

基于 KANO-AHP-AD 理论模型的儿童 牙科诊疗椅设计实践

汤箬梅¹, 李俊杰^{1*}, 骆琼², 林大地¹, 彭湘斌¹

(1.南京林业大学, 南京 210037; 2.东华大学, 上海 201620)

摘要: **目的** 为优化儿童就诊体验, 提高诊疗效率, 设计一款可以有效改善诊疗过程中不良情绪, 同时缓解儿童牙科畏惧症发生的诊疗椅。**方法** 提出一种集成 KANO、AHP 和 AD 理论的产品设计模型, 运用到儿童牙科诊疗椅的设计中。首先, 运用 KANO 对儿童的诊疗需求属性进行划分; 其次, 融入 AHP 构建用户需求层次模型, 并求出各层级的权重系数, 明确如情绪传达、减少外界干扰、时间提醒、科普就诊流程、趣味性体验为相对重要的用户需求; 再次, 运用 AD 的独立性公理原则完成儿童牙科诊疗椅需求域 (C_A)、功能域 (F_{Rs}) 和设计域 (D_{Ps}) 三者的映射, 通过矩阵判断其合理性, 得出最优解; 最后, 完善设计方案, 运用 VR 设备及 CFSS-DF 评价表对设计方案的有效性进行评估。**结果** 运用 KANO、AHP、AD 理论模型设计出一款能够改善儿童就诊体验的牙科椅。**结论** 根据评价结果表明该设计流程可以有效指导产品研发, 进一步验证了该设计流程的科学性, 同时该流程可为同类产品研发提供科学合理的新思路。

关键词: KANO; AHP; AD; 儿童牙科诊疗椅; 需求分析

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)22-0169-12

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.22.019

Design Practice of Children's Dental Chair Based on KANO-AHP-AD Theoretical Model

TANG Ruo-mei¹, LI Jun-jie^{1*}, LUO Qiong², LIN Da-di¹, PENG Xiang-bin¹

(1.Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2.Donghua University, Shanghai 201620, China)

ABSTRACT: The work aims to design a diagnosis and treatment chair that can effectively improve the bad mood in the diagnosis and treatment process and relieve children's dental fear, to optimize children's medical experience and improve the diagnosis and treatment efficiency. A product design model integrating KANO, AHP and AD theories was proposed and applied to the design of children's dental chairs. Firstly, KANO was used to divide the attributes of children's diagnosis and treatment needs; Secondly, AHP was integrated to build a hierarchical model of user needs, and the weight coefficients of each level were calculated. It was clear that the relatively important user needs were emotion communication, reducing external interference, time reminder, popular science treatment process, and interesting experience; Thirdly, the independence axiom of AD was applied to complete the mapping of demand domain (C_A), function domain (F_{Rs}) and design domain (D_{Ps}) of children's dental chairs, and the rationality was judged by the matrix to obtain the optimal solution; Finally, VR equipment and a CFSS-DF evaluation form were used to evaluate the effectiveness of the design scheme. The KANO, AHP and AD theoretical models were used to design a dental chair that could improve children's medical experience. According to the design evaluation results, the design process can effectively guide product development, further verify the scientific nature of the design process, and at the same time, the process can provide scientific and reasonable new ideas for the development of similar products.

KEY WORDS: KANO; AHP; AD; dental chair for children; requirement analysis

儿童牙科畏惧症（简称 CDF），是儿童常见的心理障碍疾病，主要表现为诊疗过程中存在心理恐惧和紧张行为，这会导致儿童耐受性降低、敏感性增高、依从性下降等问题的产生。研究表明，国内约 80%左右的儿童存在牙科畏惧症，多数儿童在治疗时易产生逃避心理，用哭闹、逃跑等方式进行反抗。这不仅严重干扰了儿童的就诊体验，同时会对儿童的心理产生持续性的影响，进而害怕进行口腔检查，导致恶性循环^[1]。

近年来，优化儿童牙科就诊体验已成为学界研究热点。陈淑仪等^[2]通过游戏诱导的方式帮助儿童缓解治疗焦虑，提高患儿治疗完成率。张燕飞等^[3]分析笑气配合音乐疗法对儿童牙科畏惧症诊疗的效果，结果表明可以改善儿童治疗过程中的焦虑情绪，缓解疼痛程度。张清^[4]通过情感化设计配合人体工程学改善儿童牙科就诊体感，发掘牙科治疗中存在问题，满足儿童的情感需求。此外，还有学者通过艺术化处理以及基于不同的理论对优化儿童牙科诊疗体验进行研究，这些视角新颖，但以上研究在解决实际问题的过程中缺乏严谨的用户需求分析，并未通过设计的方式优化儿童的就诊体验。同时以往的研究很少涉及儿童牙科诊疗椅的创新设计与研发，而牙科诊疗椅是治疗过程中必备的仪器，对改善儿童的就诊体验起着至关重要的作用。因此，本文通过集成 KANO、AHP 和 AD 模型将用户需求属性进行合理划分，运用 AHP 得出用户需求权重，并对权重系数较高的需求进行功能域与设计域的映射，得到其设计参数，进而对传统儿童牙科诊疗椅存在的问题进行改良，提升其设计流程的严谨性及设计方案的合理性。通过对诊疗椅的创新设计帮助儿童缓解不良情绪，从人性化、舒适化等多方面改善儿童牙科就诊体验^[5]。

1 研究模型分析与设计流程构建

1.1 研究模型分析

在设计的研发过程中，结合设计理论模型能够帮助设计师科学高效的制定设计方案。常见的产品设计研究方法主要有 KANO 模型、QFD（质量功能展开）、AD（公理设计）、TOPSIS（优劣解距离法）、AHP（层次分析法）。近年来很多研究人员对系统设计方法进行深入研究，在以用户需求为导向的产品设计中，KANO 模型能够精准的分析用户需求，为后续的设计提供依据。KANO 模型是通过问卷和评价表的方式将用户需求属性划分为 5 种类型，并清晰呈现用户需求与产品满意度的联系。李宇轩等^[6]运用 KANO 模型精准识别用户需求属性，为严肃游戏的研发提供需求指标，进而完成设计决策。朱云峰^[7]运用 KANO 模型分析二孩家庭针对儿童床的需求，确立了产品功能的定位，但 KANO 模型不能判断用户各需求之间的重要

程度，这可能会导致产品在后续研发中设计重点的偏差^[8]。AHP（层次分析法）是一种定性定量分析相结合的多要素决策方法，常用于确定各要素之间的重要程度，具有简单、客观等优势，运用 AHP 可以确定 KANO 模型中的用户需求权重系数。吕中意等^[9]通过运用 AHP 和 KANO 模型划水果物流周转箱在不同场景下的需求属性，并且确定各需求的权重系数，进而对产品改良创新。魏峰^[10]等运用 KANO 和 AHP 模型确定了宠物陪伴机器人所具备的需求类别，并根据重要程度将其进行排序，增加方案的合理性，但最终的用户需求如何转换为具体的设计参数，KANO 和 AHP 模型都没有提出解决的方案。AD（公理设计）是一种可以将用户需求转化为具体设计参数的模型，该模型操作简单，能够为产品提供科学依据，但重要的用户需求指标公理设计无法获取。

本研究基于对上述模型优劣势的分析与整理，提出一种集合 KANO、AHP 和 AD 的产品研发流程。该流程以用户需求为导向，结合定性定量的分析方法，既考虑到产品研发过程中人对产品的感性需求，又通过科学的流程映射出设计的具体参数，与传统的设计方法相比，分析更精确，决策更高效。

1.2 集成 KANO-AHP-AD 的设计流程构建

KANO 模型是东京理工大学教授狩野纪昭为得到客观、多维度的用户需求所发明的工具，该模型基于用户访谈、设计问卷等方式进行多方面的综合调研，进而获取全面的用户需求属性。在儿童牙科诊疗椅的开发设计中，KANO 模型可以对用户的需求进行定性分析及定量计算进而挖掘产品的具体设计要素。通过设计 KANO 问卷及用户评价表邀请专家和儿童家长完成儿童牙科诊疗椅的问卷调查，根据 KANO 评价标准，见表 1，将用户需求划分为五个层次：必备需求（M）、期望需求（O）、魅力需求（A）、无差异需求（I）和逆向需求（R），儿童牙科诊疗椅设计指标的用户需求类型详细见表 2^[11]。

层次分析法（AHP）是由美国运筹学家 Saaty 教授提出的，主要运用于评价指标和确定权重，AHP 依照目标逐层分解，相互比较，加权综合的思维进行

表 1 KANO 评价标准
Tab.1 KANO evaluation criteria

		负向题				
		满意	理应如此	无所谓	能忍受	不满意
正向题	满意	Q	A	A	A	O
	理应如此	R	I	I	I	M
	无所谓	R	I	I	I	M
	能忍受	R	I	I	I	M
	不满意	R	R	R	R	Q

表 2 用户需求类型释义
Tab.2 Interpretation of user requirement types

需求属性	释义
必备需求 (M)	指用户认为牙科诊疗椅“必须具备”的属性或功能，当产品特性满足用户需求时，用户满意度不会显著提高，但若未满足则会引起用户极大不满。
期望需求 (O)	指用户希望牙科诊疗椅所具备的特性，此类需求得到满足时，用户满意度会提高，相反则会引发用户不满。
魅力需求 (A)	指牙科诊疗椅的设计能够给用户带来一些出乎意料的产品特性和服务，当魅力需求被满足时，可以大幅度提高用户的满意程度，反之，即使未满足也不会引起用户不满。
无差异需求 (I)	指用户需求不论提供与否，对优化用户体验没有直接影响，并且不会改变用户满意度。
逆向需求 (R)	指某些产品特性对用户而言并不需要，提供后反而会导致用户满意度下降。
可疑需求 (Q)	指受访者未理解某项问题或误答。

决策分析,将与最终决策有关的用户需求分解成目标层、准则层和指标层。通过多层次的分解进行定性和定量分析,将模糊问题系统化,常用于确定多影响因素的不确定决策中,并使各因素建立递阶层次结构,通过判断矩阵得出其特征向量和最大特征值,进而将 KANO 模型划分的用户需求按各层次中诸要素的权重大小进行排序,为后续设计提供依据。该方法具有客观、便捷等优势,因此近些年被广泛应用于产品设计与研发中^[12]。

公理设计 (AD) 是美国 SUH 教授提出的产品设计理论,其包括:域、“Z”字形之间的映射、独立性公理和信息公理等。AD 理论的设计过程是以用户需求为导向的域之间的映射。公理设计可以将 KANO

和 AHP 模型中获取的用户需求按权重排序后,利用“Z”字形将各个域联系起来,再根据判断矩阵对映射关系进行合理表达,完成“需求”——“功能”——“设计”的转化过程,进而获取具体的设计参数,让设计人员有了明确的设计目标,得到产品设计最优解,为设计提供科学依据^[13]。

综上所述,将 KANO、AHP 和 AD 三种方法相集成构建出的产品研发流程可以避免单一模型存在的设计局限,让设计不再停留在感性的层面上。能够明确划分用户属性,精确计算需求权重,帮助产品方案决策合理,确保研发流程科学性、完整性等。笔者将上述产品研发流程运用于儿童牙科诊疗椅的设计中,其设计方法流程见图 1^[14]。

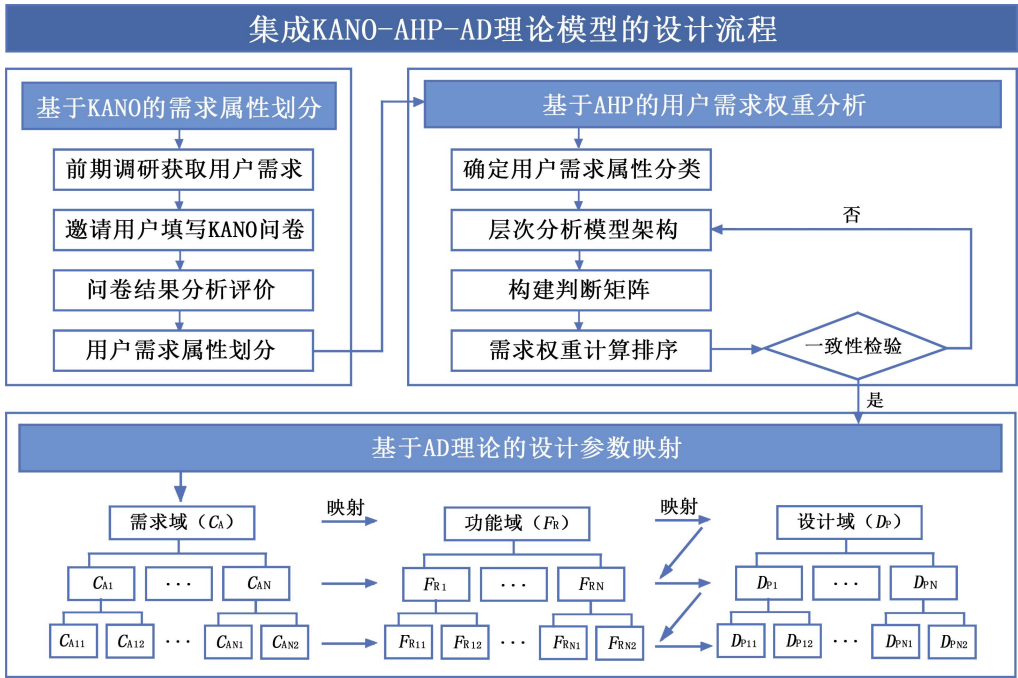


图 1 集成 Kano-AHP-AD 的设计流程
Fig.1 Integrated Kano-AHP-AD design process

2 基于 KANO-AHP-AD 的在儿童牙科诊疗椅设计中的运用

2.1 基于 KANO 模型的牙科椅用户需求获取及分类

基于问卷调研和深入访谈以及结合儿童牙科畏惧症成因等方式进行资料整合,得知目前市面多数牙科就诊椅服务人群以成人为主,外形较为单一,很少针对儿童群体的实际需求进行专项设计。若要解决上述问题优化儿童就诊体验,需要设计师在研发中将用户需求与产品满意度结合在一起,通过应用 KANO 模型对牙科诊疗椅进行调研分析,明确用户的需求属性,减少设计成果与用户预期不符的情况出现。经对用户调研结果整理与分析,得出 15 项用户需求^[15]。

随后基于 KANO 问卷的设计原则,根据获取的用户需求制作李克特 5 级问卷表,见表 3,用户需从正向和负向两个维度对此类需求是否满意进行评价,但由于用户主体为儿童,考虑到儿童存在表述模糊、认知水平有限等情况。为确保结果的有效性与准确性,

故本次问卷邀请的对象为与儿童牙科治疗环节密切相关的人员(如口腔医生、儿童家长等)进行填写。本次共发放 84 份,回收有效问卷 80 份,将问卷结果进行整合,计算出各需求指标的 K_A 、 K_O 、 K_M 、 K_I 、 K_R ^[16],见式(1)。

$$K_A = \frac{A}{A+O+M+I+R}, K_O = \frac{O}{A+O+M+I+R},$$
$$K_M = \frac{M}{A+O+M+I+R}, K_I = \frac{I}{A+O+M+I+R},$$
$$K_R = \frac{R}{A+O+M+I+R} \tag{1}$$

式中: A 为魅力需求的占比, O 为期望需求的占比, M 为必备需求的占比, I 为无差异需求的占比, R 为逆向需求的占比。计算各需求的 K_A 、 K_O 、 K_M 、 K_I 、 K_R 数值,以最大值确定该需求指标的 KANO 属性(例如若 K_A 最大,则该需求属性为魅力需求)^[17]。应用 KANO 评价体系与用户满意度系数将用户需求的属性类型进行划分,见表 4。

表 3 Kano 李克特 5 级问卷表
Tab.3 Kano level 5 likert questionnaire

若具备此需求,您的态度是(正向题)					儿童牙科诊疗椅 用户需求	若不具备此需求,您的态度是(负向题)				
满意 (5)	理应如 此(4)	无所 谓(3)	能忍受 (2)	不满 意(1)		满意 (5)	理应如 此(4)	无所 谓(3)	能忍 受(2)	不满 意(1)
					材料结构安全 C_1					
					符合人体工学 C_2					
					易于清洁 C_3					
					舒适度 C_4					
					激励制度 C_5					
					减少外界干扰 C_6					
					科普就诊流程 C_7					
					趣味性体验 C_8					
										

表 4 Kano 问卷分析表
Tab.4 Kano questionnaire analysis

需求项	$K_A/\%$	$K_O/\%$	$K_M/\%$	$K_I/\%$	$K_R/\%$	$K_Q/\%$	需求属性
经久耐用	11.4	8.8	11.5	45.5	22.8	0.0	(I) 无差异需求
易于清洁	21.5	5.0	11.5	43.0	19.0	0.0	
激励制度	12.6	6.3	11.5	51.6	18.0	0.0	
材料结构安全	12.6	2.5	43.0	22.9	19.0	0.0	(M) 必备需求
干净整洁	12.6	5.0	46.9	7.6	27.9	0.0	
符合人体工学	10.1	10.1	43.0	17.8	10.2	8.8	
舒适度	0.0	1.2	61.9	20.2	10.2	6.3	
情绪传达	11.4	38	5.0	26.6	19.0	0.0	(O) 期望需求
隐私性	21.5	31.6	11.4	21.6	14.0	0.0	
时间提醒	6.3	45.5	1.4	30.4	16.4	0.0	
减少外界干扰	6.3	40.4	7.8	31.6	11.4	2.5	
治疗过程可视化	70.9	22.8	1.3	0.0	1.2	3.8	(A) 魅力需求
科普就诊流程	62.0	7.6	8.8	11.4	6.4	3.8	
趣味性体验	58.2	12.6	2.6	17.7	6.4	2.5	
注意力引导	74.7	19.0	2.6	1.2	0.0	2.5	

整理表 3 中的 15 个用户需求的 KANO 属性, 其中无差异需求 (I) 有 3 个, 必备需求 (M) 有 4 个, 期望需求 (O) 有 4 个, 魅力需求 (A) 有 4 个, 并未出现逆向需求 (R) 和可疑需求 (Q)。无差异需求指标 (I) 包括: 经久耐用、易于清洁、激励制度。无差异需求对改善用户满意度没有直接影响, 因此不进行优化; 必备需求指标 (M) 包括: 材料结构安全、干净整洁、符合人体工学、舒适度。是牙科诊疗椅必须具备的要点, 若未满足, 用户的满意度会大幅降低, 目前市面上已有的牙科诊疗椅基本满足上述用户需求, 优化此类需求很难继续提高用户满意度, 故虽需考虑此类需求的设计, 但不对其进行优化; 期望需求指标 (O) 包括: 隐私性、时间提醒、情绪传达、减少外界干扰。此类需求在儿童牙科诊疗椅设计中考虑得越完善, 用户的满意度越高, 故需尽可能满足此类需求, 提高用户满意度; 魅力需求指标 (A) 包括: 治疗过程可视化、科普就诊流程、趣味性体验、注意力引导。对上述需求进行优化能够给予用户意想不到的惊喜, 一旦满足, 会大幅度改善用户的满意度, 故在牙科椅的设计中应对其进行重点考虑^[18]。

2.2 基于 AHP 的牙科椅用户需求权重分析

2.2.1 构建牙科椅层次分析模型

KANO 模型虽对儿童牙科诊疗椅的用户需求进行了分类, 但其并没有清晰呈现各需求重要度的排序, 为了明确后续产品设计中的侧重点, 本文将 KANO 与 AHP 两种产品研发模型相结合完成用户需求的权重计算, 以精确获取相对重要的用户需求。根据 KANO 问卷的调查结果, 由于无差异需求 (I) 对改善用户满意度无直接影响, 故本次研究不考虑。将剩余三类需求属性必备需求 (M)、期望需求 (O)、魅力需求 (A) 中的需求项归纳为 12 个设计要素, 作为牙科椅的评价指标, 并通过层次分析法构建出层次结构模型, 见图 2。根据儿童牙科诊疗椅的用户需求及设计目标, 将结构模型分为以下三个层次: (1) 目标层 P 是总目标, 即儿童牙科诊疗椅的设计方案; (2) 准则层分为必备属性 M 、期望属性 O 、魅力属性 A ; (3) 子准则层 (指标层) 分为材料结构安全 M_1 、干净整洁 M_2 、符合人体工学 M_3 、舒适度 M_4 、情绪传达 O_1 、隐私性 O_2 、时间提醒 O_3 、减少外界干扰 O_4 、治疗过程可视化 A_1 、科普就诊流程 A_2 、趣味性体验 A_3 、注意力引导 A_4 共计 12 个方面。

2.2.2 基于 AHP 法的牙科椅调研与权重计算

为了构建判断矩阵进而科学确立用户需求权重, 使定性的问题进行量化分析, 选用 Saaty 所提及的 1~9 级比例标度法来判断各设计要素的重要程度。1) 制作 AHP 问卷, 对 20 名与儿童牙科治疗椅及其相关研究人员展开调研, 其中包括牙科诊治医生 7 名、职业设计师 4 名 (5 年以上从业经验)、工业设计方向博士 5

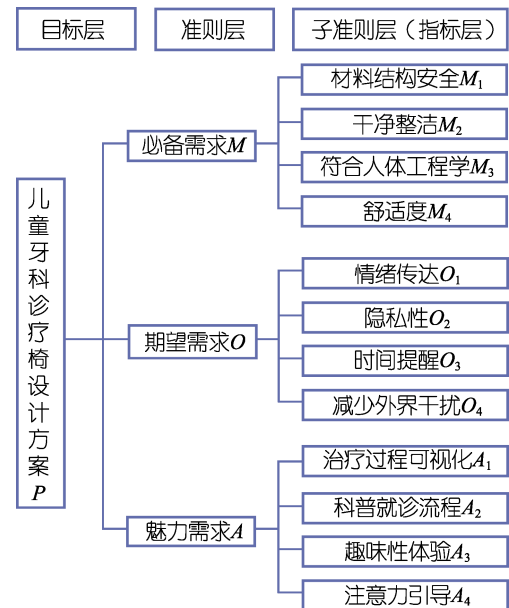


图 2 牙科诊疗椅设计层次分析模型
Fig.2 Analytic hierarchy process model for dental chair design

名、工业设计方向教授 4 名, 邀请他们根据 1~9 级评分标度对各层级需求的重要程度进行两两比较并评分, 取其算数平均值作为权重计算的基础, 得出各层级的判断矩阵; 2) 运用几何平均法, 计算出各层级权重系数, 得出儿童牙科椅用户需求权重值, 其运算过程如下, 结果见表 5~6。

1) 构建判断矩阵, 见式 (2)。

$$S = (s_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: s_i 、 s_j ($i, j = 1, 2, \dots, n$) 表示要素, s_{ij} 表示 s_i 比 s_j 的相对重要性数值, 若结果相反则表示为 $1/s_{ij}$ 。

2) 权重计算。根据判断矩阵, 运用几何平均法求出平均值 V_i , 见式 (3)。

$$V_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (3)$$

对计算结果进行归一处理, 得到各项权重平均值 w_1 及权重向量 W , 见式 (4) ~ (5)。

$$w_1 = \frac{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n V_i}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n V_i}} \quad (4)$$

$$W = (w_1 w_2, \dots, w_n)^T \quad (5)$$

3) 计算最大特征根 ($\lambda_{\max}$), 见式 (6)。

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{S_{wi}}{w_i} \quad (6)$$

表 5 准则层指标权重
Tab.5 Criterion level weight

需求属性	必备需求 M	期望需求 O	魅力需求 A	权重值	I_{CR}
必备需求 M	1	2	3	0.539 6	
期望需求 O	1/2	1	2	0.297 0	0.008 8
魅力需求 A	1/3	1/2	1	0.163 4	

式中： S_{wi} 为向量 S_w 第 i 个分量； n 为阶数。
4）一致性结果检验（ I_{CI} ），见式（7）~（8）。

$$I_{CI} = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} \tag{7}$$

$$I_{CR} = \frac{I_{CI}}{I_{RI}} \tag{8}$$

式中： n 为判断矩评价标度对应的数值； I_{RI} 为一

致性指标； I_{CR} 为一致性比值。
最后，为确保结果的科学性，需对计算结果进行一致性检验。当 $I_{CR} \leq 0.1$ 时，一致性检验通过，反之则未通过。

为确保结果的科学性，对判断矩阵结果进行一致性检验（需满足 $I_{CR} \leq 0.1$ ），其中准则层 I_{CR} 为：0.008 8，子准则层 I_{CR} 分别为：0.019 1，0.027 3，0.093 6，全部小于 0.1，符合一致性检验标准。

表 7 中用户需求权重排序结果得知，儿童牙科椅的设计除了要满足用户必备属性，即材料结构安全、符合人体工学、干净整洁、舒适度，还应重点考虑期望需求和魅力需求中排序靠前的需求，即情绪传达、科普就诊流程、减少外界干扰、时间提醒、趣味性体验、治疗过程可视化，一旦满足这些重要的需求，用户的对儿童牙科诊疗椅的满意度会显著提升。

表 6 子准则层指标权重
Tab.6 Sub-criterion level weight

一级指标	二级指标	判断矩阵				权重	相对权重	I_{CR}
必备需求 M	材料结构安全 M_1	1	4	3	5	0.545 0	0.294 1	0.019 1
	干净整洁 M_2	1/4	1	1/2	2	0.138 5	0.074 3	
	符合人体工学 M_3	1/3	2	1	3	0.232 9	0.125 8	
	舒适度 M_4	1/5	1/2	1/3	1	0.083 7	0.045 2	
期望需求 O	情绪传达 O_1	1	5	4	2	0.495 9	0.147 3	0.027 3
	隐私性 O_2	1/5	1	1/3	1/4	0.070 9	0.021 1	
	时间提醒 O_3	1/4	3	1	1/2	0.154 3	0.045 8	
	减少外界干扰 O_4	1/2	4	2	1	0.278 9	0.082 8	
魅力需求 A	治疗过程可视化 A_1	1	1/4	1/2	5	0.170 9	0.027 9	0.093 6
	科普就诊流程 A_2	4	1	3	5	0.535 1	0.087 4	
	趣味性体验 A_3	2	1/3	1	3	0.228 6	0.037 4	
	注意力引导 A_4	1/5	1/5	1/3	1	0.065 3	0.010 7	

表 7 相对权重计算排序表
Tab.7 Calculation ranking of relative weight

	M_1	M_2	M_3	M_4	O_1	O_2	O_3	O_4	A_1	A_2	A_3	A_4
相对权重	0.294 1	0.074 3	0.125 8	0.045 2	0.147 3	0.021 1	0.045 8	0.082 8	0.027 9	0.087 4	0.037 4	0.010 7
排序	1	6	3	8	2	11	7	5	10	4	9	12

2.3 基于 AD 理论的牙科椅设计参数映射

基于 AD 理论下的设计过程即用户需求下的域之间的映射过程，主要采用独立性公理和信息公理判断其设计的合理性，将 AHP 得出来相对重要的用户需求逐步转化为最佳的设计参数。在牙科诊疗椅的设计中需要将用户的需求与产品的结构特性、功能属性、实际情况等方面相适应，AD 理论可以很好的进行衔接，并为牙科椅的设计提供技术参数，帮助设计的研发。

1）为了科学的将产品的用户需求转化为功能需

求，本设计基于认知行为疗法和以往学者的设计研究完成域之间的转换。已有学者证明儿童的认知水平与医疗焦虑程度显著相关^[19]，诱发儿童产生治疗畏惧的原因主要是儿童没有接受过正规的医疗健康学习，缺乏对治疗原理的认知，并且无法理解医生的行为。认知行为疗法（CBT）是运用认知行为理论完成指导的一种心理治疗方法，这种疗法侧重认知矫正，探究行为产生的规律。刘小雯^[20]等运用认知行为疗法分析儿童产生畏惧的原因，将产品造型趣味化处理并且设计交互科普系统帮助儿童重塑认知，缓解治疗过程中的

抗拒和逃避行为, 提高医疗的适应性。同时其他学者的研究也显示通过音乐疗法^[21]、情感化设计^[22]、提升产品舒适度^[23]等方式来优化儿童治疗体验, 改善儿童情绪均能起到显著效果。因此本产品基于前期研究及上述学者的理论分析成果将产品的用户需求 C_A 转化为功能需求 F_R , 见表 8。

2) 完成功能需求到设计参数间的映射, 为确保最终设计参数的合理性, 本研究依据中华人民共和国国家标准《牙科设备的基本安全和本性能专用要求》(GB 9706.260—2020), 同时参考王晖^[24], 陈艳艳^[25]等学者针对儿童牙科畏惧症所制定的设计策略。运用公理性原则针对每一项功能需求 F_R 提出相应的满足用户需求的设计参数 D_P , 牙科椅功能需求与设计参数的对照映射, 见表 9。

表 8 牙科诊疗椅用户需求与功能需求映射
Tab.8 Mapping of dental chair user needs and functional requirements

用户需求 C_A	功能需求 F_R
材料结构安全 C_{A1}	使用时确保用户安全 F_{R1}
情绪传达 C_{A2}	有效传递不良情绪 F_{R2}
符合人体工学 C_{A3}	尺度适宜 F_{R3}
科普就诊流程 C_{A4}	交互科普系统 F_{R4}
减少外界干扰 C_{A5}	隔音降噪功能 F_{R5}
干净整洁 C_{A6}	抗污渍、易清理 F_{R6}
时间提醒 C_{A7}	计时功能 F_{R7}
舒适度 C_{A8}	选用舒适材料 F_{R8}
趣味性体验 C_{A9}	优化产品造型 F_{R9}
治疗过程可视化 C_{A10}	实时观察就诊流程 F_{R10}

表 9 牙科诊疗椅功能需求与设计参数映射
Tab.9 Mapping of dental chair functional requirements and design parameters

功能需求 F_R	设计参数 D_P
使用时确保用户安全 F_{R1}	环保材料、24 伏安全电压、紧急制动安全装置 D_{P1}
有效传递不良情绪 F_{R2}	设置情绪压力球 D_{P2}
尺度适宜 F_{R3}	依据国家标准 (宽 90~100 cm 高 170~190 cm 长 150~170 cm) D_{P3}
交互科普系统 F_{R4}	设置交互科普小游戏 D_{P4}
隔音降噪功能 F_{R5}	降噪设备、播放音乐 D_{P5}
抗污渍、易清理 F_{R6}	表面贴膜配合一次性塑封膜 D_{P6}
计时功能 F_{R7}	时间提醒装置 D_{P7}
选用舒适材料 F_{R8}	PU 皮面材质 D_{P8}
优化产品造型 F_{R9}	造型融入太空元素 D_{P9}
实时观察就诊流程 F_{R10}	可视设备 D_{P10}

根据 AD 理论, 将儿童牙科诊疗椅功能域中的功能需求 F_R 与设计域中的设计参数 D_P 进行映射, 二者之间的映射关系, 见式 (9)。

$$F_R = X \times D_P$$

(9)

式中: X 为设计矩阵, 用 X_{ij} 表示诊疗椅功能需求 F_{Ri} 与设计参数 D_{Pj} 的映射关系, 见式 (10)~(11)。

$$F_{R_i} = \sum_{j=1}^n X_{ij} \times D_{P_j}$$

(10)

$$X_{ij} = \frac{\partial F_{R_i}}{\partial D_{P_j}}$$

(11)

式中: $i=1,2,\cdots,m, j=1,2,\cdots,n$; m 为功能需求 (F_R) 的数量, n 为设计参数 (D_P) 的数量。

设计矩阵 X 一般有以下几种形式。

对角矩阵 (非耦合设计):

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

三角矩阵 (解耦设计):

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

一般矩阵 (耦合设计):

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

矩阵中“1”表示为功能需求与设计参数之间有强相关性, “0”表示弱相关性或无关。当设计矩阵 X 为对角矩阵或者三角矩阵时, 满足独立性公理原则, 即设计参数为合理的; 当设计矩阵 X 为一般矩阵时, 则不满足独立性公理原则, 需进行解耦^[26]。

将儿童牙科诊疗椅对应功能域中的功能需求 (F_R) 与对应设计域中的设计参数 (D_P) 进行映射, 根据式 (9)~(11), 得到设计矩阵 X 。

$$X = \begin{bmatrix} F_{R1} \\ F_{R2} \\ F_{R3} \\ F_{R4} \\ F_{R5} \\ F_{R6} \\ F_{R7} \\ F_{R8} \\ F_{R9} \\ F_{R10} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{P1} \\ D_{P2} \\ D_{P3} \\ D_{P4} \\ D_{P5} \\ D_{P6} \\ D_{P7} \\ D_{P8} \\ D_{P9} \\ D_{P10} \end{bmatrix}$$

设计矩阵 $\mathbf{X}$ 为对角矩阵,属于非耦合设计,满足独立性公理原则,所以设计参数是合理的,可为后续设计提供依据^[27]。

3 儿童牙科诊疗椅方案设计

根据上述研究获得的设计参数进行分析与构思设计出了一款能够优化儿童就诊体验,缓解牙科畏惧症的诊疗椅设计,见图 3~4,具体产品特征如下。

- 1) 紧急制动装置:倘若在诊疗过程中出现意外,通过踩踏制动装置,保障儿童身体安全。
- 2) 情绪压力球:协助儿童在就诊过程中传递不良情绪,若儿童感受到难以忍受的疼痛感,轻按压力球,让医生得到反馈,即可暂缓治疗。
- 3) 产品尺寸:儿童牙科椅整体尺寸进行缩小再设计,符合牙科椅设计规范及儿童人体工学(宽 90~100 cm、高 170~190 cm、长 150~170 cm),优化儿童就诊体验。

- 4) 交互科普系统:针对儿童牙科畏惧症设计出一款完善的儿童情景交互系统(牙牙小卫士),将枯燥乏味的医疗知识融入到交互体验中,就诊前,引导儿童完成交互小游戏,帮助儿童理解口腔知识、治疗原理,进而达到配合治疗的目的,见图 5。
- 5) 降噪头盔:造型仿宇航员头盔,增加儿童就诊趣味,内置音响和降噪设备,降低机械在诊治过程中因高速涡轮所产生的噪音及其他儿童发生的哭闹声,减少外界干扰,帮助儿童安心接受治疗。
- 6) 抗污易清理:PU 材质坐垫配合一次性塑封膜,达到安全卫生,抗污耐磨,易打理的目的。
- 7) 时间提醒装置:具备倒计时功能,将诊治过程划分为每 40 s 一个阶段,儿童可在间隙休息,并帮助儿童合理评估诊治时间,进行心理预设。
- 8) 材质柔软亲和:诊疗椅坐垫采用质感轻、不易磨损的 PU 皮面材质,其手感较真皮而言更柔软亲和、易清理。



图 3 儿童牙科诊疗椅设计效果图
Fig.3 Design renderings of children's dental treatment chair



图 4 儿童牙科诊疗椅设计三视图
Fig.4 Views of children's dental chair design



图 5 交互科普系统界面展示
Fig.5 Interface display of interactive science popularization system

9) 造型融入太空元素: 将太空元素(如太空舱造型、星球探照灯等)加入诊疗椅的设计中, 为原本冰冷感的医疗产品增加设计的趣味性, 完成产品从颜色到形状的再设计, 配合交互设配, 将治疗过程与前期交互系统“牙牙保卫战”建立联想想象, 赋予每个儿童使命感, 从多维度与儿童建立良好的信任关系, 降低儿童的抵触心理, 帮助儿童主动接受治疗活动。

10) 可视设备: 治疗可视化, 让儿童实时观察医生就诊过程, 帮助其逐步了解医生的行为, 安心接受治疗。

4 设计评价

为了验证方案的有效性, 本研究采用 ENSCPAE 软件结合虚拟现实设备完成最终的设计评价部分。首先将儿童分为对照组和试验组(对照组儿童进入 1 号虚拟空间, 该空间放置优化前的牙科诊疗椅; 试验组儿童进入 2 号虚拟空间, 该空间放置优化后的儿童牙科诊疗椅), 见图 6, 随后体验治疗项目, 见表 10。试验结束后填写改良后的牙科畏惧症调查表(CFSS-DF)^[28], 进而判断优化后的产品是否能够缓解儿童畏惧程度, 改善其体验^[29]。

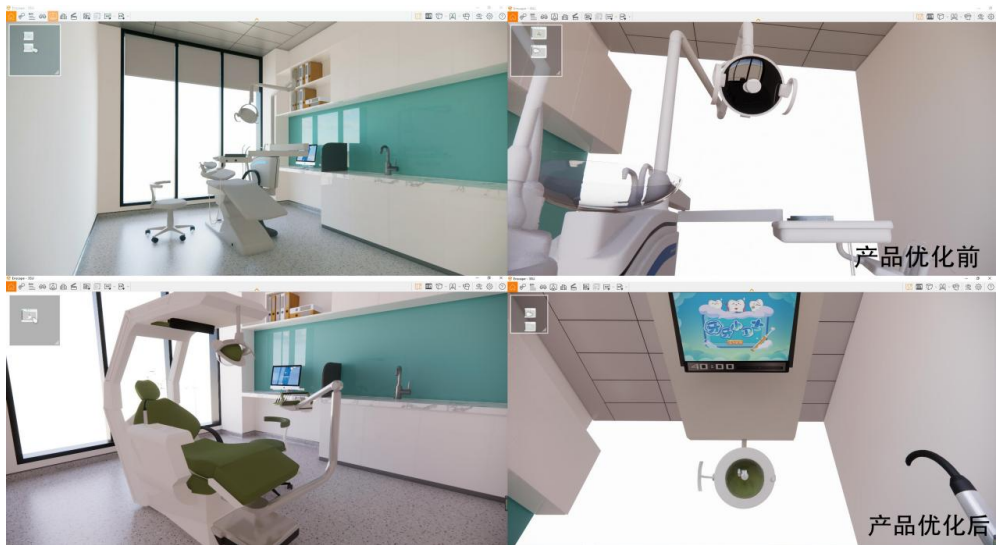


图 6 产品优化前与优化后的 VR 界面展示
Fig.6 VR interface display before and after product optimization

4.1 试验对象选择

选取 2022 年 3 月至 2023 年 3 月曾前往儿童口腔科就诊过的 4~12 岁儿童为研究对象，共 18 名儿童，随机分为试验组和对照组，每组各 9 人。试验组男童 5 例，女童 4 例，平均（6.67±1.73）岁；对照组男童 5 例，女童 4 例，平均（7.11±2.37）岁。两组儿童性别、年龄差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ）。

纳入标准：儿童曾进行过龋齿治疗，且呈现出焦虑、恐惧、不配合等行为；监护人愿意签署知情同意书；儿童可以理解问卷条目信息，且能清晰表达自身感受。

4.2 流程

所有儿童参与试验前，监护人需要签署知情同意书，试验人员带领患儿介绍试验器具的使用方法，讲解流程，并告知儿童试验过程中若有任何不适，可举手示意终止试验。经儿童同意后佩戴虚拟现实装备。

对照组儿童进入 1 号虚拟空间，设备调整后，开始体验治疗项目。试验组儿童进入 2 号虚拟空间，完成“牙牙小卫士”情景交互小游戏，在游戏中为儿童科普口腔知识，帮助儿童了解治疗原理，同时介绍优化后的儿童牙科诊疗椅的功能，随后开始体验治疗项目，见图 7。

表 10 牙科畏惧症评价调查表（CFSS-DF）
Tab.10 Dental fear assessment questionnaire (CFSS-DF)

项目名称	一点都不怕（1 分）	有一点害怕（2 分）	比较害怕（3 分）	相当害怕（4 分）	特别害怕（5 分）
1. 是否害怕医生					
2. 张大嘴巴					
3. 让人检查口腔					
4. 听医生钻牙的声音					
5. 去医院					
6. 看到拔牙的钳子					
7. 透不过气					
8. 想象钻牙的场景					
9. 医生把工具放到嘴巴里					
10. 穿白大衣的人					
11. 坐在牙科诊疗椅上					
12. 听到他人的哭声					



图 7 实验过程中被试体验产品
Fig.7 Experience subject during experiment

4.3 评价标准

本研究采用中文版改良后的牙科畏惧症调查表 CFSS-DF 来评价患儿治疗前后的畏惧指数，儿童评价前由试验人员负责解释量表内容，并指引儿童根据自身感受完成填写。

CFSS-DF 牙科畏惧症评价表（见表 10）共 12 个项目及 5 个评分级（1-5 分随畏惧程度逐级递增），总分为 12-60 分，分值越高代表儿童畏惧程度越高^[30]。

4.4 统计学处理

应用 SPSS26.0 软件对获取数据进行分析，定量资料以“均数±标准差”表示，CFSS-DS 评分采用独立样本 t 检验， $P<0.05$ 表明试验存在差异，有统计学意义。

4.5 结果

两组儿童 CFSS-DF 评分结果见表 11，试验组儿

童牙科畏惧症调查表评分显著低于对照组 ($P=0$), 可见在该研究方法指导下设计的产品在一定程度上缓解了儿童的牙科畏惧症, 能够优化儿童的就诊体验。

表 11 试验组及对照组产品优化前后 CFSS-DF 评分比较
Tab.11 Comparison of CFSS-DF scores between the test group and the control group before and after product optimization

组别	CFSS-DF 评分
对照组 (产品优化前)	38.67±4.58
试验组 (产品优化后)	29.89±2.75
t	4.923
P	0.000

5 结语

国内约 80%的儿童存在牙科畏惧症, 儿童由于心理发育尚不成熟, 无法理解牙科就诊活动, 会出现一系列“不配合”行为, 如哭闹、闭口、挣扎、逃避甚至攻击等行为的发生。为了帮助儿童克服治疗恐惧, 优化就诊体验, 本文构建了一种集合 KANO/AHP/AD 理论的产品设计研发流程。由于儿童诊疗产品的设计具有一定的特殊性和复杂性, 用户年龄也有所限制, 因此产品研发过程中需要由专家、设计师、家长等多方面人员的参与。利用 KANO 模型, 通过专家、设计师等人员的问卷评价进行用户需求属性划分并得到设计指标, 再运用 AHP 模型对用户的需求进行权重排序, 进一步得到重要用户需求, 最后通过 AD 理论将重要用户需求转化为具体设计参数并完善设计。

基于设计评估的结果显示, 相较于传统的儿童牙科诊疗椅, 该设计流程指导下的方案, 在一定程度上缓解了儿童的畏惧程度, 改善了传统牙科诊疗椅忽视儿童治疗体验的问题, 帮助儿童更好的接受诊疗。同时, 也进一步确定了该研究模型的有效性。本文构建的产品研发流程在一定程度上弥补了单一方法设计的不足, 帮助设计师在模糊的场景下精确地识别用户需求, 并做出设计决策, 确保了在产品研发过程中的科学性、合理性, 同时该流程也为其他以用户需求为导向的产品研发提供了新的研究思路。

参考文献:

[1] 任海霞, 刘颖凤, 梁慧敏, 等. 虚拟现实技术在儿童深龋治疗中对牙科畏惧的干预效果研究[J]. 国际口腔医学杂志, 2022, 49(5): 529-536.
REN Hai-xia, LIU Ying-feng, LIANG Hui-min, et al. Study on the Intervention Effect of Virtual Reality Technology on Dental Fear in the Treatment of Deep Caries in Children[J]. International Journal of Stomatology, 2022, 49(5): 529-536.

[2] 陈淑仪, 卢玉明, 林丽娥, 等. 游戏诱导对牙科畏惧

症儿童的影响[J]. 齐鲁护理杂志, 2022, 28(2): 64-66.
CHEN Shu-yi, LU Yu-ming, LIN Li'e, et al. Effect of Game Induction on Children with Dental Fear[J]. Journal of Qilu Nursing, 2022, 28(2): 64-66.

[3] 张燕飞, 杨钰云, 蔡蕾, 等. 音乐疗法辅助笑气镇静系统对牙科畏惧症患儿的治疗效果[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(21): 4010-4012.
ZHANG Yan-fei, YANG Yu-yun, CAI Lei, et al. Therapeutic Effect of Music Therapy Assisted Nitrous Oxide Sedation System on Children with Dental Fear[J]. Maternal and Child Health Care of China, 2020, 35(21): 4010-4012.

[4] 张清. 基于情感化设计的儿童牙科综合治疗台研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2021.
ZHANG Qing. Research on Comprehensive Dental Treatment Table for Children Based on Emotional Design[D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2021.

[5] DE LIMA B P, DA SILVA A F, MARINS F A S. New Hybrid AHP-QFD-PROMETHEE Decision-Making Support Method in the Hesitant Fuzzy Environment: An Application in Packaging Design Selection[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems: Applications in Engineering and Technology, 2022, 42(4): 2881-2897.

[6] 李宇轩, 韩旭, 余毅. 基于模糊 Kano 模型与熵权 TOPSIS 的产品设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(18): 57-64.
LI Yu-xuan, HAN Xu, YU Yi. Research on Product Design Based on Fuzzy Kano Model and Entropy Weight TOPSIS[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(18): 57-64.

[7] 朱云峰. 基于 KANO 与 TRIZ 的二孩家庭多功能儿童床设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(20): 220-227.
ZHU Yun-feng. Research on the Design of Multifunctional Children's Bed for Two-Child Family Based on KANO and TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(20): 220-227.

[8] 袁月, 蒋晓. 基于模糊层次分析法的家用儿童餐椅设计评估[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 188-192.
YUAN Yue, JIANG Xiao. Design Evaluation of Children's Dining Chair Based on Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 188-192.

[9] 吕中意, 杨波, 陈云. 基于 KANO-AHP-QFD 的水果物流周转箱设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(18): 95-103.
LYU Zhong-yi, YANG Bo, CHEN Yun. The Design of Fruit Logistics Turnover Box Based on KANO-AHP-QFD[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(18): 95-103.

[10] 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.

[11] 仓诗建, 于洛珠, 钱梦梦, 等. KANO-AHP-TOPSIS 混合模型在泥人张包装设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2022, 43(18): 169-177.
CANG Shi-jian, YU Ming-zhu, QIAN Meng-meng, et al. Study on the Application of KANO-AHP-TOPSIS Mixed Model in the Packaging Design of Clay Figurine Zhang[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(18): 169-177.

[12] KWONG C K, BAI H. A Fuzzy AHP Approach to the

- Determination of Importance Weights of Customer Requirements in Quality Function Deployment[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2002, 13(5): 367-377.
- [13] 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.
ZHOU Sheng-xiang, ZHENG Feng. Product Design Method Integrating AHP/QFD/AD[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 150-154.
- [14] 赵项, 魏峰, 缪远. 用户需求驱动下的家具产品设计方法[J]. 林业工程学报, 2022, 7(4): 194-200.
ZHAO Xiang, WEI Feng, MIAO Yuan. Research on Design Methods of Furniture Products Driven by User Demands[J]. Journal of Forestry Engineering, 2022, 7(4): 194-200.
- [15] XU Qian-li, JIAO R J, YANG Xi, et al. An Analytical Kano Model for Customer Need Analysis[J]. Design Studies, 2009, 30(1): 87-110.
- [16] KANG Young-Tai, CHUNG Kyu Suk. Customer Satisfaction Analysis of Smart Car Features Using the Kano Model: a Comparative Analysis of Similar Research Cases[J]. Journal of Korean Society for Quality Management, 2018, 46(3): 717-737.
- [17] 杨静. 基于 KANO-AHP 模型的陕西汉唐旅游纪念品需求指标评价[J]. 包装工程, 2017, 38(4): 239-247.
YANG Jing. Evaluation on Demand Indexes of Tourist Souvenirs at Shaanxi Han Tang Scenic Spot Based on KANO-AHP Model[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(4): 239-247.
- [18] 强威. 基于 Kano-QFD 的新能源汽车移动端交互设计[J]. 包装工程, 2022, 43(20): 212-219.
QIANG Wei. Interaction Design on Mobile Terminal of NEVs Based on Kano-QFD[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(20): 212-219.
- [19] 田宋青梦. 认知行为疗法对减轻学龄前儿童牙科焦虑症的有效性研究[D]. 太原: 山西医科大学, 2020.
TIANSONG Qing-meng. Study on the Effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy in Reducing Dental Anxiety of Preschool Children[D]. Taiyuan: Shanxi Medical University, 2020.
- [20] 刘小雯, 卫一翰, 余隋怀. 基于认知行为疗法的学龄前儿童医疗产品设计研究——以儿童雾化器设计为例[J]. 装饰, 2022(4): 133-135.
LIU Xiao-wen, WEI Yi-han, YU Sui-huai. Research on the Design of Medical Products for Preschool Children Based on Cognitive Behavioral Therapy: Taking the Design of Children's Atomizer as an Example[J]. Art & Design, 2022(4): 133-135.
- [21] 沙卉. 音乐对儿童牙科恐惧焦虑的干预治疗[J]. 心理月刊, 2022, 17(15): 233-236, 240.
SHA Hui. Intervention of Music on Children's Dental Fear and Anxiety[J]. Psychological Monthly, 2022, 17(15): 233-236, 240.
- [22] 张清. 基于情感化设计的儿童牙科综合治疗台研究[D]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2021.
ZHANG Qing. Research on Comprehensive Dental Treatment Table for Children Based on Emotional Design[D]. Fuxin: Liaoning Technical University, 2021.
- [23] 刘力卓, 张文, 何明, 等. 基于人机工程学的牙科椅舒适度改善研究[J]. 工业工程, 2018, 21(3): 100-108.
LIU Li-zhuo, ZHANG Wen, HE Ming, et al. An Improvement Research on Comfort of Dental Chair Based on Ergonomics[J]. Industrial Engineering Journal, 2018, 21(3): 100-108.
- [24] 王晖, 边颖, 刘中林, 等. 认知行为疗法改善学龄前儿童牙科畏惧症[J]. 护理学杂志, 2014, 29(22): 27-29.
WANG Hui, BIAN Ying, LIU Zhong-lin, et al. Effect of Cognitive Behavior Therapy on Dental Fear of Preschool Children Receiving Dental Treatment[J]. Journal of Nursing Science, 2014, 29(22): 27-29.
- [25] 陈艳艳, 董继先, 郭西雅. 基于造型美学的牙科椅意象造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(6): 181-186.
CHEN Yan-yan, DONG Ji-xian, GUO Xi-ya. Image Modeling Design of Dental Chair Based on Plastic Aesthetics[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(6): 181-186.
- [26] 张彩丽, 付宏, 任工昌, 等. 公理设计中耦合问题的快速解耦方法研究[J]. 陕西科技大学学报(自然科学版), 2016, 34(4): 156-160.
ZHANG Cai-li, FU Hong, REN Gong-chang, et al. Rapid Decoupled Method Research for Coupling Problem in Axiomatic Design[J]. Journal of Shaanxi University of Science & Technology (Natural Science Edition), 2016, 34(4): 156-160.
- [27] 戴宇轩, 章彰, 陈宁峰, 等. 基于 AHP、QFD 与 AD 的居家适老座椅设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(20): 228-236.
DAI Yu-xuan, ZHANG Zhang, CHEN Ning-feng, et al. Research on the Design of Home Seats for the Elderly Based on AHP, QFD and AD[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(20): 228-236.
- [28] 卢佳璇, 余东升, 林家成, 等. 改良中文版儿童牙科畏惧调查表的信度和效度考评[J]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2011, 5(3): 288-294.
LU Jia-xuan, YU Dong-sheng, LIN Jia-cheng, et al. Reliability and Validation of the Chinese Version of Modified Children's Fear Survey Schedule-Dental Subscale[J]. Chinese Journal of Stomatological Research (Electronic Edition), 2011, 5(3): 288-294.
- [29] 杜芹, 田鲲, 程宗燕, 等. 小丑医生人文关怀对儿童牙病患者及其家长焦虑情绪的作用[J]. 中国卫生事业管理, 2020, 37(2): 134-137.
DU Qin, Tian Kun, CHENG Zong-yan, et al. Clown Intervention to Reduce Pre and Postoperative Anxiety in Children and Parents in Pediatric Dentistry[J]. Chinese Health Service Management, 2020, 37(2): 134-137.
- [30] 喻健, 许利琴, 赵峻桢, 等. 基于环境听觉管理的舒适化治疗策略在儿童牙科畏惧症中的应用效果研究[J]. 中国实用口腔科杂志, 2022, 15(1): 93-96.
YU Jian, XU Li-qin, ZHAO Ling-yan, et al. Application Effects of Environmental Auditory Management-Based Comfortable Treatment Strategy for Children with Dental Fear[J]. Chinese Journal of Practical Stomatology, 2022, 15(1): 93-96.