

新工科背景下《材料工程基础》一流课程建设

王艳杰 孙然* 杨海鑫 李淑娥 陈芳芳

北华航天工业学院材料工程学院, 中国·河北 廊坊 065000

摘要: 新工科建设对材料类人才提出知识体系化、能力工程化、素养综合化的高阶培养要求。《材料工程基础》作为材料类专业的学科基础必修课, 以一流课程“高阶性、创新性、挑战度”为标准, 构建知识夯实—能力进阶—素养升华三位一体高阶培养体系。本文围绕课程目标重构、教学内容优化、线上线下混合式教学、实践教学升级、课程思政融入、多元智慧考核、课程目标达成度闭环改进七大维度, 系统阐述一流课程建设路径。实践表明, 该模式有效提升学生复杂工程问题分析、工程实践与创新能力, 实现知识、能力、素养协同发展, 为新工科材料类基础课一流课程建设提供可复制范式。

关键词: 新工科; 材料工程基础; 一流课程; 线上线下混合式; 多元智慧考核

Construction of a First-Class Course for "Fundamentals of Materials Engineering" under the New Engineering Context

Wang Yanjie, Sun Ran*, Yang Haixin, Li Shu'e, Chen Fangfang

School of Materials Engineering, North China Institute of Aerospace Engineering, China Hebei Langfang 065000

Abstract: The development of new engineering disciplines calls for advanced training in materials-related fields that emphasizes systematic knowledge, engineering-oriented competencies, and comprehensive professional qualities. As a core foundational course for materials engineering programs, "Fundamentals of Materials Engineering" has been designed according to the standards of first-class courses—high-level, innovative, and challenging—establishing an integrated framework of knowledge consolidation, competency advancement, and quality enhancement. This paper systematically outlines the pathway for building a first-class course through seven dimensions: redefining course objectives, optimizing teaching content, implementing blended online-offline instruction, upgrading practical teaching, integrating ideological and political education into the curriculum, adopting diversified intelligent assessment methods, and establishing a closed-loop improvement mechanism for achieving course goals. Practice has shown that this model effectively enhances students' abilities in analyzing complex engineering problems, as well as their engineering practice and innovation skills, promoting coordinated development of knowledge, competence, and professional. It provides a replicable model for constructing first-class foundational courses in materials engineering within the context of new engineering disciplines.

Keywords: New engineering; Fundamentals of materials engineering; First-class course; Blended online-offline teaching; Diversified intelligent assessment

0 引言

新一轮科技革命与产业变革推动材料产业向高端化、智能化、绿色化转型, 新工科建设明确要求工科教育从知识传授转向知识、能力、素质三位一体培养, 突出解决复杂工程问题的高阶能力^[1-2]。《材料工程基础》覆盖材料制取、成形加工、改性处理、复合材料四大模块, 衔接数理基础、工程基础与专业核心课, 是培养材料类人才工程思维、实践能力与创新素养的关键载体。

传统教学存在知识碎片化、能力培养薄弱、素养引领不足、高阶性缺失等问题: 内容重理论轻应用、与产业前沿脱节; 教学以讲授为主, 学生被动接受; 实践考核中材

料前沿综合设计不足; 考核重结果轻过程。为破解上述痛点, 本课程以新工科理念为引领、OBE 产出导向为遵循、知识—能力—素养高阶培养为主线、线上线下混合式为路径、智慧化评价为保障, 全面推进一流课程建设, 着力打造“金课”, 为培养卓越材料工程人才奠定坚实基础。

1 课程建设基础与改革总体思路

《材料工程基础》是材料工程学院面向金属材料工程、焊接技术与工程、复合材料与工程、功能材料四大本科专业开设的学科基础必修课程, 课程以高等数学、大学物理、工程力学、工程图学等为先修课程, 承担材料制取与合成、成形加工、改性与表面工程、材料复合四大核心知识模块

的教学任务,在人才培养体系中起到承上启下、理实衔接的关键作用。

面对新工科对人才高阶性、创新性、挑战度的要求,本课程确立以学生中心、产出导向、持续改进为核心理念,以知识—能力—素养三位一体高阶培养为主线,构建“体系化知识、工程化能力、综合化素养”协同提升的总体思路。依托线上线下混合式教学模式,优化教学内容、创新教学方法、升级实践体系、完善智慧考核、深度融入课程思政,建立“教学实施—考核评价—达成分析—持续改进”的闭环机制,全面提升课程教学质量与人才培养适配度,全力推进省级、国家级一流本科课程建设。

2 一流课程建设思路和实践

2.1 面向新工科的教学内容体系优化

新工科背景下,《材料工程基础》课程立足产业高端化、智能化、绿色化发展需求,对标一流课程“高阶性、创新性、挑战度”建设标准,打破传统教学模式,推动课程从“知识灌输”向“能力导向”、“理论主导”向“理实一体化”转型。通过对原有教学内容的系统性重构、模块化整合与前沿化更新,搭建出基础扎实、重点突出、工程导向、适配多专业且可动态更新的教学内容体系,有效提升课程的高阶性、实用性与时代性,契合新工科工程技术人才培养核心要求^[1]。

课程结合新工科人才能力培养目标,将整体教学内容优化整合为四大逻辑递进、相互衔接的核心模块,构建起“制备—成形—改性—复合”的完整材料工程知识链条。其中,材料的制取与合成模块涵盖材料熔炼、粉末材料制备、高分子材料聚合等内容,夯实学生传统冶金与新型材料合成的理论与工艺基础;材料的成形与加工模块整合金属冷热成形、粉末固化、高分子成形、材料连接等核心工艺,覆盖材料工程主流应用技术体系;材料的改性与表面加工模块聚焦热处理、表面改性、防护及薄膜制备技术,侧重材料性能调控的工程应用;材料的复合模块围绕各类复合材料制备加工技术展开,精准对接高端装备、新型功能材料等新兴产业发展需求,帮助学生建立系统化、工程化的专业知识框架。

在内容组织层面,课程遵循突出重点、突破难点、强化前沿应用的原则,精准匹配新工科人才知识能力标准。课程重点聚焦行业刚需、应用广泛的核心知识,涵盖各类主流冶金技术、粉末制备检测、金属成形、焊接工艺、热处理原理及复合材料核心理论,是学生专业学习和岗位从业的必备基础。针对真空冶金、快速凝固、焊接参数优化、

热处理相变、复合材料设计等教学难点,采用分层讲解、工程案例辅助、数字化可视化教学等多元方式,由浅入深打通理论与实践壁垒,降低学生理解难度,强化知识掌握效果。同时,课程持续迭代教学内容,融入绿色冶金、短流程制备、增材制造、激光焊接等行业新技术、新工艺,对接航空航天、轨道交通、新能源汽车等战略产业需求,杜绝教学知识陈旧、与产业技术脱节的问题,凸显课程创新性。

为适配多专业新工科建设需求,课程实施差异化内容设计,打造“一平台、多适配”的教学布局,重点凸显焊接技术与工程专业特色。针对该专业,强化材料连接板块核心内容,细化焊接方法选型、工艺制定、参数优化、接头性能控制、工程缺陷分析等专业内容,融入船舶制造、压力容器、钢结构工程等真实案例,提升学生工程问题分析与解决能力。同时,优化后的课程内容与《焊接原理》《焊接结构》等后续专业核心课程深度衔接,实现知识贯通递进,筑牢专业学习基础。此外,课程兼顾金属材料工程、功能材料等专业培养需求,针对性强化材料制备、功能改性、复合设计等特色内容,满足不同专业个性化人才培养需求,全面适配新工科高素质应用型工程人才的培养定位。

2.2 线上线下混合式教学模式构建

为适配新工科教育数字化转型趋势,破解传统课堂单向灌输、学生被动学习的痛点,《材料工程基础》课程依托超星学习通智慧教学平台,搭建线上自主学习、线下深度研学、课后拓展提升的闭环混合式教学模式。课程将数字化资源与信息化手段深度融入教学全过程,重构教学流程、创新授课方式,推动学生从被动接收知识转向主动探究、深度学习,切实凸显一流课程建设的创新性与挑战度。

完备的线上资源平台是混合式教学实施的重要基础。课程对标一流课程建设要求,在学习通搭建全覆盖、多功能的线上教学空间,汇聚课件、知识点微课、工艺动画、工程案例、前沿文献、行业标准、实验指导及虚拟仿真等多元数字化资源。同时配套建设题库、作业库、讨论库,形成学习、练习、测评、互动一体化教学体系。课程依托平台实施分层递进教学,课前推送预习资源与自测题,引导学生自主预习筑基;课中设置随堂测验、抢答、分组任务等互动环节,实时把控课堂学情;课后布置作业、拓展阅读与主题研讨,助力学生巩固提升。平台可全程采集学生学习数据,生成可量化、可追溯的学情档案,为教师动态优化教学方案、开展精准施教提供可靠的数据支撑。

课程构建课前导学、课中研学、课后拓学的全流程融

合教学体系,打通线上线下教学壁垒。课前,教师依托平台发布预习任务与问题链,引导学生自主学习基础内容、梳理疑难问题,借助学情数据精准定位学生知识短板,针对性优化线下课堂内容,规避重复教学。课中以线下深度探究为核心,综合运用启发式讲授、案例解析、小组研讨、微视频辅助等教学方式,聚焦课程重难点、学生共性问题与工程核心场景开展深度教学,将课堂重心放在知识内化、能力提升与高阶思维培养上。课后依托平台推送分层作业、前沿资料与综合思考题,提供全天候线上答疑与个性化辅导,实现作业智能批改与精准反馈,支持学生随时复盘学习、查漏补缺,打破传统教学的时空限制,适配个性化学习需求。

为提升课程高阶性与挑战度,课程依托混合式体系创新多元教学方法,突出学生主体地位。课程围绕材料“成分—组织—性能—工艺—应用”核心逻辑,推行递进式问题链驱动教学,培养学生工程分析与复杂问题求解能力。同时深化案例教学,结合冶金生产、焊接工艺、高端构件制备等真实工程案例,将抽象理论具象化,强化学生工程应用能力。通过课堂提问、小组研讨、成果互评等互动形式,充分调动学生主动性,激发探究与创新思维。该数字化混合式教学模式,有效革新了传统教学形态,全方位提升学生自主学习、工程实践与创新能力,为一流课程建设和新工科高素质工程人才培养提供了坚实支撑。

2.3 素养培育高阶化:课程思政与价值引领深度融合

新工科人才培养不仅强调知识体系与工程能力,更突出综合素养、职业精神与价值追求的高阶塑造。课程坚持立德树人根本任务,将素养培育贯穿教学全流程,推动课程思政由“表层嵌入”向“深度融合”转变,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一,全面提升学生的家国情怀、科学精神、工匠精神、工程伦理与可持续发展理念,达成素养层面的高阶育人目标^[4]。

课程立足材料工程学科特点,深度挖掘四大思政元素载体。一是家国情怀与科技自立自强,结合我国冶金工业、焊接技术、复合材料从追赶到并跑、领跑的发展历程,融入港珠澳大桥焊接工程、航空航天关键构件、高端装备国产化等典型案例,激发学生科技报国的使命感与责任感。二是工匠精神与严谨治学态度,以大国工匠高精度焊接、精密热处理、材料制备工艺精益求精等案例为依托,强化规范操作、细节把控、质量优先的职业素养,培养学生认真务实、精益求精的工匠意识。三是创新精神与可持续发展理念,结合绿色冶金、低碳制备、循环材料、表面工程

节能技术等内容,树立“双碳”目标下的工程发展观,增强创新意识与绿色发展理念。四是工程伦理与安全责任意识,通过材料失效、工程事故、焊接质量缺陷等反面案例开展警示教育,强化工程安全、质量责任与职业底线思维。

在融入方式上,课程坚持“隐性渗透、润物无声”,避免标签化、形式化。课前在线上资源中嵌入思政案例与科学家事迹;课中结合工程案例自然展开价值引导;实验环节强调操作规范与数据真实,锤炼科学态度;课后通过讨论题、小论文强化思想升华。同时,将素养表现纳入课堂互动、实验操作、作业完成等过程考核,实现素养可评价、可导向。

通过系统化、常态化、工程化的课程思政建设,学生的专业认同感、职业使命感与综合素养显著提升,真正成长为有理想、有本领、有担当的新工科材料类卓越人才。

2.4 构建全过程、多元化智慧考核体系

为落实一流课程高阶性、创新性与挑战度建设要求,本课程立足 OBE 产出导向理念,重构考核评价模式,搭建全过程、多元化、智慧化的综合考核体系。课程打破传统单一终结性考核弊端,将知识掌握、工程能力与综合素养同步纳入评价范畴,实现从传统期末终结性考核向“过程性+能力型+素养型”综合考核的全面转型,契合新工科高素质工程人才培养目标。

课程严格依据教学大纲实行百分制综合评价,总评成绩由课堂表现、测验与课后作业、实验环节、期末考试四部分组成,其中过程性考核占比达 40%,强化对学生学习全过程的动态监管与综合能力评价。课程依托超星学习通平台实现考核全流程数字化管理,课前预习、课中互动、课后作业、阶段测验、实验实操等全部学习环节均线上留痕、自动统计、实时反馈,实现学习过程可量化、可追溯。

期末考试采用纸考网评模式,通过题库随机组卷落实教考分离,纸质答卷统一扫描上传,实现客观题智能批阅、主观题匿名线上评阅,有效提升考核的公平性与阅卷效率。各考核环节精准对应课程目标与毕业要求观测点,构建起全覆盖、多维度、标准化的智慧评价体系,既实现对学生综合能力的精准研判,也为课程教学持续改进、提质增效提供可靠的数据支撑。

3 结语与持续改进展望

本文立足新工科建设与一流课程建设要求,针对传统《材料工程基础》教学中知识碎片化、理实脱节、重结果轻过程、素养培育薄弱等突出问题,以 OBE 产出导向理念为核心,构建了知识夯实、能力进阶、素养升华的三位一

体高阶育人体系。课程从教学内容优化、混合式教学创新、课程思政融合、智慧考核改革等多维度开展系统性教学改革,重构模块化、前沿化、工程化的教学内容体系,打造全流程数字化混合式教学模式,建立全过程、多元化智慧评价机制,同时深度融入课程思政元素,实现知识传授、能力培养与价值引领的深度融合。

系列改革有效破解了传统课堂单向灌输、实践薄弱、评价单一的教学痛点,切实提升了课程的高阶性、创新性与挑战度。通过递进式知识体系、沉浸式工程案例、全过程考核与隐性思政浸润,有效锻炼了学生的工程思维、复杂问题分析能力与创新实践能力,强化了学生的职业素养与家国情怀,实现学生知识、能力、素养的协同进阶。同时,课程建立的教学闭环改进机制,为教学持续提质增效提供了坚实保障。本课程的改革实践可为新工科背景下材料类基础课程的一流“金课”建设提供可行思路与可复制范式,对高校工科基础课程数字化转型与高素质工程技术人才培养具有良好的借鉴价值与推广意义。

参考文献:

[1] 陶杰,沈一洲,江家威.材料类专业材料科学基础一流课程建设实践与探索[J].高教学刊,2026,12(13):26-30.

[2] 王艳杰,赵琳,彭云等.中锰汽车钢激光焊接焊缝组织与韧性[J].中国激光,2022,49(08):227-237.

[3] 魏佳,王欣,张海通.基于专创融合的“材料力学”一流本科课程建设研究与实践[J].科技风,2026(05):51-55.

[4] 王海林,王金凤,刘峰.一流课程建设背景下激光焊接虚拟仿真实验教学探索[J].中国教育技术装备,2025(18):126-129.

基金项目:北华航天工业学院教研课题:《材料工程基础》一流课程建设,项目编号:JY-2024-88;北华航天工业学院教研课题:基于应用人才培养的“功能高分子材料”课程思政探索与实践(JY-2025-019);北华航天工业学院硕士研究生课程建设项目:《材料连接原理与工艺》案例库建设,项目编号:YK-2025-05;北华航天工业学院研究生创新资助项目,项目编号:YKY202573。

作者简介:王艳杰(1981-),女,中国辽宁葫芦岛人,硕士生导师,副教授,博士,研究方向:从事焊接技术与工程专业教学研究。

* 通讯作者:孙然(1982-),男,中国河北廊坊人,高工,硕士,研究方向:从事智慧教学资源研究。