

# 基于结构方程模型的老年人 APP 用户体验设计研究

朱婷玲, 朱丽萍, 李永锋  
(江苏师范大学, 江苏 徐州 221116)

**摘要:** **目的** 探索 APP 设计要素、用户体验、用户总体满意度之间的相互关系, 提升老年人对 APP 的用户体验。**方法** 提出基于结构方程模型的老年人 APP 用户体验设计研究方法。首先, 以文献理论为基础, 构建理论模型图并设定相关变量和假设; 其次, 通过文献研究, 选择相关设计要素, 通过正交表生成设计样本; 再次, 根据用户体验评价要素构建用户体验评价指标, 被试者对设计样本进行评估实验, 通过因子分析法提取用户体验评价指标中的潜在变量, 并将相关指标作为可测变量; 从次, 建立设计要素与本能层次、行为层次、反思层次和用户总体满意度之间的结构方程模型, 利用实验数据对结构方程模型进行模型拟合, 并进行拟合评价和信效度分析; 最后, 对结果进行解释和讨论。**结论** 以老年人医疗 APP 为例, 通过结构方程模型验证了设计要素是影响老年用户体验的重要因素, 并提出相关的设计指导。

**关键词:** 用户体验; 结构方程模型; 老年人; APP

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)06-0106-11

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.06.011

## User Experience Design of APPs for the Elderly Based on Structural Equation Model

ZHU Ting-ling, ZHU Li-ping, LI Yong-feng  
(Jiangsu Normal University, Jiangsu Xuzhou 221116, China)

**ABSTRACT:** The work aims to explore the relationship between design elements, user experience and overall user satisfaction of APPs, and improve the elderly user experience on APPs. The research method on elderly user experience design of APPs based on structural equation model was proposed. Firstly, based on literature theory, a theoretical model graph was constructed and relevant variables and assumptions were set. Secondly, through literature research, relevant design elements were selected and design samples were generated by orthogonal table. Thirdly, the evaluation dimension of elderly user experience on APPs was constructed according to the evaluation elements of user experience and subjects were invited to conduct an evaluation experiment on the design sample. The potential variables of user experience evaluation indexes were extracted by factor analysis method and related indexes were taken as measurable variables. Then, the structural equation models between design elements and instinct level, behavior level, reflection level and overall user satisfaction level were established. The model fitting was carried out with experimental data, and the fitting evaluation and reliability and validity analysis were carried out. Finally, the results were explained and discussed. With the medical APP for the elderly as an example, the structural equation model is used to verify that design elements are important factors affecting the elderly user experience, and relevant design guidance is proposed.

**KEY WORDS:** user experience; structural equation model; the elderly; APP

在当前老龄化社会的背景下, 老年人数量正在与日俱增, 使用智能手机的老年用户群体也在不断壮

大。但随着年龄的增长, 老年人的认知能力、感知能力和身体机能却逐渐下降<sup>[1]</sup>。这些因素影响了老年人

收稿日期: 2022-10-24

基金项目: 江苏师范大学研究生科研与创新计划项目 (2021XKT0356)

作者简介: 朱婷玲 (1996—), 女, 硕士生, 主攻人机交互和界面设计。

通信作者: 朱丽萍 (1980—), 女, 硕士, 副教授, 主要从事产品设计、交互设计、设计心理学等方面的研究。

使用智能手机的能力, 导致其在操作手机 APP 过程中容易产生挫败感, 从而降低了老年人使用 APP 时的用户体验。

目前国内外学者对如何提升用户体验进行了研究, 如 Harte 等<sup>[2]</sup>研究发现清晰且相关的反馈是提高用户体验的有效措施; Yu 等<sup>[3]</sup>通过改善 APP 的可访问性, 从而提高了功能障碍患者使用移动医疗 APP 时的用户体验; Luna-Perejon 等<sup>[4]</sup>研究指出加强激励性信息可提升用户对戒烟 APP 的用户体验。根据以上相关研究可发现, 改善某个单一因素可以对用户体验产生正向影响。但在实际使用过程中, 影响用户体验的因素是多样的, 应从多因素角度出发, 使 APP 更符合用户的需求, 提高用户体验。如侯冠华等<sup>[5]</sup>利用 CSUQ 量表对老年人数字阅读用户体验进行研究; 覃京燕等<sup>[6]</sup>从有效性、有用度、吸引力、趣味性等角度对 APP 的用户体验进行研究设计; 胡珊等<sup>[7]</sup>从有用性、可用性、合意性、可及性、可寻性、可靠性等角度研究老年人产品的用户体验。因此, 本文引入结构方程模型, 它是一种能够处理多个自变量与多个因变量之间关系的量化分析方法, 能够更加科学客观地解释多个变量之间的因果关系。

目前已有少数学者将其应用到设计研究中, 如胡珊等<sup>[8]</sup>主要从用户体验的不同层面影响用户满意度的角度出发, 建立了交互式公共导识系统用户满意度的结构方程模型, 从而进行设计改良。然而影响用户体验的因素仍有许多, 如不同的设计要素会影响用户对 APP 界面的感知体验<sup>[9]</sup>。为了更加全面、有效地提高用户满意度, 本研究以老年医疗 APP 为案例, 通过对各种不同类型的设计要素组成的实验样本, 进行用户体验评价, 建立设计要素与用户体验各层面和总体满意度之间的结构方程模型, 分析各因素之间的相互关系, 从而提出设计指导, 旨在更好地满足老年用户的需求。

## 1 理论背景

### 1.1 用户体验

用户体验是指用户在使用产品过程中的所有体验感, 如情绪、信念、偏好、认知印象、身心反应、行为、完成度等<sup>[10]</sup>。用户体验专注于用户在使用产品时的情感和判断, 目前已有许多学者对用户体验的构成要素进行了探讨: 如 Norman<sup>[11]</sup>从本能、行为、反思三个维度分析用户体验; Nielsen<sup>[12]</sup>从可用性角度对用户体验进行分析, 提出了可学习性、可记忆性、效率、容错和满意度 5 个可用性评价要素; Hassenzahl 等<sup>[13]</sup>将用户体验的要素扩充为实用性体验和享乐性体验; Park 等<sup>[14]</sup>从可用性、情感和用户价值的三个要素角度出发进行用户体验研究。本研究将以老年医疗 APP 为案例, 结合产品特征和上述用户体验评价要素, 构建用户体验评价指标进行研究分析。

### 1.2 结构方程模型

结构方程模型是通过定量和定性数据相结合, 进行测试和估计因果关系的验证性因子分析方法。它由测量变量和潜在变量组成, 能同时考虑和处理多个自变量与多个因变量之间的关系<sup>[15]</sup>。结构方程模型相较于一般的统计学方法能够较好地解决这类问题, 并具有显而易见的优势。它的完整模型分为两部分: 测量模型和结构模型。

1) 测量模型如下:

$$X = A_x \xi + \delta \quad (1)$$

$$Y = A_y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

式中:  $X$  为外生可测变量 ( $\delta$  为  $x$  的测量误差);  $Y$  为内生可测变量 ( $\varepsilon$  为  $y$  的测量误差);  $\xi$  为外生潜在变量 ( $A_x$  为  $x$  和  $\xi$  的关系);  $\eta$  为内生潜在变量 ( $A_y$  为  $y$  和  $\eta$  的关系)。

2) 结构模型如下:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (3)$$

式中:  $B$  为内生潜在变量之间的关系;  $\Gamma$  为外生潜在变量对内生潜在变量的影响;  $\zeta$  为模型中未能被解释的部分。

目前已有研究将结构方程模型的方法运用到了设计之中<sup>[8,16-17]</sup>, 它们的特点都是构建关于用户偏好与设计要素之间关系的结构方程模型并对其进行分析。此方法可确定不同设计要素对用户偏好的影响程度, 为提升用户体验提供参考。因此, 本文采用结构方程模型对老年人 APP 用户体验进行设计研究。

## 2 研究方法

研究方法框架如图 1 所示, 主要流程: (1) 以相关文献为基础构建理论模型, 对涉及的变量及假设进

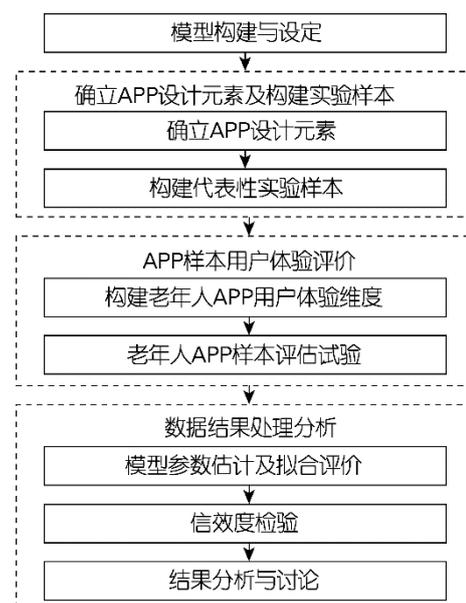


图 1 研究方法框架

Fig.1 Framework of research method

行设定;(2)通过文献研究,选择设计要素,构建实验样本;(3)根据用户体验评价要素建立老年人 APP 用户体验评价指标,邀请被试对实验样本进行评估实验,得到实验数据;(4)建立结构方程模型,利用实验数据进行结构方程参数估计,并进行拟合评价和信度度检验;(5)对结果进行解释、讨论,并得出结论。

## 2.1 模型构建与设定

研究模型的构建要以已有的文献资料为基础,根据研究内容设定相关的测量变量与潜在变量,提出各个变量之间相互作用的假设关系。

## 2.2 确立 APP 设计要素及构建实验设计样本

用户体验关注的是用户与产品互动时的感受,而在实际生活中,用户对不同产品样本进行同一操作产生的体验感也会不同,如对产品的直观感知,使用感受等。Cremonesi 等<sup>[18]</sup>认为设计样本是能有效提高用户界面设计质量的概念工具,通过提供经测试、可重复使用的解决方案,可减少开发的时间和成本<sup>[19]</sup>,在进行 APP 设计时采用此方法能使用户体验更直观和可预测。

### 2.2.1 确立 APP 设计要素

不同的设计要素决定了用户对 APP 界面的感知和偏好,Fu 等<sup>[9]</sup>认为用户的感知更受界面的特定功能和颜色模式的影响。因此,为探讨影响用户体验的设计要素,需要在 APP 的设计过程中,选取相应的设计要素形成不同的实验样本,让用户对不同的样本进行实验。

### 2.2.2 构建代表性实验设计样本

实验设计样本是由不同的设计要素组合而成,生成的样本量过大,会造成巨大的测试工作量。而正交表具有数据均匀分布的特点,可以平衡设计要素之间的相互作用<sup>[20]</sup>。因此,可通过正交表来选择部分具有代表性的样本替代所有样本进行实验,降低实验压力。

## 2.3 APP 样本用户体验评价

### 2.3.1 构建老年人 APP 用户体验评价指标

用户体验反映了用户在整个 APP 使用流程中的综合感受, Park 等<sup>[14]</sup>和 Weichbroth<sup>[21]</sup>将用户体验主要分为用户价值和可用性,包括自我满意度、愉悦性、效率、满意度、有效性、易学性、记忆性、认知负荷、错误等。Hinderks 等<sup>[22]</sup>认为用户体验以用户的情感体验为主,如吸引力、刺激和新颖度等。因此,本研究对已有文献中提出的用户体验评价要素进行整理,构建用户体验评价指标。

### 2.3.2 老年人 APP 样本评估试验

本研究以文献中所提出的用户体验评价要素作为用户体验评价指标,来设计老年人 APP 用户体验评价调查问卷,被试者对由正交表生成的实验样本进

行一系列的操作后,结合与实验样本之间交互的综合感受进行问卷调查填写。得到用户体验评价数据结果后,利用因子分析法提取核心因子(作为潜在变量),并划分相关评价指标(作为观测变量),将其作为结构方程模型的数据来源。

## 2.4 数据结果处理分析

### 2.4.1 模型参数估计及拟合评价

建立结构方程模型,将由被试评估实验样本得到的实验数据进行模型参数拟合,判断输出的指标值是否符合模型预设的适配度标准。如果不符适配标准则需进行模型修正以改善模型的适配度指数,若符合则可以进行分析。

### 2.4.2 信效度检验

信度检验是为了确保问卷的可靠性,评估本研究数据信效度的标准:(1)模型各路径系数的标准化的因子载荷大于 0.5 且  $P < 0.05$ ;(2)潜在变量的组合信度(Construct Reliability, CR)均大于 0.7;(3)各个潜在变量的平均方差抽取量(Average Variance Extracted, AVE)均高于 0.5;(4)各潜在变量信度系数(Cronbach's Alpha)大于 0.8。

### 2.4.3 数据讨论分析

通过对模型参数进行判别,在满足各项指标的情况下,对模型进行参数估计。查看输出结果并对其解释和讨论分析后,可得出最后结论。

## 3 案例研究

随着科技的发展,数字医疗技术已广泛用于患者的健康管理<sup>[23]</sup>,APP 的远程医疗能让老年人实现在家中与专业医疗人员联系,能更便捷地实现他们的健康需求。因此,本文将老年人医疗 APP 为研究案例。

### 3.1 模型构建与设定

本文提出的假设模型如图 2 所示,以 Seva 等<sup>[16]</sup>提出的可用性感知和情感增强模型为基础,它将情感

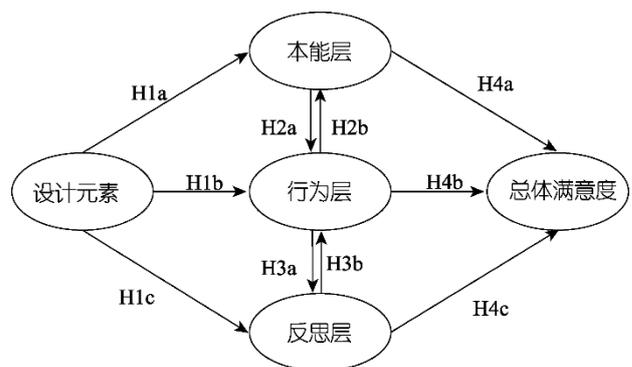


图 2 理论模型

Fig.2 Diagram of theoretical model

品质视为受产品属性组合影响的产品满意性的中介变量。为了分析不同的设计要素对老年移动医疗 APP 用户体验的影响和用户体验对产品总体满意度的影响, 本文将基于 Norman 的三个情感设计层次——本能层、行为层和反思层来研究用户体验<sup>[24]</sup>。以下为理论模型中相关变量的设定与假设。

### 3.1.1 设计要素

界面设计要素的不同组合如符号、颜色和布局等, 都会引起用户对其形成的认知、情感和行为的反应。如不同设计要素在网页风格中起着不同的作用, 使用户对网页的用户体验有不同的正负面影响<sup>[25]</sup>。

### 3.1.2 用户体验层次

在实际使用中, 用户体验是指用户在接触和操作产品的过程中产生的感受, Norman 提出了用户体验的三个层次——本能、行为和反思层次, 认为行为层的体验感能够通过反思层来提高或减弱。同时, 它还能够提高或减弱本能层的体验感。

本能层的设计是关于用户对产品外观的第一感受, 外观是面向用户的产品成功的关键, 同一产品的不同视觉表现可以唤起对其吸引力的不同感知, 对用户的偏好起着重要作用<sup>[26]</sup>。产品的行为层, 主要为用户与产品的互动, 由于它主要关注产品的功能方面, 通常这个层次被称为可用性<sup>[27]</sup>。反思层次与用户对产品长期使用感受有关, 良好的反思层设计能提升用户忠诚度。

### 3.1.3 总体满意度

总体满意度来自于用户对产品整个体验过程的感知, 满意度越高, 则产品的持续使用率越高。如 Lien 等<sup>[28]</sup>采用结构方程模型探讨了服务质量对微信用户满意度的影响, 通过分析发现, 满意度对微信用户的黏性和使用意图有正向影响。

综上所述, 提出如下假设。

H1a: 设计要素会影响本能层; H1b: 设计要素会影响行为层; H1c: 设计要素会影响反思层。

H2a: 本能层会影响行为层; H2b: 行为层会影响本能层。

H3a: 行为层会影响反思层; H3b: 反思层会影响行为层。

H4a: 本能层会影响总体满意度; H4b: 行为层会影响总体满意度; H4c: 反思层会影响总体满意度。

## 3.2 确立老年医疗 APP 设计要素及构建实验样本

### 3.2.1 确立老年医疗 APP 设计要素

本研究基于对目前国内外相关文献<sup>[29-30]</sup>的整合, 并对目前手机应用商店中的移动医疗软件进行分析。最终选择了部分界面设计要素, 包括界面版式、图标风格、色彩搭配、导航模式、帮助模式、搜索方式、分诊模式、功能可见性, 对设计要素级别的具体说明见表 1。

界面作为用户与 APP 的交互载体, APP 界面设计的优劣都会对用户的使用体验产生影响<sup>[31]</sup>。如 Hussein 等<sup>[32]</sup>研究发现信息内容、导航架构和布局等界面设计要素都影响着痴呆症患者的护理者对研究人员所设计网站的信任度。因此, 在本研究中被试将被要求使用 7 阶 Likert 量表对设计样本中元素的重要性进行评分 (1-非常重要, 7-非常重要), 问卷的 Cronbach's Alpha 为 0.813, 说明问卷信度较高。

### 3.2.2 构建代表性老年医疗 APP 实验样本

用户与不同产品进行交互时会产生不同的体验感, 所以本研究设计了相应的实验样本进行交互。然而当设计元素处于多因素、多水平的状况下, 若采用多因素完全方案, 基于表 1 的设计要素, 产生的全部组合总数为 4 374 ( $2^1 \times 3^7 = 4 374$ ) 种, 则会产生巨大的工作量。而正交表可将因素、各水平间的组合均匀分布, 不仅可以减少实验次数, 还能够全面反映实验情况。因此, 本研究通过  $L_{18} (2^1 \times 3^7)$  正交表确定了 18 种设计样本, 见表 2。以此为基础, 共设计了 18 套高保真原型, 每个样本有 10 个界面, 代表的特定功能为查看健康资讯、购买药物、在线预约、在线咨询、查看报告, 样本 1 的部分界面见图 3。

表 1 老年医疗 APP 设计要素  
Tab.1 Design elements of medical APP for the elderly

设计要素	类型 1	类型 2	类型 3
界面版式 ( $X_1$ )	上下分割 ( $X_{11}$ )	左右分割 ( $X_{12}$ )	
图标风格 ( $X_2$ )	立体图标 ( $X_{21}$ )	拟物图标 ( $X_{22}$ )	扁平图标 ( $X_{23}$ )
色彩搭配 ( $X_3$ )	邻近色 ( $X_{31}$ )	互补色 ( $X_{32}$ )	对比色 ( $X_{33}$ )
导航模式 ( $X_4$ )	抽屉式 ( $X_{41}$ )	标签式 ( $X_{42}$ )	宫格式 ( $X_{43}$ )
帮助模式 ( $X_5$ )	使用向导 ( $X_{51}$ )	使用说明 ( $X_{52}$ )	界面元素说明 ( $X_{53}$ )
搜索方式 ( $X_6$ )	显性搜索 ( $X_{61}$ )	动态搜索 ( $X_{62}$ )	自动补全 ( $X_{63}$ )
分诊模式 ( $X_7$ )	医生分类 ( $X_{71}$ )	科室分类 ( $X_{72}$ )	医院分类 ( $X_{73}$ )
功能可见性 ( $X_8$ )	滑动 ( $X_{81}$ )	拖曳 ( $X_{82}$ )	触摸 ( $X_{83}$ )

表2 老年人移动医疗APP样本组合方案  
Tab.2 Sample combination plan of mobile medical APP for the elderly

样本编号	界面版式	图标风格	色彩搭配	导航模式	帮助模式	搜索方式	分诊模式	功能可见性
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
1	上下分割	立体图标	邻近色	抽屉式	使用向导	显性搜索	医生分类	滑动
2	上下分割	立体图标	互补色	标签式	使用说明	动态搜索	科室分类	拖曳
3	上下分割	立体图标	对比色	宫格式	界面元素	自动补全	医院分类	触摸
4	上下分割	拟物图标	邻近色	抽屉式	使用说明	动态搜索	医院分类	触摸
5	上下分割	拟物图标	互补色	标签式	界面元素	自动补全	医生分类	滑动
6	上下分割	拟物图标	对比色	宫格式	使用向导	显性搜索	科室分类	拖曳
7	上下分割	扁平图标	邻近色	标签式	使用向导	自动补全	科室分类	触摸
8	上下分割	扁平图标	互补色	宫格式	使用说明	显性搜索	医院分类	滑动
9	上下分割	扁平图标	对比色	抽屉式	界面元素	动态搜索	医生分类	拖曳
10	左右分割	立体图标	邻近色	宫格式	界面元素	动态搜索	科室分类	滑动
11	左右分割	立体图标	互补色	抽屉式	使用向导	自动补全	医院分类	拖曳
12	左右分割	立体图标	对比色	标签式	使用说明	显性搜索	医生分类	触摸
13	左右分割	拟物图标	邻近色	标签式	界面元素	显性搜索	医院分类	拖曳
14	左右分割	拟物图标	互补色	宫格式	使用向导	动态搜索	医生分类	触摸
15	左右分割	拟物图标	对比色	抽屉式	使用说明	自动补全	科室分类	滑动
16	左右分割	扁平图标	邻近色	宫格式	使用说明	自动补全	医生分类	拖曳
17	左右分割	扁平图标	互补色	抽屉式	界面元素	显性搜索	科室分类	触摸
18	左右分割	扁平图标	对比色	标签式	使用向导	动态搜索	医院分类	滑动

### 3.3 老年人移动医疗APP样本用户体验评价

#### 3.3.1 构建老年人移动医疗APP用户体验指标

本研究以相关领域文献中提出的用户体验评价要素为基础,分析了老年人的身心特征和目前移动医疗软件的特点,提出了老年人移动医疗APP的用户体验评价指标,见表3。

#### 3.3.2 老年医疗APP样本评估实验

本次实验共招募18名年龄在60~72岁的被试者,平均年龄为64.9岁,男性和女性各9名。在文化程度方面,9名为小学教育程度,6名为初中教育程度,3名为高中及以上学历。在智能手机使用经验方面,除3位被试仅有1年智能手机使用经历以外,其他15名被试均使用智能手机超过2年。在实验前会提前向被试介绍实验目的、实验流程和实验任务,确保其对任务的正确理解,并让他们按照规定的操作流程说明进行操作。针对实验样本,以红米note7pro为试验样机,被试者需要进行代表性任务操作,由于实验时间和人员限制,本研究选取了5项代表性任务让被试完成,分别为查看健康资讯、进行在线预约、进行在线咨询、查询报告、进行药物购买。被试完成以上任务后进行用户体验评价问卷填写,问卷由18个关于实验样本的用户体验评价问题构成。本研究采用7阶Likert量表对评价指标进行度量,在受试者进行评分之前,向他们解释了评价指标含义。为了避免

被试长时间测试产生疲劳感,因此对18份样本进行随机分组,提供组间休息时间,来保证实验有效性。进行实验时,将从正交表所产生的18份样本中每3份样本为1组,每组实验时间为8min,组间休息为1~2min,每位被试累计进行6组实验,成18套样本测试,整个过程持续50~60min。

使用因子分析法处理实验数据,结果见表4。特征值大于1的因素有4个,累积贡献率达到了68.961%,且每个因子载荷都高于0.7,能够较好地数据进行解释。因此提取4个因素,以文献研究为基础,根据各主成分包含的评价维度特征将4个主成分命名为本能层、行为层、反思层和总体满意度。

### 3.4 数据结果处理分析

#### 3.4.1 模型参数估计及拟合评价

首先,建立关于设计要素与本能层、行为层、反思层和总体满意度间研究假设的结构方程模型。然后,对实验数据进行模型参数估计,利用10种拟合指标对初始模型的拟合进行了评估,但部分结果不符合适配指标且部分路径系数不显著。因此,进行模型修正,修正后的结构方程模型见图4,适配度指标见表5。 $\chi^2/df$ 在1~3, RMSEA值小于0.08, CFI值和IFI值大于0.9, PGFI值和PNFI值大于0.5,表示模型拟合度良好。虽然GFI值小于0.9,但接近于0.9,综合其他指标,表示模型仍可接受,可信度较高。



图 3 样本 1 设计原型的部分界面  
Fig.3 Partial interface of design prototype for Sample 1

表3 老年人移动医疗APP的用户体验评价指标  
Tab.3 User experience evaluation index of mobile medical APP for the elderly

用户体验评价指标		
V1: 界面布局的简洁性	V7: 信息查找的易搜索性	V13: 功能可靠性
V2: 界面视觉设计的精致性	V8: 任务流程的简易性	V14: 可信任性
V3: 色彩搭配的协调舒适性	V9: 容错率	V15: 隐私安全性
V4: 设计风格的吸引力	V10: 易操作性	V16: 内容的专业性
V5: 图标的易理解性	V11: 功能的符合预期性	V17: 用户推荐性
V6: 易学性	V12: 用户满意度	V18: 用户忠诚度

表4 正交实验样本用户体验评价因子分析  
Tab.4 Analysis on user experience evaluation factors of orthogonal test samples

用户体验评价指标	反思层	本能层	行为层	总体满意度
V16: 内容的专业性	0.885	0.047	0.061	0.129
V14: 可信任性	0.867	0.090	0.101	0.102
V13: 功能可靠性	0.851	0.055	0.058	0.151
V15: 隐私安全性	0.819	0.073	0.193	0.031
V11: 功能的符合预期性	0.708	0.103	0.220	0.105
V2: 界面视觉设计的精致性	0.070	0.808	-0.013	0.122
V4: 设计风格的吸引力	0.108	0.807	0.185	0.153
V1: 界面布局的简洁性	0.124	0.789	0.170	0.046
V3: 色彩搭配的协调舒适性	0.041	0.785	0.119	0.176
V5: 图标的易理解性	0.022	0.720	0.181	0.147
V8: 任务流程的简易性	0.176	0.066	0.842	0.091
V9: 容错率	0.125	0.143	0.778	0.086
V10: 易操作性	0.177	0.173	0.756	0.196
V7: 信息查找的易搜索性	0.014	0.177	0.738	0.091
V6: 易学性	0.141	0.077	0.719	0.170
V17: 用户推荐性	0.104	0.163	0.126	0.848
V18: 用户忠诚度	0.130	0.256	0.186	0.808
V12: 用户满意度	0.256	0.184	0.278	0.735
特征值	3.655	3.309	3.290	2.159
方差的/%	20.308	18.382	18.276	11.995
累积的/%	20.308	38.7 690	56.966	68.961

### 3.4.2 信效度检验

深入解析每个潜在变量间的关系,其详细结果见表6。从表6中可看出,各个潜变量对各个问题的路径系数均大于0.5且 $P<0.05$ (\*\*\*为 $P<0.001$ )。由此,表示各潜变量相对应的指标都具备效度。各个潜变量的组合信度均高于0.7,且平均方差抽取量均高于0.5,意味着聚敛效度较好。

如表7所示,粗体数字为AVE值的平方根,其余数字为各潜在变量间的相关系数。区分效度的测量是将它们进行对比,其中AVE值的平方根都大于各潜变量之间的相关系数,说明各维度之间满足区分效度检验的要求。

### 3.5 讨论

表8显示了结构方程模型的路径系数和标准误

差,其中有意义的结果用星号标出(\*为 $P<0.05$ ,\*\*为 $P<0.01$ ,\*\*\*为 $P<0.001$ )。结构方程模型的参数估计结果表明,14个假设均被接受。

在H1a的假设路径中,色彩搭配和图标风格对本能层的影响得到验证( $P<0.001$ ),它们都与本能层次呈极显著正相关影响。由路径参数显示,图标风格( $X_2$ )对本能层次的影响较大,影响效应为0.302,其原因在于图标是具有较大视觉吸引力的界面元素,优秀的图标设计能够获得用户更多的注意力。袁浩等<sup>[33]</sup>通过对用户满意度调查的眼动实验中发现当图标尺寸中等时,用户认为扁平化图标更简洁且易记忆,其视觉搜索效率也更高。而色彩搭配( $X_3$ )对本能层的影响效应为0.231,说明色彩搭配也会对本能层产生正面影响,良好的色彩搭配可以提升界面吸引力<sup>[30]</sup>。

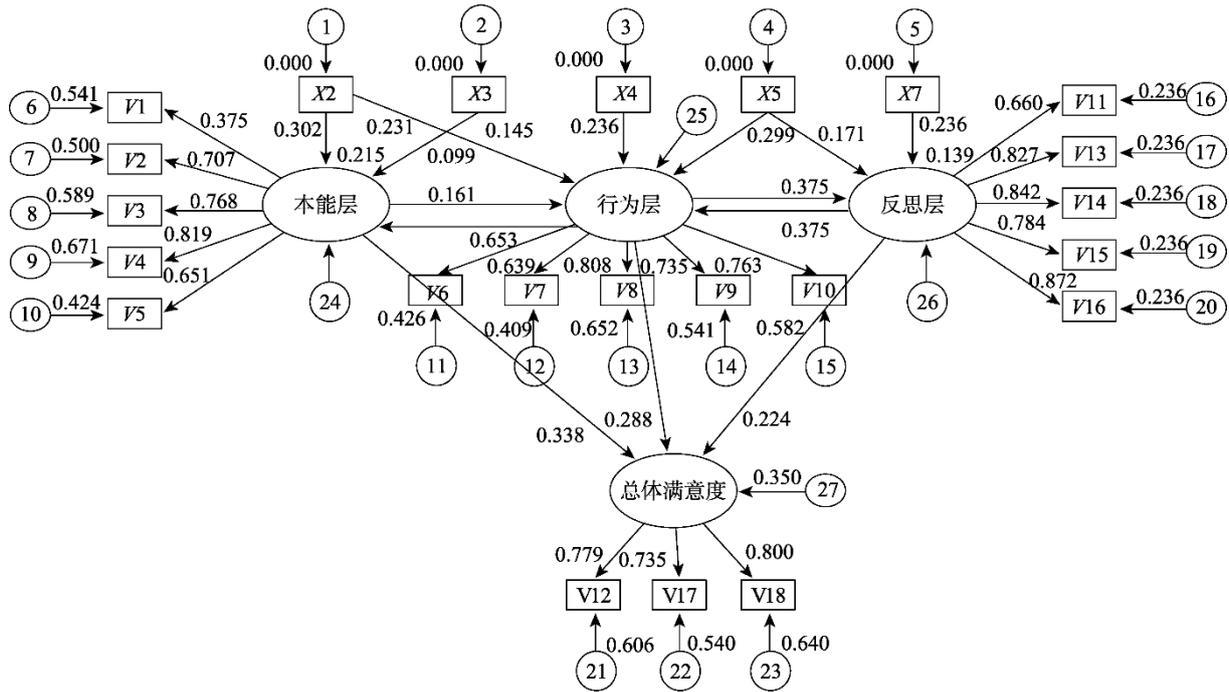


图 4 结构方程模型路径  
Fig.4 Model path of structural equation

表 5 模型拟合指数  
Tab.5 Model fitting index

指标	$\chi^2$	<i>P</i>	$\chi^2/df$	RMSEA 值	GFI 值	CFI 值	IFI 值	PGFI 值	PNFI 值
标准值		<0.005	1~3	<0.08	>0.9	>0.9	>0.9	>0.5	>0.5
参数值	535.732	0.000	2.402	0.066	0.858	0.908	0.908	0.693	0.752
结果		符合	符合	符合	欠佳	符合	符合	符合	符合

表 6 验证性因素分析统计(*n* = 324)

Tab.6 Analysis statistics of confirmatory factors (*n* = 324)

问题	构面	路径系数	CR 值	AVE 值	Cronbach's Alpha
V5		0.651***			
V4		0.819***			
V3	本能层	0.768***	0.856	0.545	0.866
V2		0.707***			
V1		0.735***			
V10		0.763***			
V9		0.735***			
V8	行为层	0.808***	0.844	0.522	0.857
V7		0.639***			
V6		0.653***			
V11		0.660***			
V13		0.827***			
V14	反思层	0.842***	0.898	0.641	0.901
V15		0.784***			
V16		0.872***			
V18	总体	0.800***			
V17	满意度	0.735***	0.815	0.597	0.828
V12		0.779***			

表 7 区分效度分析

Tab.7 Discrimination validity analysis

	AVE	行为层	反思层	本能层	总体满意度
行为层	0.522	<b>0.722</b>			
反思层	0.641	0.188	<b>0.801</b>		
本能层	0.545	0.200	0.034	<b>0.738</b>	
总体满意度	0.595	0.456	0.269	0.349	<b>0.772</b>

在 H1b 的路径假设中, 导航模式和帮助模式对行为层次有着极显著正向影响 ( $P < 0.001$ )。由表 8 可得路径参数分别为 0.236 和 0.299, 可看出 APP 的帮助模式可以帮助老年用户了解 APP 的功能和操作方式, 提升产品的易学性, 增强老年用户的操作体验。导航模式 ( $X_4$ ) 对行为层的影响效应为 0.236, 这说明逻辑越清晰、越易理解的导航设计, 使用户的操作体验越佳。陈学强等<sup>[34]</sup>的研究认为在导航图标较多的情况下, 可采用规则排布宫格式的导航布局方式, 能帮助用户便捷而准确地获取所需。图标风格 ( $X_2$ ) 对行为层的影响的显著水平可以接受 ( $P < 0.05$ ), 但路径系

数为 0.145, 影响较小, 其原因可能是由于图标风格对界面视觉有着更大程度的吸引力, 而对操作方式的影响较小。

表 8 假设结果  
Tab.8 Results of hypotheses

假设	路径	路径系数	T 值	结果
H1a <sub>1</sub>	X2→本能层	0.302***	4.853	成立
H1a <sub>2</sub>	X3→本能层	0.231***	3.887	成立
H1b <sub>1</sub>	X2→行为层	0.145*	2.475	成立
H1b <sub>2</sub>	X4→行为层	0.236***	4.021	成立
H1b <sub>3</sub>	X5→行为层	0.299***	4.844	成立
H1c <sub>1</sub>	X5→反思层	0.171**	2.764	成立
H1c <sub>2</sub>	X7→反思层	0.236***	3.880	成立
H2a	本能层→行为层	0.099***	4.105	成立
H2b	行为层→本能层	0.161***	4.105	成立
H3a	行为层→反思层	0.131***	3.471	成立
H3b	反思层→行为层	0.089***	3.471	成立
H4a	本能层→总体满意度	0.338***	5.058	成立
H4b	行为层→总体满意度	0.288***	4.471	成立
H4c	反思层→总体满意度	0.224***	3.683	成立

在 H1c 的路径假设中, 分诊类型 ( $X_7$ ) 对反思层的路径系数为 0.236, 有着极显著的正向影响 ( $P < 0.001$ )。因为用户通常会根据医院声誉和自身病情来选择就医, 张敏等<sup>[35]</sup>通过研究发现医生及医生所在医院的认知声誉会影响用户对 APP 的信任。帮助模式 ( $X_5$ ) 对反思层的路径系数为 0.171, 影响也接近显著 ( $P < 0.05$ ), 其原因在于 APP 的使用帮助能够减轻老年人在操作时产生的心理负担并增加使用信心, 从而提高 APP 的用户黏度和使用体验。

H2a、H2b、H3a 和 H3b 的假设被验证, 潜变量本能层和行为层之间互相有着极显著影响 ( $P < 0.001$ ), 路径系数为 0.099 和 0.161。行为层与反思层之间也互相有着极显著影响 ( $P < 0.001$ ), 路径系数为 0.131 和 0.089, 行为层次在本能层次和反思层次中起到中介作用。表明本能层、行为层、反思层三者之间相互作用, 良好的本能层设计可以让老年用户在短时间内被吸引, 并快速获取到自身需要的信息, 从而产生使用欲望。同时, 良好的行为层设计, 能够增强老年用户的使用信心, 会减少用户因年龄增长而带来的与新兴技术脱轨的失落感, 感受到自我价值的实现, 对反思层次有促进作用。

H4a、H4b 和 H4c 的假设也得到了验证, 本能层、行为层和反思层对总体满意度有着正向影响, 路径系数分别为 0.338、0.288、0.224。其中本能层对用户总体满意度的影响最大, 其原因在于本能层是用户面对产品时所产生的首要感受, 本能层情感体验的好坏决定了用户的使用意愿。其次则是行为层, 路径系数为 0.288, 当满足了用户对产品功能和内容的需求, 感

受到良好的行为体验, 才能让用户产生进一步的情感体验。进而通过良好的反思设计, 让老年用户在看病就医时更加便捷, 得到更好的就医体验, 能够提升老年用户对 APP 的总体满意度, 增强老年用户对医疗 APP 的信任感与忠诚度, 形成良性循环。

## 4 结语

本研究以老年用户为目标群体, 以老年人移动医疗 APP 为研究对象。由于设计要素对用户体验会产生影响, 本研究通过建立设计要素与用户体验评价指标和总体满意度之间的结构方程模型, 进行定量分析, 能客观反映设计要素与老年人 APP 用户体验评价指标和总体满意度之间的影响关系。结果发现, 只有让用户产生正面的本能情感才能激发积极的行为情感, 对反思情感产生正面影响, 由此可进一步提高用户总体满意度。与界面外观感知相关的设计要素如色彩搭配和图标风格可以增强本能层的感知, 因为色彩和图标是用户对 APP 第一印象的决定性因素, 能够影响他们的判断; 与 APP 功能相关的设计要素如导航模式和帮助模式可以增强行为层次的感知, 良好的导航设计和帮助模式的设计能令用户有效地完成任务, 感受到良好的使用体验; 反思层着重于 APP 带给使用者的持续情感投射, 如良好的分诊模式能提高患者对其使用的相关 APP 的信任度, 它可使 APP 与用户之间建立长期关系, 增加用户对产品的总体满意度。

本研究利用结构方程模型可发现设计元素与用户体验之间的关系, 为针对老年人 APP 用户体验设计的研究学者和设计人员提供新的思路和方法。由于本研究的主要目的为探讨设计要素对老年人用户体验的影响, 分析各因素之间的关系, 在本研究中未探讨性别对实验结果的影响, 在后续的研究中, 可将性别对实验结果影响作为一个研究方向进行探讨。本研究在构建结构方程模型前对设计元素重要性进行了评分, 但未对设计元素的重要性进行深入分析, 在后续研究中, 可探讨设计元素重要性对设计方案的影响, 并以此为基础对设计方案进行优化设计。

## 参考文献:

- [1] MOREY S A, STUCK R E, CHONG A W, et al. Mobile Health Apps: Improving Usability for Older Adult Users[J]. Ergonomics in Design: the Quarterly of Human Factors Applications, 2019, 27(4): 4-13.
- [2] HARTE R, QUINLAN L R, GLYNN L, et al. Human-Centered Design Study: Enhancing the Usability of a Mobile Phone App in an Integrated Falls Risk Detection System for Use by Older Adult Users[J]. JMIR MHealth and UHealth, 2017, 5(5): 1-25.

- [3] YU Dai-hua, PARMANTO B, DICIANNO B. An mHealth App for Users with Dexterity Impairments: Accessibility Study[J]. *JMIR MHealth and UHealth*, 2019, 7(1): e202.
- [4] LUNA-PEREJON F, MALWADE S, STYLIADIS C, et al. Evaluation of User Satisfaction and Usability of a Mobile App for Smoking Cessation[J]. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2019, 182: 1-16.
- [5] 侯冠华, 李雅雯. 阅读体验影响老年人信息行为持续意愿的实证研究[J]. *国家图书馆学刊*, 2021, 30(2): 54-66.
- HOU Guan-hua, LI Ya-wen. Effects of Reading Experience for the Elder Adults on Continuous Willingness of Information Behavior: An Empirical Study[J]. *Journal of the National Library of China*, 2021, 30(2): 54-66.
- [6] 覃京燕, 雷月雯. 基于智慧医疗理念的中医文化 APP 交互设计研究[J]. *包装工程*, 2017, 38(8): 116-120.
- QIN Jing-yan, LEI Yue-wen. Chinese Medical APP Interaction Design Research Based on WIT[J]. *Packaging Engineering*, 2017, 38(8): 116-120.
- [7] 胡珊, 贾琦, 张利艳, 等. 基于结构方程模型的康养智能陪护产品设计[J]. *机械设计*, 2021, 38(7): 110-117.
- HU Shan, JIA Qi, ZHANG Li-yan, et al. Intelligent Escort Product Design for Wellness Based on Structural Equation Modeling[J]. *Journal of Machine Design*, 2021, 38(7): 110-117.
- [8] 胡珊, 蒋旭, 符凯杰, 等. 基于 SEM 的交互式公共导识系统体验设计研究[J]. *图学学报*, 2020, 41(2): 204-209.
- HU Shan, JIANG Xu, FU Kai-jie, et al. Research on Experience Design of Interactive Public Guidance System Based on SEM[J]. *Journal of Graphics*, 2020, 41(2): 204-209.
- [9] FU Yu, JIANG Hao, ZHANG Dong-liang, et al. Comparison of Perceptual Differences between Users and Designers in Mobile Shopping App Interface Design: Implications for Evaluation Practice[J]. *IEEE Access*, 2019, 7: 23459-23470.
- [10] YU Na, HUANG Yi-ting. Important Factors Affecting User Experience Design and Satisfaction of a Mobile Health App-a Case Study of Daily Yoga App[J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(19): 6967.
- [11] NORMAN D A. Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things[M]. New York: BasicBooks, 2005.
- [12] NIELSEN J. Usability Engineering[M]. Boston: Academic Press, 1993.
- [13] HASSENZAHN M, TRACTINSKY N. User Experience - a Research Agenda[J]. *Behaviour & Information Technology*, 2006, 25(2): 91-97.
- [14] PARK J, HAN S H, KWAHK J, et al. Development of a Web-Based User Experience Evaluation System for Home Appliances[J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2018, 67: 216-228.
- [15] TARKA P. An Overview of Structural Equation Modeling: Its Beginnings, Historical Development, Usefulness and Controversies in the Social Sciences[J]. *Quality & Quantity*, 2018, 52(1): 313-354.
- [16] SEVA R R, GOSIACO K G T, SANTOS M C E D, et al. Product Design Enhancement Using Apparent Usability and Affective Quality[J]. *Applied Ergonomics*, 2011, 42(3): 511-517.
- [17] 郭伏, 张勇, 李森, 等. 基于结构方程模型的手机产品意象造型设计[J]. *工业工程与管理*, 2009, 14(6): 103-108.
- GUO Fu, ZHANG Yong, LI Sen, et al. Product Image Form Optimization Design Based on Structural Equation Modeling[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2009, 14(6): 103-108.
- [18] CREMONESI P, ELAHI M, GARZOTTO F. User Interface Patterns in Recommendation-Empowered Content Intensive Multimedia Applications[J]. *Multimedia Tools and Applications*, 2017, 76(4): 5275-5309.
- [19] 李永锋, 刘焕焕, 朱丽萍. 基于卡诺模型与联合分析的老年人 APP 用户体验优化设计方法[J]. *包装工程*, 2021, 42(2): 77-85.
- LI Yong-feng, LIU Huan-huan, ZHU Li-ping. Optimization Design Approach for User Experience of the Elderly APP Based on Kano Model and Conjoint Analysis[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(2): 77-85.
- [20] LI Y, ZHU L. Optimization of User Experience in Mobile Application Design by Using a Fuzzy Analytic-Network-Process-Based Taguchi Method[J]. *Applied Soft Computing*, 2019, 79: 268-282.
- [21] Weichbroth P. Usability of Mobile Applications: A Systematic Literature Study[J]. *IEEE Access*, 2020, 8: 55563-55577.
- [22] HINDERKS A, SCHREPP M, MAYO F J D, et al. Developing a UX KPI Based on the User Experience Questionnaire[J]. *Computer Standards & Interfaces*, 2019, 65: 38-44.
- [23] WILDENBOS G A, JASPERS M W M, SCHIJVEN M P, et al. Mobile Health for Older Adult Patients: Using an Aging Barriers Framework to Classify Usability Problems[J]. *International Journal of Medical Informatics*, 2019, 124: 68-77.
- [24] FANG Yu-min, CHEN K M, HUANG Y J. Emotional Reactions of Different Interface Formats: Comparing Digital and Traditional Board Games[J]. *Advances in Mechanical Engineering*, 2016, 8(3): 1-8.
- [25] LIU Wen-li. Research on the Application of Multimedia Elements in Visual Communication Art under the Internet Background[J]. *Mobile Information Systems*, 2021, 2021: 1-10.
- [26] Bao Q, Honda T, El Ferik S, et al. Understanding the Role of Visual Appeal in Consumer Preference for Residential Solar Panels[J]. *Renewable Energy*, 2017, 113: 1569-1579.
- [27] ALONSO-GARCÍA M, PARDO-VICENTE M Á,

- RODRÍGUEZ-PARADA L, et al. Do Products Respond to User Desires? a Case Study. Errors and Successes in the Design Process, under the Umbrella of Emotional Design[J]. *Symmetry*, 2020, 12(8): 1-20.
- [28] LIEN CHE-HUI, CAO Y, ZHOU X. Service Quality, Satisfaction, Stickiness, and Usage Intentions: An Exploratory Evaluation in the Context of WeChat Services[J]. *Computers in Human Behavior*, 2017, 68: 403-410.
- [29] NEIL T, TRESELER M, HEAD R, et al. *UI Patterns for Smartphone Apps*[M]. Second edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2014.
- [30] 苟锐, 傅德天, 莫宇凡. 不同年龄人群对交互界面设计风格的审美偏好与操作效率的比较[J]. *包装工程*, 2019, 40(16): 22-26.
- GOU Rui, FU De-tian, MOU Yu-fan. Comparison of Preferences and Operational Efficiency of Different Ages on Interface Design Styles[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(16): 22-26.
- [31] 杜桂丹. 手机游戏中人机界面交互设计的优化方向研究[J]. *包装工程*, 2018, 39(4): 245-250.
- DU Gui-dan. Optimization Direction of Human-Computer Interaction Design in Mobile Games[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(4): 245-250.
- [32] HUSSEIN T, CHAUHAN P K, DALMER N K, et al. Exploring Interface Design to Support Caregivers' Needs and Feelings of Trust in Online Content[J]. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 2020, 7: 1-14.
- [33] 袁浩, 陈典良. 智能手机界面中扁平化图标尺寸可用性[J]. *包装工程*, 2018, 39(4): 170-174.
- YUAN Hao, CHEN Dian-liang. Usability of Flat Icon Size in Smart Phone Interface[J]. *Packaging Engineering*, 2018, 39(4): 170-174.
- [34] 陈学强, 黄黎清, 李明珠. 城际物流 APP 界面导航设计的视觉搜索绩效研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(8): 198-204.
- CHEN Xue-qiang, HUANG Li-qing, LI Ming-zhu. Visual Search Performance of Intercity Logistics APP Interface Navigation Design[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(8): 198-204.
- [35] 张敏, 罗梅芬, 聂瑞, 等. 问诊类移动医疗 APP 用户信任的影响因素分析——基于过程、制度和特征的多维研究视角[J]. *现代情报*, 2017, 37(5): 72-78.
- ZHANG Min, LUO Mei-fen, NIE Rui, et al. Analysis on Factors Influencing Users' Trust in Interrogation Mobile Health Applications—From Multi-Perspectives of Process, Institution and Characteristic[J]. *Journal of Modern Information*, 2017, 37(5): 72-78.

责任编辑: 陈作

(上接第 73 页)

- [79] 胡新明, 徐伶俐, 范梓伊, 等. 学龄前视障儿童触觉训练玩教具设计研究[J]. *包装工程*, 2021, 42(10): 138-143.
- HU Xin-ming, XU Ling-li, FAN Zi-yi, et al. Design of Tactile Training Education Toys for Visually Impaired Preschoolers[J]. *Packaging Engineering*, 2021, 42(10): 138-143.
- [80] 焦阳, 龚江涛, 史元春, 等. 盲人触觉图形显示器的交互体验研究[J]. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2016, 28(9): 1571-1576.
- JIAO Yang, GONG Jiang-tao, SHI Yuan-chun, et al. The Research on Interactive Experiences of Graphical Tactile Displays for the Visually Impaired[J]. *Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics*, 2016, 28(9): 1571-1576.
- [81] 向昭颖. 无障碍设计理念及应用研究[J]. *机械设计*, 2013, 30(7): 112-114.
- XIANG Zhao-ying. Research on Barrier-Free Design Concept and Application[J]. *Journal of Machine Design*, 2013, 30(7): 112-114.
- [82] 陈沫. 基于制造模式变革的产品个性化设计演进[J]. *科技与创新*, 2021(2): 86-88.
- CHEN Mo. Evolution of Product Personalized Design Based on the Change of Manufacturing Mode[J]. *Science and Technology & Innovation*, 2021(2): 86-88.
- [83] FEIZ S, RAMAKRISHNAN I V. Exploring Feasibility of Wrist Gestures for Non-Visual Interactions with Wearables[C]// *Proceedings of the 16th International Web for All Conference*. New York: ACM, 2019: 1-4.

责任编辑: 陈作