

基于 AI 赋能的高等数学课程目标达成度评价体系构建研究

苏莉¹, 于晟伟¹

(1.中国消防救援学院, 北京 102202)

摘要: 针对高等数学课程目标达成度评价长期存在评价标准缺乏科学性与统一性、评价方式重结果轻过程、数据挖掘与诊断分析能力不足、评价结果与教学改进闭环断裂等问题, 本文以成果导向教育理念为引领, 构建了“课程目标—毕业要求—专业能力”三位一体的评价指标体系, 依托在线教学平台建立课堂互动、作业、测验与阶段性考核等学习数据的自动采集机制, 并运用机器学习方法构建课程目标达成度计算模型与薄弱知识点诊断模型, 形成“评价—诊断—反馈—改进”的闭环运行机制。实践表明, 该体系能够实现评价标准统一化、过程数据可追溯、学习薄弱点可诊断、教学改进可落地, 显著提升评价的科学性与精准度, 可为同类院校基础课程的智能评价改革提供可复制、可推广的范式。

关键词: 高等数学; 课程目标达成度; 人工智能; 教学评价

基金项目: 2026 年中国消防救援学院教育教学改革项目“AI 赋能《高等数学》课程目标达成度评价方法研究”(2026ZLBZ02)

DOI: doi.org/10.70693/202609246849

引言

高等数学是理工类院校重要的公共基础课程, 其课程目标达成度是检验教学质量、支撑专业认证与内部质量保障体系的关键指标。课程目标达成度评价以学习成果为导向, 通过量化分析学生在知识、能力与素养维度的达成情况, 为教学改进提供依据。然而, 当前多数高校高等数学课程目标达成度评价仍以传统人工方式为主, 整体处于“结果导向、经验判断、闭环缺失”的阶段, 评价标准不统一、过程数据采集滞后、诊断分析缺失、结果应用不足等问题相互交织, 难以适应教育数智化转型与专业认证的新要求。近年来, 人工智能技术在教育评价领域的深度应用, 为推动课程目标达成度评价由经验判断走向数据驱动提供了技术可能。

1 理论基础

成果导向教育(OBE)以“成果导向、学生中心、持续改进”为核心, 通过反向设计建立培养目标、毕业要求与课程体系之间的对应关系^[1], 顾佩华等结合汕头大学工程教育改革实践, 系统阐述了基于“学习产出”的工程教育模式及其课程评价机制^[2]。在课程层面, 课程目标达成度评价是 OBE 理念落地的关键环节: 刘士亮等提出基于考核点成绩加权计算的达成度量化路径^[3], 李小琴探索了目标达成度评价与教学目标、教学活动对应的模式^[4], 潘莹等构建了定量计算与定性分析相结合的综合评价模型^[5]。人工智能技术则推动教育评价由经验性向数字化、由结果性向过程性、由诊断性向反馈性转变^[6], 鹿星南等提出构建人机协同评价机制、强化评价结果应用等对策^[7]; 在教学实践层面, 陈凌惠等依托智慧教学平台开展高等数学线上线下混合式教学, 为过程性数据采集提供了平台基础^[8], 高彦伟等从“四新”背景探讨了大学数学课程教学改革的整体路径^[9]。总体来看, 现有研究为课程目标达成度评价提供了方法基础, 但多依赖人工采集与统计分析, 将人工智能深度嵌入评价流程、实现评价与教学改进闭环贯通的轻量化方案仍较为缺乏。本文立足高等数学课程评价的现实需求, 构建 AI 赋能的课程目标达成度评价体系, 并探讨其实施路径。

作者简介: 苏莉(1984—), 女, 讲师, 研究方向为机器学习、高等教育;

于晟伟(1995—), 男, 讲师, 研究方向为人工智能、高等教育。

通讯作者: 于晟伟

2 高等数学课程目标达成度评价的现实困境

结合教学实践,当前高等数学课程目标达成度评价的困境集中体现在四个方面,相关教学改革研究亦指出,考核评价体系不完善是制约课程质量提升的共性问题^[10-11],其表现、成因与对评价效能的影响如表1所示。

表1 高等数学课程目标达成度评价的现实困境及其成因

困境维度	主要表现	深层成因	对评价效能的影响
评价标准缺乏科学性与统一性	以期末卷面成绩为核心依据,未建立与毕业要求、专业能力相对应的量化指标与观测点	课程目标分解不细,考核点与能力点映射缺失	标准口径不一,难以横向对比与纵向追踪
评价方式重结果、轻过程	课堂互动、练习反馈、阶段性测试等过程性数据零散且缺乏系统记录	过程评价依赖课堂点名、作业批改等人工方式	无法完整刻画学习轨迹与薄弱环节
数据处理与诊断分析能力不足	人工统计效率低、误差大,难以对海量学习数据进行深度挖掘	缺乏数据采集管道与智能分析工具	无法实时预警学习困难、精准定位达成短板
评价结果应用不足,教学改进闭环断裂	评价结果多用于结课与成绩评定,未形成闭环改进机制	评价与教学改进的衔接机制缺失	评价的导向、诊断与改进功能难以发挥

上述困境表明,传统评价模式已难以满足成果导向教育理念下课程质量持续改进的要求,亟需引入人工智能技术,对评价标准、数据采集、智能分析与结果应用进行全流程数智化重构。

3 AI 赋能高等数学课程目标达成度评价体系构建

针对上述困境,以 OBE 理念为引领,构建“指标设计—数据采集—智能分析—闭环改进”四位一体的 AI 赋能课程目标达成度评价体系,整体运行逻辑如图1所示。

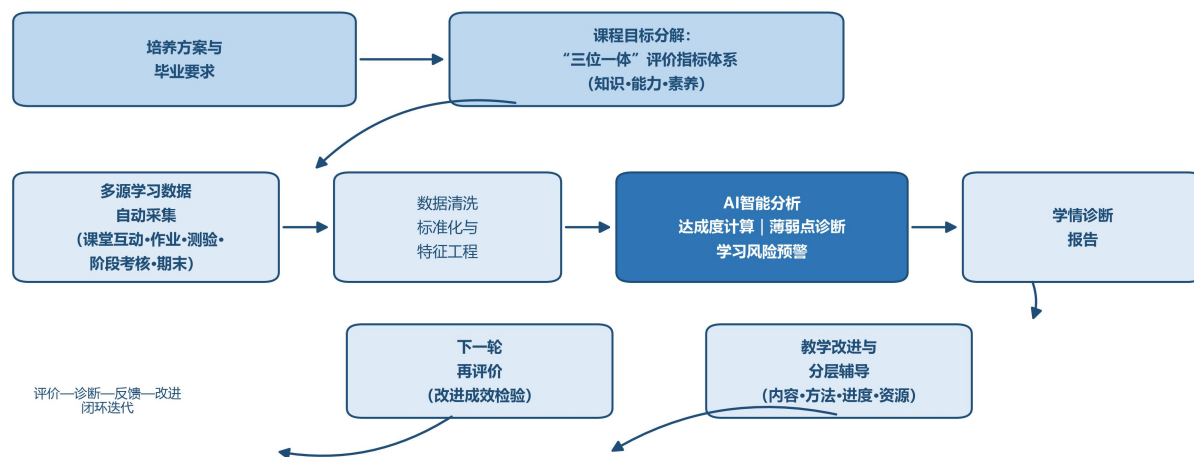


图1 AI 赋能高等数学课程目标达成度评价体系流程图

3.1 “三位一体”评价指标体系设计

指标体系是达成度评价的基础。依据 OBE 反向设计逻辑,从专业人才培养方案出发,系统梳理课程目标与毕业要求、专业能力的支撑与对应关系,构建“课程目标—毕业要求—专业能力”三位一体的评价指标体系。指标框架分为三个层级:一级指标对应课程目标的知识、能力与素养三个维度;二级指标在各维度下细化关键能力点,如知识维度下设概念理解、计算求解、定理应用等观测点,能力维度下设逻辑推理、建模分析、自主学习等观测点;三级指标则将观测点进一步量化为可测的考核环节与评分标准,使每个观测点均能对应具体的作

业、测验或考试题目,实现评价标准的可量化、可追溯与可比较。

指标权重的确定采用层次分析法(AHP),组织授课教师与同行专家对同一层级指标进行两两比较并构造判断矩阵,经一致性检验后计算各指标权重,避免主观赋权的随意性;同时依据专业认证标准与课程定位,为各指标标定达成阈值(一般设定为0.65-0.70),将达成情况划分为优秀、达成、基本达成与未达成四个等级,为后续自动判定提供统一尺度。

3.2 多源学习数据自动采集机制

数据是智能评价的原料。高等数学学习数据来源广泛、类型多样,按照性质可分为三类:一是行为数据,包括出勤情况、在线学习时长、课堂互动次数等;二是表现数据,包括作业成绩、测验成绩、阶段性考核成绩与期末考试成绩等;三是过程数据,包括答题正确率、错题记录、知识点停留时间等。依托学院在线教学平台,通过接口调用与日志埋点方式实现上述数据的自动采集与实时汇聚,替代传统的人工记录与期末集中统计。

采集得到的数据须经数据管道完成清洗、标准化与特征工程后方可进入分析环节:数据清洗负责处理缺失值、异常值与重复记录,保证数据质量;标准化通过极差归一化或Z-score方法消除不同考核环节的量纲差异;特征工程则基于原始数据构造学习投入度、知识掌握度、成绩波动性等复合特征,为达成度计算与诊断模型提供有效输入。同时,数据采集与应用全程落实匿名化脱敏与权限分级管理,保障学生数据安全与隐私。

3.3 达成度计算与薄弱点诊断模型

达成度计算与诊断分析是评价体系的核心环节。达成度计算模型依据“三级指标—二级指标—一级指标—课程目标”的聚合路径,将各观测点成绩按对应指标权重逐级加权聚合,动态计算每项课程目标的达成度数值,并与预设阈值比较得出达成等级,实现课程目标达成度的自动量化判定;薄弱知识点识别模型基于分类与关联规则挖掘算法,对学生答题数据与学习行为数据进行模式分析,精准定位知识点与能力点的达成短板;学习风险预警模型则结合学生历史成绩与学习投入特征,对可能不及格或处于达成临界的学生进行早期识别与风险提示。三类模型协同输出涵盖个体与班级两个层面的学情诊断报告,为教师精准施策和学生自主改进提供依据。

3.4 “评价—诊断—反馈—改进”闭环机制

闭环机制是评价结果真正发挥作用的保障。体系打通评价结果与教学改进的衔接通道,形成完整的反馈路径:学情诊断报告生成后,分别推送至教师端与学生端,教师依据薄弱点分布调整教学内容、方法、进度与资源供给,并对高风险学生实施分层辅导;学生依据个体诊断结果明确学习重点,完成个性化学习任务。改进措施实施后进入下一轮评价,以新的学习数据检验改进成效,并根据运行情况动态优化指标权重与预警阈值,从而形成“评价—诊断—反馈—改进—再评价”的持续改进闭环,使评价结果切实服务于教学质量提升。

4 实施路径与结语

为确保评价体系落地见效,实施中应把握三个要点。其一,试点应用与迭代优化:选取2—3个教学班开展试点,通过模拟验证与效果评估检验评价结果的合理性、薄弱点干预的有效性与预警阈值的灵敏度,根据实践反馈迭代优化指标体系与评价模型,形成完整的操作流程与典型案例后逐步向其他基础课程推广。其二,轻量化评价工具开发:在保证模型科学性与评价结果可解释性的前提下,开发轻量化、易操作的AI评价工具与操作指南,降低教师使用门槛,实现评价流程的标准化输出,使智能评价“用得起、用得好”。其三,教师数智素养与制度保障:加强教师数据分析素养与智能工具应用能力培训,建立数据安全与隐私保护制度,完善评价结果使用与反馈的激励机制,为评价体系持续运行提供人才与制度支撑。

本文针对高等数学课程目标达成度评价的现实困境,构建了AI赋能的课程目标达成度评价体系,通过三位一体指标体系、多源数据自动采集、达成度计算与薄弱点诊断模型及闭环改进机制的协同运行,实现评价标准统一化、过程数据可追溯、薄弱点可诊断、教学改进可落地,为高等数学教学质量保障与专业认证提供了数据支撑。未来将进一步扩大试点范围,完善模型可解释性与数据安全机制,推动该范式向其他基础课程迁移,助力教学质量保障体系的数智化转型。

参考文献:

- [1] 李志义,朱泓,刘志军,等.用成果导向教育理念引导高等工程教育教学改革[J].高等工程教育研究,2014(2):29-34.
- [2] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.
- [3] 刘士亮,毛德强,于翠松,等.工程教育认证驱动下课程目标达成度评价方法研究[J].教育教学论坛,2023(4):20-25.
- [4] 李小琴.OBE 理念下课程教学目标达成度评价模式探索与实践[J].高教学刊,2023,9(10):80-83.
- [5] 潘莹,胡立坤,耿葵花,等.基于 OBE 理念的课程目标达成度综合评价模型构建与应用[J].高教论坛,2023(3):32-35.
- [6] 张生,王雪,齐媛.人工智能赋能教育评价:“学评融合”新理念及核心要素[J].中国远程教育,2021(2):1-8.
- [7] 鹿星南,高雪薇.人工智能赋能教育评价改革:发展态势、风险检视与消解对策[J].中国教育学刊,2023(2):48-54.
- [8] 陈凌蕙,徐伟,李曦.高等数学线上线下混合式教学的探索与实践[J].南昌航空大学学报(自然科学版),2022,36(4):143-148.
- [9] 高彦伟,王春朋.“四新”背景下的“大学数学”课程教学改革[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2024(4):79-81.
- [10] 李德贺,张晓.师范类专业认证背景下地方师范院校高等数学教学改革探索[J].教育理论与实践,2024,44(12):50-53.
- [11] 范彦勤,郭述锋,黄逸飞.高等数学教学评价创新改革探讨与实践——基于能力形成性评价[J].创新创业理论与实践,2025(1):5-8.

Research on the Construction of Course Objective Achievement Evaluation System for Higher Mathematics Empowered by Artificial Intelligence

Li Su¹, Chengwei Yu¹

1.China Fire and Rescue Institute, Beijing, China

Abstract: Aiming at the problems existing in the evaluation of course objective achievement degree of Higher Mathematics, such as the lack of scientificity and unity of evaluation standards, emphasizing results over process, insufficient data mining and diagnostic analysis ability, and the broken loop between evaluation results and teaching improvement, this paper, guided by the Outcome-Based Education (OBE) concept, constructs a trinity evaluation index system of “course objectives-graduation requirements-professional abilities”, establishes an automatic collection mechanism of learning data such as classroom interaction, homework, quizzes and periodic assessments based on the online teaching platform, and builds the calculation model of course objective achievement degree and the diagnosis model of weak knowledge points by machine learning methods, forming a closed-loop operation mechanism of “evaluation-diagnosis-feedback-improvement”. Practice shows that this system can realize the unification of evaluation standards, traceability of process data, diagnosability of learning weaknesses and implementability of teaching improvement, significantly improve the scientificity and accuracy of evaluation, and provide a replicable and generalizable paradigm for the intelligent evaluation reform of basic courses in similar colleges and universities.

Keywords: Higher Mathematics; Course Objective Achievement Degree; Artificial Intelligence; Teaching Evaluation