

# 认知老化视角下健康管理终端的多层次任务交互设计研究

阳巧, 王佳慧, 张萍\*  
(合肥工业大学, 合肥 230009)

**摘要:** **目的** 为提升老年群体居家场景下的慢病健康管理体验, 聚焦认知老化现象, 提升不同操作任务与认知需求的适配度, 优化家庭健康管理终端产品交互设计。**方法** 通过文献查阅归纳老年人在认知活动中感知觉、智力、情感等相关特征要素, 完成认知老化特征向设计指标映射; 与此同时, 引入 SRK 认知理论及其决策图, 对设计载体完成关键任务分层; 进一步将上述设计指标与任务层级作为模型变量, 通过问卷数据分析, 构建结构方程模型并获取分析结果, 明确不同任务层级下的设计指标权重。**结论** 以家庭健康管理产品交互设计为例, 通过结构方程模型分析, 发现感官性体验对完成技能型任务具有显著正向影响、感官性体验和可用性体验对完成规则型任务具有显著正向影响、感官性体验和可用性体验及情感性体验均对知识型任务有显著正向影响, 并获取每个体验维度中应重点关注的评价指标。实现从不同任务类型的角度分层次优化交互体验, 为居家场景下的医疗健康管理产品适老化交互设计提供理论参考。

**关键词:** 认知老化; SRK 认知行为模型; 结构方程模型; 家庭健康管理终端; 用户体验

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)22-0181-10

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.22.020

## Interaction Design Research of Health Management Terminal from the Perspective of Cognitive Aging

YANG Qiao, WANG Jia-hui, ZHANG Ping\*  
(Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**ABSTRACT:** The work aims to focus on the phenomenon of cognitive aging to improve the adaptability of different operation tasks and cognitive needs, and optimize the interaction design of home health management terminal products, in order to improve the chronic disease health management experience of the elderly in the home scene. First of all, through literature review, the sensory perception, intelligence, emotion and other relevant feature elements of the elderly in cognitive activities were summarized to complete the mapping of cognitive aging characteristics to design indicators. At the same time, SRK cognitive theory and decision diagram were introduced to complete the key task stratification of product. Further, the above design indicators and task levels were taken as model variables, and through the analysis of questionnaire data, the structural equation model was established and the data analysis results were obtained to clarify the weight of design indicators under different task levels. With the interaction design of home health management products as an example, through the structural equation model analysis, it is concluded that sensory experience has a significant positive impact on the skilled tasks, sensory experience and usability experience have a significant positive impact on the regular tasks and sensory experience, usability experience and emotional experience have a significant positive impact on knowledge tasks. The evaluation indicators that should be focused on in each dimension of experience are obtained. The hierarchical optimization of interactive experience from the perspective of different task types is realized, which provides theoretical reference for aging-appropriate interaction design of medical and health management products in the home scene.

收稿日期: 2023-06-19

基金项目: 教育部人文社科规划项目 (20YJA760101)

\*通信作者

**KEY WORDS:** cognitive aging; SRK cognitive behavioral model; structural equation model; home health management terminal; user experience

第七次人口普查的结果表明,全国60岁以上的老年人口比例已达18.73%<sup>[1]</sup>。老龄人口快速增长,慢病患者数量不断扩大,为我国医疗卫生和养老服务带来前所未有的挑战。

病前预防、住院治疗 and 居家护理多层次现代医疗保障体系逐渐建立,越来越多使用便捷、功能丰富的医疗产品走进家庭,成为老年人维持、监护健康的重要途径<sup>[2]</sup>。健康管理设备使用户及时认识到身体隐患,不同于医院的器械设备,产品面向非医疗专业人士,具备灵活性、便捷性等优势,目前体征指标数据测量功能已比较完备,更加趋于功能多样化、集成化发展,通常可以包括血糖、血压、血氧、体温、肺活量及其他体征检测项目。它突破了传统医疗检测在时间、空间上的限制,帮助用户自主完成健康体征检测,但在适老化设计上还有提升空间。国务院办公厅印发《关于切实解决老年人运用智能技术困难的实施方案》中强调关注老年人的高频事项和服务场景,因此,设计学科也应顺势而为,充分考虑人机耦合性,提高智慧医疗产品人机交互过程的适老性。本文以家庭健康管理终端交互设计为例,探讨其适老化方向,缓和智能技术与老年人认知间的冲突,从而更好地满足慢病老人对病情追踪、健康干预的需求及健康老人对疾病预防、健康指导的需求。

数字界面在人机信息传递上发挥着重要作用。李维等<sup>[3]</sup>结合信息加工模型分析老年人认知退化特征,提出增强信息输入、增强信息贮存和引导用户逻辑思维的可达性设计方法;白学军等<sup>[4]</sup>对老年用户人机交互模型及认知老化特征进行分析,结合应用研究,对适老界面设计进行归纳;丁明珠等<sup>[5]</sup>基于认知功能衰退及其心智模型匹配总结了老年用户与手机新闻客户端之间的交互障碍,提出信息接收、逻辑引导、记忆减负和自然交互相关交互设计策略。以上研究面向不同设计对象、有效挖掘老年群体认知与设计需求间

的关联,为本文研究提供了参考价值。然而,不同难度等级的任务对认知资源的消耗也有所不同,目前鲜有从任务类型视角对老年人群认知需求进行量化探究。因此,本文基于结构方程模型的任务-需求适配研究路径,定量分析认知老化视角下相关设计评价指标对老年群体用户体验的影响,实现从不同任务类型的角度分层次优化人机交互体验,旨在提升操作任务与设计需求的适配度,打造包容性更强的适老产品体验。

## 1 研究流程与方法

### 1.1 研究流程

本文首先基于认知老化特征和用户体验维度构建设计评价指标体系,同时利用SRK认知理论及其等级判别决策图完成关键任务分层,以结构方程模型为工具,量化家庭健康管理终端相关交互设计要素对不同任务操作体验的影响,研究框架见图1。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 SRK 认知行为模型

基于技能(S)-规则(R)-知识(K)的认知行为模型是Rasmussen<sup>[6]</sup>于1983年首次提出的认知行为概念,它将认知行为分成技能型、规则型和知识型三大类,见图2,目前较多应用于人因可靠性分析和认知行为分类。技能型任务不需要经过大脑复杂的思维过程,几乎是潜意识里的本能,往往是人们熟悉的常规性、程序性操作活动,不存在对通道资源的强烈占据;规则型任务则是一类识别任务,大脑对识别到的任务特征与已有的规则图式进行对比,匹配成功即可按照规则执行任务;知识型任务通常发生在操作者面对不熟悉或非常规的情况下,需要借助掌握的知识、积累的经验进行综合分析、决策。

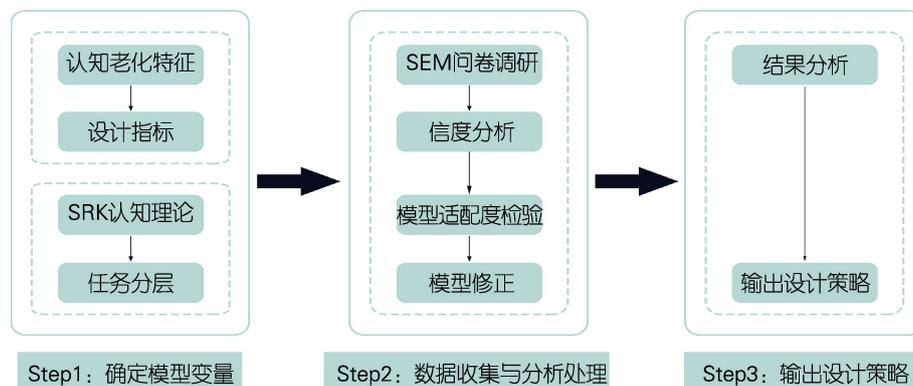


图1 研究框架

Fig.1 Research framework

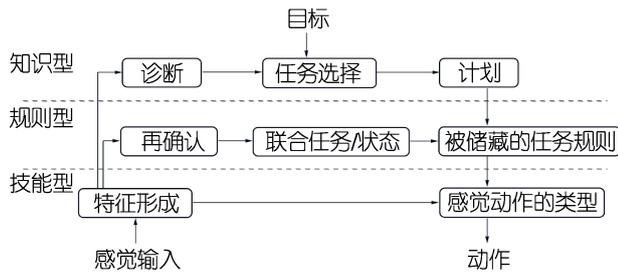


图 2 SRK 认知行为模型  
Fig.2 SRK cognitive behavioral model

夏敏燕<sup>[7]</sup>针对机电产品不同类型用户的特征与 SRK 认知行为三层次完成了关系映射, 以此为基础提出了机电产品人机界面设计的相关原则; 张斌等<sup>[8]</sup>参考 SRK 模型作为实验任务的分类依据, 研究了老年人在不同智能程度的界面上完成各类智能家居交互任务的操作绩效; 孙多稳等<sup>[9]</sup>在汽车辅助驾驶交互界面设计中结合 SRK 认知-控制分类法整合信息内容; 王秋惠等<sup>[10]</sup>将 SRK 认知行为模式应用于消杀机器人认知决策模型的研究。

### 1.2.2 结构方程模型

基于认知老化视角, 为评估各项认知需求与不同任务的适配关系, 引入结构方程模型进行验证分析, 帮助明确设计方向。结构方程模型 (Structural Equation Model, SEM) 由国外学者 Swell Wright 和 Jöreskog 提出并不断完善, 是建立在路径分析思想之上的、结合多种统计方法探究模型变量间相关关系的一种实证研究方法, 在心理学、管理学等学科中有着广泛应用<sup>[11]</sup>。SEM 含有两种基本模型, 即测量模型与结构模型。测量模型反映观测变量与潜变量间的关系, 结构模型体现潜变量间的关系。

#### (1) 测量模型

$$X = \Lambda x \zeta + \delta$$

$$Y = \Lambda y \eta + \varepsilon$$

其中,  $X$  为外生观测变量;  $Y$  为内生观测变量;  $\Lambda x$  为外生观测变量  $X$  与外生潜变量  $\zeta$  间的关系;  $\Lambda y$  为内生观测变量  $Y$  与内生潜变量  $\eta$  之间的关系;  $\delta, \varepsilon$  是  $X$  和  $Y$  的测量误差。

#### (2) 结构方程

$$\eta = B \eta + \Gamma \zeta + \zeta$$

其中,  $\eta$  为内生潜变量;  $\zeta$  为外生潜变量;  $B$  为内生潜变量间的关系;  $\Gamma$  为外生潜变量对内生潜变量的影响;  $\zeta$  为结构方程的残差项。

## 2 研究过程

### 2.1 设计评价维度及指标

在结构方程模型构建之前, 首先需要搭建认识老化视角下相关设计评价维度及指标体系, 评价维度基于用户体验维度来完成构建。用户体验可以理解为用户与产品系统之间双向互动过程所获得的整体感受,

不同的学者对用户体验评价体系构成有不同的认识和观点。Garrett 把用户体验划分为 5 个层面, 即表现层、框架层、结构层、范围层和战略层; Hassenzahl<sup>[12]</sup>认为用户体验包括操作性、识别性、激励性和启示性四个方面。本文针对家庭健康管理产品的特征, 结合文献分析, 确定了包含感官性体验、可用性体验和情感性体验三个维度的用户体验评价体系。其中感官性体验指产品系统作用于感官通道时的直接感受, 可用性体验强调满足感官体验后的效率、可学习性等, 情感性体验则是使用过程中的安全感、愉悦感等情绪和心理感受。

认知老化 (Cognition Aging) 是指个体认知能力发生随年龄增长而不断衰退的现象<sup>[13]</sup>。老化进程中, 认知功能衰退主要表现在个体感知觉、记忆、注意、思维能力等方面, 见表 1。归纳认知老化各项特征, 并据此映射得到相应的设计评估指标。

表 1 认知老化的生理、心理特征  
Tab.1 Physiological and psychological characteristics of cognitive aging

感知觉特征	视觉	晶状体硬化导致视力下降
		晶状体混浊、视网膜老化, 对短波色彩的分辨力较差
		瞳孔直径扩张限度降低导致明暗适应时间延长
		视觉对比敏感度下降
		视觉搜索能力下降
	听觉	对于高频和低强度的声音敏感性降低
触觉	皮肤感觉神经纤维的数量减少造成触觉灵敏度降低	
知觉	时间知觉、空间知觉等偶尔发生异常	
晶态智力	词汇、知识、经验等保持相对良好	
智力特征	记忆	程序性记忆无明显差异
		直觉表征系统不存在年龄差异
		语义记忆到高龄期开始下降
	液态智力	初级记忆年龄差异很小
		短时记忆无年龄差异
		工作记忆的增龄损伤显著
情节记忆对老化较为敏感		
注意力	选择性注意与分配性注意更易受老化影响	
思维	概括性思维能力减弱	
	逻辑推理能力减弱	
	创造性思维能力减弱	
情感特征	生理上的退行性变化和社会角色的转变导致不自信等消极情绪	
	对陌生事物更容易产生恐惧感和焦虑感	
	具有较强的依赖感, 希望得到认同和关爱	
其他特征	加工速度减慢	
	信息编码浅, 信息组织程度低	
	信息提取时间延长	

### 2.1.1 感官性体验

老年人晶状体硬化、浑浊以及视网膜老化导致视力下降、对蓝绿色等短波颜色的辨别能力差，这对文本文字和其他要素的尺寸以及颜色使用提出了相应要求。

“科技恐惧症”在很多场景下来源于第一印象。随着年龄递增，加工新信息的工作记忆能力不断下降，老年群体由于意识到自身机能的退化，自我效能感下降，非必要信息过多地占据视觉通道，使其无法精准地感知产品，阅读意愿降低，更容易产生排斥心理，因此，合理的信息密度也是需要考虑的感官性体验指标。

各感官功能不同程度的弱化阻碍了单通道信息传递方式，适老化终端产品可考虑通过多通道增强交互体验，加强老年用户对产品的感知。

### 2.1.2 可用性体验

认知能力中的智力主要包括液态智力和晶态智力两个部分。液态智力是指对新情景下新信息加工的能力<sup>[14]</sup>，例如短期记忆、思维敏捷性等，进入老年阶段后衰退进程加快<sup>[15]</sup>；晶态智力主要是与知识、文化、经验相关的心理能力<sup>[14]</sup>，直到高龄后才有所下降<sup>[15]</sup>。面向老年人群的相关设计，尽可能减少对衰退明显的液态智力的要求，更多利用保持较好的晶态智力。

对信息内容的识别是进行决策的一项重要前提条件，若信息的传递过程无法帮助用户对内容有效性进行判断，用户则无法顺利形成行动意图。因此，功能辨识、语义理解成为衡量界面可用性的指标。及时对当前状态进行告知，有利于老年人使用过程中的判断。其次，操作层级逻辑将产品内容整合起来，形成完整的体验线。对于老年用户而言，一条易于理解的

产品体验线可以帮助他们更好地构建操作流程。此外，选择性注意与分配性注意易受到老化影响，这意味着老年人对信息的抗干扰能力减弱，有必要通过合理的主次关系、信息布局凸显主要功能和重要内容，降低对视觉搜索能力的要求。智能技术的发展丰富了人与产品的交互方式，除了触控交互，语音、手势交互等为老年群体便捷使用产品提供了更多可能性。

### 2.1.3 情感性体验

操作引导是影响用户对产品的情感体验的重要因素，首先让用户感知到产品在帮助自己避免犯错，也在一定程度上提高操作效率；其次，平台的权威性、个人信息安全性保证有助于在产品与用户之间建立起信任桥梁，使老年用户更加放心地与产品进行交互，尽可能削减对智能产品的恐惧感和戒备心理；最后，提高系统容错性、增强产品包容度，也是体现对用户情感关怀的重要方式。

## 2.2 认知任务模式分析

SRK 认知行为模型为任务等级划分提供了理论支撑，不同类型任务作为内生变量为后续结构方程模型构建奠定基础。Denham 等<sup>[16]</sup>提出了一种指导任务分类的 SRK 等级判别决策图，如图 3 所示，可以面向交互任务完成技能型、规则型和知识型的分类。

本文依据老年人的家庭医疗场景，以健康管理产品的主功能流程为线索，梳理出其中涉及的九项主要任务，包括：建立健康档案、初次佩戴和使用仪器、获取本次检测结果、评估健康指标动态、图文问诊、视频问诊沟通、病理认知、治疗方案认知、浏览健康资讯。通过 SRK 等级判别决策图对每一项任务的类型进行判断，最终得到以下分类判定结果。

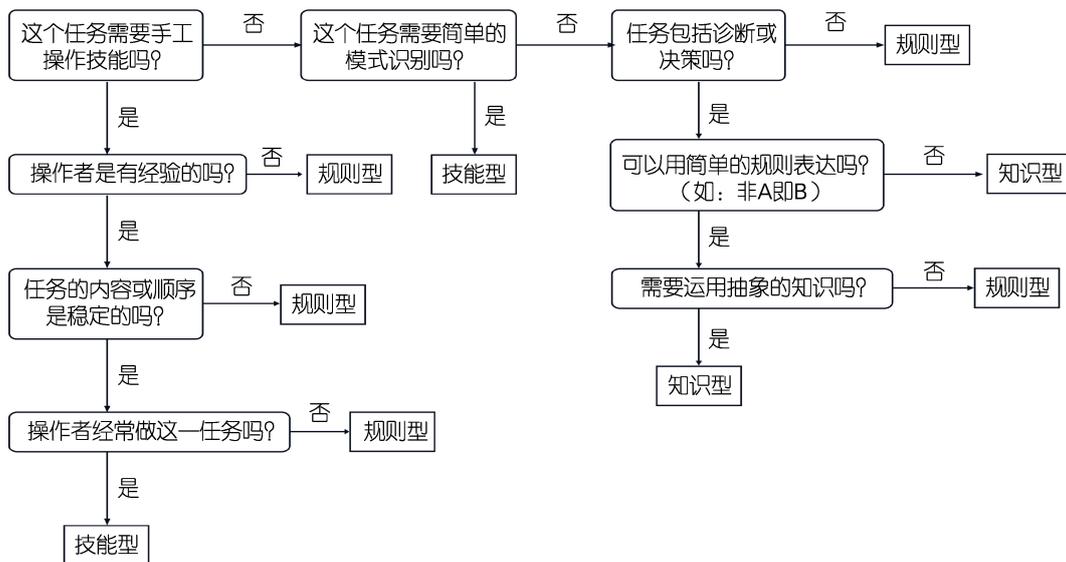


图 3 SRK 等级判别决策图<sup>[16]</sup>  
Fig.3 SRK decision tree<sup>[16]</sup>

1) S 类 (技能型任务) ——获取本次检测结果、视频问诊沟通、浏览健康资讯;

2) R 类 (规则型任务) ——建立健康档案、评估健康指标动态、图文问诊;

3) K 类 (知识型任务) ——初次佩戴和使用仪器、病理认知、治疗方案认知。

### 2.3 结构方程模型构建与分析

上述技能型任务、规则型任务、知识型任务三类任务层次分别对应 15 项体验评价指标, 指标变量见表 2, 借助李克特七级量表 (Likert Scale) 问卷进行评定。调查问卷总计发放 150 份, 回收 141 份有效问卷, 参与调研的对象包含拥有过医疗检测产品使用经验的老年用户和交互设计相关人员。通过 SPSS 软件对技能型任务、规则型任务、知识型任务数据分别进行分析。问卷总体信度良好, 如表 3 所示。

表 2 模型变量解释  
Tab.2 Interpretation of model variables

变量类别	潜变量	观察变量
内生变量	技能型任务 (S)	视频问诊沟通 (S <sub>1</sub> )
		浏览健康资讯 (S <sub>2</sub> )
		获取本次检测结果 (S <sub>3</sub> )
规则型任务 (R)	图文问诊 (R <sub>1</sub> )	
	评估健康指标动态 (R <sub>2</sub> )	
	建立健康档案 (R <sub>3</sub> )	
知识型任务 (K)	初次佩戴和使用仪器 (K <sub>1</sub> )	
	病理认知 (K <sub>2</sub> )	
	治疗方案认知 (K <sub>3</sub> )	
外生变量	感官性体验 (A)	要素尺寸 (A <sub>1</sub> )
		色彩应用 (A <sub>2</sub> )
		信息密度 (A <sub>3</sub> )
		感官协同 (A <sub>4</sub> )
外生变量	可用性体验 (B)	功能辨识 (B <sub>1</sub> )
		状态认知 (B <sub>2</sub> )
		语义理解 (B <sub>3</sub> )
		层级逻辑 (B <sub>4</sub> )
		主次关系 (B <sub>5</sub> )
		信息布局 (B <sub>6</sub> )
		交互方式 (B <sub>7</sub> )
外生变量	情感性体验 (C)	系统容错 (C <sub>1</sub> )
		平台信任 (C <sub>2</sub> )
		隐私保护 (C <sub>3</sub> )
		操作引导 (C <sub>4</sub> )

KMO 大于 0.8, 符合效度分析标准。将数据导入 AMOS 中加以分析, 表 4 为模型适配度检验结果, 规则型任务、知识型任务模型整体适配良好, 而技能型任务的 RMSEA 值、GFI 值、CFI 值、IFI 值、TLI 值不在最佳接受范围内, 该模型有待进一步修正。

表 3 技能型任务、规则型任务和知识型任务信度分析结果

Tab.3 Reliability analysis results of skill task, rule task and knowledge task

潜在变量	观测变量	克隆巴赫系数 $\alpha$
技能型任务	S <sub>1</sub> -S <sub>3</sub>	0.762
	A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	0.800
	B <sub>1</sub> -B <sub>7</sub>	0.866
	C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	0.780
规则型任务	R <sub>1</sub> -R <sub>3</sub>	0.756
	A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	0.802
	B <sub>1</sub> -B <sub>7</sub>	0.848
	C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	0.698
知识型任务	K <sub>1</sub> -K <sub>3</sub>	0.879
	A <sub>1</sub> -A <sub>4</sub>	0.858
	B <sub>1</sub> -B <sub>7</sub>	0.851
	C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub>	0.829

表 4 模型适配度检验  
Tab.4 Model fitness test

适配度检验指标	值	参考范围	适配结果
CMIN/DF	2.179	1<CMIN/DF<3	理想
RMSEA	0.092	<0.08	接近
GFI	0.818	>0.9	接近
CFI	0.881	>0.9	接近
IFI	0.883	>0.9	接近
TLI	0.859	>0.9	接近
PNFI	0.677	>0.5	理想
PGFI	0.617	>0.5	理想
CMIN/DF	1.679	1<CMIN/DF<3	理想
RMSEA	0.070	<0.08	理想
GFI	0.842	>0.9	接近
CFI	0.930	>0.9	理想
IFI	0.932	>0.9	理想
TLI	0.917	>0.9	理想
PNFI	0.714	>0.5	理想
PGFI	0.635	>0.5	理想
CMIN/DF	1.860	1<CMIN/DF<3	理想
RMSEA	0.078	<0.08	理想
GFI	0.848	>0.9	接近
CFI	0.917	>0.9	理想
IFI	0.918	>0.9	理想
TLI	0.900	>0.9	理想
PNFI	0.697	>0.5	理想
PGFI	0.626	>0.5	理想

通过删除不合理的题项 (B<sub>5</sub>-主次关系), 技能型任务的模型适配度达到良好, 如表 5 所示。

表5 修正后技能型任务的模型适配度检验  
Tab.5 Revised model fitness test of skill task

适配度检验指标	值	参考范围	适配结果
CMIN/DF	1.858	1<CMIN/DF<3	理想
RMSEA	0.078	<0.08	理想
GFI	0.848	>0.9	接近
CFI	0.918	>0.9	理想
IFI	0.920	>0.9	理想
TLI	0.901	>0.9	理想
PNFI	0.699	>0.5	理想
PGFI	0.626	>0.5	理想

表6显示,技能型任务中3条路径系数均为正,其中感官性体验对因变量的 $P < 0.01$ ,可用性体验与情感性体验 $P < 0.05$ ,因此,感官性体验维度相对于可用性体验与情感性体验而言对完成技能型任务具有更显著的正向影响。进一步结合表7的标准化因子载荷系数可知感官性体验中各观测变量的影响程度排序: $A_1 > A_4 > A_2 > A_3$ ,其中要素尺寸和感官协同对感官性体验的解释程度分别高达0.792和0.782,相较之下,色彩应用和信息密度不到0.7。因此,对于技能型任务,应着重满足老年用户对要素尺寸和感官协同方面的需求。

见表8,在规则型任务中,感官性体验和可用性体验对因变量的 $P < 0.001$ ,具有显著正向影响,而情感性体验 $P > 0.05$ ,影响不显著。结合表9可知感官性体验方面排序如下: $A_1 > A_2 > A_3 > A_4$ ,其中要素尺寸和色彩应用对感官性体验的解释程度达到了0.791和0.778,而信息密度和多感官协同不到0.7,因此对于规则型任务中的感官性体验维度,应当优先考虑要素尺寸和色彩;在可用性体验方面排序如下: $B_6 > B_5 > B_4 >$

$B_3 > B_7 > B_2 > B_1$ ,观测变量中的主次关系、信息布局的解释度分别为0.813和0.815,其他观测变量不到0.7,因此,可用性体验层中应着重考虑界面信息的主次关系和布局问题。

表6 技能型任务标准化回归系数及其显著性检验  
Tab.6 Standardized regression coefficients and significance test of skill task

对应关系	标准化回归系数	P
技能型任务 ← 感官性体验	0.404	**
技能型任务 ← 可用性体验	0.244	*
技能型任务 ← 情感性体验	0.432	*

表7 技能型任务标准化因子载荷系数  
Tab.7 Standardized factor loading coefficient of skill task

观测变量	中介符	潜变量	标准化因子载荷系数
$S_1$	←	S	0.714
$S_2$	←	S	0.701
$S_3$	←	S	0.765
$A_1$	←	A	0.792
$A_2$	←	A	0.667
$A_3$	←	A	0.613
$A_4$	←	A	0.782
$B_1$	←	B	0.609
$B_2$	←	B	0.789
$B_3$	←	B	0.748
$B_4$	←	B	0.731
$B_6$	←	B	0.717
$B_7$	←	B	0.728
$C_1$	←	C	0.711
$C_2$	←	C	0.631
$C_3$	←	C	0.756
$C_4$	←	C	0.692

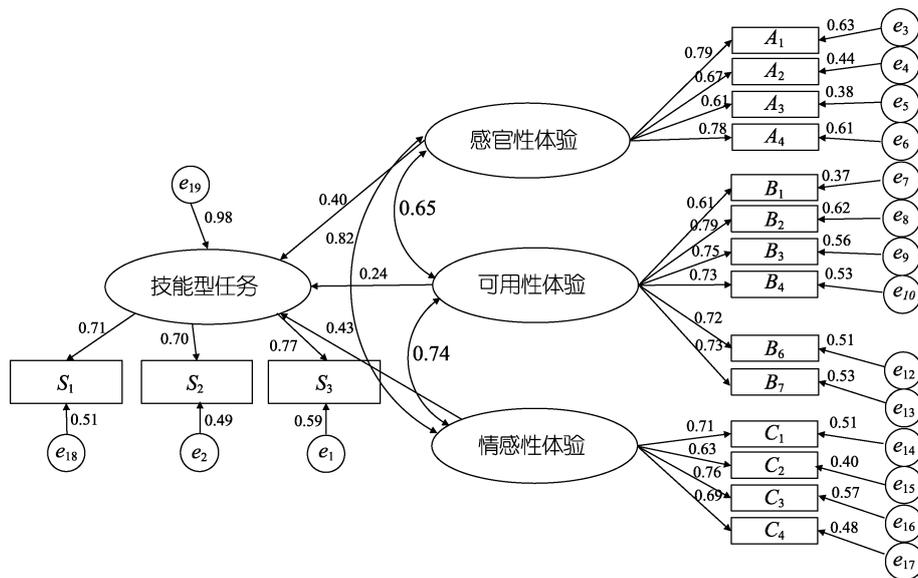


图4 标准化路径系数图  
Fig.4 Diagram of standardized path coefficient

表 8 规则型任务标准化回归系数及其显著性检验  
Tab.8 Standardized regression coefficients and significance test of regular task

对应关系	标准化回归系数	P
规则型任务 ← 感官性体验	0.421	***
规则型任务 ← 可用性体验	0.473	***
规则型任务 ← 情感性体验	0.202	0.054

知识型任务的 3 条路径  $P$  均 $<0.001$ , 见表 10, 即三个体验维度均对知识型任务有显著正向影响。在细分的可观测变量中 (见表 11), 可以发现感官性体验层中排序如下:  $A_2>A_4>A_3>A_1$ , 其中色彩应用和多感官协同应的标准化因子载荷系数分别达到了 0.909 和 0.903, 相对于要素尺寸和信息密度具有较高的解释程度, 因此在知识性任务操作中应优先满足对色彩和多感官协同的设计需求; 与此同时, 可用性体验中排序为  $B_2>B_3>B_1>B_5>B_6>B_7>B_4$ , 状态认知和语义理解对可用性体验的解释程度分别达到 0.795 和 0.715, 而其他 5 项观测变量均不到 0.7, 因此, 对于可用性体验维度中的 7 项设计指标, 应着重考虑状态认知和语义理解; 最后, 在情感性体验层中  $C_2>C_4>C_3>C_1$ , 4 项观测变量中, 相较于系统容错, 其他三项对情感性体验的解释程度均在 0.7 以上, 因此知识型任务操

作对产品的信任感、隐私信息保护以及操作引导都应给予关注。

表 9 规则型任务标准化因子载荷系数  
Tab.9 Standardized factor loading coefficient of regular task

观测变量	中介符	潜变量	标准化因子载荷系数
$R_1$	←	$R$	0.712
$R_2$	←	$R$	0.691
$R_3$	←	$R$	0.758
$A_1$	←	$A$	0.791
$A_2$	←	$A$	0.778
$A_3$	←	$A$	0.662
$A_4$	←	$A$	0.618
$B_1$	←	$B$	0.579
$B_2$	←	$B$	0.599
$B_3$	←	$B$	0.633
$B_4$	←	$B$	0.643
$B_5$	←	$B$	0.813
$B_6$	←	$B$	0.815
$B_7$	←	$B$	0.617
$C_1$	←	$C$	0.602
$C_2$	←	$C$	0.724
$C_3$	←	$C$	0.684
$C_4$	←	$C$	0.474

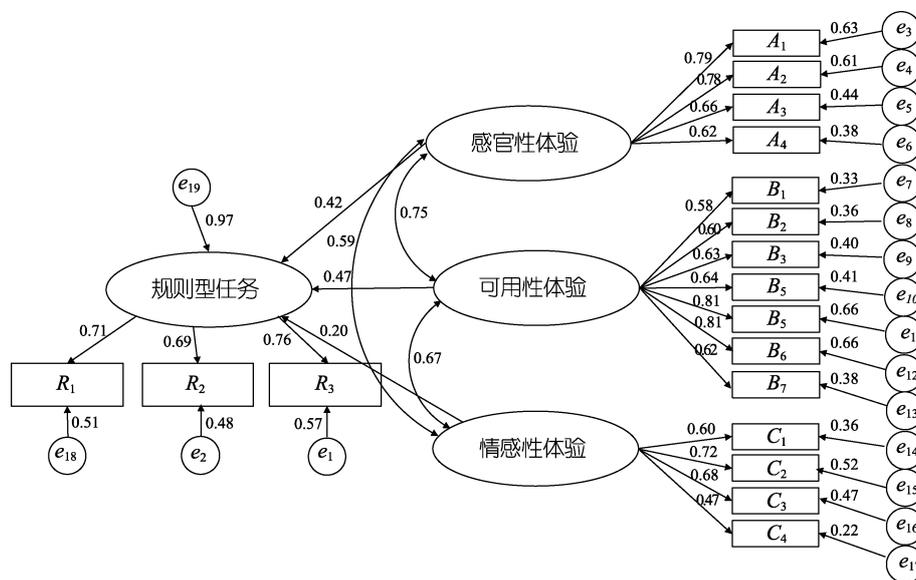


图 5 标准化路径系数图  
Fig.5 Diagram of standardized path coefficient

表 10 知识型任务标准化回归系数及其显著性检验  
Tab.10 Standardized regression coefficients and significance test of knowledge based task

对应关系	标准化回归系数	P
知识型任务 ← 感官性体验	0.349	***
知识型任务 ← 可用性体验	0.318	***
知识型任务 ← 情感性体验	0.333	***

### 3 设计策略

#### 3.1 感官性体验—通道刺激优化的信息感知策略

技能型任务与规则型任务的操作显示界面对要素尺寸提出要求, 例如健康资讯的文字大小, 健康指标动态界面的图标大小、数据文本字号着重进行适老优化, 从而降低信息感知过程中的疲惫感。

表 11 知识型任务标准化因子载荷系数  
 Tab.11 Standardized factor loading coefficient of knowledge based task

观测变量	中介符	潜变量	标准化因子载荷系数
$K_1$	←	$K$	0.782
$K_2$	←	$K$	0.914
$K_3$	←	$K$	0.871
<hr/>			
$A_1$	←	$A$	0.639
$A_2$	←	$A$	0.909
$A_3$	←	$A$	0.688
$A_4$	←	$A$	0.903
<hr/>			
$B_1$	←	$B$	0.681
$B_2$	←	$B$	0.795
$B_3$	←	$B$	0.715
$B_4$	←	$B$	0.612
$B_5$	←	$B$	0.648
$B_6$	←	$B$	0.634
$B_7$	←	$B$	0.629
<hr/>			
$C_1$	←	$C$	0.664
$C_2$	←	$C$	0.841
$C_3$	←	$C$	0.741
$C_4$	←	$C$	0.752

规则型任务与知识型任务界面重视色彩使用,借助颜色的合理搭配增强信息内容与底色的对比度,此外,可选用高饱和度的橙色红色等长波颜色突出数据指标动态、治疗方案制定等界面中的警示信息、重要信息,为老年人带来清晰舒适的视觉体验。

技能型、知识型任务界面引入多通道感知设计。以视觉信息为主、辅以语音信息增强交互体验,在指令输入、信息提示、确认反馈等环节融合语音交互。老年人平均感知音量在 67.5~75.3 分贝,音频播放速度也应适当放缓,提供简短、温和的提示音。视听融合可有效加强信息感知强度与数量、丰富信息加工材料,也有助于消解歧义。例如佩戴检测仪器的操作过程中,以图示信息引导动作的同时辅以语音指导,确保仪器佩戴操作的正确性;每一次检测结果输出、病理认知科普都配合语音同屏解说,减少老年人的视觉负担。

### 3.2 可用性体验-理解难度降低的交互流程输出

规则型任务强调界面的主次关系与信息布局。聚焦界面主要功能和内容,减少对老年人注意力的分散,例如问诊界面更需要聚焦于患者与医生的对话,健康指标动态界面需要突出指标变化趋势;此外,可利用格式塔相似性原则模块化归纳分区展示信息,优化界面信息布局和视觉层次。

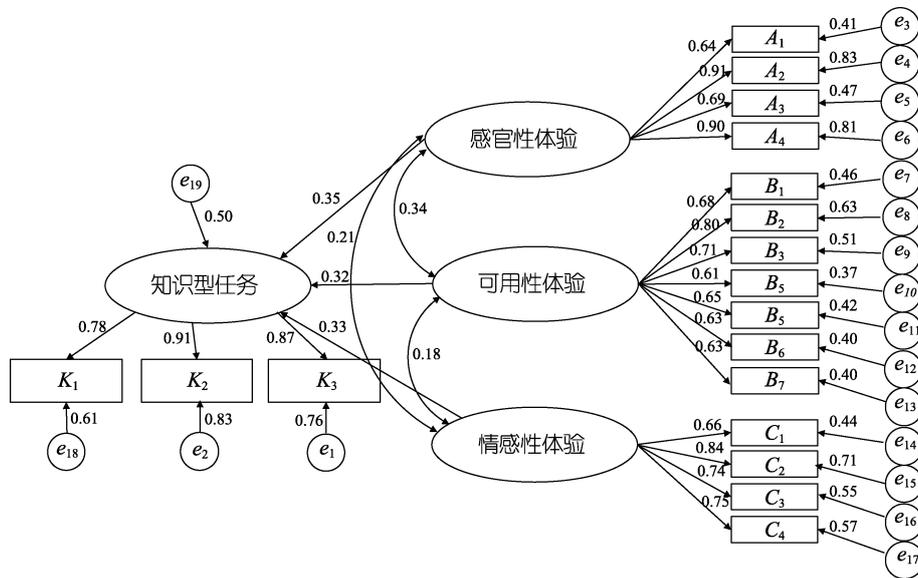


图 6 标准化路径系数图  
 Fig.6 Diagram of standardized path coefficient

知识型任务更应注重状态认知和语义理解。加强信息状态认知,提供操作的有效反馈,让老年人及时了解自己在做什么、操作对系统产生了什么影响、操作是否正确等,在一定程度上提高系统透明度,降低老年人在进行知识型任务的认知负荷。例如佩戴使用检测仪器过程中,完善用户在完成每一步操作的状态反馈,有利于用户确认仪器使用的准确性。

强化语义理解可以从“通俗化”“可视化”两条

路径降低老年人对信息的理解难度。具体来说,病理科普中通俗易懂的文案、以真实事物为原型的拟物化图标更能帮助老年人映射真实场景;检测仪器使用过程结合图文并茂的界面指引,有效辅助老年人的居家健康监测。可视化则是以直观、生动、识别性强的视觉形式表达抽象概念、内涵与特征,有利于构造和传达复杂见解<sup>[17]</sup>,在医疗情境下同样具备辅助信息传达的优势。医患间除了知识背景的差异,还存在着认知

能力的差异,这在无形中加大了老年人对疾病病理、治疗途径相关内容的认知难度。通过3D仿真等技术手段变逻辑思维为形象思维,线上线下诊断结果可以通过对患者健康状况的3D可视化表达,将被感知、被想象的对象属性表现出来,在终端界面直观展示疾病情况,避免被动理解复杂的信息原始数据。

### 3.3 情感性体验-情感关怀加强的使用体验构建

情感设计注重服务的交互感与意义感,良好的细节考量是沟通用户与产品间感情的一座桥梁<sup>[4]</sup>。由前述研究可知,知识型任务对平台信任感、隐私安全及操作引导的情感性体验提出要求。具体而言,强化官方背书,传递权威感,在疾病科普认知界面、治疗方案认知界面中借助“官方”“公立”等标志的展示增强老年人对平台内容的信任。此外,医疗健康活动的开展依赖于大量数据,包含个人信息、健康管理数据等,需要对用户进行告知说明并通过合理的方式收集。从老年用户的需求来看,在面对复杂程度更高的知识型任务,他们对个人隐私的警惕性更高,更需要在个人数据保护等方面进行严谨设计,避免信息的不合理外露带来的困扰。复杂的知识型任务界面也需要强化对老年人的操作引导,提供适当的界面功能介绍和信息指示,弱化学习成本和记忆成本,保证操作流程顺畅。

## 4 结语

本文立足于认知老化现象,提出基于不同任务类型分层次优化交互体验的流程方法。以认知功能退化的生理心理表现为线索,映射并构建设计评价指标体系;以SRK认知理论为基础、以家庭健康管理产品为载体,完成关键操作任务的分层。利用结构方程模型量化分析不同任务层次下的设计指标权重大小,发现技能型任务更应关注要素尺寸和多感官协同,规则型任务需要着重从要素尺寸、色彩应用、主次关系和信息布局着手进行适老化设计,知识型任务除了对色彩、多感官协同方面的关注之外,还应在状态认知、语义理解、平台信任、隐私保护、操作引导方面进行考量,从而帮助设计人员识别认知老化视角下老年用户的核心需求。

### 参考文献:

- [1] 杨涵墨. 中国人口老龄化新趋势及老年人口新特征[J]. 人口研究, 2022, 46(5): 104-116.  
YANG Han-mo. Dynamic Trend of China's Population Ageing and New Characteristics of the Elderly[J]. Population Research, 2022, 46(5): 104-116.
- [2] 任士明. 关于我国老年人家用医疗产品设计的研究[D]. 济南: 山东轻工业学院, 2011.
- [3] 李维, 赵江洪, 谭浩. 基于认知的老年人网站的可达性设计[J]. 包装工程, 2013, 34(12): 54-56.  
LI Wei, ZHAO Jiang-hong, TAN Hao. Accessible Design of Old-Age Websites Based on Cognition[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(12): 54-56.
- [4] 白学军, 于晋, 覃丽珠, 等. 认知老化与老年产品的交互界面设计[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 7-12.  
BAI Xue-jun, YU Jin, QIN Li-zhu, et al. Cognitive Aging of the Elderly Population and Interaction Interface Design of Elderly Products[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 7-12.
- [5] 丁明珠, 汪海波, 李俊. 基于老年用户认知特征的手机新闻客户端交互设计策略研究[J]. 艺术与设计(理论), 2020, 2(4): 99-101.  
DING Ming-zhu, WANG Hai-bo, LI Jun. Research on Mobile News Client Interaction Design Strategy Based on Cognitive Characteristics of Elderly Users[J]. Art and Design, 2020, 2(4): 99-101.
- [6] RASMUSSEN J. Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and other Distinctions in Human Performance Models[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1983, SMC-13(3): 257-266.
- [7] 夏敏燕. 基于认知控制模型的机电产品人机界面设计[J]. 包装工程, 2009, 30(11): 140-142.  
XIA Min-yan. Human-Machine Interface Design Rules of Electromechanical Product Based on Knowledge of Cognitive Psychology[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(11): 140-142.
- [8] 张斌, 饶培伦, Gavriel Salvendy. 认知老化对老年人与智能家居交互绩效的影响[J]. 深圳大学学报(理工版), 2007, 24(2): 127-132.  
ZHANG Bin, RAO Pei-lun, SALVENDY G. Cognitive Aging Effects on Human-Smart Home Interaction[J]. Journal of Shenzhen University Science and Engineering, 2007, 24(2): 127-132.
- [9] 孙多稳, 郭会娟, 丁明珠, 等. 生态界面视角的汽车辅助驾驶交互界面设计研究[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2019, 36(1): 26-29.  
SUN Duo-wen, GUO Hui-juan, DING Ming-zhu, et al. Research on Vehicle Auxiliary Driving Interactive Interface Design from the Perspective of Ecological Interface[J]. Journal of Anhui University of Technology (Social Sciences), 2019, 36(1): 26-29.
- [10] 王秋惠, 王雅馨. 医院消杀机器人作业安全与交互设计策略[J]. 图学学报, 2022, 43(1): 172-180.  
WANG Qiu-hui, WANG Ya-xin. Work Safety and Interaction Design Strategies of Hospital Disinfection Robot[J]. Journal of Graphics, 2022, 43(1): 172-180.
- [11] 宁禄乔, 于本海. 结构方程模型 偏最小二乘法理论与应用: 以软件项目绩效评价为例[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2012.

- NING Lu-qiao, YU Ben-hai. The Theory and Application of Structural Equation Modeling with Partial Least Squares[M]. Beijing: Beijing Insititute of Technology Press, 2012.
- [12] HASSENZAHL M, DIEFENBACH S, GÖRITZ A. Needs, Affect, and Interactive Products—Facets of User Experience[J]. *Interacting With Computers*, 2010, 22(5): 353-362.
- [13] 余林. 认知老化的心理学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014.  
YU Lin. Cognitive aging's psychological research[M]. Beijing: Science Press, 2014.
- [14] 宋丽淑, 曾慧. 认知老化的特征及干预[J]. *护理研究*, 2008, 22(22): 1986-1988.  
SONG Li-shu, ZENG Hui. Characteristics of Cognitive Aging and Its Intervention[J]. *Chinese Nursing Research*, 2008, 22(22): 1986-1988.
- [15] 李德明, 陈天勇. 认知年老化 and 老年心理健康[J]. *心理科学进展*, 2006, 14(4): 560-564.  
LI De-ming, CHEN Tian-yong. Cognitive Aging and Mental Health in the Elderly[J]. *Advances in Psychological Science*, 2006, 14(4): 560-564.
- [16] PHIPPS D L, MEAKIN G H, BEATTY P C W. Extending Hierarchical Task Analysis to Identify Cognitive Demands and Information Design Requirements[J]. *Applied Ergonomics*, 2011, 42(5): 741-748.
- [17] 李晓英, 秦晶晶, 周大涛. 基于知识可视化的医患诊疗信息沟通策略研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(6): 106-112.  
LI Xiao-ying, QIN Jing-jing, ZHOU Da-tao. Information Communication Strategy of Doctor-Patient Diagnosis and Treatment Based on Knowledge Visualization[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(6): 106-112.

责任编辑: 陈作

(上接第 168 页)

- [24] 姚湘, 郭雨晴, 李萌. 用户行为分析视角下的产品人机优化设计[J]. *包装工程*, 2020, 41(18): 90-100.  
YAO Xiang, GUO Yu-qing, LI Meng. Product Man-machine Optimization Design from the Perspective of User Behavior Analysis[J]. *Packaging Engineering*, 2020, 41(18): 90-100.
- [25] 陈珊珊, 段齐骏, 李亚军. 基于 SAPAD-AHP 的儿童牙医服务系统设计研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(10): 115-123.  
CHEN Shan-shan, DUAN Qi-jun, LI Ya-jun. Pediatric Dentistry Service System Design Based on SAPAD-AHP[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(10): 115-123.
- [26] 李晓英, 杨欣. 基于行为--意义映射的视障人士创新购物车设计[J]. *机械设计与研究*, 2022, 38(4): 172-178.  
LI Xiao-ying, YANG Xin. Design of Innovative Shopping Cart for Visually Impaired People Based on Behavior-meaning Mapping[J]. *Machine Design and Research*, 2022, 38(4): 172-178.
- [27] 王志愿, 戴志鹏. 基于 FDM 与 FAHP 的儿童滑板车设计评价与改进[J]. *图学学报*, 2021, 42(5): 849-855.  
WANG Zhi-yuan, DAI Zhi-peng. Design Evaluation and Improvement of Children's Scooter Based on FDM and FAHP[J]. *Journal of Graphics*, 2021, 42(5): 849-855.
- [28] 李晓英, 余亚平. 基于多模态感官体验的儿童音画交互设计研究[J]. *图学学报*, 2022, 43(4): 736-744.  
LI Xiao-ying, YU Ya-ping. Interactive Children's Toy Design Based on Multimodal Sensory Experience[J]. *Journal of Graphics*, 2022, 43(4): 736-744.
- [29] 段金娟, 王可心, 孟琦, 等. 基于可拓语义分析的注塑机造型设计研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(22): 115-122.  
DUAN Jin-juan, WANG Ke-xin, MENG Qi, et al. Modeling Design of Injection Molding Machines Based on Extension Semantic Analysis[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(22): 115-122.
- [30] 李静, 祖江颖, 王依晨, 等. 基于 AHP 和模糊综合评价方法的儿童早教机设计[J]. *包装工程*, 2021, 42(2): 118-122.  
LI Jing, ZU Jiang-ying, WANG Yi-chen, et al. Design of Early Childhood Instructor Based on AHP and Fuzzy Comprehensive Evaluation Method[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(2): 118-122.
- [31] LIANG H, DONG X. Enhancing Cognitive Ability through a VR Serious Game Training Model Mixing Piaget's Epistemological Methodology and Lumosity Concept[J]. *The Visual Computer*, 2022, 38(9): 3487-3498.
- [32] 马靓, 李红娟. 7~8 岁儿童体力活动水平与动作能力发展的关系[J]. *中国学校卫生*, 2020, 41(3): 454-457.  
MA Liang, LI Hong-juan. The Relationship between Physical Activity Level and Motor Skills Development in 7- 8-year-old children[J]. *Chin J Sch Health*, 2020, 41(3): 454-457.

责任编辑: 蓝英侨