

基于情境认知与工程主线的 课程资源重构范式研究*

田京兰 荆山 唐好魁 陈贞翔**

济南大学信息科学与工程学院, 济南 250022

摘要 随着 AI 技术在高校工程教育中的深度融合, 理论与应用割裂导致的知识迁移难及惰性知识堆积问题日益凸显。本文剖析传统教学体系中工程情境缺失、知识孤立堆叠以及现有课程结构在促进深层知识迁移方面缺陷, 以《AI 数学基础与应用项目实战》课程为例进行情境认知驱动教学改革实践, 构建了涵盖工程情境、驱动任务与底层知识点的层级化课程体系, 教学实施后, 实验组学生在处理复杂工程问题时的得分率提升了约 24%。“工程情境—驱动任务—底层知识”三层贯通协作模式为破解高校 AI 课程理论与应用割裂困境提供了有效解决方案, 对推动 AI 工程教育的系统化与内涵化健康发展具有重要意义。

关键字 新工科, 情境认知, 资源重构, 案例教学, OBE 理念

Research on the Reconstruction Paradigm of Course Resources Based on Situated Cognition and Engineering Thread*

Jinglan Tian Shan Jing Haokui Tang Zhenxiang Chen**

School of Information Science and Engineering, University of Jinan
Jinan 250022, China

Abstract—As AI technology becomes deeply integrated into higher engineering education, the problems of knowledge transfer difficulty and inert knowledge accumulation caused by the disconnect between theory and application have become increasingly prominent. This paper analyzes the deficiencies in traditional teaching systems, including the absence of engineering contexts, isolated knowledge stacking, and the limitations of existing curriculum structures in facilitating deep knowledge transfer. Taking the course “Fundamentals of AI Mathematics and Applied Project Practice” as a case study, a situated cognition-driven pedagogical reform was implemented, and a hierarchical curriculum framework encompassing engineering contexts, driving tasks, and underlying knowledge points was constructed. Following the instructional implementation, the experimental group demonstrated an approximately 24% improvement in scoring rates when addressing complex engineering problems. The “Engineering Context-Driving Task-Underlying Knowledge” three-tier integrated collaborative model provides an effective solution to the long-standing disconnect between theory and application in higher education AI courses, and holds significant implications for advancing the systematic and substantive healthy development of AI engineering education.

Keywords—New Engineering Education, Situated Cognition, Resource Reconstruction, Case-Based Teaching, Outcome-Based Education (OBE)

1 引言

新工科建设不断推进, 工程教育的基本范式已经从“以知识传授为中心”自然转向“以能力培养为导向”, 因此课程教学必然要突破单一学科逻辑的桎梏, 主动建立理论知识与复杂工程实践之间切实可行、彼此衔接的映射关系。但是, 目前理工科专业课程教学

中普遍存在知识碎片化、能力断层的现实问题^[1], 学生掌握大量孤立的知识点, 在解决真实工程问题时不能流畅、合理地提取并运用所学^[2]。

情境认知理论 (Situated Cognition) 强调知识的情境依赖性, 即知识不可能脱离其产生的情境及应用的情境被剥离出来^[3], 对所讨论的学用分离问题有十分妥帖的学理支撑。在教学资源建设的具体实践中, 把抽象理论转化为可操作、可落地的模式并不容易。目前教学改革多采用“知识+案例”的加法模式, 在理论讲授之后用孤立案例加以验证, 此模式因缺少全过程、全链条的工程情境贯穿, 学生难以形成系统工程

* **基金资助**: 本文得到全国高校智慧课程教学改革研究项目“《AI 数学基础与应用项目实战》课程专属智能体构建”(BLDXZHKCYJ013)、泰山学者项目 (tstp20240828)、山东省本科教学改革研究项目 (Z2023094) 资助。

** 通讯作者: 陈贞翔 ise_chenzx@ujn.edu.cn。

思维,也难以以为数智化时代对主动学习的高要求做好准备^[4]。基于此,本文提出一种“以连贯性工程案例为主线”的教学资源重构模式,系统、有机地建构真实的工程逻辑骨架,把零散知识点予以恰当连接,实现从“知识逻辑”向“工程逻辑”的根本转型。

2 基于情境认知的教学资源重构逻辑

2.1 从情境剥离到情境再造:破解“惰性知识”

情境认知理论的核心观点在于知识不是心理内部单纯的表征,而是人与环境交互的产物,因此 Brown 等人很自然、妥帖地将知识比作“工具”,只有在使用中才能被充分理解^[5,6]。传统的“章节-知识点”线性教学模式中知识被剥离了其产生的工程背景,以抽象符号形式灌输给学生,此种脱离情境的知识极易退化为“惰性知识”^[7]:学生可以复述定义,却不能在实际问题解决中主动激活、恰当调用。因此,教学资源重构的首要逻辑就是情境再造,让知识不再是必须死记硬背的教条,而是解决具体工程问题的“必需品”,由此促成学生从“知道”到“会用”的认知转变。

2.2 从孤立举例到连贯主线的范式转变

当前案例教学中有一个普遍的“情境碎片化”误区,在各章节插入孤立案例予以举例,或在课程末尾安排短期综合项目^[8],不利于学生形成对工程系统的

整体认识。故本文提出的重构模式突出案例的连贯性及锚定作用,打破教材原有目录结构,以足够有代表性的典型工程案例作为课程主线。与传统模式中“先讲知识、后举例验证”的逻辑不同,新模式采用“呈现工程任务(情境)——发现知识需求(冲突)——嵌入知识学习(解决)”的逻辑路径。因此案例不是知识的“补丁”,而是知识体系的承载“骨架”。

2.3 情境认知与 OBE 理念的逻辑同构

例证式重构逻辑与工程教育认证倡导的成果导向教育(OBE)内涵^[9]本质相通,情境认知侧重于学生“在什么情境下能做什么”^[10];利用真实典型工程案例重构教学资源,直接对接“解决复杂工程问题”能力指标点^[11,12]。同时基于 Lave 和 Wenger“合法的边缘性参与”的观点,本模式构建了一个虚拟的“工程实践共同体”,学生由学徒初期的新手模仿代码边缘性参与逐步进入具体应用实例的核心算法设计环节,边设计边做中获得的是不断熟练的能力而非记忆知识。

3 “主线-节点”式教学资源重构的实施路径

基于上述理论,本研究构建了“宏观情境锚定—中观任务驱动—微观知识嵌入”的三级资源重构路径(见图1)。

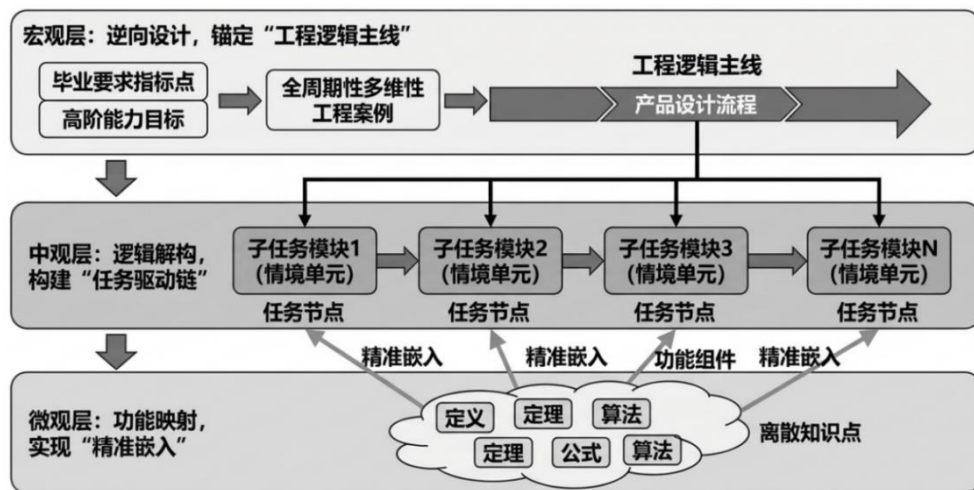


图1 “主线-节点”式教学资源重构实施路径

3.1 宏观层：用逆向设计的方法锚定“工程逻辑主线”

本模式采用了逆向工程设计思维^[13],先从课程对应的毕业要求指标点(使用现代工具、解决复杂工程问题)出发确定高阶能力目标,再选取一个全周期性、多维性均十分突出的工程案例作为“工程逻辑主线”,且需满足三个核心条件:

①真实性:来自于企业实际生产或科研前沿,

以保证情境效度。②覆盖度:覆盖课程80%以上的核心知识点,各知识点在案例中都有明确且不可替代的功能。③可拆解性:能够被划分为若干具有独立功能的子任务,以适合不同学习阶段使用。

3.2 中观层：对内容作逻辑解构，构建“任务驱动链”

将宏观案例按工程实施流程拆解为若干逻辑递进、彼此独立的子任务模块,即若干“情境单元”。

课程中所选项目可拆解为数据采集与预处理、模型构建与优化、系统评估与部署等子任务，各子任务构成了连接主线与知识点的“任务驱动链”，教学过程符合工程实施的自然时序，而非教材章节的人为排序。

3.3 微观层：功能映射，实现“精准嵌入”

在原有教材章节基础上，将分散的知识点作为解决某一问题的“功能组件”，依据其在子任务中的作用将其嵌入到具体任务中，在此基础上开发情境化微课与实战化代码仓双层资源库。当过于复杂的问题给初学者带来过高的认知负荷时，根据维果茨基“最近发展区”的原理采用动态脚手架策略^[14]。以 Jupyter Notebook 实验环境为例，按照验证型、填空型、设计型不同难度梯次将资源分布到三个层次中。

①验证型：提供了封装好的底层函数，让学生调用接口去观察输入、输出变化，建立感性认识。②填空型：从核心算法代码中挖去一部分内容，让学生按数学原理把代码逻辑补充完整。③设计型：仅提供任务要求，让学生自主设计完成整个方案。

这种资源呈现方式有利于保护学生的学习兴趣，也确保了对底层数学原理的深度解构。

4 案例实证：《AI 数学基础与应用项目实战》的资源重构

以《AI 数学基础与应用项目实战》课程为例展开研究，该课程作为人工智能通识类课程^[15, 16]，面向非计算机类学生，旨在为其夯实与人工智能相关的微积分、线性代数、概率论及优化方面的基础知识，通过项目化实战教学，将数学知识向 AI 能力转化，从而解决数学课与专业课脱节的问题。

4.1 核心案例主线

课程组建设了模块化案例资源库，为机械、自动化、大数据不同专业背景学生分别提供差异化情境载体。以“自动驾驶视觉感知系统开发”为例，作为贯穿全课程的工程逻辑主线，系统展示从车载摄像头图像采集到车辆/车道线识别的全过程，拆解为多个逻辑独立的子任务并将若干数学课程内容予以融合。

4.2 “情境-知识”映射机制

课程将原有数学知识体系重组为三个工程子任务情境与其所需核心知识点组合的映射（如图 2），赋予抽象数学概念具体的物理意义和工程价值（见表 1）。

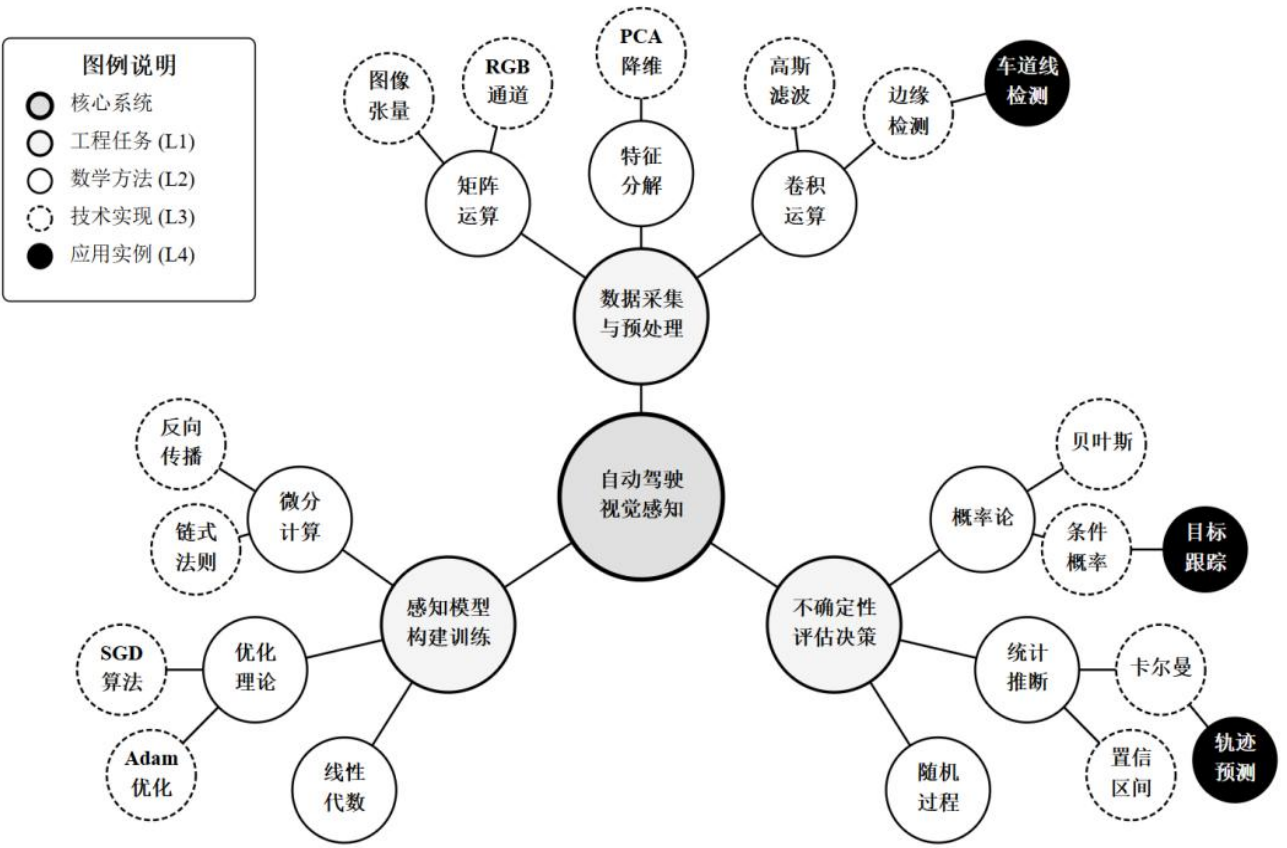


图 2 自动驾驶视觉感知系统知识图谱：从工程任务到数学基础的层级映射

表 1 “自动驾驶感知”案例主线下的知识嵌入映射表

工程阶段	子任务情景（任务驱动链）	核心数学知识点（功能组件）	知识点的工程意义（情境化表征）
阶段一：数据层 图像采集与预处理	将采集的彩色图像转换为计算机可处理数据，并去除噪声	线性代数：矩阵定义、矩阵运算、特征值分解	图像即矩阵；矩阵乘法用于图像滤波与变换；特征值用于图像压缩与降维
阶段二：模型层 感知模型构建与训练	设计神经网络识别车道线，并通过数据训练使误差最小化	最优化方法：导数与梯度、梯度下降法、凸优化	导数指示参数调整方向；梯度下降是模型“学习”的核心算法
阶段三：决策层 不确定性评估与决策	在传感器存在噪声干扰情况下，评估车辆位置的概率分布	概率统计：贝叶斯公式、正态分布、期望与方差	贝叶斯用于多传感器融合；正态分布描述测量噪声；期望用于状态估计

4.3 教学实施微观剖析

以“梯度下降法”为例，传统教学重在公式推导，学生难以理解“要沿负梯度方向更新”的本质，在重构后的课堂中，通过“交互+代码”促进了学生对该知识的深度认知。

针对“车道线拟合”子任务设计可交互实验，学生尝试手动调参，体验参数调整对损失函数以及车道

5 教学效果评价与对比分析

为验证该重构模式的有效性，在 2024-2025 学年选取某工科专业两个平行班级开展了准实验研究。

5.1 实验设计

对照组（35 人）：采用传统学科逻辑教学，按教材章节顺序讲授，辅以独立习题，在学完所有理论知识最后使用与实验组相同的案例进行综合项目训练。

表 2 实验组与对照组学业成绩对比分析（Mean：均值；SD：标准差；N=35）

考核维度	对照组（Mean±SD）	实验组 Mean±SD)	T 值	P 值
数学基础理论（40%）	32.5 ± 4.2	33.1 ± 3.8	-0.63	>0.05
复杂工程应用（60%）	37.2 ± 6.4	51.8 ± 5.1	-10.5	<0.01
总成绩（100%）	69.7 ± 8.5	84.9± 7.2	-8.07	<0.01

衡量指标包括如下 4 个方面：①均值 Mean：同组学生成绩平均值。②标准差 SD：同组学生成绩离散程度。③ T：t 检验统计量，两组数据均值的差异大小与数据离散程度（即标准差）的比例。④ P：假设两组没有区别的前提下，出现当前实验结果的概率，可用于判定显著性水平。如果 P<0.05，则差异显著；如果 P<0.01，说明差异极显著；如果 P>0.05，通常认为“差

异不显著”。线拟合结果的实际影响，认识到盲目调整参数效率极低，难以找到最优解。由此让学生认识到：工程上需要一种自动化的机制，此时，教师引入“梯度”概念，直接从其几何意义切入，即函数增长最快的方向，进而推出沿负梯度方向更新参数可使下降速度最快。最后，学生编写梯度更新算法代码，观察损失函数曲线逐渐收敛，车道线拟合效果也逐渐精准。抽象的数学知识不再枯燥，而具象化为解决工程问题的“金钥匙”。

实验组（35 人）：采用情境认知重构模式，以案例贯穿课程始终，使用重构后的教学资源包。两组由同一教师授课，教学总时长相同，期末考核方式一致。

5.2 数据分析与结果

（1）学业成绩对比

通过独立样本 T 检验对两组期末成绩进行分析（见表 2）。结果显示，实验组平均分 84.9 显著高于对照组 69.7（P<0.01）。

异不显著”。通过对实验结果分析：

① 理论深度未被削弱。两组在“数学基础理论”维度的差异不显著（P>0.05），说明情境认知重构模式在强化应用的同时并未削弱理论深度。

② 工程能力大幅提升。在“复杂工程应用”维度，

包括综合应用题与代码实操,实验组的优势明显,平均分高出对照组 14.6 分 ($T=-10.5$, $P<0.01$),得分率提升约 24%,这表明新模式有利于提高学生的工程实践能力。

③ 两极分化情况改善:实验组各项的标准差

3.8/5.1/7.2 均小于对照组,说明成绩较集中,两极分化情况改善,情境建构促进了全体学生对内容的掌握程度。而且从图 3 成绩分布图中也可以看到,实验组的成绩分布明显右移,左侧低分拖尾明显减少,高分段人数显著增多。这表明情境化教学降低了抽象数学的认知门槛,促进了后进生的学习成效。

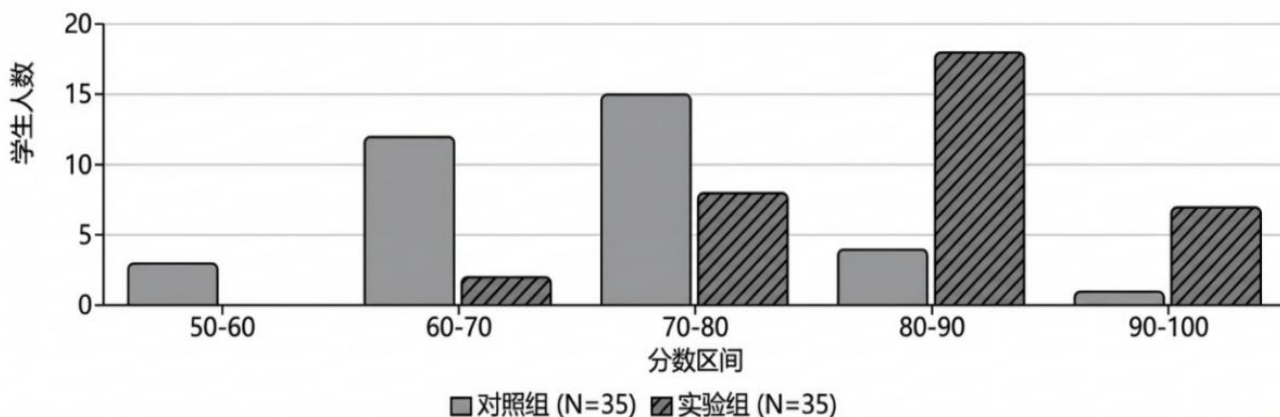


图 3 实验组与对照组学生期末成绩分布对比

(2) 知识迁移能力测试

为了验证是否破解了“惰性知识”问题,课题组在课程结束后两周布置了一项非既定情境的测试任务:基于销售数据集设计一个利润预测模型。此任务虽与自动驾驶情境不同,但涉及的底层数学知识(矩阵运算、梯度下降、回归分析)一致。结果表明,实验组学生更快速识别出问题背后的数学本质,模型构建成功率为 89%,明显高于对照组的 67%,证实了情境化学习有利于学生实现知识迁移。

(3) 学习体验反馈

实验过程中对两组学生分别发放了问卷,统计结果表明,在学习兴趣、知识有用感、工程思维提升三个维度上实验组的满意度分别为 92%、95%和 91%,均明显优于对照组。学生反馈“以前觉得数学是天书,通过案例实战,现在理解了它是工程实现的底层逻辑”。

5.3 讨论与反思

尽管实证数据已经表明了情境认知重构教学模式的良好成效,但在推广过程中仍需注意认知负荷调节,过于复杂和繁琐的工程案例对一些基础较为薄弱的学生而言,会造成较大障碍,在这种情况下,合理的脚手架支撑非常重要,因此,分层级的资源设计是该模式的关键。此外,该模式对授课教师提出了“理论+工程”的双师素质挑战,教师不仅要讲授理论,还要懂实际工程,这就要求多学科交叉型的授课团队,以及不断更新迭代的案例库。

6 结束语

打破知识孤岛、构建通向复杂工程问题的桥梁,是新工科背景下课程改革的必然选择,因此本文以情境认知理论为基础,提出了以连贯案例为主线的资源重构模式,辅以“工程主线—任务驱动—知识嵌入”的结构化设计,由此很好地实现了数学理论与工程实践的深度耦合。实证结果清楚、有力地说明该模式能切实破解“惰性知识”难题,提高学生解决复杂工程问题的能力,同时潜移默化地重塑学生的认知结构及角色定位,让其从被动应试者真正转变为主动探究的准工程师。今后研究将沿两个方向展开:其一为该模式在多学科交叉课程群中的推广应用,其二为借助生成式 AI 技术实现个性化案例情境的动态生成,二者皆有利于工程教育的高质量发展。

参考文献

- [1] 赵健,郑大年,任友群. 学习科学研究之发展综述[J]. 开放教育研究, 2007,13(2): 15-20.
- [2] 陈文字,余盛季,孙明,刘峤. 轻量级进阶式计算机系统能力培养探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 10, 13(5): 77-81.
- [3] 王少奇,吴明俊. 意义性知识学习的内生机制及其教学实现[J]. 教育研究与实验, 2025,(05): 71-80.
- [4] 陈丹,孙锦涛. 数智化时代主动学习的意涵与价值[J]. 教育研究与实验, 2025,(04): 82-90.
- [5] 张婧婧,牛晓杰,刘杨. 学习科学中“4E+S”认知理论模型的内涵与应用[J]. 现代教育技术, 2021, 31(8): 23-31.
- [6] Kolodner J L. The learning sciences: Past, present, future[J]. Educational Technology, 2004,44(3): 34-40.
- [7] 严孟帅. 转识成智:教育高质量发展的辩证逻辑与行动哲

- 学[J]. 现代大学教育, 2025, 41(4): 10-18.
- [8] 赵明华, 张朝晖, 王秀青. 生成式 AI+项目驱动的程序设计类课程实验教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026, 03, 14(1): 39-44.
- [9] 王瑞平, 诸强, 周雪忠, 熊轲. 基于 OBE 理念的Python语言程序设计课程教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026, 03, 14(1): 55-59.
- [10] 陈钱, 王召巴, 董兵. 贯穿式全整合体系化——项目式教学新模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2025(6): 19-25.
- [11] 李赫. 数智融合驱动下“一体多翼”教学模式重构与实践——以水利水电工程专业核心课程为例[J]. 高教学刊, 2025, 11(33): 118-121.
- [12] 陈令军, 刘国栋, 孙朋杰. “我就是案例”: 基于学生深度参与的商科课堂案例教学模式研究[J]. 中国大学教学, 2025(5): 71-78.
- [13] Vargas E., Chiappe A., Durand J. Reshaping education in the era of artificial intelligence: insights from Situated Learning related literature[J]. Journal of Social Studies Education Research, 2024, 15(2): 1-28.
- [14] 江敏, 张墨璐, 黄晓涛. 基于“人工智能与大模型导论”通识课程教学创新[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 11, 13(6): 88-92.
- [15] 宋晏, 皇甫伟, 汪红兵, 姚琳. 智能时代跨学科人工智能通识课程体系的构建与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 12, 13(7): 63-70.