

膨胀珍珠岩—有机脂肪酸相变储能复合材料的相变分析

作者：朱明峰

耐驰科学仪器商贸（上海）有限公司

珍珠岩是一种火山喷发的酸性熔岩，经急剧冷却而成的玻璃质岩石，因其冷凝后具有圆弧形裂纹结构而得名。珍珠岩的主要分成是 SiO_2 (70-75%)、 CaO (<2.0%)、 Al_2O_3 (12-16%)、 Na_2O (<5%)、 K_2O (<5%)、 Fe_2O_3 (<1.5%) 和 H_2O (2-6%)。

当酸性熔岩喷发出地表时，由于岩浆骤冷而具有高粘度，使大量水蒸气和可挥发性物质未能从岩浆逸散而存于玻璃质中。当焙烧达到软化温度时，玻璃质中结合水和可挥发性物质气化产生压力，使其体积迅速膨胀。在玻璃质冷却至软化温度以下时，便凝成空腔结构，形成多孔的膨胀珍珠岩。因此玻璃质是引起珍珠岩膨胀的先决条件，水和可挥发性物质是引起珍珠岩膨胀的内在原因，焙烧温度和时间是引起珍珠岩膨胀的必要外部条件。

影响珍珠岩膨胀行为有以下几方面因素：(1) SiO_2 和 Al_2O_3 是导致珍珠岩在高温下软化并呈现一定粘度的主要成分；(2) $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比例的增加可降低高温下珍珠岩的粘度；(3) $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 含量的增加会降低珍珠岩的膨胀倍数；(4) 包含了原料矿砂的粒度、预热温度和时间、膨胀温度和时间等生产工艺条件。

膨胀珍珠岩是一种质地轻、内部呈蜂窝状的白色颗粒，无毒、无味、不燃、不腐烂、不溶于强酸碱、微溶于 HF。由于其独特的微孔结构，使其具有很强的吸附作用和隔热作用，常用在保温隔热、吸音板、过滤材料、吸附材料、农药缓释剂等领域。利用无机多孔材料作为载体吸附有机脂肪酸来制备蓄热复合相变材料现已成为当前开发高效节能环保建筑材料的研究热点，而利用膨胀珍珠岩多孔基体与有机脂肪酸进行物理复合、封装便是其研究热点之一。由于该类相变复合材料在节能建筑领域具有积极的应用前景，所以选择具有合适相变温度、较大相变热焓以及较为稳定的脂肪酸就显得尤为重要。

本文在此介绍一种以癸酸、肉豆蔻酸按一定比例混合作为复合脂肪酸相变材料，将其与膨胀珍珠岩进行物理混合吸附。利用德国耐驰差示扫描量热仪 DSC 200 F3 研究了其在升降温过程中的可逆相变行为。

测试条件：

- 样品质量：CA-LA/EP：18.32 mg; G-CA-LA/EP-30%：18.97 mg
- 仪 器：Netzsch DSC 200 F3
- 传 感 器：T型
- 温 度 范 围：0~45°C
- 升温速率：2 K/min
- 坩 坩：Al，加盖密闭
- 气 氛： N_2 ，20 ml/min
- 冷 却： LN_2

测量结果

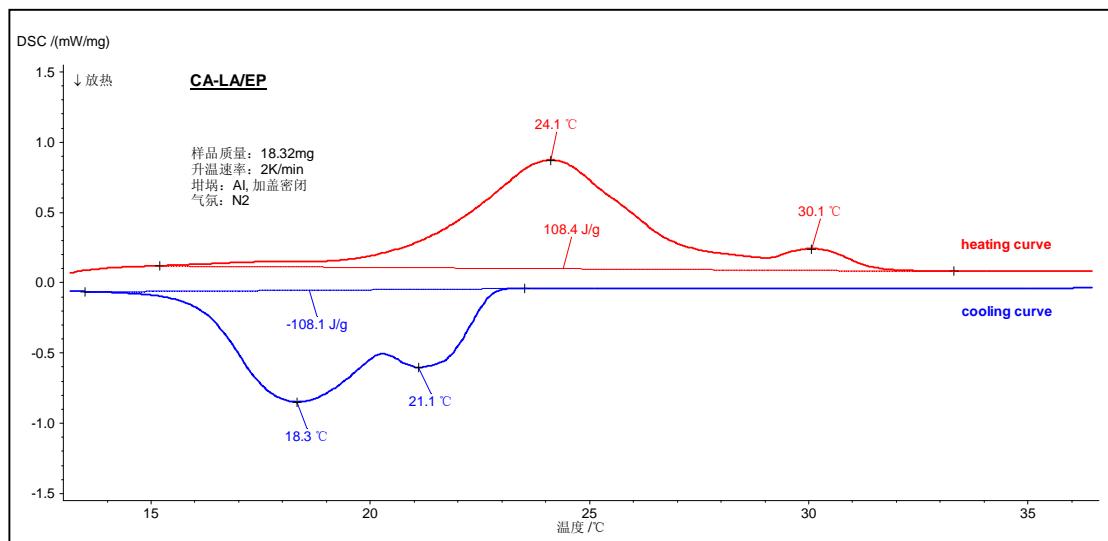


图1 癸酸-肉豆蔻酸-膨胀珍珠岩复合材料的 DSC

如图 1 所示，升温过程中位于 24.1°C、30.1°C 处的吸热峰为混合脂肪酸（癸酸-肉豆蔻酸）的熔融，在降温曲线上位于 21.1°C、18.3°C 处的放热峰为混合脂肪酸的凝固，整个升降温过程属于混合脂肪酸的可逆相变过程，熔融热焓和凝固热焓分别为 108.4J/g、-108.1J/g。

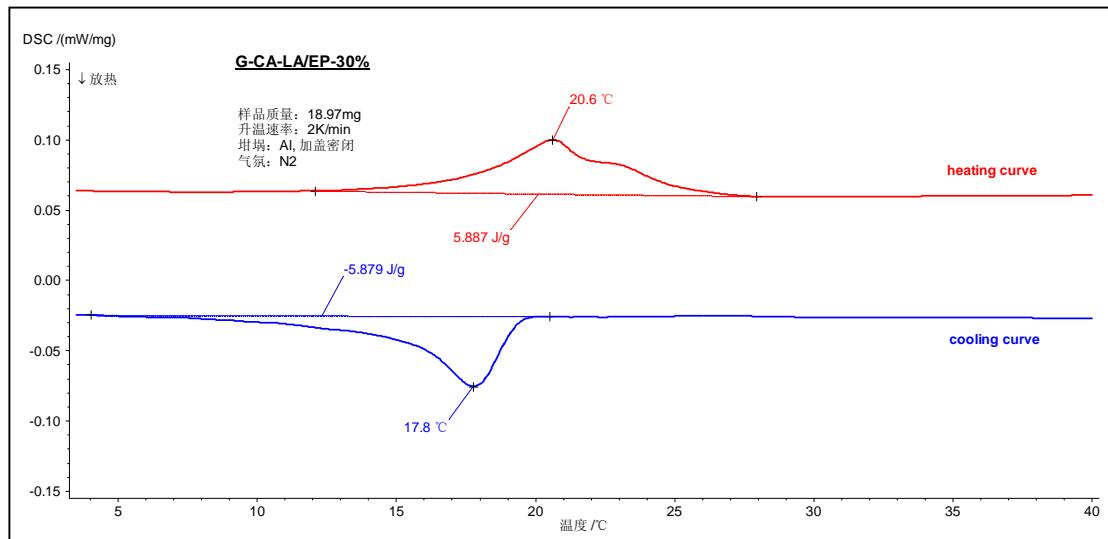


图2 石膏-癸酸-肉豆蔻酸-膨胀珍珠岩复合材料的 DSC

类似情况也出现在图 2 中，在升温曲线上位于 20.6°C 和降温曲线上位于 17.8°C 的吸、放热峰分别对应混合脂肪酸的熔化与凝固过程，整个升降温过程对应的可逆相变热焓分别为 5.887J/g 和-5.879J/g。

上述两种膨胀珍珠岩—脂肪酸复合材料在 DSC 图谱上的差别，可归结于两种脂肪酸混合比例的不同。在特定组成比例下，癸酸-肉豆蔻酸混合能够形成低共熔混合物，其中 CA-LA/EP 中癸酸与肉豆蔻酸混合比例应该是远离于该低共熔混合物的特定组成比例，而 G-CA-LA/EP-30% 中癸酸-肉豆蔻酸的混合比例应该是十分接近其特定组成比例，所以在 DSC 曲线近似地只表现出一个特征的熔融-凝固可逆相变。