

【视觉传达设计】

KANO-AHP-TOPSIS 混合模型在泥人 张包装设计中的应用研究

仓诗建, 于洺珠, 钱梦梦, 赵航
(天津科技大学 艺术设计学院, 天津 300222)

摘要: **目的** 针对我国传统泥彩塑包装存在的问题, 提出一种基于 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型设计泥彩塑包装的方法。 **方法** 以天津泥人张为研究对象, 根据泥人张购买者的需求, 确定其包装需要依据视觉、功能、情感和特色这四个设计属性, 然后进一步细化, 得到十八个设计因素, 在此基础上利用 KANO 问卷的反馈信息对其进行分类。进一步采用 AHP 模型, 计算各设计因素的综合权重。基于高权重设计因素, 提出三款泥人张的包装设计方案。在不考虑无关紧要的设计因素的情况下, 利用 AHP-TOPSIS 模型评价三款设计方案和一款现有天津泥人张包装, 以此验证所提混合模型在泥人张包装设计中的可行性。 **结果** AHP-TOPSIS 模型评价的结果表明, 用 KANO-AHP 模型筛选的高权重设计因素设计的三款泥人张包装均优于文中所提的泥人张现有包装。 **结论** KANO-AHP-TOPSIS 混合模型在设计泥人张包装时, 有助于聚焦设计因素, 客观评价设计方案。

关键词: 泥人张; 包装设计; KANO 模型; AHP 模型; TOPSIS 模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)18-0169-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.18.021

Hybrid KANO-AHP-TOPSIS Model in Package Design of Tianjin Zhang's Painted Clay Sculpture

CANG Shi-jian, YU Ming-zhu, QIAN Meng-meng, ZHAO Hang
(College of Art Design, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: Aiming at the challenge of the package of Chinese traditional painted clay sculpture, the paper aims to propose a method based on the hybrid KANO-AHP-TOPSIS model to design the package of painted clay sculpture. Taking Tianjin Zhang's painted clay sculpture as the research object, four design properties including vision, function, emotion, and characteristics are summarized according to the requirements proposed by the buyers for it. With their further refinement, eighteen design elements are given, which are classified into four categories using the user feedback from the KANO questionnaire. Then, the AHP model is used to calculate the comprehensive weight of each design element. Based on the design elements with higher weight, three packaging design schemes of Tianjin Zhang's painted clay sculpture are presented. Without considering irrelevant design elements, the AHP-TOPSIS model is adopted to evaluate the three schemes and one existing package of Tianjin Zhang's painted clay sculpture, which can be used to verify the feasibility of the proposed hybrid model in the packaging design of painted clay sculpture. The evaluation results of the AHP-TOPSIS model show that using the design elements with higher weight selected by the KANO-AHP model, the three packages schemes are superior to the existing package of Tianjin Zhang's painted clay sculpture proposed in this paper. The hybrid KANO-AHP-TOPSIS model is helpful to focus on the design elements and objectively evaluate the design schemes when designing the package of Tianjin Zhang's painted clay sculpture.

KEY WORDS: Zhang's painted clay sculpture; packaging design; KANO model; AHP model; TOPSIS model

收稿日期: 2022-04-05

基金项目: 第七届天津市艺术科学规划项目“京津冀民间彩泥塑艺术传承的田野调查与发展对策研究”(A18002)

作者简介: 仓诗建(1979—), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为产品设计。

传统工艺品的包装对提升手工艺品的竞争力起到不可忽视的作用,尤其是同类产品的竞争。一款手工艺品的精致包装对于满足用户的个性需求、激发购买欲都有着积极意义^[1]。在民间泥彩塑市场,包括天津泥人张在内的各类泥彩塑的包装设计参差不齐,大多采用简洁或者朴素的包装,不利于激发用户的购买欲。目前传统工艺品的包装设计缺少用户需求层面的数据分析,更多依赖于设计者或者少部分专家的个人喜好,因而设计出的包装带有局限性。为了克服这种局限性,有必要建立企业设计师、包装设计专家及用户层面的数据分析模型,在此基础上设计出符合大多数人需求的包装。天津泥人张作为我国民间泥彩塑的代表,它在包装上存在的问题是众多民间泥彩塑包装的一个缩影。通过建立数据分析模型,研究天津泥人张的包装设计,可以为民间泥彩塑乃至其他传统工艺品的包装设计提供有益的借鉴。

1 研究模型

在设计产品包装时,好的设计方法有助于提高产品包装设计的效率和质量。现有包装设计的研究方法主要有 KANO 模型、层次分析法(AHP)、优劣解距离法(TOPSIS)、模糊综合评价法(FCEM)、主成分分析(PCA)、回归分析(RA)等。天津泥人张因其独特的造型和鲜艳的色彩,得到了国内外众多收藏者的喜爱。在重视泥人张本身传承和发展的同时,泥人张的包装却没有得到重视。现在市场上泥人张的包装过于传统,仅从包装盒上很难让人联想到包装盒中的物品是泥人张,这不利于泥人张的宣传和推广。本研究基于 KANO、AHP 以及 TOPSIS 三种模型,研究天津泥人张包装设计。

1.1 KANO 模型

KANO 模型由日本学者狩野纪昭(Noriaki Kano)提出,是一种定性分析方法^[2]。在以用户需求为驱动的包装设计方法中,KANO 模型是能够较好地解决用户需求、提高包装设计质量、辅助设计人员分析和决策的方法。李娜等采用 KANO 模型,根据服务属性获得企业包装优化方案^[3]。一些学者基于 KANO 模型,做了更为深入的研究。例如,Abbas 将人口统计学理论和 KNAO 模型相结合,细化消费者分类,了解不同层次消费者对大米包装标签信息和印刷设计的偏好,为大米包装设计提出可行性建议^[4];马应以茶叶包装设计为例,通过熵权法确定企业需求重要度,根据 KNAO 模型对企业需求重要度进行分类,从而找出改进点,指导茶叶包装的迭代设计^[5];张冬等将质量功能展开(QFD)和 KANO 模型相结合,通过顾客需求分类和需求重要度排序结果,提出外卖包装设计的合理化建议^[6]。

表 1 用户需求类型说明
Tab.1 Type description of user requirement

需求属性	释义
M	指大众认为理应具备(必不可少)的泥人张包装设计因素。当基本满足需求时,用户满意度不会显著提高,相反会引起用户极大不满。
O	指用户希望在泥人张包装上得到体现的设计因素。当期望型需求满足时,公众的满意度会提高,相反会引起公众不满。
A	指超乎用户预期的泥人张包装设计因素。当魅力型需求满足时,用户的满意度会被极大地提高,相反,也不会引起用户的不满。
I	指对于泥人张包装设计来说可有可无的设计因素。不管无差异型需求是否满足,都不会影响用户的满意度。
R	指导致泥人张包装设计质量变差的设计因素。当反向型需求得到满足时,引起公众不满,相反公众反而满意。

KANO 模型将用户需求设定为 5 个层次:基本型需求 M、期望型需求 O、魅力型需求 A、无差异型需求 I 和反向型需求 R,泥人张包装设计指标的用户需求类型具体解释见表 1。KANO 模型的核心是 KANO 问卷及指标计算,为分析泥人张包装设计的用户需求提供了理论支撑。

1) KANO 问卷。采用 KANO 模型分析泥人张包装设计的用户需求时,需要设计调查问卷,问卷包括正反向两种问题,每个问题从五个选项中选择一项,即满意、理应如此、无所谓、可以接受、不满意^[7],对应分值分别为 5 分、4 分、3 分、2 分和 1 分。根据 KANO 问卷结果,对照表 2 中的 KANO 模型评价标准,判定调研对象对某一项包装设计需求指标的需求属性。

表 2 KANO 评价表
Tab.2 Kano evaluation table

需求属性	反向问题				
	满意	理应如此	无所谓	可以接受	不满意
正向问题	满意	Q	A	A	O
	理应如此	R	I	I	M
	无所谓	R	I	I	M
	可以接受	R	I	I	M
	不满意	R	R	R	Q

注:Q 表示可疑结果。

2) KANO 模型的指标计算。传统 KANO 模型将 M、O、A、I 中出现频率最高的因素确定为用户对某一项需求指标的需求属性,且需求因素的优先排序为 $M > O > A > I$ 。后来,美国学者 Berger 等在传统

KANO 模型基础上引入了满意度系数 (SI)、不满意度系数 (DSI)、需求重要度系数 (ID) 三项指标^[8], 其含义与计算公式见表 3, 函数 F 表示需求指标出现的频次。

表 3 KANO 模型指标
Tab.3 Index of KANO model

指标	含义	计算公式
满意度系数 (SI)	$SI \in (0,1)$ 。当 SI 接近 1, 说明用户需求满意度影响大; 当 SI 接近 0 时, 说明公众需求满意度影响小。	$SI = \frac{F(A)+F(O)}{F(A)+F(O)+F(M)+F(I)}$
不满意度系数 (DSI)	$DSI \in (-1,0)$ 。当 DSI 接近 -1, 说明用户需求不满意度影响大; 当 DSI 接近 0, 说明用户需求不满意度影响小。	$DSI = -\frac{F(O)+F(M)}{F(A)+F(O)+F(M)+F(I)}$
需求重要度系数 (ID)	ID 越大则该项需求重要度越高, 反之越低。	$ID = \frac{5F(M)+3F(O)+F(A)}{\text{样本总量}}$

1.2 层次分析法

层次分析法 (AHP) 主要用于需求指标重要程度的计算, 如巩桂芬等通过 AHP 对市面上的月饼包装设计因素进行评分, 从而判断包装设计的优劣^[9]; Salwa 等基于 AHP 筛选食物包装材料^[10]。AHP 可为天津泥人张包装设计指标的选择提供参考, 其基本原理是将评价方案分解成多个层次, 并通过定量与定性分析得出评价指标的综合权重, 主要实现方法包括以下两个部分。

1) 构造 AHP 判断矩阵。采用 1—9 级标度法 (见表 4) 表示同一层级泥人张包装设计评价指标之间的相对重要度, 构成判断矩阵 X 。对 m 个因素来说, 判断矩阵 X 为 m 阶正互反阵, 即矩阵 X 中的因素 $x_{ji} = 1/x_{ij}$, x_{ij} 表示因素 i 对因素 j 的重要性之比, 这里 $i, j \in \{1, 2, \dots, m\}$ 。运用和积法依次计算出准则层和指标层的权重 ω , 也就是正互反阵矩阵 X 最大特征值 $\lambda_{\max}$ 对应的特征向量。

2) 判断矩阵的有效性。得到判断矩阵后, 为保证判断的逻辑性, 需要通过一致性比值 CR 来判断每个矩阵的有效性。 CR 的计算公式为:

$$CR = \frac{\lambda_{\max} - m}{(m - 1)RI}$$
 (1)

式中, RI 数值见表 5^[11]。当 CR 小于 0.1 时, 矩阵一致性检验符合要求。

表 4 判断矩阵标度定义
Tab.4 Definition of judgment matrix scale

标度	重要性等级	含义
1	同等重要	i, j 两因素同等重要
3	稍微重要	i 因素比 j 因素稍微重要
5	明显重要	i 因素比 j 因素重要
7	强烈重要	i 因素比 j 因素明显重要
9	绝对重要	i 因素比 j 因素绝对重要
2,4,6,8	中间值	两相邻判断的中间值

1.3 TOPSIS 模型

优劣解距离法 (TOPSIS) 可以快速有效地对设

表 5 平均随机一致性指标表
Tab.5 Average random consistency index table

m	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.24	1.36	1.41	1.46

计方案进行综合分析和评价。陈香等提出基于 TOPSIS 模型的产品设计评价方法^[12], 在此基础上一些学者结合其他模型给出更为细致的产品设计评价研究方法。例如, 何劲涛结合灰关联分析法 (GRA) 和 TOPSIS 模型, 提出色彩设计方案评价方法^[13]; 陈哲等提出基于 TOPSIS-PSI 的办公座椅设计评价方法^[14]。TOPSIS 的基本原理是根据各项指标的正理想解和负理想解的距离, 获得各项指标与最优指标的相对接近程度, 以此评价各项指标优劣, 即评判指标最靠近正理想解, 则为最优, 否则为最差。但 TOPSIS 在各项指标的加权计算部分没有一套完整、具体的方法或架构, 其权重的赋予取决于决策者的主观认知, 有失客观性^[15]。因此本研究将 AHP 与 TOPSIS 相结合, 确保计算结果的客观性和完整性。AHP-TOPSIS 决策模型的实现分为以下六个步骤。

1) 构造 TOPSIS 评价矩阵。评价矩阵中 $C_1, C_2, \dots, C_n$ 表示 n 个包装设计方案, $X_1, X_2, \dots, X_3$ 表示 m 个评价指标, 用户对每个设计方案的评价指标进行评价。TOPSIS 评价矩阵的基本形式见表 6。

表 6 评价矩阵的基本形式
Tab.6 Basic form of evaluation matrix

设计方案	评价指标			
	X_1	X_2	$\dots$	X_m
C_1	R_{11}	R_{12}	$\dots$	R_{1m}
C_2	R_{21}	R_{22}	$\dots$	R_{2m}
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
C_n	R_{n1}	R_{n2}	$\dots$	R_{nm}

2) 归一化评价矩阵。对原始数据矩阵 $R = (R_{ij})$ 的列向量进行平方和归一化数据处理, 即每一列元素都除以当前列向量的范数, 得到标准化矩阵 $S = (S_{ij})$ 。

3) 建立加权标准化矩阵。根据 AHP 模型计算出各设计指标权重向量 $\omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m]^T$, 则标准化矩阵 S 进行加权处理后的矩阵 $T = (T_{ij})$ 为:

$$T = \begin{bmatrix} \omega_1 S_{11} & \omega_2 S_{12} & \dots & \omega_m S_{1m} \\ \omega_1 S_{21} & \omega_2 S_{22} & \dots & \omega_m S_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_1 S_{n1} & \omega_2 S_{n2} & \dots & \omega_m S_{nm} \end{bmatrix} \quad (2)$$

4) 计算正、负理想解。正、负理想解 $T^+ = (T_j^+)$ 和 $T^- = (T_j^-)$ 是 m 维行向量, 分别由矩阵 T 中每列向量的最大值和最小值组成。

5) 确定各方案与正、负理想解 T^+ 和 T^- 的距离, 其计算公式分别为:

$$V_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (T_{ij} - T_j^+)^2} \text{ 和 } V_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (T_{ij} - T_j^-)^2} \quad (3)$$

6) 确定不同设计方案与 T^+ 的相对贴近度 D 。贴近度 D 计算表达式为:

$$D_i = \frac{V_i^-}{V_i^+ + V_i^-}, (0 \leq D_i \leq 1) \quad (4)$$

当贴近度趋近 0 时, 表明包装设计方案贴近于负理想解; 当贴近度趋近 1 时, 表明包装设计方案贴近于正理想解。贴近度越大, 表明包装设计方案的大众认可度越高。

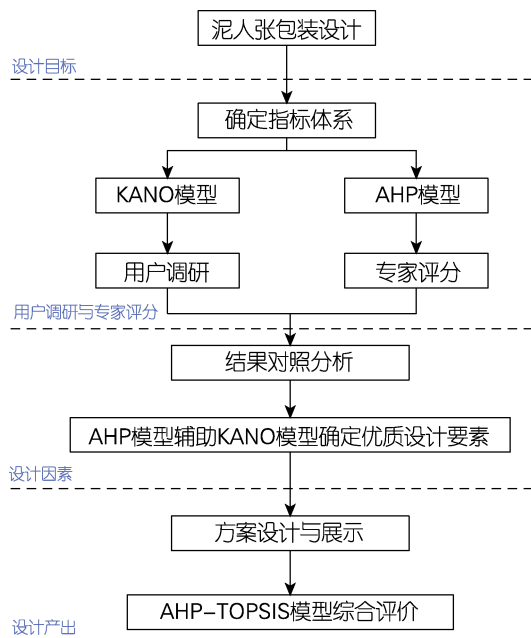


图1 研究框架
Fig.1 Research framework

2 研究思路

在 KANO 模型的实际应用中, 存在主观意识强、无法客观计算需求指标重要程度等弊端, 而且在 KANO 模型后续的包装设计过程中, 对于设计方案是

否满足用户需求等问题, KANO 模型没有给出确切的判断标准。本文应用 AHP 确定 KANO 模型的用户需求权重, 可以有效地解决 KANO 模型需求指标的综合排序问题, 同时将 AHP-TOPSIS 与 KANO 模型相结合, 可以弥补 KANO 模型在设计方案评价上的缺陷, 所以 KANO、AHP、TOPSIS 三种模型相结合的包装设计方法与其他包装设计方法相比, 具有精准了解用户需求、快速分析用户需求权重、客观评价设计方案、完整闭合的设计流程等优点。目前, 国内尚没有学者采用这种方法对传统手工艺品的包装设计展开研究。基于此, 本研究的思路是将 KANO、AHP、TOPSIS 模型相结合, 对用户影响程度较大的设计因素进行挖掘, 设计天津泥人张包装方案, 并对设计方案进行评价, 以验证 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型的合理性。

基于 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型的天津泥人张包装设计和方案评价的研究框架, 见图 1。该研究分为四个阶段: 第一阶段, 根据天津泥人张包装现状确定泥人张购买者的需求指标; 第二阶段, 运用 KANO 模型确定泥人张购买者需求指标分类和需求指标期望程度, 运用 AHP 模型建立需求指标分析矩阵, 确定不同需求指标的综合权重值; 第三阶段, 对比分析 KANO 和 AHP 模型结果, 并用 AHP 模型分析的结果修正 KANO 模型选择的指标, 从而确定天津泥人张包装优质设计因素; 第四阶段, 根据设计因素进行方案设计, 运用 AHP-TOPSIS 模型对设计方案展开评价, 验证设计模型的合理性和可行性。

3 基于 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型的泥人张包装设计

现有天津泥人张包装根据泥塑尺寸大小分为大、中、小三种类型, 大的包装以绿色为底色, 黄色为点缀, 中等包装以黄色为主色, 配以简单的图案, 小尺寸包装以深绿色为主色, 小尺寸的包装样式见图 2。可以看出, 天津泥人张包装存在款式陈旧、缺乏品牌意识等问题, 为了更好地提高天津泥人张的知名度和市场竞争力, 引入 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型, 为天津泥人张包装设计提供完整的设计方案。



图2 天津泥人张彩塑的一款包装
Fig.2 A packaging of Tianjin Zhang's painted sculpture

3.1 用户需求分析

针对市场上现有天津泥人张包装的存在问题, 通

过焦点小组访谈、用户访谈和亲和图法(又称 KJ 法、A 型图解法),总结购买者对泥人张包装设计因素的期望需求。首先,根据研究内容选取访谈对象,为提升泥人张包装用户需求指标的提取效果以及提取结果的可靠性,选择有能力购买泥人张的 42 位消费者作为访谈对象,其中男性 23 名,女性 19 名,年龄集中在 22~48 岁。之后依据提前准备好的提纲访谈。为尽可能全面挖掘影响泥人张包装设计的用户需求指标,同时避免调查对象根据以往的知识体系对调研结果形成某种理论预设,在征得访谈对象同意后,采用速记与录音相结合的方式记录访谈内容。最后通过 KJ 法对收集的资料进行整合归纳,最终提炼出 18 项设计因素。调研结果表明,用户对泥人张包装设计因素的需求主要集中在包装造型、颜色、结构的新颖性方面;包装要呈现品牌特色,具有一定的纪念价值;包装具有防撞功能,在摆放时具有防潮功能;能够做到系列化设计,在购买不同档次的泥人张产品时,其包装有所差异等。由此将天津泥人张包装的设计属性(目标层 Z)分为视觉设计 A₁、功能设计 A₂、情感设计 A₃和特色设计 A₄,其中 A₁的准则层包括造型设计 X₁、色彩设计 X₂、结构设计 X₃、纹样设计 X₄、系列设计 X₅,A₂的准则层包括防潮功能 X₆、环保功能 X₇、防撞功能 X₈、便携功能 X₉,A₃的准则层包括差异性设计 X₁₀、定制设计 X₁₁、交互设计 X₁₂、趣味性设计 X₁₃,A₄的准则层包括民族特色 X₁₄、纪念特色 X₁₅、地域特色 X₁₆、时代特色 X₁₇、品牌特色 X₁₈。根据这些设计因素,结合 KANO-AHP-TOPSIS 模型,从造型设计、功能设计、情感设计和特色设计四个方面研究天津泥人张的包装,研究流程如图 3 所示。

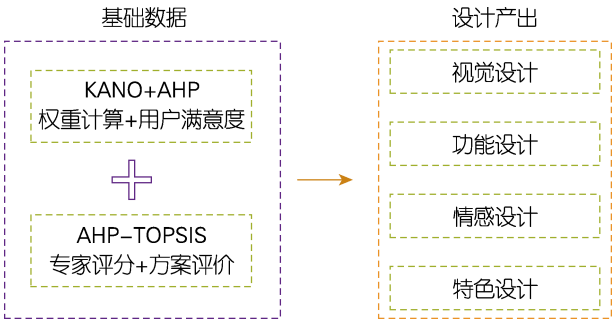


图 3 基本研究流程
Fig.3 Basic research procedure

3.2 基于 KANO 模型确定需求指标类型

KANO 问卷中包含提炼出的 18 项设计因素,针对每一个设计因素,受访者从满意、理应如此、无所谓、可以接受、不满意这五个选项中根据自身感受,回答正、反两方面的问题。该问卷对天津古文化街泥人张店铺附近有意向购买泥人张的游客进行随机调查,发放问卷 224 份。去除问卷回答不完整以及可疑结果过多(频率大于 50%)的问卷 24 份,收回有效问卷 200 份,有效率为 89.3%。在有效问卷中,男女比例为 43:57,年龄集中在 19~51 岁,职业涉及面广。整体而言,样本选择较为合理,具有代表性和典型性。对照 KANO 模型评价标准(见表 3),录入和整理天津泥人张包装设计的用户需求问卷数据,统计问卷每项问题中的五类需求属性出现频次,进而根据表 4 中的计算公式,计算 ID、SI 和 DSI,按照 ID 降序得到的结果见表 7。

表 7 基于 KANO 模型的统计结果
Tab.7 KANO model-based statistical results

编码	ID	SI	DSI	M	O	A	I	需求层次	信息分类
X ₁	3.075	0.460	-0.730	77	69	23	31	M	A ₁
X ₂	3.020	0.475	-0.710	75	67	28	30	M	A ₁
X ₅	3.020	0.450	-0.685	80	57	33	30	M	A ₁
X ₁₈	2.950	0.355	-0.660	85	47	24	44	M	A ₄
X ₃	2.835	0.505	-0.655	68	63	38	31	M	A ₁
X ₁₀	2.385	0.635	-0.560	42	70	57	31	O	A ₃
X ₁₅	2.380	0.635	-0.565	41	72	55	32	O	A ₄
X ₁₄	2.360	0.645	-0.565	39	74	55	32	O	A ₄
X ₈	2.335	0.630	-0.560	39	73	53	35	O	A ₂
X ₁₇	2.100	0.660	-0.480	32	64	68	36	A	A ₄
X ₁₆	2.030	0.510	-0.430	44	42	60	54	A	A ₄
X ₁₂	1.985	0.640	-0.440	31	57	71	41	A	A ₃
X ₄	1.825	0.410	-0.385	43	34	48	75	A	A ₁
X ₆	1.810	0.500	-0.385	36	41	59	64	I	A ₂
X ₁₁	1.785	0.515	-0.380	34	42	61	63	I	A ₃
X ₇	1.635	0.385	-0.325	40	25	52	83	I	A ₂
X ₉	1.605	0.455	-0.320	34	30	61	75	I	A ₂
X ₁₃	1.550	0.440	-0.300	34	26	62	78	I	A ₃

3.3 基于 AHP 模型的权重分析

以天津泥人张包装设计为主题,构建 AHP 模型,通过所有层次因子之间的相对重要性关系(见表 4)计算出它们的相对权重值。为使影响 AHP 模型的各指标特征得到较为客观的权重结果,数值的标度由 5 位包装设计领域专家和 3 位包装企业设计师共同完成,根据和积法求出权重值,并将权重值归一化。各层判断矩阵为:

$$Z = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/2 & 1/5 \\ 1/3 & 2 & 1 & 1/2 \\ 1/5 & 5 & 2 & 1 \end{bmatrix}, A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 7 & 9 & 3 \\ 1/5 & 1 & 3 & 5 & 1/3 \\ 1/7 & 1/3 & 1 & 3 & 1/5 \\ 1/9 & 1/5 & 1/3 & 1 & 1/7 \\ 1/3 & 3 & 5 & 7 & 1 \end{bmatrix},$$
$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/2 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/6 & 1 \\ 2 & 6 & 1 & 4 \\ 1/2 & 1 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}, A_3 = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 & 5 \\ 1/7 & 1 & 1/5 & 1/2 \\ 1/3 & 5 & 1 & 2 \\ 1/5 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \text{ 及}$$
$$A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 3 & 5 & 1/5 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 3 & 1/7 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 & 1/9 \\ 3 & 5 & 7 & 9 & 1 \end{bmatrix}$$

对各矩阵进行一致性检验,计算一致性比例 CR,见表 8。所有判断矩阵的 CR 值均小于 0.1,表明各层次判断矩阵的权重计算结果具有一致性。各项指标的综合权重见表 9。

表 8 一致性比例
Tab.8 Consistency ratio

	Z	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
CR	0.075	0.053	0.008	0.019	0.053

3.4 对比分析

本研究用 KANO 模型分析用户需求,用 AHP 求出各设计因素的综合权重值,将 KNAO 模型中的 ID 值进行求和归一化处理,并与 AHP 的综合权重值进行对比分析,精准选择天津泥人张包装的设计因素,对比结果见图 4。首先,根据 KANO 模型特点,表 7 中无差异需求的 5 种设计因素将不予考虑,重点分析必备需求、期望需求和魅力需求中的设计因素。其次,依据图 4 中 KANO 模型和 AHP 模型的计算结果,可以看出泥人张购买者和专家层面对天津泥人张包装的造型设计 X₁ 期望最大,因而造型设计 X₁ 为包装设计的核心因素;相对于其他设计因素,色彩设计 X₂、系列设计 X₅、差异性设计 X₁₀、民族特色 X₁₄ 和品牌特色 X₁₈ 的权重值小于造型设计 X₁,为包装设计的重要因素;纪念特色 X₁₅、结构设计 X₃、防撞功能设计 X₈、地域特色 X₁₆、纹样设计 X₄、时代特色 X₁₇ 和交

表 9 天津泥人张包装设计指标权重计算结果
Tab.9 Weight of index of the packaging of Tianjin Zhang's painted clay sculpture

目标层(Z)	准则层(A)	A 权重	子准则层(X)	X 权重	AHP 综合权重
天津泥人张包装设计指标评价	视觉设计	0.592	造型设计	0.513	0.304
			色彩设计	0.129	0.076
			结构设计	0.063	0.038
			纹样设计	0.033	0.020
			系列设计	0.262	0.155
	功能设计	0.060	防潮功能设计	0.261	0.016
			环保功能设计	0.097	0.006
			防撞功能设计	0.523	0.032
			便携功能设计	0.119	0.007
	情感设计	0.133	差异性设计	0.576	0.077
			定制设计	0.062	0.008
			交互设计	0.243	0.032
			趣味性设计	0.119	0.016
	特色设计	0.215	民族特色	0.262	0.056
			纪念特色	0.129	0.028
			地域特色	0.063	0.014
			时代特色	0.033	0.007
			品牌特色	0.513	0.110

互设计 X₁₂ 在一定程度上也会满足用户需求,为包装设计的次要因素。这里需要注意的是 X₁₀ 在 KANO 模型中属于期望型需求的设计因素,但图 4 中的计算结果表明, X₁₀ 在 AHP 模型中是显著要考虑的设计因素。因此,在本研究中把 X₁₀ 作为重要考虑的设计因素,以此对 KANO 模型完全以用户为研究对象导致泥人张包装设计因素选取存在的不足进行修正。

3.5 设计方案

依据前面的分析,选择 X₁、X₂、X₅、X₁₀、X₁₄、X₁₈ 作为主要设计因素,设计了三款天津泥人张包装方案,见图 5、6 和 7,每款方案均分为普通款、纪念款和收藏款三种形式,在 3 种方案包装上,都印有泥人张等字样,突出包装设计的品牌特色,每种形式的尺寸、配色各不相同,以突出包装的差异性和系列化,并且每款包装内部均有礼盒纸絮,以起到防震效果。方案 1 选取天津泥人张极具代表性的三款产品作为包装设计封面,突出品牌特色,并配以中国传统纹样装饰,具有民族特色和纪念价值;方案 2 在造型设计和色彩设计的基础上,着重突出品牌特色和纹样设计,以福、禄、寿、市井人物的线描为纹样,覆盖整个泥人张包装;方案 3 以“梦娃”为设计主题,配以三种不同颜色,具有时代特色和地域特色,借助包装传递出社会主义核心价值观,起到文化宣传的作用。

3.6 基于 AHP-TOPSIS 模型的综合评价

将 3 个设计方案和天津泥人张现有包装方案组成

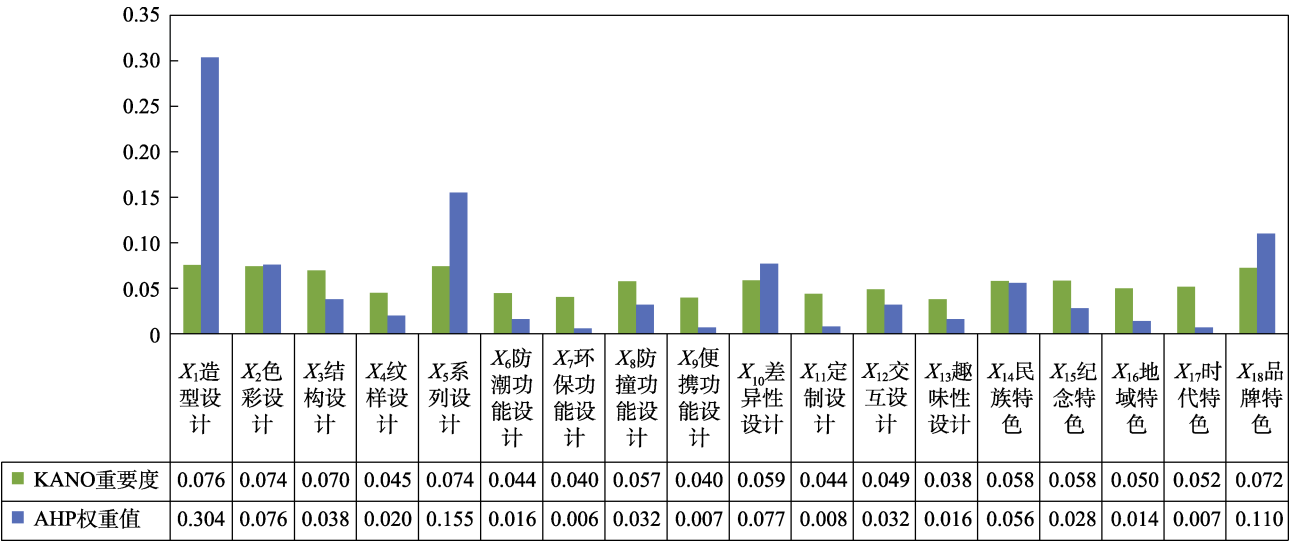


图 4 KANO 模型重要度和 AHP 模型权重值对比
Fig.4 Comparison of the importance of KANO model and the weight of AHP model



图 5 设计方案 1
Fig.5 Schematic design 1



图 6 设计方案 2
Fig.6 Schematic design 2



图 7 设计方案 3
Fig.7 Schematic design 3

方案集,评价指标由 KANO 模型必备需求 M 、期望需求 O 、魅力需求 A 中的 13 个评价指标组成;18~52 岁的男性和女性购买者各 10 位组成决策者对每个方案按照天津泥人张包装设计指标体系进行评分,评分采用李克特 5 分量表的形式^[16],建立初始评价矩阵和加权标准化矩阵,见表 10 和 11。

在计算正负理想解时,首先将加权标准化评价矩阵(见表 11)代入式(3)和式(4)进行计算,求得各评价指标的正理想解 T^+ 和负理想解 T^- ,见表 12。

根据式(3)计算出正负理想解距离 V_i^+ 及 V_i^- ,其结果为:

$$V^+ = (0.016, 0.011, 0.007, 0.094),$$
$$V^- = (0.079, 0.083, 0.092, 0.001)$$

然后用式(4)计算与 T^+ 的相对贴近度 D ,其结果为:

$$D = (D_1, D_2, D_3, D_4) = (0.834, 0.887, 0.926, 0.001)$$

由此可知,4 款天津泥人张包装设计方案的对贴近度分别为 $D_1=0.834$ 、 $D_2=0.887$ 、 $D_3=0.926$ 、 $D_4=0.001$ 。根据贴近度的大小,可以看出方案 3>方案

2>方案 1>现有方案,表明本文基于 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型设计的三款包装方案均得到大众认可,且认可度均高于天津泥人张原有包装,其中以第三个方案为最优。

基于 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型的泥人张包装设计,不仅考虑了泥人张购买者层面的需求,还考虑了专家层面对设计的把控,适用于市场上同类产品的包装设计。在实践过程中,设计者先根据用户需求采集包装设计因素,通过 KANO 模型的分析,剔除一些可有可无的包装设计因素,在此基础上计算 KANO 模型中的用户需求重要度系数,以此作为包装设计过程中所考虑因素的重要程度。然后依据包装企业设计师和包装设计专家建立的准则层和子准则层 AHP 决策矩阵,计算不同包装设计因素的综合权重值。通过对比不同设计因素下 KANO 模型中的用户需求重要度系数与 AHP 权重值,修正 KANO 模型中完全以用户为研究对象选择包装设计因素时出现的不足,从而确定产品包装设计要考虑的主要设计因素。最后用 TOPSIS 模型评估不同设计方案的贴近度,给出准确的评价。

表 10 初始评价矩阵
Tab.10 Initial evaluation matrix

设计方案	评价指标												
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_8	X_{10}	X_{12}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
方案 1	4.150	4.100	4.150	4.050	3.950	3.500	4.050	4.050	4.050	4.250	3.400	4.250	4.200
方案 2	4.300	4.000	4.400	4.050	4.000	3.350	4.050	4.250	4.300	4.300	4.200	3.400	3.600
方案 3	4.550	3.850	3.550	3.550	3.950	3.000	3.800	3.950	4.200	3.950	3.900	3.500	4.450
现有方案	2.250	3.350	3.000	2.900	3.200	3.050	1.900	2.100	2.950	2.950	2.050	1.650	1.750

表 11 加权标准化评价矩阵
Tab.11 Weighted standardized evaluation matrix

设计方案	评价指标												
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_8	X_{10}	X_{12}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
方案 1	0.161	0.041	0.020	0.011	0.081	0.009	0.003	0.017	0.004	0.042	0.004	0.021	0.009
方案 2	0.167	0.040	0.022	0.011	0.082	0.008	0.003	0.018	0.004	0.042	0.005	0.016	0.008
方案 3	0.176	0.038	0.017	0.010	0.081	0.0072	0.003	0.017	0.004	0.039	0.005	0.017	0.010
现有方案	0.087	0.033	0.015	0.008	0.065	0.007	0.002	0.009	0.003	0.029	0.002	0.008	0.004

注:“现有方案”表示图 2 中的包装方案。

表 12 理想解
Tab.12 Ideal solutions

理想解	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_8	X_{10}	X_{12}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}
T^+	0.176	0.041	0.022	0.011	0.082	0.009	0.003	0.018	0.004	0.042	0.005	0.021	0.010
T^-	0.087	0.033	0.015	0.008	0.065	0.007	0.002	0.009	0.003	0.029	0.002	0.008	0.004

4 结语

本研究以提高泥人张的市场竞争力为目标,在梳

理 KANO 模型、AHP 模型、TOPSIS 模型以及包装设计等相关理论成果的基础上,构建了用于天津泥人张包装设计的 KANO-AHP-TOPSIS 混合模型。先用 KANO 模型对天津泥人张包装设计因素进行分类,在

传统 KANO 模型的基础上, 引入需求重要度系数, 分析各设计因素的重要程度。为避免泥人张购买者的主观意愿导致调研提炼出的设计因素不准确的情况, 再用 AHP 模型修正 KANO 模型完成用户分析, 并由专家和设计师对各设计因素进行评分, 计算各设计因素权重值, 对比分析两个模型的最终结果, 得出影响天津泥人张包装设计的重要因素。最后根据用户需求设计三款天津泥人张包装方案, 每个方案的侧重点各有不同, 利用 AHP-TOPSIS 模型对三款包装设计方案和天津泥人张现有包装展开评价, 可知所设计的三款泥人张包装优于天津泥人张原有包装。本文的研究思路不仅可以优化天津泥人张的包装设计, 而且还可可为其他非遗产品的包装设计研究提供理论支撑。

参考文献:

- [1] 巫丽红. 包装设计的消费意境探究[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 64-68.
WU Li-hong. Skills in the Packaging Design to Create a Consumption Conception[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 64-68.
- [2] KANO N, SERAKU N, TAKAHASHI F, et al. Attractive Quality and must-be Quality[J]. The Journal of Japanese Society for Quality Control, 1984, 14 (2): 147-156.
- [3] 李小东. 注重客户偏好的整体包装设计方案优化路径[J]. 包装工程, 2020, 41(12): 253-257.
LI Na, LI Xiao-dong. Optimizing Path of Overall Packaging Design Scheme Focusing on Customer Preferences[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(12): 253-257.
- [4] ABBAS D. Impact of Label Information and Typography in Packaging Design on Consumer Behavior in the Lens of KANO'S Attractive Quality Theory[J]. International Research Journal of Marketing and Economics, 2015, 2(4): 16-31.
- [5] 马应应. 面向多主体用户的茶叶包装迭代设计方法研究[J]. 茶叶通讯, 2021, 48(1): 167-172.
MA Ying-ying. Research on Iterative Design Method of Tea Packaging for Multi-Agent Users[J]. Journal of Tea Communication, 2021, 48(1): 167-172.
- [6] 张冬, 王贵容, 李志刚. 基于 QFD 的外卖包装设计顾客需求分析模型构建[J]. 包装工程, 2021, 42(5): 216-222.
ZHANG Dong, WANG Gui-rong, LI Zhi-gang. Customer Demand Analysis Model of Takeaway Packaging Design Based on QFD[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(5): 216-222.
- [7] 刘宗明, 李倩文. 基于 KANO 模型与 TRIZ 理论的儿童家具轻设计研究[J]. 林产工业, 2020, 57(8): 41-46, 52.
LIU Zong-ming, LI Qian-wen. Research on Light Design of Children's Furniture Based on KANO and TRIZ Theory[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(8): 41-46, 52.
- [8] BERGER C, BLAUTH R, BOGER D. Kano's Methods for Understanding Customer-Defined Quality[J]. Center for Quality Management Journal, 1993, 2(4): 3-36.
- [9] 巩桂芬, 殷科. 基于模糊层次分析法的包装方案评估模型研究[J]. 包装工程, 2011, 32(21): 64-67.
GONG Gui-fen, YIN Ke. Study on Assessment Model of Packaging Solutions Based on AHP Method[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(21): 64-67.
- [10] SALWA H N, SAPUAN S, MASTURA M T, et al. Analytic Hierarchy Process (AHP)-Based Materials Selection System for Natural Fiber as Reinforcement in Biopolymer Composites for Food Packaging[J]. Biore-sources, 2019, 14: 10014-10046.
- [11] 林幸民, 苏秀丽. 基于 FAHP 和模糊 Kano 的共享单车设计分析[J]. 机械设计, 2019, 36(1): 124-128.
LIN Xing-min, SU Xiu-li. Analysis of Shared Bicycles Design Based on FAHP and Fuzzy Kano[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(1): 124-128.
- [12] 陈香, 卫华. 基于结构熵权 TOPSIS 法的产品设计方案评估研究[J]. 图学学报, 2020, 41(3): 446-452.
CHEN Xiang, WEI Hua. Research on Product Design Scheme Evaluation Based on TOPSIS Method of Structure Entropy Weight[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(3): 446-452.
- [13] 何劲涛, 陈登凯, 余隋怀. 旅游文化创意产品多文化意象色彩设计评价方法[J]. 机械科学与技术, 2021, 40(1): 92-100.
HE Jin-tao, CHEN Deng-kai, YU Sui-huai. Multi-Cultural Image Color Design Evaluation Methods for Creative Products of Tourism Culture[J]. Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering, 2021, 40(1): 92-100.
- [14] 陈哲, 尚凯, 张青, 等. 基于 TOPSIS-PSI 方法的办公座椅设计评价[J]. 林业工程学报, 2020, 5(6): 179-184.
CHEN Zhe, SHANG Kai, ZHANG Qing, et al. Evaluation of Office Chair Design Using TOPSIS-PSI Method[J]. Journal of Forestry Engineering, 2020, 5(6): 179-184.
- [15] YANG Wei, CHEN Zhi-ping, ZHANG Fang. New Group Decision Making Method in Intuitionistic Fuzzy Setting Based on TOPSIS[J]. Technological and Economic Development of Economy, 2017, 23(3): 441-461.
- [16] 白凯. 无应答式李克特量表在旅游研究中的应用检验[J]. 旅游学刊, 2011, 26(4): 29-35.
BAI Kai. On the Application and Testing of Non-Response Option of Likert-Type Scales in Tourism Research[J]. Tourism Tribune, 2011, 26(4): 29-35.

责任编辑: 马梦遥