

人工智能赋能《智能装备与建筑机器人》课程教学改革研究

张 平

长江师范学院土木建筑工程学院, 重庆

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

《智能装备与建筑机器人》课程具有多学科交叉与工程实践依赖度高的特点, 其教学面临人工智能技术与专业内容衔接不足、实践资源受限、学习支持缺乏差异化以及产教协同不充分等问题。本文结合相关文献与课程任务分析, 旨在构建涵盖教学方法、教学工具、教学场景和教学评价的AI赋能改革框架。以知识图谱关联课程知识与工程任务, 利用虚拟仿真支持方案试验, 通过理论、虚拟、模拟和工地四个课堂组织递进式学习, 并以过程证据支持学习诊断与教学调整。该框架着重设计同一工程任务在不同场景中的成果传递与反馈机制, 为专业知识向工程应用能力的转化提供课程设计思路。

关键词

人工智能, 智能装备, 建筑机器人, 教学改革

Research on AI-Enabled Teaching Reform for the Course *Intelligent Equipment and Construction Ro-Botics*

Ping Zhang

School of Civil and Architectural Engineering, Yangtze Normal University, Chongqing

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

Intelligent Equipment and Construction Robotics is an interdisciplinary course with a strong emphasis on engineering practice. Its delivery is constrained by the insufficient integration of artificial intelligence (AI) with disciplinary content, limited resources for practical training, inadequate

differentiated learning support, and weak collaboration between universities and industry. Drawing on the relevant literature and an analysis of course tasks, this study develops an AI-enabled instructional reform framework encompassing teaching methods, instructional tools, learning environments, and assessment. The framework employs a knowledge graph to connect disciplinary knowledge with engineering tasks, uses virtual simulation to support solution testing, and organizes progressive learning across four interconnected settings: theoretical instruction, virtual experimentation, simulated practical training, and construction-site learning. It also incorporates process-based evidence to inform learning diagnosis and instructional adjustment. Particular emphasis is placed on the transfer of task outputs and feedback generated by the same engineering project across different learning settings. The proposed framework provides a structured approach to curriculum design that facilitates the transformation of disciplinary knowledge into engineering application competencies.

Keywords

Artificial Intelligence, Intelligent Equipment, Construction Robot, Teaching Reform

Copyright © 2026 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

人工智能技术的迅猛发展正深刻重塑建筑行业的生产方式与组织形态。大模型、计算机视觉等 AI 技术与数字孪生技术的结合, 不仅推动建筑机器人从实验室走向工程现场, 也对智能建造专业人才的复合能力结构提出了全新要求[1]。建筑行业正加速向数字化、工业化、智能化方向转型, 亟需一批既掌握土木工程专业知识、又具备智能装备操作与 AI 技术应用能力的复合型人才。已有课程改革研究尝试将生成式 AI 引入智能建造施工技术教学, 为专业课程与智能技术的融合提供了探索方向[2]。

《智能装备与建筑机器人》作为智能建造专业的核心课程, 承担着培养学生运用机器人技术解决复杂工程问题的重要使命[3]。此课程涉及工程机械基本构成、典型工程机械智能化应用、建造机器人基本原理与结构机构、控制系统与编程指令等模块, 知识体系横跨机械、电气、计算机、土木等多学科, 实践性极强。课程改革的关键在于使分散的学科知识服务于具体建造任务, 并为学生从算法理解、设备调试到施工条件下的方案判断提供连续的学习支持。

国内相关研究主要涉及知识组织、实践教学与技术支持三个方面。杜艳丽等从知识图谱出发探讨机器人学个性化教学, 为梳理知识依赖关系提供了思路[4]; 满轲等围绕智能建造专业实践教学开展研究[5], 姚福义等将成果导向教育(OBE)理念用于生产实训课程建设, 关注课程活动与能力要求的衔接[6]; 武精科等探讨智能建造装备虚拟仿真实验教学平台的构建, 为受设备和场地限制的实践教学提供了技术路径[7]。结合生成式 AI 在专业课程中的应用探索, 上述研究为本课程改革提供了不同层面的依据, 但知识组织、仿真操作与现场任务之间如何传递学习成果, 仍需在课程设计中明确。

国外 AI 教育研究则较多关注自适应学习、智能辅导与学习评价。Zawacki-Richter 等对高等教育 AI 应用的综述归纳了学习者画像与预测、评价、自适应系统及智能辅导等研究方向, 并指出技术应用与教育理论联系不足的问题[8]。这些研究为工程课程引入学习诊断和个性化支持提供了参照, 但其结论不能直接等同于建筑机器人课程的教学成效。施工环境的非结构化特征、实体装备的安全约束以及算法输出与实际作业之间的偏差, 要求教学设计进一步关注知识和技能在不同场景中的迁移。

本文将研究重点界定为 AI 支持下的课程组织机制设计。相较于侧重操作练习的单一仿真环节，所提框架增加实体调试与施工约束校核；相较于以授课媒介组合为主的线上线下混合安排，框架以同一工程任务贯穿四个课堂，规定各阶段的学习成果、进入下一阶段的条件及反馈用途。其拟议贡献是将知识关联、任务递进与过程评价纳入同一课程设计，使场景之间形成可追溯的教学联系，而非增加相互独立的技术工具。

2. 课程教学现状

2.1. 课程内容体系庞杂，AI 融合深度不足

结合《智能装备与建筑机器人》课程教学大纲，课程内容涵盖工程机械基本构成、典型工程机械智能化应用、建造机器人基本原理与结构机构、控制系统与编程指令、建造机器人开发案例等模块，知识关联较为复杂。现有课程内容仍以传统的机械结构解析、工程机械工作原理与机器人运动学推导为核心，对人工智能技术在建筑机器人领域的应用涉及甚少。若计算机视觉、同步定位与建图(SLAM)及施工任务规划等内容仅作为拓展知识介绍，而未与机构、控制和工艺要求关联，学生便难以理解智能算法的工程适用条件。课程内容与行业前沿之间的脱节，使得学生难以建立从基础理论到 AI 赋能工程实践的完整认知链条。

2.2. 实践教学条件受限，虚实融合不足

建筑智能装备实验教学面临设备投入、操作安全和过程评价等方面的约束。高精度机器人设备采购成本高昂，维护复杂，多数高校难以大规模配备。施工现场涉及高空作业、重型机械操作等高危环节，进一步压缩了学生进入真实工程场景进行实操训练的空间。已有研究尝试利用虚拟仿真平台拓展实验教学条件[7]，但仿真资源的引入并不自然形成虚实衔接机制，还需明确仿真结果向实体操作迁移的条件。实践教学长期处于重理论讲授、轻动手操作的状态，学生的工程实践能力培养受到严重制约。

2.3. 教学模式同质化，个性化教学缺失

课程知识横跨多个学科，学生在编程基础、机械认知和施工知识方面的差异，增加了教学组织的难度。统一的教学进度与内容安排难以兼顾不同学生的学习基础与认知差异。课堂互动形式单一，学生面对抽象的机器人运动学公式与复杂的控制逻辑时，往往因缺乏直观的工程情境而陷入被动接受状态。因此，学习支持应以先修知识掌握情况和任务错误类型为依据，避免仅凭统一作业成绩判断学生的学习需要。

2.4. 产教衔接滞后，教学内容与行业需求脱节

建筑机器人技术迭代速度极快，行业对智能施工装备操作、建筑工业互联网、AI 驱动的施工管理等前沿技能的需求持续攀升[6]。然而课程教材与教学案例的更新周期较长，教学内容难以与产业实际需求保持同步。学生在校期间所学的知识技能与就业市场对智能装备操作师和数字化项目经理等新兴岗位的能力要求之间存在明显落差。产教脱节不仅削弱了学生的就业竞争力，也降低了专业人才培养与行业发展的协同效应。

3. 课程教学改革与思考

3.1. AI 赋能教学方法：从统一讲授到精准施教

传统教学模式以统一的教学进度与内容安排面向全体学生，难以兼顾个体差异。借助 AI 技术，可构建基于知识图谱的个性化教学路径，为差异化教学提供依据。课程知识图谱可借鉴机器人学个性化教学

的知识组织思路[4]，以教材、设备说明与工程案例为基础，由教师审定知识节点及其先修关系。实体关系抽取可辅助整理多源材料，但专业术语和工程约束应经人工校核。图谱应将机构与传动、坐标变换、控制指令等知识关联到具体作业任务，例如把构件定位误差追溯至坐标标定、视觉识别或执行机构等知识环节。在此基础上，结合诊断测验与任务操作记录，向基础薄弱学生提供概念辨析和分步练习，向已掌握基础内容的学生提供工况变化下的方案比较任务。推荐路径由教师复核，并根据后续任务表现调整，避免将学习次数或资源点击量直接视为知识掌握程度。

3.2. AI 赋能教学工具：虚拟仿真与智能辅助的深度融合

实践资源匮乏是制约课程教学质量提升的关键瓶颈。武精科等[7]关于智能建造装备虚拟仿真平台的研究，为课程实验资源建设提供了参考。在此基础上，本课程可围绕机器人运动仿真、轨迹规划与施工场景模拟组织实验，使学生先在虚拟环境中比较方案，再选择经校核的方案进行实体验证。AI 辅助编程可用于解释报错、提示调试方向和生成候选代码，学生则需说明控制逻辑、核验运动边界并完成独立调试，以保留必要的编程训练。

平台建设宜采用模块化方式，分别设置场景与设备模型、任务运行及学习记录模块。具有设备数据采集条件时，可利用数字孪生比对仿真与实测响应；数据条件不足时，应明确模型假设及适用范围，避免将一般三维仿真等同于数字孪生。AI 模块负责归类重复性错误并给出针对性提示，仿真模块承担运动学计算、碰撞检测和轨迹验证，两者通过任务编号与操作日志建立联系。完成仿真实验后，学生应提交参数设置、异常记录及修改依据，为后续实训提供可复核的输入。

3.3. AI 支持的四个课堂衔接与工程能力迁移

智能装备与建筑机器人课程的工程属性决定了其教学不能局限于传统教室。本文拟以同一建造任务组织理论、虚拟、模拟和工地四个课堂，并区分各自的学习功能。理论课堂围绕作业要求开展机构选型、坐标变换和控制逻辑分析，形成任务分解与参数依据；虚拟课堂在软件环境中完成编程、轨迹验证和异常工况试验，形成可执行方案及仿真记录；模拟课堂指校内实体设备与模拟施工工位上的实训，重点检验标定、调试与人机协同，形成实测数据及方案修订记录；工地课堂依据实际施工组织与安全条件，通过现场观察、数据分析和企业导师评议，检验方案对工况变化的适应性。虚拟课堂侧重模型内的方案试验，模拟课堂侧重实体系统的误差识别，两者应承担不同的教学任务。

以构件搬运与定位任务为例，理论课堂要求学生明确构件尺寸、质量、目标位姿及作业空间约束；虚拟课堂比较不同路径的可达性、碰撞风险与运行时间；模拟课堂利用实体设备检验定位误差，分析视觉识别、坐标标定及执行偏差的影响；工地课堂进一步讨论通行空间、作业交叉和构件偏差对方案的限制。前一阶段的任务书、程序及测试记录随项目传递，教师确认学生完成必要的参数校核与安全检查后，方可进入实体操作环节。现场发现的问题则返回仿真模型或理论分析环节重新验证，由此形成跨场景的修正过程。该案例用于说明教学组织方式，不作为已完成的教学实验。

四个课堂的融合需要统一的任务标识、成果提交要求与评价量规。AI 可根据各阶段记录关联错误类型与知识节点，向学生提供补充任务，并向教师呈现需要重点指导的环节；企业导师负责补充真实工况约束、评议方案可实施性，并与任课教师共同更新案例。这样，课堂之间的联系体现为同一问题的持续求解和证据积累。其课程设计价值在于将仿真中的方案可行性、实训中的操作可靠性与现场的适用条件连续考察，具体效果仍需通过实施数据验证。

3.4. AI 赋能教学评价：从终结性考核到全过程智能评估

教学评价应围绕课程目标，结合理论测验、程序与调试记录、实体操作和工程方案答辩形成多源证

据。理论课堂重点考查原理解释与参数选取依据,虚拟课堂考查控制逻辑、轨迹可行性及异常处理,模拟课堂考查标定准确性、操作规范性与误差分析,工地课堂考查方案在施工约束下的适用性与修订依据。各阶段采用相互衔接的评价量规,同时区分小组成果与个人贡献,避免以任务完成与否代替能力评价。

AI 主要用于汇总过程记录、识别重复性错误和生成诊断建议;涉及安全判断、工程决策及创新性的评价,由教师结合学生说明与企业导师意见审定。对识别出的薄弱环节,应安排针对性训练,并以修订前后的方案质量检验反馈是否有效。后续实施可设置学习基础相近的比较组,在统一教学目标、学习时长与评分量规的条件下,结合前后测、独立操作任务和延迟迁移任务,考察知识掌握、故障诊断及新工况适应能力的变化。实施记录还应包括设备条件、教师投入及 AI 辅助范围,为解释改革效果及其适用边界提供依据。

4. 结论

针对《智能装备与建筑机器人》课程中专业知识与 AI 应用衔接不足、实践资源受限及产教联系不充分等问题,本文提出由教学方法、教学工具、教学场景和教学评价共同支撑的改革框架。知识图谱用于关联知识与任务,虚拟仿真为方案比较提供条件,四个课堂通过同一工程任务的成果传递衔接理论学习、软件试验、实体调试与现场分析,过程评价则为任务修订和教学调整提供依据。框架的主要贡献在于明确跨场景学习的阶段职责与反馈关系,使工程能力培养具有可追溯的课程实施路径。目前尚未开展班级对照实验或长期跟踪,因而不能据此判断该框架优于现有教学模式,也不能将技术可行性等同于学习成效。后续应结合课程学时与设备条件开展分阶段试点,重点检验虚实迁移、学生独立解决问题的能力及实施成本,并依据教学证据调整任务难度、AI 介入程度和评价方式。

参考文献

- [1] 鲁欣,师树谦,卢文涛. 智能制造背景下的课程教学改革与探索——以机器人工程专业为例[J]. 科技风, 2021, 1(3): 37-38.
- [2] 张永强. “专创融合”视域下生成式 AI 赋能的教学改革与实践——以“智能建造施工技术”课程为例[J]. 科教导刊(电子版), 2025(31): 65-67.
- [3] 管东芝. 智能建造工程装备与机器人[M]. 北京: 机械工业出版社, 2026.
- [4] 杜艳丽, 吴勇. 基于知识图谱的《机器人学》个性化教学模式[J]. 机电工程技术, 2026(8): 1-7.
- [5] 满轲, 程海丽, 崔光耀, 等. 智能建造专业实践教学改革研究[J]. 智能制造, 2022, 5(1): 121-127.
- [6] 姚福义, 韩佳璇, 纪颖波, 等. 基于 OBE 的智能建造类生产实训课程建设与实践[J]. 北方工业大学学报, 2024, 36(4): 143-148.
- [7] 武精科, 尤志国, 陈家瑞, 等. 智能建造装备虚拟仿真实验教学平台的构建与探索[J]. 科教文汇, 2025(23): 11-16.
- [8] Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. and Gouverneur, F. (2019) Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education—Where Are the Educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 30-39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>