

Structural safety and innovative application of materials in existing building decoration and renovation

Su Gao

China Water Resources and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd. International Company, Changsha, Hunan, 410000, China

Abstract

In the context of urban renewal, existing buildings often face challenges such as functional incompatibility, aging facilities, and reduced structural durability during their service life, posing certain safety risks. Decoration and renovation are not merely about updating aesthetics and spatial effects; more crucially, they require structural load-bearing capacity assessments and reinforcement based on current conditions. However, some projects in practice excessively prioritize visual effects while neglecting structural safety and material compatibility, leading to quality issues like cracks, leaks, and structural weakening. In recent years, the development of lightweight high-strength materials, inorganic composites, and recyclable eco-friendly materials has provided effective technical pathways for improving building performance. This paper discusses three aspects: structural safety evaluation, reinforcement strategies, and application of new materials, emphasizing that renovations should achieve a balance between safety, functionality, and sustainability. The study suggests that future renovations will trend toward intelligent material applications, low-disruption construction methods, and full lifecycle maintenance management, providing practical guidance for building renewal.

Keywords

existing building; decoration and renovation; structural safety; material innovation; reinforcement technology; urban renewal

既有建筑装饰装修改造中的结构安全与材料创新应用

高速

中国水利水电第八工程局有限公司国际公司, 中国·湖南长沙 410000

摘要

城市更新背景下, 既有建筑在使用周期内常出现功能不匹配、设施老化和结构耐久性下降等问题, 存在一定安全隐患。装饰装修改造不仅是外观与空间效果的更新, 更关键在于基于结构现状进行承载力评估与加固处理。然而, 实践中部分工程过度追求视觉效果, 忽视结构安全与材料性能匹配, 易导致开裂、渗漏和结构弱化等质量问题。近年来, 轻质高强、无机复合及可回收环保材料的发展, 为既有建筑性能提升提供了有效技术路径。本文从结构安全评估、加固策略及新型材料应用三个方面展开论述, 强调改造应在安全性、功能性与可持续性之间实现平衡。研究认为, 未来改造将趋向智能材料应用、低扰动施工及全生命周期维护管理, 为建筑更新提供实践依据。

关键词

既有建筑; 装饰装修改造; 结构安全; 材料创新; 加固技术; 城市更新

1 引言

近年来, 城市建设进入存量更新阶段, 大量既有建筑因建造年代较早、维护不足或使用功能变化而出现结构老化、围护系统性能下降、机电设备效率偏低及空间利用不匹配等问题, 不仅影响使用舒适性, 也潜在威胁运营安全。在此背景下, 装饰装修改造已成为提升建筑品质与延长建筑寿命的重要途径。相较于新建工程, 既有建筑改造具有原结构条件不可随意改变、材料性能差异大、隐蔽工程多且节点复杂等特征, 需要在原有结构体系承载能力与新功能需求之

间寻找平衡点, 确保改造设计与施工过程不破坏主体结构安全。在此过程中, 材料技术的进步为改造提供了更具适应性与可持续性的解决路径, 如纤维增强复合材料能在不增加结构自重的前提下提升构件强度和延性, 超高性能混凝土可用于构件薄层修补与耐久性增强, 功能型装饰材料与节能围护系统的推广有助于改善室内环境质量和建筑能效表现。基于结构安全分析、加固技术选择、材料性能匹配与施工协同管理, 既有建筑改造正向精细化、绿色化和长寿命化方向发展, 为城市更新提供了可持续的实践框架。

【作者简介】高速(1977-), 男, 中国安徽人, 本科, 高级工程师, 从事建筑施工、技术、建筑装饰装修研究。

2 既有建筑装饰装修改造的结构安全风险与评估要点

2.1 既有建筑结构现状特点与损伤表现

许多既有建筑在长期使用过程中会因环境作用、荷载变化与材料劣化而产生不同程度的结构损伤。钢筋混凝土结构普遍存在钢筋锈蚀、碳化深度增加、保护层剥落和承载力下降等问题；砌体结构则常见灰缝粉化、砌块松散、剪切裂缝及抗震性能不足。部分建筑在最初建设阶段标准偏低或施工质量控制不严格，使得潜在结构缺陷在时间作用下被放大。此外，使用功能变化也会对结构安全构成威胁，如商改住、住改办、老旧住宅改为餐饮或健身场所，会显著增加活荷载；不合理的隔墙拆除、设备加层或室内管井扩设，可能破坏整体受力路径，诱发应力集中或结构变形。因此，装修改造前对结构现状的全面调查是基础性工作。

2.2 结构安全评估的技术方法与判定原则

既有建筑结构安全评估通常包括现场查勘、构件检测、材料性能测试、变形监测与结构计算分析等内容。具体方法包括回弹法、超声法、钻芯法检测混凝土强度；钢筋位置及锈蚀程度检测；红外热像法用于识别空鼓与界面脱粘；结构有限元分析用于计算承载能力和变形性能。评估的原则在于判断结构是否满足现行规范要求及使用功能需要，并明确是否需要加固以及加固范围。同类型建筑中，老旧公共建筑、学校医院等人群密集场所评估标准需更严格，抗震性能、竖向承载可靠性及楼板开洞安全是评估重点。

2.3 结构安全隐患在装修改造中的典型问题案例

在实际工程中，不少事故与缺陷与不当改造直接相关。部分商业改造工程因拆除承重墙或切断圈梁引发整体结构开裂；部分住宅改造中地暖系统与给排水改造破坏原结构保护层，导致板面裂缝与渗漏；某些建筑外立面改造中大量使用重质石材挂板，加重墙体荷载导致构件超载。有些项目只关注装饰效果，未考虑施工振动、湿作业对原结构的影响，引发延迟性损伤。这些问题均说明结构安全必须贯穿改造全过程，避免以美观与表面更新替代结构安全与性能改善。

3 既有建筑装饰装修改造中的结构加固与承载力提升策略

3.1 基于结构类型的差异化加固技术路径

钢筋混凝土结构、钢结构与砌体结构在加固技术上存在显著差异。钢筋混凝土结构可采用粘贴纤维增强复合材料、外包型钢、截面加大与预应力加固等方式；砌体结构常通过设置钢筋网—砂浆面层、增设混凝土构造柱或置换式修补来提升整体性；钢结构则更侧重节点加固、螺栓更换、防腐保护与构件补强。加固应兼顾施工可行性、荷载传递路径合理性与原结构构造特征。

3.2 既有建筑楼板承载力与振动性能提升

许多建筑在改造中新增重型家具、餐饮设备、储物架、

大型空调机组等，这使楼板承载与振动性能成为关键问题。针对楼板承载不足，可采取钢筋网砂浆加固、碳纤维增强、楼板叠合层增厚或设置下部支撑体系等方法。对于楼板振动舒适度不佳的空间，如舞蹈室、健身房，可通过隔振垫、弹性地坪和阻尼层材料进行结构与材料协同控制。

3.3 抗震性能补强与结构延性提升策略

既有建筑在使用过程中可能因设计标准落后、材料老化或荷载变化而存在抗震性能不足的问题。为提高其抗震能力，可通过增设抗震墙、加设钢结构框架支撑体系、增大截面或外包型钢等方式增强整体结构刚度与侧向承载能力。同时，通过节点延性提升、梁柱连接加强、设置粘滞阻尼器或隔震支座等手段，提高结构的耗能能力和变形适应性。抗震加固过程应避免单纯提高刚度，否则可能引起内力重新分配，导致局部构件受力突增，反而形成新的薄弱环节。因此，应坚持整体协同的抗震策略，兼顾承载力、延性与构造措施，以实现地震作用下结构变形可控、破坏模式明确和抗震韧性提升的综合目标^[1]。

4 材料创新在既有建筑装饰与结构改良中的应用价值

4.1 轻质高强材料在装饰与加固中的复合化应用

既有建筑装修改造中，结构体系、设备系统及装饰做法需要在同一逻辑框架下统筹考虑，以避免各系统之间的相互干扰与后期大面积返工。改造设计应以结构安全为前提，基于原有结构体系的承载力、变形性能、节点连接状况和耐久性进行系统评估，同时结合用途变化、人员密度及设备荷载对结构进行再校核。在设计初期即需同步展开暖通、电气、消防、给排水、声学控制等专业的管线布置与机房设备位置规划，避免后期因设备迁移导致结构破坏或装饰层拆除。装饰材料的厚度、重量及安装方式也应纳入结构受力分析中，尤其是在大面积石材幕墙、更换外饰面板及新增吊顶系统时，更需明确荷载传递路径与锚固节点安全性。利用 BIM 进行三维协同设计，可提前发现系统冲突，确保结构、设备与装饰层之间形成协调统一的系统性解决方案^[2]。

4.2 绿色节能材料在室内外装饰中的功能拓展

既有建筑改造施工普遍存在场地受限、结构状态老化及周边环境敏感等特征，因此对施工扰动的控制和细部构造处理提出了更高要求。对于混凝土基层，应通过打磨、喷砂或涂刷界面剂等方式提升新旧材料的粘结性能，避免装饰层脱粘与空鼓；湿作业需严格控制含水量与固化周期，减少渗水、碱化等二次损伤。墙体、立柱及楼板的局部拆除或开槽应遵循“分段、限力、先支后拆”原则，确保荷载转移过程平稳，防止结构应力突变引发隐性裂缝。挂板与幕墙系统安装中，锚固构件位置应避免弱化区和钢筋密集区，并进行力学复核。对于易受震动和荷载叠加影响的老旧构件，应减少重型设备施工与高频震动工具使用。通过强化现场工序管

理、安装节点复核和关键部位样板先行,可有效提升施工质量和结构安全。

4.3 智能化材料与可逆性材料的未来应用趋势

既有建筑装修改造并非一次性工程,后期维护与运行管理决定改造效果能否长期稳定发挥。应建立基于全生命周期的维护机制,从竣工起即开展结构健康监测、饰面层老化检测、设备运行状态跟踪及室内环境评估等工作。可通过应力计、沉降计、裂缝传感器、环境传感器等监测元件结合数字化管理平台,对结构变形、材料老化、温湿度变化等关键指标进行动态监控,形成可视化运行数据。对外饰面、防水系统、保温层等耐候性组件,应设定定期检修周期;机电系统需制定保养计划与能效评估策略,以降低能耗并延长设备寿命。维护经费应采取年度预算与专项储备相结合方式,以避免后期维修缺乏资金支持。通过数字化、标准化与计划性维护管理,可实现“预防性修缮”替代“故障性修缮”,保障建筑安全运行并提升改造投资的持续效益^[1]。

5 装修改造中结构安全与材料应用的协同设计与施工管理

5.1 结构、安全、设备与装饰系统的整体化设计原则

既有建筑装饰装修改造的设计过程需坚持整体化理念,将结构安全、设备系统与装饰效果视为相互制约、相互作用的统一体。在方案生成阶段,应对原有结构体系进行全面调查与性能评估,包括承载力状况、节点连接可靠性、构件耐久性和可能存在的隐性损伤,并结合改造后功能需求重新进行荷载核算,防止因局部空间调整和新增设备荷载导致结构失衡。同时,装饰材料、机电设备布置、消防排烟系统、给排水管线、暖通风道、电气桥架及智能控制系统需在设计初期进行协同排布与综合校核,保证各系统空间占用与安装路径明确,不产生冲突。声学、防水、保温和安全疏散等技术指标也应与装饰层次进行一体化融合,以避免后期因功能不达标而反复拆改。

5.2 施工过程中的扰动控制与节点细部处理

既有建筑改造施工过程中往往在原结构、原管线和已有装饰环境中进行,因此对现场扰动的控制与细部节点处理是保障施工质量与结构安全的重要环节。湿作业需严格控制含水率和干燥时间,避免因界面水化不充分或基层受潮导致装饰层空鼓与脱粘。在界面处理上,应采用机械开凿、打磨、喷砂或界面剂涂刷等方式增强新旧材料之间的粘结性能。对

于挂板、饰面板和幕墙系统,支撑构件锚固位置及构造节点必须经过精确计算,保证荷载传递路径清晰可靠。老旧构件拆除时需按照“先上后下、先外后内”的顺序布置施工工序,并设置临时支撑以避免结构应力突变造成隐患。使用振动设备时需结合构件状况调控作业强度,避免引发结构微裂或脆性破坏。通过强化施工组织与细部控制,可有效降低二次损伤与潜在质量缺陷,为建筑后期稳定使用奠定基础。

5.3 建筑全生命周期视角下的维护与管理机制

既有建筑装修改造的完成并不意味着工程管理的终结,后续的维护与运行管理更是保障结构安全与材料性能长期稳定的关键环节。应基于建筑全生命周期理念,建立系统化维护体系,包括结构健康监测、设备运行监控、材料老化评估与定期维护计划。通过布设位移计、应变传感器、温湿度监测器和智能报警系统,可实时掌握结构应力变化与材料耐久性退化趋势,从而实现预测性维护,避免突发性故障。维护资金应纳入长期运营预算,并建立透明的维保台账管理制度,对维修记录、检测数据和部件更换信息进行数字化存档。基于BIM、建筑运行管理平台和物联网监测系统,可实现建筑信息的动态更新与可视化管理,提升维护决策的准确性和效率。全生命周期管理机制的建立,有助于延长建筑服役年限、降低运行成本,并实现改造效益的可持续发挥。

6 结语

既有建筑装饰装修改造是实现城市更新、提升城市环境品质与促进可持续发展的重要途径。结构安全是改造工程的底线与前提,材料创新是性能提升与形态表达的重要手段。只有在结构评估、加固技术、材料选择、施工控制与维护管理之间建立系统化关联,才能确保改造的功能适配性、安全可靠性和长期使用效益。未来,随着智能材料、信息化技术与绿色建造理念的深入发展,既有建筑改造将朝着更加精细化、低扰动化、长周期化和可持续化方向演进,为城市空间品质提升提供持续动力。

参考文献

- [1] 杨成珠.既有建筑内外装饰改造工程精细化设计施工一体化模式分析[J].中国建筑装饰装修,2025,(20):139-141.
- [2] 潘静安.既有建筑二次装修改造工程施工审查中的要点[J].陶瓷,2022,(11):157-159.
- [3] 张学玲.既有建筑节能改造、舒适性改善技术[J].绿色环保建材,2020,(03):43-44.