

## 填料对 UV 胶印油墨性能的影响

陈海生

(中山火炬职业技术学院, 中山 528436)

**摘要:** 设计了 UV 胶印油墨的配方, 选用了 4 种填料分别配制油墨样品, 测试了油墨样品的黏度、固化时间、细度及耐摩擦性等主要特性。研究表明: 不同种类的填料及其用量对油墨性能的影响不同, 所选的 4 种填料中, 选用硫酸钡加填可显著提高油墨层的耐摩擦性; 使用二氧化钛加填配制的油墨样品, 填料用量为 5% (质量分数) 时, 油墨的细度小, 黏度适中, 固化时间短, 耐摩擦性较高。

**关键词:** UV 油墨; 填料; 黏度; 耐摩擦性

**中图分类号:** TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)15-0113-04

### Effect of Fillers on Performance of UV Offset Ink

CHEN Hai-sheng

(Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528436, China)

**Abstract:** The formula of UV offset ink was designed and 4 different fillers were chosen to make the ink respectively. The ink performance such as viscosity, curing time, fineness and scuff resistance were tested. The results showed that different fillers and different percentage of fillers has different influence on ink performance; scuff resistance can be enhanced obviously by adding barium sulfate; when using titanium dioxide as filler of the ink and the quantity of filler is 5%, small fineness, modest viscosity and short curing time as well as high scuff resistance of ink can be obtained.

**Key words:** UV curable ink; filler; viscosity; scuff resistance

油墨行业是被公认为污染最大的行业之一, 环保节能的新型油墨无疑是油墨行业未来的发展方向<sup>[1-2]</sup>。水性油墨和 UV 油墨的出现, 给油墨生产商和印刷包装厂家们带来了极大的希望。由于水性油墨干燥速度慢, 耐水性较差, 应用不如 UV 油墨广泛<sup>[3-4]</sup>。UV 油墨是由光引发剂、预聚物、活性稀释单体、颜料、填料及助剂等组成, 利用光引发剂吸收光能裂解成活性碎片, 引发单体和预聚物发生交联固化反应, 从而成膜干燥。具有生产效率高、溶剂排放少、能源损耗低等优点, 因而被誉为 21 世纪的绿色新技术<sup>[5-6]</sup>。

尽管 UV 油墨有着众多的优点, 但是作为一项新生的技术, 存在一些尚未解决的问题。现在市场上的 UV 油墨一般成本较高, 印刷后附着力低, 耐摩擦性能差等, 这些问题严重制约了 UV 油墨的应用<sup>[7]</sup>。同时, 目前采用的预聚物和单体都有一定的气味, 对油墨操作人员的身体有害。尤其是 UV 胶印油墨, 因其

黏度较大, 预聚物和单体所占的比例也很大, 这不仅加大了油墨的成本, 同时也加重了对人体的损害程度。填料一般为无机物, 不挥发, 对人体无害。填料的价格也较预聚物、单体和颜料低, 通过添加填料不仅可以降低成本, 而且还可以改善墨层的性能。

目前, 国内外对 UV 胶印油墨进行了大量的研究, 取得了一定的成果, 但是主要偏重于对预聚物、单体及光引发剂的研究, 对于填料的研究则基本没有<sup>[8]</sup>。笔者针对这一现状, 选用了 4 种油墨行业常用的填料, 采用加填的方式, 研究了填料的种类及用量对油墨性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 材料和设备

材料: 双官能度的聚氨酯丙烯酸酯 6120F-80, 四

收稿日期: 2012-04-05

作者简介: 陈海生(1980—), 男, 硕士, 中山火炬职业技术学院讲师, 主要研究方向为印刷材料与技术。

官能度的聚酯丙烯酸酯 6311-100(均由长兴化学材料有限公司提供),NPGDA(新戊二醇二丙烯酸酯),TMPTA(二缩三羟甲基丙烷四丙烯酸酯)(均由江门市天恒力紫外光材料有限公司提供),TPO(荆门市昱奎化工有限责任公司),炭黑(广州市飞螺化工颜料有限公司),二氧化钛(AR,天津科密欧化学试剂有限公司),碳酸钙(AR,天津科密欧化学试剂有限公司),硫酸钡(AR,天津科密欧化学试剂有限公司),滑石粉(300目,ZZ),消泡剂,分散剂(广州欧帝化工有限公司),100 g 铜版纸(东莞海源纸业)。

设备:高速分散器,QGM-65型三辊研磨机,IGT印刷适性仪,电热恒温鼓风干燥箱,UV固化机,刮板细度计,LVDV-11+黏度计,MJ-LD1816型摩擦牢度测试仪,秒表。

## 1.2 方法

### 1.2.1 油墨的制备

依据UV胶印油墨的特性,设计配方为:预聚物:单体:光引发剂:颜料:助剂=52.85:21.15:6:16:4(按质量分数比),其中预聚物为双官能度的6120F-80和四官能度的6311-100按照1:1的比例复配,单体为NPGDA和TMPTA按照1:1的比例复配。按照配方用分析天平称取好各组物质于250 mL烧杯中,然后添加不同种类及用量的填料,搅拌均匀,用高速分散器在3000 r/min条件下分散20 min,倒入三辊研磨机中研磨约1 h,装罐备用。

### 1.2.2 油墨性能的测试

旨在探讨填料的种类及用量对油墨样品的黏度、固化时间、细度及耐摩擦性的影响,对油墨的颜色没有特殊要求。由于炭黑比较便宜,易于购买,所以采用黑色油墨来研究。

油墨性能测试:用刮板细度计测试油墨的细度;用LVDV-11+黏度计测试了油墨的黏度;将印刷过油墨的铜板纸片置于紫外光固化机内固化,扭开2 kW强光按钮进行曝光,同时按下秒表开始计时,测量固化时间;将印品至于MJ-LD1816型摩擦牢度测试仪下检测其耐摩擦性能。

## 2 结果与讨论

### 2.1 填料对油墨细度的影响

按照配方研制油墨,并对油墨的细度进行测试,其结果见图1。由图1可以看出,填料对油墨细度的

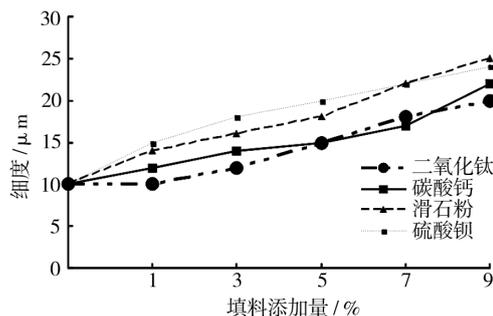


图1 填料对油墨细度的影响

Fig. 1 Effect of filler on fineness of ink

影响情况基本一致:随着填料的逐步增加,油墨的细度呈现上升趋势。未加填料时,油墨的细度仅有10 μm;当填料添加到9%时,油墨的细度已经接近25 μm。这是因为油墨的细度是由油墨中固体粒子的粒径所决定的,未加填料时,油墨的细度主要取决于颜料颗粒的大小,一般用于油墨生产的颜料颗粒都较小,大多为纳米级或微米级。当向油墨样品中添加填料时,填料粒子会进入颜料粒子间的孔隙中,从而在树脂的作用下,粒径会变大。所选的4种填料中,由于二氧化钛本身粒径最小,所以对细度的影响最小;硫酸钡由于粒径较大,密度也高于其他填料,加填时会引起细度的变大;滑石粉对树脂具有吸附作用,所以加填后粒径较碳酸钙略大。油墨是混合物,研磨的均匀程度对油墨的性能有着重要的影响。细度是衡量油墨研磨情况的重要指标,油墨细度小,印刷后网点清晰,色彩还原真实,所以对优质油墨的生产,一般要求控制细度较小。

### 2.2 填料对油墨黏度的影响

用LVDV-11+黏度计对油墨的黏度进行测试,结果见图2。由图2可知,随着填料的加入,油墨的黏

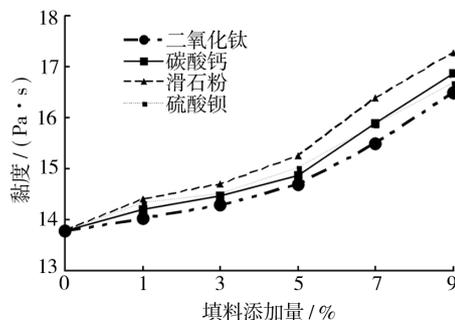


图2 填料对油墨黏度的影响

Fig. 2 Effect of filler on viscosity of ink

度都有上升的趋势。未加填料时,油墨的黏度仅有  $13.784 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ,随着填料的逐步增加,油墨的黏度接近  $17 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 。图 2 显示,滑石粉对油墨黏度的影响最大,这是因为它可以吸附油墨中的单体,降低了单体对预聚物的稀释作用,从而使黏度急剧增大。硫酸钡由于颗粒比较细软,密度较大,极易与树脂粘在一起,也会导致油墨黏度的上升。碳酸钙和二氧化钛,由于自身粒径小,分散均匀,黏度增长幅度较小。通过实验,可以看出当填料用量在 5% 以下时,黏度增幅略低,随着用量超过 5% 后,再增加填料的用量,黏度会急剧上升。对于印刷而言,油墨的黏度应与印刷工艺相适应,黏度太高容易引起传墨不均,堵塞墨路系统,对印刷操作造成不必要的障碍。由此考虑到印刷实际需求,填料添加量定为 5% 较为合适。

### 2.3 填料对油墨固化时间的影响

将印刷过油墨的铜版纸条置于紫外光固化机内,扭开 2 kW 强紫外光(200~400 nm)按钮进行固化,同时按下秒表开始计时<sup>[9]</sup>。用手指擦拭墨层不掉墨为固化完全的标志,记此时的时间为固化时间,填料对油墨固化时间的影响见图 3。

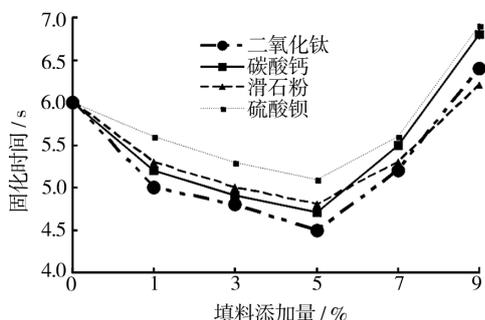


图 3 填料对油墨固化时间的影响

Fig. 3 Effect of filler on curing time of ink

由图 3 可以看出,当不添加填料时,油墨固化需要 6 s,随着填料用量的增加,油墨固化所需的时间呈先减小后增大的趋势。实验中 UV 胶印油墨选用的光引发剂为自由基型引发剂,当收到紫外光照射时,光引发剂光解为自由基参与体系反应,由于墨层很薄,空气中的氧气极易渗入墨层与自由基发生反应,从而减少了参与光固化反应的活性基团,反应时间明显较长。当向油墨中添加填料后,由于填料具有较高的遮盖作用,会阻挡空气中的氧气参与自由基的争夺,从而使参与光固化的自由数量增大,固化时间变短。当然填料的增加量也不是越多越好,因为所选的

填料是无机物,当用量过多后,会阻挡紫外光对光引发剂的辐射,从而减少了能够光解的引发剂数目,降低了反应的活性,延长固化时间。由于二氧化钛遮盖力最强,当用量为 5% 时,光固化时间可达最短。

### 2.4 填料对油墨层耐摩擦性的影响

经 UV 固化机固化后的铜版纸至于 MJ-LD1816 型摩擦牢度测试仪下测试其耐摩擦性能,结果见图 4。

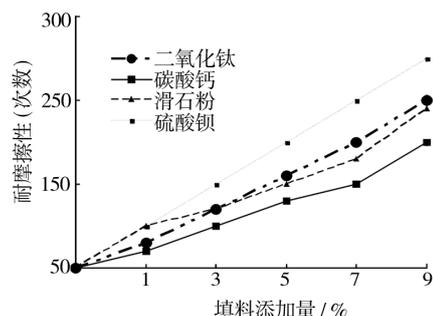


图 4 填料对油墨层耐摩擦性的影响

Fig. 4 Effect of filler on scuff resistance of ink

由图 4 可以看出,随着填料用量的增加,油墨层的耐摩擦性呈上升趋势。尤其对油墨样品添加硫酸钡后,耐摩擦性几乎呈直线上升。硫酸钡的密度达  $4.5 \text{ g/cm}^3$ ,比其它所有填料的密度都高,所以成膜后致密性好,受到摩擦时不易被磨损。二氧化钛密度为  $4.2 \sim 4.3 \text{ g/cm}^3$ ,较其余 2 种填料密度高,同时晶体结构稳定,具有较好的抗摩擦性。滑石粉对树脂具有吸附作用,可与树脂一起固化成膜,而且滑石粉结构为片状,刚性较高,尺寸稳定性好,耐磨性好。碳酸钙为粉状物质,耐磨性略低于其它填料,但是因其白度较高,价格廉价,在油墨行业也有广泛的应用。

## 3 结论

填料对 UV 胶印油墨的性能有着重要影响。填料的添加会加大油墨的细度、黏度,增强油墨层的耐摩擦性,适量的加填有利于减少 UV 油墨的固化时间。实验表明,添加二氧化钛为填料时,用量在 5% 时,油墨的细度最小,黏度适中,固化时间最短,耐摩擦性能良好。

### 参考文献:

[1] 肖忠良,巫桂英. UV 油墨的制备与性能优化[J]. 精细

- 化工中间体, 2009, 39(3): 61-64.
- XIAO Zhong-liang, WU Gui-ying. Preparation and Properties Optimization of UV Printing Ink[J]. Fine Chemical Intermediates, 2009, 39(3): 61-64.
- [2] 赵蕾. UV 胶印油墨的研制及其印刷适性的研究[D]. 北京: 北京印刷学院, 2007.
- ZHAO Lei. Study on Formulation and Printability of UV Curable Offset Ink [D]. Beijing: Beijing Institute of Graphic Communication, 2007.
- [3] 辛秀兰, 魏亚娜. 水性油墨的研究进展[J]. 中国印刷与包装研究, 2011, 3(3): 1-8.
- XIN Xiu-lan, WEI Ya-na. Research Progress of Water-Based Ink [J]. China Printing and Packaging Study, 2011, 3(3): 1-8.
- [4] 颜梅. 新型水性油墨的研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2006.
- YAN Mei. Study on Novel Water-Based Ink[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006.
- [5] HONG Xiao-yin. Synthesis and Characterization of a Hyperbranched Polyol with Long Flexible Chains and Its Application in Cationic UV Curing[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77: 1353-1356.
- [6] 聂立波. UV 固化油墨的研制[D]. 长沙: 湖南大学, 2001.
- NIE Li-bo. The Development of UV curable ink[D]. Changsha: Hunan University, 2001.
- [7] 邢宏龙. 紫外光固化油墨的进展[J]. 精细与专用化学品, 2000(7): 8-10.
- XING Hong-long. The Progress of the UV Curable Ink [J]. Fine and Specialty Chemicals, 2000(7): 8-10.
- [8] 金林生. 紫外光固化涂料的原料发展趋向[J]. 现代涂料与涂装, 1999(1): 37-40.
- JIN Lin-sheng. Latest Development Trend of Materials on UV-Curable Paint[J]. Modern Paint and Finishing, 1999(1): 37-40.
- [9] 张正健, 陈蕴智, 齐金标. 基于钢管标识用 UV 油墨的研制[J]. 包装工程, 2011, 32(3): 25-27.
- ZHANG Zheng-jian, CHEN Yun-zhi, QI Jin-biao. Development of UV Ink for Steel Pipe Marking[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3): 25-27.

(上接第 24 页)

- QIU Wei-yang, QIU Xian-hua, YU Ji-wen, et al. Study on Rheological Character of Pva-starch Polymer Blended Fluid[J]. Acta Polymerica Sinica, 1996(3): 365-368.
- [7] 范良兵. 淀粉降解塑料的制备及性能研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- FAN Liang-bing. Preparation and Properties of Starch Based Degradable Plastic [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2010.
- [8] 吴颖. 新型淀粉膜的制备及其结构和性能的研究[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- WU Ying. Preparation of Novel Starch Films and Study on Their Structure and Performance[D]. Tianjin: Tianjin University, 2009.
- [9] 阳超琴, 吴乐刚. 淀粉塑料的机械物理性能研究[J]. 昆明理工大学学报, 1997, 22(3): 87-92.
- YANG Chao-qin, WU Le-gang. A Study on Mechanical Properties of Starch-Based Plastics[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 1997, 22(3): 87-92.
- [10] GB/T 6343-1995, 泡沫塑料和橡胶表观密度的测定[S].
- GB/T 6343-1995, Determination of Density of Foam Plastics and Rubbers[S].
- [11] GB/T 8168-2008, 包装用缓冲材料静态压缩试验方法[S].
- GB/T 8168-2008, Testing Method of Static Compression for Package Cushioning Materials[S].
- [12] 郝维华. 缓冲包装材料中的发泡试验及工艺研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2002(5): 48-53.
- HAO Wei-hua. Study on Foam Experiment and Technology in Buffering Wrappings[J]. Journal of Heilongjiang Commercial College (Natural Sciences Edition), 2002(5): 48-53.