

基于数字印刷系统的纸媒体颜色信息再现的研究

陈文革, 蒋文燕

(浙江科技学院, 杭州 310023)

摘要: 用各种仪器测量了纸张的白度、光泽度、不透明度和平滑度, 并通过数码印刷机 DC8000 在各种纸样上打印了样稿, 然后用分光密度计测量了相应的密度, 并计算出了色效率和色相误差、灰度等。根据实验数据进行处理分析, 得到了在纸媒体上进行颜色信息再现和选用纸张间的关系。

关键词: 纸张性能; 实地密度; 色效率; 色域

中图分类号: TS801.3; TS802.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)09-0080-04

Research of Paper Media Color Information Reproduction Based on Digital Printing System

CHEN Wen-ge, JIANG Wen-yan

(Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: The whiteness, gloss, opacity and smoothness of paper were measured using various instruments. Sample manuscript was printed on various papers with digital printing machine DC8000. Corresponding density was measured using spectral density meter, and the color efficiency, hue error, gray level, etc. was calculated. The relationship between color information reproduction and paper media selection was obtained through analysis of the experimental data.

Key words: paper property; solid density; color efficiency; color gamut

纸张的光学性质是纸张质量的重要方面, 纸张的呈色性是印刷品质的基础^[1], 而纸张的呈色性主要由纸张的光学性能和表面性能决定^[2]。数码印刷是一种全新印刷方式, 近年来发展很快而且发展空间巨大, 但数码印刷质量则参差不齐, 而数码印刷对纸张的质量却要求很高, 只有好的纸张才能再现出高质量的数码印刷作品^[3-4]。文中选择富士施乐数码印刷机 DC8000, 通过测定纸张的白度、平滑度、不透明度、光泽度来进行实验验证^[5], 采用不同纸张在数码印刷机上再现自行设计的测试样张, 并用分光密度计测量, 从而说明纸张的呈色能力和数码印刷的关系和影响。

1 实验

1.1 器材与条件

1) 实验材料: 采用金东铜版纸(128, 200 g/m²)、卡纸 240 g/m²、哑粉纸 157 g/m²、激光打印纸(90, 202

g/m²)、复印纸 80 g/m² 各 5 张。

2) 实验仪器: 数码印刷机施乐 DC8000、分光密度计 X-Rite528、DCP-BKP10k 型电脑测控平滑度仪、DN-B 型白度仪、光泽度测定仪 ZCD-1。

3) 实验条件: 温度为 20 ~ 25 °C; 湿度为 60% ~ 65%。

4) 样张设计: 根据实验需要, 用 CorelDrawX4 设计出合适的 A3 大小的测试样稿, 并用富士施乐 DC8000 打印出来, 见图 1。

1.2 方法

1.2.1 纸张表面性能测试

白度、光泽度、反射率、平滑度测试: 测试时, 从每种纸中任取不同的纸样切取试样 5 张, 每张试样各测量 3 次, 以所有测定结果的算术平均值表示测定结果。

不透明度测试: 利用不透明度 = $\frac{R_0}{R_\infty} \times 100\%$, 式中: R_0 为单张纸样背衬黑色标准垫时的反射率; R_∞ 为

收稿日期: 2012-12-23

基金项目: 浙江省教育厅科研项目(Y201223999); 浙江科技学院开放实验项目(KF2012289)

作者简介: 陈文革(1967-), 男, 浙江人, 硕士, 浙江科技学院教师, 主要从事颜色信息管理和数字图像处理方面的教学和研究。



图 1 测试样稿
Fig. 1 Test sample manuscript

重叠多层纸样至不透明时的反射率^[6]。计算出纸张的不透明度。注意:测量白度时应是多层,防止透光,测光泽度时角度应为 75°^[7]。

1.2.2 实地密度测试

各种试样在彩色数码印刷系统 DC8000 上,打印成 A3 纸大小的三原色测试样张各五张。然后用 X-Rite528 分别测得 CMYRGB 实地密度,取平均值。最后计算出色相误差、色效率、灰度。

2 数据获取与分析处理

2.1 纸张性能测量

测试的是纸张的白度、平滑度、光泽度和不透明度,通过仪器测量所得数据并求平均值,见表 1。

表 1 纸样和纸张性能

Tab.1 Paper sample and their properties

纸样	白度	不透 明度	光泽 度	平滑 度
240 g/m ² 白卡纸	95.8	0.97	12.0	12
128 g/m ² 铜版纸	89.0	0.95	27.8	210
200 g/m ² 铜版纸	90.1	0.96	23.0	446
157 g/m ² 亚粉纸	92.2	0.95	10.8	225
90 g/m ² 激光打印纸	97.8	0.91	10.6	26
202 g/m ² 激光打印纸	91.5	0.97	11.6	91
80 g/m ² 复印纸	94.3	0.91	11.2	33

1) 白度。由表 1 可知,所选纸张的白度都比较高,能满足作为彩印刷用纸的需要。而纸张的白度越高,对入射光的反射能力就越强,反射的光谱能量就多,提高印刷墨迹的反差,使印品色彩鲜艳、层次丰富,能提高印刷品质量。

2) 不透明度。由表 1 可知,240 g/m² 的卡纸和 202 g/m² 的激光打印纸的不透明度最大为 0.97,其

次是 200 g/m² 的铜版纸为 0.96。不透明度是由总透射光量决定的,和白度一样,纸张不透明度大小与仪器的光源光谱特性、照明和观察的几何结构以及背衬的光谱反射率有关。但从实验数据所得的纸张的不透明度都符合作为印刷用纸的要求。

3) 光泽度。由表 1 可知,铜版纸的光泽度最高,达到 27.8,其次是白卡纸,其余各类纸张的光泽度均在 10 左右,形成这种差异的主要原因是这几种纸张的生产工艺不同。铜版纸属于涂布纸,它的表面性质取决于涂布涂料。光泽度高的纸张比光泽度低的纸张,在纸面印刷相同墨膜厚度时能够获得更高的印刷密度,但是会影响纸面对油墨的吸收而影响干燥。

4) 平滑度。由表 1 可知,200 g/m² 的铜版纸平滑度最高,达到 446,其次是 157 g/m² 的亚粉纸为 225,128 g/m² 的铜版纸为 210,而 240 g/m² 白卡纸的平滑度最低仅为 12,90 g/m² 激光打印纸次之为 26。从这些实验数据里可以看出,平滑度相差比较大,不像前几个参数比较接近,当然这里有误差原因;但从表 1 的数据也可看出,纸张的本身的平滑度和光泽度还是有一定关系的,除误差影响外,平滑度好的纸张,光泽度总体上较好,这也说明了纸的反射是基于纸张表面的光滑程度的。

2.2 实地密度测量

实地密度是测量每种纸上各单色实地块而得到的数值并求平均值,然后计算出色相误差(色偏) = $\frac{M-L}{H-L}$ 、灰度 = $\frac{L}{H}$ 、色效率 = $\left(1 - \frac{N+L}{2H}\right) \times 100\%$ ^[7]。

从表 2 可以看出,对 C 而言:157 g/m² 的亚粉纸色相误差最低,80 g/m² 的复印纸最大;157 g/m² 的亚粉纸灰度最低,80 g/m² 的复印纸最高;复印纸 80 g/m² 的色效率最低,157 g/m² 的亚粉纸最高。对 M 而言:128 g/m² 的铜版纸色相误差最低,240 g/m² 的卡纸最高;200 g/m² 的铜版纸灰度最低,80 g/m² 的复写纸最高;80 g/m² 的复印纸色效率最低,200 g/m² 的铜版纸的最高。对 Y 而言:202 g/m² 的激光打印纸色相误差最低,90 g/m² 的激光打印纸最高;200 g/m² 的铜版纸灰度最低,白卡纸的最高;90 g/m² 的激光打印纸的色效率最低,最高的是 200 g/m² 的铜版纸和 157 g/m² 的亚粉纸。这只是从数据上看出来的最大和最小值,而实际情况比这个要复杂的多,甚至有时数据只是实验的反映。

从表 2 的颜色密度还可看出,平滑度和光泽度粒

表 2 色块密度和色效率

Tab. 2 Color piece density and color efficiency

纸样	色别	滤色镜			色相误差	灰度	色效率
		R	G	B			
128 g/m ² 铜版纸	C	1.47	0.54	0.30	0.205	0.204	71.4
	M	0.38	1.80	0.94	0.394	0.211	63.3
	Y	0.16	0.22	1.20	0.058	0.133	84.2
	R	0.37	1.64	1.74	0.927	0.213	42.2
	G	1.40	0.64	1.20	0.737	0.457	34.3
	B	1.56	1.46	0.79	0.870	0.506	27.9
200 g/m ² 铜版纸	C	1.48	0.54	0.30	0.203	0.203	71.6
	M	0.37	1.82	0.96	0.407	0.124	84.7
	Y	0.15	0.22	1.21	0.066	0.124	84.7
	R	0.36	1.62	1.79	0.881	0.201	44.7
	G	1.51	0.67	1.29	0.738	0.444	35.1
	B	1.65	1.51	0.81	0.083	0.491	29.7
202 g/m ² 激光打印纸	C	1.43	0.57	0.32	0.225	0.224	68.9
	M	0.39	1.66	0.93	0.425	0.235	60.2
	Y	0.17	0.24	1.19	0.010	0.143	82.8
	R	0.39	1.64	1.82	0.874	0.214	44.2
	G	1.49	0.70	1.29	0.747	0.470	33.2
	B	1.61	1.52	0.84	0.883	0.522	26.7
90 g/m ² 激光打印纸	C	1.44	0.55	0.30	0.219	0.208	70.5
	M	0.39	1.60	0.88	0.405	0.244	60.3
	Y	0.17	0.24	1.17	0.070	0.149	78.2
	R	0.38	1.57	1.72	0.888	0.221	43.3
	G	1.44	0.66	1.23	0.731	0.458	34.4
	B	1.58	1.38	0.76	0.756	0.481	32.3
157 g/m ² 亚粉纸	C	1.55	0.55	0.30	0.200	0.194	72.6
	M	0.36	1.74	0.93	0.413	0.207	71.6
	Y	0.15	0.21	1.19	0.058	0.126	84.9
	R	0.36	1.59	1.68	0.932	0.214	42.0
	G	1.42	0.64	1.20	0.718	0.451	35.2
	B	1.59	1.36	0.76	0.723	0.478	33.3
240 g/m ² 白卡纸	C	1.41	0.55	0.31	0.218	0.220	68.8
	M	0.35	1.53	0.88	0.449	0.229	59.8
	Y	0.24	0.21	1.13	0.033	0.186	80.1
	R	0.35	1.53	1.66	0.908	0.211	43.4
	G	1.48	0.66	1.25	0.720	0.446	35.5
	B	1.61	1.45	0.82	0.797	0.509	29.5
80 g/m ² 复印纸	C	1.32	0.56	0.31	0.248	0.235	67.0
	M	0.40	1.55	0.89	0.426	0.258	58.4
	Y	0.19	0.25	1.11	0.065	0.171	80.2
	R	0.40	1.58	1.63	0.959	0.245	39.3
	G	1.45	0.67	1.20	0.679	0.462	35.5
	B	1.59	1.48	0.81	0.859	0.509	28.0

较高的纸张其颜色密度也较大,这说明表面平滑的纸

张,毛细孔较小,颜料子大多在纸张表面,吸收的光线较多,能呈现出较大的颜色密度,而表面平滑度小的纸张,即表面较为粗糙,则会有更多的颜色粒子通过毛细孔进入纸张,使留在纸张表面的颜色粒子较少,其呈现的颜色密度也较小。

在青色(其他颜色类似)情况下,从实验得到的不同纸张的白度、光泽度、不透明度和平滑度与色效率关系见图 2,可以看出,色效率并不与纸张的白度、光

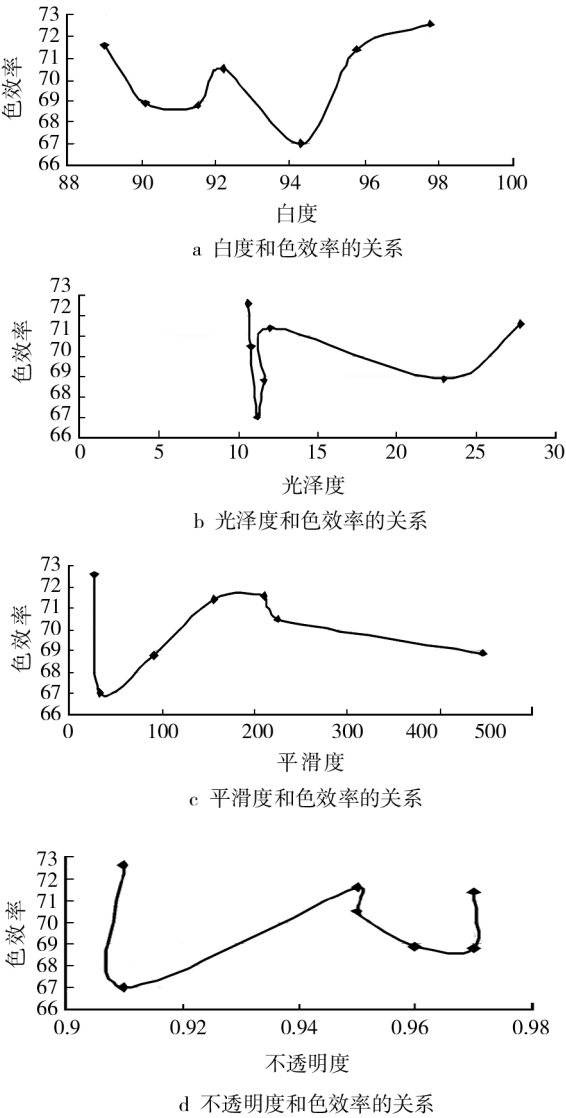


图 2 纸张各种性能和色效率的关系
Fig. 2 Relationship between color efficiency and properties of paper

泽度、不透明度和平滑度成正比或成反比,而是没有规律的地变化,如白度图中,白度最好的纸色效率虽然最高,但白度最差的纸色效率却不差,色效率随白度变化呈曲线变化。

同样可以看出,光泽度、平滑度、不透明度和色效率都存在一定的关系,但都是一种曲线关系,而不是直线关系,而在光泽度、平滑度和不透明度最差的纸其色效率却较好,而这几个参数最好的纸张,其呈色效率却并不是最好。这其中当然有实验误差的因素,但也说明纸张各种性能和呈色效率关系的复杂性,纸张的呈色效率和纸张的白度、光泽度、不透明度的关系并不完全像理论上说的。

3 GATF 色轮图

上面是从纸张的白度、光泽度、不透明度和平滑度等几个方面说明了纸张性质对纸张呈色的影响,但是 GATF 色轮图能更形象地说明各种纸张呈色性能好差和呈色范围的大小。GATF 色轮图是以色相误差和灰度 2 个参量作为坐标,圆周分为 6 个等分:三原色 Y, M, C 和三间色 R, G, B, 圆周上的数字表示色相误差,从圆心向圆周半径方向分为 10 格,每格代表 10%, 最外层圆周上灰度为 0 (饱和度为 100%), 圆心上灰度为 100% (消色, 饱和度最低, 等于 0)。

根据表 2 数据中的色相误差和灰度, 再依 YRMB-CG 的顺序连接起来构成一六边形, 其中 Y, M, C 偏向最小值, R, G, B 则偏向中间值, 每一种纸张选用一种颜色画一个六边形, 见图 3。

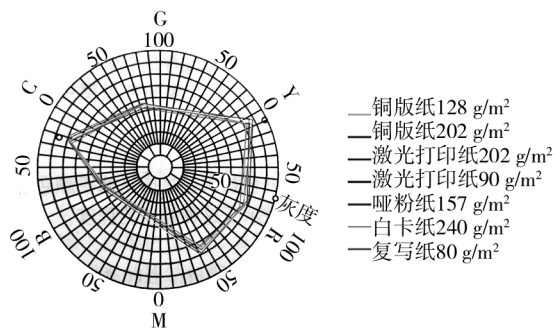


图 3 各种纸张的 GATF 色轮图

Fig. 3 The GATF color wheel figure of various paper

分析上图得出 200 g/m² 的铜版纸的色域范围比较大, 说明呈色剂在这种纸张上的效率最高, 呈色范围最广, 总体呈色效果最好。相比之下, 更能逼真地反映出真实的色彩。128 g/m² 的铜版纸、157 g/m² 的哑粉纸次之, 240 g/m² 的卡纸、80 g/m² 的复写纸的色域就比较小, 说明这两种纸张的呈色效率较低, 呈色剂在这 2 种纸张上的呈色范围小, 呈色效果较差。但

是从图 3 可看出, 各种纸张的色轮图之间有相互交叉的, 说明各种不同纸张间, 虽然总体呈色范围大的呈色性会好些, 但是在某一部分的呈色性却可能不一定好, 如 157 g/m² 的哑粉纸, 对 C 的呈色性是最好的, 但是对 RY 的呈色性却并不好, 其他也一样。另外从图中还可看出, 这几种纸张的色轮图的形状、区域范围基本一样, 说明这几种纸张的各个性能能基本符合数码印刷的质量要求。

4 结语

纸张的白度、光泽度、不透明度和平滑度的好差都会对呈色效率会产生影响, 但是它们之间并不是线性关系, 而且变化的规律性也不强, 因此很难得到一个理论化的数学模型。在实际生产过程中, 选择纸张的时候应根据纸张种类和用途来选择纸张, 无论是白度、光泽度、不透明度和平滑度都应选择最好性能的同种纸张, 以减少纸张本身性能给印刷色彩带来的不良后果。平滑度和光泽度较好的纸张其呈现的颜色密度会较大, 得到的质量也会相对较好。说明不同纸张对印刷品呈色性是有影响的, 在对色彩要求高的印刷品中对纸张的选用就显得很重要。

参考文献:

- [1] 孙中华, 马凤秋, 董荣业. 纸张性能对纸张呈现色彩能力的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(5): 82-87.
SUN Zhong-hua, MA Feng-qiu, DONG Rong-ye. Influence of the Performances of Printing Paper on Color Presentation [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5): 82-87.
- [2] CHEN Wen-ge, WANG Wei-li. Study on Reproduction of Color Information of Print Media Based on Chromaticity Measurement[J]. Advanced Materials Research, 2012(393-395): 980-983.
- [3] 蒋磊, 赵中亮, 杨端阳. 纸张白度对印品质量的影响[J]. 包装工程, 2008, 29(3): 66-68.
JIANG Lei, ZHAO Zhong-liang, YANG Duan-yang. Influence Paper Whiteness on Printing Quality [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(3): 66-68.
- [4] YANG Yong-gang, QI Xiao-kun, ZHANG Chun-xiu, et al. Effects of Paper Performances on Dot Gain and Color Gamut [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(2): 63-68.

5 结语

CCD 自动套准检测装置可应用于传统的单张纸 4 色胶印机。实用中,在胶印机收纸台上方对边中点 2 处均装上一个 CCD 测量头。这样 CCD 测量头的全部动作只是沿垂直于纸面的轴线转位 90° 角,滤色板平移 4 个档位,使测量动作简单,运行控制方便。由于可自动显示定位偏差的方向和量化的偏差幅值,使调整要求一目了然。除可降低操作人员劳动强度以外,还可提高版位调整速度。

参考文献:

- [1] 孟璇,刘昕.单张纸胶印机自动套准的研究[D].西安:西安理工大学,2006.
MENG Xuan, LIU Xin. Study on Automatic Registration of Sheet-fed Offset Press [D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2006.
- [2] 钱军浩.现代印刷机与质量控制技术[M].北京:中国轻工业出版社,2001:86-90.
QIAN Jun-hao. Modern Printing Press and Quality Control

Technique [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2001: 86-90.

- [3] 蒋恩松,肖辉军,孙刘杰,等.基于机器视觉的套印误差自动检测系统设计[J].计算机技术与发展,2008(7): 173-175.
JIANG En-song, XIAO Hui-jun, SUN Liu-jie, et al. Design of Automatic Detecting Pegistration Deviation System Based on Machine Vision [J]. Computer Technology and Development, 2008(7): 173-175.
- [4] 张海燕,赵博.基于图像处理的单张纸胶印机对角线套准及自动控制系统[J].包装工程,2005,26(2):50-51.
ZHANG Hai-yan, ZHAO Bo. Diagonal Register and Automatic Control System Based on Image Processing for the Sheet-fed Offset Press [J]. Packaging Engineering, 2005, 26(2): 50-51.
- [5] 周世生.印刷色彩学[M].北京:印刷工业出版社,2008: 220-224.
ZHOU Shi-sheng. Printing Chromatics [M]. Beijing: Printing Industry Press, 2008: 220-224.
- [6] 严洁.单片机原理及其接口技术[M].北京:机械工业出版社,2010:65-105.
YAN Jie. Principle of Single Chip Computer and Interfacing [M]. Beijing: Engineering Industry Press, 2010: 6-105.

(上接第 54 页)

- [6] CHEN S J, HWANG C L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Application [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1990.
- [7] 朱云斌,黄晓明,常青.模糊故障树分析方法在机场环境安全中的应用[J].国防科技大学学报,2009,31(6):126-131.
ZHU Yun-bin, HUANG Xiao-ming, CHANG Qing. Application of the Fuzzy Tree Analysis Method to Airport Environment Security [J]. Journal of National University of Defense Technology, 2009, 31(6): 126-131.

(上接第 83 页)

- [5] 赵晨飞.印刷纸颜色对印品色彩再现的影响[J].包装工程,2008,29(6):73-80.
ZHAO Chen-fei. Effects of Printing Paper's Color on Color Duplication of Printed Matter [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 73-80.
- [6] 陈文革,蒋文燕,王长智.包装印刷纸对阶调和色彩再现影响的研究[J].包装工程,2010,31(9):114-141.
CHEN Wen-ge, JIANG Wen-yan, WANG Chang-zhi. Study

on Influence of Package Printing Paper on Tone and Color Rendering [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(9): 114-141.

- [7] CHEN Wen-ge. Study on Reproduction of Ink Color with Paper Performance based on Energy Saving and Special Material Proper [J]. Advanced Materials Research, 2012(578): 21-24.