

建筑设计中数字化工具与技术应用研究

白冰¹, 宫起舞², 邵明磊³

(1. 中国中建设计研究院有限公司城乡设计与发展分公司, 山东 济南 250000;

2. 山东盛泰维拓设计股份有限公司, 山东 济宁 272000;

3. 山东富祥建筑工程有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要 随着科技的不断发展, 数字化工具与技术在建筑设计领域发挥着越来越重要的作用。在建筑设计中, 数字化工具与技术极大地提升了设计效率, 改变了传统设计的工作流程。设计人员借助 BIM 技术可以构建三维虚拟模型, 减少误差。同时, AI 技术能够帮助设计团队做出更为精准的决策, 推动建筑设计的创新。本文针对建筑设计中数字化工具与技术应用策略进行了探讨, 旨在为提升团队协作效率、降低设计和施工阶段的风险提供借鉴。

关键词 建筑设计; 数字化工具; BIM 技术; 3D 打印; AI 技术

中图分类号: TU201.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.09.007

0 引言

数字化技术迅猛发展, 建筑行业也在不断变化, 社会对建筑设计在质量、效率方面的要求也日益提高。随着建筑设计逐渐步入数字化时代, 传统建筑设计技术的缺陷逐渐暴露, 与此同时, 数字化工具与技术的实践应用也面临着诸多挑战。为更好地应对这些挑战, 优化建筑设计流程, 设计人员有必要深入研究数字化工具与技术在建筑设计中的应用策略。

1 借助 BIM 技术, 提升设计协同效率

在建筑设计过程中, 技术人员通过 BIM (建筑信息模型) 技术能够促进不同学科、不同阶段之间高效协作, 减少设计冲突与施工错误, 实现从概念设计到施工阶段的顺畅衔接。在现代建筑设计中, 数字化工具与技术已成为推动项目高效执行的核心动力, BIM 技术作为其中的代表, 正凭借数据共享和信息整合的特点, 打破传统设计方式中各环节的孤立状态, 提升协同效率。设计人员在实践过程中可以借助 BIM 技术, 逐渐将建筑设计中的各类数据、参数以及设计理念转化为统一的数字模型, 借此在不同专业间形成高度统一的信息平台。在这一过程中, 设计人员不仅要理解建筑设计的全局需求, 还需根据数字化工具与技术的特性, 调整设计思维。随着模型逐步深化, 设计人员可以通过对建筑模型的实时反馈, 不断优化设计方案, 使得每一阶段的工作都能基于数据做出更加精准的决策。最终, 建筑设计的整体流程在数字化工具与技术的支持下, 可以变得更加灵活、高效, 同时也更具可持续性^[1]。

在实际项目中, 设计人员需要先建立基于 BIM 的数字化建筑设计平台, 将各专业的设计数据导入其中。这些数据包括结构、机电、室内设计等内容, 形成包含多维信息的综合模型。每个设计阶段, 设计人员都会将更新的数据实时同步至平台, 确保所有团队都能获取到最新的设计信息。在一个大型住宅项目中, 设计人员可以在创建初步建筑模型时, 将基础结构设计与外立面造型一同纳入 BIM 模型。随后设计人员将结构计算结果与建筑设计模型对接, 确保建筑外形与结构的协调性。与此同时, 机电设计团队将 HVAC 系统、管道布置等信息输入到同一平台, 与建筑设计的空间布局相结合, 进行碰撞检测, 发现问题后及时调整。此外, 设计人员在设计过程中可以充分利用数字化工具与技术, 定期召开虚拟会议, 利用三维模型展示设计成果。借助这一方式, 设计团队、施工方以及业主能够提前对空间、功能等方面进行讨论。每次讨论后, 团队成员要及时在 BIM 平台上更新修改意见, 形成反馈闭环, 确保设计每个阶段的信息都能精准传递。

2 应用参数化设计, 优化建筑形态

在借助数字化工具与技术时, 设计人员可以凭借算法和数学模型, 灵活调整建筑形态、空间配置和结构布局, 以满足功能需求。参数化设计能够打破传统设计的局限, 为建筑设计带来更高的自由度。设计人员在实际操作中可以先将建筑设计的基本要素转化为数字化参数, 设定变量并构建相应的算法模型。这一模型可以成为建筑形态的基础框架, 能够实时响应不

同设计需求的变化。随着设计进程的推进,设计人员能够根据项目特定需求调整模型中的参数,优化空间结构、立面造型等,使建筑设计在美学与功能性之间达到平衡。在设计过程中,设计人员可以利用参数化设计生成多种形态方案,并在此基础上进行模拟。借助数字化工具与技术,设计团队能够快速生成多个设计方案,并依据项目要求选择最优解。

设计人员可运用参数化设计优化建筑形态,旨在借助数字化工具与技术,灵活调整设计参数,探索多样化的建筑形态方案。在文化中心的建筑设计项目中,设计团队可以运用参数化设计工具 Rhino 和 Grasshopper,将建筑的外立面形态转化为参数化模型。设计人员设定多个参数,包括外立面的曲线弯曲度、窗户分布等,这些因素相互作用、动态变化,影响建筑的形态。设计人员可根据项目的地理位置与气候条件调整这些参数,优化立面的自然采光与通风效果。接下来,设计人员可利用这些参数生成多个立面方案。在这个过程中,数字化工具与技术使得设计人员能够在短时间内生成不同的建筑外形,并进行效果比对。设计人员可利用计算机模拟的结果,逐步调整形态参数,以最优优化建筑的功能性,确保建筑在实际使用中的舒适度。例如,建筑外立面的形态和功能布局会根据阳光、风向等自然因素进行优化调整,以提高能效和舒适度。在设计进展过程中,设计师可根据需求,持续调整建筑体量、结构。每次调整后,所有更新的参数自动应用于模型中,实时反映建筑的变化,确保各部分的协调一致。最终,设计团队选定最佳方案,并完成建筑外立面的优化设计。在这一过程中,数字化工具与技术不仅可以极大地提高设计效率,也使得设计方案更具创新性^[2]。

3 融合“双 R 技术”,提升设计审阅体验

“双 R 技术”是指将虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术结合,增强建筑设计过程中审阅和评估的互动性,从而提高客户体验。在实际操作中,设计人员可将建筑设计方案转化为可沉浸的虚拟环境,使得所有参与人员可以身临其境地感受建筑空间的布局。设计初期,VR 技术被用来生成建筑的三维模型,设计团队与业主可以在虚拟空间中互动,直观地评估建筑设计的各个方面。在设计后期阶段,设计人员可结合 AR 技术,实时将虚拟设计与现有环境对接,直接在现场查看设计效果。在这一过程中,建筑设计的细节逐步被调整与优化,设计人员能够迅速响应客户的需求,确保设

计方案的精准性。借助“双 R 技术”,设计团队能够多角度、全方位地审视设计方案,减少传统设计审阅中可能出现的误解与沟通偏差。数字化工具与技术使得设计信息的传递更加高效,极大地提高了协作效率。最终,建筑设计在客户的参与与实时反馈中不断完善,优化后的设计将更加符合实际需求。

4 推广 3D 打印,提升构件生产精度

设计人员在建筑设计过程中引入 3D 打印技术,可以精确制造建筑构件,从而提高构件的生产质量,减少人为误差与资源浪费。在实际项目中,设计人员可以先在建筑设计阶段结合 BIM 技术和 3D 建模软件,精确设计出建筑构件的形态与尺寸。数字化工具与技术将每个构件的设计数据转化为可打印的数字文件,设计团队根据具体需求进行优化,确保构件的结构稳定性。在这一过程中,设计人员能够优化构件的形状,考虑施工的可行性,将这些参数整合入设计中,为后期的 3D 打印生产做准备。随着项目推进,设计人员需要将构件设计文件传输到 3D 打印设备中,让设计中的每个细节都能精准呈现,减少传统生产中的误差。此外,设计人员还要持续监控打印进程,及时调整设计中的细节,确保每个构件的合规性。这一过程使得建筑设计中的每一细节得以快速反馈,避免传统制作中的反复修正,提升项目整体的生产效率。

以高端住宅项目为例,建筑设计团队可以利用数字化工具与技术,先对建筑的外立面、楼梯等重要构件进行 3D 建模。通过 BIM 技术与 3D 建模软件,设计人员可以详细设定每个构件的尺寸、结构,并根据施工要求进行优化。每个构件的设计图纸都要转化为可供 3D 打印机读取的数字文件,确保构件高度还原。接下来,设计人员将这些设计文件导入 3D 打印设备中,选用合适的建筑材料(如特种混凝土或塑料复合材料)进行打印。在这一过程中,打印机精准地层层堆叠材料,逐步构建出建筑构件,确保每个细节都符合设计标准。设计人员随时跟踪打印进度,检查构件的尺寸与形态,并进行实时调整^[3]。例如,在打印复杂的弯曲立面时,设计人员要调整打印机的路径设置,确保表面光滑,避免常见的变形问题,具体注意事项见表 1。

随着构件逐步完成,设计人员可以将打印出的构件与建筑整体模型进行对比,确保其符合施工要求。3D 打印技术使得设计团队能够在短时间内验证设计的可行性,并及时调整不合适的部分,从而减少传统方法中可能出现的反复修正和工艺误差。

表 1 3D 打印过程中的关键调整事项

调整事项	操作与注意点
打印路径	调整打印路径，确保材料紧密贴合，避免错位
打印速度	根据材料类型调整温度与速度，避免变形或粘连
层间粘接性	确保每层材料粘接良好，避免剥离
表面光滑度	调整路径，确保弯曲部位表面平整光滑
支撑结构	增加支撑结构，防止悬空或突出部分变形
打印精度	定期检查尺寸与比例，确保构件精度符合设计要求

5 借助 AI 技术，优化设计方案

人工智能（AI）技术可以自动生成优化方案，从而提高设计效率，提升建筑设计的可行性。在实际操作中，设计人员要先利用 AI 算法对初步设计进行分析，自动识别设计中的潜在问题，例如结构不合理、功能布局不佳或能效不足等。设计团队将建筑设计中的各类数据（材料属性、空间需求、能耗等）输入 AI 系统，进行多维度的评估。AI 技术依据现有数据，提出多个优化方案，并评估每个方案，比较其在不同条件下的表现。设计人员接收到 AI 生成的优化建议后，还要逐一筛选符合项目需求的方案，并在此基础上进一步调整。AI 技术不仅可以在设计初期阶段帮助团队识别、排除问题，还能在设计过程中提供实时反馈，使设计方案在不断优化中变得更加精细。随着设计进程的推进，设计人员能够根据 AI 技术优化的结果，结合建筑设计的实际需求，逐步完善每个细节，最终形成符合功能性、美学和可持续性要求的整体方案。借助数字化工具与技术，设计人员能够在更短的时间内完成高质量的设计，提升建筑设计的整体协同效率与创新能力^[4]。

在商业综合体的建筑设计项目中，设计团队可以先输入初步设计方案，包括功能布局、材料类型等信息。接着，设计人员利用 AI 算法对设计方案进行全面分析，识别出潜在的设计问题^[5]。AI 技术可以检测到建筑立面的光照分布不均匀，部分区域可能出现能效低下的问题，或是内部空间布局不够合理，影响人员流动性。设计人员将这些反馈作为优化目标，调整输入数据，并依照 AI 建议重新规划功能区域。在这一过程中，AI 技术不断根据不同场景模拟建筑方案的表现，评估不同调整后效果的可行性。AI 技术不仅可以快速分析多个调整方案，还能够在同一平台上给出具体的改进建议，如在特定区域增加窗户的数量或改变结构布局，

以实现更好的采光与通风效果。随着 AI 优化过程的深入，设计人员还能够结合实际项目要求，筛选推荐多个优化方案，并进一步细化方案的具体细节。在每次调整后，AI 系统都会继续监控设计进展，并提供新的反馈，帮助设计团队验证方案的实施效果。最终，设计人员根据 AI 的优化建议完成建筑设计方案，使得建筑在能效、功能性上都得到显著提升^[6]。

6 结束语

随着数字化技术的不断进步，建筑设计行业正经历着前所未有的变革。通过 BIM 技术、参数化设计、“双 R 技术”、3D 打印以及 AI 优化等数字化工具与技术的应用，设计效率将得到显著提升，设计方案将更加精准、创新。这些技术不仅优化了设计流程，还增强了设计团队之间的协作，提升了客户体验。未来，建筑设计应继续探索数字化技术的无限可能，不断推动行业创新与发展，为社会创造更多高质量、可持续的建筑作品。

参考文献：

- [1] 马艺华,张启菊,王佳彤,等.数字化技术在建筑空间沉浸式叙事设计中的应用[J].四川水泥,2025(01):84-86,93.
- [2] 薛瑞星.数字化技术在建筑室内装饰设计中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2024(20):73-75.
- [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] 王知亮.建筑设计中数字化技术的应用与效果分析[J].城市建设理论研究:电子版,2024(27):72-74.
- [5] 彭海浪.数字化技术在建筑室内装饰设计中的应用[J].中国建筑金属结构,2024,23(07):118-120.
- [6] 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(09):63-65.