

基于 FBM 行为模型的地铁售票机适老性研究

王志魁

北京建筑大学机电与车辆工程学院, 北京 100044, 中国

摘要: 随着城市化进程的加快和人口老龄化的加剧, 地铁作为城市公共交通的重要组成部分, 其售票机的适老性设计显得尤为重要。本文旨在通过 FBM (Fitts' Law Behavior Model) 行为模型, 研究和分析地铁售票机的适老性问题, 并提出相应的展望。

首先, 本文对关键词进行了解释和意义说明, 对 FBM 行为模型进行了简要介绍并针对老年人进行了 FBM 行为模型分析。随后, 通过文献综述和实地调研, 收集了当前地铁售票机的使用情况和老年人的使用反馈。在此基础上, 本文构建了基于 FBM 模型的地铁售票机适老性评估体系, 包括界面设计、操作流程、信息提示等多个维度, 将老年人购票遇到的困难在三个方面进行总结归纳, 并以此作为实际调研的方向。

实际调研中, 我们运用了问卷调查法、行为观察法和访谈法三个方法进行了综合调研。其中应用问卷调查法和访谈法收获了 17 位老年人的有效回答, 应用行为观察法观察了诸多老年人并录制了三段老年人使用地铁购票机的视频。此外, 本文还对在调研过程中遇到的困难做出了总结和分析。

本调研结果可用于分析和解释老年人使用地铁售票机的行为, 并可为未来地铁售票机的改造或相关系统的升级、设施的改进提供帮助。

关键词: FBM 行为模型; 地铁售票机; 老年人; 适老性

Agility of Subway Ticket Machines Based on FBM Behavior Model

ZhiKui Wang

School of Mechanical, Electrical and Vehicle Engineering, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the intensification of population aging, subways are an important part of urban public transportation, and the design of their ticket machines for the elderly is particularly important. This paper aims to study and analyze the issue of the aging of subway ticket machines through the FBM (Fitts' Law Behavior Model) behavior model, and put forward corresponding prospects.

First, this paper explains the keywords and explains their meanings, briefly introduces the FBM behavior model, and analyzes the FBM behavior model for the elderly. Subsequently, through literature review and field research,

the current use of subway ticket machines and the feedback from the elderly were collected. On this basis, this paper constructs an evaluation system for the aging of subway ticket machines based on the FBM model, including multiple dimensions such as interface design, operation process, and information prompts. The difficulties encountered by the elderly in buying tickets are summarized in three aspects, and this is used as the direction of actual research.

In the actual research, we used three methods: questionnaire survey, behavior observation, and interview to conduct a comprehensive investigation. The questionnaire survey and interview methods were used to obtain valid answers from 17 elderly people. The behavioral observation method was used to observe many elderly people and record three videos of elderly people using subway ticket machines. In addition, this paper also summarizes and analyzes the difficulties encountered during the survey.

The results of this survey can be used to analyze and explain the behavior of the elderly using subway ticket machines, and can provide help for the future transformation of subway ticket machines or the upgrading of related systems and facilities.

Keywords: FBM behavior model; Subway ticket machine; Elderly; Age-friendly

一、引言

(一) 研究背景

随着全球人口结构的转变,老龄化问题日益凸显,特别是在中国,这一现象尤为显著。老年人口的增加不仅对社会经济和医疗保健体系提出了新的挑战,也对城市基础设施,尤其是公共交通系统,提出了更高的要求。地铁作为城市交通网络的骨干,以其准时、快速和覆盖面广的特点,成为老年人日常出行的重要选择。然而,现实情况是,现有的地铁售票机在设计上可能并未充分考虑到老年人的特殊需求。这些需求包括但不限于视力下降、听力减退以及认知能力的减弱。例如,屏幕的字体可能过小,按钮的布局可能过于复杂,语音提示可能不够清晰,或者操作界面的指示不够直观。这些问题使得老年人在使用售票机时面临诸多不便,有时甚至需要他人的帮助才能完成购票。此外,老年人在使用现代技术产品时可能会感到不自信或焦虑,担心操作错误或浪费时间。这种心理障碍进一步降低了他们使用售票机的意愿和效率。而且,老年人可能更习惯于传统的购票方式,如人工售票窗口,这使得他们在面对自助服务设备时感到不适应。

为了解决这些问题,城市公共交通系统的设计者和运营者需要采取更为人性化、适老化的设计思路。这可能包括增大字体和按钮尺寸,简化操作流程,提供更清晰的语音和视觉提示,甚至引入更多的人工辅助服务。同时,通过社区教育和宣传,帮助老年人了解和适应这些新技术,也是提高他们使用效率的重要途径。总之,随着老龄化社会的到来,城市公共交通系统,特别是地铁售票机的设计,需要更多地考虑到老年人的特殊需求,以确保他们能够方便、安全、自信地使用这些服务,享受城市生活的便利。这不仅是对老年人的关怀,也是社会文明进步的体现。

(二) 研究目的

本文的研究目的可以概括为以下几个方面:

第一,调查老年人乘坐地铁及使用地铁购票机的现状。

其中包括与其他交通方式相比,有多少老年人出行时会选择乘坐地铁,而在选择地铁出行的老年人中又有多少会选择使用地铁购票机的购票方式。此外还包括老年人对使用地铁购票机的主观体验和感受,例如:可操作性、便捷性、舒适度、情感体验等;

第二,调查影响老年人使用地铁购票机的因素。

其影响因素大体可分为外部影响因素和内部影响因素。外部影响因素包括购票机的外观设计、交互界面设

计、操作部件设计等。内部影响因素包括由老年人自身生理和认知功能退化导致的能力下降等不利于使用购票机的各种自身影响因素；

第三，总结分析各因素

根据调查数据提炼出各主要影响因素，并梳理逻辑链条，总结归纳出完整影响老年人使用地铁购票机的原因。结合使用现状，应用 FBM 行为理论进行分析，进一步解析老年人使用地铁购票机的各行为成因；

第四，提出建议和展望

根据已总结分析出的行为成因及影响因素，对地铁售票机的改良或交互界面相关内容改进提出建议。并对老年人使用地铁购票机未来和发展作出设想及展望。

（三）论文结构

本论文共由 5 章构成，各章的主要内容分别如下：

第 1 章为“引言”，介绍了本文的研究背景，研究的目的，以及论文的主要结构。

第 2 章为“文献综述”，该部分主体分为四个部分对本研究相关文献进行了介绍和分析。首先对“老年人”相关文献做出了总结，明确了研究对象的内容及范围。其次，对本调研侧重方面——适老性做出了名词解释并规定了其在本文的具体意义，为后续调研明确方向。接着，又对地铁购票机的发展现状和其人机交互界面相关文献做出了提炼和总结。最后对本文研究方法的系统基础即“FBM 行为模型”做出了介绍，并针对老年群体对其进行了简要分析，使其更贴合本研究内容，为后续调研做出了根本的理论指导。

第 3 章为“调研过程”，其主要由三部分构成，一是调研方案，包括调研方案及方法设计和实地调研过程，内容即为本文实地调研的前后安排和经过。二是总结对调研过程中不足之处的反思与改正。三是调研结果及数据处理，内容包括将调研结果数据进行整合、汇总整理，得出调研结果的相关内容。

第 4 章为“结果分析”，其内容为将调研数据分类整合，并据此进行定量、定性分析，具体包括将数据按调研方法分类整合和按 FBM 行为模型分类整合，分别得出相应的结果。

第 5 章为“结论及展望”，该部分内容为把在第 4 章所得出的各方面结论进行汇总，并进一步回归“FBM 行为模型”得出研究结论。最后，根据研究结论，对未来老年人使用地铁购票机作出相关设想及展望。

二、文献综述

（一）老年人的特点

1. 老年人群

关于老年人年龄的界定国际还尚未有统一的概念。在美国和欧洲，老年人是以生理素质为准则以 65 岁为界限，我国根据退休年纪将 60 岁定义为老年人。在本文的研究中，将 60 岁及以上的人群作为研究对象进行统计。随着岁数的增大以及疾病的困扰，老年人的行为活动能力逐渐退化，需要借助轮椅等设备。从日常生活角度，可将老年人分为：自理老人，指日常生活能够自理的老年人；介助老人，指日常生活行为需要借助拐杖、轮椅等设施；介护老人，指日常生活需要他人照料[1]。文本研究的是自理老人群体，以及部分介助老人群体。

2. 生理老化现象对老年人使用地铁购票机的影响

1) 视觉方面，在生活中可以看到有些老年人用手把报纸举到很远处阅读，或者拿着一个放大镜阅读，很多老年人都会随身带着老花镜，这些都是老年人视觉能力退化的表现。其包括由于老花眼而看不清楚近处的东西对颜色的辨别力，特别是对蓝色和绿色的辨别力减弱对动态物体的感知灵敏度减弱等等。听觉方面，在生活中非常常见的是老年人听不清楚，对声音的反应速度上也会变慢。尽管不是所有的信息科技都需要老年人的听觉能力，但是随着越来越多人机交互设施包含了声音等相关方面的多媒体元素，部分老年人会面临着更多听觉

方面的障碍;

2) 行动力下降: 老年人的动作一般会比较慢而且会伴随着颤抖。这些行为能力的老化主要是由肌肉力量和耐力的降低, 连接组织的弹性和关节的灵活性减弱而引起的[2]。这也导致了老年人操作购票机的效率大大降低。

3. 认知老化现象对老年人使用地铁购票机的影响

1)感知力老化: 感知是认知过程的第一步。这个过程与外界的刺激有关, 包括视觉刺激, 声音信号等等。由于人的老化, 接受这些刺激的能力会逐渐减弱, 对外界刺激感知速度也会减弱。认知的能力首先依靠感知的速度。感知力的退化可以表现在辨别力的退化上, 老年人在辨别残缺的物体上存在困难, 不善于处理复杂情况。因此, 老年人往往会比年轻人花更多的时间用来阅读同样长度的一段文字或说明, 并注意不到界面上重要的信息;

2)智力的退化: 智力一般分为晶态智力和液态智力。一般认为液态智力是指在新情景中加工新信息的能力(注意力, 知觉能力, 思维敏捷性等), 主要与脑和神经系统的生理功能密切相关。晶态智力是指已获得的理解能力(知识, 词汇, 词语流畅性等), 主要与知识、文化和经验有关系。液态智力到成年时达到高峰, 然后较早随年龄的增加而减退, 到 60 岁开始加速减退。而晶态智力到成年后仍保持较好, 到 70 岁后才缓慢减退。在液态智力中, 对空间的理解能力是使用信息科技是非常重要的能力。其中空间能力是指在二维或者三维空间中获得和运用信息的能力。当人们进行空间认知的时候, 需要对流程和结构两个方面的信息有所了解。流程信息可以细分为关于标识、参照点和流向的信息; 结构信息指关于位置和标志的相互结构信息。由于老年人的液态智力的退化, 他们在对这两类信息的认知上存在困难[2]。而这就导致了老年人对购票操作流程和公共交通设施认知层面的困难。

3)心理因素: 即畏难心理。由于上述退化现象, 老年人可能会对乘坐公共交通出行产生畏难心理, 担心在公共交通中遇到不便或危险, 进而导致生理和认知功能的进一步下降, 从而使出行和使用地铁购票机更加困难。

4. 老年人使用地铁购票机的现状

将整个购票过程分为购票前、购票中和购票后三个阶段。购票前阶段, 老年人会由于不熟悉路径及站内自助售票机的位置以及排队时间过长而产生行为和和心理阻碍; 购票中阶段, 在人机交互领域的视觉层面会引起老年人使用人机交互界面的障碍主要有: 过小的字体, 不合适的界面元素和背景, 以及动态的或移动或变形的动画。所以也就有很多学者和设计者对如何设计这些界面元素进行研究。这些研究的主题主要围绕在字体大小, 字体类型, 行长度, 行间距, 以及背景的颜色上[2]。此外, 在购票机设计层面由于产品的部分设计没能够实现妥善的人机匹配, 导致可能会出现模糊或者错误的引导, 也会使错误产生[3]。而在认知功能层面, 如前文所述, 由于老年人液态智力的老化, 一方面, 会受到交互界面的干扰, 其注意力可能会被部分视觉要素从主要信息对象上转移到了非功能性的颜色、纹理、光影效果上。过分装饰、混乱或者拥挤的屏幕都会增加老年人的认知负荷。一方面, 可能会使老年人对交互界面的信息理解产生困难。根据图式理论, 当新的刺激出现时, 被试者倾向于用自己的预设图式加工处理信息。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, 进而导致操作困难。另一方面, 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, 即停滞在某一步骤无法继续购票; 购票后阶段, 在进出闸机口的过程中, 老年人也会存在不知道流程(刷卡/插卡)而产生通行困难的问题。

为此, 社会需要加快适应老龄化的步伐, 从老年群体用户的需求出发提升老年产品的使用体验, 减少老年

群体的身心负担。

（二）适老性

1. 名词解释

随着人口老龄化问题日益突出，社会对老年人的身体和心理健康的关注度日渐提升，为了缓解老年人孤独焦虑的心理，达到强身健体的目的，相应“积极老龄化”的政策，“适老性”这个词语出现在了大众的视线，但目前对于“适老性”一词还没有正式的解释，也没有文献对此进行概括性的阐述。“适老性”这个词可以解释为“适合老年人的”，一般是指室内外环境、公共设施建设等的适老化，以满足老年人群的生活需求，保障老年人的身心健康和安全。关于适老性方面的文献经常以“适老性优化”、“适老性规划设计”、“适老性改造”、“适老性更新”等字眼出现在题目中，如“适老性改造”通常指在建设设计、公共设施等建设、居家环境装修等进行的适老化[4]。

2. 意义

适老性更多的是一种尝试，在政府的积极推动下，首先在北上广等城市推进适老性建设进程，从老旧小区开展适老性更新改造开始，让适老性逐渐渗透进国民的意识中去，让国民逐渐接受适老性改造。尤其突出“适老性”元素、强化人文关怀的城市建设理念，充分考虑老年人的生理、心理需求，融入人文关怀，给予老年人良好的居住休闲环境以及生活享受，达到安全性、可达性、多样性、容错性、舒适性的有机统一[4]。

本文中“地铁购票机的适老性评价”指的是在评价地铁购票机在不同方面对老年人的心理、生理上的包容性。本文从适老性出发，充分考虑到老年人的特殊需求，对地铁售票机的多方面信息与适老性相结合进行调查研究。

（三）购票机相关文献综述

1. 购票机现状

目前我国地铁售检票系统已从早期的人工售检票方式全面进入自动售检票时代。早期实行人工售检票的线路，也大多通过改造升级为自动售检票（AFC）系统[5]。地铁自动售票机是地铁自动售检票(AFC)系统最为核心的专用设备之一，也是一种与用户高度交互的自助式终端设备[6]。北京地铁自助售票机（如图1所示）分为三个操作区，分别为触摸显示屏、支付区、出票区。其中显示屏中可供乘客选择需到达车站以及相关支付信息，并支持中英文切换；支付区可支持乘客使用规定面额的硬币和纸币进行支付，部分自助售票机还可以对一卡通进行查询储值；出票区一般在显示屏幕的下方，是乘客确认乘车信息并支付相应款额后，供车票及找零出纳的区域。三个操作区中配有相应的操作示意图，可对不熟悉该机器的用户进行引导。在机器上方还有一个字幕显示区，用来提示乘客该机器的运行状态，运行正常的情况下显示正常服务，如果出现机器故障或系统维护，字幕屏幕则会显示机器状态[7]。伴随着移动互联网的发展和自动化、信息化技术水平的提高，自动售检票系统无论是系统架构还是设备本身，都在发生巨大的变化。在支付方式方面，随着支付宝、微信、银联云闪付等手机支付方式与人民生活的高度融合，其在城市轨道交通售票设备上也得到了广泛应用，乘客可以选择任意主流支付方式进行付款，支付方式呈现多元化发展趋势[8]。



Figure 1 Beijing Subway Self-service Ticket Machine

图1 北京地铁自助售票机

2. 人机交互及人机交互界面

人机界面技术是随着现代科学与艺术的飞速发展而孕育出的一门学科。随着现代科学技术的发展，人机界面的概念广泛出现在各个领域，而与这些概念有关的思想和方法，在航空、航天、航海、交通、信息、生命和艺术等诸多学科中起着非常重要的作用。虽然，在各个学科中的人机界面研究及应用的侧重点不同，但他们的研究人、机及其交互环境之间关系的本质基本相同[6]。完整的人机系统包括人、机、人机之间的界面以及人机系统所处的环境。人与机之间存在一个相互作用的界面，人和机器的所有信息交流都发生在这个作用面上，通常称其为人机界面。而人机界面是人与机器进行交互的操作方式，即用户与机器互相传递信息的媒介，其中包括信息的输入和输出。好的人机界面美观易懂、操作简单且具有引导功能，使用户感觉愉快、兴趣增强，从而提高使用效率。

（四）调研方法——FBM 行为模型

1. FBM 行为模型概述



Figure 2 FBM Behavior Model Diagram

图 2 FBM 行为模型图

如图 2 所示, FBM 行为模型是 BJ Fogg 博士应用说服技术的理论分析框架, 其旨在阐释人类行为变化。Fogg 认为个体在达成某一行为时, 需同时具备三个要素: 足够的动机(Motivation)、实施该行为的能力(Ability)、适当的提示因素(Prompts)。模型如图所示由两个维度数据组成, 对应动机水平和能力水平, 包括行为改变的阈值线和提示位置。阈值线是视觉指导, 由 Fogg 最初提出, 但其定位标准尚不明确。该线表明, 高于阈值线的个体即当动机和能力都准备好的情况只需一种提示即可成功引导行为改变, 而低于该线的数值会导致提示无效。根据动机、能力和提示 3 个要素去剖析行为, 可以识别自身或他人的行为驱动因素。此外, 也可以帮助理解人类行为的机制, 解构为改变所采取的措施。

2. 老年群体的体力活动 FBM 分析

FBM 分析中动机因素虽然必要, 但并不是一个稳定的因素, 因为其在短时间内波动较大, 而能力在较长周期内也较为稳定, 因此优先关注能力维度才是促进可持续行为的重点。

通过对不同人群的 FBM 维度进行分析, 可得出青少年和青壮年的能力较高, 重点在于刺激体力活动动机, 而儿童和老年人, 其均属于体力活动能力较低人群, 是重点需要体力促进的对象, 重点在于辅助提高体力活动能力。

三、调研过程

(一) 调研方案

1. 调研方案及方法设计

其中, 调研原理可总结为根据 FBM 模型对老年人使用地铁购票机行为做出基本假设, 初步分析得出老年人使用地铁购票机行为所受的各方面影响在其三要素上的对应, 对其分别总结出重要影响因素。依据所总结的影响因素实地调研老年人使用地铁购票机的行为, 对调研结果进行定性、定量分析, 并回归 FBM 模型, 得出分析结论。

调研方法设计可总结为通过实地观察、问卷调查、用户访谈、方式, 对用户在购票过程中的需求进行 FBM

要素分类，从动机、能力、触发这三个方面进行分析。具体来说，应用用户访谈法，制定访谈内容（访谈大纲见附录 A），通过对调研对象的老年人的访谈，确定其主观的重要影响因素，为对重要影响因素做出定性分析做出数据支持；应用行为观察法，用手机录制老年人操作购票机视频，观察老年人在使用售票机的过程中出现的种种问题，进一步分析操作行为细节，为对重要影响因素做出具体定量分析做出数据支持；应用问卷调查法，制作调查问卷（调查问卷见附录 A）来验证所总结的重点影响因素、寻求在初步分析之外的重要影响因素，为对重要影响因素做出定性和定量综合分析做出数据支持。此外，我们还特殊设定调查问卷中的 12 题和 14 题为反选题，以筛选有效问卷。

2. 实地调研过程



Figure 3 Survey Process Diagram

图 3 调研过程图

调研结果：共有效调研 17 名对象（含访谈）、获得有效调研问卷 17 份、录制视频 3 部。

下面总结在实际调研过程中遇到的一些客观问题问题：

1、老年人选择乘地铁出行占比较小，导致调查对象样本数量较少，据调研结果分析可推测其可能由以下几点原因导致：

- 1) 持老年卡可在乘公交出行时免票，而在乘地铁出行时无法免票；
- 2) 老年人普遍认为地铁出行比较麻烦，上下楼不便或在站内易出现迷路等困难；
- 3) 许多老人由于已经退休或没有工作，故在通勤时段无乘坐地铁需求；
- 4) 部分老年人在出行、游玩等有交通需求时，可由子女开车接送；
- 5) 老年人平日出行意愿较低，买菜、遛弯等日常活动，可由骑行、步行方式进行；

2、老年人对调研配合度较低，导致调研过程难以进行，据调研结果分析可推测其可能由以下几点原因导致：

- 1) 老年人对问卷调查形式了解度不高，易误解为推销或诈骗等行为；
- 2) 部分老年人可能认为填写问卷比较麻烦，难以完成，故拒绝填写；
- 3) 部分老年人存在视听障碍，生理上不支持完成问卷调查；
- 4) 部分老年人文化水平较低甚至不识字，难以理解问卷内容，认知上不支持完成问卷内容；
- 5) 老年人不想被打扰或对占用自身时间行为较为反感，对填写问卷及访谈兴趣较低；

（二）数据处理及调研结果

我们测量了购票机相关的参数数据，进行了计算汇总。认真观看了所录制的视频，并从中提取有关数据进行了记录（如表 1 所示）。

Table 1 Survey Data

表 1 调研数据

	分类	数据
屏幕尺寸	长	约 38cm
	宽	约 28cm
字体大小	长	约 0.8cm
	宽	约 0.5cm
字体色彩	数量	4（红黄蓝绿）
各步骤流程用时	选择目的地或票价	约 10s
	选择购票张数	约 2s
	支付	约 15s
	出票	约 3s
地铁自助售票机高度	高度	约 180cm
关键信息屏幕占比	百分比	约 80%
平均购票所用时长	时间	73s
平均操作失败次数	次数	2

我们将调研所得有效数据进行了计算并汇总整理，可得出结论：地铁购票机的高度、字体大小、色彩、屏幕尺寸及关键信息屏幕占比均设计较为合理，对老年人使用较为友好，具有较强适老性。此外，我们还将调查问卷所得数据汇总在了一张图表上（详见附录 B）。并将访谈所得主要内容做如下总结：

老年人普遍不习惯坐地铁出行，公共交通出行方式多以乘坐公交车为主，认为坐地铁比较麻烦，不方便且不经济。能够使用地铁售票机购票出行的老人更在少数。且在使用地铁购票机过程中，普遍认为操作较为困难或选择根本不会尝试。

四、结果分析

（一）调研结果按调研方法分析

1. 访谈法结果分析

由于老年人年龄的增长，认知功能的下降，对新鲜事物的接受度也在不断降低。地铁对他们来说算得上是新鲜事物，故对其存在一定的抵触心理。此外，老年人对经济因素较为重视，票价的差距即使不大，在他们的观念看来也是难以接受或者说是不会选择的，因此大部分老年人对乘坐地铁及使用购票机并无兴趣和经验。

2. 行为观察法结果分析

通过观察老年人使用地铁售票机，并认真观察所录制视频分析可知，老年人在购票流程起始阶段（选地铁线路、选站等）较为顺利，但在后续购票流程（选择支付方式、确认支付信息等）中，普遍存在卡顿、滞留等现象，需要帮助完成。小组讨论分析得出，是由于在线支付方式对老年人来讲相对陌生，故老年人在支付环节普遍耗时多且操作困难大。

3. 问卷调查法结果分析

1) 我们调研的老年人各年龄段占比为：50-60:53%；60-70:29%；70-80:18%；

2) 对于人工购票或售票机购票，以及现金支付方式或在线支付方式老年人并无明显倾向（均 50%左右）；

3) 老年人普遍不愿意使用地铁售票机（41%/18%）；

4) 老年人对售票机界面设计的字体大小的合适程度（53%/12%）以及内容的可理解程度（35%/29%）较为接受，对售票机按键的反应灵敏程度（47%/18%）及其屏幕清晰度（65%/6%）和语音清晰度（53%/18%）较为认可，在操作售票机时，大多数老人也不会出现紧张或焦虑等情绪（47%/29%）。但普遍出现过操作错误的情况（89%），且认为购票步骤过多（35%/18%），操作流程耗时较长（41%/24%），并难以记忆（47%/29%）；

5) 对于操作购票机时面临的具体问题，主要集中在：支付方式不方便（例如仅支持电子支付）(59%)和操作界面复杂，难以理解(53%)。少数还有指示文字或按钮太小，不易看清(35%)、需要帮助但没有工作人员或指示信息以及纸币褶皱，无法识别(12%)等问题；

6) 对于操作购票机时产生的具体感受，主要体现在：感到无助或困惑(65%)和有不安感(53%)。少数还有感到不便或挫败(47%)以及感到焦虑或紧张(35%)。而只有 18%的受访老人表示在操作购票机时心态平和，无负面情绪；

对于操作购票机时具有的认知困难，主要包括：无法正确按照操作顺序进行(59%)、记不住操作步骤(59%)和不知道怎么开始购票，无从下手(53%)。少数还有不能理解屏幕上的指示(35%)、害怕售票机吞卡，不敢操作(12%)等认知困难。（具体调研数据见附录 B 调查问卷数据表格）

7) 综合分析可知，老年人认知功能的退化对其使用地铁售票机的影响更大，其造成的影响因素在老年人使用地铁购票机时遇到的各种困难和挑战中的作用占主体比重，而生理功能的退化造成的影响因素对其使用地铁售票机过程中的作用只占小比重。同样，该结论也可侧面说明地铁购票机的外形及交互界面设计充分的体现出了适老性。

（二）调研结果依据 FBM 行为模型分析

将老年人购票分为购票前、中、后三个阶段分别分析找出用户痛点和用户需求，并将其对应 FBM 要素。结合调研结果，可分析得出在动机因素中，清晰美观的界面、视觉吸引力方面已做的比较到位，而带给老年人的不良情绪方面有待改善；在能力因素中，可知由于老年人认知功能的退化，操作能力大幅减退，致使在能力因素中的各现状，包括页面布局、信息可理解度、操作指引、步骤提示等仍难以满足老年人认知能力需求，而这也是老年人使用购票机最大的痛点和难处；在触发（激励）因素中，可知最大的问题就是缺少提示性信息内容，但在实地调研中，我们观察到其实提示性信息数量已经足够完成完成操作，但由于老年人反应力、记忆力的衰退可能在认知功能角度来说难以发现并按步骤或提示信息完成。故总得来说，老年人使用购票机存在困难主要是在能力因素方面存在明显不足，而能力方面的不足又重点体现在认知功能的不足上。

五、结论及展望

（一）研究成果概述

在此次研究中，调研任务整体完成，顺利采集了计划获取的数据，整体效果达到预期。通过调研结果，进一步了解了老年人乘坐地铁和使用地铁售票机的相关行为习惯及看法，利用 FBM 模型分析出了老年人使用地铁售票机行为存在的主要问题。

（二）建议展望

1) 基于老年人认知功能的退化, 购票机界面能否设置成“一操作一提示”模式, 且能否使操作界面信息量减少, 并减少文字密集程度。例如:

提示: 请选择您要前往目的地的线路——选择界面——提示: 请选择您要前往目的地的名称——选择界面——提示: 请选择您的支付方式——选择界面——提示+动画: 支付方法介绍——支付界面——支付步骤提示——支付——出票+找零

2) 基于老年人认知和生理功能的退化, 是否能够在地铁设置购票引导专员。

3) 能否在乘坐地铁前, 在个人移动终端完成购票或为老年人设置特殊乘车凭证, 以减少购票为老年人带来的困难。

(三) 理论意义与现实意义

理论意义: 我们本次调研内容了解了老年人乘坐地铁和使用地铁售票机的相关行为习惯及看法, 利用 FBM 模型分析出了老年人使用地铁售票机行为存在的主要问题, 具体分析了老年人在使用购票机各环节、各步骤的影响因素及相关权重, 明确了老年人使用地铁购票机的重点问题所在, 其可为未来地铁购票机设计改进提供建议及理论支撑。

现实意义: 收集老年人乘坐地铁及使用地铁购票机的感受反馈, 结合所学知识及文献内容进行分析并得出结论。若我们的建议得到采纳或应用, 可为老年人使用地铁售票机提供更加便于他们使用的设施及交互界面。

参考文献

- [1] 蒋怡宁. 空间感知视角下上海四平路街区生活性街道空间适老性策略研究. 上海应用技术大学, 2023.
- [2] 王琳. 影响中国、韩国和美国的老年人接受信息科技的因素. 清华大学, 2010.
- [3] 姜乐. 城市轨道交通自动售票设备的人机工程学设计. 南京理工大学, 2020.
- [4] 杨业彤. 泰安主城区公园绿地适老性评价研究. 山东农业大学, 2023.
- [5] 王国光. 自动售检票系统及关键技术研究. 铁道部科学研究院, 2005(04).
- [6] 于海. 地铁自动售票机的人机交互设计研究. 南京理工大学, 2015.
- [7] 董思铭, 张译, 王振兴. 中匈两国地铁售票机通用化设计简析. 工业设计, 2021(11): 54-55.
- [8] 李中浩. 城轨互联网票务系统建设指南. 城市轨道交通, 2019(03).