

# 生成式人工智能是否有助于提升 学生的高阶思维?

——基于对60节课堂实录的分析

施 澜<sup>1</sup> 余璇然<sup>1</sup> 陈诗羽<sup>2</sup> 李 颀<sup>1</sup>

[1. 华南师范大学教育科学学院(汕尾), 广东汕尾 516600; 2. 华南师范大学材料与新能源学院, 广东汕尾 516600]

**[摘要]** 生成式人工智能与教育深度融合的目标之一是提升学生的思维品质。本研究对60节小学生生成式人工智能赋能的课堂进行视频切片分析,通过观察学生的思维表现,探究生成式人工智能对学生高阶思维的影响。研究发现,生成式人工智能能够促进学生高阶思维的发展,但以促进问题解决和评估能力为主,对批判性思维和创造性思维的提升有限;利用生成式人工智能赋能教学方法和支持思维发展与探究更易引发学生高阶思维;互动导向型教学方法和实践操作型思维支持对高阶思维发展有较好的促进作用,教学资源支持、教学评价、学习过程分析和人机合作对高阶思维的促进效果差异明显。开发与使用模型对高阶思维具有稳定的正向预测作用,而情境创设在控制其他变量后呈现负向效应。本研究建议从重构价值导向、设计高阶任务、打造交互课堂、构建深度评价、优化人机协同等方面,推动生成式人工智能的课堂应用。

**[关键词]** 生成式人工智能;高阶思维;教学视频分析;人机协同

**[中图分类号]** G434

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1007-2179(2026)03-0108-13

## 一、研究背景

近年来,生成式人工智能引发教育领域的深刻变革。教育者关注如何引导学生主动探究与建构意义,推动深度学习真正发生,促进学生高阶思维的发展。高阶思维是个体终身发展和适应社会需求的关键能力,其发展可追溯至布鲁姆教育目标分

类理论。该理论从认知层次出发,将分析、评价与创造视为高阶思维的典型表现,强调在具体认知情境中对知识进行组织或重组的心理过程;马尔扎诺等(Marzano et al., 1993)立足学习维度,揭示了课堂中高阶思维在知识运用与认知调控中的多维结构;斯滕伯格(Sternberg, 1999)提出的成功智力理论认为,高阶思维涉及在问题情境中动态调配分析、创

[收稿日期]2026-02-26

[修回日期]2026-04-15

[DOI编码]10.13966/j.cnki.kfjyyj.2026.03.012

[基金项目] 2024年度广东省教育科学规划课题“高校教师数字化教学决策的现实壁垒与突破路径研究”(2024GXJK360)。

[作者简介] 施澜,博士,硕士生导师,华南师范大学教育科学学院(汕尾),研究方向:课程与教学论、生成式人工智能技术应用(shilan.shilan@163.com);余璇然,华南师范大学教育科学学院(汕尾),研究方向:课程与教学、智能技术教育应用;陈诗羽,华南师范大学材料与新能源学院,研究方向:课程与教学、智能技术教育应用;李颀,华南师范大学教育科学学院(汕尾),研究方向:课程与教学、智能技术教育应用。

[引用信息] 施澜,余璇然,陈诗羽,李颀(2026).生成式人工智能是否有助于提升学生的高阶思维?——基于对60节课堂实录的分析[J].开放教育研究,32(3):108-120.

造与实践等能力。进入数智时代,随着人工智能技术的大范围教育应用,高阶思维在认知过程中显现更突出的复杂性、不确定性与自动调节性(胡小勇, 2022)。综合来看,高阶思维本质上是一种在复杂情境中整合、迁移与创造性应用知识的高级认知活动,是学生应对真实问题与实现终身学习的能力基础。

在具体应用场景中,生成式人工智能不仅可作为认知工具支持学生建构复杂意义(李曼丽, 2025),还能够通过模拟学习环境、引导反思性写作与提供协作工具等,强化学生在分析、评价与问题解决等多维思维活动中的表现(廖宏建等, 2024; Chang *et al.*, 2025)。然而,当前文献多集中于生成式人工智能技术应用层面,采用单一样本或小规模样本,对于其能否影响、如何影响学生的高阶思维缺乏基于真实课堂情境的实证依据。因此,本研究基于60节小学课堂实录,对教师课堂运用生成式人工智能技术的教学行为及学生高阶思维表现进行分析,探究两者间的关联和影响,为理解生成式人工智能促进学生高阶思维发展的路径提供依据。

## 二、研究设计

### (一)研究对象

本研究选取60节生成式人工智能赋能教学的优质课(22节使用生成式人工智能的国家级、省级示范课和“广东省中小学教师信息技术应用能力提升工程2.0”平台的38节案例课),涉及小学一至六年级语文、数学、英语、科学、美术、信息技术、心理健康、道德与法治和综合实践9个学科,以及部分跨学科和项目式课程。生成式人工智能赋能教学贯穿课前、课中与课后三个环节:教师利用生成式人工智能生成互动式模拟系统、情境视频或任务情境,支持学生在直观体验中探究抽象概念;教师引导学生与生成式人工智能对话以操练句式、训练提问能力,或让学生化身工程师、探险家等角色,利用生成式人工智能生成方案或故事初稿,并通过与其交流迭代作品;教师借助生成式人工智能实时采集学生的课堂回答、操作步骤和作品,自动生成词频分析图、个性化评价或修改建议,用于学习改进。研究人员选取每节课中生成式人工智能

技术运用最明显的10-15分钟视频作为分析单元进行切片,并随机选取5名分布于教室不同位置、不同学习水平的学生作为观察对象,以反映班级整体的学习状况。

### (二)研究过程

#### 1. 编码系统

本研究对生成式人工智能应用和学生学习情况进行编码(见表1);基于教学系统要素理论确定教学资源(A1)、教学方法(A2)、评价(A3)与学习过程分析(A4)四个应用维度;增加支持思维发展与探究维度(A5),以捕捉其对学生认知加工的影响;依据人机协同教育理论,增加人机合作维度(A6)。

1)教学资源指利用生成式人工智能提供个性化材料,帮助创设教学情境、分析素材和语言翻译,增强教学资源的丰富性与适配度。2)依据学习理论个体建构与社会建构的区分,把教学方法分为个体中心型和互动导向型,前者侧重通过人机对话辅助学生自主学习和个性化学习,后者侧重组织丰富多样的社会性学习体验。3)教学评价指利用生成式人工智能对学习过程和结果进行价值判断,包括自动化即时评价、过程性评估,及对学生数字作品与合作成果的多样化评估。4)学习过程分析分三类:个体行为分析以个体为单元,聚焦独立完成的任务的行为轨迹,如答题时间、资源点击;交互分析以多主体互动为单元,围绕人机对话、生生讨论的信息交换模式;作品结果分析以最终产出为单元,分析学生生成的文本、图像等的质量。5)支持思维发展与探究指生成式人工智能触发学习者探究活动的类型,包括启发思维型和实践操作型。6)人机合作涉及六类(Kim, 2024):一教一观指教师主导课堂教学,人工智能观察、记录和分析学生的学习过程;一教一助指教师主导课堂教学,人工智能监控、评估学生课堂表现或批改作业;团队教学指教师与人工智能轮流分担教学责任;平行教学指教师面向大部分学生开展教学,人工智能针对需要特殊关注的学生开展教学;站位教学指学生以小组形式轮流进出多个学习站,教师和人工智能进行管理;交替教学指将课堂分成两半,分别由教师或人工智能授课。

本研究将学生学习情况的观察分为低阶思维

表1 生成式人工智能教学应用与学生学习行为编码系统及示例

分类	一级编码	二级编码	具体描述	
生成式人工智能应用	A1 教学资源	A1-1 内容生成	教师使用生成式人工智能生成或改编文本、图像、视频或练习题等学习材料。	
		A1-2 情境创设	教师运用生成式人工智能创建沉浸式、游戏化或问题驱动的学习活动情境。	
		A1-3 资源分析与提炼	教师借助生成式人工智能提炼、分析、总结或跨学科整合课堂教学材料。	
		A1-4 语言翻译	教师使用生成式人工智能进行跨语种翻译或转译,辅助学生语言学习。	
	A2 教学方法	个体中心型	A2-1 苏格拉底式对话	生成式人工智能作为导师追问、反诘和逻辑推演,在人机对话中促进学生深度思考与自我反思。
			A2-2 个性化学习支持	生成式人工智能根据学生的认知水平、知识储备与学习偏好,提供差异化的内容推送、方法支持或学习路径规划。
			A2-3 语言与沟通辅助	生成式人工智能辅助学生口语表达、书面写作或非母语沟通。
			A2-4 自主学习支持	生成式人工智能对学生自主学习过程提供策略建议、进度反馈、元认知提示等支持。
		互动导向型	A2-5 模拟与游戏化学习	教师使用生成式人工智能生成角色扮演脚本或游戏化互动挑战,学生在沉浸式模拟情境中解决问题。
			A2-6 合作学习支持	生成式人工智能为学生小组合作学习提供信息检索、观点凝练、方案优化等支持。
			A2-7 项目式问题解决	生成式人工智能辅助学生围绕复杂项目,开展现状调查、问题分析、方案设计、模型开发等探究活动。
			A2-8 线上论坛讨论	生成式人工智能为学生异步在线讨论提供研讨支架、内容梳理、问题提炼与拓展追问等支持。
	A3 教学评价	A3-1 自动化评价与反馈		生成式人工智能对学生回答或产出成果进行自动化分析,对班级整体与学习者个体的表现生成评分与简要反馈。
		A3-2 过程性评估分析		生成式人工智能为学生作文、方案等开放性学习成果提供修改建议,形成“评价—修改—再评价”的持续反馈。
		A3-3 多元成果展示支持		生成式人工智能支持成果的差异化呈现,包括生成海报、插图、音乐、旅行路线、设计方案、3D效果等。
	A4 学习过程分析	A4-1 个体行为分析		生成式人工智能分析并点评学生行为,如生成式人工智能通过点阵笔采集学生行为数据,评估练习情况。
		A4-2 作品结果分析		生成式人工智能根据一定标准对学生课堂作品进行描述性分析。
		A4-3 交互分析		人工智能分析与学生的交互过程,生成对应信息;人工智能分析合作学习中学生与生成式人工智能的互动情况;教师展示学生与人工智能的交互内容,并进行分析与点评。
	A5 支持思维发展与探究	启发思维型	A5-1 提问与定义问题	学生先自主思考提问的逻辑与表述,再向生成式人工智能提问。
			A5-2 论证与表达支持	学生整合生成式人工智能提供的资料,结合所学内容回答教师的提问,或通过生成式人工智能交互,不断优化回答。
			A5-3 信息检索与交流	学生通过与生成式人工智能对话交互获取所需信息。
		实践操作型	A5-4 开发与使用模型	学生借助生成式人工智能将抽象问题转化为可操作的概念模型或框架,在生成、比较与验证中识别变量关系并预测结果。
			A5-5 数据分析与计算思维	学生利用生成式人工智能记录模拟实验的数据,并通过对比、归纳数据,验证想法,发展基于数据的计算思维。
			A5-6 构建解释与设计解决方案	学生通过与生成式人工智能对话,阐释自己的回答或设计、优化问题解决方案。
A6 人机合作	A6-1 一教一观		生成式人工智能帮助教师收集学习进度、学习表现、资源或工具使用情况、活动参与度等数据。	
	A6-2 一教一助		生成式人工智能支持评分或评估过程,提供修改建议,给出参考分数,教师负责评分与修改。	
	A6-3 团队教学		教师与生成式人工智能共同教学,借助生成式人工智能讲解疑惑,或让学生与生成式人工智能进行简短对话。	
	A6-4 平行教学		教师或生成式人工智能一方负责指导班上的大部分学生,另一方则负责需要特别关注的学生。	
	A6-5 站位教学		教师和生成式人工智能组成联合教学组,将课堂划分为多个学习站,学习者以小组形式轮流进出。	
	A6-6 交替教学		教师与生成式人工智能各自负责教学部分内容,学生有较长时间自主使用生成式人工智能获取或理解知识。	

续表 1

分类	一级编码	二级编码	具体描述
学生学习	B1 低阶思维	/	/
	B2 高阶思维	B2-1 批判性	学生能以审慎的态度进行深度分析、逻辑推理和判断。
		B2-2 问题解决	学生能提出问题、分析问题、生成并提供解决方案以应对复杂问题。
		B2-3 评估	学生能对接收的信息进行价值判断、自我反思。
		B2-4 创造性	学生能针对实际问题提出新颖、独特的见解。
B2-5 综合性	学生能组织、归纳与整合信息、观点、知识或方法, 形成结构化、系统性的理解或解决方案。		

(B1)和高阶思维(B2)。低阶思维指基础的认知加工过程。按照布鲁姆目标分类理论, 识记、理解和应用三个认知层次为低阶思维的表现。高阶思维指较高层次的心智活动或认知能力(钟志贤, 2004), 包括批判性思维、创造力、评估、问题解决和创造性思维等(Hague, 2024)。考虑到生成式人工智能时代对信息整合与系统构建能力的迫切需求, “综合性”也被纳入高阶思维。因此, 本研究的高阶思维包括: 批判性、问题解决、评估、创造性和综合性思维。批判性指以审慎的态度进行深度分析、逻辑推理和判断的高阶认知过程。问题解决指提出问题、分析问题、生成并提供解决方案以应对复杂问题的能力。评估指学习者对接收的信息进行价值判断并自我反思。创造性体现在能针对实际问题提出新颖、独特的见解。综合性指个体组织、归纳与整合信息、观点、知识或方法, 形成结构化、系统性的理解或解决方案的思维过程。

## 2. 数据分析过程

本研究利用 NVivo12 软件对教学视频切片开展分析。经过培训, 预编码阶段的编码者间信度 Kappa 系数为 0.91。研究人员依据编码标准对每段视频切片进行编码, 当观察到某类生成式人工智能教学应用行为时, 就在该节点记“1”, 若未观察到则记“0”; 观察目标学生在此情境的表现, 若发生高阶思维则在对应表现上记“1”, 低阶思维记“0”。依据认知心理学与课堂互动分析研究范式, 个体的思维活动往往通过语言表达、问题解决行为及互动等行为体现出来(Chi, 2009; Omarchevska et al, 2026), 且有文献通过分析课堂教学视频, 研究具体教学情境下的高阶思维(孙宏志等, 2020), 本研究将学生在课堂中表现出的论证、解释、方案生

成与评价等行为, 作为高阶思维发生的观察指标。完成编码后, 研究者对各类教学行为和高阶思维出现的频次与百分比进行描述性统计, 再通过相关分析考察教学支持变量与高阶思维之间的关系, 并基于教学系统要素理论, 选取各维度代表性的变量, 采用分层多元线性回归分析检验其对高阶思维发生的预测作用。

## 三、研究发现

### (一)生成式人工智能对高阶思维发展的影响

本研究发现, 支持思维发展与探究(A5)和教学方法(A2)对学生高阶思维发展的影响更明显(见表 2)。首先, 在生成式人工智能支持思维发展与探究维度, 各高阶思维指标均呈现较高的发生比例, 对学生问题解决的影响(44.4%)最突出。这表明, 若教师使用生成式人工智能的过程中能有效设计思维引导工具、提供探究支架, 学生会更易于进入高阶认知状态。综合性(35.6%)与批判性思维(21.2%)在此维度的触发比例, 高于二者在其他维度(教学资源、教学方法、教学评价、学习过程分析、人机合作)的发生比例。这说明支持思维发展与探究在推动学生辨别与整合信息方面具有独特优势。其次, 教学方法对高阶思维的影响也较明显, 尤其是问题解决(42.5%)与综合性思维(33.7%)表现突出。这说明合理采用多种教学方法, 能较好地提升学生运用高阶思维应对复杂学习任务的意愿与能力。

相比之下, 教学资源(A1)、教学评价(A3)、学习过程分析(A4)和人机合作类型(A6)等维度对高阶思维的影响表现不同。教学资源有助于促进问题解决(39.3%)与评估思维发展(33.6%), 但其对创

表2 生成式人工智能对学生高阶思维影响的交叉占比

一级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
		批判性 (%)	问题解决 (%)	评估 (%)	创造性 (%)	综合性 (%)
A1 教学资源	1	17.6	39.3	33.6	10.5	29.2
	0	82.4	60.7	66.4	89.5	70.8
A2 教学方法	1	19.3	42.5	33.9	12.8	33.7
	0	80.7	57.5	66.1	87.2	66.3
A3 教学评价	1	17.4	41.0	41.5	9.7	31.3
	0	82.6	59.0	58.5	90.3	68.7
A4 学习过程分析	1	17.9	38.9	34.4	11.2	30.9
	0	82.1	61.1	65.6	88.8	69.1
A5 支持思维发展与探究	1	21.2	44.4	34.6	12.3	35.6
	0	78.8	55.6	65.4	87.7	64.4
A6 人机合作类型	1	17.3	38.7	32.0	13.3	30.0
	0	82.7	61.3	68.0	86.7	70.0

注:1表示影响,0表示未影响。

创造性思维的影响仅为10.5%。教学评价的作用主要集中在促进评估(41.5%)和问题解决(41.0%)思维发展上,这表明人工智能评价的反馈功能对学生自我监控与问题优化具有引导作用,但在支持批判性与创造性思维方面仍有提升空间。此外,学习过程分析与人机合作类型对各类思维发展的影响相对均衡。

视频中高阶思维发生次数(见图1)从高到低排序为:问题解决(N=118)、评估(N=100)、综合性(N=90)、批判性(N=52)、创造性(N=34)。问题解决与评估思维是发生频次最高的,显示出生成式人工智能在辅助方案生成、提供即时反馈与分析方面的效用良好。创造性思维(N=34)的发生频次最低,反映了课堂时间与认知负荷的现实制约,也提示生成式人工智能在激发更高复杂度的高阶思维方面仍有较大拓展空间(李森等,2025)。

## (二)各应用维度对学生高阶思维发展的影响

### 1. 教学资源对高阶思维发展的影响

在人工智能生成教学资源对高阶思维发展的影响方面,数据交叉分析结果(见表3)显示,内容生成对问题解决(45.9%)、评估(37.6%)和综合性(32.9%)思维发展展现出较大影响,人工智能提供的个性化、适应性内容为学生思维发展提供了内

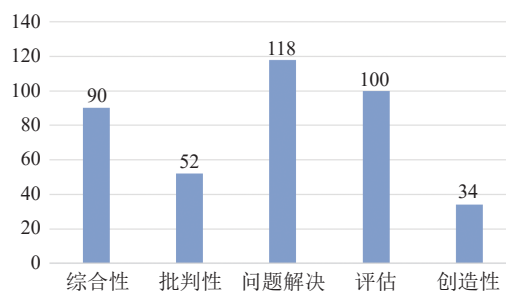


图1 五种高阶思维发生的频次统计

容素材与情景依托,更易于激发学生分析、判断与整合思维。资源分析与提炼对批判性思维发展(26.2%)的促进作用最突出,因其直接引导学生辨析、比较与判断信息,触及思维的核心过程。值得注意的是,情境创设虽在较大程度上影响问题解决(28.0%)和综合性(24.0%)思维发展,但其对批判性(8.0%)与创造性(4.0%)思维发展的影响有限,这说明单纯的情境沉浸若缺乏深度思考任务的牵引,难以有效激发高阶认知发展。此外,语言翻译作为特殊工具,对创造性思维(30.0%)的促进作用明显,可能源于其打破语言壁垒后引发的跨文化思维碰撞,为问题解决提供了新视角。

### 2. 教学方法对高阶思维发展的影响

教学方法是实现技术赋能与思维发展深度融合的关键中介(陈明选等,2024)。从统计结果看,互动导向型教学方法对高阶思维发展的促进作用高于个体中心型方法(见表4)。在个体中心型教学方法中,苏格拉底式对话表现最全面,能引发问题解决(70.0%)、综合性(60.0%)乃至创造性

表3 教学资源对学生高阶思维影响的交叉占比

二级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
		批判性 (%)	问题解决 (%)	评估 (%)	创造性 (%)	综合性 (%)
内容生成	1	17.6	45.9	37.6	14.1	32.9
	0	82.4	54.1	62.4	85.9	67.1
情境创设	1	8.0	28.0	22.0	4.0	24.0
	0	92.0	72.0	78.0	96.0	76.0
资源分析与提炼	1	26.2	30.8	36.9	3.1	26.2
	0	73.8	69.2	63.1	96.9	73.8
语言翻译	1	10.0	40.0	0.0	30.0	10.0
	0	90.0	60.0	100.0	70.0	90.0

注:1表示影响,0表示未影响。

(30.0%)思维的发展,体现了高质量的一对一启发式对话在驱动深度思考方面的价值。个性化学习支持中批判性思维(36.7%)的发生占比较高,说明通过提供适配性学习材料,可有效激发学生审思和比较。语言与沟通辅助对创造性思维的触发未发生。在互动导向型教学法方面,合作学习支持与项目式问题解决展现出较强的综合赋能效应,两者均能较好地促进问题解决(分别为50.8%和46.7%)、综合性(分别为46.2%和28.9%)和评估(分别为36.9%和40.0%)思维的发展。线上论坛讨论对批判性(30.0%)和综合性(43.3%)思维发展的促进作用较好,表明异步深度讨论可以为辩证思维与整合思维提供宝贵的反思空间。

### 3. 教学评价对高阶思维发展的影响

三类评价方式均对学生评估能力发展有较好的促进作用,凸显了评价教学活动与学生自我监控、反思判断能力发展的内在一致性(见表5)。其中,过程性评估分析中评估思维较多发生(51.4%),这表明在持续性学习分析与反馈情境中,学生更可能关注自身认知过程并作出相应的价值判断。多元

成果展示情境下,问题解决(50.6%)思维发生的比例较高,同时综合性(35.3%)和创造性(14.1%)思维的占比也是三类评价中最高的,这表明学生参与多样化成果表达与展示,对其整合知识、创造性问题解决并进行系统性呈现有潜在的积极作用。

### 4. 学习过程分析对高阶思维发展的影响

在学习过程分析方面(见表6),交互分析中问题解决(53.1%)和综合性(40.0%)思维的发生占比最高,这表明深度分析师生、生生及人机互动过程,能够帮助学生搭建支持协作问题解决与知识整合的脚手架。作品结果分析高度聚焦评估能力(49.2%),对评估促进最明显;个体行为分析对高阶思维发展的影响普遍较弱,这可能与通过数据采集(如点阵笔操作轨迹)对学生个体行为进行量化监测,而非针对认知过程本身开展深度洞察与建构性引导的功能定位有关。

### 5. 支持思维发展与探究对高阶思维发展的影响

在支持思维发展与探究方面(见表7),生成式人工智能赋能实践操作型教学促进高阶思维发展

表4 教学方法对学生高阶思维发展影响的交叉占比

二级维度	三级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
			批判性(%)	问题解决(%)	评估(%)	创造性(%)	综合性(%)
个体中心型	苏格拉底式对话	1	25.0	70.0	30.0	30.0	60.0
		0	75.0	30.0	70.0	70.0	40.0
	个性化学习支持	1	36.7	33.3	36.7	15.0	25.0
		0	63.3	66.7	63.3	85.0	75.0
	语言与沟通辅助	1	14.3	11.4	31.4	0.0	11.4
		0	85.7	88.6	68.6	100.0	88.6
	自主学习支持	1	13.8	48.5	37.7	10.8	36.9
		0	86.2	51.5	62.3	89.2	63.1
互动导向型	模拟与游戏化学习	1	8.3	35.0	15.0	13.3	25.0
		0	91.7	65.0	85.0	86.7	75.0
	合作学习支持	1	21.5	50.8	36.9	15.4	46.2
		0	78.5	49.2	63.1	84.6	53.8
	项目式问题解决	1	17.8	46.7	40.0	20.0	28.9
		0	82.2	53.3	60.0	80.0	71.1
	线上论坛讨论	1	30.0	43.3	40.0	3.3	43.3
		0	70.0	56.7	60.0	96.7	56.7

注:1表示影响,0表示未影响。

表 5 教学评价对学生高阶思维发展影响的交叉占比

二级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
		批判性 (%)	问题解决 (%)	评估 (%)	创造性 (%)	综合性 (%)
自动化评价与反馈	1	20.0	34.3	37.1	8.6	34.3
	0	80.0	65.7	62.9	91.4	65.7
过程性评估分析	1	20.0	40.0	51.4	5.7	25.7
	0	80.0	60.0	48.6	94.3	74.3
多元成果展示支持	1	15.3	50.6	37.6	14.1	35.3
	0	84.7	49.4	62.4	85.9	64.7

注: 1 表示影响, 0 表示未影响。

表 6 学习过程分析对学生高阶思维发展影响的交叉占比

二级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
		批判性 (%)	问题解决 (%)	评估 (%)	创造性 (%)	综合性 (%)
个体行为分析	1	23.2	21.1	27.4	6.3	29.5
	0	76.8	78.9	72.6	93.7	70.5
作品结果分析	1	12.3	32.3	49.2	10.8	10.8
	0	87.7	67.7	50.8	89.2	89.2
交互分析	1	16.2	53.1	30.0	14.6	40.0
	0	83.8	46.9	70.0	85.4	60.0

注: 1 表示影响, 0 表示未影响。

的作用更突出。具体而言, 开发与使用模型中各类高阶思维均呈现较高比例发生, 包括问题解决

(57.3%)、评估(45.3%)、批判性思维(29.3%)、综合性(41.3%)和创造性(18.7%), 体现了“做中学”“创中学”在驱动高阶思维发展上的优势。数据分析与计算思维对批判性思维(32.0%)的影响效果明显, 展现了基于证据、遵循逻辑的理性分析对审辨能力培养的助益。在启发思维型维度, 论证与表达支持对问题解决(49.5%)、评估(44.8%)和综合性(41.0%)思维有较强影响, 反映出理性论证与整合、判断思维密切相关。相比之下, 信息检索与交流的影响作用整体偏弱, 原因可能在于生成式人工智能支持思维发展的价值不在于提供便捷的信息获取服务, 而在于为高认知挑战或任务提供认知框架。

### 6. 人机合作对高阶思维发展的影响

由于编码过程并未出现平行教学与站位教学, 本部分仅针对其余类型进行分析(见表 8)。交替教学与团队教学模式下各类高阶思维发生的比例相对较高: 交替教学对问题解决(50.0%)和综合性思维(36.3%)的促进作用尤为突出, 体现了教师与人工智能分工协作带来的思维拓展效应; 团队教学在问题解决(45.0%)与创造性思维(16.3%)发展方面展现出独特价值。一教一助模式对评估能力的影响最突出(41.8%), 这可能得益于人工智能辅助评价提供的反馈支持, 能够有效提高学生的价值判断与调节能力。一教一观模式对批判性思维的

表 7 支持思维发展与探究对学生高阶思维影响的交叉占比

二级维度	三级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
			批判性 (%)	问题解决 (%)	评估 (%)	创造性 (%)	综合性 (%)
启发思维型	提问与定义问题	1	16.9	44.6	30.8	13.8	30.8
		0	83.1	55.4	69.2	86.2	69.2
	论证与表达支持	1	22.9	49.5	44.8	10.5	41.0
		0	77.1	50.5	55.2	89.5	59.0
	信息检索与交流	1	11.1	31.1	22.2	8.9	20.0
		0	88.9	68.9	77.8	91.1	80.0
实践操作型	开发与使用模型	1	29.3	57.3	45.3	18.7	41.3
		0	85.6	61.1	68.9	88.9	64.4
	数据分析与计算思维	1	32.0	40.0	8.0	8.0	36.0
		0	68.0	60.0	92.0	92.0	64.0
	构建解释与设计解决方案	1	31.3	53.3	44.0	18.7	41.3
		0	68.7	46.7	56.0	81.3	58.7

注: 1 表示影响, 0 表示未影响。

表 8 人机合作类型对学生高阶思维影响的交叉占比

二级维度	影响状态	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5
		批判性(%)	问题解决(%)	评估(%)	创造性(%)	综合性(%)
一教一观	1	30.0	26.7	23.3	3.3	36.7
	0	70.0	73.3	76.7	96.7	63.3
一教一助	1	14.5	29.1	41.8	5.5	27.3
	0	85.5	70.9	58.2	94.5	72.7
团队教学	1	8.8	45.0	25.0	16.3	25.0
	0	91.3	55.0	75.0	83.8	75.0
交替教学	1	25.0	50.0	28.8	25.0	36.3
	0	75.0	50.0	71.3	75.0	63.8

注: 1 表示影响, 0 表示未影响。

展有独特优势(30.0%), 该模式中人工智能作为观察者与记录者, 为学生提供客观的认知镜像, 促进其对思维过程进行深度反思。

(三) 生成式人工智能教学支持对高阶思维发展的影响

为探究生成式人工智能教学支持对学生高阶思维发展的影响, 本研究通过相关分析确定 A1 至 A5 维度中与高阶思维发生存在显著线性关联的支持方式。为确保各预测因素的相对独立性, 避免人机合作模式(A6)作为综合性变量对分析造成干扰, 本部分未将其纳入分析因素, 而是采用分层多元线性回归, 控制人口学变量后逐步纳入相关支持方式, 明确不同教学支持方式对高阶思维发展的独立预测作用。

从皮尔逊相关分析结果看, 部分变量与高阶思维达到统计学意义上的显著正相关, 包括内容生成( $r=0.186, p=0.001$ )、苏格拉底式对话( $r=0.186, p=0.001$ )、合作学习支持( $r=0.137, p=0.018$ )、交互分析( $r=0.176, p=0.002$ )、开发与使用模型( $r=0.275, p<0.001$ )、数据分析与计算思维( $r=0.156, p=0.007$ )。其中, 开发与使用模型的相关系数较高, 表明该类支持方式更容易与学生高阶思维发展产生关联, 并在问题建模、抽象概括和复杂任务解决中发挥促进作用。在此基础上, 基于教学系统要素理论与生成式人工智能应用框架, 本研究将 A1-A5 维度的关键变量整体纳入, 构建回归模型, 以检验控制其他变量条件下各类教学支持方式对高阶思维发展的预测作用。

本研究采用分层多元线性回归分析方法, 逐步纳入控制变量及不同维度的教学支持因素, 探讨其对高阶思维发展的预测作用。总体来看, 随着各维度关键支持变量的逐步加入, 模型对高阶思维发展的解释力持续提升(见表 9)。模型 1 仅纳入性别、学科与年级等控制变量, 模型整体不显著( $F=1.186, p=0.315$ ), 解释率较低( $R^2=0.012$ ), 提示人口学变量对高阶思维发展的解释作用有限。加入 A1 类变量后, 模型 2 达到显著水平( $F=3.063, p=0.010$ ),  $R^2$  提升至 0.050,  $\Delta R^2=0.038$  ( $\Delta F=5.821, p=0.003$ ), 说明内容设计与情境创设类因素可显著提高模型解释力。加入 A2 类变量后, 模型 3 仍显著( $F=3.188, p=0.001$ ),  $R^2=0.090, \Delta R^2=0.041$  ( $\Delta F=3.227, p=0.013$ ), 解释力进一步增强。加入 A4 类变量后, 模型 4  $\Delta R^2=0.013$ , 但增量未达显著水平( $\Delta F=2.060, p=0.129$ )。纳入 A5 维度的变量后, 模型 5 拟合度再次显著提升( $F=3.388, p<0.001$ ),  $R^2$  值达 0.143,  $\Delta R^2=0.040$  ( $\Delta F=4.413, p=0.005$ ), 解释力最显著。

在变量层面, 模型 5 显示(见表 10): 情境创设对高阶思维发展具有边际显著的负向预测作用( $\beta=-0.184, p=0.050$ ), 表明过度依赖生成式人工智能呈现情境, 学生可能因感官刺激分散认知资源, 反而不利于深度思维加工。开发与使用模型呈现显著正向预测作用( $\beta=0.143, p=0.036$ ), 说明生成式人工智能支持学生将复杂问题或知识关系转化为可观察、可操作、可推演的模型, 有助于其理解变量关系、把握问题结构及解释、预测与验证。此外, 内容生成、苏格拉底式对话、模拟与游戏化学习、

表 9 分层多元线性回归模型拟合结果

模型	$R^2$	调整 $R^2$	$F$	$p$	$\Delta R^2$	$\Delta F$	$\Delta p$
模型 1	0.012	0.002	1.186	0.315	0.012	1.186	0.315
模型 2	0.050	0.033	3.063	0.010	0.038	5.821	0.003
模型 3	0.090	0.062	3.188	0.001	0.041	3.227	0.013
模型 4	0.103	0.069	3.002	0.001	0.013	2.060	0.129
模型 5	0.143	0.101	3.388	<0.001	0.040	4.413	0.005

注: 模型 1 为控制变量性别、学科和年级; 模型 2 为模型 1 变量及 A1-1 内容生成、A1-2 情境创设; 模型 3 为模型 2 变量及 A2-1 苏格拉底式对话、A2-3 语言与沟通辅助、A2-5 模拟与游戏化学习、A2-6 合作学习支持; 模型 4 为模型 3 变量及 A4-1 学习行为分析、A4-3 交互分析; 模型 5 为模型 4 变量及 A5-4 开发与使用模型、A5-5 数据分析与计算思维、A5-6 构建解释与设计解决方案。

表 10 最终模型(模型 5)回归系数

变量	$b$	$SE$	$\beta$	$t$	$p$
性别	0.003	0.141	0.001	0.018	0.985
学科	0.007	0.031	0.014	0.235	0.815
年级	-0.01	0.057	-0.010	-0.173	0.863
A1-1 内容生成	0.040	0.191	0.016	0.209	0.834
A1-2 情境创设	-0.606	0.308	-0.184	-1.968	0.050
A2-1 苏格拉底式对话	0.350	0.355	0.069	0.986	0.325
A2-3 语言与沟通辅助	-0.246	0.262	-0.058	-0.939	0.349
A2-5 模拟与游戏化学习	0.166	0.258	0.052	0.64	0.522
A2-6 合作学习支持	0.119	0.217	0.040	0.55	0.583
A4-1 学习行为分析	-0.178	0.202	-0.065	-0.882	0.378
A4-3 交互分析	0.161	0.191	0.063	0.844	0.399
A5-4 开发与使用模型	0.422	0.200	0.143	2.108	0.036
A5-5 数据分析与计算思维	0.286	0.175	0.109	1.631	0.104
A5-6 构建解释与设计解决方案	-0.293	0.235	-0.082	-1.249	0.213

合作学习支持、交互分析及数据分析与计算思维变量呈正向系数,但未达到统计学意义的显著水平。

#### 四、结论、讨论与启示

##### (一) 结论与讨论

总体来看,生成式人工智能能够促进学生高阶思维的发展,但促进效果依赖教学设计取向与支持方式的深度嵌入。从整体分布看,生成式人工智能赋能课堂促进学生高阶思维的发展,以提升问题解决和评估能力为主,对发展批判性思维和创造性思维的支持作用有限;在应用维度方面,支持思维发展与探究、赋能教学方法对高阶思维发展的促进作用相对明显。已有研究表明,生成式人工智能通过为学生提供多角度、多层次的信息支持,使其在

比较和辨析中形成问题解决图式,从而提升问题解决能力(Doshi, 2024),但对创造性思维的促进作用有限,这一定程度上与任务设计有关:当任务要求以既定标准生成合理方案时,可能限制学生的发散想象与创造性表达(徐慧芬等, 2024)。汤倩雯等(2026)通过准实验研究发现,生成式人工智能可以显著提升学生的问题解决能力与批判性思维,这与本研究问题解决维度的发现一致;该研究发现批判性思维提升较明显,可能源于将生成式人工智能嵌入问题提出、假设设定、信息检索、方案制定与评估总结的完整过程,强化了学生的信息辨析与评价活动。相反,工程教育领域的研究显示,学生使用 ChatGPT 修订实验报告后批判性思维未见明显提升,原因在于该工具在一定程度上替代了证据筛选、

逻辑组织与数据解读等关键认知活动,削弱了学生的反思能力(Kim et al., 2024)。由此可见,生成式人工智能对高阶思维发展的促进作用,与其是否真正嵌入学生的深度认知加工过程密切相关。

互动导向型教学方法和实践操作型思维支持的效果整体较好,尤其是围绕问题建构、论证表达、模型开发与方案设计等高认知任务的支持,更有助于引发综合、评价与批判性思维。相比之下,教学资源、教学评价、学习过程分析及人机合作对高阶思维发展的促进效果不均衡。已有研究证实了互动导向型教学方法的应用价值,如莎尔玛等(Sharma et al., 2024)在元宇宙互动学习研究中发现,引导型机器人及词汇、数学等互动游戏能引发持续性对话,使学生更积极参与任务判断、调整和表达。在实践操作型思维支持方面,相关研究与本研究的结论一致:生成式人工智能嵌入具体操作任务和问题解决流程,有助于学生在实践中应用知识与深化思维。里安托尼等(Riantoni et al., 2025)发现,ChatGPT可辅助学生验证问题、解释测量结果,能显著提升学生的问题表征能力,促进高阶思维的整体提升。内森尼尔等(Nathaniel et al., 2025)发现,学生通过提示词工程与脚手架的引导性支持,在对编程逻辑的理解与高阶思维方面均获得发展。这说明面向真实任务、提供过程支架的实践操作型支持对促进高阶思维发展的作用。

回归分析表明,随着逐步加入各维度关键支持变量,模型解释力持续提升。开发与使用模型对高阶思维具有稳定的正向预测作用。在控制其它变量后,情境创设呈现负向效应,提示过度感官化、展示化的人工智能应用可能削弱学生思维的深度加工。生成式人工智能支持的开发与使用模型可以引导学生把抽象问题转化为概念模型、逻辑关系、结构图或模拟框架,并在生成、比较与验证中识别变量关系、解释问题机制、预测发展结果。这有助于学生理解结构、建构解释,促进问题解决、综合与评价等高阶思维的发展(郭一帆等, 2025)。相关研究也表明,生成式人工智能作为模拟与建模支持工具,通过提供可操作的推演环境,能支持学生检验假设和整合证据,进而解决复杂问题(Borge et al., 2024)。

然而,既有研究亦表明情境创设可能带来负向效应。齐纳科斯等(Tsinakos et al., 2025)发现,将人工智能学习助手嵌入虚拟现实环境虽能提升学习参与度和动机,但也可能增加认知负荷、诱发技术依赖,并削弱批判性思维。从认知负荷理论的视角看,若过度追求视觉的丰富,学生有限的注意资源可能被感觉刺激占用,削弱其对问题关系、证据依据和概念结构的持续加工。可见,生成式人工智能并非简单降低认知负荷,而是改变了认知资源的分配方式,它可能减轻低层级编码负担,却提高了信息甄别、提示管理和综合整合等执行控制要求(Deng et al., 2026)。因此,情境创设需要从感官呈现转向推动问题辨析或方案生成等认知活动,才能真正助力高阶思维的发展。

本研究仍存在以下局限:一是样本量相对有限,且主要来源于优质与示范性课堂,可能在一定程度上影响研究结论的适用性;二是本研究虽进行了分层多元线性回归分析,但变量间复杂关系尚未得到充分检验。后续研究可扩大样本范围,纳入常态化课堂情境,并结合多模态数据与质性资料开展综合分析;采用结构方程模型或多层线性模型等方法,揭示生成式人工智能支持下学生高阶思维发展的机制与路径。

## (二)启示

1. 重构价值:以高阶思维发展为导向,重塑生成式人工智能的课堂功能定位

前文表明,信息检索与交流等以知识获取为核心的生成式人工智能支持方式,对学生高阶思维发展的促进作用整体有限;交互分析、模型开发与使用等深度嵌入认知过程的支持方式,对高阶思维具有更稳定的影响。这表明生成式人工智能赋能课堂教学的核心价值不在于提升信息获取效率或简单的知识传递,而在于为学生复杂认知活动提供过程性、结构化的智能支架。因此,教师的教学设计应将生成式人工智能从“内容生成工具”转为“思维过程脚手架”,嵌入引发认知冲突、问题建构、方案推演、反思调节等关键思维环节;或使用生成式人工智能赋能思维链教学环节,如采用5E教学模式(Engagement-Exploration-Explanation-Elaboration-Evaluation)提升学生创新精神、协作探究能力等

(吴良辉等, 2025)。教学逻辑不是停留在“让 AI 生成什么内容”, 还需追问“AI 介入后, 学生经历了怎样的思维过程”“哪些关键认知环节得到了强化或延展”, 同时警惕将人工智能简单用于营造感官情境的做法, 避免分散学生认知资源和阻碍思维深化。

2. 任务牵引: 设计高认知挑战活动, 通过“做中学、创中学”驱动认知迭代

研究结果显示, 实践操作型思维支持对高阶思维的促进效果整体优于启发思维型支持, 尤其在问题解决、综合性与创造性思维方面表现突出。高阶思维的发生并非源于抽象引导, 而是依赖学生在真实、复杂任务中经历建模、推理、验证与改进的认知迭代过程。基于此, 生成式人工智能的教学应用应以高认知挑战的探究性任务为牵引, 服务项目式、探究式和设计导向的学习活动(朱莎等, 2025)。教师可根据学科特点, 引导学生围绕真实问题开展模型构建、方案设计与成果创作, 生成式人工智能在其中承担智能支持的角色, 辅助数据处理、提供多维视角、模拟不同方案结果等, 但不能替代学生进行关键决策与思考。例如, 在科学探究中, 生成式人工智能可辅助处理实验数据、生成可视化图表, 但实验设计、变量分析与结论论证须由学生主导完成。

3. 深化交互: 依托社会性建构机制, 打造“师—生—机”协同的深度对话课堂

从社会建构主义视角看, 学习本质上是一种社会性认知活动, 高阶思维往往生成于观点碰撞、协作探究与持续对话中。本研究证实, 互动导向型教学方法在促进高阶思维发展方面整体效能更佳。生成式人工智能的嵌入为课堂互动形态的拓展提供了新的技术条件, 使教学由传统的“师—生”互动扩展为“师—生—机”协同的三元交互模型(龙宝新, 2023)。教师应有意识地运用项目式学习、合作学习和线上论坛讨论等, 组织学生围绕复杂问题开展持续对话与协作探究。这种协同互动意味着人工智能时代的学习方式正在从搜索即学习逐步转向对话式建构学习(焦建利, 2023)。与此同时, 生成式人工智能支持的学习过程分析能够自动采集课堂互动数据, 对学生的观点表达、论证逻辑、

概念关联与认知偏差进行深层次分析, 将隐性的思维轨迹转化为可反思、可调节的认知证据。通过这种方式, 教师能够超越对学习行为的表层观察, 实时洞察学生的认知状态, 实施精准的教学干预, 引导学生在协作中反思、整合与提升观点, 推动高阶思维的系统性发展(马淑风等, 2022)。

4. 优化评价: 构建深度评价体系, 利用过程性证据实现思维可视化与进阶

随着课堂教学情境、课堂话语日益丰富, 教师可借助生成式人工智能构建深度评价体系, 适配多元复杂的真实教学情境, 实现从单一结果判定向过程反思与多元价值判断的转变(胡艺龄等, 2022; 宋宇等, 2025)。生成式人工智能可在自动化评价、过程性评估及多元成果展示中发挥作用, 支持学生的知识掌握、思维加工与成果反思: 自动化评价可为学生提供即时、初步的判断反馈, 帮助学生进行知识校准; 过程性评估分析可引导学生回顾认知路径与策略选择, 发展元认知与批判性思维; 多样化成果的记录与反馈改进, 可激励学生以创新性方式呈现问题解决路径, 在多元表达中锻炼创造性思维。评价焦点应转向持续生成的过程性证据, 将隐性认知过程转化为可视化表征, 精准洞察学生知识内化与认知结构发展的动态过程。

5. 加强协同: 明晰智能伙伴定位, 依据思维培养目标适配人机合作模式

教师应明确生成式人工智能在课堂中的智能伙伴定位, 依据不同的教学场景与思维培养目标, 科学适配人机合作模式。人机协同的深层机制本质上是构建动态互补与认知增强的共生关系, 这不仅体现为任务的分工, 也需在认知层面形成“人类决策、价值判断”与“AI 数据处理、模式识别”之间的闭环。生成式人工智能应深度融入教师主导的高认知挑战任务中, 成为支撑学生思维成长的协同探究者(郝祥军等, 2026)。教师应发挥价值引导、情感关怀与教学方向把控的主导作用, 着力培养学生对人工智能生成内容的批判性分析与应用能力。本研究发现, 侧重协同与分工的交替教学、团队教学模式, 在促进问题解决与创造性思维方面的效果更突出; 侧重观察与辅助的一教一观、一教一助模式, 更适合于发展学生的评估与反思能力。

因此,教师应根据教学目标与思维培育重点,动态选择和调整人机合作模式:在需要深化探究与创造场景中,可强化人机动态协作;侧重发展批判性思维的环节,应善用生成式人工智能的反馈功能,引导学生进行自我检视。只有基于育人目标与真实学情进行精准的角色调适与动态的模式适配,人机协同才能突破工具性辅助的局限,真正成为激发、支持和深化学生高阶思维系统性发展的力量。

#### [参考文献]

- [1] Borge, M., Smith, B. K., & Aldemir, T.(2024). Using generative AI as a simulation to support higher-order thinking[J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 19(4): 479-532.
- [2] Chang, C. Y., Lin, H. C., Yin, C., & Yang, K. H.(2025). Generative AI-assisted reflective writing for improving students' higher order thinking[J]. *Educational Technology & Society*, 28(1): 270-285.
- [3] 陈明选, 凌震, 曹小兵(2024). 数智时代促进深度学习的职业教育项目化教学范式构建[J]. *现代远程教育研究*, 36(1): 63-72.
- [4] Chi, M. T. H.(2009). Active-Constructive-Interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities[J]. *Topics in Cognitive Science*, 1(1): 73-105.
- [5] Deng, X.(2026). Working memory in technology-enhanced language learning: A systematic review from interactive to AI-mediated contexts[J]. *Frontiers in Psychology*, 17: 1758104.
- [6] Doshi, A. R., & Hauser, O. P.(2024). Generative AI enhances individual creativity but reduces the collective diversity of novel content[J]. *Science Advances*, 10(28): eadn5290.
- [7] 郭一帆, 韩飞燕(2025). 生成式 AI 赋能教育的多维路径、挑战与治理对策[J]. *教学研究*, 48(4): 25-31.
- [8] Hague, C. (2024). Fostering higher-order thinking skills online in higher education: A scoping review[R]. *OECD Education Working Papers*, 306: 1-44.
- [9] 郝祥军, 顾小清(2026). 智能时代人机协同教学的价值承载与实践要求[J]. *现代教育技术*, 36(1): 64-73.
- [10] 胡小勇, 孙硕, 杨文杰, 等(2022). 人工智能赋能: 学习者高阶思维培养何处去[J]. *中国电化教育*, (12): 84-92.
- [11] 胡艺龄, 张启迪, 吴忭(2022). 多元评价视域下 STEM 课堂教学特征与互动模式分析[J]. *中国远程教育*, (9): 44-52.
- [12] 焦建利(2023). ChatGPT 助推学校教育数字化转型——人工智能时代学什么与怎么教[J]. *中国远程教育*, 43(4): 16-23.
- [13] Kim, D., Majdara, A., & Olson, W.(2024). A pilot study inquiring into the impact of ChatGPT on lab report writing in introductory engineering labs[J]. *International Journal of Technology in Education*, 7(2): 259-289.
- [14] Kim, J.(2024). Types of teacher-AI collaboration in K-12 classroom instruction: Chinese teachers' perspective[J]. *Education and Information Technologies*, 29(13): 17433-17465.
- [15] 李曼丽, 乔伟峰, 李睿森(2025). 大语言模型工具能促进高校学生的高阶思维能力发展吗?——基于 12 所双一流大学学生问卷调査的实证分析[J]. *现代教育技术*, 35(1): 34-43.
- [16] 李森, 李沁(2025). 人工智能时代学生深度学习的演进、风险与进路[J]. *教育发展研究*, 45(8): 30-38.
- [17] 廖宏建, 王慧敏(2024). 从信息到生态: 融入 AIGC 的反馈素养与教学意涵[J]. *开放教育研究*, 30(6): 55-65.
- [18] 龙宝新(2023). 人工智能时代的教育变革及其走向[J]. *南京社会科学*, (3): 123-133.
- [19] 马淑凤, 杨向东(2022). 什么才是高阶思维?——以“新旧知识关系建立”为核心的高阶思维概念框架[J]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 40(11): 58-68.
- [20] Marzano, R. J., Pickering, D., & McTighe, J. (1993). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimensions of Learning Model*[M]. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development: 9-12.
- [21] Nathaniel, J., Oyelere, S. S., Suhonen, J., & Tedre, M.(2025). Investigating the impact of generative AI integration on the sustenance of higher-order thinking skills and understanding of programming logic[J]. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 9: 100460.
- [22] Omarchevska, Y., Schuetze, B. A., Richter, J., Schanze, S., Ulrich, N., & Scheiter, K.(2026). From passive to metacognitive: The role of mode of engagement in enabling lasting learning using digital media[J]. *Educational Psychology Review*, 38(1): 23-46.
- [23] Riantoni, C., Maison, M., & Pathoni, H.(2025). AI-scaffolded DC electricity: Simple engineering experiments with ChatGPT to foster higher-order thinking skills[J]. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3): 549-567.
- [24] Sharma, C., Agarwal, B., Wuttisittikulkij, L., Joshi, D., Bhatnagar, A., Chaudhary, S., & Sasithong, P. (2024). Interactive learning through the metaverse and its impact on primary education[C]//2024 21st International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology. *IEEE*: 1-8.
- [25] 宋宇, 焦丽珍, 林如(2025). 创新人才培养导向下的课堂教学智能评价研究[J]. *全球教育展望*, 54(3): 119-134.
- [26] Sternberg, R. J.(1999). The theory of successful intelligence[J]. *Review of General Psychology*, 3(4): 292-316.
- [27] 孙宏志, 解月光, 姜玉莲, 等(2020). 课堂教学情境下学科高阶思维的结构与发展规律——以语文学科为例[J]. *电化教育研究*, 41(6): 91-97, 104.
- [28] 汤倩雯, 张浩(2026). GenAI 支持的人机协同高阶思维培养研究[J]. *现代教育技术*, 36(2): 31-39.
- [29] Tsinakos, A., Teazi, N., & Tsinakou, S.(2025). The psychological effects of AI learning assistants in immersive virtual reality environments[J]. *Information*, 16(12): 1062.
- [30] 吴良辉, 彭燕(2025). 生成式人工智能支持 5E 教学促进高阶思维——以高二信息技术“语音合成”一课为例[J]. *中小学信息技术教育*, (12): 14-16.

[31] 徐慧芬, 庞畅, 郑如歆, 等(2024). 生成式人工智能赋能敏捷课程开发与实践研究 [J]. 远程教育杂志, 42(5): 95-101.

[32] 钟志贤(2004). 促进学习者高阶思维发展的教学设计假设 [J]. 电化教育研究, (12): 21-28.

[33] 朱莎, 李嘉源, 况秀林, 白洁(2025). 生成式人工智能何以赋能学生数字素养培育——基于信息科技课程的实证研究 [J]. 中国电化教育, (2): 75-83.

(编辑: 魏志慧)

## Can Generative AI Foster Higher-Order Thinking in Students? Based on the Analysis of 60 Classroom Recordings

SHI Lan<sup>1</sup>, YU Xuanran<sup>1</sup>, CHEN Shiyu<sup>2</sup> & LI Si<sup>1</sup>

(1. *School of Education (Shanwei), South China Normal University, Shanwei 516600, China;*  
2. *School of Materials and New Energy, South China Normal University, Shanwei 516600, China*)

**Abstract:** One of the central goals of the deep integration of generative artificial intelligence (GenAI) into education is to cultivate students' thinking quality. This study selected 60 video-recorded lessons from elementary classrooms enhanced by generative artificial intelligence for segmented video analysis, to examine the impact of GenAI on students' higher-order thinking by observing their cognitive performance during instruction. The findings reveal that GenAI can foster students' higher-order thinking, with gains primarily observed in problem-solving and evaluation, whereas improvements in critical and *creative thinking* remain comparatively limited. GenAI demonstrates relatively pronounced effects on *teaching methods* and *support for thinking development and inquiry*. At the sub-dimension level, the *interaction-oriented teaching method* and the *practical operation type of thinking support* prove more effective in promoting higher-order thinking, while teaching resource support, teaching evaluation, learning process analysis, and human-AI collaboration show uneven effects in promoting higher-order thinking. The development and use of models have a stable positive effect on higher-order thinking, whereas scenario creation has a negative effect once other variables are controlled. Accordingly, this study proposes several recommendations to facilitate the effective classroom implementation of GenAI, including reorienting value frameworks, designing higher-order learning tasks, fostering interactive classroom environments, establishing in-depth evaluation mechanisms, and optimizing human-AI collaboration.

**Key words:** *generative artificial intelligence; higher-order thinking; video analysis of teaching; man-AI collaboration*