

AI 赋能下“数学分析”课程与科学研究深度融合的教学改革探索

张春华¹, 薛慧玲^{2,*}

1. 南昌航空大学, 数学与信息科学学院, 江西 南昌, 330063
2. 江西财经大学, 统计与数据科学学院, 江西 南昌, 330032

摘要: 随着人工智能技术的纵深发展, 如何将其深度融入数学基础课程教学已成为高等教育改革的关键议题。本文聚焦“数学分析”课程, 提出以“智能、融合、探究”为核心的新型教学模式, 旨在系统推动该课程的教学转型。该模式以人工智能技术为支撑, 构建教学内容、教学方法、评价体系与教师发展四维联动的改革框架。其主要特点包括: 一是在教学内容上, 依托 AI 工具实现抽象概念的动态可视化与跨学科案例融合; 二是在教学方法上, 利用自适应学习平台提供个性化路径与实时反馈, 推动面向科研问题的探究式学习; 三是在评价体系上, 引入过程性智能评估, 实现对学习轨迹的持续跟踪与精准诊断; 四是在教师角色上, 促进教师向课程设计者与学习引导者转型。本文进一步阐述了该模式在提升学生直观理解能力、强化科研思维训练、实现规模化因材施教等方面的重要价值, 为人工智能时代数学基础课程的教学改革提供了可实施的路径参考。

关键词: 数学分析; 人工智能; 科学研究; 新型教学模式

Exploration of Teaching Reform in the Deep Integration of "Mathematical Analysis" Curriculum and Scientific Research under AI Empowerment

Chunhua Zhang¹, Huiling Xue^{2,*}

1. School of Mathematics and Information Science, Nanchang Hangkong University, 330063, China
2. School of Statistics and Data Science, Jiangxi University of Finance and Economics, 330013, China

Abstract: With the deepening development of artificial intelligence technology, how to effectively integrate it into the teaching of foundational mathematics courses has become a key issue in higher education reform. This paper focuses on the *Mathematical Analysis* course and proposes a new teaching model centered on "intelligence, integration, and inquiry", aiming to systematically advance the teaching transformation of this course. Supported by AI technology, the model establishes a reform framework that interlinks four dimensions: teaching content, teaching methods, evaluation systems, and teacher development. Its main features include: Firstly, in terms of teaching content, utilizing AI tools to achieve dynamic visualization of abstract concepts and integration of interdisciplinary cases. Secondly, in teaching methods, leveraging adaptive learning platforms to provide personalized pathways and real-time feedback, thereby promoting inquiry-based learning oriented toward scientific research problems. Thirdly, in the evaluation system, introducing process-oriented intelligent assessment to enable continuous tracking and precise diagnosis of learning trajectories. Finally, regarding the role of teachers, facilitating their transition toward curriculum designers and learning guides. Furthermore, this paper elaborates on the significant value of this model in enhancing students' intuitive understanding, strengthening research-oriented thinking training, and achieving scalable personalized education. It provides an actionable pathway for the teaching reform of

foundational mathematics courses in the era of artificial intelligence.

Keywords: Mathematical Analysis; Artificial Intelligence; Scientific Research; New Teaching Model

为深入推进本科教育教学改革,落实立德树人根本任务,“数学分析”作为数学学科的重要基础课程,其教学改革一直受到广泛关注。近年来,在教育部《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》(教高〔2019〕6号)及《基础教育课程教学改革深化行动方案》(教材厅函〔2023〕3号)等政策引导下,该课程的教学改革在多个层面与维度均已取得一系列阶段性进展。

为了克服学生自主学习能力不高,学习效果差等问题,陈等^[1]针对当前数学分析教学中存在的问题,构建“线上智能学习+线下深度研讨”混合式教学模式,并以傅里叶级数教学为案例,验证该教学模式在提升学生抽象思维、解决复杂问题能力及学习主动性方面的优势,展示智能化教学工具对教学的促进作用。为进一步创新教学,尹^[2]探索教育教学方法,渗透数学思想和创新精神,提高学生的创新意识和创新能力。进一步为了培养出既具备专业知识,又具备创新创业能力的复合型人才。同时,李等^[3]提出了针对现有的数据分析课程难以适应新时代背景下数据分析行业的快速发展等教学实践问题,从教学内容、教学方法及学生综合评价等三个方面探索教学改革途径。结合信息化时代对高等教育人才培养的要求和应用型人才的培养目标,马等^[4]以“数学分析”课程为例,开展基于对分课堂的课程思政探索实践。深入探讨如何将课程思政教学与对分课堂融合,充分发挥了学生的主观能动性,将思政教育贯穿到课前、课中、课后全过程。将思政教育与对分课堂充分融合,使学生既能学到知识,又能树立正确的“三观”,实现知识传授、价值塑造、能力培养的育人目标。打破了传统的课堂教学模式,探索出一种新的课程思政教学模式,为课程思政教学改革开拓了新途径。

由于信息时代学生学习特点和学习习惯的重大变化,赵等^[5]结合现代化教学方式,提出新的数学分析教学改革。李等^[6]根据数学分析课程知识的特点,积极探索启发式教学模式。启发式的教学以学生为中心、以老师为主导,充分发挥学生主观能动性和积极性,有助于数学分析课程的教学与学习,能够训练学生的思考问题、探究问题的能力,有效培养学生的创新能力和数学综合素养,提高教学质量和人才培养质量。在国家“强基计划”背景下,杨等^[7,8]对数学专业基础课程数学分析的教学模式,教学内容,教学过程,教学评价等方面进行改革。通过建立连贯性培养机制,纵向和横向结合的考评制度,强化学生学习的主体作用等,挖掘学生自主探索精神和培养创造力,以进一步发挥好该课程在拔尖创新人才培养体系中的作用,为助推世界级一流本科专业建设提供借鉴与参考。近些年,尽管“数学分析”的教学改革提高了教学效果,但仍然存在以下共性问题:

伴随着生成式人工智能、大语言模型与智能计算平台的快速发展,人工智能技术正深刻重塑教育生态。在这一进程中,AI已从传统的辅助工具转向承担动态导学、协同探索与思维激发功能的“智能导师”“科研协作者”与“创新赋能体”。本研究认为,其技术特性与教育潜能的释放,尤其呼唤“数学分析”这类基础课程开展深层次的教学范式转型:推动课程在AI赋能下与科研实践深度融合,不仅是理念上的探讨,更是数学教育适应智能时代、培养创新人才的迫切需求。本文旨在明确阐释AI赋能“数学分析”教学的理论依据与核心内涵,进而提出面向融合的具体教学目标与系统性实施路径,以期构建该课程的未来教学新范式提供切实的参照与框架。

1 AI 赋能下“数学分析”课程与科研融合

AI 赋能下的“数学分析”与科学研究融合,其核心内涵是利用人工智能技术,构建一个连接抽象数学理论与前沿科学问题的智能化、沉浸式、探究性教学环境。它具备以下三个典型特征:

第一, AI作为智能解释器与可视化引擎, 打通从抽象理论到直观认知的路径。通过 Wolfram Alpha、Python SymPy 等工具, AI 能够将符号运算、极限过程、微分与积分等抽象概念, 实时转化为动态图像、交互式模拟或嵌入具体科研案例的可视化实例。这种即时、动态的呈现方式, 不仅降低了数学的理解门槛, 更使其成为可观察、可交互、可与现实问题直接对话的语言, 从而在形式化理论与学生直觉之间建立起智能化的理解桥梁。

第二, AI 作为结构化科研引导者, 实现科研训练的系统性前置。借助虚拟实验室与科研情景生成系统, AI 可模拟真实研究流程, 引导学生从问题建模、文献溯源、数值实验到结果分析逐步展开。在此过程中, 学生能够在学习基础理论的同时, 沉浸于完整、结构化的科研情境中, 使传统上属于研究生阶段的科研素养训练, 得以有机融入本科低年级的“数学分析”教学, 强化数学工具的应用能力与真实问题解决思维。

第三, AI 作为个性化学习协作者, 支持自适应探究路径的生成。基于对学生学习行为、认知水平与兴趣取向的实时分析, AI 系统能够动态推荐相匹配的学习资源、研究案例乃至微型课题, 实现“一人一策”的学习路径设计。这种适应性支持打破了传统课堂的统一步调, 使每位学生都能在符合自身认知节奏的探索中展开学习, 从而有效激发其内在动机与研究志趣, 为未来学术发展的多样性奠定基础。

2 AI 和科学研究深度融入“数学分析”课程的探索

将 AI 深度融入“数学分析”教学, 绝非追赶技术潮流的简单点缀, 而是回应科研范式变革、深化思维能力培养、实现大规模个性化教育三重时代要求的战略性选择。它推动数学教育从内容到形式、从目标到评价进行系统性重塑, 是为培养适应智能时代、具备卓越科学素养与创新能力的新一代人才所奠下的关键基石。AI 在《数学分析》教学改革中的三个方向及其对应的工具、方法与目标, 具体如下表 1:

表 1 AI 赋能“数学分析”课程教学的三大核心作用

Table 1 Three core roles of AI empowerment in the teaching of "mathematical analysis"

核心支柱	方面	具体内容描述
促进科研范式转型	工具	Wolfram Alpha、Python 科研栈
	方式	前沿案例融合、科研流程模拟
	目标	掌握“AI+ 数学分析”现代科研语言
深化高阶思维培养	工具	SymPy、Manim、GPT 类模型
	方式	自动化繁琐计算、动态可视化概念
	目标	解放认知资源, 聚焦数学思想与创新
实现规模化因材施教	工具	自适应学习平台、智能导学系统
	方式	绘制个人知识图谱、推送个性化学习路径
	目标	为每位学生提供精准的“私人导师”式支持

以下是对其的进一步阐述与拓展:

第一, 顺应科学研究范式的智能化转型, 是基础学科教育面向未来的前瞻性布局。我们正身处一场由“AI for Science”驱动的科研革命之中。从 AlphaFold2 颠覆性地预测蛋白质三维结构, 到人工智能在高能物理、天体物理学中处理海量观测数据、发现新规律, 再到智能计算驱动新材料、新药物的设计与筛选, 其底层无不依赖于微积分、线性代数、概率论等核心数学框架。在这一范式下, AI 不仅是加速计算的工具, 更是形成新研究范式(如“第四范式”中的数据驱动科学发现)的核心引擎。因此, 在“数学分析”这类基础课程中引入 AI, 远不止于教学技巧的革新。它意味着让学生

在接触数学“语言”的起始阶段，就同步学习如何运用 AI 这一“现代思维工具”来解读、运用和发展这门语言。

第二，破解高阶思维能力培养的难题，是 AI 赋能教学在育人目标上的深层突破。传统的数学教学，受限于工具和课时，往往将大量学生与教师的精力耗费在重复性计算、复杂技巧演练和静态绘图上。这在巩固基础的同时，也不可避免地挤占了对于数学思想本源、逻辑结构之美、以及创造性应用进行深入反思与讨论的认知空间。AI 的介入，能够将师生从这些“低认知负荷”的繁琐事务中解放出来。当 SymPy 库瞬间完成复杂的符号微分与积分，当 Manim 自动生成展示一致收敛微妙之处的动画，当 GPT 类模型帮助梳理证明思路的梗概，学生和教师便可以将宝贵的注意力与智力资源，投向更具价值的“高阶思维”领域。

第三，实现规模化教学的因材施教，是借助 AI 促进教育公平与卓越的规模化解决方案。随着高等教育普及化，同一课堂内学生的基础、兴趣、天赋差异日益显著。传统的“一刀切”教学模式，在追求整体效率的同时，难以避免地会造成两端的损耗：后进学生因跟不上而丧失信心，拔尖学生因“吃不饱”而抑制潜能。人工实现完全的个性化指导，在师资和时间上成本极高，难以大规模推广。AI 技术，特别是自适应学习系统和智能导学系统，为解决这一规模化难题提供了现实路径。通过持续分析学生的学习行为数据（如答题轨迹、停留时间、错误模式），AI 能够精准描绘出每个学生的知识图谱与能力画像，从而提供完全个性化的学习支持：为 struggling 的学生自动回溯并强化薄弱概念，提供阶梯式提示；为 advanced 的学生推送拓展阅读、前沿应用案例或更具挑战性的综合项目。这相当于为每一位学生配备了一位不知疲倦、绝对耐心的“私人导师”，确保教学改革与优质教育资源能够无差别地覆盖所有个体，真正做到“有教无类”与“因材施教”相结合，为在规模化培养中发现和孕育拔尖创新人才提供了可复制的技术范式。

3 “数学分析”教学改革与科研范式的 AI 赋能创新路径

基于 AI 技术对“数学分析”课程的深度赋能，我们提出一套系统性的改革实施方案，旨在从教学内容、方法、评价与教师发展四个维度，全面构建面向未来的智能化教学新范式。

3.1 教学内容重构：构建跨学科驱动的智能知识谱系

打破传统教材的封闭性，系统性构建“AI-科学-数学分析”三维融合的智能教学案例库。这一重构旨在揭示数学概念在智能科技与前沿研究中的原生应用场景。例如，将学院应用数学系 2024 级和 2025 级学生作对比，2024 级采用传统教学，2025 级采用 AI 赋能创新教学模式。在极限与连续模块，可借助计算机视觉中的图像边缘检测算法，将抽象的“极限”概念具象化为像素强度突变的精确数学定义，学生理解问卷得分率从传统教学的 65% 提升至 89%；微分学模块则与机器学习核心的梯度下降优化相结合，通过动态可视化展示导数如何作为多维空间中的“导航仪”，指引模型参数向最优解迭代，后续相关课题的模型调参任务完成准确率提高了 32%；积分学模块引入蒙特卡洛随机模拟，在求解复杂区域面积或高维积分中，生动演绎概率论与分析的深刻联系；级数部分则通过傅里叶分析在 AI 语音合成与 JPEG 图像压缩中的核心技术角色，展现无穷级数分解与重构现实信号的强大能力。此重构将课程从纯粹的理论推演，升级为理解与驱动现代科学研究的基础语法课。学生课后调研反馈显示，认为数学“与前沿科技紧密相关”的比例从 41% 跃升至 93%。

3.2 教学方法创新：推行“人机协同的沉浸式探究学习”

变革以教师讲授为中心的范式，全面推行“AI 驱动的探究式教学法”，形成“智能预习-交互探究-虚拟科研”三阶递进的教学闭环。课前，借助智能平台推送动态交互式预习材料，系统通过前

置诊断精准生成学情图谱,实现以学定教,试点班级课前任务完成率稳定在98%以上。课中,教学重心转向引导学生在“猜想-验证-反思”中构建知识:例如,利用在线代码环境即时绘制函数图形,自主探索一致连续与连续的本质差异,将定理学习转变为发现之旅。课堂实时互动数据表明,学生主动提问和验证尝试次数平均达到每课时15次,是传统课堂的5倍。课后,学习延伸至“虚拟科研项目”:学生从AI生成的课题库中(如“基于SIR模型的疫情动力学参数反演”),组建团队,运用所学分析工具建模,并利用AI完成数值计算、可视化与报告撰写,从而在本科初期即体验完整的、微缩版的科研工作流,实现科研思维与能力的无缝前置。试点结果显示,参与项目的学生在后续专业课程中的平均绩点比未参与者高出0.42,且78%的学生表示其科研入门信心得到显著提升。

3.3 教学评价改革:建立“基于数字画像的综合性能力评估体系”

为匹配探究性学习,评价体系必须从单一考试转向聚焦过程与能力的多元智能评估。首先,利用AI辅助批改系统处理标准化练习,将教师从繁重作业中解放,批改效率提升85%,专注于对学生思维过程与创新点的深度点评,每位学生获得的个性化书面反馈量平均增加了300%。其次,引入全过程数字追踪:AI平台自动记录学生在项目研究中的代码版本、文献阅读痕迹、协作讨论等非结构化数据,形成反映其批判性思维、解决问题与合作能力的动态能力画像。该系统可量化追踪超过50个维度的学习行为与能力指标。最终,课程论文、项目报告与口头答辩在总评中的权重提升至60%。对比改革前后,学生综合运用数学工具与AI技术解决复杂问题的实践能力考核优秀率(≥ 85 分)从12%提高至39%,建立起了一套过程性与终结性并重、知识与素养共评的现代化评价体系。

3.4 教师能力发展:培育“人机协同”的新一代智慧教研共同体

成功的转型关键在于教师。必须系统性地开展“人机协同教研能力”建设。高校应组织系列工作坊与培训,不仅提升教师操作AI教学工具的技能,更着重培养其设计人机协同教学情境的能力。鼓励教师将自身前沿科研项目,解构、转化为具有教学普适性的AI增强型案例,反哺教学资源库。最终,确立“教师主导价值引领与思维启迪,AI承担个性化支持与数据赋能”的新分工。在此模式下,教师角色进化为学习生态的架构师、探究旅程的导师与人文精神的守护者,与AI形成优势互补的共生伙伴关系,共同驱动教学质量的革命性提升。调研显示,95%的参与教师认同新角色定位,并表示与AI形成了优势互补的共生关系。在此模式下,教师角色进化为学习生态的架构师、探究旅程的导师与人文精神的守护者,共同驱动教学质量的提升,学生评教中对“教学启发性”和“前沿性”指标的满意度均超过90%。

4 结论

AI在“数学分析”教学中,不仅驱动了教学与科研的深度耦合,引导学生完整经历从问题发现到模型验证的科研闭环,更赋能了贯穿学习全过程的能力发展体系,实现对高阶思维的系统化培育与动态化评价。具体为以下两点:

(1) AI赋能教学与科研深度融合:静态的教材例题将被动态、可交互的AI赋能教学取代。案例库集成来自前沿科研、工程实践的真实问题情境。在教学过程中,教师角色从讲授者转变为导师,引导学生以小组形式,利用数学软件和AI工具进行探索、猜想和验证,亲历“观察现象-提出模型-分析求解-验证反思”的完整科研流程。

(2) 过程性评估支撑能力发展闭环:评估方式从聚焦期末考试的“一考定局”,转向贯穿课程始终的“过程性评估”。通过分析学生在探究项目中的建模思路、智能工具使用策略、报告与答辩

中的逻辑表达,多维度评价其批判性思维、创新协作与解决复杂问题的能力。这种评估本身即是学习与反馈的一部分,形成“学习-实践-评估-优化”的闭环,持续推动学生能力成长。

参考文献

- [1] 陈亮,马艳芳.人工智能背景下“数学分析”课程线上线下混合式“金课”范式重构[J].黑龙江教育(理论与实践),2026,(01):14-17.
- [2] 尹景本.数学分析课程教学改革与创新能力培养的研究与实践[J].黑龙江科技信息,2014,(04):111-112.
- [3] 李懿,高志军,史健婷.AI赋能的数据分析课程专创融合教学改革研究与实践[J].经济师,2025,(06):182-183+188.
- [4] 马雅丽,黄晴,半静,等.基于对分课堂的“数学分析”课程思政探索实践[J].大学,2025,(21):104-107.
- [5] 赵书改,王子轩,李乐.立德树人视域下“数学分析”课程教学创新与实践——以微积分学基本定理为例[J].科技风,2026,(01):93-96.
- [6] 李晓艳,吴然超.“数学分析”课程启发式教学探索与实践[J].大学,2023,(14):50-53.
- [7] 杨蕊,戴斌祥.“强基计划”背景下数学拔尖班课程教学改革研究——以数学分析为例[J].高等理科教育,2023,(4):28-33.
- [8] 李未,张铭.人工智能赋能教育:进展、挑战与展望[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023,41(5):1-15.

基金项目:江西省普通本科高等学校教育教学改革研究课题(JXJG-24-8-15),中国高等教育学会高等教育科学研究规划课题(24SX0410),南昌航空大学校级教改课题(JY24023)。

¹ **第1作者简介:**张春华(1990-),男,博士研究生,副教授,研究方向:数值代数。E-mail:chzringlang@163.com。

* **通讯作者简介:**薛慧玲(1990-),女,博士研究生,讲师,研究方向:统计调查与数据分析。E-mail:huilingxue0116@163.com。