

基于 AHP 分析法与 TRIZ 理论的可折叠座椅设计研究

范峰源, 郝巍东

(太原师范学院, 山西 晋中 030619)

摘要: **目的** 设计一款可满足用户需求的家用折叠座椅, 以减少座椅在小户型的室内空间面积占用率。**方法** 对现有折叠座椅的设计结合 TRIZ 理论进行分析, 通过需求层次分析法即 AHP 法, 确定用户与产品之间的关系, 得出折叠座椅功能需求指数的目标层 1 个、一级指数 6 个和二级指数 15 个, 进而计算出各功能指数的权重值, 并进行了一致性检验, 确定用户亟须解决的产品设计需求问题。并运用 TRIZ 理论的 40 项发明原理解决该问题。**结果** AHP 层次分析法与 TRIZ 理论的结合, 可精准分析用户的喜好, 为家用折叠座椅的设计指明设计重点, 从而设计出适合的座椅。

关键词: 折叠座椅设计; 小型室内空间; AHP 层次分析法; TRIZ 理论

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)20-0311-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.20.035

The Design of Foldable Seat Based on AHP Method and TRIZ Theory

FAN Feng-yuan, HAO Wei-dong

(Taiyuan Normal University, Shanxi Jinzhong 030619, China)

ABSTRACT: The paper aims to design a household foldable seat that can meet the needs of users, so as to reduce the occupancy rate of seats in the indoor space of small apartments. The design of the existing foldable seat was analyzed in combination with TRIZ theory, and the relationship between users and products was determined through the analytic hierarchy process (AHP) method. One target layer, six primary indices and fifteen secondary indices of the functional demand index of the folding seat were derived, and then the weight values of each functional index were calculated, and a consistency test was carried out to determine the product design requirements that users need to solve urgently. And 40 invention principles of TRIZ theory were applied to solve this problem. The combination of AHP method and TRIZ theory can accurately analyze the user's preferences and specify the design focus for the design of household foldable seats, so as to design suitable seats.

KEY WORDS: foldable seat design; small interior space; Analytic Hierarchy Process (AHP); TRIZ theory

目前在一二线城市中, 大批年轻人和外地工作者需要通过租房提供生活空间的现象较为普遍, 通常他们会选择面积较小的公寓房或与外人合租以减轻房租压力, 导致其居住环境最大的问题在于生活空间狭小, 但这不会改变他们对生活质量的关注。针对这一现状, 研究如何通过家具创新设计来提升居家空间利用率的问题是至关重要的。结合 KJ 法与 AHP 层次分析法的研究可获取该类用户对折叠座椅的需求, 并进行权重分析, 可让设计方案最终呈现后对消费者需求

具有更加精准的指向性, 也为 TRIZ 理论在解决主要的产品设计问题时提供依据。

可折叠家具的设计可以减少室内占地面积及空间, 间接地优化了住宅空间利用率, 可折叠家具注重可变性和多元化, 目前较为常见的是折叠桌椅、折叠床等, 为小型空间布置提供更多的灵活性, 不需要使用时可折叠起来, 整理出一定的空白空间, 在视觉上使室内空间简洁有序^[1-3], 同时也增加了在相同空间实现不同功能的可能性。

收稿日期: 2022-05-13

作者简介: 范峰源 (1995—), 男, 硕士生, 主攻艺术设计。

通信作者: 郝巍东 (1977—), 男, 硕士, 教授, 主要研究方向为设计学、工艺美术。

1 理论研究概述

1.1 需求层次分析法

AHP (需求层次分析法)^[4-5]是将决策问题的相关因素按照支配关系建立条理化的层序结构,进而形成客观之主观的判断结构,决策分析得出各个因素对总目标(I)的综合权重并进行排序。经过用户访谈和调研问卷的形式整理得到设计需求^[6],将指标因素按照层级分解进行决策^[7-9]。AHP 通过将设计目标按照层级建立递阶层次结构,通过将第二级指标两两对比,通过专家打分,求解判断矩阵得出总目标的综合权重^[10-11]。

1.2 TRIZ 理论

TRIZ 理论^[12]是由阿奇舒勒创立的发明问题解决问题的方法,旨在使用科学方法快速实现新发明或解决技术难题,并为设计工作厘清思路^[13],在产品领域,TRIZ 理论在创新思维、问题分析、技术系

统进化、问题解决算法等维度成为了推动设计的核心力量。

2 TRIZ 理论在可折叠座椅设计中的案例分析

在可折叠座椅设计案例中,列举了 TRIZ 理论中的 40 项发明原理在折叠座椅设计案例中的运用,为本次创新设计提供创新依据。

设计师 Hamza Bavčić,得益于其在工程、美学、建筑设计等多个领域的专业知识积淀,使其能够在设计工作中凭借其独特视角设计出风格多变且功能丰富的产品,见图 1。该座椅可将其展开,挂在衣柜中存放,节约占地面积,同时用于固定的皮质带,可用来悬挂衣物^[14]。在 TRIZ 理论的 40 个发明原理中主要使用了“动态性”,让静态的物体可以进行变形从而减小占地面积,且能够使原本的座椅更适合用于不同的应用环境^[15-16]。



图 1 悬挂式折叠座椅
Fig.1 "Wooden Roller Shutter" stool

王振鑫设计的板凳外形类似于传统小马扎,它的体积小,折叠后可将两端固定,不需要用时可存放在房间内家具缝隙的位置^[17]。在 TRIZ 理论中运用了“预先放置原理”,在设计时考虑到用户在使用时的行为,提前将板凳设计固定扣(见图 2)。提前将板凳设计固定扣后,可方便用户对板凳的折叠效益。

爱尔兰的 Tierney Haines Architects 工作室^[18-20]

设计的这款折叠椅,在设计结构角度而言,它呈 X 形,而当左右凳腿并拢的整个过程中,整个椅背也会随之对折到一起。简单来说,该折叠椅可往中间方向对折,继而形成丙字形(见图 3),该案例在 TRIZ 理论中运用了“多维法”“动态化原理”,将单层结构变为多层,使不动部分变为可动,可极大降低座椅在室内空间设计的利用率。



图 2 可折叠椅子
Fig.2 Stretchable stool



图 3 创新折叠方式椅子
Fig.3 Modular Bench

3 基于 AHP 法用户需求权重计算

在针对折叠座椅创新设计过程中，运用 KJ 亲和图法，对各个要素之间内在的相互联系关系进行概括与总结，进而寻找解决问题的方式。折叠座椅设计要素的选取是一种包含全方位、多要素、多目标的综合体^[21-23]。

经过 KJ 法的需求要素整理，综合折叠座椅的特性，同时要解决用户在特定环境下使用椅子的问题，从而对调研用户提出了三个方面的问题：“居住空间基本满足，但没有多余空间”“希望有使用方式创新的折叠椅”“对折叠椅的印象始终停留在户外折叠椅的造型，希望有适用于居家生活状态下的折叠椅”，

并把用户的需求进行总结：产品的造型要素、交互要素、空间设计要素，分别从椅子的安全性、环保性、美观性、空间需求、使用感受、物流成本等多个角度进行综合考虑，并经过市场调研和对有关资料的梳理，在评估项目选择时，通过汇集有关专家学者意见和设计师观点后，结合 KJ 法把所搜集到的资料加以归集，并对测评指标要求加以了补充、筛选，初步确认座椅层次结构为目标层 1 个、一级指标 6 个和二级指标 15 个。

结合 AHP 层次分析法的运用，对设计需求进行递阶层级模型构建，其中，用 I 表示目标层—创新折叠椅设计方案，安全性 I_1 、环保性 I_2 、美观性 I_3 等六项层，为准则层，并用 I_{11} 、 I_{12} 、 I_{13} 、 I_{14} 等表示基于 6 个准则层下的设计指标层，见图 4。

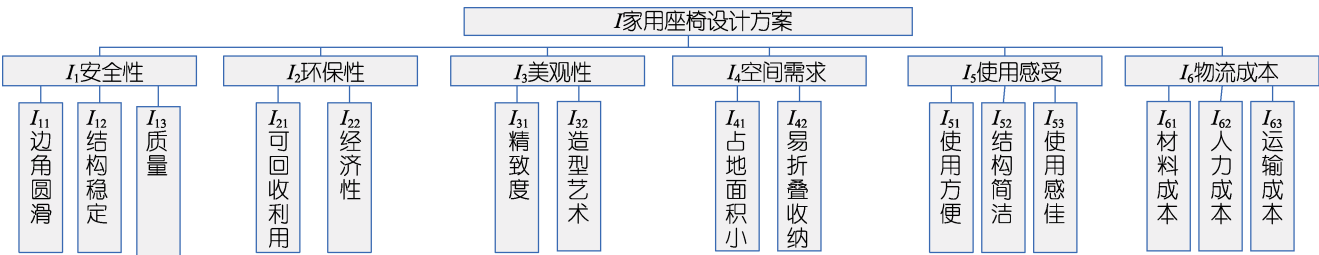


图 4 折叠座椅递阶层级结构模型
Fig.4 Hierarchical structure model of foldable seat

在推动折叠座椅设计进程的同时，对座椅的创新维度给予较大倾斜，其对应特征方程在判断矩阵 I 呈现见式 (1)：

$$AW = \lambda_{\max} W$$
(1)

1—9 比率标度法见表 1。
向量积正规化法的步骤：
借助正规化处置矩阵，利用以下公式：

$$\bar{a}_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{ik} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$
(2)

将矩阵当中的元素相加：

$$w_i = \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$
(3)

对于上式中的 w_i ，实施正规化处置：

$$w_i = w_i / \sum_{j=1}^n w_j \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$
(4)

计算矩阵向量、确定权重，公式如下，其中的 w_1 以及 w_2 ，表示各层的权重。

$$W = (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5)$$
(5)

在而后的一致性检验中，若通过，则证明矩阵构建成立且有价值。

假定 CI 代表一致性指标，以下为运算方法。

$$CI = \frac{r - n}{n - 1}$$
(6)

其中 RI 取值见表 2。

表 1 1—9 比率标度法
Tab.1 1-9 ratio scaling method

标度	表示的意义
1	两个因素比较，具有相同的重要性
3	两个因素比较，前一个因素比后一个因素稍微重要
5	两个因素比较，前一个因素比后一个因素明显重要
7	两个因素比较，前一个因素比后一个因素强烈重要
9	两个因素比较，前一个因素比后一个因素极端重要
2、4、6、8	两相邻因素判断的中间值
上述值的倒数	两因素反过来比较是原来比较值的倒数

表 2 矩阵阶数为 1—9 的 R/取值
Tab.2 RI values of matrix order 1-9

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

表中 $n=1, 2$ 时 $RI=0$ ，是因为 1, 2 阶的正互反矩阵总是一致阵。

综合来自相关领域专家所给反馈与基于目标层与二级指标层所得矩阵，分析与讨论所得数据与结果，根据目标权重计算公式得出各级指标相较于总目标的权重：目标层（ I ）对应的准则层（ $I_1、I_2、I_3、I_4、I_5、I_6$ ）的权重值分别为 0.136 5, 0.238 5, 0.105 6, 0.625 0、0.536 5、0.171 2。安全性（ $I_{11}、I_{12}、I_{13}$ ）的权重值分别为 0.276 4, 0.528 3, 0.595 4，环保性（ $I_{21}、I_{22}$ ）的权重值分别为 0.078 1, 0.135 2, 0.258 7, 0.228 0。美观性（ $I_{31}、I_{32}$ ）的权重值分别为 0.080 9, 0.377 3。空间需求（ $I_{41}、I_{42}$ ）的权重值分别为 0.488 0, 0.653 9。使用感受（ $I_{51}、I_{52}、I_{53}$ ）的权重值分别为 0.735 6, 0.556 2, 0.462 0。物流成本（ $I_{61}、I_{62}、I_{63}$ ）的权重值分别为 0.163 6, 0.001 8, 0.377 7。继续几何平均算法步骤 5，计算一致性检验结果均小于 0.1，通过。

通过层次分析法计算的权重结果，对座椅产品权重值高的部分作为设计改进的重点，建立质量矛盾矩阵；所建矛盾矩阵应基于分析得出权重值较高的部分要素之间的矛盾（见表 3），其后得出矩阵中相互矛盾结果即为产品设计中需要着重解决的设计问题。

该设计中相对重要的设计要素为边角圆滑 I_{11} 、结构稳定 I_{12} 、占地面积小 I_{41} 、易折叠收纳 I_{42} 、使用方便 I_{51} 、结构简洁 I_{52} 、使用感佳 I_{53} ，将设计需求两两对比，找出各项设计需求中相互矛盾的方面，其中强负相关用符号 $\ominus$ 表示，负相关用 $-$ 表示（见表 3），强正相关用 $+$ 表示，正相关用 $+$ 表示。分析屋顶矩阵，座椅产品技术要求之间存在着两对强负相关和一对一般负相关，分别为：易折叠收纳-结构稳定；体验感佳-结构稳定；占地面积小-使用方便。

表 3 折叠椅矛盾矩阵
Tab.3 Foldable chair contradiction matrix

指标	I_{11}	I_{12}	I_{41}	I_{42}	I_{51}	I_{52}	I_{53}
I_{11}	—			$\ominus$		$\ominus$	
I_{12}	—	—					
I_{41}	—	—	—		$-$		
I_{42}	—	—	—	—		$+$	$+$
I_{51}	—	—	—	—	—		
I_{52}	—	—	—	—	—	—	
I_{53}	—	—	—	—	—	—	—

获取座椅的相关技术矛盾，将负相关产品的特性向 TRIZ 问题转化^[24-25]，具象的设计需求转化为抽象的 39 个工程技术参数，利用 TRIZ 原理中的 40 种解决方案和 39 条通用工程参数对产品的特性进行消除，通过查询 TRIZ 理论矛盾矩阵找到对应的 TRIZ 40 解决方法，从而实现产品特性最大程度地符合用户需求^[26-28]，为设计提供依据。所对应的恶化参数如表 4 所示。

在分析时使 TRIZ 算法为设计提供指导依据，通过问题的数据研究计算将台灯设计更有效、更有针对性地达到质量最优^[29-31]。

表 4 描述冲突
Tab.4 Conflict described

达到目的	希望提高的参数	随之恶化的参数
可折叠座椅稳定问题	NO.12 形状	NO.33 可操作性
	NO.27 可靠性	NO.31 有害因素
	NO.33 可操作性	NO.26 物质或事物的质量
可折叠座椅占地空间问题	NO.27 可靠性	NO.36 复杂程度
	NO.31 有害因素	NO.33 可操作性
	NO.27 可靠性	NO.26 物质或事物的质量

在座椅设计中，将技术矛盾对应 TRIZ 40 发明原理的解决方法，见表 4。结合本次座椅和设计案例，可用的发明原理有：NO.25，NO.3，NO.33，NO.15，NO.13，NO.1，见表 5。

表 5 冲突问题的 TRIZ 转化
Tab.5 TRIZ transformations of conflict problems

待解决问题	负相关技术要求	矛盾关系矩阵中可用的解决方案
问题 1	NO.12 形状	NO.25 分离法
	NO.33 可操作性	NO.3 局部质量改善
	NO.31 有害因素	NO.33 可操作
	NO.27 可靠性	NO.15 动态化 NO.13 反向作用
问题 2	NO.33 可操作性	NO.25 自服务 NO.3 局部质量改善
	NO.31 有害因素	NO.13 反向作用 NO.1 分割

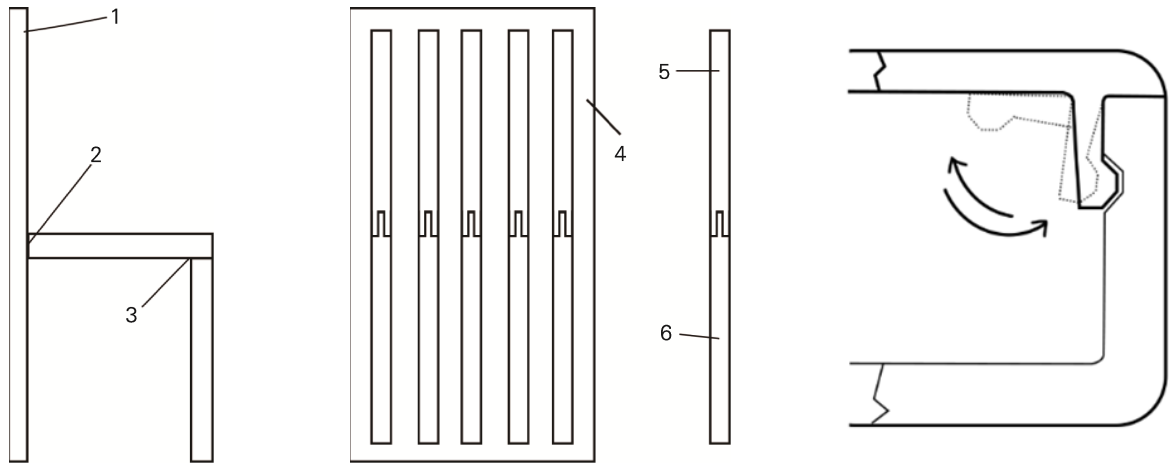
4 可折叠座椅创新设计实践

经过上一节矛盾分析转化得到 TRIZ 理论的 40 理论的解决办法，经过 TRIZ 理论得出的解决问题的方法路径，其有益成果如下所述。

4.1 安全性需求

折叠座椅要求在实际的用户使用过程中确保安全，人在使用座椅时给椅面压力，椅背和椅面相连接处应保持固定，要求稳定性较高，到达限定位置不会下滑。椅面和前椅腿呈现的直角弯曲，由于用户自身

重量的不确定性，椅面到达一定的压力时，卡扣锁死，需要一定力度才能将其弯曲折叠，序号 1 为椅背结构，序号 2 为旋转装置，序号 1 部位上滑到序号 2，序号 2 位置有旋转装置可将椅背中的镂空部分可以将椅面、椅腿嵌入；椅子折叠后，序号 5 的部分为椅面结构，序号 6 为前椅腿，序号 4 为椅背结构，其中序号 3 位置为前椅腿及椅面的转折处，前椅腿状态分为两种，一种是与椅面平行状态，另一种是与椅面垂直状态，当在使用时，序号 3 位置的折叠铰链合页能翻转 90°，此时折叠铰链合页会自动锁死，锁死卡扣结构见图 6。



1-椅背结构；2-旋转装置；3-前椅腿及椅面的转折处；4-椅背结构；5-椅面结构；6-前椅腿。

图 6 结构 3 锁死卡扣结构
Fig.6 Locking buckle of structure 3

图 5 左视图结构和正视图结构
Fig.5 Left view structure and front view structure

4.2 功能需求

相比于市面上框架结构的折叠座椅，该产品使用的折叠方式使其在易用、收纳、移动等维度更具优势，并且该产品可以将折叠后的通过椅面的间隙设计完美地嵌入其中，折叠形态的椅子表面平整，存放时可以塞入家具缝隙中，减少对室内空间面积的占用，见图 7。

动时更为凸显，故而对家具搬动频率较高的用户，可改折叠座椅兼顾实用性与便携性，在用户做出购买决策时会获得较高权重。

在材质的选择上使用免漆板作为折叠椅的主要材质，免漆板在具备经济性的同时其材质特性亦可较好地抵抗磨损与腐蚀，并具有天然的质感和清晰的木纹，较为环保，线条温和、简洁大方，见图 8。



图 7 折叠椅细节
Fig.7 Foldable seat details

折叠座椅创新设计具有便于拆卸、易于折叠、易于搬运的特点，储存时能有效节约空间，最大限度地利用空间，并且可以满足小型生活空间，其优势在移



图 8 折叠座椅
Fig.8 Foldable seat

5 结语

随着社会的发展,折叠家具市场在未来具有无法估量的价值,通过 AHP 层次分析法的运用有利于更好地定位折叠家具的创新需求。通过 TRIZ 发明理论可对用户矛盾需求的问题进行转化,更好地实现设计目标,扩大产品在市场上的竞争力,为后续折叠家具设计发展提供了重要的理论支撑。

参考文献:

- [1] 彭然,徐伟.小户型多功能床具设计实践[J].家具,2022,43(1):54-57.
PENG Ran, XU Wei. Design Practice of Multifunctional Furniture for Small Apartment[J]. Furniture, 2022, 43(1): 54-57.
- [2] 李萍,徐钊,王宇飞,等.小户型住宅的消费需求及空间优化设计策略探析[J].湖南包装,2021,36(5):122-125.
LI Ping, XU Zhao, WANG Yu-fei, et al. Consumption Demand and Space Optimization Design Strategy of Small Apartment[J]. Hunan Packaging, 2021, 36(5): 122-125.
- [3] 刘琳琳,刘页萌.小户型家居空间模块化设计[J].食品工业,2020,41(12):420.
LIU Lin-lin, LIU Ye-Meng. Modular Design of Small-Sized Household Space[J]. The Food Industry, 2020, 41(12): 420.
- [4] 张玮玮,晋慧斌.小户型住宅家具的折叠结构设计与功能拓展[J].林产工业,2020,57(8):95-97.
ZHANG Wei-wei, JIN Hui-bin. Folding Structure Design and Function Development of Small Apartment Furniture[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(8): 95-97.
- [5] 吴珊.地域文化下城市小户型的家具交互设计[J].林产工业,2020,57(7):107-109.
WU Shan. Furniture Interaction Design of Urban Small Apartment under Regional Culture[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(7): 107-109.
- [6] 黄玉屏,张曼.居民家庭收入、住房租购与住房消费选择研究[J].湘潭大学学报(哲学社会科学版),2018,42(2):94-98.
HUANG Yu-ping, ZHANG Man. Research on Household Income, Housing Tenure Choice and Housing Consumption Choice[J]. Journal of Xiangtan University (Philosophy and Social Sciences), 2018, 42(2): 94-98.
- [7] 李郑冬.浅析国内小户型住宅设计[J].四川建筑科学研究,2017,43(4):135-139.
LI Zheng-dong. Analysis of Small Dwelling-Size Apartments Design in China[J]. Sichuan Building Science, 2017, 43(4): 135-139.
- [8] 化越.基于小空间的家具设计研究[J].包装工程,2017,38(10):234-237.
HUA Yue. The Design Methods of Small Space Furniture[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(10): 234-237.
- [9] 彭慧,毕宇珠,苟天来.大城市居民家庭居住特征及结构性问题分析——以北京为例[J].现代城市研究,2016,31(4):121-126.
PENG Hui, BI Yu-zhu, GOU Tian-lai. Analysis of Living Characteristics and Structural Problems of Households in Big Cities—A Case Study of Beijing[J]. Modern Urban Research, 2016, 31(4): 121-126.
- [10] 彭敏.小户型住宅家具设计研究[J].包装工程,2014,35(12):96-99.
PENG Min. The Furniture Design of Small-Sized Apartment[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(12): 96-99.
- [11] 沈海泳,陈紫璇.情感化理论在日用品设计中的应用分析——以 NENDO 事务所作品为例[J].设计,2021,34(21):41-43.
SHEN Hai-yong, CHEN Zi-xuan. Application Analysis of Emotion Theory in the Design of Daily Necessities: A Case Study of the Works of NUNO Office[J]. Design, 2021, 34(21): 41-43.
- [12] 曹盛盛.浅谈家具设计中的折叠结构应用[J].装饰,2011(8):122-124.
CAO Sheng-sheng. The Application of Foldaway Structure in Furniture Design[J]. Art & Design, 2011(8): 122-124.
- [13] 孟依浩,何继新,张湛.基于层次分析法的突发公共卫生事件应急能力评价体系研究[J].职业卫生与应急救援,2022,40(1):95-99.
MENG Yi-hao, HE Ji-xin, ZHANG Zhan. Constructing Evaluation System of Public Health Emergency Response Capability Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Occupational Health and Emergency Rescue, 2022, 40(1): 95-99.
- [14] 王小艺,王姿懿,赵峙尧,等.集成改进 AHP 与 XGBoost 算法的食品安全风险预测模型:以大米为例[J].食品科学技术学报,2022,40(1):150-158.
WANG Xiao-yi, WANG Zi-yi, ZHAO Zhi-yao, et al. A Food Safety Risk Forecast Model Integrated with Improved AHP and XGBoost Algorithm: A Case Study of Rice[J]. Journal of Food Science and Technology, 2022, 40(1): 150-158.
- [15] 尹璐,何人可,郝涔钧.基于大数据用户画像和 KJ-AHP 法的用户需求研究[J].设计,2022,35(1):82-85.
YIN Lu, HE Ren-ke, HAO Cen-jun. User Demand Research Method Based on Big Data User Portrait and kj-Ahp Method[J]. Design, 2022, 35(1): 82-85.
- [16] 魏峰,赵项.基于 KANO-AHP 的宠物猫陪伴机器人设计研究[J].设计,2022,35(1):128-131.
WEI Feng, ZHAO Xiang. Research on Pet Cat Companion Robot Design Based on Kano and Ahp[J]. Design, 2022, 35(1): 128-131.
- [17] 徐婷,陈正凯.基于 AHP 层次分析法的情感化校园文创设计研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2022,

- 40(1): 147-150.
- XU Ting, CHEN Zheng-kai. Research on Emotional Design of Cultural and Creative Campus Products Based on AHP[J]. Journal of Jiamusi University (Natural Science Edition), 2022, 40(1): 147-150.
- [18] 李晓杰, 梁健, 李海泉. 基于 AHP/QFD 与 TRIZ 的地震救援机器人设计[J]. 机械设计, 2021, 38(11): 121-128.
- LI Xiao-jie, LIANG Jian, LI Hai-quan. Design of Earthquake Rescue Robot Based on AHP/QFD and TRIZ[J]. Journal of Machine Design, 2021, 38(11): 121-128.
- [19] 周生祥, 郑枫. 集成 AHP/QFD/AD 的产品设计方法研究[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 150-154, 166.
- ZHOU Sheng-xiang, ZHENG Feng. Product Design Method Integrating AHP/QFD/AD[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 150-154, 166.
- [20] 李方义, 刘钢, 汪劲松, 段广洪, H.C.Zhang. 模糊 AHP 方法在产品绿色模块化设计中的应用[J]. 中国机械工程, 2000, 11(9): 997-1000.
- LI Fang-yi, LIU Gang, WANG Jin-song, et al. A Study on Fuzzy AHP Method in Green Modularity Design[J]. China Mechanical Engineering, 2000, 11(9): 997-1000.
- [21] 葛俊杰. 基于用户体验的室内家居产品搭配与设计[J]. 建筑结构, 2022, 52(3): 158.
- GE Jun-jie. Matching and Design of Indoor Home Products Based on User Experience[J]. Building Structure, 2022, 52(3): 158.
- [22] 孟迪. 基于老年人的智能家居产品设计研究[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(2): 156-157.
- MENG Di. Study of Intelligent Home Product Design for the Elderly[J]. Heilongjiang Science, 2022, 13(2): 156-157.
- [23] 李可用, 罗海有, 朱佳俊. 基于 QFD 与 TRIZ 的系统创新研究[J]. 现代制造技术与装备, 2022, 58(1): 215-217.
- LI Ke-yong, LUO Hai-you, ZHU Jia-jun. Research on System Innovation Based on QFD and TRIZ[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2022, 58(1): 215-217.
- [24] 易欣, 梁家明, 梁卓强, 等. 基于 QFD/TRIZ/FEM 集成的儿童摇椅创新设计研究[J]. 林产工业, 2021, 58(9): 17-22.
- YI Xin, LIANG Jia-ming, LIANG Zhuo-qiang, et al. Research on the Innovative Design of Children's Rocking Chair Based on the Integration of QFD/TRIZ/FEM[J]. China Forest Products Industry, 2021, 58(9): 17-22.
- [25] 赵超凡, 曹国忠, 康欢, 等. 潜在需求驱动的产品创新设计方法[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 34-38.
- ZHAO Chao-fan, CAO Guo-zhong, KANG Huan, et al. Product Innovation Design Method Driven by Potential Demand[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 34-38.
- [26] 王金凤, 刘冉, 冯立杰, 等. 面向产品设计的创新路径研究[J]. 科技管理研究, 2017, 37(14): 20-26.
- WANG Jin-feng, LIU Ran, FENG Li-jie, et al. Research on Product Design Oriented Innovation Paths[J]. Science and Technology Management Research, 2017, 37(14): 20-26.
- [27] 宋新平. 区域经济视角下区域物流发展研究——基于灰色关联分析[J]. 经济与管理, 2014, 28(5): 79-83.
- SONG Xin-ping. Research on the Development of Regional Logistics in the View of Regional Economy—Based on Gray Correlation Analysis[J]. Economy and Management, 2014, 28(5): 79-83.
- [28] 林佳欣, 聂桂平. 基于 TRIZ 理论的折叠家具设计研究[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2011, 37(4): 518-521.
- LIN Jia-xin, NIE Gui-ping. Folding Furniture Design Research Based on the Theory of TRIZ[J]. Journal of Donghua University (Natural Science), 2011, 37(4): 518-521.
- [29] 王浩伦, 侯亮, 刘文志. 基于需求分析和 TRIZ 的产品创新方法[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2009(10): 7-11, 14.
- WANG Hao-lun, HOU Liang, LIU Wen-zhi. Product Innovative Method Based on Requirement Analysis and TRIZ[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2009(10): 7-11, 14.
- [30] 丁俊武, 韩玉启, 郑称德. 基于 TRIZ 的产品需求获取研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(5): 648-653.
- DING Jun-wu, HAN Yu-qi, ZHENG Cheng-de. Research on Capturing of Customer Requirements Based on TRIZ[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2006, 12(5): 648-653.
- [31] 侯智, 张根保, 丁志华, 余德忠. 基于 QFD、TRIZ 和三次设计的集成化设计方法研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2003(2): 30-31.
- HOU Zhi, ZHANG Gen-bao, DING Zhi-hua, et al. The Research of Integrated Design Methodology Based on QFD, TRIZ and Thrice Design[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2003(2): 30-31.

责任编辑: 陈作