

语义驱动的侗族织锦图案辅助设计路径研究

秦臻¹, 刘永红¹, 郑栋毅²

(1.湖南大学 设计艺术学院, 长沙 410082; 2.国防科技大学 计算机学院, 长沙 410003)

摘要: **目的** 优化民族图案创新设计过程中由于图案语义的隐性、复杂性等特点, 造成创新设计的图案脱离原始语境, 无法展现文化内涵。**方法** 以设计需求的关键性语义为驱动, 分别利用 TextRCNN、可拓语义量表、深度学习等技术手段, 建立包括语义输入与转化、侗锦图案匹配、设计辅助 3 个层面的侗锦图案智能设计路径。**结果** 通过对设计需求关键性语义的提取, 匹配相应语义的侗锦图案, 并智能生成语义相关的设计方案。**结论** 以语义为驱动的民族图案辅助设计路径, 有助于提高设计的效率, 增强民族文化元素使用的准确性。

关键词: 语义; 智能设计; 侗锦; 民族图案

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)14-0065-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.14.007

Aided Design Path of Dong Brocade Pattern Driven by Semantics

QIN Zhen¹, LIU Yong-hong¹, ZHENG Dong-yi²

(1.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China;

2.School of Computing, National University of Defense Technology, Changsha 410003, China)

ABSTRACT: In the process of innovative design of national patterns, due to the implicit and complex features of pattern semantics, innovative design patterns are separated from the original context and unable to show the cultural connotation. The purpose of this paper is to optimize and improve the problem. Driven by the key semantics of design requirement, the intelligent design path of Dong brocade pattern including semantic input and transformation, Dong brocade pattern matching and design assistance is established by using TextRCNN, extension semantic scale, deep learning and other technical means. Through the extraction of the key semantics of design requirement, the Dong brocade patterns with corresponding semantics are matched, and the semantics-related design schemes are generated intelligently. The aided design path of ethnic patterns driven by semantics can improve the efficiency of design and increase the accuracy of the use of ethnic cultural elements.

KEY WORDS: semantics; intelligent design; Dong brocade; national patterns

在传统文化“创造性转化和创新性发展”的背景下, 民族图案由于其独特的视觉外观和文化内涵, 常被运用于设计创新之中。然而, 在民族图案运用于设计创新的过程中也存在诸多问题。一方面, 仅仅基于视觉形态对民族图案的运用, 容易忽略图案本身的语义, 简单地对产品进行“穿衣戴帽”, 造成所设计方案的“去语境化及歪曲”。民族图案的语义往往又具有复杂而隐性的特征, 对它的提取和调研, 成为设计

创新前期研究的难题; 另一方面, 设计创新本身也有不同的主题语义, 民族图案创新的构图、排版、着色, 也需要与设计主题相适配。

1 民族图案设计创新中的语义驱动

1.1 设计中的语义驱动

语义, 在设计创新中不仅能够向使用者指示操作

收稿日期: 2021-04-20

基金项目: 国家重点研发计划课题(2019YFB1405702); 国家社科基金艺术学重点项目(20AG011)

作者简介: 秦臻(1988—), 女, 湖南人, 湖南大学设计艺术学院博士生, 主要研究方向为纺织品设计。

通信作者: 刘永红(1974—), 男, 安徽人, 博士, 湖南大学设计艺术学院教授、博士生导师, 主要研究方向为工业设计。

使用,还隐藏建立产品象征内涵,以满足使用者精神需求和消费文化需求^[1]。在设计过程中,语义被运用于设计创新的多个阶段^[2]。如在设计灵感启发阶段,Goldschmidt 等认为语义作为知识传达的一种途径,能有效促进灵感的产生。并通过对比实验,验证了相较于图形,语义在翻译视觉图像的过程中具有更广阔的空间^[3]。Luo 等对比研究了图像和文本两种启发类型对文化产品设计的影响,并提出以文本语义驱动的创意设计促使设计者研究文化遗产背后隐藏的信息,往往具有更高的创意水平^[4]。在产品创新的过程中,余从刚、季铁提出通过分析语义分层链接结构的方法,获取产品原型特征,辅助产品创新设计^[5]。在产品制作阶段,钱钰对不同产品材料质感的语义进行研究,讨论材质语义对产品的影响^[6]。这些研究都表明,语义是驱动设计创新的重要部分。

同时,通过语义驱动设计,也是计算机科学与设计学跨学科研究的关注焦点之一。如在语义驱动设计灵感方面,Sun 等利用脑电图观察在设计创意产生的过程中,文本语义条件下和非文本语义条件下大脑激活的区域,发现基于语义会产生更多样化的分析思维,有助于拓宽创造的可能性^[7]。在具体设计步骤中,Tokumaru 等提出了一种支持语义分析的色彩设计系统,辅助设计师通过语义和图像获得更好的配色方案^[8]。刘晨等对复杂产品工艺知识的语义进行分析,提出用对语义本体进行建模和度量的方法,使得复杂的产品工艺资源能以知识的形式形成相应的知识库,辅助产品创新开发^[9]。刘炯宙等提出了一种以色彩语义为驱动,以交互式遗传算法为基础的配色设计方法^[10]。在不同的设计领域,王鑫等提出了基于模糊语义构建影视特效动画生成系统,通过对用户输入的文字进行语义解析,利用粒子系统和小振波理论生成特效,提高动画特效生成的互动性与实时性^[11]。这些研究大多从某一设计过程出发,研究如何利用智能手段,促进语义对于设计创新的驱动,涉及以民族图案语义为驱动的研究较少。

1.2 民族图案中语义驱动的复杂性

在我国“图必有意”的文化背景下,民族图案除了独特的视觉外观,还具有复杂的图案语义^[13-14]。首先,这些语义往往是当地文化持有者具身化的隐性知识,它根植在当地人民的生产生活之中,与该民族的历史文化、地域民俗、生活习惯等紧密关联。对这些图案语义的收集需要基于大量的田野调查、文献研究、专家访谈等前期调研。以侗族织锦为例,侗族织锦中的“多耶纹”,也称“踩堂歌”,造型为手拉手的人纹,以前用以表现侗族人民跳多耶撒团舞用于祭祀的场面,现在这一舞蹈已经演变成节庆时侗寨围篝火而舞、欢聚一堂的庆祝形式。所以,通过对湖南省通道县文坡村的侗族文化持有者的采访等前期研究,提取到的“多耶纹”的关键性语义包括“美满、团结、

愉悦、跳舞、庆祝”。而这些关键性语义,很难从对图案直观的观察中发现。

民族图案的运用规则具有经验性、默会性、情境依赖性等特点。当地文化持有者对于图案语义的使用,往往凭借以往的经验,在日常生活中默默习得。而当地文化持有者“所知道的多过能言说的”,所以它的语义运用规则通过单纯的田野调查很难穷尽^[12]。以侗族织锦中的“多耶纹”为例,它的关键性语义包括“团结、美好、跳舞、美满、庆祝”,但具体哪个语义所占的比例权重最大,使用“多耶纹”时,应该最先考虑哪个语义,需要在设计过程中进一步地判别和研究。同时,这些语义的使用具有情境依赖的特点^[13]。在侗族织锦中,“多耶纹”与不同的纹样搭配会形成不同的复合语义,如“多耶纹”与“马纹”合用,不仅表示“骑马”,还表示“勇猛”“迅速”。“多耶纹”与“竹根花”合用,运用到男子服饰上,寓意“多子多福”等。

民族图案语义的这些特点,需要在设计创新的前期做大量的社会调研、重复实验,成为设计创新过程中的难题。

1.3 针对民族图案的智能设计研究

在对民族图案智能设计的研究中,大多学者都是从民族图案的视觉形态出发,研究如何利用计算机技术对图形进行提取、分析与再造,对民族图案语义的研究较少。如 Indraprastha 等利用 jBatik 软件中的 L 系统,对印度传统的 Aceh 装饰图案进行局部保留、提取、重构,为设计师利用地方装饰进行数字化设计提供更便利的方法^[14]。Sayed 等利用参数形状语法(PSG),对伊斯兰几何图案进行再造,不仅可以更为便捷地形成多样化的设计方案,还能直观地生成三维的创新图案^[15]。Tian 等提出了基于几何分形技术的蜡染花卉图案的自动生成系统,先在系统中预设置好蜡染花卉的图像,用户通过改变花卉不同部分的相关参数值,可模拟快速生成蜡染花卉图案^[16]。黄灿君提出基于 web 开发丝绸文物创意设计专家系统,用户可以通过选择其所构建的丝绸图案库中的主、辅纹图案,选择预设构图方案,利用计算机快速生成新的图案设计方案,以此辅助丝绸图案的创新设计^[17]。这些研究主要集中在如何使用计算机快速生成设计方案,提高设计效率。Ma 等提出了基于遗传衍生的民族图案智能生产方法,提到了设计创新需要考虑民族图案背后具有复杂的隐藏语义,但主要的研究仍集中于如何以形状语法利用图案基元形成新的图案设计,对语义如何引入设计过程讨论较少^[18]。

2 语义驱动的侗锦图案智能设计路径

基于语义驱动在设计中的重要性和民族图案语义的复杂性,此侗锦图案智能设计路径以语义驱动为

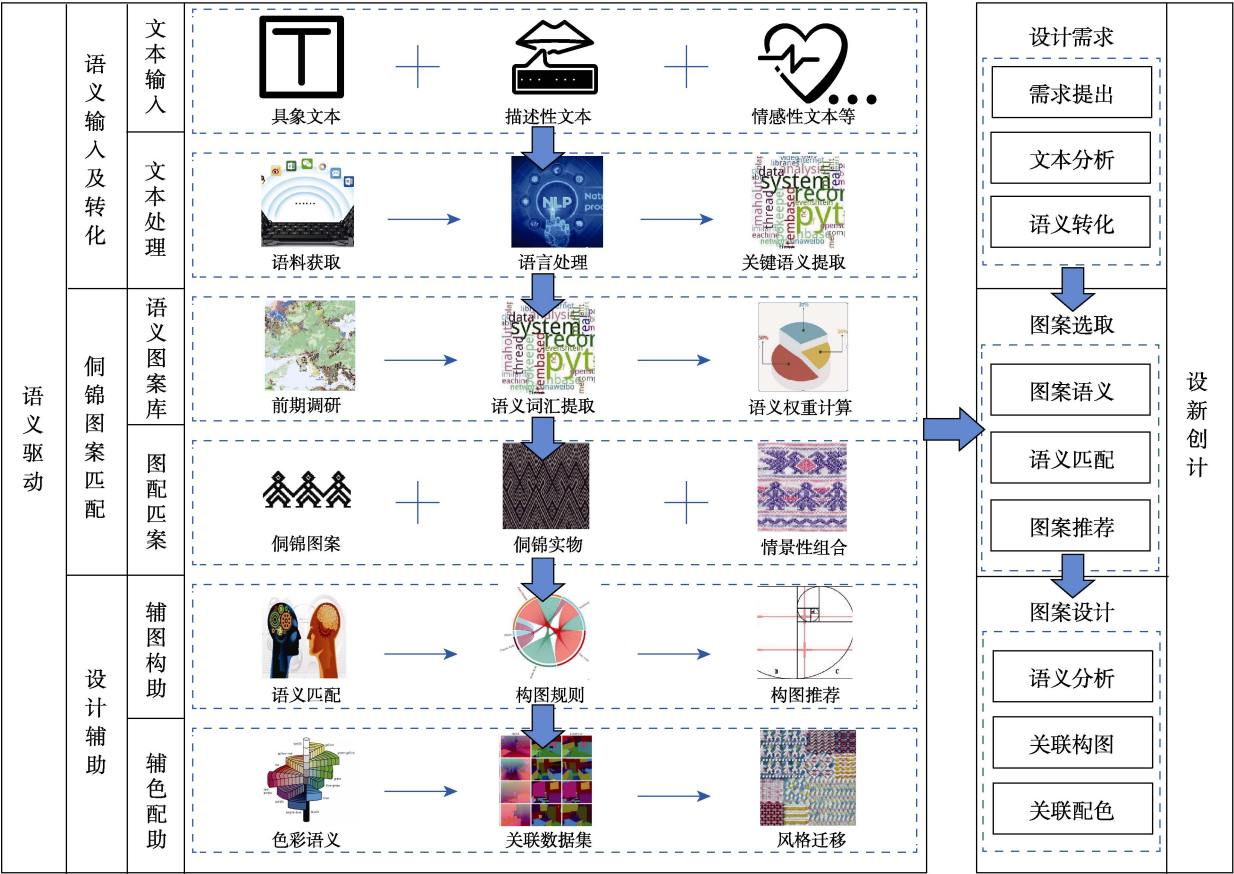


图 1 侗锦图案智能设计路径框架
Fig.1 Framework of Dong brocade pattern intelligent design path

基础，分为 3 个层面，见图 1。

第一个层面为语义的输入与转化层面。此层面主要作用为获取设计者的设计需求，并转化为计算机可识别分析的关键性语义。在用户端，输入与设计相关的文本，此文本可以是“花”“鸟”“人”等具象文本，“团圆”“欢聚”等描述性文本，“快乐”“喜庆”等情感性文本，也可以是“鸟语花香”“花样年华”等综合性文本。在计算机端，通过文本分类，对用户所输入的文本语料进行分析，获取文本的关键性语义。所获取的关键性语义，成为以下两个层面的主要驱动因素。

第二个层面为侗锦图案匹配层面。此层面主要为设计者推荐与设计需求关键性语义相关的侗锦图案，并提供相关的拓展知识。首先，通过田野调查、文献研究、专家论证等方法，对侗锦图案进行收集、提取和分析，获得图案基元的关键语义，使图案语义由隐性转向显性。其次，以可拓算法，对每个语义的比例权重进行计算，按照语义权重的顺序标签于每个图案，形成语义与图案相对应的图案语义库。解决图案语义多重、复杂的问题，并为之后按语义需求匹配图案提供更精确的保障。最后，通过语义将侗锦图案与上一层面所获得的用户所输入的文本进行匹配，推荐出语义匹配度较高的侗锦图案，相关实物和相关语义

的情景性组合，供用户阅读和选择。

第三层面为设计辅助层面。此层面主要按照用户所输入文本的关键性语义，生成相应的构图和配色方案。在构图上，先预设好相应的构图规则库，并针对不同构图规则标注相应的语义标签。再通过用户输入的关键性语义匹配相关的构图规则，如“圆满”匹配“对称式”“饱满式”构图。结合上一层面所选择的侗锦图案，生成相应的构图方案，进行推荐。在色彩上，对预设的色彩数据集进行语义标注，根据用户输入语义匹配相关的数据集，对构图方案进行风格迁移，为图案进行着色，形成较为完整的图案设计方案，从而启发、辅助设计。

3 实现语义驱动侗锦图案智能设计的主要技术

3.1 基于 TextRCNN 的语义输入与转化

3.1.1 主要技术路径

语义输入与转化的任务是将用户所输入的文本通过文本分类^[19]，转变为关键性语义。TextRCNN 有别于传统的自然语言处理中的文本分类模型，它是通过双向循环神经网络，结合词语的上下文，利用文本的语境获取更准确的语义，可以计算出文本属于某一

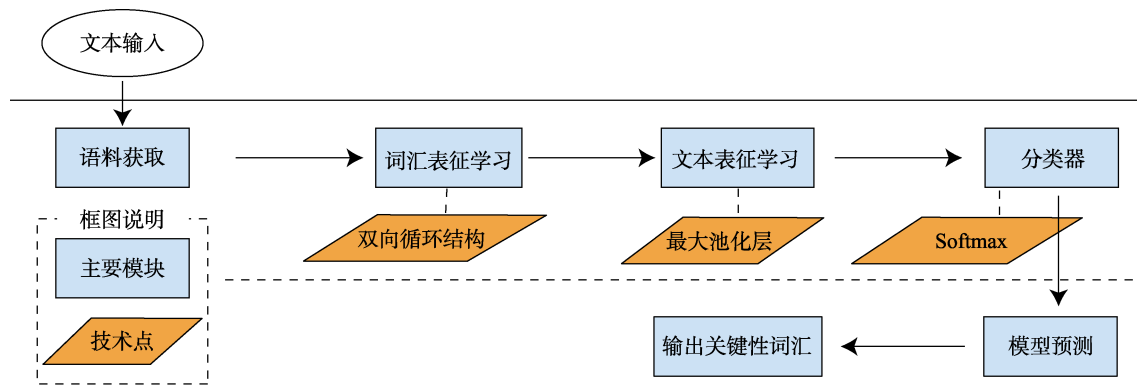


图 2 语义输入与转化层主要技术路径

Fig.2 Main technical path of semantic input and transformation layer

情感类别的概率,具有较高的分类性能。TextRCNN 主要分为语料获取、词汇表征学习、文本表征学习、softmax 分类器、模型预测五个模块,见图 2。在语料获取模块,用户所输入的文本直接成为计算机处理的语料。在词汇表征学习模块,主要用于提取每个单词的特征信息,该特征信息包括单词的前序文本语义信息、后序文本语义信息和单词本身的嵌入信息。在文本表征模块,利用卷积神经网络来提取文本的语义特征,应用最大池化层提取出整个文本的特征信息,输出文本语义的关键性信息。采用 softmax 分类器来根据文本的语义特征计算文本属于某一个分类的概率。最后,进行模型预测以输出关键性词汇。

3.1.2 词汇表征学习

在 TextRCNN 技术流程中,首先是词汇表征学习 (Word representation learning) 模块。在此模块中,使用双向循环结构来捕捉词汇的上下文。设用户输入的文本为 D , 文本 D 中包含单词的序列 $w_1, w_2, \dots, w_n$ 。此阶段的任务是提取文档中每个单词的特征信息,该特征信息不仅包括某一单词本身的嵌入信息,还包括它前、后序文本语义的信息。前序文本的语义信息和后序文本的语义信息的计算,分别如式(1)和式(2)所示:

$$c_l(w_i) = f(W^{(l)}c_l(w_{i-1}) + W^{(sl)}e(w_{i-1})) \quad (1)$$

$$c_r(w_i) = f(W^{(r)}c_r(w_{i+1}) + W^{(sr)}e(w_{i+1})) \quad (2)$$

其中, $c_l(w_i)$ 表示单词 w_i 的前序文本语义信息, $c_r(w_i)$ 表示单词 w_i 的后续文本语义信息, $e(w_{i-1})$ 表示单词 w_{i-1} 的嵌入信息, $W^{(l)}$ 是用户隐藏层转换的转移矩阵, $W^{(sl)}$ 是融合单词 w_{i-1} 的嵌入信息的矩阵, f 是非线性的激活函数。

然后,将 3 个部分的信息融合得到单词 w_i 的特征信息 x_i , 见式(3):

$$x_i = [c_l(w_i); e(w_i); c_r(w_i)] \quad (3)$$

接着,采用 tanh 激活函数,对 x_i 进行非线性转换得到单词 w_i 最终的特征信息 $y_i^{(2)}$, 见式(4):

$$y_i^{(2)} = \tanh(W^{(2)}x_i + b^{(2)}) \quad (4)$$

3.1.3 文本表征学习

文本表征学习 (text representation learning) 阶段根据词汇表征阶段计算出的所有单词的特征信息来提取文本的语义特征。当文本的所有单词的特征信息被计算后,通过应用最大池化层提取出整个文本的特征信息,见式(5):

$$y^{(3)} = \max_{i=1}^n y_i^{(2)} \quad (5)$$

其中, $y^{(3)}$ 表示文本的特征信息, $\max$ 函数是一个 element-wise 的函数,表示 $y^{(3)}$ 的第 k 个元素是 $y_i^{(2)}$ 的第 k 个元素的最大值。

通过最大池化层可以找到文本中最重要的语义信息,池化层将词汇表征阶段的输出作为输入,最后通过线性转换得到最终的文本语义信息 $y^{(4)}$, 见式(6):

$$y^{(4)} = W^{(4)}y^{(3)} + b^{(4)} \quad (6)$$

3.1.4 softmax 分类器

softmax 分类器用于预测对象属于某一个分类的概率,其输入值是一个向量,通过归一化处理后输出一个向量,其中每个元素值在 0~1,元素值代表输入某个分类的概率,所有元素值之和为 1。softmax 分类器以文本的语义信息作为输入,输出该文本的分类概率。概率最大的语义词汇,将作为用户输入文本的关键性语义。见式(7):

$$p_i = \frac{\exp(y_i^{(4)})}{\sum_{k=1}^n \exp(y_k^{(4)})} \quad (7)$$

3.2 基于可拓语义分析技术的侗锦图案匹配

3.2.1 侗锦匹配层面主要技术路径

在提取了用户输入文本中的关键性语义后,需要针对语义在侗锦库中匹配与之相适应的侗锦纹样。在此层面,首先需要建立图案语义库,而图案语义库的建立主要包括田野调查、图案处理、语义提取、语义

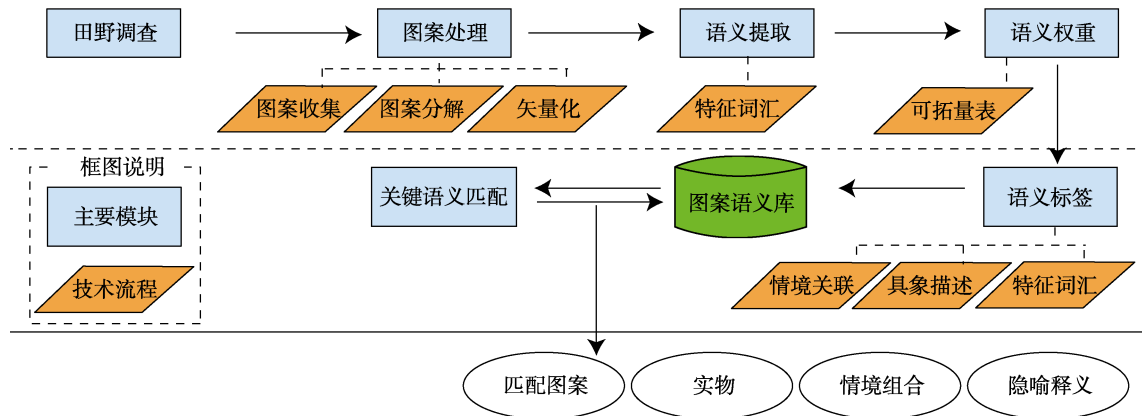


图 3 侗锦图案匹配层主要技术路径

Fig.3 Main technical path of Dong brocade pattern matching layer

权重、语义标签 5 个模块，见图 3。在田野调查模块，以真实的调查与研究为基础，与当地文化持有者互动，切实收集侗锦实物、文化符号和相关语义。在图案处理模块，对所收集到的实物进行图案的分解、提取和矢量化，以便于之后的设计运用和语义分析。在语义提取模块，针对单个图案基元进行语义特征词汇的提取，提取方法包括文献资料查阅、文本分析、专家解析、文化持有者评估。在语义权重计算模块，采用可拓语义的算法^[20]，对所提取出来的每个语义特征词汇所占的权重进行计算，分析出各语义特征词汇的可拓设计区间，形成有效排序。在语义标签模块，将各特征词汇根据权重计算结果将特征词汇按顺序关联至单个侗锦图案，以此建立图案语义库。此图案语义库可与上一层用户输入文本的关键语义建立匹配关系，从而在用户端，可得到与输入文本语义相匹配的图案纹样、图案背后的隐喻文化及释义、承载图案的相应实物、图案常用的情境性组合及释义。

3.2.2 可拓语义主要算法

根据可拓理论，对民族图案的特征语义权重进行计算。首先，将民族图案 P 分为 3 个部分， O 表示图案本身， C 表示图案的语义特征， V 表示每个语义词汇的可拓区间。而每一图案，都会有 n 个特征语义词汇，每一个语义特征词汇 C_i 对应一个可拓值 V_i ，见式(8)：

$$P = O, C, V = \begin{bmatrix} O, C_1, V_1 \\ C_2, V_2 \\ \dots \\ C_n, V \end{bmatrix} \quad (8)$$

而 V_i 进一步可以分解为 V_{ix} 和 V_{iy} ，其中 V_{ix} 表示这个词与图案的关联程度。设，评分的分值为 $1-\alpha$ ， β 为参与评分的人数， d_a 表示某语义词汇所得分数 a 的个数。 V_{ix} 的计算方法见式(9)：

$$\overline{V_{ix}} = \frac{\sum_{a=1}^{\alpha} d_{an}}{\beta \frac{\alpha(\alpha+1)}{2}} \quad (9)$$

V_{iy} 则是这个语义词汇设计中的使用价值。设评分分为 $1-\theta$ ， φ 为参评人数， V_{iy} 的计算方法见式(10)：

$$\overline{V_{iy}} = \frac{\sum_{n=1}^{\varphi} b_n}{\varphi} \quad (10)$$

由此可以得出这一语义词汇对于该图案的可拓区间，可拓区间越大，该词汇在对应的图案中所占的语义特征越大。见式(11)：

$$V_i = \overline{V_{ix}} \overline{V_{iy}} \quad (11)$$

3.2.3 侗锦图案语义库

基于前期的田野调查、图案处理、语义提取和语义权重计算，可建立侗锦图案语义库。该库基于侗锦的单个图案，对其进行文本释义，并将可拓算法计算出的每个语义特征词汇，按权重顺序将词汇标注于每个图案。另外，拓展关联了该图案所来源的承载实物和常用的情境性组合。部分侗锦图案语义库示例见表 1。

3.3 基于深度学习技术的设计辅助

3.3.1 设计辅助层技术路径

设计辅助层主要用来辅助设计师进行与设计需求语义相关的构图和配色，减少设计过程中对经验知识的依赖，增加图案创新与设计需求的契合度。设计辅助层主要技术路径见图 4，在图案构图方面，需要建立构图规则库，规则库主要分为构图骨架规则和主、辅纹填充规则，前期需要对不同构图规则的风格进行分析，并进行相应的语义标注。根据用户输入文本的关键性语义，可从构图规则库匹配相应的构图方法，结合图案匹配层所选择的图案，形成构图推荐。配色模块主要进行图案色彩的渲染，色彩渲染的技术手段采取风格迁移，即用算法来学习特定画作的风格，然后将这种风格应用到另一幅图案中。风格迁移算法总损失分为内容损失和风格损失两部分，通过梯度下降算法优化总体损失来训练生成模型，该模块主要基于 VGGNet^[21]和 CycleGAN^[22]模型实现。

表 1 侗锦图案语义库示例（部分）
Tab.1 Example of Dong brocade patterns semantic database (partial)

图案名称	图案示例	释义	语义权重	来源实物	情境性组合
多耶纹		多耶纹（踩堂歌）由侗族的祭祀集体舞——多耶萨团舞而得名，图形为多个侗族人手拉手舞蹈，是侗族早期对火及萨神的崇拜，也表现侗族人民团结友好	“团结”（1.368）> “美满”（0.942）> “愉悦”（0.893）> “庆祝”（0.849）> “跳舞”（0.510）	名称：踩堂歌素锦 编号：zj0005Z 存地：新通道侗族织锦数字博物馆	水波纹：隐喻侗族逐水而居的生活习性
百花纹		八角花（百花纹）是多种花的总称。侗乡多处南方山区，花类繁多。侗锦中的梅、桃、芙蓉、山茶等多品种的花卉，均以八个角的花代替。用其表达对美的追求和对生活的热爱	“美丽”（1.234）> “美好”（0.932）> “愉悦”（0.908）> “幸福”（0.642）> “春天”（0.630）	名称：生活场面彩织锦 编号：ZJ1001Z 存地：新通道侗族织锦数字博物馆	多耶纹：侗族生活场面描述 蛇纹：自然环境描述
凤纹		凤鸟被称为侗族的“天使媒信”，多用来表示女性，凤纹多运用在妇女的服饰、家居床品上，以单凤、双凤或二方连续的形式出现。常与龙纹搭配	“圆满”（1.219）> “尊贵”（0.904）> “神秘”（0.713）> “灵动”（0.474）> “美丽”（0.280）	名称：龙凤呈祥枕头套 编号：zt0002Z 存地：新通道侗族织锦数字博物馆	龙纹：寓意龙凤呈祥，多用于婚嫁用品
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

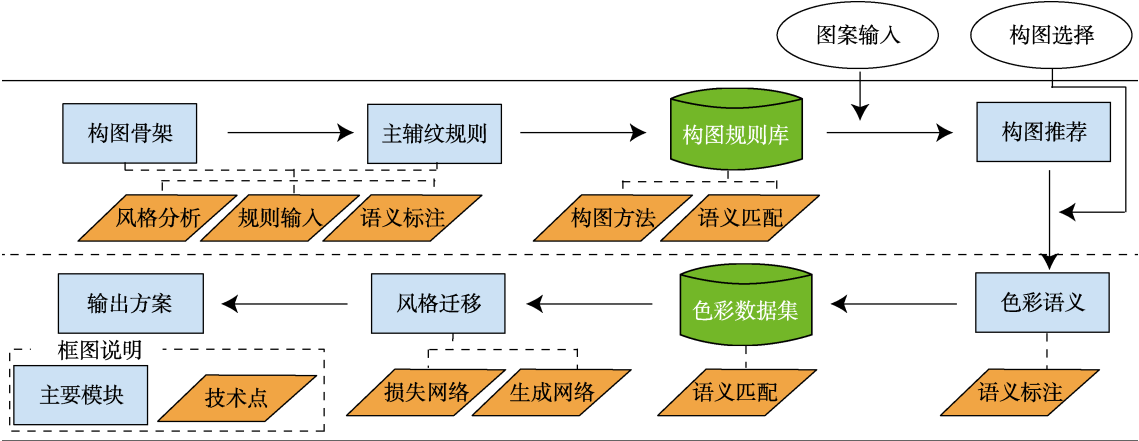


图 4 设计辅助层主要技术路径
Fig.4 Main technical path of design assistant layer

3.3.2 构图规则库

在本实验中，辅助构图阶段，根据侗锦图案的外形和原始的排列规律，预设计了一个构图规则库。在构图规则库中，首先针对不同的构图类别预定义了不同的构图规则，构图规则包括主、辅纹的排列方法，数字 1 区域为主纹样的填充区域，数字 2 区域为辅助纹样的填充区域。其次，对不同的构图规则进行语义标签。预定义的侗锦图案构图规则库示例（部分）见表 2。

3.3.3 色彩数据集

本实验中，采用 COCO 数据集，该数据集已完成 82 783 张图片的收集，分为 Cubist、Scream、Denoised-Star、Udnie、Feathers、Wave、Mosaic7 个不同风格的子数据集。首先，对不同子数据集进行情感分析与

标签，邀请 15 位设计师和设计学院的在校学生对数据集的不同色彩进行分析，主要通过分析数据集的主要色相、明度、纯度、对比度，总结不同子数据集的色彩情感，以进行色彩语义的标注。通过色彩语义词汇与用户输入的关键语义进行匹配，可进行风格迁移，见表 3。

3.3.4 风格迁移主要算法

本实验的图像风格迁移技术，主要分为三步实现。首先是图像内容的还原，使用 VGGNet 计算各个卷积层的特征，根据其中间特征还原出对应的原始图像。还原图像采取梯度下降法，设原始图像为 $\bar{p}$ ，生成图像为 $\bar{x}$ ，使用的卷积层为 l ，原始图像 $\bar{p}$ 在第 l 层的第 i 个通道的第 j 个位置的卷积特征表示为 P_{ij}^l ，生成图像 $\bar{x}$ 在第 l 层的卷积特征为 F_{ij}^l ，内容损失定义为：

表 2 预定义的侗锦图案构图规则库示例（部分）
Tab.2 Example of predefined composition rule base of Dong brocade pattern composition (partial)

构图类别	构图规则			语义标签
均衡式				平静、整齐、圆满、庄严、融洽
散点式				活泼、生机、动态、愉悦、欢快
自由式				动感、生命、活跃、动荡、混乱

表 3 COCO 数据集中的不同子数据集的色彩分析及情感标签
Tab.3 Color analysis and emotion tags of different sub datasets in COCO dataset

子数据集		Cubist	Scream	Denoised-Star	Udnie	Feathers	Wave	Mosaic
图示								
色彩分析	色相	黄、灰	橘、蓝	蓝	灰、绿	粉、蓝	蓝、灰	粉、蓝
	明度	高	中	中	低	高	中	中
	纯度	中	高	中	中	高	中	中
	对比度	高	高	高	高	中	中	中
色彩语义		明快、欢乐、 破碎	刺激、浓郁、 饱满	平静、美好、 神秘	激动、破裂、 压抑	愉悦、宁静、 唯美	冷峻、动荡、 深邃	美好、唯美、 平静

$$L_{content}(\bar{p}, \bar{x}, l) = \frac{1}{2} \sum_{i,j} (F_{ij}^l - P_{ij}^l)^2 \tag{12}$$

通过梯度下降法逐步优化内容损失 $L_{content}(\bar{p}, \bar{x}, l)$ ，使得生成图像 $\bar{x}$ 在内容上逐步相似于原始图像 $\bar{p}$ 。

其次是图像风格学习，设要学习的风格图像为 $\bar{a}$ ，先计算出图像 $\bar{a}$ 某一卷积的 Gram 矩阵为 A^l ，生成图像 $\bar{x}$ 经过同样的计算得到相应的卷积层的 Gram 矩阵为 G^l ，风格损失定义为：

$$L_{style}(\bar{p}, \bar{x}, l) = \frac{1}{4N_l^2 M_l^2} \sum_{i,j} (A_{ij}^l - G_{ij}^l)^2 \tag{13}$$

同样采取梯度下降法优化 $L_{style}(\bar{p}, \bar{x}, l)$ ，使得图像 $\bar{x}$ 在风格上接近 $\bar{a}$ 。

最后将内容损失和风格损失结合起来，总的损失函数为：

$$L_{total}(\bar{p}, \bar{a}, \bar{x}) = L_{content}(\bar{p}, \bar{x}) + \beta L_{style}(\bar{a}, \bar{x}) \tag{14}$$

其中， α 和 β 是平衡两个损失的超参数，而总的损失函数的实现即组合 $\bar{p}$ 的内容和 $\bar{a}$ 的色彩风格，以

L_{total} 为目标，实现图像的色彩风格迁移。

4 具体实例

现根据以上路径进行具体实例的实验与分析。例如，在用户端输入文本“花样年华”，根据 TextRCNN 技术，计算机首先对文本中的单词“花”和“年华”提取词汇特征，然后根据词汇特征计算文本的语义特征，最后通过分类器输出文本对应的关键性语义词汇，如“愉悦”“美好”等。词汇“愉悦”在侗锦图案语义库中匹配的语义词汇权重最大的图案是“八角花纹”和“多耶纹”，而最常与“八角花纹”和“多耶纹”结合使用的图案是“水波纹”。针对所匹配出的图案，提供图案的文化背景和相关释义，以此减少设计者前期对侗族织锦研究的工作量，和在图案使用过程中由于对图案语义不了解而造成的图案误用。同时，针对每种图案，计算机提供相关的拓展关联，如，每种图案可以关联到相应的承载实物，实物储存地及

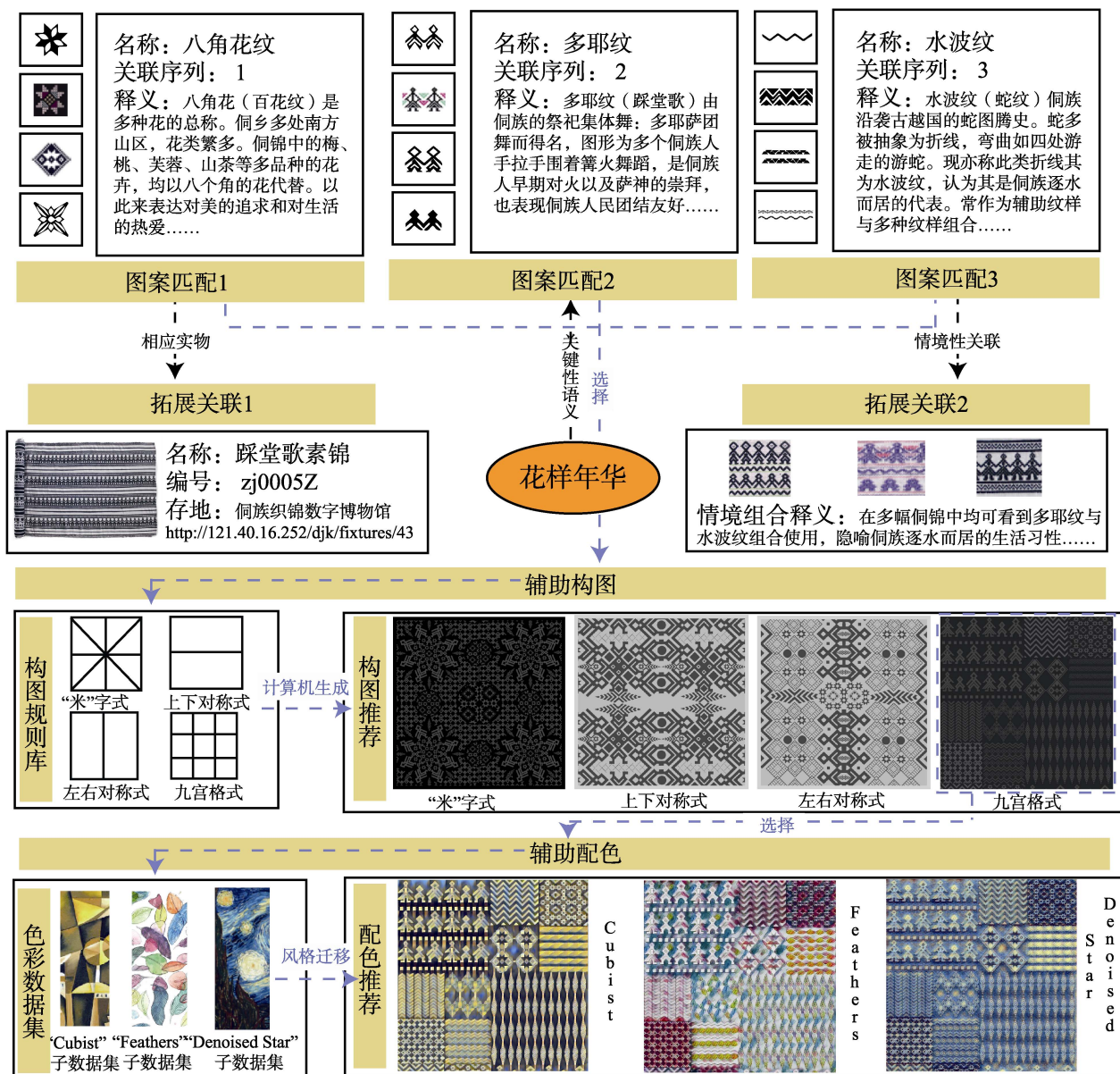


图 5 具体实例分析

Fig.5 Analysis of specific examples

相关信息，方便设计者展开进一步的设计研究。基于情境性关联所匹配出的图案，给出相关情境的释义，使设计者能进一步理解侗锦图案的组合规律和组合背后侗族文化的逻辑思维，辅助提升设计过程中设计者对该文化的理解，使创新设计的图案更契合民族图案原有的寓意。

在设计辅助层面，计算机根据设计者所选择的图案进行设计辅助。计算机针对“愉悦”“美好”等的关键性语义，在之前构建的构图规则库里选择了均衡式构图的上下对称式构图、左右对称式构图；在散点式构图规则中选择了“米”字构图、九宫格构图、进行创新图案生成。在色彩辅助阶段，计算机根据关键性语义，选择了 Cubist、Feathers、Denoised-Star 三个子数据集进行风格迁移，对设计者所选择的构图进行色彩风格迁移，见图 5。

5 结语

在针对民族图案的创新设计中，既要注重视觉美观上的创新，又不能丢失民族图案原本蕴含的语义内涵。而由于民族图案语义隐性、复杂性和其使用方法的经验性、默会性、情境依耐性等特点，常常需要花费设计者大量的研究精力。基于语义驱动的侗族织锦辅助设计路径：首先，通过文本分类技术，分析设计需求的关键性语义。其次将需求语义与侗锦语义库中的图案相匹配，提供语义相关的侗锦图案及相关释义，供设计者阅读和选择。最后，通过辅助设计层面，生成与设计需求语义相关的构图和配色，为设计者的图案创新提供依据和灵感。提高民族图案创新设计过程中文化调研的效率，减少对经验知识和重复实验的依赖，提高民族图案元素使用的准确度和优度。

参考文献:

- [1] 邱珂, 杨明朗, 万朝红. 产品设计中的语义思维研究[J]. 包装工程, 2012, 33(10): 50-53.
QIU Ke, YANG Ming-lang, WANG Zhao-hong. Semantic Thinking Research in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(10): 50-53.
- [2] 武艳芳. 产品语义及其生成方法探析[J]. 装饰, 2006(4): 16-17.
WU Yang-fang. Analysis to Product's Semantic Meaning and Its Creating Method[J]. Zhuangshi, 2006(4): 16-17.
- [3] GOLDSCHMIDT G, A L SEVER. Inspiring Design Ideas with Texts[J]. Design Studies, 2011(32): 139-155.
- [4] LUO S J, Y N DONG. Role of Cultural Inspiration with Different Types in Cultural Product Design Activities[J]. International Journal of Technology and Design Education, 2017(27): 499-515.
- [5] 余从刚, 季铁. 基于语义分层链接结构的产品原型设计方法[J]. 机械设计, 2019, 36(11): 139-144.
YU Cong-gang, JI Tie. Product Prototype Design Method Based on Semantic Hierarchical Link Structure[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(11): 139-144.
- [6] 钱珏. 产品材料质感的语义研究[D]. 无锡: 江南大学, 2006.
QIAN Jue. Semantic Research of Product Material Texture[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2006.
- [7] SUN L Y, W XIANG, C L CHAI, et al. Impact of Text on Idea Generation: An Electroencephalography Study[J]. International Journal of Technology and Design Education, 2013(23): 1047-1062.
- [8] TOKUMARU M, MURANAKA N, IMANISHI S. Color Design Support System Considering Color Harmony[C]. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2002.
- [9] 刘晨, 龙红能, 殷国富, 等. 复杂产品工艺知识的语义本体表达方法[J]. 四川大学学报(工程科学版), 2007(4): 169-174.
LIU Cheng, LIU Hong-neng, YING Guo-fu, et al. Describing Method of Semantic Ontology for Process Knowledge of Complex Product[J]. Advanced Engineering Sciences, 2007(4): 169-174.
- [10] 刘炯宙, 李基拓, 陆国栋. 色彩语义驱动的产品交互式遗传配色设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012, 24(5): 669-676.
LIU Jiong-zhou, LI Ji-tuo, LU GUO-dong. Color Semantic Driven Product Interactive Genetic Color Matching Design[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2012, 24(5): 669-676.
- [11] 王鑫. 基于模糊语义的影视特效动画辅助生成系统设计[J]. 现代电子技术, 2021, 44(6): 129-132.
WANG Xin. Design of Fuzzy Semantics Based Auxiliary Generation System of Film and Television Special Effect Animation[J]. Modern Electronics Technique, 2021, 44(6): 129-132.
- [12] 张朵朵. 隐性知识: 传统手工艺设计创新研究的微观视角[J]. 装饰, 2015(6): 117-119.
ZHANG Duo-duo. Tacit Knowledge: Micro Perspective of Traditional Handicraft Design Innovation Research[J]. Zhuangshi, 2015 (6): 117-119.
- [13] MAREILE F. Knowledge, Embodiment, Skill and Risk: Anthropological Perspectives on Women's Everyday Technologies in Rural Northern China[J]. East Asian Science Technology and Society an International Journal, 2008, 2(2): 265-288.
- [14] INDRAPRASTHA A, SAHPUTRA Z, SUHARJONO A. Preserving Local Ornament Through Algorithm[J]. Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi, 2013, 6(2): 52-58.
- [15] SAYED Z, UGAIL H, REEVE C, et al. Parameterized Shape Grammar for Generating n-fold Islamic Geometric Motifs[C]. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2015.
- [16] TIAN G D, YUAN Q N, HU T, et al. Auto-Generation System Based on Fractal Geometry for Batik Pattern Design[J]. Applied Sciences-Basel, 2019, 9(11): 2383.
- [17] 黄灿君. 基于Web的丝绸文物创意设计专家系统关键技术开发[D]. 杭州: 浙江大学, 2018.
HANG Can-jun. Key Technology Development of Web Based Expert System for Creative Design of Silk Cultural Relics[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2018.
- [18] MA L S, WU Y, YUAN X F, et al. A National Pattern Generation Method Based on Cultural Design Genetic Derivation[C]. Cham: Springer International Publishing, 2019.
- [19] SIWEI LAI, LIHENG XU, KANG LIU, et al. Recurrent Convolutional Neural Networks for Text Classification[C]. Austin: Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2015.
- [20] OSGOOD C E, SUCJ G I, TANNENBRAUM P H. The Measurement of Meaning[M]. Chicago: Illinois Press, 1957.
- [21] SIMONYAN K, ZISSERMAN A. Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition[C]. San Diego: Computer Science, 2015.
- [22] ZHU J Y, PARK T, ISOLA P, et al. Unpaired Image-to-Image Translation Using Cycle-consistent Adversarial Networks[C]. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2017.