

基于知识图谱与 AI 技术的高等数学智慧教学体系的构建与实践

章培军 田怀谷 惠小健 于蓉蓉 王娇凤

西京学院 计算机学院 陕西 西安 710123

【摘要】：在教育数字化战略驱动下，高等数学教学改革亟待突破知识碎片化、教学同质化等瓶颈。本研究以构建“数智融合”的智慧教学体系为目标，系统阐述了如何将知识图谱与人工智能技术深度融合课程教学。通过梳理高等数学知识点逻辑关系，构建了结构化的课程知识图谱；进而融合 AI 技术，设计了集学情诊断、个性化资源推送、智能答疑与评估于一体的教学支持系统；最终，以该体系为核心，形成了“图谱导学—AI 助学—课堂研学—智能评学”的线上线下混合式教学模式。该体系不仅旨在为学生提供系统化、个性化的学习体验，也通过数据智能赋能教师，促进其教学决策精准化与专业发展，为高等数学教学改革提供了一套系统的、可操作的实践框架。

【关键词】：知识图谱；高等数学；智慧教学体系；混合式教学；教师发展

DOI:10.12417/2705-1358.26.05.076

1 引言

在全球信息化与智能化浪潮中，教育数字化转型已成为重塑教育生态的核心动力。国务院在《新一代人工智能发展规划》中明确提出，需重点突破“知识图谱构建与学习、知识演化与推理等技术”，以建立以学习者为中心的智能教育环境^[1]。高等数学作为理工科人才培养的基石课程，其教学长期面临知识体系庞大、逻辑性强、学生个体差异显著等挑战^[2]。传统教学模式难以直观呈现知识点间的内在联系，容易导致学生知识结构碎片化，亦无法充分满足其个性化学习需求，制约了学生数学应用能力与创新思维的培养^[3]。

针对这一困境，智慧教育理念与相关技术提供了新的解决思路。智慧教育涵盖学习环境、资源、模式与监管等多层面，旨在为学生提供优质的学习体验^[4]。其中，知识图谱技术能够将离散的知识转化为相互关联、层次清晰的语义网络，是实现知识结构的理想工具。近年来，国内学者已在此领域展开探索，如王云艳等构建了 C++ 课程知识图谱，郝培男等实现了离散数学知识图谱的构建与推理，涂建华等探讨了微积分知识图谱的本体构建^[5-7]。这些研究为学科知识图谱的应用奠定了基础。人工智能技术，特别是自然语言处理、机器学习与数据挖掘，为学习过程的精准分析、资源的自适应推荐以及智能交互辅导提供了强大支持。

然而，现有研究多聚焦于单一技术或局部应用，如何将知识图谱与 AI 技术进行系统性整合^[8]，构建一个覆盖教学设计、实施、评估全流程，并能同时赋能“学”与“教”的高等数学

智慧教学体系，仍是亟待深入探索的课题。通过系统构建高等数学知识图谱，深度融合 AI 技术，并创新教学模式，力图构建一个以学生为中心、数据驱动、智能伴随的智慧教学新生态。该体系预期不仅能优化学生学习效果，提升其数学素养与问题解决能力，也为教师开展精准教学、实现专业成长提供强有力的技术支撑与实践路径，从而为高等数学课程的数字化改革提供一套完整的、双向赋能的解决方案。

2 高等数学智慧教学体系的系统构建

本体系的核心目标是破解知识传授与能力培养的脱节问题，其设计遵循“以学生为中心、以数据为驱动、以智能为支撑”的理念，构建了一个三层架构的智慧教学系统模型。该模型自下而上分别为基础资源层、智能引擎层和应用模式层，共同支撑智慧教学的实现。

2.1 基础层：结构化知识图谱的构建

知识图谱是本体系的知识中枢，其构建是实现知识系统化与可视化的基础。具体构建过程首先对经典教材如同济版《高等数学》进行深度解构，抽取“概念”“定理”“公式”“方法”“应用”五类核心知识实体。在此基础上，定义并建立实体间的多元语义关系，包括层级关系（如“导数”包含“左导数”与“右导数”）、先后依赖关系（如学习“不定积分”是学习“定积分”的前置）、关联关系（如“微分中值定理”与“函数单调性判定”相关联）以及应用映射关系（如将“曲率”概念映射至道路设计或机械加工等工程案例）。最后，将现有的教学视频、课件、习题库、工程案例、思政素材等数字化资

作者简介：章培军（1984.12-），男，汉族，安徽太湖人，教授，研究方向：大学数学课程教学研究与改革等。

基金项目：陕西省“十四五”教育科学规划课题（SGH24Y2986, SGH25Y3661, SGH25Y3713）。陕西本科和高等继续教育教学改革研究项目（25BY232）。西京学院教学改革研究项目（JGYB2530, JGYB2528）。

源,通过“讲解”“示例”“练习”“拓展”等标签,精准锚定至知识图谱的相应节点。利用图数据库进行存储与可视化,向师生提供可交互、可探索的全局知识网络视图。这一过程不仅为学生学习提供了清晰导航,也促使教师对课程知识体系进行更深层次的逻辑梳理与解构,本身就是一项重要的教学研究与实践。

2.2 引擎层: AI 赋能的智能支持系统

AI 引擎是体系的智能核心,负责处理教学数据、提供精准服务。该系统由四个关键模块构成,在服务学生的同时,也为教师提供了强大的决策支持工具。学习者画像模块通过采集并分析学生的学习行为与认知表现数据,动态构建多维度画像,使教师能够超越经验,直观、量化地把握个体差异与群体特征。个性化推荐模块则基于画像与知识图谱,为学生智能规划学习路径,这相当于为教师配备了一位能进行初步学情分析的“AI 助教”,让教师能将更多精力集中于设计高阶教学活动。智能交互与答疑模块处理大量重复性、基础性疑问,有效缓解了教师的日常答疑压力。智能评估与反馈模块不仅能自动批阅并生成学生个人的诊断报告,还能为教师提供班级整体的知识掌握情况热力图、常见错误类型分析等聚合视图,将教师从繁琐的统计工作中解放出来,使其能够进行更有价值的教学反思与精准干预设计。该系统的运行,实质上是将教师的部分重复性劳动智能化,并为其提供了前所未有的精细化教学数据,从而推动其教学实践从“经验驱动型”向“数据驱动型”演进。

2.3 应用层: 四阶融合的混合式教学模式

智慧教学体系的价值最终通过创新的教学模式落地。本研究设计了“四阶融合”的混合式教学模式,将上述技术支撑有机融入教学全过程。第一阶段“课前·图谱导学”,学生在线上依据知识图谱进行自主预习,其学习数据已同步至教师端,为备课提供依据。第二阶段“课中·AI 助学与深度研学”是核心,课堂翻转后,教师基于系统提供的精准学情报告,针对其共性难点和思维关键点进行深度讲解与引导,并组织基于真实问题的项目式研讨。此时,教师的角色从知识的灌输者转变为学习的引导者、对话的设计者和高阶思维的激发者。第三阶段“课后·拓展与内化”,教师可利用系统推送分层、分类的探究任务,并借助平台跟踪小组协作过程。第四阶段“循环·智能评学”,教师综合系统评估报告与学生成果,进行教学反思与策略调整。这一模式对教师的教学设计能力、课堂组织能力与数据应用能力提出了更高要求,也为其提供了清晰的能力提升框架与实践场域。

3 实践路径与双向赋能成效分析

为确保本体系的科学性与可操作性,研究团队设计了系统的实践路径,并从理论逻辑上,分析其对“学生个性化学习”

与“教师教学能力发展”的双向赋能价值^[9]。

3.1 系统化的实践与迭代路径

本体系的实践遵循“设计—开发—试点—反思—优化”的螺旋式迭代路径。首先,组建由学科教师、教育技术专家构成的团队,共同完成核心知识模块的知识图谱构建与系统原型开发。随后,在志愿教师及其班级中开展试点教学。试点不仅是验证体系对学生学习效果的影响,更是教师接触、理解和掌握新教学模式的过程。团队将通过工作坊、协同备课、课堂观摩与课后研讨等形式,为参与教师提供全程支持。在试点过程中,收集关于系统易用性、模式有效性及师生体验的多元反馈。最后,基于反馈进行针对性优化,这种“实践—反思—优化”的循环,本身即是教师教学研究能力提升的重要路径。

3.2 对学生学习的赋能预期

基于体系设计,其对学生的赋能价值主要体现在三个方面。其一,促进系统性知识建构:可视化的知识图谱能直观揭示概念间的逻辑网络,预期能有效帮助学生克服知识点孤立、记忆碎片化的问题,形成连贯的数学认知结构。其二,实现规模化因材施教:AI 驱动的个性化推荐,旨在为不同起点的学生提供适配的路径与资源,预期能提升学习针对性,保护学习兴趣,增强自主学习能力。其三,深化应用能力培养:融合专业案例与建模任务的混合式学习,强调在情境中应用知识解决问题,预期能更好地锻炼学生的高阶思维与实践能力。

3.3 对教师教学能力发展的赋能路径

本体系为教师教学与实践能力提升提供了清晰的技术路径与实践载体。首先,它赋能精准教学决策能力。系统提供的实时学情数据与可视化分析工具,使教师能精准定位教学重难点和个体学习障碍,推动备课、讲解、辅导从“基于经验的模糊判断”迈向“基于数据的精准干预”。其次,它推动教学模式创新能力。“四阶融合”模式要求教师重新设计教学流程与活动,这促使教师主动学习并掌握混合式教学、项目式学习等现代教育理念与方法。再次,它提升教育技术融合能力。在常态化使用智慧教学平台的过程中,教师的信息素养、数据素养及人机协同教学的能力将得到自然锤炼。最后,它激发教学学术研究能力。体系运行产生的丰富教学过程性数据,为教师开展基于数据的教学反思、行动研究乃至教育实证研究提供了宝贵资源,“助力其从‘经验型教师’向‘研究型教师’转型。而这一转型的具体路径,正是在智慧教学体系的常态化应用中逐步展开的。”

3.4 实施关键与协同发展

本体系的成功实施,关键在于实现“技术、学生、教师”三者的协同发展。这需要制度层面的保障,如建立鼓励教学创

新的评价机制,将教师在此过程中的探索与成长纳入专业发展评价;需要社群层面的支持,构建跨学科的教学创新共同体,通过集体备课、案例分享促进知识共享与经验传播;更需要教师个体的内在动力,主动拥抱变革,在实践中持续学习与反思。唯有如此,技术赋能才能真正转化为教学能力的实质性提升,从而实现师生共同成长的最终目标。

3.5 智慧教学体系驱动教师实践能力的进阶路径

本体系不仅是学生学习的赋能工具,更是教师实践能力系统性提升的“练兵场”,通过“做中学、用中练”的嵌入式路径,推动教师在常态化教学中实现能力进阶。在知识图谱构建阶段,教师需深度解构课程体系、梳理知识点逻辑关联,这一过程本身就是对学科知识结构的系统性重构,能够显著提升教师对课程内容的整体把握能力与教学设计的前瞻性;在AI引擎应用阶段,教师通过解读学情画像、分析知识掌握热力图、调整个性化推荐策略,逐步形成“数据诊断—教学决策—效果验证”的闭环实践能力,推动教学从“经验主导”向“数据驱动”转型;在四阶混合教学模式实施中,教师需设计项目式研讨、组织深度互动、引导学生高阶思维,这一过程锤炼了课堂组织能力、情境创设能力与师生对话能力。体系积累的过程性数据为教师开展教学反思与行动研究提供了实证基础,教师可基于班级学情报告、错题分布图谱精准定位教学薄弱环节,形成“问题发现—策略调整—效果验证”的研究型教学习惯,最

终在常态化使用中自然实现信息化素养、数据素养、教研能力的协同提升,完成从“技术使用者”向“智慧教学设计师”的角色转型。

4 结论与展望

本研究立足于教育数字化前沿,构建了一套“基于知识图谱与AI技术的高等数学智慧教学体系”。该体系通过结构化知识图谱重组课程知识,通过AI智能引擎实现学情洞察与个性化支持,并通过四阶融合混合模式重构教学流程。其核心贡献在于提出了一套“数智融合”、双向赋能的系统性解决方案:它既直指学生个性化学习与高阶能力培养的痛点,也为教师实现精准教学、创新模式、提升专业能力提供了清晰可循的技术路径与实践框架。

本体系的价值超越了工具层面,它代表了一种对传统教学范式的系统性革新思考。它将教师从大量重复性劳动中解放出来,转而聚焦于更具创造性的教学设计与深度师生互动,这契合了新时代对高校教师角色转型的期待。展望未来,研究团队将在试点实践中不断打磨体系细节,重点探索如何利用体系产生的数据更好地支持教师专业发展,例如建立教师教学能力发展的数字画像,提供个性化的专业成长资源推荐。积极推动该体系及相关理念在更广范围内的交流与应用,以期通过技术赋能教学,最终实现师生共生共长,为培养适应未来挑战的创新人才奠定坚实的教学基础。

参考文献:

- [1] 国务院.新一代人工智能发展规划[Z].2017.
- [2] 章培军,王震,惠小健,等.工程教育认证背景下数学类课程的教学改革[J].当代教育实践与教学研究,2020(12):36-37.
- [3] 章培军,王震,惠小健,等.基于数学应用能力培养的高等数学教学改革研究与实践[J].创新创业理论研究与实践,2023,6(4):53-55.
- [4] 祝智庭.智慧教育新发展:从翻转课堂到智慧课堂及智慧学习空间[J].开放教育研究,2016,22(1):18-26.
- [5] 王云艳.知识图谱驱动的C++课程BOPPPS+ADCD教学模式探索[J].计算机教育,2026(1):233-239.
- [6] 郝培男,宁慧聪.基于知识图谱的《离散数学》课程思政教学模式构建与实践[J].教育信息技术,2025(6):46-50.
- [7] 涂建华,肖珺怡,姜广峰.构建微积分知识图谱助推一流课程建设[J].中国大学教学,2020(11):33-37.
- [8] 侯艳,李宗睿,赵振,等.基于知识图谱与AI技术的“专创融合”教学模式实践与探索[J].电脑知识与技术,2025,21(14):4-6.
- [9] 王震,章培军,李建辉,等.应用型工科类高校教师工程教育教学创新能力提升研究[J].创新创业理论研究与实践,2023,6(8):58-62.