

# UV 喷墨打印机色域的研究

王焕美, 陈广学

(华南理工大学 制浆造纸工程国家重点实验室, 广州 510640)

**摘要:** 用 Mimaki UV 喷墨打印机及 UV 油墨进行了试验, 以不同墨量输出和承印材料为变量, 通过制作 ICC 文件并比较色域图, 讨论了不同墨量输出对各阶调范围的色彩再现性的影响, 并分析了承印材料的偏色对色域范围的影响。结果表明, 对于 Mimaki UV 喷墨打印机, 可通过在纸张上打印 UV 白墨的方式来进行避免承印材料影响的色彩再现; 可根据图像的阶调主要分布情况来选择输出墨量值。

**关键词:** 色域; UV 喷墨打印机; 色彩再现; 偏色

**中图分类号:** TS801.3; TS802.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)21-0110-04

## Gamut of UV Ink-jet Printer

WANG Huan-mei, CHEN Guang-xue

(State Key Laboratory of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

**Abstract:** Experiments were carried out using Mimaki UV ink-jet printer and UV ink. Ink output quantity and substrate were taken as variable, ICC files were made, and the color gamut was compared. The effect of ink output quantity on color reproduction of different contrast range was discussed. The effect of color cast of substrate on the range of gamut was analyzed. The results showed that for Mimaki UV inkjet printer, color reproduction can be achieved through printing white UV ink on the papers; the output quantity of ink can be selected according to the condition of distribution of main tone of images.

**Key words:** gamut; UV ink-jet printer; color reproduction; color cast

色域是一种媒介、设备或图像本身的呈色范围, 表示包含颜色数量的多少, 是色彩传递过程中表现颜色信息的重要信息, 也是进行颜色传递控制的重要指标<sup>[1-3]</sup>。色域是评价色彩再现的关键参数, 色域范围越大, 表明设备能够记录和表达的颜色越丰富, 设备的再现性能越好<sup>[2]</sup>。根据色彩在传递过程中的位置关系, 可以将色域分为源色域和目标色域。将印刷品或者输出设备的色域称之为目标色域<sup>[3-5]</sup>。

目前对于色域的研究主要针对源色域与目标色域之间的映射方法, 通过增加专色(即高保真色彩)来拓展目标色域<sup>[2-6]</sup>。针对 UV 喷墨在包装印刷等领域的发展要求, 对 UV 喷墨打印机的色域进行实验研究。研究了 Ink Layers(墨量)对不同阶调处色域范围的影响和承印物性能对色域的影响。在实验的基础上, 提出了避免承印材料的影响, 根据图像阶调特点

提高色域的方法。

## 1 实验

### 1.1 器材

实验设备: Mimaki UJF-3042FX UV 喷墨打印机, EPSON Stylus Pro7880c 数字喷墨打样机, 爱色丽 Eye-One Pro 分光光度仪, 爱色丽 i1-iO 扫描台, Profile Maker 软件, X-Rite 530 密度计。

实验材料: 纸张采用 Epson170 g/m<sup>2</sup> 铜版纸和 180 g/m<sup>2</sup> 铜版纸, 墨水采用 EPSON 公司的“世纪虹彩”8 色颜料墨水, Mimaki 四色 UV 油墨和 UV 白墨。

### 1.2 标版

选择 Profile Maker 软件提供的 IT8.7-3CMYK i1-iO PM5.05 作为实验标版, 见图 1。IT8.7-3CMYK i1-

收稿日期: 2013-07-20

作者简介: 王焕美(1987-), 女, 山东人, 华南理工大学硕士生, 主攻色彩再现与图文信息处理。

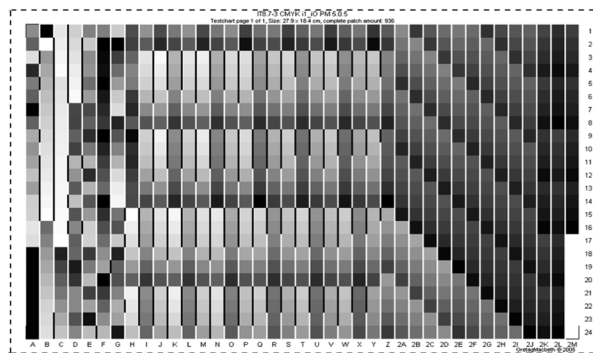


图1 IT8.7-3CMYK i1-iO PM5.05 标版

Fig.1 IT8.7-3CMYK i1-iO PM5.05 standard version

iO PM5.05 共包含 928 个色块,可以得到比 24 色块和 GATF IT8.7/3 Basic Data Set 182 色块等标版更加精确的色域图<sup>[7-8]</sup>。

### 1.3 步骤

#### 1.3.1 承印材料 Lab 的测量

将 Epson170g 铜版纸编号为 1<sup>#</sup>纸,180g 铜版纸编号为 2<sup>#</sup>纸。驱动 Mimaki UV 喷墨打印机分别在 1<sup>#</sup>,2<sup>#</sup>纸张上打印合适大小的 100% 白墨,将打印白底的 1<sup>#</sup>和 2<sup>#</sup>纸分别编号为 1-W<sup>#</sup>和 2-W<sup>#</sup>。分别对未打白底(1<sup>#</sup>,2<sup>#</sup>)和打过白底(1-W<sup>#</sup>,2-W<sup>#</sup>)的 4 种纸样分别选取 7 个点测量 Lab 值和纸张指数( $B_r$  是纸张亮度指数, $C_i$  是纸张偏色指数),求其平均值。

#### 1.3.2 标版输出

驱动 EPSON Stylus Pro7880c 数字打样机,以 1<sup>#</sup>纸作为承印材料,输出 IT8.7-3CMYK i1-iO PM5.05 标版。Mimaki UV 喷墨打印机可通过 Ink Layers 来调节墨量,Ink Layers 变化范围为 1~9,将打印条件 Ink Layers 1,5,9 定为输出条件 I,II,III。驱动 Mimaki UV 喷墨打印机,以 1<sup>#</sup>纸样作为承印材料,在 I,II,III 条件下,分别输出如图 1 所示标版。以 1-W<sup>#</sup>,2<sup>#</sup>和 2-W<sup>#</sup>纸样为承印材料,在 II 条件下,分别输出如图 1 所示标版。

#### 1.3.3 ICC 文件的生成

打印样张在恒温恒湿环境下干燥后,再利用爱色丽 Eye-One Pro 分光光度仪和 Profile Maker 软件,对各个输出的标版进行测量,生成 ICC 文件并保存。

#### 1.3.4 色域图的生成

利用 Profile Maker 编辑工具查看各种输出条件和不同承印材料上的色域图,并进行比较分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 承印材料的亮度和偏色分析

4 种承印材料的 Lab 值和纸张指数的测量平均值结果见表 1。表 1 中的  $B_r$  在纸张指数中表示纸张亮度, $C_i$  在纸张指数中表示纸张偏色程度。

表1 承印材料的 Lab 值及纸张指数

Tab.1 Value of Lab and paper index for the substrates

纸样编号	$L$	$a$	$b$	$B_r/\%$	$C_i/\%$
1 <sup>#</sup>	95.29	-0.24	-2.41	92	4
2 <sup>#</sup>	91.44	0.30	-5.31	86	8
1-W <sup>#</sup>	92.36	-1.14	-0.92	84	2
2-W <sup>#</sup>	92.36	-1.14	-0.93	84	2

通过表 1 可以看出,2<sup>#</sup>纸样相对于 1<sup>#</sup>纸样偏色较严重。通过在纸张上打印 UV 白墨的方式,纸样的偏色情况有很大改善,纸样的亮度有所降低。1-W<sup>#</sup>和 2-W<sup>#</sup>的 Lab 值及亮度和偏色情况基本一致,说明 UV 白墨有很好的遮盖力,且 UV 白墨的偏色很小。这说明可以通过在承印材料表面打印 UV 白墨的方式来改善承印材料的偏色问题。

### 2.2 UV 油墨色域分析

将条件 II 下,Mimaki UV 喷墨打印机在 1<sup>#</sup>纸样上生成的色域图,EPSON Stylus Pro7880c 数字打样机在 1<sup>#</sup>纸样上的色域图,Euroscale Coated. icc(欧洲印刷标准)生成的色域图同时绘制在图 2 中。

通过图 2b 可以发现,Euroscale Coated 的色域最大,Epson 数字打样机的色域最小,Mimaki UV 喷墨打印机的色域与 Euroscale Coated 的色域接近。这说明在中间调,Mimaki UV 喷墨打印机的颜色再现性很好,Epson 数字打样机颜色再现范围偏小,有的绿色和蓝色再现不出来。通过图 2a 可以发现,这 3 个色域图的面积基本相同,但是这 3 个色域图的颜色范围却有一定区别。这说明在暗调区域,与 Euroscale Coated 颜色再现性相比,Mimaki UV 喷墨打印机青色和品色的再现性较好,有的绿色和黄色再现不出来,Epson 数字打样机的黄色和红色再现性较好,有的青色表现不出来。

### 2.3 UV 油墨墨量对色域影响

Mimaki UV 喷墨打印机可通过 Ink Layers 来微量调节墨量,前面已将打印条件 Ink Layers 1,5,9 定为输出条件 I,II,III。图 3 表示 3 种输出条件下的不同阶调的色域范围。

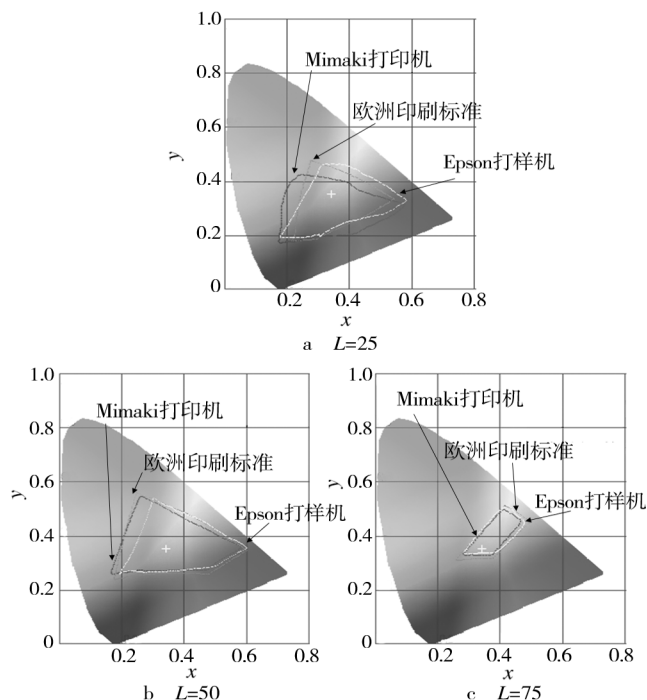


图2 UV打印机与喷墨打样机的2D(xy)色域

Fig. 2 The 2D(xy) gamut of UV printer and ink-jet printer

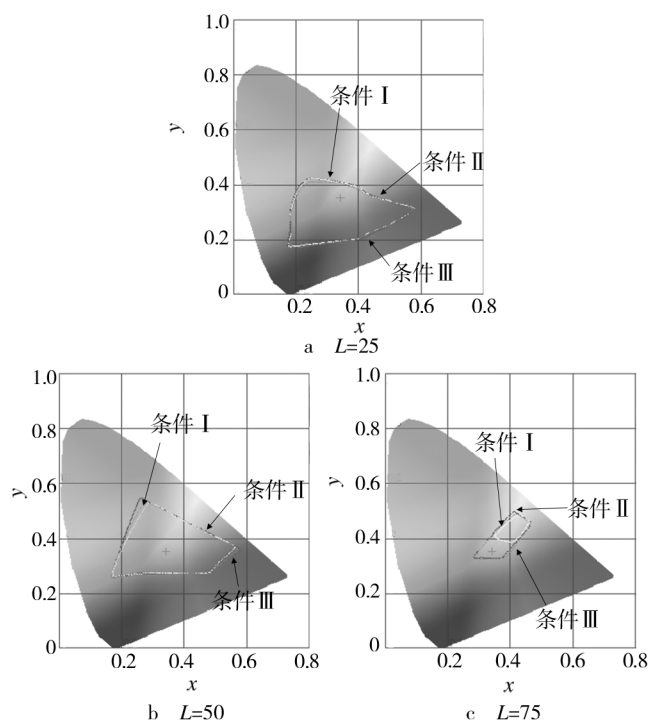


图3 3种输出条件下的色域比较

Fig. 3 Comparison of gamut for three output conditions

通过观察图3a可以发现,3种输出条件下的色域范围基本一致。条件I的色域略微大于条件II的色域,条件II的色域略微大于条件III的色域。这说明

墨量微量调节会对暗调区域的色域范围有微小的影响,低墨量在暗调区域的色彩再现性略微偏好。通过观察图3b可以发现,3种输出条件下的色域范围有一定区别。条件II的色域最大,条件I的色域最小。这说明在中间调区域,墨量适中会有更好的颜色再现性。通过观察图3c可以发现条件I的色域很小;条件III的色域略微大于条件II的色域。这说明在亮调区域,低墨量的色彩再现性很差,高墨量的色彩再现性偏好。在印刷中,对于亮调区域色彩丰富的图片,不适合选用低墨量输出。

## 2.4 白墨对色域影响

4种承印材料各阶调的2D(xy)色域范围见图4。由表1可知2#纸样比1#纸样的偏色更严重,而1-W#和2-W#的偏色情况相同,都比1#和2#纸样好。在图4中,1-W#和2-W#的色域范围都用同色线来表示。

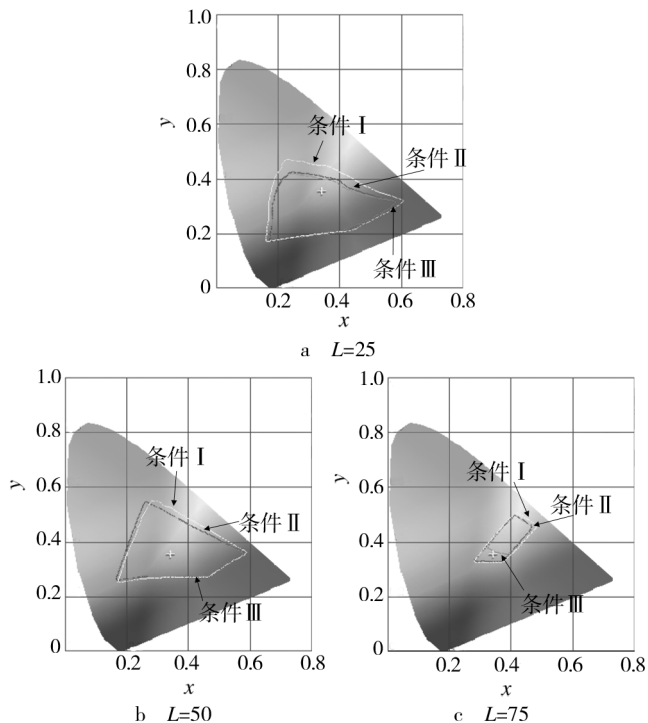


图4 4种承印材料不同阶调处的色域范围比较

Fig. 4 Comparison of color gamut for different tones of four substrates

通过观察图4发现,1-W#和2-W#的色域范围完全相同。在各阶调范围内,1-W#和2-W#的色域最大,2#纸样的色域范围都比1#纸样的色域范围小。在暗调区域,1-W#和2-W#的色域范围增大最明显,这说明UV白墨能很好地提高暗调区域的色域范围。在亮调

区域,2#纸样色域范围明显比1#纸张小,并且色域明显偏离白点,这说明纸张偏色对亮调区域的色域影响最为严重。

### 3 结语

实验表明,Mimaki UV 喷墨打印机在中间调和亮调区域,在纸样上呈现出不错的色域范围。在暗调区域,纸样上的呈色范围有一定偏色现象。通过在2种纸样上打印UV白墨可以使2种偏色有差异的纸张达到相同的偏色情况,UV白墨的遮盖能力和较小偏色的性能使得Mimaki UV 喷墨打印机在暗调区域的偏色情况得到很大改观,并在各阶调提高了打印的色域范围。UV墨量的微量调节对各阶调的色域再现范围产生了一定的影响,尤其是在亮调区域,不适合低墨量打印。通过实验结果分析,得到对于Mimaki UV 喷墨打印机,可通过打印UV白墨在纸张上的方式来进行避免承印材料影响的色彩再现;根据图像的阶调主要分布情况,来选择输出墨量值。同样这对于其他印刷与打印方式也有一定的指导意义。

### 参考文献:

- [1] MOROVIC J. Color Gamut Mapping [M]. Barcelona, Spain: Hewlett-Packard Company, 2008.
- [2] MOROVIC J, LUO M R. The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey [J]. Draft Submitted to Journal of Image Sci-

ence and Technology, 2000, 6: 1-36.

- [3] CHEN Guang-xue, LI Xiao-zhou. Study on Original Image Gamut and Gamut Mapping Adaptability in Digital Printing [C]//ICIS2010 The 31st International 184 Congress on Image Science, Beijing, 2010: 184-188.
- [4] 姜浩. 色域拓展算法研究及硬件实现[D]. 上海: 上海交通大学, 2007: 32-35.
- JIANG Hao. Research of Color Gamut Expansion Algorithm and Hardware Implementation [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2007: 32-35.
- [5] 黄灵阁, 杨操. BOPP膜上油墨显色色域的分析[J]. 包装工程, 2010, 31(9): 128-131.
- HUANG Ling-ge, YANG Cao. Analysis of Printing Ink Color Gamut on BOPP Film [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(9): 128-131.
- [6] 宣柱香. 颜色色域的比较[J]. 今日印刷, 2004(3): 37-39.
- XUAN Zhu-xiang. Comparison of Color Gamut [J]. Print Today, 2004(3): 37-39.
- [7] 蒋飞飞, 徐兰萍, 郑立扬. 网络图像的色彩管理[J]. 包装学报, 2012(1): 40-43.
- JIANG Fei-fei, XU Lan-ping, ZHENG Li-yang. Color Management for Web Image [J]. Packaging Journal, 2012(1): 40-43.
- [8] 刘瑜, 金杨, 张晓帆. 高保真六色印刷复制色域分析[J]. 中国印刷与包装研究, 2010(11): 122-125.
- LIU Yu, JIN Yang, ZHANG Xiao-fan. Analysis of Gamut on Hi-Fi Six Color Printing [J]. China Printing and Packaging Study, 2010(11): 122-125.

(上接第101页)

- [4] 文韵漫, 张亚宁, 杨坚, 等. GC-MS法测定食品包装材料印刷油墨中光引发剂二苯甲酮和4-甲基二苯甲酮[J]. 包装工程, 2012, 33(15): 6-11.
- WEN Yun-man, ZHANG Ya-ning, YANG Jian, et al. Determination of Benzophenone and 4-methylbenzophenone Photoinitiators [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15): 6-11.
- [5] 李亚玲, 魏建华, 孙雯, 等. 固相微萃取-气相色谱法测试凹印油墨 VOC 的条件优化研究[J]. 包装工程, 2012, 33(11): 18-21.
- LI Ya-ling, WEI Jian-hua, SUN Wen, et al. Condition Optimization for Measuring VOC in Gravure Ink by SPME-GC [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(11): 18-21.
- [6] 任昕昕, 刘佳, 张成森, 等. 大气压激光解吸附离子化质

谱技术用于药片有效成分的快速实时分析[J]. 分析化学, 2013, 41(3): 366-370.

- REN Xin-xin, LIU Jia, ZHANG Cheng-sen, et al. Rapid and Direct Analysis of Active Ingredients in Tablets Using Atmospheric Pressure Laser Desorption Ionization Mass Spectrometry [J]. Analytical Chemistry, 2013, 41(3): 366-370.
- [7] HARRIS G A, GALHENA A S, FERNANDEZ F M. Ambient Sampling/Ionization Mass Spectrometry: Applications and Current Trends [J]. Anal Chem, 2011, 83: 4508-4538.
- [8] ACKERMAN L K, NOONAN G O, BEGLEY T H. Assessing Direct Analysis in Real-time-mass Spectrometry (DART-MS) for the Rapid Identification of Additives in Food Packaging [J]. Food Addit Contam, 2009, 26: 1611-1618.