

# 基于视觉认知出错的老年人自助售票机界面设计优化研究

吴剑锋, 胡佳丽, 矫东芳, 张玲燕, 黄薇  
(浙江工业大学, 杭州 310023)

**摘要:** **目的** 为减少老年人使用铁路自助售票机视觉认知出错, 对自助售票界面进行优化设计。**方法** 梳理老年人视觉认知出错的类别及其相应的出错因子; 募集 30 名老年人参加自助购票全过程模拟实验, 结合实验后的访谈数据, 提取老年人购票过程中可能出现的视觉认知出错问题, 并进行分类; 从视觉认知层面探讨购票出错的深层原因, 分析现有自助售票界面中不符合老年人视觉认知加工特点的设计; 提出铁路自助售票机界面优化策略, 并对界面进行适老化改进和评估。**结论** 研究显示, 老年人在自助售票界面视觉认知过程中, 会因注意失效、知觉混淆和疏忽产生错过目标信息、错误理解目标信息、不理解目标信息语义、难以匹配原有认知经验等出错问题, 这些问题通过合理组织与强化信息、增强目标信息语义理解度、匹配老年人认知经验和提升容错性等方法进行优化。优化后界面的可用性测试结果显示, 从视觉认知出错角度进行适老化设计, 是一种有效减少老年人操作错误、提高满意度的设计方法。

**关键词:** 老年人; 自助售票机; 视觉认知; 出错因子; 界面设计

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)24-0095-11

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.24.011

## The Optimization of the Interface Design of the Elderly Self-service Ticket Vending Machine Based on Visual Cognition Errors

WU Jian-feng, HU Jia-li, JIAO Dong-fang, ZHANG Ling-yan, HUANG Wei  
(Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China)

**ABSTRACT:** The paper intends to reduce the visual cognition errors of the elderly using the railway self-service ticket vending machine and optimize the design of the self-service ticketing interface. To sort out the types of visual cognition errors in the elderly and their corresponding error factors; Through recruiting 30 senior citizens to participate in the simulation experiment of the whole process of self-service ticket purchase, combined with the interview data after the experiment, to extract and classify the visual cognitive errors that may occur in the elderly ticket purchase; From the perspective of visual cognition, to explore the underlying causes of ticket purchase errors, and to analyze the design of the existing self-service ticketing interface that does not meet the characteristics of the visual cognitive processing of the elderly; An optimization strategy is proposed for the interface of railway self-service ticket vending machines to improve and evaluate the interface for aging. The research shows that in the process of visual cognition of the self-service ticketing interface, the elderly will miss and misunderstand the target information, fail to understand the semantics of the target information, and match the original cognitive experience due to attention failure, perceptual confusion and negligence. These problems are optimized by rationally organizing and strengthening information, strengthening the semantic understanding of target information, matching the cognitive experience of the elderly and increasing fault tolerance. The usability test results of the optimized interface show that it is an effective design method to reduce operation error and improve the satisfaction of the elderly from the perspective of

收稿日期: 2022-07-04

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(21NDJC038YB)

作者简介: 吴剑锋(1976—), 男, 副教授, 主要研究方向为应用人机工程与设计、信息与交互设计。

通信作者: 黄薇(1963—), 女, 教授, 主要研究方向为用户研究与产品设计。

visual cognition error.

**KEY WORDS:** the elderly; self-service ticket vending machine; visual cognition; error factors; interface design

随着互联网技术的快速发展以及城市现代化建设的不断深入,公共自助终端已渗入人们的日常生活。铁路自助售票系统作为代表性的公共终端之一,现已在全国普及。然而,不同年龄层用户对该系统的认知水平和操作能力还存在很大差异<sup>[1]</sup>。中国老龄化问题日益严峻,第七次人口普查数据显示,我国60岁以上老年人口为26402万,占总人口的18.7%<sup>[2]</sup>。老年人视觉信息处理能力较弱,面对信息界面易出现信息搜索困难以及信息元素认知不当等问题,进而带来焦虑沮丧的心理反应<sup>[3]</sup>,影响其对铁路自助售票系统的使用。因此,从视觉认知角度进行自助终端适老化设计研究对我国幸福老龄化建设具有重要意义。

## 1 视觉认知层面界面适老化研究现状

现有从视觉认知层面进行的界面适老化研究主要从老年人视觉认知特征、界面认知绩效和界面可用性等角度展开。例如白学军等<sup>[4]</sup>从信息加工角度分析了老年群体的视觉认知特征,提出了适老化界面设计原则;王秋慧等<sup>[5]</sup>和侯冠华等<sup>[6]</sup>通过眼动实验探索了界面元素布局和界面色彩对老年人视觉认知绩效的影响,并给出设计原则;汪颖等<sup>[7]</sup>通过用户绩效测试分析老年人操作自助售票终端的可用性问题。这些研究成果为界面适老化设计提供了较为丰富的研究基础,但对视觉认知加工出错的研究相对较少。实际上,减少出错是提升界面可用性的主要因素<sup>[8-9]</sup>。徐娟芬等<sup>[10]</sup>指出数字界面信息布局影响了视觉感知的敏感度和正确程度;张力等<sup>[11]</sup>在其研究中提出信息的组织结构和显示会分散界面操作者的注意力,引起信息忽略和错误处理;丁范卿<sup>[12]</sup>和Yan<sup>[13]</sup>的研究也得出相应的结论。上述研究表明,将出错行为与视觉认知加工相联系,开展视觉认知出错研究,有助于分析任务出错的源头,为界面优化设计提供指导。

综上,本研究拟通过实验分析老年人使用自助售票机的出错行为,从视觉认知层面研究老年群体界面操作出错行为和视觉认知加工的关联性,进一步探究视觉认知加工层面出错的原因,分析界面设计不合理的内容,提出改进策略并进行界面设计优化,丰富界面适老化的设计理论和方法,为自助售票界面及其他界面适老化设计提供参考。

## 2 老年人视觉认知出错研究

### 2.1 老年人视觉认知特点

老年群体视觉系统的生理性衰退会造成他们在视觉认知过程中产生视觉感知局限、注意力分散、注

意效率低、易遗忘、记错等问题<sup>[14-16]</sup>。本研究对前人相关研究结果进行梳理,归纳出老年人的视觉认知特点,如表1所示。

表1 老年人视觉认知特点  
Tab.1 Visual cognitive characteristics of the elderly

类别	特性
视觉感知层面	视觉系统生理性的变化导致明暗、颜色感受性下降,视敏度降低,易发生视错 <sup>[14]</sup>
注意层面	注意效率低,容易受环境其他因素的干扰而分散注意力 选择注意时间延长,单一信息处理持久性高 注意转移能力灵活性差,不能同时兼顾目标信息 <sup>[15]</sup>
记忆加工层面	记忆力衰退,将短时记忆转换为长时记忆的能力下降 对于经历过的但是没有再次呈现过的刺激物的记忆衰退明显 不断积累经验记忆形成具有分析和判断能力的经验性视觉思维 <sup>[16]</sup>
思维层面	老年人的经验性视觉思维极大影响了行为决策,易产生误操作 <sup>[16]</sup>

了解老年人不同层面的视觉认知特点可作为老年人界面视觉认知出错分析的切入点,结合视觉认知特点解释老年人使用自助售票机的出错行为,有助于分析界面中不符合老年人视觉认知加工的视觉要素设计,为进一步提出设计优化策略提供理论依据。

### 2.2 视觉认知出错分类

在认知科学等领域,各学者提出了不同的用户出错分类研究方法,并从行为决策、用户意图等角度对出错进行分类:Norman<sup>[17]</sup>从认知心理学角度最早提出出错类别,将用户出错分为疏忽和错误;Reason<sup>[18]</sup>对Norman提出的出错类型进行完善,从操作意图出发,提出注意失效、记忆失误、错误感知等8种出错类型;李乐山<sup>[19]</sup>在前两位学者的基础上提出人机界面出错分类,从技能行为角度分析操作的失效方式,提出过分注意和疏忽是人因出错的主要原因;Hassnert<sup>[20]</sup>通过软件界面的用户测试研究,将出错分为无效命令、阻碍性错误、对功能的理解不足、定向问题和其他动作错误。在上述认知层面出错分类的基础上,吴晓莉<sup>[21]</sup>通过提取复杂监控任务中的出错因子,从视觉认知行为角度对出错行为进行分类,总结出错误感知、知觉混淆、注意失效、记忆失误、疏忽

五种出错类型,这一分类成为后续学者进行视觉认知出错分类的主要参考。

出错因子是理解出错行为进行认知出错分类的关键,通常是指在用户操作过程中产生认知行为失误的主要因素,例如错过目标信息、对信息误读或误判等<sup>[22]</sup>。现有学者运用出错分类方法进行界面视觉认知出错研究,主要通过提取出错因子并进行分类、分析出错因子的视觉认知机理以辨识出错原因,探讨并改

善界面的可用性。其中出错因子的提取主要通过用户测试,对操作任务进行出错统计,并结合出错行为下的用户访谈进行提取<sup>[22-23]</sup>。

本文借鉴前人的研究结果,对吴晓莉<sup>[21]</sup>和孙志强等<sup>[24]</sup>提出的视觉认知出错分类及不同出错类型下可能出现的出错因子进行梳理(如表 2 所示),用以分析老年人在操作自助售票机界面时出现的视觉认知问题。

表 2 视觉认知出错分类及出错因子  
Tab.2 Visual recognition error classification and error factor

错误类型	错误具体划分	出错因子	出错因子解释
错误感知	视错	误读、误判	产生视错觉
	视觉迟钝	错过目标信息、没反应	来不及反应
	视觉局限	看不清、遗漏	看不清或不在视线内
注意失效	注意转移分散	错过目标信息	由于刺激不明显、目标转移而分散注意力,没看到重要信息
	注意负荷	判断延时	任务目标过多而不能同时兼顾多个信息造成任务延误处理
	过分注意	没反应、遗漏	过分关注而不知所措
	紧张不知所措	没反应、判断延时	心理紧张导致的注意呆滞
知觉混淆	语义模糊	不理解目标信息语义	不能理解界面信息元素
	认知偏差	错误理解目标信息、误判	对界面信息元素理解的偏差造成错误选择
	不合理匹配	不匹配认知经验,错误判断	与认知经验不符时,造成与设计不匹配的操作,产生误读误判等
记忆失误	遗忘	记不起来	不能回忆,没有记忆存储
	错误记忆	记错	歪曲记忆而判断错误
	思维负荷	记不起来、误判	记忆的负担导致没有记住
疏忽	意向性减弱	任务迷失	短时记忆消退造成记不起任务等
	无意识	没反应、失手	对环境刺激没有觉察

### 3 老年人自助购票出错实验研究

本研究主要通过实验法收集并分析老年人的出错行为,提炼出错因子,归纳出错类型,以探究其出错原因,挖掘现有自助售票机界面设计不合理之处,提出优化策略并加以改进。研究方法框架如图 1。

#### 3.1 实验材料

实验选择杭州火车站自助购票终端作为研究对象进行分析。考虑到在实验室环境进行实验更具可

控性,且可以避免真实嘈杂环境对实验的干扰,因此本研究采用实验室环境进行老年人自助购票模拟实验。研究团队通过实际调研,制作了铁路自助售票系统中购票环节的全流程高保真原型,关键环节的界面如图 2 所示。

#### 3.2 实验被试

国际上通常以 60 岁为依据判断是否为老年人<sup>[25]</sup>,因此实验选取 60~74 岁老年被试 30 名 ( $M=65.2$ ,  $SD=4.5$ ),其中男性 16 名,女性 14 名,主要来自杭

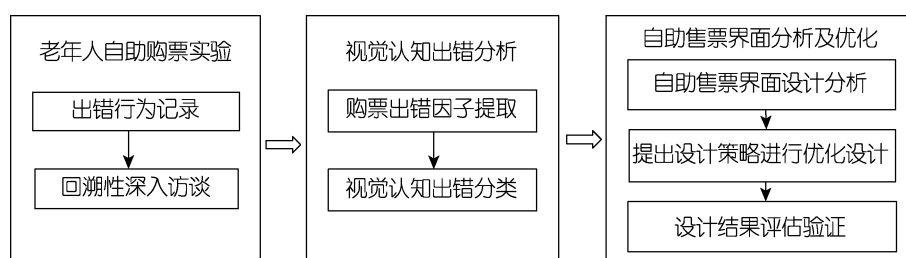


图 1 研究方法框架  
Fig.1 Research method framework



图2 购票界面高保真原型  
Fig.2 High-fidelity prototype of the ticketing interface

州市某一社区；有、无购票经历人数均等，其中有过购票经历的被试在半年内均未使用过自助售票机进行购票，以避免学习经验对实验产生影响。由于实验需被试根据界面信息进行操作，所以各被试均具备图文阅读能力和智能设备使用经验。

### 3.3 实验流程

被试需独立完成模拟购票任务，实验室通过摄像机拍摄记录被试的所有操作行为，以供实验后进行分析。具体任务要求：（1）购买高铁票1张，出发地为杭州东站，目的地为嘉善南站；（2）出发时间为8月24日 14:00—15:00 的任意时间；（3）席别为二等座

成人票。具体购票任务流程包括：出发地及目的地选择、乘车日期选择、车次选择、席别票数选择、身份验证、席位确认和支付七个阶段，理想情况下任务具体操作流程如图3所示。

由于老年人记忆力衰退，所以在实验过程中，要求被试一边操作一边自述操作及思考的过程，实验员记录所有自述供实验后进行口语分析。同时，实验员在被试出错且多次尝试后表示无法继续时，提供正确提示，直至被试完成完整的购票任务。所有被试完成实验任务后，实验员立即与该被试针对实验过程进行回溯性深入访谈，对用户行为进行进一步挖掘和分析。

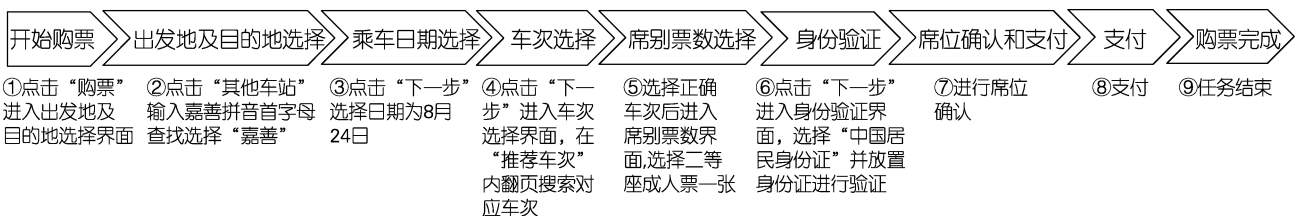


图3 实验任务操作流程  
Fig.3 Experimental task operation flowchart

### 3.4 实验数据整理

在实验员的提示下，30名被试都完成了实验任务，任务完成用时10~16min，包括被试操作时间、遇到问题询问实验员的时间、实验员指导时间。结合被试自我陈述和深入访谈数据，对实验中各被试在各

关键界面中完成关键任务所花费的时间及出错次数、操作出错的问题、发生问题的原因等实验数据按图4所示流程进行整理。其中，未按任务操作流程进行有效操作即视为出错。同时，参考Rajan等<sup>[26]</sup>对问题严重等级的研究，结合出错问题影响和持续性等因素，

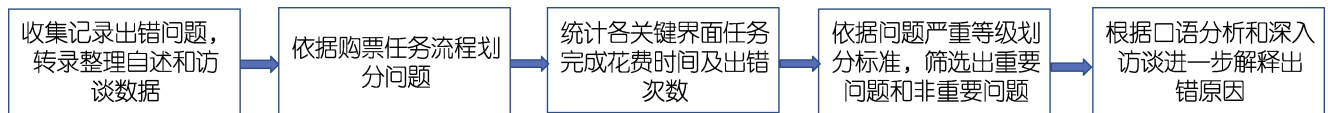


图 4 实验数据整理流程图  
Fig.4 Experimental data collation flow chart

表 3 购票任务出错统计及出错因子提取  
Tab.3 Error statistics and error factor extraction for ticket purchase tasks

任务	出错界面	出错问题	出错解释	出错因子提取
出发地、目的地选择		1. 点击“下一步”寻找其他车站	将“下一步”误认为“下一页”,想翻页寻找其他车站	错误理解目标信息
		2. 没有看到“其他车站”	没有关注到	错过目标信息
		3. 看到了“其他车站”却忽视	不能理解或理解错误“其他车站”的意思	不理解目标信息语义
		4. 点进“其他车站”界面后立即点击“上一步”退出该界面	界面与上一界面不相似,觉得不对	信息组织方式不匹配认知经验
		5. 输入全拼查找其他车站	没有关注到要求输入首字母查找	错过目标信息
		6. 点击“出发地”改动出发站	认为先点击出发地“杭州东”再点击目的地“嘉善”,对应从哪到哪	交互逻辑不匹配认知经验
日期选择		7. 从月份开始点选按钮“8”来选择出发日期	没有关注到日期下面的月份信息	错过目标信息
		8. 未找到月份信息,日期选择界面停滞	没有关注到日期下面的月份信息	错过目标信息
车次选择		9. 在选择日期界面寻找车次信息,长时间停留该界面	认为日期信息和车次信息在同一个界面里	信息组织方式不匹配认知经验
		10. 车次选择界面,找不到目标车次而停滞或点击“上一步”返回	没有关注到“下一页”	错过目标信息
		11. 车次选择界面,点选页码“1”和“4”寻找目标车次时间	将页码误认为可以搜索的时间	错误理解目标信息

续表 3

任务	出错界面	出错问题	出错解释	出错因子提取
车次选择		12. 點選灰色没票车次, 因没反应表示疑惑而停滞	不理解为什么不能点	不理解目标信息语义
		13. 选择两点半到达车次	将到达时间误认为出发时间	误读目标信息
		14. 点击全部车次寻找无果	认为推荐车次只是推荐5趟车, 全部车次是所有班次	错误理解目标信息语义
		15. 先点击非目标车次二等座	想先选二等座再选具体时间	搜索策略不匹配老年人认知经验
		席别、票数选择		16. 重复多次点击“1”和“二等座”等票数席别信息, 没有反应而疑惑停滞
17. 席别、票数选择完后, 停滞于席别票数选择界面	认为信息已选择完毕, 不知道接下去要做什么			任务迷失
身份验证		18. 选择证件时, 认为“港澳台居民身份证”和“外国永久居留身份证”都不该选而点击“取消”	认为按钮内只要有信息有不符就不能点击	信息组织方式不匹配老年人认知经验
		19. 选择证件界面, 虽然注意到了弹窗, 但忽视了弹窗内信息而关注后面内容, 点击“取消”表示奇怪, 点击“取消”	认为弹窗内信息不重要, 遮挡了后面内容/后面内容, 认为出现弹窗是操作错误的反馈	信息视觉呈现方式不匹配认知经验
		20. 选择证件界面, 看见“身份证”就放置身份证	根据其他终端操作经验, 看见“身份证”就觉得应该先插入证件	交互逻辑不匹配认知经验
		21. 身份验证时看见“取消”“取消购票”不敢继续操作	不知道点击后是取消什么, 担心操作出错	不理解目标信息语义
		22. 不理解选择证件界面, 想返回上一步而点击“取消”	不清楚界面任务, 并且将“取消”理解为取消该步骤返回上一步	错误理解目标信息
		23. 刷身份证界面停滞	文字理解困难, 不清楚界面任务	不理解目标信息语义
		24. 刷身份证界面点击“取消购票”	将其理解为让用户取消购票, 以为自己之前操作错误	错误理解目标信息

将本研究中的错误问题划分为重要问题和非重要问题两类: 重要问题指直接导致被试无法完成任务, 而意图放弃购票的问题; 非重要问题指虽导致用户出错, 但用户多次尝试后可以自行解决的问题。为探究造成任务失败的原因, 本实验仅关注重要问题, 探讨了出发地目的地选择、日期选择、车次选择、席别票数选择和身份验证这五个环节的出错。

### 3.5 数据及分析

#### 3.5.1 出错因子提取

为探讨操作出错与视觉认知加工的关联性, 本研究对实验中发现的重要出错问题进行梳理, 整理其出错界面和出错原因; 并参考表 2 梳理出的出错因子, 归纳实验中老年人的出错行为, 提取出老年人自助购票出错因子(见表 3)。可以看出, 被试在购票过程中, 易发生信息检索、理解、辨识选择困难等问题, 对应的出错因子主要包括错过目标信息、错误理解目标信息、不理解目标信息语义和不匹配认知经验等。

#### 3.5.2 视觉认知出错分析

由于被试在不同任务阶段产生的一些出错因子具有相似性和同质性, 所以结合表 2 中的出错因子分类结果, 进一步将操作出错与视觉认知加工出错进行关联, 将表 3 中提取的自助购票出错因子进行视觉认知出错分类, 归纳出 3 类出错类型 5 种出错因子, 即由注意失效导致的错过目标信息、由知觉混淆导致的错误理解目标信息、不理解目标信息语义和不匹配认知经验, 以及由疏忽导致的任务迷失。相比其他学者的研究, 在本实验中未发现错误感知与记忆失误两种视觉认知出错, 其可能原因在于: 第一, 现有自助售票机界面信息相对比较少, 而且界面设计时也已经考虑到可能出现的视错觉问题; 第二, 本实验已经考虑到记忆对被试操作可能带来的影响, 在被试选择时特意加以控制, 因此也没有出现记忆失误出错。以下将结合老年人视觉认知特点, 对归纳出来的不同出错类型及出错因子进行进一步探究, 并对自助售票界面中不符合老年人视觉认知加工特点的设计问题展开分析。

##### 3.5.2.1 注意失效

产生注意失效出错的主要原因是注意转移分散, 即在视觉搜索过程中, 界面中非目标信息与当前工作记忆所保持的目标模板相似时, 该信息会被视觉注意优先选择, 致使注意转移分散<sup>[27]</sup>。老年群体受生理因素制约, 易受非目标信息干扰使注意力分散, 而错过目标信息。在自助购票时, 主要表现为: 在目的地选择时, 忽视“其他车站”、错过输入首字母的提示而进行全拼查找; 在车次选择时, 因没有关注到“下一页”而停滞。由于界面中目标信息不够明显, 造成搜索困难或忽略, 且界面其他信息的强度分散了用户的注意资源, 因而在同一时间对目标信息产生过多的竞

争性注意消耗。

##### 3.5.2.2 知觉混淆

语义模糊、认知偏差和不合理匹配是导致知觉混淆的三个主要原因。

人们在大量感知的信息中根据感觉和记忆选取相关信息以获得对外界信息的准确定位。若界面中目标信息语义不明, 且没有相关记忆对视觉刺激进行检验, 易造成语义模糊<sup>[27]</sup>。在自助购票过程中, 不理解目标信息语义是语义模糊的主要出错因子。大多数老年人因缺乏自助售票机使用经验, 不能在自上而下的认知加工过程中凭经验记忆引导其行为而导致操作出错。具体表现为: 在车次选择时, 因不理解灰色即无票的语义, 无法点选灰色车次而表示疑惑; 在身份验证时, 因不理解“取消”而不敢操作。在上述界面中, 对车次信息缺乏认知性、按钮语义不够清晰完整导致被试无法作出准确判断。另外, 由于老年人文字阅读能力下降, 界面中大段描述性文字容易造成其理解障碍。如身份验证时因不能理解任务说明而无法继续操作。

产生认知偏差的出错因子为错误理解目标信息。老年人经验性视觉思维极大影响了行为决策, 由于大部分被试都是第一次接触自助售票机, 所以他们主要凭借智能手机等其他智能设备的使用经验识别信息并作出行为决策。一旦界面中目标信息不符合被试认知经验时, 极易产生认知偏差。例如, 在目的地选择时, 将“下一步”误认为“下一页”就是受智能手机使用经验的影响。同样, 在身份验证时, 也会错误理解“取消”和“取消购票”。

根据图式理论, 当新的刺激出现时, 被试倾向于用自己的预设图式加工处理信息<sup>[28]</sup>。然而, 当界面信息元素的显示与老年人长时记忆系统中的相关图式不匹配时, 易造成不合理匹配问题。在本实验中, 不合理匹配产生的出错因子为信息视觉呈现方式、信息组织方式、搜索策略和交互逻辑与认知经验不匹配。具体表现为: 在身份验证时, 由于弹窗的视觉呈现方式与老年人认知经验不匹配, 对弹窗作用产生了不同理解, 部分被试忽视弹窗内信息, 部分认为弹窗是操作错误后的反馈。在选择席别票数时, 受短时记忆的影响, 由于界面交互逻辑不匹配被试先前的操作积累的经验, 会重复多次点击“1”和“二等座”等信息, 因没有反应而产生疑惑。

##### 3.5.2.3 疏忽

现有自助售票机界面操作步骤较为繁杂, 需较多的信息识记, 因老年人短时记忆衰退, 易造成意向性减弱而记不起任务, 主要表现为任务迷失。例如, 部分被试在选择完票数和席别后, 因忘记之前已执行的任务或不清楚下一步任务而停滞于席别选择界面。现有界面的导航作用弱, 无法为被试提供清晰的指引。

### 4 自助售票界面适老化设计

#### 4.1 针对注意失效的设计优化

##### 4.1.1 合理组织信息，强化目标信息，减少非目标信息密度

信息密度与强度对注意资源的分配产生重要影响。老年人选择注意力下降，并容易被非目标信息干扰，因此信息设计应吸引并合理分配注意力，可通过提升完整性的形式强化目标信息。另外，界面设计也要注意降低非目标信息的强度，避免分散老年用户的注意资源。由此，提出优化设计方案如下：

1) 强化目标信息。可通过增加符合老年人认知习惯的隐喻图标，以指示并强化目标信息，提高注意效率。如目的地选择界面，在“查找车站”及“热门车站”前增加符合语义的扁平化图标。用强对比

色标注重点内容，提升认知性。如查找车站界面，对“首字母”进行重点标注（如图5中（a）和（b）所示）。

2) 减小非目标信息密度。如在日期选择界面中，提取出月份信息进行单独显示，以减小信息密度，并根据对老年人公共终端字号、间距的研究<sup>[29]</sup>，将月份和日期字号统一调整至20，调整按钮间距至24（如图6中（c）所示）。

##### 4.1.2 信息层次结构清晰化

由于老年人注意力下降，所以对周围环境信息的高效筛选十分必要，清晰的信息层次结构能有效提高老年人的信息检索效率。具体做法为按照重要性排序信息。如车次选择界面，通过突出时间信息，提取出发车站与到达站的信息，以清晰显示信息主次关系，更易于老年人检索辨识（如图6中（d）所示）。



图5 改进后出发地目的地选择及查找车站界面  
Fig.5 Improved Departure destination selection interface and station search interface



图6 改进后日期选择界面及车次选择界面  
Fig.6 Improved date selection interface and rain selection interface

#### 4.2 针对知觉混淆的设计优化

##### 4.2.1 目标信息语义清晰完整且易于识别

为降低老年人学习成本，语义表述应清晰完整。车次选择界面，因“灰色即无票”的语义难被老年用户直观理解，所以直接标明“售完”（如图6中（e）所示）；针对图7选择证件时的语义模糊问题，用文字标明“请

选择证件”以清晰页面语义（如图7中（f）所示）。

##### 4.2.2 界面设计匹配老年人的认知经验

老年人更倾向于根据经验进行行为决策，界面中信息元素的组织方式和视觉呈现方式设计应根据老年人长时记忆中的经验和知识进行设计，以减少认知混淆。如选择证件界面，每一个目标信息都提供一个





图 7 改进后选择证件界面及身份证验证界面  
Fig.7 Improved Select the certificate interface and ID verification interface

对应按钮以匹配老年人认知经验。同时, 考虑到老年人对弹窗的认知歧义较大而取消弹窗形式(如图 7 中 (g) 和 (h) 所示)。

#### 4.2.3 增加具有启发性的信息提示

增加启发性的提示信息以降低老年人阅读障碍, 减少语义模糊带来的出错。图文相结合的方式能使老年人在短时间内形成形象记忆以便快速作出判断。如身份证验证界面, 可增加操作图示辅助理解(如图 7 中 (i) 所示)。

#### 4.2.4 保持一致性

老年人学习能力减弱, 不同界面中的相同元素保持视觉风格、交互方式等清晰一致, 有助于通过反复刺激加强记忆, 降低出错。如图 8 中 (j) 所示, 选择席别票数时, 为保证前后界面交互逻辑一致, 当目标信息被选中时同样反馈为橙色。



图 8 改进后席别票数选择界面  
Fig.8 Improved vote selection interface

### 4.3 针对疏忽的设计优化

#### 4.3.1 清晰明确的导航

清晰的导航能帮助老年用户明确目前所在的界面层级, 减少老年人因短时记忆的功能性衰退造成的任务迷失。如图 8 中 (k) 所示, 导航信息中深浅平

衡的文字以及强对比色图标能够突出信息的强弱, 易识别当前所处的任务阶段; 通过画“√”的方式显示已完成的任务, 更符合老年人的恒常性经验。

#### 4.3.2 界面具有容错性

界面容错性要求允许用户撤销当前操作, 并保留原有操作信息, 以此避免老年人产生挫败退缩心理。如图 8 中 (1) 所示, 每个界面左上角统一设置“上一步”, 允许老年人返回上一步查看。

## 5 设计验证

为验证研究结果, 针对优化后的自助售票界面, 时隔三个月后, 再次邀请同批被试中的 8 位老年人重复模拟购票实验, 实验流程及方法严格按照之前的要求进行, 统计了任务操作出错次数及操作时间(包括被试操作时间和遇到问题询问实验员的时间、实验员指导时间), 并进行可用性评测。

### 5.1 操作出错次数及操作时间

同批的 8 名被试在新旧任务界面的平均出错次数和任务操作时间如图 9 和表 4 所示。可以看出, 改进后界面出错次数和任务用时都明显降低。

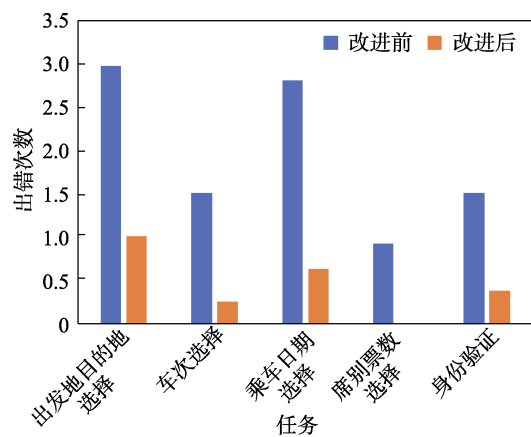


图 9 改进前后不同界面出错次数均值  
Fig.9 The average number of errors in different interfaces before and after the improvement

表4 改进前后任务操作时间统计(单位/s)  
Tab.4 Improved task operation time statistics before and after

任务	改进前后	均值	标准差
出发地目的地选择	前	142.3	13.6
	后	84.2	5.4
乘车日期选择	前	51.6	7.4
	后	28.5	2.8
车次选择	前	126.4	6.5
	后	65.0	3.1
席别票数选择	前	62.2	4.5
	后	31.1	3.5
身份验证	前	131.5	8.3
	后	75.6	5.9

## 5.2 主观可用性评测

从信息布局、信息传达、一致性、满意度四个方面制作综合满意度量表(采用李克特5分量表,1分为非常不认可,5分为非常认可)供8名被试在实验完成后进行打分,改进前后界面四个指标的均分统计结果如表5所示。数据显示被试对改进后的界面综合满意度更高。

表5 综合满意度评价均分表  
Tab.5 Comprehensive satisfaction evaluation average score table

指标	问题描述	评分均值
信息布局	我觉得改进后界面的图标文字更易辨识	4.0
	我觉得改进后的界面信息结构安排更合理,能让我快速找到想查找的信息	3.8
信息传达	我觉得改进后界面信息更容易理解	4.3
	我觉得使用改进后的界面更容易学习	4.3
一致性	我觉得改进后的界面操作逻辑更符合生活经验	3.6
	我觉得改进后的界面更加一致有序	4.0
满意度	我更愿意使用改进后的界面	4.8
	我觉得操作改进后的界面时更有自信	4.2

综上,改进后的自助售票各界面有效提高了老年人使用的绩效和满意度,验证了本研究提出的适老化设计方法和方案的可行性。

## 6 结语

本文从视觉认知层面,对老年人进行自助购票任务时发生的出错问题进行了深入研究,通过提取购票时常见的出错因子和出错类型,分析了现有自助售票界面中不符合老年人视觉认知加工特点的设计问题,并从注意失效、知觉混淆和疏忽三种出错类型层面提

出针对性的适老化铁路自助售票机界面设计策略。对界面的优化改进实践和设计评估结果表明,基于视觉认知出错分析的优化方案可以提升老年群体对自助售票机界面信息的理解,显著减少出错问题。因此,视觉认知出错研究可以成为公共自助终端适老化设计的一个有效工具,丰富了老年人界面适老化设计理论。后续研究将引入眼动追踪等实验工具和方法,以进一步探究老年人购票行为中的视觉认知加工机制,为适老化设计提供研究基础。

## 参考文献:

- [1] 施王辉,辛向阳.公共终端界面的可用性研究[J].包装工程,2016,37(6):62-66.  
SHI Wang-hui, XIN Xiang-yang. Usability of Public Terminal Interface[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(6): 62-66.
- [2] 张翼.第七次人口普查与中国人口变迁趋势[N].中国社会科学报,2021-05-26(A05).
- [3] 汪颖,王萍萍.面向老年用户的铁路售票自助终端界面可用性研究[J].人类工效学,2016,22(6):64-69.  
WANG Ying, WANG Ping-ping. Research on Usability of Railway Ticketing Self-Service Terminal Interface for Elderly Users[J]. Chinese Journal of Ergonomics, 2016, 22(6): 64-69.
- [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] 王秋惠,陈微.老龄服务机器人色彩设计的视觉认知绩效研究[J/OL].包装工程,2020:1-9.(2020-11-26).  
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1094.TB.20201126.1549.016.html>.  
WANG Qiu-hui, CHEN Wei. Research on the Visual Cognitive Performance of Color Design of Service Robot for the Elderly[J/OL]. Packaging Engineering, 2020: 1-9. (2020-11-26). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1094.TB.20201126.1549.016.html>.
- [6] 侯冠华.数字图书信息界面布局影响老年人信息检索交互绩效的眼动实证研究[J].国家图书馆学刊,2020,29(5):21-32.  
HOU Guan-hua. Eye Empirical Research on Effect of Information Interface Layout on Digital Book in Information Retrieval Interactive Performance for Aged People[J]. Journal of the National Library of China, 2020, 29(5): 21-32.
- [7] 王萍萍.基于元认知的老年用户公共设施可用性研究——以铁路自助售票终端界面为例[D].杭州:浙江理工大学,2017.  
WANG Ping-ping. Research on the Usability of Public Facilities for Elderly Based on Metacognition—The

- Example of Terminal Interface of Railway Self-Service [D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2017.
- [8] MAXION R A. Improving User-Interface Dependability through Mitigation of Human Error[J]. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2005, 63(1-2): 25-50.
- [9] KROKOS K J, BAKER D P. Preface to the Special Section on Classifying and Understanding Human Error[J]. *Human Factors: the Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2007, 49(2): 175-176.
- [10] 徐娟芬. 数字界面信息认知失误的眼动分析研究[D]. 南京: 东南大学, 2015.
- XU Juan-fen. Analysis and Research on Cognitive Errors of Digital Interface Information by Eye Tracking[D]. Nanjing: Southeast University, 2015.
- [11] 张力, 杨大新, 王以群. 数字化控制室信息显示对人因可靠性的影响[J]. *中国安全科学学报*, 2010, 20(9): 81-85.
- ZHANG Li, YANG Da-xin, WANG Yi-qun. The Effect of Information Display on Human Reliability in a Digital Control Room[J]. *China Safety Science Journal (CSSJ)*, 2010, 20(9): 81-85.
- [12] 丁范卿. 数字界面视觉信息认知失误的生理实验方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2017.
- DING Fan-qing. The Physiological Experiment Method for Visual Cognitive Error of Interactive System[D]. Nanjing: Southeast University, 2017.
- [13] YAN Sheng-yuan. Effect of User Interface Layout on the Operators' Mental Workload in Emergency Operating Procedures in Nuclear Power Plants[J]. *Nuclear Engineering and Design*, 2017, 322: 266-276.
- [14] POLAT U, SCHOR C, TONG Jian-liang, et al. Training the Brain to Overcome the Effect of Aging on the Human Eye[J]. *Scientific Reports*, 2012, 2: 278.
- [15] 郭凤香, 石晨光, 陈平, 等. 老年驾驶人有效视野测试研究[J]. *人类工效学*, 2019, 25(1): 52-59.
- GUO Feng-xiang, SHI Chen-guang, CHEN Ping, et al. Research on UFOV Test for Older Drivers[J]. *Chinese Journal of Ergonomics*, 2019, 25(1): 52-59.
- [16] 李孝明, 汪凯, 陶倩. 老年人心理理论与认知加工关系研究[J]. *心理科学*, 2010, 33(2): 446-448, 438.
- LI Xiao-ming, WANG Kai, TAO Qian. The Relationship of Theory of Mind in Old People with Cognitive Processing[J]. *Psychological Science*, 2010, 33(2): 446-448, 438.
- [17] NORMAN D A. Categorization of Action Slips[J]. *Psychological Review*, 1981, 88(1): 1-15.
- [18] REASON J T. Human error[M]. Cambridge [England]: Cambridge University Press, 1990
- [19] 李乐山. 人机界面设计[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- LI Le-shan. Human - computer interface design[M]. Beijing: Science Press, 2004.
- [20] HASSNERT M. Development Context and Ease of Use of Three Programs for Self-Registration of Unemployed People[J]. *Computers in Human Behavior*, 2002, 18(2): 191-221.
- [21] 吴晓莉. 认知层面的用户出错研究方法综述[J]. *人类工效学*, 2014, 20(1): 76-80.
- WU Xiao-li. A Survey of Research Methods of Cognitive User Errors[J]. *Chinese Journal of Ergonomics*, 2014, 20(1): 76-80.
- [22] 吴晓莉, 陈艳, 吴新兵. 工业控制系统出错因子—视觉感知—界面布局关联效应[J]. *工业工程与管理*, 2020, 25(6): 9-14.
- WU Xiao-li, CHEN Yan, WU Xin-bing. Correlative Effect among Error Factors-Visual Perception-Interface Layout in Industrial Control System[J]. *Industrial Engineering and Management*, 2020, 25(6): 9-14.
- [23] 吴晓莉, 唐开元, 晏彪. 基于视觉生理反应指标的工业系统人机界面出错因子提取研究[J]. *工业工程设计*, 2020, 2(5): 17-23.
- WU Xiao-li, TANG Kai-yuan, YAN Biao. Error Factor Extraction of Industrial System Man-Machine Interface Based on Visual Physiological Response Index[J]. *Industrial & Engineering Design*, 2020, 2(5): 17-23.
- [24] 孙志强, 史秀建, 李欣欣, 等. 基于认知模型的人为差错分类方法[J]. *国防科技大学学报*, 2008, 30(1): 73-77, 93.
- SUN Zhi-qiang, SHI Xiu-jian, LI Xin-xin, et al. A Framework for Classifying Human Errors Based on Cognitive Model[J]. *Journal of National University of Defense Technology*, 2008, 30(1): 73-77, 93.
- [25] 赵建国, 刘子琼. 互联网使用对老年人健康的影响[J]. *中国人口科学*, 2020(5): 14-26, 126.
- ZHAO Jian-guo, LIU Zi-qiong. The Impact of Internet Use on the Health of the Elderly[J]. *Chinese Journal of Population Science*, 2020(5): 14-26, 126.
- [26] RAJAN A. Neural Mechanisms of Internal Distraction Suppression in Visual Attention[J]. *Cortex*, 2019, 117: 77-88.
- [27] DOUGLAS J. Basic and Applied Memory Research[M]. London: Taylor and Francis: 2014.
- [28] 郭滢, 龚先旻, 王大华. 错误记忆产生的认知与神经机制: 信息加工视角[J]. *心理科学进展*, 2021, 29(1): 79-92.
- GUO Ying, GONG Xian-min, WANG Da-hua. The Cognitive and Neural Mechanisms Underlying False Memory: An Information Processing Perspective[J]. *Advances in Psychological Science*, 2021, 29(1): 79-92.
- [29] 邵卡. 老年人感知下的 ATM 界面设计研究[D]. 无锡: 江南大学, 2010.
- SHAO Ka. The Research of ATM Interface Design on the Perception of Old Adults[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2010.