

适用于多种印刷方式的环保型光变油墨配方

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2017.06.009

付文亭¹ 陈锦新²

1. 中山火炬职业技术学院
包装印刷系
广东 中山 528436
2. 武汉虹之彩包装印刷
有限公司
湖北 武汉 430000

摘要: 提出将环保型添加剂加入光变油墨中, 通过复配实验得到适用于各种印刷方式的环保型光变油墨。调整环保型光变油墨的质量配比得到3种配方, 再采用相关的检测手段和设备对3种配方油墨样品进行印刷适应性测试, 主要包括油墨细度、黏度、干燥度、VOCs含量和印刷质量等测试。检测结果表明: 3种配方油墨的细度均小于20 μm, 流出时间为18.5~30.0 s, 干燥性能良好, VOCs含量低; 丝网印刷、单张纸凹版印刷、卷筒纸轮转凹版印刷3种印刷方式下, 3种配方墨样得到的印刷品干燥后, 具有较佳的绿色变紫红色光变防伪效果, 且印刷后的墨样无裂痕。通过优化后的光变油墨, 各种印刷方式均表现出良好的印刷适应性及环保性。

关键词: 环保型光变油墨; 丝网印刷; 凹版印刷

中图分类号: TS802.3

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2017)06-0063-05

0 引言

光变油墨最早被应用于钞票、支票、债券等有价证券的防伪印刷中。随着科学技术的不断发展, 光变油墨不仅被用于商标的防伪印刷, 还被用于特种产品的表面装饰。光变油墨具有转角变色特性的原因是使用了一种结构非常特殊的颜料, 其粒子为极薄片状体, 具有较好的粒度分布。该颜料的制作过程为: 在高真空条件下, 按特定膜系结构的设计要求将多种不同折射率的材料依次淀积在同一载体上形成光学变色薄膜, 再经过粉碎、分级、表面化等处理。当膜层厚度满足光的干涉条件, 膜层会呈现光变色效果, 即其颜色随着人眼观察角度的改变而发生变化。

目前国内外开发的光变油墨已有几十种。按印刷方法可分为凸版印刷油墨、凹版印刷油墨、孔版印刷油墨、平版印刷(胶印)油墨和水性柔版印刷油墨等; 按承印物的不同又可分为纸张油墨、印铁油墨、新闻油墨、塑料油墨等。由于光变油墨为颗粒较细的溶剂

型材料, 油墨固含量小, 所以干燥8 h后墨层厚度比印刷时的墨层厚度因延展缩水30%左右。因此, 为了在印刷品表面得到较为突出的印刷质感, 充分体现光变油墨的防伪性能、印刷质感和装潢效果, 一般采用丝网印刷方式印刷光变油墨^[1-2]。

丝网印刷方式存在效率低、干燥慢, 且由于丝印油墨含有大量挥发性有机物(volatile organic compounds, VOCs), 而导致环保性低等问题。因此, 本文提出在光变油墨中添加环保型溶剂, 并通过调整油墨原料的质量配比, 得到3种油墨配方, 测量各种油墨的黏度、干燥度、分散度、稳定性等性能, 得到适用于丝印、单凹、卷凹等多种印刷方式的环保型光变油墨。

1 实验

1.1 原料

为提高油墨的印刷适应性, 使光变颜色多样, 本

收稿日期: 2017-07-08

作者简介: 付文亭(1984-), 女(土家族), 湖南慈利人, 中山火炬职业技术学院高级工程师, 主要研究方向为印刷工艺, 印刷色彩管理, E-mail: 99878766@qq.com

环保型光变油墨的原料有光变颜料、高分子树脂连结料、环保型溶剂及助剂 4 部分。

光变颜料有绿变红光变粉、干涉绿以及干涉红，其细度为 2~25 μm。绿变红光变粉为惠州市华阳光学技术有限公司生产，产品型号为 S1GOB65；干涉绿为河北欧克精细化工股份有限公司生产，产品型号为 2235；干涉红为河北欧克精细化工股份有限公司生产，产品型号为 2213。

高分子树脂连结料为聚酮树脂、丙烯酸树脂、硝化棉液的混合物。聚酮树脂为岳阳市杰特化工厂生产，产品型号为 K110；丙烯酸树脂为美国罗门哈斯公司生产，产品型号为 B-66；硝化棉液为广东德康化工实业有限公司生产，产品型号为 H-221。

环保型溶剂为二价酸酯、乙酸乙酯、乙酸正丙酯、丙二醇甲醚乙酸酯、乙二醇乙醚乙酸酯的混合物。二价酸酯的沸程为 196~225 ℃，黏度为 2.4 mPa·s；乙酸乙酯的沸点为 77.2 ℃，黏度为 0.45 mPa·s；乙酸正丙酯的沸点为 126 ℃，黏度为 0.734 mPa·s；丙二醇甲醚乙酸酯的沸点为 149 ℃，黏度为 1.10 mPa·s；乙二醇乙醚乙酸酯的沸点为 156.3 ℃，黏度为 1.025 mPa·s。

助剂为增塑剂、流平剂、消泡剂的一种或者几种混合物。增塑剂为泰州高永化工开发有限公司生产的柠檬酸三丁酯，产品型号为 TBC；流平剂为 Tego 公司生产，产品型号为 432；消泡剂为 Tego 公司生产，产品型号为 N305。

1.2 墨样配比

墨样的质量配比如表 1 所示。

表 1 墨样的质量配比表
Table 1 Ink ratio

类别	原料	质量配比		
		配方 1	配方 2	配方 3
光变颜料	绿变红光变粉	10.0	9.0	12.0
	干涉绿	1.5	3.0	1.5
	干涉红	1.3	2.0	1.5
高分子树脂连结料	聚酮树脂	8.0	6.0	10.0
	丙烯酸树脂	7.0	9.0	8.0
	硝化棉液	20.0	15.0	22.0
	二价酸酯	5.0	5.0	
环保型溶剂	乙酸乙酯	15.0	12.0	20.0
	乙酸正丙酯	15.0	30.0	35.0
	丙二醇甲醚乙酸酯			5.0
	乙二醇乙醚乙酸酯	5.0	5.0	
助剂	柠檬酸三丁酯	2.0	3.0	4.0
	流平剂	0.5	0.4	0.5
	消泡剂	0.5	0.6	0.5

为使油墨的黏度与触变性满足丝印、凹印等多种印刷方式的性能要求，环保型光变油墨需具有光泽度好、颜色分散度高、固化快、有一定硬度等特性。因此，本文先确定光变颜料、高分子树脂连结料、环保型溶剂和助剂的成份及配比，然后利用溶剂微调油墨黏度，使之适合于不同的印刷方式^[3-6]。

1.3 油墨样品制备工艺

油墨样品的制备工艺如下：先将所有原料（除光变颜料以外，并预留 15% 的溶剂，以调整油墨黏度）装入高速搅拌机，搅拌机的转速逐步从低速向高速（转速以物料不飞溅为宜）提升，充分搅拌，使固体物料被液体物料充分润湿；然后，加入光变颜料，分散体系的温度控制在 50 ℃ 以下，使每一粒光变颜料都被油墨连结料所包裹；出料之前，根据油墨黏度的大小加入适量的预留溶剂，以调整油墨黏度，使其符合多种印刷方式需求。

1.4 测试设备与方法

细度测试：PU-2440 油墨刮板细度计，上海普申化工机械有限公司生产。

黏度测试：XND-1 涂-4 黏度杯，上海精密仪器仪表有限公司生产，测试是在 25 ℃ 的恒温室内进行。

VOCs 测试：利用顶空-气相色谱法（head-space gas chromatography, HS-GC）对光变油墨样品的 VOCs 进行测量。

平台式丝网印刷机：日本樱井印刷机械有限公司株式会社生产，以 2 500~3 000 张/h 的速度通过 1 支 UV（ultra-violet ray）紫外灯管，UV 紫外灯管的功率为 15 kW，功率密度为 160 W/cm。

单张纸单色凹版印刷机：北京贞亨利印刷机械有限公司生产，以 6 500 张/h 的速度通过 2 支并排的 UV 紫外灯管，UV 紫外灯管的功率为 15 kW，功率密度为 160 W/cm。

卷筒纸轮转凹版印刷机：瑞士博斯特生产，以 150 m/min 的速度通过 5 支并排的 UV 紫外灯管，每支 UV 紫外灯管的功率为 15 kW，功率密度为 160 W/cm。

2 测试结果与分析

先按上述 3 种配方的配比及制备工艺制备油墨样品，再检测 3 种油墨的外观、分散度、稳定性、细度、黏度等性能，最后分析通过丝印印刷机、单张纸凹版印刷机、卷筒纸轮转凹版印刷机得到的印刷样品的印刷效果和柔韧性，得出不同质量配比的油墨所适应的

印刷方式^[7-10]。

1) 外观性能检测

通过目测, 观察油墨样品。所有油墨样品的外观呈现紫色。

2) 分散度与稳定性测试

光变油墨是由光变颜料、高分子树脂、溶剂以及各种助剂制备的稳定分散体系。颜料粒子在体系中的分散稳定性直接影响油墨的性能。稳定的油墨体系具有印刷涂布均匀、转移性好, 且能较长时间贮存的优点^[11-13]。

评价油墨分散度和稳定性的方法有多种, 如目视观察法、电子显微镜观测法、粒度分布测试法、吸收光谱测试法等。目视观察法是将制备好的分散体系放入透明容器中静置, 定时观察分散粒子有无沉降或者分散介质与分散粒子间有无分层现象, 该方法最为直观便捷。因此, 本文采用目视观察法来评价油墨分散度和稳定性。

将3种墨样置入密闭容器中, 静置7 d, 期间定时目测观察油墨中分散粒子有无沉降和分层现象。目测结果表明: 3种墨样均未出现沉降、分层、絮凝等现象, 是分散性较好的稳定体系, 即3种墨样的分散稳定性良好。

3) 细度检测

细度是指油墨中颜料、填充料等团体粉状物质颗粒的大小与颜料、填充料分布于连结料中的均匀程度^[16]。在25℃的恒温室内下, 利用刮板细度计对3种配方油墨进行测试, 每种配方油墨做5次平行测量, 测试结果如图1所示。由表1的测量结果可知: 3种配方墨样的细度均未超过20 μm。这表明3种配方油墨能适用于多种印刷方式。

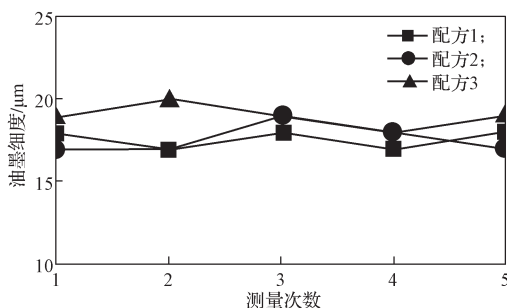


图1 油墨细度测试结果

Fig. 1 Fineness test results of ink

颜料的细度取决于色浆的研磨程度, 直接影响体系的分散稳定性。物料研磨不充分会造成粒子密

度大, 在油墨体系中易发生沉降; 粒子过小, 颜料粒子比表面积增大, 极性大, 易造成颜料难以润湿, 不易分散。因此, 适用于多种印刷方式的环保型光变油墨的细度需小于20 μm。

4) 黏度检测

黏度是流体阻碍分子间相对运动的内部阻力的量度, 是油墨应用中最主要的控制指标。黏度过高, 会导致油墨转移性较差, 印刷时易出现脏版、糊版、拉毛等现象; 黏粘度过低, 油墨的色浓度无法达到印刷要求, 印刷时易出现网点发虚发白等问题^[14-16]。

本实验采用涂-4黏度杯, 在25℃的恒温室内, 对3种配方油墨进行黏度测试, 每种配方油墨做5次平行测量, 测试结果如图2所示。测量结果表明: 由配方1得到的油墨样品的流出时间均值约为30.0 s, 黏度较大, 适合丝网印刷方式; 由配方2得到的油墨样品的流出时间均值约为22.5 s, 较配方1有所降低, 适合单张纸凹版印刷方式; 由配方3得到的油墨样品的流出时间均值约为18.5 s, 与上述2种相比黏度最低, 适合卷筒纸轮转凹版印刷方式。

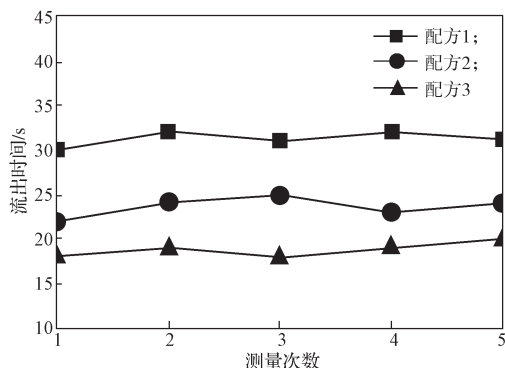


图2 油墨流出时间测试结果

Fig. 2 Time test results of ink

5) 干燥度检测

油墨的一个重要指标就是干燥性, 其在纸上的干燥过程就是油墨从流动性较大的非极性胶状体变成固定状态的过程。油墨干燥较慢, 容易造成印刷品背面蹭脏并制约印刷作业效率。

通过丝网印刷、单张纸凹版印刷、卷筒纸轮转凹版印刷3种方式, 分别将3种配方油墨在常规印刷速度下上机印刷, 检测光变油墨干燥性能。实验参数如表2所示。测量结果表明: 3种配方的油墨干燥性能良好, 均满足丝网印刷、单张纸凹版印刷、卷筒纸轮转凹版印刷的要求。

表2 常规印刷速度表

Table 2 The speedometer of conventional printing

油墨配方	丝网印刷/ (张·h ⁻¹)	单张纸凹版印刷/ (张·h ⁻¹)	卷筒纸轮转凹版 印刷/(m·min ⁻¹)
配方1	3 000	5 100	178
配方2	3 100	5 000	175
配方3	3 000	5 200	180

6) VOCs 含量检测

采用顶空-气相色谱法对光变油墨样品的VOCs含量进行测量。3种配方检测方法及其结果均符合国家标准YC/T 207—2006《卷烟条与盒包装纸中挥发性有机化合物的测定顶空-气相色谱法》中卷烟条、盒包装纸中挥发性有机化合物的测定方法及限量规定。

7) 印刷质量和柔韧性检测

分别将配方1、配方2、配方3墨样应用于不同印刷工艺方式下的防伪包装产品印刷,其中,配方1应用于丝网印刷方式的包装产品,配方2应用于单张纸凹版印刷方式的包装产品,配方3应用于卷筒纸凹版印刷方式的包装产品。通过实际生产过程常用的目测检测方法和对折检测方法对光变油墨在不同印刷方式下的印刷质量与柔韧性进行检测。检测结果表明:不同印刷方式下,3种配方墨样得到的印刷品干燥后,在日光下正视和侧视时,色块呈现绿色和紫红色2对颜色变化,具有较佳的绿色变紫红色光变防伪效果;对折检测结果表明,墨样印刷后无裂痕。

通过对3种配方的光变油墨进行外观、分散度、稳定度、细度、黏度、VOCs含量、干燥性能、印刷质量、柔韧性等检测,可以得出:光变油墨具有环保性,且通过改变油墨配比能使光变油墨适用于多种印刷方式,这样拓展了其在包装防伪领域的应用,实现了高速、环保印刷。

3 结语

研发适合多种印刷方式的环保型光变油墨不仅可以拓展其在包装防伪领域的应用,还可以实现高速、环保印刷。因此,本文对适用于多种印刷方式的环保型光变油墨配方进行了研究,通过调整各原料的质量配比,提出了3种油墨配方,并对3种光变油墨样品的黏度、干燥度、分散度等各项性能进行检测,分别上机(丝网印刷机、单张纸凹版印刷机、卷筒纸轮转凹版印刷机)测试,检测上机印刷效果。

检测结果表明,通过改变光变油墨配方中各原料的质量配比,可以得到分别适用于丝印、单凹、卷凹等多种印刷方式的光变油墨。

参考文献:

- [1] 徐遵燕,张逸新,陈杰,等.光学变色防伪油墨的颜色预测模型[J].包装工程,2011,32(5):94-96.
XU Zunyan, ZHANG Yixin, CHEN Jie, et al. Color Prediction Model of Optically Variable Anti-Forgery Ink[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 94-96.
- [2] 魏先福. UV油墨及应用技术[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(6): 1-8.
WEI Xianfu. UV Ink and Its Application Technology[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(6): 1-8.
- [3] 马晓旭,魏先福,黄蓓青,等. UV油墨固化速率的影响因素研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2012, 4(3): 41-46.
MA Xiaoxu, WEI Xianfu, HUANG Beiqing, et al. Study on the Influencing Factors of Curing Rate of UV Ink[J]. China Printing and Packaging Study, 2012, 4(3): 41-46.
- [4] 樊淑兰,李会录,杨柳,等. UV丝网印刷油墨制备及性能研究[J]. 包装工程, 2013, 34(3): 120-123.
FAN Shulan, LI Huilu, YANG Liu, et al. Preparation and Research of UV-Curable Screen Printing Ink[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3): 120-123.
- [5] 张开瑞,王潮霞,欧阳冰,等. 引发剂对UV油墨固化速度影响的研究[J]. 应用化工, 2012, 41(4): 585-587.
ZHANG Kairui, WANG Chaoxia, OUYANG Bing, et al. Research on the Effects of Photoinitiators on Curing Speed of UV Ink[J]. Applied Chemical Industry, 2012, 41(4): 585-587.
- [6] 刘晓蕾,郭伟峰. UV固化环氧树脂的研究进展[J]. 信息记录材料, 2015, 16(3): 49-51, 57.
LIU Xiaolei, GUO Weifeng. Research Progress of UV-Curable Epoxy Resin[J]. Information Recording Materials, 2015, 16(3): 49-51, 57.
- [7] 袁腾,杨卓鸿,周显宏,等. 溶剂对高固含羟基丙烯酸树脂水分散体黏度的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2015, 31(6): 87-91, 96.
YUAN Teng, YANG Zhuohong, ZHOU Xianhong, et al. Effect of Solvent on the Viscosity of High Solid Content Hydroxyl Acrylic Resin Water Dispersion[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2015, 31(6): 87-91, 96.

- [8] 吕新广, 王 雷, 张元标, 等. 油墨粘度对凹版印刷特性的影响 [J]. 湖南工业大学学报, 2007, 21(2): 12-13.
LÜ Xinguang, WANG Lei, ZHANG Yuanbiao, et al. Influence of Ink Viscosity on the Characteristic of Gravure Printing[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2007, 21(2): 12-13.
- [9] 张 彪, 胡更生, 李 阳. 凹版水性油墨的制备及印刷适性分析 [J]. 现代涂料与涂装, 2012, 15(1): 19-21.
ZHANG Biao, HU Gengsheng, LI Yang. Preparation and Printability Analysis of Intaglio Water-Based Ink[J]. Modern Paint & Finishing, 2012, 15(1): 19-21.
- [10] 刘海燕. 凹版印刷油墨转移特性分析 [J]. 包装工程, 2011, 32(13): 79-81.
LIU Haiyan. Analysis of Ink Transfer Characteristics in Gravure Printing[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 79-81.
- [11] ZHANG Kairui, LI Tao, ZHANG Tao, et al. Adhesion Improvement of UV Curable Ink Using Silane Coupling Agent onto Glass Substrate[J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2013, 27(13): 1499-1510.
- [12] CHANG Chijung, LIN Yanhung, TSAI Hsinyu. Synthesis and Properties of UV Curable Hyperbranched Polymers for Ink-Jet Printing of Color Micropatterns on Glass[J]. Thin Solid Films, 2011, 519(15): 5243-5248.
- [13] BAI Chenyan, ZHANG Xingyuan, DAI Jiabing, et al. A New UV Curable Waterborne Polyurethane: Effect of C=C Content on the Film Properties[J]. Progress in Organic Coatings, 2006, 55: 291-295.
- [14] CHEN Y C, DIMONIE V L, SHAFFER O L, et al. Development of Morphology in Latex Particles: The Interplay Between Thermodynamic and Kinetic Parameters[J]. Polym International, 1993, 30(2): 185-194.
- [15] KIM Sang Hem, SON Won Keun, KIM Yong Joo, et al. Synthesis of Polystyrene/Poly (Butyl Acrylate) Core-Shell Latex and Its Surface Morphology[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 88(3): 595-601.
- [16] 卢小伟, 梁祐慈, 钟云飞, 等. 基于石墨烯的导电油墨配方优化设计 [J]. 包装学报, 2017, 9(3): 89-94.
LU Xiaowei, LIANG Youci, ZHONG Yunfei, et al. Optimized Formulation Design of Graphene-Based Conductive Ink[J]. Packaging Journal, 2017, 9(3): 89-94.

Study on Formula of Environmentally Friendly and Optical Variable Ink Suitable for Various Printing Methods

FU Wenting¹, CHEN Jinxin²

(1. Department of Packaging and Printing, Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan Guangdong 528436, China;
2. Wuhan Rainbow Color Packaging Printing Co., Ltd., Wuhan 430000, China)

Abstract: The environmentally friendly additives were added into the optical variable ink, and the environmentally friendly printing ink suitable for various printing methods was made through compounding experiments. Three formulas were obtained by adjusting the quality ratio of the environmentally friendly optical variable ink. Then samples of the three kinds of ink were tested for printing adaptability by relevant means of detection and equipments, including ink fineness, viscosity, dryness, VOCs content and printing quality, etc.. The detection results showed that the fineness of the three ink samples was less than 20 μm , the time was 18.5~30.0 s, with good drying performance and low VOCs content. With the printing methods of screen printing, sheet fed gravure printing, and web gravure printing, the dried prints using the three kinds of ink possessed good green purple red light anti-counterfeiting effect, with the printed ink sample crack-free. Through optimizing, the optical variable ink demonstrated a variety of printing adaptabilities and environmental protection performances.

Keywords: environmentally friendly optical variable ink; screen printing; gravure printing