

基于智能建造技术的装配式建筑施工管理分析

刘春俊

湖南省第一工程有限公司

摘要:为解决装配式建筑管理内容复杂、涉及专业多、管理效率低等问题,本文对装配式建筑项目的施工管理进行研究,从管理组织设置、构件运输规划以及施工管理信息化水平等方面分析此项工程施工管理的不足之处,结合实际案例围绕智能建造技术提出BIM建模、设计深化、“智慧工地”等解决措施,以期对相关管理人员或工程提供有效参考。

关键词:装配式建筑;智能建造技术;施工管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.13.011

引言

装配式建筑施工作业大多转移至工厂,通过提前设计、生产施工构件,有效释放现场人员、环境等压力的同时,也将建设效率提升至较高水平。智能建造作为智能化、信息化与工程建造过程高度融合的建造方式,其包含的多项技术能够使施工环节更加先进,创新施工管理理念,提高管理效率与效果。因此,为提升装配式建筑工程施工管理质量,做好此类建筑施工管理与智能建造技术的结合运用是必要的。

一、智能建造技术概述

作为新时期下的创新型建造方式,智能建造技术包括BIM技术、互联网技术、大数据技术、人工智能技术等,本质是结合设计和管理实现动态配置的生产方式。在装配式建筑中,智能建造技术在施工管理方面的运用使施工安全、质量、进度、成本管理更加信息化、智能化,实际运用中,BIM平台为主要技术支持,通过整合运用其他信息智能化技术构建智能信息化管理体系,以此实现动态的智能管理^[1]。

二、分析装配式建筑工程施工管理的现存不足

无论是装配式建筑还是智能建造,在我国的起步较晚,发展时间尚短,传统工程施工管理仍具有较大影响,缺乏高信息化管理体系。其现有不足如下:

第一,管理组织设置方面。装配式建筑与普通建筑施工不同,该建筑结构要求设计、生产过程具有紧密联系,施工单位拿到设计方提供的图纸后需要开展深化设计,依托于BIM等技术对构件进行拆分与标准化工作,然后经双方对深化设计确认后由生产厂家先制作样品,对样品验收合格后方可批量生产,最后运输至现场进行装配。由此可见,装配式建筑施工流程离不开各单位的紧密合作,然而目前管理组织设置较为片面,信息技术仅渗透于表层,信息沟通不畅问题常见,难以针对施工问题在短时间内做出统一规划与应对,整体施工管理质

量难以得到保障。

第二,构件运输规划方面。装配式建筑构件运输规划事关于现场施工作业能否有序展开,但从工程施工管理实际来看,整体运输规划不充分,存在明显的信息不对称现象,容易引发资源浪费、资金超支、工期延误等不良情况,不利于工程整体建设目标的实现^[2]。

第三,管理信息化覆盖面与整体水平方面。装配式建筑施工期间具有明显系统化、复杂化特点,前期设计与后期施工关系密切,尤其在智能建造环境下,要求各环节进行充分的信息共享。但从当前施工管理现状来看,智能建造技术的应用不够深入,整体信息化、智能化水平不够理想,技术覆盖面还不充分,无法形成良好、高效的管理环境。

三、结合实例分析以智能建造技术为基础的装配式建筑施工管理路径

为强化本文所提施工管理路径的可行性,故结合具体工程项目展开详细分析,运用智能建造技术解决上述不足的同时优化施工管理内容与方式方法,并在最后进行效益分析,论证融入智能建造技术的施工管理的实效性。

(一)项目简述

某装配式建筑项目以住宅楼为主,其中1#楼、4#楼、1#楼裙房和2#楼裙房为装配整体式结构。总建筑面积57781m²,地上建筑面积和地下建筑面积分别为22346m²、35435m²。施工期间,涉及的主要预制构件类型包括:填充墙、框架柱、空调板、剪力墙、飘窗、叠合板、楼梯、阳台板、楼层次梁,整体施工量较大,施工管理难度较高。

(二)管理组织设计

围绕装配式建筑开展以智能建造技术为基础的施工管理工作时,应以BIM等技术为基础科学设计管理组织架构,利用BIM模型打造完善的施工信息链条,便于参建方在后续管理期间查看实施施工信息,降低单位间、部门间的信息不对称性,确保各项调度计划科学、合理。在设计部署管理组织时,确定BIM实施团队人员组织架构,围绕全流程信息化管理模型实现多阶段信息的全面采集、共享与管理,具体包括开发商、设计单位、预制构件厂、运输单位、施工单位,依托于BIM技术、大数据技术与移动互联网技术搭建数字信息平台,梳理各单位、各部门职责,同时在云计算环境下拓展协同管理覆盖层,从之前单一的上层施工管理延伸到精细的下层生产、控制管理。

在具体工作中，项目相关单位与部门应结合施工单位参与BIM模型设计工作，依托于纵向型信息传递体系发挥设计单位、施工单位和监理单位的价值作用。组织设计的初期阶段，明确项目管理体系与关键人员，即项目经理、工程师与质检员，提高其地位使其顺利行使管理权，并发挥沟通桥梁的作用。此外，安排BIM小组，发挥监督与技术指导作用，从而及时发现现场问题并及时解决，为设计加工施工一体化目标的实现提供支持。具体为EPC联合体项目经理——项目设计负责人与总承包项目经理——BIM项目经理——BIM设计小组负责人与BIM施工小组负责人，其中，BIM施工小组负责人细化为BIM模型深化组负责人、BIM商务应用组负责人、BIM综合管理组负责人。

（三）施工管理技术应用

1. 设计深化管理

为有效解决装配式建筑模型构件划分问题，便于后续生产制作与运输，施工管理期间应对BIM模型构建加以管控，确保各部分的划分合理、协调。对于装配式建筑而言，其施工标准是“少规格、多组合”，模块化是设计施工的主旨，所以在开展施工管理工作时，应将此项工作前移至模型构建，做好设计深化工作，从而为后续施工进度、质量、安全及成本管理奠定良好基础。

（1）建立管理信息载体

为实现精细化管理目标，应落实精细化建模，为施工管理建立全面、精细的施工载体，需要注意的是，精细化建模上限较高，为提升施工信息管理效率，可从管理要素与施工环节入手，对工作要素和干涉面进行梳理，然后结合工具特点搭建可视化施工模型。由于该工程项目建筑物形体较为规整，在确定各专业设计意图后运用Revit软件中的Revit architecture、Revit structure和Revit MEP模块进行建筑模型的搭建，其中包括预埋件、钢筋、管线等。施工管理人员应查看群体需求与模块功能的对应性以及模块接口的标准化程度，联合技术人员运用建筑模数化协调预制部品部件之间的尺寸关系，为后续拼装作业的便捷、精确展开提供支持^[3]。此外，做好交叉与碰撞检查，确保机电、土建等专业的构成要求具有合理的空间关系。最终，本次工程项目结合此类建筑结构的评价标准，在BIM技术的应用下形成三种面积的户型类型，各个户型的内部划分均由轻质隔墙实现，预制楼梯采用统一标准，功能模块为标准化套型模块，包括厨卫、卧室等，打造标准层单元模块，有效保障了建筑工业化的基本需求。

（2）载体模型深化与算量创建

要想推动装配式建筑建设项目的有序开展，需要实现施工信息的良好交互，因而应利用智能建造技术对载体模型进行深化，做好信息分类、编码等工作，从而确保施工管理期间能够围绕建筑工程全生命周期信息的共

享交互。

1) 信息分类与编码

施工前，管理人员应根据构件功能、属性对建筑构件信息进行分类。根据该工程规模，共分为人防、建筑、MEP、结构、景观和弱电智能化等，对于预制部品部件，其分类编码具有唯一性，采用按照线分类缩写层次码的方式予以编码。该工程管理人员提前预留分类、编码空间，用于施工期间可能出现的新增类目。以主要构件为例，预制混凝土柱为例，其类目代码为01.10.10，类型代码为PCZ，编码实际案例为01.10.10/010509/PCZ/10/08/1；预制混凝土承重墙板的类目代码为01.10.40，类型代码为PCCZQ，编码实际案例为01.10.40/010512007/PCCZQ/10/08/1；预制混凝土楼梯的类目代码为01.10.00，类型代码为PCLT，编码实际案例为01.10.00/010513/PCLT/10/08/1。

2) 算量模型创建

由于该工程项目的可视化模型以Revit软件平台为基础，因此其数字化可算量模型也应建立在该平台上，根据预制部品部件编码自动识别、筛选、分类施工构件。施工期间，该算量模型将自动化提取构件体积、强度、面积等基础参数信息并开展汇总计算工作，便于施工管理人员对单体预制部品部件装配率进行核算。

3) 设计深化

为强化施工管理，可以将算量模型作为基础，然后将标准化模块部品部件对应的参数导入至Revit族库中，根据施工实际对构件参数进行合理调整，依托于一体化集成设计整合预制部品部件与现浇部分模型，以此深化现浇节点。针对可能存在的施工问题，运用Navisworks进行检测，并利用BIM技术的虚拟仿真项目模拟后续施工全过程，直至不存在不合理现象。

2. 施工要素管理

在完成前期以BIM技术为主的施工管理工作后，应协同物联网技术打造“智慧工地”，运用以智能建造技术为核心的智能管理体系开展高效率的施工管理工作，本次工程项目运用BIM与物联网技术为主的协同管理平台，其中适当融入云计算、大数据等技术，依托于智慧化的建设工地提升施工管理成效。

（1）进度管理

开展施工进度管理工作时，利用BIM与物联网的协同平台以及可视化建筑施工模型对不同状态的装配式构件进行不同颜色的定义，依托于鲜明的颜色区别为施工进度跟踪定位、进度管控提供科学有效的支持。需要注意的是，现场需科学部署智能采集设备与识别设备，灵活运用RFID和二维码技术，确保平台、模型的信息呈实时化状态，进而根据实际施工情况开展更为及时与合理的进度管理工作。管理要点主要如下：

1) 生产管理

本次工程装配式构件的生产工艺流程复杂，具体体现在预留预埋件放置、混凝土与钢筋网配制、脱模养护、模具安装等方面。依托于手持终端，生产单位相关管理人员需采集构件位置、状态以及负责人员信息等，自动化分类整合后上传至协同管理平台，此时参建各方均可掌握构件相关信息，实现对其的动态跟踪与服务管理。

2) 构件运输管理

在运输管理方面，施工管理人员运用RFID读写器对构件独一无二的标签进行扫描、识别，规范材料入场的同时采集构件的即时状态，便于后续工作对构件的定位。同时，当标签信息上传至协同平台后，施工管理人员可对装有GPS定位器的运输车辆进行定位，优化构件运输规划。

3) 装配施工管理

装有构件的车辆抵达施工现场后，再次通过识别扫描标签完成构件检验、入库工作，并对时间节点加以记录。若是在后续构件装配过程中遇到问题，施工管理人员通过对构件出库——入场全过程的状态信息与负责人员进行追踪，即可尽快解决问题并追责，避免施工资源的不必要浪费，提高施工效率。

(2) 质量管理

运用BIM模型、视频等方式动态的展示构件生产、运输路线与施工方法等内容，提升施工技术交底工作的信息化水平，从而便于施工人员把握技术要点，减少质量安全隐患，实现技术问题的提前识别。在实际工作中，施工管理人员可通过手持终端对构件芯片进行信息读取并将其上传相关信息至平台，一方面实现对施工构件质量的实时控制，另一方面简化项目质量动态控制流程，通过手持终端即可查看构件质量情况，保证施工质量。在本次项目工程中，由于套筒灌浆法是主要施工技术，所以在该环节开展前，施工人员运用BIM技术的碰撞检查对机电管线碰撞点进行检测，共找出940处，通过对现有碰撞点一一修改，为后续施工作业的高质量、高效率提供支持，有效节约了隐性成本。

(3) 成本管理

为保证建筑工程整体施工效益，本次工程施工管理人员从费用角度进行成本控制。主要将物资支出、消耗量、费用等成本信息录入到BIM建筑模型中，依托于成本信息与构件的一一对应，以及由计划完成工作量*预算价格得到的BCWS（计算工作的预算成本）、由实际完成工作量*预算价格得到的BCWP（已完成工作的预算成本）、由实际完成工作量*实际价格得到的ACWP（实际完成工作的实际成本）进行比较，掌握施工成本与目前施工进度之间的偏差，以此实现对施工成本的有效控制^[4]。整个流程为协同平台全自动展开，施工管理人员仅需输入准确成本信息与计划方案即可。

(四) 应用效益

以本次项目的1#楼为例，通过落实以智能建造技术为基础的施工管理，设计优化环节取得2.9万元效益，工期缩短天数换算为效益点高达20万元，技术赋能下管理效率的升高也为工程项目带来1.6万元的效益，通过减少质量问题产生7.5万元效益，算上模型产生20.1万元效益价值，一栋装配式建筑共计产生52.1万元效益。此外，合计固定成本项目费用后共节约近70万元。由于智能建造技术的使用也带来相应的费用投入，比如采用的电子标签为超高频抗金属电子标签，单只20元，总支出24600元，为得到准确的费效比，采用以下公式进行计算，即：

$$ROI = \frac{C}{B} \quad (1)$$

式中，C——总共的应用成本，1#楼为72万元左右；

B——产生的总效益，1#楼为52万元左右。

因此，通过带入至公式（1），发现费效比>1，因而智能建造协同管理平台的投入尚未产生更多经济效益。为此，深化技术应用是一方面，另一方面还要做好硬件成本的控制，尽可能采用统一标签与设备，以此降低技术带来的成本投入，强化其技术、经济效益。

结论

综上所述，在装配式建筑中开展以智能建造技术为基础的施工管理工作时，应以BIM为主，尤其是前期设计阶段，做好施工内容与模型设计的准确衔接，然后在施工管理过程中，落实以BIM为基础的，整合大数据、云计算、物联网等技术的进度、质量、安全、成本管理工作，利用模型完成度以及进度及时落实可视化优化调整工作，快速审查施工环节、资源部署的合理性，针对现有问题及时提供解决预案，并通过调整模型参数进行预演模拟，实现施工管理方案的优选，提高装配式建筑工程施工效益、效率。

参考文献

- [1]唐文彬,唐瑞.基于BIM技术的装配式建筑智能化工程管理系统设计[J].现代电子技术,2021,44(18):153-156.
- [2]杨海滨,刘占省,刘军涛,孟鑫桐,姜兆恒,王治全.基于BIM技术的大型钢结构建筑智能建造关键技术的应用[J].建筑技术,2021,52(06):675-678.
- [3]刘占省,邢泽众,刘双诚.基于LoRa技术的装配式建筑智能建造仿真模拟方法研究[J].建筑技术,2020,51(11):1305-1311.
- [4]岳乃华,于德湖.基于BIM与二维码技术的装配式建筑构件追踪管理研究[J].建筑经济,2020,41(4):96-100.