

精益建造理念在装配式住宅建筑项目实施应用研究

胡冰

(上海远东水运工程建设监理咨询有限公司)

【摘要】与传统现浇式住宅相比,装配式住宅建造更为复杂,需要多项统筹兼顾。文章基于精益建造的新型项目管理理念,以星江湾项目为例,从项目组织、设计和施工阶段等3方面介绍该项目建造实施情况,重点对设计阶段和施工阶段智慧工地平台、工法样板楼、灌浆施工等进行说明,表明精益建造在设计优化、施工指导、质量管理等方面取得成效,并指出下一步研究改进方向。

【关键词】装配式住宅;BIM;精益建造;项目管理

中图分类号:TU741

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.039

Research on the Application of Lean Construction Concept in Prefabricated Residential Building Projects

HU Bing

(Shanghai Far East Water Transport Engineering Construction Supervision and Consulting Co., Ltd.)

【Abstract】Compared with the traditional cast-in-place housing, the construction of prefabricated housing is more complex, which requires a number of overall consideration. Based on the new project management concept of lean construction, this paper takes Xingjiang Bay Project as an example to introduce the construction and implementation of the project from three aspects: project organization, design and construction stage, focus on the design stage and construction stage of the wisdom site platform, construction method model building, grouting construction, shows that lean construction in design optimization, construction guidance, quality management, and other aspects have achieved results, and points out the next research improvement direction.

【Keywords】prefabricated housing; BIM; lean construction; project management

1 引言

迈入21世纪,随着国家对建筑工业化与信息化方面发展的期望以及“低碳经济、绿色建筑”发展理念的提出,装配式作为一种工业化的绿色建造方式,重新成为建筑领域发展的热点,装配式住宅将成为未来我国住宅工程发展趋势。

与现浇式住宅相比,装配式住宅的建造过程是一项更为复杂的需要统筹兼顾多主体、多目标和多元素的系统工程^[1]。在其项目管理上,众多国内学者引入了精益建造,并将其与BIM等数字化、信息化手段结合。寇园园等^[2]基于BIM技术深入分析其在装配式建筑的成本、质量、安全和进度四方面的施工精细化管理优势及具体应用,实现装配式建筑的智能化和精细化的施工管理。苏康等^[3]以国内较早开展的精益住宅项目——九洲花园58[#]为例,从精益组织、工序模块化和信息平台等三方面介绍该项目精益建

造实施情况,表明精益建造在流程优化、减少浪费和施工指导方面取得了良好成效。本文以上港星江湾项目为例,从精益建造理念出发,探索其在设计和施工阶段项目质量管理上的实践应用。

2 精益建造理念

精益建造源自日本丰田汽车的精益生产理论,由芬兰学者Koskela引入建筑业,是一种综合性的生产管理理论。从理念上看是贯穿建筑项目全生命周期,目标是过程浪费最小化、客户价值最大化、建设目标标准化。其基本理论为TVF生产理论,包括生产转换理论、生产流程理论和价值理论,主张生产有效原则,倡导消除非增值活动避免浪费,满足顾客需求的同时,消除价值损失以实现价值最大化^[4]。

与传统模式相比,精益建造将项目视作一个具有复杂、动态、非线性特点的过程,采用拉动式生产方式,让各方参与到流程改善中,根据后道工序或后

交接方的需求对前者提出控制要求,减少等待浪费;注重项目整体优化和增值,重视项目持续改进;相对更好的短期计划和控制,强调工作流连续;重视人的主观能动性,强调协调合作。

3 项目应用

3.1 项目概况

星江湾项目地处上海市宝山区淞南镇,总建筑面积40.95万㎡,其中装配式商品住宅建筑面积16.3万㎡,结构形式为预制实心剪力墙体系,采用套筒灌浆连接;装配式人才公寓建筑面积4.8万㎡,结构形式为预制保温叠合外挂墙板(PCTF)体系,结构主体受力部分仍为现浇钢筋混凝土;单体预制率大于40%。项目基于精益建造理念,运用BIM技术建造信息化管理平台,通过工法实验楼建造、灌浆施工管理等措施,将部分设计施工环节前置,总结施工经验,逐步形成适应本项目的装配式住宅项目施工管理模式,为精益建造高品质项目打下坚实基础。

3.2 项目管理组织

项目组织的精益理念是开展项目建造活动的信念基石。在本项目的精益建造管理组织中,业主项目管理方作为主导,下设工程管理部、设计管理部等7个部门,采用矩阵制组织架构,制定一系列管理制度。

业主方负责传达明确的项目质量要求,项目整体组织“方向明确、权责一致”。积极推行并践行“技术先行、样板开路、典型施工、持续改进”的理念,运用BIM技术、云平台、物联网等技术工具,在建造过程中系统规划、提高生产效率、减少浪费,项目质量受控合格,达到精益管理目标。在本项目装配式住宅质量管理中的应用思路如图1所示。

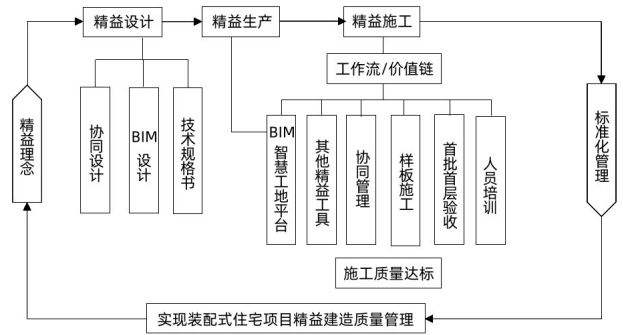


图1 精益建造在装配式住宅项目质量管理应用思路

3.3 标准化管理

标准化管理是精益管理的支柱,通过进行标准化管理来促进项目的精益管理。为达到精细化管理目的,需要进行流程标准化。对装配式住宅项目管理的全过程进行价值链分析,细化管理的单元;进行拉动式生产管理,运用可靠技术手段,保持设计和施工阶段各节点目标实施的紧密衔接,通过不断缩小等待时间和提前准备,最大限度减少浪费,实现按目标计划施工。在设计和施工阶段,将工作流程模块化,合理安排每个建造环节,规范工人操作和管理,形成标准化施工程序,达到保质、安全、高效的施工效果。

3.4 精益设计

装配式住宅的精益设计模式强调需求管理和设计工作协同,总设计和部分专业设计同时进行,设计和生产、施工整合^[5]。本项目采用围合式布局,预制构件大量非标,房型繁多复杂,机电点位众多,管线布局复杂。传统线性模式设计需要各专业设计独立完成再进行交流沟通,容易产生信息孤岛的情况,不利于数据及信息的整合。而BIM技术以其可视性、模拟性、协同性、可追溯性和持续优化等特点,在装配式住宅项目中广泛应用。本项目结合行业现状和实际进度要求,采用二维平面协同设计结合BIM三维论证的模式^[6]。

在满足装配式建筑、绿色建筑、建筑节能等要求的情况下,厘清项目定位、规模、成本指标,结合建筑美学和结构力学性能,参考日照等模拟分析,采用模块化单元设计,结合现场考虑施工组织设计流程。

在专项设计阶段,因项目装配式住宅涉及专业众多,首先梳理设计工作界面。比如主体结构设计包含部分装饰专业内容,以入户门为界,室内部分以室内装饰设计院图纸为准。其次,围绕住宅核心功能,以框架形式展开,统一建筑柱网尺寸,关注户型设计及功能布局合理性的协同设置,建立BIM初级模型查看效果,优化结构布置,降低施工难度,保证满足安全、保温、防水、耐久等性能要求和质量要求。

在深化设计阶段,装配式住宅设计基于标准化构件库,基本单元是预制构件,而本项目存在大量非标构件,更加注重运用BIM技术进行模型构建和碰撞检测。通过精细化BIM建模,结合设计图纸、现场施工条件,模拟拆解构件信息。将土建、机电、幕墙

等各专业的设计方案以3D模型的形式集成,直观确定各专业设计冲突问题。调整不合理划分、碰撞线路以及幕墙埋件点位等,更好地实现标准化生产和施工,确保项目质量。

本项目还应用技术规格书作为实现设计标准化手段之一,其内容涵盖精装修、综合机电、门窗、幕墙、消防、暖通、电梯等九个专业的产品功能、性能标准以及施工要点、验收标准等详细说明、规定。技术规格书明确传达设计意图,贴近施工流程和节点,用以辅佐施工,避免因材料设备不定型导致施工返工,降低了验收难度,保证了施工质量。

3.5 精益施工管理

3.5.1 BIM智慧工地平台

在本项目装配式预制构配件生产运输及施工安装阶段,为解决信息数据较多查找不便、交互落后、不够直观理解等问题,业主方协同BIM咨询、主体设计方、PC深化方与施工方等相关参建方,建立BIM智慧工地云平台。智慧工地平台综合运用了BIM、云平台、物联网、大数据等信息化技术,实现项目信息化、精细化管理。

在平台搭建时,利用项目图纸提取的图纸信息和BIM模型提取的工序工艺信息实现设计阶段与施工阶段的无缝衔接,并确定构件物料追踪流程的各个节点及负责人。在构配件生产管理中,每个构配件生产完成后都配有唯一的二维码,以电子表单的形式单独记录,可通过手持终端扫描二维码提供该构配件相关信息,以便下阶段运输和安装。相比常见装配式项目使用的RFID,二维码具有灵活方便、投入低的优势。在安装管理中,构件以三维立体形式用不同颜色区分当前状态以及位置信息,实时共享施工状态,便于各参建方跟踪检查,实现安装现场虚拟化、可视化的多方协同管理。利用BIM智慧工地云平台对每个构配件建档记录(“一件一档”),进一步提升了构件信息的丰富性与可追溯性,有利于项目质量跟踪管理,解决了传统建造方式的信息孤岛问题,进一步提高精益施工管理水平。

3.5.2 工法样板楼建造

项目在建设施工过程前期秉持“顶层设计,典型试验,样板开路,全面推广”的精益建造理念,在施工现场采用1:1的模型建造工法实验楼,探究预制构件

钢套筒灌浆施工工艺、外挂石材预埋件与预制构件、门窗及幕墙等重要节点设计和做法(见图2)。尤其重点关注机电管线碰撞模拟,原则上设备管线减少平面交叉,竖向管线集中布置。因项目采用精装修交付,包含新风、空调、给排水、强弱电等多个专业,管线密集,通过BIM进行优化,现场实际模拟,减少管线之间碰撞、管线与PC之间碰撞,有效验证深化设计的合理性。



图2 工作阳台BIM模拟与样板建造

坚持以问题为导向,对存在比例不协调、不美观、点位设置、局部功能布局不合理、管线碰撞及其他施工不便等问题,建立设计问题清单、施工工艺问题清单,发现问题170余条,设计单位根据问题清单对图纸进行修改,避免后续返工造成浪费。制定装配式建筑施工、检测和验收标准化流程制度,并形成安全质量样板引路工作手册等标准化文件,明确过程质量控制标准,为项目质量管理提供技术支持。

3.5.3 灌浆质量管理

作为装配式住宅结构的关键连接环节,本项目住宅预制剪力墙外墙采用套筒灌浆连接方式。套筒钢筋采用梅花型布置,同侧连接钢筋 $\leq 600\text{mm}$ 。套筒预制在预制墙板内,现浇楼板的预留钢筋准确地插入套筒内,并灌入高强度的灌浆料以实现受力钢筋的应力传递。

1) 灌浆实操培训

业主方牵头组织成立灌浆施工专项管理小组,协同咨询顾问方对施工方作业人员进行套筒灌浆理论知识培训,运用BIM模拟展示施工过程,并现场实操模拟(见图3)。灌浆作业人员经培训及笔试、实操模拟考核合格后方可上岗。



图3 套筒灌浆现场实操模拟

2) 实施灌浆令制度

要求施工方和监理方在灌浆施工前对套筒界面、连接钢筋、风度材料、灌浆腔连通情况进行检查,确认是否满足设计及规范要求,签发灌浆令后方可施工,施工过程做好记录并保存影像资料。

3) 灌浆饱满度检测

常见灌浆饱满度检测有预埋传感器法、预埋钢丝拉拔法、X射线胶片成像法、超声断层层析成像法等。通过6组模拟试件比较研究后采用预埋传感器法(见图4)。预埋传感器法是基于阻尼振动幅值衰减原理,通过检测灌浆前后传感器在应力作用下振动幅值的衰减变化,确定套筒或孔道内部灌浆的饱满程度。灌浆前在套筒出浆孔内预埋传感器,灌浆过程中实时监测,发现问题可及时补灌,灌浆结束5min后可再次检测。相关研究^[7]显示,相比超声CT检测,传感器反馈的振动信号能够真实反映构件套筒的灌浆饱满程度。



图4 灌浆饱满度检测

3.6 管理成效

设计优化方面,应用二维平面协同设计结合BIM三维论证模式解决专业冲突、碰撞等问题。

施工指导方面,运用BIM技术,样板建造,对复杂节点施工模拟,优化设计,辅佐制定施工方案;利用BIM智慧工地平台,在装配式构配件的生产运输、安装上持续优化,做到信息实时共享,工程质量动态管理。

质量管理方面,基于精益建造理念和标准化管理,建立销项表,对现场质量问题信息收集、分析处理、完成闭环,截至目前共闭环质量问题1200余条。

4 精益改进建议

基于精益建造的拉动式生产流程理念,充分利用数字化、信息化技术,与施工现场紧密结合。探索施工工序模块化以及工序级管理,提高质量管理精度,最大限度地优化施工工序。充分利用智慧工地平台,拓展其应用功能,比如合理布置作业面、盘点相关物料资源,力争资源浪费最小化。

5 结语

本文依托装配式住宅项目应用实例,基于精益建造理念,通过运用BIM技术、云平台、物联网等数字化、信息化技术手段研究分析,项目在设计优化、施工指导、质量管理上取得了成效,保证了项目整体质量。

参考文献

- [1] 周建晶. 基于BIM的装配式建筑精益建造研究[J]. 建筑经济, 2021, 42 (3): 41-46.
- [2] 寇园园, 刘凯. 基于BIM技术的装配式建筑精细化施工管理研究[J]. 工程管理学报, 2020, 34 (6): 125-130.
- [3] 苏康, 黄苏, 张锦华. 基于精益建造理念的住宅项目实施情况研究——以九洲花园58#为例[J]. 工程管理学报, 2018, 32 (2): 131-135.
- [4] 何清华, 赵健一, 董双. 精益建设理论及运用障碍研究[J]. 工程管理学报, 2013, 27 (3): 13-17.
- [5] 李芊, 刘晓惠. 基于精益管理的装配式建筑智慧管理体系研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39 (22): 206-211.
- [6] 金伟强, 曹俊杰. 基于BIM装配式精益协同设计施工探讨[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022 (6): 102-104.
- [7] 崔士起, 刘文政, 石磊, 刘传卿, 张全旭. 装配式混凝土结构套筒灌浆饱满度检测试验研究[J]. 建筑结构, 2018, 48 (2): 40-47.