

UV 油墨在仿金属蚀刻印刷工艺中的应用

钱军浩

(无锡轻工大学机械系,无锡 214036)

摘要 利用丝网印刷进行仿金属蚀刻印刷工艺,应用于包装装潢印刷,可增强产品的欣赏价值和实用价值,弥补其他装潢印刷之不足。阐述了紫外线 (UV)油墨的干燥机理和使用其油墨的技术参数,以及改善仿金属蚀刻印刷的印刷条件。

关键词 丝网印刷;仿金属蚀刻印刷;紫外线 (UV)油墨;技术分析

中图分类号 TS802.3

0 前言

目前,在包装装潢印刷品中,越来越趋向高档、精美,对印刷工艺及所用材料、油墨、设备等提出更高的要求。比如,现在常见的包装装潢用铝箔纸,若用一般凸印、胶印、或凹印印刷,墨迹牢度不理想,如加以烘烤,铝箔纸又经受不起;又如印金、印银的包装装潢品,如用凸印,油墨成本较高,而且非一次印刷即能达到要求;如用胶印,则因润湿液等影响,易变色发暗。本篇旨在介绍近年来在我国兴起的一种特种丝网印刷工艺——仿金属蚀刻印刷,并探讨了该印刷工艺的特性、技术参数,对所用油墨进行定性分析。我们说,采用该印刷工艺,既能弥补上述之不足,又能产生特殊效果,是一种值得广泛应用的工艺方法。同时,考虑其实际生产条件:丝网印刷墨层厚带来的干燥问题,建议采用紫外线 (UV)油墨。紫外线 (UV)油墨可在 3~5 s 内固化干燥,大大改善了工作条件,提高了生产速度。

1 工艺分析

仿金属蚀刻印刷通常是采用丝网印刷加工手段,在具有金属镜面光泽的承印物表面,印上一层凹凸不平的透明油墨 (或涂料) 膜层,形成像毛玻璃般的粗糙面,可产生一种仿佛金属被腐蚀或雕刻过的效果,所以把这种印刷加工方法称为仿金属蚀刻印刷工艺。要进行仿金属蚀刻印刷和获得其特殊效果,应考虑以下几方面内容。

1.1 承印材料

承印材料应采用具有镜面光泽的铝箔纸、蒸镀纸、蒸镀氯乙烯软片、蒸镀聚酯软片等材料。在金属镜面的承印物上印刷后,原来具有镜面光泽膜面与印刷上的蚀刻油墨干燥后所呈

现的凹凸不平的粗糙面形成截然相反的对比。镜面光泽膜面在光的照射下,反射光为正反射,膜面有着金属的高光泽,使膜面呈凸起的效果;而凹凸不平的粗糙面在受到光的照射下,反射光呈漫反射,所以膜面光泽较暗,呈凹下的感觉。两者的反差越强烈,仿金属蚀刻的效果就越好。这种效果是其他印刷承印物无法达到的。

1.2 仿金属蚀刻油墨

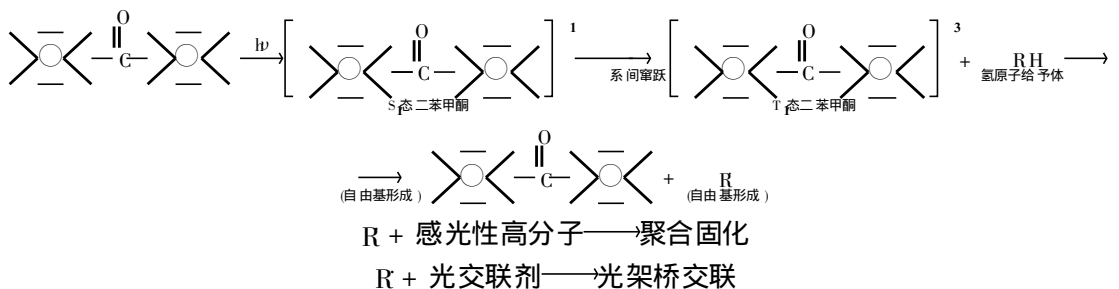
对这种油墨的要求主要有两点,首先是该仿金属蚀刻油墨应该是透明型的,因为光只能透过透明的油墨膜层,抵达承印物表面,反射出承印物固有金属光泽。而遮盖力大的不透明油墨,不能反射出承印物固有的金属光泽,故而不能产生仿金属蚀刻效果。其次,这种油墨干燥性能要好。最初使用的油墨是固体含量在 5% 的丙烯酸凝胶型油墨,印刷干燥后,再进行 180℃ 热处理。使用这种方法很不方便,往往在高热处理时,印刷用的金属镜面卡纸会燃烧或变形。

目前,仿金属蚀刻印刷油墨均为紫外线 (UV) 光固油墨,经紫外线照射 3~5 s 即可硬化。该仿金属蚀刻 (UV) 油墨目前国内尚无生产,均靠从国外进口。在此,我们分析一下紫外线 (UV) 光固油墨的干燥机理。

1.2.1 光化学反应机理 光化学反应的必要条件是分子必须吸收具有足够能量的光子后成为激发分子。激发态分子释放能量后返回到基态。只有某些种类的分子或是一些特定条件下的分子,可能成为寿命长的准稳定的激发态分子。这种准稳定的激发态分子,很可能向其它分子转移能量或产生自由基、离子等活性物质,从而发生化学反应。作为光化学反应,光引发剂是一种易受光激发的化合物。在吸收光子激发后生成自由基,能量转移给感光性高分子或是光交联剂,使 UV 油墨发生光固化反应。这就是光引发剂的光敏引发光化学机理。

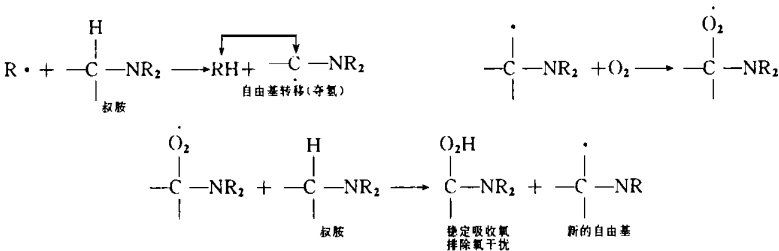
1.2.2 光源和光强 光能与波长、速度的关系式: $E = hc/\lambda$ (式中 E 能量; h 普朗克常数; c 光速; λ : 波长), 可见光能和波长成反比,波长越短的光线能量越大,因而光固油墨在红外和可见光下是安全的,而紫外线可使光固化油墨迅速固化。

1.2.3 光敏引发剂的光分解过程 由于光能使分子受激,受激的分子处在高能位上,很可能导致分子分解,或者键的一部分开键,生成自由基等活化分子,引起双键的聚合反应或是引起架桥等光交联反应。有一些有机化合物特别容易受激分解,这些有机化合物就可以作为我们所说的光敏引发剂。例如二苯甲酮就是一种很好的光敏引发剂。受光激发的机理可看下式:



自由基的形成不仅仅是引发感光性高分子和光交联剂,还会发生一些付反应,特别要提出的是氧的作用。空气中的氧分子由于其本身结构特性(氧分子在基态时就是三线态),容易

使三线态光引发剂发生淬灭。同时氧化也会与已生成的发生复合作用,使光引发剂的活性降低,因此在光聚合和光交联的过程中必须使用其它光敏助剂或其它方法排除空气中的氧干扰,例如使用叔胺化合物(叔胺化合物是常见的排除氧干扰助剂):



1.2.4 UV油墨连结料原材料 光固连结料主要由光固树脂或预聚物、交联剂、光敏剂及阻聚剂组成

1) 光固树脂或预聚物 光固树脂或预聚物对紫外光光固油墨的固化速度、光泽、清晰度、附着力、韧性、耐摩擦、坚牢度都有很大的影响。目前 UV 油墨使用比较多的光固树脂有两种:一种是不饱和聚酯,通常是饱和或不饱和的二元酸(酐)缩聚而成的线型高分子化合物;另一种是丙烯酸型酯,例如含羟基的饱和或不饱和聚酯与丙烯酸进行酯化,或采取其它方法制得丙烯酸型不饱和聚酯、丙烯酸聚醚、丙烯酸环氧树脂、丙烯酸聚氨酯。

2) 交联剂 不饱和聚酯是有不饱和双键和线型结构的高聚物,凡是能与这种高聚物进行交联共聚的单体,称为交联剂,又名“架桥剂”,使线型聚酯交联成网状结构。交联剂的分子结构中都具有π键或共轭大π键,是可光聚合的活性基,常用的交联剂见表 1、表 2

表 1 可光聚合的活性基

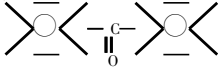
活性基的名称	基的结构式	代表性化合物	活性基的名称	基的结构式	代表性化合物
丙烯酸根	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	丙烯酸	环氧丙烷基	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2- \end{array}$	环氧氯丙烷
甲基丙烯酸根	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$	甲基丙烯酸	丁烯二酸根	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ -\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}-\text{O}- \end{array}$	丁烯二酸

表 2 常用的交联剂的物性

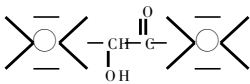
结构性质的名称	结构式	分子量	沸点(℃)	熔点(℃)
丙烯酸	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	72	141.4	
甲基丙烯酸 环氧丙酯	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{O} \end{array}$	142	176	
甲基丙烯酰胺	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CONH}_2$	5	固态	110

3) 光引发剂的类型和品种 光敏剂大致可分的种类见表 3。其中羰基化合物是紫外光光固油墨中常用的光敏剂,主要有两大类:一是酮类,另一类是安息香及其醚类。

(1) 酮类二苯甲酮



(2) 安息香及其醚类



它们的共同特点,都含有 $\text{C}=\text{O}$ 基,而且是芳香酮基,首先进行光敏作用;不同之处是,安息香类本身通过光化学作用,可以引发烯类单体,所以既是光敏剂,又是光引发剂;而二苯酮通过光化学作用后,往往需要再与其它分子作用后,才能引发烯类单体聚合,所以严格而言它只是光敏剂,不是很好的光引发剂,需要与其它化合物配合使用 光敏剂的用量在 3% ~ 6% .

4) 阻聚剂 在自由基聚合的过程中,由于某些少量物质的存在,使单体与不饱和树脂不能发生聚合反应,则称为阻聚,引起这种现象的物质称为阻聚剂

阻聚剂的阻聚作用分为两种情况;一种是阻聚剂能与引发剂作用,使后者失去活性,从而降低了聚合反应的速度 这种阻聚剂亦叫阻缓剂,其阻缓能力的大小与其在树脂中浓度成正比 属于这类阻缓剂的有氢醌、二羟基苯、三羟基苯、芳香族胺类、单宁、苯甲醛等. 另一种是阻聚剂不与引发剂作用,只能防止树脂在低温下不发生聚合作用,这类阻聚剂也叫稳定剂. 属于这类稳定剂的有二价铜盐、取代胂盐、季胺碱盐与取代对苯醌等.

对于具有一 CH_2X 形式的游离基,若 X 为给电子基 (C_6H_5- , $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-$, $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\overset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_3-$),由于这种游离基比较活泼,应优先选择醌类、芳硝基化合物,变价金属盐(三氯化铜、醋酸铬及钪盐)等易于容电子的化合物,其次是选酚、芳胺类等化合物作阻聚剂;若 X 为吸电子基(如一 COOH , $\text{CH}_3\text{COG}-$, 一 CN),则应优先选择酚类、胺类等易于供出电子的化合物,其次是选醌类和芳硝基化合物作为阻聚剂. 这些阻聚剂不会抑制光固化反应,只是防止热聚合反应才添加的,因此,用量为不饱和聚酯的 0. 01% ~ 0. 20% .

5) UV 油墨的应用 UV 油墨配比范围如下: 颜料: 15~ 25(色墨); 50~ 60(白墨); 光固连结料: 40~ 70; 光敏剂: 1~ 10; 辅助剂: 0. 01~ 2

1. 3 印刷工艺参数的掌握

要顺利进行仿金属蚀刻印刷,选择合适的丝网很重要. 因为,仿金属蚀刻油墨的墨丝短而稠,其中添加剂颗粒直径在 15~ 30 μm 左右. 如选择 400 目以上的高目数丝网,丝网的网孔小,印刷时油墨不易通过或通过很少,会导致油墨量不足而影响印刷品质量和仿金属蚀刻效果. 如采用 150 目以下的低目数丝网,网孔大,油墨的通过量多而导致图纹模糊,也影响仿金属蚀刻的效果,所以必须根据实际使用经验选择相适应的丝网目数. 建议: 一般使用 180 目的丝网,精细花纹可使用 250 目的丝网

印刷时,UV 油墨要保持一定的粘稠度,不能过稠,过稠时可加入专用稀释剂或工业酒

表 3 光敏剂的种类

光敏剂的分类	感光区 /nm	代表性化合物
羰基化合物	360~ 420	安息香,二苯甲酮, ω -溴化苯乙酮,联苯甲酰,苯醌,蒽醌
偶氮化合物	310~ 400	偶氮二异丁腈,重氮化合物
有机硫化物	280~ 400	硫醇,如十二硫醇;烷基硫化物,如二苯基二硫,四乙基秋兰姆
氧化还原体系	-	Fe^{2+} / 过氧酸
卤族化合物	300~ 400	卤化银, CBr_4 , Hg Br_2

精。

除掌握好丝网的选择,选用金属镜面卡纸和仿金属蚀刻油墨的调配外,刮板压力轻重也是不可忽视的重要因素。因为用墨丝短而稠,压力轻,油墨通过网孔不顺利;压力重,油墨通过网孔的量会太多,两者均会影响印刷质量和仿金属蚀刻效果。适宜的刮板压力应控制在比印刷普通色墨的压力略大一点为宜。

紫外线光固化机的光源功率最好在 10kW 左右,建议安装 3kW 3 支或 5kW 2 支,光固化机必须配有冷却降温装置。另外,紫外线干燥 UV 油墨的应用还存在一些实际问题,如紫外线辐照器会产生臭氧,需采取通风措施,对印件表面常采用惰性气体封闭以消除氧对干燥的抑制作用等等。紫外线干燥油墨的一些单体会刺激皮肤,因此操作时要注意安全防护。紫外线辐射部分有少量 X 射线,需装备可靠的防辐射屏蔽装置,操作人员还需戴上深色保护眼镜。

2 结论与展望

仿金属蚀刻印刷应用十分广泛。紫外线 (UV) 固化油墨的成功运用,给当今包装印刷、铭牌装饰和艺术玻璃装饰带来了新景象,在高档包装盒、金属标牌、不干胶软质铭牌和艺术玻璃等制品上,以其金属般光亮及雕蚀、浮凸的视觉效果,赢得较好的欣赏价值和实用价值,大大地提高了产品档次而且有一定的防假冒作用。给目前印刷包装装潢印刷业提供一种新的思路和方法。

参 考 文 献

- 1 阎素斋. 丝网印刷油墨. 北京: 印刷工业出版社, 1995
- 2 管德福. 仿金属蚀刻印刷的应用. 印刷杂志, 1996(2)
- 3 章玉梅. 仿金属蚀刻印刷工艺的应用. 丝网印刷, 1996(3)
- 4 日本高分子学会. 新印刷材料. 贾常淮译. 北京: 印刷工业出版社, 1993

A Study on Use of Ultraviolet Rays Curing Ink in Imitating Metal Stopped-out Printing

Qian Junhao

(Dept. of Mech. Eng., Wuxi University of Light Industry, Wuxi, 214036)

Abstract By using screen printing to imitate metal stopped-out printing in the package and decorative industries can increase the appreciation value and practical value of the products. This paper introduces the drying theory of ultraviolet rays curing ink and the technology parameters, as well as the conditions of imitating metal stopped-out printing.

Key-words screen printing; imitating metal stopped-out printing; ultraviolet rays curing ink; technology analyzing

(责任编辑: 陈 娇)