

装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求分析

陈雷鸣

(广州工程总承包集团有限公司)

【摘要】近年来,智能建造理念和智能制造技术开始引入建筑领域,推进装配式建筑向更高层次发展。现场施工和工厂预制作为装配式建筑过程中的主要环节,对于建筑工程的进度、成本以及安全质量有着直接影响,因此,需要对装配式建筑的建造智能化进行分析研究。文章通过介绍装配式建筑智能制造的概念,详细探讨基于EPC工程的智能制造需要面对的问题及提出的创新诉求,梳理装配式智能建造面临的问题,针对性提出了解决对策和创新思路。

【关键词】装配式建筑;智能制造;智能建造;创新需求

中图分类号: TU741

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2022.05.042

Analysis on the Innovation Demands of Intelligent Manufacturing and Intelligent Construction of Prefabricated Buildings

CHEN Lei-ming

(Guangzhou Engineering Contractor Group Co.,Ltd.)

【Abstract】In recent years, intelligent construction concepts and intelligent manufacturing technologies have been introduced into the construction area, and promote assembly buildings to higher levels. On-site construction and factory prefabrication as the main link in the prefabricated construction process, have a direct impact on the progress, cost, and safety quality of construction projects. Therefore, it is necessary to analyze the construction intelligence of assembled buildings. This paper introduces an overview of the intelligent manufacturing of assembled buildings, discusses in detail the problems and innovation demands of intelligent manufacturing based on EPC engineering, combs the problems faced by prefabricated intelligent construction, and puts forward targeted countermeasures and innovative ideas.

【Keywords】prefabricated buildings; intelligent manufacturing; intelligent construction; innovation requirements

1 引言

装配式建筑近年来在我国快速普及,通过引入人工智能技术,利用机械化、智能化设备进行一体化生产装配,使装配式建筑不断提升智能制造水平。为推进建筑行业可持续发展,有必要深入探究与分析装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求,结合创新诉求加快技术研发步伐,在此基础上提升我国建筑领域机械化、智能化程度。

2 装配式建筑智能制造概述

装配式建筑是先在构件工厂展开预制化生产,之后将构件运输至施工现场进行现场装配与安装。装配式建筑在国务院《关于大力发展装配式建筑的指导意见》中的定义是:“用预制部品部件在工地装配而成的建筑”。装配式建筑是建筑行业工业化发展的重要产物,是由传统建筑生产方式转变而来的

新型建筑生产方式,充分符合时代发展需求。装配式建筑促进了一体化装修的实现,建筑生产效率明显提升,且更容易管理,符合建筑行业发展中的节能环保需求,属于一种创新、环保、资源节约的建筑生产方式^[1]。

装配式建筑也是以智能化、机械化制造方式代替人工制造,促进建筑生产方式转变的基础,并在此基础上满足城市化发展提出的工程建设需求,并在提高建筑行业技术水平、智能化水平的基础上吸引更多年轻人才投入建筑行业。

3 基于EPC工程的智能制造面对的问题及创新诉求

3.1 问题

基于EPC工程的智能制造虽然经过多年发展已实现国产化,但还存在诸多问题。

①EPC工程智能制造过程中,数字设计和数字

工地实践匹配度低,虽然此类工作在智能制造中保持着较高数字设计水平,但是很多施工作业依旧以现浇抹灰等传统方式实现,数字化程度低。有一些工地虽引入了机器人,但在操作中也只是简单模仿抹灰等传统工作,实施期间与数字化控制系统的联接还存在割裂问题。

②此类工程智能制造中,PC构件采购环节对数字化技术的应用明显不足,不能立足整体层面,通过智能技术科学规划需要采购的零部件产品、机电设备等。

③PC构件涉及到较为复杂的生产工艺,整体标准化程度不高。

④大型设备缺乏良好的联动性,包括起重机械设备、混凝土搅拌设备、钢筋加工设备以及PC生产设备,设备和生产工艺之间也缺乏有效配合^[3]。

⑤构件生产中所用设备的信息化和自动化程度有待提高,生产中大多应用的是人工手动单步控制,并且很多关键工位仍然涉及大量人工作业。

3.2 创新需求

通过分析EPC工程的智能制造问题,可明确未来智能制造发展方向。为打造新型智能制造格局,本文梳理几点装配式智能制造创新诉求。

①在装配智能领域引入智能化技术、数字化技术等,打造集设计、科研、施工装配、生产加工于一体的智能制造体系。

②应用二维码识别技术、无线射频识别技术、高速移动通信技术等进行各种装配制造数据处理。

③在EPC工程智能制造中统筹规划零部件产品、装配设施、机电设备等一体化集成设计,同步利用BIM技术建立集成化系统及数字设计平台,促进装配零部件的数字化及智能化升级。

④针对PC构件生产线研发摆模机器人和相关配套模具。在PC构件生产中应用摆模机器人,主要由控制系统、传动系统、机械结构组成。摆模机器人应具备较高控制精度,要求摆模精度误差不超过 $\pm 2\text{mm}$,并设置便捷高效、高度开放、具有良好兼容性的人机互动界面,且其控制系统易于移植^[4]。另外,通过专用模具的配合使用,可在PC生产线中自动化的进行模具放置、拆卸、固定、回收等操作。

⑤研发集模具和钢筋笼为一体的智能组装设备,该设备能对钢筋笼和模具实现自动化识别、搬运、运输、存储等,同步存储与标记钢筋笼及模具信

息,还可自动、准确组装^[5]。通过智能组装设备的应用,能够解决搬运、组装钢筋笼以及模具期间存在的安装精度差、组装环节多等问题,还方便自动化识别PC构件,高效建立信息化档案。

⑥针对复杂预制构件,研发精确化、智能化、数字化的混凝土布料技术,通过对混凝土布料智能化设备和关键工艺的研发,可智能化地对布料机的阀门开关进行控制,同步自动控制布料速度、布料机运行情况,在混凝土浇筑环节也能自动化、精确化作业与控制。智能布料设备能够适用于多种塌落高度的混凝土,能够自动控制下料量,保证均匀落料,振动高效且多维,噪音较小。此外,智能布料设备要能够自动、高效、便捷地将料斗中剩余物料全面清除,以防料仓中出现凝结。

⑦针对预制构件产品研发专用运输设备,研发专门用于PC构件运输的车辆,装配有托盘,应用时可在堆场直接放置托盘,不需要进行吊装工作,车辆能够自动化装卸。车辆应用中支持运输超高构件,突破道路限高以及限宽等约束。车辆应满足任意负载、各种工况提出的减震需求,以免构件运输环节发生颠簸损坏^[6]。车辆使用中可智能化结合路况情况,自动对托盘离地高度进行调整,车辆应设置有防爆保护装置,以防出现托盘坠地以及构件损坏问题。

4 装配式智能建造面临的问题、对策与创新

4.1 问题

目前,装配式建筑制造中智能化技术应用还比较少,应用时间相对较短,虽然和现浇结构与机械化施工相比,装配式智能建造具有突出优势,但就目前情况来看,装配式智能建造技术还有很长的发展道路,智能建造还存在一系列问题。

①构件吊装设备其智能化与自动化程度有待提升,并且设备精确度并不理想。

②目前所用灌浆设备依旧为人工操作模式,很难智能化的控制灌浆施工质量。

③智能建造中所用临时支撑系统不具有良好的调整性,并且系统精确度也明显不足。

④装配式智能建造中仍然涉及大量人工作业环节,并且很多智能建造工作缺乏技术标准与相关规范,难以为智能建造实践提供参考和约束,一定程度上影响整体建造效率。

4.2 对策

根据上述问题分析,提出几点装配式智能建造问题解决策略。

①针对PC构件研发智能抓取、精确微调与安放设备,由相关设备代替装配式施工现场进行微调、安放、抓取等操作的水平尺、斜拉支撑、吊钩等传统设备。比如,可研发具有较好自适应性且精度较高的斜撑系统,尤其对墙体角度进行自动化测量,并智能显示测量数据,设备可结合测量结果对斜撑系统进行自动化调整,以此大量节约系统调整时间,并大幅提高设备安装精度,相关设备要能适应多种建筑造型。

②针对装配式构件连接过程研发智能化灌浆设备,因为在装配式建筑混凝土施工中,灌浆作业属于关键环节,其施工质量会对装配式建筑整体结构安全产生直接影响。研发智能化灌浆设备,应包含计量称重、上料、控制系统、制浆注浆等,并具备自动规划、自动计量、自动注浆、自动清洗、自动配浆、数据交互等功能^[7]。在智能灌浆设备应用下,体现灌注施工的自执行、自决策以及自感知优势,管理人员能够可视化的观察与监控注浆过程以及注浆结果。

③针对施工现场构件吊装研发智能化吊装设备,因为装配式构件大多为大型构件,在吊装装配式建筑主体结构过程中,主要利用塔式起重机或汽车吊。为使吊装更可靠、安全与智能,可专门为吊装环节研发智能操控系统,使吊装设备所做出的吊装行为精度更高,更便于控制和管理。同时,可基于PLC技术研发智能吊装机械,由其对吊装全过程进行智能化的参数监控,同步进行故障诊断与处理。

4.3 创新

装配式智能建造要实现可持续发展,除了要解决目前智能建造所面临的问题,还要不断创新。首先,可研发自动化通用型铺地机器人,机器人运行中可直接从电脑端导入场地瓷砖尺寸、作业区域面积等。另外,机器人当中设置有智能控制芯片,可对工作程序实现自动化计算、调整与规划,运行中能够在作业区域内自动预先涂抹粘合剂或砂浆。机器人的机械臂具有瓷砖搬运、吸附等功能,通过扫描设备或预先设定参数能够自动获取瓷砖间隙宽度,对瓷砖位置实现自动化调整,还能对瓷砖形状、大小等进行自动化切割与扫描^[8]。其次,可针对生产线研发配套

的建筑3D打印设备。相关设备中的设计软件应具有良好的兼容性。同时,要合理设计打印喷头形式和材料运输系统,以便更精确地进行混凝土布料工作。除此以外,要研发具有较好抗裂性能、保温隔热性能、力学性能的新型打印材料。

5 结语

装配式建筑要完全实现信息化管理、机械化施工与工厂化生产,还有很长的道路要走,在此发展过程中,要积极借鉴多方经验,加强资源整合,关注技术研发,以科技促发展,不断突破装配式建筑智能制造与智能建造面临的技术难题。各相关领域要大力支持与推进装配式建筑智能化产业链发展,不断提高装配式建筑智能建造水平,推进我国建筑行业的转型升级与可持续发展。

参考文献

- [1]陈光, 马云飞, 刘纪超, 盛珏. 装配式建筑数字化设计、智能制造的思考与应用[A]. 中国图学会土木工程图学分会. 第八届BIM技术国际交流会——工程项目全生命周期协同应用创新发展论文集[C]. 中国图学会土木工程图学分会:《土木建筑工程信息技术》编辑部, 2021: 8.
- [2]袁伟. 基于BIM技术的智能信息化装配式建筑混凝土浇筑生产方法[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021 (10): 100-101.
- [3]孙永庆, 张燕. 基于装配式建筑智能建造的思考与创新研究[J]. 中国住宅设施, 2021 (8): 47-48.
- [4]张蕊, 季圣杰, 王练杰, 赵建隼, 计景涛. 装配式建筑施工智能辅助工具的研发及应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48 (14): 42-43.
- [5]杨柳.《装配式建筑BIM工程管理》与大数据时代下装配式建筑智能技术在工程管理中的应用研究[J]. 工业建筑, 2020, 50 (11): 202.
- [6]周冲, 董作见, 黄轶群. 装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求[J]. 建设科技, 2018 (23): 28-31.
- [7]马云飞, 刘纪超, 盛珏, 杨锁柱. 基于装配式建筑智能建造的思考与实践[J]. 住宅产业, 2020 (9): 43-49.
- [8]宫剑飞, 侯爱山, 杨旭. 柔性钢筋焊网线在装配式建筑智能制造中的应用[J]. 建设科技, 2020 (14): 43-46.