

浅析轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台建设

安 波

广东白云学院, 广东 广州 510000

[摘要]轻钢集成绿色建筑属于装配式建筑发展的主要方向,智能建造管理平台的创建对实现全生命周期数字化掌控、改善建造速度和绿色效益有着十分重要的意义。目前平台建设存在着数据集成不够、协同机制不健全、智能决策支持能力弱、运维保障不到位等主要问题。装配式复杂钢结构建筑要实行全过程数字化交付,统一数据存储、交换及交付标准,促使建筑工程全生命周期数据打通,冲破信息孤岛。因此提出建立统一的数据标准和架构体系、加强 BIM 和物联网的深度融合、健全智能决策系统、完善运维保障体系等改善途径,期望能对轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台创建起到一定作用。

[关键词]轻钢集成;绿色建筑;智能建造;管理平台

DOI: 10.33142/ect.v4i7.20130

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Brief Analysis of the Construction of an Intelligent Construction Management Platform for Light Steel Integrated Green Buildings

AN Bo

Guangdong Baiyun University, Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract: Light steel integrated green buildings belong to the main direction of prefabricated building development. The creation of an intelligent construction management platform is of great significance for achieving full lifecycle digital control, improving construction speed and green benefits. At present, there are major problems in platform construction, such as insufficient data integration, inadequate collaboration mechanisms, weak intelligent decision support capabilities, and inadequate operational support. Prefabricated complex steel structure buildings should implement full process digital delivery, unify data storage, exchange, and delivery standards, promote the integration of data throughout the entire life cycle of construction projects, and break through information silos. Therefore, it is proposed to establish a unified data standard and architecture system, strengthen the deep integration of BIM and the Internet of Things, improve the intelligent decision-making system, and perfect the operation and maintenance guarantee system. It is expected to play a certain role in the creation of a light steel integrated green building intelligent construction management platform.

Keywords: light steel integration; green building; intelligent construction; management platform

引言

轻钢集成建筑以轻质高强、施工方便、绿色环保为特点,已经成为建筑业转型升级的主要方向。装配式钢结构建筑具有绿色低碳、抗震性能好、施工速度快等特点,是建筑业转型升级的主要方向。与此同时,以 BIM、物联网、人工智能为代表的最新一代信息技术正在迅速地渗入建筑业当中,智能建造也成了行业提质增效的主要方式。但是轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台建设还处在探索阶段,现有的实践大多只对某个环节进行数字化的应用,缺少对整个生命周期“设计、生产、施工、运维”进行系统性的平台架构。怎样创建适应轻钢集成建筑特点的智能

建造管理平台,达成从数据收集到智能决策的闭环控制,这是当下急需解决的重要问题。

1 轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台的建设理论基础以及发展需求

轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台的创建依靠诸多理论根基支撑。全生命周期管理理论认为建筑项目的规划设计、构件生产、现场施工、运维拆除等各个阶段之间存在信息贯通和协同管控的关系,数字化转型理论说明了数据驱动决策、业务流程重组、组织能力转变之间的内在联系,建筑信息模型理论给多维信息集成、可视化协同提供技术支持。上述理论的交叉融合,就成为智能建造管理

平台创建的学理支撑。

就产业需求而言,轻钢集成建筑的规模化发展需要一个完善的管理平台。一方面,轻钢集成建筑具有“工厂预制+现场装配”的典型特征,构件种类繁多、精度要求高、装配流程紧密,必须依靠数字化平台来实现生产计划、物流调度和现场安装三者之间的精准对接。轻钢集成体系建筑,数字化技术同它融合,从智能规划与设计、自动生产与施工、数字运维与监测、全过程管理等各个方面推进轻钢集成体系建筑工业化、数字化、智能化升级,加快其建造范式变革。另一方面,绿色建造目标约束需要对能耗、碳排放、材料利用率等绿色指标进行全过程的监测和动态优化,也需要依靠智能管理平台的数据采集和分析能力。

2 轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台的构建内容

2.1 平台总体架构设计与功能组成

基于轻钢集成绿色建筑产业特征,智能建造管理平台总体架构宜采用“基础设施层—数据层—服务层—应用层”的四层架构,遵循统一数据标准、模块化功能部署、开放式接口集成的设计原则。平台创建统一的接口,包含 BIM 建模项目接口、构件清单数据接口和公共组织数据接口,以 WEB 地址的形式向第三方应用平台提供调用服务。

基础设施层要搭建物联网感知终端、边缘计算节点和云基础设施,从而达成施工现场、生产工厂、物流环节的即时数据采集与传送。数据层属于平台核心资产层,应当创建包含 BIM 模型库、构件属性库、施工进度库、质量安全库、绿色指标库等各类数据资产目录的统一数据资产目录,消除各个业务系统的数据壁垒。服务层为共性技术支持, BIM 引擎、物联网平台、AI 算法库、报表引擎等属于服务层。应用层根据不同的用户角色提供项目管理、生产调度、质量安全、绿色监测、智能决策等各个方面的功能模块,从而达到领导层决策支持、业务层风险控制、项目层执行管理的三级协同。

表 1 轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台功能模块

功能层级	核心模块	主要功能
决策层	智能决策模块	数据驾驶舱、趋势分析、风险预警
管理层	项目管理模块	进度管控、质量安全、成本管理
执行层	生产调度模块	计划排程、物料追踪、装配指导
运维层	绿色监测模块	能耗监测、碳排放核算、性能评估

2.2 平台业务流程与全生命周期协同管理

智能建造管理平台的主要价值就是重新塑造业务流程,达成全过程的协同控制。设计阶段平台要支持 BIM

正向设计、参数化建模、设计协同,创建预制构件标准化设计库来提高设计效率和构件的可重复使用性。使用数字化 BIM 模型开展结构、外围护、内装、设备、管线五个系统的多专业协同一体化设计,提升建筑的整体性,防止二次拆分设计,发挥装配式建筑系统集成的优势。生产阶段要打通设计数据和生产设备之间信息通道,把 BIM 模型变成生产指令,支持柔性生产排程和质量追溯。施工阶段平台应该具有进度管理、物料追踪、智能预警等智能化功能,用物联网感知设备对安装精度和施工安全进行实时监测。运维阶段平台要接入建筑能耗监测、结构健康监测等系统,对建筑运行情况进行跟踪,给绿色性能改善给予数据支持。

3 轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台建设存在的主要问题

3.1 数据集成与信息共享程度不足

数据是智能建造管理平台运行的基础,但是目前轻钢集成绿色建筑领域数据集成、共享的程度很低。建筑物从规划到建成,会牵涉到众多企业的分段管理,设计、制造、施工等各环节都有各自的系统,彼此之间缺少统一组织管理,造成一个个信息孤岛^[1]。各个参与方所用的软件系统不同,数据格式也不一致,造成 BIM 模型信息不能在各个阶段、各个主体之间顺畅地传递。装配式钢结构建筑宜采用全过程数字化交付,统一数据存储、交换和交付标准,实现建筑工程全生命周期的数据贯通,打破信息孤岛,但是目前实践中各个阶段的数据标准还没有统一,信息共享缺少制度保障。

设计阶段常用的 Revit、Tekla、PKPM 等 BIM 软件底层数据结构彼此之间不能兼容,导出的构件清单和几何信息需要大量的人工录入工作,既费时又容易造成数据的偏差。生产环节的 MES 系统和设计端没有直接的接口,冷弯成型设备的加工参数仍然需要手工输入,设计变更不能及时推送到生产线,造成已经生产的构件报废或者现场安装冲突。施工阶段项目管理系统的部署大多在各个项目部,与企业管理平台之间存在数据同步慢的问题,使得项目的进度、质量、安全等各方面信息不能及时地传达到决策层。运维阶段需要的结构健康监测、能耗统计等数据也没有很好地接收到竣工 BIM 模型中,大量的有价值信息在移交环节中断,造成全生命周期数据闭环难以实现,严重制约了平台综合效能的发挥。

3.2 智能建造业务协同机制有待完善

轻钢集成建筑包含设计、生产、运输、施工、运维等

各个环节,各个环节之间的业务协同对于平台的高效运转起着至关重要的作用^[2]。但是集成管理模式并不是把所有的管理流程都集中到一个系统里,而是用数据流把原来独立的分段管理系统集成到云端的数字建造平台上。目前的平台建设大多只重视技术层面,对于业务流程的重组以及组织协同机制的建立缺少足够的关注。分段管理系统虽然已经建立起来,但是各个部分之间数据的交互没有统一的规划,设计变更不能及时地传递到生产、施工环节,造成信息滞后和资源浪费。

3.3 平台智能分析与决策支撑能力不足

现有的平台大多只是停留在数据的采集和可视化展示上,并没有对数据进行深入的数据挖掘以及智能分析的能力。装配式钢结构建筑应该使用物联网、大数据、云计算等技术,建立工程项目级、企业级、行业级的建筑产业互联网平台,逐步形成行业基础数据库、业务资源数据库,打通上下游产业链。但是目前大部分平台的 AI 算法应用还不成熟,不能对历史数据和实时数据进行准确的预测和优化决策。绿色性能评价、碳排放核算等大多依靠人工填写,自动化程度不高,决策支持作用不大。

3.4 平台运维管理与信息安全保障存在挑战

平台建成之后的运维管理以及信息安全保障会遇到诸多难题。平台应用层 IBMS 集成管理模块包括 BIM 模型、GIS 模型展示操作,可以实现模型漫游展示、模型放大缩小、模型旋转、模型定位等。但是平台的持续经营要依靠稳定的资金投入和专业人才的支持,中小企业在这方面资源不足。同时轻钢龙骨体系的运维中验收和巡检要消耗大量的人力物力,正在研究的巡检机器人技术可以避免人工验收和巡检时出现的漏检、高成本等现象。建筑数据的敏感性越来越突出,平台网络安全防护能力不够强就会造成数据泄露的风险,从而影响平台的深度应用和推广。

4 轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台建设优化策略

4.1 建立统一的数据标准与平台架构体系

解决数据集成的根本就是创建统一的数据标准及平台架构体系。装配式复杂钢结构建筑要采取系统集成的方式,协调各个专业、各个系统的工艺技术要求,对设计、生产、运输、堆放、施工安装的全过程进行统筹。应制订轻钢集成建筑领域 BIM 数据交换标准、构件编码标准和绿色数据采集标准,保证各个阶段的数据可以互相操作。从架构上来说应该采用微服务架构和开放 API 的设计方式,可以使得第三方系统自由地接入进来,从而防止平台

功能的封闭以及碎片化。

就 BIM 数据交换标准而言,应当确定各个阶段的模型精细度等级以及信息交付要求,从而使得设计模型在生产、施工、运维等不同阶段之间可以逐步过渡。构件编码标准应采用分层编码结构,包含项目编号、构件类别、规格参数、生产批号等重要信息,生成二维码或者 RFID 标签并和实物一一对应,实现一物一码的全流程追溯。绿色数据采集标准要规定碳排放、能耗、材料利用率等主要指标的采集频率、计算方式和上报格式,保证绿色评价结果具有可比性、公信力。平台架构上,宜选用 Spring Cloud 或者 Dubbo 等微服务框架,把项目管理、生产调度、质量安全、绿色监测等功能拆分成独立的微服务,分别部署、独立升级,减小系统耦合度。开放 API 应该采用 RESTful 风格,用 JSON 格式来承载数据,同时要建立完善的接口鉴权和流量控制,保证第三方系统的接入安全稳定,从而达到平台的可扩展、可集成、可持续演进的目的。

4.2 深化 BIM 与物联网技术融合应用

BIM 同物联网深度整合,是达成平台智能化升级的重要途径。BIM 模型依靠构件 ID 同信息、数据交互处理,包含模型解析和存储,借助插件把模型拆分成土建模型、MEP 模型和族模型,创建 ID 构件清单,用 ID 码联系构件和实物数据^[3]。在轻钢集成建筑中应该推广使用构件 RFID 电子标签,从生产到安装全过程进行追溯。构件埋设无线射频芯片,用无线射频芯片对构件进行生产、运输、安装和后期运维的建筑全生命周期管理,对构件进行一物一码标识,可以实时追踪,随时掌握构件的生产、运输、安装状态。同时利用物联网感知网络实时获取施工现场环境数据、设备运行数据和能耗数据,并同 BIM 模型动态关联起来,创建出数字孪生场景,从而达成物理空间和数字空间之间的实时映射以及相互作用。

4.3 完善智能决策与全过程数字化管理机制

提高平台智能决策能力要从算法模型和管理机制两方面着手。使用基于 BIM 的正向设计和项目管理信息平台,集成成熟的钢材、混凝土、墙体生产线,创建智慧建造信息化系统。应该采用机器学习算法来创建轻钢集成建筑质量预测模型、进度优化模型和能耗分析模型,从而达到由经验决策向数据驱动决策的转变。在管理机制上,平台创建统一的接口,包含 BIM 建模项目接口、构件清单数据接口和公共组织数据接口,以 WEB 地址为接口提供给第三方应用平台,采用 HTTP 连接地址参数的方式控制调用行为和控制参数,并用 JSON 数据集格式反馈调用结

果。并且创建起全过程数字化交付及验收制度,确定各个阶段的数据交付标准以及责任方,保证平台数据的完整准确。

4.4 健全平台运维保障与持续优化体系

平台可持续发展要依靠完善的运维保障和持续优化体系。应该创建起“建设-运维-迭代”闭环体系,设置专门的平台运维队伍,对数据质量进行日常管理,对系统运行状况实施监控,对用户开展培训工作。从安全角度来说,装配式复杂钢结构建筑要实行全过程数字化交付,遵照知识产权保护以及网络数据安全相关要求。应当建立多层次的网络安全防护体系,对敏感数据进行加密存储和传输,定期开展安全审计和渗透测试。另外还要建立用户反馈及需求收集制度,定期对平台使用情况进行评价,按照业务需求变化和技术发展动态不断改善平台的功能,保证平台的适用性以及先进性。

5 结语

轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台的创建,能成为推进建筑产业绿色、高质量发展的主要动力。目前平台建设还存在着数据集成、业务协同、智能决策、运维保障等

诸多问题。未来要努力推进统一的数据标准创建,加强 BIM 同物联网技术的结合,健全智能决策体系,完备运维保障制度,向着信息化管理到智能化控制迈进。伴随着人工智能、数字孪生这些新科技不断渗透进来,轻钢集成绿色建筑智能建造管理平台会向着更高级别的智能化发展,给建筑业的绿色低碳转型赋予强有力的支撑。平台创建要重视组织流程的重新塑造和复合型人才的培养,在实践中不断更新改良,才能使平台的功能同业务需求相契合并发挥作用。

[参考文献]

- [1]谢轶莎,彭雄,李颖,等.装配式轻钢轻混房屋及智慧建造技术体系研究[J].施工技术(中英文),2022,51(22):12-16.
 - [2]邓朗妮,戴薇,罗日生,等.基于 BIM 的装配式钢结构构件复核及信息管理[J].铁道标准设计,2025,69(11):109-116.
 - [3]熊浩,伍军,蔡国庆.装配式建筑全寿命周期智能建造技术体系构建[J].铁道工程学报,2023,40(5):96-101.
- 作者简介:安波(1979—),就职于广东白云学院,毕业于东北大学项目管理专业。