

油墨黏度对胶印印刷质量的影响

席 瑛, 曹从军

(西安理工大学, 西安 710048)

摘要: 通过分析胶印油墨黏度特性以及胶印过程剪切速率状态, 并通过实验室测量油墨黏度, 获得了油墨由橡皮滚筒向纸张转移过程的黏度。然后配比不同黏度的油墨上机印刷, 得到了油墨黏度和印刷品实地密度、网点增大以及色度之间的关系, 分析了油墨黏度对印刷质量参数影响的机理, 为企业合理使用去黏剂提供依据。

关键词: 油墨黏度; 实地密度; 网点增大; 色彩值

中图分类号: TS802.2; TS807 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)07-0094-03

Influence of Ink Viscosity on Printing Quality

Xi Ying, CAO Cong-jun

(Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: Offset ink viscosity characteristics and the shear rate of printing process were analyzed. The viscosity of ink was measured through experiments and the viscosity of the ink transferred from blanket cylinder to paper was calculated. The same products were printed with different ink viscosities in same condition. The relationships between the ink viscosity and solid density, dot gain and the chrominance were discussed. The mechanism of the influence of ink viscosity on printing quality parameters was analyzed. The purpose was to provide reference for enterprises to use viscosity reducer reasonably.

Key words: ink viscosity; solid density; chromaticity

油墨转移过程是一个快速的动态转移过程, 所以油墨的粘弹性会直接影响油墨转移性能^[1]。胶印油墨作为非牛顿流体中的假塑性流体, 其黏度受到剪切速率的影响^[2], 而胶印过程油墨受力状态复杂, 无论理论分析还是直接测量实时油墨黏度和剪切速率都有很大困难。实际生产过程中对于不同的印品往往需要通过添加去黏剂调节油墨黏度, 以保证印品质量^[3]。

笔者深入某企业对去黏剂使用现状进行调研, 其作为国内大型印刷包装设计和生产企业, 印刷技术先进, 企业管理规范, 每年企业承接数以千计的订单, 在国内印刷企业中具有很强的代表性。经调研发现, 实际生产过程中, 工人总是根据个人经验, 经过多次实验得到合适的去黏剂添加比例。这不仅浪费大量人力物力, 而且很难保证印品的高质量, 在生产过程中, 经常发生脏版停机等故障。

以油墨黏度为研究对象, 采用控制变量法, 在金汇通所用的小森 S40 六色胶印机上实际测量和实验, 以期得到黏度与印品质量的准确关系, 为企业快速、合理使用去黏剂提供依据, 为企业节省生产成本, 提高印品质量。

1 油墨转移过程油墨黏度状态分析

胶印油墨为非牛顿流体中的假塑性流体, 其黏度随着剪切速率的变化而变化, 首先要确定油墨转移过程的黏度状态。

实验测得的油墨黏度与剪切速率的关系见图 1, 由图 1 可以看出, 随着剪切速率的增大黏度不断降低, 呈现典型的非牛顿流体特性。

对于非牛顿流体的黏度与剪切速率的关系已有深入的研究^[4], 其中幂律模型得到广泛验证, 应用广

收稿日期: 2013-01-16

基金项目: 企业课题(104-230916)

作者简介: 席瑛(1988-), 女, 陕西人, 西安理工大学硕士生, 主攻印刷质量与控制。

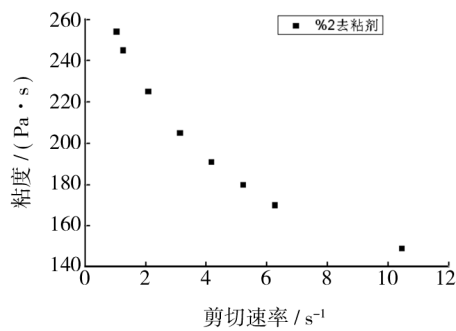


图 1 油墨黏度与剪切速率的关系

Fig. 1 The relationship between ink viscosity and shear rate

泛^[5-6]。具体形式为:

$$\eta = k \cdot S^{n-1} \tag{1}$$

其中: η 为黏度; S 为剪切速率; $n-1$ 为指数常数。将测得的数据采用上述幂律公式在 Matlab 中拟合。黏度与剪切速率的拟合情况见图 2。从图 2 可以看出实验数据非常符合幂律模型,拟合结果为:

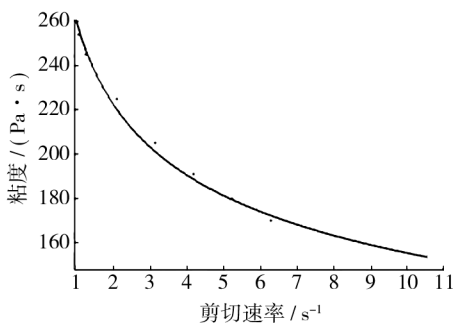


图 2 黏度与剪切速率幂律拟合情况

Fig. 2 The result fitted by exponent function

$$\eta = 259.8 \times S^{0.7761-1} = 259.8 \times S^{-0.2229} \tag{2}$$

采用同样方法每隔 0.25 计算了 0% ~ 3% 去黏剂添加量的黏度与剪切速率公式。

2 胶印过程中的剪切速率状态

油墨由橡皮滚筒向纸张转移过程中,纸张和橡皮滚筒在水平方向速度相同,而在竖直方向存在速度梯度,所以根据竖直速度梯度算出油墨剪切速率为 5.27 s⁻¹。

得到胶印剪切速率带入黏度与剪切速率公式,即可计算出实际油墨转移过程的油墨黏度。具体结果见表 1。

表 1 去黏剂添加量与黏度计算结果

Tab.1 Viscosity reducer dosage and the result of calculated ink viscosity

添加量/%	0	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5
黏度/(Pa·s)	267.7	247.4	235.6	224.7	214.4	204.9	196.0
添加量/%	1.75	2	2.25	2.5	2.75	3	
黏度/(Pa·s)	187.9	180.3	173.4	166.9	161.1	155.8	

3 实验

3.1 仪器与条件

实验在金汇通小森 S40 六色胶版印刷机上完成;选用 128 g/m² 长鹤双铜版纸、东洋 TGS 胶印黑油墨、05-92 去黏剂;使用 Brookfield 黏度计测量油墨黏度,使用分光密度计测量印刷结果。具体实验条件见表 2。

表 2 印刷工艺条件

Fig.2 The printing process condition

温度	23 ℃	湿度:	62%
印刷速度	7900 张/h	印刷压力:	0.11 mm
橡皮辊半径	150 mm	压印滚筒半径:	300 mm
纸张厚度	0.11 mm	工艺冷却水温度	22.3 ℃

3.2 印刷实验设计

3.2.1 印刷测试版的设计

一般来说,印刷测试版的版面主要包含两大部分:数据测试部分和视觉测试部分。实验以印刷控制条(包括检测实地密度、网点增大的检测块)作为检测目标,所以不涉及视觉测试部分。实验参考 G7 标准印刷测试版,用 AI 专业设计软件进行绘制。该印刷测试版主要包括梯尺和星标,其印版文件幅面大小为 540 mm×390 mm,见图 3。

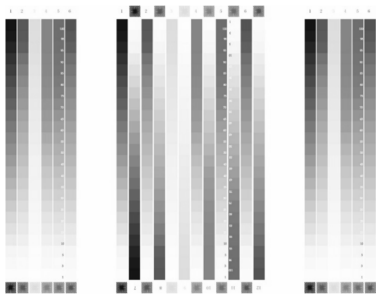


图 3 印刷测试版

Fig. 3 Printing test board

在本测试版中中间梯尺成对设计并颠倒位置,两边缘关于中心对称,这样设计一方面用来检测墨区上墨

的均匀程度,另一方面是在同一区域提供多组数据,提高准确性。

3.2.2 过程设计

由于油墨转移过程受到多重因素影响,所以在实验过程中控制其他变量尤为重要^[7]。选用六色印刷机,一次印刷 5 个不同黏度油墨,在印刷前需将不同墨座的印刷条件一致,以此控制温度、湿度、印刷机、操作人员等因素的影响。根据企业实际应用条件,以及前期实验测试,实验去黏剂添加比例在 0~3% 之间。

3.3 结果

实验共得到 300 张样品。结果主要运用 x-rite528 分光密度计测量了样张的实地密度、网点面积、Lab 值,并对结果求平均后得到了如下结果。

实验测得油墨黏度对印品实地密度的影响见图 4,从图 4 可以看出,当油墨黏度介于 160~280 Pa·s

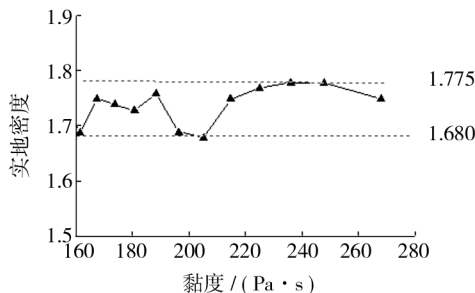


图 4 油墨黏度和实地密度的关系

Fig. 4 The relationship between ink viscosity and solid density

时,实地密度处于 1.68~1.775 之间,满足企业产品要求。实地密度受到实地覆盖率、平均墨层厚度和油墨层表面状态的影响。当油墨黏度减小时实地覆盖率会有所增加,使实地密度增大,而平均墨层厚度会减小,降低了实地密度,所以在此范围内油墨黏度对实地密度的影响规律并不明显。

实验测得油墨黏度对印品 Lab 值的影响见图 5,从图 5 可以看出,油墨黏度对 Lab 值的影响不大,故可以得到随着去黏剂的加入,油墨黏度并不影响色相的变化。

实验测得的网点增大变化情况见图 6 和 7,可以看出油墨黏度对网点增大具有显著的影响。从图 6 可以看出,同一网点百分比条件下,随着油墨黏度的减小网点增大越发明显。这是因为黏度表征了流体变形时内部阻力的大小,黏度越小这一阻力越小,变形越容易。胶印油墨在印刷压力下快速铺展,黏度越

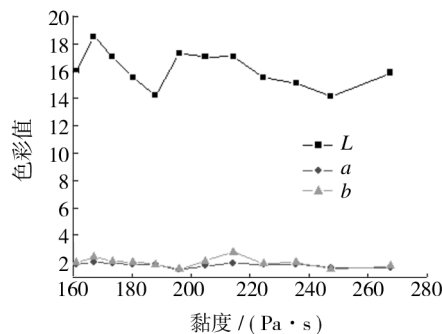


图 5 油墨黏度和 Lab 值的关系

Fig. 5 The relationship between ink viscosity and Lab value

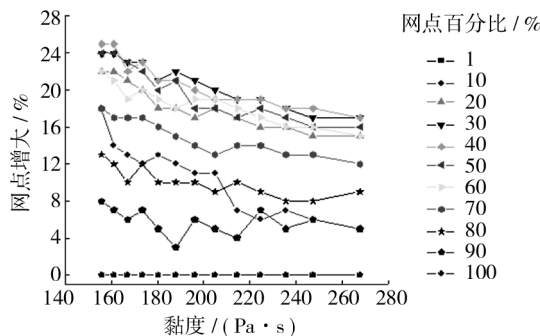


图 6 油墨黏度和网点增大的关系

Fig. 6 The relationship between dot gain and ink viscosity

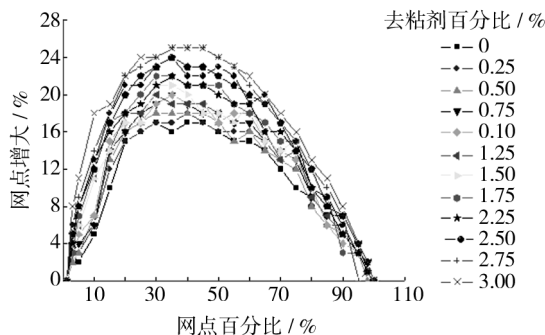


图 7 网点增大与网点百分比的关系

Fig. 7 The relationship between dot gain and dot percentages

小则铺展阻力越小,网点增大越明显。从图 7 可以看出网点增大呈现先增后减的趋势,在 30%~70% 之间网点增大最为明显,这是因为实验所采用的圆形网点在这一区域网点周长较长,而且墨滴未发生衔接。

4 结论

1) 当油墨黏度介于 160~280 Pa·s 时,胶印实

(下转第 122 页)

- Cornmeal Components Using Dynamic Vapor Sorption and Differential Scanning Calorimetry[J]. Journal of Food Science, 2001, 66(3):434-440.
- [15] SCHMIDT S J, LEE J W. Comparison of Water Vapor Sorption Isotherms Obtained Using the New Dynamic Dewpoint Isotherm Method to the Standard Saturated Salt Slurry Method[J]. International Journal of Food Properties, 2012, 15: 236-248.
- [16] SHANDS J, LABUZA T P. Comparison of the Dynamic Dewpoint Isotherm Method to the Static and Dynamic Gravimetric Methods for the Generation of Moisture Sorption Isotherms[J]. IFT Annual Meeting Poster. Anaheim, CA, 2009.
- [17] SCHMIDT S J. Determining the Critical Water Activity at Which the Glassy to Rubbery Transition Occurs in Amorphous Food Materials Using Recently Developed Dynamic Water Sorption Technology[J]. Midwest Advanced Food Manufacturing Alliance (MAFMA) Grants, 2008.
- [18] 褚振辉, 卢立新. 韧性饼干的等温吸湿特性及模型表征[J]. 包装工程, 2011, 32(3):12-15.
- CHU Zhen-hui, LU Li-xin. Moisture Sorption Isotherm Characteristics and Model Characterization of Tough Biscuit[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3):12-15.
- [19] YU X, KAPPES S M, BELLO-PEREZ L A, et al. Investigating the Moisture Sorption Behavior of Amorphous Sucrose Using a Dynamic Humidity Generating Instrument[J]. Journal of Food Science, 2007, 73(1):25-35.
- [20] CHRISTEN G L. A Rapid Method to Determine the Sorption Isotherms of Peanuts[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 2000, 75:401-408.
- [21] 张新, 张启明. 动态水分吸附分析法及其在药物研究中的应用[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(10):1779-1782.
- ZHANG Xin, ZHANG Qi-ming. Introduction of Dynamic Vapour Absorption Analysis and Its Applications on Pharmaceutical Research[J]. China Journal of Pharmaceutical Analysis, 2008, 28(10):1779-1982.
- [22] 楼佳颖, 杨斌. 动态水分吸附分析系统在烟草中的应用[J]. 烟草科技, 2012(9):68-70.
- LOU Jia-ying, YANG Bin. Application of Dynamic Moisture Sorption System in Tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(9):68-70.

(上接第96页)

地密度处于企业标准之范围内,黏度对实地密度的影响并不明显,同时油墨黏度对色度值的影响并不明显。

2) 由于胶印油墨黏度对其变形过程有重要影响,所以油墨黏度主要影响网点增大,随着去黏剂的添加也就是油墨黏度的降低,网点增大会越发明显。所以企业在使用去黏剂过程中应重点监测印品的网点增大情况。

参考文献:

- [1] 李小东, 龚修端, 陈路. 胶印油墨黏度对印刷质量的影响研究[J]. 包装工程, 2009, 30(5):60-62.
- LI Xiao-dong, GONG Xiu-duan, CHEN Lu. Analysis of the Influence of Ink Viscosity on Offset Print Quality[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(5):60-62.
- [2] 袁野, 丁凡, 范毓润. 印刷油墨粘性的理论分析与测量[J]. 传感技术学报, 2008, 21(10):1812-1816.
- YUAN Ye, DING Fan, FAN Yu-run. Theoretical Analysis and Measurement of Printing Ink Tack[J]. Chinese Journal of Sensors and Actuators, 2008, 21(10):1812-1816.
- [3] 刘世昌. 印刷品质量检测与控制[M]. 北京:印刷工业出版社, 2000.
- LIU Shi-chang. Print Quality Detection and Control[M]. Beijing:Printing Industries Press, 2000.
- [4] GHADIRI F. Non-Newtonian Ink Transfer in Gravure-offset Printing[J]. International Journal of Heat and Fluid Flow, 2011, 32(1):308-317.
- [5] 陈文芳, 蔡扶时. 非牛顿流体的一些本构方程[J]. 力学学报, 1983, 15(1):16-26.
- CHEN Wei-fang, CAI Fu-shi. Some Constructive Equations for Non-newtonian Fluids[J]. Mechanics, 1983, 15(1):16-26.
- [6] 陈文芳, 范椿. 非牛顿流体力学[M]. 1985.
- CHEN Wei-fang, FAN Chun. Non-Newtonian Fluid Mechanics[M]. 1985.
- [7] 王娜, 魏先福, 贾晓雪. 撤黏剂与调墨油对胶印油墨流变性的影响[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(21)
- WANG Na, WEI Xian-fu, JIA Xiao-xue. Influence of Tack Reducer and Varnish on the Rheological Behavior of Offset Inks[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(21).