

生成式人工智能赋能物理教学的特征比较与路径审思

——基于中美比较研究的视角

马文可¹ 华丽^{2*} 陈欣³

1. 孝感市第一高级中学; 2. 湖北工程学院物理与电子信息工程学院; 3. 孝感市第一高级中学

摘要: 本文通过系统梳理对比中美两国在生成式人工智能(AIGC)赋能物理教学的研究与实践,发现存在显著差异。美国呈现出“技术工具驱动”的特征,侧重于开发作为“认知伙伴”的生成式导师和沉浸式虚拟实验环境,旨在重塑个体学习体验与赋能高阶思维;中国则体现出“系统融合导向”,致力于将AIGC深度嵌入本土化教学模式与“备教练评”全环节,依托垂直教育大模型构建知识图谱以服务于精准教学与核心素养的双重目标。未来物理教育的智能化转型,需超越单方面技术赋能的追求,在跨文化审视中探寻技术理性与育人价值的平衡。

关键词: AI; AIGC; 生成式人工智能; 物理教学; 中美比较

DOI: 10.65976/3080-0374.2026.05.059

引言

在这个以人工智能与大数据为标志带来深刻变革的时代浪潮中,当下的教育体系如何培养未来社会所需要的人才成了全新的时代命题。在此背景下,以ChatGPT为代表的生成式人工智能即AIGC技术,借助其强大的内容生成以及交互能力,迅速成为全球教育创新的关注点^[1]。它不仅能够模拟人类对话,对个性化学习提供支持,还能生成多样化的教学资源,为传统教育模式注入与时俱进的活力。

物理学作为自然科学这一大厦的根基,其教学承担着培养学生科学素养、抽象思维以及实验探究能力的使命。但是传统物理教学一直面临若干挑战:其一比如加速度、电磁场、量子化这类核心概念较为抽象,缺乏直观的经验支撑,成为学生认知的首要障碍^[2];其二作为学科基础的实验教学,常受设备成本、安全规范或技术条件的限制,许多近现代物理实验在中学难以真实开展,致使教学易陷入“纸上谈兵”的状态^[3];其三学生个体差异明显,教师较难大规模地实施因材施教^[4]。AIGC与物理教学的融合能够将抽象概念转化为可视化的状态^[5],使固定教学资源动态化^[3],助力实现教学资源的个性化供给^[6]。

当下中美两国在AIGC助力物理教学,赋能物理教学方面的探索已经形成各具特色的研究特征。美国借助在基础模型研发上先行起步的优势,相关研究开展较早,重点在于借助通用大模型打造虚拟导师^[7]并

且融合扩展现实(XR)技术,其探索具有一定的前沿性,其成果多结合实证分析。中国的研究呈现出较为强烈的实践导向以及本土化的特色,积极地将AIGC与具体学科教学法(如ADI模式、P-CER-AI模式此类)和国家教育战略相结合,在应用场景的广度与深度两个方面不断拓展^[8,9]。但是现有的很多研究大多只是对中国或者美国国内的实践进行总结,思维和视野比较局限。这既不利于我们全面洞察技术应用,也有可能盲目引进或排斥中错失教育变革的关键机遇。他山之石可以攻玉,本文通过对比解析中美AIGC在物理教学中的应用模式、核心理念以及深层动因,为我国在该领域的理性实践与创新提供更为宽阔的跨文化视角与启示。

一、美国AIGC在物理教学中的应用特征:技术驱动与个体赋能

美国在AIGC教育应用方面的探索,与它重探究、自主以及个人发展的教育传统是一脉相承的,整体呈现出“技术工具驱动”及“去中心化”的特征。其研究重点在于试图借助虚拟导师以及沉浸技术,来重塑个体的物理学习体验及认知的过程。

(一)从“提供答案”到“苏格拉底式”思维引导
在美国物理教学研究当中,AIGC其核心角色定位并非仅仅是一个“答疑机器”,而是担当“苏格拉底式”的思维引导者或陪伴学生学习全过程的“认知伙伴”。并在物理教学中普遍尝试利用通用大模型的

作者简介: 马文可(1983—),男,硕士,中级教师,研究方向为物理教育教学。

陈欣(1985—),女,硕士,中级教师,研究方向为基础教育。

通讯作者: 华丽(1991—),女,博士,讲师,研究方向为课程教学、学生发展。

高级推理与对话能力,构建出能够模拟人类导师思维过程的生成式辅导系统。以牛顿第二定律的教学为例,当学生提出“为何质量越大加速度越小?”这样的疑问时,传统的课堂会直接给出公式 $F=ma$,但AIGC技术下的大模型会通过反问:“你仔细思考一下,倘若你用相同大小的力去推动一辆空的购物车以及一辆装满物品的购物车,那么手感会存在如何的不同?”。通过反问来引导学生去主动建构物理模型。这种教学过程当中的引导策略,较大程度地保留了学生的认知负荷,进而促使学生开展深度的物理建模,并非处于浅层进行的记忆学习。可汗学院所开发的Khanmigo就是此类应用的典型,能够追踪学生学习的思维轨迹,进而发现认知的盲区,并且还可以生成定制化的追问式习题以及相应的反馈。

这种模式大幅度促进学生的批判性思维以及概念的深度理解,还培养他们自主探究以及解决问题的能力。2023年Rahman与Watanobe开展了一项针对K-12学生的准实验研究,将ChatGPT作为课外虚拟导师用于作业纠错以及答疑,结果显示,实验组学生的物理成绩出现了显著提升(大约提升了30%),并且多数学生对AI持有较积极的态度,认为其能够提供及时、安全的学习支持^[10]。但是该模式对底层大模型的准确程度以及稳定状态要求相当高。要是模型没有充足的物理专业语料用于训练,那么便容易产生“AI幻觉”,从而输出错误的知识,在容错率极低的物理学科当中,这种风险可是格外明显^[7]。

(二)突破物理边界的沉浸式虚拟实验

除了引导式对话交互之外,美国学者还颇为重视AIGC生成多媒体内容与教学过程的深度融合,以此来破解物理实验教学中的资源以及时空限制。AIGC与增强现实即AR等技术相结合,能够打造出高度交互、情境化的虚拟实验环境。Matsutomo构建出一个AR系统,专门用于帮助学生,通过那种沉浸式的体验来将三维磁场予以可视化,这便有效地增强了学生对于物理概念(尤其是矢量场)在空间和时间上的现实感,如此便解决了电磁学这类抽象概念难以理解的教学难题^[11]。伴随着人工智能技术的不断发展,现在在电磁场的教学中,学生能进一步在AR场景下,通过语音指令让AI生成“带电粒子垂直射入匀强磁场”的动态可视化场景,并自由调整磁场强度、粒子初速度等变量,观察其运动轨迹的实时变化。这使得在现实中难以实现、成本高昂或存在危险的实验(如微观世界中的能量量子化、原子核物理等)得以在课堂中开展。

研究已经证实,这类沉浸式的虚拟环境能够有效

地将抽象的物理概念转化为形象具体的内容,并且能够明显提高学生的学习体验与理解的深度。一项对比研究发现,在实验组学生中,使用AI生成教学视频进行教学,与观看传统录制视频的对照组进行相比,在知识保留率上实验组相对而言更具有优势^[12]。尽管虚拟实验提供了前所未有的便利和可能性,但是学者Olympiou与Zacharia担忧,过度依赖它或许会使学生动手操作真实仪器、处理实际数据的能力减弱,并且会使得物理学科基于实验的本质趋于模糊,所以在将AIGC技术应用于物理教学并加以推广的过程中,需要审慎地进行权衡^[13]。

(三)数据驱动下的教师赋能与角色重塑

AIGC也正在重塑教师的工作方式以及角色。在实验教学的环节里,针对很多存在大量数据采集与处理的实验(如牛顿环干涉记录条纹间距、电阻伏安特性曲线测量之类),AIGC能够快速进行数据拟合、误差分析等,甚至还能够协助学生生成实验报告框架,如此便使得学生能够将精力投入到数据物理意义的阐释,而不再耗费在大量格式性的重复作业之上。对于教师而言,AIGC犹如一个“智能副驾”,能够较大幅度地提升备课效率以及质量。美国教师常常会拿AIGC来开展跨学科的项目式学习(PBL)方案的设计,例如设计融合能量守恒定律与环境科学、经济学的综合课题,并且还能依据学生的不同快速生成多层次、多语言的教学材料,以此来助力开展差异化教学,使得教师的角色从知识的传授者,更多地转变为学习的设计者、引导者与跨学科课程的协调者^[2]。

二、中国AIGC在物理教学中的应用特征:系统融合与精准增效

与美国那种“自下而上”、重个体探究的路径不同,中国在AIGC融入物理教学的实践中,呈现出较为鲜明的“系统融合导向”以及“自上而下”的特征。其核心目标就是将AIGC当作提升整体教学效能的“催化剂”,并且将其系统化地嵌入现有的课程体系以及标准化教学环节之中,以服务于提升教学效率、解决教学难点以及发展学生核心素养的现实需求。

(一)与本土化教学模式的深度融合

中国物理教育的研究者以及一线教师积极探索将AIGC妥善整合到原来就已经成熟的教学模式当中,着重强调的是“技术赋能教学”而非“技术主导教学”。2025年,唐翰昭提出了“P-CER-AI”即“预测—比较—解释—反思-AI”的教学模式,将AI工具限定于“解释”和“反思”等特定环节,其目的在于帮助学生克服用数学表达物理的困难,从而进行系统化的培养^[9]。

在高中物理教学方面,单凌菲团队将生成式 AI 辅助的基于论证的探究教学模式引入课堂当中,使得 AI 作为“思考伙伴”来辅助学生设计实验、分析数据、构建并评估论证^[14]。这些尝试展现出将 AIGC 作为脚手架,用以服务既定教学目标与育人价值的务实思路。

(二) 知识图谱驱动下的精准化教学

要是说美国的特色是存在“虚拟导师”,那么中国 AIGC 应用所彰显的突出特色便是基于垂直教育大模型构建而成精细化的物理知识图谱。国内头部教育科技企业依托海量题库、真题与教学资源,构建了颗粒度极细的学科知识网络。例如科大讯飞旗下的智学网,依托讯飞星火 AI 大模型,已经完成了从一线城市的名校,到四五线城市的县域高中的全覆盖。在此体系下,AIGC 扮演着“智能错题分析师”这一角色。系统能够根据学生的测试数据,精准地诊断出学生知识的薄弱点,例如究竟是受力分析错误还是能量守恒定律应用存在不当之处?并且还会自动生成针对同一知识点、不同情境以及不同难度的变式练习,同时提供详细的解题过程以及易错点分析等内容,这种模式高度契合和适配国内的教育评价体系,能够在短时间内有效提升学生的解题能力以及应试成绩,也就体现出对于教学效率的极致追求。

但是,这种对提升解题效率与应试成绩的高度关注,要是过度依赖知识图谱来进行精准推送以及路径规划,那么可能就会将物理学探索自然的那些丰富和精彩的中间过程,简化成为对孤立知识点的机械训练与强化。长此以往,很有可能抑制学生对于物理现象本身的好奇心以及创造性探究的念头^[15]。那么要如何在提升效率的同时,守护学科原本的模样并且激发学习兴趣,这是该路径必须留意和警惕的关键问题。

(三) 垂直模型的标准化应用与教师发展的双重挑战

在国家教育数字化战略推动的情况下,契合本土课程标准以及考试要求的“垂直教育大模型”正在如火如荼地深度融入课程标准、教材、真题以及优秀教案。

不仅能够快速生成标准化的教案、课件和习题,显著提升了备课效率,而且在一定程度上有助于缩小区域之间、学校之间教育资源的差距,能够促使教学内容趋于规范化。

不过标准化带来便利的另一方面,则是给教师的专业角色带来了全新的挑战。当大量能够一键生成的预设性、标准化教学资源出现的时候,此时教师应当如何避免沦为“技术操作员”?教师不可替代的专业价值又处于何处?刘雨欣所开展的研究表明,教师需

要从知识传授者转变为学习的设计者、思维的引导者以及 AI 应用伦理的监督者^[16]。但是在实际教学负担以及评价机制未出现根本性变化的情况下,角色转变便遭遇较大的挑战。同时 AIGC 应用可能产生算法偏见、信息茧房、学术诚信问题及加剧教育不公平这类伦理风险,要求教育工作者需保持清醒且审慎的态度,并且还需呼唤相应治理框架能够得到完善。

三、中美 AIGC 物理教学应用模式的比较与深层动因探析

通过对中美两国 AIGC 在物理教学中的应用特征进行梳理,能够发现,虽然双方都期望运用技术来解决物理教学的传统难题,但是在核心理念、实施途径以及价值取向上存在较为明显的差异。这种差异并非偶然存在,实际上是深深扎根于各自的教育传统、社会文化以及技术发展的生态之中。

(一) 驱动逻辑:技术赋能个体与系统服务战略

美国模式的驱动力主要来自“技术赋能个体”这样的理念,其研究与实践带有较为浓厚的“自下而上”的色彩。它深受硅谷的创新文化及进步主义教育思想的影响,其核心目标在于将 AIGC 当作“认知伙伴”或“虚拟导师”来运用,并突破时空与资源限制,为每个学生提供个性化的探究支持以及思维引导,最终实现知识获取的民主化以及个体认知能力的重塑。它的应用场景多集中于课外辅导、项目式学习这类非正式或者补充性的学习环节之中,强调学生作为学习主体的核心地位^[17]。

相比较而言,中国模式的驱动力呈现出明显的“系统服务战略”导向,具有“自上而下”的特征。AIGC 的应用被紧密嵌入国家教育数字化战略以及“新工科”建设宏观框架中,其目的在于服务提升整体教学效率、推动教育均衡、落实核心素养培育等国家教育目标^[5]。所以其在探索的时候更倾向于与现有的课程体系、标准化教学环节(备课、教学、练习、评价)进行系统性的融合,追求技术落地后能够具备大规模的效能,并且还能够精准支持既定的教学目标^[9]。

(二) 整合策略:插件式工具与系统性基建

在技术整合的深度以及所采用的方式方面,两国路径迥异。美国通常将 AIGC 视为功能强大的“增强型插件”或者当作独立的工具。它在课堂之中常常作为激发个体兴趣、辅助特定探究任务或者提供课外支持的补充角色出现,教师对于它具有较高的自主选择以及灵活运用的权利。这种“补丁式”的整合策略的优点在于较为灵活且存在不少创新点,不过或许缺少与主流课程体系的深度契合^[17,18]。

中国的实践则倾向于将 AIGC 构建为物理教学领域的“新基建”。此项技术被规划妥当后系统地融入教学的整个流程当中,从了解学生学习状况的诊断、课堂的互动,再到作业批改以及个性化学习资料的推送,形成一个高度集成的闭环。这种“系统性”的整合方式,其好处在于能较快地使得规模化教学的管理与执行效率得以提升,有助于在短时间内填补区域资源的差距。不过标准化在提升效率的同时,也可能在一定程度上限制教学设计的灵活性,并且还需要对技术基础设施的稳定性以及算法的公平性提出更高要求^[16]。

(三) 价值取向:过程理性与结果理性

在价值评估层面上,两国的研究形成了不同的侧重点。美国的相关实证研究,更偏向去关注 AIGC 对学生学习过程性指标的影响,像科学自我效能感、批判性思维、探究兴趣、协作能力这类“软实力”的长期发展^[10]。体现出颇为重视的“过程理性”,即关注学习体验自身的质量以及学生作为学习主体的成长^[2]。

中国在研究与实践方面,虽然在政策层面高度重视核心素养,但在当下这种以升学为主导的评价环境中,应用效果的评估仍难免与“结果理性”紧密相连,大多关注提分效率、知识点掌握率、解题准确率这类可量化的短期成效^[19]。这种取向使得技术应用与现实需求紧密结合,但是若把握不当,则存在将丰富的物理探究过程演变为精准灌输知识点以及强化训练题海的风险,如此或许会降低学生对物理学科本质的好奇心以及直觉感知力。

四、结论与展望:迈向人机协同的审慎实践

生成式人工智能给全球物理教学带来了在教学课堂和技术方面变革的机会,同时也引出了关于教育本质的深层次反思。本文通过系统地梳理并对比中美两国在物理教学领域的研究与实践情况,发现其中的应用特征存在明显的差异。Pataranutaporn 和 Leiker 认为,美国方面的研究呈现出“技术工具驱动”的特征,侧重于开发作为“认知伙伴”的生成式导师和沉浸式虚拟实验环境,目的在于重塑个体学习体验并且为高阶思维赋能^[7-21];而中国方面的研究则体现出“系统融合导向”,致力于将 AIGC 深度嵌入本土化教学模式以及“备教练评”的整个环节,依靠垂直教育大模型构建知识图谱以服务于精准教学与核心素养的双重目标。张红光^[8]、陈其裕、庄伟^[5]、单凌菲^[14]等均开展了相关研究。二者一同证实了 AIGC 在辅助概念理解、达成个性化支持、丰富教学资源等方面的巨大潜力。尽管路径迥异,但两国均面临 AIGC “幻觉”引发的知识误导、教师角色转变以及伦理风险^[16]等这类共同挑

战。展望未来物理教育的智能化转型不应呈现那种简单的“拥抱”和“拒绝”的二元对立状况,而应朝着一种审慎的“技术现实主义”方向发展,其关键在于坚守育人初心,实现技术理性与教育价值的有机结合。

具体来说未来研究以及实践方面应关注如下这些方向。

(一) 深化“人机协同”的有效模式研究

未来, AIGC 教育应用需要明确, AI 技术应为教育教学的“辅助者”,不可成为教师的“替代者”。需要去思考如何设计更为智能的人机交互机制,让教师能够借助自身专业判断以及教育智慧,去有效监督、引导并且纠人工智能的输出,进而形成具有优势互补的教学共同体。若要打造更专业且可靠的物理学科教育大模型,就需要将其在科学推理、复杂问题解决等方面的深度支持能力加以提升,这是技术发展的当务之急。

(二) 构建面向教师的系统性支持体系

在 AIGC 技术变革带来的教育教学生态的巨变浪潮中,教师自身的数字素养成了 AIGC 技术与物理课堂成功整合的关键。因此必须建立完善的教师专业发展体系,不仅要培训物理教师使用 AIGC 工具的技能,更要帮助物理教师理解技术背后的教育学原理等内容,如此才能使物理教师完成从“知识传授者”到“学习设计师”“思维引导者”和“伦理监督者”的角色转型。同时教育评价机制应与时俱进,认可并激励教师在开展创造性教学设计、人机协同育人这类事务中所付出的劳动,形成正向的激励评价机制。

(三) 开展跨文化的长期追踪与比较研究

当下研究多为短期效果验证,缺乏对 AIGC 如何影响学生长期科学素养、思维模式及职业志趣的时间维度的纵向观察。加强跨国以及跨文化的合作研究与对话,彼此相互借鉴彼此在实证方法与实践智慧上的优势,这便有助于更全面且更深刻地理解 AIGC 在物理教育教学中的影响,进而共同探索一条既能充分发挥技术潜力,又能有效规避其风险,最终服务于学生全面而有个性发展的未来教育之路。

归根结底,技术的价值最终由其为人的发展所提供的服务来界定的。在物理教育中引入 AIGC,其最终目的不只也不应该仅仅是提升解题效率或考试成绩,反而更应是借助这一强大工具,好好地激发学生探索自然奥秘的好奇心,培养其严谨求实的科学态度以及敢于创新的思维能力,要让技术真正成为照亮学生科学征途的一束星光,莫要变成束缚他们想象力的无形信息茧房。

参考文献:

- [1]Kasneci E, SeÅler K, KÄchemann S, et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education[J]. *Learning and individual differences*, 2023, 103: 102274.
- [2]Kotsis K T. From chalkboard to chatbot: The future of physics education through artificial intelligence integration[J]. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 2025, 3(2).
- [3]张铮乾.生成式人工智能技术在高中物理教学中的应用与反思——以“牛顿运动定律”单元教学为例[J].*中学物理教学参考*, 2025, 54(11): 1-5.
- [4]纪清晓.AI赋能物理教学:基于核心素养培养的实践[J].*中学课程辅导*, 2025, 11: 85-86.
- [5]陈其裕.生成式人工智能赋能物理教学的实践突破——以“静电的防止与利用”情境化教学为例[J].*物理教师*, 2025, 46(05): 41-47.
- [6]路通.数智AI支持下的数字化精准教学设计——以高中物理人教版选择性必修二整本书复习为例[J].*中学物理·现代教育技术*, 2025, 21(11): 34-38.
- [7]Pataranutaporn P, Danry V, Leong J, et al. AI-generated characters for supporting personalized learning and well-being[J]. *Nature Machine Intelligence*, 2021, 3(12): 1013-1022.
- [8]张红光,李永涛,杨志宏,陈伟,毕岚,董会渊,王云辉,单俊豪.基于知识图谱的“大学物理”AI课程建设与实践[J].*大学物理*, 2025, 44(05): 41-47.
- [9]唐翰昭.基于P-CER-AI教学模式的大学物理教学创新与实践[J].*物理通报*, 2025, 07: 12-15.
- [10]Rahman M M, Watanobe Y. ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies[J]. *Applied sciences*, 2023, 13(9): 5783.
- [11]Matsutomo S, Manabe T, Cingoski V, et al. A computer aided education system based on augmented reality by immersion to 3-D magnetic field[J]. *IEEE transactions on magnetics*, 2017, 53(6): 1-4.
- [12]Xu T, Liu Y, Jin Y, et al. From recorded to AI-generated instructional videos: A comparison of learning performance and experience[J]. *British Journal of Educational Technology*, 2025, 56(4): 1463-1487.
- [13]Olympiou G, Zacharia Z C. Blending physical and virtual manipulatives in physics laboratory experimentation[C]//Topics and trends in current science education: 9th ESERA conference selected contributions. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013: 419-433.
- [14]单凌菲.生成式AI辅助的ADI教学模式在高中物理教学中的应用研究[D].上海师范大学, 2025.
- [15]荆鹏.张力与限界:生成式人工智能在物理教育中何以何能[J].*中学物理*, 2024, 42(09): 6-11.
- [16]刘雨欣.DeepSeek赋能中学物理教学:价值、风险与应对[J].*中学物理*, 2025, 43(13): 1-5.
- [17]CastañedaL, Selwyn N. More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education[J]. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2018, 15(1): 22.
- [18]Holmes W, Bialik M, Fadel C. Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning[M]. Center for Curriculum Redesign, 2019.
- [19]孙发勤.AI与教师物理解题差异分析——以DeepSeek求解高考压轴题为例[J].*物理教师*, 2025, 46(06): 67-71.
- [20]宋庆彬.利用AI算法实现对高中物理的教学分析[J].*中学物理*, 2024, 42(19): 41-43.
- [21]Leiker D, Gyllen A R, Eldsouky I, et al. Generative AI for learning: Investigating the potential of learning videos with synthetic virtual instructors[C]//International conference on artificial intelligence in education. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023: 523-529.