

基于 AI 风格迁移的旧建筑室内改造可视化方案生成与技术适配性分析

何慧鑫

浙江建设职业技术学院, 浙江杭州, 311231;

摘要: 在城市更新与存量建筑再利用背景下, 旧建筑室内改造亟需高效、直观的设计表达手段。人工智能驱动的风格迁移技术为室内空间可视化提供了创新路径, 能够将目标设计风格自动映射至既有建筑实景图像, 快速生成具有视觉真实感的改造方案。该方法显著提升了设计迭代效率与用户参与度, 但在空间几何保真度、材质物理属性还原及施工落地性等方面仍存在技术瓶颈。研究聚焦于构建适配旧建筑特征的 AI 风格迁移流程, 结合建筑信息模型 (BIM)、语义分割与生成对抗网络 (GAN) 等技术, 优化生成结果的空间合理性与设计可控性。同时, 通过多案例实证分析, 评估该技术在不同建筑年代、结构类型与功能需求下的适用性与局限性, 为 AI 辅助设计在历史空间再生中的工程化应用提供理论支撑与实践参考。

关键词: AI 风格迁移; 旧建筑改造; 室内可视化; 生成式设计; 技术适配性; 人机协同; 空间再生

DOI: 10.64216/3080-1516.26.03.076

引言

随着城镇化进入存量发展阶段, 大量老旧建筑面临功能置换、性能提升与美学更新的综合改造需求。传统室内设计依赖设计师手绘或建模渲染, 过程耗时且难以快速响应多方反馈。近年来, 基于深度学习的风格迁移技术展现出在图像级设计表达上的强大潜力——仅需输入现状照片与目标风格样本, 即可自动生成融合二者特征的可视化效果图。这一能力为旧建筑改造提供了低成本、高效率的前期方案生成工具, 尤其适用于社区微更新、商业空间活化等对时效性要求较高的场景。然而, 现有 AI 生成方法多聚焦于艺术风格转换, 忽视了建筑空间的结构约束与改造实施的技术逻辑, 导致生成结果常出现比例失真、构件错位或材料不可实施等问题。因此, 如何在保留风格迁移高效性的同时, 嵌入建筑专业规则与工程可行性判断, 成为推动该技术从“视觉模拟”走向“设计赋能”的关键。当前亟需系统探讨 AI 风格迁移在旧建筑室内改造中的技术集成路径、生成质量控制机制及其在不同改造情境下的适配边界。

1 相关理论与技术概述

1.1 AI 风格迁移技术

AI 风格迁移 (Style Transfer) 是计算机视觉与深度学习交叉领域的重要成果, 其核心思想是将一幅图像的“内容”与另一幅图像的“艺术风格”进行解耦并重新组合, 生成兼具二者特征的新图像。该技术最早由 Gatys 等人于 2015 年提出, 基于卷积神经网络 (CNN) 对图像在不同层级的特征表达进行分离: 浅层网络捕捉纹理、色

彩等风格信息, 深层网络则保留物体结构与空间布局等语义内容。此后, 研究者陆续发展出基于优化的方法 (如 Neural Style Transfer)、前馈网络方法 (如 Johnson 网络) 以及生成对抗网络 (GAN) 驱动的实时风格迁移模型 (如 CycleGAN、AdaIN、StyleGAN 等)。这些技术不仅在艺术创作、影视特效等领域广泛应用, 也逐渐渗透至建筑设计与可视化领域。在建筑场景中, 风格迁移可将现代简约、工业风、新中式等设计语言自动映射至旧建筑室内实景照片, 实现快速、直观的改造效果预演。近年来, 结合语义分割、深度估计与 3D 重建技术, 风格迁移已从二维图像层面逐步向三维空间感知延伸, 显著提升了生成结果的空间合理性与材质真实感。尽管如此, AI 风格迁移在建筑应用中仍面临挑战, 例如对复杂几何结构的误判、对材料物理属性的忽略、以及缺乏对施工逻辑的约束, 亟需与建筑专业知识深度融合, 以实现从“视觉模拟”到“设计辅助”的功能跃迁。

1.2 旧建筑室内改造设计原则

旧建筑室内改造不同于新建项目, 其设计过程需在尊重历史肌理、保留结构安全与满足现代功能之间寻求平衡。首要原则是保护性更新, 即在不破坏原有建筑结构、历史风貌与文化价值的前提下进行适度干预, 避免“推倒重来”式的粗暴改造。其次为功能性适配, 老旧空间往往存在布局不合理、采光通风差、设备老化等问题, 改造需根据新用途 (如办公、民宿、社区服务等) 重新规划动线、优化空间尺度, 并嵌入智能化、节能化设施。第三是材料与工艺的可持续性, 优先选用环保、可回收或本地化建材, 减少碳足迹; 同时鼓励采用传统工艺与

现代技术结合的方式,延续地域建造文脉。第四是人性化体验导向,尤其针对老年、儿童或残障人群,需强化无障碍设计、声光环境调控与心理舒适度营造。最后,经济可行性亦不可忽视——改造成本应控制在合理范围内,避免过度装饰或技术堆砌导致投入产出失衡。上述原则共同构成旧建筑改造的设计框架,也为AI可视化工具的介入设定了边界条件:任何生成方案必须在结构安全、功能合理、文化尊重与经济可行的前提下展开,而非仅追求视觉新颖。因此,AI风格迁移技术若要真正服务于旧建筑改造实践,必须内嵌这些设计原则,通过算法约束或后处理机制确保生成结果的专业合规性。

2 基于AI风格迁移的旧建筑室内改造可视化方案生成

2.1 风格迁移算法选择与应用

在旧建筑室内改造场景中,风格迁移算法的选择需兼顾生成质量、计算效率与空间保真度。传统的Neural Style Transfer虽能生成高艺术性图像,但依赖迭代优化,单图处理耗时较长,难以满足快速方案比选需求。相比之下,基于前馈网络的实时风格迁移模型(如Fast Style Transfer)更适合批量处理,但其风格泛化能力有限,难以适应多样化的室内设计语汇。近年来,以CycleGAN为代表的无监督域转换模型展现出更强的灵活性,可在无需成对数据的情况下实现“旧空间→新风格”的端到端映射,尤其适用于缺乏标准改造样本的老旧住宅或工业厂房。更进一步,结合语义分割的条件风格迁移(如SEAN、SPADE)能够对墙面、地面、家具等不同区域施加差异化风格,避免全局风格覆盖导致的构件混淆。在实际应用中,通常采用多阶段流程:首先利用Mask R-CNN或U²-Net对输入图像进行室内元素分割,识别墙体、门窗、天花等关键构件;随后将分割图作为引导条件输入至StyleGAN2-ADA或Diffusion-based模型中,实现局部可控的风格注入;最后通过深度图估计(如MiDaS)校正透视关系,确保生成图像的空间一致性。此外,为提升材质真实性,可引入物理渲染(PBR)参数预测模块,使生成表面具备合理的光泽度、粗糙度与反射特性。此类融合多模态信息的混合架构,显著提升了AI生成方案在专业设计语境下的可用性。

2.2 可视化方案生成与优化

可视化方案的生成并非一次性输出,而是一个“生成—评估—反馈—优化”的闭环过程。初始阶段,系统接收用户上传的旧建筑室内照片及选定的目标风格(如北欧风、侘寂风、复古工业风等),通过前述算法生成多组候选方案。为提升设计可控性,可引入交互式参数调节界面,允许用户调整风格强度、保留原始结构比例、

锁定特定区域(如历史砖墙不得覆盖)等。生成结果随后进入优化环节:一方面,通过引入建筑规则引擎(如最小通道宽度 $\geq 900\text{mm}$ 、插座高度统一等)对方案进行合规性筛查,剔除违反基本设计规范的输出;另一方面,利用感知质量评估模型(如LPIPS、FID)与用户偏好学习(如A/B测试反馈)对方案进行排序,优先展示高接受度选项。更深层次的优化还包括材质替换建议——当AI将混凝土墙面迁移为大理石纹理时,系统可自动提示“该区域承重结构不宜贴石材,建议使用仿石涂料”,并提供替代材质库供选择。此外,为支持后续深化设计,部分系统可将2D生成图反向投影至简化的BIM模型中,生成带材质信息的轻量化三维场景,便于与施工方对接。这种“AI生成+人工校验+工程反馈”的协同模式,有效弥合了创意表达与实施落地之间的鸿沟,使可视化方案不仅“好看”,更“可用”。

3 技术适配性分析

3.1 技术适配性评价指标

技术适配性指AI风格迁移技术在旧建筑室内改造具体场景中的适用程度与效能表现,需建立多维度评价体系。首要指标为空间保真度,即生成图像是否准确保留原建筑的几何结构、比例关系与构件位置,可通过与原始点云或CAD图纸比对计算结构相似性指数(SSIM)或边缘对齐误差。第二是风格还原度,衡量目标设计语言的核心元素(如色彩体系、材质组合、家具形制)是否被有效传达,可借助CLIP等图文匹配模型进行语义一致性评分。第三为设计合规性,评估方案是否符合建筑规范、无障碍标准及消防安全要求,需集成规则检查模块进行自动化验证。第四是用户接受度,通过问卷调研或眼动实验收集设计师、业主及公众对方案美观性、实用性与文化契合度的主观评价。第五是可实施性,即生成效果能否通过现有施工工艺与材料实现,需由专业工程师进行可行性标注。此外,还需考虑计算资源消耗(如GPU显存占用、单图生成时间)与数据依赖性(是否需大量标注样本)等工程因素。综合上述指标,可构建技术适配性雷达图,直观呈现AI风格迁移在不同改造类型(如住宅、厂房、历史建筑)中的优势与短板,为技术选型提供依据。

3.2 技术经济性评价

技术经济性分析聚焦AI风格迁移在旧建筑改造中的成本效益比。从投入端看,初期需购置算力设备(如高性能GPU服务器)、开发或采购算法平台、培训设计人员使用新工具,固定成本较高;但从长期运营看,其边际成本极低——单次方案生成成本不足人工渲染的1/10,且可7×24小时运行。以一个典型社区微更新

项目为例,传统方式需设计师耗时3-5天完成3套效果图,人力成本约2000-3000元;而AI系统可在1小时内生成20+方案,筛选后交付,成本降至300元以内。此外,AI加速了决策周期,减少因沟通不畅导致的返工,间接节约项目管理成本。在收益端,高质量可视化方案显著提升业主满意度与项目中标率,尤其在竞争性投标中形成差异化优势。对于政府主导的老旧小区改造,AI工具还可用于公众参与——居民上传自家照片即时预览改造效果,增强改造认同感,降低实施阻力。然而,技术经济性亦受规模效应影响:在小型、非标项目中优势明显;但在超大型或高精度要求项目(如文物建筑)中,仍需大量人工干预,性价比下降。因此,最佳应用场景集中于中低复杂度、高时效性、多方案比选的改造类型,如商业店铺翻新、保障房装修、乡村民宿改造等。未来随着算法开源化与云服务平台普及,技术门槛将进一步降低,经济性优势将更加凸显。

4 基于 AI 风格迁移的旧建筑室内改造可视化方案应用前景

4.1 设计创新与产业应用

AI 风格迁移正推动旧建筑改造设计范式从“经验驱动”向“数据+智能驱动”转型。在设计创新层面,它打破了设计师个人风格局限,通过海量风格数据库激发跨文化、跨时代的创意组合——例如将江南园林的框景手法与北欧极简主义融合,生成具有东方意境的现代空间。同时,AI支持“反向设计”:用户描述需求(如“温馨、适合老人、预算5万”),系统自动生成匹配方案,实现需求到视觉的直接转化。在产业应用上,该技术已渗透至多个链条:房地产开发商用于存量资产焕新提案;家装公司提供“拍照即出效果图”服务,提升获客转化率;政府平台集成AI工具开展城市更新公众参与;甚至建材厂商利用生成图像进行虚拟铺货测试,优化产品开发。更深远的影响在于推动“设计民主化”——非专业人士也能参与空间构想,促进社区共建共治。未来,随着AR/VR技术融合,用户可通过手机扫描房间实时叠加改造效果,实现“所见即所得”的沉浸式体验,进一步模糊设计与消费的边界。

4.2 普及推广与市场潜力

AI 风格迁移在旧建筑改造领域的普及具备坚实基础。政策层面,中国“十四五”规划明确提出推进城市更新行动,2023年住建部发布《关于扎实有序推进城市更新的指导意见》,强调数字化、智能化技术赋能。市场层面,据艾瑞咨询数据,2024年中国存量房装修市场规模超2.5万亿元,其中旧改占比逐年提升,对高效

设计工具需求迫切。技术层面,开源模型(如Stable Diffusion、ControlNet)大幅降低开发门槛,云服务商(如阿里云、腾讯云)提供一键部署的AI设计API,使中小企业亦可快速接入。教育层面,建筑院校开始开设“AI+设计”课程,培养复合型人才。尽管当前仍存在数据隐私、版权归属、算法偏见等伦理问题,但行业标准与监管框架正在建立。预计未来3-5年,AI风格迁移将从辅助工具升级为设计流程的核心节点,形成“AI初筛—设计师精修—BIM深化—施工落地”的标准化工作流。其市场潜力不仅限于国内,在“一带一路”沿线国家的城市更新项目中亦具输出价值。最终,该技术有望成为连接历史遗产保护、人居环境提升与数字经济发展的桥梁。

5 结论

AI 风格迁移技术为旧建筑室内改造提供了高效、直观的可视化方案生成手段,显著提升了设计表达效率与用户参与度。通过融合语义分割、生成对抗网络与建筑规则约束,可在保留空间结构真实性的基础上实现多样化风格演绎。技术适配性分析表明,该方法在中低复杂度、高时效性需求的改造场景中具备良好经济性与实施可行性,尤其适用于社区微更新、商业空间活化等领域。未来需进一步强化材质物理属性还原、施工逻辑嵌入及多模态交互能力,推动AI从视觉辅助向全流程设计协同演进,为存量建筑更新注入智能化新动能。

参考文献

- [1]刘斯颖.旧建筑改造设计的“绿色策略”研究[D].中国矿业大学,2015.
- [2]徐翀,周庆杰,王云鹤.AI生成式图像在建筑设计领域应用的演变[J].建筑与文化,2024,(10):17-19. DOI: 10.19875/j.cnki.jzywh.2024.10.006.
- [3]姜晓璐,张贺,赵雨萌,等.AI在建筑设计过程中的应用初探——以老旧厂房改造为例[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(03):61-63. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202503020.
- [4]邓元媛,杨楠,王子晴.基于生成式AI的人工智能在建筑设计中的应用探究[J].智能建筑与智慧城市,2024,(07):9-12. DOI:10.13655/j.cnki.ibci.2024.07.002.
- [5]张艳锋.旧工业建筑室内空间改造设计手法探析[J].中国建筑装饰装修,2012,(06):160-163.

作者简介:何慧鑫(1982.04.30-),女,汉族,浙江台州,浙江建设职业技术学院,本科/硕士,讲师,美术学、美术心理学、建筑装饰。