

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.08.013

工艺参数对车用聚丙烯复合材料红外 激光打标性能的影响

陈锐,袁强,杨波,丁超,罗忠富

(金发科技股份有限公司,广州 510520)

摘要:采用 Nd-YAG 红外激光打标机,在不同参数设计下对车用聚丙烯复合材料进行红外激光打标,考察了各工艺参数对材料激光打标性能的影响,采用色差变化 (ΔE) 和明暗度变化 (ΔL) 定量地表征车用聚丙烯复合材料的激光打标效果,筛选出了最佳工艺参数。结果表明,步长、电流和频率是影响车用聚丙烯材料激光打标效果的主要参数,要获得理想的打标效果,参数选择需要控制在合适的范围之内。对于本实验车用聚丙烯复合材料而言,理想的红外激光打标工艺参数为电流 14~15 A、频率 1~3 kHz、步长 0.005 mm。

关键词:激光打标;聚丙烯;汽车;工艺参数;电流;步长;频率

中图分类号: TQ325.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)08-0056-03

Effect of Technological Parameter on Infrared Laser Marking Property of Polypropylene Composite For Automobile

Chen Rui, Yuan Qiang, Yang Bo, Ding Chao, Luo Zhongfu

(Kingfa Science & Technology Co. Ltd., Guangzhou 510520, China)

Abstract : With different design parameters, infrared laser marking on vehicle polypropylene material was performed by using Nd-YAG 1 064 nm laser marking machine. The effect of technological parameter on infrared laser marking property of polypropylene composite for automobile was investigated. The laser marking performance of polypropylene blend was quantificationally evaluated by color aberration index (ΔE) and shading changes (ΔL), and the optimum technological parameters were selected. The result indicate that the current intensity, step length and frequency are the main influence factors on laser marking effect. The technological parameters should be adjusted properly for the better performance of laser marking. For polypropylene blend researched in this article, the current intensity of 14~15 A, step length of 1~3 kHz and frequency of 0.005 mm are the ideal parameters for infrared laser marking.

Keywords : laser marking ; polypropylene ; automobile ; technological parameter ; current ; step length ; frequency

近年来,激光打标技术在塑料制品标识方面得到了快速发展。激光打标技术作为一种现代精密加工方法,与传统的油墨喷码技术相比,具有独特的优势。激光加工系统与计算机数控系统相结合可构成高效自动化设备,能够快速打出各种文字、符号和图案,自由度高,而且标记长时间不会抹去和褪色。另外激光打标技术环境友好^[1],不使用油墨等有机试剂。因此目前激光打标技术在高端产品的标识、记忆等方面获得了广泛的应用。

聚丙烯 (PP) 因其具有质量轻、耐溶剂性好、易加工、易回收等优点,在汽车工业中的应用范围不断扩大。激光打标技术在车用材料上的应用也是未来的发展趋势之一,比如激光打标可以用于蚀刻汽车

仪表板塑料控制按钮上的信息,这些信息在背光照射下,无论是在白天还是黑夜都清晰可见。

目前文献中关于 PP 激光打标性能的研究报道非常有限^[2-5],一般人们总是试图通过加入打标剂或调整材料配方来获得满意的打标效果,然而打标工艺参数对于产品最终的打标效果影响很大,而激光打标的各项工艺参数对于聚合物激光打标效果的影响迄今为止少见文献报道。笔者系统考察了激光打标工艺参数对于车用 PP 复合材料激光打标性能的影响,筛选出了最佳的工艺参数。

联系人:陈锐,博士,主要从事车用聚丙烯复合材料的开发研究

收稿日期:2014-06-08

1 实验部分

1.1 主要原材料

共聚 PP 树脂, HHP6, 中国石油化工股份有限公司茂名分公司;

滑石粉: 粒径 $4\ \mu\text{m}$, 广西桂广滑石粉有限公司;

乙烯-辛烯共聚物弹性体: POE ENGAGE 8842, 陶氏化学工业有限公司;

耐候剂: 3808PP5, 氰特工程材料有限公司;

抗氧剂: B225, 瑞士汽巴精细化学有限公司;

炭黑: N330, 常州云月化工有限公司。

1.2 主要设备及仪器

双螺杆挤出机: SHJ-30 型, 南京瑞亚高聚物装备有限公司;

注塑机: B-920 型, 浙江海天注塑机有限公司;

红外激光打标机: Nd-YAG 型, 深圳泰德激光科技有限公司;

色差测试仪: Utrascan XE 型, 美国 Hunter Lab 公司。

1.3 试样制备

所有原材料按一定配比称量, 于混料罐中混合均匀, 经双螺杆挤出机挤出造粒, 挤出温度为 $190\sim 230\text{ }^{\circ}\text{C}$, 所得粒料在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下干燥 2 h 后备用; 干燥后的塑料颗粒用注塑机加工成标准测试色板, 注塑温度控制在 $190\sim 210\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.4 性能测试

(1) 采用 Nd-YAG 型红外激光打标机 (波长为 1064 nm) 在塑料色板表面刻蚀成 $20\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ 的正方形方格网格图案, 每个正方形方格的边长为 1.5 mm , 变换不同的工艺参数, 即获得一系列的实验样品。

(2) 采用 Utrascan XE 色差仪评价材料的激光打标效果, 评价指标采用激光打标前后材料刻蚀处的明暗度变化 (ΔL) 和激光打标前后材料刻蚀处的色差变化 (ΔE)。

2 结果与讨论

激光打标机的工作参数较多, 包括激光打标机的焦距、打标次数、标记功率、热量释放时间、电流强度、频率与步长等。在实际应用中对塑料制品激光打标效果影响最为显著的工艺参数主要是电流强度、频率与步长三项。本实验将在固定其它工艺参数的情况下, 重点考察电流强度、频率与步长对车用 PP 复合材料激光打标效果的影响。

2.1 电流强度对车用 PP 复合材料激光打标效果的影响

图 1 为不同电流强度下 (频率 1 kHz , 步长 0.005 mm) 的激光打标效果对比图, 从实验结果可以看出, 激光打标的电流强度越大, 激光能量越强, 材料表面被刻蚀的深度就越深, 刻蚀处的颜色变黄程度也会增加。为了客观地评价电流强度对材料激光打标效果的影响, 通过材料打标前后 ΔL 和材料打标前后的 ΔE 评价打标效果, 理论上材料激光打标前后的 ΔL 和 ΔE 越大, 激光打标效果就越好。图 2 为电流强度与 ΔL , ΔE 关系图。

如图 2 所示, 随着电流强度的增大, ΔL 和 ΔE 都呈现出明显的增大趋势, 说明材料打标前后的明暗度对比变化增大, 明度增加, 打标效果增强。另外 ΔE 增大的程度大于 ΔL , 说明在高电流强度条件下, 材料的色差变化明显, 特别是变黄程度增加。在本实验中, 当电流强度小于 14 A 时, 打标效果很弱, 标记不清晰, 而当电流大于 17 A 时又会导致激光刻蚀处发生烧焦和降解, 并且对设备的损坏也很大, 因此在实际使用中需要针对具体的材料选择合适的电流强度。本实验的电流强度控制在 $14\sim 15\text{ A}$ 比较合适。

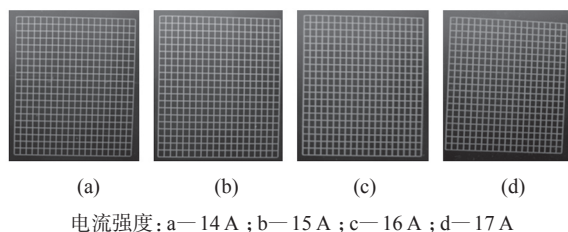


图 1 电流强度对车用 PP 复合材料激光打标效果的影响

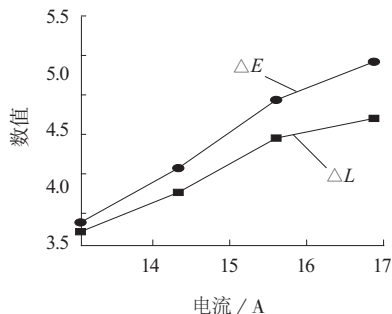
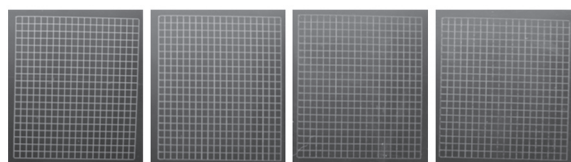


图 2 电流强度与 ΔL , ΔE 关系图

2.2 频率对车用 PP 复合材料激光打标效果的影响

图 3 为不同频率下 (电流强度为 14 A , 步长 0.005 mm) 的激光打标效果对比图。图 4 为打标频率与 ΔL , ΔE 关系图。从图 3、图 4 可以看出, 随着激光打标频率从 1 kHz 增加到 10 kHz , 材料的打标效果逐渐减弱, ΔL 和 ΔE 都呈现出下降的趋势。

(如图4所示),特别是当频率增加到4 kHz以上时,打标效果下降明显。当频率达到10 kHz时,打标效果已经很差。这主要是因为随着打标频率增大,激光打标点的密集程度会大幅增加,变白的打标点又会被逐渐烧蚀掉,颜色色差减小,暗度增加,对应的 ΔL 和 ΔE 都减小,导致打标效果减弱。本实验理想的打标频率控制在1~3 kHz较为合适。



(a) (b) (c) (d)
频率: a—1 kHz; b—4 kHz; c—7 kHz; d—10 kHz

图3 频率对车用PP复合材料激光打标效果的影响

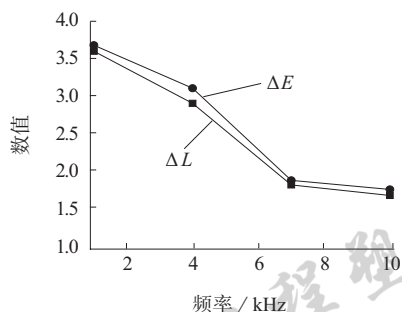
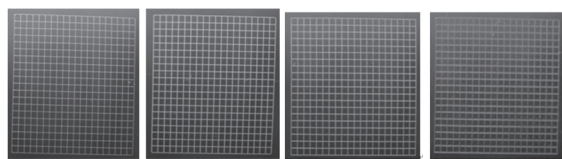


图4 打标频率与 ΔL 、 ΔE 关系图

2.3 步长对车用PP复合材料激光打标效果的影响

图5为不同步长下(电流强度为14 A,频率为1 kHz)的激光打标效果对比图,图6为步长与 ΔL 、 ΔE 关系图。



(a) (b) (c) (d)

步长: a—0.01 mm; b—0.005 mm; c—0.0001 mm; d—0.0005 mm

图5 步长对车用PP复合材料激光打标效果的影响

从图5可以看出,随着激光打标步长从0.01 mm下降到0.0005 mm,材料的打标效果先变好后变差。 ΔL 和 ΔE 都呈现出先上升后下降的趋势(如图6所示),转折点所对应的步长为0.005 mm,步长减小会导致打标痕迹烧蚀加重,刻蚀痕迹加深,颜色暗度明显增加,因此 ΔL 的下降幅度大于 ΔE ,变白的打标部分颜色逐渐变黄并且颜色逐渐烧蚀褪掉,与黑色底色的色差对比度下降, ΔE 减小,因此材料的总的打标效果变差。本实验

的打标步长控制在0.005 mm较合适。

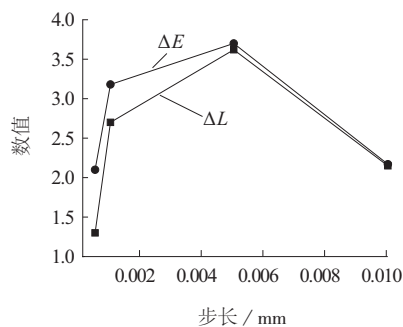


图6 步长与 ΔL 、 ΔE 关系图

3 结论

(1) 采用 ΔE 和 ΔL 值能客观定量地表征车用PP复合材料的激光打标效果。

(2) 步长、电流和频率是影响车用PP材料激光打标效果的主要工艺参数。

(3) 工艺参数的选择需要控制在合适的范围内,过大或过小都会导致材料产生打标痕迹很弱或打标痕迹烧蚀严重的不良效果,本实验所对应的车用PP材料,理想的工艺参数为电流14~15 A、频率1~3 kHz、步长0.005 mm。

参考文献

- [1] 封驰,吴文敬,李思源,等.激光标记塑料研究进展[J].中国塑料,2011,25(9):11-15.
Feng Chi, Wu Wenjing, Li Siyuan, et al. Research progress in laser marking on plastics[J]. China Plastics, 2011, 25(9): 11-15.
- [2] 陆同兴,路铁群.激光光谱技术原理及应用[M].合肥:中国科大出版社,2006.
Lu Tongxing, Lu Yiqun. The principle and application of laser spectroscopy [M]. Hefei: China Science & Technology University Press, 2006.
- [3] 张明祖,余林华,倪沛红,等.一种应用于激光打标的PMMA抗冲材料的制备方法:中国,200910027042.3[P].2009-05-25.
Zhang Mingzu, Yu Linhua, Ni Peihong, et al. A method for preparing impact resistant PMMA material for laser marking:CN, 200910027042.3[P]. 2009-05-25.
- [4] 杜金奎,左海青.一种塑料激光打标功能母粒:中国,200910065221.6[P].2009-06-18.
Du Jinkui, Zuo Haiqing. A masterbatch for plastic laser marking:CN, 200910065221.6 [P]. 2009-06-18.
- [5] 张薇,张师军,王小兰.可激光标记的PP组合物及其制备方法:中国,200710064645.1[P].2007-03-22.
Zhang Wei, Zhang Shijun, Wang Xiaolan. Laser marked polypropylene blend and its preparing method:CN, 200710064645.1 [P].2007-03-22.