

# 用户需求驱动下的适老化家用医疗产品设计方法研究

赵越阳, 陶裕仿\*

常州工学院艺术与设计学院, 江苏常州, 中国

\*通讯作者

**【摘要】**针对适老化家用医疗产品设计未能满足用户功能需求及审美诉求, 本研究提出一种集成 AHP-AD-TOPSIS 的适老化用户需求驱动的设计研究方法, 并以血压仪为案例展开设计实践。集成 AHP-AD-TOPSIS 研究路径的家用血压仪设计评价结果表明, 该方法指导下适老化设计方案优于现有产品。运用该方法进行设计适老化家用医疗产品可有效提升其适老化程度, 及增加老年用户对家用医疗产品满意度, 其可为适老化家用医疗相关产品设计提供参考思路及设计路径。

**【关键词】** 用户需求; 适老化; 家用医疗产品; 血压仪设计; AHP-AD-TOPSIS

**【基金项目】**2022 年度江苏高校哲学社会科学研究: 健康生活理念下智能家居产品用户体验设计研究 (编号: 2022SJYB1350); 2020 年度教育部人文社科规划基金项目: 智能无障碍居家养老服务体系建设的策略研究 (编号: 20YJA760072)

## 1.引言

随着我国人口老龄化进程加快, “银发经济”呈现“蓝海”, 适老化产品需求日益增加。当前以高血压、高血脂和高血糖为代表慢性疾病正威胁大部分老年人身体健康, 日常健康检测与监控成为患病老人生活中一部分。常见适老化家用医疗产品使用可有效控制疾病带来的不良影响。而家用医疗产品在为老年用户带来便捷的同时, 也出现了用户体验不佳等缺陷。当前市场上现有的适老化家用医疗产品类型丰富, 功能多样; 然而, 部分适老化家用医疗产品在造型上色彩及形态相对单一, 大都根据“形式追随功能”理念展开构思及研发, 其导致对缺少产品的情感化及人性化, 需求与用户期望匹配度较弱, 及使用过程中体验感稍差等问题。其上述适老化家用医疗产品问题大都由于研发过程中对用户研究较浅, 其用户行为、需求等调研及挖掘不够充分、用户需求重要性分析模糊不清, 以及生产研发中技术参数与方案决策相对主观等因素导致。当前适老化设计研究领域, 在需求驱动下依托设计思维进行智能交互技术和智能设备等研究方向存在较多可发展空间。科技创新为老年用户服务提供了更多可能性, 而设计思维及创新方法为打造专业化、多元化养老服务提供了实用措施。因此为获得适老化家用医疗产品老年用户需求权重, 将核心老年用户需求有效转变为设计要素及技术参数, 并运用匹配研究方法评价决策设计提案, 融合当前设计研究中恰当方法建

立设计路径以研发解决老年用户痛点的创新适老化产品至关重要。

## 2.适老化家用医疗产品设计路径构建

当今在适老化家用医疗产品学界研究中大部分集中产品外观及功能上, 较少从老年用户需求视角出发, 切身感受老年用户不同需求, 忽略了“以老年人为本”设计理念。例如: 周红宇等[1]从智能卫浴设计功能和造型展开探讨, 提出人机数据与行为状态分析辅助设计方法; 吴礼旭[2]基于 AD 理论制定了针对老年用户血压仪产品设计准则, 强化了老年人对现代医疗产品的科学性认知; 岳野[3]以情感化设计理念为基础, 结合交互设计方法与人机工程学理论建立了用户情感分析模型; 马洁帆[4]运用感性工学方法归纳并构筑了家用医疗产品 CMF 设计程序; 朱志娟等[5]从老年用户需求, 产品外观、界面显示和功能展开探究, 归纳出老年血压仪改良方向; 梁浩等[6]以产品功能为导向, 提出符合血压计开发流程的操作步骤, 构建出产品设计路径。此外, 仍有大量学者针对适老化产品设计进行深入研究, 但该类研究针对产品设计流程的开发不够全面及完善, 主要表现为研究过程中, 对适老化家用医疗产品的用户需求重要性分析较为模糊, 及将用户需求转化为设计参数过程中主观性较强, 以和适老化家用医疗产品设计方案评估缺乏客观性。其在需求分析层面部分缺乏科学及系统的理论与方法支撑, 因此本研究在设计思维与创新方法视野下, 引入恰当的用户需求分析

方法构建家用医疗产品适老化设计路径,对适老化产品展开深入探讨。

在用户需求驱动下近年常见方法主要有AD\AHP\TRIZ\QFD\KANO等,其中AHP作为一种简单科学的需求权重分析方法,运用其可高效、便捷评价用户需求权重,并提高用户需求权重的精确度,其具有客观性、科学性[7]。但重要用户需求在适老化家用医疗产品设计中如何实现,AHP未提出明确准则及设计参数,在产品设计开发中公理化设计理论(AD)可辅助设计师与企业将用户需求快速高效映射为相应设计参数,以根据其进行设计方案构思及生产[8]。但如何从众多适老化家用医疗产品设计方案中选出最佳设计成为挑战,在方案综合评价中TOPSIS作为一种多属性决策问题的方法[9],其既能有效解决因设计师主观性带来的不良影响,又能帮助设计师解决分析多个目标方案问题,具有客观性和可靠性。综上,本研究在前期用户调研基础上挖掘用户痛点,集成AHP、AD与TOPSIS对适老化家用医疗产品进行设计研发具有可行性,该研究路径可准确求解用户需求权重、合理设计参数映射、并客观决策家用医疗产品设计方案,其具有设计研发流程完善及提升用户满意度等优势,该集成AHP/AD/TOPSIS路径的研究框架如图1所示。

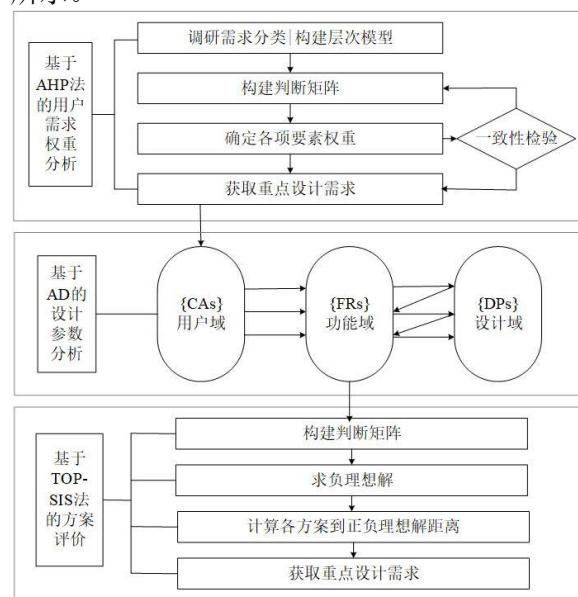


图 1. 适老化家用医疗产品设计路径

该适老化家用医疗产品设计路径大致流程为:1)通过大量的前期用户调研挖掘出需求要素,并采用AHP法将各需求权重进行重要度求解;2)结合AD理论将排名靠前的重要用户需求转换成设计参数;3)运用TOPSIS

法解决方案多目标分析问题,明确最优适老化家用医疗产品设计方案。

### 3.基于 AHP-AD-TOPSIS 的适老化家用医疗产品设计流程

老年用户对于家用医疗产品需求有多面、动态、差异和主观等特点。本研究为挖掘多角度用户需求,基于用户画像、观察、问卷、访谈等方法进行多方位调研,并从中收集、筛选,归纳老年用户需求。

#### 3.1 基于 AHP 的适老化产品用户需求权重分析

根据AHP计算老年用户需求权重,确定家用医疗产品设计中的各老年用户需求权重值。首先,基于AHP法构建立不同层级模型,划分成目标层、准则层、子准则层和方案层[10],形成层级的渐进性。构建出适老化产品的层次分析模型。正如图2中的层次分析模型所示,通过构建合适判断矩阵,再通过与业内专业人士一起评估、比较,评价和赋值相同层级老年用户需求之间相重要度,并对准则层和子准则层需求权重值进行计算。最后,为了明确后续设计研发方向,本研究根据老年用户需求权重的高低进行排序,筛选出设计要着重满足的用户需求。

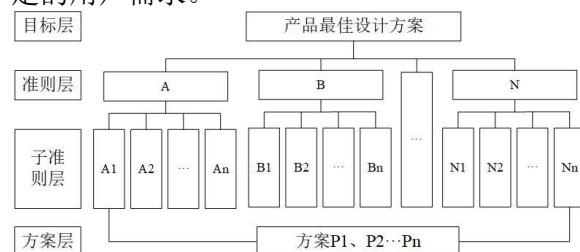


图 2. 层次分析模型

#### 3.2 基于 AD 的适老化产品设计参数映射

本研究结合AD理论的参数映射关系,将适老化产品的功能域转换成设计域[11]。首先,对于老年用户需求及家用医疗产品特点,本研究运用AD理论进行全面深入分析,其次,将用户域Cas对应转化功能域FRs;最后,基于AD理论将功能域FRs对应转化为设计域DPs[12]。形成完整的公里设计映射流程。

#### 3.3 基于 TOPSIS 适老化产品设计评价

TOPSIS法[13]是作为当前设计研究中用于方案优选决策的经典方法,其结合对整合后设计数据矩阵进行科学性运算,设计评价产品方案的正负理想解,越接近正理想解方案越优,反之设计方案越劣[14]。根据AD理论对设计参数的分析形成产品,将设计参数的数据转化为设计方案评估标准,并且采用李克特量

表, 邀请业内人士和目标用户群体对不同方案进行打分, 从而实现对方案的有效的评估。对方案进行有效评估和判断决策的具体步骤如下:

1. 均值化处理问卷中的最终数据, 从而构建初始评价矩阵 “ $f$ ” ;
2. 对初始评价矩阵进行标准化处理, 得到矩阵  $R_{ij}$  :

$$R_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{i=1}^m f_{ij}^2} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

3. 结合各项评价指标目标权重, 运算加权标准化矩阵  $u_{ij}$  :

$$u_{ij} = W_j R_{ij} \quad (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \quad (2)$$

公式中:  $W_j$  是指权重。

4. 求正理想解  $A^*$  及负理想解  $A^-$  :

$$M_j^+ = \max \{u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{nj}\} \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

$$M_j^- = \min \{u_{1j}, u_{2j}, \dots, u_{nj}\} \quad (j=1,2,\dots,m)$$

则:

$$A^* = (M_1^+, M_2^+, \dots, M_m^+) \quad (4)$$

$$A^- = (M_1^-, M_2^-, \dots, M_m^-)$$

5. 结合欧几里得距离, 运算各方案到理想解距离, 其中,  $S_i^+$  视作正理想解距离,  $S_i^-$  视作负理想解距离:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^+)^2} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (u_{ij} - u_j^-)^2} \quad (i=1,2,\dots,m)$$

6. 运算各方案到理想解距离的相对贴

**乐活型** 刚退休的老年用户



胡女士 年龄: 65 退休金: 6000-10000

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
喜欢旅行, 需要能方便携带的血压仪	血压仪不方便收纳
喜欢造型时尚的产品	色彩不喜欢

**养老型** 有孙辈的老年用户



蒋先生 年龄: 70 退休金: 2000-5000

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
希望有其他的提示方式设定, 比如震动、闪烁等	看不清楚字 耳朵也听不清

**重担型** 打工老年用户



苏先生 年龄: 67 退休金: 无

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
操作简单-一旦 价格实惠一点	不太会操作使用, 也不知道使用方式是否正确 血压往往测的有偏差

**独居型** 空巢老人



蒋女士 年龄: 73 退休金: 2000-5000

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
希望能独立操作完成使用 能让家人知道自己的身体状况	没有办法独立完成测压

图 4. 用户画像

本研究对现有家用适老化血压仪进行调

进度  $C_i$ :

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (6)$$

最终, 将  $C_i$  值作为判断最终评价方案优先度的考量标准,  $C_i$  值与最终评价方案优先度优先程度呈正比。

#### 4. 基于适老化家用医疗产品实证研究

现有适老化家用血压仪大部分为电子血压仪。家用电子血压仪主要分为臂式和腕式。相较于臂式, 腕式尺寸较小, 方便携带。但臂式测量结果更为准确, 主要功能有佩戴自检、错误动作提示、不规则脉动、APP 链接、高血压提醒、高血压水平显示、平均值、语音播报、WIFI 蓝牙等。如图 3 是市场上较为常见且销售量高的血压仪, 与现有适老化血压仪一般, 改类血压仪存在存储不便、操作不易等问题。为更好地对适老化血压仪进行优化, 明确用户需求权重, 完善设计流程, 客观的评价设计方案, 设计出市场竞争力更高适老化血压仪, 本研究集成 AHP-AD-TOPSIS 路径, 对用户需求驱动下的适老化血压仪产品设计进行深入研究。



图 3.某品牌血压仪

#### 4.1 家用适老化血压仪用户需求分析

**重担型** 打工老年用户



苏先生 年龄: 67 退休金: 无

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
操作简单-一旦 价格实惠一点	不太会操作使用, 也不知道使用方式是否正确 血压往往测的有偏差

**独居型** 空巢老人



蒋女士 年龄: 73 退休金: 2000-5000

<b>用户需求</b>	<b>用户痛点</b>
希望能独立操作完成使用 能让家人知道自己的身体状况	没有办法独立完成测压

研分析, 为进一步挖掘老年用户需求, 研究者

前往江苏省各市多个场所进行访谈调研。经过深度访谈 15 位老年用户, 经对其进行类别划分后绘制出其中 4 位具有代表性的用户画像, 如图 4 所示。

通过综合调研分析及老年操作体验等方面的多维度分析, 提取关键信息用户画像, 本研究归纳总结出家用适老化血压仪用户需求, 包括功能、外观、操作、价格和情感。其中, 情感作为用户的重要需求, 在血压仪设计中体现在产品是否具有亲和感、数据能否被家人跟踪与监测、老年用户是否能独立使用保护老年用户的尊严, 以及产品能否温暖呵护用户, 四个方面的差异影响用户使用血压仪的情感需求。价格需求主要与适老化血压仪的售价有关, 主要体现在贩卖价格、售后维修服务和零部件替换上。若想吸引用户购买, 则可以从这几方面入手。操作需求主要表现在血压仪与老年用户的使用的流畅度上, 包含老年用户使用

错误提示、用户操作流程是否简单、能不能即时反馈, 操作手势是否简单以及产品是否容易收纳方便携带。功能需求主要从功能的创新性上着手, 如健康建议可帮助老年用户获取有用的健康信息; 双人切换可用于多老年用户家庭; 语音播报解决老年用户看不清屏幕的问题; 背光大屏帮助老年用户更好的看清楚屏幕; 测量可自动校准提高测量的准确性; 测量数据也存储并与 APP 链接分析数据。外观需求包含家用适老化血压仪外观线条简约, 材质舒适, 色彩协调, 体型小巧精致。根据上述需求构建层次分析模型, 将功能、外观、操作、价格和情感五个属性视为准则层 (A - E), 再通过对目标老年用户需求属性进行进一步层级细化和逻辑排列, 由此形成 23 个适老化血压仪具体指标层 (A1-A4, B1-B7, C1-C5, D1-D3, E1-E4), 如图 5 所示。

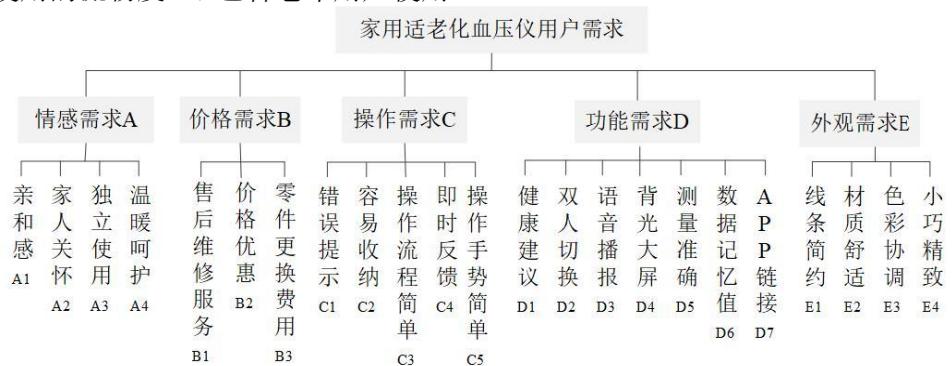


图 5. 家用适老化血压仪用户需求

## 4.2 血压仪用户需求权重求解

为清晰呈现老年用户对血压仪产品需求重要度, 本研究基于 AHP 法准确获取设计考虑的重要用户需求, 其主要根据 AHP 的权重运算能力进行用户需求重要度计算, 以明确老年用户重要需求。首先, 如图 5 为基于 AHP 法所构建的老年用户血压仪产品层析分析模型。其次, 为保证权重计算结果的可用性, 本研究构建判断矩阵并邀请适老化家用医疗产品设计相关的人员, 样本数量为 20 人, 其中包括: 4 位适老化设计研究方向教授、5 位适老化设计研究方向的研究生、5 位适老化产品研究行业专家, 6 位适老化产品设计师。专家们按照其专业知识和经验, 用 1-9 级标度对每个层级需求进行两两比较并给出评分; 针对评分矩阵, 得出各需求层级的平均分值。为获得各层级判断矩阵, 本研究将平均值作为权重运算基础, 结合几何平均算法[15], 得出家用适老化血压仪产品的用户需求权重值。其中, 表

1~表 7 为运算结果, 步骤 1-5 为运算流程。

步骤 1: 运算出各层标度乘积:

$$M_i = \prod_{j=1}^m b_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 3) \quad (7)$$

公式中:  $b_{ij}$  是第  $i$  行第  $j$  列中的需求指标; 需求指标量是  $m$ 。

步骤 2: 对各层标度乘积的几何平均值进行判断:

$$a_i = \sqrt[m]{M_i} \quad (i = 1, 2, \dots, 3) \quad (8)$$

步骤 3: 对相对权重进行运算:

$$W_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^m a_i} \quad (9)$$

步骤 4: 运算出最高特征根:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{B_{W_i}}{W_i} \quad (10)$$

公式中:  $B_{W_i}$  是向量  $B_W$  第  $i$  个分量; 阶数是  $n$ 。

步骤 5: 一致性检验结果:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \quad (11)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

式中：判断矩阵评价标度所对应阶数是n；平均随机一致性指标是RI；一致性比值为CR。

表 1.准则层权重

准则层需求	A	B	C	D	E	权重值
A	1	2	1/2	1/2	2	0.168
B	1/2	1	1/3	1/2	1/5	0.072
C	2	3	1	1/3	3	0.243
D	2	5	3	1	3	0.407
E	1/2	2	1/3	1/3	1	0.110

表 2.情感需求权重

A	A1	A2	A3	A4	权重值
A1	1	3	1/2	1/3	0.192
A2	1/3	1	1/2	1/3	0.111
A3	2	2	1	1/2	0.255
A4	3	3	2	1	0.442

表 3.价格需求权重

B	B1	B2	B3	权重值
B1	1	1/3	2	0.2299
B2	3	1	5	0.6490
B3	1/2	1/5	1	0.1221

最后，本研究对计算结果进行一致性检验。如果结果  $CR > 0.1$ ，那么说明未通过，其判断矩阵在顺序上存在问题，需要修改再次运算；若  $CR \leq 0.1$ ，则说明通过。如表 7 所示运

算后， $I_{CR}$  值均小于 0.1，通过检验。

表 4.操作需求权重

C	C1	C2	C3	C4	C5	权重值
C1	1	5	1/2	3	2	0.2650
C2	1/5	1	1/5	1/2	1/3	0.0571
C3	2	5	1	2	3	0.3672
C4	1/3	2	1/2	1	1/5	0.1045
C5	1/2	3	1/3	5	1	0.2062

表 5.功能需求权重

D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	权重值
D1	1	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1/2	0.0687
D2	2	1	1/3	1/2	1/2	1/2	2	0.0686
D3	2	3	1	2	1/2	2	2	0.2084
D4	3	2	1/5	1	1/3	1/2	3	0.1319
D5	3	2	2	3	1	5	3	0.3035
D6	3	2	1/2	2	1/5	1	3	0.1519
D7	2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/3	1	0.0670

表 6.外观需求权重

E	E1	E2	E3	E4	权重值
E1	1	1/3	1/2	1/3	0.108
E2	3	1	2	2	0.412
E3	2	1/2	1	1/2	0.187
E4	3	1/2	2	1	0.293

表 7.一致性检验结果

项目	X	A	B	C	D	E
$\lambda_{\max}$	5.166	4.168	3.004	5.402	6.460	4.071
CI	0.041	0.056	0.002	0.100	0.092	0.024
RI	1.120	0.890	0.520	1.120	1.360	0.890
CR	0.037	0.063	0.004	0.090	0.073	0.027



图 6. 目标权重综合排序图

为了清晰呈现子准则层下各需求综合权重，根据各准则层下各子准则层需求权重乘

积，求解出各子准则层下各需求的综合权重，如图 6 所示。

结合前期用户需求调研及对家用适老化血压仪用户需求权重计算可知,设计师在开发产品的过程中,应高度关注权重值靠前用户需求,其既可有效提升老年用户对血压仪的整体满意度,又可提升血压仪的市场竞争力,根据子准则层权重及上述综合权重排序结果,本研究在家用适老化血压仪设计过程中将重要度靠前的测量准确、语音播报、数据记忆值、操作流程简单、错误提示、温暖呵护、独立使用、材质舒适、小巧精致、价格优惠和售后维修服务 11 项血压仪老年用户需求展开充分构思,在方案研发中对其进行重点思考。

### 4.3 血压仪设计参数映射

然而如何在整个设计及开发生产流程中合理映射技术参数尚未明确,因此本研究结合公理化设计,将用户需求展开并对参数进行域间映射。运用判断矩阵中的工程参数表达,逐步判断与找到用户需求与最佳设计参数[16]。在血压仪设计开发流程中,AD 理论可帮助设计师映射用户需求与加工工艺、人因工程之间技术参数,为适老化血压仪产品加工生产提供设计参数指导,促进企业实现批量化生产。通过 AHP 获得的重点用户需求,并根据 AD 理论将用户需求(CA) 转化为功能需求(FR),及对其进行如表 8 所示的描述[17]。

表 8. 血压仪重点用户需求转换为功能需求

用户需求 CA <sub>s</sub>	功能需求 FR <sub>s</sub>
温暖呵护 CA <sub>1</sub>	关怀模式 FR <sub>1</sub>
独立使用 CA <sub>2</sub>	测量引导功能 FR <sub>2</sub>
价格优惠 CA <sub>3</sub>	购买价格便宜 FR <sub>3</sub>
售后维修服务 CA <sub>4</sub>	修理便捷 FR <sub>4</sub>
操作流程简单 CA <sub>5</sub>	一键测量功能 FR <sub>5</sub>
错误提示 CA <sub>6</sub>	错误提示功能 FR <sub>6</sub>
测量准确 CA <sub>7</sub>	测量校准功能 FR <sub>7</sub>
语音播报 CA <sub>8</sub>	语音报读功能 FR <sub>8</sub>
数据记忆值 CA <sub>9</sub>	数据存储功能 FR <sub>9</sub>
材质舒适 CA <sub>10</sub>	材质舒适性高 FR <sub>10</sub>
小巧精致 CA <sub>11</sub>	体积、尺寸合适 FR <sub>11</sub>

根据血压仪生产中对生产工艺流程、材料、美学、结构、技术等特性要求,通过 AD 理论对血压仪功能需求(FR) 进行解析,找到如表 9 所示与之相对应满足工程设计参数。

表 9. 血压仪功能需求转换为设计参数

功能需求 FR	设计参数 DP
关怀模式 FR <sub>1</sub>	家人智能监测用户测量数据 DP <sub>1</sub>
测量引导功能 FR <sub>2</sub>	开机时界面显示操作步骤

	并语音播报 DP <sub>2</sub>
购买价格便宜 FR <sub>3</sub>	构成部件成本控制 DP <sub>3</sub>
修理便捷 FR <sub>4</sub>	零部件更换方便 DP <sub>4</sub>
一键测量功能 FR <sub>5</sub>	一键开启按钮 DP <sub>5</sub>
错误提示功能 FR <sub>6</sub>	警示灯及语音播报提示 DP <sub>6</sub>
测量校准功能 FR <sub>7</sub>	校准芯片及程序 DP <sub>7</sub>
语音报读功能 FR <sub>8</sub>	智能音箱 DP <sub>8</sub>
数据存储功能 FR <sub>9</sub>	存储芯片及程序 DP <sub>9</sub>
材质舒适性高 FR <sub>10</sub>	与皮肤接触面使用无毒舒适的硅胶材质 DP <sub>10</sub>
体积、尺寸合适 FR <sub>11</sub>	符合人体工学(长度控制在 10-20cm 间) DP <sub>11</sub>

应用 AD 理论实现如公式(7)所示的从血压仪功能到设计参数域间映射转换:

$$\{FR_s\} = B\{DP_s\} \quad (13)$$

公式中: 血压仪设计矩阵为字母“B”; 设计功能要求集为“FR<sub>s</sub>”; 设计参数集为“DP<sub>s</sub>”。

其间,  $\{FR_s\} = \{FR_1, FR_2, FR_3, \dots, FR_m\}$ ,  $\{DP_s\} = \{DP_1, DP_2, DP_3, \dots, DP_n\}$ , 表达为:

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ \vdots \\ FR_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & L & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & L & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & L & b_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ \vdots \\ DP_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

公式中:  $b_{ij}$  为血压仪产品设计元素间关联性字母。

将表 9 中的 FR 与 DP 带入公式(8)进行运算,获得如下矩阵:

在设计矩阵中,如果对比两者间具有高相关性则用字母“X”标识,如果具有低相关性或无关则用字母“O”标识。若血压仪工程设计参数可接受,则设计矩阵呈现为对角矩阵与三角矩阵;如果血压仪产品设计工程未达到独立性公理,设计参数也存在问题,则需进行设计矩阵解除耦合关系[18]。通过观察及分析得出结论:上述血压仪设计矩阵达到 AD 理论公理的独立性,为非耦合设计。该血压仪产品设计参数具有可行性,产品用户需求与生产技术参数也相符,符合工厂生产加工要求。

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \\ FR_4 \\ FR_5 \\ FR_6 \\ FR_7 \\ FR_8 \\ FR_9 \\ FR_{10} \\ FR_{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & O & O & O & O & O & O & O & O & O & O \\ O & X & O & O & O & O & O & O & O & O & O \\ O & O & X & O & O & O & O & O & O & O & O \\ O & O & O & X & O & O & O & O & O & O & O \\ O & O & O & O & X & O & O & O & O & O & O \\ O & O & O & O & O & X & O & O & O & O & O \\ O & O & O & O & O & O & X & O & O & O & O \\ O & O & O & O & O & O & O & X & O & O & O \\ O & O & O & O & O & O & O & O & X & O & O \\ O & O & O & O & O & O & O & O & O & X & O \\ O & O & O & O & O & O & O & O & O & O & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \\ DP_6 \\ DP_7 \\ DP_8 \\ DP_9 \\ DP_{10} \\ DP_{11} \end{bmatrix} \quad (15)$$

#### 4.4 血压仪产品方案设计

在前期调研及符合用户需求的框架下,适老化血压仪应该具备的功能包括:测量校准、语音播报、数据存储、一键测量等功能。并依据 AD 理论对设计参数的分析以及设计创新,结合产品设计流程,本研究对适老化血压仪进行概念设计,提出 2 种设计方案,如图 7 所示,方案 1 设计中提供用户提供关怀模式、一键测量、错误提示等功能。造型上运用圆角设计;色彩主要以简单的黑白灰为主;材料使用塑料磨砂材质,防水防滑;整体外观造型简约,具有现代主义设计美学风格。方案 2 旨在为用户提供测量引导功能,数据记录和分享等功能,在设备上设置简单的控制按钮,以便用户可以进行必要的操作,例如启动测量、切换模式等。还可通过手机 APP 智能远程控制,同时具备紧凑体积,易拆卸,方便维修,方便携带和使用。



方案 1 方案 2

图 7. 设计草图

#### 4.5 血压仪方案设计评估

为确保方案评估客观性,避免受到决策者主观意识的影响,本研究采用 AD 理论中表 9 的 11 项正向需求要素作为 TOPSIS 方法中的方案评价指标。可用于科学确定各方案优先排序。为评估上述两个设计方案优劣,邀请 27 位适老化设计专家运用李克特量表 (Likert Scale)对 2 个方案及图 4 对比样本方案进行计算评分。其中,特别不满意、很不满意、不满意、一般、满意、很满意、特别满意分别对应 1-7 分。本研究通过均值化计算专家评分值,得到最初评价矩阵 “F”,如表 10 所示。

表 10. 初始评价矩阵

评价指标	方案样本	方案 1	方案 2
------	------	------	------

关怀模式 $FR_1$	4.2	4.1	4.3
测量引导功能 $FR_2$	3.8	3.9	4.8
购买价格便宜 $FR_3$	3.9	4	3.9
修理便捷 $FR_4$	3.7	4.9	5.1
一键测量功能 $FR_5$	4.7	4.7	4.8
错误提示功能 $FR_6$	4.6	4.8	5
测量校准功能 $FR_7$	4.2	4.6	4.6
语音报读功能 $FR_8$	3.6	5.1	5.1
数据存储功能 $FR_9$	3.8	4.7	4.9
材质舒适性高 $FR_{10}$	4.3	4.1	3.9
体积、尺寸合适 $FR_{11}$	4.1	4.7	4.8

根据 TOPSIS 法计算程序,本研究确定了各个方案正向理想解、负向理想解以及相对接近程度。具体结果见表 11。通过计算得出方案 2 的  $C_i$  值最大,因此最佳选择为方案 2。

表 11.理想解及相对贴近度

评价指标	正理想解 距离 $D_+$	负理想解 距离 $D_-$	相对 接近度 $C_i$	排序 结果
样本方案	2.694	0.412	0.133	3
设计方案 1	1.015	2.263	0.690	2
设计方案 2	0.412	2.698	0.867	1

针对方案 2,本研究运用计算机辅助设计制作出效果图及细节,具体展示如图 8。产品的长宽高分别为:长 250mm、宽 120mm、高 120mm。为打造用户友好体验,本研究采用圆润饱满的弧线设计,增加产品安全性和舒适性。与用户皮肤接触部分采用无毒舒适的硅胶材质。整体外观采用简约干练的流畅线条造型设计,展现出现代且灵动的外观风格,并通过简约的颜色彰显现代智能产品的科技感。在操作体验方面,通过采用校准芯片和程序,并配备了一键开启按钮。当用户操作错误时,系统将通过语音提示播报,提供指导。为提高产品的收纳性,采用臂带和显示屏结合的一体化设计。在控制系统的考量中,为方便用户简单操作,在产品中部设置触控显示面板以提供功能选择,且用户可通过智能手机连结操控并观察存储的数据,为用户提供更多便利性。



(a) 产品图



(b) 爆炸图

图 8. 设计效果图

## 5.结语

随着老龄化程度加剧,老年用户对于适老化产品需求不断更新。而目前适老化设计研发主要集中在产品功能与造型层面,同质化现象严重,缺乏人性化,且对于老年用户需求的掌握还存在模糊不清等问题。因此,本研究面向用户需求构建出适老化家用医疗产品设计路径,并以适老化家用血压仪为例,对老年用户需求属性进行整合分类、重要度求解、设计参数映射,其整体设计路径清晰完善,设计案例表明该路径下可提高适老化家用血压仪产品开发效率和用户满意度,可见集成AHP-AD-TOPSIS的家用医疗产品设计路径具有可靠性,其完善了适老化家用医疗产品设计方法研究的单一性,并为设计师在类似设计流程开发中提供高效方案,为适老化产品设计与生产提供理论支持。然而研究过程中,由于用户研究及访谈调研获取需求不够全面,可能导致研究结果存在一定误差。在后续研究过程中,将采用人工智能技术挖掘需求以不断改进和完善该类问题,并提高研究准确性和可靠性。

## 参考文献

- [1] 周红宇,王嘉伦.基于 Kano-QFD 的适老化卫浴产品设计研究[J].包装工程, 2023, 4 (44) : 150-157.
- [2] 吴礼旭.基于感性工学的老年人血压仪产品设计研究[J].中国新技术新产品, 2021 (18) : 79-77.
- [3] 岳野.情感化理念在老年人家用电子血压计设计中的应用研究[D].青岛大学, 2021.
- [4] 马洁帆, 贺孝梅.家用医疗产品 CMF 设计研究[D].中国矿业大学, 2021.
- [5] 朱志娟, 杨娇蕊, 盛芹芹.老年人家用电子血压计工效学设计[J].人类工效学, 2020, 2 (26) : 31-35+41.
- [6] 梁浩, 刘卓, 张芳燕.基于用户需求建模的

血压计造型设计[J].机械设计, 2015, 8

(32) : 126-128.

- [7] WANG M, YIN C X, CHENG J L, et al. Application of AHPFCE Evaluation on the Pulping and Papermaking Water Pollution Control Technology[J]. Journal of Forestry Engineering, 2021, 6(4): 107-113.
- [8] SHIRWAIKER R A, OKUDAN GE. Triz and Axiomatic Design: a Review of Case Studies and a Proposed Synergistic Use[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2008, 19(1): 33-47.
- [9] 刘渝熙, 柴智.用户需求下的安溪铁观音包装设计路径研究[J].包装工程, 2024, 45 (08) : 271-279+327.
- [10] 赵项, 魏峰, 白伊莎.用户需求驱动下的产品设计模型构建及应用[J].机械设计, 2021, 38 (S1) : 56-61.
- [11] CAICL, XIAO R B, YANG P. The Method for Analysing and Disposing of Functional Interaction in Axiomatic Design[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2010.
- [12] 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 (04) : 194-200.
- [13] 孔峰.多属性决策模型的选择反转问题研究[M].北京: 中国农业科学技术出版社, 2011: 163-169.
- [14] 彭定洪, 卞志洋.面向产品设计方案的犹豫模糊 Kansei-TOPSIS 评价方法[J].系统科学与数学, 2021, 41 (06) : 1630-1647.
- [15] 苏建宁, 魏晋.基于 AHP/QFD/TRIZ 的玫瑰花蕾采摘机设计[J].机械设计, 2020, 37 (8) : 121-126.
- [16] 程贤福, 杨艳芳, 徐新辉.基于信息公理的产品平台可适应性评价方法[J].机械设计与研究, 2016, 32 (01) : 68-71+79.

- [17] 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.
- [18] VERMA A, MAITI J, BOUSTRAS G.

Analysis of Categorical Incident Data and Design for Safety Interventions Using Axiomatic Design Framework[J]. Safety Science, 2020, 123: 104557.