

基于柔性版最大印刷压力的数字模型研究

付尧建, 钱军浩

(江南大学, 无锡 214122)

摘要:为了更好地控制柔性版印刷中的印刷压力,通过在压力中心区安装一个薄的电阻应变压力传感器,对印刷过程中压力进行了测量。在此基础上建立了柔性版印刷的压力计算模型,进而得出了柔性版印刷中最佳印刷质量所需的最大印刷压力。最后通过实验分析了最大印刷压力与软、硬质印版特性的关系,从而为柔性版印刷过程中软、硬质印版选用不同的印刷压力提供参考。

关键词: 柔性版印刷; 压力传感器; 最大印刷压力; 最佳印刷质量

中图分类号: TS873 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)17-0113-04

Digital Model of Maximum Printing Pressure for Flexographic Plate

FU Yao-jian, QIAN Jun-hao

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: In order to better control the flexographic printing pressure, the pressure in the printing process was measured by installation of a thin pressure sensor in central area of the pressure. The pressure calculation model in flexographic printing was established based on the measurement and the required maximum printing pressure for the best flexographic printing quality was obtained. The relation between the maximum printing pressure and the hardness of printing plate was analyzed through experiments. The purpose was to provide reference for printing pressure selection for printing plate of different hardness.

Key words: flexography printing; pressure sensor; maximum printing pressure; optimum print quality

柔性版印刷是一种较轻的直接印刷方式,由于柔性版印刷压力非常小,压力的细微变化都会对印刷品有明显的影响,所以对压力的控制进行研究是非常重要的。印刷压力是整个柔性版印刷中最敏感的问题,印刷压力不仅控制网点扩大率,而且对整个调值复制的质量具有极其重要的影响^[1-2]。为了获得满足最佳印刷质量的最大印刷压力就需要对印刷过程中的压力进行测量。通过在印版滚筒上安装电阻应变压力传感器,对印刷过程中动态印刷压力进行测量,并建立最大印刷压力的数字模型,使得在印刷过程中能够较快地获得最佳印刷质量所需的最大印刷压力。在柔印过程中软、硬质印版印刷所需的印刷压力是不同的,压力的控制也是很难把握的,文中建立的最大印刷压力的数字模型可以在软、硬质印版压力的选择方面提供一定的参考价值,从而提高生产效率^[3]。

1 电阻压力传感器对柔性版压力测量的过程分析

电阻应变压力传感器按其应变片的分类主要有电阻丝应变片和半导体应变片,文中采用电阻丝应变片的传感器对最大柔性印刷压力进行测量。将应变片通过特殊的粘和剂紧密地粘合在滚筒上,当滚筒受力发生应力变形时,电阻应变片也一起产生形变,使应变的阻值发生改变。应变片没有外加压力作用时,内部电桥处于平衡状态,当应变片受压后电阻值发生变化,电桥将失去平衡,电桥将输出与压力对应的电压信号,这样传感器的电阻变化通过电桥转换成压力信号输出,并通过后续的仪表放大器进行放大,再通过 A/D 转换器实现压力数据的收集^[4]。实验的整个流程见图 1。

收稿日期: 2013-06-23

作者简介: 付尧建(1986-),男,江苏泰州人,江南大学硕士生,主攻柔性版印刷关键工艺参数的研究与确定。

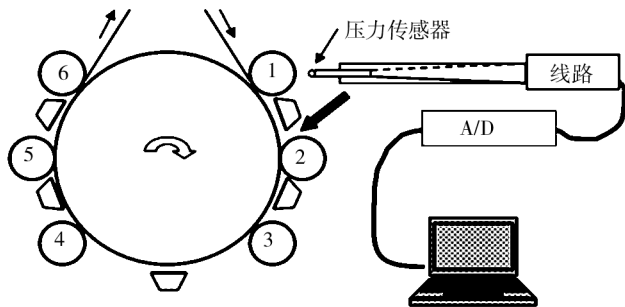


图1 实验数据收集过程

Fig. 1 Experimental data collection process

2 建立柔性版印刷压力的数字模型

2.1 电阻应变压力传感器工作原理

设有一根长度为 l , 截面积为 S , 电阻率为 ρ 的电阻丝, 未受力时的电阻值为:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

受力后:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta l}{l} - \frac{\Delta S}{S} + \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (2)$$

电阻值的变化导致电桥失去平衡, 给电桥加一个恒定电压源, 电桥输出与压力对应的电压信号, 数据在 A/D 转换器中收集^[5]。

2.2 最大印刷压力计算过程

假设压力分布遵循余弦关系, 这个假设中压力的原始数据来自于电阻应变压力传感器。

$$\sigma(t) = \sigma_{\max} \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{t}{t_p}\right) \quad (3)$$

其中: $\sigma_{\max}$ 为最大压力; t_p 为压力脉冲的长度。当 $t=0$ 时, 压力中心区的压力最大。将压力用含距离 x 的函数表示:

$$\sigma(x) = \sigma_{\max} \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{x}{a}\right) \quad (4)$$

其中, a 为印刷单元的压区长度。当压力最大时, 传感器在压力的中间位置^[6], 见图 2。

将 σ^* 表示为压力达到最大时的值, 在测量压力时超过传感器的压力计算公式为:

$$F = \sigma^* \cdot A = \sigma^* \cdot \pi \cdot r^2 \quad (5)$$

其中, A 为传感器的面积, r 为传感器的半径。

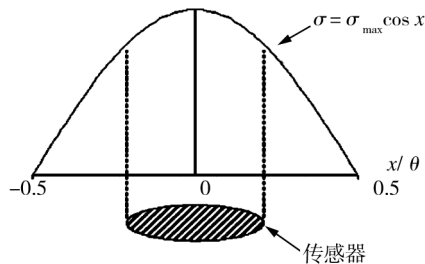


图2 印刷区压力与印刷区内位置的关系函数

Fig. 2 The pressure in the printing area as a function of position

传感器的小面积 $dA = 2ydx$, 被认为是压力超过的面积, 见图 3, 则 dF 的计算公式为:

$$dF = \sigma(x) \cdot dA = \sigma(x) \cdot 2 \cdot y \cdot dx \quad (6)$$

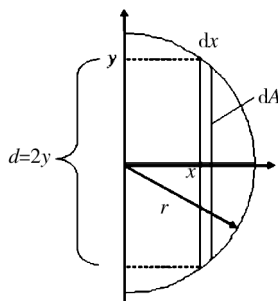


图3 一半的传感器示意

Fig. 3 Schematic illustration of half the sensor

其中 x 的方向与印刷的方向一致, 而 y 的方向与印刷方向交叉。 dA 由高度、长度和 dx 求得, r 是传感器的半径。

式(6)中的 y 坐标表示为:

$$y = \sqrt{r^2 - x^2} \quad (7)$$

根据式(4), (5), (6), (7)知:

$$dF = \sigma_{\max} \cos\left(\pi \frac{x}{a}\right) \cdot 2 \sqrt{r^2 - x^2} dx \quad (8)$$

进而在传感器上的力就可以计算为:

$$F = \sigma_{\max} \int_{-r}^r \cos\left(\pi \frac{x}{a}\right) \cdot 2 \sqrt{r^2 - x^2} dx \quad (9)$$

综合式(5)和式(9)知:

$$\sigma^* \cdot \pi \cdot r^2 = \sigma_{\max} \int_{-r}^r \cos\left(\pi \frac{x}{a}\right) \cdot 2 \sqrt{r^2 - x^2} dx \quad (10)$$

进一步得到:

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma^* \pi r^2}{2 \int_{-r}^r \cos\left(\pi \frac{x}{a}\right) \sqrt{r^2 - x^2} dx} \quad (11)$$

2.3 最大印刷压力与最佳印刷质量的关系

在实际印刷生产中,压力是印迹转移的重要条件,合适又均匀的印刷压力是提高产品质量的基础,但是生产过程中很容易出现印刷压力过大的现象,从而导致网点扩大率偏大。通过在印版滚筒上安装压力传感器,根据公式(11)计算出最佳印刷质量所需的最大印刷压力,通过研究印刷压力与网点增大率的关系^[7],从而确定出最大印刷压力与最佳印刷质量的关系,见图4。

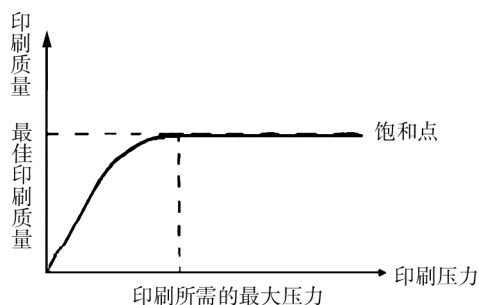


图4 最大印刷质量与最佳印刷质量的关系

Fig. 4 The relationships between maximum printing pressure and best print quality

从图4中可以清楚地知道,在不考虑其他印刷因素的情况下,开始时随着印刷压力的不断增大,印刷质量也在不断提高,但当印刷压力增加到一定值时,网点扩大开始出现,而印刷质量却不再变化而达到饱和,印刷质量达到最佳,这时的压力就是印刷所需的最大压力。在实际生产中,可以根据压力传感器所提供的压力数据来调节最大印刷压力,进而提高生产效率。

3 印刷压力与软、硬质印版特性的关系

3.1 实验过程

上述模型计算得出的最大印刷压力,用于软、硬质印版分析实验。实验在柔性版印刷适性仪上进行,选择加网线数为120 lpi的EXL67赛丽(Cyrel)印版,厚度为1.70 mm。实验分为软、硬质印版2组,分别给2组印版提供50,100,150 m/min的印刷速度,每组印版再给与规格分别为100,200,300 μm 的印张厚度,实验结束后分别记录这2组数据。

3.2 实验结果分析

将记录的数据结合公式(11)计算出的最大压力

进行分析得到的结果见图5。软质印版的实验结果

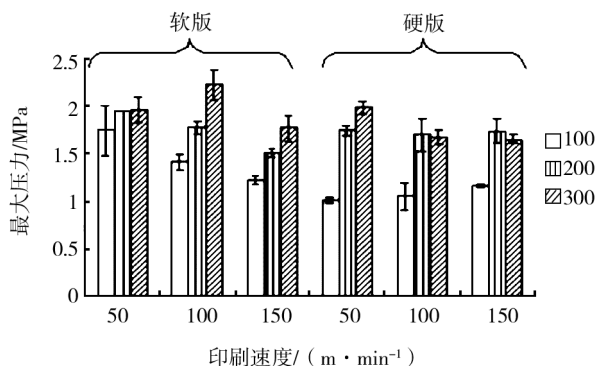


图5 软、硬质印版在不同印刷速度和不同印张厚度下的最大压力
Fig. 5 The maximum pressure for the soft and hard printing plates at different speeds and different paper thickness

显示了最大压力、印张厚度以及印刷速度的关系:纸张厚度为100 μm 和200 μm 时,随着印刷速度的增加,软质印版所需的最大压力在降低;在同一印刷速度下,随着印张厚度的增加,将需要更大的动态压力。硬质印刷版显示了一个类似的关系:在同一印刷速度下随着印张厚度的增加,印刷所需的最大压力在增加,当印张厚度从100 μm 增加到200 μm 时,最大印刷压力的增加尤为明显,而印刷速度对最大压力的影响不大。由此在柔性版印刷过程中,为了获得最佳印刷质量的印品,可以根据印版的特性、印刷的速度以及印张的厚度来调整最佳印刷质量所需的最大印刷压力。

4 结语

随着人们越来越重视绿色环保,柔性版印刷技术也得到了进一步的应用与推广,柔性版印刷技术在各个领域渗透,但要想获得高质量的印刷品,对印刷压力的要求特别高。压力过小,各印刷面之间不能充分接触,只有少量油墨转移到承印物上。压力过大,一方面造成网点扩大连级、图像模糊不清,另一方面,油墨的转移率呈现下降的趋势,使印品模糊不清,实地和网点部分不能很好地再现原稿的色彩。以往印刷中所需的印刷压力大多来自经验值,但随着承印物种类的增加,通过在印刷过程中反复调试印刷压力已经不能满足印刷要求了,笔者通过对最大印刷压力的研究与确定,将压力传感器用于印刷压力的测量,进而建立最大印刷压力的数字模型,给印刷厂商对最大

印刷压力的获得提供了一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 陈文革,黄学林,陈梅. 柔印基础知识[M]. 北京:印刷工业出版社,2010.
CHEN Wen-ge, HUANG Xue-lin, Chen Mei. The Basics of Flexography [M]. Beijing: Publishing Printing Process, 2010.
- [2] 安君,唐正宁,车永华. 柔性版印刷网点扩大问题的分析[J]. 包装工程,2006,27(4):152-154.
AN Jun, TANG Zheng-ning, CHE Yong-hua. Flexo Printing Dot Gain Analysis of the Problem[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(4): 152-154.
- [3] 肖志坚. 瓦楞纸板柔印最佳压力调节的研究[J]. 中国印刷与包装研究,2012,4(1):30-40
XIAO Zhi-jian. Corrugated Board Adjustment of the Optimal Pressure Flexographic [J]. China Printing and Packaging Research, 2012, 4(1): 30-40.

(上接第40页)

参考文献:

- [1] 龙柱,杨红新. 羧甲基纤维素改善纸张强度的研究[J]. 中华纸业,2003,24(10):42-44.
LONG Zhu, YANG Hong-xin. Study of Carboxymethyl Cellulose on Improvement of Paper Strength[J]. China Pulp & Paper Industry, 2003, 24(10): 42-44.
- [2] 李莉,刘瑛. 用玉米秸秆制备羧甲基纤维素[J]. 精细化工,2001(6):339-340.
LI Li, LIU Ying. Preparation of Carboxymethyl Cellulose from Straw of Mealie [J]. Fine Chemicals, 2001(6): 339-340.
- [3] 柯子勤,李艳华. 用废糖粕提取果胶和制备羧甲基纤维素的研究[J]. 新疆师范大学学报,2001(1):39-42.
KE Zi-qin, LI Yan-hua. Study on Extraction of Pectin and Preparation of Carboxymethyl Cellulose with Waste Beet Pulp [J]. Journal of Xinjiang Normal University, 2001(1): 39-42.
- [4] 夏士朋. 用木屑制备羧甲基纤维素[J]. 淮阴师范学院学报,2004(3):236-239.
XIA Shi-peng. Preparation of Carboxymethyl Cellulose from Bits of Wood [J]. Journal of Huaiyin Teachers College, 2004(3): 236-239.
- [5] 黄钊,何北海,赵广磊,等. CMC 辅助打浆对竹浆纤维特性及成纸性能的影响[J]. 中国造纸,2007,26(2):1-4.
HUANG Zhao, HE Bei-hai, ZHAO Guang-lei, et al. Effects of CMC Addition during Beating Pulp of Bamboo on Its Fiber and Paper Properties [J]. China Pulp & Paper, 2007, 26

- [4] 黄贤武,郑筱霞. 传感器原理与应用[M]. 成都:电子科技大学出版社,2004.
HUANG Xian-wu, ZHEN Xiao-xia. Sensor Principles and Applications [M]. Chendu: University of Electronic Science and Technology Publishing House, 2004.
- [5] 李艳,李新娥,裴东兴. 压变式压力传感器及其应用电路设计[J]. 计量与测试技术,2007,34(12):32-33.
LI Yan, LI Xin-e, PEI Dong-xing. Voltage Variable Pressure Sensor and Its Application Circuit Design [J]. Measurement and Testing, 2007, 34(12): 32-33.
- [6] JOHNSON J, RÄTT 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.
- [7] 张改梅,徐文才,赵斌. 柔性版印刷网点增大的的研究[J]. 包装工程,2007,28(2):41-42.
ZHANG Gai-mei, XU Wen-cai, ZHAO Bin. Flexo Dot Gain Research [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 41-42.

- (2):1-4.
- [6] 刁静静. 羧甲基纤维素钠[J]. 肉类研究,2010(3):66-68.
DIAO Jin-jin. Sodium Carboxymethyl Cellulose [J]. Meat Research, 2010(3): 66-68.
- [7] 吴葆敦. 造纸工艺及设备[M]. 北京:中国轻工业出版社,2010.
WU Bao-dun. Papermaking Technology and Equipment [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2010.
- [8] 刘金花,张蕾. 淀粉基植物纤维复合材料影响因素的研究[J]. 包装工程,2008,29(11):98.
LIU Jin-hua, ZHANG Lei. Research on the Influencing Factors of Starch-wheat Straw Composite Material [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(11): 98.
- [9] 顾民,吕静兰,刘江丽. 造纸化学品[M]. 北京:中国石化出版社,2006.
GU Min, LYU Jin-lan, LIU Jiang-li. Paper-making Chemicals [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2006.
- [10] 张宏伟,朱志坚,唐爱民,等. 阳离子淀粉的合成及对纸张的增强作用[J]. 中国造纸,2004,23(10):21-23.
ZHANG Hong-wei, ZHU Zhi-jian, TANG Ai-min, et al. Synthesis of Cationic Starch and Its Reinforcing Effects on Paper [J]. China Pulp & Paper, 2004, 23(10): 21-23.
- [11] TAKEHIKO Uematsu. Cellulose Wet Wiper Sheets Prepared with Cationic Polymer and Carboxymethyl Cellulose Using a Papermaking Technique [J]. Cellulose, 2011(18): 1129-1138.