LD 侧泵激光打标机打标效果影响因素分析

—— 打标线速度对打标效果的影响

汪　瑜　　徐　莹　　刘红梅

（空军航空大学基础部　　吉林 长春　130022）

（收稿日期：2016－05－24）

摘　要：激光打标在标刻行业中扮演着越来越重要的角色. 打标效果是评价打标机性能的一个重要指标. 主要研究了打标线速度对打标效果的影响.

关键词：激光　　打标机　　打标线速度

随着激光技术的发展，激光打标作为激光应用的一个重要领域，在标刻行业中扮演着越来越重要的角色.

激光打标系统采用的是 LD 侧面泵浦全固态激光器，激光器系统如图 1 所示. 其输出光束质量较好，稳定性强，电光转换效率高，使用寿命长，适合做激光标刻.

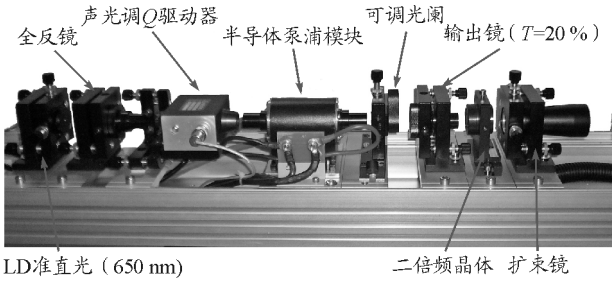
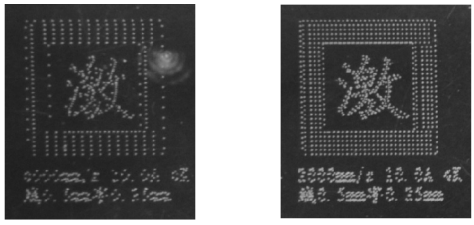


图 1　激光器系统

打标线速度对打标效果的影响：

分别以不同的线速度测试其对打标效果的影响. 在一黑相纸做标刻，测试图形如图 2 所示：方框的边长为 20 mm，字体高度为 10 mm，其中方框的填充线间距为 $L_1=0.5$ mm，字的填充线间距为 $L_2=0.25$ mm.

泵浦电流 $I=10.0$ A，调 Q 重复频率 $\nu=4$ kHz，打标线速度分别从 4 000 mm/s 至 25 mm/s 变化.



(a)线速度 v=4 000 mm/s　　(b)线速度 v=2 000 mm/s

因为磁场对静止电荷不会有洛伦兹力作用；也不可能是静电力，静电力是电荷间的相互作用力，与磁场无关. 这一作用力只能是变化的磁场产生的，因为变频开关不转动，LED 不亮，变频开关转动，LED 亮.

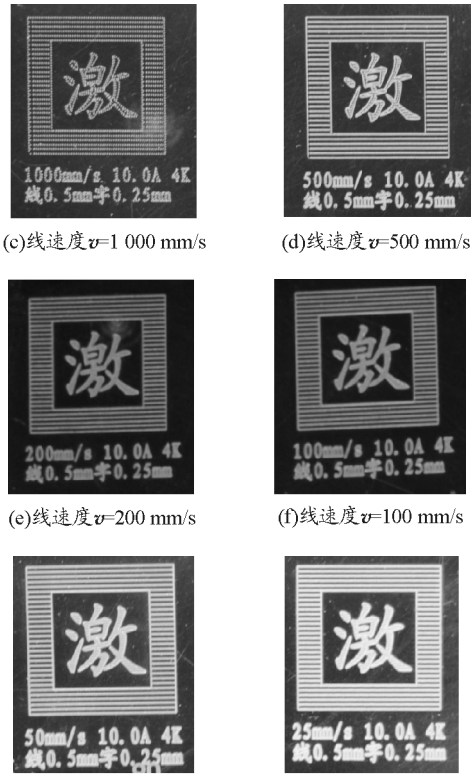
变频开关的作用导致流入线圈 B 中的电流交替变化，线圈 B 中形成变化的磁场，这一变化的磁场在周围空间产生一个电场 —— 感生电场，感生电动势的非静电力就是感生电场对电荷的作用力.

还可引导学生进一步分析：不管 A 线圈存不存在，只要变频开关转动着，通过线圈 B 中的电流发生变化，线圈 B 中就会产生变化的磁场，这一变化的磁场就会在其附近空间产生出感生电场. A 存在，这一感生电场作用于 A，导致 LED 发光；A 不存在，由于 B 线圈中的电流、磁场的作用方式未变，感生电场依然存在. 因此，感生电场只依赖磁场的变化，而与周围是否存在导体无关.

参 考 文 献

1　普通高中课程标准实验教科书. 物理选修 3－2(第 3 版). 北京：人民教育出版社，2010. 19 ～ 20

2　普通高中课程标准实验教科书. 物理选修 3－2 教师教学用书(第 4 版). 北京：人民教育出版社，2010. 27 ～ 30



(c)线速度v=1 000 mm/s　(d)线速度v=500 mm/s

(e)线速度v=200 mm/s　(f)线速度v=100 mm/s

(g)线速度v=50 mm/s　(h)线速度v=25 mm/s

图 2　线速度对打标效果的影响

实验结果：当打标线速度非常快时，打标图案不连续，呈点状，特别是文字，显得较模糊，如图 2(a)、(b)、(c) 所示；降低线速度后，打标图案的各线条逐渐连接起来，构成了完整的图案；继续降低线速度，打标痕迹越来越明显，标刻强度也越来越大.

分析：在高速状态，由于重复频率 $f=4$ kHz，即单脉冲间隔 $t=\frac{1}{f}=0.25$ ms.

若打标线速度 $v=4\ 000$ mm/s，则激光通过 $L=10$ mm 的线长需要的时 $t=\frac{L}{v}=2.5$ ms.

这样，可知 $L=10$ mm 的线长上只有 10 个激光脉冲，而这样的脉冲密度对于一般的标刻远远是不够的，如图 2(a)、(b)、(c) 所示，因此应针对具体的情况，调整线速度.

随着线速度的减小，单位线长的脉冲密度也逐渐增加，直至各脉冲点在视觉上连在一起，如图 2(d)、(e)、(f) 所示.

继续减小线速度，由于单位线长的脉冲密度的增加，各脉冲的叠加也越来越密集. 因此，标刻痕迹也越来越明显，如图 2(g) 所示，直至标刻强度太大，造成线条的边缘模糊，如图 2(h) 所示.

Theanalysis of Main Factors to the LD Side－Pumped Laser Marking Machine

——The affect of marking speed

Wang Yu　Xu Ying　liuhongmei

(Foundation Department, Aviation University Air Force, Changchun, Jilin　130022)

Abstract: Laser marking is playing a more and more important role. Marking effect is an important index for evaluating the performance of marking machine. This paper mainly studies the influence of marking speed.

Key words: laser; marking machine; marking speed