

旧建筑加固改造工程中碳纤维增强复合材料的应用优势展示

张智雄

中国建筑第五工程局有限公司 广东广州

【摘要】当今城市演进中，旧建筑加固改造任务紧迫。碳纤维增强复合材料脱颖而出，具有多重显著优势。它质量轻盈却强度超群，能大幅提升结构承载能力；耐腐特性出众，不惧恶劣环境侵蚀，有力保障建筑耐久性；施工流程简易便捷，适配复杂场地；与原结构适配良好，协同受力效果佳；长期性能稳定，有效降低维护成本。这些优势使其成为旧建筑改造的优选材料，助力建筑重焕生机。

【关键词】旧建筑；加固改造；碳纤维增强复合材料；结构性能；耐久性

【收稿日期】2025 年 1 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 2 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.202500045

The advantages of carbon fiber reinforced composite materials in the reinforcement and renovation of old buildings are demonstrated

Zhixiong Zhang

China Construction Fifth Engineering Bureau Co.Ltd, Guangzhou, Guangdong

【Abstract】In today's urban evolution, the task of reinforcing and renovating old buildings is urgent. Carbon fiber reinforced composite materials stand out with multiple significant advantages. They are lightweight yet exceptionally strong, significantly enhancing structural load-bearing capacity; they have outstanding corrosion resistance, unafraid of harsh environmental erosion, effectively ensuring building durability; the construction process is simple and convenient, adaptable to complex sites; they integrate well with existing structures, achieving excellent synergistic force effects; their long-term performance is stable, effectively reducing maintenance costs. These advantages make them the preferred material for renovating old buildings, helping to rejuvenate structures.

【Keywords】Old building; Reinforcement and transformation; Carbon fiber reinforced composite material; Structural performance; Durability

引言

城市高速发展，大量旧建筑亟待改造。一方面，拆除重建不仅消耗海量资源，还会延长工期，对城市运行造成较大冲击；另一方面，众多旧建筑承载着珍贵历史文化记忆，有保留延续的必要。在此背景下，碳纤维增强复合材料走进视野。它以独特物理化学性能，为解决旧建筑结构老化、承载不足等问题带来希望。深入探究其在旧建筑加固改造中的应用优势，既能满足当下城市更新需求，又能实现历史文化遗产，对建筑行业发展意义深远。

1 显著增强承载之力

旧建筑历经漫长岁月的洗礼，不仅要承受自然环境日复一日的侵蚀，诸如风吹、日晒、雨淋，导致建筑材料逐渐风化、劣化，还可能因使用功能的变换，从最初设计的居住、办公等用途，转变为商场、仓库等对结构承载能力要求更高的功能，致使其结构承载能力面临前所未有的严峻考验。碳纤维增强复合材料在这一领域脱颖而出，其卓越的抗拉强度优势显著。与普通钢材相比，碳纤维增强复合材料的抗拉强度可达普通钢材的数倍之高^[1]。在旧建筑的梁、柱等关键受力部位进行加固时，施工人员将碳纤维材料紧密贴合在这些部位，二者能够完美实现协

同工作，仿佛融为一体。它们共同高效地承载竖向与水平荷载，这一过程就如同为建筑的“骨骼”披上一层坚韧无比的“战衣”。这层“战衣”不仅能够有效抑制裂缝的萌生，还能极大程度上阻止裂缝的进一步拓展。以某旧教学楼改造为多功能实训楼为例，原教室大梁由于要承担新增实训设备的重量，承载压力剧增。

碳纤维材料的自重近乎可以忽略不计，这一特性在旧建筑加固领域具有不可估量的重要意义。传统的钢材加固方式，由于钢材自身重量较大，在加固过程中会大幅增加结构的自重^[2]。以一栋多层砖混结构建筑为例，若采用钢材加固，每平方米增加的重量可能高达数十千克，这极有可能导致建筑基础不堪重负，引发基础沉降等严重问题。而碳纤维加固则完全杜绝了此类隐患，它不会给建筑结构增加过多负担，能够稳固建筑的结构根基。从加固的微观机理深入探究，碳纤维通过树脂紧密黏附于原结构表面，在受力时能够均匀地分散应力，避免应力集中现象的出现。碳纤维材料能够精准贴合复杂构件的轮廓，无论是异形构件还是常规构件，都能做到严丝合缝。

在施工环节，碳纤维材料的优势同样明显。施工人员只需依据结构受力情况，运用专业工具精准地剪裁碳纤维片材，然后涂抹专用树脂，将其紧密黏贴需要在加固的部位。这一操作过程相对简单，操作人员经过短期的专业培训，掌握了基本的裁剪、涂抹、粘贴技巧后，即可熟练上手，操作难度较低。例如在老旧住宅楼梯间的加固工程中，楼梯间往往空间逼仄，大型施工设备难以施展。而碳纤维材料轻巧易操作的特性得以充分发挥，施工人员能够轻松深入其中，在不干扰居民日常生活的情况下，有序地完成加固施工。

2 有力提升抗震耐久性

处于地震带的旧建筑，抗震加固工作的重要性不言而喻，任何细微的疏忽都可能在地震来临时引发严重后果。碳纤维增强复合材料具有与建筑结构适配的合理弹性模量，在地震波以排山倒海之势冲击建筑时，其耗能本领便得以淋漓尽致地展现。当地震力如同狂暴的巨手往复拉扯建筑结构，碳纤维材料凭借自身特有的柔性特质，如同充满韧性的弹簧一般适度伸缩^[3]。在老旧砖石结构民居中，这种特性的优势尤为显著。施工人员会在墙体的关键节点，如墙角、门窗洞口周边等易受损部位，精心布置碳纤维

条带。这些条带纵横交错，将原本相对独立的墙体“编织”成一个紧密牢固的整体。当遭遇地震剪力时，墙体不再是各自为战，而是协同抵抗，从而使得墙体的抗剪能力呈数倍提升，深度挖掘出老旧民居潜在的抗震性能，为居住者在地震灾害中增添一道坚实的安全屏障。

耐久性是衡量建筑能否长久使用的关键因素。旧建筑常年暴露在外，饱受风吹雨打，经历温湿度的剧烈波动。传统加固材料在这样恶劣的环境下弊病丛生，金属材质易与空气中的氧气和水分发生化学反应而生锈，铁锈不仅会削弱材料自身强度，还会因体积膨胀对建筑结构造成额外破坏；木材则容易遭受微生物侵蚀而腐朽，降低其承载能力^[4]。与之形成鲜明对比的是，碳纤维材料凭借稳定的化学构成，展现出卓越的耐酸碱腐蚀性。在潮湿环境中，无论是南方漫长的梅雨季节，还是沿海地区频繁的降雨天气，碳纤维材料都不为所动。在沿海地区，海风裹挟着大量盐分，对建筑结构的侵蚀堪称“无孔不入”。

从材料的微观层面深入剖析，碳纤维丝束呈紧密有序排列，每一根丝束都在各自的位置发挥着关键作用。有树脂如同忠诚的卫士，将碳纤维丝束严密包裹防护，二者协同构建起一道坚不可摧的防护网，有效阻挡外界侵蚀介质，如酸雨中的酸性物质、工业废气中的有害气体等的侵入。在施工环节，施工人员严格遵循操作规范，对粘贴的密实度尤为重视。他们会通过专业工具和精细操作，确保碳纤维材料与建筑结构表面紧密贴合，实现全方位无死角防护。在工业污染重灾区，空气中的酸碱度严重失衡，腐蚀性物质浓度远超正常水平。但采用碳纤维加固的建筑，凭借其坚固的防护体系，依然能够在恶劣环境中屹立不倒，为建筑实现长期稳定服役筑牢了根基，让建筑在岁月的磨砺中依然能够保持良好状态。

3 深度优化施工便利性

旧建筑改造现场常常呈现出杂乱局促的状态，犹如一个错综复杂的迷宫，施工过程中可谓荆棘丛生，面临着数不清的阻碍。而碳纤维增强复合材料宛如一场“及时雨”，精准地为旧建筑改造施工带来了极大的便利，其施工流程简洁而明快，如同一条清晰顺畅的道路。该材料一般以卷材或片材的形态出现，重量极为轻巧，仿佛一片羽毛，方便施工人员携带至施工现场的各个角落^[5]。施工人员能够依据现

场构件的实测尺寸，如同技艺精湛的裁缝量体裁衣一般，灵活且随心地进行裁剪操作。以城市核心区的旧写字楼改造项目为例，该写字楼楼道狭窄，犹如羊肠小道，室内空间也拥挤不堪，大型施工机械在此环境中根本无法施展拳脚，犹如巨龙被困浅滩。但碳纤维材料却能在这样的困境中如鱼得水、大展身手。

施工全程低噪少尘，宛如一位安静且优雅的舞者，完全契合城市环保新规的严苛要求，对周边居民、商户几乎不会产生任何干扰。与混凝土浇筑振捣时那震耳欲聋的高分贝噪音相比，碳纤维加固过程中几乎没有类似的噪音困扰；和钢结构动火焊接时产生的大量烟尘相比，碳纤维加固过程中湿作业稀缺，产生的建筑垃圾也大幅减少，无疑是文明施工的典范之作^[6]。在医院、商场等需要不停业改造的特殊场所，施工人员可以采用分区、分段的灵活方式推进施工。今日专注加固这一区域的梁柱，明日则全力处理那一片的墙体，就像精心绘制一幅宏伟的画卷，一笔一划地勾勒出建筑改造的蓝图，能够高效地平衡建筑正常运营与改造升级之间的矛盾，充分展现出碳纤维加固在施工便捷性方面的显著优势，让旧建筑改造工程在有条不紊中顺利推进。

4 有效削减综合成本开支

在旧建筑改造项目里，资金紧张是普遍面临的难题，成本把控也就成为了项目能否成功的关键因素。在直接成本方面，碳纤维材料具有自重轻的特点，这在运输和装卸环节能够节省大量人力和物力。传统的钢材加固材料，密度大、质量重，像某旧建筑改造项目，若选用钢材，由于其体积庞大、重量惊人，需动用大型运输车辆，且运输路线得避开道路限高、限重路段，运输过程复杂。装卸时，更需专业吊装设备，配合经验丰富的操作人员，稍有不慎便可能引发安全事故，运输费用也因车辆、设备、人工成本等叠加而高昂。而碳纤维材料质地轻盈，普通小型货车就能完成运输，装卸过程也只需少量人工辅助，简单便捷，极大地降低了运输成本。

从间接成本角度来看，碳纤维加固技术对原建筑结构的扰动极小。传统加固方式，如拆除重建，往往会对原结构造成较大破坏，后续需要投入大量资金进行修复。而碳纤维加固只需将复合材料粘贴在原结构表面，几乎无需对原结构进行修复，修复成本近乎为零^[7]。在长期使用过程中，碳纤维材料耐久性

强，数年都无需进行大规模的维护与检测。以某使用碳纤维加固的教学楼为例，在过去的 10 年里，仅进行过几次常规的外观检查，无需投入额外资金进行结构检测和维护，大大节省了维护和检测成本。

与传统的加固方式相比，碳纤维加固避免了拆除重建所带来的巨额费用。拆除重建不仅需要支付拆除费用，还涉及建筑垃圾处理、重新设计和建设等一系列高昂成本。而碳纤维加固能够在保留原建筑结构的基础上进行优化，以经济最优解推动旧建筑改造项目顺利实施^[8]。在当前旧建筑改造需求日益增长的背景下，碳纤维增强复合材料无疑为旧建筑的重生开辟了一条经济、高效的新路径，值得在更多项目中推广应用。

5 结语

碳纤维增强复合材料于旧建筑加固改造优势显著，有力支撑城市建筑可持续蜕变。展望未来，伴随材料科技攻坚，性能将攀新高、成本持续下行，应用范畴有望拓展至各类复杂建筑。施工技艺向智能化、精细化迈进，与绿色生态理念无缝对接，于传承历史建筑底蕴、护航居住安全、精铸城市品质等领域持续发力，助推城市迈向韧性充盈、活力四射的全新发展阶段。

参考文献

- [1] 李辉.老旧建筑改造中的结构加固技术研究[J].科技资讯,2025,23(04):146-149.
- [2] 李丹霞.基于城市更新理念的既有建筑加固改造技术[J].中国建筑金属结构,2025,24(03):74-76.
- [3] 王金泽,李尚飞,崔少华,等.既有超限建筑加固改造及抗震性能研究[J].粉煤灰综合利用,2024,38(06):101-107.
- [4] 吴雨航.旧建筑改造中的结构加固技术及其实施效果研究[J].鞍山师范学院学报,2024,26(06):24-28+74.
- [5] 陈光华,谢洪涛,孙柏锋.基于价值工程的既有建筑加固改造项目经济性及其模式创新研究[J].工程管理学报,2024,38(06):117-122.
- [6] 张艳.某既有建筑加固改造设计[J].江苏建筑,2024,(05):63-66+109.
- [7] 赵金世,郑文,余再西,等.既有建筑加固改造相关问题及应对策略分析[J].中国勘察设计,2024,(10):96-98.
- [8] 杨芳芳.既有老旧住宅建筑的加固与改造技术研究[J].居舍,2024,(25):49-52.

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