

《纳米材料》研究生课程的教学改革与实践

裴立宅* 李俊哲 柳东明 李永涛 陈立明

安徽工业大学材料科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002

[摘要] 纳米材料课程教学团队在课程教材、教学资源、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了教学改革研究与实践。以学生为中心, 以产出为导向, 构建了“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”的“三位一体”课程教学模式以及多元化平时成绩评价体系, 通过课程思政设计中融入纳米材料元素, 科研成果、知名科学家、知名企业引入课程思政, 探索了纳米材料的课程思政与教学融合的途径。

[关键词] 纳米材料; 研究生课程; 教学改革; 实践

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12894

中图分类号: G642

文献标识码: A

Teaching Reform and Practice of the Postgraduate Course of nanometer materials

PEI Lizhai*, LI Junzhe, LIU Dongming, LI Yongtao, CHEN Liming

School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Technology, Ma'anshan, Anhui, 243002, China

Abstract: The teaching team of nanometer materials course has conducted research and practice on teaching reform in course materials, teaching resources, teaching design, course ideological and political education, and assessment methods. A student-centered and output oriented "trinity" curriculum teaching model has been constructed, which includes "course self-learning, classroom teaching, and offline network flipped classroom method", as well as a diversified performance evaluation system. By incorporating nanomaterial elements into the curriculum ideological and political design, research achievements, renowned scientists, and well-known enterprises have introduced curriculum ideological and political education, exploring ways to integrate nanomaterial curriculum ideological and teaching.

Keywords: nanometer materials; postgraduate course; teaching reform; practice

安徽工业大学材料科学与工程学科为安徽省 A 类高峰学科, 具有本科、硕士、博士授予权以及博士后科研流动站。本专业的研究生应掌握材料科学与工程学科坚实的基础理论和系统的专门知识, 具有从事科学研究工作或承担专门技术工作的能力、宽广的国际学术视野和较强的国际学术交流能力。

《纳米材料》课程是材料科学与工程硕士点的公共选修课, 本课程结合我国以院士为代表的科技工作者和企业 在纳米材料开发中所做的贡献渗透思政教育, 使学生了解并掌握纳米材料的发展历史、制备技术、纳米材料的分析、结构、性能以及应用, 为将来在实际工程应用中合理的设计并使用各种纳米材料奠定良好的基础。通过纳米材料课程思政突出价值引领、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。在多年的教学过程中, 通过在课程教材、教学资源、教学设计、课程思政、考核方式等方面进行了研究与实践, 调动研究生学习的积极性和创造性, 发挥了课程建设的示范引领作用, 形成了科学合理、适应学科发展和创新型人才培养需求的研究生课程教学体系。

1 课程的建设与发展

《纳米材料》是安徽工业大学材料科学与工程学院材料科学与工程专业硕士研究生的公共专业课, 也是化学工

程、应用化学、冶金工程等专业的公共专业选修课, 此课程自从 2006 年起, 每学年第二学期开设, 授课对象为材料科学与工程、材料与化工、化学工程、应用化学、冶金工程等专业 的硕士研究生。2017 年获 批 校 级 《 纳 米 材 料 》 教 学 案 例 库 项 目, 并 于 2019 年 顺 利 结 题, 结 合 任 课 教 师 多 年 的 科 研 成 果, 形 成 了 “ 锳 酸 铜 纳 米 线 的 合 成、表 征 及 其 在 电 化 学 传 感 器 中 的 应 用 ” “ 碱 土 金 属 锳 酸 盐 微 纳 米 材 料 的 合 成、钒 掺 杂 及 光 催 化 性 能 ” 两 个 教 学 案 例, 结 合 课 程 思 政, 为 学 生 介 绍 这 两 类 纳 米 材 料 的 研 究 意 义、研 究 方 案 设 计 及 研 究 过 程; 2024 年 获 批 安 徽 省 线 下 示 范 课 程。

2 纳米材料课程的教学改革与实践

2.1 教材建设

纳米材料课程采用课程负责人主编的《纳米材料导论》教材^[1], 本教材主要讲述纳米材料的发展历史、制备技术、纳米材料的分析、结构与性能, 以及纳米材料与纳米技术的应用。但是这本书出版于 12 年以前, 关于纳米材料课程思政方面的内容相对较少。另外, 本教材在纳米材料的制备方法和应用方面的知识方面也局限于 12 年前的内容, 没有最新的研究进展内容。虽然化学工业出版社^[2-3]、科学出版社^[4]等也出版了关于纳米材料方面的教材, 但是均存在缺少纳米材料课程思政、缺少关于纳米材料的最新研究进展等问题。因此, 迫切需要完善纳米材料的课程思政

及最新研究进展内容、符合国家课程思政教育要求的纳米材料课程的教材,以适应国家课程思政教学需要,培养又红又专的研究生专业人才。课程负责人编写了《多元金属氧化物纳米材料》作为辅助教材。经过教材建设,能够及时反映课程思政和本专业领域的最新科研成果,将社会主义核心价值观教育融入教学内容和教学全过程。

2.2 课程教学资源建设

《纳米材料导论》教材(ISBN: 978-7-81113-911-2)被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。建立了纳米材料超星泛雅网络教学平台网站<https://mooc1.chaoxing.com/course/209424802.html>,内容主要包括主讲老师介绍、教学内容、教学模式、电子教材、多媒体课件、参考文献和参考网站相关资源,并每学年在内容上进行更新。通过网络教学平台,组织网上辅导、答疑,保证网络教学在教学中确实发挥作用。借助现代通信技术,建立了如QQ群、微信群等交流平台,供师生交流互动。将《纳米材料导论》教材及网络课程资源用于安徽工业大学材料科学与工程2012级到2023级研究生教学工作的课程教学,取得了良好的教学效果。

2.3 创建“三位一体”课程教学设计

在课程教学体系方面,主要包括课程思政、教学模式、多元性评价等几方面内容^[5]。由于纳米材料研究的是微观世界,人眼难以直接观测,导致讲授知识点时,学生通常难以融入课堂,单纯的知识讲解或图片展示让学生枯燥乏味。因此,在课堂中引入视频资源,例如在讲解纳米技术时,播放纳米技术与生活的科普视频,让学生直接感受到纳米微观世界。在信息呈指数级增长的大数据时代,随着“互联网+”时代的到来,网络和手机的快捷方便日益凸显,根据学生喜欢网络和手机这一特点,以学生为中心,构建以“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”的“三位一体”课程教学模式。“课程自学”是课前学生在课程网站观看课程视频或多媒体课件,通过调研并讨论课前问题。“课堂讲授”是教师结合我国科技工作者和企业纳米材料开发中所做的贡献,介绍相关章节的重点、难点。“线下网络翻转课堂法”是学生在课前自学的基础上,在课堂教学过程中,同学们首先分组讨论,然后授课老师通过超星“学习通”进行选人、抢答等环节与同学们进行讨论式教学,课后通过作业、思考题来巩固并拓展课堂内容。

2.4 探索课程思政与课程教学融合的途径

课程思政元素,主要是贯彻立德树人的目标,对教学理念进行创新,因此,我们不仅要丰富学生的专业理论知识,还要培养学生的能力素养,重视学生在道德方面的提升,以此来满足社会行业的需求,促进社会的进步和国家的发展。纳米材料属于高校内的通识课程,纳米技术的进步使纳米材料课程也逐渐得到重视。对于纳米材料研究生课程教学,要以传播知识为目的,将思政元素融入教学中,

达到立德树人的效果。

在课程思政设计中融入纳米材料“元素”,培养学生勤于思考,利用所学知识分析和解决问题的能力^[6]。例如讲述绪论章节时,引入自然界中的花粉、空气中漂浮的灰尘是否与纳米材料有关?壁虎为什么能够飞檐走壁?荷叶为什么能够“出淤泥而不染”?经过学生讨论小结后,教师再总结并进行适当补充。充分调动学生的积极性,有效引导学生主动参与课堂,激发学生的学习兴趣。

以研促教,将教师的科研成果引入课程,展示知识运用、校企合作及发展创新的过程。例如在讲述“一维纳米材料的制备方法”时,引入教师在锆酸盐、铋酸盐、钛酸盐及锡酸盐一维纳米材料的研究成果;讲述教师在钢筋防锈疏水纳米涂层的研究成果及产学研情况,让学生意识到创新的重要性和必要性。在讲述纳米材料的分类一节时,引入中国科学院过程工程研究所绿色冶金与产品工程课题组利用可控电致热冲击方法,实现了从光伏硅废料到高硅含量纳米线电极的无催化剂一步高效制备,锂离子电池能量密度显著提升,为高效低成本制备锂离子电池用硅纳米线材料提供了新思路,相关研究成果以 Millisecond Conversion of Photovoltaic Silicon Waste to Binder-Free High Silicon Content Nanowires Electrodes 为题,发表在 Advanced Energy Materials 上。在讲述“纳米材料的分析表征”章节时,引入中国工程院姚骏恩院士在我国第一台 100 keV 透射电子显微镜、第一台扫描电子显微镜、第一台扫描隧道显微镜的研究成果及贡献;引入中国科学院白春礼院士的研究成果:研制成功了我国第一台原子力显微镜、低温扫描隧道显微镜,在原子或分子级分辨率的水平上,解释了材料的表面结构与样品制备、形成条件的关系。在“纳米材料的应用”章节中,引入我国航空航天领域的成果,在发射中国神舟号载人飞船的火箭燃料中采用了纳米金属粉末推进剂,在火箭推进剂中只添加不到 1%的纳米铝粉或纳米镍粉,就可使其燃烧热效率提高 2 倍以上,将其用作火箭固体燃料,其燃料效率至少提高 1 倍,说明纳米材料在强国、强军,提高我国的国防能力和太空探测能力方面起到了重要作用。通过学习老一辈科学家在艰苦的条件下奋斗、奉献的精神,增强学生的民族自豪感和责任感,培养学生正确的社会主义核心价值观,达到立德树人的效果。

将国内与纳米材料相关的知名企业融入课程思政教学过程中,例如在讲授纳米材料的表征与分析章节时,引入国仪量子(合肥)技术有限公司、钢研纳克检测股份有限公司在扫描电子显微镜国产化所做的贡献;引入中国科学技术大学国家同步辐射研究中心、中国科学院高能物理研究所同步辐射研究中心、上海同步辐射中心在纳米材料的同步辐射研究方面所做出的贡献。在纳米材料的应用方面,引入我国十大军工企业,包括中国航空工业第一集团

公司、第二集团公司、科工集团公司，中国船舶重工集团公司、工业集团公司，中国兵器工业集团公司、装备集团公司，中国核工业集团公司、建设集团公司采用纳米材料生产的相关产品，在我国航空航天、军事、国防等领域作出了重要贡献，在立德树人的教育方面能够起到“润物细无声”的效果。

2.5 构建多元化平时成绩评价体系

实施过程评价与结果评价相结合的多元化评价，建立以“课件学习、课前课程网站讨论、课堂讨论互动、课后作业、课程测验”为主要内容的“五位一体”平时成绩考评体系^[7]。针对教学目标、教学内容、课程思政等采用多元化考核，课程管理与评价具有一定科学性和可量化性。课程平时成绩占50%，期末成绩占50%，其中平时成绩包括课程网站访问次数（10%）、课程讨论（20%）、课程作业（25%）、课程测试（20%）、签到（15%）、课程互动（10%）6个组成部分。

3 课程特色

《纳米材料》通过在教学内容、教学模式、教材等环节个性与共性的合理性设计，很好地满足了材料科学与工程等硕士专业的教学目的与教学需要，突出了纳米材料的个性特色。将科研成果、课程思政内容运用到教学中，科学、技巧地组织教学内容，有效激发学习兴趣和创新意识。课程采用书面教材、课件、电子教案及网络资源等立体式教材，并辅之以多媒体教学方法，开展讨论式混合课堂教学，实现师生互动，启迪学生思维，培养学生获取知识的能力。

构建了以“课程自学—课堂讲授—线下网络翻转课堂法”为主体内容的“三位一体”课程教学模式。创新教与学模式，组织与实施教学时以学生为中心。建立并强化课程思政建设，以我国以院士为代表的科技工作者和企业在纳米材料开发中所做的贡献作为教学内容，将社会主义核心价值观教育融入教学内容和教学全过程。建立了以“课前视频学习、课前课程网站讨论、课堂讨论互动、课后作业、课程测验”为主要内容的“五位一体”平时成绩考评体系，针对教学目标、教学内容等采用多元化考核，课程管理与评价具有一定科学性和可量化性。

4 结语

在国家课程思政教育的背景下，对研究生人才培养提出了新的要求与更高的目标。改革和创新材料类研究生课程的教学过程，从课程思政内容、教学模式、多元性评价等几方面探索研究生课程的教学体系，培养思想政治觉悟高、创新性强、能够适应经济社会发展需求的研究生人才具有重要的研究意义，从而达到提高研究生人才培养质量，强化研究生能力素质，培养适应经济社会发展需求的高素质、复合型、应用型等多维度创新型人才。纳米材料

课程历经十余年的改革建设与实践，取得了良好的成效，显著提升了学生在课内、课外参与课程学习的活跃度与学习热情。本课程教师积极参加专业综合改革研究、MOOC课程、教学团队、精品线下课程、课程思政示范课程、智慧课堂等教学改革与建设。主持国家级和省级教学质量工程项目10余项，获得包括省级教学创新大赛一等奖、省级教学特等奖、一等奖在内的教学成果奖7项。任课教师获得了省级优秀硕士论文指导教师、合肥校友会师德教席、宝钢教育奖优秀教师提名奖，校级线上教学名师、校级教学优秀奖、校级本科教学创新奖、校级三育人先进个人等奖项。

《纳米材料》课程通过在教学内容、教学模式、教材建设和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，整合优秀教改成果；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。课程负责人编写《多元金属氧化物纳米材料》作为辅助教材、拓展课程阅读资料，在同类课程中具有一定的影响力和较强的示范性。建设《纳米材料》课程网站，利用网络教学平台及智慧教学工具，实现讨论混合式课堂教学，促进教学观念转变，引领教学内容和教学方法改革，推动《纳米材料》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：安徽省研究生教学改革研究项目（批号：2023jyjxggyjY107）。

【参考文献】

- [1]唐元洪,裴立宅,赵新奇. 纳米材料导论[M]. 湖南: 湖南大学出版社, 2011.
- [2]张立德. 纳米材料[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.
- [3]黄惠忠. 纳米材料分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [4]刘吉平,郝向阳. 纳米科学与技术[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [5]许成群,范东华,杨为家,等. 基于OBE理念在“纳米材料及应用”教学中的作用体现[J]. 科技与创新, 2021, 8(19): 105-106.
- [6]齐俊杰. “新基建”推动纳米材料科学与技术前沿课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2020, 39(6): 36-38.
- [7]陈艳,斯松华,侯清宇. 课程平时成绩“五位一体”评价模式的构建[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2015, 32(3): 113-114.

作者简介：裴立宅（1977—），男，河北肃宁人，博士，教授，硕士研究生导师，国家级一流课程负责人、省教学团队负责人、省优秀硕士论文导师、校教学名师，主持国家级、省级质量工程项目10余项，国家级、省级及企业各类课题20余项。