

AI 智能机器人技术在装配式施工课程中的 教学研究与运用

倪文婧 孙彬 徐霞 吴小丽

广东新安职业技术学院

摘要：本文旨在探讨智能 AI 智能机器人技术在装配式施工课程中的创新实践教学研究与运用，通过理论分析与实证研究，提出将智能 AI 技术应用于装配式建筑施工的创新教学模式。随着科技的不断发展，人工智能的普遍性，在新的技术革新下，打破传统的教学思维模式，装配式建筑施工与智能 AI 机器人的结合为建筑行业带来了新的机遇和挑战。本文首先概述了 AI 智能机器人技术与装配式建筑的基本概念及其特点，随后引入项目案例，在课程中从教学设计、实践案例、教学效果评估等方面展开详细论述，最后总结了研究成果并提出了未来展望。

关键词：智能 AI；机器人；装配式；施工

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.08.127

引言

随着建筑产业现代化进程的加速，装配式建筑作为一种新兴的建筑模式，凭借其模块化施工、资源高效利用和环境友好等显著优势，正深刻重构传统建筑范式。比传统现浇方式，装配式建设项目在施工过程中可减少建筑垃圾排放 70%，节约木材 60%，节约水泥砂浆 55%，减少水资源消耗 25%（2023-09-28 安徽日报作者：范克龙）。装配式建造速度快、受气候条件制约小、节约劳动力等优势，逐渐成为现代建筑的主流趋势。与此同时，人工智能技术的突破性发展正在重塑建筑全产业链，特别是在生成式设计、施工路径优化和实时质量检测等领域展现出革命性潜力。当装配式建筑的高效特性与 AI 的智能优势产生协同效应时，将催生“设计-制造-装配”一体化的新型建筑范式。将智能 AI 机器人引入装配式建筑设计中，不仅能够提高设计效率和质量，还能推动建筑行业的智能化转型，为装配式建筑设计提供了新的可能性。因此，开展装配式建筑设计 with 智能 AI 技术相结合，进行创新实践教学具有重要的理论意义和实践价值。

本文旨在通过理论与实践相结合的方法，探索智能 AI 技术在装配式施工工艺课程中的应用路径，构建一套行之有效的创新实践教学模式，为培养具备跨学科素养的人工智能技术的建筑专业人才提供有力的支撑。一些学者和研究者探索了智能 AI 机器人技术应用于装配式施工工艺过程中的自动化设计、参数化设计、智能施工等方面。他们认为，智能 AI 机器人技术的应用能够提高装配式施工的效率 and 准确性，为建筑设计领域工艺的创新提供了新的思路和方法。

一、AI 智能机器人技术与装配式建筑施工的基本概念及其特点

（一）AI 智能机器人技术

人工智能（AI）是一门计算机科学的分支，致力于开发能够执行类似人类智能行为的系统。AI 系统通常通过使用算法和大量数据来模拟和实现人类智能。^[1]

AI 智能机器人技术涵盖了机器学习、自动化和智能监测等多个方面，为装配式施工提供路径规划，其系统搭载三维激光雷达，实时感应与监测周边环境信息，这些技术在建筑设计、生产、施工等环节中的应用，极大地提高了效率和降低了成本，提升了建筑的安全性和质量可控性。

智能 AI 技术的核心组成包含：自动化技术和智能监测系统。在现阶段的建筑设计领域，AI 技术可以分析历史建筑数据，识别设计规律，从而辅助设计师进行更优化的设计。例如，通过分析不同气候条件下的建筑能耗数据，可以预测并优化建筑的能源效率，降低运营成本。自动化技术使得生产和施工过程更加高效和精确。

本文将详细探讨智能 AI 智能机器人技术在建筑设计中的应用，并通过具体案例加以说明。

（二）装配式建筑施工技术

装配式建筑施工是指采用预制的构件在工地装配而成的建筑。其优点包括建造速度快、受气候条件制约小、节约劳动力、提高建筑质量等。在装配式建筑设计领域，许多学者和研究机构进行了相关研究。他们从不同的角度和层面对装配式建筑进行了深入的探讨。其中，一些研究主要关注装配式建筑的节能性能、施工工艺以及建筑材料的选择等方面。另一些研究则从经济性、可持续发展等角度探讨了装配式建筑的优势与挑战。

在装配式建筑中，自动化技术可以实现构件的精准加工和高效生产，减少人为差错，提高生产效率。同时，在施工阶段，自动化技术可以实现机械设备的精确控制，确保施工过程的顺利进行。智能监测系统通过传感器等设备实时监测施工过程，收集关键数据，为施工管理和质量控制提供有力支持。例如，在高层建筑施工中，智能监测系统可以实时监测结构的应力变化，预警潜在的安全风险，确保施工安全。

二、AI 智能技术与装配施工的应用案例

【应用案例 1】港珠澳大桥的建设作为世界最长的钢结构桥，其建设过程中充分应用了 AI 智能技术与装配式建筑技术。在装配式建筑方面，大桥的桥墩、桥面、钢箱梁等部件均在工厂预制完成，然后在海上进行组装，这种“搭积木”式的施工方式极大地提高了施工效率，减少了现场作业量，降低了对环境的污染。在 AI 技术应用方面，港珠澳大桥采用了智能监管系统，如人脸识别系统和 CT 行李机智能分拣线，这些系统确保了通关的高效与安全，提升了整体运营效率。

【应用案例 2】黄埠岭片区棚户区改造项目位于山东省青岛市胶州市，为棚户改造工程。该项目采用了“天蝉”住宅机器人系统创建标准化自动化的施工工艺全链条智能化。包含振捣机器人、整平机器人、覆膜机器人、凿毛机器人等，打通了混凝土施工场景的自动化作业工艺链条，通过悬挂式作业装备降低建筑机器人自重对施工质量的不利影响，实现“零压力”作业模式。^[2]

【应用案例 3】位于广州市中心城区的新建火车站项目，先利用混凝土布料机智能布料，通过混凝土整平机器人智能整平，机器人能够在规定的规划路线进行无人化全自动施工；机器人本体的内部设置有计算机控制系统和激光测控系统，整平机器人通过机器代替人工参与混凝土初平，能有效减少人工数量且提高施工效率并且机器人通过刮板和振动板对混凝土进行整平，降低了施工流程对人工的依赖性，减少安全隐患，同时提升施工良品率，保证地面平整度的施工工艺要求。^[3]待混凝土初凝后，利用混凝土抹光机器人（图 1）进行大面积抹光。智能机器人的使用提高了本次工程的施工精度，保证了施工质量，提高了生产效益。



图 1 混凝土抹光机器人^[2]

AI 智能技术实现了将现实世界中的信息与虚拟世界完美结合；二是可以进行实时的交互；三是该技术是在虚拟空间中建立一个三维尺度坐标，然后在坐标中增添虚拟物体。^[4]AI 技术的应用使得装配式建筑的设计、生产、施工等环节更加高效，显著降低了成本；AI 辅助下的精确设计与监管，提高了建筑的安全性；同时，装配式建筑减少了现场湿作业，有利于环境保护；AI 与装配式建筑的结合，促进了新材料、新技术的研发与应用，推动了建筑行业的创新发展。

三、创新实践教学设计

（一）教学内容与体系构建

本文提出的教学内容包括装配式建筑基础知识、智能 AI 技术原理、智能设计工具应用、实践案例分析等模块。通过系统的理论学习，使学生掌握装配式建筑与智能 AI 技术的基本概念、原理和应用方法。

在课堂教学，AI 可以将虚拟和现实技术紧密的融合在一起，在建筑设计中可以利用 VR 和全景视频的方式展示建筑物内部的环境，^[5]介绍装配式建筑的定义、分类、结构体系、施工工艺等基础知识。选取典型的装配式建筑项目案例，分析其设计思路、施工方法、经济效益等，帮助学生理解装配式建筑的实际应用。组织学生实地考察参观装配式建筑项目现场，直观感受装配式建筑的施工流程和成品质量。分析智能 AI 机器人技术在各行各业的应用案例，特别是与建筑行业相关的应用，如智能设计、智能施工、智能管理、智能质量检测等。

（二）教学应用设计的创新实践

智能编程与模拟教学：利用 AI 技术开发智能编程平台，让学生能够通过模拟软件学习装配式建筑的设计、构件生产及组装过程。这种方式能够直观地展示装配式建筑的全过程，增强学生的实践能力。利用校企合作项目驱动法，选取典型的装配式建筑项目，进入企业项目

实地考察与实践,结合智能AI机器人技术在工程中的实际应用,进行深入剖析,使学生直观的了解机器人技术应用的具体过程和效果。

智能AI机器人实训室模拟实训:利用BIM(建筑信息模型)等软件进行模拟实训,让学生在虚拟环境中体验装配式建筑设计与智能AI技术的结合应用。通过虚拟实验室与远程实验,利用VR/AR技术结合智能AI机器人,创建虚拟实验室,让学生在虚拟环境中进行装配式建筑的设计、构件制作和组装实验。同时,通过远程实验平台,学生可以在家中或任何有网络的地方进行模拟实验学习。

智能辅助教学:在课堂上,智能AI技术作为辅助教学工具,帮助学生提出问题、分析案例、提供反馈等。例如,智能AI机器人可以自动生成与装配式建筑相关的题目,引导学生进行深入思考和讨论。北京航空航天大学等高校也在积极探索将AI技术融入实验教学平台、资源建设和教学过程之中,通过虚拟数字人教师、远程在线实验教学平台等方式,为学生提供更加便捷、高效的装配式建筑学习体验。这些案例表明,智能AI机器人技术在高校装配式施工教学中的应用前景广阔,有望为建筑行业培养更多具有创新精神和实践能力的人才。

(三) 实践环节设计的深度挖掘

智能设计工具的应用:我们指导学生掌握使用智能设计软件(如AutoCAD、Revit、BIM等)进行装配式建筑设计,并利用AI算法进行结构优化和材料选择。这不仅能提高学生的设计效率,还能培养他们的创新思维。

施工模拟与监测的实践:通过智能监测系统对装配式建筑施工过程进行模拟和实时监测,学生能够更直观地了解施工过程中的各种问题和挑战。同时,他们还可以利用AI算法对施工数据进行分析处理,提出改进建议,从而优化施工方案。成果展示与评估的多元化,我们组织学生进行成果展示,通过专家评审、同学互评等方式对设计成果进行评估。这种多元化的评估方式不仅能帮助学生全面了解自己的设计水平和不足之处,还能激发他们的竞争意识和团队合作精神。

四、教学评估与反馈

在学生反馈方面,通过问卷调查和访谈等多种方式广泛收集了学生的反馈意见。结果显示,大多数学生对装配式建筑设计与智能AI机器人技术的结合应用表示出浓厚的兴趣和高度的认可,显著提高了他们的实践能力和创新思维。通过实际操作和模拟演练,他们能够更加直观地感受到装配式建筑的设计与施工过程,同时也深刻体会到了智能AI技术在提高设计效率、优化施工方案等方面的重要作用。

在教学成果方面,学生不仅系统地掌握了装配式建筑设计与智能AI技术的基本理论和应用方法,还通过大量的实践锻炼,显著提高了他们解决问题的能力。在课程设计、模型优化、施工模拟等各个环节中,学生们都能够灵活运用所学知识,提出创新性的解决方案。尤为值得一提的是,部分优秀的设计成果得到了相关企业的青睐,并被采纳应用于实际项目中。这些项目不仅验证了学生的学习成果,还取得了良好的社会效益和经济效益,进一步增强了学生的学习动力和信心。

此外,在教学过程中,我们还注重培养学生的团队协作能力和沟通能力。通过分组合作、项目汇报等方式,学生们学会了如何在团队中发挥各自的优势,共同解决问题。这种团队协作的经验对于他们未来的职业发展同样具有重要的价值。未来,我们将继续深化这一教学模式的改革和创新,为培养更多高素质、复合型的建筑人才贡献力量。

结语

本文通过对装配式建筑设计与智能AI机器人技术的创新实践教学研究,提出了一套行之有效的教学模式。该模式通过理论与实践相结合、案例教学与项目驱动相结合的方式,有效提高了学生的专业素养和实践能力。同时,通过实践案例分析验证了智能AI技术在装配式建筑设计中应用的可行性和有效性。

展望未来,随着人工智能技术的不断发展和普及,其在装配式建筑设计与施工中的应用将更加广泛和深入。因此,我们需要继续加强跨学科人才培养和科研合作,推动装配式建筑与智能AI技术的深度融合和创新发展。同时,还需要关注政策导向和市场需求的变化,及时调整和优化教学内容和方法以适应行业发展的需求。

参考文献

- [1] 李冬,刘洪彤.基于AI和虚拟现实技术的建筑设计与优化研究[J].科技创新与应用,2024(14).
- [2] 中建八局第四建设有限公司.“天蝉”住宅施工机器人系统:实现施工工艺全链条智能化[J].建筑,2024(12).
- [3] 王雷雷,尹俊,李志强,陈邵斌,毛智联.基于智能机器人的混凝土施工技术[J].广东土木与建筑,2023(4).
- [4] 张大新.AR技术在职业教育类图书出版领域中的应用——以建筑工程施工专业为例[J].传播与版权,2019(4).
- [5] 卢博文,吴雨舟.VR/AR技术在建筑设计及建筑施工中的应用[J].居业,2020(9).