

砌体结构抗震加固方案设计与研究

常福旺

新疆生产建设兵团建工设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 砌体结构应用广泛但抗震性能薄弱,地震作用下易出现开裂、倒塌等破坏,抗震加固是保障其安全的关键。本文围绕砌体结构抗震加固的基础理论、体系化设计方法及性能适配性展开研究,分析结构抗震受力特征、加固核心原则与材料性能,探讨整体及构件级加固设计、流程管控要点,研究加固后性能响应规律与方案适配性,为砌体结构抗震加固方案的科学设计提供可靠支撑,助力提升结构抗震安全性与稳定性。

关键词: 砌体结构;抗震加固;方案设计

引言:砌体结构凭借取材便捷、造价经济、施工简便等优势,在建筑领域应用广泛,但受材料特性与构造形式限制,其抗拉、抗剪能力较弱,整体性较差,地震作用下易发生损伤甚至破坏,威胁建筑使用安全。开展抗震加固方案设计与研究,解决加固过程中方案针对性不足、适配性欠佳等问题,弥补结构抗震短板,提升其抗震承载力与稳定性,对保障建筑结构安全、降低地震灾害损失具有重要意义,也是结构工程领域的重点研究方向之一。

1 砌体结构抗震加固的基础理论与核心逻辑

1.1 砌体结构的抗震受力基本特征

砌体结构在承受地震作用时,受力表现和其他结构有明显不同,核心问题出在砌体材料本身的力学特性上。砌体主要由块体和砂浆砌筑而成,其抗压性能相对较好,但抗拉和抗剪能力普遍较弱,属于脆性材料范畴。地震发生时,结构主要承受水平方向的地震作用,这种作用力会对砌体墙体产生剪切力,而砌体本身难以有效抵抗这种剪切力,容易出现开裂现象。开裂通常先出现在墙体的薄弱部位,比如门窗洞口周边,因为这些部位的墙体截面被削弱,受力更为集中,裂缝会逐步蔓延扩展,严重时会导致墙体局部脱落甚至整体失效。除了墙体本身的受力短板,砌体结构的整体连接性也会影响抗震受力表现,纵横墙交接处如果砌筑不牢固,地震时容易出现相对位移,破坏结构的整体性。此外,砌体结构的抗侧移刚度较大,但延性不足,变形能力较差,无法有效吸收和耗散地震能量,受力过程中容易发生脆性破坏,这也是其抗震性能薄弱的重要原因。这些受力特征决定了砌体结构在地震中的薄弱环节,也是抗震加固方案设计需要重点针对的方向。

1.2 抗震加固的核心原则

砌体结构抗震加固不能盲目开展,需结合结构本身

的受力特点和加固目标,遵循科学统一的核心准则。安全性是首要遵循的核心,加固的根本目的就是提升结构抵抗地震作用的能力,既要确保加固后结构能承受预期的地震荷载,还要避免加固过程中对原有结构造成二次损伤,杜绝加固后受力性能反而下降的情况。加固工作必须具备针对性,要精准定位砌体结构的薄弱环节,比如墙体抗剪能力不足、纵横墙交接处连接不牢固等问题,根据具体薄弱点选用适配的加固方法,避免盲目施工、一刀切的做法。经济性也需重点考量,在保障加固效果和结构安全的前提下,尽量选用性价比高的材料和施工工艺,减少不必要的投入,避免过度加固带来的资源浪费。同时要注重结构整体性,砌体结构的抗震性能依赖各构件协同受力,加固时需兼顾纵横墙、梁柱等构件的连接,提升结构整体抗侧移能力和延性^[1]。加固方案还需具备可操作性,结合现场施工条件,选择施工简便、质量易把控的方法,确保施工顺利推进,既保证效率,也能让加固后的砌体结构具备稳定可靠的抗震能力。

1.3 加固常用材料的性能特征

砌体结构抗震加固所用材料,其性能直接决定加固效果,不同材料的特性差异较大,需根据加固需求合理选用。砖和砌块是砌体加固中最基础的材料,选用的砖要具备足够的抗压强度,才能承受地震作用下的竖向荷载,同时耐久性要过关,长期使用不会出现风化、破损,避免影响结构整体稳定性。砂浆作为粘结块体的核心材料,粘结强度是关键,加固用砂浆需具备良好的粘结性能,能紧密贴合原有砌体和新砌块,防止出现粘结脱落,进而提升砌体的整体性和抗剪能力。钢筋在加固中主要用于增强砌体的抗拉、抗剪性能,常用的加固钢筋需具备较高的抗拉强度和韧性,受力时不易断裂,能有效传递荷载,与砌体协同工作,弥补砌体自身抗拉抗

剪不足的短板。碳纤维布也是常用的加固材料，其质地轻薄、强度高，抗拉性能优异，且耐腐蚀、不易老化，施工后不会显著增加结构自重，适合用于提升墙体的抗剪和抗弯能力。不同材料的性能各有侧重，只有充分掌握其核心特征，才能结合砌体结构的加固需求，合理搭配使用，确保加固后的结构具备良好的抗震性能。

2 砌体结构抗震加固方案的体系化设计方法

2.1 整体抗震加固方案设计

整体抗震加固方案，得立足结构全局，结合原有砌体的实际情况逐步推进，这样才能保证设计既专业又实用。首先要对原有砌体结构做全面细致的排查，摸清结构的实际受力特点、薄弱部位，还有损伤情况，这是设计的前提，没摸清这些实际情况，后续的加固措施就会失去针对性，很难达到预期效果。在此基础上，明确加固目标，结合结构的实际受力需求，确定需要提升的抗震承载力、抗侧移能力以及结构整体性要求，避免盲目设计、无用设计。接下来要合理挑选加固方法，结合加固目标和结构薄弱点，搭配适配的加固材料，确保加固方法能和原有砌体结构完美适配，既能有效弥补结构的抗震短板，又不会对原有结构造成二次损伤。设计时还要注重各加固部位的协同配合，让新增加固构件和原有砌体紧密衔接、协同工作，形成完整且稳固的抗侧力体系，防止局部加固导致受力集中，反而影响整体加固效果。同时要兼顾施工的实际可行性，设计的方案要贴合现场施工条件，便于工人现场操作，确保加固施工能顺利落地^[2]。科学合理的整体设计，能让每一项加固措施都精准发力，切实提升砌体结构的整体抗震性能，为结构安全稳定筑牢基础。

2.2 构件级抗震加固方案设计

构件是砌体结构的基本组成单元，构件级抗震加固设计需聚焦单个构件的薄弱点，精准施策才能为整体结构抗震性能筑牢基础。设计前要先明确各类构件的受力特点和损伤情况，区分不同构件的核心加固需求，不能一概而论。墙体作为主要抗侧力构件，其加固重点集中在提升抗剪和抗弯能力，针对墙体易出现的剪切裂缝，可通过增设钢筋网片、涂抹加固砂浆等方式，增强墙体的整体性和抗剪强度，同时确保加固层与原有墙体粘结紧密，避免出现剥离现象。梁柱构件作为承重核心，加固需侧重提升其抗拉、抗压和抗弯性能，可采用外包钢筋、粘贴碳纤维布等方式，弥补构件自身强度不足的短板，确保受力时能有效传递荷载，避免出现断裂、变形等破坏。构件级加固设计还要注重与整体结构的协同性，不能孤立加固单个构件，要考虑构件之间的连接关

系，确保加固后的构件能与其他构件协同工作，避免局部加固导致受力集中，引发新的结构隐患。设计过程中需结合构件的实际情况，选用适配的加固材料和工艺，兼顾加固效果和施工便捷性，确保每一个构件的抗震能力都能达到预期标准，为整体结构的抗震安全提供有力支撑。

2.3 加固方案的设计流程管控

加固方案的设计质量，离不开科学规范的流程管控，每一个环节的把控都直接影响最终加固效果，需按步骤有序推进、严格管控。流程管控的首要环节是前期调研排查，要全面摸清原有砌体结构的实际状况，包括结构形式、受力特点、损伤程度等，排查工作要细致全面，不能遗漏任何薄弱环节，这是后续设计工作的基础，也是管控的核心起点。调研完成后，进入方案初步设计阶段，结合排查结果和加固目标，筛选适配的加固方法和材料，明确设计思路 and 核心参数，设计过程中要注重细节把控，避免出现设计漏洞。初步设计完成后，需进行严格的审核管控，重点核查设计方案的合理性、针对性和可行性，检查加固措施是否贴合结构实际需求，是否能有效弥补薄弱环节，及时发现并修正设计中的问题。审核通过后，要做好设计交底管控，将设计思路、技术要求、施工重点清晰传递，确保后续施工能准确贴合设计意图。整个设计流程中，要做好各环节的衔接管控，避免出现环节脱节、责任不清的情况，同时做好过程记录，便于后续追溯和优化^[3]。做好设计流程的全环节管控，能有效提升加固方案的科学性和可行性，为后续施工落地和加固效果提供有力保障。

3 砌体结构抗震加固方案的性能研究与适配性分析

3.1 加固后抗震性能的分析路径

要准确掌握加固后砌体结构的抗震性能，需遵循清晰有序的分析路径，层层推进、精准研判，才能得出贴合实际的的分析结果。分析工作需从加固后的结构基础状态入手，先对结构整体及各构件的加固质量进行全面核查，确认加固材料与原有砌体的粘结效果、加固构件的安装精度，排查是否存在加固不牢固、局部损伤等问题，这是后续所有分析工作的基础。在此基础上，重点分析结构的受力性能变化，明确加固后结构的受力传递路径是否合理，加固构件与原有构件能否协同受力，判断加固措施是否有效弥补了原有结构的抗拉、抗剪短板。随后，聚焦结构的抗震核心指标，分析加固后结构的抗震承载力、抗侧移能力和整体性提升情况，判断其在地震作用下能否有效抵御剪切、弯曲等破坏，避免出现局部失效引发整体结构隐患。分析过程中，需结合结

结构的实际受力特点,梳理加固措施与抗震性能之间的关联,及时发现分析过程中的偏差,确保分析结果的准确性。合理的分析路径能精准捕捉加固后结构的抗震性能优势与不足,为后续方案优化和适配性调整提供可靠依据,让加固效果真正达到预期标准。

3.2 加固体系的抗震性能响应规律

加固体系在地震作用下的响应不是杂乱无章的,而是遵循特定规律,掌握这些规律能更精准判断加固效果,优化加固方案。地震作用初期,加固体系主要依靠自身刚度抵御水平荷载,此时加固构件与原有砌体协同受力,整体变形较小,应力分布相对均匀,这是加固体系的弹性响应阶段,也是抵御地震作用的基础阶段。随着地震作用强度不断加大,原有砌体的薄弱部位会先出现微小裂缝,加固构件开始承担更多荷载,此时体系刚度逐渐下降,但仍能维持整体稳定性,进入弹塑性响应阶段。当地震作用达到一定强度,裂缝会持续发展扩展,加固材料与原有砌体的粘结部位会出现应力集中,若加固措施适配,加固构件能有效约束裂缝发展,避免局部损伤扩大,延缓体系承载力下降。当地震作用超过体系极限承载力,加固体系才会出现明显破坏,但破坏过程会因加固措施的不同呈现不同规律,合理的加固体系能延长破坏时间,为结构安全争取缓冲空间^[4]。加固体系的响应规律还与加固材料、加固方法的适配性密切相关,不同加固组合的响应特征存在差异,精准把握这些规律,能为加固方案的优化调整提供方向,让加固体系更贴合结构抗震需求。

3.3 加固方案的适配性研究

加固方案的适配与否,直接决定加固效果的发挥,适配性研究需围绕结构实际情况,精准匹配各环节要求,才能让加固措施真正落地见效。适配性研究首先要贴合原有砌体结构的实际状况,不同结构的形式、损伤程度和受力特点存在差异,加固方案不能照搬套用,需结合结构自身短板,针对性设计措施,确保方案能精准弥补结构薄弱环节。其次要注重加固方案与加固材料的

适配,不同加固材料的性能不同,对应的加固工艺和适用场景也有区别,需根据材料特性调整方案细节,让材料性能得到充分发挥,避免材料与方案不匹配导致加固失效。还要考虑加固方案与结构受力需求的适配,结合结构在地震作用下的受力特征,设计的加固措施需能有效应对各类受力情况,确保加固后结构的受力传递路径合理,加固构件与原有构件协同工作。适配性研究还要兼顾方案的实用性,确保设计的方案能贴合实际施工条件,便于操作实施,同时能长期适配结构的使用需求,避免后期出现适配性下降的问题^[5]。精准开展适配性研究,能让加固方案更具针对性和实用性,充分发挥加固材料和工艺的优势,真正提升砌体结构的抗震性能。

结束语

未来,砌体结构抗震加固研究需立足现有基础,进一步优化加固材料配比与工艺流程,提升加固方案的适配性与经济性。需深入挖掘加固体系的抗震响应规律,结合结构实际需求完善设计管控机制,推动加固技术向高效、环保、节能方向发展。同时,需加强不同加固方法的协同应用研究,破解现有加固过程中的技术难点,为既有砌体结构的抗震加固提供更具针对性的技术支持,切实保障建筑结构的长期安全稳定,推动结构工程领域抗震加固技术的持续进步。

参考文献

- [1]马廷宁,任翠云,刘志萍.既有砌体结构墙体抗震加固优化技术研究[J].科学技术创新,2026(8):131-134.
- [2]张杰明,周婧婷,占宗霖,等.砌体结构抗震加固研究进展[J].土木工程,2025,14(4):906-914.
- [3]付之信.老旧砖砌体房屋抗震加固技术分析 with 方案选择[J].中国科技期刊数据库工业A,2026(2):059-062.
- [4]王再举,张娅,杨耀辉.既有砌体结构安全性鉴定及抗震加固设计研究[J].混凝土与水泥制品,2025(9):58-62.
- [5]孔来丽.既有砌体结构建筑抗震加固设计与节能改造协同技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(7):064-067.