

AI 赋能结构力学智慧课堂的构建与实践研究

黄昆泓 范杰* 杨娥

广州航海学院 - 未来交通学院, 中国·广东 广州 510725

摘要: 本文围绕 AI 赋能结构力学智慧课堂展开研究, 明确其以“提升教学质量、促进学生全面发展”为核心目标, 涵盖教学资源高效整合与智能推送、个性化学习支持体系构建、教学模式向“以学生为中心”转变三方面。设计了教学资源智能整合、学生学习状态实时监测、个性化学习路径规划、虚拟实验教学四大关键模块, 并提出精准预习引导、互动式教学实施、个性化复习与巩固的实践策略。通过 AI 技术整合资源、监测学习状态、定制学习路径及构建虚拟实验, 助力提升结构力学教学效率与学生综合能力, 满足工科人才培养需求。

关键词: AI; 结构力学; 智慧课堂; 构建实践

Research on the Construction and Practice of an AI-Powered Intelligent Classroom in Structural Mechanics

Huang Kunhong, Fan Jie*, Yang E

School of Future Transportation- Guangzhou Maritime University, China Guangdong Guangzhou 510725

Abstract: This paper focuses on the research of AI-powered smart classrooms in structural mechanics, with the core objectives of "improving teaching quality and promoting students' comprehensive development." It encompasses three aspects: efficient integration and intelligent delivery of teaching resources, the construction of a personalized learning support system, and the shift from "teacher-centered" to "student-centered" teaching models. Four key modules are designed: intelligent integration of teaching resources, real-time monitoring of student learning status, personalized learning path planning, and virtual experimental teaching. Additionally, practical strategies such as precise pre-class guidance, interactive teaching implementation, and personalized review and reinforcement are proposed. By leveraging AI technology to integrate resources, monitor learning status, customize learning paths, and build virtual experiments, this approach aims to enhance the efficiency of structural mechanics teaching and improve students' comprehensive abilities, meeting the demands of engineering talent cultivation.

Keywords: AI; Structural mechanics; Smart classroom; Construction practice

0 引言

结构力学是土木、水利、交通等专业的核心专业基础课, 多学科知识支撑, 主要讲述杆系结构在外力作用下内部力和变形的分布情况, 对后续专业课程学习十分重要。但是传统的教学存在着资源分散滞后、教学模式单一、不能满足学生的个性化需求等限制, 影响教学质量的提高以及学生能力的培养。随着 AI 技术的发展, 把 AI 技术融入结构力学课堂, 构建智慧教学模式成为破解结构力学课堂发展瓶颈的关键。本文主要研究 AI 在结构力学智慧课堂中的主要目标、关键模块设计及其实施策略, 从而改进教学流程、提高教学效果, 培养出有自主学习能力、创新能力以及工程实践能力的高素质工科人才。

1 AI 赋能结构力学智慧课堂构建的核心目标

在土木, 水利, 交通等专业课中结构力学占有极其重要的位置, 虽然各个学校的培养计划不同, 每个专业的侧

重点不同, 但都把它作为最重要的一门专业基础课之一, 它是走向专业教学前的一门核心课程。它以高等数学, 理论力学, 材料力学以及计算机技术为基础, 以“力法”“位移法”为主要方法, 全面而系统的阐述了杆系结构体系在荷载, 温度变化, 支座移动等外界因素下引起的内力分布和变形情况。

AI 赋能结构力学智慧课堂的创建, 要以“提升教学质量, 推动学生全面发展”为重心, 确定如下三方面的目标。实现教学资源高效整合、智能推送, 打破传统教学资源分散、更新滞后的问题, 对结构力学领域经典案例、前沿研究成果、虚拟实验资源等进行系统整理, 按照教学进度、学生学习需求, 自动推送至教师、学生, 为教学活动开展提供丰富优质的资源。其次打造个性化的学习支持体系, 通过对学生在学习过程中产生的数据加以分析, 准确把握每一个学生的学习特点以及知识薄弱之处, 进而为学

生量身定制专属的学习计划,并推送相应的学习资料,助力学生高效弥补知识缺漏,提高学习效率^[1]。最后促使教学模式由“教师为中心”向“学生为中心”转变,利用AI技术构建起互动性强、参与度高的教学场景,引导学生积极投入到知识探究、问题解决的过程中去,从而培养学生的自主学习能力、创新思维能力以及工程实践能力,以满足工科专业对高质量人才的需求。

2 AI 赋能结构力学智慧课堂的关键模块设计

2.1 教学资源智能整合模块

本结构力学教学模块严格按照课程标准为依据,系统性整合多种类型的教学资源,构建起一个全面的教学资源体系,具体包含教材电子版、配套教学课件、重难点解析教学视频、梯度化经典例题、行业真实工程案例、可交互虚拟实验软件等,满足各个教学环节以及不同学生的学习需要。模块依靠AI技术加持资源管理,用自然语言处理技术识别各种资源的内容主题、知识点关联等信息,再依靠机器学习算法对资源进行精确分类并打上多维度标签(按知识点、难度等级、资源类型等打标),从而创建起一个结构化的教学资源数据库,让资源可以被快速检索和调用^[2]。以梁的弯曲内力分析为例,模块围绕这个知识点形成资源集群,除了包含简支梁、悬臂梁等各种荷载形式下内力的例题之外,还包含受力分析动态演示视频、可调节参数的虚拟仿真实验(供学生直观观察内力变化规律)、桥梁、建筑结构中梁构件设计的工程实例,使学生加深对知识点的理解 and 应用。并且模块还具有动态资源更新的功能,采用技术手段实时抓取结构力学领域最新的研究成果(如新的结构力学分析方法),前沿工程实践案例(如大跨度建筑结构的应用),经过自动筛选与人工审核双重保障后加入到资源数据库中,保证教学资源的时效性与前沿性。模块能够使教师按教学进度、学生实际情况等实际需求,自行上传自己编写的例题、专题课件等个性化资源,并对已经存在的资源进行修改,实现教学资源的个性化定制,满足不同的教学场景需要。

2.2 学生学习状态实时监测模块

本模块利用课堂互动平台、在线学习系统、智能终端设备等对学生学习数据进行采集,学习数据有课堂回答问题的次数和准确性、作业提交的及时性和正确率、在线学习的时长和进度、测试成绩的变化趋势等。用人工智能的数据分析算法来实时处理、分析这些数据,得到学生个人学习状况报告以及班级总体学习状况报告。在课堂教学过程中,教师通过互动平台发布有关结构位移计算的选择题,学生使用智能终端交卷之后,模块立即统计答题正确率,找出答错率高的题项并分析错因,及时反馈给教师。教师根据反馈的结果可以及时对教学的快慢做出调整,针对学生共性问题进行强调讲解。课后模块根据学生作业完成情

况,分析学生对结构力法计算、位移法计算等知识点的掌握情况,对作业错误率高的学生进行标记,将学生的薄弱点反馈给教师,便于教师进行针对性的辅导。

2.3 个性化学习路径规划模块

个性化学习路径规划模块以学生学习状态实时监测模块输出的数据分析结果为核心依据,依托推荐算法为每位学生量身定制专属学习路径。模块运行时,根据学生的学习基础评估数据以及当前的学习进度记录,准确找到学生在结构力学课程中的学习起点,再依照课程知识体系内在的逻辑结构(知识点的前后联系、难易程度),为学生制定分阶段的学习目标和相应的学习内容。从具体的角度来说,对于学习基础较差的学生,在他们开始学习“结构动力学”知识点之前,模块先推送“单自由度体系自由振动”的基础复习资料(讲解视频、简化例题),帮助学生打牢前期知识,待学生复习完成后通过基础测试,再推送“单自由度体系受迫振动”的核心学习资料(重难点课件、分步解析案例),并推送难度逐渐增大的练习题,帮助学生逐步提升^[3]。对于学习基础较好的学生,在确认其掌握了基本知识点之后,模块会推送一些拓展性的内容(如复杂结构动力学分析案例、跨学科应用场景等),从而引导学生进行深度学习和能力拓展。另外,模块具有动态调整的功能,会一直跟踪学生的学习进度以及各阶段的测试成绩,如果学生在某个知识点的测试成绩不符合预期,模块就会自动增加这个知识点的复习内容,比如错题解析、专项微课,还会加上更多的练习题,反复推送直到学生掌握为止,让学习路线一直符合学生的实际学习状况。

2.4 虚拟实验教学模块

针对结构力学抽象概念多、实验操作难度大的特点,虚拟实验教学模块利用AI技术以及虚拟现实、增强现实技术来创建虚拟实验环境,让学生在虚拟环境中做结构力学实验,提高学生对知识的直观认识 and 实践能力。本模块包含简支梁受力变形实验、刚架结构内力分析实验、压杆稳定实验等实验项目。拿“压杆稳定实验”来说,学生借助虚拟实验软件,可以自行设定压杆的材料属性,截面尺寸,长度以及荷载的施加方式。虚拟系统运用AI算法模拟压杆在各种情况下的受力状况与变形进程,立刻显示出压杆应力分布状况,位移改变曲线以及临界荷载数值。学生可以改变实验参数,观察参数变化对压杆稳定性的影响,比如改变压杆长度之后,观察临界荷载的变化规律;改变截面尺寸之后,分析截面惯性矩和压杆稳定性的关系。并且模块还具有实验数据的自动记录与分析功能,在实验结束之后,会自动产生一份实验报告,里面包含实验参数,实验现象描述,实验数据表格,数据曲线以及实验结论,有利于学生对实验规律进行总结,加深对压杆稳定理论的认识。另外,该模块支持多人协同实验,学生可以分组在虚拟环

境中分工合作完成实验任务, 锻炼学生的团队协作能力。

3 AI 赋能结构力学智慧课堂的实践策略

3.1 精准预习引导

课前阶段, 教师用教学资源智能整合模块按照下一节教学内容选择预习资源, 即知识点微课视频、预习思考题和简单的在线测试题。学生通过在线学习系统获取预习资源, 完成预习任务。同时学生学习状态实时监测模块可以记录学生预习时长、预习思考题完成情况以及在线测试成绩, 并反馈给教师。教师依据反馈的数据来了解学生对预习内容的掌握情况, 找出预习中普遍存在的问题, 在课堂教学中进行有针对性的讲解, 从而提高课堂教学的针对性和效率^[4]。如数据显示 60% 的学生在预习测试中对于几何瞬变体系的判断题目的答案错误, 则教师在课堂开始的时候先讲解几何瞬变体系的特征和判断方法, 再进入后面的内容教学。这样既能让学生快速弥补知识漏洞, 避免因基础薄弱跟不上课堂进度, 也能减少无效教学时间, 让课堂更多聚焦于重难点突破与深度探究。

3.2 互动式教学实施

教师在课堂教学中以“以学生为中心”为原则, 用 AI 技术创建互动式教学场景。教师先利用虚拟实验教学模块演示与教学内容有关的虚拟实验, 在讲“梁的弯曲内力分析”时, 把 AR 技术投射出的虚拟简支梁模型叠加到课堂实物模型上, 模拟均布荷载作用下梁的弯曲变形过程, 使学生能够直观地看到梁的内力分布和变形情况。随后教师在互动平台发布互动任务, 要求学生以小组形式讨论梁的内力图如何判断梁的危险截面, 并将讨论结果上传至平台。学生学习状态实时监测模块会实时统计各小组的讨论参与度和上传结果的及时性, 教师根据统计数据, 选择部分小组进行成果展示, 并对展示内容进行点评和补充。在讲解知识点的时候, 教师可以随时发布即时测试题到互动平台上, 学生通过智能终端提交答案, 模块实时反馈答题情况, 教师根据反馈结果, 对普遍存在问题进行详细的讲解, 保证每个学生都能跟上教学进度。

3.3 个性化复习与巩固

课后阶段, 个性化学习路径规划模块依据学生的课堂学习数据以及课前预习数据, 给每位学生推送个性化的复习资料和作业任务。对课堂互动、测试中表现较好的学生, 模块推送结构几何组成分析的复杂例题、几何组成分析在工程结构设计中的应用案例等拓展性资源, 布置难度较高的综合性作业; 对学习有困难的学生, 模块推送几何组成分析基本原理复习视频、简单例题的详细解题步骤等

基础性资源, 布置针对性的基础练习题。同时虚拟实验教学模块也支持学生在课后自由的进行虚拟实验, 加深对课堂知识的掌握^[5]。学生课后可以反复做梁的弯曲内力实验, 改变荷载参数, 观察梁内力的变化规律, 加深对知识点的理解。

4 结语

综上所述, AI 赋能结构力学智慧课堂通过明确“提升教学质量、促进学生全面发展”核心目标, 构建四大关键模块与三大实践策略, 有效解决传统教学痛点。教学资源智能整合模块实现资源高效管理与更新, 学生学习状态实时监测模块精准把握学情, 个性化学习路径规划模块适配不同基础学生需求, 虚拟实验教学模块增强知识直观性与实践感; 实践策略则贯通课前、课中、课后, 提升教学针对性与互动性。该模式推动教学从“以教师为中心”转向“以学生为中心”, 显著提升教学效率与学生综合能力, 为结构力学教学改革提供可行路径, 也为其他工科课程的智慧化教学提供参考, 未来可进一步深化 AI 技术应用, 完善模块功能, 提升智慧课堂的适配性与实效性。

参考文献:

- [1] 蔡晓丹. 基于学习通平台的结构力学课程混合式教学研究[J]. 办公自动化, 2025,30(19):46-48.
 - [2] 鲍海英, 方圆, 王士龙等. 新工科建设背景下结构力学课程的教学改革探索[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版), 2025,42(01):68-69+81.
 - [3] 张娟娟. 面向力学专业的结构力学课程建设探索[J]. 高教学刊, 2023,9(19):95-99.
 - [4] 路丹, 黄瑶. 基于翻转课堂的结构力学课程教学改革研究[J]. 现代职业教育, 2021,(20):26-27.
 - [5] 咸庆军, 张朋, 赵云. 基于工程实例的结构力学课堂教学设计[J]. 科教导刊(下旬), 2020,(12):141-143+166.
- 基金项目: 2025 年度广州市高等学校教学改革项目(2025YBJG050)“AI 赋能下《结构力学》“三段四化”智慧课堂教学模式创新与实践”。
- 作者简介: 黄昆泓(1990.07-), 男, 汉族, 四川省资阳市, 讲师, 工学博士, 桥梁与隧道工程专业, 研究方向: 主要从事桥梁健康监测及监控技术研究。
- 通讯作者: 范杰(1988-), 男, 汉族, 广东揭阳人, 副教授, 博士, 研究方向: 工程智能检测技术。