

基于项目驱动与多维融合的研究生机器学习课程教学改革与实践

余小东, 王升超, 王跃飞

成都大学计算机学院, 四川 成都

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月8日

摘要

针对人工智能时代机器学习课程教学中存在的理论教学与实践应用脱节、学生创新能力培养不足等问题, 本文提出一种基于项目驱动与多维融合的课程教学改革方案。该方案以学生为中心, 构建“前瞻基础-核心知识-扩展创新”三层次课程内容体系, 创新“案例式+项目式+研讨式”多元融合教学模式, 并建立以过程为导向的形成性评价机制。通过连续两年的教学实践对比分析表明, 改革实施后, 学生在实践创新能力和综合应用能力等方面均有显著提升。该改革实践为研究生机器学习课程建设提供了可借鉴的经验。

关键词

机器学习, 研究生教育, 教学改革, 项目驱动, 多元融合

Teaching Reform and Practice of Graduate-Level Machine Learning Course Based on Project-Driven and Multi-Dimensional Integration

Xiaodong Yu, Shengchao Wang, Yuefei Wang

School of Computer Science, Chengdu University, Chengdu Sichuan

Received: April 1, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 8, 2026

Abstract

Addressing the issues of disconnection between theoretical teaching and practical application, as

文章引用: 余小东, 王升超, 王跃飞. 基于项目驱动与多维融合的研究生机器学习课程教学改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 205-211. DOI: 10.12677/ae.2026.165845

well as the insufficient cultivation of students' innovative capabilities in machine learning courses in the era of artificial intelligence, this paper proposes a curriculum reform scheme based on project-driven and multi-dimensional integration. This student-centered scheme constructs a three-level course content system comprising forward foundation, core knowledge and extended innovation, innovates a multi-dimensional integrated teaching model combining "Case-based", "Project-based" "Seminar-based" approaches, and establishes a process-oriented formative assessment mechanism. Through a comparative analysis of two consecutive years of teaching practice, the results show that students' practical innovation capabilities and comprehensive application abilities have been significantly improved. This reform practice provides a valuable reference for the development of graduate-level machine learning courses.

Keywords

Machine Learning, Graduate Education, Teaching Reform, Project-Driven, Multi-Dimensional Integration

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

人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的核心技术，已成为国家战略必争的科技制高点。机器学习作为人工智能的关键核心技术，是计算机科学、电子信息等领域研究生培养的核心课程。该课程旨在培养学生掌握机器学习基础理论、典型算法和前沿技术，具备独立开展数据建模、算法实现与工程应用的能力。

教育部《高等学校人工智能创新行动计划》明确提出要“加大人工智能领域人才培养力度”，为我国新一代人工智能发展提供战略支撑。然而，机器学习课程涉及数学、统计学、计算机科学等多学科知识，在研究生机器学习课程教学中面临诸多挑战。首先，课程理论性强，涉及数学基础广泛，学生普遍存在“公式看不懂、算法跑不通”的畏难情绪。其次，传统教学以教师讲授为主，学生被动接受，缺乏主动思考和探究的机会。再者，实践环节与理论教学脱节，学生虽然掌握了算法原理，却难以将其应用于解决实际问题。最后，考核方式单一，多以期末笔试为主，无法全面评价学生的实践创新能力和综合素养。

针对机器学习课程教学改革，国内外学者已从教学理念、方法创新、实践教学和评价机制等多个维度展开了深入探索。在教学理念层面，研究者逐步从“教师中心”转向“学生中心”，张乐飞等[1]提出“清楚概念、掌握原理、重视推导、关注应用”的教学理念，董理等[2]则基于布鲁姆认知模型构建了层次化认知教学体系，强调对学生认知规律的尊重与渐进式知识供给。在教学方法层面，研究者积极探索多元化教学模式，冯建周等[3]基于飞桨框架提出了三阶递进式教学模式，Luo等[4]探索了传统讲授式教学(Lecture-based Learning, LBL)与问题导向学习(Problem-based Learning, PBL)相融合的教学方法，赵转哲等[5]面向新一代智能制造技术的研究生培养，提出了一种基于项目反馈式的教学方法。在实践教学层面，递进式实验设计成为改革热点，李洁等[6]设计了从传统模型到深度学习再到算法优化的递进式实验案例，彭静等[7]构建了“知识贯通-能力递进-评价多维”的递进式实验教学方案，Yuan等[8]则基于OBE-CDIO模型实现了多方法融合的实验教学改革。在考核评价层面，研究者普遍倡导建立突出过程的多元化评价机制，将课程论文、项目实践、团队协作等纳入考核范畴，徐丽等进一步构建了基于工程教育专业认证的多维评价框架，实现实时学习分析与形成性反馈。尽管已有研究在教学改革方面取得了一定进展，

但在知识表达的层次性梳理、学生个性化学习路径设计以及理论与实践深度融合等方面仍存在进一步探索的空间。从教育理论视角审视,建构主义学习理论强调学习者在真实情境中通过主动探索与协作建构知识,情境学习理论则主张知识应在真实实践情境中习得,这为机器学习课程改革提供了重要的理论支撑。然而,现有改革实践多聚焦于教学模式的单一维度创新,对上述理论的系统性融入仍显不足。

为此,本文在借鉴上述成果的基础上,尝试从教学理念的底层逻辑进行更深入的整合。本文依托研究生精品示范课程建设项目,连续两年对计算机科学与技术专业和计算机技术专业的机器学习课程开展教学改革实践,探索构建面向研究生的“项目驱动、多维融合”教学新模式。其中,所提出的“多维融合”教学模式是指在建构主义与情境学习理论指导下,以学生为中心,将案例教学、项目实践、研讨交流三种教学方式进行有机整合,实现知识、情境、活动与评价的深度整合。相较于传统的问题导向学习(PBL)侧重问题驱动、混合式学习侧重线上线下资源整合,本模式强调“案例导入激发兴趣、项目深化促进内化、研讨拓展推动创新”三位一体的融合机制,形成“知识情境化-实践任务化-反思社会化”的闭环教学流程,旨在更系统性地促进理论知识向实践能力与创新思维的迁移。

2. 课程教学现状与问题分析

2.1. 学情分析

为准确把握学生学情,课程组在2024年和2025年课程开课分别开展了问卷调查,了解学生在本科阶段的专业情况、编程语言基础知识的掌握情况、对机器学习的认知情况、以及对机器学习课程的期望等。2024年回收有效问卷20份,2025年回收有效问卷37份,调查结果对比见表1。

Table 1. Comparison of graduate machine learning course performance between 2024 and 2025

表 1. 2024 年与 2025 年研究生机器学习课程学情对比

调查项目	调查结果(2024 年)	调查结果(2025 年)
本科专业为计算机相关专业	85.0%	91.8%
本科阶段修过机器学习相关课程	25.0%	18.9%
对机器学习仅有简单了解	45.0%	37.8%
从未了解过机器学习	15.0%	35.1%
本科阶段参与过机器学习项目	10.0%	5.4%
熟练使用 Python 语言	40.0%	48.6%
熟练使用其它编程语言	45.0%	59.4%
有一定的编程基础,但不够熟练	20.0%	32.4%

从调查结果可以看出,虽然绝大多数学生本科专业为计算机相关专业,但大部分学生(2024年60%,2025年72.7%)对机器学习仅有简单了解或从未接触过,在本科阶段参与过机器学习项目或研究的比例不足10%,表明学生在本科阶段对机器学习的了解和关注较少,缺乏基础情况认知。编程基础方面,2025年学生的编程熟练程度较2024年学生有显著提升,表明学生具有良好的编程基础,这为课程实践环节的深入奠定了基础,但值得注意的是,仍然有一定比例的学生对编程基础的掌握程度不够。

在课程期望方面,两届学生高度一致,超过80%的学生希望通过课程掌握机器学习的基本理论和方法、能够应用机器学习解决实际问题,并为后续科研或工作打下坚实基础。针对感兴趣的技术领域,主要是深度学习、计算机视觉、自然语言处理、数据挖掘与分析等,这与当前行业发展趋势一致,表明学生更加关注当前的热门领域。在教学方式偏好上,学生更倾向于“理论与实践并重,交替进行”和“实践

操作为主，结合理论讲解”的两种方式，表明学生对实践环节的重视程度日益增强。

2.2. 传统教学存在的主要问题

基于教学实践反思和学生反馈，发现传统机器学习课程教学仍然存在一些问题。例如，在教学内容上，理论教学与实践应用存在显著脱节。课程内容往往偏重于算法原理的讲解和数学公式的推导，却未能将这些抽象理论与真实应用场景进行有机结合。这导致学生虽然能够理解算法的基本原理，但在面对实际数据时却感到无从下手，难以独立完成从数据预处理、特征工程，到模型训练、调优与评估的全流程实践任务。并且，这种以知识传授为主的传统教学模式，在无形中抑制了学生创新能力的培养。学生长期处于被动接受知识的状态，缺乏主动探究和批判性思维的系统性训练，课程结束后往往只能停留在对已有算法的复现层面，难以针对新问题提出算法改进方案或进行创新性应用。

与此同时，在教学模式上教学方式单一的问题也较为突出。课堂以教师讲授为主，师生之间的有效互动不足，学生参与度普遍偏低。即使课程设置了实验环节，也多为验证性实验，缺乏启发性和探究性的设计，难以激发学生深入思考。与之相应，考核方式的局限性进一步加剧了上述问题。传统考核以期末笔试为主，侧重考查学生对理论知识的记忆，却难以全面评价学生的实践动手能力、解决复杂问题的能力以及创新素养。部分学生甚至能够通过考前突击取得不错成绩，但考试过后很快遗忘，所学的知识未能真正内化为解决实际问题的综合能力。

3. 教学改革思路与方案

针对上述问题，课程组提出了“项目驱动、多维融合”的教学改革方案，该方案以学生为中心，构建“前瞻基础 - 核心知识 - 扩展创新”三层次课程内容体系，创新“案例式 + 项目式 + 研讨式”多元融合教学模式，建立突出过程的形成性考核评价机制，实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。

3.1. 重构课程知识体系

课程组按照“夯实基础、强化实践、激发创新”的总体思路，构建了递进式的课程内容体系，将课程知识体系分为前瞻基础、核心知识和创新扩展三个部分，如图 1 所示。其中前瞻基础部分用于辅助研究生数学基础和编程基础的学习，该部分仅通过线上平台提供学习资源自学；核心知识部分为课程的主要学习内容，包括机器学习的核心算法；创新扩展部分以实际项目为依托，为研究生提供创新应用资源，该部分通过课后延伸完成。课程教学期间主要完成核心知识部分的教学和实践，课程总学时 32 学时，其中理论讲授 22 学时，实践研讨 10 学时。针对监督学习、无监督学习和深度学习三个模块分别开展项目实践和成果研讨。

3.2. 创新多元融合教学模式

课程组创新性地提出了“案例式 + 项目式 + 研讨式”多元融合教学模式，该模式以问题为导向，通过案例引入激发兴趣，通过项目实践深化理解，通过研讨交流促进创新。

案例式教学贯穿理论教学全过程。课程组结合学院教师科研方向(例如 AI + 医疗、AI + 教育、AI + 地球物理等)，设计了 9 个行业典型案例，如基于支持向量机的地球物理电磁信号分析、基于卷积神经网络的医学影像分类等。通过案例讲解，将抽象的算法理论具体化、形象化，帮助学生理解算法的适用场景和实现要点。

项目式教学是实践环节的核心。课程设计了三级递进的项目体系：基础验证型项目(如手动实现 KNN 分类器)帮助学生掌握算法实现逻辑；综合应用型项目(如基于 CIFAR-10 数据集的图像分类)培养学生解决实际问题的能力；创新探索型项目(如结合教师科研课题的专项任务)激发学生的创新思维。在两次课程

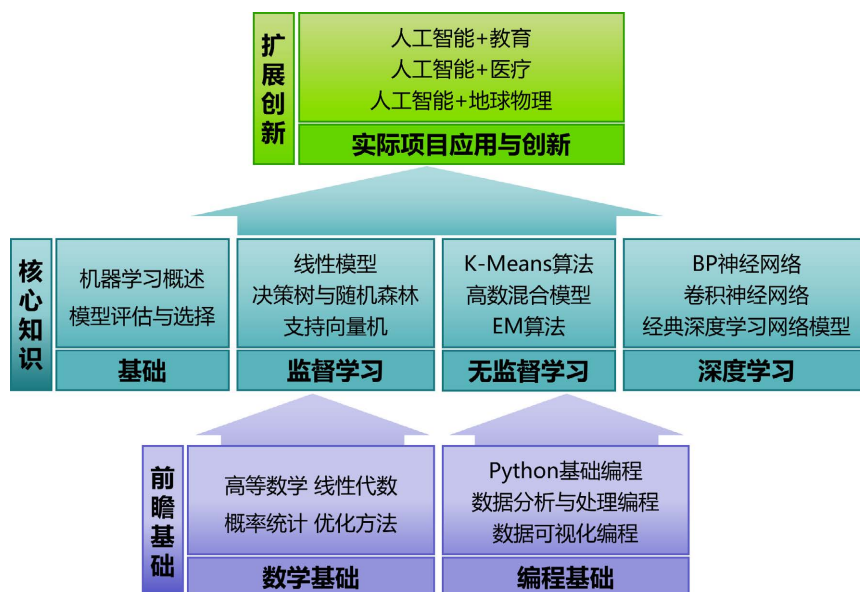


Figure 1. Knowledge system of machine learning course

图 1. 机器学习课程知识体系

开展过程中，学生完成了“基于深度学习的物体识别”、“YOLOv11 农业病虫害检测”和“基于 CNN-Transformer 混合模型的护照底纹分类”等综合性项目，部分成果已转化为学科竞赛作品或科研项目原型。

研讨式教学贯穿课程始终。课程共组织 4 次专题研讨，分别围绕机器学习发展趋势、线性模型应用、监督学习算法对比、深度学习前沿等主题展开。研讨采用“小组讨论 + 班级分享”的形式，每位学生每学期至少完成一次口头汇报。通过研讨，学生不仅加深了对知识的理解，还锻炼了表达能力和批判性思维。

3.3. 建立多维考核评价机制

课程建立了“突出过程、多元评价、能力导向”的多维考核评价体系。在课程进行过程中，对学生的出勤情况、课程互动参与情况、小组研讨参与及汇报表现等方面进行评价。研讨评价采用教师评价与学生互评相结合的方式，从内容深度、表达清晰度、互动效果等维度进行评分。在项目实践方面，考核学生对核心知识模块的算法实现能力。实验任务包括线性模型实践、监督学习算法实现、神经网络应用等，评分标准涵盖代码规范性、结果正确性、分析深度等方面。

此外，在课程结束后，考核学生综合应用机器学习算法解决实际问题的能力。学生需要自选题目或结合教师科研方向，完成从问题定义、数据预处理、模型构建与优化到结果分析的完整流程，并撰写规范的研究论文。论文评分从选题价值、方法创新性、实验完整性、结果有效性、论文规范性等维度进行综合评价。

4. 教学改革实施效果分析

课程改革方案在 2024 级和 2025 级研究生中连续实施两年，取得了显著成效。从成绩分布来看，2025 级学生的总成绩优秀率和良好率均有明显提升，及格率显著下降，表明课程教学质量整体提升，更多学生达到了较高水平的能力要求。2025 级实验成绩平均分略有下降，这主要是因为该年级实验任务难度有所增加，增加了深度学习模型调优等内容，对学生的动手能力提出了更高要求。

通过两届学生的教学实践对比，学生在实践创新和综合应用能力等方面取得了显著进步。首先，学生的编程能力得到了显著增强，2025 级学生熟练使用 Python 的比例与 2024 级学生相比有明显提升，能

够独立完成从数据预处理到模型部署的全流程实践。在实验任务中,学生不仅能够调用现成算法库,还能根据实际问题进行算法改进和参数优化。其次,学生的实践创新能力提升明显,2025级学生期末综合项目选题更加多元化,涉及医疗影像分析、工业缺陷检测、自然语言处理等多个领域。部分学生的项目成果已转化为学科竞赛作品或科研项目原型。此外,学生的综合应用能力持续提高,课程研讨环节,学生的汇报内容从最初的算法复现,逐步发展到对算法优缺点的深入分析、对不同算法的对比研究,再到提出改进思路和创新方案。学生在研讨中展现出的问题分析能力和批判性思维明显增强。

从理论贡献来看,本研究所提出的“多维融合”教学模式可视为对建构主义与情境学习理论在机器学习课程教学中的具体化与操作化实践。通过将案例教学嵌入理论讲授(情境认知)、项目式教学贯穿实践环节(任务驱动学习)、研讨式教学融入成果转化(社会建构),形成了具有内在逻辑一致性的教学闭环。这一模式不仅回应了PBL、混合式学习等既有研究在理论整合深度上的不足,也为面向复杂技能培养的研究生课程提供了可迁移的教学设计框架。

5. 结语

针对研究生机器学习课程教学中存在的问题,本研究提出并实践了“项目驱动、多维融合”的教学改革方案。通过连续两届研究生的教学实践,得出以下结论:

(1) 构建的“前瞻基础-核心知识-扩展创新”三层课程知识体系,能够有效解决理论教学与实践应用脱节的问题,帮助学生在掌握基础理论的同时,提升实践能力。

(2) 创新“案例式+项目式+研讨式”多元融合教学模式,能够激发学生学习兴趣,培养自主学习和探究能力,促进知识内化与迁移。

(3) 建立突出过程的形成性考核评价机制,能够全面、客观地评价学生的学习成效,引导学生注重能力培养而非应试记忆。

本研究的改革实践虽取得了较为积极的成效,但仍存在一定局限性。首先,教学实践仅在本校两届研究生中开展,样本量较小,且未设置严格的对照组,研究结论的普适性有待进一步验证。其次,改革效果的评价主要依托课程成绩与学生项目表现,尚未建立长期的能力发展跟踪机制。未来,课程组将在以下方面继续深化探索:一是开展多中心、大规模的对比研究,增强研究成果的外部效度;二是引入长期跟踪机制,评估教学改革对学生科研能力、职业发展的持续影响;三是进一步探索基于AI辅助的个性化教学路径,推动教学模式向精准化、自适应方向发展。

基金项目

- (1) 成都大学2024年研究生精品示范课程建设项目(《机器学习》课程),项目编号:2024HX001;
- (2) 成都大学第三批“三全育人”示范团队项目:“数据驱动、智创未来”数智育人教学团队。

参考文献

- [1] 张乐飞,罗勇,杜博. 机器学习教学改革与人工智能人才培养[J]. 中国大学教学, 2023(5): 18-21.
- [2] 董理,彭成斌,严迪群,等. 基于层次化认知模型的本科机器学习课程教学改革[J]. 计算机教育, 2023(5): 91-95.
- [3] 冯建周,余扬,刘磊. 基于飞桨框架的三阶递进式机器学习教学模式探索与实践[J]. 计算机教育, 2021(10): 28-32.
- [4] Luo, Z., Chen, N., Guo, J., et al. (2023) Teaching Reform of Machine Learning Course Based on the Integration Mode of PBL and LBL. *Advances in Industrial Engineering and Management*, 12, 74-78.
- [5] 赵转哲,刘志博,刘永明,等. 基于项目反馈的机械学科硕士研究生《人工智能》课程教学改革[J]. 现代教育前沿, 2025, 6(1): 24-27.
- [6] 李洁,魏宇轩,武妍. 机器学习课程中递进式实验案例设计[J]. 计算机教育, 2022(1): 134-138.

-
- [7] 彭静, 杨智鹏, 郭艳芬. 人工智能背景下的机器学习课程递进式实验教学探索与设计[J]. 教育进展, 2025, 13(7): 387-394.
- [8] Yuan, X., Wan, J., An, D., Lu, J. and Yuan, P. (2024) Multi-Method Integrated Experimental Teaching Reform of a Programming Course Based on the OBE-CDIO Model under the Background of Engineering Education. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 16623. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67667-6>