

电气石微粉的研制及其在环境功能材料中的应用

管登高¹, 陈善华¹, 唐科², 王树根³

(1. 成都理工大学材料与化学化工学院, 四川 成都 610059;

2. 成都理工大学信息工程学院, 四川 成都 610059;

3. 中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘要 针对某一矿区的电气石块状矿物, 采用搅拌磨的方法制备电气石微粉, 并对其成分、形貌、粒度等进行了分析和表征。结果表明: 电气石微粉的主要组成元素是 Al、Si、Fe、Na、Mn、Ca 等, 属于黑色铁电气石矿物; 电气石微粉的平均粒度为 $6.21\mu\text{m}$; 电气石微粉的颗粒呈不规则的片状结构。探讨了电气石微粉在空气净化、电磁红外保健、水处理和电磁辐射防护等环境功能材料中的开发应用前景。

关键词 电气石; 微粉; 电场效应; 环境功能材料

中图分类号: P579 文献标识码: A 文章编号: 1000-653X(2006)06-0043-04

由于电气石矿物的成分和结构过于复杂, 增大了电气石矿物的研究开发难度。因此, 长期以来, 针对宝石级电气石的研究开发较多, 而非宝石级的电气石没有得到应有的重视^[1]。

1969年, Barton^[2]发现电气石晶体结构中构成 $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ 复三方环的六个硅氧四面体的顶角氧原子指向同一方向——电气石的正极。这说明电气石为极性晶体, 即存在极轴, 又存在与极轴相一致的单向(单向是指晶体中唯一的不能通过晶体本身所具有的对称要素的作用而与其他方向重合的方向)。1989年, Kubo^[3]发现并提出电气石具有永久性自发电极化效应, 即电气石晶体在自发电极化时, 沿其晶体中唯一的三重旋转轴的两端会产生并积聚数量相等、电性相反的异性电荷, 形成异性电极。这使电气石晶体周围存在静电场并具有电场效应。电气石的电场效应是电场强度引起的弛豫效应、应力引起的压电效应和温度引起的热释电效应共同作用的结果。这些研究成果为电气石的开发利用注入了活力, 使电气石在环境功能材料和电子功能材料等领域具有广阔的开发应用前景^[4~7]。

但不同矿区的电气石矿物, 其成分性能等差异很大, 且多为块状, 不便于作为功能复合材料的填料。本文选取了某一矿区的电气石块状矿物, 通过搅拌磨的方法制备出了平均粒度为 $6.21\mu\text{m}$ 的黑电气石微粉, 并对其成分、形貌、粒度等进行了分析和表征, 展望了这种电气石微粉在空气净化、电磁红外保健、水处理和电磁辐射防护等环境功能材料中的开发应用前景。

1 实验部分

1.1 实验原材料

本实验以某一矿区的块状电气石矿物为原料。

1.2 制备工艺方法

先将电气石通过机械力进行破碎, 然后将其中的白云母矿去掉, 用洛阳超细粉磨机厂生产的 WJD 型搅拌磨碾磨粉碎, 并将其烘干制成电气石微粉。

1.3 分析测试

用 JEOL-733EDAX 型 X 射线能谱仪分析所制备的电气石微粉的成分; 用 JL-1166 型激光粒度仪测定电气石微粉的粒度分布; 用 HITACHI-530

收稿日期: 2005-09-23

基金项目: 成都理工大学研究基金项目(2005YG03)

作者简介: 管登高(1970-), 男, 博士后, 讲师, 从事金属功能复合材料与矿物材料研究。

型扫描电镜分析电气石微粉的形貌。

2 实验结果与分析

2.1 电气石微粉的成分

图 1 为电气石微粉的电子能谱图。

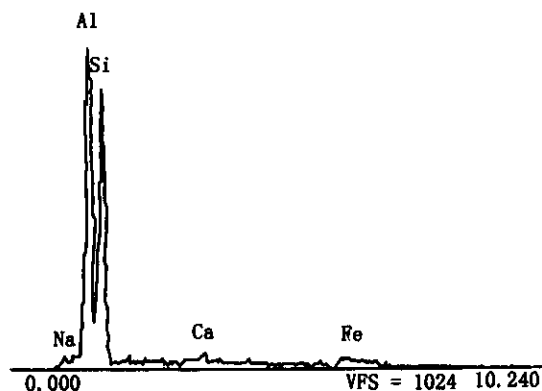


图 1 电气石微粉的电子能谱图

从图 1 可见,电气石微粉的特征谱线所对应的元素为 Al、Si、Fe、Na、Mn、Ca 等,因此,该矿区的黑色电气石矿物的主要组成元素是 Al、Si、Fe、Na、Mn、Ca 等,属于铁电气石矿物。

2.2 电气石微粉的粒度

图 2 为电气石微粉的粒度分布图。

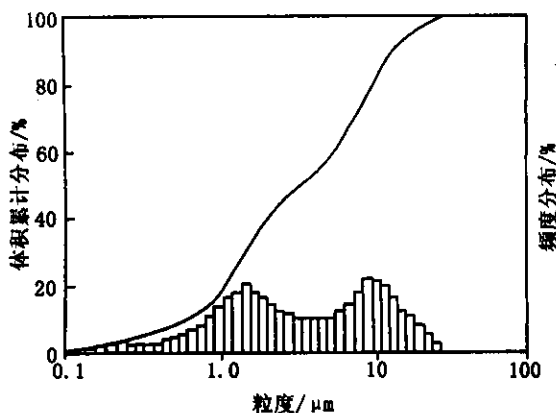


图 2 电气石微粉的粒度分析

从图 2 可见,通过搅拌磨的方法制备的电气石微粉的粒度分布较为理想,其平均粒度为 $6.21 \mu\text{m}$ 。这是由于搅拌磨是通过搅拌器把动力直接施加在研磨介质上,电气石矿物受到研磨介质之间相互撞击产生的冲击力、研磨介质转动产生的剪切力和研磨介质与搅拌棒之间相互撞击产生的撞击力的共同作

用,因此,所研磨出来的电气石矿物微粉粒度分布较为理想,可满足作为功能涂料复合填料的需要。

2.3 电气石微粉的形貌

图 3 为电气石微粉的形貌分析图。

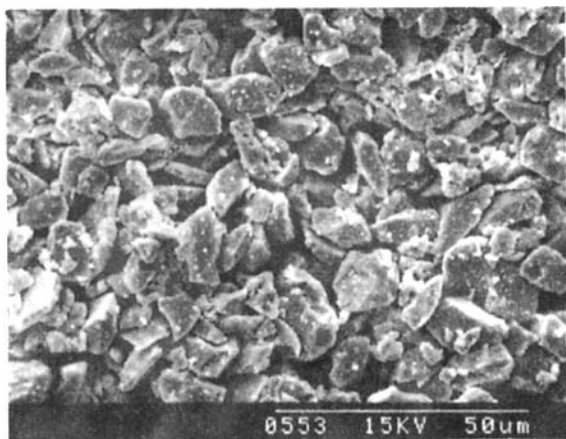


图 3 电气石微粉的形貌分析

从图 3 可见,通过搅拌磨的方法制备的电气石微粉的颗粒呈不规则的片状结构,片状颗粒大小与其粒度分布规律相符合。这是由于搅拌磨是通过机械力的作用将电气石固体颗粒的尺寸由大变小的过程,包括由大块物料变为小块物料的破碎过程和小块物料变为粉体物料的粉磨过程,其实质都是物料在机械力的作用下发生变形和破裂的过程^[8]。电气石矿物颗粒在研磨过程中受到的冲击力、剪切力和撞击力是处于动态变化中的,所以物料在机械力的作用下会发生不均匀性的变形和破裂,其结果就表现在研磨成品呈不规则的片状结构,而具有这种形貌和粒度分布的微粉是功能涂料较为理想的填料。

3 电气石矿物微粉在环境功能材料中的应用

3.1 在空气净化材料中的应用

空气中对人体健康有益的负离子是水化羟基离子,被称为“负碱性离子”。负离子由于能有效净化空气和改善环境质量,又被称为“空气维生素”、“长寿素”。空气中负离子的含量是衡量空气是否清新的重要标准之一^[9]。

由于电气石周围存在着一定的静电场,空气中的水分子在此静电场的作用下会发生电解形成 H^+

和 OH^- , 其中 H^+ 和 H_2O 结合形成活性分子 $[\text{H}_3\text{O}]^+$, 因此电气石微粉可作为洗衣粉、洗涤剂的替代品, 而 OH^- 和 H_2O 结合形成负离子, 即 $\text{OH}^- + n\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{OH}^- \cdot (\text{H}_2\text{O})_n$, 这是电气石通过对水分子的电解作用向空气中释放水化羟基离子, 增加空气中的负离子浓度的原因, 因此电气石微粉可用于制备增加空气中负离子浓度的建筑涂料。

3.2 在水处理功能材料中的应用

水污染和水的退化已成为当今全球化的共性问题, 已危及部分国家和地区的人民生产和生活。水的退化是由于氢键作用, 水分子缔合成大分子团, 导致了水分子的活性降低和老化。退化的水其溶解力、渗透力、代谢力、乳化力、洗净力都会不同程度地降低。利用电气石发射的远红外线与水中的氢键共振, 可破坏大分子团的氢键缔合作用, 降低水分子团, 增强水的溶解力、渗透力、代谢力等, 从而恢复水分子的活性^[5]。

电气石微粉之所以能对污水进行有效处理, 是由于 (1) 当电气石由晶体加工成微粒时, 比表面积增大, 表面断键数目增多, 可视为一个独立的微小电场, 具有自发吸附外来离子或原子的能力; (2) 由于电气石对水分子发生电离作用, 电气石表面羟基离子增多, 在静电场作用下, 水溶液中的金属离子被吸附到电气石周围并与电气石表面羟基离子结合, 形成稳定的氢氧化物沉淀, 通过过滤作用去除沉淀, 达到净化水质的目的。而且电气石具有较高的机械化学稳定性, 不溶于酸, 通过水流搅动可使形成的沉淀脱离电气石表面, 因此电气石可反复使用。电气石独特的净水作用, 在水环境治理领域具有良好的发展前景。

3.3 在电磁红外保健功能材料中的应用

环境中适量的远红外线可以被人体皮下组织吸收和产生共振, 促进人体血液微循环, 有利于人体健康。电气石既能将有害的电磁波转换成对人体有益的远红外线重新向外辐射, 也具有发射远红外线的功能。研究表明^[10], 平均粒径为 $4.85\mu\text{m}$ 的粉料, 在 $8\sim 25\mu\text{m}$ 波长的红外比辐射率达 0.93。

电气石的多种形态缺陷是其具有强红外辐射特性的主要原因。天然黑色电气石具有复杂的结晶学结构和化学成分, 以及丰富的类质同象替代和晶格缺陷。当电气石的理想晶体的平移对称遭到破坏时, 会产生以杂质或缺陷为中心的局域振动。一旦

环境压力或温度发生微弱变化, 其内部分子振动增强, 偶极矩发生变化, 极性分子被激发到更高的能级, 当其向低能级跃迁时, 就会把多余的能量以向外发射电磁波的方式释放掉, 这就增加了环境中远红外线的量和被人体皮下组织吸收的量, 起到促进人体血液微循环、增强人体健康的作用。

3.4 在电磁辐射防护功能材料中的应用

手机、电脑等电子电气设备在工作时向外辐射的电磁波, 又称为“电子雾”, 会产生电磁干扰、电磁信息泄漏和电磁环境污染, 已被联合国环境会议和世界卫生组织列入造成世界公害的主要污染物之一^[11]。电气石表面的电场效应能够永久产生静电场, 因此能够永远不停地吸收宇宙射线、X 射线、紫外线等电磁波, 并能将有害的电磁波转换成对人体有益的远红外线重新向外辐射。只要用含电气石微粉的物质做成外壳, 就能有效地起到电磁屏蔽的作用^[7]。

4 结 论

1. 该电气石微粉的主要组成元素为 Al、Si、Fe、Na、Mn、Ca 等, 属于铁电气石矿物;
2. 电气石微粉的平均粒度为 $6.21\mu\text{m}$;
3. 电气石微粉的颗粒呈不规则的片状结构;
4. 该电气石矿物微粉在空气净化、电磁红外保健、水处理和电磁辐射防护等环境功能材料中的开发应用具有良好的发展前景。

参考文献:

- [1] 张志湘, 冯安生, 郭珍旭. 电气石的自发极化效应在环境与健康领域的应用[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2003 (1): 47~49.
- [2] Barton R. Refinement of the crystals structure of buergerite and the absolute orientation of tourmaline[J]. Acta Crystallographic, 1969, B25: 1524~1533.
- [3] Nakamura T. and Kubo T. Tourmaline group crystals reaction with water[J]. Ferroelectrics, 1992, 137: 13~31.
- [4] 刘强, 陈衍夏, 施亦东, 等. 电气石纳米材料在卫生保健纺织品领域的应用[J]. 印染, 2004 (7): 16~19.
- [5] 张晓晖, 吴瑞华, 汤云晖. 电气石的自发电极性在水质净化和改善领域的应用研究[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2004 (3): 39~42.
- [6] 张开永, 成学海, 曲鸿鲁. 国内外电气石开发研究现状及应用前景展望[J]. 矿冶, 2004, 13 (1): 97~100.
- [7] 吴瑞华, 汤云晖, 张晓晖. 电气石的电场效应及其在环境

包钢选矿厂尾矿的碳热氯化反应及稀土含量的测定

于秀兰,王之昌,阚洪敏,杨冬梅

(东北大学理学院,辽宁 沈阳 110004)

摘要 以 SiCl_4 为脱氟剂,在活性炭存在下,对包钢选矿厂的尾矿进行碳热氯化反应。生成的氯化物溶于水后,用安替吡啉偶氮Ⅲ测其稀土总量。结果表明,在 pH2.0 的 $\text{HCl}-\text{KCl}$ 溶液中,安替吡啉偶氮Ⅲ与镧形成蓝色的配合物,其最大吸收波长在 740nm,表观摩尔吸光系数 $\varepsilon = 8.8965 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$,稀土的浓度在 0~30 $\mu\text{g}/25\text{mL}$ 范围内符合比耳定律。该方法灵敏可靠,用本法测定尾矿氯化产物中稀土的总量,结果满意。

关键词 尾矿;稀土;安替吡啉偶氮Ⅲ;碳热氯化

中图分类号:TF845;TD98 文献标识码:A 文章编号:1000-6532(2006)06-0046-04

包钢选矿厂尾矿坝中的尾矿主要为前期生产抛弃的尾渣和近些年来选矿后的尾矿。由于技术条件

领域中的应用前景[J].岩石矿物学杂志,2001(4):474~476.

[8]曹茂盛.超微颗粒制备科学与技术[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1998:16~17.

[9]金宗哲.健康环境功能材料的发展[J].新材料产业,2004(10):25~28.

[10]杨如增,徐礼新,廖宗廷.黑色电气石红外辐射与晶格缺陷及粒径的关系[J].同济大学学报,2002,30(12):1458~1461.

[11]管登高.防电磁信息泄密宽频带电磁波屏蔽集成复合材料研究[D].成都:四川大学,2004.

The Preparation and Application of Functionally Environmental Materials of Tourmaline Powder

GUAN Deng-gao¹, CHEN Shan-hua¹, TANG Ke², WANG Shu-gen³

(1. College of Materials and chemistry & chemical Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan, China;

2. College of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan, China;

3. Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract In this paper, tourmaline, which comes from a mining area, was made into fine powder by means of agitated grinding, and the composition and grading and shape of the powder were studied. The elementary analysis result show that the composition of the tourmaline is composed of Al, Si, Fe, Na, Mn and Ca elements. So, the tourmaline belongs to iron tourmaline. The average size of the powder is 6.21 μm . The shape of the powder is irregular slice. Many novel functionally environmental materials, for example, the material to purifying air, the material to infrared health protection of radiating electromagnetic wave, the material to treat water, and the material to shield electromagnetic radiation, can be developed by using tourmaline powder as a raw materials.

Key words Tourmaline; Fine powder; Electric-field effect; Functionally environmental material

收稿日期:2006-01-18

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50574023);辽宁省教育厅资助项目(20040294)

作者简介:于秀兰(1964-),女,副教授,东北大学在读博士生,主要从事稀土冶金、稀土显色剂的合成及其应用研究工作。