

Integration of Research and Education: Reform, Innovation and Practice in Research-Driven Teaching - A Case Study of Modern Research Methods for Materials

Yanan Chen Lei E Chengyi Wang Jiyuan Li Dan Zhao*

School of Materials Science and Engineering, TianJin Chengjian University, Tianjin, 300384, China

Abstract

The organic integration of scientific research achievements into the teaching process, thereby fostering a positive interaction and collaborative progress between research and teaching, represents a crucial task for higher education institutions in China in effectively cultivating innovative and high-quality talents. To this end, this study has explored and implemented a series of teaching reform measures, which include: first, systematically integrating cutting-edge research findings into theoretical teaching content to ensure its advancement and contemporaneity; second, restructuring the curriculum system to promote the deep integration of theoretical and experimental courses, forming a cohesive teaching module; And third, leveraging faculty research projects as a foundation to establish a long-term mechanism for student participation in academic research, supporting students in enhancing their comprehensive abilities through practical research involvement. Practice has demonstrated that these measures not only significantly improve the quality of classroom teaching but also effectively stimulate students' initiative and creativity in research participation, thereby strengthening their theoretical foundation while substantially enhancing their practical skills and innovative capabilities.

Keywords

Modern research methods; Theoretical courses; experimental courses; Integration of science and education; Promoting teaching through research

科教融汇：以科研促教学的改革创新与实践——以《材料现代研究方法》为例

陈亚楠 鄂磊 王成屹 李计元 赵丹*

天津城建大学材料科学与工程学院，中国·天津 300384

摘要

科研成果有机融入教学过程，推动科研与教学间的良性互动与协同共进，是当前我国高等学校有效培养创新型高素质人才的重要任务。为此，本研究探索并实施了一系列教学改革措施，具体包括：第一，将前沿科研成果系统整合进理论教学内容，保持课程内容的先进性与时代性；第二，重构课程体系，推动理论课程与实验课程深度融合，形成一体化教学模块；第三，以教师科研项目为依托，逐步建立学生参与教师科研的长效机制，支持学生在实际研究中提升综合能力。实践证明，上述措施不仅显著提升了课堂教学质量，也有效激发了学生参与科研的主动性与创造性，在强化理论基础的同时，切实增强了学生的实践能力与创新素养。

关键词

材料现代研究方法；理论课程；实验课程；科教融汇；以科研促教学

1 引言

在高等教育体系中，教学与科研作为两大核心职能，构成相互依存、协同共进的有机整体。正确把握二者关系，

探索其内在关联与互动机制，以促进学生知识、能力与素养的全面提升，是当前高校教师面临的重要课题^[1-3]。将科研融入教学全过程，以科研推动教学改革，已成为提升教育质量、培养创新型人才的关键路径^[4,5]。科研与教学具有深层次的统一性：科研为教学注入前沿内容与方法，教学则为科研提供实践验证与人才支持。教师通过将最新研究成果引入课堂，不仅能够推动教学内容与时俱进，也能引导学生形成科学思维与创新意识。在科研实践中获得的经验与认知，有助于教师更有效地指导学生掌握学习方法，提升其发现问题、分析问题与解决问题的综合能力。这一过程实现了科研

【作者简介】陈亚楠（1990-），女，中国河南人，博士，讲师，从事纳米功能材料研究。

【通讯作者】赵丹（1976-），女，满族，中国天津人，硕士，副教授，从事纳米功能材料研究。

资源向教学资源的有效转化,推动教学内容不断深化与系统化,形成科研与教学相互促进的良性循环。

这一融合机制在材料、能源、环境等前沿交叉学科中尤为重要。《材料现代研究方法》作为材料学科的重要基础课程,涵盖透射电子显微镜、扫描电子显微镜、X射线衍射等一系列现代分析技术,是理解材料结构、性能及其应用的基础。课程内容理论性强、知识覆盖面广,传统教学模式易使学生感到抽象与枯燥,影响学习主动性。因此,如何通过教学改革激发学生兴趣,提升实践能力,成为课程建设的关键^[6,7]。

立足我校材料学科的专业特色与发展需求,本课程围绕“科教融汇、以研促教”的理念,持续推进教学创新。通过引入学科前沿动态与科研案例,重构教学内容与教学方式,着力推动理论教学、实验训练与科研实践的深度融合。教学实践表明,相关改革措施有效提升了课程教学质量,增强了学生的工程实践能力与创新素养,为培养适应学科发展与社会需求的高素质人才提供了有力支撑。

2. 课程教学改革目标

2.1 提升教师综合素养,赋能教学质量跃升

教师通过投身科研实践,能够深化对教材内容的理解,精准把握课程的知识体系与教学重点。这不仅有助于教师及时追踪学科前沿动态,掌握本领域的研究热点、学科特色及其交叉关系,还能将最新科研成果转化为课堂教学资源,实现科学知识的及时更新。这一过程本身就是教学能力的持续锻造,使教师在完善自身知识结构、提升学术水平的同时,为全面提升教育教学质量奠定坚实基础。

2.2 深化学生课堂理解,促进知识有机融合

《材料现代研究方法》是一门兼具理论深度与实践高度的课程。传统的讲授模式往往使学生难以将抽象原理与复杂的实际数据分析建立有效连接。通过将真实的科研案例引入课堂,能够将理论知识置于具体的研究情境之中,让学生直观地看到所学方法在解决实际问题中的具体应用与价值,从而打通从理论认知到实践理解的桥梁,显著提升学生对教学内容的领悟与掌握程度。

2.3 激发学生创新潜能,驱动科研反哺教学

教师通过在教学中有意识地引导,鼓励对科研感兴趣的学生早期进入教师的科研团队。这一举措旨在推动学生从被动接收知识的思维模式,转向主动运用现代研究方法去分析与解决实际科研问题。在参与具体科研实验的过程中,学生不仅能扎实掌握各类分析测试技术的原理与操作,更能在此过程中激发深厚的科研兴趣,初步建立研发新材料的创新思维。同时,教师在指导学生时也能获得新的启发,实现“教学相长”,推动科研成果在互动中产出新的创新火花。

3 课程教学改革过程中需解决的关键问题

本课程教学改革的核心目标在于,围绕如何有效打破理论教学、实验操作与科研实践的壁垒,构建深度融合的教

学模式。具体来说,需系统性地破解以下两个关键问题:

教学模式与情境设计:亟需构建一种能够有机融合前沿科研成果、理论讲授与实验操作的教学模式及其实施情境。这要求对教学内容进行系统化整合与重构,而非简单叠加,以实现三者的无缝衔接与协同。

目标导向与闭环构建:改革的核心目标是促进教学与实际科研的紧密结合,切实培养学生解决复杂工程问题的能力。为此,需建立基于实验过程的动态反馈机制,并在此基础上构建科学、有效的教学评价体系,以全面反映学生的综合能力与发展过程,最终形成“教学-实践-反馈-评价”的完整闭环。

4 《材料现代研究方法》以科研促教学的改革措施

为深化科教融合,依据新版培养方案,本课程将原先独立的理论与实验环节整合为一门48学时(含16学时实验)的综合性课程,并推行项目式教学改革。课程围绕“理论-原理-应用-解析”主线,引入真实科研案例,旨在引导学生实现从知识建构到实践应用、从单一认知到系统分析的转变,切实提升工程实践与创新能力。具体实施举措如下:

4.1 建立“科研反哺教学”内容更新机制,实现课堂教学与学科前沿同步

通过系统整合教师科研成果,促进教学内容动态更新与持续丰富。核心内容从传统的X射线衍射、电子显微技术、表面分析、热分析等基础表征方法,扩展到了计算材料学、材料信息学等新兴领域,并融入AI辅助设计、虚拟实验等前沿实践案例,有效保障课程内容的先进性与领先性,为学生构建起理论与技术协同发展的知识结构。

4.2 推进“理论教学与实验教学”深度融合,形成科研驱动、理实一体的教学模式

突破以往实验教学中流程固定、学生被动操作的限制,安排理论教师全程参与实验教学,促进理论讲授与科研实践紧密衔接。通过引导学生深入分析实验现象与数据,从原理层面理解技术内涵,增强对实验结果的综合解读能力,形成“理论指导实践、实践反哺理论”的互动循环,提升教学的整体性与实效性。

4.3 实施“案例导引、项目驱动”教学策略,营造以问题为中心、以能力发展为目的的学研环境

改变传统以讲授为主的教学方式,系统引入真实工程案例与科研项目作为教学载体,激发学生主动探索的兴趣与科研热情。通过将真实工程问题和科研课题融入教学过程,引导学生在解决实际问题的实践中掌握材料现代研究方法,有效提升其实践能力与系统性创新思维。

此外,学院还通过常态化组织本科生参与在研课题与实验室实践活动,重点培养学生的动手能力与复杂工程问题解决能力^[8]。这一机制系统塑造了学生的科研素养与创新思

维,使其切实掌握现代材料研究的关键方法与技术,形成应对实际技术挑战的综合能力。相关改革不仅显著提升了学生的专业素质与实践技能,有效激发了科研探索热情,也增强了其就业竞争力,更好适应了社会对高层次工程人才的迫切需求。

5 课程教学改革效果

5.1 建立“科研-教学”双向转化机制,实现教学内容动态更新

该机制实施后,课程内容实现了从“静态教材”向“动态知识库”的转变。教师团队年均更新教学案例5-10个,其中30%直接来源于国家自然科学基金、国家重点研发计划等课题的研究成果。学生通过接触如“原子力显微镜辅助理论模拟建模”、“原位电镜表征技术”等前沿案例,不仅掌握了基础方法,更深入理解了技术演进的逻辑与学科交叉趋势。教学反馈显示,90%以上的学生认为课程“内容新颖、贴近科研前沿”,其学术视野与追踪学科动态的主动性显著提升。此外,该机制促进了教师团队的知识整合与教学创新,相关成果已凝练为3篇教学研究论文。

5.2 重构“理论-实验-科研”一体化的课程模块

一体化模块打破了传统教学中理论与实验脱节的困境^[9]。通过“原理讲授-实操训练-科研案例解析”三段式教学,学生在课堂上完整经历从方法原理到科学发现的完整链条。教学评估数据显示,学生对核心技术的原理解度提升约24%,实验设计能力与数据分析能力均有显著改善。尤其在“扫描电子显微分析”实验模块中,学生通过亲手操作仪器进行实测,并结合教师提供的实际科研数据,成功对晶体结构形貌进行了系统解析,体现了从“操作员”到“分析者”的角色转变。该模式已被列为校级教学改革示范项目,并在兄弟院校中得到推广。

5.3 实施“项目嵌入式”实践教学与毕业设计改革

通过将科研子课题嵌入实践环节,学生毕设课题与教师科研项目的关联度从改革前的不足20%提升至85%以上。近三年中,累计54名本科生以“项目嵌入式”课题完成毕业论文,其中11人围绕课题发表SCI/EI论文,18人获得省级以上科技竞赛奖项。更为重要的是,学生在真实科研环境中逐步养成了严谨的实验习惯、团队协作意识以及应对复杂问题的韧性。跟踪调查显示,参与过项目嵌入式实践的学生中,超过70%在研究生阶段或就业后能快速适应科研或技术开发工作,体现了改革对长远职业发展的积极影响。

5.4 构建“过程性-创新性”相结合的教学评价体系

多元评价体系有效扭转了学生“重分数、轻能力”的倾向。课程考核采用过程性评价、终结性评价与实验考核

相结合的方式,其在总成绩中的比例依次为20%、50%和30%。过程性评价,内容涵盖在线答题、课程作业和实验表现等多个方面,创新性评价则重点关注学生在实验项目中提出的新思路、改进的实验方案或跨学科分析方法。改革后,学生课堂互动参与度提高40%,自主完成拓展性实验的比例从15%上升至45%。评价体系的导向作用明显,真正实现了“以评促学、以评促创”。

6 结语

通过教学改革实践,《材料现代研究方法》课程在“科教融汇、以研促教”理念指导下取得了实质性成效。课程体系通过有机整合理论教学、实验实训与科研实践,构建了“内容动态更新、教学理实一体、学习项目驱动、评价过程导向”的新型教学模式。实践证明,将高水平科研与高质量教学深度融合,不仅提升了课程教学的针对性与实效性,也强化了学生的工程素养和创新能力,为材料类相关专业课程改革提供了可借鉴的路径。未来,本课程将继续深化教学与科研互动机制,拓展校企协同育人平台,进一步推动课程内容与技术发展同步、人才培养与社会需求对接,持续为培养具备创新能力和实践精神的高素质工程人才提供支撑。

参考文献

- [1] 王振华. 高校新进教师如何以科研促教学[J]. 教育教学论坛, 2018, 4(15), 20-21.
- [2] 姜曼. 以科研促教学在大学本科专业课程教学中的探索实施[J]. 当代教育实践与教学研究, 2020(1): 179-180.
- [3] 王丹, 姚智刚, 史林. 浅谈以研促教、以教立研、教研相长的实现对策[J]. 大学, 2021(35): 12-14.
- [4] 郭英妹, 闫文楠. 科教融合与创新应用型人才培养的研究-以荧光分析为例[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(18): 62-64.
- [5] 张国栋, 林雪苹. 以科研优势促进高等院校教学工作发展[J]. 教育教学论坛, 2020(6): 8-9.
- [6] 李勇峰, 张亚奇, 吴婷婷, 等. 现代材料测试与分析技术教学改革-以河南科技学院为例[J]. 新乡学院学报, 2022, 39(6): 70-72.
- [7] 杨钊, 刘琪, 桂凯旋, 等. 基于前沿科研成果的科研型教学模式的新探索-以《材料现代分析方法》课程为例[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2025, 26(2): 79-81.
- [8] 朱延松, 胡坤, 徐良骥, 等. 基于科研课题与专业主干课程群建设相融合的新型教学模式探索[J]. 中国现代教育装备, 2022(13): 110-112.
- [9] 关意佳, 贾小峰, 郭慧, 等. “材料现代测试方法”课程的改革与实践-以核磁共振波谱实验课为例[J]. 广东化工, 2024, 38(6): 92-94.
- [10] 黄昭明, 朱天宇, 王利, 等. 科教融合理念下高校科研成果转化为教学资源探究[J]. 安徽工业大学学报: 社会科学版, 2024, 41(3): 103-106.