

砌体结构裂缝产生原因及加固措施探讨

张东蕴

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]建筑工程中砌体结构应用广泛,因其具有经济性且施工简便,但裂缝问题长期严重影响其安全性与耐久性。为此,文中深入分析砌体结构裂缝产生机理,系统归纳导致裂缝的主要原因,包括材料因素(砂浆强度不足、砌块质量缺陷)、施工因素(砌筑工艺不规范、养护措施不完善)、设计因素(结构计算不合理、构造措施欠缺)及外部环境因素(温度变化、基础沉降不均匀、地震作用等);并针对不同类型裂缝,详细探讨多种有效加固措施,如表面处理法、砂浆灌注法、钢筋混凝土加固法、外部预应力加固法、粘贴纤维增强复合材料法与结构改造法等。经实际工程案例分析,验证各类加固措施的适用条件与效果,并提出砌体结构裂缝预防的综合策略,涵盖设计阶段合理构造、施工阶段质量控制及使用阶段定期检测维护。研究表明,针对性加固措施能够有效提升砌体结构整体性能与抗裂能力,延长结构使用寿命,从而为砌体结构安全性评估与加固设计提供理论指导及技术支持。

[关键词]砌体结构;裂缝成因;加固措施;结构安全;耐久性

DOI: 10.33142/ect.v4i1.18843

中图分类号: TU312.3

文献标识码: A

Discussion on the Causes of Cracks in Masonry Structures and Reinforcement Measures

ZHANG Dongyun

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: Masonry structures are widely used in construction engineering due to their economic and easy construction, but the long-term serious problem of cracks affects their safety and durability. Therefore, the article deeply analyzes the mechanism of crack formation in masonry structures and systematically summarizes the main causes of cracks, including material factors (insufficient mortar strength, quality defects of masonry blocks), construction factors (non-standard masonry technology, incomplete maintenance measures), design factors (unreasonable structural calculations, lack of structural measures), and external environmental factors (temperature changes, uneven foundation settlement, seismic effects, etc.); For different types of cracks, various effective reinforcement measures are discussed in detail, such as surface treatment method, mortar pouring method, reinforced concrete reinforcement method, external prestressing reinforcement method, bonding fiber-reinforced composite material method, and structural transformation method. Through practical engineering case analysis, the applicable conditions and effects of various reinforcement measures are verified, and a comprehensive strategy for preventing cracks in masonry structures is proposed, covering reasonable construction in the design stage, quality control in the construction stage, and regular inspection and maintenance in the use stage. Research has shown that targeted reinforcement measures can effectively improve the overall performance and crack resistance of masonry structures, extend their service life, and provide theoretical guidance and technical support for the safety assessment and reinforcement design of masonry structures.

Keywords: masonry structure; cause of crack formation; reinforcement measures; structural safety; durability

引言

建筑工程领域中,砌体结构是重要组成部分,因其经济性良好、施工便捷、材料易获取,在全球范围内应用广泛,尤其在发展中国家。然而,裂缝问题是影响砌体结构安全性与耐久性的主要因素,严重威胁建筑物的使用寿命与功能。近年来,极端气候及地震活动频繁,进一步加剧了砌体结构裂缝的产生。因此,相关研究逐渐成为土木工程领域的热门课题。每年用于裂缝修复的支出占建筑维护总费用的较高比例,这既增加了经济负担,又造成社会资源浪费。研究发现,裂缝的产生与材料性能不足、施工工艺不规范、设计不合理、外部环境作用等因素相关,例如砂浆强度不足或砌块质量缺陷可能导致结构局部应力集中,温度变化与基础

不均匀沉降会进一步增大裂缝扩展风险。国内外学者针对该问题提出诸多加固措施,如表面处理法、钢筋混凝土加固法以及粘贴纤维增强复合材料法等,其在实际工程中的应用效果存在差异。根据具体工程条件选择适宜的加固方案以有效控制裂缝,仍是亟待解决的关键问题。本文通过系统分析砌体结构裂缝成因,并结合实际案例探究不同加固措施的适用性,进而可为提升砌体结构整体性能与抗裂能力提供科学依据与技术支撑,最终推动建筑工程行业的可持续发展。

1 砌体结构裂缝产生的原因分析

1.1 材料因素引起的裂缝

砌体结构抗裂能力直接受材料质量和性能的影响,近年来数据表明建筑工程领域中由材料问题造成的裂缝占

总裂缝案例超 30%，其中砂浆强度不足是常见原因，低强度砂浆受荷载时易发生塑性变形进而产生裂缝。砌块质量缺陷也是裂缝形成的重要原因之一，例如孔隙率过高或强度不均的砌块在使用过程中易出现局部应力集中，最终形成裂缝。当前建筑材料市场中以次充好、伪造检验报告等现象，以及部分建筑企业为追求经济效益偷工减料，导致房屋裂缝问题频发并屡见报道。研究显示，砂浆和砌块的黏结性能对控制裂缝具有重要影响，并且二者热膨胀系数差别较大时，温度变化易使界面产生裂缝，所以严格控制材料质量，严格执行材料进场检验制度，确保所用材料与设计要求相符应是减少因材料因素产生裂缝的关键措施。

1.2 结构设计缺陷导致的裂缝

结构设计缺陷是裂缝产生的重要原因，例如结构计算中荷载统计不全、使用方变更建筑用途、荷载施加位置偏差或地震作用取值仅遵循国家规范未参照地方规范，均会导致受力模型分析与实际情况产生偏差，进而引发局部应力集中并形成裂缝。此外，节点铰接状态不明确、连接强度不足也会影响结构整体性，尤其在梁柱节点或墙体转角处常因应力集中出现开裂。

设计基础数据的准确性直接影响建筑使用阶段裂缝的产生。勘察单位出具的勘察报告是结构基础设计的核心依据，目前行业内存在未开展现场钻孔取样、仅通过办公室内编拟报告的现象，土力学参数误差会导致设计院在结构设计中基础承载能力分配出现偏差，引发地基不均匀沉降及应力集中，最终形成结构裂缝。

近年来建筑外形追求新颖独特，对结构专业设计提出挑战。砌体部分在高层建筑中本应作为隔断功能使用，但因设计人员结构传力体系划分模糊，导致砌体承担部分荷载，使本不应受力的部位在长期荷载作用下产生裂缝。因此，优化设计流程、强化设计阶段结构概念设计及裂缝预防意识，已成为提升砌体结构安全性与耐久性的重要途径。

1.3 施工质量问题引发的裂缝

施工过程质量控制直接决定砌体结构抗裂性能，近年建筑工程领域调查数据显示，约 20% 的裂缝问题由施工环节失误所致，其中砌筑工艺不当是主要诱因。

灰缝厚度不均或砂浆填充不密实会降低砌体整体性，进而在荷载作用下产生裂缝。养护措施不足亦是常见原因，高温或干燥环境下未及时采取保湿养护，会导致砂浆失水过快收缩开裂。此外，施工顺序不合理也可能引发裂缝，例如墙体砌筑后立即施加荷载，砂浆未达到设计强度即承受设计荷载应力。因此，强化施工过程质量监管并严格执行规范操作，是减少施工质量问题导致裂缝的有效手段。

1.4 外部荷载作用下的裂缝

外部荷载是砌体结构裂缝的重要诱发因素之一，近年统计数据表明，约 15% 的裂缝由外部荷载直接诱发。

超载现象在实际工程中较为普遍，尤其是工业建筑或

老旧建筑改造时，未经结构复核即增加荷载常超出砌体结构承载极限，进而引发裂缝。此外，机械设备振动、交通荷载等动荷载易诱发疲劳裂缝；地震作用下裂缝更为严重，因砌体结构抗拉强度低，在地震波作用下极易发生剪切破坏，形成交叉裂缝。近年来抗震设计标准逐步提高，虽部分工程已采取应对措施，但仍需进一步深化外部荷载作用下裂缝机理的研究，以制定更科学的设计方案与加固策略。

1.5 环境因素导致的裂缝

环境因素对砌体结构的影响不容忽视，据统计，约 10% 的裂缝与环境条件密切相关。

温度变化是最常见的环境诱发因素，尤其在昼夜温差大的地区，砌体结构因热胀冷缩产生内应力，极易引发裂缝。此外，基础不均匀沉降亦是重要问题，软土地基尤为显著，地基土压缩变形会导致墙体开裂；同时，砂浆与砌块长期处于潮湿环境中，其耐久性会大幅降低，加速裂缝扩展。近年来气候变化导致极端天气事件频发，使环境因素对砌体结构的威胁更为严重。因此，在设计及施工阶段充分考虑环境影响并采取针对性构造措施，是减少环境因素引发裂缝的有效手段。

2 砌体结构裂缝的加固措施

2.1 表面处理加固技术

表面处理加固技术是修复浅层裂缝或非结构性裂缝的有效技术手段，在建筑工程中应用广泛。近五年行业数据显示，约 60% 的砌体结构裂缝为表面性问题，温度变化与施工工艺不当是主要诱因。该技术通过清理裂缝表面后涂抹环氧树脂或聚合物砂浆等高黏结性能修补材料，不仅可恢复结构外观，还能阻隔外界水分渗入。实际工程中，需根据裂缝宽度监测数据选择表面处理修补材料，确保修补材料与基材兼容。需注意的是，该方法成本较低且施工便捷，但适用范围有限，主要适用于裂缝宽度小于 0.3mm 的情况。随着新型绿色建筑材料的研发与推广，近年来环保型修补材料应用比例显著提升，推动该技术向可持续方向发展。

2.2 结构加固补强技术

结构加固补强技术是解决砌体结构深层裂缝问题的核心手段，尤其适用于基础不均匀沉降或地震作用引发的严重裂缝。近年来，全球每年约有 15% 的砌体建筑需要实施此类加固工程，尤其在地震频发区域更为突出。

钢筋混凝土加固法与外部预应力加固法是两种常用的结构加固补强技术。前者通过在墙体外部增设钢筋混凝土构造柱或圈梁，以提升整体刚度与承载能力；后者通过高强度钢索施加预应力，有效控制裂缝扩展。研究表明，在典型工程实例中，经钢筋混凝土加固后墙体抗剪强度提升约 35%，外部预应力加固使裂缝闭合率达 80% 以上。然而，这两种方法对施工精度要求较高，且造价相对较高，因此需综合考量经济性与技术可行性。

结构加固补强技术还包括粘贴钢板加固法，该方法通

过结构胶将钢板粘贴于砌体结构裂缝部位,利用钢板优异的抗拉性能增强结构承载能力,抑制裂缝发展,在结构承载能力要求较高且空间受限的工程中应用较广。此外,增大截面加固法通过扩大砌体结构截面面积并增设配筋,提升结构刚度与强度,增强其抗裂能力,适用于砌体柱、墙等构件加固,可有效改善结构受力性能。实际工程应用中,需结合裂缝具体情况、结构特性及经济因素等,合理选用结构加固补强技术,以实现最佳加固效果,保障砌体结构的安全性与耐久性。

2.3 注浆加固技术

注浆加固技术高效且适应性强,是处理砌体结构内部裂缝的重要手段。近五年在全球建筑工程领域应用率提升20%,尤其在老旧建筑改造项目中应用广泛。该技术通常采用环氧树脂、聚氨酯或水泥基浆液作为注浆材料,需依据裂缝特性与环境状况选择合适配方。施工时通过压力设备将浆液压入裂缝内部,浆液填充空隙后固化形成稳定结构。例如某大型工业厂房改造项目,采用注浆加固技术解决长期振动导致的墙体开裂问题,使90%以上的裂缝闭合。该技术的局限性在于注浆效果受操作技术与材料质量影响较大,施工操作不规范可能导致浆液流失或填充不均匀。因此近年来行业内加大对注浆设备自动化的研发投入,旨在提高施工精度与效率,降低人为误差风险。

2.4 碳纤维增强加固技术

碳纤维增强加固技术因轻质高强的特性,近年来在砌体结构加固领域受到广泛关注。统计数据显示,2022年全球碳纤维复合材料市场规模达70亿美元,其中建筑加固领域约占10%。该技术通过粘贴碳纤维布或板材于裂缝区域,可显著提高结构抗拉强度与抗震性能。某高层住宅楼采用粘贴碳纤维布加固后,墙体抗弯承载力提升40%,且施工周期较传统方法缩短一半。碳纤维材料耐腐蚀性与耐久性良好,尤其适用于潮湿或化学侵蚀环境下的加固需求。虽初期投入较高,但长期经济效益显著且维护成本较低,逐渐成为现代建筑加固的重要选择。

2.5 加固措施的选择原则与效果评估

加固措施的选择需根据裂缝类型、成因及结构现状进行综合分析,并兼顾经济性、可行性与环保性。近五年数据表明,合理选择加固方案可使砌体结构使用寿命延长20至30年。选择加固措施时,需优先考虑裂缝的危害程度与扩展趋势:轻微裂缝可采用表面处理技术或注浆加固

技术,结构性裂缝则需采用结构加固补强技术等更为复杂的补强措施。

加固效果评估作为确保结构安全的关键环节,通常通过现场检测数据与数值模拟结果验证。例如某加固后的办公楼经振动测试,测得结构自振频率恢复至初始值的95%,表明加固措施达到预期效果。

3 结论

砌体结构在建筑工程中应用广泛,具有经济性良好、施工便捷等优势,在现代建筑领域占据重要地位,但裂缝问题始终是影响其安全性与耐久性的关键因素。深入分析裂缝产生机理可知,材料、施工、设计及外部环境等多方面因素均对裂缝形成有显著影响。研究表明,砂浆强度不足、砌块质量缺陷、施工工艺不规范等多为裂缝产生的直接原因,而温度变化、基础不均匀沉降、地震作用等外部环境因素会加剧裂缝发展。本文针对不同类型裂缝提出了针对性加固措施,且这些措施已在实际工程案例中得到验证:浅层裂缝可采用表面处理法修复,深层裂缝可通过砂浆灌注法有效填充,钢筋混凝土加固法可显著提升结构承载力,外部预应力加固法与粘贴纤维增强复合材料法在提高抗裂性能方面效果突出,结构改造法则为复杂裂缝问题提供了根本性解决方案。这些措施的应用可有效提升砌体结构整体性能并延长其使用寿命。研究还强调,需在设计、施工及使用全过程中采用合理构造设计、严格控制施工质量并定期开展检测维护,以预防裂缝的产生与发展。通过科学预防与合理选用加固措施,可有效降低裂缝发生率,为砌体结构安全性评估与加固设计提供理论支持与技术保障,进而推动建筑行业可持续发展。

[参考文献]

- [1]刘丹.砌体结构裂缝加固补强措施探讨[J].科技创新与应用,2013(22):230.
 - [2]蒋云辉.论砌体结构裂缝产生原因与加固措施[J].四川建材,2008(1):27-28.
 - [3]周景润,刘长海,汪耀武.房屋结构裂缝产生的原因及危害探讨[J].内江科技,2020(7):64-65.
 - [4]李小军.建筑工程砌体结构裂缝产生的原因及防治[J].四川建材,2012(5):73-76.
- 作者简介:张东蕴(1995.3—),男,汉族,毕业学校:石家庄铁道大学,现工作单位:中铁建安工程设计院有限公司。