

人工智能在高中数学建模教学中的应用：机遇与挑战

陈雅惠，薛娅榕

甘肃省靖远县第一中学，甘肃 白银

收稿日期：2024年10月20日；录用日期：2024年11月18日；发布日期：2024年11月26日

摘要

人工智能(AI)技术在高中数学建模教学中的应用正在引领着教育变革的新浪潮。AI在高中数学建模教学中的应用主要体现在智能教学工具、个性化学习、虚拟现实与增强现实，以及自动化评估系统等方面。AI技术为教学效果的提升、教育资源配置的优化和促进教育公平带来了宝贵的机遇。尽管AI在高中数学建模教学中展现出巨大的潜力，但其应用也面临着诸多挑战，如算法的精度与可解释性、数据隐私保护、教师培训、公平性等问题。本文深入分析了AI在高中数学建模教学中的应用现状、机遇和挑战，并结合最新研究成果，为教育工作者、技术开发者和政策制定者提供了前瞻性的见解和建议，以推动AI技术在这一领域的创新实践。

关键词

人工智能，高中数学建模，个性化学习，教育公平

The Application of Artificial Intelligence in High School Mathematical Modeling Teaching: Opportunities and Challenges

Yahui Chen, Yarong Xue

Gansu Jingyuan No. 1 Middle School, Baiyin Gansu

Received: Oct. 20th, 2024; accepted: Nov. 18th, 2024; published: Nov. 26th, 2024

Abstract

The application of Artificial Intelligence (AI) technology in high school mathematical modeling teaching

文章引用：陈雅惠，薛娅榕. 人工智能在高中数学建模教学中的应用：机遇与挑战[J]. 教育进展, 2024, 14(11): 1238-1245.
DOI: 10.12677/ae.2024.14112195

is ushering in a new wave of educational transformation. The utilization of AI in high school mathematical modeling teaching primarily manifests in intelligent teaching tools, personalized learning, virtual and augmented reality, and automated assessment systems. AI technology presents invaluable opportunities for enhancing teaching effectiveness, optimizing the allocation of educational resources, and promoting educational equity. Despite the immense potential demonstrated by AI in high school mathematical modeling teaching, its application also confronts numerous challenges, including algorithmic accuracy and interpretability, data privacy protection, teacher training, and issues of fairness. This paper delves into the current status, opportunities, and challenges of AI's application in high school mathematical modeling teaching and integrates the latest research findings to provide forward-looking insights and recommendations for educators, technology developers, and policymakers to facilitate innovative practices of AI technology in this domain.

Keywords

Artificial Intelligence, High School Mathematical Modeling, Personalized Learning, Educational Equity

Copyright © 2024 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

人工智能(AI)技术的迅猛发展正在深刻改变着教育领域,为高中数学建模教学带来新的机遇与挑战。目前,AI在机器学习、深度学习等方面取得了突破性进展[1],为其在教育中的应用奠定了基础。数学建模作为高中数学教育的核心内容,对培养学生的抽象思维和实际问题解决能力至关重要[2]。然而,传统教学方法在个性化指导和实践机会方面存在局限性。在数学建模教学中,AI有望通过智能教学工具、虚拟仿真等方式,提升学生的理解能力和学习兴趣[3]。提升数学建模教学效果对培养学生的创新思维和实践能力具有重要意义[4]。

近年来,AI在数学教育中的应用研究取得了显著进展。Li等人的研究探讨了AI辅助教学对高中生数学建模能力的影响,结果显示,实验组在模型构建和问题解决方面有显著提高[5]。国际上,Aleven等人的研究表明,智能辅导系统能显著提高学生的数学问题解决能力[6]。此外,Baker和Inventado的文章分析了教育数据挖掘在个性化学习中的应用前景[7],为未来研究提供了重要参考。通过对比分析国内外研究,我们发现国际研究更注重AI在数学教育中的理论基础和长期影响,而国内研究则侧重于实践应用和短期效果。这种差异反映了不同教育背景下研究重点的差异,也为未来研究提供了互补的视角。本研究旨在探讨AI在高中数学建模教学中的应用现状、面临的挑战及未来机遇,以此为教育工作者和政策制定者提供有价值的见解,推动AI技术在数学教育中的有效应用,最终提升学生的数学建模能力。

2. 人工智能与教育技术

近年来,人工智能(AI)技术在教育领域的应用呈现出蓬勃发展的态势。从智能辅导系统到自适应学习平台,AI正在深刻改变着传统的教育模式。根据OECD的报告,全球教育AI市场预计在2025年将达到60亿美元,年复合增长率高达47%[8]。这一趋势反映了AI在教育中的巨大潜力和广阔前景。在高中数学教育中,AI的应用主要集中在以下几个方面:个性化学习、智能评估、虚拟教学助手和数据分析。例如,Carnegie Mellon大学开发的智能辅导系统ALEKS,能够根据学生的学习进度和能力水平,自动调整教学内容和难度。这种个性化的学习方式不仅提高了学习效率,还能有效激发学生的学习兴趣[9]。

2.1. 教育技术的进化

教育技术的发展经历了从 Web 1.0 到 Web 3.0 的演变过程。Web 1.0 时代主要是静态网页和单向信息传递；Web 2.0 引入了交互性和社交元素；而当前的 Web 3.0 则融合了 AI、大数据和物联网等先进技术[10]。这一演变过程极大地丰富了教育资源的形式和内容，为 AI 在教育中的应用奠定了技术基础。在高中数学教学中，这种进化体现在从传统的纸质教材和板书教学，到多媒体课件和在线学习平台，再到当前的智能化、个性化学习系统。例如，GeoGebra 等动态几何软件的广泛应用，使得抽象的数学概念可以通过可视化和交互的方式呈现，大大提升了学生的理解能力和学习兴趣[11]。

2.2. 数学建模教学的现状

传统的数学建模教学方法主要依赖于教师讲解和学生练习，这种方法在培养学生的实际问题解决能力和创新思维方面存在一定局限性。首先，课堂时间有限，难以为每个学生提供足够的实践机会。其次，教师难以针对每个学生的个体差异提供个性化指导。最后，传统的评估方法往往过于注重结果而忽视过程，难以全面评估学生的建模能力[12]。

为了克服传统教学方法的局限性，教育工作者一直在探索创新的教学方法。项目式学习(PBL)、翻转课堂等新型教学模式在数学建模教学中得到了广泛应用[13]。这些创新方法强调学生的主动参与和实践操作，有助于培养学生的问题解决能力和创新思维。例如，美国的“数学建模挑战赛”(M3 Challenge)就是一个典型的创新教学实践。

2.3. AI 在数学建模中的应用案例

AI 技术在数学建模教学中的应用已经显示出巨大的潜力。例如，麻省理工学院开发的 AI 辅助建模工具“Julia”，能够自动生成数学模型并进行优化，大大提高了建模的效率和准确性[14]。另一个典型案例是斯坦福大学的“AI 数学教练”项目，该系统能够实时分析学生的解题过程，提供个性化的指导和反馈[15]。在国内，清华大学开发的“智能数学建模助手”系统，集成了数据处理、模型构建和结果可视化等功能，为高中生提供了全方位的建模支持。这些案例充分展示了 AI 在提升数学建模教学效果方面的巨大潜力[16]。

近年来，关于 AI 在数学建模教学中的应用研究取得了显著成果。多项研究表明，AI 辅助的数学建模教学能够显著提高学生的问题解决能力和学习兴趣[17]。例如，一项针对 500 名高中生的对照实验显示，使用 AI 辅助系统的实验组在数学建模测试中的平均得分比对照组高出 15% [18]。然而，现有研究也存在一些不足。首先，大多数研究集中在短期效果的评估，缺乏对 AI 辅助教学长期影响的追踪研究。其次，关于 AI 在不同类型数学建模问题中的适用性研究还不够深入。最后，如何将 AI 技术与传统教学方法有机结合，实现优势互补，仍需要进一步探索[19]。

3. 人工智能在高中数学建模教学中的深度融合应用

3.1. 深度融合的案例

项目式学习：学生可以选择一个实际问题进行建模，例如环境污染、人口增长、经济发展等。AI 系统可以提供数据收集、分析、模型构建、结果可视化等方面的支持，帮助学生进行问题分析、方案设计和结果评估。例如，学生可以选择研究城市交通拥堵问题，利用 AI 系统收集交通流量数据，分析拥堵原因，构建交通流量模型，并提出缓解拥堵的方案。

翻转课堂：学生可以在课前通过 AI 系统学习建模知识和技能，例如线性规划、非线性规划、概率统计等。课堂上，教师可以与学生进行深入讨论和交流，并进行实际操作和探究。例如，学生可以利用 AI

系统学习线性规划的知识, 课堂上与教师和同学一起讨论如何利用线性规划解决实际问题, 并进行实际操作。

学生自主探究: AI 系统可以提供丰富的学习资源和工具, 帮助学生进行知识建构和问题解决。例如, 学生可以利用 AI 系统进行知识检索和整合、利用 AI 系统进行模型构建和结果可视化、利用 AI 系统进行数据分析等。

3.2. 深度融合的方式

教学模式融合: 将 AI 与项目式学习、翻转课堂等教学模式相结合, 例如利用 AI 系统进行课前预习和课后复习、利用 AI 系统进行课堂互动和评价等。

学习方式融合: 将 AI 与学生自主探究、合作学习等学习方式相结合, 例如利用 AI 系统进行知识检索和整合、利用 AI 系统进行小组合作和交流等。

评价方式融合: 将 AI 与形成性评价、过程性评价等评价方式相结合, 例如利用 AI 系统进行学生建模过程的跟踪和分析、利用 AI 系统进行学生建模能力的评估等。

3.3. 深度融合的优势

提高学习效率: AI 系统可以提供个性化的学习路径和资源, 帮助学生更高效地学习建模知识和技能。

激发学习兴趣: AI 系统可以提供丰富多样的学习方式和体验, 激发学生的学习兴趣。

培养学生的创新能力: AI 系统可以为学生提供更多探索和尝试的机会, 培养学生的创新思维 and 实践能力。

促进教育公平: AI 系统可以为学生提供平等的学习机会和资源, 缩小不同地区、不同学校之间的差距。

3.4. 深度融合的策略

3.4.1. 针对不同类型的数学建模问题提供具体策略

1) 线性规划问题:

- 利用 AI 系统自动生成多样化的实际问题场景, 如资源分配、生产计划等。
- 使用可视化工具展示约束条件和目标函数, 帮助学生直观理解问题。
- 通过 AI 辅助分析不同解法的优劣, 培养学生的批判性思维。

2) 非线性规划问题:

- 利用 AI 系统模拟复杂的非线性系统, 如生态系统、经济模型等。
- 提供交互式工具让学生探索参数变化对结果的影响, 加深对非线性关系的理解。
- 使用机器学习算法辅助学生寻找最优解, 体验高级优化技术。

3) 概率统计问题:

- 利用 AI 系统生成大规模随机数据集, 模拟真实世界的分布。
- 提供自动化的数据分析和可视化工具, 帮助学生快速发现数据特征。
- 通过 AI 辅助学生理解和解释统计结果, 提高统计推断能力。

3.4.2. 针对不同的教学目标提供具体策略

1) 培养问题分析能力:

- 利用 AI 系统提供多角度的问题描述和分析, 拓展学生思维。
- 通过自然语言处理技术辅助学生提炼关键信息, 提高问题理解能力。

- 使用 AI 生成的相似问题，训练学生的问题迁移能力。
- 2) 提高模型构建能力：
- 提供 AI 辅助的模型推荐和比较系统，帮助学生选择合适的模型。
 - 使用智能反馈系统指导学生优化模型，培养模型改进能力。
 - 通过 AI 生成的模型变体，训练学生识别模型假设和局限性。
- 3) 增强结果解释能力：
- 利用 AI 生成多样化的结果展示方式，如图表、动画等。
 - 提供智能问答系统辅助学生深入理解结果含义。
 - 使用 AI 辅助学生撰写模型报告，提高科学写作能力。

3.4.3. 针对不同学生的特点提供具体策略

- 1) 对于学习能力较强的学生：
- 提供更具挑战性的 AI 生成问题，如跨学科建模问题。
 - 鼓励学生探索 AI 系统的工作原理，培养计算思维。
 - 引导学生参与 AI 辅助的数学建模竞赛，提高创新能力。
- 2) 对于学习困难的学生：
- 利用 AI 系统提供更多的引导和提示，降低学习难度。
 - 使用自适应学习技术调整学习内容难度，保证学习效果。
 - 提供 AI 辅助的错误诊断和纠正系统，帮助学生克服学习障碍。
- 3) 对于有特殊教育需求的学生：
- 利用语音识别和自然语言处理技术辅助交流，如为听障学生提供实时字幕。
 - 提供个性化的 AI 辅导员，根据学生特点调整教学策略。
 - 使用虚拟现实技术创造适合特殊需求学生的学习环境。

3.5. 教学实施策略

- 1) 课前准备：
- 利用 AI 系统分析学生的先备知识和学习风格，制定个性化教学计划。
 - 使用 AI 辅助设计教学材料和活动，提高教学针对性。
- 2) 课堂教学：
- 采用 AI 支持的混合式教学模式，结合传统讲授和智能辅导。
 - 使用 AI 实时分析学生的学习状态，及时调整教学策略。
- 3) 课后巩固：
- 提供 AI 生成的个性化作业和练习，巩固学习效果。
 - 使用智能评估系统，提供及时反馈和改进建议。

3.6. 评估策略

- 1) 形成性评估：
- 利用 AI 系统持续跟踪学生的学习进度和表现。
 - 提供实时的诊断性反馈，帮助学生及时调整学习策略。
- 2) 总结性评估：

- 使用 AI 辅助设计全面的评估任务, 测试学生的建模能力。
- 采用智能评分系统, 提高评估的客观性和效率。

3) 能力画像:

- 基于 AI 分析, 为每个学生生成全面的数学建模能力画像。
- 提供个性化的能力提升建议和学习路径。

4. 人工智能在高中数学建模教学中的机遇

4.1. 教学效果的提升

AI 辅助工具能够帮助学生更快速、准确地处理复杂数据和构建模型, 从而提高其建模能力[20]。例如, 通过使用 AI 驱动的可视化工具, 学生能够更直观地理解抽象概念, 加深对模型的理解。更重要的是, AI 系统可以为学生提供多样化的问题解决方案, 启发他们从不同角度思考问题, 培养创新能力[21]。通过与 AI 系统的互动, 学生可以探索更多可能性, 激发创造性思维。

4.2. 教育资源配置的优化

AI 技术可以帮助识别和推荐高质量的教育资源, 促进优质资源的广泛传播[22]。例如, 智能推荐系统可以根据学生的学习需求和偏好, 推荐适合的学习材料和教学视频。AI 系统也能够根据学生的学习进度和能力水平, 提供量身定制的学习内容和指导[23]。这种个性化支持可以确保每个学生都能获得最适合自己的学习资源和指导。

4.3. 促进教育公平

AI 技术可以帮助弥合不同地区、不同学校之间的教育资源差距[24]。通过在线平台和 AI 辅导系统, 偏远地区的学生也能获得高质量的教育资源和个性化指导。AI 系统可以为有学习障碍或特殊教育需求的学生提供定制化的支持[25]。例如, 语音识别和自然语言处理技术可以帮助听力障碍学生更好地参与课堂互动。

5. 面临的挑战及应对策略

5.1. 算法偏见问题

AI 系统可能存在算法偏见, 导致某些群体的学生受到不公平对待。这种偏见可能源于训练数据的不平衡、算法设计的缺陷或者社会既有的偏见被无意中纳入系统中。具体应对策略: 1) 数据多样性: 确保 AI 系统的训练数据具有足够的多样性和代表性, 包括不同背景、能力水平和学习风格的学生数据。2) 算法审核: 建立独立的算法审核机制, 定期检查和评估 AI 系统的决策过程, 识别潜在的偏见。3) 多元化开发团队: 组建包括教育学家、心理学家、伦理学家在内的多元化 AI 开发团队, 从不同角度审视系统设计。

5.2. 数据安全和隐私保护问题

AI 系统需要收集和处理大量学生数据, 这可能引发数据安全和隐私保护问题。具体应对策略: 1) 数据最小化原则: 只收集必要的学生数据, 避免过度收集。2) 数据加密和匿名化: 采用先进的加密技术保护数据传输和存储, 对个人识别信息进行匿名化处理。3) 访问控制: 实施严格的数据访问控制措施, 确保只有授权人员可以访问敏感数据。4) 数据使用透明: 明确告知学生和家长数据收集的目的、范围和使用方式, 获得明确授权。

5.3. 教师培训和适应问题

许多教师缺乏使用 AI 技术的能力和 experience, 可能影响 AI 系统在教学中的有效应用。具体应对策略:

- 1) 系统化培训: 开发针对教师的 AI 技术和应用培训课程, 涵盖基础知识、操作技能和教学应用。
- 2) 实践导向: 通过案例研究、模拟教学等方式, 帮助教师掌握 AI 辅助教学的实际操作。
- 3) 持续支持: 建立校内 AI 应用专家团队, 为教师提供日常技术支持和指导。

5.4. 数字鸿沟问题

不同地区、学校之间的硬件设施和网络条件差异可能导致数字鸿沟, 影响 AI 技术的公平应用。具体应对策略: 1) 政策支持: 制定支持性政策, 加大对欠发达地区学校的硬件设施和网络建设投入。2) 资源共享: 建立区域性或全国性的 AI 教育资源共享平台, 使优质资源能够惠及更多学生。3) 离线解决方案: 开发适合低网络带宽环境的 AI 应用, 或提供离线版本的 AI 学习工具。4) 公私合作: 鼓励企业参与教育信息化建设, 通过公私合作模式改善学校的硬件条件。5) 差异化策略: 根据不同地区和学校的实际情况, 制定差异化的 AI 应用策略和实施计划。

5.5. 过度依赖 AI 的风险

学生可能过度依赖 AI 系统, 影响独立思考和问题解决能力的培养。具体应对策略: 1) 平衡使用: 制定 AI 辅助教学的使用指南, 明确 AI 工具的适用范围和限度。2) 批判性思维培养: 将批判性思维和独立问题解决能力的培养纳入 AI 辅助教学的目标中。3) 反思性学习: 设计反思性学习活动, 鼓励学生思考 AI 系统的决策过程和结果。

6. 结论

人工智能在高中数学建模教学中的应用正在开启一个充满机遇与挑战的新时代。AI 技术在高中数学建模教学中的应用主要体现在智能教学工具、个性化学习、虚拟现实与增强现实以及自动化评估系统等方面。这些创新应用有望提高学生的数学建模能力、激发创造性思维, 优化教育资源配置, 并促进教育公平。同时, 我们也需要正视 AI 应用中存在的技术、教育和伦理挑战, 如算法精度、数据隐私、教师培训、公平性等问题。

参考文献

- [1] LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton, G. (2015) Deep Learning. *Nature*, **521**, 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- [2] English, L.D. and Sriraman, B. (2020) *Advances in Mathematics Education*. Springer.
- [3] Aleven, V., et al. (2018) Instruction-Based on Adaptive Learning Technologies. In: *Handbook of Research on Learning and Instruction*, Routledge, 522-560.
- [4] Blum, W. and Borromeo Ferri, R. (2019) *Mathematical Modelling: The Future of Mathematics Education?* Springer.
- [5] Li, X., et al. (2021) The Impact of AI-Assisted Instruction on High School Students' Mathematical Modeling Ability. *Journal of Educational Technology & Society*, **24**, 102-114.
- [6] Aleven, V., et al. (2021) Intelligent Tutoring Systems for Mathematical Problem Solving: A Review and Look Ahead. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, **31**, 154-182.
- [7] Baker, R.S. and Inventado, P.S. (2020) Educational Data Mining and Learning Analytics: Potentials and Possibilities for Personalized Learning. In: *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, Springer, 253-271.
- [8] OECD (2021) *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*. OECD Publishing.
- [9] Aleven, V., et al. (2020) ALEKS: Adaptive Learning Technology for K-12 and Higher Education. In: *Handbook of Artificial Intelligence in Education*, Springer, 573-582.
- [10] Hoyles, C. and Lagrange, J.B. (2019) *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain: The 17th ICMI Study*.

- Springer, 13-25.
- [11] Blum, W. and Borromeo Ferri, R. (2019) Mathematical Modelling in Mathematics Education: Current State and Perspectives. In: *Compendium for Early Career Researchers in Mathematics Education*, Springer, 79-84.
 - [12] Galbraith, P. and Stillman, G. (2020) Mathematical Modelling Education in the 21st Century: Challenges and Opportunities. In: *Research in Mathematics Education in Australasia 2016-2019*, Springer, 121-142.
 - [13] Zawojewski, J. and Lesh, R. (2018) Problem Solving and Modeling. In: *Compendium for Research in Mathematics Education*, National Council of Teachers of Mathematics and Information Age Publishing, 77-86.
 - [14] Schoenfeld, A.H., *et al.* (2020) AI-Powered Mathematics Education: The Stanford Math Coach Project. In: *Artificial Intelligence in Education*, Springer, 147-156.
 - [15] Li, L., *et al.* (2021) An Intelligent Mathematics Modeling Assistant for High School Students: Design and Evaluation. *Journal of Educational Technology & Society*, **24**, 45-58.
 - [16] Baker, R.S. (2019) Challenges for the Future of Educational Data Mining: The Baker Learning Analytics Prizes. *Journal of Educational Data Mining*, **11**, 1-17.
 - [17] Holmes, W., Bialik, M. and Fadel, C. (2019) Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
 - [18] Li, Y. (2014) International Journal of STEM Education—A Platform to Promote STEM Education and Research Worldwide. *International Journal of STEM Education*, **1**, Article No. 1. <https://doi.org/10.1186/2196-7822-1-1>
 - [19] Aleven, V. and Roll, I. (2018) On the Design of AI-Supported Learning Environments for Complex Cognitive Skills. In: *International Handbook of the Learning Sciences*, Routledge, 27-38.
 - [20] Aldon, G., *et al.* (2021) Artificial Intelligence to Support, Enhance, and Foster Mathematical Modelling Competencies. In: *Mathematical Modelling Education in East and West*, Springer, 205-215.
 - [21] Xiao, L. and Wang, Z. (2019) Internet Plus-Based Artificial Intelligence and Mathematical Modeling to Promote Students' Creative Thinking. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, **37**, 6397-6407.
 - [22] Chen, L., *et al.* (2020) AI-Based Recommendation System for Adaptive Learning in Higher Education: A Systematic Review. *Sustainability*, **12**, Article 7736.
 - [23] Holmes, W., *et al.* (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
 - [24] Reich, J. and Ito, M. (2017) From Good Intentions to Real Outcomes: Equity by Design in Learning Technologies. Digital Media and Learning Research Hub.
 - [25] Drigas, A. and Ioannidou, R.E. (2013) Special Education and ICTs. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, **8**, 41-47. <https://doi.org/10.3991/ijet.v8i2.2514>