

人机协同视角下数学建模教学模式的转型与实践

马志辉, 张治成, 欧阳异能

石河子大学理学院, 新疆 石河子

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月8日

摘要

生成式人工智能的快速发展, 推动数学建模教学从模型套用向人机协同深度教学转型。针对当前教学重结果轻过程、重算法轻思维的问题, 本文提出以人机协同为核心的教学模式, 构建“课前准备-课中探究-课后反思”三阶段教学流程, 并以2024年全国大学生数学建模竞赛B题“生产过程中的决策问题”为案例开展实证研究。实践表明, 该模式能有效提升学生的建模思维、算法理解与创新能力。人机协同教学是从技能训练走向思维培养的关键路径, 为应对技术变革下的教学挑战提供了可行方案。

关键词

人机协同, 数学建模, 人工智能, 教学改革, 生产过程决策

Human-Machine Collaboration: Transformation and Practice in Mathematical Modeling Teaching

Zhihui Ma, Zhicheng Zhang, Yineng Ouyang

College of Sciences, Shihezi University, Shihezi Xinjiang

Received: April 1, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 8, 2026

Abstract

The rapid evolution of generative artificial intelligence (AI) is driving a paradigm shift in mathematical modeling education, moving from the mechanical application of models toward deep, human-AI collaborative learning. Addressing current pedagogical shortcomings—such as overemphasizing

outcomes at the expense of process and prioritizing algorithms over critical thinking—this paper proposes a human-AI collaborative teaching model. We construct a three-stage instructional framework consisting of “pre-class preparation”, “in-class exploration”, and “post-class reflection”. To validate this approach, an empirical study was conducted using Problem B, “decision-making in production processes”, from the 2024 Contemporary Undergraduate Mathematical Contest in Modeling (CUMCM). The results demonstrate that this model effectively enhances students’ modeling intuition, algorithmic comprehension, and innovative capacity. Human-AI collaboration represents a critical pathway for transitioning from basic skill training to advanced cognitive development, offering a viable strategy for meeting the pedagogical challenges posed by the era of technological transformation.

Keywords

Human-AI Collaboration, Mathematical Modeling, Artificial Intelligence, Pedagogical Reform, Production Process Decision-Making

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

当前，数字经济和人工智能浪潮正推动高等教育从传统的知识传授向能力培养深刻转型[1]。数学建模作为连接抽象理论与现实问题的重要桥梁，其教学模式创新尤为关键[2]。然而，审视目前的建模培训教学实践，模型套用倾向已成为制约人才培养的顽疾：学生倾向于机械化地套用经典模型、检索既有代码、过度依赖教师的标准化示范，而缺乏对问题本质的深度探究与创造性转化能力[3]。

如今，以 ChatGPT、DeepSeek、腾讯元宝等为代表的生成式 AI 工具的崛起，已能高效自动化地完成代码生成、模型求解及初级文本撰写等重复性工作[4]。这一技术变革迫使学术界重新思考：在 AI 辅助的新生态下，数学建模教学的核心竞争力究竟是什么？从建构主义学习理论的角度来看，学习并非被动的信息接收，而是学习者在特定情境下，利用必要学习资料，通过意义建构获取知识的过程[5]。当 AI 能够承担基础的资料提供与逻辑执行时，教学重心必须从结果产出转向意义建构的质量。

AI 对建模教学的影响呈现出“双刃剑”特征：它既冲击了以代码复现为核心的传统技能训练模式[6]，也为实现认知学徒制提供了前所未有的机遇[4]。认知学徒制强调将隐性的思维过程显性化。在人机协同模式下，AI 不仅是工具，更是认知支架。教师的角色从单纯的知识传递者转化为高阶思维的引导者，通过引导学生与 AI 进行多轮对话，将建模过程中的“黑箱”思维转化为可观察、可评估的交互逻辑。

本研究旨在探讨从模型套用向人机协同转型的有效路径。不同于既有研究仅关注 AI 的工具属性，本研究致力于揭示传统教学中建构性学习缺失的根源。然后融合建构主义与认知学徒制，构建“问题驱动 - 人机协同 - 反思内化”的三阶段教学模式，明确各环节中 AI 作为认知支架的学理依据。并结合全国大学生数学建模竞赛真题进行教学实验，验证该模式在提升学生高阶思维与学术诚信意识方面的实效性。

2. 数学建模教学的现实困境与人机协同的提出

2.1. 传统数学建模教学的模型套用困境

长期以来，以模型套用为特征的传统数学建模教学，使教学过程陷入了多重困境，严重制约了教学质量和学生高阶能力的培养：

1) **过程“黑箱化”**：学生过度依赖现成的代码“工具箱”和模型库，对模型背后的数学原理和适用条件理解肤浅。一旦遇到超出既有模板范围的新问题，便感到无从下手。

2) **思维“碎片化”**：教学往往聚焦于模型的“求解”技巧，而忽略了从“问题分析、假设提出”到“模型构建、验证优化”的完整思维链条训练，导致学生的建模思维难以系统形成。

3) **创新“乏力化”**：在数学建模竞赛中，“套路化”解题现象严重，学生构建的模型同质化明显，缺乏针对具体问题的创造性设计，难以应对复杂多变的现实挑战。

4) **教学“高负荷”**：在大班教学环境下，教师需要花费大量精力解答学生关于代码调试、模型选择等基础性问题，难以深入地进行个性化的思维引导和创新能力培养。

2.2. AI 对数学建模教学的双重影响：冲击与机遇并存

生成式 AI 的出现，并非单纯对教学构成挑战，而是带来了冲击与机遇并存的复杂局面，具体见表 1。

Table 1. Comparison of the impacts and opportunities of AI on mathematical modeling education

表 1. AI 对数学建模教学的冲击与机遇对比

类别	具体影响
冲击	1) 技能训练模式部分失效：学生可直接通过 AI 获取模型代码与答案，传统以记忆和复现为核心的教学方法效果大打折扣。 2) 教师角色面临挑战：教师在代码和模型知识方面的传统优势被削弱，教学权威受到新的审视。 3) 学术诚信管理难度增加：作业抄袭、模型直接套用的行为更难被识别和防范。
机遇	1) 解放学生高阶思维：AI 可作为强大的“思维助手”，接管数据预处理、基础代码编写等重复性工作，让学生能将更多精力投入到问题分析、模型创新等高阶思维活动中。 2) 推动教师角色转型：促使教师从“知识讲授者”向“学习过程的设计者与引导者”深度转型，聚焦于培养学生批判性思维和解决复杂问题的能力。 3) 催生新的评价方式：为人机协同背景下的教学过程性评价、思维成长性评价提供了新的可能。

2.3. 人机协同：教学模式转型的必然选择

这里提出的人机协同，绝非“人”与“机器”的简单叠加，而是人类智能与人工智能在目标设定、任务分工、过程互动与结果共创等多个维度的深度融合。在数学建模教学中，其核心是建立“人主导、机辅助、协同共创”的明确分工与协作逻辑：

人的主导作用：体现在问题界定、核心假设提出、模型框架选择、结果解读与决策等关键环节，由学生牢牢把握建模的方向与灵魂。

机的辅助作用：体现在数据清洗、算法代码生成、参数敏感性分析、结果可视化等重复性、计算性任务上，由 AI 高效执行，从而提升整体建模效率。

协同共创过程：形成一个“人提出问题→机提供方案→人判断优化→机执行改进”的闭环。通过这种人机之间的持续交互与迭代，使得数学建模的过程更加科学，模型结果也更加完善。

3. 人机协同视角下数学建模教学范式的重构

3.1. 教学理念转型：从“模型套用”到“协同建构”

教学模式的转型，首要是教学理念的根本性变革。与传统“模型套用”模式相比，人机协同模式在多个维度上实现了重塑，详见表 2。

Table 2. Comparison between traditional teaching paradigm and human-AI collaborative teaching paradigm
表 2. 传统教学范式与人机协同教学范式对比

对比维度	传统模型套用模式	人机协同“协同建构”模式
教学目标	掌握经典模型，会用基础算法，侧重于“技能训练”。	培养系统建模思维，提升人机协作解决复杂问题的能力，侧重于“能力培养”。
教学过程	单向传递：教师示范→学生模仿→练习巩固。	双向生成：人机协作探究→迭代优化模型→反思建构认知。
角色定位	教师主导，学生被动接受，处于知识接收端。	教师引导，学生主导建模过程，AI 作为辅助工具。
教学评价	结果导向，核心评判模型答案是否正确、数值是否精确。	过程与思维导向，核心关注问题分析是否深入、建模思维是否系统、人机协作是否有效。

3.2. 教学模式构建：“课前 - 课中 - 课后”三阶段人机协同流程

基于上述教学理念，我们构建了贯穿教学全周期的三阶段人机协同教学模式(见图 1)，各阶段师生与 AI 分工明确，协同推进。



Figure 1. Three-stage human-AI collaborative teaching model
图 1. 三阶段人机协同教学模式

3.3. 教学评价重构：关注过程与思维的多元评价体系

为适配新的教学范式，必须改革过去结果导向的单一评价方式。我们构建了以“过程与思维”为核心的多元评价体系，具体见表 3。

Table 3. Evaluation system for mathematical modeling teaching under the human-AI collaborative mode
表 3. 人机协同模式下数学建模教学评价体系

评价维度	评价核心内容	权重占比
问题分析	问题假设的合理性、关键影响因素的识别能力。	20%
人机协作过程	对 AI 生成内容的甄别、批判、改进与创新能力；人机交互的有效性记录。	30%

续表

模型构建	模型设计的合理性、创新性，以及模型与实际问题的契合度。	20%
结果解读	对建模结论的分析深度，以及对模型局限性、适用范围的认知。	15%
反思迁移	从本次建模中提炼通用思维的能力，以及将方法应用于新场景的潜力。	15%

4. 教学实践：以“数学建模竞赛培训”课程 + 2024 国赛 B 题为例

为验证上述模式的有效性，我们以某高校的“数学建模竞赛培训”选修课为平台，选取了 2024 年全国大学生数学建模竞赛本科组 B 题“生产过程中的决策问题”[7]作为贯穿一学期的核心实践案例。该题为经典的“统计决策 + 多目标优化”综合题型，传统教学下学生极易陷入“套用假设检验和期望成本公式”的窠臼，其人机分工边界清晰，是实践人机协同教学的理想载体。

4.1. 实践设计

课程共 32 学时，60 名学生分为 20 个小组。我们围绕 2024 国赛 B 题，专门安排了 3 次专题课(共 6 学时)，开展全流程的人机协同建模实践，让学生亲身体验从问题分析到报告完成的全过程。

4.2. 实践真题：2024 年国赛 B 题核心简介

题目模拟企业电子产品生产决策的真实场景，核心是企业需采购两种零配件进行装配，涉及零配件检测、成品装配、检测/拆解、市场调换等多个环节的复杂决策。题目要求建立数学模型，层层递进地解决四个核心问题，从简单的抽样检验设计，到单工序/多工序的生产决策，最后考虑抽样误差的影响，综合性极强。

4.3. 人机协同工具选择

实践中，我们结合题目需求，选用两款工具进行协同：

DeepSeek: 主要用于生成统计检验、期望成本模型的 Python 代码，并提供算法原理解释，协助学生完成报告初稿。

Python: 作为模型的“运行沙盒”，用于将决策模型转化为量化成本指标，进行参数敏感性分析和多场景对比可视化。

4.4. 基于三阶段模式的真题建模实践过程

阶段 1：课前准备(聚焦问题 1——抽样检测设计)

教师发布任务单，明确要求学生必须自主完成问题拆解和检验规则界定，AI 仅协助提供基础代码框架和初步测算。

学生小组讨论，明确“最少检测次数”目标，提出二项分布等假设，并利用 DeepSeek 获取相关代码框架。

效果：避免了学生直接索要完整答案，迫使他们对抽样检验原理进行先行思考。

阶段 2：课中探究(聚焦问题 2 & 3——生产决策建模)

第一次课(问题 2——单工序决策): 学生发现 AI 生成的初始期望成本模型未考虑“不合格成品拆解后零件复用”这一生产约束。在教师引导下，他们提出优化思路，指导 DeepSeek 修改代码，并自主设计了“基于零件价值的差异化检测规则”，使模型更贴合实际。

第二次课(问题 3——多工序决策): 面对更复杂的多工序问题，学生提出了“分层构建期望成本模型”的思路。他们利用 DeepSeek 生成基础分层代码，在 Python 中仿真验证时，发现了上游检测决策对

下游成本的重大影响，进而自主设计了“核心零件必检”的决策规则，并再次指导 DeepSeek 优化代码。

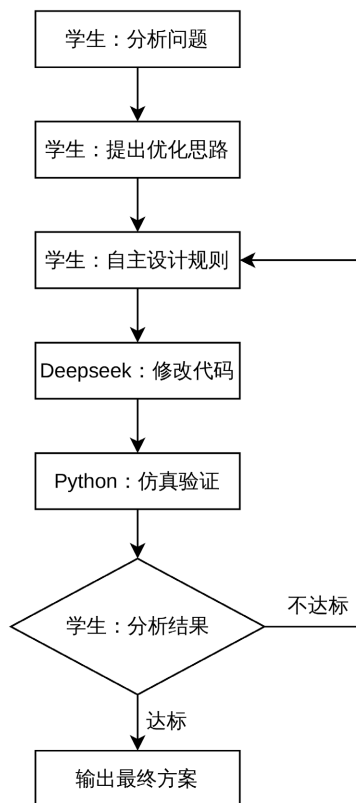


Figure 2. Human-AI iterative loop
图 2. 人机迭代循环

阶段 3：课后反思(聚焦问题 4——含误差的决策)

学生利用 DeepSeek 将前几个问题的模型与抽样误差结合，完成动态决策测算，并用 Python 进行敏感性分析，生成图表。最后，借助 DeepSeek 辅助撰写和优化建模报告，重点阐述人机协作中的思维迭代过程。

教师组织分享会，引导学生提炼此类“统计 + 优化”问题的通用建模思维链。整个过程形成人机迭代循环，见图 2 所示。

4.5. 实践效果分析

通过对比实验班和对照班，效果差异显著，详见表 4。

Table 4. Comparison of practical teaching effectiveness under human-AI collaborative mode
表 4. 人机协同教学实践效果对比

评价指标	实验班	对照班	提升/差异
建模竞赛获奖率	60.5%	45.5%	+15%
对建模思维的理解(自评)	8.3/10	6.8/10	+1.5
代码编写能力(自评)	7.2/10	8.1/10	-0.9
问题分析能力(自评)	8.5/10	6.9/10	+1.6
2024 国赛 B 题建模成果评分	82.3/100	65.7/100	+16.6

通过对比发现，学生在诸多方面都有所提升，但在代码编写能力方面稍微下降，具体如下：

1) **能力与成绩双提升**：实验班在竞赛获奖率、建模思维和问题分析能力上均有显著提高，B 题建模成果评分优势明显。这说明学生摆脱了单纯套用公式，真正学会了结合实际场景思考。

2) **代码能力自评下降是积极信号**：实验班学生将更多精力从机械编码转向了问题分析、模型优化等核心思维活动，这与“培养思维而非单纯技能”的教学目标完全一致。

3) **学生反馈印证转变**：学生普遍反映，“以前是找代码套数据，现在是真的在思考生产逻辑”、“与 DeepSeek 一起迭代修改模型的过程，让我们真正理解了模型为什么这样建”。

5. 人机协同教学实践的挑战与应对策略

实践过程中，我们也遇到了一些挑战，并总结了相应策略，详见表 5。

Table 5. Major challenges and coping strategies in human-AI collaborative teaching

表 5. 人机协同教学的主要挑战与应对策略

主要挑战	具体表现	应对策略
学生过度依赖风险	部分学生直接让 AI 生成完整答案和代码，缺乏自主思考。	制定《人机协同规范》，明确必须由学生自主完成的核心环节(如问题拆解、假设提出)，禁止直接生成完整答案。
教师能力待提升	部分教师对 AI 工具不熟，对复杂真题的建模思路把握不足。	开展教师专项培训与工作坊，并加强针对各类竞赛真题的集体教研，提升教师引导能力。
评价体系滞后	传统评价方式难以衡量人机协同过程和思维成长。	强化过程性评价，增加建模日志、人机交互记录、反思报告等在总评中的权重。
伦理与诚信问题	AI 生成内容与原创性的边界模糊，存在抄袭风险。	明确 AI 使用诚信规范，要求对 AI 辅助生成的内容进行标注，并培养学生批判性使用 AI 的能力。

6. 结语

人机协同之于数学建模教学，并非对传统教学模式的简单修补，而是推动其从模型套用向协同建构转型的模式变革。这一转型的本质在于重构人、机、教、学四者之间的关系：AI 充当学生建模过程中的“思维协作者”，学生成为问题探究的“主动建构者”，教师则转变为学习活动的“协同引导者”。

以 2024 年国赛 B 题为例，数学建模教学的核心——培养学生“用数学解决真问题”的能力——在 AI 时代不仅未贬值，反而愈加珍贵。唯有深刻理解问题本质、掌握模型原理，才能有效驾驭 AI，实现“1+1>2”的协同效应。面向智能时代的人才需求，数学建模教学应主动拥抱变革，以人机协同为抓手，结合真实赛题开展深度实践，推动教学重心从算法记忆回归思维培养，真正造就引领未来的创新型人才。

基金项目

校级课程建设一般项目“数学建模竞赛驱动下的双创人才培养模式的构建与实施”(项目编号：JGY-2024-43)。

参考文献

- [1] 张平文. 从知识传授到能力塑造: 数智驱动高等教育人才培养体系革新[J]. 中国高等教育, 2025(11): 10-13.
- [2] 谢金星. 科学组织大学生数学建模竞赛 促进创新人才培养和数学教育改革[J]. 中国大学教学, 2009(2): 8-11.
- [3] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [4] 赵静纯. 生成式人工智能在教育领域的应用与展望[J]. 教育探索, 2026(2): 227-229.
- [5] (美)莱斯利·P·斯特弗, 杰里·盖尔, 编. 教育中的建构主义[M]. 高文, 等, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2002.

-
- [6] 姚鑫, 邝砾, 邓磊, 等. 基于“人工智能+”的“科学计算与数学建模”课程教学改革研究[J]. 工业和信息化教育, 2025(7): 32-38.
- [7] 全国大学生数学建模竞赛组委会. 2024 高教社杯全国大学生数学建模竞赛题目 B 题: 生产过程中的决策问题[EB/OL]. 2024-09-05. https://www.mcm.edu.cn/html_cn/node/a0c1fb5c31d43551f08cd8ad16870444.html, 2025-03-23.