

BIM 柔性定制对建筑行业数字化转型的推动作用研究

尤蕊¹ 杨守珩¹ 王真² 刘益中²

1 中海企业发展集团有限公司, 广东省深圳市, 518048;

2 香港华艺设计顾问(深圳)有限公司, 广东省深圳市, 518048;

摘要: 在建筑业个性化需求激增与工业 4.0 转型的双重驱动下, BIM 柔性定制成为破解规模化生产与定制化矛盾的核心路径。本文通过实证分析与技术验证, 提出“模块化设计+双路径 BIM+数据驱动决策”三位一体解决方案, 推动建筑业从批量生产向大规模定制跃迁。研究结果为建筑行业数字化转型升级提供了可复用的技术范式与管理框架。

关键词: 建筑信息模型(BIM); 柔性定制; 模块化设计; 参数化; 建筑业数字化转型

DOI: 10.69979/3029-2727.25.11.057

引言

在全球建筑业向绿色化、智能化转型的浪潮中, 个性化需求的爆发式增长与工业化生产逻辑的深层矛盾日益凸显——当 85% 的购房者期待拥有符合家庭结构、生活习惯的定制户型时, 传统开发模式下超 60% 的客户因交付周期过长放弃需求, 房企则因定制项目设计周期长达 52 天、成本较标准化项目高出 30% 而陷入“想改不敢改”的困境。

《“十四五”建筑业发展规划》明确提出“2025 年 BIM 技术应用率达 90%”的目标, 标志着行业已从“是否数字化”的犹豫阶段迈入“如何高质量数字化”的深水区。在此背景下, BIM 柔性定制作为破解规模化生产与定制化矛盾的核心路径, 正通过技术创新与模式重构, 推动建筑业从“批量复制”向“大规模定制”的历史性跃迁。

1 行业转型推动机制的研究

1.1 重构价值链效率

传统建筑业的价值链长期被“标准化”逻辑主导: 设计环节依赖经验驱动的通用模板, 供应链以项目为单位批量采购, 建造过程强调工序的标准化衔接。这种模式虽降低了边际成本, 却牺牲了对市场需求的快速响应能力。BIM 柔性定制的本质是通过数字化技术重构价值链的“柔性”与“效率”平衡:

在需求侧, 它依托 BIM 模型的参数化特性, 将客户的个性化需求(如户型布局、功能分区、部品选型)转化为可量化、可调整的数字参数, 使设计过程从“经验

主导的经验试错”转向“数据驱动的精准匹配”;

在供给侧, 它通过模块化组件库的标准化接口与数据驱动的动态模拟, 将定制项目的设计周期压缩至传统模式的 60%, 设计变更率降低 40% 以上, 同时通过供应链的“按组件采购”模式, 推动库存周转率提升 35%。

这种双向赋能不仅解决了“客户需求难以满足”的痛点, 更让房企从“单纯的建造商”转型为“定制方案整合商”, 在降低运营风险的同时开辟了差异化的竞争赛道。

1.2 催生行业新生态

行业新生态的催生是 BIM 柔性定制的另一重价值外溢。在客户端, 协同平台的普及使“我的房子我设计”从概念变为现实——购房者可通过可视化界面自主选择户型布局、装修风格甚至部品材质, 系统实时生成 3D 效果预览与成本清单, 将传统的“单向交付”转变为“双向共创”。某头部房企的实践显示, 参与定制设计的客户满意度较传统模式提升 58%, 复购率增加 27%。

在供应链端, BIM 数据的深度应用打破了传统“按图采购”的信息壁垒: 当设计师在 BIM 模型中选定某款门窗时, 系统自动关联供应商的库存信息、交货周期与价格曲线, 生成最优采购方案; 施工阶段的预制构件则通过 BIM 数据直连生产线, 实现“按单生产、精准配送”, 将现场湿作业比例从 70% 降至 30% 以下。这种“设计-采购-建造”的全链路数据贯通, 不仅缩短了项目交付周期, 更推动了建筑业的“去库存化”与“零浪费”进程。

1.3 推动生产模式变革

BIM 柔性定制的技术落地依赖于“模块化设计+双路径 BIM+数据驱动决策”的三位一体架构。模块化组件库的构建是基础——通过建立“户型模块-功能模块-部品部件”的三级参数化体系，将建筑分解为可灵活组合的标准化单元。例如，户型模块可根据家庭结构（单身、二人世界、多代同堂）预设空间布局参数，功能模块则提供客厅、卧室等区域的不同功能组合包（如“社交型

阶段	技术载体	核心价值
需求定义阶段	轻量化 SAAS 平台	在线模块选择，生成 VR 方案，客户实时交互决策
设计深化阶段	传统 BIM（Revit 等）	精度建模，模型构件关联供应链产品，实时算量

双路径 BIM 平台是技术落地的核心载体。需求定义阶段，它通过“敏捷设计路径”支持多参与方的实时协同：设计师、工程师、客户可同时在虚拟空间中对模型进行修改，系统自动检测冲突并提示优化建议，将传统的“串行设计”转变为“并行迭代”；设计深化阶段，“精准建造路径”则依托 BIM 模型与物联网、5G 技术的融合，将设计数据直接导入施工设备（如 3D 打印机、预制构件生产线），实现“设计即生产”的无缝衔接。某央企在保障房项目中应用该平台后，施工阶段的返工率从 12%降至 3%，工期缩短 20%。

2.2 模块化组件库构建

建立三级参数化组件体系：

户型模块（不同客户家庭结构需求）-功能模块（客厅/卧室分布组合包）-部品部件（不同内装部品定制库）

模块化组件库的构建是 BIM 柔性定制技术落地的物理载体与数据基石，本质是将建筑拆解为可独立设计、灵活组合、标准接口的标准化单元，通过“分层级、分维度”的参数化体系实现从宏观布局到微观部品的精准适配。行业头部企业探索出“户型模块-功能模块-部品部件”的三级参数化架构，形成覆盖建筑全生命周期的组件化解决方案。

户型模块作为顶层设计单元，聚焦家庭结构动态适配需求。基于人口学数据与客户调研，抽象出“单身公寓”“二人世界”“三代同堂”“多孩家庭”四类基准模型，设定房间数量、面积、公摊系数等可调参数。通过 BIM 参数化工具与算法关联，输入客户需求（如“四口之家+独立书房”）时，系统自动匹配基准模型并调整参数，生成定制户型方案，显著缩短设计周期并提升通过率。

功能模块作为中间衔接层，解决空间功能灵活重组

客厅”或“亲子互动型客厅”），部品部件库更涵盖从瓷砖、地板到卫浴设备的数千种可定制选项。这种分层级的模块化设计，既保证了标准化带来的成本优势，又通过参数化接口实现了个性化需求的快速响应。

2 BIM 柔性定制的技术架构

2.1 BIM 柔性化定制协同平台

问题。针对客厅、卧室等高频场景，提炼“功能组合包”模式：以客厅为例，设置“社交型”“亲子型”“工作型”等组合包，包含固定结构构件（承重墙、管线）与可变软装参数（沙发尺寸、墙面材质）。设计师通过 BIM 平台拖拽组合包时，系统自动校验管线碰撞、空间尺度、消防规范等约束条件并反馈优化建议，实现同一户型的多场景切换。

部品部件模块作为底层执行单元，强调标准化接口与个性化选型的统一。以“最小可替换单元”为原则，将建筑部品拆解为结构件、设备件、装饰件三大类，每类建立包含几何、性能、接口参数的三维数据库，并通过 IFC 标准统一编码，确保不同供应商部品可在 BIM 模型中无缝替换。

三级参数化组件库实现了“标准化”与“定制化”的辩证统一，通过 BIM 模型关联组件的物理、经济、环境属性，沉淀为企业“数字资产”。某率先建立组件库的房企数据显示，定制项目设计复用率从 35%提升至 78%，供应链协同效率提高 50%，推动“大规模定制”从理论走向实践。

2.3 数据驱动决策系统

据驱动决策系统则是提升定制效率的关键支撑。通过关联 BIM 模型与材料价格库、施工工艺库等数据库，系统可实时模拟不同设计方案的成本波动与工期影响：当客户将客厅地面材料从大理石改为瓷砖时，动态成本模拟功能立即反馈节省 15 万元；基于施工工艺库的工序逻辑模拟，则能精确预测各环节的完成时间，误差率控制在 5%以内（广联达 2024 年实测数据）。这种“数字孪生”式的决策支持，使房企从“经验决策”转向“数据决策”，大幅降低了定制项目的不确定性。

3 挑战与对策

3.1 现存技术瓶颈

然而，BIM 柔性定制的推广仍面临技术与制度的双重挑战。技术层面，52%的企业 BIM 模型尚未与 ERP 系统对接（住建部 2025 年调研），数据孤岛导致设计、采购、建造环节的信息传递仍存在断点；标准层面，模块化组件的接口标准尚未统一，不同企业的组件库难以兼容，限制了产业链协同的深度。

3.2 突破路径

突破这些瓶颈需要“技术+制度”的双重创新：在技术端，开发 IFC 标准的扩展模块，打通设计-供应链的数据流，同时推动 BIM 与 AI、数字孪生等技术的融合，例如基于客户画像自动生成初步设计方案；在制度端，由行业协会牵头建立参数化组件的认证标准，规范接口格式与性能指标，培育开放的“OpenBIM 生态”，促进产业链上下游的技术共享与合作。

4 结论与展望

站在建筑业数字化转型的关键节点，BIM 柔性定制已展现出强大的变革力量：它通过技术层的双路径 BIM 平台实现“敏捷设计+精准建造”，业务层的模块化组件库支撑规模化定制，生态层的数驱协同重构供应链模式，为行业提供了一套可复制的转型范式。展望未来，随着 AI 技术在需求预测（如基于客户行为数据自动生

成个性化方案）、数字孪生平台在全生命周期管理（从设计、建造到运维的持续优化）中的深度融合，BIM 柔性定制将进一步突破边界，推动建筑业从“大规模定制”迈向“智慧化定制”，最终实现“人-建筑-城市”的和谐共生。这一进程不仅关乎行业的效率提升，更承载着满足人民对美好生活向往的时代使命。

参考文献

- [1] 马刚. 基于 BIM 技术的建筑房地产开发进度管理研究[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(12): 145-147.
- [2] 赵丽霞. 基于 BIM 的建设工程柔性管理模式研究[J]. 建材技术与应用, 2021(2): 14-16.
- [3] 张云. 基于虚拟仿真技术的柔性化定制家居交互设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2018(5): 120-121.

作者简介：尤蕊，1980.08，女，汉，广东省深圳市，硕士，中级职称，研究方向：建筑设计、设计管理。

杨守璐，1986.10，男，汉，广东省深圳市，硕士，中级职称，研究方向：建筑数字化。

王真，1990.07，女，汉，广东省深圳市，硕士，中级职称，研究方向：建筑数字化。

刘益中，1989.06，男，汉，广东省深圳市，硕士，中级职称，研究方向：建筑数字化。