

# 智驱图谱 精准赋能：高等数学教学改革与实践

李林林

上海理工大学, 中国·上海 200093

**摘要:** 针对高等数学教学中知识体系碎片化、理论与工程实践脱节、个性化教学供给不足等突出痛点, 依托 AI 技术与知识图谱构建“智驱图谱, 精准赋能”教学模式。该模式从知识、能力、素养三维度重构三阶进阶式教学目标, 按基本知识、迁移知识、高阶知识分层设计进阶式教学内容的混合式教学路径, 建立全过程、精准化、多元化的评价反馈体系。教学实践结果表明, 该模式有效帮助学生构建系统的高等数学知识框架, 显著提升学生的数学应用能力与创新思维, 充分满足不同基础学生的差异化学习需求, 教学成效突出, 为高等数学课程的数字化、智能化教学改革提供了可复制、可推广的实践范式。

**关键词:** AI 赋能; 知识图谱; 高等数学; 混合式教学

## Intelligent-Driven Spectrum: Precision Empowerment in the Reform and Practice of Advanced Mathematics Teaching

Li Linlin

University of Shanghai for Science and Technology, China Shanghai 200093

**Abstract:** Addressing prominent pain points in advanced mathematics teaching, such as fragmented knowledge systems, disconnection between theory and engineering practice, and insufficient personalized instruction, this study establishes an "AI-driven knowledge graph for precise empowerment" teaching model. The model restructures three-tiered progressive teaching objectives across knowledge, skills, and competencies dimensions, designs a blended instructional pathway with hierarchical content for foundational, transferable, and advanced knowledge, and implements a comprehensive, precise, and diversified evaluation feedback system. Teaching practice results demonstrate that this model effectively helps students construct a systematic framework of advanced mathematics knowledge, significantly enhances their mathematical application abilities and innovative thinking, fully meets the differentiated learning needs of students with varying foundations, delivers outstanding teaching outcomes, and provides a replicable and scalable practical paradigm for the digital and intelligent reform of advanced mathematics courses.

**Keywords:** AI empowerment; Knowledge graph; Advanced mathematics; Blended teaching

### 0 引言

高等数学是理工科专业本科阶段的核心公共基础课程, 既是学生开展后续专业课程学习、工程实践与科学研究的重要数学工具, 更是培养学生逻辑推理、抽象思维与工程建模核心能力的关键载体, 其教学质量直接影响卓越工程人才的培养成效<sup>[1]</sup>。在高等教育数智化转型的时代背景下, 传统高等数学教学仍以教师单向知识讲授为主导, 存在知识体系碎片化、理论教学与工科实践脱节、个性化教学缺失等问题, 难以适配新时代工科人才的培养要求<sup>[2]</sup>。

上海理工大学高等数学课程历经 60 余年的传承与发展, 已形成成熟的教学体系, 先后获评上海市精品课程、上海市一流本科课程。为破解传统教学痛点, 课程团队以工科实验班为试点, 以 AI 技术和知识图谱为核心赋能手段, 开展系统性的教学改革探索, 打破传统教学的时空与

形式限制, 构建“知识-能力-素养”三位一体的教学体系, 推动教学从单纯的知识传授向能力培养、素养提升转型, 以期理工科基础课程的数字化教学改革提供实践参考与范式借鉴。

### 1 高等数学教学现存核心痛点

课程团队通过问卷调查、学生成绩数据统计、焦点小组讨论等方式, 对近三年 2000 名工科专业学生的生源数学基础、课程学习反馈进行系统分析, 梳理出高等数学教学的三大核心痛点: 其一, 教学内容整合不足, 传统教学以章节为单位孤立讲解知识点, 导致知识体系碎片化, 且教学重心偏向公式推导与定理证明, 与机械、人工智能、土木工程等工科专业的实际应用场景结合薄弱, 学生难以感知数学知识的工程应用价值; 其二, 教学手段驱动乏力, 现代信息技术仅作为课件展示的辅助工具, 缺乏可视化、

互动化的教学手段支撑抽象知识点教学,且智能化学情分析与答疑工具缺失,教学决策多依赖教师经验,针对性不足;其三,教学模式混合低效,“线上+线下”呈现形式化融合特征,线上学习资源零散且缺乏层次性,线下教学未针对线上学习情况进行针对性设计,同时采用“一刀切”的统一教学模式,忽视学生数学基础的个体差异,过程性考察机制缺失,难以满足学生的差异化学习需求。

## 2 AI 赋能下高等数学教学改革整体设计

### 2.1 重构三阶进阶式三位一体教学目标

遵循“德育为先、知识为本、能力为重”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,构建知识、能力、素养三维度,基本目标-迁移目标-高阶目标三阶进阶的教学目标体系<sup>[3]</sup>。知识目标从掌握各板块基础概念、公式与计算方法,到归纳知识点内在逻辑、构建系统知识框架,再到拓展知识边界、探索数学知识与科技前沿的融合应用;能力目标从提升数学计算、抽象思维与逻辑推理能力,到培养运用数学工具解决工程实际问题、开展数学建模的能力,再到发展创新研思与探索性研究的高阶能力;素养目标从培育学生的科学探索精神与理性思维,到提升创新意识与应用意识,再到厚植家国情怀、民族自豪感与科学精神。

### 2.2 分层设计进阶式教学内容

以学生为中心,针对教学痛点,将高等数学一元函数微积分、微分方程、空间解析几何等五大核心板块内容,按基本知识、迁移知识、高阶知识三个维度重构,形成“课前线上学问-课中线下学用-课后线上学拓”的进阶式学习体系<sup>[4]</sup>。其中,基本知识为各板块的基础概念、性质与简单计算方法,知识点独立性强、难度低,适合学生课前线上自主学习;迁移知识为各板块的核心计算方法、知识综合应用与简单工程建模,是课程教学的核心重点,通过线下课堂师生互动、小组探讨完成深度学习;高阶知识为知识点的高阶应用、综合建模及与科技前沿的结合应用,结合工科专业特色设计拓展任务,通过课后线上自主探索完成,培养学生的创新思维与知识拓展能力。

### 2.3 搭建三维度多元化教学资源体系

通过引进优质资源与自主开发相结合的方式,整合优化教学资源,搭建基本资源、迁移资源、高阶资源三大模块,并依托超星平台构建高等数学专属知识图谱,将各模块资源有机串联,实现知识点的结构化呈现、资源的精准匹配与学生学情的实时追踪<sup>[5]</sup>。基本资源包含教学参考书、

标准化课件、基础教学视频、基础题库等,夯实学生的数学知识基础;迁移资源涵盖工科院库、知识图谱可视化资源、AI 互动题库、工程建模视频等,助力学生理解数学知识的工程应用场景;高阶资源包含课程思政库、专题探索资料、科技前沿文献、延拓阅读材料等,实现知识拓展与价值引领的有机结合。

### 2.4 构建“智驱图谱,精准赋能”教学模式

以 AI 技术与知识图谱的深度融合为核心,针对传统教学的三大痛点实施三项创新举措:理增融拓重构教学内容,打破知识碎片化壁垒,推动理论知识与工科实践深度融合;信息驱动重建教学手段,将可视化、互动化、智能化技术融入教学全过程,实现教学手段的数字化升级;AI 赋能重组教学模式,构建个性化、分层化的混合式教学模式,满足学生差异化学习需求<sup>[6]</sup>。最终形成“智驱图谱,精准赋能”教学模式,通过人机协同实现教学从知识传授向能力培养、素养提升的转变,开拓学生学术视野,启发创新思维,促进学生全面发展。

## 3 AI 赋能下高等数学教学模式实施路径

依托 AI 技术和知识图谱,将“智驱图谱,精准赋能”教学模式落地实施,设计课前线上学问、课中线下学用、课后线上学拓三阶段,结合课中案例引入-温故知新-探索新-明晰新知-回归引例五环节的教学实施路径,实现 AI 赋能与教学全过程的深度融合,破解传统教学痛点。

### 3.1 课前线上学问:自主探索,探问新知

教师根据学生前序课程成绩与课前问卷调查结果进行均衡分组,结合知识图谱的历史学情数据,推送分层次的导学方案和学习任务,明确各层次学生的学习要求与重点。引导学生借助知识图谱的结构化知识点和关联资源,通过“任务点-作业-课程资料”的进阶式学习路径自主掌握基本知识,记录学习过程中的疑难问题<sup>[7]</sup>。同时,教师通过知识图谱实时获取学生的线上学习数据,精准研判学情,识别学生的知识薄弱点与共性问题,动态调整线下课堂的教学内容、节奏与方法,提升教学的针对性与有效性。

### 3.2 课中线下学用:互动探究,学以致用

以 45 分钟课堂为核心,采用五环节教学法,以工科案例和科技前沿驱动教学。一是案例引入,以风云四号 B 星面积计算、高铁缓冲轨道设计等案例提出问题,融入思政元素;二是温故知新,回顾课前知识,提炼核心方法,为新知探索铺垫;三是探索新知,组织学生分组探讨,通过 AI 互动、组间辨析自主探索解决问题;四是明晰新知,教师针对难点重点讲解,梳理知识脉络,通过线上答题检

验掌握情况；五是回归引例，引导学生运用新知建立数学模型，解决工程实际问题，实现学以致用。

### 3.3 课后线上学拓：多维探索，善思学拓

依托线上资源和 AI 助教平台，实现知识巩固与拓展。教师发布分层次课后练习题，AI 系统自动批改并生成错题分析；通过撰写应用报告、开展专题探索，拓展知识广度与深度；学生与 AI 助教 24 小时互动，及时解决疑问，获取个性化资源推荐；同时发布预习任务，梳理新旧知识关联，为后续学习做好铺垫，实现持续性进步。

## 4 全过程精准化多元化评价与反馈体系

依托 AI 技术和知识图谱，构建全过程、精准化、多元化的学习评价与反馈体系，全面衡量“知识 - 能力 - 素养”三位一体教学目标的达成情况，推动教学质量的持续提升。

### 4.1 全过程多维度学习评价

构建覆盖课前、课中、课后的全过程评价体系，按 10%、40%、35% 分配考核权重，从知识、能力、素养三维度全面评价，摒弃“一考定终身”模式。课前评价含自主学习任务、预习思考（各 5%），依托知识图谱线上数据精准量化，评价自主学习能力；课中评价涵盖随堂练习（10%）、分组讨论（20%）、个人回答（10%），结合师评、生生互评，评价课堂参与及知识即时应用能力；课后评价包括课后练题、应用报告、探索报告、团队任务、测试任务（依次为 10%、5%、5%、5%、10%），评价知识巩固与创新研思能力，其中应用、探索报告采用师评（40%）、组间互评（30%）、组内互评（30%）的综合方式。同时制定评分量化表，明确可量化评价标准，实现评价的标准化与精准化。

### 4.2 多渠道双向反馈机制

一是学生反馈，课程结束后从教学模式、内容、资源、效果等维度开展满意度调查，收集反馈建议，为教学优化提供依据，实践中 86.08% 学生认为混合式教学帮助显著，57.69% 学生对教学资源表示非常满意。二是教师反馈，通过多渠道为学生提供精准指导：在线发布知识图谱针对性解答共性问题；依托平台数据督促线上学习，保障学习连贯性；通过线下学习坊、线上超星群、AI 助教平台多端答疑；根据学情实施差异辅导，为基础薄弱学生推送巩固练习、为学有余力学生布置创造性任务；遴选优秀作业线上展示，发挥榜样示范作用。

## 5 教学改革实践成效

以工科实验班为试点，开展“智驱图谱，精准赋能”

教学模式的实践教学，取得了显著的教学成效，有效破解了传统高等数学教学的核心痛点，实现了学生发展与课程建设的双向提升。

### 5.1 学生综合能力显著提升

学生通过课前、课中、课后的进阶式学习，对高等数学知识的掌握更加系统、全面，课前自测题、课中随堂练习、课后练习题的准确率均保持在 85% 以上，核心知识点掌握率达 90% 以上。学生的课程学习参与度大幅提升，课前学习任务完成度 100%，课中分组讨论、个人回答的优秀率分别达到 96%、81%，学生的数学计算、抽象思维、逻辑推理能力稳步增强，运用数学知识解决工程实际问题的应用能力与创新研思能力得到大幅提高，家国情怀、科学精神等核心素养也得到有效培育。

### 5.2 学生学业成绩表现优异

在学校期末考试采用统一试卷、教考分离、集体阅卷的严格要求下，试点工科实验班的期末卷面平均分为 70.24 分，高于全校平均成绩 8.87 分。针对本次教改设计的教学内容，期末考试中相关考点的平均得分均高于全校平均水平，其中选择题平均得分 2.82 分（满分 3 分），解答题平均得分 5.45 分（满分 7 分），充分验证了该教改模式对提升教学质量的显著作用。

### 5.3 学生差异化学习需求有效满足

通过分层设计教学内容、搭建多元化教学资源体系、实施因材施教的差异辅导，有效适配了工科新生数学基础的个体差异。学生可根据自身基础和学习能力自主选择学习进度与内容，基础薄弱学生的数学知识基础得到稳步夯实，学有余力学生的学习潜力得到充分发挥。从学生学习反馈来看，学生普遍认为知识图谱对学习帮助显著、课程资源丰富、学习过程高效，能够清晰把握课程重点知识，学习获得感与成就感显著增强，对高等数学的学习兴趣也得到极大提升。

### 5.4 课程建设实现提质升级

教学改革推动高等数学课程资源体系不断完善，构建起包含工科学例库、课程思政库、知识图谱、AI 助教平台在内的多元化教学资源集群，形成了“课程 - 资源 - 团队”三位一体的建设成果。同时，教改实践也推动课程教学团队的专业能力提升，团队教师的信息化教学能力、教研设计能力得到显著增强，为课程的高质量持续发展奠定了坚实基础。

### 参考文献：

[1] 姜启源，谢金星，叶俊. 数学模型[M]. 5版. 北京：

高等教育出版社, 2018:12-18.

[2] 张奠宙, 宋乃庆. 数学教育概论[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2021:78-85.

[3] 苏涵, 李清栋, 庄科俊. 新时代高等数学课程教学改革探索与研究[J]. 高等数学研究, 2024,27(4):43-47.

[4] 范红敏. 知识图谱在高等数学课程教学中的作用[J]. 信息技术时代, 2025(7):180-182.

[5] 张寒苏, 王彤, 杨文国等. “高等数学”前后序课程衔接的实践探索[J]. 科技风, 2025(2):32-34.

[6] 侯玉文, 高巧明. 基于雨课堂的高等数学混合式教学设计[J]. 新丝路, 2022(23):90-92.

[7] 张金梅. 高等数学课程思政初探[J]. 科教导刊-电子版(下旬), 2020(1):85.

基金项目: “人工智能高等教育”典型应用场景案例项目(AL251595)。

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。