

“材料结构表征与应用”课程实践性教学模式探索

吴立成, 郑立允, 王晓玲, 黄光伟

河北工程大学, 材料科学与工程学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2024年2月13日; 录用日期: 2024年3月11日; 发布日期: 2024年3月18日

摘要

培养研究生的科研实践能力是研究生教育的重要任务, 课程教学是研究生能力提升的一条重要途径。在“材料结构表征与应用”课程教学过程中, 通过完善线下课堂教学、丰富线上课程任务、营造开放教学环境、开展多元化实践教学的一系列改革举措, 激发学生的自主学习兴趣, 加强理论知识与工程实践的深度融合, 有效提高研究生的创新思维及应用所学知识分析问题、解决复杂工程问题的能力。

关键词

材料结构表征与应用, 研究生教育, 教学改革, 实践教学

Exploration of Practical Teaching Mode for the Course of “Characterization and Application of Material Structure”

Licheng Wu, Liyun Zheng, Xiaoling Wang, Guangwei Huang

School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Engineering, Handan Hebei

Received: Feb. 13th, 2024; accepted: Mar. 11th, 2024; published: Mar. 18th, 2024

Abstract

Cultivating research and practical ability of postgraduate students is an important task of graduate education. Course teaching is a key way to enhance postgraduate students' abilities. In the teaching process of the “Characterization and Application of Material structure” course, a series of reform measures are taken by improving offline classroom teaching, enriching online course tasks, creating

an open teaching environment and implementing diversified practical teaching. The students' interest in self-directed learning is stimulated. The theoretical knowledge and engineering practice are deeply integrated. The innovative thinking and abilities to analyze and solve complex engineering problems applying learned knowledge of postgraduate students are effectively improved.

Keywords

Characterization and Application of Material Structure, Graduate Education, Teaching Reform, Practical Teaching

Copyright © 2024 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

“材料结构表征与应用”是材料与化工专业材料工程领域的核心课程，是一门应用性很强、重要的研究生学位课。课程内容主要包括红外光谱、核磁共振波谱、X 射线衍射技术及其应用、透射电子显微分析技术及其应用、扫描电子显微分析技术及其应用、电子探针分析技术及其应用等多种现代结构表征技术[1]。通过本课程的学习使研究生全面理解材料的结构与性能之间的关系，掌握材料结构表征的基本方法，从材料的成分分析、结构测定和形貌观察等方面出发，探寻结构与性能之间的内在关系，从而实现材料设计和研究。

随着高等教育改革的深入与发展，国家提出应用型人才培养战略，强调培养具有实践能力和创新精神的高层次人才[2] [3]，研究生的培养模式正逐渐转向工程应用型人才方向[4]。本文结合“材料结构表征与应用”课程的特点和传统实践教学方法的局限，分析教学现状，对课程理论教学和实践教学的改革进行了深入探讨。

2. “材料结构表征与应用”课程教学现状分析

“材料结构表征与应用”课程涵盖了物理学、量子力学和材料科学等多学科知识，各表征手段原理抽象、方法不同、数据分析繁琐、章节间关联度低[5]。课程理论性和实践性很强，知识繁杂，学生通常难以系统掌握，应用理论知识解决实际工程问题的能力尚有不足。具体体现在以下几个方面：

学生缺乏学习积极性和主动性。本课程中涉及的各种表征方法，原理抽象、理论性强，学生理解感到吃力。传统教学模式中，理论知识学习通常采用灌输式教学，教师主导，学生参与少，学生缺少学习激情，上课积极性不高，课堂气氛沉闷，教学效果不佳。

理论知识与实践环节脱节。传统教学过程主要把时间放在课程理论知识的讲解，而对实际工程问题的涉及较少，实验项目也局限于几个固定项目的测试，导致学生实践能力不足，遇到稍微复杂问题时，不知道该如何选择表征方法，如何分析问题本质，学生的综合能力培养得不到有效落实。

对材料表征仪器的认识不足。本课程所涉及的表征仪器多属于大型精密设备，例如核磁共振仪、X 射线衍射仪、透射电子显微镜、扫描电子显微镜等，价值百万甚至千万，维护成本高昂，属重要科研仪器，承担日常大量科研测试任务，无法满足大量学生的上机操作。该客观因素导致课程实践环节中，学生只能参观其演示过程，仅了解表象，而不能充分掌握大型设备的使用和相关技术。

3. 实施的主要教学改革措施

3.1. 完善线下课堂教学

对于抽象、理论性强的知识点,采用启发式、探究式、参与式、课堂演示等教学方法。如傅里叶变换红外光谱仪原理、核磁共振的基本原理、应用 X 射线测定残余应力、衍射的运动学和动力学理论等,弱化数学公式推导,重点讲授物理模型,深入知识本质。利用多媒体、动画演示等手段,把抽象问题具体化,将复杂问题简单化。

应用性强的知识主要采用案例教学,以工程实例为基础,引导学生运用掌握的理论分析实践。如在医学领域,中国核磁共振波谱法在研究大脑中化学物质代谢过程的应用案例;石油工业中,X 射线衍射在矿物和全岩分析、粘土的种类和定量分析、粉煤灰富集、结垢和腐蚀产物分析的应用案例;工程领域中,扫描电子显微镜在各种材料的形貌、结构、界面状况、损伤机制以及材料性能预测等方面的应用案例等。通过案例的引入,可以让学生对材料结构表征在脑海中形成图谱、理清知识的内在联系,培养研究生的科研思维。

利用游戏思维辅助教学。合理的游戏行为可以培养人们的专注力和行动效率,这是有效学习的基础 [6] [7]。课程将游戏思维与课堂学习充分融合,设计出多种结合模式,如“知识点拼图”、“术语抢答大赛”、“我是抢答王之材料分析方法选择”、“小组挑战之样品结构分析”等活动。使研究生学习方式从单一和被动转向多元和主动,激发学习动力,点燃学习热情。

3.2. 丰富线上课程任务

引导学生利用网络资源,丰富知识获取途径,拓宽知识面。通过网络学习与课堂教学的结合,充分发挥学生的主观能动性,提高学生自主学习的能力。利用雨课堂建立课外预习与课堂教学间的桥梁,将带有 MOOC 视频、习题、语音的课件推送到学生手机,使学生做到课前预习、课后复习;通过课堂实时答题、弹幕互动,增加与学生的互动、讨论,提高学生的学习兴趣。

作业形式网络化。课程充分利用网络优势,建设包括图片、视频、动画等形式多样的网上作业库,同时布置优质视频纪录片观看作业,丰富作业的形式,使学生获取专业知识的同时,提升创新能力和家国素养。布置开放性作业,鼓励学生浏览材料表征相关的正能量纪录片并加以评述,推动专业内容与思政的融合。

实现学习资源的趣味化。线上向学生推送大量贴近日常生活、感性、有趣的线上学习资源。比如“显微镜下的世界:颠覆你的想象”、“扫描电子显微镜下的昆虫”、“科学世界里的小美好”等。同时,向学生推送科普视频,如“世界上的神奇材料”、“天才发明——核磁共振”、“为什么说 X 射线是开启现代生物学的钥匙?”等,建立课程与科学前沿的联系。

3.3. 营造开放教学环境

导学研讨,翻转课堂。开展以兴趣导向、问题导向的研讨式教学,兼以翻转课堂的教学模式,构建开放教育环境,助力学生探索能力、创新思维的培养。以研究生科研方向为背景,结合课程知识自主选题,学生主导课堂,与大家分享材料结构表征在各种材料中的应用,课堂由教师讲的独角戏变为学生讲或学生之间交流辩论等互动形式。讨论过程,能增进学生之间的感情,拓宽知识面,培养团队精神和沟通能力,增强学生学习自主性,提高学习效果。

开展课程相关科创讲座。邀请各材料表征设备负责老师进行公开讲座,从专业角度介绍设备的基本构造、样品制备、测试、数据分析与处理、实验注意事项等内容,让学生对材料表征手段有更为具体化

的了解, 学生根据自身的科研方向提出问题, 现场讨论, 教师现场答疑。同时, 邀请国内外高水平学者作学术报告, 从科学研究角度, 讲解材料表征技术在材料分析中的具体应用, 为学生营造积极的学术氛围, 激发学生的学术兴趣。

3.4. 开展多元化实践教学

理论与科研实践的相互结合。理论联系实际的能力是研究生科研能力的重要组成部分, 课程基于 PBL 教学模式[8], 引导学生运用掌握的理论分析科研实践, 从实践中发现新课题, 在实践中发展新观点。比如, 要求每名学生在中国知网、Web of Science 数据库中查阅 1 篇近五年发表的高水平英文论文, 通过精读的方式了解文献中课题的研究背景、研究意义、科学问题、为解决问题选择的表征手段、表征结果的分析讨论、研究结论和创新点, 并要求其从科学角度提出新观点、新见解, 最后整理为文献分析报告。学生自主阅读、分析文献, 不仅拓展和延伸了课程知识, 还将所学的理论知识与科研实践相结合, 提高了学生的综合科研素养。另外, 教师有意识引导学生重点查阅国内学者的研究成果, 让其切实感受到中国科研人员在材料领域的卓越贡献, 增强学生文化自信, 积极投身科学研究事业。

从虚拟仿真到实践演练。虚拟仿真实验能模拟待测样品从制备、测试到数据处理的全过程, 具有可视化 3D 效果, 有开放共享、便于交互等诸多优点, 能弥补传统实体实验资源不足问题[9]。本课程依托国家虚拟仿真实验教学课程共享平台, 让学生在虚拟环境中自主进行实验探索, 直观的认识材料表征设备的构造和工作原理, 促进其对专业知识的深入理解。同时, 每学期至少选取 3 种表征技术, 学生分组现场实操, 分析自己的实验样品, 实现从虚拟到现实的转化, 基于虚拟仿真实验的基础, 实践演练过程事半功倍, 效果显著, 学生科研信心提升。

高校与企业的跨界融合。企业是技术创新的主体[10], 研究生的知识、能力与素质应与企业高新技术相对接, 这要求其不仅要拥有扎实理论知识功底, 还要具备解决实际问题的思维、能力和创新精神。本课程本着“将教育融于生产、将生产融于教育”的理念, 深入推进学生工程实践能力培养, 与企业深度合作, 每学期邀请资深企业工程师为学生授课, 将生产一线的先进技术引入课堂, 建立生产实践与课程知识的紧密联系。此外, 充分建立与企业的项目合作, 培养学生解决问题的实践能力, 最大限度发挥学生的主观能动性。“博士教师+企业高工”的师资组合, 充分调动学生的学习兴趣和实现理论知识与工程实践的深度融合。

4. 取得的教学成效

本课程通过完善线下课堂教学、丰富线上课程任务、营造开放教学环境、开展多元化实践教学的一系列改革措施, 革新了传统教学样态, 激发了学生的学习动力, 使研究生学习方式从单一和被动转向多元和主动, 增进了学生理论知识与工程实践的贯通融合, 提高了学生分析和解决复杂工程问题的实践能力。近三年来, 本课程研究生成绩合格率均达 100%, 且平均分呈现逐年提高趋势。研究生科研能力和素养得到培养, 参加本课程相关各类创新竞赛和获奖比例逐年增加, 科研水平、实验动手能力提高, 发表高水平学术论文比例上升。本课程的教学改革, 广受学生好评, 得到同行专家的一致认可, 课程被评为河北省研究生示范课程, 获批省级研究生精品课程建设项目。

5. 结语

研究生教育不仅仅是科学教育, 也非单纯的技术教育, 而是面向工程一线的卓越工程师教育, 以研究生发展为中心, 实现从“老师教得好”向“学生学得好”的转变是课程改革的关键。本课程经过一系列改革与实践, 收获较好成效, 在后续的教学工作中, 仍将持续改进、不断探索和完善, 以期在对研究

生的实践能力和创新能力的培养方面取得更好的效果，培养出高素质应用型人才。本课程的改革措施在本校同类课程中得到推广应用，对校内外其他课程也有借鉴意义。

基金项目

本文由 2023 年河北省研究生精品课程建设项目“材料结构表征与应用”(KCJ PX2023035)资助。

参考文献

- [1] 郑立允, 黄光伟, 王晓玲, 等. “材料结构表征与应用”课程思政教学实践与探索[J]. 邯郸职业技术学院学报, 2022, 35(1): 59-61+87.
- [2] 教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[Z]. 教高[2018] 2 号, 2018-09-17.
- [3] 黄伟, 付雪梅, 李子运, 等. 新时代研究生创新创业精神培育和能力提升研究与实践[J]. 教育进展, 2022, 12(10): 4158-4162.
- [4] 赵娜, 许海英, 刘建生. 分类培养模式下专业学位研究生培养的思考[J]. 教育教学论坛, 2021(41): 169-172.
- [5] 杜建周, 李娟, 李玉华, 等. 《材料结构表征》课程线上线下混合式教学方法探索与实践[J]. 山东化工, 2021, 50(10): 178-180.
- [6] 马和民, 王德胜, 尹晗. 信息技术时代的教育学是一门“娱乐学” [J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2019, 37(5): 56-66.
- [7] 刘羽琪. 基于游戏化思维的城市公共艺术互动体验设计研究[J]. 设计, 2024, 9(1): 197-205.
- [8] 徐家瑶, 樊明珠. 基于 PBL 教学模式的无机化学实验教学改革与实践[J]. 天津化工, 2024, 38(1): 159-161.
- [9] 朱归胜, 陈彩明, 赵昀云, 等. 材料类专业虚拟仿真实验项目建设与应用[J]. 高教学刊, 2023, 9(27): 22-25.
- [10] 阎茹钰, 洪晨曦. 突出企业科技创新主体地位, 坚决打赢关键核心技术攻坚战[N]. 中国石化报, 2023-03-10(002).