

数字建造时代打造建筑业“灯塔企业”的思考

晏浩

上海建工集团股份有限公司, 上海

收稿日期: 2022年9月6日; 录用日期: 2022年9月18日; 发布日期: 2022年9月28日

摘要

在现代信息等技术对人类活动影响日益加深的今天, 建筑业亟待进行数字化转型, 以便与科技和生产力发展水平相匹配。本文介绍了政府、企业、学术界在建筑业数字化转型中发挥的作用, 并对建筑企业的数字化转型策略进行了探讨。

关键词

数字建造, 数字化转型, 建筑业, 灯塔企业

Thinking of Building a Construction Industry “Lighthouse Enterprise” in the Era of Digital Construction

Hao Yan

Shanghai Construction Group Co., Ltd., Shanghai

Received: Sep. 6th, 2022; accepted: Sep. 18th, 2022; published: Sep. 28th, 2022

Abstract

At a time when modern information and other technologies have a deepening impact on human activities, the construction industry urgently needs to undergo digital transformation to match the development level of technology and productivity. This paper introduces the role of the government, enterprises and academia in the digital transformation of the construction industry, and discusses the digital transformation strategy of the construction enterprises.

Keywords

Digital Construction, Digital Transformation, Construction Industry, Lighthouse Enterprise

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

现代信息技术蓬勃发展,深刻改变了人类社会生产和生活方式。尤其是近年来兴起的 5G、人工智能、物联网、区块链等新一代信息技术,与传统行业融合逐渐深入,推动传统产业朝着数字化、网络化、智能化方向变革。建筑业也不例外,信息技术正逐渐成为推动产业变革的重要力量[1]。但就全球范围来看,建筑业的数字化水平仍然较低。根据美国麦肯锡咨询公司的调查报告,建筑业的数字化水平远远落后于制造业,仅仅高于农牧业,排在全球国民经济各行业的倒数第二位。一方面,由于工程建设产品的个性化特征,在信息化、数字化的进程中难度高,挑战大;另一方面,也预示着建筑业的数字化进程有着广阔前景和发展空间,工程建造正在迈进数字建造、乃至智能建造的新发展阶段。

建筑业是我国国民经济的支柱产业。“十三五”期间,我国建筑业改革发展成效显著,全国建筑业增加值年均增长 5.1%,占国内生产总值比重保持在 6.9% 以上。2020 年全国建筑业总产值达 26.39 万亿元,占国内生产总值比重达到 7.1%,房屋施工面积 149.47 亿平方米,建筑业从业人数 5366 万人[2]。2021 年全国建筑业总产值更是达到 29.3 万亿元,比 2020 年增长 11.04%。然而在这些成就的背后,与发达国家相比,我国建筑业劳动生产效率和利润率都很低,资源消耗量大,浪费和污染现象严重;新增劳动力人口逐年减少,人口红利正在消失,作业环境差、安全事故多发,建筑施工已经成为高风险行业,建筑产品品质也明显低于发达国家。

由于行业的粗放管理、劳动密集型特点以及历史发展原因,我国建筑业的信息技术应用起步虽不算太晚,但基础差,底子薄,进步缓慢,与其他行业如制造业相比,已经累积了较大的技术应用代差,需要奋起直追,避免扩大为“数字鸿沟”。当下,社会经济发展的新需求使得工程建造活动的目标更加多元、过程要素日趋复杂,传统建造方式更加面临巨大挑战。为此,产学研各界都在积极探索,努力在设计、施工、运维等应用场景全方位推动数字化转型。时代呼唤出现一批能够率先在数字化转型上成功突破的建筑企业,为全行业的数字化转型起到灯塔引领作用。本文介绍了近年来的国家/地方对建筑业数字化转型发展的政策、企业案例和学术研究等情况,并从转型策略角度对建筑业数字化转型作粗浅探讨,以期抛砖引玉。

2. 我国建筑业数字化转型工作的现状

2.1. 政策激励推动

建筑业数字化转型,主要是实现建筑业从传统建造模式向数字建造模式的转变。根据《数字建造导论》一书中的定义,数字建造是在新一轮科技革命大背景下,数字技术与工程建造系统融合形成的工程建造创新发展模式。主要通过规范化建模、全要素感知、网络化分享、可视化认知、高性能计算以及智能化决策支持,实现数据链驱动下的工程项目立项策划、规划设计、施(加)工、运维服务的一体化协同,进而促进工程价值链提升和产业变革,其目标是为用户提供以人为本、绿色可持续的智能化工程产品与

服务[1]。

2020年9月,国务院国资委办公厅发布《关于加快推进国有企业数字化转型的通知》,提出在国有企业中打造建筑类企业数字化转型示范,具体到明确要求“重点开展建筑信息模型、三维数字化协同设计、人工智能等技术的集成应用,提升施工项目数字化集成管理水平,推动数字化与建造全业务链的深度融合,助力智慧城市建设,着力提高BIM技术覆盖率,创新管理模式和手段,强化现场环境监测、智慧调度、物资监管、数字交付等能力,有效提高人均劳动效能”[3],以期通过数字化转型及智能建造实现建筑业转型升级和持续健康发展。

各地通过制定数字化转型政策和具体目标,积极推动建筑企业数字化转型落地。如上海市持续编制《上海市进一步推进建筑信息模型技术应用三年行动计划》等纲领性文件,最新的(2021~2023)三年计划提出:“到2023年底,BIM技术应用取得重大突破,应用水平和软件创新能力得到大幅提升,成为本市建筑业普遍应用的基础性数字化技术,BIM技术在建筑运维和智慧城市管理方面的应用逐步深化,为全面推进城市数字化转型、建设国际数字之都提供有力的技术支撑”。与之相应,上海市不断升级完善相关规范、标准、应用指南的编制和宣讲实施工作,已经陆续发布有《建筑信息模型应用标准》(2016)、《上海市建筑信息模型技术应用指南》(2017)、《市政地下空间建筑信息模型应用标准》(2019)等,并计划到2023年底,完成BIM的数字化表达、交付审查、工程量计算、建筑构件设备、验收归档、项目运营管理、区域城运管理、城市运行管理等标准体系。

重庆市提出的数字化转型目标包括:到2021年底,全市建成智能建造管理平台和建筑业数据中心,培育建筑业互联网平台2个以上,发展智能建造专业软件10个以上,试点数字化建造项目100个以上,实施建筑工业化和信息化融合项目1500万 m^2 以上,初步建立智能建造模式和与之相适应的制度体系、标准体系、管理体系,初步形成智能建造产业生态,形成较为完善的现代建筑产业链条。到2022年底,全市30%以上工程项目采用数字化建造模式,30%以上的建筑业企业实现数字化转型。到2025年,全市工程项目全面采用数字化建造模式,建筑业企业全面实现数字化转型,培育一批智能建造龙头企业[4]。其他省市也根据自身情况陆续出台类似政策。

2.2. 企业积极探索

数字化转型是建筑企业对传统生产经营管理活动的改造升级,显然需要投入大量人力物力并进行与之相适应的组织和流程改造,短期内无法产生直接经济效益或者投入产出比不明显。国有企业是国民经济发展的中坚力量,同时承担着重要的行业引领等社会责任,因此在国家政策激励和推动下,国有大中型建筑企业责无旁贷地成为当前建筑业数字化转型的主力军。

2021年3月,国务院国资委科创局在全国范围内组织征集、评审、遴选并发布100个国有企业数字化转型典型案例[5],其中建筑业相关案例9个,涵盖“产品和服务创新类”“数字生态类”“新一代信息技术类”“两化融合管理体系类”“综合类”等,案例范围包括勘察、设计、施工、监测、质量、安全、材料/设备采购、运行维护等,已经覆盖率建筑的全生命周期,详见表1。

在地方层面,各地建筑企业也纷纷开始将数字化积极融入工程实践。以上海市为例,表2为近年来上海部分建筑龙头企业已成功实施的数字化建造案例[6]。

2.3. 理论/实践研究

随着越来越多的企业加入数字化建造工作,为广大业内一线技术人员提供了更多总结和探讨的案例基础,针对数字化转型相关工作发表的文献日益丰富。同时,很多专家学者也在持续开展建筑业数字化转型的理论和实践研究。其中通过中国工程院的“数字建造框架体系”、“中国建造2035”咨询项目,

以及国家自然科学基金委立项的“数字建造模式下的工程项目管理理论与方法研究”重点项目和其他相关项目，共同形成《数字建造》系列丛书，系统阐述了数字建造框架体系和建筑产业变革的趋势，对数字建造在设计/施工/运维全过程中的相关技术与管理工作进行系统研究，是目前我国数字建造领域具有代表性和前瞻性的全景式研究成果[1]。

Table 1. Construction-related cases in typical cases of digital transformation of state-owned enterprises in 2020
表 1. 2020 年国有企业数字化转型典型案例中的建筑业相关案例

案例类别	遴选结果	案例名称	企业名称
产品和服务创新类	典型案例	平潭综合管廊监控报警与运维管控系统	中国中铁
产品和服务创新类	典型案例	基于 BIM 的公共建筑智慧运维管理	上海建工集团股份有限公司
数字生态类	典型案例	隧道及地下工程施工监测信息系统	中国中铁
数字生态类	典型案例	四川华西集团数字建筑供应链平台	四川华西集团有限公司
数字生态类	典型案例	全国首家工程全产业链服务互联网平台——大 A 工程网	中南建筑设计院股份有限公司
新一代信息技术类	典型案例	基于 CIM 的基建工程全生命周期管控平台	中国电建
新一代信息技术类	典型案例	铁路工程建设质量安全管理信息系统	陕西省铁路集团有限公司
两化融合管理体系类	优秀案例	“贵勘数字”工程全生命周期数字化应用平台	中国电建
综合类	典型案例	特高拱坝智能建造	中国三峡集团

Table 2. Some typical digital transformation cases of Shanghai construction enterprises
表 2. 上海建筑企业若干典型数字化转型案例

序号	案例名称	数字化主要特点	企业名称
①	锦沧文华项目改造工程	通过 BIM 技术解构复杂空间关系，模拟改造流程，复核改建方案，实现地基荷载的平稳过渡，完成老建筑功能升级。	上海建工四建集团
②	嘉闵高架北二期工程	结合工业化建造自主研发“基于 BIM 的城市高架智慧建造平台”，实现预制构件加工、运输、现场安装全过程智慧管理。	上海建工四建集团
③	迪士尼乐园一期、玉佛寺、泰和质子医院等项目	结合现代测绘技术，解决项目复杂形体建模、现场实景测量、高精度管线定位复核等问题。	上海建工四建集团
④	上海音乐厅改建工程	自主研发“基于 5G + BIM 的历史建筑全生命周期数字孪生平台”，为历史建筑数字模型整合、历史信息集成、传统工艺传承、特色部位保护、健康安全监测提供整体解决方案。	上海建工四建集团
⑤	建筑操作系统 ArcOS 研发	自主研发 ArcOS 核心技术架构。以各类建筑数据为基础，聚焦数字智慧集成和数据处理能力，包含 3dtiles + UE (数据模型流加载渲染技术)、UE + WEB (UE 模型与 WEB 图表的融合互动)、ArcDB 建筑全要素“时空数据库”和 ArcLibrary 建筑空间主题库等功能，为智慧建筑业务提供底层技术支持。	华建集团

3. 建筑业数字化转型特点与策略

3.1. 建筑业的现实基础与数字化转型要求存在差距

不知何时起，中国被略带调侃地冠以“基建狂魔”之称，这是以幽默的方式对我国建设领域和建筑业所取得成就的善意赞许和肯定。然而我国虽已是建造大国，但尚未成为建造强国，整体上看，目前我国建筑业行业基本现状已无法满足行业高质量发展需求。在组织架构上，建筑企业工程业务条块划分的方式，造成各部门、各专业间始终存在壁垒，一直影响项目整体策划和资源协同；在人力资源上，无论是管理岗位还是技能岗位，老一辈逐渐淡出，年青一代大多由于劳动强度、作业环境和安全风险而不再愿意从事建筑行业；而随着对建造水平要求的不断提高，恰恰又需要更多具备新技能、适应新要求的从业人员；此外，建筑产品的唯一性使得标准化程度受限，从业人员的高流动性增加了规范化管理难度，这些建筑行业固有的痛点难点，在数字化转型背景下更为凸显。

从十多年前“两化融合”(工业化、信息化)概念的提出和落地，到当下更进一步的“数字化转型”，绝不仅仅是现代信息、通信、工业制造技术在行业上的简单堆砌，而是要借助新技术实现行业能力升级，是提高效率、提升质量、优化资源配置以及开展模式创新的重要手段，以谋求更好的长远发展。正如工业和信息化部原副部长杨学山所指出的，从全要素(人机料法环)、全过程(设计施工运维等)、全参与方(业主设计院总承包方等)3个层面对传统建筑业进行数字化、在线化、智能化的改造，促使其拥有新的生产要素、新的生产手段和新的生产模式，形成数字时代全新生产力，是建筑业数字化转型题中应有之义[7]。

当然，数字化转型是一个不断发展的过程，有相当数量的企业已经在前进路上，表3列出了一些涉及项目建设全过程各个阶段的项目数字化实例：

Table 3. Examples of digital application in each stage of the project construction

表 3. 项目建设各阶段的数字化应用实例

阶段	实例名称	数字化工作内容/特点	主要困难或不足
设计	横琴科学城创新中心[8]	建筑专业正向设计	/
设计	苏州太湖新城能源中心[9]	全专业协同正向设计	BIM 本土化辅助设计软件及产品库尚不完善
深化设计	某著名主题乐园扩建项目[10]	全专业协同正向深化设计	设计变更导致正向深化设计工作量指数级增加
深化设计	北京某主题公园[11]	塑石假山/轻钢龙骨深化设计	/
施工(临设)	北京某主题公园[11]	穹顶高空作业阶梯式操作平台	/
施工(计划)	广联达上海大厦施工任务派发与工序管理[12]	智能排程自动派发任务，以工作面为基础，以施工工序为最小交集，实施多业务集成管理	/
施工(综合)	重庆大江建设集团数字化项目管理[12]	智慧工地系统和项目管理平台	/
运营维护	上海市东方医院新楼扩建工程[13]	实现基于 BIM 的医院建筑三维可视化、集成化和主动式智慧运维管理	/

以上实例中，部分来源文献未详细阐述其数字化工作中的曲折，比较遗憾。作者自己参与数字化工作的体会是，面对新事物、新要求会遇到不少意料之外的困难，在尝试和改进中也会随时发现和弥补不

足之处，这些都是值得记录的宝贵经验教训。建筑行业内龙头企业之间、一线技术人员之间的数字化应用能力大致接近，同时各有专长，通过系统总结和交流分享，有助于提升全行业的数字化建造整体水平。

3.2. 数字化转型策略要适应建筑业特点

数字化转型必将激发建筑业的深刻变革，同时，企业在探索转型策略时也要适应建筑业固有的本质特点。苑书天等人[14]认为，建筑企业借助数字化转型可能存在三重转型：

1) 初阶数字化转型，是以“信息化”为基础的，以“业务流程优化”为核心的数字化转型，不改变商业模式、组织/业务架构，而是利用信息技术的优势，进行流程优化，重新定义管理方法，减少管理冗余，补齐管理空白，初步实现由人力资源型向人机交互型转变、由事后处置型向事前预判型转变、由经验判断型向数据分析型转变；

2) 中阶数字化转型，是用互联网思维，以战略布局、商业模式更新、组织变革、业务重构为核心，实现组织的扁平化、资源共享、风险识别分级管控，尤其是建筑施工企业，通过把集团内部各单位共性业务进行标准化、中心化，为项目提供共享服务，构建企业的核心信息力；

3) 高阶数字化转型，是要建设建筑产业互联网，打造一个完善的、富有潜力的生态圈，它拥有良好的运行规则和机制，能有效激励生态圈内企业多方互动、达成平台企业的愿景。企业根据自身管理水平、信息化水平自行定位所属阶段和目标，也可同步进行。

笔者赞同上述观点，同时认为，无论企业处于哪一重转型，都存在一个“以点带线，由线及面”的过程，并且与这三重转型阶段交织在一起，很难区分出明显的过渡界限。这也是由建筑行业的基本业务模式特点决定的。建筑工程业务多以项目制为主，以建筑施工企业为例，传统建造的项目管理方式多为典型的矩阵式管理，每个项目的项目管理团队都由技术、质量、施工(进度计划)、安全等基本部门组成，对一些包含深化设计内容的项目或EPC项目，还包括深化设计乃至设计部门。如果把建筑企业定义成一个“面”，这一个个项目和这些基本部门无疑就是这个“面”上最重要的“点”和“线”；与一些新兴产业不同，过快的技术更新迭代往往不是建筑企业所擅长消化或者所需要的，而循序渐进、润物细无声的“点—线—面”转型策略更符合建筑企业实际。“以点带线、由线及面”，就是要在具体项目上，通过具备条件的部门高质量完成条线上的数字化工作，让部门成为“灯塔部门”；继而带动所在项目的数字化工作，让项目成为“灯塔项目”；再通过组织内部的相互影响和主动干预，实现整个企业成功数字化转型，打造行业“灯塔企业”。

3.3. 建筑企业数字化转型的应有举措

3.3.1. 数字化建造人才培养与队伍建设

高水平的数字化建造离不开一支高水平的数字化技术应用人才队伍。笔者认为在现阶段，全专业BIM正向深化设计是最能体现、也最能提升建筑企业人员数字化技术能力的应用场景，通过BIM正向深化设计管理，可以有效提升自身数字建造能力，成为总承包单位对项目数字化管理的有力抓手[10]。首先，全专业BIM正向深化设计工作属于项目级别的数字化应用，其规模适当，周期合理，专业全面，成果明确，软硬件成熟，深化设计团队的整体数字化应用水平较高，总体成本相对企业级别而言更为可控；其次，通过BIM正向深化设计实现数字化协同的工作方式，能够有效带动项目其他部门的数字化应用水平和整个项目的数字化集成管理水平。建筑企业可以通过积极参与和推动该类型项目，形成人才培养、队伍建设和项目经验优势，扩大成为企业自身核心数字化竞争力之一。

3.3.2. 项目级数字化平台的建立

本质上看，任何时代的任何企业都通过信息流和物质流运行。数字化转型可以视为一种管理思想，

也可以视为一类管理工具，其实质就是通过数字化方式汇集、分析、优化信息流、以形成更高效的物质流，具体实现方式就是企业的数字化平台。数字化平台的重要性不亚于数字化人才队伍的建设。

多年来大批建筑企业在各类信息化平台建设方面投入不可谓不多，做了不少基础性的工作。但毋庸讳言，其中相当一部分工作没有起到应有的作用，成效甚微。究其原因，很多只是简单的将传统流程和实体文本等信息源复制到线上，而且平台重复建设，多头管理，信息重复采集，同一个信息可能在不同的仓库里都要放一次，不同部门建立的信息仓库也互不连通，大批信息永远沉睡。这种程度的数字化充其量可以算作信息备份仓库，而且带来大量重复劳动和信息冗余，根本上与数字化转型的初衷相背离。

笔者认为，建筑企业的数字化平台建立是一个结合企业传统持续改进的过程，在兼顾传统的基础上，每一步改进都要有实质性的数字化提升或突破。具体措施上，可以从建立项目级数字化平台入手。如上文提到的全专业正向深化设计工作，首先其软硬件环境较为成熟，工作组织架构基本与传统一致，因此提供了可靠的项目级数字化基础平台，同时可实现的一定程度的标准化，方便移植或模仿；其次是其工作成果本身，稍加扩展即可集项目信息之大成，能够很好地避免多头管理和重复建设问题；而且深化设计工作本身与所有一线部门配合紧密，具体实践中有着很强的灵活性，完全可以实现项目定制化。当项目级数字化平台的服务对象扩展到全体部门，这个平台就是整个项目部的数字化体现。

3.3.3. 企业级数字化平台的建立

企业级数字化平台的核心功能和需求，就是有效整合、充分运用企业各类活动形成的海量数据信息，适配各层级、各岗位管理场景，全面提升企业管理能力，创造价值。主营业务项目化是建筑企业的重要特点，因此，项目级数字化平台或者说数字化的项目部是企业级数字化平台最底层的可靠信息源，同时也是企业级平台所整合、适配信息的主要使用场景。当然除了项目部来源信息，企业还有其他生产经营活动，也产生很多信息。笔者的少许经验不足以从企业全局高度深入探讨此课题，但呼吁正在推进数字化转型的企业领导们保持建筑行业务实的优良传统，重视一线需求和既有经验教训，不仅看到数字化转型的美好前景，也要有排除万难的决心和踏石留印的干劲。

3.3.4. “灯塔”的价值

自 2018 年开始，世界经济论坛(WEF)与麦肯锡咨询公司合作发起“灯塔网络”项目，寻找制造业中的数字化转型典范，并将这些成功案例进行总结供制造企业参考。截至 2022 年 3 月 30 日，全球“灯塔工厂”共有 103 家，其中 37 家位于中国，广泛分布于家电、汽车、消费品、钢铁、制药等领域。麦肯锡公司恩诺·德布尔(Enno de Boer)称，这些灯塔工厂“展示了数字技术如何提升价值链韧性，促进增长以及环境和人类可持续性。过去，实现可持续性和韧性通常要以牺牲效率为代价，但如今这已经发生改变。企业现在可以使用数字指南和科技工具，提高运营的灵活性、敏捷性和可持续性。有了这些工具，他们就可以增强人的能力，实现可持续发展领域的突破并加快科技创新”[15]。在对“灯塔工厂”的评选和称誉背后，显示出 WEF 和麦肯锡这两大国际知名机构试图以超然身份参与并主导世界制造业数字化评价话语权的勃勃雄心。

本文以“灯塔企业”为题，自然有从制造业“灯塔工厂”经验整体上获取对建筑企业数字化转型启示的意图。根据研究者的归纳，入选“灯塔工厂”必须具备四种能力：1) 数字化先进技术的运用能力；2) 提高企业供应链韧性的能力；3) 具备大规模量化生产的能力；4) 实现绿色可持续发展的能力。而从公开资料上所见，“灯塔工厂”实现上述能力的经验涉及企业生产经营活动方方面面，千姿百态，已入选的上百家灯塔工厂各有不同的价值亮点，说明虽然行业和企业之间面临的挑战不同，但成功路径也不止一条。在入选的企业中，有 1/3 成功打造了两个以上的灯塔工厂，这又证明了众多成功路径也具有相当高的可重复性和参考价值。

鸿海科技集团副董事长李杰指出,“灯塔网络”项目没有公式化的标准,没有让企业套用固化的框架,也并未使用评分的方式。更加注重业务系统升级和创新技术应用带来的价值,强调企业全员参与的文化与组织能力支撑,以及在以客户为中心的端到端价值链中的改善,这些理念和方法得以落实的“可借鉴价值”,是“灯塔”的意义和生命力所在。

行文至此,不禁想到鲁迅先生的名言“其实地上本没有路,走的人多了,也便成了路”。有条件、有目标的中国建筑企业应充分发挥潜力,结合本土人才、科技、产业链生态和行业自身特点,保持清醒头脑,不迷信、不盲从、不冒进、不浮夸,不仅要努力打造自己成为行业的灯塔和标杆,也要参与构建符合中国国情的建筑业数字化应用与评价标准体系,探索一条自主发展的新路。

连点成线,串珠成链。对于已经有初步转型成功经验的建筑企业,如能将其数字化技术应用与管理能力积极转化为标准,开放给全产业链上的企业,可以有效降低中小企业数字化难度,推动整体产业转型进程,促进行业良性发展。对于数字化能力不够充分、实力相对较弱的建筑企业,除了主动探寻数字化、智能化变革之道之外,可以与率先成功实践数字化转型的企业积极对标,以先进企业为灯塔和标杆,通过部门对接、项目对接,实现联动结合,从而提升自身数字化建造能力,共同促进行业高质量转型。

4. 结语

在国家对建筑业未来发展总的指导方针和政策推动下,建筑企业正积极投入数字化转型工作,通过集成5G、人工智能、物联网等技术,对传统建造技术进行数字化提升,推动与实时监控、协同管理、竣工验收和智慧运维等场景深度融合,加快智能建造发展和传统建筑智慧化改造,初步形成了涵盖研发、设计、工程、运维等全产业链融合一体的智能建造、运营体系。从其它行业的数字化转型经验看,每个企业的优势和特点各不相同,因此数字化转型工作要鼓励有基础、有条件的企业优先发展,同时要因企、因地、因时制宜,不盲目追求高新奇特,通过打造具有中国特色、符合行业特点和时代需要的建筑业“灯塔企业”,带动行业发展。

能否在第四次产业革命的大环境中保持和提升我国建筑业的综合竞争力,很大程度上取决于能否有更多成功转型的“灯塔企业”起引领作用。这也意味着,企业需要聚拢有数字化思维的复合型人才、打破技术壁垒和信息鸿沟、主动构建适应数字化需要的新型组织体系,发挥辐射带动效应,为中国建筑业未来注入更多可能性和发展活力。成功实践数字化转型的建筑企业,在数字化应用的深度和广度上相比传统建造模式必有可见的明显进步,对行业的数字化应用整体水平也有着直接和间接推动作用;建筑企业理应携起手来加速构建通用评价体系,要用中国建筑业自己的标准来衡量企业的信息化、数字化发展水平。曾几何时,法度谨严的中国传统建筑技艺一骑绝尘,体现出超越时代的设计、建造、组织管理智慧。希望通过工程技术人员在数字建造时代的不懈努力,助力我国建筑业未来再次成为世界的“灯塔”。

参考文献

- [1] 丁烈云. 数字建造导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. “十四五”建筑业发展规划[EB/OL]. https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/fdzdgnr/zfhcxjsbwj/202201/20220125_764285.html, 2022-01-25.
- [3] 国务院国资委办公厅. 关于加快推进国有企业数字化转型的通知[EB/OL]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588020/n2588072/n2591148/n2591150/c15517908/content.html>, 2020-09-21.
- [4] 《建筑技术》编辑部. 2025年重庆市所有工程项目将采用数字化建造模式[J]. 建筑技术, 2021, 52(2): 222.
- [5] 国务院国资委科创局. 关于发布2020年国有企业数字化转型典型案例的通知[EB/OL]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588030/n2588934/c17505367/content.html>, 2021-03-10.
- [6] 郭子彦. 数字建造智慧运维——上海建工、华建集团、东浩兰生集团推动建筑业数字化转型[J]. 上海国资,

- 2021(11): 80-81.
- [7] 杨学山. 数字化转型, 建筑业不要再慢半拍[J]. 建筑, 2020(20): 22-23.
 - [8] 郑聪, 孙昱, 刘李雯, 等. 建筑专业正向设计的综合应用与研究——以横琴科学城创新中心为例[J/OL]. 土木工程信息技术, 1-10. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5823.TU.20220228.1539.008.html>, 2022-03-01.
 - [9] 王冰. 苏州太湖新城能源中心的 BIM 正向设计实践[J]. 建筑技艺, 2021, 27(6): 118-121.
 - [10] 晏浩. 总承包模式下的 BIM 正向深化设计管理研究[J]. 土木工程, 2022, 11(8): 925-933.
 - [11] 贾学军, 王久强, 史琦. 北京某主题公园 BIM 正向设计应用实践及创新[C]//第八届 BIM 技术国际交流会. 工程项目全生命周期协同应用创新发展论文集. 《筑工程信息技术》编辑部, 2021: 164-169.
 - [12] 中国建设信息化编辑部. 建筑业企业数字化转型破局之道[J]. 中国建设信息化, 2021(14): 20-23.
 - [13] 赵国林. 基于 BIM 技术的医院建筑智慧运营维护技术[J]. 建筑施工, 2018, 40(8): 1482-1484.
 - [14] 苑书天, 苑玉平, 梁斌. 如何找准数字化转型突破口(上)——建企数字化转型三重论[J]. 施工企业管理, 2022(1): 93-95.
 - [15] World Economic Forum (2022) Global Lighthouse Network: The Global Lighthouse Network Playbook for Responsible Industry Transformation.
<https://www.weforum.org/whitepapers/global-lighthouse-network-the-playbook-for-responsible-industry-transformation>