基于灰关联分析的器物纹样关联性传承设计方法

杨晓燕[a]，王立婷[a]，王伟伟[a]，岳奇[b]
（陕西科技大学 a.设计与艺术学院 b.机电工程学院，西安 710021）

摘要：目的 为解决纹样创新对原文物文化内涵继承性的问题，从文物内涵与设计对象关联性角度出发，提出一种解决传统文物与设计因子之间关联性的设计方法。探析传统器物纹样提取与再设计的应用研究思路。**方法** 首先以文物风格意象为基础，明确风格意象评价指标，并将其作为参考序列。依据 CGM（Conceptual Generative Model）模型对设计因子进行转化，构建出一级基元、二级基元、子图案的层次表达模型。通过灰色关联分析法对设计因子与文物之间进行关联性分析，利用 Matlab 计算出各个设计因子与原文物的关联度，根据关联度大小排序对各个设计因子进行重要性分析，从而得到一批既符合现代审美又继承传统文物特色的设计因子。最后，根据图案气质将其应用在适合的产品载体上。**结果** 以清康熙斗彩瓔珞纹贲巴壶为例，验证了设计因子与文物之间的关联性。**结论** 实现了传统纹样的传承与创新，在一定程度上满足了现代审美需求。

关键词：器物纹样；灰关联分析；传承；图形演变；文化创意设计
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2022)10-0239-09
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.10.029

Design Method of Relevance and Inheritance of Utensil Patterns Based on Grey Relational Analysis

YANG Xiao-yan[a], *WANG Li-ting*[a], *WANG Wei-wei*[a], *YUE Qi*[b]
(a. College of Art and Design b. College of Mechanical and Electrical Engineering,
Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: In order to solve the problem of the relevance between cultural heritage design and traditional object design, this paper puts forward a design method that addresses the correlation between traditional artifacts and design factors from the perspective of the relevance of the connotation of cultural relics to the design object. This paper analyzes the application research ideas of traditional utensil pattern extraction and redesign. Firstly, based on the style image of cultural relics, the evaluation index of the style image are clarified and used as a reference sequence. According to the CGM (Conceptual Generative Model) model, the design factors are transformed, and a hierarchical expression model of primary primitives, secondary primitives, and sub-patterns is constructed. The correlation analysis between the design factors and the cultural relics is carried out by the grey correlation analysis method, the correlation degree between each design factor and the original material is calculated by Matlab, and the important analysis of each design factor is carried out according to the order of the correlation degree, so as to obtain a batch of existing design factors that conform to modern aesthetics and inherit the characteristics of traditional cultural relics. Finally, the design factors are applied to a suitable product carrier according to the temperament of the pattern. Taking the Qing Kangxi Doucai Yingluowen Ben Pakistan Kettle as an example, it verifies the relevance between design factors and cultural relics, as well as the bidirectional reasoning between innovative graphics and traditional cultural relics. It realizes the inheritance and innovation of traditional patterns and meets the modern aesthetic needs to a certain extent.

收稿日期：2021-12-31
基金项目：教育部人文社会科学研究项目（14YJC760060）
作者简介：杨晓燕（1982—），女，副教授，硕士生导师，主要研究方向为文化创意设计、视觉传达设计。
通信作者：王立婷（1996—），女，硕士生，主攻文化创意设计、视觉传达设计。

KEY WORDS: pattern of artifacts; grey relational analysis; inheritance; graphic evolution; cultural and creative design

传统文物作为现代设计元素的重要来源之一，为设计师提供了丰富的设计素材。对特定文物的元素进行创意整合，利用创新的设计手法来表达设计情感，传统文物深厚的文化内涵给文化创意设计产品带来了弥足珍贵的附加值。博物馆文化产品开发是文创设计的重要价值源泉，挖掘丰富多彩的博物馆馆藏，将其与现代设计相结合有利于博物馆文物的传承与创新。针对以传统文物为基础的文化创意设计领域，文物与文化创意设计之间的关联性低、纹样创新与原文物文化内涵脱节等问题，构建出创新纹样与原文物文化内涵的关联性设计模型，使传统文物通过创意设计的手法实现再生和利用。

蒋鹏等[1]通过阐释、比较等质化研究方法，分析了文创设计中的中国器物精神继承与再造；薛雯等[2]研究了贵州民间剪纸纹样在织物上的创新设计；李雪瑞等[3]通过灰色关联分析法、层次分析法（AHP）和熵权法研究了工业设计方案的综合评价和排序；阎艳等[4]通过模糊决策图与灰关联分析法对枪械设计进行了方案评价。然而，目前在文化创意设计与器物纹样创新关联性方面的研究较少，主要表现在 3 个方面：文化创意设计与传统文物之间的关联性低；创新后的纹样缺乏原文物的文化内涵，导致受众对设计对象的识别性较低；设计师的主观意识强烈，导致受众对文创产品缺乏认同感；设计应用阶段出现纹样气质与产品载体不符、产品同质化等问题。

1 研究流程

首先，确定目标文物后通过文献、书目、网页、史料等渠道详细搜集文物资料，并构建资料库。接着从造型、纹样、色彩、材质、工艺等角度全方位地深入解析文物的视觉效应，并通过调研构建出文物风格意象模型。然后基于文物风格意象提取出有效的设计因子，接着根据 CGM 模型对提取的基础设计因子进行变换。考虑到设计因子是否保留了原文物的含义，通过灰色关联法对设计因子与文物进行关联度分析，得到一批既符合现代审美又继承传统文物特色的核心设计因子。最后，依据灰色关联度排序后的一级基元、二级基元、子图案的层次表达模型设计出最终图案。以情境为导向，将经过再设计的创新图案应用在符合文物气质的载体上，最终生成具有继承性、共享性、重用性、可逆向推导的文化创意设计方案，研究流程见图 1。

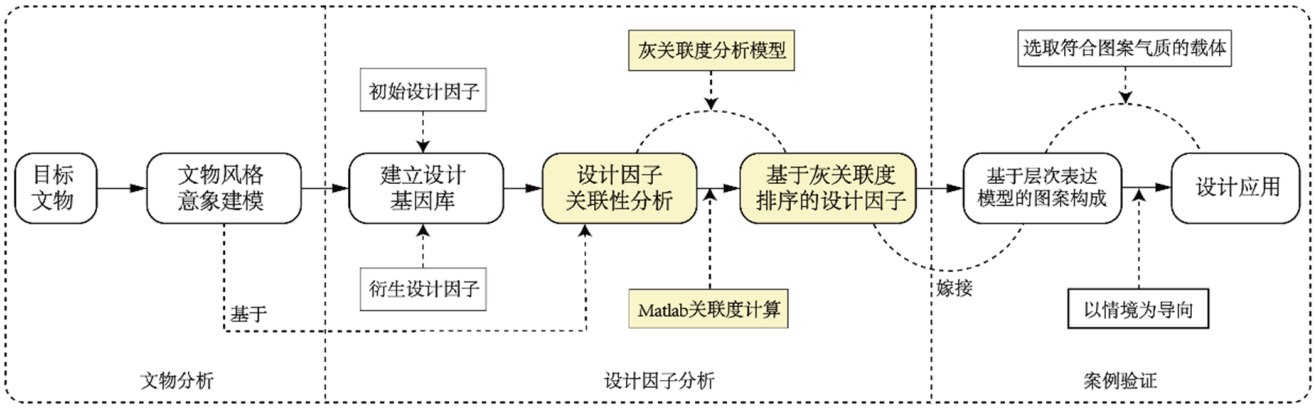


图 1 研究流程
Fig.1 Research process

2 器物纹样关联性传承设计方法

2.1 构建关联性桥梁

目前，面向传统文物的文化创意设计中的基因提取关联性较弱。设计因子与原文物之间缺乏相互映射关系，受众难以对设计对象进行逆向推理，即以文化创意设计产品联想到原文物。为了提升设计对象的可识别性，需要将设计因子与原文物进行关联性分析，对设计基因库进行确权排序，获得一批权重明晰的设计因子，以便后续的设计应用。在文化创意设计中，针对传统文物与设计因子的关联性设计，主要涉及文物风格意象研究、文物元素的提取创新与文物风格意象的映射、以情境为导向的设计应用三大模块。设计因子与传统文物的关联性体系构建见图 2。

2.2 灰关联分析原理及流程

灰色关联度分析[5]（Grey Relation Analysis，GRA）是一种对多因素进行评价分析的方法。一个系统可能受到多重因素的影响，这些因素中哪一个对系统的影响更为强烈、哪一个因素对系统的影响较弱，即所谓的关联度大小，根据关联度大小对因素进行排序，最终得到一个可分析的结果。应用灰色关联分析方法，从整体观念出发，对受多种因素影响的事物和

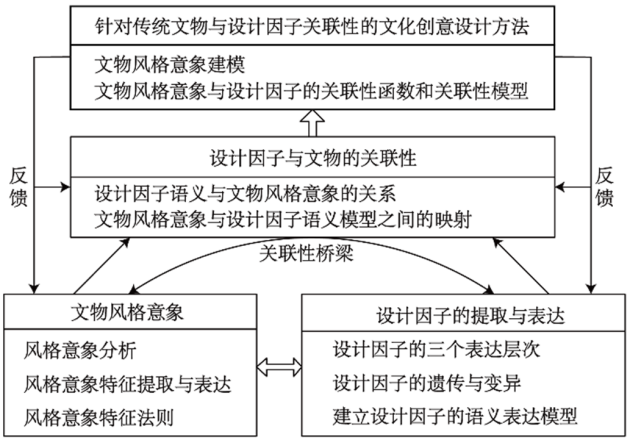


图 2　设计因子与传统文物的关联性体系构建
Fig.2 Relevance system construction between design factors and traditional cultural relics

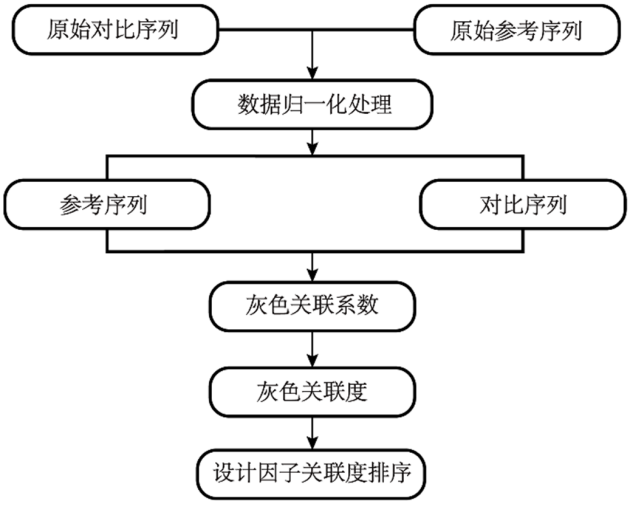


图 3　灰色关联分析流程
Fig.3 Grey relational analysis process

现象进行综合评价，将自变量与参考变量的关联性进行排序，从而得出重要性排序的评价[6]。利用灰色关联度分析法可以对设计因子进行综合评价，根据关联度可判断出各设计因子与原文物之间的紧密程度，以及对原文物的重要度。灰色关联分析流程见图 3。

3　研究过程

当下的文化创意设计中，对藏族文化的重视还不够高，与其有关的产品也为数不多。故宫藏有成千上万的珍贵文物，贲巴壶作为汉藏文化交融的经典文物，拥有丰富的图形元素和色彩元素，把藏族传统的造型、纹饰与汉族的陶瓷烧造工艺结合在一起，是汉族文化和藏族文化艺术融合的证明[7]，具有较高的历史文化价值和艺术价值，值得去考究和再设计。近几年，故宫文创推出了许多具有深厚内涵的文创产品，笔者借鉴其优秀的设计手法，以图形关联性为基础，把斗彩璎珞纹贲巴壶的视觉元素通过归纳、整合、提取与再设计研究，应用在文化创意设计中。

3.1　清康熙斗彩璎珞纹贲巴壶的风格意象建模

在研究设计因子与传统文物之间的映射关系之前，需要分析传统文物的风格意象。为了实现设计对象的可识别性和认同感，在提取阶段就保证所提取的局部设计因子能让受众联想到原文物的完整意象[8]。风格意象可视化是文化内涵、气质韵味在人脑中的映现，通过可视化的方式将数据以图像形式呈现，建立文物风格意象的 3 个层次的表达模型：符号层、功用层、内蕴层。符号层面包括色彩、纹饰、比例、造型、节奏、工艺和材质等，是风格意象的外显基因；功用层是风格意象所起到的作用，链接现代审美与传统文化，使现代设计与传统文物相融合；内蕴层是风格意象所蕴含的文化内涵和气质韵味。3 个层次之间相互包含、相得益彰。

通过“故宫博物院数字文物库”、史料、网页以及《中国古陶瓷图典》等途径收集到贲巴壶有效样本 32 个，对其从年代造型等维度进行分类，贲巴壶图例见表 1。贲巴壶在康熙、雍正、乾隆 3 个时期达到顶峰，可以看出其图案纹样丰富、造型别致，其中以斗彩璎珞纹贲巴壶最为出名，现藏于故宫博物院。在清代，斗彩璎珞纹贲巴壶被皇帝用来赏赐西藏地区的宗教领袖，是多民族文化交融的历史见证，因此以清康熙斗彩璎珞贲巴壶作为典型案例来进行研究。

表 1　贲巴壶图例（部分）
Tab.1 Ben pakistan pot illustration column (partial)

名称	斗彩璎珞纹贲巴壶	斗彩璎珞纹贲巴壶	青花璎珞纹贲巴壶	青花斗彩阿拉伯文贲巴壶	青花八吉祥纹贲巴壶
图例					
时期	清康熙	清雍正	清康熙	明正德	清乾隆

第 1 阶段，从符号、功能、内蕴 3 个层次收集关于斗彩璎珞纹贲巴壶的陈述词汇。邀请 100 人进行用户调研，其中考古学专业人士 14 人、设计师 10 人、美术学研究者 6 人、主要定位用户 70 人，此部分被试者记作用户组 A。被试者根据斗彩璎珞纹贲巴壶的形态、色彩、特点、寓意及用途，使用形容词对斗彩璎珞纹贲巴壶进行描述，形容词可以是单个也可以是多个，形成的意象形容词集合 $U\in\{U_1,U_2,U_3,\cdots,U_n\}$。由于个体的差异性，可能会产生很多形容词，此次共收集到 132 个感知样本，除去 U_1—U_{132} 中的重复或相似词汇，剩余意象形容词共 18 个，得到初始意象形容词集合 $U'\in\{U'_1,U'_2,U'_3\cdots U'_{18}\}$。

第 2 阶段，为了风格的一致性，从用户组 A 中抽取 5 名被试者，其中 2 名为设计专业人士、2 名为考古学者、1 名为美术学研究者，此部分被试者记作用户组 B。利用李克特五点量表法（Likert Scale）对 18 个词汇进行意象值评价[9]。评价分值采用 5 分制，对结果进行汇总，通过综合数据分析，发现祥瑞的、和谐的、美满的、典雅的、传承的、神秘的 6 个词汇的均值较高，因此以这 6 个意象形容词为最终意象，斗彩璎珞纹贲巴壶意象形容词评价见表 2。使用相同的方法收集单位设计因子的风格意象，以原文物风格意象为前提，对单位设计因子进行感知评价，得到权重较大的设计因子，要求设计师和用户群体对设计因子有正确的认知，让目标用户参与到设计因子的提取过程中，与设计师共同完成设计因子的提取，将大大提高设计因子的继承性以及受众对产品的重用欲望。

表 2 李克特量表评分（部分）
Tab.2 Likert scale score sheet (partial)

评审人员	祥瑞的	和谐的	美满的	典雅的	传承的	神秘的
A	4.8	4.1	4.3	4.0	4.1	3.3
B	5.0	4.4	4.2	3.9	3.9	3.4
C	4.8	4.7	4.0	4.3	3.2	3.9
D	4.9	4.8	4.3	3.7	3.8	3.0
E	5.0	4.5	4.2	4.6	4.0	3.4
平均值	4.9	4.5	4.2	4.1	3.8	3.4

3.2 基于 CGM 模型的设计因子提取与演变

CGM 模型[10]（Conceptual Generative Model）的转换包括将形状语法的转换规则转换为参数方程和变量，常见的转换规则有平移、镜像、旋转、对称、置换、缩放、增删、错切、坐标微调等，在设计过程中根据设计因子的特征选取相应的转换规则，从而形成新的形态。形状语法的转换是机械地从一个配置到另一个配置的过程，缺乏选择机制来确定所产生的解决方案的美学有效性，因此，需结合 CGM 模型，对器物纹样进行设计转换。提取纹样所需要的规则，并用有限集合来表示，记作 $R\in\{R_1,R_2,R_3,\cdots,R_7\}$，其中 R_1 表示位移，x、y 方向平移；R_2 表示缩放；R_3 表示垂直镜像；R_4 表示水平镜像；R_5 表示点旋转，绕自身中心旋转，根据设计需要确定旋转的角度，可以是逆时针也可以是顺时针；R_6 表示轴旋转；R_7 表示圆周阵列。

从图形元素和色彩元素 2 个方面对目标对象进行提取，运用感性分析法对色彩元素进行归纳和提取，并分别建立图形和色彩元素基因库。在斗彩璎珞纹贲巴壶的图形提取过程中，以白色乳钉纹为界，分为 8 个不同单元，有莲瓣纹、如意云纹、火云纹等，腹部为兽面璎珞纹主题图案。在保留原文物纹样特征的基础上，借助 Illustrator 图形设计软件，对选取的元素进行线条化提取，并对提取的基础图形进行编码，一级基元的集合记作 $I\in\{I_1,I_2,I_3,\cdots,I_9\}$，见表 3。

依据 CGM 模型，在保留原有单元形态可延续性的基础上，产生新的形态图案。对 I 按照规则集合 $R\in\{R_1,R_2,R_3,\cdots,R_7\}$ 进行单次或多次变换生成二级基元(T)，记作 $T\in\{T_1,T_2,T_3,\cdots,T_n\}$，见表 4。

表 3 一级基元提取
Tab.3 First level primitive extraction

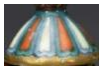
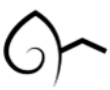
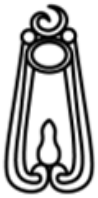
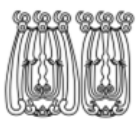
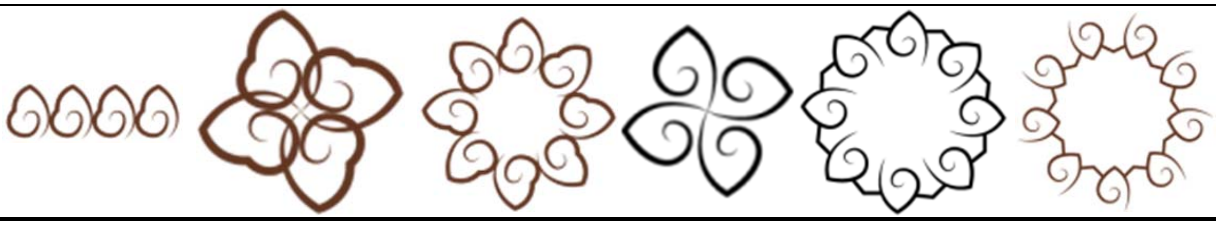
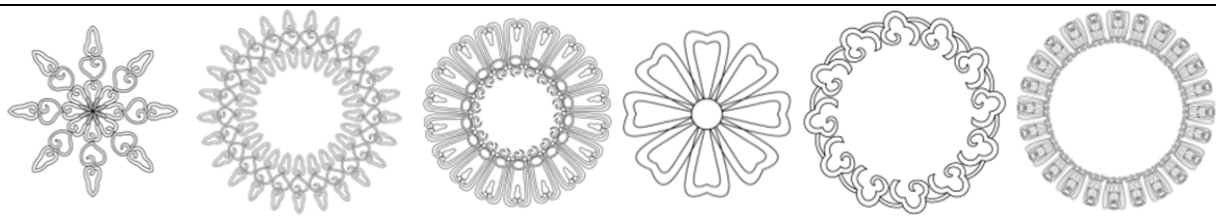
编码	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9
纹样名称	单独云纹	三角勾云纹	如意云纹	复合莲瓣纹	莲瓣纹	勾云纹	环形联珠纹	兽面璎珞纹	覆莲瓣纹
纹样图例									
特征线条									
认知属性	圆润吉祥	刚柔并济	吉祥和谐	典雅	大方	吉祥	美满	传承	祥瑞
特征色彩									

表 4　二级基元

Tab.4 Secondary primitive extraction

编号	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6
衍生图形因子						
编号	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}
衍生图形因子						

对二级基元通过合理的组合、增删、闭合、添加辅助图形等手法生成无限可能的子图案，圆周阵列的小圆代表贲巴壶中的白色乳钉纹，拥有将纹饰分为不同单元的作用，可成为单独运用的团花纹样，子图案的集合记作 $C\in\{C_1,C_2,C_3,\cdots,C_n\}$。子图案及编码见表 5。

3.3　基于灰关联分析的设计因子优选

3.3.1　构建比较序列和参考序列

首先，确定参考序列（母序列）和比较序列（子序列）。参考序列 Y 是后续进行关联性排序的标杆，在解决综合评价性问题时，参考序列常由比较序列中的最佳值生成。在面向器物纹样的设计因子优选时，假设有 m 个待评价设计因子，设计师需要选出较有代表性的因子，这些设计因子的优选排序关系到 n 个评价指标。

每个设计因子的比较序列：

$X_i=X_i(k)\ k=1,2,\cdots,n,\ i=1,2,\cdots,m$

按照文物风格意象设置参考序列：

$Y=Y(k)\ k=1,2,\cdots,n$

为了使最终设计能体现出原文物的文化内涵以及受众对文创产品的可识别性，对所提取的图形因子与斗彩璎珞纹贲巴壶进行关联性分析。让用户群体对初步提取出的设计因子进行属性感知。以设计因子是否保留原文物的含义为前提，邀请用户组 B 为它们赋值，总分为 10 分，通过数据处理，取平均值，见表 6。表 6 中的文物意象值（I_0）根据表 2 得出，将其作为参考序列。指标一般分为“效益型”和“成本型”，此序列的 6 个指标均为“效益型”，与比较序列之间为正相关关系，I_1—I_9 均为比较序列。

3.3.2　数据的归一化处理

对原始数据进行归一化处理，在数据处理领域一般也称作无量纲化，目的是减少数据绝对数值的差异，并统一至一个近似的范围当中。评价器物纹样的设计因子有多种评价指标。不同因素的数据之间量纲也不同，所以不能直接拿来比较，常用初值化法和均值化法对数据进行处理，为了方便求解，采取均值化法对各个评价指标的数据进行归一化处理，将各序列的数值与整条序列的均值作比值：

$$X_i k=\frac{x_i(k)}{\overline{x_i}} \tag{1}$$

根据式（1），将表 6 中的数据进行无量纲化处理，利用 Matlab 进行计算，得到矩阵 $\boldsymbol{I}_i'$：

3.3.3　关联系数的计算

关联系数是用来衡量 2 个系统元素之间的关联程度，以及参考序列与比较序列在序列曲线中各点的

表 5　子图案

Tab.5 Sub patterns

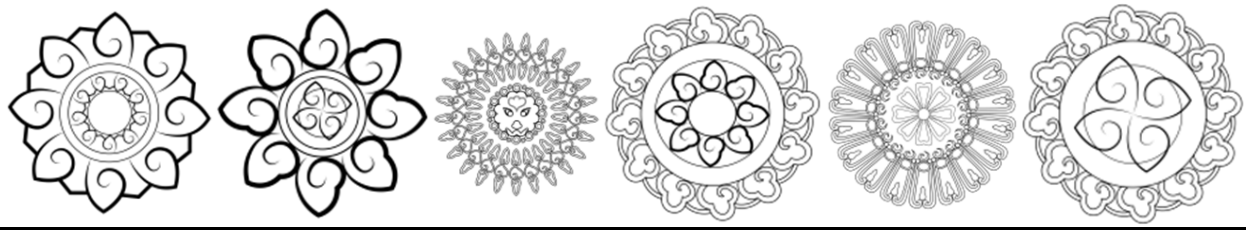
编号	$C_1=[T_5+T_6+X]$	$C_2=[T_3+T_4+X]$	$C_3=[T_8+I_8]$	$C_4=[T_{11}+T_3+X]$	$C_5=[T_9+T_{10}]$	$C_6=[T_{11}+T_4+X]$
子图案						

表 6 原文物意象值与初始设计因子评分

Tab.6 The original image value and the initial design factor score

意象形容词	文物意象值（I_0）	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8	I_9
祥瑞的	4.9	9.1	8.9	9.4	9.5	8.9	9.4	9	9	9.6
和谐的	4.5	9.1	9.2	9.2	9.1	9.1	9.2	9.3	9.2	9
美满的	4.2	8.8	8.9	8.6	8.5	8.8	8.7	9	8.9	8.4
典雅的	4.1	8.7	8.6	8.7	8.6	8.5	8.7	8.6	8.5	8.3
传承的	3.8	8.1	8.2	8.4	8.3	8.6	8.4	8.5	8.6	8.1
神秘的	3.4	7.5	7.6	7.4	7.3	7.5	7.4	7.6	7.7	7.1

$$\boldsymbol{I}_i'=\begin{bmatrix}1.180\ 7 & 1.064\ 3 & 1.038\ 9 & 1.090\ 9 & 1.111\ 1 & 1.038\ 9 & 1.088\ 8 & 1.038\ 5 & 1.040\ 5 & 1.140\ 6\\ 1.084\ 3 & 1.064\ 3 & 1.073\ 9 & 1.067\ 7 & 1.064\ 3 & 1.062\ 3 & 1.065\ 6 & 1.073\ 1 & 1.063\ 6 & 1.069\ 3\\ 1.012\ 0 & 1.029\ 2 & 1.038\ 9 & 0.998\ 1 & 0.994\ 2 & 1.027\ 2 & 1.007\ 7 & 1.038\ 5 & 1.028\ 9 & 0.998\ 0\\ 0.988\ 0 & 1.017\ 5 & 1.003\ 9 & 1.009\ 7 & 1.005\ 8 & 0.992\ 2 & 1.007\ 7 & 0.992\ 3 & 0.982\ 7 & 0.986\ 1\\ 0.915\ 7 & 0.947\ 4 & 0.957\ 2 & 0.974\ 9 & 0.970\ 8 & 1.003\ 9 & 0.973\ 0 & 0.980\ 8 & 0.994\ 2 & 0.962\ 4\\ 0.819\ 3 & 0.877\ 2 & 0.887\ 2 & 0.858\ 8 & 0.853\ 8 & 0.875\ 5 & 0.857\ 1 & 0.876\ 9 & 0.890\ 2 & 0.843\ 6\end{bmatrix}$$

关联程度。若关联系数越大，则该比较序列与参考序列之间的关联程度越大，表明该设计因子与文物的联系越紧密。在对原始数据进行处理之后，根据式（2）计算关联系数：

$$\xi_i(k)=\frac{\min\limits_i\min\limits_k\left|y(k)-x_ik\right|+\rho\min\limits_i\min\limits_k\left|y(k)-x_ik\right|}{\left|y(k)-x_ik\right|+\rho\min\limits_i\min\limits_k\left|y(k)-x_ik\right|}\qquad(2)$$

在进行关联度系数计算时，首先提取出参考序列和比较序列，依次相减分别获取差值，进而求出最大差和最小差。据此可以求得关联系数矩阵，其中 $\rho\in$（0，∞），称为分辨系数，ρ 越小，分辨力越大，一般 ρ 的取值区间为（0，1），具体取值可视情况而定，通常取 ρ=0.5。

根据式（2），计算比较序列与参考序列在各个指标上的关联系数，得到矩阵 $\boldsymbol{\xi}_i'$：

$$\boldsymbol{\xi}_i=\begin{bmatrix}0.389\ 0 & 0.342\ 6 & 0.453\ 2 & 0.518\ 3 & 0.342\ 6 & 0.447\ 4 & 0.341\ 8 & 0.345\ 1 & 0.655\ 6\\ 0.800\ 3 & 0.894\ 6 & 0.831\ 1 & 0.800\ 3 & 0.782\ 6 & 0.812\ 0 & 0.885\ 3 & 0.793\ 9 & 0.846\ 6\\ 0.825\ 9 & 0.744\ 4 & 0.857\ 0 & 0.819\ 3 & 0.845\ 0 & 0.966\ 7 & 0.747\ 8 & 0.829\ 1 & 0.856\ 6\\ 0.724\ 2 & 0.837\ 8 & 0.785\ 6 & 0.819\ 3 & 0.967\ 5 & 0.802\ 5 & 0.966\ 3 & 0.954\ 5 & 1.000\ 0\\ 0.709\ 3 & 0.647\ 4 & 0.559\ 7 & 0.577\ 9 & 0.457\ 7 & 0.567\ 9 & 0.535\ 4 & 0.487\ 3 & 0.619\ 0\\ 0.565\ 3 & 0.524\ 7 & 0.659\ 2 & 0.690\ 4 & 0.572\ 8 & 0.669\ 2 & 0.566\ 4 & 0.513\ 6 & 0.764\ 5\end{bmatrix}$$

3.3.4 关联度计算及排序

计算关联度。因为关联系数是比较数列与参考数列在各个时刻（即曲线中的各点）的关联程度值，所以它的数不止一个，然而信息过于分散将不便于进行整体性比较，因此有必要将各个时刻的关联系数集中为一个值，即求其平均值，作为比较序列与参考序列间关联程度的数量表示，平均值 r_i 称为 Y（k）与 X_i（k）的关联度：

$$\gamma_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\xi_i(k)1,2,\Lambda,n\qquad(3)$$

式中：n 为每个向量的维度，也就是每个元素的特征数量。通过关联度排序得到结果，对子序列与母序列之间的关系进行分析。因此可按照关联度大小排序得到各设计因子的重要度，反映了设计因子与文物之间的映射程度。

最后，根据式（3）获取每个设计因子与原文物的关联度：

r_i=[0.669 0 0.665 2 0.691 0 0.704 3 0.661 4 0.710 9 0.673 9 0.653 9 0.790 4]

对一级基元与原文物的关联度进行排序：

$I_9>I_6>I_4>I_3>I_7>I_1>I_2>I_5>I_8$

同时用相同的步骤对二级基元与子图案进行灰关联分析。

得到二级基元与文物的关联度：

r_i=[0.678 4 0.665 5 0.530 0.541 8 0.603 2 0.517 5 0.669 0.721 6 0.725 3 0.646 6 0.693 5 0.749 7]

二级基元与文物的关联度排序:

$T_{12}>T_9>T_8>T_{11}>T_1>T_7>T_2>T_{10}>T_5>T_4>T_3>T_6$

子图案与文物的关联度:

r_i=[0.639 2 0.804 5 0.579 7 0.752 1 0.674 2 0.716 9]

子图案与文物的关联度排序：

$C_2>C_4>C_6>C_5>C_1>C_3$

从每个设计因子关联度的大小可以看出设计因子的重要程度，关联度大的设计因子在后续设计中使

用的频次将会较多，对设计方案也会有较大的影响。根据 3 组设计因子关联度大小进行设计创作，其设计结果与原文物之间能相互映射，使设计方案与原文物的联系更加紧密。

3.4　色彩元素的归纳

文化创意产品设计中，色彩的运用是极为重要的一部分。为了满足风格、喜好、场合等不同的消费者的需求，同款不同色成为许多产品的设计策略[11]。以下通过 2 个途径来进行色彩提取。一是对器物固有色的提取，斗彩璎珞纹贲巴壶纹样以红、黄、绿为主色，色彩丰富绚丽、沉稳端庄，色调冷暖交替，色彩搭配舒适协调，是经典的橙兰配色，可直接运用到文创的色彩设计中。原文物的配色饱和度和对比度较高，因此色彩提取的第 2 个途径是在色彩情感化的引导下，对当下流行色的风格特征进行描述，并对收集到的感知词汇进行聚类分析。筛选掉意思过于相近的词汇，将筛选出的词汇进行问卷调研，得到排名前 8 的风格特征描述语汇为时尚的、简约的、百搭的、活泼的、沉稳的、清爽的、温柔的、现代的。根据风格特征语义词汇利用李克特量表法对色彩元素进行评价，由此生成色彩分析感官评价图谱[12]，见表 7。

选取评价值较高的色彩因子，在原色值的基础上进行明度和纯度的变化，从而得到一批符合现代审美的色彩基因库，见表 8。

表 7　斗彩璎珞纹贲巴壶色彩感知图谱

Tab.7 Color perception atlas of Ben Pakistan pot with doucai Yingluo pattern

c	33	74	82	28	1	71	79	33	59	32	23	45	43	77	28	6	74	9	5
m	11	38	53	60	33	63	42	44	22	80	86	4	24	37	21	40	43	28	10
y	40	75	75	65	31	7	48	3	29	84	100	36	16	52	50	24	63	39	53
k	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
评价值	4.3	3.4	3.8	4.0	4.4	4.2	3.8	4.7	4.1	3.9	3.7	4.3	4.6	4.2	4.1	3.5	3.4	4.5	4.0
感官词	轻松	自然	大气	沉稳	平和	时尚	高贵	浪漫	开朗	端庄	热烈	清新	清爽	现代	平静	可爱	娴静	温柔	阳光

表 8　符合现代审美的色彩

Tab.8 Color in line with modern aesthetics

原色值																			

4　案例验证

4.1　设计分析

根据设计因子集合 $I\in\{I_1,I_2,I_3,\cdots,I_9\}$、$T\in\{T_1,T_2,T_3,\cdots,T_n\}$、$C\in\{C_1,C_2,C_3,\cdots,C_n\}$，以及灰关联度排序后的设计因子，进行聚合变换。最终得到以灰关联分析为导向的斗彩璎珞纹贲巴壶设计因子二次聚合变换创意图案，见图 4。从图 4 中可以看出最终聚合后单位设计因子的位置所在。画面中心为兽面璎珞纹，此纹样同时也是贲巴壶的视觉中心，使其绕兽面璎珞纹进行不同角度、不同大小的圆周阵列，画面中的珍珠元素代表文物中的白色乳钉纹，画面最外延为云纹不同方向的线性阵列，此纹样也为贲巴壶最高处壶口的纹样，恰似斗彩璎珞纹贲巴壶摊开的样子。画面与贲巴壶壶体纹样之间相互呼应，在创新的同时又保留了原文物井然有序的纹样特征。

为了突出原文物的特征，依据前文提取的原文物的固有色彩因子对其进行配色。根据前文的色彩感官评价衍生出 2 款配色方案，见图 5。

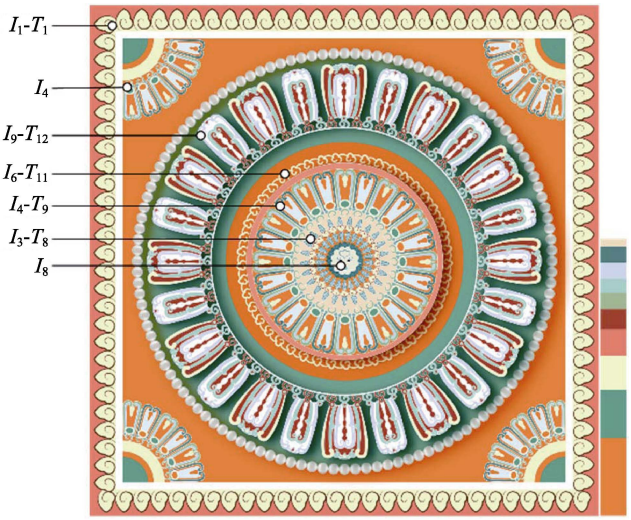
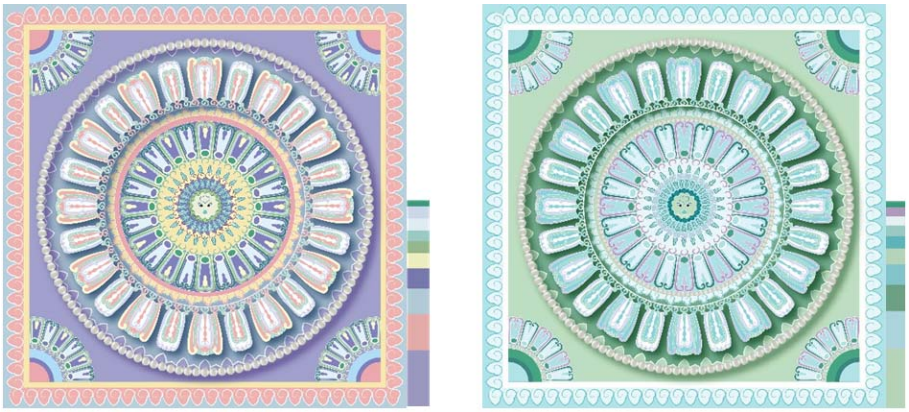


图 4　设计因子二次聚合变换分析

Fig.4 Analysis of the second aggregation transformation of design factors



a b

图 5 衍生配色方案
Fig.5 Derived color scheme

4.2 以情境为导向的设计应用

文化创意设计总是在特定的情境中产生的，其文创产品的设计也应当融合在相应的情境和氛围中[13]。收集用户对该文物文创产品的认知、需求、记忆和联想等信息，归纳整合后形成一个期望值，设计师通过用户的期望值根据文物的纹饰、色彩、形态、文化内涵、风格意象等，使不同要素实体化[14]。在用户需求情境的导向下，找到与文物元素气质相契合的载体，使纹饰、色彩、形态、文化内涵、风格意象等要素有序地结合起来，提升文化创意设计产物在情境中的氛围感，进而满足用户对文创产品的情感需求、功能需求及重用欲望。最后生成的文化创意设计产物应满足大情境动态关系，即人—文创产品—环境、文创产品—设计因子—文物之间相互映射、相辅相成。

根据前文对斗彩璎珞纹贲巴壶认知属性的分析，在情境导向下将与其气质相符的产品作为载体，并将图案应用于现代设计中。在设计过程中结合产品的功能、外形，可进行局部应用或整体应用。色彩是产品风格倾向的第一视觉要素，在原调性不变的基础上对文创产品进行多方案的配色，同款不同色便于消费者有更多的选择。基于斗彩璎珞纹贲巴壶纹样的文创设计及包装设计见图 6。

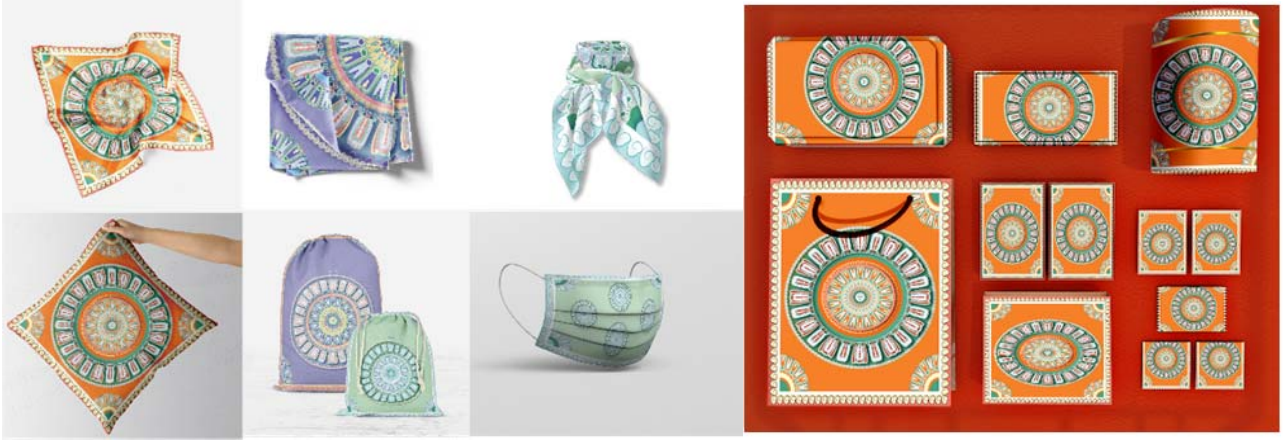


图 6 设计案例
Fig.6 Design case

5 结语

传统器物纹样是中华民族的绚丽瑰宝，为文化创意设计提供了丰富的价值源泉，使文创产品具有更深刻的文化内涵。针对文化创意设计中产品与文物之间的关联度低等问题，通过灰色关联分析法构建了一种有效保证创新纹样继承性的方法模型，提升了受众对文化创意产品的可识别性，并通过案例验证了其通用性。期望通过该方法，解决传统文化元素创新设计中的图形关联度问题，使优秀的传统文化元素得以传承与发扬，出现更多大众喜闻乐见的文创产品，使优秀传统文化元素在艺术设计中熠熠生辉。

参考文献：

[1] 蒋鹏，付业君，李树. 当代文创设计中的中国器物精神继承与再造[J]. 包装工程, 2022, 43(6): 252-258.
JIANG Peng, FU Ye-jun, LI Shu. Inheritance and Re-

construction of Chinese Utensil Spirit in Contemporary Cultural and Creative Design[J]. Packaging engineering, 2022, 43(6): 252-258.

[2] 薛雯, 胡云中泽, 汤琳, 等. 贵州民间剪纸纹样的研究及其在织物上的创新设计[J]. 丝绸, 2020, 57(7): 111-116.
XUE Wen, HUYUN Zhong-ze, TANG Lin, et al. Research on Guizhou Folk Paper Cut Patterns and Its Innovative Design on Fabrics[J]. Silk, 2020, 57(7): 111-116.

[3] 李雪瑞, 侯幸刚, 杨梅. 基于多层次灰色综合评价法的工业设计方案优选决策模型及其应用[J]. 图学学报, 2021, 42(4): 670-679.
LI Xue-rui, HOU Xing-gang, YANG Mei. Decision Making Model of Industrial Design Scheme Optimization Based on Multi-level Grey Comprehensive Evaluation Method and Its Application[J]. Journal of Graphics: 2021, 42(4): 670-679.

[4] 阎艳, 郝佳, 陈中明. 基于模糊决策图与灰色关联分析的枪械设计方案评价[J]. 兵工学报, 2016, 37(10): 1934-1940.
YAN Yan, HAO Jia, CHEN Zhong-ming. Evaluation of Gun Design Scheme Based on Fuzzy Decision Diagram and Grey Relational Analysis[J]. Journal of Ordnance Industry, 2016, 37(10): 1934-1940.

[5] 田民, 刘思峰, 卜志坤. 灰色关联度算法模型的研究综述[J]. 统计与决策, 2008(1): 24-27.
TIAN min, LIU Si-feng, BU Zhi-kun. Research Review of Grey Relational Degree Algorithm Model[J]. Statistics and Decision, 2008(1): 24-27.

[6] OLABANJI O M, MPOFU Ki. Appraisal of Conceptual Designs: Coalescing Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) and Fuzzy Grey Relational Analysis (F-GRA)[J]. Results in Engineering, 2021, 9: 100.

[7] 张菁, 刘嵘. 从贲巴壶看清汉藏文化对景德镇陶瓷的影响[J]. 中国陶瓷, 2013(1): 37-40.
ZHANG Jing, LIU Rong. See the Influence of Han and Tibetan Culture on Jingdezhen Ceramics from the Perspective of the Banba Pot[J]. Chinese Ceramics, 2013(1): 37-40.

[8] 傅业焘, 罗仕鉴. 面向风格意象的产品族外形基因设计[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(3): 449-457.
FU Ye-tao, LUO Shi-jian. Product Family Shape Gene Design for Style Image[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2012, 18(3): 449-457.

[9] YUKUN H, SUIHUAI Y, SHENG F Q. How to Extract Traditional Cultural Design Elements from a Set of Images of Cultural Relics Based on F-AHP and Entropy[J]. Multimedia Tools and Applications, 2021, 80(4): 1-24.

[10] JORGE A M, JOSE A D, Gonzalo A Z. A 3D Shape Generative Method for Aesthetic Product Design[J]. Design Studies, 2020, 66: 144-176.

[11] 刘春晓, 单筱秋, 张毅. 丝巾设计中的唐代团窠动物纹样创新[J]. 丝绸, 2020, 57(4): 11 2-118.
LIU Chun-xiao, SHAN Xiao-qiu, ZHANG Yi. The Innovation of Animal Patterns in the Design of Silk Scarves[J]. Silk, 2020, 57(4): 112-118.

[12] 王伟伟, 胡宇坤, 金心, 等. 传统文化设计元素提取模型研究与应用[J]. 包装工程, 2014, 35(6): 73-76.
WANG Wei-wei, HU Yu-kun, JIN Xin, et al. Research and Application of Traditional Culture Design Element Extraction Model[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(6): 73-76.

[13] 刘庭煜, 汪惠芬, 贲可存. 基于多维情境本体匹配的产品开发过程业务产物智能推荐技术[J]. 计算机集成制造系统, 2016, 22(12): 2727-2750.
LIU Ting-yu, WANG Hui-fen, BEN Ke-cun. Intelligent Recommendation Technology for Business Products in Product Development Process Based on Multi-dimensional Context Ontology Matching[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2016, 22(12): 2727-2750.

[14] 罗仕鉴, 翁建广, 陈实. 基于情境的产品族设计风格DNA[J]. 浙江大学学报(工学版), 2009, 43(6): 1112-1117.
LUO Shi-jian, WENG Jian-guang, CHEN Shi, ZHENG Lin-feng. DNA of Product Family Design Style Based on Context[J]. Journal of Zhejiang University (Engineering Edition), 2009, 43(6): 1112-1117.

责任编辑：马梦遥