

德厚技高

务实创新

# 激光打标工艺及参数



河南职业技术学院  
HENAN POLYTECHNIC

德厚技高

务实创新

- 一、激光打标工艺
- 二、激光打标参数
- 三、激光打标对象



河南职业技术学院  
HENAN POLYTECHNIC

# 激光打标工艺

## 镭雕工艺

激光打标，又称激光雕刻，将需要加工的工件放在高功率密度的聚焦激光束下进行局部照射，会使被加工表面材料发生气化或改变表面色泽的化学反应，从而在工件表面留下永久性文字、图案、刻痕等标记的一种雕刻工艺。

激光打标的工艺原理主要有“热加工”和“冷加工”两种。

1. “热加工”。具有较高的激光束，照射在被加工材料表面上，材料表面吸收激光能量，在照射区域内产生热激发过程，从而使材料表面（或涂层）温度上升，产生变态、熔融、烧蚀、蒸发等现象。



# 激光打标工艺

## 镭雕工艺

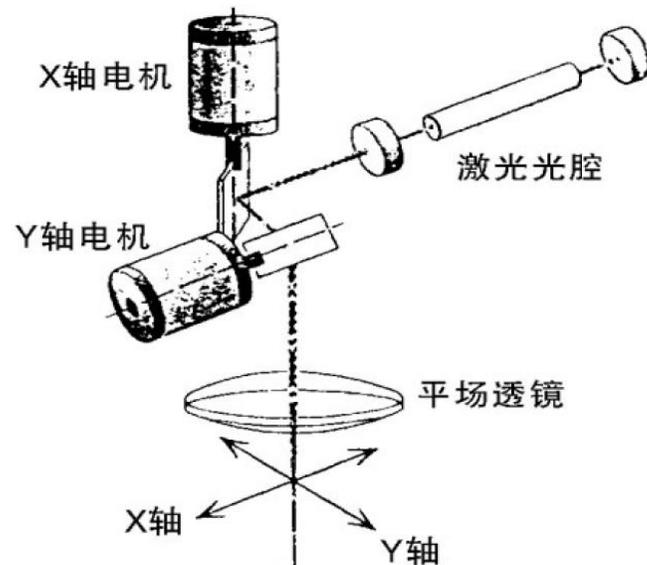
2. “冷加工”。具有高负荷能量的（紫外）光子，能够打断材料（特别是有机材料）或周围介质内的化学键，致使材料发生非热过程破坏。这种冷加工在激光标记加工中具有特殊的意义，因为它不是热烧蚀，而是不产生“热损伤”副作用的、打断化学键的冷剥离，因而对被加工表面的里层和附近区域不产生加热或热变形等作用。



# 激光打标工艺

## 工作原理

激光打标机(如左图所示)的振镜扫描系统(如右图所示)是由光学扫描器和伺服控制两部分组成,分为x方向扫描系统和y方向扫描系统,每个伺服电机轴上固定着激光反射镜片,通过计算机专用的打标控制软件依据设定好的图形、文字等控制激光的扫描轨迹。



# 激光打标工艺

## 工作原理

激光打标机利用专用的点云转换软件，将二维图像转换成点云图像，接着根据点的排列方式通过计算机控制软件控制激光在工件表面上的位置范围和激光的输出。由激光器产生的激光束经扩束镜扩束后，再射到振镜扫描器的反射镜上，振镜扫描器在计算机的控制下高速摆动，从而使激光束在x、y二维方向上进行扫描，形成平面图像。激光打标就是利用聚焦到工件表面的激光束形成细小的、高功率密度的光斑，高能量的激光脉冲瞬间在工件表面烧蚀形成标记。本任务所述激光打标工作站，即通过计算机的控制软件“Ezcad”软件使其连续不断地重复这一过程，从而将控制软件“Ezcad”中预先编辑好的文字、图形等蚀刻在工件表面。



# 激光打标工艺

## 激光打标的特点

激光打标是非接触加工，可以在任何异型表面标刻，物体不会变形，也不会产生内应力；目前，在打标印刷行业中，激光打标凭借其以下优势已占有90%以上的市场。

1. **长久性**：不会因环境关系（触摸、酸性及碱性气体、高温、低温等）而消退；
2. **防伪性**：不轻易仿制和更改，具有很强的防伪性；
3. **非接触性**：可在任何规则或不规则表面打印标记，且打标后工件不会产生内应力，工件的尺寸和形状精度容易保证；



# 激光打标工艺

## 激光打标的特点

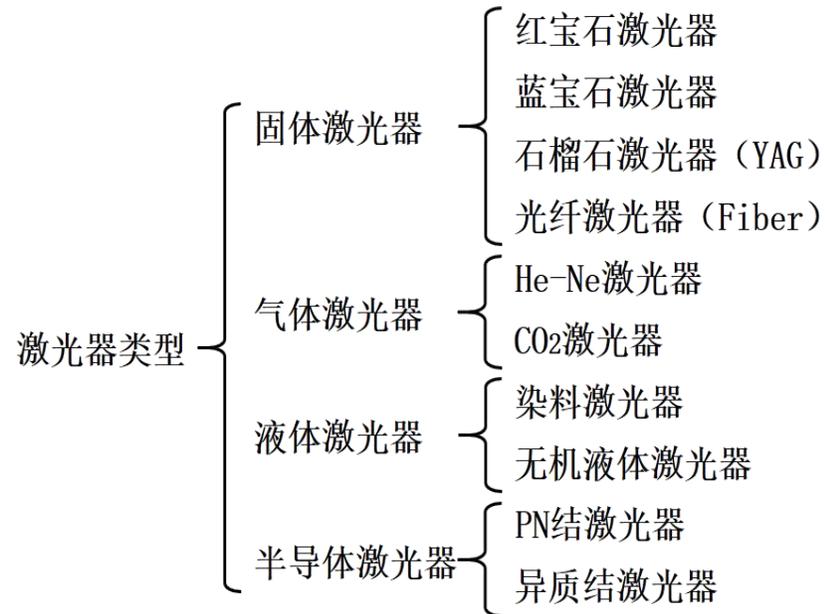
4. **适用性**: 可以对多种金属、非金属材料（塑料、玻璃、陶瓷等）加工；
5. **高效率**: 计算机控制下的激光光束可以高速移动(速度达5~7m/s), 打标过程可很快完成；
6. **快速**: 激光技术和计算机技术结合, 只需在计算机控制软件上编辑好即可实现激光打印输出, 并可随时变换打印设计, 从根本上替换了传统的模具制作过程, 为缩短产品升级换代周期和柔性生产提供了便利工具。



# 激光打标参数

## 激光打标机性能参数

激光按照其工作物质的形态可以分为固体激光器、气体激光器、液体激光器、半导体激光器。近年来激光激励的方式变得多样起来，又发展出色散激光器、自由电子激光器、单原子激光器、X射线激光器等新型的激光器。有关激光器的具体分类情况如图所示，图中只展示部分激光器的类别。



# 激光打标参数

## 激光打标机性能参数

本工作站选用的激光打标机的激光器类型为光纤激光器，其具体设备参数见下表。

表1 激光打标机设备参数

序号	设备参数	说明
1	激光器类型	光纤 (Fiber)
2	工作方式	静态标记
3	打标频率	20~80kHz
4	重复精度	$\pm 0.001mm$
5	打标线宽	0.02mm
6	打标深度	0.001~0.4mm
7	雕刻速度	0~9000mm/s
8	最小字符	0.1mm
9	分辨率	0.025mm
10	定位精度	$\leq 0.01mm$

# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

激光打标的加工质量受诸多工艺参数的影响，不同的激光器类型相对应工艺参数略有不同。如图所示，激光打标工艺参数需要在激光打标软件（此处为“EzCad2”）中设置，各参数的作用及设置要求如下。

<input type="checkbox"/> 使用默认参数	
当前笔号	0
加工数目	1
速度(毫米/秒)	1000
功率%	20
频率(KHz)	20
开光延时(微秒)	-25
关光延时(微秒)	150
结束延时(微秒)	50
拐角延时(微秒)	0

# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

1.能量输入：能量输入可以具体表现为**电流或功率**。

**电流**：该参数主要针对固体型激光器，激光电源的电流设置直接关系到激光输出的能量。能量越大可以适当增加打标的速度和激光频率，但在其他参数不变的基础上加大激光能量会导致加工工件发黄、发黑，边缘毛刺等现象，不适合精细激光打标的要求。

**功率**：即当前加工参数的功率百分比，100%表示当前激光器的最大功率。

**注意**：电流参数和功率参数均影响激光器的能量输入，当激光器为YAG类型时，可以设置其电流值；当激光器为CO<sub>2</sub>或者Fiber时，可设置其功率大小。



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

2.频率：是指单位时间内激光出光数目。能力输入相同的情况下，频率越低单点功率就越高，激光输出能量越大。频率较低时，每个激光点作用的时间较长，相应的每个点的雕刻深度就会越深，比较适合加工需求较深的工况。当频率较高时，线条的连续性会好些，雕刻的底纹会比较平整光滑。

3.速度：就是指单位时间内激光所走的距离。进行参数设置时需要综合考虑速度和频率，如果速度过快，频率相对较低，此时会出现雕刻线条不连续的状况。

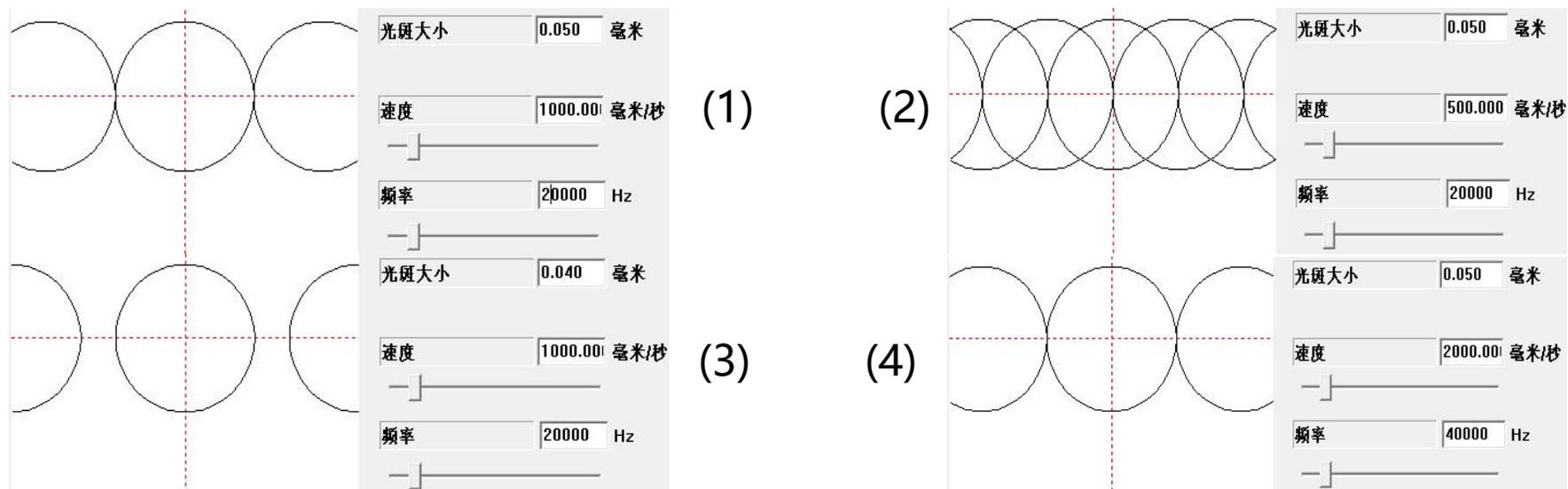
4.光斑大小：激光焦点处的光斑直径。光斑越大，激光打标的效率就越高，但打标的图形边缘锯齿状就越明显，精度较低。光斑越小，激光打标的精度就越高，但是打标效率相对会变低。一般设置为0.05mm左右。



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

在相同功率输入的前提下，针对同一段雕刻路径而言，速度快的情况下工件得到的能量输入较小，激光打标程度较浅，反之激光雕刻深度会加深。如图所示，为不同组别的参数对应的激光光斑图像。



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

通过图（1）和图（2）的比较可以看出，当雕刻速度降低时，相邻光斑的间距会变小，反之变大。根据图（1）和图（3）的对比可以看出，光斑减小可能会导致雕刻轨迹不连续。光斑大小与速度、激光频率三个参数之间应互相协调设置，图中（1）与（4）中三个参数虽然不尽相同，但其光斑的分布情况却是一致的。

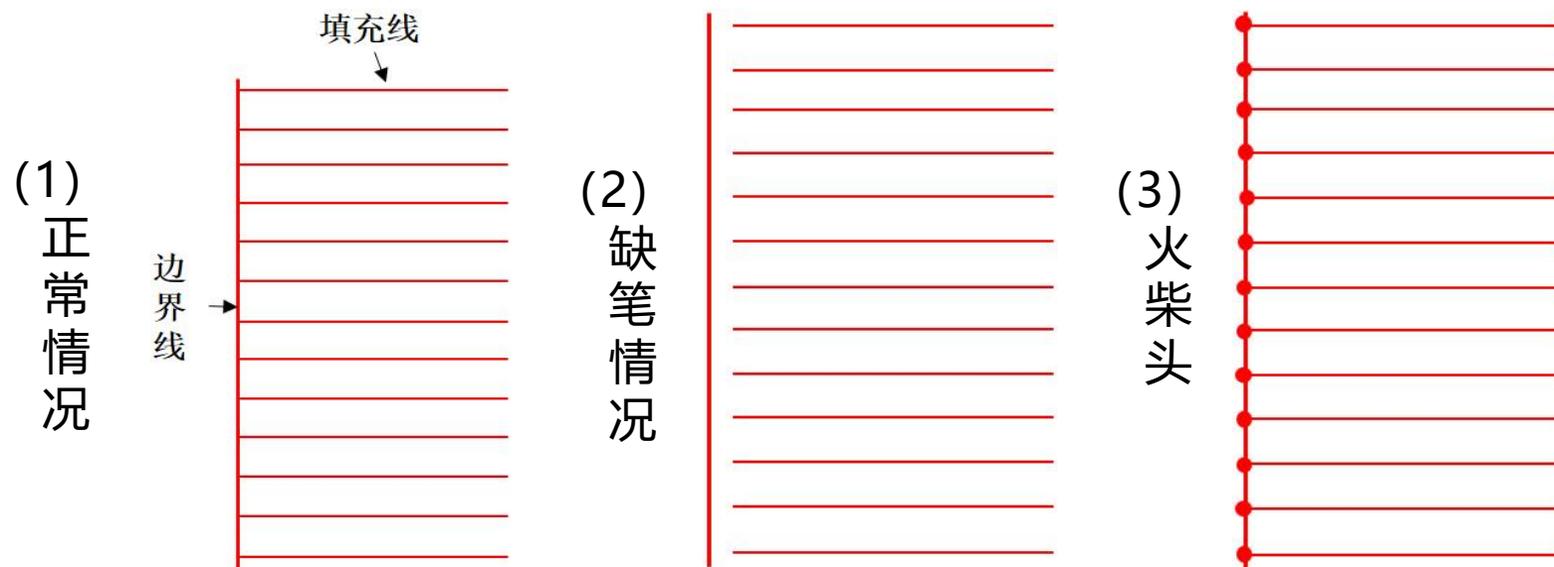
5. 开光延时：从振镜定位到镭雕开始位置时激光开启的延时时间。设置适当的增加延时可以去除“火柴头”现象，但延时过长会导致起始段缺笔（未闭合）的现象。一般设置为-50~100mms。



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

6.关光延时：在振镜定位到镭雕结束位置时激光关闭的延时时间。设置适当的增加延时可去除雕刻完毕时出现的未闭合现象，延时过长会所示，为激光打标加工时，边界线与填充线的加工实况。导致结束点出现“火柴头”现象。一般设置0-200mms。如图所示，为激光打标加工时，边界线与填充线的加工实况。



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

图（1）所示为实际加工需要的正常情况；

图（2）所示的填充线有缺笔现象，即填充线与边界线分离，这是由于开光延时过大或关光延时过小导致的；

图（3）所示的“火柴头”现象，即填充线的开始段雕刻的较重，变为过度雕刻。这是由于开光延时过小或关光延时过大造成的。

7.结束延时：一般情况下从关光命令发出到激光完全关闭激光器需要一段响应时间，设置适当的结束延时就是为了给激光器充分的关光响应时间，最终达到在激光器完全关闭的情况下进行下一加工对象的雕刻（多用于生产线加工）。如果延时时间太少会有甩点的现象（激光还未关机便跳转去加工另外一个对象），**一般设置为50-300mms。**



# 激光打标参数

## 激光打标工艺参数解读

8.拐角延时：镭雕时每段路径之间的延时时间，设置适当的拐角延时参数可以去除在镭雕直角时出现的圆角现象。延时过长则在拐角处容易有重点现象，过短则拐角易变成圆弧。一般设置为0-100mms。

9.离焦量：离焦的定义，一般把焦点在加工平面以下为正离焦，焦点在加工平面以上为负离焦。是否采用离焦一般取决于打标的材料及其想要的效果。



# 激光打标对象

为保障设备使用时的人身安全和设备安全，我们主要以能量输入较少的激光镌刻应用为主，来实现激光打标工作站的系统应用。工作站加工的产品样本如图所示。



(1) Benz



(2) BMW



(3) Audi



(4) HongQi



(5) BYD



(6) Geely

德厚技高

务实创新

**本次课程到此结束**

**谢谢观看**



河南职业技术学院  
HENAN POLYTECHNIC