

基于人工智能的建筑施工自动化与智能化探讨

杨少琼

445122*****5086

摘要:得益于社会经济的高速增长,我国科学技术的发展获得了长足的进步,在目前的发展阶段中,人工智能技术改变了人们的生活方式,同时改变了各行各业的生产运营方式,本文主要探讨了人工智能技术在建筑施工领域中的应用,一方面,简单地分析了当前人工智能技术在建筑施工中的应用现状,另一方面深入探讨了基于人工智能的建筑施工自动化与智能化的实现路径,以供同行参考。

关键词:人工智能;建筑施工;自动化;智能化;应用

DOI: 10.69979/3029-2727.25.10.099

引言

在新时期发展背景下,随着科学技术的不断进步,我国建筑施工领域中面临着技术变革的巨大压力;基于人工智能的发展趋势下,建筑施工领域如何实现自动化和智能化的应用已经成为行业热议话题之一;目前,建筑施工行业对于人工智能技术的应用还处于发展中的阶段,受到技术成熟度较低的影响,因此无法充分发挥出人工智能技术的实际效用,对此,笔者认为,只有不断总结实践经验,并进一步研究人工智能技术在建筑施工中的实际应用,对实现建筑施工自动化和智能化应用目标具有重要的现实意义。

1 现阶段中建筑施工中的自动化应用现状分析

随着科学技术的不断发展,目前各行各业中的生产与运营模式出现了翻天覆地的变化,这与自动化技术的应用有着息息相关的联系;在建筑施工领域中,引入自动化技术能够提升施工质量与施工安全性,同时也在施工流程的优化以及成本的控制等领域中起到了一定的影响。但根据大量的实践案例所反馈的问题,目前自动化技术在我国建筑施工领域中的应用也面临着一定程度的挑战,这种挑战主要表现在技术的创新以及管理策略的优化方面中^[1]。基于建筑施工领域中的自动化应用,主要体现在三个方面中,内容包括: (1) 无人机技术的具体应用。无人机技术在施工现场的监控、数据收集以及测量等关键环节中体现出了良好的应用效果,大大地提升了施工数据的采集效率以及精度等。 (2) 智能化施工机械设备的应用。目前主要以自动化挖掘机以及起重机等获得了广泛的应用,在自动化技术的影响下,

这些大型机械设备的控制系统更为精确,在很大程度上提升了施工操作的安全性以及操作效率等。 (3) 关于云计算以及大数据等技术的应用。将云计算、大数据等技术手段应用于施工管理系统中,可以全天候对施工进度进行实时监控,同时也极大地优化了施工现场中各类资源的配置,对降低资源的浪费程度起到了重要的作用;除此之外, BIM 技术在建筑施工中的应用也取得了良好的效果,该项技术的应用范围也不断地拓宽起来, BIM 技术主要是通过建立起一个 3D 建筑模型,为施工队伍提供了一个更加直观的项目效果图;在建筑施工领域中,自动化技术的详细应用内容如表 1 所见。

表 1: 自动化技术在建立施工中的具体应用内容

应用领域	优势	面临的挑战
无人机技术	提高数据获取效率和精度,安全监控和测量	高初期投资成本,需要培训和技术支持,隐私和法规问题
智能化施工机械	提高施工操作的安全性和效率	高设备购置和维护成本,技术与技能匹配问题,技术标准和接口兼容性问题
云计算和大数据	实时监控施工进度和资源配置	需要投资数据管理与分析系统,数据隐私和安全性问题,数据集成问题
建筑信息模型	提供详细的3D建筑模型,规划和管理项目	需要培训和技术支持,集成到现有工作流程的复杂性,初始学习曲线

2 基于人工智能背景下的建筑施工自动化与智能化实现路径

2.1 案例

某高层建筑工程项目施工过程中,引入了智能机器人,如图 1 所见,该案例在我国建筑施工领域中,成为了实现施工自动化的一次创新应用,笔者认为该案例对促进我国建筑施工领域实现自动化与智能化的进程当中提供了高质量的参考依据。众所周知,高层建筑工程

项目在施工过程中，面临很多的困难与挑战，目前最为突出的困难则表现在施工效率、安全管理以及成本控制等关键环节当中；例如在高层建筑中，在建筑外墙材料安装阶段中，过去传统的人工作业手段，不但存在效率低下的问题，同时也存在着极大的安全隐患。而通过引入智能化施工机器人的应用，由于机器人系统中配备有传感器与自动化控制系统，在作业过程中，主要是根据原先预设程序来执行外墙材料的搬运以及安装等相关指令，机器人的定位与操作相比人工操作更为精准，对提升整体的施工效率以及施工质量起到了重要的作用。在施工安全方面中，智能化施工机器人的应用也减少了很多需要人为操作的高空作业数量，大大降低了施工中的安全风险。另一方面，该案例工程的项目团队也根据工程实际情况构建了一个监控系统，该系统能够对智能机器人的工作状态以及施工进度进行全方位的监控，这对保障各项施工作业的顺利开展创建了良好的条件^[2]。

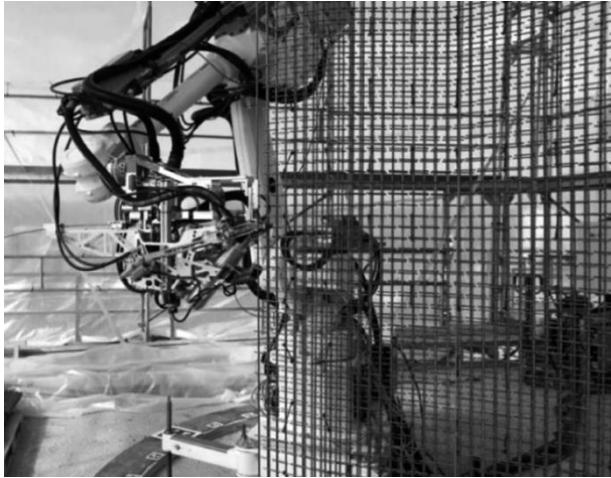


图 1：智能机器人在建筑施工中的应用场景图

2.2 监控系统在建筑施工现场中的应用

在建筑工程施工过程中，安全施工管理贯穿于全建设生命周期中，而在目前的发展阶段中，基于 AI 概念的施工现场监控系统，也在各大建筑工程中获得了良好的应用，该技术在大大提升了施工现场的安全管理水平。在建筑施工中应用 AI 监控系统，主要是通过在施工场中安装足够数量的摄像头装置，这些视频监控装置能够全天候实时收集施工现场中的活动数据。在实际的应用过程中，主要是利用了图像识别以及数据分析等能力，可以自动识别安全隐患，然后形成报告反馈给相关管理人员或监管部门。值得注意的是，该技术系统也可以自动分析施工现场中的人流情况以及各类施工机械设备的运动情况和轨迹等，能够及时识别到风险，为预防安

全事故的发生提供了及时而又高质量的预警信息。但是该项技术的应用也面临着一定的挑战，主要是由于施工现场非常复杂，往往会受到光照变化或者是遮挡等相关因素的干扰，对图像识别的准确性带来的不利的影响^[3]。

2.3 基于人工智能辅助的施工进度控制

根据大量成功案例的实践，目前已知“智慧工地”在 AI 辅助的背景下，大大提升了施工进度的控制效果。以相关成功案例为背景，该项目团队由于工期要求太紧，经过商讨后，决定采用基于 AI 背景下的施工进度管理系统来辅助施工进度的科学控制，该项技术主要是通过集成施工现场的相关数据，包括施工现场监控数据、施工人员的出勤记录数据以及材料供应情况等信息，借助机器学习算法来对威胁项目进度的潜在风险进行了分析，与此同时，结合了施工现场中的实时数据来对施工进度进行了准确的预测，一旦识别到偏差，经过分析之后自动反馈对应的调整建议。另一方面，该技术系统也可以结合施工现场中的历史数据以及模式识别等功能，对施工现场的各类资源进行优化分配，这在很大程度上提升了施工效率。总而言之，“智慧工地”在建筑施工中的应用，主要依托了 AI 辅助的背景，对提升施工进度的科学控制水平起到了重要的作用，根据相关成功案例，在引入了“智慧工地”系统之后，同时在保质保量的情况下，该项目的施工进度提前了 10% 的幅度，并改善各类材料资源的浪费以及人力过剩的情况，大大地提升了项目整体经济效益。

3 基于人工智能的建筑施工自动化与智能化的发展前景

基于人工智能的建筑施工自动化与智能化，正以颠覆性的技术创新重塑传统建筑业的生产逻辑，其发展前景不仅关乎单一领域的效率提升，更将牵引整个产业链向绿色化、精准化、人本化方向转型。当前，建筑施工行业仍面临诸多结构性矛盾：劳动力短缺与老龄化加剧导致人工成本攀升，传统粗放式管理模式下质量波动与安全隐患频发，复杂工况下的动态决策依赖经验积累难以标准化，这些痛点为人工智能技术的深度渗透提供了现实需求。从技术演进路径看，人工智能与建筑施工的融合已从单点工具应用迈向全流程智能化，其发展前景可从核心技术突破、场景落地深化、产业生态重构三个维度展开前瞻^[4]。

在核心技术层面，多模态感知与自主决策能力的跃升将成为关键突破口。建筑施工场景的复杂性对人工智能的适应性提出极高要求——工地环境中既有动态的人机交叉作业，又涉及材料堆放、机械调度等非结构化数据，传统单一传感器或算法难以应对。近年来，多源异构数据融合技术取得进展，通过集成计算机视觉、激光雷达、惯性导航等多模态感知设备，施工场景的数字孪生精度已从厘米级提升至毫米级。例如，基于深度学习的图像识别算法可实时捕捉钢筋绑扎间距、混凝土浇筑密实度等细微质量缺陷，准确率超过95%；结合5G低时延传输与边缘计算的智能监控系统，能对高空坠物、机械碰撞等安全隐患进行毫秒级预警。更值得关注的是，小样本学习与迁移学习技术的应用，使人工智能模型能够快速适配不同项目的个性化需求，以往需要大量标注数据训练的场景（如特殊工艺的质量检测），如今仅需数百张样本即可达到实用水平。这些技术突破不仅降低了智能化的实施门槛，更拓展了人工智能在复杂施工环节的应用边界。

场景落地方面，人工智能正从辅助工具向核心生产要素转变，推动施工全周期管理的智能化升级。在设计阶段，生成式人工智能（Generative AI）与BIM（建筑信息模型）的深度融合已显现价值：通过输入项目参数（如功能需求、场地限制、规范标准），AI可自动生成多版设计方案，并基于能耗模拟、成本测算等指标进行优化推荐，将方案迭代周期从数周压缩至小时级。在施工阶段，智能机器人群体协作成为亮点——具备自主导航与避障能力的混凝土浇筑机器人、墙面打磨机器人、巡检无人机等，已在超高层建筑、大型基础设施项目中规模化应用。

运维阶段，基于数字孪生的智能管理系统可持续采集建筑运行数据，结合机器学习预测设备故障、优化能耗策略，使建筑全生命周期维护成本降低30%以上。这些场景的落地，标志着人工智能已从“可选项”变为“必选项”，成为施工企业提升竞争力的核心工具。

展望未来，基于人工智能的建筑施工自动化与智能化将呈现三大趋势：其一，人机协作的深度与广度持续拓展。未来的施工现场不再是“机器替代人”的简单替代，而是形成“人类负责创造性决策、机器承担重复性劳动”的新型协作模式——例如，工程师通过自然语言

指令调度智能机械群，AI辅助进行复杂节点的设计优化，人类则聚焦于现场异常情况的判断与处理。其二，数字孪生与物理世界的实时交互更加紧密。随着元宇宙、6G等技术的成熟，施工过程的数字镜像将与实体工地同步运行，实现设计、施工、运维全周期的“虚实映射”，为风险预演、方案优化提供更精准的支撑。其三，绿色智能建造成为核心方向。人工智能将通过优化材料配比、减少施工浪费、提升能源效率等路径，助力建筑业实现“双碳”目标。

总体而言，基于人工智能的建筑施工自动化与智能化，不仅是技术创新的必然结果，更是行业应对人口结构变化、资源环境约束的战略选择。尽管当前仍面临数据共享机制不完善、行业标准缺失、高端人才短缺等挑战，但随着技术迭代加速与政策支持加码（如“十四五”建筑业发展规划明确将智能建造列为重点任务），其发展前景已愈发清晰。未来，人工智能将深度嵌入建筑施工的每一个环节，推动行业从“建造”向“智造”跨越，为全球基础设施的高质量建设提供中国方案与中国智慧。

4 结束语

综上所述，随着科学技术的不断发展，在建筑施工领域中应当与时俱进地利用各种技术手段来合理提升施工效率与安全管理水平，基于人工智能的背景下，自动化与智能化在建筑施工领域中的全面应用指日可待，其技术成熟度还需要展开进一步的研究。

参考文献

- [1] 崔自强, 杨淑娟, 于德湖. 人工智能在建筑施工领域应用研究进展[J]. 山东建筑大学学报, 2023, 38(4): 117-125, 134.
- [2] 施金浩, 梁磊, 史泰龙. 浅议智慧工地系统在建筑施工过程中的应用[J]. 南方农机, 2019, 50(11): 203, 253.
- [3] 王昕. 人工智能视角下智能建造发展趋势与研究探索[J]. 江苏建筑职业技术学院学报, 2023, 23(4): 57-60.
- [4] 余泽泽. 智能建筑技术在绿色建筑中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(9): 124-126.