

历史建筑改造中的结构适应性再利用技术

闫 征

西藏玲菲实业有限公司 西藏拉萨

【摘要】历史建筑作为文化遗产的重要组成部分，其结构适应性再利用技术在保护与更新中发挥关键作用。本文围绕“历史建筑改造中的结构适应性再利用技术”展开研究，提出以现代工程技术为基础、尊重原有结构体系为核心的原则，探讨如何在保障建筑安全性和功能性的前提下实现可持续再利用。通过案例分析与技术路径梳理，论文构建了适用于不同类型历史建筑的结构适应性评估与改造策略体系。

【关键词】历史建筑；结构改造；适应性再利用；文化遗产保护；技术策略

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000104

Structural adaptive reuse technology in the renovation of historical buildings

Zheng Yan

Xizang Lingfei Industrial Co., Ltd, lhasa, Tibet

【Abstract】 As an important component of cultural heritage, the structural adaptive reuse technology of historical buildings plays a key role in their protection and renewal. This paper focuses on the research of "structural adaptive reuse technology in the renovation of historical buildings," proposing the principle of taking modern engineering technology as the foundation and respecting the original structural system as the core. It explores how to achieve sustainable reuse on the premise of ensuring the safety and functionality of buildings. Through case studies and technical path analysis, the paper constructs a system of structural adaptive evaluation and renovation strategies applicable to different types of historical buildings.

【Keywords】 Historical buildings; Structural renovation; Adaptive reuse; Cultural heritage protection; Technical strategies

引言

在全球城市更新加速和文化认同意识提升的背景下，历史建筑的保护与活化已成为城市建设的重要议题。面对不断变化的功能需求与日益严峻的老龄化问题，传统拆除重建方式已难以满足社会、环境与文化的多重诉求。在此背景下，结构适应性再利用技术应运而生，成为连接历史价值与现代功能的有效桥梁。该技术不仅强调对原有结构的尊重与保留，更注重通过科学评估与创新设计提升建筑的安全性与适用性。本文将从结构工程角度出发，系统分析历史建筑改造中面临的核心挑战，探索适应性再利用的关键技术路径，并结合典型案例提出具有实践指导意义的解决方案，为推动历史建筑的可持续再生提供理论支撑。

1 历史建筑结构特性与再利用挑战

历史建筑作为城市文化遗产的重要载体，其结构体系往往承载着特定历史时期的技术特征与建造智慧。由于建造年代久远，多数历史建筑采用砖木、砖混或早期钢筋混凝土等材料，其结构形式多为承重墙、木构架或拱券结构，具有较强的地域性和时代性。然而，随着使用功能的演变和环境条件的变化，这些结构在耐久性、抗震性及承载能力方面逐渐暴露出一定局限性。加之长期使用过程中存在的材料老化、构件损伤及基础沉降等问题，使得其在适应现代使用需求时面临较大挑战。在改造过程中必须充分识别原有结构的受力特性与潜在缺陷，建立科学评估机制，为后续适应性再利用提供技术依据。

在实际工程实践中，历史建筑的结构改造需兼

顾保护与安全双重目标,既要避免对原结构造成破坏性干预,又要满足现行建筑规范对安全性与适用性的要求。常见的技术难题包括:如何在不改变原结构体系的前提下提升抗震性能;如何通过局部加固手段延长建筑使用寿命;以及如何在新增荷载条件下实现结构协同工作^[1]。针对木结构建筑,常采用钢木组合梁、碳纤维布加固节点等方式增强整体稳定性;对于砖混结构,则可通过增设圈梁、构造柱或设置剪力墙来改善抗侧力性能。这些技术措施的应用必须基于详尽的结构检测与力学分析,确保改造措施的精准性与可控性。

历史建筑的功能更新往往涉及空间重组与设备升级,这对结构系统的适应能力提出了更高要求。在引入现代使用功能时,如改为商业、办公或公共文化空间,需综合考虑荷载变化、空间开敞度调整及机电系统集成等因素。为此,需采用 BIM 建模、有限元仿真等数字化手段进行结构模拟分析,辅助制定合理的改造路径。在施工阶段应严格控制作业流程,采用非破坏性拆除、临时支撑体系等措施,最大限度减少对原有结构的影响。通过上述技术手段与工程管理策略的结合,实现历史建筑在结构层面的安全保障与功能适配,为其可持续再利用奠定坚实基础。

2 适应性再利用的技术评估方法

在历史建筑改造过程中,适应性再利用的技术评估方法是确保结构安全与功能更新协调统一的关键环节。该评估体系需综合运用结构工程、材料科学及文化遗产保护等多学科知识,围绕建筑的结构完整性、承载潜力和环境适应性展开系统分析。应通过现场勘查、材料取样和无损检测技术(如超声波法、回弹法、雷达扫描等)获取原有结构的真实状态数据,明确构件损伤程度与力学性能退化情况。随后,结合历史图纸与现状测绘成果,建立三维信息模型(BIM)以实现结构受力体系的数字化还原,并借助有限元分析软件模拟不同荷载组合下的结构响应,从而判断其在新功能需求下的适用边界。

在此基础上,技术评估还需融入全生命周期视角,考虑改造后建筑在使用阶段的可持续运营能力。引入性能化设计理念,依据现行规范设定目标使用年限与抗震设防标准,评估结构加固或替换构件的必要性与可行性。针对不同类型的历史建筑,制定差异化的评估权重指标,如对于木构建筑侧重节点连接可靠性与白蚁侵蚀风险,而对于砖石砌体结构则

更关注墙体稳定性与风化程度^[2-6]。还需结合振动测试、热工性能分析等手段,评估结构在日常使用中温度变化、湿度波动及微环境影响的适应能力,为后续改造方案提供科学依据。

实践表明,技术评估的有效性不仅依赖于数据分析的准确性,也取决于多专业协同机制的建立。设计单位、结构工程师、文物保护专家及施工团队需共同参与评估过程,形成基于共识的决策框架。尤其在涉及不可逆干预措施时,如新增钢结构支撑或局部拆除重建,必须通过多轮论证与模拟验证,确保改造行为对原结构的影响控制在可接受范围内。最终,通过构建一套集数据采集、性能分析与决策支持于一体的评估流程,为历史建筑结构的适应性再利用提供系统性技术支撑,推动其在新时代背景下实现安全、合理与可持续的功能转化。

3 典型结构类型的改造策略分析

在历史建筑改造实践中,针对不同结构类型的适应性再利用策略呈现出较强的差异性与技术复杂性。砖木混合结构作为我国近代建筑中较为常见的形式,其承重墙体多为青砖砌筑,楼屋面则采用木梁、木桁条及木望板体系,整体刚度分布不均,抗震性能较弱。对此类建筑的改造通常采用“局部加强、节点优化”的策略,如通过增设钢拉杆提升墙体间的连接强度,或在关键受力部位布置碳纤维布以增强构件延性。在满足荷载调整的前提下,优先采用轻质高强材料替换原有厚重屋面构造,从而降低结构自重并改善整体受力状态。

钢筋混凝土框架结构多见于 20 世纪中期建造的历史建筑,其主要问题集中在混凝土碳化、钢筋锈蚀及节点脆性破坏等方面。在适应性再利用过程中,需重点解决结构耐久性不足与承载能力下降的问题。工程中常采用外包钢加固法、增大截面法或预应力加固等方式提升构件承载力,并结合环氧树脂注浆处理裂缝缺陷。考虑到现代功能更新对空间灵活性的需求,部分项目会采用后加钢结构连廊或悬挑平台实现空间重组,此类做法需严格进行结构协同分析,确保新旧构件之间的荷载传递路径清晰可靠,避免产生附加应力集中现象。

对于以砖石砌体为主的传统民居或宗教建筑,其结构体系多依赖厚重墙体承担竖向荷载,空间开敞性差,难以满足现代使用功能对大空间的需求。为此,可采用“保留外壳、内构更新”的策略,在维持

外立面原貌的基础上,引入钢-混凝土组合结构进行内部空间重构。通过设置钢柱替代部分承重墙体,配合轻型屋盖系统,实现空间的灵活划分^[7]。在此过程中,必须同步考虑基础承载力的适应性评估,并辅以沉降监测与临时支撑措施,确保施工阶段结构体系的稳定性。上述改造策略的应用,不仅体现了对历史建筑原真性的尊重,也为其实现功能再生提供了切实可行的技术路径。

4 功能更新中的协同设计与实施路径

在历史建筑改造过程中,功能更新不仅涉及空间形态的调整,更需要结构、设备、使用需求等多系统的协同设计与高效实施。随着社会功能需求的不断演变,许多历史建筑从原有的居住或行政用途转向商业、展览、文创等复合型公共空间,这对原有结构体系提出了更高的适应性要求。在此背景下,协同设计成为实现功能转型与结构安全并重的关键手段。通过 BIM(建筑信息模型)技术整合建筑、结构、机电等多个专业数据,构建全生命周期的信息协同平台,能够有效提升设计方案的精准度和施工阶段的可操作性。在新增空调系统或电梯设施时,需同步评估结构承载能力及空间适配性,避免因设备布置不合理而对原有构件造成破坏。

实施路径的选择直接影响到历史建筑改造的实际效果与可持续运营能力。在施工组织方面,应优先采用低干预、可逆化的工程技术,如非破坏性拆除、模块化构件预制安装等,以降低对原结构的扰动。针对不同施工阶段制定详细的结构监测方案,包括应力应变实时跟踪、基础沉降观测以及振动控制措施,确保施工全过程中的结构稳定性。特别是在涉及木构架、砖拱、石砌体等敏感部位的加固作业时,应结合传统工艺与现代材料,采用碳纤维布包裹、钢索拉结或环氧树脂注浆等方式进行局部强化,既保留原有构造特征,又提升其力学性能与耐久性。

功能更新的成功还依赖于多方参与的协同机制与全过程管理策略。设计单位、施工单位、文物保护单位及使用方需在项目初期即建立联动沟通机制,围绕结构安全性、功能适配性与文化延续性达成一致目标^[8]。在实施过程中,应引入全过程工程咨询

(PMC)模式,统筹进度、质量与成本控制,确保各项技术措施落实到位。对于具有特殊保护等级的历史建筑,还需配合文物主管部门开展阶段性验收与动态评估,保障改造行为符合相关法规与技术标准。

通过科学的设计协同与精细化的实施管理,历史建筑在完成功能升级的亦能实现结构层面的安全保障与文化遗产价值的最大化保留,为城市更新背景下的历史建筑再利用提供可行范式。

5 结语

历史建筑改造中的结构适应性再利用,是一项融合工程技术、文化遗产保护与城市发展的综合性课题。通过对不同类型历史建筑的结构特性分析、技术评估与改造策略实施,能够有效提升其安全性能与功能适配能力。协同设计与精细化施工路径的应用,不仅保障了改造过程的科学性与可操作性,也为历史建筑在新时代背景下的可持续利用提供了可行方案。未来应进一步推动技术创新与规范完善,促进历史建筑在传承文化价值的同时,焕发新的使用活力。

参考文献

- [1] 周舜.城市更新背景下历史建筑改造中的空间再利用技术研究[J].居舍,2025,(16):146-149.
- [2] 林萍英,瞿燕,李海峰.绿色低碳技术在上海地区历史建筑修缮改造中的应用[J].住宅科技,2025,45(04):61-66.
- [3] 何丽珊,陈林林.古村落改造中历史建筑的保护与活化利用[J].建筑科学,2025,41(01):194.
- [4] 张理烟.旧城改造中历史建筑外墙保护与更新策略研究[J].中国住宅设施,2024,(S1):15-17.
- [5] 杨骥.历史建筑改造中给排水系统的现代化处理[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(25):190-192.
- [6] 钟阳.历史建筑改造中地基基础若干问题的讨论[C]//中国建筑学会地基基础分会,中国建筑科学研究院有限公司地基基础研究所,北京金山基础工程咨询有限公司.中国建筑学会地基基础学术大会论文集(2022).云南省建筑工程设计院有限公司,2023:11-14.
- [7] 洪成.基于结构表现视角下旧工业建筑改造再利用设计策略研究[D].合肥工业大学,2023.
- [8] 蔡磊.旧城改造中历史建筑的保护概述[J].四川水泥,2022,(07):22-23+57.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS