

文章编号:0253-9721(2012)09-0050-06

基于系统聚类法的多组分混纺织物风格分析

陈志蕾¹, 吴鲜鲜¹, 张红霞¹, 李艳清¹, 祝成炎¹, 王荣根², 方挺进²

(1. 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, 浙江 杭州 310018;

2. 浙江越隆控股集团有限公司, 浙江 绍兴 312032)

摘要 采用 PTT、PLA、Cooldry、三角异形涤纶丝、棉和亚麻等原料,按不同比例混纺试制了 5 个系列 13 种织物。采用 FAST 织物风格仪测试触觉风格的性能指标,运用系统聚类法对测试结果进行聚类分析,探讨纱线线密度、纤维成分及组织结构与织物风格特性之间的关系。结果表明:在一定范围内,亚麻纤维替代棉纤维可以不影响织物风格;组织结构的较大差异会引起织物风格的不同,而较相似的组织结构对织物风格的影响相对较小;纱线线密度、纤维成分对织物风格存在一定的影响。

关键词 混纺织物; 织物风格; FAST 仪; 系统聚类分析

中图分类号:TS 156 文献标志码:A

Analysis on style of multi-component blended fabrics based on clustering method

CHEN Zhilei¹, WU Xianxian¹, ZHANG Hongxia¹, LI Yanqing¹, ZHU Chengyan¹,

WANG Ronggen², FANG Tingjin²

(1. Key Laboratory of Advanced Textile Materials and Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China; 2. Zhejiang Yuelong Holding Group Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang 312032, China)

Abstract PTT, PLA, Cooldry, triangular shaped polyester yarn, cotton and linen were selected as the materials and 13 fabrics in five series were woven according to different blending proportions. The performance indicators of fabric tactile style were tested by using FAST instrument and the test results were examined by cluster analysis. The correlation of linear density of yarn, fiber content, weave construction and fabric style were discussed. The results showed that within a certain range, replacing cotton with linen may not affect the style of fabric; big difference in the weave construction can cause different fabric style, the impact on the fabric style is relatively small with similar weave construction; and linear density of yarn and fiber content have a certain influence on the fabric style.

Key words blended fabric; fabric style; FAST instrument; cluster analysis

随着社会的发展和人们生活水平的提高,消费者对服用纺织品性能与风格的要求也越来越高。如今服用纺织品正朝着原料多样化、功能多元化、高支轻薄化、风格多元化的方向发展^[1]。纤维原料已由单一品种向多元成分的方向发展,多组分混纺可以取长补短,改善织物的服用性能和风格,从而不断满

足人们的需求,因此多组分混纺织物也越来越受到人们的青睐。

多组分混纺织物的性能与诸多因素有关,如纤维成分、纱线线密度、织物组织结构等,因此研究这些因素对织物性能的影响对多组分混纺织物的开发有着积极意义。织物风格是反映织物性能的综合评

收稿日期:2011-08-30 修回日期:2012-06-05

基金项目:国家科技支撑计划项目(2007BAE28B03);浙江省重大科技专项项目(2008C11071-2)

作者简介:陈志蕾(1986—),女,硕士。主要研究方向为纺织产品设计、纺织品性能等。张红霞,通信作者,E-mail: hongxiangzhang8@126.com。

判指标,也是纺织品生产者和消费者对织物品质评定的重要依据之一^[2]。国内有许多研究者对毛织物、仿毛织物及羊绒混纺针织物等进行织物风格的客观评价与分析^[2-4],也有对 Optim 纤维代替羊绒织物的混纺织物风格进行研究^[5],但对其他多组分混纺织物风格特性的研究还较少。

本文采用 FAST 仪对织物的触觉风格进行测试,探讨纤维成分、纱线线密度、织物组织结构与织物风格特性之间的关系,运用系统聚类分析方法对

测试结果进行分类,为开发多组分混纺织物提供理论参考。

1 实验

1.1 试样

本文采用 PTT、PLA、Cooldry、棉、亚麻、三角异形涤纶丝等原料,按不同比例混纺试制了 A、B、C、D 和 E 共 5 个系列 13 种织物,规格参数见表 1。

表 1 试样织物的规格参数
Tab.1 Specifications of fabric samples

试样编号	经纬纱原料	织物密度/(根·cm ⁻¹) 经向×纬向	织物总紧度/ %
A1	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35)	51×29.5	100
A2	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:(166.7 dtex 三角异形涤纶丝+147.6 dtex PTT/粘胶(40/60)+22.2 dtex 涤纶)包覆纱	51×29.5	100
B1	甲经:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20) 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20)	43×37.5	87.3
B2	甲经:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20) 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20)	43×27.5	82.4
C1	甲经:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/棉混纺纱(30/20/15/35) 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/棉混纺纱(30/20/15/35)	43×37.5	87.2
C2	甲经:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/棉混纺纱(30/20/15/35) 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/棉混纺纱(30/20/15/35)	43×27.5	82.4
D1	甲经:98.4 dtex×2 Cooldry/棉混纺纱(65/35) 乙经:(98.4 dtex×2 Cooldry/棉(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20) 乙纬:166.7 dtex/64F PTT	49×33.5	91.7
D2	甲经:98.4 dtex×2 Cooldry/棉混纺纱(65/35) 乙经:(98.4 dtex×2 Cooldry/棉(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:184.5 dtex Cooldry/PTT/PLA/亚麻混纺纱(45/20/15/20) 乙纬:166.7 dtex/64F PTT	49×33.5	91.7
E1	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:147.6 dtex PTT/粘胶混纺纱(40/60) 乙纬:120 dtex 三角异形涤纶丝	53×37.5	100
E2	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:147.6 dtex PTT/粘胶混纺纱(40/60) 乙纬:120 dtex 三角异形涤纶丝	53×37.5	100
E3	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:147.6 dtex PTT/粘胶混纺纱(40/60) 乙纬:120 dtex 三角异形涤纶丝	53×37.5	100
E4	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:147.6 dtex PTT/粘胶混纺纱(40/60) 乙纬:120 dtex 三角异形涤纶丝	53×37.5	100
E5	甲经:164 dtex×2 涤纶/粘胶混纺纱(65/35) 乙经:(164 dtex×2 涤纶/粘胶(65/35)+22.2 dtex 导电丝)包覆纱 甲纬:147.6 dtex PTT/粘胶混纺纱(40/60) 乙纬:120 dtex 三角异形涤纶丝	53×37.5	100

表中:A1、A2 织物组织为 4 上 3 下与 2 上 2 下复合斜纹;B1 织物组织为 2 上 1 下斜纹,B2 织物组织为平纹;C1 织物组织为 2 上 1 下斜纹,C2 织物组织为平纹;D1 织物组织是以 2 上 2 下斜纹为基础组织, $K_j = 8$ 的山形组织;D2 织物组织是以 2 上 2 下斜纹为基础组织, $K_j = 8, K_w = 6$ 的菱形破斜纹组织;E1、E2、E3、E4、E5 织物组织如图 1 所示。

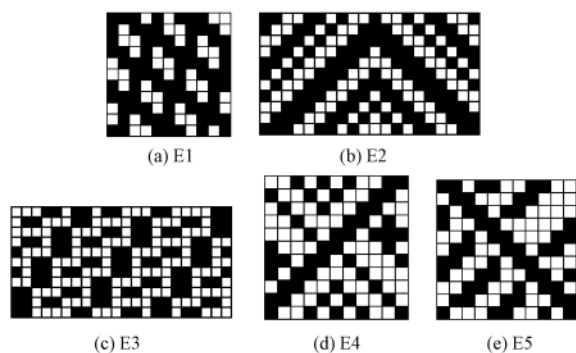


图 1 E1 ~ E5 织物组织图

Fig. 1 Weave construction of fabrics E1 - E5

由表 1 可知,A 系列织物的区别在于纤维成分含量不同,D、E 系列织物的区别在于组织结构不同,B、C 系列织物的区别在于组织结构与纬密不同。由于织物中纱线有挤压或重叠使得有些织物的紧度大于 100%,在此就用 100% 表示织物紧度。

1.2 实验方法

织物的触觉风格采用 FAST 风格测试系统,该系统用来评价面料外观、手感和性能,操作简单方便,测试结果一目了然。FAST 风格测试仪还能对织物的力学性能进行快速测试,客观评定织物的手感^[6]。

1.2.1 厚度及表面厚度

织物厚度与织物表面厚度是织物压缩性能的重要指标。使用 FAST-1 压缩性测试仪测试压力分别为 0.196、9.81 kPa 的厚度 T_2 、 T_{100} 。织物表面的滑糯性和手感风格中的蓬松丰满度对织物压缩性能均有影响^[7-8]。织物表面厚度为

$$T_s = T_2 - T_{100} \quad (1)$$

1.2.2 弯曲刚度

弯曲刚度使用 FAST-2 弯曲性测试仪进行测试。弯曲刚度大,硬挺度高,表明织物挺括、有身骨;弯曲刚度小,硬挺度低,表明织物柔软、活络。织物的弯曲刚度

$$B = W \times C^3 \times 9.807 \times 10^{-6} \quad (2)$$

式中: W 为织物面密度, g/m^2 , C 为弯曲长度, mm。

1.2.3 延伸性

延伸性能反映了织物在生产使用过程及缝纫加

工过程中常规受力时的形态,主要是指织物在低拉伸应力作用下产生的应力,使用 FAST-3 延伸性测试仪测试 E_{5t} 、 E_{5w} 、 E_{20t} 、 E_{20w} 、 E_{100t} 、 E_{100w} , 即 5、20、100 cN/cm 下的伸长率以及斜向伸长率 EB_5 。

1.2.4 剪切刚度

织物的剪切刚度是测定织物在剪切时产生变形所需要的作用力。织物的剪切刚度为

$$G = 123/EB_5 \quad (3)$$

2 结果与讨论

2.1 织物的触觉风格

2.1.1 压缩性能

从表 2 压缩性能测试数据可看出:总体上 B 和 C 系列织物的厚度相对较薄,压缩性相对最差;E 系列织物的厚度相对较厚,压缩性相对最好。压缩性差的织物比较平滑、轻薄,而压缩性好的织物比较丰满。其中,A2 的压缩性能比 A1 好,主要原因是 A2 的纬纱线密度大于 A1。B1 的压缩性能优于 B2,C1 的压缩性能优于 C2,一方面是因为 B1 的纬密比 B2 大,C1 的纬密比 C2 大,另一方面是因为 B1、C1 是斜纹织物,而 B2、C2 是平纹织物。由于经纬纱线的交织点相对较少。斜纹组织织物在一定程度上提高了织物的蓬松丰满度。D1 的压缩性能比 D2 好,说明山形组织织物的蓬松性在其他条件相同的情况下优于菱形组织织物。E 系列织物的压缩性能相对较好,这主要是受组织结构的影响。基本组织为复合组织的 E 系列织物,经纬向交织点相对较少,浮长相对较长。

2.1.2 弯曲性能

织物的弯曲性能测试结果如表 2 所示。由表可知:A2 的弯曲刚度比 A1 大,一方面原因是 A2 的纬线线密度比 A1 大,纱线直径较粗时纱线的弯曲刚度较大,织物较硬挺;另一方面原因是 A2 中含有 PTT 纤维,合成纤维的刚度要比粘胶纤维大,此外 A2 中还含有三角异型涤纶丝,而普通圆形纤维的刚性要比异型截面纤维的低^[9]。B2 弯曲刚度比 B1 大,C2 弯曲刚度比 C1 大,虽然 B2、C2 的纬密分别比 B1、C1 小,但 B2、C2 是平纹织物,织物中交织点相对较多,浮长较短,由于切向滑动阻力大,经纬纱间相对移动的可能性较小,织物相对刚硬。此外,B1 的弯曲刚度比 C1 大,B2 的弯曲刚度比 C2 大,这主要是因为含有亚麻纤维的织物刚度要比含有棉纤维的织物刚度大。D2 的弯曲刚度明显比 D1

表2 FAST风格聚类的各项指标
Tab.2 Indicators of FAST style clustering

试样编号	聚类代号	$B/(\mu\text{N}\cdot\text{m})$	T_{100}/mm	T_2/mm	T_s/mm	$E_{100}/\%$	$E_{20}/\%$	$E_5/\%$	$EB_5/\%$	F/mm^2	$G/(\text{N}\cdot\text{m}^{-1})$
A1	1	2.42	0.58	0.74	0.17	6.10	1.27	0.50	3.73	0.13	32.98
A2	2	3.59	0.61	0.79	0.18	8.20	1.10	0.35	1.15	0.18	106.96
B1	3	2.85	0.32	0.52	0.20	2.80	0.72	0.30	0.57	0.08	215.79
B2	4	3.06	0.29	0.45	0.16	2.32	0.65	0.30	0.67	0.07	183.58
C1	5	2.63	0.31	0.47	0.16	2.83	0.64	0.22	0.77	0.07	159.74
C2	6	2.89	0.29	0.46	0.17	2.75	0.62	0.22	0.65	0.08	189.23
D1	7	3.16	0.43	0.62	0.19	5.08	1.49	0.40	2.42	0.23	50.83
D2	8	5.16	0.41	0.58	0.17	4.58	1.42	0.43	2.13	0.35	57.75
E1	9	5.06	0.62	0.88	0.26	1.52	0.49	0.20	1.87	0.10	65.78
E2	10	4.57	0.57	0.80	0.23	1.40	0.42	0.22	0.30	0.06	410.00
E3	11	5.37	0.64	0.95	0.31	2.09	0.67	0.20	4.13	0.17	29.78
E4	12	7.13	0.58	0.82	0.23	1.45	0.30	0.12	0.45	0.09	273.33
E5	13	6.85	0.62	0.85	0.23	1.70	0.55	0.27	0.87	0.13	141.38

注: B 为经、纬向的平均抗弯刚度; E_5 、 E_{20} 、 E_{100} 分别为 5、20 和 100 cN/cm 下经、纬向的平均伸长率; $F = B \times (E_{20} - E_5) / 14.7$, 为织物可成形性。

大,这主要取决于组织结构。E 系列织物的弯曲刚度相对较大,硬挺度较高,说明织物挺括有身骨。

2.1.3 延伸性能

在 3 种不同负荷作用下,织物的延伸性能如表 2 所示。从表可看出,总体上 E 系列织物的延伸性相对较差,说明 E 系列织物应变性能相对较好。其中 B1 的延伸性比 B2 的略好,C1 的延伸性比 C2 的略好,这是因为 B1、C1 为斜纹织物,B2、C2 为平纹织物。D 系列织物的延伸性相对较好,其中 D1 的延伸性比 D2 的略好,这主要取决于组织结构,山形组织织物经纬纱交织点相对较少,其延伸性比菱形组织织物要好。

2.2 系统聚类分析

模糊聚类分析是把 1 个没有类别标记的样本集按某种准则划分成若干个子集,使相似的样本尽可能归为一类。模糊聚类分析根据聚类方法的不同可分为基于目标函数的聚类方法、图论聚类法、系统聚类法等^[10-11]。

本文从触觉风格单方面出发,对 5 个系列混纺织物进行了测试和分析,探讨其与纤维成分、纱线线密度、组织结构等因素之间的关系。5 个系列织物各有所长,而比较的项目较多,很难辨别哪些织物能归为一类。为进一步把握这些织物的风格特性,本文选用系统聚类法对这 5 个系列的混纺织物进行量化分类,FAST 风格聚类的各项指标见表 2。

2.3 系统聚类分析计算过程

1) 设表 3 中每个织物样品自成一类(本文有 13 类)。采用最常用的 Z 分数标准法(见式(4))对原始数据进行标准化,目的是消除不同变量的单位

对聚类结果的影响。

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \quad (4)$$

2) 采用系统默认的欧氏距离平方计算各织物样品间的距离(见式(5)),得到 1 个 13 维 \times 13 维的距离矩阵,见表 3。假设 x, y 为 2 个体,有 p 个变量值(实验中 $p = 10$),则:

$$\text{SEUCLID}(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_i - y_i)^2} \quad (5)$$

3) 采用系统默认的组间平均连接距离来度量类与类之间的距离。类间距离被度量出来后,距离最小的 2 个小类将被合并为 1 类。假设 A 和 B 是 2 个聚类,则有:

$$D_{A,B} = \sqrt{\frac{1}{n_A n_B} \sum_{a \in A, b \in B} d_{a,b}^2} \quad (6)$$

式中: $d_{a,b}$ 表示 A 类中的样本 x_a 和 B 类中的样本 x_b 的距离。 $D_{A,B}$ 表示 A 类中所有样本和 B 类中所有样本之间的距离。

4) 计算新类与其余各类的距离,再将距离最近的 2 类合并,这时如果类的个数仍然大于 1,则再继续重复上述步骤,直到所有样品归为一类。聚类树状图中横坐标的刻度是并类的距离,将实际距离按比例调整到 0~25 的范围内,详见图 2。

2.4 系统聚类结果

织物风格的系统聚类结果如图 2 所示。选择标尺 5 则可以将织物分为 3 类,第 1 类包括 A2、B1、B2、C1、C2、E4 和 E5,第 2 类包括 A1、D1、D2、E1 和 E3,第 3 类是 E2。相对比较硬挺且有身骨的为第 1 类织物风格;较柔软、丰满的为第 2 类织物风格;硬

表 3 织物风格的距离矩阵

Tab.3 Proximity membership of fabric style

 $\times 10^3$

案例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0.00	5.49	33.44	22.71	16.09	24.44	0.32	0.63	1.11	142.18	0.04	57.82	11.80
2	5.49	0.00	11.87	5.91	2.82	6.80	3.16	2.44	1.74	91.88	6.01	27.74	1.24
3	33.44	11.87	0.00	1.04	3.14	0.71	27.22	24.99	22.51	37.72	34.62	3.33	5.55
4	22.71	5.91	1.04	0.00	0.57	0.03	17.63	15.85	13.88	51.27	23.67	8.07	1.80
5	16.09	2.82	3.14	0.57	0.00	0.87	11.87	10.41	8.84	62.64	16.91	12.93	0.36
6	24.44	6.80	0.71	0.03	0.87	0.00	19.16	17.30	15.25	48.74	25.44	7.09	2.31
7	0.32	3.16	27.22	17.63	11.87	19.16	0.00	0.05	0.24	129.02	0.46	49.54	8.23
8	0.63	2.44	24.99	15.85	10.41	17.30	0.05	0.00	75.09	124.10	0.79	46.49	7.01
9	1.11	1.74	22.51	13.88	8.84	15.25	0.24	75.09	0.00	118.49	1.30	43.08	5.72
10	142.18	91.88	37.72	51.27	62.64	48.74	129.02	124.10	118.49	0.00	144.58	18.69	72.16
11	0.04	6.01	34.62	23.67	16.91	25.44	0.46	0.79	1.30	144.58	0.00	59.33	12.47
12	57.82	27.74	3.33	8.07	12.93	7.09	49.54	46.49	43.08	18.69	59.33	0.00	17.41
13	11.80	1.24	5.55	1.80	0.36	2.31	8.23	7.01	5.72	72.16	12.47	17.41	0.00

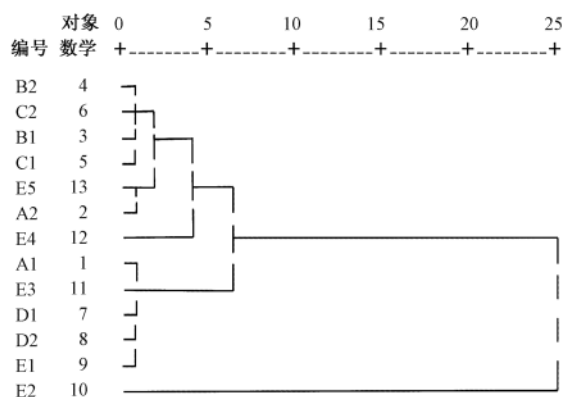


图 2 织物风格聚类树状图

Fig.2 Dendrogram of fabric style

挺厚实为第 3 类织物风格。

其中, B、C 系列织物被分在同一类, 这表明纤维成分中亚麻纤维与棉纤维对这类织物风格的影响不大, 此外平纹、斜纹组织也对其风格影响很小。A1 与 A2 织物被分在不同类, 这表明纱线线密度、纤维成分对织物风格造成一定的影响。E4 与 E5 织物的组织结构类似, 其他因素又相同, 所以被分在同一类。E2 织物被分在另一类, 相对于 E 系列而言, 因为 E2 为菱形组织, 经纬纱的交织点多, 结构相对紧密, 这也说明组织结构的差异会引起织物风格的不同。

根据表 3 的距离矩阵进一步可知, 在第 1 类中 2 和 13 最接近, 3 和 5 最接近, 4 和 6 最接近, 而在第 2 类中 11、9、8、7、1 这 5 种织物的欧氏距离平方相同。在其他条件相同的情况下, B1 中含有亚麻纤维, C1 中含有棉纤维, 但二者的织物风格最接近, 此外 B2 与 C2 也是如此, 这说明亚麻纤维在一定范围

内替代棉纤维不影响织物风格。D1 与 D2 织物只有组织结构不同, 但它们风格相同, 这说明对 D 系列织物而言山形组织与菱形组织比较相似, 所以影响不大。同理对 E1、E3 而言, 其组织结构也较相似。

3 结 论

通过对试制的 13 种混纺织物进行 FAST 风格测试, 并运用系统聚类法进行聚类分析, 得出以下结论:

1) 在一定范围内, 亚麻纤维替代棉纤维可以不影响织物风格。

2) 组织结构的较大差异会引起织物风格的不同, 而较相似的组织结构对织物风格的影响相对较小。

3) 纱线线密度、纤维成分对织物风格存在一定的影响。

FZXB

参考文献:

- [1] 王雪梅, 李进进. 浅谈织物服用性能和研究[J]. 印染助剂, 2010, 27(5): 39 - 42.
WANG Xuemei, LI Jinjin. Discuss on the fabric wearability and research[J]. Textile Auxiliaries, 2010, 27(5): 39 - 42.
- [2] 郭娟琛, 孙艳, 杨建忠. 毛织物风格的客观评价与分析[J]. 纺织科技进展, 2008(4): 55 - 56, 60.
GUO Juanchen, SUN Yan, YANG Jianzhong. Objective assessment and analysis on the handle of worsted fabrics[J]. Progress in Textile Science & Technology, 2008(4): 55 - 56, 60.

(下转第 60 页)

