

装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求

覃春跃

(南宁学院)

【摘要】文章将针对装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求进行研究,以基本工艺流程为研究对象,针对实施过程中存在的主要问题,提出智能化改革创新需求,结合理论和实践经验,搭建智能信息平台,创建智慧建设环境,促进装配式建筑全产业链的融合发展。

【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.2023.10.010

Research on Innovation Demand of Intelligent Manufacturing and Intelligent Construction of Prefabricated Buildings

QIN Chun-yue

(Nanning University)

【Abstract】The paper will study the innovation needs of intelligent manufacturing and intelligent construction of prefabricated buildings, take the basic technological process as the research object, and put forward the innovation needs of intelligent reform in view of the main problems existing in the implementation process. Combining theory and practical experience, the paper will build an intelligent information platform, create an intelligent construction environment, and promote the integrated development of the entire industrial chain of prefabricated buildings.

【Keywords】prefabricated building; intelligent manufacturing; intelligent construction; innovation demand

1 引言

随着科学技术的不断进步以及生产建造理念的持续更新,传统的产品生产模式已经不能满足社会发展需求,在大力发展装配式建筑的时代背景下,根据项目特点和实际需求,加快智能化、自动化设备研发运用,提高全生命周期信息流通共享水平,改善装配式建筑实施管理效果,力求尽快实现建筑行业现代化、工业化转型升级。

2 装配式建筑智能制造创新需求分析

2.1 构件制造工艺

装配式建筑是将主要建筑构件在工厂生产、运输到现场安装实现的,因此,大批量的产品需要通过制造生产线完成,这些混凝土构件的生产工艺流程包括安装模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土、振捣、养护、拆除模板、起吊入库、组织运输等,必须严格按照标准程序执行,保证预制构件制造质量符合规范要求。

2.2 智能制造问题

装配式建筑预制构件制造是根据设计方案进行的,如果设计阶段没有充分考虑制造和装配需求,那

么经常会出现设计与制造、施工相冲突的问题,需要进行变更、返工,导致资源浪费、成本增加。在产品制造阶段,虽然主要生产设备已经基本实现国产化,但是仍然存在许多问题:装备可靠性差、精益生产能力不高、标准化程度比较低、主要生产设备之间的联动性较差、设备功能与工艺流程配合效果不佳。许多制造车间采用的生产设备信息化和自动化水平低,需要依靠人工操控,容易出现参数混淆、工序错乱等问题。在相关参与单位交流沟通方面,由于信息感知和集成能力较差,因信息反馈延迟导致的生产资源浪费比较常见。在运输阶段,信息共享困难,由于装配式建筑预制构件种类和数量比较多,依靠传统管理方法容易出现信息错误、查找困难、构件丢失等问题,影响了运输管理效率,制约了后续施工作业效率。以上这些都是智能制造面对的核心问题,需要加强技术创新,提高信息化、智能化水平^[1]。

2.3 创新需求分析

2.3.1 提高智能设计水平

为了提高装配式建筑预制构件制造水平,必须从深化设计过程着手,尽可能从根源上避免问题的

出现。根据项目特点和业主需求,采用面向功能和性能的建筑产品设计方法,构建BIM设计模型,经过碰撞检测和受力分析后,导出面向制造和施工的数字模型及参数,利用物联网、传感器、RFID等技术,通过设计参数与生产信息的比对,保证预制构件制造过程的质量控制效果,在物联网环境下实现制造过程与设计过程的信息交互,防止上下游衔接不畅。

2.3.2 智能生产调度系统

预制构件制造是装配式建筑建设的重要环节,须与施工过程紧密衔接,通过构建智能生产调度系统,能够实现精益生产目标。建立预制构件生产过程模型,利用传感器、RFID等技术,全面记录构件生产过程信息,包括每道工序信息、质量检测信息等,同时将生产过程信息、车间库存信息、施工现场信息等集成到生产调度系统中,有效促进生产、施工协同,在智能算法、精益生产理论的支持下,实现智能生产调度决策,减少生产和仓储过程中的资源浪费。

2.3.3 智能制造设备运用

提高预制构件制造生产线自动化水平,加强智能制造机械设备的研发运用。工业机器人在产品智能制造中发挥着越来越重要的作用,使用摆模机器人及配套模具,能够有效控制摆模精度,通过友好、开放、兼容的人机操作界面,可以自动化完成预制构件生产线模具的放置、固定、拆卸、回收工作,经应用实践,摆模精度能够控制在 $\pm 2\text{mm}$ 之内。

研究钢筋笼和模具一体化智能组装设备,智能识别、搬运、组装模具和钢筋笼,存储和标记相关信息,有效解决组装工艺环节复杂、搬运过程混乱、安装精度不高等问题,而且有利于构件的信息化建档。

研制钢筋笼自动绑扎及智能焊接设备,根据设计规范自动进行钢筋连接,提高钢筋网片规格尺寸的精确度,自动按照设计尺寸预留预埋,精度可以控制在 $\pm 10\text{mm}$ 范围内,而且通过通信接口和互联网可以远程进行技术诊断和故障排除。

研制预制构件生产混凝土智能布料设备,自动控制布料机启停及运行参数,控制布料速度,实现混凝土浇筑的精准把握,而且下料均匀,振动高效,噪音较小,能够自动清理剩余物料。

2.3.4 完善智能制造系统

智能制造系统是实现全自动流水作业的基础保证,主要由智能制造、智能管理、智能分析等部分组

成。智能制造子系统是由智能装备组成的,并且由物联网将各种智能生产装备连接起来,完成预制构件生产过程,数据采集与监控系统负责收集信息数据,并与生产管理子系统通信。生产管理子系统能实现对生产现场产品状态、制造进度、资源计划等方面的智能管控,通过网络与智能分析子系统传输信息。智能分析子系统主要由数据采集、处理、集成、分析、可视化设计等模块组成,主要负责产品制造周期中的数据分析与优化设计,能够实时控制产品设计、生产过程,达到智能优化制造的目的。

利用智能制造系统,充分发挥云端服务优势,从产品类型和生产需求出发,分析优化工艺流程,科学配置生产资源,实现智能生产线的自动建立与运行。智能制造系统的核心要素有智能决策处理系统、智能生产设备、物联网、分布式控制等,这些装备和技术是实现资源开发利用、实时信息处理、质量跟踪控制的基础支撑,作为智能单元个体,智能设备和功能系统能够实现局部环节的智能处理,在其他系统的辅助下,可以创建人机互联的智能化生产环境,促进智能单元个体向整体智能系统转换升级。

2.3.5 提高智能运输水平

研究预制构件专用运输设备,以往的预制构件运输需要吊装设备辅助,而且在运输过程中容易出现超限问题,如果路况不佳,可能会因颠簸造成损坏。运用带托盘的预制构件专用运输车辆,无须吊装便可以自装卸,在复杂工况和不同荷载要求下,能够满足减震需求,智能托盘进行离地高度调整,减少超限和颠簸破坏问题,同时配备防爆保护装置,能够有效避免托盘坠地。在此基础上,提高运输过程信息化水平,通过配备GPS定位系统、无线通信系统、RFID、传感器,在电子运单传送到运输调度管理系统后,可以智能匹配相关信息,自动制定最佳运输方案,减少资源和能源浪费,在运输时,可以实时查阅预制构件运输情况,精准计算预计到达时间,方便施工现场合理安排场地、人员、机械设备,根据时间节点做好卸货准备。

3 装配式建筑智能建造创新需求分析

3.1 装配施工流程

预制构件在工厂制造完成后组织运输到现场安装施工,通过预留的插筋、孔等进行组合和连接,组

装成满足设计要求的整体,主要工艺流程包括定位放线、构件吊装、套筒连接、套筒灌浆、支撑固定、叠合层浇筑等,装配式建筑建造过程对作业精度提出了更高要求,作业内容发生了改变,需要从具体工艺环节出发进行智能建造问题分析和创新研究。

3.2 智能建造问题

狭义上的智能建造主要指在建筑施工阶段,利用大数据、云计算、BIM、物联网、移动通信等技术,创建智慧化建设环境,统筹分配建筑资源,使建设过程更加智能高效。现阶段,我国的装配式建筑智能建造水平比较低,存在许多问题需要解决,比如,吊装机械设备自动化程度低、精度差,实施过程存在一定的质量和安全隐患;节点连接方式依然以灌浆套筒连接为主,灌浆施工主要依靠人工完成;临时支撑精度不高、调整困难等,容易出现资源浪费现象^[2]。

3.3 创新需求分析

3.3.1 智能吊装创新需求

预制构件的吊装施工具有较大难度,需要依靠大型机械设备,而且吊装精度把控困难。利用GPS、传感器、RFID等技术,将现场施工要素转化为智能施工对象,能够被感知特性,实时采集信息并传输到施工现场资源要素管理系统,通过智能运算合理调度施工资源,将构件制造信息、吊装施工方案、质量检测信息等传送到工程质量检测系统,将施工现场安全监管信息传送到工程安全预警系统,使整个现场吊装过程处于可视化监管状态。研制智能化吊装设备,开发智能操控系统,提高吊装设备的智能性和操控的便利性,运用具有PLC编程控制器的智能吊装机械,能够自动进行运行状态参数监控和故障诊断,保证预制构件吊装的速度和精度。

3.3.2 智能安装创新需求

预制构件吊装到作业面后,需要进行位置调整和支撑固定,研制高精度自适应斜撑系统,自动测量墙体角度数据,并根据结果自动调整斜撑系统,这样可以有效提高安装精度、减少调整时间。同时,研制智能化灌浆设备,集上料、制浆、注浆等工艺流程于一体,实现自动设计、自动计量、自动配浆、自动注浆、自动清洗,提高注浆施工效果,减少对人工作业的依赖。研制自动铺地设备,根据瓷砖规格、铺装范围等数据,自动进行计算设计、规划调整,完成砂浆

涂抹、瓷砖搬运、切割加工等作业,减少建筑材料浪费。研发建筑3D打印设备,解决软硬件兼容问题,设计合适的材料输送系统和打印喷头形式,研发具有优良性能的新型打印材料,解决装配式建筑智能建造的核心问题。

3.3.3 智能管理创新需求

在资源管理方面,除了对预制构件状态的跟踪管理,还应该对机械、人员及其他物料等资源要素加强管理,向现场管理人员和施工人员发放GPS定位器,实时采集人员信息,在其他管理系统的辅助下,能够可视化显示人员位置、状态,自动分析人力资源配置情况,作出针对性优化调整,对施工机械设备统一编码,绑定定位芯片,实时监控位置和运行状态,防止出现机械资源浪费或供给不足的问题。

在进度管理上,依靠物联网进行状态感知,将采集到的进度信息传送到BIM模型中,对比实际进度与计划进度之间的差异,利用大数据重新计算实时数据,优化调整进度计划,实现智能化进度管理。另外,在质量、安全、成本管理方面,同样要以数据信息为基础,利用智能化系统进行实时监控与对比分析,做到有效预警、追踪整改,提高智能管理效果^[3]。

4 结语

综上所述,根据装配式建筑特点,智能制造主要针对的是预制构件的生产加工环节,智能建造主要针对的是现场安装施工环节,涉及的行业和技术类型有所不同。在智能制造方面,通过智能设备、智能系统的运用,有利于提高产品生产质量和效率,在智能建造方面,通过关键工艺的智能化改造以及先进管理系统研发,有利于提高现场施工效果,维护各项目目标的顺利实现。

参考文献

- [1] 汪文津, 黄凯伦, 赵坚, 刘进军, 田松龄. 基于智能制造模式的装配式建筑构件智能生产系统建模研究[J]. 制造业自动化, 2022, 44 (2): 23-26+52.
- [2] 陈钟, 王晓冬, 陈澄波. 智能建造背景下装配式建筑的发展与应用[J]. 建筑结构, 2021, 51 (22): 168.
- [3] 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.