

人工智能赋能土木工程材料教学的应用与挑战

李 犇* 韩紫璇 樊舒旖

佛山大学, 土木与交通学院 广东佛山 528000

摘要: 为深化人工智能 (AI) 技术在土木工程材料教学中的融合路径, 本文基于当前土木工程教育领域AI技术的应用现状, 系统分析了人工智能赋能教学的具体方式 (智能化资源生成、互动式教学体验、精准化评估) 及效果提升路径与实践挑战, 以期为推动人工智能与土木工程材料教学的深度融合提供理论参考。

关键词: AI赋能; 土木工程材料; 教学改革; 挑战与策略

引言

人工智能 (AI) 技术的快速发展正深刻变革各行业模式, 土木工程领域亦不例外^[1]。从建筑设计到结构监测, AI技术展现出显著的效率提升与创新潜力。然而, 传统土木工程材料教学仍以教师讲授、教材学习为主, 学生被动接受知识, 难以适应新型材料性能复杂化、应用场景多元化的学科发展趋势。现有教学模式在培养学生实践能力与跨学科思维方面存在明显短板。因此, 探索AI技术与土木工程材料教学的深度融合具有迫切现实意义。高校正加速推进AI教学应用, 如同济大学开发的CivilGPT知识大模型, 通过整合专业课程资源与规范数据, 实现了知识推理的精准化与学习路径的个性化; 其发布的《人工智能赋能土木学科创新发展行动计划 (2024-2027)》进一步明确了AI驱动学科高质量发展的实施路径。武昌理工学院则通过修订人才培养方案, 增设智能结构设计、机器学习应用等课程, 强化校企合作以提升学生实践能力^[2]。尽管理论研究与技术应用取得进展, AI在教学实践中的推广仍面临模式不成熟、课程体系缺失等问题。当前AI赋能教学仍面临技术落地难、教师能力不足、数据安全风险等问题。因此, 系统梳理AI在教学中的应用模式与挑战, 对推动土木工程教育数

字化转型具有重要意义。

一、人工智能在土木工程材料教学中的应用

(一) 智能化教学资源生成

1. 虚拟材料库构建

AI通过图像识别、数据抓取等技术整合材料微观结构、性能参数及工程案例等海量信息, 结合3D建模构建虚拟材料库。学生可多维度观察材料形态 (如混凝土骨料分布)、动态分析性能参数 (如钢材应力应变曲线), 突破传统教学在材料展示上的时空限制。通过图像识别、数据抓取及文本挖掘等手段, 从学术数据库、专业网站、研究报告等多渠道收集海量的土木工程材料信息。这些信息涵盖了材料的微观结构、宏观性能、实际工程应用案例以及最新研究成果等。利用3D建模、动画制作等技术, 将收集到的材料信息转化为直观的虚拟模型, 构建虚拟材料库^[3]。学生可通过电脑、平板等终端设备随时随地访问虚拟材料库。在虚拟环境中, 学生能够以360度视角观察材料的外观形态, 通过缩放功能深入了解材料的微观结构, 如混凝土内部骨料的形状、粒径分布以及水泥浆体与骨料的粘结情况等。同时, 还能观看材料性能参数的动态演示, 如钢材在不同受力条件下的应力应变曲线变化, 直观感受材料性能与外部作用之间的关系。这种虚拟材料库的构建, 打破了时间和空间的限制, 为学生提供了丰富且便捷的学习资源, 弥补了传统教学中材料展示的局限性。

2. 定制化课件生成

基于学习数据分析 (进度、准确率等), AI可自动筛选素材并生成个性化课件。对学生的学学习数据进行深度分析, 包括学习进度、知识掌握程度、答题准确率、

基金项目: 广东高校科研项目-青年创新人才项目 (2021KQNCX083)、广东省基础与应用基础研究基金-粤佛联合基金青年项目 (2022A1515110380)、广东省基础与应用基础研究基金-粤佛联合基金重点项目 (2022B1515120007)。

通信作者: 李犇 (1989-), 男, 讲师, 新型土木工程材料。

学习时间分布等。通过这些数据,系统可以精准把握每个学生的学习特点与需求。当教师输入教学大纲及相关知识点后, AI系统会根据学生的个体差异,自动筛选合适的教学素材,如图片、案例、动画、视频等,并按照科学合理的逻辑顺序编排成个性化的教学课件^[4]。针对基础薄弱学生侧重基础知识与示例,课件内容会侧重于基础知识的讲解,配备大量简单易懂的示例和练习题,帮助学生巩固基础;而对高阶学生则引入前沿研究案例,增加拓展性的前沿研究成果、复杂工程案例分析及挑战性的问题讨论,激发学生的学习潜能,满足其更高层次的学习需求。这种定制化课件生成方式,实现了教学内容与学生需求的精准匹配,提高了教学的针对性与有效性。

(二) 互动式教学体验优化

1. 智能答疑系统

利用自然语言处理(NLP)技术搭建智能答疑平台,整合知识图谱,实现问题精准匹配与解答,并通过知识图谱快速响应学生提问;例如,学生提问“沥青高温碳化机理”时,系统可快速反馈答案并推荐拓展学习资源,同时通过问题聚类分析辅助教师优化教学重点。或者,学生对某个知识点的理解困难时,例如,学生对“混凝土配合比设计的原理是什么?”存在理解困难,智能答疑系统能够迅速给出准确解答,并提供相关知识链接,引导学生进一步深入学习。此外,智能答疑系统还具备学习分析功能,它可以根据学生提问的频率、类型以及解答的反馈情况,分析教学中的薄弱环节和学生的共性问题。

2. 虚拟实验模拟

土木工程材料实验是教学中的重要环节,但传统实验教学存在诸多限制。一方面,实验场地、设备数量有限,难以满足学生大规模、个性化的实验需求;另一方面,实验材料成本较高,部分实验操作具有一定危险性,且实验结果受人为主观因素、环境因素影响较大。AI虚拟实验平台的出现有效解决了这些问题。结合虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术,模拟材料实验全流程(如混凝土配比设计、钢材拉伸测试)。学生可在虚拟环境中调整实验参数、观察实时数据。这种虚拟实验模拟不仅加深了学生对实验原理和操作的理解,提高了学生的实践能力,还避免了因操作失误造成的设备损坏和材料浪费,为学生提供了安全、高效、灵活的实验学习环境。

(三) 学习效果评估优化

1. 过程性评估

通过学习管理系统(LMS),AI通过跟踪课堂参与度、作业质量等数据,构建学生行为模型,动态监测学习状态。例如,对作业错误率高且学习时长骤减的学生,系统可预警并触发教师干预,实现动态学习状态监测。便于任课教师、辅导员、团委老师等及时与学生沟通交流,了解学生学习困难的原因,并给予针对性的帮助和指导。这种过程性评估方式,能够及时发现学生学习过程中的问题,为教师调整教学策略、实施个性化教学提供有力依据。

2. 精准化考试与评价

基于知识点分布,AI生成个性化试题库与专业高度相关的试卷,采用教师自主阅卷与人工智能批改相结合的方法,对主观题的逻辑性、客观题的准确性进行量化评估。同时,深入分析学生的答题情况,并评估学生的答题思路、逻辑结构、知识运用准确性等方面;生成详细的学习诊断报告,指出学生在知识掌握上的薄弱环节、思维误区以及与课程目标的差距,为学生提供针对性的学习建议和个性化的学习计划。此外,设定课程教学评价指标,自动生成课程教学达成度报告、指导教师注重相关教学改进方案与策略。

二、人工智能赋能土木工程材料教学的挑战与应对

(一) 技术应用成本与教师培训

1. 成本问题

引入AI技术需要投入大量的资金。一方面,需要购置高性能的硬件设备,如服务器、图形工作站等,以支持虚拟实验模拟、大数据分析等复杂计算任务;另一方面,要购买或开发专业的AI教学软件平台,支付软件授权费用以及后续的技术维护与升级费用。此外,还可能涉及到数据存储、网络带宽等方面的费用支出。对于一些教育资源相对匮乏、资金紧张的院校而言,这些成本负担可能较为沉重,限制了AI技术在教学中的推广应用。可以通过资源共享、院校之间的教学经验交流与合作研究,共同探索AI技术的应用模式,降低单个院校的技术应用成本并提高资源利用效率。此外,还可以借助校企深度合作,共同开发适用于土木工程材料教学的AI软件^[5]。

2. 教师培训

AI技术在教学中的有效应用,离不开教师对相关技术的熟练掌握。然而,目前大部分土木工程专业教师在

AI技术方面的知识储备相对不足，缺乏其与专业教学深度融合的能力。这导致教师在应用AI技术进行教学时，存在畏难情绪，难以充分发挥AI技术的优势，甚至可能出现应用不当的情况。因此，需要定期组织培训课程，将教师AI技术培训纳入教师专业发展计划，提升教师对AI技术的认知水平和应用能力。同时，鼓励教师积极申请和参与AI技术在土木工程材料教学中的应用研究项目。

（二）数据安全与隐私保护

1. 数据安全风险

在AI教学应用过程中，会产生大量的学生学习数据，包括学生的个人信息、学习行为数据以及学习偏好数据等。这些数据具有重要的价值，但同时也面临着数据泄露、篡改、丢失等安全风险。需要建立严格的数据安全管理制度，明确数据收集、存储、传输、使用、共享等各个环节的安全责任与操作流程。同时，采用加密技术，对学生学习数据进行加密存储和传输，确保数据在存储和传输过程中的保密性和完整性。此外，设置严格的数据访问权限，只有经过授权的人员才能访问特定的数据，访问过程受到严格的监控和记录，防止数据滥用^[6]。

2. 隐私保护

如何在合理利用数据提升教学质量的同时，保护好学生的隐私是一个重要问题。如果数据使用不当，可能会侵犯学生的隐私权，引发学生和家长的担忧与不满。在结合人工智能与土木工程材料教学的过程中，必须要明确数据使用边界，制定清晰的数据使用政策；必须要加强沟通，向学生及家长充分说明数据收集、使用和保护的流程，获得他们的理解与同意；同时，为学

生和家长提供数据查询、更正和删除的渠道，保障他们对个人数据的控制权。

结论

人工智能技术通过智能化资源生成、互动式教学与精准化评估，为土木工程材料教学提供了创新路径。然而，技术应用需应对成本、教师能力及数据安全等挑战。未来可通过校企协同、教师培训及数据治理等策略推动AI与教学的深度融合、持续优化AI教学模式，挖掘其在跨学科人才培养中的潜力，培养适应智能建造时代的高素质工程人才，为土木工程教育创新注入新动能。

参考文献

- [1] 张月玥. 人工智能背景下的土木工程教学体系分析研究[J]. 中国多媒体与网络教学学报(中旬刊), 2024, (04): 30-33.
- [2] 刘红波, 张帆, 陈志华, 王龙轩. 人工智能在土木工程领域的应用研究现状及展望[J]. 土木与环境工程学报, 2024, 46(1): 14-32.
- [3] 张德洋, 李政依, 贾明, 杜海龙. 人工智能在土木工程创新应用[J]. 土木工程, 2024, 13(8): 1444-1453.
- [4] 刘志飞, 曹雷, 赖俊, 陈希亮, 陈英. 多智能体路径规划综述[J]. Journal of Computer Engineering & Applications, 2022, 58(20).
- [5] 孙振宇, 譙澜, 王孟佳. 人工智能驱动下土木工程行业发展的机遇与挑战[J]. 科技风, 2024, (13): 1-3.
- [6] 蔡佳, 黄璇, 童国炜, 黄林轶. 人工智能大模型安全现状研究[J]. 海峡科技与产业, 2025: 53-57.