

AI赋能传统数值分析课程的翻转课堂教学改革探索

徐丽云^{1,2}, 梁新彦^{1,2}

¹山西大学计算机与信息技术学院, 山西 太原

²山西大学大数据科学与产业研究院, 山西 太原

收稿日期: 2025年7月8日; 录用日期: 2025年8月18日; 发布日期: 2025年8月27日

摘要

数值分析是高校理工科专业中重要的基础课之一, 然而随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)算法和技术的发展, 以理论推导为主的数值分析课程教学, 在教学内容和方式上已经难以满足AI人才培养的需求。本文针对AI赋能传统数值分析课程的翻转课堂教学改革进行探索, 重点针对课程内容陈旧、学用脱节以及实验环节薄弱等问题提出改革, 改革策略包括教学内容重构、翻转课堂教学以及实践教学设计, 使得在AI背景下学生能够提高学习效率, 同时能将传统数值方法迁移至工程实践中。

关键词

数值分析, 人工智能, 翻转课堂, 教学改革

Exploration of Flipped Classroom Teaching Reform in Traditional Numerical Analysis Courses Empowered by AI

Liyun Xu^{1,2}, Xinyan Liang^{1,2}

¹School of Computer and Information Technology, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

²Institute of Big Data Science and Industry, Shanxi University, Taiyuan Shanxi

Received: Jul. 8th, 2025; accepted: Aug. 18th, 2025; published: Aug. 27th, 2025

Abstract

Numerical analysis is one of the important basic courses in science and engineering majors in colleges and universities. However, with the development of Artificial Intelligence (AI) algorithms and

technologies, the teaching of numerical analysis courses mainly based on theoretical derivation has been difficult to meet the needs of AI talent cultivation in terms of teaching content and methods. This paper explores the flipped classroom teaching reform of traditional numerical analysis courses empowered by AI, focusing on proposing reforms to address issues such as outdated course content, disconnection between learning and application, and weak experimental links. The reform strategies include the reconstruction of teaching content, flipped classroom teaching, and practical teaching design, enabling students to enhance their learning efficiency in the context of AI. At the same time, it can transfer traditional numerical methods to engineering practice.

Keywords

Numerical Analysis, Artificial Intelligence, Flipped Classroom, Educational Reform

Copyright © 2025 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

数值分析是高校理工科类专业中一门比较重要的基础课,它包括求解方程的根、求解线性方程的直接法和迭代法、插值问题、数值积分与微分等方面的经典算法理论。传统教学中,偏重于公式的推导和算法的分析,老师讲什么,学生就学什么。实践环节相对薄弱,以实现经典算法为主,学生很难将学过的内容方法应用到实际工作中去。而当下已进入了人工智能(Artificial Intelligence, AI)时代,对高效数值计算方法的需求越发强烈,比如深度学习、强化学习以及联邦学习等诸多前沿 AI 场景都离不开高速度高可靠的数值计算内核。如果学生不会运用数值分析课程中的知识与技能解决人工智能方面的实际问题,那么课程教学对学生的培养就无法适应新时期下的新工科人才培养的要求。

目前大部分数值分析课程仍是采用“教师讲授 + 课后习题”为主的教学模式,很少采用 AI 技术进行教学创新;而翻转课堂是以学生为中心的教学模式,最早于 2000 年由 Baker 提出[1],能够充分发挥学生的积极性,因此本课程教学改革探索分别对教师和学生设立改革目标:

1) 教师:掌握 AI 赋能的创新教学方法,内容上构建“数学 - AI - 工程”三维知识体系。

2) 学生:形成“数学理论 + AI 算法 + 工程实现”三维一体能力,形成基于真实 AI 问题的主动式学习,并拓展对深度学习、联邦学习等前沿方向的视野。

2. 数值分析与 AI 教育翻转课堂教学研究现状

2.1. 数值分析教学改革研究现状

近年来,众多学者对数值分析课程教学改革进行了一系列探索,并获得了较好的成果。

首先是在技术赋能方面, AI 技术与数值分析教学的融合成为研究热点。梧州学院的研究团队将翻转课堂教学模式应用于数值分析课程,通过运用短视频精准教学,重新建构学习流程,使教学信息更加清晰明了,检测更加快捷,方便统计教学效果[2]。该研究强调,技术工具的应用不仅改变了知识传递方式,更重要的是优化了教学反馈机制,使教师能够及时掌握学生学习情况并调整教学策略。

其次在教学内容和模式重构方面,研究显示教学方式的改进对数值分析教学效果提升显著。任泽民等人提出以工程实例为驱动的教学理念,通过对已有内容的梳理重构以及将课程中介绍的相关知识 with 目前流行的工具或者实际问题结合起来,提高学生的学习兴趣,同时增加了课程内容的实用性[3]。武文华

等人在课程中融入实验和项目, 促进学生在“做中学”, 取得了良好效果[4]。Caligaris 等人运用网络教学资源开展数值分析教学改革研究, 指出学生通过在线资源“先学”继而教师“后教”, 这种教学方式也能够让学生充分参与到教学活动中, 从而发挥学生的主体作用并提高学习效率[5]。熊焱等人的“课前自主学习 + 课中深度讨论”的方式增加了师生之间的互动性以及精准度, 由听老师讲授转变为自主探究, 所以说将信息化技术应用于课堂教学当中是当前教学改革的一种新的常态[6]。一部分学校发现, 把 MOOC 资源用到学校的课堂教学中去, 反过来对学生学习知识有显著作用[7]-[9]。将 AI 技术融入传统教学的具体方式, 有助于学生掌握现代技术的能力和提升学习兴趣, 促进学生的全面发展[10]。AI 技术的引入不是简单地替代教师讲授, 而是通过智能推荐、学习分析等功能, 实现更加个性化的学习支持。这种数据驱动的教学模式为数值分析等实践性强的课程提供了新的教学思路。

另外, 在实践能力培养方面, 项目驱动教学和学科竞赛的引入成为数值分析教学改革的重要方向。梧州学院的研究提出了实践路径建议: 应树立以培养人才为主的教育目标, 理论教学与实践教学相结合, 开展项目驱动教学, 鼓励学生参与各项专业学科大赛, 以赛促学[2]。研究还建议建设双师型师资队伍, 提升教师教学水平, 从而提升数值分析课程的教学质量, 增强学生的综合实践能力和自主创新能力。这与当前工程教育认证强调的“产出导向”教育理念高度契合。

2.2. AI 教育应用研究现状

人工智能技术在教育领域的应用近年来呈现爆发式增长, 从早期的简单辅助工具发展为能够深度参与教学全过程的智能系统。

其中, 个性化学习推荐系统成为 AI 教育应用的重要突破口。一项在翻转课堂环境中应用 AI 支持个性化推荐的研究发现, 人工智能支持的个性化视频推荐可以显著提高中等动机水平学生的学习成绩和参与度, 尤其是在动机水平中等的学生群体中效果更为明显[11]。这种推荐系统, 通过分析学生的在线学习行为和学习效果, 为每个学生提供定制化的学习资源推荐, 实现了从“一刀切”到“因材施教”的转变。

另外, 学习与教学评价模型的研究展示了 AI 在教育评价中的强大能力。邓伟等人研究了基于人工智能技术的课堂教学评价模型, 包括智能课堂教学环境、课堂观察方法与技术、课堂数据采集、人工智能支持的课堂教学分析与可视化、教研员解读、教师反思等六个要素, 涵盖人工智能课堂教学评价的环境、数据、角色与流程, 具备机器、人为参与或反馈等多回路特征[12]。该研究表明基于人工智能技术的课堂评价, 既能达到课程与信息技术融合的目的, 又能实现提升课堂教学质量的目的。

此外, 智能教学助手的开发与应用为教学模式的创新提供了技术支持。杜润莹团队在统计实验课程中引入 AI 助手, 设计并实施了基于雨课堂和 AI 助手的翻转课堂教学模式[13]。实践表明, AI 助手作为“24 小时助教”, 能够及时解答学生问题, 提高学习效率; 同时, 翻转课堂的面对面活动又能有效避免学生过度依赖 AI 助手而缺乏独立思考。

2.3. 翻转课堂模式研究进展

翻转课堂作为一种颠覆传统教学流程的创新模式, 自 2012 年左右引入中国以来, 已经经历了从理念传播到本土化实践再到深度融合的发展过程。

不同学科领域中的翻转课堂应用呈现出明显差异。在数值分析等理工科课程中, 翻转课堂常与编程实践、数学建模等项目式学习结合, 这种应用强调学生的实践能力和问题解决能力培养。而在金融数学等应用性较强的学科中, Salas-Rueda 的研究发现翻转课堂在金融数学教育过程中能有效促进数学技能发展, 特别是通过“课前学习视频, 课堂中通过电子表格协作完成练习, 课后进行在线考试和实验室实践”的活动设计, 对简单利息等数学概念的学习产生积极影响[14]。

技术融合推动翻转课堂模式创新是近年来的显著趋势。早期的翻转课堂主要依赖视频录制和在线平台等基础技术, 而当前的研究则积极探索人工智能、学习分析等先进技术的整合应用。Huang 等人在系统编程课程中应用 AI 支持个性化推荐的研究设计了基于 AI 的并行混合推荐系统, 采用贝叶斯定理和逻辑回归分类来推荐适合学生复习的视频内容[11]。这种智能推荐不仅提高了学习效率, 还通过适应不同动机水平学生的需求, 优化了学习体验。

通过以上研究现状分析, 目前应用于数值分析课程的教学改革研究虽然能为本课程教学提供一定帮助, 但在课程内容结构和实践体系方面仍然不够完整, 尤其是没有与 AI 领域的先进算法融入到教学内容中。因而, 本文将从以下几方面对 AI 赋能传统数值分析课程教学改革进行探索研究:

1) 教学内容模块化重构

教师应根据 AI 应用需求对传统课程内容进行更新, 将经典数值算法与深度学习优化、图神经网络消息传递等典型人工智能应用场景一一对接, 促使学生理解传统数值算法在智能时代的价值。

2) 智能工具融合的翻转课堂

学校可以引入智能学习平台与可视化算例, 构建线上线下相结合的混合式翻转课堂教学模式, 支持即时学习诊断与差异化教学, 提高课堂交互效果。

3) “三阶段”实践教学体系

设计基于“三阶递进”由易到难、逐级提升的实践环节, 并开发多层次、多角度的评价机制, 使得学生实现由理论到工程的应用转化。

3. 教学改革策略探索

3.1. 教学内容重构: 融合人工智能应用案例

首先开展教学改革, 在保证原有的传统数值分析基础教学的前提下, 基于教学内容开展系统化的传统数值方法在人工智能领域的应用。将经典的数值算法模块化, 在讲授完某部分传统方法后再引入这一部分内容下对应的 AI 案例, 建立“传统方法讲解 + AI 案例拓展”的教学内容结构, 消除教学内容滞后的问题。结合教材《计算方法(第四版)》(李桂成著), 对包含的经典数值算法融合 AI 应用场景进行总结如下:

1) 方程求根方法在 AI 中的应用

教师在讲授方程求解的牛顿迭代法时, 可以结合其在机器学习模型训练中的应用案例, 如演示牛顿法如何加速神经网络损失函数的优化过程, 使学生了解该算法在优化深度学习模型参数时的作用。

2) 线性方程组求解方法在 AI 中的应用

教师在讲授求解线性方程组的直接三角分解法时, 引入利用矩阵奇异值分解的人工智能的相关应用, 利用分解法进行加速计算。讲授解线性方程组的迭代法时, 引入强化学习中的值迭代算法、神经网络中的消息传递机制等, 说明数值迭代思想能够应用于 AI 智能决策, 引导学生理解迭代法的应用价值。

3) 插值方法在 AI 中的应用

教师在讲授插值问题的时候引入典型实例, 如对图像或时序插值进行数据增强, GAN 模型中对隐空间进行插值得到样本平滑过渡的现象等。通过实例让学生理解插值算法的基本原理, 明确插值问题的应用及重要性。

4) 数值积分与数值微分在 AI 中的应用

对数值积分、数值微分的学习, 可以通过数值积分的方式加深对贝叶斯机器学习中的数值积分方法的学习, 并且通过早期神经网络训练中使用到的梯度近似的有限差分法过渡到现代常用算法——自动微

分算法, 最后理清各种数值算法发展演变脉络。

5) 常微分方程数值解法在 AI 中的应用

在学习常微分方程数值解法时, 引入一种新型的神经常微分方程, 用经典的四阶龙格-库塔方法进行数值计算, 从而模拟 AI 算法中连续深度神经网络, 实现传统算法和 AI 算法的直接融合。

通过以上经典数值算法与 AI 应用的融合, 可以把抽象数值算法具象化地关联到具体的应用上, 加强学生理解的同时能更好地激励学生去深入挖掘。从而形成“经典算法打底, AI 应用拓展”的课程模块化内容。不仅能够打牢学生的数值分析基础, 让其知道在 AI 时代传统的方法依旧适用, 也能使所教课程内容更加具备时代性与实用性。

3.2. 翻转课堂教学: 融合 AI 工具的交互式学习

在教学模式上, 设计基于翻转课堂理念的交互式学习方法, 并将 AI 技术融入各个环节。整个教学过程分为课前、课中和课后三个阶段, 每个阶段各有侧重又相互衔接, 形成闭环循环。具体设计如下:

1) 课前阶段(先学)

利用雨课堂打造线上学习平台, 由教研组成员将学习资料统一整合为线上资源。学生登录平台后可直接进行学习和章节测试, 系统记录学生的学习进度、解答是否正确等问题, 然后自动生成一份学习报告。教师通过基础学习分析方法即可知道本节课学生错误较多的题目是什么, 方便教师精准备课。

2) 课堂阶段(释疑与探究)

教师在上课的环节根据学生的预习情况进行共性问题的讲解答疑, 同时根据课程模块的设计, 将经典数值算法融合 AI 应用场景的内容进行讲解, 引导学生进行思考和讨论, 将传统方法与现代方法进行结合, 融会贯通, 了解二者之间的联系与发展历程。通过教师引导, 发挥学生能动性, 最大限度地提升学生的思考、分析和理解能力。

3) 课后阶段(巩固与评估)

课后进一步巩固学生所学知识, 布置综合性小组作业, 要求各小组将所学算法应用于实际问题进行求解。例如, 让学生编程实现课程作业并用真实数据集进行测试, 或者撰写一篇算法在某 AI 应用中作用与效果的分析报告。学生完成作业后提交到平台上, 由教师给出定性反馈和评分。教师可以在课后通过问卷调查等方式了解学生对本次课程的反馈意见, 收集改进建议。在下一节课之前, 教师简要讲解上次作业中发现的普遍问题, 形成教学反馈闭环。

这种基于翻转课堂理念的交互式学习方法, 能够实现“课前自主学、课中探究学、课后巩固学”的良性循环。同时, AI 技术一直贯穿其中, 在课前由学生借助雨课堂平台开展自主学习, 课中由教师基于数据对学生情况进行了解, 课后根据反馈结果巩固学生的学习结果。这种教学模式能够更好地培养学生自主学习的能力及实践能力, 真正改变以教师为中心的教学方式, 使得学生的学习更具有交互性。

3.3. 实践教学设计: 基础-综合-创新三阶递进实验

传统的教学模式在实践教学过程中以实现经典算法为主要内容, 在实践改革上将从设计基础实验、综合实验和创新实验“三阶递进”的方式, 循序渐进地培养学生们的实践能力。

1) 基础实验: 对应每个模块让学生重现经典的数值算法, 可以使用 Matlab 或者 C 语言以及 Python, 同时比较不同的实现方法之间的效率和精度。比如可以比较一下手写代码和通常使用的数值库的计算结果与速度差距, 加深学生对算法的理解。

2) 综合实验: 让学生把相对复杂的 AI 应用问题拆分成多个数值计算子任务, 然后一个个地完成, 并做综合, 逐渐将理论运用到真实的应用环境中, 同时也能够扩充学生的学习与知识面。

3) 创新实验: 教师引导学生关注人工智能领域新提出的课题, 在前人工作基础上, 探索人工智能与各个学科交叉方面的应用价值, 学生也应该通过多做数值方法的应用来进行实践。学生可以按照要求分成几个小组, 比如可以用一种新的数值算法在深度学习方面的应用作为一个探索性的题目, 教师也可指导大家按照一些开放式的研究性任务、实施性任务来开展有关于科学探究的创造性思维训练。

以下提供一个三阶递进实验案例:

基础实验: 经典插值方法实现与对比: 拉格朗日插值、牛顿插值;

综合实验: 基于插值方法的数据缺失重构, 应用于数据增强研究;

创新实验: 基于数据增强的时序数据预测研究, 应用于气象、电力等领域。

这三个层次的实验是从简入繁、由浅入深, 基础实验主要让学生掌握和巩固相关的基本算法, 锻炼学生的动手能力; 综合实验是为了提高学生处理综合性问题的能力; 而创新实验主要是培养学生钻研未知领域、发现问题并解决问题的兴趣与创造性的灵感。这种梯度式的训练可以使学生由开始了解基本技能的概念而逐步上升为探索解决问题的过程。这种学习方式有利于加强学生对理论知识与实际运用的联系。

4. 教学实施路径与改革效果

为确保上述教学改革方案的顺利落地实施, 制定了相应的教学实施路径和保障措施。改革后的教学流程由课前 - 课中 - 课后三部分组成, 利用“课前支持 - 课堂管理 - 课后跟进”构成一个环环相扣的闭环反馈链路, 在各环节需要重点关注的内容有:

1) 课前支持: 要充分准备好线上学习资源, 并精心设计好引导性的问题; 教研组保证在线平台的资源能够被访问、使用和交流, 在此情况下, 教给学生如何进行课前自学。

2) 课堂管理: 教师应该营造宽松的课堂环境, 控制课堂讨论和课后汇报的时间进度, 可以通过随堂小测验得到同学们的实时反馈, 从而动态调整教学思路, 保持课堂良好的教学互动效果。

3) 课后跟进: 跟踪平台上学生提交的作业, 对于部分主观性题目, 及时开展人工批阅, 并附加相应评价。针对学习中出现问题较多的学生提供帮助, 可增加一些习题进行练习和巩固提高, 进行一对一交流。根据上一个教学单元的教学反馈情况进行本单元教学设计, 做到有的放矢, 精准施教。

4) 持续改进: 在教学的实行当中, 根据学生的反馈、教学评价的结果不断地改进自己的教学设计和教学方式。比如, 教师可以依据学生的层次挑选合适的 AI 案例供学生学习, 动态进行案例更新, 还可以根据实际的教学效果改进或补充学习资源, 从而更好地进行教学模式的改革。

目前, 教学团队已经将部分教学改革措施实施于所在学校人工智能专业, 为了解教学改革成果, 进而得到有效反馈, 将实施改革的班级与上一年未实施改革班级作为实验组和对照组对教学改革实施效果进行对比分析, 具体的对比效果如表 1 所示。实验班的期末考试优良率、实验报告优秀率和学生评教得分均优于对照班级, 表明教学改革的实施对教学质量起到了一定的促进作用。

Table 1. Implementation effect of the teaching reform of the numerical analysis course

表 1. 数值分析课程教学改革实施效果

年级	班级	是否实施教学改革	期末考试优良率 (≥ 80 分)	实验报告优秀率 (≥ 90 分)	学生评教得分 (非常满意)
2023 级	实验班级	是	58.18%	56.36%	94.55%
2022 级	对照班级	否	44.83%	45.95%	75.00%

5. 局限性与挑战

尽管本文提出从三方面对 AI 赋能的数值分析教学进行改革,然而在改革实施过程中也存在很多的局限性与挑战。首先,在教学内容重构方面需要紧跟现代数值分析发展前沿,将现代数值分析方法与传统算法相结合,这必然会增加教师工作量,也就对教师的专业能力和工作投入提出了更高要求。其次, AI 技术工具的快速更新也要求教师不断学习和适应,这对部分教师构成了较大压力,同时教师和学生 AI 技术的接受度和使用能力也存在差异,需要加强教师培训和引导学生学习;也存在学生适应性问题,特别是对自主学习能力较弱的学生,可能在课前学习阶段容易掉队。第三,在实践教学上,要求教师从知识传授者转变为学习设计者和指导者,制定和更新高阶实践实验项目,这对教师的学习能力和专业知识要求更高;对学生而言,学生的代码编程基础可能参差不齐,对于编程基础较弱的学生会产生一定的学习压力,教师在指导学生方面需要增加个性化指导方式。

总体而言,需要全面实施数值分析课程改革措施并取得良好的改革效果,仍存在诸多的局限性和挑战性。为取得更好的改革效果,需要教师团队的共同努力,也需要学生的积极配合。

6. 结语

针对 AI 赋能传统数值分析课程的改革,即翻转课堂教学改革过程中怎样把 AI 技术充分利用起来,在教学内容、教学方法和教学模式三个层面进行了改革探索并做出了系统性优化。构建“内容更新-方法创新-模式重构”的三位一体教学改革体系,以模块化形式把传统数值分析方法与 AI 技术应用融合,逐步实现学生由学习经典算法到学会使用 AI 数值方法以及把知识迁移到实际问题中去的过程转变,提升学生动手实践能力;通过线上线下相结合、引入 AI 工具的混合式教学法,让学生更好地参与到互动学习中来;通过以实际问题为驱动、运用情境模拟的方式引领学生围绕模块化任务开展学习活动,并在实践学习过程中对已学知识进行创新性探索应用,在一定程度上能激发学生的学习动力,提高学生的专业认同感。

基金项目

本文由山西大学校级教改项目“AI 驱动的数值分析课程教学改革探索——面向人工智能专业”支持。

参考文献

- [1] Baker, J.W. (2000) The “Classroom Flip”: Using Web Course Management Tools to Become the Guide by the Side. In: *11th International Conference on College Teaching and Learning*, Center for the Advancement of Teaching and Learning, Florida Community College at Jacksonville, 9-17.
- [2] 覃桂萍, 涂井先, 许成章, 等. 翻转课堂教学模式在数值分析课程教学改革中的研究与实践[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(9): 152-154.
- [3] 任泽民, 李庆玉, 黎彬. 新工科背景下数值分析课程改革的几点思考[J]. 教育教学论坛, 2020(18): 284-285.
- [4] 武文华, 曲忠宪, 王春红. 数值分析课程教学改革的探索与研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2018, 27(3): 100-102, 123.
- [5] Caligaris, M., et al. (2020) Improving Numerical Analysis Teaching through Online Resources and Flipped Classroom Approach. *Mathematical Education in Science and Technology*, 53, 996-1009.
- [6] 熊焱. 数值分析课程教学设计策略探究[J]. 产业与科技论坛, 2023, 22(13): 167-168.
- [7] 詹锐. “数值分析”课程理论与实验同步教学的改革探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2023(4): 4.
- [8] 胡霞, 王进科. AI 驱动的 BOPPPS 教学模式在离散数学课程教学中的创新探索[J]. 科技视界, 2024, 14(23): 60-63.
- [9] 晏日安, 熊佩英, 陈暑波. 新工科背景下数学专业数值分析课程的教学改革[J]. 学园, 2024(17): 24-26.
- [10] 李俊林, 孙妮妮, 胡珂珂, 等. 人工智能背景下数值分析课程教学改革研究[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(20): 37-40.

-
- [11] Huang, A.Y.Q., Lu, O.H.T. and Yang, S.J.H. (2023) Effects of Artificial Intelligence-Enabled Personalized Recommendations on Learners' Learning Engagement, Motivation, and Outcomes in a Flipped Classroom. *Computers & Education*, **194**, Article ID: 104684. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104684>
- [12] 邓伟, 杨晓丹, 高倩倩, 等. 人工智能支持下的课堂教学评价模型研究[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(8): 3-14.
- [13] 杜润莹. 基于雨课堂和 AI 助手的统计实验翻转课堂模式研究[J]. 教育进展, 2025, 15(7): 150-155.
- [14] Salas-Rueda, R. (2022) Use of Flipped Classroom in the Teaching-Learning Process on Descriptive Statistics. *Turkish Online Journal of Distance Education*, **23**, 53-64. <https://doi.org/10.17718/tojde.1182755>