

# 基于聚类 and Apriori 算法的苗族女上装色彩分析

顾冰菲<sup>1,2,3</sup>, 章玲玲<sup>1</sup>, 赵崧灵<sup>1</sup>

(1. 浙江理工大学 服装学院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江理工大学 浙江省服装工程技术研究中心, 浙江 杭州 3100183. 浙江理工大学 丝绸文化传承与产品设计数字化技术文化和旅游部重点实验室, 浙江 杭州 310018)

**摘要:**苗族服饰元素是中国服饰文化的重要组成部分,其色彩搭配方式蕴含着极大的文化价值,展现了中国传统设计理念。以苗族女上装图像作为研究对象,对其色彩进行提取与分析。通过 K-means 聚类得到 10 个整体色、5 个主色及 10 个辅色代表色,在 HSV 色彩空间下分析苗族服饰色彩分布,最后采用 Apriori 算法挖掘配色规则并建立配色网络。结果显示,苗族女上装以中低饱和、中低明度的红、黄、蓝色系为主,图案与主体色彩呈现出强烈对比。将配色关系应用到设计实践中,可促进苗族服饰色彩的传承与保护,为研究民族传统服饰色彩提供一定的借鉴和参考。

**关键词:**苗族服饰;HSV 色彩空间;K-means 聚类;关联规则;配色研究

中图分类号:TS 195.644 文献标志码:A 文章编号:2096-1928(2024)02-0167-08

## Color Analysis of Miao Women's Coats Based on Clustering and Apriori Algorithm

GU Bingfei<sup>1,2,3</sup>, ZHANG Lingling<sup>1</sup>, ZHAO Songling<sup>1</sup>

(1. School of Fashion Design and Engineering, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Clothing Engineering Research Center of Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 3. Key Laboratory of Silk Culture Heritage and Products Design Digital Technology, Ministry of Culture and Tourism, P. R. China, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Miao costume elements play a significant role in China's rich cultural attire. Their color matching contains great cultural value and unique Chinese traditional design concepts. This paper takes the image of Miao women's coats as the research object to realize color extraction and color matching analysis. Through K-means clustering, 10 overall representative colors, 5 main colors and 10 auxiliary representative colors are obtained. The color distribution of Miao costumes is analyzed in the HSV color space. Finally, the Apriori algorithm is used to mine color matching rules and establish a color matching network. The results show that the Miao women's coats predominantly feature colors such as red, yellow and blue with low saturation and brightness, and the patterns show a strong contrast with the main colors. The color matching relationship can be applied in design practices to promote the inheritance and protection of Miao costumes' colors, and provide some reference for the study of traditional national clothing colors.

**Key words:** Miao costumes, HSV color space, K-means clustering, association rules, color matching research

收稿日期:2023-05-11; 修订日期 2024-01-02。

基金项目:国家自然科学基金项目(61702461);中国纺织工业联合会科技指导性项目(2018079);中国纺织工业联合会应用基础研究项目(J202007);浙江理工大学科研业务费专项资金资助项目(2020Q051);浙江理工大学服装服饰文化创新团队项目(11310031282006)。

作者简介:顾冰菲(1987—),女,副教授,硕士生导师。主要研究方向为数字化服装技术。Email: gubf@zstu.edu.cn

色彩作为一种视觉文化符号,受生活环境、历史文化和宗教信仰的影响,已形成强烈的民族差异,成为民族认同的重要标志之一。利用计算机技术对服装色彩进行提取和配色规律分析,一定程度上能够反映这类服装的风格特色。在色彩提取方面,K-means 聚类算法工作原理简单<sup>[1]</sup>,故在聚类算法中应用广泛,如孙婷<sup>[2]</sup>采用改进后的 K-means 算法对具有民族代表性色彩的织锦总体色卡进行 2 次主色提取,从 HLS 色彩空间分析了主色的色彩分布特征;张旻爽等<sup>[3]</sup>在灰度模式下通过 3 次 K-means 聚类对蜂鸟羽毛色彩进行提取并针对纺织品构建相应的配色方案。但 K-means 聚类算法也存在容易陷入局部最优、初始聚类中心  $k$  值难以确定的缺陷。均值漂移和密度峰值等基于密度的聚类方法与 K-means 聚类相比,这类方法不需要设置聚类数量,如 XING L 等<sup>[4]</sup>采用均值漂移聚类算法实现云肩底色的智能提取,构建云肩主色分布比例色卡,只需设置带宽这一个参数,而聚类结果取决于带宽的设置;傅艺扬等<sup>[5]</sup>则采用密度峰值聚类算法对织物图像进行色彩特征提取并实现不同纹样的分割,但是对于纹样颜色单一的织物,纹样提取的准确度有所下降。在配色分析及应用方面,根据提取到的结果建立色彩和谐评价模型<sup>[5]</sup>、色彩网络<sup>[6]</sup>等实现配色推荐机制;此外 ZHAO L Q 等<sup>[7]</sup>在 GRA-TOPSIS 的基础上,提出一种基于 K-means 聚类的少数民族服饰配色方案综合评价方法,通过客观数据形成民族服饰相关设计的推荐机制。目前,利用计算机算法进行色彩提取及分析已被广泛应用于多种不同的研究对象中,具有较好的可操作性,结果更为直观清晰,这为色彩分析结果的应用提供了更多可能。

苗族传统服饰色彩丰富,宛如一部博大精深的“无字史书”,记载着苗族人民自古以来生活的自然环境和人文风貌。苗族支系分布较为分散,其服饰在款式、图案、色彩搭配等方面各具特色。近年来,学者对苗族服饰的款式、图案纹样、文化内涵及数字化传承<sup>[8]</sup>进行了大量的研究,其中苗族服饰色彩研究主要集中在色彩分布特征、色彩意象认知以及色彩演变等方面。如张玉华<sup>[9]</sup>通过实地走访调研,从祖先崇拜、民族性格与审美心理及生存环境等方面分析了苗族服饰的色彩特征及成因,为苗族服饰文化的传承提供了理论基础。张君<sup>[10]</sup>从纯色主色调和彩色主色调两个方面,结合历史变迁和文化信仰来探析黔西南苗族服饰的色彩特征。张启旭等<sup>[11]</sup>基于色彩分析苗族服饰的艺术特征。陈璐

等<sup>[12]</sup>以色彩为表征特点分析黔南苗族千层衣服饰。目前,有关苗族色彩的研究多是通过实地走访、文献资料等手段,对苗族某一支服饰或某一服饰款式进行文化方面的分析,但研究结果无法清晰直观地传达给设计师或相关服装企业,影响到后续的设计应用。

文中从苗族女上装色彩特征入手,采用双边滤波去噪和总变差模型平滑对图片进行预处理后,通过 K-means 聚类算法分别对单幅及多幅图片色彩进行处理,得到整体代表色以及主色、辅色各自的代表色。然后将提取的代表色彩转换到 HSV 空间,分别从色系、饱和度和明度进行定量分析。利用 Apriori 算法进行关联规则挖掘,归纳总结苗族服装的用色规律并构建相应的配色网络。最后依据配色网络对苗族经典纹样实现不同的主、辅色的色彩搭配,为配色方案提供一定的参考。

## 1 苗族女上衣数据集

### 1.1 苗族女上衣概述

苗族女上衣大致可分为 3 种类型:贯首装、大襟装、对襟装,具体如图 1 所示。贯首装如图 1(a)所示,它是在一幅整布中央剪一个孔作为领口,无领无襟,穿时从头套下,前短后长,两侧缝不缝合,衣袖在穿用时才缝上,上衣胸前或背部通常用方形纹样装饰。苗族大襟装如图 1(b)所示,大襟装是苗族受汉族及其他民族服装影响后开始穿用的,其主要特点为无领,衣襟、环肩、袖口及衣脚处绣有花纹<sup>[13]</sup>。苗族对襟装如图 1(c)所示,对襟装是苗族女装的基本款式,一般为无扣、敞胸长袖衣,无领成圆领,衣襟通常前短后长。

苗族服饰图案类型主要分为几何纹、动物纹、花卉纹<sup>[14]</sup>。如图 1(d)中剑河红苗对襟上衣在衣领、肩部、袖口等部位采用几何纹装饰,服装主色调为青蓝色,纹样用红色系和绿色系色彩装饰;图 1(e)中白领苗上衣领口和肩部结合了花卉纹、植物纹和几何纹,以低饱和度的黑色为主色,纹样用鲜亮的红紫色系装饰;而图 1(f)中花苗盛装刺绣女上衣,整体服饰色彩为红色调,刺绣纹样以衣袖、衣领、肩部和背部为主,采用茎叶纹和几何纹。因此,苗族服饰整体色彩鲜艳、对比强烈。



(a) 苗族女上衣贯首

(b) 苗族右衽大襟衣



图 1 苗族女上衣款式与图案示例

Fig.1 Miao women's garments examples of styles and patterns

1.2 图像数据集建立

苗族大多居住在偏远山区,地域分布广阔,其服饰实物散落于各支系,且年代久远,表面破损严重,收集难度较大,因此,此次实验选取苗族女上衣图像(主要来源于北京服装学院民族服饰博物馆、中国民族博物馆等网站公开资源)为研究对象。为减少面料表面纱线和图案织物的纹理感对色彩提取结果产生影响,在提取色彩前先利用双边滤波算法对图像进行去噪处理,再通过基于总变差模型的结构提取算法<sup>[15]</sup>实现平滑图像纹理的目的。图像预处理过程如图 2 所示。



图 2 图像预处理过程

Fig.2 Image preprocessing

以苗族服装的织物图案为例[见图 2(a)],经多次实验并对比结果后发现,将双边滤波算法中基于空间距离的高斯权重数值设为 5、基于像素间相似程度的高斯权重设为 0.25 时,得到的图案边缘较清晰,色块区域分界明显,滤波效果较好[见图 2(b)]。将总变差模型提取算法中平滑程度系数  $\lambda$  设为 0.005、空间尺度参数设为 3 时,得到的图像边缘清晰且图案平滑[见图 2(c)]。因此,文中将高斯权重  $\sigma_d, \sigma_r$  值分别设为 5 和 0.25,平滑程度系数  $\lambda$ 、空间尺度参数分别设为 0.005 和 3,通过预处理得到清晰的织物图案图像。最终建立了包含 83 张苗族女上衣图像的数据集,作为色彩提取及分析的实验对象,83 张图像中除了上文提到的剑河苗、花苗、白领苗服饰,还涵盖了施洞苗、湘西苗等其他苗族支系服饰,地域覆盖性较广。

2 苗族女上衣色彩提取

2.1 色彩提取方法

八叉树量化算法和 K-means 聚类算法均是色彩提取的常用方法。K-means 算法是基于距离的聚类算法,采用距离作为相似性的评价指标,即认为两个对象的距离越近,其相似度就越大;八叉树量化算法也常用于提取图像色彩,将原图像扫描后先建立一棵深度为 8、有  $k$  种不同色彩的八叉树,一旦出现超过  $k$  种色彩的新颜色时,则将数值相近但出现频率小的色彩归并,以保证色彩总数不超过  $k$ 。

利用实验对比两种算法在苗族女上衣色彩提取方面的效果,实验对象选择女上衣中色块清晰、色彩对比比较强烈的纹样细节图,便于观察和比较两种方法的聚类结果与原图差异。将目标色彩个数均设为 7,结果见表 1。由于图像多由较大的同色像素块组成,连续渐变颜色相对较少,对比两种算法后发现:八叉树量化算法在运行时合并的子节点数量不稳定,得到的结果可能小于或大于设定参数;












K-means聚类算法虽然运行时间较长,但提取的结果相较于八叉树量化算法色彩分类更清晰。同时使用 CIE2000 色差计算公式计算处理前后的图像

色差值,结果表明 K-means 聚类得到的图像色差更小。因此文中选用 K-means 聚类方法提取苗族女上衣的代表色。

表 1 八叉树和 K-means 算法对比结果

Tab.1 Comparison results of octree and K-means algorithm

纹样细节	八叉树量化算法		K-means聚类算法	
	比例色卡	数量/个	比例色卡	数量/个
		8		7
		8		7
		7		7

2.2 色彩提取结果

以苗族女上衣图像数据集为实验对象,通过聚类算法获得主色及辅色。

首先对单张图像进行聚类,提取出若干特征色。由于苗族服装色彩通常有 5 种及以上,常以大面积的深色为底,而通过肘部法<sup>[16]</sup>确定的最佳聚类中心数过少,对于部分色块拼接样式的苗族女上衣提取得到的颜色色彩特征不明显,具体结果如图 3 所示。因此,文中将色彩数量设置为  $k \in [3,7]$ ,提取图像的主要色彩特征<sup>[17]</sup>,对比分析不同聚类数值量化得到的图像,可以看出当  $k=7$  时,量化后的图像可将占比较小的颜色信息显示出来,所以确定聚类中心  $k$  值设为 7,即单张图片提取 7 个代表色。

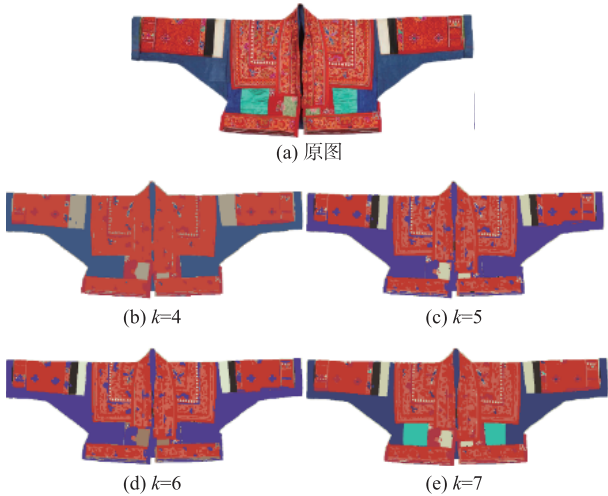


图 3 不同聚类数效果对比

Fig.3 Comparison of effects of different cluster numbers

为验证聚类后的结果,采用 Photoshop 软件对实物图进行手工提色并加以对比,由于实物图纹理感较强,需经过像素化后再进行提色从而得到色卡,具体结果如图 4 所示。结果显示 K-means 聚类得到的颜色与图 3 相近,且通过对图片批量聚类可直接得到每张图片的比例色卡,比起手动提色更加客观高效,因此,K-means 聚类得到的结果在色调、饱和度、明度区间方面影响较小,且用计算机对图片进行提色可批量处理,更加高效。

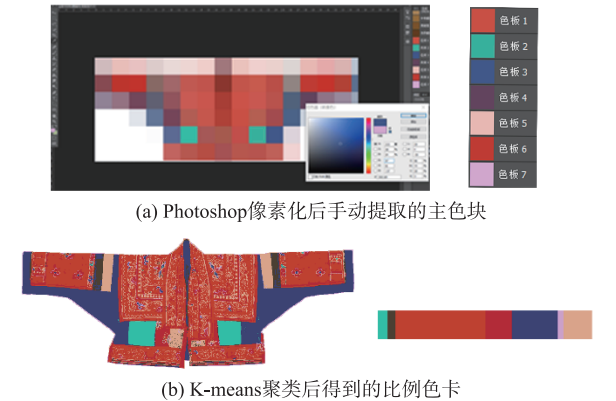


图 4 手工提色和 K-means 聚类结果色差对比




Fig.4 Comparison of color difference between manual color extraction and K-means clustering results

基于更类似于人类感觉的 HSV 颜色空间,单张苗族服装提取 7 个代表色,考虑到相同或相近颜色在量化后可能产生误差,在计算主颜色占比时,将第一主颜色占比与其色调较相似的颜色占比之和作为主颜色占比<sup>[18]</sup>,所以实验选择面积占比最大以及与其色调相似的颜色作为主色,其余为辅色,最

终得到 172 个主色和 421 个辅色。

把每张图像的 7 个代表色进行二次聚类得到整体代表色,能够直观看出苗族女上衣整体用色特点。为方便研究苗族女上衣配色规律,进一步提取主色和辅色,最终获得 10 个整体色、5 个主色、10 个辅色代表色,并对其分别编号,具体见表 2。

表 2 K-means 二次聚类后提取结果

Tab. 2 Extraction results after K-means secondary clustering		
代表色	比例色卡	编号
10个整体色		①,②,③,④,⑤,⑥,⑦,⑧,⑨,⑩
5个主色		A,B,C,D,E
10个辅色		a,b,c,d,e,f,g,h,i,j

2.3 基于 HSV 颜色空间的色彩分析

HSV 颜色模型由 3 部分组成:Hue(色调)、Saturation(饱和度)和 Value(明度),可以直观地表达颜色色调、鲜艳程度和明暗程度,方便进行整体色彩属性的分析。首先把提取的代表色的 RGB 参数通过公式转换为 HSV 参数<sup>[19]</sup>。

$$H = \begin{cases} 0^\circ & \text{if } x_{\max} = x_{\min} \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{x_{\max} - x_{\min}} + 0^\circ & \text{if } x_{\max} = R, G \geq B \\ 60^\circ \times \frac{G - B}{x_{\max} - x_{\min}} + 360^\circ & \text{if } x_{\max} = R, G < B \\ 60^\circ \times \frac{B - R}{x_{\max} - x_{\min}} + 120^\circ & \text{if } x_{\max} = G \\ 60^\circ \times \frac{R - G}{x_{\max} - x_{\min}} + 240^\circ & \text{if } x_{\max} = B \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \text{if } x_{\max} = 0 \\ 1 - \frac{x_{\min}}{x_{\max}} & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

$$V = x_{\max} / 255 \quad (3)$$

式中:R,G,B 分别为红、绿、蓝 3 通道值;x<sub>max</sub>,x<sub>min</sub> 分别指取 R,G,B 的最大值和最小值;H∈[0°,360°]、S∈[0%,100%]、V∈[0%,100%]。

将主色和辅色分别根据 HSV 颜色空间的 3 个分量分级标准划分,具体如图 5 所示。图 5 中,将色调 H 用角度度量,以色光三原色为基础,两两混合后获得了 6 种颜色<sup>[20]</sup>,从红色开始按逆时针方向计算,红色系取值范围为[0°,30°]∪[331°,360°],黄色系为[31°,90°],绿色系为[91°,150°],青色系为[151°,210°],蓝色系为[211°,270°],紫色系为[271°,330°]。另外,圆形直径表示饱和度 S 和明度

V,共用坐标轴和两条辅助线,按点的形状来区分 S 和 V,圆点表示饱和度 S、方点表示明度 V,填充量区分主色和辅色。红色与蓝色虚线的值分别为 33% 和 66%,区间[0%,33%]为低明度低饱和、[34%,66%]为中明度中饱和、[67%,100%]为高明度高饱和,将每个代表色以散点表示,并填充相应颜色。

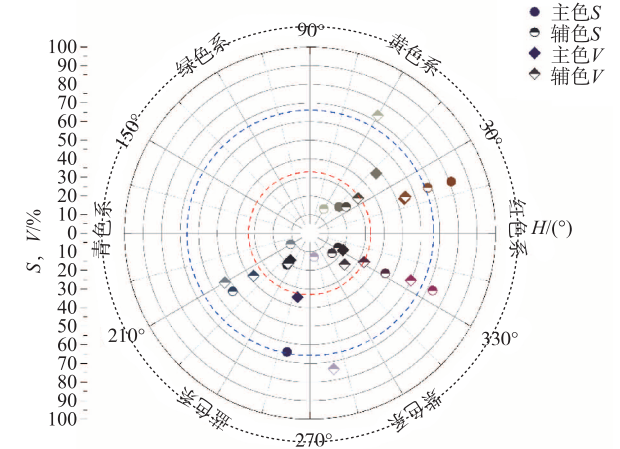


图 5 代表色 HSV 分量极坐标关系

Fig. 5 Polar coordinate diagram of representative color HSV component

依据代表色量化后的色调、饱和度和明度的比例关系,主色代表色以中低饱和和中低明度的红、黄、蓝色系为主,实验结果与赵海英等<sup>[21]</sup>用自然色彩体系研究的苗族服装上衣基色调相符,这与苗族擅染制,且色彩多为染料染制而成有关,而青蓝色作为最容易获取的染料在苗族服饰中也被广泛应用<sup>[22]</sup>。辅色代表色出现了少量中饱和和中明度的青色系、低饱和紫色系以及中高饱和和高明度的红色系色彩,这些颜色一般来自女上衣的刺绣图案,苗族支系对服饰色彩的选择不一样,但从总体上看,主要是青、黑、蓝等色彩,而刺绣喜用红色等其他色彩。在苗族服饰中红色调和蓝色调色彩出现的频率最高,其中红色在苗族中被认为是生命的象征,是青春和活力的代表<sup>[23-24]</sup>,也象征着吉祥如意,具有吉祥祈福的寓意。

3 配色分析及应用

3.1 主辅色搭配分析

为得到主色和辅色之间的搭配关系,研究利用 Apriori 算法进行关联规则挖掘,以找出数据值中频繁出现的数据集合,通常用支持度和置信度作为评估标准。其中支持度是几个关联数据在数据集中出现的次数在总数据集的占比,置信度体现了一个数据出现后,另一个数据出现的概率。以主色 A 为

例,得到 12 条色彩搭配规则,部分结果见表 3。其中辅色 g 和 c 之间的关联如规则 8<sup>#</sup>所示,规则 9<sup>#</sup>和 10<sup>#</sup>的 3 色关联规则建立在规则 8<sup>#</sup>基础上。将重复规则合并,如 9<sup>#</sup>和 10<sup>#</sup>,两条规则都表示这 3 种颜色同时出现的概率较高。最后合并获得以主色 A 为主的主色 8 条双色和 1 条 3 色规则。

表 3 A 为主色的配色规则

Tab.3 Take 1A as an example to mine association rules				
编号	规则	色彩样本	支持度/%	置信度/%
1 <sup>#</sup>	A→c		62.5	62.5
2 <sup>#</sup>	a→A		62.5	100.0
3 <sup>#</sup>	A→f		62.5	62.5
4 <sup>#</sup>	g→A		56.3	100.0
5 <sup>#</sup>	h→A		43.8	100.0
6 <sup>#</sup>	i→A		50.0	100.0
7 <sup>#</sup>	b→A		37.5	100.0
8 <sup>#</sup>	g→c		37.5	66.7
9 <sup>#</sup>	c,g→A		37.5	100.0
10 <sup>#</sup>	g→A,c		37.5	66.7

根据表 3,分别挖掘 5 个主色的关联规则,得到每个主色与辅色的配色关系。最小置信度都设为 0.65,分别设置合适的最小支持度获得相应的规则,5 个主色合并重复规则后分别得到 9,13,9,7,6 条关联规则。在挖掘辅色与辅色之间的配色规则时,通过算法运算获得 31 条规则,合并重复规则后得到 15 条 2 色和 3 条 3 色规则,其中  $c \rightarrow f$  支持度为 32.9%、置信度为 59.1%,即辅色 c 与 f 同时使用的概率较大。

根据主色与辅色的关联规则,分别得到 5 个主色的配色关系,具体如图 6 所示。图 6 中每个点表示一种提取色,内圈圆点为 5 个主色,外圈圆点的面积表示该辅色与主色的关联强度,外圈箭头代表两辅色之间也存在强关联。

色彩网络模型显示,在苗族女上衣中低饱和、低明度的青蓝色系与高饱和、中高明度的红黄色系同时出现的频率较高。结合苗族女上衣服饰图像,发现主体色彩与纹样色彩关系对比强烈。苗族服饰以纯色主色调为主,主体颜色多为深沉的单色;而纹样色彩鲜亮、充满生机,底色和亮色刺绣图案搭配使得服饰整体对比鲜明、色调和谐且纹样主体突出,增强色彩对比效果的同时使服饰颜色更加丰

富,层次分明。

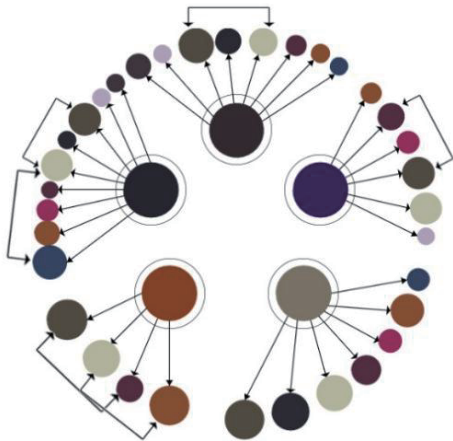


图 6 苗族女上衣主色与辅色彩色网络模型  
Fig.6 Color network diagram

3.2 配色规则应用

根据建立的色彩网络模型,选择几组配色规则对苗族女上衣经典纹样进行色彩搭配以展示其配色规律。蝴蝶纹样是苗族服饰中最典型的纹样,其中蕴涵着深厚的文化底蕴以及对人们生活的美好祈盼<sup>[25-26]</sup>,其丰富多样的造型承载了苗族人民对蝴蝶的崇拜之情,也传递了期盼婚姻幸福、延年益寿、子嗣绵延及福气吉祥的文化意蕴<sup>[27]</sup>。因此,文中选择黑白蝴蝶牡丹图样为再设计对象,根据色彩网络共得到 8 组不同的配色再设计方案。

再设计结果如图 7 所示,展示结果表明经过换色处理后的蝴蝶纹样更具苗族风格。以苗族服装中最常见的黑色和青蓝色系为底,在暗色当中加入低饱和度的黄色纹样,对比强烈而不失低调深沉。红黄色系的结合使得纹样充满了古老神秘的色彩,这一搭配在苗族传统盛装中较为普遍。由此可见,配色模型应用可为苗族元素融入时装创新设计提供一定的参考。

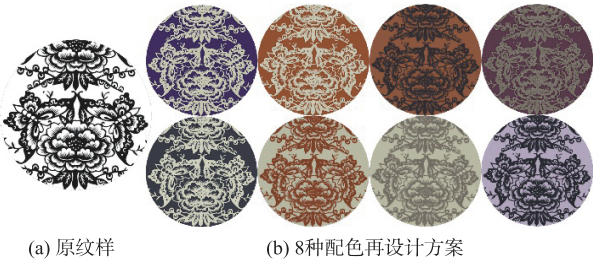


图 7 苗族蝴蝶纹样配色再设计  
Fig.6 Redesign of Miao butterfly pattern color matching

4 结 语

文中以苗族服饰色彩为研究对象,通过算法结合方法提取分析苗族服饰色彩并进行设计应用。采用 K-Means 聚类进行服饰色彩多次提取,共获得

10 个整体色、5 个主色以及 10 个辅色代表色。从色系、饱和度和明度等方面进行色彩分析,再结合 Apriori 算法建立常用色彩搭配规则网络。结果显示苗族女上衣以中低饱和度青蓝色系色彩为主,且多采用纯色主色调,其色彩对比强烈、具有较强的视觉感和民族风格。最终基于色彩网络模型进行的纹样再设计可直观地展示出苗族代表性的配色。但由于数据集中样本量较少,分析结果准确性可能受样本量和算法的限制,后续将进一步扩大样本数量,改进算法,将得到的配色规律应用到数字化服装技术领域,建立苗族服装配色系统,为苗族服装创新设计提供更好的色彩搭配方案。

参考文献:

[ 1 ] HARTIGAN J A, WONG M A. A K-means clustering algorithm[ J]. Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics, 1979, 28( 1 ): 100-108.

[ 2 ] 孙婷. 典型民族织锦的色彩特征[ D]. 杭州: 浙江理工大学, 2020.

[ 3 ] 张旻爽, 祝成炎, 李启正, 等. 基于蜂鸟羽毛的色彩提取及应用[ J]. 丝绸, 2017, 54( 12 ): 59-66.

ZHANG Minshuang, ZHU Chengyan, LI Qizheng, et al. Color extraction and application based on hummingbirds’ feathers[ J]. Journal of Silk, 2017, 54( 12 ): 59-66. ( in Chinese )

[ 4 ] XING L, ZHANG J, LIANG H E, et al. Intelligent recognition of dominant colors for Chinese traditional costumes based on a mean shift clustering method[ J]. The Journal of the Textile Institute, 2018, 109 ( 10 ): 1304-1314.

[ 5 ] 傅艺扬, 刘妹琴, 樊臻, 等. 基于纹理滤波和颜色聚类的提花织物纹样自动提取方法[ J]. 丝绸, 2019, 56 ( 12 ): 9-15.

FU Yiyang, LIU Meiqin, FAN Zhen, et al. Automatic pattern extraction of jacquard fabric based on texture filtering and color clustering[ J]. Journal of Silk, 2019, 56 ( 12 ): 9-15. ( in Chinese )

[ 6 ] 刘肖健, 曹愉静, 赵露晞. 传统纹样的色彩网络模型及配色设计辅助技术[ J]. 计算机集成制造系统, 2016, 22( 4 ): 899-907.

LIU Xiaojian, CAO Yujing, ZHAO Luxi. Color networks of traditional cultural patterns and color design aiding technology [ J ]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2016, 22( 4 ): 899-907. ( in Chinese )

[ 7 ] ZHAO L Q, WANG Z Y, ZUO Y X, et al. Comprehensive evaluation method of ethnic costume color based on K-means clustering method[ J]. Symmetry, 2021, 13 ( 10 ): 1822.

[ 8 ] 刘文良, 黄洁. 数字时代苗绣智慧化传承的困惑与破解路径研究[ J]. 家具与室内装饰, 2023, 30( 1 ): 68-74.

LIU Wenliang, HUANG Jie. Research on the confusion and solution path of Miao embroidery’s intelligent inheritance in the digital age[ J]. Furniture and Interior Design, 2023, 30( 1 ): 68-74. ( in Chinese )

[ 9 ] 张玉华. 苗族服饰的色彩特征及其成因分析[ J]. 美与时代, 2013( 1 ): 66-68.

ZHANG Yuhua. The color characteristics of Miao costume and its cause analysis[ J]. Fine Arts, 2013( 1 ): 66-68. ( in Chinese )

[ 10 ] 张君. 黔西南苗族服饰色彩特征探析[ J]. 兴义民族师范学院学报, 2016( 6 ): 74-76.

ZHANG Jun. Study on the color characteristic of the Miao costume of the southwest in Guizhou [ J ]. Journal of Xingyi Normal University for Nationalities, 2016( 6 ): 74-76. ( in Chinese )

[ 11 ] 张启旭, 王宏付. 筠连苗绣的艺术特征及针法技艺考究[ J]. 服装学报, 2023, 8( 6 ): 539-545, 553.

ZHANG Qixu, WANG Hongfu. Research on the artistic characteristics and needlework skills of Junlian Miao embroidery [ J ]. Journal of Clothing Research, 2023, 8 ( 6 ): 539-545, 553. ( in Chinese )

[ 12 ] 陈璐, 周雯. 基于样本的黔南苗族千层衣考析[ J]. 服装学报, 2023, 8( 4 ): 342-349.

CHEN Lu, ZHOU Wen. Study on the thousand-layer clothing of Miao in southern Guizhou based on specimen [ J ]. Journal of Clothing Research, 2023, 8( 4 ): 342-349. ( in Chinese )

[ 13 ] 陈慧慧, 段娜. 黔东南苗族女装结构造型在皮革皮草服装设计中的应用[ J]. 皮革科学与工程, 2023, 33( 5 ): 91-97, 104.

CHEN Huihui, DUAN Na. Application of structural modeling of Miao nationality women’s wear in leather and fur costume design in Qian dongnan[ J]. Leather Science and Engineering, 2023, 33 ( 5 ): 91-97, 104. ( in Chinese )

[ 14 ] 周梦, 王超群. 贵州黄平苗族女性盛装上衣装饰艺术研究[ J]. 丝绸, 2023, 60( 8 ): 122-132.

ZHOU Meng, WANG Chaoqun. Research on the decorative art of Huangping Miao women’s splendid attire tops in Guizhou[ J]. Journal of Silk, 2023, 60 ( 8 ): 122-132. ( in Chinese )

[ 15 ] XU L, YAN Q, XIA Y, et al. Structure extraction from texture via relative total variation[ J]. ACM Transactions on Graphics, 2012, 31( 6 ): 139.

[ 16 ] 陈思燕, 方丽英. 基于 K-means 和高斯混合模型的云肩色彩提取方法对比[ J]. 服装学报, 2021, 6 ( 2 ): 131-137.

CHEN Siyan, FANG Liying. Comparative study of cloud



- shoulder color extraction methods based on K-means and Gaussian Mixture Model [J]. Journal of Clothing Research, 2021, 6(2): 131-137. (in Chinese)
- [17] CHANG H W, FRIED O, LIU Y M, et al. Palette-based photo recoloring [J]. ACM Transactions on Graphics, 2015, 34(4): 1-11.
- [18] 陈倩, 陶彬娇, 潘中良, 等. 主颜色提取算法及其在服装图像检索中的应用[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2019, 51(1): 111-119.
- CHEN Qian, TAO Binjiao, PAN Zhongliang, et al. Main color extraction algorithm and its application to clothing image retrieval [J]. Journal of South China Normal University (Natural Science Edition), 2019, 51(1): 111-119. (in Chinese)
- [19] 赵维一, 尚玉平, 康晓静, 等. 基于聚类算法的纺织品文物色彩提取与纹样数字化探索——以新疆巴里坤 M12 出土清代纺织品纹样为例[J]. 丝绸, 2023, 60(5): 8-18.
- ZHAO Weiyi, SHANG Yuping, KANG Xiaojing, et al. Exploring colour extraction and pattern digitization of textile artifacts based on clustering algorithms: a case study of the patterns of the Qing Dynasty textiles unearthed from Balikun M12, Xinjiang [J]. Journal of Silk, 2023, 60(5): 8-18. (in Chinese)
- [20] 郑晓红. 色彩调和论研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2013.
- [21] 赵海英, 银宇堃. 苗族服饰色彩体系构建研究[J]. 浙江大学学报(理学版), 2020, 47(6): 660-668.
- ZHAO Haiying, YIN Yukun. Study on the construction of the Miao's costume color system [J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2020, 47(6): 660-668. (in Chinese)
- [22] 李文君, 周怡, 邓子叙. 丹寨蜡染图案与革制品设计[J]. 皮革科学与工程, 2021, 31(1): 79-84.
- LI Wenjun, ZHOU Yi, DENG Zixu. Pattern design of Danzhai batik for leather products [J]. Leather Science and Engineering, 2021, 31(1): 79-84. (in Chinese)
- [23] 张粤湘, 夏帆. 黔东南与湘西苗族辫带技艺及装饰艺术研究[J]. 丝绸, 2023, 60(10): 105-114.
- ZHANG Yuexiang, XIA Fan. A study on the skills and decorative arts of Miao braided ribbons in Qiaodongnan and Xiangxi [J]. Journal of Silk, 2023, 60(10): 105-114. (in Chinese)
- [24] 刘天尧, 王雪洁, 周金超. 苗族百鸟衣服饰元素在女靴设计中的创新应用[J]. 皮革科学与工程, 2023, 33(1): 69-74.
- LIU Tianyao, WANG Xuejie, ZHOU Jinchao. Innovative application of Miao hundred birds clothing elements in the design of women's boots [J]. Leather Science and Engineering, 2023, 33(1): 69-74. (in Chinese)
- [25] 王臻, 于佐君. 黔东南苗族百鸟衣服饰艺术[J]. 服装学报, 2017, 2(5): 70-73.
- WANG Zhen, YU Zuojun. Costume art of the Miao birds clothing in southeast Guizhou [J]. Journal of Clothing Research, 2017, 2(5): 70-73. (in Chinese)
- [26] 王建华, 桂亚昕, 李鹏辉. 苗族蜡染文化元素在现代家具设计中的应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2021, 28(7): 41-45.
- WANG Jianhua, GUI Yaxin, LI Penghui. The application of Miao batik cultural elements in modern furniture design [J]. Furniture and Interior Design, 2021, 28(7): 41-45. (in Chinese)
- [27] 丛毅敏, 宁俊. 黔东南苗族服饰蝴蝶纹样造型与文化意蕴研究[J]. 美术观察, 2022(2): 65-66.
- CONG Yimin, NING Jun. Research on the butterfly pattern modeling and cultural implication of Miao costume in Qiaodongnan [J]. Art Observation, 2022(2): 65-66. (in Chinese)

(责任编辑: 卢杰)

(上接第153页)

- [32] 刘辉. 从新疆出土实物看汉晋经锦所使用的织机类型[J]. 中国科技史杂志, 2015, 36(4): 441-452, 541.
- LIU Hui. A study on the types of looms used in Han Jin brocade from the excavated objects in Xinjiang [J]. Chinese Journal of Science and Technology History, 2015, 36(4): 441-452, 541. (in Chinese)
- [33] 穆舜英. 吐鲁番哈喇和卓古墓群发掘简报[J]. 文物, 1978(6): 5-8.
- MU Shunying. Excavation report on the Turpan Hara and Zhuogu tombs [J]. Cultural Relics, 1978(6): 5-8. (in Chinese)
- [34] 李文瑛. 新疆境内考古发现的丝绸文物[N]. 东方早报, 2015-11-11(10).
- [35] 李青, 张勇. 楼兰两汉织物艺术论[J]. 新疆艺术学院报, 2010, 8(3): 3-4.
- LI Qing, ZHANG Yong. On the art of fabric in the Han Dynasty by Lou Lan [J]. Journal of Xinjiang Academy of Arts, 2010, 8(3): 3-4. (in Chinese)
- [36] 周菁葆. 丝绸之路与汉代西域的织锦[J]. 浙江纺织服装职业技术学院学报, 2013(1): 50-51.
- ZHOU Jingbao. The Silk Road and the brocade of the Western Regions during the Han Dynasty [J]. Journal of Zhejiang Textile and Clothing Vocational and Technical College, 2013(1): 50-51. (in Chinese)

(责任编辑: 卢杰)