

## 学科前沿融入《纳米材料导论》课程的教学模式探索与实践

王雷\* 邓博

西安理工大学材料科学与工程学院, 陕西 西安 710048

[摘要]《纳米材料导论》这门课程所讲述的纳米材料相关内容属于新兴领域。该文针对纳米材料的特点,研究如何将学科前沿知识融入《纳米材料导论》课程开展教学。该文通过教学目标的优化、前沿知识融入路径和教学内容的设计、多元化的教学方法、评价体系的改革等措施进行探索和实践,将学科前沿知识融入课堂教学,促进学生对纳米材料领域前沿知识的了解,提高学生的学习兴趣和积极性,同时提高学生的科研思维 and 创新能力。

[关键词]学科前沿融入课堂教学;融入路径和教学内容设计;多元化教学;评价体系改革

DOI: 10.33142/fme.v7i7.20283

中图分类号: G642

文献标识码: A

## Exploration and Practice of Integrating the Frontiers of Disciplines into the Teaching Mode of "Introduction to Nanomaterials" Course

WANG Lei \*, DENG Bo

School of Materials Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an, Shanxi, 710048, China

**Abstract:** The course "Introduction to Nanomaterials" discusses the related content of nanomaterials, which belongs to the emerging field. This article focuses on the characteristics of nanomaterials and explores how to integrate cutting-edge knowledge into the teaching of the course "Introduction to Nanomaterials". This article explores and practices measures such as optimizing teaching objectives, integrating cutting-edge knowledge into paths and designing teaching content, diversifying teaching methods, and reforming evaluation systems to integrate cutting-edge knowledge into classroom teaching. It promotes students' understanding of cutting-edge knowledge in the field of nanomaterials, enhances their learning interest and enthusiasm, and improves their scientific research thinking and innovation abilities.

**Keywords:** integrating cutting-edge disciplines into classroom teaching; integration path and teaching content design; diversified teaching; reform of evaluation system

### 引言

“教育兴则国家兴,教育强则国家强”。党的十八大以来,以习近平同志为核心的党中央高度重视教育问题,习近平总书记在不同场合多次强调发展教育的重要意义,且自2018年9月以来从全国到陕西省再到学校的教育大会,反复强调要深化教育改革,加快教育现代化,办好人民满意的教育。针对国家到学校各层对教育的重视<sup>[1]</sup>,我们对目前所教课程《纳米材料导论》作了一些思考,纳米材料属于前沿学科,研究人员众多,研究产出颇丰,技术应用场景不断拓展,这些新产出的研究成果及其应用场景并没有及时出现在课本上,不能满足学生对纳米材料的全新认识和学习需求,因此如何让学科前沿的新知识融入传统课堂值得我们去探索和实践。

例如,香港城市大学吕坚院士研究组全球首次制备出了超纳双相-玻璃纳米晶合金膜结构(尺度小于10nm),这种结构使得镁合金具备3.3GPa的超高强度,且不同尺寸样品具有基本相同的强度,打破了材料的尺寸效应(Nature, 2017)。这些新的观念和新的研究成果很难及时体现在课本中,进而难以培养与时俱进的高水平创新型工程技术人才。为了提高学生的创新思维和意识,需要教师在专业教学中适当地融入学科前沿知识<sup>[2-4]</sup>,拓展学生的科研思维和创新思维,进而契合新工科人才培养目标。

### 1 《纳米材料导论》课程现状分析

《纳米材料导论》这门课程<sup>[5]</sup>着重介绍纳米粒子、纳米薄膜、纳米固体等材料的基本性能和制备方法,目前的“填鸭式”教学主要围绕书本知识,书本知识多以理论知

识为主，与讲述新材料、新工艺、新成果相比，书本知识难以调动学生的学习兴趣，进而使学生缺乏学习的积极性和主动性，在我们之前的教学过程中，主要围绕书本知识，书本知识多以理论知识为主，侧重基础概念（晶体结构、制备方法、表征技术），缺乏与产业应用的直接关联，与讲述新材料、新工艺、新成果相比，书本知识难以调动学生的学习兴趣，进而使学生缺乏学习的积极性和主动性。

此外，案例陈旧，如仍以碳纳米管、富勒烯为主要案例，忽略近年热点案例[如量子点、MXene（新型二维层状纳米材料）、钙钛矿纳米晶等]。因此在专业教学中，如果只局限于教材的内容，学生就无法学习到专业领域的前沿知识，进而缺乏创新思维，这与培养与时俱进的新工科人才目标是不统一的。

因此，为了将学科前沿融入《纳米材料导论》开展教学，该文通过教学目标的优化、前沿知识融入路径和教学内容的设计、多元化的教学方法、评价体系的改革等措施进行探索与实践。以下是一个系统的探索框架与实践路径：

## 2 教学目标的优化

本课程的传统目标是掌握纳米材料的基本概念、制备方法、表征技术及应用领域。在新的教学模式推动下新增几个教学目标：（1）了解纳米材料领域的前沿研究方向（如量子点、MXene、纳米催化、纳米医药、能源纳米材料等）；（2）培养文献阅读与批判性思维能力，能够跟踪国际顶级期刊（如《Nature Nanotechnology》《Nano Letters》等）的最新成果；（3）激发跨学科创新意识，结合纳米材料与人工智能、生物医学、环境科学等领域的交叉应用。

## 3 前沿知识融入路径设计及教学内容的设计

### 3.1 前沿方向遴选及数字化工具辅助

首先，前沿方向追逐纳米材料领域的热点领域，比如 Nature Index 近 3 年出现的高频关键词，如纳米催化、纳米诊疗一体化等。其次，关注纳米材料学科与其他学科的交叉领域，如纳米材料与人工智能（AI 辅助材料设计）交叉领域、纳米材料与生物医学（CRISPR 递送系统）结合领域等。此外，前沿方向的知识遴选时需要考虑学生易于理解，避免过于深奥难懂，如量子点能带工程适合本科生，而引入自旋电子学时需要简化等。

此外，利用 Web of Science、ResearchGate、BookSC、SCI-HUB、中国知网等平台指导学生通过输入关键词或者主题等可搜到相关知识的最新研究成果或者最新的应用进展。还可以通过可视化工具（如 NanoHUB、3D 分子模型软件）来解析复杂纳米结构，辅助学生对新知识的学习和理解，同时可提高其学习兴趣，进而提高学习的积极

性和主动性。

### 3.2 模块化课程设计

教师在教学过程中需要根据课程的具体模块进行设计，首先需搭建基础知识框架，明确基础知识模块，结合课本章节中基础知识与学科前沿新知识的联系，引出相关的前沿拓展模块，并以合适的教学方法分享给学生。具体的几个例子如下表 1 所示：

表 1 模块化课程设计的简单举例

| 基础章节                  | 前沿拓展模块                  | 教学方法          |
|-----------------------|-------------------------|---------------|
| 纳米制备技术（第 2 章第 3 节）    | 原子层沉积（ALD）在芯片 3D 封装中的应用 | 案例视频分析+虚拟仿真实验 |
| 纳米材料的表征方法（第 4 章第 2 节） | 原位电镜揭示催化剂动态演化           | 科研论文精读+小组讨论   |
| 纳米生物材料的应用（第 4 章第 5 节） | mRNA 疫苗脂质纳米颗粒递送机制       | 案例视频分析+相关案例解读 |

### 3.3 科研资源转化策略以及案例库建设

将考虑将发表在《Nature Nanotechnology》、《Nano Letters》、《ACS Nano》等顶级期刊上发表的论文中相关成果（如纳米制备技术、纳米表征方法等）拆解为教学案例，同样也可挑选本课题组近些年发表的论文的相关成果（如纳米颗粒的形貌、纳米颗粒沉淀强化后性能变化等）与课本知识点结合起来作为案例进行分析，还可以精选近年来诺奖级成果（如 CRISPR 纳米递送系统、单原子催化剂、量子点等）作为案例分析。此外，还可以按学生分组完成“二维材料在柔性传感器中的性能预测”等迷你课题类似的案例。同时，还可以引入工业界应用案例（如华为石墨烯散热技术、特斯拉硅基纳米电池等），均可用于案例库的建设。

### 4 多元化的教学方法

首先考虑以翻转课堂的形式开展教学，教师制作或选择与学科前沿相关的视频[如开放式课程网页（MIT OpenCourseWare）前沿讲座视频]、课件等学习材料。学生在课前观看视频并完成相关前沿学科资料的查找，记录疑问。课堂上通过小组讨论、实验等方式深化理解，教师解答疑问并引导学生应用知识。教师通过测验、作业等方式评估学习效果，及时调整教学策略。翻转课堂的教学模式通过重新安排学习活动，提升了学生的参与度和学习效果，但同时也对学生的自律性和教师的教学设计提出了更高要求。

同时考虑以“问题导向学习”的形式开展教学，教师或学生提出一个复杂、开放的类似于“如何设计一种纳米材料解决海水淡化能耗问题？”的问题。学生分析问题，确定所需的知识和资源，并通过 Web of Science、中国知网等平台查找相关资料，学习相关知识，进行小组讨论，

提出并展示解决方案,接受反馈,总结经验。此外,教师可将自身科研成果转化为教学案例,通过科研反哺教学提升教学质量。

## 5 评价体系的改革

首先考虑多元化考核,除了传统考试外,需考核前沿文献评述报告(占20%),创新实验设计(占10%)。同时考虑过程性评价,记录学生在小组讨论、实验设计中的贡献,并量化评分作为平时成绩。再定期收集学生对前沿学科知识的兴趣点与建议,动态调整教学内容。

## 6 实践案例与效果

在教学过程中应多提供教学案例以提升教学效果,比如讲述第一章纳米粒子的形貌时,课本基本知识提到其形貌通常为球状。而我们在教学过程中,以我们自己的研究成果为例子,同时我们举一反三,结合近期最新研究成果讲述纳米颗粒还包括立方体形状、椭圆状等,这种通过科研反哺教学引入前沿知识的方式提高了学生的学习兴趣。

再例如,第一章讲述纳米材料的超顺磁性时,当材料的尺寸为纳米尺度时,便具有超顺磁性。课前让学生就纳米材料的超顺磁性文献进行查找和总结,课堂上我们就学生的文献综述进行了小组讨论,并以新近制备的超顺磁性的纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 中空微球(150nm~300nm)为例并介绍了其制备方法,同时还介绍了其相关应用领域,如核磁共振成像、磁性力分离、靶向药物输送等领域,从而提高了学生的学习兴趣,培养了科研思维 and 创新能力。

## 7 结语

笔者在教学过程中,通过教学目标的优化、前沿知识

融入路径和教学内容的设计、多元化的教学方法、评价体系的改革等措施以探索一种学科前沿融入课堂的教学模式。结果表明,将学科前沿融入课堂教学,可以增强学生对知识理解的深度和广度,提高学生对纳米材料领域研究动态及前沿知识的了解,提高学生的科研思维 and 创新能力,提高学生的学习兴趣 and 学习的积极性。因此,学科前沿融入传统课堂的教学模式对培养与时俱进的新工科人才具有重要的意义。

基金项目:本文系2024年度西安理工大学教育教学改革研究项目“新工科背景下《纳米材料导论》课程教学改革与实践”(编号xjy2414)的研究成果。

### [参考文献]

- [1] 中国国务院.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)[M].北京:人民出版社,2010.
- [2] 马荣,李斌,王璐.学科前沿融入固体物理教学的思考与实践[J].大学物理,2022,41(6):12-15.
- [3] 闫荣玲,李常健,廖阳,等.生物化学前沿研究动态及其在课堂教学中的应用[J].生物学杂志,2018,35(3):115-117.
- [4] 赵银丽,李国喜,苏兰利.以学科前沿为导向的动物学教学方法的探索和应用[J].教育现代化,2018,5(43):141-156.
- [5] 曹茂盛,关长斌,徐甲强.纳米材料导论[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2001.

作者简介:王雷(1985—),男,汉族,安徽省安庆市宿松县人,副教授,博士,毕业于西北工业大学,材料加工工程专业,研究方向为高温合金、高熵合金等,现从事高校教职工作。