

智能建造技术在现代建设工程中的应用研究

张振亚

320321*****0652

摘要: 本文深入探讨智能建造技术在现代建设工程中的应用,分析其对建筑行业的影响。智能建造技术涵盖建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、机器人技术、大数据与人工智能等前沿技术,这些技术通过提升设计精度、优化施工流程、增强项目管理效率和保障施工安全,推动建筑行业向高效、可持续方向发展。文章系统阐述智能建造技术在设计、施工、管理、运维及安全等环节的应用现状与优势,展望其未来发展趋势,为建筑行业从业者提供参考,助力行业转型升级。

关键词: 智能建造; 建筑信息模型; 物联网; 机器人技术; 大数据与人工智能

DOI: 10.69979/3029-2727.25.12.058

引言

随着科技的飞速发展,智能建造技术逐渐成为现代建设工程领域的重要发展方向。传统建筑行业面临着诸多挑战,如劳动力短缺、施工效率低下、质量控制不稳定等。智能建造技术的出现为解决这些问题提供了新的思路 and 手段。通过引入先进的信息技术和自动化设备,智能建造技术能够实现建筑设计、施工和运维的全过程智能化,提高工程质量和效率,降低资源消耗和环境污染。本文将从智能建造技术在设计、施工、管理、运维及安全等方面的应用进行详细探讨,分析其优势和潜力,以为建筑行业的可持续发展提供有益的参考。

1 智能建造技术概述

1.1 智能建造技术的定义与内涵

智能建造技术是融合信息技术、自动化技术与建筑工程的创新体系,核心是通过技术协同实现建设工程全生命周期的智能化。其定义需围绕“数据驱动、流程优化、协同高效”展开,涵盖从设计、施工到运维的全环节——以建筑信息模型(BIM)为数据载体,整合物联网(IoT)的实时感知、机器人技术的自动化作业、大数据与AI的分析决策能力,打破传统建筑行业的信息孤岛。内涵上,不仅包括技术工具的应用,更强调管理模式的革新,通过全流程数据互通与智能协同,解决劳动力短缺、效率低下等行业痛点,实现工程质量、效率与可持续性的提升。

1.2 智能建造技术的发展历程

智能建造技术的发展伴随科技进步逐步推进,可分为三个阶段。早期阶段以计算机辅助设计(CAD)为核心,

替代手工绘图实现设计数字化,初步提升设计效率;中期阶段聚焦建筑信息模型(BIM)技术的推广,实现设计、施工数据的集成,打破单一环节的信息壁垒,推动多专业协同设计;当前阶段则进入多技术融合期,物联网、机器人、AI等技术与BIM深度结合,从设计阶段的虚拟仿真,到施工阶段的自动化作业,再到运维阶段的智能监测,形成全周期智能化链条,技术应用从单点突破转向全流程覆盖,逐步解决传统建造模式的核心痛点。

1.3 智能建造技术的应用现状

智能建造技术已在建设工程多领域落地,应用场景逐步拓宽。在住宅建筑领域,BIM技术广泛用于户型优化与管线综合,减少施工阶段的设计变更;公共建筑(如大型场馆)中,VR/AR技术辅助设计方案可视化评审,提升决策效率;基础设施工程(如桥梁、隧道)中,物联网传感器与BIM结合实现施工过程的实时监测,保障结构安全。同时,机器人技术在墙体砌筑、钢筋绑扎等重复性作业中逐步应用,降低人工依赖;大数据与AI则用于施工进度预测、成本优化,提升项目管理精度。但整体应用仍存在区域差异,部分项目仍以传统模式为主,技术渗透率需进一步提升。

2 智能建造技术在设计阶段的应用

2.1 建筑信息模型(BIM)技术的应用

BIM技术在设计阶段的核心价值是实现多专业协同与数据集成。设计初期,通过构建三维模型整合建筑、结构、机电等专业数据,直观呈现各专业构件的空间关系,提前发现管线碰撞、结构冲突等问题,避免施工阶段的返工;设计过程中,可基于模型进行性能模拟(如

能耗分析、采光模拟），根据模拟结果优化设计方案，提升建筑的节能性与舒适性；设计完成后，模型可直接传递至施工阶段，包含材料参数、构件尺寸等全量数据，为施工交底、预制构件生产提供精准依据，实现设计与施工的无缝衔接，减少信息传递误差。

2.2 虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术的应用

VR 与 AR 技术为设计阶段提供沉浸式体验与可视化沟通工具。VR 技术通过构建虚拟三维环境，让设计师与业主身临其境地感受建筑空间尺度、材质效果与光影变化，直观发现平面图纸难以察觉的问题（如空间压抑、动线不合理），并实时调整设计方案；AR 技术则将虚拟设计模型叠加到现实场地中，在施工现场或设计评审时，可直观对比设计方案与实际场地的适配性（如建筑与周边环境的协调度），辅助多方（设计师、业主、施工方）快速达成共识，减少沟通成本。同时，两者结合可用于设计成果的展示与培训，提升设计方案的传达效率。

2.3 参数化设计与生成式设计的应用

参数化设计与生成式设计通过算法驱动提升设计效率与创新性。参数化设计以关键参数（如建筑高度、开间尺寸）为控制变量，建立参数与设计成果的关联模型，调整参数即可自动生成不同设计方案，便于快速对比多种方案的可行性，尤其适用于标准化住宅、商业综合体等需多方案比选的项目；生成式设计则基于预设目标（如节能、空间利用率）与约束条件（如用地范围、容积率），通过 AI 算法自动生成海量设计方案，再从中筛选最优方案，突破传统设计的经验局限，探索更符合功能需求与美学标准的创新形式。

3 智能建造技术在施工阶段的应用

3.1 物联网技术在施工管理中的应用

物联网技术通过在施工现场部署传感器和设备，实现对施工过程的实时监控和数据采集。这些传感器可以监测施工现场的环境参数、设备运行状态、人员位置和施工进度等信息。通过物联网平台对采集到的数据进行处理，管理人员可以实时掌握施工现场的情况，及时发现和解决问题。例如，通过环境传感器监测施工现场的温度、湿度和空气质量，确保施工环境符合要求；通过设备传感器监测施工设备的运行状态，提前进行设备维护和故障预警，提高设备的使用效率和可靠性。物联网技术的应用提高了施工管理的精细化水平，优化了施工流程，降低了施工风险。

3.2 机器人技术在施工操作中的应用

机器人技术在施工操作中的应用为解决劳动力短缺和施工质量不稳定等问题提供了新的途径。施工机器人可以根据预设的程序和路径，完成重复性高、劳动强度大的施工任务，如砌砖、抹灰、焊接和混凝土浇筑等。机器人施工能够保证施工质量的稳定性和一致性，提高施工效率，减少人工操作带来的误差和安全隐患。例如，砌砖机器人可以根据设计图纸自动砌筑砖墙，保证砖墙的平整度和垂直度；焊接机器人可以进行高精度的焊接作业，提高焊接质量和效率。随着机器人技术的不断发展和成本的降低，机器人在施工领域的应用将越来越广泛。

3.3 大数据与人工智能技术在施工优化中的应用

大数据与人工智能技术在施工优化中的应用为施工过程的精细化管理和决策支持提供了有力的工具。通过对施工过程中产生的大量数据进行收集、整理和分析，利用人工智能算法进行数据挖掘和预测，管理人员可以优化施工计划、资源分配和施工流程。例如，通过分析施工进度数据，预测施工进度偏差，及时调整施工计划；通过分析施工质量数据，识别质量风险点，采取针对性的质量控制措施。大数据与人工智能技术的应用能够提高施工管理的科学性和有效性，降低施工成本和风险，提升施工项目的整体效益。

4 智能建造技术在管理阶段的应用

4.1 项目管理信息化系统的应用

项目管理信息化系统是智能建造技术在管理阶段的重要应用之一。通过建立项目管理信息化平台，将项目的进度管理、质量管理、成本管理、安全管理等各个模块集成在一起，实现项目信息的集中管理和共享。管理人员可以通过信息化系统实时查看项目的各项指标，进行数据分析和决策支持。例如，通过进度管理模块，管理人员可以跟踪施工进度，及时发现进度滞后的问题，采取措施进行调整；通过成本管理模块，管理人员可以控制项目成本，优化资源配置。项目管理信息化系统的应用提高了项目管理的效率和透明度，促进了项目的顺利实施。

4.2 供应链管理的智能化应用

供应链管理的智能化应用是智能建造技术在管理阶段的另一个重要方面。通过引入物联网、大数据和人工智能技术，实现建筑材料和设备的采购、运输、存储和使用的全过程智能化管理。例如，通过物联网技术实时跟踪材料和设备的运输状态，确保按时到达施工现场；

通过大数据分析优化材料和设备的采购计划,降低采购成本;通过智能仓储管理系统,实现材料和设备的自动化存储和领取。智能化供应链管理能够提高材料和设备的供应效率,减少库存成本和浪费,保障施工项目的顺利进行。

4.3 人力资源管理的数字化应用

人力资源管理的数字化应用是智能建造技术在管理阶段的重要组成部分。通过建立人力资源管理信息系统,实现员工信息的数字化管理,包括员工的基本信息、技能水平、工作经历和绩效评价等。管理人员可以通过该系统进行人员招聘、培训、考核和激励等工作,优化人力资源配置。例如,通过分析员工的技能水平和项目需求,合理安排人员岗位;通过绩效评价系统,对员工的工作表现进行客观评价,激励员工提高工作效率。数字化人力资源管理能够提高人力资源管理的科学性和效率,提升员工的工作满意度和忠诚度,为施工项目的顺利实施提供有力的人力支持。

5 智能建造技术在运维阶段的应用

5.1 建筑信息模型(BIM)在运维管理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术在运维管理中的应用为建筑设施的全生命周期管理提供了重要的支持。BIM模型作为建筑设施的数字化信息载体,包含了建筑的几何信息、设备信息、材料信息和运维记录等。运维管理人员可以通过BIM模型快速获取建筑设施的相关信息,进行设备维护、故障排查和能耗管理等工作。例如,通过BIM模型查看设备的安装位置、型号和参数,快速定位设备故障点;通过分析BIM模型中的能耗数据,优化建筑的能耗管理,降低运营成本。BIM技术的应用提高了运维管理的效率和准确性,延长了建筑设施的使用寿命。

5.2 物联网技术在设施监测中的应用

物联网技术在设施监测中的应用为建筑设施的实时监控和健康管理提供了有力的手段。通过在建筑设施中安装传感器网络,实时监测设施的运行状态、环境参数和能耗情况。例如,通过温度传感器和湿度传感器监测建筑内部的环境条件,确保室内环境舒适;通过能耗传感器监测建筑的能源消耗情况,进行节能分析和优化。物联网技术的应用能够及时发现设施的潜在故障和异常情况,提前进行维护和修复,保障建筑设施的安全运

行,降低运维成本。

5.3 大数据与人工智能技术在运维决策中的应用

大数据与人工智能技术在运维决策中的应用为建筑设施的智能化运维提供了科学的依据。通过对建筑设施运维过程中产生的大量数据进行收集、整理和分析,利用人工智能算法进行数据挖掘和预测,运维管理人员可以优化运维计划、设备维护策略和能耗管理方案。例如,通过分析设备的运行数据,预测设备的故障概率,制定合理的维护计划;通过分析能耗数据,优化建筑的能耗管理系统,降低运营成本。大数据与人工智能技术的应用能够提高运维决策的科学性和准确性,提升建筑设施的运维管理水平,实现建筑设施的可持续运行。

6 结论

智能建造技术作为建筑行业数字化转型的重要驱动力,在现代建设工程的设计、施工、管理和运维等各个阶段都发挥了重要的作用。建筑信息模型(BIM)技术实现了设计、施工和运维的全过程信息集成与协同;物联网、机器人技术和大数据与人工智能技术的应用,提高了施工效率、管理精度和运维水平。这些技术的综合应用不仅提升了建设工程的质量和效率,还推动了建筑行业的可持续发展。然而,智能建造技术的应用仍面临技术标准不完善、人才短缺和数据安全等问题。未来,随着技术的不断创新和政策的支持,智能建造技术将在建筑行业中得到更广泛的应用,为建筑行业的转型升级提供有力的支持。

参考文献

- [1]周霄,耿立明,杨楠.智能建造专业“工程项目管理”课程思政建设研究[J].教育教学论坛,2025,(37):148-151.
- [2]梁腾飞.面向智能建造的土木工程专业升级改造路径分析[J].陕西教育(高教),2025,(09):36-38.
- [3]智能建造助力工程建设方式转型升级[J].中国建设信息化,2025,(14):9-11.
- [4]郭飞.智能建造技术视角下工程建设企业的专业化发展策略探析[J].施工企业管理,2025,(07):77-80.
- [5]张红利.面向智能建造的工程建设施工工艺标准化创新[J].大众标准化,2025,(11):146-148.