差	很差	中等	很差	很差	很好	很差	很差	很差	
PBT	很好	中等	中等	很好	很差	很差			很差	很差	很好	很好		
SAN	很好			很好	很差	很差	很好		很差	很差	很好	很好		
TPE									很好	很差			很好	
PPS				很好										很好

■ 很好的焊接性能
■ 中等的焊接性能

■ 很差的焊接性能
■ 无法焊接

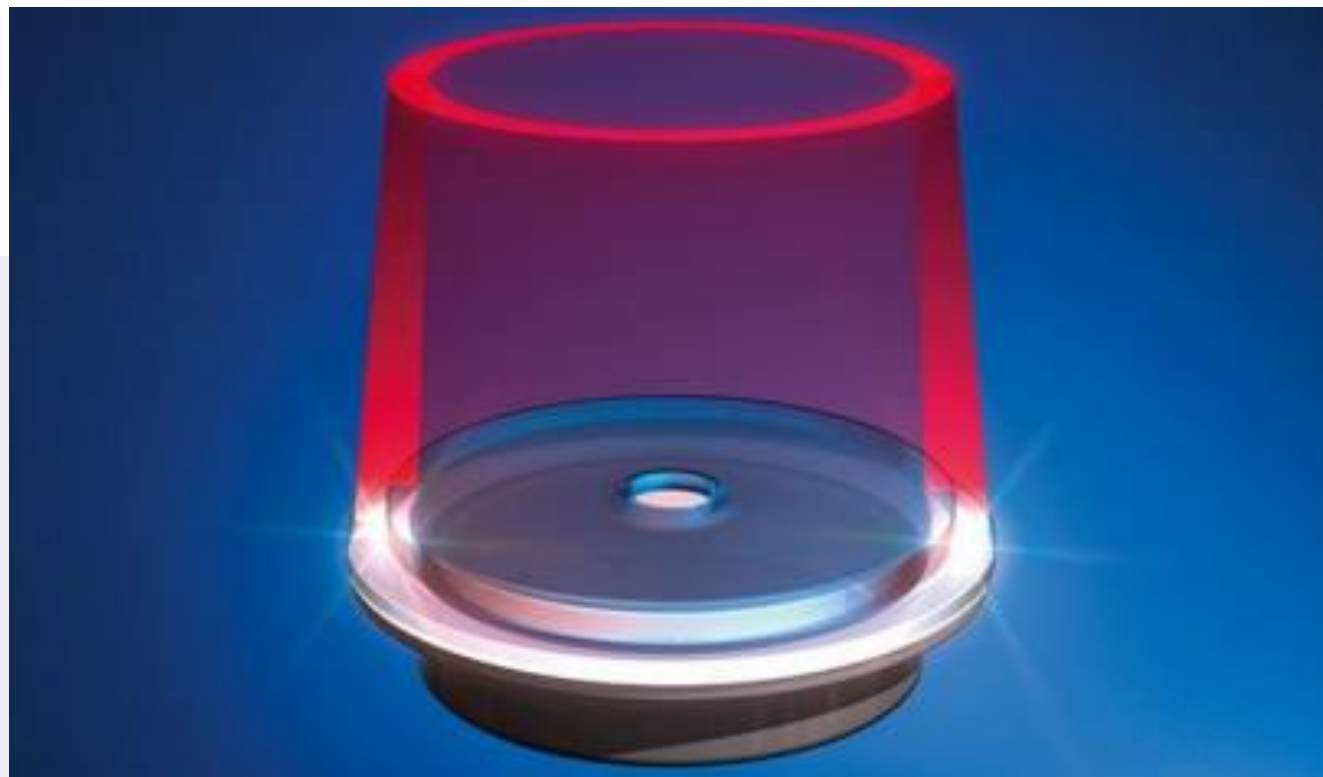


轮廓焊接

聚焦的激光射束沿着焊缝依次运行，并将其局部熔化。

相对运动则通过部件、激光器或两者组合的移动来实现

同步焊接：所有焊缝均同步 - 即同时 - 由一台或多台激光器进行加热。
可极为方便地实现线性焊缝。借助新研发的特殊射束成形元件，如今也几乎可以实现任意射束形状。



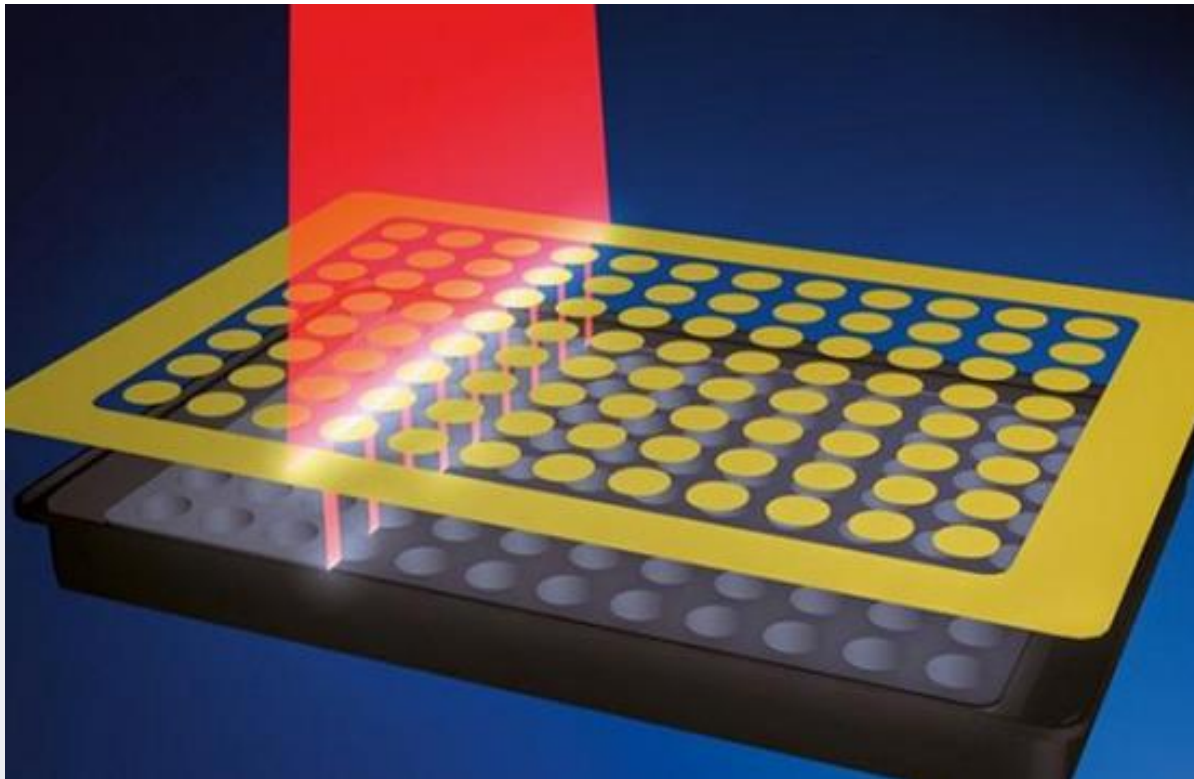


准同步焊接

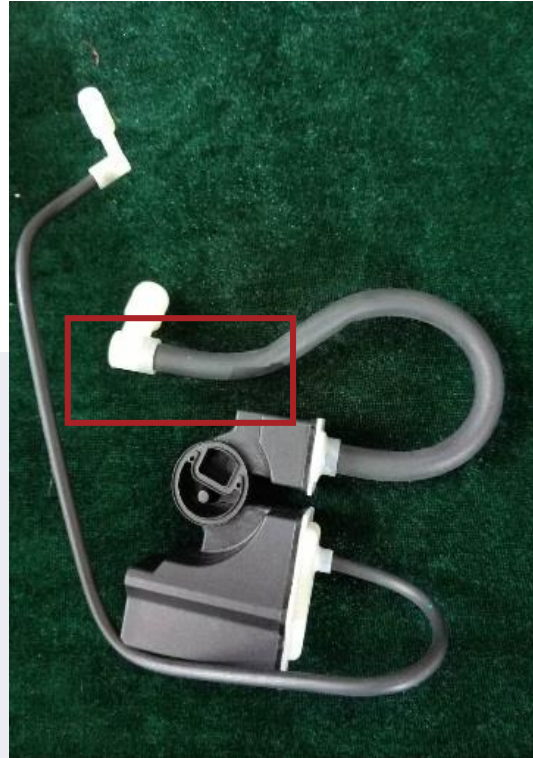
使用振镜，以极高速度将光沿焊接轮廓进行引导。每秒中将多次处理接合面，由此激光射束将整个焊缝同时加热并塑化。零件公差部分可被熔化并形成熔珠，焊接过程中将两个接合部件相互按压在一起。

掩模焊接

在激光源和要焊接的部件之间将插入一层膜。一排尽量准直 - 即平行 - 的线状激光在整个接合区域移动。该激光束仅作用于没有被膜遮蔽的部件上。这层膜使得可以用微米级的精细度来勾画出精细的结构。所以用掩膜式焊接法可以达到极高的精准度



塑料焊接焊缝效果

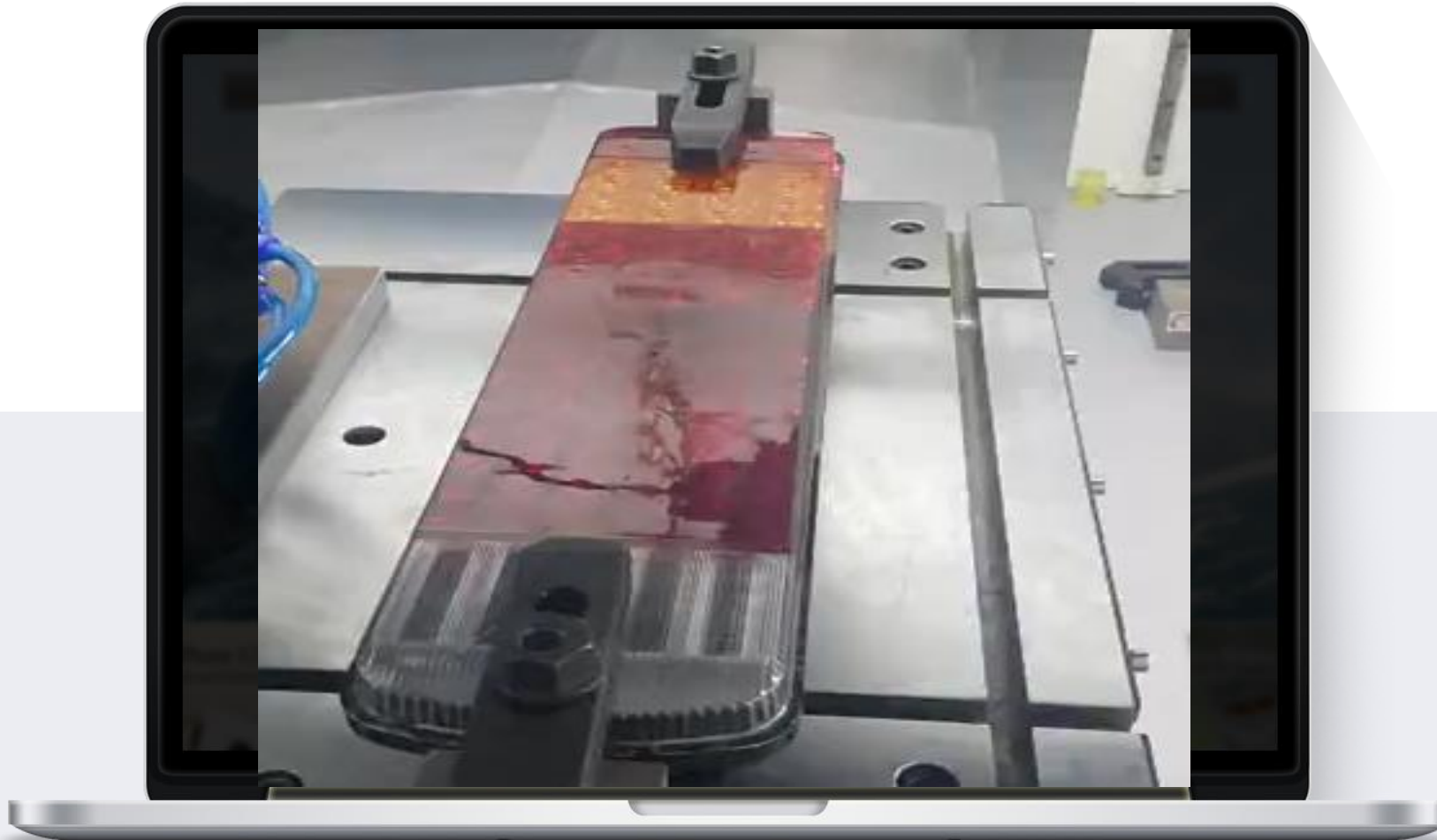


02

半导体激光器行业应用-塑料焊接

Raycus

车灯激光塑料焊接视频

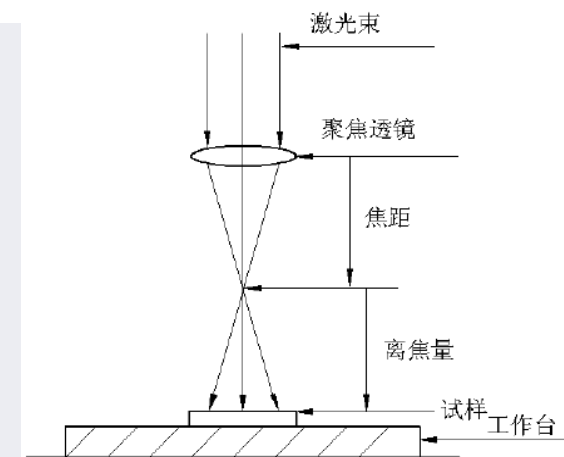
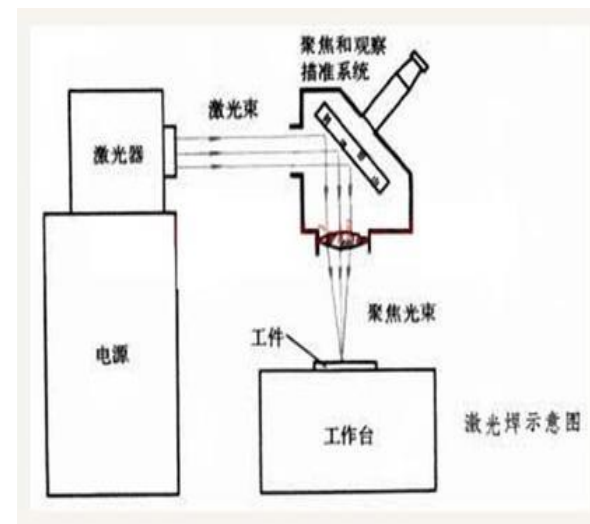


原理

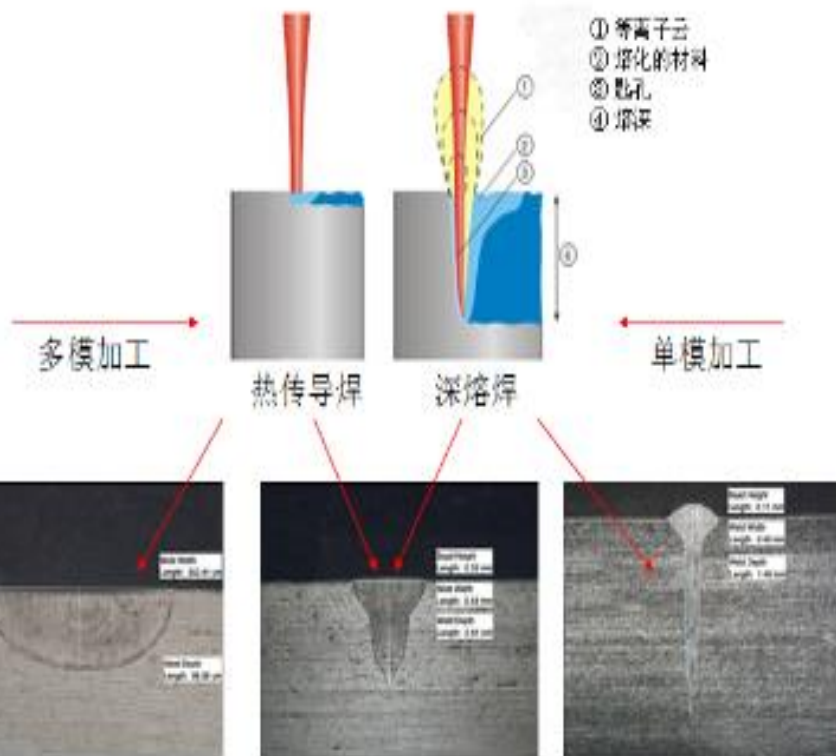
通过光学系统将激光束聚焦在很小的区域内，在极短的时间内使被焊处形成一个能量高度集中的热源区，从而使被焊物熔化并形成牢固的焊点和焊缝。

优点

- 能量集中，焊缝深宽比大；效率高、精度高
- 热输入量小，工件残余应力和变形小
- 非接触式焊接，可靠性较好，自动化程度高
- 接头设计灵活，节省原材料
- 可精确控制能量，焊接效果稳定，外观好



光束模式对焊接熔深的影响

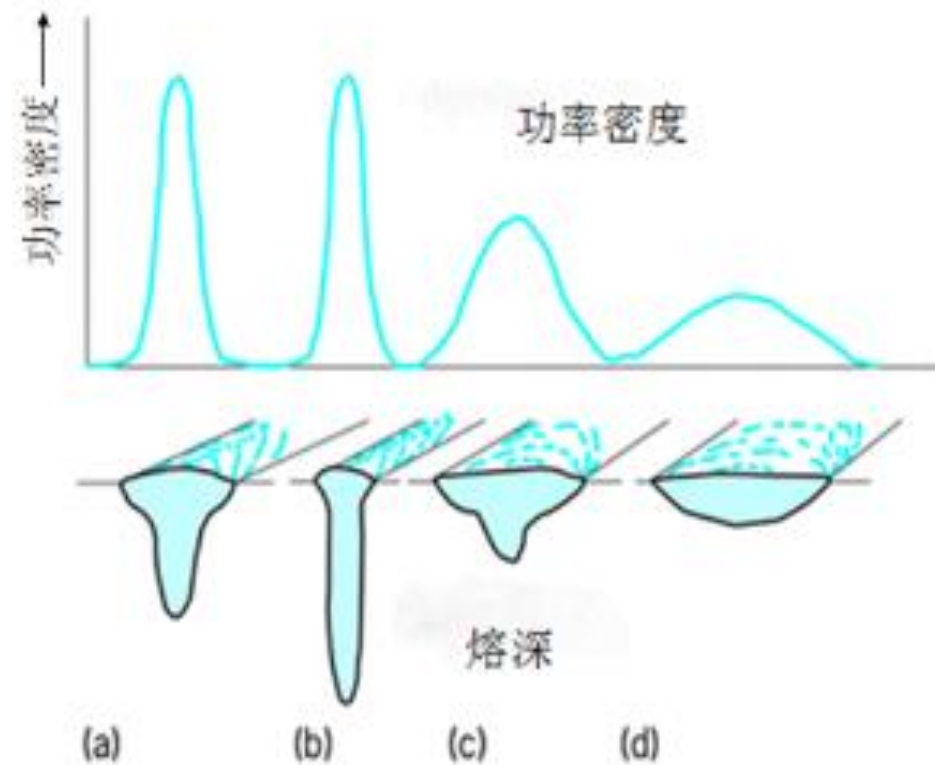


热传导型焊接

激光复合焊接

激光深熔焊接

功率密度对熔深的影响



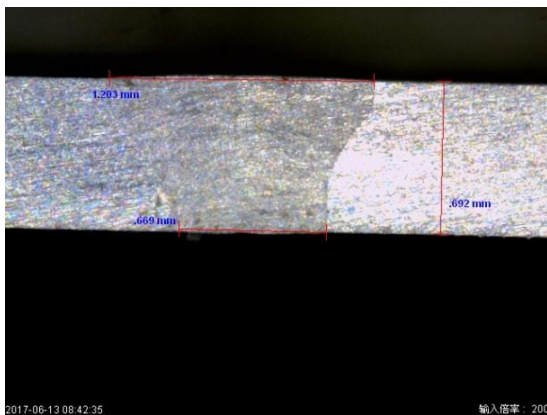
(a)

(b)

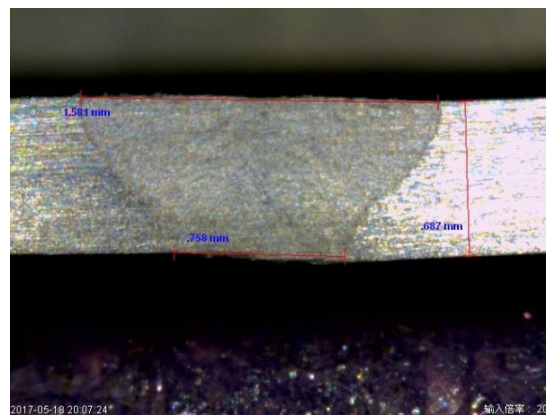
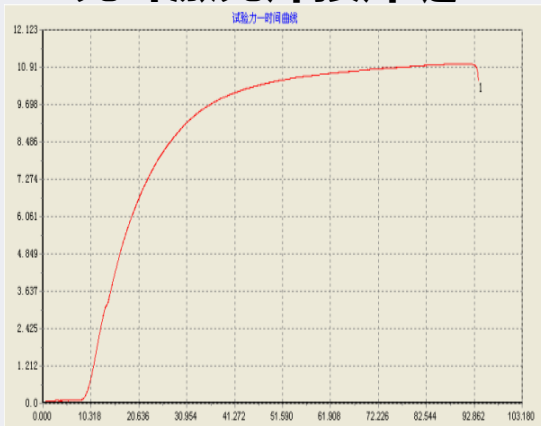
(c)

(d)

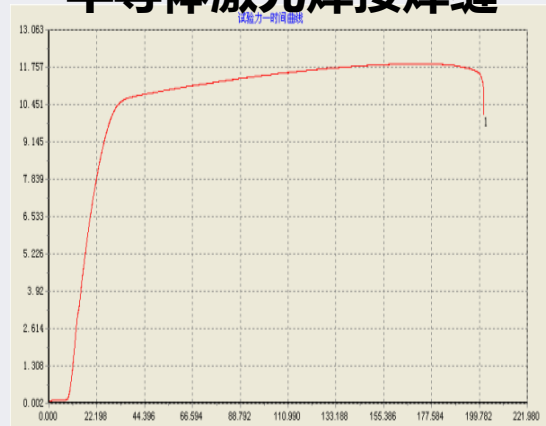
两种激光器焊接强度对比



光纤激光焊接焊缝



半导体激光焊接焊缝



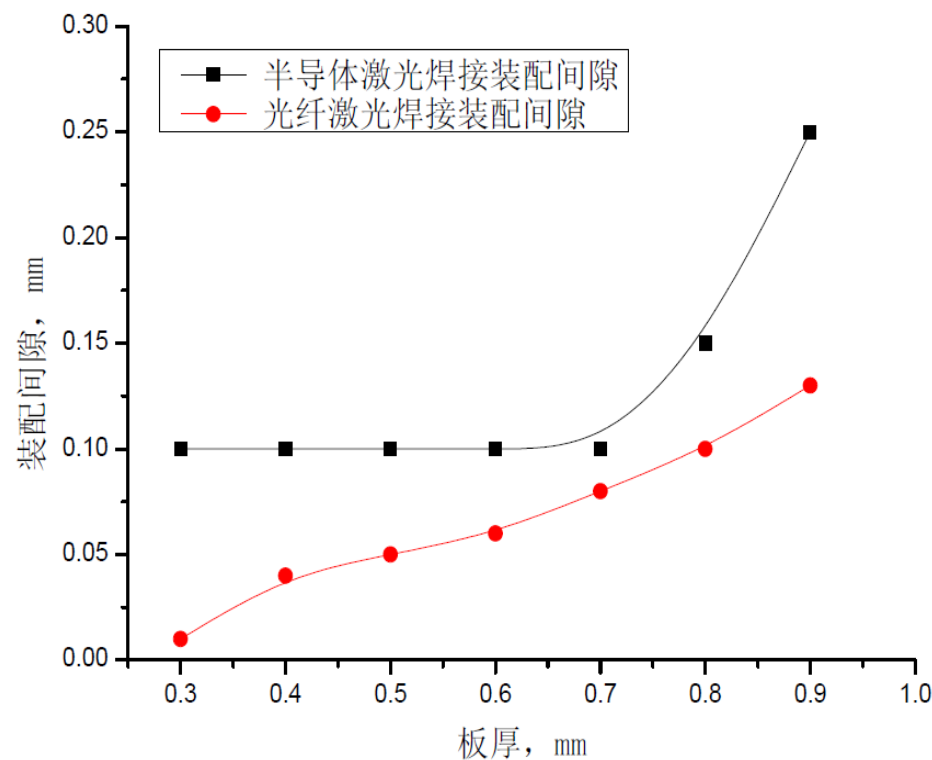
焊接0.7mm不锈钢试验

焊缝横断面：光纤激光焊缝熔宽为1.203mm，半导体激光焊缝熔宽较大，达到了1.581mm。

对两种激光焊接试样进行拉伸试验，光纤激光焊接试样，最大抗拉强度为10.8kN左右，半导体激光焊接试样最大抗拉强度为10.1kN左右，两者最大抗拉强度相差较小。

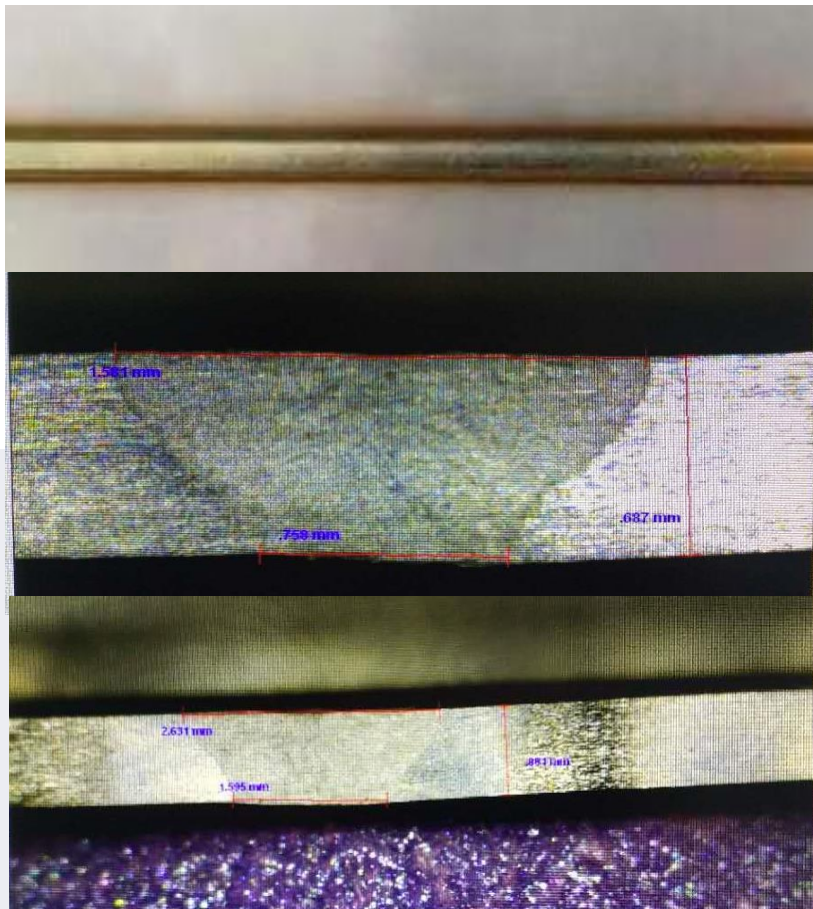
不锈钢不同板厚装配间隙焊接试验

板厚	光纤激光焊接装配间隙	间隙与板材比率	半导体激光焊接装配间隙	间隙与板材比率
0.9mm	≤0.13mm	≤14.4%	≤0.25mm	≤27.7%
0.8mm	≤0.1mm	≤12.5%	≤0.15mm	≤18.7%
0.7mm	≤0.08mm	≤11.4%	≤0.1mm	≤14.2%
0.6mm	≤0.06mm	≤10%	≤0.1mm	≤16.6%
0.5mm	≤0.05mm	≤10%	≤0.1mm	≤20%
0.4mm	≤0.04mm	≤10%	≤0.1mm	≤25%
0.3mm	≤0.01mm	≤3.3%	≤0.1mm	≤33%

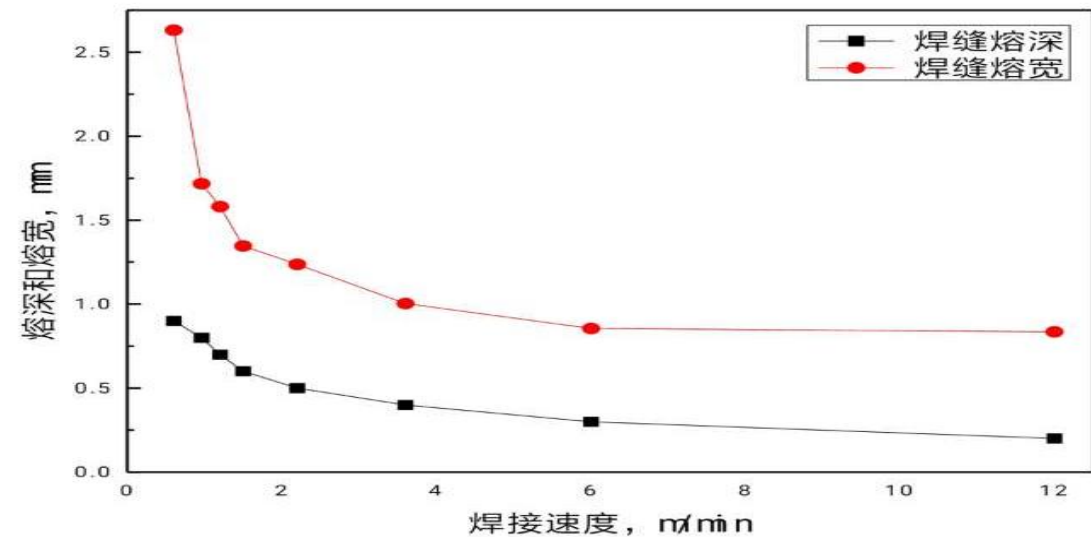


半导体激光器行业应用-金属焊接

1000W半导体激光器焊接不锈钢金相分析图



不锈钢对接焊焊接速度与板厚和熔宽关系曲线



结论：RFL-A1000D对接不锈钢最大板厚为0.9mm,焊缝最大熔宽为2.631mm,焊接0.2mm不锈钢速度可达12m/min.

半导体激光器焊接五金制品



铰链焊接



门把手焊接



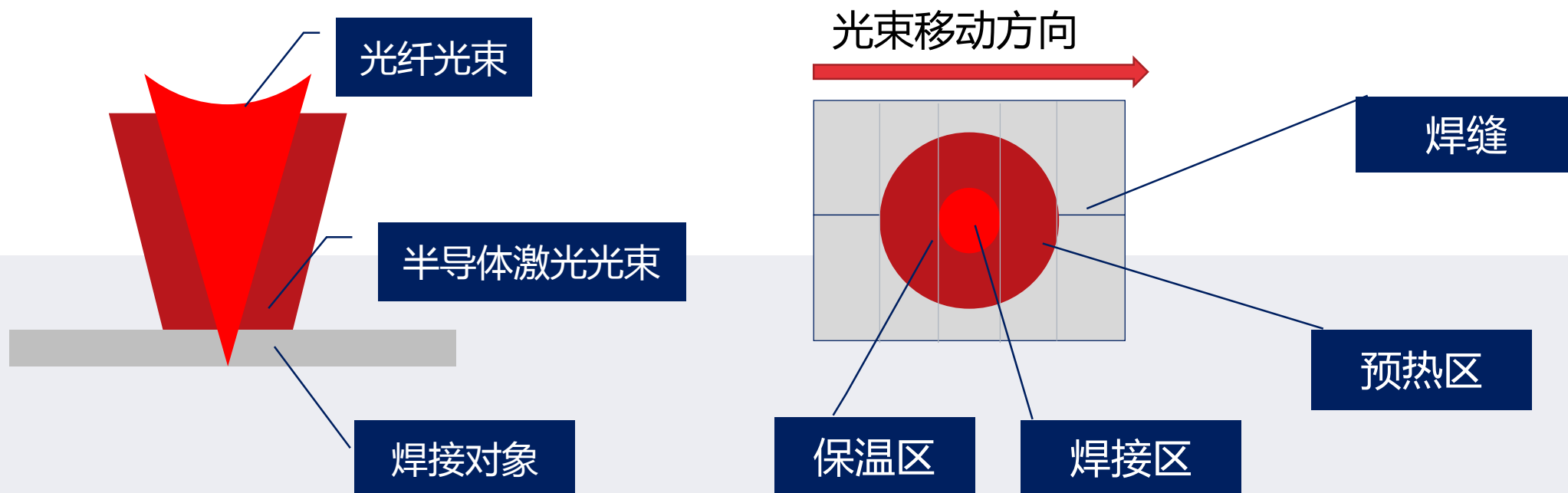
三通焊接





半导体激光器焊接不锈钢水槽

双波长复合焊接原理介绍



焊接效果对比

焊接设备类型	单波长激光焊接机 (1000w)	多波长激光焊接机 (X+Y)
总功率	800w-1000w	1400w-1800w
速度	30~50mm/s	100mm/s
外观	良	优
气孔	内部较多气孔	内部极少气孔
台阶兼容能力	弱	强
间隙兼容能力	弱	强
补焊能力	弱	强
焊接产生飞溅	多	少
焊接良率	94%-95%	99%

单波长焊接外观	多波长焊接外观
单波长焊接金相	多波长焊接金相
单波长易产生内部气孔，导致有效熔深偏低。	多波长更有利于内部气孔排除，减少焊缝气孔。

双波长复合焊接价值

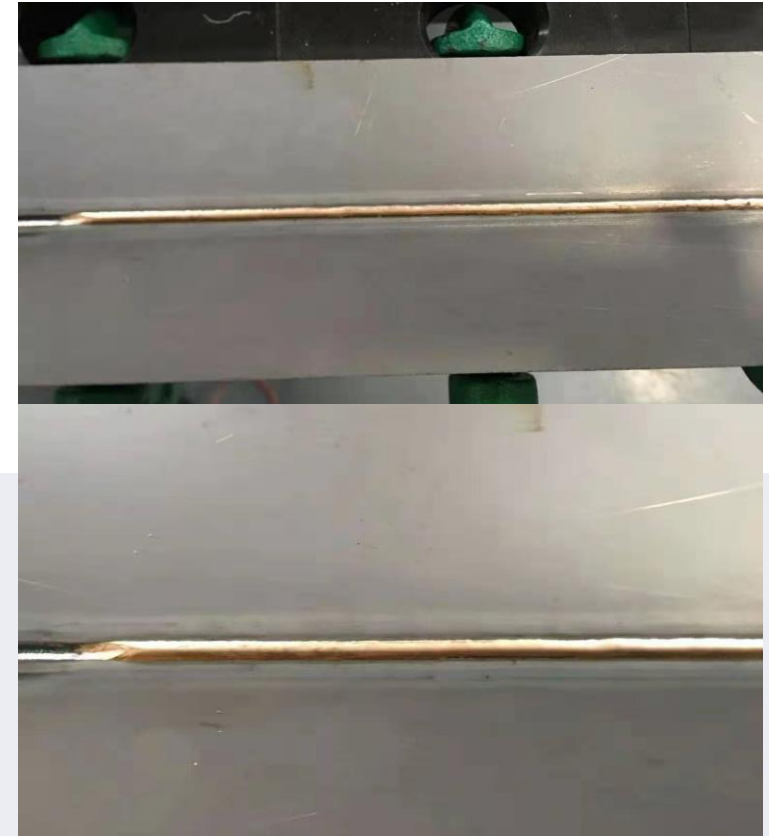
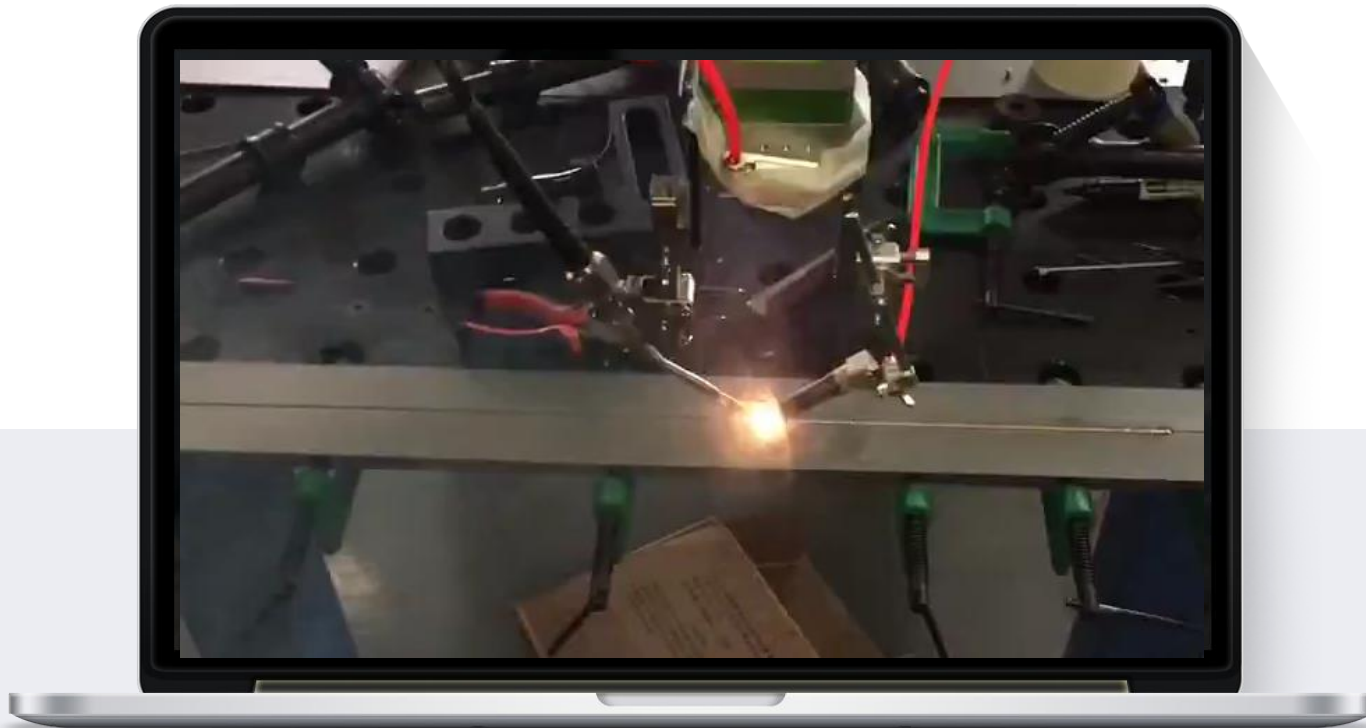


动力电池焊接样品（1）

动力电池焊接样品（2）

02

半导体激光器行业应用-填丝钎焊



「产品介绍」行业应用「优势分析」

核心光源 锐科制造

Thank You

郑勤

锐科半导体销售经理