

瓦楞纸箱后印工艺“排骨纹”产生机理研究

宋卫生

(河南牧业经济学院, 郑州 450046)

摘要: **目的** 研究瓦楞纸箱后印工艺产生“排骨纹”故障的有效控制方法。**方法** 使用IGT F1柔印印刷适性仪和全功能光泽度计,实验研究了印刷密度与光泽度随印刷压力变化的特性,以及压力设置与实际所承受压力的关系;采用有限元模拟方法模拟了印刷过程中单元瓦楞范围内面纸的压力分布规律。**结果** 在印刷压力增大到125 N左右之前,印刷密度随着印刷压力的增加而迅速变大,当印刷压力增大到250 N左右之后印刷密度则趋于稳定;光泽度基本不受印刷压力的影响;压强测量值与所施加的印刷压力基本呈线性关系;同时,在单元瓦楞范围内的压力分布曲线中,楞谷部分的压力低于楞峰部分的压力。**结论** 人眼所察觉到的“排骨纹”是由印品密度变化导致的,与印品光泽度的变化无关,印品密度的变化则主要是由印刷压力的变化造成的。

关键词: 排骨纹; 瓦楞纸箱; 后印工艺; 机理

中图分类号: TS801 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)21-0067-04

Formation Mechanism of Strips on Corrugated Box in Post-printing

SONG Wei-sheng

(Henan University of Animal Husbandry and Economy, Zhengzhou 450046, China)

ABSTRACT: **Objective** To study the effective method of controlling the phenomenon of strips on corrugated board in the process of post-printing. **Methods** The variation characteristics of print density and gloss under different pressure values and the relationship between the measured pressure value and the set printing force were experimentally studied using IGT F1 and gloss meter. The press distribution over single flute width on corrugated boards in the printing process was simulated using finite element simulation method. **Results** The print density rapidly increased with the printing force until the printing force reached about 125 N, and reached a plateau when the printing force reached about 250 N, but the print gloss was not affected by the printing press. The measured pressure value was linear with the set printing force. And the pressure on the peak of flute was bigger than that on the valley of flute in the pressure distribution curve. **Conclusion** The strips were caused by the variation of print density instead of print gloss. And the variation of print density was mainly caused by the variation of the printing pressure.

KEY WORDS: strip; corrugated box; post-printing technology; mechanism

彩色瓦楞纸箱包装具有保护内装物、方便运输、刺激消费者和促进销售的作用,近些年来越受到了人们的青睐,其印刷质量也受到了印刷生产方和使用方的重视。但是,在瓦楞纸箱生产过程中,往往会出现条纹现象,行业内称之为“排骨纹”,影响了包装

装潢本身的整体图像效果。尽管国内外不少学者认识到了“排骨纹”的存在及其危害性,但是较少有人对其产生机理进行合理的解释。为此,研究彩色瓦楞纸箱后印工艺中“排骨纹”的产生机理,通过建立印刷密度、光泽度和印刷压力之间的关系,找到了产

收稿日期: 2014-05-10

作者简介: 宋卫生(1980—),男,河南人,硕士,河南牧业经济学院讲师,主要研究方向为包装工程与仿真分析。

生“排骨纹”的根本原因,为分析解决“排骨纹”故障提供理论基础。

1 后印工艺的“排骨纹”现象

瓦楞纸箱的印刷方式可以分为预印(前印)和后印(直接印刷)等2种,其工艺流程见图1^[1]。2种工艺不仅仅是在印刷顺序上存在较大的差异,而且在印刷质量上也会出现较大的差别,直接在瓦楞纸板上印刷时往往会出现“排骨纹”故障而影响印刷质量。“排骨纹”是与瓦楞芯纸楞向平行的印刷色彩密度和光泽度的间歇周期性不均匀现象^[1-2],见图2。

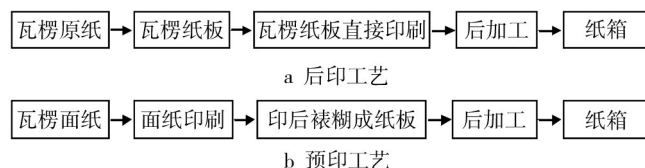


图1 瓦楞纸箱印刷方式

Fig.1 Process chart of post-printing and pre-printing of corrugated box

在包装印刷中,像“排骨纹”这样的周期性印刷问题相对于随机性的印刷缺陷来讲,更容易被人眼所发现,也是客户所不能接受的。“排骨纹”一般被认为是由瓦楞纸板上的瓦楞纹造成的^[3-7]。瓦楞纹是在瓦楞纸板生产中,由于芯纸瓦楞结构的原因,造成面纸周期性凹凸不平的一种现象,见图3。瓦楞纹的波动幅度通常在10~100 μm 之间^[8],是瓦楞纸板面纸的一种常见结构缺陷,一般认为是由用于粘合瓦楞芯纸和面纸的黏合剂所造成的。人们之所以认为是瓦楞纹引起了“排骨纹”的产生,其原因在于瓦楞纸板面纸的凹凸不平造成了印刷压力的不均^[9],从而导致印刷密度不均。



图2 带“排骨纹”的印刷品
Fig.2 Print with strips pattern



图3 带瓦楞纹的瓦楞纸板示意
Fig.3 Sketch map of corrugated board with corrugated

2 实验与模拟结果

2.1 瓦楞纸板面纸油墨转移性能测量

在IGT F1柔印印刷适性仪上印刷定量为140 g/m^2 、50 mm宽的瓦楞纸板面纸试样,在30~500 N之间取不同印刷压力值,在试样上印刷40 mm宽的实地,每个压力印刷5个试样。所用网纹辊的网纹角度为 60° ,网纹线数为120线/cm,网穴容积为12 mL/m^2 。所用油墨用2号蔡恩杯测量黏度为20 s。印版厚度为1.7 mm,宽度为49 mm。使用分光光度计测量试样的印刷密度,观测角为 2° 。每个试样测量20次并求其平均值。对每个压力下的5个试样的平均值再求平均值,即为该压力所对应的印刷密度值。

对光泽度也需要进行测量,使用全功能光泽度计进行测量,测量角度为 75° 。每个试样需要测量5次求平均值,然后对每个压力下5个试样的平均值再求平均值,即为该压力所对应的印刷光泽度值。

2.2 实验结果及讨论

在IGT F1柔印印刷适性仪上实验所得到的不同印刷压力下的印刷密度可见,在印刷压力增大到125 N左右之前,印刷密度随着印刷压力的增加而迅速变大,当印刷压力增大到250 N左右之后印刷密度则趋于稳定。在IGT F1柔印印刷适性仪上施加一定印刷压力后,瓦楞面纸表面实际压强测量值分布情况计算结果可见,测量的压强与施加的印刷压力基本呈线性关系。

在瓦楞纸板印刷密度测试试样上,对MD(机器方向)和CD(垂直机器方向)2个方向光泽度值进行了测量,结果见图4,可见MD方向的光泽度稍高于CD方向的光泽度,同时印刷光泽度受印刷压力的影响较小。

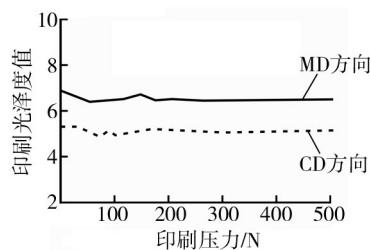


图4 光泽度-印刷压力关系曲线
Fig.4 Relationship between the print gloss and press value in MD

可以得到印刷密度分布曲线,见图5。同样,利用图4的结果将印刷压力分布曲线转换为MD方向的印刷光泽度曲线,见图6。可以看出,印刷光泽度在瓦楞的MD方向没有发生明显的波动,说明印刷压力的波动仅仅造成了印刷密度的变化,而光泽度受其影响很小。

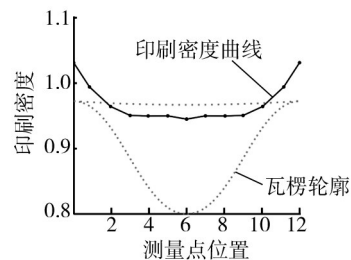


图5 单元瓦楞范围内印刷密度分布曲线
Fig.5 The print density value distribution over single flute width

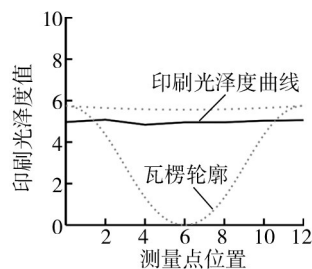


图6 单元瓦楞范围内光泽度分布曲线
Fig.6 The print gloss value distribution over single flute width

2.3 有限元模拟

在有限元软件 Ansys 中建立柔印版压印瓦楞纸板模型,见图7。其中,柔印版的厚度设置为 1.7 mm^[11],

印版滚筒半径为 10 cm,瓦楞的整体高度为 3 mm,单元瓦楞的宽度为 6 mm,柔印版的弹性模量为 0.6 MPa,泊松比为 0.43^[12]。瓦楞纸板各部分的力学性能参数见表 1^[13-14]。在分析过程中,约束瓦楞里纸底部的所有自由度,同时耦合了滚筒上所有节点在 x 和 y 方向的自由度,滚筒和印版之间用 glue 操作来模拟印版粘贴到滚筒上的效果,最后给印版滚筒上所有的节点施加总量为 100 N 的印刷压力。按照上述方法,变化印版和瓦楞单元之间的相对位置,在单元瓦楞范围内平均选择 12 个点作为压印点进行施压,分析结果的局部放大图见图 8,可见,瓦楞被压陷,同时印版和瓦楞的接触也变成了线带接触。选择 12 次不同位置分析时,主压印点处的最大 y 方向受力为印版作用于瓦楞面纸的压强。单个瓦楞单元跨度内 12 个不同节点的受力分布情况见表 1。

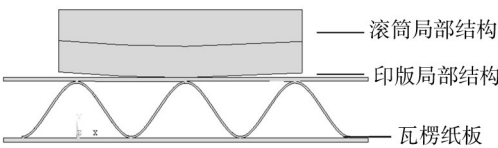


图7 柔印版压印瓦楞纸板有限元模型
Fig.7 Finite element model of flexo printing on corrugated boards

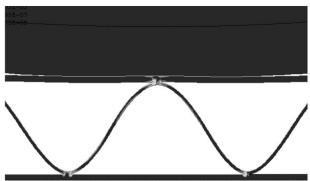


图8 有限元分析结果
Fig.8 Result of finite element analysis

表1 瓦楞纸板各层原材料的力学性能

Tab.1 Mechanical parameters of each layer of raw material of corrugated boards

原材料	泊松比/ ν			弹性模量/MPa			剪切模量/MPa		
	ν_{xy}	ν_{xz}	ν_{yz}	E_x	E_y	E_z	G_{xy}	G_{xz}	G_{yz}
面纸(200 g/m ³)	0.34	0.34	0.34	7600	4020	38	2140	20	70
芯纸(120 g/m ³)	0.01	0.01	0.01	5400	2280	27	1360	20	65
里纸(160 g/m ³)	0.01	0.01	0.01	6660	3310	33	1820	20	70

3 结语

通过对印刷密度和光泽度的实验分析可知,人眼所察觉到的“排骨纹”是印品密度变化导致的,与印品

光泽度的变化无关。而印品密度的变化则主要是由于印刷压力的变化所造成的。如果印刷压力低于印刷压力-印刷密度曲线的平缓区域时,则会对印品密度造成较大影响。因此,瓦楞纸板面纸的油墨转移性能和印刷压力-印刷密度关系是造成瓦楞纸板印刷缺

陷的重要影响因素。在印刷表面较为粗糙的面纸时,由于需要较高的印刷压力才能获得所需的印刷密度,因而“排骨纹”现象将会比较明显。虽然提高印刷压力能够使得瓦楞波峰和波谷处都能达到使印品密度饱和,在一定程度缓解“排骨纹”现象,但也会造成瓦楞由于过大的压力而被压溃。由于印品密度达到饱和和所需的压力为0.2~0.3 MPa^[15],而B型瓦楞纸板芯纸被压溃的压力为0.23 MPa,因此仅靠提高印刷压力来缓解“排骨纹”现象是不行的。

参考文献:

- [1] 赵彩霞. 瓦楞纸箱预印工艺特点及注意事项[J]. 印刷技术, 2011(1):36—37.
ZHAO Cai-xia. Process Characteristics and a Point for Attention in Pre-printing of Corrugated Box[J]. Printing Technology, 2011(1):36—37.
- [2] LINDBERG S, FAHLCRANTZ C M. Perceptual Assessment of Simulated Print Noise with Random and Periodic Structure [J]. Vis Commun Image R, 2005, 16(3):271—287.
- [3] HALLBERG E, ODEBERG-GLASENAPP A, LESTELIUS M. Quantification of Banding on Printed Corrugated Board Using Spatial Frequency Analysis[J]. Packag Technol Sci, 2005, 18: 89—95.
- [4] SNYDER P A. Controlling Adhesive Application[J]. FLEXO, 1995, 10:24—27.
- [5] HALLBERG E, RÄTTÖP, LESTELIUS M, et al. Flexo Print of Corrugated Board: Mechanical Aspects of the Plate and Plate Mounting Materials[J]. TAGA Journal, 2005(2):16—28.
- [6] LU T J, CHEN C. Compressive Behaviour of Corrugated Board Panels[J]. Compos. Mater. 2001, 35(23):2098—2126.
- [7] HAVLÍ NOVA ÁB, CICÁK V, BREZOVÁ V. Water-reducible Flex Graphic Printing Inks—Rheological Behaviour and Interaction with Paper Substrates[J]. Journal of Materials Science 1999, 34:2081—2088.
- [8] JOHNSON J, RÄTTÖ P, LESTELIUS M, et al. Measuring the Dynamic Pressure in a Flexographic Central Impression Printing Press[J]. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 2004, 19(1):84—88.
- [9] CHALMERS I R. Flexographic Printability of Packaging Grade Papers[J]. Appita Journal, 1998, 51(3):193—198.
- [10] 付尧建, 钱军浩. 基于柔性版最大印刷压力的数字模型研究[J]. 包装工程, 2013, 34(17):113—116.
FU Yao-jian, QIAN Jun-ha. Digital Model of Maximum Printing Pressure for Flex Graphic Plate[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(17):113—116.
- [11] 吴丽. 柔性版印前预补偿处理技术的研究[J]. 包装工程, 2005, 26(4):43—44.
WU Li. Research on Pre-compensation Technique of Flexible Preprinting[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(4):43—44.
- [12] 安君. 柔性版印刷过程油墨转移特性的研究[D]. 无锡:江南大学, 2008:10.
AN Jun. Research on the Transfer Characteristics of Ink in the Process of Flexo Printing[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008:10.
- [13] 刘跃军, 江太君, 曾广胜, 等. 基于ANSYS的新型瓦楞纸板结构的有限元分析[J]. 包装工程, 2010, 31(13):11—13.
LIU Yue-jun, JIANG Tai-jun, ZENG Guang-sheng, et al. Finite Element Analysis of Novel Corrugated Board Structure Based on ANSYS[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(13):11—13.
- [14] 巩桂芬, 贾丽平. 关于瓦楞纸板质量控制的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(19):126—128.
GONG Gui-fen, JIA Li-ping. Study of Corrugated Board Quality Control[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(19):126—128.
- [15] 张琳, 张美云. 柔印金属油墨实地效果的研究[J]. 包装工程, 2009, 30(8):77—78.
ZHANG Lin, ZHANG Mei-yun. Research on Solid Printing Effect of Flexo Graphic Metal Ink[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8):77—78.