

“理论—仿真—工程”三维融合的材料力学教学体系构建

马文良 李春慧 张 飞

榆林学院 建筑工程学院, 中国·陕西 榆林 719000

【摘要】为适应新工科建设需求,针对传统《材料力学》教学中内容陈旧、方法单一和评价体系滞后的问题,构建了以工程应用为导向的“理论—仿真—工程”三维融合教学体系。课程依托OBE理念,在教学理念、内容体系、教学模式和评价机制等方面进行了系统重构。该体系以工程问题为主线,强化理论、仿真与工程应用的有机衔接,促进了课程由知识传授向能力培养的转型。

【关键词】新工科;材料力学;OBE理念;三维融合;教学改革

【课题】榆林学院教育教学改革研究项目(项目名称“重构结构力学课堂:产教融合导向下的教学模式创新与实践”项目编号“JG2541”),陕西省榆林市科技局产学研联合项目(项目名称“交变荷载-冻融环境耦合条件下煤矸石混凝土疲劳损伤机制研究”项目编号“2024-CXY-066”),榆林学院高层次人才科研启动基金(项目编号“2023GK43”)

引言

新工科建设与工程技术的快速迭代,正推动高等工程教育由知识传授向能力培养转型^[1]。《材料力学》在土木工程等相关专业中承载着结构受力分析、构件设计与工程判断等基础能力的培育任务^[2]。但现有教学仍以理论推导与书本算例为主,内容更新滞后、与工程场景脱节,难以匹配新材料、新结构与智能建造的教学需求^[3]。

基于此,课程改革亟需以工程应用为导向,重构教学体系与学习路径。本文构建并实施“理论—仿真—工程”三维融合的教学体系,围绕内容更新、教学方式创新、工程化实践教学体系与多维评价机制的协同改进,推动课程由会算题迈向能解决工程问题,为土木工程基础课程的持续改革提供实践依据与参考路径。

1 现行教学的主要问题与不足

现行课程体系在内容、方法、实践与评价等方面仍偏重理论灌输,缺乏对工程应用能力的系统培养,亟需构建以工程应用为导向、契合新工科理念的教学体系。主要表现为:1)内容更新滞后。教材与案例陈旧,未能反映新材料、新结构及现代计算方法的进展,课程学时有限而内容繁多,理论与应用脱节。2)教学方式单一。课堂以讲授和板书为主,缺乏仿真与可视化环节,学生参与度低,工程思维培养不足。3)实践环节薄弱。现有实验主要侧重基础验证,缺乏综合性和探索性设计,学生动手实践与科研思维培养仍显不足。4)考核体系局限。以期末笔试为主,忽视建模与分析能力评价,缺少过程性与多元化考核机制。

2 “理论—仿真—工程”三维融合的教学改革体系构建

2.1 改革理念与总体思路

课程改革确立了“以工程应用为导向、以能力培养为核心”的总体理念。教学设计以典型工程问题为主线,构建贴近真实工程情境的学习环境,引导学生在问题解决中形成系统的知识结构与分析能力。课程依托OBE理念,按照反向设计原则,明确课程学习成果(CLO)与专业毕业要求(PLO)的对应关系。

总体设计上,教学过程遵循“工程问题提出—理论分析—仿真验证—实验对比—结果表达”的学习链条,贯通课堂讲授、实验训练与工程应用全过程。通过案例驱动、项目导向与仿真辅助等方式,促进理论知识与工程实践的有机结合。改革同时注重理论与实践融合、课堂与工程融合、知识与价值融合,促进学生形成兼具专业素养与社会责任的综合工程能力。

2.2 教学内容与体系重构

教学内容的系统重构旨在保持理论完整性的同时强化课程的工程针对性,使知识体系与工程实践需求协同升级,包括:1)内容结构优化。课程体系调整为“理论—仿真—工程”三层结构:理论层保留杆件变形、应力分析和强度理论等核心内容;仿真层引入有限元建模与可视化分析,强化对受力规律的理解;工程层以典型结构为载体,将力学分析与工程应用衔接,形成从理论掌握到问题求解的递进体系。2)内容更新。补充高性能混凝土、纤维增强复合材料和功能梯度材料等新材料模块,采用“核心必修+选修拓展”结构,核心模块稳定,选修部分随行业技术进步与工程应用动态调整。3)案例与能力对应。建立“章

节—案例—能力点”映射机制,在弯曲、稳定、强度理论等章节融入工程案例,配套仿真模型和实测数据,帮助学生在对比中理解理论与实际受力的差异。4) 价值引导与资源建设。在安全系数与可靠度教学中融入工程伦理与安全教育,增强责任意识。建设案例库、仿真模板库与微课资源,实现模块化与数字化,保持课程内容动态更新。

2.3 教学模式与方法创新

教学模式改革是课程转型的关键环节,强调学生在真实或拟真的工程情境中解决问题,课程由教师讲授型向学生探究型转变,包括:1) 混合式教学。线上提供微课视频、虚拟实验与案例资源,帮助学生课前掌握基本概念;线下课堂聚焦典型问题,教师以工程案例引导学生将理论应用于受力分析与结构计算,实现从理解到应用的转化。2) 翻转课堂与问题驱动学习。教学以工程任务为主线,学生分组完成模型建立、理论推导与仿真验证。课堂采用讨论、展示与测评,形成“问题提出—建模求解—结果解释”的工程化学习路径。3) 项目导向实践。教学团队设计跨章节项目,学生完成数据处理、建模计算与报告编制,整合理论、仿真与实践环节,培养系统思维与团队协作。4) 形成性评价与资源共享。教师通过在线平台实时测评与反馈,依据数据动态调整教学策略。跨学科教师联合授课,依托共享平台提供案例与仿真模板,形成持续更新的资源体系。

2.4 实践教学体系构建

实践教学是衔接理论学习与工程能力培养的关键环节。课程以“理论驱动工程应用”为主线,着重提升学生的工程理解与应用水平,包括:1) 基础实验。优化经典实验,突出材料非线性特征及加载方式对受力的影响。实验报告除结果分析外,还要求撰写工程反思,阐述实验结果对工程设计的启示,实现理论与应用结合。2) 虚拟仿真。依托虚拟仿真实验平台,学生建立典型结构有限元模型。仿真实现多参数对比与灵敏度分析,培养建模与判断能力,并通过理论与仿真对比深化对力学假设的理解。3) 综合项目。采用任务书制教学,教师设计工程化项目,学生分组完成模型计算与成果报告,项目成果以工程技术报告形式提交,培养系统分析与团队协作能力。4) 校企协同。依托企业和设计院项目,学生参与现场观测与数据采集。教师与工程师联合指导,使学生在真实环境中理解材料与结构受力规律,增强工程直觉。

2.5 教学评价与持续改进

课程构建了过程考核与终结考核并重、知识掌握与能力产出并行的多元评价体系,并形成可追溯的持续改进机

制,包括:1) 评价结构。平时成绩与期末考核各占50%。平时部分涵盖课堂参与、小测、实验报告和项目展示,关注学习过程与能力培养;期末采用情景化开卷题,重点考查学生的分析与判断能力。2) 评价指标。建立基于Rubric的量化标准,主要维度包括建模合理性、仿真准确性、工程解释能力、创新与优化思维、表达与协作能力。各项设四级标准,便于量化评分与结果反馈。3) 学习档案与反馈。学生需提交仿真模型、实验数据和阶段报告,平台自动归档并统计表现。教师根据数据分析学习薄弱环节,调整教学策略,实现数据化、形成性反馈。4) 持续改进。依据OBE理念,课程建立CLO与PLO的对应关系。每学期分析各CLO达成度,低于阈值即调整教学环节与考核权重,并通过学生问卷、企业导师与同行评估持续优化。

3 结语

以新工科建设为背景,针对传统《材料力学》教学中内容陈旧、方法单一和实践不足等问题,构建了以工程应用为导向的教学改革体系。依据OBE理念,形成了“理论—仿真—工程”三维融合的教学框架,实现了教学内容更新、教学模式创新、工程化实践体系构建及多元评价机制完善。

未来,课程组将继续完善案例库与虚拟仿真平台,拓展校企协同实践深度,推动教学内容与行业技术持续对接,为土木工程及相关专业的基础课程改革提供可推广的参考与示范。

参考文献:

- [1] 张小千,孟昭博,田忠喜,等.新工科背景下材料力学课程教学改革措施研究[J].造纸装备及材料,2025,54(05):250-252.
- [2] 满田因,张洪亮,刘腾,等.工程教育专业认证背景下材料力学性能课程教学改革[J].中国现代教育装备,2025,(11):75-77.
- [3] 夏晓东,袁亚军,罗建阳,等.工程化理念下复合材料力学课堂教学研究[J].长沙大学学报,2023,37(02):104-108+112.

作者简介:

马文良(1995—),男,吉林白山人,博士,讲师,研究方向:产教融合课堂教学模式改革研究。

李春慧(1992—),女,吉林通化人,硕士,助教,研究方向:AI赋能课程思政案例库建设与课堂教学模式改革研究。

张飞(1889—),男,陕西榆林人,博士,副教授,研究方向:课程教学模式创新与学生核心能力培养研究。