

OBE理念下实验驱动式材料力学性能课程教学改革研究与实践

王光东 陈淑英 于景媛 赵荣达 赵作福 梁瑞洋

辽宁工业大学, 中国·辽宁 锦州 121001

摘要: 为实现材料成型及控制工程专业应用型人才培养目标,提升毕业生就业竞争力与工程实践能力,基于工程教育认证 OBE(Outcome-Based Education) 理念,对“材料力学性能”课程开展教学改革与实践。针对传统教学中理论与实践脱节、学生主动性不足等问题,构建以工程实验为核心驱动的课程新模式,通过分模块教学、任务驱动式教学、线上线下混合教学、案例式教学等多元教学方法融合,引入课程思政元素,优化课程评价体系,并深度结合产教融合理念。改革实践表明:学生学习主动性、解决工程实际问题能力、专业认同感及爱国情怀得到有效增强,可为应用型大学工程类课程教学改革提供参考。

关键词: OBE 理念; 应用型人才培养; 材料力学性能; 工程实验; 课程思政

Research and Practice on the Teaching Reform Driven by Experiments on Mechanical Properties of Materials Course under the OBE Concept

Wang Guangdong, Chen Shuying, Yu Jingyuan, Zhao Rongda, Zhao Zuofu, Liang Ruiyang

Liaoning University of Technology, China Liaoning Jinzhou 121001

Abstract: In order to achieve the goal of cultivating applied talents in the field of materials forming and control engineering and enhance the employment competitiveness and engineering practical ability of graduates, based on the OBE (Outcome-Based Education) concept of engineering education, a teaching reform and practice were carried out for the "Mechanical properties of materials" course. In response to the problems such as the disconnection between theory and practice and the lack of students' initiative in traditional teaching, a new course model centered on engineering experiments was constructed. Through the integration of various teaching methods such as modular teaching, task-driven teaching, online and offline mixed teaching, case-based teaching, and the introduction of course ideological and political elements, the course evaluation system was optimized, and the concept of industry-academia integration was deeply combined. The reform practice shows that students' learning initiative, ability to solve engineering practical problems, professional identity, and patriotic feelings have been effectively enhanced, which can provide a reference for the teaching reform of engineering courses in applied universities.

Keywords: OBE concept; Application-oriented talent cultivation; Mechanical properties of materials; Engineering experiments; Ideological and political education

0 引言

在数智化时代背景下,区域经济社会发展对应用型工程人才的需求日益迫切,要求毕业生不仅具备扎实的理论基础,更需拥有较强的工程实践能力、创新能力及社会责任感^[1,2]。“材料力学性能”作为材料成型及控制工程专业的核心专业课,其教学质量直接影响学生对材料力学行为的认知、工程问题分析能力及后续专业课程学习效果。该课程涵盖材料力学性能指标物理概念、影响因素、失效机理、测试方法等核心内容,具有极强的实践性与工程性^[3]。

目前,传统教学模式存在诸多局限:一是重理论轻实践,课堂讲授以抽象概念和公式推导为主,学生难以将理

论知识与实际工程场景结合,对性能指标的物理意义及测试过程理解浅显;二是教学方法单一,缺乏互动性与探究性,学生学习主动性不足;三是评价体系侧重理论考核,忽视对学生实践能力、创新能力的综合评价。

辽宁工业大学作为应用型本科院校,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,致力于培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人^[4,5]。为契合工程教育认证“以学生为中心、成果导向、持续改进”的核心要求(outcome-based education, OBE 理念),针对材料力学性能课程传统教学的痛点^[6,7]。本研究以工程实验为核心驱动,构建“理论-实验-工程”三

位一体的课程改革模式,通过多维度教学创新与实践,实现课程教学质量与学生工程素养的同步提升,为应用型人才培养提供有力支撑。

1 材料力学性能课程教学现状分析

1.1 理论与实践脱节,工程指向性不足

传统“材料力学性能”课程教学以理论知识传授为核心,课堂内容聚焦于应力-应变关系、强度理论、力学性能指标定义等抽象概念,缺乏与实际工程问题的有效衔接。例如,在讲解材料疲劳性能时,仅侧重疲劳曲线理解与疲劳极限计算,却未结合机械装备、桥梁结构等实际工程中因疲劳失效引发的事案例进行分析,导致学生难以理解疲劳性能的工程实用价值;无法将实验结果与工程实际需求关联,工程实践能力培养有待提升。

1.2 教学方法单一,学生主动性欠缺

传统教学模式以教师讲授为主,课堂互动多为“提问-回答”的单向交流,缺乏能够激发学生探究欲的互动环节与实践任务。例如,在讲解材料硬度测试时,教师仅介绍布氏、洛氏、维氏硬度测试原理及实验步骤,学生被动接受知识,未能主动思考“不同材料应选择何种硬度测试方法”“硬度测试结果如何指导零件加工工艺优化”等工程问题;线上教学多为线下课堂的简单复刻,以视频播放、PPT展示为主,缺乏线上讨论、线下实验实际操作等互动模块,学生参与度低,学习效果不佳。

1.3 评价体系单一,能力考核缺失

传统课程评价以期末理论考试为主(占比70%-80%),平时作业占比较低,且评价标准侧重知识记忆与公式应用,忽视对学生实验操作能力、工程问题分析能力、创新能力及团队协作能力的考核。例如,平时作业对部分知识点进行理论性和理解性的考查;期末试题多为简答题与论述题,缺乏基于工程案例的综合分析题,无法全面反映学生的工程素养与实践能力。

2 工程实验驱动的课程改革设计与实施

针对上述教学现状,本研究以工程实验为核心驱动,结合工程教育认证OBE理念与应用型大学办学特色,从教学内容、教学方法、课程思政、评价体系四个维度开展课程改革,构建“理论认知-实验探究-工程应用”的递进式教学体系。

2.1 改革实施优势及实际可行性

辽宁工业大学刚刚成立先进金属材料与精密成型研发中心,配备了新型硬度计、万能材料试验机、高/低频疲劳试验机、冲击试验机等力学性能测试设备,见图1,为

工程实验开展提供硬件支撑。此前实验课程教学过程中仅包含常规硬度检测实验。基于此,通过工程试验驱动课程改革,既能充分发挥设备效能,又能填补传统教学中工程实践环节的空白。

工程试验驱动课程改革既响应了工程教育认证OBE理念中“产出导向、持续改进”的要求,又贴合应用型大学“对接产业、强化实操”的办学定位,通过“做真实验、解实问题”的训练路径,同步培养学生的工程思维、设备操作能力与规范意识,更将大国工匠精神融入实验全流程,实现“知识传授、能力培养、价值塑造”,为培养适配先进制造领域需求的应用型人才提供了实践范式,因此,课程改革具有极强的必要性与可行性。



图1 实验中心力学性能检测设备对应试验示意

(a) HRSA-150S 数显全洛氏硬度计 (b) 7100HBV-3000 视觉布氏硬度计 (c) 20HV-100Auto 全自动显微硬度计 (d) WANCE ETM105D 电子万能试验机 (100kN) (e) WANCE ETM305D 电子万能试验机 (300kN) (f) HFT305 高频疲劳试验机 (g) 8801 电液伺服疲劳试验系统 (h) JB-300B 冲击试验机 (i) CDW80 型冲击试验低温仪器

2.2 构建多维度教学体系

2.2.1 理论内容: 强化工程导向, 融入前沿成果

以工程实际需求为导向,对理论内容进行重构与优化:一是“基础理论+工程案例”融合教学,在讲解核心理论知识时,同步引入真实工程案例,实现理论与实践的深度结合。例如,在讲解材料拉伸性能时,结合桥梁钢缆断裂、汽车零部件失效等案例,分析材料屈服强度、抗拉强度、断后伸长率等指标对工程结构安全性的影响;在讲解材料冲击性能时,结合低温环境下船舶钢板脆断事故,阐述材料韧性的工程意义及改善途径。二是更新前沿内容,

增设“新型材料力学性能”“先进测试技术”等模块,介绍纳米材料的尺寸效应、材料强韧化对强度的贡献、原位拉伸电镜测试技术等前沿成果,拓宽学生知识面,激发研究兴趣。

2.2.2 实验内容:以工程实验为核心,分层设计实验模块

打破传统验证性实验的局限,构建“基础实验-综合实验-创新实验”三层级实验教学体系,以工程实验实操为核心,强化学生对实验全流程的掌控能力,实验课时占比40%。

基础实验模块:聚焦材料常规力学性能测试,培养学生实验操作规范与基础技能。实验内容包括拉伸试验、硬度试验、冲击试验、疲劳试验,采用3-5人分组模式,要求学生全程参与“样品准备-实验操作-数据采集-数据处理-报告撰写”全流程。例如,在拉伸试验中,学生需根据GB/T 228.1-2021《金属材料拉伸试验 第1部分:室温试验方法》标准制备拉伸试样,掌握万能材料试验机的操作方法,记录力-位移曲线,计算屈服强度、抗拉强度、断后伸长率等指标,并分析试样断口形貌与材料力学性能的关系;在硬度实验中,学生需对比布氏、洛氏、维氏硬度测试的适用范围,根据不同材料(如低碳钢、淬火钢、铝合金)选择合适的测试方法,分析硬度值与材料强度的相关性。

综合实验模块:结合工程实际问题,设计跨知识点的综合实验项目,培养学生系统分析与解决问题的能力。例如,设置“汽车齿轮材料力学性能综合评价”实验项目,要求学生根据齿轮的服役条件(载荷、转速、环境温度),制定实验方案:通过拉伸实验评价材料强度,通过硬度实验评价材料耐磨性,通过冲击实验评价材料韧性,通过疲劳实验评价材料抗疲劳性能,最终综合各项实验结果,为齿轮材料选择与热处理工艺优化提供建议。实验过程中,学生需查阅工程标准、设计实验方案、协调团队分工、分析实验数据,全面提升工程实践能力。

创新实验模块:依托大学生创新创业训练计划、材料相关的国家级及省级大赛等平台,鼓励学生结合课程知

识与行业需求,开展创新性实验研究。例如,学生团队围绕“汽车车身板材材料力学性能的研究”课题,通过文献调研,选择铝合金作为研究对象,设计不同工艺参数的样品,通过拉伸、冲击实验、疲劳测试材料力学性能,探究工艺调控对材料性能的影响规律,最终形成创新方案。创新实验模块为学生提供了自主探究的平台,有效培养了学生的创新思维与科研能力,真实的实现“科研反哺教学”与“教学促进科研”。

2.2.3 工程内容:深化产教融合,引入企业真实项目

基于应用型大学“产教融合”的办学理念,与地方企业(如锦州捷通铁路机械股份有限公司、辽宁省象屿铝业有限责任公司等)建立合作关系,将企业真实工程项目引入课程教学:一是根据行业发展需求与企业技术痛点,调整课程知识点与实验项目,确保教学内容与工程实际无缝衔接;二是引入企业真实样品与测试任务,例如,让学生参与企业提供的机械零件力学性能检测项目,按照企业标准完成样品制备、性能测试与报告撰写,使学生熟悉企业工作流程与质量要求,增强学生的工程认知与职业认同感。

2.3 教学方法改革:多元方法融合,激发学生主动性

2.3.1 分模块教学:精准匹配学习需求

根据课程内容的逻辑结构与学生认知规律,将课程划分为“基础理论模块”“实验操作模块”“工程应用模块”“前沿专题模块”四个模块,每个模块设置明确的学习目标与考核要求,实现精准教学。例如,“基础理论模块”采用“教师讲授+课堂讨论”模式,聚焦核心概念与原理的理解;“实验操作模块”采用“示范教学+分组实操+教师指导”模式,强化实验技能训练;“工程应用模块”采用“案例分析+项目驱动”模式,培养工程问题解决能力;“前沿专题模块”采用“科研成果讲授+文献阅读+小组汇报”模式,拓宽学生学术视野。分模块教学打破了传统课程的线性教学结构,使教学更具针对性与灵活性,满足不同学生的学习需求,具体课时占比及考核方式

表1 教学模块课时占比及考核方式

模块名称	核心内容	教学模式	课时占比	考核方式
基础理论模块	力学性能核心概念与原理	教师讲授+课堂讨论+线上测试	30%	线上测试+课堂表现+期末考试
实验操作模块	三层级实验全流程	示范教学+分组实操+问题导向	40%	操作考核+数据准确性+参加课程相关竞赛
工程应用模块	失效分析与材料选型	案例分析+项目驱动+企业实践	15%	项目报告
前沿专题模块	新型材料与表征技术	科研成果讲解+文献研读+小组汇报	15%	总结汇报

见表1。

2.3.2 任务驱动式教学：以任务为导向，提升探究能力

在实验教学与工程应用模块中，采用任务驱动式教学方法，以具体工程任务为导向，引导学生主动探究解决问题的方法。例如，在“机械零件失效分析”任务中，教师给出某企业提供的失效轴类零件，要求学生以小组为单位，制定任务方案：能够判断失效类型，根据所学知识提出解决方案（如优化热处理工艺、选择更优材料）在任务实施过程中，教师仅提供必要的指导与资源支持，学生独立完成方案设计、实验操作、数据分析与报告撰写，有效提升了学生的自主探究能力与团队协作能力，该部分内容可为创新创业大赛提供前期基础。

2.3.3 线上线下混合教学：优化教学流程，提升学习效率

依托学习通、雨课堂等线上教学平台，构建“线上预习—线下授课—线上巩固—线下实践”的混合教学模式：一是线上预习阶段，教师上传教学视频（如实验操作示范、工程案例解析）、电子教材、预习任务单，要求学生提前学习基础知识，并完成线上测试，确保线下课堂教学的针对性；二是线下授课阶段，教师聚焦重点难点内容，通过课堂讨论、案例分析、实验演示等互动环节，深化学生对知识的理解；三是线上巩固阶段，教师发布课后作业、拓展阅读材料、线上讨论话题（如“如何提升某种材料的屈服强度”），学生通过线上平台完成作业、参与讨论，实现知识的巩固与拓展；四是线下实践阶段，学生参与实验操作、创新创业大赛等相关竞赛，并通过线上平台提交实验报告、实践总结，教师及时反馈评价，形成教学闭环。线上线下混合教学打破了时空限制，优化了教学流程，提升了学生的学习效率与参与度^[9]。

2.3.4 案例式教学：以案例为载体，强化工程认知

精选国内外典型工程案例，将案例教学贯穿于课程教学全过程：一是导入案例，在章节开始时，通过展示工程事故案例（如某桥梁坍塌事故、某飞机零部件失效事故），引发学生对材料力学性能重要性的思考，激发学习兴趣；二是分析案例，在讲解理论知识时，结合案例进行分析，例如，在讲解材料疲劳性能时，以某高铁轴承疲劳失效案例为例，分析疲劳失效的微观机理、影响因素及预防措施，使抽象理论具体化；三是实践案例，在实验教学与工程应用模块中，以企业真实案例为载体，让学生了解案例的解决过程，例如，了解教师项目中某汽车零部件企业的材料硬度检测案例，按照企业标准完成测试任务，强化工程认知与实践能力。案例式教学使学生能够将理论知识与工程

实际紧密结合，有效提升了学生的工程问题分析能力^[9]。

2.4 课程思政融入：落实立德树人，培养社会责任感

将课程思政元素有机融入课程教学全过程，实现知识传授与价值引领的协同统一：一是挖掘课程中的思政元素，结合课程内容，融入爱国主义、工匠精神、科学精神、社会责任等思政主题^[10]。例如，在讲解我国材料科学发展成就时，介绍“奋斗者”号载人潜水器耐压壳体材料、C919大飞机铝合金轻量化材料机翼等我国自主研发的高性能材料，激发学生的爱国情怀与民族自豪感；在实验教学中，强调实验操作规范与数据真实性，培养学生的科学精神与诚信品质；在企业项目实践中，介绍企业工程师攻坚克难、精益求精的工匠精神，引导学生树立正确的职业观。二是创新思政融入方式，通过案例渗透、专题讨论、实践体验等方式，避免思政教育生硬植入^[11]。例如，在“实际科研前沿成果讲解模块”专题讨论中，引导学生讨论我国材料产业面临的“卡脖子”问题及解决方案，培养学生的社会责任感与使命担当；在企业实习过程中，组织学生与企业党员工程师交流，学习其爱岗敬业、勇于创新的精神，实现思政教育的潜移默化。

2.5 课程评价体系改革：构建多元评价，关注能力提升

为打破传统评价体系“重理论、轻实践”的局限，贴合OBE理念“成果导向、持续改进”的核心要求，构建“过程性评价+终结性评价”相结合的多元评价体系，全面考核学生知识掌握、实践能力、创新思维及价值素养。评价体系涵盖四大核心维度，总分为100分，具体权重与考核内容如下：

理论知识掌握（30%）：包含线上预习测试（10%）、课堂讨论参与（5%）、期末理论考核（15%），重点考查核心概念、原理理解及工程应用分析能力。

实验实践能力与创新（40%）：涵盖基础实验操作（15%）、综合实验方案设计与实施（15%）、创新实验（创新创业竞赛/科研参与）（10%），考核实验操作规范性、数据处理准确性、问题解决实效性。

工程素养训练（20%）：包括工程案例分析报告（10%）、小组项目汇报（10%），侧重工程思维、团队协作及创新潜力。

价值素养与职业规范（10%）：依据实验诚信、企业实践表现、课程思政专题参与度评分，强化科学精神、工匠精神与社会责任感。

最后，依托线上教学平台，实时记录学生学习数据，

实现过程性评价的客观化与可追溯。每学期末开展评价体系满意度调研,结合学生反馈与教学效果,动态调整各模块权重与考核方式,形成闭环改进。

3 课程改革实施效果验证机制

为验证课程改革的有效性,本研究以辽宁工业大学材料成型及控制工程专业 2022 级、2023 级学生为研究对象,其中 2022 级学生采用传统教学模式(对照组),2023 级学生采用工程实验驱动的新课程模式(实验组),通过问卷调查、成绩分析、企业反馈等方式,对改革实施效果进行综合分析。

3.1 问卷调查

设计涵盖学习主动性、课程满意度、专业认同感、工程认知四个维度的调查问卷,分别对对照组(2022 级,共 73 人)和实验组(2023 级,共 61 人)学生进行调查。结果显示,实验组学生在学习主动性(如主动参与实验设计、自主查阅文献)、课程满意度(如对教学方法、教学内容的满意度)、专业认同感(如认为专业与工程需求的匹配度)、工程认知(如对工程问题的理解深度)四个维度的得分均显著高于对照组,其中学习主动性得分提升 30%,课程满意度得分提升 26%,专业认同感得分提升 28%,工程认知得分提升 35%。

3.2 成绩分析

对比两组学生的课程成绩(包括过程性成绩与终结性成绩)。结果显示,实验组学生“材料力学性能”课程达成度(82.5 分)较对照组(71.2 分)提升 15.9%,其中实验操作成绩、项目报告成绩的提升幅度最为显著(分别提升 22.3%、19.8%);在后续相关专业课程中,实验组学生的平均成绩(80.1 分)较对照组(72.3 分)提升 10.8%,表明改革不仅提升了学生对本课程的学习效果,还为后续专业课程学习奠定了良好基础。学生参加竞赛获奖情况大幅度提高。

3.3 企业反馈

跟踪两组学生在企业实习中的表现,收集企业对学生的评价反馈。结果显示,实验组学生在企业实习中,能够更快适应企业工作流程,独立完成力学性能测试、失效分析等任务的能力更强(企业满意度达 92%),较对照组(企业满意度 75%)大幅度提升;且就业岗位与专业的匹配度(88%)较对照组(70%)提升 25.7%,表明改革培养的学生更符合企业对应用型工程人才的需求。

4 结语

本研究以工程实验为核心驱动,基于 OBE 理念构建

了“理论-实验-工程”三位一体的“材料力学性能”课程改革模式,通过教学内容重构、多元方法融合、课程思政融入及评价体系优化,本次改革首先破解了理论与实践脱节的传统困境,实验课时占比提升至 40%;二是激发了学生学习主动性,实验与实践比例打破传统教学模式;最后提升了人才培养质量,学生工程实践能力与企业应用高度匹配。该课程改革模式可为应用型大学工程类课程提供可复制、可推广的实践范式,尤其适用于实践性强、工程指向明确的专业核心课。未来将进一步深化产教融合深度,拓展创新实验项目的行业适配性,持续优化教学体系,为培养更多符合区域经济发展需求的高素质应用型工程人才提供支撑。

参考文献:

- [1] 吕超颖,杨欣怡,李应等.基于应用型人才培养理念的材料力学课程教学改革实践[J].造纸装备及材料,2024,53(12):221-223.
 - [2] 张洪亮,王赫男,国旭明等.基于研究应用型人才培养的材料力学性能课程教学[J].中国冶金教育,2019,(04):29-30.
 - [3] 于驰,高秋志,包立等.材料力学性能课程思政建设与实践[J].高教学刊,2024,10(09):189-192.
 - [4] 何侃侃.新时代应用型高校学生工作体系构建研究[J].北京联合大学学报(人文社会科学版),2025,23(04):114-122.
 - [5] 吉喆,刘新华.立德树人视域下师范生师德修养的价值意蕴[J].教育理论与实践,2021,41(34):41-47.
 - [6] 欧阳宁相,尹勇.人工智能时代基于 OBE 模式的人才培养体系重构探索——以自然地理与资源环境专业为例[J].科教文汇,2025,(21):66-70.
 - [7] 杨哲.基于 OBE 理念的《计算机网络》课程混合式教学模式[J].机械设计,2025,42(10):200-203.
 - [8] 魏凤春,彭进,卢新坡等.混合式教学与课程思政融合的教学设计、组织与实施——以“材料力学性能”课程为例[J].安徽化工,2022,48(04):136-139.
 - [9] 杨雪,姜晨,叶卉.案例式驱动“现代加工理论”研究生教学的创新实践[J].南方农机,2025,56(18):166-168.
 - [10] 张蓉蓉.工匠精神融入高职思想政治教育的实践路径[J].现代商贸工业,2025,(21):196-199.
 - [11] 赵汉卿,邸可新,胡明等.新工科背景下《材料力学性能》课程思政的探索[J].广州化工,2022,50(04):174-176.
- 基金项目:支撑项目:辽宁工业大学研究生教育改革创新项目(YJG2025006)。