

智能建造之思考

清华大学建设管理系副主任、博士生导师、工程管理研究所所长 郭红领

近期,住房和城乡建设部联合多部委印发《绿色建筑创建行动方案》《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》,贯彻落实习近平生态文明思想和党的十九大精神,开展绿色建筑创建行动、加快建造方式转变,推动建筑业高质量发展,以此为背景,《中国建设报·中国房地产》特别策划推出专题报道。

本期,《中国建设报·中国房地产》特邀清华大学建设管理系副主任、博士生导师、工程管理研究所所长郭红领撰文,围绕什么是智能建造、如何实现智能建造两大问题进行深度剖析,供业界人士思考、借鉴。

什么是智能建造?

“智能建造”(Intelligent Construction 或 Smart Construction)一词的产生得益于数字化和智能化技术的发展,由“数字建造”(Digital Construction)衍化而来,可以认为是数字建造的高级阶段。但无论是学术界还是行业内,都尚未对智能建造形成统一的定义和内涵界定。结合自己的科研认知与工程实践,笔者认为智能建造应考虑先进信息技术与建造环节的高度融合,实现建造过程的高弹性、高效率、高质量以及安全与环境友好。特别是弹性,它是一个系统智能化的重要体现。例如,在服装制造业,一个传统生产线可能只生产一类服装,而一个智能化生产线可根据不同需求生产不同类型的服装,这就是所谓的“弹性”。当然,弹性不仅体现在应对内部需求变化的能力,还体现在应对外部环境变化的能力。由此,笔者凝练出了智能建造的定义。狭义上而言,智能建造是以BIM、物联网、人工智能、云计算、大数据等技术为基础,可以实时自适应于变化需求的高度集成与协同的建造系统。可以看出,智能建造不是一个面向单一生产环节的技术,而是一个高度集成多个环节的建造系统,即融合了设计、生产、物流和施工等关键环节。在这个建造系统内,各个环节可以实现信息高度共享和业务相互协同,从而可以对各环节的变化需求(如设计变更、供应变化)快速响应,即实现建造过程的弹性和效率。而先进信息技术是智能建造的基础,其快速发展为智能建造实施提供了必要条件。BIM技术为智能建造提供了产品相关基础信息创造、集成、管理与服务的底层支撑,物联网技术为生产、物流与施工过程中的信息实时获取与传输提供了基础支持;人工智能则为智能建造各环节的智能分析与操作提供了有力保障。

基于智能建造的定义,智能建造系统由智能设计、智能生产、智能物流和智能施工组成。设计作为生产、物流和施工的源头,其不仅要考虑建造产品的功能需求,还应考虑智能生产、智能物流和智能施工有效实施的需求,即面向生产、物流、施工智能化的设计。智能设计就是要实现设计方式与流程的智能化,既可以有效评估设计的功能性以及设计对智能生产和智能施工的支撑性,又可以对设计变更、供应变化、工厂或工地环境变化做出快速响应。智能生产和智能施工,不是将传统的生产和施工环节简单地自动化、智能化,而是实现面向自动化和智能化的生产方式与工艺流程,并适应于设计变更、供应变化、现场环境变化等。这既需要对传统生产方式与工艺流程进行变革,又需要对建造产品设计构造与设计方式进行变革。而智能物流则是根据生产和施工的需要,实现原材料或构配件的智能采购和配送,同样可对设计、生产和施工中的变化做出快速响应。可见,通过这些环节的有机融合,有利于实现建造过程的弹性。

如何实现智能建造?

理论上而言,智能建造是可行的。然而,由于建造产品的唯一性、建造过程的不可重复性、建造环节的碎片性以及现场环境的复杂动态性,智能建造在实施过程中仍面临诸多困境。如何推动智

能建造的实施?笔者结合《意见》谈以下几点想法。

构建跨行业多方协作机制。智能建造面向的不是一个而是多个环节,这就需要各环节的执行主体共同协作来构建智能建造解决方案。同时,信息技术作为智能建造的支撑手段,相关主体也应参与整个方案的构建。因此,在顶层设计上,应构建集成设计、生产、物流、施工、信息技术等多行业、多专业的联合攻关团队与协作机制。《意见》通过多部门联合发布,也体现了智能建造多专业、多方参与的特点与需求。

加强基础技术与平台研发。近年来,BIM、物联网、人工智能、云计算、大数据等技术的快速发展及其在建筑业的推广应用,为智能建造实施奠定了良好基础。然而,相关技术的集成度和平台的支撑度还远远无法满足智能建造系统的需要。特别是仍缺少具有自主知识产权的智能设计平台、成熟的行业互联网平台以及智能生产和施工装备与平台。因此,需要加强产学研用,研发适用的智能建造基础技术与平台,支撑智能设计、智能生产、智能物流和智能施工的有效实施。

明确智能建造的发展模式。考虑到智能建造是工程建设与信息技术交叉融合的产物,其发展模式大体上可分为两类:一是以工程建设方为主体的发展模式,二是以信息技术方为主体的发展模式。前者可以充分利用建筑业已有的信息化基础,并准确把握行业发展需求与障碍,但面对行业固有的特点和问题难以从根本上取得突破;后者可以充分融合信息行业的新理念、新技术,在智能建造方向上取得变革性成效,但难以全面系统地把握建筑业的独特需求。因此,应充分考虑当前建筑业发展需求与阶段,确定智能建造的发展模式。

发展集成式智能建造装备。智能生产和施工装备或机器人是智能建造理念落地的基础。智能装备或机器人涉及单专业机器人或平台式机器人,前者一般以代替某种作业为目标,后者则以完成一项综合任务为目标。考虑到智能建造是一个集成多环节的建造系统,在智能建造装备或机器人研发时应充分考虑机器人之间的集成性、交互性和协作性。因此,提倡发展集成多个单专业机器人的集群式建造机器人或平台式建造机器人,并加强相关装备的工程示范应用与推广。

协同建造工业化与智能化。建造工业化为建造智能化提供了便利条件。特别是预制构件(如混凝土构件、钢构件)的大量推广应用,突显了制造业的特点和优势,使得各个建造环节更易于融合,可有力推动智能建造的发展。而数字化、智能化技术在建筑业的深度应用,又为预制构件的设计、生产、运输、装配等环节的有效融合提供了可能性。因此,协同推进建造工业化与智能化,将加快智能建造的发展进程,更有利于建筑业的转型升级。

加快人才培养与标准建设。智能建造的有效实施和落地,离不开复合型人才培养和系列标准的制定,而这些目前都是非常欠缺的。对于人才培养,一方面要培养智能建造方案和平台研发人才,另一方面要培养智能建造系统落地应用人才。但无论是哪类人才,都应具有工程建设知识和信息技术知识。特别是应用人才,掌握一定的信息技术知识是非常必要的、关键的。对于标准制定,要结合智能建造的发展进程,制定智能建造标准体系,例如数据标准、技术、装备、平台标准、应用、评价标准等。

综上,智能建造作为建筑业的发展方向和新的引擎,将有利于推进建筑业的改造升级和高质量发展。而清晰理解智能建造的内涵,系统梳理智能建造的重点工作,将有利于推进智能建造的成功实施。《意见》的发布,无疑给智能建造指明了发展方向、确立了发展路径、提供了发展契机。相信随着智能建造的持续推进,建筑业一定能够成功转型,实现弹性建造、高效建造、高质量建造、安全建造和绿色建造的目标。