

问题驱动下的《线性代数》教学模式研究： 理论创新与实践探索

卢艺

广东东软学院 基础教学学院, 广东 佛山 528000

DOI: 10.61369/SDME.2025230035

摘要：本文基于建构主义学习理论，深入探讨问题驱动教学法在线性代数课程中的创新应用。通过分析当前线性代数教学中存在的内容抽象、课时不足、理论与实践脱节等核心问题，提出了以专业实际问题为引导的教学设计框架。研究表明，问题驱动教学模式能有效提升学生的学习动机、数学应用能力与创新思维。结合最新的人工智能教育技术，本文还提出了智能化问题驱动教学的新范式，为新时代工程数学教育改革提供了理论与实践依据。

关键词：线性代数；问题驱动教学；建构主义；人工智能教育；教学模式改革

Research on the Problem-Driven Teaching Model of "Linear Algebra": Theoretical Innovation and Practical Exploration

Lu Yi

School of Basic Education, Guangdong Neusoft University, Foshan, Guangdong 528000

Abstract : Based on constructivist learning theory, this paper explores the innovative application of problem-driven teaching methods in linear algebra courses. By analyzing core issues in current linear algebra education, such as abstract content, insufficient class hours, and the disconnection between theory and practice, a teaching design framework guided by discipline-specific practical problems is proposed. The study demonstrates that the problem-driven teaching model effectively enhances students' learning motivation, mathematical application skills, and innovative thinking. Integrating the latest AI educational technologies, this paper also proposes a new paradigm of intelligent problem-driven teaching, providing theoretical and practical foundations for engineering mathematics education reform in the new era.

Keywords : linear algebra; problem-driven teaching; constructivism; ai education; teaching model reform

引言

线性代数作为现代数学的重要支柱，不仅是理工科专业的基础课程，更是人工智能、大数据分析、量子计算等前沿领域的核心数学工具。随着 STEM 教育理念的深入发展，线性代数的教学重心正逐渐从“理论灌输”向“应用创新”转变。然而，传统的线性代数教学仍存在诸多困境：抽象概念难以直观理解、计算繁琐导致畏难情绪、理论与实践严重脱节等。

问题驱动教学 (PBL) 作为一种以学生为中心的教学范式，通过真实情境中的复杂问题激发学生的探究欲望，引导其主动建构知识体系。这种教学模式尤其适合线性代数这类具有高度抽象性和广泛应用性的课程。吴国丽 (2017)、张清华 (2013)、阳卫锋 (2017) 和师钦贤 (2010) 等学者的实证研究表明，问题驱动教学能显著改善线性代数的教学效果，培养学生的数学建模与创新应用能力。

本文在已有研究基础上，融合最新的人工智能教育技术，系统构建问题驱动在线性代数教学中的理论框架与实践路径，旨在为高校数学教学改革提供可借鉴的模式与案例。

一、文献综述与理论框架

(一) 线性代数教学现状与深度剖析

1. 教学内容与方法的滞后性

当前线性代数教学普遍存在“三重三轻”现象：重理论推导轻直观理解、重算法训练轻概念建构、重数学运算轻实际应用。

大多数教材仍保持“定义 – 定理 – 证明 – 例题”的传统结构，缺乏与现代科技前沿的衔接^[5]。

表1 线性代数教学现状问题分析

问题类别	具体表现	影响后果
教学内容	理论为主，缺乏实际案例	学生难以理解应用价值
教学方法	灌输式教学，缺乏互动	学生学习兴趣低下

作者简介：卢艺（1993-），女，辽宁丹东人，讲师，硕士研究生，主要从事大学数学教学、统计学方向的研究。

课时安排	课时压缩, 内容繁多	教师无法深入讲解
评价体系	注重计算, 忽视应用	学生应用能力不足

2. 课时压缩与基础差异的矛盾

高校扩招与专业课时调整导致线性代数教学时间被大幅压缩。许多高校将课程压缩至32-48学时, 仅能完成基本概念和计算的讲解, 无法深入开展应用案例教学和探究活动。同时, 学生数学基础差异显著扩大, 教师难以采用统一的教学进度和深度, 影响了整体教学质量^[9]。

3. 信息技术融合不足

尽管 MATLAB、Python 等科学计算工具已广泛应用于工程实践, 但线性代数教学仍以笔算为主, 缺乏与计算工具的深度融合^[9]。

(二) 问题驱动教学的理论基础与模式创新

1. 构建主义学习理论框架

问题驱动教学深深植根于建构主义学习理论, 该理论强调知识不是通过教师传授得到, 而是学习者在特定情境下, 借助他人帮助, 利用必要的学习资料, 通过意义建构的方式获得。在线性代数教学中, 问题驱动模式通过以下机制促进知识建构^[7]:

- (1) 情境认知: 通过专业实际问题创设学习情境, 使抽象数学概念具象化
- (2) 社会互动: 通过小组讨论、合作探究等形式促进思维碰撞
- (3) 认知支架: 教师提供适时引导和资源支持, 帮助学生跨越认知障碍
- (4) 反思评价: 通过问题解决过程中的反思与调整, 深化概念理解

2. 问题驱动教学的核心要素

成功的线性代数问题驱动教学包含三个核心要素:

- (1) 真实性问题设计: 问题应来源于工程实践、科学研究或日常生活, 具有明确的专业背景和应用价值。
- (2) 渐进式探究路径: 问题应设计成层层递进的阶梯式结构, 从直观观察到抽象概括, 从特殊案例到一般规律。
- (3) 多元评价体系: 建立过程性与终结性相结合的评价方式, 包括问题解决过程中的表现评价、小组合作评价、创新性解决方案评价等, 全面衡量学生的数学素养与发展水平。

二、问题驱动教学的设计原则与实施策略

(一) 问题设计的四大原则

在总结相关研究基础上, 我们提出了线性代数问题设计的四大原则:

专业相关性原则: 问题应紧密结合学生所学专业背景。师钦贤指出, 为计算机专业学生设计密码学中的矩阵应用, 为经济专业设计投入产出模型, 为机械专业设计振动系统分析, 能够极大提升学习动机和应用意识。

认知适配性原则: 问题难度应处于学生的“最近发展区”, 既具有一定挑战性, 又通过努力可以解决。

探索开放性原则: 好的问题应具有多种解决路径和开放性的结论, 鼓励学生多角度思考和创新性解决。张清华提倡的“换位教学”和“案例教学”正是为了培养学生的发散思维和创新意识^[8]。

技术整合性原则: 问题设计应充分考虑计算工具的应用, 将学生从繁琐的计算中解放出来, 专注于数学思想和方法的应用。如利用 MATLAB 处理大规模矩阵运算, 可视化特征向量等^[10]。

表2 专业相关性问题设计示例

专业领域	问题类型	线性代数内容	应用场景
计算机科学	图像处理	矩阵变换、特征值	图像压缩、人脸识别
经济学	投入产出分析	线性方程组、逆矩阵	经济预测、产业关联
工程技术	结构分析	向量空间、线性变换	桁架受力分析
环境科学	扩散模型	矩阵指数、特征值	污染扩散预测

(二) 教学实施的关键策略

模块化教学组织: 张清华提出将线性代数内容按问题类型重新组织为若干模块, 如“线性方程组模块”、“矩阵理论与应用模块”、“特征值与对角化模块”等, 每个模块以一个核心问题为主线展开教学。

混合式教学流程: 采用“线上预习→课堂探究→课后拓展”的混合式流程。线上提供问题背景和基础知识; 课堂重点进行问题探究与讨论; 课后开展拓展应用和项目实践。

学习共同体构建: 建立由教师、学生、专业导师组成的学习共同体。师钦贤建议邀请专业教师参与问题设计, 提供专业视角和应用案例, 增强问题的真实性和专业性^[4]。

智能化教学支持: 利用人工智能技术构建智能答疑系统、学情分析系统和自适应学习系统。蒋启芬教授提出“三位一体智能答疑系统”, 促进学生自主思考与知识探索^[9]。

三、实践案例与创新应用

(一) 案例一: 矩阵对角化的应用探究

吴国丽进一步提出了一个“污染-产值系统动态模型”: 该问题引导学生建立矩阵表示进而思考如何计算这一实际问题。学生通过探究发现直接计算高次幂的困难, 从而产生对角化的需求, 主动学习相似变换、特征值分解等概念和方法^[11]。

(二) 案例二: 线性方程组的建模与求解

阳卫锋的“坝体温度分布”问题展示了如何将连续物理问题离散化为线性方程组, 根据热传导原理, 内部点温度等于相邻点温度平均值:

通过网格划分, 将偏微分方程问题转化为大规模线性方程组求解问题, 引导学生探索不同数值解法的效率和稳定性, 理解矩阵理论在科学计算中的核心地位^[3]。

(三) 案例三: 计算机辅助探究项目

张清华提倡将计算机软件与线性代数教学深度融合^[2], 设计如下探究项目:

- (1) 项目名称: 图像处理中的矩阵运算
- (2) 学习目标: 理解矩阵在图像变换中的应用
- (3) 实施步骤:
 - ① 使用 MATLAB 或 Python 读取图像并转换为矩阵
 - ② 实施矩阵变换: 旋转、缩放、剪切等操作
 - ③ 分析特征值与特征向量在图像特征提取中的应用
 - ④ 探究奇异值分解在图像压缩中的应用

四、教学评价与效果分析

(一) 多元评价体系构建

问题驱动教学需要建立与之匹配的多维评价体系:

表3 问题驱动教学评价体系

评价维度	评价内容	权重
过程性评价	问题探究表现、小组贡献度、学习笔记	40%
项目成果评价	问题解决方案的创新性、完整性和实用性	30%
知识应用评价	开放性案例分析考察知识迁移能力	30%

(二) 教学效果实证研究

多项研究表明, 问题驱动教学在线性代数课程中取得了显著成效:

- (1) 学习动机提升: 阳卫锋调查显示, 85% 的学生认为问题驱动教学提高了学习兴趣^[3]。
- (2) 概念理解深化: 师钦贤通过测试发现, 实验班学生在概念理解题上的得分比对照班高 23%。^[4]
- (3) 应用能力增强: 张清华报告显示, 参与建模项目的学生更能在专业课程中灵活运用线性代数方法^[2]。
- (4) 创新能力发展: 吴国丽观察到学生能够提出更有创新性的问题解决方案^[1]。

五、结论与未来展望

问题驱动教学为线性代数教学改革提供了有效路径, 通过“真实问题激发学习动机”, 通过探究过程深化概念理解, 通过应用实践培养创新能力。这种教学模式不仅解决了传统教学中“学不知用”的困境, 还培养了学生的数学思维和解决复杂问题的能力。

线性代数作为 21 世纪核心数学素养的重要组成部分, 其教学模式改革任重而道远。问题驱动教学结合人工智能技术, 为我们提供了明确的方向和可行的方法。通过教育工作者持续不断的创新与实践, 线性代数教学必将更好地服务于创新人才培养的时代使命。

参考文献

- [1] 吴国丽. 问题驱动下的线性代数教学模式研究 [J]. 教育现代化, 2017, 4(29):127-128.
- [2] 张清华, 张杰, 刘勇. 将建模与图论思想融入《线性代数》教学的实践 [J]. 数学通信, 2013, 40(1):88-91.
- [3] 阳卫锋, 包卫. 线性代数课程问题驱动式教学的应用探析 [J]. 当代教育理论与实践, 2017, 9(5):45-48.
- [4] 师钦贤. 对以问题驱动线性代数教学的研究 [J]. 现代教育技术, 2010, 20(13):58-59.
- [5] Savery J R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions [J]. Essential Readings in Problem-Based Learning, 2015, 9:5-15.
- [6] Hmelo-Silver C E. Problem-based learning: What and how do students learn? [J]. Educational psychology review, 2004, 16(3):235-266.
- [7] 徐文彬. 本原性学科问题驱动课堂的教学的理论与实践 [J]. 教育理论与实践, 2007(12):38-40.
- [8] 杨玉东. “本原性教学问题驱动课堂教学”的比较研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- [9] 中华人民共和国教育部. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [10] Freeman S, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014, 111(23):8410-8415.