

## 石英粉漂白试验研究<sup>\*</sup>

海霞<sup>1</sup>, 余志伟<sup>2</sup>, 许慧英<sup>1</sup>

(1. 东华理工大学化学、生物与材料科学学院, 江西 抚州, 344000; 2. 核资源与环境教育部重点实验室(东华理工大学), 江西 南昌, 330013)

**摘要:** 利用酸处理方法对石英粉进行漂白, 分别以盐酸、硫酸、氢氟酸单独使用或两种、三种酸组合使用进行了试验, 其中以三种酸组合时漂白效果最好: 当石英粉用量 10 g, 盐酸固定量为 10 ml, 硫酸加入量为 5 ml、氢氟酸加入量为 5 ml 时的漂白效果最好, 漂白后的石英粉蓝光白度由 61.26% 提高到 72.78%。

**关键词:** 石英粉; 漂白; 酸处理; 组合酸; 蓝光白度

中图分类号: TD973<sup>+</sup>.3; TQ127.2 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2009)02-0021-04

### Research on the Bleaching of Quartz Powders

HAI Xia, YU Zhi-wei, XU Hui-ying

(College of Chemistry, Biology and Material Science, East China University of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

**Abstract:** Quartz powders was bleached by using acid treatment. By experiment, hydrochloric acid, sulfuric acid and hydrofluoric acid were applied by single adding or different combined adding. When the hydrochloric acid was fixed 10 ml, adding 5 ml sulfuric acid and 5 ml hydrofluoric acid, the effect of bleaching 10 g quartz powders was best, and blue-ray brightness of treated quartz powders improved from 61.26% to 72.78%.

**Key words:** quartz powders; bleaching; acid treatment; combined acid; blue-ray brightness

粉石英<sup>[1-2]</sup>矿体是指石英粉和其中风化解体不完全的硅质残块组成的综合地质体, 分化时矿体中的含量随风化程度不同而异。风化作用强烈的粉石英矿, 含粉率可高达 80% 以上, 甚至是 95%。

石英粉在我国主要用于磨料、玻璃、玻璃纤维、普通陶瓷、耐火材料、建筑材料以及塑料、橡胶等工业中, 近年来又开始应用于电子、电工等领域; 但是优质石英资源不足, 石英粉的供应日趋紧张, 主要原因是产品在白度、粒度、粒度分布、晶形、粘度等方面, 尤其是白度难以满足工业要求<sup>[3]</sup>。虽然某些原矿品质较好, 只需经水洗、筛分、烘干即可获得符合要求的微粉, 但是优质原矿资源有限, 对大部分被

铁、泥污染的石英粉仍需化学处理。因此寻求简单又经济有效的处理方法得到符合要求的产品<sup>[4]</sup>, 非常有实际意义。

本试验利用酸处理的方法对石英粉进行漂白。

## 1 试验

### 1.1 原料

漂白试验样品为金马硅业提供的 1 000 目石英粉, 普遍粒径在 0.005 mm 以下, 蓝光白度 61.26%, 其化学分析结果如表 1 所示。

漂白试验试剂: 硫酸 ( $H_2SO_4$ ), 纯度 95.0% ~

• 收稿日期: 2008-10-15; 修回日期: 2008-11-03

基金项目: 核资源与环境教育部重点实验室开放基金项目(项目编号 060615)

作者简介: 海霞(1983-), 女, 青海茫崖人, 硕士研究生, 研究方向矿物材料加工。

98.0%，南昌洪都试剂化工厂生产，配成  $H_2SO_4$  :  $H_2O$  (体积比) = 1 : 5 的溶液；盐酸 (HCl)，纯度 36% ~ 38%，南昌洪都试剂化工厂生产，配成  $HCl$  :  $H_2O$  (体积比) = 1 : 1 的溶液；氢氟酸 (HF)，纯度 40%，南昌洪都试剂化工厂生产，配成  $HF$  :  $H_2O$  (体积比) = 1 : 1 的溶液。

表 1 石英粉化学成分分析 (%)

成分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO
含量	98.62	0.82	0.77	0.016	0.035	0.018
成分	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	C	S	SiO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
含量	0.06	0.02	0.11	0.01	0.008	0.019

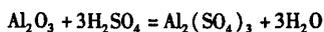
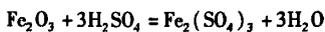
### 1.2 试验设备与仪器

恒温水浴锅 (DSY - 2 孔, 温度范围 37 ~ 100℃); 旋片式真空泵; 全自动白度计 (WSD - 3C) 等。

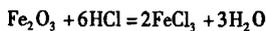
### 1.3 漂白机理

从漂白试验样品的化学分析结果可以看出, 影响石英粉白度的因素主要是其中所含的  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$  等着色元素。

(1) 硫酸、盐酸对石英中杂质具有溶解作用, 其作用机理如下:



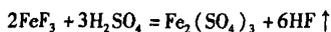
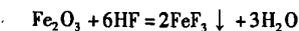
$Fe_2(SO_4)_3$ 、 $Al_2(SO_4)_3$  均溶于水中, 在固、液分离时, 可随溶液除去。



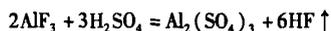
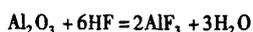
$FeCl_3$  溶解于水, 在洗酸时可以将其去除。

(2) 氢氟酸对石英粉进行酸浸时, 除了对铁及铝杂质产生溶解作用外, 对石英也具有较强的溶解作用, 它使石英颗粒表面粗糙, 有利于其表面改性。

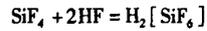
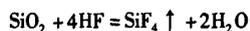
氢氟酸对  $Fe_2O_3$  的作用机理如下:



氢氟酸对  $Al_2O_3$  的作用机理如下:



氢氟酸对  $SiO_2$  的作用如下:



$H_2[SiF_6]$  在水溶液中可溶解。

### 1.4 试验流程

粉石英漂白工艺流程见图 1。

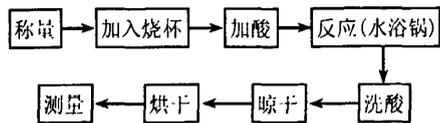


图 1 粉石英漂白工艺流程

## 2 结果与讨论

### 2.1 单一酸漂白试验

分别选择硫酸、盐酸和氢氟酸对石英粉进行单一酸的漂白试验, 酸的加入量分别为 5 ml、10 ml、15 ml、20 ml。

漂白固定条件: 石英粉 10 g; 固液比 (质量比) = 10 : 20; 漂白温度 90℃; 漂白时间 60min。漂白结果见图 2。

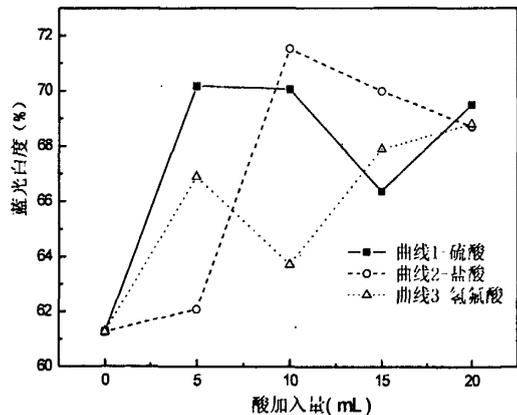


图 2 单一酸漂白效果曲线

从图 2 可以看出, 不论采用哪一种酸对石英粉进行处理, 均具有明显的漂白效果。以蓝光白度进行分析, 经过酸处理的石英粉白度与原样比, 最小的提高 0.81 个百分点, 最高提高了 10.26 个百分点。

曲线 1 中当硫酸加入量为 5 ml 时, 石英粉的蓝光白度提高幅度很大, 比原粉提高了 8.9 个百分点; 当酸加入量增加到 10 ml 时, 变化相差不大; 继续增加酸量, 样品的蓝光白度急剧下降至 66.36%, 仅比原粉提高了 5.1 个百分点; 当酸加入量达到 20 ml

后,样品的蓝光白度又有上升趋势,但增白效果不如5 ml。所以,单一硫酸漂白效果以5 ml为最好,此时蓝光白度达到了70.16%。

随着盐酸加入量的增加,曲线2的蓝光白度呈抛物线变化,即盐酸加入量为5 ml时,样品蓝光白度提高幅度不大;当加入量提高到10 ml时,样品的蓝光白度比原粉提高了10.26个百分点,达到最高点;继续增大加入量至15 ml、20 ml时,蓝光白度呈不断下降趋势。所以,盐酸对石英粉漂白的最佳加入量为10 ml,此时样品的蓝光白度达到了71.52%。

从曲线3可以看出,氢氟酸对石英粉的增白效果整体上不如硫酸或盐酸,而且随着酸加入量的增加蓝光白度是呈逐渐上升趋势,当氢氟酸加入量为20 ml时,样品蓝光白度达到了68.78%。其中仅在酸加入量为10 ml时,出现异常,白度出现下降现象。

### 2.2 两种酸组合漂白试验

分别选择硫酸+盐酸、硫酸+氢氟酸、盐酸+硫酸、盐酸+氢氟酸、氢氟酸+硫酸和氢氟酸+盐酸六种方案进行组合试验。每种组合中,排在前面的酸为变量,变化范围均为5 ml、10 ml、15 ml、20 ml;排在后面的为固定值,固定量为5 ml。

漂白固定条件:石英粉10g;固液比(质量比)=10:20;漂白温度90℃;漂白时间60min。漂白结果见图3。

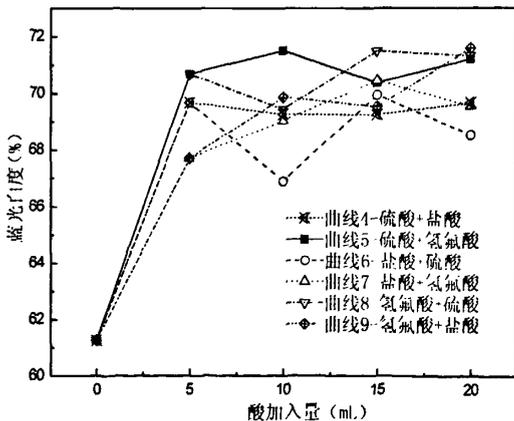


图3 两种酸组合的漂白效果曲线

图3的曲线可分成3组,第一组:曲线5与曲线8(硫酸与氢氟酸组合);第二组:曲线4与曲线6(硫酸与及盐酸组合);第三组:曲线7与曲线9(盐酸与

氢氟酸组合)。三个组合对石英粉漂白效果排序依次为:第一组>第二组>第三组,而且这种变化规律与酸加入量的变化也基本吻合。所以,选择两种酸组合漂白石英粉时,应选择硫酸与氢氟酸组合。

从硫酸与氢氟酸组合分析,漂白样品的蓝光白度基本稳定在71%以上,较原样提高10个百分点以上。曲线5的最佳条件为:硫酸10 ml+氢氟酸5 ml,其蓝光白度达到71.51%;曲线8的最佳条件为:氢氟酸15 ml+硫酸5 ml,其蓝光白度为71.49%。显然,曲线5的最佳蓝光白度要略高于曲线8的,而且从漂白成本分析,由于氢氟酸的价格远高于硫酸的价格,所以曲线8最优条件的漂白成本比曲线5的最优条件要高很多。由此认为,两种酸组合漂白石英粉的最佳方案为:硫酸10 ml+氢氟酸5 ml。

### 2.3 三种酸组合漂白试验

分别选择硫酸+盐酸、氢氟酸,盐酸+硫酸、氢氟酸,氢氟酸+硫酸、盐酸三种方案进行组合,每种组合中,排在加号前面的酸为变量,变化范围均为5 ml、10 ml、15 ml、20 ml;排在加号后面的两种酸都为固定值,固定量为5 ml。

漂白固定条件:石英粉10 g;固液比(质量比)=10:20;漂白温度90℃;漂白时间60 min。漂白结果见图4。

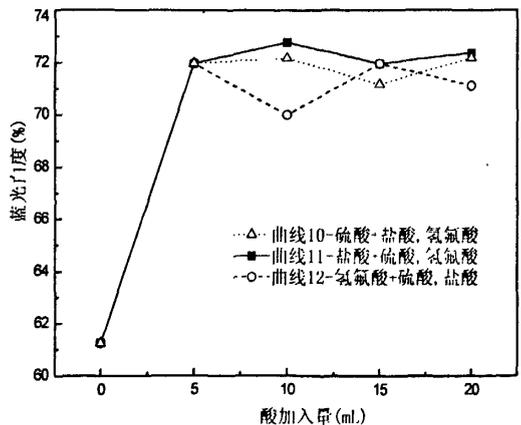


图4 三种酸组合漂白效果曲线

从三条曲线看出,曲线12的漂白效果不如曲线10、11。在曲线10、11中,随着酸加入量的增加,漂白效果的变化趋势基本相同,但是曲线11漂白效果略好于曲线10。所以,三种酸组合对石英粉漂白的

最佳条件为:盐酸 10 ml + 硫酸 5 ml + 氢氟酸 5 ml, 其蓝光白度为 72.78%。

### 3 结论

单一酸进行漂白试验时,在同等条件下盐酸加入量控制在 10 ml 时为最佳漂白条件,其蓝光白度达到了 71.52%。

两种酸组合进行试验时,在同等条件下当硫酸控制在 10 ml、氢氟酸 5 ml 时的组合,其蓝光白度最好达到 71.51%。

三种酸进行组合时,当盐酸加入量为 10 ml、硫酸加入量为 5 ml、氢氟酸为 5 ml 时漂白效果最好,处理过的石英粉的蓝光白度为 72.78%。

综合分析可以看出,当三种酸进行组合时(即

盐酸加入量为 10 ml、硫酸加入量为 5 ml、氢氟酸为 5 ml 时),石英粉的漂白效果最好。经过该条件漂白后的石英粉蓝光白度由原来的 61.26% 提高到 72.78%,提高幅度达 18.81%,漂白效果理想。

#### 参考文献:

- [1] 余志伟,邓惠宇.一种新型工业矿物原料——粉石英[J].中国非金属矿工业导刊,1999,(01):25-27.
- [2] 郝保红,姚斌.天然粉石英的开发利用及深加工[J].矿物学报,2001,(03).
- [3] 邓慧宇,陈庆春,余志伟.粉石英的深加工及其利用研究[J].化工矿物与加工,2004,(11).
- [4] 牛福生,倪文.高纯石英砂选矿提纯试验研究[J].中国矿业,2004,(06)

## 鄂庄煤矿创出 10 年节能降耗循环发展之路

山东新汶矿业集团鄂庄煤矿按照创建“资源节约型、环境友好型企业”的总目标和总要求,坚持走清洁生产新型工业化道路,综合利用、变废为宝,节能降耗、减污增效,积极做好节能减排工作,实现了良好的经济、环境及社会效益。

(1) 加快先进适用技术的推广应用。鄂庄煤矿围绕煤炭主业的节能降耗、绿色开采,不断加强科技创新力度,探索实施了“以矸换煤”工程,对工作面实行矸石充填开采,将“三下”压煤资源全部置换出来,较条带式开采多回收煤炭资源 6 万吨,彻底解决了矸石排放占地、污染等问题,实现了绿色开采。针对厚度 0.6 m 以下的煤层,他们采用螺旋钻采煤工艺,使资源回收率由原来的 35% 提高到 85%,年可多回收煤炭 14 万吨左右。为有效降低地面污水处理量,减少井下排污泵的开泵时间,他们还实施了矿井水分排处理,从 315 采区至内环水仓安装一趟  $\Phi 159$  排水管路,实现了清水、污水分排,彻底解决了 -300 水仓清水、污水混排问题,年节约电量 5 万 kW·h。不仅如此,他们还对 315 采区、107 采区皮带运输设备进行了改造,实施井下皮带运输集中控制。由单台控制改为集中控制,实现了皮带机顺流开停,减少了皮带空运转时间,提高了开机效率,减少岗位 7 个、操作人员 21 人,年节约电量 19.2 万 kW·h,年减少费用支出 46.56 万元,有效地达到了降耗增效的目的。

(2) 通过多种措施不断强化资源的综合利用,实现降耗增效的目的。一是煤矸石的综合利用。鄂庄煤矿自投产建成以来,每年需要排放矸石 15 万吨,不仅污染环境,而且还要支付巨额的占地费用。启动的煤矸石制砖项目每年可消耗煤矸石 20 万吨,减少矸石山占地 0.68  $\text{hm}^2$ ,每年可增收 2 000 多万元。二是矿井水的综合利用。目前,鄂庄煤矿有 -

300 m 水平和 -530 m 水平两个开采水平,历年最大涌水量 3.2  $\text{m}^3/\text{h}$ ,正常涌水量 2.56  $\text{m}^3/\text{h}$ 。鄂庄矿投资 150 万元,建成了水质净化厂,目前日处理能力达 800  $\text{m}^3$ ,通过过滤处理后,矿井水全部回到矿内用于职工澡堂和工业广场用水,回用率达到了 100%。不仅有效消除了外排造成的环境污染,还为矿区生产、生活提供充足的水源,解决了部分矿区缺水的难题。在此基础上,他们还建成了 600  $\text{m}^3$  的沉淀池,将职工澡堂的废水,通过沉淀,二次利用,用于煤场的洒水防尘,二次利用率达到 60% 以上,年节约水量 18 万  $\text{m}^3$ ,节约水资源费 25 万元。三是高炉煤气的综合利用。为了变废为宝,鄂庄煤矿利用阳光冶金的高炉煤气,在阳光电力改造了一台燃气锅炉及发电机组,年利用高炉煤气 9 亿立方米,杜绝了高炉煤气排放,减少了环境污染,实现了资源的综合利用。

(3) 鄂庄煤矿坚持资源循环利用、产业循环组合、企业循环发展的原则,统筹区域产业结构布局,整合拉长产业链条,引导、协调相关企业走跨行业循环、区域间循环的路子,实现了区域经济发展和生态环境建设共赢。用 4 年的时间建成了 12 个非煤项目。在此基础上,他们坚持以煤炭资源为基础推进多元化扩张,以铁矿石资源为载体推进一体化经营,以煤层气资源为依托推进集成化发展,逐步打造出了“煤炭-电力-建材”、“矿石-矿粉-铸造”、“煤层气-陶瓷-房地产”三大产业链,构建了一个“多业并举、齐头并进、循环发展”的产业新格局。非煤产值呈现了几何倍数的增长,从 2001 年的 4 000 万元猛增至 2006 年的 20.3 亿元,今年将实现 27 亿元,增长了 60 多倍,被山东省煤炭工业局命名为全省煤矿发展循环经济的排头兵。同时,2009 年该矿又有 3 个非煤企业被列为山东省重点培育的循环经济型企业。

欧阳宝塔,尹雪峰 供稿