

人工智能对认知能力和非认知能力的影响研究

——基于84篇实证研究的文献综述

马一先^{1,2} 刁龙^{1,2} 王维昊³

(1. 广西师范大学政治与公共管理学院, 桂林 541006; 2. 广西高等教育发展研究中心、西部城乡融合发展研究院, 桂林 541004; 3. 华东师范大学教育学部, 上海 200062)

[摘要] 人工智能对认知与非认知能力培养的影响日益成为教育研究的重要议题。本研究基于认知负荷理论、自我决定理论与社会情感学习框架, 系统梳理84篇人工智能影响学生认知或非认知能力的实证研究, 比较不同类型人工智能在不同能力维度与情境条件下的效应差异, 揭示其介入学生学习的作用图景与内在机理。研究发现, 人工智能对学业成绩、高阶思维与计算思维等认知能力有普遍的正向效应, 对学习动机、创造力与社会情感能力等非认知能力也呈中等程度的促进作用, 但效应大小在不同学段、学科与技术形态之间差异显著。文章认为, 促进人工智能对认知与非认知能力培养可以从教学、教师与制度层面加以改进。

[关键词] 人工智能; 认知能力; 非认知能力; 系统性文献综述

[中图分类号] G623.5

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2026)01-0098-14

一、引言

随着新一轮科技革命与产业变革的深入推进, 人工智能已成为重塑全球竞争格局的关键变量。我国明确提出要全面实施“人工智能+”行动, 以人工智能引领科研范式变革, 加强人工智能同产业发展、文化建设、民生保障、社会治理的结合, 抢占人工智能产业应用制高点, 全方位赋能千行百业(中共中央, 2025)。在教育领域, 人工智能不仅仅是辅助教学的技术工具, 还是推动教育系统性变革

的核心驱动力, 它通过算法驱动、数据赋能与智能决策构建个性化、精准化与智能化的新型教育生态。在此背景下, 厘清人工智能技术如何作用于学生的认知能力与非认知能力发展, 具有重要的战略意义与现实需求。

已有研究表明, 以智能辅导系统、学习分析技术、自适应学习平台、虚拟现实、增强现实为代表的智能技术, 在重构学习交互场域方面展现出独特优势(Dede, 2009)。它们不仅通过精准的知识图谱与即时反馈机制显著提升学生的学业表现与高阶

[收稿日期] 2025-11-12

[修回日期] 2025-12-29

[DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2026.01.011

[基金项目] 广西高校人文社会科学重点研究基地西部城乡融合发展研究院项目“广西实现城乡融合发展的内涵要求和实施路径研究”(2025RH018), 国家社会科学基金“十四五”规划2023年度教育学一般项目“面向乡村振兴的乡村儿童在地化教育的理论建构与实践路径研究”(BFA230088)。

[作者简介] 马一先, 博士, 广西师范大学政治与公共管理学院, 广西高等教育发展研究中心、西部城乡融合发展研究院, 研究方向: 教育管理、区域资源配置; 刁龙(通讯作者), 博士, 广西师范大学政治与公共管理学院, 广西高等教育发展研究中心, 研究方向: 教育政策; 王维昊, 博士研究生, 华东师范大学教育学部教育学系, 研究方向: 人工智能教育。

[引用信息] 马一先, 刁龙, 王维昊(2026). 人工智能对认知能力和非认知能力的影响研究——基于84篇实证研究的文献综述[J]. 开放教育研究, 32(1): 98-111.

思维能力,在激发学习动机、优化情感体验和促进协作学习等非认知维度也发挥着积极的调节作用(Woolf, 2010)。随着人机协同成为教学新常态,人工智能正从单一工具属性向深层认知支架与情感伙伴转型,为破解规模化教育与个性化发展之间的矛盾提供了可行路径。

尽管人工智能对提升学生认知与非认知能力的价值已获得广泛关注,但相关证据之间仍未达成统一,限制了人们对总体效应与作用机制的评估。首先,不同研究对人工智能的技术范围与应用形态划分不一,效应指标缺乏统一的参照系。其次,认知与非认知能力的操作化定义差异较大,导致对人工智能教育效能的评估存在片面性。最后,大量研究仍停留在验证技术效果层面,缺乏与认知负荷理论、社会情感学习等心理理论的深度对话,难以解释引发不同技术情境下效应差异的内在机制。本文采用系统性文献综述方法,基于认知负荷理论、自我决定理论与社会情感学习框架,通过梳理84篇实证研究,厘清人工智能对学生认知与非认知能力的影响效应、情境差异与作用机制,以期为“人工智能+教育”的理论深化与科学循证提供基础。

二、文献综述

(一)人工智能影响效应

围绕人工智能教育应用的研究数量呈加速增长趋势,但关于其对认知能力与非认知能力影响的实证研究结论仍未统一。既有元分析显示,以智能辅导系统、教育机器人与虚拟现实等为代表的的人工智能技术,在总体上能提升学生学业成绩且效应量多处于中等及以上区间(Zheng et al., 2023)。然而,人工智能对学习动机、自我效能与社会情感能力等非认知维度影响的研究结论较难达成一致。部分研究指出游戏化任务结构与即时反馈机制能提升学习投入与胜任感,从而激发动机与改善自我效能感(Chen & Law, 2016)。也有研究指出在算法强势介入与持续推荐的学习情境中,学习者的自主探究行为可能受到抑制,技术压力或算法焦虑等负向体验也会对情绪调节与社会情感发展产生不利影响(Holmes et al., 2019)。

上述差异并非仅由样本或情境不同所致,而与

研究设计的概念界定和测量策略相关。其一,在概念界定上,不同研究对人工智能教育应用的定义各异。其二,认知与非认知能力的测量口径不一与层次混用等问题普遍存在。本研究超越单一的研究结论,通过系统性综述探讨不同人工智能技术对认知与非认知能力影响的效应边界,并提炼其作用机制与约束条件。

(二)核心概念与理论机理

本研究的“人工智能”指以算法为核心、具备“感知—表征—决策—反馈”闭环能力并嵌入教育场景的技术综合体,同时依据卢瑟与诺维格(Russell & Norvig, 2010)及拉金等(Luckin et al., 2016)的分类框架,将人工智能分为三类:以智能辅导系统、学习分析及生成式人工智能为代表的“算法驱动型”,以增强现实、虚拟现实及虚拟环境为代表的“沉浸与可视化型”,以及以教育机器人为代表的“具身互动型”。

人力资本理论中,认知能力与非认知能力构成学生素养的双重支柱(周金燕, 2015)。前者涉及知识习得、逻辑推理和批判性思维等智力活动,后者涵盖动机信念、社会情感、自我效能和协作精神等心理特质(Heckman & Kautz, 2012)。相应的,本研究将学生认知能力定义为个体在信息加工中表现出的注意、记忆与问题解决等心智活动集合(Anderson, 2010),主要包含基础学业表现、批判性思维、高阶思维和涉及算法设计和编程实践的计算思维(Wing, 2006)。非认知能力指不直接体现为智力分数但通过调节心理状态深刻影响长期发展的心理品质,主要包含动机与态度、自我调节和社会交互三方面(Duckworth & Gross, 2014)。

既有研究虽然积累了大量人工智能教育应用效果的实证证据,但若缺乏适切的理论工具则无法揭示人工智能介入教育的内在机理。面对人工智能技术教育应用呈现出的多模态表征、自适应反馈与拟人化交互等特征,单一理论视角已难以解释人工智能带来的综合影响。鉴于此,本研究选取认知负荷理论、自我决定理论与社会情感学习框架,分别阐释人工智能技术如何作用于学生的认知能力与非认知能力培养。

认知负荷理论指出,教学设计的关键在于控制

外在负荷并优化内在认知负荷(Sweller, 2020)。在人工智能支持的学习环境中,虚拟现实与增强现实技术利用多模态的具象化呈现,将抽象概念转化为直观图像,有效降低了学生的外在认知负荷;智能辅导系统与自适应平台通过剔除冗余信息和动态调整任务难度,确保学习始终处于最近发展区,从而将内在认知负荷维持在最优水平。

自我决定理论认为,自主、胜任与归属三种基本心理需要的满足是个体内在动机的源泉(Deci & Ryan, 2000)。人工智能技术通过即时反馈与进阶任务提供可控的成功体验,满足学生的胜任需求、个性化路径的选择权,支撑自主需求;拟人化代理的情感回应一定程度上回应了归属需求,从而将技术带来的新奇感转化为稳定的学习动机与自我效能感。社会情感学习框架强调个人的自我认知、自我管理、人际交往、社会觉察和负责任决策等能力是其适应社会与积极发展的关键(Durlak et al., 2011)。具身交互与协作机器人通过创设共同关注场域,要求学生在协作解决问题中锻炼沟通技能;虚拟仿真技术提供低风险的社会情境模拟与角色扮演空间,使学生能在安全的试错中练习共情与负责任决策。

综上所述,认知负荷理论侧重揭示技术对认知能力的优化机制,自我决定理论与社会情感学习框架侧重阐明技术对非认知能力的重塑机制。三大理论相互补充,共同构成本研究透视人工智能教育效能的逻辑链条,为系统梳理人工智能在不同情境应用的作用边界提供理论基础。

三、研究设计

(一)文献检索

本研究以 Web of Science、Scopus、PubMed、ProQuest 和中国知网 CSSCI 期刊数据库为数据来源,采用布尔逻辑运算符构建检索式,英文检索主要由四部分组成:1)干预项,包括“Artificial Intelligence”“Machine Learning”“Virtual Reality”“Educational Robot”“Intelligent Tutor”等;2)对象项,包括“Student”“Learner”“Youth”“Adolescent”等;3)方法项,限定为“Meta-analysis”;4)排除项,剔除“Detection”“Prediction”“Diagnosis”等纯技

术算法类研究。中文检索策略与之对应,以“人工智能”“虚拟现实”“教育机器人”等为主题词,并限定“元分析”或“系统综述”,时间跨度为2012年1月—2025年10月,共得到文献507篇。

(二)纳入标准

文献筛选遵循以下标准:1)研究类型必须采用设计严谨、报告定量合成结果的元分析研究,排除叙述性综述、范围综述及非元分析的系统综述;2)研究对象涵盖小学、中学及高等教育阶段的全日制在校生,排除非全制成成人学生和教师;3)干预措施明确涉及生成式人工智能、智能导学系统、虚拟现实、教育机器人等人工智能技术,排除仅使用普通计算机辅助教学的研究;4)因变量包含认知能力或非认知能力的量化评估数据;5)可以获取全文。

(三)筛选过程

本研究严格遵循 PRISMA 2020 流程进行文献筛选。文献筛选由两名研究者独立完成。一致性检验采用交叉核对方式,分歧项通过讨论或引入第三方专家仲裁做出取舍。筛选流程分三个阶段:1)通过数据库检索获得文献507篇(WoS 164篇,Scopus 221篇,PubMed 77篇,Google Scholar 15篇,CNKI 30篇);2)导入文献管理软件(Zotero),剔除重复项后剩182篇;3)通过阅读标题、摘要及全文进行深度筛查,剔除研究主题不符、非课堂环境、非元分析设计及无法获取全文的文献(共98篇)。最终,本研究共纳入84篇文献作为分析样本。

(四)文献编码

本研究依据 PICOS 原则构建包含多维指标的结构化编码体系,对纳入的文献进行全位的特征提取。研究团队记录每篇文献的第一作者、发表年份和原始文献的时间跨度,明确证据的时效性边界;重点提取参与者数量、纳入文献总量以及纳入效应量个数,以此作为评估证据强度与权重的依据。在人工智能干预类型维度,本研究依据技术属性将人工智能干预分为虚拟现实、教育机器人、智能导学系统、生成式人工智能及泛人工智能等,并同步标注技术应用的学段和学科。

在因变量的界定上,本研究将学生发展维度编码为认知能力与非认知能力两类指标,前者包含学业成绩、语言习得与知识保持等,后者涵盖自我效

能感、学习动机及社会情感能力等。研究团队还提取每项研究的合并效应量(Hedges' g),作为核心量化分析的数据基础。

编码过程由双人独立完成。两名研究者依托既定框架分别对纳入文献进行全文审读与数据录入,初步完成后比对数据表进行交叉核对。对部分文献存在的干预类型界定模糊或数据不一等问题,本研究通过回溯全文与集体研讨等方式消除分歧,最终形成标准化的元分析数据库(见表 1)。

四、结果分析

(一)人工智能对认知能力的影响

1. 总体分析

整体上看,不同类型的人工智能技术对学生认知表现的影响呈小到中等,部分情形下可达中等偏上程度。以智能辅导系统、学习分析技术和生成

式人工智能等“算法驱动”工具为例,既有元分析表明,智能辅导系统影响学习结果的效应量大致在 0.30—0.40 之间(Ma et al., 2014; Steenbergen-Hu & Cooper, 2014a),学习分析技术的综合效应量约 0.53(韩小利等, 2025),生成式人工智能影响大学生学业成绩的效应量约 0.53(Sun & Zhou, 2024)。“沉浸与可视化类”技术同样呈现中等及以上的效应。合并后的效应量多落在 0.40—0.70 区间(Wu et al., 2020)。这说明通过三维情境模拟和多模态呈现重构学习环境有助于提升学生的认知表现。

教育机器人和机器人支持学习的研究表明,“具身互动型”技术影响学习成果以及编程、计算思维等认知能力的效应量集中在 0.50—0.80 区间(Wang et al., 2023),影响创造力和计算思维等更显著。综上,算法驱动系统、沉浸式环境与具身互动

表 1 文献编码(部分)

作者	Hedges'g	样本数	文献数	效应量个数	技术类型	发展维度	学习领域	学段	时间(年)
Cai et al., 2022	0.93	992	21	51	虚拟现实技术	认知能力	语言学习领域	全学段	2008-2020
Chang et al., 2022	0.49	11627	134	60	虚拟现实技术	非认知能力	泛学习领域	全学段	2012-2021
Chen et al., 2022	0.66	1144	19	19	虚拟现实技术	认知能力	语言学习领域	全学段	2010-2021
Coban et al., 2022	0.38	3179	48	105	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	2016-2020
Derakhshan et al., 2024	0.75	2637	27	64	教育机器人	认知能力	语言学习领域	全学段	2010-2021
Di & Zheng, 2022	0.62	3458	36	62	虚拟现实技术	认知能力	STEM 领域	全学段	2010-2020
García-Martínez et al., 2023	0.72	2832	25	25	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	2010-2020
Garzón et al., 2019	0.64	2557	27	27	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	2012-2018
Garzón & Acevedo, 2019	0.68	4705	64	64	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	2010-2018
Hou, 2023	0.58	6057	48	48	教育机器人	非认知能力	泛学习领域	全学段	2001-2020
Huai et al., 2024	0.82	643	9	9	虚拟现实技术	非认知能力	泛学习领域	大学	2016-2023
Hwang, 2023	0.35	1897	21	30	泛人工智能	认知能力	STEM 领域	K-12	2000-2022
Lee & Lee, 2022	0.59	522	12	12	教育机器人	认知能力	语言学习领域	全学段	2004-2019
Lee & Lee, 2024	1.18	2262	17	26	泛人工智能	认知能力	语言学习领域	全学段	1993-2022
Li et al., 2023	0.44	3915	35	40	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	K-12	2006-2020
Lu et al., 2025	1.11	1256	17	21	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	2017-2024
Ma et al., 2014	0.41	14321	107	107	智能辅导系统	认知能力	泛学习领域	全学段	1990-2013
Merchant et al., 2014	0.51	3081	13	13	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	全学段	1996-2011
Na & Yun, 2024	0.80	3303	45	141	虚拟现实技术	非认知能力	泛学习领域	K-12	2010-2022
Ouyang & Xu, 2024	0.49	2433	21	30	教育机器人	认知能力	泛学习领域	全学段	2010-2022
Qiao et al., 2023	0.42	452	8	8	虚拟现实技术	认知能力	泛学习领域	大学	1990-2021
Sapounidis et al., 2024	0.87	2192	22	53	教育机器人	非认知能力	泛学习领域	K-12	2012-2023

载体均显示出促进认知能力发展,但效应大小随能力类型、学习情境与实施条件而变化。

2. 分类型分析

从认知能力类型看,现有研究普遍显示人工智能能显著提升学业成绩和高阶思维、计算思维、批判性思维等能力。就学业成绩而言,元分析表明智能辅导系统、虚拟现实、增强现实与虚拟实验影响数学、科学成绩呈中等正向效应(Hwang, 2023)。相较之下,人工智能影响高阶思维与深度学习的优势突出。已有研究发现,人工智能和增强现实技术影响批判性思维、问题解决能力等高阶认知能力的效应量高于其对一般学业成绩的效应量(Ilgun et al., 2025; Lu et al., 2025)。在计算思维与编程能力方面,元分析同样显示教育机器人及机器人支持学习对计算思维概念、实践与视角具有中等及以上影响效应,且对计算思维、创造力等更高阶能力的影响效应量可达1.0以上(Wang & Xie, 2024; Zhang & Zhu, 2024)。

语言与阅读领域的研究显示,智能辅导系统、聊天机器人和人工智能引导的个性化语言学习对阅读理解与词汇掌握的影响呈中等效应(Xu et al., 2019; Lee & Lee, 2024),说明人工智能能支持复杂语言理解与策略性阅读。总体而言,相较于学业成绩,人工智能对高阶思维、计算思维与深度学习等“深度加工型”结果更可能呈较高影响效应,这与多媒体学习理论强调的多通道信息加工与知识整合过程观点一致(Mayer, 2014)。

3. 情境分析

从情境与对象维度看,人工智能促进认知能力发展的效应呈明显的条件依赖性。就学段而言,多项元分析发现,小学和初中会有更大的效应值。虚拟现实对中学生科学学习成绩的效应量可达0.82(叶欢等, 2022),虚拟现实教学提升中学生成绩的效应显著高于小学生和大学生(李宝敏等, 2019; 王雪等, 2019);教育机器人用于在小学的认知收益更突出(单俊豪等, 2019),沉浸式虚拟现实在K-12学段应用的效应显著高于高等教育(张慕华等, 2024)。这与中小学生对多感官刺激和具身操作更敏感、处于知识建构中的特征高度契合。

从学科差异看,人工智能在自然科学、数学与

工程等抽象性与空间负荷高的学科更容易产生较大效应,原因可能是基于虚拟现实或增强现实的虚拟场景,和教育机器人与虚拟实验承载的操作任务,能有效降低理解门槛,强化程序性和策略性知识的习得(Merchant et al., 2014)。

就应用场景与实施方式而言,不同形态人工智能有各自的适配边界。增强现实对标记式、移动端及1日到1月的中短期干预效果更佳(Xu et al., 2022);虚拟实验更适配桌面式呈现、中学及1—10周的干预(刘清堂等, 2021)。总体来看,人工智能技术并非“普适良药”,其效果取决于学段特征、学科属性与任务类型的匹配程度,更需要情境敏感的精细化设计。

4. 影响因素

在教学设计与实施条件层面,人工智能提升认知能力的效果高度依赖教学方法、干预时长、班级规模以及反馈与监控方式。就教学方法而言,沉浸式虚拟现实与增强现实嵌入探究式、问题式或项目式学习更有利于促进知识迁移和高阶思维发展;对陈述性知识学习、预训练、解释性反馈及操作演练导向的学习更能放大技术的优势(Kalemkuş & Kalemkuş, 2023)。

在干预时长与使用频率方面,多数研究发现短期高频干预(如1—5周,或数小时到数周的集中使用)优于超长周期的;干预时间过长可能导致新奇效应衰减和动机下降。从认知负荷视角看,短期集中使用有利于学生在新奇性尚能激发注意时完成核心知识建构;相反,长周期且任务缺乏更新时,技术可能转化为持续的外在负荷,既占用工作记忆资源,又削弱学习动机(Ma et al., 2023)。

班级规模同样影响人工智能技术的适配方式。虚拟实验和增强现实更容易嵌入大班教学情境,为多人同步学习提供可视化与交互支持(倪慧文等, 2019);生成式人工智能和教育机器人应用于小班或中等班级规模更有助于兼顾个性化指导与同伴互动,也更利于教师基于数据反馈进行精细调控(Sun & Zhou, 2023)。

需注意的是,过程性监控反馈、实时纠错与自适应支架是构成人工智能产生认知优势的关键要素。学习分析依托多模态数据持续追踪学习过程

并提供证据反馈;虚拟场馆环境通过嵌入式监控与反馈能显著提升深度学习水平(Wu et al., 2025);智能辅导系统与聊天机器人借助即时诊断与对话反馈可强化策略性学习与自我调节(Wang et al., 2024a)。技术仅停留在展示层面而缺少与学习目标对齐的支架与反馈,对认知能力的提升作用会大打折扣。

5. 作用机制

从作用机制与边界条件看,已有研究已对“人工智能是否带来认知负荷过载”“是否放大学业差距”“是否具有长期持续效应”等疑问给出回答。多项元分析表明,在认知负荷理论框架下,只要教学设计得当,虚拟现实、增强现实与虚拟环境通常不仅不会增加反而有助于降低外在认知负荷。例如,三维可视化与情境化呈现可以把高度抽象的信息转为更易加工的表征,从而在不显著增加内在认知负荷的前提下,为有意义学习释放工作记忆资源(王国华等, 2023; Lin & Yu, 2023)。

分配效应的研究表明,人工智能可能带来扩大差距的风险。部分智能辅导系统和数学人工智能工具的研究指出,中等及以上成就学生比低成就学生获益更多(Steenbergen-Hu & Cooper, 2014b)。这与教育机器人研究“小样本、个性化指导情境下效应更高”的结论相呼应,表明资源密集型、个别化程度较高的人工智能更容易惠及学习资本更充足的学生。但在人工智能影响认知能力的长期认知效果方面,现有研究不多。既有研究主要集中短中期干预,尚难回答人工智能对学生认知结构与学习策略的长期影响效应。综合来看,人工智能对学生认知能力的积极作用较明显,但效应大小与可持续性和使用的技术高度相关。

(二)人工智能对非认知能力的影响

1. 总体分析

综合多项元分析和系统综述可以看到,人工智能技术对学生学习动机、兴趣、态度和情感体验的影响总体呈中等至较大,但效应量随技术类型与学习情境而显著分化。增强现实和虚拟现实凭借新奇性、具身性与情境化体验优势,影响学习动机和态度的效应值在中等及以上水平($g \approx 0.40-0.80$)。其中,增强现实教学的研究表明,在语言学习、科

学与社会科学等领域,增强现实影响动机与态度等的效应量常达到中等乃至大效应,尤其把它与游戏化和情境化任务相结合,学生兴趣与积极情感显著提升(Chang et al., 2022; Cai et al., 2022; Garzón & Acevedo, 2019)。针对K-12学生的研究元分析显示,增强现实影响学习动机的效应较大(0.80),且对不同学科有普适性(Li et al., 2023; Zhang et al., 2022)。

虚拟现实技术在学习态度的影响同样稳健。已有研究普遍显示,虚拟现实对学习兴趣、临场感与学习体验具有中等程度的正向影响效应,在部分研究中甚至呈显著影响(Yu, 2023)。元分析研究也提示,该效应并非线性发展,而可能存在“时间窗口”。韩骏等(2024)发现,学习态度的总体改善效应可达0.666,时段集中在1—6周;当干预时长短于1周或长于6周时,调节效应明显减弱。案例研究显示了这种边界条件的具体表现。例如,基于虚拟全景的写作学习既能显著提升小学生对写作任务的整体体验又能提高成绩,但学习动机未必同步增强,说明技术新奇性可能短期强化体验与情感投入,却难以转化为稳定的长期兴趣与内在动机(杨刚等, 2020)。

除增强现实与虚拟现实外,虚拟学习环境、体感游戏、对话式人工智能和生成式人工智能也有改善情感和态度的效应。虚拟学习环境的元分析研究指出,其对动机、学习满意度与自我效能等非认知能力具有中上水平的总影响效应(0.75),三维虚拟环境尤能增强沉浸体验与情感投入(Jing et al., 2025);内嵌运动感应技术的体感游戏不仅能提升学生的运动技能,还能增强(中等效应)学习体育的动机与兴趣,对幼儿和小学生尤其明显(Zhao et al., 2024)。

在对话式人工智能与生成式人工智能方面,现有研究表明它显示出积极的情感效应。聊天机器人的元分析研究表明,其对学习动机、自我效能与兴趣具有中到大的影响效应,能显著降低学习焦虑;尤其在语言学习情境中,非评判性对话环境使学生更愿意尝试表达,消除羞怯感(Wu & Yu, 2023)。生成式人工智能的元分析研究指出,其在认知、行为和情感态度维度均呈中等正向影响,在价值认同、

学习兴趣、态度和自我调节等维度表现尤为突出,且在基础教育阶段的效果最明显(胡钦太等, 2025)。

总体来看,人工智能对情感与态度的影响大致形成“好奇—兴趣—态度—信念”的正向链条。原因可能是沉浸与互动技术激发学习者的好奇心与愉悦体验,情境化任务与即时反馈维持兴趣并转向积极态度,进而促进学生形成更稳定的胜任感信念。这与自我决定理论的解释一致,即当任务设计能支持自主性与胜任感时,外在的新奇刺激更可能被内化为稳定的学习动机。

2. 对社会情感能力、共情与合作素养的影响

社会情感能力、共情和合作素养是非认知能力中社会互动的关键能力,其内涵与社会情感学习框架的自我认知、人际交往和负责任决策等高度契合,并在很大程度上决定学生能否在复杂社会情境中实现有效互动。虚拟现实、教育机器人和人工智能代理在这一维度具有独特优势,但效果往往取决于情境与任务的设计。

在社会情感学习方面,虚拟现实技术通过构建逼真的社会情境,为学生提供低风险、可重复的社交练习空间。对儿童和青少年的元分析研究表明,虚拟现实干预对社会情感能力具有中等正向影响,能显著促进社交互动技能与知识的掌握,自闭谱系障碍(autism spectrum disorder, ASD)儿童使用效果尤其明显(Zhang et al., 2024)。这些干预通常通过虚拟角色扮演和场景模拟训练学生眼神接触、轮流发言和情绪识别,激发他们愿意在现实情境中尝试社交互动。

在共情能力方面,虚拟现实的关键价值在于能否促成有效的视角转换与道德反思。基于19项随机对照实验的元分析发现,虚拟现实教学整体上能显著提升学生的共情水平,且相比传统面对面教学更具优势,但这种优势并不稳定,交互程度过高反而可能分散注意力(王浩等, 2023)。这说明,虚拟现实共情教学应围绕“场景—视角—反思任务”来设计,而非单纯追求沉浸度。

在合作与沟通能力方面,幼儿和小学阶段的机器人应用往往以小组任务、路径规划与问题解决为核心,如共同编程控制机器人完成“救援任务”或“迷宫挑战”。元分析研究显示,教育机器人能

显著促进幼儿协作技能的发展,促进沟通能力和批判性思维的效果为中等水平(Park et al., 2019; Sapounidis et al., 2025)。面向K-12的机器人教学研究综述表明,机器人课程不仅有助于提升学业表现,还对发展元认知与人际交往能力有积极影响(龚礼林等, 2020)。在计算机支持的协作学习情境中,虚拟现实较传统非虚拟现实环境在认知、技能和情感上有中等正向影响,特别是在K-12阶段和程序性知识学习中,协作式虚拟现实有助于学生在共同操作与讨论中形成紧密的互动关系(郑玲等, 2021)。

语言学习机器人和对话式人工智能在社会情感与合作层面也展现出潜力。对机器人社交行为的元分析研究表明,机器人采用拟人化外观,并结合语言鼓励、手势、表情等非语言行为,对语言学习成绩与参与度的促进作用明显优于去人格化的技术代理(Wang & Cheung, 2025)。人工智能聊天机器人在语言学习场景中通过扮演轻松随和的对话对象,可显著降低焦虑并提高沟通意愿与参与频率(Derakhshan et al., 2024; Lee & Lee, 2022)。从这一视角看,虚拟现实、教育机器人和人工智能代理可被视为支持社会情感学习的新型“情境与工具”,既能提供低风险的角色扮演与互动练习空间,又能通过拟人化反馈与小组任务将社会情感能力培养目标嵌入日常学习活动。

3. 对创造力与其他个性品质的影响

教育机器人是创造力研究最集中的技术。侯浩翔等(2022)基于48项实验与准实验研究的元分析表明,教育机器人对学生创造力具有中上水平的正向影响(0.58),其中对创新实践能力的促进最明显,对创新思维和创新人格的影响略低但仍显著。从学段看,机器人干预影响小学与初中生创造力发展的效应量突出。这表明,该阶段学生的创造力培养从机器人辅助教学中获益最显著。原因可能是,这一群体的认知结构处高度可塑期,学习活动融入机器人,能为激发和发展他们的创新力提供支持。从学科与教学主题视角看,机器人课程在数学教学中影响创造力的效应量最大。这印证了在数学教学场景下利用机器人开展干预对创造力的促进作用。反观工程制作或科学探究任务,若缺少开放性

目标的引导,往往仅能提升学生的实践操作技能,难以持续激发学生的创造性想象。

虚拟技术与教育虚拟环境对创造力的促进作用更多依赖“问题情境—探索路径—反馈机制”的设计。王等(Wang et al., 2024c)的元分析研究表明,虚拟技术整体上对学生创造力具有中等正向影响(0.60),对学龄儿童尤其明显。探究发现法和任务驱动法较传统讲授更能激发创新思维,操作性学习比观察学习与社会学习更有利于学生在虚拟环境中开展自主探索和创意表达。

若将视角扩展到更广义的个性品质,人工智能更可能通过增强参与感和自我效能,间接塑造学生的学业自信、韧性和学科认同。例如,参与机器人项目的学生在团队合作意识、责任感和STEM学科认同方面表现更积极(Ouyang & Xu, 2024; Sapounidis et al., 2024)。

4. 影响因素

人工智能对学生非认知能力的促进作用既有显著的总体效应,又呈现鲜明的情境依赖性。现有研究表明,这种影响至少受学段、学科、技术形态、干预时长与频率、教学设计与支架、学习者特征与教育公平等制约。

第一,学段与学科。多数研究发现,增强现实、虚拟现实和教育机器人对小学生、幼儿的学习动机、兴趣、合作和创造力的促进效应更大,对中学生则相对减弱,到大学阶段则多体现为提升自我效能、专业认同和掌握复杂技能的信心(Garzón et al., 2019)。学科方面,虚拟现实和增强现实在物理、化学、解剖学与地球科学等高度依赖可视化和情境模拟的学科中效果显著,而在语言学习和部分文科领域,若缺乏配套任务设计,难以充分发挥技术优势(Zhao et al., 2020; Yu & Xu, 2022)。

第二,技术形态与交互特征。沉浸式虚拟现实与非沉浸式虚拟现实、2D与3D虚拟环境、标记式增强现实与位置式增强现实、拟人化机器人与简化机器人、网页端聊天机器人与移动端机器人之间的非认知效应也有差异。例如,非沉浸式虚拟现实在语言学习中比沉浸式虚拟现实更有利于提升成绩与非认知能力,因为后者更可能引发认知过载(Chen et al., 2022)。这表明,决定非认知收益的关

键不是技术堆叠,而是技术复杂度是否与学生的信息加工能力和课堂组织方式相匹配。

第三,干预时长与频率。多项元分析研究揭示了显著的“新奇效应”及其衰减规律。增强现实、虚拟现实、聊天机器人、教育机器人和体感游戏等技术在短期(数周或1—2月)更容易显著提升动机、兴趣与态度;当干预时长延至10周以上,效应值会下降甚至不显著(周进等, 2019)。因此,人工智能适合以模块化、周期性嵌入方式融入课程,并与单元目标和评价安排形成闭环。

第四,教学设计与支架策略。多数研究强调,人工智能在非认知层面的效果高度依赖教学设计与支架策略。探究式、项目式和游戏化学习被证实更有利于激发动机、提升合作能力与创造力,单纯的讲授式或演示式教学只能激发短期兴趣(Hou et al., 2023)。增强现实的研究显示,协作任务能放大其对动机的促进作用,但协作学习组织不当(如设备不足、分工模糊)可能削弱学习体验(Na & Yun, 2024)。生成式人工智能与聊天机器人需通过明确的任务结构、提问模板和反思要求,才能引导学生将技术作为“思考伙伴”而非“答案生成器”(Wu, 2024)。

第五,学习者特征与教育公平。人工智能对非认知能力的影响在不同学习者群体中并不对称。对自闭谱系障碍儿童、学习困难学生和社会经济弱势群体而言,虚拟现实、智能教学系统和在线个性化辅导在营造安全情境、提供可达资源和增强学习信心方面显示出更大的增益空间(贾积有等, 2022)。

5. 作用机制

相较于是否愿意学,学习投入、自我效能与自我调节能力决定着学生是否持续学、能不能学好。已有研究表明,人工智能学习环境主要通过增强任务参与度、提供可视化反馈与个性化支持发挥作用。

学习投入的元分析表明,虚拟现实、虚拟学习环境和桌面虚拟现实能显著提升学生的认知投入和行为投入,部分研究显示情感与社交投入也会随之增强。以虚拟现实为例,其对学习投入的总体效应量为0.85,说明沉浸式环境容易促使学生专注任务(Chen et al., 2024)。不过,球形视频虚拟现实研

究发现,30分钟内且配有同伴或教师支架的活动更能提升认知与情感投入,若时间过长或缺乏支架,学生容易疲劳和注意力分散(Wu et al., 2024)。王翠如等(2021)的实验研究发现,桌面虚拟现实较一般在线环境显著提升了学习者的认知和行为投入,且投入与陈述性知识成绩正相关。这表明,人工智能环境通过“提高投入,进而改善学习结果”的路径发挥作用。

在自我效能方面,人工智能通过“可控的成功经验”和“低风险试错空间”发挥作用。护理教育领域的虚拟现实与非沉浸式虚拟现实模拟研究显示,学生在虚拟场景反复练习急救、新生儿复苏等复杂技能,其知识、技能表现与自我效能感会同步提升,应对高风险、罕见情境的信心也随之增强(Huai et al., 2024)。从社会认知理论视角看,虚拟情境的反复练习与即时反馈能为学生提供大量“掌控性成功经验”,这通过提升自我效能感进而改变对任务难度与成功可能性的判断,影响后续努力与坚持(Bandura, 1997)。这也解释了为何高风险、罕见情境虚拟现实训练对提升信心与准备度的效应尤为显著(Qiao et al., 2023)。

在自我调节方面,数学智能评测与辅导系统的研究显示,个性化评测与引导性辅导不仅能提升学生的数学成绩,还能显著减轻作业负担并改善学习体验,使“以测促学”更接近支持自我调节的工具而非压力机制(贾积有等, 2023)。相应的,自适应系统与学习分析工具能为学生提供目标设定、过程监控与策略调整的外显支架,使自我调节学习从隐性的个体能力转为可以被观察与训练的学习过程(Zimmerman, 2000; Wang et al., 2024b)。生成式人工智能和对话式人工智能在提升自我效能与自我调节能力上的作用,更接近“学习伴侣”和“思路激发器”。聊天机器人通过即时回应与多轮对话提升学生的自我效能和学习兴趣并减少焦虑(Wu & Li, 2024)。

人工智能对学生非认知能力的影响既不是单向度的“技术红利”,也并非注定失效的“新奇噱头”,而是在多重情境与设计条件下可被放大或削弱的潜在效应。人工智能要真正成为促进学生全面发展的力量,技术研发需强化教育情境适配性,

课程设计需精细安排使用节奏与支架结构,制度层面需正视不同学习者群体的差异需求与公平风险。只有在“技术—教学—治理”协同框架下,人工智能的非认知价值才能从个别实验走向可推广的教育实践。

五、总结与思考

综合已有研究可知,当人工智能真正嵌入课堂与教学流程,其对学生发展的效应总体呈小到中等,在良好情境下可达到中等以上,且深受学段、学科、任务类型与教学设计等制约。算法驱动型系统主要通过即时反馈、自适应支架等提升学业成绩和高阶思维;沉浸与可视化技术借助三维情境与多模态显著促进深度学习和概念理解,尤其对抽象性与空间负荷较高的STEM教学影响突出;具身互动型载体在计算思维、创造力和合作能力方面呈中上水平的综合正向效应。这意味着,讨论人工智能“是否有用”远不如讨论“何种人工智能在何种情境下对何种能力有用”更具理论与实践意义,未来研究有必要在比较“效果大小”的基础上,深入解释具体作用机制,探讨如何将人工智能嵌入课程与教育治理结构。

在非认知维度,增强现实、虚拟现实、虚拟学习环境与体感游戏通过提升自主性、胜任感与关联性,激发兴趣、态度与情感投入,并可能在合适时长内推动动机由“好奇”走向“信念”。智能评测与自适应系统通过“可控成功经验”和“安全试错空间”提升学生学业自我效能与自我调节能力,生成式人工智能和教育聊天机器人在降低焦虑、提升自我效能和元认知意识方面发挥“学习伴侣”与“思路激发器”作用。结合社会情感学习研究可以看到,虚拟现实共情教学、教育机器人与虚拟现实干预,在提升共情、合作与人际交往能力上普遍呈中等水平的正向效应,特别是对提升自闭谱系障碍儿童、学习困难学生和随迁子女等群体的社会情感能力与学业自信最为显著。

本研究对认知负荷理论提出更具情境性的补充。在适度沉浸、合理负荷与精细支架条件下,虚拟现实、增强现实、虚拟实验与教育虚拟环境不仅不会增加外在负荷,反而可能通过情境化、可视化

与交互化等路径,提升高阶思维与知识迁移能力。面向计算思维的教育机器人和人工智能应用研究显示,技术可同时作用于概念、实践与视角,且效应量较大,为把计算思维视作数字时代关键认知能力提供了经验支撑。

本研究以算法驱动型、沉浸与可视化型、具身互动型三类技术为分析切口,呈现人工智能在不同学段、学科与任务负荷条件下对认知能力与非认知能力的影响差异,回应既有研究长期偏重认知的局限。基于研究发现,本研究提出如下启示:一,教学实施应坚持以学习任务为中心的技术选用逻辑,依据学段特征、学科属性与能力目标组合三类技术,通过模块化与周期性嵌入,将人工智能配置到最可能产生增值效应的环节。二,应将人工智能素养、数据素养与教学设计能力纳入教师专业核心能力结构,通过案例研修、同伴互助与校本教研提升教师的智能教学设计水平,并强化探究式、项目式与游戏化任务设计及过程性支架的配置,减少学生在技术环境中迷失的风险。三,主管部门应构建兼顾创新与规制的人工智能教育治理框架,鼓励面向弱势群体的个性化在线辅导与智能评测系统创新,缩小资源差距与学习信心差距,并通过数据安全、算法透明与责任划分等制度安排,降低技术加剧不平等、削弱学生自主性与理性判断能力的风险。

[参考文献]

- [1] Anderson, J. R., & Crawford, J. (2010). Cognitive psychology and its implications (7th ed.) [M]. New York: Worth Publishers: 1-2.
- [2] Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control [M]. New York: W. H. Freeman: 80-81.
- [3] Cai, Y., Pan, Z., & Liu, M. (2022). Augmented reality technology in language learning: A meta-analysis [J]. Journal of Computer Assisted Learning, 38(4): 929-945.
- [4] Chang, H. -Y., Binali, T., Liang, J. -C., Chiou, G. -L., Cheng, K. -H., Lee, S. W. -Y., & Tsai, C. -C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact [J]. Computers & Education, 191: 104641.
- [5] Chen, C. H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation [J]. Computers in Human Behavior, 55: 1201-1212.
- [6] Chen, B., Wang, Y., & Wang, L. (2022). The effects of virtual reality-assisted language learning: A meta-analysis [J]. Sustainability, 14(6): 3147.
- [7] Chen, J., Fu, Z., Liu, H., & Wang, J. (2024). Effectiveness of virtual reality on learning engagement: A meta-analysis [J]. International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, 19(1): 1-14.
- [8] Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis [J]. Educational Research Review, 36: 100452.
- [9] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior [J]. Psychological Inquiry, 11(4): 227-268.
- [10] Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning [J]. Science, 323(5910): 66-69.
- [11] Derakhshan, A., Teo, T., Robat, E. S., Enayat, M. J., & Jahanbakhsh, A. A. (2024). Robot-assisted language learning: A meta-analysis [J]. Review of Educational Research, 94(2): 1-28.
- [12] Di, X., & Zheng, X. (2022). A meta-analysis of the impact of virtual technologies on students' spatial ability [J]. Educational Technology Research and Development, 70(1): 73-98.
- [13] Duckworth, A. L., & Gross, J. J. (2014). Self-control and grit: Related but separable determinants of success [J]. Current Directions in Psychological Science, 23(5): 319-325.
- [14] Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions [J]. Child Development, 82(1): 405-432.
- [15] García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the impact of artificial intelligence and computational sciences on student performance: Systematic review and meta-analysis [J]. Journal of New Approaches in Educational Research, 12(1): 171-197.
- [16] Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains [J]. Educational Research Review, 27: 244-260.
- [17] Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings [J]. Virtual Reality, 23(4): 447-459.
- [18] 龚礼林, 赵蔚, 刘阳, 王彦宇 (2020). 近十年国际 K-12 领域机器人教育研究最新进展及启示——基于系统性文献综述法 [J]. 中国远程教育, (3): 25-34.
- [19] 韩骏, 党晨曦, 刘菁 (2024). 虚拟现实技术能提升学习态度吗?——基于 29 项实验与准实验研究的元分析 [J]. 基础教育, 21(4): 75-85.
- [20] 韩小利, 陈凯泉, 刘名卓 (2025). 学习分析技术能提升学习效果吗——基于 44 项实验或准实验研究的元分析 [J]. 湖南师范大学教育科学学报, 24(5): 31-41.
- [21] Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills [J]. Labour Economics, 19(4): 451-464.
- [22] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning [M]. Boston: Center for Curriculum Redesign: 53-55.

- [23] Hou, H., Zhang, X., & Wang, D.(2023). Can educational robots improve student creativity? A meta-analysis based on 48 experimental and quasi-experimental studies[J]. *Frontiers of Education in China – Selected Publications from Chinese Universities*, 18(3): 224-244.
- [24] 侯浩翔,张先义,王旦(2022). 教育机器人可以提升学生创造力吗?——基于48项实验与准实验研究的Meta分析[J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 40(3): 99-111.
- [25] 胡钦太,梁心贤,刘颜帆,王姝莉(2025). 生成式人工智能如何影响学生发展——基于31项实验与准实验研究的元分析[J]. *现代远程教育研究*, 37(2): 83-91.
- [26] Huai, P., Li, Y., Wang, X., Zhang, L., Liu, N., & Yang, H.(2024). The effectiveness of virtual reality technology in student nurse education: A systematic review and meta-analysis[J]. *Nurse Education Today*, 138: 106189.
- [27] Hwang, S.(2023). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis[J]. *Sustainability*, 14(20): 13185.
- [28] Ilgun Dibek, M., Sahin Kursad, M., & Erdogan, T. (2025). Influence of artificial intelligence tools on higher order thinking skills: a meta-analysis. *Interactive Learning Environments*[J], 33(3), 2216-2238.
- [29] 贾积有,乐惠骅,李卓润,和桂英,张海燕(2022). 人工智能助力教育均衡发展——以个性化在线教学系统对随迁子女的有效辅导为例[J]. *中国电化教育*, (1): 42-49.
- [30] 贾积有,张誉月,刘怀亚,李双双(2023). 智能评测和辅导系统助力学生评价改革和减负增效[J]. *电化教育研究*, 44(6): 74-80, 89.
- [31] Jing, Y., Dai, J., Wang, C., Shen, S., & Shadiey, R.(2025). Unleashing the power of virtual learning environment: exploring the impact on learning outcomes through a meta-analysis[J]. *Interactive Learning Environments*, 33(1): 52-69.
- [32] Kalemkuş, J., & Kalemkuş, F.(2023). Effect of the use of augmented reality applications on academic achievement of student in science education: Meta analysis review[J]. *Interactive Learning Environments*, 31(9): 6017-6034.
- [33] Lee, H., & Lee, J. H.(2022). The effects of robot-assisted language learning: A meta-analysis[J]. *Educational Research Review*, 35: 100425.
- [34] Lee, H., & Lee, J. H.(2024). The effects of AI-guided individualized language learning: A meta-analysis[J]. *Language Learning & Technology*, 28(2): 134-162.
- [35] 李宝敏,王钰彪,任友群(2019). 虚拟现实教学对学生学习成绩的影响研究——基于40项实验和准实验的元分析[J]. *开放教育研究*, 25(4): 82-90.
- [36] Li, F., Wang, X., He, X., Cheng, L., & Wang, Y.(2023). How augmented reality affected academic achievement in K-12 education: A meta-analysis and thematic-analysis[J]. *Interactive Learning Environments*, 31(9): 5582-5600.
- [37] Lin, Y., & Yu, Z.(2023). A meta-analysis of the effects of augmented reality technologies in interactive learning environments(2012–2022) [J]. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(8): 4956-4976.
- [38] 刘清堂,马晶晶,余舒凡,乐惠骅,吴林静(2021). 虚拟实验对学生学习效果的影响研究——基于30项实验与准实验研究的元分析[J]. *中国远程教育*, (1): 8-16.
- [39] Lu, Z., Chiu, M. M., Wang, S., Mao, W., & Lei, H.(2025). Effects of augmented reality on students' higher-order thinking: A meta-analysis[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 63(3): 728-747.
- [40] Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*[R]. London: Pearson: 13-16.
- [41] Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q.(2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis[J]. *Journal of Educational Psychology*, 106(4): 901-918.
- [42] Ma, Y., Zhang, L., & Wu, M.(2023). Research on the influence of virtual reality on the learning effect of technical skills of science and engineering college students: Meta-analysis based on 32 empirical studies[J]. *International Journal of Digital Multimedia Broadcasting*, 2022: 6202370.
- [43] Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*(2nd ed.)[M]. Cambridge: Cambridge University Press: 41-45.
- [44] Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J.(2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis[J]. *Computers & Education*, 70: 29-40.
- [45] Na, H., & Yun, S.(2024). The effect of augmented reality on K-12 students' motivation: A meta-analysis[J]. *Educational Technology Research and Development*, 72(2): 2989-3020.
- [46] 倪慧文,胡永斌(2019). 增强现实技术能促进学习吗?——基于2010–2018年国际英文期刊35项研究的元分析[J]. *开放教育研究*, 25(1): 62-72.
- [47] Ouyang, F., & Xu, W.(2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis[J]. *International Journal of STEM Education*, 11: 7.
- [48] Park, S. -D., Kim, E. -J., & Kim, K. -C. (2019). A meta-analysis on the effects of learning with robots in early childhood education in Korea[J]. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 11(3): 55-63.
- [49] Qiao, J., Huang, C. -R., Liu, Q., Li, S. -Y., Xu, J., Li, L., Redding, S. R., & Ouyang, Y. -Q. (2023). Effectiveness of non-immersive virtual reality simulation in learning knowledge and skills for nursing students: Meta-analysis[J]. *Clinical Simulation in Nursing*, 76: 26-38.
- [50] Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial intelligence: A modern approach*(3rd ed.)[M]. Upper Saddle River: Prentice Hall: 3-4.
- [51] Sapounidis, T., Rapti, S., & Vaiopoulou, J.(2025). Effects of Educational Robotics on Kindergarteners' Collaboration, Communication, Critical Thinking, and Creativity: A Meta-Analysis[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 34(1): 73-87.

- [52] Sapounidis, T., Tselegkaridis, S., & Stamovlasis, D.(2024). Educational robotics and STEM in primary education: A review and a meta-analysis[J]. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(4): 462-476.
- [53] 单俊豪, 宫玲玲, 李玉, 闫寒冰(2019). 教育机器人对学生学习成果的影响——基于49篇实验或准实验研究论文的元分析[J]. *中国电化教育*, (5): 76-83.
- [54] Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H.(2014a). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning[J]. *Journal of Educational Psychology*, 106(2): 331-347.
- [55] Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H.(2014b). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' mathematics learning[J]. *Journal of Educational Psychology*, 106(4): 1079-1096.
- [56] Sun, L., & Zhou, D.(2023). Effective instruction conditions for educational robotics to develop programming ability of K-12 students: A meta-analysis[J]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(2): 380-398.
- [57] Sun, L., & Zhou, L.(2024). Does generative artificial intelligence improve the academic achievement of college students? A meta-analysis[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 62(7): 1896-1933.
- [58] Sweller, J.(2020). Cognitive load theory and educational technology[J]. *Educational technology research and development*, 68(1): 1-16.
- [59] 王翠如, 徐培培, 胡永斌(2021). 桌面虚拟现实学习环境对学习投入和学习成绩的影响——基于多模态数据[J]. *开放教育研究*, 27(3): 112-120.
- [60] Wang, F., & Cheung, A. C.(2025). Robots' social behaviors for language learning: A systematic review and meta-analysis[J]. *Review of Educational Research*, 95(2): 175-212.
- [61] Wang, F., Cheung, A. C., Neitzel, A. J., & Chai, C. S. (2024a). Does chatting with chatbots improve language learning performance? A meta-analysis of chatbot-assisted language learning[J]. *Review of Educational Research*, 1-38.
- [62] 王国华, 宋佳音, 田梁浩, 梁云真(2023). 虚拟现实技术有助于降低学习者的认知负荷?——基于23项实验与准实验研究的元分析[J]. *开放教育研究*, 29(4): 110-120.
- [63] 王浩, 唐爱民(2023). 虚拟现实更能引发学生共情?——基于19项随机对照实验的元分析[J]. *开放教育研究*, 29(1): 60-69.
- [64] Wang, K., Sang, G. -Y., Huang, L. -Z., Li, S. -H., & Guo, J. -W. (2023). The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: A meta-analysis[J]. *Sustainability*, 15(5): 4637.
- [65] Wang, X., Huang, R. T., Sommer, M., Pei, B., Shidfar, P., Rehman, M. S., Ritzhaupt, A. D., & Martin, F.(2024b). The efficacy of artificial intelligence-enabled adaptive learning systems from 2010 to 2022 on learner outcomes: A meta-analysis[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 62(6): 1568-1603.
- [66] 王雪, 徐文文, 高泽红, 王志军(2019). 虚拟现实技术的教学应用能提升学习效果吗?——基于教学设计视角的38项实验和准实验的元分析[J]. *远程教育杂志*, 37(6): 61-71.
- [67] Wang, Y., & Xie, B.(2024). Can robot-supported learning enhance computational thinking? A meta-analysis[J]. *Thinking Skills and Creativity*, 52: 101528.
- [68] Wang, Y., Liu, W., Yu, X., Li, B., & Wang, Q.(2024c). The impact of virtual technology on students' creativity: A meta-analysis[J]. *Computers & Education*, 215: 105044.
- [69] Wing, J. M.(2006). Computational thinking[J]. *Communications of the ACM*, 49(3): 33-35.
- [70] Woolf, B. P. (2010). Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning[M]. Burlington: Morgan Kaufmann: 33-35.
- [71] Wu, X., & Li, R. (2024). Unraveling effects of AI chatbots on EFL learners' language skill development: A meta-analysis[J]. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 1-12.
- [72] Wu, X., Chen, X., Wang, X., & Wang, H.(2025). Effect of students' deep learning in virtual venue environment: a meta-analysis based on 45 experiments and quasi-experiments at home and abroad[J]. *Education and Information Technologies*, 30(3): 4013-4031.
- [73] Wu, B., Chang, X., & Hu, Y.(2024). A meta-analysis of the effects of spherical video-based virtual reality on cognitive and noncognitive learning outcomes[J]. *Interactive Learning Environments*, 32(7): 3472-3489.
- [74] Wu, B., Yu, X., & Gu, X.(2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis[J]. *British Journal of Educational Technology*, 51(6): 1991-2005.
- [75] Wu, R., & Yu, Z.(2023). Do AI chatbots improve students' learning outcomes? Evidence from a meta-analysis[J]. *British Journal of Educational Technology*, 54(3): 773-789.
- [76] Wu, X. -Y. (2024). Artificial intelligence in L2 learning: A meta-analysis of contextual, instructional, and social-emotional moderators[J]. *System*, 126: 103498.
- [77] Xu, W. W., Su, C. Y., Hu, Y., & Chen, C. H.(2022). Exploring the effectiveness and moderators of augmented reality on science learning: A meta-analysis[J]. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5): 62-637.
- [78] Xu, Z., Irely, R., Wijekumar, K., Ramirez, G., & Hu, X.(2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis[J]. *British Journal of Educational Technology*, 50(6): 3119-3137.
- [79] 杨刚, 邱创楷, 郑晓丽, 陈飞凡(2020). 基于虚拟全景的学习方式促进学习动机与写作成绩的实证研究[J]. *电化教育研究*, 41(1): 91-98, 121.
- [80] 叶欢, 占小红(2022). 虚拟现实技术对中学生科学学习效果的影响研究——基于16篇实验研究论文的元分析[J]. *化学教学*, (9):

29-34.

[81] Yu, Z.(2023). A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education[J]. Interactive Learning Environments, 31(8): 4956-4976.

[82] Yu, Z., & Xu, W.(2022). A meta-analysis and systematic review of the effect of virtual reality technology on users' learning outcomes[J]. Computer Applications in Engineering Education, 30(8): 1470-1484.

[83] 张慕华,刘紫依,李妍(2024). 沉浸式虚拟现实赋能科学教育能有效提升学生的学习结果吗?——基于2011~2022年国内外44篇实证论文的元分析[J]. 现代教育技术, 34(6): 71-80.

[84] Zhang, F., Zhang, Y., Li, G., & Luo, H.(2024). Using virtual reality interventions to promote social and emotional learning for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis[J]. Children, 11(1): 41.

[85] Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., & Luo, H.(2022). Augmented reality in K-12 education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2020[J]. Sustainability, 14(15): 9725.

[86] Zhang, Y., & Zhu, Y.(2024). Effects of educational robotics on the creativity and problem-solving skills of K-12 students: A meta-analysis[J]. Educational Studies, 50(6): 1539-1557.

[87] Zhao, J., Xu, X., Jiang, H., & Ding, Y.(2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: A meta-analysis of randomized controlled studies[J]. BMC Medical Education, 20:

127.

[88] Zhao, M., Lu, X., Zhang, Q., Zhao, R., Wu, B., Huang, S., & Li, S.(2024). Effects of exergames on student physical education learning in the context of the artificial intelligence era: A meta-analysis[J]. Scientific Reports, 14: 7115.

[89] 郑玲,刘革平,谢涛,陈娟菲,张可(2021). 协作学习中虚拟现实技术对学习效果的影响——2007—2019年国际实证论文的元分析研究[J]. 中国远程教育, (4): 56-64.

[90] 周金燕. 人力资本内涵的扩展: 非认知能力的经济价值和投资[J]. 北京大学教育评论, 2015, 13(01): 78-95+189-190.

[91] Zheng, L., Niu, J., Zhong, L., & Gyasi, J. F. (2023). The effectiveness of artificial intelligence on learning achievement and learning perception: A meta-analysis. Interactive Learning Environments, 31(9), 5650-5664.

[92] 周进,安涛,韩雪婧(2019). 教育机器人对学生学习效果影响的元分析[J]. 现代远程教育研究, 31(3): 96-105.

[93] 中共中央(2025). 关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议[EB/OL]. [2025-10-28]. <http://politics.people.com.cn/n1/2025/1028/c1001-40591520.html>.

[94] Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective[A]// Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.). Handbook of self-regulation[C]. San Diego: Academic Press: 13-39.

(编辑:李学书)

The Impact of Artificial Intelligence on Cognitive and Non-cognitive Abilities: A Systematic Literature Review of 84 Empirical Studies from 2010 to 2025

MA Yixian^{1,2}, DIAO Long^{1,2} & WANG Weihao³

(1. Guangxi Normal University, Guilin 541006, China; 2. Guangxi Higher Education Development Research Center, Guilin 541004, China; 3. East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: *The impact of artificial intelligence (AI) on impacts the development of cognitive and non-cognitive abilities, which has increasingly become a pivotal topic in educational research. Grounded in Cognitive Load Theory, Self-Determination Theory, and the Social and Emotional Learning framework, this study systematically reviews 84 empirical studies concerning the influence of AI on students' cognitive and non-cognitive abilities. By comparing the differences in effects across various AI types, ability dimensions, and contextual conditions, this research reveals the landscape and underlying mechanisms of AI interventions in student learning. The findings indicate that AI generally has a generally positive effect on cognitive abilities, including such as academic achievement, higher-order thinking, and computational thinking. Furthermore, it demonstrates a moderate promotional effect on non-cognitive abilities, including learning motivation, creativity, and social-*

emotional skills. However, the effect sizes vary significantly across different educational stages, disciplines, and technological modalities. To enhance AI's role of AI in fostering cognitive and non-cognitive abilities, the study concludes with suggestions for improvements are suggested at the pedagogical, teacher, and institutional levels.

Key words: *artificial intelligence; cognitive abilities; non-cognitive abilities; systematic literature review*

(上接第97页)

Self-Enlightenment: A Qualitative Study Exploring the Intrinsic Influencing Mechanisms in Shared Meaning Creation between Learners and GenAI

JIANG Jiadong¹ & GUO Junjie²

(1. School of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. School of Education Science, Harbin Normal University, Harbin 150000, China)

Abstract: *With the rapid popularization of generative artificial intelligence in the field of education, the relationship between learners and intelligent agents is shifting from instrumental use to co-creation of meaning. However, existing research mostly focuses on the external effects and learning performance of generative artificial intelligence, with less attention paid to the intrinsic psychological impacts on learners and the achievement of self-meaning in human-machine interaction. This study employs grounded theory to conduct in-depth interviews with 24 higher education learners with practical experience in learning and using generative artificial intelligence to gain a deeper understanding of learners' self-awareness and internal construction. The research findings reveal that learners undergo a psychological integration process, from cognitive triggers in the processing stage to personal construction and self-narrative, ultimately achieving symbiotic development of shared meaning in human-machine interaction. The study uncovers the intrinsic psychological impact mechanism and dynamic evolution logic of human-machine interaction, providing theoretical insights with educational significance for understanding the deep structure of human-machine collaborative learning.*

Key words: *Generative Artificial Intelligence (GenAI); qualitative research; shared meaning creation; human-machine collaboration; grounded theory*