

# 民族服饰色彩构成分析方法研究

徐平华<sup>1</sup>, 冒海琳<sup>2</sup>, 张玉杰<sup>1</sup>, 顾冰菲<sup>1</sup>, 张艳清<sup>1</sup>

(1. 浙江理工大学 a. 服装学院; b. 浙江省服装工程技术研究中心 杭州 310018; 2. 江苏依海服饰有限公司, 江苏 南通 226007)

**摘要:** 为客观表述民族服饰的色彩构成,对选取的民族服饰主色进行了示范性度量 and 可视化表达。文章将选取的450幅图像色彩统一转换至HSV空间,利用K-均值聚类法分别对各民族服饰色彩进行聚类,提取各民族服饰的主色。依据色彩距离度量准则,重新优化主色的分布比例,并统计得出色相、饱和度及明度分布形态。实验结果表明,该方法能够有效地提取民族服饰主色,以可视化的方式表达出色彩特征值的分布情况。基于图像分析技术的色彩量化研究,有助于客观、准确地展示服饰色彩构成形态,为系统研究少数民族服饰色彩形成机制提供了可靠的测量方法。

**关键词:** 民族服饰; 色彩; 量化; 聚类; HSV空间

中图分类号: TS941.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-7003(2019)03-0024-06

引用页码: 031105

## Study on analysis method for color composition of ethnic costumes

XU Pinghua<sup>1</sup>, MAO Hailin<sup>2</sup>, ZHANG Yujie<sup>1</sup>, GU Bingfei<sup>1</sup>, ZHANG Yanqing<sup>1</sup>

(1a. School of Fashion Design & Engineering; 1b. Clothing Engineering Research Center of Zhejiang Province, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China; 2. Jiangsu Yihai Clothing Co., Ltd., Nantong 226007, China)

**Abstract:** In order to objectively describe the color composition of ethnic costumes, the main colors of ethnic costume samples were measured and visually expressed. Concretely, the colors of 450 costume images were uniformly converted to HSV color space. Then the K-means clustering method was utilized to cluster the colors and extract the main colors of ethnic costumes. Finally, according to the color distance metrics, the distribution ratio of each main color was re-optimized, and the color hue, saturation and brightness distribution pattern was gained. Results showed that the proposed method can effectively extract the main colors of ethnic costumes, and visualize the distribution of color characteristic values. Color quantitative research based on the image analysis technology contributes to accurately and objectively displaying the color composition, and provides a reliable measurement method for the color formation mechanism research of ethnic costumes.

**Key words:** ethnic costumes; color; quantification; clustering; HSV space

少数民族服饰色彩具有鲜明的地域、民俗和文化特征,随着历史的演化,逐步形成了各自特色鲜明的用色体系,成为美化生活、展示民族特色的重要载体。在少数民族服饰色彩研究方面,相关学者从文

化变迁、宗教崇拜、自然地理条件,以及纺织染整工艺等多个视角进行论述<sup>[1]</sup>。周梦<sup>[2]</sup>认为宗教、风俗和传说是影响少数民族对服饰色彩选取的非常重要的因素,如土族妇女用红、黄、蓝、白、黑五色彩布拼接而成“彩虹花袖”,传说中是由彩虹幻化而成。潘定红<sup>[3]</sup>认为民族服饰色彩象征的意义与该民族的图腾崇拜有关,如土家族、白族等均以白虎为图腾,同时他们都崇尚白色。高星<sup>[4]</sup>从地理学的角度进行民族服饰色彩的形成和演变过程的探索,找出了渗透于民族服饰色彩文化中的地理文化因素。类似的文献从物质条件和精神文化两方面,解读民族服饰色

收稿日期: 2018-08-13; 修回日期: 2019-01-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(61702460, 61702461); 浙江省教育厅科研项目(Y201738456); 浙江省服装工程技术研究中心开放基金项目(2018FZKF11); 浙江理工大学一流学科优秀博士专项(2017YBZX15); 浙江理工大学科研启动基金项目(17072067-Y)

作者简介: 徐平华(1984—),男,讲师,博士,主要从事纺织品服装数字化技术的研究。

彩的构成机制和色彩的象征意义<sup>[5-6]</sup>。

随着色彩分析方法的不断完善,采用定量分析各民族服饰色彩的表现形态已成为可能<sup>[7-8]</sup>。研究人员从色相、饱和度、明度等方面,对面料、服装及配饰的色彩差异进行定量分析<sup>[9]</sup>。将图像色彩转换至 HSL、HSV 等色彩空间,对服装色彩的基本属性进行量化表征,将色彩语言描述转化为量化指标<sup>[10-11]</sup>。中国是一个疆域广阔的多民族国家,各民族服饰色彩绚丽多彩。为定量描述各民族服饰色彩之间的差异,横向比较不同民族服饰之间的色相、饱和度及亮度的分布情况,本文利用图像分析技术,以典型民族服装为例,对其色彩进行量化分析,描绘出典型民族服饰色彩的基本构成情况。

## 1 色彩空间转换

色彩空间即为可用数值描述的各类数学模型,其中常见的如 RGB、CMYK、YCrCb 等面向硬件设备的彩色模型,以及 HSV、HSI、Lab 等面向视觉感知的彩色模型<sup>[12]</sup>。其中,HSV 模型非常接近于人类视觉感知习惯,其优势在于将颜色信息和亮度信息分开,色调(Hue)分量与波长有关,描述色相属性;饱和度(Saturation)分量度量被白光稀释的程度,可理解为颜色的浓淡程度;亮度(Value)分量描述颜色的明亮程度。亮度分量与图像的彩色信息无关,相互分离,在彩色图像分割应用中具有较大的优势,非常适合彩色特性检测与分析。目前很少有硬件设备支持这种模式,因此需要从其他颜色空间转换。

为了便于服饰图像色彩的计算,本文将彩色 RGB 模式的服装图像统一转换到 HSV 色彩空间,用以描述图像的视觉感知效果。RGB 模式的三个分量呈笛卡尔直角坐标系的正方体空间分布,而 HSV 模型呈倒六角锥形(图 1)。

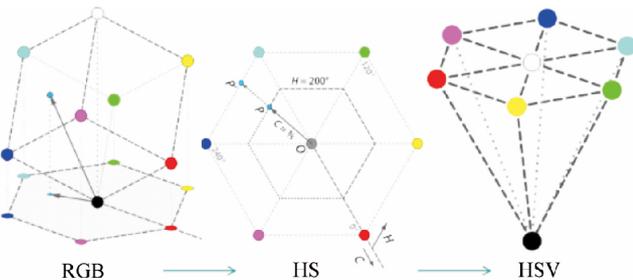


图 1 RGB 至 HSV 色彩空间转换示意

Fig. 1 Color space conversion from of RGB to HSV  
RGB 模式转换至 HSV 的公式如下:

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

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

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

式中:  $R$ 、 $G$ 、 $B$  分别为红、绿、蓝三通道值,  $\text{max}$ 、 $\text{min}$  分别指取  $R$ 、 $G$ 、 $B$  的最大值和最小值,  $H \in [0, 360^\circ]$ ,  $S \in [0, 1]$ ,  $V \in [0, 1]$ 。

## 2 色彩聚类与量化

### 2.1 色彩聚类算法

$K$ -均值聚类法是一种较为常用的动态迭代型算法,计算准则是基于误差平方和,采用聚类作为相似性指标<sup>[13]</sup>。计算方法如下:

$$v_i = \frac{1}{N_i} \sum_{t \in T_i} t \quad (4)$$

将  $T_i$  中的各样本  $t$  与均值  $v_i$  之间的误差平方和对所有类相加后为:

$$J_e = \sum_{i=1}^c \sum_{t \in T_i} \|t - v_i\|^2 \quad (5)$$

$J_e$  是误差平方和聚类准则,采用聚类中心代替样本子集所产生的总误差平方,获取最优结果。算法的步骤为:

- 1) 选取数据空间中的  $K$  个对象作为初始中心,每个对象代表一个聚类中心;
- 2) 对于样本中的数据对象,根据它们与这些聚类中心的欧氏距离,按距离最近的准则将它们分到距离它们最近的聚类中心(最相似)所对应的类;
- 3) 更新聚类中心,将每个类别中所有对象所对应的均值作为该类别的聚类中心,计算目标函数的值;
- 4) 判断聚类中心和目标函数的值是否发生改变,若不变,则输出结果;若改变,则返回步骤 2,直至聚类中心不再变化。

### 2.2 色彩距离度量

在斜边长  $L$ 、顶部圆半径为  $r$ 、高为  $h$  的 HSV 圆锥

体内,以顶面圆心为原点,  $H=0$  为  $x$  轴正方向建立坐标轴。那么色值是  $(H, S, V)$  点的三维坐标  $(x, y, z)$  为:

$$\begin{cases} x = r \times V \times S \times \cos H \\ y = r \times V \times S \times \sin H \\ z = h \times (1 - V) \end{cases} \quad (6)$$

两点的色值距离可以通过欧式距离计算得出。在聚类得到图像主色后,可以依据服饰图像像素点的 HSV 值,设定系统阈值,剔除与主色不相近的像素点。



图 2 民族服饰部分测试样本

Fig. 2 Partial experimental samples of ethnic costumes

### 3.2 主色提取与优化

本文利用 Python 语言编写完成实验部分所有的算法。首先,基于前文色彩空间转换中提出的算法,将样本色彩从 RGB 色彩空间转换至 HSV 色彩空间;其次,结合图像分割技术<sup>[14]</sup>将服装区域提取出来,并将背景区域赋值为纯白色。在剔除背景色的基础

## 3 典型民族服饰色彩构成分析

### 3.1 实验样本选择

综合地域跨度、文化差异、人口数量等因素,实验部分选取了藏族、朝鲜族、哈萨克族等九个典型民族的服饰图像,作为本次实验测试的样本。测试图像选自中国民族服饰博物馆和网络公开图像资源。每个民族选取了 50 幅外套图像,九个民族共计 450 幅服饰图像,部分实验样本如图 2 所示。

上,利用 2.1 中聚类算法,对单个图像进行首次色彩聚类。在此基础上,再对各个民族的 50 幅图像进行二次聚类,计算得出该民族服饰图像的主色。本次实验聚类数  $K$  值设定为 8。以藏族为例,图 3 左侧为 50 幅服饰图像首次聚类得到的主色分布,右侧为二次聚类获得的藏族服饰的主色及其占比。

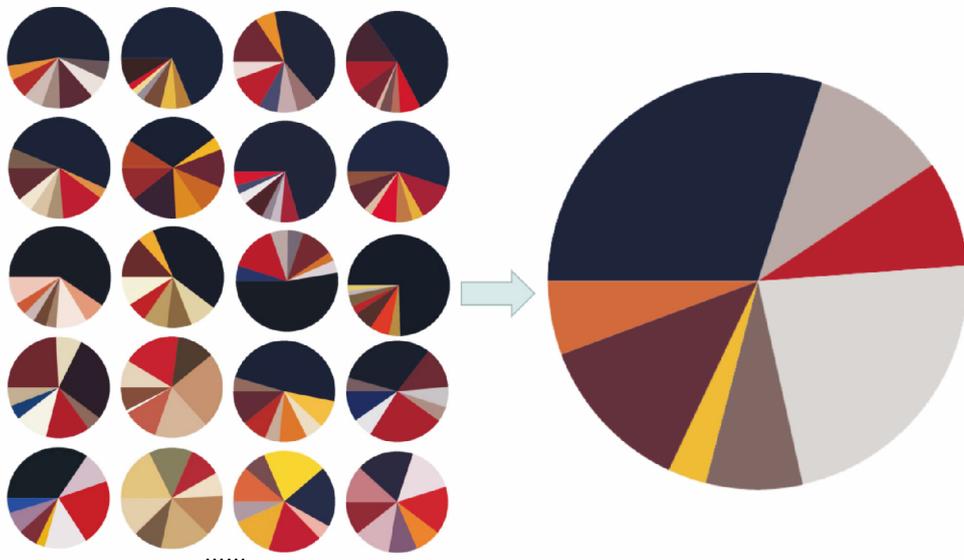


图 3 首次聚类及二次聚类示意

Fig. 3 Primary and secondary clustering

然而,  $K$ -均值聚类会强制所有像素点归并到设定的 8 类主色当中,一定程度上造成了色彩占比的失真。为了获得真实的主色占比,本文利用 2.2 中提出的颜色距离度量公式,对所有纳入计算的像素点进行距离判定。图 4 展示了藏族服饰图像经过颜色距离判定后,主色占比调整后的分布情况。设定距离阈值为 0.3,即该像素点与最相似主色的距离小于 0.3,该像素点纳入主色数量的统计范围(归并到图 4 的圆球中),否则,归并到其他颜色项(分布在图 4 的散点处)。

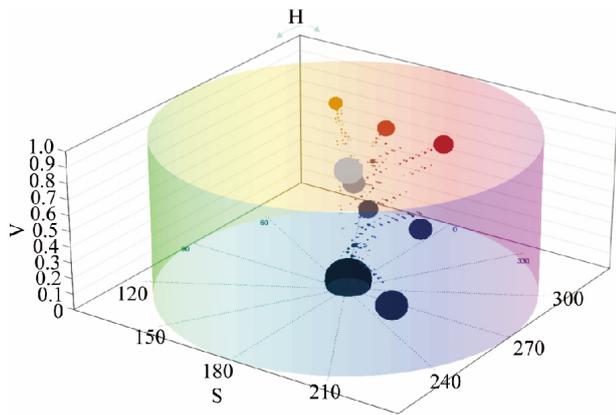


图 4 藏族服饰图像的色彩真实分布情况

Fig. 4 The color distribution of Tibetan clothing images

经过聚类调整之后,即可计算得出各民族主色的占比。图 5 为九个典型民族服饰主色及其占比统计,纵轴为民族名称,横轴为各民族主色按照占比大小依次排序,其中阴影区域为未能归入到主色当中的其他颜色项,各主色分别用 16 进制值进行了标注。由图 5 可以看出,各民族的主色分布差异较大,但主色累计占比均处于 50% ~ 75%。总体来看,满族占比最高的主色为深黄色,其余八个民族为深黑色。

### 3.3 主色构成量化分析

为了定量分析中国少数民族服饰色彩构成情况,本文详细展示了九个民族服饰的主色分布形态及分布规律。可视化地展示了各民族服饰的主色分布情况,在此基础上,量化出各民族主色在色相、饱和度、明度三通道的偏差情况,并对其空间分布规律进行分析。

本次实验所设计的程序,可以输出各民族服饰的主色在 HSV 空间的分布轨迹。为了便于展示,本文只选取了各民族前 3 个主色的数据进行

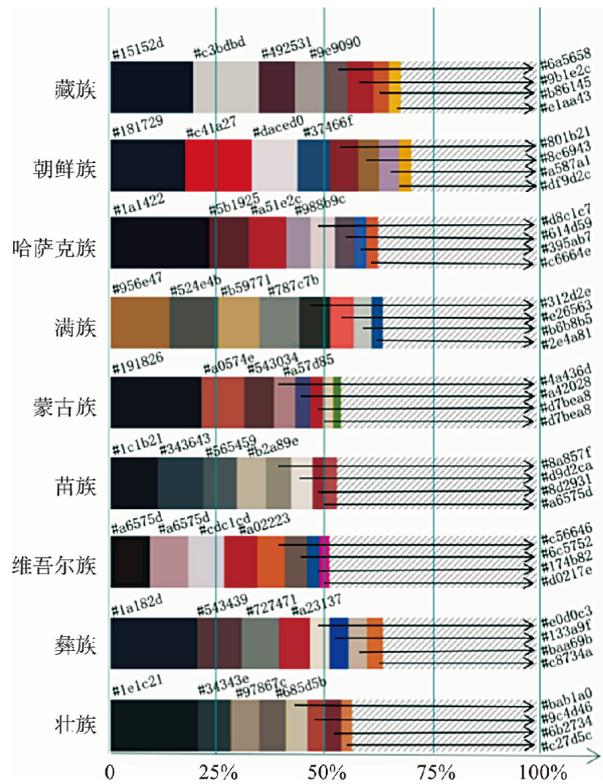


图 5 九个典型民族服饰主色比例分布

Fig. 5 Main color proportion distribution of nine typical ethnic costumes

可视化展示(图 6)。图 6 中,不同颜色和形态的线条各自代表了本民族的前 3 个主色的变化轨迹,分别从 H-S-V、H-S、H-V、V-S 四个不同的视角进行了展示,可以直观地从不同视角展示各民族服饰的主色分布情况。

民族服饰色彩绚丽,视觉冲击力强。为了更为客观地描述各民族服饰的主色跳跃程度,对各民族服饰前 8 个主色进行了均值偏差量化分析(表 1)。由表 1 可以看出,色调  $H$ (范围值为  $0 \sim 360^\circ$ ) 的环状分布依次为:满族、壮族、藏族、彝族、维吾尔族、苗族、蒙古族、朝鲜族和哈萨克族。饱和度  $S$ (范围值为  $0 \sim 100$ ) 来看,苗族的色彩饱和度最低,而朝鲜族的颜色饱和度最高;壮族的 8 个主色的饱和度偏差最小,维吾尔族的偏差最大。从明度  $V$ (范围值为  $0 \sim 100$ ) 来看,壮族的明度均值最低,朝鲜族的明度均值最高,而标准差值之间各民族相差不大。由此可以看出,朝鲜族服饰整体色彩鲜艳、亮丽,壮族服饰颜色暗淡、苗族服饰色彩纯度较低、视觉效果浑厚。

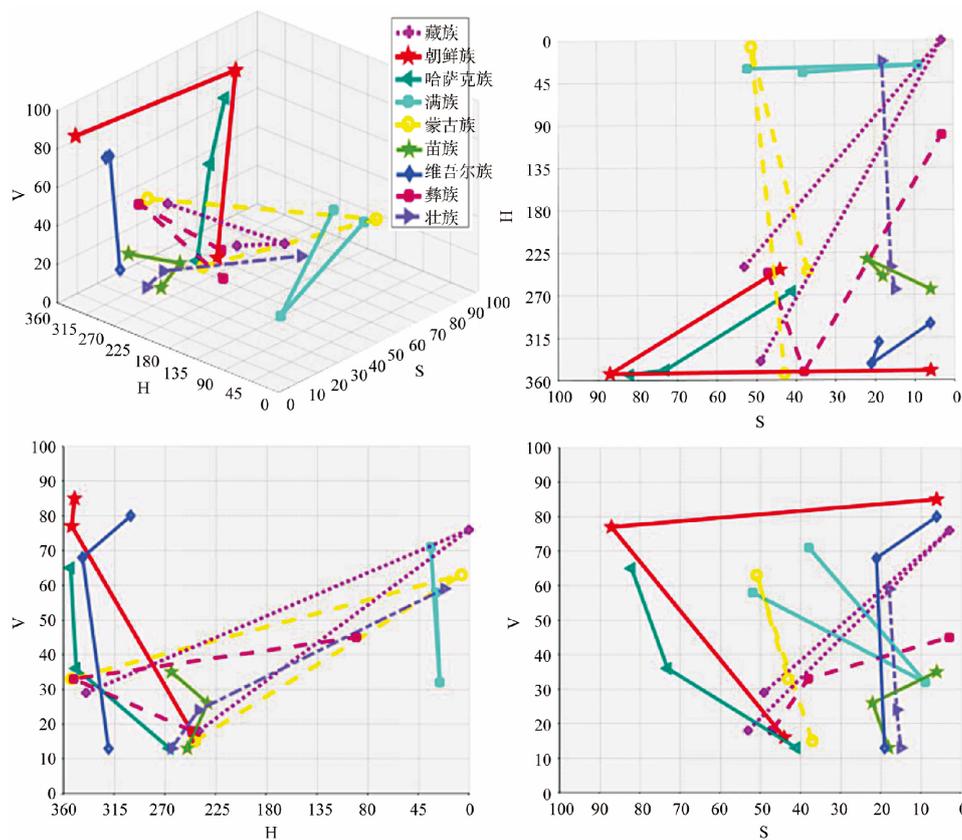


图6 HSV空间下的各民族服饰主色分布轨迹

Fig. 6 The main color distribution track of ethnic costumes under HSV space

表1 主色HSV通道值均值偏差情况

Tab. 1 Mean value deviation of HSV channel value

颜色通道	民族	均值	均值标准差	极小值	极大值	标准差
色调H	满族	114.00°	42.160	1	345	119.245
	壮族	118.50°	49.864	6	349	141.038
	藏族	167.63°	59.774	0	354	169.067
	彝族	168.13°	51.119	20	357	144.587
	维吾尔族	191.13°	55.145	0	343	155.973
	苗族	193.88°	50.068	30	355	141.615
	蒙古族	208.75°	52.400	7	356	148.209
	朝鲜族	238.13°	47.833	31	356	135.292
	哈萨克族	270.00°	40.117	13	354	113.469
饱和度S	苗族	23.88	8.305	6	71	23.491
	满族	29.13	9.336	2	65	26.406
	壮族	31.13	7.861	13	64	22.235
	彝族	42.38	10.664	3	88	30.161
	藏族	43.38	10.385	3	81	29.374
	哈萨克族	46.13	10.246	11	82	28.980
	蒙古族	47.25	8.185	22	83	23.150
	维吾尔族	47.38	11.631	6	84	32.898
	朝鲜族	52.00	10.418	6	87	29.467
明度V	壮族	48.63	7.998	13	76	22.621
	彝族	48.88	8.457	18	78	23.919
	苗族	50.38	8.515	13	85	24.083
	蒙古族	51.88	7.673	15	84	21.702
	满族	55.13	8.003	19	89	22.636
	哈萨克族	55.88	8.678	13	85	24.544
	藏族	56.00	8.567	18	88	24.231
	维吾尔族	59.50	8.300	13	82	23.476
	朝鲜族	59.88	8.436	16	87	23.859

为了进一步厘清各民族服饰主色在HSV空间的分布偏向程度,即是否存在空间分布规律,分别对各通道的相关性进行了检验。表2为H、S、V三通道之间的相关性检测结果,分别对三通道值相互关联程度进行了对比。结果表明,苗族服饰色相与饱和度之间存在显著的正相关关系,呈现螺旋外扩形态分布,而其余民族两者之间相关性均不显著;壮族色相与明度存在负相关关系,呈现螺旋下降形态分布,而其余民族两者之间相关性均不显著;各民族的饱和度和明度之间都不存在显著的相关关系。

表2 HSV通道值Pearson相关性检测结果

Tab. 2 Pearson correlation test results of HSV channel value

民族	H-S		H-V		S-V	
	相关系数	显著性 (双侧)	相关系数	显著性 (双侧)	相关系数	显著性 (双侧)
藏族	0.294	0.480	-0.698	0.054	0.033	0.938
朝鲜族	-0.210	0.618	-0.018	0.967	0.029	0.945
哈萨克族	-0.184	0.663	-0.284	0.496	-0.012	0.978
满族	-0.284	0.496	-0.667	0.071	0.454	0.258
蒙古族	-0.018	0.967	-0.378	0.356	-0.066	0.877
苗族	0.740	0.036	-0.436	0.280	0.055	0.898
维吾尔族	-0.313	0.450	-0.007	0.987	0.294	0.480
彝族	0.484	0.224	-0.205	0.626	0.394	0.334
壮族	0.138	0.744	-0.713	0.047	0.347	0.400

## 4 结 语

中国是一个疆域广阔的多民族国家,各民族服饰色彩绚丽多彩、特色鲜明,蕴聚地域、民俗及文化等多重元素。随着历史演化,逐步形成了特色鲜明的用色体系。为定量分析中国少数民族服饰色彩构成情况,本文结合色彩聚类 and 颜色距离判定方法,详细展示了九个民族服饰的主色分布情况。基于初始聚类结果,利用颜色距离度量准则,对主色进行了优化,并计算出前 8 个主色的占比值;可视化地展示了各民族服饰的主色分布情况,在此基础上,量化出各民族主色在色相、饱和度、明度三通道的偏差情况,并对其空间分布规律进行了分析。实验得出,九个典型民族服饰主色存在一定的差异性,主色累计占比均处于 50%~75%;朝鲜族服饰整体色彩鲜艳、亮丽,壮族服饰颜色暗淡,苗族服饰色彩纯度较低、视觉效果浑厚。苗族服饰、壮族服饰分别在色相-纯度、色相-明度空间分布上存在一定的规律,其余民族服饰主色在空间分布上无显著分布规律。

基于图像分析技术的色彩量化研究,有助于准确、便捷、客观地展示服饰色彩构成形态。在今后研究中,将进一步扩充各民族服饰样本的数量、提升图像采集的质量,逐步修正当前所开发的系统的准确性,为系统研究少数民族服饰少数民族服饰色彩文化提供可靠的分析手段。

### 参考文献:

- [1]米琪,梁勇. 中国传统节日服饰色彩意蕴探究[J]. 纺织学报,2012,33(3): 108-112.  
MI Qi, LIANG Yong. Implication investigation on Chinese traditional festival costume's color [J]. Journal of Textile Research, 2012, 33(3): 108-112.
- [2]周梦. 民族服饰文化研究文集[M]. 北京: 中央民族大学出版社, 2009: 27-31.  
ZHOU Meng. Collection National Costume Culture [M]. Beijing: Minzu University of China Press, 2009: 27-31.
- [3]潘定红. 民族服饰色彩的象征[J]. 民族艺术研究, 2002(2): 36-43.  
PAN Dinghong. The symbol of ethnic clothing color [J]. Studies in National Art, 2002(2): 36-43.
- [4]高星. 民族服饰色彩的地理文化透视[D]. 武汉: 湖北美术学院, 2007: 2-3.  
GAO Xing. The Geographical and Cultural Perspective of Ethnic Clothing Color [D]. Wuhan: Hubei Institute of Fine Arts, 2007: 2-3.

- [5]王革非. 我国少数民族女性嫁衣研究(上): 做工与色彩[J]. 纺织导报, 2015(8): 96-98.  
WANG Gefei. A study on female wedding dress of Chinese minority nationalities (Part 1): the workmanship and colors [J]. China Textile Leader, 2015(8): 96-98.
- [6]王贵. 论服饰色彩文化中的尊卑观念[J]. 求索, 2015(2): 169-173.  
WANG Gui. The honour concept in the color culture of clothes [J]. Seeker, 2015(2): 169-173.
- [7]徐菲,赵志军,李东,等. 棉织物槐米后媒染工艺的颜色特征值对比研究[J]. 染整技术, 2017, 39(11): 27-29.  
XU Fei, ZHAO Zhijun, LI Dong, et al. The comparison research of characteristics color value for dyeing cotton fabrics using flos sophorae with after mordanting process [J]. Textile Dyeing and Finishing Journal, 2017, 39(11): 27-29.
- [8]孟磊,梁惠娥,律睿睿,等. 云肩色彩特征分析及其在图案设计中的应用[J]. 丝绸, 2015, 52(5): 42-46.  
MENG Lei, LIANG Hui'e, LÜ Ruimin, et al. Analysis on color feature of cloud shoulder and its application in pattern design [J]. Journal of Silk, 2015, 52(5): 42-46.
- [9]陶晨,段亚峰,印梅芬. 基于 HSV 的服装色彩特征数量化方法研究[J]. 丝绸, 2015, 52(6): 22-26.  
TAO Chen, DUAN Yafeng, YIN Meifen. Research on HSV based on quantification of apparel color features [J]. Journal of Silk, 2015, 52(6): 22-26.
- [10]沈天琦,梁惠娥. 基于 HSV 颜色模型下近代江南、闽南地区民间女性服饰色彩差异分析[J]. 北京服装学院学报(自然科学版), 2017, 37(2): 15-24.  
SHEN Tianqi, LIANG Hui'e. Analysis of the folk women's costume colors between modern Jiangnan and Southern Fujian based on HSV color model [J]. Journal of Beijing Institute of Clothing Technology( Natural Science Edition), 2017, 37(2): 15-24.
- [11]HAGTVEDT H, BRASEL S A. Color saturation increases perceived product size [J]. Journal of Consumer Research, 2017, 44(2): 396-413.
- [12]SONG J, HU G. Visualization of the Color Family Order System [M]. Berlin: Transactions on Edutainment XII Springer Berlin Heidelberg, 2016: 35-38.
- [13]HSIAO S W, LEE C H, CHEN R Q, et al. An intelligent system for fashion colour prediction based on fuzzy C-means and gray theory [J]. Color Research & Application, 2017, 42(2): 273-285.
- [14]孙菲菲,徐平华,丁雪梅,等. 服饰设计视觉显著性检测[J]. 纺织学报, 2018, 39(3): 126-131.  
SUN Feifei, XU Pinghua, DING Xuemei, et al. Visual saliency detection of clothing and accessory design [J]. Journal of Textile Research, 2018, 39(3): 126-131.