

智能建造技术在装配式项目建造中的应用

王继东¹ 王祯祯² 刘振涛^{1*}

1. 郑州工程技术学院土木工程学院 河南 郑州 450054

2. 郑州理工职业学院 河南 郑州 450000

摘要: 本文采用文献综述和案例分析的方法, 围绕智能建造技术在装配式项目建造中的应用进行分析研究, 就其应用的必要性、国内外应用现状、关键技术、关键环节、注意事项和未来的发展趋势进行了深入的探究, 结合实际应用案例分析, 总结了智能建造技术在装配式建筑项目中的应用优势和应用前景, 并提出了未来的研究方向。

关键词: 智能建造; 装配式建筑; 项目建造; 应用

DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202426054

随着科技的不断发展, 建筑行业逐渐向工业化、智能化方向转型。装配式建筑作为一种新型的建筑形式, 就是要像造汽车一样建造房子, 将工厂制作好的预制构件, 如楼板、墙板、楼梯、阳台、整体卫浴、家具等运输到建筑施工现场, 通过可靠的连接方式在现场安装而成的建筑。装配式建筑的核心是预制与现浇相结合, 发挥各自优势, 保证结构的整体性^[1]。在欧美、日本等国被称作产业化建筑或工业化建筑, 具有工程设计标准化、构件生产工厂化、现场施工装配化、建筑装修一体化、项目管理信息化和建造过程智能化六大特征; 装配式建筑, 还具有节能、环保、建筑质量高、综合性能好等很多优点。因此逐渐得到了广泛关注和大量应用。

而智能建造技术则是在建造过程中充分利用智能技术, 通过智能化手段提高建造过程的智能化水平, 减少对人工的依赖, 以达到安全建造和提高建筑性价比与可靠性的目的^[2]。智能建造技术涵盖了三维建模及仿真分析技术、工厂预制加工技术等多方面的技术和管理体系。

建造过程智能化是装配式建筑技术的六大特征之一, 为使装配式建筑项目顺利、高效和高质量的完成提供了强有力的支持, 智能建造技术应用于装配式建筑项目建设是未来发展的趋势。2020年7月3日, 我国住房和城乡建设部等十三部委联合印发了《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》, 提出大力发展装配式建筑, 推动建立以标准部品为基础的专业化、规模化、信息化生产体系^[3], 旨在通过智能建造技术与装配式项目建造有机结合, 实现我国建筑业的飞跃发展。

1 国外应用概况

智能建造技术在装配式项目建造中的应用在国外已经得到了广泛的关注和发展。美国、德国、英国等发达国家在政策制定、技术研发和实际应用方面均投入了大量的人力和物力, 并取得了一定的领先优势。

美国在智能建造技术方面的发展尤为突出, 其在数字化、自动化和智能化技术方面的研究与应用已经有一段时间。一些州政府已经启动了支持智能建造发展的相关计划, 为企业提供资金支持和技术指导。同时, 美国的多所

大学和研究机构也在智能建造技术方面进行了广泛的研究, 并取得了一些突破性的成果。

德国在智能建造技术方面也具有较高的水平。其建筑行业在数字化、智能化和可持续性方面均处于领先地位。德国政府制定了一系列的政策, 鼓励企业加大对智能建造技术的研发和应用力度, 同时也提供了资金支持。此外, 德国的多个行业协会和机构也在智能建造技术方面进行了积极的推广和应用。

英国在智能建造技术方面也取得了一些重要的进展。近年来, 英国政府提出了多项政策, 推动建筑行业的数字化、智能化和可持续发展。同时, 英国的一些大型建筑公司和科研机构也在智能建造技术方面进行了深入的研究和实践, 推出了一些具有创新性的解决方案。

此外, 其他国家如日本、韩国等也在智能建造技术方面取得了一定的进展。总的来说, 智能建造技术在装配式项目建造中的应用在全球范围内得到了广泛的关注和发展。一些发达国家在此领域均有一定的领先优势, 并通过制定政策、提供资金支持和技术指导等方式推动智能建造技术的发展和應用以及建筑行业的数字化和智能化转型。

2 国内应用情况

智能建造技术在装配式项目建造中的应用在国内也正在逐步推广和应用。近年来, 我国政府对建筑行业的智能化转型给予了高度重视, 制定了一系列政策和规划, 推动智能建造技术的发展和應用。

在政策方面, 我国住房和城乡建设部已经公布了全国首批24个智能建造试点城市名单, 这些城市将大力发展智能建造, 以数字设计、智能生产、智能施工、建筑产业、互联网、建筑机器人和智慧监管为目标, 形成高效益、高质量、低消耗、低排放的新型建造方式^[4]。此外, 我国政府还提出了“中国制造2025”和“互联网+”等战略, 推动建筑行业的数字化、智能化和绿色化转型。

在实际应用方面, 我国的一些大型建筑企业和科研机构已经在智能建造技术方面进行了研究和实践, 推出了一些具有创新性的解决方案。例如, 一些建筑机器人已经在一些装配式项目中被广泛应用, 用于墙体的自动化施工和室

内装修等。此外,数字化设计和预制构件数字化制造技术的应用也得到了逐步推广,这些技术的应用能够大幅缩短装配式项目的建设周期,提高建造效率和质量。

虽然与国外相比还存在一定的差距,但是我国政府正在加大投入和支持力度,推动建筑行业的智能化转型。同时,一些大型建筑企业和科研机构也在积极探索和创新,逐步提升我国在智能建造领域的整体水平。

3 关键技术

智能建造技术在装配式项目建造中应用的关键技术包括:

(1) 三维建模及仿真分析技术:借助BIM技术,可以对复杂的构件进行三维建模,对其受力特征、建造全过程、与周边环境的关系进行仿真模拟。

(2) 工厂预制加工技术:根据数字化的几何信息,借助先进的数控设备或者3D打印技术,对构件进行自动加工并形成部品构件。

(3) 机械化安装技术:采用计算机控制的机械设备或机器人,根据预定的建造过程程序,在现场对构件进行高精度的自动安装。

(4) 精密测控技术:利用GPS、三维激光扫描仪等先进的测量仪器,对建造空间进行快速放样定位和实时监测^[5]。

(5) 结构安全、健康监测技术:利用先进的传感技术、数据采集技术^[6]、系统识别和损伤定位技术,分析结构的强度、稳定性、安全性和可靠性,对破坏造成的影响进行提前预测和防治,或利用智能材料自动修复损伤破坏。

(6) 人员安全与健康监测技术:对建造周边环境进行分析识别、确定位置、匹配感知、实时预测与预警的技术。

(7) 机械工程与自动化技术:施工安装及运输机械、建筑部构件制造加工机械的自动化控制、操作、使用及其维修技术。

4 关键环节

智能建造技术在装配式项目建造中应用的关键环节包括:

(1) 设计和规划环节:利用BIM技术和数字化建模进行装配式建筑的设计和规划,通过仿真分析技术对建筑的结构、受力、施工过程等进行模拟,以提高设计的合理性和施工的效率。

(2) 预制构件制造环节:根据设计要求,采用数控机床、3D打印等技术进行预制构件的制造。同时,利用物联网技术对制造过程进行监控,确保构件的质量和精度。

(3) 物流和运输环节:通过智能物流系统,对预制构件进行高效的物流和运输。利用GPS、RFID等技术对运输过程进行跟踪和监控,确保构件的安全和准时到达。

(4) 现场施工环节:利用机器人、自动化施工设备进行高效的现场施工。通过高精度测量、智能传感器等技术,对施工过程进行实时监控和调整,以确保施工的质量和效率。

(5) 质量监控和安全管理环节:通过智能化的质量监控系统 and 安全管理平台,对装配式建筑的施工过程和质量进行监控和管理。通过数据分析和预警机制,及时发现和解决潜在的问题,确保施工过程的安全和质量。

(6) 智能化运营和维护环节:利用物联网、大数据等技术,对装配式建筑的运营和维护进行智能化管理。通过远程监控和管理系统,对建筑物的使用状态、维修需求等进行实时掌握和管理,以提高建筑的可持续性和经济性。

这些环节相互衔接、相互影响,构成了智能建造技术在装配式项目建造中的完整应用流程。不同环节的关键技术和方法也有所不同,需要结合实际情况进行选择和应用。

5 注意事项

智能建造技术在装配式项目建造中应用时有以下几点注意事项:

(1) 注重跨学科合作:智能建造技术涉及建筑、机械、自动化、电子信息科学等多个学科领域。因此,需要跨学科的合作和协调,以确保技术的有效应用和实施。

(2) 注重考虑实际情况:不同的装配式项目具有不同的特点和需求,智能建造技术的应用要根据实际情况进行选择和调整。还要考虑技术成本、人员素质、施工环境等因素,以确保技术的可行性和经济性。

(3) 确保技术安全性:智能建造技术需要使用各种高精度的设备和仪器,对施工过程进行实时监控和调整。因此,需要确保技术的安全性和稳定性,避免潜在的安全隐患和事故风险。

(4) 加强人员培训:智能建造技术的应用涉及多种高新技术的应用。因此,需要加强人员培训,提高技术水平和操作能力,确保技术的顺利实施和应用。

(5) 关注信息安全性:智能建造技术涉及大量的数据采集、传输和存储,需要采取安全措施和技术手段,确保信息的机密性和安全性。

(6) 考虑环境影响:需要采取有效的措施和技术手段,减少对环境的负面影响,提高建筑的可持续性和环保性。

同时,这些注意事项相互关联、相互影响,需要进行全面的考虑和规划,确保技术的有效应用和实施。

6 应用案例

智能建造技术在装配式项目建造中的应用案例可以参考中建八局在雄安商务服务中心项目。该项目结合了装配式低碳建筑 and 智能建造技术,从早期以混凝土结构为主到现在建筑整体业态分布以钢结构加线材混凝土形式的转变,

建筑业又向绿色智能建造迈进了一步。具体来说,智能建造技术的应用体现在以下几个方面:

数字化设计和预制构件制造:项目采用数字化设计手段,将建筑信息模型(BIM)技术应用于设计方案和施工计划中。同时,通过先进的预制构件制造技术,将建筑的部分或全部构件在工厂中预先制作好,然后运到施工现场进行装配。

在施工过程中,项目采用了智能化施工管理系统,通过实时监控、数据分析等技术手段,对施工过程进行全面、精准的管理和控制。这有助于提高施工效率、降低成本、保证施工质量。

针对装配式建筑的机电安装施工,中建八局研发了装配式机电管线生产线。该生产线将以往施工现场的加工设备、加工工艺通过集成、优化、组合等方式形成满足不同安装需求的成套、标准加工生产设备,通过工业控制程序、工厂数字化管理平台等形成智能化生产能力。这改变了传统手工业生产存在的分散、低水平、低效率的现状,促进了技术水平的提升,推进了建筑工业化进程。

总的来说,智能建造技术在装配式项目建造中的应用有助于提高施工效率、降低成本、保证施工质量,同时也有助于推动建筑业的绿色化和智能化发展。

7 发展前景

智能建造技术在装配式项目建造中的应用发展前景广阔。随着科技的不断发展,智能建造技术将越来越成熟,应用范围也将越来越广泛。未来,智能建造技术将与装配式项目建造更加紧密地结合在一起,形成更加高效、精准和可持续的建筑生产方式。

首先,随着物联网、大数据和云计算等新兴信息技术的发展,智能建造技术将能够实现更加全面和高效的信息采集、分析和处理。这些技术的应用将使得装配式项目建造过程中的信息流通更加顺畅,提高了各个部门之间的协同作战能力,进一步缩短了项目建设周期,提高了建造效率和质量。其次,建筑机器人的广泛应用将成为未来智能建造技术的重要发展方向。通过建筑机器人的自动化施工和智能监测,可以大幅提高施工安全性和效率,同时也可以减少人为因素对工程质量的影响。此外,建筑机器人还可以在室内装修、搬运等环节中发挥重要作用,为装配式项目建造提供了更加完善的解决方案。最后,智能建造技术将与绿色建筑材料和可再生能源技术更加紧密地结合在一起。未来的装配式项目建造将更加注重环保和可持续发展,采用绿色建筑材料和可再生能源技术将成为必然趋势。同时,智能建造技术也将在能源管理和节能方面发挥重要作用,为装配式项目建造提供了更加高效和环保的解决方案。

综上所述,智能建造技术在装配式项目建造中的应用

发展前景广阔,未来的发展方向将更加注重信息技术的整合、建筑机器人的广泛应用以及与绿色建筑材料和可再生能源技术的紧密结合。随着技术的不断进步和应用范围的不断扩大,智能建造技术将成为推动装配式项目建造发展的重要力量。

8 结语

综上所述,装配式建筑是一种现代、环保的建筑形式,具有节能、高质量和综合性能高的优势。智能建造技术将在其中扮演重要角色,可降低成本、提升质量和缩短工期。通过BIM技术优化设计可大大减少材料浪费;利用物联网监控可提高构件质量和保证施工安全等等。然而,该技术在技术标准化、人才培养与政策支持等方面还存在不足。未来,需在完善技术标准、加强人才培养、增加科研投入等方面引起关注,以促进智能建造技术在装配式建筑施工中的普及应用。

基金项目:2023年郑州工程技术学院大学生创新创业训练重点项目智能建造技术在建筑工业化施工中的应用研究202311068A022

2023年河南省本科高校大学生创新创业训练项目基于物联网技术的三维地下管网监测预警系统202311068011

参考文献:

- [1]周绪红,王宇航.我国钢结构住宅产业化发展的现状、问题与对策[J].土木工程学报,2019,52(1):1-7.
- [2]欧阳健.智能建造促进装配式建筑的发展[J].住宅与房地产,2023(23):40-41.
- [3]刘谦.数字建筑:构筑产业数字化转型的新引擎[J].软件和集成电路,2020(09):28-29.
- [4]方臻子,杜欢,李敏敏.浙江省3市入选全国智能建造试点[EB/OL].杭州网,2022(11):16.
- [5]姬晨晗.智能建造背景下共享工厂的设计研究[D].北京:北方工业大学,2021.
- [6]晏宇春,熊威,孙孝宇,等.装配式机电工厂智能化生产线应用[J].建筑,2022(12):27-30.

作者简介:王继东,本科,郑州工程技术学院土木工程学院,智能建造专业教授,电力工程专业教授级高级工程师,研究方向:土木、机械、电气工程教学、工程施工装备研究和设计。

王祯祯,本科,郑州理工职业学院,讲师,研究方向:电气工程及其自动化。

通讯作者:刘振涛,本科在读,郑州工程技术学院土木工程学院,研究方向:土木工程。