

BIM + 装配式全过程协同云平台的研发与应用

莫德荣, 李相缘, 李彩芬, 黄兰艳, 李书文

(广西建工第五建筑工程集团有限公司, 广西 柳州 545001)

摘要: 针对国内装配式建筑项目中存在信息的孤岛化、预制构件通用性弱及协同管理困难等问题, 本文构建了基于建筑信息模型(BIM)的一站式装配式全过程协同云平台。该平台基于网页图形库(WebGL)技术、浏览器/服务器(B/S)架构等, 集成了标准化预制构件族库、智慧工地管理模块和非接触式安装精度检测技术, 并通过互联网将参建各方联系起来。应用结果表明: 该云平台实现了装配式建筑从设计、生产、运输、施工到运维拆除的全生命周期闭环管理, 使项目建设效率显著提升, 信息资源得到高效整合。该平台已成功应用于实际工程项目, 验证了 BIM 技术和互联网技术在装配式建筑全生命周期管理的可行性。本文成果可为同类工程的数字化管理提供技术参考。

关键词: 协同云平台; 建筑信息模型(BIM); 标准化预制构件族库; 一站式管理; 装配式建筑; 建筑全生命周期
中图分类号: TU17; TU712; TU745 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-8993(2026)06-0022-08
doi: 10.13402/j.gcjs.2026.06.062

R&D and application of BIM + prefabricated full-process collaborative cloud platform

MO Derong, LI Xiangyuan, LI Caifen, HUANG Lanyan, LI Shuwen

(Guangxi Construction the Fifth Construction Engineering Group Co., Ltd., Liuzhou 545001, Guangxi, China)

Abstract: To address such issues as information silos, weak universality of prefabricated components, and difficulties in collaborative management in domestic prefabricated building projects, a one-stop prefabricated full-process collaborative cloud platform based on Building Information Modeling (BIM) is constructed. This platform is based on WebGL technology, browser/server (B/S) architecture, integrating standardized prefabricated component family libraries, smart site management modules, and contactless installation accuracy inspection technology, connecting all parties involved via the internet. Application results show that this cloud platform achieves closed-loop management of the whole life cycle of prefabricated buildings from design, production, transportation, construction to operation & maintenance, and demolition, significantly improving project construction efficiency and efficiently integrating information resources. This platform has been successfully applied in practical engineering projects, validating the feasibility of BIM and internet technologies in the whole life cycle management of prefabricated buildings. The results can provide technical references for digital management of similar projects.

Key words: collaborative cloud platform; building information modeling (BIM); standardized prefabricated component library; one-stop management; prefabricated building; whole life cycle of building

建筑领域的信息化建模研究可追溯至 1975 年, 其核心思想是借鉴制造业的产品信息建模

收稿日期: 2025-06-05

基金项目: 广西壮族自治区自然科学基金资助项目(桂科 AA19182023; 桂科 AB22080083); 广西壮族自治区柳州市自然科学基金资助项目(2020GBCA0402)

作者简介: 莫德荣(1988—), 男, 高级工程师, 从事 BIM 技术应用、装配式建筑施工技术的研发、施工管理等工作。

(product information modeling, PIM) 技术, 通过构建以产品为核心的紧密型专业协作团队, 提升全产业链协同效率。随着计算机软硬件技术的发展, 该技术逐步渗透至建筑领域, 并于 2002 年正式演变为建筑信息模型 (building information modeling, BIM) 概念^[1], 随后进入快速发展期。装配式建筑起源于第二次世界大战后的西欧, 20 世纪 60 年代起, 美、日等发达国家逐步推广其规模化应用^[2]。我国装配式建筑起步于 20 世纪 50 年代, 虽经初步探索后因故一度停滞, 但自 2010 年起, 鉴于传统建筑业面临的劳动力短缺和施工现场环境污染等问题, 国家重新大力推行装配式建筑的发展。

在装配式建筑 BIM 应用和全生命周期管理方面, 国内外学者开展了广泛研究。黄丙湖等^[3]、刘金泉^[4]、聿建华等^[5]、刘春艳等^[6]基于 WebGL 技术开展了 BIM 模型格式转化及轻量化研究, 以实现设计过程中的即时协同; 刘学胜等^[7]研发了实时云计算 BIM 引擎, 解决了低配置终端查看建筑 BIM 模型的难题; 付照祥等^[8]、左俊等^[9]、CHEN 等^[10]、WANG 等^[11]重点探讨了 BIM 技术在钢结构中的应用; JANG 等^[12]、CHANG 等^[13]将 BIM 技术应用于既有建筑裂缝检测及物联网互联; 何中明^[14]、杨珊珊等^[15]、徐敏^[16]、程兴^[17]虽论述了 BIM 管理平台在装配式建筑中的应用, 但未涉及配套管理软件的研发。

综上所述, 现有研究多侧重于装配式建筑全生命周期的单一环节, 且普遍缺乏标准化预制构

件族库(以下简称“族库”)的系统支撑, 导致参建各方形成信息壁垒、协同管理能力不足, 导致项目沟通成本高昂、建设周期延长。为此, 本文融合“BIM + 互联网 + 虚拟仿真 + 非接触检测”等技术, 开发了信息化、可视化的“BIM + 装配式全过程协同云平台”(以下简称“云平台”), 旨在为装配式建筑全生命周期提供一站式解决方案。

1 技术研发

1.1 技术路线

通过对国内装配式建筑发展现状的调研, 明确研发目标与云平台核心架构, 确立需攻克的关键技术清单。在此基础上, 开展详细研发与模块集成工作, 最终通过推广应用实现系统的持续完善与迭代升级, 具体图 1 所示。

1.2 主要研发内容

云平台的主要开发子项目及主要需求分析如表 1 所示。

1.3 重难点分析

(1) 云平台模块多、功能复杂。云平台需实现装配式建筑全生命周期的“一站式”管理, 需统一集成族库模型模块、智慧工地管理模块、“非接触”快速检测技术模块等; 各模块功能层级多, 模块间、模块与功能间、功能间均存在交叉关联, 导致后台通信逻辑复杂, 开发任务繁重。此外, 云平台还需支持 PC 端和移动端双端登录, 实现对装配式建筑项目的全流程管理。

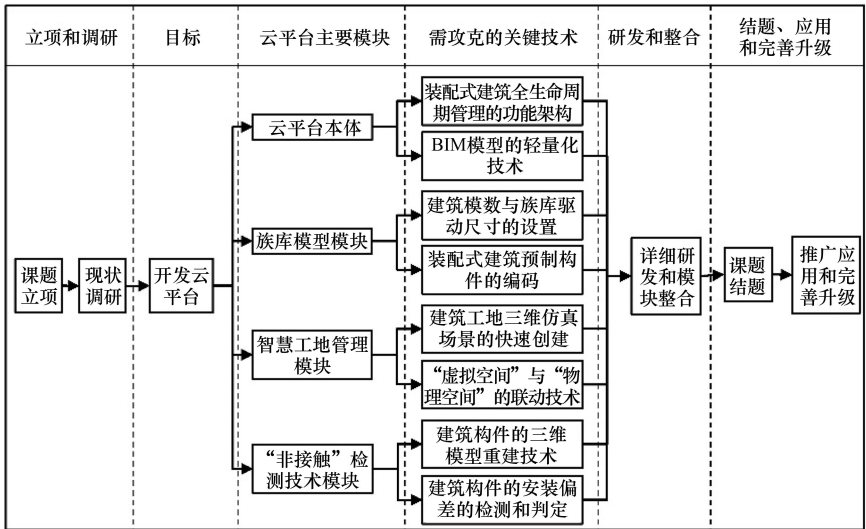


图 1 技术路线研发流程

表 1 主要开发子项目及主要需求分析

开发子项目	主要需求分析
云平台本体的开发	云平台自身除了具有识图建模、族库管理、图纸管理、预制构件生产管理、构件运输管理、施工现场管理、建筑物改造和拆除管理等功能外,还应能统一协调和管理族库模型模块、智慧工地管理模块、“非接触”快速检测技术模块等。装配式建筑的全生命周期管理,既可以通过 PC 端实现,也可以通过移动端实现
族库模型的开发	1)族库应能实现参数化驱动建模,即仅需要给定族库的驱动参数,就可以建立一个新的三维族库模型,以满足实际需求;2)族库命名应较系统,能基本满足现阶段装配式建筑在设计、构件生产、安装、检测等阶段的需求,且需搭建 3 000 个及以上
智慧工地管理模块的开发	1)利用简单的二维图纸,经简单操作,就可快速搭建建筑工地三维仿真场景,且能提供精确到楼层的三维地图导航功能;2)能实现计算中的“虚拟空间”与现实中的“物理空间”的联动响应
“非接触”快速检测技术模块的开发	1)可使用较经济的方案重建构件(建筑)的三维模型;2)根据重建的构件(建筑)的三维模型,判断其安装偏差是否符合要求

(2) 族库种类多、数量庞大,编码体系繁杂。国内虽已出台预制混凝土构件的国家及地方图集,但距标准化、参数化落地应用仍有差距。本文需开发不少于 3000 个可落地应用的族库,并构建系统、准确的编码体系;装配式建筑分为预制混凝土与钢结构两类——前者常用预制柱、预制梁、预制剪力墙、预制外墙等 10 余种构件;后者常用钢梁、钢柱、系杆等 10 余种构件。需按类别开发参数化族库,完成分类编码后上传至云平台,供用户选用。

(3) 现有三维建模工具操作复杂、开发周期长。当前工地三维仿真场景多依赖 Revit、SketchUp 等国外软件,存在操作复杂、开发周期长、成本较高的问题;且其生成的模型为信息“孤立”,需额外关联处理。此外,国外软件可能存在一些不可控因素和某些风险。

(4) 构件(建筑)三维重建与安装检测难度大。现有行业多采用工业级五镜头无人机+航带网式航线的航摄方案,但设备成本高,且五镜头相机倾斜角度固定、航线固化,难以针对装配式预制构件等特殊场景个性化采集影像,无法生成高质量三维模型^[18];即便生成模型,也难以与设计模型、规范要求自动对比。需研发兼具经济性与可行性的新型解决方案。

2 主要创新点

2.1 首创面向装配式建筑全生命周期的“一站式”协同管理平台

为实现云平台对装配式建筑全生命周期的

“一站式”管理,统筹各模块、功能的协同与通信,研发并确立的核心思路如下。

(1) 构建统一标准体系。以应用为主导,制定统一的数据格式和应用程序编程接口(application programming interface, API)规范,确保数据格式、应用接口及编码规则的一致性。

(2) 研发分层式云平台协同架构。以云平台为核心协调中枢,将参建各方需求、项目管理流程、建筑文档与信息统一汇聚,由云平台统一协调管理。其功能架构如图 2 所示。

(3) 管理其他“3 大模块”。云平台在实现自身核心功能的基础上,除管理族库模型模块、智慧工地管理模块、“非接触”快速检测技术模块等其他业务模块外,需同步保障各模块与功能的协同性;各模块间、功能间实时交换信息,关键信息将在云平台直观呈现,并自动推送至参建各方的对接人员。云平台与各模块的交互逻辑如图 3 所示。

(4) 形成“1 套建筑数据”。装配式建筑项目竣工后,云平台会整合生成一套三维数字化建筑数据包。该数据包同步构成“智慧工地的建筑 BIM 模型数据库”,为智慧工地(小区)建设、运营维护和改造拆除提供基础数据支撑。

在模型轻量化管理方面,基于网页图形库(web graphics library, WebGL)技术和工业基础类(industry foundation classes, IFC)标准,技术团队开发轻量化 BIM 引擎:先将三维模型拆分为几何数据和模型结构属性等非几何数据两部分,剥离非几何数据后,对剩余几何数据采用参数化或三角化几何描述、相似性算法等技术手段做轻量化

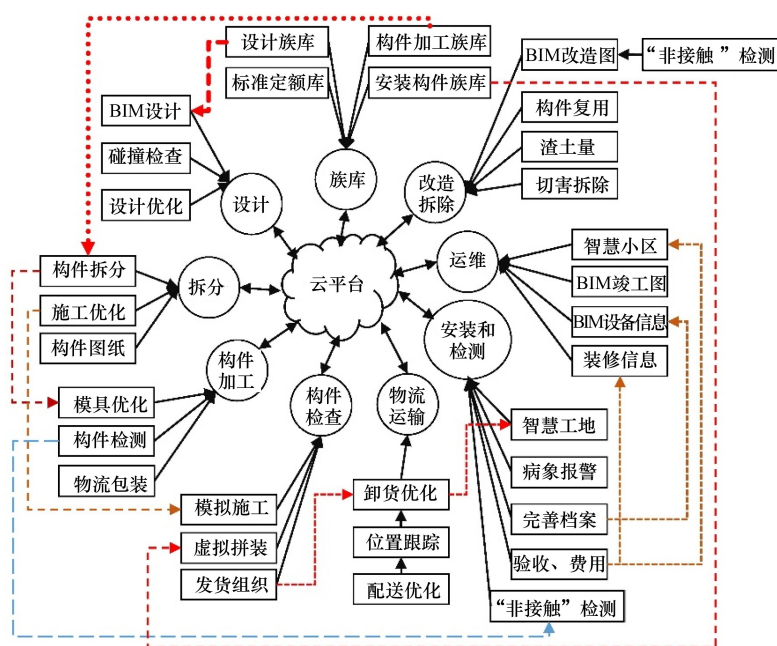


图2 云平台功能框架

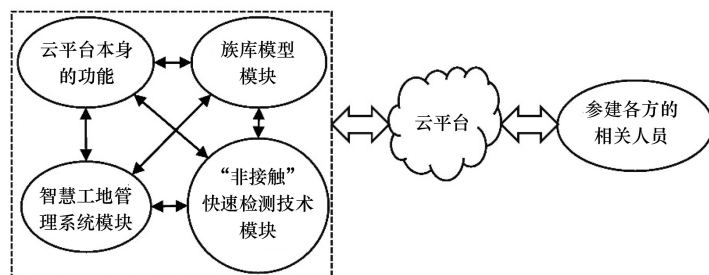


图3 云平台与各模块的交互示意

处理,以缩减模型体积;同时使用 B/S 架构,将“数据处理、计算”部署于服务器端(Server),“数据展示与交互”置于浏览器(Browser)端——充分利用云端计算优势,大幅降低浏览器端软硬件门槛,最终实现 PC 端与移动端双端登录云平台,完成装配式建筑项目全流程管理。

通过云平台,建设单位、设计单位、预制构件加工厂、施工单位、检测单位等参建方能够对装配式建筑项目开展“一站式”管理,极大程度节约了参建各方的沟通成本和时间。

2.2 构建了标准化、参数化的装配式建筑族库

搭建族库时,需综合考虑建筑模数、国家及行业图集、施工工艺与生产设备要求;以建筑模数作为核心驱动参数,其余尺寸通过数学公式设置为从动参数;使用时仅需输入驱动参数,即可自动生成对应三维模型。在命名规则方面,实行分类管理:装配式预制混凝土建筑,直接沿用国

家及行业通用图集的命名规则;装配式钢结构建筑,由于缺乏统一标准,其构件编码采用“拼音大写字母+短横线+3位数字”的组合规则。最后,族库文件以通用三维设计软件格式存储并上传至云平台,支持用户按需下载调用,具体流程如图4所示。本文累计开发4 477个标准构件动态族,覆盖设计、构件生产、安装、检测等全阶段需求,其界面如图5所示。

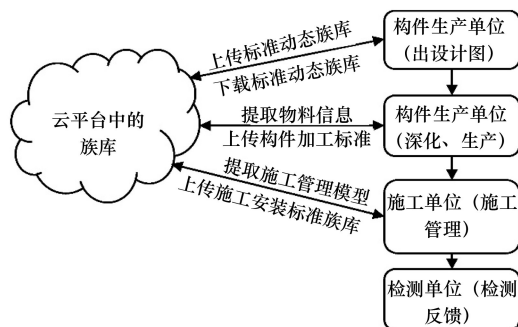


图4 族库的应用流程



图 5 云平台标准设计族库界面

2.3 自主研发轻量化三维仿真场景搭建工具

针对传统 3D 场景制作工具(如 3ds Max、Maya 等)学习周期长(通常需数月)、开发成本高等的痛点,研发了一款零基础友好、拥有自主知识产权的可视化场景编辑器(scene visualization editor, SVE)。SVE 采用数据驱动架构,支持将地理信息、建筑模型、设备数据、现场传感器等多源数据与三维场景进行关联;通过数据接口或软件开发工具集(software development kit, SDK),可实现与第三方系统的无缝对接和交互,打通“虚拟空间”与“物理空间”的联动响应,支撑智慧工地的可视化管理。即使是零基础的用户,仅需 30~60 min 的简单学习,即可独立完成建筑三维场景搭建。该工具不仅适用于“智慧工地”三维建模,还可拓展至“智慧小区”等场景的三维可视化构建。使用流程如图 6 所示。

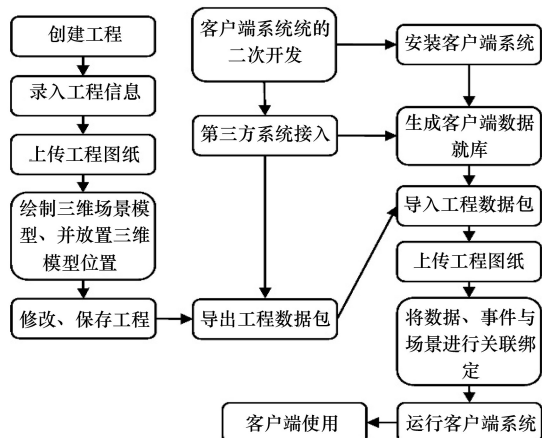


图 6 SVE 搭建三维模型流程

2.4 研发“非接触式”高精度快速检测技术

针对工业级五镜头无人机检测设备成本昂贵,且难以适配装配式建筑施工速度快、构件类型多、现场环境复杂等特征的痛点,传统检测方法检测普遍存在效率低、误差大、追索难、风险高等问题。为此,本文研发了一套低成本、高精度的“非接触式”快速检测技术。

该技术采用消费级无人机搭载机载相机采集构件(建筑)外观影像;经图像去噪、基线对齐等预处理后,利用卷积神经、基点和像素匹配及决策树技术等实现多源数据的有机融合^[19-21];继而通过三维点云处理、空间立体匹配及空三优化等处理,构建高精度三维模型。通过比对实测模型与控制性资料,计算构件轴线位移、标高偏差及垂直度等指标,依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2024)及《装配式混凝土建筑技术标准》(GB/T 51231—2016)完成安装质量评定。经实测试验,该技术检测最大误差约为 2.305 mm,满足上述规范对装配式结构位置与尺寸允许偏差的精度要求。此外,该技术不仅适用于装配式建筑,还可推广至桥梁、隧道等传统土木工程检测领域。具体检测流程如图 7 所示。

3 工程应用实证

大都熙园项目是广西壮族自治区首批装配式建筑示范项目,位于柳州市,采用装配式混凝土剪力墙结构体系。预制构件主要包括预制外墙板、

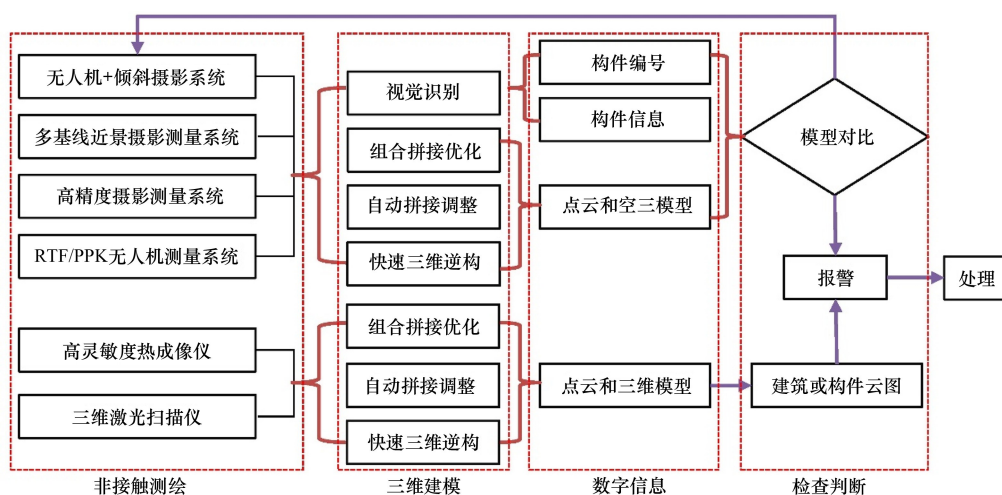


图7 “非接触”快速检测技术流程

剪力墙、凸窗、内隔墙板、叠合楼板及楼梯等。项目总建筑面积约为 158 313.35 m², 包含 9 栋高层住宅及 1 栋两层商业配套, 装配率达 51%。项目实施过程中, 全面应用了上述自主研发的云平台, 具体应用如下。

(1) 云平台支持 PC 端与移动端双端登录, 实现了项目各参与方的实时协同与数据互通, 其界面如图 8 所示。

(2) 在设计阶段, 通过云平台读取二维图纸, 快速转化为包含配筋信息的三维结构模型, 显著提升了建模效率。

(3) 在预制构件加工阶段, 基于 AI 算法, 综合考虑构件拆分规则、吊装能力及堆放场地等因素, 自动完成装配式建筑拆分; 随后生成预制构

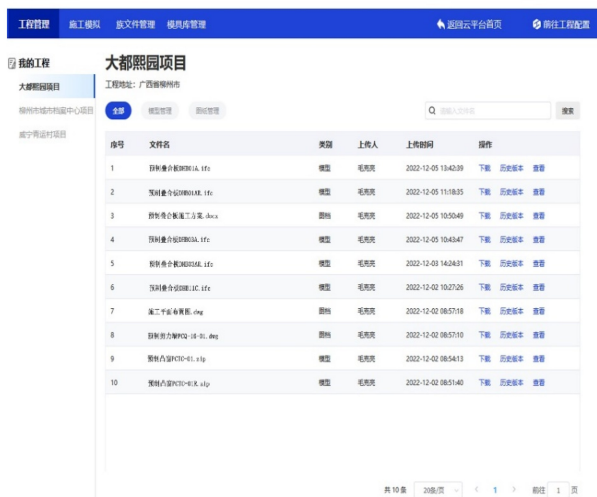
件生产工单, 并自动推送至下一道工序的相关人员, 流程如图 9 所示。

(4) 在预制构件运输过程中, 管理人员可通过登录 PC 端或移动端实时查看物流信息, 为现场施工机具调度及堆放场地规划提供数据支撑, 如图 10 所示。

(5) 在安装阶段, 应用“非接触式”检测技术生成构件三维模型云图, 并与设计模型及规范要求进行了对比, 对不合格项进行闭环处置, 如图 11 所示。

构件所有检验项验收合格后, 云平台移动端界面才会激活“发起质检”按钮, 方可提交质检申请(图 12)。该项目已于 2023 年 7 月顺利通过竣工验收, 实景如图 13 所示。

(a) BIM+装配式全过程协同云平台



(b)



(a) PC 端登录界面; (b) 移动端登录界面

图8 云平台双端登录界面

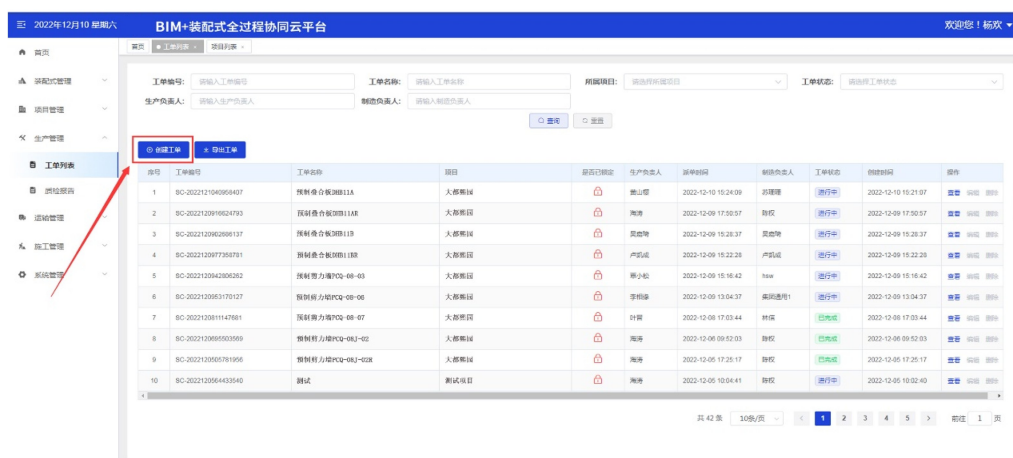
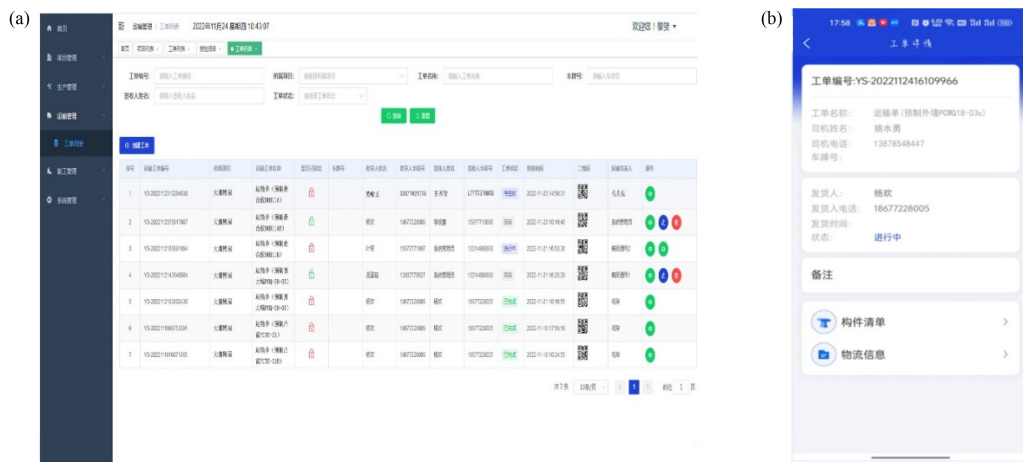
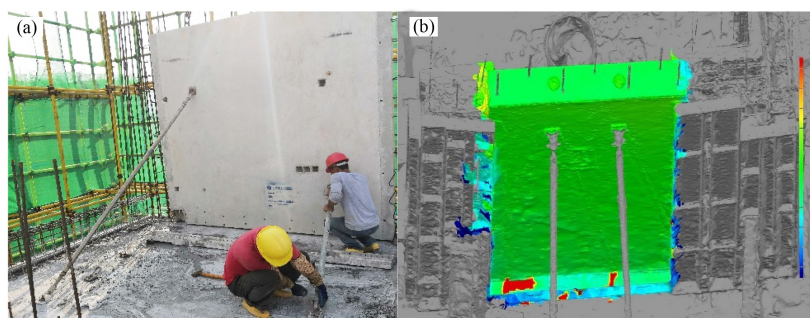


图 9 预制构件生产工单生成流程



(a) PC 端的物流跟踪; (b) 移动端的物流跟踪

图 10 预制构件运输过程的可视化跟踪



(a) 预制构件安装; (b) “非接触”检测

图 11 预制构件的安装和检测流程

4 结 语

本文研发的云平台及相关配套技术,覆盖了装配式建筑设计、加工、运输及“非接触”检测等全生命周期环节,并在大都熙园项目中成功应用,实现了参建各方对项目建设过程的信息化、三维可视化实时管控。鉴于目前国内绝大多数装

配式建筑尚处于设计使用年限内,云平台在建筑改造与拆除阶段的应用案例相对有限。尽管研发阶段已开展大量理论与试验研究,但在实际工程应用中仍遇到了一些不可预测的问题。这些问题反过来促进了相关技术的完善与新技术的研发,也推动了云平台功能的迭代升级。

装配式建筑未来发展将朝着全生命周期信息



图 12 移动端激活“发起质检”功能界面



图 13 建成后的大都熙园 3#楼实景

化、三维可视化协同管理及资源协同、全面自动化控制及管理监督、人工智能(AI)与 BIM 技术深度融合等方向演进。云平台虽专为装配式建筑开发,但从适用性来看,同样适用于非装配式建筑、工业建筑及桥梁等工程领域。从现阶段来看,云平台虽已实现较多功能,但随着行业发展,后期仍需升级完善:如增加族库种类与数量,扩大应用范围;深化人工智能(AI)技术与云平台的融合;增设针对非装配式建筑的模块与功能,进一步拓展其应用场景。

参考文献:

- [1] 李建成. BIM 概述[J]. 时代建筑,2013(2):10-15.
- [2] 王沛瑶. 基于 BIM 技术的装配式建筑全生命周期应用研究[D]. 天津:天津理工大学,2023.
- [3] 黄丙湖,王涛,徐帮树,等. 基于 WebGL 的 BIM 轻量化关键技术研究[J]. 计算机应用与软件,2023,40(10):29-35;82.
- [4] 刘金泉. 基于 WebGL 的 BIM 模型轻量化研究与实现[D]. 兰州:兰州交通大学,2023.
- [5] 毕建华,王军,刘春旭,等. 建筑信息模型轻量化协同

- [J]. 建筑结构,2021,51(增刊2):1267-1270.
- [6] 刘春艳,张王国. 基于云的 BIM 协同设计体系研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2017,9(1):113-117.
- [7] 刘学胜,刘勇,刘海成,等. 基于实时云计算 BIM 引擎施工协同平台研究[J]. 建筑结构,2021,51(增刊2):1258-1262.
- [8] 付照祥,许子龙,胡铁厚,等. BIM 技术在钢结构工程施工中的应用[J]. 建筑结构,2023,53(增刊2):2084-2088.
- [9] 左俊,戴成元,任俊霖,等. BIM 与 RFID 技术在钢结构工程中的集成应用方法[J]. 桂林理工大学学报,2024,44(2):268-275.
- [10] CHEN S X, WU J, SHI J L. A BIM platform for the manufacture of prefabricated steel structure[J]. Applied Sciences,2020,10(22):8038.
- [11] WANG Y G, HE X J, HE J, et al. Virtual trial assembly of steel structure based on BIM platform[J]. Automation in Construction,2022,141:104395.
- [12] JANG K, KIM J W, JU K B, et al. Infrastructure BIM platform for lifecycle management[J]. Applied Sciences, 2021,11(21):10310.
- [13] CHANG K M, DZENG R J, WU Y J. An automated IoT visualization BIM platform for decision support in facilities management [J]. Applied Sciences, 2018, 8(7):1086.
- [14] 何中明. BIM 技术在项目全生命周期中的应用研究[J]. 建材与装饰,2023,19(14):72-74.
- [15] 杨珊珊,陈春苗. BIM 云平台在装配式建筑全过程协同管理中的应用研究[J]. 城市周刊,2022(41):52-54.
- [16] 徐敏. BIM 技术在 EPC 项目全生命周期中的一体化应用研究[J]. 内蒙古科技与经济,2022(18):112-113.
- [17] 程兴. BIM 技术在某 EPC 项目全生命周期中的应用研究[D]. 邯郸:河北工程大学,2019.
- [18] 孙保燕,韦龙华,周鑫,等. 基于消费级无人机的突兀大高差场地三维建模[J]. 测绘通报,2021(7):111-116.
- [19] 孙保燕,周鑫,覃禹程,等. 非测量相机在异形文物三维模型重建中的应用[J]. 桂林理工大学学报,2022,42(2):450-454.
- [20] 孙保燕,莫春华,薛伟,等. 红外成像和倾斜摄影三维融合在建筑检测中的应用[J]. 红外技术,2022,44(9):991-998.
- [21] 张玉涛,孙保燕,莫春华,等. 无人机与三维激光扫描融合的拱桥三维重建[J]. 科学技术与工程,2023,23(6):2274-2281.