

用户心理模型的构建方法及灭火器设计应用

曾栋^{1,2}, 刘鹏¹, 于信涛¹, 罗伟¹, 王康¹, 杨杰¹

(1.中国矿业大学, 徐州 221000; 2.徐州市工业与智能装备创新设计工程技术研究中心, 徐州 221000)

摘要: **目的** 通过构建用户心理模型, 发现用户与产品之间的交互体验问题, 指导产品设计开发。**方法** 以灭火器设计为例, 通过访谈整理和归纳专家用户的知识结构; 基于模拟实验获取新手用户的视触觉感知与外在行为数据; 构建匹配灭火器使用情境的用户心理模型, 提出灭火器优化设计的切入点, 并以此进行设计实践。**结论** 以“信息输入—逻辑判断—动作输出”为基础框架, 以习惯、产品特性、知识结构、检查行为、用户状态信息、火点信息、环境信息为模型组件, 构建了灭火器用户心理模型, 总结了影响灭火器使用体验的关键问题, 提出了设计方案。通过构建用户心理模型, 能够指导获得符合目标用户使用心理预期的产品设计方案, 为产品的用户体验设计研究提供参考。

关键词: 心理模型; 设计方法; 灭火器设计; 产品设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)16-0140-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.16.021

A Building Method of User Mental Model and Its Application in Fire Extinguisher Design

ZENG Dong^{1,2}, LIU Peng¹, YU Xin-tao¹, LUO Wei¹, WANG Kang¹, YANG Jie¹

(1.China University of Mining and Technology, Xuzhou 221000, China; 2.Xuzhou Industrial and Intelligent Equipment Engineering Design and Innovation Research Center, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: The work aims to find out the experience problems of interaction between user and products to guide the product design and development by constructing the user mental model. Taking the fire extinguisher design as an example, firstly, through interviews, the knowledge structure of the expert users was arranged and summarized. Then, the visual and tactile perception and external behavior data of the novice users were obtained based on the simulation experiment. Finally, the user mental model matching the usage scenes of the fire extinguisher was constructed, and the breakthrough point of the optimal design of the fire extinguisher was put forward, based on which the design practice was carried out. The user mental model for fire extinguisher is constructed, the key problems affecting the use experience of fire extinguishers are summarized, and the design scheme is put forward by taking "information input-logical judgment-action output" as the basic framework, and the habits, product characteristics, knowledge structure, inspection behavior, user status information, fire point information and environmental information as model components. By constructing the user mental model, it can guide the product design scheme which is in line with the psychological expectation of the target users, and provide reference for the research on the design of product user experience.

KEY WORDS: mental model; design method; fire extinguisher design; product design

心理模型在人类的学习、理解、决策等推理行为中发挥了重要作用^[1]。“心理模型”理论起源于1943年, 用于预测并解释人类对世界的认知^[2]。在认知科

学领域, Johnson-Laird 将心理模型解释为一种通过短期记忆形成的, 以及用来表征外部世界的知识结构^[3]。在人因工程领域, Fein 将心理模型定义为关于系统工

收稿日期: 2019-03-10

基金项目: 江苏高校哲学社会科学基金项目(2017SJB0942); 中国矿业大学实验室开放基金项目(20180211)

作者简介: 曾栋(1981—), 男, 湖南人, 博士, 中国矿业大学副教授, 主要从事设计思维与用户体验设计研究。

作原理、系统组成部分、使用过程、内部关系及其相互作用的^[4]；Allen 等^[5]则认为心理模型是用户在认知过程中形成的一种用于链接相关信息的框架。在设计研究领域，Potesnak 等^[6]认为心理模型能够反映系统工作原理对用户行为的约束，以及相应的用户心理活动。构建有效的用户心理模型，有助于设计者理解与推测用户的认知方式、知识结构、思维流程与行为动作，明朗化用户与产品交互中存在的用户体验问题，从而获得产品设计优化的切入点，为产品用户体验设计提供方向。本文以灭火器设计为例，旨在通过构建目标用户在人机交互中的心理模型，挖掘交互过程中用户体验关键问题，并以此为目标展开产品优化设计，提高用户体验满意度。

1 用户心理模型

用户心理模型是用户通过经验、训练和培训形成的关于产品概念和使用行为的知识^[7]。这种知识来源于用户过去使用类似产品的经验，或者是用户根据在使用产品的过程中，产生的对产品概念和使用行为的一种预期^[8]。用户往往遵循已经构筑的心理模型、认知和使用产品。当用户接触或学习新的或类似的产品时，他们对该产品的物理结构、功能系统等形成认知后，会得到新的经验和知识，用户心理模型也会随之更新。另外，Norman 提出了关于心理模型的 6 点特质^[9]：不完整性（Incomplete）、局限性（Limited）、易变性（Unstable）、边界模糊的（Boundaries）、迷信的（Unscientific）、精简的（Parsimonious）。

用户心理模型在产品改良与创新设计研究中应用较为广泛。何人可等^[8]针对移动互联网音乐服务的用户体验问题，采用用户参与式设计方法，构建了用户心理模型，并展开了原型设计研究；窦金花等^[10]为了提升荧光分析仪的造型美感，采用产品意象尺度法，构建了用户对产品形态的心理模型，展开了产品造型设计研究；Seo^[11]通过认知反应测试实验，针对鼠标使用者，构建了心理模型，并进行了鼠标手势设计研究；Mohamed 等^[12]则通过心智模型来评价用户界面设计的可用性和安全性。在以上研究中，为了构建准确的用户心理模型，研究者首先需要确定产品的目标用户，然后合理采用调查或者实验的方法展开用户研究，了解典型场景人机交互中的用户行为和认知过程，并对相关信息进行合理归纳，进而构建用户心理模型，指导设计改良或者创新设计活动，从而获得更符合用户体验的设计方案。另外，对于救灾类产品来说，人机交互往往出现于偶发性灾害场景中，并伴随紧张的用户心理状态，如何收集、归纳用户感知与行为信息，是心理模型构建的主要挑战。

2 用户心理模型的构建流程

以灭火器设计为例，传统的灭火器设计流程首先

根据灭火器的灭火原理进行结构设计，再根据安全、便携和心理暗示等需求进行外观设计。这容易导致产品设计模型与用户心理模型间产生差距，降低了在真实情境中用户的使用体验或使用效率。

基于用户心理模型的灭火器设计流程，第一步是针对灭火器目标用户展开用户研究，见图 1。目前，灭火器主要有两类目标用户，一类是熟悉现有灭火器原理、熟练掌握使用方法以及安全规则的专家用户，如矿山救护队员等；另一类是仅对灭火器有浅显认知的新手用户，这也是在火灾情况下，受灾群众的一般状态。首先，针对以上两类用户，分别展开研究。针对专家用户，采用 TKS（Task knowledge structures，任务知识结构）分析，获取其规范的灭火器使用任务知识结构模型；针对新手用户，采用火灾模拟实验，实时采集外在的使用行为数据，以及内在的心理活动信息；接着，结合以上两类信息，基于归纳后的灭火器操作流程，提炼各阶段影响用户感知、认知与体验的内外部因素，构建用户心理模型；最后，基于心理模型，结合产品结构与机构的约束条件，发掘提升灭火器操作体验的设计切入点，展开设计改良。

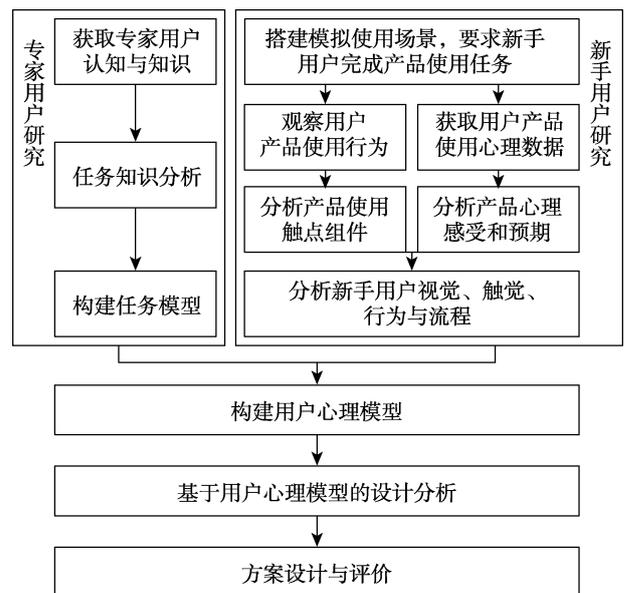


图 1 用户心理模型构建与设计流程
Fig.1 The construction of user mental model and design process

2.1 专家用户研究

专家用户是指了解产品的生产方式与技术标准，或经过培训熟练掌握产品使用方法与流程的产品使用者。他们在使用产品时，会根据实际情况，准确决策灭火器的使用方法，高效地解决实际问题。因而，专家用户心理模型具有确定性的特点。研究专家用户的心理模型能够获得已有产品的正确使用行为与体验关键点。

TKS 是用户在执行任务或处理任务执行过程中问题时，所使用知识的结构性总结。TKS 理论认为人

们在处理任务时,所拥有和使用的知识技能可以采用结构化的方式来表达^[13]。心理模型与TKS都建立在知识结构紧密等同的模式之上的^[14],因此,可以将TKS链接到心理模型来进行表征,通过TKS来分析专家用户心理模型,包括3个阶段:收集与任务有关的数据;任务知识分析;创建任务模型^[15]。首先,通过访谈等方法,获得产品使用过程中的相关信息,包括过程节点中的认知习惯以及困难并进行整理,获得专家用户访谈表;然后,对获得的专家用户访谈表进行任务知识分析,包括将任务分解成对象和动作、任务过程、目标和子目标,以及确定具有代表性、中心性和通用性的中心任务,确保构建的用户模型是围绕于中心任务而构建^[16];最后,通过构建任务知识结构模型,描述专家用户产品使用的行为、流程与关键点,表征产品使用规范的知识结构。

2.2 新手用户研究

新手用户是指针对某目标产品,使用经验少,不能完全掌握产品的使用方法与原理,一般在使用过程中,需要猜测或反复尝试的产品使用者。新手用户的心理模型具有不完整、不确定、局限的特点。通过了解新手用户的使用策略与思维方式的特征与规律,有助于设计人员,获取多样的用户心理模型组件。

为了全面获得外在行为和内在感受的相关信息,尤其是为了避免实际操作行为与访谈表述不相符的情况,以及在紧张环境下容易遗漏的使用细节,新手用户研究一方面要通过观察用户在执行产品使用任务时的视觉、触觉与行为的反应,另一方面通过访谈用户,理解用户对产品或服务的认知、意见、动机^[17],从而直观记录用户对产品和使用行为的内在感受与思维判断。对于灾害场景下的用户信息收集,若研究者亲临现场,显然不现实。现有研究中,往往采用搭建模拟场景,邀请用户沉浸灾害情境,并完成产品的使用任务,通过实时的观察和视频记录,获得用户执行任务的流程和发生的行为特征。并且,在完成模拟

灾害场景任务实验后,通过访谈用户,获得产品使用的心理活动信息。

2.3 构建用户心理模型

在用户与产品的交互过程中,产品构造件会重复出现于用户的信息感知与操作行为中,这些构造件在满足功能需求的同时,也会使用户产生对产品的主观认知,从而生成该产品的用户心理模型,或者修改已有的心理模型。

用户本身知识背景、认知经验的差异性也会导致产品使用策略、操作行为与流程的差异。对于灭火器的目标用户来说,专家用户研究是对专家用户在规范使用时,是操作目的、对象与动作的确定的流程化描述;新手用户研究是针对新手用户在使用灭火器时,不确定的操作策略、操作行为以及即时心理状态的归纳性描述。对于灭火器设计来说,将专家用户信息和新手用户信息结合,构建与表达蕴含较全面用户信息的用户心理模型,为产品设计师提供一种描述使用情境的知识框架,以指导优化设计的展开。

3 灭火器用户心理模型的构建与方案提出

3.1 专家用户任务知识结构

通过询问专家用户(矿山救护队员)灭火器的使用流程、使用行为、使用时的关键点以及可能遇到的问题与解决方法等内容,获取灭火器使用规范数据,并将访谈内容整理成表。随后根据访谈内容,进行任务知识结构分析。首先,依据代表性、中心性和通用性原则,确定灭火器操作任务的基础流程,即寻找、检查、准备、灭火、处理;然后,根据功能交互的实际需要,灭火器的关键构造件有压力表、塑封等,并对应会发生检查压力表、拆开塑封等动作;接着,将对象和动作按照任务流程排列,描述专家用户使用灭火器灭火的行为、流程,并指出关键点,从而构建专家用户任务知识结构,见图2。

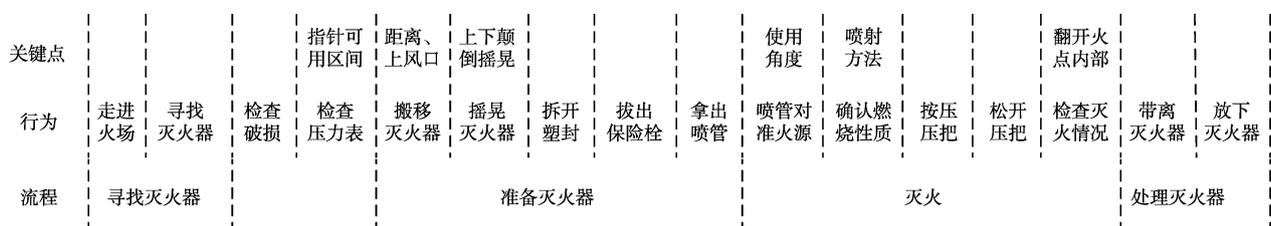


图2 专家用户任务知识结构

Fig.2 The task knowledge structure of expert users

3.2 新手用户的感知与行为

通过搭建模拟灭火器使用场景,要求新手参与者完成使用灭火器灭火任务。火灾模拟实验如下规划。

1) 参与者。6名18~35岁的男性,且没有使用灭火器的经验。

2) 实验设备。火盆、燃烧物(木材、固体酒精、布织物、纸)、4kg干粉灭火器、摄像机、照明灯。

3) 场景模拟。封闭环境内不同方位设置了4个火点,其中2个低位火点、1个中位火点和1个高位火点。设置了1个固定摄像机位,1个活动摄像机位。

火盆左右各放置 1 个低照度照明灯，在不影响模拟氛围的前提下，保证摄像清晰度。入口门内侧放置实验用灭火器，见图 3 和图 4。

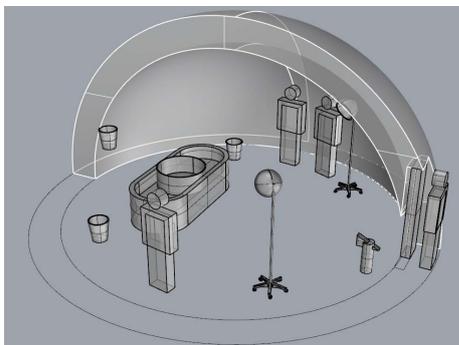


图 3 模拟场景布局示意
Fig.3 The Simulation of scene layout



图 4 模拟火灾场景
Fig.4 The scene of simulated fire

4) 实验流程。参与者提前观看灭火器使用教学视频。在实验开始前，询问参与者灭火器使用的大致流程与相关结构，记录参与者的认知与操作经验；宣读操作任务，要求参与者在最短时间内到达指定场景中，并立即使用灭火器完成扑灭火点的任务，当参与者在进入模拟场景后开始计时，灭火后停止计时，并同步全时进行录像记录；同时，实验人员观察并记录参与者使用灭火器的行为流程与动作特征，在灭火结束后，立刻访谈参与者，实验人员结合灭火过程中参与者的移动、使用等实际行为情况提问，获取用户接触灭火器、操作灭火器时的感受、想法、疑问、以及建议等，记录用户反馈信息，记录在访谈记录表格上；实验结束后，实验人员分析实验录像，总结用户在使用产品过程中的行为顺序和使用流程，分析参与者视/触觉的感知触点，并整理访谈内容，分析用户内在与外在的行为特点，以及产品对使用行为的影响，总结产品使用心理预期与需求；最后，进一步研究产品使用任务记录与分析，分别建立 6 名参与者的视觉、触觉、行为与流程。由于篇幅原因，图 5 为其中 2 名参与者视觉、触觉、行为与流程示意。

3.3 构建灭火器用户心理模型

通过对比 6 名参与者的视觉、触觉、行为与流程示意图发现，参与者在模拟场景下，灭火器使用流程相同，但在不同阶段，存在着使用行为的差异。结合专家用户知识结构，进一步概括，构建了灭火器用户心理模型，见图 6。

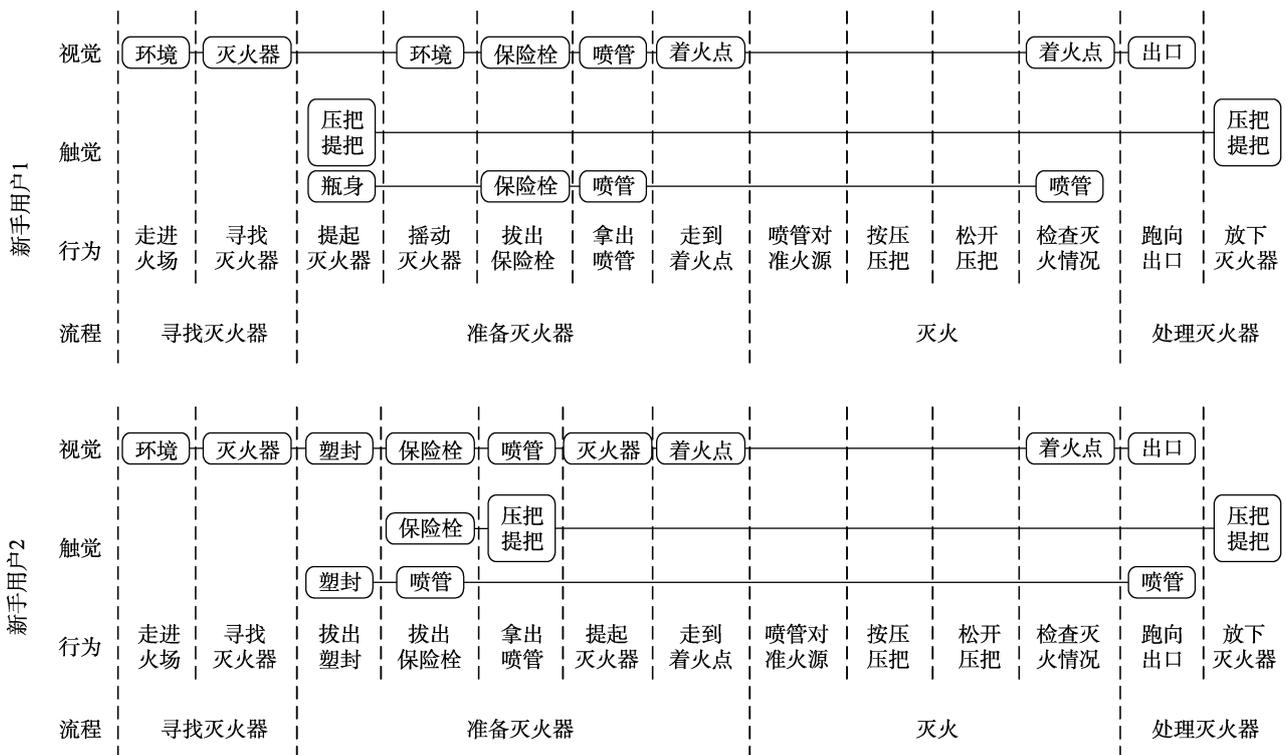


图 5 2 名新手用户视觉、触觉、行为与流程
Fig.5 2 novice users' vision, touch, behavior and process

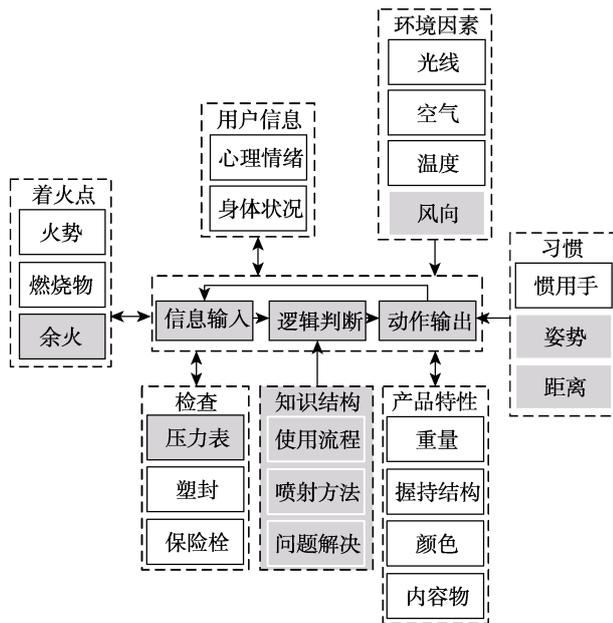


图6 灭火器用户心理模型

Fig.6 The user mental model of fire extinguisher

1) 由于新手用户没有稳定的知识结构指导产品使用,其使用行为是试探性的,是通过对外部信息的判断,来决策下一步的动作输出,涉及的信息内容多样,且不确定。通过归纳整理获得的心理模型是一种概括性描述。图6包含了新手与专家两类用户在使用干粉灭火器执行模拟突发性灭火任务时,以“信息输入—逻辑判断—动作输出”为行为框架的概括性信息。

2) 结合专家用户和新手用户调研信息,归纳了影响行为框架的7类信息,作为心理模型的构成组件,包括习惯、产品特性、知识结构、检查行为、用户状态信息、火点信息、环境信息。

3) 图6中,虚线框表示基于信息分类的心理模型组件。其中,黑线白底框为主要来源于新手用户信息的,影响用户体验的相关因素;灰色底框则主要来源于专家用户信息,为新手用户较忽略的灭火操作要素;箭头则表示模型组件对“信息输入—逻辑判断—动作输出”不同阶段的影响。

3.4 基于用户心理模型的方案提出

灭火器优化设计方案旨在让用户能够更加简便的使用灭火设备,提高突发场景下灭火器使用效率。

结合用户心理模型的相关因素,通过焦点小组讨论,从设计优化角度认为提升灭火器用户体验的关键问题有:现有干粉灭火器提把与压把不便于操作导致的操作姿势不舒适问题;现有产品操作姿势下,双手配力不均导致的喷射控制困难问题;火灾环境下,灭火器以及环境的实时状态信息显示与传达效率不高的问题。

结合灭火器的不同操作流程,提出了灭火器的优

化设计的具体要求为在灭火器的搬运、握持、操作时,应更加便捷,涉及以下2点关键细节:灭火提把与压把易于握持;喷射易于触发、控制,且易于学习。

综上所述,通过运用工业设计思维与方法,经过多轮草案筛选设计,提出了干粉灭火器使用体验改良设计方案,见图7。

最后采用用户参与式评价方法,邀请模拟实验的6名参与者,以及4名矿山救护队员,以“不满意、有点满意、一般满意、比较满意、十分满意”构建5分制评价量表,分别评价设计原型与设计方案的满意度,见图7。设计原型与设计方案的满意度平均分分别为1.5和3.6,可以认为,设计改良方案体验满意度高于原型方案。



图7 灭火器设计改良方案

Fig.7 The improved design scheme of fire extinguisher

4 结论

本文以灭火器为例,基于用户感知、判断到行为3个层次,建立了用户心理模型,提出设计切入点展开设计。通过用户数据的收集和表达,基于用户心理模型的设计方法明朗化了用户隐匿的需求,有利于设计师寻找设计切入点。另外,现有的国内安全领域产品多从技术原理,或仅针对专家用户开展设计,较少从新手用户角度深入研究。基于新手用户与专家用户心理模型的设计方法,既能有效满足专家用户,同时能有效提高新手用户产品使用体验,相比较于传统的以技术手段或专家用户为先的设计流程,该方法能够使产品设计方案,更匹配目标用户的心理预期。然而,本文仅从用户心理层面上定性地对设计方法进行研究,下一步将着重于在定量层面上,对用户心理模型展开研究。

参考文献:

- [1] FISCHBEIN E. The Autonomy of Mental Models[J]. For the Learning of Mathematics, 1990, 10(1): 23—30.

(下转第150页)

- [J]. 包装工程, 2014, 35(14): 82—84.
FU Jing. Research on Market Segmentation Strategies of Bathroom Products in the Context of Aging Society [J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 82—84.
- [7] 吴国荣. 论交互理念在老年人无障碍卫浴空间设计中的应用[J]. 包装工程, 2013, 34(22): 45—47.
WU Guo-rong. On the Application of Interactive Concept in the Space Design of Barrierless Bathroom in the Elderly[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(22): 45—47.
- [8] 罗仕鉴, 朱上上. 用户体验与产品创新设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang. User Experience and Product Innovation[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2010.
- [9] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学:情感化设计[M]. 北京: 中信出版社, 2016.
DONALD A N. Design Psychology: Emotional Design[M]. Beijing: CITIC Publishing House, 2016.
- [10] 孙文涛, 魏雅莉. 老年人产品发展趋向与产品关怀设计应用研究[J]. 包装工程, 2017, 38(10): 120—123.
SUN Wen-tao, WEI Ya-li. Research on Product Development Trend and Product Care Design of the Elderly [J]. Packaging Engineering, 2017, 38(10): 120—123.
- [11] 郭蔚. 基于独居老年人的产品设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 166—169.
GUO Wei. Product Design Based on the Elderly Living Alone[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 166—169.
- (上接第 144 页)
- [2] WESTBROOK L. Mental Models: a Theoretical Overview and Preliminary Study[M]. Sage Publications, 2006.
- [3] JOHNSON-LAIRD P N. Mental Models in Cognitive Science[J]. Cognitive Science, 1980, 4(1): 71—115.
- [4] FEIN R M. A Mental Model Can Help with Learning to Operate a Complex Device[C]. INTERACT '93 and CHI '93 Conference Companion on Human Factors in Computing Systems, ACM, 1993.
- [5] ALLEN R B. Chapter 3 Mental Models and User Models[J]. Handbook of Human-Computer Interaction, 1997(1): 49—63.
- [6] POTESNAK K. Mental Models: Helping Users Understand Software[J]. Software IEEE, 1989, 6(5): 85—86.
- [7] NORMAN D A. The Design of Everyday Things[M]. Newyork: the MIT, 1988.
- [8] 何人可. 基于用户心理模型的移动互联网音乐服务原型设计研究[J]. 湖南大学学报, 2010, 24(4): 152—155.
HE Ren-ke. Research on Prototype Design of Mobile Internet Music Service Based on User Mental Model[J]. Journal of Hunan University, 2010, 24(4): 152—155.
- [9] NORMAN D A. Some Observations on Mental Models[M]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
- [10] 窦金花. 基于用户心理模型的产品设计研究[J]. 包装工程, 2009, 30(2): 125—126.
DOU Jin-hua. Product Design Based on User Mental Model[J]. Packaging Engineering, 2009(2): 125—126.
- [11] SEO H K. Mouse Gesture Design Based on Mental Model[J]. Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, 2013, 39(3): 163—171.
- [12] MOHAMED M A. Trading off Usability and Security in User Interface Design through Mental Models[J]. Behaviour & Information Technology, 2016, 36(5): 493—516.
- [13] WILSON J. Human Computer Interaction: Psychology, Task Analysis and Software Engineering[J]. Applied Ergonomics, 1992, 23(4): 196—200.
- [14] OTTER M. Lost in Hyperspace: Metrics and Mental Models[J]. Interacting with Computers, 2000, 13(1): 1—40.
- [15] JONASSEN L. Mental Models: Knowledge in the Head and Knowledge in the World[J]. Educational Technology, 1999, 39(3): 37—42.
- [16] BRANDT, SCOTT D, UDEN, et al. Insight into Mental Models of Novice Internet Searchers[J]. Communications of the Acm, 2003, 46(7): 133—136.
- [17] 代尔夫特理工大学工业设计工程学院. 设计方法与策略: 代尔夫特设计指南[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2014.
DELFT T H. Delft Design Guide: Design Strategies and Methods[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2014.