

DOI: 10.7672/sgjs2026070001

建造新技术产业化研究与实践

毛志兵¹, 马荣全²

(1. 中国建筑股份有限公司, 北京 100029; 2. 易建网科技有限公司, 北京 100070)

[摘要] 建筑业正面临着深度调整的机遇期,行业增加值增速放缓、企业“暴雷”现象频发,传统的行业生态和思维模式已无法满足建筑业高质量发展需要。以建筑业绿色低碳发展为导向,以提供高品质建筑产品为根本目的,全方位提出了“建造新技术产业化”的系统框架、转化机制和商业模式,系统阐释了其概念内涵、理论依据、实践路径。通过“专利技术化-技术产品化-产品产业化-产业服务化-服务智能化”五化策略,构建了“专利→技术→产品→产业→服务”五阶段演进模型,揭示了建造新技术从科研到市场的转化机理,分析了建造新技术产业化存在的问题,并提出了改进对策;建立了产业化成熟度评价体系,并结合 BIM 技术、建筑工业化、央(国)企转型等典型案例,提出了重构商业模式的方法,论证了建造新技术产业化是摆脱建筑业当前困境、重塑建筑业发展生态、实现提质升级的有效路径。

[关键词] 建造新技术;产业化;新质生产力;建筑业转型;技术创新

[中图分类号] TU74

[文献标识码] A

[文章编号] 2097-0897(2026)07-0001-09

Research and Practice of Industrialization of New Construction Technologies

MAO Zhibing¹, MA Rongquan²

(1. China State Construction Engineering Corporation, Beijing 100029, China;

2. Yijianwang Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China)

Abstract: The construction industry is currently facing a period of profound transformation. With the slowing down of the growth rate of the industry's added value and frequent instances of corporate failures, traditional industry ecosystems and mindsets can no longer meet the needs of high-quality development of the construction industry. Guided by the goal of green and low-carbon development in the industry and with the provision of high-quality construction products as its fundamental objective, this paper comprehensively proposes a systematic framework, transformation mechanisms, and business models for the “industrialization of new construction technologies,” systematically elucidating their conceptual implications, theoretical foundations, and practical pathways. Through the “five-step strategy” of “patent commercialization-technology productization-product industrialization-industry serviceization-service intelligentization,” a five-stage evolutionary model of “patent → technology → product → industry → service” has been established. This model reveals the transformation mechanism of new construction technologies from research to the market, analyzes existing issues in the industrialization of these technologies, and proposes improvement strategies. An industrialization maturity evaluation system has been established. Drawing on typical case studies such as BIM technology, building industrialization, and the transformation of central and state-owned enterprises, the study proposes methods for restructuring business models and demonstrates that the industrialization of new construction technologies is an effective pathway to overcome the current challenges facing the construction industry, reshape its development ecosystem, and achieve quality improvement and upgrading.

Keywords: new construction technologies; industrialization; new quality productive forces; transformation of the construction industry; technological innovation

1 概述

1.1 行业背景:建筑业进入深度调整期

根据中国建筑业协会发布的《2025年建筑业发展统计分析》,2025年建筑业总产值303 818.33亿元,近年来首次出现下降。其中,竣工产值完成121 648.49亿元,同比下降10.05%,降速显著;新签合同额、施工面积、从业人数等指标已出现连续下降。尤其值得关注的是,建筑设计和建筑施工企业接连出现“暴雷”现象,建筑设计行业成为重灾区,施工总承包特级企业也有多家进入破产重整。

国民经济发展规律及行业发展数据表明,中国建筑业已经进入了“重新洗牌”的深度调整期。然而,建筑业增加值占国内经济生产总值的比重仍达6.16%,继续发挥着国民经济支柱产业的作用。但建筑业多年来存在的技术落后、人工劳动占比高、数字化程度低、效益和效率低下等问题备受诟病。中国建筑业协会的研究表明,国有及国有控股建筑业企业,特别是建筑业央企,是建筑业专利研发的绝对主力,但科技成果转化率低的问题依然突出,显然,技术在建筑业中的作用还远远没有发挥出来。

1.2 研究目的

根据国家大力发展新质生产力的指导思想,建筑行业在深度调整的关键时期,亟须通过新的思维模式、理论框架和产业模式,为建筑行业重塑产业生态、实现高质量发展提供新的发展路径。为此,提出了“建造新技术产业化”的系统框架、实现路径和商业模式,旨在解决以下核心问题。

1) 破解建筑行业新技术推广应用难的问题。数据显示,建造新技术从科技研发到市场成熟应用平均需要8~12年,远多于制造业的3~5年,其中结构安全验证占总研发时间的40%~50%。如何缩短这一周期,是理论研究和实践探索的共同课题。

2) 为建筑业培育新质生产力提供理论支撑和实践指南。新质生产力在建筑业的体现,不仅是技术的应用,更是产业组织方式和思维模式的根本变革。

3) 重塑建筑业的产业生态。传统的行业生态和思维模式已经无法满足行业高质量发展的需要,建筑行业目前的产业生态必须通过建造新技术的产业化升级,实现从“建造”到“智造”的深刻变革。

2 建造新技术产业化理论依据

2.1 建造新技术产业化概念

建造新技术产业化,是指在传统建筑业产业链如建材产业链、设计产业链、工程咨询产业链、建筑

用工产业链的基础上,集成各产业链的“科技基因”,或者通过新技术研发、集成、升级和改造,创新形成的建造新技术从研发、方案(设计)、生产、销售到专业化施工服务的全新产业链或生态圈。这一概念包含4个层面的内涵。

1) 建造新技术产业化是传统产业链的重构过程。它不是简单地叠加新技术,而是对传统产业链的解构与重组。正如长沙在智能装配式建造领域的实践,通过将实体建造过程迁移至工厂,对大宗建筑材料进行规模化、集成化、工业化智造,并在现场以装配化方式组织施工,同时将建造管理过程移至云端,实现建筑全生命周期的“云孪生”“云调度”“云指挥”“云协同”。

2) 建造新技术产业化是技术形态的跃迁过程。从专利形态(法律形态)到技术形态(知识形态),再到产品形态(商品形态),最终形成产业形态(经济形态),这是一个完整的价值链重塑过程。

3) 建造新技术产业化是建筑业融入人工智能实现全面升级的产业路径。正如中建集团在实践中探索的,通过将物联网、人工智能、BIM等新技术深度植入建造工艺流程,提高施工生产自动化水平,推动建筑业由劳动密集型转向技术驱动型。

4) 建造新技术产业化是建筑行业相关企业及产业走出困境、全面升级的工具和方法。实践表明,通过技术创新、专业化整合和智能化升级,建筑企业可以从传统的施工业务拓展到全产业链的高附加值服务领域,实现从“单一赛道”到“多元绽放”的战略转变。

2.2 理论依据

2.2.1 马克思生产力理论

马克思生产力理论认为,生产力包括劳动者、劳动资料和劳动对象3个要素,科学技术通过渗透到这3个要素中发挥其作用。建造新技术产业化正是将新技术渗透到建筑业的劳动者(通过技能提升)、劳动资料(通过智能装备)、劳动对象(通过新型材料)的过程。

马克思还强调,协作本身是一种生产力。建造新技术产业化通过重构产业链协作方式,创造新的生产力。在装配式智能建造产业链建设中,通过组建战略联盟,形成产业集群效应,正是对这一理论的实践印证。

2.2.2 科技是第一生产力理论

“科技是第一生产力”的论断,揭示了科学技术在现代生产力系统中的核心地位。建造新技术产业化,就是将科技从潜在生产力转化为现实生产力

的过程。

2025年建筑业企业科技创新能力指数显示,中建八局、中建三局、中建二局等科技创新领先企业,其专利指数、荣誉指数和软著指数均遥遥领先。这证明科技创新与企业竞争力呈正相关关系,科技确实是第一生产力。

2.2.3 新质生产力理论

新质生产力是以科技创新为核心驱动力,以战略性新兴产业和未来产业为主要载体,具有高科技、高效能、高质量特征的先进生产力质态。建造新技术产业化是新质生产力在建筑业的一场深刻实践;建造新技术的产业化从以下3个方面体现了新质生产力的指导作用。

1)驱动“三大要素”的颠覆性跃升。新质生产力强调生产要素的质变。建造新技术产业化直接推动了建筑行业“劳动者、劳动资料、劳动对象”的组合跃升,包括劳动资料的数智化(工具的革命)、劳动对象的新型化(材料的革命)、劳动者的转型升级(人的跃升)。

2)推动生产方式的根本性变革。新质生产力要求摆脱传统增长路径,关键在于提高全要素生产率。建造新技术产业化通过重构生产方式,实现了从传统建造的“分散割裂”到数字孪生的“系统集成”,从经验驱动到数字驱动,从资源消耗到绿色驱动。

3)重塑“产业形态”的深度变革。新质生产力最终体现为产业竞争力的提升。建造新技术产业化正在催生新的业态和模式,例如建筑业软件服务和建筑机器人产业等新产业与新赛道,也实现了价值链的重构,实现了从“传统建造”向“制造+服务”的转型,获取更高附加值。

3 建造新技术产业化的意义

3.1 从理论上构筑新技术推广应用的高地

长期以来,建筑业新技术推广面临“技术孤岛”现象——技术本身很先进,但无法融入现有产业体系。建造新技术产业化过程将技术推广从“点状突破”升级为“系统重构”。

1)提供了体现技术价值的完整产业链条。从专利到技术、从技术到产品、从产品到产业、从产业到服务,每个阶段都有明确的转化目标和方法。

2)强调了技术应用的系统思维。正如工程控制论所揭示的,应追求系统整体合理性而非局部技术最优。建造新技术产业化不是单项技术的应用,而是技术体系的集成。

3.2 从方法上给出建造新技术推广路径

建造新技术产业化研究提出了清晰的实践路径,即“五化策略”:专利技术化、技术产品化、产品产业化、产业服务化、服务智能化。这一路径将抽象的技术创新转化为可操作的产业化步骤。同时,五阶段演进模型(专利→技术→产品→产业→服务)揭示了技术创造价值的内在逻辑,并通过反馈循环机制,实现了从市场应用反向指导技术研发的闭环。

3.3 从实践上提升建筑行业的科技水平和效益

从实践效果看,建造新技术产业化已显示出显著效益。某钢结构加工企业通过智能化升级,钢结构制造周期缩短32%、生产效率提升40%、制造成本降低17%,90%生产环节实现自动化运行,整体人力成本下降70%,构件一次检验合格率达99.9%。北京桦皮厂胡同8号楼项目改建时,采用中建C-MiC(混凝土模块化集成建筑)技术,仅用3个月时间实现了“原拆原建”,大幅提高精度、品质和效率。实践证明,建造新技术产业化有效提升了行业科技水平和经济效益。

3.4 从行业发展角度提出了建筑产业走出困境的有效路径

建筑企业依靠规模增加解决问题的传统模式已经过时,在建筑行业总体规模和利润水平同比下降的大趋势下,创新是唯一的出路;建造新技术产业化通过用新技术进行产业重构打造了一个全新的产业生态,是建筑行业走出困境的有效途径。

4 建筑行业新技术推广应用的问题分析

4.1 技术障碍是从科研到工地的“死亡之谷”

4.1.1 技术成熟度验证周期长

建筑行业对技术的可靠性要求高,新技术需要经过长时间、多场景的验证。数据显示,建造新技术从科研到成熟应用平均需要8~12年,远长于制造业的3~5年。其中,结构安全验证占总研发时间的40%~50%。这种长周期验证要求,与技术进步的快节奏形成矛盾。许多新技术在长周期的验证过程中,已经面临技术迭代的挑战。

4.1.2 技术集成困难

建造新技术往往涉及多学科交叉,集成难度大;而且,企业科技研发往往各自为政,相互之间缺乏融合与交流,因此技术集成难度大;以智能建造机器人为例,需要集成机械、控制、视觉、建筑等多领域技术,任何一个环节的短板都会影响整体性能。

好房子科技展中展示的“天蝉”智能施工机器人系统(见图1),就是一个复杂的集成系统,它以平

台化、数字化的核心统领着1个机器人军团,实现混凝土施工用工减少60%、施工速度达“5天1层楼”。这种高集成度的系统,对技术整合能力提出了极高要求。



图1 “天蝉”施工机器人系统3.0

Fig. 1 SkyCicada construction robot system 3.0

4.2 市场需求存在不确定与应用惯性

4.2.1 建筑行业的风险规避特性

建筑项目投资大、周期长、责任重,导致从业者对新技术的采纳持谨慎态度。调查显示,90%的建筑企业倾向于使用成熟技术,即使新技术可能带来20%以上的效率提升。这种风险规避心理,源于建筑产品的特殊性——一旦出现质量问题,可能危及公共安全,责任追究严厉。因此,“不犯错”往往比“更高效”更具优先性。

4.2.2 间接效益量化困难

建造新技术的价值难以准确量化,特别是在间接效益(如安全性提升、环境影响减少)方面。这在很大程度上影响了客户的选用决策和投资回报计算。

清华大学吴璟教授的研究表明,尽管超半数企业已制定数字化转型战略,40%的企业设立了专门数字化部门,但转型成效与预期尚有差距,仅少数企业能实现可量化的运营效率提升,大部分企业缺乏数字化效益评估体系。

4.3 标准滞后与监管体系的不适应

4.3.1 标准制定周期长

建筑标准的制定通常需要3~5年,而新技术的发展速度远超标准更新周期。而且长期以来,新技术推广应用与技术标准之间存在“先有鸡还是先有蛋”的博弈,导致大量新技术在缺乏标准支撑的情况下难以规模化应用。

可喜的是一些地区已开始探索加快标准供给。重庆、四川联合发布《川渝地区住房城乡建设领域建筑机器人与智能施工装备选用目录》,明确40余款建筑机器人的适用场景和应用要点;北京、天津、河北共同编制发布了《建筑工程智能建造技术规程》,推动了建造新技术的落地实施。

4.3.2 监管体系创新不足难以适应新技术

现有的建筑监管体系基于传统技术建立,难以适应新技术的特点。例如,基于现场湿作业的验收标准不适用于工厂化生产的装配式建筑;基于人工操作的质检方法,难以评价建筑机器人的施工质量。

在青岛人工智能产业集聚区工程施工中,项目技术人员创新的井道施工方案将支撑提升平台、井道内模、防护平台以及扩缩装置有机整合,实现了井道施工“复制粘贴”的效果,井道整体平整度及垂直度偏差控制在3mm以内。这种创新工艺在传统监管体系下,需要监管部门的创新适配才能推广应用。

4.4 招投标与造价体系难以满足推广需求

1) 竞争性招标方式与新技术的推广需求不适应。《招标投标法实施条例》第九条明确规定了可以不进行招标的情形,如果某项专利具有不可替代性,依法可以申请采用单一来源采购方式,但由于申请条件多、批复难度大,导致愿意启动豁免招标的少之又少。

2) 新技术造价缺乏政策性认定依据。随着GB/T 50500—2024《建设工程工程量清单计价标准》于2025年9月1日起正式实施,定额的角色已从强制性转向市场化参考,但它仍然是国有资金的“压舱石”,定额依旧是国有资金投资工程编制投资估算、设计概算和最高投标限价的法定依据,新技术在国有投资项目上的推广应用由于缺乏明晰的造价依据而存在天然屏障。

4.5 传统生产组织模式的障碍

4.5.1 建筑产业组织碎片化

建筑行业长期存在的设计-施工分离、专业或劳务分包等组织模式,形成了高度碎片化的产业结构,不利于需要一体化协作的新技术推广应用。

装配式智能建造产业链各环节紧密相连,任何一个环节的延误或质量问题都可能对整个项目产生连锁反应。然而,碎片化的产业组织使得信息孤岛现象普遍存在,各环节的信息系统相对独立,数据格式和标准不统一,导致信息流通不畅,工业化建造优势发挥不出来。

4.5.2 人才结构不适应

传统建筑教育强调工程经验,对数字技术、智能制造等新知识覆盖不足。从业人员数字化技能普遍缺乏,成为新技术推广的重要障碍。

好房子科技展中展示的CMC钢-混组合模块化建筑产品、SMC钢结构模块、智能化钢筋/模板生产线等新技术,都需要具备跨学科知识的人才进行操

作和管理。人才供给与新技术需求之间的差异,制约着建造新技术产业化的进程。

5 建造新技术产业化路径和方法

5.1 建造新技术产业化路径——“五化策略”

基于对建造新技术转化规律的把握和产业化实践经验的总结,提出建造新技术产业化的“五化策略”。

1) 专利技术化:将专利从法律保护形态转化为可操作的技术方案。专利本身是法律权利,只有转化为解决实际问题的技术方法,才能产生价值。这一阶段需要将专利与工艺结合、与资本结合、与劳动结合,使知识产权通过物质和能量的作用,转变为改造世界的现实能力,具体表现为方案、图纸、工艺或工法。

2) 技术产品化:将技术成果转化为可批量生产、可市场销售、可稳定使用的商品。技术产品化不仅是将技术从科研成果转化为实际生产力,更是思维方式的转变——从技术思维转向产品思维。技术思维追求“性能极致”,而产品思维关注“用户体验”和实际效果。

3) 产品产业化:将单一产品拓展为可规模化生产、可系列化供应的产品体系。这一阶段需要解决标准化与多样化的矛盾,建立产品平台,形成产品家族和产业供应链。比如传统的钢结构产品制造可以拓展到装配式钢结构建筑、交通安全设施、船舶制造配套等多元化产品体系,从而实现从产品到产业的跃升。

4) 产业服务化:从卖产品向卖服务延伸,从单一产品供应商向系统解决方案提供商转型。中建集团在绿色低碳领域,不仅提供绿色建筑产品,更提供碳管理数据平台、近零能耗建筑整体解决方案。

5) 服务智能化:以数据和算法为核心,实现服务的精准化、个性化和预见性。建设产业化服务平台引入人工智能,为产业生态链或生态圈不断完善提供全过程咨询、方案及配套服务。

5.2 建造新技术产业化“五要素”的递进模型

建造新技术产业化的核心要素包括专利、技术、产品、产业和服务,五者构成递进演化的关系模型。

5.2.1 第1阶段:专利(法律形态)

专利是技术成果的法律保护形态,是产业化的起点。2025年建筑业企业科技创新能力评价显示,中建八局因其发明专利项数遥遥领先于其他企业,以绝对优势居专利指数榜首。专利的积累为后续转化提供了基础。

5.2.2 第2阶段:技术(知识形态)

技术是满足需求和解决问题的方法和手段。建筑业正经历从建造到智造的深刻变革,建造新技术的表现形式正从钢筋混凝土的实体向“据”和“算法”等虚拟形态或数字孪生形态转变。

5.2.3 第3阶段:产品(商品形态)

产品是技术的载体,是满足市场需求的商品。技术产品化意味着从科技研发思维到市场思维的转变。中建科技与清华大学联合研发的“人因选型系统”,让消费者可以通过线上定制房子的户型、装修、家具和智能家居,智能造房工厂根据定制需求制造模块房屋或组件,这是技术产品化的典范。

5.2.4 第4阶段:产业(经济形态)

产业是同类产品及其上下游的集合,是技术价值的规模化释放。从产品到产业,需要完成“市场培育-标准建立-生态构建”的协同推进。

5.2.5 第5阶段:服务(应用形态)

服务将前述4个要素整合起来,通过咨询、运维、培训等方式,让客户真正将建造新技术“用起来”并“用好”,是建造新技术转化为用户体验和持续价值的关键环节。服务是连接其他4个要素与用户的“最后一公里”,也是将专利、技术和产品转化为解决工程问题能力的关键一环。

这5个阶段不是单向的线性过程,而是包含反馈循环的动态系统。建造新技术产业化应用中发现的问题,反馈到产品改进;产品使用中的痛点,指引技术优化;技术研发的突破,催生新的专利布局。

5.3 建造新技术产业化的转化机制

5.3.1 从专利到技术的转化机制

从专利到技术的转化,核心机制是“三位一体”:通过“专利及其组合-技术路线图-技术成果”的协同作用,实现专利价值的最大化。

1) 构建专利组合而非单一专利。单个专利往往难以覆盖完整的技术方案,需要通过专利组合形成技术壁垒。大型央企在研发过程中,可以在智能建造领域,围绕BIM软件研发、智能生产线、智能施工装备等组织开展系统性的专利布局。

2) 绘制技术路线图。技术路线图连接市场需求、应用场景、技术目标和研发资源,指引从专利到技术的转化方向。

3) 技术成果以合理的形式予以展现,以便推广应用。通常技术成果可以体现为方案图纸、工艺或工法。

5.3.2 从技术到产品的转化机制

从技术到产品的转化,核心是思维方式的转

变——从技术思维转向产品思维。技术思维追求“性能极致”:技术人员往往希望把所有功能都做到最好,但这可能导致成本过高、操作复杂,反而不被市场接受。产品思维关注“用户体验”:产品经理关注的不是“技术有多先进”,而是“用户需要什么”“用户如何使用”。好房子科技展中展示的“和美住宅”样板房,虽然外观看上去和其他房子没什么分别,但其购买方式和建造过程却“未来感”十足——消费者可以通过“人因选型系统”进行定制化选房,这正是产品思维的体现。

从技术到产品的转化,需要构建“研发-中试-市场”的桥梁。中试环节是技术产品化的关键,通过小批量生产验证工艺可行性,通过试点应用验证产品适用性。目前市场上正推广应用的游牧式智能化钢筋/模板加工设备正是科研单位与厂家合作进行定制化制作,从而实现了从技术创意到成熟产品的转化。

5.3.3 从产品到产业的转化机制

产业是产品生产的社会化组织形态,从产品到产业的转化,核心是“市场培育-标准建立-生态构建”的协同推进。

1) 市场培育:新产品进入市场需要培育过程。通过示范项目展示价值,通过标杆案例建立信誉。佛山持续培育发展建筑机器人应用示范区,以 1 家“链主”龙头企业,3 家建筑机器人应用企业,8 家建筑机器人产业协同企业组成产业集群,牵动上下游超 20 多家企业。

2) 标准建立:标准是产业化的基础设施。当产品从单一应用走向规模化推广时,需要统一的标准规范产品质量、接口要求、验收方法。

3) 生态构建:产业不是单个企业的行为,而是上下游协同的生态系统。通过政府引导和企业自主合作,聚集设计、生产、施工、研发等各类企业,实现建造新技术产业链各环节的紧密协同和资源共享。

从产品到产业的跃迁,本质上是从产品思维到产业思维的升华。产业思维的核心是构建生态系统,而不是仅仅做好产品。正如工程控制论强调的系统整体思维,追求的是系统整体合理性而非局部最优。

6 建造新技术产业化成熟度评价办法

6.1 产业化评价指标体系

为量化评估建造新技术的产业化水平,为决策提供依据,笔者研究构建了包含 4 个一级指标、12 个二级指标、36 个三级指标的产业化评价体

系,如表 1 所示。其中一级指标参考中国建筑业协会企业科技创新能力评价体系,结合产业化过程的特殊性,设置技术成熟度、市场接受度、产业生态、政策环境 4 个一级指标。专利指数、荣誉指数、软著指数等创新指标,纳入技术成熟度维度进行综合评价。

表 1 建造新技术产业化成熟度评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator system for industrialization maturity of new construction technologies

一级指标	二级指标	三级指标
技术成熟度	技术可靠性	故障率、寿命、耐久性
	标准化程度	标准符合性、接口标准化水平
	兼容性	与现有系统的兼容能力、与上下游技术的匹配度
	技术先进性	主要性能指标领先程度、创新性
市场接受度	知识产权	专利数量与质量、软件著作权
	客户认知度	品牌知晓率、技术理解度
	价格接受度	价格敏感度、性价比认知
	使用意愿	采纳意愿、推荐意愿
产业生态	市场覆盖	市场占有率、区域覆盖度
	用户满意度	产品质量满意度、服务满意度
	配套体系	上下游配套完善度、供应链稳定性
政策环境	人才供给	专业人才数量、人才培养能力
	资金支持	融资可获得性、投资回报率
	产业协同	企业协作水平、信息共享程度
政策环境	政策支持力度	产业政策扶持度、财税优惠
	标准完善度	产品标准、工程标准、验收标准
	监管适应性	监管模式适配性、审批效率

6.2 产业化成熟度评价步骤

1) 第 1 步,数据采集。通过企业填报、第 3 方数据(如天眼查的专利数据、建设通的工程奖项数据)、用户调查等多渠道获取指标数据。

2) 第 2 步,指标标准化。对各指标数据进行无量纲化处理,转化为 0~100 之间的分值。

3) 第 3 步,权重确定。采用专家打分法或层次分析法确定各级指标权重。

4) 第 4 步,综合计算。加权计算产业化成熟度综合得分,并根据得分划分成熟度等级(如初级阶段、成长阶段、成熟阶段)。

该评价体系可用于企业自评、政府评估、投资决策等多种场景,为建造新技术产业化提供量化管理工具。

7 推进建造新技术产业化的对策

7.1 建立“验证-示范-推广”的梯度推进机制

在可控应用场景下完成技术验证,在标杆项目中开展示范应用,用示范效应带动市场推广。例如长沙在智能装配式建造领域,通过试点项目验证技术可行性,再逐步扩大应用范围,形成了可复制的经验。

7.2 推动产业组织创新,发展集成服务商

通过自主研发、协作集成,建立建造新技术推广应用平台或发展产品与服务集成服务商,实现从单一产品到系统解决方案的转型。尤其是大型央(国)企可通过内部资源整合,形成建造新技术一体化服务能力。

7.3 探索团体标准先行、国家或行业标准跟进的路径

鼓励行业协会、龙头企业牵头制定团体标准,在实践中检验完善,成熟后上升为行业标准或国家标准。参考建筑结构超限审查办法,适时出台建造新技术应用的专家论证制度。

7.4 构建“复合型人才”培养体系

企业内部加强跨学科培训,外部深化校企合作,同时通过引进机械、控制、计算机等领域人才,优化人才结构。好房子科技展中展示的各类智能装备,需要跨学科团队才能研发、操作和维护。

7.5 优化新技术招标和造价确认程序

在政策层面上,坚持建造新技术综合效益较传统技术提高的“底线”前提下,量化新技术造价确定方式;在保持招投标“红线”不变的前提下,简化单一来源招投标确认程序,适时出台鼓励采用新技术的激励政策,为建造新技术产业化提供适当宽松的政策环境。

8 用“建造新技术”重构商业模式

8.1 商业模式重构的本质

通俗的讲,商业模式是企业“凭什么赚钱”以及“如何一直赚下去”的商业闭环逻辑;而重构商业模式就是改变企业的价值创造方式和价值获取方式。对建筑施工企业而言,传统的商业逻辑是“我有什么设备、资质和队伍-去参加投标-通过施工赚取差价”;而重构后的商业逻辑是“市场有什么痛点(如工期紧、施工难度大、质量通病多)-运用新技术提供解决方案-通过全生命周期服务获取持续收益”。

8.2 建造新技术重构的商业模式

1) 建造新技术孵化新产业:当传统的商业逻辑被打破之后,建造新技术通过打造新的应用场景,实现标准化、可重复后,围绕新技术的设计(方案)、

产品及其相关服务就成为一个新的产业;智能建造就是这类新产业的典型代表;而且智能建造还可以根据客户需求在数字化设计、工业化建筑、智能化施工等方面细分为多个新产业。

2) 传统产业的升级改造:进入人工智能时代,我们说所有的行业都值得“+人工智能”重做一遍,建筑业也不例外;用人工智能和建造新技术相结合,通过人工智能+行业垂直软件+建筑硬科技的“三位一体”,可以实现智能规划和设计,完成设计院的升级换代;可以实现人机协同为核心的智能化施工,完成建筑劳务企业的升级换代;可以通过提供以新材料为核心的综合应用服务,实现建材供应商的升级换代。

8.3 重构商业模式的途径与方法

建造新技术产业化的根本目的是重塑商业模式,通过创新商业模式,实现效率和效益的双提升,从而实现企业的持续高质量发展,因此,根据不同企业的实际情况,重构商业模式的途径和方法也有所不同。

1) 建造新技术产业化平台模式:大型央(国)企具有雄厚的科研实力和众多的新技术应用场景,也有丰厚的技术储备,适合建设建造新技术产业化平台或组建科技推广专业化公司,以“技术产品化”为依托,通过建造新技术应用方案的标准化、产品化和商品化,带动新材料或设备的生产、销售以及专业化施工服务,形成新的产业链条及利润增长点。

2) 产品为核心的技术服务模式:适合传统建材供应商的升级换代,也适合创办新的升级版建材供应企业,即以新的专利技术产品为基础,通过提供前期的新产品应用方案,形成围绕新产品的设计(方案)、生产或销售、专业化施工服务的新产品应用产业链。

3) “人工智能+专业化软件+建筑硬科技”一体化模式:建设三维可视化、工具化、平台化“智能体”,采用人工智能进行方案编制、产品选型、专业化图纸设计,通过融入建造新技术,带动产品的生产、销售及专业化施工服务。

4) 人机协同的专业化公司模式:未来建筑机器人应用的主流方向是人机协同施工,智能建造落实到工程施工环节就是人机协同配合共同完成施工任务;人机协同施工是智能建造的底层逻辑,通过人机协同施工技术,大型央(国)企可以组建模板、钢筋加工等专业化施工企业,实现产值利润的“内循环”;建筑劳务公司或施工班组可以借此完成产业化升级。

9 建造新技术产业化实践

9.1 新技术产业化案例

9.1.1 建筑工业化技术的产业发展

建筑工业化就是装配式建筑技术产业化的典型代表。从技术形态看,它经历了从预制构件到装配式结构,再到模块化建筑的演进;从产业形态看,它形成了从构件生产到现场装配,再到全生命周期服务的完整产业链。

1) C-MiC(混凝土模块化集成建筑)技术,将模块化建造推向新高度。它通过数字孪生技术,在设计阶段形成三维立体的全要素建筑生产施工模型,生产过程实现自动化、智能化,变高空作业为平面流水作业,大幅缩短施工工期。

2) CMC 钢-混组合模块化建筑产品,综合了钢结构模块和混凝土结构模块的优势,填补了模块化建筑结构体系的空白,实现“12 分钟一面墙,2 小时一间房”的高效建造。

9.1.2 BIM 技术的产业化

BIM 技术从最初的三维建模工具,发展为覆盖建筑全生命期的信息管理平台,实现了从“技术”到“产业”的跃迁。

在产业化进程中,BIM 技术呈现 3 个显著特征:

①从单点应用向全过程协同演进,打通设计、生产、施工、运维各环节;②从工具软件向平台系统升级,形成以 BIM 为核心的数字孪生平台;③从技术应用向数据资产转化,BIM 模型成为建筑全生命期的数据载体。

三一筑工自主研发的“筑享云平台”(见图 2),通过将项目全生命周期的数据集成在一个平台上,为各方提供了高效便捷的信息交互渠道,有效打破了信息孤岛现象。



图 2 筑享云平台

Fig. 2 Zhuxiang cloud platform

9.2 大型央(国)企在新技术产业化的案例

大型央(国)企在建造新技术产业化中发挥着主力军作用。2025 年建筑业企业科技创新能力指数显示,科技创新能力前 10 位的企业中,9 家是建筑业央企子公司,1 家为地方国企;前 50 位企业中,

39 家是建筑业央企子公司。

中建集团将物联网、人工智能、BIM 等新技术深度植入建造工艺流程,提高施工生产自动化水平。在智能装备领域,研发了可给建筑做“B 超”的 X-MEN 机器人、超高层北斗高精度卫星定位接收机、“空中造塔机”“智能装配造桥机”等。在绿色低碳领域,研发了“光储直柔”技术,将房子变成大型“充电宝”,每年节电超 10 万 kW·h。

大型央(国)企通过智能建造技术应用,把劳务为主的专业化施工升级为“智能建造”,原来外包的工程实现了“内循环”,经济效益大幅提高。这种模式既提升了工程质量,又增强了企业对产业链的控制力。

9.3 建筑劳务企业升级案例

建筑劳务企业是建筑业用工的主体,也是新技术产业化的重要参与者。在建造新技术产业化进程中,一批劳务企业成功实现转型升级。

以青岛人工智能产业集聚区项目为例,传统电梯井道施工依靠人工一层层手工拼接,效率低下、精度差、安全系数低。项目团队与劳务企业合作,引入曳引式井道内专用施工升降机,实现了全天候施工、室内外穿插施工。劳务工人从“体力劳动者”转变为“智能装备操作者”,劳动技能大幅提升。

劳务企业升级的典型路径包括:从单纯提供劳务向“劳务+技术”转型,培养掌握新技术的专业工种;从被动分包向主动协作转型,与总包单位共同研发新工艺;从单一工种向复合工种转型,培养多技能工人。

9.4 建材供应商升级案例

建造新技术产业化倒逼建材供应商转型升级。传统的“卖材料”模式,正在向“卖产品”“卖系统”转变。

安徽建工智能制造在徐淮阜高速项目中生产的交通安全防护设施,通过智能液压冲孔剪切系统,将安装孔位误差控制在 0.1mm 以内;镀锌工艺配套的高效资源回收系统,能把锌渣回收率做到 99%,形成了从单一产品供应到综合技术服务的产业升级。

建材供应商升级的方向包括:产品标准化,通过标准化设计降低定制成本;生产智能化,引入自动化生产线提高质量和效率;服务延伸化,从卖材料延伸到提供安装指导、维护服务。

9.5 设计院升级案例

设计行业是新技术产业化的突破口,也是建筑业转型升级的关键环节。传统设计院面临 BIM 技术普

及、装配式建筑推广、智能建造兴起等多重挑战。

龙湖集团的“龙智设计”实践表明,通过“5M 虚拟建造”,使龙湖东安天街项目从设计到拿证仅用90d,较行业平均时间提前170d,设计变更率低至0.5%,远低于其他同类型项目。

设计院升级的路径包括:从“设计”到“设计+”,在传统设计服务基础上,增加技术咨询、深化设计、施工配合等增值服务;从“经验驱动”到“数据驱动”,建立设计数据库,通过数据分析优化设计方案;从“分段设计”到“全过程设计”,打通设计、生产、施工各环节,实现一体化设计。

10 结语

建造新技术产业化,是建筑业应对深度调整、实现高质量发展的必然选择。

1)在理论层面,建造新技术产业化是新质生产力在建筑业的具体体现。它以科技创新为核心驱动力,通过产业链重构、技术形态跃迁、产业组织优化,形成具有高科技、高效能、高质量特征的先进生产力质态。

2)在路径层面,“五化策略”(专利技术化-技术产品化-产品产业化-产业服务化-服务智能化)和五阶段演进模型(专利→技术→产品→产业→服务),揭示了建造新技术从科研到市场的转化机理,为技术推广提供了方法论指导。

3)在实践层面,建筑工业化、BIM 技术、智能建造等领域的成功案例证明,建造新技术产业化能够有效提升行业科技水平和效益。大型央(国)企发挥着主力军作用,中小企业也在专业化转型中找到了新赛道。

展望未来,建造新技术产业化将呈现三大趋势。

1)技术融合加速。随着 AI 大模型、空间计算、区块链等技术与建筑业的深度融合,建筑将真正成为“可感知、可交互、可进化”的智慧生命体。数据要素资产化将为行业开辟新的价值增长路径,推动企业从“空间提供商”向“数据服务商”转型。

2)产业生态重构。当产业链实现“设计-生产-施工-运维”全数据贯通,房地产开发将彻底告别“粗放式建设”,迈入“精细化制造”的新阶段。行业集中度将进一步提升,市场竞争格局更趋合理。

3)发展范式转变。房地产业正从过去依赖土地、资金等传统要素驱动的发展模式,全面转向以数字技术为基石、新质生产力为核心的全新发展模式。这种转变不仅是技术的升级,更是思维模式的涅槃重生。

建造新技术产业化是一场深刻的生产力革命。

它既是解决当前行业困境的有效抓手,也是重塑建筑业支柱地位的新思路、新模式。期待更多的建筑企业投身这场变革,共同推动建筑行业迈向高质量发展的新阶段。

参考文献:

- [1] 张跃先. 用工程控制论思维助力智能装配式建造产业链体系高质量建设[N]. 中国房地产报, 2025-07-08.
ZHANG Y X. Assisting high-quality construction of intelligent prefabricated construction industry chain system with engineering cybernetics thinking[N]. China real estate news, 2025-07-08.
- [2] 张恒. 中交一航局二公司青岛人工智能产业集聚区架起通往云端的“百米飞虹”[N]. 中国报道, 2025-10-27.
ZHANG H. No. 2 Company of CCCC First Harbor Engineering Co., Ltd. erects “hundred-meter flying rainbow” to the cloud in Qingdao artificial intelligence industry cluster area[N]. China report, 2025-10-27.
- [3] 数智转型打开房地产新赛道[N/OL]. 中国经济网, 2025-10-13 [2026-03-26]. <http://house.enorth.com.cn/system/2025/10/13/058803376.shtml>.
Digital and intelligent transformation opens up new track for real estate industry [N/OL]. China economic net, 2025-10-13 [2026-03-26]. <http://house.enorth.com.cn/system/2025/10/13/058803376.shtml>.
- [4] 中国建筑业协会建筑业高质量发展研究院, 工程管理学报, 中国建筑业协会绿色建造与智能建筑分会, 等. 2025 中国建筑业企业科技创新能力评价[R], 2026.
Institute of High-Quality Development of Construction Industry of China Construction Industry Association, Journal of Engineering Management, Green Construction and Intelligent Building Branch of China Construction Industry Association, et al. 2025 evaluation of scientific and technological innovation capability of Chinese construction enterprises[R], 2026.
- [5] 安徽建工集团. 安徽建工智能制造:“单一赛道”到“多元绽放”的转型实践[EB/OL]. 安徽省国资委网站, 2025-10-10 [2026-03-26]. <http://gzw.ah.gov.cn/ssqy/qyfc/58003181.html>.
Anhui Construction Engineering Group. Anhui construction engineering intelligent manufacturing: transformation practice from “single track” to “diversified bloom”[EB/OL]. Website of State-owned Assets Supervision and Administration Commission of Anhui Province, 2025-10-10 [2026-03-26]. <http://gzw.ah.gov.cn/ssqy/qyfc/58003181.html>.
- [6] 中国建筑集团. 中建集团:科技创新做强核心竞争力 绿色低碳助力产业转型升级[EB/OL]. 中国建筑网站, 2025-11-11 [2026-03-26]. <https://www.cscec.com.cn>.
China State Construction Engineering Corporation. CSCEC: strengthening core competitiveness through technological innovation, promoting industrial transformation and upgrading through green and low-carbon development[EB/OL]. CSCEC Website, 2025-11-11 [2026-03-26]. <https://www.cscec.com.cn>.

- 465-470.
- MU L L, ZHU M X, HUANG M S, et al. Control criteria for deformation of foundation excavations based on protection requirements of adjacent pile foundations[J]. Chinese journal of geotechnical engineering, 2021, 43(3):465-470.
- [3] WANG Z Y, SHEN X L, TIAN X X, et al. Study on the influence and deformation control of rich water foundation excavation on adjacent buildings[J]. Buildings, 2025, 15(1):52.
- [4] 常书荣. 基于深度学习构建基坑施工诱发的邻近建筑沉降预测模型[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(13):51-56.
- CHANG S R. Prediction model for settlement of neighboring buildings induced by foundation excavation construction based on deep learning[J]. Construction technology, 2025, 54(13):51-56.
- [5] 丁小文, 曾小广, 林钊睿, 等. 非对称荷载作用下基坑受力变形特性试验研究[J]. 建筑科学与工程学报, 2025, 42(6):167-176.
- DING X W, ZENG X G, LIN Z R, et al. Experimental study on force and deformation characteristics of foundation excavation under asymmetric load [J]. Journal of architecture and civil engineering, 2025, 42(6):167-176.
- [6] 朱殷航, 徐中华, 王卫东, 等. 软土地层超深基坑支护结构变形特性三维分析[J]. 地下空间与工程学报, 2023, 19(S2):767-777.
- ZHU Y H, XU Z H, WANG W D, et al. Three-dimensional analysis of the deformation characteristics of the support system of a super-deep excavation in soft soils [J]. Chinese journal of underground space and engineering, 2023, 19(S2):767-777.
- [7] 王卫东. 软土深基坑变形及环境影响分析方法与控制技术[J]. 岩土工程学报, 2024, 46(1):1-25.
- WANG W D. Analytical methods and controlling techniques for deformation and environmental influence of deep excavations in soft soils[J]. Chinese journal of geotechnical engineering, 2024, 46(1):1-25.
- [8] 武玉山, 畅建伟, 马玉龙, 等. 佛山软土地区深基坑开挖变形特性研究[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(11):53-57.
- WU Y S, CHANG J W, MA Y L, et al. Deformation characteristics of deep foundation excavation in soft soil area of Foshan area[J]. Construction technology, 2025, 54(11):53-57.
- [9] 张利平, 王大梁, 张颖隽, 等. 富水砂卵石地层双基坑开挖引起的邻近既有车站变形规律分析[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(15):83-89.
- ZHANG L P, WANG D L, ZHANG Q J, et al. Analysis of deformation characteristic in adjacent existing station induced by twin foundation excavation construction in water-rich sandy cobble stratum[J]. Construction technology, 2025, 54(15):83-89.
- [10] 左磊. 城市更新中深基坑开挖对邻近居民楼影响的综合评估与应对策略[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(36):170-175.
- ZUO L. Comprehensive evaluation and countermeasures of the influence of deep foundation excavation excavation on adjacent residential buildings in urban renewal[J]. Theoretical research in urban construction, 2025(36):170-175.
- [11] FENG W, XU J, ZHANG R, et al. Study on excavation response of metro station foundation excavation in water-bearing strata adjacent to tall buildings[J]. Buildings, 2025, 15(21):3982.
- [12] 刘建华, 吴绍明, 王林枫, 等. 深长基坑开挖引发邻近建筑群沉降规律研究[J]. 地下空间与工程学报, 2022, 18(4):1374-1382.
- LIU J H, WU S M, WANG L F, et al. Study on the settlement law of adjacent buildings group caused by deep and long excavation [J]. Chinese journal of underground space and engineering, 2022, 18(4):1374-1382.
- [13] 郑刚, 杜一鸣, 刁钰, 等. 基坑开挖引起邻近既有隧道变形的影响区研究[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(4):599-612.
- ZHENG G, DU Y M, DIAO Y, et al. Influenced zones for deformation of existing tunnels adjacent to excavations [J]. Chinese journal of geotechnical engineering, 2016, 38(4):599-612.
- [14] 李文强, 谢雄心. 砂卵石地层深基坑变形规律与控制技术研究[J]. 施工技术(中英文), 2025, 54(9):111-116.
- LI W Q, XIE X X. Study on deformation law and control technology of deep foundation excavation in sandy pebble stratum [J]. Construction technology, 2025, 54(9):111-116.
- [15] 方能榕, 蓝燕金, 李继光, 等. 紧邻既有地铁车站基坑开挖变形影响分析[J]. 施工技术(中英文), 2023, 52(12):55-62.
- FANG N R, LAN Y J, LI J G, et al. Influence analysis of excavation deformation of foundation excavation adjacent to existing subway station [J]. Construction technology, 2023, 52(12):55-62.
- [16] POTYONDY J G. Skin friction between various soils and construction materials [J]. Geotechnique, 1961, 11(4):339-353.

(上接第9页)

- [7] 陈泽友, 秦李, 潘燕铃. 建筑业转型技术创新与产能提升[M]. 北京: 化学工业出版社, 2025.
- CHEN Z Y, QIN L, PAN Y L. Technological innovation and capacity improvement in construction industry transformation [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2025.
- [8] 孙瑜. 科技“智造”未来居所 创新描绘“好房子”蓝图[N]. 科技日报, 2025-11-17.
- SUN Y. Technology “intelligently builds” future residences, innovation draws blueprint for “quality housing” [N]. Science and technology daily, 2025-11-17.
- [9] 清华大学恒隆房地产研究中心, 清华校友总会城乡建设专业委员会, 全联房地产商会. 中国房地产数字化转型现状与趋势调研[R]. 北京: 清华大学恒隆房地产研究中心, 2024.
- Hang Lung Center for Real Estate of Tsinghua University, Urban and Rural Construction Professional Committee of Tsinghua Alumni Association, China Real Estate Chamber of Commerce. Survey on the current status and trends of digital transformation in China's real estate industry[R]. Beijing: Hang Lung Center for Real Estate of Tsinghua University, 2024.