Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 263-269
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112382

Hans汉斯

基于元认知策略的在线学习支架设计

吴安峤

福建师范大学教育学院，福建 福州

收稿日期：2026年10月1日；录用日期：2026年10月29日；发布日期：2026年11月5日

摘 要

生成式人工智能(GAI)深度融入在线教育，在提升学习效率的同时，也带来认知外包、学习主体性消解与深度思维弱化等风险，构建以学习者为中心的认知防护机制已成为当务之急。本研究通过系统性文献综述，整合2020~2025年间52篇中外文献，围绕元认知策略如何抵御GAI认知异化这一问题，构建了涵盖目标规划、过程监控、策略调节与反思评估的在线学习支架。该支架以高等教育中的批判性思维训练为应用场景，设计遵循学习主体性优先、过程导向、动态适应与透明性四项原则，并通过课程嵌入、教学活动设计与过程性评价实现落地。以元认知为核心，该支架能够引导学习者在与GAI互动中保持认知自主性，为智能时代在线教育兼顾技术赋能与育人本质提供可操作的理论路径与实践参照。

关键词

生成式人工智能，元认知策略，在线学习支架，认知自主性

Designing Online Learning Scaffolds Based on Metacognitive Strategies

Anqiao Wu

College of Education, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: October 1, 2026; accepted: October 29, 2026; published: November 5, 2026

Abstract

The deep integration of generative artificial intelligence (GAI) into online education improves learning efficiency while also creating risks such as cognitive offloading, the erosion of learner agency, and the weakening of deep thinking. Building a learner-centered cognitive protection mechanism has therefore become an urgent task. Through a systematic literature review of 52 Chinese and international studies published between 2020 and 2025, this study addresses how metacognitive strategies can counter GAI-induced cognitive alienation and constructs online learning scaffolds that encompass

文章引用: 吴安峤. 基于元认知策略的在线学习支架设计[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 263-269.
DOI: 10.12677/ae.2026.16112382

goal planning, process monitoring, strategy regulation, and reflective evaluation. This framework is applied in the context of critical thinking training within higher education. The scaffold design follows four principles: prioritizing learner agency, process orientation, dynamic adaptation, and transparency. It is implemented through curriculum embedding, instructional activity design, and process-based assessment. With metacognition at its core, the scaffolds can guide learners to maintain their cognitive autonomy when interacting with GAI, thereby providing an actionable theoretical pathway and practical reference for online education in the intelligent era to balance technological empowerment with the essence of education.

Keywords

Generative Artificial Intelligence, Metacognitive Strategies, Online Learning Scaffolds, Cognitive Autonomy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

生成式人工智能(GAI)这几年正快速渗入在线教育的各个环节——智能答疑、个性化资源生成、作业批改、学情诊断，几乎哪儿都能见到它的影子。它弥补了远程教育过去在资源供给、交互频次和反馈时效上的短板，也让优质资源有机会触达更广泛的学习群体。

技术从来不是中立的，GAI 用多了，认知外包、判断依赖乃至价值偏移这些问题就可能跟着来。训练数据要是有偏差或不完整，生成的内容就难免夹带虚假信息、文化偏见甚至意识形态误导，干扰学习者对知识真实性的判断，批判思维和价值辨识能力也会被一点点削弱。历史、社科这些人文学科尤其容易中招——片面史观或错误事实，可能直接左右学生对复杂社会议题的理解和立场。

GAI 是机遇，也是挑战。怎么用好它的红利、同时又抵御认知异化，已经成了在线教育绕不开的命题。考虑到批判性思维训练是高等教育人才培养的核心环节，也是 GAI 认知风险最为集中的应用场景之一，本研究选择元认知策略作为切入点，把它融入在线课程学习支架设计，通过目标规划、过程监控、策略调整与反思评估的嵌入，激发学习者的学习主体性，让他们在与 GAI 互动时保持审慎、批判与自主，而不是被动接受或盲信输出。研究聚焦“基于元认知策略的在线课程学习支架设计”，并以高等教育中的批判性思维训练为具体应用场景，意在探索技术赋能与认知自主协同发展的教育路径，为构建可信赖、负责任且以人为本的人工智能教育应用体系提供理论支撑与实践参照。

2. 研究设计

本研究采用系统性文献综述法，通过透明、可重复的流程识别并整合现有成果，回应 GAI 在在线教育中引发的学习者认知风险。核心问题关注在 GAI 深度介入的在线学习环境中，怎么通过元认知策略维护学习者的认知自主性。围绕这个问题，研究关注三个相互关联的主题域，包括 GAI 带来的认知与伦理风险、元认知在 AI 赋能学习中的作用机制，以及智能技术支持型学习中的支架设计原则。

文献检索覆盖 Web of Science、CNKI 等数据库，英文检索词为(“generative AI” OR “large language model”) AND (“online learning” OR “e-learning”) AND (“metacognition” OR “self-regulated learning”) AND (“cognitive risk” OR “algorithmic dependency” OR “critical thinking”)，中文检索词对应为“生成式人工智

能”、“在线学习”、“元认知”、“认知风险”、“算法依赖”等，时间范围限定为2020~2025年。经PRISMA流程筛选，初检1287篇，去重后1262篇，依据主题相关性、认知过程讨论、干预策略提出及期刊质量(外文限SCI/SSCI收录，中文限CSSCI来源)四项标准，最终纳入核心文献52篇(英文24篇，中文28篇)。

对纳入文献进行结构化编码，提取作者与年份、研究背景、核心概念、主要发现、理论框架、策略模型及局限性等信息，重点关注GAI对学习者认知的影响、元认知在人机交互中的调节作用及有效支架的设计特征。采用主题综合分析法，经反复比对与归类，识别出三大核心主题：GAI引发的认知异化机制、元认知作为认知自主性的守护机制、面向人机协同的学习支架设计逻辑。在此基础上，通过理论演绎与逻辑重构，建构了“基于元认知策略的在线学习支架设计框架”，并推演出其在课程、教学与评价层面的实施路径。

3. 文献分析

生成式人工智能在提升教学个性化、资源可及性与反馈即时性方面展现出巨大潜力，但技术赋能的背面亦潜藏着深刻的认知风险——当学习者日益依赖AI完成原本属于人类的思维劳动时，其作为知识建构主体的地位正面临系统性侵蚀。本研究基于对近五年国际SSCI/SCI期刊与中国CSSCI来源期刊相关文献的系统性梳理，聚焦GAI介入在线学习所引发的认知异化现象，深入剖析其作用机制，并探索以元认知为核心、以智能化支架为载体的教育应对路径。

3.1. GAI引发的认知异化机制

GAI在教育中应用得越来越广，认知异化的问题也随之浮现，而且呈现出多个层次。“认知异化”这一概念可追溯至马克思的异化劳动理论，经马尔库塞的技术批判理论延伸至数字教育领域。近年研究将其界定为数字技术从赋能认知的工具异化为规训认知的力量，算法的“认知殖民化”机制侵蚀学习者的学习主体性，使教育逻辑让位于技术逻辑[1]。在GAI情境下，这种异化的独特之处在于技术不再仅仅是外在的规训力量，而是以“辅助”、“协作”的面貌介入学习者的认知过程，使异化变得更为隐蔽。学习者在人机交互中逐渐丧失对认知过程的自主性、责任感与价值判断力。这种异化不是偶然的，它内嵌于GAI的交互逻辑与使用情境之中。从认知加工的心理机制来看，异化首先作用于行为层面的认知资源分配，继而影响能力层面的元认知监控，最终渗透至价值层面的判断标准，这三层递进构成了一个由表及里的风险深化过程。

最直观的表现是认知外包。王文韬等(2026)指出，认知卸载作为人类应对复杂认知任务的自然方式，本身是技术赋能的体现，但当学习者不仅用GAI支持记忆与检索，还将写作、推理、决策等复杂认知任务交由AI处理时，认知负荷的“卸载”便逐步演变为认知任务的“外包”[2]。学习者频繁借助GAI完成信息整合、逻辑推理或文本生成等高阶任务时，认知投入明显下降，往往跳过问题分析直接采纳AI输出，深层理解随之缺失[3]。缺乏有效训练的情况下，路径依赖逐渐形成，学习从意义建构退化为内容搬运[4]。

更值得警惕的是，长期依赖正在侵蚀元认知能力与学习主体性。孙发勤等(2026)基于认知负荷理论与4E认知理论构建的“双重机制”框架指出，认知债务机制遵循“认知卸载–生成性负荷剥夺–认知抑制–能力退化”的负向路径，神经科学证据表明过度依赖GAI可导致大脑连接强度显著下降[5]。Zhuang等(2025)进一步指出，GAI可能削弱学习者对自身知识状态的准确校准，催生“虚假胜任感”[6]。AI持续输出流畅却未必正确的答案，学习者便难以识别理解盲区，监控失效、策略僵化随之而来。思维劳动被替代后，批判性评估与问题解决等核心能力逐渐萎缩，导致学习主体性弱化[7]。

价值层面的变化则更为隐蔽。GAI 训练数据隐含的文化偏见或意识形态倾向，可能潜移默化地塑造学习者的价值判断。其生成内容虽流畅，却缺乏真正的理解与反思，长期接触易抑制辩证思维与创造性想象[8]。一旦元认知警惕缺位，“虚假共识效应”便会强化认知偏见，阻碍多元视角的生成。总的来看，GAI 引发的认知异化构成一条从认知外包到能力退化再到价值偏移的风险链。若不加干预，人智协同有可能走向人工智能主导人类智能的局面。在高等教育场景中，这一风险链对批判性思维训练的冲击尤为显著，当学生将论证构建、证据评估等任务交由 AI 完成时，批判性思维的核心训练环节被系统性绕过。

3.2. 元认知作为认知自主性的守护机制

面对 GAI 带来的认知自主性挑战，国际与国内学界形成共识，元认知是重建学习者学习主体性的核心心理机制。它不该仅被视作一种自我调节策略，更应是智能时代学习者维系认知自主性、抵御算法操控的关键能力。

元认知在此体现为对人机交互全过程的计划、监控、调节与反思。具备高元认知意识的学习者在使用 AI 时更倾向于设定明确目标、主动验证信息可靠性，并在发现矛盾时启动修正策略[9]。元认知能力强的学生能更准确评估自身知识状态，避免盲目求助 AI，既能沉浸于人机协作，又能抽离其外，审慎审视自身思维是否受算法预设所引导。实证研究亦表明，元认知训练能有效提升学习者的信息甄别能力与批判性思维。例如，利用元认知提问支架引导学生对比 AI 输出与原始证据，可显著提高信息获取质量[10]。因此，培育元认知能力，实质是在人智共生生态中为学习者锚定一个不可替代的认知自主性核心。

元认知支架的功能不止于“防护”。当 GAI 被设计为启发性对话伙伴时，能够激活元认知监控，促进批判性思维图式的构建。在这一模式下，GAI 承担低阶认知负荷，学习者将释放的资源投入高阶思维活动，在反复的对话、质疑和修正中形成批判性思维训练[11]。例如，赵晓伟等(2025)设计的苏格拉底式问题支架从“认知–元认知”双重维度提供了提示性、指导性、解释性三类支架，准实验研究发现该支架能显著提高学生的深度提问能力，有效促进高阶问题序列转换[10]。这意味着，元认知支架的设计目标不应仅仅是防止学习者被 AI 替代，更应是帮助学习者借助 AI 完成自身无法独立完成的高阶认知任务。

基于上述分析，本研究揭示了 GAI 在教育应用中所诱发的认知异化并非孤立的技术副作用，而是一条以认知外包为起点的递进式风险链。其核心症结在于技术中介模糊了工具理性与主体理性的边界，使学习者在效率诱惑中悄然让渡认知主导权。对此，元认知被中外研究者共同确认为关键的认知防御机制——它不仅赋予学习者对自身思维过程的觉察与调控能力，更在人机交互中构筑起一道抵御算法操控的认知防线。

4. 基于元认知策略的在线学习支架

面对生成式人工智能(GAI)在在线教育中引发的学习主体性弱化与批判性思维弱化等深层认知风险，构建能够有效引导学习者自我监控、调节与反思的支持系统已成当务之急。本研究据此提出一个以元认知策略为核心、融合建构主义理念与动态支架理论的在线学习支架设计框架，按设计原则、设计框架、技术实现方式与实施路径四个模块加以阐述。

4.1. 设计原则

本框架遵循学习主体性优先、过程导向、动态适应和透明性四大原则。学习主体性优先原则强调技术应用的根本目的在于赋能而非替代学习者，支架应作为认知脚手架而非“认知代步车”，将 AI 定位为思维伙伴而非“决策代理”，任何可能削弱学习者决策自主性、探索欲和责任感的设计都应被审慎规避。过程导向原则指出，支架设计须以元认知循环为结构骨架，覆盖“计划–监控–调节–反思”的完整学习周期，不仅帮助学习者设定清晰目标，更支持其在执行中持续评估进展、识别偏差、调整策略，并在

任务结束后进行系统性反思。动态适应原则要求支架的支持强度能根据学习者实时表现进行调整，并在适当时机逐步撤除，以促进自我调节能力的内化，防止新依赖。透明性原则在 GAI 介入背景下尤为关键：学习者须清晰知晓 AI 生成建议的逻辑、依据及潜在局限，避免陷入“黑箱”依赖；支架本身也应可解释，让学习者理解为何在此时此地需要此类支持。综上，面向人机协同的学习支架设计，本质上是一场以元认知为锚点、以教育伦理为边界的技术再驯化过程。

4.2. 设计框架

依据元认知核心环节，本研究将学习支架划分为四种类型，并以高等教育中 GAI 辅助的批判性写作任务为应用场景加以说明。目标规划支架旨在帮助学习者在借助 GAI 撰写论证性文章之前明确论证方向，具体形式包括 KWL 表格、SMART 图示等目标计划模板，据此拟定检索与提问计划，避免无目的地向 AI 索要现成答案。过程监控支架聚焦写作执行阶段，支持学习者实时评估论证质量。例如通过交互式学习日志记录每次与 GAI 对话后的判断依据，或借助自检清单逐一核对交互过程中是否存在 AI 生成内容的幻觉或偏见。

当监控结果显示论证薄弱时，策略调节支架随即介入，引导学习者调整认知策略或寻求外部帮助，形式可包括启发性问题提示库、多种有效学习策略及应用场景的案例示范，以及连接真人专家或学习社群的求助通道，引导学生从被动接受转向主动质疑。

反思评估支架在写作任务结束后发挥作用。促进学习者对整个认知过程进行深度复盘，具体形式包括结构化反思模板、包含元认知维度的同伴互评量表，以及将自身作品与同伴作品并置比较的分析工具，从而深化对高质量思维的理解。例如，要求学生撰写结构化反思报告，对比自身初始论证与最终文本的差异，分析哪些判断受 AI 影响、哪些来自独立推理。

4.3. 技术实现方式

上述支架的落地离不开技术平台支持，理想方式应兼顾普适性与先进性。一方面，可在现有学习管理系统中以插件或模块形式嵌入支架工具，实现轻量化部署；另一方面，有条件的研究团队或机构可在大语言模型深度赋能基础上开发专门的 AI-Powered 在线学习支持系统，实时呈现学习数据报告，并扮演在线课程助教角色，定期推送个性化提示。在高等教育场景中，学习管理系统插件和 AI-Powered 系统的部署还需考虑与学校现有学术诚信规范的衔接。无论采用何种技术路径，都必须严格遵守透明性原则，并最终服务于构建“教师－学习者－AI”三方协同的教育生态。其中，AI 承担低阶认知负荷的处理，如海量数据的实时分析、个性化学习路径的初步推荐、基础问题的即时答疑；教师则从知识传授者转向高阶思维引导者，专注于价值塑造、批判性讨论的组织和元认知策略的示范；支架则充当连接学习者与 AI 的“认知调节器”，帮助学习者在与 AI 互动中保持对思维过程的觉察与控制。

4.4. 实施路径与教学策略

本研究进一步提出涵盖课程设计、教学活动与评价机制的系统化实施策略，并以高等教育中 GAI 辅助的批判性思维训练为应用场景加以说明。

课程设计层面，开发者需在起始阶段区分操作性技能与心智性技能。在批判性思维训练课程中，操作性技能指文献检索、引用规范、论证结构识别等可程序化的能力；心智性技能则指向论证质量评估、证据可靠性判断、逻辑谬误识别等需要元认知深度参与的能力。后者应进一步细化为具体的元认知能力指标，例如“能识别自身论证中的证据薄弱环节”、“能判断 AI 输出是否存在逻辑跳跃”或“能在发现矛盾时主动启动验证策略”，并映射到相应的课程模块。通过前期调研把握学生的认知特征与潜在盲区，

据此确定支架的初始难度与支持强度，再将四类支架按学习进程有序编排，形成从规划到反思的完整支持序列。

教学实施中，教师需要把元认知支架嵌入各类学习活动，将每个学习单元或项目设计为完整的“计划–执行–反思”循环。以一次批判性论证写作任务为例：在计划阶段，学生填写 KWL 表格，明确“已掌握的论据”、“待验证的假设”和“预期通过 AI 获取的信息”，据此拟定检索与提问计划；在执行阶段，学生先自行形成观点并收集证据，再向 GAI 提问，借助交互式学习日志记录每次对话后的判断依据；在反思阶段，学生对比分析自身论证与 AI 输出的异同，撰写批判性报告，分析哪些判断受 AI 影响、哪些来自独立推理。协作学习时，可以通过角色分工让原本内隐的元认知过程变得可见、可讨论。这一过程培养的是信息判别力，让学生在享受技术便利的同时守住独立判断。

评价机制层面，过程性评价的引入是关键一步。在批判性思维训练场景中，学习日志应重点记录学生对 AI 输出的判断依据，反思报告应包含对自身论证与 AI 论证差异的系统分析，自评与互评量表则需设置元认知维度的评分项，如“能否准确识别自身理解盲区”和“能否说明选择或拒绝 AI 建议的理由”等。评估工具上，元认知意识量表的前后测可与反思日志的内容分析相互配合，量化数据与质性证据互为补充。此外，鼓励学生建立“成长档案袋”，收集能体现其元认知发展的各类证据，包括初稿与修改稿的对比、与 AI 对话的关键片段、反思报告等。档案袋不只是评价工具，更是学生自我见证成长、增强学习自信的有效载体。

5. 讨论

本研究提出的学习支架设计框架，是对智能时代教育挑战的积极回应，但框架落地与推广中还面临若干现实制约。技术条件方面，实现动态支架需要平台具备学习行为数据的实时采集与分析能力，而多数院校现有的学习管理系统尚不具备这一功能。教师能力方面，元认知支架的有效实施依赖教师对元认知理论的理解和对 GAI 工具的熟练使用，但当前教师培训体系对此关注不足。学习者差异方面，元认知能力本身存在显著的个体差异。例如，元认知水平较高的学生可能从支架中获益更多，而元认知基础薄弱的学生反而可能因支架的复杂性产生额外认知负荷，这种风险提示支架设计需要考虑分层适配策略。

除了上述现实制约，支架设计还需关注其作用机制的条件性。孙发勤等(2025)的研究表明，认知增强与认知债务两种机制的相对强度受个体特质、技术设计及教学干预的交互调节。这意味着，同一套支架方案在不同条件下可能产生截然不同的效果。当教学干预系统、工具设计合理时，GAI 可被转化为启发性对话伙伴，激活元认知监控；但若支架的介入时机或支持强度不当，则可能加速认知债务的积累。因此，支架设计还需要考虑介入条件和干预方式等系统性问题。

总之，生成式人工智能在为在线教育带来机遇的同时，也对学习者的认知自主性与批判性思维构成了严峻挑战，单纯的技术禁令或放任自流均非良策。本研究主张正视 GAI 的工具价值，通过基于元认知策略的认知工具支持学习者发展智能工具胜任力。通过将元认知策略系统性地融入在线课程的学习支架设计中，可以构建一个能够善用 GAI 的教育新生态。该框架以学习主体性优先、过程导向、动态适应和透明性为原则，构建了覆盖认知全过程的支架体系，并提出了从课程设计、教学活动到评价机制的系统化实施路径。其核心价值在于，不是将学习者面对的认知困境置于技术的对立面，而是致力于提升学习者驾驭技术、与技术共舞的认知能力，使其在智能时代依然能够保持独立思考、审慎判断和自主行动的能力。

展望未来，研究与实践可从以下方向展开：在真实的在线课程中部署本框架进行实证检验；探索其在不同学科中的适应性调整；结合多模态学习分析等技术开发更智能、透明的元认知支持系统；并推动教育主管部门将元认知能力与数字素养纳入核心素养框架，为大规模推广奠定制度基础。

参考文献

[1] 刘伟, 韩淇. 技术异化视域下数字化学习的偏离与匡正[J]. 现代教育技术, 2026, 36(3): 14-22.

[2] 王文韬, 任艳虹, 钱鹏博, 等. 从卸载到外包: GenAI 时代认知策略的异化风险与应对框架[J/OL]. 图书情报工作: 1-14. https://link.cnki.net/urlid/11.1541.G2.20260824.1002.008, 2026-09-30.

[3] 鲁长风, 李荣华, 田友谊. 跨越“利维坦”: 研究生科研中生成式人工智能应用的风险与规避[J]. 电化教育研究, 2025, 46(11): 70-76.

[4] 吴丹, 郭清玥. 用户与生成式人工智能交互中的信息甄别能力研究: 影响机制与培育策略[J]. 信息资源管理学报, 2025, 15(4): 80-86.

[5] 孙发勤, 李娜娜, 沈霞娟, 等. 认知增强抑或认知债务: 生成式人工智能影响认知的双重机制[J]. 电化教育研究, 2026, 47(9): 26-33.

[6] Zhuang, M., Long, S., Martin, F. and Castellanos-Reyes, D. (2025) The Affordances of Artificial Intelligence (AI) and Ethical Considerations across the Instruction Cycle: A Systematic Review of AI in Online Higher Education. *The Internet and Higher Education*, **67**, Article ID: 101039. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2025.101039

[7] 陈本皓. 人机协同下的 AI 风险链: 认知外包、能力空心化、深度思维僵化[J]. 广西大学学报(哲学社会科学版), 2025, 47(5): 194-204.

[8] 马忠, 高怡英. 生成式大语言模型的社会认知风险与应对[J]. 浙江社会科学, 2025(2): 95-105, 158.

[9] Xu, X., Qiao, L., Cheng, N., Liu, H. and Zhao, W. (2025) Enhancing Self-Regulated Learning and Learning Experience in Generative AI Environments: The Critical Role of Metacognitive Support. *British Journal of Educational Technology*, **56**, 1842-1863. https://doi.org/10.1111/bjet.13599

[10] 赵晓伟, 王师晓, 李情, 等. 苏格拉底式问题支架: 促进学生向 AI 大模型提出高质量问题[J]. 现代远程教育研究, 2025, 37(1): 102-112.

[11] 张琪, 罗霞, 陈玉杰, 等. 促进批判性思维发展的人智协同学习模式构建研究[J]. 远程教育杂志, 2026, 44(1): 61-72.