

人工智能技术在高职建筑力学实验教学中的深度融合与应用体系构建

崔恩文^{1,*}

1. 连云港职业技术学院, 建筑工程学院, 江苏 连云港, 222000

摘要: 考虑人工智能对教育模式产生系统性变革及高职建筑力学实验教学资源匮乏、学生基础薄弱、考核方式单一等问题, 本文深度剖析高职学生学情和教学现状, 借助人工智能技术赋能建筑力学实验教学, 给出完整的整体框架及具体落实方法。研究认为, 建立“虚拟仿真-知识图谱-智能诊断-数据驱动评价”的四位一体智慧化实验教学体系是解决当前问题最有效的方式, 不仅能够破解当前的教学痛点, 同时实现教学资源集约化使用、学习过程个性化匹配、学生工程实践能力和创新能力协同发展。为高职建筑力学实验课程的智能化和高质量创新发展提供一种思路及范例, 具有重要的应用价值。

关键词: 人工智能; 高职建筑力学实验; 技术赋能; 智慧化实验教学

Construction of Deep Integration and Application System of Artificial Intelligence Technology in Experimental Teaching of Architectural Mechanics in Higher Vocational Colleges

Enwen Cui^{1,*}

1. *Lianyungang Technical College, School of Architectural Engineering, Lianyungang, Jiangsu, China, 222000*

Abstract: Considering the systematic reform of educational models brought about by artificial intelligence, as well as problems such as a shortage of teaching resources, weak student foundations, and single assessment methods in experimental teaching of architectural mechanics in higher vocational colleges, this paper deeply analyzes the learning situation and current teaching status of vocational college students. Enabled by artificial intelligence technology in architectural mechanics experiment teaching, a complete overall framework and specific implementation methods are proposed. The study holds that establishing a four-in-one intelligent experimental teaching system of "virtual simulation - knowledge graph - intelligent diagnosis - data-driven evaluation" is the most effective way to solve current problems. It can not only address existing teaching pain points but also realize the intensive use of teaching resources, personalized matching of learning processes, and the coordinated development of students' engineering practice ability and innovative ability. This paper provides an idea and paradigm for the intelligent and high-quality innovative development of architectural mechanics experiment courses in higher vocational colleges, which is of important application value.

Keywords: Artificial Intelligence; Architectural Mechanics Experiment in Higher Vocational Colleges; Technology Empowerment; Intelligent Experimental Teaching

1 人工智能技术演进及其在教育领域的渗透与重塑

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力^[1], 已经展现出诸如机器学习、自然语言

处理、计算机视觉、知识图谱等一系列重要成果，正渗透到各行各业中去，促进了社会生产和生活方式发生深刻变革。在教育领域，从最开始的教育智能化到如今渗透到教、学全过程中的人工智能教育产品，其关键作用就是通过智能的、大数据下挖掘和分析海量教育数据从而完成对于教学资源的推荐、对于学习的过程诊断、对于教学的科学管理和对于个性化学习路径的自动生成。

国家高度重视人工智能与教育深度融合发展。《新一代人工智能发展规划》、《教育信息化2.0行动计划》等政策文件明确给出推动人工智能在教学、管理等方面全流程应用^[2]。教育部推行的“101计划”^[3]，更是将人工智能作为赋能基础学科教育改革的重要引擎。力学作为工程类的基础学科^[4]，其教学模式的智能化转型势在必行。人工智能作为提高教学效率的工具，催生以“学生为中心”、强调“建构双脑”（人脑与电脑协同）和“具身智能”的全新教育生态。在这一生态中，教学的核心逐渐转向能力提升与思维锻炼，AI扮演着精准的“认知支架”、无限的“实践场域”和智慧的“学情分析师”角色。

2 高职建筑力学实验教学现状与学生学情的深度剖析

高职教育要培养面向生产、建设、服务、管理第一线的高素质技术技能人才^[5]，生源结构、培养目标都与本科教育有着较大区别；建筑力学课程作为土木建筑类专业的一门基础课，其实验教学环节对学生形成工程意识、掌握规范操作、解决实际问题起着举足轻重的作用。然而，在目前的教学过程中仍然存在着许多值得思考与讨论的问题^[6]。

2.1 学生学情特征复杂，学习动机与能力差异化显著

大部分高职学生都有思维活跃、爱动手的特点，更愿意接受一些较为形象直观的知识点，但是也存在一定的问题，比如对于数理基础较差、抽象逻辑思维不够严密、自主学习的习惯不够等缺陷。学生普遍对一些有趣的实验现象表示好奇，但却不能联系到力学中的应力应变关系、梁的弯曲等相关知识，总是停留在“知现象而不知其所以然”的阶段；加之学生的学习动力不一，有的学生为了考试把重心放在完成了各项实验工作上，缺乏探究欲望和开拓创新精神。

2.2 传统实验教学模式滞后，难以满足能力培养需求

目前大多数高职院校建筑力学实验教学都存在着“教师讲解演示-学生分组模仿-撰写统一报告”的线性模式，其中存在问题主要表现在以下三个方面：一是教学资源刚性约束突出，实验设备台数少且更新慢，大多数学校仍然停留在多年前购入且未投入使用的万能试验机上，没有配备专业有效的实验仪器，大型设备多人共用现象严重，给教学工作造成很大难度，少数设备需要排队才能使用，绝大多数学生无法得到真正属于自己的操作时间；二是教学时空限制严苛，实验课受到固定的时间节点及地点影响，无法让学生充分发挥自身特长进行预习、复习以及尝试性的探究；三是教学内容与工程实际脱节，大多数学校的实验课程都是按照公式步骤进行的操作类实验，主要针对基础理论进行实验验证，并没有贴近实际的建筑构件、工程实例和新技术的融合，不能让学生体会到做实验的意义。

2.3 教学评价体系片面，难以全面衡量实践能力

过去的考核主要看最后写的实验报告，没有考察学生的实验准备、过程操作、团队协作、安全规范以及问题故障处理情况，学生往往只注重实验结果而忽视了实验的过程，抄袭数据、抄袭报告的情形也是屡见不鲜。单一的评价体系是无法体现出学习成果的真实程度^[7]，也给教学的改进带来了困难，无法对学生实践创新能力产生有效的促进作用。

3 人工智能赋能高职建筑力学实验教学的融合应用体系构建

针对上述痛点,应以人工智能技术为杠杆,系统性地重构建筑力学实验教学的全流程,构建一个虚实融合、数据驱动、个性精准的智慧教学新体系。

3.1 构建高度仿真的智能虚拟实验平台,拓展实践教学的广度与深度

借助VR、AR及三维仿真等技术手段建立符合要求的“建筑力学虚拟实验库”,其应该和现实的建筑力学实体实验存在一定的关系,同时还需要将平台的功能无限扩展,平台的要素如下所示。

高保真模拟:建立对实验环境、仪器设备(液压千斤顶、应变仪、加载装置)以及试件(混凝土梁、钢柱、节点)等的详细模型,模拟实际的手感、力学反应及破坏情况。

开放式探索:取消实体试验对学生的制约,在满足一定的精度要求下,给学生设定适当的参数范围(材料属性、截面尺寸、荷载类型及大小、边界条件等)可让学生灵活调整参数进行对比试验与创新性实验。

安全无风险训练:对于破坏性的实验(例如极限承载力试验),一些危险的操作,或者是耗损性的试件,学生可以在虚拟环境中反复进行操作,使得他们在掌握实验的相关要点以后再开展实际操作,最大限度的避免发生危险,而且也可以大大节省设备消耗。

工程场景融入:把虚拟实验嵌入到简单的工程场景中(如楼板加载实验、脚手架稳定测试等),让学生体会出实验的目的性,增加学生的融入感和使命感。

3.2 研发基于知识图谱的个性化自适应学习系统,实现精准导学

根据高职建筑力学课程标准构建多层次学科知识图谱,应该囊括概念、公式、定理等知识点的同时,更要关联各种相关的实验项目、操作技能、工程实例、常见问题以及思政元素等,这样才能构成真正的多层级学科知识图谱。

智能学习导航:基于前测结果了解学生知识的薄弱点,根据不同学情的学习风格偏好,以学生自主实验探究为主线,即时为学生定制实验预习清单、生成学习路径、推送学习资源(如微视频、三维动画、原理图解、相关联的理论复习资料等)。

情境化问题回复:在虚拟或实体实验中遇见困惑时,可以与之对话,随时提问(例如“这里的应变值是什么情况?”),系统基于知识图谱对提出的问题理解后,给出合理的解释、故障排除方案或相关的案例供学生学习参考,起到“永不疲倦”的智能助教角色。

动态能力画像:系统会对学生的不同学习行为进行实时记录(比如看多长时间了?多少次互动?虚拟操作正确率是多少?有没有做题?什么题?),随着实时记录给出个人“能力-知识”图谱,并以图像的方式呈现学生成长路径和发展方向。

3.3 集成先进检测与仿真技术,打造虚实结合的沉浸式混合实验课堂

改变“先理论后实验”的割裂模式,利用数字图像相关(DIC)技术、红外热像仪、智能传感器等,与有限元分析软件(如ABAQUS、ANSYS教学版)相结合,打造“实测-仿真-比对-深化”的混合实验新模式。

实验过程可视化:在学校实体试验的教学中,我们运用DIC技术在试验时实时采集并投影到试件表面的全场应变云图,使本是看不见摸不着的应力应变场以亮色、暗色体现出来,形象直观地让学生了解了“中性轴”、“应力线性分布”等较为复杂的理论知识,更容易让其接受新的概念。

虚实数据联动:要求学生先用有限元软件做模型并进行仿真预测,再去实物试验获得真实的

试验数据,然后将二者的结果进行比较,找出误差产生的原因,这样结合了理论计算、数值模拟和实验验证于一体的方法极大地提高了学生的数字化建模能力,促进了学生计算思维的发展以及养成其严谨求实的科学分析态度。

创新实验孵化:指导学生使用仿真软件自由创意设计“小、巧、新”的虚拟仿真实验(例如:改变掺入不同纤维的比例变化后对混凝土力学性能的影响等),并经过仿真测试可行性的基础上,再到开放实验室或者简化设备条件下进行试验,实现由创意到实践的过程。

3.4 建立数据驱动的多维度智能评价与反馈机制

淘汰以实验报告作为单一终点的评价模式,有计划、有系统地建立实验前、中、后各阶段的智能综合性评价体系。

全过程学习行为数据的系统化采集:依托智能感知技术,可对学生实验全过程的多模态数据进行动态采集与记录。具体包括:课前预习任务的完成质量与投入度;虚拟仿真实验中的操作路径、决策逻辑及反应时滞;真实实验场景中通过物联网传感器或视频监控捕捉的规范操作执行情况;团队协作过程中产生的语言交流与分工记录;数据分析环节的方法选择与处理流程;以及实验报告的原创性水平、论证深度与表达结构。上述数据的系统化采集为后续精准评价奠定了客观基础。

多维能力结构的立体化评价:从数据采集出发,建立了四个维度完备、权重分配明确的能力评价模型:第一为预习与规划能力(占20%),即从线上任务完成质量及实验方案设计能力两方面予以考察;第二为实践操作与工程素养(占30%),即考察虚拟操作的熟练程度、实体实验的规范性、安全意识的表现及仪器设备的使用是否正确;第三为数据分析与创新思维(占30%),即从数据处理方法的合理性、仿真及实测结果的对比分析能力、结论推导的逻辑性、创新点的提炼诸方面予以评价;第四为报告撰写与沟通表达(占20%),即从报告的规范性、逻辑性、图文配合效果等角度进行评判。借助人工智能技术,可实现对操作规范性的自动判别及数据异常检测,支持评价过程的智能化与标准化。

即时反馈机制与个性化诊断报告:系统在实验过程中可以实时识别操作错误,及时推送纠错提示,助力学生调整操作行为。实验结束后,系统为每位学生生成个性化的“学情诊断报告”。内容主要涵盖可视化数据分析结果、多维度能力雷达图、学习进度的纵向对比曲线,以及基于个体表现给定的学习建议。该反馈机制实现了从“结果评价”向“过程引导”的转变,有助于学生及时认知自身优势与不足,推动学习行为的持续优化与能力提升。

4 实施挑战、应对策略与未来展望

人工智能与建筑力学实验教学的深度融合并非一蹴而就,在推进过程中需理性面对以下挑战并积极谋划应对。

4.1 挑战

智慧实验室建设以及软件平台的开发和维护都需要不断的投资。教师的角色需要发生转变,需要从以往的知识传授者,转变为学习的设计者、活动组织者、AI运用的引导者;其对数字技术的运用能力、跨学科整合的能力提出了更高的要求。对学生学习过程中产生的数据信息的收集、利用及保存都应秉承伦理原则并确保其信息安全和学生的隐私安全。杜绝“AI依赖”和思维能力弱化的风险。不能让学生对AI工具有过强依赖,不要让学生的自主探究、深度钻研被削弱。

4.2 应对策略

一是按照分步实施、校企协同的原则开展工作,采取“模块化建设、分阶段推进”的方法,优先考虑解决目前急需的虚拟实验项目;主动联系、充分发挥企业的作用,利用企业的技术资源,共同开发基于校企合作的教学方案。

二是开展常态化的、工作坊式的教师 AI 教学能力建设;建设 AI 教学改革专项激励机制,引导、激励教师组建跨学科教研共同体,进行校本化或者更高层面的 AI 融合教学实践探索。

三是健全完善的数据治理规则,建立校园教育数据管理办法;按“最小必要”原则收集数据,向学生说明用途并取得知情同意。

四是秉持“以人为本, AI 为辅”的设计理念,在应用所有 AI 工具的时候,最终的目的都是为了促进学生的认知发展与能力发展,而人的主要工作是与机器分担处理一般性的事务型的任务,让 AI 完成学生的集中到教学之中去,专注于做需要高阶思维、创新决策、情感交流等工作。

4.3 未来展望

伴随 5G、物联网和边缘计算等新技术的应用发展,未来建筑力学智慧实验教学将变得泛在化、智能化、协同化。学生会使用轻便的 AR 眼镜,运用真实的工地场景开展力学实验虚拟仿真操作;AI 不仅可以对学生完成的力学实验做出结果的评定,还可以给予学生的力学实验方案设计过程创造性的评分评价;大数据背景下的区域乃至全国高职建筑力学实验学情数据库的建设,有利于对课程标准的动态调整进行宏观把握、对教学资源配置情况进行合理统筹。

5 结语

针对高职建筑力学实验教学中普遍存在的资源匮乏、学生基础参差、实操训练浅层化以及考评机制固化等现实困境,本文给出了一套以人工智能为技术内核的智慧实验教学体系。该体系融合了虚拟仿真、知识图谱、智能诊断与数据驱动评价四大模块,形成闭环联动的解决方案。通过建立虚实互补的实验场景、推行适配个体差异的自适应学习机制,以及创新“理论-仿真-实操”相融合的教学模式,辅以全过程、多维度的数据采集与评价,该方案突破传统教学的物理瓶颈与时空限制,实现了教学资源效益的最大化、学习路径的精准定制,促成了学生工程实操能力与创新思维能力的协同提升。

参考文献

- [1] 高文. 抢抓人工智能发展的历史性机遇——深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述[J]. 中国军转民, 2025, (5): 12-14.
- [2] 付赛际, 唐静静, 廖毅. 人工智能赋能下多层教育模式的协同创新与实践[J]. 教育教学论坛, 2025, (28): 1-4.
- [3] 赵沛, 杨卫. AI 时代的力学教学[J]. 力学与实践, 2025, 47(1): 9-14.
- [4] 赵沛, 王宏涛, 杨卫. 新语境下力学本科课程体系的重塑与实践. 力学与实践, 2020, 42(6): 766-770.
- [5] 游海丽. 新疆高职教育与自考本科教育衔接模式探索[J]. 新疆职业大学学报, 2012, 20(5): 30-32.
- [6] 刘萍华. 材料力学实验教学的创新与探索[J]. 科技情报开发与经济, 2009, 19(21): 187-189.
- [7] 刘晓明, 李明林, 钟建华, 等. 材料力学实验教学的探索与创新[J]. 科技视界, 2020, (25): 20-21.

基金项目: 江苏省高校哲学社会科学一般研究项目“数字化转型背景下的教学模式创新与实践路径研究”(2025SJYB1391)

1* 作者简介: 崔恩文(1987-), 男, 副教授, 研究方向: 教育教学。E-mail: m15895787175@163.com。