

# 生成式AI在生物分离工程教学中的创新应用探索

刘晓丽, 井自强, 孙 涛

淮北师范大学生命科学学院, 安徽 淮北

收稿日期: 2026年7月17日; 录用日期: 2026年8月20日; 发布日期: 2026年8月31日

## 摘 要

生物分离工程作为生物工程专业的核心课程, 知识体系复杂抽象, 传统教学长期面临教学效能与学习成效的双重困境。针对学生学习动力不足、课堂参与度低、教学方式单一及评价机制僵化等问题, 本研究以“蛋白质层析纯化”典型单元为实践载体, 构建生成式人工智能驱动的“教-学-评”一体化教学模式。教: 通过AI生成虚拟仿真实验、动态知识图谱、个性化教案与行业案例; 学: 智能学伴实时答疑、自适应路径规划与前沿资源推送; 评: 作业智能批阅、学习行为诊断与过程性反馈闭环。教学实践表明, 该模式显著提升学生对分离原理的理解深度与技术应用能力, 课堂参与度与高阶思维能力同步增强。同时, 将课程思政有机融入AI生成内容, 结合生物制药“卡脖子”技术攻关、绿色分离工艺等产业热点, 引导学生树立科技报国志向与工程伦理意识, 实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

## 关键词

人工智能, 生物分离工程, 教学创新, 虚实融合, 教学评价

# Generative AI in Bioseparation Engineering Teaching: An Exploration of Innovative Applications

Xiaoli Liu, Ziqiang Jing, Tao Sun

College of Life Science, HuaiBei Normal University, HuaiBei Anhui

Received: July 17, 2026; accepted: August 20, 2026; published: August 31, 2026

## Abstract

Bioseparation Engineering, a core course in bioengineering programs, features a complex and

文章引用: 刘晓丽, 井自强, 孙涛. 生成式 AI 在生物分离工程教学中的创新应用探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 680-687. DOI: 10.12677/ces.2026.148650

abstract knowledge system, and traditional pedagogy has long grappled with the dual challenges of limited teaching efficacy and suboptimal learning outcomes. To address persistent issues including low student motivation, minimal classroom engagement, monotonous instructional methods, and inflexible assessment mechanisms, this study adopts “protein chromatographic purification” as a representative teaching module to develop a Generative Artificial Intelligence (Generative AI)-driven integrated “Teaching-Learning-Assessment” instructional framework. Specifically: in the teaching dimension, AI generates virtual simulations, dynamic knowledge graphs, personalized lesson plans, and industry-relevant cases; in the learning dimension, an intelligent learning companion offers real-time, adaptive pathway recommendations, and curated frontier resources; in the assessment dimension, the system enables intelligent homework evaluation, learning behavior analytics, and closed-loop formative feedback. Empirical teaching results demonstrated significant improvements in students’ conceptual mastery of separation principles, technical application competence, classroom participation, and higher-order thinking skills. Furthermore, ideological, and political education was seamlessly embedded within AI-generated content-contextualized through biopharmaceutical “bottleneck” technology breakthroughs and green separation innovations-to foster students’ commitment to serving the nation through science and technology and strengthen engineering ethics awareness. The model realizes the organic integration of knowledge transmission, capability development, and value cultivation.

## Keywords

Artificial Intelligence, Bio-Separation Engineering, Teaching Innovation, Virtual-Physical Integration, Teaching Assessment

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

《生物分离工程》系生物工程专业的骨干课程，其教学体系深度融合基础理论与工程实践，不仅构成生物工程专业“新工科”建设中课程架构的关键支撑，更在贯通实验室研发与产业规模化生产的链条中承担着承上启下的枢纽职能[1]。当前该课程教学沿袭教师单向灌输的惯常范式，知识传递集中于概念阐释、逻辑梳理及例题解析等环节，学业评价则高度依赖课习题与终结性期末考核[2][3]。此类教学模式显现出多重结构性局限：其一，教学实施偏重单向理论讲授，工程实践环节薄弱，理论与产业应用脱节，学生课堂参与深度与主体性难以有效激发；其二，学生主体性未被充分激活，内在学习动机与探究热情持续弱化，制约教学质量实质性跃升；其三，评价机制过度倚重终结性考核，过程性数据采集、动态学情诊断及形成性反馈机制缺失，难以支撑“以评促学”的闭环优化与教学持续改进；其四，教学活动缺乏系统性复盘与深度反思，导致改进依据缺失，课程持续优化受阻。综上，当前《生物分离工程》课程教学呈现出知识传递单向化、方法路径固化及教育理念迭代缓慢等痛点[3]。

人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的深度发展为解决上述通点、构建“以学为中心”的智慧教学新生态提供了切实可行的技术路径与创新契机[4]。《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》明确提出“以教育数字化开辟新赛道”、“促进人工智能助力教育变革”，为教育智能化转型提供顶层设计指引[5]。人工智能技术历经传统 AI、机器学习、深度学习至生成式 AI 的演进[6]：前者侧重规则化任务处理(如知识检索、自动评分)，后者依托大模型实现内容生成与深度交互，可系统破解教学瓶颈——在能力培养层面，辅助完成信息整合等基础工作，引导学生聚焦策略设计与创新探索；在学习支持层面，提

供即时答疑与个性化反馈,激发深度思考。生成式 AI 由此为突破传统教学局限、构建“教-学-评”智能融合新范式提供了切实可行的技术路径[7]。

近年来,生成式人工智能在教育领域的应用研究持续深化。在 STEM 教育中, AI 的应用模式已形成若干成熟框架:基于知识图谱的自适应学习路径规划,通过诊断学习者知识掌握状态实现个性化内容推送;智能教学系统支持的情境化沉浸式学习,依托虚拟仿真技术实现抽象概念的具象转化;以及人机协同的教学互动模式,将 AI 定位为“认知协作者”而非简单的效率工具。在理论层面,整合技术的学科教学知识框架(TPACK)已被拓展为 AI-TPACK-E&D 模型,将技术伦理与数据素养纳入教师知识结构的核心维度;人机协同理论则倡导教师与 AI 之间建立平等、对话与共建的“主体-主体”伙伴关系;有学者进一步提出生成式 AI 赋能个性化学习的实现机制,强调教育领域知识注入、模型微调与检索增强生成等关键技术路径。上述研究为本研究提供了坚实的理论支撑与技术参照。

然而,现有研究多聚焦于 AI 技术的教育应用描述,缺乏针对具体工科课程的系统性“教-学-评”一体化框架构建,亦较少关注 AI 赋能过程中面临的现实挑战与伦理约束。本文以生成式人工智能为技术内核,构建“教-学-评”三位一体的智能教学新范式,推动教学逻辑从“知识传递”向“能力生成”转型,以期为新工科背景下生物工程类课程的教学改革提供理论参考与实践路径。

## 2. 课程教学的现状分析

《生物分离工程》作为生物工程专业的核心课程,深度融合分离原理与工程实践,是“新工科”课程体系构建的关键支撑,在贯通实验室研发与产业化应用中发挥着承上启下的枢纽作用。然而,结合学情调研、行业需求反馈及教学实践反思可见,现行教学模式与新工科背景下高素质工程人才培养目标存在显著张力:学生理论知识向工程设计与工艺优化的转化能力不足,教学内容与产业技术迭代脱节。

### 1) 课程内容与产业需求脱节

在新工科背景下,课程内容需融入新知识、新技术及新方法,但现有课程体系中, AI 辅助的分离工艺优化、食品工业、生物能源与环保等前沿技术的内容较为匮乏,导致课程内容陈旧且与产业发展需求契合度低。这不仅限制了学生对最新行业动态和技术趋势的理解,也削弱了其解决实际问题的能力。

### 2) 创新实践能力培养欠缺

理论知识繁杂且抽象难懂,传统教学方式难以有效促进学生的知识应用能力和创新能力的发展。由于缺乏真实情境下的实践训练,学生的设计方案往往流于表面,无法真正应用于实际工程中。此外,实践环节的沉浸式体验不足,导致学生对实践技能的掌握不够深入。尽管部分学生有机会参与教师科研项目或实习获得实践经验,但对于大多数仅依赖课堂学习的学生而言,这种机会的不平等加剧了技能水平的差异,难以满足行业对应用型人才的需求。

### 3) 教学模式缺乏个性化指导

长期以来,大班授课模式主导着教学活动,难以满足不同学生的学习需求,个性化指导缺失尤为突出。在这种模式下,教师难以针对每位学生提供具体的反馈和支持,课堂教学多以单向传递为主,重点难点讲解不清,学生被动接受信息的现象普遍。实践教学环节则多为验证性实验,缺乏对学生探索精神和自主学习能力的培养。

### 4) 考核方式与学生多元化发展不匹配

传统《生物分离工程》成绩组成期末笔试占据主导地位。这种方式侧重于评估学生的理论记忆和理解,而忽视了实践操作能力和问题解决能力的评价。终结性考核占比过高,鼓励短期记忆和应试技巧,而非持续性的学习过程管理和技能提升。同时,现有的考核方式缺乏即时反馈机制,无法有效激发学生的学习动力和积极性。

### 3. 生成式 AI 应用教学

#### 3.1. 生成式 AI 助“教”

##### 3.1.1. 提供优质教学资源

在教学内容重构层面,教师依托生成式 AI 实现知识体系的系统化整合与智能化升级。一方面,自动生成课程框架图、任务清单及研讨素材,构建专属智能助教平台[8];另一方面,将知识点与视频、文献、测验等资源动态关联,结合知识图谱优化内容逻辑,并深度融合生物制药、食品工业、环境保护等领域的典型工程案例。通过对案例背景、技术难点、解决方案及实施成效的多维度剖析,引导学生在真实产业情境中深化理论认知,强化知识迁移与问题解决能力。同时,生成式 AI 高效创制多模态教学资源——如借助 Synthesia、即梦等工具将分离工艺文本转化为数字人演示视频,或构建层析柱三维动态模型,使抽象原理可视化、复杂流程情境化,显著提升教学直观性与学生认知投入度。该模式不仅大幅减轻教师素材开发负担,释放其精力聚焦于高阶教学设计与个性化指导,更推动《生物分离工程》课程实现“内容精准化、资源情境化、教学高效化”的有机统一,为新工科背景下工程人才培养提供有力支撑。

##### 3.1.2. 基于 AI 自适应学习路径

为解决学生学习成效分化的问题,提出基于 AI 的自适应学习路径,通过构建知识图谱和模块化知识库,实现从统一授课到分层导学的转型[9]。课程初期,利用 AI 系统推送个性化测验,根据答题时长、错误点等动态调整题目难度和考查方向,绘制学生的学情画像,精准标识优势区与薄弱点。例如,表现优异的学生将收到更深入的问题,而基础薄弱的学生则接受强化训练,从而显著提升诊断准确性。测验后,AI 生成可视化报告,将课程目标分解为知识点和技能点(如细胞破碎与产物释放、超滤、透析、电泳等),并依据教学大纲设定权重。通过对答题数据的分析,在各知识点标注掌握等级(精通、熟练、生疏、缺失),以知识图谱形式展示知识点间的关联,帮助师生直观了解学生的知识结构完整性及薄弱环节。基于知识图谱,AI 从诊断转向导航,智能关联海量学习资源(微课视频、文献、案例库等)与学生的薄弱点或优势区,实现靶向补给。对于基础薄弱的学生提供简单内容,而对于学有余力的学生则推送挑战性材料,促进其创新能力的发展。通过“初始能力评估-知识图谱构建-个性化内容推送”的闭环,实现了从统一授课到精准导学的转型,尊重个体差异,提升教学效率与知识传递的精准度,并促使教师角色从讲授者转变为学习引导者和创新思维激发者。

##### 3.1.3. 营造沉浸式教学氛围

生成式 AI 深度赋能课堂互动设计:基于课程重难点(如“离子交换层析与亲和层析的适用边界”),AI 可智能生成阶梯式讨论议题、结构化辩论框架及文献批判性评析提纲,引导学生围绕产业真实案例(如单抗药物纯化工艺选择)展开思辨,显著提升课堂参与深度与思维活跃度。针对实验学时受限的现实困境,深度融合生成式 AI 与虚拟仿真技术,构建高保真 VR 实验场景——学生佩戴设备即可沉浸式操作“蛋白质层析纯化”全流程:自主调节流速、pH 梯度、洗脱程序,实时观察色谱峰变化;AI 同步生成动态反馈(如“当前盐浓度可能导致非特异性结合”),并模拟设备故障、参数异常等突发情境,培养学生应急决策与工艺优化能力。同时,有机嵌入科学家叙事资源:如讲述青霉素工业化分离中弗莱明团队的曲折探索,或当代科研人员攻克膜污染难题的攻关历程,还原科研中试错、协作与突破的真实图景,消解“科学神话”,涵养严谨求实的工程伦理与创新韧性。此类多模态、强交互的沉浸式教学,将抽象分离原理转化为可感知、可操作的认知体验,推动学生在“情境中理解-操作中反思-迁移中创新”的闭环中,实现从知识识记到工程思维建构的质性飞跃,为培养兼具专业素养与人文情怀的新工科人才注入内生动力。

## 3.2. 生成式 AI 助“学”

### 3.2.1. 支持个性学习

生成式 AI 构建“诊断 - 适配 - 进阶”三位一体的个性化学习支持体系,实现教学精准化与成长可持续化。动态路径规划:基于掌握学习理论设计闯关式进阶模块(如“细胞破碎基础 → 超滤参数优化 → 多步纯化工艺整合”),学生需通过当前关卡智能测评方可解锁后续内容,确保知识建构的逻辑连贯性与能力递进性。精准学情诊断:AI 实时分析答题数据(正确率、用时、错误等),生成可视化学习画像,精准定位薄弱环节(如“电泳原理应用不足”),并为教师提供靶向干预建议(微课推送、小组辅导等),形成“数据驱动 - 即时反馈 - 教学优化”闭环。分层资源赋能:系统依据能力画像智能匹配资源,为基础薄弱者强化核心概念训练;为学有余力者推送前沿文献、产业案例及“虚拟分离工程实验室”,支持学生自主设计蛋白质纯化流程、模拟膜污染调控等高阶实践。该模式有效破解传统教学“齐步走”困境,将学习主动权交还学生:既夯实分离工程核心原理的理解深度,又强化工艺设计、参数优化等工程实践能力,同时激发探究内驱力与创新思维,为培养契合生物制造、生物医药等产业需求的复合型工程人才提供个性化成长路径。

### 3.2.2. 促进互动参与

生成式 AI 深度融入“课前 - 课中 - 课后”全链条,重构师生、生生互动生态,显著提升学生课堂主体性与参与深度[10]。课前,AI 基于学情画像智能推送预习任务与引导性问题(如“若目标蛋白等电点为 5.2,离子交换层析应如何设计 pH 梯度?”),并生成个性化案例素材库,激发前置思考;学生可随时与 AI 学伴交互答疑,为课堂深度参与奠定基础。课中,AI 实时赋能互动场景:在“泡沫分离”单元教学中,各小组利用 AI 快速生成汇报提纲、可视化工艺流程图及延伸问题库;汇报时,AI 同步模拟产业专家角色提出挑战性追问,并实时生成关键词云与观点摘要,辅助师生聚焦核心争议;教师借助 AI 即时分析弹幕反馈与投票数据,动态调整教学节奏。课后,AI 自动生成个性化巩固练习、拓展文献包,延续思辨热度。此外,AI 驱动的情境模拟工具可将抽象原理转化为可操作场景——学生输入参数即时生成泡沫分离动态效果,直观理解气液界面作用机制。该模式使生成式 AI 成为“认知协作者”:学生从被动接收者转变为问题提出者、方案设计者与知识共建者,在真实产业语境中深化表达力、协作力与工程思维,切实构建“高参与、深互动、强赋能”的课堂新生态,与“支持个性化学习”形成“精准导学 - 深度互动”双轮驱动的智能助学体系。

## 3.3. 生成式 AI 助“评”

传统生物分离工程课程评价长期囿于“一考定音”模式,难以有效观测学生在工艺设计、问题解决、团队协作等高阶能力维度的学习痕迹。本课程依托生成式 AI,构建“数据采集 - 智能诊断 - 即时反馈 - 教学优化”的闭环评价体系,推动评价范式从“结果判定”向“成长赋能”转型[11]。智能过程追踪:AI 实时汇聚多模态学习行为数据——课前资源学习轨迹、课中弹幕互动与小组贡献度、课后作业逻辑链、虚拟实验操作序列等,将隐性学习过程显性化、可量化。多维能力画像:基于预设的工程能力指标体系(知识应用、工艺设计、创新思维、协作表达、伦理意识),AI 对学习成果进行结构化解析。例如,在“层析工艺优化”任务中,不仅评估参数计算准确性,更通过分析方案迭代逻辑、异常处理策略等,生成包含“优势项 - 待提升点 - 发展建议”的个性化诊断报告。闭环教学赋能:系统自动生成班级学情热力图与个体成长曲线,为教师提供精准干预依据(如膜分离模块中 68%学生对通量 - 截留率关系理解薄弱,建议补充动态仿真案例);同时向学生推送靶向资源(微课、拓展文献),形成“评价即学习”的持续改进机制。

该体系显著提升教学评价的科学性与育人价值，有效扭转“重分数、轻成长”的传统倾向，推动评价从结果判定转向成长赋能；同时将教师从重复性批阅事务中解放，使其聚焦高阶教学设计与个性化指导。实践反馈显示，绝大多数学生认为“即时诊断反馈”有效促进学习反思与策略优化。未来，随着语音情感识别、操作行为分析等多模态技术的深度融合，生成式 AI 将构建覆盖认知、技能、情感维度的全息评价生态，为新工科人才培养提供科学支撑。

## 4. 实施挑战与保障策略

生成式 AI 赋能《生物分离工程》教学虽展现出显著优势，但其在高校场景中的规模化推广仍面临多重现实挑战。客观审视这些约束条件，有助于为模式落地提供理性预期与应对策略。

### 4.1. 技术适配与生成内容准确性

当前生成式 AI 存在“幻觉”问题，即生成内容可能出现事实错误或逻辑偏差。在生物分离工程教学中，若 AI 推送的分离工艺参数、层析介质选择依据或案例数据存在错误，将直接影响学生知识建构的准确性。对此，需建立“AI + 人工”协同审核机制：教师对 AI 生成的教学资源、测验题目、案例数据进行前置审核，确保科学性与准确性后方可进入教学流程。同时，采用检索增强生成(RAG)技术，使 AI 在生成专业内容时优先检索课程知识库与权威文献，减少“幻觉”输出。此外，应引导学生养成批判性审视 AI 输出的习惯，将“验证 AI 回答的可靠性”本身转化为一项探究性学习任务。

### 4.2. 数据隐私与安全保障

智能教学系统的运行依赖对学生学习行为数据的持续采集，涉及课堂表现、作业完成情况、虚拟实验操作记录乃至面部表情、生理信号等多模态信息。若数据管理不当，可能导致学生隐私泄露，甚至出现算法偏见引发的教育不公。为此，应确立“数据最小化”采集原则，仅收集教学必需的核心数据，对涉及学生身份的信息进行脱敏处理；明确数据采集范围、使用目的与存储周期，并取得学生及家长的知情同意；在校企合作中，须对 AI 平台的数据安全资质进行严格审查，防止商业机构滥用学生数据。在算法公平方面，教师应定期审视 AI 推荐的个性化学习路径是否存在系统性偏差，避免“因算法施教”取代“因材施教”。

### 4.3. 师资数字素养与角色转型

AI 技术的深度融入对教师专业能力提出新挑战。部分教师存在技术焦虑或“传统固守”倾向，亦有人走向“技术依赖”极端，全盘接受 AI 生成的教学方案而丧失专业判断。AI 时代教师需具备 AI-TPACK-E&D 框架所要求的整合性素养：不仅理解 AI 工具的操作逻辑，更需在专业伦理、数据素养等维度实现能力跃升。为此，院系层面应构建分层递进的教师培训体系：基础层聚焦 AI 原理与伦理认知，整合层关注 AI 与学科教学深度融合，发展层鼓励教师探索人机协同的创新教学模式。同时，建立教师学习共同体，通过教学沙龙、示范课观摩等方式促进经验共享，以“实践导向 + 骨干引领”消解技术焦虑，助力教师从“知识传授者”向“学习生态设计者”平稳转型。

## 5. 课程思政融合案例

### 5.1. 案例一：“单抗药物纯化”虚拟实验中的工程伦理权衡

教学目标：在“蛋白质层析纯化”虚拟仿真实验环节，以单克隆抗体药物纯化为工程情境，引导学生综合考量工艺效率、生产成本与药品安全性之间的伦理张力，培养“以责任守护安全、以公正平衡利益”的工程伦理意识。

实施过程：AI 驱动的 VR 实验系统预设三种工艺方案：(1) 高流速方案——纯化周期短、单位产量高，但可能因流速过快导致杂质去除不彻底，存在残留 DNA 和宿主蛋白的安全风险；(2) 低流速高纯度方案——产品安全性最优，但生产周期延长 40%，设备占用成本显著增加；(3) 折中方案——兼顾效率与安全，但需在多个工艺参数间反复调试优化。每组学生扮演“工艺决策团队”，基于系统提供的成本模型与质量标准进行方案选择。AI 在学生决策过程中扮演“质控专家”与“市场总监”双重角色，从不同立场提出挑战性问题：“若因成本考量降低纯度标准，可能对患者造成何种风险？”“若选择高价方案导致药品定价过高，如何兼顾药物的可及性？”学生在与 AI 的多轮交互中反复权衡，最终形成包含伦理决策依据的工艺设计报告。

价值引领：该设计将“生命至上”的价值理念内嵌于工艺参数选择的技术决策中。通过 AI 模拟的利益相关者对话，学生切身感受工程师面临的伦理冲突：技术合理性不等于价值合理性，最优解需在效率、成本与安全之间寻求动态平衡。历年教学反馈显示，多数学生认为“此次虚拟实验使伦理不再是抽象规范，而是可操作的决策框架”，有效实现了思政元素从“外在说教”向“内在认同”的转化。

## 5.2. 案例二：“膜污染困境”中的家国情怀与环保责任

教学目标：在膜分离技术单元教学中，以我国膜分离技术自主化攻关历程为背景，引导学生理解技术攻关中的“卡脖子”困境与创新突围，涵养科技报国的使命意识与绿色发展的环境伦理。

实施过程：AI 系统推送一份“膜污染调控方案设计”任务，并提供两份背景材料：(1) 我国某生物制药企业因进口超滤膜组件频繁污染、通量衰减严重，长期依赖外方技术支持，单次维护费用高达数十万元；(2) 国内某高校团队经过十年攻关，研发出具有自主知识产权的抗污染膜材料，但在工业化转化中面临稳定性验证与市场信任瓶颈。学生需基于上述情境，利用 AI 辅助检索文献、模拟实验参数，设计一套兼顾生产成本与运行效率的膜污染控制策略。AI 在过程中持续推送“决策锚点”：“若持续依赖进口技术，企业的短期利润压力最小，但长远而言对我国膜产业发展意味着什么？”“若选择国产膜材料，如何通过工艺参数优化弥补其初期稳定性不足？”学生在信息检索、参数优化与成本核算的基础上完成方案设计，并撰写一份包含技术路线与产业思考的决策报告。

价值引领：本案例以膜分离技术的“自主可控”为叙事主线，将技术学习嵌入“科技自立自强”的语境。学生在解决膜污染工程问题的同时，自然触及核心技术自主化的现实意义，将“家国情怀”从抽象概念转化为具象的职业责任。同时，膜污染控制本身涉及清洗废液排放、膜组件寿命与资源节约等环保议题，引导学生思考“双碳”目标下分离工程应秉持的可持续发展理念，实现“科技报国”与“绿色担当”的双维价值引领。

## 6. 结语与未来展望

生成式人工智能为《生物分离工程》课程改革注入创新动能：依托知识图谱重构教学逻辑，借助虚拟仿真破解层析、膜分离等抽象过程的认知难点，通过“教-学-评”闭环引导学生由知识接收者转向工程问题探究者。实践表明，该模式显著深化学生对分离原理的理解，提升工艺设计与跨学科应用能力，同步强化自主学习、协作创新与工程素养，实现知识传授、能力塑造与价值引领的有机统一。未来，随着智能技术与教育场景的深度融合，教育数字化将加速演进，催生更多创新教学范式与学习生态<sup>[12]</sup>。本课程将持续深化“AI+ 教育”实践：拓展多模态评价与产业级虚拟项目库建设，另一方面着力提升教师数字素养与智能教学设计能力，确保技术工具精准服务于教学目标。坚守“人机协同、以学定教”理念，为我国生物制造、生物医药等战略产业培养兼具创新精神、实践能力与家国情怀的优秀工程人才。

## 基金项目

淮北师范大学校级教研重点项目(2025xjjxyj027), 校级智慧课程(2025xjzhkc003)。

## 参考文献

- [1] 倪贺, 范瑞芳, 尹亮, 等. “新工科”背景下“生物分离工程”课程创新改革[J]. 生物工程学报, 2022, 38(4): 1612-1618.
- [2] 孙星, 唐彤彤, 张微微. 基于 OBE 教育理念的生物分离工程课程教学改革与探索[J]. 高教学刊, 2023, 9(33): 137-140.
- [3] 刘晓丽, 曾化伟, 孙涛. 新工科背景下“生物分离工程”创新教学探索[J]. 淮北师范大学学报(自然科学版), 2025, 46(2): 87-91.
- [4] 陈娟丽, 慕军鹏. 基于生成式人工智能的“生态学”课程教学改革与探索[J]. 绵阳师范学院学报, 2026, 45(2): 110-115.
- [5] 高佩天, 李璐, 罗楨妮. 高校人工智能教学研究热点与展望——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 西部素质教育, 2025, 11(17): 19-23.
- [6] 谷飞. 认知增强 AI 与教育共生: 未来教育新生态[J]. 开放教育研究, 2024, 30(6): 13-20.
- [7] 陈盼, 习阳, 金晓锋, 等. “教、学、评、研”四维一体的生成式人工智能辅助生物化学与分子生物学教学的实践探索[J]. 生物化学与生物物理进展, 2026, 53(3): 789-800.
- [8] 李松真. AI 技术在高等教育智慧教学中的应用研究[J]. 华章, 2025(4): 126-128.
- [9] 张金青, 高雪芹, 李淑霞, 等. AI 赋能《草坪学》智慧化教学的模式构建与路径探索[J/OL]. 草业科学: 1-12. <https://link.cnki.net/urlid/62.1069.S.20260306.1059.002>, 2026-08-19.
- [10] 穆学峰, 王文龙, 许建兴. 生成式人工智能赋能 SPOC 教学模式应用新范式[J]. 计算机教育, 2024(9): 23-27.
- [11] 孙科宏, 郑旭东, 杨海燕. 生成式 AI 支持的人机协同精准教学模式设计与实践研究[J]. 数字教育, 2025, 11(5): 70-77.
- [12] 黄星云, 焦建利, 曾君, 等. GenAI 重塑课堂活动: 应用路径与实践样态[J]. 现代教育技术, 2025, 35(2): 26-34.