

Research on the Reform of Practical Teaching System for Materials Science Majors under the Background of New Engineering

Yingguan Xiao

Guangxi Vocational College of Safety Engineering, Nanning, Guangxi, 530100, China

Abstract

The construction of new engineering disciplines promotes higher requirements for material related majors in terms of engineering practice, industrial adaptation, and innovation ability cultivation. The rapid iteration of material technology, intelligent manufacturing, green manufacturing, and new material research and development pose new challenges to students' practical skills, engineering awareness, and interdisciplinary abilities. Traditional practical teaching has shortcomings in terms of content depth, platform construction, school enterprise collaboration, and evaluation methods, making it difficult to support future talent demand. Based on the concept of new engineering, a system architecture guided by value, ability cultivation, and knowledge integration can be formed by reconstructing the logic of practical teaching, optimizing experimental content, constructing multi-level practical platforms, and improving collaborative education mechanisms. Building a progressive system of "basic experiments professional experiments comprehensive practice engineering training innovative research" and integrating digital, intelligent, and green concepts can help strengthen key abilities such as material design, preparation, and performance analysis, and promote the formation of a high-quality practical teaching system that meets the needs of new engineering disciplines.

Keywords

New Engineering; Materials related majors; Practical teaching; Engineering education reform; talent cultivation

新工科背景下材料类专业实践教学体系改革研究

肖颖冠

广西安全工程职业技术学院, 中国·广西南宁 530100

摘要

新工科建设推动材料类专业在工程实践、产业适应与创新能力培养方面面临更高要求。材料技术快速迭代, 智能制造、绿色制造及新材料研发对学生的实践技能、工程意识与跨学科能力均提出新的挑战。传统实践教学在内容深度、平台建设、校企协同与评价方式上存在不足, 难以支撑未来人才需求。基于新工科理念, 可通过重构实践教学逻辑、优化实验内容、建设多层次实践平台与完善协同育人机制, 形成以价值引领、能力培养与知识融合为导向的体系架构。构建“基础实验—专业实验—综合实践—工程训练—创新研究”递进体系, 并融入数字化、智能化与绿色化理念, 有助于强化材料设计、制备与性能分析等关键能力, 推动形成适应新工科需求的高质量实践教学体系。

关键词

新工科; 材料类专业; 实践教学; 工程教育改革; 人才培养

1 引言

材料科学技术与国家战略工程及产业升级紧密相关, 新工科背景下对材料类人才的理论基础、工程实践、跨学科协同与创新能力提出更高要求。然而现有实践教学仍偏重验证性实验, 内容更新滞后, 智能化平台不足, 工程意识与创新培养不够。新工科强调价值引领、产业导向与持续创新, 需要对实践内容体系、教学模式与资源结构进行整体优化,

使学生在材料制备、结构表征、性能分析与工程应用等环节形成系统能力链条。本研究基于新工科理念, 提出材料类专业实践教学改革的总体思路与实施路径, 为构建高效、前瞻性实践体系提供理论依据。

2 新工科背景下材料类专业实践教学改革的理论基础

2.1 新工科理念对材料实践教学的指向价值

新工科建设强调面向未来产业需求的人才培养结构, 强调多学科交叉融合、工程能力训练、创新能力培养以及开放共享的教学环境。材料类专业作为典型的多学科交叉领域, 其实践教学必须紧密贴合新材料研发链条, 注重材料性

【作者简介】肖颖冠(1991-), 男, 中国广东湛江人, 博士, 讲师, 从事材料科学与工程研究。

能与工程需求相结合,强化学生在复杂环境下开展材料设计、制备、加工与评价的能力。基于新工科理念,材料实践教学应摆脱单一的知识验证模式,转向以“工程问题驱动—材料设计方案制定—实验操作—性能评估—结构改进”为主线的应用型与研究导向型模式。新工科还强调创新创业与社会责任,材料类实践教学需要融入绿色发展、可持续制造与材料全生命周期管理的意识,使学生能够从未来产业需求的角度理解材料功能与工程价值。

2.2 材料类专业人才培养特征与能力需求变化

新材料领域覆盖金属、陶瓷、高分子、复合材料、功能材料与新型能源材料等类别,不同材料体系对设计方法、加工方式与性能需求存在显著差异,要求学生具备系统性材料认知、数据分析能力及工程应用能力。随着工业智能化与材料基因工程的发展,材料专业人才需掌握材料大数据、实验自动化、结构—性能预测模型等新工具,使传统实验技能向“数字材料实验能力”与“智能制造材料能力”拓展。此外,材料领域的工程应用越来越关注环境友好与绿色制造,对学生的可持续发展理念提出要求。因此,材料实践教学改革需构建促进学生能力结构全面优化的路径,使其适应新工科人才培养的多维需求。

2.3 传统材料实践教学体系的主要局限性

传统材料实践教学多数依赖于固定内容的基础实验和验证实验,学生参与度不足,创新性培养环节薄弱。实验内容多与产业前沿脱节,课程体系更新滞后,难以满足材料领域技术发展速度。实验设备落后、开放性不足、智能化水平低,限制了学生自主实践能力的提升。工程实践环节与职业场景匹配度不高,学生在真实产品开发过程中的参与不足。评价方式过度依赖结果评价,忽略学习过程、实验设计能力与工程思维的培养,无法全面反映学生的实践能力成长。因此,改革体系必须以多层次、多平台、多主体协同为方向,构建与新工科一致的实践链条。

3 材料类专业实践教学内容体系的重塑

3.1 构建递进式实践教学内容体系

在新工科理念引导下,材料类实践教学需形成层次分明、能力递进的内容体系,使学生在逐级提升的训练结构中构建系统化的材料工程能力。基础实验强调材料性质认知、实验规范与安全操作,夯实技能基础;专业实验突出材料制备、加工与表征,强化学生对组成、组织与性能关系的理解;综合实践要求学生多变量、多步骤任务中开展方案论证与结构—性能分析,提升系统思考能力;工程实践聚焦材料选择、工艺优化与工程应用,使学生在真实约束下形成工程判断;创新研究环节引导学生开展小型项目,发展独立探究与创新能力。通过“基础—专业—综合—工程—创新”递进体系,可构建覆盖材料微观结构到工程应用的完整认知链条。

3.2 实验内容向工程应用与材料前沿方向拓展

材料类实践教学需强化工程适配性并融入材料科技前沿,使学生理解材料在复杂应用场景中的作用机制。教学内

容应围绕材料设计、组织调控、界面构筑及服役行为分析展开,将失效分析、寿命预测与环境模拟纳入实践任务,培养工程判断与优化能力。同时,应引入前沿技术,如增材制造、3D打印、微纳加工、智能传感材料制备及先进复合材料制造,使学生掌握新材料工艺方法。结合材料大数据、计算模拟与高通量实验等现代研发手段,可提升学生的设计能力与数据思维。通过航空航天、电子信息与新能源等典型应用案例的嵌入,实现实验内容与工程需求的深度融合,使学生在实践中理解材料功能与应用价值。

3.3 加强材料表征技术的全过程能力训练

材料表征能力是材料类专业人才的重要基础,应将训练重点从操作性技能拓展至全过程能力构建。表征内容需涵盖显微组织观察、晶体结构测定、力学与热性能测试、电磁性能评估与腐蚀行为分析,使学生掌握材料性质的多维表征方法。在样品制备、测试方案设计、数据处理与图谱分析等环节强化训练,如XRD数据解析、SEM图像定量分析与力学曲线评价,提高学生从复杂数据中提取有效信息的能力。通过引入工程失效案例与应用讨论,促使学生将表征结果与材料优化、工程决策相结合,使表征实验成为培养材料分析能力与工程判断能力的重要载体。

4 材料类专业实践教学模式的创新设计

4.1 工程问题驱动的实践教学模式

材料工程领域的核心任务在于解决实际工程环境中的材料失效、结构稳定性不足、性能衰减、界面粘结不良等复杂问题,因此实践教学的设计应从工程问题出发构建学习任务。工程问题驱动模式将真实案例引入课堂,通过设置情境化的材料选择、结构设计、制备方案制定与性能评估任务,使学生在分析问题、查阅资料、论证方案、执行实验和优化结果的过程中实现能力的综合训练。该模式注重让学生理解材料行为背后的工程逻辑,强化参数敏感性分析、材料对服役环境的适应性判断以及失效机理推断等关键能力。通过工程问题的持续引导,学生能够形成工程思维方式,使理论知识、实验技能与工程需求深度融合,实现知识的应用化与能力的情境化,有助于培养学生在未来工程场景中的材料设计与决策能力。

4.2 线上线下融合的实践教学模式

随着虚拟仿真技术、材料大数据平台与智能教学平台的快速发展,线上与线下实验教学的融合已成为材料类专业培养模式的重要趋势。线上资源能够提供材料合成过程、组织结构演变、力学行为等难以直接观察的动态仿真,帮助学生在实验前建立认知模型;线下实验则提供真实样品制备、仪器使用与数据采集的不可替代训练,使学生获得工程实践所需的操作经验。

4.3 基于产教融合的协同实践教学模式

材料类专业与产业发展紧密相关,产教融合是提高实践教学质量、缩短人才培养与产业需求差距的重要途径。通过构建校企联合实验室、工程实践基地、协同创新平台等

资源共享机构,使学生能够在真实的工程环境中参与材料研发、测试与优化过程。企业工程师参与课程设计与项目指导,可将行业需求、最新工艺与工程案例引入教学,使学生接触到与行业一致的材料开发流程与工程规范。学生在参与产业项目的过程中,不仅能够验证课堂知识的工程适用性,还能掌握材料性能评估、工艺参数调控、失效分析与质量管理等关键技能。该协同模式强调理论与实践、学校与企业的互动,通过多主体参与共同推动实践教学质量提升,有助于培养具备创新能力、工程能力与职业素养的材料专业人才。

5 材料类专业实践平台建设及评价体系改革

5.1 构建多层次、开放共享的实践平台

在新工科导向下,材料类专业实践平台的建设必须突破单一实验室的局限,形成由基础实验中心、专业实验室、工程训练中心与科研创新平台构成的多层次体系。基础实验中心侧重规范训练与基本技能培养,专业实验室强调材料制备、结构表征与性能测试等核心能力,工程训练中心负责材料加工、工艺优化与工程应用能力培养,而科研创新平台则为学生提供问题探索、项目研究与成果转化的环境。为了提升平台整体效能,需要构建开放共享机制,使不同层级平台之间硬件条件、数据资源及技术支持能够流动互补。智能化实验设备、自动化材料加工系统、高端表征中心等先进资源的引入,可显著提升实验精度与训练深度,使学生在多场景、多环节中获得系统化能力训练。

5.2 推动实践教学评价体系的数字化与多维度化

传统评价方式以实验报告与结果为主,难以准确反映学生在材料制备、测试与工程分析过程中的真实能力。例如,在材料制备环节,学生可能仅关注最终样品的性能指标,而忽略了制备过程中参数控制的精细度、工艺优化的尝试次数以及对异常现象的处理能力;在测试环节,可能只记录关键数据点,却未体现设备操作的规范性、测试条件的选择依据及对测试误差的分析;在工程分析环节,可能仅给出结论性判断,缺乏对数据背后物理意义的深入解读和多方案对比论证。新工科背景下,评价体系应由单一结果考核向全过程、多维度评价转变。通过将实验准备(如实验方案设计的合理性、所需材料与仪器的预检预查)、设备操作(如仪器开机流程的规范性、参数设置的准确性、操作过程中的安全意识)、数据处理(如原始数据的整理、异常值的识别与处理、统计方法的恰当应用)、问题诊断(如实验中出现故障时的排查思路、原因分析的逻辑性)、结果分析(如对实验现象的解释深度、与理论预期的偏差讨论、结论的科学性)及工程应用思考(如实验成果在实际工程中的潜在价值、改进方向的可行性探讨)等环节纳入评价维度,可更全面呈现学生的学习质量。依托智能实验室与数据采集系统,可自动追踪学生操作轨迹(如在显微镜下观察样品时的移动路径、在仪器面板上的按键顺序)、实验参数调整过程(如温度、压力、时间等参数的修改记录及修改后的效果反馈)、算法选择路径(如在数据分析软件中选择不同计算模型的依据和比较过程)等

信息,实现评价的数字化(通过数据量化各环节表现)、可视化(通过图表直观展示操作流程和参数变化趋势)与证据化(以客观数据作为评价依据,减少主观判断误差)。多维度评价不仅强调学生实验技能的准确性(如仪器操作的熟练度、数据记录的精确性),还强调工程思维的形成(如从实际问题出发进行系统分析的能力)、创新意识的表达(如提出新颖实验方法或改进建议的勇气)、团队合作表现(如在小组实验中分工协作的效率、沟通协调的能力)与职业素养的成熟(如实验记录的规范性、实验安全的重视程度、对实验结果负责的态度),为学生能力构建提供更科学的反馈机制,帮助学生在知识、技能、思维和素养等方面得到全面提升。

5.3 引入产业评价与多主体协同评价机制

材料产业技术更新快、工程需求多样化,因此实践教学评价必须更加贴近产业标准。通过引入企业工程师、材料研究机构专家参与学生实践评价,可有效提升评价体系的专业性与应用性,使评价标准与工程实践需求保持一致。学生自评侧重反思能力,同伴互评强调协作表现,教师评价关注整体学习质量,行业评价则强调应用价值与工程可行性。将多主体评价结果整合可形成更立体、更真实的能力画像。协同评价机制不仅丰富了实践教学反馈渠道,也促进学生对行业逻辑、职业规范及工程责任的理解,有助于推动工程素养、创新意识与综合能力的协同发展,使实践教学评价体系更加科学、开放且具有持续改进能力。

6 结语

新工科建设推动材料类专业实践教学体系进入全面重构阶段。面对材料技术迅猛发展和产业需求的升级,材料类专业实践教学必须从体系结构、内容设置、教学模式、平台建设及评价机制等方面进行深层次改革。通过构建递进式实践内容体系、强化工程问题导向、推进虚拟仿真与智能化融合、完善产教融合协同机制以及建立多维度评价体系,可有效提升学生的材料设计能力、工程实践能力与创新能力。材料类专业实践教学改革需持续迭代,并在行业发展及技术创新的推动下不断优化,使培养出的毕业生能够适应新材料产业的需求与未来工程技术的发展趋势。该体系改革不仅对材料类专业具有重要意义,也为新工科背景下工科人才培养模式创新提供了可推广的参考路径。

参考文献

- [1] 贺图升,黎载波,刘洋,等.新工科背景下材料专业实践教学体系建设路径探索[J].教育教学论坛,2024,(16):121-124.
- [2] 杨闯,杨峰.新工科背景下材料科学与工程专业协同育人的创新与实践[J].创新创业理论与实践,2025,8(04):121-124.
- [3] 柴波,孙亚,王婷婷,等.新工科背景下材料化学专业实践教学体系建设探索[J].科教导刊,2023,(06):84-86.
- [4] 陈俊明,俞浩,黎少君,等.“新工科”背景下材料专业实践教学体系研究[J].广东化工,2020,47(09):241-242.
- [5] 邓义群,张超超,孙雯婧,等.新工科建设背景下材料类专业实践教学研究[J].科教导刊(下旬),2019,(18):43-44.