生成式人工智能对理论力学教学的影响

贺炜林
北京工业大学，北京 100124
DOI: 10.61369/ETR.2026280029

摘　　要： 理论力学作为工科专业核心基础课程，具有理论性强、概念抽象、数学推导繁杂等特点，长期面临学生理解困难、理论与实践脱节、教学手段单一等问题。生成式人工智能（Generative AI）的快速发展为理论力学教学改革提供了新的技术路径。本文在分析理论力学课程特点与教学痛点的基础上，系统梳理了生成式人工智能在理论力学教学中的四个关键应用方向——复杂概念的跨模态可视化呈现、智能解题辅助与个性化学习支持、虚拟仿真实验与工程场景重构、智能教学管理与过程性评价，并结合国内外最新教学实践探讨了其应用效果与潜在挑战。研究认为，生成式人工智能有望推动理论力学教学从“知识灌输”向“认知生成”的范式转变，但同时也需警惕认知外包、学术诚信等风险，关键在于培养学生的批判性判断力与 AI 协作能力。

关 键 词： 理论力学；生成式人工智能；教学模式；认知生成；人机协作

The Impact of Generative Artificial Intelligence on Theoretical Mechanics Education

He Weilin
Beijing University of Technology, Beijing 100124

Abstract: Theoretical Mechanics, as a core fundamental course for engineering majors, is characterized by strong theoretical rigor, abstract concepts, and complex mathematical derivations. It has long faced challenges such as students' difficulties in comprehension, disconnection between theory and practice, and monotonous teaching methods. The rapid development of generative artificial intelligence (Generative AI) has provided a new technological pathway for pedagogical reform in Theoretical Mechanics. Based on an analysis of the course characteristics and teaching pain points of Theoretical Mechanics, this paper systematically reviews four key application directions of generative AI in its instruction—cross-modal visualization of complex concepts, intelligent problem-solving assistance with personalized learning support, virtual simulation experiments and reconstruction of engineering scenarios, and intelligent teaching management with process-oriented assessment. Combined with the latest teaching practices both domestically and internationally, the paper explores the application effects and potential challenges. The study suggests that generative AI holds the promise of promoting a paradigm shift in Theoretical Mechanics teaching from "knowledge infusion" to "cognitive generation." However, it also cautions against risks such as cognitive outsourcing and academic integrity, emphasizing that the key lies in cultivating students' critical judgment and AI collaboration capabilities.

Keywords: theoretical mechanics; generative artificial intelligence; teaching mode; cognitive generation; human-AI collaboration

一、理论力学课程特点分析

理论力学是机械、土木、航空航天、材料等众多工科专业的核心基础课程，通常划分为静力学、运动学和动力学三大部分。作为经典力学的理论体系，该课程在人才培养中具有不可替代的基础性地位，其课程特点主要体现在以下几个方面。

（一）理论体系严密，抽象性强

理论力学以牛顿力学公理为基础，研究物体运动与受力之间的相互关系。与普通物理中的力学相比，理论力学在理论抽象程度和问题解决难度上均有较大提高。课程内容涉及大量矢量运算、微分方程、张量分析等高等数学工具，要求学生具备较强的抽象思维能力和严密逻辑推理能力。然而，正是这种高度的理论性和抽象性，使得学生容易感到困惑和畏难。有教学实践表明，学生对于课程中讲授的力学关系往往感到较为模糊，难以形成清晰的物理图景。

（二）数学工具依赖度高，推导繁杂

理论力学的学习高度依赖数学工具。从静力学中的力系简化与平衡方程，到运动学中的点的运动合成与刚体平面运动，再到动力学中的达朗贝尔原理与拉格朗日方程，每一部分都涉及繁复的数学推导[1]。学生在学习过程中不仅需要理解力学概念，还需要熟练掌握相应的数学方法。这种“双重难度”使得许多学生在学习过程中顾此失彼，要么陷入数学运算而忽视物理本质，要么理

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

解了物理概念却无法完成正确的数学表达。

（三）理论与实践联系紧密，但工程直观性不足

理论力学虽为基础理论课程，但其最终目的是服务于工程实际问题的分析与解决。课程要求学生具备由具体工程问题抽象建立力学模型的能力。然而，传统课堂教学主要依赖课本和 PPT，通过公式推导和例题讲解来传授知识，学生难以将抽象的理论公式与真实的工程场景建立直观联系。正如有研究指出，理论力学教学中存在“教学内容抽象、理论与实践脱节、学生学习积极性不高”等突出问题。

（四）对后续课程支撑作用显著，教学要求高

理论力学是材料力学、结构力学、弹性力学、振动力学等后续课程的基础。学生是否扎实掌握理论力学的基本概念、基本理论和基本方法，直接影响到后续专业课程的学习效果与工程能力的培养。因此，理论力学教学承担着“奠基”与“桥梁”的双重功能，对教学质量提出了更高要求。

二、理论力学教学面临的主要问题

结合课程特点与教学实践，当前理论力学教学主要面临以下几方面突出问题。

（一）概念抽象导致学生理解困难

理论力学中的许多核心概念——如约束、虚位移、广义力、惯性力等——具有较强的抽象性，缺乏直接的物理对应物。学生在初次接触时往往难以建立直观理解，只能通过机械记忆来应付考试，无法真正内化为分析问题的能力。有调查表明，学生知识理解不深、建模能力弱、学习动力不足是理论力学教学中长期存在的普遍问题。

（二）教学手段单一，缺乏多维认知通道

传统的理论力学课堂教学主要依赖教师的板书推导和 PPT 演示。虽然部分教师会辅以工程图片或动画，但这些手段仍以单向信息传递为主，缺乏交互性和沉浸感。学生在被动接受的过程中，难以主动建构知识体系。正如有学者指出，传统教学模式“以教为主”，忽视了学生在认知过程中的主体地位。

（三）习题训练机械化，忽视思维培养

理论力学教学中的习题训练长期以“套公式、算结果”为主，学生习惯于按照固定套路完成计算，却缺乏对问题本质的分析与判断。清华大学的一项实证研究表明，理工科教育的重心亟需从考核常规算法熟练度，转型为培养学生的独立批判性判断力 [1]。这一发现揭示了当前习题训练模式的深层弊端。

（四）个性化教学不足，难以因材施教

理论力学课程通常为合班授课，学生人数众多，基础差异显著。教师难以在有限的课堂时间内兼顾每一位学生的学习进度和理解程度。学习能力较强的学生可能“吃不饱”，而基础薄弱的学生则可能“跟不上”，这种“一刀切”的教学模式严重制约了教学效果的提升。

（五）实验与实践环节薄弱，理论与应用脱节

由于实验设备、场地和安全等方面的限制，理论力学课程的实验和实践环节往往较为薄弱。学生缺少将理论知识应用于实际问题解决的机会，难以建立起“从理论到应用”的完整认知链条。有研究指出，实践应用薄弱是制约理论力学教学质量提升的关键因素之一。

三、生成式人工智能在理论力学教学中的应用

生成式人工智能（Generative AI）的快速发展为上述教学问题的解决提供了新的可能。以 ChatGPT 为代表的大语言模型，能够实现语言、公式、图像与动画的智能转换，构建多维认知通道。近年来，国内外高校开始在理论力学及相关力学课程中探索生成式 AI 的教学应用 [2]。以下从四个关键方面总结生成式人工智能在理论力学教学中的具体应用。

（一）复杂概念的跨模态可视化呈现

理论力学概念的抽象性是教学的首要障碍。生成式人工智能能够将抽象的力学概念和数学公式转化为可视化的图像、动画甚至三维模型，实现“语言—公式—图像—动画”的跨模态智能转换。例如，教师可以借助生成式 AI 工具，将虚位移原理、速度瞬心等抽象概念生成为动态演示动画，让学生在视觉化呈现中直观理解概念的内涵与适用条件。武汉理工大学的研究团队构建了“认知共构—跨模态重塑—过程追踪反馈”的 AI 赋能教学模式，利用生成式 AI 实现了力学概念的多维度可视化表达，有效增强了学生对复杂力学概念的理解 [3]。此外，生成式 AI 还可以根据学生的提问实时生成针对性的示意图或推导过程，在课堂互动中即时回应学生的认知需求。

（二）智能解题辅助与个性化学习支持

习题训练是理论力学学习的重要环节，但传统的“标准答案”模式难以满足个性化学习需求。生成式 AI 可以作为智能解题助手，为学生提供分步推导、思路引导和错因分析。学生遇到难题时，可以向 AI 描述自己的思路和卡点，AI 不仅给出答案，更重要的是展示完整的推理路径，帮助学生理解“为什么这样做”而非仅仅“这样做对不对”。

清华大学在理论力学课程中开展的人机协作评测实验提供了有力的实证数据。研究表明，在期末考试中，AI 辅助组的平均成绩达到60.2分，显著高于无辅助对照组的41.2分，更远超 AI 独立作答的39.0分。这一结果证实了有效的人机协作可以突破单一智能体的能力上限。进一步分析发现，策略性的 AI 使用是决定协作效能的关键——高收益学生倾向于仅在部分环节使用 AI 而在整体上保持认知独立 [1]。这一发现对于指导生成式 AI 在理论力学教学中的合理应用具有重要启示。

（三）虚拟仿真实验与工程场景重构

生成式 AI 与虚拟仿真技术的融合，为理论力学教学提供了沉浸式的实验环境。学生可以通过自然语言描述，引导 AI 生成特定力学场景的仿真模型，并在虚拟环境中观察参数变化对系统行为的影响。例如，学生可以要求 AI 生成一个单摆在不同初始条件下的运动仿真，观察摆角、速度、能量等物理量的变化规律，从而将抽象的微分方程与具体的物理现象建立联系。

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

国防科技大学教学团队通过整合虚拟仿真实验资源与 AI 助教，构建了“理实结合，AI 赋能”的理论力学数字化教学体系[4]。学生可以在虚拟环境中进行力学实验，观察理论公式所描述的物理过程，这种“看得见的力学”显著增强了学生的学习兴趣和理解深度。生成式 AI 还可以根据教学需要快速生成不同工程场景下的力学模型——如桥梁受力分析、飞行器姿态控制等，帮助学生建立从基础理论到工程应用的通路。

（四）智能教学管理与过程性评价

理论力学教学的另一痛点是缺乏对学生学习过程的持续跟踪与精准评价。生成式 AI 可以辅助教师完成作业批改、学情分析、资源推荐等教学管理工作。通过分析学生的解题过程和常见错误模式，AI 可以为教师提供班级整体的学情画像，帮助教师及时发现共性问题并调整教学策略。

在课程评价方面，生成式 AI 支持构建多维度的过程性评价体系。除了传统的期末考试，AI 可以记录学生在日常练习、虚拟仿真实验、小组讨论等环节的表现数据，形成更加全面、动态的学习评价。有研究提出了“智能生成—案例驱动—认知闭环”的教学模式，通过 AI 实现教学内容的动态生成和学习效果的持续反馈[5]。此外，基于知识图谱和 AI 助教的智能理论力学课程建设也在持续推进中[6]。

四、挑战与展望

生成式人工智能为理论力学教学带来了前所未有的机遇，但也伴随着不容忽视的挑战。

（一）认知外包与思维惰性风险

生成式 AI 能够直接交付结构完整的答案，这对尚处于思维方式形成期的学生而言，可能诱发“认知外包”风险。如果学生过度依赖 AI 完成习题和作业，将丧失独立思考、逻辑推理和问题建模的能力训练机会[2]。如何在利用 AI 赋能的同时保护学生的思维发展，是教学实践中必须审慎对待的问题。

（二）知识准确性与“幻觉”问题

生成式 AI 基于统计概率模型运作，在涉及复杂数学推导和物理原理时可能产生“幻觉”——即生成表面上合理但实质错误的内容。理论力学教学对知识的准确性要求极高，一个符号的错误或一个条件的遗漏都可能导致结论的完全偏离。因此，教师和学生都需要具备对 AI 输出的批判性审查能力。

（三）学术诚信与评价公平

生成式 AI 的普及对传统的考试和作业评价体系构成了挑战。如何区分学生独立完成的工作与 AI 辅助完成的工作，如何设计能够真实反映学生能力的考核方式，成为教育者面临的新课题[7]。有学者建议，理工科教育的评价重心应从考核算法熟练度转向培养学生的独立批判性判断力[1]。

（四）教师角色转型与能力提升

生成式 AI 的引入要求教师角色从“知识传授者”向“学习引导者”转变。教师不仅需要掌握 AI 工具的使用方法，更需要具备设计人机协同教学活动、评估 AI 辅助教学效果的能力。这对广大力学教师提出了持续学习和专业发展的新要求。

尽管面临上述挑战，生成式人工智能赋能理论力学教学的前景依然广阔。随着技术的不断成熟和教学实践的持续积累，有望实现从“知识灌输”到“认知生成”的深层教学范式转型[3]。未来的理论力学教学可能呈现“人机协同、虚实融合、个性定制”的新形态，教师、学生与 AI 将共同构成一个动态演进的学习生态系统。

五、结语

理论力学作为工科基础课程的核心支柱，其教学改革始终是高等教育关注的重点。本文系统分析了理论力学课程的特点与教学痛点，并从复杂概念的可视化呈现、智能解题与个性化学习、虚拟仿真实验、智能教学管理四个维度，总结了生成式人工智能在理论力学教学中的应用路径与实践案例。研究表明，生成式 AI 有望有效缓解理论力学教学中的抽象性难题、个性化不足问题和实践环节薄弱等长期困扰。然而，技术的引入不应取代教育的本质目标——培养学生的独立思考能力和解决实际问题的能力。在今后的教学实践中，应坚持“以人为本、人机协同”的原则，在充分发挥生成式 AI 赋能优势的同时，注重培养学生的批判性思维和 AI 协作素养，推动理论力学教学在数智时代实现高质量发展[8]。

参考文献

[1] 程彬，李俊峰，邱信明等 . 理论力学中的人机协作评测：从竞赛到期末考试 [J]. 力学与实践，2026，48(4)：1-7.

[2] 范春蕾，武荷岚，解希顺 . 试论 ChatGPT 对大学基础课教学的影响 [J]. 物理与工程，2023(4).

[3] 黄维，周令，周知等 . 从知识灌输到认知生成——生成式人工智能赋能材料力学课堂教学改革探索 [J]. 力学与实践，2026，48(3)：551-557.

[4]" 理实结合，AI 赋能 "：数字化转型下的 " 理论力学 " 教学实践与探索 [C]// 第六届全国高等学校航空航天类专业教育教学研讨会论文集，2024.

[5]AIGC 赋能工程力学案例式教学模式改革研究 [J]. 科技视界，2025(26)：4-6.

[6]AI 赋能的理论力学课程建设与教学实践 [C]// 北京力学会第三十一届学术年会论文集，2025.

[7] 生成式人工智能重塑高等教育形态：内容、案例与路径 [J]. 电化教育研究，2024(6).

[8] 以人工智能助推高校课堂深层变革 [N]. 光明日报，2025-08-05.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.