

# 以科研思维与创新能力为导向的生物医学材料课程教学模式探索

王咸文, 王 春\*

安徽医科大学生物医学工程学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年1月22日; 录用日期: 2026年2月21日; 发布日期: 2026年2月27日

## 摘 要

生物医学材料作为多学科交叉课程, 当前教学模式面临知识体系繁杂、学习难度较高以及科研思维与创新训练不足等问题, 难以有效支撑学生面向临床需求开展创新实践。本文聚焦科研思维与创新能力培养, 针对学生科研意识不足、教学组织偏传统、实践支撑薄弱及指导与评价机制不完善等现状, 开展教学模式改革探索, 旨在为生物医学材料课程建设与医工交叉人才培养提供有益参考。

## 关键词

生物医学材料, 临床需求, 科研思维, 创新能力, 教学模式

# Exploring a Teaching Model for a Biomedical Materials Course Oriented toward Cultivating Scientific Research Thinking and Innovation Competence

Xianwen Wang, Chun Wang\*

School of Biomedical Engineering, Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: January 22, 2026; accepted: February 21, 2026; published: February 27, 2026

## Abstract

As an interdisciplinary course, Biomedical Materials often faces challenges such as a broad and

\*通讯作者。

文章引用: 王咸文, 王春. 以科研思维与创新能力为导向的生物医学材料课程教学模式探索[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 1346-1353. DOI: 10.12677/ae.2026.162440

complex knowledge base, a steep learning curve, and insufficient training in research thinking and innovation, which in turn limits students ability to engage in innovation-oriented practice driven by clinical needs. With a focus on cultivating research thinking and innovation competence, this study explores a teaching-model reform to address common issues, including students weak research awareness, traditional instructional approaches, inadequate practical support, and an underdeveloped guidance and assessment system. The study aims to provide useful references for improving the design of biomedical materials courses and for cultivating medical engineering interdisciplinary talent.

## Keywords

Biomedical Materials, Clinical Needs, Scientific Research Thinking, Innovation Competence, Teaching Model

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

在“健康中国 2030”战略持续推进的背景下,我国医疗服务体系建设明显加快,临床对具有性能优势、转化潜力与可实现工程化制造的创新型器械需求不断增长[1][2]。与此相应的,生物医学工程人才培养目标也正由“掌握课程基础知识”逐步迈向“支撑问题解决与技术创新”,即要求学生除掌握材料与工程相关的基础知识,还能够面向具体临床中医学应用问题开展分析、方案设计,并推动研究方案落地实施的能力[3][4]。

在这一人才培养框架下,生物医学材料课程承担着重要的支撑作用,是连接材料化学、生命科学与临床医学的重要纽带[5]。生物医学材料不仅要满足一定的力学性能、化学稳定性及符合特殊加工条件等要求,还必须能够在复杂的人体环境中保持安全性与功能有效性。因此,该课程的教学需要引导学生理解材料的结构、性能与生物之间的内在联系,了解材料在不同应用情境中的作用机理[6]。只有通过这样的学习过程,学生才能真正理解材料选择背后的科学依据,为后续开展科学探索奠定坚实的基础。

然而在实际的教学中,生物医学材料类课程普遍存在“知识覆盖广”与“能力形成弱”之间的矛盾[7]。一方面,课程内容更新快、概念跨度大,学科涉及材料学、生物学与医学等多套知识体系,学生学习难度高,容易形成碎片化理解,难以有效梳理知识网络;另一方面,不少院校的课堂呈现方式仍以讲授和验证性实验为主,学生更多是在按照步骤完成操作、复述现象与结论,缺少围绕具体问题进行假设提出、方案比较与反复修正的训练[8][9]。因此,当学生真正面对研究任务或开放性科学问题时,通常不知道从哪里入手,思路不够清晰,导致课堂中学到的知识难以运用到真实的研究情境中。

基于此,本文作者立足生物医学材料课程教学实际,聚焦“如何在课程层面落实科研思维与创新能力的培养”这一核心问题,针对学生科研意识不足、教学组织偏传统、实践支撑薄弱以及指导与评价机制不完善等现状,开展教学改革探索。课程以临床真实需求为牵引重构教学主线,在材料知识学习过程中融入科研思维与创新意识培养,并通过优化课堂组织、强化实践衔接与完善指导评价机制,推动课堂学习由知识传授向问题导向与能力培养转变。期望上述实践为生物医学材料课程人才培养提供具有可复制性与可操作性的思路参考。

## 2. 生物医学材料课程学生存在的科研思维与创新能力不足问题分析

### 2.1. 科研思维与创新意识不足

从学生的学习习惯来看, 当前生物医学材料课程对科研意识与创新能力的培养仍未被置于核心位置[10][11]。学生的学习方式更多是按照既定的方法完成任务, 而较少围绕一个问题展开持续追问。在这种学习模式下, 材料设计容易被理解为“照章操作”的标准化过程, 学生更倾向于根据示范或以往经验进行推进设计, 而不会比较不同方案的优劣及其分析其背后的原因。同时, 课程中缺乏足够多的让学生反思的机会, 学习过程中缺少反复试验与调整的环节, 这使得科研意识与创新能力难以在日常学习中培养, 进而影响了学生将所学知识应用于解决实际问题的能力。

### 2.2. 课程结构与授课方式偏传统

目前的生物医学材料课程授课方式通常按材料的性质和应用领域进行讲解, 尽管这种分类方式能简单地建起学生的基础知识框架, 但它未能充分激发学生在实际问题中的创新探索[12]。课程内容更多侧重于传授现有的知识体系, 但缺乏通过跨学科的方式引导学生处理实际科研问题。这导致学生开展科学探索时更多偏向于套用已有储备知识完成任务, 缺少对问题本质的剖析。由于课程结构较为传统, 教授体系仍然侧重“知识传递”而非“问题解决”, 使得学生难以在日常学习中体验到完整的科学问题处理过程。为此, 需要从根本上调整课程结构与授课方式, 培养学生的综合创新能力。

### 2.3. 实践平台支撑不足, 课内外实践训练脱节

在课程实施层面, 用于支撑生物医学材料教学的实践平台仍显不足, 课内学习与课外实践之间缺少一条稳定的衔接通道[13]。虽然不少院校已经搭建了实验室、科研训练项目或学科竞赛等平台, 但这些资源多以“各自为政”的方式运行, 与教学进程的耦合度不高, 课堂中形成的科学研究思路难以在实践中得到有效应用[14]。另一方面, 校内外科研活动与课程内容之间缺少机制性对接。学生参与实践时常以“完成任务、参与活动”为主, 更多是在短周期内把一件事做完。久而久之, 学习路径被切割成若干互不相连的片段, 学生难以在不同学习场景中形成稳定的能力传递。

### 2.4. 师资指导与评价体系不完善

在生物医学材料课程中, 师资结构与评价方式对学生创新能力的支撑仍显不足[15][16]。一方面, 部分教师的专业背景相对单一, 跨学科知识整合能力仍显不足。受此影响, 教学指导往往呈现“分学科”展开的特点: 学生更多获得来自某一单一领域的建议, 而缺少多学科视角下的综合研判。另一方面, 现行的课程评价体系主要集中在学生的知识掌握和阶段性成果, 评价方式更多关注结果而非过程, 未能充分考虑学生的长期投入与创新潜力。这种评价模式不仅降低了教师引导学生深层次研究的动力, 也制约了学生在科研实践中的主动性。因而, 有必要从师资能力建设、评价标准完善等环节进行优化, 使课程更有效地支撑学生的创新能力的发展。

## 3. 生物医学材料课程提升学生科研思维与创新能力的探索与实践

### 3.1. 强化科研思维与创新意识

针对学生在课程学习中普遍存在的科研意识不强、创新思考不足的问题, 本课程在整体教学设计中明确以科研思维训练与创新导向为主线。以“材料如何实现有效止血”为例, 课程在系统讲授生物医学材料的同时, 更强调将知识置于真实临床应用情境中并加以运用: 从止血、创面修复等具体需求出发, 引导学生明确“要解决的临床问题是什么”, 继而追问“影响效果的关键科学依据在哪里”, 最终回到

材料本身层面“应如何构建材料, 并通过怎样的科学机制实现目标性能”。通过这种“从实际应用出发-凝练科学问题-回归材料本身”的学习路径, 帮助学生形成更接近科研的思考方式。

在此基础上, 课程设置多条材料主线学习路径, 拓展学生的科学思维边界, 避免单一思维方式的固化。例如在功能水凝胶模块中, 学生在统一变量条件下开展差异化分析: (1) 部分小组聚焦“快速成胶”与“材料表面粘附”的协同优化, 以满足术中即时止血与操作可靠性的需求; (2) 部分小组探索将“双网络结构”与“抗菌功能”结合, 以提升材料在感染环境中的实际应用; (3) 另有小组尝试引入“自修复机制”, 改善材料在反复受力以及长期使用过程中的耐久性。课程通过对比不同思路, 引导学生在比较中不断修订实验设计, 使学生在比较中逐步形成科研思维与创新意识。

### 3.2. 重构教学模式与课程体系

本课程在“培养科研思维与创新能力”的总体目标下, 对教学模式与课程体系进行了整体性重构。重构的着力点不在于增加教学内容, 而在于改变课程的教授方式:

(1) 在课堂教学模式实施层面, 课程采用线上线下融合并结合翻转课堂的方式分配学习任务<sup>[17]</sup>。线上教学主要承担概念框架构建与课前准备等任务, 使学生在进入课堂前形成必要的知识基础; 线下课堂则将更多时间用于案例研讨与科学汇报, 强调围绕具体问题展开讨论。课堂学习以问题为导向, 选题结合学科发展前沿, 引导学生发散思考并学会综合运用所学知识。学生以小组形式推进学习任务, 通过明确分工完成问题分析, 使不同能力特长的学生能力均得到发挥。

(2) 在课堂学习过程组织层面, 课程引入结构化、情境化的教学活动, 以提升讨论质量。例如设置“技术论证”等模拟情境, 组织学生围绕不同方案从可行性、支撑证据与潜在风险等维度进行质询。通过这样的课堂组织, 学生不再停留于简单表达观点, 而是需要明确提出论据、给出推理链条, 并对他人的质疑作出有针对性的回应。课堂互动因此由一般性的交流讨论, 逐步转化为以证据为基础的分析过程, 使学生在课程学习中提前适应科研交流中常见的论证机制。

(3) 在实验教学层面, 课程将实验环节作为教学重构的重要落点, 强调由验证性操作训练向研究式训练的转变。在保障基本操作规范的基础上, 实验项目逐步提高开放程度, 引导学生自主确定关键变量, 并对实验结果进行差异化分析。在更高阶任务中, 鼓励学生基于实验结果提出改进设想, 使实验训练从“完成流程”延伸至“解释机制与改进方案”。与此相应, 实验报告由过程结果记录型转向为论证表达, 重点考察实验设计依据、结果解释的合理性以及改进思路是否可行。同时, 通过展示简要图表或汇报海报等形式, 强化学生在有限篇幅内围绕科学核心构建证据链的能力, 提升其科研表达能力。

### 3.3. 拓展实践平台

针对实践平台对课程支撑不足、课内外学习与实践脱节的问题, 本课程在教学中将建设实践平台作为课程体系重构的重要支点。在国家大力推进本科生实践教学、强化校企协同育人背景下, 课程将依托学校、学院和专业层面, 主动整合校外科研单位、医院及企业资源, 创建与课程目标协同的实践训练平台, 使实践环节成为课堂学习的自然延伸<sup>[18][19]</sup>。

在平台建设层面, 课程以既有实习实践基地为基础, 配套校、企、医协同育人机制, 通过长期合作与实践协议, 保障实践教学资源的稳定供给。通过邀请企业工程师、行业人员参与专题讲授, 组织学生进行企业参观和集中实践训练等方式, 把真实应用场景引入到教学过程。这些实践平台既为学生提供了接触实际问题的机会, 也为课程中的材料设计补充了更具体的应用条件, 促进课堂所学知识向实际应用的转化。

在实践内容上, 课程不再把实践活动当作课堂之外的“附加项”, 而是围绕课程目标建立动态更新

的项目资源池。项目来源包括教师科研课题中可拆分的子课题、企业或医院提出的实际技术需求, 以及学生基于课堂学习形成的研究设想, 并按难度梯度分层设计, 便于不同基础与研究兴趣的学生进入。项目设置重点强调“小而完整”, 要求学生在有限时间内完成问题设定、方案构建与初步验证等关键环节。示例项目包括: 比较不同孔结构支架对材料力学性能的影响并提出优化建议; 基于材料释放曲线分析缓释机理并给出可执行的改进方案等。对推进较顺利、完成度较高的项目, 课程进一步引导学生申报大学生创新训练或参与学科竞赛, 使“课堂任务”能够自然延伸为“可展示的创新成果”。

在实践组织上, 课堂上经过讨论形成的选题, 课外实践继续推进, 不再把实践简单等同于参观或临时任务。学生以小组为单位分工合作, 按节点完成查资料、定方案、做验证、改方案、做总结的任务。师生提出的问题反馈主要围绕证据是否充分、对照是否合理、风险是否考虑到位等展开, 使学生在多轮修改中把方案做实。实践结束后, 每组提交一套可保存的成果材料(如方案说明、关键数据图谱、结论与改进建议等), 便于后续继续创新训练或参加竞赛。通过这种安排, 课堂学习与课外实践能够顺利衔接, 学生能力能在不同环节中逐步提升。

### 3.4. 指导团队能力提升

为提高学生科研训练和创新实践的指导效果, 课程在师资安排上不再只靠任课教师“单线作战”, 而是采用多人协同的指导方式。课程把校内不同学科方向的教师组织起来, 同时邀请有实际或临床经验的校外人员参与指导, 形成互补。校内教师主要把关理论逻辑、研究方法和学术规范, 校外人员更多从实际需求、应用条件和可行性角度提出意见。这样学生都能得到更全面的建议, 避免只从单一学科角度做判断。

在指导团队能力提升方面, 课程强调持续提升教学能力与加强科研认知并重。一方面, 通过联合备课、教研讨论和教学交流, 让教师对交叉学科内容更熟悉; 另一方面, 鼓励教师把自己科研中的真实问题、常用方法和最新进展整理成案例, 放进课堂里, 让学生接触到更贴近真实研究的学习内容。学校也通过培训、学术交流和科研参与等支持方式, 帮助教师持续积累实践经验, 逐步形成一支既懂教学、又能带项目、能指导创新训练的团队。

### 3.5. 建立多元过程评价体系

课程评价采用多元评价过程, 目的在于更全面、客观地反映学生在学习与科学实践中的真实表现。评价依据可以来自多个方面, 包括课堂讨论结果、具体任务的推进记录、阶段汇报质量等, 重点看学生是否能把方案做明白、把数据讲清楚, 同时是否遵守科研规范等基本要求。课程可以人为的设置评分要点模板, 并在阶段汇报时给出及时点评, 帮助学生后续进行修改。

在激励与约束方面, 课程设置“有奖励、也有底线”的做法, 尽量让学生知道努力方向。对表现突出的学生, 奖励不只停留在口头表扬, 而是落实到可见的结果上: 例如在班级组织优秀海报展示, 推荐参加院校层面的竞赛; 对项目完成质量高的团队, 在课程综合评价中给予加分, 并优先获得后续相应资源。对阶段性进步明显但基础一般的学生, 设置“进步激励”, 重点鼓励其持续的个人能力提升, 避免评价只奖励“起点高”的少数人。

对约束部分, 课程明确“讲科学依据”与“学术规范”是硬要求。参与度不足、任务拖延、阶段汇报缺席等情况, 除扣分外要求补做反思材料, 并在下一轮汇报前完成整改; 数据记录不完整、图表不规范、结论与数据不匹配等问题, 实行返工重做, 直至达到最低规范标准。对引用不当、拼凑式写作、数据造假等学术不端实行零容忍: 视情节取消相关任务成绩、要求重新完成并进行诚信教育, 必要时按学院规定处理。与此同时, 课程把“处罚”与“纠偏”绑定帮助学生把问题整改到位, 保证约束真正起到促改作用, 而不是单纯惩罚。

为降低“多元过程评价”的主观性,本课程采用统一的简易评分量表(见表 1),并在课程实施前公开评价指标与评分规则。评分时,教师依据量表条目,对阶段汇报表现及过程性材料中的可核查证据进行对应赋分,并在需要时标注材料出处,便于复核。学生过程评价总分为各项得分累加,满分 100 分:科研思维 35 分、创新能力 40 分、基础知识测验 15 分、成果呈现 10 分。

**Table 1.** Multivariate process evaluation scale (short form)

**表 1.** 多元过程评价量表(简表)

模块(总权重)	评价标准(分值)	评分要点	分值
科研思维(35%)	问题聚焦与界定(5 分)	清晰/较清晰/基本完成/模糊缺失	
	实验方案设计与材料支撑(10 分)	方案完整且依据充分/方案可实施、依据较为充分/关键步骤或依据不足/方案不可行或缺乏依据	
	数据分析与机制解释(10 分)	方法恰当并解释充分/分析基本正确/分析浅/结论不匹配	
	结果反思与改进(5 分)	基于证据提出改进并验证/能指出不足并给出可行迭代/有改进想法但证据不足/无反思或无迭代	
	科研规范与学术诚信(5 分)	可追溯规范无风险/基本规范/有遗漏可纠正/明显不规范	
创新能力(40%)	创新意识与视野(5 分)	能提出新视角并给出理由/有拓展设想但论据一般/思路较单一、偏沿用常见做法/缺乏探索,多为复用或照搬	
	方案新颖性与多方案比较(10 分)	提出 2 个及以上可执行方案并多维对比/有备选并进行基本比较/备选方案粗略、对比不充分/仅单一方案且无比较	
	跨学科整合与知识迁移(10 分)	多学科整合形成判断/能整合/整合有限/碎片化	
	方案验证与可行性(10 分)	方案可操作且指标清晰/有验证方案/验证不足/缺少验证	
	表达沟通与协作创新(5 分)	表达有条理、证据充分并能回应质询/表达较清楚、回应基本到位/表达一般、回应不充分/表达混乱、沟通受限	
基础知识测验(15%)	课程核心知识与情境应用(15 分)	客观题与情境题综合(按试卷评分)	
成果呈现(10%)	报告表达与科研规范呈现(10 分)	结构清晰与证据可追溯/较规范/基本达标/不规范	

### 3.6. 实证研究与对比分析

为检验课程改革的实施成效,选取改革试点班级与同期普通班级开展对比分析。两组在教学进度、实验条件与任务要求尽量一致的前提下,于学期初与学期末分别完成同一情境任务,并依据统一的过程评价量表(见表 1)对“科研思维”与“创新能力”进行评分。对比数据主要来源于阶段汇报记录及过程性材料,包括方案论证材料、实验或验证记录、反思改进说明等可核查证据。研究分别汇总两组前测与后测得分,并计算提升量(提升量 = 后测 - 前测),以表征学习增益与能力变化。

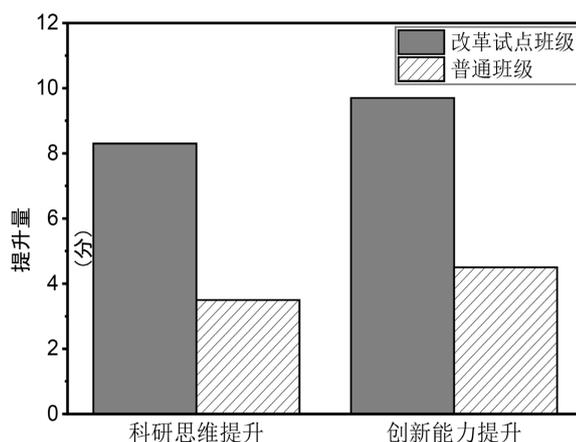
评分由两名教师独立完成去提高评价的客观性与可重复性:依据量表条目逐项赋分,同时记录对应证据与依据;对存在分歧的条目进行复核与讨论,必要时回看原始材料以确保评价可追溯并达成一致。在统计处理上,除呈现两组前测、后测与提升量外,如需进一步检验差异显著性,可在获得真实样本量与原始得分后,分别采用组内配对检验与组间差异检验,并结合效应量对改革效果进行综合判断。表 2 汇总展示两组在科研思维(满分 35)与创新能力(满分 40)上的前测、后测及提升量结果;图 1 以柱状图形式

对两组提升幅度差异进行直观呈现, 从而为课程改革成效提供量化证据支撑。

**Table 2.** Comparison of scores of scientific research thinking and innovation ability between reform pilot classes and ordinary classes

**表 2.** 改革试点班级与普通班级科研思维与创新能力得分对比

组别	样本量	科研思维前测	科研思维后测	科研思维提升	创新能力前测	创新能力后测	创新能力提升
改革试点班级	42	19.8	28.1	8.3	22.7	32.4	9.7
普通班级	37	19.4	22.9	3.5	21.9	26.4	4.5



**Figure 1.** Comparison of the improvement of scientific research thinking and innovation ability between reform pilot classes and ordinary classes

**图 1.** 改革试点班级与普通班级科研思维与创新能力提升量对比

#### 4. 结束语

生物医学材料课程的建设, 关键不在于“多讲多少内容”, 而在于让学生在课程中真正经历一次更接近科研的学习与思考过程: 从临床情境中发现问题, 在数据支撑下完成设计与论证, 并通过实践检验不断修正。基于这一理念, 本文以真实需求牵引重构课程主线, 推动课堂教学、实验训练与课外实践形成连续衔接。同时, 以多人协同指导与过程性评价作为支撑, 将学生关键环节的表现纳入持续跟踪, 使其获得针对性反馈与持续激励。

#### 参考文献

- [1] 张晓涵, 李焱, 王贞超, 田源. 药理学课程教学改革研究——基于混合式教学模式提升医药人才科研素质与创新能力[J]. 中国卫生产业, 2025, 22(14): 203-206.
- [2] 吴奕飞, 李冰, 白若冰. 基于新工科背景下人工智能与偏微分方程交叉融合课程教学改革的研究与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(11): 1511-1516.
- [3] 赵亮, 李霞飞, 马先芬. 生物医学材料教学的实践与经验[J]. 科技创新导报, 2018, 15(20): 208-211+213.
- [4] 梁锐明. 医学院校生物医学工程专业生物材料实验教学的探索与改革[J]. 生物化工, 2024, 10(1): 145-147.
- [5] 杨涵崧, 朱永长, 李国晶, 张云龙, 王涛, 彭太. 《生物医学材料》课程 CDIO 模式改革[J]. 经济师, 2022(4): 204-205.
- [6] 李华, 曾浩, 梁永波. 生物医学工程类专业课程实践教学改革[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(3): 29-36.

- 
- [7] 毛琳, 崔海坡, 宋成利. 生物医用材料课程教改方案——针对生物医学工程专业的教学模式探索[J]. 教育现代化, 2020(30): 61-63.
- [8] 吴大林. 针对生物医学工程学科特点的高分子化学教学实践探索[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2022(9): 212-216.
- [9] 顾雪楠, 李林昊, 杨宏韬, 赵峰, 樊瑜波. 面向生物医学工程专业的生物材料基础课程教学改革探讨[J]. 高教学刊, 2024, 10(27): 135-138.
- [10] 郭秀芬, 海红. 基础化学实验教学中科研思维与创新意识的培养[J]. 广东化工, 2015, 42(5): 157-158.
- [11] 伍平凡, 王茜, 赵晨琪, 潘瑞, 肖滋成. 创新思维驱动下充分利用短学期催化师生科研水平[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(17): 172-174.
- [12] 张雯, 张华, 朱芳民. 基于学科交叉的生物医学材料学课程设置探讨[J]. 广州化工, 2012, 40(19): 162-163.
- [13] 杨智云. 产教融合背景下创新创业实践平台和孵化基地的构建路径[J]. 四川劳动保障, 2025(10): 50-51.
- [14] 马然, 杨梦玫. 高校创新创业实践平台建设的内涵、特征与价值意蕴[J]. 兰州文理学院学报(社会科学版), 2025, 41(1): 99-106.
- [15] 丁政, 于兆勤, 邓海祥. 工程训练指导教师评价体系的构建与实施[J]. 中国电力教育, 2013(1): 172-173+176.
- [16] 于海峰. 基于创新、创业能力培养的食品科学与工程专业实践教学体系研究[J]. 广东化工, 2015, 42(16): 237+208.
- [17] 连军锋, 朱易春, 秦欣欣. 基于研究生创新能力培养的精细化教学[J]. 中国冶金教育, 2025(2): 1-4.
- [18] 周治, 刘兆星. “双循环”格局下创业型大学科研创新平台效能提升路径[J]. 科技管理研究, 2021, 41(18): 140-145.
- [19] 王贺正, 黄明, 范丙友. 新农科背景下创新型人才培养研究与实践——以河南科技大学农学院/牡丹学院为例[J]. 科教导刊, 2024(2): 37-39.