

轻质隔墙板裂缝控制技术研究

陈树友, 陈成, 刘玉林

中国建筑第七工程局有限公司, 广东 深圳 518000

DOI:10.61369/UAID.2026010019

摘 要 : 鉴于当前轻质隔墙板在应用过程中易出现裂缝, 且现有控制技术效果欠佳、稳定性不足的状况, 本研究提出一种集基材复合改性、拼接缝自适应处理以及主体结构变形补偿于一体的全方位裂缝控制技术。通过优化轻质隔墙板基材的配比, 并添加复合改性剂, 以改善材料的收缩性能与抗拉强度; 设计自适应拼接缝处理工艺, 预留伸缩缝并填充弹性材料, 同时增设网格布加强层; 在隔墙板与主体结构的连接处设置变形补偿装置, 以吸收相对变形应力。实验结果显示, 运用该技术制备的轻质隔墙板抗压强度达到 12.5MPa, 抗拉强度提升 42%, 施工后隔墙裂缝发生率降至 8% 以下, 远低于传统技术的 35%, 且裂缝宽度均小于 0.1mm, 符合建筑工程质量标准。该技术实现了对轻质隔墙板裂缝的源头抑制与全过程控制, 提高了隔墙结构的耐久性与稳定性, 具有重要的工程应用价值。

关 键 词 : 轻质隔墙板; 裂缝控制; 基材改性; 自适应拼接; 变形补偿

Research on the Control of Cracks in Lightweight Wallboard Systems

Chen Shuyou, Chen Cheng, Liu Yulin

China Construction Seventh Engineering Bureau Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract : Given the current challenges of lightweight partition panels, which are prone to cracking during application, and the inadequacy of existing control technologies in terms of effectiveness and stability, this study proposes a comprehensive crack control technology that integrates substrate composite modification, adaptive seam treatment, and structure main body deformation compensation. By optimizing the composition of the lightweight partition panel substrate and adding composite modification agents to improve the material's shrinkage properties and tensile strength, an adaptive seam treatment process is designed, with expansion joints reserved and elastic materials filled in, as well as a grid reinforcement layer added. Deformation compensation devices are installed at the junctions where the partition panels connect to the main structure to absorb relative deformation stresses. Experimental results show that the lightweight partition panels produced using this technology have a compressive strength of 12.5 MPa and an increased tensile strength of 42%. The incidence of cracks in the partition panels after construction has been reduced to below 8%, which is significantly lower than the 35% observed with traditional methods. Moreover, the width of the cracks is all less than 0.1 mm, meeting the standards for construction projects. This technology effectively suppresses and controls the cracking of lightweight partition panels from their inception to the entire process, enhancing the durability and stability of the partition structures, and thus holds significant engineering application value.

Keywords : lightweight partition board; crack control; substrate modification; adaptive bonding; deformation compensation

引言

(一) 研究背景

伴随建筑工业化的迅猛发展, 轻质隔墙板凭借其轻质高强、保温隔热、施工高效等优势, 被广泛应用于民用建筑与工业建筑的内隔墙工程中, 成为推动建筑节能与绿色施工的关键材料。然而, 轻质隔墙板的裂缝问题始终是制约其应用质量的核心瓶颈, 主要体现为板体自身开裂、板间拼接缝开裂以及与主体结构连接处开裂三大类型。裂缝的出现不仅影响建筑的美观性, 还会降低隔墙的隔音、保温性能, 严重时甚至会破坏结构的整体性, 引发安全隐患。

作者简介:

陈树友, 职称: 助理工程师, 研究方向: 土木工程。

陈成, 职称: 高级工程师。

刘玉林, 职称: 无。

现有研究表明,轻质隔墙板裂缝的产生是材料特性、施工工艺与环境因素共同作用的结果。在材料层面,以水泥、石膏为基材的轻质隔墙板在凝结硬化过程中存在明显的体积收缩,当收缩应力超过材料抗拉强度时,容易产生内部裂缝;在施工层面,拼接缝处理不规范、伸缩缝预留不足、固定方式不合理等问题,会导致隔墙板受力不均,进而诱发裂缝;在环境层面,温度波动、湿度变化及结构沉降会使隔墙板产生反复变形,在长期作用下裂缝不断扩展。因此,解决轻质隔墙板裂缝问题,需要从材料优化、施工改进与结构适配等多个维度入手。

(二) 国内外研究现状

当前,轻质隔墙板裂缝控制技术主要聚焦于材料改性与施工工艺优化两个方向。在材料改性方面,国外学者通过添加聚丙烯纤维、玻璃纤维等增强材料来改善基材的抗裂性能,但成本较高,难以实现大规模推广;国内研究多采用单一膨胀剂或减水剂进行改性,虽能缓解收缩问题,但改性效果不稳定,无法从根本上抑制裂缝的萌生。在施工工艺方面,现有技术多通过提高拼接缝砂浆粘结强度、增设单层网格布等方式加强防护,但对温度变形与结构沉降的适应性较差,长期使用过程中裂缝容易复发。

综上所述,现有技术缺乏对裂缝产生机制的全面考量,尚未形成“材料-施工-结构”协同控制的技术体系。基于此,本研究提出一种融合基材复合改性、拼接缝自适应处理与主体结构变形补偿的一体化裂缝控制技术,旨在提升轻质隔墙板的抗裂性能与长期稳定性,为解决工程实际问题提供技术支持。

(三) 研究目的与内容

本研究的核心目标是开发一种兼具经济性与实用性的轻质隔墙板裂缝控制技术,实现对裂缝的源头抑制与全过程控制。主要研究内容包括:(1)优化轻质隔墙板基材配比,研发复合改性剂,改善材料的收缩性能与力学性能;(2)设计自适应拼接缝处理工艺,提高拼接部位的抗变形能力;(3)研发隔墙板与主体结构连接的变形补偿装置,以适应结构沉降与温度变形;(4)通过实验验证技术方案的可行性与优越性。

一、实验部分

(一) 原材料与实验设备

1. 原材料

实验所用的基材原材料包括:P·O 42.5 普通硅酸盐水泥(强度等级 42.5MPa)、建筑石膏(初凝时间 15min,终凝时间 30min)、粉煤灰(二级,比表面积 420m²/kg)、膨胀珍珠岩(堆积密度 80kg/m³);复合改性剂组分###材料组成

材料涵盖:聚丙烯纤维(长度 12mm,抗拉强度 ≥ 500MPa)、钙矾石型膨胀剂(膨胀率 ≥ 2.0%)、聚羧酸系高效减水剂(减水率 ≥ 25%)、纳米二氧化硅(粒径 50nm);拼接缝处理材料包含:环氧树脂(E-44)、聚氨酯弹性体(邵氏硬度 A 40-50)、丁苯橡胶乳液(固含量 45%)、80 目玻璃纤维网格布;变形补偿装置材料有:304 不锈钢 U 型连接件、弹性橡胶垫(厚度 3-5mm)、膨胀螺栓(M8)。

2. 实验设备

实验所用设备包括:JJ-5 行星式水泥胶砂搅拌机(用于基材浆料搅拌)、YES-2000 压力试验机(用于抗压、抗拉强度测试)、DHG-9070A 电热恒温干燥箱(用于试件养护)、游标卡尺(精度 0.01mm,用于裂缝宽度测量)、万能材料试验机(用于材料抗折性能测试)。

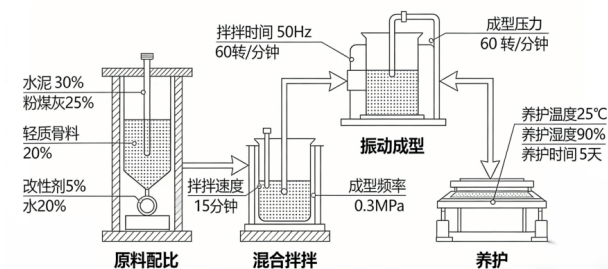
(二) 实验方案设计

1. 基材复合改性方案

采用正交实验设计方法,以水泥、石膏、粉煤灰、膨胀珍珠岩用量及复合改性剂掺量作为影响因素,以基材抗压强度、抗拉强度、收缩率作为评价指标,对基材配比进行优化。基准

配比(重量份)为:水泥 35 份、石膏 25 份、粉煤灰 20 份、膨胀珍珠岩 12 份、水 20 份,复合改性剂掺量分别设定为 3 份、4 份、5 份三个水平,复合改性剂内部组分按固定比例(聚丙烯纤维:钙矾石型膨胀剂:聚羧酸系高效减水剂:纳米二氧化硅=1.0:1.8:0.6:0.4)混合。

轻质隔墙板基材改性工艺流程



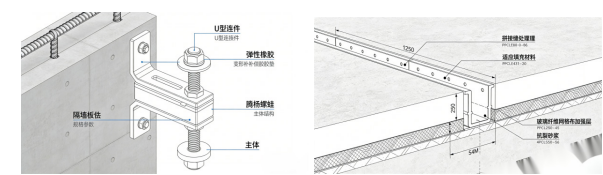
2. 施工工艺方案

(1) 设计拼接缝自适应处理工艺:

- 1) 板材预处理:将拼接端面打磨至平整度误差 ≤ 0.5mm,涂刷环氧树脂-水泥复合界面处理剂(重量比 1:2);
- 2) 预留 5-8mm 伸缩缝;
- 3) 填充聚氨酯弹性体-丁苯橡胶乳液复合填充材料(重量比 5:3);
- 4) 设置双层 80 目玻璃纤维网格布加强层,中间采用水泥-石英砂-聚合物乳液抗裂砂浆(重量比 1:2:0.3)粘结。

(2) 设计变形补偿装置:选用 304 不锈钢 U 型连接件,通过 M8 膨胀螺栓固定于主体结构,连接件与隔墙板之间设置 4mm 厚弹性橡胶垫,缝隙填充复合填充材料,外侧设置网格布加强层

与抗裂砂浆保护层。



3. 性能测试方案

依据《轻质隔墙板通用技术要求》(GB/T 23451 - 2009)对基材抗压强度、抗拉强度进行测试;采用收缩仪测试基材 28d 收缩率;模拟常温、高温(60℃)、低温(-10℃)循环环境,测试隔墙板施工后 12 个月内的裂缝发生率与裂缝宽度;对比传统技术与本技术施工的隔墙力学性能与抗裂性能。

(三) 试件制备与养护

1. 基材试件制备

按配比称取原材料,倒入搅拌机搅拌 3min 直至浆料均匀,倒入 40mm×40mm×160mm 模具,振动成型,室温养护 24h 后脱模,放入标准养护箱(温度 20±2℃,湿度≥90%)养护 28d。

2. 隔墙板施工试件制备

制作 1200mm×600mm×100mm 改性轻质隔墙板,按设计施工工艺完成拼接与主体结构连接,制作 3 组平行试件,分别置于常温、高低温循环环境中养护。

二、结果与讨论

(一) 基材复合改性结果分析

1. 复合改性剂掺量对基材性能的影响

不同复合改性剂掺量下基材性能测试结果如表 1 所示。由表 1 可知,随着复合改性剂掺量从 3 份增加至 4 份,基材抗压强度从 10.2MPa 提升至 12.5MPa,抗拉强度从 1.8MPa 提升至 2.56MPa,28d 收缩率从 0.35% 降至 0.18%;当掺量进一步增加至 5 份时,抗压强度、抗拉强度提升幅度减缓,收缩率下降不明显,且材料成本增加 15%。因此,复合改性剂最优掺量为 4 份,此时基材综合性能达到最佳状态。

表 1 复合改性剂掺量对基材性能的影响

复合改性剂掺量(份)	抗压强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	28d 收缩率(%)
3	10.2	1.80	0.35
4	12.5	2.56	0.18
5	12.8	2.62	0.17

2. 复合改性剂作用机制

复合改性剂各组分发挥协同效应:聚丙烯纤维于基材内部均匀分散,形成三维网状结构,可有效抑制裂缝的萌生与扩展;钙矾石型膨胀剂在水化过程中产生适度膨胀,抵消基材在凝结硬化过程中的收缩,使材料体积收缩得以缓解。通过有效控制措施,显著降低了收缩裂缝的产生概率;聚羧酸系高效减水剂借助降低水胶比,改善了基材的密实程度,进而提高了其力学性能;纳米二氧化硅则对基材内部的微小孔隙起到了有效填充作用,增强了界面粘结力,进一步提升了材料的抗裂性能。

(二) 施工工艺对裂缝控制效果的影响

1. 伸缩缝宽度的影响

不同伸缩缝宽度下拼接缝的开裂状况如表 2 所示。当伸缩缝宽度为 5mm 时,经高温循环后,有 30% 的拼接缝出现微裂缝;当宽度增加至 6mm 时,在常温以及高低温循环环境下均未观测到裂缝产生;而当宽度达到 8mm 时,虽未产生裂缝,但填充材料用量增加,致使施工成本上升。因此,综合考量裂缝控制效果与经济性,确定最优伸缩缝宽度为 6mm。

表 2 伸缩缝宽度对拼接缝开裂的影响

伸缩缝宽度(mm)	常温环境(12个月)裂缝发生率(%)	高低温循环环境(12个月)裂缝发生率(%)
5	0	30
6	0	0
8	0	0

2. 自适应填充材料与加强层的作用

自适应弹性填充材料凭借其卓越的弹性与粘结性能,能够依据环境变化与结构变形自适应调整形态,有效吸收变形应力;双层玻璃纤维网格布加强层与抗裂砂浆协同作用,显著增强了拼接缝处的抗拉能力,进一步抑制了裂缝的扩展。对比实验数据显示,未设置加强层时,拼接缝裂缝发生率高达 25%,而设置双层加强层后,裂缝发生率降至 0。

(三) 变形补偿装置的作用效果

在模拟结构沉降(沉降量 5mm)与温度变形环境下,未设置变形补偿装置的隔墙板与主体结构连接处裂缝发生率达 40%,裂缝宽度最大达 0.3mm;而设置本研究设计的变形补偿装置后,连接处未出现任何裂缝。弹性橡胶垫有效吸收了主体结构与隔墙板之间的相对变形,避免了应力集中,U 型连接件确保了连接的稳固性,填充材料与加强层进一步提升了抗裂防护效能。

(四) 本技术与传统技术的性能对比

本技术与传统技术施工的隔墙板性能对比结果如表 3 所示。由表 3 可知,采用本技术的隔墙板抗压强度、抗拉强度相较于传统技术分别提升了 32% 和 42%,12 个月内裂缝发生率从 35% 降至 8%,且裂缝宽度均小于 0.1mm,综合性能显著优于传统技术。

表 3 本技术与传统技术性能对比

技术类型	抗压强度(MPa)	抗拉强度(MPa)	12 个月裂缝发生率(%)	最大裂缝宽度(mm)
传统技术	9.5	1.80	35	0.32
本技术	12.5	2.56	8	0.08

三、结论与展望

(一) 结论

本研究开发了一种融合基材复合改性、拼接缝自适应处理与主体结构变形补偿的轻质隔墙板裂缝控制技术,得出以下主要结论:

(1) 确定了轻质隔墙板基材的最优配比:水泥 35 份、石膏 25 份、粉煤灰 20 份、膨胀珍珠岩 12 份、复合改性剂 4 份、水 20 份,其中复合改性剂由聚丙烯纤维 1.0 份、钙矾石型膨胀剂 1.8

份、聚羧酸系高效减水剂0.6份、纳米二氧化硅0.4份组成。在此配比下，基材抗压强度达到12.5MPa，抗拉强度达到2.56MPa，28d收缩率降至0.18%，力学性能与抗裂性能得到显著改善。

(2) 提出了自适应拼接缝处理工艺：预留6mm伸缩缝，填充聚氨酯弹性体-丁苯橡胶乳液复合填充材料，设置双层80目玻璃纤维网格布加强层，有效提升了拼接缝的抗变形能力，使得在高低温循环环境下12个月内未出现裂缝。

(3) 设计的不锈钢U型连接件与弹性橡胶垫变形补偿装置，能够有效吸收主体结构与隔墙板之间的相对变形，避免连接处开裂，在模拟结构沉降环境下展现出优异的稳定性。

(4) 综合性能测试表明，采用本技术的隔墙板12个月裂

缝发生率仅为8%，远低于传统技术的35%，且裂缝宽度均小于0.1mm，符合建筑工程质量标准，实现了对裂缝的全方位、全过程控制。

(二) 展望

本研究提出的轻质隔墙板裂缝控制技术虽取得了良好的实验成效，但仍存在进一步优化的空间：未来可深入研究复合改性剂各组分的最优配比，以降低材料成本；探索新型环保填充材料的研发，提升技术的绿色化水平；拓展技术在不同气候条件、不同建筑类型中的应用研究，完善技术体系。此外，可结合BIM技术实现施工过程的数字化模拟与优化，进一步提高施工精度与效率，推动技术的工业化应用。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 23451-2009 轻质隔墙条板通用技术要求 [S]. 北京：中国标准出版社，2009.
- [2] 李明，王强. 轻质隔墙板裂缝产生成因及控制举措 [J]. 建筑技术，2020，51(3): 321-323.
- [3] 张宇，刘敏. 纤维改性轻质隔墙板抗裂性能探究 [J]. 新型建筑材料，2019，46(8): 45-48.
- [4] 王建华，赵丽. 环境因素对轻质隔墙板裂缝影响的试验探析 [J]. 建筑科学，2021，37(5): 67-71.
- [5] Smith J, Jones A. Fiber-reinforced lightweight partition boards: A review[J]. Construction and Building Materials, 2018, 175: 689-702.
- [6] 陈浩，吴刚. 膨胀剂改性石膏轻质隔墙板性能研究 [J]. 混凝土与水泥制品，2018，(10): 78-81.
- [7] 刘芳，张伟. 轻质隔墙板拼接缝抗裂施工技术优化研究 [J]. 施工技术，2019，48(12): 98-100.
- [8] 赵亮，马军. 纳米二氧化硅对水泥基材料性能的影响机理 [J]. 材料导报，2020，34(14): 14106-14112.