

基于 Kano 模型与 FAHP 分析的滑雪护腕设计与评价

刘月林, 赵玲玲, 李嘉玲

(燕山大学, 秦皇岛 066000)

摘要: **目的** 有效获取更加准确的用户需求, 指导滑雪护腕设计, 从而确保滑雪护腕设计方案符合目标用户基本需求, 提升用户满意度。**方法** 首先, 基于 Kano 模型分析方法获取产品属性并对其进行归类, 从而获取有效的用户需求; 再依据属性归类建立滑雪护腕设计评价指标体系, 使用模糊层次分析法 (FAHP) 计算出各级指标权重, 进而获得各需求项的重要度排序, 并针对滑雪护腕的需求点进行设计, 得出相应方案; 最后, 结合 Kano 模型和模糊层次分析法, 建立产品属性空间与设计要素之间的对应关系, 评估设计方案是否满足用户需求。**结果** 材料的软硬程度、贴合性、防护性、结实耐用以及支撑性在权重排序中排前五, 以此为主要依据进行设计, 设计方案评价效果良好。**结论** 综合应用 Kano 模型分析法和模糊层次分析法, 进行滑雪护腕设计, 可实现产品属性和设计要素之间的匹配, 有助于更加准确地理解用户需求, 洞察产品的设计重点, 从而提升用户满意度, 为相关的设计研究提供参考。

关键词: 滑雪护腕设计; Kano 模型; 用户满意度; 模糊层次分析法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)04-0148-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.04.020

Evaluation and Design of Skiing Wristband Based on Kano Model and FAHP Analysis

LIU Yue-lin, ZHAO Ling-ling, LI Jia-ling

(Yanshan University, Qinhuangdao 066000, China)

ABSTRACT: The work aims to effectively obtain more accurate user needs and guide the design of skiing wristbands, so as to ensure that the skiing wristband design scheme meets the basic needs of target users and improve user satisfaction. First, obtain product attributes and classify them based on the Kano model analysis method to obtain effective user needs; then a skiing wristband design evaluation index system was established based on the attribute classification. The fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) was used to calculate each level index weight. The importance ranking of needs was obtained, and the skiing wristband was designed according to the demand point to get the corresponding plan; finally, by combining the Kano model and the fuzzy analytic hierarchy process, the correspondence between product attribute space and design element was established to judge whether the design plan met user satisfaction. The degree of hardness, fit, protection, durability, and support of the material ranked the top five in the ranking of weights. Design scheme on this basis had good evaluation effect. It's feasible and effective to integrate Kano model analysis method and fuzzy analytic hierarchy process in the design of ski wristband, which can achieve the matching between product attributes and design elements. It is helpful to understand user needs more accurately, gain insight into product design focus, and improve user satisfaction, thereby provide reference for related product design.

KEY WORDS: skiing wristband design; Kano model; customer satisfaction; fuzzy analytic hierarchy process

收稿日期: 2020-12-03

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金项目 (18YJA760039); 河北省高等学校人文社会科学研究项目 (SD191077)

作者简介: 刘月林 (1977—), 男, 山东人, 博士, 燕山大学副教授, 主要从事创新设计理论与方法研究。

通信作者: 赵玲玲 (1996—), 女, 河北人, 燕山大学硕士生, 主攻工业设计工程。

近年来,参与滑雪运动的人数逐年增加。初学者在滑雪摔倒过程中会下意识用手撑地,倒地时受力集中于手腕,从而造成损伤^[1]。腕部是滑雪者最常见的受伤部位之一,据统计,单板的手腕扭伤和骨折几率大概为 20%左右,双板的手部扭伤或外伤几率大概在 6.6%左右。因此,滑雪运动者需要滑雪护腕防护手部损伤。

现有的滑雪护腕防护程度与舒适度较低,且部分不符合手部结构,缺少对滑雪初学者的需求分析,导致滑雪用户在使用过程中对滑雪护腕的满意度不高。如何设计一款令滑雪者满意的滑雪护腕,其中一个最重要的环节就是深刻洞察用户需求,并且将这种需求与滑雪护腕设计要素相匹配。目前,只有对于运动护腕的少量研究,与滑雪护腕直接相关的设计研究不多。吴旭波等人^[2]通过三维动态捕捉系统对于运动护腕防护性能的研究,初步探索了三款不同弹性护腕对人体的防护性能。面对日益增多的滑雪初学者,滑雪护腕的需求越来越多元,而滑雪护腕设计需要考虑的因素很多,要全面系统地处理好所有相关的设计要素非常复杂。因此产品满意度成为使用人群选择产品的首要评判标准。Kano 模型和模糊层次分析法相结合的方法能够实现前端用户需求和后期设计评价之间的关联性,有助于提升滑雪护腕的用户满意度。

1 基于 Kano 模型的用户需求分析

1.1 Kano 模型

Kano 模型分析方法主要是根据标准化问卷调研结果对各产品属性细分归类,通过解决产品属性的定位问题提高客户满意度。Kano 模型把产品属性归类成五种类型:必需属性(M)、期望属性(O)、魅力属性(A)、中性属性(I)和负面属性(R),每个属性都与用户满意度存在关联^[3],其优先排序依次为必需属性、期望属性、魅力属性、中性属性和负面属性,例如期望属性与客户满意度有直接的关系,如果产品属性包含期望属性,则会提升产品满意度。基于此,文中用 Kano 模型分析滑雪护腕的用户需求属性倾向。根据查找有关护腕论文以及询问一些滑雪初学者和从事滑雪行业者,了解到滑雪护腕的重要性设计要素和潜在性设计要素。由此,本文将这两种设计要素细分于子级目标层的各个指标中,进行评价。

1.2 用户需求分析

现有市场上的滑雪护腕多为支撑性护腕,以合金板外加 PU 保护套为主,以此起到支撑作用,对滑雪者起到较为有效的保护作用。但由于合金板部分是从手掌至腕部直接连接,手腕的活动范围可能会受到部分限制,从而导致灵活度降低,造成使用者不适。

通过用户访谈和焦点小组等方法,针对市场上现

有滑雪护腕,总结分析出用户满意点和期望点,目标用户使用人群定位于初级滑雪者,由于初级滑雪者尚不能熟练掌握滑雪技巧与要领,很容易在滑雪摔倒的过程中,使用手掌与腕部着地,从而导致受伤。用户需求主要集中在:能够高效地吸收能量及缓冲;在摔倒时能够对手腕提供必要的支撑,避免手腕挫伤等;能够贴合手部的结构,佩戴方便舒适;质量轻盈,佩戴无负担;具有一定的透气性;不会过多限制手腕的活动范围;成本不要太高等。

将滑雪护腕的属性(目标层)主要区分为性能(A_1)、外观(A_2)、体验(A_3)三个方面,以及它们分别包含的设计要素:性能下的准则层包含防护性(a_1)、防水性(a_2)、支撑性(a_3)、弹性(a_4)、透气性(a_5),外观下的准则层分为外观造型(a_6)、色彩搭配(a_7)、材料坚硬程度(a_8),体验下的准则层包含操作性(a_9)、耐用性(a_{10})、舒适性(a_{11})和贴合性(a_{12})^[4]。

根据上述属性编制设计要素关联用户满意度评分的 Kano 问卷,依据五项评分标准(满意、理应具备、无所谓、可以接受、不满意)^[5],调研对象选取滑雪初学者、滑雪教练以及骨科医生,进行 Kano 问卷线上调研,共回收 119 份,有效回收率为 94.1%,问卷数据统计分析表明:必备属性大多集中在防护性、支撑性、耐用性、舒适性和贴合性 5 个方面;魅力属性集中于防水性、弹性、透气性、外观造型、色彩搭配、坚硬程度和操作简易性 7 个方面。根据 Kano 问卷调查得出属性要素比例,对其进行汇总,最终得出属性分类结果。

1.3 属性归类分析

根据 Kano 模型评估表,通过调查问卷的结果,分析出用户满意度。

防护性需求汇总见表 1,以防护性需求要素为例,其余设计要素的属性比例也按照表 1 的方式得出,并对其进行汇总^[6]。防护性的 Kano 属性为必备属性 M ,如表 1 中红色区域相加所占比为 69.7%。黄色区域相加为 A ,所占比为 7.2%;深蓝色区域相加为 I ,所占比为 3.5%,绿色区域 O 为 19.6%。浅蓝色区域为 Q ,紫色区域为 R ,所占比分别为 0%。相同颜色区域进行相加得出相对区域的值。

表 1 防护性需求汇总
Tab.1 Summary of protective requirements

用户需求	不具备防护性要素				
	满意	理应具备	无所谓	可以接受	不具备
满意	0%	4.5%	0%	2.7%	19.6%
具备	0%	0.9%	0%	0%	68.8%
理应具备	0%	0.9%	0%	0%	0%
无所谓	0%	0%	0%	1.7%	0.9%
可以接受	0%	0%	0%	0%	0%
不满意	0%	0%	0%	0%	0%

2 评价模型建立

2.1 建立指标体系层次结构

指标体系的构建主要基于层次分析法,层次分析法是一种定性与定量相结合的、系统化的、层次化的分析方法^[7],也是一种可以通过确定各设计要素的权重将其所存在的复杂性评价体系分解为单独的、可量化的评价对象,并将其总结分析的、科学方法^[8]。通过对现有市场中的滑雪护腕进行调研,了解其目前存在的性能、材质、适用场所、市场需求以及一些潜在人群等方面的数据以及其不足之处,再使用调查问卷、咨询专家、查阅资料论文等方法,了解滑雪护腕的重要元素,如防护性、支撑性、透气性等。通过使用德尔菲法^[9]进行多次分析,并使其整体意见趋于一致性,从而建立二级评价指标集 $A_1=\{a_1,a_2,a_3,a_4,a_5\}$, $A_2=\{a_6,a_7,a_8\}$, $A_3=\{a_9,a_{10},a_{11},a_{12}\}$, 最终建立滑雪护腕设计的指标体系层次结构。

从第二层的准则层开始,根据判断尺度对每层中的每个指标进行两两比较,创建判断矩阵为 A 。那么在 A 中元素 a_{ij} 表示 i 元素与 j 元素相对重要度之比。其中, a_{ij} 的值越大,说明 i 的相对重要程度就越高。

2.2 构建评价指标的判断矩阵

通过询问专业滑雪工作人员,从而判断矩阵各项指标的相对重要度,本文中运用 1-9 标度方法对矩阵中的各项指标进行两两重要性对比,标度 1 的含义表示为具有相同的重要性;标度 3, 5, 7, 9 的含义分别表示为具有稍微、明显、强烈和极端的重要性;标度 2, 4, 6, 8 的含义表示上述两相邻判断的中值^[10];其标度的倒数指标因素 i 和 j 的比较判断 a_{ij} , 则指标因素 j 与 i 比较的判断 $a_{ji}=1/a_{ij}$ 。将性能评价指标的判断矩阵设为 A_1 , 其余两个评价指标的判断矩阵分别为 A_2, A_3 。

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 6 & 3 \\ 1/4 & 1 & 1/3 & 3 & 1/2 \\ 1/2 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ 1/6 & 1/3 & 1/2 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 1/3 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

将滑雪护腕设计评价 A 分为三个方面性能 A_1 , 外观 A_2 , 体验 A_3 , 并构建一级评价指标集 $A=\{A_1,A_2,A_3\}$ 。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1/3 \\ 1/5 & 1 & 1/6 \\ 3 & 6 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

2.3 判断一致性

初步构造判断矩阵后,通过利用随机一致性指标和一致性比值,进行一致性检验,一致性指标 CI 计算如公式(3)和公式(4):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{nW_i} \quad (4)$$

其中: W 为判断矩阵, A 的特征向量。 CR 为一致性比例, CI 值等于 0 时,代表具有完全的一致性; CI 值接近于 0 时,有满意的一致性; CI 的值越大,不一致越严重。根据公式,利用 MATLAB 软件得出权重值。通过表 3 可以清楚地看出每个评价指标所对应的权重值。

λ 比 n (矩阵的权向量数) 大的越多,其所涵盖的 A 不一致性越严重。为了衡量 CI 的大小,引入随机一致性系数 RI ,依据随机一致性指标,可以得到 n 所对应的 RI 并代入公式,从而得出 CR 。当 $n=1$ 和 2 时, $RI=0$; 当 n 分别等于 3, 4, 5, 6, 7, 8 时,所对应的 RI 的值分别为 0.58, 0.90, 1.12, 1.24, 1.32, 1.41。求一致性比率如下:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

通过表 2 的统计结果可以知道与 A, A_1, A_2, A_3 分别对应的 λ 值、 CI 值、 RI 值以及 CR 值。

CR 值 < 0.1 , 认为滑雪护腕的性能、外观和体验的不一致程度在容许范围之内,因此根据其最后结果的数值对比检验,通过一致性检验。通过模糊层次评价的最终评分表现出了对于滑雪护腕这个产品来说

表 2 一致性检验结果统计
Tab.2 Result statistics of consistency test

	A	A_1	A_2	A_3
$\lambda_{\max}$	3.094	5.275	3.064	4.217
CI	0.047	0.069	0.032	0.072
RI	0.58	1.12	0.58	0.90
CR	0.081	0.062	0.056	0.080

表 3 权重质量属性排序
Tab.3 Weighting quality attribute sorting

设计要素	评价指标	权重 W_i	质量属性因素	排序
防护性	a_1	0.4216	M	3
防水性	a_2	0.1110	A	8
支撑性	a_3	0.2577	M	5
弹性	a_4	0.0714	A	12
透气性	a_5	0.1383	A	7
外观造型	a_6	0.1884	A	6
色彩搭配	a_7	0.0810	A	10
材料坚硬程度	a_8	0.7306	A	1
容易操作	a_9	0.0940	A	9
结实耐用	a_{10}	0.2756	M	4
材料舒适度	a_{11}	0.0775	M	11
贴合性	a_{12}	0.5528	M	2

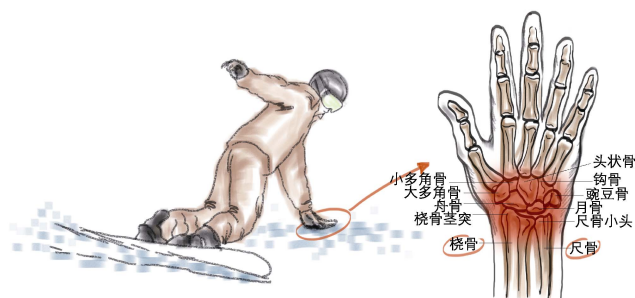


图 1 腕部易受伤部分
Fig.1 Vulnerable part of wrist

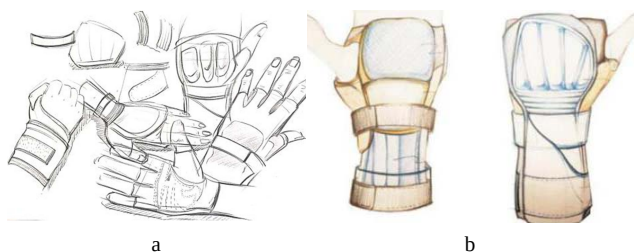


图 2 方案草图设计
Fig.2 Design sketches

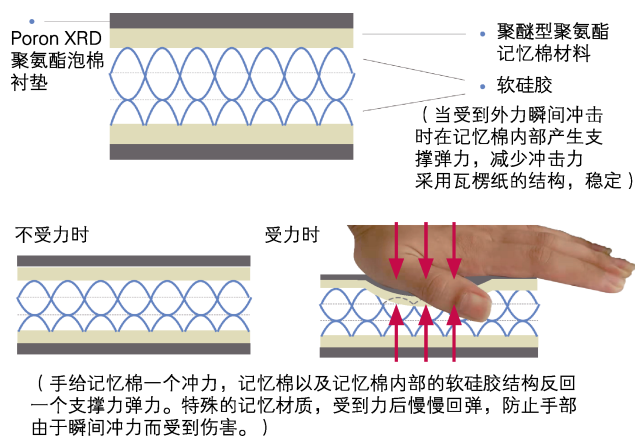


图 3 滑雪护腕的内部结构构思
Fig.3 Internal structure of the skiing wristband



图 4 方案效果
Fig.4 Renderings

性能最重要，并且基于上述 Kano 模型的质量属性因素与目标权重排序的数据相结合。

3 滑雪护腕的方案设计

3.1 设计方案的形成

用 Kano 模型分析用户满意度需求点，用 FAHP 求出设计要素的重要性，以两者所得的基点进行设

计，可以更加准确的把握使用者的需求。必需属性因素 (M)、期望属性因素 (O) 和魅力属性因素 (A) 是提高一个产品用户满意度的三个重要属性。依据表 3 中的数据，由于设计要素中的质量属性因素只有必需属性因素 (M) 和魅力属性因素 (A)，因此将 12 个设计要素全部的质量属性因素与其各自的权重排序相结合，按照权重的排列将设计要素排列，优先考虑排序前五的设计要素（材料坚硬程度、贴合性、防护性、结实耐用以及支撑性）作为滑雪护腕的设计重点。

滑雪初学者常会摔倒，通常滑雪时腕部受伤所处姿态，受伤处多为尺骨和桡骨见图 1。因此在设计时要注意易受伤处的生理解剖结构。

依据设计要素的排序情况与实际产品相结合，进行草图方案的构思与绘制，如图 2a。选择其中的一个方案构思进行设计细化，发展成为最终方案，如图 2b。

手背部分的分块按照手部的结构（五块掌骨的部分）进行划分，有利于保护手背掌骨部分。连接手背与前臂处，采用手风琴的风箱结构设计，可随手腕部分的屈伸，以此轻松进行伸缩、弯曲，便于滑雪时灵活使用，更加符合手部贴合性，为更好地实现滑雪护腕的防护性作用。手掌部分采用新的内部构造。

3.2 内部结构设计

为进一步匹配准则层要求，对草图方案进行了深入设计，材质大部分选用记忆棉、软硅胶和 Poron XPD 聚氨酯泡棉，少部分采用潜水布和碳纤维板。Poron XPD 聚氨酯泡棉衬垫保护手腕；两侧采用碳纤维板，轻质、拉伸度高、耐用、抗冲击力性相对较好；将滑雪护腕内部构造进行重新设计，提出新的内部构造，以此来缓解瞬时的冲击压力，见图 3。

3.3 模型创建与渲染

通过对滑雪护腕的方案设计构思进行 3D 立体模型的初步建立，并依据使用者的使用习惯对设计方案进行修改，如绑带处，由大面积的捆绑修改为松紧加划扣，可以增加不同人使用的贴合性，依据自己的手部结构进行捆绑。将修改后的模型用 Keyshot 软件进行渲染，见图 4。

最终方案效果图的色彩搭配选择白色、蓝色、淡黄色为主色调，这三种颜色在滑雪时不会因为颜色鲜艳而分散滑雪者的注意力。黄色部分相对明显，如果滑倒对于后面的滑雪者有一定的提示作用。两个绑带设计可以根据每个人不同的腕部灵活度进行调试。针对于整个滑雪护腕设计来说，色彩搭配的重要性比其他部分性能和体验的重要性要低，依据使用人群的反馈，如表 3 可以体现出这一点。由于色彩搭配属于魅力属性 A ，因此在完成其他部分设计之后提升产品的魅力属性值有助于目标用户对于产品的满意度提升。

3.4 方案评价

通过对滑雪人群的问卷调查进行需求分析,将权重质量属性排序后得出相关设计要素的重要性排序,基于滑雪护腕的性能、外观、体验三个方面和重要性先后进行设计,并针对各项指标进行打分评价,判定其重要性。

1) 设 $A=\{A_1, A_2, A_3\}$ 是需要检测评价的滑雪护腕的三个指标, A_1 代表性能; A_2 代表外观; A_3 代表体验。

2) 通过对滑雪护腕市场需求和现有产品更新迭代的市场调研与对相关人员的问卷调查,将得到的数据进行分析,得出滑雪护腕的整体评价。

3) 确定评语集为 $V=\{V_1, V_2, V_3, V_4\}=\{\text{好, 良好, 一般, 不好}\}$, 给评语集各等级赋值, 赋值向量 $U=(90, 80, 60, 50)^T$ 。并规定 90 分以上认为该指标为好, 80~90 分之间认为其指标为良好, 60~80 分之间认为其指标为一般, 60 分以下认为其指标不好。

选取 20 人组成专家小组评价此方案, 其中 10 人为初级滑雪的学生。10 人为滑雪专业人员。由此可列出评价矩阵 R_1, R_2, R_3 为:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.90 & 0.10 & 0.00 & 0.00 \\ 0.60 & 0.40 & 0.00 & 0.00 \\ 0.55 & 0.30 & 0.10 & 0.05 \\ 0.45 & 0.45 & 0.05 & 0.05 \\ 0.55 & 0.35 & 0.10 & 0.00 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.50 & 0.45 & 0.05 \\ 0.10 & 0.50 & 0.30 & 0.10 \\ 0.25 & 0.55 & 0.20 & 0.00 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.45 & 0.05 & 0.00 \\ 0.70 & 0.25 & 0.05 & 0.00 \\ 0.50 & 0.25 & 0.25 & 0.00 \\ 0.80 & 0.20 & 0.00 & 0.00 \end{bmatrix} \quad (8)$$

通过综合评价公式进行代入计算:

A 为权值相当于上文中的 W ; R 为评价矩阵, 因此基于公式可以分别得出“滑雪护腕性能”、“滑雪护腕外观”、“滑雪护腕体验”的评价向量:

$$B_1 = W_1 \times R_1 = (0.697, 0.243, 0.044, 0.017) \quad (9)$$

$$B_2 = W_2 \times R_2 = (0.202, 0.537, 0.255, 0.018) \quad (10)$$

$$B_3 = W_3 \times R_3 = (0.721, 0.241, 0.038, 0.000) \quad (11)$$

由此得出矩阵 B :

$$W = (0.2872, 0.0780, 0.6348) \quad (12)$$

设此方案的综合评价向量为 H , 由此得出:

$$H = B \times W = (0.674, 0.265, 0.057, 0.000) \quad (13)$$

设 H 的最终评分为 P :

$$P = H \times U = 85.28 \quad (14)$$

经过专家组的最终评分此方案分数处于 80~90 分之间, 属于良好等级, 符合滑雪人群对于滑雪护腕的要求。

4 结语

通过综合应用 Kano 模型和模糊层次分析法, 能够获取更为真实的需求数据, 可以筛选出相对最佳的设计切入点。方案更加倾向用户的满意度需求, 有针对性的进行方案设计。重新调整滑雪护腕内侧部分的结构, 减少对腕部的伤害, 增加穿戴的舒适性。但在滑雪护腕的后续产品研究中, 还需要更多深入的研究, 弥补现阶段滑雪护腕的研究空缺和模型的不足, 使之更加系统性的运用于护腕设计研究。

参考文献:

- [1] 刘宏伟, 李建军, 杨明亮, 等. 冬奥会/冬青奥会运动损伤资料分析[J]. 中国康复理论与实践, 2020(10): 1209-1216.
LIU Hong-wei, LI Jian-jun, YANG Ming-liang, et al. Analysis of Sports Injury Data in the Winter Olympics/Winter Youth Olympics[J]. Chinese Rehabilitation Theory and Practice, 2020(10): 1209-1216.
- [2] 吴旭波, 谢红, 王燕珍等. 基于三维动态捕捉系统的运动护腕防护性能研究[J]. 山东纺织科技, 2013, 54(4): 54-56.
WU Xu-bo, XIE Hong, WANG Yan-zhen, et al. Research on Protective Performance of Sports Wristband Based on 3D Dynamic Capture System[J]. Shandong Textile Science and Technology, 2013, 54(4): 54-56.
- [3] KANO N, SERAKU N, TAKANASHI F, et al. Attractive Quality and Must-be Quality[J]. The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984, 14(2): 39-48.
- [4] 常瑜, 刘宝顺, 田园. 基于层次分析法的扫地车造型模糊综合评价方法及应用[J]. 机械设计, 2017, 34(3): 121-125.
CHANG Yu, LIU Bao-shun, TIAN Yuan. Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Application of Sweeper Modeling Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Mechanical Design, 2017, 34(3): 121-125.
- [5] 席乐, 张辉, 程建新. 基于模糊 Kano 模型的游客服务机器人造型设计[J]. 机械设计, 2017, 34(7): 110-113.
XI Le, ZHANG Hui, CHENG Jian-xin. Modeling of Tourist Service Robot Based on Fuzzy Kano Model[J]. Mechanical Design, 2017, 34(7): 110-113.
- [6] 金信琴, 周恩雯. 基于 Kano 模型与层次分析法的公共开水器改进设计与评价[J]. 设计, 2019, 32(17): 137-139.
JIN Xin-qin, ZHOU En-wen. Improved Design and Evaluation of Public Water Boiler Based on Kano Model and Analytic Hierarchy Process[J]. Products, 2019, 32(17): 137-139.
- [7] 杨静. 基于 AHP-TRIZ 的产品概念创新设计方法研究[J]. 机械设计与制造工程, 2017, 46(7): 97-101.

- YANG Jing. Research on Product Concept Creative Design Based on AHP-TRIZ[J]. Machine Design and Manufacturing Engineering, 2017, 46(7): 97-101.
- [8] 邓卫斌, 祝红星. 基于层次分析法的儿童智能手表设计评价研究[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 121-125.
- DENG Wei-bin, ZHU Hong-xing. Research on Evaluation of Children's Smart Watch Design Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(4): 121-125.
- [9] 徐蔼婷. 德尔菲法的应用及其难点[J]. 中国统计, 2006(9): 57-59.
- XU Ai-ting. The Application of Delphi Method and Its Difficulties[J]. China Statistics, 2006(9): 57-59.
- [10] 陆宁, 徐伯初, 支锦亦, 等. 基于模糊层次分析法的自动排泄处理器设计评估[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 151-155.
- LU Ning, XU Bo-chu, ZHI Jin-yi, et al. Design and Evaluation of Automatic Excretion Processor Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 151-155.
-
- (上接第 147 页)
- [5] 楚存宝. 基于用户体验的智能卫浴产品设计研究[J]. 青岛理工大学学报, 2017(12): 1.
- CHU Cun-bao. Research on Intelligent Bathroom Product Design Based on User Experience[J]. Journal of Qingdao Technological University, 2017(12): 1.
- [6] 段金娟, 侯子轩, 石保存. 基于层次分析法的纺织机械造型设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 9.
- DUAN Jin-juan, HOU Zi-xuan, SHI Bao-cun. Research on the Modeling Design of Textile Machinery Based on AHP[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 9.
- [7] 常瑜, 刘宝顺, 田园. 基于层次分析法的扫地车造型模糊综合评价方法及应用[J]. 机械设计, 2017, 34(3): 121-125.
- CHANG Yu, LIU Bao-shun, TIAN Yuan. The Fuzzy Comprehensive Evaluation Method and Application of Sweeper Model Based on Analytic Hierarchy Process[J]. Machinery Design, 2017, 34(3): 121-125.
- [8] 向建军, 王鑫, 谢欢. 基于单片机的电控水龙头设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2015(1): 15.
- XIANG Jian-jun, WANG Xin, XIE Huan. Design of Electronic Control Faucet Based on Single Chip Micro-computer[J]. Information and Computer (Theoretical Edition), 2015(1): 15.
- [9] 王婷, 李长威. 水龙头活动手柄注射模设计与优化[J]. 模具制造, 2019(1): 8.
- WANG Ting, LI Chang-wei. Design and Optimization of Injection Mold for Handle of Taps[J]. Mould Manufacturing, 2019(1): 8.
- [10] 祝红星. 基于层次分析法和感性工学的儿童智能产品设计研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2017.
- ZHU Hong-xing. Research on Children's Intelligence Product Design Based on Analytic Hierarchy Process and Perceptual Engineering[D]. Wuhan: Hubei University of Technology, 2017.