

激光打标

为打标应用选择最佳的激光器

由于要求打标的材料五花八门、用于打标的激光器种类繁多，因此为特定的打标应用选择最佳的激光器也绝非易事。对激光器以及打标材料本身特性的深入了解，对于选择最佳的激光器来讲至关重要。

Dennis Kaminski ; Trumpf公司

在 激光打标应用中，材料类型、打标质量要求和打标速度，都是选择激光器时所要考虑的重要因素。虽然固态连续波 CO₂ 激光器常用于打标应用，但是它们通常不用于金属打标，因此下文将重点讨论固体脉冲激光器的选择。目前，市场上存在多种可用于打标应用的脉冲激光器，这些激光器包括 Nd:YAG 激光器、Nd:YVO₄ 激光器以及光纤激光器，当然，每种激光器在打标应用中都有利弊。

除了要深入了解激光器和材料的特性外，还要了解被标记的材料对所选激光器输出波长的吸收情况，这一点也是非常重要的。通常，有色金属和非有色金属材料对 1064nm 的激光具有良好的吸收；贵金属对 532nm 和 355nm 波长的光具有很好的吸收；而塑料则能吸收更长波长的激光输出（见图 1）。

激光器的选择考量

Nd:YAG 激光器已经拥有了超过 25 年的使用历史，目前其已经成为工业应用中一支主力军。最初，Nd:YAG 激光器采用灯泵浦，随后则发展成为普遍采用二极管泵浦。采用二极管泵浦的 Nd:YAG 激光器

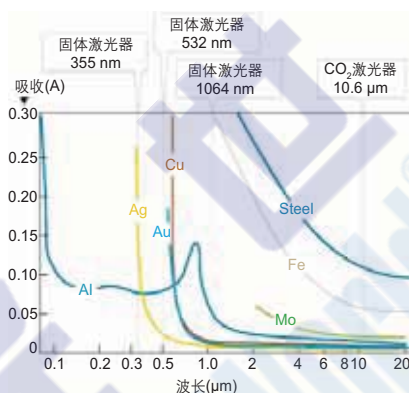


图1：不同材料对不同波长的激光的吸收情况。

更加牢固耐用，具有卓越的平均无故障时间 (MTBF)。一些制造商预计，在二极管的寿命到达之前，整个系统的 MTBF 值超过 35,000 小时。Nd:YAG 激光器的一个显著优势是其能够提供优异的光束质量，能获得较小的光斑尺寸。小光斑尺寸结合较短的脉冲，便产生了较高的峰值功率，从而能够实现清晰、整洁的打标和精细深雕。

表：激光打标系统的典型值。

典型值	Nd:YAG	Nd:YVO ₄	镜光纤激光器
脉冲持续时间(ns)	10~150	5~30	10~200
光束质量 (M ²)	<1.2	<1.2	<2
峰值功率 (kW)	高: 100kW级	中: 80kW 级	低: 10kW 级
平均功率 (W)	5~30	5~40	10~50
脉冲重复频率	5~80kHz	20~120kHz	20kHz~1MHz

Nd:YVO₄ 激光器能输出三种不同的波长：1064nm、532nm 和 355nm。Nd:YVO₄ 激光器同样采用二极管泵浦，输出的脉冲与脉冲之间高度稳定，光束质量好，因此 Nd:YVO₄ 激光器非常适合烧蚀标记以及热影响区 (HAZ) 类的应用。Nd:YVO₄ 激光器的应用之一是用于汽车中的“day/night”按键打标，其用激光将按键顶部的涂层去除，使光能在夜间从背后照亮按钮。由于去除涂层后的暴露面位置稍低，因此更不易受损。

光纤激光器大约于六年前被引入打标市场，目前其已经成为每种打标应用中都要考虑应用的热门话题。在光束质量方面，光纤激光器不及 Nd:YAG 激光器和 Nd:YVO₄ 激光器，这也限制了其峰值功率的提高。光纤激光器可用于不锈钢退火，这是因为其能提供较长的脉宽和较大的光斑尺寸，能将更多的热量汇聚到工

EXPERT 系列

紫外激光器



EXPERT355, 355nm(300mw-3w)



EXPERT532, 532nm(1w-5w)

高品质·高可靠·高性价比

工业级高品质固体激光器提供商

主要特性:

1. 直立式双模优化控制技术(DIPMOC), 结构坚固紧凑;
2. 优越的光束质量($M^2 < 1.3$), 在所有频率范围内都严格保证;
3. 在线刷新谐波控制技术(ORHAC), 超长时间的功率稳定性;
4. 全数字智能电源控制技术, 可通过RS232外部控制激光器;
5. 工业化产品流程生产控制技术, 产品质量稳定可靠。

我们将继续参加如下展会:

第十六届中国国际激光、光电子及光显示产品展览会
2011年10月26-28日 北京国际展览中心
展位号码: 1号馆B1厅1BS08



RFH LASER
瑞丰恒激光

深圳市瑞丰恒科技发展有限公司

Add: 深圳市南山区高新技术产业区中区M-10二楼

Tel: 0755-86375012, 18928466502, 86375016

Fax: 0755-86028961

E-mail: sales@rfhlasertech.com

<http://www.rfhlasertech.com>

应用天地

Applications

件上。值得一提的是, 目前只有极少数光纤激光器制造商能提供可集成到打标系统中的光纤激光器产品。

就运营成本和耗材而言, 上述三种激光器并没有太大的不同, 因此用户可以尽情地选择最佳的激光技术, 而不用作成本方面的权衡。需要牢记的一点是, 所有固体激光器的输出功率会随着应用时间的推移而有所下降, 但厂商可以在产品出厂时对系统进行校准, 以保持激光器的输出功率恒定。这样, 激光器在投入使用后便能保持相同的打标质量和打标速度。

光束特性——激光打标机的光束质量是由 M^2 值确定的, M^2 值通常由激光器制造商提供。高斯光束的 M^2 值为 1, 因此高斯光束能提供最小的光斑尺寸。Nd:YAG 激光打标系统和 Nd:YVO₄ 激光打标系统能获得的最佳光束质量为 $M^2=1.2$; 光纤激光器打标系统的最佳 M^2 值为 1.7, 显然与上述两种激光器相比, 其光斑尺寸更大、激光功率密度更低。更好的光束质量能产生更窄的线宽、更清晰的打标轮廓、更高的打标速度(因为功率密度高)以及更深的雕刻深度。较好的光束质量还能提供更深的聚焦深度。例如, 用 M^2 值为 1.2 的激光束在弯曲的表面上打标, 相较于使用 M^2 值更高的光束(如光纤激光器的输出)而言, 能够获得更清晰的标记。

脉冲重复频率——在峰值功率和脉冲重复频率的范围上, Nd:YAG 激光器和 Nd:YVO₄ 激光器与光纤激光器有着很大的不同。作为主振荡光纤功率放大器(MOPFA)的光纤系统, 其输出光的脉冲持续时间可以调整, 这将为优化打标过程提供可用的脉冲重复频率(见表)。



图2: 一个用于汽车上的塑料成型元件, 其上已经镀有涂层。多余的涂层通过激光去除, 使变速杆旁的字母显现出来。

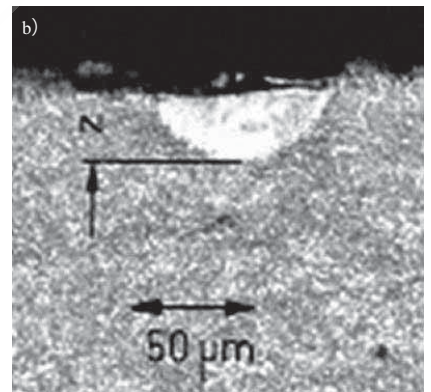
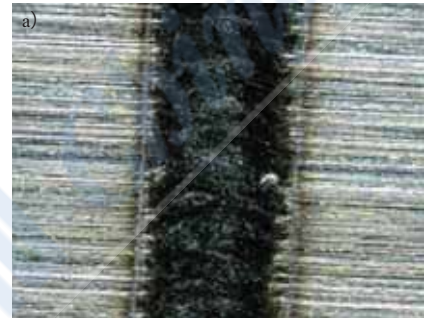


图3: 一条长约50μm的退火线显示了均匀脉冲的加工效果(a), 横截面显示了退火标记的深度(b)。(c)显示了医用起搏器/除颤器中的钛罐的打标效果。

打标应用

激光打标应用中常用的术语包括：雕刻、退火、烧蚀、塑料颜色的变化等。针对具体应用的不同，用户可以选择最为合适的激光器，以实现更加优化的激光打标过程。当用于烧蚀“day/light”按键元件时，Nd:YVO₄激光器表现最好，因为其能提供短脉冲，并能在较高的脉冲重复频率下保持脉冲与脉冲之间的高度稳定性，从而在去除元件表面上的涂层时，不损害下面的塑料基体材料（见图2）。在标记阳极氧化铝（anodized aluminum）材料时，也常常使用烧蚀工艺，这是迄今为止最普遍的一种激光加工过程。

另一种常见的应用是退火不锈钢和钛材质的医疗元件，如医疗植入物和医疗仪器等。在这类应用中，提供较高的集中峰值能量、稍长的脉冲持

续时间是非常重要的，以便在表面上获得清晰的暗色标识，当然这些标识必须要达到钝化与高压周期等测试要求（见图3）。

在雕刻材料时，选择最佳的频率和速度参数至关重要，以实现材料的蒸发。通常情况下，短脉冲和高峰值功率的激光在这类应用中表现出色。

未来，上述提到的三种激光技术都将在工业生产中找到各自的用武之地。当然，这些激光技术将会继续发展以满足不断变化的制造需求。在选择激光打标机时，一定要选择一个好的激光器供应商作为合作伙伴，这一点也是非常重要的。另外，最好能根据需求打标的具体材料，对各种激光器进行测试，最后根据打标速度、打标质量和预算方面的考虑，选择最合适的解决方案。□

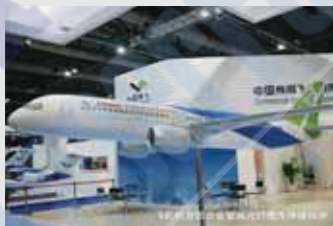
IPG 光纤激光器成功应用于航空航天领域

IPG 公司新型光纤激光器全新的理念和全新的设计，与传统激光器相比，在技术及经济等方面的多项重要指标都提高和改进超过 10 倍以上。新型光纤激光器不但在许多主要应用领域中大规模取代传统激光器产品，而且还开拓出了许多崭新的应用领域，彻底改变了激光市场的发展速度及发展模式。

在航空航天市场，光纤激光器正在被广泛接受和应用，比如大飞机项目和航天项目以及快速成型制造和修复等领域，都活跃着光纤激光器的身影。这主要是因为光纤激

光器在加工钛、铝合金等航空航天领域所用到的特殊金属材料方面，具有独特的工艺优势。

当今的世界，技术已无国界。IPG 的宗旨就是把在欧美日市场经过多年考验且成熟的工业光纤激光器带给国内的制造业者，使其在经济全球化的今天有更强的竞争力。相信随着政府及国内市场对 IPG 光纤激光器的不断了解和认可，以及 IPG 在中国市场的本土化，光纤激光器这种低碳、高效、节能的技术必将为国内的航空航天、轨道交通、汽车制造、钣金加工等重点行业带来新的绿色革命！□



为您的光学系统

提供

成功解决方案



**The Right Filter.
Right Now**

Semrock A Unit of IDEX

**与滤光片一同带给您
我们丰富的专业经验**

请联系我们本地支持

DynaSense

www.semrock.com

+1 585-594-7050

生命科学、激光及光学系统的滤光片标准