

文章编号: 1673-9469 (2019) 02-0051-05

doi:10.3969/j.issn.1673-9469.2019.02.012

BIM技术在装配式建筑中的应用

李彦苍¹, 陈雅楠², 刘 郑³

(1. 河北工程大学水利水电学院, 河北邯郸 056038; 2. 河北工程大学土木工程学院, 河北邯郸 056038;
3. 河北医科大学后勤管理处 河北石家庄 050017)

摘要: 为了使预制建筑的施工质量和管理效率得到显著提高, 从建筑设计、预组件生产、工程建设到整个预制建筑物的维护各阶段分析 BIM 技术及其应用。并根据每个阶段的建设要求, 采用 BIM 技术制定相应的质量控制流程和相应的有效管理措施, 从事前, 事中, 事后三个方面展开, 使预制建筑施工过程中的质量问题得到有效管理。

关键词: 装配式建筑; BIM; 全过程管理; 设计; 施工

中图分类号: TU17

文献标识码: A

Application of BIM in Prefabricated Buildings

LI Yancang¹, CHEN Yanan²

(1.College of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Hebei University of Engineering, Handan 056038;
2.Civil Engineering, Hebei University of Engineering, Handan 056038; 3.General Affairs Management office,
HebeiMedical unnniversity, Shi Jiashuang, 050017)

Abstract: In order to improve the construction quality and management efficiency of prefabricated buildings, the BIM technology and its application in different stages, from architectural design, prefabricated production, engineering construction to the maintenance of the whole prefabricated building, was introduced. According to the construction requirements of each stage, different quality management systems have been formulated and developed from three aspects: before, during and after the event. According to the quality control requirements of different construction sites and different construction stages, BIM technology is adopted to formulate the corresponding quality control process and effective management measures. The quality problems in the construction of prefabricated buildings are effectively managed, and the structure, quality and management of prefabricated buildings are comprehensively improved.

Key words: prefabricated buildings; BIM; life-cycle management; design; construction

与混凝土现浇建筑相比, 装配式建筑能做到绿色施工、节能环保, 因具备的可组装建造的特点还可节约大量时间^[1]。此外, 装配式建筑还具有设计系统化, 构件生产工厂化, 安装专业化等特点^[2]。这些特点使装配式建筑与传统现浇建筑在设计、预制品生产以及施工过程中都有显著的差别^[3]。我国装配式建筑的发展尚属于初级阶段, 亟需引入新的管理模式。

BIM 技术是指利用计算机技术辅助建筑设计的

新型技术, 是从建筑工程信息数据基础上建立起来的一个完整、信息高度集中的模型^[4]。BIM 技术具有可视化、协调性、虚拟性、优化性的特点^[5]。BIM 技术包括的动态信息数据库, 有效跟随建筑过程的变化进行调整。在具体的建筑施工设计项目及管理 BIM 技术应用实现了建筑工程资源计划的建立, 降低了资金风险、成本、能源损失、对环境的污染, 提高了工程建设的效率。近年来, 在我国建筑行业的发展过程中, BIM 相关技术和方法也正在

收稿日期: 2018-11-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(11202062); 河北省高校百名优秀创新人才计划项目(BR2-206)

作者简介: 李彦苍(1974-), 男, 河北饶阳人, 博士, 教授, 博士生导师, 从事计算智能理论及其工程应用研究。

被企业和高校逐步推广, 各省市也制定了发展纲领纲要^[6], BIM 相关的新技术平台和各种高效先进的软件工具大大提高了装配设计和生产的效率。

1 BIM 技术在装配式建筑中的价值

1.1 设计过程中的价值

BIM 的应用不仅提高了设计效率, 还可与其他预制组件一起形成标准化设计系统, 减少设计错误。BIM 是一种新的计算机辅助建筑设计优化技术, 它在计算机网络中构建了一个特殊的设计云平台。各个专业项目设计相关人员可利用这个平台, 将自己的设计信息输入到平台中, 用软件建立专业相应的 BIM 模型, 利用软件的碰撞功能, 通过做碰撞试验, 找出各专业之间的因设计不合理而导致的冲突, 从而及时发现并修改专业设计中存在的这些不合理之处^[7]。对于装配式建筑这种构件种类繁多的新型建筑模式, 这种云平台更能提供一个强有力的技术支撑, 预制构件的几何参数, 以及内钢筋的直径, 间距, 钢筋保护层的厚度以及其他重要参数均得到精确设计和定位设计者可以在 BIM 模型的 3D 视图中以及通过碰撞检查功能在视觉上看到要组装的预制组件之间的匹配程度。在平台中更好的相互配合, 及时沟通修改, 避免了大量出图, 节约传统设计模式中所需的大量人力物力。

1.2 预制构件生产阶段的应用价值

在预制构件的生产阶段, BIM 技术的应用可以使预制构件的试制更快, 并优化预制构件的生产过程。装配设计完成后, 设计人员将与预制构件制造商共享 BIM 模型中包含的各种组件和附件的信息, 以确保施工进度和质量。制造商可以直接从模型中

读取所需预制构件的长度和宽度参数, 所用材料, 钢筋等级等。所有相关构件参数信息都可以以条形码形式在加工过程中添加到构件上, 从而把预制构件的生产和 BIM 模型中的设计进行紧密的联系, 这大大提高了自动化程度和生产效率。3D 打印方法还可以用于直接打印 BIM 模型, 这大大加快了组装建筑的试生产过程。也能根据打印出来的 3D 模型检查原有的设计方案是不是合理。

1.3 施工阶段的应用价值

在建筑施工阶段, 预制构件在施工现场的存储和管理可以运用 BIM 技术得到改善。另外 BIM 特有的 5D 技术还可用于模拟改善施工进度、改良成本计划。

预制建筑中有多种预制构件, 在施工过程中需要大量的人力和资源来分类和储存不同的构件。使用 BIM 技术结合 RFID 技术, 在预制组件生产过程中嵌入包含安装部件和使用信息等组件信息的 RFID 芯片^[8], 存储接受人员和物流配送人员可以直接读取预制组件的相关信息, 实现电子信息的自动比较。在传统的人工验收和物流模式中, 减少问题的发生, 例如验收数量的偏差, 组件堆叠位置的偏差以及出站记录的不准确性, 可以明显地节约时间和成本。当施工单元在建时, 5D 模型可用于模拟各种资源输入甚至整个施工过程^[9], 从而使施工方案动态化。在模拟过程中, 可以及时发现原始施工方案中的不合理性, 并及时优化。避免增加施工成本和延误施工, 如图 1。

1.4 质量控制的价值

BIM 技术还能对建筑质量进行事前指导和过程控制。

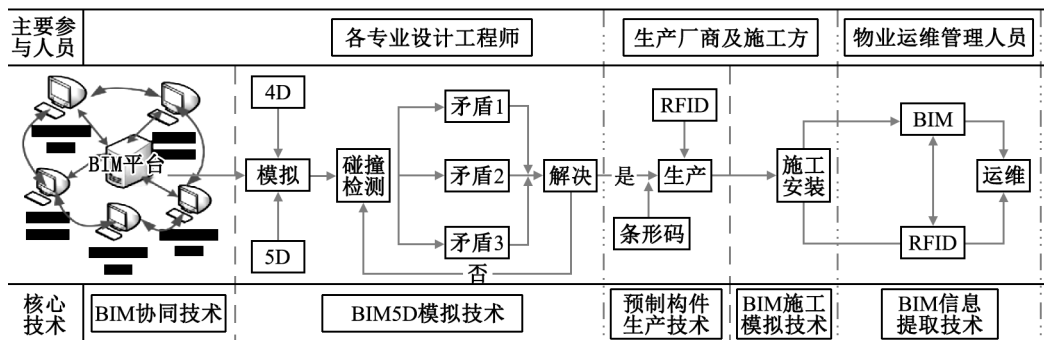


图 1 运用 BIM 技术的装配式建筑生产流程管理

Fig.1 Assembly building production process management using BIM technology

为了确保施工过程的质量,在项目实施之前,根据相应的施工合同,企业质量体系文件,国家和地方法律的施工组织设计要求,特殊程序和施工标准,制定项目质量计划和质量控制指南。准备装配的装配质量指南,输入装配的质量控制标准,装配过程的质量控制标准,以及将组件的存储,安装和接头的质量指南,这些通通纳入 BIM 信息模型^[10-12]。在模型中形成完整的质量管理信息库,为后期施工过程提供指导。为了确保每个组件能够准确地安装在现场,没有任何错误或遗漏,有必要在生产前进行“深化”工作,提前使用 BIM 技术来消除现场模型中可能发生的冲突。现场施工人员可以在项目实施过程中扫描组件的内置芯片,并读取预设信息,如相应的安装定位质量要求。如有必要,还可以查看配件的构造过程,复杂节点的三维视图,更直接,更具体地了解具体的施工步骤,减少在施工过程中,由于图纸中的二维信息丢失和技术公开不当使建筑质量下降。

2 工程实例应用

2.1 设计阶段

此项目为装配式钢结构保障性住房,建筑长 31.2 m,宽 16.2 m,共 27 层,建筑总高度为 81 m。结构楼层平面的建筑方案采用的是核心式。已有图纸信息为普通的 CAD 二维图纸,应用 BIM 技术,通过 Revit 软件可以创建此保障住房的三维模型,并

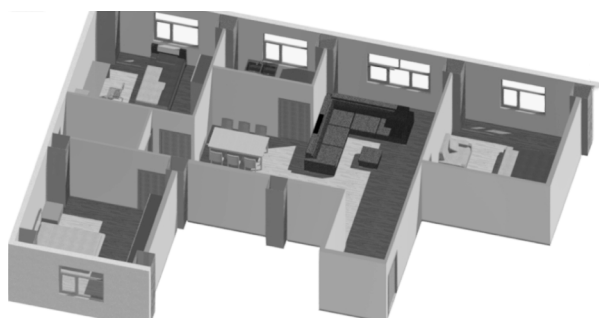


图 2 三维户型图
Fig.2 3D floor plan

能更加细致的创建出户型的三维模型,使设计能更加形象直观地展现在我们面前,三维户型图 2 所示。

该装配式住宅为全预制装配式建筑,柱梁墙均需预制,传统二维图纸无法直观的看到所需构件的信息,Revit 软件可以创建预制组件系列并累积大量系列组件系列库,这有助于设计和管理人员相应地

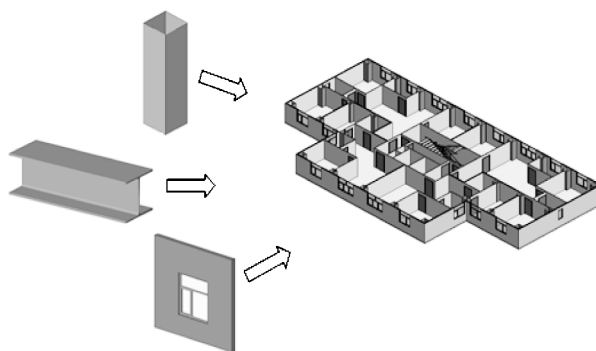


图 3 Revit 建模过程
Fig.3 Revit modeling process

管理和修改模型和组件。建模过程如下图 3。

图 4 中,为验证 BIM 技术在制造建筑物生命周期中的有效性,使用软件对结构进行建模并验证设计合理性。其次预制建筑设计中节点的设计是该项目的主要难点。接头处有螺栓,垫板等。施工人员可能无法想象节点设计,这直接影响施工进度和质

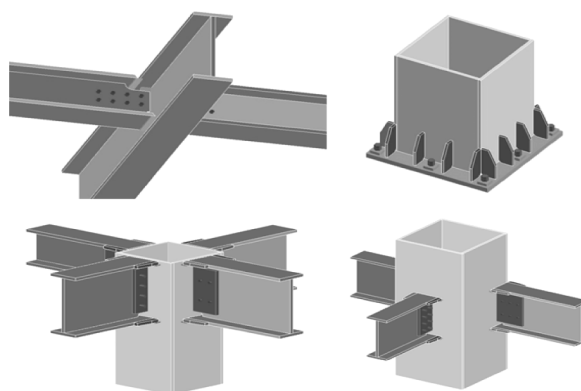


图 4 节点三维视图
Fig.4 Node 3D view

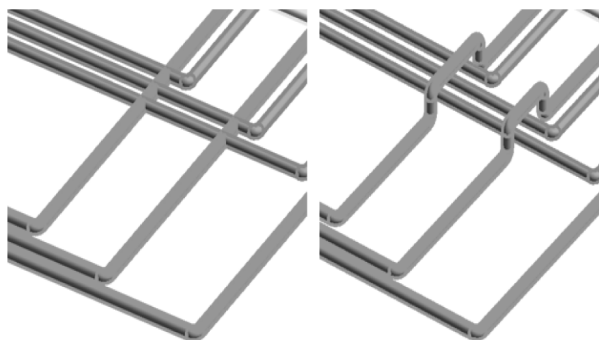


图 5 Revit 管道碰撞及修改图
Fig.5 Revit pipeline collision and modified diagram

量。应用软件可通过选中放大节点模型,展示三维的视图信息,让我们能更加真实清晰地观察节点。

图 5 中,传统的设备设计是基于二维的,并不

容易找到管道冲突。BIM 技术可用于在 3D 视图中直观地看到管道的详细设计，并找到管道碰撞的位置，以避免在实际施工不合理时返工。根据工程图纸信息，Revit 用于构建系统模型，完善设备设计。管道碰撞及修改。

2.2 预制构件阶段

预制构件的各种尺寸信息可被预制构件厂商从建筑 BIM 模型中快速直接地读取，保证所有加工信息能在预制构件在进行加工时准确无误，制定准确的零部件生产计划，施工单位也可以直接在零部件的生产过程中获取信息。为了确保预制构件的质量并建立预制建筑质量的追溯性机制，制造商可以在预制组件生产阶段植入包含各种预制构件几何形状，材料类型和安装位置信息的 RFID 芯片。在预制构件上使用 RFID 技术和相应的运输管理可以大大提高运输和存储效率，如图 6。

2.3 施工阶段

在施工阶段，BIM 技术的相关软件功能也可用

于安排施工现场，现场施工模拟，工程量计算和施工管理。

将各种部件运输到施工现场以进行现场组装是预制住宅建筑的特征。能不能把建筑构件一一的合理安放是一个关键。BIM 中的 Revit 软件允许虚拟施工现场的布局，当然包括放置组件的位置。塔式起重机的定位安装也重中之重。在软件中，可以通过虚拟模拟施工比较不同方案，选定最优的塔吊位置。Revit 独特的 3D 视图功能使我们能够直观地查看网站布局并识别优化不合理的点。Revit 场地布置如图 7 所示。

建筑装配在预制建筑的建造中起着非常重要的作用。BIM 中的 Navisworks 软件可以用来模拟三维施工。通过漫游模拟和施工动画，我们可以了解组装建筑的形状，并发现在提升过程中可能遇到的问题。并从易于讨论的角度记录问题信息，找到解决方案，并为预制建筑的施工过程提供技术支持。

施工进度是否与项目能否按时完成，质量和数量合理相关。BIM 技术可以在建筑物的三维，完整 4D 管理的基础上增加时间连接，并需要应用项目准备施工进度表。将 Project 中施工进度计划和 Revit 中

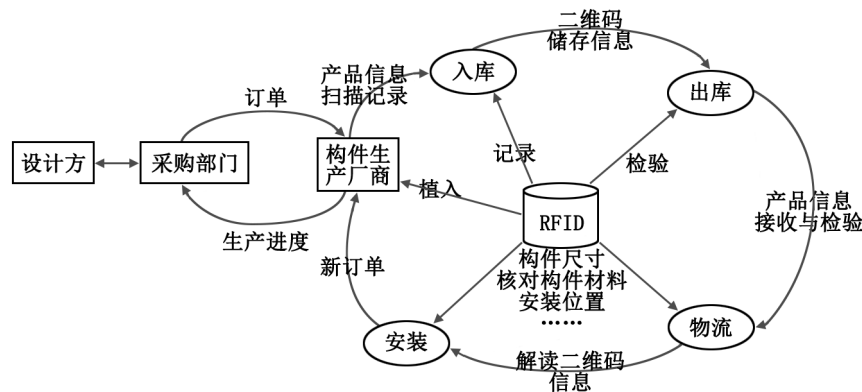


图 6 基于 BIM 和 R FID 技术的预制构件生产与物流流程优化

Fig.6 Prefabricated component production and logistics process optimization based on BIM and R FID technology

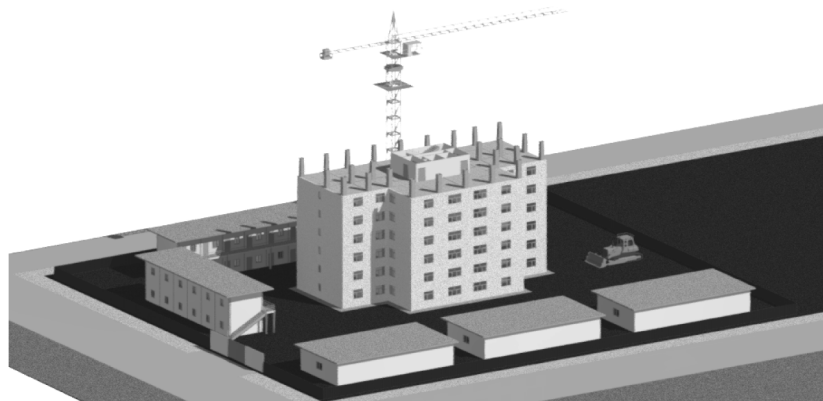


图 7 Revit 场地布置

Fig.7 Revit venue layout

建筑信息模型一起导入 Navisworks 中, 在 TimeLiner 下即可进行施工进度模拟, 通过比较实际项目进度, 及时调整施工进度, 有效避免进度延误。将成本信息录入 Navisworks 中还可完成对项目的 5D 管理。

3 结论

BIM 技术可以提高装配式建筑的设计, 生产和施工水平, 使生产链从设计阶段到运营维护阶段更加紧凑。通过合理应用 BIM 技术, 我们的工程质量可以在设计阶段通过 3D 模型得到保证, 从一开始就减少质量危害。

参考文献:

- [1] 曹江红, 纪凡荣, 解本政, 等. 基于 BIM 的装配式建筑质量管理 [J]. 土木工程与管理学报, 2017, 34(3): 106-109
- [2] 齐宝库, 李长福. 基于 BIM 的装配式建筑全生命周期管理问题研究 [J]. 施工技术, 2014(15): 25-29.
- [3] 任志涛, 郭林林, 郝文静. 基于 BIM 的装配式建筑项目集成管理模型研究 [J]. 建筑经济, 2018, 39(9): 27-30.
- [4] 张爱琳, 闫泽文, 惠之瑶. 我国建筑业 BIM 技术研究文献综述 [J]. 基建管理优化, 2018, 30(3): 2-8.

(上接第 46 页)

4 结论

1) 经过少量的迭代运算, 索力差值即趋于稳定, 实测索力与设计成桥索力的相对误差可控制在 5% 以内, 完全满足规范要求。

2) 通过有限元计算模型中对结构几何非线性效应的考虑, 有效避免了大跨拱桥几何非线性对计算结果准确性的影响。

3) 加权影响矩阵作为一种加速收敛的方法, 吊杆索力收敛速度较为均匀。

参考文献:

- [1] 刘迎春, 薛素铎, 李雄彦. 上承式拉索拱桥成桥索力优化研究 [J]. 北京工业大学学报, 2011, 37(9): 1343-1347.
- [2] 杨俊, 基于影响矩阵的大跨桥梁合理成桥状态与施工控制研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学交通学院, 2008.

- [5] 俞英娜. 基于 BIM 技术在装配式建筑施工中的应用 [J]. 建筑设计管理, 2018, 35(7): 85-88.
- [6] 高崧, 李卫东. 建筑信息模型标准在我国的发展现状及思考 [J]. 工业建筑, 2018, 48(2): 1-5.
- [7] 刘丹丹, 赵永生, 岳莹莹, 等. BIM 技术在装配式建筑设计建造中的应用 [J]. 建筑结构, 2017, 47(15): 36-39.
- [8] 肖阳, 刘为. BIM 技术在装配式建筑施工质量管理中的应用研究 [J]. 价值工程, 2018, 37(6): 104-107.
- [9] 王淑婧, 周启慧, 田东方. 工程总承包背景下 BIM 技术在装配式建筑工程中的应用研究 [J]. 工程管理学报, 2017, 31(6): 39-44.
- [10] PEZESHKI Z, IVARI S A S. Applications of BIM: a brief review and future outline [J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2018, 25(2): 273-312.
- [11] SALEHI S A, YITMEN. Modeling and analysis of the impact of BIM-based field data capturing technologies on automated construction progress monitoring [J]. International Journal of Civil Engineering, 2018, 10(5): 1-17.
- [12] MARCHINI A, PATZLAFF J O. Building information modeling (BIM) application in civil constructions intending the increase of service life [J]. Journal of Building Pathology and Rehabilitation, 2016, 1(1): 12-13.

(责任编辑 李新)

- [3] 任亮, 方志, 上官兴. 钢管混凝土拉索组合拱桥索力优化研究 [J]. 工程力学, 2010, 27(5): 153-158.
- [4] 张建民, 肖汝诚. 千米级斜拉桥空间非线性两阶段索力优化 [J]. 中国公路学报, 2006, 19(3): 34-40.
- [5] 颜东煌. 斜拉桥合理设计状态确定与施工控制 [D]. 长沙: 湖南大学土木工程学院, 2001.
- [6] 杨兴, 张敏, 周水兴. 影响矩阵法在斜拉桥二次调索中的应用 [J]. 重庆交通大学学报: 自然科学版, 2009, 28(3): 508-511.
- [7] 李斐然, 石磊, 张哲. 弯梁斜跨拱桥合理恒载状态研究 [J]. 计算力学学报, 2010, 27(5): 919-924.
- [8] SUNG Y C, CHANG D W, TEO E H. Optimum post-tensioning cable forces of Mau-Lo His cable-stayed bridge [J]. Engineering Structures, 2006, 28(10): 1407-1417.
- [9] 冯翔, 赵占锋等. 基于矩阵加权多模型融合的认知跟踪波形设计 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2018, 50(5): 30-33.
- [10] 孙永河, 李春好. 模糊 WINGS 视角下的 ANP 加权矩阵新构造方法 [J]. 计算机工程与应用, 2014, 50(12): 27-31.

(责任编辑 李新)