

碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的制备及其性能检测研究

陈璐

苏州方正工程技术开发检测有限公司

摘要：目的：本研究致力于开发一种新型的碳纤维绿色建筑节能保温砂浆。方法：通过实验分析方法，在普通硅酸盐水泥基础上，探究碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的制备工艺，并通过保温性能、力学性能、耐久性等测试，验证制备的保温砂浆性能。结果：实验结果表明碳纤维的加入显著提高了砂浆的保温效果，同时保持了良好的力学性能和耐久性。结论：基于本文分析，碳纤维的科学应用，足以为绿色建筑节能材料的开发提供了更多参考。

关键词：碳纤维；绿色建筑；节能保温砂浆；制备工艺；性能分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.040

引言：随着全球能源短缺和环境恶化问题的日益严重，绿色建筑和节能材料的研究与应用成为当今研究的热点。保温砂浆作为建筑领域重要的节能材料之一，其性能的提升对于提高建筑能效、降低能耗具有重要意义。碳纤维以其优异的力学性能和热学性能，成为增强保温砂浆性能的理想选择。基于此，文章研究碳纤维节能保温砂浆制备工艺及分析其性能，对促进绿色建筑可持续发展有积极作用。

一、绿色建筑节能环保材料应用优势

绿色节能环保材料的应用，一方面可以有效降低能源消耗，提升建筑能效，并助力建筑实现节能、绿色环保目标。另一方面，绿色节能环保材料的应用，可以减少温室气体排放，缓解空气污染，并且可以为居民提供更为舒适的居住环江。此外，这些材料多数具备可再生或者可回收特点，其不仅可以降低成本，也有助于实现资源可持续化应用^[1]。

二、碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的制备

现阶段，随着绿色建筑得到迅速发展，越来越多新型建筑材料面世，其中绿色环保节能材料占据明显优势，成为研发的重点。文章在此以碳纤维绿色建筑节能环保砂浆为例，通过实验分析的方式详细阐述该材料制备工艺，并对其性能进行分析，希望为该材料应用提供参考。

（一）材料概述

碳纤维绿色建筑节能保温砂浆是一种创新的建筑材料，利用碳纤维的优异性能，结合环保节能的理念，为建筑提供卓越的保温效果^[2]。其独特的配方设计使得砂浆在保持轻质的同时，拥有出色的隔热性能，有效减少能源消耗。碳纤维的加入还增强了砂浆的力学性能，提高了建筑的耐用性。使用这种保温砂浆，不仅能满足绿色建筑的要求，还能为建筑带来长久的保温效果，是实现可持续发展的重要选择^[3]。

（二）实验材料概述

普通硅酸盐水泥的主要化学组成见下表1所示。文章研究的绿色节能保温砂浆材料，以普通硅酸盐水泥为基础，然后按照一定标准向其中添加碳纤维、河砂、减水剂等材料，最终制作而成。具体来看，制作而成的节能保温砂浆材料组成如下表2所示。

表1 普通硅酸盐水泥主要成分总结表

化学成分	占比量 / %
SiO ₂	23.12
Al ₂ O ₃	7.31
CaO	54.59
MgO ₃	4.28
Fe ₂ O ₃	2.62
SO ₃	2.03
Na ₂ O	0.15
其他组分	5.90

表2 碳纤维绿色建筑节能保温砂浆组成总结表

化学成分	特点	生产厂家
碳纤维	密度为1.63g/cm ³ ；直径为7μm；长度为12mm；抗拉强度为4370MPa；延伸率为4.3%；弹性模量为245GPa	领业建筑科技有限公司
天然河砂	含水量低于0.01%；直径在2—5mm范围内	呈鑫建材有限公司
水	自来水即可	-
高效萘系减水剂	工业级；减水率为39%	顺阳化工科技有限公司
可再分散乳胶粉	FDK-2505；堆积密度为360—420g/L；固含量为98%—100%；粒度为75μm；最低成膜温度-3℃	鑫源纤维素有限公司
普通硅酸盐水泥	P.042.5（主要组分见上表1）	石博士建筑材料有限公司

（三）实验设备概述

该文章主要应用设备如下：101-2A型的电热鼓风干燥箱；型号为D8 ADVANCE的X射线衍射仪；型号为：HITACHI/S4800，放大倍数范围在20万-80万倍期间的冷场扫描电子显微镜；型号为UJZ-15的砂浆搅拌机；型号为WDW-100的微机控制电子万能试验机；型号为DRP-6W的导热系数测定仪以及型号为SP-175的立式砂浆收缩仪。

（四）碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的制备方法

碳纤维绿色建筑节能保温砂浆是一种环保、高效的

建筑材料，它结合了碳纤维的强度和保温砂浆的隔热性能。其制作方法如下：（1）选择适宜的原材料，本文主要应用硅酸盐水泥、轻质骨料、添加剂和碳纤维制作保温砂浆。在选择原材料时，需要遵循行业标准和质量标准，并结合环保要求确定各项参数。（2）材料预处理。将应用的轻质骨料进行破碎处理，并进行筛分，确保粒径分布均匀，碳纤维需要预先进行切割、分散，进而保证其在砂浆中的分散性。（3）混合搅拌。将预处理后的水泥、轻质骨料和添加剂按一定比例加入搅拌设备中，进行充分搅拌。在搅拌过程中，逐渐加入碳纤维，确保碳纤维均匀分布在砂浆中。（4）调整砂浆性能。根据工程需求，通过添加适量的水或其他调节剂，调整砂浆的稠度、流动性和强度等性能。同时，进行砂浆性能测试，确保满足设计要求。（5）质量控制。在制备过程中，要严格控制原材料质量、搅拌时间、砂浆性能等关键参数。制备完成后，对砂浆进行质量检验，确保其质量符合相关标准和设计要求。

结合上文阐述的制备方法，并基于现有标准来看，在制作过程中，科学配比、规范操作是前提。文章研究的砂浆其原料配比如下表3所示。

表3 碳纤维绿色节能保温砂浆原材料配比总结表

原材料组分	具体参数			
碳纤维掺入量 /wt%	0.1	0.3	0.5	0.7
碳纤维 / (kg/m ³)	0.335	1.005	1.675	2.345
乳胶粉液 / (kg/m ³)	6.7			
减水剂 / (kg/m ³)	1.005			
水 / (kg/m ³)	134			
水泥 / (kg/m ³)	335			
河砂 / (kg/m ³)	515			
粉煤灰 / (kg/m ³)	124			

结合上表3分析，乳胶粉掺杂量应保证为水泥质量分数的2%，减水剂的使用量不得超过水泥质量分数的0.3%，同时需要保证水胶比为0.4。在制作过程中，将碳纤维、乳胶粉、70%的水泥和水按照一定比例放入搅拌机中，开启搅拌机搅拌30s，此过程中确保碳纤维不会出现打结或者缠绕情况。然后将剩余的水泥、水、河砂和粉煤灰加入搅拌机，再次开启机器搅拌2min，完成搅拌后将其合理放置备用，并全面清理搅拌机，确保内壁上残留的砂浆被处理干净。最后将制作而成的样品放入模具内，借助振动仪器振动直到其出浆，达到标准后妥善放置进行24h养护，达到时间后科学拆模。养护过程中，应保证温度为(20±3)℃、相对湿度在60%—80%范围内。

三、性能分析

(一) 样品性能测试

基于相关标准来看，制作完成之后，需要对制作的保温砂浆进行性能测试，如此才能得出满足标准的砂浆配比，高效辅助工程施工。文章对样品进行抗压性、抗

折强度、导热系数以及线收缩性能进行测试。抗压测试过程中，借助电子万能试验机辅助完成，设定加载速率为0.1mm/s，试样尺寸为70mm×70mm×70mm。为了便于分析，抗压试验的结果精确到0.1MPa。抗折强度测试过程中，设定试样尺寸为40mm×40mm×160mm，抗压强度参数和加载速率保持一致。导热系数测定过程中，保持室温环境，借助导热系数测定仪完成检测。线收缩性能则应用立式砂浆收缩仪完成检测。

(二) 结果及讨论

1. 表观密度测试结果

随着碳纤维掺杂量逐渐增加，最终测得的表观密度分别为3113kg/m³、2951kg/m³、2733kg/m³以及1872kg/m³。从中可知，随着碳纤维增加，其呈现先降低后略微升高的趋势。当碳纤维掺杂量0.5%（质量分数）时，保温砂浆的表观密度最低，在碳纤维掺杂里昂为0.1%时，表观密度最高。

深入分析可知，表观密度之所以降低是由于碳纤维的加入使得水泥流失和分散程度下降以及碳纤维自身密度较小（密度为1630kg/cm³），这会导致制作成的保温砂浆密度下降。砂浆应用过程中，稠度对其施工性能有直接影响，稠度升高代表性能越好，但本次制作的保温砂浆由于碳纤维的掺入，一旦按照过高稠度进行制作，会由于碳纤维加入量较多，而影响其和易性，进而影响施工性能。

2. 力学性能测试

下图1为抗压性能检测结果，结合图示来看，随着碳纤维掺杂量增加，在3、7、28天的保温龄期内，抗压强度呈现升高下降趋势。在28天龄期，碳纤维掺杂量为0.5%时，抗压强度最大为46.4MPa，相较其他掺杂量比例，其具备明显优势。

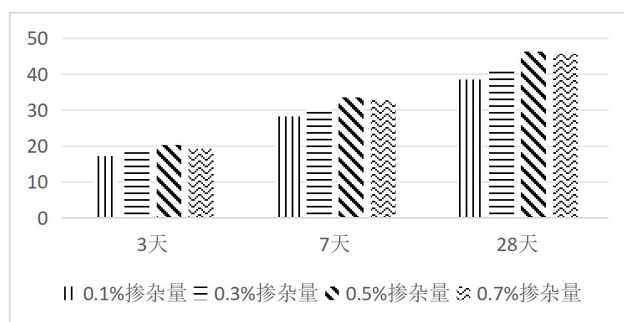


图1 碳纤维绿色节能保温砂浆的抗压强度图示

随着养护时间增加，抗折强度呈现先升高后降低的趋势（具体内容见下图2所示）。当碳纤维的掺入量为0.5%时，其抗折强度达到最大，此时为6.8MPa，相较碳纤维掺入量为0.1%时的5.3MPa，显著提升。深入分析可知，碳纤维的加入，在硅酸盐水泥中分散分布，其在一定程度上增加其结合强度，也可以有效阻止裂缝产生，尤其是砂浆受力时，碳纤维的分布可以阻碍其开裂。但随着碳纤维含量增加，过量的碳纤维在搅拌中出现打结

缠绕情况，此时会影响砂浆的抗折强度。

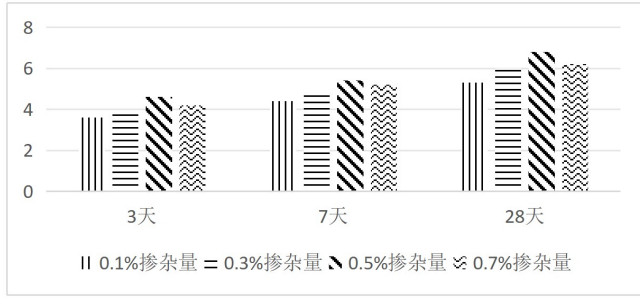


图2 碳纤维保温砂浆的抗折强度图示

3. 导热性能测试

随着碳纤维掺杂量的增大，保温砂浆的导热系数呈现先降低后增大的趋势（见下图3所示）。结合下图来看，当碳纤维的掺杂量为0.5%（质量分数）时，保温砂浆的导热系数达到最低值，此时保温性能最佳。但随着碳纤维掺杂量增加，过量的碳纤维会导致表观密度增加，反而降低其保温性能。

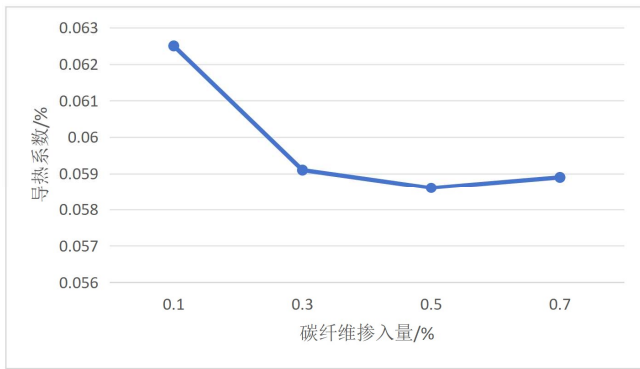


图3 碳纤维保温砂浆的导热系数测试结果图示

4. 收缩性能测试

随着碳纤维掺杂量的增加，保温砂浆的线性收缩率持续下降（见下图4所示）。当碳纤维的掺杂量为0.1%（质量分数）时，保温砂浆的线性收缩率为0.12%；当碳纤维的掺杂量提高至0.7%（质量分数）时，线性收缩率降低至0.04%。

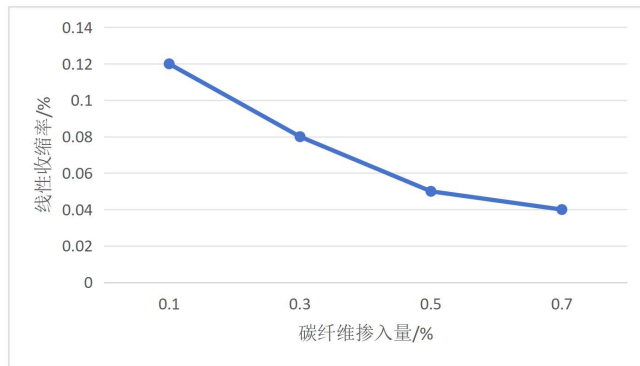


图4 碳纤维保温砂浆的收缩率测试结果图示

四、碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的制备及性能分析注意事项

（一）制备方面

1. 原料选择与质量控制

在制备碳纤维绿色建筑节能保温砂浆时，原料的选择至关重要。应确保使用的碳纤维具有良好的力学性能和热稳定性，同时要注意其长度、直径和分散性。此外，对于其他原料如胶凝材料、保温骨料和添加剂等，也应选择质量稳定、性能可靠的产品。在原料使用前，还应进行必要的检测，确保其符合制备要求，从而保证最终产品的性能。

2. 制备工艺与控制参数

制备工艺对碳纤维绿色建筑节能保温砂浆的性能有着决定性影响。在制备过程中，应严格控制搅拌时间、搅拌速度和温度等参数，确保各种原料充分混合均匀。同时，对于碳纤维的加入方式、加入时机和分散处理等也应有明确的规定和操作要求，以防止碳纤维的团聚和分散不均。

3. 环保与安全措施

制备过程中，应注意环保和安全隐患。对于可能产生的粉尘、废水和废气等，应采取有效的处理措施，减少对环境的污染。同时，应严格遵守安全操作规程，确保操作人员的安全。

（二）性能分析方面

在分析碳纤维绿色建筑节能保温砂浆性能时，需关注其关键性能指标，如导热系数、抗压强度、黏结力等。这些指标直接影响了保温效果和材料的使用寿命。此外，纤维的分散性和与基材的相容性也至关重要，它们决定了砂浆的整体性能和稳定性。同时，砂浆的环保性能和长期耐久性也不容忽视，这关系到绿色建筑的可持续发展。

结语

本研究成功制备了碳纤维绿色建筑节能保温砂浆，并对其性能进行了全面研究。实验结果表明，碳纤维的加入不仅提高了砂浆的保温效果，还增强了其力学性能和耐久性，但也需要综合性思考各性能需求。同时在制备和性能分析过程中，科学选择原材料、控制制备工艺及参数以及重视环保和安全性，并遵循科学、认真态度进行性能分析是重点。综合本文分析结果来看，当碳纤维掺杂量为0.5%（质量分数）时，制作而成的保温砂浆性能最佳。

参考文献

[1] 吴崇可, 毛澳朋. 浅析节能减排背景下无机保温砂浆在历史建筑修缮的应用前景[J]. 建设科技, 2023, 22(18): 75-78.

[2] 赵洪武. 外墙保温节能技术在建筑施工中的应用[J]. 房地产世界, 2023, 31(14): 139-141.

[3] 包得祥. 不同比重玻化微珠制备的保温砂浆性能对比[J]. 甘肃科技纵横, 2023, 52(12): 36-40+51.