智能体时代《机器学习》课程实验课教学模式创新*

李奇蔚** 张思佳 刘明剑 胡泽元 李超 张海鹏

大连海洋大学信息工程学院，大连 116023

摘 要 智能体技术的快速发展深刻改变了《机器学习》实验课的教学环境与学习方式。针对智能体深度介入可能引发的原理理解浅表化、实验过程弱化及计算思维空心化等问题，本文构建了“原理理解—思维建构—人机协同”三维目标体系，从实验内容、过程、活动及评价四方面提出教学设计方案。文中结合案例，具体阐述了分层内容组织、过程化任务推进、多维评价实施及目标达成度分析方法。该模式引导学生由“借助工具完成实验”转向“在辅助下主动理解与改进实验”。实践表明，该模式显著提升了学生的学习意愿与参与度，主动汇报人次提高12%，增强了结果分析能力，并提高科创竞赛获奖队伍数量近一倍以上。本研究可为智能体时代实验教学改革及跨学科课程创新提供参考。

关键词 智能体生成式人工智能，机器学习实验课，计算思维，教学改革

Innovative Teaching Models for Machine Learning Laboratory Courses in the Era of AI Agents*

Qiwei Li** Sijia Zhan Mingjian Liu Zeyuan Hu Chao Li Haipeng Zhang

College of Information Engineering
Dalian Ocean University,
Dalian 116023, China

Abstract—The rapid development of AI agent technology has profoundly transformed the teaching environment and learning paradigms of Machine Learning laboratory courses. To address the challenges posed by the deep integration of AI agents—such as superficial understanding of underlying principles, weakened hands-on experimental processes, and the hollowing out of computational thinking—this paper constructs a three-dimensional objective framework centered on "Principle Comprehension, Cognitive Construction, and Human-Agent Collaboration." It further proposes a comprehensive instructional design covering experimental content, processes, activities, and evaluation. Through specific case studies, the paper elaborates on hierarchical content organization, process-driven task progression, multidimensional assessment implementation, and methods for analyzing course objective attainment. This model guides students to shift from merely "using tools to complete experiments" to "actively understanding, evaluating, and refining experiments with tool assistance." Practical results demonstrate that this approach significantly boosts students' learning motivation and classroom engagement, with voluntary presentations increasing by 12%. It also enhances their analytical capabilities in interpreting experimental outcomes and has nearly doubled the number of award-winning teams in competitions. This study provides a valuable reference for laboratory teaching reforms in the AI agent era and offers insights for interdisciplinary curriculum innovation.

Keywords—AI Agents, Generative AI, Machine Learning Laboratory Courses, Computational Thinking, Teaching Reform

1 引 言

以千问、GPT-4o Agent 为代表的智能体技术快速发展，正改变软件开发与编程学习方式，其功能已由代码补全扩展到任务规划、代码生成和优化等环节。传统编程教学中以“独立完成代码实现”为核心的训练模式受到冲击，学生完成任务的方式由“自主实现”转向“借助生成”，并进一步影响以程序实现和算法实践为重要载体的《机器学习》实验教学。

机器学习实验课承担数据预处理、模型构建、训练验证和结果分析等任务，也肩负培养算法理解、工程意识与计算思维的功能。然而，智能体深度介入后，学生实验参与方式发生变化，传统实验教学的能力培养路径面临挑战。其核心在于计算思维空心化风险加剧：学生本应自主完成的问题抽象、任务分解和方案评估等思维活动被外包给智能体，削弱了实验课的思维训练价值。基于此，本文聚焦智能体时代《机器学习》实验教学改革，在分析现状的基础上提出目标，并构建教学设计方案，为实验教学创新提供参考。

2 教学改革现状分析

*基金资助：本文得到辽宁省教育科学十四五规划项目 JG224DB052、JG25DB069 以及 2025 年度辽宁省普通高等学校本科教学改革研究一般项目（NO.438）支持。

*通讯作者：李奇蔚 liqiwei@dlou.edu.cn。

近年来，国家持续推进教育数字化和人工智能赋能教育改革[1]。《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》提出实施国家教育数字化战略，促进人工智能助力教育变革，并加强课程体系、师生数字素养标准、教育评价改革与智能化支撑体系建设。相关文件也强调以教育数字化为突破口，推动人工智能与教育教学深度融合，促进教学模式和育人方式变革。在此背景下，人工智能、智能体与课程教学融合研究不断增多。已有研究主要形成了三类探索：一是关注人工智能赋能课程教学方法改革，如张航海[2]围绕高职计算机类课程，探讨了人工智能支持下教学方法优化的实践路径；二是关注数智化教学资源与学习支持环境建设，如王正、李红艳[3]提出利用 AI 知识图谱促进课程教学创新；三是关注人工智能背景下具体课程教学模式设计，如吴树礼等[4]将 PBL 教学模式引入“机器学习”课程教学，汪鑫禹、王啸楠[5]针对程序设计类课程提出 GenAI 赋能的教学模式，为生成式人工智能融入编程教学提供了参考。总体来看，现有研究已从教学方法、资源建设、课堂组织等方面展开了有益探索，但仍存在一定不足：一方面，相关研究多面向计算机类课程或一般课程教学场景，对《机器学习》实验课这一同时依赖编程实践、算法理解与工程训练的特殊场景关注不够；另一方面，已有研究虽然关注到人工智能滥用背景下教学与评价体系构建问题[6]，但对智能体深度介入后可能引发的计算思维空心化、实验过程弱化和评价机制失配等问题分析仍不够充分。因此，有必要结合《机器学习》实验课的课程特点，进一步考察其教学现状与突出问题，并探索面向智能体时代的实验教学改革路径。

2．1　智能体介入实验过程，传统实验教学方式发生变化

随着智能体工具在学习场景中普及，学生完成《机器学习》实验任务的方式正在明显变化。传统实验教学中，学生需根据实验要求，自主完成数据读取、预处理、模型构建、参数设置、训练验证和结果分析等环节，并在调试修正中理解算法原理与实现逻辑。而在智能体支持下，学生只需输入较明确的自然语言需求，即可快速获得完整代码框架，部分环节甚至可直接生成运行结果。这一方面降低了实验门槛、提高了完成效率，使学生更快接触复杂模型与任务；另一方面，也冲击了传统实验教学中“自主实现—逐步调试—不断修正—形成理解”的训练链条。学生原本应亲历的实现、思考和试错过程被压缩，实验课由“以代码实现促进能力形成”逐渐转向“以工具辅助完成任务”，其教学基础和学习方式均发生实质变化。

2．2　实验结果可达性提升，但原理理解与工程训练弱化

《机器学习》实验课的价值，不只是让学生完成任务并获得结果，更重要的是通过完整实验过程促进其理解算法原理、掌握实现流程并形成工程意识。然而从当前教学实际看，智能体在提高实验结果可达性的同时，也削弱了课程原有的能力训练功能。首先，原理理解容易停留于表层。学生借助智能体可较快完成模型调用、训练和预测，但对模型为何有效、参数为何设置、结果为何差异等问题缺乏深入思考，往往能输出准确率或损失曲线，却难以解释损失函数作用、参数更新依据及泛化表现原因。其次，工程实践训练被弱化。机器学习实验不仅是模型调用，还涉及数据处理、流程组织、异常排查、环境配置和结果复现等内容；而在智能体生成代码条件下，部分学生更关注“代码能否运行”，对数据流转、模块组织和报错机制理解不足。再次，比较、诊断与优化意识减弱。智能体通常提供“通用可运行”方案，虽有助于快速完成任务，却容易使学生满足默认结果，忽视方案比较、参数调整影响和性能瓶颈识别，导致实验教学停留在结果复现层面，难以培养问题分析与改进能力。

2．3　困境的深层根源：计算思维空心化

上述问题的表层表现，是学生对智能体工具依赖增强；更深层根源则在于计算思维[7]的空心化。所谓“计算思维空心化”，是指学生在智能体辅助下，将原本应自主完成的问题抽象、任务分解、方案判断和结果评估等关键思维活动转移给工具，导致思维参与下降、实验核心能力训练被削弱。具体来看，主要体现在三个方面：其一，抽象思维弱化。学生容易跳过问题本质和建模逻辑分析，停留在“输入任务—获得答案”层面。其二，分解思维弱化。智能体常以整体化方式输出结果，导致学生对数据处理、特征表示、模型训练和结果分析等实验结构认识不清。其三，评估思维弱化。部分学生往往直接接受现成结果，缺乏对模型效果、参数配置、运行效率及方案合理性的判断。更值得关注的是，智能体介入还带来“黑箱叠加”现象。机器学习算法本身具有黑箱特征，智能体生成代码和方案的逻辑也不透明，两者叠加后，学生既难以理解算法内部机制，也难以判断实现路径依据。当实验出现异常结果、性能下降或非标准错误时，学生常无法区分问题源于算法原理、数据特征还是工程实现，从而陷入依赖工具、反复试错的被动状态。由此可见，智能体时代《机器学习》实验课的关键挑战，不只是工具使用方式变化，更在于防止计算思维训练弱化，并在新教学环境中实现重建与强化。

2．4　教学评价与课堂组织滞后于智能体时代要求

从当前《机器学习》实验教学看，实验考核通常仍以代码提交、实验报告和结果展示为主，课堂组织

也多沿用“教师讲解—学生操作—教师答疑”的传统模式。这种安排在传统教学中具有一定合理性，但在智能体深度参与实验过程后，其适应性正在减弱。一方面，学生即使缺乏深入原理理解和独立实现能力，也可能借助智能体获得完整代码和较好结果，从而表面上达到课程要求。若评价仍主要依据最终结果，而忽视问题分析、方案形成、过程解释、错误诊断和结果反思等环节，就难以真实反映学生的思维投入和能力发展。另一方面，课堂组织若仍停留在结果演示和操作完成层面，也难以有效引导学生使用智能体，无法充分发挥教师在思维点拨、过程监控和反思提升中的作用。因此，当前突出问题在于，教学评价与课堂组织尚未适应智能体介入后的学习方式变化，也尚未形成体现过程参与、思维质量和人机协同水平的教学运行机制。这也意味着后续改革不仅要调整实验内容和流程，还需同步重构评价体系与课堂组织方式。

3 基于“原理理解—思维建构—人机协同”三维导向的目标拟定

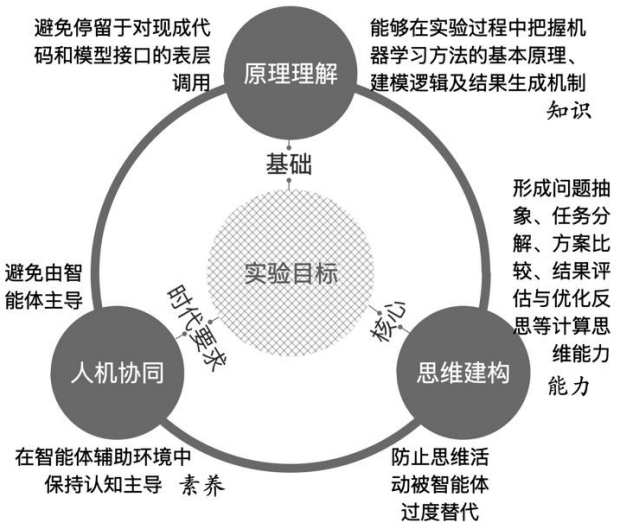


图 1 “原理理解—思维建构—人机协同”三维目标体系

针对智能体深度介入《机器学习》实验教学后出现的结果易得化、过程参与弱化和计算思维空心化等问题，实验目标有必要由传统“任务完成导向”转向“能力发展导向”。课程实验不应停留于代码生成、结果呈现和工具使用层面，而应更注重学生的原理把握、思维参与和协同实践能力。基于此，本文构建“原理理解—思维建构—人机协同”三维导向目标体系（图1），以回应新技术背景下实验教学转型需求。其中，“原理理解”强调学生把握机器学习方法的基本原理、建模逻辑和结果生成机制，避免停留于代码和模型接口的表层调用；“思维建构”强调学生形成问题抽象、任务分解、方案比较、结果评估和优化反思等计算思维能力，防止思维活动被智能体过度替代；“人机协同”强调学生合理使用智能体工具，具备任务表达、结果甄别、方案修正和过程反思能力，在智能体辅助环境中保持认知主导。上述三维目标并非割裂，而是共同作用于《机器学习》实验教学改革。其中，原理理解是实验教学基础，对应知识目标；思维建构是实验教学核心，对应能力目标；人机协同是智能体时代的新要求，对应素养目标，旨在培养学生以人为本和批判性思维等素养。三维目标体系可为后续实验内容设计、教学过程组织和学习评价实施提供依据。

4 教学设计

为回应智能体深度介入《机器学习》课程实验课后出现的过程弱化、思维空心化与评价失配等问题，本文以“原理理解—思维建构—人机协同”三维目标为导向，对实验教学内容、实施过程和活动组织进行重构（图2）。整体上，教学设计不再以“完成实验任务、获得运行结果”为唯一中心，而是强调在合理使用智能体工具的前提下，引导学生回到对算法原理的理解、对实验过程的参与以及对生成结果的判断之中，从而实现实验教学由结果导向向能力导向的转变。

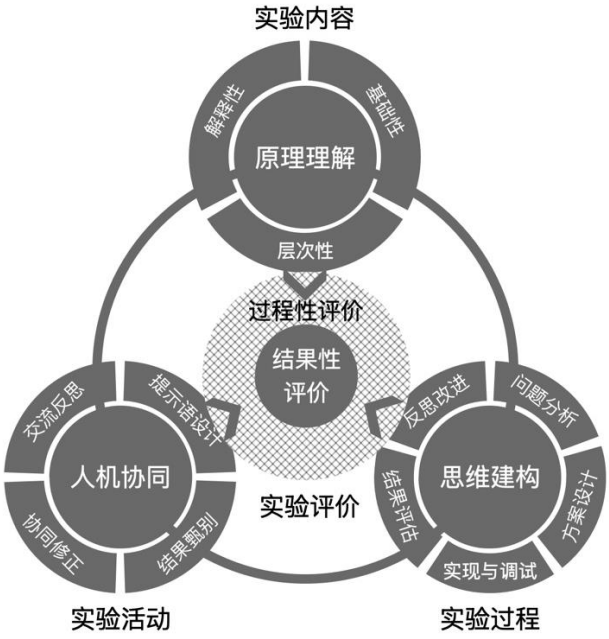


图 2 围绕三维目标的《机器学习》课程实验课教学设计

4.1 面向原理理解的实验内容设计

在实验内容设计上，应突出“基础性、层次性和解释性”，避免将《机器学习》实验课简单等同于模型调用或代码复现。对于数据科学与大数据技术专业学生而言，机器学习实验课既是算法知识的实践延伸，也是连接数学基础、程序设计基础与数据分析应用能力的重要桥梁。因此，在智能体时代，实验内容应从关注“是否完成任务”转向关注“是否真正理解算法原理、建模逻辑与结果机制”。具体而言，可围绕监督学习、无监督学习等核心内容，将实验任务划分为“原理验证型”“方法比较型”和“综合应用型”三个层次。

原理验证型实验帮助学生建立算法原理与程序实现的联系，理解模型思想、关键参数和运行机制；方法比较型实验通过不同算法、参数和评价指标的比较，引导学生理解模型差异及适用条件；综合应用型实验则面向真实数据分析场景，促进学生完成完整建模任务。通过由浅入深、由单一到综合的组织方式，引导学生由“会运行”转向“能解释”、由“会调用”转向“能理解”。同时，应合理控制智能体在不同层次实验中的介入程度。原理验证型实验应强调学生对关键步骤和核心结果的自主分析，避免智能体替代原理学习；方法比较型实验可允许智能体辅助生成部分代码框架，但算法差异分析和结果解释应由学生独立完成；综合应用型实验可适度开放智能体支持数据处理、可视化或代码调试等环节，但需通过实验说明、过程记录和结果汇报保证学生真实参与完整建模过程。基于这一思路，面向原理理解的实验内容可如表 1 所示进行

表 1 面向原理理解的《机器学习》实验内容设计

实验层次	设计目标	典型实验内容	教学重点	智能体介入方式
原理验证型实验	建立算法原理与代码实现的对应关系	线性回归、决策树等基础实验	理解模型思想、关键公式、参数作用及结果生成机制	辅助调试与语法修正，不替代核心分析与关键实现
方法比较型实验	通过比较不同方法加深对模型差异和适用条件的理解	分类算法比较、聚类算法比较、降维方法比较等	理解不同算法在数据特征、评价指标和实验结果上的差异	辅助搭建比较框架，结果分析和结论归纳需学生独立完成
综合应用型实验	面向真实任务开展完整建模训练	鱼病图像分类、客户流失预测、异常检测等	理解从数据处理到模型评估的完整流程，提升综合分析能力	可辅助生成基础代码框架和可视化过程，但建模说明与结果解释须自主完成

以数据科学与大数据技术专业《机器学习》实验课为例，该课程通常在大三上学期开设，学生已修完高等数学、概率论与数理统计、Python 程序设计等课程，具备一定数学基础和编程能力，但在算法原理理解、模型比较分析和综合建模解释方面仍较薄弱。因此，实验内容可采用“前期重原理验证、中期重方法比较、后期重综合应用”的组织方式。课程前期安排线性回归、逻辑回归和决策树等基础实验时，智能体主要用于语法检查、报错修正和可视化代码补充，不允许直接生成完整实验代码。教师应要求学生先自主完成实验思路分析、关键公式推导和核心步骤实现，再借助智能体完善非关键代码，以保证其理解损失函数、参数更新和模型划分依据等核心内容。课程中期，在分类算法比较和聚类算法比较实验中，可适度开放智能体辅助搭建实验框架，如生成统一训练与评价模板，但学生必须独立完成模型选择理由、结果比较及差异成因分析，避免将“算法比较”异化为“结果复制”。课程后期，在鱼病图像分类等综合案例中，可允许智能体辅助数据清洗、特征编码、结果可视化和代码调试，但教师需通过实验日志、阶段汇报和结果答辩，重点考查学生能否说明模型选择依据、参数调整思路和实验结果含义。通过分层开放、逐步引导，智能体既能作为实验辅助工具参与其中，又不替代学生的原理理解过程，从而更好服务于“原理理解”目标。

4．2 面向思维建构的实验过程设计

在智能体深度介入实验教学的背景下，实验过程设计不应停留于“教师讲解步骤—学生完成代码—提交结果”的线性模式，而应更加注重学生的思维参与。机器学习实验课的核心价值，不仅在于让学生掌握算法调用方法，更在于训练其问题抽象、任务分解、方案选择、结果评估与优化反思等计算思维能力。因此，面向思维建构的实验过程设计应突出“过程化、阶段化和留痕化”，使学生经历完整问题求解链条，而非直接接受智能体生成的现成方案。具体而言，可将实验过程划分为“问题分析—方案设计—实现与调试—结果评估—反思改进”五个阶段。问题分析阶段强调识别任务类型、数据特点和目标要求；方案设计阶段强调编码前完成算法选择、流程规划和参数设想；实现与调试阶段强调在智能体辅助下保持对关键步骤的理解与掌控；结果评估阶段强调比较实验结果、识别差异来源并解释性能表现；反思改进阶段要求总结实验方案、运行过程和优化方向。通过分阶段设计，实验教学关注点可由“是否跑通代码”转向“是否真正经历问题求解过程”。在这一过程中，智能体应定位为思维建构的辅助支持工具，可参与资料提示、框架生成、报错排查和结果可视化等环节，但不能替代学生完成问题定义、方案判断和结果解释等关键思维活动。教师应通过过程任务、阶段记录和课堂提问，引导学生显性化呈现实验思路和推理过程，使其在使用智能体时仍保持认知参与和过程主导。基于这一思路，面向思维建构的实验过程可如表 2 所示设计。为避免智能体替代学生完成关键思维活动，实验过程设计应将计算思维训练转化为阶段任务和学习证据（表 3）。问题分析阶段，要求学生完成任务类型判断、数据特征分析和评价指标选择，防止直接交由智能体整体求解；方案设计阶段，要求提交算法选择依据、流程图或伪代码，强化任务分解能力；实现与调试阶段，要求说

明关键代码功能、错误原因和修改依据，避免调试过程完全外包；结果评估阶段，要求比较不同模型或参数设置下的性能差异，并从数据、模型和实现角度解释原因；反思改进阶段，要求提出至少一种基于证据的优化方案。由此，计算思维被嵌入实验全过程，并通过阶段性产出得到检验。

以数据科学与大数据技术专业大三上学期《机器学习》实验课中的“分类算法比较实验”为例，教师可将实验过程设计为五个阶段。问题分析阶段，学生需判断任务类型，分析样本规模、特征维度和类别分布，并选择准确率、召回率或 F1 值等评价指标；智能体可辅助理解数据字段或指标定义，但不能代替任务分析。方案设计阶段，学生需提前确定逻辑回归、支持向量机、随机森林等模型，说明选择理由及预期差异；智能体可辅助生成流程草图或代码框架，但学生必须先完成方案设想。实现与调试阶段，学生按方案完成训练与测试。智能体可辅助数据预处理、接口调用和可视化代码编写，但关键参数设置、训练流程组织及报错原因分析需由学生结合课堂知识说明。结果评估阶段，学生不仅要报告各模型指标，还要分析模型表现差异与数据分布、模型复杂度或参数设置的关系；智能体可协助整理结果和绘制对比图，但不能替代结论解释。反思改进阶段，教师可要求学生思考类别不平衡、数据噪声增加或训练时间受限等情境下的方案调整；智能体可提供优化建议，但学生需结合原理判断其合理性，并形成改进方案。通过这种过程化设计，学生不再只是借助工具完成实验，而是在智能体辅助下完成任务分析、方案分解、实现调试、结果评估和反思改进等关键思维活动。其中，任务分析单对应问题抽象，流程设计对应任务分解，调试日志对应过程控制，模型比较对应评估判断，改进方案对应优化反思。由此，计算思维训练被落实为可观察、可记录、可追踪的学习过程，从而缓解智能体介入可能带来的计算思维空心化问题。

表 2　面向思维建构的《机器学习》实验过程设计

实验阶段	学生主要任务	教师引导重点	智能体作用	对应思维能力
问题分析	明确任务类型、识别数据特点、确定评价指标	引导学生从“做什么”转向“为什么这样做”	辅助解释任务背景、提示可能方法，但不直接给出完整答案	问题抽象能力
方案设计	选择模型、规划实验流程、设想关键参数	要求学生先提出方案，再进入实现环节	可辅助生成流程框架或伪代码，帮助梳理步骤	任务分解能力
实现与调试	完成核心代码、运行实验、排查错误	关注关键步骤是否理解、报错原因是否明确	辅助语法检查、错误定位和非关键代码补充	过程控制能力
结果评估	比较模型结果、分析差异来源、判断方案优劣	强调结果解释和差异分析，而非只给出数值	可辅助生成可视化图表和结果汇总	评估判断能力
反思改进	总结实验不足、提出优化思路、修正方案	引导学生由“完成实验”转向“改进实验”	可辅助提供优化建议，但需学生自主甄别与取舍	优化反思能力

表 3　计算思维空心化的干预

空心化表现	对应干预	可观察学习证据	观察要点
问题抽象被替代	提交任务分析单后允许使用智能体	任务类型、数据特征、评价指标说明	能否准确界定问题和约束条件
任务分解被替代	要求绘制流程图、伪代码	实验流程、模块关系、关键参数设想	分解是否完整，逻辑是否清晰
过程控制被替代	保留报错记录、修改说明	调试日志、代码修改痕迹	是否理解错误来源和修改依据
评估判断被替代	开展多模型、多参数比较	指标对比表、混淆矩阵、结果解释	是否能解释差异和适用边界

4．3　面向人机协同的实验活动设计

在智能体时代，《机器学习》实验教学既不能回避工具使用，也不能将智能体简单视为代码代写工具。相较于传统实验课强调“是否完成任务”，人机协同导向下的实验活动更关注学生能否合理表达需求、辨识输出质量、修正生成结果并保持认知主导。实验设计的重点不是“让学生用上智能体”，而是引导其在使用过程中保持判断、选择与反思。因此，面向人机协同的实验活动应突出“任务驱动、交互参与和批判使用”，使智能体成为学习辅助工具，而非替代思考的捷径。具体而言，可围绕“提示语设计—结果甄别—协同修正—交流反思”组织实验教学。提示语设计强调学生清晰表达任务需求，并比较不同提示语生成结果的差异，理解任务表述对输出质量的影响；结果甄别强调审查智能体生成的代码、结论或方案，识别原理性错误、实现缺陷和适用性问题；协同修正强调学生结合课程知识对方案再分析、再修改和再优化；交流反思

则要求总结智能体使用过程，判断哪些环节适合借助工具，哪些环节必须自主完成。通过上述活动，学生可逐步形成“会使用、能判断、敢修正、善反思”的人机协同学习方式。同时，为避免智能体使用流于形式，人机协同活动应与实验任务紧密结合，嵌入数据预处理、模型构建、参数调整、结果分析和实验汇报等环节，而不是额外增加技术展示。教师应明确活动边界：涉及原理理解和方案判断的关键环节，应强化学生主体地位；重复性或技术性较强的实现环节，可适度发挥智能体辅助价值。基于这一思路，面向人机协同的实验活动可如表 4 所示设计。

表 4 面向人机协同的《机器学习》实验活动设计

活动类型	活动目标	主要实施内容	智能体作用	智能体介入方式
提示语设计活动	提升任务表达的准确性与完整性	围绕同一实验任务设计不同提示语，比较生成结果差异	根据提示语生成代码、流程或解释建议	任务表达能力
结果甄别活动	培养对智能体输出结果的判断能力	分析生成代码、实验方案或结论中的错误与不足	提供待甄别的代码、方案或解释文本	结果判断能力
协同修正活动	提升学生对生成结果的修改与优化能力	基于智能体生成结果进行补充、修正和再优化	提供初始代码框架或优化建议	方案修正能力
交流反思活动	强化学生对工具使用过程的总结与反思	汇报智能体使用过程、说明修改依据、总结使用边界	辅助整理过程记录和展示材料	协同反思能力

以数据科学与大数据技术专业大三上学期《机器学习》实验课中的鱼病图像分类实验为例，教师可围绕图像分类任务组织人机协同活动。实验开始阶段，可开展提示语设计活动，要求学生围绕“利用鱼体病害图像数据集构建分类模型”设计简略型、约束型和分析型提示语，并比较不同提示语生成的代码框架、图像预处理方案和模型建议差异。通过比较，学生可认识到提示语完整性和准确性对输出质量的影响，提升任务表达能力。随后，教师可组织结果甄别活动，向学生提供含有典型问题的智能体生成代码，如数据集划分不合理、图像增强方式不当、类别不平衡未处理、评价指标单一等，要求学生识别问题并分析其影响，使其以“审查者”身份辨析模型方案和实现细节实验推进过程中，可设置协同修正活动。学生在智能体生成的基础框架上，结合鱼病图像样本有限、类别差异细微、背景噪声较强等特点，对图像预处理、模型结构和训练参数进行修改。当基础 CNN 模型效果不理想时，学生可调整卷积层设计、学习率或数据增强策略，并说明修改依据，如过拟合、类别混淆等。智能体可提供优化建议和代码示例，但是否采用、如何调整及为何调整，必须由学生基于实验自主判断。实验结束阶段，教师可安排交流反思活动，要求学生说明智能体参与了哪些环节，哪些环节提升了效率；哪些环节仍需学生判断，如模型选择、参数调整和结果解释；以及学生对生成内容进行了哪些修正和验证。通过这一活动，学生能够认识到，智能体虽能提高效率，但不能替代专业问题分析、模型合理性判断和结果解释能力。由此，人机协同不再是“使用工具完成实验”，而成为《机器学习》实验教学中兼顾效率与认知主导的新学习方式。

4．4 兼顾过程与结果的实验评价设计

表 5 兼顾过程与结果的《机器学习》实验评价设计

一级指标	权重	二级观测点	主要证据
原理理解	20%	模型选择依据、参数含义、结果机制解释	课堂提问、实验说明、答辩记录
计算思维	30%	问题抽象、任务分解、结果评估、优化反思	任务分析单、流程图、实验日志、反思报告
人机协同	20%	提示语质量、输出甄别、协同修正、边界反思	提示语记录、生成内容批注、修改痕迹
结果表现	30%	代码规范、模型效果、报告完整性、展示表达	代码、指标结果、实验报告、成果展示

在智能体深度介入《机器学习》实验教学的背景下，传统以代码提交、实验报告和结果展示为主的评价方式，已难以全面反映学生真实学习水平。一方面，学生借助智能体可较快获得完整代码和较好结果，若单纯依据最终结果评价，容易掩盖其在原理理解、过程参与和独立判断方面的不足；另一方面，若评价仍停留在“是否跑通代码”“是否得到结果”层面，也会强化学生对工具的依赖，不利于计算思维和人机协同能力培养。因此，实验评价应由单一结果导向转向兼顾过程与结果的多维评价。具体而言，评价设计应围绕“原理理解—思维建构—人机协同”三维目标展开。原理理解维度重点评价学生对实验任务、模型机制、参数设置和结果含义的理解；思维建构维度重点评价学生在问题分析、方案设计、结果比较和优化反思中

的思维参与；人机协同维度则评价学生能否合理使用智能体，识别生成结果中的问题，并完成修正与优化。也就是说，实验评价不仅要关注“学生做出了什么”，更要关注“如何做出、为何这样做”。在评价方式上，可采用“过程性评价+结果性评价”相结合的模式。过程性评价依据阶段任务、过程记录、思路说明、讨论表现和反思总结等内容，突出学习过程和思维质量；结果性评价则依据最终结果、代码质量、实验报告和成果展示，考查任务完成程度和综合表达能力。同时，应将智能体使用情况纳入评价，通过提示语设计质量、生成结果甄别能力、修改痕迹和协同反思情况，引导学生形成规范、合理、批判性的工具使用方式。基于此，可构建带有权重分配和证据来源的量化评价量规，如表 5 所示（各二级观测点可采用四级评分标准，优秀、良好、合格、需改进分别对应 100、85、70、55 分。

以上文鱼病图像分类实验为例，评价实施可围绕表 5 中的四个一级指标展开。在原理理解维度上，教师可通过课堂提问、实验说明和答辩记录，考查学生是否能够说明任务特点，解释 CNN 结构、数据增强、参数设置和评价指标变化的含义。在计算思维维度上，重点考查学生是否能够分析不同鱼病图像在纹理、颜色和局部病灶形态上的差异，并完成任务抽象、流程设计、模型比较和结果反思。在人机协同维度上，教师可要求学生提交提示语记录和智能体生成内容批注，说明智能体提出了哪些建议，自己采纳、修改或拒绝了哪些内容及依据，以判断其在人机协同环境中的思维投入程度。在结果表现维度上，教师可结合最终模型性能、代码规范性、实验报告质量和展示表达情况进行评价。教师可按表 5 权重计算总评成绩，并汇总班级层面各指标平均得分，为课程目标达成度分析、工程教育认证和持续改进提供数据支撑。通过这种兼顾过程与结果的评价设计，能够使评价更加关注学生的真实参与和能力形成过程，也有助于引导学生将智能体视为辅助学习和提升效率的工具，而非替代思考和规避分析的捷径。由此，实验评价不仅是检验学习成效的手段，也能成为促进原理理解、思维建构和人机协同能力提升的重要环节。

5 教学实践成效

从教学实践看，本文所提出的教学改革模式成效体现在多个方面。一是增强学生学习意愿和主动投入程度，实验课主动汇报人次提高 12%。二是提高学生在课堂讨论、阶段任务和实验汇报等环节中的参与度，促进实验学习由被动完成转向主动建构。三是增强学生对实验方案优劣、结果解释质量及协作贡献程度的辨析能力。四是推动课程实验教学成果向科创竞赛转化，进一步拓展了课程实验教学的育人效能。如表 6 所示，以 2025 年授课班级在长风杯、中软国际-卓越杯以及辽宁省大数据应用于分析大赛三项赛事中的表现为例，改革教学实践显著提高了省二以上获奖队伍数量近一倍以上。

表 6 课程实验教学成果：竞赛转化

比赛名称	2024	2025
长风杯	2	6
中软国际--卓越杯	3	7
辽宁省大数据应用与分析大赛	1	2

6 结束语

智能体技术的快速发展，正在深刻改变《机器学习》课程实验课的教学环境与学习方式。本文立足智能体时代《机器学习》实验教学的新变化，在分析现状的基础上，提出“原理理解—思维建构—人机协同”三维导向目标体系，并从实验内容、实验过程、实验活动和实验评价四个方面进行系统设计，强调通过分层内容组织、过程化任务推进、活动化协同训练和多维评价实施，引导学生由“借助工具完成实验”转向“在工具辅助下主动理解、判断和改进实验”，从而缓解计算思维空心化风险，提升实验教学实效。随着高校微专业建设持续推进，智能体时代《机器学习》实验教学改革有望拓展到更多跨学科培养场景。未来可围绕不同专业背景、学生基础和实验任务类型，持续跟踪教学效果，进一步优化实验内容组织、教学过程设计与评价机制，为高校相关课程改革与复合型人才培养提供实践依据。

参 考 文 献

[1] 杨飒,杜泽锟. 以人工智能助力教育变革[N]. 光明日报, 2025-04-17(008)

[2] 张航海. 人工智能赋能高职计算机类课程教学方法改革实践研究[J]. 电脑与信息技术, 2025, 33(06): 137-141

[3] 王正,李红艳. 数智化背景下 AI 知识图谱赋能课程教学创新与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026,14(4),P206-211

[4] 吴树礼,吴松林,陈如丽. 人工智能背景下基于 PBL 教学模式的“机器学习”课程教学设计与探索[J]. 科技风, 2026, (09): 148-150

[5] 汪鑫禹,王啸楠. GenAI 赋能“B-TSP”教学模式在程序设计类课程中的创新与实践[J].计算机技术与教育学报, 2026,14(4),P223-228

[6] 袁泽,缪春洋. 防人工智能滥用的教学与评价体系构建——以材料科学基础课程教学改革为例[J]. 山西青年, 2026, (04): 100-102

[7] Swasto W, Suanto E, Saragih S. Analysis of Computational Thinking Ability of High School Students in Solving Statistics problems[J]. PRISMA, 2024, 13(2): 269