

人机协同视域下研究生《高级机器学习》课程多维教学体系重构研究

鞠红梅*, 韩 嵩, 张煜炜

北京物资学院系统科学与统计学院, 北京

收稿日期: 2026年8月3日; 录用日期: 2026年9月10日; 发布日期: 2026年9月20日

摘 要

随着生成式人工智能技术的快速发展, 研究生教育面临人才培养模式转型的迫切需求。针对当前《高级机器学习》研究生课程中存在的“理论与实践脱节”“通用案例与行业特色脱节”“传统评价与AI时代需求错位”等问题, 本文提出了“人工智能+”赋能课程教学改革的整体方案。该方案以OBE成果导向教育理念为指导, 从教学内容、教学模式、评价体系三个维度进行系统性重构: 在教学内容层面, 构建“AI素养导论 + 行业特色案例”的双轮驱动内容体系; 在教学模式层面, 设计“课前AI预习 - 课中精讲研讨 - 课后协作实验”的三阶递进式人机协同教学模式; 在评价体系层面, 建立“过程性评价 + 结构化互评 + AI使用规范”的多元评价机制。通过在北京物资学院2025级研究生《高级机器学习》课程为期一学期的教学实践, 依托作业文本、问卷、课程成绩等多源材料, 可以初步观察到学生在AI工具规范使用意识、算法实践完成质量方面存在改善迹象, 课程学生成绩整体优良, 优秀率达到80%以上。受单组行动研究设计约束, 改革效果尚待更多教学轮次进一步校验; 该方案可为同类型地方行业特色院校研究生专业课程改革提供一种可供参考的实践框架。

关键词

人工智能+, 高级机器学习, 研究生教育, 教学改革, 过程性评价, 人机协同

Research on the Reconstruction of Multi-Dimensional Teaching System for Postgraduate Course Advanced Machine Learning from the Perspective of Human-AI Collaboration

Hongmei Ju*, Song Han, Yuwei Zhang

*通讯作者。

文章引用: 鞠红梅, 韩嵩, 张煜炜. 人机协同视域下研究生《高级机器学习》课程多维教学体系重构研究[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(9): 355-364. DOI: 10.12677/ass.2026.159762

Abstract

With the rapid advancement of generative artificial intelligence technologies, postgraduate education faces an urgent demand for the transformation of talent training models. Aiming at the prominent problems existing in the postgraduate course Advanced Machine Learning, including the disconnection between theoretical knowledge and practical application, the separation between general teaching cases and industry-specific characteristics, and the mismatch between traditional evaluation systems and the demands of the AI era, this paper proposes an integrated teaching reform scheme empowered by “Artificial Intelligence Plus”. Guided by the Outcome-Based Education (OBE) philosophy, the scheme systematically reconstructs teaching from three dimensions: teaching content, teaching mode and evaluation system. In terms of teaching content, a two-wheel driven content system integrating an introductory module on AI literacy and industry-specific characteristic cases is constructed. In terms of teaching mode, a three-stage progressive human-AI collaborative teaching framework is designed, consisting of pre-class AI-assisted preview, in-class intensive lecturing and seminar discussion, and after-class collaborative experiments. In terms of evaluation system, a diversified evaluation mechanism combining formative assessment, structured peer review and standardized rules for AI utilization is established. Through one-semester teaching practice of the Advanced Machine Learning course for 2025-entry postgraduates at Beijing Wuzi University, multi-source materials including assignment texts, questionnaires and course grades suggest preliminary signs of improvement in students’ awareness of standardized AI-tool usage and the quality of their algorithm-oriented practical work. The students achieved generally satisfactory course performance, with an excellence rate of over 80%. Constrained by the single-group action-research design, the effects of this reform need further verification across more teaching cycles. The proposed scheme can serve as a practical framework for reference in the reform of specialized postgraduate courses at similar local industry-featured universities.

Keywords

Artificial Intelligence Plus, Advanced Machine Learning, Postgraduate Education, Teaching Reform, Formative Assessment, Human-AI Collaboration

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. 引言

当前，以生成式人工智能为代表的第四次人工智能浪潮正以前所未有的速度重塑全球产业结构和人才需求格局。从智能编程、自动报告生成到跨模态数据分析，AI 工具已从辅助角色演变为核心生产力[1]。这一变革对高层次人才培养提出了根本性挑战：研究生教育不能再停留于传授“如何使用 AI 工具”，而必须深入到“与 AI 协同进行知识创新与复杂问题解决”的模式层面[2]。2025 年 8 月，国务院发布《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》，明确要求将人工智能融入教育教学全要素、全过程[3]。2026 年 4 月，教育部等五部门联合印发《“人工智能+教育”行动计划》，进一步提出到 2030 年“人工智能与教育深度融合格局基本形成”的目标[4]。

在此背景下,作为人工智能领域核心课程的《高级机器学习》面临着前所未有的改革压力与机遇。一方面,机器学习技术本身发展迅速,新算法、新模型、新应用层出不穷,要求课程内容持续更新;另一方面,AI工具的普及对传统教学模式和评价体系带来了巨大冲击,学生利用AI完成作业的现象日益普遍,传统的“一考定终身”或“单一课程论文评价”模式已难以真实反映学生的学习成效和能力水平[5]。

基于对北京物资学院及同类地方高校研究生培养现状的分析,当前《高级机器学习》课程教学普遍存在以下深层次矛盾:

一是内容的“学术高深性”与学生“实践能力薄弱”的断裂。课程大纲涵盖了支持向量机、贝叶斯网络、集成学习、深度学习等大量前沿算法,理论推导要求高。然而,地方院校研究生来源多元,数理基础与编程能力参差不齐。传统“重推导、轻应用”或“调包侠”式的教学,要么导致学生畏难厌学,要么沦为表面上的“调参工”,难以真正理解算法本质并迁移到科研或行业实践中[6]。

二是通用“算法知识”与学校“行业特色”的脱节。当前教学多采用鸢尾花、手写数字识别、泰坦尼克号等经典数据集,虽有利于通用原理讲解,但未能有效对接学校在物流与流通、供应链等领域独特的行业数据与应用场景。学生学完课程后,往往不知道如何将机器学习应用于本校优势领域的真实问题,导致课程缺乏专业吸引力和行业辨识度[7]。

三是传统“讲授式”模式与AI时代“人机协同”学习需求的错位。现有教学模式难以应对AI工具普及带来的挑战。一方面,学生利用AI完成作业的作弊风险增加,过程评价失效;另一方面,教师未能有效引导学生将AI作为科研伙伴去完成更高阶的创造性任务[8]。

本研究以《高级机器学习》课程为载体,探索“人工智能+”赋能研究生课程教学改革的路径与模式。从理论层面看,本研究丰富了人工智能与高等教育深度融合的理论体系,为人机协同教学模式的构建提供了新的视角和框架。从实践层面看,本研究形成的教学资源包和改革方案可直接迁移至其他人工智能类研究生课程,为地方行业特色院校的研究生教育质量提升提供可复制、可推广的经验。

在此背景下,大数据专业作为典型的新工科交叉专业,必须打破学科边界,推动数学、统计学、计算机科学与特色行业领域的深度融合,将人工智能技术全方位融入人才培养过程。

2. 理论基础与文献综述

2.1. 成果导向教育(OBE)理念

成果导向教育(OBE)是一种以学生的学习成果为导向的教育理念,由美国学者斯派蒂(Spady)于1981年首次提出。OBE强调以学生最终达成的能力为起点,反向设计课程体系、教学内容和教学方法,确保教育目标的精准达成和人才培养质量的持续提升[9]。在工程教育认证中,OBE理念具有核心地位,它要求教育者明确学生毕业时应具备的知识、能力和素质,并引导教学全过程围绕这些成果展开。

在人工智能时代,OBE理念与AI技术的结合为课程改革提供了新的可能性。研究表明,大语言模型可以帮助教师更精准地定义和描述学习成果,为学生提供个性化的学习路径和即时反馈,从而提升OBE教学模式的实施效果[10]。在机器学习课程中引入OBE理念,意味着需要从“教师教了什么”转向“学生学会了什么”,从“知识传授”转向“能力培养”,构建以能力达成为核心的课程体系。

本课程改革完整贯彻OBE反向设计思路:首先明确课程期望达成三项学习产出,即:①掌握高级机器学习核心理论与算法;②具备规范使用AI工具开展科研辅助的能力;③能够面向行业真实场景完成建模实践。以该产出为起点反向开展教学设计:在教学内容上,增设AI素养模块、开发物流行业案例,匹配能力产出目标;教学模式上采用三阶人机协同流程,为学生达成能力提供学习脚手架;评价体系上重构多元评价,把AI使用规范、行业案例实践表现纳入考核,以此衡量预期学习产出是否达成,形成“预期产出-教学活动-过程评价-持续迭代”完整OBE闭环。

2.2. 人机协同学习理论

人机协同学习(Human-AI Collaborative Learning)是近年来兴起的一种新型学习范式,它强调人类学习者与 AI 系统之间的优势互补和协同进化。在这一范式中, AI 不再是简单的教学工具或知识传递媒介,而是成为学习者的“智能伙伴”,共同参与知识建构和问题解决的过程[11]。

国外在人机协同学习方面的实践已较为深入。哥伦比亚大学在研究生课程中引入基于课程资料训练的 AI 助教,帮助学生理解课程概念并完成作业[12]。2025 年 CRA (计算研究协会)峰会报告则从计算教育视角,系统探讨了 AI 对研究生教育与研究的深远影响[13]。国内方面,北京理工大学《金融工程》研究生课程入选中国学位与研究生教育学会“AI 创新课程”,借助教学智能体及 AI 助教,实现个性化导学与动态学情反馈[14]。这些探索表明,人机协同学习已成为研究生教育改革的重要方向。

2.3. 过程性评价与同伴互评

过程性评价(Formative Assessment)是相对于终结性评价而言的一种评价方式,它强调在教学过程中对学生的学习进展进行持续监控和反馈,旨在促进学习而非仅仅评定成绩[15]。同伴互评(Peer Assessment)则是过程性评价的重要形式之一,指学生根据既定标准对同伴的学习成果进行评价和反馈的活动。

结构化的同伴互评不仅能减轻教师的评价负担,更重要的是能促进学生的深度学习和批判性思维发展。通过评价他人的作品,学生可以从不同角度理解问题,发现自身的不足,提升元认知能力。然而,同伴互评的有效性高度依赖于评价标准的明确性和评价者的能力。如果评价标准模糊或学生缺乏评价训练,互评往往流于形式,评语笼统,无法提供有价值的反馈[16]。在机器学习课程中引入过程性评价和同伴互评,需要开发细化到“代码规范性、分析深度、AI 使用合理性”等具体维度的互评量表与参考样例,让同伴互评从“走过场”变成有据可依的实质性学术交流[17]。

2.4. AI 使用规范与学术诚信

随着生成式 AI 工具在学术领域的广泛应用,如何规范 AI 使用、维护学术诚信已成为全球高等教育面临的共同挑战。2026 年 5 月,《规范研究生学位论文与实践成果中人工智能工具使用指南》发布,提出诚信使用、科学使用、安全使用三项基本原则,强调既要鼓励探索人工智能的创新性应用,又要防止不当使用和过度依赖[18]。

国际上,多所大学已制定了明确的 AI 使用政策。伦敦大学伯贝克学院指出,学生应仅在评估说明所规定的范围内使用 AI 工具,不同评估任务对 AI 使用的允许程度不同[19]。在课程层面,构建 AI 工具使用学术规范与人机协作记录机制,是应对 AI 时代学术诚信挑战的有效途径。要求学生在实验和论文中提交“人机协作记录”,包含“原始问题 - AI 查询指令 - AI 返回结果 - 人工修改过程”四要素,将 AI 从“作弊工具”转化为受控的“学习脚手架”,填补当前课程中 AI 使用规范的空白[20]。

综合前文对 OBE 理念、人机协同学习、过程性评价以及 AI 学术规范的梳理可以看到:当前国内“人工智能+”研究生教育改革较多停留在宏观层面,下沉到专业核心课程的系统性实践仍然偏少,针对行业类地方院校学情的落地方案仍有待补充。立足这一现实,本研究在教学设计上形成三方面差异化特征:

第一,不依赖大型定制化 AI 教学平台,走轻量化改造路径,直接使用通用生成式 AI 工具,把规范 AI 使用、人机协作记录作为课程内部制度,适合普通地方院校在不增加大量信息化建设经费条件下落地。

第二,突出地方院校行业特色,将物流 - 供应链真实业务场景嵌入机器学习课程案例,把通用算法知识与本校学科优势相结合,解决通用数据集与专业培养脱节问题。

第三,完善多元评价闭环,将结构化同伴互评与 AI 工具使用要求纳入统一考核体系,既重视 AI 对学习的辅助效能,也强调学习者审慎甄别、批判性使用 AI 输出内容的能力。

同时该改革模式也存在客观约束：课程设计与全过程跟踪会显著增加任课教师工作负荷；因未搭建专属教学平台，自动采集个性化学情数据的能力弱于平台化解决方案。综上，本方案更适用于行业特色院校研究生专业课，实现低成本、可操作的“人工智能+”课程教学改革。

3. “人工智能+”赋能课程改革方案设计

3.1. 改革总体思路

本研究以 OBE 成果导向教育理念为指导，以提升研究生 AI 素养和算法实践能力为核心目标，遵循“调研诊断 - 资源开发 - 试点实施 - 效果评估 - 成果凝练”的研究路径，从教学内容、教学模式、评价体系三个维度进行系统性重构，构建“AI 赋能、问题驱动、实验闭环、思政融入”的研究生课程教学新模式。

改革方案的设计遵循以下原则：

1. **轻量化原则**，在不改变原有理论教学主线的前提下，适度融入 AI 工具和行业案例，避免改革成本过高导致难以落地；
2. **规范性原则**，不回避 AI 工具，也不放任自流，通过明确的使用规范和记录机制，将 AI 纳入可控的教学轨道；
3. **特色化原则**，充分发挥学校在物流与供应链领域的行业优势，将真实科研项目和行业难题转化为教学案例；
4. **闭环性原则**，构建“课前 - 课中 - 课后”全流程的教学闭环和“过程 - 结果”相结合的评价闭环。

3.2. 教学内容优化：AI 素养与行业特色双轮驱动

1. **AI 工具辅助学习导论模块**。在课程第 1 周增设 1 课时的“AI 工具辅助学习”导论模块，系统讲授如何规范使用 ChatGPT、GitHub Copilot 等 AI 工具辅助学习。具体内容包括：(1) 算法原理理解辅助 - 利用 AI 工具对复杂算法进行通俗化解释，通过多轮对话逐步深入理解算法的核心思想；(2) 代码生成与调试辅助 - 利用 AI 工具生成代码框架、解释错误信息、提供调试建议，强调 AI 生成的代码需要学生理解和验证；(3) 文献检索与论文写作辅助 - 利用 AI 工具辅助文献检索、摘要生成、论文结构规划和语言润色，明确学术规范；(4) AI 使用学术规范 - 明确 AI 工具使用的边界和规范，引导学生将 AI 作为学习的“脚手架”而非“替代品”。

2. **行业特色案例库建设**。依托学校在物流与流通、供应链领域的科研积累及合作企业资源，开发 3~5 个特色教学案例：(1) 基于逻辑回归与决策树的物流客户流失预警 - 以物流企业客户数据为基础，构建客户流失预测模型，对比不同算法的优劣；(2) 基于多模态数据融合的物流工单识别 - 结合文本描述、图片、时间序列等多模态数据，构建工单分类和优先级预测模型；(3) 基于深度时序特征挖掘的原油收益率预测——以原油期货价格数据为基础，构建时序预测模型，结合学校在期货与流通领域的学科优势。每个案例都提供半成品代码和详细的实验指导书，学生通过填空式编程完成核心功能，降低入门门槛的同时保证学习深度。

3.3. 教学模式创新：人机协同的三阶递进式教学

构建“课前 AI 预习 - 课中精讲研讨 - 课后协作实验”的三阶递进式教学模式，实现人机协同的深度学习。

1. **课前**：AI 辅助预习与问题生成。利用在线教学平台发布 AI 生成的预习资料，包括算法的通俗解读、核心概念解释、常见问题等。学生阅读预习资料后，可以借助 AI 辅助提出高质量的问题。教师课前

收集学生的问题，在课堂上针对性地讲解重点和难点，实现以学定教。

2. 课中：精讲研讨与案例分析。课堂保留教师主导的理论讲授，但适当压缩纯推导时间，重点讲解算法思想、直观解释与应用场景。每章安排 10~15 分钟的案例研讨环节，引导学生运用所学算法分析行业案例。教师还会示范如何规范使用 AI 工具辅助学习，包括如何向 AI 提问、如何验证 AI 回答的正确性、如何利用 AI 拓展学习深度。

3. 课后：协作实验与人机协作记录。课后沿用 Jupyter Notebook 实验作业，学生需要完成算法实现、数据处理、结果分析等任务。改革后的实验增加了“人机协作记录”要求：学生提交作业时需要附一份文本文档，说明哪些部分借助了 AI 工具、如何使用 AI、遇到了什么问题、如何解决。教师随机抽查人机协作记录，并将其作为平时成绩的一部分。这一设计将 AI 使用从“地下”转到“地上”，通过透明化管理减少学术不端风险，同时引导学生反思 AI 使用的过程和效果。

3.4. 评价体系重构：过程导向的多元评价机制

打破传统“一考定终身”的评价模式，建立“过程表现(20%) + 实验报告(20%) + 期末论文(60%)”的多元评价体系。

1. 结构化同伴互评。针对学生互评“凭印象打分、评语笼统”的问题，开发细化到具体维度的互评量表，涵盖代码规范性(25%)、分析深度(30%)、AI 使用合理性(20%)、文档质量(25%)四个维度。每个维度都提供具体的评分标准和参考样例，让学生有据可依。互评成绩占实验报告成绩的一定比例，既减轻教师评价负担，又促进学生之间的相互学习。

2. AI 使用规范评价。将 AI 使用规范性纳入课程评价体系，遵循三项原则：一是透明披露原则，学生必须在作业和论文中明确说明使用了哪些 AI 工具、在哪些环节使用、使用程度如何；二是人类主体原则，AI 仅作为辅助工具，学生必须对最终成果的内容和质量负全部责任，AI 生成的内容必须经过学生的理解、验证和修改；三是适度使用原则，鼓励学生使用 AI 辅助学习，但反对过度依赖 AI 导致自身能力退化。未按规定说明 AI 使用情况或过度依赖 AI 的，将扣除相应分数。

4. 改革实践与成效分析

4.1. 实践背景与对象

本改革方案于 2025~2026 学年第 2 学期在北京物资学院系统科学与统计学院 2025 级研究生《高级机器学习》课程中进行了实践。课程共 48 学时(32 学时讲授 + 16 学时实验)，3 学分，授课对象为统计学专业研究生，共 30 名学生。课程考核方式为考查，采用过程性评价与终结性评价相结合的方式。

4.2. 过程性评价实践：13 次课程作业的闭环设计

在课程实践中，共设计 13 次课程作业，见表 1。覆盖了机器学习的核心算法和应用场景，形成了“学 - 练 - 评 - 改”的完整闭环。作业内容从基础的逻辑回归、K 近邻、决策树，到进阶的支持向量机、朴素贝叶斯、集成学习、神经网络，再到无监督学习的聚类、降维，以及推荐系统等，形成了完整的知识体系。

Table 1. Schedule of 13 assignments

表 1. 13 次课程作业安排

作业序号	作业名称	对应知识点	提交率
01	基于逻辑回归的数据分析	逻辑回归、分类评估	100%
03	KNN 模型综合应用	K 近邻算法、距离度量	100%

续表

04	线性模型综合应用	线性回归、正则化	100%
05	决策树综合应用	决策树算法、信息增益	100%
06	支持向量机综合应用	SVM、核方法	100%
07	Python 数据处理	数据清洗、特征工程	100%
08	朴素贝叶斯综合应用	朴素贝叶斯、文本分类	100%
09	集成学习综合应用	随机森林、GBDT	100%
10	神经网络综合应用	神经网络、反向传播	100%
11	聚类算法综合应用	K-means、层次聚类	100%
12	降维算法综合应用	PCA、t-SNE	100%
13	推荐算法综合应用	协同过滤、推荐系统	100%

13 次作业都包含理论回顾、代码实现、结果分析三个部分。从提交情况来看，30 名学生的作业提交率达到 100%，说明学生的学习参与度较高。

每次作业都设置了互评环节，学生需要根据结构化互评量表对同伴的作业进行评价。从实践情况来看，学生的互评质量逐次提升，评语从最初的“写得不错”“代码能运行”等泛泛之词，逐渐发展为“特征工程部分考虑得很全面，但可以尝试一下特征选择”“模型对比部分缺少统计显著性检验”等具体、有建设性的反馈。这表明同伴互评不仅是一个评价过程，更是一个深度学习的过程。

4.3. 终结性评价实践：期末论文的综合考核

期末考试采用课程论文形式，要求学生以小组为单位(1~3 人)完成一篇机器学习相关的研究论文，并进行 PPT 答辩。

1. 选题设计。期末论文设置了三个选题方向，兼顾学术性和实践性：(1) 国际机器学习赛题改进 - 选择近三年国际主流机器学习的赛题，进行方法改进或深入对比分析；(2) 高水平论文复现拓展 - 阅读一篇或多篇机器学习算法的论文，成功复现其核心算法，并在此基础上尝试改进、拓展或将其迁移至新场景；(3) 真实科研场景建模 - 选择已参与的学科竞赛、导师在研课题等，基于真实科研场景完成机器学习建模与理论分析。这三个方向分别对应了“竞赛驱动”“学术驱动”“科研驱动”三种不同的能力培养路径。

2. 考核标准。期末论文的评分标准分为五个维度：选题与文献调研(15 分)、理论方法与模型设计(25 分)、实现过程与实验验证(25 分)、分析论证与学术写作(20 分)、答辩表现与学术诚信(15 分)。

3. AI 使用规范要求。期末论文特别强调了 AI 工具使用的规范性：每组同学需要提供 AI 工具使用情况说明，明确标注 AI 在论文撰写、代码实现等环节的具体用途与贡献度。未提供本部分记 0 分。严禁抄袭他人成果、或使用 AI 工具生成的内容冒充原创，一经发现成绩记 0 分。这一要求将 AI 使用规范纳入了课程的终结性评价，与过程性评价中的人机协作记录形成呼应，构建了全过程的 AI 使用管理机制。

4.4. 成效分析

本研究为单组行动研究，无同期对照组，下面结合课程成绩、学生问卷、作业文本、人机协作记录等多源资料，对教学干预之后呈现出的变化现象进行描述与分析，相关推断需要保持审慎。

1. 成绩分布分析。从 2025 级研究生《高级机器学习》课程的成绩来看，30 名学生的整体成绩优良，90 分以上的学生占比达到 80%，平均分约为 91.5 分。具体分布见表 2：

Table 2. Grade distribution
表 2. 课程成绩分布

分数段	人数	占比
95 分及以上	5	16.7%
90~94 分	19	63.3%
85~89 分	4	13.3%
80~84 分	1	3.3%
80 分以下	1	3.3%

成绩整体偏高并不意味着评价标准降低,而是反映了以下几方面的改革成效:一是过程性评价的引入让学生在学期都保持了较高的学习投入度,而非考前突击;二是 AI 工具的规范使用帮助学生更高效地完成编程和写作任务,将更多精力放在算法理解和创新思考上;三是同伴互评促进了学生之间的相互学习,提升了整体学习水平。

2. AI 素养提升。从人机协作记录的质量变化来看,学生的 AI 工具使用能力和规范意识有了明显提升。学期初,学生的人机协作记录往往比较简单;到学期末,学生的记录越来越详细,包括具体的 prompt 设计、AI 返回结果的分析、人工修改的过程和原因等。在期末论文的 AI 使用说明中,大部分小组都能清晰地列出使用的 AI 工具名称、具体用途和贡献度。从使用场景来看,学生使用 AI 最多的场景是代码调试(约占 40%)、文献检索与整理(约占 25%)、语言润色(约占 20%)、算法理解(约占 15%)。这一分布较为合理,说明学生主要将 AI 用于辅助性工作,而非替代自身的思考 and 创作。

3. 实践能力增强。从 13 次课程作业的完成质量来看,学生的算法实践能力有了稳步提升。前几次作业中,学生普遍存在代码不规范、分析浮于表面等问题;到后面的作业,特别是集成学习、神经网络、推荐系统等综合性较强的作业中,学生的代码质量明显提高,分析也更加深入。很多学生能够主动对比不同算法的优劣,探讨算法的适用条件,甚至尝试对算法进行改进。在期末论文中,各小组都完成了至少 3 种模型的对比实验,部分小组还进行了消融实验和统计显著性检验。

4. 行业特色融入。虽然本学期的行业特色案例还处于试点阶段,但从学生的反馈来看,物流与供应链领域的案例受到了学生的普遍欢迎。学生表示,通过这些案例,他们不仅更好地理解算法的应用场景,还对学校的行业特色有了更深的认识,增强了专业认同感和归属感。部分学生还主动将期末论文的选题与物流、供应链、期货等领域结合,体现了较强的行业应用意识。

5. 典型案例分析。通过对作业留存的人机协作记录、同伴互评文本进行比对,可以观察到学生在 AI 使用规范意识、批判性反馈能力上的演变轨迹。

案例 1: 人机协作记录的演变。

在学期前期第 4 次作业,某学生人机协作记录仅简单写:“部分代码由 AI 生成,进行少量修改。”缺少 prompt、AI 输出内容、人工修改逻辑的说明,对 AI 的使用停留在直接获取结果层面。经过课程“AI 工具辅助学习”模块的训练与多次作业要求强化后,在后期第 9 次集成学习作业中,该学生提交的人机协作记录完整包含四要素:

- ① 原始问题:“GBDT 模型在小样本物流数据集上过拟合,如何调整超参数缓解?”
- ② AI 查询指令:“针对小样本不平衡物流客户数据集,给出 GBDT 缓解过拟合的超参数调整策略,请解释每个参数对模型偏差④方差的影响,不要直接给出可复制的完整代码。”
- ③ AI 返回结果摘要:AI 给出学习率、子样本比例、树最大深度等参数建议。

④ 人工修改与验证：我没有直接复制参数，依次测试三组参数组合，对比训练集、验证集 AUC，发现 $\text{max_depth}=4$, $\text{subsample}=0.7$ 综合效果最优；AI 给出的参数在本数据集效果不佳，舍弃该部分建议。

该记录反映学生已经从直接索取代码结果，转向把 AI 作为问题咨询助手，具备了对 AI 输出结果进行验证、筛选、自主实验验证的意识。

案例 2：同伴互评反馈质量演变。

课程前期互评，学生评语多为泛化评价：“代码可以正常运行，整体完成不错。”几乎不提供可落地改进方向。在使用结构化互评量表进行多轮训练后，后期作业互评出现具备可操作性的批判性反馈示例：

“本实验模型对比部分仅报告准确率指标，未考虑数据集类别不平衡问题，建议增加 F1、AUC 指标；特征工程环节仅做简单缺失值填充，可以尝试特征重要性筛选，降低特征冗余。”该评语直接对应互评量表“分析深度”评分维度，能够指向作业可迭代改进点，说明结构化量表引导下同伴互评从“形式化打分”转向实质性学术交流。

5. 结论与展望

本研究以《高级机器学习》研究生课程为载体，探索了“人工智能+”赋能研究生课程教学改革的路径与模式。通过一学期的教学实践，得出以下主要结论：

1. “AI 素养导论 + 行业特色案例”的双轮驱动内容体系是提升课程质量的有效途径。AI 工具辅助学习导论模块帮助学生建立了规范使用 AI 的意识和能力，将 AI 从潜在的“作弊工具”转化为“学习脚手架”；行业特色案例则增强了课程的专业吸引力和行业辨识度，让学生感受到所学算法的实际应用价值。

2. “课前 AI 预习 - 课中精讲研讨 - 课后协作实验”的三阶递进式教学模式有效促进了人机协同学习。这一模式充分发挥了 AI 在个性化学习、即时反馈等方面的优势，同时保留了教师在价值引领、深度引导、思维激发等方面的不可替代作用。

3. “过程性评价 + 结构化互评 + AI 使用规范”的多元评价机制保障了教学质量和学术诚信。过程性评价让学生的学习投入贯穿整个学期，避免了考前突击；结构化互评不仅减轻了教师的评价负担，更促进了学生之间的相互学习和批判性思维的发展；AI 使用规范则为 AI 时代的学术诚信管理提供了课程层面的解决方案。

4. 地方行业特色院校的研究生课程改革需要立足自身优势，走特色化发展道路。与重点高校相比，地方院校在生源质量、科研资源等方面存在差距，但在行业特色和应用场景方面具有独特优势。将行业特色融入课程教学，不仅能提升课程的实用性和吸引力，还能形成差异化竞争优势。

本研究还存在一些不足之处：一是改革的覆盖面还不够广，行业特色案例数量有限，案例难度梯度还需要经过更多轮次教学迭代打磨；二是效果评估的维度还不够全面，缺乏学生学习态度、学习动机等方面的深入测量；三是受课程排课现实约束，本课程当期仅开设单个教学班，未能设置同期传统教学对照组，属于单组行动研究设计，改革效果证据来自多源过程材料的三角互证，而非组间准实验对比，研究结论仅适用于地方行业特色院校小样本研究生班级场景，向外推广需要结合学校学情进一步校验。后续将进一步完善教学资源包，扩大改革覆盖面，并通过更科学的评估方法验证改革成效。

展望未来，“人工智能+”赋能研究生教育是一个持续深化的过程。随着 AI 技术的不断发展和教育理念的不断更新，课程教学模式也将持续演进。在本研究限定条件(地方行业特色院校、小样本研究生班级)之下形成的这套教学设计框架可为同类课程改革提供实践参考。该模式是否适用于重点高校、大规模大班课堂还需要进一步验证。我们相信，在人机协同的新型教育生态中，研究生教育将迎来更高质量的发展，培养出更多适应 AI 时代需求的创新型人才。

基金项目

北京物资学院 2026 年度研究生教育教学改革研究项目《“人工智能+”赋能研究生<高级机器学习>课程教学改革与模式探索》；北京市高等教育学会 2025 年立项面上课题《人工智能赋能数据科学与大数据技术专业跨学科人才培养模式研究》(MS2025091)；北京物资学院 2024 年本科教育教学改革创新项目《数据科学与大数据技术专业创新型人才培养模式探索与实践》；北京物资学院数据科学与大数据技术育人团队。

参考文献

- [1] UNESCO (2025) Guidance for Generative AI in Education and Research. UNESCO.
- [2] EDUCAUSE (2025) 2025 Horizon Report (Teaching and Learning Edition). EDUCAUSE.
- [3] 国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见[EB/OL].
https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_12266/202509/content_7039598.html, 2025-08-20.
- [4] “人工智能 + 教育”行动计划[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html, 2026-04-15.
- [5] Karnes, K. (2025) New: Action Agenda for Using AI to Improve Graduate Education and Workforce Preparation. Council of Graduate Schools (CGS).
<https://cgsnet.org/press-releases/new-action-agenda-for-using-ai-to-improve-graduate-education-and-workforce-preparation>
- [6] 刘超, 孙彤, 冯志慧, 等. 基于 OBE 和建构主义理论的机器学习课程教学改革实践[J]. 科技经济市场, 2025(6): 146-148.
- [7] 精品课|智慧物流课实现“产教融合”闭环[EB/OL].
<https://tjtt.tongji.edu.cn/info/1101/11708.htm>, 2025-11-20.
- [8] García Peñalvo, F.J., Llorens-Largo, F. and Vidal, J. (2023) La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27, 9-39.
<https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- [9] Spady, W.G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators.
- [10] Chen, F. and Chen, S. (2024) Exploration and Practice of Teaching Reform in Digital Electronic Technology Course Driven by Artificial Intelligence and Obe. *Contemporary Education and Teaching Research*, 5, 425-429.
<https://doi.org/10.61360/bonicetr242017501201>
- [11] 以“AI + HI”重塑课堂：机器学习课程打造新工科智慧教学新范式[EB/OL].
https://www.eol.cn/guizhou/gzgd/202603/t20260307_2721226.shtml, 2026-03-07.
- [12] 李锋亮, 冯泰然. AI 在国外研究生教育中的多元应用[EB/OL]. 光明日报.
<https://www.tsinghua.edu.cn/info/1662/120523.htm>, 2025-08-14.
- [13] Cowit, N.Q., Tadimalla, S.Y., Jones, S.T., et al. (2025) Developing Strategies to Increase Capacity in AI Education.
<https://arxiv.org/abs/2509.21713>
- [14] [新闻特写] AI 伴你一起上课!看北理工智慧课堂! [EB/OL].
<https://www.bit.edu.cn/xww/zhxw/jxky1/9ec813c7a005451da2fe64ccb0bdd206.htm>, 2025-05-13.
- [15] Black, P. and Wiliam, D. (1998) Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5, 7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- [16] 王盛邦, 林惊. 面向创新能力培养的机器学习与数据挖掘教学改革探索[C]//全国高等学校计算机教育研究会. 第 33 届全国计算机新科技与教育学术会议论文集. 2025: 387-391.
- [17] 贾涵迪, 蔡旻君. 生成式人工智能环境下教学评价策略研究[J]. 上海教育评估研究, 2026, 15(1): 19-24.
- [18] 规范研究生学位论文与实践成果中人工智能工具使用指南[EB/OL].
<https://hitgs.hit.edu.cn/2026/0519/c18904a392023/page.htm>, 2026-05-15.
- [19] Birkbeck, University of London (2024) Generative Artificial Intelligence—A Quick Guide for Learning, Teaching and Assessment. Birkbeck.
- [20] AI 伦理观察|透明披露与规范使用: AI 时代学术诚信的新范式[EB/OL]. 新华网.
<https://www.xinhuanet.com/finance/20250523/92dad151d47b4a398007bf834c591037/c.html>, 2025-05-23.