

适合凹印连线生产的 UV 磨砂油墨配方

付文亭¹, 陈锦新²

(1. 中山火炬职业技术学院, 中山 528436; 2. 武汉虹之彩包装印刷有限公司, 武汉 430000)

摘要: **目的** 实验研究适合凹印连线生产, 且具有凹印连线印刷适应性, 低 VOCs 含量, 可实现高速、环保印刷的 UV 磨砂油墨的配方。**方法** 采用相关的检测设备对新的 UV 磨砂油墨进行性能检测与比较, 主要包括油墨的细度、粘度、干燥时间、VOCs 含量等; 同时对比了该油墨印制的烟包产品的质量, 包括磨砂度、色度等。**结果** 该配方油墨各项检测性能优异, 满足高速凹印机进行磨砂效果的印刷的基本条件; 同时通过目测和手触实验对凹印印制的烟包产品磨砂质量与传统丝印工艺进行对比, 目测效果基本一致, 手触实验显示凹印机印制产品磨砂颗粒更细腻、磨砂感更强。**结论** 新的 UV 磨砂油墨配方节能环保, 可用于凹印连线生产, 极大提高了生产效率。

关键词: 凹印 UV 油墨; 磨砂油墨; 丝印

中图分类号: TS83; TS802.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)11-0181-05

UV Matte Ink Formula Suitable for Gravure Printing Line

FU Wen-ting¹, CHEN Jin-xin²

(1. Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, China;

2. Wuhan Rainbow Color Packaging Printing Co., Ltd., Wuhan 430000, China)

ABSTRACT: The UV matte ink formula suitable for gravure printing line, with adaptability for gravure printing line and low VOCs content, were experimentally studied, to achieve high-speed, environment-friendly printing. Corresponding testing equipments were used to test and compare the performance parameters of the new UV matte ink, mainly including the fineness, the viscosity, the drying time and the VOCs content; at the same time, the quality of printed cigarette packaging products was compared, including grind arenaceous degree, color and so on. The detection performance of the new UV matte ink was excellent in all tested items, and met the basic conditions of high-speed gravure printing; and compared with the traditional screen printing process by the visual and touch experiments, finding that the visual effect was almost the same, but by the hand touch experiments, the matte particles on the products prepared by gravure printing were more delicate, with stronger matte feeling. The new UV matte ink described in this paper was energy-saving, environment-friendly, and suitable for gravure printing line, and could thus greatly improve the production efficiency.

KEY WORDS: gravure printing; UV ink; matte ink; screen printing

采用磨砂油墨印制的包装产品, 具有强烈的砂感, 既美观大方又高雅耐用, 在包装产品中发挥了重要作用, 给企业带来了巨大效益。由于磨砂油墨等特殊油墨印刷的传统工艺——丝网印刷技术存

在印刷速度慢、难干燥、效率低, 且油墨含有大量挥发性有机溶剂, 环保性低等问题, 连线印刷磨砂等特殊油墨的技术研究具有极大价值。文中研究适合凹印连线生产, 具有凹印连线印刷适应性, 低

收稿日期: 2015-10-09

作者简介: 付文亭 (1984—), 女, 土家族, 湖北慈利人, 硕士, 中山火炬职业技术学院讲师, 主要研究方向为色彩管理。

VOCs 含量, 实现高速、环保印刷的 UV 磨砂油墨配方^[1-3]。

1 连线凹印 UV 磨砂油墨配方组成

连线凹印 UV 磨砂油墨配方主要由预聚物、单体、光引发剂、填料及助剂等组成。

1.1 预聚物

环氧丙烯酸酯是应用最广泛的紫外光光固化树脂, 具有价格低、抗耐性、抗腐蚀、拉伸强度高、固化速率好、性价比高等特性, 存在的不足是柔韧性差, 固化膜硬而脆。

聚氨酯丙烯酸酯预聚物的应用广泛程度仅次于环氧丙烯酸酯, 其特点是柔韧性好、附着力好、耐腐蚀性好、耐候性好, 脂肪族的耐黄变, 价格高, 但固化慢, 配合环氧丙烯酸酯使用, 可达到较高性价比^[4-7]。

UV 磨砂油墨预聚物组成结构及基本性能: 环氧丙烯酸酯, $\text{CH}_2=\text{CHCOO}-[\text{环氧树脂}]-\text{OOCCH}=\text{CH}_2$, 固化速度高, 抗张强度高, 柔性不好, 硬度高, 耐化学性很好, 耐候性中; 聚氨酯丙烯酸酯, $\text{CH}_2=\text{CHCOO}-[\text{聚氨酯}]-\text{OOCCH}=\text{CH}_2$, 固化速度可调, 抗张强度可调, 柔性好, 硬度可调, 耐化学性好, 耐候性可调。

1.2 活性稀释剂

UV 凹印磨砂油墨选择活性稀释剂的标准: 粘度低、稀释效果好、固化快, 在材料上有良好的附着性, 对皮肤刺激性小毒性小, 在涂层中不留气味等。三丙二醇二丙烯酸酯 (TPGDA) 是最常用的双官能团活性稀释剂, 具有粘度较低(13~15 mPa·s)、稀释能力强、光固化速度快、体积收缩小、皮肤刺激较小、价格低等特点。乙氧基化三羟甲基丙烷三丙烯酸酯 (EO-TMPTA) 是国内外近几年发展起来的第 2 代活性稀释剂, 粘度为 50~80 mPa·s, 固化速度快, 具有有高活性、高溶解力的同时, 固化膜收缩应力、柔韧性以及对基材附着力等得到大大改善^[8-10]。另外, 低皮肤刺激性也是第二代活性稀释剂的特点之一。

1.3 光引发剂

1173 光引发剂是国内应用最广泛的无黄变光

引发剂之一, 具有价格低、引发效率高、有机溶剂溶解度高、几乎不溶于水、不黄变等特性, 但缺点是挥发性大, 光分解产物苯甲醛有味, 不适用于对气味要求严格的产品。

184 光引发剂也是国内应用广泛的光引发剂之一, 具有很高的光引发活性、优良的热稳定性及不产生黄变, 有机溶剂溶解度高, 低气味。

2959 光引发剂具有优良的耐热稳定性和耐黄特性, 与 1173 光引发剂相比, 具有较低的挥发性和气味, 且分子中的羟基官能团提高了 2959 光引发剂在水性涂料配方中的溶解性^[11-13]。

1.4 助剂

在 UV 凹印磨砂油墨中加入助剂以改善油墨性能, 调节其印刷适性。本配方中加入的助剂有光敏增感剂、消泡剂、流平剂、分散剂、阻聚剂等。

1.5 填料

配方中添加的填料为碳酸钙、滑石粉、立德粉、哑粉中的一种或混合, 以加大油墨的细度、粘度, 增强油墨层的耐摩擦性, 减少 UV 油墨的固化时间。

2 连线凹印 UV 磨砂油墨性能要求

适合凹印连线生产的 UV 磨砂油墨必须具备能够满足连线生产和使用要求的性能, 尤其是用于烟包印刷凹印油墨, 其性能要求更为苛刻: 不仅要求凹印油墨具有良好的印刷适性, 而且对凹印油墨的物理性能、光学性能和耐抗性能有着严格规定, 更对其 VOCs 提出了高要求^[14-16]。具体指标和性能要求见表 1。

表 1 连线凹印 UV 磨砂油墨的性能指标

Tab.1 The performance indexes of UV matte ink suitable for gravure printing line

检验项目	检验方法与手段	技术指标
1 外观	目测	淡黄粘体
2 砂形	目测	与样一致
3 砂感	目测	与样一致
4 气味	鼻嗅	低
5 柔韧性	对折	无裂痕
6 附着力	3M 胶带法	无脱落
7 粘度	NDJ-1 旋转粘度计/25 ℃	440 ~ 540 mPa·s
8 VOCs 含量	顶空-气相色谱法(HS-GC)	符合 YC/T 207—2006 标准

3 连线凹印 UV 磨砂油墨配方及性能实验

3.1 实验连线凹印 UV 磨砂油墨配方

为获得最佳连线凹印 UV 磨砂油墨配方，通过油墨配方中原料及原料配比，最终确定 3 组 UV 磨砂油墨配方进行性能测试，其原料组成与配比见表 2。

3.2 实验连线凹印 UV 磨砂油墨性能测试

3.2.1 检测准备

卷筒纸轮转凹版印刷机：每分钟 150 m 的速度

通过 5 支并排的 UV 紫外灯管（该 UV 紫外灯管是安装在卷筒纸轮转凹版印刷机上的装置），每支 UV 紫外灯管的功率为 15 kW，在有效距离为 10 cm 内的功率为 160 W/cm²。细度测试：细度仪。粘度：NDJ-1 旋转粘度计，25 ℃。附着力：3M 胶带法检测油墨固化后样品附着力。固化速度测试：光固机在 40 W/cm 汞灯，25 cm 灯距条件下检测。VOCs 测试：顶空-气相色谱法(HS-GC)对磨砂油墨样品的挥发性有机物含量进行测量。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》规定了卷烟条、盒包装纸中，挥发性有机化合物的测定方法及限量。

表 2 实验连线凹印 UV 磨砂油墨配方
Tab.2 The formula of experimental UV matte ink suitable for gravure printing line

	配方 1	配方 2	配方 3
紫外光	20 质量份（改性环氧丙烯酸 10 份；	65 质量份（改性环氧丙烯酸 35 份；	40 质量份（改性环氧丙烯酸 20 份；
固化树脂	多官能度聚氨酯丙烯酸 10 份）	多官能度聚氨酯丙烯酸 30 份）	多官能度聚氨酯丙烯酸 20 份）
活性稀释剂	5+5+10 质量份（TPGDA）	15+15+25 质量份（EO-TMPTA）	8+8+16 质量份（TPGDA）
光引发剂	2 质量份（1173）	9 质量份（184）	5 质量份（2959）
光敏增感剂	6 质量份（双季戊二醇五）	20 质量份（双季戊二醇五胺）	12 质量份（4-(N,N-二甲氨基)苯甲酸乙酯）
组合助剂	1+1 质量份	4+4 质量份	5+5 质量份
填料	5 质量份（碳酸钙）	35 质量份（碳酸钙 20 份、滑石粉 15 份）	12 质量份（滑石粉）

3.2.2 检测方法及其结果

将上述 3 种油墨配方制备成的油墨获取相关实验样本进行检测，首先目测样本的外观、砂形、砂感等是否符合技术指标，通过鼻嗅是否有刺激性气味，对折样品观察是否有裂痕等；然后采用细度仪检验油墨细度，采用 NDJ-1 旋转粘度计在温度 25 ℃时检测油墨粘度，采用 3M 胶带法检测油墨固化后样品附着力，采用光固机在 40 W/cm 汞灯，25 cm 灯距条件下检测油墨的固化速度，采用顶空-气相色谱法(HS-GC)对磨砂油墨样品的挥发性有机物含量进行测量。

具体检测结果见表 3。

从表 3 的检测结果可以看出，通过该实验选择的 3 组油墨配方制备的不同 UV 磨砂油墨，无论在油墨细度、粘度、固化速度还是附着力、VOCs 含量上，结果都较为接近，并且所有的参数都满足油墨生产的基本条件，由此可看出，3 组油墨的各项性能优异，可以实现烟包印刷领域内，采用高速凹印机进行磨砂效果的印刷的基本条件。

表 3 连线凹印 UV 磨砂油墨的性能检测结果
Tab.3 The performance test results of the UV matte ink suitable for gravure printing line

油墨配方	配方 1	配方 2	配方 3
外观	目测淡黄粘体	目测淡黄粘体	目测淡黄粘体
砂形	目测与样一致	目测与样一致	目测与样一致
砂感	目测与样一致	目测与样一致	目测与样一致
气味	略有气味	低	低
柔韧性	对折无裂痕	对折无裂痕	对折无裂痕
附着力	无脱落	无脱落	无脱落
印刷速度	5000 张/小时	5100 张/小时	5080 张/小时
细度/μm	13.0	13.5	14.5
粘度/mPa·s	480	500	525
VOCs 含量	符合标准	符合标准	符合标准

3.3 连线凹印 UV 磨砂油墨印制质量比较

采用进口瑞士博斯特十色凹印机（型号 LEMANIC DELTA）连线印刷该 3 组 UV 磨砂油墨，随机挑选多组样品，与传统的丝印工艺印刷进口 UV 磨砂油墨获得的样品进行对比，见图 1。

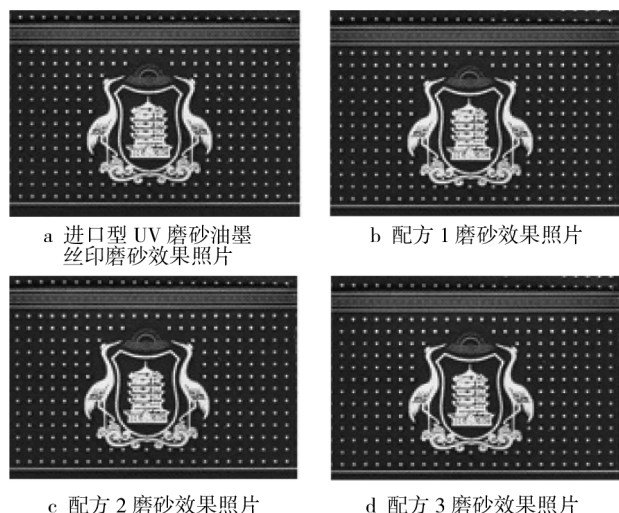


图 1 凹印连线印刷 UV 磨砂油墨效果与传统丝印 UV 磨砂油墨效果比较

Fig.1 Comparison of matte effect of the gravure printing and the traditional screen printing process

从图 1 中可以看出, 3 种油墨实现的不同烟包产品磨砂效果, 与丝印方式印制产品的磨砂效果相比, 无论是整体颜色效果还是局部磨砂效果都几乎一样; 但通过人工触摸进行感觉评判, 发现配方 3 的 UV 磨砂油墨印制的磨砂效果更好。

经过上述分析以及不断地重复实验, 可得出油墨配方 3 能实现更为理想的磨砂效果。

4 结语

通过实验, 研究了适合凹印连线生产的 UV 磨砂油墨的配方, 其中, 紫外光固化树脂 20~65 质量份、活性稀释剂 20~55 质量份、光引发剂 2~9 质量份、光敏增感剂 6~20 质量份、组合助剂 2~10 质量份、填料 5~35 质量份。该配方制备的 UV 磨砂油墨具有凹印连线印刷适应性, 适合凹印连线高速、环保印刷, 且磨砂质感好, 触摸细腻, 提高了包装生产线上磨砂效果的印制效率和质量。

参考文献:

- [1] 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 Xian-fu. UV Ink and Its Application Technology[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(6):1—8.
- [2] 杨耀, 杨成克, 吕彩虹, 等. 水性 UV 油墨的制备及表征[J]. 包装工程, 2014, 35(1):55—59.
YANG Yao, YANG Cheng-ke, LYU Cai-hong, et al. Preparation and Characterization of Water-borne UV-curable Ink[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(1): 55—59.
- [3] 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 Shu-lan, LI Hui-lu, YANG Liu, et al. Preparation and Research of UV-curable Screen Printing Ink[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3):120—123.
- [4] 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粘度的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2015, 31(6):87—91.
YUAN Teng, YANG Zhuo-hong, ZHOU Xian-hong, 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.
- [5] 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.
LIU Xiao-lei, GUO Wei-feng. Research Progress of UV-curable Epoxy Resin[J]. Information Recording Materials, 2015, 16(3):49—51.
- [6] 刘旭, 谢顶杉, 吴佳, 等. 水性油墨用环氧改性水性丙烯酸树脂的合成[J]. 包装工程, 2008, 29(7):31—33.
LIU Xu, XIE Ding-shan, WU Jia, et al. Synthesis of Water Soluble Epoxy Resin Modified Acrylic Resin for Water based Ink[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(7): 31—33.
- [7] 陈浩锦, 刘晓国. 水性 UV 树脂的研究进展[J]. 表面技术, 2014, 43(2):142—149.
CHEN Hao-jin, LIU Xiao-guo. Research Progress of Waterborne UV Resin[J]. Surface Technology, 2014, 43(2): 142—149.
- [8] ZHANG Kai-rui, 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(12):1499—1510.
- [9] CHANG C J, LIN Y H, TSAI H Y. 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.
- [10] BAI Chen-yan, ZHANG Xing-yuan, DAI Jia-bing, et al. A New UV Curable Waterborne Polyurethane: Effect of C=C Content on the Film Properties[J]. Progress in Organic Coatings, 2006, 55(3):291—295.
- [11] 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 Kai-rui, WANG Chao-xia, 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.
- [12] CHEN Y C, DIMONIE V, SHAFFER O, et al. Development of Morphology in Latex Particles:the interplay between Thermodynamic and Kinetic Parameters[J]. Polymer International, 1993, 30(2):185—194.
- [13] KIM S H, SONWON K, KIM Y J, 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.
- [14] 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 Xiao-xu, WEI Xian-fu, HUANG Bei-qing, et al. Study on the Influencing Factors of Curing Rate of UV Ink[J]. China Printing and Packaging Study, 2012, 4(3):41—46.
- [15] 贺艳, 杨丽珍, 周震. 水性UV固化油墨导电率和吸光度研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(1):52—56.
HE Yan, YANG Li-zhen, ZHOU Zhen. Study on Conductivity and Absorbance of Aqueous UV Curing Ink[J]. China Printing and Packaging Research, 2010, 2(1):52—56.
- [16] 李会录, 惠卫东, 李东辉. 免打底紫外光固化上光油的研制[J]. 包装工程, 2010, 31(11):70—73.
LI Hui-lu, HUI Wei-dong, LI Dong-hui. Development of the Ultraviolet Cured Lustering Oil without Precoat[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11):70—73.