

# 数码打样自定义专色色彩匹配方法

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2019.04.013

邓体俊 付文亭

中山火炬职业技术学院

包装印刷系

广东 中山 528436

**摘要:** 利用数码打样技术精确模拟自定义专色, 并对专色挂网方法进行研究。在专色实地精确模拟的基础上, 通过分析数码样与印刷样的密度差值随着网点值变化的趋势, 并利用分阶段拟合算法对网点-密度差值曲线进行拟合, 然后通过拟合公式调整的数码打样密度值与实际测量的密度差值, 实现专色挂网的精确模拟。通过对数码打样自定义专色色彩匹配方法的研究, 可实现自定义专色以及专色挂网的准确模拟, 并可应用于包含大量专色印刷的包装印刷、标签印刷及多介质印刷等领域。

**关键词:** 数码打样; 专色; 实地; 专色挂网; 多介质印刷

**中图分类号:** TS865

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2019)04-0090-05

**引文格式:** 邓体俊, 付文亭. 数码打样自定义专色色彩匹配方法研究 [J]. 包装学报, 2019, 11(4): 90-94.

## 0 引言

数码打样是指将电子原稿经印前处理后, 以数码方式利用大幅面打印机直接输出打样。数码打样简化了传统打样中的制胶片、晒样等冗长的工艺流程, 且数码样与印刷产品的接近度可达 98.5%, 这是传统打样无法比拟的, 因此数码打样在以四色印刷为主的纸类包装印刷等企业取得了空前的发展。对于非纸类等包装印刷企业以及标签印刷企业来说, 由于在产品设计和生产中大量地应用专色印刷, 如何在数码打样中精确模拟专色以及专色挂网等, 已成为该类企业应用数码打样的瓶颈之一。

目前, 国内外主流的色彩管理系统 CGS Oris Color Tuner、EFI Color Proof XF、GMG Color Proof、杜邦 Cromalin 等, 均开发了专色打样模块, 加载了潘通专色库, 通过  $L^*a^*b^*$  值映射, 将专色值转换为彩色打印机的色彩组合进行专色打样。王志豪<sup>[1]</sup> 针对印刷专色复制中存在的问题, 利用 EFI Color Proof

XF 数码打样软件设计并构建了专色库, 采用测量值与原始值比较的方法, 实现了专色实地密度精确模拟。姚志国<sup>[2]</sup> 提出建立专色数据库, 利用 ESKO Pack Proof 软件对专色数据进行计算, 实施专色打样。

专色打样的精度取决于采样色卡色块的数量、彩色打印机的色域、国际色彩联盟 (international color consortium, ICC) 特性文件 (以下统称为 ICC Profile) 的制作精度等因素, 因而无法实现专色的精确模拟。

本研究针对数码打样精确模拟自定义专色以及专色挂网的方法进行研究, 在专色实地精确模拟的基础上, 利用拟合算法, 解决数码打样与实际印刷过程中因二者制样原理不同而造成的专色挂网数据不一致的问题; 通过分析数码样与印刷样密度差值随着网点值的变化趋势, 利用分阶段拟合算法对网点-密度差值曲线进行拟合, 并通过拟合公式调整数码打样密度值与实际测量的密度差值, 以实现专色挂网的精确模拟。

收稿日期: 2019-05-12

作者简介: 邓体俊 (1984-), 男, 湖南株洲人, 中山火炬职业技术学院高级工程师, 主要研究方向为计算机图文信息处理, E-mail: dengtijun001@163.com

## 1 实验

### 1.1 实验设备

分光光度计, X-Rite i1 型, 美国爱色丽公司; 图形绘制软件, Illustrator CS6 型, Adobe 系统公司; UV 平板打印机, Arizona 460GT 型, 内置佳能 ONYX 色彩管理系统, 日本佳能株式会社。

Arizona 460GT 型 UV 平板打印机具有 C、M、Y、K、W (白墨)、V (光油) 6 个通道, 可模拟铁皮或铝制等金属介质上白墨印刷效果。

### 1.2 专色实地数码打样

#### 1.2.1 实验原理

目前, 市场上大部分数码打样系统都是基于 ICC Profile 转换原理, 即通过数码打样色彩转换引擎, 建立数码打样 ICC Profile 与印刷 ICC Profile 的转换关系, 以实现数码打样结果与印刷结果的匹配。然而, 制作 ICC Profile 时, 测试的色块只能有限地将色彩空间等分, 其中间的过渡色也只能通过软件的运算去模拟, 同时打样系统对设备的色彩控制也只能通过有限的控制点进行。因此, 基于 ICC Profile 的数码打样无法实现专色精确模拟<sup>[3-5]</sup>。

本研究首先基于 ICC Profile 转换原理进行数码打样, 若专色数码打样的色差值小于或等于行业或客户标准, 则直接将专色色度值记录在专色库中, 以便于下次专色打样时直接调用; 若专色数码打样的色差值大于行业或客户标准, 则将该色差值作为容差值, 并自定义取样值, 二次打样所有的取样色块, 选择数码样与专色目标值色差值最小的色块, 在专色库中将专色值更新至该色块对应的色度值, 以实现专色实地的精确模拟。

#### 1.2.2 实验流程

利用佳能 ONYX 系统“media manager 模块”, 针对铁皮材质进行 UV 平板打印机线性化校准, 并制作铁皮材质的 ICC Profile, 完成铁皮介质的数码打样。

铁皮数码样第一次测量值: 印前工作中, 在拼版文件的拖稍位放置文件中所使用专色梯尺 (利用通用图形绘制软件, 绘制大小为 7 mm × 7 mm, 以 5% 为间隔, 填充 0~100% 的专色色块), 利用分光光度计, 测量数码样上的专色色度值 (专色测控条上 100% 实地色块), 记为  $L_1a_1b_1$ 。

计算  $L_1a_1b_1$  与专色目标值 ( $L^*a^*b^*$ ) 的色差  $\Delta E_{ab}$ ; 将专色数码打样色差值的行业或客户标准,

记为  $\theta$ 。若  $\Delta E_{ab} \leq \theta$ , 则该数码样合格, 实现专色实地数码打样精确模拟, 直接将  $L^*a^*b^*$  作为专色色度值记录在佳能 ONYX 系统“swatch books 模块”的专色库中; 若  $\Delta E_{ab} > \theta$ , 则该数码样不合格, 并以  $\Delta E_{ab}$  为容差值, 自定义取样值为  $i$ , 重新取样测试色块, 其取样色度值如下:

$$L_c = L^* \pm i, L^* \pm 2i, \dots, L^* \pm ni, L^* \pm \Delta E_{ab};$$

$$a_c = a^* \pm i, a^* \pm 2i, \dots, a^* \pm ni, a^* \pm \Delta E_{ab};$$

$$b_c = b^* \pm i, b^* \pm 2i, \dots, b^* \pm ni, b^* \pm \Delta E_{ab};$$

其中,  $n$  为整数,  $ni$  最接近  $\Delta E_{ab}$  值。

数码样第二次测量值: 根据上述取样色度值, 利用图形绘制软件制作 7 mm × 7 mm 大小的色块, 作为测试图的二次打样; 在二次打样的取样色块中找到与目标专色最接近的色块, 用分光光度计测量其色度值, 记为  $L'_ca'_cb'_c$ 。

计算  $L'_ca'_cb'_c$  与  $L^*a^*b^*$  的色差  $\Delta E'_{ab}$ 。若  $\Delta E'_{ab} \leq \theta$ , 则该二次数码样合格, 实现专色实地数码打样精确模拟, 可在“swatch books 模块”专色库中将测试色块对应的  $L_c a_c b_c$  值更新为  $L'_ca'_cb'_c$ <sup>[6-9]</sup>。

本研究以首次专色数码打样的色差作为容差值, 在容差范围内自定义取样值, 进行二次打样。将符合行业标准或客户标准的专色数据 (电子文件的色度值, 如在设计文件中填充的专色值) 替换 PANTONE 专色值, 并在专色库中更新专色数据, 在数码打样该专色时, 可以直接调用专色库中的专色数据, 以使数码样张的色度值与目标色度值的色差符合行业或客户要求。

### 1.3 专色挂网数码打样

#### 1.3.1 实验原理

专色挂网是指印刷专色的渐变色。虽然在上述实验中, 实现了专色实地数码打样的精确模拟, 但由于印刷过程与数码打样的原理不同, 印刷中受印刷压力等因素的影响, 网点会相应扩大, 而数码打样过程中不存在印刷压力, 因而会造成数码打样专色的挂网数据与印刷专色挂网数据的偏差。网点的密度值可以直接反映网点的变化情况, 因此本研究通过调整网点密度值降低专色挂网数码打样的偏差。

#### 1.3.2 实验流程

本实验利用分光光度计分别测量数码样 (专色实地数码打样精确模拟) 与专色印刷样的专色梯尺密度值, 并生成相应网点 - 密度差值曲线, 通过多项式拟合法计算两条曲线的拟合公式, 以实现专色挂网数

码打样的精确模拟。

## 2 结果与分析

### 2.1 专色实地数码打样

本研究以首次专色数码打样的色差作为容差值,在容差范围内自定义取样值,进行二次打样。两次打样的实验数据如表1所示。

表1 专色实地数码打样实验结果

Table 1 Experimental results of spot color digital proofing

颜色名称	$L^*a^*b^*$	$L_1a_1b_1$	$\Delta E_{ab}$	$L'_ca'_cb'_c$	$\Delta E'_{ab}$
291C	80, -9, -20	75, -6, -16	7.07	79, -8, -19	1.73
234C	36, 63, -12	32, 58, -11	6.48	35, 63, -11	1.41

从表1可以看出,两种色样的铁皮数码样第一次测量值与专色目标值之间的色差  $\Delta E_{ab}$  较大,二者的  $\Delta E_{ab}$  均大于行业或客户标准色差值 ( $\theta=3$ ); 经过重新取样测试后,第二次打样的总色差  $\Delta E'_{ab}$  相对较小,均小于3,该二次数码样合格。因此在专色库中将第二次打样的专色值更新至该色块对应的色度值,以实现专色实地精确模拟。

### 2.2 专色挂网数码打样

当专色实地数码打样达到精确模拟后,本研究利用分光光度计分别测量数码样与专色印刷样上的专色梯尺的密度值,并绘制以网点值为横轴、网点密度值为纵轴的曲线,如图1所示。

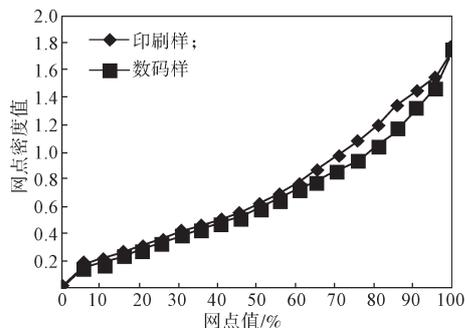


图1 网点数据对应的密度值曲线

Fig. 1 Density value curve corresponding to dot data

从图1可以看出,虽然专色实地数码打样已实现精确模拟,但是数码打样专色挂网数据与印刷专色挂网数据还有明显差距,没有实现精确模拟。

根据所测得的数码样与专色印刷样上的密度值数据,计算各网点的密度差,并绘制以网点值为横轴、密度差值为纵轴的曲线,如图2所示。

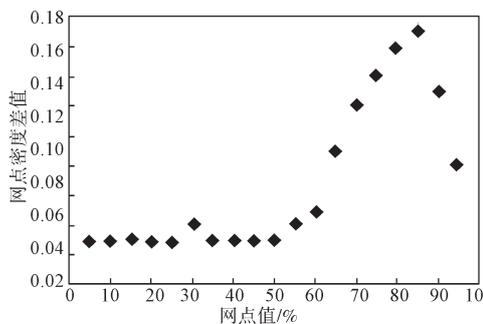


图2 网点数据对应的密度差值数据

Fig. 2 Density value difference corresponding to dot data

从图2可以看出,数码样与印刷样密度差值( $y$ )随着网点值( $x$ )的变化呈现分阶段变化。当 $x=0\%$ 或 $100\%$ 时, $y=0$ ;当 $0 < x \leq 50\%$ 时,密度差值基本保持稳定, $y=0.03$ ;当 $50\% < x < 100\%$ 时,密度差值呈曲线变化。

本研究利用分阶段拟合算法对网点数据对应的密度差值曲线进行拟合<sup>[10-13]</sup>,拟合公式如下:

$$y = \begin{cases} 0, & x = 0; \\ 0.03, & 0 < x \leq 50\%; \\ -8.2 \times 10^{-6} x^3 + 0.0016 x^2 - 0.1028 x + 2.0976, & 50 < x < 100\%; \\ 0, & x = 100\%. \end{cases}$$

当 $50 < x < 100\%$ 时,拟合公式的相关系数  $R^2=0.99$ ,拟合图如图3所示。

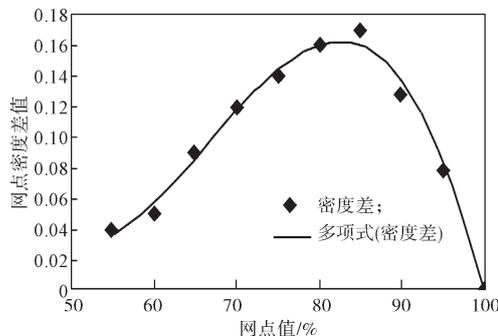


图3 网点数据对应的密度差值拟合曲线(50 < x < 100%)

Fig. 3 Density value difference curve corresponding to dot data (50 < x < 100%)

根据上述拟合公式,计算需调整的数码样密度差值,并绘制该密度差值与实际测量的网点数据对应的密度差值曲线,如图4所示。

从图4可以看出,通过拟合计算得到需调整的数码打样密度值与实际测量的印刷样密度差值高度接

近, 由此说明本研究实现了数码打样专色挂网的精确模拟<sup>[14]</sup>。

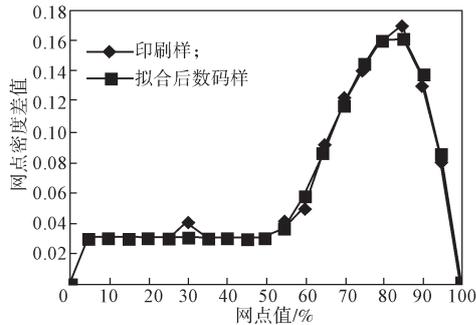


图4 实际测量与拟合计算的密度差值曲线对比

Fig. 4 Comparison of density difference between actual measurement and fitting calculation

### 3 结语

本研究创新性地提出了专色实地数码打样及专色挂网数码打样精确模拟的方法, 该方法可弥补基于 ICC 数码打样转换中的差值运算误差, 实现专色色彩精确匹配。在具体实验中, 虽然数码打样实现了专色实地精确模拟, 但是数码打样专色挂网数据与印刷专色挂网数据还存在明显差距。本研究通过分析数码样与印刷样密度差值随着网点值的变化趋势, 利用分阶段拟合算法对网点数据对应的密度差值曲线进行拟合, 并通过拟合公式调整的数码打样密度值与实际测量的密度差值, 实现专色挂网的数码打样对专色印刷的精确模拟。

通过对目前市场上色彩管理系统及软件的调研分析, 虽然市场上部分软件可以手动调整专色曲线用来调整数码打样的网阶密度值, 但无法通过加载调整公式(加载曲线)去精确调整数码打样的网阶密度值。本研究数据及流程可推广为专色色彩管理的一般技术, 特别是针对用户自定义的专色以及多介质基材的专色印刷(即铝基材印刷、铁皮印刷或镭射纸印刷等), 也可为专色色彩管理软件开发提供试验研究及理论基础, 为专色打样流程软件的设计提供参考, 实现数码打样专色挂网的精确模拟。

#### 参考文献:

- [1] 王志豪. 基于专色库循环校正的数码打样色彩控制方法[J]. 包装工程, 2010, 31(23): 92-95.  
WANG Zhihao. Method for Color Control of Digital Proof Based on Circular Correcting of Spot Color Library[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(23): 92-95.
- [2] 姚志国. 专色及叠色的数字打样解决方案[J]. 印刷杂志, 2016(2): 44-45.  
YAO Zhiguo. Solution of Spot and Overlay Digital Proofing[J]. Printing Field, 2016(2): 44-45.
- [3] 易尧华, 刘菊华, 高睿遥, 等. 彩色数字喷墨打印机色彩特性化方法研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2012, 4(2): 17-23.  
YI Yaohua, LIU Juhua, GAO Ruiyao, et al. Study on Color Characterization Method of Digital Color Inkjet Printer[J]. China Printing and Packaging Study, 2012, 4(2): 17-23.
- [4] 刘浩学, 朱明铮, 黄敏, 等. 从特性文件分析 ICC 色域映射机制[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(1): 14-19.  
LIU Haoxue, ZHU Mingzheng, HUANG Min, et al. Inspecting ICC Output Device's Profiles and Analyzing the Color Gamut Mapping Mechanism[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(1): 14-19.
- [5] 赵德方, 黄新国. 基于 Kubelka-Munk 理论的光谱配色算法研究[J]. 包装学报, 2017, 9(1): 46-52.  
ZHAO Defang, HUANG Xinguo. Research of Spectral Color Matching Algorithm Based on Kubelka-Munk[J]. Packaging Journal, 2017, 9(1): 46-52.
- [6] 许昌, 王琪, 张琳. 计算机专色油墨配色模型初探[J]. 中国印刷与包装研究, 2011, 3(6): 9-14.  
XU Chang, WANG Qi, ZHANG Lin. Preliminary Study of Computer Color Matching Model for Spot Color Ink[J]. China Printing and Packaging Study, 2011, 3(6): 9-14.
- [7] 罗如柏, 周世生, 蒋楠, 等. 基于密度的计算机凹印专色配色理论及其系统开发[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(S1): 76-78.  
LUO Rubai, ZHOU Shisheng, JIANG Nan, et al. Mathematical Model and Implementation of the Density-Based Gravure Spot-Color Matching[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(S1): 76-78.
- [8] 陈海生, 袁江平, 付文亭, 等. 基于 MATLAB 的新色域对比度量及其适用性评价[J]. 包装学报, 2018, 10(6): 86-93.  
CHEN Haisheng, YUAN Jiangping, FU Wenting, et al. Applicability Evaluation of Proposed New Gamut Comparison Metrics Based on MATLAB Functions[J]. Packaging Journal, 2018, 10(6): 86-93.
- [9] 邱晓琳, 王琪, 王茜. 基于最小二乘法的数字图像网点补偿方法研究[J]. 包装工程, 2014, 35(7): 119-122.

- QIU Xiaolin, WANG Qi, WANG Qian. Digital Image Dot Compensation Based on Least Square Method[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(7): 119-122.
- [10] 陈良波, 郑亚青. 基于最小二乘法的曲线拟合研究 [J]. 无锡职业技术学院学报, 2012, 11(5): 52-55.
- CHEN Liangbo, ZHENG Yaqing. Study on Curve Fitting Based on Least Square Method[J]. Journal of Wuxi Institute of Technology, 2012, 11(5): 52-55.
- [11] 初红艳, 秦合营, 蔡力钢. 印刷品色彩质量评价体系结构及算法 [J]. 北京工业大学学报, 2012, 38(6): 801-806.
- CHU Hongyan, QIN Heying, CAI Ligang. Evaluation Structure and Algorithm for Printing Color Quality[J]. Journal of Beijing University of Technology, 2012, 38(6): 801-806.
- [12] SU H, YI Y H, LIU J H, et al. Spot Color Matching Method Based on Preserved High Saturation for Inkjet Digital Proofing[J]. Applied Mechanics and Materials, 2012, 262: 74-79.
- [13] ZHANG Y, ZHOU S S, CAO C J, et al. Study of Spot-Color-Matching in Gravure[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 312: 542-545.
- [14] 万晓霞, 黄新国, 刘 振, 等. 镭射纸表面结构对颜色测量精度的影响 [C]//第十三届全国包装工程学术会议论文集. 武汉: 中国振动工程学会, 2011: 396-400.
- WAN Xiaoxia, HUANG Xinguo, LIU Zhen, et al. The Effect of Surface Structure of Holographic Paper on Color Measurement Accuracy[C]//Proceedings of the Thirteenth National Symposium on Packaging Engineering. Wuhan: China Vibration Engineering Society, 2011: 396-400.

(责任编辑: 李玉华)

## Custom Spot Color Matching Method for Digital Proofing

DENG Tijun, FU Wenting

(Department of Packaging and Printing, ZhongShan Torch Polytechnic, Zhongshan Guangdong 528436, China)

**Abstract:** The digital proofing technology to accurately simulate the custom spot color and screen printing of spot color was studied. On the basis of accurate spot color simulation, by analyzing the variation trend of density difference between the proof sample and the printed sample along with dot value, the curve of density difference corresponding to dot data was fitted by staged fitting algorithm. After adjustment of the actual density, the accurate simulation of screen printing of spot color was carried out. Through this method, the customized spot color matching for digital proofing could be realized, and it could be applied to the fields containing a lot of spot color printing such as packaging printing, label printing and multi-media printing.

**Keywords:** digital proofing; spot color; solid; screen printing of spot color; multi-media printing