

人工智能赋能高等数学智能化教学模式研究

吴莉莎

广西工业职业技术学院通识教育学院, 广西 南宁

收稿日期: 2026年9月7日; 录用日期: 2026年10月8日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

针对高职高等数学教学中学生基础差异明显、个性化支持不足、学习反馈滞后等问题, 本文围绕人工智能赋能教学模式重构, 提出“一核三元、五环联动、双向反馈”的高等数学智能化教学模式。并以新能源汽车制动距离的定积分模型为例说明模式的具体实施过程。研究进一步明确AI辅助教学的边界与实施保障, 以及现实挑战与应对方法, 推动高等数学教学由统一供给向精准适配、由经验驱动向数据驱动、由单向传授向人机协同转变, 为高职高等数学智能化教学模式建设提供参考。

关键词

人工智能, 高等数学, 智能化教学, 教学模式

Research on an AI-Empowered Intelligent Teaching Model for Higher Mathematics

Lisha Wu

School of General Education, Guangxi Vocational & Technical Institute of Industry, Nanning Guangxi

Received: September 7, 2026; accepted: October 8, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

To tackle several pressing problems in Higher Mathematics courses offered by vocational colleges—wide gaps in learners' prior knowledge, insufficient individualized scaffolding, and feedback that comes too late—this study investigates how teaching can be redesigned with artificial intelligence support. It puts forward an AI-enhanced instructional framework for Higher Mathematics, described as “one core plus three components, five interlocking phases, and reciprocal feedback”. It uses the definite integral model of the braking distance of a new energy vehicle as an example to illustrate the specific implementation of the proposed teaching model. The study also specifies the

limits of AI-assisted instruction and the safeguards needed for its application, as well as the practical challenges and corresponding strategies. The goal is to move Higher Mathematics teaching beyond a one-size-fits-all model toward differentiated alignment, beyond experience-based judgment toward evidence- and data-informed decisions, and beyond teacher-centred delivery toward instructor-AI cooperation. The discussion offers a reference for developing intelligent teaching models for Higher Mathematics in vocational education.

Keywords

Artificial Intelligence, Higher Mathematics, Intelligent Teaching, Teaching Model

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

1.1. 高职高等数学智能化教学转型的现实需求

高职高等数学具有较强的抽象性和逻辑性,而学生数学基础、认知水平和学习习惯差异较大,传统统一进度、统一任务的教学方式难以满足个性化学习需求。以定积分为例,学生不仅要理解“分割-近似-求和-取极限”的思想,还要完成计算、微元分析和实际问题应用,容易出现概念理解不深、方法迁移困难等问题。随着生成式人工智能进入学习过程,如何发挥即时反馈和个性化支持优势,避免学生形成答案依赖,也成为高等数学教学亟待解决的新问题。

《“人工智能+教育”行动计划》提出推动智能技术与教育全要素融合、全过程贯通,构建人机协同的智慧教育新形态,为高等数学由数字化向智能化转型提供了政策依据[1]。

1.2. 人工智能赋能数学教学的研究现状

人工智能教育研究经历了由计算机辅助教学、智能教学系统(Intelligent Tutoring System, ITS)到自适应学习和生成式人工智能支持教学的发展过程。智能教学系统的核心在于建立学习者状态模型,根据学生的知识掌握情况调整学习内容并提供针对性反馈。相关研究表明,能够对学生解题步骤进行持续跟踪并给予反馈的智能教学系统,在学习支持方面具有较好的效果,也由此奠定了智能诊断和个性化教学的基本思路[2]。

在数学教育领域,ALEKS 是自适应学习的典型代表。其以知识空间理论(Knowledge Space Theory)为基础,将学生能够解决的问题集合表示为知识状态,通过自适应测评判断学生“已经掌握什么”和“下一步适合学习什么”,再据此组织个性化学习路径。与此不同,AutoTutor 通过自然语言的混合主动对话模拟教师辅导,强调在连续对话中进行追问、提示和反馈,为当前生成式 AI 支持的对话式学习提供了较早的技术思路[3]。

国内相关研究已逐步关注知识图谱、学习画像、生成式 AI 及人机协同。高等数学知识图谱能够关联知识节点并支持学习路径推荐,人机协同研究则强调发挥教师专业判断与机器数据处理的各自优势。但现有研究和系统大多分别侧重知识状态诊断、自适应资源推荐、智能对话或数字资源提供中的某一方面,对于如何将学习诊断、任务组织、AI 交互、分层训练、过程评价以及教师教学调整贯通起来,特别是在高职高等数学具体教学情境中形成完整的师生机协同闭环,仍有进一步研究空间[4]-[9]。

1.3. 研究问题与研究思路

基于上述问题,本文以高职高等数学为研究对象,重点探讨以下内容:AI 赋能高等数学智能化教学模式的核心要素;教师、学生与 AI 之间如何形成合理协同关系;构建以教师为主导、学生为主体、AI 为辅助、数据为驱动的高等数学智能化教学模式,为高职高等数学教学由数字化向智能化转型提供参考。

2. AI 赋能高等数学智能化教学模式的构建

高等数学教学引入人工智能,关键看能否利用技术及时发现学生的学习困难,及时调整教学。针对高职学生数学基础差异较大、抽象知识理解困难等特点,本文提出了“一核三元、五环联动、双向反馈”的智能化教学模式。其中,“一核”指学生发展,“三元”体现教师、学生和 AI 的协同,“五环”贯穿主要学习过程,“双向反馈”将学生学习变化、教师教学调整连接起来。

2.1. 一核三元:明确教师、学生与 AI 的作用

以学生数学素养和自主学习能力的发展为出发点,教师负责教学设计、任务组织、重点指导和学习质量判断;AI 处理学习数据、提供资源建议和即时反馈;学生完成知识理解、问题分析、结果验证和学习反思。

三者在学习过程中相互配合。对于重复性较强的数据分析和基础反馈,由 AI 提高处理效率;涉及数学思想、关键推理以及复杂问题判断,由教师指导和学生自主完成。提出的教学模式将 AI 定位为学习辅助者,服务于学生思考,不是直接替学生思考。

2.2. 五环联动:贯通学生学习全过程

根据高等数学学习中“发现问题-获得支持-解决问题-巩固提高-评价改进”的基本过程,将五个环节(智能诊断、精准导学、协调探究、适应训练、增值评价)贯穿于学习中。

(1) 智能诊断主要利用前测、作业、课堂参与和历史学习记录等信息,判断学生已有基础以及主要困难,并随学习进程不断补充和修正学生的学习画像。人工智能在大学数学个性化教育中的应用已涉及学习行为分析、智能辅导和学习路径推荐,可为动态学情分析提供支持[10]。

(2) 精准导学侧重解决“学什么”和“先学什么”的问题。知识图谱将前置知识、核心知识点、典型错误、任务和资源建立联系,再根据学生当前状况提供相应的学习内容。已有高等数学研究表明,知识图谱能够帮助组织课程知识,并为个性化学习路径设计提供依据[11]。

(3) 协同探究突出数学学习过程本身。学生遇到困难时,AI 先通过追问、提示或错误分析给予适度帮助,而不是直接给出完整结论。教师再根据学生出现的共性问题进行集中讲解,对关键概念和数学方法作进一步提升[12]。

(4) 适应训练是根据学生的错误情况,提出相应的后续任务。发现问题来自前置知识缺失,则建议学生补充基础训练;如果学生的概念已经掌握,将增加综合应用任务。练习不再只是题量增加,而是针对具体问题进行巩固。

(5) 增值评价要记录学生的学习起点,到学习结束的变化。评价内容包括知识掌握、数学应用、问题解决以及 AI 使用和结果验证等方面,并结合教师判断分析学生的实际进步。

2.3. 双向反馈:连接学生学习与教师教学

对学生的反馈:系统根据学习表现指出主要错误、薄弱知识和后续学习重点,学生再修改学习方法,完成“学习-发现问题-调整-再学习”的循环。

教师的反馈：学生学习数据经过汇总后，根据汇总结果，呈现班级层面的知识掌握状况和共性困难。教师决定哪些内容需要重新讲解，哪些任务需要调整难度，哪些学生需要重点指导。这样，学生学习结果不仅用于评价学生，也成为教师调整教学的重要依据。

两个反馈过程使用同一组学习数据，但服务对象不同。学生侧重改善自身学习，教师侧重优化教学安排，由此形成相互联系的教学闭环。

2.4. 模式创新：从单点智能走向全过程协同

模式的创新主要体现在三个方面。一是由“学生-系统”双向适应拓展为“教师-学生-AI”三元协同。AI 负责数据分析、即时反馈和学习支持，学生完成数学推理与知识建构，教师依据 AI 反馈进行教学判断，使教师重新进入智能适应过程。

二是由单一的知识诊断或资源推荐拓展为全过程联动。将智能诊断、精准导学、协同探究、适应训练和增值评价连续组织起来，上一环节产生的数据成为下一环节调整的依据，避免 AI 只在答疑、出题等局部环节发挥作用。

三是由“学习路径自适应”进一步形成“学习-教学双向适应”。传统自适应系统主要根据学生表现调整其下一步学习内容，而本文除调整学生学习路径外，还将班级共性错误、知识节点掌握情况和 AI 提示使用情况反馈给教师，由教师调整教学重点、任务难度和干预方式。因此，模式中的“双向反馈”既作用于学生，也作用于教师教学决策。

“一核三元、五环联动、双向反馈”并不是对传统课堂简单增加 AI 环节，而是把学生学习状态作为教学调整的重要依据，使高等数学教学能够更加关注学生差异和学习过程。

3. AI 赋能高等数学智能化教学模式的实施方式——以新能源汽车制动距离的定积分模型为例

为使“一核三元、五环联动、双向反馈”的模式真正落实到课堂教学中，本文选取“新能源汽车制动距离的定积分模型”作为具体案例。教学围绕“某新能源汽车以 100 km/h 速度行驶并进行全力制动，如何根据制动过程中速度随时间变化的数据计算制动距离”这一问题展开，并设置两个递进任务：一是建立制动过程的速度模型，二是利用速度模型计算制动距离。

教学中使用 DeepSeek 以及超星学习通中 AI 工作台的 AI 助教、知识图谱、任务引擎、AI 实践与情景对话等，同时配合 Excel 和 GeoGebra 等数学工具完成数据拟合、模型求解与结果验证。整个教学过程按照“智能诊断-精准导学-协同探究-适应训练-增值评价”五个环节推进。

3.1. 智能诊断：根据学习数据确定教学起点

课前，教师利用超星的任务引擎发布诊断任务，内容主要涉及函数与图像、速度与路程关系、不定积分、定积分微元思想以及简单的数据拟合等前置知识。AI 工作台结合前测结果、历史作业、学习时长和任务完成情况，对学生存在的问题进行归类，并在知识图谱中标记薄弱知识点，形成初步学习画像。

教师主要查看各知识点掌握情况、高频错误以及任务完成情况。例如，如果多数学生对速度与路程之间的关系理解不清，课堂正式进入建模前就增加数形结合的复习；如果只有少数学生存在积分计算困难，则通过任务引擎向这些学生单独推送补充练习。这样，课前诊断不再只是一次测试，而是直接成为课堂教学调整的依据。

3.2. 精准导学：依据知识图谱安排分层任务

案例中问题分析思路为“数据分析-速度模型-制动距离与速度关系”。在此基础上，教师在知识

图谱中建立“函数与图像 - 数据拟合 - 速度函数 - 微元法 - 定积分 - 制动距离”的知识联系,把相关学习资源、常见错误和任务分别链接到相应知识节点。

根据前期诊断结果,任务引擎为不同学生安排不同的学习内容。基础较弱的学生先复习速度、时间、路程关系以及定积分概念;基础一般的学生直接进入散点图分析与函数拟合;基础较好的学生进一步比较不同速度模型的特点及适用性。学生进入任务的路径有所不同,但最终都要求完成速度模型和制动距离模型的建立。

3.3. 协同探究：借助生成式 AI 完成从数据到模型的推理

第一阶段建立速度模型。学生以小组为单位,根据制动数据绘制散点图,使用数学工具分别拟合线性减速、二次减速和指数衰减模型,并结合相关系数 R^2 来比较拟合效果。

当学生遇到困难时,可以与 AI 进行如下交流:

学生:三种模型都能拟合,应该选哪一个?

AI 助教:可以先比较三个模型的 R^2 ,再看它们是否符合实际制动过程。你认为一个合理的制动模型至少应满足哪些条件?

学生:初始速度要接近 100 km/h,最后速度应该降到 0。

AI 助教:还可以再检查一下,整个制动过程中速度是否始终为非负值。把这些条件和拟合结果放在一起比较,再判断哪个模型更合适。

通过这样的提问,学生不能只根据 R^2 机械选择模型,还需要考虑实际制动过程。教师再结合学生的讨论情况补充说明:拟合程度较高只能说明模型与数据接近,模型是否合理还要看是否满足实际条件。

第二阶段是建立制动距离的定积分模型。根据微元法的思想:“局部 - 微元、整体 - 积分”,即由距离微元 $v(t)dt$ 逐步建立制动距离模型。

教师在 AI 实践与情景对话中设置“新能源汽车检测技术人员”的任务情境,让学生根据前面得到的速度模型计算制动距离。学生在推导过程中可以与 AI 进行如下交流:

AI:如果只取很短的一段时间 Δt ,此时速度变化很小,这段时间内的距离可以怎样近似表示?

学生:可以表示为 $v(t)\Delta t$ 。

AI:如果把整个制动过程中所有这样的小段距离加起来,会得到什么?

学生:总的制动距离。

AI:当 Δt 越来越小时,这种求和过程对应高等数学中的什么方法?

学生:定积分。

在这一过程中,AI 只负责把学生的思路逐步引向微元和积分,最终的模型仍由学生自己建立。

这一环节中,学生负责分析与推导,AI 提供适度提示,数学软件用于计算和验证,教师则重点解决学生在微元思想、积分上下限以及模型意义方面存在的共性问题。

3.4. 适应训练：针对不同错误安排后续任务

学生完成建模后,AI 助教根据作答过程对错误进行分类,任务引擎再按照不同问题推送相应任务。

对于模型选择依据不充分的学生,安排三个拟合模型的比较任务;对于不理解 $v(t)\Delta t$ 含义的学生,重新完成“局部距离 - 微元 - 累加”的情景任务;对于积分上下限判断错误的学生,增加制动起点和停车时刻辨析题;已经完成基本任务的学生,则进一步比较不同速度模型对制动距离计算结果的影响。

AI 提示同时设置为不同层次,如概念提醒、方向提示和局部步骤。教师可以从 AI 工作台查看学生调用提示的次数和层级。如果某名学生频繁依赖较高级提示,即使最终完成任务,也说明其独立解决

问题的能力仍需加强，教师可安排针对性辅导；如果同一种错误在班级中集中出现，则说明这一问题需要在课堂中重新讲解。

3.5. 增值评价：利用模型检验反映学生学习变化

案例最后给出了实际测试数据，要求学生进行数据比较和误差分析。

因此，本案例的评价不以求出一个积分结果为终点，而是要求学生进一步比较模型预测值与实测值之间的差异，并分析数据拟合、函数选择和模型假设等因素可能带来的误差。

学生借助 AI 工具梳理误差来源，但需要对 AI 给出的分析进行判断。例如：

学生：为什么计算结果和 34 m 不完全一样？

AI：分别从数据、模型和实际制动条件三个方面考虑。先检查选择的速度函数是否完全拟合原始数据，再判定模型中是否忽略了实际制动过程中的某些因素。

学生：拟合本身有误差，而且实际速度变化不一定完全符合所选函数。

AI：考虑拟合误差和模型假设会怎样影响最后的积分结果。

任务结束后，AI 工作台向教师汇总知识图谱节点掌握情况、典型错误分布、AI 提示调用层级、任务完成路径以及模型检验情况。教师根据这些数据调整后续教学。

多数学生能够完成积分计算，却不能解释“为什么速度的定积分表示距离”，说明学生仍停留在计算层面，下一轮教学就要加强微元思想以及速度-时间图像面积的解释；部分学生频繁依赖高层级 AI 提示，则适当减少直接提示，增加小组讨论和教师追问；学生计算过程基本正确，但模型结果与 34 m 实测数据存在较大差异，则进一步将“模型假设是否合理、误差来自哪里”作为新的学习任务。

评价结果同时反馈给学生，用于呈现其从前置知识、模型建立到结果验证等方面的变化，并重新纳入学习画像。学生根据反馈修正学习，教师依据班级数据调整教学，由此形成学生学习和教师教学两个相互联系的反馈过程。

通过这一案例，AI 不再只是某一个环节中的辅助工具，而是进入诊断、导学、探究、训练和评价全过程。

4. AI 赋能高等数学智能化教学模式的实施保障

人工智能能够提高学习反馈速度，但其生成内容并不总是可靠，学生也可能因使用便利而产生依赖。因此，在高等数学教学中使用 AI，应同时考虑数学学习的严谨性和学生思维训练的完整性。

4.1. 坚持教师主导与学生主体

教师把握教学方向。AI 可以辅助处理学习信息，但课程目标、重点难点、任务设计和评价标准由教师确定。涉及数学思想、复杂问题和学生认知偏差时，教师的专业判断不能被技术替代。学生不能因为 AI 能够给出答案而放弃自主推理。

4.2. 把握 AI 辅助教学的合理边界

概念作为高等数学学习的主要部分，如概念的形成、公式推导、步骤分析和数学应用这些内容，如果 AI 直接完成这些任务，学生就会面临可能失去必要的思维训练。因此，教学设计中明确哪些环节可以借助 AI，哪些内容必须由学生独立完成。

4.3. 验证 AI 结果纳入学习要求

AI 生成的计算过程和结论可能存在错误。学生使用 AI 后，应通过公式推导、重新计算、软件验证

或不同方法比较结果。教师还可以有意识地选择存在错误或不完整的 AI 答案，让学生判断问题所在。这样，AI 的不确定性反而可以转化为培养学生数学判断能力的学习材料。

4.4. 提升教师智能教学设计能力

教师使用 AI 不能停留在出题、写答案和生成课件等层面，还需要能够判断何时使用 AI、采用何种形式、如何分析学生数据以及如何评价 AI 参与后的学习成果。只有教师具备相应的教学设计和判断能力，AI 才可能真正进入课程教学，而不是成为课堂之外的附加工具。

5. AI 赋能高等数学智能化教学模式的现实挑战与应对

5.1. 教师专业发展仍需加强

AI 进入高等数学课堂后，教师不仅要会使用工具，还要能根据教学目标设计任务、分析学习数据并及时调整教学。实际教学中，部分教师容易停留在“会用 AI”的层面，缺少与课程内容的深度结合。对此，可通过案例培训、集体备课和课程团队协作，重点提升教师在知识图谱建设、AI 助教设置、任务设计和学习数据分析等方面的能力。

5.2. 高质量课程资源建设需要持续推进

AI 助教、知识图谱和个性化推荐的效果，很大程度上取决于课程资源的质量。高等数学资源建设不能只是课件、习题和视频的简单汇总，而应围绕“知识点 - 前置知识 - 典型错误 - 学习任务 - 应用案例”建立联系，并由教师定期审核和更新。只有资源结构清晰、内容准确，AI 才能提供更有效的学习支持。

5.3. 学习数据使用需要规范

智能诊断和个性化推荐需要使用测试、作业、学习行为和 AI 交互记录等数据，这些信息有助于教师了解学生，但也涉及隐私和数据使用边界。教学中应坚持必要、适度原则，只采集与学习直接相关的信息，并明确数据用途和访问权限。AI 生成的学习画像和评价结果可作为教学参考，但不能完全替代教师判断。

5.4. 现有技术平台仍有局限

超星学习通、DeepSeek 等 AI 工具可以支持任务发布、学习分析和智能问答，但不同平台之间的数据衔接、复杂数学推理识别和开放性任务评价仍不够完善。因此，应根据教学需要组合使用不同工具，由学习平台负责记录和组织，DeepSeek 负责开放性提示，复杂问题仍由教师进行判断。

5.5. 教学模式需要持续调整

智能化教学模式不是一次设计完成后固定使用，而应根据学生表现和教学效果不断修正。教师可结合知识点掌握情况、错误分布、AI 提示使用情况和任务完成数据进行教学复盘，及时调整资源、任务难度和提示方式。通过持续改进，才能使智能化教学真正适应不同学生 and 不同教学内容。

6. 结语

人工智能给高等数学教学提供了新的条件，也对原有教学组织方式提出了新的要求。其价值最终仍要落实到学生是否真正理解数学、是否能够独立分析问题以及是否形成必要的验证意识。今后的教学中，应继续观察不同 AI 使用方式对学生学习过程的影响，并根据课程内容和学生特点不断调整教学设计。只有把技术使用建立在数学学习规律之上，AI 才能真正发挥辅助教学的作用。

基金项目

广西工业职业技术学院教改重点项目：基于“多平台”的线上线下混合式教学模式的探索与实践——以高等数学课程为例(项目编号：GYJG2020003A)。

参考文献

- [1] 教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html, 2026-04-02.
- [2] VanLEHN, K. (2011) The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, **46**, 197-221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- [3] Graesser, A.C., Chipman, P., Haynes, B.C. and Olney, A. (2005) AutoTutor: An Intelligent Tutoring System with Mixed-Initiative Dialogue. *IEEE Transactions on Education*, **48**, 612-618. <https://doi.org/10.1109/te.2005.856149>
- [4] 喻国明, 李钊, 滕文强. AI+ 教育: 人工智能时代的教学模式升维与转型[J]. 宁夏社会科学, 2024(2): 191-198.
- [5] Liu, B., Zhang, W. and Wang, F. (2026) Can Generative Artificial Intelligence Effectively Enhance Students' Mathematics Learning Outcomes? A Meta-Analysis of Empirical Studies from 2023 to 2025. *Education Sciences*, **16**, Article 140. <https://doi.org/10.3390/educsci16010140>
- [6] 杜华, 孙艳超. 生成式人工智能浪潮下知识观的再审视——兼论两个经典知识之问的当代回应[J]. 现代教育技术, 2024, 34(1): 96-106.
- [7] 何川美, 解楠, 姜浩. AI 赋能: “高等数学”课程的智能化教学革新探索[J]. 科技风, 2025(18): 130-132.
- [8] 王一岩, 刘洪, 郑永和. 人机协同学习: 实践逻辑与典型模式[J]. 开放教育研究, 2024, 30(1): 65-72.
- [9] 单俊豪, 刘永贵. 生成式人工智能赋能学习设计研究[J]. 电化教育研究, 2024, 45(7): 73-80.
- [10] 栗志华, 梅银珍, 王鹏. 人工智能在大学数学个性化教育中的探索[J]. 乐山师范学院学报, 2024, 39(8): 45-54.
- [11] 王法强, 杨晓枫, 曹斌照. 利用知识图谱实施精准和个性化教学——以高等数学为例[J]. 延边大学学报(自然科学版), 2024, 50(2): 133-138.
- [12] 宛平, 顾小清. 生成式人工智能支持的人机协同评价: 实践模式与解释案例[J]. 现代远距离教育, 2024(2): 33-41.