

# 利用膨润土与工业废渣制轻质保温材料

蒋引珊 董振亮 徐长耀 王玉洁

(长春科技大学材料科学与工程学院, 长春 130026)

主题词 膨润土 工业废渣 保温材料

提 要 本文介绍了利用膨润土、钙质造纸废渣制备轻质保温材料的研究, 分析了膨润土在轻质保温材料制备中的作用, 优选出制备轻质保温材料的配方和工艺。该材料的导热系数为  $0.171 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , 抗压强度约为  $9.37 \text{ kg/cm}^2$ , 容重为  $0.49 \text{ g/cm}^3$ 。

## 1 引 言

在造纸厂和糖厂的生产过程中, 除排放大量的废水外, 还要排放大量的固体废渣。部分造纸厂的废渣碱度高、量大, 由于没有及时处理, 长期堆放, 不仅占用了土地, 而且经扩散迁移作用, 还使周边地区土质碱化, 植物难以生长, 破坏了生态平衡, 造成严重污染。随着人们环境保护意识的提高, 对工业废弃物合理处理的研究已越来越受到重视, 并提出资源化是工业废弃物治理的最高目标<sup>[1]</sup>。目前, 我国已在这方面取得了显著的成果, 如利用工业废渣研制轻质板材<sup>[2]</sup>, 由含硅铝废渣制 4A 分子筛<sup>[3]</sup>和对炼钢炉渣、粉煤灰、煤矸石等的开发利用等等。工业固体废弃物资源化研究是具有重要经济意义和社会意义的研究领域。

非金属矿物原材料因具有特殊的结构和高分散性、吸附性、离子交换性等, 可在工业固体废料资源化利用中发挥重要作用。以往采用合成方法或利用天然矿物原料制造硅酸钙节能保温制品<sup>[4-6]</sup>, 本项研究则采用造纸厂排放的高碱度钙质废渣, 利用膨润土的成分和性能, 经合理搭配, 制备以硅酸钙为主晶相的轻质保温材料, 其耐热性能达到并超过合成产品。这样既发挥了非金属矿物的性能优势, 解决了高碱钙质工业废渣的无害化处理技术问题, 又有效利用了有害工业废弃物, 同时获得了经济效益和社会效益。

本项研究已做过大量的实验室工作, 为进一步的工业试验打下了良好的基础。

## 2 原 料

### 2.1 膨润土

本项实验采用吉林省九台产钙基膨润土, 其蒙脱石含量约 70%, 伴生矿物主要为石英、长石。其化学组成见表 1。

### 2.2 钙质废渣

实验用钙质废渣是以苇草为造纸原料所排放的含  $\text{Na}_2\text{O}$  高达 5.63% 的造纸废渣(其化

第一作者简介 蒋引珊, 女, 1954 年生, 硕士, 教授, 现从事专业为材料科学与工程。

收稿日期 1999-05-04, 改回日期 1999-07-13

学组成见表1)。废渣中的 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 源于苇草所带入的泥沙。废渣由于存放时间较长,钙质主要以 $\text{CaCO}_3$ 形式出现,此外,还含有少量的有机成分。

表1 原料化学成分

Table 1 Chemical composition of raw material

样品	成分/%							
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	烧失量
膨润土	66.90	16.19	1.46	1.32	0.97	2.90	0.67	9.50
废渣	10.60	1.44	0.32	45.38	1.01	5.63		35.62

测试方法: 化学全分析; 测试单位: 长春科技大学分析室; 测试者: 陈 博。

### 3 试样的制备

样品配制的原则: (1) 使废渣中的主要成分与其它加入成分反应生成无害的新物质; (2) 所制得的最终产物应尽可能质轻, 具有保温隔热作用; (3) 所形成的新材料要有足够的强度便于使用。根据上述原则, 采用如下流程(图1)制备轻质保温材料:

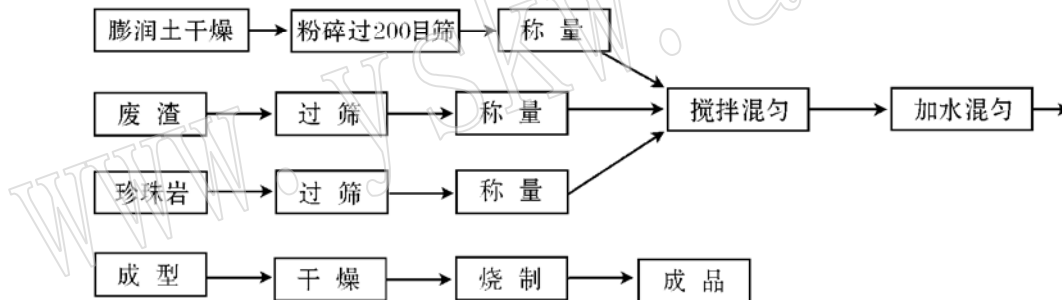


图1 样品制备流程图

Fig. 1 Procedure of preparation for material

## 4 实验结果与讨论

### 4.1 样品中矿物成分的变化

原料成分以钙蒙脱石、石英、长石、碳酸钙、氧化钠等为主。膨润土和碳酸钙的热分析结果由图2给出。由DTA和TG曲线看出, 加热温度达 $690\text{ }^\circ\text{C}$ 以上时, 蒙脱石结构脱水, 说明层结构遭破坏, 原有的四面体、八面体结构松散成无定型结构, 因此, 具有较高的化学活性; 碳酸钙的分解温度为 $930\text{ }^\circ\text{C}$ 。合成样品的XRD测试结果见图3, 由该图可见, 钙质废渣和原料矿物已全部反应形成新的合成矿物, 主要为硅酸钙( $\text{CaSiO}_3$ ), 其次为霞石( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )和少量辉石[( $\text{Mg, Fe}$ ) $\text{SiO}_3$ ]。游离 $\text{NaOH}$ 已全部消耗。其反应式如下:



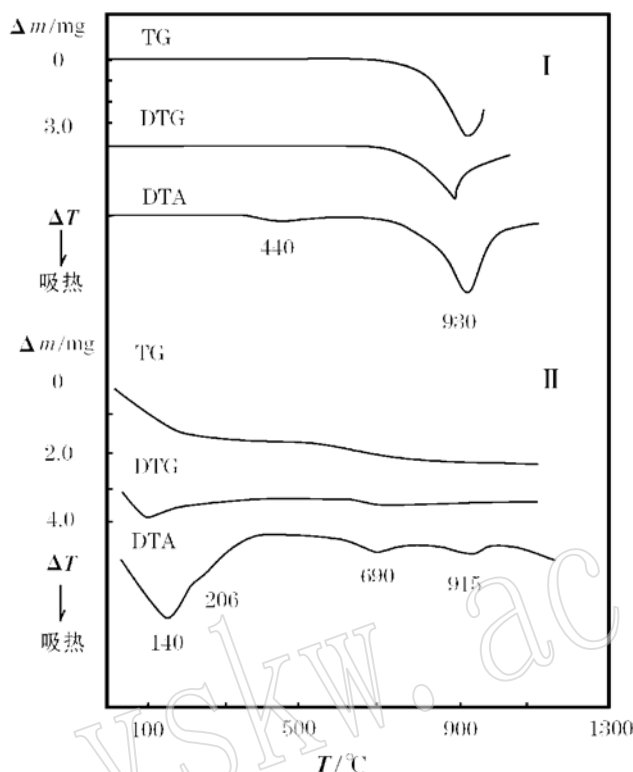


图2 碳酸钙(废渣)、膨润土的DTA-TG-DTG热分析曲线

Fig. 2 DTA-TG-DTG curves of calcium carbonate and bentonite

I—碳酸钙(废渣); II—钙基膨润土

仪器型号: LCT-2B 高温微量差热天平; 测试条件: 参比样  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 升温速率  $20\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ , 样品量  $10\text{ mg}$ ;

测试单位: 长春科技大学材料学院热分析室; 测试者: 蒋引珊

膨润土在反应体系中不仅可以为合成硅酸钙提供有用的硅,同时,在高碱度的水分散体系中,膨润土充分分散,经高温处理,加速了硅成分的活化。950 $^\circ\text{C}$ 体系中碳酸钙全部分解,生成活性氧化钙和二氧化碳,活性氧化钙与蒙脱石中的活性硅反应生成了合成材料的主晶相硅酸钙。强碱条件有利于硅酸盐矿物的激活,蒙脱石矿物的高温分解无定型化和氧化钙热历史高活性,为硅酸钙矿物的生成提供了有利条件。

#### 4.2 合成样品的物理性能

对合成样品进行了容重测试、抗压强度测试和常温导热系数测试,其结果见表2。

由表2看出,合成样品的导热系数随容重的减小而减小,容重越小则抗压强度也越小。

表2 合成样品的物理性能

Table 2 Physical property of material

样品号	容重/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	抗压强度/ ( $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	导热系数/ ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )
1	0.469	7.43	0.169
2	0.537	13.27	0.176
3	0.464	7.41	0.167
平均	0.490	9.37	0.171

容重、抗压强度:由长春科技大学徐长耀、王生测试;导热系数:由吉林省建材设计研究院董志祥测试。

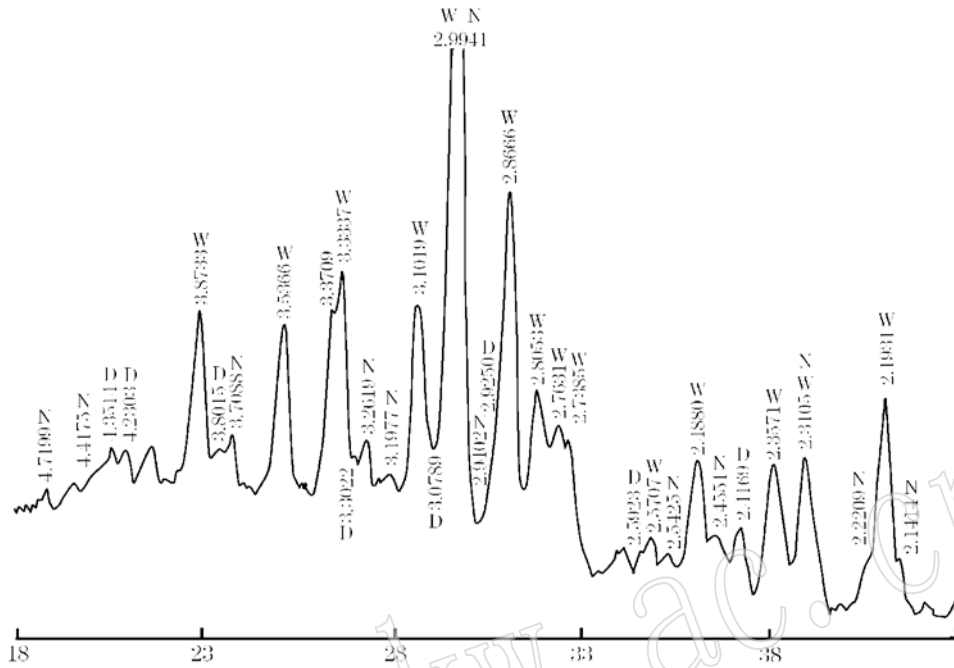


图 3 合成样品的 X 射线衍射图

Fig. 3 XRD patterns of materials

W—硅灰石; N—霞石; D—透辉石

仪器型号: 日本岛津 XD-3 型 X 射线衍射仪; 实验条件: CuK $\alpha$ , Ni 滤波, 40 kV, 30 mA;

测试单位: 长春科技大学测试中心; 测试者: 王玉洁。

因此, 可根据实际应用制备不同性能要求的材料。

#### 4.3 合成材料制备中的条件选择

##### (1) 粒度选择

该材料的合成属固相反应过程, 颗粒的接触面积直接影响反应速度, 膨润土的粒度一般在 200 目最为合适。废渣除了混入的大颗粒砂粒外, 一般均在 180 目以上, 只要过 150 目筛即可获得理想的合成效果。

##### (2) 原料配比

本项实验的原料配比, 以体系中 SiO<sub>2</sub> 和 CaO 按 1:1 反应生成 CaSiO<sub>3</sub> 为基础确定。实验结果显示, 参与反应的所有组分均已完全形成预期的合成矿物, 没有残余成分存在。即废渣的 CaO 和游离的 NaOH 均已参与形成合成矿物。原料中轻骨料硅酸盐仅在表面层发生反应, 所以, 原料配比计算时忽略了这部分成分贡献。

##### (3) 烧成条件的控制

根据热分析实验可知碳酸钙的分解温度为 930 ℃, 因此, 烧成条件为 950 ℃ 以上。由于反应体系中含有一定量的 Na<sub>2</sub>O, 降低了烧成体系中的液相形成温度, 为保证合成的材料不变形, 要控制烧成温度低于 1050 ℃。在上述粒度条件下烧成时间为 4~6 h。为使反应(1)正向进行, 烧制过程中, 要采取措施排放产生的 CO<sub>2</sub> 气体。

## 5 结 论

利用非金属矿物与钙质工业废渣在高温下反应生成硅酸钙, 制取轻质保温材料, 工艺简单, 可将废渣中全部成分转化成有用组分, 不产生新的污染, 为钙质工业废渣的无害化利用开辟了新领域。而且该保温隔热材料耐温可达 950 °C。

### 参 考 文 献

- 1 全宏东, 廖 利. 资源化是固体废弃物治理的最高目标. 粉煤灰综合利用, 1997, (3): 33~ 36.
- 2 王能关, 左 丽. 利用废渣生产轻质板材. 房材与应用, 1998, 26(4): 33~ 35.
- 3 周世贤, 那海秋. 利用含硅废渣生产 4A 沸石. 辽宁化工, 1997, 26(1): 29~ 31.
- 4 熊祥祖. 用海泡石生产商品保温涂料的新方法. 湖北化工, 1997, 14(2): 32~ 33.
- 5 李清海. 水热合成条件下硅质材料对硅钙制品性能的影响及其微观结构. 保温材料, 1997, (2): 32~ 36.
- 6 范存海. 天然沸石的地质特征及超轻硅酸钙绝热制品的开发应用. 保温材料, 1997, (4): 38~ 39.

## The Application of Bentonite and Waste Residue to the Preparation of Light Thermal Insulation Material

Jiang Yinshan, Dong Zhenliang, Xu Changyao, Wang Yujie  
(Changchun University of Science and Technology, Changchun 130026)

**Key words:** bentonite; industrial waste residue; thermal insulation material

### Abstract

Large quantities of basic waste residue were drained from paper mills and sugar refineries every year, resulting in the pollution of the environment. The preparation of light-duty thermal insulation material by mixing bentonite with solid waste residue is of great social and economic significance. In this research, such characteristics of bentonite as ion exchange, adsorption, dispersion and special structure were used. The waste residue with bentonite and perlite was mixed and sintered below 1050 °C. The light thermal insulation material was made by bentonite and industrial waste residue. This is a solid phase reaction. The effects of bentonite, size, temperature and time were studied. The best technology includes size 600~ 800 μm, SiO<sub>2</sub>: CaO= 1: 1, temperature 1000~ 1050 °C, and sintering time 4~ 6 hours. The experimental results are heat conduction coefficient 0.171 W/m·K, compressive strength 9.37 kg/cm<sup>2</sup>, and unit weight 0.49 g/cm<sup>3</sup>. The function of the product has reached or surpassed the synthesized product. The main component is β-CaSiO<sub>3</sub>, together with small amounts of nephelite and wollastonite. Studies show that the heat effect of bentonite helps reaction at high temperature. Without producing new pollution, the reaction can not only handle waste residue but also turn the harmful into the beneficial.