

“产教 + 科教”双融合视域下研究生课程 教学模式创新研究

——以《材料结构与性能》课程为例

吕晓伟, 陶华超, 孙盼盼, 孙小华

三峡大学材料与化工学院, 湖北 宜昌

收稿日期: 2026年8月1日; 录用日期: 2026年8月31日; 发布日期: 2026年9月8日

摘 要

面对新工科建设与战略性新兴产业集群发展的双重驱动, 传统研究生教学模式存在产教协同不足、科教融合浅层化等突出问题。本文以三峡大学材料类研究生核心课程《材料结构与性能》的教学改革实践为例, 提出并构建了以“真实工程案例为牵引、模块化内容重构为核心、创新能力量化评价为驱动”的三位一体新型教学模式。通过创新“企业命题 - 高校解题”案例开发机制与“案例导入 - 任务拆解 - 分组攻坚”三步教学法, 将产业真实技术痛点与国家级科研项目前沿成果深度融入教学全过程。实践证明, 该模式有效弥合了人才培养与产业需求的鸿沟, 显著提升了研究生解决复杂工程问题的系统性思维与实践创新能力, 为理工科研究生课程改革提供了可复制的标准化范式。

关键词

产教融合, 科教融合, 研究生教学改革, 工程案例, 模块化教学

Innovation in Graduate Course Teaching Models from the Perspective of Dual Integration of “Industry-Education + Science-Education”

—A Case Study of the “Material Structure and Properties” Course

Xiaowei Lv, Huachao Tao, Panpan Sun, Xiaohua Sun

College of Materials and Chemical Engineering, China Three Gorges University, Yichang Hubei

Received: August 1, 2026; accepted: August 31, 2026; published: September 8, 2026

文章引用: 吕晓伟, 陶华超, 孙盼盼, 孙小华. “产教 + 科教”双融合视域下研究生课程教学模式创新研究[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 370-376. DOI: 10.12677/ae.2026.1691913

Abstract

Driven by the dual imperatives of New Engineering Education and the development of strategic emerging industry clusters, traditional graduate teaching models face prominent challenges, including insufficient industry-education synergy and superficial integration of science and education. Taking the teaching reform of the core graduate course “Material Structure and Properties” at Three Gorges University as an example, this paper proposes and constructs a trinity teaching model characterized by “real engineering cases as the traction, modular content restructuring as the core, and quantitative evaluation of innovation capability as the driver”. By innovating the “enterprise-proposed problem, university-solved solution” case development mechanism and implementing a three-step teaching method of “case introduction, task decomposition, and group-based problem-solving,” this model deeply integrates real industrial technical pain points and cutting-edge achievements of national-level research projects into the entire teaching process. Practice has demonstrated that this model effectively bridges the gap between talent cultivation and industrial needs, significantly enhancing graduate students’ systematic thinking and practical innovation capabilities in solving complex engineering problems. It thus provides a replicable and standardized paradigm for curriculum reform in science and engineering graduate education.

Keywords

Industry-Education Integration, Science-Education Integration, Graduate Teaching Reform, Engineering Cases, Modular Teaching

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

当前,我国正处于从制造大国向制造强国转型的关键时期,对高层次、创新型、复合型工程科技人才提出了迫切需求[1]。然而,研究生教育长期存在的“学术导向”偏好,导致课程教学内容与产业技术迭代脱节,学生工程思维与解决复杂工程问题的能力薄弱[2][3]。具体表现为三大痛点:其一,案例资源多源自教材或科研项目,真实工程场景支撑不足,难以激发学生解决产业实际问题的兴趣与能力[4][5];其二,课程模块化设计往往偏重学科内部逻辑,与快速发展的产业技术链需求匹配度低,例如在锂电、氢能等战略新兴领域,教学内容未能系统覆盖从结构设计、性能模拟到工艺验证的全链条[6];其三,教学评价体系仍以知识点记忆性考核为主,对复杂工程问题解决能力(如多目标优化决策、技术-经济-环境协同分析)的系统性评估严重缺失[4][7]。这使得科教融合多停留于“科研案例进课堂”的表层,未能形成“需求牵引、创新驱动、闭环反馈”的育人生态[8][9]。本研究提出的“产教+科教”双融合模式,是在现有工程教育理论的基础上构建的。与基于问题的学习(PBL)和案例教学法(CBL)相比,本模式同样强调真实情境和问题驱动,但其“问题”和“案例”的来源被严格限定为“产业真实技术痛点”和“国家级科研前沿”,实现了“产教”与“科教”的双重牵引,超越了PBL/CBL中案例来源的随意性。与CDIO工程教育模式相比,本模式同样关注系统性工程能力的培养,但将其聚焦于“课程”这一微观层面,通过“模块化内容重构”将CDIO的宏观理念落地为具体的教学内容组织方式。因此,本研究并非对现有理论的简单应用,而是构建了一个将产业需求(产教)、科研前沿(科教)与课程教学(PBL/CBL/CDIO等方法)进行深度耦合的微观实施框架,为在单一课程中实现高层次工程人才培养提供了具体的理论模型和实

践路径。

因此,亟需构建一种以真实工程案例为牵引、以产业需求为导向进行模块化重组教学内容的新型教学模式[2][10]。针对这一核心痛点,本文以《材料结构与性能》课程改革为例,探索“产教”与“科教”深度协同的双融合路径,旨在为破解研究生教育中人才培养与行业需求“两张皮”的难题提供可操作的实践样本。

2. 研究设计与方法

为科学验证“双融合”教学模式的有效性,本研究采用准实验设计,对2024~2025学年秋季学期的《材料结构与性能》课程进行了教学改革实践。

2.1. 研究对象与周期

研究对象:三峡大学材料与化工学院2024级和2025级硕士研究生。学生均已修完《材料科学基础》等本科核心课程,具备扎实的专业理论基础。

研究分组:将2025级学生定义为实验组,2024级学生定义为对照组。研究周期:4周。

2.2. 对照组教学情况

对照组采用传统教学模式,即以教师课堂讲授理论知识为主,辅以教材中的经典案例分析。教学内容按章节顺序展开,考核方式侧重于对知识点的记忆和理解。

2.3. 实验组干预措施

实验组实施“双融合”教学模式,具体干预措施如下:

教学内容重构:围绕湖北省锂离子电池、太阳能电池等战略性新兴产业需求,将课程内容重构为“基础理论强化”、“结构-性能模拟”、“工程应用与创新”三大模块。

“三步教学法”详细实施过程:

第一步:案例导入。课程伊始,以合作企业(如某锂电材料公司)中“高镍三元正极材料在循环过程中的容量衰减”这一真实产线问题作为“靶向任务”进行发布,展示相关失效数据和性能曲线,激发学生的探究兴趣。

第二步:任务拆解。教师引导学生将“容量衰减”这一复杂工程问题,拆解为若干与课程模块对应的子任务。例如:子任务A:从晶体结构和相变角度,分析可能导致容量衰减的内在机理。子任务B:通过文献调研与方案评估,总结不同掺杂元素对材料结构稳定性的影响。子任务C:选择一个相对成熟的解决方案,从工艺流程、成本、环境影响等角度进行初步的可行性分析。

第三步:分组攻坚。学生自由组成5~6人的项目小组,认领子任务。各小组利用课堂所学、文献调研、案例分析和课堂讨论和实验室资源等方式,协作完成从问题分析、方案比选到可行性评估的学习过程。期间,高校导师和企业工程师定期参与小组讨论,提供过程指导,确保研究方向不脱离实际。

2.4. 评价工具双维度量化评价模型

采用“过程+创新”双维度量化评价模型,取代单一的期末考察。本研究开发了详细的评价量表,用于全面评估学生的能力产出。具体条目和评分标准见附录。

3. “双融合”教学模式的核心构建

本改革的核心在于打破学科壁垒与校企隔阂,构建一个动态、闭环、可量化的教学体系。

3.1. 教学内容重构：从“知识点逻辑”到“工程问题逻辑”

摒弃传统以学科知识点串联的章节体系，围绕区域内(如湖北省)锂离子电池、太阳能电池、氢能等战略性新兴产业的具体需求，精选源自企业产线真实技术瓶颈的工程案例(如“高镍三元正极材料结构优化”、“钙钛矿太阳能电池稳定性改善”“燃料电池膜电极耐久性提升”)。以“结构解析→性能模拟→工艺优化→应用验证”这一全产业链技术链条为主线，将《材料结构与性能》课程拆解并重构为“基础理论强化”、“结构-性能模拟”、“工程应用与创新”等若干交叉融合的教学模块。例如，开发“材料计算-表征技术-智能制造”融合模块，使学生在解决具体案例任务中，自然贯通材料、化学、机械等多学科知识。

3.2. 教学方法创新：“三步教学法”驱动深度学习

采用“案例导入-模块化任务分解-分组讨论与攻坚”的进阶式教学方法。课程伊始即抛出企业真实工程问题作为“靶向任务”，教师引导学生将大问题拆解为若干与课程模块相对应的子任务(如失效分析、工艺仿真、原型测试)。学生以小组形式，利用课堂所学理论知识、文献调研与虚拟仿真工具，协作完成从理论建模到方案设计，再到可行性论证的闭环训练。在此过程中，来自企业的工程师与承担国家级科研项目的导师共同参与课堂指导与过程评价，实现产业现场与科研前沿的双重反哺。

3.3. 评价体系转型：建立“过程+创新”双维度量化模型

改革的核心是“指挥棒”的转变。构建“过程性考核(任务进度、协作效率、文献综述能力)+创新能力评估(方案创新性、技术可行性、多目标决策能力)”双维度评价模型。引入企业导师评分权重(建议不少于30%)，在期末采用“企业+高校”联合评分/答辩的形式，重点考察学生方案的系统性与工程价值。开发如“工艺优化贡献度”、“技术-经济-环境协同分析完备性”等量化指标，推动考核彻底从“知识复现”向“能力输出”与“创新价值”转型。

4. 改革实施的路径与保障

4.1. “高校-企业”协同开发机制的建立

项目成功的关键在于建立了稳定的“企业命题-高校解题”案例开发模式。成立由高校教师与企业工程师共同组成的案例开发小组，深入企业产线进行技术痛点采集与数据脱敏，并将其按照教学规律转化为结构化的教学案例，确保案例库中超过50%的内容源于真实的、未解决的工程挑战。

4.2. 动态迭代与持续改进

在教学试点班运行中，通过问卷调查、企业满意度反馈(目标 $\geq 85\%$)、以及对比实验组(改革班)与对照组(传统班)在工程创新能力指标上的量化差异，持续优化案例的难度梯度与模块间的衔接逻辑，形成“教学-反馈-优化”的敏捷迭代闭环。

5. 实践成效与推广价值

初步实践表明，该模式有效激发了学生的学习内驱力与科研代入感，试点班学生在解决开放型工程问题时的系统思维与方案创新性上表现显著优于传统班级。

本改革的特色与推广价值在于：

- 1) 形成了“产业需求→案例开发→模块重组→能力映射”标准化、可复制的课程建设路径，为项目推广提供了参考。
- 2) 构建了研究生工程案例教学案例库、模块化课程设计系统在内的完整资源包，助力构建产教融合

育人生态。

3) 推动了“双师型”导师队伍的培养,促使教师从知识传授者转型为项目引导者与创新合伙人。

6. 讨论与研究局限

本研究结果表明,“双融合”模式通过引入真实的产业问题和科研前沿,成功地将PBL、CBL等理论在工程教育中进行了深化和本土化实践。它不仅印证了“情境学习”和“做中学”理论的有效性,更进一步提出,在中国新工科背景下,教学情境的“真实性”和“前沿性”必须通过与产业和科研的深度绑定来保证。这为现有理论提供了来自发展中国家的实践补充。

尽管取得了一定成效,但本研究仍存在以下局限:

1) 样本量与范围局限:研究仅在单一课程、一个年级的有限学生中开展,样本量较小,结论的普适性有待在更多课程和更大范围内验证。

2) 企业参与深度不一:在实践过程中,部分合作企业因自身生产任务繁重,工程师投入教学的时间和精力有限,导致案例更新和指导的及时性受到影响。

3) 对教师能力要求极高:该模式要求教师不仅要有深厚的理论功底,还要具备敏锐的产业洞察力和项目组织能力,这对“双师型”教师队伍的建设提出了巨大挑战。

4) 缺乏长期追踪:本研究仅评估了课程结束时的短期效果,未能对学生毕业后的职业发展进行长期追踪,以验证该模式对其职业生涯的长期影响。

7. 结论与展望

本项目以《材料结构与性能》课程为例探索“产教+科教”双融合教学改革,通过机制创新将课堂延伸至生产线与实验室,用真实的工程挑战赋能理论学习,用系统的创新评价驱动能力培养。未来,该模式将继续深化,目标是建成一个开放共享的跨校、跨专业教学资源平台,并探索与国际工程教育认证标准(如《华盛顿协议》)中对“复杂工程问题解决能力”要求相衔接的课程认证体系,为我国新时代研究生教育的高质量发展贡献材料学科的智慧与方案。

基金项目

“产教+科教”双融合下《材料结构与性能》课程教学模式创新与实践,编号:SDYJ202521。

参考文献

- [1] 国务院学位委员会 教育部关于印发《专业学位研究生教育发展方案(2020-2025)》的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_826/202009/t20200930_492590.html, 2020-09-25.
- [2] 王树国. 深度推进产教融合协同育人创新工程——西安交通大学“百千万卓越工程人才培养项目”的探索与实践[J]. 学位与研究生教育, 2022(7): 1-5.
- [3] 李嵩, 曾凡正, 姜波, 等. 工科研究生前沿课程实践教学探索与评估——以“脉冲功率技术”课程为例[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(12): 172-177.
- [4] 刘亚敏, 吕大静. 学习获得感视角下产教融合型课程的供需分析——基于H大学光电学院研究生的访谈研究[J]. 高等工程教育研究, 2025(4): 118-124.
- [5] 梁传杰, 熊盛武, 范涛. 基于企业需求导向的产教融合研究生培养模式改革与实践[J]. 学位与研究生教育, 2023(5): 7-13.
- [6] 徐坤. 建构行业特色鲜明的卓越工程师培养体系服务网络强国战略和数字经济发展[J]. 学位与研究生教育, 2022(7): 6-12.
- [7] 严建华, 包刚, 王家平, 等. 浙江大学高水平产教融合培养卓越工程师的实践与探索[J]. 学位与研究生教育, 2022(7): 13-18.
- [8] 汪劲松, 张炜. 面向国家重大需求的高层次专业人才产教融合培养探索与实践[J]. 学位与研究生教育, 2022(8):

1-5.

- [9] 魏江, 邵慰. 重构产教融合的系统逻辑与路径[J]. 中国大学生就业, 2025(11): 26-33.
- [10] 李培根. 智能时代教育需要直面的挑战[J]. 高教探索, 2025(6): 5-9.

附录：双维度量化评价模型

《材料结构与性能》课程项目评价量表

小组 ID: _____ 项目名称: _____ 评价人: _____

评价维度	评价指标	评分标准 (1~5 分)	得分	权重	加权得分
过程性考核 (40%)	任务进度管理	1 = 严重滞后; 3 = 基本按时; 5 = 超前完成, 节点清晰		10%	
	团队协作效率	1 = 分工混乱, 沟通不畅; 3 = 有分工, 能协作; 5 = 分工明确, 高效协同, 互相促进		10%	
	文献综述能力	1 = 文献陈旧, 分析肤浅; 3 = 文献较新, 有归纳; 5 = 文献前沿, 批判性分析, 逻辑严密		10%	
	过程文档质量	1 = 记录混乱, 内容缺失; 3 = 记录完整, 格式基本规范; 5 = 记录详实, 分析深入, 格式专业		10%	
创新能力评估 (60%)	方案创新性	1 = 无新意, 模仿现有方案; 3 = 有一定改进; 5 = 提出原创性思路或颠覆性改进		20%	
	技术可行性	1 = 方案脱离实际, 不可行; 3 = 方案基本可行, 但有明显缺陷; 5 = 方案严谨, 充分考虑了工艺、成本等限制		20%	
	多目标决策能力	1 = 仅考虑单一性能指标; 3 = 考虑了 2 个指标(如性能、成本); 5 = 系统权衡了技术、经济、环境等多重目标		20%	
总分				100%	

评分说明:
本量表由高校导师和企业导师共同评分, 最终得分为两者评分的加权平均(建议企业导师权重不低于 30%)。
评分采用 5 分制, 1 分为最低, 5 分为最高。