

# 工程材料类实验教学改革探索与实践

陆艳红\*, 郭海华

成都工业学院材料与环境工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年1月13日; 录用日期: 2025年2月14日; 发布日期: 2025年2月21日

## 摘要

工程材料类实验课程是材料科学与工程专业的非常重要的专业实验课, 它对学生解决问题能力的提升、专业实验技能的培养至关重要。针对目前实验类课程教学效果不佳的现状, 介绍了工程材料实验教学改革初步探索与实践。通过对该课程进行混合式教学、多元化考核、教学内容的改革, 使得该课程课堂教学质量、学生综合素养获得提升。

## 关键词

实验教学, 混合式教学, 教学改革

# Exploration and Practice of Experimental Teaching Reform in Engineering Materials

Yanhong Lu\*, Haihua Guo

School of Materials and Environmental Engineering, Chengdu Technological University, Chengdu Sichuan

Received: Jan. 13<sup>th</sup>, 2025; accepted: Feb. 14<sup>th</sup>, 2025; published: Feb. 21<sup>st</sup>, 2025

## Abstract

Engineering material experimental courses are very important professional experimental courses for materials science and engineering majors. It is very important for students to improve their ability to solve practical problems and cultivate professional experimental skills. In view of the current situation of poor teaching effect of experimental courses, this article introduces the exploration and practice of experimental teaching reform of engineering materials. Through the reform of hybrid teaching, diversified assessment and the teaching content of the course, the teaching quality of the course and the comprehensive quality of the students have been improved.

\*通讯作者。

## Keywords

### Experimental Teaching, Hybrid Teaching, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

实验教学 and 理论教学在高等教育教学中同等重要, 实验教学已不再是依附于理论教学的一种辅助和补充手段[1], 它帮助学生加深对理论知识的理解, 帮助学生更好地将理论知识应用于实践当中, 培养学生动手能力、分析、解决问题能力、创新能力、团队协作能力以及综合素养[2]。实验教学的课程内容设计、教学过程管理方式、教学考核方式等对实验教学效果影响很大[3], 目前实验教学过程中存在很多问题。学生重结果轻过程、走过场、应付式地完成实验, 提交一份抄袭严重的实验报告的现象比较普遍, 实验课程中理论知识讲解环节和实践操作环节时间分配比例不合适, 严重影响实验课程教学效果[4]。多元化过程性考核是现代教育的一个必然趋势, 它将教与学形成一个互相促进、相辅相成的教学活动闭环。南京工程学院机械设计课程组通过对平时表现、问题研讨、项目设计、实验操作等进行多指标点综合性考核, 从而避免了形成性考核多流于形式[5]。课程考核是课程教学中提升人才培养质量的重要环节和有效手段, 而非标准化考核能够更加真实地反映学生对知识的掌握情况以及对知识的应用能力。北京工业大学基础力学课程组将考核贯穿到学生整个课程的学习中, 考核模式具有多样性、创新性、灵活性, 这种考核方式加强了学生学业过程管理, 是提升课程教学质量的重要环节之一[6]。在新工科教学背景下, “以学生为中心”的教学模式, 教学评价就应该以学生发展、学生学习效果为中心, 因此, 评价原则的核心应是重视过程、关注个体差异。内蒙古电子信息职业技术学院电气控制与 PLC 技术课程在多教学平台支撑下采用个人作业、课堂笔记、课堂练习、小组讨论等多元化课程评价方式完成课程评价体系构建[7]。工程材料类实验课程所占学时较多, 充分体现了专业教研室对该类课程的重视程度, 也是对实验课程在学生能力培养方面所做贡献的肯定。台州学院材料科学基础实验课程组通过建立新的实验教学机制、辅助专业实验室建设、开放实验建设、校企合作等方式促进了实验教学对高校创新型人才的培养[8]。为提高工程材料类实验课程教学效果, 课程教研室针对实验教学改革进行了探索和初步实践, 摸索出一种能大大提高学生学习能动性和教学效果的教学模式。

## 2. 传统实验教学存在的问题

传统实验教学方式多为教师讲授并演示、学生按部就班地操作。即通过教师对实验原理的讲授, 实验操作步骤的讲解与演示, 学生根据实验指导书对设备进行操作来完成实验过程。大量课程单纯采取结果性评价的考核方式, 考核内容侧重于知识点的记忆及低层级的应用能力考查, 无法实现对批判性思维与实践创新能力的激发与评价[9]。上述传统教学方法因为流程机械化、未给予学生自主思考的时间与环节、实验过程缺乏创新性, 难以激发学生较高的学习热情和积极性, 通常很难达到良好的教学效果, 存在的具体问题体现在以下几个方面。

### 2.1. 原理讲授与实践操作时长不平衡

实验课程的教学目标不是让学生学会机械式地操作实验设备或按照实验指导书按部就班地开展实验,

而是希望通过实验操作过程, 让学生学会思考、理解并掌握抽象难懂的理论知识并培养实践动手能力, 提高分析、解决问题能力。

鉴于工程材料类实验课程涉及到的理论知识概念多且抽象、知识面广、原理性较强等特点。在实验课程的教学过程中, 教师会利用部分时间引导学生学习相关理论知识, 为接下来的实验做好准备。然而, 在教学实施过程中, 理论知识讲解时长却不易掌控, 常出现两种情况: (1) 讲授理论知识所用时间过长, 实验操作时间被大大压缩; (2) 讲授相关理论知识不全面, 导致学生知其然而不知其所以然, 并不能很好地掌握实验中所包含的理论知识。

## 2.2. 未合理地利用多媒体资源辅助实验教学

多媒体资源在理论和实践课程教学中起着越来越重要的作用。利用多媒体可方便地展示理论知识的要点, 利用内容精简、生动形象、重点突出的微课, 可使学生随时随地预习和复习。同时, 越来越多的高校教师将多媒体资源引入到实验教学中。多媒体辅助实验教学能保证每个学生清晰地观看设备操作步骤中的每一个细节, 有效解决了实验室设备数量不足或者场地限制、教学环境影响等诸多问题。故在实验课程中利用多媒体讲解实验过程中安全注意事项、设备操作方法及关键环节, 对于学生之后顺利开展实验在理论上非常有益。

然而, 经过初步实践, 因过多地借助多媒体资源教学, 导致该环节大量占用学生实际开展实验的时间。只观看设备操作视频而不进行实际操作, 即使教师在实验课上利用多媒体资源对实验中关键注意事项进行了深度讲解, 而学生却因在听讲解的过程中没有亲自操作设备, 没法实现手脑并用, 教学效果不佳。然而一旦离开多媒体视频教学资源, 学生设备操作过程中依然问题频出。学生难以将观看的多媒体操作知识与设备实际使用方法迅速结合起来, 实验教学效果大打折扣。与此同时, 如果利用多媒体资源开展教学时长掌握不当, 容易压缩学生实验动手操作时长。导致学生实验上课体验感差, 不能很好地发挥实验教学在培养学生动手能力上所起的作用。归根结底是没有很好的分配理论授课时长和实践操作时长。

## 2.3. 实验项目多为验证性实验

一般情况下, 实验项目多为验证性实验, 实验指导书内容详尽, 相关实验参数已确定。学生上课依赖于教师的讲解, 习惯性地听教师讲解实验操作步骤、遵循指导书中实验参数设定值, 机械式地开展实验。缺乏主动探究实验参数、主动设计实验、主动思考的过程。教师在指导过程中容易直接给学生答案, 而不是采取引导学生思考的方式让他们探究答案, 这样不容易激发学生学习理论知识的兴趣。验证性实验教学方式留给学生自主思考的空间不大, 不能锻炼学生解决问题能力, 不利于学生创新性思维的培养。

## 2.4. 过程化考核不完善

因为实验授课时长有限、实验项目数较多等原因, 实验教学往往以班级为单位, 通过班级内小组分工协作方式开展。首先, 授课教师在课堂上需要关注的内容较多, 对于每个学生的学习情况无法做到非常及时、非常准确的掌控, 也无法对所有学生进行一对一答疑。其次, 实验课程考核方式多为“考勤 + 实验报告”, 这种以结果为导向的单一考核方式既无法调动学生学习积极性, 也无法全面综合地评价学生在实验课程中的动手能力和创造力。成绩评定也没法做到全面、客观、公平公正。再者, 对于工科类的实验项目, 尤其是开放设计性实验, 鉴于影响实验结果的因素多样性, 并非所有的实验最终都能达到预期的结果。实验原材料的状态, 实验设备的操作方式, 实验流程的正确与否, 小组成员理论和实际操作水平的高低都会影响实验结果。

然而如果教师仅仅根据学生实验结果正确与否评定实验成绩, 只看结果忽略过程的考核方式容易打击部分学生学习的积极性, 不能很好地帮助学生培养发现问题、解决问题的能力。而且实验报告容易流于形式, 整个班级的实验结果基本都是一致的, 这对于教师的实验成绩评定增加了难度。实验课程不同于理论课程的方面, 在于它不仅能够培养学生团结协作能力, 而且可使学生个人的科研素养、专业素养、心理素质、抗压能力也能够得到相应的提升。然而考核方式单一容易使学生失去学习的动力, 没法激发学习热情, 更无法达到培养高素质人才的目的。

### 3. 实验教学改革

#### 3.1. 开展混合式教学

多媒体资源在教学中能够很好地弥补传统教学方式在时间上、空间上的限制, 学生可以在任何时间、任何场地学习。只要合理地使用多媒体资源, 其丰富的内容和可视化的效果对帮助学生理解抽象概念非常有利。

为便于同学们提前了解相关知识, 改变仅仅以集中授课辅助多媒体讲解设备操作及实验操作视频的方式, 采取在 QQ 群或雨课堂等教学辅助软件中提前上传丰富的设备操作视频、理论知识讲解微课、电子书籍、PPT、自主学习智慧树以及慕课课程等方式供同学们预习、复习, 给学生提供丰富的学习资源, 并创造更多自主支配的学习条件。

本课程教研室积极贯彻落实《中国教育现代化 2035》中加快信息化时代教育变革的要求, 充分利用学校智能化校园建设中引入的多媒体终端设备以及网络基础设施建设成果, 并结合智慧树和雨课堂等多种教学平台, 开展线上线下混合式教学。课程教研室通过在智慧树上上传由课程教研室老师精心录制的课程教学视频、在智慧树平台建设课程章节练习题库、上传生产实践类视频等方式引入丰富的线上教学资源。同时为了充分利用各高校优质教学资源, 教师还将慕课、爱课程、学堂在线、智慧树等平台上其它高校的优质课程资源推荐给学生学习。由于校园多媒体终端设备的大量引入, 可以更加生动形象地展示教学内容, 使得课堂教学更加生动有趣, 增加了学生的学习兴趣。雨课堂中随机点名、开启弹幕、发送习题等方式使师生互动更加高效, 提升了学习效果。

此外在线上资源的学习过程中要求学生做好相应的学习笔记, 学习笔记的形式多样, 字数不限, 允许学生充分发挥主观能动性, 可以采取文字、思维导图、音频、视频等方式。教师对线上学习资源相关知识点对学生进行随机考核, 以督促学生开展学习、促进学习资源的有效利用。

精简长时间的理论知识讲授过程, 将理论知识讲解和实验操作更好地融合。通过在实验过程中增加师生交流互动、在指导学生实验中传授理论知识, 通过加分等方式适当鼓励和引导学生多和教师交流。指导学生实验的方法也由直接给出答案转变成引导学生思考, 让学生自己得出答案。

借助课外多媒体资源的发布和课前预习, 针对实验设备的实际操作, 改变以往对每台设备每个步骤详细讲解的方式, 取而代之的是对设备操作中容易出错的操作关键步骤、容易造成设备损坏或者人身安全的问题, 重点讲解、反复随机抽取学生进行实操。在抽取的学生实操过程中不断纠错并加深关键步骤讲解。

工程材料实验类课程中非常典型的硬度试验需要学会使用洛氏硬度计, 而洛氏硬度计操作中一个非常容易损坏设备的操作步骤, 是在设备不卸载的情况下直接读数。导致下一位同学会在设备还处于加载即并未卸载的情况下, 就开始施加载荷, 这容易造成设备损坏。而通过改变之前详细讲解实验设备操作全流程取而代之重点讲解关键步骤和注意事项的方式。首先让所有学生在实际操作前学会确认洛氏硬度计处于卸载状态, 并进行考核, 抽取几个学生演示, 反复强调之后, 全班同学基本掌握这个要点, 最终

设备损坏率大大降低。

在确认班级所有同学基本不会出现造成设备操作失误和人身安全的问题,以及各个小组都有至少1~2名同学非常熟练地掌握了设备操作全流程的条件下,允许学生以小组为单位自由操作使用设备。其中熟练操作的1~2名同学负责指导,学生可以继续使用手机观看设备操作视频并进一步加强巩固学习。

实验过程中要求各小组同学自行练习并学会各种不同设备的操作方式,并且以拍摄操作视频的方式作为作业,该视频通过网络传输到云端,可供小组成员、班级成员或者同专业的同学学习。通过该方式能了解到他们是否正确的操作设备,也能给他们提供更加丰富的多媒体学习资源。教师在小组学习过程中逐一针对性指导,同时通过观看学生上传的视频可以掌握各小组学生的学习情况。

### 3.2. 实验项目改为设计性实验

只开展验证性实验难以实现学生创新能力的培养,增加设计性实验可解决这一问题。通过教学方式改革,实验中教师主要讲授实验目的、实验原理,提供实验材料,具体实验的实施方法、具体流程由班级以小组为单位讨论完成,要求班级各小组成员分工协作完成实验方案设计。方案设计完成后和教师沟通交流该设计方案,教师提出该方案中的存在的问题反馈给学生,但教师不给出具体答案。学生根据反馈的问题对方案进一步完善并逐步开展实验。教师不再为学生提供详尽的实验方案和步骤,避免了学生按部就班的开展验证性实验。同时班级各个小组分工协作,先完成方案的制定小组就可以先开展实验,小组间无形中开始了竞争。这种方式不仅增加了学生完成实验的自主性,同时加强了师生的交流互动,提升了学生学习的兴趣,激发了他们学习知识的热情,提高了小组团队协作的能力。

在时间允许的情况下,以小组为单位开展实验汇报,各个小组通过网络匿名投票的方式对其他小组的汇报进行评分,通过投票软件得出学生心目中的最佳合作小组,该结果记入最终考核。

### 3.3. 多元化过程考核

采用多元化的考核方式,考核指标包括实验操作视频的学习笔记、实验指导书预习、复习情况、实验报告撰写情况以及实验参与程度、实验方案设计和实施情况、实验设备操作技能、在线资源的学习情况、实验后实验室整理和卫生打扫情况、小组分工协作贡献情况等。

其中针对各个小组开展的实验设计和实施部分,不再仅仅依据最终是否能得到正确的实验结果来评定成绩,允许学生在实验过程中获得错误的实验结果。但是要求学生能够判定结果是否合理,并且对不合理的实验结果能进行分析,找出实验过程中存在的问题并进行改进。这样能够有效地提升学生分析问题和解决问题的能力,引导他们明白实验并非每次都能成功,但是如果能从失败中获取经验也是一种收获。而且对于实验失败但是付出了努力的同学给予一定分值的肯定,能够激励他们保持学习兴趣,并且杜绝了只看重实验报告,忽略实验过程的现象。对于学生而言,通过这种方式,给予了学生更多地学习自由空间,让他们充分发挥主观能动性,激发他们学习的潜力。对教师而言,在批改实验报告时,收获的不再是千篇一律的答案,能够更加公平公正、全面客观地对学生实验成绩进行综合评定,给予最终较合理地成绩。

## 4. 成效

通过工程材料类实验教学改革探索与实践,使实验课程的教学效果得到了较大的提升,不仅提升了学生学习理论知识的积极性,而且使学生在实验课程中真正得到了锻炼,专业素养、综合素养都得到了提升。将教师从“灌输式”的教学方法中解脱出来,增加了学生和教师之间的互动交流和沟通,给予学生充分的实验自主性,让他们真正成为教学的主体。

## 5. 结束语

工程材料类实验课程对于材料科学与工程专业以及机械类专业学生实践能力的培养非常重要, 通过教学改革才能让实验类课程真正发挥它在人才培养方面的作用, 工程材料类实验课程改革让实验课程更加富有吸引力和活力。此改革极大提升了学生对实验课程的重视程度, 同时增加学生对本专业的热爱。为更好地发挥实验类课程的作用, 教师将不断进行教学优化和教学反思, 并促进该类课程的持续改进。

## 基金项目

成都工业院校级科研项目: 多主元 CuFeAl 合金的制备及性能研究(2022ZR026), 四川省大学生创新创业训练计划: TiC 增强铝基复合材料的制备及性能研究(S202311116063), 成都工业学院实验室开放基金: 时效处理对 7075 铝合金的性能影响研究。

## 参考文献

- [1] 蔡佩君, 王晓萍, 王立强, 等. 构建以效果和能力的培养为主导的实验教学模式[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(4): 186-189.
- [2] 樊江磊, 李莹, 王艳, 等. 高校工程材料实验课程教学与考核方法研究[J]. 大学教育, 2021(5): 68-70.
- [3] 郭蓓蓓. 材料成型及控制工程专业实验课教学的现状与改革[J]. 西部素质教育, 2016, 2(13): 56.
- [4] 陈娇娇, 王娜, 刘雅静, 等. “双一流”背景下工程材料实验教学改革与实践[J]. 广州化工, 2021, 49(18): 109-111+153.
- [5] 高江红, 林晓华, 刘远韬, 荀超. 新工科背景下机械设计课程多元化考核模式实践[J]. 内燃机与配件, 2024(20): 132-134.
- [6] 叶红玲, 杨庆生, 杜家政, 刘夏, 尚军军. 基础力学课程教学中非标准化考核模式的探索与实践[J]. 力学与实践, 2022, 44(5): 1206-1212.
- [7] 王晓娟. “互联网+新工科”背景下电气控制与 PLC 技术课程多元化考核评价体系构建[J]. 西部素质教育, 2024, 10(21): 7-10.
- [8] 刘彦平, 钟文武, 张艳妮, 等. 材料科学基础实验课程体系改革的探讨[J]. 广州化工, 2016, 44(12): 213-214+238.
- [9] 段丁强, 毛莹. 基于多元化考核体系的高校课堂革命实现路径研究[J]. 科教导刊, 2023(1): 31-34.