

以数据为抓手,筑实数字建造更高层次 实现和提升基础

何关培

(广州优比建筑咨询有限公司,广州 510640)

【摘要】以工程项目数据为抓手,推进 BIM 正向设计解决源头数据可靠性,建立统一数据环境(CDE)解决过程数据完整性,实施模图实一致施工管理方法解决结果数据真实性,是实现数字建造必须解决的基础性问题。

【关键词】BIM; CIM; 数据; 数字建造

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

引言

数字建造是智能建造、智慧建造的必由之路。数据既是数字建造赖以实现的输入条件,也是数字建造为企业数字化、建筑产业数字化、智慧城市建设管理等更高层次应用服务的输出结果。实现数字建造需要综合采取技术、产品、标准、政策、人员、制度等各个方面的相关措施,需要集成应用以建筑信息模型(BIM - Building Information Modeling)为基础的云计算、移动通信、物联网、人工智能、大数据、扩展现实、区块链等信息和通信技术^[1],而所有这些措施和技术操作的基本对象则是描述工程项目过程和结果的各种数据,数据是数字建造实现和提升的基础。

经过了十多年,特别是“十二五”、“十三五”两个五年计划的努力,在前面提到的各种实现和提升数字建造的相关影响因素中,软硬件技术和产品有了一定的积累,形成了一部分以 BIM 为主的国家、地方和团体标准,住建部和部分省市针对不同类型项目制定了相应的强制或鼓励政策,大部分企业也进行了不同层次的人员培训和制度更新,具备了一定程度的数字建造能力;在上述提到的数字建造需要使用的信息和通信技术中,BIM、移动通信、云计

算、物联网、扩展现实已经进入工程项目日常应用,人工智能、机器人在建筑业的应用也已经有了一些初步成果,大数据和区块链在建筑业的应用还处于初期摸索阶段。从 2018 年开始,在以 BIM 应用为标志的数字建造前期成果基础上,以广州、南京、厦门等城市和雄安、北京副中心、前海等片区为代表尝试开展城市信息模型(CIM - City Information Modeling)的研究和示范应用工作,主要包括试点工程项目 BIM 辅助规划方案报批、BIM 辅助施工图审查和 BIM 辅助竣工验收备案等工作,并以项目信息模型为源头数据建立城市基础设施数据底座,开展智慧交通、智慧物流、智慧公安等智慧城市管理应用。以数字建造为基础的行业数字化转型、智慧城市建设管理等发展目标对数据的准确性、完整性和及时性提出了越来越高的要求。

数字建造需要应用的技术种类多、需要参与的产业链企业和人员范围广、需要涉及的工程项目从立项建设到运营更新拆除的周期长,需要解决的问题数量众多、关系繁杂,难度也越来越大。随着越来越多的企业和项目加入到数字建造和数字化转型的行列中,找到一条或几条主线、一个或几个有效的抓手来引领和支撑数字建造未来几年的发展其紧迫性和重要性日益显现,毫无疑问数据一定是其中最基础和最有效的一条主线或一个抓手。

【作者简介】 何关培(1963 -),男,结构电算高级工程师,总经理,主要研究方向:BIM 应用和企业 BIM 生产力建设。

1 源头数据的可靠性:模图一致、模型法律地位、BIM(正向)设计

数字建造的源头数据形成于设计阶段,现阶段主要承载形式是项目 BIM 模型,而建造活动依据的法律文件是图纸。所以目前几个 CIM 示范城市在进行的 BIM 模型(辅助)建筑规划方案报建、BIM 模型(辅助)施工图审查、BIM 模型(辅助)竣工验收备案等试点工作本质上能起到的都只是辅助作用。

研究确立模型法律地位的提议基本上是与 BIM 推广应用同时发生的,但截至目前尚无实质性进展,主要原因是目前还不具备这样做的技术基础。那么,什么是模型法律地位的技术基础呢?这一问题的答案应该是非常明确也不会有争议的,那就是模型和图纸包含的项目信息具有一致性,因为只要模型和图形包含的项目信息有不一致的地方,目前的法律依据只能是图纸。因此模图一致是模型法律地位的技术基础,换句话说,只要保证了模图一致,模型的法律地位自然就确立了,反之,模型的法律地位就无法确立。

理论上虽然通过人工和软件工具辅助检查等这些方法也可以做到模图一致,但真正实施起来需要花费的投入经济上很难承受,技术上也无法保证。要从技术上保证模图一致,目前能够找到的唯一可行办法应该是图从模出,也就是行业习惯所说的 BIM(正向)设计^[2]。

在这里做一点文字表达上的澄清,“BIM 正向设计”的说法理论上不够准确,准确的说法应该是“基于 BIM 的设计”,可以简称为“BIM 设计”,相对于目前普遍使用的“CAD 设计”而言。BIM 正向设计的说法有其发生和发展的过程,区别于 BIM 建模检查和专业协调,是指以 BIM 技术作为设计工具进行项目设计,项目全部或部分图纸从 BIM 模型导出的设计方法。这种说法业界已经普遍接受,并且能够准确传递其表达的真正含义,所以我们选择使用 BIM 正向设计这种说法。

另外一点需要说明的是,部分同行认为 BIM 设计不一定需要由模型出图,这个说法的真正成立需要一个前提,那就是模型成为设计成果的法定交付物。在此前提尚未确立的今天,我们认为用模型出图仍是 BIM 正向设计的必要环节。

推进普及 BIM 正向设计,确保 BIM 以及后续

CIM 等更多应用源头数据的可靠性,应该是下一阶段设计 BIM 应用的主要工作,也是数字建造能够更高层次实现和提升的必要条件。

2 过程数据的完整性:平台、轻量化、数据互用、自定义数据格式、统一数据环境(Common Data Environment - CDE)

协同平台和轻量化是“十二五”、“十三五”期间国内 BIM 应用和数字建造推进过程的两个高频词汇,我们也应该是全球对这两个工作投入资源和力度最大的国家或地区,能看到几乎所有软件企业都在协同平台和轻量化上进行了研发投入,同时也有许多建筑企业对协同平台和轻量化产品进行了项目实际应用。平台和轻量化基本上是一对孪生兄弟,为了让 BIM 模型能够通过各种平台被项目所有参与方在不同网络环境、不同终端设备上共享,轻量化成为了必然的选择。

轻量化交付是项目完整数据的一个子集,是一种对项目完整模型数据单向的、不可逆的输出成果,轻量化和协同平台解决了 BIM 应用中不同地点、不同参与方的部分成果快速共享问题,但忽略了对数字建造、智慧建造而言更为重要、也更为根本的数据完整性问题。

除了协同平台和轻量化之外,数据互用和自定义数据格式是另外两个国内 BIM 应用和数字建造领域的高频词汇,数据互用是指不同软件之间的数据交换和共用能力,涉及到不同软件使用的不同数据格式。一个软件和一家供应商的软件无法解决项目建设和使用过程中的所有问题,是一个无法改变的基本事实,这就必然带来不同软件之间的数据交换问题,既然现有的数据格式都不能支持所有数字建造活动,是否可以自定义一种数据格式来更好地满足自己的需求甚至解决数据互用问题呢?目前雄安的 XDB 和广州的 GDB 就是这种尝试的代表。

请大家注意,上述所有对数据共享(平台)、数据减重(轻量化)、数据交换(数据互用)、数据管控(自定义数据格式)的努力都是对原始项目数据不同形式和目的的操作方法,但对这些原始项目数据是否完整、是否一致,缺乏足够的关注。过去十几年我们的 BIM 应用和数字建造工作在对这个完整数据的操作上下了比较大的功夫,而对建立和管理

这个完整数据本身下的功夫却非常不足。

统一数据环境 (CDE - Common Data Environment) 是英国 BS1192 - 2007 (Collaborative production of architectural, engineering and construction information, 目前已升级为国际标准 ISO 19650 - 1 & ISO 19650 - 2) 建议的解决建设过程项目数据完整性和一致性的方法, 目前已经受到英美业界同行比较普遍的认可^[3]。虽然具体实现层面 CDE 需要使用相应的软件工具, 但 CDE 本身不是一个或几个软件工具, 而是一套保障项目数据完整性和一致性的方法。

BS1192 - 2007 对 CDE 的定义为: The common data environment (CDE) is the single source of information used to collect, manage and disseminate documentation, the graphical model and non-graphical data for the whole project team (i. e. all project information whether created in a BIM environment or in a conventional data format). Creating this single source of information facilitates collaboration between project team members and helps avoid duplication and mistakes. [参考译文: 统一数据环境 (CDE) 是为整个项目团队用于收集、管理、分发文档、图形模型和非图形数据的单一数据来源 (即所有项目信息, 不管是在 BIM 环境中创建的, 还是用传统数据格式创建的), 创建这个单一信息来源支持项目团队成员之间的协同作业, 帮助避免重复劳动和错误。]

CDE 是一个可以借鉴的概念, 但具体实现方法需要我们自己研究和实践。解决项目过程数据的完整性和一致性问题, 应该作为数字建造下一阶段必须要投入的重点工作之一, 因为只有具备项目完整数据的基础上, 解决项目所有参与方共享一致性信息的协同平台、提供数据不同目的使用的轻量化、解决不同软件之间数据交换的数据互用解决方案、以及提高数据自我掌控能力的自定义数据格式等数据操作方法才能真正成为有源之水、有本之木, 以 BIM 应用为基础、集成应用其他信息和通信技术的数字建造也才有了可以赖以支撑的项目数据基础。

3 结果数据的真实性: 模图实一致、数字孪生、城市信息模型 (CIM)

项目 BIM 模型组成城市 CIM 模型, 在数字模型的基础上实现数字孪生, 这是技术发展趋势。问题

在于什么样的项目 BIM 模型组成的城市 CIM 模型才能真正实现 CIM 的目的, 即支撑智慧城市建设和管理的作用?

同一时间段内一批新技术、新概念集中进入建筑业是这个时代行业技术研究和应用的特点之一, 也是数字建造和其他新型建造方式^[4-5]得以实现和提升不可或缺的技术支撑。但目前普遍存在一种争先恐后和操之过急的现象, 有些概念在自身定义尚不清晰的情形下就被大量不适当引用, 有些技术在自身应用还存在根本性问题没解决的时候又被作为其他技术应用的基础, 数字孪生和 CIM 就是这类比较高频率出现的其中两个专业术语。

数字孪生和数字模型的根本区别在于数字模型与工程实体之间有无相互关联作用的关系, 两者之间有相互作用关系的数字模型称之为 (工程实体的) 数字孪生, 两者相互作用的范围和程度可以看作是数字孪生的水平。由此不难看出, 工程实体出现之前只有数字模型或虚拟设计和虚拟施工等, 并没有数字孪生。近期多处看到“基于数字孪生的设计”这一类表达, 是否合适, 值得商榷。

CIM 被定义为支撑智慧安全、智慧交通、智慧城管、智慧社区等智慧城市应用场景服务的数据底座, 但是到今天为止, CIM 还只是一个概念或理想, 并没有相应的理论体系和技术产品, 目前比较普遍的对 CIM 技术或产品的描述为“CIM = GIS + BIM + IOT”, 这种说法缺乏说服力。GIS + BIM + IOT 是支撑智慧城市数据采集、管理和应用的几个主要技术, 能够解决 CIM 想要解决的一部分问题, 但 CIM 本身的理论体系和技术产品仍然是一个需要进一步研究的课题。

竣工文档和工程实体的一致性是行业长期和普遍问题之一, 城市 CIM 模型从项目 BIM 模型中来, 因此, 城市 CIM 模型能够起作用的前提条件就是其依托的所有项目 BIM 模型数据的真实性, 即 BIM 模型中包含的项目数据与建成的工程实体具有一致性。BIM 正向设计可以解决模图一致问题, 模图实一致则需要与之匹配的施工管理流程和标准, 做到按模和按图施工, 以及根据工程实体最终建造情况更新模型数据。

模图实一致施工管理和实施方法是数字建造成果转化工程实体的最终环节, 也是涉及参与方和人员最多、经历时间最长、完成建造成本最大、复杂程度最高的环节, 在产业数字化和数字产业化以

及工程数据支撑智慧城市管理建设的今天,保障数字建造结果数据真实性已经成为一个必须要解决的重点工作。

4 围绕项目数据打造数字建造实现和提升环境

本文开头提及,数字建造作为建筑业数字化转型的核心任务,涉及到需要使用的技术和软硬件产品,相关的政策、标准和制度,以及参与其中的从业人员思维方式和应用技能等多个因素,过去十多年我们在这些工作上已经进行了不同程度的探索和积累,总体而言,推广普及的成果较大,但深入应用的成果并没有满足行业预期,因此,“十四五”期间行业数字建造的工作重点应该放在哪些地方,已经成为一个我们必须要回答的问题。

对建筑业企业而言,其主要角色是各类硬件产品的使用者,而不是研发者,因此选择与企业核心竞争力、项目特点和业主需求、市场竞争需要匹配的软硬件产品是建筑业企业和从业人员的主要任务^[6]。研发和应用自主可控软硬件产品是一个长期任务,自主可控软硬件产品的生命力除了国内市场需求外,还在很大程度上取决于底层技术和研发工具的自主可控、开放的国内市场与全球同行竞争、国内企业参与全球市场竞争等复杂问题。自主可控软件研发目前总的情况是说的太多,做的太少,实际进展不大,需要静下心来,以5-10年为单位进行研发和应用部署,持续努力才有可能看到实质性变化。就建筑业本身而言,无论是站在行业角度,还是站在企业角度,比软硬件产品更应该重点关注的是工程项目的数据,掌握数据把控安全,开放工具鼓励创新,已经被不少行业证明为成功的发展战略。

“十二五”、“十三五”两个五年计划内,与数字建造有关的全国性和主要地方性行业政策已经发布了几十项,自《建筑信息模型应用统一标准(GB/T 51212-2016)》发布至今,全国和主要地方发布和立项的BIM、CIM、智慧工地等数字建造有关的标准也有数十项甚至更多,这些政策和标准对推动以BIM应用为基础的数字建造发展起到了积极的指导和引导作用,在此基础上非常有必要对这些政策和标准的执行情况进行评估,从而为制定新的政策和标准体系提供支撑依据。从数字建造的发展现状

和相关政策标准的执行情况来分析,增加政策标准的系统性、可实施性和执行力,解决模型法律地位(或者更具体一点,确立模型数据的法定应用范围和应用场景),配套研发政策标准执行工具等,将是下一阶段数字建造相关政策、标准领域需要开展的重点工作。

人员能力和项目团队构成一直高居BIM应用与数字建造水平提升影响因素前列,这里面包括两个方面的问题,一个是现有工程技术和管理人员需要掌握与其专业或岗位对应的数字建造相关技术应用能力,另一个是在原有团队成员基础上需要增加BIM应用和数字建造规划决策、技术支撑和信息管理等方面的兼职或专职岗位,后者的种类和数量与团队原有人员的能力、使用的技术种类和程度、要求实现的数字建造目标等有关。当然,与人员能力和团队构成变化伴随的还包括企业和项目管理制度、流程等,本文不做展开论述。

根据前面的分析,以工程项目数据为抓手,制定政策标准、提升人员能力和调整团队构成解决数据全生命期管理和应用问题,推进BIM正向设计解决源头数据可靠性,建立统一数据环境(CDE)解决过程数据完整性,实施模图实一致施工管理方法解决结果数据真实性,既是实现数字建造必须解决的基础性问题,也应该是提升数字建造水平的有效途径。

致谢

在本文起草过程中,李云贵、王静、何波、杨远丰、赵欣、应宇垦、王鹏飞等专家帮助校审并提出了修改意见,特此致谢!

本文是对近年来作者参与和了解的BIM应用与数字建造领域相关工作的一个回顾总结,以及下一阶段发展方向和工作重点的一次思考探索,时间跨度长,阅读文献种类和数量繁多,难于一一列举,故在文后参考文献中不再逐一标注。主要参考资料来源包括:住房和城乡建设部有关BIM、CIM、数字建造、智能建造、智慧建造等方面的文件和课题资料,中国建筑业协会、中国建筑学会、中国图学学会等行业团体举办的BIM大赛和课题研究有关资料,广州、南京、厦门等地住房和城乡建设主管部门有关CIM示范、BIM规划方案审批、BIM施工图审查、BIM竣工验收备案方面的文件和课题资料,以及

英国 BIM 联盟(UK BIM Alliance)、数字建造不列颠中心(Centre for Digital Built Britain)、美国建筑科学研究院(National Institute of Building Science)等相关国外机构网站和交流资料。对上述机构的相关文献成果一并致谢!

参考文献

- [1] 李云贵,何关培,邱奎宁,等. BIM 软件与相关设备[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [2] 杨坚,杨远丰,卢子敏,等. 建筑工程设计 BIM 深度应用——BIM 正向设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2021.

- [3] 李云贵,何关培,李海江,等. 中美英 BIM 标准与技术政策[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [4] 毛志兵,李云贵,郭海山,等. 建筑工程新型建造方式[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [5] 李云贵,何关培,邱奎宁,等. 建筑工程施工 BIM 深度应用——信息化施工[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [6] 杨远丰,庄凯宏,罗远峰,等. 建筑工程创新 BIM 深度应用——BIM 软件研发[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2020.

Driven by Data, Strengthening the Foundation of Achieving and Improving Digital Construction in a Higher Level

He Guanpei

(Guangzhou Ubiquitous Technology Co., Ltd., Guangzhou 510640, China)

Abstract: Driven by project data, solving the reliability of source data issue by promoting BIM design. Setting up the Common Data Environment to ensure the project's working data integrity. Adopting model-drawing-entity consistent construction method to keep the authenticity of result data. And it is the fundamental issue that must be solved in digital construction development.

Key Words: BIM; CIM; Data; Digital Construction