

新工科与 OBE 视域下《铝合金成形技术》课程教学与实践研究

吴昊 陈淑英 梁瑞洋 王光东

辽宁工业大学材料科学与工程学院, 中国·辽宁 锦州 121001

摘要: 在新工科建设纵深推进与国家制造业转型升级的双重背景下, 材料类核心课程的教学改革已成为提升工程人才培养质量的突破口。针对理工类大学材料成型及控制工程专业核心课《铝合金成形技术》长期存在的“内容滞后于产业迭代、高危高耗实验难以开展、思政元素与专业教学‘两张皮’、评价体系重知轻能”等结构性矛盾, 本文构建了基于 OBE 理念的三维教学改革框架。研究从重构“基础-前沿-案例”模块化教学内容体系入手, 创新性地建立了“虚拟仿真-物理实验-工程实训”三阶递进的实践教学链, 深入挖掘了“材料报国”导向的课程思政映射矩阵, 实施了基于全过程数据的多元化形成性评价。教学实践表明, 该模式有效提升了学生解决复杂铝合金成形工程问题的能力, 强化了学生的工匠精神和家国情怀, 为理工类高校材料专业核心课程的改革提供了可复制、可推广的范式。

关键词: 新工科; 铝合金成形技术; 课程思政; 教学改革

Reform and Practice of the Course *Aluminum Alloy Forming Technology* from the Dual-Driven Perspective of New Engineering and OBE

Wu Hao, Chen Shuying, Liang Ruiyang, Wang Guangdong

College of Materials Science and Engineering, Liaoning University of Technology, China Liaoning Jinzhou 121001

Abstract: Against the dual backdrop of the in-depth promotion of new engineering construction and the transformation and upgrading of the national manufacturing industry, the teaching reform of core courses in materials has become a breakthrough point for enhancing the quality of engineering talent cultivation. Addressing the long-standing structural contradictions in the core course "Aluminum Alloy Forming Technology" for the major of Material Forming and Control Engineering in science and engineering universities, such as "content lagging behind industry iteration, difficulty in conducting high-risk and high-consumption experiments, a disconnect between ideological and political elements and professional teaching, and evaluation system emphasizing knowledge over ability", this paper constructs a five-dimensional teaching reform framework based on the OBE (Outcome-Based Education) concept. The research starts with reconstructing the modular teaching content system of "basic-cutting-edge-case", innovatively establishes a three-stage progressive practical teaching chain of "virtual simulation-physical experiment-engineering training", deeply explores the curriculum ideological and political mapping matrix oriented towards "materials serving the country", and implements diversified formative evaluation based on whole-process data. Teaching practice shows this model effectively enhances students' ability to solve complex aluminum alloy forming engineering problems, strengthens students' craftsmanship spirit and patriotic sentiment, and provides a replicable and scalable paradigm for the reform of core course in materials majors in science and engineering universities.

Keywords: New engineering; Aluminum alloy forming technology; Ideological and political education; Teaching reform

0 引言

新工科建设是我国工程教育改革的里程碑^[1], 其核心在于培养未来多元化、创新型卓越工程人才, 强调学科交叉融合、注重工程实践创新、呼唤终身学习意识^[2-4]。与此

同时, 工程教育专业认证所倡导的 OBE (Outcome-Based Education, 成果导向教育) 理念, 要求教学活动必须围绕学生的学习成果展开, 实现“反向设计、正向施工”^[5-6]。

传统教学模式下,《铝合金成形技术》课程仅仅停留

在传授铸造、挤压、轧制等传统工艺知识的层面,为了契合工程教育认证及新工科建设的要求^[7],必须重新审视《铝合金成形技术》的课程目标与毕业要求的支撑关系,思考如何通过一门课程的教学,使学生具备解决未来铝合金成形领域复杂工程问题的能力。

《铝合金成形技术》是材料成型及控制工程专业的核心专业课程,具有承上启下的关键地位^[8]。目前,该课程在传统教学模式存在以下深层次痛点:一是课程教学以讲授抽象概念和公式推导为主,缺乏探索性,学生主动学习性不足,难以体会理论知识如何在实际工程场景中应用,动手能力和工艺直觉难以培养。二是课程思政融入生硬,常出现思政与专业“两张皮”的现象。如何将“材料强国”“工匠精神”自然地融入仍是亟待解决的难题。三是考核评价方式单一,传统考核过分依赖期末闭卷考试,侧重记忆性知识的考核,无法有效评价学生综合运用知识解决复杂工程问题的能力,也不利于激发学生的学习兴趣和创新潜能。基于以上痛点,本研究旨在构建一套系统化的《铝合金成形技术》课程教学改革方案,以期破解上述难题,提升课程教学质量。

1 教学痛点分析

1.1 教学范式滞后,工程思维缺位

目前《铝合金成形技术》课程的评价多以期末考试为主,评价标准侧重理论推导,忽视了工程实践的能力,深陷传统教学理念的窠臼^[9],严重制约了学生的实践操作、工程分析、创新意识及团队协作能力的培养。教学中心主要集中在理论性和理解性灌输,缺乏工程案例的分析,学生无法了解这些概念知识产生的工程背景与实际应用。这种被动式的接受教学,会让学生逐渐丧失自主探索的动力及主动学习性,学生难以深刻体会到工艺参数对产品组织性能的真实影响规律,其动手能力也难以得到培养,最终导致毕业生工程实践能力与企业实际需求之间存在显著差异。

1.2 思政浮于表面,专业融合生硬

当前课程思政仍面临“硬融入”“贴标签”的问题,专业教学与价值引领呈现“两张皮”态势^[10-12],特别是如何将材料强国战略与工匠精神自然内化于心,仍是亟待攻克的难点。在教学过程中经常陷入机械嫁接的误区,未能深挖材料科学发展史中的红色资源。例如在讲授铝合金冶炼过程中,仅生硬罗列大国工匠事迹,未将高精尖材料的“卡脖子”困境转化为学生的专业使命感;在分析材料微观结构时,忽视了从原子排列的严谨性中引出科研工作的求

实态度。这种缺乏逻辑的灌输,割裂了知识传授与价值引领的统一性,导致材料强国目标悬空、工匠精神培育流于形式,难以引发学生深层共鸣。

1.3 考核评价“重记忆轻能力”积弊难除

现行的考核评价体系存在显著的单一化倾向,过度倚重期末考试这一终结性评价手段,导致“一张试卷定乾坤”的现象依然盛行。这种评价模式本质上是碎片化记忆性知识复刻,迫使学生在考前进行突击背书与机械复述,却难以量化其运用材料科学原理解决“卡脖子”技术等复杂工程问题的实战能力。同时,单一的试卷考核无法捕捉学生在实验探究、方案论证及创新设计过程中的思维闪光点,严重压抑了学生的探索欲与创新潜能。这种“唯分数论”的评价标准,不仅背离了工程教育认证倡导的 OBE 理论,也使得教学中心偏离了能力本位,亟待构建涵盖过程性评价、非标准答案及项目式考核的多元综合评价体系。

2 教学内容重构

2.1 课程目标与毕业要求的关联矩阵构建

依据 OBE 理念,首先需明确课程在学生能力培养中的定位。我们对照《工程教育认证标准》中的 12 条毕业要求,结合学校办学定位,确立了本课程支撑的 3 项核心毕业要求指标点:

指标点 1 (工程知识): 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决材料成型工及控制工程相关领域复杂工程问题。(支撑度: H)

指标点 2 (问题分析): 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达并通过文献研究分析材料研发、成型工艺、装备设计及产品质量控制等复杂工程问题,以获得有效结论。(支撑度: M)

指标点 3 (设计/开发解决方案): 能够针对材料成型领域复杂工程问题设计满足特定材料成型及性能评价需求的系统、部件或工艺流程,能在设计环节中体现创新意识、优化设计方案,并能综合考虑经济、社会、健康、安全、环境、法律、文化及伦理等各种制约因素。(支撑度: H)

在此基础上,制定了包含知识目标、能力目标和素养目标的课程三级目标体系,确保教学活动有的放矢。

2.2 “三层四维”模块化教学内容体系构建

为了解决内容陈旧的问题,我们对原有教学内容进行了“瘦身、健体、增效”的重构,建立了“基础原理层—工艺技术层—前沿应用层”的三层架构,并细分为四个教学模块(见表 2-1)。

表 2-1 教学模块内容设计

模块名称	侧重	核心知识点	学时占比	教学形式
铝合金基础理论	基础原理	核心概念及原理	25%	线上 + 线下
成形加工原理	基础原理	成形原理及规律	25%	案例分析 + 数值模拟
成形工艺技术	工艺技术	成形工艺参数	30%	案例分析 + 数值模拟
前沿专题	前沿应用	先进成形方式	20%	科研成果讲解 + 企业案例

2.3 科研成果优化教学内容

为了让教学内容紧跟前沿科技发展步伐，建立了案例动态更新的教学机制：

（1）引入最新科研成果：将国内外关于铝合金成形领域的等最新科研成果转化为教学案例。

（2）关注产业痛点：追踪新能源汽车、航空航天等行业实时热点话题。例如智界电磁热控一体化压铸的案例。

（3）线上线下混合教学：依托学习通、学课堂等线上教学平台，构建立体化教学资源库，方便学生随时随地学习最新的教学内容。

3 教学模式创新

3.1 递进式的实践教学模式

针对工科类实验“高危、高昂”的特点，构建了“虚—实—训”的递进式教学模式。

第一阶：虚拟仿真预演

引入行业通用的非线性有限元分析软件（例如 Abaqus 等）开展虚拟仿真教学。依托软件强大的条件耦合求解功能，指导学生自主构建铝合金在不同变形条件下的有限元模型，自由设定成型温度、速度及摩擦边界条件等关键工艺参数。利用软件的后处理可视化模块，学生能够动态观察金属内部的等效应力 - 应变云图、温度场梯度分布以及网格畸变等情况，直观解析热 - 力耦合作用下的动态再结晶微观机理。通过对比不同参数下的模拟结果，学生能够通过对比不同工艺参数下，材料变形时宏观与微观层面，工艺 - 组织 - 性能的对对应关系，这不仅规避了实物实验的高昂成本和安全风险，更有效地破解了理论机理看不见、摸不着的教学痛点。

第二阶：物理实验验证

在虚拟仿真熟练操作的基础上，开展低成本、低风险的物理实验。例如，利用小型液压机进行铝合金薄板的挤压成形实验，利用金相显微镜观察不同挤压工艺下的晶粒大小。此时，学生不再是被动执行实验步骤，而是带着虚拟仿真中产生的疑问去验证，变“验证性实验”为“探究性实验”。

第三阶：工程实训拓展

依托校外实习基地，组织学生进入企业生产线参观实习。重点观摩自动化连铸连轧生产线、大型挤压机等实际工况，邀请企业工程师现场讲解生产中的质量控制要点和设备维护经验。通过“把课堂搬进车间”，让学生真切感受工程氛围，缩短从学校到职场的适应期。

3.2 “材料报国”导向的课程思政映射与融入

为了避免思政教育的生硬植入，我们深入挖掘了铝合金成形技术发展历程中的思政元素，构建了“历史—现实—未来”全链条的课程思政图谱（见表 3-1）。

表 3-1 《铝合金成形技术》课程思政元素映射表

专业知识点	思政切入点	思政目标	教学方法
铝合金发展史	讲述新中国成立初期，老一辈材料学家在一穷二白条件下研制出“争气铝”的故事。	弘扬艰苦奋斗、自力更生的精神，增强民族自豪感。	故事导入法
铸造工艺与缺陷	联系“工业强基”战略，强调铸件质量是装备制造业的基础，一丝不苟的工匠精神。	树立质量意识、责任意识，培养精益求精的工匠精神。	案例分析法
航空铝合金应用	分析航空用铝合金被卡脖子的历史。	激发学生攻克“卡脖子”技术的使命感。	问题导向法
绿色成形技术	明确节约资源爱护环境的重要性。	培养绿色发展理念和工程伦理观，增强社会责任感。	主题讨论法
智能化成形	介绍我国智能制造领域的领先地位。	鼓励学生勇于创新，树立科技报国的志向。	前沿讲座法

4 评价体系改革

4.1 构建多元化评价，关注能力的培养

为了打破传统评价体系，一卷定乾坤的局限，构建一个全面考核学生知识掌握、能力实践、创新思维多元评价体系，评价体系的具体权重进行了如下分配：

（1）平时过程考核（30%）：线上学习（10%）、课堂互动（10%）、文献研读（10%），对过程考核进行了细化。

（2）实验与实践考核（30%）：虚拟仿真（10%）物理实验（10%）企业实训（10%），重点考察动手能力与创新思维。

（3）期末综合考核（40%）：采用“开放式案例分析”模式。考察学生的系统工程思维和解决复杂问题的能力。

4.2 引入多元评议机制

在工程实训环节，将实训企业相关负责人员的评价做为考核标准。企业相关人员对学生设计的生产方案进行评

判, 这种评价标准更贴近行业要求。在小组汇报环节中, 让不同组别的学生参与评分, 这样可以培养学生的批判性思维和公平意识。

5 课程改革成效

为了验证教学实践的有效性, 该项研究以本校材料成型及控制工程专业 2021 级(对照组)和 2022 级(实验组)学生为样本对其创新实践成果、成绩分析、企业反馈三个维度进行验证对比。

5.1 创新成果

“虚 - 实 - 训”递进模式有效激活了学生的工程思维与创新潜能。材料成型及控制工程专业的学生近年积极参加“中国大学生创新创业大赛”“全国大学生热处理竞赛”“精锻杯”等国家级、省级大赛, 获得国家级奖项 3 次, 省级以上奖项 20 余次, 为学校应用型人才培养提供了新思路。

5.2 成绩分析

对比两组学生的成绩结构。结果显示: 平均分由 76.5 提升至 84.2, 大于 85 分占比由 12% 升至 31%; 其中实验实训、项目报告成绩提升幅度明显(分别为 23.5% 和 18.2%); 课堂互动频次、文献研读深度等过程性数据均成上升趋势, 这表明改革不仅提升了学生的学习效率和效果, 还提升了学生自主学习的内驱力。

5.3 企业反馈与就业质量稳步提升

在对接的 6 家铝合金成形领域的企业(涵盖轨道交通、新能源汽车、航空航天等方向)的实习反馈中, 得到了企业工程师及领导对学生工程素养的高度评价, 认可了学生在工艺方案可行性论证、质量控制意识、跨学科协作等方面的优秀水平。同时, 学生在实习过程中, 自身也展现出强烈的专业认同感和工程责任感。改革后专业毕业生入职行业企业比例提升至 35%, 用人单位对毕业生“下得去、留得住、用得上”的满意度持续走高, 验证了“材料报国”导向的思政浸润与工程能力培养协同发展的育人成效。

6 结语

《铝合金成形技术》课程的教学改革是基于新工科和 OBE 理念, 通过重构教学内容、创新教学模式、完善评价体系三个维度去破解传统教学中的痛点。本次改革方案不仅提升了课程的教学质量, 更重要的是培养了学生解决复杂工程问题的能力、创新精神和家国情怀。辽宁工业大学

材料科学与工程学院将始终秉持“立德树人、学以致用、以学生为本、产教融合”的办学理念, 不断探索和实践, 为培养担当民族复兴大任的高素质材料类卓越工程人才贡献力量。

参考文献:

- [1] 林健. 新工科建设: 强势打造“卓越计划”升级版[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 7-14.
 - [2] 郭纯, 胡瑞章, 陈丰等. 新工科背景下《材料成形技术基础》课程教学改革研究[J]. 浙江水利水电学院学报, 2020, 32(3): 95-98.
 - [3] 吴明霞, 陈依桐, 杨屹等. 新工科背景下材料成型课程教学改革探索[J]. 创新创业理论与实践, 2025(3): 145-148.
 - [4] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
 - [5] 顾佩华. 基于 OBE 的工程教育模式实施路径与方法再研究[J]. 高等工程教育研究, 2018(2): 1-13.
 - [6] 王孙禺, 赵自强, 雷环. 中国工程教育认证制度的构建与完善[J]. 高等工程教育研究, 2014(5): 38-45.
 - [7] 李茂国, 朱正伟. 面向工程教育专业认证的“新工科”建设路径研究[J]. 高等工程教育研究, 2019(2): 1-8.
 - [8] 罗云旭, 杨应林, 李轩等. 聚焦学生中心的《材料成形技术基础》课程教学改革思考[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 292-300.
 - [9] 邓同生, 汪志刚, 张嘉艺. 产教融合引领下的材料成型工艺课程教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2024(50): 65-68.
 - [10] 韩奇钢, 梁策, 李义等. 材料成型专业课程思政建设与教学改革实践[J]. 高教学刊, 2023, 9(32): 44-47.
 - [11] 刘赣华. “金属塑性成形原理”课程思政教学案例设计与教学效果探析[J]. 西部素质教育, 2021, 7(19): 40-42.
 - [12] 张慧菊, 李春辉. “材料成形技术基础”和“金工实习”融合式教学探索[J]. 南方农机, 2020, 51(23): 135-136.
- 作者简介: 吴昊(1991-), 男, 汉族, 辽宁省锦州市人, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 新材料设计与相平衡, 材料成形数值模拟。