

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.12.022

颜料和填料对高光聚碳酸酯激光打标的影响

岑茵,田征宇,何继辉,佟伟

(金发科技股份有限公司,广州 510663)

摘要:激光打标主要影响因素之一是打标工艺,因此在优选工艺下,以黑色改性聚碳酸酯(PC)为基础配方,通过可量化的评价手段,探讨了体系中填料对打标效果的影响。运用工作矩阵为激光打标效果的判断提供一种简单快速有效的量化评价方法,对于改性聚碳酸酯(PC)体系,颜料黑的种类对激光打标效果的影响是至关重要的,而且某些填料的种类对黑打白(金)的效果有负面影响,对产品的高光效果也会有不同的正负面影响,因此在激光打标要求的产品应用中同一体系,既要选择合适颜料黑又要考虑填料的种类以及使用方式。

关键词:激光打标;聚碳酸酯;色差;高光;标记

中图分类号: TQ323.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)12-0096-03

Impacts of Pigment Blacks and Fillers on High-gloss Polycarbonate Laser Marking Process

Cen Yin, Tian Zhengyu, He Jihui, Tong Wei

(Kingfa Sci & Tech Co. Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract : Marking process is one of the main factors of laser marking, so how to establish an evaluation system to investigate the laser marking effects, quickly and efficiently to determine how good or bad the laser marking is a must in the investigation on laser marking, on a fixed optimized quantitative marking process, a black modified polycarbonate was studied, simultaneously the impact of black colors and various fillers were discussed. It can provide a simple and fast quantitative way for laser marking effect. For the modified polycarbonate product, the type of pigment black is very important, meanwhile certain kinds of fillers have a negative effect on the high gloss effect. Therefore, it is important to choose suitable pigment black, and also the type of the fillers with its additions.

Keywords : laser marking ; polycarbonate ; color ; high-gloss ; marking

激光具有单色性,相干性和方向性三大特点,能够在一个狭小的方向内集中能量,激光是基于伟大的科学家爱因斯坦在 1916 年提出的,激光刚刚诞生不久就被人们称为“解决问题的工具”,时至今日,激光技术已经对人们的生活产生了重大的影响。

激光打标是在激光焊接、激光热处理、激光切割、激光打孔等应用技术之后发展起来的一门新型的加工技术。激光打标是利用激光的热效应烧蚀掉物体表面材料从而留下永久标记的技术,与传统的电化学、机械等标记方法相比具有无污染、高速度、高质量、灵活性大、不接触工作面等优点。近年来,激光打标已经在很多领域取代传统的打标方式而成为常规的加工方式,甚至形成新的工业标准。

影响激光打标质量的因素是多方面的。在设计和选择一种打标系统时,应考虑材料的吸收率,功率密度和激光与材料的作用时间这 3 个要素。因此笔者在黑色高光聚碳酸酯(PC)的基础体系下探讨激

光打标工艺以及不同色相的色粉对激光打标效果的影响。激光器发出高能量脉冲辐射光束,当光束作用于材料时,在树脂和添加剂的作用下将光能转变为热能,导致材料表面发生熔融、发泡、变色、气化,或者炭化,从而形成与背景有差异的图文标记^[1]。图 1 为激光打标机的工作原理。

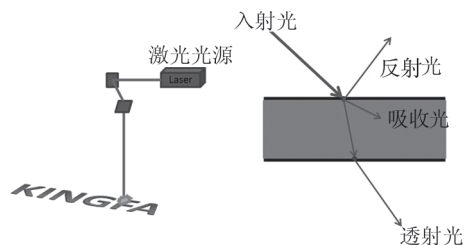


图 1 激光打标机的工作原理

在没有添加剂的情况下,不着色的透明 PC 不

联系人:岑茵,硕士,工程师,主要从事聚碳酸酯的改性研发工作
收稿日期:2015-09-22

具备激光打标性,因为激光透过树脂,光热效应无法转换。不加入激光打标剂的着色的 PC 很容易被激光标记,通过碳化或者起泡,在表面形成深色或者浅色的印记。当 PC 中加入激光打标剂后^[2-6],能够在很大程度上提高标记的色调对比度和改善边缘清晰度。图 2 列出激光照射 PC 色板表面后的 3 种现象。

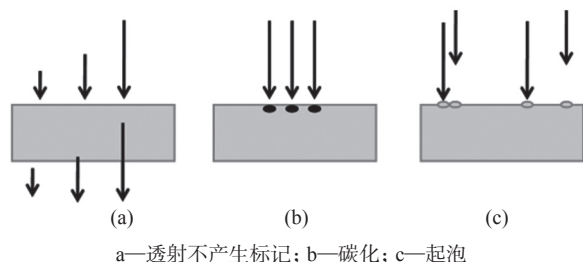


图 2 激光照射 PC 色板表面后的 3 种现象

激光打标的颜色对比明显与否,多数情况可以直接用肉眼判断,但这样的评价方法欠缺量化的指标,而且在人眼敏感范围外的色差不易被察觉,因此就会降低评价准确度和精确度。因此可以引用色差仪来描述标记的色差^[7],激光打标的效果分为白打黑以及黑打白(金)两种效果,笔者主要的研究对象是黑打白(金),打标现象如图 2 中的 c,是经过照射后燃烧或者气化,内部某些成分分解产生气态分子出现发泡现象,通过合适的激光能量照射可以得到具有较高折射率的混合相,在发泡处呈现浅色标记,与深色背景形成强烈的反差,从而产生良好的标记效果。笔者以黑色高光 PC 为基础配方体系,通过可量化的评价手段,探讨了体系中金属种类对打标效果的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

黑色改性 PC: 自制;
炭黑: M717, 美国卡博特公司;
石墨: RHJ-2, 上海喜力碳素有限公司;
油化黑: 自制;
氧化物: 市售。

1.2 主要仪器及设备

双螺杆挤出机: STS-35 型, 南京科倍隆机械有限公司;

注塑机: 60T 型, 南京震德注塑机有限公司;

温度循环控制机: WEST 6100+ 型, 奥德机械有限公司;

色差仪: Ultra Scan XE 型, 美国 Hunter Lab 有限公司;

扫描电子显微镜 (SEM): S-3400N 型, 天美 (中国) 科学仪器有限公司;

激光打标机: YAG-50 型, 深圳大族激光科技有限公司。

1.3 实验工艺条件

注塑温度: 300, 290, 280℃; 注射速度为注塑机最大注射速率的 99%; 注塑压力为最大注塑压力的 99%; 保压时间 2 s; 冷却时间 4 s; 模具温度 105℃。

1.4 实验方法

通过不同因素组合的打标工作矩阵确定最佳效果点以作表征标准;

打标清晰度的评价方法: 在 SEM 下观测发泡情况以及在二次元下测量打标点直径, 泡孔结构越完整, 打标点直径越大, 打标清晰度越好;

打标对比度的评价方法: 测试矩阵内外的色差, 色差越大, 打标对比度越大;

观察色板表面的外观情况, 以及打标过程中现象并做记录。

2 结果与讨论

2.1 打标工作矩阵确定表征方法

使用激光打标机, 发射 1.064 μm 的红外激光, 利用激光光斑的移动, 以脉冲方式输出, 将色板表面的 PC 受热后发泡或者熔融, 从而达到刻印的目的。脉冲输出在材料表面形成间断的线条, 这些线条最终组成了完整的打标图案, 因此打标线条的特征对于打标的效果有直接和重要的影响。线条的宽度和颜色决定了打标图案的细致程度和色彩表现。笔者在实验中就不同的打标步长以及打标的频率矩阵组合优选评价工艺。

通过固定电流, 改变步长和频率得到打标工作矩阵如图 3 所示。

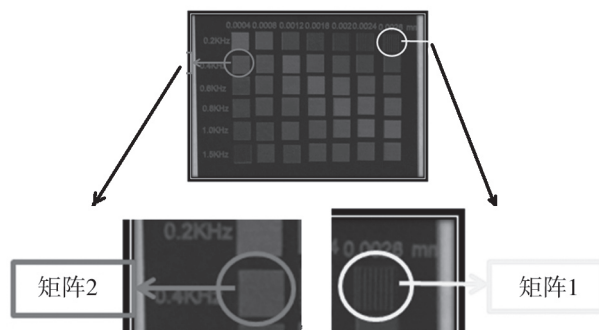


图 3 打标工作矩阵

确定后续试验评价可以根据矩阵 1 判定打标清

晰度;确定矩阵2的打标工艺,并同比例放大以评价打标对比度。

2.2 颜料黑对打标效果的影响

在同样的工作矩阵下打标,颜料黑的种类对打标的效果以及打标的现象均有不同的表现,其表现如图4所示。



(a) (b) (c)

a—炭黑; b—石墨; c—油化黑

图4 不同种类颜料黑的工作矩阵

从图4可知,无论从清晰度还是对比度,炭黑的打标效果最好。这是因为炭黑对光有一定的吸收作用,可以更好地辅助发泡。虽然石墨也具备吸收能量的能力,但由于本身的着色力不够,因此形成的效果不好,同时石墨会影响高光效果。根据试验结果可得,油化黑对激光几乎不吸收,打标效果最差,容易打出黑标而对比度差,如果选用不合适的油化黑,会因为其本身较差的热稳定性,影响对材料的高光效果。

激光打标前后色板色差发生了变化, ΔE 指打标后的色块与未打标色块的颜色差异。 ΔE 越大,打标的对比度越好,打标效果越好;反之, ΔE 越小,打标的对比度越差,打标效果可能无法分辨,或者说目测比较难判断。

表1 不同颜料黑激光打标前后色板色差值以及打标效果

颜料黑	ΔE	点直径/ μm	水花	麻点	清晰度	对比度	折射率(实部/虚部)	波长/ μm
炭黑	8.54	0.3	无	无	好	好	1.6~2.0/*	633
石墨	7.00	0.16	无	有	较好	较好	1.8/0.6~0.8	633
油化黑	0.23	0.05	有	无	差	差	无	无

2.3 体系中填料对打标效果的影响

体系中需要添加一些不同种类的金属元素来增强打标效果。因此在炭黑的配方中添加不同种类的填料来考察其对激光打标的影响。各种填料的激光打标效果如表2所示。

不同填料由于其金属元素的种类以及化学价态的不一样对光的敏感性是不一样的,在激光打标中,填料对打标效果是辅助的,如高折射率的氧化钛和氧化锆会增加光在基体中的行走路线,导致基体对激光的吸收含量过多,增加发泡的几率,但也容易因为基体吸收过多的能量导致成炭;折射率折中的滑石粉,氧化硅等的辅助作用比较综合,发泡和成炭

几率相当。

表2 不同填料激光打标效果

填料种类	ΔE	点直径/ μm	水花	麻点	清晰度	对比度	折射率
氧化钛	3.54	0.2	无	无	好	较差	2.76
氧化锆	2.67	0.24	无	无	好	较差	2.176
氧化铁	0.54	0.11	无	有	差	差	1.5
氧化硅	4.23	0.33	无	有	较好	好	1.46
滑石粉	3.00	0.3	无	无	较好	较差	1.57
氧化锑	2.25	0.23	有	有	好	好	2.087
硫化锌	2.25	0.13	无	有	较好	较好	1.38

3 结论

运用工作矩阵可以为激光打标效果的好坏判断提供一种简单快速有效的量化评价方法,对于改性PC体系,颜料黑的种类对激光打标效果的影响是至关重要的,而且某些填料的种类对黑打白(金)的效果有负面影响,对产品的高光效果也会有不同的正负面影响,因此在激光打标要求的产品应用中同一体系,既要选择合适颜料黑,又要考虑填料的种类以及使用方式。

参考文献

- [1] 李思源. 在塑料上激光打标的研究进展[J]. 中国塑料, 2011, 25(9):11-15.
Li Siyuan. Research on laser marking of plastic[J]. China Plastic, 2011, 25(9):11-15.
- [2] 德国默克专利股份有限公司. 可激光标记的塑料及其制备和用途: 中国, 01143302.7 [P]. 2002-07-24.
Merc Patent Limited Corporation. Laser marking of plastics and its preparation and application: CN, 01143302.7 [P]. 2002-07-24.
- [3] 美国通用电气公司. 激光标记用组合物: 中国, 008135588 [P]. 2000-10-30.
General Electric Company. Resin composition for laser marking: CN, 00813558.8 [P]. 2000-10-30.
- [4] 拜耳. 激光可写聚合物组合物: 中国, 00809614.7 [P]. 2002-07-31.
Bayer AG. Laser-markable polymer composition: CN, 00809614.7 [P]. 2002-07-31.
- [5] 德国默克专利股份有限公司. 热塑性材料的激光打标: 德国, 4235302 A1 [P]. 2004-10-15.
Merc Patent Limited Corporation. Thermoplastische formmassen auf basis polyalkylenterephthalat fur die laserbeschriftung: DE, 4235302 A1 [P]. 2004-10-15.
- [6] 美国通用电气公司. 塑料的激光打标: 美国, 005373029A [P]. 1993-05-25.
General Electric Company. Resin composition for laser marking: US, 005373029A [P]. 1993-05-25.
- [7] 岑茵. 打标工艺对高光聚碳酸酯激光打标的影响[J]. 塑料工业, 2013, 41(10):102-105.
Cen Yin. Impacts of laser marking progress on high-gloss ploycarbonate[J]. China Plastics Industry, 2013, 41(10):102-105.