

人工智能理念下的机械基础智慧实验教学范式的探索与实践

赵玉侠, 徐明刚, 刘东

北方工业大学 机械与材料工程学院, 北京 100043

DOI: 10.61369/SDME.2026010033

摘 要 : 针对当前机械设计基础实验教学存在的滞后学科前沿、模式单向灌输、工具支撑匮乏及评价方式单一等问题, 本文以学生为中心、产出为导向, 构建了“虚实结合、多层次、翻转课堂、竞赛驱动”的实验教学新体系。该体系深度融合智慧树、雨课堂等人工智能平台, 创新“三定、三不定”教学方法, 完善全过程多维考核, 并实现实验室开放管理。实践表明, 改革显著提升了学生工程实践能力与创新思维, 拓展了学科竞赛广度与深度, 全面推动了人才培养质量的内涵式提升, 为同类工科专业实验教学改革提供了可复制的实践路径。

关 键 词 : 工程教育专业认证; 机械设计基础; 实验教学改革; OBE; 智慧教学

Exploration and Practice of the Experimental Teaching Paradigm for Mechanical Fundamentals Intelligence under the Concept of Artificial Intelligence

Zhao Yuxia, Xu Minggang, Liu Dong

School of Mechanical and Materials Engineering, North China University of Technology, Beijing 100043

Abstract : Aiming at the current issues in the experimental teaching of Mechanical Design Fundamentals, such as lagging behind disciplinary frontiers, one-way teaching models, lack of tool support, and monotonous evaluation methods, the paper adopts a student-centered, outcome-oriented approach to establish a new experimental teaching system featuring "virtual-real integration, multi-level design, flipped classrooms, and competition-driven learning." The system deeply integrates AI platforms like Smart Tree and Rain Classroom, innovates the "three fixed, three flexible" teaching methodology, enhances multi-dimensional assessment throughout the entire process, and achieves laboratory open management. Practical results demonstrate that the reform significantly improves students' engineering practice skills and innovative thinking, expands the breadth and depth of disciplinary competitions, comprehensively drives the connotative enhancement of talent cultivation quality, and provides a replicable practical pathway for experimental teaching reform in similar engineering disciplines.

Keywords : engineering education accreditation; fundamentals of mechanical design; experimental teaching reform; OBE; smart teaching

引言

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度, 同时也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础^[1]。我国于2016年6月正式成为《华盛顿协议》成员国, 自此全国高校众多专业在专业认证的大浪潮下积极参与工程教育专业认证, 专业认证的实施势必推动我国工程教育专业改革, 从而提升我国工程教育的质量和 international 影响力^[2]。专业认证的三大核心理念^[3-4]是以学生为中心的教育理念(SC)、产出导向的教育体系(OBE)和持续改进的质量观(CQI), 实现这三大核心理念的基础是课程体系的建设, 其中实验教学环节对培养学生的工程实践能力和创新能力至关重要。

在通过工程教育专业认证和成为国家级一流专业建设点的背景下, 建立健全机械设计基础实验教学新体系以满足工程教育专业认证对新时期工程类专业人才培养的新需求^[5-6]。高水平的实验平台建设是一流学科、一流专业建设的重要保障, 在一定程度上反映人才培养和科学研究水平^[7]。

机械类专业是一个理论性与实践性紧密结合的专业, 因而对该专业而言充分发挥实验室作用、借助智慧教学工具拓展实验教学的时空边界, 是培养本科生创新能力不可缺少的重要组成部分^[8]。因此, 要培养满足社会需求的工程行业高级应用技术人才, 实验教学必须要加

强，必须与人工智能教育技术深度融合。通过系统化的实验训练，学生得以在“做中学”中深化理论认知，在“学中做”中掌握设备操作与测试方法，在“思中创”中提升数据分析与问题解决能力，最终实现从知识习得到实践操作再到创新思维养成的完整能力链条构建。

当前形势下，现有实验已难以适应教学改革需要。智慧树、雨课堂等人工智能教学平台的兴起，为实验教学改革提供了全新路径。为此，我们从工程教育专业认证出发，以学生动手能力、综合分析能力和创新能力培养为主线，结合学校实际，针对机械设计基础实验的核心地位，对原有体系进行改革。通过引入上述智能平台，创建综合与创新实验新体系，旨在从根本上培养学生的综合设计与创新能力，使其更好地适应社会需要。

一、基于 OBE 理念的新的实验教学体系的建立

针对传统实验教学的痛点，我们以 OBE 理念为指导，以培养学生的动手能力、综合分析能力和创新能力为主线，构建了虚实结合、多层次的实验教学新体系。

（一）虚实结合的教学模式

依托线上线下融合，提高实验教学内容科技时效性，解决忽视预习、数据抄袭等问题。将“实体平台”与“虚拟平台”相结合，重点推进实体平台建设，持续建设虚拟实验教学资源，做到“虚实结合、优势互补、协同创新”^[9]。

1. 虚拟仿真实验前置

为每个核心实物实验配套开发1-2个高度仿真的虚拟仿真实验项目。通过雨课堂，教师可将虚拟实验资源精准推送至每位学生，实时监控其预习进度和测试结果。学生可随时随地、不限次数地进行虚拟操作，熟悉实验原理、步骤和数据处理方法，有效解决了场地和设备限制。

2. 实体实验深化

学生在完成虚拟实验并通过了在线测试后，进入实验室进行实物操作。此时，学生对实验已有充分认知，操作目的明确，效率与效果显著提升。

3. 智慧平台全程贯通

智慧树平台用于建设优质实验教学资源库，学生可访问在线课程、参与讨论答疑。通过“虚拟平台”与“实体平台”的有机结合，学生实现了从“排队等实验”到“全天候自主做实验”的模式转变，虚实结合的教学模式为理论教学与实物实验搭建了坚实的桥梁。

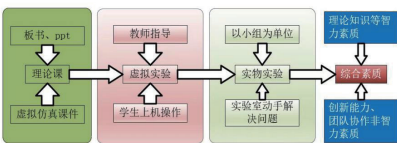


图1 虚实结合的教学模式

（二）多层次的实验教学体系

围绕本科培养方案，我们创建了“课内实验、开放实验、学科竞赛与创新实践”三个层次的实验教学体系，满足不同阶段、不同能力学生的培养需求。

第一层次为课内基础实验。面向全体学生，旨在掌握基本实验技能和原理。淘汰内容陈旧的项目，保留核心验证性实验。充分利用雨课堂的课堂互动与数据采集功能，实时记录学生操作过程，为过程性评价提供依据。

第二层次为开放选做实验。面向学有余力的学生，实验室提

供多个综合性、设计性参考题目，学生根据兴趣选择，自主设计实验方案。通过智慧树平台建立开放实验资源库，学生可在线查阅指导书、观看操作视频、提交设计方案。

第三层次为学科竞赛与创新实践。面向拔尖创新人才，将实验教学与“全国机械创新设计大赛”、“机器人大赛”等赛事深度融合。学生自主选题、查阅文献、设计方案、动手制作。利用雨课堂建立竞赛指导专区，教师在线指导、答疑和检查阶段性成果。该层次重点培养学生的综合能力、创新能力和科学思维。如图2所示为创建的多层次的实验教学体系。

（三）翻转课堂式实验教学模式

改革传统“灌输式”实验教学，实施“学生主体、教师主导”的翻转课堂模式。

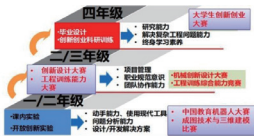


图2 创建的多层次的实验教学体系

课前，教师通过雨课堂推送预习资料与测试题，学生自主完成预习，系统自动统计预习数据。课中，教师针对共性问题重点精讲；学生带着问题进入实验室，利用弹幕、分组等功能实时互动协作，独立或合作完成实验项目，教师由传授者转变为引导者。课后，学生通过智慧树平台提交实验报告与反思日志，教师在线评阅反馈。这种模式充分调动了学生的积极性，培养了其自主思考与解决问题的能力。

（四）竞赛驱动和项目实践

项目实践主要是根据竞赛主题和大创项目要求，开发综合性、创新性实验项目。学生以团队形式，在教师指导下，自主完成从方案设计到作品实现的完整工程实践过程。

利用雨课堂建立竞赛项目库，学生在线组队、提交方案、接受指导。借助智慧平台，竞赛的理念和实践过程可以辐射到更多学生，解决传统竞赛受众面小的问题，扩大受益面。

二、教学范式创新与评价体系重构

（一）立足学生发展差异，实施分层分类教学

遵循工程教育专业认证“学生中心、产出导向”的核心要义，构建了理论教学与实践训练深度融合的教学模式。不同层次实验采用差异化的教学方法，并通过智慧教学工具进行精准实施。

基础型实验坚持原理认知与工程实践深度融合。在掌握设备构

造、操作及测试方法基础上,引入典型机械案例深化原理理解,并将操作技术要领与实验安全规范作为教学重点予以强化落实。

综合型实验以学生自主探究与合作为核心。教师转变为启发者,仅明确实验目的与要求,将方案设计、资料查阅、步骤制订及操作实施等环节交由学生独立完成,着力培养其自主分析与解决问题的能力。依托智慧树案例库,学生可参考优秀方案并在线提交实验设计。

创新设计型实验实行“教师-助教”协同指导模式。教师侧重于实验条件保障、技术咨询与创新方向引导,研究生助教则负责日常操作指导、过程辅导及实验室安全巡查与维护。利用雨课堂建立创新实验交流社区,学生可分享创意、寻求帮助等。

在分层递进的实验教学体系中,教师角色由“传授者”渐变为“引导者”乃至“支持者”,直接干预随层次升高有序退让;学生自主空间不断扩大,在解决真实工程问题中,知识应用、实践动手与创新思维能力实现递进式提升。

（二）提出“三定、三不定”的实验教学方法

为更好地将 OBE 理念落地,课题组提出了“三定、三不定”的实验教学方法。

“三定”是指实验目的确定、实验题目确定、理论学时数确定。通过雨课堂统一发布,确保教学要求清晰明确。

“三不定”是指实验方案不定、实验内容不定、实际实验学时不定。学生可根据自身兴趣和能力,在达成既定目标的前提下,自主设计实验方案、选择实验内容、安排实验时间。通过雨课堂的过程记录功能,教师可实时追踪学生进展,发现创新点和难点,并给予个性化指导。

（三）开放实验室,增加学生的实际实验时间

为保障“三定、三不定”和竞赛驱动教学的顺利实施,实验室实行全面开放。

学生通过雨课堂预约实验时间和设备,系统自动统计使用率;教师通过平台发布通知;设备使用采用扫码登记、在线确认,实现全程可追溯。开放实验室日均服务学生 50 人次,极大地提高了实验室利用率,为学生提供了充足的实践时间与空间。

（四）完善实验教学考核方式

从工程教育认证要求出发,借助智慧平台,建立了全过程、多维度的考核体系,强化过程考核与能力评价。

基础型实验为必做实验,成绩由预习(10%,由雨课堂自动记录)、实验操作(40%,结合课堂互动数据辅助评定)、数据处理与分析(50%)三部分组成。

综合型实验强化预习环节考核,通过虚拟仿真实验平台和雨课堂追踪学习时长、操作轨迹和测试结果。

创新型实验以完整的设计说明书和作品形式提交。作品功能与创新点占 30%,说明书、建模及图纸等占 70%。通过智慧树平台建立作品展示区,促进相互学习。

三、实验中心建设与运行成效

基于机械设计基础实验中心的多层次实验教学改革,特别是

融入智慧树、雨课堂等平台后,取得了显著成效。

（一）教学体系与质量显著提升

创建了多层次的实验教学体系,编写了“十四五”规划教材,引入了虚拟仿真平台和智慧教学系统。机械专业获批国家级一流专业建设点并通过工程教育认证,2020 届考研率达 30%,多数深造学生具有实验室创新实践经历。

（二）实践创新能力明显增强

学科竞赛与实验教学深度融合,学生在各类国家级、省部级竞赛中屡获佳绩,并以本科生为第一作者发表科技论文、获得实用新型专利。

（三）示范辐射作用日益凸显

承办的机械创新设计大赛校内赛,借助智慧树平台实现了数字化升级,参赛人数和专业覆盖面显著扩大。优秀实验作品和竞赛成果成为学院对外展示的窗口,多次接待国内外高校及政府领导参观,并获得高度评价,提升了学校知名度。

四、结束语

经过一系列改革实践,机械设计基础实验教学在体系、方法、模式、考核等方面形成了鲜明特色。在工程教育专业认证和国家一流专业建设的背景下,特别是经历了新冠疫情的考验,我们深刻认识到实验教学与信息技术深度融合的必要性与紧迫性。雨课堂和智慧树等人工智能教学平台的引入,不仅从容应对了疫情挑战,实现了实验教学的平稳过渡与高质量发展,更为后疫情时代深化混合式教学改革提供了重大机遇。

未来,我们将继续以学生为中心,以产出为导向,不断完善实验室建设,优化实验内容与教学团队,持续深化与智慧教学平台的融合,探索人工智能、大数据、虚拟现实等新技术的应用,总结经验,持续改进,为培养更多高素质创新型人才贡献力量。

参考文献

- [1] 林健. 工程教育认证与工程教育改革发展 [J]. 高等工程教育研究, 2015, (02): 10-19.
- [2] 马亲民, 王晓春. 工程教育专业认证体系的研究 [J]. 教育教学论坛, 2018, (16): 251-253.
- [3] 陆勇. 浅谈工程教育专业认证与地方本科高校工程教育改革 [J]. 高等工程教育研究, 2015, (6): 157-161.
- [4] 陈平. 专业认证理念推进工科专业建设内涵式发展 [J]. 中国大学教育, 2014, (1): 42-47.
- [5] 张德秋, 王晶彦, 荣守范. 工程教育专业认证对材料类实验室建设的启示 [J]. 经济师, 2018, (4): 170-171.
- [6] 戴克林. 高校实验室建设与创新人才培养研究 [J]. 实验技术与管理, 2014, (31): 32-35.
- [7] 姜喜迪, 仲淑娟, 杜莉莉. 面向新工科支撑一流学科建设的实验中心建设与开放 [J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(6): 173-177.
- [8] 柳东明, 张毅, 裴立宅, 等. 新工科背景下无机非金属材料工程专业创新型人才培养研究 [J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2018, 35(1): 85-86.
- [9] 钟冲, 张抒. “双一流”背景下高水平实验室新体系建设研究 [J]. 实验科学与技术, 2021, 19(2): 151-156.
- [10] 陈乐尧, 陈国强, 卿上乐, 等. 新工科背景下基于 OBE 理念的“机械产品设计与制造”综合实践课程教学改革 [J]. 湖南工程学院学报(社会科学版), 2022, 32(2): 59-65.
- [11] 吴霞. 实验课程线上线下相结合的教学模式设计与实践 [J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(5): 173-176.
- [12] 曾勇. 后疫情时代我国新工科教育发展的机遇、挑战及应对 [J]. 高等工程教育研究, 2020(6): 1-5.