

印刷品耐久性分析

龚修端, 李小东

(东莞职业技术学院, 东莞 523000)

摘要: **目的** 获得印刷品耐久性规律。**方法** 通过耐黄变试验机, 获得在一定温度和光照条件下, 纸样和油墨的放置时间和色彩变化的数据, 并利用二次多项式拟合方法, 得出样品耐黄变的规律。**结果** 试样纸张明度不随耐黄变时间的变化而变化, 而试样油墨的明度随耐黄变时间的延长而呈现增加的趋势, 与此同时, 试样纸张、油墨和印刷试样的色度值 b 有增加趋势, 符合二次函数变化规律。**结论** 为分析印刷和包装产品的耐久性提供完整研究思路, 并对合理选择承印材料提供理论依据。

关键词: 印刷材料; 耐黄变性; 多项式拟合

中图分类号: TS805.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)03-0187-05

Durability of Printed Matter

GONG Xiu-duan, LI Xiao-dong

(Dongguan Polytechnic, Dongguan 523000, China)

ABSTRACT: The work aims to obtain durability regularity of printed matter. Under certain temperature and illumination conditions, the data regarding storage time and color change of sample sheet and ink were obtained with yellowing resistance tester. Moreover, the regularity of sample resistance to yellowing was obtained in quadratic polynomial fitting method. The study found that the brightness of the sample sheet did not change with the change in anti-yellowing time, and the brightness of the ink sample showed an increasing trend with the anti-yellowing time prolonged. At the same time, the chromatic value b of the sample sheet, ink and printing sample had an increasing trend, which conformed to the changing rule of quadratic function. This study provides a complete research method for the analysis on the durability of printing and packaging products, and theoretical basis for the rational selection of the printing material.

KEY WORDS: printing materials; yellowing resistance; polynomial fitting

在日常生活中会见到各种各样的印刷包装产品, 而且很多产品被应用于户外, 因此人们对承印材料的耐久性有很高的要求。印刷品耐久性主要由印刷材料的耐久性决定, 可分为内因和外因。内因有纸浆的种类和质量, 涂料和纸张中的其他成分和油墨的组成成分等, 外因主要是外界光照、热和大气环境等, 因此不同印刷品的耐久性是不同的^[1-5]。目前对于材料耐久性的研究主要采用2种方法, 一种是将样品放置于具有典型气候条件的户外直接进行暴露测试, 这些气候条件包括炎热干燥沙漠气候、夏季热带雨季气候等, 该研究方法数据准确, 但耗时长。另一种是利用老化测试设备, 设定不同的参数, 模拟多种不同条件

下的自然环境, 从而完成对样品抗老化性的分析, 这种方法不受实验场地的限制, 具有更大的灵活性, 其实验结果的稳定性更高^[6-8]。在条件允许时, 一般而言, 往往配合户外暴露实验以获得更好的实验结果。由于印刷包装产品主要是一种视觉产品, 因此其耐久性的研究主要表现为对耐黄变性的分析。目前对于印刷品耐黄变的研究, 主要是通过印刷品老化实验, 寻求印刷品在老化实验前后色彩的变化规律^[9-14]。

1 算法

要讨论纸张、油墨的耐黄变性, 就是要分析纸张、

收稿日期: 2016-07-27

作者简介: 龚修端(1976—), 男, 硕士, 东莞职业技术学院讲师, 主要研究方向为印刷图像处理与印刷质量管控。

油墨随老化时间的变化其色彩的变化情况。纸张和油墨的色彩值以 CIE $L^*a^*b^*$ 表色体系进行描述, 因此问题的实质是描述四维空间的函数关系。CIE $L^*a^*b^*$ 色度坐标可以分解为明度值 L^* 、色度值 a^* 和色度值 b^* , 其中 a^* 为红/绿值, $+a^*$ 表示偏红, $-a^*$ 表示偏绿。 b^* 为黄/蓝值, $+b^*$ 表示偏黄, $-b^*$ 表示偏蓝。为简化问题的复杂度, 更有效描述问题实质, 文中将分别讨论时间变量与明度和色度坐标之间的函数关系。

时间变量与明度和色度坐标之间的函数关系是二维函数空间关系, 多项式拟合是最常用的一种数据拟合方法, 常用于讨论数据变量之间的函数关系, 且结构简单、使用灵活、可根据自变量的次数改变拟合曲线的形状。

m 次多项式的表达形式见式(1):

$$p(x)=b_0+b_1x+\cdots+b_mx^m=\sum_{k=0}^mb_kx^k\in\varphi \quad (1)$$

式中: $b_0, b_1\ldots b_m$ 为多项式系数。

为求取多项式系数矩阵 $B=[b_0, b_1\ldots b_m]^T$ 的值, 一般采用最小二乘法, 即给定 n 个样本数据点 (x_i, y_i) , $i=1, 2\ldots n$, 在取定的函数类 φ 中, 求 $p(x)\in\varphi$, 使误差 $r_i=p(x_i)-y_i$ 的平方和最小, 即:

$$I=\sum_{i=0}^n[P(x_i)-y_i]^2=\sum_{i=0}^n(\sum_{k=0}^mb_kx_i^k-y_i)^2=I_{\min} \quad (2)$$

满足式(2)的 $p(x)$ 称为最小二乘拟合多项式。式(2)为 $b_0, b_1\ldots b_m$ 的多元函数, 因此转化为求解 $I=I(b_0, b_1\ldots b_m)$ 的极值问题。

由多元函数求极值的必要条件, 可得:

$$\frac{\partial I}{\partial b_j}=2\sum_{i=0}^n(\sum_{k=0}^mb_kx_i^k-y_i)x_i^j=0 \quad (3)$$

式中: $j=0, 1\ldots n$ 。可得:

$$\sum_{i=0}^n(\sum_{k=0}^mx_i^{j+k})b_k=\sum_{i=0}^nx_i^jy_i \quad (4)$$

式(4)是关于 $b_0, b_1\ldots b_m$ 的线性方程组, 从而求解 $b_k(k=0, 1\ldots m)$, 可得:

$$p(x)=b_0+b_1x+\cdots+b_mx^m \quad (5)$$

式(5)反映了二维变量之间的函数关系。

2 实验和数据处理

2.1 实验

采用 pt-2030a 耐黄变试验机, IGT 印刷适性仪, X-Rite528 型分光密度计, 150 g/m² 山东万国纸业的铜版纸, 48 g/m² 新闻纸和天津东洋胶印亮光快干型品红油墨, 以及显影过的空白 PS 版材。

1) 裁切样条。将 150 g/m² 铜版纸和显影过的空白 PS 版材都裁切成 70 mm×220 mm 的样条, 并对裁切好的 PS 版边缘进行打磨处理, 防止打样时损坏印

刷适性仪。

2) 将裁切好的铜版纸和 PS 版样条, 放置于耐黄变机中, 设定温度为 70 °C, 恒湿条件下进行试验, 放置数小时, 分次取出后, 利用分光密度计分别对其进行测量。

3) 用 IGT 印刷适性仪对经过耐黄变试验机处理的铜版纸和 PS 版样条分别印刷 1 mL 油墨, 保证墨层清洁, 避免粘脏。

4) 样条油墨彻干后, 将打样后的铜版纸样条和 PS 版样条分别放入耐黄变机中, 设定温度为 70 °C, 恒湿条件下进行试验, 放置数小时, 分次取出后, 利用分光密度计分别对其进行测量。

一般认为 70 °C 时, 耐黄变试验机中样品表面与灯泡表面距离约 15 cm 的环境下, 照射 3 h 相当于印品在户外暴露 2 个月^[15-16]。配合户外实际暴露试验, 可以测试出承印材料和油墨的实际耐黄变性能。

2.2 数据处理

为记录方便, 文中 L^* 和色度值 a^*, b^* 分别记录为 L, a 和 b 。铜版纸样条在耐黄变试验机中放置时间与样条明度值 L , 色度值 a , 色度值 b 之间的关系见图 1。

由图 1a 可以看出, 铜版纸样条在耐黄变试验机中放置 60 h 左右, 其纸张明度在 89.4~91 间变化, 并且数据杂乱无章, 排除测量误差导致的数据变化, 可以得出耐黄变实验对于该纸样明度值无影响。

由图 1b 可以看出, 铜版纸样条在耐黄变试验机中放置 60 h 左右, 其纸张色度值 a 有逐渐变小的趋势, 其值的变化范围在 0.8~3 之间, 排除测量误差的影响, 色度值 a 的变化也并不显著。其变化趋势基本符合式(6):

$$y=0.0006x^2-0.06x+2.34 \quad (6)$$

式中: y 为色度值 a ; x 为样条在耐黄变试验机中的放置时间。

铜版纸样条在耐黄变试验机中放置 60 h 左右, 其纸张色度值 b 有逐渐增大的趋势, 见图 1c, 符合式(7):

$$y=-0.0021x^2+0.22x+0.8 \quad (7)$$

式中: y 为铜版纸样条色度值 b ; x 为试样的耐黄变时间。可见铜版纸样条经过耐黄变试验机后, 纸张有变黄的趋势。其函数关系符合式(7)。

实验发现 PS 版材样条在耐黄变试验机中放置 60 h 后, 其版材表面明度值和色度值变化不大。可以认为在 PS 版样条上印刷一定量试样油墨后, 放置到耐黄变试验机中, 其表面色彩的变化代表了油墨经过耐黄变试验机后油墨的色彩变化。其油墨色彩色度值的变化与耐黄变试验机中放置时间的关系见图 2。

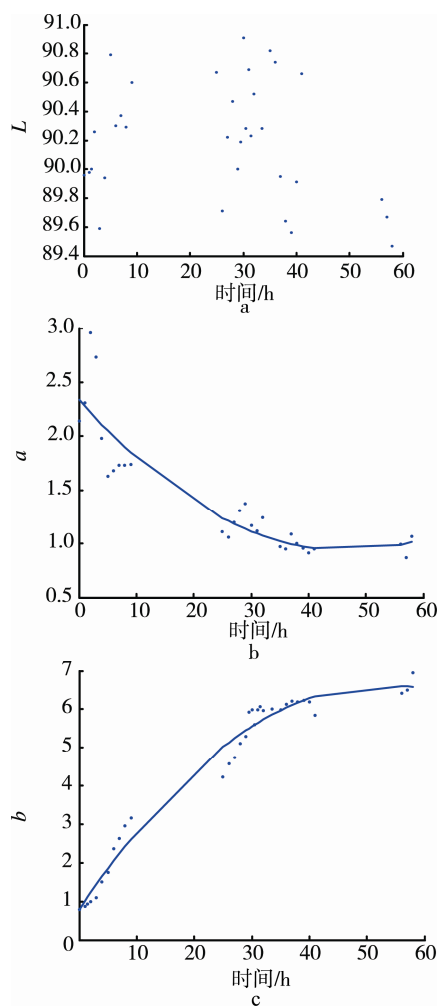


图 1 铜版纸试样耐黄变时间与明度 L , 色度值 a , 色度值 b 之间的关系

Fig.1 Relationship among time of resistance to yellowing and lightness L , chroma a and chroma b on the specimen of coated paper

由图 2a 可以得出, 油墨经耐黄变试验后, 油墨的明度值 L 在 16~23 之间变化, 并有逐渐变大的趋势, 基本符合式(8):

$$y = -0.0008x^2 + 0.11x + 17.45 \quad (8)$$

式中: y 为油墨明度值 L ; x 为油墨的耐黄变时间。

由图 2b 可以得出, 油墨经耐黄变试验后, 油墨的色度值 a 在 40~52 之间变化, 有逐渐变大的趋势, 即油墨的颜色逐渐偏红, 基本符合式(9):

$$y = -0.0022x^2 + 0.25x + 42.81 \quad (9)$$

由图 2c 可以得出, 油墨经耐黄变试验后, 油墨的色度值 b 有逐渐变大的趋势, 即逐渐偏黄的趋势, 基本符合式(10):

$$y = -0.0013x^2 + 0.18x + 13.02 \quad (10)$$

由图 2 可以看出, 该试样油墨经过放置后, 油墨明度值有逐渐变大的趋势, 但其趋势并不显著, 而色度值有逐渐偏红、偏黄的趋势。

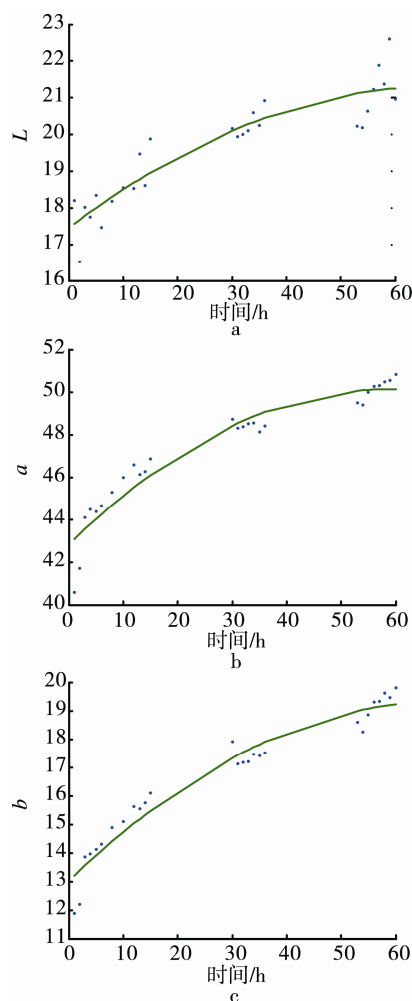


图 2 油墨耐黄变时间与明度值 L , 色度值 a , 色度值 b 之间的关系

Fig.2 Relationship among time of resistance to yellowing and lightness L , chroma a and chroma b on the specimen of ink

铜版纸样条印刷油墨后, 放置到耐黄变试验机中印刷色块色度的变化情况见图 3。

由图 3a 可以看出, 铜版纸样条印刷油墨后, 放置于耐黄变试验机中, 随试样放置时间变长, 试样印刷部分的明度值呈下降趋势。铜版纸样条印刷油墨后, 在耐黄变试验机中放置时间与样张明度值 L 之间的关系基本符合式(11):

$$y = -0.0003x^2 - 0.036x + 34.42 \quad (11)$$

由图 1a 可知, 该铜版纸放置于耐黄变试验机中对试样明度值无明显影响, 图 2a 显示出油墨在耐黄变试验机中放置时, 油墨墨膜表面明度值随放置时间的增加而增加。由此, 可以推断出油墨在承印物上的明度值是随承印物表面特征的变化而变化的, 纸张是一种多孔吸收性材料, 而 PS 版是致密材料, 从而导致油墨在不同材料上明度值变化不一致的情况。

由图 1b 可知, 该铜版纸样条随耐黄变时间的增加, 色度值 a 逐渐减小; 由图 2b 可知, 该试样油墨随耐黄变时间的增加, 色度值 a 逐渐变大。印刷样条

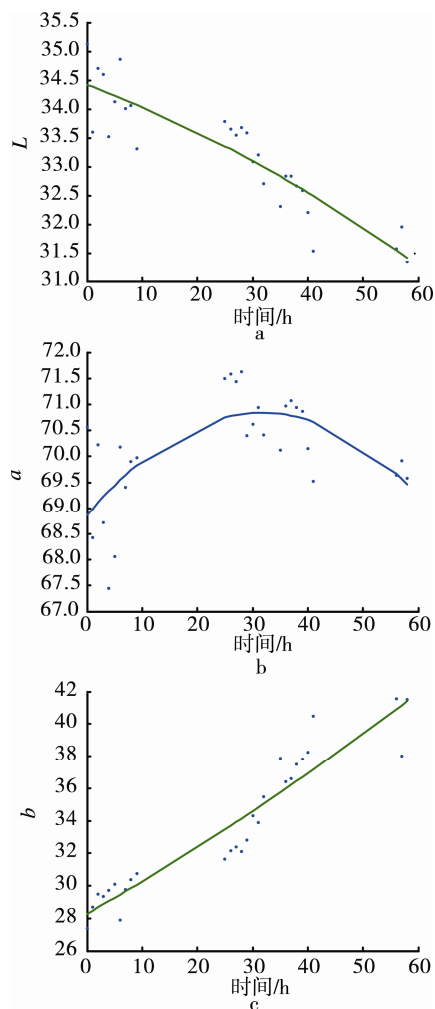


图3 印刷试样耐黄变时间与明度值 L , 色度值 a , 色度值 b 之间的关系

Fig.3 Relationship among time of resistance to yellowing and lightness L , chroma a and chroma b on printing specimen

的耐黄变性是由纸张和油墨的耐黄变性共同作用的结果。铜版纸样条印刷油墨后,放置于耐黄变试验机中,随试样放置时间的增加,试样印刷部分的色度值 a 的变化趋势见图3b,可以看出,该印刷试样色度值 a 随耐黄变时间的增加,开始逐渐增大,当耐黄变时间在20~40 h,色度值 a 达到峰值,然后开始随耐黄变时间的增加而逐渐减小。其变化趋势符合式(12):

$$y = -0.002x^2 + 0.13x + 68.87 \quad (12)$$

铜版纸样条印刷油墨后,放置于耐黄变试验机中,随试样放置时间的增加,试样印刷部分的色度值 b 的变化趋势见图3c。随耐黄变时间的增加,色度值 b 逐渐变大,即样条有逐渐变黄的趋势。其变化趋势符合式(13):

$$y = 0.0006x^2 + 0.19x + 28.28 \quad (13)$$

3 结果

由以上分析可以看出,印刷品表面的耐黄变性是

由纸张的耐黄变性和油墨的耐黄变性共同作用的结果。印刷品表面明度值 L 的变化是由承印物的表面性能决定的,而色度值 a 的变化则是油墨和纸张共同作用的结果。一般而言,大部分印刷品经过日照和高温,其色度值 b 都有逐渐增大的趋势,即印刷产品最终都有变黄的趋势。可以通过二次多项式拟合判断印刷纸张、油墨和印刷品的明度值和色度值的变化趋势,进而判断印刷品的耐黄变特性。

4 结语

印刷品的耐久性主要受外因和内因影响,是由纸张的耐久性和油墨的耐久性共同作用的结果,由于纸张和油墨材料的不同,因此不同印刷产品的耐久性是不同的。文中通过纸张和油墨耐黄变实验,分析了试样纸张和油墨的耐黄变特性,揭示了印刷品黄变特性的实质,为研究印刷品的耐黄变性提供新的思路,并对优化印刷工艺有重要意义。

参考文献:

- [1] 王延妮. 浅析纸张的耐久性[J]. 湖北造纸, 2014, 8(4): 39—41.
WANG Yan-ni. Weather Resistance on Paper[J]. Hubei Zaozhi, 2014, 8(4): 39—41.
- [2] 陈永常, 刘亮. 浅谈纸张印刷品的耐久性[J]. 印刷世界, 2008(5): 45—46.
CHEN Yong-chang, LIU Liang. On the Durability of Paper Printed Matter[J]. Printing World, 2008(5): 45—46.
- [3] 刘小闹, 司占军. 传统印刷和数字印刷图像的稳定性[J]. 今日印刷, 2006(6): 38—40.
LIU Xiao-nao, SI Zhan-jun. The Stability of Traditional Printing and Digital Printing Image[J]. Today Printing, 2006(6): 38—40.
- [4] 李诺. 书画纸纤维分析及润墨性能研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2014.
LI Nuo. Analysis of Painting and Calligraphy Paper Fiber and the Performance of Ink[D]. Xi'an: Shaanxi University of Science and Technology, 2014.
- [5] 王思静. 浅谈印刷品的耐候性[J]. 今日印刷, 2008(4): 33—35.
WANG Si-jing. Weather Resistance on Printed Matter[J]. Today Printing, 2008(4): 33—35.
- [6] 沈阳市档案局档案抢救课题组. 档案纸张老化与修裱关系的研究[J]. 中国档案, 2010(11): 59—61.
Research Group of Archives of Shenyang Municipal Archives. Study on the Relationship and Mounting Profile of Paper Aging[J]. China Archives, 2010(11): 59—61.
- [7] 杨润珍. 静电复印件字迹材料耐久性分析[J]. 广西师范学院学报, 2002(1): 79—81.

- YANG Run-zhen. Analysis on the Durability of the Writing Materials of Electrostatic Copying[J]. Journal of Guangxi Teachers Education University, 2002(1): 79—81.
- [8] 顾少卿. 网印材料和油墨的耐候性[J]. 丝网印刷, 2013(7): 42—45.
- GU Shao-qing. Weather Resistance of Material and Ink on Screen Printing[J]. Screen Printing, 2013(7): 42—45.
- [9] 陈杰. 影响塑料印刷品色彩的三大因素[J]. 广东印刷, 2010(5): 34—37.
- CHEN Jie. Three Factors Affecting the Color of Plastic Printing[J]. Guangdong Yinshua, 2010(5): 34—37.
- [10] 覃有学. 颜料的基本性质和性能测试[J]. 丝网印刷, 2014(6): 38—43.
- QIN You-xue. Basic Properties and Performance Test of Pigment[J]. Screen Printing, 2014(6): 38—43.
- [11] 张琳, 陈永常, 李学军. 柔印印品耐黄变性能的探讨[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 104—107.
- ZHANG Lin, CHEN Yong-chang, LI Xue-jun. Research on Resistance to Yellow Changing of Flexo Print[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 104—107.
- [12] 刘春格. 印刷油墨的现状与发展[J]. 印刷质量与标准化, 2010(11): 17—20.
- LIU Chun-ge. Present Situation and Development of Printing Ink[J]. Printing Quality & Standardization, 2010(11): 17—20.
- [13] 贺换祥. 印刷设备、工艺对油墨印刷适性的影响[J]. 今日印刷, 2012(9): 60.
- HE Huan-xiang. The Influence of Printing Equipment and Technology on Printing Ink[J]. Today Printing, 2012(9): 60.
- [14] 南静生. 瓦楞纸箱印刷过程中的质量控制[J]. 中国包装, 2011(8): 39—41.
- NAN Jing-sheng. Quality Control in the Printing Process of Corrugated Box[J]. China Packaging, 2011(8): 39—41.
- [15] 苏传健, 张黎明. 油墨和印刷品耐光性的测试与评定[J]. 印刷质量与标准化, 2014, 17(2): 46—47.
- SU Chuan-Jian, ZHANG Li-ming. Test and Evaluation on Light Fastness about Ink and Printed Matter[J]. Printing Quality and Standardization, 2014, 17(2): 46—47.
- [16] 胡建. 关于油墨印刷品耐老化的研究[J]. 丝网印刷, 2009, 24(11): 12—13.
- HU Jian. Study on Ageing Resistance about Printed Matter[J]. Screening Printing, 2009, 24(11): 12—13.