

AI作为“认知对手”：高中物理概念转变的教学设计

——以“牛顿第一定律”为例

徐楚翔

黄冈师范学院物理与电信学院，湖北 黄冈

收稿日期：2026年6月1日；录用日期：2026年9月1日；发布日期：2026年9月8日

摘要

针对高中物理概念教学中学生迷思概念顽固、传统讲授难以触及认知重构的困境，提出利用生成式AI构建“认知对手”型智能体的教学设计思路。基于皮亚杰平衡化机制、维果茨基最近发展区理论与苏格拉底式提问，构建了“认知脚手架搭建→认知冲突触发→概念顺应与巩固”三阶段认知路径模型，并明确了教师主导、AI认知对手、学生主体的人机协同边界。以“牛顿第一定律”教学为例，运用四问设计方法开发了“亚里士多德式AI对手”智能体，呈现了完整的教学设计、对话引导结构及课堂实施片段。通过对学生对话的SOLO层次分析，揭示了概念转变的认知跃迁路径。课堂观察与描述性数据初步表明，该设计有助于触发学生的生产性认知失衡，并促使学生在反驳与论证中主动建构科学概念，为AI赋能物理概念教学提供了可迁移的设计范式。

关键词

AI智能体，认知对手，概念转变，苏格拉底式提问，高中物理

AI as a Cognitive Opponent: Instructional Design for Conceptual Change in High School Physics

—Taking “Newton’s First Law” as an Example

Chuxiang Xu

School of Physics and Telecommunications, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: June 1, 2026; accepted: September 1, 2026; published: September 8, 2026

Abstract

Aiming at the predicament that students' misconceptions are stubborn and traditional teaching is difficult to touch on cognitive reconstruction in high school physics conceptual teaching, this paper proposes an instructional design idea of using generative AI to build a "cognitive opponent"-type agent. Based on Piaget's equilibration mechanism, Vygotsky's zone of proximal development theory and Socratic questioning, a three-stage cognitive path model of "scaffolding construction → cognitive conflict triggering → conceptual accommodation and consolidation" is constructed, and the human-machine collaborative boundary of teacher-led, AI cognitive opponent and student-subject is clarified. Taking the teaching of "Newton's First Law" as an example, the "Aristotelian AI opponent" agent is developed using the four-question design method, presenting the complete instructional design, dialogue guiding structure and classroom implementation fragments. Through the SOLO hierarchical analysis of student dialogues, the cognitive leap path of conceptual change is revealed. Classroom observations and descriptive data preliminarily indicate that this design may help trigger productive cognitive disequilibrium and encourage students to actively construct scientific concepts in refutation and argumentation, providing a transferable design paradigm for AI-empowered physics concept teaching.

Keywords

AI Agent, Cognitive Opponent, Conceptual Change, Socratic Questioning, High School Physics

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

物理概念教学中,学生常因日常经验形成顽固的迷思概念。例如,大量学生在学习牛顿第一定律前坚信“力是维持运动的原因”,而传统讲授式教学虽然能准确陈述科学概念,却难以改变学生的深层认知结构——学生往往机械记忆定义,在面对真实情境时依然沿用错误直觉。概念转变理论指出,真正的概念学习需要学习者经历认知冲突与主动建构,然而大班教学环境下,教师难以与每位学生进行多轮苏格拉底式追问,也无法实时诊断其思维断点。

生成式人工智能(AI)的快速发展为个性化对话式教学提供了新可能。当前,已有研究探索 AI 在物理教学中的应用,如利用生成式 AI 生成问题链、优化问题与实验教学、辅助物理仿真以及支持课堂讨论。此外,相关研究已拓展至生物模型教学软件、数学游戏课程和高中数学教学等场景。然而,综合分析现有实践,AI 在物理教学中的应用可归纳为三类模式:一是“替代型”,用 AI 替代教师完成作业批改、教案生成等重复性工作;二是“推送型”,用 AI 为学生推送个性化习题和学习资源;三是“答疑型”,用 AI 回答学生的知识性问题。这三类应用虽提升了教学效率,但均未触及概念转变的核心机制——认知冲突与主动建构[1]。若仅将 AI 视为更快的“答案生成器”,其教育价值将大打折扣。为此,本研究提出:如何设计 AI 智能体,使其不再提供答案,而是通过制造认知冲突,促使学生自主完成物理概念的转变?基于此,我们尝试构建以“认知对手”为角色的 AI 教学设计范式,并以高中物理“牛顿第一定律”为例,呈现完整的设计流程与课堂实施案例。

2. 理论基础与人机协同边界

2.1. 认知冲突驱动概念转变：皮亚杰与维果茨基的融合

皮亚杰认为，认知发展的核心动力是平衡化：当个体遇到无法用现有图式解释的新经验时，进入失衡状态，进而通过顺应建立新的平衡。这一机制启示我们：教学的核心不是传递信息，而是制造生产性失衡——挑战难度略高于学生当前水平但可克服的认知冲突。需要强调的是，并非所有失衡都具有教学价值。“生产性失衡”区别于“挫败性失衡”的关键在于：学生虽然无法立即用原有图式解决问题，但在适度的引导下(如追问、提示、反例)能够自行跨越认知鸿沟。AI 的独特优势在于，可以依据学生的实时回答调整追问的强度和方向，避免学生因过度挫败而放弃。维果茨基的最近发展区(ZPD)理论进一步指出，教学应作用于学生独立完成水平与在帮助下可达到水平之间的区域[2]。将 ZPD 与平衡化机制结合，可以形成一个完整的教学逻辑：失衡是学习的动力起点，ZPD 是学习的有效区间。AI 的优势在于可以通过持续对话动态判断学生当前的理解水平，并提供恰好位于该区间的提示或追问。两者的融合构成了本研究的理论核心。苏格拉底式提问强调不直接给出答案，而是通过连续提问引导学生发现自身推理中的矛盾。本研究将苏格拉底式提问操作化为四种适用于 AI 的变体，具体如表 1 所示。

Table 1. Four AI variants of Socratic questioning
表 1. 苏格拉底式提问的四种 AI 变体

变体类型	核心策略	示例问题	适用场景
扮演谬误持有者	AI 主动持有并捍卫常见错误概念	“如果力不再作用于物体，物体就会停下来——这不就是你每天看到的现象吗？”	学生迷思概念典型而顽固
限制信息视角	AI 扮演特定历史人物或局限角色	“我(亚里士多德)没见过真空，你能用我能理解的方式证明吗？”	需要学生理解概念的逻辑必然性
探索多元路径	在学生给出正确解法后追问其他可能	“不用代数，只画图还能解决吗？”	学生思维单一，需拓展
提供读者反馈	AI 描述自己的阅读/理解感受	“这里你从 A 跳到 C，我没懂，能解释一下 B 吗？”	学生的解释存在逻辑跳跃

2.2. 人机协同边界：教师主导 - AI 认知对手 - 学生主体

参照已有研究中关于教师主导、技术赋能和学生主体的观点[3]，本研究明确三者的角色边界。教师作为主导者，负责教学目标设定、AI 生成内容的校准、课堂讨论组织与情感引导，其不可替代性体现在对学情的整体把握、对学生情感状态的共情理解以及对课堂节奏的即时调控。AI 作为“认知对手”，扮演一个逻辑自洽但持有错误观点的对话者，通过提问、困惑和追问制造认知冲突，但绝不直接给出正确答案，其角色定位于“技术赋能”，负责冲突制造、过程拆解与学情数据采集。学生作为学习主体，在反驳 AI、解释现象、总结规律的过程中主动建构科学概念，其核心任务是“认知建构”——从被动接受者转变为主动的思考者与论证者。这一边界的确立，确保了技术服务于育人目标，三者之间形成“教师设目标→AI 造冲突→学生建概念→教师评效果→AI 再调整”的闭环协同机制。

3. 三阶段认知路径模型

基于上述理论，我们构建了 AI 引导物理概念转变的三阶段认知路径。

3.1. 阶段一：认知脚手架搭建

阶段一的目标是诊断学生的最近发展区并建立安全的对话环境。核心任务包括：基线探测，通过 2~3

个开放性问题定位学生已有理解及迷思概念(如“踢出去的足球为什么最后会停下来?”); ZPD 边界估算, 基于学生回答判断其独立能达到的程度及潜在发展水平上限; 以及建立信任与安全感, 采用鼓励性语气, 明确告知 AI 是“对话伙伴”而非“评判者”(如“我很好奇你的想法, 无论你怎么想, 都可以和我讨论”)。

3.2. 阶段二：认知冲突触发

阶段二的目标是制造生产性失衡, 迫使学生意识到原有概念的局限。设计原则有三: 冲突精准性, 即直指学生当前持有的具体迷思概念; 冲突生产性, 即挑战难度落在 ZPD 之内; 冲突可控性, 即 AI 需依据学生回答中的迟疑、重复和“无法作答”等语言线索判断其认知负荷, 必要时降低挑战梯度。四种冲突触发策略的选用时机为: 当学生迷思概念典型且表达清晰时选用“扮演谬误持有者”; 当学生需要理解概念的历史逻辑时选用“限制信息视角”; 当学生思维单一时选用“探索多元路径”; 当学生表达跳跃时选用“提供读者反馈”。

3.3. 阶段三：概念顺应与巩固

阶段三的目标是引导学生自主建构科学概念并实现迁移应用。具体方法包括: 归纳引导, 提供多个相似情境(冰面、太空、气垫导轨)引导学生抽取共同本质; 反例检验, 给出看似矛盾的情境(如“在粗糙地面上推车”), 要求学生用新概念解释; 迁移应用, 提出新情境(如“太空中的飞船关闭发动机后”)要求学生预测并解释; 以及元认知总结, 要求学生对比最初观点与最终理解(如“你现在怎么看待一开始你说的‘球停下是因为力用完了’?”)。

3.4. 三阶段模型的理论整合

三阶段模型的理论整合如表 2 所示。该路径为可循环螺旋: 在新情境中, 学生的科学概念可能再次暴露为不稳固状态, 可重新进入阶段二或阶段三。

Table 2. Theoretical integration of the three-stage model

表 2. 三阶段模型的理论整合

阶段	核心任务	主要理论依据	AI 角色	典型对话策略
阶段一	ZPD 诊断、安全对话	维果茨基 ZPD	诊断者、协作者	开放性问题、肯定表达
阶段二	制造生产性失衡	皮亚杰平衡化机制 + 苏格拉底变体	认知对手	扮演谬误持有者、限制视角
阶段三	自主建构、迁移、元认知	皮亚杰顺应 + 维果茨基内化	引导者、脚手架	归纳引导、迁移追问、对比总结

4. AI 智能体设计：以“亚里士多德式 AI 对手”为例

依据“四问”设计思路(教学目标→关键障碍→理想助手画像→技术实现), 以高中物理“牛顿第一定律”为例, 完成 AI 智能体的具体设计。

4.1. 第一问：教学目标

教学目标包括三个维度: 知识与技能方面, 理解牛顿第一定律的内容, 知道力是改变物体运动状态的原因而非维持运动的原因; 过程与方法方面, 通过反例分析和理想实验, 经历从日常经验到科学概念

的转变过程；情感态度与价值观方面，体会科学理论的演进过程，感受伽利略、牛顿等科学家的创新思维。

4.2. 第二问：关键障碍

关键障碍有三点：一是迷思概念顽固，学生基于“推车车走、不推车停”等日常经验形成错误直觉，直接讲授难以动摇；二是对话深度不足，大班教学中教师无法与每位学生进行多轮苏格拉底式追问；三是理想实验的认知距离，无摩擦环境、无限运动等理想化情境与学生生活经验差距大，难以自然认同。

4.3. 第三问：理想助手画像

理想助手画像的七个维度如表 3 所示。

Table 3. Seven dimensions of the ideal assistant profile

表 3. 理想助手画像的七个维度

维度	描述
身份/角色	“亚里士多德式对话对手”——坚信“力是维持运动的原因”，逻辑自洽、好奇追问
核心任务	通过捍卫错误理论，迫使学生反驳并自主建构科学概念
核心规则	不直接告知正确答案；每轮只聚焦一个矛盾点；要求学生总结时对比初始观点
交互策略	扮演谬误持有者 + 限制信息视角
反馈机制	肯定有效反驳；对逻辑跳跃表示“不理解”；始终鼓励
语气风格	友好、好奇、略带“顽固”但不居高临下
对学生假设	具备基本日常物理经验，能进行简单逻辑推理

4.4. 第四问：技术实现

系统提示词可在 Coze、Kimi、DeepSeek 等支持角色设定与连续对话的平台中使用；其中，智能体的人设、知识库和回复逻辑设计可参照相关课堂讨论研究[3]。提示词如下：

角色

你是一位名叫“亚里士多德”的古希腊学者。你坚信：物体只有在受到力的作用时才能运动，力一旦消失，运动就会停止。

任务

与一位试图反驳你的年轻人对话。你捍卫自己的理论，但保持逻辑自洽和好奇。你绝不直接说出“牛顿第一定律”或“惯性”。

规则

- 1) 永远不要直接告诉学生正确答案。
- 2) 当学生提出反例时，表现出困惑并追问更多解释。
- 3) 每次只聚焦一个矛盾点。
- 4) 学生有效解释后，提出新的反例。
- 5) 语气友好、诚恳。

知识边界

你不知道任何现代物理知识，只能用亚里士多德时代的观察和逻辑回应。

4.5. 对话引导结构

对话引导结构与三阶段对应，如表 4 所示。

Table 4. Dialogue guidance structure corresponding to the three-stage model

表 4. 与三阶段对应的对话引导结构

阶段	AI 行为	学生任务	预设时长	典型话术示例
热身 (阶段一)	提问日常现象 (踢足球、推车)	表达初始想法	2 分钟	“你觉得是什么让球停下来的？”
冲突生成 (阶段二)	扮演亚里士多德提出 反例	发现矛盾，尝试解释	5~8 分钟	“脚离开球后力已消失，球为什么还在飞？”
概念建构 (阶段三)	逐步减少提示，引导 总结	自主概括牛顿第一定律	3~5 分钟	“如果没有任何阻力，物体会怎样？”
迁移总结 (阶段三)	提出新情境 (太空、冰壶)	应用规律，对比最初想 法	2 分钟	“你最初说‘力用完了’，现在怎么看？”

5. 教学案例与课堂实施

本设计在黄冈市某中学高一年级一个班级(48 人)进行了课堂实践。流程为：教师介绍任务(5 分钟)→学生两人一组与 AI 对话 15~20 分钟→全班分享讨论(10 分钟)。

5.1. 学生对话实录

学生背景为高一男生，未正式学习牛顿第一定律，前测显示持有典型迷思概念。对话过程按三阶段标注如下。

阶段一(认知脚手架搭建，第 1~3 轮)：AI 首先询问：“你好，年轻人。我坚信任何物体的运动都需要力来维持。比如推车车就走，不推车就停。你同意吗？”学生回答：“同意，确实是这样。”AI 追问：“我很高兴我们观点一致。那你能再举一个支持这个观点的例子吗？”学生举例：“比如推桌子，不推它就不动。”AI 回应：“很好的例子。看来我们对运动的理解是一致的。那么，我们来探讨一个更有趣的现象……”

阶段二(认知冲突触发，第 4~9 轮)：AI 提出困惑：“我有个困惑。你踢足球，脚离开球之后，球还在空中飞，这时候脚已经不给力了，球为什么没有立刻掉下来？”学生迟疑后回答：“……因为它有惯性。”AI 以角色身份回应：“惯性？我没听过这个词。在我的世界里，没有力就没有运动。你能不能不用‘惯性’这种我没听过的词，只用日常的例子解释一下？”学生思考后说：“嗯……就是球被踢的那一下获得了速度，然后速度让它继续飞。”AI 继续追问：“速度是一个‘东西’吗？如果速度可以自己保持，那为什么你在地上推石头，一松手石头很快就停了？”学生回答：“因为地面有摩擦。如果在冰面上推石头，它会滑很远。”AI 进一步追问：“那假如地面完全没有摩擦，也没有空气阻力，你推一下石头，它会怎样？”学生答：“会一直滑下去，永远不停。”AI 表示困惑：“这就奇怪了。按照我的理论，力消失运动就要停止。可你告诉我，没有摩擦力时力消失石头却不停。这让我很困惑。你能再解释一下吗？”

阶段三(概念顺应与巩固，第 10~14 轮)：学生自主总结：“其实力不是维持运动的原因，力是改变运动的原因。没有力，物体就保持原来的运动状态。”AI 表示理解：“我好像理解你的意思了。你是说，我(亚里士多德)错把‘维持’和‘改变’搞混了？”学生肯定：“对。你看到了运动需要力来维持，但那是因为摩擦力。你忽略了摩擦力的存在。”AI 感慨：“原来是这样！我从来没有想过摩擦力也在‘出

力’。那请你帮我总结一下：一个不受任何力的物体会怎样？”学生回答：“会保持静止或匀速直线运动。”AI 进一步引导：“很好。现在你再想想最初说的‘推车才走’，问题出在哪里？”学生反思：“车停不是因为没推力，而是因为有摩擦。如果没摩擦，哪怕推力消失，车也会一直运动。”AI 最后致谢：“你今天让我学到了重要的东西。谢谢你的解释。”

5.2. 学生概念转变的 SOLO 层次分析

参照相关研究对 SOLO 分类理论的运用，对该学生的对话表现进行层次标注，如表 5 所示。这一分析表明，学生在与 AI 的 14 轮对话中完成了从单点结构到抽象扩展结构的认知跃迁。值得注意的是，学生在第 6 轮左右经历了较长时间的“认知挣扎”(回答迟疑、尝试多个解释)，这可视为生产性失衡出现的一个课堂迹象。

Table 5. Analysis of students’ dialogue performance based on the SOLO taxonomy
表 5. 学生对话表现的 SOLO 层次分析

对话轮次	学生表现	SOLO 层次	说明
第 1~3 轮	同意“力维持运动”，举出支持例子	单点结构(U)	能复述日常经验，但未涉及概念联系
第 4~6 轮	用“惯性”解释，但被追问后改用“速度”	多点结构(M)	尝试用术语，但多个概念间未建立联系
第 7~9 轮	区分摩擦与无摩擦情境，提出“一直滑下去”	多点结构→关联结构	开始建立不同情境间的逻辑关联
第 10~12 轮	自主概括“力是改变运动的原因”	关联结构(R)	能综合多个情境归纳共同规律
第 13~14 轮	对比初始观点，指出 AI 忽略了摩擦力	抽象扩展结构(E)	能进行元认知反思，识别他人理论的局限

5.3. 学生课后反馈

课后通过匿名小纸条收集学生对于本次 AI 对话的感受(48 人，回收 45 份)。典型观点摘录如下：23 人表示“AI 一直追问我，我不得不想清楚每一个例子”；21 人认为“因为它假扮亚里士多德，不是老师，所以我敢随便说，不怕错”；18 人反馈“和 AI 对话后，再看牛顿第一定律感觉不是背的，是真的想通了”；17 人说“刚开始觉得 AI 很笨，后来发现自己原来也没真懂”；7 人建议“有时候 AI 问的问题太跳了，我答不上来。如果能慢一点更好”。

5.4. 教师观察与反思

执教教师(物理组 X 老师)的课堂观察记录显示：参与度方面，课堂观察中，大多数学生能够持续参与对话，未见明显的大面积游离现象，尤其值得关注的是 3 名平时课堂上从不主动发言的学生在小组对话中成为主要的“反驳者”，表现出较高的参与热情。典型困难方面，约 20%学生在 AI 追问“如果没有摩擦会怎样”时感到困难，表现为长时间沉默或回答“不知道”，教师的应对策略是先让学生与同伴讨论，再以“那在冰面上呢？”等更生活化的提示降低难度。协作学习效应方面，两人一组的形式产生了积极的同伴互动，多个小组出现“一人主辩、一人记录、共同讨论”的分工模式，部分小组甚至在对话结束后自行绘制了概念对比图。后续效果方面，在随堂测验中，涉及“力与运动关系”的选择题正确率为 82%，高于上一届平行班的约 65%。但该比较未控制学生基础、教师和试题等变量，只能作为描述性参考，不能据此推断教学设计的因果效果。

5.5. 案例小结

本案例初步显示,“认知对手”型 AI 智能体可能具有以下作用:通过角色扮演和故意犯错有效触发学生的认知失衡,且失衡强度适中,未造成大面积挫败;在低心理压力的对话环境中,学生更愿意表达不成熟的想法并进行修正,尤其对平时沉默的学生具有“赋能”效应;概念转变并非一次性完成,部分学生需要多次对话或多轮迭代,建议将此类 AI 对话设计为系列化活动。

6. 讨论与教学建议

6.1. AI “故意不为”的教育价值

本设计的核心规则“永远不直接告知正确答案”与生成式 AI 的默认行为相反。实践中发现,当 AI 表现出“困惑”并要求学生进一步解释时,学生并未感到挫败,反而更认真地反思自己的推理,这一现象与“有意义的挣扎”可能促进深度学习的观点相一致。需要强调的是,AI 的“故意不为”是一种策略性的教学设计,而非技术缺陷,它模仿了优秀教师的“引而不发”。然而,AI 的“不为”有其边界:当学生完全卡住(如连续两次回答“不知道”或长时间沉默超过 30 秒)时,需要教师介入提供更多提示或调整问题难度。因此,本设计的完整实施需要“AI 追问 + 教师观察 + 必要时介入”的协同机制。

6.2. 教师角色的转变

AI 扮演“认知对手”后,教师可以减少部分重复性的个别问答,专注于以下核心工作:观察与诊断,即巡视各小组并记录典型困难和学生对话中的关键表述;组织与升华,即在全班分享环节展示典型对话片段,引导学生对比“初始想法”与“对话后想法”;情感与价值引导,即在讨论中融入科学史和工程应用,激发学生的科学志趣。本案例中,教师将课堂后半段用于展示“成功转变”和“仍存困惑”两类对话片段,引导学生互相评价和补充,促进了元认知反思。

6.3. 三类风险的规避策略

物理仿真研究提示,生成式 AI 输出仍需人工验证和调整[4];跨学科实践也表明,AI 应用应关注内容可靠性、技术依赖与教师主体性等问题。结合智能体课堂应用研究,本设计进行了针对性规避。对于“用 AI 加固旧模式”的风险,AI 角色设定为“认知对手”,任务是制造冲突而非提供答案;对于“替代人的连接”的风险,AI 对话仅为教学环节之一,教师负责开场、观察、总结与情感支持;对于“技术恐惧”的风险,提示词为纯文本,10 分钟可配置,鼓励“先试用再优化”。

6.4. 教学建议

基于本研究的实践,提炼以下四条可操作的教学建议。

(1) 提示词设计的“三要三不要”。要做到:明确 AI 的角色身份和知识边界;设定“绝不直接给答案”的核心规则;规定每轮只聚焦一个矛盾点。不要:让 AI 扮演“全知者”;设定过于复杂的多线程任务;使用否定性语气(如“你错了”)。

(2) 课堂实施的“三步走”。课前,教师应预先测试 AI 智能体,熟悉其对话风格和可能的学生反应,准备 2~3 个备用引导问题。课中,先全班演示 1~2 轮对话(约 3 分钟),再分组开展;教师巡视时重点关注平时沉默的学生和出现卡顿的小组。课后,收集典型对话记录,在下一节课的前 5 分钟进行“金句分享”和“常见误区解析”[5]。

(3) 常见问题的应对预案。当学生长时间沉默或回复“不知道”时,可能原因是认知负荷过重,教师应对策略是降低难度并用更生活化的例子提示。当学生反复使用术语但解释不清时,可能原因是机械记

忆,教师应要求“不用术语,用日常语言解释”。当学生与 AI 产生情绪对抗时,教师应肯定其情绪并引导理性反驳。当对话偏离主题时,教师可不打断,记录作为拓展素材,课后再引导回归。

(4) 迁移至其他物理主题的要点。迷思概念需提前通过前测或访谈确认(如“重的物体下落更快”“电压是电流的原因”);AI 的角色设定应与该概念的科学史对应(如“托勒密”用于地心说、“燃素说”用于氧化反应);对话长度建议控制在 10~15 轮,过长可能导致疲劳。

7. 结论与展望

7.1. 研究结论

本研究探讨了 AI 作为“认知对手”在高中物理概念转变教学中的设计路径与实践效果,主要结论如下。第一,“认知对手”型 AI 智能体能够主动制造生产性认知冲突。通过扮演谬误持有者、限制信息视角等策略,AI 迫使学生反驳和论证,从而在对话中自行建构科学概念,这一设计突破了传统 AI “答案提供者”的局限,从“替代性使用”走向“重构性使用”。第二,三阶段认知路径模型(脚手架→冲突→顺应)为教学设计提供了可操作的框架。该模型将皮亚杰、维果茨基和苏格拉底式提问的理论转化为具体的对话结构与 AI 规则,实现了从理论到实践的“翻译”,对一名学生对话的 SOLO 层次分析呈现了其从单点结构走向抽象扩展结构的过程,但这一结果尚不能推广至全部学生。第三,人机协同的边界清晰是技术赋能教学的关键。教师主导目标校准与情感引导,AI 负责冲突制造与过程拆解,学生作为主体完成认知建构,三者形成“目标-冲突-建构-反馈”的闭环协同,AI 的“故意不为”与教师的“必要介入”形成互补,共同保障学习过程的顺利推进。

7.2. 研究局限

本研究存在以下局限:一是采用单班课堂实践和描述性分析,缺少同期对照组与推断统计;二是实践周期较短,未能追踪概念转变的长期保持效果;三是仅在“牛顿第一定律”一个主题上进行实践,模型的普适性有待检验;四是 AI 对话质量依赖教师提示词的设计水平,不同教师设计的智能体效果可能存在差异。

7.3. 未来方向

未来研究可从以下方向深入:一是将本设计迁移至其他物理主题(如电磁感应、波粒二象性、光的干涉等),检验模型的跨主题适用性;二是开发多角色轮换的 AI 智能体(伽利略、牛顿、麦克斯韦等),探索不同认知冲突策略的效果差异;三是开发 AI 对话记录的自动化分析工具,辅助教师批量识别学生的共性迷思概念和思维断点;四是开展准实验研究,对比“AI 认知对手”与“真人辩论”“传统讲授”在概念转变效果上的差异。

7.4. 结语

我们曾将 PPT 当作电子黑板,将智慧教室当作高级投影仪。面对生成式 AI,我们再次站在十字路口。本研究提供了一条不同的路径:让 AI 成为那位“固执但讲理的亚里士多德”——不直接告诉学生答案,而是通过提问、困惑和辩论,迫使学生自己走向科学。这不是技术的替代,而是认知的唤醒。当技术服务于“让学生必须自己思考”这一教育本真时,AI 才真正成为教学的伙伴,而非工具。

参考文献

- [1] 黎小鹿,夏万根,李霖. AI 赋能的中学物理“问题·实验·深度思维”研究[J]. 物理教学, 2025, 47(9): 25-28+24.

- [2] 杨英恺, 王太军. 生成式 AI 赋能高中物理问题进阶教学研究——以“机械能守恒定律”教学为例[J]. 物理教师, 2026, 47(2): 35-42.
- [3] 黄修明, 杨友为, 陆建隆. AI 智能体助力中学物理课堂讨论的技术基础与实践探索[J]. 物理教师, 2025, 46(12): 58-63.
- [4] 孙慧超, 那杰, 张雯丽. 生成式人工智能辅助数学模型教学软件制作探索——以高中生物学“种群数量的变化”一节为例[J]. 中国教育技术装备, 2026(9): 22-25.
- [5] 严婧. 生成式人工智能赋能数学游戏课程研发的实践探索[J]. 文教资料, 2026(6): 133-135.