

DOI: 10. 7672 /sgjs2017120130

BIM 在装配式建筑供应链信息流中的应用研究*

刘平^{1,2} 李启明²

(1. 兰州理工大学土木工程学院,甘肃 兰州 730050; 2. 东南大学土木工程学院,江苏 南京 210096)

[摘要] 装配式建筑是建筑行业未来发展的趋势,由于参与方多、协同度低、信息不能共享等原因,造成建筑企业供应链效率低下、生产成本增加。为提高供应链工作效率,从信息流的角度出发,通过对装配式建筑全生命周期信息流分析、汇总得到相关参与方信息流;在契合性分析的基础上,构建了基于 BIM 的装配式建筑供应链信息流集成模型,并对模型架构和各阶段的应用进行分析。

[关键词] 装配式建筑; 供应链; 建筑信息模型; 信息流

[中图分类号] TU767; TU17

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2017)12-0130-04

Research on Application of BIM in Information Flow of Prefabricated Building Supply Chain

LIU Ping^{1,2}, LI Qiming²

(1. School of Civil Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, Gansu 730050, China;

2. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210096, China)

Abstract: There is a trend for the prefabricated building in the future. Prefabricated building supply chain is more complex than other types, more participants, synergy degrees and the level of information are low. As a result, the efficiency of supply chain is reduced and cost is increased. In order to improve the efficiency of supply chain, taking the information flow as the breakthrough point, this paper analyzes the life cycle information flow of the prefabricated building and the information flow of related participants. According to the compatibility of BIM and construction supply chain, the information integration model based on BIM is presented. Meanwhile, the frame structure of the mode and the application in different phases are introduced.

Key words: prefabricated buildings; supply chain; building information modeling (BIM); information flow

0 引言

近年来,随着我国工业化发展、人口红利的消失,传统建造模式的转型升级势在必行。在此趋势下,装配式建筑得到业界广泛的关注及重视。装配式建筑采用工业化生产方式,使生产要素有机组合,减少中间环节,优化资源配置;通过标准化的模数组合,提高劳动生产率,减少现场湿作业,摆脱了粗放型的生产方式,能最大限度地满足建筑业可持续发展的要求。

由于装配式建筑在整个供应链中需要上、中和下游企业共同参与,协同度高。然而,与制造业相

比,建筑业供应链在供应效率方面落后,其原因部分可解释为信息技术不能被有效协同^[1]。在装配式建筑各环节的参与主体中,不但需要从其他协同方获取信息,还要提供信息给其他协同方,供应链内形成大量、复杂的信息流。目前由于建筑企业信息化水平较低,导致供应链信息流不畅通,无法对各环节资金流和物流进行信息化整合。随着 BIM 技术在建筑领域应用的推广和普及,其逐步成为提升建筑生产的附加值,并形成企业的核心竞争优势^[2]。利用 BIM 技术,为解决产业链中各环节间信息流问题提供了新的思路。

1 装配式建筑供应链及信息流

1.1 装配式建筑供应链

目前对建筑供应链的定义较多,从施工企业的角度看,建筑供应链是指从业主有效需求出发,以承包商为核心,企业通过对信息流、物流和资金流

* 国家自然科学基金项目(51578144);住房和城乡建设部2014年科学技术项目:推进建筑产业现代化研究(2014-R4-005)

[作者简介] 刘平,博士研究生,讲师,国家一级注册建造师, E-mail: liupvip@foxmail.com

[收稿日期] 2016-04-25

的控制,将项目相关参与方连成一个整体的建设网络^[3]。与传统建筑供应链相比,装配式建筑最终产品由多种预制构件(PC)按一定比例协调供应、安装,在生产过程中,当某个供应环节出现问题,会向供应链下游传导,其供应链网络系统更具有复杂性和不确定性。

1.2 信息流

在装配式建筑供应链中,以物流和信息流为关键,物流是一种自下而上的单项实物流,是推式的;而信息流是自上而下的双向流,是拉式的。在产业链中,上游环节是信息的源头,没有拉式的信息,也就不可能有推式的物流,所以从根本上说,物流又是从属于信息流的^[4]。因此,本文从供应链信息流的角度出发,协调产业链相关参与方的信息能迅速传输、共享,实现整个供应链高效运行。现阶段,在装配式建筑全生命周期内,参与方之间形成大量、复杂的信息流,如图1所示。

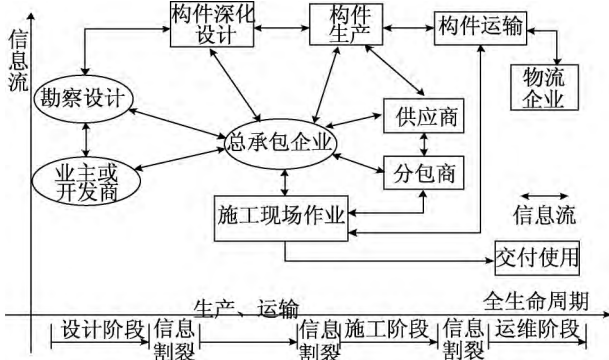


图1 装配式建筑全生命周期信息流
Fig.1 Information flow of prefabricated building during the whole life cycle

通过图1可以发现,由于供应链信息流相互间的割裂和不对称,容易造成资源不能高效整合,企业运行效率低下;在装配式建筑供应链中,总承包企业信息流最为复杂、频繁;各参与主体不但需要从其他协同方获取信息,还要生成并提供信息给其他协同方。通过梳理,汇总得到相关参与方在供应链中产生的信息流,如表1所示。

2 BIM 与装配式建筑供应链信息流的契合性分析

2.1 BIM 技术

根据美国国家BIM标准给出的概念: BIM即建筑信息模型(building information model),它是建设项目在物理和功能特性方面的数字表达,形成全生命周期中共享的知识资源,不同利益方在不同阶段通过在BIM中段插入、提取、更新和修改信息,以协同各自职责^[5]。有关BIM在供应链信息流方面的研究已越来越多,Javier等提出了基于BIM-GIS的建筑供应链监控系统,并认为信息流是最活跃的因素^[6];郑云等将利用BIM-GIS技术建立建筑供应链可视化模型,并进行信息流动分析^[7];许俊青等建立了基于BIM的建筑供应链的信息流模型基本架构^[8]。目前,相关研究主要集中在传统建筑方面,针对装配式建筑的研究很少涉及。

2.2 契合性分析

通过图1可以发现,由于各阶段的信息离散化,不能被其他阶段有效集成利用,造成供应链信息共享程度低。国际协作联盟颁布的IFC(industry foundation class)标准,规范了建筑工程领域的产品模型标准,为BIM有效解决各参与方数据标准和接口不统一问题提供了技术支持。通过BIM建立参数化模型,将装配式建筑各阶段的信息流整合,实

表1 装配式建筑供应链相关参与方信息流

Table 1 Information flow of prefabricated building related participants

参与方	协同方	需要的信息	提交的信息
业主或开发商	设计方、总承包企业	项目的基础信息、项目总投资、合同信息、投资和进度控制信息等	项目定义、总投资确定、业主变更和确认指令等
设计方	业主、总承包企业	项目可行性研究报告、设计任务书	初步建设文件和施工图纸、设计变更和技术变更信息等
总承包企业	业主、设计方、深化设计方、生产方、供应方、分包方	合同信息、施工图设计、深化设计、PC生产计划、材料和设备供应计划、业主变更和确认指令等	进度、质量、费用等计划报表分包方、供应方和PC构件生产方下达的各种指令等
深化设计方	设计方、总承包企业、PC生产方	初步建设文件和施工图纸、总承包方指令、生产方设备和模具类型等	PC深化设计图纸
PC生产方	深化设计方、总承包企业、供应方	PC深化设计图纸、施工进度计划、材料、模具供应计划	PC生产完成节点、构件运输计划
供应方	总承包企业、分包方、PC生产方	相关进度计划、合同信息等	材料、设备供应计划
分包方	总承包企业、供应方、PC生产方	合同信息、施工进度计划、材料和设备供应计划等	分包进度计划
物流方	总承包企业、分包方、PC生产方	现场实际进度、PC生产完成节点	PC运输计划、仓储计划

现项目实施过程中信息的集成和高效利用。

通过表 1 ,可以发现各参与方之间形成复杂的信息交互。BIM 的重要特性就是交互性,通过应用 BIM 能够有效实现信息交互和协同工作^[9]。借助于 IFC 标准,BIM 可实现交互信息和交互方法的标准化,将相关参与方整合到一个模型中工作,通过网络技术为供应链节点企业创建协同工作平台,实现相互间及时、高效的信息沟通。装配式建筑在构件生产和现场作业过程中具有复杂性,利用 BIM 技术可实现生产和现场作业关键环节的模拟,并提供各项生产要素供应计划和合理施工方案等仿真数据。

综上所述,通过 BIM 可实现各环节信息的集成和高效利用,为各参与方提供协同工作平台,实现生产过程中关键环节的模拟,对解决供应链信息流问题具有很高的契合性。

3 基于 BIM 的装配式建筑供应链信息流集成模型及应用

3.1 装配式建筑供应链信息流集成模型

为解决装配式建筑供应链各环节信息存储、交互、应用相互离散问题,实现信息高效传递和共享,提出基于 BIM 的装配式建筑供应链信息流集成模型,如图 2 所示。

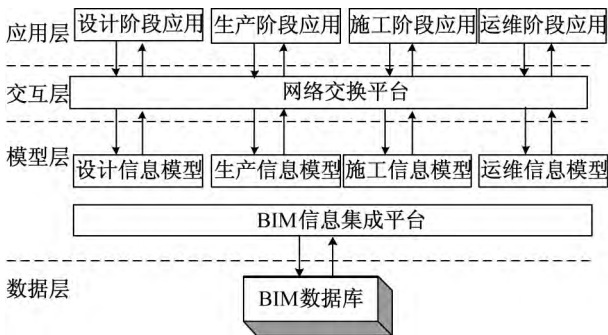


图 2 基于 BIM 的装配式建筑供应链信息流集成模型

Fig. 2 Information integration model of prefabricated building supply chain based on BIM

3.1.1 数据层

数据层由 BIM 中央数据库构成,是构建集成模型的基础。数据层总体上可以分为 BIM 基本数据和扩展数据,其中 BIM 基本数据是将信息模型中的几何、物理、性能等信息数字化,扩展数据则是对技术层面和经济层面的文档或资料进行管理。由于装配式建筑在全生命周期内产生大量复杂的数据,应选用 SQL Sever ,Sybase ,Oracle 等大型数据库对 BIM 基本数据存储和管理。对于扩展数据采用文件元数据库及文件库,通过在 IFC 模型和文档之间建立关联实现存储^[10]。

3.1.2 模型层

模型层是连接数据层和交互层的桥梁,是构建集成模型的核心。模型层主要是根据设计方案,在设计阶段创建和修改,其他阶段可通过对上一阶段模型数据的提取、扩展和集成,建立相应的信息模型。以设计阶段为例,模型层建立流程如图 3 所示。

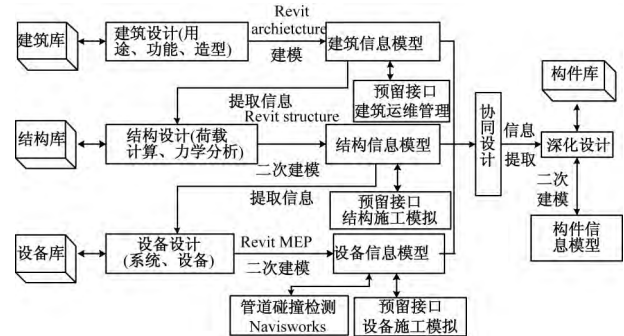


图 3 基于 BIM 的模型层建立流程

Fig. 3 Establishment process of model-layer based on BIM

建筑设计人员从数据层中提取相关信息,首先建立建筑信息模型。结构和设备专业设计人员通过从上一环节的信息模型中提取相关信息,并结合本专业设计规范,建立相应的信息模型。在协同各专业信息模型的基础上,根据装配式构件特点进行深化设计,最终形成构件信息模型。通过相关模型之间信息的高效传递和集成,设计阶段不断形成交互的信息关联模型。

3.1.3 交互层

集成模型的交互层是基于网络及通信协议搭建,为相关参与方提供信息交流、协作、共享的平台。BIM 信息模型通过交互层的网络传递,可以解决各参与方在时间和空间上处于分离状态的问题。交互层可以依靠信息门户 PIP ,Autodesk Buzzsaw 等应用软件实现。

3.2 信息流集成模型的应用

根据装配式建筑生产流程,主要从构件设计、生产、运输和现场施工等阶段,来阐述 BIM 技术在各阶段中的应用。

3.2.1 设计阶段

在设计阶段,由于设计调整都会引起相关专业设计边界的变化,造成不同专业相互间配合需多次信息反馈。利用 BIM 协调性强的特点,通过建立信息模型,可为其他专业设计人员提供实时模型数据,实现相互间信息流的高效传输,如图 2 所示。

利用 BIM 可扩展性强的特点,在建立信息模型的过程中,还应设置预留接口。根据项目后期需求,可通过 C++ 等编程语言实现信息模型的二次利

用。利用 BIM 模拟性强的特点,可对结构设计和设备设计提供施工模拟和碰撞检测,解决不同专业间设计冲突问题。

在深化设计阶段,构件拆分设计人员应和生产方相互沟通,在考虑现有自动化设备和模具类型的基础上,利用 BIM 可视化技术实现预制构件节点的三维模型建立,并生成深化设计图。

在建模阶段,为了提高建模效率和重复利用率,设计人员应不断增加 BIM 虚拟构件的数量、种类和规格,逐步完善标准化的预制构件库。设计人员根据构件相应的族类型,利用 Revit 软件按照相应位置载入对应的构件族、埋件族及钢筋族,组成嵌套族,并对其进行碰撞检查。三维模型不仅包含构件的空间尺寸、材料属性等基本参数,还要包含建筑、结构、设备预留预埋及加工、施工工艺预埋等模型信息,如表 2 所示。

表 2 预制构件三维模型信息要素

Table 2 Prefabricated component information elements in three-dimensional models

专业	信息要素
建筑专业	构件尺寸、构件表面做法、开洞信息、防水和保温做法等
结构专业	钢筋详细信息、脱模埋件、吊装埋件等
设备专业	设备外形、综合管线信息、线盒位置预留等

标准化设计是降低装配式建筑成本和提高产业集成度的重要手段,在设计阶段建立信息模型的过程中,各专业应从相关数据库中优先选用标准化的图元,通过标准化设计实现构件的快速生产和高效施工。

3.2.2 生产阶段

构件生产是装配式建筑的核心环节。生产方通过网络交换平台,可提取深化设计后的构件三维信息模型。通过构件三维信息模型的各项属性,如类型、尺寸、工艺要求等,能自动生成构件原材料的需求、用工单、零部件配套、模具规格参数等信息,方便生产和施工人员对设计图纸的读图性,为材料采购和生产计划提供及时、准确的信息支撑。

利用 BIM 协同性强的特点,可实现生产方与设计方及时的信息沟通,提高生产效率;可根据承包方实际施工进度信息,及时调整构件生产计划,减少待工、待料情况的发生,实现在生产阶段与设计、采购、施工之间信息的完整传递和高效利用。

3.2.3 运输阶段

构件运输方可通过网络交换平台,及时获取构件生产完成时间节点和承包方现场实际进度信息,并结合信息模型中构件尺寸、质量等参数,合理制定运输计划和构件组装方式。

3.2.4 施工阶段

在施工阶段,可通过模型预留接口将施工进度计划输入 BIM,将三维信息模型与时间相联系,建立 4D 施工模型。构件安装前,可对复杂部位和关键节点的支撑体系、吊装埋件、吊装措施等进行模拟,增加工人对施工环境和施工措施的熟悉度,提高施工效率。总承包方可通过信息交互平台,及时获得与各参与方之间准确、高效的信息流。

通过 BIM 技术在各阶段中的应用,将装配式建筑各环节的信息有机结合起来,形成各参与方能共享的数据化信息模型,为装配式建筑优化深化设计、构件生产、运输和现场施工方案提供技术支持,实现精益建造。

4 结语

针对目前装配式建筑企业间协同度不高、供应链效率低下和资源不能高效整合等情况,从信息流的角度出发,以 BIM 与装配式建筑供应链为研究主线,提出了基于 BIM 的装配式建筑供应链信息流集成模型,并对模型架构和各阶段的应用进行分析。随着经济和社会的发展,转变传统的粗放型生产方式,是我国建筑业改革的必经之路。上述研究为提高装配式建筑企业供应链核心竞争力、降低生产成本提供了新的方法和思路。

参考文献:

- [1] HARTMANN T, FISCHER M. Application of BIM and hurdles for widespread adoption of BIM[R]. CIFE working paper 2008.
- [2] 许杰峰,雷星晖. 基于 BIM 的我国工程总包企业供应链合作伙伴关系调研及分类研究[J]. 土木工程学报, 2015(6): 122-128.
- [3] 许杰峰,雷星晖. 基于 BIM 的建筑供应链管理研究[J]. 建筑科学 2014(5): 85-89.
- [4] 王奕. 目前供应链信息流存在的问题及改进[J]. 工业工程与管理 2001(6): 22-24.
- [5] American National Standard Institute. United States national building information modeling standards [S]. USA: National institute of building sciences 2007.
- [6] JAVIER IRIZARRY, EBRAHIM P KARAN, FARZAD JALAEI. Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply-chain management [J]. Automation in construction 2013, 31(5): 241-254.
- [7] 郑云,苏振民,金少军. BIM-GIS 技术在建筑供应链可视化中的应用研究[J]. 施工技术 2015, 44(3): 59-63, 116.
- [8] 许俊青,陆惠民. 基于 BIM 的建筑供应链信息流模型的应用研究[J]. 工程管理学报 2011, 25(4): 138-142.
- [9] ATUL PORWAL, KASUN N HEWAGE. Building information modeling (BIM) partnering framework for public construction projects [J]. Automation in construction, 2013, 31(5): 204-214.
- [10] 张洋. 基于 BIM 的建筑工程信息集成与管理研究 [D]. 北京:清华大学 2009.