

数字化技术在建筑设计中的应用研究

张文

雄安城市规划设计研究院有限公司, 河北 保定 071700

[摘要]随着建筑行业数字化转型的深入推进,数字化技术已经成为驱动建筑设计创新升级、优化业务流程、提升质量与效率的关键驱动力。基于建筑设计的全生命周期,对数字化技术进行系统性分析,在此基础上,探讨数字仿真模拟、BIM等核心技术在建筑设计中的应用逻辑,分析其在设计多维度的赋能效果。研究表明,数字化技术可以有效破解传统设计模式的瓶颈,以确保设计过程更加精细化、智能化、可视化,推进建筑设计行业实现低碳化、高质量、智慧化发展。

[关键词]数字化技术;建筑设计;BIM技术;参数化设计;智能协同

DOI: 10.33142/sca.v9i3.19370

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Research on the Application of Digital Technology in Architectural Design

ZHANG Wen

Xiong'an Urban Planning and Design Institute Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071700, China

Abstract: With the deepening of digital transformation in the construction industry, digital technology has become a key driving force for driving innovative upgrades in architectural design, optimizing business processes, and improving quality and efficiency. Based on the full lifecycle of architectural design, a systematic analysis of digital technology is conducted. On this basis, the application logic of core technologies such as digital simulation and BIM in architectural design is explored, and their empowering effects in multi-dimensional design are analyzed. Research has shown that digital technology can effectively break through the bottleneck of traditional design patterns, ensuring a more refined, intelligent, and visualized design process, and promoting the low-carbon, high-quality, and intelligent development of the architectural design industry.

Keywords: digital technology; architectural design; BIM technology; parametric design; intelligent collaboration

引言

传统的建筑设计主要依赖于人工核算、二维CAD绘图等模式,普遍存在多方协同效率低下、信息碎片化、设计误差等现状,难以适配当前行业高质量发展需求。伴随着物联网、人工智能等信息技术与建筑行业的深度融合,数字化技术贯穿于建筑设计的全流程中,重构了建筑设计的工作逻辑与价值导向。本文将系统性的探讨数字化技术在建筑设计中的具体应用路径以及发展方向,以期为行业数字化转型升级提供参考。

1 建筑设计领域数字化技术核心体系构成

1.1 核心技术模块分类

信息建模技术:以BIM(建筑信息模型)技术为核心,区别于传统二维CAD的单纯图形绘制,BIM技术构建包含建筑几何信息、物理属性、材料参数、成本数据、运维信息的三维数字化模型,实现建筑信息的集成化、可视化与可追溯化,是数字化设计的核心载体。

智能生成与参数化技术:依托算法编程与参数驱动,通过设定设计约束条件、性能指标、空间参数,实现建筑形态、空间布局、构件尺寸的自动化生成与动态调整,突破传统人工设计的形态局限与效率瓶颈,适配复杂建筑形态与个性化设计需求。

模拟仿真与性能优化技术:涵盖建筑能耗模拟、风环境模拟、光环境模拟、声环境模拟、结构受力模拟、消防疏散模拟等,通过数字化建模提前预判建筑建成后的各项性能指标,针对性优化设计方案,实现绿色低碳、安全舒适的设计目标。

协同与智能决策技术:依托云计算、大数据与AI算法,搭建多专业协同设计平台,实现建筑、结构、机电、景观等专业的实时数据同步与协同修改,同时借助大数据分析历史设计数据、行业规范与市场需求,通过AI算法辅助设计决策、规范审查与成本管控,提升设计的科学性与合规性。

1.2 数字化技术与传统设计技术核心差异对比

为体现数字化技术的革新性,通过表格对比传统建筑设计技术与数字化设计技术的核心差异,见表1。

表1 传统设计技术与数字化设计技术核心差异对比

对比维度	传统建筑设计技术	数字化建筑设计技术
信息载体	二维平面图纸,信息单一、碎片化,无关联属性	三维集成模型,包含几何、物理、成本、运维全维度信息
协同模式	各专业独立设计,信息传递滞后,沟通成本高,易出现冲突	云端协同,多专业实时同步修改,信息自动更新,冲突提前预警
设计精度	人工绘图,误差率高,返工率偏高,精细化程度低	参数化建模,精度可控,自动校核,误差率大幅降低
性能优化	经验主导,事后优化,难以全面兼顾能耗、舒适、安全性能	前期模拟,主动优化,多性能指标协同把控,绿色属性突出
全生命周期衔接	设计与施工、运维脱节,数据无法复用,资源浪费严重	数据全周期贯通,模型可直接用于施工指导与运维管理

2 数字化技术在建筑设计全流程的应用机理研究

2.1 前期策划阶段:数据驱动的精确定位

前期策划阶段作为建筑设计全流程的基础环节,其核心工作主要是完成场地分析、项目需求梳理、规划指标刚性把控以及制定科学的设计方案。传统建筑前期策划模式主要依赖于设计人员的人工实地调研以及主观判断,传统工作模式存在一些局限,如场地数据采集维度较为单一、忽略场地隐性限制条件与潜在需求、方案容易受主观经验主导,均会对项目的整体落地效果与综合效益有着很大的影响。随着数字化技术在建筑领域的逐渐推广与应用,借助大数据分析、地理信息系统(GIS)、三维可视化建模、倾斜摄影测量等核心技术的协同应用,实现场地数据的精准采集与多维分析,通过应用数字化技术手段能够高效的完成全维度数据的精准采集,构建可量化、可视化的场地三维数字模型。在此基础上,可依托内置规划管控规则,自动核算建筑的密度、容积率、建筑高度等核心规划指标。是同时结合用户的需求、同类项目运营数据做量化分析,避免主观经验带来的不确定性与盲目性,提高建筑设计前期工作的科学性与专业性。

2.2 方案设计阶段:参数化与生成式设计赋能创新

方案设计决定着建筑整体形态,空间品质、功能适配性以及美学价值,作为建筑设计的创意核心阶段,然而传统的方案设计主要依赖于设计师的个人经验、手工创造能力、审美素养,方案生成效率较低,创意落地难度大,功能与美观协同平衡难度大,设计方案缺乏量化数据支撑。随着算法编程、数字技术的深度融合,将建筑设计的各类

影响因素转化为可量化、可调控的参数变量,涵盖场地规划、功能规范参数以及施工工艺、材料损耗等经济参数,打破了传统方案设计的局限,设计师无需手动修改模型整体,只需要通过单一或组合参数就可完成空间布局、建筑形态的同步优化数字化,尤其适用于大跨度公共建筑、复杂非线性建筑的精准建模。同时,针对复杂曲面、异形形态等个性化设计需求,参数化工具可精准构建模型,实现创意设计的可视化呈现,拓宽建筑设计的创意边界。

2.3 初步设计与施工图设计阶段:BIM协同与精细化设计

初步设计与施工图纸设计的核心在于完成全专业设计方案的精细化拆解、多专业设计冲突的前置排查以及标准化设计成果的输出。在传统的建筑设计模型中,结构建筑机电各专业采用独立的设计体系,因各专业设计环节缺乏有效协同,不仅增加了施工图阶段的修改工作量,而且也会在施工过程中引发工期延误、返工等问题。在初步设计以及施工图设计过程中通过深度应用BIM技术,依托统一的三维协同设计模型,以便各专业的设计师能够掌握模型数据,并且能够在同一数据平台上同步开展设计工作。通过借助BIM技术,能够消除传统模式下因信息滞后导致的设计偏差。BIM软件内置的智能碰撞检测功能,可以对管线建筑构件、结构构件之间的空间冲突自动识别,生成可视化冲突检测报告,并能够提供针对性的优化建议,减少后期施工阶段的设计变更。此外,BIM模型可直接自动生成施工图、工程量清单,提升施工图设计效率与精准度。

2.4 性能优化阶段:数字仿真与智能校核

绿色低碳、安全耐久、舒适宜居是现代建筑设计的核心价值导向以及刚性技术要求,因此,建筑全生命周期的性能优化需要深度贯穿设计全流程。在设计前期以及方案深化阶段,通过运用数字化仿真模拟技术能够提前精准的预判建筑建成投用后的全维度性能指标,包括建筑的自然采光效果,室内声环境品质、消防疏散等。通过高精度多场景的模拟数据输出,定位现有设计方案在性能方面所存在的短板与优化空间,提出针对性的调整策略。通过数字化仿真技术与AI智能技术的协同赋能打破传统建筑设计依赖经验判断、性能优化滞后的局限,提高结构安全性能与室内宜居品质,推动建筑设计向低碳化、智慧化转型。

为清晰呈现数字化技术在建筑设计全流程的联动逻辑、数据流转与环节衔接,具体见图1。

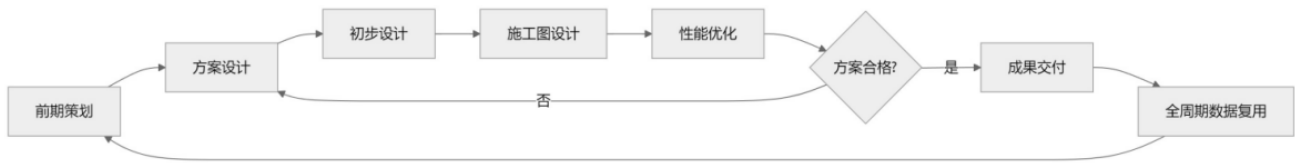


图1 数字化技术建筑设计全流程应用简化流程图

3 数字化技术赋能建筑设计的核心价值与范式革新

3.1 重塑建筑设计核心工作逻辑，打破传统行业瓶颈

传统建筑设计遵循单向线性工作逻辑，各环节相互割裂、信息传递滞后，核心瓶颈在于信息不互通、预判不充分。数字化技术通过构建起全流程联动、数据贯通的闭环工作逻辑，实现信息实时共享、环节动态衔接。相较于传统设计的被动修正模式，数字化设计实现主动预判、前置优化，从源头规避各类设计漏洞，让设计工作从被动应对转变为主动把控，彻底解决传统模式下信息孤岛、协同低效、误差频发的核心痛点，让整个设计流程更具系统性、连贯性与可控性。

3.2 拓展设计创作边界，实现功能性与艺术性协同

传统建筑设计受限于人工绘图、手工核算的技术局限，设计师的创意表达往往受制于实现难度，复杂形态、个性化空间、异形构件等创意设计难以落地，多数设计偏向标准化、同质化，难以满足当下多元化建筑需求与城市风貌塑造需求。数字化技术中的参数化设计、生成式设计与三维建模技术，彻底破除了创意落地的技术壁垒，设计师只需设定核心设计约束条件，即可通过技术手段实现各类复杂形态、个性化布局的精准建模与可视化呈现，无需耗费大量精力在基础绘图与核算工作上。与此同时，数字化技术能够同步兼顾建筑功能性、安全性与美观性，在释放创意空间、提升建筑艺术价值的同时，保障建筑使用功能、结构安全与实用性能，实现艺术创作与工程实践的无缝衔接，推动建筑设计从满足基础使用需求，向兼顾实用、美观、特色的高品质方向升级。

3.3 强化全生命周期协同，打通设计与上下游产业衔接

传统建筑设计往往仅聚焦设计环节本身，设计成果与后续施工、运维、改造等环节严重脱节，设计数据无法复用，导致施工阶段图纸变更频繁、运维阶段建筑信息缺失，全产业链资源浪费严重。数字化技术以集成化数据模型为核心载体，将建筑设计从单一的“图纸输出”延伸至全生命周期管控范畴，设计阶段形成的数字化模型包含建筑全维度信息，可直接对接施工阶段的技术交底、造价核算、现场指导，也能为后期运维阶段的设备管理、检修维护、

改造升级提供完整数据支撑。这种全生命周期协同模式，打破了设计环节与建筑产业链上下游的壁垒，实现数据一次录入、全程复用，提升建筑全生命周期管理效率，推动建筑行业从分段式独立作业，向全产业链一体化协同转型，凸显设计环节的核心引领作用。

3.4 助力绿色低碳发展，契合行业可持续发展导向

在双碳目标与绿色建筑发展的大背景下，传统经验式设计难以精准把控建筑能耗、环境适配性等绿色指标，可持续设计理念难以落地。数字化技术依托仿真模拟、性能优化等功能，可在设计前期对建筑能耗、风环境、光环境、碳排放等核心指标进行模拟预判，针对性调整建筑布局、围护结构、材料选用等设计参数，让绿色低碳理念贯穿设计全过程，而非后期被动整改。通过数字化技术的前置优化，能够有效降低建筑全生命周期能耗与碳排放，提升建筑宜居性与生态适配性，推动建筑设计行业贴合国家绿色可持续发展战略，助力建筑行业实现低碳化、生态化转型，赋予建筑设计更深远的社会价值与生态价值。

4 数字化技术在建筑设计中应用的优化策略

4.1 完善技术生态，打通数据协同壁垒

加快推进建筑设计数字化软件本土化研发，优化软件操作流程；建立统一的数字化设计数据接口标准与格式规范，实现 BIM 模型、仿真数据、协同数据的无缝传输与共享；搭建云端一体化数字化设计平台，降低中小设计机构软硬件投入成本，推动数字化技术普惠化应用。

4.2 构建复合型人才培养体系

校企联合搭建数字化建筑设计人才培养平台，高校优化专业课程设置，增设 BIM 技术、参数化设计、数字仿真、AI 智能设计等相关课程，兼顾设计专业知识与数字化技术教学，培养复合型后备人才；设计机构加强内部员工培训，开展分层级技术培训，针对基础操作人员开展软件实操培训，针对核心设计师开展高阶技术应用、算法逻辑、性能优化培训，同时引进复合型技术人才，组建专业化数字化设计团队，提升技术应用深度与广度。

4.3 健全行业标准与保障体系

行业主管部门加快完善数字化设计相关标准规范，制定统一的 BIM 模型交付、数字化成果审核、数据安全管

理、知识产权保护等标准,明确技术应用要求与成果验收规范;建立数字化设计技术评价体系,定期评估技术应用效果与行业发展水平,同时出台相关扶持政策,鼓励中小设计机构开展数字化转型,推动数字化技术在建筑设计行业的规模化、规范化应用。

5 结论与展望

数字化技术实现了建筑设计从二维到三维、从碎片化到集成化、从事后优化到前期预判的全方位革新,数字化技术的应用不仅可以提高设计效率,而且有助于降低返工率。未来为了持续推动建筑设计行业向精细化智慧化的方向发展, AI 与数字化技术的深度融合、数字孪生技术在设计全流程的应用将成为核心发展方向。

[参考文献]

[1]郭一旗.数字化技术在建筑方案设计中的应用与影响[J].

建材发展导向,2024,22(9):63-65.

[2]王微.数字化技术在现代建筑设计中的应用思考[J].建筑技术开发,2019,46(17):26-27.

[3]刘瑞龙.数字化技术在公共建筑设计中的应用研究[J].住宅与房地产,2024(28):126-128.

[4]邱小玲,龚芸.数字化技术在房屋建筑设计过程中的应用研究[J].佛山陶瓷,2024,34(10):60-62.

[5]何志飞.建筑设计中数字化技术的运用研究[J].低碳世界,2017,7(19):185-186.

[6]方卓.建筑设计中数字化技术的应用[J].中国新通信,2021,23(6):126-127.

作者简介:张文(1991.5—),男,汉族,毕业院校:内蒙古工业大学,现就职单位:雄安城市规划设计研究院有限公司。