

DOI: 10.13475/j.fzxb.20170905107

## 结合交互评价的格子型色织物纹样优选

吴洋, 向军, 张宁, 潘如如, 高卫东

(生态纺织教育部重点实验室(江南大学), 江苏无锡 214122)

**摘要** 为快速了解消费者对格子型色织物的喜好需求, 把握格子型色织物纹样的设计定位, 通过显示交互评价和隐式喜好度计算, 建立动态的用户偏好优选模型。首先确定格子型色织物纹样的设计特征要素, 选取交互评价的纹样样本和优选的纹样数据库。然后通过对纹样样本交互打分, 获取用户对纹样设计特征要素的喜好度, 量化反映消费者喜好与纹样设计特征要素之间的关系。最后根据自动计算出的用户对纹样数据库中每幅纹样的喜好度, 优选出用户喜欢的纹样类型。有32位用户参与实验, 结果显示: 所有用户对优选的8幅纹样的平均满意度在50%以上, 其中2/3用户对纹样的平均满意度在80%以上, 说明该优选模型具有较好的可行性, 可辅助纹样设计师快速了解消费者对格子型色织物的喜好需求, 为个性化定制和设计提供参考。

**关键词** 格子型色织物纹样; 消费者喜好度; 交互评价; 优选模型; 设计特征要素

中图分类号: TS 941.26 文献标志码: A

## Selection of plaid fabric pattern based on interactive evaluation

WU Yang, XIANG Jun, ZHANG Ning, PAN Ruru, GAO Weidong

(Key Laboratory of Eco-Textiles(Jiangnan University), Ministry of Education, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

**Abstract** In order to quickly catch the consumer's demand and grasp the design positioning of plaid yarn-dyed fabric pattern, a dynamic user preference model by displaying interactive evaluation and implicit preference calculation was proposed. Firstly, the design feature elements of the plaid yarn-dyed fabric pattern was determined, and the pattern samples for the interactive evaluation and the preferred pattern database were selected. Secondly, the user's preference on the pattern of design feature elements was obtained through scoring the pattern samples. Then, the relationship between user's preference and the design feature elements of the pattern was quantitatively reflected. Finally, the user's preferred pattern was selected out based on the preference of each pattern which was calculated automatically in the pattern database. The results from 32 users participated in the test show that all users have more than 50% average satisfaction with the 8 selected patterns, in which 2/3 of the users have more than 80% average satisfaction. It is indicated that the preferred model has good feasibility and can help the designers quickly catch the consumer's demand for the plaid yarn-dyed fabric, providing reference for personalized customization and design.

**Keywords** plaid yarn-dyed fabric pattern; consumer preference; interactive evaluation; selection model; design feature element

随着生活水平的提高,人们对色织产品的需求逐渐进入更加注重审美体验的感性消费阶段。格子型色织物作为色织产品的重要类别,可通过变换经纬色纱形成视觉效果丰富的图案形态,所呈现出的节奏与韵律、对比与变化、和谐与统一的视觉美感特

征<sup>[1]</sup>,受到了越来越多消费者的关注和喜爱。由于一直以来,消费者对于产品的感知与评价涉及到复杂的心理因素,充满模糊和不确定性<sup>[2]</sup>,而且格子元素种类繁多,设计风格不易把握,所以当前有关此类研究还是侧重对格子美感的感性探讨<sup>[3-4]</sup>和设

收稿日期: 2017-09-25 修回日期: 2018-06-09

基金项目: 江苏省博士后科研资助项目(1601017A); 江苏高校优势学科建设工程资助项目(苏政办发[2014]37号)

第一作者简介: 吴洋(1992—)女,硕士生。主要研究方向为色织物的评价与设计。

通信作者: 高卫东, E-mail: gaowd3@163.com。

计特征要素的定性分类与分析<sup>[5]</sup>。

在少数的定量研究中,Tong等<sup>[6]</sup>对影响色织格子织物外观的格型类型和尺寸进行分析运算,通过计算机辅助开发了色织格子织物设计系统,可快速设计出满足用户需求的格子织物。王海燕等<sup>[7]</sup>运用语义差分法对格子图案色块面积、线条粗细、色彩对比强弱进行了专家问卷调查并绘制了评价词汇与之对应的象限分布,能一定程度地反映消费者感性需求和格子特征要素之间的关系。周小溪<sup>[8]</sup>在不考虑颜色的前提下,对格子图案的格型设计特征进行分解,运用偏最小二乘法得到了不同美感意象下的格型设计特征组合。在现有的这些研究中,针对的主要是格子型色织物单个或部分设计特征要素,缺乏对全局尤其是颜色这一重要因素的考量,并且对设计特征要素的分类量化依据的是主观的人工评定,而如何采取科学有效的方法将格子型色织物设计特征要素与人的感性喜好对应起来仍然是目前的一个难题。

本文研究从格子型色织物纹样设计制作的角度出发,分解量化和提取格子型色织物纹样的关键设

计特征要素,并在此基础上以MatLab为编程工具建立消费者喜好与格子型色织物设计特征要素对应的评价优选动态模型,可更科学直观地反映消费者喜好与格子型色织物纹样各设计特征要素之间的关系,以期设计更符合用户需求的格子型色织物提供参考。

### 1 实验样本的确定

#### 1.1 特征要素提取

色彩、款式、材质是构成服装的三大要素<sup>[9]</sup>,可映射对应格子型色织物纹样的颜色、格型、组织。由于颜色包含了色相、饱和度、明度3个属性,而格子型色织物纹样又是多种色彩的组合,不同颜色组合在一起,对比产生的明暗或深浅程度同样是影响视觉的重要因素,因此选定颜色种类、饱和度对比、明度对比、格型、组织合计5个类目,并依次标记为A、B、C、D、E作为格子型色织物纹样的设计特征要素,同时对每个特征要素的属性进行分解,特征要素的分解和提取如图1所示。

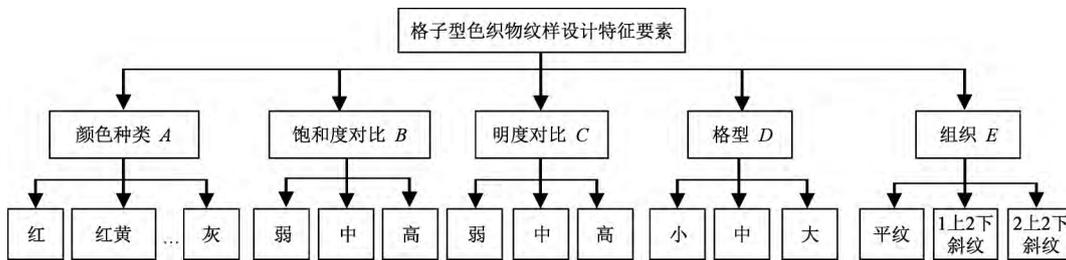


图1 格子型色织物纹样的设计特征要素

Fig.1 Design feature elements of plaid yarn-dyed fabric pattern

#### 1.1.1 颜色种类的确定与划分

颜色种类是按照CNCSCOLOR体系选取划分。CNCSCOLOR是中国纺织信息中心在中国人视觉实验数据的基础上,根据心理色差等间距的方法来定位和构建的纺织色彩体系<sup>[10]</sup>。在CNCSCOLOR体系中,每种颜色都有唯一对应的7位数字编码,依次表示色相、明度、彩度。图2示出一色相编号为007的红色编码示例。由色彩的7位数字编码在CNCSCOLOR官网还可查询染料参考配方和色牢度等数值,非常有利于颜色的表述和复现使用。

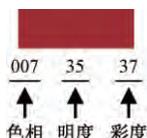


图2 CNCSCOLOR编码示例

Fig.2 CNCSCOLOR encoding example

目前CNCSCOLOR推出该标准体系下1000种

颜色的时尚色卡,可供企业进行色彩设计和沟通管理。本文实验为方便颜色的表述和计算使用,提取了这1000种颜色的数字编码和HSB数值信息,并按照CNCSCOLOR色相环颜色和色相编码的分布对应关系将这1000种颜色依次划分归类为红、红黄、黄、黄绿、绿、蓝绿、蓝、蓝紫、紫、紫红和无彩色系的黑、白、灰13大类,并用A<sub>1</sub>~A<sub>13</sub>对应标记,作为格子型色织物纹样颜色选用来源和标定依据的实验色彩数据库,CNCSCOLOR色相环的颜色和色相编码划分对应关系如图3所示。

#### 1.1.2 饱和度对比和明度对比的判断

饱和度对比划分成3个等级,级差1~2级为弱对比,3~5级称为中对比,5级以上为强对比<sup>[11]</sup>,分别标记为B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>。同样,明度对比也划分为这3个等级并依次标记为C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>。

根据HSB色彩模式将色彩饱和度和明度在1%~100%的范围分成10个等级,通过提取格子型

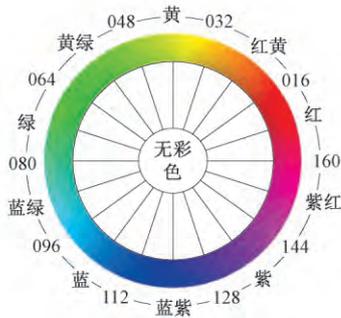


图 3 CNCSCOLOR 色相环颜色和色相编码对应图  
Fig. 3 Hue loop color and hue coding of CNCSCOLOR

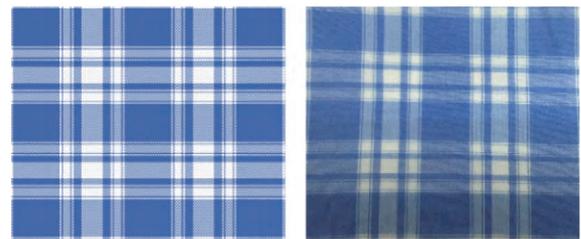
色织物纹样中每种颜色的像素点个数求出所有颜色所占百分比,以占比最多的 2 种颜色为基准,获取这 2 种颜色的饱和度和明度数值并确定各自所属等级,然后分别取其差值,对照判断即可得到相应的饱和度对比和明度对比等级。

### 1.1.3 格型的分类和织物组织的选取

格型依照工艺经验计量单位和人们视觉感知可分为:小格子、中格子、大格子,分别对应  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ ,单格间距在 0.1 ~ 2 cm 的范围统称小格子,单格间距在 2 ~ 3 cm 范围的是中格子,大格子则是间距大于 3 cm 的单格间距<sup>[12]</sup>。

为将格型大小与纹样的设计参数对应起来,需计算长度单位与像素点个数之间的转换比例,设计一款如图 4 所示的纹样,并取得实物小样。由实物小样量取 1 个组织循环的经纱长度为 3.8 cm,根据该纹样的设计参数知 1 个组织循环的经纱像素点个数为 168 个,由此得到实际长度与像素点个数之间的转换比例关系为 44 像素点/cm。以格子型色织物纹样中最大的格面为基准,获取该格面的经纬纱线像素点个数,按照格型划分标准可知当像素点个

数为 1 ~ 88 时对应的是小格型,89 ~ 132 时对应的是中格型,132 以上对应的则是大格型。



(a) 纹样 (b) 实物小样

图 4 纹样与实物小样对比图

Fig. 4 Contrast figures of pattern ( a ) and real sample ( b )

对于组织,选取格子型色织物常用的 1 上 1 下平纹、1 上 2 下斜纹和 2 上 2 下加强斜纹组织,并依次标记为  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 。

### 1.2 实验样本构建

实验样本包括用于测试者进行交互评价的评价样本和用于优选的优选纹样数据库。邀请纺织工程专业学生使用实验室自主研发的一款小型色织物模拟设计软件,一共设计了 600 幅格子型色织物纹样,从中选取评价样本和优选纹样数据库。

为保证研究结果的可靠性,选取的评价样本应涵盖格子型色织物纹样 25 个设计特征要素属性,同时考虑到用户因评价样本过多可能引起的视觉和心理疲劳问题,最终确定了 24 幅格子型色织物纹样作为评价样本(编号为 1# ~ 24#),样本如图 5 所示。

剔除设计纹样中相似的纹样图片,最后筛选出 500 幅具有代表性的格子型色织物纹样作为本文实验的优选纹样数据库。评价样本和优选纹样数据库中纹样的颜色均取自实验色彩数据库,组织采用选定的 3 种。

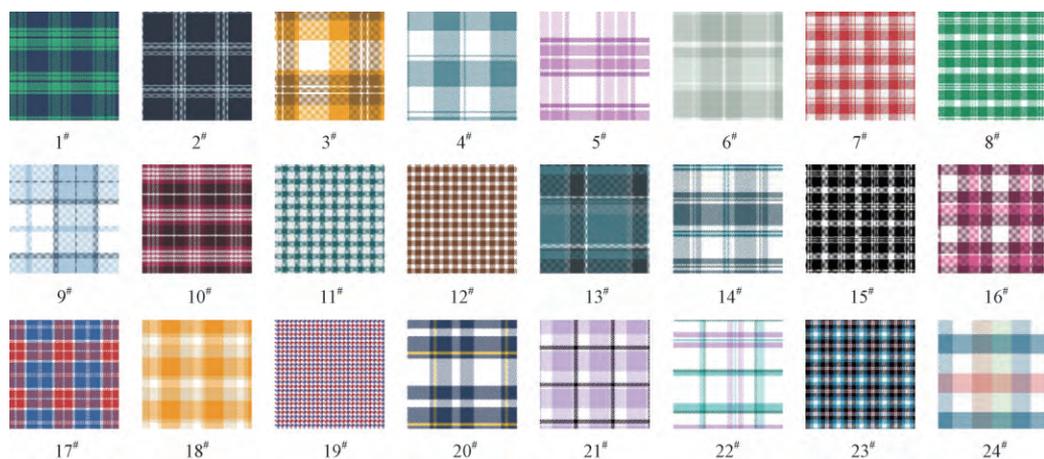


图 5 24 幅评价样本

Fig. 5 24 pattern samples used for evaluation

## 2 实验方法与实施

### 2.1 邀请用户交互评价

实验是以计算机呈现纹样样本的方式邀请测试者进行纹样喜好程度的交互评价, 评价打分为5个等级区间, 0~20分表示非常不喜欢, 20~

50分表示比较不喜欢, 50分表示一般, 50~80分表示比较喜欢, 80~100分表示非常喜欢。被试者首先按照格子型色织物纹样的颜色、格型、组织在心目中所占比重赋予相应的权重值, 然后根据个人喜好对纹样样本进行交互评价打分, 交互评价的GUI界面如图6所示, 每轮展示8幅纹样样本。

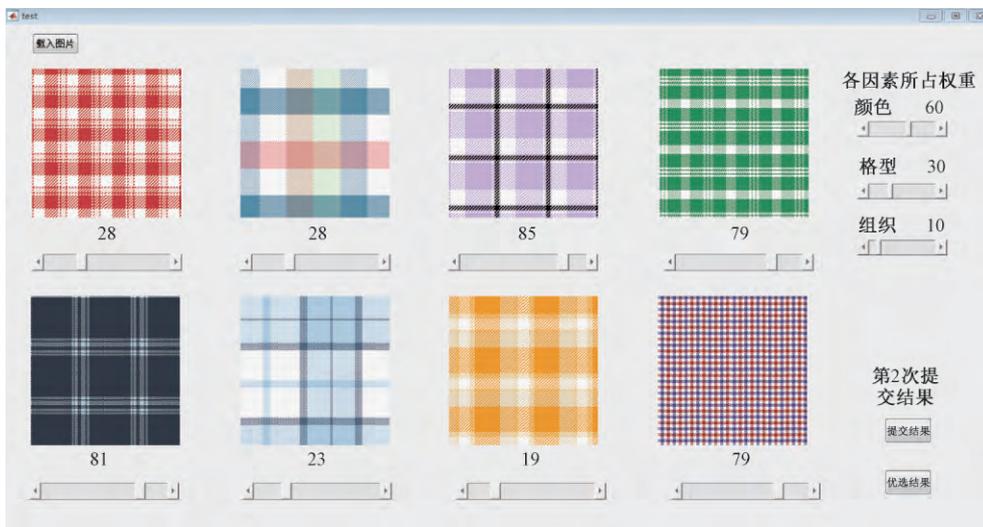


图6 交互评价的GUI界面

Fig. 6 GUI interface for interactive evaluation

根据 ISO 6658: 2005《感观分析 方法论 通用指南》的规定, 感观检验的优选评价员的人数 20 人以上即可<sup>[7]</sup>。本文实验邀请参加的评价人员一共 32 人, 均为年龄在 20~25 岁的在校大学生。在被试者正式测试前, 都会进行一段预实验, 时长为 2~3 min。被试者按照要求对纹样各设计特征要素赋予权重, 并对纹样进行喜好评分, 在熟悉操作和确认认知评价准确后开始正式实验。

### 2.2 特征要素喜好度计算

用集合  $U$  表示格子型色织物纹样所包含的设计特征要素  $U = \{A, B, C, D, E\}$ 。用户对格子型色织物纹样的评价打分反映了对该纹样整体效果的喜好程度, 是所有特征要素同时作用的结果。当用户对格子型色织物纹样喜好评价分值为  $S$  时, 表示对这幅格子型色织物纹样中所有设计特征要素属性的喜好度为  $S$ , 即用户对集合  $U$  中  $A, B, C, D, E$  5 个设计特征要素的属性喜好度均为  $S$ 。考虑到用户的喜好具有模糊和不确定性, 对于同一幅格子型色织物纹样或含有相同特征要素属性的格子型色织物纹样, 用户在实际评价过程中可能会给出不同甚至差异较大的喜好分值, 因此采取迭代均值的方式计算用户对格子型色织物纹样每个设计要素属性的喜好度, 计算方法如下:

$$S_n(X_i)_p^{a_n} = \frac{1}{2^{n-1}}a_1 + \frac{1}{2^{n-1}}a_2 + \frac{1}{2^{n-2}}a_3 + \dots + \frac{1}{2}a_n, \quad n \geq 2 \quad (1)$$

式中:  $S_n(X_i)_p^{a_n}$  表示特征要素  $p$  ( $p = A, B, C, D, E$ ) 的属性  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) 在用户第  $n$  次对纹样评价打分为  $a_n$  时, 该特征属性对应的喜好度值。例如当  $p = A, i = 1$  时,  $X_1 = A_1$ , 此时式 (1) 计算的是用户第  $n$  次对包含色彩属性  $A_1$  的格子型色织物纹样评价打分为  $a_n$  时, 色彩属性  $A_1$  对应的喜好度值。

在用户评价打分的同时, 系统根据式 (1) 也在不断计算更新该用户对纹样各设计特征要素属性的喜好度, 直至用户经过 3 次交互评价, 点击提交结果按钮为止。此时得到的 5 个设计特征要素的 25 个属性喜好度分值即是该用户对于格子型色织物纹样所有设计特征要素属性的喜好度。

### 2.3 纹样数据库中纹样喜好度的获取

系统在获取用户对于纹样所有设计特征要素属性的喜好度后, 开始计算用户对于优选纹样数据库中 500 幅格子型色织物纹样每一幅的喜好度。由于格子型色织物纹样是多种色彩的组合, 一幅格子型色织物纹样至少包含 2 种颜色, 不同颜色的面积分布会直接影响用户对纹样的喜好程度, 因此在计算用户对纹样的喜好度之前, 需先根据颜色所占百分

比计算出用户对纹样颜色种类这个设计特征要素的喜好度。用户对格子型色织物纹样所含颜色的喜好度  $S_A$  计算如式(2)所示。

$$S_A = S_{A_1} \times P_1 + S_{A_2} \times P_2 + \dots + S_{A_j} \times P_j \quad (2)$$

式中:  $A_j$  表示格子型色织物纹样第  $j$  个颜色属性;  $S_{A_j}$  表示颜色属性  $A_j$  对应的喜好度;  $P_j$  表示第  $j$  个颜色属性在格子型色织物纹样中所占百分比。

用户对于任意一幅纹样的喜好度,是纹样中所有设计特征要素属性喜好度的集合。格子型色织物纹样的喜好度  $S_{TS}$  利用式(3)计算得到

$$S_{TS} = (S_A + S_B + S_C) \times \sigma_1 + S_D \times \sigma_2 + S_E \times \sigma_3 \quad (3)$$

式中:  $S_A$ 、 $S_B$ 、 $S_C$ 、 $S_D$ 、 $S_E$  分别表示用户对格子型色织物纹样颜色种类、饱和度对比、明度对比、格型、组织的喜好度;  $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 、 $\sigma_3$  分别为用户对格子型色织物纹样颜色、格型、组织赋予的权重百分比。

按照式(3),系统可计算出当前用户对优选数据库中每幅格子型色织物纹样的喜好度,并在用户点击优选结果按钮时优选出前 8 幅纹样图片,用户根据优选结果进行满意度反馈评价打分,评价打分同样分为 5 个等级区间 0~20 分表示非常不满意,20~50 分表示比较不满意,50 分表示一般,50~80 分表示比较满意,80~100 分表示非常满意,用户完成满意度评价打分并提交结果后,评价优选过程结束。

### 3 实验结果与分析

以一位测试者为例来展示优选系统计算和测试结果。该测试者在完成对 24 幅纹样样本的交互评价后,系统计算出对纹样各设计特征要素属性的喜好度,结果如表 1 所示。可知,在 A、B、C、D、E 这 5 个设计特征要素中,  $A_7$ 、 $A_8$ 、 $A_{11}$ 、 $A_{12}$ 、 $B_1$ 、 $C_2$ 、 $D_3$ 、 $E_1$  分值最高,说明该测试者喜欢蓝、紫蓝、黑、白这类颜色的格子型色织物纹样,并偏好低饱和度对比、中等明度对比的色彩搭配,对于格型和组织则倾向于采用平纹组织的大格型色织物纹样。

由该测试者对纹样各设计特征要素属性的喜好度分值,系统计算优选纹样数据库中每一幅纹样的喜好度,最后优选出 8 幅格子型色织物纹样和该测试者的满意度评价,结果如图 7 所示。由优选结果可看出优选出的均为大格型的色织物纹样,平纹组织的格子型色织物纹样一共有 6 幅,占总优选纹样的 3/4,优选纹样的色彩主要以蓝色系为主,色彩与色彩之间没有过于强烈的对比,因此整体搭配呈现出暗、淡的柔和感。该测试者对优选的 8 幅纹样均给出了不低于 50% 的满意度分值,其中对第 1、

表 1 测试者对纹样各设计特征要素属性的喜好度  
Tab. 1 Preference degree of tester on each design feature attributes of pattern

设计特征要素	属性	喜好度
A	$A_1$	49.984 4
	$A_2$	50.992 2
	$A_3$	56.343 8
	$A_4$	20.000 0
	$A_5$	49.500 0
	$A_6$	40.750 0
	$A_7$	58.875 0
	$A_8$	60.750 0
	$A_9$	46.375 0
	$A_{10}$	38.625 0
	$A_{11}$	70.375 0
	$A_{12}$	73.687 5
	$A_{13}$	34.843 8
B	$B_1$	62.600 6
	$B_2$	55.453 1
	$B_3$	26.390 6
C	$C_1$	41.283 2
	$C_2$	53.437 5
	$C_3$	50.984 4
D	$D_1$	34.539 1
	$D_2$	29.830 1
	$D_3$	61.820 3
E	$E_1$	51.773 4
	$E_2$	43.015 6
	$E_3$	30.867 2

2、3、4、6、8 幅这 6 幅格子型色织物纹样的满意度达到了 80% 以上,特别是第 1 幅、第 2 幅、第 8 幅的满意度均在 90% 以上,说明对于该测试者而言,优选系统很好地获取和优选出了符合该测试者喜好的格子型色织物纹样,因此对优选结果整体满意度较高。

根据 32 位测试者对于优选纹样的满意度分值,计算出每位测试者对优选纹样的平均满意度,结果如表 2 所示。可知所有测试者的平均满意度均在 50% 以上,并且主要集中在 70%~90% 分值区域,其中平均满意度在 80% 以上的有 21 人,占到总人数的 2/3,说明纹样整体优选效果良好。

统计每位测试者满意度值在 80% 以上的纹样件数,结果如表 3 所示。可看出除 8 号测试者外,所有测试者对于优选的 8 幅格子型色织物纹样至少有 4 幅满意度是在 80% 以上,其中 7 号、26 号、30 号、32 号测试者对于优选的所有格子型色织物纹样均给出了 80% 以上的满意度分值,对于这 4 位测试者而言,最终优选出的格子型色织物纹样与他们的喜好高度契合,因此对优选纹样都很满意。而 8 号测试者经调查询问发现是由于优选纹样的色彩搭配没有亮点,因此对优选结果只有 50% 的满意度,但就整体而言,大部分测试者对于优选的格子型色织物纹样都比较认可,满意度较高。



图7 纹样优选结果

Fig.7 Results of pattern optimization

表2 测试者的平均满意度

Tab.2 Average satisfaction of tester

测试者 序号	平均满 意度/%	测试者 序号	平均满 意度/%	测试者 序号	平均满 意度/%	测试者 序号	平均满 意度/%
1	80.38	9	81.00	17	61.25	25	85.25
2	71.75	10	63.38	18	81.25	26	99.00
3	85.25	11	80.00	19	66.63	27	81.63
4	75.50	12	85.00	20	83.38	28	72.13
5	81.63	13	73.13	21	83.13	29	81.63
6	82.00	14	72.63	22	75.50	30	86.63
7	84.63	15	81.00	23	80.00	31	83.00
8	50.00	16	82.38	24	70.38	32	87.25

表3 测试者高满意度的纹样幅数

Tab.3 Number of samples of high satisfaction

测试者 序号	纹样 幅数	测试者 序号	纹样 幅数	测试者 序号	纹样 幅数	测试者 序号	纹样 幅数
1	7	9	6	17	4	25	6
2	4	10	4	18	5	26	8
3	6	11	5	19	4	27	7
4	4	12	7	20	7	28	5
5	5	13	5	21	7	29	6
6	6	14	4	22	4	30	8
7	8	15	6	23	5	31	7
8	0	16	7	24	4	32	8

## 4 结束语

在格子型色织物纹样的设计过程中,如何快速获取消费者个性化的偏好需求并与产品设计要素高度对应一直是设计的难点。本文提取了格子型色织物纹样关键设计特征要素并进行合理分类量化,以交互评价的方式建立了消费者喜好与格子型色织物纹样设计特征要素对应的评价优选动态模型。由测试者的交互评价可获取对格子型色织物纹样各特征

要素属性和纹样整体效果的喜好度,测试者对于优选纹样的满意度评价又可作为用户反馈,用于下次纹样设计。测试结果显示所用实验方案简单易行,采用人机交互的方式展示纹样图片和采集计算数据,其过程更加科学可靠,更好地辅助设计师快速了解消费者的喜好需求,为格子型色织物纹样设计提供参考。 FZXB

## 参考文献:

[1] ZHOU X X, LIANG H E, DONG Z Y. Gender comparison of image perception and preferences for spring summer shirt yarn-dyed fabrics [J]. Journal of Fiber Bioengineering & Informatics, 2015, 8 (4): 771 - 782.

[2] 周小溪,梁惠娥,陈潇潇,等. 春夏季衬衫用色织面料材质的感性评价[J]. 纺织学报, 2016, 37(8): 59 - 64.  
ZHOU Xiaoxi, LIANG Hui'e, CHEN Xiaoxiao, et al. Sensibility of wavelet analysis in evaluation on seam pucker assessment of spring and summer shirt yarn-dyed fabrics [J]. Journal of Textile Research, 2016, 37(8): 59 - 64.

[3] 谢未. 服装设计中格子图案的应用解析[J]. 美苑, 2006(6): 72 - 73.  
XIE Wei. Application analysis of plaid pattern in fashion design [J]. Meiyuan, 2006(6): 72 - 73.

[4] 朱旭云,邓伍英. 论服饰格子图案的美学特征[J]. 长沙大学学报, 2009, 23 (3): 106 - 107.  
ZHU Xuyun, DENG Wuying. Study on the aesthetic features of fashion Plaid [J]. Journal of Changsha University, 2009, 23 (3): 106 - 107.

[5] 陈晓英. 现代服装设计中格子元素的应用探索[D]. 北京:北京服装学院, 2010: 10 - 17.  
CHEN Xiaoying. The probe of lattice in modern fashion

