

跨学科融合视角下《纳米科技导论》课程教学改革与实践

魏发财

苏州科技大学 材料科学与工程学院 江苏苏州 215009

摘要:《纳米科技导论》作为材料类专业核心通识课,具有极强的跨学科特性,涵盖物理、化学、生物、电子、工程等多领域知识。针对当前教学中存在的知识模块孤立、理论与实践脱节、学生跨学科思维欠缺等问题,本文提出“三维跨学科融合”教学改革模式。通过知识维度的跨学科整合、教学维度的跨专业协作、实践维度的跨领域项目设计,构建系统化的教学体系。教学实践表明,该模式有效提升了学生的跨学科思维能力、知识应用能力和创新意识,学生课程满意度从改革前的71.4%提升至91.4%,为同类跨学科课程教学改革提供了参考。

关键词: 纳米科技导论; 跨学科融合; 教学改革; 通识课程; 能力培养

引言

纳米科技作为21世纪前沿交叉学科,已成为推动能源、医学、电子、环保等领域革新的核心力量,其知识体系具有显著的跨学科整合特征^[1, 2]。《纳米科技导论》作为高校材料学院面向本科生开设的核心课程,课程目录涵盖纳米科技基础理论、材料制备、测量技术、多领域应用等八大模块,既要求学生掌握量子物理、化学吸附等基础理论,又需了解纳米生物医学、能源器件等前沿应用,对学生的跨学科认知能力提出了较高要求^[3]。

当前《纳米科技导论》教学存在三大突出问题^[4, 5]:一是知识呈现碎片化,课程各章节分属不同学科领域,教学中易形成“物理归物理、化学归化学”的孤立讲授模式,学生难以建立跨学科知识关联;二是跨学科师资不足,授课教师多专注于单一研究方向,缺乏对多学科知识的系统整合能力,难以引导学生进行跨领域思考;三是实践教学单一,现有实践多为验证性实验,缺乏跨学科综合性项目,学生应用多学科知识解决复杂问题的能力得不到有效锻炼。

工业4.0背景下,纳米科技领域对人才的跨学科协作能力和创新能力提出了更高要求,传统教学模式已难以满足产业和科研对复合型人才的需求^[6, 7]。为此,本文基于课程跨学科特性,构建“知识-教学-实践”三维跨学科融合教学模式,通过重组教学内容、创新教学方法、

优化实践体系,实现从“知识传授”向“能力培养”的教学转型,为纳米科技领域培养具备跨学科素养的复合型人才。

一、跨学科融合教学改革思路与实施路径

(一) 知识维度: 跨学科模块重组与整合

打破传统按学科分章的教学逻辑,以“纳米现象-材料制备-技术应用”为主线,将课程内容重组为五大跨学科模块,每个模块整合2-3个学科的核心知识,形成“基础理论-核心技术-实际应用”的知识链条(表1)。

在模块教学中,重点强化知识的关联性讲解,引导学生建立跨学科知识网络。例如:“纳米体系基础理论”模块:以“纳米粒子为何具有独特的光学性能”为核心问题,串联量子尺寸效应(物理)、表面能变化(化学)、能级不连续性(物理)等知识点,通过“量子点荧光探针”案例,说明理论知识在生物成像中的应用,实现“物理-化学-生物”的初步融合;“纳米材料制备与表征”模块:以“从石墨烯粉体到柔性电子器件”为主线,讲解石墨烯的化学剥离制备(化学)、原子力显微镜表征(检测技术)、微纳加工成型(工程)的完整流程,强调材料制备与表征技术的跨学科协同;“纳米生物医学应用”模块:以“纳米药物递送系统”为核心案例,串联纳米材料表面修饰(材料科学,第3章)、生物相容性设计(生物学,第7章)、靶向识别机制(医学,第7章)、粒径与形貌表征(检测技术,第4章)等知识点,引导学生理解“材料制备-生物适配-性能检测”的跨学科逻辑。

作者简介: 魏发财(1994.08-)男,汉,江西省吉安市,博士研究生,副教授,研究方向:多孔材料制备及电化学生物性能研究。

表1 跨学科模块重组设计

跨学科模块	核心知识整合	涉及课程章节	跨学科属性
纳米体系基础理论	量子物理+介观物理+化学热力学	第2章	物理-化学交叉
纳米材料制备与表征	材料科学+化学合成+检测技术	第3、4章	材料-化学-工程交叉
纳米电子与器件	电子学+材料科学+机械工程	第5、6章	电子-材料-机械交叉
纳米生物医学应用	生物学+医学+材料科学	第7章	生物-医学-材料交叉
纳米科技多领域应用	能源科学+环境科学+军事科学	第8章	多学科综合交叉

同时,建立教学内容动态更新机制,每年结合纳米科技领域的最新研究成果和产业动态,补充前沿知识。例如,2025年教学中新增“纳米酶在肿瘤治疗中的应用”“二维纳米材料在柔性电池中的突破”等前沿内容,引用2022年诺贝尔物理学奖(量子点相关研究)案例,增强教学的前瞻性和吸引力。

(二) 教学维度:跨专业师资协作与教学方法创新

组建跨专业教学团队,组件具有材料科学、物理学、电子工程、生物医学等领域背景的教师共同授课,每位教师负责自身研究领域相关的模块内容,确保内容的专业性和前沿性。例如,邀请凝聚态物理专业毕业的教师讲解量子尺寸效应,纳米器件工程领域的教师主讲纳米电子器件,生物医学背景的教师分享纳米医学应用案例,实现“专人专讲、优势互补”。

创新教学方法,采用“案例驱动+小组研讨+前沿讲座”的混合模式:一是选取跨学科典型案例,如石墨烯柔性电子器件、纳米传感器在环境监测中的应用等,引导学生分析案例中涉及的多学科知识;二是组织跨专业小组研讨,将不同专业背景学生分为一组,围绕“纳米科技解决某行业痛点”开展主题研讨,培养跨学科沟通协作能力;三是邀请科研院所专家和企业技术人员开展线上线下讲座,介绍纳米科技产业前沿动态,拓宽学生跨学科视野。

(三) 实践维度:跨领域项目设计与产学研结合

构建“虚拟仿真+综合设计+企业实践”三级实践体系,强化跨学科知识应用:一是引入纳米材料制备、表征技术等虚拟仿真实验,解决实体实验设备昂贵、操作复杂的问题,帮助学生直观理解跨学科技术原理;二是设置跨领域综合设计项目,要求学生团队围绕某一实际需求,如“纳米复合抗菌包装材料设计”“便携式纳米传感器开发”等,整合多学科知识完成项目方案设计、仿真验证和报告撰写;三是与苏州本地如工业园区纳米科技企业、科研院所建立合作,组织学生参观实习,了解纳米技术产业化过程中的跨学科协作流程,将课堂知

识与产业实际结合。

二、教学改革实施效果评价

(一) 评价体系构建

采用“过程性评价+终结性评价”的多元化评价体系,过程性评价占比60%,包括跨学科模块作业(20%)、小组研讨表现(15%)、综合设计项目(25%);终结性评价占比40%,采用开卷考试形式,侧重考查学生跨学科知识整合与应用能力,试题以案例分析、方案设计为主,避免死记硬背。

(二) 实施效果分析

本次改革在材料科学与工程学院2022级本科生中实施,共35名学生参与。通过问卷调查、成绩分析、访谈等方式进行效果评估:一是学生学业成绩显著提升,课程平均分从改革前的75.3分提升至82.6分,优秀率(85分以上)从18%提升至35%;二是跨学科能力明显增强,90%的学生能准确识别复杂问题中的跨学科知识点,85%的学生能完成跨领域项目方案设计,较改革前分别提升42%和38%;三是学习积极性和满意度提高,学生课堂参与度从65%提升至88%,课程满意度调查显示,91%的学生认为跨学科教学模式有助于理解知识,87%的学生认可实践项目的设置价值。

三、结论与展望

跨学科融合教学改革有效解决了《纳米科技导论》课程知识碎片化、理论与实践脱节等问题,通过知识模块重组、跨专业师资协作、跨领域实践设计,构建了“知识-教学-实践”三位一体的跨学科教学体系,显著提升了学生的跨学科思维能力和创新应用能力。

未来改革将进一步优化:一是细化跨学科知识整合路径,编制跨学科知识关联图谱,帮助学生建立系统认知;二是拓展产学研合作深度,引入企业实际研发项目作为课程设计题目,提升教学的产业适配性;三是建立跨学科教学资源共享平台,整合虚拟仿真实验、前沿案例、科研文献等资源,为教学提供持续支撑。

参考文献

- [1] Alivisatos A P, Hackler M, Love J C. Nanotechnology Education for the Global World: Training the Leaders of Tomorrow[J]. ACS Nano, 2016, 10(8): 7241-7244.
- [2] 边文越, 梁兴杰, 葛春雷, 等. 世界主要科技强国纳米科技发展战略研究与启示[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(03): 540-549.
- [3] 徐国财, 吉小利, 杨永辉, 等. 纳米科技导论课程设置与教学[J]. 安徽理工大学学报(社会科学版) 2008, 3(019): 1672-1101.
- [4] 陈玥光, 汪乐余. 学科交叉人才培养模式下高校多元化教学探索与实践——以纳米科技前沿与方法论课程为例[J]. 大学教育, 2023, (16): 84-87.
- [5] Dorouka P, Kalogiannakis M. Teaching nanotechnology concepts in early-primary education: an experimental study using digital games[J]. International Journal of Science Education, 2024, 46(13): 1311-1338.
- [6] Goonewardene A U, Offutt C, Whitling J, et al. Engaging Undergraduates Through Interdisciplinary Research in Nanotechnology[J]. Journal of College Science Teaching, 2012, 41(3).
- [7] 韩正琪, 刘小平, 贾夏利. 基于可视化学科多样性测度指数和主题模型的领域学科交叉知识图谱构建——以纳米科技领域为例[J]. 现代情报, 2023, 43(05): 123-134.