

专色油墨干退密度对颜色影响的研究

郑美琴, 段 纯

(安徽新闻出版职业技术学院, 合肥 230601)

摘要: 阐述了专色油墨的干退密度对颜色的影响, 对不同专色油墨进行了实验, 记录并分析了实验数据, 得到了不同专色油墨的主密度、BK 值和色差变化情况, 找到了专色油墨干退密度和颜色的变化关系, 为生产时对专色油墨的控制提供基础。

关键词: 专色油墨; 干退密度; 主密度; 色差

中图分类号: TS801.3; TS802.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)03-0104-05

Research on the Effect of Spot-color Ink Dry Fading Density on Colors

ZHENG Mei-qin, DUAN Chun

(Anhui Vocational College of Press and Publishing, Hefei 230601, China)

Abstract: The effect of spot-color ink dry density on colors was introduced. Different spot-color inks were tested and the data were recorded and analyzed. The main density, BK value, and change of color difference of different spot-color inks were obtained. The relation between dry fading density of spot-color ink and color change was found. The purpose was to provide reference for control of spot-color ink in production.

Key words: spot-color ink; dry fading density; main density; color difference

经济的快速发展带动了包装印刷业的高速增长, 随着生活水平的日益提高, 各类产品的包装印刷要求也达到了一个新的高度。包装印刷中大量的使用了专色油墨, 其主要特点是色相稳定、色域宽, 即可实地印刷也可印刷网点图像, 非常符合包装印刷的需要。在生产过程中, 由于专色油墨都是通过基本色油墨调配而成, 印刷时和干燥后也会出现传统四色印刷中的油墨密度变化现象, 并造成油墨的色差出现较大的变化, 超过国家标准的平均值 $\Delta E_{Lab} \leq 5^{[1]}$ 。在实践中发现, 不同颜色的专色油墨在“干退密度”现象中的变化情况并不相同, 有的油墨密度在干、湿状态下的变化值比较大, 严重影响了印刷品质量的控制, 并造成了不小的经济损失。

潘通色卡中包含的颜色是包装企业常用的专色, 该色卡也是包装印刷中最常用的标准色卡, 很多专色油墨都是通过潘通色彩体系进行调配。笔者通过选择不同色相的潘通专色油墨为样本进行研究, 对专色油墨印刷时和干燥后的密度变化情况进行测量, 分析

不同颜色的专色油墨在密度发生变化时的颜色变化情况, 找到密度变化情况对颜色变化影响的规律。

1 专色油墨控制因素分析

1.1 干退密度产生的原因

印品表面实地密度是非常重要的质量指标, 为了控制阶调和色调再现, 各色印刷必须保证一定的实地密度^[2]。在控制印刷、打样墨层密度时, 刚印刷出来的样张, 由于油墨湿润、光泽强而密度值高, 但经过数小时后, 随着油墨的渗透、干燥, 光泽减弱, 密度值就会下降, 这种现象称为“干退密度”现象^[3]。油墨的显色依靠的是油墨中的颜料, 由于油墨连接料在渗透、挥发、氧化结膜等干燥过程中会造成颜料粒子的损失, 使油墨的密度值发生了变化。专色油墨是由不同比例的黄、品、青、黑油墨加入不同比例的添加剂调配而成, 种类非常繁多、配比复杂, 在油墨的“干退密度”现象中的变化情况也有较大的不同。

收稿日期: 2011-11-30

基金项目: 安徽省青年人才基金项目(2011SQRL188)

作者简介: 郑美琴(1978—), 女, 浙江人, 硕士, 安徽新闻出版职业技术学院讲师, 主要从事包装印刷和包装材料的教学与研究。

1.2 专色油墨的测量要素

在包装印刷过程中,专色油墨通常都是大面积使用,在确定色相正确的条件下,对它的控制主要集中在对油墨墨层厚度进行控制,墨层厚度可以转换为油墨的密度。墨量的多少将直接影响印刷品密度值的大小,而密度值的大小又直接决定着图像的阶调、灰平衡、网点增大、相对反差等^[4]。专色油墨由多种油墨调配而成,其密度情况主要是通过主密度值和BK值(灰度值)来确定,油墨的主密度值由油墨主色相决定,BK值可以反映出油墨的灰度,色差可以反映油墨的颜色变化情况,通过研究油墨色差的变化可以掌握油墨颜色的变化。

2 实验

2.1 条件

实验材料:潘通涂料纸专用油墨中的基本色黄、012黄(中黄)、021橙、暖红(金红)、032红(大红)、鲁宾红(宝石红)、若丹明红(玫瑰红)、红紫、蓝紫、072蓝、射光蓝、蓝、绿;晨鸣 300 g/m² 白卡,尺寸为 50 mm×300 mm。

实验设备:IGT-C1 印刷适性仪,产地荷兰;爱色丽 X-Rite 528 分光密度计,产地美国;D65 光源,10° 视场。

实验室保持恒温 and 恒湿条件,实验和油墨干燥过程中一直保持在温度为 25℃,相对湿度 55% 的环境。

2.2 实验过程

在打样前用注墨器将油墨添加到匀墨辊上,匀墨时间为 45 s,上墨时间为 20 s。将纸张固定在适性仪上开始印刷,印刷速度为 0.3 m/s,印刷压力设定为 300 N。

印刷后立即对色样进行测量,并根据设定的时间对色样进行不间断测量,记录色样的密度变化情况。为了避免实验误差,实验中对每个色样选择不同的 3 个监测点进行测量,取其平均值作为测量结果。

3 测量结果分析

3.1 实验数据

根据选取的测量点测量印刷色样的主密度值和色差 ΔE_{ab}^* 值,在不同的时间上测量并记录测量结果。将测量数据整理为各专色油墨的主密度-时间变化曲

线(图 1)、主密度变化值变化情况曲线(图 2)、BK 值变化情况曲线(图 3)和 ΔE_{ab}^* 变化情况曲线(图 4)。

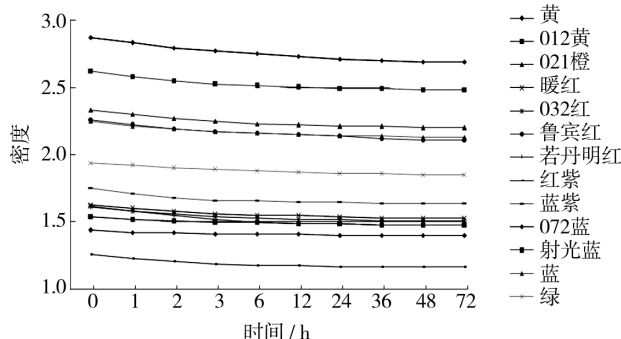


图 1 不同时间点上的油墨主密度变化情况

Fig. 1 Variation of ink main density with time

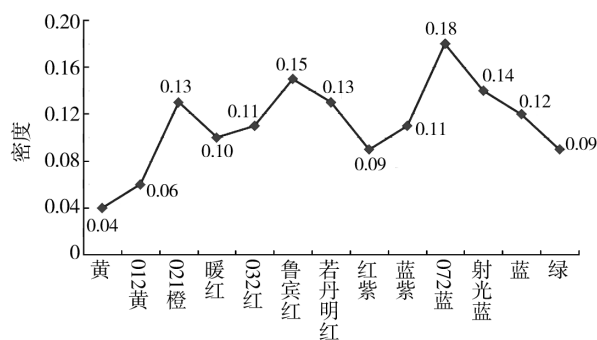


图 2 各专色油墨主密度值变化曲线

Fig. 2 Changing curve of main density of spot-color inks

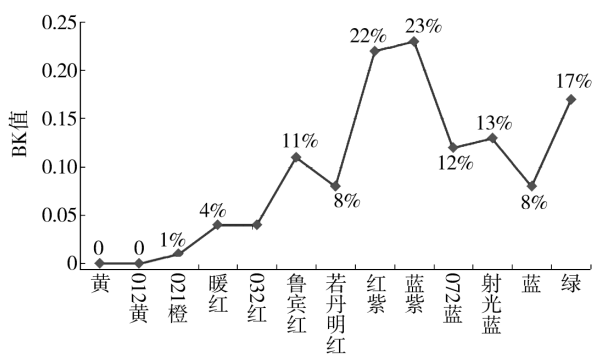


图 3 各专色油墨 BK 值曲线

Fig. 3 Changing curve of BK value of spot-color inks

3.2 数据分析

在研究油墨的干退密度现象中,首先应该确定油墨干燥的时间才能划定油墨干退密度现象的范围。从图 1 中可以看出,各专色油墨的干燥时间比传统四色油墨的时间要长,大部分油墨能在 6 h 后保持稳

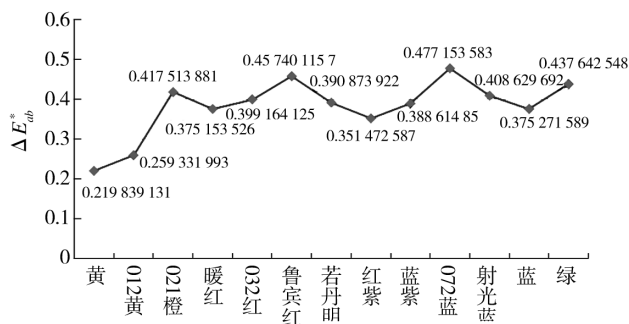


图 4 各专色油墨的 ΔE_{ab}^* 值变化曲线

Fig. 4 Changing curve of ΔE_{ab}^* of spot-color inks

定,072 蓝色、射光蓝、鲁宾红需要 48 h 才能完全干燥。

从图 2 中各专色油墨密度变化情况可以发现,密度变化最大的是 072 蓝,变化值达到了 0.18,变化最小的是黄,主密度变化只有 0.04。在各色油墨的主密度变化中,主密度变化趋势为蓝色色区的油墨密度变化最大,其次是红色色区油墨,橙色系色区油墨变化情况居中,紫色色区和绿色色区的油墨变化较小,黄色色区油墨的密度变化最小。在各专色油墨的 BK 值变化中,蓝紫色和紫红色色区的油墨 BK 值较大,蓝绿色区和红蓝色区的的变化值居中,黄色色区的值最小,这跟油墨各组分的混合比例有较大的关系。

图 4 是各专色油墨的 ΔE_{ab}^* 变化最值曲线图,所显示的情况是 072 蓝色差最大,达到了 0.48,色差变化最小的是黄色,变化值为 0.22。根据国标 GB/T 7705-87 的要求,精细包装装潢印刷品的色差 ΔE 应该控制在 4 以下,以上专色能完全符合标准要求。当色差值 ΔE_{ab}^* 控制在 2 以内,肉眼将分辨不出两个颜色的区别^[5]。在对以上 13 中专色油墨的实验中,蓝色色区是油墨色差值变化最大,红色色区油墨的色差变化值排在第二,绿色色区的色差变化排在第三,橙色色区的油墨变化值排在第四,黄红色区的油墨变化值排在最后。

对比图 2 和图 4,各专色油墨的主密度变化情况与其色差变化情况基本保持一致,并没有出现较大的奇异点。在主密度随时间逐渐减少时,油墨的色差值也在逐渐增加,对比所选的专色油墨样本点,可以得到以下变化规律:黄色色区油墨的密度值、BK 值和色差变化值在所有的油墨中最小,随着色区的颜色向橙

色色区中达到一个高点,随后降低,在红色色区达到一个高点,随着色区向蓝色变化,各项指标明显增加,在 072 蓝中达到最大值,最后随着色区向绿色变化逐渐减小。由于绿色色区的样本点只选取了一个绿色,而没有选取蓝色向绿色变化的过渡色,整个实验结果并不能完全说明蓝色色区向绿色色区的准确变化,但是能将专色油墨的主密度值、BK 值和色差变化趋势变现出来。

3.3 数据处理

颜色色差的变化可以反映出颜色的基本区别,但是基于人眼对颜色的恰可分辨范围,人眼对各种颜色色区识别敏感度(宽容度)并不一致^[6]。为了研究专色油墨干、湿状态下的密度和颜色变化情况,将 CIE Lab 空间下的色彩转换为色域图,通过对比色彩宽容度的对比可以比较容易得出颜色的变化情况。

根据色域空间转换式(1)^[7-8]:

$$\begin{cases} L^* = 116 \times (Y/Y_0)^{\frac{1}{3}} - 16 \\ a^* = 50 \times [(X/X_0)^{\frac{1}{3}} - (Y/Y_0)^{\frac{1}{3}}] \\ b^* = 200 \times [(Y/Y_0)^{\frac{1}{3}} - (Z/Z_0)^{\frac{1}{3}}] \end{cases} \quad (1)$$

得到式(2):

$$\begin{cases} X = X_n \times (P + a^*/500)^3 \\ Y = Y_n \times P^3 \\ Z = Z_n \times (P - b^*/200)^3 \\ P = (L^* + 16)/116 \end{cases} \quad (2)$$

将计算的结果带入式(3):

$$\begin{cases} x = \frac{X}{X+Y+Z} \\ y = \frac{Y}{X+Y+Z} \\ z = \frac{Z}{X+Y+Z} \end{cases} \quad (3)$$

通过实验记录可以看出,大部分油墨在印刷后 6 h 密度能到达稳定状态,为了对比油墨完全干燥与湿润状态下的色域变化情况,现将实验过程中得到的各样本点完全干燥后(48 h)的 L^* , a^* , b^* 值和已知的 X_n (0.313 82), Y_n (0.331)和 Z_n (0.355 18)值带入式(2),可以得到各点的 X , Y 和 Z 值,将它们带入式(3)得到各点的坐标值。在 Matlab 软件中编程得到图 5,图 5 中实线区域为油墨干燥后的色域区间,虚线区域为油墨湿润状态下的色域区间。

在图 5 中,各样本点的色域空间变化中,蓝色、紫色、红色、绿色的变化都比较大,但是将图 5 与人眼的

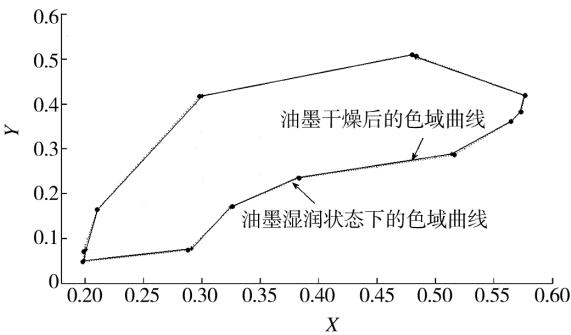


图 5 专色油墨干退现象导致的色域变化
Fig. 5 Change of color gamut caused by spot-color ink dry fading phenomenon

恰可分辨范围^[6]对比后发现,蓝色色区的颜色宽容度最小,在实际识别中最容易发现该色区的颜色区别,而红色色区、黄色色区和绿色色区的颜色宽容度都较大,即使有与蓝色色区颜色相同的色差变化也不会产生相同的识别区别,这个研究结果与实际生产中蓝色色区的颜色比较难以控制的经验是一致的,主要原因是因为蓝色色区的油墨密度发生变化后会导致色差变化。由于该色区的宽容度较小,印刷时与干燥后的油墨颜色人为感觉变化都较大,即使采用了现有的色度仪和密度计进行控制,由于色域空间的不均匀性,也会使测量结果与人的视觉差距有较大的不同。

目前国内外已有很多专家对色域空间均匀性进行了研究,新的 CIEDE2000 标准对该项目的研究也确定了新的研究方向,在下一步的工作中将会继续研究新标准下的专色油墨颜色变化情况。

3.4 实验结果

1) 油墨干退密度的影响。

油墨的干退密度现象是由于油墨中的连接料、颜料等组分在渗透干燥、挥发干燥和氧化结膜后减少导致的必然结果,是一种不能避免的现象。由于人眼的恰可分辨范围对各种颜色的宽容度不同,产生了对(如蓝色、紫色等)颜色比较挑剔的现象,最终使各类油墨在干退密度现象中表现出不同的影响。

2) 专色油墨密度变化规律。

将实验得到的专色油墨的主密度变化曲线(图 2)和色差变化曲线(图 4)按照色系进行分类,得到专色油墨的干退密度变化范围见表 1。

以上得到的各专色油墨干退变化规律是在指定的样本点条件下通过实验得到的,能够反映潘通颜色体系下各专色油墨的干退密度变化情况,但是,不同

表 1 不同色系油墨干退密度变化情况
Tab. 1 Variation of dry fading density of different color series

	干退密度 变化范围	油墨干燥对色差 影响的变化范围
黄色系	0.04~0.06	0.22~0.26
橙色系	0.06~0.13	0.26~0.42
红色系	0.10~0.15	0.35~0.46
紫色系	0.09~0.13	0.35~0.39
蓝色系	0.11~0.18	0.38~0.48
绿色系	0.04~0.12	0.22~0.38

类型油墨的干退密度情况还会受到油墨中颜料细度、连接料流变性能、结膜后的光泽度等因素的影响。油墨的颜料细度与比表面积成正比,颜料愈细,比表面积越大,与连接料亲和性也愈好,油墨的光泽性、着色性就越好;连接料流变性适用范围更广并且结膜后的光泽度越高就会使得反色光量越大,油墨的干退密度变化就越小,色差的变化也越小。

3) 减少油墨干退现象对印品质量影响的措施。

各色油墨的干退现象虽然不能避免,但在实际印刷过程中可以通过一些措施来减小它对最终效果的影响。在印前制版时应考虑调校输出曲线,补偿油墨密度的变化差值;在网点产品中,应在初次使用一种油墨时考虑该油墨的干退现象,通过控制网点扩大率来补偿油墨的密度变化影响;在印刷环节中,应该尽量不要随便更改油墨的品牌,可以根据上面的变化规律适度提高机台抽样产品的密度值,以保障印品干燥后的密度值;在首次上机打样时,如果时间充分应该考虑对 6 h 后的产品进行二次检测,对蓝色系、紫色系和红色系的产品应在 48 h 候做第三次检测,确保色差变化在客户能接受的合理范围内,虽然专色油墨的首次印刷控制过程比较繁琐,但是对于提升大批量、定期产品的质量稳定性和减少废品损失有直接的作用;在后道加工过程中,应该确保各类包装印刷品表面的油墨得到了充分的干燥,这样成品后的印品表面油墨颜色就不再会发生变化。

4 结论

专色油墨的种类非常多,在实际生产中的控制难度较大,对于专色油墨的干退密度现象的研究有助于让操作人员掌握各种不同颜色油墨在色区中的变化情况。作为对印刷管理的密度值,则应使用油墨干燥的密度^[9]作为评价印刷质量的密度,结合各专色油墨

的干燥时间能够合理安排生产工序和产品质量检测时间。在实验中得到的专色油墨密度干退变化规律可以对印刷品抽样密度进行控制,并能够根据该规律在印刷各环节中进行合理补偿,减少由于专色油墨的干退密度现象而使印品产生废品率的影响。

参考文献:

- [1] 王利捷,朱元泓. 四色印刷实地色标准及其允差范围的测定[J]. 武汉大学学报, 2005, 30(10): 936-939.
WANG Li-jie, ZHU Yuan-hong. Experiment and Measurement for Acquiring Solid Standards of Four Colors Metal Printing[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2005, 30(10): 936-939.
- [2] 李茂斌,张海燕. 墨层厚度与实地密度关系数学建模[J]. 包装工程, 2007, 28(10): 121-122.
LI Mao-bin, ZHANG Hai-yan. Modeling of the Relationship between Ink Thickness and Solid Density[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 121-122.
- [3] 刘昕. 印刷工艺学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2005.
LIU Xin. Printing Technology[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2005.
- [4] 廉洁. 正确地理解和掌握实地密度值[J]. 印刷标准化,

1994(1): 10-12.

LIAN Jie. Correctly Understand and Grasp the Solid Density[J]. Printing Quality & Standardization, 1994(1): 10-12.

- [5] 刘淑凤. 基于 PANTONE 色标的专色油墨调配[J]. 印刷杂志, 2008(2): 75-77.
LIU Shu-feng. Spot-color Ink Formulation Base on PANTONE Color Code [J]. Printing Magazine, 2008(2): 75-77.
- [6] 杜功顺. 印刷色彩学[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1995.
DU Gong-shun. Color Science and Technology [M]. Beijing: Printing Industry Press, 1995.
- [7] LUO M R, RIGG B. BFD(1:c) Colour-difference Formula Part II — Performance of the Formula[J]. JSoc Dyers Col, 1987, 103(3): 126-132.
- [8] LUO M R, RIGG B. BFD(1:c) Colour-difference Formula Part I Development of the Formula[J]. JSoc Dyers Col, 1987, 103(2): 86-94.
- [9] 冯瑞乾. 印刷原理及工艺[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2007.
FENG Rui-qian. Principle and Process Printing[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2007.

(上接第 58 页)

- WANG Bo, YI Jian-zheng, QI Li-lei. Vapor Transmission Study of High Barrier Moisture proof Envelop Materials[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(13): 47-51.
- [8] 周加彦,赵江. 正确认识材料的阻隔性[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 238-239.
ZHOU Jia-yan, ZHAO Jiang. Accurate Understanding the Barrier Properties of Materials[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(8): 238-239.
- [9] 韩永生,郝丽荣,郭利春. 聚四氟乙烯、硅油共同改性聚苯乙烯包装材料的研究[J]. 包装工程, 2010, 31(3): 33-34.
HAN Yong-sheng, HAO Li-rong, GUO Li-chun. Study on PTFE and Silicone Oil Modified Polystyrene Packaging Materials[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 33-34.
- [10] 胡炎清,李子繁,孙红旗. 耐水改性聚乙烯醇涂布膜的研究进展及发展前景[J]. 包装工程, 2010, 31(1): 108-110.
HU Yan-qing, LI Zi-fan, SUN Hong-qi. Research Progress and Development Prospects of Water Resistant

Modified PVA Coated Films[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(1): 108-110.

- [11] 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): 98-100.
LIU Cai-feng, ZHANG Xiao-hui. Analysis of Plastic Flexible Packaging Material Printability Based on Printing Ink Adhesion Capability[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(6): 98-100.
- [12] 郝喜海. 水溶性塑料包装薄膜的研究、开发与用现状[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 175-176.
HAO Xi-hai. The Study, Development and Application of Soluble Plastic Packing [J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4): 175-176.
- [13] 王明乐,吴晓华,刘剑. 金属表面氧化法表征高阻隔特性液晶聚合物膜的透氧性[J]. 包装工程, 2010, 31(11): 1-5.
WANG Ming-le, WU Xiao-hua, LIU Jian. Characterization of Oxygen Permeability of Liquid Crystal Polymer Film with High Barrier Properties by Ferrous Matrix Surface Oxidation [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(11): 1-5.