

# YAG 激光雕刻原子印章工艺试验研究

李万荣 王又青 黄欣明 库 耕

(华中理工大学激光技术国家重点实验室, 武汉, 430074)

孟广君 王传富

(深圳市现代印章材料厂, 深圳, 518029)

摘要: 本文介绍了用 YAG 激光雕刻原子印章的工艺试验及其结果, 着重论述了激光与原子印章材料的作用机理, 分析了激光能量、重复频率、雕刻速度等参数对印章雕刻效果的影响。

关键词: YAG 激光器 雕刻

## Study of technological experiments of the YAG laser seal carving machine

*Li Wanrong, Wang Youqing, Huan Xingming, Ku Geng*

(National Laboratory of Laser Technology, HUST)

*Mong Guanjun, Wang Chuanfu*

(Shenzhen Modern Seal Material Factory)

Abstract: In this paper, the technological experiments of the YAG laser seal carving machine are reported. The mechanism of laser interaction with permeable seal materials is studied and the effects of the laser output energy, pulse frequency, carving speed are also investigated.

Key words: YAG laser permeable carving technology

## 一、引 言

长期以来, 印章的制作全凭艺人的一把雕刀, 其效率之低远远不能满足当代社会快节奏、高效率的发展需要。原子印章技术的诞生给印章业带来了一次工艺革命, 但其制作过程非常繁琐。为了开辟激光应用的新市场, 探索激光用于印章雕刻, 我们研制出了国内第一台 YAG 激光印章雕刻机, 并进行了认真的工艺试验, 取得了有价值的试验结果和工艺数据。

## 二、激光雕刻原子印章的作用机理

激光雕刻是利用激光与物质相互作用的特殊效应<sup>[1,2]</sup>,在材料表面加工出所需要的字符图案。对于不同的材料,激光的作用效应也不相同。一般说来,激光束对材料的加工过程中有如下几种作用效应:

### 1. 汽化效应

当激光束照射材料表面时,除一部分光被反射外,被材料吸收的激光能量会迅速转变为热能,使其表面层温度急剧上升。当温度上升并达到材料的汽化温度时,则使材料表面因瞬时汽化、蒸发而出现雕刻痕迹,此类雕刻中将出现明显的蒸发物。

### 2. 刻蚀效应

当激光束照射到材料表层时,材料吸收光能并向内层传导。设材料表面的吸收率为 $\beta$ ,内部的吸收率为 $\alpha$ ,那么距表面深度为 $Z$ 处的光强为

$$I = \beta I_0 e^{-\alpha Z}$$

激光在材料表面热传导使其产生刻蚀效应<sup>[3]</sup>,如对透明玻璃和有机玻璃等脆性材料进行雕刻时,其刻蚀效应十分明显。

### 3. 化学效应

对于一些有机化合物材料,当其吸收激光能量后,材料的化学特性将发生变化。当激光照射到有色的聚氯乙烯(PVC)表面时,由于消聚合化学效应使其色彩减弱,与未受激光照射的部分形成鲜明对比,从而得到雕刻效果<sup>[4]</sup>。

## 三、工艺试验中的技术条件

### 1. 激光器特性参数

激光波长:1.06 $\mu\text{m}$ ,单脉冲能量: $\geq 0.2\text{J}$ ,重复频率: $\geq 80\text{Hz}$ ,输出稳定性 $\pm 5\%$ ,连续工作时间: $\geq 4\text{h}$ 。

### 2. 工艺参数

材料:渗透型吸油垫,线宽: $> 0.5\text{mm}$ ,深度:0.8~1mm,面积:250mm $\times$ 300mm,方向:可任意360°圆周方向刻字。

### 3. 排版软件功能

字库:楷、宋、黑、行、仿宋、隶、魏碑等各种汉字体及英文。字体大小:1~10号标准字号。其它:手写体扫描临摹。制章种类:方形和扁形,字数1~4字;圆形、椭圆、条章、手写体章。复杂章扩展:圆章、椭圆章有双弧排,四横排功能。最大字数:弧、横排不限。汉字输入方式:拼音、区位、五笔字形。印章输出方式:既可单个输出又可整版输出。

## 四、工艺试验

### 1. 整机试验

激光印章雕刻机采用的YAG激光器是我们自行设计研制的,采用分腔水冷,聚光腔效率较高,输出光束质量稳定,激光电源性能可靠,操作方便。导光系统采用了特殊的机械结构。并

使用了高质量的光学元件,该系统工作稳定。计算机软件系统经修改完善后效果良好。该整机系统在重复频率大于100Hz的情况下,连续运行超过8h,并曾在气温40℃的工作环境中,连续无故障运行了12h。

## 2. 原子印章雕刻工艺试验

(1)激光与原子印章材料的实验 实验中发现,当激光束作用到渗透型吸油垫上时,由于吸油垫软且为海绵状结构,因此刻蚀效应较少,主要表现为汽化效应与热光学效应。吸油垫材料吸收脉冲激光能量,其表面温度迅速升高,当达到材料的燃烧温度时,即与空气中的氧气发生燃烧反应,此反应对印章雕刻过程是不利的,会在材料上出现局部碳化焦黑现象,使字体边缘模糊。当材料温度上升速率足够快,瞬间即达到其汽化温度时,材料就被汽化。此即印章雕刻中所希望出现的效果。

(2)激光能量对印章雕刻的影响 对于尺寸小的印章,尤其是较小的扁私章,由于印章面积有限,字体较小,当激光能量过大时,字体边缘燃烧效应明显,笔划变细,导致某些地方残缺不全。对于尺寸较大的印章,由于字体及所要求雕刻的深度较协调,雕刻效果较好。

(3)激光重复频率对印章雕刻的影响 随着激光重复频率的增加,激光能量也会随之增加,因此重复频率的影响与激光能量的影响效果相同。

(4)雕刻速度对印章雕刻效果的影响 当雕刻速度增加时,激光束作用在印章材料单位面积上的时间就相对增长,该区域内材料所吸收的激光能量也相应增加,导致雕刻深度过大且加剧边缘燃烧效应,使印章字面模糊。

(5)焦距对雕刻效果的影响 当焦距调整得比较准确时,焦平面上的激光能量最大,雕刻深度明显增加,字体边缘燃烧效应增强,章面字体笔划变细。字体的坡度,从理论上讲,当焦平面低于材料表面时,会形成与传统制章工艺相同的坡度,这是我们所希望的效果<sup>[5]</sup>;当焦平面高于材料表面时,会形成倒三角坡度,这是我们所要避免的情况,尚需实验证实。

(6)印章尺寸、形状对雕刻效果的影响 实验证明,印章尺寸越大,字符图案越清晰明了,则激光雕刻的效果较好。印章尺寸越小,图案排列越拥挤,激光雕刻的效果较差。

(7)光束质量对雕刻效果的影响 在激光雕刻加工中,激光的光束质量对雕刻效果影响甚大,可以通过激光器谐振腔的合理设计,采用选模技术以保证激光输出的光束质量。

(8)印章材料对雕刻效果的影响 除了原子印章材料——渗透型吸油垫外,还有种类繁多的印章材料。不同材料的雕刻效果对应于不同的激光雕刻工艺参数。须通过大量的工艺试验来摸索不同的雕刻条件和工艺规范。

## 五、结 论

经过大量深入的实验研究和工艺试验,得出以下结论:

1. 激光对原子印章的雕刻效果较为理想。方形私章、圆形、椭圆形章及条形章等的激光雕刻可与传统工艺的雕刻效果相提并论,扁形小私章的雕刻效果稍差些,还需做更深入的改进工作。

2. 采用激光雕刻原子印章大大简化了现有原子印章的制作工序,节省了人力、物力和财力,缩短了生产周期,降低了生产成本,经济效益有显著地提高。

3. 激光印章雕刻机的元、器件全部国产化,计算机为通用型,可在实际工作环境条件下长

时间稳定运行。

4. 激光印章雕刻机自动化程度高,实现了光、机、电一体化,结构紧凑,操作方便,简单易学。

在工艺试验过程中得到了华中理工大学激光技术国家重点实验室和深圳市现代印章材料厂许多同志的大力支持和帮助,在此一并致谢。

#### 参 考 文 献

- 1 THE LASER SOCIETY OF JAPAN. レーザーハンドブック. 东京:オーム社, 1982; 688~689
- 2 Weiner M J. SME Tech Paper. 1976; MR76~853
- 3 关口纪昭. 最近のマイクロ加工技術とその応用. 日本技術情報センター, 1981
- 4 Dabby F W, Paek U C. IEEE J Q E. 1972; QE-8(2); 106~111
- 5 李万荣. 激光雕刻加工中光聚焦行为的研究, 华中理工大学学报, (待发表)

\* \* \*

作者简介: 李万荣, 男, 1949年出生。副教授。曾获国家科技进步三等奖, 湖北省科技成果一等奖、三等奖, 武汉市科技成果二等奖。现从事新型激光器件及应用研究。

收稿日期: 1993-04-28      收到修改稿日期: 1993-09-13

· 简 讯 ·

### Optican 棱镜机床采用自动磨削环形刀具技术

六月在 Optican PM 平面磨床工业表演会上, 罗彻斯特大学光学加工中心(COM)也表演了连续控制金刚石刀片磨削环形刀具进行磨削的技术。该中心的 Dow Golini 解释说:“电流侵蚀细金刚石砂轮的金属, 暴露出新的金刚石”。在普通机床上, 当嵌入粘结金属的金刚石脱落时, 便出现刀具磨损, 磨床效率降低。在电解加工过程的表面处理中, 利用导电冷却剂和粘结金属之间的电解作用形成容易磨去的金属氧化物软表面层, 以控制的速度磨薄粘结金属。这种磨蚀作用暴露出更多的金刚石刀片, 并在使用中有效地磨锐刀具。

这种技术是在日本政府资助的一个实验室里由 H. Ohmori 研究出来的, 并由在 Rank Pneumo(Keene, N H)的机床制造商来实现。

译自 L F World, 1993; 29(7): 9      邹福清 译      刘建卿 校