基于认知负荷的老年智能电饭煲交互原型研究

汪海波，胡芮瑞，郭会娟，王选
（安徽工业大学，马鞍山 243002）

摘要：目的 为了解决老年人在使用智能电饭煲时，因操作不当导致认知混乱和行为失效的问题，从而提升老年人的生活质量。**方法** 从优化老年人在使用智能电饭煲时的认知负荷的角度出发，通过应用分布式认知以及自然交互的理论，对现有的智能电饭煲的交互原型进行创新设计。**结论** 开发出符合老年人操作习惯、认知负荷的智能电饭煲交互原型。

关键词：认知负荷；老年人；智能电饭煲；交互原型
中图分类号：TB472 **文献标识码：**A **文章编号：**1001-3563(2018)22-0213-05
DOI：10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.22.035

Interactive Prototype of Intelligent Electric Cooker for the Elderly Based on Cognitive Load

WANG Hai-bo, HU Rui-rui, GUO Hui-juan, WANG Xuan
(Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem of cognitive confusion and behavior failure caused by improper operation of the elderly in the use of intelligent electric cooker, thus improving the life quality of the elderly. From the perspective of optimizing the cognitive load of the elderly in the use of intelligent electric cooker, the innovative design of the interactive prototype of the existing intelligent electric cooker was made by applying the theory of distributed cognition and natural interaction. The interactive prototype of intelligent electric cooker that meets the operation habits and cognitive load of the elderly is developed.

KEY WORDS: cognitive load; the elderly; intelligent electric cooker; interactive prototype

我国已进入老年化社会，据全国老龄工作委员会办公室发布的《中国城乡老年人口状况追踪调查》数据显示，2006 年城市地区的空巢户已占 49.7%[1]。近年来，提高老年人等弱势群体的生活质量逐渐成为研究的焦点。随着家用电器智能时代的到来，智能电饭煲已经成为中国家庭必不可少的家用电器，但由于老年人认知能力的衰退以及认知存在差异性等原因，使其在使用智能电饭煲的过程中，多功能和智能化技术反而成了“拦路虎”[2]。这些高新技术，改变了电饭煲与老年人的交互方式，使电饭煲具备了许多复杂的功能，但同时增加了老年人在人机交互的过程中需要处理的信息数量，这些容易导致老年人产生认知障碍，使认知负荷过高。目前学者对智能电饭煲的研究主要集中在其控制方法、结构工艺以及操作界面的设计等方面，无法满足[3]新时代老年人[4]对智能电饭煲[5]的需求。本文从优化老年人在使用智能电饭煲的认知负荷的角度出发，对智能电饭煲与老年人之间的交互方式、操作流程以及信息认知的内容进行改良，设计出适合老年人使用的智能电饭煲的交互原型，减少其使用智能电饭煲时操作失误的可能性，均衡认知负荷，提升老年人的生活质量。

1 认知负荷过载机制

1.1 认知资源有限性

人的认知是有限的，这里的认知资源包括注意资

收稿日期：2018-07-21
基金项目：安徽省高校人文社会科学研究重大项目（SK2016SD11）
作者简介：汪海波（1978—），男，安徽人，博士，安徽工业大学教授，主要从事人机交互和人机界面设计方面的研究。

源、工作记忆容量以及图式构建所消耗的资源[6]。

1.1.1 注意资源有限性

人们在完成某项任务的过程中，当需要识别的任务数量越多，复杂程度越高，消耗的资源也就越多。当足够多的刺激出现时，注意资源将会耗尽，这时候如果再出现新的刺激，往往就会被操作者忽略[6]。

1.1.2 工作记忆容量有限性

工作记忆是一个对信息进行暂时性加工的系统，它是信息加工的主要场所，在面对新的信息时，其容量极为有限[7]，当需要处理的信息超出了记忆的容量，且这些信息之间的关联程度不高，工作记忆就容易发生错误，导致记忆失效。

1.1.3 图式的两面性

图式就是人们在长时记忆中有组织地组成具有内在联系的记忆结构[7]。按照图式理论，信息经过图式构建后存储于长时记忆中，长时记忆的容量虽然无限，但图式的构建在具体情境中需要一定的刺激才能完成，其需要消耗注意资源，才能在长时记忆中存储信息，以实现自动化。

1.2 认知负荷与认知资源关系

由于工作记忆的容量是有限的，所以当人直接或间接接收的信息多于工作记忆的容量时，便会造成认知系统的负担，形成认知负荷。认知负荷是顺利完成任务过程中加工信息所需要的认知资源的总和[8]。如果同时进行不同的活动，认知资源就要在这些活动之间进行分配，当完成所有活动所需要的认知资源超过个体拥有的认知资源总量时，就会引起分配不足的问题，即引起认知负荷过载。根据以上分析，得出认知负荷的过载机制，见图 1。

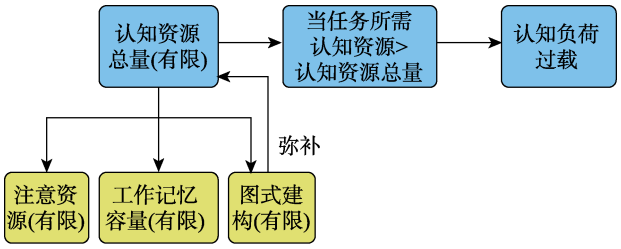


图 1 认知负荷的过载机制

Fig.1 The overload mechanism of cognitive load

2 智能电饭煲交互原型的认知负荷分析

2.1 现有品牌智能电饭煲的交互原型

交互原型是帮助人们理解产品如何与人交互的装置。它是交互设计的核心，由交互要素组成，各要素共同影响交互原型[9]。通过网络调研的方式，对近几年来苏泊尔、美的和松下 3 个著名品牌热销的智能电饭煲进行调研，并对其中 3 款智能电饭煲进行交互要素逆向分析，品牌智能电饭煲的交互要素提取见图 2，进而归纳得出通用的智能电饭煲的交互原型，包括信息架构、操作流程及信息呈现方式，通用智能电饭煲的交互原型见图 3。



苏泊尔蒸汽球釜IH电磁加热电饭煲　大沸腾IH WIFI智控电饭煲　松下SR-JHC18NSQ IH电磁电饭煲

界面操作方式	界面功能信息	信息呈现方式
开盖方式：按压 界面操作：触屏/按键操作	包含的功能有：开关、保温米种选择、蒸煮模式选择、预约定时、口感选择、其他的一些辅助功能，如WIFI等	多以文字和数字的方式呈现，部分辅以图形，以视觉信息的亮度和颜色的变化来反馈信息，少数以提示音和触觉反馈的方式呈现

图 2 品牌智能电饭煲的交互要素提取

Fig.2 Extraction of interactive elements of branded intelligent electric cooker

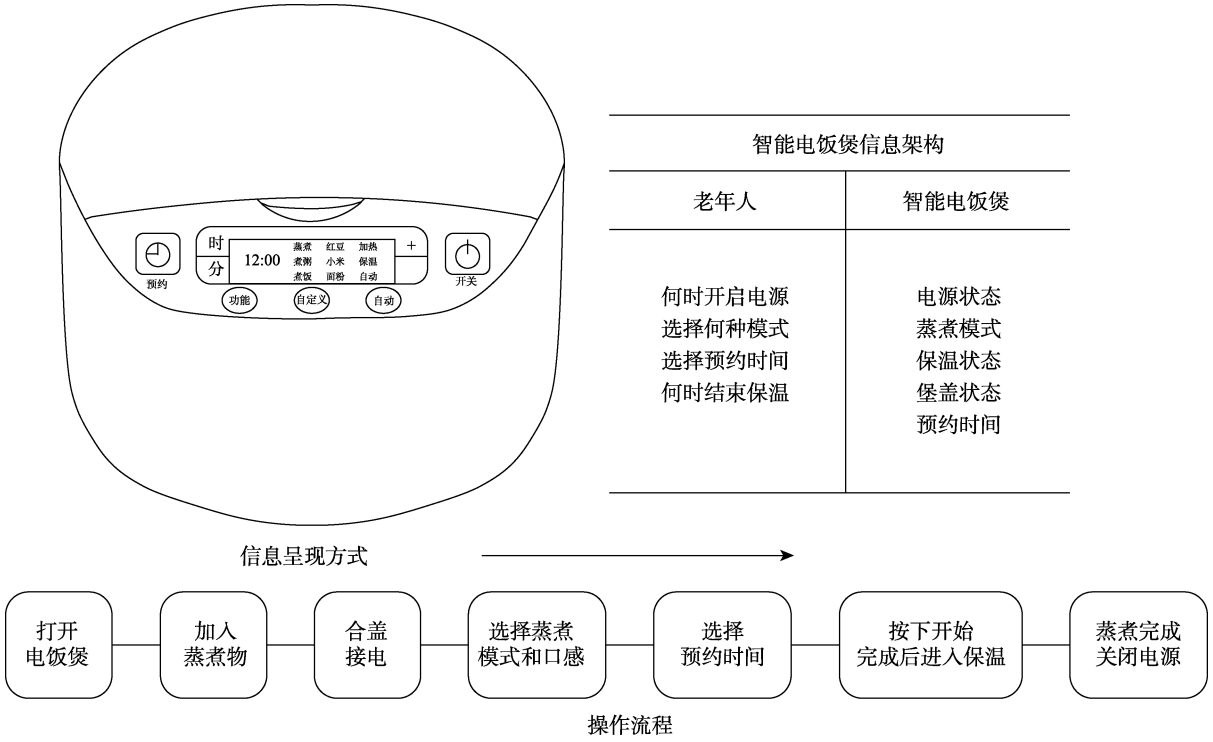


图 3　通用智能电饭煲的交互原型

Fig.3 Interactive prototype of general intelligent electric cooker

2.2　认知负荷分析

老年人使用智能电饭煲时的认知负荷分为 3 类，包括内部认知负荷、外部认知负荷以及相关认知负荷。

2.2.1　内部认知负荷

内部认知负荷是由材料本身的难易度和操作者自身的能力所决定的[7]。就智能电饭煲而言，对于同一用户，其认知能力和认知方式在一定时间范围内是相对稳定的，因此认知材料的难易度是决定内部认知负荷大小的关键[8]。

通过对现有智能电饭煲交互原型的分析可知，其中蕴含的信息量较大，且较为复杂，大部分老年人的认知水平都较为有限，许多功能信息都难以理解，如米种选择、蒸煮模式、口感选择等[9]。大量复杂的信息呈现在界面上，导致老年人容易产生认知混乱。此外，老年人由于认知能力的衰退[10]，导致其注意能力、工作记忆容量、加工速度、回忆能力等都大幅降低，老年人认知能力衰退表现见表 1。随着加工、抑制能力的下降，为了处理智能电饭煲复杂的功能和操作信息，所消耗的认知资源也较多，这些因素极易导致老年人出现认知混乱和记忆失效的情况。

2.2.2　外部认知负荷

外部认知负荷是由不恰当的认知任务和认知元素而产生的[7]。对于智能电饭煲而言，外部认知负荷的大小主要由操作任务流程和任务信息呈现方式的合理性所决定。通过对现有电饭煲的交互原型进行分析，其操作流程包括 7 个步骤，其中各类模式的选择和时间预约还包含多种步骤，较为繁杂。除此之外，老年人由于自身文化水平的限制，以及视觉、听觉、触觉等感知能力的退化，会导致老年人在操作电饭煲时外部认知负荷升高，影响操作效率。

表 1 老年人认知能力衰退表现

Tab.1 The decline performance of perceptibility in the aged

老化种类	老化表现
注意能力	不能集中注意在连续出现的刺激上
工作记忆	可用于储存和加工信息的心理资源下降，认知资源总量下降
加工速度	信息的搜索、编码、储存加工和组织提取的速度减慢
抑制能力	分辨与任务相关信息和任务无关信息的能力降低
执行功能	对认知操作进行协调和控制的能力降低

2.2.3　相关认知负荷

相关认知负荷指人们在长时记忆中存储信息之后，需要建立图式和图式自动化的过程中需要承载的负荷，此负荷有利于老年人对智能电饭煲的使用，由老年人对智能电饭煲操作的认知加工的程度而决定。现有智能电饭煲信息与老年人的知识背景差异较大，有许多老年人未曾接触的信息，且老年人认知加工的能力已经衰退，导致相关认知负荷较低，想要提高认知负荷，必须使智能电饭煲的操作逻辑与老年人相关固有的交互经验相匹配。

2.3 智能电饭煲交互原型设计的关键要素

2.3.1 依据老年人的需求进行设计

根据以上分析，在进行智能电饭煲交互原型的设计中，必须充分考虑老年人的实际需求，简化复杂的功能信息，将一些不必要的功能移除，只保留关键功能。同时，考虑老年人的认知能力和知识背景，利用分布式认知的理论优化信息结构，将最简洁、关键的信息呈现给老年人，降低内部的认知负荷。

2.3.2 利用老年人的行为特点进行设计

在老年人智能电饭煲交互原型的设计中，需要分析老年人之前烹饪的行为习惯和操作方式，使智能电饭煲的操作更加简洁，交互方式更加自然、直接，符合老年人以往的交互经验，降低外部认知负荷，提高相关认知负荷。

2.3.3 兼顾老年人的心理特点进行设计

老年人的心理状态也很大程度地影响其操作智能电饭煲的效率，因此在设计中，需要兼顾老年人的心理特点，防止其会出现情绪烦躁、紧张的情况，也有利于减少老年人的认知负担。

3 老年人智能电饭煲交互原型的开发与对比

3.1 老年人智能电饭煲交互原型的开发

对附近社区的 10 名老年人（男女各 5 名，年龄在 65~75 岁之间）进行智能电饭煲 P-AECS 需求调研分析，见表 2，以此为依据，结合交互原型设计的关键要素，对通用智能电饭煲交互原型进行改良、创新，得出老年人智能电饭煲交互原型，包括信息架构、3 种蒸煮模式、操作流程和操作信息表达方式，老年人智能电饭煲交互原型见图 4。

表 2 P-AECS 需求分析

Tab.2 The requirement analysis of P-AECS

要素	老年人
情景	不善使用智能设备，操作失败可能性大
行为	①打开锅盖 ②清洗、加入蒸煮物 ③调整模式 ④开盖取食
认知	注重操作的简洁性、明确性，操作目的的易达性
情绪	急切而脆弱
需求	①操作简单 ②不出现失败问题 ③达到蒸煮的效果

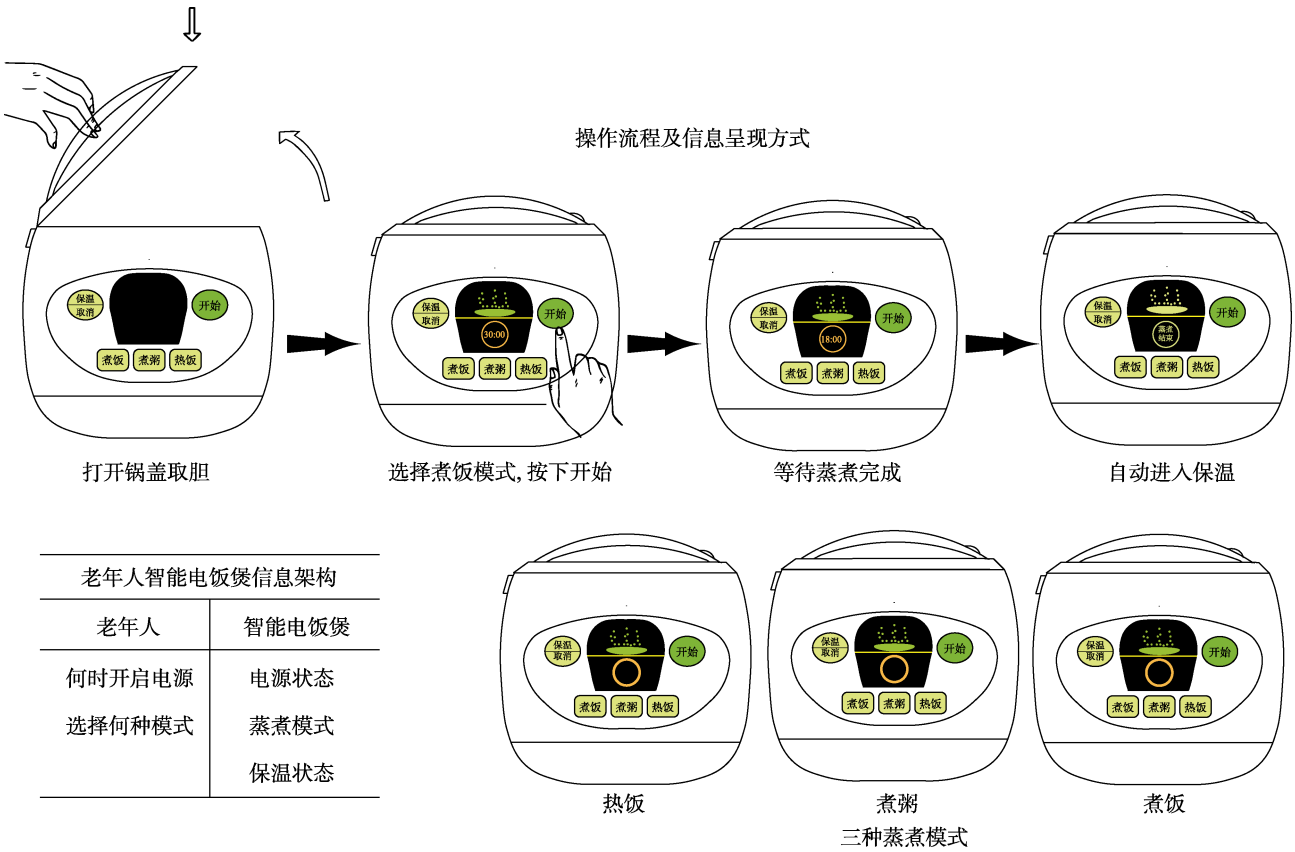


图 4 老年人智能电饭煲交互原型

Fig.4 Interactive prototype of intelligent electric cooker for the aged

3.2 交互原型的对比

通过对两款智能电饭煲的交互原型进行分析、对比，得知老年人智能电饭煲的交互原型具有以下优点。（1）信息架构合理且内容明确。老年人智能电饭

煲的交互原型利用分布式认知理论指导设计，减少了智能电饭煲的信息数量，优化了信息结构，减少了老年人需要处理的信息量和操作任务的数量，使智能电饭煲的信息架构趋于合理，极大降低了内部认知负荷。（2）改良了操作任务和信息表现方式。老年人智能电饭煲的交互原型利用了自然交互的理论和技术来指导设计，优化了信息的呈现方式和不良的操作任务。例如将打开堡盖的方式改为向上提的方式，符合老年人以往打开锅盖的方式；将供选择的 3 个蒸煮模式以及开始和保温都用 5 个较大的按键直接表示，并将蒸煮选择的结果用图标的方式表现在电子屏幕上，并以动态的方式展现。例如开始煮饭后，图标上的碗里的气泡上升，表示煮饭正在进行；将蒸煮的进度用类似钟表的圆圈表示；蒸煮完成后，整个屏幕变成金黄色，表示进入保温；断电后，屏幕熄灭。这些要素设计降低了外部认知负荷，提高了相关认知负荷。

4　结语

基于认知负荷的老年智能电饭煲的交互原型设计充分考虑了老年人的认知能力，通过自然交互和分布式认知等理论和对现有的智能电饭煲的交互原型进行了改良和创新，优化了智能电饭煲的信息架构、操作流程和信息呈现方式，简化了操作流程，使智能电饭煲的操作与老年人固有的交互经验相匹配。同时，降低了内外认知负荷，间接提高了相关认知负荷，减少了老年人操作的难度，给广大老年人带来了令人愉悦的使用体验。

参考文献：

[1] 李建新, 李嘉羽. 城市空巢老人生活质量研究[J]. 人口学刊, 2012(3): 31—41.
LI Jian-xin, LI Jia-yu. Study on the Quality of Life of Urban Empty Nest Elderly[J]. Population Journal, 2012(3): 31—41.

[2] 焦姣. 高龄者智能电饭煲操作界面视觉设计研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2015.
JIAO Jiao. Vision Design Research of Smart Rice Cooker Operation Interface for the Elderly[D]. Beijing: Beijing Institute of Technology, 2015.

[3] 陈汉良. 自动加水及加米的智能电饭煲系统[P]. 广东: CN106037447A, 2016-10-26.
CHEN Han-liang. The System of Intelligent Electric Cooker About Automatic Water and Gamey[P]. Guangdong: CN106037447A, 2016-10-26.

[4] 卜燕, 周向阳. 基于GSM的全智能电饭煲[J]. 中国科技信息, 2012(13): 110—112.
BU Yan, ZHOU Xiang-yang. Intelligent Electric Cooker Based on GSM[J]. China Science and Technology Information, 2012(13): 110—112.

[5] 刘司媛, 李银霞. 智能电饭煲显控界面可用性评价指标体系研究[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2016(2): 266—270.
LIU Si-yuan, LI Yin-xia. Study of Evaluation on Display Interface Ergonomic Evaluation for Intelligent Electric Cooker[J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2016(2): 266—270.

[6] 陈栩茜, 张积家. 注意资源理论及其进展[J]. 心理学探新, 2003(4): 24—28.
CHEN Yu-qian, ZHANG Ji-jia. Attention Resource Theory and Its Progress[J]. Psychological Exploration, 2003(4): 24—28.

[7] 汪海波, 薛澄岐, 黄剑伟, 等. 基于认知负荷的人机交互数字界面设计和评价[J]. 电子机械工程, 2013(5): 57—60.
WANG Hai-bo, XUE Chen-qi, HUANG Jian-wei, et al. Design and Evaluation of Human Computer Digital Interface Based on Cognitive Load, 2013(5): 57—60.

[8] 张云霞. 基于认知负荷理论视域下高师公共教育学课程设计[J]. 高教学刊, 2016(18): 47—48.
ZHANG Yun-xia. Curriculum Design of Public Pedagogy in Normal Universities Based on Cognitive Load Theory[J]. Journal of Higher Education, 2016(18): 47—48.

[9] 陈波, 刘彦秀. 基于公理设计的交互原型构建研究[J]. 人类工效学, 2016(1): 68—72.
CHEN Bo, LIU Yan-xiu. Research on the Construction of interactive Prototype Based on Axiomatic Design[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2016(1): 68—72..

[10] 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(12): 54—56.
LI Wei, ZHAO Jiang-hong, TAN Hao. Accessible Design of Old-age Websites Based on Cognition[J]. Packaging Engineering, 2013(12): 54—56.