

府绸棉织物结构对数码印花上色率的影响

郭超, 周华, 任静, 王妍, 梅再欢

(浙江理工大学先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室, 杭州 310018)

摘要: 在数码印花中,为了找出来自不同厂家、同规格的府绸棉织物,经过相同的工艺条件在织物打印时产生颜色差别的影响因素,用多元回归分析的方法分析织物结构的一些参数,得出其回归方程。结果表明:影响不同厂家的府绸棉织物印染上色率的主要因素有三个,分别是棉纤维成熟度、棉纤维结晶度和纬纱的线密度。

关键词: 数码印花; 府绸棉织物; 织物结构; 上色率; 回归分析

中图分类号: TS103.7 **文献标志码:** A

0 引言

数码印花是最近几年兴起的印染技术。数码印花的出现不仅大大提高了印染的效率,而且还使印染产品种类变得更加丰富,还创造了更多的创新空间^[1]。更重要的是,数码印花相比传统印花更加节能减排,不但大大减少了环境污染,而且有利于社会的可持续发展。

关于影响数码印花上色率的问题至今研究不多,但是已经得出了用客观颜色顺序代替主观颜色好坏顺序。以此为基础,本文用客观颜色代替主观颜色来研究影响数码印花上色率的因素,主要从织物结构出发,针对多个因素逐个进行分析,把非常小的影响因素忽略,最后得出影响数码印花上色率的主要因素,为以后的研究奠定基础,并进一步指导企业生产。

课题来源于数码印花公司的生产实践:在生产过程中针对来自不同厂家的同规格的棉织物,经过相同的工艺条件,使用相同设备,同样的染料打印出的颜色存在一定的差别。为了弄清楚是什么因素的影响,本文对府绸棉织物结构与数码印花得色率之间的关系进行了研究分析。

对于棉织物而言,因为纤维的成熟度、结晶度、纱线线密度的不同以及纱线捻度、织物的经纬排列

密度不同等原因,都有可能对棉织物的得色率产生影响。

1 实验部分

1.1 实验材料与制备

由数码公司提供的7块结构相同的府绸织物(来自不同厂家),在严格相同的上浆、发色工艺条件下,利用同一数码打印设备在每块布样上打印10种颜色。

1.2 实验仪器

Color-i7 分光光度计(美国爱色丽公司);XTRA型X射线衍射仪(瑞士);Y511型织物密度分析镜(上海市宝山精工电子仪器厂);Y331LN型纱线捻度仪(莱州市电子仪器有限公司);FY111-II 织物纱长测定仪(温州方圆仪器有限公司)。

1.3 测试与计算

成熟度系数(用可见中腔宽 a 与可见一侧壁厚 b 的比值表示)实验用中腔胞壁对比法^[2]。每个试样取数百个样品。

用测长称重法测定纱线线密度, tex 。每个样品测50根。

纱线捻度用张力法测试(退捻加捻法),测量5次,取平均值。

收稿日期: 2014-09-03

作者简介: 郭超(1988-),男,河南周口人,硕士研究生,主要从事纺织计算机应用方面的研究。

通信作者: 周华, E-mail: hzzh@zstu.edu.cn

织物密度用移动式织物密度分析镜法。然后根据纱线线密度和织物密度用以下公式计算出织物的总紧度^[3]。每块试样测量3次。

$$E_w = 0.037 \sqrt{N_{tw}} * P_w \quad (1)$$

$$E_z = E_j + E_w - E_j * E_w \% \quad (2)$$

其中: E_w 是纬向紧度(%), N_{tw} 是纬纱线密度(tex), P_w 是纬向密度(根/10 cm), E_j 是经向紧度(%), E_z 是总紧度(%)。

结晶度实验时先做 X 射线衍射^[4]测定,然后根

据衍射结果使用 MDI Jader 软件及公式计算结晶度,

$$X_{\alpha w} = \frac{I_c}{I_c + I_a} * 100 \% \quad (3)$$

其中: $X_{\alpha w}$ 为 X 射线衍射法测定的结晶度(%), I_c 为结晶衍射峰强度, I_a 为非结晶弥散峰强度。

1.4 实验结果整理

根据上述实验数据所得的织物结构参数见表1。

表1 织物结构参数结构表

编号	成熟度系数 M	纬纱线密度/tex	经纱线密度/tex	纱线捻度/(T/m)	纬密/(根/10 cm)	经密/(根/10 cm)	总紧度/%	结晶度/%
1	2.52	12.19	12.99	52.10	266	298	60.45	63.26
2	2.40	11.24	13.20	55.25	282	294	60.68	50.44
3	2.45	13.65	14.11	73.34	280	420	74.31	56.18
4	2.44	13.54	13.14	50.75	290	290	63.02	57.73
5	2.42	11.30	12.34	81.90	270	284	58.10	51.46
6	2.45	6.45	6.78	128.03	388	588	72.46	44.89
7	2.56	10.66	9.54	98.37	312	314	59.84	46.38

1.5 颜色测量实验

本实验使用 Color i7-台式分光光度仪测得各布样上的各颜色的 Lab 值^[5]。

7 块试样其打印前处理与打印时的环境、所用设备完全相同。打印后 7 块试样的颜色由数码印花公司专业的调色师比对,给出主观颜色表现由好到差的排序为:7、5、2、1、4、3、6。且 7 号试样颜色得色率最好,可作标准试样与其它 6 块试样进行颜色比较。表 2 是 7 号标准试样的 Lab 值与颜色密度 D ,表 2 中的数据都是测量 10 次计算出的平均值。

表2 7号标准样的颜色参数

亮度 L	a	b	颜色密度 D
43.026	10.305	9.523	1.430 2

以 7 号试样为标准试样,其他 6 块试样与之比较,得到数据如表 3 所示。表 3 中,亮度差 dL 为试样的版数据的 L_a 差值,色差利用 CIE DE2000 (2:1)色差公式计算^[6]。

表3 与标准样试样7的差度

编号	亮度差 dL	色差 da	颜色密度差 dD
1	1.336	1.166 19	-0.064 25
2	0.687	1.044 70	-0.033 96
3	1.382	1.225 54	-0.056 27
4	1.867	1.325 18	-0.076 63
5	0.350	1.003 27	-0.011 57
6	1.737	1.583 42	-0.102 85

在颜色测量实验的数据结果中可以得到颜色表现的顺序。

表 3 中的亮度差数据与 7 号基准样相比,说明试样的颜色表现越接近标准试样,得色率越好。由亮度差可以得出颜色表现从好到差的顺序是 5、2、1、3、6、4。

表 3 中的色差数据与 7 号试样相比,色差越小,越接近 0,说明试样的颜色表现越接近标准试样,得色率越好。由 DE2000 公式计算出的色差比较后可以得出颜色表现从好到差的顺序是 5、2、1、3、4、6。

由颜色密度差^[7]可以得出颜色表现从好到差的顺序是 5、2、3、1、4、6。颜色密度直接代表了染料覆盖率,从表 3 中的颜色密度差数据来看,数据都为负值,表明与基样的 7 号样相比,染料覆盖率都下降了,这与主观观察的结果有些不一致。

密度差数据越小,则颜料覆盖率越差,试样与 7 号标准样相比得色率就越差。

综合这三项指标对比,可以得到客观颜色表现由好到差的顺序是 7、5、2、1、3、4、6,可以用客观颜色顺序代替主观颜色好坏顺序。因此,本实验用色差值代表客观颜色差异^[8-9],用于主成分分析。

2 结果与讨论

多元回归分析是用来研究多个预测因子对变量的影响程度,建立它们的统计关系的方程式,对之后的变量做出预测估计,最终找出影响主因子中最重要的几个因素。本实验中有多个影响因素,而哪几

个是最大的影响色差的因素现在还不能确定,因此要建立色差与成熟度系数、纬纱线密度、经纱线密度等几个因素的关系,利用多元回归分析得到回归方程,最后得出哪几个因素影响最大。

首先进行结构与色差的主成分分析,分析织物结构中哪几个因素是影响织物打印后色差的主要因素。本实验利用 SPSS 软件^[10]进行多元分析得到色差与影响因素的回归方程。

SPSS 提供了多种回归分析过程,如 linear(线性回归)、nonlinear(非线性回归)、curve estimation(曲线拟合)、binary logistic(二分类,即事件概率回归)等。本实验利用统计软件 SPSS 进行线性回归分析。

把表 1 中的数据导入 SPSS 软件中,利用多元回归模型的方法对数据进行分析,最终可以得到表 4、表 5 和表 6 中的数据。

表 4 Model Summary(回归模型拟合优度)

模型	负相关系数 R	决定系数 R^2	校正的决定系数 $R^2_{\text{调整}}$	剩余标准差
1	0.635 ^a	0.403	0.283	0.424 609 2
2	0.715 ^b	0.511	0.267	0.429 478 7
3	0.994 ^c	0.988	0.785	0.089 084 9
4	0.995 ^d	0.990	0.975	0.071 978 0
5	0.996 ^d	0.991	0.954	0.080 912 4

a) 预测变量:常量,成熟度系数 M ;

b) 预测变量:常量,成熟度系数 M ,结晶度(%);

c) 预测变量:常量,成熟度系数 M ,结晶度(%),总紧度(%);

表 5 ANOVA(回归模型方差分析结果)

模型	平方和	自由度 df	均方差	F 值	P 值
回归	0.608	1	0.608	3.371	0.126 ^a
1 残差	0.901	7	0.180		
总计	1.509	6			
回归	0.771	2	0.386	2.091	0.239 ^b
2 残差	0.738	6	0.184		
总计	1.509	6			
回归	1.491	3	0.497	55.325	0.018 ^d
3 残差	0.019	5	0.006		
总计	1.509	6			
回归	1.496	4	0.374	79.438	0.002 ^c
4 残差	0.013	5	0.007		
总计	1.509	6			
回归	1.495	5	0.499	32.325	0.018 ^c
5 残差	0.016	4	0.005		
总计	1.509	6			

d) 预测变量:常量,成熟度系数 M ,结晶度(%),纬纱线密度 N_{tex} ;

e) 预测变量:常量,成熟度系数 M ,结晶度(%),纬纱线密度 N_{tex} ,织物纬密 P (根/10 cm);

f) 因变量:DE2000 计算的色差。

由表 4 得知, $R^2_{\text{调整}}$ 最高为 0.975,相对其他几个模型来说,模拟程度很高,所以判定模型 4 的线性回归的拟合程度非常高。由表 5 中又可得,方差分析, F 值为 79.438,显著性概率是 0.002,表明回归非常显著。说明结构因素中存在若干主要因素影响着色差,并且可以得到线性回归关系。

表 6 Coefficients(回归系数)

模型		非标准化系数		标准化系数		P	B 的 95.0%置信区间	
		B	标准误差	试用版	t		下限	上限
1	(常量)	14.856	7.521		1.975	0.105	-4.477	34.189
	成熟度系数 M	-5.606	3.053	-0.635	-1.836	0.126	-13.454	2.242
	(常量)	13.921	7.672		1.815	0.144	-7.379	35.220
2	成熟度系数 M	-5.770	3.093	-0.653	-1.865	0.136	-14.357	2.818
	结晶度/%	0.025	0.027	0.330	0.942	0.400	-0.049	0.100
	(常量)	15.123	4.257		4.823	0.005	6.745	21.103
3	成熟度系数 M	-6.014	2.087	-7.156	-5.621	0.012	-11.257	-1.256
	结晶度/%	0.092	0.018	0.875	6.924	0.006	0.026	0.034
	总紧度/%	0.004	0.321	0.421	0.457	0.024	0.002	0.011
4	(常量)	15.348	1.419		10.817	0.002	10.833	19.864
	成熟度系数 M	-6.599	0.575	-0.747	-11.481	0.001	-8.428	-4.770
	结晶度/%	0.087	0.008	1.130	11.457	0.001	0.063	0.111
	纬纱线密度 N/tex	-0.220	0.021	-1.057	-10.722	0.002	-0.285	-0.155
5	(常量)	14.719	1.632		9.020	0.012	7.698	21.741
	成熟度系数 M	-6.805	0.639	-0.770	-10.647	0.009	-9.555	-4.055
	结晶度/%	0.087	0.008	1.130	11.060	0.008	0.053	0.121
	纬纱线密度 N/tex	-0.122	0.047	-0.877	-3.871	0.061	-0.385	0.020
	织物纬密 P /(根/10cm)	0.002	0.003	0.192	0.890	0.467	-0.009	0.014

在模拟过程中,由于经纱线密度、纱线捻度和经密的影响非常小,可以忽略不计。

由表6可知,模型4为最优模型,因此可以得到回归方程为:

$$Y=15.348-6.599X_m+0.087X_w-0.220X_n \quad (4)$$

其中:Y表示DE2000计算的色差, X_m 代表成熟度, X_w 代表结晶度, X_n 代表纬纱线密度。

由回归方程可以得知,影响织物上色率及客观颜色表现的主要因素有三个,分别是棉纤维成熟度、棉纤维结晶度和纬纱的细度。

3 结 论

本课题从实际应用出发,通过对府绸棉织物试样的棉纤维成熟度、结晶度、纱线捻度、纱线线密度、织物密度、织物总紧度、织物颜色表征测试,以及与织物得色率的关系研究分析,得到如下结论:

a) 通过对7块府绸棉织物试样的结构测试,其原料棉纤维成熟度、棉纤维结晶度、纱线的线密度等方面存在差异。

b) 因为主观颜色的测量结果波动很大,分析表明,可以用客观测量的与基准样的色差值代替主观颜色得色率的好坏,两者一致性很高。

c) 经过多元回归分析,表明影响府绸棉织物印染色差上色率的主要因素有三个,分别是棉纤维成熟度,棉纤维结晶度和纬纱线密度,它们之间的关系如下:

$$Y=15.348-6.599 \times \text{成熟度} + 0.087 \times \text{结晶度} - 0.220 \times \text{纬纱线密度} \quad (5)$$

此结论可以帮助企业在之后的生产加工过程中提高印染准确度和效率。

参考文献:

- [1] 郑如晶. 宏华数码: 引领时尚, 创造印花新模式[J]. 丝网印刷, 2013(6): 39-40.
- [2] 黄允芳, 周 浩. 棉纤维、棉短绒成熟度的检验[J]. 科技·前沿, 2007(9): 47-49.
- [3] 姚 穆. 纺织材料学[M]. 2版. 北京: 中国纺织出版社, 1990: 49-52.
- [4] 张龙生. 几种棉花结晶度的X射线测定[J]. 分析测试通报, 1983, 2(1): 54-55.
- [5] 梁松涛, 吕学强, 程 涛, 等. 基于分块和Lab颜色模型的字幕提取方法[J]. 微计算机信息, 2010, 26(6): 198-200.
- [6] 张保洲. CIE LUV色差计算公式的实验修正[J]. 光学学报, 1994, 14(6): 668-672.
- [7] Xin J H, Lam C C. Comparative study of visual color differences using reflective and self-luminous color stimuli [C]//Proc SPIE, Rochester: 2002, 4421: 630-633.
- [8] Xin J H, Lam C C, Luo M R. Evaluation of the crispening effect using CRT-displayed colour samples [J]. Color Color Research and Application, 2004, 29 (5): 374-80.
- [9] Wang X Y, Zhang B B, Yang H Y. Content-based image retrieval by integrating color and texture features [J]. Multimed Tools Appl, 2014, 68: 545-569.
- [10] 吴世军. SPSS在数据分析中的应用[J]. 知识丛林, 2006(5): 160-161.

Influence of Structure of Poplin Cotton Fabrics on Dyeing Degree of Digital Printing

GUO Chao, ZHOU Hua, REN Jing, WANG Yan, MEI Zai-huan

(Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to identify poplin cotton fabrics with the same specifications from different manufacturers in digital printing and find out the influencing factors of distinct colors printed on the poplin cotton fabrics under the same technological conditions, multiple regression analysis method was used to analyze some parameters of fabric structure and the regression equation was gained. The results show that there are three main factors that influence dyeing degree of poplin cotton fabrics from different manufacturers: cotton fiber maturity, the degree of crystallinity and the fineness of weft.

Key words: digital printing; poplin cotton fabric; fabric structure; dyeing degree; regression analysis
(责任编辑: 张祖尧)