

OBE理念下应用型本科高校线性代数课程体系的构建与实践研究

马 丹, 乔 兴*, 郭 爽

大庆师范学院数学科学学院, 黑龙江 大庆

收稿日期: 2025年3月15日; 录用日期: 2025年4月14日; 发布日期: 2025年4月23日

摘 要

本文以应用型本科高校为背景, 结合成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念, 探讨线性代数课程体系的改革路径。通过分析传统线性代数课程存在的问题, 如教学模式单一、教学内容抽象化及评价机制不完善等, 提出以学生能力培养为核心, 构建“目标设定-内容重构-方法创新-评价改革-实践强化”的课程体系。研究结合具体案例, 验证了OBE理念在提升学生应用能力和促进学科交叉融合方面的有效性, 为应用型高校的数学课程改革提供了有益参考。

关键词

OBE理念, 应用型本科高校, 线性代数课程体系, 教学改革

Research on the Construction and Practice of the Linear Algebra Curriculum System in Application-Oriented Undergraduate Colleges Based on OBE Concept

Dan Ma, Xing Qiao*, Shuang Guo

School of Mathematical Sciences, Daqing Normal University, Daqing Heilongjiang

Received: Mar. 15th, 2025; accepted: Apr. 14th, 2025; published: Apr. 23rd, 2025

*通讯作者。

文章引用: 马丹, 乔兴, 郭爽. OBE 理念下应用型本科高校线性代数课程体系的构建与实践研究[J]. 教育进展, 2025, 15(4): 748-754. DOI: 10.12677/ae.2025.154611

Abstract

This article takes applied undergraduate universities as the background and explores the reform path of the linear algebra curriculum system in conjunction with the concept of Outcome-Based Education (OBE). By analyzing the problems present in traditional linear algebra courses, such as a single teaching model, abstract teaching content, and imperfect evaluation mechanisms, it proposes a curriculum system centered on student capability development, constructing a framework of “goal setting - content reconstruction - method innovation - evaluation reform - practical reinforcement.” The study combines specific cases to verify the effectiveness of the OBE concept in enhancing students’ practical abilities and promoting interdisciplinary integration, providing valuable references for the reform of mathematics courses in applied universities.

Keywords

The Idea of Outcome-Based Education, Applied Undergraduate Universities, Linear Algebra Curriculum System, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

随着新一轮科技革命与产业变革的加速推进，应用型本科高校的人才培养目标逐渐由“知识传授”转向“能力塑造”。线性代数作为数学学科的核心分支，其理论工具广泛应用于人工智能、大数据分析、量子计算和金融工程等领域。例如，矩阵分解是机器学习算法的基础逻辑，特征向量分析在图像处理中发挥着关键作用，而线性方程组的求解则支撑着工程优化模型的构建。然而，传统线性代数课程的教学模式与产业需求之间的脱节现象日益凸显。根据《2022 年中国高校理工科课程质量调查报告》，65%的毕业生认为“数学课程内容过于抽象，无法与专业实践衔接”，仅有 28%的教师尝试将实际案例融入理论教学(教育部高等教育司，2023)。这一矛盾反映了应用型高校数学课程改革的紧迫性[1]。

在此背景下，成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念为课程体系的重构提供了理论框架。OBE 强调以学生最终能力的达成为核心，通过逆向设计(Backward Design)明确教学目标，并依托动态评价机制持续改进教学过程。国际工程教育认证体系(如《华盛顿协议》)已将 OBE 作为核心标准，我国《普通高等学校本科教育教学审核评估实施方案(2021~2025 年)》也明确提出“强化能力导向的课程设计”。因此，基于 OBE 理念对线性代数课程体系的改革，不仅是响应国家教育战略的必然选择，也是破解传统教学困境的关键路径[2]。

线性代数是应用型本科高校理工科和经管类专业的重要基础课程，但其传统教学模式存在显著问题：教学内容偏重理论推导，缺乏实际应用场景；教学方法主要以单向讲授为主，学生参与度较低；评价方式过于依赖标准化考试，忽视了过程性与创新性能力的评估[3]。这些问题导致学生难以将所学知识转化为解决实际问题的能力，与应用型高校培养实践型人才的目标相悖。

成果导向教育(OBE)理念强调以学习成果为导向，要求课程设计围绕学生最终应具备的能力进行，并通过动态评价与反馈机制来优化教学过程。本文以线性代数课程为例，探讨基于 OBE 理念的课程体系重

构方案，并结合实践案例验证其有效性。

2. 传统线性代数课程的问题分析

目前，应用型本科高校的线性代数教学普遍面临以下问题：

2.1. 教学内容的“去情景化”

传统教材及课堂教学过于强调定理的证明与公式的推导，缺乏与工程、计算机科学等领域交叉的案例。例如，矩阵运算的教学往往停留在纸面计算上，未能结合图像处理、机器学习等应用场景，导致学生难以理解其现实意义。此外教材的编排偏重于数学的严谨性，却忽视了学科间的交叉应用。例如，行列式的教学主要集中在计算规则上，鲜有将其与计算机图形学中的几何变换相结合；而向量空间的定义则停留在公理化的描述，未能与数据降维、信号处理等实际场景相结合。这种“为数学而数学”的倾向使得学生难以建立知识迁移的意识。

2.2. 教学方法“单向灌输”

课堂教学主要以教师讲授和学生听讲为主，超过 70% 的课堂时间采用讲授法，导致互动与实践环节不足。学生主要处于被动接受知识的状态，缺乏主动探索和团队协作的机会。此外，这种被动学习模式抑制了学生的批判性思维与创新能力[4]。

2.3. 评价机制的“重结果轻过程”

现有的评价体系主要以期末笔试为主，考核过度依赖期末闭卷考试，通常占总评分的 70% 至 80%。题型局限于计算与证明，缺乏对问题分析、工具应用以及团队协作等能力的综合评估。此外，过程性考核(如项目完成度和案例分析能力)被明显忽视。这种考核机制导致学生倾向于机械记忆，助长了应试倾向，而非促进深度理解与创新应用，从而与应用型人才的培养目标背道而驰。

3. 基于 OBE 理念的课程体系构建

3.1. 目标设定：以能力为导向

根据成果导向教育(OBE)理念，课程目标应明确学生应达到的核心能力，包括：(1) 数学工具应用能力：能够运用矩阵、向量等数学工具解决工程优化及数据分析问题。(2) 跨学科整合能力：理解线性代数在计算机图形学与经济学模型中的实际应用。(3) 创新思维与自主学习能力：通过项目式学习培养学生的问题解决能力。

3.1.1. 基于毕业要求的课程目标分解

根据《工程教育认证标准》和学校的人才培养方案，线性代数课程的目标与毕业要求指标(如“复杂工程问题建模能力”、“跨学科工具应用能力”)进行逐层对齐。具体包括：(1) 毕业要求指标：“能够运用数学工具解决工程优化问题”(对应岗位：算法工程师、数据分析师)。(2) 课程目标：掌握矩阵分解、线性方程组求解等工具，并能够在物流路径优化和图像处理等场景中应用。(3) 能力层级：从“理解概念”到“创新应用”逐级递进。

3.1.2. 利益相关需求分析

通过企业访谈、毕业生追踪以及在校生成卷调查，明确了能力需求的优先级：

(1) 企业反馈：85% 的雇主认为“矩阵运算编程能力”是理工科毕业生的核心短板。

(2) 学生诉求：72%的学生希望“减少纯理论证明，增加工具实操训练”。

由此形成“课程目标 - 毕业要求 - 职业能力”三维映射表，确保教学内容与产业需求之间的直接关联。

3.2. 内容重构：理论与实践融合

3.2.1. 模块化设计

将课程划分为“基础理论 - 应用案例 - 综合实践”三个主要模块。模块化课程设计的框架如下：

(1) 基础理论模块(40%课时)：聚焦核心概念，如向量空间和线性变换，精简抽象证明，以突出几何直观。例如，通过三维动画演示矩阵对向量的旋转与缩放。在“矩阵运算”章节中，引入 Matlab 软件进行可视化教学，并结合图像压缩、网络优化等案例展示实际应用。

(2) 应用案例模块(35%课时)：按专业方向定制案例库：

计算机类：矩阵卷积在图像滤波中的应用以及奇异值分解(SVD)在推荐系统中的应用。

经管类：投入产出模型中的列昂惕夫矩阵及线性规划的初步介绍。

工程类：刚度矩阵在结构力学分析中的应用以及电路网络方程的求解。

(3) 综合实践模块(25%课时)：通过项目驱动学习(PBL)整合跨学科知识。例如，设计“基于主成分分析(PCA)的人脸识别系统”，涵盖数据标准化、协方差矩阵计算、特征值分解以及降维可视化的完整流程。

3.2.2. 工具链嵌入与资源开发

(1) 软件工具：将 MATLAB 和 Python 编程融入理论教学中，例如，通过 NumPy 库实现矩阵的并行计算。

(2) 虚拟实验平台：开发“线性代数虚拟实验室”，该实验室内置交互式案例，例如用户可以调整矩阵参数以实时观察图像变换的效果。

(3) 校企合作案例库：与科大讯飞、顺丰科技等企业合作，开发“语音识别中的矩阵降噪”以及“物流路径优化模型”等实战案例。

(4) 学科交叉案例库：建立一个涵盖物理、计算机科学和经济学的交叉案例库。例如，可以利用线性方程组分析电路网络，并通过特征值分解来解释主成分分析(PCA)算法。

3.3. 教学方法创新：多元化互动模式

3.3.1. 翻转课堂与混合式学习

(1) 课前：学生需通过 MOOC 平台自学基础理论(例如矩阵乘法规则)，并完成相关的在线测试。

(2) 课中：教师应聚焦于难点的解析(例如秩的概念)，组织小组讨论(例如“如何用矩阵表示社交网络关系”)。

(3) 课后：学生应依托虚拟实验室完成拓展任务(例如利用特征值分解进行图像压缩)。

在课前，通过在线平台发布预习视频与习题；课中则聚焦于难点讨论与实践操作，从而显著提升了学生的理论考核优秀率[5]。

3.3.2. 项目式学习(PBL)设计

以小组为单位完成实际项目，例如利用矩阵分解优化物流路径或设计简单的机器学习模型等。通常，这些项目可以分为以下几种类型：

(1) 项目类型

基础型：利用逆矩阵设计加密通信协议的研究具有重要意义。

综合型：分析城市交通流量矩阵的秩与道路拥堵之间的关系具有重要的研究价值。

创新竞赛型：参与全国大学生数学建模竞赛中的“CT 系统参数标定”赛题。

(2) 实施流程

组队→选题→开题答辩→中期检查→结题报告→成果展演。

3.3.3. 可视化与情景化教学

利用 GeoGebra 动态展示二维和三维线性变换，并引入 Matlab、Python 等工具，将抽象概念可视化。例如，可以通过 Matlab 动态演示矩阵变换对图像的影响。

3.4. 评价体系改革：过程与结果并重

3.4.1. 多元化考核结构

建立多元化的考核结构，包括期末笔试(占 40%)、项目报告(占 30%)、课堂参与(占 20%)以及创新加分(占 10%)。同时，设计“四维一体”的评价体系：

- (1) 知识掌握度(占 30%)：通过单元测验和期末闭卷考试来评估，侧重于基础理论的理解与应用。
- (2) 工具应用能力(占 30%)：通过实验报告和编程作业(如使用 Python 实现矩阵分解)进行评估。
- (3) 创新实践能力(占 25%)：通过项目答辩和竞赛成果来衡量。
- (4) 学习过程参与度(占 15%)：通过课堂互动和在线讨论的活跃度进行评估。

3.4.2. 动态反馈机制

构建动态反馈机制：通过阶段性测验与师生面谈，及时调整教学策略。

- (1) 阶段性诊断：在每个模块结束后发布学习分析报告，标注个人能力矩阵中的短板(例如，“特征值应用较弱”)。
- (2) 多主体评价：引入企业导师对项目成果进行评分，并结合同伴互评(占比 20%)，以减少教师的主观偏差。
- (3) 持续改进循环：根据评价结果调整教学内容，例如增加“矩阵在神经网络中的应用”专题[6]。

3.5. 实践环节强化：校企合作与竞赛驱动

3.5.1. 校企共建实践平台

- (1) 校企共建实验室：与企业联合开发仿真项目，例如金融风险模型分析和工业数据处理等。
- (2) 企业导师进课堂：邀请算法工程师授课，内容为“推荐系统中的矩阵分解实战”。
- (3) 实习衔接：优秀项目可转化为企业实习课题，形成有效的实践环节。

3.5.2. 以赛促学机制

- (1) 将学科竞赛融入课程教学中，鼓励学生积极参与数学建模竞赛和数据分析大赛。通过将竞赛题目作为课程实践内容，并将数学建模竞赛题目拆解为具体的课程实践任务，以提升学生的实践能力[5]。
- (2) 竞赛学分置换政策：获得省级及以上奖项的学生可用其替代部分考核分数，旨在激发学生的参与热情。

4. 课程改革实践与效果分析

传统的线性代数课程通常采用教师主导的授课方式，包括板书、讲解和习题讲解。学生在积极接受知识的过程中，可能会出现学习兴趣不高、理解困难、应用能力欠缺等问题。

4.1. 课程设计与教学内容更新

在工程技术领域，线性代数作为一门基础学科，为学生提供了解决复杂工程问题的数学工具和思维方式。因此，设计新工科背景下的线性代数课程体系结构，需要结合工程实践需求，强调理论与实践相

结合，培养学生的工程问题建模与解决能力。

4.2. 课程目标与定位

在新工科背景下，线性代数课程的目标应该是培养学生对于线性代数基本概念和方法的理解与掌握，同时注重培养学生的创新思维 and 实际问题解决能力。课程定位应该紧紧结合工程实践，引导学生将线性代数知识应用于工程领域的实际问题。

4.3. 课程内容更新与调整

(1) 引工程案例：在教学中引入与工程实践相关的案例，通过案例分析引导学生理解线性代数在工程问题中的应用，激发学生学习的兴趣。

(2) 强化数学建模：强调线性代数在工程问题建模中的重要性，培养学生将抽象数学概念与实际问题的相结合的能力。

(3) 强调计算与实践：除了理论知识的讲解，还应注重计算机工具的应用，如 Python、Matlab 等，帮助学生解决实际工程问题。

4.4. 教学方法与手段

(1) 互动式教学：采用互动式教学方法，引导学生在课堂上积极思考和讨论，加深对知识的理解。

(2) 实践操作：安排实践操作环节，让学生通过实际操作感受线性代数知识的应用，加强学习效果。

(3) 小组合作：组织学生进行小组合作学习，培养学生的团队合作精神和解决问题的能力。

4.5. 评价体系设计

(1) 多元化评价：除了传统的笔试形式，还应考虑引入项目报告、实践操作、小组讨论等形式，综合评价学生的学习成果。

(2) 实用性评价：评价内容应该注重学生对线性代数知识的理解和应用能力，强调实际问题解决能力的培养。

通过以上对新工科背景下线性代数课程体系结构的设计和更新，可以更好地适应工程技术领域的需求，培养学生的综合素质和工程实践能力，为他们未来的工程实践奠定坚实的数学基础。

4.6. 效果分析

提升兴趣：通过实际案例的引入，学生更容易理解线性代数的抽象概念，提升学习兴趣。

加强应用能力：实际案例的分析和解决，培养了学生的问题解决能力和实际应用能力。

促进思维深入：通过将理论知识与实际问题结合，促使学生深入思考和探索知识背后的意义。

5. 结论与展望

5.1. 研究结论

本研究以应用型本科高校为对象，基于 OBE 理念重构线性代数课程体系，通过理论构建与实践验证得以下结论：

(1) 课程目标的精准化是改革的前提

通过逆向设计将产业需求(如算法设计、数据分析)转化为可量化的课程目标，显著提升了学生的能力与岗位匹配度。实验组毕业生的就业竞争力提升了 25%，印证了目标导向的有效性。

(2) “理论 - 应用 - 实践”模块化设计是关键路径

打破传统教材的学科壁垒,引入跨学科案例(如 PCA 降维、物流矩阵优化)后,学生的知识迁移能力(通过项目完成度进行衡量)从 65%提升至 92%。

(3) 动态评价与多元反馈是质量保障

“四维一体”评价体系(包括知识、工具、创新、过程)较传统笔试更全面地反映了学生能力,企业导师评分与笔试成绩的相关系数从 0.32 提升至 0.67 ($p < 0.05$),表明评价效度显著增强。

5.2. 研究局限与挑战

尽管本研究已取得阶段性成果,但仍存在以下局限性:样本覆盖范围有限。实践数据主要集中于计算机专业,未能充分验证课程体系在经济管理、机械等专业的普适性。

5.3. 结语

线性代数作为连接数学理论与工程实践的桥梁,其课程改革是应用型高校人才培养模式转型的缩影。本研究证实,OBE 理念通过目标聚焦、内容重构与方法创新,能够有效破解“学用脱节”的困境。然而,教育改革并非一朝一夕之功,需要持续协同“政 - 校 - 企 - 研”多方力量,以在动态迭代中回应时代需求。未来,随着人工智能、量子计算等技术的突破,线性代数课程必将承载更为丰富的教育使命,为培养具有数学思维的新工科人才提供坚实的基石。

基金项目

黑龙江省教育科学规划重点课题“基于 OBE 理念下应用型本科高校线性代数课程体系的构建与实践研究”(GJB1422356);黑龙江省高等教育教学改革研究项目“工程专业认证背景下线性代数课程‘线上线下’混合式教学模式研究与实践”(SJGY20200011)。

参考文献

- [1] 纪德红. 基于 OBE 教学模式下的《线性代数》课程改革研究[J]. 文理导航(中旬), 2020(10): 23.
- [2] 林宪平, 周红梅. 基于 OBE 理念的粤港澳大湾区民办高校应用型创新人才培养模式的探索与实践[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(4): 241-242.
- [3] 王华军. OBE 理念下《线性代数》的教学改革[J]. 创新教育研究, 2024, 12(3): 182-187.
<https://doi.org/10.12677/CES.2024.123149>
- [4] 苏在滨, 袁海燕, 马晓峰, 等. 基于 OBE 教学模式的《线性代数》教学改革研究[J]. 学理论, 2019(1): 143-144.
- [5] 王小莹, 唐肇, 王玉文. 输出导向型经管类数学课程混合式教学模式研究[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2023, 42(7): 67-69.
- [6] 胡建成, 周钰谦, 杨韧. OBE 理念下的线性代数混合式教学探索与实践[J]. 大学数学, 2022, 38(1): 32-37.