College and Job 职业教育发展, 2026, 15(11), 264-268
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ve
https://doi.org/10.12677/ve.2026.1511487

Hans汉斯

成果导向教育理念下人工智能赋能应用高等代数的教学探索

——以有理数域上多项式可约性判定为例

吴丹尧[1]，李　娟[2*]，官欢欢[3]

[1]东莞理工学院计算机科学与技术学院，广东　东莞
[2]嘉应学院数学学院，广东　梅州
[3]贵州财经大学数学与统计学院，贵州　贵阳

收稿日期：2026年10月1日；录用日期：2026年11月12日；发布日期：2026年11月24日

摘　要

本文以整系数多项式在有理数域上的可约性判定为实践内容，针对高等代数课程知识抽象连贯性强，概念体系严谨，逻辑严密，解题方法灵活的特点，打破高等代数传统教学的教师“满堂灌”，学情掌握滞后，分层培养难以实现，以OBE理念为核心指导，融入AI智慧教学技术，通过线上线下混合式教学模式，构建“课前明确任务智慧学习、课中OBE任务驱动、课后AI个性化闭环复盘”的全流程智慧教学改革模式。

关键词

成果导向教育，人工智能赋能教学，整系数多项式，有理数域，可约性

An Outcome-Based Education Approach to Artificial Intelligence-Empowered Instruction in Applied Higher Algebra

—A Case Study on Reducibility Testing of Polynomials over the Rational Number Field

Danyao Wu[1], Juan Li[2*], Huanhuan Guan[3]

[1]College of Computer Science and Technology, Dongguan University of Technology, Dongguan Guangdong
[2]School of Mathematics, Jiaying University, Meizhou Guangdong
[3]School of Mathematics and Statistics, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang Guizhou

[*]通讯作者。

文章引用: 吴丹尧, 李娟, 官欢欢. 成果导向教育理念下人工智能赋能应用高等代数的教学探索[J]. 职业教育发展, 2026, 15(11): 264-268. DOI: 10.12677/ve.2026.1511487

Received: October 1, 2026; accepted: November 12, 2026; published: November 24, 2026

Abstract

Taking the determination of the reducibility of integer-coefficient polynomials over the rational number field as the practical content, and in view of the characteristics of the Advanced Algebra course—highly abstract and strongly coherent knowledge, a rigorous conceptual system, strict logic and flexible problem-solving methods—this paper breaks through the traditional Advanced Algebra teaching featured by teachers' "cramming", lagged grasp of learning situations and the difficulty of realizing hierarchical cultivation. Guided by the OBE concept as the core and integrating AI smart teaching technology, an online-offline blended teaching mode is adopted to construct a whole-process smart teaching reform mode of "pre-class explicit tasks and smart learning, in-class OBE task-driven learning, and post-class AI personalized closed-loop review".

Keywords

OBE Concept, AI-Empowered Teaching, Integer-Coefficient Polynomials, Rational Number Field, Reducibility

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. 改革背景

《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》明确指出，要促进人工智能助力教育变革[1]。中共中央、国务院在《关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见》中强调坚持教学相长，注重启发式、互动式、探究式教学，融合运用传统与现代技术手段[2]。然而，当前高等代数课程教学仍面临诸多痛点，可概括为以下四个方面。

其一，课堂仍以"满堂灌"为主。教师重知识传授、重讲授，唯恐遗漏知识点；学生则长期处于被动接收状态，参与度和主动性不足。其二，概念抽象难懂。高等代数理论性强、符号繁多，学生常难以真正理解概念的内涵，对"为什么会有这样的结论""学了有什么用"等问题缺乏清晰认识。其三，AI 工具应用浅表化。尽管大模型、智慧教学平台层出不穷，但对许多教师而言，这些工具仍停留在 PPT 辅助、资料检索等浅层应用，课堂上依旧是"教师主讲、学生旁听"，教学模式未发生实质转变。其四，课程思政融入困难。部分教师知识面局限于教材内容，与学科前沿和社会需求接触不多，既缺少思政素材，也难以在课堂中自然渗透。

从理论源流看，成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)由斯派迪(Spady)于 20 世纪 80 年代提出，主张以"学生最终能做什么"而非"教师教了什么"来组织课程，其核心在于清晰的成果界定、反向设计与扩大的成功机会[3]。在人工智能教育应用方面，数学教育领域的实践探索亦已展开：苏洪雨等基于 CSMS 智能数据分析发现，优质数学课堂多采用混合型或对话型教学模式，并据此设计课堂交流问题[4]；杨志耀、崇金凤构建"AI 赋能 + 数学文化"教学模式，通过智能知识图谱与 AI 助教提供即时答疑[5]。总体而言，已有研究多聚焦模式构建与效果描述，对"目标–活动–评价–数据"如何真正贯通，以及技术深度介入后可能产生的负面效应，讨论仍显不足，这正是本文试图回应的空间。

具体本文以有理数域上多项式可约性判定为例，该部分内容是高等代数多项式理论的重难点内容。如果整系数多项式在有理数域上可约，那么它总可以分解为两个次数更低的整系数多项式的乘积[6]，这一结论为各类可约性判别方法提供了理论基础。但是当前课堂教学中，判定的方法比较单一，主流判定方法为有理根判别法与艾森斯坦判别法。有理根判别法仅能判定多项式是否存在一次有理因式，无法处理无有理根但可分解为高次因式乘积的多项式；艾森斯坦判别法作为充分性判别工具，存在大量无法直接适用的多项式类型，学生极易形成“判别法失效则无法判定”的思维误区。传统课堂教学多侧重定理结论记忆与简单应用，忽视高斯引理、判别法充分性/必要性的本质解读。学生不理解艾森斯坦判别法仅为充分条件，不懂得失效后可通过平移、代换、变形二次适配条件，知识点碎片化，无法构建完整的可约性判定体系。

为此，本文基于 OBE 成果导向教育理念，以学生最终能力产出为核心目标，反向设计教学内容；同时融入 AI 智慧教学赋能，通过学习通线上线下混合式教学软件，打破传统课堂时空限制、个性化辅导短板，构建“以目标为导向、依托 AI 助力、达到分层育人、实现闭环产出”的新型教学模式。

2. 改革理念

2.1. OBE 理念

坚持“以学习产出为核心、反向设计、正向实施、持续改进”的 OBE 核心逻辑，摒弃传统“教什么就学什么”的教学模式。围绕课程预设的知识目标、能力目标、素养目标反向设计课前、课中、课后教学活动，所有教学环节服务于学生能力达成，实现教学可量化、可评价、可改进。以高等代数中有理系数多项式在有理数域上是否可约课程为例，预设学习目标见表 1。

Table 1. Expected learning outcomes
表 1. 预设学习目标

知识目标	能力目标	素养目标
能说出本原多项式定义并给出例子，熟练掌握高斯引理、有理根判别法、艾森斯坦判别法及平移理论等理论	具备基本多项式可约性判定能力、解题迁移能力、逻辑推理与数学归纳能力	形成严谨的数学思维、规范的解题习惯、自主探究与合作创新的学科素养

2.2. AI 赋能智慧教学理念

AI 赋能智慧教学的核心理念以“育人为本”为根基，通过技术重构教育生态，实现从“知识传授”向“能力培养与价值塑造”的深刻转型。本文结合超星学习通平台线上线下混合式教学方法，利用 AI 智能答疑、AI 错题分析、AI 个性化题库、AI 学情大数据分析等工具，解决传统教学“统一教学无法兼顾分层、教师答疑覆盖不足、学情诊断滞后、错题复盘低效”的痛点，实现精准教学、个性化育人、动态化监测、高效化复盘。构建“教师 + 线上课程 + 智能机器人”的多元协同教学团队。

3. 教学设计(OBE 反向设计 + AI 赋能)

3.1. 课前：采用线上线下混合式教学，利用线上资源，前置基础概念学习

基于 OBE 教育理念，课前借助 AI 平台和线上课程完成前置概念学习，明确需达到的学习成果，定位学生能力缺口，反向确定课堂重难点。以有理数域上多项式可约性判定这堂课为例。

第一步利用线上课程资源和 AI 平台完成基础概念学习，了解本次课程要求达到的学习效果。如给出本原多项式定义，高斯引理的含义，艾森斯坦判别法和有理根判别法的内容。

第二步根据前置学习情况，学生完成前置测试，AI 大数据实时统计班级共性错误，生成班级学情报告，为课堂教学做准备。一般给出四个题目。测试题目：判断下列整系数多项式在有理数域上是否可约，(1) $f(x)=x^2-3x+2$；(2) $f(x)=x^4+1$；(3) $f(x)=x^3-3x+3$；(4) $f(x)=x^6+x^3+1$。分别对应基础题目(高中生都可以做出来)、拔高题目(部分高中生可以做出来)、用到自学内容艾森斯坦判别法才可以做出来、思维拓展题目(艾森斯坦判别法直接做不出来)。

第三步学生课前疑问通过 AI 答疑及时解答，并统计高频问题词汇，为课堂教学做准备。把学生做题情况进行统计，及时发现学生学习薄弱点，在后续课堂上有针对进行讲解。

3.2. 课堂：OBE 任务驱动 + AI 互动赋能，落实能力产出

课堂以“达成能力成果”为核心，摒弃满堂灌教学，采用问题链探究、分层任务驱动，结合 AI 互动工具(学习通)实现高效课堂。

第一步先提出学生感兴趣问题导入本节课，如提问：1. 为什么 $\sqrt{2}$ 是无理数？2. 两千多年前经典问题，正 17 边形能否用尺规作图法做出？问题抛出后，再针对课前 AI 汇总的共性问题，重点讲解高斯引理的核心思想，把整系数多项式在有理数域上可约的问题转化到整系数多项式能否分解为两个次数比它低的整系数多项式乘积问题、艾森斯坦判别法的直接使用及变量平移替换技巧(常见用 $x+1$ 替换 x)，直击学生能力短板。

第二步根据学情统计，分层次发布任务。

1. 基础任务，要求全员达标：掌握二、三次多项式有理根判别法和艾森斯坦判别法的基本形式，达成基础知识产出；能够回答出在上课最开始老师提出的为什么 $\sqrt{2}$ 是无理数的问题；对于有理根的性质进行总结提炼，给出求有理根的步骤；同时对于三次多项式可以分清没有有理根就是不可约的理论基础(次数大于 3 的多项式不可以用此判别)；

2. 提升任务，要求一半以上学生达标：掌握艾森斯坦判别法的平移方法以及有理根的求法；

3. 拓展任务，针对能力强的学生：独立完成经典分圆多项式不可约(即尺规作图问题)的证明。

第三步课堂穿插 AI 即时答题、随堂小测，系统实时统计正确率，动态判断学生是否达成阶段性学习成果，未达标知识点当堂二次讲解补强。此处可以增加小组讨论环节，为什么二维码涂了一角但仍然可以继续扫码？来增强学生举一反三能力。

第四步 AI 自动统计测试典型错解，组织学生分组讨论纠错，加深对概念和性质认知误区的理解，落实严谨数学素养。

3.3. 课后：AI 个性化复盘 + OBE 闭环评价，实现持续改进

依托 OBE 持续改进理念，借助 AI 学情统计，实现差异化课后巩固、成果验收、短板补强，形成完整教学闭环。

第一步根据学生课堂学情数据、错题类型，借助 AI 为每位学生发布专属作业，基础薄弱学生强化基础判定题型，优生推送高阶综合类、考研、竞赛拓展题型(学习通上备有考研高等代数资料)，实现真正的因材施教。

第二步运用 AI 统计自动收录学生全部错题，分类标注错误类型(概念误区、方法缺失、计算失误、逻辑失误)，生成个人错题清单。需要注意的是，目前还是部分题目有批改错误的情况，需要老师再最后进一步检查一下批改情况。

第三步教学评价结果加入过程性评价，不再运用传统的纯粹依赖期末考试评价体系，构建过程性 + 结果性的综合评价体系。依据教学大纲评价方法，课堂小测，抢答等平时表现，以及小组讨论表现等均

加入到过程性评价中，占总成绩 40%，期末考试评价占总成绩 60%，达到真正不以一卷定终身的目标。

第四步最终运用 AI 生成班级整体能力达成报告，精准分析学生在知识掌握、解题能力、思维素养上的整体短板，为下一轮教学提供数据支撑，实现 OBE 持续改进机制。

4. 教学反思与改进方向

OBE + AI 赋能的教学改革可以有效解决了传统课堂存在的一些问题，但仍存在部分新的问题：一是部分学生过度依赖 AI 答疑，自主解题能力不足；二是 AI 对复杂证明题、开放性问题的辅助能力有限。具体的实践可以看到，平时在课堂上多和学生宣导 AI 的正负两面作用，并用实际数据来告诉学生过度依赖的后果(课程期末考试、国家考研考试均为闭卷作答，学生需真正掌握知识和解决问题能力)，大多数学生会及时克制不良习惯，做到先思考再寻求老师和 AI 共同答疑解惑，并在课堂上增加练习、分析错题环节，并让同学相互分析错题原因，形成实践闭环。

改进方向：规范 AI 使用场景，强调学生先独立思考、后智能辅助；优化 AI 题库；完善 OBE 成果达成度量化评价标准，进一步提升教学的精准性与实效性，真正实现以学生能力产出为核心的智慧化、高质量教学。

5. 小结

本文深度融合 OBE 成果导向教育理念与 AI 智慧赋能技术，对传统的高等代数教学模式进行改革，结束了传统“教师主导、单向灌输”的教学模式，构建了以学生学习成果为核心、数据驱动为支撑的新型课堂教学体系。改革始终坚持以学生为主体，以成果和能力为导向，反向设计的 OBE 理念为核心，依托 AI 赋能实现了课前、课中、课后全教学过程的智慧化升级。同时，需要正视改革中存在的问题，明确后续改进方向，为后续教学提供方向和方法。

基金项目

(1) 嘉应学院校级一流本科课程：高等代数(嘉院教[2023] 30 号)；(2) 嘉应学院校级质量工程建设项目：代数学课程教研室(嘉院教[2023] 21 号)；(3) 嘉应学院课程思政改革示范项目：高等代数(嘉院教[2026] 1 号)。

参考文献

[1] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》[EB/OL]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html, 2025-01-19.

[2] 中共中央 国务院关于深化教育教学改革全面提高义务教育质量的意见[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-07/08/content_5407361.htm, 2019-07-08.

[3] Spady W G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators.

[4] 苏洪雨, 叶珊, 许世红, 等. 基于人工智能赋能教学评价的数学交流环境研究[J]. 数学教育学报, 2025, 34(3): 1-8.

[5] 杨志耀, 崇金凤. AI 与数学文化融合的高等代数教学模式探索[J]. 淮北师范大学学报(自然科学版), 2026, 47(3): 87-91.

[6] 张禾瑞, 郝鈉新. 高等代数[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2007.