

AI时代下基于OBE理念的线性代数教学改革与实践

刘瑞平

北京信息科技大学理学院, 北京

收稿日期: 2026年6月28日; 录用日期: 2026年8月4日; 发布日期: 2026年8月17日

摘要

线性代数作为机械、自动化、电子等理工类以及财经、管理等经管类专业新生的核心基础课程,是后续专业课程学习的关键支撑。当前教学中存在教学内容碎片化、教学手段未适配数字时代、教学与科研脱节等问题,导致学生学习动力不足、应用能力薄弱。本文以OBE (成果导向教育)理念为指导,围绕“反向设计、正向实施”原则,从教学内容重构、AI融合、教研相长三个维度展开教学改革探索。基于同济大学版教材,对其教学内容进行重新组织,以矩阵为核心,构建“矩阵的基本运算-矩阵的初等变换-矩阵的特征分解”三大模块体系;整合雨课堂、超星学习通智能教学平台,构建AI赋能的全流程教学新模式;将科研成果(稀疏对应分析、基于Gram-Schmidt正交化的变量选择方法)融入教学,实现教研相长。

关键词

线性代数, OBE理念, 矩阵为核心, AI赋能, 教研相长

Teaching Reform and Practice of Linear Algebra Based on OBE Philosophy in the AI Era

Ruiping Liu

School of Applied Science, Beijing Information Science & Technology University, Beijing

Received: June 28, 2026; accepted: August 4, 2026; published: August 17, 2026

Abstract

As a core foundational course for freshmen majoring in science, engineering, economics and management disciplines including mechanical engineering, automation, electronic engineering, finance and

文章引用: 刘瑞平. AI时代下基于OBE理念的线性代数教学改革与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 128-133.
DOI: 10.12677/ces.2026.148586

business administration, linear algebra provides essential theoretical support for the subsequent learning of professional courses. However, the current teaching of linear algebra still suffers from fragmented teaching content, outdated teaching methods that fail to adapt to the digital era, and disconnection between teaching and scientific research, which consequently leads to students' insufficient learning motivation and weak practical application abilities. Guided by the Outcomes-Based Education (OBE) philosophy and following the principle of "backward design and forward implementation", this paper explores linear algebra teaching reform from three dimensions of teaching content restructuring, artificial intelligence (AI) integration, and the integration of teaching and research. Based on the textbook published by Tongji University, the teaching content is reorganized with matrices as the core, constructing a systematic teaching framework consisting of three major modules: basic matrix operations, elementary matrix transformations, and matrix eigen decomposition. By integrating intelligent teaching tools including Rain Classroom and Chaoxing Learning Platform, an AI-empowered full-process teaching model is established. Furthermore, scientific research achievements such as sparse correspondence analysis and Gram-Schmidt orthogonalization-based variable selection are introduced into classroom teaching, to realize the mutual promotion and coordinated development of teaching and scientific research.

Keywords

Linear Algebra, Outcomes-Based Education (OBE) Philosophy, Matrix-Centered Teaching, AI-Empowered, Mutual Promotion of Teaching and Research

Copyright © 2026 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

1.1. 研究背景

线性代数是大学一年级理工与经管类专业的核心基础课程，其知识体系——包括矩阵运算、线性方程组、向量空间、特征值分解、规范正交基等内容——直接支撑《自动控制原理》《人工智能》《机器学习》《计量经济学》《运筹学》等后续专业课程的学习。在“新工科”与“新文科”建设背景下，高等教育正经历从“知识传授”向“能力培养”的深刻转型，对基础课程提出了更高的应用导向要求[1]。同时，在 AI 技术快速发展的时代背景下，基础课程教学面临更高的挑战。

1.2. 已有研究

关于线性代数的教学改革，目前已有诸多研究成果。例如，在课程内容优化方面，多位学者提出重构教学内容，文军等[2]提出“以线性方程组为主线，以矩阵为主要工具，以初等变换为主要方法”的课程优化方案，引入数值求解等应用性内容。在教学理念方面，王晋茹[3]基于 OBE 理念，将教学内容组织为基础理论、应用拓展和实践创新三个模块。其中 OBE (Outcome-Based Education, 成果导向教育) 理念强调以“学生能力达成”为核心，遵循“反向设计、正向实施”原则，围绕专业“毕业能力”反向规划教学目标、内容与评价[4]。在课堂教学中，常海霞等[5]通过运用“5W+H”思维模式进行课程导入、介绍知识点的来龙去脉、突出线性代数的思想解决学习过程中的痛点问题等措施，助力学生加深知识的理解。在信息技术的融合方面，已有基于雨课堂的混合式教学模式探索，也有依托超星学习通平台的线上教学资源自建[6][7]。

1.3. 当前困境以及试点改革

不同院校面临不同的教学现状，笔者基于所在院校线性代数课程近五年的实际教学中存在的问题以及改革情况进行分析和总结。笔者所在院校的线性代数教学面临三重困境：其一，教学内容与学生课后自学需求错位，传统教学沿用“行列式 - 矩阵 - 线性方程组 - 向量空间 - 特征值”的固定框架，导致学生认为知识碎片化，对线性代数的学习兴趣降低；其二，教学手段滞后于 AI 时代需求，学生课堂专注力亟待提升；其三，教学与科研割裂，教师科研成果未能有效转化为教学资源，学生缺乏科研思维启蒙。这三重困境导致学生学习动力不足、应用能力薄弱，难以建立课程与实践应用的关联认知。基于 OBE 理念，笔者面向上述三重困境提出线性代数的教学改革思路并加以实施。1) 教学内容重构，帮助学生建立对线性代数的模块化认知，推动课程从“知识传授”向“逻辑思维培养”转型；2) AI 融合，在 AI 技术快速发展的时代背景下，将不同 AI 平台融入教学流程，助力学生积极参与教学互动、及时查漏补缺，有效提升学习效率；3) 教研相长，将基于线性代数的科研成果融入教学，启发学生科研思维，助力培养复合型创新人才。详实教学实践数据参见表 1。具体改革思路在下文详细展开。

Table 1. Statistical data on “Linear Algebra” teaching reform

表 1. “线性代数” 教学改革数据

	学期	班级数	人数	考试均值	标准差
改革后	2025~2026 (1)	3	118	82.03	12.98
			140	79.16	13.82
			55	82.95	11.51
	2023~2024 (1)	2	58	68.6	16.66
改革前	2022~2023 (2)	1	110	69.06	14.99
			98	63.02	16.02
	2022~2023 (1)	1	108	64.33	12.79

2. 教学内容重构：以矩阵为核心的三大模块体系

2.1. 传统教学内容的局限性

传统线性代数教学以同济大学版教材为代表，长期沿用“行列式 - 矩阵 - 线性方程组 - 向量空间 - 特征值”的线性递进框架[8]。这一体系虽然逻辑严谨，但存在明显不足：一是行列式作为开篇内容过于抽象，对新生而言入门门槛高，容易产生畏难情绪导致厌学；二是各章节相对独立，学生难以建立知识间的内在联系；三是向量空间与线性变换的内容安排偏后，导致矩阵运算与几何意义脱节。更重要的是，这种“一刀切”模式忽视了不同专业对线性代数知识的差异化需求，当教学内容无法回应专业应用场景时，学生自然难以建立学习动机。

2.2. 以矩阵为核心的三大模块重构

基于 OBE 理念的反向设计原则，本改革对同济大学版教材的传统章节顺序进行变革，同时借鉴 Gilbert Strang 教授的经典教材，以“矩阵”为核心概念重新组织教学内容，构建“矩阵的基本运算 - 矩阵的初等变换 - 矩阵的特征分解”三大模块体系[9]。这一重构遵循“从具体到抽象、从运算到结构、从工具到本质”的认知规律，使学生始终围绕矩阵这一主线展开学习，建立完整的知识网络。这一教学重

构体系面向工科文科多个专业历经多个学期的实践,已取得教学效果的显著提升。以总学时 48 学时为例,模块教学安排如下。

1) 模块一: 矩阵的基本运算(约 20 课时)

该模块从矩阵的定义与表示出发,涵盖矩阵的加法、数乘、转置、乘法、分块矩阵、逆矩阵等基本运算,以及行列式的计算与性质。与传统教学不同,行列式不再作为独立开篇,而是作为逆矩阵的求解工具引入教学——通过矩阵求逆的需求自然引出行列式的概念,使学生理解行列式的工具价值而非抽象定义。同时,将向量与向量空间的基本概念融入矩阵的列空间、行空间、零空间的讨论中,使向量空间成为矩阵结构的有机组成部分而非独立章节。该模块的核心目标是使学生熟练掌握矩阵运算规则,理解矩阵作为数据表示与变换工具的基本功能,为后续模块奠定基础。

2) 模块二: 矩阵的初等变换(约 14 课时)

该模块以矩阵的初等行变换为核心工具,系统讲解矩阵在线性方程组求解中的应用、矩阵的秩、线性方程组解的结构、向量组的线性相关性、向量组的秩、极大线性无关组、以及规范正交基。初等变换作为贯穿模块的统一方法,将方程组求解、秩的计算、线性相关性判定等分散知识点串联起来。该模块将矩阵、线性方程组、向量组不同概念紧密衔接,使学生认识到矩阵的重要作用。核心目标是培养学生运用初等变换解决实际问题的能力,建立“变换-简化-求解”的思维方式。

3) 模块三: 矩阵的特征分解(约 14 课时)

该模块以特征值与特征向量为核心,涵盖特征向量、相似矩阵、对角化、实对称矩阵的对角化、二次型与正定矩阵。特征分解作为矩阵分解的“灵魂”,揭示了矩阵的本质结构——通过特征分解,复杂的矩阵运算可转化为简单的对角矩阵运算,极大降低计算复杂度。核心目标是使学生掌握特征分解的理论与方法,理解其在系统分析、数据降维等领域的核心价值。

2.3. 重构的逻辑与优势

三大模块以矩阵为枢纽,形成“运算基础-结构分析-本质分解”的递进关系。模块一解决“矩阵是什么、能做什么”的问题,模块二解决“矩阵的内部结构如何分析”的问题,模块三解决“矩阵的本质特征如何提取”的问题。这一重构的优势在于:一是降低了入门门槛,从具体的矩阵运算出发,避免了行列式抽象的挫败感;二是强化了知识关联,三大模块始终围绕矩阵展开,学生能清晰看到知识的发展脉络;三是适配了 OBE 理念,每个模块对应明确的能力达成指标,便于反向设计与评价。

3. AI 融合: 构建智能化教学新生态

3.1. 课前: AI 驱动的自我适应复盘

课前阶段,学生结合自身在雨课堂平台的课堂难点记录、教师在超星学习通平台中提供的知识图谱以及更新版的作业错题集,回顾本课程知识点。基于学生的学习历史数据,平台智能推荐差异化的预习内容:对基础薄弱的学生,补充前置知识的微课视频;对基础较好的学生,提供拓展性的案例预览。所有 AI 回答均经过预设知识库校验,对超出知识库范围的问题,明确提示“该问题建议咨询任课教师”,避免 AI“幻觉”导致的错误指引。预习测验自动诊断知识盲区,为课堂教学提供数据支撑。

3.2. 课中: AI 增强的互动教学

课中阶段,利用雨课堂平台开展 AI 增强的互动教学。1) 可视化教学:利用 AI 辅助的动态可视化工具,将抽象的矩阵概念转化为直观图形。例如,在讲解矩阵乘法时,通过动画展示矩阵变换对单位正方形的作用,学生可直观看到旋转、伸缩、剪切等几何效应。2) 实时互动与即时校验:开展课堂实时投票、

随堂测验等活动。AI 自动统计答题情况，生成知识掌握度热力图。关键设计在于：所有 AI 生成的测验题目和解析均经过教师预先审核入库，AI 仅负责随机抽取和呈现，不参与题目生成，从根本上避免 AI 出题错误。当检测到共性问题时，系统自动提醒教师进行针对性回顾。

3.3. 课后：AI 支持的评价

课后阶段，AI 在作业批改和学习分析等方面发挥作用，但均设置人工复核环节。利用学习通平台发布定时作业，在进行作业批改时，客观题由 AI 自动批改，主观题批改全部由教师完成，保证评价质量。同时，关注学生的学习画像与预警。AI 平台追踪学习行为数据，构建多维学习画像。对出现学习困难迹象的学生自动预警，推送补救资源。预警规则由教师预设，AI 仅负责执行。以学习通平台为例，基于 2025~2026 (2) 学期数据，教师或学生均可借助 AI 了解自己的教学或学习情况。比如教师希望找到近期学习情况波动较大的学生名单，则可以在“AI 学情分析”板块直接选取目标班级，输入提示词“找出作业成绩波动较大的学生”进行交互，AI 即可迅速回复对应的学生名单以及各自的排名波动情况。

4. 教研相长：科研成果融入教学

教学与科研是高校教师的两大核心使命，但长期以来存在分离现象，特别是针对公共基础课的教学。本改革将教师的科研成果系统转化为教学资源，实现线性代数的教研相长。科研案例不仅展示线性代数的前沿应用，更启蒙学生的科研思维，使其理解“课本知识如何发展为学术研究”。

4.1. 科研成果一：稀疏对应分析(Sparse Correspondence Analysis)

对应分析(Correspondence Analysis)是基于奇异值分解(SVD, Singular Value Decomposition)的多维数据分析方法，广泛应用于分类数据的降维与可视化。笔者发表的“Sparse Correspondence Analysis for Large Contingency Tables”将稀疏性约束引入传统对应分析，通过 SVD 分解提取高维列联表的主要结构，同时实现变量选择，提升结果的可解释性[10]。

教学转化路径：在模块三“矩阵的特征分解”中，将 SVD 作为特征值分解的推广引入。传统教材对 SVD 的讲解较为简略，本改革通过科研论文的简化版本，向学生展示：给定数据矩阵 X ，SVD 分解如何同时提取行空间与列空间的主成分；截断 SVD 如何实现数据压缩；稀疏约束如何通过正则化选择最具代表性的变量。该转化使学生体验从“课本 SVD”到“科研前沿”的跨越，深刻理解：特征值分解不仅是考试内容，更是高维数据分析的数学基础；规范正交基(U 和 V 的列向量)不仅是抽象概念，更是数据主要变异方向的实际载体。

4.2. 科研成果二：基于 Gram-Schmidt 正交化的函数型变量选择

笔者发表的“Functional Variable Selection via Gram-Schmidt Orthogonalization”将经典的 Gram-Schmidt 正交化过程引入函数型数据分析，通过逐步正交化实现变量选择，解决高维函数数据的降维与建模问题[11]。

教学转化路径：在模块二中“规范正交基”的教学中，传统教材仅将 Gram-Schmidt 过程作为构造正交基的技术手段，学生难以感知其应用价值。本改革通过科研案例的简化版本，向学生展示：给定一组函数变量，Gram-Schmidt 正交化如何逐步提取互不重叠的信息分量；每一步正交化后的残差如何衡量该变量的独立贡献；通过设定阈值实现变量选择，保留最具信息量的函数变量。学生体验规范正交基在信息提取与变量选择中的核心作用，并深刻理解：规范正交基不仅是理论构造，更是处理高维数据、避免信息冗余的实用工具；正交化过程不仅是数学技巧，更是“逐步提取独立信息”的科研工具。

除了从线性代数中相关定理、公式的直接推导出发而至的科研领域外，主讲教师也可从自身特色科

研方向的论文写作出发以实现教研相长。从科研论文写作要素出发(包括但不限于:论文结构、论文格式、论文指导实践的程度),作为矩阵的特征分解思想的阐释案例,教学过程中通过“科研论文-教学案例-学生反馈优化”实现教研相长。同时,鼓励学有余力的学生基于教学案例拓展,申请大学生创新创业训练计划项目,实现从“科研启蒙”到“科研参与”的推进。

5. 结束语

本文以 OBE 理念为指导,探索了 AI 时代下《线性代数》教学改革三条核心路径。第一,教学内容重构。以同济大学版教材为蓝本,对其内容安排进行改革,打破传统“行列式-矩阵-方程组”的线性框架,构建“矩阵的基本运算-矩阵的初等变换-矩阵的特征分解”三大模块体系,以矩阵为核心枢纽,实现知识的有机整合与能力递进。第二,AI 赋能。整合雨课堂、超星学习通平台,构建“课前-课中-课后”教学模式,调动学生学习积极性。同时建立防护机制,避免 AI 错误指引。第三,教研相长。将稀疏对应分析(基于 SVD 分解)、Gram-Schmidt 正交化变量选择等科研成果转化为教学案例,使学生体验从课本知识到学术前沿的跨越,启蒙科研思维。

经过多轮教学实践,学生及格率已从最初的 64.29% 提升至当前的 95%。为了使线性代数课程的吸引力进一步提升,本改革将在以下方向持续深化:一是拓展 AI 融合的深度,尝试探索基于大语言模型的个性化智能导师系统;二是强化跨课程协同,推动线性代数与后续专业课程的纵向衔接,争取建设面向新工科与新文科建设的线性代数案例资源;三是深化教研相长机制,将更多科研成果系统转化为本科生可理解的案例,助力培养具有科研潜质的创新型人才。

基金项目

北京信息科技大学教学改革项目“基于 OBE 理念的《线性代数》课程教学方法研究与实践”(2026JGYB35);“促进高校分类发展——理学院高质量课程建设与改革项目”(5112623903)。

参考文献

- [1] 林健. 面向“卓越工程师”培养的课程体系和教学内容改革[J]. 高等工程教育研究, 2011(5): 1-9.
- [2] 文军, 屈龙江, 刘春林, 等. “线性代数”课程内容优化研究及其在 MOOC 教学中的实践[J]. 高等教育研究学报, 2021, 44(2): 66-71.
- [3] 王晋茹. 新质生产力视域下基于 OBE 理念的线性代数课程改革与实践[J]. 高教学刊, 2026, 12(15): 143-146.
- [4] Spady, W.G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators.
- [5] 常海霞, 刘龙生, 孙涛. 线性代数课程课堂教学探讨[J]. 创新教育研究, 2023, 11(12): 3651-3655.
- [6] 徐菲, 章健. 信息化时代《线性代数》课程混合式教学的设计和应用[J]. 豫章师范学院学报, 2022, 37(4): 60-65.
- [7] 周会会, 袁锐, 韩筠, 等. 基于学习通和多种智慧工具的翻转课堂实践——以线性代数课程为例[J]. 大学教育, 2022(2): 113-115.
- [8] 同济大学数学系. 工程数学线性代数[M]. 第 6 版. 北京: 高等教育出版社, 2014: 1-156.
- [9] Strang, G. (2019) Linear Algebra and Learning from Data. Wellesley-Cambridge Press.
- [10] Liu, R., Niang, N., Saporta, G. and Wang, H. (2023) Sparse Correspondence Analysis for Large Contingency Tables. *Advances in Data Analysis and Classification*, 17, 1037-1056. <https://doi.org/10.1007/s11634-022-00531-5>
- [11] Liu, R.P., Wang, H.W. and Wang, S.S. (2018) Functional Variable Selection via Gram-Schmidt Orthogonalization for Multiple Functional Linear Regression. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 88, 3664-3680. <https://doi.org/10.1080/00949655.2018.1530776>