

基于专业需求的高等代数(工科)教学研究与实践

张 宁, 郭淑妹, 马朝忠, 张 莹

信息工程大学基础部, 河南 郑州

收稿日期: 2025年11月1日; 录用日期: 2025年11月30日; 发布日期: 2025年12月9日

摘 要

本文讨论了我校工科专业的高等代数课程改革, 旨在提升课程的实用性和针对性。高等代数作为重要的基础课程, 在多个领域具有广泛应用, 然而, 传统的教学主线过于侧重理论, 忽视了专业需求, 为此, 本文提出教学内容重塑、教学方法创新和教学评价延伸三大策略。教学内容通过“增、减、选、调”四维度优化; 教学方法采用案例驱动, 以增强学生的主动性和目的性; 评价体系采用终结性与形成性评价相结合, 全面考察学生的基础和能力。经过两年试点, 取得较好的改革效果, 学生评价积极。

关键词

高等代数, 工科, 专业基础

Research and Practice on the Teaching of Advanced Algebra (for Engineering Majors) Based on Professional Needs

Ning Zhang, Shumei Guo, Chaozhong Ma, Ying Zhang

Department of Basic Sciences, Information Engineering University, Zhengzhou Henan

Received: November 1, 2025; accepted: November 30, 2025; published: December 9, 2025

Abstract

This paper discusses the reform of the Advanced Algebra course in engineering majors at our university, aiming to enhance its practicality and relevance. As a fundamental course with wide-ranging applications in various fields, Advanced Algebra has traditionally emphasized theoretical

content while neglecting discipline-specific needs. To address this, the paper proposes three strategies: restructuring the teaching content, innovating teaching methods, and extending the evaluation system. The teaching content has been optimized through four dimensions—adding, removing, selecting, and adjusting topics. Teaching methods have been improved with a case-driven approach to enhance student initiative and learning motivation. The evaluation system combines summative and formative assessments to comprehensively examine students' foundational knowledge and competencies. After a two-year pilot implementation, remarkable results have been achieved in the reform, and students have responded positively to the evaluation.

Keywords

Advanced Algebra, Engineering Majors, Major Fundamentals

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

高等代数(工科) [1]是结合我校专业需求,对原有线性代数课程进行内容改革的一门公共基础课程。以线性代数为主要部分的高等代数在自然科学、社会科学及工程技术等领域都有广泛的应用,在信息通信、测绘工程、网络安全、密码工程、大数据等专业中,都是不可或缺的数学工具,且随着科技的迅猛发展,这种不可或缺的重要作用愈发凸显。高等代数教学长期沿用“行列式-矩阵-线性方程组-向量组-线性空间-线性变换-相似矩阵及二次型-多项式”的经典教学主线,侧重于数学理论的系统性构建,未能充分考量专业学习对代数知识的差异化需求,导致课程内容对专业学习的支撑力稍显不足,难以很好地满足学生对知识实用性和前瞻性的需求。因此,高等代数作为我校各专业必修的科学文化课,如何在人才培养过程中起到基础支撑作用,使得课程教学能够兼顾不同专业特点,教学内容更加符合专业培养要求,是值得探索的研究课题。本文将从教学内容重塑、教学方法创新及教学评价延伸三方面阐述如何筑牢学生的专业基础,激发学生的专业潜能,护航学生的专业成长。

2. 教学内容重塑——筑牢专业代数基础

教育内容必须与社会的当前需要和未来发展的需求相一致,这是教育适应性和前瞻性的核心体现。教育的目标是培养符合社会发展的人才,因此内容设计需紧密结合实际需求,避免脱节或滞后。围绕工科专业对代数知识的核心需求,以“服务专业、够用实用”为原则,通过“增、减、选、调”四维度优化教学内容体系[2]。

“增”:结合不同工科专业的知识图谱,增加与专业场景紧密关联的代数延伸内容,如最小二乘法、奇异值分解等,实现代数知识与专业问题的精准对接;“减”:删减与工科专业需求关联度低、理论性过强或后续无应用场景的内容,如删减行列式的复杂计算,突出数学软件的应用及数值计算方法、弱化线性空间的深度理论推导等,着重介绍基本概念,聚焦核心知识,减轻学生学习负担;“选”:根据不同工科专业的差异化需求,构建“基础模块+专业选修模块”的内容体系,如测绘专业增设分块矩阵的初等变换、信号专业增设矩阵微分等,让学生所学即所用,提升知识应用的针对性;“调”:打破先理论后应用的内容顺序,按照“工程问题-代数建模-理论推导-问题求解”的逻辑重构教学内容,让学生从解决专业问题出发,反向学习代数知识[3],例如,以往教学先讲“最大无关组理论”,再讲应用,调整后

先引入数字信号处理中信号表示和压缩的问题，再推导最大无关组的定义及求解方法，最后利用所学对问题进行求解，通过调整顺序，让学生带着“解决专业问题”的目标学习理论，增强学习的主动性与目的性。

四维度优化过程一定程度上避免了教学中内容滞后、学用脱节的问题。同时，“够用实用”的原则也契合了工科教育“以应用为导向”的培养逻辑，既确保学生掌握解决当前专业问题所需的代数工具，又为应对未来产业技术升级预留了知识弹性，最终让教学内容既能满足当下岗位需求，又能支撑学生长期职业发展，助力实现教育适应性与前瞻性的统一。

3. 教学方法创新——激发专业应用潜能

建构主义理论认为，知识不是通过教师传授得到的，而是学习者在与环境互动的过程中主动建构的。学习者通过分析具体案例，不断调整自己的认知结构，可以形成对教育现象的深刻理解。针对工科学生重应用的学习特点，以案例驱动教学模式为核心，构建“理论 - 实践 - 应用”三位一体的教学模式。案例驱动能让学生在分析专业问题时，不断修正对代数知识纯理论化的固有认知，动态调整自身认知结构。三位一体教学模式先通过理论学习让学生掌握代数的基本理论逻辑，再借助案例求解为学生创造与知识互动的具体场景，最后通过专业应用拓展引导学生将代数工具用于解决实际问题，这一过程能够契合建构主义知识需在环境互动中生成的核心观点，让学生在主动探索中实现从知识掌握到能力转化的跨越。

3.1. 案例导入，以专业问题唤醒学习需求

教学设计以案例驱动为核心[4]，开篇以真实工程案例为切入点，提出需要用代数知识解决的专业问题，激发学生的探究欲。如在最大无关组教学中，以信号压缩及表示问题导入新课。

问题背景：在现代数字时代，信号如同信息的使者，承载着语音、图像、视频等各类数据穿梭于各种电子设备与网络之间。随着物联网、5G 等技术的蓬勃发展，信号数据量呈爆炸式增长。信号压缩技术应运而生，它旨在通过特定算法减少信号中的冗余信息，从而降低数据量，以满足存储和传输的高效需求[5]。

对实际问题进行简化，并设计为可利用向量组的最大无关组求解的数学例题。

例：设观测到一组信号

$$\alpha_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \alpha_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 4 \\ -2 \end{pmatrix}, \alpha_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \alpha_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}, \alpha_5 = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 7 \\ -1 \end{pmatrix}$$

问题是希望找到一组数量尽可能少的信号(基信号)，使所有观测信号都可以由这组基信号线性表示，以实现压缩的目的。

3.2. 案例分析，用代数知识构建解题模型

引导学生对案例进行分析，主动探索新的概念和方法，构建解题模型，突出学生的主体地位，使课堂成为他们主动建构知识、生成策略并体验成功的场域。

在信号压缩中，挑“基信号”只盯两条硬指标——一是“最少”，二是“表示所有”，这两个指标直接对应向量组“最大无关组”的核心属性。从“最少”指标来看，所选基信号构成的向量组必须满足线性无关，若向量组存在线性相关关系，意味着其中某个信号可由其他基信号通过线性组合表示，同时作为基信号存在会出现冗余，违背“最少”原则，导致压缩效率下降。只有当基信号向量组中任意一个向量都无法由其他向量表示时，才能确保基信号数量精简，为高效压缩奠定基础。从“表示所有”指标来看，

所选基信号需能通过线性组合覆盖全部原始观测信号，这样才能在精简数量的同时保证信息完整性，实现“压缩不丢效”。通过以上分析，可以凝练出最大无关组要满足的两个条件，一是线性无关，二是可以表示所有向量，进而从具体问题中抽象出最大无关组的定义。

通过对信号压缩场景的分析可凝练出最大无关组需同时满足两个条件：第一，向量组本身线性无关(对应“最少”基信号)；第二，原始向量组中的所有向量都能由该向量组线性表示(对应“表示所有”原始信号)。由此，可从“信号压缩”的具体问题中，抽象出“最大无关组”的严格定义，实现专业场景与代数概念的深度衔接。

3.3. 案例求解，在解决问题中检验学习成效

利用主动构建的解题模型求解应用案例，把“我会算了”升级为“我会用了”，让知识、思想和方法在解决实际问题的过程中转化为可迁移、可复用的核心能力。

利用初等变换法求向量组最大无关组的解题模型，解决案例中“基信号”的选取，并用基信号表示其余的观测信号，通过存储基信号及表示其余观测信号的表示系数(压缩码)，可以实现信号的压缩，同时利用基信号和压缩码可以还原被表示的观测信号，实现信号重建。这种“先求最大无关组、再线性表出”的策略因信息零丢失而被称为无损压缩，用最小存储空间换来完整信号复原，实现“压而不损，放而如初”的理想效果。

4. 教学评价延伸——护航专业能力成长

为全面考核学生的代数基础能力及专业应用能力，构建了“终结性评价 + 形成性评价”相结合的多元评价体系。终结性评价(占总成绩 70%)为笔试，考察内容包括理论及应用两部分，理论部分考核学生对代数核心概念与方法(如矩阵运算、线性方程组求解等)的掌握；应用部分以案例分析题为主(如用多项式拟合、超定方程组的最小二乘解解决的局部信号平滑问题)，考核学生的基础应用能力，促使学生提升将代数方法转化为实际解决方案的能力。形成性评价(占总成绩 30%)在平时作业、测试、课堂表现外，将综合性较强的拓展任务嵌入学习的全过程，如主成分分析(PCA)降维压缩、SVD 提取基信号并重建等问题[6]，任务以高等代数知识为基础，具有真实专业场景，串联概率、优化、信号处理等多模块知识，具有一定的高阶性及挑战度；学生需自主分析问题、选择合适的代数方法、设计编程实现路径，最终生成解决方案，在完成任务的过程中既打牢代数基础，又拓宽专业视野，促进“数学思维 - 专业应用 - 实践操作”的综合能力提升。

5. 教学实践成效与展望

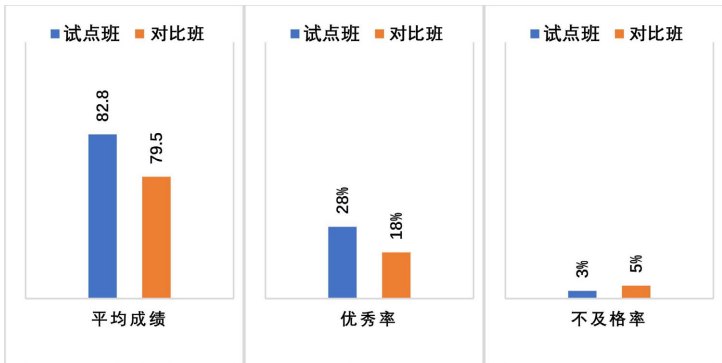


Figure 1. Pilot vs. comparison class: performance comparison chart
图 1. 试点班与对比班成绩对比分析图

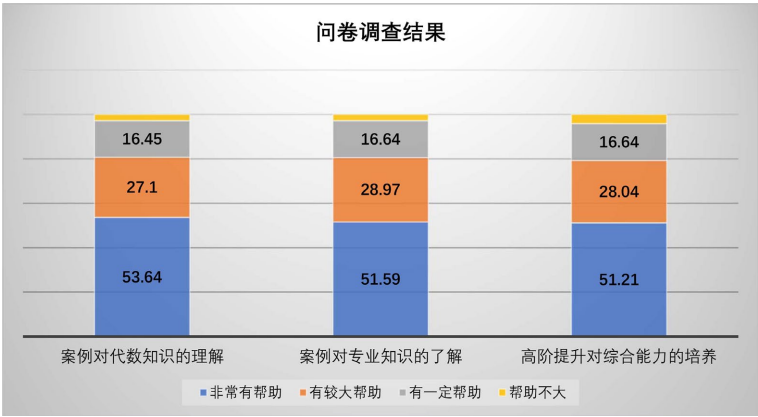


Figure 2. Questionnaire survey results analysis chart: pilot class
图 2. 试点班问卷调查结果分析图

基于专业需求的高等代数课程教学改革在通信工程专业进行了 2 年的试点实践，学生的高等代数学习成绩、学习兴趣与专业应用能力显著提升(如图 1)。为了解改革成效，对 2024 级学生进行问卷调查，收回有效问卷 589 份，结果表明(如图 2)，学生对于我们的改革成果应用总体评价较高，95%以上学生认为在理论学习、专业感知和能力培养等方面有帮助。

未来，我们将进一步深化“高等代数 + 工科专业”的融合教学。其一，将持续追踪专业及科技发展前沿，动态更新教学案例库。其二，将系统总结试点经验，编制校本特色教材与数字化教学资源，推动改革成果在全校更多工科专业中应用。其三，将进一步优化多元评价体系，加强对学生复杂问题解决能力与创新思维的长周期跟踪评价，用数据反哺教学，形成“教学 - 评价 - 改进”的持续优化闭环。最终，我们期望高等代数课程能够成为支撑工科学生专业成长的基础基石与应用工具，成为为培养面向未来的卓越工程人才奠定坚实的数学基石。

基金项目

校教学研究项目 JXYJ2025C008。

参考文献

[1] 张宁, 马朝忠. 工科高等代数[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2022.

[2] 姜晓坤, 朱泓, 李志义. 新工科人才培养新模式[J]. 高教发展与评估, 2018, 34(2): 17-24+103.

[3] 李刘文, 邹温林. 结合专业应用的线性代数教学模式探索[J]. 创新教育研究, 2023, 11(12): 4016-4020.

[4] 江琴, 林子植. 新工科背景下线性代数课程教学探索与思考[J]. 高等数学研究, 2025, 28(2): 63-67.

[5] 樊昌信. 通信原理教程[M]. 第 4 版. 北京: 电子工业出版社, 2019.

[6] 马克·彼得·戴森罗特, 等. 机器学习数学基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2024.