

预拌砂浆的性能优化及其在建筑材料管理中的关键作用

黄远建

广州市东浦建材有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025030025

摘 要： 本文围绕预拌砂浆展开，介绍其组成成分及各成分对性能的影响，阐述多维度评价模型的重要性，探讨材料改性优化策略、制备工艺关键因素，还涉及性能测试验证方法及在建材管理中的应用，包括质量监控、成本控制、碳排放模型构建和循环经济模式探索等内容。

关 键 词： 预拌砂浆；性能优化；建材管理

Performance Optimization of Ready-Mixed Mortar and Its Key Role in Building Materials Management

Huang Yuanjian

Guangzhou Dongpu Building Materials Co., LTD., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This article focuses on ready-mixed mortar, detailing its components and the impact of each component on performance. It highlights the importance of multi-dimensional evaluation models, explores strategies for material modification and optimization, and examines key factors in preparation processes. Additionally, it covers methods for performance testing and validation, as well as their applications in building materials management, including quality monitoring, cost control, carbon emission model construction, and the exploration of circular economy models.

Keywords： ready-mixed mortar; performance optimization; building materials management

引言

随着建筑行业的发展，预拌砂浆在建筑工程中的应用日益广泛。2016年发布的《绿色建筑行动方案》强调了建筑材料的可持续发展和性能优化的重要性。预拌砂浆作为建筑材料的重要组成部分，其性能直接影响建筑工程质量。从材料组成看，水泥、骨料等各组分相互作用影响其性能；从评价模型角度，涵盖多维度关键参数的模型对性能优化至关重要；材料改性、水胶比控制等工艺环节也影响其性能。同时，性能优化后的测试验证以及在建筑材料管理中的应用，如质量监控、成本控制、碳排放分析和循环经济探索等方面都体现了预拌砂浆性能优化的重要性和必要性。

一、预拌砂浆的性能优化基础理论

（一）预拌砂浆材料组成及特性

预拌砂浆主要由水泥、骨料、掺合料与外加剂等组成。水泥是重要胶凝材料，其品种和强度等级影响砂浆强度和凝结时间等性能^[1]。骨料包括细骨料和粗骨料，细骨料的颗粒级配、含泥量等对砂浆的和易性和强度有重要影响，粗骨料的粒径和形状也会影响砂浆的工作性。掺合料如粉煤灰、矿渣粉等，可改善砂浆的工作性，提高后期强度，同时降低成本^[1]。外加剂包括减水剂、保水剂、引气剂等，减水剂可减少用水量，提高砂浆强度；保水剂能防止水分过快流失，保持砂浆的工作性；引气剂可引入微小气泡，改善砂浆的和易性和抗冻性^[1]。这些组分之间相互作用，协同影响预拌砂浆的性能。

（二）性能优化评价指标体系

建立涵盖流动度、粘结强度、抗渗性等关键参数的多维度评价模型对于预拌砂浆性能优化至关重要。流动度是衡量砂浆施工性能的关键指标，直接影响其在施工过程中的操作性和填充性^[2]。合适的流动度可确保砂浆均匀地填充在缝隙和基层表面，保证施工质量。粘结强度体现了砂浆与基层材料的结合能力，是保证建筑结构整体性和稳定性的重要因素。高粘结强度可防止砂浆层与基层脱离，提高结构的耐久性。抗渗性则关系到砂浆抵抗水分渗透的能力，对于建筑物的防水性能有重要影响。良好的抗渗性可避免水分侵入，减少因受潮导致的结构损坏和材料性能劣化。综合考虑这些关键参数，构建科学合理的评价模型，有助于全面评估预拌砂浆的性能。

二、预拌砂浆性能优化方法研究

（一）材料改性优化策略

预拌砂浆的材料改性优化策略主要包括聚合物改性、纳米材料添加及工业固废掺用等方面。聚合物改性是通过在砂浆中添加聚合物乳液或可再分散乳胶粉，可有效改善砂浆的粘结性、柔韧性和抗裂性等性能^[3]。纳米材料具有独特的物理和化学性质，添加到预拌砂浆中能够细化孔隙结构，提高砂浆的强度和耐久性。工业固废的掺用不仅可以解决固废处理问题，还能在一定程度上改善砂浆性能。例如，粉煤灰的掺入可提高砂浆的工作性和后期强度，矿渣粉则有助于增强砂浆的抗侵蚀能力。这些材料改性方法为预拌砂浆性能优化提供了多种技术创新路径。

（二）制备工艺参数优化

水胶比控制是预拌砂浆制备工艺中的关键因素。适宜的水胶比可确保砂浆具有良好的工作性和强度发展。若水胶比过大，会导致砂浆强度降低、收缩增大；反之则会使砂浆流动性变差，难以施工^[4]。搅拌工艺优化同样重要。合理的搅拌时间和速度能使各组分充分混合均匀，促进水化反应的进行。搅拌时间过短，材料混合不充分，影响砂浆性能；过长则可能破坏已形成的结构。养护条件调控也不容忽视。合适的养护温度和湿度能为砂浆强度发展提供良好环境，避免因养护不当出现裂缝等缺陷，进而提升预拌砂浆的综合性能。

三、性能优化效果验证与评价

（一）物理力学性能测试

1. 新型砂浆抗压强度实验设计

预拌砂浆性能优化后需对其物理力学性能进行测试验证。针对新型砂浆抗压强度，采用正交试验法设计实验。确定影响因素及水平，如水泥用量、砂的细度模数、外加剂种类及掺量等。按照正交表安排试验组合，制备不同配比的砂浆试件。在标准养护条件下养护至规定龄期后，使用压力试验机对试件进行抗压强度测试。通过对测试数据的分析，研究不同配比方案下砂浆抗压强度的差异，为确定最佳配比提供依据，从而评价性能优化的效果^[5]。

2. 界面粘结性能提升验证

采用 X 射线断层扫描技术对基体 - 砂浆界面过渡区强化效果进行量化分析。该技术能够提供界面微观结构的详细信息，通过对不同条件下界面的扫描，可以直观地观察到优化措施对界面粘结性能的影响。通过分析扫描结果的相关参数，如孔隙率、相分布等，可以定量地评估界面过渡区的强化程度。对比优化前后的数据，能够清晰地看到界面粘结性能的提升效果，为预拌砂浆性能优化的有效性提供有力的证据，这对其在建筑材料管理中的应用具有重要意义^[6]。

（二）耐久性综合评价体系

1. 冻融循环耐受性试验

冻融循环耐受性试验是耐久性综合评价体系的重要组成部分

分。通过模拟实际环境中的冻融循环过程，观察预拌砂浆的性能变化。在试验中，需严格控制冻融循环的温度、时间间隔等条件，以确保试验结果的准确性和可靠性。同时，对不同配方的预拌砂浆进行对比试验，分析其微观孔结构特征在冻融循环过程中的演变规律。结合试验数据，建立基于微观孔结构特征的耐久性预测模型，为预拌砂浆在实际工程中的应用提供理论依据。通过冻融循环耐受性试验，可以全面评估预拌砂浆的耐久性，为其性能优化提供方向，进一步发挥其在建筑材料管理中的关键作用^[7]。

2. 氯离子渗透防护机制研究

采用电化学阻抗谱法评估不同改性砂浆的防腐性能。该方法通过测量砂浆在电解质溶液中的阻抗，获取其电学特性信息，从而反映砂浆内部结构和界面的变化。对于改性砂浆，其防腐性能的提升可能体现在对氯离子渗透的抑制上。通过对比不同改性砂浆与未改性砂浆的电化学阻抗谱，可以分析出改性措施对砂浆微观结构的影响，以及这种影响如何作用于氯离子渗透防护机制。例如，某些改性成分可能填充了砂浆内部的孔隙，减少了氯离子传输的通道，从而在电化学阻抗谱上表现出更高的阻抗值，这意味着更好的防腐性能^[8]。

四、预拌砂浆在建材管理中的关键作用

（一）质量管理维度

1. 标准化生产流程构建

集中拌制工艺是预拌砂浆标准化生产流程的关键环节。该工艺能够确保原材料在精确计量和严格控制条件下充分混合，有效提升材料的均质性^[9]。通过先进的设备和科学的工艺流程，使得各种成分均匀分布，避免了因人工搅拌不均导致的质量波动。这种均质性不仅保证了预拌砂浆在施工过程中的性能一致性，而且对提高建筑结构的整体质量和稳定性具有重要意义。同时，集中拌制工艺的严格质量控制体系，能够实时监测和调整生产参数，进一步确保了预拌砂浆质量的稳定性，减少了因质量问题而产生的工程隐患，为建筑工程的顺利进行提供了可靠保障。

2. 实时质量监控系统设计

预拌砂浆在建材管理中具有关键作用，特别是在质量管理维度的实时质量监控系统设计方面。物联网传感技术为砂浆稠度在线监测带来创新应用^[10]。通过在预拌砂浆生产过程中安装合适的传感器，能够实时获取砂浆稠度等关键质量数据。这些数据可传输至监控系统进行分析处理，及时发现质量异常情况。例如，当稠度偏离设定标准时，系统能迅速发出警报，以便生产人员及时调整生产参数，确保预拌砂浆质量稳定。同时，该系统还可对历史数据进行存储和分析，为优化生产工艺提供依据，进一步提升预拌砂浆的质量和生产效率，从而更好地满足建筑工程对材料质量的严格要求。

（二）成本控制维度

1. 供应链优化模型构建

预拌砂浆在建材管理中对成本控制至关重要。在供应链优化

模型构建方面，基于 JIT 理论建立砂浆供应量动态预测系统是关键。该系统需综合考虑建筑项目的进度、不同施工阶段对预拌砂浆的需求特点等多种因素。通过分析历史数据和实时施工信息，精准预测砂浆的用量和供应时间。这有助于避免因供应不足导致的工程延误成本，以及过度供应带来的库存积压成本。同时，该系统能优化供应链各环节的衔接，使原材料采购、生产、运输和配送更加合理高效，减少不必要的中间环节和浪费，从而实现预拌砂浆在建材管理中的成本控制目标，提升整个建筑项目的经济效益。

2. 全生命周期成本分析

全生命周期成本分析（LCCA）是评估预拌砂浆在建材管理中成本控制作用的重要方法。从原材料获取到生产、运输、使用以及最终处置，每个阶段都涉及成本。在原材料阶段，采用工业固废掺用可降低成本。工业固废的利用减少了对传统原材料的依赖，其本身成本相对较低。生产过程中，合理的配方优化和工艺控制可提高生产效率，降低能耗成本。运输环节，预拌砂浆的集中生产和配送模式可减少运输次数和成本。在使用阶段，其良好的性能可减少施工损耗和返工成本。最终处置时，符合环保要求的处置方式虽有成本，但从全生命周期来看，综合考虑各阶段成本，工业固废掺用的预拌砂浆可带来显著的经济效益。

（三）可持续管理维度

1. 碳足迹核算体系研究

预拌砂浆从原料获取到施工应用的全过程碳排放模型构建至关重要。在原料获取阶段，需考虑原材料生产、运输等环节的碳排放。例如，水泥生产过程中因能源消耗会产生大量二氧化碳。在生产过程中，设备运行、能源使用等也会带来碳排放。而运输环节，运输工具的能耗以及运输距离都影响着碳排放量。对于施

工应用阶段，砂浆的使用量、施工方式以及施工设备的能源消耗等都与碳排放相关。通过对这些环节的详细分析和量化，构建准确的碳排放模型，能够为预拌砂浆的可持续管理提供科学依据，有助于减少其碳足迹，实现建材管理的绿色化和高效化。

2. 循环经济模式探索

在循环经济模式探索方面，建筑垃圾再生骨料在预拌砂浆中的应用是关键。其可通过闭环生产系统实现资源化利用。将建筑垃圾进行分类处理后，提取其中适合作为骨料的部分。这些再生骨料经过加工处理，可部分替代天然骨料用于预拌砂浆生产。这不仅减少了建筑垃圾对环境的压力，还降低了对天然骨料的依赖，符合可持续发展理念。同时，在生产过程中，应优化工艺参数，确保含有再生骨料的预拌砂浆性能满足建筑要求。通过这种方式，构建起建筑材料从生产到使用再到回收利用的循环链条，促进建材管理在循环经济模式下的可持续发展。

五、总结

预拌砂浆性能优化对建筑工程质量提升至关重要。通过优化其性能，能更好地满足建筑施工需求，提高结构稳定性与耐久性。在建筑材料管理方面，它推动了标准化与智能化转型。精准的配比优化可基于大数据分析实现，这有助于提高材料性能的一致性和可靠性。同时，在智能建造场景下，管理模式创新也成为可能，例如利用智能设备实时监测和控制砂浆的生产与使用过程。预拌砂浆性能优化不仅关乎建筑质量本身，还对整个建筑材料管理体系的升级有着深远影响，是未来建筑行业发展的关键要素之一。

参考文献

[1] 史笑. 钛石膏基砂浆性能与应用研究 [D]. 广州大学, 2021.
[2] 高勇. 气泡水机设计及其性能优化 [D]. 四川大学, 2021.
[3] 李奥. 预混合液态金属 & 石墨 / 硅橡胶复合材料的性能分析与优化 [D]. 西南交通大学, 2022.
[4] 夏志庆. 柔性 OLED 屏幕卷曲行为研究及其性能优化 [D]. 华中科技大学, 2021.
[5] 王刚. 在役钢轨状态监测中压电超声换能器性能优化研究 [D]. 兰州理工大学, 2023.
[6] 徐驰. 机制砂在预拌砂浆中的应用 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(19): 4-6.
[7] 冯俊. 预拌砂浆在建筑施工中的应用 [J]. 建筑·建材·装饰, 2024(5): 178-180.
[8] 罗云川, 宁桥. 预拌砂浆在建筑工程中的应用 [J]. 砖瓦世界, 2022(24): 85-87.
[9] 张焯. 预拌砂浆检测技术研究 [J]. 建筑技术开发, 2021, 48(2): 49-50.
[10] 张振. 预拌砂浆推广应用之我见 [J]. 散装水泥, 2022(3): 10-12.