

AI赋能下线性代数可视化教学模式创新与课堂实践研究

蔡浩江

西安石油大学, 陕西 西安 710065

DOI:10.61369/ETI.2026030001

摘 要 : 在新时代高等教育数字化转型背景下, 人工智能技术为线性代数课程教学改革提供了新的可能。线性代数作为理工科核心基础课程, 长期面临抽象性认知障碍、概念网状结构复杂、教学学时紧张与运算繁琐等多重困境。本研究聚焦 AI 赋能下线性代数可视化教学模式的创新构建与课堂实践路径, 提出以知识图谱作为认知导航系统, 以动态几何软件与 AI 驱动动画工具实现抽象概念的具象化呈现, 以结构化教学重构教学内容组织方式。通过将教师角色从内容生产者转变为教学设计师, 构建起“认知导航—具象表达—结构整合—应用嵌入”四位一体的教学模式, 为数学基础课程的教学改革提供可借鉴的数字化解决方案。

关 键 词 : AI 赋能; 线性代数; 可视化教学

Research on Innovation and Classroom Practice of Linear Algebra Visualization Teaching Mode Enabled by AI

Cai Haojiang

Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi 710065

Abstract : In the context of the digital transformation of higher education in the new era, artificial intelligence technology offers new possibilities for the reform of linear algebra course teaching. Linear algebra, as a core foundational course in science and engineering, has long faced multiple challenges such as abstract cognitive barriers, complex conceptual network structures, tight teaching time constraints, and cumbersome calculations. This study focuses on the innovative construction of a visual teaching model for linear algebra under AI empowerment and the classroom practice path, proposing to use a knowledge graph as the cognitive navigation system, and to realize the visualization of abstract concepts through dynamic geometry software and AI-driven animation tools, as well as to restructure the organization of teaching content through structured teaching. By transforming the role of teachers from content producers to teaching designers, a "cognitive navigation – visual expression – structural integration – application embedding" integrated teaching model is constructed, providing a digital solution that can be referred to for the teaching reform of mathematics foundational courses.

Keywords : AI empowerment; linear algebra; visualized teaching

引言

线性代数作为高等院校理工、经管等专业的重要基础课程, 其核心内容涉及向量空间、线性变换、矩阵理论等高度抽象的数学概念。然而, 该课程在教学实践中长期存在多重结构性困境: 抽象性认知障碍突出, 课程研究对象由直观的三维空间延伸至 n 维抽象空间; 知识点呈现复杂的网状拓扑结构, 初学者极易陷入知识碎片化的困境; 教学学时有限与矩阵运算繁琐之间的矛盾加剧了教学压力; 理论与应用脱节导致学生学习动力不足^[1]。人工智能技术的快速发展, 为解决上述问题提供了新的可能。本研究围绕 AI 赋能下线性代数可视化教学模式的创新构建与课堂实践展开, 探索技术深度融合教学的有效路径。

一、线性代数课程教学面临的核心困境

当前线性代数课程教学面临的核心困境集中体现在认知层面、知识结构层面与教学实施层面。从认知层面来看, 课程内容的抽象性, 是阻碍学生理解的首要认知障碍。线性代数所研究的

向量、线性变换、特征系统等概念, 在低维空间尚可借助几何直观加以理解, 一旦上升至高维空间, 几何直观便完全缺失, 学生只能依赖符号运算与形式化推理, 难以形成对概念本质的深层把握^[2]。这种抽象性不仅影响学生对单一概念的理解, 更阻碍其对整个理论体系的整体把握。从知识结构层面分析, 线性代数课程

课题信息: 《线性代数》为西安石油大学校级课程思政示范课程, 西安石油大学本科教育教学改革研究项目 (JGZH202521)。

呈现出典型的网状拓扑结构，不同于高等数学中极限、导数、积分所形成的线性递进逻辑，线性代数的诸多概念相互交织、互为前提。以“秩”这一核心概念为例，其既可依托矩阵的行列式定义，也可通过向量组的极大线性无关组加以解释，还能从线性变换的像空间维度视角进行理解。这种概念之间的高度耦合性，使初学者在缺乏系统引导的情况下极易陷入概念迷航。从教学实施层面审视，有限的学时资源与繁重的教学内容之间形成尖锐矛盾。以某校为例，线性代数课程仅设置40学时，在如此紧凑的时间安排下，教师既要完成抽象概念的讲解，又要帮助学生厘清概念之间的逻辑关联，还要引导学生掌握向量作为工具的应用方法，教学压力巨大。与此同时，矩阵运算虽然规则明确，但步骤繁琐、计算量大、极易出错，学生在大量重复运算中消耗了本应用于概念深度思考的精力，教学效率难以提升^[3]。

二、教学模式创新的理论建构与实践框架

（一）研究内容

本研究围绕 AI 赋能下线性代数可视化教学模式创新与课堂实践这一核心主题，从三个维度系统展开研究内容。第一，针对抽象性认知障碍问题，研究如何借助动态可视化工具将抽象的 n 维空间概念转化为可交互的几何直观表达，重点探索从低维直观向高维抽象过渡的认知脚手架构建方法，使学生能够在可视化交互中建立起抽象运算与几何图景之间的内在关联。第二，针对课程知识网状结构带来的学习困境，研究如何运用知识图谱技术对线性代数 100 余个核心知识点进行结构化建模，显性化呈现概念之间的依赖关系与转化路径，帮助学生从知识迷宫中抽取清晰的拓扑结构，实现从碎片化学习向系统性认知的跃迁。第三，针对有限学时与繁重教学内容之间的矛盾，研究如何借助 AI 工具实现教学资源的智能生成、运算过程的自动化辅助以及课堂内容的动态调整，使教师能够从重复性劳动中解放出来，将更多精力投入教学设计与案例开发，从而在有限的课堂时间内实现教学效率的最大化。

（二）研究目标

本研究确立三重核心目标。第一，克服抽象性认知障碍，通过 AI 赋能的可视化手段，帮助学生建立起从抽象符号到几何直观的有效映射，使线性代数不再停留于形式运算层面，而是成为可感知、可交互的思维工具，最终实现抽象概念与实际问题的有机衔接。第二，理清知识点的拓扑结构，借助知识图谱系统梳理课程概念之间的网状关联，帮助学生建立对知识体系的整体性把握，使学生不仅能够掌握单一概念的定义与性质，更能洞察概念之间的内在联系与相互转化逻辑，从而理解不同算法与定理背后的深层原理。第三，提升教学效率，通过引入 AI 辅助教学工具实现矩阵运算的自动化处理与可视化演示的快速生成，将课堂时间从繁琐的计算演练中解放出来，引导学生将注意力集中于概念本质的理解与真实问题的建模求解，实现课堂教学从“计算训练”向“思维培养”的转型。

（三）要解决的教学问题

本研究聚焦解决四大核心教学问题。其一，线性代数课程的

高度抽象性与几何直观缺失之间的矛盾。课程研究对象由直观的二维三维空间延伸至抽象的 n 维空间，学生在缺乏几何直观支撑的情况下，难以建立对高维概念的有效认知。现有教材与教辅资料大多缺少对知识点在二维三维空间中的直观解释，即便少数教材指出直观含义，也因缺乏动态演示而难以形成具象认知。其二，课程概念的密集性与网状结构带来的认知负荷问题。线性代数在短时间内引入大量概念，且这些概念高度相互依赖、互为前提，同一个问题往往可以通过多种表现形式加以求解，学生在缺乏系统引导的情况下极易陷入概念碎片化困境，无法在具体问题中选择最为适合的表示形式。其三，繁琐的矩阵运算对教学时间的挤占问题。矩阵运算规则明确但步骤繁多、计算量大，尤其在涉及参数与符号运算时，计算量呈指数级增长。传统教学将大量时间用于手工运算训练，不仅挤占了概念深度思考的时间，计算错误还会打击学生的学习信心^[4]。其四，理论与应用的脱节问题。传统教学侧重于理论体系的构建与定理证明，缺乏明确、及时、有吸引力的应用案例展示抽象概念的实际价值，学生难以建立数学理论与现实问题的关联，学习动力不足。

（四）拟采取的方法

本研究拟采取四类核心教学方法。第一，具象化表达法。针对几何直观缺失问题，运用动态几何软件 Geogebra 3D 展示向量及其线性运算的直观效果，在低维空间建立起可视化的认知基础，将其作为学生理解高维抽象概念的认知脚手架。学生通过观察与交互操作，逐步建立起抽象运算与几何图景之间的内在联系，实现对核心概念的具象化理解。第二，数形结合法。借助 Manim 等 AI 驱动的交互式工具生成高精度数学动画，将线性方程组的解空间、高维投影、基变换、特征值与特征向量的可视化等难点内容以动态图形形式呈现，使抽象的代数结构获得直观的几何诠释，强化学生对复杂概念的空间感知能力。第三，结构化教学法。针对概念密集性与知识碎片化问题，构建覆盖线性代数 100 余个知识点的知识图谱，以图谱形式整合零散知识点，形成系统化的知识网络，通过拓扑结构的显性化呈现，帮助学生清晰把握概念之间的关联关系，实现对知识体系的整体性把握。第四，案例教学法。围绕重点章节知识点，将章节内容完全嵌入真实问题求解过程，将真实问题拆解为线性代数模型，分解为问题提出、模型建立、模型求解算法、软件计算、结果分析、扩展思考等多个教学环节，使知识点在解决问题的过程中自然呈现，引导学生在应用情境中完成对概念的理解与内化。

三、AI 赋能可视化教学模式的核心特色

（一）知识图谱作为课程的认知导航系统

知识图谱在本教学模式中承担着认知导航系统的核心功能。线性代数课程概念之间复杂的网状拓扑关系，使初学者极易陷入概念迷航，难以建立起对知识体系的整体性把握。通过构建覆盖 100 余个知识点的知识图谱，将概念之间的依赖、转化、等价、互补等多重关系以可视化方式显性化呈现，形成一张清晰的认知地图。学生可以借助知识图谱随时定位自己在知识网络中的学习

位置，识别自身知识结构中的薄弱环节，查漏补缺，实现个性化学习路径的自我规划。当学生在学习某一概念遇到困难时，可通过图谱快速追溯到该概念所依赖的前置知识点，精准定位问题根源。这种认知导航机制不仅有效解决了概念密集性与知识碎片化问题，也为后续构建基于知识图谱的智能推荐系统提供了数据基础，使个性化学习路径的自动生成成为可能。

（二）学生零基础使用软件的技术实现

传统线性代数教学中引入计算机辅助工具时，往往面临学生需要先学习程序设计语言与工具语法的前置门槛。以 MATLAB 为例，学生需要掌握变量定义、矩阵操作语法、函数调用、脚本编写等一系列编程基础知识后，才能自主实现线性代数概念的演示与计算。这一学习曲线对非计算机专业学生而言较为陡峭，增加了教学实施难度。本研究采用动态几何软件 Geogebra 3D 等工具，学生无需具备程序设计基础，即可直接通过图形化界面进行向量加法、数乘、线性组合、矩阵乘法等操作的直观演示与交互探索。这种零门槛的使用方式，使可视化演示能够贯穿教学过程始终，而非局限于少数编程能力较强的学生。学生可以在课堂上即时操作软件验证自己的猜想，也可以课后自主进行探索性学习，将抽象运算与直观效果之间的对应关系内化为深层认知。针对繁琐的矩阵运算问题，借助 Desmos 等软件工具完成重复性计算，将学生从繁重的符号运算中解放出来，使其将注意力集中于运算所体现的概念本质与数学意义^[5]。

（三）教师从生产者向设计者的角色转型

AI 赋能下的教学模式推动了教师角色的深刻转变。传统教学中，教师承担着教学资源的全部生产工作，包括课件制作、习题编写、演示材料准备等，这些重复性劳动占据了教师大量精力。在 AI 赋能的教学模式中，教师可以借助 AI 工具完成教学框架设计、分层习题生成、算法程序编写、数学动画制作等资源生产性工作，将自身从重复性劳动中解放出来。教师的核心精力从内容生产转向教学设计的更高层次：聚焦如何将知识点嵌入真实问题情境，如何设计引导学生深度思考的探究活动，如何构建知识图谱并指导学生利用图谱实现自主导航。通过这一角色转型，教师能够将更多时间投入重点章节的教学设计，将线性代数从抽象的

符号系统转变为解决真实问题的思维工具，使学生在解决问题的过程中自然完成对抽象概念的内化与迁移，从根本上解决理论与应用脱节的顽疾。

（四）可视化技术驱动下的教学流程重构

在 AI 赋能的可视化教学模式中，教学流程实现了从“教师讲授—学生练习—教师批改”的传统线性结构向“情境感知—交互探索—即时反馈—动态调整”的闭环迭代结构转型。课堂不再是教师单向输出知识、学生被动接收信息的场所，而是借助可视化技术构建起师生之间、学生与知识之间的多维交互空间。教师借助 Geogebra 3D 等工具在课堂上实时演示向量变换、特征分解等动态过程，学生通过观察直观图景建立对抽象概念的第一印象；在此基础上，教师引导学生通过交互操作改变参数、观察结果变化，自主发现规律、归纳结论；AI 驱动的即时反馈机制能够迅速识别学生操作中的认知偏差，为教师提供精准的教学干预依据；教师据此动态调整后续教学内容与节奏，实现真正意义上的因材施教。这一流程重构将课堂教学从预设性的知识传递转变为生成性的认知建构，使学生在探索与交互中完成对抽象概念的深度内化。

四、结语

线性代数作为理工、经管类专业的核心基础课，其抽象性强、知识关联性复杂、理论应用脱节等结构性教学困境，长期制约着课程教学质量与学生学习成效。本研究针对课程抽象认知壁垒、知识碎片化、学时与运算矛盾、学用脱节四大核心问题，构建了 AI 驱动的线性代数可视化教学新模式，并开展了针对性课堂实践探索。实践结果表明，AI 技术与线性代数教学的深度融合，借助可视化手段拆解抽象的数学概念、构建网状知识知识图谱、简化繁琐矩阵运算流程、搭建理论与实际应用的衔接桥梁，帮助学生突破认知瓶颈、构建系统化知识体系，缓解了教师的教学压力、激发了学生自主学习动力，为高校数学基础课的数字化转型提供了可借鉴的实践范式。

参考文献

- [1] 王晓硕. AI 赋能“教”与“学”背景下的教学路径探索与实践——以《线性代数》课程为例[J]. 创新教育研究, 2025, 13(12): 587–595.
- [2] 武文俊, 彭定涛. AI 赋能的线性代数线上线下混合式教学创新[J]. 智库时代, 2025(12): 205–207.
- [3] 魏重庆, 李安然. AI 赋能线性代数课程混合式教学研究与实践[J]. 信息系统工程, 2025(4).
- [4] 吴静波. AI 赋能线性代数课程的个性化教学研究[J]. 科教导刊(电子版), 2025(12): 226–228.
- [5] 辛凤梅, 张艳妮. 数智赋能背景下《线性代数》课程教学模式研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(1): 5.