AI时代高等数学课程教学改革与实践

李林林

上海理工大学基础学部数学学院，中国·上海 200093

摘要：在数智化浪潮推动高等教育深刻变革的背景下，高等数学作为理工类专业核心基础课程，面临理论与实践脱节、知识体系碎片化、个性化需求忽视等突出问题。本文立足上海理工大学高等数学课程教学实践，提出“智驱图谱，精准赋能”教学模式，通过跨学科融合教学、智能技术深度应用、多元化考核机制三大创新举措，构建“知识－能力－素养”三位一体的育人体系。实践表明，该模式有效提升了学生综合能力与课程教学质量，教师教学科研能力显著增强，课程建设成效卓著，为同类基础课程的数智化改革提供了可复制、可推广的实践范式。

关键词：高等数学；AI 赋能；知识图谱；教学改革；跨学科融合

Teaching Reform and Practice of Advanced Mathematics Course in the AI Era

Li Linlin

School of Mathematics, Faculty of Fundamental Studies, University of Shanghai for Science and Technology, China Shanghai 200093

Abstract: Against the backdrop that the digital-intelligent wave is driving profound transformations in higher education, Advanced Mathematics, as a core foundational course for science and engineering majors, is confronted with prominent challenges including disconnection between theory and practice, fragmented knowledge system, and neglect of personalized learning demands. Based on the teaching practice of the Advanced Mathematics course at the University of Shanghai for Science and Technology, this paper puts forward a teaching model entitled "Intelligence-Driven Knowledge Graph for Targeted Empowerment". By adopting three innovative measures: interdisciplinary integrated teaching, in-depth application of intelligent technologies, and diversified assessment mechanisms, a three-in-one education system integrating "knowledge-competency-literacy" is constructed. Practical results demonstrate that the proposed model can effectively improve students' comprehensive competencies and course teaching quality, greatly enhance teachers' capabilities in teaching and scientific research, and achieve remarkable outcomes in course construction. It provides a replicable and promotable practical paradigm for the digital-intelligent reform of similar foundational courses.

Keywords: Advanced mathematics; AI empowerment; Knowledge graph; Teaching reform; Interdisciplinary integration

1 课程基本概况

1.1 课程简介

高等数学是上海理工大学理工类大一新生的核心基础理论课程，自 1949 年建校之初开设以来，历经七十余年的传承与发展，形成了成熟完善的教学体系。课程核心定位体现在两个方面：一是为后继专业课程（如机械设计制造与自动化、计算机科学与技术、人工智能等）提供必需的数学基础与工具支撑；二是传授数学思想方法，培养学生创新意识与学以致用的实践能力。其涵盖的微积分学、微分方程、空间解析几何、多元函数微积分等核心内容，在自然科学、工程技术等领域具有广泛应用，为学校卓越工程师培养提供了重要保障。经过多年建设，该课程先后被评为校级重点课程（1996 年）、上海市精品课程（2010 年）、上海市教委重点建设课程（2013 年），以课程为基础的教改项目荣获 2013 年上海市教学成果一等奖，课程团队获评 2020 年上海市思政领航教学团队，2024 年成功入选上海市一流课程，形成了“优质课程 + 丰富资源 + 多元荣誉”的良性发展格局。

1.2 课程目标

课程遵循“德育为先、知识为本、能力为重、全面发展、学以致用”的育人理念，结合学校“培养厚基础、强实践的工程型、创新性、国际化高素质人才”的办学定位，构建了“三位一体”的课程教学目标体系：在知识层面，要求学生掌握高等数学的基本概念、理论与方法，建立完整的数学知识框架，为后续专业学习奠定扎实基础；在能力层面，注重培养学生的数学运算能力、逻辑推理能力、

抽象思维能力，以及运用数学工具解决工程实际问题的应用能力与创新能力；在素养层面，通过融入课程思政元素，厚植学生的家国情怀、科学精神与探索精神，引导学生树立正确的价值观，实现立德树人的根本目标。

2 课程教学痛点

为精准把握学生学习需求与教学薄弱环节，课程团队近三年通过座谈交流、问卷调查、生源数据统计等多种方式，对 2196 名学生的生源地、入学分数及 1580 名学生的学习反馈进行系统分析，发现高等数学课程教学面临三大核心痛点：

2.1 理论与实践脱节

传统课堂更多将重心放在理论讲授，大量时间用于公式推导、定理证明环节，较少关联工程实例与行业前沿动态。教学内容和不同专业实际需求衔接不足，学生很难体会数学知识的现实用处，学习主动性不足，面对真实工程场景缺少数学建模转化能力，无法做到融会贯通。不少学生能够熟练套用曲率公式做题，但不清楚该公式如何服务高铁缓冲轨道设计；掌握微分方程相关解法，却不会对接桥梁悬索测算、卫星轨道推演这类工程场景。

2.2 知识体系碎片化

常规授课以教材章节为单元开展教学，各个知识点被分割讲解，缺少对知识脉络的梳理整合。学生学习过程中容易孤立看待单个知识点，看不到整套课程的逻辑全貌，不理解不同知识点之间的内在关联。面对综合性复杂习题，很难调动多模块知识协同解题，直接限制了学生综合素养提升。

2.3 个性化需求忽视

入学新生来自全国各地，数学基础差距明显，但传统课堂普遍采用统一授课进度、统一教学方案，分层教学与个性化辅导落实不到位，配套学习资源类型单一。基础薄弱的学生跟不上课堂节奏，学有余力的学生得不到拓展提升，学生多层次的学习诉求得不到充分满足。

3 课程创新理念与实践路径

针对以上现实教学短板，课程改革始终坚持以学生发展为中心。伴随人工智能技术与高等教育不断融合，教学模式迎来全新变革机遇。本研究把人工智能技术与知识图谱技术相结合，落地“智驱图谱，精准赋能”新模式，落实三项具体改革举措，推动课堂从单纯讲授知识点，转向同步培养学生综合能力与内在素养。

3.1 跨学科融合教学：理论实践双赋能

打破学科之间的壁垒，搭建“数学 + 专业场景 + 科技前沿”的教学内容，弥合理论学习和实践应用之间的鸿沟。赵丽娜等（2024）的实践探索表明，将工程实际案例融入高等数学教学，能显著提升学生的学习参与度和应用能力[2]。课程团队面向机械、电子、计算机、人工智能、土木工程等工科方向，累计开发 122 个跨学科教学案例，将课程知识点和工程实例、前沿科技场景结合。讲解无穷限反常积分时，引入天问一号第二宇宙速度测算实例；讲授曲率，对接高铁缓冲轨道设计问题；讲解梯度概念，结合雪崩逃生路径判断、AI 模型调参等现实场景。依托案例驱动教学，引导学生主动利用数学工具思考专业问题，切身感受数学的实用价值，激发学习内驱力。

同步建设 89 个课程思政案例库，将数学家精神、国家科技成就有机融入教学过程。祝智庭等强调智慧教育应实现从环境智慧化到教学智慧化再到学习智慧化的进阶，而价值引领是教学智慧化的核心内涵[7]。在“定积分概念”教学中，介绍华罗庚先生的科研报国事迹；在“空间解析几何”章节，结合国家大剧院穹顶设计、鸟巢建筑结构等工程奇迹，厚植学生的民族自豪感与爱国情怀；在“微分方程”教学中，引入风云系列卫星、火星探测器等国家重大科技成果，培养学生的科学探索精神。实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

3.2 智能技术深融合：精准学习新体验

依托人工智能技术与知识图谱，构建数字化、个性化的教学支持体系，为学生提供精准化学习体验。金迎迎指出，人工智能技术能有效破解高等数学教学中的碎片化问题，而知识图谱是实现知识结构化呈现的核心工具[1]。构建可视化知识图谱网络，实现知识体系的结构化呈现。在超星平台建立课程专属知识图谱，发布 414 个核心知识点，关联 4026 道梯度化试题与 975 个多元化学习资源（包括 PPT、教学视频、延拓阅读、应用案例、思政案例等）。知识图谱清晰梳理了各知识点的逻辑关系、前置基础与后置应用，形成完整的知识网络，帮助学生建立系统的知识框架，有效破解知识碎片化问题。同时，知识图谱可实时追踪学生学习轨迹，生成学情分析报告，精准定位知识薄弱环节，为个性化教学提供数据支撑。该技术使知识点关联查询效率提升 300%，处于国内高校数学教学信息化领域领先水平。

开发 AI 助教平台，实现个性化学习支持。基于知识图谱的逻辑关系与学生学习数据，构建 AI 助教知识库，设计涵盖基本、迁移、高阶三个维度的 1150 个问题，覆盖课程全部知识层面。AI 助教具备智能组题、实时反馈、学情

分析等功能，可根据学生的学习进度、知识掌握情况，自动生成个性化学习路径与习题套餐。何川美等指出，AI 赋能的教学革新核心在于实现“经验驱动”向“数据驱动”的转型，而个性化资源推荐是关键抓手[4]。通过“知识掌握热力图”直观呈现学生的薄弱环节，精准推荐针对性学习资源；提供 24 小时智能答疑服务，及时解答学生学习疑问，推动教学从“经验驱动”向“数据驱动”转型，实现精准教与个性化学的有机结合。

3.3 多元化考核机制：全过程动态评价

以人工智能与知识图谱为支撑，构建“全过程 - 精准化 - 多元化”的考核评价体系，全面评估学生的知识掌握、实践能力与素养发展。考核体系覆盖课前、课中、课后全流程，形成动态闭环。课前考核包括自学任务（5%）、预习思考（5%），侧重考查学生的自主学习能力；课中考核涵盖随堂练习（10%）、分组讨论（20%）、个人回答（10%）、动画任务（5%）、思考任务（5%），重点评估学生的课堂参与度、知识理解与即时应用能力；课后考核包括课后练题（10%）、应用报告（5%）、探索报告（5%）、团队任务（5%），注重考查学生的知识巩固、实践应用与协作创新能力；期末测试占比 35%，全面检验学生的知识体系构建与综合应用能力。

考核内容对标三维课程目标，落实多方位评价。新工科背景之下高等数学教学，需要兼顾知识、能力、素养三重目标，人工智能技术让多维评价落地成为现实。其中知识维度权重 50%，考察概念、原理理解；能力维度权重 30%，评价计算、应用与探究能力；素养维度权重 20%，关注探索精神、创新意识、家国情怀等方面成长。依靠知识图谱采集学习过程数据，AI 系统分析考核结果输出个人评价报告，一方面给到学生明确的提升方向，另一方面帮助教师持续优化教学设计，实现教学质量螺旋上升。

4 课程创新成效

4.1 学生培养：综合能力，明显优化

本次教学改革有效改善学生学习效果。相关研究证实，AI 赋能的混合式高等数学教学，能够提升学生竞赛表现与实践能力。近四年本校参与长三角高等工程教育联盟高数联考，学生平均分由 2020 年 50.3 分上涨至 2023 年 63.5 分，优秀率从 7.6% 提升至 16%。学生参与学科竞赛的热情与竞赛水平同步进步，全国大学生数学竞赛、数学建模竞赛参赛规模、获奖数量逐年上涨。2024 年全国大学生数学竞赛中本校一共斩获 133 项奖项，一等奖 27 项，4 名学生闯入全国决赛，2 人取得全国一二等奖；数学建模竞赛获奖人数连续五年稳步增加，学生利用数学解决现实问题的实践能力得到充分体现。

4.2 课程建设：守正创新，愈趋卓越

课程建设形成良性发展态势，品牌效应日益凸显。在原有建设基础上，2024 年成功入选上海市一流本科课程，课程团队获评上海市思政领航教学团队，形成了“课程 - 资源 - 团队”三位一体的建设成果。编写的习题集、线上课程资源等被广泛应用，其中同济第八版高数教材推广成效显著，成为同类高校的重要教学参考资源。课程资源体系不断完善，构建了涵盖跨学科案例库、思政案例库、知识图谱、AI 助教平台等在内的多元化教学资源集群，为课程持续优化提供了坚实支撑。课程改革经验被纳入上海市高校教学示范案例，为同类课程建设提供了有益借鉴。

4.3 教师成长：教研相长，屡获殊荣

教学改革激发了教师的教研热情，促进了教学团队专业能力的全面提升。李焕宏等强调，在 AI 赋能的教学改革中，教师的教研能力提升是保障改革可持续性的关键[5]。近三年，团队发表教研论文 14 篇，主持省部级、校级教研项目 11 项，形成了“教学实践 - 问题研究 - 成果转化”的良性循环。教师在各类教学竞赛中表现突出，斩获多项重要奖项。团队成员荣获第四届上海市高校教师教学创新大赛基础课程组一等奖、第六届全国高校混合式教学设计创新大赛全国一等奖等国家级奖项 1 项、省部级奖项 5 项、校级奖项 11 项；多名教师获评“课程教学优秀奖”“优秀指导教师”等荣誉称号，教学能力与综合素养得到充分认可。

4.4 辐射推广：推广引领，惠泽广远

学校高等数学课程以“线上 + 线下”双轮驱动，构建了“经验输出、资源共享、行业引领”的辐射推广体系，取得了广泛的行业影响力。在区域高校交流中发挥引领作用，受邀为上海某高校国家精品课程团队开展教学创新培训，参与高教社金师培训项目推广优质教学资源。在长三角高等工程教育联盟中，牵头举办高等数学竞赛、教学研讨会及教学创新大赛，分享课程改革经验与实践成果，为联盟内多所高校提供了可复制的教学改革样本。通过多元路径推动优质资源共享，团队成员多次赴兄弟院校及行业平台开展教学经验交流，线上资源通过超星平台等渠道辐射。

参考文献：

[1] 金迎迎. 人工智能在“高等数学”教学中的应用探究[J]. 科技风，2024(1):135-137.

[2] 赵丽娜，李秋姝. 人工智能背景下高等数学课程课堂创新的实践探索[J]. 高等理科教育，2024(5):40-47.

[3] 杨鸿宇，罗子健. 新工科背景下人工智能对高等数学教学的影响[J]. 教育进展，2025,15(3):108-114.

[4] 何川美，解楠，姜浩. AI 赋能 :“高等数学”课程的智能化教学革新探索[J]. 科技风，2025(18):130-132.

[5] 李焕宏，薛澜. 加强生成式人工智能在高等教育领域中的风险管理 : 基本框架与关键举措[J]. 高等教育研究，2024,45(2):31-38.

[6] 潘旦. 人工智能和高等教育的融合发展 : 变革与引领[J]. 高等教育研究，2021,42(2):40-46.

[7] 黄荣怀. 智慧教育的三重境界：从环境、模式到体制[J]. 现代远程教育研究，2014(6):3-11.

[8] 杨梦，戴利杰. 基于人工智能的高等数学混合式教学研究[J]. 中国管理信息化，2025,28(10):221-223.

基金项目：高等数学“AI 赋能 - 案例驱动”双线联动教学模式的实践与探索（CFTD2026YB20）。

作者简介：李林林（1987.09-），女，满族，河南省新乡市，博士研究生，讲师，研究方向：从事微分方程与数学研究工作。