蒙古族团花纹数字化创新设计研究

杨冰云，闫丽霞*，张甜，孙卓薇
（内蒙古工业大学，呼和浩特 010051）

摘要：目的 解决蒙古族团花纹应用时，因卷曲纹样基元形态提取不规范而导致的应用效果不佳问题，为蒙古族传统纹样的创新设计提供新的思路。**方法** 本文以蒙古族团花纹为例，提出了一种数字化创新设计方法并加以实践。首先，从纹样的基元、结构、色彩三方面对蒙古族传统纹样进行艺术特征分析，解读不同纹样的文化内涵并归纳造型特征。随后，通过数字化手段提取纹样基元，利用函数曲线替换其比例失衡的线条，进而规范纹样基元，提升纹样美观度。**结果** 规范后的纹样基元运用形状文法进行创新设计，使纹样得到创新的同时在视觉形象上也有所提升。**结论** 该方法既保留了蒙古族传统纹样的风格特征，又符合现代设计的审美需求，丰富了蒙古族传统纹样在进行当代产品应用时的设计方法。

关键词：蒙古族团花纹；数学方法；数字化设计；形状文法
中图分类号：TB482；J516 **文献标志码：**A **文章编号：**1001-3563(2024)04-0235-09
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.04.025

Digital Innovative Design of Mongolian Medallion Pattern

YANG Bingyun, *YAN Lixia**, *ZHANG Tian*, *SUN Zhuowei*
(Inner Mongol University of Technology, Huhhot 010051, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem of poor application effect caused by irregular extraction of curly pattern primitives in the application of Mongolian Medallion patterns, so as to provide new ideas for the innovative design of Mongolian traditional patterns. With Mongolian Medallion patterns as an example, a digital innovative design method was proposed and put into practice. Firstly, the artistic characteristics of Mongolian traditional patterns were analyzed from the three aspects of pattern, structure and color, and the cultural connotation of different patterns was interpreted and the modeling characteristics were summarized. Subsequently, the pattern primitives were extracted by digital means, and the function curves were used to replace their unbalanced lines, so as to standardize the pattern primitives and improve the aesthetics of the pattern. The standardized pattern primitives adopted shape grammar for innovative design, so that the pattern was innovated and the visual image was also improved. This method not only retains the style characteristics of Mongolian traditional patterns, but also meets the aesthetic needs of modern design, enriching the design methods of Mongolian traditional patterns in contemporary products.

KEY WORDS: Mongolian Medallion pattern; mathematical method; digital design; shape grammar

蒙古族团花纹，蒙语称作“普斯贺”，寓意圆满、吉祥，是蒙古族传统纹样的一种构成形式，是通过多种纹样元素组合凝聚成的圆形纹样。卷曲纹样作为团花纹纹样元素的一种，其形状类似“盘羊角”，能将装饰部位顺势填充，具有整体感和秩序感，在蒙古族纹样装饰中的运用极为广泛[1]。

但在现代产品纹样设计中，设计师对蒙古族传统纹样的造型特征理解不正确，随意更改曲线的弧度，

收稿日期：2023-09-12
基金项目：2023 年内蒙古自然科学基金（2023LHMS05055）；内蒙古直属高校科研业务项目（JY20220312）；内蒙古第九批“草原英才”工程高层次人才创业人才团队项目
***通信作者**

造成卷曲纹样的形态不一致，甚至会存在造型比例失衡等问题。这些问题使得蒙古族传统纹样在传承过程中的整体气质发生变异，民族地域特色文化流失。因此，通过对蒙古族传统纹样进行数字化规范可以避免量增质减、文化内涵不清晰的问题。

目前，国内在纹样数字化创新设计研究方面，岳灵等[2]以中国吉祥纹样为研究对象，从中国图案学和类型学角度对其进行构成形式、色彩搭配、内涵寓意的分析归纳，并借助数字化技术实现其在空乘制服上的创新应用。陈铭等[3]针对凉山彝族装饰图案的特性进行分形设计，从而得出凉山彝族装饰图案的分形数据及规律，并将有代表性的分形图案应用于家居设计中。赵云彦[4]通过设计蒙古族游牧居住环境经典文化原型数据库架构对经典文化元素进行分类整理，为现代设计提供有效的基础元素与依据，从而提高设计相关从业人员工作的实效性。但是在纹样元数据采集中，未针对纹样数据进行形态整理与提取。董金华等[5]借助 Photoshop、Adobe Illustrator 等平面设计软件对区域特色纹样进行了修改和完善，保证纹样元素的精确度和观赏性，方便后续进行纹样衍生设计，但若想进一步提升纹样图案的设计精度，还需手工对锚点逐个进行调整。综上所述，数字化创新设计有利于促进传统纹样的现代化，但在创新过程中会弱化民族纹样元素的风格特征，从而削弱民族纹样的识别度。对于蒙古族传统纹样，曲线在其中发挥着重要作用，但在设计中会出现曲线弧度不流畅、纹样元素变形等问题。针对上述问题，本文提出一种数字化创新设计方法，该方法由局部到整体对纹样基元进行形态调整，不仅提升了蒙古族团花纹的时代性、美观性和精确度，也有利于蒙古族纹样与文化创意产品的衍生设计。

1 团花纹数字化创新方法概述

本文针对蒙古族传统纹样在现代产品中视觉效果不佳的问题，以蒙古族团花纹为例，提出了解决纹样基元形态规范的蒙古族纹样数字化创新设计方法研究，其整体框架如图 1 所示。此框架主要包含三个部分：（1）收集资料，通过检索文献、网络搜索、观察比较等方法，对蒙古族团花纹进行艺术特征分析，对纹样基元形态特征进行归纳整理，并通过设计符号学解读纹样基元背后的文化内涵、归纳团花纹骨架结构、分析纹样色彩表现；（2）从团花中对基元纹样进行大致的初步提取，引入对数螺旋函数，在 Matlab 软件中通过参数调整得到内旋深度不同且饱满的曲线，并运用标准制图对纹样整体形态进行适当调整，修正卷曲纹样、改善线条流畅度，规范提取出一系列的纹样基元；（3）运用形状文法推演规则对规范后的纹样基元开展纹样衍生设计，将生成的纹样创新方案运用在相关文创产品上。

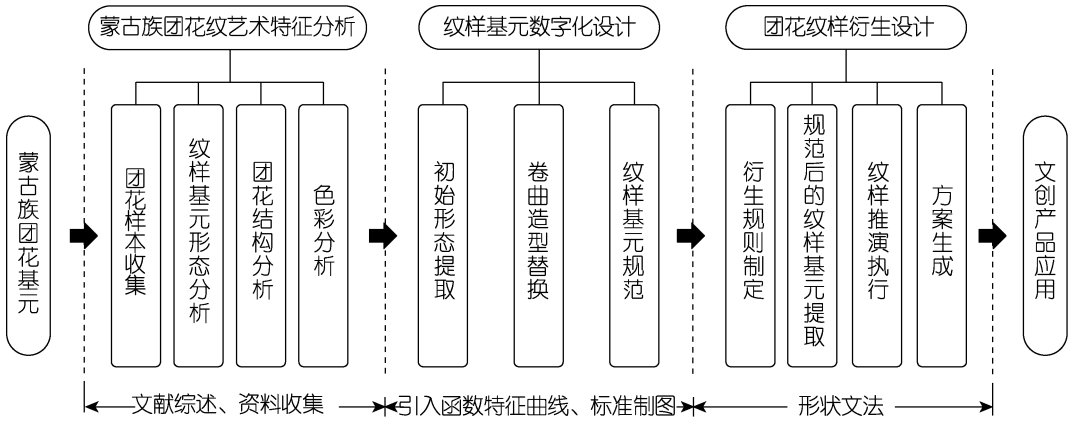


图 1 整体框架

Fig.1 Overall framework

2 蒙古族团花艺术特征分析

2.1 纹样基元

纹样基元作为团花纹的最小单元，承载着较深的蒙古族文化内涵[6]。基于符号学和纹样形态的角度进行分析，充分了解纹样基元背后蕴含的精神内涵，便于在后续的纹样创新设计中通过视觉效果进行有效传递，从而提升文创产品的文化价值。如表 1 所示，蒙古卷草纹的纹样基元来源于自然，其骨骼遵循植物根茎的脉络，形成“S”式的卷曲形态，连绵不绝、重复卷曲的线条营造出动态之美，象征着旺盛的生命力、兴盛等内涵意义，作为设计符号可传递繁荣、幸福的明示意义。哈木尔纹来源于动物，又称牛鼻纹，以弧线相交处为对称中心，向两边弯曲、螺旋成牛鼻子外形，螺旋线的造型越饱满越能够展现出刚劲浑厚的力量之美，可传递敬畏、吉祥、崇拜等明示意义。盘长纹来源于宗教，一根线条回环贯彻、绵延不断，呈现出安定祥和之美，可传递事物长久永恒、团结、友爱等明示意义。水纹来源于自然，代表着极强的凝

表 1　符号解读
Tab.1 Symbol interpretation

	形式（特征）	图示	意义来源	明示意义	内涵意义
1	哈木尔云纹（牛鼻纹）		动物	崇拜、敬畏、平等、吉祥	对自然、动物的原始崇敬，对美好生活的憧憬
2	卷草纹		自然	崇尚、喜爱、繁荣、幸福	代表生命的旺盛、富足和兴盛
3	盘长纹		宗教	吉祥、如意、流畅、团结、友爱	代表事物长久永恒之意。佛教法器回环贯彻、和谐统一
4	花卉纹		自然	精致、华丽、繁荣、统一、崇拜、实用	代表繁花似锦的景象
5	水纹		自然	光明、光荣、永恒、智慧	代表极强的凝聚力、包容性，以及富有生机和毅力

聚力、包容性，流畅生动的线条勾勒出水优美、富有韵律的不同形态，呈现出上善若水、善利万物而不争的美好品格，可传递厚德载物、海纳百川的寓意。这些传统纹样基元符号，可以通过造型提炼和重构，呈现出多样效果，增强设计带来的视觉吸引力[7]。

2.2　团花结构

《辞海》中“团花”的释义为“四周呈放射或旋转状的圆形纹样”。由此可知，圆形结构是“团花”最显著的视觉语言特征[8]。因此提取蒙古族团花纹骨架结构，可对后续的团花纹创新设计起指导性作用。通过大量地收集团花素材，总结归纳出蒙古族团花纹常见的规律性结构如图 2 所示，其大致可分为两种：一类是由一种或两种以上基元直接通过对称、旋转、发射结构构成团花状；另一类是由某种独立纹样作为团花中心，其他纹样基元通过对称、旋转、发射环绕在四周。通过对蒙古族团花纹结构的分析，一是区分主体结构和纹样基元，有利于分辨正确的基元形态，避免解构过程中因视觉混淆而导致纹样基元提取错误；二是纹样衍生设计时，便于根据结构搭配不同的纹样基元，使多种基元以和谐、恰当的方式糅合在一起。

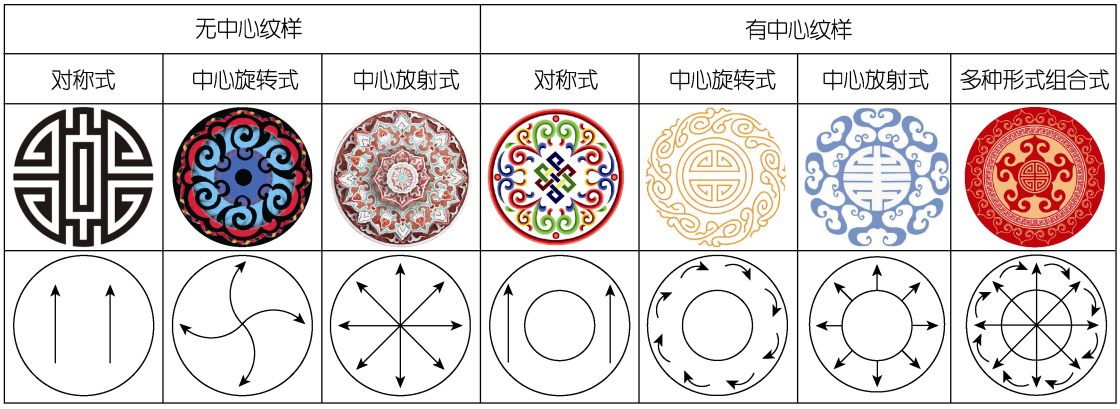


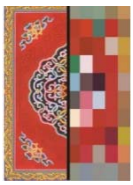
图 2　蒙古族团花纹样骨架结构
Fig.2 Mongolian Medallion pattern skeleton structure

2.3　色彩表现

作为应用于现代产品的装饰纹样，影响人们审美趋势的因素除了纹样的造型与文化内涵，更重要的是色彩搭配[9]。色彩作为一种直观传达信息的视觉元素，能够通过搭配产生不同的视觉冲击力，带来直观的风格变化。鉴于本文收集得到的蒙古族纹样样本均具有对称性，因此仅对样本的一半进行像素化处理，方便对照进行参考，如表 2 所示。蒙古族纹样的色彩来源于自然，是生活中常见的色彩。以游牧为主要生产生活方式的蒙古族，对天地有着极大的崇拜。因此，蓝色来源于天空，代表着神圣、庄重；白色来源于对长生天的崇拜，象征着吉祥和高贵；红色来源于太阳和火焰，象征着温暖和希望；绿色来源于广袤的草原，象征生机与希望；而蒙古族喜爱金银器，黄色是尊贵的象征。通过色彩对比的手法使纹样色彩更加鲜明，还借助对比色的渐变色系协调画面，增加画面的层次感，营造出艳丽多姿的色彩搭配效果，充分彰显蒙古族率真洒脱的性格特征[10]。

表 2 蒙古族纹样色彩提取与分析

Tab.2 Mongolian pattern color extraction and analysis

色彩图例样本					
色彩提取					
色彩语义	尊贵、华丽、雍容、典雅、喜庆、祥和				

3 蒙古族团花基元纹样数字化设计

通过对蒙古族团花纹的艺术特征进行分析，发现蒙古团花的纹样基元具有螺旋、弧线的卷曲特征，即运用螺旋线、弧线展现类似于“盘羊角”的卷曲形态。对数螺旋线是自然界中常见的一种曲线，像鹦鹉螺的贝壳、蜘蛛网的结构，均与团花纹样基元的卷曲形态相似。由此可知，螺旋曲线在蒙古族装饰艺术中的应用较为广泛。因此，本文借用对数螺旋线函数生成的曲线修正纹样基元中变形的卷曲形态，优化卷曲特征，结合现代设计中标准制图的方法，使整体造型变得更加规则、理性而优雅，以达到视觉平衡。将数学曲线应用到蒙古族纹样设计中，使其建立于数学和技术的基础上，以提供一种纹样创新与技术知识结合的设计思路[11]。

3.1 纹样基元提取

为了符合现代审美需求，本文从蒙古族服饰中选取团花素材，将收集到的素材进行灰度处理，通过裁剪对纹样素材进行解构，如图 3 所示。该团花素材中包含哈木尔纹和犄角纹两种纹样基元，整体纹样通过前者绕圆心呈 45° 阵列，后者分别沿 x、y 轴对称得到，色彩则从原素材中提取。接下来需使用平面软件的钢笔工具对纹样进行描摹，操作过程中对弧线形态把控不会一步到位，需要大量的步骤去调整细节，其效率较低。因此，本文借助数理的造型方法和标志的标准制图，运用大小不同的圆、弧线，以及螺旋线来规范纹样，借鉴了当代设计中的简洁、优美等特点，将其从整体到细节均运用到团花图案元素当中，使其具有科学合理性和艺术感，使纹样发展成为一个符合现代设计审美需求且具有科学说服力的传统设计元素。

3.2 函数特征曲线引入

等角螺旋线又称作等角螺线，是自然界中出现的一种曲线。在数学中，最早将等角螺旋线这一概念描述出来的是笛卡尔，他还列出了解析式。此螺旋线最重要的特性是，由于其切线和活动半径所构成的角是

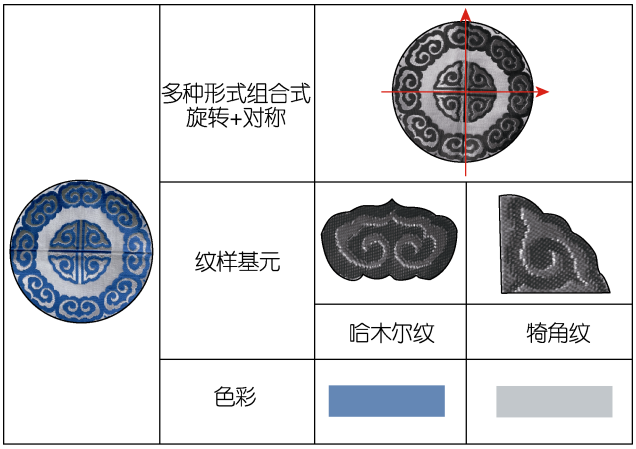


图 3 团花纹数字化提取

Fig.3 Digital extraction of medallion pattern

恒定的，所以等角螺线是自我相似的，且曲线上的任何一段都是相似的。在极坐标中的表达式，见式（1）。

$$\rho = ae^{b\theta} \tag{1}$$

式中：ρ 指代的是到原点的距离，即半径；a 是控制螺旋线形状，以倍数放大或缩小；e 为自然常数；b 控制曲线形态大小，受到等角角度大小的影响，取值是（0,1]；θ 是与极轴的夹角。如图 4 所示，本文

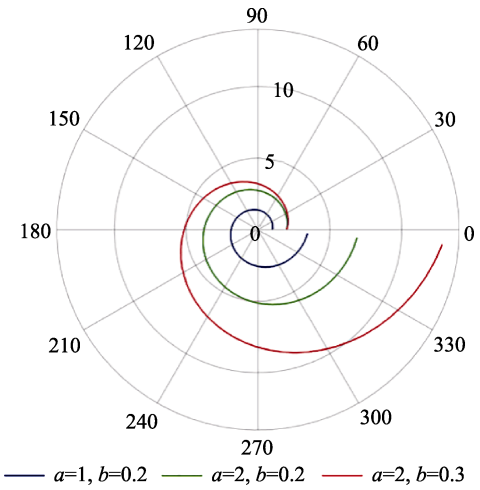


图 4 对数螺旋曲线图示

Fig.4 Logarithmic spiral diagram

借助 Matlab 软件将对数螺旋线可视化，使用控制变量法调整参数，当确定 b 值不变，改变 a 值时，得到大小不一但可通过放大或缩小重合的两条螺旋线；确定 a 值不变，改变 b 值时，得到始于同一起点但曲率不同的两条螺旋线。

在了解影响螺旋线变化的参数后可知，b 值影响螺旋线上点的切线角度，在 Matlab 软件中通过调整 b 值参数，可以得到不同形态的螺旋线。将目标螺旋线的坐标点以表格形式导出，并在 CAD 软件中进行绘制，绘制好的螺旋线导出可在 Adobe Illustrator 软件中进行编辑，操作流程如图 5 所示。根据图 5 流程进行操作，确定螺旋周期为 1.5π 至 5π，在每个周期下调整 b 值，可分别得到两组形态饱满匀称的螺旋曲线，如表 3 所示。生成的螺旋曲线通过替换局部不流畅的线条对蒙古族纹样中的部分卷曲形态进行修正，使卷曲形态在纹样中得以体现。

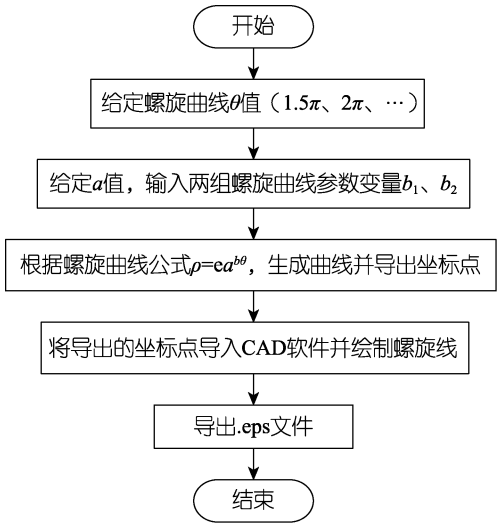


图 5　等角螺线生成程序流程

Fig.5 Isometric spiral generating program flow chart

表 3　不同周期的螺旋曲线

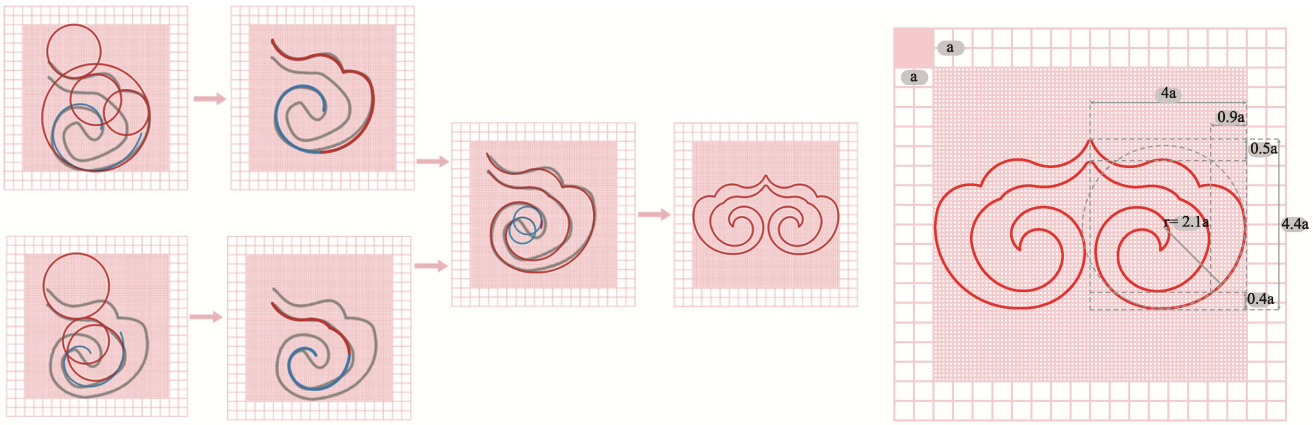
Tab.3 Spiral curves with different periods

周期	1.5π	2π	3π	4π	5π
b_1					
b_2					

3.3　标准制图

传统纹样具有较强的地域性和民族特色，是一种具有特殊美学价值的艺术表现形式，纹样中也具有一定的韵律和节奏。标准制图的目的是使传统纹样精致美观、提高档次，但并不是所有纹样都适合标准制图（此方法不适用非定形的纹样，即不具有数理规则结构的形）。它作为一种工具，能够帮助设计者更好地展现民族纹样本身的美。一方面，可以对纹样细节进行把控，从而提升视觉感受，凸显民族风格；另一方面，相比较于使用钢笔工具去逐一调整锚点，使用标准制图，结合函数曲线可以快速便捷地得到精致的纹样。以上文提取的哈木尔纹为例，选取与草图相匹配的螺旋线条进行标准制图，蓝色线条为用于替换相似纹样的对数螺旋线部分形态，具体操作流程如图 6 所示。

依照图 6a 的操作步骤，运用相同的方法对收集到的团花纹进行提取，分析纹样整体结构并重点刻画纹样细节，提升纹样造型美观度，见表 4。通过网格化制图将纹样形态规范，提升纹样的美观度，规范后的纹样基元便可建立纹样库，缩短纹样创新设计周期，提高效率。

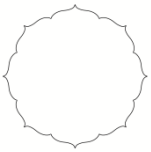
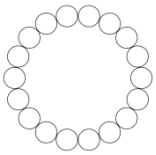
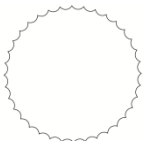


a 纹样标准制图流程　　b 纹样比例

图 6　纹样规范示例

Fig.6 Example of sample pattern

表 4 已规范的纹样基元
Tab.4 Normalized pattern primitives

编号	类型	编号	类型	编号	类型
植物纹样 1		动物纹样 1		几何纹样 1	
植物纹样 2		动物纹样 2		几何纹样 2	
植物纹样 3		动物纹样 3		几何纹样 3	

4 蒙古族团花纹样衍生设计

规范后的纹样基元有着浓厚的区域民族风格特征和精致的内容形式，结合现代设计语言，寻找共同的切合点，让民族地区本土设计更具特色[12]。本文运用形状文法对纹样基元进行创新，得到衍生纹样。此方法对传统纹样的现代化有推进作用，在保留纹样基元特点的同时赋予了纹样新时代内涵[13]。通过衍生型规则的约束对新纹样进行合理重构，结合蒙古族传统纹样特有的骨架结构，可得到更加丰富、更具视觉冲击力的适合纹样。

4.1 推演规则的制定

目前，不少研究在传统纹样的创新设计中引入形状文法。这些研究提取传统纹样基元为初始模型，运用形状文法的推演规则，优势是在保留其原本的特征上又简化、抽象了初始纹样[14-17]。根据 Stiny 和 Gips 提出的形状文法定义，形状文法可表示为 $S_G=(S, L, R, I)$[18]。其中，“S”表示形状的有限集合；“L”表示变换时标记符号的有限集合；“R”表示变换的规则有限集合；“I”表示带有标记的非空初始形状。以字母“Y”为例，将其作为初始形状进行规则推演，通过平移、镜像、旋转、对称、增删、缩放等规则，得到新的图形，推演规则如下图 7 所示。

4.2 纹样基元推演

本文选取规范后的两个纹样基元作为初始纹样，结合蒙古族团花纹结构规律分别进行推演，过程如图 8 所示。推演 1：动物纹样 2 经过一次垂直镜像、一次水平镜像、一次增删、一次旋转后得到初步衍生纹样，然后对其进行形态区分，对局部再次运用一次旋转、一次增删、一次偏移以得到最终衍生纹样，从整体看，纹样基元形态经过推演变得丰富；推演 2：将植物纹样 1 通过五次旋转、一次增删、一次偏移得到衍生纹样。

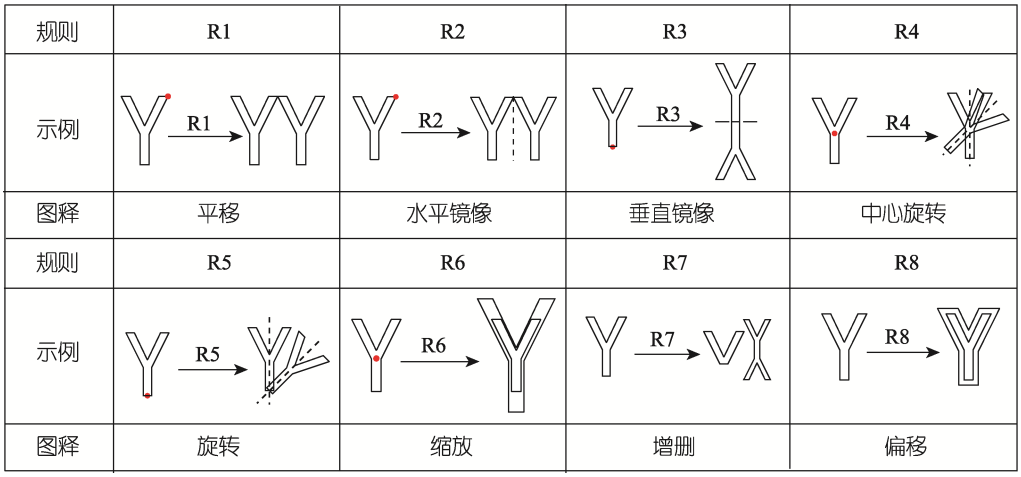


图 7 推演规则
Fig.7 Deduction rule

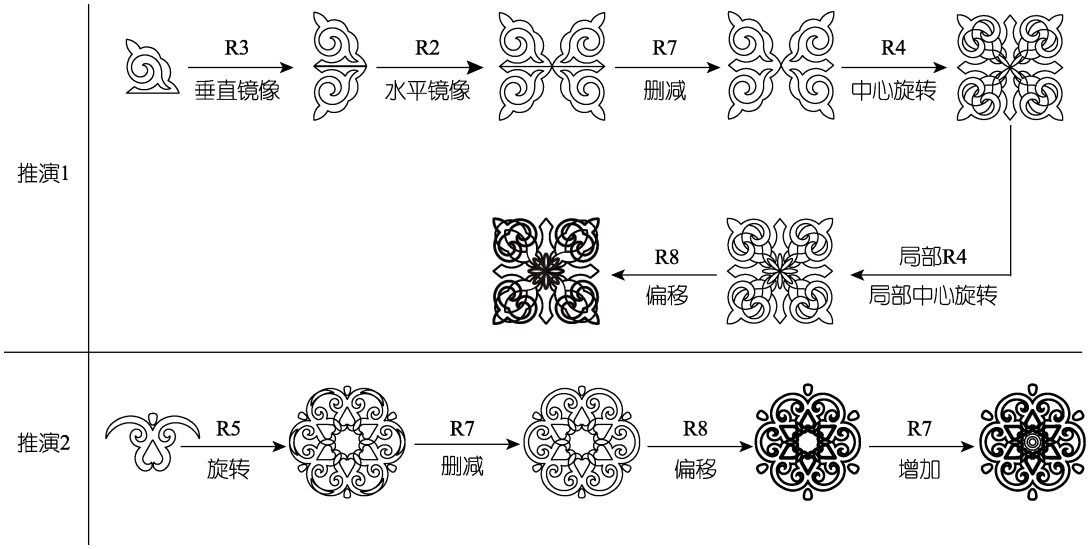


图 8　团花基元推演
Fig.8 Medallion pattern primitive deduction

5　设计实践及评价

5.1　设计实践

通过借助形式美法则，运用形状文法完成的衍生纹样设计，纹样在基元上得到创新，并在文化维度对创新纹样进行解读，在纹样元素物化的过程中，使其获得新的价值和内涵，赋予产品更多的可能性[19]。如图 9a 所示，几何纹样与卷曲纹样交错搭配，多个基元簇拥在一起呈聚拢之态，象征着各民族间文化相互融合、情感相互靠近，共同繁荣发展。图 9b 的方案则通过旋转形成一个“米”字结构，基元间相互交错缠绕并向四周发射，象征着蒙古族传统文化在发展中继承、在继承中发展，并且在文化交流的过程中具有广泛性。两种方案构图形式具有强烈的秩序与节奏，通过色彩的搭配，更加突显规范后的卷曲造型特点及团花整体的层次感。通过蒙古族团花纹数字化创新设计，如图 10 所示的抱枕、丝巾系列文创产品得以展现。

a 方案一　　b 方案二

图 9　纹样创新效果图
Fig.9 Pattern innovation effect drawing

a 抱枕应用

b 丝巾应用

图 10　纹样应用实践
Fig.10 Innovative application practice

5.2　设计评价

为验证本文蒙古族团花纹数字化创新设计方法的可行性，上文中经过形态规范和形状文法规则推演后生成的纹样，需要从如下两个方面进行评价。

1）与传统提取方法作对比，讨论本文所提出的提取方法对纹样美观度、创新性及配色效果的提升与影响。

2）结合问卷调查结果，讨论推演后的纹样较传

统纹样在文创产品应用方面是否符合现代审美需求。

与传统设计方法相比（如表 5 所示），本文提出的数字化方法缩短了基元提取时间，进而提升了设计效率。此外，在提取效果方面，数字化生成的纹样线条更加流畅、卷曲造型圆润饱满，并在创新及色彩搭配中提升了纹样的整体造型及细节。

为进一步验证衍生纹样及其应用方案是否符合现代审美需求，本节设计并制作了带有纹样创新设计方案及产品效果图的量表图，分别从衍生纹样的创新性、文化性、美观性、文创产品适应性，以及纹样特征延续性几方面进行评价。随后寻找了 12 名从事本行业的设计师、23 名工业设计专业的学生、15 名蒙古族纹样及文创产品爱好者，共计 50 名测试者以问卷的形式对衍生纹样及其应用方案进行五级量表打分，选项包括：完全不符合、较不符合、一般、较符合、完全符合，对应的分数分别记为：–2、–1、0、1、2。最后，将结果数据录入 SPSS 数据分析软件中，计算其频数、百分比和平均分，如表 6~7 所示。从表 6~7 的数据中可以看出，方案一、二的衍生纹样及其应用方案在创新性、文化性、美观性、文创产品适应性，以及纹样特征延续性方面均有较好的数据表现。

表 5 提取方法比较

Tab.5 Comparison of extraction methods

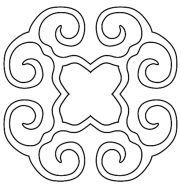
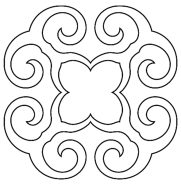
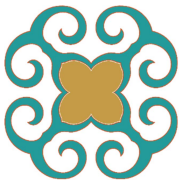
序号	方法	耗费时间	提取效果	纹样创新	配色效果
1	传统提取方法	21 min 59 s			
2	数字化提取方法	16 min 24 s			

表 6 方案一评价数据

Tab.6 Survey data of design scheme 1

	完全不符合 (–2)	较不符合 (–1)	一般 (0)	较符合 (1)	完全符合 (2)	平均分
创新性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	19(38%)	31(62%)	1.62
文化性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	31(62%)	19(38%)	1.38
美观性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	31(62%)	29(58%)	1.58
文创产品适应性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	21(42%)	33(66%)	1.66
纹样特征延续性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	19(38%)	31(62%)	1.62

表 7 方案二评价数据

Tab.7 Survey data of design scheme 2

	完全不符合 (–2)	较不符合 (–1)	一般 (0)	较符合 (1)	完全符合 (2)	平均分
创新性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	20(40%)	30(60%)	1.6
文化性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	24(48%)	26(52%)	1.52
美观性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	16(32%)	34(68%)	1.68
文创产品适应性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	25(50%)	25(50%)	1.5
纹样特征延续性	0(0%)	0(0%)	0(0%)	22(44%)	28(56%)	1.56

6 结语

蒙古族传统纹样是蒙古族特色文化的表现形式之一，蕴含着丰富的文化内涵，值得设计师对其进行创新设计并应用于现代产品。随着互联网技术和计算机图形学技术的快速发展，计算机辅助设计领域对传统文化进行数字化转化已是大势所趋。本文借助数字

化技术对蒙古族传统纹样进行规范，提升纹样美观性，再结合现代设计方法进行纹样创新，不仅为蒙古族传统纹样创新提供了一种可行性方案，也为现代设计提供了一种既展现时代美感又具有民族风格的设计思路。该思路同样也适用于具有数理规则结构的其他纹样，有利于蒙古族纹样库的建立，为今后民族地区传统文化创意产品拓展了途径，有利于民族区域特色文化的传承与发展。

参考文献：

[1] 高俊虹. 蒙古族犄角纹的造型与审美[J]. 贵州民族研究, 2017, 38(3): 100-102.
GAO J H. The Form and Aesthetic of Horn Pattern in Inner Mongolia[J]. Guizhou Ethnic Studies, 2017, 38(3): 100-102.

[2] 岳灵, 薛丹萍. 中国吉祥纹样在空乘制服设计中的数字化应用[J]. 包装工程, 2023, 44(4): 50-58.
YUE L, XUE D P. Digital Application of Chinese Auspicious Pattern in Flight Attendant Uniform Design[J]. Packaging Engineering, 2023, 43(4): 50-58.

[3] 陈铭, 何异莞, 吕建华. 基于分形理论的凉山彝族装饰图案创新设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2021, 271(9): 39-43.
CHEN M, HE Y W, LYU J H. Research on Innovative Design of Yi Minority Decorative Patterns Based on Fractal Theory[J]. Furniture & Interior Design, 2021, 271(9): 39-43.

[4] 赵云彦. 蒙古族游牧居住文化原型数据库架构设计与应用[J]. 包装工程, 2021, 42(24): 93-101.
ZHAO Y Y. Design and Application of Prototype Database Architecture of Mongolian Nomadic Residential Culture[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(24): 93-101.

[5] 董金华, 江汝南, 严琴. 区域特色纹样的数字化设计方法与应用[J]. 丝绸, 2018, 55(3): 60-64.
DONG J H, JIANG R N, YAN Q. The Digital Design Method and Application of Regional Characteristic Patterns[J]. Journal of Silk, 2018, 55(3): 60-64.

[6] 钱娟, 信晓瑜, 肖爱民, 等. 柯尔克孜族传统纺织品图案基元解析及应用[J]. 丝绸, 2021(3): 127-133.
QIA J, XIN X Y, XIAO A M, et al. Analysis and Application of Elements of Traditional Kirgiz Textile Patterns[J]. Journal of Silk, 2021(3): 127-133.

[7] WU Y. Design of Tourism Cultural and Creative Products Based on Regional Historical and Cultural Elements[C]// E3S Web of Conferences. Paris: EDP Sciences, 2021: 03004.

[8] 陈倩. 唐代团花纹在文创产品设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2020, 41(16): 311-316.
CHEN Q. Application of Tang Dynasty Group Pattern in Design of Cultural and Creative Products[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(16): 311-316.

[9] 王红川. 蒙古族刺绣图案纹样的色彩研究[J]. 内蒙古民族大学学报, 2011(1): 140-141.
WANG H C. Study on The Color of Mongolian Embroidery Patterns[J]. Journal of Inner Mongolia University for Nationalities, 2011(1): 140-141.

[10] 王琨. 蒙古族刺绣图案纹样中色彩的应用[J]. 大众文艺, 2017, 403(1): 81.
WANG K. The Application of Color in Mongolian Embroidery Patterns[J]. Popular Literature and Art, 403(1): 81.

[11] ERDEM N, HÜSEYIN İ, YILMAZ S. The Use of Circular Springs in Pattern Design Between Square Corsets in Traditional Turkish Tile Decorative Art[J]. Journal of Architecture Engineering and Fine Arts, 3(2): 79-92.

[12] 高俊虹. 草原艺术与民族品牌——蒙古族传统装饰纹样在包装设计中的应用研究[J]. 贵州民族研究, 2016, 37(8): 134-137.
GAO J H. Grassland Art and National Brand: Research on the Application of the Traditional Decorative Patterns in Mongolia[J]. Guizhou Ethnic Studies, 2016, 37(8): 134-137.

[13] 韩君, 陈华燕. 基于形状文法的敦煌石窟植物纹样造型衍生设计研究[J]. 艺术与设计(理论), 2022, 2(12): 99-102.
HAN J, CHEN H Y. Research on the Shape Derivation Design of Plant Patterns in Dunhuang Grottoes Based on Shape Grammar[J]. Art and Design, 2022, 2(12): 99-102.

[14] 马皎, 余隋怀. 汉代丝织品纹样的创新设计研究[J]. 丝绸, 2018, 55(6): 70-75.
MA J, YU S H. Research on Innovative Design of Silk Pattern in Han Dynasty[J]. Journal of Silk, 2018, 55(6): 70-75.

[15] 王梦园, 弓太生. 基于形状文法的纹样衍生方法探究——以唐代陵阳公样在皮具中的应用为例[J]. 皮革科学与工程, 2021, 31(6): 70-75.
WANG M Y, GONG T S. Research on the Method of Pattern Derivation Based on Shape Grammar: Take the Application of Ling-yang Gong Pattern of Tang Dynasty in Leather Goods as an Example[J]. Leather Science and Engineering, 2021, 31(6): 70-75.

[16] 刘靓. 基于形状文法的羌绣纹样再生设计应用研究[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 294-300.
LIU L. Application of Qiang Embroidery's lnnovation Pattern Design Based on Shape Grammar[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 294-300.

[17] 杨晓燕, 王思雨. 唐代宝相花纹样创新设计研究[J]. 工业设计, 2021(12): 134-135.
YANG X Y, WANG S Y. Study on the Innovative Design of Baoxiang Pattern in Tang Dynasty[J]. Industrial Design, 2021(12): 134-135.

[18] 王伟伟, 彭晓红, 杨晓燕. 形状文法在传统纹样演化设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2017, 38(6): 57-61.
WANG W W, PENG X H, YANG X Y. Application Study of Shape Grammar in Evolutionary Design of TraditionaPatterns[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(6): 57-61.

[19] ZHANG J. Exploring the Application of Traditional Elements in Cultural and Creative Product Design[J]. Art and Design Review, 2021, 9(4): 332-340.