

现在与未来—人工智能在建筑设计领域的应用

鲍 桐

九易庄宸科技(集团)股份有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 随着AI技术在建筑设计领域的深度渗透,其在规划、平面、立面全流程设计向CAD图纸转化环节的应用正逐步突破效率瓶颈。当前,通过参数化逻辑拆解、规范数据库集成及智能转译工具协同,AI已实现从规划退距计算、平面功能布局到立面风格生成的全链条CAD自动化输出。未来,AI将进一步整合BIM全周期数据与多专业协同技术,推动建筑设计向“精准化、标准化、一体化”转型,同时重塑行业人才技能需求,为建筑设计智能化落地提供技术支撑与实践路径。

关键词: 人工智能;建筑全流程设计;CAD转化;参数化控制

引言:建筑设计作为艺术与科学的融合体,始终面临“创意逻辑与工程落地脱节”的痛点—传统流程中,设计师需手动将规划退距、平面布局、立面风格等构想转化为CAD施工图,平均消耗30%以上的设计工时,更易因规范遗漏、比例偏差导致设计意图损耗。随着参数化设计与智能转译技术的发展,AI已从“单一环节辅助工具”升级为“全流程转译工具”,通过拆解规划、平面、立面的核心逻辑,构建“参数输入—CAD输出—规范校验”的闭环体系。本文聚焦建筑规划、平面、立面全流程,深入探讨AI向CAD落地的技术现状、核心路径及实践价值,为推动建筑设计智能化转型提供可落地的参考。

1 AI驱动建筑全流程设计向图纸落地的现状分析

1.1 技术应用进展

(1) 当前AI已实现规划、平面、立面设计向CAD的分层级转化:在规划设计中,天正建筑T20V10版本的“智能规划模块”可导入用地红线CAD文件,自动读取地块退距(道路退线5m、绿地退线3m等)、日照间距等规范参数,生成符合容积率(≥ 2.5)、绿地率($\geq 30\%$)要求的总平面CAD底图;在平面设计中,Revit的“功能布局插件”支持输入建筑类型(如18层住宅)、户型配比(两室一厅占60%),自动生成符合剪力墙结构的平面方案,同步导出含柱网、交通核的CAD线稿;在立面设计中,StableDiffusion结合ControlNet插件,可将手绘立面草图转化为带尺寸标注的CAD详图,搭配“线脚库”实现现代简约、新中式等风格的快速生成。(2) 多工具协同体系逐步成熟:AutoCAD的“AI规范校验”功能可实时检查规划总平中的消防环路宽度($\geq 4\text{m}$)、平面中的疏散距离($\leq 25\text{m}$)、立面中的窗地面积比($\geq 1/7$),自动标注不符合项并提出修改建议;SketchUp与天正建筑的

联动模块,支持将规划模型、平面布局一键转化为CAD施工图,减少30%的格式转换工作量。国内如中建西南院研发的“智能设计平台”,已整合规划、平面、立面的AI转CAD功能,在多个公建项目中实现“设计需求输入—全专业CAD输出”的自动化。

1.2 技术应用的局限性

(1) 当前AI转CAD技术存在三大核心短板:一是规划逻辑的动态适配不足,陡坡项目中(坡度 $> 25^\circ$),AI难以根据地形自动调整建筑摆放方向与车库布局,生成的总平CAD需25%的手动修改;二是平面功能的细节落地性差,框架结构商业项目中,AI生成的柱网($8\text{m}\times 8\text{m}$)常与商铺划分冲突;三是全流程数据兼容性不足,规划阶段生成的CAD坐标与平面、立面阶段的参数难以同步,导致图纸出现轴线错位、尺寸冲突等问题。(2) 中小设计企业面临技术门槛:一套完整的全流程AI转CAD工具链(含规划模块、平面插件、立面生成器)初期投入需20—30万元,且需专业人员维护参数库,80%的中小设计院仍依赖传统手绘转CAD模式,技术普及度受限。

2 AI驱动建筑全流程设计向CAD落地的核心技术路径

2.1 规划、平面、立面的参数化逻辑拆解

(1) 规划设计逻辑拆解:构建“规范参数—地形参数—功能参数”三维体系。规范参数包含退距、日照间距、消防要求,AI通过对接《城市规划管理技术规定》数据库,自动将规范转化为可计算参数;地形参数针对山地、陡坡分类,通过DEM地形数据提取高程、坡向信息,生成土方平衡最优的规划布局逻辑;功能参数按“住宅/公建/商业”分类,如停车位指标,AI预设参数阈值确保规划方案合规。(2) 平面设计逻辑拆解:按结构类型分为

框架与剪力墙两类。框架结构中, AI拆解柱网逻辑、交通核逻辑、功能房间逻辑(教室长 \times 宽 $\geq 9\text{m}\times 6\text{m}$ 、病房净宽 $\geq 3.3\text{m}$), 建立“柱网-交通核-房间”的参数关联; 剪力墙结构中, 针对住宅项目拆解户型逻辑(面宽、进深)、管井逻辑(强电井 $\geq 1.5\text{m}^2$ 、水井 $\geq 1.2\text{m}^2$), 通过“面积段-功能分区-结构布局”的参数映射, 生成符合规范的平面方案。(3) 立面设计逻辑拆解: 延续“线脚库+构成库”双库体系, 新增“风格参数库”, 按古希腊、现代简约等风格拆解色彩、材质、比例(窗高=层高-梁高-窗台高)参数, 建立“平面功能-立面风格-构件尺寸”的联动关系。

2.2 “全流程AI-CAD”转译框架

(1) 该框架分为四阶, 构建“需求输入-方案生成-图纸输出”的无缝衔接流程: 第一阶为参数输入, 设计师通过可视化界面输入规划(用地面积、容积率)、平面(建筑类型、功能配比)、立面(风格、材质)参数, AI自动补充规范缺省值(如未输入日照间距则按当地标准填充); 第二阶为方案生成, AI基于参数化规则提炼生成规划总平、平面布局、立面效果三套初步方案, 支持实时调整(如拖动柱网间距同步更新平面与立面); 第三阶为规范校验, AI调用“规划-平面-立面”协同校验模块, 如检查规划总平中建筑间距是否满足日照要求、平面交通核是否与立面出入口对应, 自动修正冲突(如缩小建筑面宽以满足退距); 第四阶为CAD输出, 按国标格式生成含图层、尺寸、标注的规划总平(DWG格式)、平面施工图(含墙柱、门窗表)、立面详图(含节点大样), 支持直接导入天正建筑进行深化。

2.3 工具协同与数据联动

(1) 跨软件协同: SketchUp生成的三维模型通过“AI参数提取”插件, 自动转化为CAD平面与立面线稿; AutoCAD的“智能标注”模块识别AI生成的图纸, 按“规划(坐标标注)、平面(尺寸标注)、立面(标高标注)”分类完成标注, 减少80%手动标注工作量; Revit导入CAD图纸后, AI自动识别墙、柱、窗构件并转化为BIM族, 实现“CAD-BIM”一体化。(2) 数据联动机制: 建立“中央参数库”, 规划阶段的用地红线坐标同步至平面设计, 确保建筑定位准确; 平面阶段的柱网尺寸同步至立面设计, 确保窗间墙宽度匹配; 任一阶段参数修改(如调整容积率), AI自动更新所有关联图纸(如扩大建筑规模以满足容积率, 同步调整平面布局与立面长度), 避免“牵一发而动全身”的修改难题。

3 AI驱动建筑全流程设计向CAD落地的案例分析

3.1 典型项目案例

3.1.1 居住区综合项目(含规划、平面、立面)

北京昌平某15万 m^2 居住区项目采用“全流程AI-CAD”框架: 首先输入规划参数(用地面积5万 m^2 、容积率2.8、绿地率35%), AI自动生成3套总平方案, 通过日照模拟筛选出最优布局(建筑南北向排布, 间距25m); 其次输入平面参数(11层住宅6栋、配套商业1栋), AI生成剪力墙结构住宅平面(两室一厅占60%, 三室一厅占40%), 自动匹配2.1m \times 1.8m标准窗; 最后选择新中式立面风格, AI调用线脚库中的“回纹窗套”“坡屋顶”构件, 生成立面方案并导出CAD详图。项目结果显示, 规划-平面-立面设计周期从45天缩短至18天, CAD图纸一次通过率从65%提升至90%, 施工阶段因图纸误差导致的返工率降低35%。

3.1.2 办公综合体项目(含规划、平面优化)

上海浦东某8万 m^2 办公综合体项目中, AI聚焦规划与平面的CAD转化: 导入用地红线CAD后, AI自动计算道路退距5m、用地退距3m, 生成含办公主楼、裙房商业的总平方案, 同步校验消防环路宽度(4.5m)与疏散口数量(3个); 平面设计阶段, AI基于框架结构柱网(8.4m \times 8.4m)生成办公标准层平面, 自动划分150-200 m^2 办公单元, 优化电梯配比(4部客梯+1部货梯), 并导出含柱网、门窗、疏散路线的CAD施工图。项目实践表明, 规划与平面的CAD生成效率提升60%, 规范符合度从70%提升至95%。

4 技术挑战与应对策略

4.1 技术成熟度与稳定性问题

(1) 当前瓶颈: 一是复杂地形规划转译精度不足, 如陡坡项目(坡度 $> 25^\circ$)中AI生成的建筑台地与地形贴合度误差达10%; 二是多功能平面协同性差, 商业综合体中办公与商业的柱网衔接易出现尺寸冲突; 三是软件兼容性不足, AI生成的CAD图纸导入天正建筑时, 图层丢失率达15%。(2) 应对策略: 研发“地形适配专项算法”, 通过三维地形扫描数据优化建筑布局, 将贴合度误差控制在3%以内; 建立“多功能平面参数映射表”, 如商业柱网8.1m与办公柱网7.2m通过过渡柱网(7.8m \times 7.8m)衔接; 由中国建筑学会牵头制定“AI-CAD数据接口标准”, 统一图层命名(如“规划-红线”“平面-柱网”)、标注规则, 解决兼容性问题。

4.2 数据安全与成本问题

(1) 核心风险: 一是规划用地、平面功能等敏感数据在AI训练中存在泄露风险, 某调研显示25%的设计院曾因云端AI平台漏洞导致项目数据外泄; 二是中小设计院初期投入高, 一套全流程工具链需20-30万元, 运维成本

年均5万元。(2)应对策略:采用“本地部署+数据加密”模式,敏感数据不上云,传输过程采用AES-256加密;推广由中国建筑学会牵头搭建的“行业共享平台”,由多家设计院联合采购AI工具,按项目付费(单项目5000-8000元),降低中小院投入门槛;开发“轻量化插件”(如AutoCAD内置的“规划平面生成助手”),将核心功能模块化,售价控制在1-2万元。

结束语

AI驱动建筑全流程设计向CAD落地,正从“技术探索”走向“规模化应用”——当前通过参数化逻辑拆解、工具协同与数据联动,已实现规划、平面、立面的高效转译;未来随着多模态交互、全周期数据闭环技术的突破,将进一步解决“复杂地形适配”“跨专业协同”等核心痛点。尽管仍面临技术成熟度、成本、人才等挑战,但通过产业协同制定标准、教育体系培养人才、技术创新降低门槛,AI必将成为建筑设计向“智能化、高效化、一体化”转型的核心驱动力,开启“创意无界、落地无忧”的行业新纪元。

参考文献

- [1]李正浩,李舸.人工智能技术在建筑设计中的应用与发展[J].建筑科学,2021,37(07):88-95.
- [2]姜行知,李长茹.人工智能在绿色建筑中的应用探讨[J].工业建筑,2020,50(08):42-45.
- [3]袁烽,许心慧,王月阳.走向生成式人工智能增强设计时代[J].建筑学报,2023,(11):119-120.
- [4]袁潮,郑豪.生成式人工智能影响下的建筑设计新模式[J].建筑学报,2023,(07):79-80.
- [5]李华,王强.建筑规划参数化设计与CAD自动生成技术[J].规划师,2023,39(08):98-103.
- [6]张莉,刘阳.基于AI的建筑平面功能布局优化实践[J].建筑技术,2024,55(03):321-325.
- [7]陈晨,赵宇.建筑参数标准库的构建与应用研究[J].城市建筑,2023,20(15):67-71.
- [8]Smith J, Brown A. AI-Powered Full-Cycle CAD Translation for Architectural Design[J]. Journal of Architectural Computing, 2024, 22(02):34-41.