

应用型人才培养下材料专业工程力学教学改革探索

李杰瑞

贵州理工学院材料与能源工程学院, 贵州贵阳, 中国

【摘要】工程力学作为材料科学与工程专业的核心课程,是衔接基础理论与工程实践的桥梁。然而,传统教学模式普遍存在教学内容与工程需求脱节、教学方法单一、思政融入不足等问题。本文基于本科院校教学实践,从课程现状、原因分析及优化设计三方面展开探讨,提出以“专业需求导向、思政融合、虚实结合”为核心的改革路径。通过重构教学内容、引入案例教学与虚拟仿真技术、强化课程思政及实践环节,有效提升了学生的工程应用能力与职业素养。

【关键词】工程力学;教学改革;应用型人才;课程思政;案例教学

【基金项目】贵州理工学院教具教学改革研究项目“应用型人才培养模式下材料工程力学课程教学改革探索”(2023YBXM25)

1. 引言

2020年5月,教育部开始进行新工科专业建设,在此基础上要求高校教育以理论教学结合工程实际,以推进毕业生具备工程思维和解决实际问题的能力[1]。新材料产业是实现制造强国的关键支撑,需要大量符合产业需求的工程技术人才。材料的最终归宿是应用,力学性能是材料应用过程中的一个重要指标[2]。工程力学作为一门技术基础课,是工科相关专业课程的基础。随着新工科建设和产业升级的推进,材料科学与工程领域对应用型人才的需求日益迫切[3-6]。工程力学作为材料科学与工程专业的核心课程,是衔接基础理论与工程实践的桥梁。该课程分为静力学与材料力学两大部分,通过工程力学中的应力-应变理论、强度准则(如最大拉应力理论、畸变能理论)等,学生能够定量分析材料在不同载荷(拉伸、压缩、剪切、弯曲)下的力学响应,为材料成分设计、微观结构优化提供理论支撑。课程中材料力学实验帮助学生直观理解材料的力学性能参数,并掌握测试标准与数据分析方法,为学习材料学其他后续课程打下基础。

工程力学的学习需要学生具有大学物理、高等数学等基础知识,其学习过程具有一定难度,教学内容需与工程实践紧密结合。工程力学课程对于材料专业学生在工程、材料领域的材料学思维能力起到一定的培养作用。然而,工程力学传统教学模式课堂理论讲授为主,而对于力学抽象内容,学生容易出现理解困难、学用脱节等问题[7-9]。同时该课程内容引入很多新理论和新概念,有很多前

后关联的理论公式,且材料力学内容各部分具有相似性,在理解的过程中容易出现混淆。经过多年来的教学经验及教学调查分析,笔者发现大部分学生认为工程力学课程难度大,且对其专业学习的作用不清楚,致使教学效果不尽如人意。因此,探索适应应用型人才培养的工程力学课程改革势在必行[10-13]。

2. 工程力学课程教学现状

2.1 课程理论性强,专业特点不显著

工程力学作为独立开设的专业核心课程,总学时为64学时,采用“4+60”的课程架构(60学时理论+4学时实验),包含静力学与材料力学两部分组成,当前教材多沿用经典理论体系,较为适合土木、机械等专业,缺乏与材料专业方向匹配的案例。工程力学开课学期为大二上学期,学生具备一定数学物理理论基础,但缺乏对专业知识的了解,理论部分内容以简化后力学模型计算为主,与实际应用过程存在差异,导致学生在学习过程中难以与工程结构联系起来。且由于教学改革不断深入,学习课时压缩,但学生所需掌握知识点相似,且需要学生将静力学内容在材料力学部分进行熟练运用,这对学生的知识运用能力提出更高要求[14-16]。

理论部分讲授以单向灌输为主,集中于实验原理的公式推导及材料应用强度和刚度条件准则。传统“PPT+板书”的灌输式教学占比高达80%,学生被动接受知识,课堂参与度低。复杂公式推导(如弯曲正应力计算)占用大量课时,而学生因数学基础薄弱难以理解,导致学习兴趣下降。在教学过程中,所涉及知识点多,容易导致学生前学后忘,知识掌握不

系统[17,18]。

2.2 实践过程学生参与度不高

实验教学则采用“集中讲解-分组操作”的二元模式，教师需在每次实验课前重复讲解仪器结构、操作规范等基础内容。基于课堂观察记录，在分组实验中呈现出“20-60-20”现象：20%主导型学生进行仪器操作、数据记录等核心环节；60%的跟随型学生仅进行辅助性操作；剩余20%边缘型学生处于“观摩”状态。材料力学实验中仍以低碳钢、铸铁为主，而高分子材料、陶瓷材料的力学性能分析未纳入教学内容，导致教学内容泛化，无法体现专业特色。此外，实验项目多为验证性实验，缺乏综合性、创新性设计，难以培养学生解决复杂工程问题的能力[19,20]。

2.3 评价标准不完善

《材料力学》作为一门理论性突出的专业基础课，当前普遍采用“教师主讲+板书演示+多媒体课件辅助”的传统教学模式。其课程评价体系主要由平时成绩（占比30%-40%）和期末考试成绩（占比60%-70%）构成，其中平时成绩通过考勤记录、实验报告、作业以及课堂表现等指标进行量化，期末成绩则完全取决于考试的卷面分数[21,22]。这种评价机制表面看似贯穿教学全程，但深入剖析可见，其本质上仍属于结果导向的终结性评价体系——所有考核节点均设置在知识传授完成之后，对于预习准备、课堂参与等学习过程的关键环节缺乏有效监测与反馈机制。这种评价模式的滞后性容易诱发功利性学习行为：部分学生通过“课前不预习、课堂低参与、课后突击补”的三段式策略，借助作业代写、实验数据修正、考前重点突击等手段，仍可获得相对理想的课程成绩。更有甚者将此类应试技巧作为“成功经验”在同辈群体中传播，形成“重分数轻能力”的不良学习导向。这种短期投机行为虽然能通过阶段性考核，却导致知识体系碎片化、工程思维训练缺失等深层问题——学生难以建立完整的力学分析框架。

3. 学生学习特点分析

3.1 基础差异大，学习效果不理想

应用型本科院校生源普遍处于高考450分区，该群体呈现显著的学科能力分化特征。从认知结构分析，部分学生因物理学科基础薄弱，形成力学课程的认知断层，具体表现为课堂参与度低且缺乏课后自主探究动力，陷入“为学分而学”的被动状态。这类学生往往对力学概念的空间想象能力不足，在杆件变形分

析、应力状态理解等核心知识模块易产生畏难情绪，导致学习投入与知识内化效率形成恶性循环。与之形成鲜明对比的是，具备扎实数理基础的学生群体，依托前期高等数学与理论力学的知识储备，能有效建构材料力学的逻辑框架。这类学习者不仅能在课堂上完成应力应变公式的推导迁移，更善于将弯曲正应力分布规律与桥梁承重设计、扭矩计算与机械传动轴选型等工程案例进行跨域联结，其知识建构呈现显著的“理论-实践”双向强化特征。这种认知能力的差异直接导致后续专业课程的学习分化：前者在机械设计、结构工程等课程中频繁遭遇力学分析障碍，而后者则能灵活运用强度理论解决实际工程问题。这种两极分化现象对应用型人才培养提出了严峻挑战，亟需通过差异化教学设计实现知识体系的适应性重构。

3.2 重视课堂教学，课后学习动力不足

以本校教学实践为例，当前学生的学习行为在课前和课后呈现出两极分化。课堂参与层面，学生表现出较高的纪律自觉性，很少出现旷课和请假行为。但在学习策略方面，多数学生尚未形成系统化学习思维：七成学生缺乏预习导学意识，仅依赖课堂听讲接受知识；课后复习巩固环节存在明显断层，导致知识留存率低于教学预期。值得注意的是，随着信息化程度的提升，部分学生在作业实践环节呈现出技术依赖特征——约65%的课后习题通过搜题软件获取答案，仅有不足30%的学生能独立完成力学模型建立与公式推导。这种“高出勤率”与“浅层学习”并存的现状，反映出传统教学模式下学生自主学习能力培育的短板，如何构建有效的深度学习引导机制成为亟待破解的教学难题。

4. 应用型人才培养模式下改革策略

4.1 教学内容优化

4.1.1 思政内容为导入元素，引入教学内容

在《材料力学》课程建设中，需强化课程导入的思政融合设计。作为贯通基础理论与工程实践的核心课程，教师应通过“案例引入+问题导向”的教学策略，将价值引领融入知识传授。以梁结构设计教学为例，可选取具有贵州特色的世界跨径最大钢桁梁斜拉桥鸭池河特大桥工程为切入点，从建筑美学延展至力学承载分析，既展现中国建造智慧的文化自信，又自然导出横梁、T形梁、桁架等知识点。在讲授温度应力时，以火灾过程钢构失效案例为引，通过模拟火灾高温下钢结构强度退化过程，

既揭示材料性能的温度敏感性规律,又强化工程安全伦理意识。这种“一案例双目标”的导入模式,既能提升课堂吸引力与思政育人效能,又能构建“理论-实践-价值”三位一体的认知路径,使学生在求解工程问题时同步形成职业责任感与科学思维范式。同时在教学实践中,结合社会热点问题收集实际案例形成案例库。

在材料力学内容涵盖拉伸、弯曲、压杆稳定等复杂理论体系,常因公式推导抽象导致学生认知疲劳。在理论讲授中,可融合我国古建筑智慧与现代科技突破:解析赵州桥“敞肩拱”结构时揭示应力分布,对比“蛟龙号”载人舱钛合金耐压设计展现材料强度理论的发展,既彰显中华文明工程智慧,又凸显科技自立自强的时代命题。同时引入工程伦理教育维度,以魁北克大桥三次坍塌事故为切入点,在压杆稳定性教学中剖析设计失误的力学根源,强化职业责任感。

4.1.2 结合专业特点进行引导

在《材料力学》课程建设中需实施专业靶向性教学改革。针对材料类专业的特点,教师应对教材九大章节进行筛选:以材料本构关系、应力-应变曲线、强度理论为核心模块,重点剖析微观组织结构与宏观力学性能的关联机制;精简压杆稳定等非主干内容,转为拓展性自学资源。教学中可深度融合材料学科特色案例,例如:通过3D打印梯度材料层间应力分析,揭示残余应力对材料失效的影响;结合碳纤维复合材料层合板的各向异性强度预测,强化广义胡克定律的工程应用;引入航空钛合金疲劳断裂事故,探讨交变载荷下裂纹扩展规律。同时对接材料研发前沿,融入智能材料(如形状记忆合金)超弹性行为的力学建模,激发科研探索兴趣。通过“经典理论-先进材料-工业难点”的案例链设计,使材料力学知识体系转化为支撑新材料研发的工程分析工具,实现基础课程与专业发展的深度融合。

4.1.3 引入工程标准

在《材料力学》课程中应系统构建标准意识培养体系,将国标规范与理论教学深度融合。以金属材料拉伸试验教学为例,可基于GB/T 228.1-2021《金属材料拉伸试验方法》解析标准条款,通过虚拟仿真平台演示试样制备、速率控制、数据采集等标准化流程,对比非标操作对屈服强度、延伸率等关键参数的影响。针对平面几何性质章节,结合GB/T 706-2016《热轧型钢》标准型材规格参数,设计工字梁选型计算任务,引导学生利用标准参数库完成截面

惯性矩计算与承载能力校核。教学中可创建“理论推导-标准解析-工程实战”三维闭环:在推导弯曲正应力公式时,同步解析钢结构设计规范中的安全系数取值逻辑;分析压杆稳定临界载荷时,引入NB/T 47015-2011《压力容器焊接规范》对支撑构件的长细比限制。通过虚实结合的标准化案例教学,使强度理论、失效准则等抽象概念转化为可执行的工程语言,同步塑造学生的规范应用能力与工程安全意识。

4.2 教学模式改革

4.2.1 线上线下融合教学

在工程力学课程改革中需深度整合信息化教学资源,构建“虚实协同”的混合教学模式。依托教育部近年来认定的2700余门国家级线上线下混合课程建设经验,教师可基于MOOC、智慧树等平台遴选优质资源,精准匹配专业需求与教材章节。以材料力学为例,通过筛选全国29个慕课资源库中与弯曲强度、压杆稳定等核心知识点契合的微课视频,设计“线上预习-课堂精讲-虚拟实验-在线测评”四维教学链。这种混合模式既能通过线上资源填补传统课堂时空局限,又能利用线下教学深化工程案例解析,有效提升知识内化效率与工程实践能力。

在工程力学课程中应构建智能化作业管理系统,实现教学全流程数字化升级。针对传统纸质作业“提交-批改-反馈”周期长(3-10天)的问题,可通过雨课堂、超星等平台实施线上作业改革,学生完成理论计算后实时提交,系统自动批改客观题并生成错题集,教师即时开展典型错误解析与个性化指导,将反馈周期压缩至24小时内。同时,教学平台可集成“课前-课中-课后”体系,课前推送弯曲强度三维动画、GB/T 228.1拉伸试验标准解读等预习包;课中嵌入随堂测试检验知识盲点;课后发布压杆稳定计算器、型钢参数数据库等拓展工具。教师通过平台数据实时监控学习轨迹,针对掌握薄弱学生定向推送补充案例,形成“作业实时诊断-问题精准定位-资源定向推送”的闭环管理,显著提升教学效能与知识点学习质量。

4.2.2 实验过程增加学生自主性

在工程力学实验教学中实现混合教学模式,除低碳钢、铸铁等标准验证试样以外,可针对学生感兴趣的材料提前准备,在教师演示阶段充分展示与专业相关材料力学性能。验证实验结束后,线下实验室则转型为开放创新平台,学生通过预约自主设计进阶实验,如对比

碳钢与铝合金的拉伸曲线差异,探究复合材料层合板各向异性特征。这种教学模式不仅可以提升设备利用率,又能通过实验报告追踪学习轨迹,使能强度理论分析等抽象概念转化为可交互的工程实践,真正实现“理论-实验-创新”的深度融合。同时,结合教师科研项目,将研究能力强的学生与具有相关科研项目的老师进行对接,实现理论知识实践化。

4.2.3 考核机制改革:过程评价与多元结合

在工程力学课程评价体系中通过智慧教学平台(如雨课堂)形成多维度评价指标:课前通过视频观看频次、预习测试正确率了解学生知识储备;课中通过课堂讲授抬头率等指标确定学生参与度;课后采用“基础题线上即时批改+综合题线下深度解析”模式,分析受力分析、强度理论等核心知识点的掌握盲区。实验环节将万能试验机操作规范度、数据采集准确性等实操表现转化为量化指标。期末基于多种数据(预习参与度、课堂活跃度、实验创新性等)进行评价,实现从“分数考核”向“过程性培养”的范式转变,形成“评价-反馈-优化”的授课模式。

5. 结语

工程力学课作为工科教育体系的核心课程,针对传统教学模式中理论与工程脱节、学生参与度低、评价机制滞后等问题,要做到专业需求导向、思政融合等方式激发学生学习热情。实验环节引入开放创新设计,提升学生自主性与科研转化能力。改革以应用型人才培养为目标,推动课程从“知识灌输”向“能力塑造”转型,有效提升学生的工程素养与职业责任感,为新工科背景下的材料领域输送兼具理论功底与实践创新能力的复合型人才。

参考文献

- [1] 张琴,方建士,张丽,等.“新工科”背景下工科院校工程力学课程过程化考核[J].中国冶金教育,2021,(06):41-43.
- [2] 成诺.新工科背景下应用型本科《材料力学》教学改革研究[J].产业与科技论坛,2025,24(05):200-202.
- [3] 郭亚雄,权变利,金会心.工程教育下冶金工程“工程力学”课程创新探索[J].教育教学论坛,2023,(34):56-59.
- [4] 岳军锋,郑丽萍,李靖靖.高分子专业《工程力学》课程教学设计探讨[J].高分子通报,2022,(04):74-78.
- [5] 闫冰洁,卜万奎.应用型本科高校“材料力学”课程思政教学改革探究[J].菏泽学院学报,2021,43(05):124-127.
- [6] 齐铭,王琛,王栓强,等.应用型本科院校材料工程基础教学改革探讨——以西安航空学院为例[J].教育教学论坛,2020,(35):153-155.
- [7] 张柯,刘伟,王佩艳,等.基础力学实验课程思政体系建构与教学实践——以工程力学实验课程为例[J].高教学刊,2023,9(13):192-196.
- [8] 解书华,陈鹏,李淼,等.高校工程力学专业课程思政教育的建设目标与实践路径[J].高教学刊,2023,9(06):164-167+171.
- [9] 郭江涛.一流专业建设中工程力学课程教学体系改革的研究与实践[J].陕西教育(高教),2020,(11):42-43.
- [10] 李佳.新工科背景下应用型地方本科院校力学教学改革与实践[J].产业与科技论坛,2024,23(12):154-156.
- [11] 闫冰洁,卜万奎.应用型本科高校“材料力学”课程思政教学改革探究[J].菏泽学院学报,2021,43(05):124-127.
- [12] 张永生,赵广臣,李建国.《工程力学》教学改革历程对地方应用型本科院校《工程力学》教学改革的启示[J].绿色环保建材,2020,(09):165-166.
- [13] 方建士,顾建平,汪云祥,等.新工科建设背景下应用型本科院校材料力学教学改革探讨[J].南京工程学院学报(社会科学版),2019,19(03):81-84.
- [14] 彭英.应用型本科院校少学时材料力学教学方法探讨[J].现代职业教育,2019,(16):130-131.
- [15] 霍艳艳,倪向贵.力学专业课程思政体系化建设探索与实践[J].力学与实践,1-6.
- [16] 张九菊,张洪伟,汪道兵.工程教育专业认证背景下工程力学课程力学建模能力培养的研究[J].中国现代教育装备,2025,(05):77-79.
- [17] 张小雪,袁宝国.数字化背景下“工程力学”教学评一体化实践与探索[J].淮北师范大学学报(自然科学版),2025,46(01):83-87.
- [18] 李杰,徐翠云,任锐,等.以学为中心的工程力学驱动式教学模式研究[J].教师,2025,(07):152-154.

- [19] 王丽, 钟玉华, 李细霞.应用型本科工程力学融入课程思政的教学探索[J].时代汽车, 2025, (05): 111-113+121.
- [20] 翟诚, 杨海庆, 赵广臣, 等.“工程力学实验”的课程思政建设与教学实践[J].实验室科学, 2025, 28(01): 194-197.
- [21] 胡国玉, 富荣昌, 金阿芳, 等.强化工程思维的工程力学教学实践与探索[J].中国教育技术装备, 2025, (04): 76-78.
- [22] 蒋月新, 沈峰, 员方, 等.高校工科专业劳动教育实践课程大纲研究——以工程力学专业为例[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊), 2025, (02): 201-204.