

Research on the Reconstruction of the Curriculum System for Materials Majors from the Perspective of Emerging Engineering Education

De'e Liu Dan Zhao Lei E Lei Zhang Yongke Zhao *

School of Materials Science and Engineering Tianjin Chengjian University, Tianjin, 300384, China

Abstract

Under the background of Emerging Engineering Education development, there is an urgent need for engineering education to transform towards meeting industrial demands and fostering innovation capabilities. In response to issues such as outdated knowledge content, insufficient interdisciplinary integration, and a weak connection between industry and education within the existing curriculum system for cultivating talents specializing in "green building materials", this study takes the Materials Science and Engineering program at the authors' institution as a case study. Guided by the principles of "strengthening distinctive features, deepening interdisciplinary crossover, and emphasizing practical training", a modular curriculum system that integrates foundational knowledge, green specialization, intelligent technologies, and engineering practice has been systematically constructed. Practice has shown that the curriculum reform has effectively enhanced students' engineering practical abilities and innovation competencies, facilitated the approval of multiple provincial-level teaching projects and the formation of teaching teams, and achieved notable results in collaborative talent cultivation through industry-education integration, thereby providing a referenceable pathway for the characteristic development of similar programs.

Keywords

Emerging Engineering Education; Curriculum system; Green building materials; Industry-education integration

新工科视域下材料类专业课程体系的重构研究

刘德娥 赵丹 鄂磊 张磊 赵永克 *

天津城建大学材料科学与工程学院, 中国·天津 300384

摘要

在新工科建设背景下, 工程教育亟需向产业需求与创新能力培养转型。针对材料类专业课程体系在支撑“绿色建材”特色培养中存在的知识更新滞后、学科交叉薄弱、产教衔接不足等问题, 本研究以笔者所在材料科学与工程专业为例, 遵循“强化特色、深化交叉、突出实践”原则, 系统构建融合基础、绿色、智能与工程的模块化课程体系。实践表明, 课程体系改革有效提升了学生工程实践与创新能力, 专业获批多项省级教学项目与团队, 产教融合协同育人成效突出, 为同类专业特色化建设提供了可借鉴的路径。

关键词

新工科; 课程体系; 绿色建材; 产教融合

【基金项目】2025年天津城建大学本科教育教学改革与研究项目《新工科建设背景下材料科学与工程专业课程体系改革与实践》(项目编号: JG-YB-25087); 2025年天津城建大学智慧课程建设项目《习近平总书记关于科技创新的重要论述》。

【作者简介】刘德娥(1990—), 女, 中国山东济宁人, 博士, 讲师, 从事新型绿色低碳建筑材料领域的研究。

【通讯作者】赵永克(1989—), 男, 中国河北石家庄人, 博士, 讲师, 从事绿色功能复合材料领域的研究。

1 引言

当前, 全球正经历一场以绿色低碳和人工智能为核心驱动的科技与产业革命。材料科学作为工程技术的基石, 其创新方向深刻影响着低碳建筑、智能建造等战略性新兴产业的发展与国家“双碳”目标的实现。为主动适应这一趋势, 教育部前瞻性地提出“新工科”建设倡议, 旨在推动工程教育向产业需求导向和创新能力培养全面转型^[1,2]。笔者所在学院的材料科学与工程专业, 基于学科积淀与区域发展需求, 明确了以“绿色建材”为核心的特色发展路径。绿色建材关乎建筑行业的可持续转型与节能减排目标。然而, 既有的课程体系在对接这一前沿领域时, 显露出知识更新滞后、

跨学科融合不足、实践环节与真实产业场景脱节等诸多不适应^[3,4]。因此,本专业以新工科理念为指引,围绕特色定位对课程体系进行了系统性重构,旨在培养能够引领绿色建材技术发展的卓越工程人才。

2 材料科学与工程专业课程体系现状分析

本专业原有的课程体系在支撑“绿色建材”特色人才培养方面,面临一系列具体挑战。首先,课程内容更新滞后。未能及时、系统地将绿色建筑材料的最新科学原理、关键技术及行业评价标准融入教学,传统按材料种类组织的课程结构,难以适应面向建筑应用场景的特色材料知识体系的内在要求。

其次,跨学科交叉支撑不足。绿色建材的研发与应用需要材料、环境、建筑、土木、计算机等多学科深度协作。原有培养体系在跨学科知识整合与能力培养方面存在不足,课程设置缺乏系统性交叉模块,导致学生缺乏从系统工程视角解决材料环境适应性、耐久性等复杂工程问题的能力。

最后,实践教学与产业需求错位。实验项目多停留在经典材料性能验证层面,缺乏针对绿色建材生命周期评估、建筑性能模拟等特色实践设计^[5]。毕业设计、创新训练项目与产业链实际流程联系不紧,“真题真做”比例有待提高。

3 围绕特色定位的课程体系系统性重构策略

为应对上述挑战,本专业以新工科理念为指导,遵循“强化特色、深化交叉、突出实践”原则,实施了课程体系系统性重构,着力打造“基础理论+学科交叉+综合实践”三位一体的模块化课程体系。

3.1 通识教育模块:拓宽基础、强化交叉与价值塑造

在课程体系的通识教育必修课模块,新增设创新能力与综合素质拓展和人工智能类课程,旨在通过跨学科知识融合与复杂问题解决训练,强化学生的创新驱动能力,培养其运用多学科知识开展绿色建材研发、智能建造等前沿领域探索的原创性思维;同时借助人工智能课程(如信息技术与人工智能基础)提升学生智能工具应用能力,使其能够将AI技术融入材料性能预测、低碳建材优化等科研与生产实践,有效解决行业资源效率提升等痛点;培养学生适应建筑行业数字化转型的跨界融合能力,并响应“双碳”目标与智能化趋势,塑造兼具可持续发展视野、伦理意识与社会责任感之复合型创新人才,推动绿色建材从实验室到产业化的转化。

3.2 学科基础模块:理论奠基与实践能力深化

学科基础课模块致力于夯实学生坚实理论基础的同时还注重实践能力培养(开设大学物理实验B、无机与分析化学实验、物理化学实验等实践课程),旨在通过将抽象理论转化为操作实践(如材料性能测试验证物理化学原理),深化学生解决复杂工程问题的能力;通过实验中的团队协作与

问题调试过程,还能巩固数理知识、培养科学态度和终身学习能力,全面提升综合素质。

3.3 专业基础模块:构建跨学科的工程基础能力体系

为构建材料科学与工程专业扎实的工程基础,专业基础课程模块系统开设了机械图学B、Python语言、工程力学B、电工电子学B、机械设计基础C及工程项目管理D等必修课程。该课程模块通过整合机械制图、编程、力学、电学、机械设计及项目管理等核心课程,构建了材料科学与工程专业的工程基础能力体系。旨在培养学生具备材料设备设计、智能工艺优化、工程问题解决及项目统筹协调等综合能力,为从事绿色建材研发、智能建造技术应用及工程管理等领域奠定坚实基础。学生将系统掌握工程制图与空间表达能力、编程与数据处理技能、力学与电学理论应用能力,以及机械设计原理与项目管理方法,形成“技术理论-工程实践-系统管理”的复合知识结构。

3.4 专业核心模块:系统构建绿色建材特色知识体系

针对绿色建材特色方向系统打造专业核心课程模块,旨在系统构建材料科学与工程领域的知识体系,通过理论课程夯实材料科学基础、明晰材料组成-结构-性能关系,同时拓宽学生对新型无机材料的认知并提升计算机技术在专业领域的应用能力,最终综合培养学生运用专业知识解决科研、生产及设计中实际问题的能力,为其在材料相关领域的发展奠定坚实基础。

3.5 专业选修模块:深化方向对接与前沿引领

专业选修课程模块注重深化专业方向,对接行业需求。专业选修课(如“智能建筑节能与材料”、“建筑材料质量检测”、“建筑功能材料”、“生态环境建筑材料”)的设置,旨在为学生提供专业领域的深度拓展路径。这类课程聚焦材料科学与工程的核心应用方向(如建筑节能材料、功能材料、无机材料加工等),帮助学生在掌握专业基础理论后,进一步聚焦细分领域知识,为后续从事绿色建材研发、智能建造技术应用等专业岗位或研究生阶段学习奠定方向基础。

3.6 复合选修模块:打破学科壁垒培养跨界整合能力

复合选修课程模块旨在打破学科壁垒,培养交叉能力。复合选修课程(如“公文写作”、“大数据技术”、“机器人技术及应用”、“海绵城市概论”等)的设置,侧重跨学科知识整合与综合能力培养。这类课程涵盖人文素养、信息技术、工程实践等领域,通过跨模块知识融合,帮助学生突破单一专业局限,形成“技术+管理”“材料+智能”等复合型能力。例如,“大数据技术”与材料性能分析结合可提升材料研发效率,“机器人技术”与智能制造衔接能适应建筑行业自动化生产需求,这种交叉设计直接呼应了产业对“同时掌握专业核心与跨界技能”人才的迫切需求(如兼具材料研发与数据分析能力的毕业生更受青睐)。同时,课程设置紧密对接建筑行业智能化转型需求(如“智能3D打印”),确保学生所学与行业前沿技术同步,提升就业竞争力。

3.7 综合实践模块：贯穿全程、产教融合的进阶式能力训练

本课程体系重点设计了贯穿始终的综合实践课程模块，培养材料测试表征、制备工艺、生产设备操作及工厂工艺设计等核心技能，旨在全方位提升学生材料科学与工程专业的综合素养与实践能力。金工实习让学生熟悉基本加工工艺与操作技能；科技论文写作与文献检索培养学生信息检索与学术写作能力，为科研工作奠基；材料科学基础实验、材料制备与性能实验，可帮助学生掌握材料实验方法与性能测试技术，巩固专业基础理论知识；生产实习与工厂工艺课程设计，使学生深入了解材料生产实际流程与工艺设计，增强工程实践能力；材料装备课程设计聚焦材料装备设计，提升学生专业设计能力；专业综合技能实践整合多方面知识与技能，培养学生解决复杂问题的能力；毕业实习与毕业设计（论文）作为大学阶段学习成果的综合检验，通过深化校企联合培养模式，采用企业与校内双导师共同指导机制，大量引入合作企业真实科研或工程课题，引导学生将理论知识与企业实践深度融合，在解决实际问题中锤炼专业技能、培养工程思维与创新能力，为其未来在材料相关领域的职业发展或深造奠定坚实的能力基础。

4 课程体系改革成效分析

通过上述系统性重构与持续实践，课程体系改革已在学生培养、专业建设、社会服务多个维度取得显著成效。

在学生培养方面，人才输出的适应性与竞争力明显增强。学生围绕绿色建材的知识体系更为系统与前沿，解决该领域复杂工程问题的综合能力得到实质性提升。近年来，学生在“大学生创新创业训练计划项目”、“挑战杯”、“中国国际大学生创新大赛”等竞赛中获得国家级、省部级成果超四十项。毕业生就业质量持续向好，在绿色建筑咨询、新型建材研发、建筑质量检测与认证、节能技术服务等相关领域的就业比例显著提高，企业满意度调查反馈显示，毕业生在工程实践能力、可持续发展理念和跨学科知识应用方面受到广泛认可，满意度达95%。研究生深造录取率也稳步上升，其中进入“双一流”高校及科研院所攻读绿色建材相关方向的比例明显增加。

在专业建设方面，特色化发展路径更加清晰，教学资源积累丰厚。依托课程体系重构改革，成功申报并建设了《专业综合技能实践》、《新时代材料人的光荣与梦想》等3门省级一流本科课程、精品课程，开发了“浮法玻璃生产工艺及装备”省级虚拟仿真实验教学项目，获批绿色建筑材料与

工程天津市教学团队，以及材料科学与工程天津市新工科重点建设专业。围绕绿色建材核心方向，组织编写并出版了系列特色教材与实验指导书，构建了涵盖大量真实工程案例的产学研合作教学资源库。师资队伍的工程素养与教学能力同步优化，通过深度参与校企合作项目，超过60%的专业教师具备了坚实的工程背景，打造了专注于固废资源化、绿色低碳建材、建筑节能等方向的多个特色教学科研团队。

在社会服务方面，产教融合的协同效应日益彰显，实现了从单向输送到双向赋能的转变。与天津及周边地区多家绿色建材领军企业、建筑设计与施工单位的合作持续深化，共建的实习实践基地增至22个。企业专家不仅常态化参与课程教学、毕业设计（论文）指导与答辩，更将产业前沿课题直接引入课堂。近三年来，约有30%的毕业设计（论文）选题来源于合作企业的实际技术需求，部分优秀成果已被企业采纳或作为研发参考。同时，学院教师团队依托共建平台，承担了多项针对地方建筑行业绿色转型的横向课题与技术咨询服务，显著增强了专业对区域产业发展的支撑能力。

5 结语

新工科建设要求工程教育必须扎根于专业特色与服务面向。本专业以“绿色建材”为特色定位，通过课程体系模块化重建，初步构建了“基础理论-学科交叉-综合实践”深度融合的三位一体课程体系，为材料类专业的特色化、高水平应用型人才培养探索了一条可行路径。今后，本专业将继续坚守特色化发展道路，紧密对接国家“双碳”战略与建筑行业转型升级需求，以持续迭代的课程体系重构为核心，不断完善“三位一体”的人才培养模式，致力于培养未来能够引领绿色建筑材料技术发展的卓越工程创新人才。

参考文献

- [1] 祁正兵, 魏斌斌, 张勇, 等. 新工科背景下应用型材料科学与工程专业人才培养模式探索与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(13):161-164.
- [2] 杜丽萍, 张春妍. “新工科”背景下材料科学与工程专业基础课改革与实践[J]. 机械制造文摘(焊接分册), 2025, (01):27-30.
- [3] 胡攀, 朱艳超, 祁亚军, 等. 新工科背景下材料科学与工程本科创新型实践教学体系优化探索[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(12):18-21.
- [4] 徐艳, 万红日, 庄文昌, 等. 材料科学与工程专业产学研协同育人模式的探究与实践[J]. 云南化工, 2025, 52(10):123-126.
- [5] 宋洪海, 段辉平. 大类培养模式下材料专业实验课程体系的改革与思考[J]. 中国现代教育装备, 2025, (05):105-107.