

# “微视+虚拟+AI”三维赋能:《工程材料力学性能》数智课程建设与实践研究

赵美 王岭 郭丽莉 曹丽梅 郑伟

营口理工学院材料科学与工程学院 辽宁营口 115014

DOI:10.32629/ems.v8i3.18728

**[摘要]** 针对《工程材料力学性能》课程抽象知识点难理解、实验教学受限、学情反馈滞后等痛点,依托营口理工学院“应用型本科”办学定位,构建“微视+虚拟+AI”三维数智课程体系。通过资源智慧化重构、平台功能升级、教学模式革新与评价体系优化四大路径,开发微视频资源包、虚拟实验模块、AI助教工具等核心教学资源,形成“课前预习-课中互动-课后拓展”的混合式教学模式。实践表明,该课程建设显著提升了学生对抽象知识点的理解率(提升50%)和实验操作规范性(达标率从75%提升至95%),教师教学效率提升40%,实现了知识传授、能力培养与价值引领的三位一体育人目标,为工科类课程智慧化改革提供了可复制的实践范式。

**[关键词]** 数智课程; 工程材料力学性能; 混合式教学; 虚拟仿真; AI助教; 教学改革

## 一、引言

在新工科建设与教育数字化转型的双重驱动下,高等教育亟需培养具备创新能力与工程素养的应用型人才<sup>[1]</sup>。《工程材料力学性能》作为材料科学与工程专业的核心基础课,兼具“理论-实验-工程”三重融合特性,是衔接先修课程与后续应用课程的关键纽带,但传统教学中存在突出痛点:位错运动、蠕变机理等微观知识点抽象难懂,疲劳测试、高温力学性能等实验受设备、场地限制导致开出率不足,教学评价偏重期末考试而学情反馈滞后<sup>[2,5]</sup>。

国内外工程教育数智化改革已积累一定经验,国外高校通过虚拟仿真实验室、AI助教系统突破教学时空限制,国内也有混合式教学、虚拟实验系统等探索,但现有研究多聚焦单一资源开发或基础功能应用,缺乏“理论-实验-应用”一体化资源体系与全链条数智化改革范式<sup>[6-9]</sup>。基于此,课题组立足营口理工学院应用型办学定位,启动“微视+虚拟+AI”三维赋能数智课程建设,通过数字化、智能化手段重构教学体系,破解传统教学难题,为同类工科课程改革提供实践参考。

## 二、《工程材料力学性能》课程定位与数智化建设基础

### (一) 课程定位

《工程材料力学性能》是材料科学与工程专业的核心专业基础课,课程以“材料力学性能的本质-测试-应用-优化”

为核心逻辑,构建“基础层-工程层-拓展层”三层内容体系<sup>[10]</sup>。基础层聚焦强度、硬度、韧性等宏观性能的物理本质与微观机理,结合8学时实操实验培养学生设备操作能力;工程层通过工业失效案例引导学生将理论知识应用于材料选型与工艺改进;拓展层依托企业真实项目培养学生工程创新能力。

课程紧密契合学校“以工为主、特色鲜明的应用型本科大学”办学定位,在专业课程体系中承担知识贯通、能力奠基与价值引领三大核心定位:纵向承接《材料科学基础》的微观结构知识,横向联动《工程力学》的应力应变分析方法,为后续《材料失效分析》等课程提供理论支撑;通过“40学时理论教学+8学时实验教学”的协同设计,培养学生数据分析、实验操作与工程应用三大核心能力;融入“国产高端材料性能突破”等案例,强化学生家国情怀与工程素养。

### (二) 数智化建设基础

#### 1. 教学资源储备

已形成以束德林主编《工程材料力学性能》(机械工业出版社)为核心的教材体系,配套9本中外文参考资料,建成硬度测定、摆锤冲击试验2个基础实验模块,实验设备完好率100%;积累10余个工业失效案例,为智慧化资源拓展奠定基础<sup>[12-14]</sup>。

#### 2. 教学模式与评价基础

已实践“讲授 + 翻转课堂 + 实验操作”的混合教学模式,在冲击载荷、断裂韧度等章节开展翻转课堂,学生参与度达 30% 以上;建立“60% 期末闭卷考试 + 40% 平时考核”的评价体系,具备向智慧化评价转型的初步框架。

### 3. 平台与技术基础

已接入学校校园智慧教学平台,实现课程资源上传、作业发布与批改、学习数据初步统计等功能,支持视频点播、在线答疑等基础互动;课程团队由 5 名涵盖课程设计、实验指导、技术开发领域的教师组成,其中副教授 3 名、工程师 1 名、高级工程师 1 名,为项目实施提供人员保障。

### 4. 大语言模型应用基础

已尝试利用 ChatGPT、国产大模型等辅助生成 30 余道互动式习题及解析,梳理工业失效案例逻辑,开发“实验问答助手”,使 2021 和 2022 级试点班级实验预习达标率从 25% 提升至 72%,实验报告批改效率提升 30%。

## 三、“微视 + 虚拟 + AI”三维数智课程体系构建

### (一) 资源智慧化重构: 打造“三位一体”数字化资源库

围绕课程 8 大核心章节(单向静拉伸、疲劳、高温力学性能等),开发“微视频 + 虚拟仿真 + 互动习题”三位一体资源库,形成“知识点-实验-应用”联动的数字化资源体系。

#### 1. 微视频与动画资源开发

针对位错运动、蠕变机理等抽象知识点,开发 10 个 5-8 分钟动画微视频,采用“微观机理可视化 + 工程案例具象化”的呈现方式,将复杂概念拆解为直观易懂的动态画面。例如“位错运动与屈服强度”微视频,通过 3D 动画展示位错滑移过程,结合机械零件屈服失效案例,阐释微观结构对宏观性能的影响规律;“疲劳裂纹扩展机理”视频则通过工业构件疲劳断裂的实际案例,辅助学生理解疲劳强度的测试与应用。同时开发 5 个 3D 动画,重点拆解蠕变变形的晶界滑动、应力腐蚀的微观机制等难以通过实验观察的过程,所有资源均标注知识点标签,便于精准推送。

#### 2. 虚拟实验模块开发

针对真实实验受限问题,开发 3 个高仿真虚拟实验模块,包括“金属单向静拉伸实验”“疲劳寿命测试实验”“硬度测定实验”。虚拟实验模块具备三大功能:一是实验原理讲解,通过动画演示实验目的、设备结构与操作流程;二是虚

拟操作演练,学生可调整试样材质、加载速率等参数,模拟不同工况下的实验过程,实时观察应力 - 应变曲线等数据变化;三是数据记录与分析,系统自动记录实验数据,生成实验报告并提供误差分析指导。虚拟实验不仅弥补了真实实验设备不足的问题,还支持反复操作,降低实验耗材消耗。

### 3. 互动习题与案例资源库建设

开发 80 道互动习题,涵盖符号匹配、案例分析、计算应用等题型,其中 30 道习题通过大语言模型优化表述的准确性与工程关联性;更新并数字化 15 个工业真实案例,按“失效类型”分类(如疲劳断裂、应力腐蚀),每个案例含“失效现象描述 + 力学性能检测数据 + 原因分析 + 解决方案”,配套案例讨论课件与企业工程师讲解视频,引导学生将理论知识应用于工程实际。

### (二) 平台功能升级: 构建“智能协同”教学支撑系统

依托校园智慧教学平台,新增“学习追踪 + 虚拟实验 + 智能批改”三大核心功能,实现教学过程的数字化与智能化。

#### 1. 学习追踪功能

通过平台接口实时采集学生学习数据,包括微视频观看时长、完播率、习题作答记录、实验操作步骤、互动参与度等,建立学生个人学习档案,为个性化教学提供数据支撑。

#### 2. 虚拟实验集成功能

将开发的 3 个虚拟实验模块接入智慧平台,实现虚拟实验与理论教学、真实实验的有机衔接,学生可通过电脑端、移动端随时随地开展实验预习与操作演练,平台自动记录实验操作进度与完成质量。

#### 3. 智能批改功能

开发实验报告自动格式校验系统,支持客观题即时批改、主观题思路提示与计算类题目步骤校验,降低教师重复工作量;利用大语言模型分析学生作业与实验报告中的常见错误,生成个性化纠错建议,辅助教师针对性指导。

### (三) 教学模式革新: 构建“三段式”混合教学模式

基于“以学生为中心、以成果为导向”的教育理念,构建“课前线上预习 - 课中互动教学 - 课后实践拓展”的混合式教学模式,实现教学过程的闭环优化。

#### 1. 课前线上预习阶段

学生通过智慧平台观看微视频、动画资源,完成互动

习题与虚拟实验预习, AI 助教实时解答预习过程中遇到的问题(如“布氏硬度计压头选择依据”“冲击试验试样装夹注意事项”), 帮助学生提前掌握基础知识点, 明确学习难点。平台自动记录学生预习数据, 教师根据预习情况调整课堂教学重点。

### 2. 课中互动教学阶段

采用“虚拟实验演示 + 案例讨论 + 翻转课堂”的教学形式: 针对抽象知识点, 通过虚拟实验演示直观呈现实验过程与结果; 结合工业案例组织小组讨论, 引导学生分析问题、提出解决方案; 在冲击载荷、断裂韧性等章节采用翻转课堂, 由学生展示预习成果、讲解知识点, 教师进行点评与深化。课堂中引入 AI 助教实时辅助, 解答学生疑问, 记录课堂互动数据。

### 3. 课后实践拓展阶段

学生完成真实实验操作、小组项目(如机械零件疲劳寿命评估)与拓展练习, 通过虚拟实验模块强化复杂实验操作训练; 小组项目要求学生基于力学性能需求进行材料选型与工艺优化, 提交项目报告与设计方案, 培养工程应用与创新能力。教师通过平台查看学生学习数据, 针对共性问题开展集中辅导, 提供个性化学习建议。

## 四、结论与展望

本研究构建的“微视 + 虚拟 + AI”三维数智课程体系, 通过资源智慧化重构、平台功能升级、教学模式革新与评价体系优化, 有效破解了《工程材料力学性能》课程的传统教学痛点。实践表明, 数智化教学模式不仅显著提升了学生的理论知识掌握程度、实验操作能力与工程应用能力, 还实现了教学效率与教学质量的双重提升, 为应用型高校工科课程改革提供了可复制、可推广的实践范式。

在教育数字化转型的时代背景下, 数智化已成为高等工程教育改革的必然趋势<sup>[18]</sup>。《工程材料力学性能》数智课程建设的实践表明, 只有将数字化、智能化技术与课程教学深度融合, 聚焦学生核心能力培养, 才能真正提升工程教育质量, 培养出适应产业发展需求的高素质应用型人才。

### [参考文献]

[1] 束德林. 工程材料力学性能 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2019.

[2] 王磊, 张艳. 材料力学性能课程混合式教学模式探索 [J]. 高等工程教育研究, 2020 (3): 165-169.

[3] 张明, 李娟. 人工智能在高等教育中的应用现状与发展趋势 [J]. 中国电化教育, 2022 (7): 89-95.

[4] 赵美, 白晶, 赫丽杰. 新工科下人才培养“OBE”模式的研究与实践 [J]. 教育教学论坛, 2022 (12): 101-104.

[5] 郭丽莉, 李振. 教学仿真模型技术在工程教育中的应用研究 [J]. 实验室研究与探索, 2023, 42 (2): 223-226.

[6] 李丽, 王强. 虚拟仿真技术在材料类课程实验教学中的应用 [J]. 实验技术与管理, 2021, 38 (5): 182-185.

[7] 黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌. 智慧教育的三重境界: 从环境智慧到生态智慧 [J]. 教育研究, 2022, 43 (4): 56-66.

[8] 谢幼如, 邱艺, 黄瑜玲. 智慧教学资源的设计与开发: 理念、方法与实践 [J]. 电化教育研究, 2021, 42 (7): 68-75.

[9] 钟绍春, 张琢, 唐焯伟. 智慧教学平台的核心功能与应用模式 [J]. 中国电化教育, 2020 (10): 1-7.

[10] 林崇德, 姜璐, 王雁. 工程教育中实践创新能力的培养路径 [J]. 高等工程教育研究, 2022 (2): 1-8.

[11] 周光礼, 马海泉. 大数据时代的教育评价改革 [J]. 教育研究, 2021, 42 (7): 47-56.

[12] 杨现民, 李新, 吴焕庆. 学习分析技术赋能精准教学的实现路径 [J]. 中国电化教育, 2023 (2): 45-52.

[13] 刘建军, 王树荫. 课程思政的内涵、特征与实现路径 [J]. 马克思主义研究, 2020 (5): 140-148.

[14] 张男星, 王春春. 应用型高校课程改革的关键问题与解决策略 [J]. 高等教育研究, 2022, 43 (8): 72-79.

作者简介: 赵美, 1980.4, 女, 汉族, 辽宁本溪, 北京科技大学, 材料加工工程, 博士研究生, 工作单位: 营口理工学院, 职称: 副教授, 研究方向: 材料加工新工艺, 金属凝固。

基金项目: 营口理工学院数智课程建设项目, 名称: “微视 + 虚拟 + AI”三维赋能: 《工程材料力学性能》数智课程建设与实践研究; 营口理工学院教学改革项目, 名称: AI 赋能《工程材料力学性能》“教-学-评-练”全流程改革与实践研究。