

BOPPPS-APCPI 融合的机器学习双螺旋教学探索与实践

刘娜

沈阳工程学院计算机科学与技术学院, 中国·辽宁 沈阳 110136

摘要: 针对当前机器学习课程中存在的理论与实践脱节、学生学习主动性不足、思政育人渗透薄弱等问题, 本研究融合 BOPPPS 结构化教学框架与 APCPI 认知逻辑链条, 构建“教学流程—认知逻辑”双螺旋教学模式。通过引入行业真实场景、嵌入参与式实践任务, 形成“场景—模型—算法—应用”的认知链条, 并有机融入课程思政元素以强化价值引领。该模式有效缓解了课程“重理论轻实践”的困境, 为工科类专业实现“知识传授—能力培养—价值塑造”三位一体育人目标提供了可借鉴的实施路径。

关键词: 机器学习; BOPPPS 模型; 教学改革; APCPI; 课程思政

Exploration and Practice of BOPPPS-APCPI Integrated Machine Learning Double Helix Teaching

Liu Na

Shenyang Institute of Engineering, School of Computer Science and Technology, China Liaoning Shenyang 110136

Abstract: In response to the issues of the gap between theory and practice, insufficient student initiative, and weak ideological and political education in current machine learning courses, this study integrates the BOPPPS structured teaching framework with the APCPI cognitive logic chain to construct a "teaching process—cognitive logic" double-helix teaching model. By introducing real industry scenarios and embedding participatory practical tasks, it forms a cognitive chain of "scenario—model—algorithm—application", and organically incorporates elements of ideological and political education to strengthen value guidance. This model effectively alleviates the problem of courses being "theory-heavy and practice-light", providing a referable implementation path for engineering courses to achieve the three-in-one education goal of "knowledge transfer—ability development—value shaping".

Keywords: Machine learning; BOPPPS model; Teaching reform; APCPI; Curriculum ideology and politics

0 引言

在“双碳”战略与人工智能技术深度融合赋能能源、医疗等关键领域的背景下, 机器学习已成为智能电网负荷预测、医疗影像诊断、工业设备故障预警等应用的核心技术, 对人才的“理论转化能力”与“工程实践素养”提出了更高要求。例如, 智能电网需借助机器学习模型将短期负荷预测误差控制在 5% 以内以保障调度安全; 医疗行业需通过深度学习实现肿瘤影像的精准识别。这些应用场景不仅要求学习者掌握算法原理, 更强调其将抽象理论转化为解决实际工程问题的能力。

然而, 当前机器学习课程教学仍面临以下挑战: 一是理论与实践脱节, 教学内容偏重数学推导(如梯度下降、正则化公式)和工具调用(如 Sklearn 演示), 缺乏与电

力、医疗等行业真实场景的结合, 导致学生面对含噪声的电力负荷数据、标注不全的医疗影像时难以有效处理; 二是教学方法单一, 传统“讲授+案例演示”模式使学生处于被动接收状态, 调查显示 78.3% 的学生“仅能看懂教师操作, 无法独立完成项目”; 三是思政育人机制薄弱, 未能充分挖掘人工智能技术的社会价值与伦理责任, 难以引导学生树立“科技向善”的职业价值观。

国内外学者已在 BOPPPS 模型的教学应用方面开展了有益探索: 在医学伦理课程^[1]中构建“知识—能力—情感”三维评估体系, 借助 BOPPPS 的前测与参与式学习环节, 使学生伦理决策能力提升 27.5%;^[2]针对软件测试课程知识点抽象的问题, 改进 BOPPPS 参与式学习环节, 引入“观察—设计—验证”逻辑, 显著提升了学生的知识综

合运用能力。这些研究为机器学习课程突破“通用数据集实验”局限、构建行业适配的实践体系提供了重要参考。

基于上述背景,本研究提出“BOPPPS+”双螺旋教学模式,核心目标包括:依托 BOPPPS 六环节保障教学流程的完整性与逻辑性;嵌入问题驱动五步法,构建“应用场景—问题建模—算法实现—产业实践”的认知闭环;融入课程思政元素,实现技术能力与价值观念的协同培养,从而系统解决机器学习课程“学用脱节”与“育人缺位”的问题。

1 机器学习教学现状与问题分析

课程核心特征与现存矛盾:机器学习作为计算机科学与技术专业的核心课程,具有理论抽象性强、工具实践性突出、行业适配性要求高等特点。其教学需融合数学基础(线性代数、概率论)、编程实践(Python、TensorFlow)以及跨领域场景应用。然而,现有教学未能有效平衡这三方面的关系,主要存在以下问题:

1.1 理论教学“重推导轻应用”

课程内容通常按算法类型模块化组织(如监督学习、无监督学习、深度学习),各模块以“数学原理—代码演示”为主线,缺乏与行业实际需求的关联。例如,在讲解随机森林算法时,多使用 Iris 数据集演示分类效果,而未阐述该算法在电力负荷预测中处理多特征非线性关系的优势;讲解卷积神经网络(CNN)时,仅介绍卷积层与池化层原理,未结合医疗影像中病灶特征提取的实际应用。这种脱离场景的教学导致学生认知割裂。

1.2 实践环节“重模拟轻工程”

实验多采用 MNIST、Kaggle 房价预测等公开数据集,其数据规整、标注完整,与真实行业数据存在显著差异。实际电力负荷数据常包含传感器噪声、复杂特征关联(如温度与负荷的非线性关系),医疗影像数据则存在标注不全、病灶形态多样等问题。学生在此类“理想数据”上训练的模型难以迁移至实际场景,导致“课堂实验熟练,企业实战困难”的脱节现象。

1.3 考核评价“重结果轻过程”

传统考核以期末笔试(60%)和实验报告(40%)为主。笔试侧重算法原理记忆,实验报告多为演示复现,38.5%的抽查显示“代码运行结果与分析不一致”,难以真实反映学生的工程能力。此外,考核缺乏对伦理责任、社会价值等思政维度的评估,无法引导学生关注 AI 技术应用的伦理边界。

与现有文献相比,机器学习课程需同时解决“实践能

力薄弱”与“思政育人缺失”双重问题。因此,有必要在 BOPPPS 框架中融入“行业场景实践”与“价值引领”双要素,为融合问题驱动与课程思政提供实施方向。

2 BOPPPS 模型与问题驱动五步法的融合框架

2.1 BOPPPS 模型六环节

BOPPPS 模型包含以下六个环节:

导入(Bridge-in):通过行业案例或数据可视化激发兴趣,衔接新旧知识;

目标(Objective):明确知识、能力、情感三维目标;

前测(Pre-assessment):评估学生前置知识掌握情况(如数学、编程基础),动态调整教学;

参与式学习(Participatory Learning):通过小组讨论、实操任务促进知识建构;

后测(Post-assessment):结合理论测验与实践任务检验目标达成度;

总结(Summary):梳理知识体系,引导跨场景迁移。

2.2 问题驱动五步法(APCPI)

基于“从工程问题到知识应用”的认知规律,设计以下五步:

应用驱动(Application-driven):引入行业真实痛点(如电网负荷预测误差导致跳闸);

问题建模(Problem Modeling):将需求转化为算法问题(如时序回归任务);

案例解析(Case Analysis):通过数据预处理、模型训练等实操掌握技术细节;

范式归纳(Paradigm Induction):总结“场景—模型—算法”适配规律(如短期负荷预测优选随机森林);

产业实践(Industry Practice):对接企业真实需求(如光伏电站出力预测优化)。

2.3 双螺旋融合框架

双螺旋模型以 BOPPPS 教学流程为纵轴,以 APCPI 认知逻辑链为横轴,构建了一个具有立体交错特征的知识建构体系,呈现出“教学设计螺旋上升、认知深化循环迭代”的整体结构特征。如图 1 所示,模型通过教学环节与认知环节的交替联动,形成立体化的教学认知双螺旋结构,实现从情境引入到范式迁移的全过程闭环。在纵向维度上,模型遵循 BOPPPS 教学六步法逻辑,即从真实案例的情境导入出发,唤醒学习动机;明确学习目标;在前测阶段实现学习前测与知识诊断;参与阶段引导学生主动参与问题求解;后测环节进行学习迁移与能力考核;最终于

范式迁移阶段完成知识抽象与模型迁移,形成认知闭环。而在横向维度上,模型以应用驱动认知链条为核心驱动力,围绕真实问题展开渐进式认知深化:从应用驱动激活学习情境,到问题建模实现形式化问题定义与求解框架设计;再经实例解析完成算法可行性验证;范式归纳阶段提炼可复用知识范式;并最终在产业实践中实现理论与现实的双向对接与产业化验证。整个模型的核心创新在于将教学过程的结构化路径与学习者的认知演化路径进行双线交织与动态融合,形成一种具有自适应与演化特征的立体教学结构。该双螺旋体系不仅实现了教学逻辑与认知逻辑的深度耦合,而且通过循环迭代机制促进了“教—学—用”的共生进化。

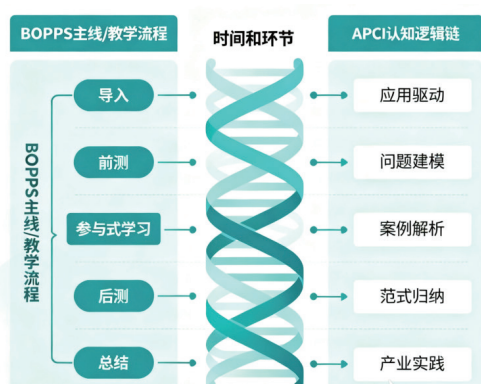


图1 双螺旋模型

这种“纵向规范—横向生成”的双螺旋互动结构,打破了传统教学中知识传递与认知发展的线性割裂,构建出“任务牵引—认知驱动—范式生成—迁移反馈”的动态闭环。每一次螺旋循环不仅对应一次教学单元的认知深化,同时也实现了学习者从“经验模仿”向“概念建构”,再到“创新迁移”的跃迁过程。更重要的是,该模型支持在多学科交叉、复杂工程问题和智能计算课程中灵活应用,能够通过真实任务驱动与算法范式提炼的协同作用,形成“理论—模型—实践—反馈”的持续进化通路。

3 教学改革的实施路径

3.1 导入与目标:行业场景驱动与目标具体化

在教学导入阶段,通过真实行业案例激发学生兴趣并明确学习目标。例如,以“随机森林用于电力负荷预测”为案例,展示某地区夏季用电高峰因预测误差导致停电的事件,并结合负荷曲线、气象因素及节假日特征直观呈现问题背景。提出核心问题:“如何应对台风导致的负荷骤降?”在思政融入方面,介绍我国智能电网建设成就,阐述精准预测对民生用电保障及“双碳”目标的战略意义,培养学生将技术创新与社会价值相结合的意识。

该环节对应APCPI框架中的A(Application-driven),既以真实应用驱动认知起点,又通过明确目标指导后续问题建模、案例分析和实践训练的分层化学习路径。

3.2 前测:精准诊断与教学适配

通过在线平台发布理论题(如决策树分裂准则)和实操题(如医疗影像缺失值处理),对学生的掌握情况进行诊断。针对错误率超过50%的知识点,提供微课或案例讲解进行针对性补充。该环节确保教师能够根据学生差异化水平进行教学适配,为后续参与式学习奠定基础,对应APCPI中的与P(Problem Modeling),实现认知与实践的前置检测。

3.3 参与式学习:APCPI嵌入与实践深化

在项目实践阶段(如“电力负荷预测”),与APCPI体系相融合,与C(Case Analysis)对应,实现认知迭代与实践深化:

案例解析:处理异常值、缺失值,进行特征工程,比较随机森林与LSTM模型的效果与适用场景。

范式归纳:总结典型流程“数据预处理—特征工程—模型选择—参数调优”,形成可迁移的知识范式。

产业实践:通过实际数据与工业场景验证模型,提出优化方案并撰写实践报告。

思政融入:讨论极端天气下的电力保障问题,分享工程师实务案例,强化责任感与社会使命感。

3.4 后测:多维评估与实践衔接

后测环节结合理论、项目与思政维度进行综合评估:

理论测验:分析特征重要性 with 数据增强的伦理边界。

项目作业:基于数据训练预测模型,提交代码、误差分析报告及优化策略。

此环节即时认知闭环的检验,也是为下一个循环的知识迁移提供反馈。

4 实施效果分析

本研究将融合BOPPS结构化教学框架与APCPI认知逻辑链条,应用于机器学习课程的实际教学中,通过对连续两届学生的实践验证,取得了显著的教学成效,具体分析如下:

4.1 课程目标达成度显著提升

通过对2021级及2022级数据科学与技术本科班级的教学实践数据进行采集与分析,课程所设定的三项核心教学目标达成度均呈现稳步上升趋势。2020级学生在认知目标、技能目标与情感目标上的达成度较往届平均提升约0.12;而在2022级的教学中,这三类目标的达成度进一步

提高了 0.16 至 0.20。这一数据结果表明,改进后的教学模式有效促进了学生对软件测试理论体系的深入理解、复杂工程问题解决能力的提升以及自主探索与研究意识的增强。

4.2 核心能力与综合素质发展

改进的 BOPPPS 模式特别强调“观察现象—定义概念—设计方法—实践评测”的完整认知循环,使学生不仅掌握了等价类、边界值、判定表等具体测试技术,更培养了其系统性的测试思维以及发现、研究和解决实际问题的能力。此外,在实践应用及评测环节中,学生通过真实案例演练和综合性任务,进一步巩固了理论实践结合的能力,部分优秀学生还展现出对测试自动化、人工智能辅助测试等新趋势的关注与探索意愿。

5 结语

综上所述,本课程采用的改进型 BOPPPS 教学模式,通过结构化、互动性和逻辑递进的教学活动设计,有效破解了原有课程中“理论抽象”“知识离散”“学用分离”的痛点,显著提升了学生的专业知识水平、工程实践能力与创新探索素养。这一实践为理论性强、知识点关联复杂的工程类课程教学提供了可复制、可推广的改革路径。

本课程团队将继续优化“阶段测”与“参与式学习”环节的设计,进一步融入产业真实案例与前沿技术问题,持续完善以学生为中心、以能力培养为导向的教学体系。

致谢:

2025 全国高等院校计算机基础教育研究会项目(2025-AFCEC-572);2024 年度一流应用型本科专业建设计划校级教育教学改革项目“人工智能+新工科”视域下

机器学习课程教学创新实践探索。

参考文献:

- [1] 贺燕,张新庆.BOPPPS 模型在医学伦理教育中的系统性实践与实证研究[J/OL]. 中国医学伦理学, 1-11 [2025-10-11].
- [2] 赵丽萍,吕敬钦.基于改进 BOPPPS 的软件测试技术课程教学改革[J]. 计算机教育, 2025,(01):71-75.
- [3] 邱燕燕,范嘉盈,夏青等.融入 BOPPPS 的混合式形态学实验教学探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025,44(01):136-140.
- [4] 金鑫,李良军,杜静等.基于 BOPPPS 模型的教学创新设计——以“机械设计”课程为例[J]. 高等工程教育研究, 2022,(06):19-24.
- [5] 刘慧,蔡静雯,李颖颖等.新工科背景下基于 OBE-BOPPPS 模式的程序设计类课程思政教学探索[J]. 计算机教育, 2025,(09):140-145.
- [6] 吴小涛,郭欣,江芹.基于 BOPPPS 的《数值分析》课程思政教学研究与实践[J]. 黄冈师范学院学报, 2025,45(05):82-88.
- [7] 姬莉霞,李学相,张晗.面向智慧教育的 OBE-BOPPPS 教学模式探讨——以编译原理课程为例[J]. 计算机教育, 2025,(06):189-194.
- [8] 薛思懿,郭锐,胡蓉等.数字赋能: BOPPPS 模式下 ChatGPT 与地理教学融合的逻辑建构和实践审思[J]. 地理教学, 2024,(15):26-31.