

基于 iNPD 与 AHP 的老年人陪护产品创新设计

胡康, 邱杰, 艾险峰

(武汉科技大学, 武汉 430065)

摘要: **目的** 我国老龄化现象显著, 老年人问题日益增多, 由于未来保姆和护工人员的短缺, 为老年人用户群体设计出满足多种需求的陪护产品势在必行。**方法** 运用 iNPD 与 AHP 方法指导老年人陪护产品设计, 用 SET 因素分析, 寻找产品机会缺口; 通过对老年人、子女和医护人员进行问卷调查, 明确老年人用户对陪护产品的多种需求; 利用层次分析法和解释结构模型法对用户需求进行整理和排序; 对设计概念进行权衡筛选, 得出设计概念; 制作产品模型, 检查外观和结构合理性, 优化设计。**结论** 针对老年人用户需求分析的复杂性和陪护产品创新设计的科学性, 得出结合 iNPD 和 AHP 的创新设计模型及一项概念产品设计。以案例实证方式验证 iNPD 与 AHP 方法相结合的可行性与合理性, 为老年人多功能陪护产品创新设计研究完善思路与方向。

关键词: 产品设计; iNPD; AHP; 老年人; 陪护; ISM

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)24-0179-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.24.029

Innovation Design of the Elderly Accompanying Products Based on iNPD and AHP

HU Kang, QIU Jie, AI Xian-feng

(Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430065, China)

ABSTRACT: The work aims to design an accompanying product to meet various needs for the elderly users, with respect to the fact that the aging phenomenon in China is obvious, the problems of the elderly are increasing day by day, and the nannies and carers in the future are in shortage. The iNPD and AHP methods were used to guide the design of the elderly accompanying products, and SET factor analysis was used to find the product opportunity gap. Through the questionnaire survey of the elderly, their children and medical staff, it was clear that the elderly users had a variety of needs for accompanying products. AHP and ISM were used to organize and sort user needs. The design concepts were weighed and screened to get the design concept. Finally, the product model was constructed, the rationality of appearance and structure was checked, and the design was optimized. According to the complexity of the analysis on the needs of the elderly users and the scientificity of the innovative design of accompanying products, the innovative design model combined with iNPD and AHP and a conceptual product design are obtained. The feasibility and rationality of the combination of iNPD and AHP are verified by case study to perfect the thinking and direction for the innovative design of multi-functional accompanying products for the elderly.

KEY WORDS: product design; iNPD; AHP; the elderly; accompanying; ISM

国内老年人陪护产品创新设计的研究主要集中在老年人陪护机器人的造型设计^[1]和服务系统设计^[2], 以用户为中心、一体化创新设计研究的较少。同类产品

创新设计研究以老年人助行机器人为参考, 文献[3]利用 SET 因素分析法和模糊层次分析法分析出老年人助行机器人的功能需求, 列出其需要创新的 3 级设

收稿日期: 2019-10-05

基金项目: 湖北省教育厅人文社科项目 (18Y035)

作者简介: 胡康 (1980—), 男, 湖北人, 武汉科技大学副教授, 主要从事工业设计与产品创新设计研究。

通信作者: 邱杰 (1994—), 男, 安徽人, 武汉科技大学硕士生, 主攻产品设计。

计问题,从而有针对性地开发出用户满意的助行机器人,但这是对仅利用 SET 分析法进行产品创新设计的定量完善,没有体现出一体化创新设计过程的优势。近年来,以 iNPD 为导向进行研究的文献数量不多,因为 iNPD 在用户需求和产品造型、功能之间存在不明确关系,问卷调查收集到的用户需求和期望的筛选多倾向于设计师的主观意愿^[4],所以文献[5]在 iNPD 中引入语义差异法(SD),定量分析用户需求进行产品造型设计研究。然而,老年人陪护产品创新设计的研究针对的用户群体是老年人,在用户需求调研和分析时具有复杂性等特点,设计师、不同领域专家和核心用户在沟通评判时容易出现矛盾,需要量化,层次分析法可有效完成这种多特征值比较问题^[6-7]。因此,本文在前人研究的基础上,基于一体化新产品开发(iNPD)和层次分析法(AHP)对老年人陪护产品创新设计进行研究。本文不仅是对只利用 iNPD 进行产品创新设计的定量完善,也为老年人陪护产品的创新设计提供思路 and 参考。

1 设计方法

1.1 iNPD

《创造突破性产品》中提到了以用户为中心的一体化新产品开发综合途径(iNPD),包括4个阶段:识别机会、理解机会、概念化机会和实现机会。该方法同传统产品开发手段相比具有的优势,在于力求保证核心用户和不同领域的专家持续参与到产品设计的每一个阶段中^[5,8]。

1.2 AHP

美国运筹学家 Saaty 提出层次分析法,将复杂的决策过程层次化,将决策过程中感性的因素定量计算^[9]。利用 AHP 分析的基本步骤如下:(1)建立层次分析结构;(2)建立判断矩阵并计算权重值;(3)一致性检验;(4)层次总权重排序^[10]。

1.3 构建结合 iNPD 与 AHP 设计方法创新模型

将 iNPD 的4个阶段作为研究产品一体化设计的主线,第1阶段对产品设计的模糊前期进行 SET 因素分析,识别产品机会。第2阶段使用层次分析法和解释结构模型法(ISM)对用户需求进行定量分析,构建需求层次结构,计算权重值并进行一致性检验,若一致性检验合格($CR < 0.1$),则利用权重值进行需求重要度排序,理解产品机会;若一致性检验不合格,则需重新进行用户需求调研。第3阶段设计团队对设计概念进行筛选,形成概念产品。第4阶段建模并制作产品模型,放入模拟情境中使用模型,完善产品设计。具体的设计模型见图1。

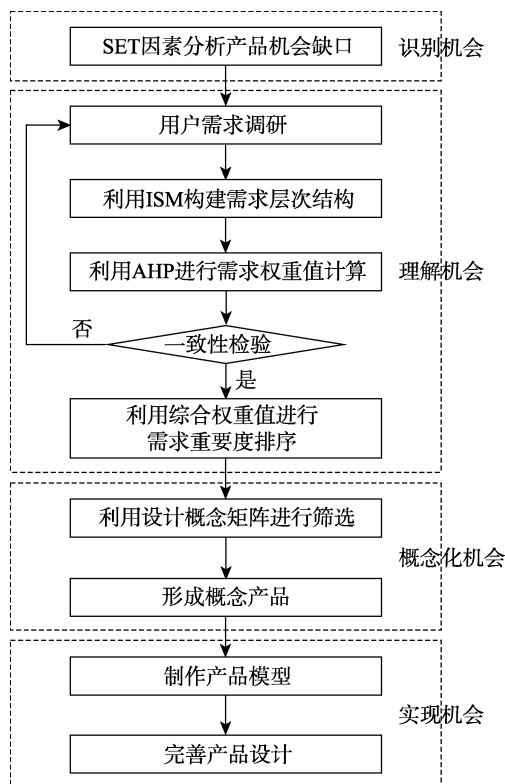


图1 设计模型

Fig.1 Design model

2 案例分析

2.1 SET 因素分析及寻找产品机会缺口

iNPD 方法过程中的第1阶段需识别大量潜在的产品机会缺口,并选择最合适的产品机会缺口。利用 SET 因素分析法,通过新闻、书籍和网上查阅资料,从社会、经济、技术因素出发,寻找老年人陪护产品机会缺口,见图2。

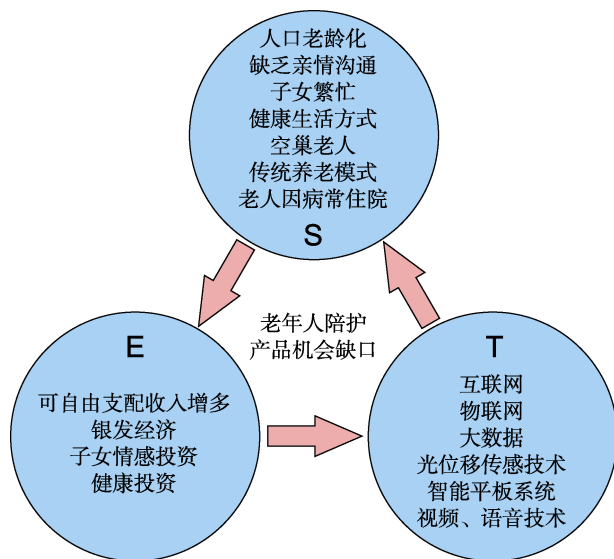


图2 老年人陪护产品 SET 因素分析

Fig.2 Analysis on SET factors for the elderly accompanying products

结合现有产品不足分析老年人陪护产品缺口得出，在社会因素方面，可结合医院和家庭两种环境设计通用的老年人陪护产品，扩大现有老年人陪护产品的使用范围；在经济因素方面，产品可作为子女联系父母的情感投资，同时也是健康投资，随时关注父母的身体健康；在技术因素方面，可将互联网、大数据等智能技术运用到老年人陪护产品中，以降低老年人的疲劳感，提高老年人的生活效率。

2.2 用户需求分析及明确产品机会价值

iNPD 方法过程中的第二阶段应通过定性和定量研究，明确产品机会价值。本研究通过对老年人和老年人家属进行问卷调查，从而了解老年人的陪护需求，进而结合现有产品发掘老年人陪护产品机会价值。老年人陪护需求调查问卷发放给老年人、子女和医护人员，共收到有效结果 50 份，用层次分析法对问卷调查得到的用户需求进行分析。

1) 建立用户需求递阶层次结构图。通过市场调研，分析了老年人陪护产品的设计现状和趋势，并结合产品机会缺口，提出从功能、使用环境、操作性、价格和造型色彩 5 个方面（S₁—S₅）进行需求层次结构的构建。将这 5 个设计方向纳入问卷调查中，然后对问卷结果进行筛选和整理，得出了 20 个具体（S₆—

S₂₅）需求，S₀为目标层，见图 3。运用解释结构模型法^[11]对 26 个因素进行因素间影响关系分析，S_i对 S_j有影响为 1，无影响为 0（i，j 为 0~25），见图 4。之后借助软件求得可达矩阵并进行区域划分，进而生成 3 层结构模型。

项目	需求	项目	需求
S ₀	目标层	S ₁₃	在医院使用
S ₁	功能因素	S ₁₄	健康数据子女分享
S ₂	使用环境因素	S ₁₅	在家庭使用
S ₃	操作性因素	S ₁₆	色彩干净
S ₄	价格因素	S ₁₇	住院医疗检查提示
S ₅	造型色彩	S ₁₈	操作简单
S ₆	提醒吃药	S ₁₉	省力
S ₇	造型简约	S ₂₀	购买价格适中
S ₈	便移动	S ₂₁	视频语音
S ₉	住院输液提示	S ₂₂	可在医院出租使用
S ₁₀	操作界面大字体	S ₂₃	便存放
S ₁₁	维护费用低	S ₂₄	造型亲和
S ₁₂	紧急呼救	S ₂₅	在家庭和医院通用

图 3 影响因素
Fig.3 Influence factor

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄	S ₁₅	S ₁₆	S ₁₇	S ₁₈	S ₁₉	S ₂₀	S ₂₁	S ₂₂	S ₂₃	S ₂₄	S ₂₅
S ₀	1																									
S ₁	1	1																								
S ₂	1		1																							
S ₃	1			1																						
S ₄	1				1																					
S ₅	1					1																				
S ₆		1					1																			
S ₇						1		1																		
S ₈		1							1																	
S ₉		1								1																
S ₁₀				1							1															
S ₁₁					1							1														
S ₁₂		1											1													
S ₁₃				1										1												
S ₁₄		1													1											
S ₁₅				1												1										
S ₁₆						1											1									
S ₁₇		1																1								
S ₁₈					1														1							
S ₁₉				1																1						
S ₂₀						1															1					
S ₂₁		1																				1				
S ₂₂					1																		1			
S ₂₃		1																						1		
S ₂₄						1																			1	
S ₂₅				1																						1

图 4 因素间影响关系图
Fig.4 Relationship diagram between factors

用户需求层次结构图第一层为用户的总需求,第二层为功能、使用环境、操作性、价格和造型色彩,第三层是每一类的具体需求。见图 5。

2) 构造判断矩阵,并运用 Saaty 给出的 9 个重要性等级及其赋值对需求层次结构的第二层和第三层进行两两比较。比值 a_{ij} 按照要素 i 与要素 j 相比较

的重要度取值,一般 9 种取值分别为 1/9, 1/7, 1/5, 1/3, 1, 3, 5, 7, 9, 也可以取上述各数值的中间值及其倒数^[12]。先对第二层进行成对比较,其比较矩阵和权重值计算结果见表 1, $CR=0.0402<0.1$,符合一致性检验要求。对比结果可以看出用户的需求呈功能>操作性>价格>使用环境>造型色彩的趋势。

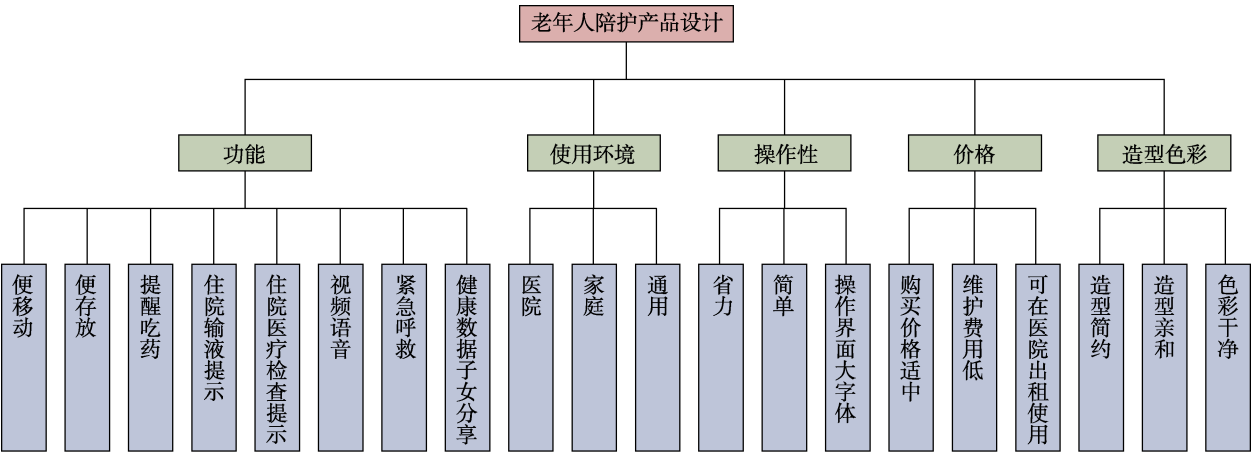


图 5 用户需求层次结构图

Fig.5 Structural chart of users' hierarchy of needs

表 1 用户总需求下各个评价指标的权重值

Tab.1 The weight of each evaluation index under the total user demand

用户总需求	操作性	使用环境	功能	价格	造型色彩	权重值
操作性	1	5	1	3	4	0.285 4
使用环境	1/5	1	1/5	1	3	0.099 1
功能	2	5	1	5	7	0.459 3
价格	1/3	1	1/5	1	3	0.106 1
造型色彩	1/4	1/3	1/6	1/3	1	0.050 2

接着对第三层的具体需求进行比较矩阵并计算出其权重值,计算结果见表 2—表 6。 CR 分别等于 0.037 2, 0.083 6, 0.096 5, 0.037 2, 0.071 3, CR 均小于 0.1, 一致性检验均合格。

表 2 操作性下各个子评价指标的权重值

Tab.2 The weight of each sub evaluation index under operation

操作性	省力	简单	操作界面大字体	权重值
省力	1	1/3	3	0.260 5
简单	3	1	5	0.633 3
操作界面大字体	1/3	1/5	1	0.106 2

表 3 使用环境下各个子评价指标的权重值

Tab.3 The weight of each sub evaluation index under the environment of use

使用环境	医院	家庭	通用	权重值
医院	1	3	1/4	0.231 1
家庭	1/3	1	1/5	0.103 8
通用	4	5	1	0.665 1

表 4 功能下各个子评价指标的权重值

Tab.4 The weight of each sub evaluation index under function

功能	便移动	便存放	提醒吃药	住院输液提示	住院医疗检查提示	视频语音	紧急呼救	健康数据子女分享	权重值
便移动	1	1/3	1/6	1/7	1/4	1/5	1/9	1/3	0.020 5
便存放	3	1	1/5	1/6	1/5	1/3	1/9	1	0.033 7
提醒吃药	6	5	1	1/2	2	5	1/6	5	0.132 5
住院输液提示	7	6	2	1	5	5	1/5	6	0.188 7
住院医疗检查提示	4	5	1/2	1/5	1	3	1/9	5	0.093 7
视频语音	5	3	1/5	1/5	1/3	1	1/9	3	0.061 8
紧急呼救	9	9	6	5	9	9	1	9	0.436 3
健康数据子女分享	3	1	1/5	1/6	1/5	1/3	1/9	1	0.033 7

表 5 价格下各子评价指标的权重值
Tab.5 The weight of each sub evaluation index under price

价格	购买价格 适中	维护 费用低	可在医院 出租	权重值
购买价格适中	1	5	3	0.633 3
维护费用低	1/5	1	1/3	0.106 2
可在医院出租	1/3	3	1	0.260 5

表 6 造型色彩下各子评价指标的权重值
Tab.6 The weight of each sub evaluation index under modeling and color

造型色彩	造型简约	造型亲和	色彩干净	权重值
造型简约	1	4	3	0.608 0
造型亲和	1/4	1	1/3	0.119 9
色彩干净	1/3	3	1	0.272 1

3) 将用户总需求下评价指标的权重值分别与其

子评价指标的权重值相乘,计算出每个子评价指标在整个评价体系中的综合权重值,计算结果见图 6。

通过综合权重值计算结果的排序可知:接下来功能设计以紧急呼救、住院输液提示、住院医疗检查提示、提醒吃药为主、视频语音为主;造型色彩设计以简约为主;价格适中;使用环境定位医院和家庭通用;操作性注重简单、省力和大字体的特点。

2.3 定位产品功能及形成产品概念

iNPD 方法过程中的第 3 阶段是依据用户需求,定位产品功能,从而进行产品概念设计。本研究将有价值的老年人陪护需求转变成有用的、好用的和希望拥有的老年人陪护产品概念。设计小组通过对现有老年人陪护产品市场调研和创新性头脑风暴,根据 8 种功能需求,提出 17 种设计概念,并通过设计概念矩阵进行筛选。见图 7。

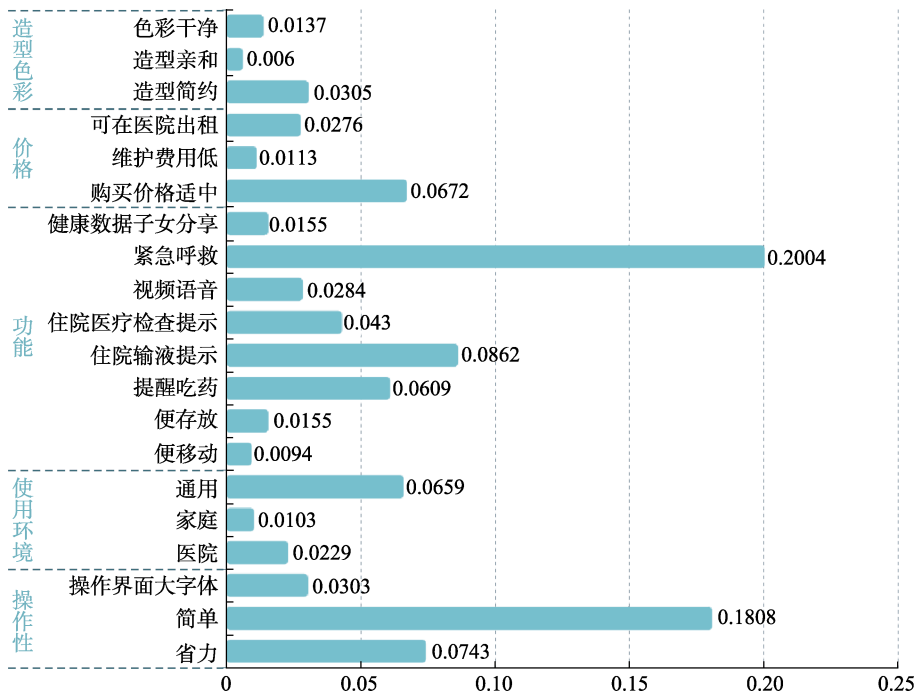


图 6 综合权重值
Fig.6 Comprehensive weight

陪护产品若可以满足老年人不同的使用环境可以使用夹的方式固定,因为老年人日常坐在床边或椅子上居多,夹的固定方式可以灵活适应这一状况,所以排除了轮子和悬挂。考虑到控制产品成本,排除了智能药盒非必须组成部分,保留了服药提示功能,其功能可以将医药联合系统融入智能平板中,老人只需将药盒上的条形码通过平板显示屏扫描至系统内,系统会自动记录并在合理的时间段里语音和文字提示老年人服药,“如 19:00,xxx 需服用 xxx 药一片”。为了实现产品的一体化且附加的小物件会增加储存的难度,所以排除了智能输液流速控制装置和手指接触器。输液提示功能可由智能平板、医药联合系统和

光位移感应装置组合完成。光位移感应器通过镜头将光束射向输液瓶表面,经液体反射的光束通过接收器的镜头,被内部相机接收,相机可以在不同的角度下“看见”这个光束。根据光束不同时间的角度变化及液体的落差,数字信号处理器就能计算出输液瓶里液体的剩余量。从而判断出输液瓶里的液体是否接近临界值,如接近临界值会自动语音提示并通过蓝牙或 WiFi 向护士站发出提示,智能平板也能实时监控输液剩余时间和流速。一键呼救按钮可与家属手机 APP 和医院护士站系统相连,一旦老年人需要求助时只需按下按钮。老年人与子女视频语音交流的功能可通过智能平板实现,但智能平板的交互界面和流程需要简

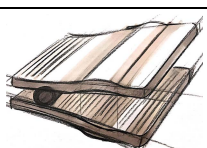
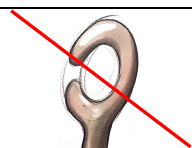
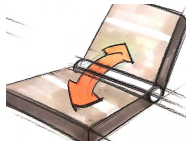
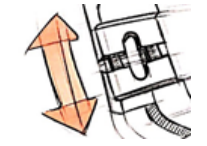
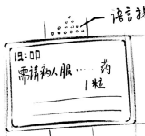
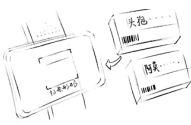
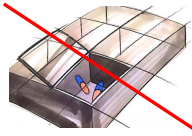
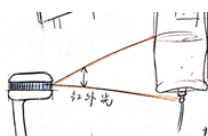
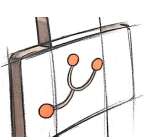
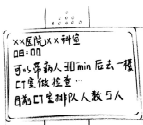
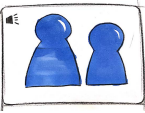
功能需求	设计概念			
便移动	 轮子	 夹子	 悬挂	
便存放	 折叠	 伸缩		
提醒吃药	 智能平板	 医药联合服务系统	 智能药盒	
住院输液提示	 智能平板	 医药联合服务系统	 光位移感应装置	 智能输液流速控制器
住院医疗检查提示	 智能平板	 医药联合服务系统		
视频语音	 智能平板			
紧急呼救	 一键呼救	 手指感触器		
健康数据子女分享	 智能平板			

图 7 设计概念矩阵
Fig.7 Design concept matrix

化设计，以便适合老年人操作。老年人日常的健康体检数据也可通过智能平板共享给子女，让子女随时了解父母身体状况。医疗检查提示功能欲解决老年人在病房不能及早得知检查室排队情况的问题。将智能平板和医药联合系统相结合，在合适的时间语音和文字提示老年人去做检查，如“8:00，请 xxx30 分钟后去一楼 CT 室做检查，目前 CT 室排队人数 5 人”。

在造型和色彩设计方面，造型应注重人性化、简约化，体现医用和家用陪护产品的亲和力及对人的关怀与尊重。对于老年人来说，任何一种色彩倾向都会使他们情绪有所波动，所以医用产品多以白色和浅灰色为主。其次，很多医用产品是要直接与人的皮肤和身体接触的，产品的清洁度也尤为重要，因此医用产品上广泛运用被认为最干净的白色。所以本次产品设

计以白色为主。

2.4 制作产品模型及实现产品机会

iNPD 方法过程中的最后一个阶段是对产品机会的实施。本研究依据老年人多功能可夹陪护装置的设计概念利用 Rhino 软件进行 3D 建模，同时对其细节作出合理调整，使其可以满足实际加工的需求，见图 8。

在系统界面设计时，根据老年人的用户需求，界

面设计更简约，字体偏大，以便适合老年人的操作，见图 9。在功能界面颜色设计上，为追求简洁的视觉效果，界面颜色尽量不超过 3 种，主体颜色采用白或浅灰色调，关键提示用红、蓝等较高纯度颜色来表现。在界面信息传达方面，增强界面字体显示，调整字体号数。为满足多数老年人的可读性要求，采用 14—16Pt 字体号。根据老年用户特殊的身体机能和认知习惯，尽可能简化界面功能和元素，减少老年人用户的记忆和学习时间。



图 8 老年人陪护装置效果图
Fig.8 Effect chart of accompanying device for the elderly

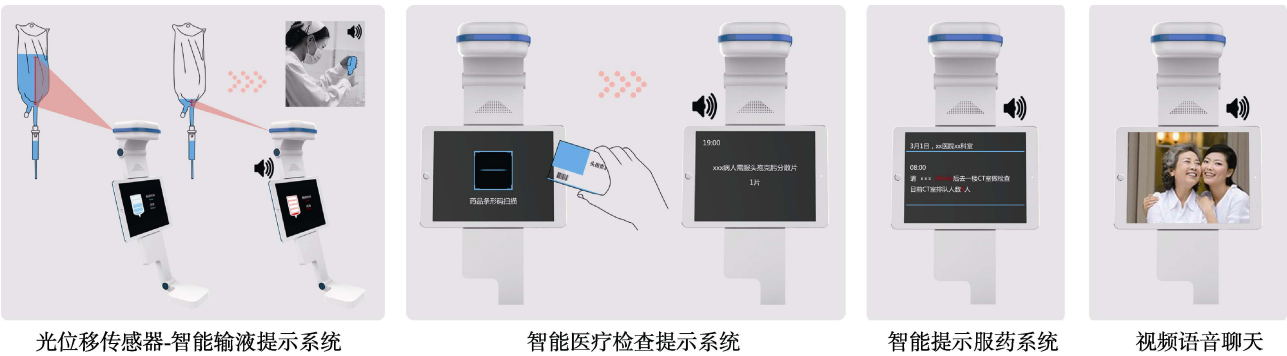


图 9 系统界面和功能演示效果图
Fig.9 Effect chart of system interface and function demonstration

最后制作产品样机模型，用于检查外观和结构合理性，所有细节和结构都按计算机建模原型制作。将制作好的模型放入模拟情景中使用，验证其可行性。造型方面，简约、大方，功能效果突出，老年人易接受；色彩方面，以白色为主，蓝色为辅，给人亲切、整洁之感，一键紧急求助按钮运用醒目的红色，增强了老年人对其的识别度；结构方面，因模型夹子部分固定不稳，所以在夹子内侧增加了防滑垫和加强固定的支架，旋转轴部分应两端重量不均会晃动，因此将旋转轴改为可锁定旋转轴。

3 结语

本文提出了以用户为中心的一体化新产品开发方法（iNPD）和层次分析法（AHP）的创新设计模型，运用 AHP 完善了 iNPD 方法的理解产品机会阶段，结合解释结构模型法（ISM）对用户需求进行整理和定量分析，得到需求重要度的优先排序，明确产品功能趋势。以老年人多功能陪护产品设计为例，运用该方法解决了创新产品开发中用户需求分析的复杂性问题，提升了设计的科学性、目的性，提高了设

计团队的工作效率。从功能、使用环境、操作性、价格和造型色彩 5 个方面进行延伸,通过权重值进行排序,小组结合权衡矩阵表,对设计因素进行筛选,得出设计概念。最后将产品概念制作成模型进行模拟情景测试,完善设计并得到老年人、子女和医护人员的认可,从而验证了 iNPD 和 AHP 相结合方法运用在老年人陪护产品设计中的可行性与有效性。

参考文献:

- [1] 毕翼飞, 王年文, 朱亦吴. 基于感性工学的老年陪护机器人造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 160-165.
BI Yi-fei, WANG Nian-wen, ZHU Yi-wu. Form Design of Accompany Robot for the Elderly Based on Kansei Engineering[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 160-165.
- [2] 王年文, 苑莹. 老年人陪护机器人服务系统设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(18): 72-76.
WANG Nian-wen, YUAN Ying. Serving System Design of Accompany Robot for the Elderly[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(18): 72-76.
- [3] 石元伍, 陈旺. 基于 SET 与 FAHP 的老年人助行机器人创新设计[J]. 机械设计, 2016, 33(10): 116-120.
SHI Yuan-wu, CHEN Wang. Innovation Design of Walking-aid Robot for the Elderly Based on SET[J]. Journal of Machine Design, 2016, 33(10): 116-120.
- [4] 杨熊炎, 肖狄虎. 以 iNPD 方法为导向的按摩垫产品设计[J]. 机械设计, 2014, 31(4): 111-113.
YANG Xiong-yan, XIAO Di-hu. Massage Mat Design Based on iNPD Approach[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(4): 111-113.
- [5] 李梦君, 许开强. 基于 INPD 与 SD 的角向磨光机造型设计[J]. 机械设计, 2017, 34(2): 115-118.
LI Meng-jun, XU Kai-qiang. Modeling Design of Angle Grinder Based on INPD and SD[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(2): 115-118.
- [6] VAIDYA O S, KUMAR S. Analytic Hierarchy Process: an Overview of Applications[J]. European Journal of Operational Research, 2006, 169(1): 1-29.
- [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. Method and Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation of Sweeping Vehicle Modeling Based on AHP[J]. Journal of Machine Design, 2017, 34(3): 121-125
- [8] JONATHAN Cagan. Creating Breakthrough Products [M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
JONATHAN Cagan. Creating Breakthrough Products [M]. Beijing: China Machine Press, 2016
- [9] 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. Analytical Hierarchy Process and Its Application Cases[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2014.
- [10] 陆宁, 徐伯初, 支锦亦. 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. Evaluation of Automatic Defecation Device Based on Fuzzy Analytical Hierarchy Process[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 151-155.
- [11] 袁胜军, 张新阳, 段亚丽. 基于 ISM 和 AHP-Entropy 的家庭儿童培训消费决策影响因素研究[J]. 系统科学学报, 2017, 25(4): 94-100.
YUAN Sheng-jun, ZHANG Xin-yang, DUAN Ya-li. Analysis of the Influencing Factors on the Decision Making Process of Family Children's Training based on the ISM Model and AHP Entropy Method[J]. Journal of Systems Science, 2017, 25(4): 94-100.
- [12] 陈媛. 集成 QFD/TRIZ/AHP 的产品创新设计模式研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 150-155.
CHEN Yuan. Product Innovation Design Method Integrated with QFD/TRIZ/AHP[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 150-155.