

# 粉煤灰储能复合材料的实验研究

蒋达华<sup>1</sup>, 石发恩<sup>1</sup>, 任如山<sup>2</sup>, 赵运超<sup>1</sup>

(1. 江西理工大学 建筑与测绘工程学院, 江西赣州 341000;

2. 江西理工大学 资源与环境工程学院, 江西赣州 341000)

**摘要:**通过吸附、熔融浸滞将粉煤灰、月桂酸复合制备得到复合相变储能材料。通过 DTA/TG、SEM 测试分析, 相变储能材料的相变峰值温度为 46.01℃, 且在 44.0℃~55.0℃范围内有一个较大的吸热峰, 可实现相变吸放热, 且热稳定性好, 粉煤灰基本不影响其热性能。微相结构显示粉煤灰能有效吸入大量的月桂酸, 具有较好的吸附结合能力。

**关键词:**月桂酸, 粉煤灰, 制备, 性能

中图分类号: X773

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2010)04-0028-02

## EXPERIMENTAL RESEARCH ON COAL ASH COMPOSITE FOR ENERGY STORAGE

JIANG Da-hua<sup>1</sup>, SHI Fa-en<sup>1</sup>, REN Ru-shan<sup>2</sup>, ZHAO Yun-chao<sup>1</sup>

(1. School of Architecture & Survey Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China; 2. School of Resource & Environment Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

**Abstract:** The composite phase-transformation building material is prepared in melting phase by using coal ash, lauric acid. By DTA / TG, SEM test analysis, its phase-transformation peak temperature range is at 46.01℃, there is a large endothermic peak between 44.0℃~55.0℃, which can realize heat absorption and heat releasing. It has good thermal stability, coal ash does not affect its thermal performance basically. Micro-phase structure shows that coal ash can absorb large quantities of lauric acid effectively, and has good adsorption binding capacity.

**Keywords:** lauric acid, coal ash, preparation, properties

粉煤灰是火力发电厂的主要废弃物, 并且其产量逐年增大, 如果不加以利用和处理, 将对环境造成严重污染。目前, 国内外已经把粉煤灰广泛应用于建材、建工、回填、筑路、农业、化工、环保等众多领域, 而在节能相变材料的研究利用相对较少<sup>[1,2,3]</sup>。利用相变物质在相变过程中的吸热和放热现象, 进行热能储存和温度调节控制, 发展较快的、应用较多的是固-液相变材料。为了解决固-液相变材料发生相变时的流动、相变过程渗漏、结霜等问题, 国内外对相变材料进行了定形研究, 主

要方法有: 吸附、微胶囊化、熔融共混和溶胶-凝胶、插层等<sup>[4,5,6,7,8]</sup>。利用电厂粉煤灰多孔吸附特性, 与熔融月桂酸相变物质制备得到一种定形相变储能复合材料, 测试了热性能, 初步研究表明粉煤灰储能复合材料在建筑节能中能发挥出较好的节能效果。

### 1 试验内容

#### 1.1 主要试验材料

粉煤灰, 微粒状; 月桂酸, 分析纯, 粒状。

#### 1.2 相变储能材料的制备

首先对粉煤灰进行筛选除杂, 并称取一定量

的粉煤灰放在 60℃左右的干燥箱中进行干燥至恒重。在密闭容器中加入 2.0g 月桂酸,将其加热到 60℃左右恒温熔融,再加入 2.5g 粉煤灰,并不断搅拌至粉煤灰分散均匀,搅拌时间 1h。冷却后将产物取出,放入 40℃左右的干燥箱中干燥至恒重,即得粉煤灰储能复合材料,样品质量分别为 4.5g,相变物质月桂酸含量为 44.4%。

### 1.3 结构及性能表征

**热重/差热分析:** 采用美国 PE 公司的 Diamond TG/DTA 6 000 热重/差热综合分析仪。热重分析实验条件为样品从室温被加热到 100℃,加热速率为 5℃/min,测试其质量变化情况。差热分析实验条件为氮气气氛,流速 100mL/min,升温速率测试温度范围 5℃/min,测试温度范围为室温~100℃,铝样品皿加盖。

**微观结构表征:** 采用荷兰飞利浦 XL30 扫描电镜观察其微相结构。

## 2 结果与讨论

实验研究发现,在相变物质质量不变条件下,随着粉煤灰含量的增加,熔融复合储能材料的流动性随之增大,但凝固后其粘性则增加。粉煤灰对相变材料月桂酸的吸附量不超过 50.0%,有效吸附量为 30.0%~45.0%之间。

月桂酸融化过程的 DTA 曲线,见图 1 所示。该物质的相变初始温度为 44.04℃,相变结束温度为 46.60℃,测试样品质量为 5.184mg,在 44.0℃~55.0℃之间有一个明显较大的吸热峰,相变温度范围为 2.56℃。储能复合材料融化过程的 DTA 曲线,见图 2 所示。该物质的相变初始温度为 44.31℃,相变结束温度为 46.01℃,测试样品质量为 4.427 mg,在 44.0℃~55.0℃之间有一个明显较大的吸热峰,相变温度范围为 1.7℃。分析对比表明,相变物质和粉煤灰复合后其相变初始温度和相变范围几乎保持不变,粉煤灰基本不影响其热性能。

储能复合材料的 TG 曲线,见图 3 所示。通过分析,当温度从室温加热到 100℃之前,复合相变储能材料失重率<0.3%,主要是样品的内部脱水失重,而分布在粉煤灰材料中的月桂酸并没损失,表明了材料具有良好的热稳定性。

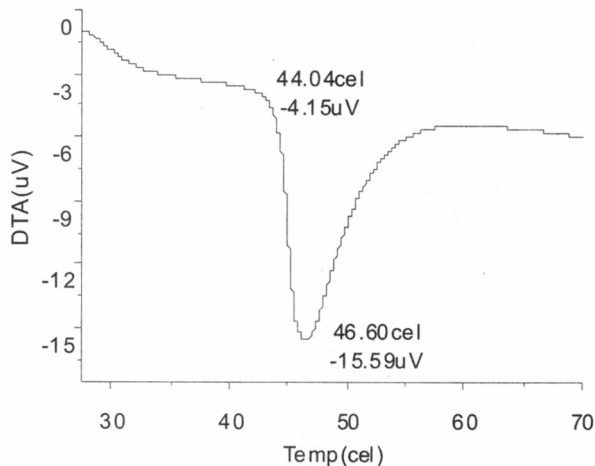


图 1 月桂酸的 DTA 曲线

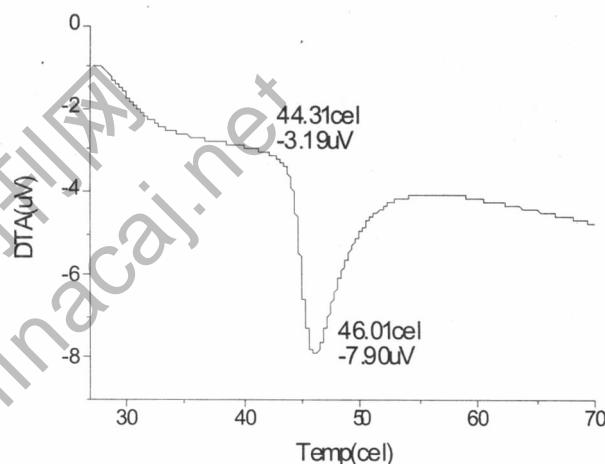


图 2 储能复合材料的 DTA 曲线

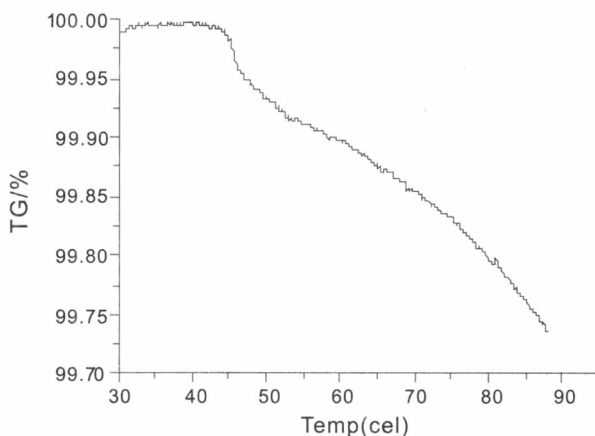


图 3 储能复合材料的 TG 曲线

相变储能材料扫描电镜显示,大量粉煤灰颗粒吸附月桂酸,月桂酸被牢牢地吸附在粉煤灰微孔中,起到了封装作用功能。

## 3 结论

(下转第 33 页)

表2 反冲洗对Fe<sup>2+</sup>去除率的影响

日期	11月15日	12月3日	12月20日	1月5日
去除率/%	93.75	90.23	94.86	89.83

结果表明,凹凸棒复合滤料表面的生物膜和滤料内部附着的微生物具有较强的抗冲击能力,反冲洗 2 h 后生物过滤效果就可以恢复到反冲洗前的水平。

### 3 结论

结果表明:原水溶解氧在 3mg/L 左右,Fe<sup>2+</sup>的去除率达到 90%以上;温度在 13.9℃~22.3℃时,Fe<sup>2+</sup>去除率达到 93%以上;滤速越低,生物过滤对 Fe<sup>2+</sup>的去除率越高,4m/h 为本实验研究的最佳水力负荷;原水中 Fe<sup>2+</sup>浓度在 2mg/L 以下时,出水的 Fe<sup>2+</sup>浓度可以达到 0.15 mg/L 以下。反冲洗对生物过滤去除 Fe<sup>2+</sup>的影响较小,去除率在冲洗 2 h 后能够恢复到冲洗前的水平。凹凸棒复合滤料生物过

(上接第 27 页)

值,在低浓度氧化剂的条件下 COD 的测定结果并不取决于氯离子浓度的高低,氯离子的质量浓度变化对测定结果干扰不大。

(3)通过试验发现,对高氯离子低 COD 矿井水中 COD 的检测,采用低浓度氧化法检测误差较小,是较为理想的矿井水 COD 检测方法,同时氧化剂浓度也不能过低,否则会影响实际的 COD 值,测定过程中最好以标准溶液作为对比。

### 参考文献

(上接第 29 页)

采用熔融浸滞法制备粉煤灰储能复合材料。通过分析,该材料能在较低温度范围内完成吸放热,且相变温度范围小,具有较大的吸热峰,热稳定性好,因此具备一定的储热能力和恒温功能。由于粉煤灰具有较大的比表面积和微孔结构,其吸入量和吸入效果均较好。将粉煤灰用于相变储能材料,既取得了较好的储能效果,又有利于减轻其对环境的污染。

### 参考文献

[1]马悦红.粉煤灰特性及综合利用[J].西北电力技术,2004,(3):45~48.

滤去除 Fe<sup>2+</sup>性能对于微污染原水处理具有较高的实际应用价值。

### 参考文献

[1]任文辉,余健,郭照光等.低 pH 下饮用水生物除铁试验研究[J].工业水处理,2007,27 (1):55~57.  
 [2]周祺,王郑,缪伟等.凹凸棒复合滤料吸附水中 Cr(VI)性能研究[J].能源环境保护,2009,23(5):16~19.  
 [3]谢晶,李小明,曾光明.生物除铁除锰及其影响因素[J].净水技术,2003,22(5):37~39.  
 [4]国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法(第四版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002:368~370.  
 [5]张志焕.生物除铁、锰的需氧量试验研究[J].环境保护科学,2006,32(2):27~29.  
 [6]Chiorse W C.Biology of iron and manganese depositing bacteria. Ann Rev Microbial,1984;515~550.  
 [7]郑俊,吴浩汀.曝气生物滤池工艺的理论及工程应用[M].北京:化学工业出版社,2004:55~56.

[1]高亮,周如禄,徐楚良等.煤种与煤矿矿井水水质特性之间的相关性探讨[J].能源环境保护,2004,18(6):46~49.  
 [2]杨俊仕,谢翼飞,李旭东等.高氯离子废水中低 COD 简易分析方法研究[J].油田气环境保护,2002,12(3):22~35.  
 [3]GB20426—2006《煤炭工业污染物排放标准》[S].  
 [4]孔繁昌,钱伯友.高 Cl<sup>-</sup>/COD 比值条件下 COD<sub>Cr</sub>的测定方法[J].中国给水排水,1999,15(3):52~53.  
 [5]国家环保局《水和废水监测与分析方法》编委会.水和废水监测与分析方法 [M].第四版.北京:中国环境科学出版社,2002,210~213.

[2]Cengiz Duran Atis. Heat evolution of high-volume fly ash concrete [J].Cement and Concrete Research,2002,32(5):751~756.  
 [3]王智宇等.相变储能保温建筑材料的制备及性能评价[J].新型建筑材料,2006,(11):35~37.  
 [4]Hawes D W, Feldman D, Banu D. Latent heat storage in building materials[J]. Energy and Buildings, 1993, 20(1):77~86.  
 [5] 李建立等. 定形相变材料研究现状 [J]. 化工进展,2007,26(10):1425~1428.  
 [6]余秀丽等.矿物复合相变储能功能材料研究进展及应用[J].化工新型材料,2007,35(11):14~16.  
 [7]蒋达华,周阳,罗凯.海泡石复合相变储能建筑材料的试验研究[J].非金属矿,2008,31(4):4~5.  
 [8]席国喜等.硬脂酸/改性硅藻土复合相变储能材料的制备及性能研究[J].材料导报,2009,23(8):45~48.