

基于 INPD 与熵权法的居家适老护理床设计

陈宁峰, 章彰, 戴宇轩
(华东理工大学, 上海 200237)

摘要: **目的** 在人口老龄化背景下, 探索适老护理床的设计理论与方法, 为居家适老护理床的设计提供新的研究方法与设计参考。**方法** 运用 INPD 结合熵权法指导居家适老护理床设计研究, 通过 SET 分析法, 寻找设计机会点。通过对养老机构的护理人员、老年人和家属进行问卷调查, 明确老年人对护理床的需求点。将熵权法引入 AHP 完善定量研究, 对目标用户的需求进行权重值计算和优先级排序。通过绘制设计概念矩阵, 对设计目标进行进一步深化和筛选, 得出最终的设计概念。**结论** 将熵权法引入 AHP 消除了主观评价所带来的影响, 并且通过实际设计案例验证了 INPD 与熵权法相结合的科学性、有效性和合理性, 同时也为老年护理床产业提供了新的研究思路。

关键词: INPD; 熵权法; AHP; 护理床; 居家适老

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)14-0107-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.14.012

Design of Aging Care Bed Based on INPD and Entropy Weight Method

CHEN Ning-feng, ZHANG Zhang, DAI Yu-xuan

(East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT: Under the background of population aging, this paper aims to explore the design theory and method of nursing bed suitable for the elderly, and therefore provide new research methods and design references for the design of nursing bed suitable for the elderly at home. INPD was combined with entropy weight method to guide the design research of home-friendly nursing bed for the elderly and design opportunities were found through SET analysis method. Concretely speaking, a questionnaire survey was conducted among nursing staff, the elderly and their family members in nursing homes to define the needs of the elderly for nursing beds. The entropy weight method was introduced into AHP to improve the quantitative research and calculate the weight value and prioritize the needs of target users. By drawing the design concept matrix, the design objectives were further deepened and screened, and the final design concept was obtained. The introduction of entropy weight method into AHP eliminates the influence of subjective evaluation, and the scientificity, effectiveness and rationality of the combination of INPD and entropy weight method are verified through practical design cases, which provide new research opportunities for the elderly care bed industry thus.

KEY WORDS: INPD; entropy method; AHP; nursing bed; home care for the aged

2019 年我国 65 岁以上的老年人口为 1.76 亿, 占总人口的 12.57%^[1]。中国已经快速进入老龄化社会, 养老已成为社会的主要问题之一。受中国传统思想的影响, 居家养老是当前中国社会最主要的养老模式。

作为养老模式的文化基础, 大家对养老的观念直接影响了养老模式的选择^[2]。虽然有近九成老年人倾向于居家养老, 但是当前大部分适老化产品都难以打入家庭市场^[3]。

收稿日期: 2022-02-05

基金项目: 2020 年上海市浦江人才计划 (2020PJC026); 华东理工大学设计与艺术研究所科研基地专项基金; 2019 年上海市设计学 IV 类高峰学科专项研究基金 (DA19306); 上海市未来梦想公益基金会项目

作者简介: 陈宁峰 (1998—), 男, 硕士生, 主攻工业设计。

通信作者: 章彰 (1986—), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向为家具设计。

本研究的目标用户为 60~70 岁的健康老人,他们较有活力也可以独自外出,但是身体机能却在逐渐下降。因此,开发设计预设性养老产品成为居家养老生活质量提升的关键。例如,护理床是一种最常见的医疗设备,其使用者涉及老年人、家属以及医护人员^[4]。多数老年人表示他们愿意在医院和养老机构中使用护理床,但是很少有人愿意买回家中进行使用。如何消除目前市场上常见的护理床带来的紧张感和严肃感,如何在便利老年人日常生活的同时考虑到老年人的自尊心成为了本文研究的重点。本文结合 INPD 和熵权法,优化 AHP 法(层次分析法)的主观随意性,并对其进行修正。运用 SET 的三大因素,分别为社会趋势(Society)、经济趋势(Economy)以及新技术(Technology),将宏观趋势与微观需求相结合,探索开发居家适老护理床的机会点,构建产品需求层次结构图,并用熵权法对相关需求点进行权重赋值,根据权重对需求进行分层整理和排序,并通过构建产品设计概念矩阵,理解机会并将产品机会概念化,从而实现对居家适老护理床的设计。

1 研究方法概述

1.1 INPD 方法

INPD(Integrated New Product Development),是卡内基梅隆大学的卡根和辛辛那提大学的佛格尔在著作《创造突破性产品》中主要研究的设计方法^[5],INPD 是一种产品设计的研究方法,可以将产品开发过程中的用户需要、要求和愿望与其他相关者利益相结合。从产品策划到项目批准 INPD 程序包括 4 个阶段:识别机会(Identifying)、理解机会(Understanding)、基于产品机会将产品概念化(Conceptualizing)以及实现机会(Realizing)^[6]。INPD 与以往仅凭借个人经验和主观判断的感性实践方法不同,它综合考虑了不同方面的因素,包括用户需求、工程实践以及市场趋势,因此,该方法对现代设计的综合系统规划有着重要的指导意义。

1.2 熵权法在 AHP 中的应用

AHP 由美国匹茨堡大学运筹学家萨蒂提出,可以把对最终决策有影响的元素拆分为不同层次,包括目标、准则、方案等,并在这一基础上对不同层次的元素进行定量和定性分析^[7],其优点是能使不同指标的条理更加清晰。在具体的事例中会将需要评价的指标交给相关领域专家进行分析评价,同时将萨蒂提出的 1—9 级标度法作为评价标准,构建判断矩阵量化指标,从而得出不同指标的重要程度。

同时,为了修正 AHP 法中主观原因导致的结论偏差,本研究引入熵权法这一相对客观的赋值方法,以期减少 AHP 法中主观因素导致的权重误差。

2 居家适老护理床产品设计研究

2.1 识别产品机会:SET 因素分析

INPD 的第 1 阶段为识别机会,需要找到产品的机会缺口(Product Opportunity Gap, POG)以及做出最优的产品机会选择。需要注意的是,在识别产品机会缺口时,需通过工程、艺术、市场等多学科思维进行综合分析。本文将基于 SET 因素分析,对社会变革(S)、经济趋势(E)以及技术创新(T)^[8]3 个不同方面的因素进行综合分析研究,见图 1。

结合现有产品的缺点,对适老化产品进行 SET 分析可以看出:在社会方面,现有的护理性产品大多是面向护理机构设计的,缺少居家氛围,与此同时老年人的内心敏感,不愿自己被当成弱势群体来对待,因此,面向居家环境的适老性护理产品成为了设计机会点;在经济方面,一个好的适老性产品可以作为子女对父母的情感投入,同时随着老年群体的养老收入不断增加,老年人自身也更愿意购买合适的产品;在技术方面,更多的公司将自动化、互联网、物联网等技术运用到适老性产品中,不仅可以减少老年人和看护人员的使用负担,同时也可以增加子女与父母的生活交集。

2.2 明确产品机会点:适老性护理床层次化功能指标

INPD 的第 2 阶段为明确产品机会点,通过定性和定量的方法将用户需求转变为产品的机会点^[9]。本文结合现有的老年产品和相关研究,对上海长宁区仙霞社区的为老服务中心和上海普陀区的简爱公益发展中心(针对轻度认知症老年人的早期干预社区中心)进行了实地调研,与“大鱼营造”负责人以及“简爱公益”创始人进行了深入的访谈交流,明确了老年人的行为与需求,获得了长宁区茅台路仙霞社区 10 位老年人的人物画像,并总结出了老年人对护理床的多方面需求。

通过分析用户需求,提炼出产品功能、使用场景、操作需求、价格需求以及外观需求 5 项评价标准,并从老年使用者的生理、心理、安全、行为、审美等角度进行综合考虑。将这 5 个用户总需求作为准则层(C_1-C_5),再经过详细的调研和分析之后,得出 21 个具体的需求指标层($c_{11}-c_{53}$),见图 2。

2.3 需求指标权重计算

居家养老是一个较为复杂的系统,不仅要考虑到老年人的行为也要尊重老年人的心理需求。本阶段对各指标之间的关联性进行分析,厘清各个需求点的相对重要程度,从而设计出符合老年人行为特征还兼顾老年人自尊心的产品。在复杂的需求评价中,结合专家和相关群体的不同意见,综合考虑最终的需求权重^[10]。



图 1 适老性产品设计 SET 分析
Fig.1 SET analysis for the design of age-appropriate products

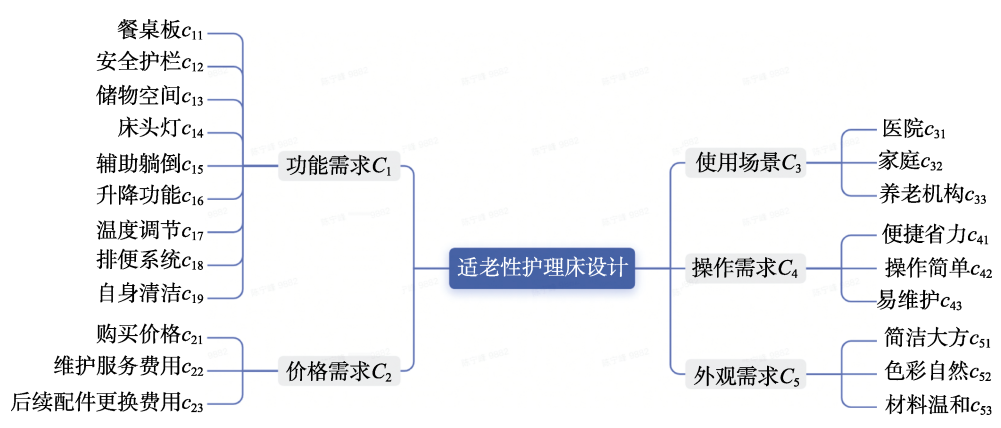


图 2 目标用户需求层次结构图
Fig.2 Hierarchy diagram of target user demands

层次分析法是将复杂问题系统化的方法,其核心要点是将复杂的决策问题通过建立层次结构的方式进行优化,判定评价指标,并通过量化数据,对决策点进行权重排序^[11]。然而,在实际操作过程中,很难完全消除评价中感性因素所导致的误差,无法保证每次计算的判断矩阵具有一致性^[12]。因此,本文在保留

专家意见的基础上,充分挖掘用户方(老年使用者、护工和老年人子女)的意见,采用较为客观的熵权法对 AHP 法进行补充和完善,在一定程度上减轻了 AHP 法的主观误差所带来的差异性结果。

居家养老设计需要考虑老年人当下的行为需求以及若干年后由于身体机能下降所带来的潜在需求,

因此对于专家和老年人双方的意见都需要重视,本文对 AHP 法与熵权法进行了有效的结合,同时保留了专家决策的专业性以及老年群体行为的客观性。

2.3.1 AHP 层次分析主观权重计算

AHP 中构建判断矩阵是重要的环节之一,在这一过程中会对模型中的需求点进行矩阵计算,计算不同需求点之间的权重关系^[13],见表 1—6。借助萨蒂教授给出的 9 个重要性等级,对目标用户需求层次结构图中的准则层和指标层进行需求点之间的比较。一般 9 个重要等级的取值分别为 1/9、1/7、1/5、1/3、1、3、5、7、9,也可以取这些数的倒数^[14]。

表 1 用户需求下的评价指标权重
Tab.1 Evaluation index weight under user demands

用户需求	功能需求	价格需求	使用场景	操作需求	外观需求	权重
功能需求	1	3	5	1	3	0.325 5
价格需求	1/3	1	2	1/5	1/2	0.092 7
使用场景	1/5	1/2	1	1/5	1/2	0.061 4
操作需求	1	5	5	1	5	0.400 3
外观需求	1/3	2	2	1/5	1	0.120 1

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=5.1212$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=1.12$,由一致性指标公式得 $CI=0.0303$ 、 $CR=0.0271<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

表 2 功能需求下的评价指标权重
Tab.2 Evaluation index weight under functional demands

功能需求	餐桌板	安全护栏	储物空间	床头灯	辅助躺倒	升降功能	温度调节	排便系统	自身清洁	权重
餐桌板	1	1/2	5	3	1	5	3	7	3	0.187 4
安全护栏	2	1	7	5	2	6	5	9	5	0.303 6
储物空间	1/5	1/7	1	2	1/5	1	1/2	3	2	0.059 5
床头灯	1/3	1/5	1/2	1	1/3	2	2	3	3	0.077 3
辅助躺倒	1	1/2	5	3	1	3	3	6	5	0.181 9
升降功能	1/5	1/6	1	1/2	1/3	1	2	3	3	0.066 5
温度调节	1/3	1/5	2	1/2	1/3	1/2	1	3	2	0.061 5
排便系统	1/7	1/9	1/3	1/3	1/6	1/3	1/3	1	1/2	0.023 6
自身清洁	1/3	1/5	1/2	1/3	1/5	1/3	1/2	2	1	0.038 6

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=9.5423$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=1.46$,由一致性指标公式得 $CI=0.0678$ 、 $CR=0.0464<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

表 3 价格需求下的评价指标权重
Tab.3 Evaluation index weight under price demands

价格需求	购买价格	维护服务费用	后续配件更换费用	权重
购买价格	1	2	2	0.490 5
维护服务费用	1/2	1	2	0.311 9
后续配件更换费用	1/2	1/2	1	0.197 6

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=3.0536$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=0.52$,由一致性指标公式得 $CI=0.0268$ 、 $CR=0.0516<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

表 4 使用场景下的评价指标权重
Tab.4 Evaluation index weight under usage scenarios

使用场景	医院	家庭	养老机构	权重
医院	1	1/5	1/2	0.128 5
家庭	5	1	2	0.594 9
养老机构	2	1/2	1	0.276 6

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=3.0055$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=0.52$,由一致性指标公式得 $CI=0.0028$ 、 $CR=0.0053<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

表 5 操作需求下的评价指标权重
Tab.5 Evaluation index weight under operational demands

操作需求	便捷省力	操作简单	易维护	权重
便捷省力	1	1	2	0.387 3
操作简单	1	1	3	0.442 9
易维护	1/2	1/3	1	0.169 8

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=3.0183$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=0.52$,由一致性指标公式得 $CI=0.0091$ 、 $CR=0.0176<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

表 6 外观需求下的评价指标权重
Tab.6 Evaluation index weight under appearance demands

外观需求	简洁大方	色彩自然	材料温和	权重
简洁大方	1	1	2	0.411 1
色彩自然	1	1	1	0.327 8
材料温和	1/2	1	1	0.261 1

最大特征根计算得 $\lambda_{\max 1}=3.0536$,从随机一致性指标参考表查得 $RI=0.52$,由一致性指标公式得 $CI=0.0268$ 、 $CR=0.0052<0.1$,认为判断矩阵具有一致性,权重有效。

本文选取 15 位专家和设计相关人员作为被试者,并向其发放调查问卷,请他们对上述适老性护理床功能

性需求点结果进行评估打分, 构建的判断矩阵如下:

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

式中: a_{ij} 为指标 i 和指标 j 相比较, 且 $a_{ij} > 0$, $a_{ii} =$

$$1, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}。$$

将矩阵 A 的每个数值进行归一化处理:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=a}^n a_{ij}} \quad (2)$$

将矩阵归一化处理, 所得矩阵每行相加:

$$\bar{c}_i = \sum_{j=1}^n b_{ij} \quad (3)$$

计算各指标权重 $\omega_i^1 (i=1,2,\cdots,n)$, 求出权重向量

$\omega^1 = (\omega_1^1, \omega_2^1, \cdots, \omega_n^1)^T$, 其中各指标主观权重:

$$\omega_i^1 = \frac{\bar{c}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{c}_i} \quad (i=1,2,\cdots,n) \quad (4)$$

计算最大特征根 $\lambda_{\max}$ 判断矩阵的一致性。其中最大特征根 $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Cw)_i}{\omega_i^1}$, 其中向量 Cw 的第 i 个

元素。

为了确定判断矩阵是否满足一定的合理性, 需要计算一致性指标: $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。通过计算一致性比例 CR 来检验一致性, 其中 RI 可查阅 AHP 中的随机一致性指标参考表获得, 若 $CR = \frac{CI}{RI} < 0.1$, 则判断矩阵满足一致性, 权重有效。

2.3.2 基于熵权法的客观权重计算

在信息论中, 熵是对不确定性的一种度量参考。不确定性越大, 熵值越大, 所包含的信息量越大; 不确定性越小, 熵值越小, 所包含的信息量越小^[15]。根据熵的相关特性, 可以用熵的值来判断某一个指标的离散程度, 若权重值越大, 则对综合评价的影响也越大^[16]。因此, 本文将熵权法的客观权重计算与 AHP 主观权重相结合, 对原有权重进行修正, 提出一种基于老年人、家属以及护工评价改进的熵权法。

对 m 个用户、 n 个评价指标进行权重计算, 得到数据矩阵:

$$B = (b_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

c_{ij} 是将矩阵标准化处理后所得到的指标, 其中:

$$\text{正向指标: } c_{ij}^0 = \frac{c_{ij} - \min(c_{ij})}{\max(c_{ij}) - \min(c_{ij})}; \text{ 负向指标:}$$

$$c_{ij}^* = \frac{\max(c_{ij}) - c_{ij}}{\max(c_{ij}) - \min(c_{ij})};$$

标准矩阵: $C = (c_{ij})_{m \times n}$, 计算第 1 名用户提供需求评分的特征比重为:

$$P_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^m c_{ij}} \quad (6)$$

计算第 j 项指标的熵值:

$$H_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad (7)$$

求得各指标的客观权重

$$\omega = \frac{1 - H_j}{\sum_{j=1}^n (1 - H_j)} \quad (8)$$

将老年人、家属以及护工人员对各需求点的评分建立指标层以及准则层的初始矩阵。将老年人对于居家适老护理床的调查问卷发放给老年人、家属以及护工人员, 共收到 33 份有效的调查问卷。使用 Matlab 软件进行计算, 根据式 (5) — (8) 得出各指标的权重, 见表 7。

2.3.3 主客观综合权重计算

通过对主观权重和客观权重的合成计算得到最终的综合权重, 最后的需求权重值:

$$\omega = \alpha \omega^1 + (1 - \alpha) \omega^2 \quad (9)$$

式中: α 为比例系数, 在计算时对主客观权重的比例进行调整, 消除主观因素的影响, 为了进一步体现老年人以及护工群体对居家适老护理床的使用客观感受, 在专家以及剪爱为老服务中心的建议下综合考虑 α 的值取 0.4。

最终的主客观综合权重计算公式为:

$$\omega = 0.4 \omega^1 + 0.6 \omega^2 \quad (10)$$

最后将 AHP 以及熵权法所得权重代入主客观综合权重计算公式中, 得出每一个指标的综合权重值, 计算结果见图 3。

当总需求权重经过熵权法修正后, 所得到的结果相较于单一的 AHP 法更贴近实际的情况, 且更贴近用户的需求, 见图 4。

通过对最终的综合权重值进行排序可知, 护理床的设计需求点有以下几个方面: 在功能上, 以辅助进食、安全护栏、床头灯、辅助躺倒为主; 价格适中; 定位在家庭使用; 操作上摒弃传统护理床复杂的操作, 尽可能便捷省力; 造型色彩上选用材质温和的木材, 颜色以暖色调为主, 以圆润的圆角造型来减少老年人的心理负担。

表 7 熵权法下的客观权重值
Tab.7 Objective weight value via entropy weight method

指标	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅		
权重	0.452 6	0.085 7	0.090 5	0.183 9	0.187 3		
指标	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇
权重	0.113 8	0.186 5	0.074 1	0.138 7	0.200 1	0.088 3	0.068 8
	C ₁₈	C ₁₉					
	0.069 4	0.060 3					
指标	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃				
权重	0.404 2	0.310 6	0.285 2				
指标	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃				
权重	0.206 7	0.564 9	0.228 4				
指标	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃				
权重	0.442 2	0.449 2	0.108 6				
指标	C ₅₁	C ₅₂	C ₅₃				
权重	0.423 6	0.313 0	0.263 0				

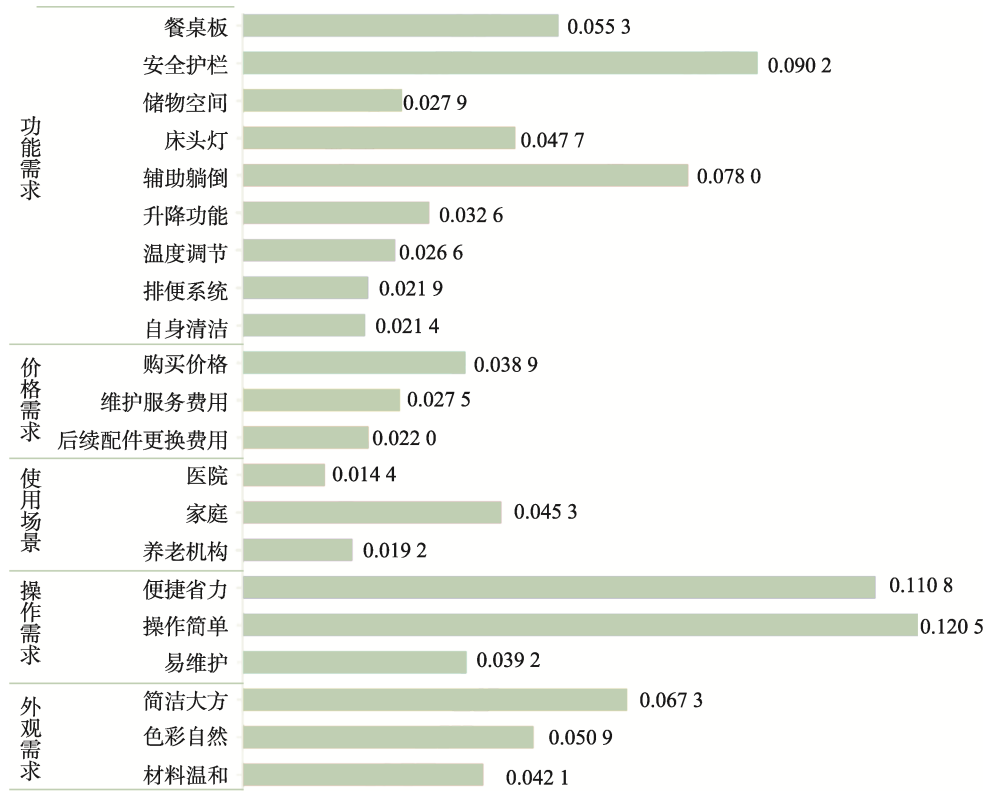


图 3 综合权重值
Fig.3 Comprehensive weight value

3 居家适老护理床功能定位及设计

3.1 产品概念矩阵

根据以上研究结果,本阶段进行居家适老护理床的产品设计。前期对现有的护理床进行市场调研,并询问专家、养老社区志愿者与护工的相关情况。根据 4 种功能需求,提出 11 种设计概念并构建设计概念

矩阵,见图 5。
综上,考虑到护理床的使用环境以室内居家环境为主,相对来说空间较为有限,因此,餐桌板的设计选用了可以同时满足老年人、护工和家属进行操作的 多功能移动桌板,并且舍弃了传统功能单一的移动桌板以及可能会出现意外情况的折叠升降桌板。安全护栏的设计抛弃了可能会给老人带来心理负担的包裹式护栏,选用了固定护栏或折叠护栏。材质选用了较

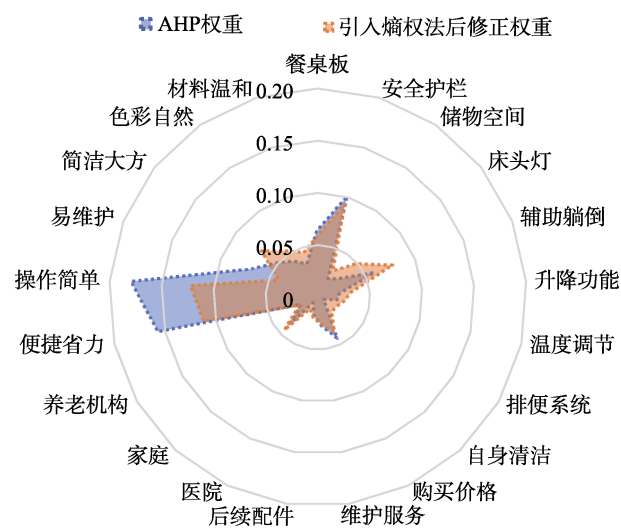


图 4 AHP 权重与引入熵权法修正后权重雷达图
Fig.4 Weight radar map modified by combination of AHP weight and introduced entropy weight method

为适合居家氛围的木材。老人起夜的问题也需要格外重视,在半夜昏暗的环境下起夜,老人最容易出现摔倒的情况,因此在床头灯上选用了隐藏灯带的间接灯

光,舍弃了台灯之类的直接灯光。在辅助躺倒的功能上考虑到老年人的自尊心理,舍弃了辅助机器人,选用了具有升降和辅助翻身功能的电动模块设计。

3.2 居家适老护理床设计方案

INPD 的最后一个阶段是实现产品机会。根据对老年人行为和心里的分析,结合专家、护理人员和家属的建议,进行居家适老护理床的设计实践,通过 3D 建模和后期渲染,得出最终的设计方案,见图 6—8。

本设计方案选用木材作为视觉的主要可见部分,床垫选用了灰白色的珊瑚绒,更加贴近居家场景的氛围,能让不太接受医用护理床的老年人感到亲近。在床的侧边和尾部设计了扶手,便于老年人起身和下床,同时也很好地与床体本身融合在一起,进一步考虑到了老年人的生理和心理需求。在床头和床底设计了智能感应夜灯,在深夜监测到老年人下床时便会自动开启,且该光源不会直射老年人的眼睛。多功能的餐桌板方便护理人员看护老人。护理床具有电动抬起和辅助躺倒功能,减少了老年人在躺倒和起床过程中可能会产生的肌体损伤,保护了老年人的身体。

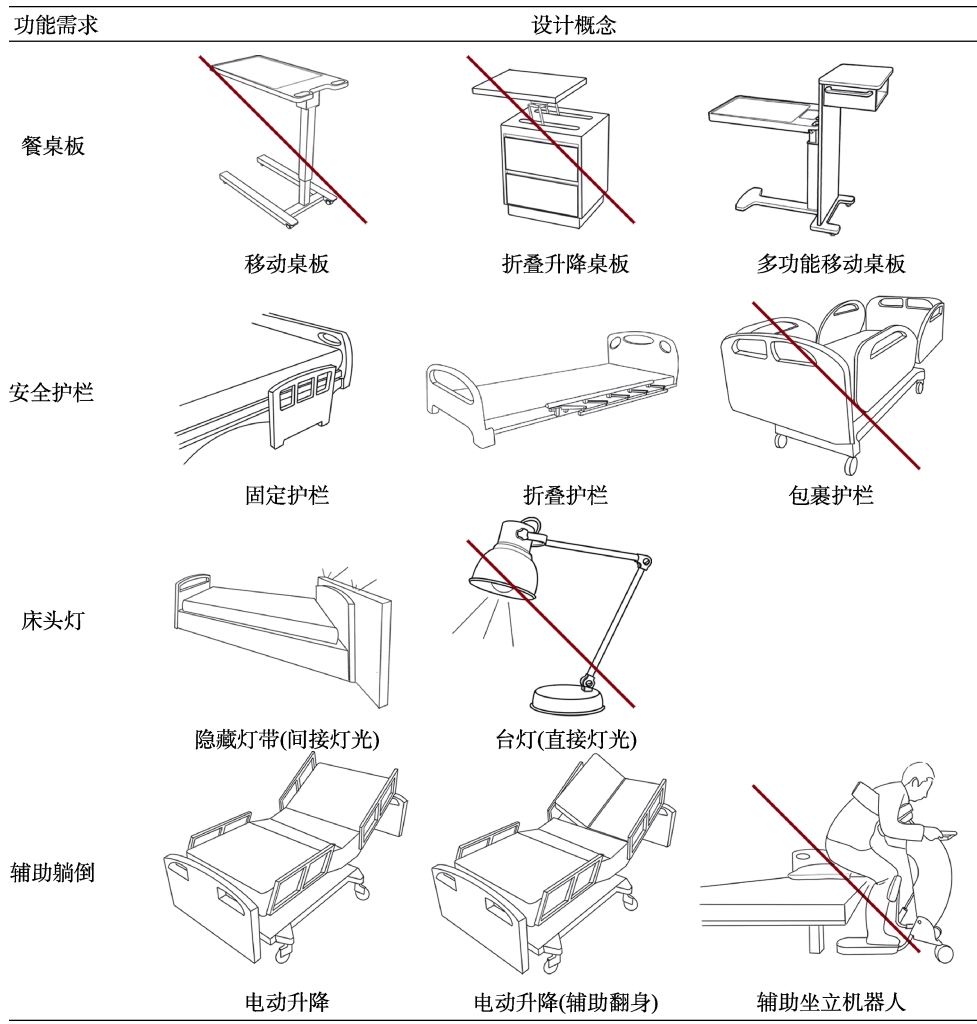


图 5 设计概念矩阵
Fig.5 Design concept matrix

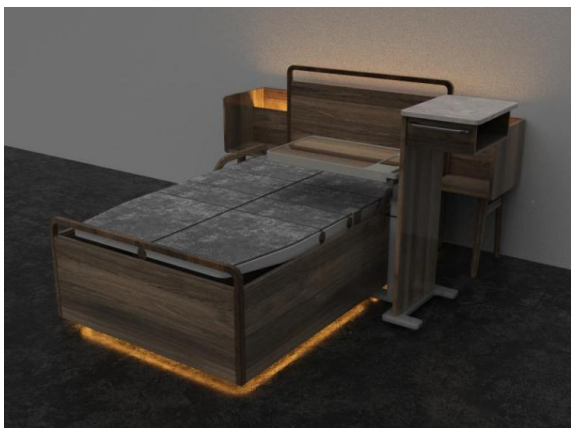


图 6 居家适老护理床效果图（夜间效果）
Fig.6 Effect picture of the home nursing bed
for aging (night effect)



图 7 居家适老护理床效果图（抬起效果）
Fig.7 Effect picture of the home nursing bed
for aging (lifting effect)



图 8 居家适老护理床效果图（辅助躺倒）
Fig.8 Effect picture of the home nursing bed
for aging (auxiliary lying)

4 结语

在居家养老的社会背景下,本研究以适老护理床为研究对象,将 INPD、AHP 和熵权法作为设计创新方法,通过社会、经济、技术 (SET) 分析发现产品

机会,并通过实地调研与访谈得出用户需求层次结构,再将熵权法引入 AHP 完善研究过程,进一步减少了主观判断对最终设计的影响。通过构建设计概念矩阵,对设计目标进行筛选,从而得出最终的产品设计。本研究过程及结论对未来设计护理床产品具有一定的参考价值。然而,由于研究中样本数量及问卷数量有限,后续将扩大样本数量和范围,以此进一步保证实验数据的客观性。

参考文献:

- [1] 贺丹,刘厚莲. 中国人口老龄化发展态势、影响及应对策略[J]. 中共中央党校(国家行政学院)学报, 2019, 23(4): 84-90.
HE Dan, LIU Hou-lian. Population Aging Trend, Impact and Coping Strategies in China[J]. Journal of the Party School of the Central Committee of the CPC (Chinese Academy of Governance), 2019, 23(4): 84-90.
- [2] 纪竞垚. 我国家庭养老观念的现状及其变化趋势[J]. 老龄科学研究, 2016, 4(1): 60-66.
JI Jing-yao. The Current Situation and Tendency of Family Support Perception in China[J]. Scientific Research on Aging, 2016, 4(1): 60-66.
- [3] 王寓栋, 于娜. 老年护理床设计的优化研究[J]. 家具与室内装饰, 2019(4): 22-23.
WANG Yu-dong, YU Na. Research on the Optimization Design of Nursing Bed for the Elderly[J]. Furniture & Interior Design, 2019(4): 22-23.
- [4] 周志勇. 感性工学与脑电技术融合的医疗护理设备设计与评价方法研究——以护理床为例[D]. 上海: 华东理工大学, 2019.
ZHOU Zhi-yong. Research on Design and Evaluation Method of Medical Nursing Equipment Integrating Kansei Engineering with EEG Technology —Take the Nursing Bed as an Example[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2019.
- [5] 恰安, 沃格尔. 创造突破性产品: 从产品策略到项目定案的创新[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
CAGAN J, VOGEL C M. Creating Breakthrough Products: Innovation from Product Strategy to Project Finalization[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.
- [6] 李晓杰, 梁健. 基于 INPD 与 KE 的老年人辅助陪伴机器人造型设计[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 70-78.
LI Xiao-jie, LIANG Jian. Design of Assisted Companion Robot for the Elderly Based on INPD and KE[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 70-78.
- [7] 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.

(下转第 138 页)