

AI 时代《工程计算》课程教学模式改革探索

钱 诚, 李 博, 肖依永*, 任 羿, 杨德真, 杨 军

北京航空航天大学可靠性与系统工程学院 北京

【摘要】《工程计算》是系统工程相关专业的核心基础课程, 重点培养学生对工程数学问题的理论分析与编程求解能力。生成式人工智能的飞速发展为此课程的教学创新带来了机遇与挑战。本文通过一年的教学实践摸索, 测试了 ChatGPT、Claude 和 DeepSeek 三款主流生成式人工智能模型对不同类型工程计算问题的求解能力, 并探讨了其在辅助课程教学中的三种模式, 提出了针对性的教学改革思路。

【关键词】工程计算; 生成式人工智能; 教学模式; 改革探索

【基金项目】国家自然科学基金 (项目号 72471016)

【收稿日期】2025 年 11 月 9 日

【出刊日期】2025 年 12 月 6 日

【DOI】10.12208/j.ije.20250418

Reform exploration for teaching mode of *Engineering Computation* course in the AI era

Cheng Qian, Bo Li, Yiyong Xiao*, Yi Ren, Dezhen Yang, Jun Yang

School of Reliability and Systems Engineering, Beijing University, Beijing

【Abstract】 Engineering Computation is a core basic course for majors related to systems engineering, which cultivates students' abilities in solving engineering mathematical problems from aspects of theoretical analysis and programming implementation. The rapid development of generative artificial intelligence (GenAI) has brought opportunities and challenges for teaching innovation in this course. Through a year of teaching practice, we test the solving abilities of three leading GenAI models—ChatGPT, Claude, and DeepSeek—on different varieties of engineering computation problems. Furthermore, we explore three GAI-assistant teaching modes and draw several targeted teaching insights.

【Keywords】 Engineering computation; Generative artificial intelligence; Teaching mode; Reform exploration

1 引言

在机器学习技术快速进步的今天, 生成式 AI (人工智能模型) 已成为推动各教育学科变革的关键力量^[1-3]。在以往教学模式下培养的学生, 已经越发难以满足当代对数智人才的迫切需求^[4]。这要求教师不仅要熟练掌握并向学生传授领域专业知识, 更应该学习如何运用生成式 AI 辅助教学从而提升教学质量^[5]。

《工程计算》是系统工程相关专业的核心基础课, 旨在培养学生应用数学原理和编程技术来解决现实世界工程计算问题的能力^[6]。由于以下两方面原因, 目前还没有可以适用于工程计算问题分析与求解的专用生成式 AI 功能。第一, 与非计算类课程不同, 《工程计算》课程的问题往往理论壁垒强、求解难度大、精度要求高^[7], 这种复杂数学问题一直是生成式 AI 的短板。其次, 由于强化学习驱动的奖励机制, 生成式 AI 可能

给出前后不一致、猜测推理、甚至是捏造事实的回答来满足任务要求^[8], 这和现实工程应用的低容错阈值是矛盾的^[9]。

因此, 本文通过一年的教学实践摸索, 测试了 ChatGPT、Claude 和 DeepSeek 三款主流生成式 AI 对不同类型工程计算问题的求解能力, 探讨并比较了三种生成式 AI 辅助的《工程计算》课程教学新模式, 以提升本课程的教学质量。

2 《工程计算》教学改革探索

2.1 改革探索框架概述

为探索生成式 AI 时代本学科教学模式的潜在改革方向, 本研究综合现实世界工程计算问题特点, 提出了《工程计算》课程“一二三四”的改革探索框架, 即“构建一个专业问题库+遵循两个 AI 选取原则+设计三种课程接入模式+提出四个针对性改革方向”。整个

*通讯作者: 肖依永

《工程计算》课程“一二三四”改革探索框架如图 1 所示, 其中第四部分针对性的课程改革方向将在第 4 节给出。

2.2 专业教学问题库构建

为能够尽可能完备地解决现实世界各种各样的工程计算问题, 培养真正能钻研、能解题、能实践的学生群体, 实现理论知识、高效求解与实践应用的有机统一, 本研究于平时科研教学与工程项目中挖掘积累了大量的实际优化问题需求, 抽象出了专业的工程计算教学问题库。该专业问题库涵盖了 10 种最基本的工程计算问题类型, 共包含 33 个问题算例, 如表 1 所示。

2.3 生成式 AI 选取原则

基于技术性(驱动因素)和时效性(开发或更新时间)两个原则, 本研究选择了如下 3 个生成式 AI 模

型用于工程计算问题求解能力比较与课程改革方向探索。

(1) ChatGPT: 由领域资深公司 OpenAI 开发的, 率先将人类反馈的强化学习集成到其大型语言模型中, 特别擅长自然语言处理、图像识别等相关任务。

(2) Claude: 由领域初创公司 Anthropic 于 2021 年开发, 采用基于自监督学习的宪法框架, 具有强大的上下文理解、内存保留和代码生成能力。

(3) DeepSeek: 由 DeepSearch 公司于 2024 年开发, 创造性地提出了知识蒸馏和专家混合技术, 具有较低的训练成本、优异的计算性能和免费开源等优势。

2.4 生成式 AI 的课程接入模式

考虑实际教学的不同应用场景, 本研究设计了以下三种生成式 AI 的课程接入模式。

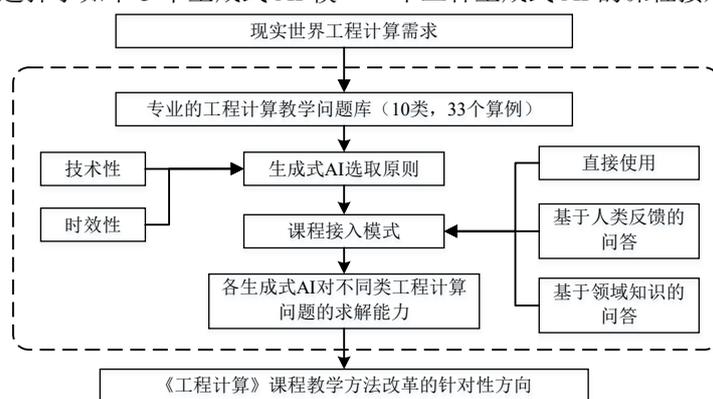


图 1 《工程计算》课程“一二三四”改革探索框架

表 1 工程计算教学问题库

序号	问题类别	问题算例描述	编程语言
1	工程计算基础	实现 (1) 单精度存储, (2) 双精度存储, (3) 浮点数范围分析和 (4) 秦九韶算法计算效率分析	C 语言
2	非线性方程求解	使用 (1) 二分法, (2) 一般迭代和 (3) 牛顿迭代求解非线性方程	C 语言/Excel
3	线性方程组求解	使用 (1) Jacobi 迭代和 (2) Gauss-Seidel 迭代求解线性方程组	Excel
4	非线性方程组求解	使用 (1) 牛顿迭代和 (2) 最速下降法求解非线性方程组	Excel
5	插值与回归分析	实现 (1) 三次样条插值和 (2) 最小二乘回归	Excel
6	数值积分计算	使用 (1) 等距插值法, (2) 梯形递推法, (3) Romberg 法, 和 (4) 高斯法计算定积分	C 语言
7	常微分方程求解	使用 (1) 欧拉法, (2) 预测校正法, (3) 梯形法, (4) 二阶 R-K 法, (5) 四阶 R-K 法和 (6) Adams 法求解常微分方程	Excel
8	数理统计计算	计算 (1) 上下分位数, (2) 概率分布, (3) 导弹突防概率, (4) 显著性检验和 (5) 超越方程	Excel
9	函数最优值计算	使用 (1) 0.618 搜索法, (2) 斐波那契法和 (3) 排序算法计算函数最优值	C 语言
10	数据结构算法实现	实现 (1) 通过矩阵的图遍历, (2) 通过列表的图遍历, (3) 二叉树遍历, (4) k-means 聚类 and (5) Dijkstra	C 语言

(1) 直接使用: 学生或教师用户直接将工程计算问题提交给生成式 AI, 获得未经过任何修改或优化的输出结果, 模拟了用户在毫无指导情况下首次使用生成式 AI 解决所遇问题的典型场景。

(2) 基于人类反馈的问答: 用户将工程计算问题提交给生成式 AI, 并与其进行有限次数的交互式问答(最多十轮), 以实现结果的逐步改进修正, 模拟了用户与 AI 合作解题过程。

(3) 基于领域知识的问答: 首先, 将工程计算问题相关的垂直领域知识输入生成式 AI, 然后通过有限的问答互动(最多十轮)测试 AI 的问题求解能力并优化结果。这种模式使 AI 能够提前“预习”领域知识, 以在应用于具体问题时获得更高效的解决方案。

3 生成式 AI 工程计算能力测试

基于所提出的《工程计算》课程改革探索框架, 本研究测试了 ChatGPT、Claude 和 DeepSeek 在三种课程接入模式下对教学问题库内的 33 个算例的求解能力。

图 2 展示了在不同课程接入模式和人机交互轮次下, 不同生成式 AI 的累计成功解决工程计算问题数量与问题总数量的比值(问题解决率)。

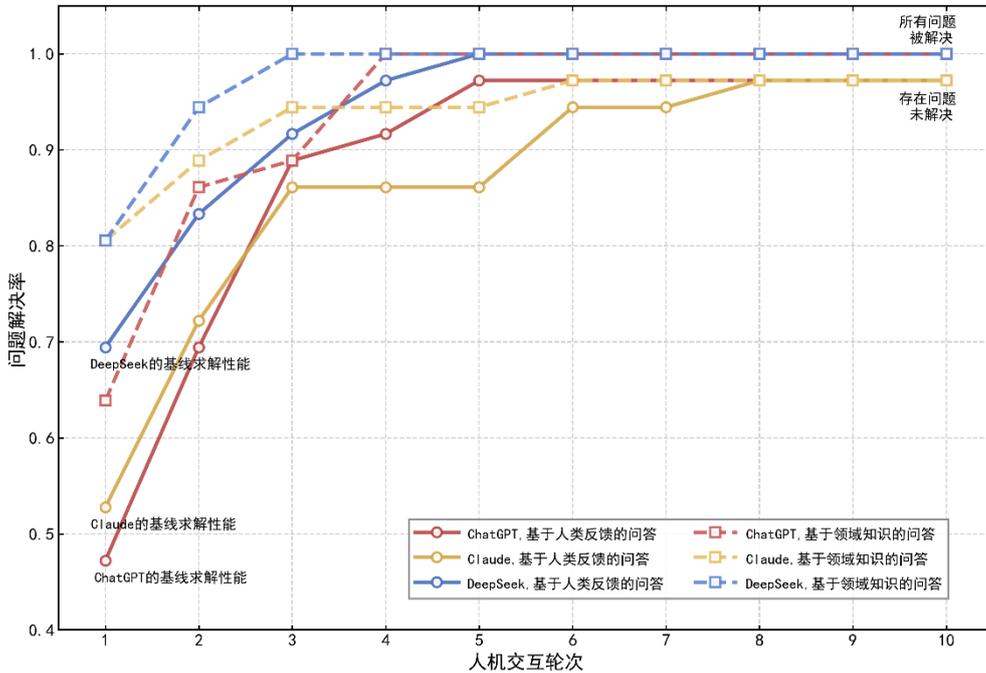


图 2 生成式 AI 工程计算能力测试结果

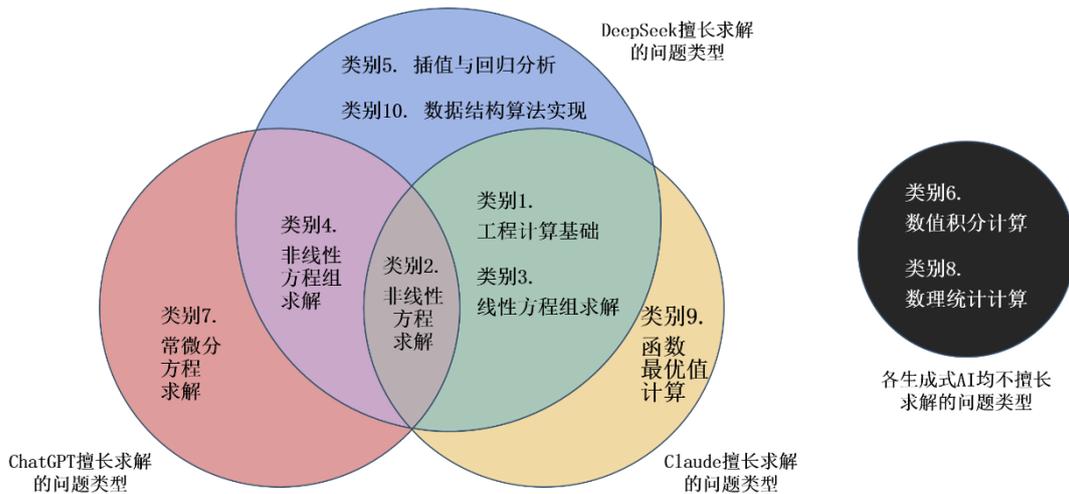


图 3 各生成式 AI 的工程计算问题求解优势与短板

从直接使用的基线性能角度来看, 基于人类反馈的问答模式下各被测 AI 的初始问题解决率集中在 0.4 到 0.65 之间, 而在基于领域知识的问答模式下该数值有了显著提升。Claude 的提升最为明显, 增加了 0.28。

从收敛性能的角度来看, 当达到交互阈值时, ChatGPT 和 Claude 在某些模式下均遇到了无法解决的问题算例。在收敛速度方面, DeepSeek 在基于领域知识的问答模式下最快, 在三轮交互内问题解决率收敛

至 1.00, 其次是 ChatGPT, 在四轮交互内收敛至 1.00, 最后是 Claude, 在六轮交互内收敛至 0.97。

此外, 通过分析各生成式 AI 在特定类型算例的求解结果, 本研究发现各 AI 在不同的工程计算类型问题上有着各自的专长与短板, 如图 3 所示。

共性优势方面, 各生成式 AI 在非线性方程求解(类别 2) 方面能力普遍较强, ChatGPT 和 DeepSeek 较擅长于非线性方程组求解(类别 4), 而 Claude 和 DeepSeek 在工程计算计算基础(类别 1) 和线性方程组求解(类别 3) 方面显现出共性的优势。

专长方面, ChatGPT 在求解常微分方程(类别 6) 方面具有独特优势, Claude 在函数最优值计算(类别 9) 方面具有独特优势, DeepSeek 在插值与回归分析(类别 5) 和数据结构算法实现(类别 10) 方面具有独特优势。

然而, 需要注意所有生成式 AI 在数值积分计算(类别 6) 和数理统计计算(类别 8) 方面展现出有限的性能。

4 课程教学针对性改革方向

通过对比分析以上不同生成式 AI 模型在三种教学接入下的工程计算问题求解能力, 本研究为人工智能时代《工程计算》课程教学方法改革提出了如下针对性四个方向。

(1) AI 辅助的智慧课堂

生成式 AI 工程计算能力测试表明, 经过多轮问答交互, 生成式 AI 在解决某些类别的工程计算问题上表现出强大的能力(如图 2)。教师可以鼓励学生利用生成式 AI 来自学简单的课程章节, 特别那些在测试中表现良好的章节, 并预习更复杂的章节, 例如数值积分和数理统计计算。这类教学模式的转变能够帮助教师在生成式 AI 的辅助下更加关注重点问题的讲授, 优化教学时间分配和整体教学效果。

(2) 批判性的 AI 使用

当代生成式 AI 在处理高复杂性、高精度的数学优化问题方面表现仍是有限的, 还不能完全取代人类的思维和学习过程。因此, 教师应该引导学生掌握基本的领域知识, 以便准确地描述问题、批判地评估 AI 提供的答案, 并通过系统地人机交互迭代优化答案。这种批判性的使用模式可以培养其批判性思维, 防止学生因盲目信任 AI 而失去思考与判断能力。

(3) 定制化的 AI 选择

由于目前缺乏专业用于解决工程计算问题的生成式 AI, 教师和学生应根据所遇问题的具体特征采用定

制化的 AI 选择策略。教师可以根据问题类别强调每个生成式 AI 的独特优势和局限性(见图 3), 以指导学生选择生成式 AI。这种定制的方法能够减少学生对 AI 在不擅长领域的不正确、不准确结果的困惑和误解, 提高教学效率。

(4) 尝试讲授 AI 相关知识

生成式 AI 的发展势不可挡, 教师可在课程中加入 AI 相关底层知识的教学内容。这样做一方面有助于学生正确使用 AI 辅助解答实际工程计算问题, 如学习提示词工程可以让学生了解如何更好地向 AI 提问。另一方面如梯度下降、Q-learning 等 AI 训练的底层算法与经典工程计算理论有着强相关性, 学习相关知识可以让学生更好的理解工程计算的实用性, 同时增加学生的知识广度与深度。

5 结论

本研究提出了生成式 AI 时代《工程计算》课程教学“一二三四”的改革探索框架。首先构建了一个用于课程教学的工程计算专业知识库, 并基于技术性和时效性两大原则选择对 ChatGPT、Claude 和 DeepSeek 三个生成式 AI 开展工程计算问题求解能力测试。通过测试, 本研究识别了不同生成式 AI 在直接使用、基于人类反馈的问答和基于领域知识的问答三种课程接入模式下的工程计算问题求解能力边界, 进而提出了四个针对性的课程教学改革方向。

一个学期的教学实践表明, 所提出的“一二三四”的改革探索框架得到了选课学生的广泛认可, 能够加强学生应用数学原理和编程技术解决现实世界工程计算问题的能力, 形成生成式 AI 时代下《工程计算》课程教学的数智新模式。

参考文献

- [1] 杨正, 陶德超, 孙超. 人工智能在教育领域的发展与应用[J]. 科技风, 2026, (01): 140-142.
- [2] 贺再红, 罗娟, 黄友荣, 等. AI 大模型背景下计算与人工智能概论课程教学改革[J]. 计算机教育, 2025, (09): 178-184.
- [3] 王秋楠. AI 大模型技术下 OpenStack 云计算智慧课程的研究与应用[J]. 无线互联科技, 2025, 22(09): 119-122.
- [4] 陈丹, 浅析高校学生社区数智安全发展现状[J]. 国际教育学, 2025; 7: (10): 151-154.
- [5] 张应腾, 王志华. 人工智能背景下线性代数课程数字化转型的探索与实践[J]. 科教文汇, 2026, (01): 116-120.

- [6] 万凯, 许清媛. 工程教育专业认证背景下实践教学研究——以电气控制与 PLC 技术课程为例[J]. 国际教育学, 2022; 4: (3): 69-74.
- [7] 亢银虎, 李静. 新工科背景下动力工程计算方法课程教学改革研究[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(05): 44-47.
- [8] 朱清山. 高校学生过度使用 AI 的影响与治理策略探析[J]. 大众文艺, 2025, (23): 145-147.

- [9] 李阿勇, 吴佳. 基于北斗卫星的电力工程高精度快速定位算法设计[J]. 电子设计工程, 2025, 33(23): 118-122+127.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS