

智能建造技术在装配式项目建造中的应用

彭海民

湖北华盛建设工程有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：智能建造技术深度融合先进信息技术与建造技术，为装配式项目建造注入新活力。在设计、生产、运输及施工等阶段，通过BIM技术优化设计、物联网保障生产运输精准管理、智能设备提升施工效率。然而，技术标准缺失、专业人才匮乏及成本投入高等问题制约其发展。通过完善标准体系、加强人才培养、创新降本模式等举措，可推动智能建造技术在装配式项目建造中广泛应用，实现建筑行业高质量发展。

关键词：智能建造技术；装配式项目建造；应用

引言

随着建筑行业转型升级，装配式建筑凭借高效、环保等优势成为发展趋势，智能建造技术与之结合是必然选择。当前，建筑行业对智能化、精细化要求不断提高，传统建造模式已难以满足需求。在此背景下，深入研究智能建造技术在装配式项目建造各环节的应用具有重要意义。本文通过分析智能建造技术的应用场景、现存问题，并提出针对性对策，以为行业发展提供参考，助力建筑行业智能化变革。

1 智能建造技术与装配式建筑概述

1.1 智能建造技术

智能建造技术作为建筑行业数字化、智能化转型的关键，通过融合BIM技术、物联网、大数据、人工智能及云计算等先进技术，构建起一个高度集成化的建筑生产体系。在工程实践中，BIM技术能够对建筑全生命周期进行三维建模与信息整合，使设计、施工、运维各阶段信息无缝传递，有效避免传统建造中因信息不对称导致的设计变更与施工错误。物联网技术则通过各类传感器实时采集施工现场数据，如设备运行状态、环境参数等，为施工决策提供精准依据。人工智能算法可对海量数据进行深度分析，预测施工风险，优化施工方案。彭海民在实际项目管理中，借助智能建造技术实现了施工进度精准把控和资源的高效调配，显著提升了项目的整体效益与管理水平。

1.2 装配式建筑

在施工技术研究与实践，对装配式建筑也有深刻见解。装配式建筑是将建筑的部分或全部构件在工厂预制完成，然后运输至施工现场进行装配的新型建筑模

式。工厂化预制环节，通过标准化设计与精细化生产，能够严格控制构件的尺寸精度与质量，保证构件的性能稳定。如预制混凝土构件可采用高精度模具生产，有效减少蜂窝、麻面等质量缺陷。运输至现场后，采用机械化吊装设备进行装配，相比传统现浇施工，极大缩短了工期，减少了现场湿作业与建筑垃圾的产生。装配式建筑在节能减排方面表现突出，工厂化生产可降低能源消耗，提高材料利用率。彭海民在市政工程及其他项目实践中，积极推广装配式建筑应用，通过优化构件连接节点设计与施工工艺，增强了装配式建筑的整体结构性能与抗震能力，推动了装配式建筑技术的发展与应用。

2 智能建造技术在装配式项目建造中的具体应用

2.1 设计阶段

(1) 运用建筑信息模型(BIM)技术，对装配式项目进行全面的三维建模。通过该模型，能够将建筑结构、设备管线、装饰装修等各专业信息进行整合，实现可视化的协同设计。各专业设计师可在同一平台上实时交流，同步相关信息参数，对设计方案进行调整与完善，有效减少因信息不畅导致的设计冲突，避免施工阶段的返工现象，降低材料损耗。(2) 借助参数化设计工具，针对装配式构件的特点进行个性化定制。设计师只需输入相关参数，如尺寸、形状、材质等，即可快速生成满足设计要求的构件模型，提高设计效率。还能利用BIM技术的模拟分析功能，对建筑的采光、通风、能耗等性能进行模拟，为优化设计提供数据支持，提升建筑的整体性能。(3) 建立标准化部品部件库，将常用的预制构件，如预制梁、预制板、预制柱等纳入其中。在设计过程中，设计师可直接从库中调用合适的构件，进行快速组装与搭配，不仅能提高设计的标准化程度，还能为后续的构件生产与施工提供便利，确保项目的质量与进度^[1]。

2.2 生产阶段

作者简介：彭海民(1987—)，男，本科，湖北省洪湖市人，注册一级建造师，研究方向项目管理、施工技术、市政工程。

(1) 构件生产基地配备全自动流水生产线,各现场工位设置独立操作系统,实现生产过程的自动化与精细化控制。依托PCMES数字化工厂管理系统平台,为每个构件制作唯一的“身份证”——二维码。通过扫描二维码,可实时查看构件原材料数据、深化设计数据、构件生产数据、检测及运输数据、施工现场验收数据等,实现人机互联、机物互联的物联网生产应用,有效提升生产管理的信息化水平。(2) 运用自动化加工设备,如钢筋自动化加工生产线、混凝土自动化搅拌与浇筑设备等,进行预制构件的生产。这些设备能够精确控制加工参数,保证构件的生产精度与质量稳定性。自动化生产还能大幅提高生产效率,减少人工成本与劳动强度,满足大规模装配式项目的生产需求。(3) 在生产过程中,利用传感器技术对生产设备运行状态实时监测,如温度、压力、振动等参数。一旦设备出现异常,系统可及时发出预警,以便工作人员维修保养,确保生产连续性。通过对生产数据分析,还能优化流程,提高效率与资源利用率。

2.3 运输阶段

(1) 基于物联网技术,在运输车辆上安装定位装置与传感器,实时跟踪运输车辆的位置、行驶速度、行驶路线等信息。对运输过程中的环境参数,如温度、湿度、振动等进行监测,确保预制构件在运输过程中的安全。通过这些信息,可对运输过程进行优化调度,合理安排车辆行驶路线,避免交通拥堵,提高运输效率。(2) 利用大数据分析技术,对历史运输数据进行分析,预测不同时间段、不同路线的运输需求与运输风险。根据预测结果,提前制定运输计划,合理配置运输车辆与人力资源,降低运输成本。还能通过数据分析,优化运输方案,如选择最佳的运输时间、运输路线等,减少运输过程中的损耗。(3) 开发专门的运输管理系统,实现运输信息的实时共享与协同管理。生产厂家、运输企业与施工现场可通过该系统实时沟通,及时了解构件的运输状态,做好接货与卸货的准备工作。系统还能对运输过程中的异常情况进行记录与处理,如车辆故障、交通事故等,确保运输任务的顺利完成。

2.4 施工阶段

(1) 施工前,运用BIM技术对构件的运输与安装过程进行模拟。通过模拟,提前发现可能存在的问题,如构件运输通道不畅、安装顺序不合理等,并制定相应的解决方案。还能利用BIM模型进行施工场地的布置规划,合理安排构件堆放场地、机械设备停放位置等,减少预制构件的二次搬运,提高施工效率。(2) 施工过程中,采

用智能测量与定位技术,如全站仪、GPS定位系统等,对预制构件进行精确的定位与安装。这些技术能够快速、准确地确定构件的位置与垂直度,提高安装精度,减少人工测量误差。利用传感器技术对已安装构件的变形、应力等参数进行实时监测,确保施工安全与结构质量。

(3) 引入建筑机器人参与施工,如混凝土智能布料机器人、振捣机器人、整平抹光机器人、移动巡检机器人等。这些机器人能够承担一些重复性、高强度的工作,如混凝土浇筑、墙面抹灰、施工现场巡检等,有效减轻工人劳动强度,提高施工质量与效率。机器人还能在一些危险环境下作业,降低施工安全风险^[2]。

3 智能建造技术在装配式项目建造应用中存在的问题及对策

3.1 存在的问题

3.1.1 技术标准和规范不完善

智能建造技术在装配式项目建造应用中,技术标准和规范不完善的情况显著。由于智能建造涉及BIM技术、物联网、大数据等多种前沿技术与装配式建筑的融合,技术体系复杂且处于快速发展阶段,导致技术标准和规范难以同步更新。在实际项目中,各参与方对智能建造技术的理解和操作存在差异,缺乏统一的技术标准和规范,使得不同项目之间的数据交互和协同作业困难重重。比如在构件的生产、运输和安装环节,因缺乏统一标准,构件的尺寸精度、连接方式等难以精准匹配,影响施工质量和效率。智能建造技术在装配式项目中的应用效果评估也缺乏完善的标准,无法准确衡量技术应用的实际价值,限制了智能建造技术在装配式项目中的进一步推广和深化应用。

3.1.2 专业人才短缺

专业人才短缺成为制约智能建造技术在装配式项目建造应用的关键因素。智能建造技术是多学科交叉融合的产物,要求专业人才既掌握建筑工程、装配式建筑的专业知识,又精通信息技术、自动化技术等相关领域知识。然而,目前建筑行业人才结构中,传统建造领域人才占比较大,具备智能建造技术综合能力的人才稀缺。高校和职业教育培养体系未能及时跟上行业发展需求,课程设置与实际工作脱节,培养出的人才难以满足智能建造技术在装配式项目中的应用需求。企业内部也缺乏有效的人才培养机制,无法为现有员工提供系统的智能建造技术培训,导致员工知识更新缓慢,难以适应智能建造技术在装配式项目中的应用要求,使得智能建造技术在实际项目中的应用效果大打折扣^[3]。

3.1.3 成本投入较高

智能建造技术在装配式项目建造应用中成本投入较高,阻碍了其广泛应用。第一,智能建造技术所需的硬件设备,如高精度传感器、智能施工机械等,采购成本高昂,且后期的维护和更新费用也不容小觑。第二,软件系统的开发和应用成本同样居高不下,包括BIM建模软件、项目管理平台等,不仅购买软件需要大量资金,还需要投入资金进行定制化开发和人员培训。智能建造技术在装配式项目中的应用需要对传统建造流程进行改造和优化,这也增加了项目的前期投入成本。在项目运营阶段,智能建造技术的应用还需要持续投入资金用于数据处理和分析,进一步加大了成本压力。高昂的成本投入使得许多企业在应用智能建造技术时望而却步,限制了智能建造技术在装配式项目中的普及。

3.2 对策

3.2.1 完善技术标准和规范

为解决智能建造技术在装配式项目建造应用中技术标准和规范不完善的问题,需聚焦技术体系自身发展,构建科学完善的标准体系。可组织行业内的技术专家、科研机构和企业,对智能建造技术在装配式项目中的应用进行深入研究和实践探索,梳理技术应用的关键环节和核心要素。针对构件生产、运输、安装以及数据交互等环节,制定统一的技术标准和规范,明确各环节的技术要求和操作流程。建立动态更新机制,随着智能建造技术的不断发展和创新,及时对技术标准和规范进行修订和完善,确保其与技术发展同步。通过建立标准化的应用效果评估体系,科学衡量智能建造技术在装配式项目中的应用价值,为技术的推广和优化提供依据,促进智能建造技术在装配式项目中的规范化应用。

3.2.2 加强专业人才培养

加强专业人才培养是推动智能建造技术在装配式项目建造应用的重要举措。企业可与高校、科研机构开展深度合作,共建产学研合作基地,共同制定人才培养方案。在课程设置上,融入智能建造技术相关的前沿知识和实践课程,培养学生的综合应用能力。企业内部建立完善的培训体系,针对不同岗位和层次的员工,制定个性化的培训计划,定期组织智能建造技术培训和交流交流活动,促进员工知识更新和技能提升。鼓励员工参与

行业内的技术研讨会和培训课程,拓宽视野,掌握最新的智能建造技术动态。通过建立激励机制,对在智能建造技术应用中表现突出的员工给予奖励和晋升机会,激发员工学习和应用智能建造技术的积极性,打造一支高素质的智能建造专业人才队伍。

3.2.3 降低成本投入

降低成本投入是推动智能建造技术在装配式项目建造应用的关键。在硬件设备方面,企业可通过集中采购、租赁等方式降低设备采购成本,同时加强设备的维护和管理,延长设备使用寿命,降低设备更新成本。在软件系统方面,可选择开源软件或与软件供应商合作,开发适合企业自身需求的低成本软件系统,减少软件采购和定制化开发费用。在项目流程改造方面,通过优化设计方案,减少不必要的施工环节和材料浪费,降低项目前期投入成本。在运营阶段,利用云计算、边缘计算等技术,降低数据处理和分析成本。企业还可通过与上下游企业建立战略合作关系,实现资源共享和优势互补,降低整体成本,提高智能建造技术在装配式项目中的应用经济性^[4]。

结语

综上所述,智能建造技术在装配式项目建造中展现出巨大潜力,贯穿设计、生产、运输和施工全流程,显著提升建造效率与质量。技术标准、人才、成本等问题仍需重视。未来,需持续完善技术标准规范,构建多元化人才培养体系,探索降本增效路径,推动智能建造技术与装配式建筑深度融合,为建筑行业向绿色化、智能化转型提供有力支撑,实现可持续发展。

参考文献

- [1]叶子青.智能建造技术在装配式项目建造中的应用实践[J].土木工程信息技术,2023,15(4):48-53.
- [2]王志赞.智能建造技术在装配式项目建造中的应用实践[J].城镇建设,2024(13):148-150.
- [3]王亚栋,赵军,高宁,等.智能建造技术在装配式建筑EPC模式中的应用及碳排放研究[J].混凝土,2024(10):126-131.
- [4]刘绍军.智能建造技术在装配式职工宿舍项目中的应用与研究[J].建筑,2024(5):53-55.