

# Devicelink 技术在数码印花追样的应用研究

李泽华, 周 华, 陈 洁, 梅 帆, 裘柯楦, 王远远

(浙江理工大学 a. 材料与纺织学院; b. 先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 杭州 310018)

**摘要:** 为了提高数码印花追样质量, 文章通过主、客观评价法, 对基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样、基于 Device Profile 的 Devicelink 技术追样, 以及使用标准 ICC 色彩追样转换过程的追样效果分别进行对比分析。研究表明: 基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术的追样效果与原图打印效果相近, 相较基于 Device Profile 的 Devicelink 技术追样更适合应用在纺织品数码印花追样过程中。此外与使用标准 ICC 色彩转换过程追样相比, 运用 Devicelink 技术包含 K 保护追样, 可以使单纯黑色尽量避免混入其他杂色, 较好地保护黑色实地。而且基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术包含黑保护追样, 黑保护效果最好, 可以更好地保留黑色文本不被转换成 CMY, 使黑色不偏色。

**关键词:** Devicelink Profile; 追样; 数码印花; 打印效果; 黑保护

中图分类号: TS194.644 文献标志码: A 文章编号: 1001-7003(2018)02-0036-09 引用页码: 021107

## Application of Devicelink technology in chasing sample of digital printing

LI Zehua, ZHOU Hua, CHEN Jie, MEI Fan, QIU Kebin, WANG Yuanyuan

(a. College of Materials and Textiles; b. Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** In order to improve the quality of chasing sample in digital printing, the research compares and analyzes the chasing effects of the ICC Devicelink technology based on ICC Profile, the Devicelink technology based on Devicelink Profile and the standard ICC color conversion process through subjective and objective evaluation methods. The research shows that the chasing effect of Devicelink technology based on ICC Profile is similar to the original printing effect and more suitable for application in textile digital printing process compared with the Devicelink technology based on Device Profile. In addition, compared with the chasing sample of the standard ICC color conversion process, Devicelink technology contains K protection for chasing, which can preferably protect black filed by prevent from mixing other colors into pure black. Furthermore, the ICC Devicelink technology based on ICC Profile contains K protection for chasing, showing the best black protection effect, and it can better keep the black text without conversion into CMY and keep the color black.

**Key words:** Devicelink Profile; chasing sample; digital printing; printing effect; black protection

在纺织品数码印花工作流程中, 经常需要打样和追样。打样<sup>[1-2]</sup>是印花工作的重要基础, 是联系印前、打印和承印材料的关键环节, 一方面可以纠正印

前的错误, 另一方面可以为打印和承印材料的选择提供依据和标准。而追样是在打样之后的工作流程, 主要有两种模式: 追历史样和打印机互追。追历史样是以前的打样已经得到客户的确认, 由于时隔久远原数码印花机 A 的打印效果已有所变化, 需要用现在状态的数码印花机 A 重新建立新的打印作业“追”出以前的打印效果。打印机互追是原来的打样已经有过确认, 现在需要用另一台打印效果不同的

收稿日期: 2017-05-18; 修回日期: 2017-12-21

作者简介: 李泽华(1993—), 女, 硕士研究生, 研究方向为纺织品数码印花颜色管理。通信作者: 周华, 教授, hzzh@zstu.edu.cn。

数码印花机 B 打印出和原数码印花机 A 一样的效果。在理论上只要数码印花机 B 的色域大于等于数码印花机 A 且完全包含了数码印花机 A 的色域时,就能够用数码印花机 B “追”出数码印花机 A 的打印效果。但由于不同设备的色域不同,表达颜色的能力不同,从而造成每一台设备喷印出的颜色并不完全一样。

为了实现颜色传递复制呈色的一致性,通常采用 ICC 色彩管理技术。在 ICC 色彩管理技术中,设备间的颜色转换模式是通过建立 ICC 设备特性文件和设备颜色空间与 PCS 参考颜色空间的转换实现的<sup>[3]</sup>。目前除了按照标准 ICC 色彩转换过程进行追样,还有其它方法可以完成这个追样过程。例如运用 Devicelink 技术追样,是运用 Devicelink Profile 可以直接在 2 个设备颜色空间之间不经过 PCS 直接转换,能减少追样转换时产生的误差。虽说 Devicelink 技术之前已有一些研究<sup>[4-9]</sup>,但大多数是针对印刷的四色场合,对于纺织品数码印花,普通的 CMYK 四色打印机已不能满足需求,需要采用多通道数码印花机来进行打印。基于此,针对多通道数码印花机,本文对 De-

vicelink 技术在纺织品数码印花追样中进行研究,可为企业实际应用提供参考的同时也为今后颜色管理的研究奠定基础。

## 1 Devicelink Profile

当客户想要追样时,按照标准的 ICC 色彩转换的追样过程是将源 RGB 图像的 ICC 设备特性文件经过 PCS Lab 转换到数码印花机 A 设备颜色空间数据,然后数码印花机 A 设备颜色空间数据转换到 PCS Lab',再转换到数码印花机 B 设备颜色空间,生成目标图像,如图 1 所示。在第二次数码印花机 A 设备数据变换到 PCS Lab'过程中,原先在数码印花机 A 中设置的 K 墨水的设置信息,如为使黑色细径或文字清晰而设置 K = 100 信息,转换到 PCS Lab'时就会丢失,再转换到数码印花机 B 时,如黑色细径或文字的 K 就不一定等于 100,会混入其他杂色,打印清晰度下降。这是由于 ICC 的色彩管理目的是为了保持颜色的准确性,获得最小的色差,因此只按照颜色的 Lab 来使颜色尽可能一致,造成黑色细径或文字混入杂色,这是 ICC 色彩管理技术在这种情况下必然存在的问题。



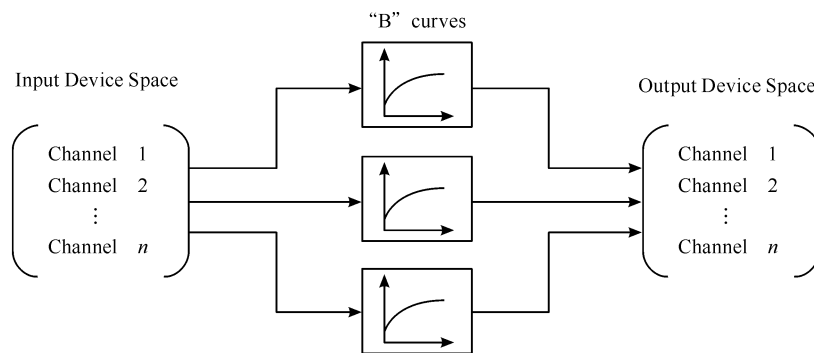
图 1 标准 ICC 色彩转换过程追样流程

Fig. 1 Chasing sample in the standard ICC color conversion process

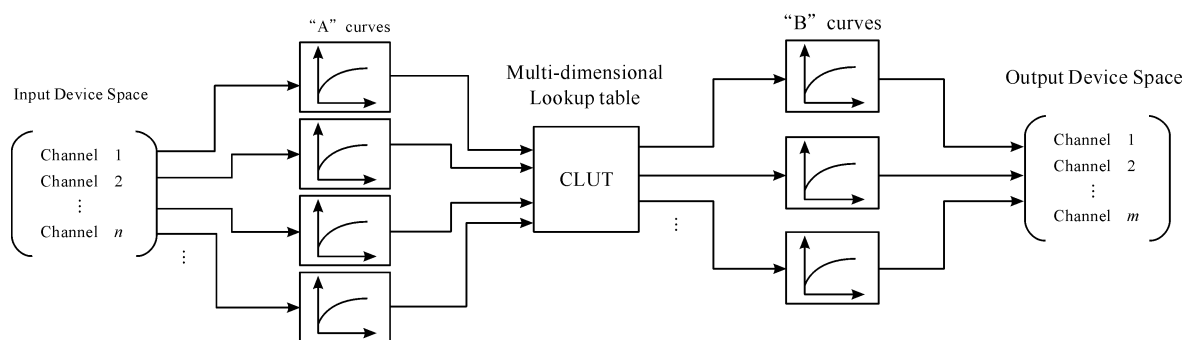
而 Devicelink Profile<sup>[5]</sup>是由源颜色空间直接转换到目标颜色空间的特性文件,当经常使用从一个设备空间到另一个设备空间进行直接转换或者当要求优化以达到特定目的时非常有用。图 2 是使用 Devicelink Profile 进行设备到设备的多通道颜色转换算法模型,用在多于三个颜色通道的颜色转换<sup>[6]</sup>。它的特点在于不经过 PCS 空间进行过渡,从而在设备上直接输出。

Devicelink 技术追样正是运用 Devicelink Profile 的颜色转换算法模型进行追样的,利用 Devicelink 技术要用到 A 和 B 两个数码印花机的 ICC Profile,进行设备链接生成一个新的 Devicelink Profile,这样原先在数码印花机 A 上喷印的纺织品改在数码印花机 B 上喷印能够保持颜色基本一致,如图 3 所示。使用

标准 ICC 色彩转换过程追样(图 1)是从多维的设备颜色空间转换到 PCS 颜色空间(三维),再从 PCS 颜色空间(三维)向多维的设备颜色空间转换的计算,转换过程中一般会把单黑转换为 4 个颜色(CMYK)构成的黑色,100% 黑色实地混入了杂色。而 Devicelink 技术追样在进行颜色转换时,不需要经过 PCS 空间多次转换,能够保护 K 原来特征不变,可以保留黑色文本不会转换成 CMY,保持黑色实地,改善纺织品数码印花追样的颜色和视觉匹配,有助于数码印花机之间进行准确的颜色匹配<sup>[7]</sup>。因此,本文分别对比基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术的追样效果、基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术的追样效果,以及使用标准 ICC 色彩转换的追样效果进行分析。



(a) Devicelink Profile进行设备到设备的颜色算法转换模型



(b) Devicelink Profile基于多维查找表进行设备到设备的颜色转换算法模型

图 2 使用 Devicelink Profile 进行设备到设备的颜色转换算法模型

Fig. 2 Algorithm model for color conversion from device to device by using Devicelink Profile



图 3 Devicelink 技术追样流程

Fig. 3 Chasing sample of Devicelink technology

## 2 实验

### 2.1 材料与仪器

材料: 1.5 m × 4.0 m 机织棉织物、活性墨水(杭州宏华数码科技股份有限公司), 面料已上浆。

仪器: VEGA3180DL 高速导带喷墨印花机、VEGA3180S 高速导带喷墨印花机(杭州宏华数码科技股份有限公司), X-Rite Eye-one 测色仪(美国爱色丽公司)。

### 2.2 特性文件

设 A 为被追数码印花机, 用 B 追 A, 即 B 要去模拟 A 的打印特征(色域、色偏), 要求 B 机器是正常的(在标准的色彩管理建立 ICC Profile), 同时 B 的色域 ≥ A 的色域。

按 ICC 色彩管理规范, 制作同为活性墨水的两台不同数码印花机的特性文件:

数码印花机 A: VEGA3180DL 的 ICC 特性文件 CMYKOB-AT19-600-2289-A.icc 为被追数码印花机; 数码印花机 B: VEGA3180S 的 ICC 特性文件 CMYKOB-AT19-600-2283-B.icc 为追样数码印花机; 这两种特

性文件被用于同等条件下 3 种追样方法的比较。

### 2.3 图像准备

采用一组国际上图像处理中常用的图像(图 4) 进行对比分析, 试样一至试样四包含的颜色种类丰富、剪表剪性强, 用来研究图像经过不同追样方法后的色差和打印效果, 其中试样五包含黑色渐变和黑色渐变色块, 便于评价经过不同追样方法后的 K 保护情况。

### 2.4 方法

“实验图像-A”, 指上述实验图像的 RGB 图转换到被追数码印花机 A 的设备颜色空间的图像, 作为原图。该图内嵌有数码印花机 A 的 ICC Profile。

“实验图像-B”, 指上述实验图像的 RGB 图不经过追样, 直接转换到数码印花机 B 的设备颜色空间图像, 作为没有追样的参照图。

“实验图像-标准”, 指上述实验图像经过使用标准 ICC 色彩转换过程的追样结果。

“实验图像-i1”, 指上述实验图像经过基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样的结果。

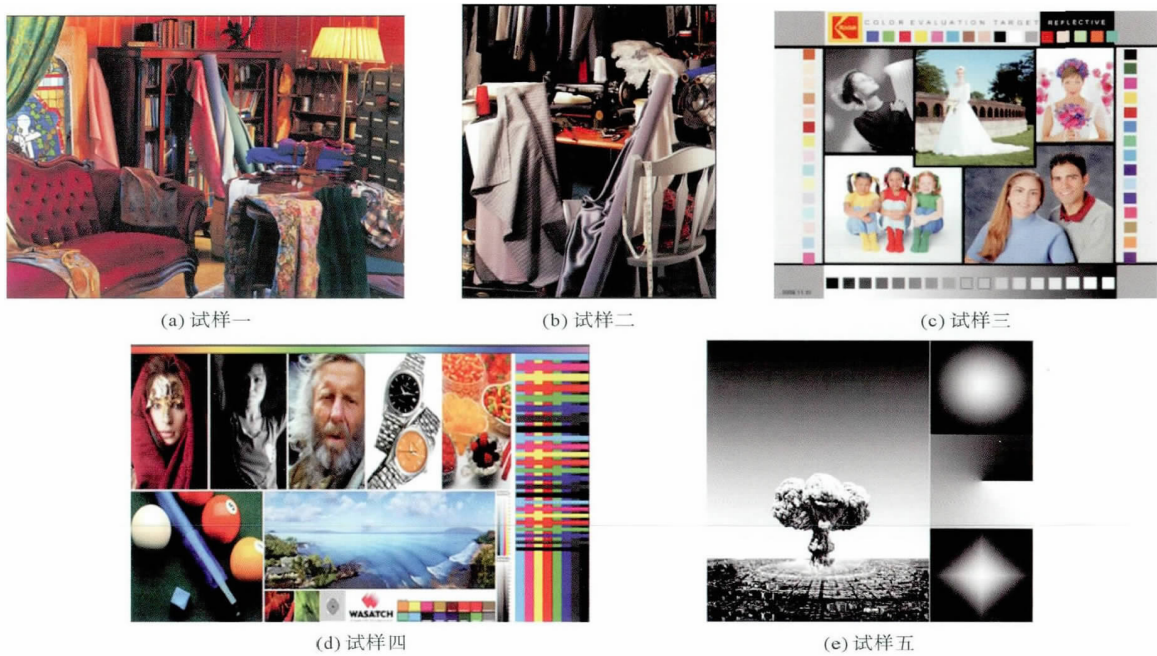


图4 实验图像

Fig.4 The experiment picture

“实验图像-AT”，指上述实验图像经过基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样的结果。

#### 2.4.1 使用标准 ICC 色彩转换的追样过程

使用标准 ICC 色彩转换的追样过程是源 RGB 图像经过 PCS Lab 转换到数码印花机 A 设备颜色空间数据,然后数码印花机 A 设备颜色空间数据转换到 PCS Lab',再转换到数码印花机 B 设备颜色空间,生成目标图像(图 1)。

实验步骤:将“实验图像-A.tif”导入 ATsoftproof 的标准颜色变换模块,选择目标设备特性文件(数码印花机 B 的 ICC 特性文件)转换为目标图像,生成打印图,如图 5 所示。选择“黑场补偿”和“相对比色”作为再现意图,最后将经过转换后的文件保存为“实验图像-标准.tif”,用于追样机打印。

#### 2.4.2 基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样过程

基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样方法,跳过了与 PCS 颜色空间之间转换的过程。但它需要事先生成 Devicelink Profile,然后原始 RGB 图像经过数码印花机 A 的 ICC 设备特性文件变换到数码印花机 A 设备颜色空间,生成图像文件 A,图像文件 A 经过之前生成的 Devicelink Profile,变换到数码印花机 B 设备颜色空间,从数码印花机 B 设备输出。

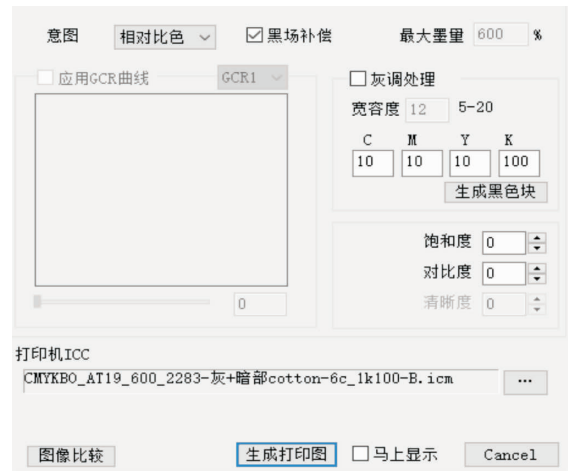


图5 标准 ICC 过程追样的参数设置

Fig.5 Parameter settings in the standard ICC process

实验步骤:第一步,在 i1 Profiler 软件中事先生成 Devicelink Profile,即导入两条 ICC 后设置好参数即可生成 Devicelink Profile,参数设置如图 6 所示。在这里特别说明一下,在 i1 Profiler 软件中“Devicelink 配置文件设置”勾选“保留黑色”便会需要勾选“实地油墨映射”里的选项,一般建议勾选“保留文本”,不建议勾选“强制 100%实地”或“使用色彩管理实地”,因为两台数码印花机的墨水不同,色域不同,颜色又较为丰富,如果勾选,颜色便会有所差异。第二步,将“实验图



图 6 il Profiler 的 Devicelink Profile 参数设置

Fig. 6 Devicelink Profile parameter settings in il Profiler

像-A.tif”经过之前事先生成的 Devicelink Profile, 变换到数码印花机 B 设备颜色空间, 最后经过转换后的文件保存为“实验图像-i1.tif”, 追样流程如图 7 所示。

### 2.4.3 基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样过程

基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样方法, 同样跳过了与 PCS 颜色空间之间转换的过程, 但与基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样方法的最大区别在于它是一种内存中的动态 Devicelink

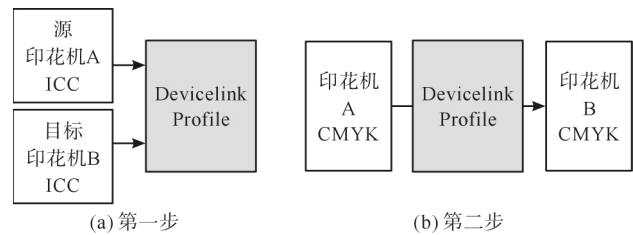


图 7 基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样流程

Fig. 7 The chasing sample of Devicelink technology based on Devicelink Profile

技术, 即无须事先生成 Devicelink Profile, 直接读入原始 RGB 图像, 分别导入数码印花机 A 和数码印花机 B 的 ICC 设备特性文件, 就可以直接追样打印, 追样流程如图 8 所示。

实验步骤: 图 9 显示了运用基于 ICC Profile 的 Devicelink 技术追样的参数设置。读入原始 RGB 图像, “打印机 A ICC”是要被迫的机器的 ICC, 即要输入数码印花机 A 的 ICC 设备特性文件, “打印机 B ICC”是导入追样的机器的 ICC, 即要输入数码印花机 B 的 ICC 设备特性文件, 选择“相对比色”为再现意图, 勾选“打印黑补偿”和“追样黑场补偿”(经过实验证明两个黑补偿勾选上, 平均色差相对小一些)。当所有内容设置好后, 运行转换流程, 生成打印图, 将输出文件分别保存为“实验图像-AT”。

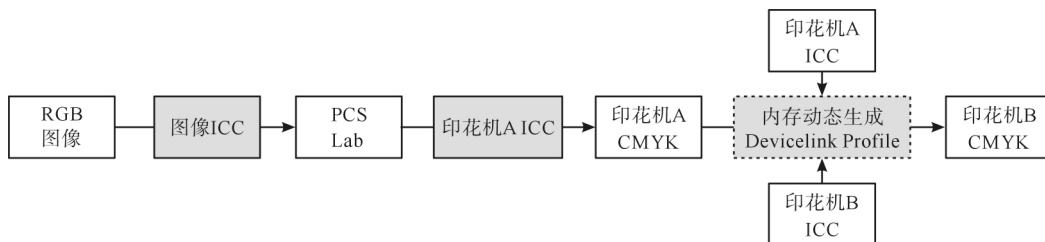


图 8 基于 ICC Profile 的 Devicelink 技术追样流程

Fig. 8 The chasing sample of Devicelink technology based on ICC Profile



图 9 ATsoftproof 的 Devicelink 技术参数设置

Fig. 9 Devicelink technology parameter settings in ATsoftproof

## 3 结果及分析

### 3.1 主观评价

将上述转换好的实验图像进行喷印用于本实验的主观评价中。选择 20 名观察者, 其中 12 名是有颜色管理知识的专业人士, 8 名是非专业人士。评价方法是请这 20 名观察者在标准灯箱 CAC-600 下对这五幅图进行打分, 判断依据包括: 暗部过渡性, 颜色的准确性和饱和度等方面。对于每幅图, 认为效果与原图接近的给 1 分, 效果不接近的给 0 分; 如果认为两者接近程度相似的, 可各给 0.5 分。

统计这 20 名观察者的打分, 计算 3 种追样方法

下所有观察者分数的总分,再计算出平均分,制得如图 10 所示的柱状图。

从图 10 可以看出,经过基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样方法的有些图像要比使用标准 ICC 色彩转换过程追样的更接近原图,总的来说两者与原图接近程度基本相同,没什么太大的差异。而基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样方法与原图接近评分都低于 0.45,从而说明基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样方法相较于基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样方法更适合应用在纺织品数码印花追样过程中。

以试样二为例,针对原图,对打印的实物图作部分对比,如图 11 所示。

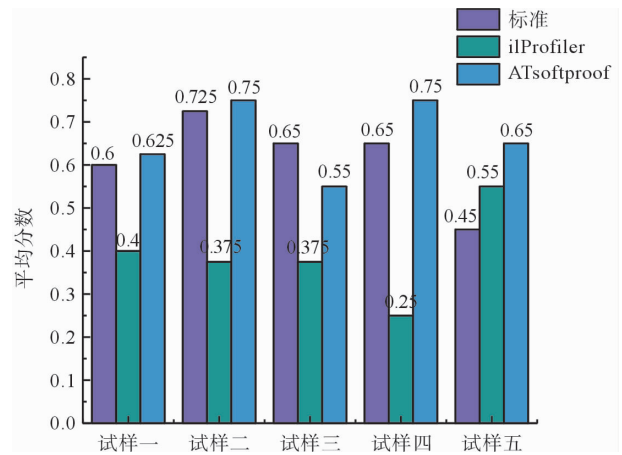


图 10 3 种追样方法的主观评价平均分数  
Fig. 10 Average marks of subjective evaluation of 3 kinds of chasing sample



图 11 试样二实物对比

Fig. 11 Comparison of material object of Sample II

通过对比可以很明显地看出,图(b)与其他四幅图像的颜色、层次完全不一致。图(c)的颜色层次虽然与图(b)相比要接近图(a),但图(d)、图(e)比它更接近,两者的追样效果是最接近图(a)的。之所以基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样与基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术的追样效果相比要逊色一些,这是因为 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技

术是基于多色通道打印机特性的算法编程,而基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术主要以四色打印机特性为基础的算法编程,并不适用于多通道打印场合。从而从主观角度说明了想要很好地追样就必须严格按照追样要求,才能更好地达到纺织品高质量的颜色复制。而且基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样效果与原图打印效果相近,相较于

数码印花企业通常采用的基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样更适合应用在纺织品数码印花追样过程中。

### 3.2 客观评价

颜色打印质量是纺织品数码印花质量控制的重要内容。主观评价的结果常受观看条件、观察者以往的经验、图像类型及眼睛疲劳等因素的影响,重复性较差,使用中不稳定、不方便。相比之下,客观评价法则是以物理测量为基础,评价的过程和结果以数字的方式表示。当客观评价与主观评价建立了良

好的相关性时,便可用客观评价的指标表征主观判断的结果,客观评价有了实际应用价值,使颜色质量评价系统更完善<sup>[10]</sup>。

#### 3.2.1 颜色差异评价

数码印花产品的颜色质量评价,通常由色差大小决定,分别将“实验图像-标准”、“实验图像-i1”、“实验图像-AT”与“实验图像-A”(原图)之间进行逐像素的 CIE DE2000<sup>[11]</sup> 比较,求所有像素的平均色差,对试样一到试样五进行色差评价分析,如图 12 所示。

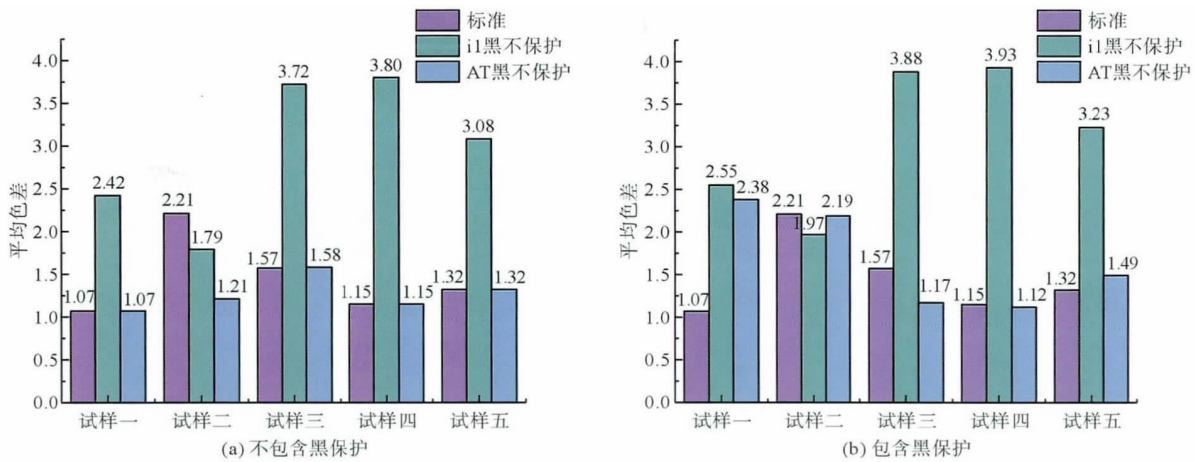


图 12 实验图像经过 3 种追样方法的色差对比

Fig. 12 Comparison of chromatic aberration in experimental image after 3 kinds of methods for chasing sample

从图 12 可看出,无论是否有黑保护,基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样的实验图像的平均色差在 1.07 ~ 2.38 变化,使用标准 ICC 色彩转换过程追样的实验图像的平均色差在 1.07 ~ 2.21 变化,两者与原图接近程度基本相同,没什么太大的差异。而基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样的实验图像的平均色差普遍较大,在 1.39 ~ 3.90 变化;说明基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样效果与原图打印效果相近,相较于数码印花企业通常采用的基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样更适合应用在纺织品数码印花追样过程中。

#### 3.2.2 K 保护评价

按照标准 ICC 色彩转换过程追样,其匹配方式是由 CMYK→Lab→CMYK 的转换。在 CMYK 转换到 Lab 过程中黑色墨水信息被丢失,再从 Lab 转换到 CMYK 时,又需要对黑色墨水重新定义,难免造成颜色信息的变化。尤其是对单黑部分颜色信息的影响(如单黑的文字或图像信息被转换为多色成分),容易造成黑色起脏,即本来只有单纯黑色的颜色中混

入了其他颜色。

利用图像逐“像素差”算法,可以比较 2 幅图像的变化,差值为零表示没有变化,差值越大变化越大。试样五是单黑色渐变图,对比“试样五-标准”、“试样五-i1”有黑保留、“试样五-AT”有黑保护与“试样五-A”(原图)之间各通道的差值变化,验证 Devicelink 技术包含黑保护是否能更好地保护黑色特征,如表 1 所示。

表 1 3 种追样方法追样后各通道与原图的数值差异

Tab. 1 Numerical value difference of each channel and original images after chasing with three kinds of chasing methods

墨水通道	标准	i1 黑保留	AT 黑保护
C	41.190 52	20.005 73	0
M	41.185 39	17.717 66	0
Y	53.649 14	16.089 09	0
K	8.731 23	6.423 14	0
O	15.854 87	15.885 38	0
B	6.525 53	13.160 93	0

从表 1 可以发现,“试样五-标准”的各通道与原图的差值是最大的,这是因为按照标准 ICC 色彩转

换过程追样是先从多维的设备颜色空间转换到 PCS 颜色空间(三维),再又从 PCS 颜色空间(三维)转换到多维的设备颜色空间,转换过程中把单黑(K)转换为 4 个颜色(CMYK)构成的黑色,100% 黑色实地混入大量的杂色,黑色严重偏色;其次是“试样五-i1”有黑保留,说明与使用标准 ICC 色彩转换过程追样相比,运用基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术包含黑保护追样,不需要经过多次转换,可以使单纯黑色尽量避免混入其他杂色。“试样五-AT”有黑保护”与原图的差异最小,其各通道的差值都为 0,差值越小,该图像与原图越接近,说明基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样包含黑保护与原图完全一致,黑色 K 无任何丢失且没有混入其他杂色。综上所述,运用基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术包

含黑保护追样,黑保护效果最好,可以更好地保护黑色 K 原来特征(比例、关系)不变,轻松实现“黑色模拟”,即可以用单色的黑墨水来模拟印刷黑,保留黑色文本不会转换成 CMY,保护黑色实地,使黑色不偏色。

试样五的部分打印图对比展示如图 13 所示,能明显看出,图(a)出现一圈蓝色的圆环渐变,而且外围的颜色明显已不是黑色,有点偏棕色,说明使用标准 ICC 色彩转换过程追样时,试样五混入了其他杂色使黑色偏色;而图(b)和图(c)就比较干净,没有杂色,但是图(c)的黑色明显要比图(b)的要正,图(b)稍微有点偏红,外围的渐变也比图(c)浅,明显运用基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术包含黑保护追样,黑保护效果最好,可以更好地保护黑色 K 原来特征(比例、关系)不变。

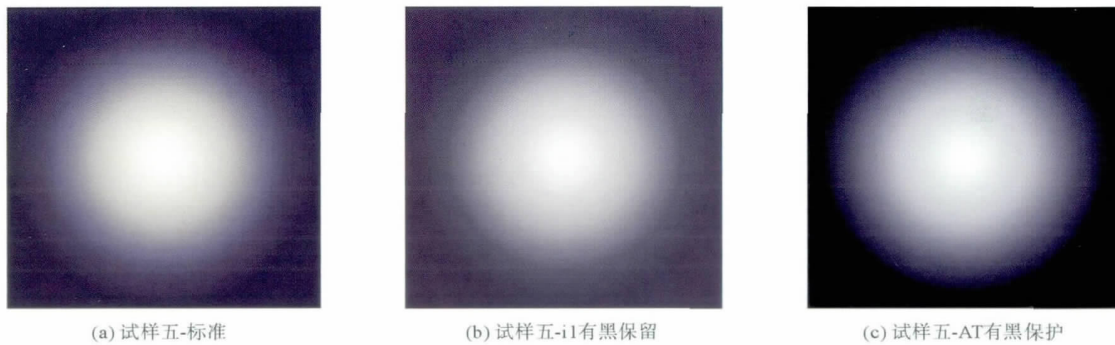


图 13 试样五打印图对比

Fig. 13 Comparison of the print pattern of Sample V

## 4 结论

本文通过主、客观评价法,对基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术追样、基于 Device Profile 的 Devicelink 技术追样及使用标准 ICC 色彩追样转换过程的追样效果分别进行对比分析,得出如下结论:

1) 基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术的追样效果与原图打印效果相近,相较于企业采用的通用基于 Devicelink Profile 的 Devicelink 技术追样更适合应用在纺织品数码印花追样过程中。

2) 与使用标准 ICC 色彩转换过程追样相比,运用 Devicelink 技术包含单黑 K 保护追样,不需要经过多次转换,可以使单纯黑色尽量避免混入其他杂色,较好地保持黑色实地。

3) 运用基于 ICC Profile 的 ICC Devicelink 技术黑保护效果最好,可以更好地保护黑色 K 原来特征(比例、关系)完全不变,轻松实现“黑色模拟”,即可以用单色的黑墨水来模拟印刷黑,保留黑色文本不会转换成 CMY,保护黑色实地,使黑色不偏色,这将

对纺织品数码印花的顺利实施提供保障。随着色彩管理技术的深入、对颜色再现的更高要求及软件对 Devicelink Profile 生成的支持,人们会更加重视 Devicelink 技术,并会在数码印花实际生产中发挥更大的作用。

## 参考文献:

- [1] 耿群英. 印花与打样[J]. 丝网印刷, 2013(10): 3-8.  
GENG Qunying. Printing and proofing [J]. Screen Printing, 2013(10): 3-8.
- [2] 李春艳. 纸张数码打样与屏幕软打样色彩匹配的研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2011: 1-2.  
LI Chunyan. The Research of Color Matching Between Paper Digital Proofing and Soft Proofing [D]. Ji'nan: Shandong Polytechnic University, 2011: 1-2.
- [3] 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.
- [4] HEIDELBERG. Generation and application of Devicelink Profile, part of publication series prinect color solution-user guide [EB/OL]. [2017-05-18]. [http://www.heidelberg.com/fr/www/binaries/bin/files/fra/fr/prinect/device\\_link\\_profile.pdf](http://www.heidelberg.com/fr/www/binaries/bin/files/fra/fr/prinect/device_link_profile.pdf).
- [5] 黄赞, 李金城, 仇王健. Devicelink 技术在 Photoshop 中的应用 [J]. 电脑知识与技术, 2014, 10(8): 1796-1797.  
HUANG Yun, LI Jincheng, QIU Wangjian. The application of Devicelink technology in Photoshop [J]. Computer Knowledge and Technology, 2014, 10(8): 1796-1797.
- [6] Specification ICC. 1: 2010( Profile version 4. 3. 0. 0) [EB/OL]. [2017-08-10]. [http://www.color.org/specification/ICC1v43\\_2010-12.pdf](http://www.color.org/specification/ICC1v43_2010-12.pdf).
- [7] 刘武辉. 浅谈 Devicelink Profile [J]. 广东印刷, 2009(4): 16-18.  
LIU Wuhui. Talking about the Devicelink Profile [J]. Guangdong Printing, 2009(4): 16-18.
- [8] 李鑫. 标准化的蹊径: Devicelink [J]. 印刷杂志, 2010(11): 40-41.  
LI Xin. Standardized way: Devicelink [J]. Printing Field, 2010(11): 40-41.
- [9] 周佳毅, 胡媛, 司占军. 动态设备关联特性文件颜色模式转换精度评价 [J]. 中国印刷与包装研究, 2012, 4(1): 14-19.  
ZHOU Jiayi, HU Yuan, SI Zhanjun. Evaluating research on the color model conversion precision of dynamic devicelink profile [J]. China Printing and Packaging Study, 2012, 4(1): 14-19.
- [10] 徐艳芳, 宋月红, 翟铭. 印刷图像颜色复制质量的主客观评价 [J]. 北京印刷学院学报, 2008, 16(6): 31-33, 37.  
XU Yanfang, SONG Yuehong, ZHAI Ming. Color reproduction quality metric of printing images based on the subjective and objective evaluations [J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2008, 16(6): 31-33, 37.
- [11] 金肖克, 张声诚. 色差公式的发展及其在织物颜色评价中的应用 [J]. 丝绸, 2013, 50(5): 33-38.  
JIN Xiaoke, ZHANG Shengcheng. Development of color difference formula and its application in fabric color evaluation [J]. Journal of Silk, 2013, 50(5): 33-38.