

基于 BIM 与精益建造的数据驱动式项目管理平台的探索与应用

张海滨¹ 王兴龙² 张晓娜¹ 穆 瑞¹

(1. 中建六局建设发展有限公司, 天津 300451;

2. 中国建筑科学研究院有限公司, 北京 100013)

【摘要】建筑信息模型(BIM)技术应用范围在不断扩展,为设计阶段及建造前期施工模拟提供了极大方便,但后期应用深度不足。精益建造主要集中于建造过程中的应用,通过精益化管理减少浪费、提高效率。将两者结合可以更好地发挥各自优势,基于此,本文主要针对施工阶段 BIM 应用问题进行研究,构建基于 BIM 与精益建造的数据驱动式项目管理平台(文中称施工精益建造管理平台),解决施工阶段管理粗放问题,实现数据驱动的施工过程精益建造管理,助力施工企业数字化转型,并为 BIM 技术的开发和应用提供新的方法和思路。

【关键词】数据驱动; 施工过程; 精益建造; BIM 应用; 数字化转型

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息技术》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

引言

建筑业是我国国民经济的重要支柱产业,但效率依然比较低。一方面是由项目自身的复杂性、管理过程的非标准化造成的;另一方面是由数据之间的共享协同存在困难,脱离数据联动,各业务单元之间难以形成有效协同造成的,没有实时的准确数据,只能事后整理报表,使管理决策缺乏依据。BIM (Building Information Modeling) 作为一项新兴的信息化技术,已经成为实现建筑企业生产管理标准化、信息化以及建筑产业化的重要技术基础之一,国家层面的重视程度也在提高。精益建造(Lean Construction)自 1993 年被引进建筑业,逐步为业内人士所接受,近年来越来越多企业将管理视角转向精益建造,旨在以精细化管理减少浪费、增加效益并创造价值。

由于建筑业对 BIM 与精益建造的重视程度越来越高,对两者分别进行的研究很多,但很少有人将 BIM 技术与精益建造作直接联系并进行应用,事实上两者之间具有强相关性,赵彬、牛博生等对建筑业中精益建造与 BIM 技术的交互关系进行了研究,强调在具体实践中应该用整体思维去把握两者的协同作用,不应孤立看待^[1]。黄恒振结合 BIM 的技术优势和精益建造的组织优势,对工程进度管理进行了研究^[2],并没有扩展到项目管理的其他方面。精益建造与 BIM 都是建筑业先进的建造理念,二者都旨在减少浪费、创造价值,将二者集成有利于实现我国建筑业发展方式的转变^[3]。以往研究多强调两者结合的优势,并没有真正在应用方面结合,因此,我们将精益建造与 BIM 技术结合来创新数据驱动式项目管理,以期通过两者的结合完成更高效、精细的项目管理工作。

【基金项目】 国家重点研发计划“绿色施工与智慧建造关键技术”项目“基于 BIM 的信息化绿色施工技术研究与示范”(编号:2016YFC0702106)

【作者简介】 张海滨(1980-),男,工程师,主要研究方向:BIM 数字化应用,精益建造,企业数字化转型;张晓娜(1991-),女,硕士,主要研究方向:精益建造、BIM 技术应用、建设项目管理。

1 概念描述及现状分析

1.1 概念描述及分析

BIM 技术是一种应用于工程设计建造管理的数据化工具,通过参数模型整合项目的相关信息。BIM 模型中的所有数据是施工过程数据的基础,由此,根据目前 BIM 应用现状,BIM 作为一个为设计阶段决策提供可靠依据的信息交换中心,可以为施工过程精益管理提供强有力的数据支撑^[4]。在此,我们不仅要关注 BIM 的 Building Information Modeling 这一含义,还要关注国际 BIM 联盟对 BIM 的另一种解释:Building Information Management,也就是说本文是始于 BIM 模型,却终于 BIM 管理,旨在利用数字模型中的信息对商业过程进行组织与管理,以提高资产全生命周期信息共享的效果。

精益建造是将精益思想与建筑业业务结合应用,它面向建筑产品的全生命周期,协调建造过程各参与方利益和需求,强调信息流的畅通连续性,以持续减少和消除浪费并创造价值,实现建筑企业的利益最大化^[5]。过程战略是精益建造的一个重要发展方向,旨在提升施工现场建造过程^[6]。在目前建筑业 BIM 应用的环境下,过程战略的一个重要方向是通过应用精益建造管理工具,结合信息化与 BIM 技术,建立现场管理模型,提升施工建造管理过程。

施工过程的数据信息是控制进度和成本的关键因素,数据的真实性、连续性是精益建造对数据流的根本要求,在此基础上,建造全过程的施工数据联动、共享不仅可以真实记录项目施工信息,更重要的是联动项目各单元,有效提升施工管理水平。数据驱动的施工精益建造管理通过联合调动施工各参与方,记录实时生产数据的流转,数据随着各施工工序的发生而变化、联动,再经有效数据平台的自动分析,达到提前预警并实现产值及进度的自动计算,最终形成可视化的施工进度看板,为管理决策提供依据。

1.2 现状分析

目前市场已有的 BIM 产品主要分为前期设计、建模模拟、集成应用三个阶段,应用模式主要集中在工程建设前期,施工过程管理相对薄弱,这也是导致 BIM 技术的应用向施工阶段转移困难、施工单位接受程度有限的主要原因。在施工阶段,现有

BIM 相关产品主要集中在前期数据模拟,但实际施工过程应用深度不足,少数产品具有实际施工数据收集的功能,但多为单点填报式,有些甚至只是以图片形式上传,数据之间是相对独立的,这使原本为一个整体的项目割裂成一个个断面,丧失了项目的系统性,也无法发挥数据之间的联动作用,往往使得各个业务单元各自为政。BIM 数据处于碎片化、离散状态,缺乏系统共享性,BIM 的优势没有发挥到最大。

住建部在《2016~2020 年建筑业信息化发展纲要》中提到,要加强 BIM 技术在施工过程中的基础应用及集成应用研究,实现全过程信息化^[7]。各地区住建委也纷纷出台相关政策,鼓励企业推行 BIM 技术应用,充分发挥 BIM 技术的应用价值^[8]。

基于以上现状,该平台主要面向施工单位及施工管理单位,用于数据驱动的施工全过程管理,助力施工建造过程中项目管理工作,获取施工实时数据,同时通过该平台建设方也可随时掌握施工实时情况。平台开发计划一年半之内完成,前期致力于基础功能开发,后期将进一步挖掘工程数据的深度应用。

2 平台总体架构

平台总体架构设计以“卓越建设效益管理体系”为理论支撑,构建基于 BIM 与精益建造的数据驱动式项目管理平台。系统架构设计为用户层、应用层、数据层、基础设施四层设计。平台基于云主机建立 SaaS 架构平台,为施工方、分供方、分包方三方人员提供数据驱动式项目管理服务。平台系统架构详见图 1。

平台数据驱动设计思路,将总体设计框架主要分为三大模块:5D-BIM、施工过程精益管理、数据分析。三个模块相互依赖、相互作用,形成一个完整的基于 BIM 技术的数据驱动施工精益建造管理系统。平台数据驱动设计框架详见图 2。

2.1 5D-BIM 模块

5D-BIM 模块是集三维模型、成本预算、进度计划于一体的施工前所做的综合模型,是基于计划信息所构建的计划模型架构,该架构一方面用于施工计划信息模拟,发挥着传统 5D-BIM 的作用,主要是可视化模拟、碰撞检查、质量安全定位等,通过模拟发现施工过程中可能出现的问题,据此对施工

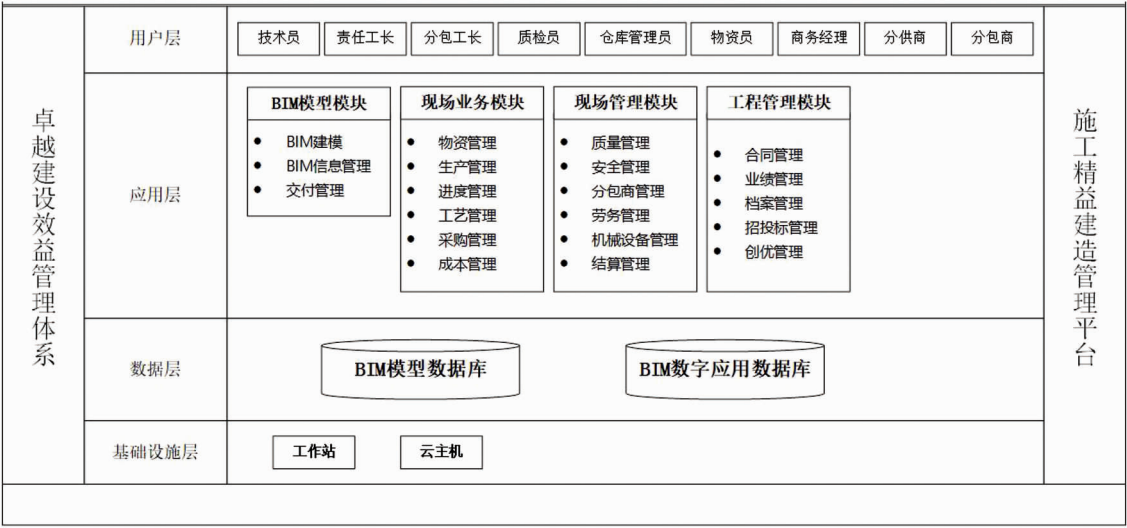


图 1 施工精益建造管理平台总体架构设计

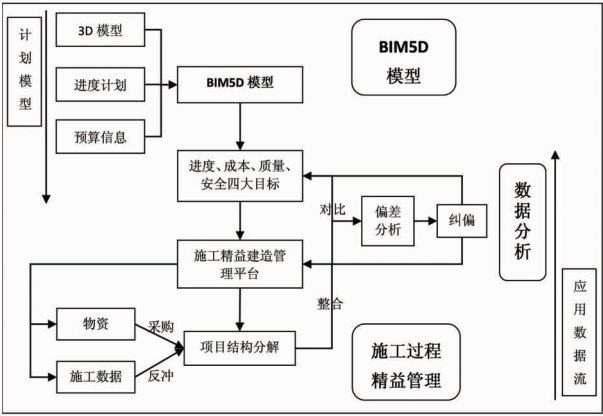


图 2 施工精益建造管理平台数据驱动设计框架

方案进行优化。另一方面为施工精益建造管理模块,即实际施工数据流转提供模型支撑,作为施工数据运行的基础平台。

2.2 施工过程精益管理模块

施工过程精益管理是系统的数据核心,在精益建造系统中起到至关重要的作用,是施工过程数据流转中心,承载着整个施工过程中形成的实时数据的流转任务,以数据驱动项目过程管理。具体而言,基于 5D 模型对项目进行流水段划分,根据不同流水段具体情况生成相应施工任务,施工任务包含工期、工程量、物资量、分包方等具体信息。各项施工任务之间存在施工流程的前后制约关系,施工任务的制定自动生成关联的材料计划、劳动力计划、机械进场计划需求表。一项任务的反馈,将引起与之相关的下一工序的开始,施工数据随着施工任务

的转移同步流转至下一施工节点,直至全部任务结束。此方式不再依赖于单点式、填报式的数据收集,而是将不同施工任务形成的处于碎片化、离散状态的数据实现联动,充分发挥施工精益建造管理的系统性、共享性优势。施工任务形成施工数据的同时,以施工数据的流转推动施工任务的进行,获取施工进度,了解实时施工情况,随时掌握施工过程数据。

将模型与实际施工进度、实际资源投入按照一定的规则进行关联,可自动生成施工过程模拟动画,从而得到实际数据运转的 5D 模型,以多维度表达工程的建造过程。与此同时,基于基础数据的各类工程报表也可随着项目的进展一键生成。生成的施工实时可视化施工模型和实时报表可用于指导现场施工,为项目管理人员及时发现问题并制定相应管理决策提供实时数据支撑,从而真正实现以数据驱动项目现场施工过程管理。

2.3 数据分析模块

数据分析模块以 5D - BIM 基础架构和施工精益建造管理为基础,进行计划数据与实际数据的实时对比分析,以分析结果为依据指导施工管理决策。在项目层面,随着项目进展施工实时数据的产生,相应的进度、成本、质量、安全等信息都将随之产生,系统自动统计生成实际进度表、人材机用量表、质量检查表、安全检查表等。这些信息可与模型中的计划数据形成对比,进行商务三算对比分析,偏差超过警戒值,管理人员可以根据实时对比

情况寻找问题根源,及时纠偏,提高问题响应效率,制定管理措施。在公司层面,不仅可以实时掌握每个项目数据,还能获取不同项目对比数据,了解项目整体情况,以数据对比分析结果辅助企业管理决策,提高企业管理水平。

3 功能的实现

3.1 数据驱动施工精益建造管理

通过系统可实现 5D-BIM 模型模拟、数据驱动施工过程精益建造管理、实时数据对比分析三个基础功能。5D-BIM 模型是整个平台基础架构,数据主要基于建模标准建立模型信息,以通用标准建立便于数据的后期应用,将模型转换成 IFC 格式,方便施工过程中的数据应用,不再局限于建模工具内的应用。前期基础架构的搭建和数据的准备,为后期应用提供基础,在此基础上进行应用功能的开发,确保数据的一致性。施工过程精益管理模块与 5D-BIM 模型,采用标准化接口进行数据传递,保证数据交换的高效性,该模块主要集中于施工过程中的数据驱动式管理,该功能是以基于现场实际施工流程的数据之间关联关系实现的,以紧密的关联来严格控制数据流转。同时平台将实际工程数据与模型关联,通过两者的挂接实现实际数据与计划数据的对比,通过内置数据逻辑关系实现施工数据的处理分析,进而实现数据分析功能。

3.2 工程数据成果交付,实现追溯及维护功能

基于上述数据驱动施工精益建造管理功能的实现,施工过程中形成的施工数据等重要信息经过数据化分析处理并存储在数据库中,工程项目完工后,包含 BIM 模型及项目实际施工数据在内的工程数据成果都将移交建设单位,保证数据完整、准确,通过施工精益建造管理平台可随时查询项目模拟数据及项目实际数据资料,从而实现对工程数据全过程、全方位的追溯。运维管理单位在接收竣工模型基础上,充分利用上游模型及数据信息完善后期运营维护模型,进行运营维护管理。

3.3 大数据为企业项目分析及决策提供数据支撑

各项目基础数据形成后构成数据仓库,可将各 BIM 数字化应用信息有效关联,数据既相互独立又互联互通,因此可在数据仓库中进行数据挖掘与数据分析,建立建筑业三级“数字化看板”管理模式。

该看板面向建设投资方、建设施工方、分包分供方等各建设参与者。

一级看板为项目层看板(以“数字”为主要显示内容):面向建设方项目管理人员及监理人员,施工方项目部管理人员,分包方施工管理人员及企业管理者。主要展示包括工期进度、形象进度、物资使用、现场质量管理、劳务信息、产值信息等的实时建设数据信息,风险预警信息,项目报表。

二级看板为管理层看板(以“图表”为主要显示内容):面向建设方项目管理中层管理者及监理中层管理者,施工方公司级各业务线管理人员及中层管理者,分包方施工管理人员及中层管理者。主要展示包括履约进度汇总、产值完成汇总、质量安全汇总等的选定范围内汇总信息及趋势,范围内汇总风险预警信息,项目黑白名单排名等。

三级看板为决策层看板(以“分析”为主要显示内容):面向建设方管理高层及监理管理高层,施工方集团级高层管理者,分包方管理高层。主要展示选定范围内数据分析结果以及预测,资金预测、建设预测、建设风险等,决策数据模拟。

数字化看板管理模式不仅能实时监控项目数据变化,准确掌握项目质量、安全、成本、进度的实际情况,还可通过项目数据的综合,了解企业各个项目的综合情况,形成企业数据运营中心,数据中心可将 BIM 数字应用结果按建筑类型、行业、投资方、建设方等多种方式分类进行多种数据分析,分析结果应用于建造管理、行业分析、建筑质量追溯、企业信用评价等。

4 平台应用

本平台已进入初步试用阶段,目前将该平台应用于天津某住宅项目,通过基本功能的实现对平台进行讨论、修改,发挥平台应用价值协助项目进行精益管理。施工精益建造管理平台界面展示如图 3,平台应用主要包括内容有:

(1)BIM 模型:5D-BIM 实现平台的基本架构,通过 5D-BIM 模型的构建对小区项目进行施工模拟,实现项目计划信息的模型化,为项目模型查看及相关讨论提供展示平台,并以该平台进行可视化交(2)施工过程精益管理:主要是施工过程的数据流转,通过项目数据的流转实时了解施工过程情况,施工过程是一个前后关联的动态系统,对该施



图 3 平台界面展示

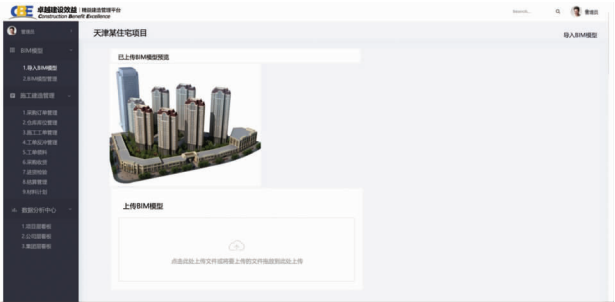


图 4 BIM 模型

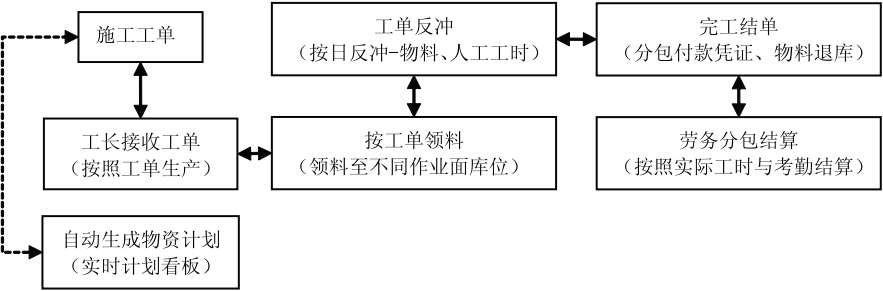


图 5 物资流流程图

图 6 施工工单

图 7 材料计划表

图 8 工单领料

图 9 工单反冲

工过程信息进行模拟,项目施工过程任务单流转的部分流程如图 5,在数据流转中部分过程数据见图 6-图 10。

(3)数据分析:以上述 BIM 模块与施工过程精

益管理模块数据为基础,对施工过程形成的数据信息进行处理,自动生成相应报表,通过对报表数据的分析,帮助项目尽早掌握项目实时情况,为管理人员采取纠偏措施提供了数据支撑。图 11、图 12



图 10 完工结算

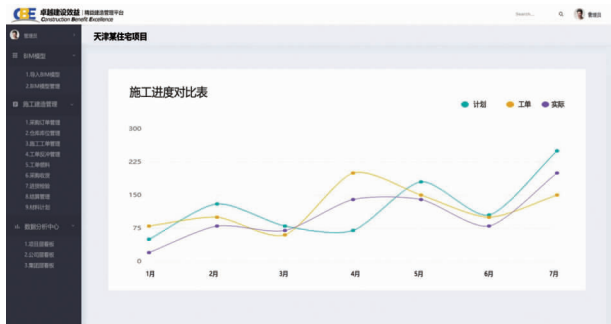


图 11 实际进度表与计划进度对比表



图 12 已完工程成本汇总表

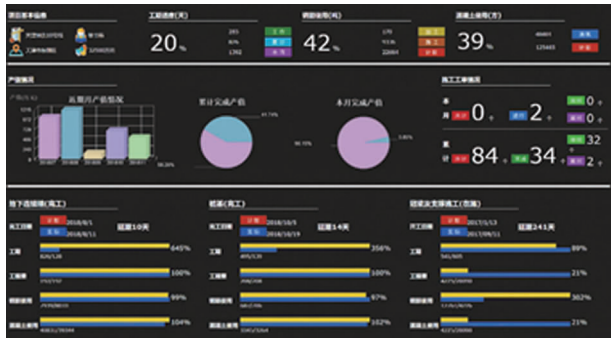


图 13 三级数字看板

分别列示了实际进度表与计划进度对比表和已完工程成本汇总表。

(4)工程成果交付的可追溯:工程交付后,建设

单位可根据施工过程数据信息进行追溯,随时查看项目实际施工数据,方便历史数据查找及后期运行维护。

(5)数字化看板:随着项目进展,进行了项目层看板的展示,从施工进度、物料消耗等多维度了解项目施工情况、企业项目管理情况。随着企业应用的拓展,还可形成管理层及决策层看板。

5 总结

施工精益建造管理平台是建立在 5D - BIM 模型基础之上,以精益建造理论为指导,以数据驱动施工管理为重要内容的一个施工全过程管理平台。将研究重点放在施工建造阶段,重视施工实际数据的流转,发挥数据联动作用,实现数据驱动的施工过程管理,较之目前市面上已有产品,更强调利用精益建造理论的实际应用,发挥 BIM 技术在建造阶段实际应用过程中的作用,扎根项目,使施工过程管理更加精益化,使管理决策更加有据可依。

施工精益建造管理平台通过将精益建造与 BIM 技术的融合,充分发挥数据驱动的价值,对项目成本管控及项目履约的实现具有重要作用。平台实现项目前期施工模拟、项目施工实时数据管控、项目数据分析及企业级数据中心的建立,实现项目自我管控能力提升,助力企业管理能力提升的同时提高企业综合竞争力。

团队将继续进行理论学习及对实际应用的深入探索,致力于对平台功能的拓展及应用的深入研究,将研究成果应用于项目,充分发挥数据中心的作用,通过对实时数据的监控,掌握项目质量、安全、成本、进度等信息的实时变化,通过平台的构建和进一步完善,实现对全过程成本的实时管控、实时归集、实时预警,提高成本管控能力,同时实现业务财务一体化功能。继续推广 BIM 技术与精益建造的深入应用,推进项目的全生命周期管理,助力建筑业全产业链的数字化、智能化转型。

参考文献

[1] 赵彬,牛博生,王友群. 建筑业中精益建造与 BIM 技术的交互应用研究[J]. 工程管理学报,2011,25(5): 482-486.

[2] 黄恒振. 基于 BIM 与精益建造的工程进度管理研究[J]. 项目管理技术,2016,14(7): 58-62.

[3] 徐奇升,苏振民,王先华. 基于 BIM 的精益建造关键技

- 术集成实现与优势分析[J]. 科技管理研究, 2012, 32(7): 104-108, 117.
- [4] 李军, 李自可. BIM 技术应用现状及工具集 BIM 的再认识[J]. 施工技术, 2019, 48(3): 111-113.
- [5] 林晓忠. 精益建造在建筑企业发展中的运用研究[D]. 华南理工大学, 2013.
- [6] 黄如宝, 杨贵. 精益建设的基础理论与应用理论研究[J]. 建筑管理现代化, 2006(3): 9-12.
- [7] 住房和城乡建设部关于印发 2016 – 2020 年建筑业信息化发展纲要的通知[EB/OL]. [2016-08-23]. http://www.mohurd.gov.cn/wjfb/201609/t20160918_228929.html.
- [8] 市住房城乡建设委关于印发推进我市建筑信息模型(BIM)技术应用指导意见的通知. [EB/OL]. [2019-02-03]. http://zfcxjs.tj.gov.cn/xxgk_70/wfwj/201912/t20191213_1563054.html.

Exploration and Application of Data-Driven Project Management Platform Based on BIM and Lean Construction

Zhang Haibin¹, Wang Xinglong², Zhang Xiaona¹,
Mu Rui¹, Jiang Zhaoyao³

- (1. *China Construction Sixth Division Construction & Development Co., Ltd., Tianjin 300451, China;*
2. *China Academy of Building Research, Beijing 100013, China;*
3. *China Construction Industry Association, Beijing 100013, China*)

Abstract: The application scope of Building Information Model technologies are constantly expanding, which provides great convenience for the construction simulation in the design stage and the early stage of construction, however, the application depth in the later construction stage is insufficient. Lean construction mainly focuses on the application during the construction process to reduce waste and to improve efficiencies through lean management. Combining those two can better exert their respective advantages. Based on this, this paper mainly conducts research on BIM application problems in the construction phase, constructs a data-driven project management platform based on BIM and lean construction, solves the problem of extensive management in the construction phase, realizes data-driven lean construction management in the construction process, facilitates the digital transformation of construction enterprises, and provides new methods and ideas for the development and application of BIM technologies.

Key Words: Data Driven; Construction Process; Lean Construction; Building Information Modeling Application; Digital Transformation