

基于 KANO-AHP 的可成长性儿童坐具设计研究

钟光明, 张粤晖, 傅晓怡, 幸浩琳, 刘结萍, 李永斌

(广东海洋大学 机械工程学院, 广东 湛江 524088)

摘要: **目的** 为了满足儿童成长过程中对儿童坐具的需求, 利用产品设计开发的理论模型对可成长性儿童坐具进行设计研究, 为儿童家具设计创新研究带来积极作用。**方法** 首先, 运用 KANO 模型对产品的需求属性进行划分, 归纳不同满意度的需求指标, 从而明确产品需求。其次, 引入 AHP 层次分析法建立多级递阶模型, 构建判断矩阵并进行权重计算及排序。针对需求提出多个解决方案, 邀请专家对解决方案展开调研评分。在对评分进行权重计算及一致性检验工作后, 对各方案要素的权重进行整合排序。最后, 根据权重排序确定最终设计方案的主要导向要素, 并对设计方案进行设计开发。**结果** 根据 KANO 模型中得出的 3 个需求项, 通过 AHP 层次分析法计算得出优先项。得出计算结果分别为造型圆润及倒圆角、产品主体材质柔软、可进行拆分调节 3 个需求项。**结论** 通过将 KANO 模型与 AHP 层次分析法相结合的新型研究模型, 创造性地应用于可成长性儿童坐具产品的设计研究中, 使可成长性儿童坐具产品的设计方案更加科学合理, 消费者的满意程度更高, 为相关儿童家具产品的设计研究提供了新的理论与思路。

关键词: KANO 模型; 层次分析法; 可成长性; 儿童坐具

中图分类号: TB472; J525.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)14-0118-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.14.012

Design of Growth-oriented Children's Seats Based on KANO-AHP Method

ZHONG Guang-ming, ZHANG Yue-hui, FU Xiao-yi, XING Hao-lin, LIU Jie-ping, LI Yong-bin

(School of Mechanical Engineering, Guangdong Ocean University, Guangdong Zhanjiang 524088, China)

ABSTRACT: The work aims to design growth-oriented children's seats according to the theoretical model of product design and development, to play a positive role in the research of children's furniture design innovation and meet the demand of children's seat in the process of children's growth. Firstly, the KANO model was used to divide the product demand attributes, and the demand indicators with different satisfaction were summarized, so as to clarify the product demand. Secondly, analytic hierarchy process (AHP) was used to establish a multi-level hierarchical model, construct a judgment matrix and conduct weight calculation and sorting. Several solutions for demand were put forward. Experts were invited to investigate and score the solutions. After score weighting and consistency inspection, the weight of each package elements was integrated and ranked. Finally, the main guiding elements of the final design scheme were determined according to the weight ranking, and the design and development of the design scheme were carried out. According to the 3 demand items obtained in the KANO model, the priority items were calculated by AHP, and the calculation results were respectively rounded shape and fillet, soft material of product body, and availability for split and adjustment. Through the new research model combining KANO model and AHP, it is creatively applied to the design and research of growth-oriented children's seat products, contributing to more scientific and reasonable design schemes of growth-oriented children's seat products and higher consumer satisfaction and providing new theoretical methods and ideas for design and research of children's furniture products.

KEY WORDS: KANO model; analytic hierarchy process (AHP); growth-oriented; children's seat

收稿日期: 2023-02-23

基金项目: 2022 年校外创新创业教育实践基地 (PX-17223667); 广东省哲学社会科学规划基金青年项目 (GD22YYS10)

作者简介: 钟光明 (1982—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为家具设计、快速成型技术和人机工程学等。

通信作者: 李永斌 (1989—), 男, 硕士, 助教, 主要研究方向为家具设计、产品创新设计和人机工程学。

随着我国经济快速发展,人们生活水平有了显著的提升,儿童家具相关市场也受到了愈来愈多的关注。在此情况下,越来越多的家具企业加入儿童家具市场并对其进行细分。尽管国内也有不少儿童品牌,但大多数都仅仅是成人家具的缩小版,缺乏对儿童成长需求的关注,且存在产品使用周期较短等问题。此外,企业在儿童家具设计过程中没有考虑到儿童成长过程中心理和生理的发展变化,难以满足儿童的成长需要^[1]。

可成长性儿童坐具是一种适应儿童成长的新型设计思路,主要以 6~12 岁学龄期儿童为研究对象。通过研究儿童的生理和心理需求,分析成长过程中儿童需求的变化,设计出符合用户需求与市场需求的可成长性儿童座椅。使其伴随儿童的成长进行形态变化,在满足不同年龄段儿童需求的同时,也进一步延长座椅的使用寿命,缓解家庭经济负担^[2-6]。

1 研究现状

KANO 模型与 AHP 分析法作为现代产品设计中常用的研究方法,目前已有许多学者运用二者进行了相关用户需求的研究,如:钟凯颖、孙龙凤^[6]在《基于 Kano 模型的失能老年人长期照护需求研究进展》一文中运用 KANO 模型方法,探究失能老年人长期看护的需求;李晓英、董铨垚^[7]在其文章《基于 KANO 模型与联觉体验的儿童交互玩具设计》中通过 KANO 模型获取儿童交互玩具的设计需求;陈珊珊、段齐骏、李亚军等^[8]在《基于 SAPAD-AHP 的儿童牙医服务系统设计研究》中利用 AHP 层次分析法,获取核心意义簇,从而对儿童牙医服务系统进行研究设计。

KANO 模型最早是由东京理工大学教授 Noriaki Kano 为解决用户需求分类并进行优先排序而发明的有效工具。它以分析产品某功能对用户满意度的影响为基础,构建二者之间的非线性关系^[8]。即在满意度二维模型的基础上,将影响满意度的因素划分为 6 个类型,研究每个类型与满意度之间的影响关系,从而构建出 KANO 模型。KANO 模型不是准确的非线性关系模型,不能直接测量得出用户满意度,而是通过二者的非线性关系来获取及预测用户满意程度。产品设计中设计师需要基于用户需求进行设计,而 KANO 模型能够挖掘用户需求,对用户需求属性进行划分。但在实际应用中,单纯运用 KANO 模型研究方法进行产品设计是有偏颇的。因为在运用传统的权重运算方法中,会存在主观性较强和缺乏定性分析问题^[9]。为了更好地解决此问题,研究者通常会将 KANO 模型与 AHP 层次分析进行结合,从而更好地确定用户需求^[10-11]。

层次分析法 (Analytical Hierarchy Process, AHP) 是由美国运筹学家、匹兹堡大学教授萨蒂 (Saaty) 等^[12]于 20 世纪 70 年代提出的一种多方案优化决策方

法案。AHP 层次分析法作为一种定性定量的需求权重研究方法,与传统权重运算方法相比,能从多目标出发,根据不同目标划分不同层次,对每一个层次进行权重比较,让数据比较更具独立性与科学性^[13]。

因此,在对成长性儿童坐具进行设计时,通过采用 KANO 模型与 AHP 层次分析法相结合的方法。即在 KANO 模型划分用户需求属性的基础上,运用 AHP 层次分析法比较用户需求权重,得出用户需求排序,进而明确成长性儿童坐具的设计方向。

2 基于 KANO 模型的设计研究实践

在 KANO 模型中,根据用户需求分析及研究,将用户的满意度分为 6 类,分别是基本型质量 (M)、期望型质量 (O)、兴奋型质量 (A)、无差异型质量 (I)、反向型质量 (R) 和可疑质量 (Q)。具体解释如下。

1) 基本型质量 (M) 是指拥有该需求,用户可能不会表现出满意,但失去该需求,用户一定会表现出很不满意。

2) 期望型质量 (O) 是指拥有该需求,用户会表现很满意,但失去该需求,用户的满意度也会随之降低。

3) 兴奋型质量 (A) 是指提供该需求,用户会表现出很惊喜,提高满意度,但没有该需求,也不会增加用户的不满意程度。

4) 无差异型质量 (I) 是指无论是否提供该需求,或是该需求无论好坏,都不会影响用户的满意程度。

5) 反向型质量 (R) 是指提供该需求后用户的满意程度随之降低。

6) 可疑质量 (Q) 是指无法确定该需求是否会影响用户的满意程度。

2.1 用户定位

可成长性儿童坐具主要针对的目标用户群体为处于基础教育小学阶段的 6~12 岁儿童。儿童成长是一个动态的过程。而可成长性儿童家具特性正好符合儿童成长的最大特点,满足儿童成长过程中对家具安全、空间、装饰、功能等方面不断变化的需求。相较于 0~6 岁的儿童,此阶段儿童具有一定的认知能力,面对功能较为复杂的产品时,也能够更为正确地使用产品,较少出现误用且导致不良后果的情况。除了儿童家具的直接使用者,家长作为儿童家具的主要消费者,也属于目标用户群体的研究范畴。

根据儿童年龄阶段的特征与家长的需求,设计一款“能伸、能缩、能大、能小、能高、能矮”的坐具,在产品的结构、功能、材料等方面更加注重。产品使用周期较长,不同年龄段的儿童能从中体验到别样的乐趣,帮助儿童健康地成长^[14]。此外,家长对坐具还有可折叠收纳、防磕碰、造型美观、坚固耐磨等附加

需求，希望其能更长时间地伴随儿童成长。

2.2 用户需求划分

通过初次用户调研分析，确定用户需求，并进一步划分用户的一级二级需求。调研初期，设计团队通过桌面调研以及用户访谈，将得出的用户需求划分为一级需求，并在此基础上，划分出具体的二级需求见表 1。

表 1 可成长性儿童坐具初始用户需求分类统计 Tab.1 Classification statistics of initial user demands of growth-oriented children's seat	
一级需求	二级需求
结构	可折叠易收纳、调节尺寸等
	符合儿童人机工学、模块化设计等 维修方便等
功能	游戏化设计、储存空间、阅读需求等
	防磕碰、便于清洁等 造型美观、占地面积小等
材料	抑菌抑霉、环保可持续等
	坚固耐磨等 性价比高

得出两级需求后，为了更进一步确定问卷调研中的需求项，设计团队与多位职业家具设计师、设计学教授、研究生等专业人士进行深入交流与探讨。最终，总结归纳出 11 项需求项见表 2。

表 2 可成长性儿童坐具初始用户需求细化调整列表 Tab.2 Refinement list of initial user demands of growth-oriented children's seats			
编号	需求项	编号	需求项
1	可折叠易收纳	7	便于清洁
2	调节尺寸	8	造型美观
3	符合儿童人机工学	9	环保可持续
4	模块化设计	10	坚固耐磨
5	游戏化设计	11	性价比高
6	防磕碰		

2.3 问卷设计与调查

根据 KANO 模型的基本原理特点，设计出针对产品功能需求的调查问卷，主要针对用户需求正反两方面的问题进行设置，KANO 调查问卷摘选列举见表 3。

表 3 可成长性儿童坐具 KANO 调查问卷摘选 Tab.3 Excerpts from the KANO questionnaire for growth-oriented children's seats										
需求项	如果提供这项需求，您的接受程度				如果不提供这项需求，您的接受程度					
	我很惊喜	理应如此	可有可无	我不喜欢 但能接受	我不喜欢	我很惊喜	理应如此	可有可无	我不喜欢 但能接受	我不喜欢
调节尺寸	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
防磕碰	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

答案采用里克特五点量表法进行表示，分别为“我很惊喜”“理应如此”“可有可无”“我不喜欢但能接受”“我不喜欢”。通过这 5 个维度的分值来衡量该需求项对用户满意度的影响，见表 4。表中“M”表示基本型质量；“O”表示期望型质量；“A”表示兴奋型质量；“I”表示无差异型质量；“R”表示反向型质量；“Q”表示可疑质量。

表 4 KANO 模型需求评价矩阵 Tab.4 Need evaluation matrix of KANO model					
用户需求	不提供该需求				
	我很惊喜	理应如此	可有可无	我不喜欢 但能接受	我不喜欢
提供该需求	我很惊喜	Q	A	A	O
	理应如此	R	I	I	M
	可有可无	R	I	I	M
	我不喜欢 但能接受	R	I	I	M
	我不喜欢	R	R	R	Q

2.4 KANO 结果分析

2.4.1 问卷分析

根据用户定位，因 6~12 岁儿童还无法准确、科学地表达自身对于坐具的需求，且儿童坐具产品的购买者通常为儿童家长，家长在产品销售过程中有很强的话语权与决定权。因此，设计团队将此次调研对象定位于家长。调研过程中共发放问卷 160 份，收回问卷 155 份，其中有效调查问卷为 129 份。根据每项需求中各个质量的结果数值，运用最大值归类的方法，将该需求进行进一步归类。以可折叠易收纳需求为例，所获得的数据结果，见表 5。

由此可知，其中：A 占 31.78%；Q 占 11.62%；O 占 6.98%；R 占 3.10%；I 占 37.20%；M 占 9.30%。因此，可折叠易收纳需求属于无差异型质量，即产品无论是否提供该需要，都不影响用户的满意程度。

2.4.2 Better–Worse 数据计算

通过计算 Better–Worse 系数，分析某功能可以增加满意或者消除不满意的程度，能够大大提高用户需

表 5 KANO 模型需求评价矩阵数据
Tab.5 Need evaluation matrix data of KANO model

可折叠易收纳	不提供该需求				
	我很惊喜	理应如此	可有可无	我不喜欢但能接受	我不喜欢
我很惊喜	Q=15	A=5	A=20	A=16	O=9
理应如此	R=1	I=6	I=11	I=13	M=10
提供该需求	可有可无	R=1	I=1	I=10	I=3
需求	我不喜欢但能接受	R=2	I	I=1	I=3
	我不喜欢	R	R	R	Q

求的精确度，准确获得用户所需产品的设计需求，更好地提高用户的满意程度^[15]。

Better-Worse 的指标计算公式如下。

1) 增加后的满意系数 B (Better): (魅力属性+期望属性)/(魅力属性+期望属性+必备属性+无差异

因素)，见式 (1)。

$$B = \frac{A+O}{A+O+M+I}$$
 (1)

2) 消除后的不满意系数 W (Worse): (期望属性+必备属性)/(魅力属性+期望属性+必备属性+无差异因素) × (-1)，见式 (2)。

$$W = \frac{O+M}{A+O+M+I} \times (-1)$$
 (2)

具体以可折叠易收纳需求项为例，通过计算 Better-Worse 系数，得出 $B \approx 0.454\ 545$, $W \approx -0.190\ 909$ 。

根据调研数据以及公式，计算可成长性儿童坐具各功能的 Better-Worse 系数见表 6。

列出 Better-Worse 系数四分位图，见图 1。

根据 Better-Worse 系数四分位图分布所示：当功能处在第一象限时，表示该功能为期望型质量 (O)，即 Better 系数值高和 Worse 系数绝对值也很高。表示若产品提供此功能，用户满意度会提升。反之则用户满意度就会降低。当功能处在第二象限时，表示该功

表 6 KANO 模型分析结果汇总
Tab.6 Summary of KANO model analysis results

功能分类	基本型质量 (M)	期望型质量 (O)	兴奋型质量 (A)	无差异型 质量 (I)	反向型 质量 (R)	可疑质量 (Q)	属性	Better	Worse
可折叠易收纳	12	9	41	48	4	15	I	0.454 5	-0.190 9
调节尺寸	26	19	41	29	2	12	A	0.521 7	-0.391 3
符合儿童人机工程学	25	23	36	31	2	12	A	0.513 0	-0.417 4
模块化设计	14	10	39	52	1	13	I	0.426 1	-0.208 7
游戏化设计	10	9	40	51	9	10	I	0.445 5	-0.172 7
防磕碰	37	17	27	33	3	12	M	0.386 0	-0.473 7
便于清洁	38	22	29	25	2	13	M	0.447 4	-0.526 3
造型美观	17	31	38	29	3	11	A	0.6	-0.417 4
环保可持续	20	32	35	27	4	11	A	0.587 7	-0.456 1
坚固耐磨	18	23	30	45	1	12	I	0.456 9	-0.353 4
性价比高	20	26	41	26	2	14	A	0.592 9	-0.407 1

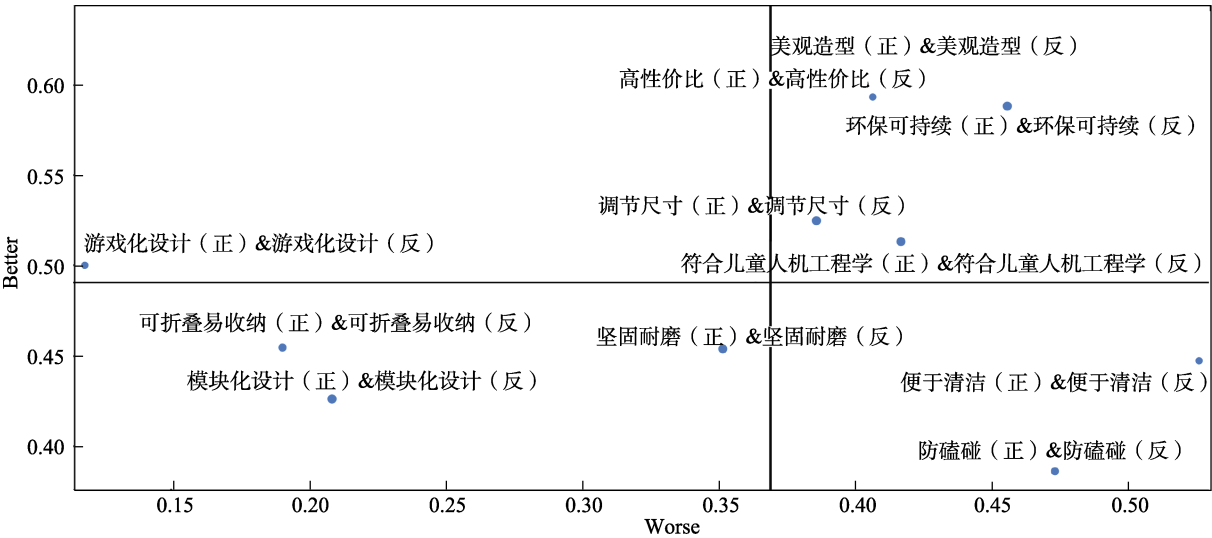


图 1 Better-Worse 系数图
Fig.1 Better-worse coefficient diagram

能为兴奋型质量 (A), 即 Better 系数值高和 Worse 系数绝对值低。这表示不提供此功能用户满意度不会降低。但当提供此功能时, 用户满意度随之提升。当功能处在第三象限时, 表示该功能为无差异型质量 (I), 即 Better 系数值低和 Worse 系数绝对值也低。无论提供或不提供这些功能, 用户满意度都不会有改变, 这些功能用户并不在意。当功能处在第四象限时, 表示该功能为基本型质量 (M), 即 Better 系数值低和 Worse 系数绝对值高。这表示当产品提供此功能, 用户满意度不会提升。当不提供此功能, 用户满意度会大幅降低。

2.5 结果总结

根据表 6 的数据汇总和图 1 的 Better-Worse 系数四分位图, 将无差异型质量 (I) 去掉, 只剩下兴奋型质量 (A) 和基本型质量 (M)。其中, 兴奋型质量 (A) 需求项包括调节尺寸、符合儿童人机工程学、造型美观、环保可持续与性价比高 4 个需求项。基本型质量 (M) 需求项包括便于清洁和防磕碰 2 个需求项。其中, 基本型质量 (M) 代表着在产品中本应该存在的功能。因此, 可以着重在兴奋型质量 (A) 相关的需求项上进行调研设计。通过整体的研究分析, 我们确定了从调节尺寸、美观造型、防磕碰这 3 个需求来继续下一步的设计研究。

3 基于 AHP 分析方法的设计展开

3.1 建立多级递阶的结构模型

根据 KANO 模型对可成长性儿童坐具需求属性的分析, 得出 3 个最重要的需求。通过结合 AHP 法构建出层次分析模型 (如图 2 所示), 即目标层、准则层和方案层, 具体如下。

1) 目标层, 即决策的目的及要解决的问题。本研究的目标层要素为可成长性儿童坐具最佳设计

方案。

2) 准则层, 即完成设计方案需求决策时需重点考虑的因素及决策的准则。通过对儿童及家长关于可成长性儿童坐具的相关调研, 将调节尺寸、美观造型、防磕碰这 3 个要素设置为准则层。

3) 方案层, 即完成设计方案需求决策时的备选方案。针对调节尺寸需求提出拆分调节、折叠调节、滑动调节、伸缩调节 4 个备选方案; 针对美观造型需求提出有机仿生、硬朗冷峻、圆润柔和、沉稳厚重、运动轻快 5 个备选方案; 针对防磕碰需求提出造型圆润及倒圆角、产品主体材质柔软、缓冲材料边角包裹 3 个备选方案。

3.2 构建判断矩阵

为了计算出每一层级中各指标相对于前一层级的重要程度, 主要通过采用两两比较的方法来得出层级中各指标权重值, 进而构建出科学合理的判断矩阵 $B^{[16]}$ 。在判断矩阵构建中, B_{ij} 表示进行比较的各准则层 $B_1, B_2, \dots, B_n$ 与目标 B 相比具有的重要性评价, 反之则用 $1/B_{ij}$ 表示。在此判断矩阵中 B_{ij} 采用九级标度法来, 即采用数字 1—9 及其倒数表示标度值, 以此来对两两指标重要性进行判断, 进而实现定量化计算分析, 见表 7—8。

3.3 权重计算

为确保权重的准确性及严谨性, 邀请包括家具设计师 6 人、家具结构工程师 8 人、专职儿童类家具设计师 12 人、家具设计方向教授 6 人和家具设计方向硕士研究生 4 人共 36 人组成评价对象展开调研评分。可成长性儿童坐具最佳设计方案判断矩阵 (A) 及权重见表 9, 调节尺寸需求判断矩阵 (B_1) 及权重见表 10, 美观造型需求判断矩阵 (B_2) 及权重见表 11, 防磕碰需求判断矩阵 (B_3) 及权重见表 12。

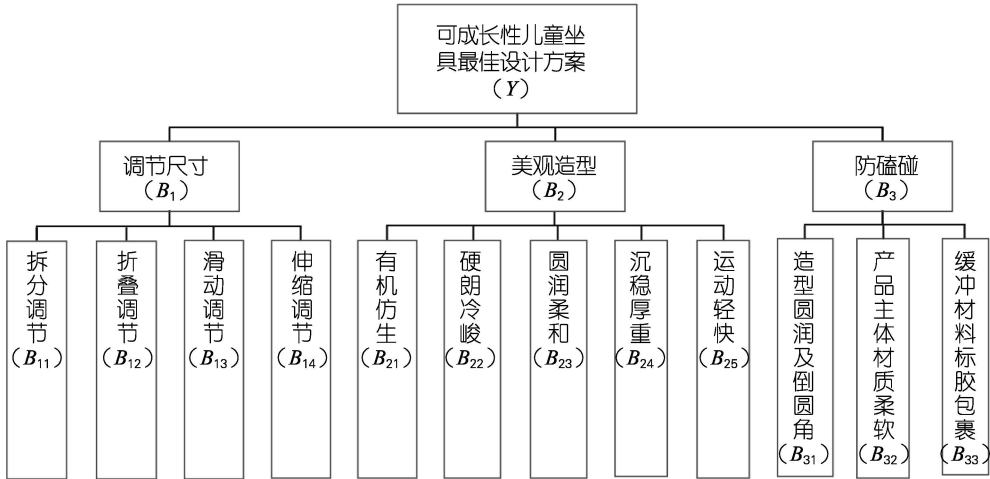


图 2 层次分析模型
Fig.2 AHP model diagram

表 7 判断矩阵的构建
Tab.7 Construction of judgment matrix

<i>B</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₄	<i>B</i> ₅	...	<i>B</i> _{<i>n</i>}
<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₁₁	<i>B</i> ₁₂	<i>B</i> ₁₃	<i>B</i> ₁₄	<i>B</i> ₁₅	...	<i>B</i> _{1<i>n</i>}
<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₂₁	<i>B</i> ₂₂	<i>B</i> ₂₃	<i>B</i> ₂₄	<i>B</i> ₂₅	...	<i>B</i> _{2<i>n</i>}
<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₃₁	<i>B</i> ₃₂	<i>B</i> ₃₃	<i>B</i> ₃₄	<i>B</i> ₃₅	...	<i>B</i> _{3<i>n</i>}
<i>B</i> ₄	<i>B</i> ₄₁	<i>B</i> ₄₂	<i>B</i> ₄₃	<i>B</i> ₄₄	<i>B</i> ₄₅	...	<i>B</i> _{4<i>n</i>}
<i>B</i> ₅	<i>B</i> ₅₁	<i>B</i> ₅₂	<i>B</i> ₅₃	<i>B</i> ₅₄	<i>B</i> ₅₅	...	<i>B</i> _{5<i>n</i>}
...	...	...	...	...	...	...	...
<i>B</i> _{<i>n</i>}	<i>B</i> _{<i>n</i>1}	<i>B</i> _{<i>n</i>2}	<i>B</i> _{<i>n</i>3}	<i>B</i> _{<i>n</i>4}	<i>B</i> _{<i>n</i>5}	...	<i>B</i> _{<i>n</i><i>n</i>}

表 8 判断矩阵标度说明
Tab.8 Description of judgment matrix scale

标度	重要性 程度区分	涵义
1	同等重要	表示两要素相比, 具有同等重要性
3	稍微重要	表示两要素相比, 前者比后者稍微重要
5	明显重要	表示两要素相比, 前者比后者明显重要
7	强烈重要	表示两要素相比, 前者比后者强烈重要
9	极端重要	表示两要素相比, 前者比后者极端重要
2、4、 6、8	上述两相邻 判断的中值	上述两相邻判断的中值
倒数	中间值反 比较	因素 <i>i</i> 与 <i>j</i> 比较的判断 <i>B</i> _{<i>ij</i>} , 则因素 <i>j</i> 与 <i>i</i> 比较的判断 <i>B</i> _{<i>ji</i>} =1/ <i>B</i> _{<i>ij</i>}

表 9 可成长性儿童坐具最佳设计方案判断矩阵及权重
Tab.9 Judgment matrix and weight of the optimal design
scheme of growth-oriented children's seat

<i>A</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₃	权重 (<i>w</i>)
<i>B</i> ₁	1	4	0.333 3	0.279 7
<i>B</i> ₂	0.25	1	0.2	0.093 6
<i>B</i> ₃	3	5	1	0.626 7

表 10 调节尺寸需求判断矩阵及权重
Tab.10 Judgment matrix and weight of
adjustment requirement

<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₁₁	<i>B</i> ₁₂	<i>B</i> ₁₃	<i>B</i> ₁₄	权重 (<i>w</i>)
<i>B</i> ₁₁	1	5	4	3	0.528 7
<i>B</i> ₁₂	0.2	1	0.333 3	0.25	0.068 3
<i>B</i> ₁₃	0.25	3	1	0.333 3	0.134 3
<i>B</i> ₁₄	0.333 3	4	3	1	0.268 7

表 11 美观造型需求判断矩阵及权重
Tab.11 Judgment matrix and weight of
aesthetic modeling requirement

<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₂₁	<i>B</i> ₂₂	<i>B</i> ₂₃	<i>B</i> ₂₄	<i>B</i> ₂₅	权重 (<i>w</i>)
<i>B</i> ₂₁	1	3	0.25	5	0.5	0.156 3
<i>B</i> ₂₂	0.333 3	1	0.142 9	3	0.2	0.067 7
<i>B</i> ₂₃	4	7	1	6	4	0.506 9
<i>B</i> ₂₄	0.2	0.333 3	0.166 7	1	0.2	0.040 6
<i>B</i> ₂₅	2	5	0.25	5	1	0.228 5

表 12 防磕碰需求判断矩阵及权重
Tab.12 Judgment matrix and weight of
anti-collision requirement

<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₃₁	<i>B</i> ₃₂	<i>B</i> ₃₃	权重 (<i>w</i>)
<i>B</i> ₃₁	1	3	5	0.626 7
<i>B</i> ₃₂	0.333 3	1	4	0.279 7
<i>B</i> ₃₃	0.2	0.25	1	0.093 6

3.4 一致性检验

为了保证评价对象在评分过程中思维的一致性
及判断矩阵的相容性, 在计算出可成长性儿童坐具的
权重之后, 需要对评分结果进行一致性检验, 一致性
比率用 *R* 表示, 见式 (3)。

$$R=\frac{C_1}{R_1}$$
(3)

式中: *C*₁ 为判断矩阵一致性指标, *R*₁ 为平均随机
一致性指标。

在进行结果一致性验证前需先计算出最大特征
根 λ_{max}, 见式 (4)。

结果一致性检验过程, 见式 (5)。

$$\lambda_{\max}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n\frac{(CW)_i}{w_i}$$
(4)

$$C_1=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}$$
(5)

式中: (*CW*)_{*i*} 为特征向量 *CW* 的第 *i* 个分量; *n*
代表阶数; *w* 代表权重系数。

*R*₁ 数值可通过在平均随机一致性指标表中查找。
只有当 *R* ≤ 0.1 时, 才认为判断矩阵一致性检验通过;
反之则不通过。对可成长性儿童坐具的 4 个判断矩阵
进行一致性检验, 表明判断矩阵一致性检验通过, 结
果有效, 见表 13。

表 13 一致性检验结果
Tab.13 Consistency test result

	<i>A</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₃
最大特征根	3.085 8	4.180 7	5.348 8	3.085 8
<i>C</i> ₁ 值	0.042 9	0.060 2	0.087 2	0.042 9
<i>R</i> ₁ 值	0.525	0.882	1.11	0.525
<i>R</i> 值	0.081 7	0.068 3	0.078 6	0.081 7

3.5 综合排序

设计团队在完成一致性检验后, 为了进一步呈现
各需求中备选方案对用户满意度产生影响的重要程
度, 将方案层中各备选方案要素及类目的权重进行整
合。即通过计算可成长性儿童坐具最佳设计方案各需
求权重指标与相应备选方案权重指标的乘积, 形成权
重的综合排序, 并以此作为可成长性儿童坐具最佳设
计方案的参考, 见表 14。

表 14 各指标权重排序
Tab.14 Weights of indicators

方案层指标	权重	排序
拆分调节	0.147 9	3
折叠调节	0.019 1	9
滑动调节	0.037 6	7
伸缩调节	0.075 2	4
有机仿生	0.014 6	10
硬朗冷峻	0.006 3	11
圆润柔和	0.047 4	6
沉稳厚重	0.003 8	12
运动轻快	0.021 4	8
造型圆润及倒圆角	0.392 8	1
产品主体材质柔软	0.175 3	2
缓冲材料边角包裹	0.058 7	5

4 设计方案阐述

根据各备选方案的指标权重排序,以排序靠前的解决方案要素为主要导向,确定了造型圆润及倒圆角、产品主体材质柔软、可进行拆分调节以满足不同年龄段的需要、整体形态圆润柔和等设计导向要素,结合工业设计的程序与方法,进行可成长性儿童坐具最佳方案的设计实践,并根据材质特性、适用人群人机数据等因素完成设计的效果图,见图 3。



图 3 产品设计效果图
Fig.3 Product design renderings

产品整体造型为一个突出的弧面,圆润柔和、简洁美观。其边角处皆采取大圆角包边,防止儿童因玩耍而发生磕碰意外,座椅搭配特制的布材海绵软包,舒适柔软。本产品设计主要由两个模块组成,结构采用 A 模块内部凹孔和 B 模块外部凸起的设计,增加凸起与凹孔接触面的摩擦力,确保在不使用其他扣件的两个部件之间紧密连接,见图 4。

家长可根据儿童在成长过程中身高的改变而拆分组合以满足不同坐高的需求,该产品通过不同的组合方式可组合拼接成至少 8 种形态,见图 5。此外,中间座板采用可拆卸结构。例如:单独拆解 B 模块,

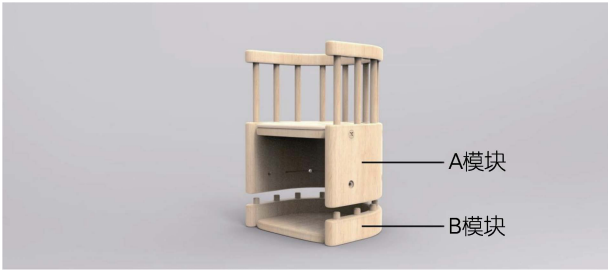


图 4 产品爆炸拆分图
Fig.4 Product explosion split diagram

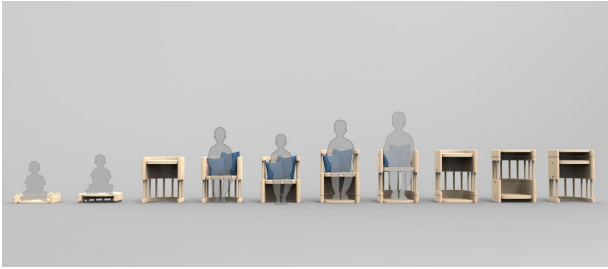


图 5 产品不同组合方式展示
Fig.5 Display of different product combinations

可满足年龄较小的儿童坐在上面玩耍的需求;单独将 A 模块翻转即可满足儿童日常坐的需求;将 A、B 两个模块进行拼接后即可满足儿童日益成长的坐高需要,让这款座椅更符合儿童的人机工学;当 B 模块在上 A 模块在下进行拼接,并将座板拆出调节高度,即可当儿童简易书桌使用,以此实现儿童使用简易书桌时容膝空间符合儿童人机尺寸的需求。在材质选用上主要选用木质柔软、经久耐用的松木做为家具主材。产品整体尺寸为座宽约 398 mm,座深约 384 mm,座高可分别调节为 290、343、380 及 449 mm 4 种高度。该产品方案均达到了设计导向要素要求,符合我们的研究结论。

5 产品验证

为了进一步验证产品的实用性,设计团队招募特定的用户,让用户在特定的合适的场景下体验该产品,根据所感受到的有效性、舒适性及满意度,通过儿童体验、家长打分的方式,将主观感受进行量化统计。最终的验证统计采用李克特七点量表法进行用户验证,让家长在整体造型圆润柔和、产品主体材质柔软、可拆分调节及整体满意度这 4 个方面的主观感受进行评分。3 分代表非常满意;2 分代表比较满意;1 分代表稍微满意;0 分代表一般;-1 分代表稍微不满意;-2 分为比较不满意;-3 分代表非常不满意。调查数据统计后计算平均分以确认家长的满意程度。此次调查总共邀请了 16 组家庭参加,共发放调查评分表 23 份,收回评分表 23 份,有效 23 份,各评分项目的平均分见图 6,整体满意度评分占比见图 7。由图 6 得,整体满意度平均分为 1.478 26,介于稍

微满意与比较满意之间,代表家长消费者对于最终的设计方案基本表示认可。

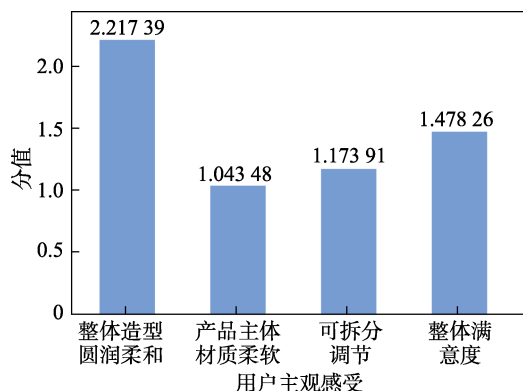


图6 各评分项目平均分柱状图

Fig.6 Histogram for average score of each scoring item

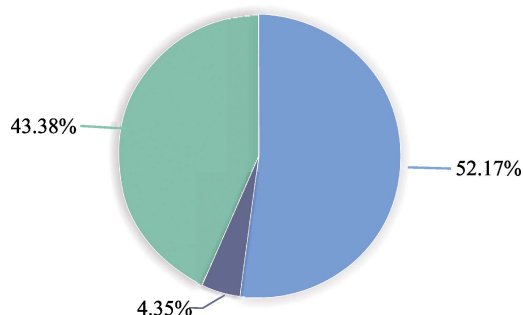


图7 整体满意度分值占比饼状图

Fig.7 Pie chart of overall satisfaction scores

6 结语

在可成长性儿童坐具的设计研究过程中,通过KANO模型与AHP层次分析法结合的研究方法,为KANO模型无法得出需求重要程度的问题提供新的解决方式。通过两种方法相结合的研究方式能更好地解决可成长性儿童坐具在结构、功能及材料等方面表现出的用户需求属性划分模糊、用户需求重要性不明确等问题,有效缩减儿童、家长与设计师之间实际需求与设计理念之间的差异,使可成长性儿童坐具的设计方案更加科学合理,消费者对产品的接受程度更高,也为相关产品的设计研究提供了新的理论与参考。

参考文献:

- [1] 于东玖,张浩.基于使用性的儿童家具可持续设计研究[J].包装工程,2016,37(14):109-112.
YU Dong-jiu, ZHANG Hao. Sustainable Design of Children Furniture Based on the Usability[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 109-112.
- [2] 蒋卫平.基于可成长性理念的儿童家具设计探究[J].工业设计,2017(12):67-68.

- JIANG Wei-ping. Research on Children's Furniture Design Based on the Concept of Growth[J]. Industrial Design, 2017(12): 67-68.
- [3] 邵方素,蒋祖威.可成长性儿童家具设计研究[J].家具与室内装饰,2019(8):18-19.
SHAO Fang-su, JIANG Zu-wei. Study on the Growable Children Furniture Design[J]. Furniture & Interior Design, 2019(8): 18-19.
- [4] 余森林,程琪.基于可持续设计理念的儿童可成长家具设计案例分析[J].设计,2018(15):114-116.
YU Sen-lin, CHENG Qi. Case Analysis of Children's Furniture Design Based on Sustainable Design[J]. Sheji, 2018(15): 114-116.
- [5] 史楠,张帆.儿童家具的成长性设计研究[J].家具与室内装饰,2020(1):20-23.
SHI Nan, ZHANG Fan. Research on the Growth Design of Children's Furniture[J]. Furniture & Interior Design, 2020(1): 20-23.
- [6] 钟凯颖,孙龙凤.基于Kano模型的失能老年人长期照护需求研究进展[J].中华护理杂志,2022,57(3):368-373.
ZHONG Kai-ying, SUN Long-feng. Research Progress on Long-term Care Needs of Disabled Elderly Based on Kano Model[J]. Chinese Journal of Nursing, 2022, 57(3): 368-373.
- [7] 李晓英,董钦垚.基于KANO模型与联觉体验的儿童交互玩具设计[J].设计,2022,35(3):60-63.
LI Xiao-ying, DONG Yi-yao. Design of Interactive Children's Toys Based on Kano Model and Synesthesia Experience[J]. Design, 2022, 35(3): 60-63.
- [8] 陈珊珊,段齐骏,李亚军.基于SAPAD-AHP的儿童牙医服务系统设计研究[J].包装工程,2021,42(10):115-123.
CHEN Shan-shan, DUAN Qi-jun, LI Ya-jun. Pediatric Dentistry Service System Design Based on SAPAD-AHP[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(10): 115-123.
- [9] 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.
- [10] WU X L, HONG Z, LI Y J, et al. A Function Combined Baby Stroller Design Method Developed by Using Kano, QFD and FAST Methodologies[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2020, 75(4): 1-11.
- [11] 段欣艺,孙旭光,白锦波,等.基于AHP和Kano模型分析的城市公共空间满意度评价——以青岛市五四广场为例[C]//中国城市规划学会,成都市人民政府.面向高质量发展的空间治理——2021中国城市规划年会论文集(07城市设计).北京:中国建筑工业出版社,2021:1431-1444.
DUAN Xin-yi, SUN Xu-guang, BAI Jin-bo, et al. Evaluation of Urban Public Space Satisfaction Based on AHP and Kano Model Analysis——Taking May Fourth Square in Qingdao as an Example[C]//. Spatial Gov-

- ernance for High-Quality Development——2021 Chinese Cities Proceedings of the Planning Annual Conference (07 Urban Design). Beijing: China Architecture & Building Press, 2021: 1431-1444.
- [12] 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.
- [13] 汪海波, 邹金枝, 刘靖. 基于 KJ-KANO-AHP 的奶牛发情监测设备交互设计研究[J]. 设计, 2022, 35(3): 128-131.
WANG Hai-bo, ZOU Jin-zhi, LIU Jing. Research on Interactive Design of Cow's Heat Monitoring Equipment Based on KJ-Kano-AHP[J]. Design, 2022, 35(3): 128-131.
- [14] 叶璐, 蒋中秋. 儿童家具中的绿色设计理念研究[J]. 家具与室内装饰, 2018(6): 18-19.
YE Lu, JIANG Zhong-qiu. Green Design Concept in Children's Furniture[J]. Furniture & Interior Design, 2018(6): 18-19.
- [15] 刘付勤, 李丽凤. 基于 KJ/Kano/FAST 模式的产品概念设计[J]. 机械设计, 2022, 39(6): 149-154.
LIU Fu-qin, LI Li-feng. Product Conceptual Design Based on KJ/Kano/FAST Model[J]. Journal of Machine Design, 2022, 39(6): 149-154.
- [16] YANG Yan-pu, TIAN Hong-liang, JIAO Sheng-jie. Product Design Evaluation Method Using Consensus Measurement, Network Analysis, and AHP[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2019, 29(32): 897-916.

责任编辑: 蓝英侨

(上接第 106 页)

- [7] MAEDA M, OGAWA T, KIYOKAWA K, et al. Tracking of User Position and Orientation by Stereo Measurement of Infrared Markers and Orientation Sensing[C]// Eighth International Symposium on Wearable Computers. Arlington: IEEE, 2004: 77-84.
- [8] MAKOVETSKAYA-ABRAMOVA O, IVANOV A, LAZAREV Y, et al. Economic Assessment of Construction of the Roadside Service Facilities[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 157: 04035.
- [9] RIZZO L, DELLA SALA A, FIORENTINO A, et al. Disinfection of Urban Wastewater by Solar Driven and UV Lamp - TiO_2 Photocatalysis: Effect on a Multi Drug Resistant *Escherichia Coli* Strain[J]. Water Research, 2014, 53: 145-152.
- [10] 姜岳华, 李一云, 康晓军, 等. 龙蟠路加油站泄漏污染特征及启示[J]. 环境保护学报, 2012, 28(5): 168-171.
JIANG Yue-hua, LI Yi-yun, KANG Xiao-jun, et al. Characteristics of Leakage Pollution of Longpan Road Gas Station and Its Enlightenment[J]. Journal of Environmental Protection, 2012, 28(5): 168-171.
- [11] 张慧慧, 金鑫, NUNAYON S S, 等. 不同环境条件下湍流气流中管道紫外线灯消毒[J]. 室内空气, 2020, 30(12): 500-511.
ZHANG Hui-hui, JIN Xin, NUNAYON S S, et al. Disinfection by In-Duct Ultraviolet Lamps under Different Environmental Conditions in Turbulent Airflows[J]. Indoor Air, 2020, 30(12): 500-511.
- [12] 孙琳. 石油化工企业环境安全应急监控和预警管理系统的设计[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(24): 80-82.
SUN Lin. Design of Environmental Safety Emergency Monitoring and Early Warning Management System in Petrochemical Enterprises[J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2020, 40(24): 80-82.
- [13] 张宏凯, 左锐, 王金生, 等. 加油站泄漏污染物的迁移分布规律[J]. 中国环境科学, 2018, 38(4): 1532-1539.
ZHANG Hong-kai, ZUO Rui, WANG Jin-sheng, et al. The Underground Migration and Distribution of Petroleum Contamination at a Gas Station[J]. China Environmental Science, 2018, 38(4): 1532-1539.
- [14] 桑海泉, 谷海波, 康荣学. 加油站安全监控预警与应急管理系统[J]. 中国公共安全(学术版), 2010(4): 55-60.
SANG Hai-quan, GU Hai-bo, KANG Rong-xue. Safety Monitoring and Early-Warning and Emergency Management System of Petrol Station[J]. China Public Security (Academy Edition), 2010(4): 55-60.

责任编辑: 陈作