

泡沫混凝土及其组合物和形成方法



能源和环境

建筑和施工技术

节能/发电/管理/储存 (电池)

碳中和

废物处理/管理

机会

建筑业是全球温室气体排放的主要贡献者，占总量的25%至38%，其中水泥生产和建筑运营是重要排放源。要在2050年前实现碳中和，需要创新的低碳建筑材料。泡沫混凝土因其全生命周期碳减排潜力而成为一种有前景的解决方案，它所需原材料更少，制造过程中碳排放比传统混凝土减少约50%，并且优异的隔热性能可降低建筑运行能耗。然而，其广泛应用面临两个关键挑战。首先，混凝土凝固前的泡沫稳定性至关重要；常用的泡沫稳定剂如纳米材料或聚合物成本高昂，而价格低廉的表面活性剂往往稳定性不足，导致气泡粗化、排液和破裂。其次，使用传统的普通硅酸盐水泥（OPC）会加剧环境问题，因为其碳足迹高且凝固时间长，后者会延长气泡可能坍塌的周期，从而对泡沫稳定性产生负面影响。因此，市场亟需一种可持续、成本效益高的泡沫混凝土，既能增强泡沫稳定性，又能降低其全生命周期的碳排放。

技术

本专利通过引入一种新型泡沫混凝土组合物及方法来解决这些挑战，该技术利用两种关键的可持续成分：石灰石煅烧粘土水泥（LC³）和废发动机油（UEO）。LC³作为一种低碳胶凝材料，由熟料、石灰石和煅烧粘土混合而成。与OPC相比，每吨LC³可减少30-50%的二氧化碳排放，并且凝固时间更短（约6小时，而OPC为7小时），这有助于通过缩短气泡易坍塌的时间来稳定泡沫结构。UEO是一种丰富的工业废物，可作为高效且低成本的泡沫稳定剂。其高粘度和长烃链增加了泡沫流体的粘度，增厚了高原边界（气泡间的液体通道），增强了对排液和机械应力的抵抗能力。UEO中的活性磺酸基团还促进了塑化效应，确保泡沫均匀性并形成精细的孔结构。本发明确定了UEO的最佳掺量（具体为生成泡沫重量的1%）以最大化稳定性；超过此阈值可能导致消泡行为。该方法包括：分别制备UEO增强型泡沫混合物（通过混合发泡剂、UEO和水）和LC³水泥浆，然后将两者混合形成均匀混合物，经养护后得到最终泡沫混凝土。这种组合利用废物增值和低碳水泥，创造出一种稳定、高性能的绝缘材料。

优势

- 增强泡沫稳定性: 最佳掺量（1 wt.%）的UEO显著延长泡沫寿命，增加泡沫坍塌起始时间（Tt），并在硬化混凝土中形成更厚、更均匀的气泡膜以及更小、更均质的孔结构。
- 改善机械和热性能: 掺入1 wt.% UE0可使抗压强度提高约15%，导热系数降低约16%（与未添加UE0的参考泡沫混凝土相比），从而获得更好的结构完整性和更优异的隔热性能。

备注

IDF: 1530

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

4

发明人

刘特斌教授

陈华国博士

梁恺康

查询: kto@cityu.edu.hk

Proof Concept

Proof Concept

Follow-on

Build Value

- 显著碳减排: 使用LC³水泥比OPC减少30-50%的碳排放。泡沫混凝土优异的隔热性能进一步降低了建筑供暖和制冷的运行能耗需求。
- 废物增值与成本效益: 利用废发动机油这种丰富的工业废物作为高性能泡沫稳定剂, 提供了昂贵的纳米材料或聚合物的低成本替代方案, 并解决了废物处理问题。
- 更快的凝固时间: LC³水泥比OPC凝固更快 (约6小时), 这提高了生产效率, 缩短了施工时间, 并通过减少硬化前的脆弱期来增强泡沫稳定性。
- 轻质特性: 低密度特性减少了材料用量, 便于处理和运输, 并降低了建筑结构荷载。

应用

- 建筑保温: 用作住宅、商业和工业建筑中墙体、屋顶和地板的轻质隔热材料, 以提高能源效率。
- 非承重结构: 用于隔墙、填充板和空隙填充, 其中高抗压强度不是主要要求。
- 可持续建筑项目: 用于绿色建筑和旨在获得LEED或类似认证的项目, 这些认证优先考虑低碳和回收材料含量。
- 废物管理整合: 用于循环经济倡议, 将废发动机油等工业废物流升级回收为有价值的建筑产品。
- 改造与翻新: 由于其轻质和绝缘特性, 可用于为现有结构添加保温层。

