

建筑工程加固工程分析

徐长彬 闫辰晨 郝 伟

包头冶金建筑研究院 内蒙古 包头 014010

摘 要：建筑结构加固是保障建筑安全与延长使用寿命的关键举措。随着建筑服役年限增长及功能需求升级，各类加固技术应运而生。增大截面、粘钢、碳纤维及体外预应力等加固技术各具特性与适用场景。工程实践中，设计方案偏差、材料隐患及施工不规范等问题频发。通过强化勘察分析、严格材料验收、规范施工流程等措施，可有效提升加固工程质量，为建筑结构安全稳定运行提供坚实保障。

关键词：建筑结构；加固工程；技术；措施

引言

在城市化进程加速与建筑使用功能不断更新的背景下，既有建筑结构因自然老化、荷载变化或设计缺陷，亟需通过加固改造满足新需求。本文针对建筑结构加固工程展开深入研究，系统梳理增大截面、粘钢等常见加固技术的原理与应用特点，剖析工程中设计、材料、施工环节的突出问题，提出针对性解决策略，旨在为建筑结构加固工程的科学设计与高效实施提供理论支撑与实践指导。

1 建筑结构加固概述

建筑结构加固是基于既有建筑因使用功能改变、设计标准提升、材料性能退化或遭受灾害影响，致使结构承载能力、安全性与耐久性无法满足要求时，所采取的综合性技术措施。其核心在于通过对结构受力体系、构件性能的优化与补强，使建筑在满足新功能需求的同时，保障使用安全与服役寿命。在建筑全生命周期中，随着时间推移，混凝土碳化、钢筋锈蚀、钢结构疲劳损伤等问题会逐步削弱结构性能，加之建筑使用过程中可能出现的荷载增加、空间改造需求，结构加固成为延续建筑生命力的重要手段。常见的建筑结构加固方法依结构类型与损伤程度而有所不同。对于混凝土结构，增大截面加固法通过新增混凝土与钢筋，直接提升构件的承载能力；粘贴纤维复合材料加固法则利用碳纤维布、芳纶纤维布等轻质高强材料，通过高性能粘结剂与原结构紧密贴合，有效增强结构的抗拉、抗剪性能。钢结构加固多采用补焊、增设加劲肋或更换受损构件的方式，优化结构应力分布，恢复或提升其承载能力。砌体结构则常采用钢筋网水泥砂浆面层加固，使面层与砌体协同工作，改善结构整体性与抗震性能。在加固设计与施工环节，需对既有结构进行全面检测评估，利用无损检测技术、荷载试验等手段，准确把握结构的损伤状态与力学

性能。考虑新旧材料的协同工作性能，通过合理设计连接节点，确保加固部分与原结构形成有机整体，实现共同受力。施工过程中，需严格控制施工工艺与质量，采取有效的安全防护措施，避免对既有结构造成二次损伤，确保加固工程达到预期目标，使建筑结构在后续使用中保持良好的工作性能。

2 建筑工程加固的常见技术

2.1 增大截面加固技术

（1）增大截面加固技术通过在既有构件表面增设混凝土层及配置相应钢筋，有效提升构件的承载能力与刚度。对于梁、板等受弯构件，通常在受拉区加厚混凝土并植入受拉钢筋，以增强抗弯性能；针对柱等受压构件，则在周边浇筑混凝土并绑扎箍筋，提升抗压能力。其原理在于利用新增部分与原构件协同工作，分担荷载，改变结构的内力分布。（2）施工过程中，需对原构件表面进行凿毛、清理处理，保证新旧混凝土的良好粘结，同时合理设置锚筋，确保新增钢筋与原构件的可靠连接。浇筑新增混凝土时，需采用细石混凝土并严格控制水灰比，必要时添加膨胀剂，减少收缩裂缝的产生。要对新旧混凝土结合面进行界面处理，可涂抹界面剂增强粘结效果。（3）该技术适用于各类混凝土结构的加固，尤其对因设计失误、施工质量问题或使用功能改变导致承载能力不足的构件。由于增大截面会增加结构自重，在对自重敏感的建筑中应用时需谨慎评估，同时施工周期相对较长，对现场施工空间要求较高^[1]。

2.2 粘钢加固技术

（1）粘钢加固技术基于结构胶的粘结力，将钢板粘贴于混凝土构件表面，使钢板与原构件共同承受荷载，起到增强构件承载能力和刚度的作用。在受弯构件加固中，钢板一般粘贴于受拉区，代替或补充原受拉钢筋的作用；对受剪构件，通过粘贴U型箍板或横向钢板条，提

高构件的抗剪性能。(2)施工时,需对混凝土表面和钢板进行打磨处理,去除油污、浮浆等杂质,保证粘贴面的清洁与平整。选用高强度结构胶,按规定比例配制并均匀涂抹于钢板和混凝土表面,采用加压固定措施,确保胶层厚度均匀且无气泡。待结构胶完全固化后,拆除固定装置,并对钢板进行防锈处理。(3)该技术施工简便、工期短,对原结构外观和使用空间影响较小,广泛应用于梁、板、柱、墙等构件的加固。受环境温度和湿度影响较大,在高温、高湿或长期受腐蚀的环境中,需采取防护措施,同时对结构胶的质量和粘结工艺要求严格,否则易出现钢板剥离等问题。

2.3 碳纤维加固技术

(1)碳纤维加固技术利用碳纤维材料(如碳纤维布、碳纤维板)的高强度特性,通过结构胶粘贴于混凝土构件表面,使碳纤维与原构件协同工作,达到增强结构承载能力和延性的目的。碳纤维布具有质轻、高强度、耐腐蚀、施工便捷等特点,可多层粘贴,适用于复杂形状构件的加固;碳纤维板则具有更高的抗拉强度和弹性模量,适用于对加固效果要求较高的构件。(2)施工前需对混凝土表面进行打磨、修补,保证粘贴面平整。裁剪碳纤维材料并按规定配制浸渍胶,将浸渍胶均匀涂抹于混凝土表面和碳纤维材料上,采用滚压方式排除气泡,确保碳纤维与混凝土充分粘结。待浸渍胶固化后,根据设计要求进行表面防护处理。(3)该技术广泛应用于各种建筑结构的加固,尤其适用于古建筑、薄壁构件以及对结构自重和外观要求较高的加固工程。由于碳纤维材料本身不导电、耐腐蚀,在特殊环境下具有明显优势,但对施工环境温度和湿度有一定要求,且在火灾等高温环境下,其力学性能会显著下降^[2]。

2.4 体外预应力加固技术

(1)体外预应力加固技术通过在原结构外部设置预应力筋,对结构施加体外预应力,改善结构的受力状态,提高构件的承载能力和刚度。预应力筋一般采用高强度钢绞线或粗钢筋,通过锚具和转向装置将预应力传递给原结构。在受弯构件中,体外预应力可抵消部分荷载产生的弯矩,减小构件的裂缝宽度和挠度;对受压构件,可提高其稳定性和承载能力。(2)施工过程中,需精确计算预应力筋的布置位置、张拉力大小和张拉顺序。安装预应力筋时,要保证其与原结构的可靠连接,合理设置转向装置,减少预应力损失。张拉过程需严格控制应力和伸长量,采用分级张拉方式,确保预应力施加均匀。张拉完成后,对锚具进行封锚处理,防止预应力筋锈蚀。(3)该技术适用于大跨度梁、板结构以及

对结构使用空间要求较高的加固工程,可在不破坏原结构内部构造的情况下显著提高结构性能。施工技术要求较高,需专业设备和技术人员操作,且后期维护相对复杂,需定期检查预应力筋的应力状态和锚具的可靠性。

3 建筑结构加固工程中的常见问题与解决措施

3.1 常见问题

3.1.1 设计方案与实际工况不符

建筑结构加固设计方案与实际工况不符的情况在工程中屡见不鲜,这主要源于设计前期对现场情况掌握不全面、不深入。在对既有建筑进行加固设计时,若未能充分考虑建筑物的原始结构体系、受力状态以及使用过程中产生的损伤积累,就容易导致设计方案与实际工况脱节。比如,建筑物在长期使用过程中,由于地基不均匀沉降、周边环境变化等因素,结构实际受力状态已发生改变,但设计人员在制定加固方案时,仍依据原始设计资料进行计算分析,使得加固方案无法有效解决实际问题。对于复杂的建筑结构,如不规则平面、大跨度空间结构等,若缺乏准确的现场测量和详细的结构分析,也难以制定出贴合实际工况的加固设计方案,进而影响加固效果,甚至可能带来新的安全隐患。

3.1.2 材料质量与性能隐患

材料质量与性能直接关系到建筑结构加固工程的质量与安全,然而在实际工程中,材料质量与性能隐患普遍存在。部分供应商为追求利润,可能提供不符合标准的加固材料,如劣质的钢筋、混凝土、碳纤维布等。这些材料的力学性能、耐久性等指标无法满足设计要求,使用后会降低结构的承载能力和使用寿命。以碳纤维布为例,一些不合格产品的抗拉强度、弹性模量不达标,粘贴到结构表面后,无法有效分担荷载,难以达到预期的加固效果。材料在运输、储存过程中,如果保管不当,也会导致材料性能下降。例如,水泥受潮结块、钢筋锈蚀等,都会影响其使用性能,给加固工程带来潜在风险。市场上材料种类繁多,质量参差不齐,施工单位若缺乏严格的材料检验流程,很容易误用不合格材料,造成工程质量事故^[3]。

3.1.3 施工工艺与流程不规范

施工工艺与流程不规范是建筑结构加固工程中的又一突出问题。在加固施工过程中,每一个环节都至关重要,若施工工艺不当或流程混乱,将严重影响加固质量。例如,在植筋施工时,钻孔深度、孔径、清孔质量以及植筋胶的配比和灌注方法等,都会直接影响植筋的锚固效果。若钻孔深度不足,钢筋无法与混凝土形成有效锚固;清孔不彻底,残留的粉尘会削弱植筋胶与混凝土

土的粘结力。又如,在粘贴碳纤维布加固时,基层处理不到位、胶液涂抹不均匀、碳纤维布粘贴不密实等问题,都会导致碳纤维布与结构之间的粘结强度不足,无法协同受力。施工过程中,各工种之间的衔接配合也十分关键,如果缺乏合理的施工组织安排,工序颠倒、交叉作业混乱,不仅会降低施工效率,还可能因操作不当对已完成的加固部位造成破坏,影响整体加固效果。

3.2 解决措施

3.2.1 强化设计前期勘察与分析

为确保建筑结构加固设计方案与实际工况相符,必须强化设计前期的勘察与分析工作。在设计前,设计人员应深入现场,对建筑物进行全面细致的勘察,包括结构现状检查、损伤检测、变形测量等。通过先进的检测技术,如超声回弹综合法检测混凝土强度、磁粉探伤检测钢结构焊缝质量等,准确把握结构的实际状况。收集建筑物的原始设计图纸、施工资料以及使用过程中的改造记录等,结合现场勘察结果,对结构进行详细的受力分析和可靠性评估。针对复杂结构,可借助有限元分析软件,建立精确的结构模型,模拟不同工况下结构的受力状态和变形情况,从而制定出科学合理、切实可行的加固设计方案。在设计过程中,还应充分考虑施工的可行性和便利性,确保设计方案能够在实际施工中顺利实施。

3.2.2 严格把控材料质量与验收

严格把控材料质量与验收是消除材料质量与性能隐患的关键环节。施工单位应建立完善的材料采购管理制度,选择信誉良好、质量可靠的供应商合作,优先选用通过质量认证和市场检验的材料产品。在材料进场时,必须严格按照相关标准和设计要求进行检验,对材料的品种、规格、型号、数量以及质量证明文件等进行逐一核对。对材料的物理力学性能进行抽样检验,如钢筋的拉伸试验、混凝土的抗压强度试验、碳纤维布的抗拉强度试验等,确保材料性能符合设计标准。对于检验不合格的材料,坚决予以退场处理,严禁用于工程施工。在材料的运输和储存过程中,要采取有效的保护措施,如防潮、防锈、防晒等,避免材料性能因环境因素而发生

变化,从源头上保障加固工程的质量和安

3.2.3 规范施工工艺与质量管控

规范施工工艺与质量管控是保障建筑结构加固工程质量的重要手段。施工单位应制定详细的施工组织设计和施工方案,明确各道工序的施工工艺、技术要求和质量标准,并对施工人员进行技术交底,确保施工人员熟悉施工流程和操作要点。在施工过程中,严格按照施工方案进行操作,加强对关键工序和重点部位的质量控制。例如,在混凝土浇筑加固时,控制好混凝土的配合比、浇筑速度和振捣质量,防止出现蜂窝、麻面等质量缺陷;在钢结构焊接加固时,严格控制焊接工艺参数,确保焊缝质量符合要求。建立健全质量检验制度,加强施工过程中的质量检查和验收工作,对每道工序进行严格把关,上一道工序未经验收合格,不得进入下一道工序施工。应加强施工现场的管理,合理安排施工顺序,协调好各工种之间的关系,避免因施工混乱而影响工程质量和进度,确保建筑结构加固工程达到预期的加固效果和质量标准^[4]。

结语

综上所述,建筑结构加固工程对提升建筑安全性与耐久性意义重大。常见加固技术为工程实践提供了多样化选择,但设计、材料及施工环节的问题不容忽视。通过强化勘察分析、严格质量管控等措施,可有效化解工程风险,确保加固效果。未来,随着新材料、新技术的发展,建筑结构加固工程将朝着更科学、高效、绿色的方向迈进,持续为建筑安全保驾护航。

参考文献

- [1]孟敏婕.建筑结构工程中钢筋混凝土结构加固设计分析[J].工程建设与设计,2023(11):22-24.
- [2]张杰.房屋建筑工程结构加固改造中存在的问题及常用技术分析[J].工程技术研究,2022,7(15):226-228.
- [3]阮敏杰.建筑结构加固工程的特点及质量管理措施分析[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):158-160.
- [4]刘效朋.建筑结构加固工程施工质量与安全管理分析[J].砖瓦世界,2024(3):133-135.