

文章编号: 1000-6524(2001)04-0471-03

# 一种替代石棉的云母复合材料的研究

徐文焯<sup>1</sup>, 郭陀珠<sup>1</sup>, 李 蘅<sup>1</sup>, 龙 飞<sup>2</sup>

(1. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004; 2. 桂林工学院, 广西 桂林 541004)

**摘 要:** 采用云母+粘土+碳酸盐三元矿物复合材料制成隔热绝缘抗静压材料, 分析了其主要化学成分、矿物组成、电性能、机械性能和使用温度, 并确定了合成云母复合材料及薄板的一般程序。在高温和较高压力条件下进行试验, 云母复合材料是较好的隔热、绝缘和抗静压材料, 可以在烧制人造金刚石制品过程中取代石棉。

**关键词:** 石棉; 云母复合材料; 隔热; 绝缘; 抗静压

**中图分类号:** P619.27 **文献标识码:** A

石棉是人类利用最早、应用最广泛的矿物材料, 它具有很多其他代用纤维不可代替的优越性, 但像很多材料一样, 对人体也可以造成一定程度的危害。特别是在高温下使用, 纤维尘粒飞扬较多, 会造成很大的危害<sup>[1-3]</sup>。国内在烧制人造金刚石制品过程中常采用石棉板进行隔热绝缘, 在高温和较高压力条件下, 石棉纤维尘粒飞扬出来充满整个车间, 致使纤维粉尘污染。另外, 在高温和压力较高时, 石棉板常常收缩和断裂, 也会影响人造金刚石制品的质量。因此, 人们希望找出新的材料来替代石棉或石棉板。本文试采用云母+粘土+碳酸盐材料研制石棉的替代品, 并研究这些材料在高温中压条件下的使用效果。

## 1 原料的物理和化学性质

### 1.1 云母

选择河北灵寿县小文山白云母矿物为主要材料。小文山白云母矿物呈银灰色、银白色, 晶体多呈板状或鳞片状, 鳞片大小一般为0.4~0.2 mm。珍珠光泽。摩氏硬度2~3。化学成分数据(表1)表明, 白云母矿物中SiO<sub>2</sub>含量比理论计算的云母高, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和K<sub>2</sub>O及H<sub>2</sub>O含量比理论计算的云母低。与电子探针分析数据相比较<sup>[4]</sup>, SiO<sub>2</sub>含量较高, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和K<sub>2</sub>O含量较低。两种分析方法数据不一, 其原因可能是电子探针分析的白云母矿物较纯, 而化学分析的白云母矿物有杂质。小文山白云母矿物d<sub>(060)</sub>值为1.502~1.508,

表1 白云母矿物化学分析结果

w<sub>B</sub>/%

Table 1 Chemical composition of muscovite minerals

序号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失量	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Σ
1	49.05	0.65	28.41	4.63	0.68	0.01	0.31	0.97	9.95	0.70	0.068	3.97	3.58	99.43
2	46.05		31.46		4.56	0.03	0.07	0.01	10.70	0.47				95.40
3	45.2		38.5						11.8				4.5	100

1. 有色桂林矿产地质测试中心姜慧琼分析, 云母单矿物分析方法; 2. 电子探针分析数据, 据文献[4]; 3. 白云母理论值。

收稿日期: 2001-05-07; 修订日期: 2001-09-17

基金项目: 广西壮族自治区科学技术厅科学基金资助(桂科回字9920061)

作者简介: 徐文焯(1954-), 男, 教授级高工, 从事同位素地球化学和矿物材料研究。

属于二八面体云母矿物<sup>[4]</sup>。

### 1.2 粘土矿物

选择北京或浙江等地粘土矿物,这些粘土矿物实际是叶蜡石、一水硬铝石和高岭石的矿物集合体<sup>[5,6]</sup>,呈灰白色和黄色,土状光泽或蜡状光泽,摩氏硬度 1~2,呈微晶,等粒鳞片变晶结构,矿物粒径<0.01 mm。

### 1.3 方解石矿物

选择广西灵川方解石为填料矿物。矿物呈白色,CaO含量为55.19%,H<sub>2</sub>O含量为0.27%,全铁含量为0.02%,酸性不溶物小于1.1%(分析单位同表1,采用单矿物分析方法)。

## 2 云母复合材料的制备

不同比例非金属矿物形成新的材料,一般是通过矿物超细和提纯后混合造粒而实现。本文主要研制人造金刚石制品隔热、绝缘和抗静压材料,因此没有进行超细和提纯,而是对不同比例、不同粒度的矿物进行混合。对薄板成型的材料,采用非等大球体进行混合,以达到隔热、绝缘和抗静压的目的<sup>[7,8]</sup>。

混料时间的长短将影响材料的物理和化学性质及材料成型性。可根据用料多少确定混料时间,本文用的混料时间大于2小时。矿物连接采用的是硅酸钠粘结剂<sup>[9]</sup>。

云母、粘土和碳酸盐3种矿物的粒度组成影响薄板的成型。粒度偏粗,压成的薄板不分层,表面不光;粒度偏细,表面光洁度高,压块有分层现象。根据上述特点,研制出了薄板成型和光洁度的理想配方。

采用的高温中压设备为SJJ-H热压机和SM-98热压烧结机,外模框为铁块,内模框为铁块式石墨极,二者之间为云母复合材料薄板,内模中心为人造金刚石制品。石墨极、云母复合材料板与铁块厚度比为1:1:1,烧结温度为850~950℃,烧结压力约为 $19 \times 10^6$  Pa。在静压大于 $3.5 \times 10^6$  Pa条件下,经过加压制成云母复合材料板,并经低温烘烤和高温焙烧处理后,进行云母复合材料隔热、绝缘和抗静压试验。

## 3 试验结果

使用云母+粘土+碳酸盐3种矿物复合材料制成78 mm×55 mm×9 mm厚的薄板,经处理后,该材料的化学成分( $w_B/\%$ ) (SiO<sub>2</sub> 28.61, TiO<sub>2</sub> 0.19, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 12.41, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.09, FeO 0.2, MnO 0.013, CaO 12.63, MgO 21.57, K<sub>2</sub>O 4.01, Na<sub>2</sub>O 2.84, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.05, 烧失量 15.94)与云母或粘土矿物已有较大的差别。从机械性能和电性能测定结果(表2)看,这一复合材料电性能不及云母矿物,但高于电热云母板;机械性能和使用温度区间高于天然云母矿物和电热云母板,导热系数低于天然云母矿物。与石棉相比较,电性能类似石棉,机械性能和使用温度区间高于石棉,导热系数也低于石棉。在烧制人造金刚石制品试验中,工作中心

表2 云母、石棉和云母复合材料物理性能的比较

Table 2 Comparison in physical properties between muscovite, asbestos and mica composite

性能	天然云母	热压云母	电热云母板	石棉	云母复合材料
最高使用温度(℃)	500	700~900	600	600~800	1000~1100
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.7~3	2.5~3.5	1.6~1.9	2.0	1.7
莫氏硬度	2~3	2~4	2~3	5~6	2~3
抗压强度(MPa)	450~710	620	?	<250	1000
吸潮率(%)	0~0.3	?	?	0.5	0~0.3
绝缘电阻(Ω)	10 <sup>11</sup> ~10 <sup>12</sup>	?	1×10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>7</sup>	1.6×10 <sup>6</sup>
损耗因素(tgδ)	<1×10 <sup>-4</sup>	3×10 <sup>-3</sup>	0.5	0.5	0.55~0.58
介电常数(ε)	6~8	5~8	15~20	15~6	6~8.3
热导率W/(m·K)⊥	0.57	?	?	<0.36	<0.26

电性能由机械工业部电子材料产品质量监督控制中心测定,其他由桂林矿产地质研究院重点实验室测定,天然云母、热压云母和石棉数据据文献[10~14]。

与边部温度差别较小,隔热绝缘较好,不产生形变,不产生粉尘,可重复使用50次,烧制出的金刚石密度较均匀。试验证明云母+粘土+碳酸盐三元矿物复合材料可以替代烧制人造金刚石制品中使用的石棉。

采用云母+碳酸盐二元矿物复合材料,制成78 mm×55 mm×9 mm的薄板,在烧制人造金刚石制品试验中,不产生粉尘,但在加热加压过程中,约有0.5~0.8 mm的形变,最大可达0.9 mm,使人造金刚石制品密度不均匀,质量下降,连续使用2~3次后,才不发生形变,表明采用无机粘结剂连接的云母+碳酸盐二元矿物复合材料不能用于隔热、绝缘和抗静压。

## 4 结 论

云母+粘土+碳酸盐三元矿物复合材料在 $3.5 \times 10^6$  Pa静压下,经过烘烤和焙烧处理,制成薄板,不产生粉尘,可以隔热、绝缘和抗静压,在人造金刚石烧制过程中重复使用率较高,可以取代石棉板。

### 参考文献:

- [1] 蔡葵一,宋香敏. 非金属矿物与岩石材料工艺学[M]. 武汉:武汉工业大学出版社,1996,261~311.
- [2] 王立本,黄蕴慧,鲁安怀. 国际环境矿物学研究新进展[J]. 岩石矿物学杂志,1999,18(4):377~383.
- [3] 邓建华,董发勤. 工业矿物粉尘对肺泡巨噬细胞影响的体外研究[J]. 中国环境体系,1999,19(7):23~25.
- [4] 陈湘花. 灵寿县小文山白云母矿物特征地质意义[J]. 建材地质,1994,3:16~23.
- [5] 徐文焯,郭陀珠,李衡,等. 青田山口叶蜡石传压介质初步研究[J]. 矿物学报,2001(印刷中).
- [6] 杨雅秀,张乃娟. 中国粘土矿物[M]. 北京:地质出版社,1994,76~92.
- [7] 李博文,李洪志. 无机非金属材料概论[M]. 北京:地质出版社,1997,36~50.
- [8] 日本土质工学会. 粗粒料的现场压实[M]. 郭熙灵,文丹译. 北京:中国水利水电出版社,1999,66~97.
- [9] 夏文干,蔡武峰,林德宽. 胶结手册[M]. 北京:国防工业出版社,1989,655~656.
- [10] 张克从,张乐惠. 晶体生长科学与技术[M]. 北京:科学出版社,1997,131~196.
- [11] 张可. 合成云母[M]. 上海:上海科学技术出版社,1966,31~68.
- [12] 多尔特曼. 岩石和矿物的物理性质[M]. 蒋宏辉,等译. 北京:科学出版社,1985,138~180.
- [13] 中国绝缘材料产品手册编委会. 中国绝缘材料产品手册[M]. 北京:机械工业出版社,1992,324~326,414~416.
- [14] 非金属矿工业手册编辑委员会. 非金属矿工业手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1992,10~15.

## A Study on the Mica Composite Material in Place of Asbestos

XU Wen\_xin<sup>1</sup>, GUO Tuo\_zhu<sup>1</sup>, LI Heng<sup>1</sup> and LONG Fei<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004, China; 2. Guilin Institute of Technology 541004, China)

**Abstract:** A three-component mineral material consisting of mica, clay and carbonate was used to make a composite characterized by heat insulation, insulation, anti-static pressure. Its chemical composition, mineral phase, electric property, mechanical property and temperature in use were analysed. The ordinary procedure has been established for composing the mica composite and the thin board. The test under high temperature and medium pressure shows that the mica composite has good properties of heat insulation, insulation, and anti-static pressure. It can replace the asbestos board in the process of firing the man-made diamond products.

**Key words:** asbestos; mica composite; heat insulation; insulation; anti-static