

《材料表面与界面》研究生课程的教学改革与实践

王桂松 钱明芳* 李爱滨 贾政刚 张学习 张宇 耿林

哈尔滨工业大学材料科学与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001

[摘要]《材料表面与界面》课程教学团队在双语教学、教学资料选取、MOOC 录制、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了教学改革与实践。坚持以学生为中心,以学习效果为导向,构建了“课前预习-课堂讲授-翻转课堂”课程教学模式以及累加式成绩评价体系,通过在课程思政设计中融入材料表面与材料界面元素,以及将相关科研成果和科研人员事迹引入课程思政,探索了《材料表面与界面》的课程思政与教学融合之路。

[关键词]材料表面;材料界面;研究生课程;教学改革与实践

DOI: 10.33142/fme.v6i7.17287

中图分类号: G642

文献标识码: A

Teaching Reform and Practice of the Postgraduate Course of Surfaces and Interfaces of Materials

WANG Guisong, QIAN Mingfang*, LI Aibin, JIA Zhenggang, ZHANG Xuexi, ZHANG Yu, GENG Lin

School of Materials Science and Engineering, Harbin Institute of Technology, Heilongjiang, Harbin, 150001, China

Abstract: The teaching team of the Materials Surface and Interface course has conducted educational reform and practice in bilingual instruction, teaching material selection, MOOC production, instructional design, curriculum ideological and political education, and assessment methods. Adhering to the student-centered approach and learning outcomes as the guide, the team has established a "pre-class preview-classroom lecture-flipped classroom" teaching model and a cumulative grading evaluation system. By integrating elements of material surfaces and interfaces into the curriculum's ideological and political design and introducing related scientific research achievements and researchers' stories into the curriculum, the team has explored the integration path of ideological and political education with the teaching of Materials Surface and Interface.

Keywords: surfaces of materials; interfaces of materials; postgraduate course; educational reform and practice

哈尔滨工业大学(简称哈工大)材料科学与工程学科起源于 1952 年国内最早建立的金属材料及热处理、焊接、铸造、锻压等专业。是全国首批博士学位授权点、全国首批博士后流动站、全国首批“双一流”建设重点学科。首轮双一流建设获评“成效显著”,进入“培优学科”。培养了一大批金属材料及热加工工艺领域高级专业人才。本学科的研究生应具备扎实的材料科学与工程的基础知识和基础理论,并能够独立进行学术研究、撰写学术论文和进行学术交流。同时应具备批判性思维,能够对问题进行独立分析和思考,提出创新性解决方案。还应具备主动学习的能力,能够独立获取新知识,跟踪学术前沿和最新研究成果,具备国际化视野和较强的国际学术交流能力。

《材料表面与界面》课程是材料科学与工程一级学科下硕士研究生的学科核心课,也是材料科学与工程博士研究生和高年级本科生的选修课,同时还是航天学院、化学与化工学院、理学院、机电学院等硕士研究生的选修课。本课程的目的是掌握材料表面与界面的基础知识和基础理论,提高学生材料表面研究和界面研究方面分析问题和解决问题的能力。本课程的基本要求是:(1)在材料表面与界面基础知识方面,掌握液体的表面、固体的表面、液

体与固体间的界面、固体之间界面的结构、能量、性质;

(2)在材料表面方面重点学习几种代表性的表面改性原理及其工艺特点;(3)在材料界面问题方面掌握晶界、相界、高强韧金属的界面以及金属基复合材料中各类界面特征。通过《材料表面与界面》课程思政突出价值塑造、知识传授和能力培养,培养研究生树立正确的社会主义核心价值观、人生观和世界观。在多年的教学过程中,在双语教学、教学资料选取、MOOC 录制、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了教学改革与实践,充分调动了学生学习的积极性、主动性、创造性。本课程最终目标是培养信念执着、品德优良、知识丰富、本领过硬、具有国际视野、引领未来发展的新时代杰出人才。

1 课程的建设与发展

《材料表面与界面》课程自 2003 年在哈工大开课以来深受广大学生的喜爱,选课人数逐年增加。近十多年来每年的选课人数长期稳定在当届硕士研究生人数的 60% 以上。学生评教结果多为 A+和 A,专家评价结果全为优或 A。《材料表面与界面》每学年春季学期开设,授课对象为材料科学与工程、材料与化工、航天材料、化学工程、应用化学、物理、机电等专业的硕士研究生。《材料表面

与界面》2023 年获批“黑龙江省研究生精品课”，2024 年获批“工业和信息化部特色优质课程”。

2 材料表面与界面课程的教学改革与实践

2.1 双语教学与英文参考书

为了开阔研究生的国际视野、提高国际交流与国际合作能力，《材料表面与界面》课程采用了双语教学的授课方式。选用的三本英文教学参考书信息如下：

(1) James M. Howe, *Interfaces in Materials*, A Wiley-interscience Publication, 1997.

(2) Hans Luth, *Surfaces and Interfaces of Solid Materials*, Springer, 1995.

(3) D. Wolf and S. Yip, *Materials Interfaces*, Chapman & Hall, 1992.

这三本英文参考书历久弥新，是材料表面与界面领域的经典教材，也是美国麻省理工学院和西北大学研究生相关课程的教材。使用双语授课的目的，一方面可以传授给学生经典的专业知识，另一方面也为了锻炼学生的英文能力，尤其是专业英语水平。这对于研究生开拓国际化视野，提高国际交流水平是非常有意义的。

2.2 MOOC 建设

随着信息技术的发展和全球化的进程，现代教育正在发生深刻的变革^[1]。其中，线上教育开始逐渐普及，MOOC 作为线上课程的一种形式，对现代教育具有重要的意义，同时对学生的吸引力较强。首先，MOOC 使教育更加普及，传统的教育形式只能容纳有限的学生，而 MOOC 的出现打破了传统教育的壁垒，无论是在国内还是国外，只要有网络的地方，学生就可以随时随地进行学习。这种教育形式几乎不受地域和时间限制，大大拓展了学习的范围，从而使得更多的人可以接受高质量的教育。其次，MOOC 拓展了学习方式。与传统教育不同，MOOC 采用了互联网技术、视频直播等方式，使得学习更加灵活、实用，更符合现代人的需求，可以说是一种创新的学习方式。第三，MOOC 提高了教学效果，借助多媒体技术，MOOC 课程的教学内容更加生动直观，可以帮助学生更好地理解 and 掌握知识。同时，MOOC 还提供了在线练习、作业批改等功能，为学生提供更为全面的学习体验。第四，MOOC 促进了教育资源的共享。传统教育资源往往只能服务于特定地区和学生，难以共享，而 MOOC 提供了一个平台，让全世界的学生都可以共享优质的教学资源，这种资源共享的方式将把优质教育资源引入世界各地，为全球教育事业的发展起到积极的促进作用。第五，MOOC 培养了学生自主学习能力。与传统的课堂教学形式不同，MOOC 更强调学生的主动性和自主性，学生需要自己调整学习进度，制定学习计划，这种学习方式能够培养学生的自主学习能力，提高学生的学习效率和自信心。

《材料表面与界面》课程教学团队凭借出色的教学质量荣获多项荣誉。为扩大优质教学资源的覆盖范围，团队

决定通过线上平台突破地域限制，让更多学习者共享优质教育资源。为此，团队计划录制 MOOC 课程，既服务于本校学生的知识巩固，也面向全国乃至全球开放，惠及更广泛的学习群体。目前，课程已进入录制阶段，预计 2026 年春季学期正式登陆国家智慧教育平台，届时将提供全天候、无地域限制的在线学习服务。

2.3 创建“三位一体”课程教学设计

在课程架构上，团队精心规划了课前预习、课堂讲授、课后作业三大环节，并辅以两次翻转课堂活动。鉴于材料表面与界面，特别是界面，属于极其微观的领域，肉眼难以窥见，即便是放大数百倍乃至数千倍的光学显微镜，或放大数万倍的扫描电子显微镜，亦无法触及。唯有借助透射电子显微镜或原子力显微镜，方能展开深入研究。这一特性导致在教授相关知识时，仅凭口头讲解或图片展示，往往使学生感到索然无味，难以沉浸于课堂氛围。

为此，课程团队创新性地引入视频与动画演示，比如 AR 技术。旨在激发学生的学习兴趣与积极性。同时，为加强与学生沟通互动，团队充分利用现代技术，通过网络交流工具提前发布授课内容，供学生预习。在课堂上，我们时刻关注学生的反应，一旦发现疑惑之处，便即刻暂停，详细阐释，直至学生豁然开朗。课后，布置适量习题，帮助学生巩固所学知识。

翻转课堂活动则要求学生自主上网搜集资料，分析整理并撰写研究报告，其格式仿照杂志发表的文章。此举不仅锤炼了研究生的资料搜集与分析能力，更为其撰写研究论文奠定了坚实基础。随后，学生根据研究报告制作 PPT，并上台汇报，师生共同聆听。汇报结束后，双方展开热烈讨论。翻转课堂让学生受益匪浅，通过汇报与讨论，进一步掌握课堂知识。

2.4 课程思政与课程教学融合探索之路

课程思政是实现立德树人根本任务的核心路径，在构建高水平人才培养体系、应对国际人才竞争、培育时代新人等方面具有不可替代的战略价值。通过专业教育与思政教育深度融合，破解两类教育“两张皮”的难题，确保知识传授与价值引导的统一^[2,3]。引导学生在掌握专业技能的同时，厚植爱国情怀，增强“四个自信”，实现德才兼备的育人目标^[4,5]。在科技革命背景下，为国家竞争力提升培养具有正确政治方向、强烈报国志向的高素质人才。在全球意识形态博弈加剧的形势下，筑牢社会主义意识形态前沿阵地。通过课程思政改革，满足学生成长发展需求，培养能担当民族复兴大任的栋梁之才。《材料表面与界面》属于材料科学与工程专业的学位课，随着材料科学研究范围的不断扩大，涉及到表面与界面方面的课题越来越多，因此越来越多的学生选择学习这门课。对于这些研究生的教学，要以传授知识为目的，将思政元素融入教学中，达到立德树人的目的。注重理论联系实际，凝练精品教学内容。立足理论、工艺、材

料与应用相结合的教学目标,坚持科教融合、产教融合的教学策略,将国家 973 计划、863 计划、国家重点研发计划等国家重大项目以及企业的重大需求以案例形式融入课堂教学,深化和迭代教学内容,不断完善课程资源库、思政资源库建设,提高学生综合素质、实践能力以及爱国情怀。

课程立足理论、工艺、材料与应用相结合的教学目标,坚持科教融合、产教融合的教学策略,不断更新、丰富教学内容。在第四章《高强韧金属的界面》和第五章《金属基复合材料界面》教学中,大量融入了重大科研成果案例,比如以本团队嫦娥五号月表采样臂杆研制的服务国家航天强国战略的初衷和研制过程中遇到的材料表面与界面相关问题作为素材,将实际科研成果融入到课堂教学,深化和迭代教学内容,将教学和科研一线的成果紧密结合,完善课程资源库。这种做法极大地吸引了同学们的关注度,提升了他们的学习兴趣和热情,激发了同学们的使命感、自豪感和爱国情怀。

2.5 构建累加式成绩评价体系

为了避免“一考定终身”的弊端,材料表面与界面采用了累加式考试。累加式考试通过分阶段、多维度评估学生学习成效,具有以下优势:减轻考试压力,通过分项、分期考试,将传统“一考定终身”的压力分解到日常学习中,降低单次考试对成绩的冲击,学生可更从容应对^[6]。提升综合素质,考试内容涵盖语言、数学、表演等多领域,注重过程评价而非单一分数,促进学生实践能力与创新思维发展,满足产业对创新人才的需求^[7]。强化学习反馈,考试结果及时反馈教学问题,帮助师生调整教学策略,实现“发现问题-改进教学-提升能力”的良性循环。增强考试公平性,采用分阶段考核方式,避免一次性考试带来的偶然性偏差,确保评价更客观全面。《材料表面与界面》成绩由三部分构成:期末考试占 80 分,撰写液体表面张力的测试研究报告和翻转课堂共占 10 分,金属表面改性方法探讨研究报告加上翻转课堂共占 10 分。随着 MOOC 的录制,期末考试所占比例将进一步降低。同学们通过去网站学习、答题,获得一定的平时成绩,这将进一步降低同学们期末复习的压力,使同学们有更多的时间和精力投入到科学研究独立思考中,从而培养学生的创新意识、提高学生的科研能力。

3 课程教学团队特色

《材料表面与界面》课程立足哈工大轻质耐热金属基复合材料课题组,打造了“名师+团队”的一流教学团队。课程负责人为黑龙江省教学名师,课程团队成员包含国家级高层次人才 1 人、国家级青年人才 1 人、中国科协青托人才 3 人,2024 年度引进“海外优青”1 人,形成老中青三代可持续发展的团队年龄架构。课程负责人主持的“价值引领、知识融通、能力跃升,面向拔尖人才培养的材料类一流课程平台建设”获 2024 年“黑龙江省高等教育教学成果一等奖”。团队成员基于教学研究成果,发表教育教学论文,深入思考

教学方法改革,持续优化和更新教学内容。

4 结语

在国家课程思政教育的大背景下,对研究生人才培养提出了更高的要求。改革和创新材料类研究生课程的教学过程,从教学模式、课程思政内容、多元性评价等几方面探索研究生课程的教学体系,培养政治觉悟高、创新能力强、能够适应社会发展需求的复合型人才具有重要的研究意义。《材料表面与界面》课程通过在双语教学、教学内容、教学模式、教学资料选取、教学设计、考核方法等方面的改革与实践,能够及时反映本专业领域的最新科研成果,吸收先进的教学经验,整合优秀的教学成果。采用先进的教学方法和教学手段,将现代信息技术与教学过程深度融合。通过 MOOC 录制,将优质的教学资源分享给广大有志于材料表面与界面研究的学生和学者。推动《材料表面与界面》课程教学资源通过现代信息技术手段共建、共享,提高人才培养质量。

基金项目:黑龙江省高等教育学会高等教育研究课题“高校教师科教融合的教学能力建设及其提升路径研究(23GJYBG003)”。黑龙江省高等教育教学改革研究项目“课赛一体”深度融合提升大学生创新创业能力的研究探索与实践(SJGYB2024025)。2023 年黑龙江省研究生精品课程。2024 年工业和信息化部特色优质课程。

[参考文献]

- [1]习近平.习近平著作选读(第 1 卷)[M].北京:人民出版社,2023.
- [2]魏东博,孙占久,姚正军,等.“材料科学基础”课程思政教学改革的实践探索[J].教育教学论坛,2021(13):59-62.
- [3]张烁.习近平在全国高校思想政治工作会议上强调把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1).
- [4]金成国,徐慎颖,尹国亮.材料科学基础课程思政教学改革的探索和实践[J].上海化工,2024,49(1):51-53.
- [5]刘恒全,李峻峰,陈善华.材料科学基础课程思政教学改革与实践初探[J].大学教育,2024(5):111-114.
- [6]于丹.面向创新创业能力培养的高校实践教学体系研究[J].佳木斯职业学院学报,2019(6):1-2.
- [7]李敏.工业设计专业学生多层次递进式实践能力培养模式研究[J].设计,2017,6(6):120-121.

作者简介:王桂松(1972—),女,山东嘉祥人,哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,博士,副教授,硕士研究生导师,主要研究方向为铝基复合材料,铜基复合材料,主讲课程为《材料表面与界面》《工程材料学》;钱明芳(1987—),女,浙江湖州人,哈尔滨工业大学材料科学与工程学院,博士,教授,国家级高层次人才,主要研究方向为高性能铝基复合材料,形状记忆合金,主讲课程为《材料分析测试方法》《4D 打印技术》。