

# 数字建造技术

## 应用与实践

The Applied Research and Practices of Digital Construction Technology

主编 张树斌 王世平 主审 刁志冲

山东科学技术出版社

# 数字建造技术应用与实践

The Application and Practice of Digital Construction Technology

主编 张挪威 王世平 主审 刁志中

● 山东科学技术出版社

· 济南 ·

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

数字建造技术应用与实践 / 张挪威, 王世平主编.  
— 济南: 山东科学技术出版社, 2022.3  
ISBN 978-7-5723-1092-8

I. ①数… II. ①张… ②王… III. ①数字  
技术-应用-建筑工程 IV. ①TU-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 249475 号

## 数字建造技术应用与实践

SHUZI JIANZAO JISHU YINGYONG YU SHIJIAN

责任编辑: 邱赛琳 梁天宏

装帧设计: 孙 佳

---

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区舜耕路 517 号

邮编: 250003 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdebcm.com

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市市中区舜耕路 517 号

邮编: 250003 电话: (0531) 82098067

印 刷 者: 山东新华印务有限公司

地址: 济南市高新区世纪大道 2366 号

邮编: 250104 电话: (0531) 82079130

---

规格: 16 开 (184 mm × 260 mm)

印张: 17.25 字数: 350 千

版次: 2022 年 3 月第 1 版 印次: 2022 年 3 月第 1 次印刷

定价: 150.00 元

## 《数字建造技术应用与实践》编委会

主 编 张挪威 王世平 主 审 刁志中

副主编 孙 震 谢洪栋 刘文明

编 者 （按姓氏笔画为序）

于建业 王世平 尤 鹏 冯明星

刘文明 孙 震 李 伟 冷明亮

宋纯飞 张挪威 胡承意 姚付坤

徐化营 彭国平 谢洪栋 雷燕鹏

# 序言一

当前，建筑行业面临产业工人老龄化、高能耗、二氧化碳高排放等问题，建筑企业也亟待提升建造技术能力和项目盈利水平。数字化技术在工程项目中的应用，则是整个行业和企业面对相关问题所进行的数字化转型探索与实践。

《数字建造技术应用与实践》一书的出版正逢其时，它从数字建造的相关理论出发，进而对深化设计、各专业施工建造、项目施工管理等多个方面的数字化应用进行了深入详细的阐述，为我们展现了数字化技术与精益建造相融合所带来的显著优势。

书中分享的诸多案例，是瑞森新建筑有限公司对数字建造技术的具体实践，期望这些数字化建造方式和创新应用所带来的启示，能够让众多建筑企业和广大从业人员深刻认识到建筑行业数字化转型已成为必选题。对于企业而言，这些新颖的理念、富有价值的观点和具体的落地实践，无论从技术层面还是管理层面，都有助于其直面传统建造所带来的问题与挑战，并促进其在项目中尝试数字化应用，力争达成项目目标。对于一线专业人员，数字化应用案例的学习，有助于开拓数字化视野、详细了解数字建造的具体技术、深入认识数字建造的内涵等。

总之，本书通过数字化技术在项目设计、施工中的应用研究与案例展示，为致力于通过应用数字化技术并结合精益建造以获取竞争优势的建筑企业，提供了十分值得借鉴的宝贵经验。在此，非常感谢全体作者无私地分享这些实践成果，并向立志于提升建造理念、完善建造方法、改进建造技术的业内人士推荐此书。



2021年12月于北京

## 序言二

在我国工程建设行业创新驱动转型升级进程跨入快速通道的背景下，数字建造技术带来了巨大的生产力，提高了建筑物全生命周期的性能及使用效率，对于实现碳达峰、碳中和目标具有重要意义。瑞森新建筑有限公司致力于技术创新和数字化转型，提出企业级、项目级、工序级数字化闭环管理体系理念，打破传统生产方式，将精益建造与数字化技术深度融合，在生产规模不断扩大的同时，实现降本增效和节能环保。

《数字建造技术应用与实践》是对瑞森新建筑有限公司数字建造理论学习和实践经验的总结。本书从企业整体视角出发，结合企业内部管理和施工现场具体情况，以案例形式介绍了数字建造的发展背景、深基坑、主体结构、机电工程、管理平台等方面的数字化在深化设计、施工现场的应用。部分章节对计算公式进行了分步推演和细化，以利于长期坚守一线的专业人员和初学者能够温习相关计算过程，了解工程计算软件的计算规则和依据，更加深入理解数字建造的内涵。

本书的完成应该首先感谢瑞森高性能建筑研究院的专业人员为此书撰写所付出的努力，感谢瑞森新建筑有限公司参与本书编写的员工，也要感谢那些在书中没有出现名字而参与具体实践的员工，没有他们对数字建造的应用和实践，就没有本书的出版。公司员工始终秉持理念先进、专业精深、打造一流团队的精神，积极开拓数字建造发展之路，员工们的这种进取精神充分体现了公司“更好、更快、更简单”的核心理念。

希望本书的出版能够为我国的数字建造推广应用起到一定的促进作用。鉴于笔者水平所限，书中可能存在瑕疵和错误，望读者给予批评指正。



2021年12月于泉城

# 目录 | Contents

## 第 1 章 绪论

- 002 1.1 精益建造
- 004 1.2 数字化技术
- 006 1.3 数字建造
- 009 1.4 瑞森新建筑的数字化实践

## 第 2 章 深化设计中的数字化技术

- 011 2.1 概述
- 011 2.2 工程概况
- 012 2.3 构建 BIM 实施标准
- 019 2.4 深化设计内容要点
- 028 2.5 深化设计软件应用
- 030 2.6 参数化模型的具体应用
- 041 2.7 小结

## 第 3 章 地基与基础工程数字建造技术

- 043 3.1 概述
- 043 3.2 工程场地
- 044 3.3 工程场地数字化仿真分析
- 054 3.4 深基坑工程自动化监测系统应用
- 058 3.5 小结

## 第 4 章 主体结构工程数字建造技术

- 059 4.1 大体积混凝土数字建造技术
- 072 4.2 钢结构工程数字建造技术
- 092 4.3 钢筋工程数字建造技术

## 第 5 章 模板与附着式脚手架工程数字建造技术

- 100 5.1 高大模板支撑体系数字建造技术
- 126 5.2 附着式脚手架数字建造技术

## 第 6 章 机电安装工程数字建造技术

- 144 6.1 概述
- 144 6.2 工程概况
- 145 6.3 深化设计
- 152 6.4 预制加工
- 153 6.5 数字化安装
- 162 6.6 小结

## 第 7 章 装饰工程数字建造技术

- 163 7.1 室内装饰工程数字建造技术
- 172 7.2 幕墙工程数字建造技术

## 第 8 章 垂直运输机械数字化管控技术

- 182 8.1 概述
- 182 8.2 工程案例概况
- 182 8.3 塔式起重机的数字化管控
- 198 8.4 施工升降机的数字化管控
- 210 8.5 小结

## 第 9 章 数字化管理

- 211 9.1 概述
- 211 9.2 数字化管理平台基本要素
- 214 9.3 施工现场数字化管理
- 223 9.4 项目成本数字化管理
- 226 9.5 工程安全数字化管理
- 233 9.6 工程质量数字化管理
- 236 9.7 工程资料与劳力资源数字化管理
- 243 9.8 基于工程实践的数字化管理平台优化
- 244 9.9 小结

## 参考文献

## 附录

# 绪论



建筑业为国民经济各部门提供了生产、生活基础条件<sup>[1]</sup>。2020年我国建筑业完成总产值263 947亿元，比上年增长6.24%；完成增加值72 996亿元，占国内生产总值7.18%，支柱产业作用明显<sup>[2]</sup>。但是，建筑业发展面临着管理粗放、高能耗、高污染、质量差、安全隐患多、进度延后、成本超支等诸多问题，已不能满足社会经济高质量发展的需求<sup>[3]</sup>。时代要求建筑业采用降低成本、减少碳排放的新方法和先进技术，改变传统管理模式，以提高生产效率，减少浪费，保持自身的可持续发展。

精益建造是时代发展的需要，在整个工程项目生命周期中，围绕项目目标，采用精细化管理手段，尽可能消除各个环节中的浪费，以达到项目收益最大化和浪费最小化的目标<sup>[4]</sup>。然而，我国现有建筑管理技术主要建立在项目实施人员的经验基础之上，对于项目的各类型材料信息，没有准确的数据，特别是随着我国建筑项目规模不断增大、结构越来越复杂、地域更加广泛，传统的信息收集、处理和表达方式难以实现真正的精益建造。

随着科学技术的发展，通过物联网、人工智能、云计算及大数据等新一代信息技术与智能化施工设备、建筑信息模型（Building Information Modeling, BIM）、工程自动管理系统相结合的数字化技术，可以实现建筑设计、施工、运维的全生命周期智能化和信息化<sup>[5]</sup>。数字化技术的应用，能够为项目各参与方的决策提供综合信息基础，为精益建造的实施提供有力的数据支撑。因此，数字化技术与精益建造的深度融合，必将为建筑业的发展带来极大的推动作用。

我国现阶段精益建造与数字化技术融合的应用水平处于快速发展阶段，但仍存在理论与实践融合不够紧密、技术有待进一步完善等问题。建筑从业人员需要理解精益建造的深刻内涵，掌握数字化技术与精益建造之间的相互促进关系，积极尝试，大胆实践，探索建筑业的数字化转型新方法，方能为我国建筑业发展做出应有的贡献。

### 1.1.1 精益建造的内涵

精益建造研究的先驱者芬兰学者劳瑞·考斯特拉（Lauri Koskela）将建筑施工描述成一种生产过程，以此来寻找建筑业与制造业两个领域之间的共通之处。鉴于丰田汽车公司的精益生产方式（Lean Production System, LPS）在制造业领域所获得的成功，考斯特拉认为这种生产方式可以为建筑业的发展提供借鉴，并指出丰田生产系统包含的一些技术和理念，如工业化（预制和模块化）、自动化与机器人化、信息技术等，有助于帮助解决建筑业效率低下等问题。考斯特拉建立了精益建造国际研究组织（International Group for Lean Construction, IGLC），首次在建筑业内引入精益生产方式，提出了“精益建造（Lean Construction）”的概念，旨在通过精益建造的应用，实现更低的成本、更短的延迟、更低的不确定性、更少的浪费、更高性能的建筑和设施，以及更高的客户满意度的目标<sup>[6]</sup>。

精益建造的概念提出后，国际上众多学者、研究机构和建筑企业纷纷跟进开展这一领域的研究，并从不同角度就精益建造的内涵做出解释。美国建筑业协会（Construction Industry Institute, CII）将精益建造定义为“一个在项目建造过程中消除浪费，满足或超越用户的全部需求，以整体价值流为核心，持续追求完美的连续过程。”<sup>[7]</sup>

### 1.1.2 精益建造的优势

精益建造努力增加建造过程中的确定性，加强信息流的流畅性，尽量消除浪费行为，保证施工所需的各种资源直接输送到位，持续而稳定地提高项目每个工作单元的工作效率<sup>[8]</sup>。传统项目管理是以计划为基础，专注具体的工作任务改善，工作重点在于控制成本、控制进度及明确工作范围，而精益建造强调主动控制流程，注重项目的整体优化，为计划体系建立测评指标，强调工作直接关联专业人员的共同努力，保证工作流的可靠性和项目结果的可预测性。传统项目管理模式适用于相对简单和影响因素较少的项目，而精益项目管理模式则更适合较大的复杂性和不确定性项目。精益建造管理与传统项目管理的不同之处见表 1-1。

表 1-1 精益建造管理与传统项目管理的比较

内容	精益建造管理	传统项目管理
目标	消除浪费，最大化客户价值	完成项目合同
基础理论	转换 - 流动 - 价值理论	转换理论
管理风格	灵活、分权	僵硬、集权
控制	事前防范，动态控制	事后处理，被动控制
生产过程	并行工程	串行工程
质量	零缺陷，高质量	质量通病多
库存情况	库存小，浪费最小化	库存大，浪费严重
项目组织	精简，扁平	繁杂，层级多
信息共享	信息透明，沟通及时	信息孤岛，沟通不畅
利益关注	共同利益，长期利益	各自利益，短期利益

### 1.1.3 精益建造的关键技术

#### (1) 并行工程

基于信息平台的构建，强调各参与方在项目全生命周期中的协同工作，缩短建设周期，减少过程成本。构建的信息平台可及时反馈各项工作实施信息，各参与方在充分了解项目进展的基础上，开展并行工程。并行工程中各项工作的调整，应建立在团队成员之间对等、准确的信息沟通基础之上。

#### (2) 拉动式生产

在项目施工中，每道工序的生产数量取决于下一道工序的需求而非自行决定。拉动式生产将工程项目的人、材料、资金和机械设备等要素形成一个有机的整体，并根据需要进行实时调整，最大限度减少因过量生产造成的多余采购、材料积压、窝工等浪费。

#### (3) 标准化

建筑构件的标准化能够充分发挥建筑构件的工厂规模化生产优势，有效提高生产效率和质量，减少材料浪费和多余工序。

#### (4) 价值管理

精益建造管理追求的目标是实现客户价值的最大化，而非传统项目管理所追求的各参与方自身利益最大化。价值管理的核心是在建筑的全生命周期中，以客户价

值需求为第一要素。

### (5) 5S 管理

整理 (SEIRI) 的定义为对物品分门别类, 现场只保留必需的物品; 整顿 (SEITON) 的定义为物品的依规定位, 并摆放有序; 清扫 (SEISO) 的定义为清除现场内的废料垃圾; 清洁 (SEIKETSU) 的定义为制度化、规范化的整理、整顿、清扫实施; 素养 (SHITSUKE) 的定义为人人具有依规行事的良好习惯<sup>[9]</sup>。5S 是对现场各种生产要素进行配置和优化组合的动态管理过程, 从而使施工现场保持一个最佳的状态。

## 1.2 数字化技术

数字化技术是一项伴随计算机发展而来的科学技术, 它将复杂物理世界中的各种信息 (图、文、声、像等) 转变为一系列二进制代码, 生成可识别、可存储、可计算的数据, 进行统一分析、处理和应用。在建筑业中, 数字化技术结合互联网技术, 消除信息孤岛, 打通业务壁垒, 集成与应用工程项目的各种数据, 真正实现精益建造, 促进项目增值、降低成本, 打造高性能建筑。建筑业中应用的数字化技术主要包括 BIM 技术、数字孪生技术及物联网、云计算、大数据、人工智能、3D (Three-Dimension) 打印和扫描技术等。

### 1.2.1 BIM 技术

BIM 技术是集建建筑物信息资源的共享平台, 能够为建筑设施的设计、施工、运维各阶段的决策提供可靠的数据基础。BIM 技术不仅能够可视化展现建筑设施的特征, 而且能够作为存储中心提供建筑设施全生命周期的海量信息, 为各参与方的沟通和协作建立纽带。

在 BIM 技术构建的全面、详细的虚拟建筑原型基础上, 项目参与方能够调取所需的项目数据, 以模拟仿真和可视化方式观察拟建建筑各阶段状况与性能, 深刻理解所参与建造过程的复杂性<sup>[10]</sup>。

在设计阶段, 基于 BIM 的三维模型, 进行策划、审图、方案模拟、工程量计算、碰撞检查、施工过程模拟。

在施工阶段, 基于 BIM 技术构建项目数字化管理平台, 可视化模拟各专业工作模块, 提高各专业施工的协同性。

在运维阶段, 基于 BIM 技术构建的运维数字化管理平台, 进行建筑物的空间

管理、设备管理以及隐蔽工程管理，能够快速查找系统维护的具体位置，降低维护成本，实现建筑运维管理的高效简洁。

### 1.2.2 其他数字化技术

#### (1) 数字孪生 (Digital Twin)

该技术是指物理实体在数字化空间中的虚拟映射，基于各个参与方的跨平台、跨端口互联，集成多专业、多维度、多物理量实现多功能集成应用的仿真模拟，反映物理实体的全生命周期过程。基于物理实体与虚拟孪生体的交互融合，通过数字化的分析和预测，以最优的结果驱动物理实体的运行。依据数字孪生技术所构建的模型，项目各参与方均可根据需求提取各个阶段的施工信息，进行模拟分析与计算，实现工程项目的动态管理。

#### (2) 物联网 (Internet of Things)

物联网是一个基于互联网、传统电信网等的信息承载体，它让所有能够被独立寻址的普通物理对象形成互联互通的网络<sup>[11]</sup>。物联网技术能够实现建筑物与各种构件、建筑人员与材料、材料运输过程的信息交互，大幅降低成本，提高经济效益。基于物联网的施工管理系统，利用各种信息传感器，对施工现场的人、机、料进行实时跟踪，发现和解决施工各环节所出现的问题，实现对施工工程的智能化感知、识别和管理。

#### (3) 云计算 (Cloud Computing)

云计算又称为网格计算，通过网络“云”将巨大的数据计算处理程序分解成无数个小程序，并通过多部服务器组成的系统进行处理和分析各小程序，在很短的时间内（几秒钟）完成对数以万计的数据处理<sup>[12]</sup>。云计算能够提升建筑业信息化资源的利用效率，实现规划设计阶段的模型信息的共享、施工阶段各种信息的实时获取。

#### (4) 3D 扫描与打印

3D 扫描是通过获取并分析实际物体或环境的形状与外观数据，进行三维重建计算，创建实际物体的虚拟数字模型。3D 打印又称增材制造，是一种以数字模型文件为基础，运用逐层打印的方式，以粉末状黏合材料构造物体的技术<sup>[13]</sup>。

3D 扫描可精准获取建筑物及周边环境的立体空间、架构及表面色彩，呈现实体构件表面的精确空间坐标，建立物体的 3D 影像模型，应用于现场施工、室内设计、古迹保护、建筑改造等领域<sup>[14]</sup>。3D 打印能够丰富建筑业的产品结构，可打造出各种规格及形状的建筑模型，进行设计的分析和优化，生成构件预制加工数据，指导构件批量化生产，制定建筑施工方案。

### 1.3.1 数字建造的优势

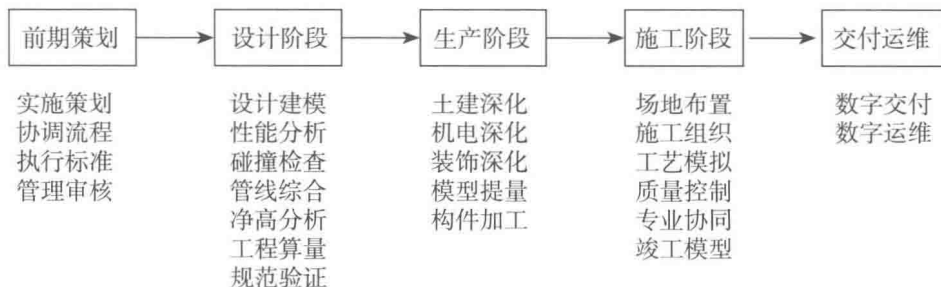
数字建造是指数字化技术与精益建造的深度融合，将工程要素资源数字化，基于数字化模型，结合网络化沟通技术，对工程生产体系与组织方式进行全方位赋能，实现立项策划、设计、生产、运维服务数字化集成与协同，实现精细化工程管理，满足客户需求，打造高性能建筑。

数字化技术可以为精益建造提供一个中央信息库，实现各参与方对数据信息的标准化管理、实时共享和集成分析，为各参与方协作、决策提供信息支持，有效提高建筑业的工作效率与质量，实现精益建造的目标<sup>[15]</sup>。

数字建造可积极推动建筑业、制造业和信息产业相互融合，提升产业发展质量，提高资源利用率，是建筑行业由劳动密集型生产方式向技术密集型生产方式转变的必经之路。

### 1.3.2 数字建造全流程应用

数字建造的全流程涵盖工程项目全生命周期，包括前期策划、设计、生产、施工和运维等阶段，每个阶段均可与数字化技术相结合，构建项目全过程、全专业、多方协同的数字化管理平台，实现设计、采购、生产、施工和运维的一体化协同管理（图 1-1）。



□ 图 1-1 数字建造全流程应用

#### （1）价值管理与数字化

基于数字化的价值管理，通过数字化施工模拟，在设计阶段综合考虑施工和运

维阶段的各种因素，生成多种设计方案，将建筑模型构件与成本信息相结合，通过不同构件的组合，实现多种设计方案成本评估的自动化，优化项目决策，最大化体现用户价值，满足市场多元化的需要。

### （2）并行工程与数字化

基于数字化的并行工程，各参与方能够实时了解设计理念、资源配置及工作进展状态等信息。依据数字化管理平台，业主可对设计提出相关更改的要求，施工方可提出可行性建议与施工方案，材料供应商可提出供货的优化选项。利用数字化管理平台，各参与方可实时掌握项目的各种动态信息，采用可视化手段，直观查看和分析项目的进展关键点，实现各参与方共同进行策划、设计、采购、施工等多个阶段的工作任务，缩短建设周期，节约成本。

### （3）标准化与数字化

数字建造标准化的特征为通用化和系列化，将拟建建筑拆分为标准化构件，尽可能减少非标准化构件，利用模型直接输出包括构件型号、尺寸、数量等信息的加工图纸，指导工厂的批量化生产，节约人力成本。相较于施工现场，工厂的批量化生产更利于产品质量的把控，减少返工。各建筑构件产品具有相匹配的二维码，涵盖名称、规格、安装位置和时间、责任人等信息。基于数字化管理平台，将三维的构件模型与时间信息相链接，模拟各构件之间的工序逻辑和时间顺序，识别不利于现场施工的因素并进行优化，输出可视化技术交底文件，实现施工的标准化、规范化。

### （4）拉动式生产与数字化

基于数字化的拉动式生产，集成各工序的材料、人力、机械、资金和管理流程等各种信息，优化各种资源的分配，调配适量的资源及时抵达需要的位置。项目各参与方可实时掌握各工序的生产状况，调整生产方案和工作流程，避免信息传递衰减，以最小的成本，完成生产要素的转化。

### （5）场地管理与数字化

基于数字化的5S管理，通过施工场地模拟，在施工前期对道路布置、材料加工和堆放位置、办公区域布置、施工流水段划分等内容进行分析，优化场地各区域功能的协调性，科学规划现场平面布置，并与不同阶段的施工活动联动更新，实现场地的动态化管理。利用数字化管理平台，依据扬尘、噪声监测等仪器传输的现场环境数据，制定相应环境治理措施，规范物料堆放，加快材料周转，及时清理建筑垃圾，改善工作环境，发现与纠正人员的不良行为，提高施工人员素养，提高工作效率，实现精细化场地管理。

### 1.3.3 数字建造的发展趋势

从《中国制造 2025》到习近平总书记提出的数字中国，再到 2020 年颁布的“新基建”，均展示出党和国家对数字化创新发展的重视。尤其是自 2020 年以来，面对突如其来的新冠肺炎疫情，加快新型基础设施建设，大力发展数字建造产业和新型项目交付方法，不仅是响应党和国家的数字化发展战略号召，也是在疫情形势下，推动经济平稳运行的重要手段<sup>[16]</sup>。

#### (1) 数据集成化

工程项目的数据集成是将不同来源、格式、特点性质的数据有机整合，从而为工程决策提供全面的数据支撑。设计、施工和运维过程可生成大量的碎片化数据，搜集与整理此类数据的传统方式需要耗费大量的人力、物力。基于数据高速缓存器，利用相关软件可快速完成碎片化数据的集成化处理，将工程各阶段数据模块化、标准化，对信息进行整合，联通“信息孤岛”，共享信息，模拟建造各阶段的动态情况，实现数字孪生，反映建筑物整体及其组件的运行状态，呈现设计、施工、运维的各阶段数据，为项目正确决策提供依据。数据集成化是建筑业数字化转型的关键工作，是企业业务和管理模式变革的重要基础。

#### (2) 协作远程化

现代工程项目建设过程复杂，要求所有参与方为项目的高质量完成，充分发挥自身优势，协同工作。通过互联网、云计算和 BIM 等数字化技术，进行异地业务数据收集和处理，构建端到端的数字化 workflows，实现项目各参与方异地高效协同，突破空间和时间的限制，构建弹性劳动力运用和韧性处理业务的实施路径，有利于减少人员频繁往返于施工现场、加工工厂和企业总部之间造成的时间和资金浪费，提高工作效率。

#### (3) 建筑工业化

数字化转型是建筑业向工业化生产方向发展的基础。通过标准化的建筑设计、工厂化的构配件生产、机械化的工程施工、科学化的生产组织管理，加之采用最新科技成果，从而实现降本增效，提高工程质量<sup>[17]</sup>。建筑工业化将设计与施工集成，基于大数据和云计算的大规模并行设计，生成数千个设计备选方案，并多维度优化，制定标准化设计决策，实现建筑构件的工厂化预制生产。与大量劳动力手工作业方式相比，工厂化预制生产的构配件工艺更完善，过程更可控，质量更有保障。基于数字化的构件预制生产方式，缓解了劳动力短缺对建筑业的影响，改善了作业环境，推动了建筑业的绿色可持续发展。

#### (4) 建造智能化

智能建造是指在建造过程中充分利用 BIM、物联网等先进技术，满足工程的功能性需求和用户的个性化需求，构建项目建设和运行的智慧环境。智能建造催生了全产业链一体化的工程软件、智能工地的工程物联网、人机共融的智能化工程机械、智能决策的工程大数据等领域技术的发展，推动了工程建造全过程、全要素、全参与方协同和产业转型。智能建造涵盖建设工程的设计、生产和施工三个阶段，是解决建筑行业低效率、高污染、高能耗的有效途径之一。在当前经济全球化、国际市场竞争趋于激烈的背景下，发展智能建造将打造“中国建造”升级版，顺应国际趋势，占据技术优势和发展制高点，最终提升我国建筑业的国际竞争力。

### 1.4 瑞森新建筑的数字化实践

瑞森新建筑有限公司注重数字化转型，积极推进 BIM 技术和精益建造的深度融合。于 2014 年成立 BIM 技术中心和精益建造中心，2020 年成立高性能建筑研究院，2021 年成立瑞森新运维（山东）科技有限公司，将数字化转型作为核心战略，改变传统组织架构，去除中间管理环节，重塑企业价值创造和发展模式，明确了工序级数字化、项目级数字化、企业级数字化分步实施路径，打造企业高质量发展的新优势。根据公司自身特点，在工程层面全过程实施工序级与项目级的数字化，积累数字建造相关基础数据，为企业级数字化奠定基础。公司应用数字建造模型分析与控制方法，从方案设计与实施、场地布控与优化、机械使用与安全、物料采购与高效管理、结构施工安全、室内装饰数字化拼装等方面进行了一系列实践。主要包括以下方面：

#### 1.4.1 BIM 技术全面应用

基于数字建造，制定 BIM 应用实施标准，构建参数化模型，展示复杂节点构造，进行碰撞检查和深化设计；将 BIM 技术应用于施工场地布置、进度管理、成本控制、物资设备采购、工程安全与质量、工程资料、劳力管理等方面。

#### 1.4.2 基坑施工数字化

运用工程场地数字化仿真技术，模拟分析基坑支护方案，选取最优方案；采用可视化基坑变形监控与预警平台系统实时监测基坑变形情况，对基坑变形进行可视化预警，并将现场采集的数据自动传输至数据处理平台，生成各类图表和曲线，自