

喷墨打印水转印过渡层的性能研究

郝喜海^{1,2}, 付翠霞¹, 王会芬¹, 卞喻¹, 阳家菊¹

(1. 湖南工业大学 包装新材料与技术重点实验室, 株洲 412007; 2. 湖南工业大学 包装与材料工程学院, 株洲 412007)

摘要: 实验研究了过渡层对喷墨打印水转印转印膜伸长率及转印效果的影响。结果表明:水转印膜伸长率随着硝化纤维的增加、丙烯酸树脂的减少而减小;初始接触角随表面活性剂纳米二氧化硅的增加而减小,提高了过渡层对水性油墨的吸附性能。

关键词: 硝化纤维; 伸长率; 丙烯酸树脂; 纳米二氧化硅; 接触角

中图分类号: TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)05-0103-04

Performance Research on Transition Layer of Ink-jet Printing in Water Transfer Printing

HAO Xi-hai^{1,2}, FU Cuixia¹, WANG Hui-fen¹, BIAN Yu¹, YANG Jia-ju¹

(1. Key Laboratory of Advanced Materials and Technology for Packaging, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China; 2. College of Packaging and Materials Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: Influence of the transition layer on elongation of water transfer printing film and transferring effect was investigated. The results showed that increasing the concentrations of nitrocellulose and decreasing the concentrations of acrylic resin can reduce the elongation; the initial contact angle is reduced by increasing nano silica in surfactant, which improve the adsorption performance of the transition layer of water-based ink.

Key words: nitrocellulose; elongation; acrylic resin; nano silica; initial contact angle

水转印工艺过程是将水转印膜放入水中延展,喷涂活化剂,油墨活化后将承印物置于膜上进行转印,得到转印工件。而对于活化后的油墨与承印材料间的粘附效果是否良好,取决于油墨对承印物的润湿能力以及油墨与承印物间的相互作用^[1]。对于承印材料本身而言,极性结构如 PS(聚苯乙烯)、PVC 等印刷前不需要做表面处理,而对非极性的 PP、PET 等则需要进行表面处理^[2]。一般情况下,转印前要对承印物进行喷底漆处理,其主要目的是增大油墨与承印物接触的粘合力。不同的转印图案应选用不同颜色的底漆,不同的承印材料则应选用不同类型的底漆。底漆一般要求与承印物附着力好,且应漆膜坚硬,耐磨性能及耐油性能较好。在水披覆转印的整个过程中,还可以根据不同需求将底漆喷涂在承印物表面或者涂敷在印刷好的转印膜表层,从而方便转印的实现^[3]。

丙烯酸树脂色浅,其成膜后具有良好的透明性,同时附着力、光泽、耐候性都很好。在水转印过程中作为底漆,有助于增大活化后油墨与承印物之间的粘合力,使承印物完成转印后墨膜不易脱落,不造成转印缺陷。硝化纤维溶液具有一定黏度,能够更好地与树脂兼容并具有良好的快干性,它能使树脂本身的硬度提高,以增强其延展性,因此在水转印中能够得到很好的应用。笔者针对水转印工艺过程中产品工件的粘结性能以及喷墨打印效果进行实验研究,为进一步提高转印质量提供理论依据。

1 实验

1.1 材料与仪器

材料:聚乙烯醇(PVA)水转印膜,株洲蓝海包装

收稿日期: 2012-12-21

作者简介: 郝喜海(1962-),男,湖南工业大学教授,主要从事包装机械及包装材料方面的教学与科研工作。

有限公司;丙烯酸树脂;硝化纤维(1/2s),分析纯;ABS塑料板;乙酸乙酯,分析纯;丙酮,分析纯;纳米二氧化硅;PVA;十二烷基苯磺酸钠(SDBS)。

仪器: Epson Stylus Pro7910 喷墨打印机; Epson R230 喷墨打印机;转印水槽(自制);简易涂覆机(自制); GZX-9030MBE 数显鼓风干燥箱,上海博讯实业有限公司医疗设备厂; ZB-0.13/7 直联便携式空气压缩机,泉州日豹机电有限公司;喷枪;视频光学接触角测量仪,德国 Dataphysic 公司;电子分析天平-AUY220。

1.2 方法

1) 将硝化纤维溶液分别涂覆在已经打印完成和未打印的薄膜上,进行水转印实验,转印时活化剂为硝化纤维的溶剂。

2) 将自制的硝化纤维与丙烯酸树脂混合溶液超声波震荡呈均匀状态后,用简易涂覆机将其分别均匀涂覆在未打印 PVA 表面和完成打印的水转印膜表面,晾干后即可。

3) 将上述硝化纤维与丙烯酸树脂混合溶液加表面活性剂超声波震荡后,涂覆在水转印膜上,自然晾干或 40 ℃ 左右烘干。

4) 承印物工件(ABS 板)进行退火、除油、除电除尘等表面处理,然后放入延展好并活化完成的水转印膜上,压入水中 2~3 s,完成水转印后用清水将工件表面清理干净并烘干,喷涂保护漆。

1.3 性能测试

1) 水转印膜伸长率测试^[4]。在 PVA 膜上喷墨打印出直径 $D_0 = 5$ cm 的圆形图案,分别用 D_1, D_2 表示转印后图形的 2 个相互垂直的直径,转印膜伸长率 $= (D_1 + D_2) / 2D_0$ 。

2) 接触角测试。测试转印膜的过渡层表面的初始接触角 θ_0 ,然后继续测其 60 s 的接触角 θ_1 ,润湿速率 $= (\theta_1 - \theta_0) / 60$ 。

2 结果与讨论

2.1 硝化纤维对 PVA 膜伸长率的影响

目前大部分水转印采用凹版印刷方式,利用亲油性的溶剂型油墨进行印刷。原理上是利用难溶于水的溶剂型油墨,在 PVA 膜在水中溶胀溶解之后浮在水面上,然后喷涂能使油墨转化为印刷状态的活化剂,从而完成转印的。实验采用喷墨打印技术,水性

油墨替代溶剂型油墨,但是这种改变使得图案在转印过程中,由于 PVA 溶解在水中,水性油墨直接与水接触而造成油墨的部分溶解,出现图案失真。因此必须在油墨与 PVA 膜之间加上一层保护层(即过渡层)或者是在印刷完成后涂覆一层保护层,来保证油墨不溶解、图案不变形。采用涂料中经常采用的硝化纤维作为过渡层的主要成膜物质,溶剂乙酸乙酯作为溶剂并调节溶液黏度。不同质量分数的硝化纤维对 PVA 膜伸长率的影响见图 1。

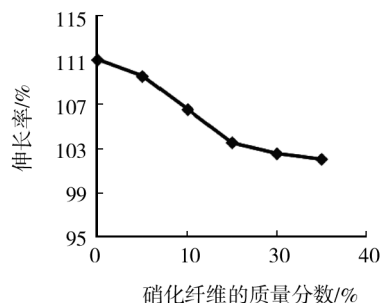


图 1 不同质量分数的硝化纤维对 PVA 膜伸长率的影响

Fig. 1 Influence of nitrocellulose concentrations on elongation of PVA film

由图 1 得出,随着硝化纤维质量分数的增加,PVA 膜在溶胀时所受的限制也就越大,伸长率就越小,造成图案变形情况也就越轻微。随着硝化纤维质量分数的增大,PVA 膜表面刚性增大,在膜延展时造成的褶皱也就越大,部分位置甚至发生断裂,在实验中当硝化纤维含量质量分数在 40% 时,断裂情况已经无法完成转印,因此还需要添加一定的助剂来改变硝化纤维的韧性,起到增塑效果。实验中采用丙烯酸树脂作为硝化纤维溶液的增塑剂,分别用不同质量分数硝化纤维和不同的丙烯酸树脂配制过渡层,来观察丙烯酸树脂和硝化纤维对伸长率的影响,不同质量分数丙烯酸树脂时硝化纤维含量变化对伸长率的影响见图 2。

由图 2 中的变化形式可以看出,随着丙烯酸树脂相对含量的增多,PVA 膜的伸长率是逐渐增大的,在延展过程中丙烯酸树脂相对含量越高,薄膜铺展的也就越平展,因此说明丙烯酸树脂起到了很好的增塑作用,而且当丙烯酸树脂质量分数较低时伸长率变化小,继续增大质量分数伸长率变化变大,当质量分数在 20%~25% 时伸长率基本上变化不大。图 2 中当硝化纤维含量较少时,无论添加多少的丙烯酸树脂,

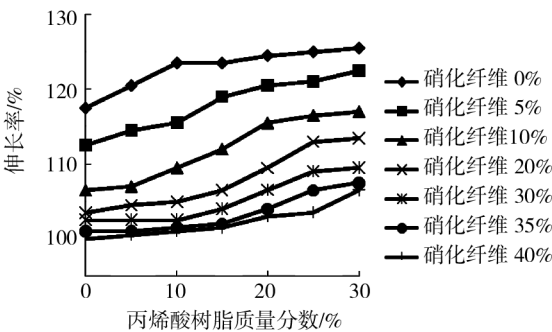


图2 不同质量分数丙烯酸树脂下硝化纤维含量变化对伸长率的影响

Fig.2 Influence of nitrocellulose changing on elongation under different acrylic resin concentration

PVA 膜伸长率的变化都不大,此时 PVA 膜的溶胀延展性是整个伸长率的主导;而随着硝化纤维含量的增多,过渡层的成膜物质含量增大,逐渐替代 PVA 的主导位置,同时丙烯酸树脂的增塑作用也就体现出来。但是在实验过程中,当硝化纤维 35% 时已经出现轻微的褶皱,而到 40% 时已经破裂无法转印出完整图案,这也说明在转印过程中的过渡层主要成膜物质与增塑树脂的含量也是有一定限制的。

2.2 表面活性剂对喷墨打印水转印效果的影响

采用喷墨打印方式进行印刷时,过渡层在水转印工艺过程中起到保护水性油墨的作用,因此过渡层的涂覆方式也就表现为 2 种——即在 PVA 空白膜先进行过渡层涂覆,而后进行喷墨打印,或者先对 PVA 空白膜进行印刷然后再涂覆保护层。

当先对 PVA 空白膜进行涂覆过渡层后,要对其进行喷墨打印就需要考虑过渡层对水性油墨的吸附润湿性能,既不能使过渡层吸收效果特别好而产生油墨的“发毛”现象,又不能使油墨无法承印在过渡层上,因此要加入一定量的表面活性剂来增大过渡层对水性油墨的吸收性能。而当 PVA 膜打印完后,对其进行一层过渡层的涂覆处理,然后进行转印,对水性油墨水转印转印效果的影响也是很显著的。对于这层过渡层,要求既能保护水性油墨在遇到水后不迅速溶解,又要保证转印时能有很好的粘合性能,使油墨很好的粘附在承印物工件上。因此,需要过渡层不溶于水,保证对水性油墨的吸附性能大于水对水性油墨的吸附性能,而且要求具有很好的附着力。实验中采用不同的表面活性剂添加到过渡层,来改变过渡层对水性油墨的吸附性能^[5-6]。

从表 1 可以看出,在过渡层中加入表面活性剂后,

表 1 不同表面活性剂对初始接触角的影响			
Tab.1 Influence of different surfactant on initial contact angle			
表面活性剂	初始接触角	60 s 接触角	润湿速率
	/ (°)	/ (°)	/ ((°) · s ⁻¹)
纳米二氧化硅	68.5	52.8	26.167
PVA	69.5	62.5	11.667
SDBS	69.9	57.9	20.000
空白对比组	84.7	74.9	16.333

过渡层的初始接触角与未加表面活性剂的空白组相比全部变小,可以认为表面活性剂的加入使过渡层具有很好的亲水性,由于喷墨打印的油墨为水性油墨,因此加入后能够很好地吸附水性油墨。3 种表面活性剂与空白组相比较来说,加入纳米二氧化硅的过渡层的初始接触角比其他 2 个低,而它的润湿速率相对较大,说明它比另 2 种有更好的亲水性,能够更好地吸收水性油墨。不同含量纳米二氧化硅对接触角的影响及适量纳米二氧化硅含量下的接触角对比见图 3 和 4。

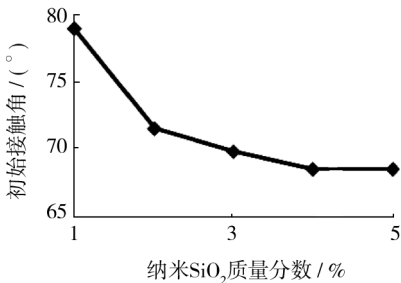


图3 纳米二氧化硅质量分数对接触角的影响

Fig.3 Influence of nano silica content on contact angle

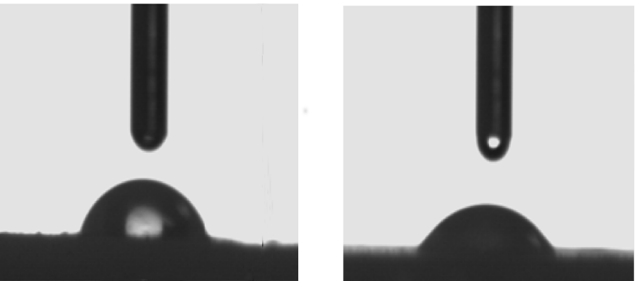


图4 纳米二氧化硅质量分数为4%时的初始接触角与60 s接触角

Fig.4 The initial contact angle and 60 s contact angle of 4% nano silica content

纳米二氧化硅粒径小、孔隙率高、比表面积大,能够在图层中形成大量微孔网络,紧紧固定水性油墨墨滴。从图 3 可以看出,过渡层的初始接触角随着纳米二氧化硅含量的增加而变小,达到 4% 后继续增大纳米二氧化硅的量,接触角变化不大。实验通过改变纳米二氧化硅含量进行对比,确立了纳米二氧化硅在过渡层中的最佳含量,使过渡层能够保护水性油墨不溶于水,从而完成水性油墨的转印。

3 结论

喷墨打印水转印过渡层的涂覆能够保证水性油墨的顺利转印,其过渡层为:质量分数 30% 的硝化纤维素作为主要成膜物质,25% 的丙烯酸树脂作为增塑剂和粘合剂,表面活性剂纳米 SiO₂ 添加量为 4%,整个过渡层溶液以乙酸乙酯作为溶剂。制成的过渡层涂覆在水转印膜表面后,能够达到转印过程中的基本要求,使转印后色彩饱满、图像清晰。

参考文献:

[1] 刘彩凤,张晓惠. 基于油墨附着性能的塑料软包装材料印刷适性分析[J]. 包装工程,2006,27(6):98-99.
LIU Cai-feng,ZHANG Xiao-hui. Analysis of Plastic Flexible Packaging Material Printability Based on Printing Ink Adhe-

—————

(上接第 73 页)

[2] 吴卫东,廖文和. 构建机械类产品快速设计系统的关键技术研究[J]. 机械设计与制造,2008(4):200-202.
WU Wei-dong,LIAO Wen-he. The Research of the Key Technology of Construct Mechanical Product Rapid Design System [J],Mechinery Design and Manufacture,2008(4):200-202.

[3] 张红旗,曹文钢,王保清. 汽车车架快速设计系统的研究[J]. 机械科学与技术,2002,26(6):972-974.
ZHANG Hong-qi,CAO Wen-gang,WANG Bao-qing. Research on a Rapid Design System of the Automobile Frame [J]. Mechanical Science and Technology,2002,26(6):972-974.

[4] 姚佳,郭宇. 支持铁路货车快速设计的知识模型研究[J]. 中国机械工程,2011,22(6):691-696.
YAO Jia,GUO Yu. A Study of Knowledge Model Supporting Roll ing Stock Rapid Design[J]. China Mechanical Engi-

sion Capability [J]. Packaging Engineering,2006,27(6):98-99.

[2] 汤文杰,汤文波. 浅谈印刷表面处理技术[J]. 印刷世界,2011(10):35-37.
TANG Wen-jie,TANG Wen-bo. Discuss the Surface Treatment Technology of Printing[J]. Print World,2011(10):35-37.

[3] 付翠霞,郝喜海. 水披覆转印的研究进展[J]. 包装学报,2012,4(3):44-48.
FU Cui-xia,HAO Xi-hai. The Advance in Study on the Water Bestrow Transfer Printing[J]. Packaging Journal,2012,4(3):44-48.

[4] 张喆,李培金. 喷墨打印在水转印上的应用及工艺研究[J]. 应用化工,2009,38(1):108-111.
ZHANG Zhe,LI Pei-jin. Research on the Process and Application of Ink-jet Printer in Water Transfer Printing[J]. Applied Chemical Industry,2009,38(1):108-111.

[5] 翟大昌. 纳米二氧化硅在高光泽数码喷墨打印相纸涂料中的应用[J]. 涂料工业,2008,38(6):33-35.
ZHAI Da-chang. Application of Nano-SiO₂ in High Gloss Jet Printing Paper Coatings [J]. Paint & Coatings Industry,2008,38(6):33-35.

[6] 胡学梅. 硅系微孔型高光喷墨打印相纸研究[D]. 北京:北京化工大学,2008.
HU Xue-mei. Resech of High-gloss Ink-jet Printing Paper with SiO₂ as Ink Absorption Media[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology,2008.

—————

neering,2011,22(6):691-696.

[5] BAXTER D,GAO J,CASE K,et al. A Framework to Integrate Design Knowledge Reuse and Requirements Management in Engineering Design[J]. Robotics and Computer-integrated Manufacturing,2008,24(4):585-593.

[6] 李勇,吴庆鸣. 基于集成模型的产品快速设计系统研究[J]. 机械设计,2008,25(12):5-7.
LI Yong,WU Qing-ming. Research on Rapid Designing System of Products Based on Integration Model[J]. Journal of Machine Design,2008,25(12):5-7.

[7] 尚欣,殷国富,杨佐卫,等. 包装机企业产品链规划的可重构模块方案设计[J]. 包装工程,2009,30(11):111-114.
SHANG Xin,YIN Guo-fu,YANG Zuo-wei,et al. Reconfigurable Module Design Based on Enterprise Product Chain [J]. Packaging Engineering,2009,30(11):111-114.