

基于互联网+的虚拟仿真与多媒体相结合的材料力学实验教学改革

张龙¹ 田祖安¹ 李定玉¹ 张鹤鹤² 杨全虎¹ 黄开志¹

1. 重庆科技大学建筑工程学院, 重庆 401331

2. 重庆科技大学冶金与材料工程学院, 重庆 401331

[摘要]针对我校《工程力学》《材料力学》课带实验中存在的学生人数多、教学条件限制,导致学生在实验课中动手操作机会少、实验课教学效果差等问题,通过将材料力学实验录制成微视频,解决教师讲授时间长,实操时间短的问题;引入有限元技术使实验结果直观化和形象化;开发材料力学虚拟仿真实验系统,拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平,增加课堂趣味性,成为一种真正意义上的开放实验室,同时还可作为突发情况下无法开展材料力学现场实验教学的补充。提高教学质量,培养创新能力,达到全面提升材料力学实验教学效率的目的。

[关键词]材料力学实验;虚拟仿真;有限元分析;教学改革

DOI: 10.33142/fme.v5i2.12896

中图分类号: G642.4

文献标识码: A

Experimental Teaching Reform of Mechanics of Materials Based on Internet + Virtual Simulation and Multimedia

ZHANG Long¹, TIAN Zu'an¹, LI Dingyu¹, ZHANG Hehe², YANG Quanhu¹, HUANG Kaizhi¹

1. School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

2. School of Metallurgy and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing, 401331, China

Abstract: In response to the problems of a large number of students and limited teaching conditions in the experimental teaching of "Engineering Mechanics" and "Materials Mechanics" in our school, which result in fewer opportunities for students to hands-on operate in experimental classes and poor teaching effectiveness, the problem of long teaching time and short practical operation time for teachers is solved by recording materials mechanics experiments into micro videos; Introducing finite element technology to visualize and visualize experimental results; Developing a virtual simulation experimental system for material mechanics, expanding the breadth and depth of experimental teaching content, extending the time and space of experimental teaching, improving the quality and level of experimental teaching, increasing classroom fun, and becoming a truly open laboratory. At the same time, it can also serve as a supplement to on-site experimental teaching of material mechanics in unexpected situations, improving teaching quality, cultivating innovative abilities, and achieving the goal of comprehensively improving the efficiency of material mechanics experimental teaching.

Keywords: material mechanics experiments; virtual simulation; finite element analysis; teaching reform

引言

党的二十大开启了加快教育现代化、建设教育强国的新征程。“学科交叉性”显著的材料力学实验,是材料力学和工程力学课程的重要组成部分,可以帮助学生理解和掌握材料力学的基本概念和理论,并在学生学以致用、创新能力培养方面具有不可替代的作用^[1-5]。工程力学之父铁摩辛柯曾说,理论分析和实验结果在材料力学研究中具有同等重要的地位,材料力学的历史是理论和实验二者最好的融合。材料力学实验是我校理工科专业的必修课,是与工程项目、产业应用和科学研究密切联系的一项综合性实验,每年开设2000人次左右的实验教学。然而,随着学生数量增多,受教学条件、经费和资源的限制,学生在实验课中能动手操作的机会较少,大多数只能观察老师或者同学演示,以致有的学生对待实验课程比较敷衍,且实验报告抄袭情况比较严重,影响实验课程的授课效果,亟

须开展虚拟仿真和可视化交互的材料力学虚拟实验。

1 当前材料力学实验课程主要存在的问题

1.1 实验教学方法的局限性与设备约束

当前我校材料力学实验课程主要聚焦于轴向拉伸、扭转、弯曲及组合变形等验证性与综合性实验。在教学过程中,过度依赖教师的课堂讲授,导致学生往往处于被动接收信息的状态,对实验原理和方法的理解尚显浅薄,仅满足于获取实验数据。同时,由于学生数量的激增和实验设备的有限性,学生通常以分组形式共同进行实验,使得每个学生的实际操作机会极为有限,甚至存在部分学生在整个实验过程中都未能接触和操作实验设备的情况。这种教学模式极大地限制了学生分析、解决问题能力的提升,无法有效达到材料力学实验教学的预期目标。

1.2 实验课时不足与操作复杂性

近年来,随着课程结构的调整,材料力学课程的总学

时被缩减,其中实验学时更是减少至8个课时。针对万能试验机弯扭组合等复杂设备,教师在有限的课堂时间内难以充分讲解理论和操作方法,导致学生难以在课堂上完全掌握设备的使用技巧。特别是在涉及弯曲和组合变形的实验中,基于电测原理的接线操作更是增加了实验的难度。在现有条件下,学生往往无法完成全部实验内容,更难以达到亲手操作、深入理解实验原理的目标。

1.3 现代计算机技术应用不足

传统的实验教学方式,即教师讲解与操作结合、学生观察与模仿的方式,已逐渐无法满足当代学生的学习需求和社会对人才培养的要求。随着学生群体内在素质的变化以及互联网和信息技术的飞速发展,材料力学实验教学条件亦发生了显著变化。教育部《关于深化本科教育教学改革全面提高人才培养质量的意见》明确指出了提高自主学习时间比例、发展“互联网+教育”、探索智能教育新形态以及线上线下混合教学的方向。因此,将材料力学实验教学与先进的信息技术相结合,进行教学模式的创新与改革,已成为当前教育教学改革的重要趋势^[6-8]。

1.4 缺乏系统课程思政教育

在材料力学实验教学过程中,学生大多以观察实验为主,很少动手进行操作。教师讲课会涉及一些对学生安全知识、专业技能以及价值观念的思政指导,但是思政教育在课程中没有系统体现,学生的思想政治素质有待提升。比如,部分学生安全意识薄弱,漠视实验室的规章制度和安全条例;学生实验课上行为随意,实验操作欠规范,观察实验现象不够仔细,实验记录不全,小部分学生抄袭实验数据、实验报告等,缺乏严谨的科研态度和学术道德,组员之间缺少交流沟通,出现矛盾还推卸责任,缺少团队合作精神和责任感等^[9-10]。

1.5 考核方式单一,学生实操能力弱

当前实验教学考核局限于出勤率和实验报告,无法全面评估学生的实验操作和技能。为促进学生实践精神和科学素养的提升,应引入多元指标,如实验操作表现、原理解释和数据分析能力,同时优化实验报告设计,以更全面、客观地评价学生实验水平,推动教学改革与人才培养的深入发展。

2 教学改革目标

引入互联网技术,并结合虚拟仿真和多媒体教学,与传统实验教学相辅相成,旨在实现虚实结合的教学模式。全面解决传统教学中存在的诸多问题,如教学方式单一、实验设备资源有限、实验学时不足以及学生动手操作时间短、能力训练不足等。致力于转变教学方式,引导学生从被动学习转向自主学习,推动线上线下混合式教学的深入发展。助推材料力学“金课”的建设,更对一流专业建设和教学成果奖的培育起到重要的支撑作用。

3 具体改革措施

针对当前材料力学实验教学中存在的问题,引入互联

网技术,采用“三步走”的方式对材料力学实验进行全面改革提升。首先将微视频应用于实验教学,再结合有限元技术生动逼真地展示变形和受力状况,最后将其融入搭建的虚拟仿真实验系统,从而增强课程趣味性,调动学生的积极性。此外结合全过程考核方式,培养学生自主学习能力、动手能力和团队合作能力。

3.1 微视频授课应用于实验教学

微课作为一种新型课程资源,以其短小精悍的教学视频为核心,展现出其独特的优势。每个视频聚焦数个核心知识点,具备可反复观看的特点,且不受实验场地限制,广泛应用于教学领域。鉴于材料力学实验理论知识点相对集中但实验操作复杂、设备操作难度大的特点,学生难以在有限的课堂时间内全面掌握,微课教学模式的引入显得尤为必要。为此,我们精心录制了涵盖拉伸压缩、扭转、弯曲以及组合变形四大实验的实验操作视频,内容包括试验机、应变仪的操作流程及接线技巧等,并配套制作了相应的教学课件。这些教学资源已上传至学校《材料力学》和《工程力学》课程中心,为学生提供了灵活多样的学习途径,有效提升了教学质量和效果。课前学生利用自由时间完成预习工作,初步了解整个实验目的、实验原理和实验操作过程及技巧,并完成相应的线上测验,可节省课堂讲解时间,增加实验操作时间,提高学生自主学习主动性和课堂专注度,解决“围着设备讲实验”的传统授课模式的弊端。此外,微视频授课还可弥补突发情况下无法开展材料力学现场实验教学问题。



图1 低碳钢拉伸实验

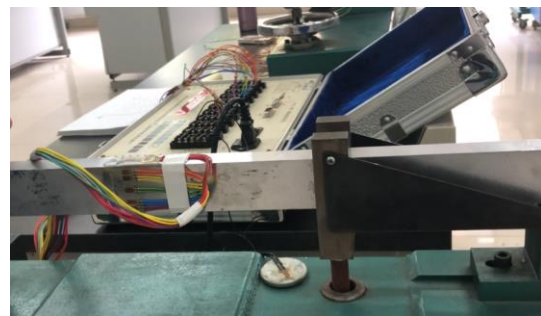


图2 弯曲实验

3.2 有限元技术丰富教学手段

在计算机技术的推动下,计算机辅助技术软件以其图像清晰、动画逼真,以及可灵活操控的交互性,在材料力

学实验教学中展现出显著优势。不仅能够动态、直观地展示物体在变形和受力过程中的状态,还能通过位移云图和应力云图精确描绘物体内部的受力变化趋势,极大地加深了学生对物体受力机制的理解。针对材料力学实验中的关键和难点,特别是弯曲和组合实验中物体内部应力和变形的复杂分布,利用数值模拟技术进行了深入分析,并以动画或录像的形式将模拟结果呈现给学生,并录制成微视频,上传至课程中心,供学生随时访问和学习。在仿真实验中,学生能够直观地观察到物体的位移和受力变化,明确材料应力与应变之间的内在关系,从而深化对理论知识的理解。这种教学模式不仅增强了学生对实验内容的认识,还极大地激发了他们的学习兴趣和主动性,为材料力学实验教学带来了全新的教学模式和效果。

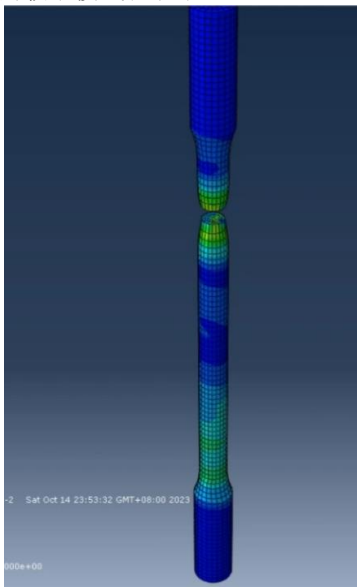


图3 低碳钢拉伸实验的有限元模拟

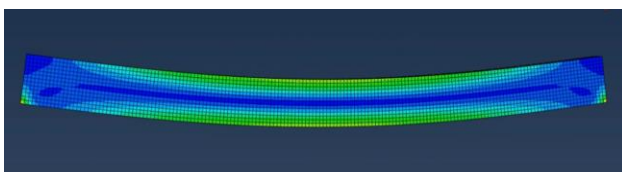


图4 弯曲实验的有限元模拟

3.3 开发虚拟仿真实验系统

常用的设备如万能试验机、扭转试验机等多为大型设备,实验室难以容纳足够数量的设备,这无法满足学生独立进行实验的需求。同时,实验器材损耗也相当严重,如试样在拉伸过程中断裂后则无法再次使用,造成严重的资源浪费。为了解决这些问题,项目组研发了一套适合我校教学需求的简单、桌面型材料力学实验虚拟仿真系统。该系统利用学生自备的电脑设备,使学生能够利用碎片化的业余时间进行多次重复实验,且不会造成任何实验材料的损耗。通过该系统,学生可以在实际实验前熟悉实验步骤和设备操作,降低实际操作时的错误和误操作,进而提高

实际实验的成功率。随着系统的不断更新和完善,它有望完全辅助或部分取代这些高损耗的实验项目。



图5 拉伸实验的虚拟仿真系统开发

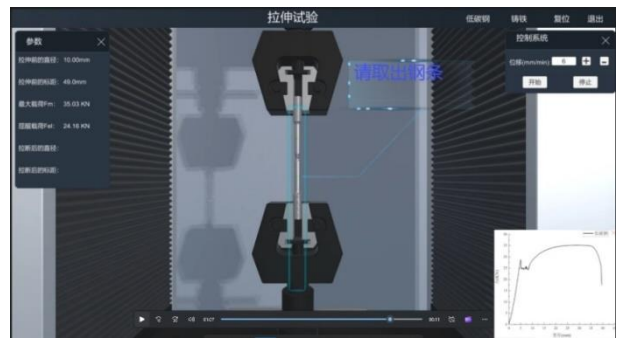


图6 拉伸实验的虚拟仿真实验

在以上三步走的基础上,改革传统材料力学实验的考核方式只注重实验报告成绩,对实验预习和实验操作方面考核不足方式。由于已经有充分的预习时间和虚拟操作,采用全过程考核方式,如图7所示。

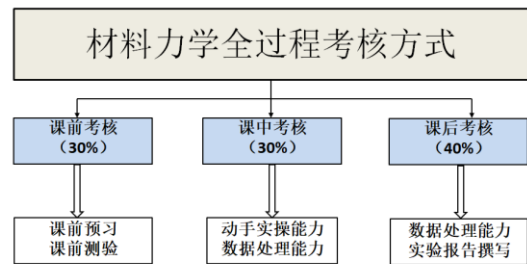


图7 全过程考核方式

首先,课前考核占据总成绩的30%。学生需借助实验操作视频资源、教学PPT资源以及虚拟仿真实验系统,自主进行实验的预习工作,并在在线课程中心完成相应的线上测验,以此获得相应的成绩。这一环节旨在检验学生对实验内容的初步理解和掌握程度。

其次,课中考核占据总成绩的30%。此环节主要聚焦于学生的动手操作能力和结果预判能力。实验设计和实验操作是实验教学的核心,要求学生严格遵循操作规范,科学记录实验数据,确保数据的真实性和原创性。此外,还着重培养学生的严谨科学素养,考核其科研态度、学术道德、团队合作以及安全意识等方面的课程思政教育效果。

最后, 课后考核占据总成绩的 40%。该部分主要考查学生对实验数据的分析和实验报告的撰写能力。学生需以实验内容为主题, 按照学校规定的格式提交实验报告, 报告内容将接受实验数据处理准确性、操作规范性、实验完整性以及报告规范性等方面的全面考查。

4 结语

通过将材料力学实验录制成微视频, 解决教师讲授时间长, 学生预习时间短、实操时间短的问题; 引入有限元技术使实验结果直观化和形象化, 便于学生理解物体受力状况; 开发材料力学虚拟仿真实验系统, 旨在弥补现实实验之局限, 扩展实验教学内容的广度与深度, 打破时间与空间的限制, 进而提升实验教学质量。该系统能够部分或完全替代实际实验室内的课程实验, 有效应对大型、昂贵设备的短缺问题, 显著降低实验材料的损耗。此外, 其便携性和灵活性使得师生可随时随地进行实验操作, 不仅增强了课堂的趣味性, 也真正实现了实验教学的开放化, 成为现代教育领域的重要创新。同时还可作为突发情况下无法开展材料力学现场实验教学的补充。采取全过程考核方式培养学生综合素质, 提高教学质量, 培养创新能力, 达到全面提升材料力学实验教学效率的目的。

基金项目: 重庆科技学院本科教育教学改革研究项目, 基于互联网+的虚拟仿真与多媒体相结合的材料力学实验教学改革, 项目编号: 202246。

[参考文献]

[1] 谭小东, 逯文君, 宋波, 等. 基于数字图像相关技术的材料力学性能实验教学改革与实践[J]. 中国现代教育装

备, 2024(5): 22-37.

[2] 林鹏, 王晨, 李凌云. 基于线上线下混合式教学模式的材料力学实验教学课程改革研究[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2023, 24(3): 141-145.

[3] 李雯. 工程力学、材料力学实验课程综合性项目教学改革[J]. 科研与教育, 2020(4): 195-196.

[4] 杨孟杰. 基于“互联网+”的材料力学实验教学改革的探索[J]. 知识窗(教师版), 2021(11): 58-59.

[5] 黄凯, 王正直, 吴文平, 等. 基于可视化技术的材料力学实验课程创新与设计[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(9): 153-157.

[6] 薛娜. 基于虚拟仿真的材料力学机械实验教学改革的探索[J]. 大学教育, 2023(23): 74-77.

[7] 卜万奎, 徐慧, 闫冰洁, 等. 基于虚拟仿真技术在材料力学实验中应用的研究[J]. 菏泽学院学报, 2023, 45(5): 118-122.

[8] 孙金超, 赵庆娟. 材料力学实践教学虚拟仿真技术的应用探讨[J]. 科技资讯, 2023, 21(17): 214-217.

[9] 樊自建, 孙海涛, 申志彬, 等. 材料力学实验课程思政的几点思考[C]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2022.

[10] 王云洋, 蒋楚, 肖磊, 等. 新工科背景下基于铸铁扭转实验的材料力学课程思政教学改革研究[J]. 大学物理实验, 2021, 34(1): 112-116.

作者简介: 张龙, 重庆科技大学建筑工程学院, 副教授, 工学博士, 主要研究方向为多场耦合下材料力学性能研究, 主讲课程为材料力学。