

基于湘西苗绣图案的数字化设计创新研究

谷梦恩¹, 范伟^{2*}, 吴阳¹, 刘勇奇¹

(1.湖南信息学院, 长沙 410151; 2.湖南师范大学, 长沙, 410012)

摘要: **目的** 为保护和传承湘西苗族非遗资源, 提升当地文化产业经济价值, 提出基于数字化手段的湘西苗绣图形创新方案, 从而促进湘西苗绣传统技艺的产业转型, 以适应当今经济社会的发展和消费者需求的转变。**方法** 分析湘西苗绣的典型图案, 提取其核心元素特征, 运用形状语法和风格迁移算法分别进行图形推演设计研究。**结果** 将数字化手段与湘西苗绣图案的创作相结合, 可以快速衍生出既符合当代审美需求又继承传统民族文化特征的创新纹理图形。**结论** 将数字化技术手段与湘西苗绣图案的创新再设计有机结合, 既保证了苗绣图案的自我更新, 又提高了图案设计的创作效率。从而拓展湘西苗绣文化的传播途径和媒介, 提高当地苗绣文创产品的文化与经济价值。

关键词: 湘西苗绣; 图案创新; 数字化; 形状语法; 风格迁移算法

中图分类号: TB482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)18-0258-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.18.029

Digital Design Innovation Based on Xiangxi Miao Embroidery Patterns

GU Meng-en¹, FAN Wei^{2*}, WU Yang¹, LIU Yong-qi¹

(1.Hunan University of Information Technology, Changsha 410151, China;

2.Hunan Normal University, Changsha 410012, China)

ABSTRACT: The work aims to propose an innovative graphic scheme of Xiangxi Miao embroidery patterns based on digital means to protect and inherit the intangible cultural heritage resources of the Miaos in Xiangxi, and enhance the economic value of the local cultural industry, so as to promote the industrial transformation of the traditional skills of Xiangxi Miao embroidery, and adapt to the current economic and social development and the transformation of consumer demand. Typical patterns of Xiangxi Miao embroidery were analyzed, the core element features were extracted, and the shape grammar and style transfer algorithm were used to study the figure design. The combination of digital means and the creation of Xiangxi Miao embroidery patterns could quickly derive innovative texture graphics that not only met the needs of contemporary aesthetics but also inherited the characteristics of traditional national culture. The organic combination of digital technology and innovative redesign of Xiangxi Miao embroidery patterns not only ensures the self-renewal of Miao embroidery patterns, but also improves the creative efficiency of pattern design, and thus expands the transmission channels and media of Xiangxi Miao embroidery culture and improves the cultural and economic value of local Miao embroidery cultural and creative products.

KEY WORDS: Xiangxi Miao embroidery; pattern innovation; digital; shape grammar; style transfer algorithm

文化自信是当代中国社会经济发展中秉持的一项重要时代命题, 我国的非物质文化遗产作为中华优秀传统文化的重要组成部分, 是国家、民族历史与文化成就的重要标志。创新开发与利用非物质文化遗产, 既

是为了继承与发扬传统文化瑰宝, 又能迎合当代文化产业和经济社会发展的现实需要, 对助推乡村产业振兴和文化振兴都具有重要意义^[1]。湘西苗绣是我国苗族民间传统的手工刺绣技艺, 作为一项国家级非物质

收稿日期: 2023-04-20

基金项目: 2022 年湖南信息学院校级科研一般项目“基于智能化视角下的湘西苗绣文创产品开发研究”(XXY022YB04); 2021 年湖南省社会科学成果评审委员会课题(XSP21YBC201); 2022 年湖南省教育厅科学研究重点项目(22A0700)

文化遗产,湘西苗绣因其独具一格的艺术形式,成为湘西当地经济社会发展中一张亮丽的文化名片^[2]。伴随着信息化技术时代的到来,通过将湘西苗绣图案结合数字化加工处理手段,辅以现代设计手法,快速创作出大量创新装饰图案,对提高苗绣衍生品的设计效率以及保证苗绣图案的自我更新具有重要意义。

1 湘西苗绣图案及数字化设计理论应用现状

1.1 湘绣苗绣图案的造型特征及构成要素

湘西苗绣图案所涵盖的造型种类繁多,包括动物、植物、几何纹样、图腾信仰纹饰等,极具民族地域特色。与我国黔东南、川滇等地区的苗族刺绣图案相比,湘西苗绣图案显得更加清秀隽美、浪漫生动。从图案整体线条形态而言,湘西苗绣图案的轮廓线条多以几何形状或随机创作的自由轮廓线条为主,如高山纹、八角纹、水波纹等^[3]。这些线条是苗族人民在对自然物象观察的基础上提炼概括形成的。因此,具有夸张生动的视觉美感。而图案内部的填充线条多以纤细柔和、流畅舒展的曲线为主,灵动飘逸且富有韧感。从配色方面来讲,湘西苗绣图案喜用红、青、黑三种色相,且多采用较为柔和的中明度色彩,偶有高、低明度色彩作为点缀辅色。另外,人们会根据绣片的不同用途而选择相应的色彩,例如:儿童和青年穿戴的苗绣服饰多呈现色彩鲜明、对比强烈的配色;而中老年人的服装、用具色彩则较为单一,整体呈现成熟沉稳、朴素内敛的视觉效果。从整体构图角度而言,湘西苗绣图案是一种灵活的“随形布局”,大致可归纳为:均衡对称式、曲线辐射式、混合式三种。但是绣娘们在具体操作中,会根据图案在画面中的面积和形状调整布局,使画面显得更加生动灵活。

1.2 湘西苗绣图案的文化和审美内涵

湘西苗绣图案在苗族历史进程的发展中,不仅是作为装饰物点缀当地人们的服饰和生活用具,由于图案纹饰本身具有以形达意和图画记事的功能,因此湘西苗绣图案还承担着记载当地历史文化的重要使命,反映着湘西苗族人民的宇宙观、世界观、生命观。二绳纹、四维纹、八角纹等标志分别代表着古人对宇宙四时、方位、天圆地方的认识和理解^[4]。而太极鱼、伏羲、八卦纹饰等图案则代表着湘西苗族人民对阴阳哲学中世界生成观念的传承。此外,湘西苗绣图案还表现出明显的自然崇拜、祖先崇拜,以及对吉祥美好生活憧憬和追求的生命观,见表 1。在苗族先民们的观念中,天地万物均源于自然之中。因此,苗族人民对自然抱有一种敬畏和依赖之心,认为自然万物皆有灵性。湘西苗绣图案中反复出现的蝴蝶妈妈、神犬玛媾、枫树等图案,都生动表达了苗族祖先渴望子嗣延续、生生不息的生命崇拜。

表 1 湘西苗绣图案特征分析
Tab.1 Analysis on pattern characteristics of Miao embroidery in Xiangxi

造型特征	图例	归纳分析
线条		线条多采用几何形状或随机创作的自由轮廓线条为主
色彩		儿童、青年穿着的苗绣服饰色彩鲜明、对比强烈;而中老年人的服饰色彩则成熟沉稳、朴素内敛
构图		湘西苗绣图案的构图是一种灵活的随形布局,其应用形状有正方形、三角形、半圆形、不规则形等构图
纹样主题	图例	文化寓意
二绳纹、四维纹、八角纹		分别代表着古人对宇宙四时、方位、天圆地方的认识和理解
阴阳太极、伏羲图案		代表着湘西苗族人民对阴阳哲学中世界生成观念的传承
天地万物等自然景象		表达出自然崇拜、祖先崇拜,以及对吉祥美好生活憧憬和追求的生命观

1.3 数字化设计理论及应用现状

当前,科技的飞速发展为各行各业带来了全新的产业变革,数字化技术的革新也为发扬和创新传统文化提供了一条崭新的路径。将数字化技术手段运用于湘西苗绣图案的设计创新中,能为苗绣艺术注入新鲜的活力,更新创作出大量符合时代审美需求的图案素材,为湘西苗绣文创产品的开发增加更多可能性。

目前,运用数字化手段对刺绣类传统手工艺进行创新再设计成为传承优秀传统文化的有效途径。本文重点研究的两种数字化图案衍生手段——形状语法和风格迁移算法,都是以数字运算逻辑对目标图案进行形状演变的设计手法^[5]。当前国内外针对形状语法的应用主要集中在以下几方面。

1) 形状语法与感性工学、语义差异法、形态分析法等研究方法相结合,对产品的外观形态进行意象研究。刘明远等^[6]利用形态分析法提取了目标产品的品牌风格特征,然后利用形状语法将品牌风格特征与意象几何形态相融合,进而完成产品主体的形态设计。

2) 形状语法与参数化、可视化算法相结合,利

用人工神经网络、进化算法等手段，自动生成并迭代出产品的多种外观形态。ANG 等^[7]将形状语法与 Bees 算法的优化技术相结合，从而生成满足特定功能要求的品牌设计造型。

3) 形状语法与产品家族理论相结合，将产品基因概念引入到形态设计中，重点研究系列产品中各形态之间的相似性与继承性等问题。卢兆麟等^[8]为了帮助品牌能够在继承自身风格的基础上快速生成系列化设计方案，提出了基于形状语法的产品设计 DNA 推导方案，并且以设计实例的方式验证了此方法的实用性与有效性。而针对风格迁移算法在设计中的应用，钱潇驰等^[9]借助风格迁移算法，通过分析、提取唐卡刺绣的色彩特征并对图案再设计，验证了这种算法可以高效、快速地实现唐卡刺绣图案的风格装饰创新。郑锐等^[10]参照风格迁移算法的结构模型，实现了对刺绣艺术风格的数字合成与迁移，也证明了这种算

法在图案设计中的应用的潜力和价值。当前，虽然形状语法与风格迁移算法已经被广泛运用到设计研究中，但形状语法大多以产品设计的外观形态作为研究对象，两种方法针对湘西苗绣图案展开的讨论均缺乏充分的研究。

研究框架共分为三大模块（如图 1 所示）。

1) 分析湘西苗绣图案的造型特征。在此基础上，归纳总结出能够强烈反映湘西苗绣文化特色的典型纹饰图案。

2) 针对选定图案的纹饰特征进行再设计创作。采用形状语法和风格迁移算法对图案进行创新设计或风格重塑。

3) 生成新的装饰图形方案。结合绘图软件 and 现代设计法则合理组织调整图案元素，完成最终图形方案。这些方案可被应用于湘西苗绣相关的文创产品中。

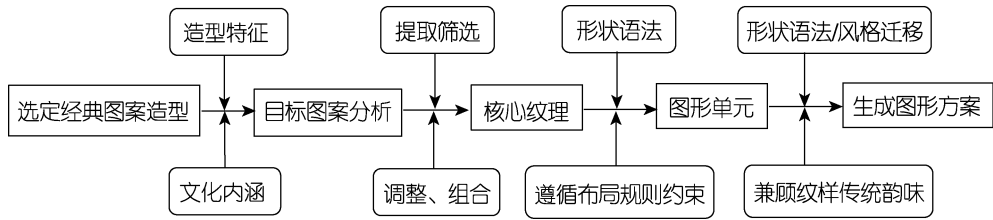


图 1 研究框架示意图
Fig.1 Schematic diagram of research framework

2 基于湘西苗绣图案的数字化设计流程

2.1 基于形状语法的图案设计创新

形状语法（Shape Grammars）是一种计算机辅助设计生产系统，最初是由 STINY 等^[11]于 20 世纪 70 年代提出并将其应用于绘画与雕塑创作，随后扩展到建筑、室内、产品创新设计等领域，对湘西苗绣图案的创新设计而言也具有一定的实用价值。形状语法推演步骤如图 2 所示。传统形式的图案创作，一般是由

设计师或专业人员根据大脑中的构图想象，表达在图纸或其他介质上，经由反复调整修改最终成型。这种创作方式不仅效率低下，而且对创作者的专业设计能力要求较高^[12]。形状语法则可以借助计算机程序，遵循美学原理和几何构图规则，对苗绣图案中的基础图形元素自动进行排列、旋转、镜像、错切或变换位置等操作，结合现代设计语言对图形进行组织、筛选和重组，形成新的图形方案^[13]，进而生成大量的系列创新图案。不仅可以节省人力、缩短设计周期，由于新

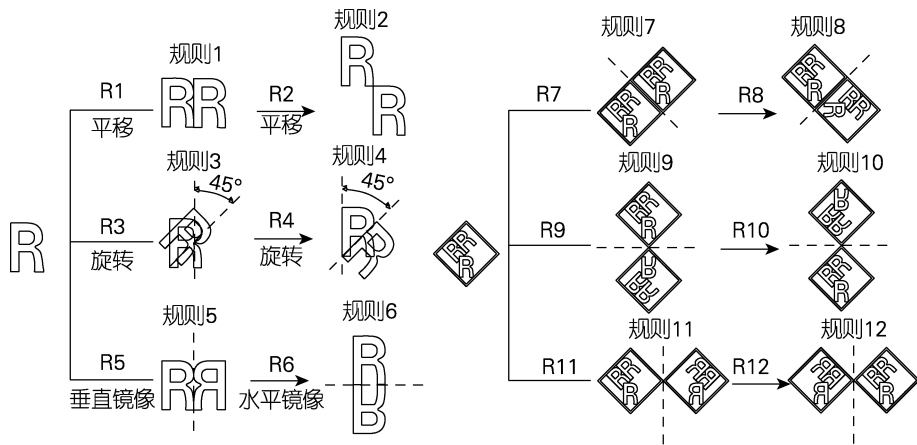


图 2 形状语法图案生成规则
Fig.2 Pattern generation rules of shape grammar

推演出的创新图案是基于传统湘西苗绣图案衍生而来, 因此运用形状语法设计创新图案, 还能很好地传承传统图案中的文脉和内涵。

2.1.1 提取湘西苗绣图案典型纹饰特征

典型纹饰特征是指具有代表性或概括性的图案纹饰, 能够较好地反映湘西苗绣所要表达的民族意识、思维方式, 以及审美与文化艺术心态。从典型纹饰中提取的核心纹理特征是对湘西苗绣图案进行创新式设计的基础图形元素。“蝴蝶妈妈”作为湘西苗族刺绣中最主要的纹样之一, 是苗族崇拜的“母祖”, 在苗族文化中具有特殊的象征意义。蝴蝶纹既是湘西苗族人民对远古祖先的崇拜和敬仰表现, 又是祈吉纳福、渴望神灵庇佑的艺术符号。四季蝴蝶(如图 3 所示)纹取材自然, 包含了湘西苗人对自然的热爱和崇拜。当地绣娘在创作苗绣图案时, 善于大胆而夸张地进行想象, 习惯将自然界中的两类物种有机结合组成新的形象。这种共用图形的造型方式, 兼备具象与抽象手法, 从而创造出了丰富多彩的画面效果和独具一格的审美空间。因此, 为保证继承湘西苗绣的创作风格, 在提取苗绣图案的典型纹饰时需要考虑到这个特点。本案中, 采用蝴蝶与花卉、枝叶结合的综合形状, 蝶翅生叶, 蝶身则是蝴蝶与蕊、花、叶互为一体的形态, 也从一定程度上表达出三者之间的“共生”关系。此外, 蝶身正中心位置图案采用苗绣中常见的如意纹, 寓意着向往美好的情感寄托, 符合苗绣寄情于形的表现手法, 见图 4。

2.1.2 依据形状语法设计新的图形方案

湘西苗绣构图饱满、纹饰丰富、层次分明、聚散有致, 大体可归纳为主体纹饰、角隅纹、分割纹等不同类型。从湘西苗绣纹样中分别选取经典图案蝴蝶纹和象征美好长寿的桃花造型, 经过简化提炼出初始纹理图形。采用形状语法进行图形演变, 在遵循传统湘西苗绣常用的均衡对称布局、画面饱满充实等形态规则的基础上, 结合形状语法中的平移复制(R1)、旋转(R3)、垂直镜像(R5)、水平镜像(R6)这四种推演方法, 分别形成基本图形单元 1、单元 2(如图 5 所示)。



图 3 湘西苗绣经典图案——四季蝴蝶
Fig.3 Classic pattern of Xiangxi Miao embroidery:
four seasons butterfly

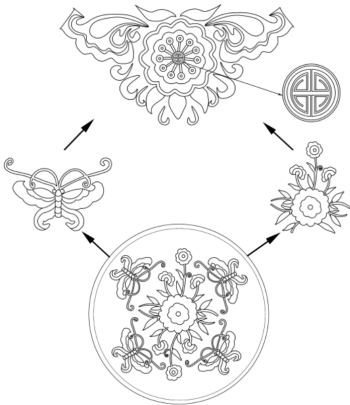


图 4 图案提取与转化
Fig.4 Pattern extraction and transformation

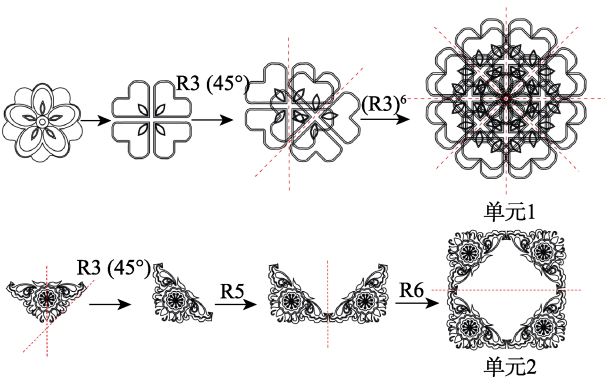


图 5 单元图案衍生过程
Fig.5 Cell pattern derivation process

基于苗绣传统的布局规则、填充配色等条件的约束, 利用所生成的图形单元经过再次调整、组合成全新的苗绣图案, 见图 6。在传统湘西苗绣中, 蝴蝶虽作为图腾纹样, 但一般不会占据画面的中心位置, 而是围绕花卉图案向四周依次展开, 形成角隅纹。此外, 苗绣十分注重表现图案的动态化特征, 拒绝呆板静止的画面效果。因此, 在分割纹的选择上, 采用波浪状的菱形图案, 营造一种连续起伏的装饰效果。色彩填充沿袭传统湘西苗绣图案中常用的红、绿、蓝、黄、黑等色相特征, 见图 6。通过构图、用色、纹饰选择等方面继承湘西苗绣的传统创作风格, 运用形状语法快速生成全新的图形方案, 既凸显了传统湘西苗绣图案的韵味, 又能较好地迎合当代人们的审美品位, 可将其运用在文创产品设计之中, 赋予产品独有的地域文化属性, 有利于提升产品的特色和竞争力^[14]。

2.1.3 结果评价分析

为了验证由形状语法推演得到的图形方案是否在延续传统湘西苗绣艺术风格的同时兼具一定的创新性并满足当代人们的审美需求, 通过发放调查问卷形式, 对 32 名受试者进行心理感知评价测试。本次调查问卷基于语义差异法, 由两组形容词对的 5 阶 Likert 量表构成。受试者群体包括在校大学生、高校教师、设计师等。

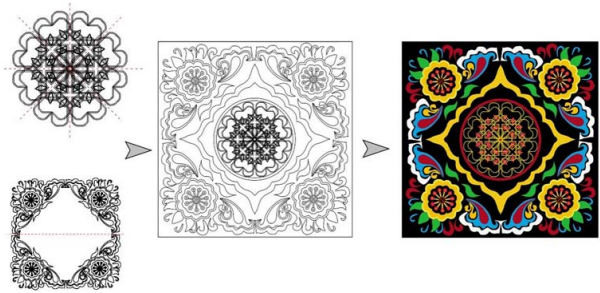


图 6 基于形状文法生成的苗绣图案
Fig.6 Miao embroidery patterns generated based on shape grammar

先由受试者浏览一定数量的湘西苗绣图片，使其对湘西苗绣的风格特征产生直观印象，随后对图形方

案的评价量表进行打分。经过对回收问卷的评分数据进行统计分析，从而获取测试者的评价结果。最终结果显示：共 27 人认为该图案完全延续或基本延续了苗绣风格（平均分为 1.13）；共 22 人认为该图案完全符合或基本符合当代审美（平均分为 0.72）。两种结果的平均分都大于 0。评价数据（如表 2 所示）说明该方案既延续了传统湘西苗绣艺术风格，同时又迎合了当代人的审美取向。由此可见，在利用形状语法进行苗绣图案推演时，须结合湘西苗绣中的经典纹样、构图骨架、色彩搭配手法填充组织画面，这样才能延续湘西苗绣的整体风格。与此同时，通过简化提取造型、优化图案布局、调整色彩配比等手法，能使由形状语法生成的图案更加符合当代审美需求。

表 2 基于形状语法生成的湘西苗绣图案结果评价
Tab.2 Evaluation of Xiangxi Miao embroidery patterns generated based on shape grammar

问题	态度	人数	得分	平均分
是否延续了苗绣传统风格特征	完全不具备苗绣风格（-2 分）	0	0	1.13
	不太具备苗绣风格（-1 分）	3	-3	
	一般（0 分）	2	0	
	基本延续了苗绣风格（1 分）	15	15	
	完全延续了苗绣风格（2 分）	12	24	
是否符合当代审美需求	完全不符合当代审美（-2 分）	1	-2	0.72
	不太符合当代审美（-1 分）	5	-5	
	一般（0 分）	4	0	
	基本符合当代审美（1 分）	14	14	
	完全符合当代审美（2 分）	8	16	

2.2 基于风格迁移算法的图案设计

风格迁移算法是将一种图像的内容语义与其他图像的风格特征结合重构出不同形态的视觉图形，从而实现在保留原有图像内容的基础上赋予新图形多元的纹理、色彩、轮廓等信息特征的方法。风格迁移算法由 GATYS 等^[15]于 2015 年首次提出，其利用深度学习神经网络提取图像特征，并将内容和风格特征分离出来进行量化分析，通过调整两者权重组合得到新的图形，用相关损失函数表达最终重构的目标风格图形。按照 GATYS 的研究思路，目标图像总损失函数的计算，见式（1）。

$$L(\bar{p}, \bar{a}, \bar{x}) = \alpha L_c(\bar{p}, \bar{x}) + \beta L_s(\bar{a}, \bar{x}) \tag{1}$$

式中： $L_c(\bar{p}, \bar{x})$ 代表内容损失重构图像内容； $L_s(\bar{a}, \bar{x})$ 代表风格损失重构图像风格； $\bar{p}$ 代表内容图像， $\bar{a}$ 代表风格图像， $\bar{x}$ 代表最终生成的图像； α 和 β 则分别用来协调图像内容和风格特征的参数，当 α 越大，则生成的图像就越会接近内容图像（ $\bar{p}$ ）的特征，而当 β 越大，则生成的图像则会更加倾向于风格图像（ $\bar{a}$ ）的特征。

这种由计算机运算产出的目标图像兼具两种或

多种素材图像的风格特征和内容特征，在当今艺术设计领域有着广阔的应用前景。

2.2.1 利用风格迁移算法对图形进行艺术风格化模拟

湘西苗绣是当地苗族人民倾注全部身心情感创作出来的绣品，也是创作者表达生活态度和艺术追求的载体。因其特殊的地理环境和苗族人的审美特质，湘西苗绣图案呈现出地域特点鲜明的风格特征以及浓郁的原始风貌。但传统湘西苗绣图案的更新与创作较为耗时费力，且目前苗绣主要应用于当地的一些服饰、织物等产品中，应用领域较为局限。利用风格迁移算法可以将湘西苗绣图案与不同的艺术风格融合，以快速得到大量具有全新艺术效果的图形方案，提升人们的视觉感官体验，也为苗绣图案的二次创作带来更多可能，从而拓展湘西苗绣的应用途径。

当前市场中，基于风格迁移算法开发的应用程序已经较为成熟，并得到了普遍应用。例如基于神经网络和人工智能技术开发的两款照片编辑软件——Prisma 和 Ostagram，可以轻易实现将各种艺术风格迁移到相应图像中，从而为普通照片添加丰富多变的艺术效果。以 Ostagram 为例，选择由形状语法推演出的图案纹样作为内容图像样本，分别采取不同艺术特征的

图片作为风格图像样本, 经由后台程序运算, 最终生成的目标图像兼具苗绣图案内容和其他艺术图片的风格特征, 见表 3。此外, 该程序还能根据需要调整风格化尺度和力度的参数大小, 并且可以选择是否保留原有图片的色相、细节等。

当内容图片的权重设置较高时, 风格的转化率就会比较低, 图片最终呈现的效果就会包含更多内容图片的细节。而当风格化图片的权重设置过高时, 就会对原图片内容的形状、结构等关键信息造成一定破坏。因此, 在将风格迁移算法运用到湘西苗绣图案的设计时, 需要对内容权重与风格权重进行合理调整, 从而达到最佳理想效果。在内容权重保持不变的前提下, 风格权重从 10 上调至 3 000, 生成图案的风格迁移效果逐渐加强, 并且在风格权重设置为 100 时, 风格迁移的效果相对最优, 具体见表 4。

2.2.2 运用绘图软件对图形进行局部修饰

单纯通过风格迁移算法得出的目标图像与实际预期或多或少会存在一些差距。因此, 为了更好地呈现出湘西苗绣图案的风格化迁移模拟效果, 需要在生成的目标图像基础上, 运用绘图软件进行局部修饰和调整。可通过 Photoshop 中的蒙版添加、透明度调整、叠加效果改变等模式, 使湘西苗绣图案与相应图片艺

术风格的融合更加协调, 也可根据实际需求实现定制化修饰, 进而适应当代人的个性化审美追求, 为湘西苗绣图案更好地运用于当代艺术设计领域奠定良好基础, 尤其是在诸如文创产品设计中, 风格迁移算法可以为湘西苗绣文创产品设计提供大量的创作素材^[6]。需要注意的是, 在利用数字化手段进行苗绣图案设计的过程中, 既要充分结合不同软件或算法的技术优势以生成创新图形方案, 也要关注苗绣传统图案的创作特点和审美韵味, 这样才能更好地继承和发扬湘西苗绣纹样中蕴藏的文化精髓。

2.3 打造数字化在线设计创作平台

随着数字化时代的到来, 针对非物质文化遗产保护与传承的形式发生着翻天覆地的变化, 也为基于非遗的文创产品图案设计提供了不同的解决方案。在充分研究湘西苗绣图案的基础上, 结合形状语法和风格迁移算法这两种数字化图形衍生手段, 可将湘西苗绣图案的创作部署至 WEB 端, 在借助 AR、VR、H5 等平台的基础上实现在线设计, 并实时查看生成结果, 增强设计的交互性。这不仅能方便设计师了解湘西苗绣图案创作的文化依据, 对设计图案快捷高效地进行生成和迭代, 还能帮助消费者实现个性化定制苗绣文创产品, 进一步完善用户的体验感。

表 3 风格迁移算法生成图片
Tab.3 Image generated by style migration algorithm

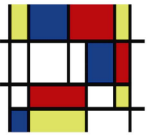
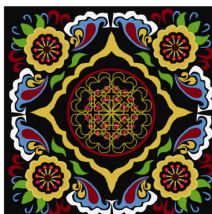
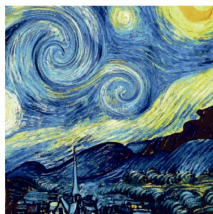
内容图片	风格图片1	风格图片2	风格图片3	风格图片4	风格化模拟图片1	风格化模拟图片2	风格化模拟图片3	风格化模拟图片4
								

表 4 内容权重与风格权重优化效果图
Tab.4 Optimization effect diagram of content weight and style weight

内容图片	风格图片	风格权重 10	风格权重 100	风格权重 1 000	风格权重 3 000
					

3 结论

将传统苗绣图案的开发与现代数字化技术手段进行交叉融合, 可以形成大量创意趣味与民族特色兼备的图案造型。一方面, 形状语法与风格迁移算法的结合, 为湘西苗绣图案的传承与创新提供了一套探索

路径, 其程式化的设计规则, 有利于计算机辅助技术介入传统织物纹样的设计再创新中。另一方面, 结合数字化在线创作平台, 快速设计出丰富多元且个性十足的图案纹样, 可以作为文创产品设计开发过程中良好的创作素材, 从而更好地满足消费者的需求, 对湘西苗绣文创产品的开发具有一定的指导意义。随着数

字化、智能化信息处理技术的愈发成熟,势必会为湘西苗绣图案的创新带来更多的可能性,也为其他传统民族工艺的发展提供了可以借鉴的新思路。

参考文献:

- [1] 李亚楠, 平锋. 乡村振兴战略背景下非物质文化遗产的传承创新研究——以天琴艺术为例[J]. 广西民族研究, 2021(5): 157-164.
LI Ya-nan, PING Feng. Living Inheritance and Innovation of Intangible Cultural Heritage under the Background of Rural Revitalization Strategy: Take Tianqin Art as an Example[J]. Guangxi Ethnic Studies, 2021(5): 157-164.
- [2] 刘文良. “非遗”视域下湘西苗绣传承的创新路径[J]. 西北民族大学学报(哲学社会科学版), 2020(5): 136-144.
LIU Wen-liang. Innovative Path of Inheritance of Miao Xiu in Western Hunan from the Perspective of Intangible Heritage[J]. Journal of Northwest Minzu University (Philosophy and Social Sciences), 2020(5): 136-144.
- [3] 徐皎, 孙湘明. 湘西苗绣帐檐研究[J]. 装饰, 2019(11): 140-141.
XU Jiao, SUN Xiang-ming. Study on the Eaves of Miao Embroidery Curtain in Western Hunan[J]. Art & Design, 2019(11): 140-141.
- [4] 李楚婧. 湘西苗绣图案研究[D]. 北京: 中央民族大学, 2020.
LI Chu-jing. Research on Miao Embroidery Patterns in Western Hunan[D]. Beijing: Central University for Nationalities, 2020.
- [5] 王伟伟, 杨延璞, 杨晓燕, 等. 基于形状文法的产品形态创新设计研究与实践[J]. 图学学报, 2014, 35(1): 68-73.
WANG Wei-wei, YANG Yan-pu, YANG Xiao-yan, et al. Method of Product Form Design Based on Shape Grammar[J]. Journal of Graphics, 2014, 35(1): 68-73.
- [6] 刘明远, 贺成柱, 邹建强. 基于虚拟感性工学的农业装备形态设计[J]. 包装工程, 2022, 43(6): 41-48.
LIU Ming-yuan, HE Cheng-zhu, ZOU Jian-qiang. Agricultural Equipment Form Design Based on Virtual Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(6): 41-48.
- [7] ANG M C, NG K W, PHAM D T. Combining the Bees Algorithm and Shape Grammar to Generate Branded Product Concepts[C]//Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 2013, 227(12): 1860-1873.
- [8] 卢兆麟, 汤文成, 薛澄岐. 一种基于形状文法的产品设计 DNA 推理方法[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2010, 40(4): 704-711.
LU Zhao-lin, TANG Wen-cheng, XUE Cheng-qi. Method of Design DNA Reasoning Based on Shape Grammar[J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2010, 40(4): 704-711.
- [9] 钱潇驰, 米书里. 基于深度神经网络的唐卡的色彩风格特征提取[J]. 计算机科学与应用, 2019, 9(11): 6.
QIAN Xiao-chi, MI Shu-li. Color Style Feature Extraction of Thangka Based on Deep Neural Network[J]. Computer Science and Application, 2019, 9(11): 6.
- [10] 郑锐, 钱文华, 徐丹, 等. 基于卷积神经网络的刺绣风格数字合成[J]. 浙江大学学报(理学版), 2019, 46(3): 270-278.
ZHENG Rui, QIAN Wen-hua, XU Dan, et al. Synthesis of Embroidery Based on Convolutional Neural Network [J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2019, 46(3): 270-278.
- [11] STINY, GEORGE, GIPS, et al. Shape Grammar[J]. Language, 2010, 46(2): 379-407.
- [12] 冯青, 吴婧璇, 田禹, 等. 基于形状文法的食用瓷器形态设计与研究[J]. 中国陶瓷, 2019, 55(4): 77-82.
FENG Qing, WU Jing-xuan, TIAN Yu, et al. Research for Form Design of Diet Porcelain Based on Shape Grammar[J]. China Ceramics, 2019, 55(4): 77-82.
- [13] 张欣蔚, 王进, 陆国栋, 等. 基于本体和形状文法的图案构形提取与重用[J]. 浙江大学学报(工学版), 2018, 52(3): 461-472.
ZHANG Xin-wei, WANG Jin, LU Guo-dong, et al. Extraction and Reuse of Pattern Configuration Based on Ontology and Shape Grammar[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Science), 2018, 52(3): 461-472.
- [14] 谷梦恩, 范伟. 湖南花瑶挑花文创产品的设计创新[J]. 丝绸, 2021, 58(7): 122-126.
GU Meng-en, FAN Wei. Design Innovation of Hunan Huayao Cross Stitch Cultural and Creative Products[J]. Silk, 2021, 58(7): 122-126.
- [15] GATYS L A, ECKER A S, BETHGE M. A Neural Algorithm of Artistic Style[J]. Journal of Vision, 2015(7): 122-126.
- [16] 陈捷, 徐戈. 风格迁移算法在漆艺文创品设计中的运用[J]. 装饰, 2020(3): 82-85.
CHEN Jie, XU Ge. The Application of Style Transfer Algorithm in the Design of Lacquer Art Creative Products[J]. Art & Design, 2020(3): 82-85.

责任编辑: 蓝英侨