# 5G 智媒时代下亲子互动平衡车的设计研究

李翠玉1,谷海燕1,李若璐2

(1.湖北工业大学, 武汉 430068; 2.华中科技大学, 武汉 430068)

摘要:目的 为满足景区游客轻松游玩的实际需求,以平衡车的基本造型为基础,研究适合在景区内供亲子互动游玩使用的代步工具。方法 在 5G 智媒技术背景下,选用 AHP (层次分析法)和 FBS (功能-行为-结构)相结合的方法进行亲子互动平衡车创新设计研究。通过调查问卷整理得出用户的实际诉求,通过 AHP 方法对用户的具体需求进行赋值计算并排序。在方案选择上,将权重排序结果引入 FBS 模型,将计算分析出的用户需求要素输出为具体的产品设计需求,孵化出景区共享使用的亲子互动平衡车在功能、结构方面的创新设计及用户 APP 界面设计。结论 AHP 和 FBS 相结合的方法具有可行性,可为相关亲子互动类产品的开发提供参考。

关键词:工业设计;亲子互动平衡车;AHP;FBS模型;景区共享

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2022)16-0109-07

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.16.011

# Design of Parent-child Interaction Balance CarBased on the 5G Smart Media Technology

LI Cui-yu<sup>1</sup>, GU Hai-yan<sup>1</sup>, LI Ruo-lu<sup>2</sup>
(1.Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;
(2.Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430068, China)

ABSTRACT: In order to meet the actual needs of tourists in the scenic spots, proper transportation tools for parent-child interaction and amusement in the scenic spots are studied based on the basic shape of the balance car. Under the background of 5G smart media technology, AHP (Analytic Hierarchy Process) and FBS (Function-Behavior-Structure) are combined together for the innovative design research of parent-child interaction balance car, and the actual needs of the users are obtained through the questionnaires. In detail, the specific needs of the users are assigned and sorted by AHP. In terms of program selection, the weight ranking results are introduced into the FBS model. Thus, the calculated and analyzed user need elements are output as specific product design requirements, and the innovative design of the parent-child interactive balance car in the two aspects of the function and structure shared in the scenic spots and the user APP interface design are incubated. The combination of AHP and FBS is feasible and can provide reference for the development of related parent-child interaction products.

KEY WORDS: industrial design; parent-child interaction balance car; AHP; FBS model; scenic spot sharing

2020年,5G 技术取得了历史性的成功,它的传送速度可以高达 Gbps 级别,相比于4G 足足快了100倍<sup>[1]</sup>。"万物互联"的传播模式因5G 得以实现,这意味着"智媒化"时代已经拉开了序幕。

"二胎政策"的开放和经济的快速发展,促进了 我国亲子旅游市场的迅速升温。大数据显示,2019 年五一长假,驴妈妈平台亲子游出行人数占比约 55%<sup>[2]</sup>,这也间接地扩大了儿童产品的需求范围,儿

收稿日期: 2022-03-15

基金项目:教育部人文社科研究项目(18YJC760147)

作者简介:李翠玉(1980-),女,硕士,副教授,主要研究方向为家居设计和创新设计。

通信作者: 谷海燕 (1995—), 女, 硕士生, 主攻儿童产品设计。

童平衡车、滑板车成为较受欢迎的运动玩具。在景区里面,常看见父母跟在孩子后面保证他们的安全,以至于没有办法欣赏美丽的风景,导致游客对景区文化的体验感下降。景区内也有可供亲子共同使用的单车、游船,但缺乏互动性、娱乐性且价格较贵。这些原因都不可避免地降低了游客对风景名胜区的总体满意度<sup>[3]</sup>。

通过对景区市场的环境调研和查阅文献发现,有 关亲子互动的产品研究相对较少, 尤其在景区使用的 产品更为缺乏。李文慧[4]以用户需求理论为依据,构 建出可供亲子玩耍的一体式滑板车。朱彦[5]依据服务 设计思维构建出在景区内使用的共享电车,虽然有利 于亲子出行,但缺乏亲子之间趣味运动的行为模式。 由于对用户需求及其产品相关功能、结构等方面的研 究不够深入, 所以设计的产品缺乏一定的完整性。因 此,需要将用户需求的分析方法与产品在功能、结构 等方面的具体理论研究结合起来,从而设计出创新性 较强的亲子互动平衡车。文中提出在 5G 智媒时代背 景下,通过 AHP 和 FBS 相结合的创新设计方法推导 得出亲子互动平衡车创新设计方案。通过 AHP 计算 得出各需求要素的权重,代入 FBS 模型,在功能-行 为-结构上进行映射分析。此实践方案验证了该设计方 法的可行性,同时也为亲子互动产品提供了新方向。

## 1 相关理论研究情况

#### 1.1 5G 智媒概述

关于 5G 智媒理论,国内外研究者普遍达成一个 共识:智媒实际上是由智能技术驱动的、拥有自我学 习能力的机制,它可以提供线上的服务和媒体产品[6]。 以在线的形式,智媒将获取的数据提交给算法进行分 析,最终获得一个独有的媒介产品,抑或是一种特定 的服务。也可以对线上用户的反馈数据进行捕捉,从 而改良已有的算法。这三者是一个紧密的闭环,用户、 产品、服务之间的关系能不断地得到调整。智慧景区 是目前景区发展的新方式,它具备可持续性,能够结 合人工智能、云数据、物联网技术实现游览场所智能 化、优化配置自身旅游资源[7]。如四川的九寨沟[5], 通过通讯技术构建综合管理平台,运用导航模型和基 干人脸识别技术的分析系统,提升了旅游景区的管理 和服务水平。景区这一特殊的公共场景, 更应该搭上 5G 智媒化的快车, 依托 5G 技术的物联网功能, 实现 亲子互动平衡车、景区和游客三者之间的智能融合, 共同构建一种新的产品服务模式。结合 AHP 和 FBS 理论的应用,进行景区共享的亲子互动平衡车设计研 究,便于为用户提供更贴心的文化传播和服务体验, 促进景区的发展。

#### 1.2 亲子互动产品分析

"亲子互动产品"是将父母与子女相互连接的一

种媒介,通过具体的互动产品的使用促进父母与孩子之间的互动交流,增强双方的情感。如语音类亲子产品,通过硬件设备和交互 APP 双模式,实现了父母与孩子的沟通交流。目前,国内外关于亲子互动产品的研究相对较少,主要是关于家具、玩具、游乐设施等方面的亲子产品研究。关于亲子互动平衡车仅停留在专利相关方面的研究。如手扶式亲子滑板车(专利号 CN205602022U),其包括手扶架及踏板,手扶架的下端通过支撑梁对称安装有前轮,上端对称安装扶手,可调节高度,且安装有拉环,可供儿童安全使用,脚踏板有前后伸缩结构。此实用新型专利实现了高度和长度的可调节,适合个人单独使用或亲子双人使用,见图 1。

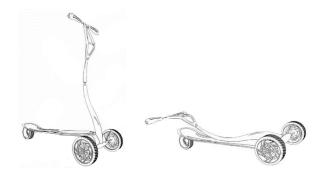


图 1 实用新型专利(亲子滑板车) Fig.1 Utility model patent (parent-child scooter)

在原有的平衡车和儿童滑板车的基础之上,加入"互动"元素,能满足家长和孩子更深层次的要求,具备普通玩具所不具备的外延功能<sup>[8]</sup>,在游玩中还能增加许多交互体验<sup>[9]</sup>。"互动"不仅能满足家长的需求还能实现孩子的需求,这些都让儿童平衡车的调度性有所增加。在中国,在亲子玩具不断流行的背景下,未来亲子互动平衡车的前景将一片光明。

### 1.3 景区内交通工具现状

随着社会的发展和人们经济消费水平的提高,极大地推动了旅游景区的发展,旅游业取得了令人瞩目的成就。景区内提供了可供人们选择使用的交通代步工具,如观光电瓶车、租赁自行车等。在旅游旺季,观光车候车区常排起长队,大大影响了游客游玩的心情。另外,观光车路线固定,游客无从自由选择出行游玩路线,且车上游客较多,缺乏安全干净的氛围,尤其在后疫情时代,大家更加注重私人环境的构建,倡导保持安全社交距离。因此,研究以亲子为主体的景区游玩代步工具很有必要。

#### 1.4 设计方法概述

#### 1.4.1 AHP 法

层次分析法主要分为目标层、准则层和子准则层,然后对其进行定性定量相结合的决策分析,具有简洁、直观的特征<sup>[10]</sup>。主要设计流程如图 2 所示。

构建层次递 阶模型 构建判断矩阵 权重计算 一致性检验 层次排序及 优化要素确定

图 2 AHP 分析流程 Fig.2 AHP analysis process

常瑜等<sup>[11]</sup>运用 AHP 法对扫地车进行了模糊评价,完成了扫地车造型的最优设计。王媚雪等<sup>[12]</sup>运用 AHP 和 TOPSIS 对 3 款自闭症康复训练产品进行了优先排序,优选出最符合的产品。经文献分析得出,AHP 可以计算出各项要素的权重值,帮助设计师进行等级评价和优先次序排序,为亲子互动平衡车设计提供了基础的功能需求研究方法。

#### 1.4.2 FBS 模型

FBS 是由 Gero 教授提出的产品概念设计过程模型,解决了"如何做"的问题,是基于功能、行为、结构的产品开发模式,是很多设计学领域研究的基础<sup>[13]</sup>。FBS 模型将功能、行为和结构三者紧密联系在一起。利用 FBS 模型实现从功能(F)到行为(B)的映射过程,并通过在对人的操作方式分析的基础上,映射到产品具体的结构(S)设计要求,从而提高产品在设计方案上的合理性。

# 2 基于 AHP-FBS 模型的亲子互动平衡车 创新设计流程

AHP 法可为产品指明设计方向,但缺乏具体的解决方式。FBS 模型可将优化选择的设计要素内容转化成功能、行为、结构等具体的设计方案输出,但缺乏对用户需求的分析<sup>[14]</sup>。因此,将两者的优势相结合能为亲子互动平衡车提供完美的设计解决方案。AHP 与FBS 的创新设计流程,见图 3。

#### 2.1 AHP 分析

#### 2.1.1 层次递阶模型的构建

通过用户需求调研,并结合当下的共享设计理念,提出从  $B_1$  造型、 $B_2$  功能、 $B_3$  交互 3 个方面进行需求层次的构建,将这 3 个设计方向纳入问卷调查,选取符

合的对象人群进行具体的问卷填写、深度访谈等,对得到的需求数据进行筛选和整理,得出了13项具体的需求,并结合 Yaahp 软件计算出每项需求的权重值。 层次递阶模型如图 4 所示。

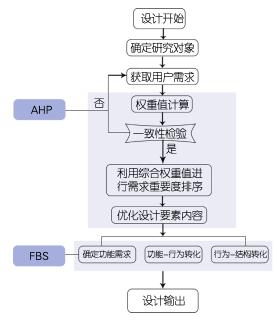


图 3 设计流程图 Fig.3 Design flow chart

#### 2.1.2 判断矩阵和权重计算的构建

根据层次递阶模型,设置 AHP 问卷调查表,邀请 5 位设计师、10 位父母以及 8 位孩子,采用 1—9 标度法对模型中的各因素打分<sup>[15]</sup>,见表 1。目标层用 A表示,第 2 层准则层用 Bi表示(i=1,2…),第 3 层子准则层用 Ci表示(i=1,2…),通过调查对象两两比较进行赋值。最终构造的判断矩阵和权重计算结果,见表 2—5。

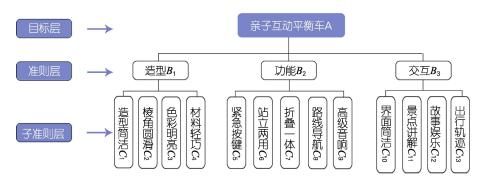


图 4 层次递阶模型图 Fig.4 Hierarchical model diagram

表 1 重要性标度表 Tab.1 Importance scale

标度	含义
1	两个元素相比,具有同样的重要性
3	两个元素相比, 前者比后者稍重要
5	两个元素相比,前者比后者明显重要
7	两个元素相比,前者比后者极其重要
9	两个元素相比,前者比后者强烈重要
2, 4, 6, 8	上述相邻判断的中间值
倒数	两个元素相比,后者与前者比较的判断取值

表 2 用户总需求下各个评价指标的权重值 Tab.2 Weight value of each evaluation index under the total user needs

A	$B_1$	$B_2$	$B_3$	权重 W
$B_1$	1	1/4	1/3	0.117 2
$B_2$	4	1	3	0.614 4
$B_3$	3	1/3	1	0.268 4

表 3 造型下各个子评价指标的权重值 Tab.3 Weight value of each sub-evaluation index under shapes

造型 B <sub>1</sub>	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	权重 $W$
$C_1$	1	1/2	2	1/4	0.149 8
$C_2$	2	1	3	1/2	0.274 1
$C_3$	1/2	1/3	1	1/3	0.104 5
$C_4$	4	2	3	1	0.471 7

表 4 功能下各个子评价指标的权重值 Tab.4 Weight value of each sub-evaluation index under functions

功能 B <sub>2</sub>	$C_5$	$C_6$	$C_7$	$C_8$	$C_9$	权重 $W$
$C_5$	1	5	4	5	4	0.507 0
$C_6$	1/5	1	1/2	2	4	0.148 4
$C_7$	1/4	2	1	3	2	0.188 8
$C_8$	1/5	1/2	1/3	1	2	0.086 6
$C_9$	1/4	1/4	1/2	1/2	1	0.069 3

表 5 交互下各个子评价指标的权重值 Tab.5 Weight value of each sub-evaluation index under interaction

交互 B <sub>3</sub>	$C_{10}$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	权重 W
$C_{10}$	1	1/3	2	1/3	0.154 9
$C_{11}$	3	1	3	1	0.376 8
$C_{12}$	1/2	1/3	1	1/2	0.120 8
$C_{13}$	3	1	2	1	0.347 4

#### 2.1.3 一致性检验

首先, 计算一致性指标 CI:

$$CI = \frac{\lambda \max - n}{n - 1} \tag{1}$$

式中, $\lambda$ max 为最大特征根,n 为阶数。随后,通过一致性比率 CR 进行一致性检验:

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{2}$$

式中,RI 为平均随机一致性指标,见表 6。当  $CR \le 0.10$  时,一致性检验通过。反之对其进行修改,并重新分析计算。

表 2—5 的判断矩阵一致性检验 *CR* 值均小于 0.1, 见表 7。可知,各判断矩阵均通过一致性检验。

表 6 平均随机一致性指标 Tab.6 Mean random consistency index

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41

表 7 随机一致性比率 Tab.7 Random consistency ratio

	A	$B_1$	$B_2$	$B_3$
CR	0.070 7	0.036 3	0.078 9	0.044 2

## 2.1.4 层次总排序与优化设计内容确定

13 种需求优化权重排序如图 5 所示,权重顺序为: 紧急按键、折叠一体、景点讲解、出行轨迹、站立两 用、材料轻巧、路线导航、高级音响、界面简洁、棱 角圆滑、故事娱乐、色彩明亮、造型简洁。将排序的 功能需求结果带入 FBS 模型,对产品功能、行为、结 构进行分析。

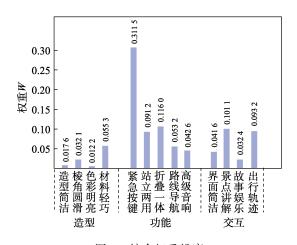


图 5 综合权重排序 Fig.5 Ranking of comprehensive weights

## 2.2 FBS 模型分析

## 2.2.1 功能-行为的转化

通过前期层次分析法的数据分析,确定亲子互动 平衡车的关键设计要素,并对其进行具体的层次分 类,将功能要素引入 FBS 的映射过程中。亲子互动 平衡车功能-行为的转化如表 8 所示。

表 8 功能-行为的转化 Tab.8 Function-to-behavior conversion

140.0	Table Function-to-behavior conversion				
_	功能	行为			
	站立两用	按钮切换模式			
基本功能	折叠一体	手动切换模式			
	景点讲解	GPS 自动识别			
	材料轻巧	材料无毒且安全			
安全功能	紧急按键	突发状况救援			
	棱角圆滑	使用无危险			
	界面简洁	手动操作简单、快速			
易用功能	路线导航	解放双手, 耳知路线			
	出行轨迹	一键分享,复刻回忆			
	高级音响	游玩娱乐两相随			
情感功能	色彩明亮	完美视觉感受			
用您切能	故事娱乐	增添互动情感			
	造型简洁	温暖怀抱			

#### 2.2.3 行为-结构转化

行为-结构转化过程指将行为细化为实现其相应功能的组件或结构形式,主要指产品的外观造型、连接结构等。确定行为之间的相似性和差异性,使结构具有多功能性,从而满足用户实现各种操作行为的需要,具体转化形式如表9所示。

表 9 行为到结构的转化 Tab.9 Behavior-to-structure conversion

行为	结构
坐凳折叠	
归还折叠	C. D. J.
紧急按键	= my 0
车身长度	

# 3 基于 AHP-FBS 模型的亲子互动平衡车 设计实例

根据前期分析,亲子互动平衡车应该主要注重功 能及结构方面的设计。

在功能上,亲子互动平衡车应具备处理紧急情况的能力,如遇突发状况时,用户可通过智能手柄上的紧急按键,一键发送求救信号给安全服务中心,管理人员会按照车辆定位系统显示的信息快速到达现场并提供帮助,给用户带来足够的安全感。在当前全球疫情背景下,T型把手采用热敏材料,具有测温的功能,当用户体温高于安全体温时把手会变色,能让用户及时发现自身可能存在的问题,并积极接受相应的治疗。平衡车能自动识别到达位置所对应的景点,精准播放景点相关知识,让游客可以轻松地了解该景点,改善了传统的需要停下来扫描二维码获取电子景点讲解的方式。在游玩途中,还可以选择一些趣味的游玩方式以增强亲子间的互动。游玩时,父母还可以通过给孩子讲故事、知识大比拼等趣味玩法,在寓教于乐的过程中与孩子培养深厚的感情。

在结构上,产品可折叠为一体化状态,便于提拿和缩小停放面积,从而减小对景区整体环境的影响。在使用方式上可满足儿童站立两用,踏板可随用户手臂长度进行调节,使用户在舒适状态下可以随时欣赏不同的风景。在亲子互动平衡车的造型设计上,使用简洁的外形,儿童滑板车部分主要以长方形为主,对棱角位置进行最大化的圆角处理,保障儿童用户使用的安全性。在颜色上,以明亮的绿色为主色调,清新亮丽,与大自然完美契合。产品选择安全且轻巧的材料,用户能够轻松提拿,让用户有一个轻松完美的使用感受。

亲子互动平衡车有3种模式,见图6。合并状态,可供父母及具备独立平衡车骑行能力的儿童及少年骑乘。亲子共乘状态——站立模式。滑板车区域的踏板可拉伸调节,以适应不同年龄段儿童的手臂长度。坐凳也可通过按键轻松收起,为前方使用者提供更加舒适的空间。亲子共乘状态——闲坐模式。将滑板车区域的踏板调节成未拉开模式,缩短手到扶杆的距离,从而提高安全性。坐凳可以一键控制轻松旋转打开,给前方使用者带来舒适闲坐的享受。

亲子互动平衡车不仅有多样的外部设计,还设有







图 6 亲子互动平衡车效果图 Fig.6 Parent-child interaction balance car renderings

亲子互动游玩 APP 项目,下载 APP 的用户都可以连接在一起,相互交流游玩经历、带娃体验,另外各类游戏等娱乐方式增强了父母与孩子的互动。游客们可以直观地从 APP 移动端查看到景区所有景点的相关知识。同时依托 5G 技术的物联网功能,可以让游客们在固定的地点收到当地的历史故事推送,通过选择播放即可使用平衡车的语音播放功能,听智能讲解员讲解对应地点的历史故事。在了解相关知识后,还可

以参与 APP 内的线上亲子知识问答,还可参与知识王排名活动,在寓教于乐的过程中与孩子培养深厚的感情。在游客景点游玩打卡后,可形成出行轨迹打卡分享及旅行记忆,当达到一定的打卡次数后可领取相应的勋章,累积的分数可在线下商城进行兑换,交互界面如图 7 所示。通过 APP 设计,可以达到更好的使用体验效果,用户满意度也能大大增强,同时产品也能获得更多的好感度。



- 亲子骑行游玩中可通 过选择唱儿歌、讲故 事来加强互动,增 加游玩途中的乐趣。
- 办理骑行卡可参与优惠,激励父母常带孩子亲子游,促进情感递进。



- 》出行前可自由选择目的 地,出行指南,指定出 游计划
- 畅玩骑行结束后,可进 行打卡游览轨迹并可保 存,达到里程数后可领 取勋章,可在线下景区 商店兑换商品。

图 7 APP 界面 Fig.7 APP interface

# 4 结语

AHP-FBS 模型是满足景区用户轻松游玩的实际 需求的有力研究方法,本文以景区共享的亲子互动平 衡车创新设计为例进行了研究。在 5G 智媒技术的支 持下,首先利用网络调查问卷法,整理得出用户的实 际诉求;再通过 AHP 进行权重计算并对需求进行排 序,以此挖掘出相关设计要素的重要度;最后,将 13 种排序后的用户需求要素带入 FBS 模型,进行功 能-行为-结构的设计要素转化,以此明确产品的具体 设计方案。该设计从产品的功能、行为、结构等方面 进行了映射分析,提升了需求的精确度,提高了设计 时的工作效率, 指导了亲子互动平衡车在功能和结构 上的创新, 最终运用三维建模并加以渲染, 实现了产 品设计环节的验证。然而,这样的设计方法在打分方 面具有一定的主观性。由于条件有限, 本研究暂时无 法获取尽可能多的数据, 所以结果以及设计方案的有 效性存在一定的不足。因此,在日后的学习与研究过 程中,笔者将不断扩展研究的深度,更准确地把握用 户对亲子互动平衡车的诉求。

#### 参考文献:

- [1] 方莉萍. 5G 时代新媒体融合发展的路径与策略[J]. 中国传媒科技, 2020(9): 66-68.
  - FANG Li-ping. Path and Strategy of New Media Convergence Development in 5G Era[J]. Science & Technology for China's Mass Media, 2020(9): 66-68.
- [2] 驴妈妈旅游. 驴妈妈《2019 五一长假出游报告》: 文化

游体验火爆,周边亲子游、出境自由行人气旺[EB/OL]. (2019-05-04)[2020-08-25]. https://www.sohu.com/a/312 225797\_275873.

The Donkey Mother Travels. Lv mother "2019 May Day Holiday Travel Report": The Cultural Tour Experience is Very Popular, and the Surrounding Parent-child Tours and Free Travel Abroad are Popular[EB/OL]. (2019-05-04)[2020-08-25]. https://www.sohu.com/a/312225797\_275873.

- [3] 吴刚. 旅游交通研究的现状、趋势及其启示[J]. 四川师范大学学报(社会科学版), 2009, 36(6): 119-127.
  - WU Gang. The Present Situation, Trend and Enlightenment of Tourism Research[J]. Journal of Sichuan Normal University (Social Sciences Edition), 2009, 36(6): 119-127.
- [4] 李文慧,李翠玉,蒋伟.基于用户需求的新型儿童滑板车的设计研究[J].大众文艺,2020(9): 124-125.
  - LI Wen-hui, LI Cui-yu, JIANG Wei. Design and Research of New Children's Scooter Based on User's Demand[J]. Popular Literature and Art, 2020(9): 124-125.
- [5] 朱彦, 定律. 智慧景区共享电车的产品服务系统设计 [J]. 包装工程, 2021, 42(20): 167-177.
  - ZHU Yan, DING Lv. Product Service System Design of Shared Car in the Intelligent Scenic Spot[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(20): 167-177.
- [6] 夏雨禾. "智媒化"语境中的新闻传播——对智能技术与新闻传播关系的思考[J]. 编辑之友, 2019(5): 13-19.
  - XIA Yu-he. News Communication in the Context of "Intelligent Media": Exploring the Relationship between Intelligent Technology and News Communication[J]. Editorial Friend, 2019(5): 13-19.

- [7] 梁倩, 张宏梅. 智慧景区发展状况研究综述[J]. 西安石油大学学报(社会科学版), 2013, 22(5): 52-56.
  - LIANG Qian, ZHANG Hong-mei. Research Overview on the Development Status of Intelligent Scenic Spots[J]. Journal of Xi'an Shiyou University (Social Science Edition), 2013, 22(5): 52-56.
- [8] 文佳. 亲子产品的设计方法研究与开发[D]. 成都: 西南交通大学, 2009. WEN Jia. The Research of Design Method and Development of Parent-Child Products[D]. Chengdu: South-

west Jiaotong University, 2009.

- [9] LINDGAARD G, DILLON R, TRBOVICH P, et al. User Needs Analysis and Requirements Engineering: Theory and Practice[J]. Interacting With Computers, 2006, 18(1): 47-70.
- [10] 张炳江. 层次分析法及其应用案例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
  - ZHANG Bing-jiang. Analytic Hierarchy Process and Its Application Cases[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2014.
- [11] 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. Method and Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation of

- Sweeping Vehicle Modeling Based on AHP[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(3): 121-125.
- [12] 王媚雪, 翟洪磊. 基于 AHP 与 TOPSIS 法的自闭症儿 童康复训练产品设计评价方法及应用[J]. 图学学报, 2020, 41(3): 453-460.
  - WANG Mei-xue, ZHAI Hong-lei. Evaluation Method and Application of Rehabilitation Training Products for Autistic Children Based on AHP and TOPSIS[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(3): 453-460.
- [13] 胡志刚, 王延超, 吴群, 等. 基于自然交互的 FBS 设计模型[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 127-130. HU Zhi-gang, WANG Yan-chao, WU Qun, et al. FBS Design Model Based on Natural Interaction[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 127-130.
- [14] 杨静. 基于 QFD 与 TRIZ 的陕西唐文化旅游纪念品创新设计[J]. 包装工程, 2017, 38(14): 203-207. YANG Jing. Innovation Design of Tang Culture Tourism in Shaanxi Based on QFD and TRIZ[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(14): 203-207.
- [15] SAATY T L. Modeling Unstructured Decision Problems—The Theory of Analytical Hierarchies[J]. Mathematics and Computers in Simulation, 1978, 20(3): 147-158.

责任编辑:马梦遥

### (上接第67页)

- [18] 缪珂, 肖亦奇, 施斌. 新中产生活情境下智能家居产品设计策略研究[J]. 包装工程, 2021, 42(18): 410-415. MIAO Ke, XIAO Yi-qi, SHI Bin. The Research of Smart Home Products' Design Strategies under the Guidance of New-Middle Class' Life ContextFull Text Replacement[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(18): 410-415.
- [19] 王江涛, 何人可. 基于用户行为的智能家居产品设计方法研究与应用[J]. 包装工程, 2021, 42(12): 142-148. WANG Jiang-tao, HE Ren-ke. Research and Application of Design Method of Smart Home Products Based on User Behavior[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(12): 142-148.
- [20] 牛红伟,郝佳,曹贝宁,等.面向产品概念设计的多模态智能交互框架及实现[J/OL]. 计算机集成制造系统,2022: 1-22. (2022-02-25)[2022-02-28]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.TP.20220224.0913.002.html. NIU Hong-wei, HAO Jia, CAO Bei-ning, et al. Multimodal Intelligent Interaction Framework and Realization for Product Conceptual Design[J/OL]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2022: 1-22. (2022-02-25) [2022-02-28]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.TP.20220224.0913.002.html.

- [21] 徐云平. 基于语音识别的智能分类垃圾桶[J]. 电子测试, 2022(1): 23-25.
  - XU Yun-ping. Smart Classification Dustbin Based on Speech Recognition[J]. Electronic Test, 2022(1): 23-25.
- [22] 张德禄. 多模态话语分析综合理论框架探索[J]. 中国外语, 2009, 6(1): 24-30.
  - ZHANG De-lu. On a Synthetic Theoretical Framework for Multimodal Discourse Analysis[J]. Foreign Languages in China, 2009, 6(1): 24-30.
- [23] NORRIS S. Identity in (Inter)action: Introducing Multimodal Interaction Analysis[M]. New York: Mouton de Gruyter, 2011: 48-50.
- [24] SENDRA S, LABORDA A, DÍAZ J, et al. A Smart Bluetooth-Based Ad Hoc Management System for Appliances in Home Environments[C]// International Conference on Ad-Hoc Networks and Wireless. Springer International Publishing. Heidelberg: Springer-Verlag, 2014: 128–141.
- [25] NORRIS S. Modal Density and Modal Configurations: Multimodal Actions[C]// Routledge Handbook for Multimodal Discourse Analysis. London: Routledge, 2009.

责任编辑: 陈作