

# 以创新思维与能力培养为导向的“材料物理性能”课程教学改革研究与实践

王斌 申小萌 梁慧君  
(新乡学院 河南新乡 453003)

**摘要:**本文聚焦“材料物理性能”课程教学改革的研究与实践,以创新思维与能力培养为导向,系统分析了该课程教学改革的重要性、当前存在的困境及实践路径。针对教学内容与行业实际脱节、教学方法单一缺乏互动性、实践教学环节薄弱、考核方式难以体现创新能力、师资创新教学能力有待提升等困境,本文提出优化教学内容衔接行业前沿、创新教学方法增强课堂互动、强化实践教学搭建创新平台、改革考核方式注重能力评价、提升师资水平赋能创新教学等实践路径,为材料类专业课程建设提供了新思路与实践参考。

**关键词:**材料物理性能;创新思维;能力培养;课程改革;教学实践;工程教育

**引言:**随着新材料产业的迅猛发展与国家战略需求的升级,材料行业对人才创新思维与解决复杂工程问题能力提出了更高要求。传统以知识传授为中心的教学模式已难以满足新形势下高素质创新型材料人才培养需求。在新工科建设与工程教育专业认证背景下,“学生中心、产出导向、持续改进”的教育理念为“材料物理性能”课程改革提供了新思路。材料物理性能涉及晶体结构、材料缺陷、力学性能、热学性能、电学性能等多维知识体系,具有理论性强、工程应用广泛的特点,是培养学生创新思维与工程实践能力的理想平台,亟需进行以能力培养为导向的教学改革与实践探索。

## 一、以创新思维与能力培养为导向的“材料物理性能”课程教学改革重要性

### (一) 契合行业对创新人才的需求

现代材料产业迅猛发展催生了对创新型材料人才的迫切需求,“材料物理性能”作为连接微观结构与宏观性能的关键课程,在培养学生创新思维方面具有独特优势<sup>[1]</sup>。当前材料领域不断涌现新材料、新工艺、新应用,传统教学内容已无法满足行业前沿发展需要。企业急需具备系统思维、创新解决复杂工程问题能力的高素质人才,尤其渴望那些能从材料物理性能角度提出创新设计方案的专业人才。“材料物理性能”课程通过改革创新,将晶体结构、电学性能、磁学性能、热学性能等知识点与行业真实案例相结合,使学生所学理论知识更贴合工业实际应用场景。

### (二) 提升学生综合素养与竞争力

“材料物理性能”课程跨越理论基础与工程应用两大领域,通过创新思维导向的教学改革,能全面提升学生的综合素养与职场竞争力。该课程涉及晶体学、固体物理、材料科学等多学科知识融合,本身就是培养学生

跨学科思维能力的绝佳平台。创新导向的教学改革强调学生主动参与学习过程,促使他们不仅掌握基础知识,还能进行创造性思考与应用。学生在分析材料物理性能机理、解决实际工程问题过程中,批判性思维能力得到锻炼,创新意识逐渐形成。改革后的课程着重培养学生对材料性能的预测能力、设计能力与优化能力,使他们在未来职业发展中具备更强的适应性与创新力。随着学生在课程学习中逐步建立系统化思维方式,分析解决复杂工程问题的能力明显增强,无形中提高了他们在就业市场中的核心竞争力。

## 二、“材料物理性能”课程教学存在的困境

### (一) 教学内容与行业实际脱节

“材料物理性能”课程内容过于偏重理论推导,忽视工程实践应用。教材体系陈旧,长期固守晶体物理性能、弹性理论、热学性质等传统框架,缺乏新型功能材料、智能材料、纳米材料等前沿内容。课程案例多为上世纪经典实验,难以体现当代材料科技发展成果。知识点碎片化严重,晶体结构、电学性能、热学性能等内容相互割裂,学生难以形成系统认知。课程缺少对材料设计、性能优化与预测等实际需求的关注,导致学生所学难以应用于实际工程问题解决<sup>[2]</sup>。

### (二) 教学方法单一缺乏互动性

“材料物理性能”课堂采用传统灌输式教学,教师讲授占据主导地位,学生被动接受知识。教师习惯按教材章节顺序讲解晶体结构、缺陷、力学性能、热学性能等内容,缺乏启发式教学设计。抽象物理概念与复杂数学模型讲解占用大量课时,学生兴趣低下,甚至产生畏难情绪。教学手段落后,多依赖传统板书与幻灯片,缺乏现代化教学技术支持,难以形象展示材料微观结构与宏观性能关联。

(三) 实践教学环节薄弱

“材料物理性能”实践教学存在明显短板，理论与实践难以有效衔接。课程实验比例过低，难以支撑学生通过实践理解抽象理论。实验项目陈旧，以晶体结构测定、热导率测量、弹性模量测定等验证性实验为主，缺乏设计性与创新性实验。实验设备老化，先进材料表征仪器匮乏，学生难以接触行业前沿测试技术。实验室开放有限，学生自主实践机会稀少，课余探索难以开展。实践教学过于强调操作流程，忽视对物理机制的深入探讨，学生难以建立理论与实验现象的联系。实习基地资源不足，学生接触材料生产与研发环境的机会有限，理论知识难以转化为工程能力。虚拟仿真资源缺乏，无法通过数字化手段弥补实体实验条件不足。综合创新实践项目少，学生解决复杂材料物理问题的能力得不到有效锻炼。

(四) 考核方式难以体现创新能力

“材料物理性能”考核过分依赖期末闭卷考试，难以评价学生创新思维与实践能力。试卷内容多为基本概念、公式推导与简单计算，缺乏材料性能分析与设计类题目。选择题、填空题比重过大，主观题、论述题、设计题比例过小，难以考查学生发散思维与创造性解决问题能力。考核侧重记忆性知识点，如晶体结构类型、物理性能定义、基本公式等，忽视对分析问题能力的评价。过程性评价缺失，平时表现、课堂讨论、实验操作等环节权重不足，导致学生平时学习动力不强。考核内容与工程实际脱节，缺乏材料性能优化设计、预测等应用导向题目，难以检验学生理论转化为工程方案的能力。评价主体单一，以教师评价为主，缺少多元评价机制，评价结果片面。标准答案思维固化，创新性解答难以得到认可。

(五) 师资创新教学能力有待提升

“材料物理性能”教师队伍创新教学能力存在明显不足。任课教师多具备扎实材料学理论基础，但教育教学理念相对滞后，创新意识不强。部分教师长期沿用传统模式讲授晶体结构、热学性能、电学性能等内容，缺乏教学改革动力。青年教师工程实践经验不足，难以将抽象物理理论与具体材料工程案例有机结合。教师知识更新不及时，对新材料、新测试技术了解不足，导致教学内容陈旧。信息技术应用能力薄弱，对虚拟仿真、在线教学平台等现代教学手段利用不充分。跨学科知识结构不完善，对材料物理性能涉及的交叉学科知识整合能力不足，难以引导学生建立系统框架。创新教学研究积极性不高，教学改革实践探索不足，教学方法创新步伐缓慢，难以适应创新型材料人才培养需求。

三、以创新思维与能力培养为导向的“材料物理性能”课程教学实践路径

(一) 优化教学内容，衔接行业前沿

“材料物理性能”课程内容优化应立足基础理论，紧密衔接行业应用。重构教学内容模块，晶体结构章节引入层状金属氧化物正极材料案例，将抽象的晶格概念与实际电池材料结构相结合<sup>[3]</sup>。设计“多层次”知识体系：基础理论层强调晶体学基础知识掌握；应用分析层融入XRD表征方法学习，学生应用Bragg定律分析实际材料的晶面间距；创新设计层鼓励学生探讨晶体结构对材料性能的影响机制。教材内容更新周期缩短至两年，及时纳入新型功能材料、智能材料研究进展。每章节配套开发2-3个行业案例，如电池材料、半导体材料等，将学科前沿知识转化为教学资源。重点打通知识点之间的联系，如晶体缺陷与材料力学性能、微观结构与导电特性等关联机制，培养学生系统思维能力。课程内容不再局限于传统章节划分，而是按照材料结构-性能-应用的逻辑重组，使学生既掌握基础理论，又具备分析解决实际材料问题的能力。

(二) 创新教学方法，增强课堂互动

针对“材料物理性能”教学特点，采用“三段式”互动教学模式。课前导学环节，学生通过VESTA软件预先构建晶体模型，体验不同晶系的特点，带着问题进入课堂。课中互动环节实施“5P教学法”：Problem（问题导入）、Presentation（内容讲解）、Practice（实践操作）、Probe（深入探究）、Perspective（拓展视野）。以晶体衍射理论教学为例，先提出“如何通过XRD确定晶体结构”问题，引发思考；再讲解Bragg定律基本原理；随后学生动手分析实际XRD图谱，计算晶面间距；进而探讨衍射峰强度与材料相纯度关系；最后拓展至原位XRD在材料研究中的应用前景。课堂采用小组协作方式，学生分组研究P2型层状氧化物结构特点与电池性能关系，模拟学术研讨氛围。翻转课堂尝试，部分主题由学生预先准备，课上担任“小老师”角色讲解，培养表达能力与自主学习的能力。数字化教学工具广泛应用，通过AR增强现实技术直观展示三维晶体结构，降低抽象概念理解难度。

(三) 强化实践教学，搭建创新平台

实践教学体系构建“一平台、三模块、多层次”结构。“一平台”指材料物理性能综合实验平台，整合材料制备、结构表征、性能测试设备资源。“三模块”包括基础实验模块、综合设计模块与创新实践模块。基础实验环节注重仪器操作规范，学生学习XRD、DSC等基础表征方法；综合设计环节培养解决复杂问题能力，学生完

成从材料制备到性能测试全流程；创新实践环节鼓励创造性思维，学生尝试设计新材料或优化现有材料性能。实验项目分为验证型、设计型与创新型三个层次，学生根据能力水平选择相应难度项目。构建虚拟仿真实验资源库，开发晶体结构可视化、材料性能模拟等虚实结合项目，弥补实体条件限制。建立“开放实验室+预约制”管理机制，学生可预约使用表征设备开展自主探究。搭建材料创新工作坊，提供3D打印、激光切割等工具，支持学生将创意转化为实物。实施“周末科学营”活动，邀请一线工程师带领学生解决实际材料问题，培养工程思维与实践创新能力。

#### （四）改革考核方式，注重能力评价

建立“多维度、全过程”评价体系，打破传统单一考试模式。考核结构调整为过程性评价60%、终结性评价40%，突出能力培养导向。过程性评价包括课堂参与度（15%）、实验表现（20%）、项目完成质量（25%），全面考查学生学习过程。终结性评价采用“笔试+实操”结合方式，笔试题型设计强调创新思维，增加材料性能分析与优化设计题目比例；实操环节要求学生独立完成材料表征与数据分析任务，检验实际操作能力。引入项目制考核，学生以小组形式完成“层状氧化物结构优化设计”等项目，通过成果展示与答辩进行评价。构建多元评价主体，除教师评价外，引入学生互评（10%）、行业专家评价（10%），提供多角度反馈。评价指标体系包含知识掌握、问题分析、创新思维、实践操作四个维度，每个维度设置明确评分标准。建立电子档案袋（e-portfolio）评价机制，学生建立个人学习档案，记录学习进步过程，形成持续改进的闭环评价系统，真正实现以评促学、以评促创。

#### （五）提升师资水平，赋能创新教学

师资队伍建设和采取“内培外引、理实结合”策略，打造创新型教学团队。实施“双能型”教师培养计划，提升教师学科专业能力与教学创新能力<sup>[4]</sup>。组织材料表征新技术培训，教师掌握XRD、SEM等先进表征方法，提升专业实践能力。开展教学创新工作坊，研讨案例教学法、项目教学法在“材料物理性能”课程中的应用。建立校企人才交流机制，安排教师定期赴材料企业实践锻炼，积累工程案例资源。构建“传帮带”青年教师培养制度，老教师指导青年教师教学设计与课堂实施，加速教学能力成长。推动教学团队结构优化，形成学科带头人引领、骨干教师支撑、青年教师参与的梯队结构。建立教学激励机制，将教学改革成效纳入绩效考核，鼓励教师投入教学创新。组织“材料物理性能”教学沙龙，定期交流教学经验与改革成果，营造教学研究氛围。支

持教师参与MOOC建设，开发数字化教学资源，拓展教学影响力。通过系统提升师资水平，为课程改革提供坚实人才基础，推动创新导向的教学模式落地生根。

#### 结束语

“材料物理性能”课程教学改革是适应新工科建设要求、提升材料专业人才培养质量的重要举措。未来应持续深化改革、总结经验、完善方法，进一步推动“材料物理性能”课程教学改革向纵深发展。唯有坚持“以学生为中心”的教育理念，紧密对接行业需求，才能培养出具备扎实理论基础、突出创新能力和强烈社会责任感的高素质材料专业人才。

#### 参考文献：

- [1]梁莹,王潇.新工科背景下物理实验教学中的课程思政[J].物理通报,2025,(07):72-76.
- [2]王雪迎.现代职教背景下高职院校大学物理课程改革[J].辽宁师专学报(自然科学版),2025,27(02):15-18+57.
- [3]樊英杰.以工程思维能力培养为导向的大学本科物理实验教学改革与创新[J].实验室研究与探索,2021,40(04):171-175.
- [4]梁金,胡进波,许瀚.以创新思维与能力培养为导向的“材料物理性能”课程教学改革研究与实践[J].山东化工,2021,50(04):220-221.

#### 作者简介：

第一作者简介：姓名：王斌（1983年10月-），性别：男，民族：汉族，籍贯：河南省开封市，单位：新乡学院，职称：副教授，学历：博士研究生，研究方向：材料学。

第二作者简介：姓名：申小萌（1987年5月-），性别：男，民族：汉族，籍贯：河南新乡，单位：新乡学院物理与电子工程学院，职称：副教授，学历：硕士，研究方向：无线传感器网络。

第三作者简介：姓名：梁慧君（1978年6月-），性别：女，民族：汉族，籍贯：河南省许昌市，单位：新乡学院，职称：副教授，学历：博士研究生，研究方向：研究生教育及纳米材料的调控合成及光催化研究。

基金课题（须有编号）：2023年度河南省高等学校青年骨干教师培养计划-过渡金属掺杂 $K_xMnO_2$ 钾离子电池正极材料研究（2023GGJS160）；2023年河南省高等教育教学改革研究与实践项目（研究生教育类）（2023SJGLX348Y, 2023SJGLX353Y）；2025年河南省研究生教育改革与质量提升工程项目（案例项目）-高等物理化学（YJS2025AL142）