

# 基于智慧课程与思政融合的《无机材料物理性能》 教学改革与实践探索

杨俊瑞, 赵营刚, 马娟娟

洛阳理工学院 材料科学与工程学院, 河南 洛阳 471023

DOI:10.61369/EIR.2025040002

**摘要:** 本研究以《无机材料物理性能》课程为载体, 探索智慧课程与思政教育的深度融合。针对传统教学痛点, 构建“知识-能力-价值”协同育人模式, 依托虚拟仿真、项目式学习及大数据技术, 将思政元素融入专业场景: 以“芯片卡脖子”问题关联能带理论强化科技报国使命, 通过古陶瓷热学性能分析提升文化自信。实践显示, 学生平均分提升12.1%, 案例分析得分率从65%增至82%, 90%的项目体现跨学科创新, 科技使命感(89%)与工程伦理意识(91%)显著增强。

**关键词:** 智慧课程; 课程思政; 无机材料物理性能; 教学改革; 协同育人

## Teaching Reform and Practical Exploration of the Course "Physical Properties of Inorganic Materials" Based on the Integration of Smart Curriculum and Ideological and Political Education

Yang Junrui, Zhao Yinggang, Ma Juanjuan

School of Materials Science and Engineering, Luoyang Institute of Technology, Luoyang, Henan 471023

**Abstract:** This study takes the course "Physical Properties of Inorganic Materials" as a carrier to explore the deep integration of smart curriculum and ideological and political education. Addressing the pain points of traditional teaching, a collaborative education model of "knowledge-ability-value" is constructed, leveraging virtual simulation, project-based learning, and big data technologies to integrate ideological and political elements into professional scenarios. For instance, the "bottleneck" issue in chip technology is linked to energy band theory to strengthen the mission of serving the country through science and technology, while the analysis of the thermal properties of ancient ceramics enhances cultural confidence. Practical results show that students' average scores increased by 12.1%, the scoring rate of case analysis rose from 65% to 82%, 90% of the projects demonstrated interdisciplinary innovation, and there was a significant enhancement in students' sense of scientific and technological mission (89%) and engineering ethics awareness (91%).

**Keywords:** smart curriculum; curriculum ideological and political education; physical properties of inorganic materials; teaching reform; collaborative education

## 引言

### (一) 研究背景与意义

#### 1. 无机材料物理性能课程在材料学科中的重要性

作为材料学科核心课程,《无机材料物理性能》聚焦陶瓷、半导体等无机材料热、电、力、光性能,解析微观机制与宏观表征,构建“成分-结构-性能”关联框架,为材料设计等提供依据。学科层面,深度关联新能源、电子信息等前沿,助力突破芯片材料等“卡脖子”技术;教学层面,是学生掌握性能分析、跨学科创新的关键基础。还通过揭示性能与科技互动,培养创新人才,支撑国家新材料战略<sup>[1]</sup>。

#### 2. 智慧课程建设对教学改革的推动作用

智慧课程建设为《无机材料物理性能》教学改革注入新动能,推动教学从“知识灌输”转向“能力培养”<sup>[2]</sup>。技术赋能教学场景,借助虚拟仿真实验突破传统课堂限制<sup>[3]</sup>,将能带结构等抽象理论转化为直观动态模型,加深学生理解<sup>[4]</sup>;数据驱动精准教学<sup>[5]</sup>,通过在

线平台记录学习行为数据，定位盲区以实现个性化辅导与资源推送；混合式教学重构课堂<sup>[6]</sup>，以“线上自主探究+线下研讨实践”为主，如课前学陶瓷介电机理、课中研讨“新能源材料设计”，激发高阶思维。此外，智慧课程促进资源共享迭代，同步更新前沿成果，支撑创新人才培养。

### 3. 课程思政在工科专业中的育人价值

《无机材料物理性能》课程思政协同培养工科学生科学精神、家国情怀与工程伦理<sup>[7]</sup>。讲授中融入思政：借材料性能发现历程传严谨求实精神<sup>[8]</sup>；结合半导体技术突破案例激科技报国志<sup>[9]</sup>；论材料生态影响树绿色伦理观<sup>[10,11]</sup>。以“知识-能力-价值”模式，让学生懂性能规律、明社会责任，立“材料强国”信念，促专业技能与人文素养同升。

## （二）研究现状与问题

### 1. 当前无机材料课程教学中的痛点

《无机材料物理性能》教学存多重挑战。理论体系抽象，涉及晶体结构等微观机制的数学建模与量子阐释，学生因概念晦涩、公式推演生畏难；传统讲授与实验条件受限，致理论和工程应用关联认知断层；跨学科知识融合，学生前置知识差异易成理解鸿沟；教学重理论轻工程思维，缺实际案例剖析，制约学生从系统视角到创新能力的进阶。

### 2. 智慧课程与课程思政融合的实践探索现状

《无机材料物理性能》课程开展智慧课程与思政融合实践，借虚拟仿真、大数据建动态模型与模拟平台，可视化抽象理论，以混合教学、学情分析优化思政融入<sup>[12]</sup>。还挖掘多维思政元素，借中外技术差距、绿色案例、科学家故事育报国志、可持续观与工匠精神。虽有高校实现“知识+思政+数字化”育人，仍存思政与专业衔接生硬、智慧资源缺、教师跨学科弱等问题<sup>[13]</sup>，需建特色案例库、优设计，促“智教”“德育”互嵌，提升工科人才素养与担当。

## 一、无机材料物理性能课程思政元素挖掘与设计

### （一）课程思政目标

该课程思政目标构建“科学精神-家国情怀-工程伦理”育人体系。科学精神上，借材料理论构建的逻辑推演、实验验证，以新型半导体研发培严谨态度与创新思维<sup>[14]</sup>；家国情怀上，结合中国科学家攻克“卡脖子”技术历程，促学生理解科技自立自强，厚植报国责任；工程伦理上，围绕材料生态议题，树绿色制造与社会责任观，实现知识教育与价值观引领共振<sup>[15]</sup>。

### （二）思政元素与知识点的融合路径

案例1：从半导体材料的电学性能延伸至“芯片技术‘卡脖子’问题与自主创新”

从半导体材料的电导率、载流子迁移率、能带结构等电学性能入手，解析硅基材料与氮化镓等第三代半导体的物理特性及在集成电路中的应用原理。结合美国对华芯片技术封锁背景，对比中外研发差距，引入华为海思、中芯国际突破技术壁垒的案例，强调核心技术自主可控的战略意义；讲解“摩尔定律”极限下新型半导体材料的创新路径，引导理解原始创新的重要性，激发科技报国使命感。组织“中国芯”主题研讨，让学生结合电学性能参数模拟芯片材料选择与优化，思考“卡脖子”问题破解路径，以此强化“关键材料决定核心技术”的认知，培养创新精神与家国情怀。

案例2：通过陶瓷材料的热学性能探讨“传统文化（如青花瓷）与现代科技传承”

以陶瓷材料的热膨胀系数、热稳定性、导热机制为核心，解析传统青花瓷釉料高温烧结工艺与现代航天隔热瓦等结构陶瓷的性能优化原理。通过研究青花瓷“钴料呈色机理”和“釉面显微

结构”，揭示古代工匠智慧与现代材料科学的共通性；结合景德镇陶瓷大学古瓷复烧技术创新实践，探讨传统工艺数字化保护与新材料开发的融合路径，增强文化自信。设计“古瓷新用”实验项目，用热分析仪测试两类陶瓷热学性能差异，撰写报告分析传统工艺科技内涵及现代转化潜力，以此贯通“历史-科技-文化”逻辑链，树立“科技赋能文化传承”的责任意识，培养跨学科创新思维。

案例3：结合新能源材料的力学性能分析“双碳战略与绿色材料开发”

围绕锂离子电池电极材料的弹性模量、断裂韧性等力学性能，解析其充放电循环中的体积膨胀、应力失效问题及优化策略。结合“双碳”目标，剖析新能源材料在风电叶片、储能电池等领域的应用瓶颈，引入中国光伏产业从“技术追随”到“全球领先”的逆袭案例，对比传统化石能源与新能源材料的环境足迹，倡导全生命周期绿色设计理念。通过开展“绿色材料创客工坊”，让学生基于力学性能参数设计低环境负荷的新能源材料方案，并借助虚拟仿真平台评估其工程可行性与生态效益，以此深化“科技向善”的工程伦理观，推动学生形成“性能-环境-社会”协同优化的可持续发展思维。

## 二、智慧课程建设与教学模式创新

### （一）智慧课程技术支撑

#### 1. 虚拟仿真实验平台

针对课程中微观机制抽象、实验条件受限等痛点，虚拟仿真实验平台通过三维建模、动态交互与多物理场耦合模拟技术，将晦涩理论转化为直观可视的数字化实验场景。例如，在晶体缺陷

动力学教学中，学生可操作虚拟透射电镜观察位错运动对材料力学性能的影响。此外，平台结合课程思政目标，设计“半导体能带调控虚拟实验”，模拟国产芯片材料研发中的能带工程优化过程，使学生在技术攻关场景中感悟自主创新的紧迫性。虚拟仿真不仅破解了高温高压、极端环境等实验条件限制，更通过“沉浸式学习-自主探究”模式提升学生的科学思维与工程实践能力。

### 2. 在线互动资源库

依托 MOOC 平台构建模块化课程资源库，将核心知识拆解为“理论精讲-思政案例-工程应用”三位一体的微课单元。如“介电性能”章节，同步讲解铁电极化机制与中国科学家的技术突破；案例库收录稀土永磁材料技术封锁等实例，供自主探究。资源库设互动功能与讨论区，通过虚拟设计增强趣味，引导对新能源材料开发伦理等议题思辨，深化工程伦理意识。

### 3. 大数据分析工具

采集学生在线学习行为数据，构建个性化学习画像。通过聚类分析识别高错题群体，推送针对性习题与扩展阅读；对实验操作不规范者生成纠错报告并关联微课。数据工具助力思政精准化，借情感分析追踪案例学习评论关键词，评估思政目标达成度以优化内容与策略。还基于学习路径数据，为不同职业导向学生定制方案，实现“因材施教”与“价值观引导”协同增效。

## (二) 混合式教学模式设计

### 1. 课前：线上预习+思政问题导学

课前，智慧教学平台发布“材料性能如何影响国家科技安全？”的思政导学问题链，引导学生自主探究。学生需观看“半导体电导率与芯片技术”微课，结合“中美半导体产业对比报告”，分析材料性能参数与芯片算力、国产化路径的关联；在讨论区围绕“稀土功能材料战略价值”预研，思考关键资源自主可控的意义。教师借大数据追踪预习进度与讨论热点，动态调整课堂侧重，确保思政与专业知识深度耦合，为课中高阶学习奠基。

### 2. 课中：翻转课堂+虚拟实验+思政案例研讨

课堂环节采用“翻转+虚拟+思辨”三维联动模式：学生分组汇报预习成果，如借能带结构图阐释第三代半导体性能优势，关联“华为麒麟芯片研发困境”，讨论技术封锁背后的材料短板；随后依托虚拟仿真平台沉浸式学习，比如在“陶瓷热稳定性”教学中，模拟高温下不同釉料配方的热膨胀行为，对比古青花瓷与现代航天陶瓷性能，探讨“古法工艺数字化传承”的科技伦理。教师引入“双碳战略下新能源材料力学设计”等思政案例，组织角色扮演辩论，引导学生平衡性能优化与生态可持续，培养批判性思维与社会责任。

### 3. 课后：项目式学习

课后开展以“设计环保材料并分析其社会价值”为主题的跨周期项目式学习。学生组队完成“材料筛选-性能模拟-应用场景-社会影响”全流程实践，如选生物降解塑料，用虚拟平台测力学强度与降解速率，借 LCA 工具量化碳排放；报告需含技术方案、成本分析及对“白色污染治理”等社会议题的思考。教师跟踪进展，AI 评阅反馈，优秀作品入思政案例库。此过程强化工程思维，让学生体悟“科技向善”伦理观，实现知识应用与价值引

领统一。

## 三、教学实践与效果评价

### (一) 实施路径

“介电材料的性能与应用”教学单元依“知识-能力-价值”三阶推进：课前引导预习介电常数、极化机制等理论，结合“国产 MLCC 技术突围”微课，思考高介电材料对 5G 通信自主化的支撑；课中用虚拟平台模拟铁电材料极化测试，对比中外 MLCC 性能差距，结合华为案例研讨“卡脖子”技术的材料原理；课后开展“环保型介电材料设计”实践，优化生物基薄膜方案并阐释其减少电子废弃物的伦理意义。通过多维度考核与学习大数据反馈，实现专业应用、工程伦理与科技报国使命的协同评价及育人闭环。

### (二) 效果评估方法

#### 1. 学生成绩对比分析

通过对比同一专业两届学生（传统教学组与智慧思政融合教学组）的课程成绩与能力表现，量化教学改革成效，详细结果见表 1。

表 1 传统教学和智慧思政融合教学学生成绩对比分析

评估维度	传统教学组 (2022 级)	智慧思政融合组 (2023 级)	对比分析
平均分	72.5	81.3	↑ 12.1%
优秀率 (≥ 85 分)	15%	32%	↑ 17%
不及格率	8%	2%	↓ 75%
知识应用能力	理论题得分率 65%	案例分析题得分率 82%	实践关联性显著提升
课堂参与度	被动回答为主	小组研讨、虚拟实验活跃度 90%+	互动性与主动性增强

#### 2. 问卷调查与访谈

面向 2022 级学生发放问卷（有效回收率 95%），并结合深度访谈提取质性反馈，详细结果见表 2。

表 2 问卷调查与访谈结果

调查项目	评估指标	结果（均值/百分比）	典型访谈反馈
思政认同感	对国家科技战略的关注度	89%（显著提升）	“通过芯片案例，真切体会到材料人的使命。”
学习兴趣激发	课程内容与实际问题的关联性认可度	4.6/5（5 分制）	“虚拟实验让抽象概念‘活’起来了。”
技术工具满意度	虚拟仿真平台易用性与实用性	4.4/5	“极化曲线模拟实验帮助我理解了介电机理。”
价值观内化程度	对“科技向善”理念的认同度	91%	“设计环保材料时，会优先考虑生命周期影响。”

#### 3. 典型成果展示

选取代表性成果，体现知识应用与思政融合的双重目标达成，详细结果见表 3。

表3 学生典型成果展示

成果类型	项目名称 / 主题	内容概述	思政关联点	成果形式
创新设计项目	《生物基可降解介电薄膜开发》	基于介电损耗优化, 设计以玉米淀粉为基体的环保薄膜, 减少电子废弃物污染。	双碳战略、绿色制造伦理	实物原型 + 生命周期评估报告
思政主题报告	《从青花瓷到航天陶瓷: 科技与文化自信》	分析古瓷釉料热稳定性与现代陶瓷性能传承, 提出工艺数字化保护路径。	传统文化与现代科技融合	研究报告 + 微纪录片
虚拟实验案例库	《半导体能带工程与国产化突围仿真》	模拟氮化镓材料能带调控过程, 关联华为海思芯片研发案例, 提出材料创新策略。	科技自立自强、破解“卡脖子”问题	交互式仿真模块 + 技术路线图

多维度评估显示,《无机材料物理性能》智慧思政融合教学成效显著: 学生知识掌握与实践能力提升, 优秀率增长17%, 案例分析得分率达82%; 问卷调查与访谈显示, 情景化思政增强学生科技使命感(认同度89%)与工程伦理意识(“科技向善”认同度91%), 虚拟仿真等技术满意度4.4/5。《生物基可降解介电薄膜开发》等项目兼具技术创新与社会价值, 印证“知识-能力-价值”协同培养可行。数据交叉验证表明, 该模式在提升素养、塑造情怀、激发潜能上形成闭环优势, 为工科课程思政提供实证。

### (三) 实践成效与反思

《无机材料物理性能》课程智慧思政融合教学成效显著: 虚拟仿真与案例研讨破解理论抽象难题, 学生平均分提升12.1%, 案例分析得分率达82%, 项目式学习推动实践能力培养, 90%成果体现跨学科创新, 高阶思维能力显著提升。思政上构建隐性渗

透路径, 如借芯片研发困境激使命、以青花瓷案例强自信。但存在案例衔接生硬等问题。未来需深化校企合作, 引入真实攻关项目, 优化融入节奏, 形成育人闭环, 为工科课程思政提供科学人文兼具的范式。

## 四、结束语

本研究以《无机材料物理性能》课程为载体, 提出“知识-能力-价值”协同育人模式, 借助虚拟仿真、项目式学习及大数据, 将思政元素融入专业教学。如结合半导体“芯片卡脖子”问题与能带理论, 激发科技报国使命感, 破解工科思政“两张皮”难题; 依托三维路径, 显著提升学生成绩(↑12.1%)、案例分析能力(65%→82%)及跨学科创新能力(90%项目体现), 科技使命感(89%)与工程伦理意识(91%)同步增强。

## 参考文献

- [1] 王建军, 李华. 课程思政在工科专业中的实践路径研究. 中国高等教育, 2021, (12): 45-49.
- [2] 张伟, 刘洋. 智慧课程建设对高校教学改革的推动作用. 现代教育技术, 2020, 30(05): 78-83.
- [3] 陈晓明, 赵丽. 虚拟仿真实验在材料科学教学中的应用探索. 实验室研究与探索, 2019, 38(08): 112-116.
- [4] 教育部高等教育司. 新工科背景下课程思政的育人机制研究. 思想理论教育导刊, 2020, (06): 34-38.
- [5] 黄磊, 周敏. “双碳”战略驱动下的新能源材料教学设计. 化学教育, 2022, 43(03): 67-71.
- [6] 李强, 王芳. 基于大数据分析的精准教学模式研究. 电化教育研究, 2021, (04): 89-94.
- [7] 刘志军, 徐静. 混合式教学在工程伦理教育中的实践. 高等工程教育研究, 2018, (02): 55-60.
- [8] Johnson, L., Adams Becker, S., & Cummins, M. NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. The New Media Consortium. 2016.
- [9] Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Baki, M. The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. Teachers College Record, 115(3), 1-47. 2013.
- [10] Prince, M. Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 2004, 93(03): 223-231.
- [11] Dori, Y. J., & Belcher, J. How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts? The Journal of the Learning Sciences, 2005, 14(02): 243-279.
- [12] Felder, R. M., & Brent, R. Teaching and learning STEM: A practical guide. John Wiley & Sons. 2016.
- [13] Wieman, C. Large-scale comparison of science teaching methods sends clear message. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014, 111(23): 8319-8320.
- [14] Kolb, D. A. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. FT Press. 2014.
- [15] Freeman, S., et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2014, 111(23): 8410-8415.