

人工智能赋能数学师范生教学能力培养模式构建与实践

任磊, 司红颖

商丘师范学院数学与统计学院, 河南 商丘

收稿日期: 2025年6月25日; 录用日期: 2025年8月14日; 发布日期: 2025年8月25日

摘要

人工智能技术的快速发展为教师教育领域带来深刻变革。本文基于教育数字化转型背景, 以数学师范生为研究对象, 提出“三维一体”的人工智能赋能教学能力培养模式, 涵盖课程体系重构、智能实训平台搭建、多元评价系统设计, 并结合实践案例验证其有效性。研究表明, 该模式通过技术驱动、数据支撑与生态重构, 能够实现教学能力培养的精准化与个性化, 为新时代数学师范生的智能化培养提供创新路径。

关键词

人工智能, 数学师范生, 培养模式, 教学能力

Construction and Practice of Teaching Ability Cultivation Model for Mathematics Normal Students Empowered by Artificial Intelligence

Lei Ren, Hongying Si

School of Mathematics and Statistics, Shangqiu Normal University, Shangqiu Henan

Received: Jun. 25th, 2025; accepted: Aug. 14th, 2025; published: Aug. 25th, 2025

Abstract

The rapid development of artificial intelligence technology has brought profound changes to the field of teacher education. Based on the background of digital transformation in education, in this paper, mathematics normal students are taken as the research object, a “three-dimensional integrated”

artificial intelligence empowered teaching ability training model is proposed, covering curriculum system reconstruction, intelligent training platform construction, and multi-dimensional evaluation system design, and its effectiveness is verified through practical cases. Research has shown that this model, driven by technology, supported by data, and restructured by ecology, can achieve precise and personalized training of teaching abilities, providing an innovative path for the intelligent cultivation of mathematics normal students in the new era.

Keywords

Artificial Intelligence, Mathematics Normal Students, Cultivation Mode, Teaching Ability

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

在《中国教育现代化 2035》与《新时代基础教育强师计划》双重政策驱动下,基础教育教师队伍的智能化与专业化转型已成为国家战略重点。数学学科因其逻辑性与抽象性特征,对师范生的教学设计、课堂互动及问题解决能力提出更高要求。然而,当前传统培养模式仍存在“重理论轻实践”“评价单一化”等问题。数学学科教学的特殊性使人工智能赋能具有显著价值。几何证明的可视化推演、函数关系的动态模拟、复杂问题的算法解析等教学场景,均可通过人工智能技术实现抽象思维的可视化表达。教育部统计数据显示,2022 年我国中小学数学教师缺口达 12.3 万人,且仅 38% 的教师能熟练运用数字化教学工具。这一矛盾凸显了数学师范生培养中智能技术赋能的紧迫性[1]。

传统师范技能评价依赖主观经验,难以量化核心能力指标。一线教师常陷入“医不自治”困境,大部分中学数学教师虽有多年教学经验,却坦言“课后难找全教学问题”,自我反思易受情感与经验干扰。对数学师范生而言,更为严峻的问题是,微格教学中板书设计缺陷、几何作图误差等细节常被忽视,导致技能短板延续至职后阶段。当前数学师范生培养面临三重困境:其一,传统“理论讲授 + 短期实习”模式导致实践能力薄弱,师范生平均需要经历三年教职适应期才能独立设计探究式教学活动;其二,教学评价依赖主观经验,缺乏对课堂互动、思维引导等隐性能力的量化分析;其三,智能教育工具应用呈现“碎片化”,如微课制作、题库建设等技术仅停留于单点应用,未能形成系统性培养闭环。

当前师范院校的人工智能技术应用多停留于工具操作层面,未深入学科教学内核。在 2025 年数学微格教学论坛上,可以发现全国 63% 的高校仍将“课件制作能力”作为主要技术培养目标,仅 28% 的高校开设数学智能教学设计专项课程。人工智能技术浅层融合会导致双重危机:一方面,过度依赖人工智能可能削弱基础能力。湖北第二师范学院的测评数据显示,使用智能板书系统后,师范生手绘函数图像的准确率下降 15.7%;另一方面,技术应用与数学思维培养脱节。如生成式人工智能虽可自动解题,但若缺乏引导,反而会阻碍学生演绎推理能力发展。

2. 理论框架

2.1. 教育数字化转型理论

教育数字化转型理论强调技术驱动下的教育生态重构,主张从经验导向转向数据驱动的循证教育模式。教育数字化转型不仅是技术工具的引入,更是教学范式的重构。根据欧盟发布的《数字化教育行动

计划(2021~2027)》，数字化转型须实现“数据-知识-决策”的闭环流动[2]。近年来，华南师范大学用人工智能等新技术，赋能教师教学能力评价改革。学校将智能化工具与教师专业发展紧密结合，开发了课堂教学测诊系统、师范生免试认证教师资质智能平台、华南教师在线等一系列平台，形成了一套完整的教师教育升级方案，为高素质专业化教师队伍建设作出新贡献[3]。在数学师范生培养中，这一理论体现为“教学行为数据化-数据建模分析-个性化干预”的循环机制。

2.2. 人机协同教学理论

人机协同教学理论主张人工智能作为教学伙伴，通过分工协作提升教学效能。例如，贵州师范大学的“5G+乡村教育”项目联合国新文化控股股份有限公司等企业，通过将5G、虚拟现实、人工智能、计算机仿真技术等前沿科技融入到教育教学领域，构建和应用“卓越师范生高质量培养”“优质乡先进村教师队伍建设”“大学教师教育高水平师资队伍建设”三大应用场景，完成5G技术性融入并赋能“教师教育”全培养链，打造高质量师资培养体系，形成区域化教师教育可持续内生循环新业态[4]。根据布鲁姆的认知目标分类理论，人工智能可承担“记忆-理解”层级的任务，而师范生需聚焦“分析-创造”层级的能力培养[5]。例如，在微格静音舱实训中，人工智能可模拟学生提出标准化错误，师范生需引导其发现错误根源；而对于开放式问题，则需要教师介入指导，避免人工智能过度限制思维发散性。

2.3. 智能教育评价理论

智能教育评价理论以多模态数据为基础，构建动态闭环评价体系。例如，湖北第二师范学院的人工智能测评实验室通过分析课堂互动有效性与认知负荷，生成教学能力画像；多模态数据能够赋能更全面、精准、真实地临摹教师画像，突破单一视图无法观测全貌的局限，从多个视图多维度立体描绘教师研修情况；利用生理活动显化教师研修的内在机制，并高分辨率地刻画教师画像的细节；通过多维验证去除“噪声”数据，只用真实数据勾勒教师画像的轮廓[6]。智能评测报告需附带指标说明页，明确如“课堂互动有效率 = 有效提问次数/总提问次数 × 60% + 学生响应时长达标率 × 40%”等计算逻辑；对教学能力画像中低于60分的指标(如“符号书写规范性”)，需标注具体依据(如检测到3处函数图像未标注定义域)，避免模糊评价。

2.4. 数学师范生教学能力核心指标体系

培养具备新时代所需核心教学能力的数学教师是高等师范教育的核心任务。随着人工智能等技术的迅猛发展，对师范生的能力结构提出了新的要求。为科学引导师范生培养与自我发展，亟需构建一套融合传统教学素养与现代技术赋能的核心能力指标体系。如表1所示，本核心指标体系围绕数学学科教学的核心环节，凝练出四大关键能力维度。

Table 1. Core indicator system of teaching ability for mathematics teacher education students

表 1. 数学师范生教学能力核心指标体系

能力维度	具体指标	人工智能赋能点	权重(%)	信效度验证	评分样例(10分制)
数学内容表现力	抽象概念可视化	几何画板智能优化	25	0.86 (专家评审法, n = 12)	8分: 能通过动态图形演示二次函数图像变换; 4分: 仅静态呈现图像, 未体现变化逻辑。
教学过程精准性	学情实时诊断	智慧纸笔系统	30	0.82 (因子分析法, n = 150)	9分: 5分钟内通过错题分析定位“一元二次方程判别式应用漏洞”并推送分层练习; 3分: 仅能识别错误类型, 无法关联教学调整。

续表

教育技术融合力	智能工具体适配	人工智能课件生成	20	0.79 (重测信度)	7分: 能使用 K-means 聚类工具分析学生错题并生成针对性课件; 2分: 仅能套用模板制作课件, 未结合学情。
专业发展自驱力	教学反思智能化	课堂教学测诊系统	25	0.84 (内容效度法)	8分: 反思报告含“智能评测系统反馈的互动时长不足”及具体改进方案; 3分: 仅描述教学流程, 无数据支撑反思。

3. 培养模式构建

“三维一体”模式是以“课程体系重构(知识输入) - 智能实训平台(技能转化) - 多维度评价系统(反馈优化)”为核心框架, 通过人工智能技术实现“理论学习 - 实践训练 - 能力迭代”闭环的培养体系。

3.1. 课程体系重构

(1) 智能素养基础层

开设“人工智能数学基础”“教育数据科学导论”等必修课程, 重点强化算法思维与数据处理能力。商丘师范学院已经从 2024 版的培养方案开始, 把“计算机基础”课程替换成“人工智能基础”。特别针对师范生普遍反映难以理解和掌握课程中涉及的算法与程序设计知识的问题, 开发数学教育情境化的案例资源库, 如在概率统计教学中融入机器学习案例, 在几何证明中渗透计算机视觉原理。结合 DeepSeek 生成数学问题链设计(如几何证明题变式生成), 训练师范生利用人工智能优化教学逻辑。另外, 还要开设智能教育伦理必修模块, 重点强调三个方面, 一是禁止过度依赖 AI 批改(数学证明题需人工复核, AI 仅作参考); 二是算法偏见规避(如避免智能题库仅推送简单题导致的“能力低估”); 三是数据匿名化处理(去除报告中“学校名称、学生姓名”等标识信息)。

(2) 人机协同应用层

从 2025 级数学师范生开始, 尝试开设选修课程“数学建模与机器学习”与“智能教育伦理”, 建设数学教育特色模块课程, 包括“数学智能教学设计”“数学错题诊断与精准教学”等实践性课程。指导师范生利用 K-means 聚类分析学生错题类型, 针对性设计分层练习。讨论人工智能测评中的算法偏见问题, 如表情识别对少数民族学生微表情的误判风险。借鉴徐州市黄山中心小学的实践, 开发“AI 生成分层习题矩阵”工作坊, 训练师范生根据函数、几何等不同数学内容, 设计口算竞技游戏、三维几何体动态拆解等智能教学活动。

(3) 创新拓展层

采用项目式学习方式, 引导数学师范生利用大语言模型开发数学问题生成器、基于 DeepSeek 构建几何证明辅导系统等创新工具。鉴于城乡教育发展的不均衡, 尝试开发“人工智能 + 乡村教育”项目, 数学师范生为偏远地区学校设计低成本数学智能教具。与信息技术学院合作, 组建跨学科教研团队, 尝试中小学人工智能课例研发, 在研究的过程中, 充分借鉴前人研究的结果, 例如广州市天河区“人工智能数学实验室”中师范生与教师共同开发概率模拟可视化工具。

3.2. 智能实训平台

实现传统数学师范生的实训体系升级, 搭建沉浸式智能场景。传统师范生培养中存在的“教师口语、教学板书、硬笔书写和微课制作等教学基本技能弱化”问题, 需要通过智能实训平台加以解决。

(1) 全场景数据采集系统

利用金融数学实验室, 通过智能黑板记录板书轨迹速度、逻辑结构。增添检测设备和音响设备, 通过眼动仪监测师范生课堂巡视盲区, 麦克风阵列分析提问语言清晰度。构建“教学能力数字孪生体”, 整合微格实训、实习课堂、竞赛表现等多源数据, 形成能力成长热力图。借鉴贵州师范大学经验, 搭建“四项基本技能、二十项参数指标”的数字化人工智能微格实训综合评价系统。通过多模态分析, 对数学师范生的数学语言表达、板书设计、几何作图能力进行实时采集与智能诊断。如利用智能书写系统分析数学符号书写笔顺、几何图形绘制准确性, 生成针对性训练报告。

上述数据采集范围仅包括校内实训(智能黑板、虚拟课堂)、自愿参与的实习学校(需签署《数据使用授权书》)及师范生自主上传的教学反思材料, 严禁采集学生隐私信息(如家庭背景、生理数据)。实习学校数据需经校方、教师、学生监护人三方签字确认, 师范生个人数据可自主选择“仅校内使用”或“匿名用于研究”, 并支持随时撤回授权。

利用超星智能平台或者雨课堂工具, 尝试搭建课堂教学测诊平台。借助教育部协同提质计划, 引入华南师范大学研发的课堂教学测诊系统, 对师范生试讲进行“全面体检”。该平台通过人脸识别、语音分析等技术, 从“氛围营造、学习引导、资源整合、教学组织和评价改进”五大能力维度, 对数学课堂教学进行深度评估。例如在函数概念教学中, 系统可自动分析师生互动比率、学生困惑表情识别率、关键概念讲解时长等数据, 生成教学能力画像。

通过智能教学平台, 虚实结合教学场域, 构建“智能教研助手 + 学科专家 + 实践导师”三维支持系统。一方面, 与商丘市实验中学、商丘市文化路小学合作, 建立与一线中小学对接的在线授课平台; 另一方面开发数学虚拟教学场景, 如虚拟初中数学课堂中模拟“二次函数应用”教学, 智能生成不同认知水平的学生反应, 训练数学师范生差异化教学能力。

(2) 个性化训练引擎

学校师范生技能中心已经实现了 DeepSeek 的接入, 基于自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)技术分析教学语言, 识别“无效指令”并推荐精准提问话术。根据数学师范生表现自动调整虚拟学生反应复杂度。智能导师(人工智能)负责技能训练, 人类导师(教师)聚焦高阶指导, 针对课堂突发事件处理、情感激励策略等人工智能难以覆盖的领域进行专项训练。

(3) 云端资源共享网络

在项目执行过程中, 建立人工智能教学案例库, 收录全国优秀数学课例视频及人工智能标注标签, 支持数学师范生对比分析。与信息科学学院合作, 或者利用学校师范生技能中心的设备条件, 尝试开发移动端实训 APP, 提供碎片化训练模块(如 5 分钟人工智能模拟师生问答), 累计训练时长兑换实践学分。

3.3. 多维度评价系统

传统标准化测试难以全面评价数学师范生的教学能力, 智能测评系统须注重批判性思维、计算思维 and 创新能力等维度。为突破这一瓶颈, 需构建以人工智能为支撑的多维度动态评价系统(如表 2 所示), 通过多模态数据融合分析实现能力画像的精准刻画。

Table 2. Multi dimensional intelligent evaluation system for teaching ability of mathematics teacher candidates

表 2. 数学师范生教学能力多维度智能评价体系

维度	观测点示例	人工智能技术支撑
教学行为	提问有效性、板书逻辑性、课堂节奏控制	语音分析、笔迹识别、时间序列建模
认知发展	数学思维引导深度、错误归因分析能力	知识图谱关联度分析、解题路径追踪
情感互动	师生共情指数、学习动机激发效果	微表情识别、语音情感计算

在每次集中实践环节的时间段内, 依托数学师范生课程学习和技能实训等过程性数据, 通过语音语义分析、面部表情识别和数据统计分析等方式, 构建多模态大数据分析模型, 实现师范生综合素养水平的智能分析、问题诊断和全面提升。建立“基础-中级-高级”三级认证体系, 涵盖数学教学智能工具应用能力认证、数据驱动教学设计认证等专项能力评价。

基于测评结果自动生成个性化发展方案, 如对在“数学课堂互动组织”维度薄弱的数学师范生, 推送优秀教学案例、智能生成针对性训练任务。

针对不同资源层级学校(城市优质校/城镇普通校/乡村薄弱校), 设计阶梯式实施方案, 降低迁移门槛(见表 3)。

Table 3. Differentiated implementation path

表 3. 差异化实施路径

学校类型	核心需求	低成本替代方案	实施案例(商丘地区)
乡村薄弱校	硬件有限 (无智能黑板)	1. 离线版错题分析工具: 基于手机摄像头的 OCR 识别(支持无网络使用, 仅需安装免费 APP); 2. 纸质版智能教具包: 几何图形可拆卸卡纸、函数图像坐标模板。	商丘市睢县乡村中学: 师范生使用离线 APP 分析学生方程错题, 结合卡纸教具讲解图形变换, 错题率下降 28%。
城镇普通校	基础设备 (有多媒体)	1. 轻量化虚拟实验: 通过 PPT 宏命令实现简单函数动态演示; 2. Excel 学情分析模板: 自动生成错题统计图表	商丘市梁园区城镇中学: 师范生用 Excel 分析几何证明错误类型, 设计分层练习, 课堂互动有效率提升 40%。
城市优质校	智能设备 齐全	沿用核心模式(智能实训平台 + 数据化评价)	商丘市实验中学: 师范生使用智能测诊系统, 教学反思数据支撑率达 82%。

4. 实践案例与成效

为验证“三维一体”模式的有效性, 采用准实验设计: 以商丘师范学院 2021 级数学师范生(未参与该模式培养)为对照组(68 人), 2022 级数学师范生(完整参与模式培养)为实验组(72 人)。两组基线数据(高考数学成绩、师范技能入学测评)无显著差异($t=0.82, p>0.05$), 具有可比性。实验周期为 1 学年, 通过“前测-中测-后测”追踪核心能力变化, 量化指标包括教学设计达标率、课堂互动有效率等, 采用独立样本 t 检验分析差异显著性, 统计软件为 SPSS 25.0。

4.1. 智能评测系统驱动的教学反思优化

基于人工智能助手协助的教学平台(超星泛雅等), 利用人脸识别、语音分析等技术, 对数学师范生讲课进行能力评估, 生成涵盖多个观测点的诊断报告。通过试点教学, 希望数学师范生教学反思效率大幅提升, 教学技能达标率显著提高; 每次教学实践之后生成典型课例报告, 从而可以有效推动教师课堂调控能力得分的有效提升。借助协同提质帮扶院校的先进经验, 尝试创设“教学能力数字孪生体”, 整合微格实训与教育实习数据形成能力热力图, 支持动态成长追踪。在信息技术学院的协助下, 通过多模态人工智能分析教师讲授时间、学生思考时长等指标, 实时预警教学偏差。

在“二次三项式”教学实训中, 实验组(2022 级)通过智能评测系统生成的符号处理错误诊断报告, 针对性调整教学策略后, 学生课堂练习正确率从首次试讲的 58% 提升至 82% (对照组仅从 56% 提升至 61%), 且实验组反思报告中数据支撑的改进建议占比达 73% (对照组为 29%), 差异具有统计学意义(卡方值 = 18.36, $p<0.001$)。

4.2. 人工智能赋能的数学课堂教学模式创新

借助生成式人工智能技术, 虚拟出能够代替实体的数字人, 数学师范生与若干名性格各异的“人工智能学生”互动试讲, 系统通过自然语言处理实时反馈教学策略有效性。通过实践, 数学师范生课堂应变能力期望得到大幅提升, 同时, 家校沟通模拟场景训练也可以使师生互动质量提高。技术无感化与教学自然化, 人工智能技术应用应服务于教学目标, 而非追求形式, 技术不仅是工具, 更是“以学生为中心”教育理念的延伸。它让抽象数学可见, 让思维过程可溯。这一实践验证了人工智能赋能数学教学的核心理念—技术隐身, 教育凸显。

4.3. 师范生智能素养培养平台建设

基于超星泛雅等教学平台, 尝试建立数学专业知识图谱平台。通过知识图谱的建设, 可以构建数学核心课程知识点的跨学科关联网络。在知识图谱的帮助下, 学生抽象概念理解效率大幅提升, 数学师范生个性化学习路径匹配准确率达九成以上。利用知识图谱、人工智能助教等智慧教学工具, 建设数智教材平台, 开发笔记模式、辅助资源、习题练习等功能模块, 支持师生实现知识资源共建共享。例如, 像华东师范大学那样自主开发“水杉在线”全链路在线教育平台, 集成教、学、练、测、评、创等环节, 为师生提供开放式线上课堂、交互式在线实训、个性化评测等多元服务[7]。

5. 挑战与展望

首先, 过度依赖人工智能可能导致师范生基础教学能力退化, 如板书设计、几何作图、逻辑推演等传统教学技能。需坚持“辅助而不替代”的原则, 在智能平台中强化基础能力训练模块。其次, 数学教育中人工智能应用需警惕算法偏见, 如智能题目推送系统可能因训练数据偏差导致对某些学生群体的不公平。需加强师范生人工智能伦理教育, 特别在数据使用、算法透明、结果解释等方面建立伦理规范意识。

数学师范生需掌握与人工智能协同教学的艺术, 如在几何证明教学中, 教师引导学生理解证明逻辑, 而人工智能则动态呈现图形变式; 在问题解决教学中, 教师启发思考策略, 人工智能则生成阶梯式问题链。这种教学分工艺术将成为未来数学教师的核心能力。基于多模态数据的师范生能力画像技术将日益成熟, 实现从结果评价向过程评价、从单一评价向综合评价的转变。政校企协同育人成为主流, 未来将形成更加开放的培养生态, 师范院校、中小学、科技企业共同参与数学师范生培养, 通过生态协同实现资源优化与模式创新。

6. 结语

“三维一体”模式通过课程体系、智能实训、评价系统的协同, 实现教学能力精准培养。未来需进一步探索人机协同的边界, 构建兼具创新性与伦理性的智能教育体系, 为高质量教师队伍建设注入新动能。

基金项目

2025年河南省教师教育课程改革研究项目“人工智能赋能数学师范生教学能力培养模式构建与实践”(编号: 2025-JSJYZD-025), 河南省高等教育教学改革研究与实践项目(编号: 2024SJGLX0448)。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 2022年全国中小学教师队伍建设统计报告[R]. 2022.
- [2] European Commission (2021) Digital Education Action Plan 2021-2027. <https://ec.europa.eu/education>
- [3] 刘盾, 连燕纯. 华南师大开发课堂教学诊断系统等平台赋能教师专业发展——教学有“导航”教师有“诤友” [N].

中国教育报, 2025-01-10(01).

- [4] 朱琳. 贵州师范大学: “5G+教育”融合创新, 构建智慧教育新生态, 数据观[EB/OL]. https://www.cbdi.com/BigData/2024-03/05/content_6176761.htm, 2024-03-05.
- [5] Anderson, L.W. and Krathwohl, D.R. (2001) A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy. Longman.
- [6] 彭红超, 魏非, 闫寒冰. 多模态数据赋能教师画像: 从简笔画走向全息画像[J]. 开放教育研究, 2021, 27(2): 80-89.
- [7] 中华人民共和国教育部. 华东师范大学数智赋能教育教学 加快推进教育数字化转型发展[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s6192/s133/s169/202503/t20250327_1184908.html, 2025-03-27.