

新形势下人工智能在建筑设计中的应用

席 洋

南京长江都市建筑设计股份有限公司 江苏 南京 210002

摘要：新形势下，人工智能正深刻重塑建筑设计领域。其通过生成式设计、参数化调优及BIM集成技术，实现多目标协同优化与全生命周期数据融合，大幅提升设计效率与方案质量。AI算法可自动生成海量符合约束的设计方案，结合实时环境数据动态调整建筑形态，并通过机器学习优化结构-能耗系统。此外，AI在场地分析、施工监控及智能化运维管理中发挥关键作用，有效降低返工率与成本，推动建筑行业向绿色、智能、可持续方向转型。

关键词：新形势；人工智能；建筑设计；应用

引言：在科技飞速发展的当下，人工智能（AI）正以磅礴之势渗透至各个领域，建筑设计行业也不例外。新形势下，传统建筑设计模式面临效率、绿色、协同等多方面挑战。AI凭借其强大的数据处理、算法优化与模拟预测能力，为建筑设计带来全新变革契机。从设计生成到绿色性能优化，再到施工协同与用户体验提升，AI正重塑建筑设计全流程，开启行业智能化发展新篇章。

1 文献综述与理论框架

1.1 AI技术发展脉络

(1) 在生成式设计（Generative Design）方面，算法迭代从早期基于遗传算法的单一优化，逐步发展为融合深度学习、强化学习的多目标协同优化，能同时满足功能、美学与成本需求；工具演进上，从专业领域的Grasshopper插件，拓展到Autodesk Generative Design等一体化平台，实现设计方案自动生成与实时调整，大幅缩短方案探索周期。(2) 参数化设计（Parametric Design）经历关键范式转变，早期依赖设计师预设规则驱动模型生成，如今转向数据驱动，可接入建筑性能数据、用户行为数据等，通过AI算法挖掘数据关联，自动优化参数逻辑，让设计更贴合实际使用需求。(3) 建筑信息模型（BIM）与AI的深度集成，已从简单的数据提取分析，走向全生命周期融合，如在设计阶段AI基于BIM数据进行碰撞检测与性能模拟，施工阶段实现进度预测与风险预警，运维阶段优化能耗管理与空间利用。

1.2 建筑设计智能化转型研究

(1) 国内外研究聚焦三大热点：设计效率提升，借助AI自动化完成建模、出图等基础工作；绿色性能优化，通过AI模拟分析能耗、采光等，生成低碳设计方案；协同设计创新，利用AI搭建云端协同平台，实现多专业实时数据共享与协同决策。(2) 当前研究存在明显空白，AI对设计创意生成的影响机制尚未明确，缺乏AI

辅助创意激发与设计师主观创意融合的有效路径；人机协作模式研究多停留在技术层面，未形成适配建筑设计全流程的人机分工与协同决策体系；行业伦理问题被忽视，AI应用引发的设计版权归属、数据隐私保护等伦理争议缺乏系统研究与规范准则。

1.3 理论框架构建

基于“技术-设计-环境”交互模型，提出AI赋能建筑设计的核心维度。技术维度聚焦AI算法、工具与BIM等技术的融合成熟度，是赋能基础；设计维度关注AI对设计流程、创意生成、协同模式的重构，是赋能核心；环境维度涵盖政策法规、行业伦理、市场需求等外部因素，是赋能保障。三者相互作用，共同构成AI赋能建筑设计的完整理论体系，为后续研究提供分析框架与理论支撑。

2 新形势下人工智能（AI）在建筑设计中的应用场景

2.1 设计生成与优化

(1) 生成式设计已从技术探索走向实际应用，通过算法构建多目标优化模型，可自动生成海量符合设计约束的方案。例如中南建筑设计院研发的“Giant AI”系统，整合建筑功能需求、美学标准与成本预算等参数，能在短时间内完成方案迭代，其效果图生成效率较传统设计提升90%，原本需要设计师数天绘制的效果图，如今仅需数小时即可输出，且支持实时调整风格与细节，大幅拓展了方案探索的广度与深度。(2) 参数化调优突破静态设计局限，实现建筑形态与环境数据的动态适配。扎哈·哈迪德建筑事务所将流体力学模拟与AI参数化设计结合，在项目中接入实时光照、风速、温度等环境数据，通过AI算法持续挖掘数据与建筑形态的关联，自动调整建筑外立面角度、开窗大小及形体曲线，使建筑既能最大化利用自然采光，又能降低风荷载对结构的影响，例如某滨海建筑项目通过该技术，将自然通风效

率提升40%，同时减少建筑能耗损失。（3）结构-能耗协同优化打破传统设计中结构与能源系统分离的局限，AI算法可实现多系统同步优化。新加坡“净零能耗建筑”设计项目中，AI模型同时整合结构安全、能源消耗、碳排放等指标，通过机器学习分析不同结构形式（如钢结构、木结构）与能源系统（如光伏供电、地源热泵）的组合效果，最终确定最优设计方案，使建筑全生命周期能耗降低65%，同时满足结构抗震与抗风要求，实现功能性与绿色性的双重平衡^[1]。

2.2 绿色性能模拟与预测

（1）能耗预测借助AI实现高精度量化分析，通过收集历史气象数据、建筑材料热工性能、用户使用习惯等多维度数据，构建机器学习模型，可精准预测建筑全生命周期能耗，误差率控制在5%以内。例如某绿色建筑咨询公司开发的AI能耗预测系统，能模拟不同气候区域、不同使用场景下的建筑能耗变化，提前识别能耗峰值节点，为设计阶段的节能策略制定提供数据支撑，帮助项目在设计初期即可实现能耗目标管控。（2）材料选择环节中，AI通过全生命周期评估（LCA）模型，整合材料开采、生产、运输、使用及回收全流程数据，量化分析材料的碳排放、污染排放与资源消耗，为设计师推荐低碳环保方案。在某生态建筑项目中，AI对比分析钢材、混凝土与竹结构的环境影响，发现竹结构在生产阶段碳排放较钢材降低70%，且具备良好的力学性能与可再生性，最终推动竹结构替代部分钢材应用于建筑外立面，实现环保与性能的兼顾^[2]。（3）灾害预警领域，AI与数字孪生技术深度融合，可构建建筑三维数字模型并模拟极端灾害影响。通过输入地震波参数、台风风力等级等数据，AI能实时计算建筑结构应力分布、位移变化，精准识别薄弱部位，辅助优化抗震、抗台风设计。例如某沿海城市高层建筑项目，利用该技术模拟12级台风作用下的建筑受力情况，针对性调整外墙连接件强度与窗户抗风压等级，使建筑抗台风能力提升35%。

2.3 设计与施工的协同创新

（1）BIM与AI的集成彻底改变传统设计与施工脱节的问题，AI可自动读取BIM模型中的构件信息、空间位置数据，实时检测管线碰撞、结构冲突等问题。某商业综合体项目通过该技术，在设计阶段就识别出120余处管线交叉冲突点，提前进行方案调整，使施工阶段返工率降低30%以上，节省工期近2个月，同时减少材料浪费与成本损耗。（2）施工机器人与AI的协同推动建筑施工向自动化、精准化转型。澳大利亚FBR公司研发的“Hadrian X”砌砖机器人，借助AI算法规划最优作业

路径，可自动识别砖块尺寸、调整砌筑角度，每小时能完成1000余块砖的砌筑工作，效率是人工砌筑的3倍以上，且砌筑精度误差控制在2毫米内，大幅提升施工质量与效率，同时降低人工劳动强度与安全风险。（3）进度-成本动态管控通过AI施工模拟系统实现全流程可视化管理，系统可实时采集施工进度、资源消耗、成本支出等数据，通过机器学习预测可能出现的工期延误、成本超支风险，并自动调整人力、设备、材料等资源分配方案。某住宅项目应用该技术后，根据施工过程中的实际情况，动态优化工序安排与资源调配，最终将工期缩短15%-20%，成本控制在预算范围内，实现进度与成本的双重管控目标^[3]。

2.4 用户体验与空间智能化

（1）VR/AR与AI的结合重构设计沟通模式，客户可通过虚拟现实设备沉浸式预览建筑空间，AI则实时捕捉客户交互行为与反馈信息，辅助设计师快速调整方案。扎哈·哈迪德建筑事务所开发的VR设计评审系统，支持客户在虚拟空间中行走、触摸构件、调整灯光效果，AI会记录客户对空间尺度、色彩搭配、功能布局的意见，自动生成优化建议，使设计方案与客户需求的匹配度提升50%以上，减少后期修改次数。（2）智能环境控制借助AI算法实现个性化舒适体验与节能目标的平衡，系统可通过传感器实时采集室内温湿度、光照强度、人员活动情况等数据，自动调节空调、灯光、新风系统运行参数。例如小蓝翼P7Air新风空调搭载的AI节能算法，能根据用户作息习惯与环境变化，动态调整制冷制热功率与新风量，在保证室内舒适度的前提下，使空调能耗降低25%左右，同时提升室内空气质量。（3）无障碍设计优化通过AI深度挖掘用户行为数据，为特殊人群定制适配空间方案。某养老社区项目中，AI分析老年人行走速度、肢体活动范围、使用辅助设备的习惯等数据，优化走廊宽度、扶手高度、电梯按键布局，同时在适幼化区域调整家具边角弧度、地面防滑系数，使空间同时满足老年人与儿童的使用需求，提升空间包容性与安全性。

3 人工智能（AI）技术赋能建筑设计的创新机制

3.1 数据驱动的设计决策

（1）多元数据融合打破传统设计的信息孤岛，通过整合地理信息（地形、气候、交通）、用户行为（使用频率、功能偏好）、材料性能（强度、能耗、环保性）等多维度数据，借助AI技术构建结构化设计知识图谱。该图谱可自动关联数据间的逻辑关系，例如将某区域的暴雨强度数据与建筑排水系统设计参数绑定，为设计师提供数据支撑，避免主观经验导致的设计偏差，使设计

方案更贴合场地条件与用户需求。（2）强化学习算法赋予设计方案自适应优化能力，通过设定“性能目标（如能耗最低、空间利用率最高）-反馈调整-迭代优化”的学习循环，AI可在设计过程中持续修正方案。例如在住宅户型设计中，强化学习模型以“采光均匀性+空间实用性”为奖励函数，不断调整房间布局与开窗位置，最终生成的方案较传统设计，空间利用率提升12%，且各房间采光达标率提高至95%^[4]。

3.2 人机协作的设计模式

（1）“设计师-AI”协同循环重构设计流程，形成高效迭代闭环：AI基于设计任务书自动生成多版初始方案，覆盖不同风格与功能组合；设计师结合专业经验与创意判断，筛选优质方案并标注修改方向（如调整立面风格、优化功能分区）；AI接收反馈后快速迭代方案，直至达成设计目标。这种模式既发挥AI的高效计算优势，又保留设计师的创意主导权，使方案产出效率提升40%以上。（2）自然语言交互降低AI使用门槛，通过Chat GPT类工具，设计师可直接以自然语言描述需求（如“设计一栋10层办公建筑，需包含屋顶花园与节能电梯”），AI自动将需求拆解为算法可识别的参数（层数、功能分区、设备类型等），并生成初步设计框架。例如Autodesk的“AI设计助手”，支持设计师通过语音或文字输入需求，10分钟内即可输出包含平面布局与立面草图的方案雏形，大幅缩短设计启动周期。

3.3 跨学科融合的创新路径

（1）AI与物联网（IoT）的结合实现建筑全周期智能联动，通过在建筑构件中嵌入传感器（温湿度、能耗、人员流动传感器），IoT实时采集运行数据并传输至AI系统；AI分析数据后，自动调控空调、照明、安防等设

备，例如当传感器检测到会议室无人时，AI立即关闭灯光与空调，使建筑能耗降低18%，同时为设计阶段优化设备布局提供实时运行数据支撑。（2）AI与区块链技术融合构建可信数据共享平台，区块链的去中心化与不可篡改特性，确保建筑设计、施工、运维各阶段数据（如设计图纸、材料检测报告、施工记录）的真实性；AI则负责数据加密、权限管理与高效检索，例如在跨企业协同项目中，设计师通过AI验证的区块链平台获取施工数据，避免数据篡改导致的设计与施工冲突，提升跨团队协作效率30%。

结束语

新形势下，人工智能为建筑设计开辟了全新路径，在设计生成、性能模拟、协同创新等方面成果斐然，极大提升了设计效率与质量，推动了绿色建筑发展。但同时，AI在设计创意融合、人机协作规范以及行业伦理规范上仍有待完善。展望未来，随着技术不断迭代升级，人工智能与建筑设计的融合将更加深入紧密，为行业带来更多创新可能，引领建筑设计走向智能、高效、可持续的新高度。

参考文献

- [1]杜佳楠.人工智能在智能建筑中的应用与研究[J].建筑机械,2025,(04):33-34.
- [2]张来平,姚倩.人工智能及智能机器人对建筑行业带来的变革[J].中华建设,2025,(02):22-23.
- [3]吕军.人工智能大模型在智能建筑领域的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(07):76-78.
- [4]李逊.人工智能在建筑设计领域应用思考与探索实践[J].中国勘察设计,2024,(05):52-53.