



高功率半导体激光器领先制造商

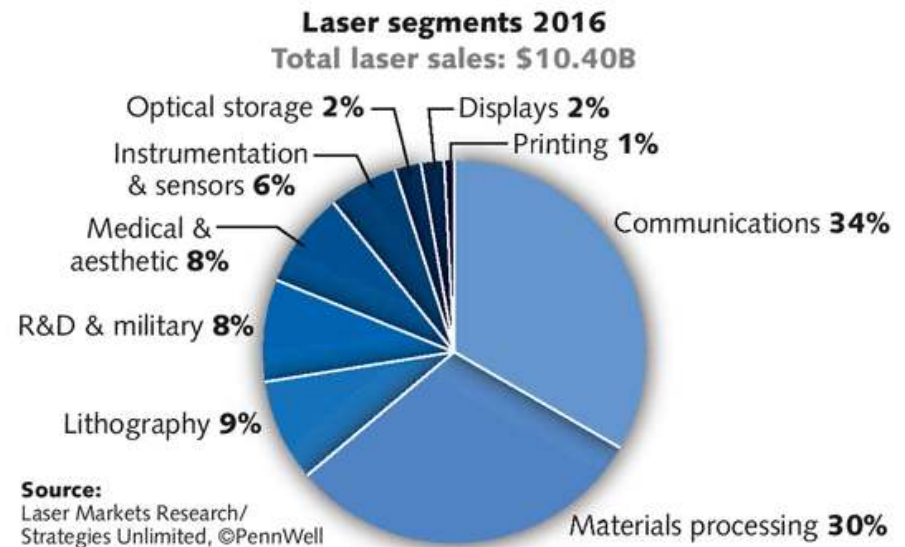


California, USA <http://www.qpclasers.com>

中国 浙江 平湖 <http://www.qpclasers.cn>

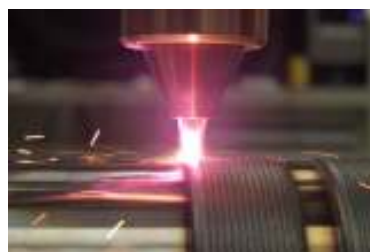
激光器整体市场分析

- 2016年全球激光器的销售超过了100亿美元
- 其中最大的应用是通信和材料处理



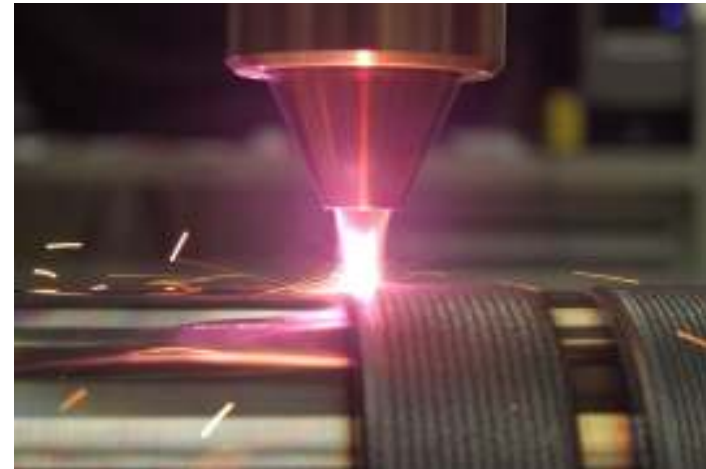
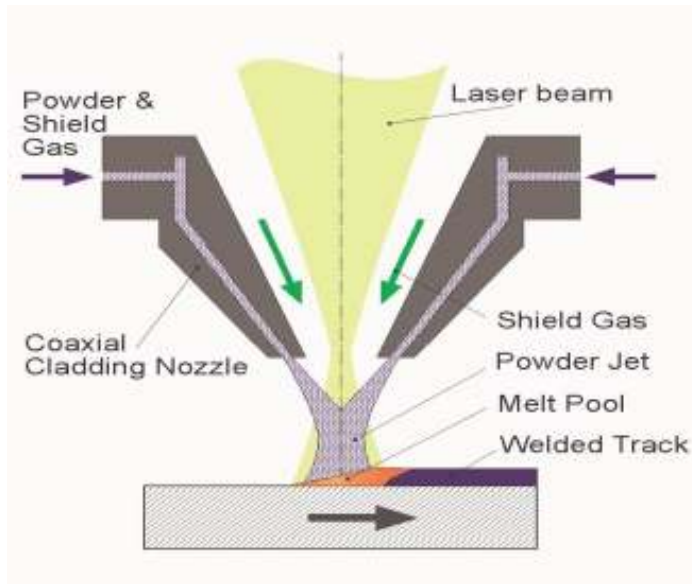
用于材料加工的激光器在总体市场中的占比超过30%
近年来增长最快的是光纤激光用于打标、切割和焊接
再者就是半导体激光直接用于材料加工

工业半导体激光器



激光波长 (nm)	应用领域
808	玻璃粉焊接/密封, 锡焊, 塑料焊接
915, 940, 976	熔覆, 金属焊接, 钎焊, 表面硬化
1470	白色塑料焊接
1700~1908	透明塑料焊接

半导体激光器工业应用（一） 金属熔覆



- 激光熔覆是以受控的方式将一种材料添加到另一种材料的表面
- 所需粉末的料流被送至聚焦的激光束之中
- 当激光束扫过目标表面后，选用的附加材料即沉积于该表面
- 这种工艺可以让附加材料有选择性地沉积在所需的区域

激光熔覆的应用领域之一 石油和天然气的钻井工具修复



钻井设备的用户和制造商试图用超高性能表面硬化材料来保护他们的工具，以确保在极端条件下具有出色的耐磨性。采用激光熔覆工艺可以实现硬度超过3000Hv的涂覆保护层。

工艺使用对象：

- ❖ 稳定支架
- ❖ 随钻测量工具
- ❖ 钻头
- ❖ 佩带
- ❖ 径向轴承
- ❖ 泥浆马达零件

激光熔覆的应用领域之二 电力



随着经济的发展对电力的需求不断增长，激光熔覆可以提供适合该行业特殊需求的涂层，用于应对腐蚀、侵蚀、磨损等挑战。

工艺的应用对象：

- ❖ 锅炉管道防腐防锈涂料
- ❖ 灰分处理的分类器
- ❖ 重要的齿轮箱组件的重建

激光熔覆的应用领域之三 采矿/隧道/疏浚



机械磨损在这些激进的工业领域扮演着极其重要的角色；
而激光熔覆在材料表面硬化方面具有不可超越的优势。

工艺的应用对象：

- ❖ 刀齿
- ❖ 挖沟工具
- ❖ 输送机螺丝

激光熔覆的应用领域之四 材料处理



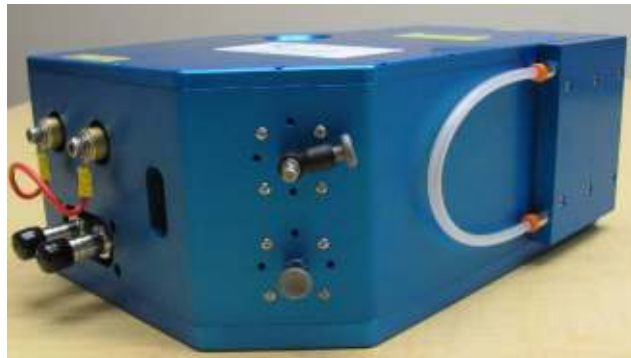
由于每天需要处理无数的材料，这个行业总是希望降低总体成本和增加组件寿命。可从激光熔覆获益的工业领域包括难熔加工、玻璃纤维生产、纸浆生产和造纸、木材加工、矿物加工、水泥生产

工艺运用对象：

碎浆机转子；搅拌刀；锤磨机；材料分类器；泛网格

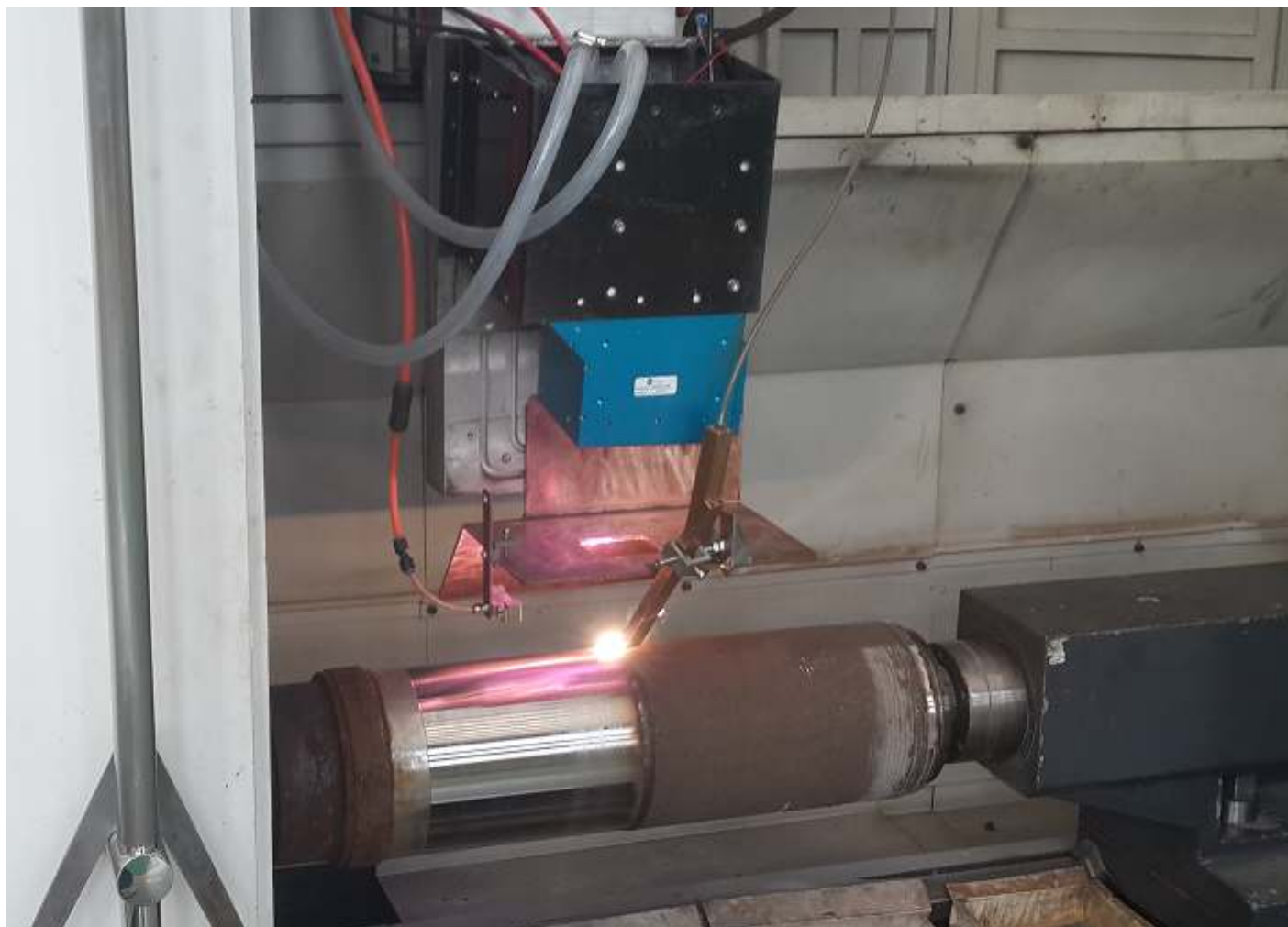
第一代熔覆激光器 4千瓦微通道冷却的叠阵激光器

QPC LASERS



4千瓦激光熔覆系统加工现场

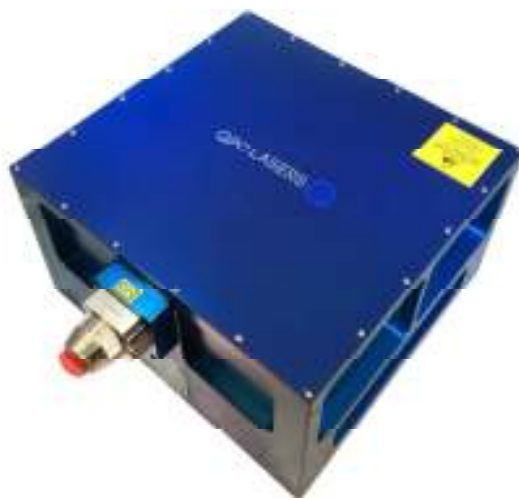
QPC LASERS 



激光熔覆加工的零件及后续处理



新一代熔覆激光器 4KW+ 光纤传输半导体激光器



- ❖ 基于超级单管的集成、更高的效率和可靠性
- ❖ 消除微通道叠阵的漏水以及通道堵塞问题
- ❖ 光纤传输更适合柔性加工
- ❖ 采用QPC专有技术Brightlase® 保护芯片端面，
具有更优异的抗回光特性

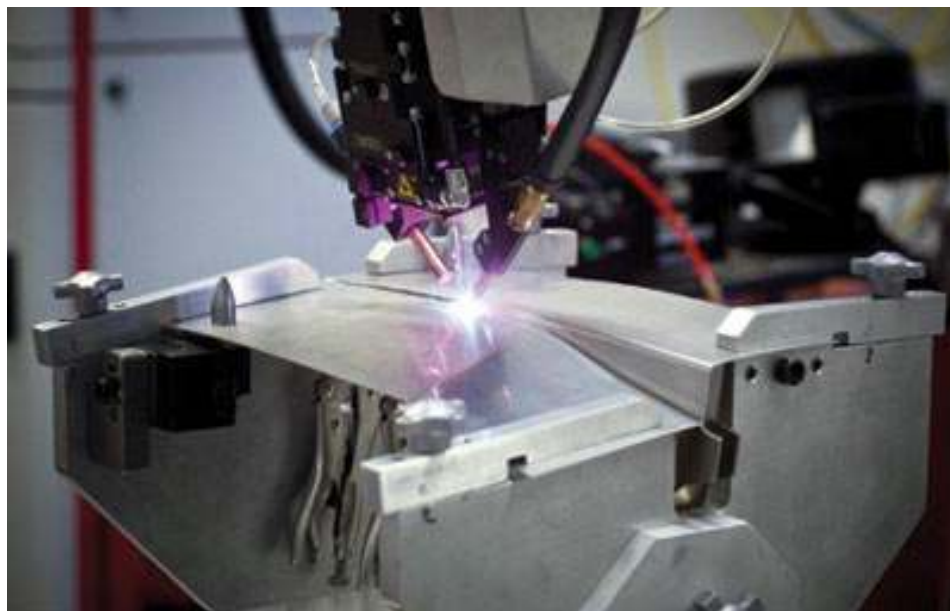
- ❖ 钎焊是一种金属件的拼接工艺，用激光将填充金属或合金加热到 **450° C** 以上的熔化温度，并在两个或多个紧密配合的部件之间流动，而不会实际熔化基材。
- ❖ 与焊接不同，接合材料由于熔融金属丝（填料）材料的浸润作用而结合在一起。因此，接合材料不必是相同的材料，但仍可获得相当高的结合强度

激光钎焊的优点：

- ❖ 非等离子体处理
- ❖ 处理速度快
- ❖ 可做黄铜和镀锌钢的加工
- ❖ 大幅减少飞溅
- ❖ 腐蚀保护（如锌涂层）保持完好
- ❖ 光滑的表面和几乎不可见的接头
- ❖ 降低热量输入，零件失真小



半导体激光用于钎焊的优势



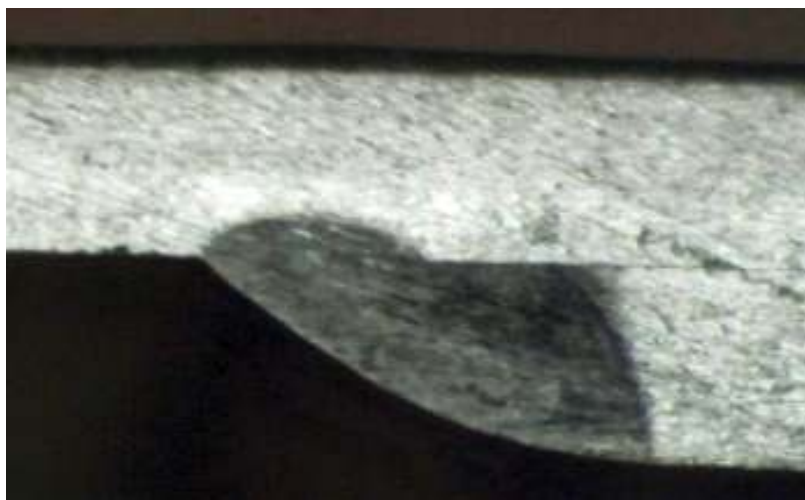
- ❖ 相比于YAG，半导体激光用于钎焊可以提高焊接质量和速度
- ❖ 这主要是因为YAG激光的输出是高斯分布，而半导体激光接近于平顶分布。高斯光束必须离焦工作，而平顶光束可以叫焦点放在工件表面以实现将功率密度更好地分配到焊接体的边界上。
- ❖ 焊接汽车尾部挡板的研究表明：同样6KW的激光器，半导体激光可以使边缘切口减少75%；加工速度增加到1.8倍

钎焊实例：半导体激光用于白车身钎焊



- ❖ 用半导体激光钎焊做车顶和侧板的沟渠连已经成为汽车白车身焊接的主流
- ❖ 相比激光焊接和点焊，激光钎焊可以显着改善接头的美观性，从而可以省去沟渠成型
- ❖ 使汽车变得更轻、更安静、更坚固和更安全
- ❖ 焊接表面连续接合，没有积聚灰尘的间隙

半导体激光在铝材料钎焊中的优势



- 采用填充焊丝焊接白色铝合金结构是许多应对铝加工难题的汽车公司的下一个步骤
- 半导体激光器为铝材连接提供了明显的优势：波长在9xxnm 波段的LD比1030纳米的碟片激光器或1070-1080纳米的光纤激光器更接近铝的吸收峰值
- 经过多年的研究，目前奥迪Q5已经把用于车尾挡板钎焊的激光器替换成 4 KW / 400um 光纤输出的半导体激光器
- Kuka北美已经成功地使用了一台6千瓦/ 1000微米激光器作为需要很高焊接强度的边缘搭焊，同时达到背面几乎看不到任何焊缝的效果

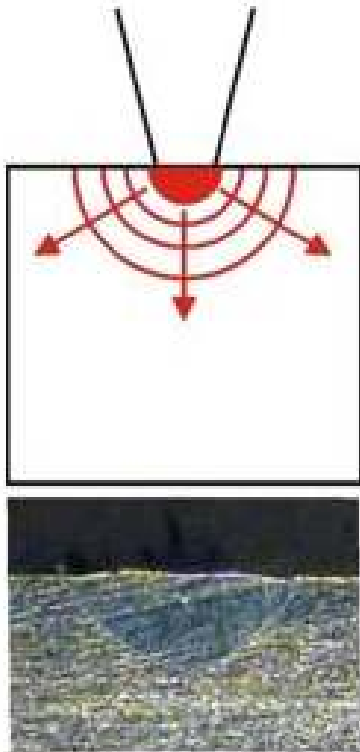
半导体激光器工业应用（三） 半导体激光用于金属焊接



- 用于金属焊接的激光器主要有二氧化碳激光器，YAG激光器和光纤激光器；然而在铝材的焊接应用中最受关注的是半导体激光器（左上图），由于铝材对其他波长具有更高的反射率。
- 半导体激光的首要优势是高的电光转换效率—低的运营费用
- 半导体激光的长寿命是另一个节省运营费用的关键因素
- 半导体激光的小型化更有利于跟机器人的集成（右上图）

半导体激光传导焊接

Conduction welding



- 传导焊接所需的激光功率密度较低，一般在 $0.5\text{MW}/\text{CM}^2$ 左右，激光能量主要在金属表面吸收，并且通过传导将热传递到大块材料中。
- 传导焊缝较浅，呈碗形，其宽度往往比深度宽。
- 热影响区较大，从熔合区到基体金属的过渡是平稳和渐变的。
- 使用二极管激光器进行焊接不需要像CO2或YAG激光器焊接那样进行表面处理。

二极管激光器可用于以下类型的传导焊接：

- 缝焊薄片
- 焊接不同厚度的零件
- 焊接容易开裂的材料
- 焊接具有复杂的3D连接面的部件

半导体激光传导焊接的应用领域



激光传导焊接得到的传感器壳体

- 二极管激光器适用于传导焊接中碳钢和高碳钢，因为这些材料当经受高温和快速温度循环时倾向于形成不希望的马氏体熔合区。
- 镀锌钢也可以用二极管激光进行传导焊接。低温工艺形成一个没有孔隙的锌和钢得到均匀稀释的融合区
- 不锈钢是用二极管激光器进行传导焊接的另一种选择。不锈钢吸收近红外比长波更好。而且，由于传导焊接是一种较低温度的工艺，所以它不会去除熔合区中的挥发性合金元素，保持材料的耐腐蚀性。

半导体激光传导焊接锂电池罐 未来5年激光应用发展的焦点之一

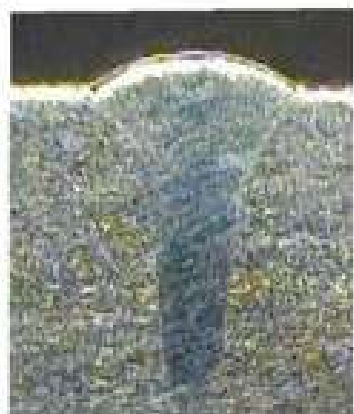
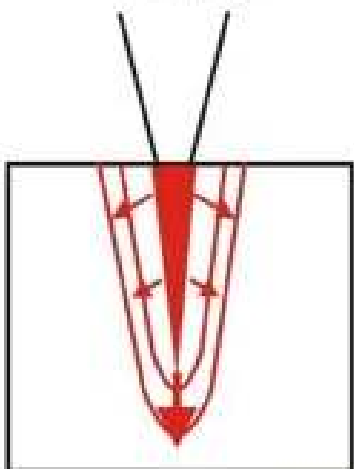


锂电池铝罐的激光缝焊

- ❖ 混合动力车和电动车需要大量的锂电池；电池罐主要由铝制成，并且在连接盖子时需要密封；焊接过程不能损坏罐内的任何部件。
- ❖ 用二极管激光进行传导焊接解决了这个问题
- ❖ 使用二极管激光器焊接1毫米厚的3000系列铝制外壳。激光使制造商能够严格控制焊接深度在0.3和0.6毫米之间
- ❖ 用半导体激光焊接的另一个优势是金属在焊接之前不需要清洁。当束腰直径为0.6毫米时，焊接速度可达每分钟4.5米。

半导体激光锁孔焊接

Penetration / "keyhole" welding

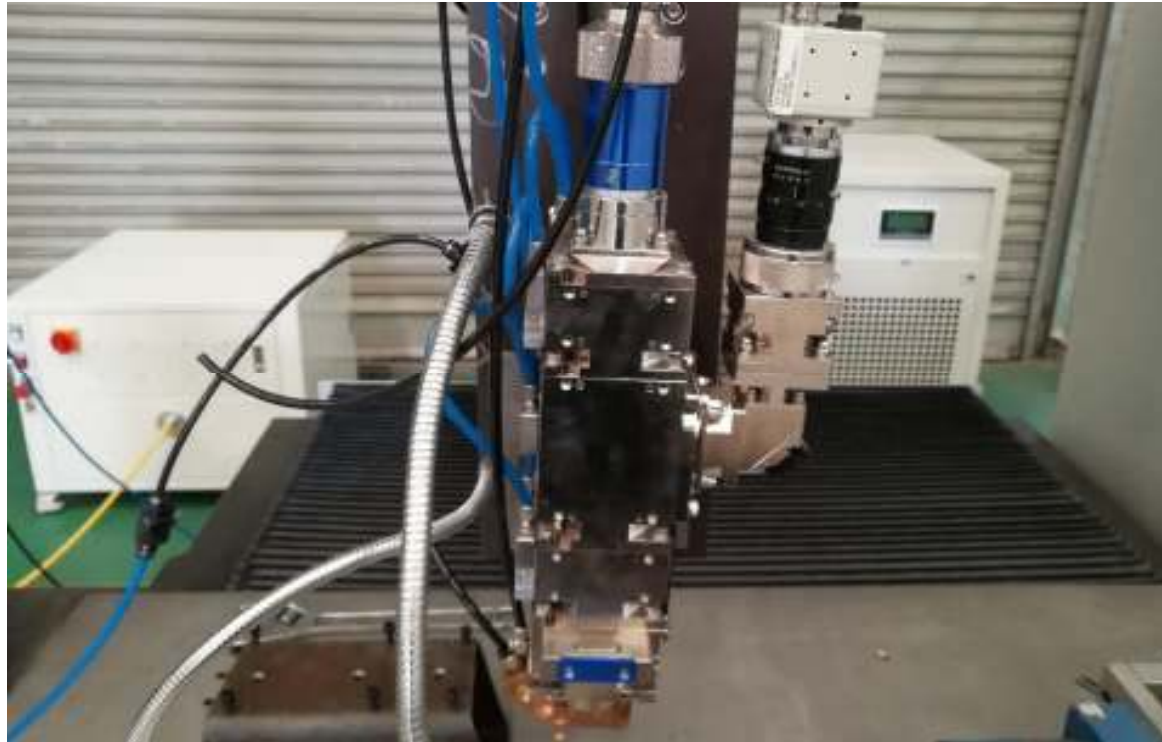


- ❖ 锁孔焊接需要较高的功率密度，一般是在 $1.5\text{MW}/\text{CM}^2$ 以上（因此只有亮度很高的半导体激光器可以达到要求，比如200微米光纤输出超过500W；400微米光纤输出超2000瓦）
- ❖ 一旦金属开始熔化，它可以吸收更多的激光热量。这使金属的温度升高到沸点以上产生金属蒸气。
- ❖ 蒸汽的压力打开了激光束周围的通道，形成了所谓的钥匙孔。
- ❖ 这个小孔几乎把所有的激光能量都俘获，并将其转化为热量，使激光产生深而窄的焊缝



激光锁孔焊接得到的传动器齿轮

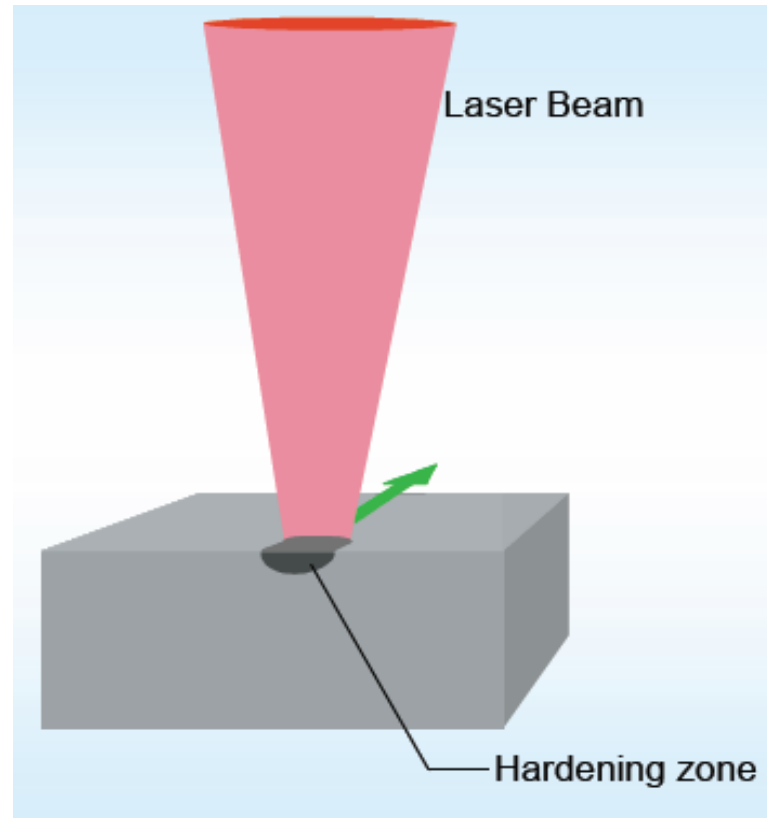
QPC激光器适合的焊接工艺



QPC现有代表产品， 如300W/200um 或 1250W/400um

相应的亮度在传导焊接和锁孔焊接之间， 因此及适合于传导焊接， 也适合某些过渡类型的焊接-焊接深度介于两者之间

材料表面激光硬化处理的原理



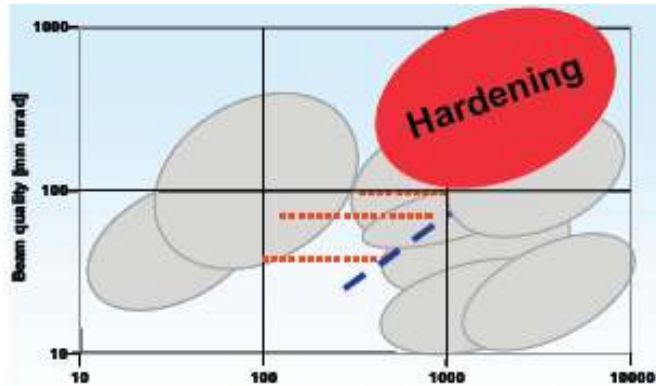
- 所有硬化处理的目的是钢的结构转换
- 首先，铁素体材料组织通过激光加热奥氏体化，
- 然后，通过淬火转变为硬质马氏体

半导体激光做表面硬化处理的优势



- 激光硬化具有决定性的优势，因为它可以在预定的区域中进行选择性的热输入
- 在复杂的部件处，可以实现部分硬化，同时铁氧体结构的更高的柔性也可以保持
在其他区域中
- 由于局域性加热且依靠体材料的冷却作用, 无需外加冷却
- 由于激光淬火几乎不会引起材料翘曲，通常不需要额外的方法来校正工件的变形
- 半导体激光波长短更有利于吸收，光斑形状和能量分布适合各种形状的工件

激光硬化处理的典型参数



Hardening of cylindrical component

Laser

- Direct diode laser, Twin- or Multi lasers

Power

- 1000 W to 6000 W

Beam quality

- 85 - 400 mm mrad

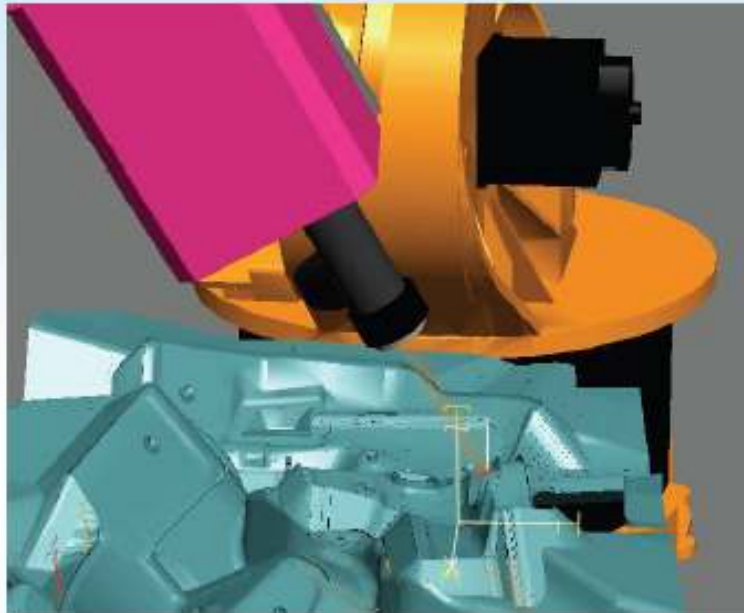
Spot dimensions

- $3 \times 3 \text{ mm}^2$ to $15 \times 15 \text{ mm}^2$, $19 \times 9 \text{ mm}^2$ or up to 40 mm length, adapted to specific part to be hardened

Material

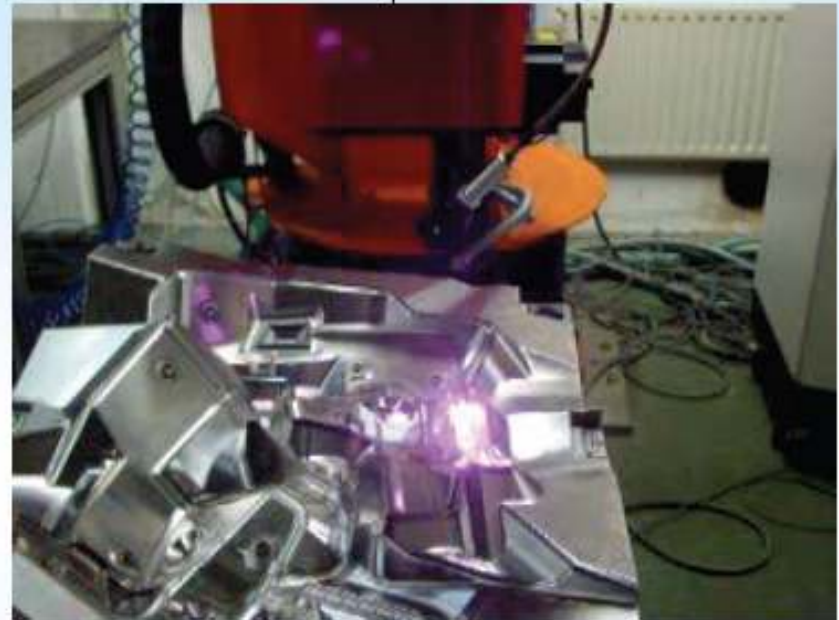
- steel and cast iron

硬化处理的预先模拟和系统编程



**Offline-Programming with TopLas3D®
of forming tool**

- Simulation of process
- Generation of robot NC programm
- Collision control



Hardening of the same forming tool

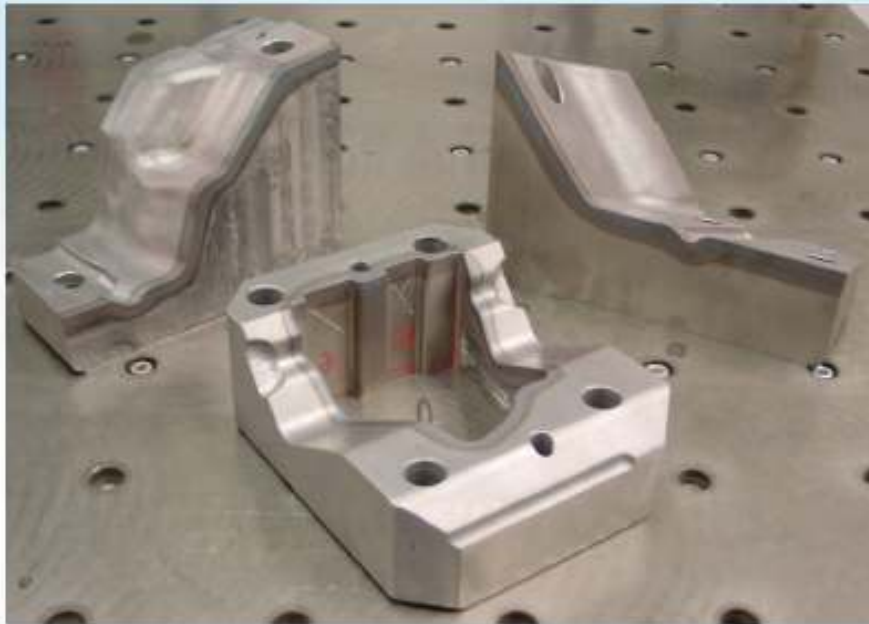
weight: 1,5 tons
material: 1.2738
 $T_{\text{Hardening}}$: 1100 °C
speed: 5 mm/s

成型工具的激光硬化处理实例



- Here: deep drawing tool for back door of VW Passat
- Material: GGG 70 (0.7070)
- T_{Hardness} : 1000°C
- Length: 35 m
- Width: 20 mm (single track)

剪切工具的激光硬化处理实例

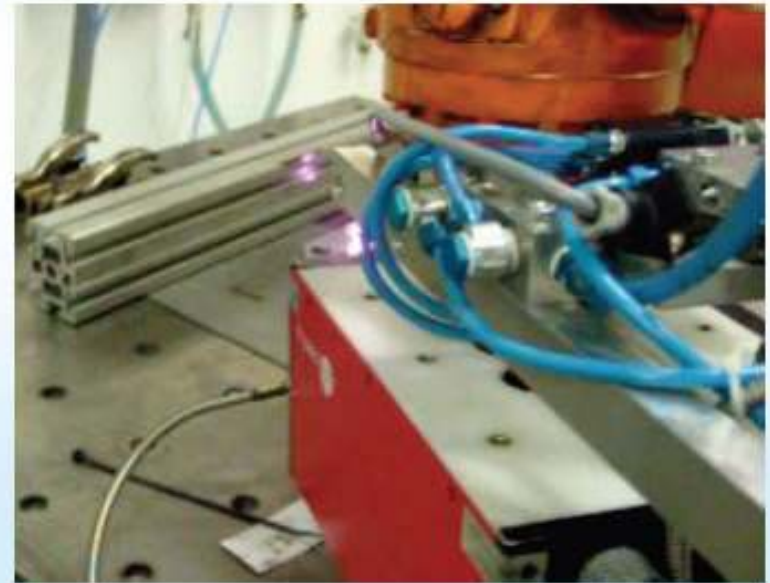


Material: 1.2379
 $T_{\text{Hardening}}$: 1100 °C
Speed: 5 mm/s

Laser system: ERLASER® 4000 TCH

$P_{\text{Laser,max.}}$: 4000 W

Wavelength: 808 + 940 nm



折弯工具的激光硬化处理实例



Photo: ERLAS

LDL 160-4000

- Optical power: 4000 W
- Temperature controlled spot: 17 x 17 mm²

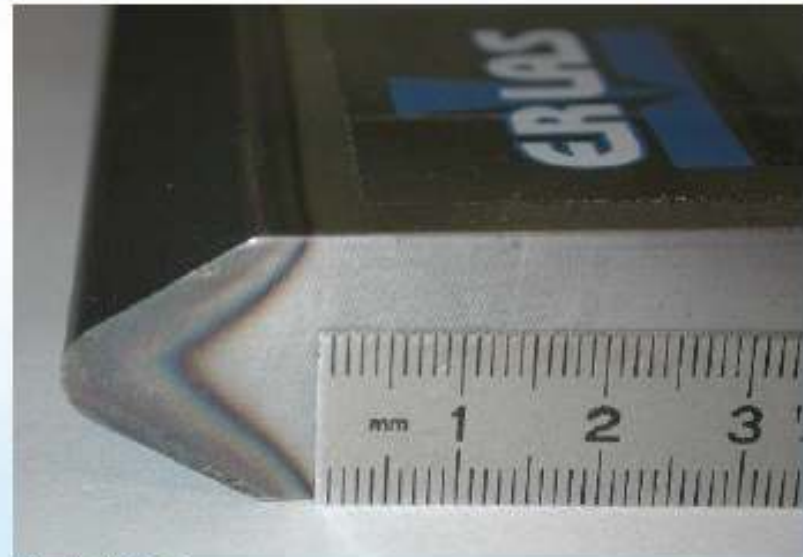


Photo: ERLAS

大批量产品的激光硬化处理



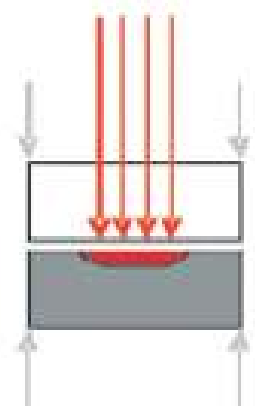
- Local hardening of
 - Cutting edges
 - Car door spring
 - Springs
 - Saw blades
- Laser power approx. 1.000 W
- Spot geometry adapted to hardening zone

QPC半导体激光在工业中的应用

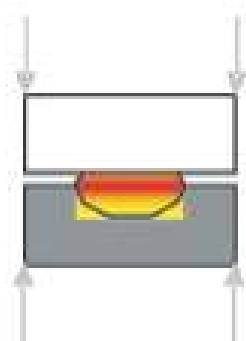
(五) 塑料焊接

与传统的塑料焊接方法相比 激光塑料焊接具备如下优势

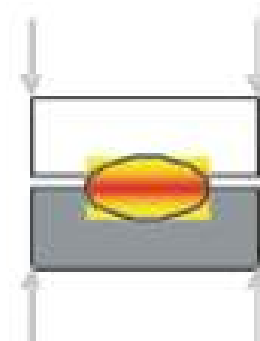
- 最小的机械和热应力
- 极大的焊接灵活性
- 焊接质量高
- “看不见”的焊缝
- 可控的焊接过程
- 清洁的工艺（无粒子产生）
- 无需添加焊料



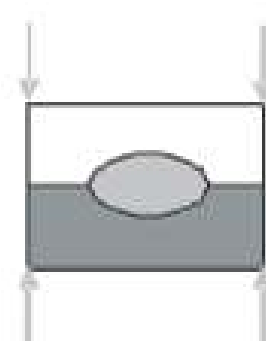
光吸收



产生熔池



通过热传导混合

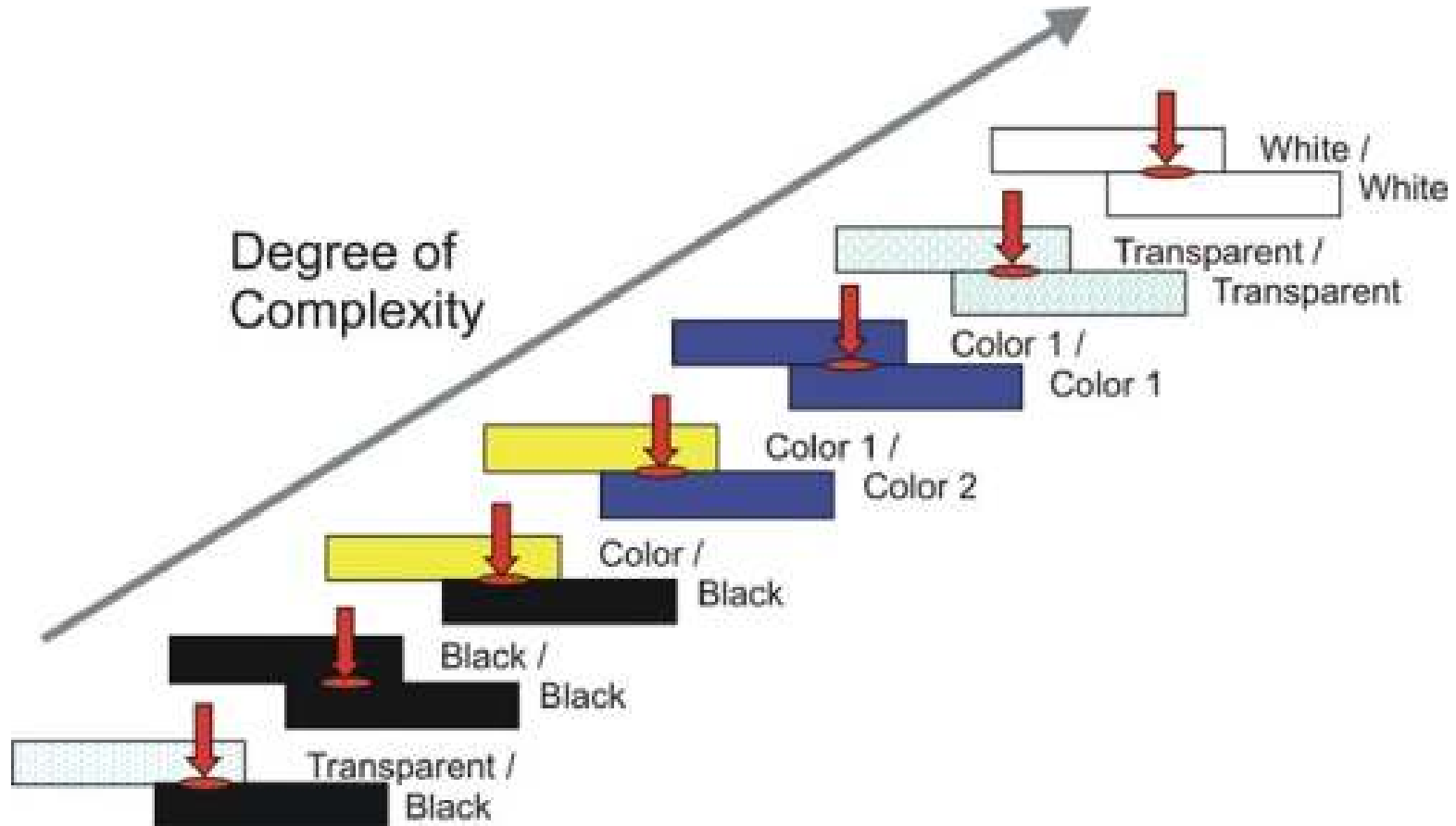


再凝固

QPC半导体激光在工业中的应用

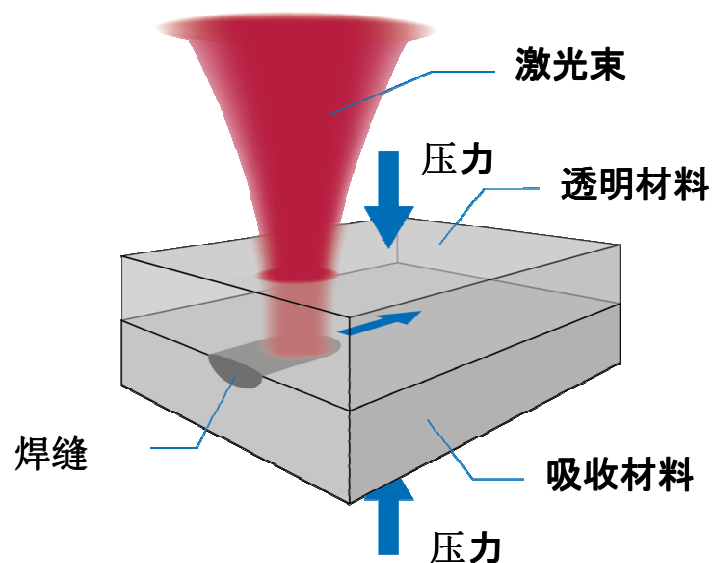
(二) 塑料焊接

QPC LASERS



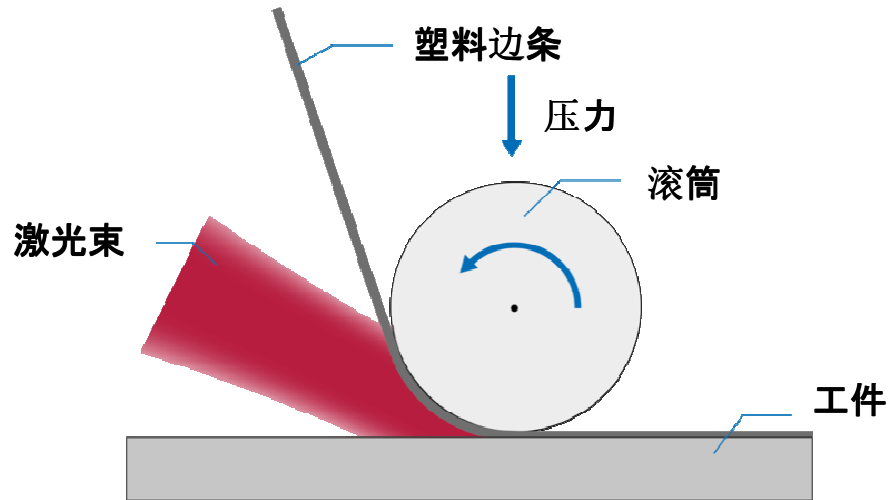
通过激光焊接接合有色聚合物的难易度

透射式塑料焊接



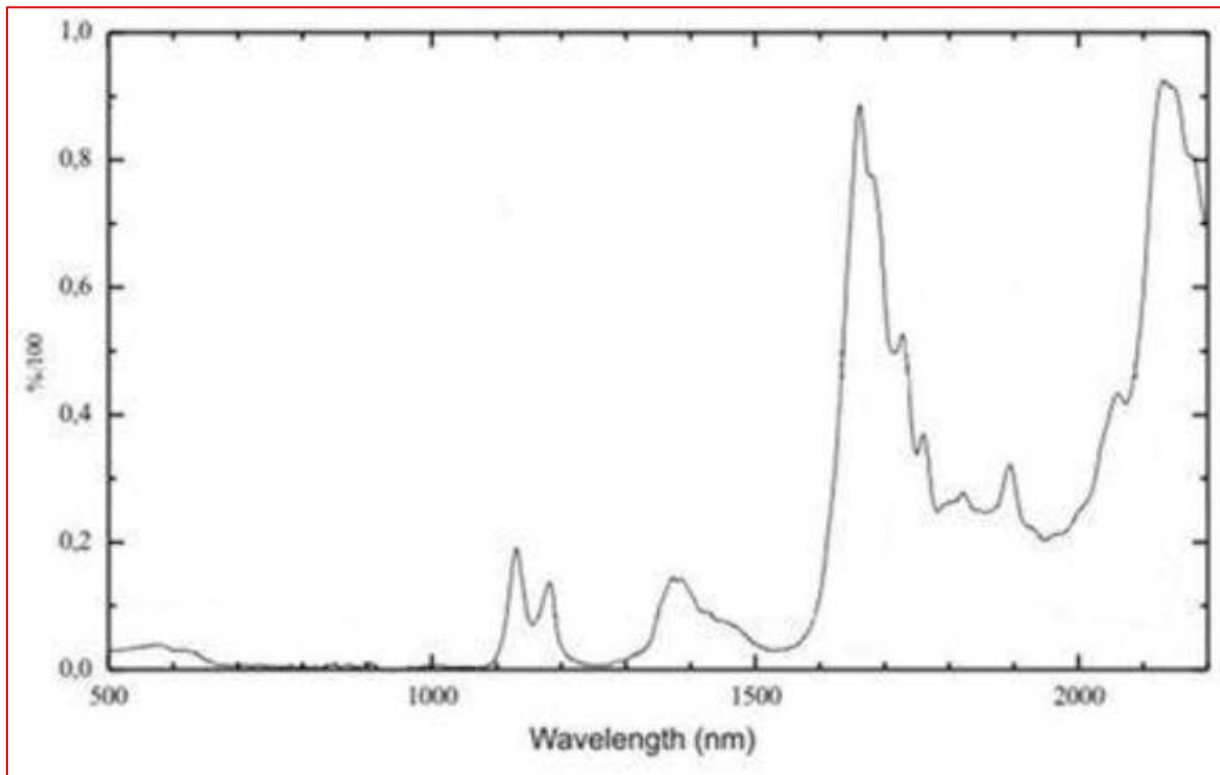
- ❖ 轻巧型汽车的后挡板是塑料制作的
- ❖ 并采用半导体激光器的透射式焊接而成
- ❖ 特点是无焊缝，因此无需做焊接的后处理

塑料的边条焊接



- ❖ 边条焊接用于实现木头家具的盖子与边条之间的无缝粘接
- ❖ 传统的胶水粘接方式， 可以看到胶水接缝
- ❖ 激光边条焊接使得家具的外观更加精美， 无接缝
- ❖ 防止蒸汽的侵入， 因此更加适合厨房、浴室等场合的使用

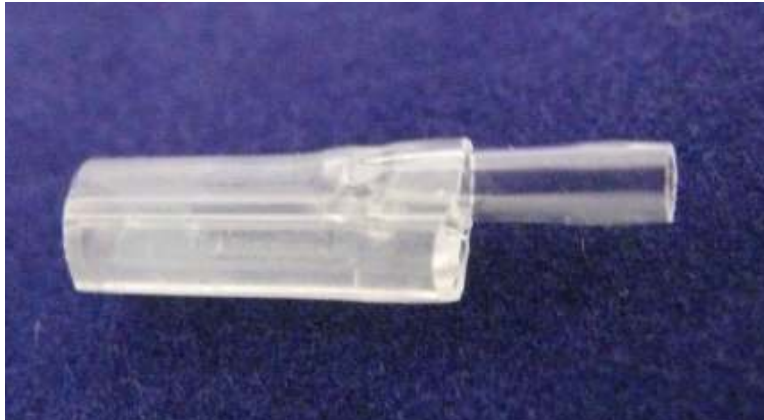
半导体激光用于透明塑料焊接



透明聚碳酸酯材料在可见光和近红外的吸收率（测试样品厚度为1毫米）

- 用短波长激光(808nm, 976nm) 焊接透明塑料时，必需加入增强激光吸收的添加剂
- 在医用塑料制品的焊接中， 添加剂的使用受到限制
- QPC的1700-1920nm激光可用于透明塑料的焊接， 无需任何添加剂

1900nm半导体激光焊接透明塑料实例



一种医用的多腔管焊接到一个单腔管（聚乙烯）



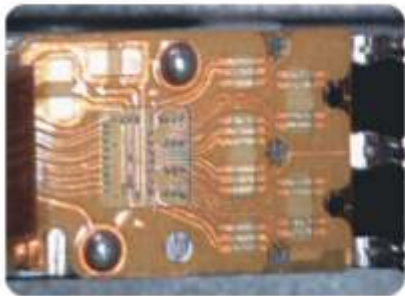
两块 PMMA（聚甲基丙烯酸甲酯）板焊接在一起形成光学透明的焊缝

Figure 1. PMMA to PMMA welded sample.

半导体激光在工业中的应用 (六) 激光焊锡

激光焊锡的原理和优势

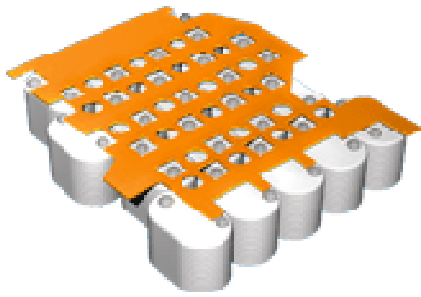
激光焊锡工艺是通过激光将填充金属或合金加热到 $<450^{\circ}\text{C}$ 的熔化温度使其在两个紧密配合的接合材料之间流动



激光焊锡相比传统焊锡的优势：

- 高精度度
- 低和局部热输入 - 适合于温度敏感元件的焊接
- 快速的功率可控性
- 优化温度-时间曲线以获得最佳焊接结果(可预设曲线)
- 非接触式加工, 用于传统焊锡无法达到的空间
- 可处理非常小的几何形状的金属工件
- 高效和均匀的热量输入
- 没有损坏相邻组件的风险

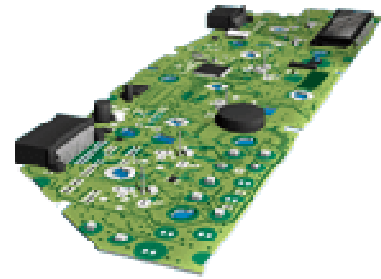
激光焊锡在汽车制造业中的应用



电池

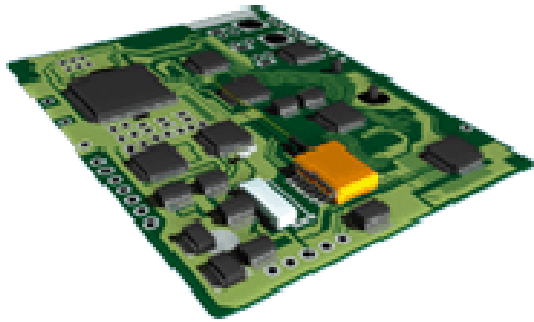


ABS传感器

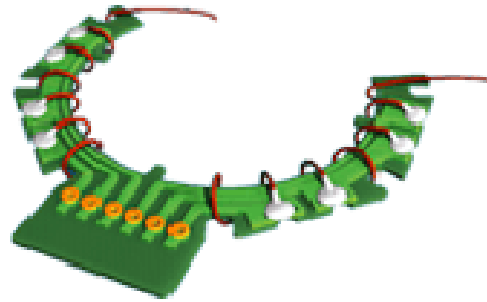


仪表电路板

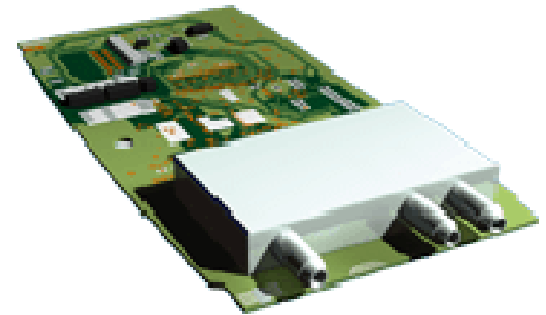
激光焊锡在家电制造业中的应用



光传感器
(光接收组件)



平面显示器的
PCB



参数调节控制盒

激光焊锡在移动设备 及数字器件中的应用



IC中的CMOS传感器



数字式手表

- CCD 相机组件
- USB 接口
- 智能手机电池
- 更多应用....



谢谢

Thank You