

房建工程混凝土结构加固技术分析

李亚楠

河北建工集团有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 混凝土结构在长期使用过程中, 常常受到环境因素、荷载变化等多方面的影响, 导致强度退化、裂缝及渗水等问题, 尤其在老旧建筑中这些问题尤为突出。为了延长建筑的使用寿命并确保其安全性, 结构加固显得尤为重要。传统的加固技术已难以满足现代建筑对耐久性与经济性的要求, 新型加固材料与技术, 如碳纤维复合材料 (CFRP)、钢板加固与化学灌浆, 凭借其高效、经济与耐久等优势, 已广泛应用于结构修复与加固。通过深入研究与实践不仅加固效果得以显著提升, 更为建筑行业的可持续发展提供了强有力的技术支撑。

[关键词] 房建工程; 混凝土结构; 加固技术

DOI: 10.33142/ucp.v1i4.14126

中图分类号: TU746.3

文献标识码: A

Analysis of Concrete Structure Reinforcement Technology for Building Construction Projects

LI Yanan

Hebei Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: During long-term use, concrete structures are often affected by various factors such as environmental factors and load changes, leading to problems such as strength degradation, cracks, and water seepage, especially in old buildings. In order to extend the service life of buildings and ensure their safety, structural reinforcement is particularly important. Traditional reinforcement techniques are no longer able to meet the durability and economic requirements of modern buildings. New reinforcement materials and technologies, such as carbon fiber reinforced plastic (CFRP), steel plate reinforcement, and chemical grouting, have been widely used in structural repair and reinforcement due to their advantages of high efficiency, economy, and durability. Through in-depth research and practice, not only has the reinforcement effect been significantly improved, but strong technical support has also been provided for the sustainable development of the construction industry.

Keywords: building construction projects; concrete structure; reinforcement technology

引言

随着建筑物使用年限的增长, 裂缝、老化、腐蚀等问题往往会出现在混凝土结构中, 这些问题直接影响到结构的安全性与使用寿命。为此, 混凝土结构加固技术应运而生, 通过科学地选择加固方法与材料, 结构的承载能力、耐久性与安全性能能够显著提高。近年来, 随着相关技术的不断进步, 诸如碳纤维复合材料 (CFRP) 与钢板加固等新型加固材料与方法, 已经在建筑工程中得到广泛应用, 成为解决结构问题的重要手段。

1 房建工程混凝土结构加固常见问题分析

1.1 混凝土结构老化与裂缝问题

随着房建工程中混凝土结构使用年限的增长, 逐渐显现的老化现象对结构的安全性构成了严重威胁, 混凝土老化的表现不仅仅是强度的下降, 还包括表面开裂、剥落等问题。随着水泥基材料在长期使用过程中经历化学反应与物理变化, 混凝土的密实性逐步下降, 孔隙率增加导致其承载力逐渐丧失, 温差波动、湿度变化以及环境污染等外部因素进一步加剧了混凝土表面裂缝的生成。这些裂缝不仅对结构的外观产生影响, 还为水分、氯离子等有害物质

的渗透提供了通道, 进而增加了钢筋腐蚀的风险, 威胁到结构的整体稳定性。随着裂缝的不断扩展, 结构的承载能力与使用功能逐渐下降, 最终可能引发局部坍塌等安全隐患。因此, 针对混凝土结构老化与裂缝问题必须予以高度重视, 及时进行诊断与处理以确保结构的安全性得到有效保障。

1.2 结构承载力不足与强度退化

在房建工程中, 随着使用年限的延长混凝土结构承载力逐渐不足已成为普遍现象, 混凝土强度的退化是由多种因素共同作用引起的, 包括环境条件、荷载作用、设计缺陷以及施工质量问题。长期处于高湿、高温或冻融循环等恶劣环境中, 水泥基材料内部会发生化学反应导致强度逐渐下降。反复的荷载作用, 特别是对于承受周期性荷载的结构, 加速了材料的疲劳, 裂缝与变形的不断积累使原设计承载力的保障逐步丧失。此外, 施工过程中的养护不当, 所用水泥或骨料质量不合格等问题, 也会导致混凝土初期强度不足, 进而加速强度的退化。随着承载力的逐步下降结构的功能逐渐丧失, 原有的安全系数也因此降低, 这可能导致结构过度变形、局部失稳, 甚至引发严重的安全隐患。

1.3 腐蚀与冻融损害

腐蚀与冻融损害是混凝土结构常见且严重的破坏因素，尤其在恶劣环境条件下，这些问题更加突出。一旦钢筋受到水分与氧气的侵蚀，尤其在氯离子浓度较高的区域（如海边或使用除冰盐的地方），腐蚀反应便会加剧导致钢筋膨胀，进而引发混凝土的开裂。在严重情况下，这种腐蚀不仅削弱了钢筋的承载能力，还降低了混凝土与钢筋的黏结强度，显著减少了结构的整体承载力。冻融损害则主要发生在寒冷气候或温度频繁波动的地区，低温环境下混凝土内部的水分冻结膨胀，随着冻融循环的反复进行，微裂缝逐渐扩大，导致结构的密实性下降进而丧失强度。冻融作用对混凝土的抗压强度造成直接影响，并可能导致表面剥落或碎裂，从而大大缩短了混凝土的使用寿命。腐蚀与冻融的共同作用，显著降低了混凝土结构的耐久性，从而对建筑物的安全性和使用功能构成了严重威胁。

1.4 加固后的稳定性与耐久性问题

混凝土结构的加固能够显著提高原结构的承载力，但加固后的稳定性与耐久性问题往往被忽视。在加固过程中，常见的外加钢筋、碳纤维增强材料或钢板等与原有结构的粘结性能，若未得到充分考虑可能导致加固层与基础结构之间的配合不紧密，进而引发脱落或错位等问题。特别是在长期使用过程中，由于加固材料与原结构在物理、化学性质上的差异，应力分布可能出现不均匀，甚至可能加剧局部应力集中从而影响整体稳定性。部分加固材料在长期荷载作用下，特别是在湿润、高温或冻融循环等极端环境中，容易出现老化、疲劳或腐蚀导致材料性能退化。如果加固后的结构未进行有效的监测与维护，随着时间推移耐久性与稳定性可能会逐渐下降，甚至可能导致加固效果的失效，从而危及建筑物的长期安全性。

2 混凝土结构加固技术与措施

2.1 外加钢筋与钢板加固技术

外加钢筋与钢板加固技术是增强混凝土结构承载力的常见方法，广泛应用于梁、柱、板等关键构件的加固，通过在原结构表面增设钢筋或钢板，结构的抗弯、抗剪及抗拉强度可显著提高。钢筋加固通常采用粘结技术，使钢筋与混凝土之间紧密结合，从而提升构件的承载能力，特别是在结构因老化或超负荷使用而导致强度不足时，钢筋加固效果尤为显著。相比之下，钢板加固是通过将钢板与原结构表面连接，通常采用焊接、螺栓或粘结剂等方式固定，有效提高结构的整体刚度，尤其适用于受力较大或变形严重的构件。钢板加固对于增强大跨度梁板的抗弯能力尤为有效，但其厚度和重量也会增加额外荷载，因此与原结构的协调性必须特别关注。此外，钢板与混凝土之间的粘结性能至关重要，若结合不紧密或存在空隙，可能会影响加固效果的充分发挥。

2.2 碳纤维增强复合材料（CFRP）加固技术

碳纤维增强复合材料(CFRP)加固技术是一种现代化、

轻便且高效的混凝土结构加固方法，广泛应用于提高建筑物及构筑物的承载能力与耐久性。CFRP 材料具有高强度、低密度、耐腐蚀等优异特性，能够有效提升结构的抗弯、抗剪及抗拉能力。实施该技术时通常将碳纤维布或碳纤维片与环氧树脂等粘结剂结合，紧密附着于混凝土表面，从而形成牢固的加固系统，与传统的钢筋或钢板加固方法相比，CFRP 技术不仅施工效率高，还因其轻巧的体积，尤其适用于重量敏感或施工空间有限的环境。CFRP 材料的耐腐蚀性使其在恶劣环境下尤为出色，尤其在海洋或化学腐蚀严重的区域，该材料的柔性与适应性使其能够与混凝土表面良好契合，避免了传统加固材料可能引起的应力集中问题。但 CFRP 的高成本及对施工质量的严格要求，仍是其应用中的一大挑战，特别是粘结层的质量直接影响到加固效果的发挥。尽管 CFRP 材料本身不易腐蚀，但在长期使用过程中，尤其是在极端高温或超负荷的情况下，其强度可能会逐渐衰减。因此，作为一种先进的加固手段，CFRP 技术在提供显著优势的同时，其选择与施工依然需要根据具体工程条件进行合理评估与应用。

2.3 注浆与化学灌浆加固技术

注浆与化学灌浆加固技术通过将特定液态材料注入混凝土结构中的裂缝、孔隙或空洞，利用灌浆材料的固化与膨胀特性，显著提高结构的密实性与承载能力，此技术主要用于修复由于裂缝、渗水或结构老化引起的损伤，有效提升混凝土的抗渗性、抗裂性及整体强度。常见的注浆材料包括水泥浆、化学灌浆材料以及树脂等，这些材料在注入裂缝后会固化并填充空隙，进而恢复结构的完整性与耐久性。特别是在采用环氧树脂或聚氨酯等高性能化学灌浆材料时，技术展现出优异的粘结性与韧性，能够适应动态荷载及环境变化的需求，对于微裂缝或难以接触的区域，化学灌浆材料能够深入裂缝深处，极大增强加固效果。此外，化学灌浆材料的耐腐蚀性及抗水性使其在水利工程、地下工程等湿润环境中表现尤为出色，满足了特定加固需求。注浆与化学灌浆技术的加固效果受裂缝大小、裂缝密度、灌浆材料质量以及施工工艺的影响较大。如果灌浆过程中裂缝未能完全填充，或材料选择不当，可能导致加固效果不理想甚至引发二次损害。因此，精确的施工操作及合理选择材料显得至关重要，以确保加固效果的稳定性与长期有效性。

2.4 墙体与梁柱加固

墙体与梁柱加固是提高房建工程承重构件安全性与稳定性的关键措施，广泛应用于解决结构老化、超载或设计缺陷等问题。在墙体加固方面，常用的技术包括外包钢筋混凝土罩、增设钢筋网以及使用高强度复合材料粘贴等方式，这些方法能显著增强墙体的抗压、抗弯及抗剪能力，提升其在地震或风荷载等外力作用下的抗震性能。尤其是在承受不均匀荷载或湿度较大的环境中，外包加固有效增强墙体稳定性，避免因裂缝扩展而导致墙体脱落或破坏^[1]。

梁柱加固技术则主要包括外加钢筋、钢板加固、碳纤维增强复合材料加固以及混凝土外包等方式。作为支撑建筑物整体稳定性的核心构件,梁柱的加固技术需解决承载力不足或过度变形的问题,通过外加钢筋或钢板可有效提高梁柱的抗弯与抗剪能力;而碳纤维增强复合材料在不显著增加自重的情况下,提升了抗拉性能,显著增强了构件的强度与刚度。在进行梁柱加固时,构件的受力特点与加固材料的兼容性应得到充分考虑,以确保加固效果的持久性与稳定性。在实施这些加固措施时,必须对原有结构进行细致的检测与分析,确保所选加固方法最为适宜。

3 房建工程混凝土结构加固施工策略

3.1 加固设计与施工方案的选择

加固设计与施工方案的选择在混凝土结构加固过程中起着至关重要的作用,直接决定了加固效果与施工的顺利实施。选择合适的加固设计时,现有结构的全面评估是不可或缺的,需分析其受力状态、损伤程度以及加固后可能承受的荷载等因素,根据这些评估结果,设计方案应依据实际情况确定加固方法,如外加钢筋、碳纤维增强复合材料(CFRP)或钢板加固等,每种加固方式的优缺点需要综合考虑施工环境、加固目标及预算等条件^[2]。例如,碳纤维加固由于其轻便性与施工简便性,适合对结构自重有严格要求的场所;钢板加固则适用于承载力要求较高或跨度较大的构件。在选择施工方案时除了设计要求外,施工的可操作性与安全性也需充分考虑。在加固施工过程中,原结构的拆除、局部改动或材料的特殊处理等工作往往不可避免,因此,施工质量必须严格把控,设计规范的执行不可忽视,施工方案还应全面考虑工期与预算,确保施工过程中不会因工期紧迫或材料短缺而影响进度或加固效果。

3.2 加固材料的选择与应用

加固材料的选择在混凝土结构加固过程中至关重要,直接影响加固效果、施工质量及长期耐久性。在选择材料时,结构的受力要求、环境条件、施工技术要求以及经济预算等因素需综合考虑,常见的加固材料包括钢材、碳纤维增强复合材料(CFRP)、环氧树脂及聚氨酯灌浆材料等。作为加固材料,钢材广泛应用于对强度要求较高的构件,其优异的抗压与抗弯性能使其成为常见选择,但钢材较重,可能对原结构施加额外荷载,在使用时荷载的合理分配需特别注意。碳纤维增强复合材料(CFRP)因其轻便、高强度及耐腐蚀的特性,已经成为加固工程中的常用材料,CFRP 不仅能显著提高结构的抗拉与抗弯能力,还能避免增加过多的自重,尤其适合应用于高层建筑或空间狭小的场所,但 CFRP 的施工要求较高,对环境与材料粘结性等因素的敏感性使得施工质量必须严格控制。灌浆材料,如环氧树脂与聚氨酯,主要用于裂缝修复与结构加固,环氧树脂凭借其强粘结性与高耐久性广泛应用于裂缝填充,有

效增强混凝土的密实度,尤其适用于裂缝修复及渗水问题的加固。聚氨酯灌浆则以其优良的弹性与膨胀性为特点,适合用于微裂缝的修补,有效防止水分渗透,特别适用于潮湿环境中的加固应用。

3.3 施工质量控制

施工质量控制混凝土结构加固中至关重要,直接影响加固效果的持久性及结构安全。确保质量首先需严格选择符合标准的加固材料,并在施工中合理应用。无论是钢筋、钢板、碳纤维复合材料还是灌浆材料都需满足设计要求,确保性能与施工环境的适应性。材料进场后必须进行验收与检测确保其合格,避免使用不合格材料。施工过程中,严格遵循设计图纸与施工方案,确保每个环节经过仔细检查,特别是在钢板与钢筋加固施工时,焊接质量与粘结效果需要特别关注,避免接触不良影响加固效果。碳纤维复合材料的施工中,粘结层的平整度与粘结力至关重要,不牢固的粘结可能导致材料脱落或加固失效。关键技术还包括裂缝处理、表面处理与施工顺序控制,裂缝修复时应根据裂缝类型与大小选择合适方法,如注浆、加筋或外包处理,确保修复后的强度与密封性^[3]。混凝土表面应清理、打磨以增强与加固材料的粘结性,最大化加固效果,施工顺序应遵循“先修复后加固”的原则,确保质量不受干扰。持续质量控制还需依赖监测手段,通过应力测试与变形监测技术实时检测加固效果,及时发现问题并调整施工方法,从而确保加固后结构长期稳定。

4 结语

混凝土结构加固技术在房建工程中的应用,对于保障建筑物在长期使用中的安全性与稳定性至关重要。钢筋加固、碳纤维复合材料加固以及注浆技术等常见加固方法,能够显著提升结构的承载能力、耐久性与抗裂性能。加固效果的实现依赖于精确的设计、合理的材料选择与严格的施工质量管理。随着技术的不断进步,混凝土结构加固技术在未来有望变得更加高效、环保及可持续。在实际应用中,最合适的加固方案必须根据具体情况进行选定,确保建筑物长期的安全运行并满足其功能需求。

[参考文献]

- [1]肖东甲.某房建工程混凝土结构加固技术分析[J].科学技术创新,2024,11(16):175-178.
 - [2]周立宏.房屋建筑混凝土结构的加固施工技术[J].陶瓷,2023,13(1):96-98.
 - [3]雷良龙.加固施工技术在房建混凝土结构中的应用[J].中华建设,2024,11(7):131-133.
- 作者简介:李亚楠(1992.10—),毕业院校:河北农业大学现代科技学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:河北建工集团有限责任公司,职务:结构设计师,职称级别:工程师。