引用格式： 邓奇，秦芳，贾梦雅. 虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性对用户持续使用意愿的影响机制研究[J]. 标准化学报，2026(11): 30-39.
DENG Qi, QIN Fang, JIA Mengya. The Influence Mechanism of Digital Humans' Service "Efficiency-Flexibility" Ambidexterity on Users' Continuous Usage Intention[J]. Journal of Standardization, 2026(11): 30-39.

虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性对用户持续使用意愿的影响机制研究

邓 奇[1]　秦 芳[1]　贾梦雅[2]

（1.中国计量大学 管理科学与工程学院；2.浙江天猫技术有限公司）

摘　要：【目的】针对虚拟数字人服务的实践困境，探究效率和灵活性的最优组合以提升用户持续使用意愿，为企业优化智能服务配置提供实践参考。【方法】基于心灵知觉理论和用户的认知闭合需求，采用多项式回归与响应曲面分析方法，探讨服务“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的非线性影响机制。【结果】虚拟数字人的低效率—高灵活双元性能够触发更高的用户持续使用意愿；感知能动性和感知感受性起到部分中介作用；认知闭合需求能够正向调节“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的影响，负向调节低效率—高灵活组合的影响。【结论】虚拟数字人服务不必追求效率与灵活性的绝对平衡，应优先强化灵活性优势，并依据用户认知特质实施差异化策略，以更有效地提升用户留存率。

关键词： 虚拟数字人；“效率—灵活”双元性；心灵知觉理论；认知闭合需求；持续使用意愿

DOI编码： 10.3969/j.issn.2097-857X.2026.11.004

The Influence Mechanism of Digital Humans' Service "Efficiency-Flexibility" Ambidexterity on Users' Continuous Usage Intention

DENG Qi[1]　QIN Fang[1]　JIA Mengya[2]

(1.School of Management Science and Engineering, China Jiliang University; 2. Zhejiang Tmall Technology Co., Ltd.)

Abstract: [Objective] To address practical challenges in virtual digital human services, this study investigates the optimal configuration of efficiency and flexibility to enhance users' continuous usage intention, offering actionable guidelines for enterprises to optimize intelligent service deployment. [Methods] Grounded in the Mind Perception Theory and incorporating users' need for cognitive closure, this study employs the polynomial regression and response surface analysis methods to examine the nonlinear influence mechanism of the "efficiency-flexibility" ambidexterity of virtual digital human services on users' continuous usage intention from a dualistic perspective, and further examines the moderating effect of users' need for cognitive closure. [Results] The findings indicate that the low-efficiency and high-flexibility ambidexterity of virtual digital humans can trigger a higher level of users'

基金项目： 本文受浙江省软科学研究计划项目“多元嵌入视角下小农户融入电商价值链赋能共同富裕的机制与路径研究”（项目编号：2025C35081）；浙江省哲学社会科学规划常规课题“数字乡村驱动农业农村现代化的作用机制与实现路径研究”（项目编号：24NDJC300YBM）资助。

作者简介： 邓奇，硕士研究生，研究方向为人工智能服务。
秦芳，硕士，副教授，硕士研究生导师，研究方向为智能商务。
贾梦雅，本科，工程师，研究方向为电子商务质量管理。

continuous usage intention; perceived agency and perceived experience partially mediate the relationship between the “efficiency-flexibility” ambidexterity of virtual digital human services and continuous usage intention; the need for cognitive closure can enhance the positive effect of “efficiency-flexibility” ambidexterity while attenuating the positive impact of low-efficiency and high-flexibility ambidexterity. [Conclusion] Virtual digital human services need not pursue an absolute balance between efficiency and flexibility. Providers should instead prioritize flexibility advantages and implement differentiated strategies tailored to users’ cognitive traits, thereby more precisely enhancing user retention.

Keywords: digital human; “efficiency-flexibility” ambidexterity; mind perception theory; need for cognitive closure; continuous use intention

0 引言

随着人工智能（AI）的迅速发展，虚拟数字人已从概念走向现实，成为服务创新的重要载体。虚拟数字人依托自然语言处理、情感计算、计算机图形学及实时渲染等核心技术，从早期的娱乐展示场景逐步渗透至在线问诊、智能客服、商品推荐、教育培训、政务服务等一线智能服务领域，成为企业数字化转型进程中的核心服务赋能工具。例如，在线问诊场景推出的数字健康人“安诊儿”及睡眠专家智能体“杭好梦”，提供24小时名医级诊疗咨询服务；智能客服领域，工商银行公积金数字人客服可通过语音交互完成业务办理。相较于传统人工服务与单一智能交互系统，虚拟数字人具备标准化的高效任务执行能力，可通过流程优化降低服务成本、提升响应时效。同时，其凭借多模态交互技术实现与用户的深度沟通，能够精准捕捉用户需求差异并提供个性化服务方案，在提升效率的同时灵活适配各种服务需求。当前，虚拟数字人产业规模持续扩张，根据艾媒咨询（iiMedia Research）的数据，2024年，中国数字人核心市场规模为339.2亿元，预计到2030年这一数字将达到935.6亿元[1]。

虚拟数字人的应用越来越受到重视，但从一线智能服务场景的实践反馈来看，虚拟数字人的实际表现与预期依然存在不小的差距。尽管通过科技发展与技术迭代，虚拟数字人的服务效率和灵活性相比于过去已取得巨大进步，但是由于不同用户的需求差异，服务效率和灵活性的矛盾似乎并未消失，而是演化为更复杂的动态平衡问题[2]。虚拟数字人服务在各类服务场景中的落地核心在于实现用户的持续接纳与长期使用，这也成为衡量虚拟数字人服务价值的关键标尺。其中，服务的效率和灵活性被认为是决定用户体验，促进用户持续使用的核心要素[2]。效率和灵活本身存在内在张力，而“效率—灵活”双元性被认为是解决当前一线服务中用户需求矛盾的关键。因此，面对虚拟数字人服务用户留存率不足的挑战，有必要探讨虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性对用户持续使用意愿的影响机制。

从现有文献研究脉络来看，国内学界围绕智能服务场景下虚拟数字人的特征及其对用户行为影响展开了一系列研究，形成了阶段性研究成果。肖盼章等[3]基于心流理论，通过链式中介效应模型研究，发现虚拟主播特征能够通过增强心流体验和缩短心理距离这2条路径，显著提升消费者在线购买意愿，揭示了虚拟数字人特征对用户行为决策的间接驱动机制。杨文贞[4]则聚焦AI主播的属性维度，认为专业性、吸引力和形象一致性对消费者的信任感知和直播购买意愿存在显著促进作用，而人工智能风险感知调节了主播特征对消费者购买意愿的影响，深化了虚拟数字人特征影响效应的边界条件研究。在社交机器人领域，Li等[5]基于任务导向差异的研究表明，在认知导向服务任务背景下，以能力型拟人化交互方式为特征的社交聊天机器人能够引发更积极的消费者态度、

客户参与度和使用意愿；在情感导向的任务领域下，温暖型拟人化交互风格的社交聊天机器人能够显著提高用户反应，凸显了虚拟数字人服务特征与场景适配性的重要性。值得关注的是，Hua等[6]首次将“效率—灵活”双元性引入AI聊天机器人研究范畴，证实该双元性可正向提升用户认知体验与享乐体验，且相比于高效率—低灵活双元性，低效率—高灵活双元性对认知体验和享乐体验的影响更强，为双元性视角在虚拟数字人领域的应用提供了初步佐证。

综合现有研究可见，学界已普遍认可聊天机器人、虚拟主播等虚拟数字人的服务属性对用户使用意愿、满意度及惠顾意愿的驱动价值，但现有研究仍存在明显的理论缺口与范式局限。第一，研究视角存在单一性。现有研究多采用线性研究框架解析变量间关系，多数研究聚焦虚拟数字人单一服务属性对用户意愿的线性影响机制，缺乏对多元服务属性配置组合效应的系统性探讨，未能充分揭示多元服务属性配置对用户意愿的非线性影响机理。第二，影响机制解构不深入。现有研究缺乏从用户感知维度对虚拟数字人使用意愿内在传导路径的揭示。心灵知觉理论作为解析人机交互中心理感知的核心理论，其包含的感知能动性与感知感受性可精准刻画用户对虚拟数字人的心理认知，但现有研究尚未将其纳入双元性影响机制的分析框架。第三，边界条件考量不足。现有研究未充分关注用户特质差异对服务属性效应的调节作用，忽视了个体差异在人机交互中的核心价值。例如，认知闭合需求不同的用户对效率与灵活性的需求存在显著差异。但此类变量尚未被纳入研究体系，导致研究结论的普适性受限。

综上所述，针对以上理论缺口，本研究基于双元性视角和心灵知觉理论，以感知能动性和感知感受性为中介，以认知闭合需求为调节变量，系统探讨虚拟数字人“效率—灵活”双元性对用户持续使用意愿的非线性影响机制，试图厘清双元性作用于持续使用意愿的内在传导路径及其边界条件，以期为企业优化虚拟数字人服务配置策略、提升智能服务水平、强化用户留存能力提供兼具理论深度与实践价值的研究依据。

1　理论基础与研究假设

1.1 心灵知觉理论

心灵知觉理论（Mind Perception Theory）是社会认知心理学的核心构念，其本质是个体对他人及其他行为主体心智状态的高阶推断与归因过程，具体体现为对目标主体意图、思维、情绪及动机的认知加工。该能力是社会互动与协作的认知基础，亦深刻影响人们对不同实体的道德权利赋予与责任归属判断。在维度划分上，Gray等[7]的经典框架将心灵知觉核心维度明确为感知能动性（Agency）与感知感受性（Experience），分别对应2种能力：一是识别情绪、沟通及进行有意识思考的能力（能动性），二是感受情绪与产生共情的能力（感知性）。心灵知觉的归因范畴不局限于真实人类，个体常惯性地将心智状态归因于动物、机器人及其他非人类实体，这一机制为理论向新兴技术场景延伸奠定了逻辑基础。

依托3D建模、多模态情感识别等技术发展的数字人，凭借高度拟人化外观、动态情感模拟及交互式社交响应，构建了趋近人类的多模态社交符号系统。因此，个体在传统社交中形成的心灵知觉模式会通过认知迁移延伸至数字人服务场景，对其产生心智归因，这一过程重构了对数字人的认知定位，使其突破传统人造物范畴，成为具备“心智”属性的新型社交主体。

1.2 虚拟数字人“效率—灵活”双元性与用户持续使用意愿

AI驱动的一线服务场景中，“效率—灵活”双元性是满足用户多元化需求的核心机制。作为深度拟人化的AI形态，虚拟数字人通过更积极的服务响应和更流畅的服务流程，让用户以最少的努力、时间和资源达到预期价值，最终转化为更高的使用满意度。同时，虚拟数字人基于交互的学

习优化实现情感识别与反馈，提供个性化独特体验，有助于强化使用意愿的情感基础。相较于依赖单一的效率或灵活服务能力，虚拟数字人效率与灵活的双元协同能够强化单一维度的促进效果。具体来说，效率维度规避灵活主导导致的低效陪伴缺陷，灵活维度克服效率主导引发的机械工具局限，二者共同作用，最终使用户从对基础可用性接受转向深度依赖[8]。在多元化的服务场景中，用户对虚拟数字人服务效率和灵活的感知因需求不同而存在差异。当用户感知的效率和灵活性水平不平衡时，其服务接受意愿亦有所不同[6]。然而，情感反应先于且强于认知加工，在人类决策和行为中占据主导地位。灵活的虚拟数字人服务响应能通过增进情感抵消效率不足的负面影响，维持用户好感，而高效率—低灵活的服务因缺乏情感互动而触发情感排斥。因此，用户对低效率—高灵活组合的容忍度显著高于高效率—低灵活组合，形成情感补偿效应。

基于此，提出以下假设：一是虚拟数字人“效率—灵活”双元性能够增加持续使用意愿（H1）；二是虚拟数字人低效率—高灵活（相比于高效率—低灵活）双元性能够触发用户更高的持续使用意愿（H2）。

1.3 心灵知觉的中介效应

心灵知觉分为感知能动性和感知感受性2个维度。感知能动性指用户识别情绪、沟通及思考的能力，如分析、推理与记忆能力；而感知感受性则是用户对主体感受情绪与共情能力的感知，如感知其是否能感受饥饿、恐惧与愉悦。感知他人的思想与意识，有助于个体更好地与社会环境互动，同时对个人的判断与决策具有重要影响。心理感知的结果会影响用户对非人类实体的感知和行为[9]。心灵知觉对信任的建立至关重要，具有较高感知能动性和感知感受性的虚拟数字人能够与用户建立积极的互动和强烈的参与感，提升用户的持续使用意愿。高度拟人化的类人特征会强化用户关于虚拟数字人具有人类思想的信念。依托大语言模型（Large Language Model, LLM）后端支撑的虚拟数字人具有逻辑思考能力，其高质量内容生产能力和稳定输出能力能够满足用户的理性服务需求，从而提升能动性感知。语音合成技术和形象驱动技术能够将文字转化为富有感情和个性化的声音表达，并与表情、口型和肢体动作精准同步，提供满足用户情感和社交需求的服务，增强虚拟数字人的感受性感知。

基于此，提出以下假设：一是心灵知觉在虚拟数字人“效率—灵活”双元性和用户持续使用意愿之间起到中介作用（H3）；二是感知能动性在虚拟数字人“效率—灵活”双元性和持续使用意愿之间起到中介作用（H3a）；三是感知感受性在虚拟数字人“效率—灵活”双元性和持续使用意愿之间起到中介作用（H3b）。

1.4 认知闭合需求的调节效应

认知闭合需求（Need for Cognitive Closure, NFCC）是指个体在面对模糊性情境时，为消除不确定性带来的焦虑、恐惧等负面体验，而倾向于快速寻求明确答案的一种心理动机[10]。认知闭合需求能够影响个人对信息的感知、处理、解释和决策过程。高效率和高灵活的服务能够降低用户的不确定性感知，从而产生更高的使用意愿。相反，低效率—低灵活的服务会削弱用户对虚拟数字人的积极判断，进而降低使用意愿。当面对效率和灵活的抉择时，低认知闭合需求的个体会在模糊情境中搜索更多与任务相关的线索信息，避免得出不确定的结论。高认知闭合需求的个体则更倾向于迅速寻找确定的解释，减少额外的信息处理，选择性关注有助于形成结论的特质，以此降低对不确定性的厌恶。因此，相对于高灵活性带来的不确定性，高认知闭合需求的个体更倾向关注虚拟数字人的效率表现，降低对服务灵活性的重视程度。

基于此，提出以下假设：一是认知闭合需求调节“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的影响（H4）；二是认知闭合需求能够增强虚拟数字人的高效率—高灵活（相比于低效率—低灵活）对持续使用意愿的正向影响（H4a）；三是认知闭合

需求会削弱虚拟数字人低效率—高灵活（相比于高效率—低灵活）双元性对持续使用意愿的正向影响（H4b）。

本文的研究框架如图1所示。

2　研究设计

2.1 问卷收集与样本描述

本研究通过线上调查收集数据，诚挚邀请有服务型虚拟数字人使用经验的受访者参与。问卷中设置了注意力检验题（例如，“您是否曾接触过或使用过服务型虚拟数字人？”），以剔除不合格受访者。研究团队对所有问卷答案进行了逐一核查，剔除了未通过注意力检验题、所有题目得分一致及答案不完整的无效问卷。最终，本研究以447份有效问卷为样本进行数据分析。统计结果显示，女性受访者占比较高，年龄集中分布在20~30岁，占比达67.6%。本科及以上学历为主要群体，占比达81.6%（其中本科54.8%、硕士及以上26.8%）。大部分受访者一周内多次使用虚拟数字人服务，总体占比达51.9%，符合研究的目标人群要求。

2.2 变量测度

为确保问卷有效性，本研究所用量表均改编自成熟量表，并根据虚拟数字人服务特征进行了修改。其中，服务效率和灵活的题项主要参考Prentice等[11]和Chen等[12]的研究；心灵感知题项参考Gray等[7]的研究；认知闭合需求的题项参考Roets等[13]的研究。此外，对30名大学生开展预测试，根据其反馈意见对量表进行优化。所有题项均采用7分李克特量表，最终题项见表1。

3　实证分析

3.1 信度与效度分析

为使研究结果具有说服力，对模型进行了初步检验，具体信度和效度检验结果见表2。所有变量的Cronbach’s α介于0.723~0.856之间，表明问卷具有较好的信度；所有变量的因子载荷量均高于0.7的理想阈值；各变量的组合信度（CR）介于0.828~0.931之间，说明量表的内部一致性较好；此外，各变量的平均方差提取值（AVE）介于0.551~0.871之间，说明聚合效度良好；同时，AVE的平方根均大于其与其他构念的相关系数，表明量表具有良好的区分效度。

判别效度通过将变量间的因子相关系数与各反映型构念的平均方差提取值（AVE）平方根进行比较来评估，具体见表3。

由表3可知，各构念的AVE平方根均大于其与其他构念的相关系数，证明该量表具有良好的

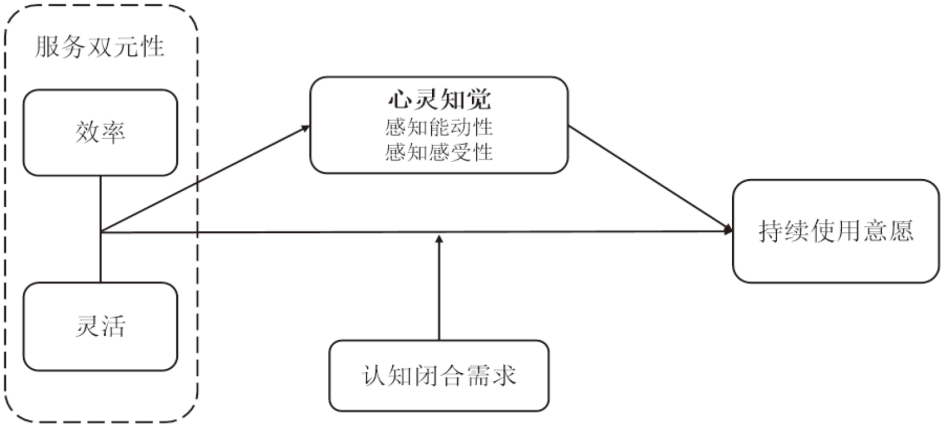


图1 研究框架

表1 本研究测量题项

变量	子维度	题项	编号
效率	服务稳定性	虚拟数字人服务可随时使用	ST1
		虚拟数字人服务具有长期稳定性	ST2
		虚拟数字人能够不间断地提供服务	ST3
	流程简化性	虚拟数字人能够迅速达成预期服务目标	PS1
		虚拟数字人能够简化服务流程	PS2
		虚拟数字人能够高效解决我的问题	PS3
	响应性	虚拟数字人响应迅速	RE1
		虚拟数字人总是能及时响应我	RE2
		虚拟数字人时刻准备着为我提供服务	RE3
灵活	拟人化共情	虚拟数字人可以通过互动察觉我的情绪状态	HE1
		虚拟数字人能对我的情绪做出合适的反应	HE2
		虚拟数字人的服务让我感觉温暖	HE3
	个性化	虚拟数字人可以根据问题提供个性化的回答	CI1
		虚拟数字人根据我的服务需求进行回应	CI2
		虚拟数字人的推荐内容符合我的需求	CI3
	持续改进性	虚拟数字人具备自主学习能力	PER1
		虚拟数字人能从服务记录中学习	PER2
		虚拟数字人服务表现越来越好	PER3
心灵知觉	感知能动性	我认为虚拟数字人能够与他人交流	PA1
		我认为虚拟数字人能够思考	PA2
		我认为虚拟数字人能够规划自己的行为	PA3
		我认为虚拟数字人能够记忆信息	PA4
	感知感受性	我认为虚拟数字人能够感知疼痛	PE1
		我认为虚拟数字人能够感受恐惧	PE2
		我认为虚拟数字人能够产生欲望	PE3
		我认为虚拟数字人能够感到愉悦	PE4
认知闭合需求		我不喜欢不确定的情况	NFCC1
		当我遇到问题时，会迫切希望尽快找到解决方案	NFCC2
		如果不能立即找到解决问题的方法，我很快就会变得不耐烦和烦躁	NFCC3
		我喜欢清晰而有条理的生活方式	NFCC4
持续使用意愿		将来，我将继续使用虚拟数字人服务	CUI1
		当我有服务需求时，虚拟数字人将是我的首选	CUI2
		我会向其他人推荐虚拟数字人服务	CUI3

表2 信效度结果

变量	编号	因子载荷	Cronbach's α	AVE	CR
服务稳定性	ST1	0.860	0.782	0.688	0.869
	ST2	0.801			
	ST3	0.828			
流程简化性	PS1	0.822	0.755	0.670	0.859
	PS2	0.802			
	PS3	0.832			
响应性	RE1	0.842	0.766	0.681	0.865
	RE2	0.811			
	RE3	0.821			
拟人化共情	HE1	0.855	0.810	0.725	0.888
	HE2	0.823			
	HE3	0.876			
个性化	CI1	0.852	0.856	0.768	0.909
	CI2	0.880			
	CI3	0.897			
持续改进性	PER1	0.797	0.723	0.778	0.868
	PER2	0.949			
	PER3	0.808			
感知能动性	PA1	0.854	0.732	0.648	0.846
	PA2	0.771			
	PA3	0.835			
	PA4	0.795			
感知感受性	PE1	0.910	0.756	0.793	0.828
	PE2	0.956			
	PE3	0.776			
	PE4	0.910			
认知闭合需求	NFCC1	0.956	0.781	0.802	0.851
	NFCC2	0.848			
	NFCC3	0.872			
	NFCC4	0.902			
持续使用意愿	CUI1	0.790	0.856	0.646	0.931
	CUI2	0.831			
	CUI3	0.790			

判别效度。因此，本研究的判别效度达到可接受水平。由于本研究所有测量均采用自我报告式量表，需对结果中的共同方法偏差进行检验。因此，采用哈曼单因子检验法检验共同方法偏差，对33个题项进行未旋转的探索性因子分析。结果显示，6个因子共解释了73.34%的总方差，其中单因子解释的最大方差占总方差的比例为34.26%（低于50%）。由此可见，本研究的共同方法偏差问题并不严重。

3.2 多项式回归与响应曲面分析

在正式分析前对效率（EF）、灵活（FL）、认知闭合需求（NFCC）变量进行中心化处理，并计算二次项和交互项（EF^2、EF×FL、FL^2、NFCC×EF、NFCC×FL、NFCC×EF^2、NFCC×EF×FL、NFCC×FL^2），多项式分析结果见表4。

在模型2中，沿不平衡线的曲率为正（β=0.59，P<0.01），表明当服务效率和灵活表现平衡（EF=FL）时，用户持续使用意愿较低；当服务效率和灵活表现的差距增加时，呈现不平衡状态（EF=－FL）时的持续使用意愿增强。“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的影响如图2所示。响应曲面的截面呈U型，表明当虚拟数字人服务效率和灵活表现一致时，用户的持续使用意愿更低。因此，假设H1未被证实。此外，在不平衡状态下（EF=–FL），不平衡线的斜率为负（β=–0.95，P<0.01），峰值偏移量为0.831，表明虚拟数字人低效率—高灵活时（相比于高效率—低灵活）的表现更优，用户持续使用的意愿更高，结果支持假设H2。

3.3 中介效应分析

本研究采用块变量方法检验心灵知觉的中介效应，通过将自变量及其多项式项分别与各自的回归系数相乘形成加权线性组合，采用SPSS的PROCESS程序进行Bootstrap抽样分析，结果见表5。感知能动性和感知感受性的中介效应显著（β=0.279，95% CI[0.123，0.438]；

表3 判别效度

变量	ST	PS	RE	HE	CI	PER	PA	PE	NFCC	CUI
ST	0.830									
PS	0.374	0.819								
RE	0.650	0.492	0.825							
HE	0.499	0.562	0.601	0.852						
CI	0.560	0.128	0.547	0.366	0.876					
PER	0.615	0.358	0.661	0.542	0.617	0.876				
PA	0.629	0.447	0.603	0.568	0.535	0.617	0.805			
PE	0.327	0.414	0.251	0.306	0.063	0.250	0.277	0.742		
NFCC	0.716	0.416	0.596	0.541	0.551	0.598	0.703	0.249	0.768	
CUI	0.518	0.108	0.390	0.230	0.615	0.456	0.438	0.168	0.572	0.933

注：对角线加粗数值为各变量AVE的平方根，下三角数值为变量间相关系数；若各变量 AVE 平方根均大于其与其他变量的相关系数，则说明量表具有较好的判别效度。

表4 多项式回归分析结果

变量	持续使用意愿			
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
常数项	4.69**	4.85**	4.51**	4.23**
EF	0.47**	–0.20	–0.21	0.35
FL	0.37**	0.75**	0.75**	0.13
EF^2		0.33**	0.31**	0.05
EF × FL		–0.25*	–0.25**	0.45*
FL^2		0.01	0.01	–0.32**
NFCC			0.10**	0.33**
NFCC × EF				–0.44**
NFCC × FL				0.43**
NFCC × EF^2				0.20*
NFCC × EF × FL				–0.43**
NFCC × FL^2				0.19**
R^2	0.52	0.55	0.56	0.59
ΔR^2	0.52**	0.03**	0.02**	0.03**
F	96.46**	67.77**	62.68**	44.48**
平衡线（EF=FL）				
斜率		0.55**		
曲率		0.09**		
不平衡线（EF= -FL）				
斜率		–0.95**		
曲率		0.59**		

注：**代表P<0.01，*代表P<0.05。

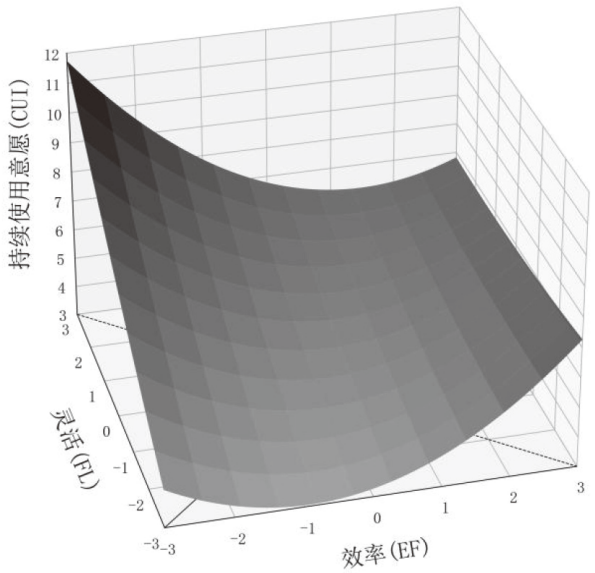


图2 “效率—灵活”双元性对持续使用意愿的影响

注：实线为平衡线（EF=FL），虚线为不平衡线（EF=–FL）。

β=0.08, 95% CI[0.007, 0.164]），假设H3a和H3b均成立，因此，H3成立。

3.4 调节效应分析

表4结果显示，模型2和模型4在加入调节变量及其交互项后ΔR^2变化显著（ΔR^2=0.03，P<0.01），模型的整体解释力有显著提升，证明调

节效应存在，因此假设H4成立。为进一步探究调节作用的具体影响，研究样本按照认知闭合需求高低被分为2组，详细结果见表6。

表5 心灵知觉的中介效应检验

路径	路径系数	置信区间	
		下限	上限
总体中介效应	0.359**	0.215	0.529
块变量→感知能动性→持续使用意愿	0.279**	0.123	0.438
块变量→感知感受性→持续使用意愿	0.080**	0.007	0.164

注：**代表P<0.01，*代表P<0.05。

表6 认知闭合需求的调节效应

变量	持续使用意愿	
平衡线（EF=FL）	NFCC低	NFCC高
斜率	0.19	0.46**
不平衡线（EF=−FL）	NFCC低	NFCC高
斜率	−1.95**	−0.58*

注：**代表P<0.01，*代表P<0.05。

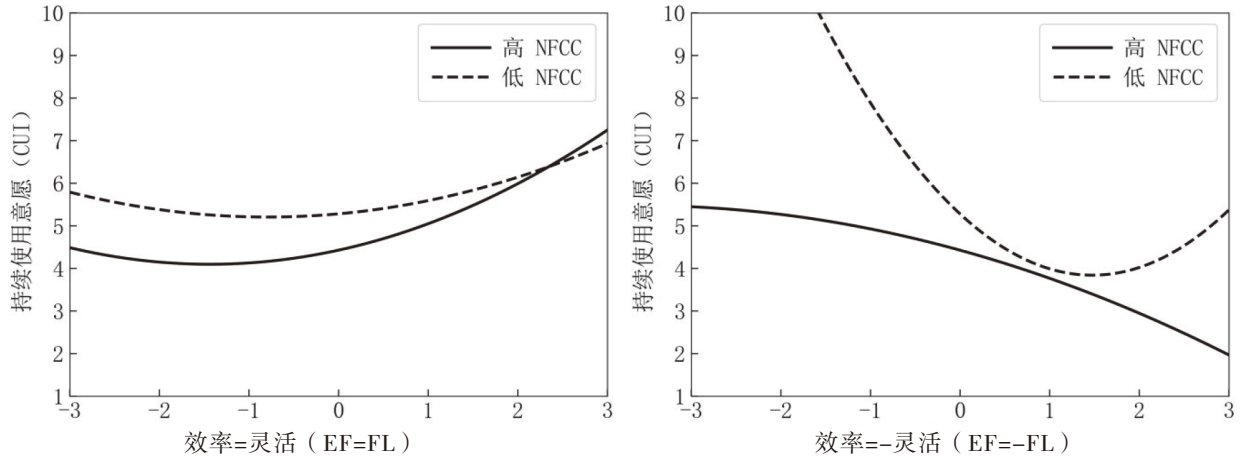
当效率灵活表现平衡时，认知闭合需求较低组的斜率为正但不显著（β=0.19，P>0.05），而认知闭合需求较高组的斜率显著为正（β=0.46，P<0.01），且大于认知闭合需求较低时的斜率，表明认知闭合需求能够加强虚拟数字人的“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的正向影响，因此假设H4a成立。当效率灵活表现不均衡时，认知闭合需求较低组的斜率显著为负（β=−1.95，P<0.01），而认知闭合需求较高组的斜率也显著为负，但绝对值较小（β=−0.58，P<0.05），表明认知闭合需求削弱了低效率—高灵活双元性对持续使用意愿的正向影响，假设H4b成立。

图3为认知闭合需求高低组别沿（不）平衡线斜率的变化情况。响应曲面截面图像沿平衡线随着认知闭合需求的增加而陡峭，表明认知闭合需求能够正向调节双元性水平对持续使用意愿的影响；截面图沿不平衡线随着认知闭合需求的增加而平缓，表明高灵活的优势减小，认知闭合需求负向调节低效率—高灵活双元性的影响。

4　结 语

本研究基于心灵知觉理论，采用多项式回归与响应曲面分析，探讨虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性对用户持续使用意愿的非线性影响，并得出以下结论：

（1）当效率或灵活的单一维度占优时，用户的持续使用意愿更强。这是因为用户需求存在优先级，当效率和灵活表现平衡时，难以精准契合用户的核心突出需求；而不平衡状态则通过聚



（a）响应曲面沿平衡线　　（b）响应曲面沿不平衡线

图3 认知闭合需求高低组别沿平衡线和不平衡线斜率的变化情况

焦单一优势维度，实现服务供给与用户优先需求的匹配，进而提升用户对虚拟数字人的服务价值感知。

（2）用户对虚拟数字人服务灵活性表现更为敏感，低效率—高灵活的双元性能够触发用户更高的持续使用意愿。

（3）用户感知能动性与感知感受性中介了虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性对持续使用意愿的影响，其中，感知能动性为主要路径。

（4）认知闭合需求增强了虚拟数字人高灵活—高效率双元性对用户持续使用意愿的积极影响，但削弱了虚拟数字人服务低效率—高灵活对持续使用意愿的积极影响。

根据上述结论，得到以下管理启示：

（1）虚拟数字人服务“效率—灵活”双元性过于平衡会降低用户的持续使用意愿。因此，企业需审慎看待双元性的价值，形成以效率或灵活性为优势的服务模式。同时，应充分认识灵活性在一线服务中的重要性，为用户打造差异化的服务体验，充分发挥虚拟数字人服务的优势。

（2）“效率—灵活”双元性主要通过感知能动性提高用户的持续使用意愿。因此，虚拟数字人服务应主要以用户问题为导向，增强虚拟数字人的服务能力，发挥其工具属性，并适当利用感知感受性，增强用户对虚拟数字人的共情，以提高用户使用意愿。

（3）认知闭合需求增强了用户对服务效率的需求。因此，企业应根据用户特质采用差异化的服务策略，为高认知闭合需求的用户提供高效率的服务。

参考文献

[1] 刘震磊，谢权菁，齐纪，等. 虚拟现实标准化现状及需求研究[J]. 标准科学，2025（7）：40–45.

[2] Yu T, Gudergan S, Chen C F. Achieving employee efficiency–flexibility ambidexterity[J]. The International Journal of Human Resource Management, 2018, 31（19）: 2459–2494.

[3] 肖盼章，刘娟. 虚拟主播特征对消费者在线购买意愿的影响：基于心流体验和心理距离的链式中介作用[J]. 商业经济研究，2025（8）：69–72.

[4] 杨文贞. 人工智能主播特性对消费者购买意愿的影响研究[J]. 商业经济研究，2025（15）：87–90.

[5] Li B K, Yao R X, Nan Y F. How does anthropomorphism promote consumer responses to social chatbots: mind perception perspective[J]. Internet Research, 2025, 35（6）: 2471–2495.

[6] Hua F, Wei G, Bing H. Are AI chatbots a cure–all? The relative effectiveness of chatbot ambidexterity in crafting hedonic and cognitive smart experiences[J]. Journal of Business Research, 2023, 156: 113526.

[7] Gray H M, Gray K, Wegner D M. Dimensions of mind perception[J]. Science, 2007, 315（5812）: 619.

[8] Hua F, Bing H, Wei G. （Im） Balanced customer–oriented behaviors and AI chatbots' efficiency–flexibility performance: The moderating role of customers' rational choices[J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2022, 66: 102937.

[9] Tian M, Hu H Q, Chen M M. Virtual influencers in interactive marketing: a state–of–art review and future research directions[J]. Journal of Research in Interactive Marketing, 2025: 1–18.

[10] Kruglanski A W, Webster D M. Motivated closing of the mind: “Seizing” and “freezing” [J]. Psychological Review, 1996, 103（2）: 263–283.

[11] Prentice C, Nguyen M. Robotic service quality–Scale development and validation[J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2021, 62: 102661.

[12] Chen Q, Gong Y M, Lu Y B, et al. Classifying and measuring the service quality of AI chatbot in frontline service[J]. Journal of Business Research, 2022, 145: 552–568.

[13] Roets A, Van Hiel A. Item selection and validation of a brief, 15–item version of the Need for Closure Scale[J]. Personality and Individual Differences, 2011, 50（1）: 90–94.