

## 安徽滁州绢云母选矿试验研究\*

张明<sup>1</sup>, 蒋蔚华<sup>2</sup>

(1. 国家非金属矿深加工工程技术研究中心, 苏州, 215004; 2. 苏州非金属矿工业设计研究院, 苏州, 215004)

**摘要** 绢云母是一种细粒白云母, 属云母类, 在我国属稀有品种。安徽滁州绢云母矿资源量大质优。根据该矿物组成特性, 采用分级除砂提纯、浮选可得到品位 >96% 的绢云母精矿, 再经漂白除铁、剥片机磨剥可得到 800~1250 目、白度 86% 的绢云母粉。应用试验表明, 绢云母、云母粉可成功应用于橡胶、工程塑料、建筑涂料。

**关键词** 绢云母; 提纯; 漂白; 磨剥; 应用; 滁州

中图分类号: TD975+.9 文献标识码: B 文章编号: 1001-0076(2002)03-0020-04

### Experimental Research on Ore Dressing of Sericite in Chuzhou, Anhui Province

ZHANG Ming, JIANG Wei-hua

(National Engineering Research Center for Non-Metallic Minerals Further Processing, Suzhou, Jinan Province 215004, China)

**Abstract**: Sericite is a kind of fine white mica, with only small deposit in our country. In Chuzhou, Anhui, there is a large quality sericite deposit. Based on mineralogical analysis of this ore, a concentrate with sericite over 96% is obtained by the process of "sand removal and purification by classification-flotation", then a 800-1250 mesh sericite powders with a whiteness of 86% is produced by the further process of "iron removal by bleaching-attribution by attritor". Test results show the products can be expected to apply to the industries such as rubber, engineering plastics and architectural coating.

**Key words**: sericite; purification; bleaching; attrition; application; Chuzhou City

自 20 世纪 70 年代初, 原冶金部华东地勘局八一—一队于安徽滁州市大柳镇发现绢云母矿床以来, 陆续又在李集等地发现大量的绢云母矿藏, 概算储量在 500 万吨以上, 绢云母含量在 25%~65% 之间, 主要矿物组成为绢云母和石英, 成分比较单一。当地一些乡镇企业或私营企业仅生产一些初级产品, 提

供给电焊条厂、油漆厂和耐火材料厂, 质低价廉, 生产技术落后, 没有能充分合理地利用矿产资源。针对此情况, 我们着手于该地区绢云母矿产的综合利用和深加工研究及应用研究, 综合考虑生产工艺可行性、合理性、投资回收、市场需求等因素, 探索出一条既合理利用当地绢云母矿产资源, 又经济实用能生产,

\* 收稿日期: 2002-01-18

作者简介: 张明 (1965-) 男, 江苏泰州人, 高级工程师, 主要从事非金属矿的选矿工艺试验研究。

具有一定市场产品的生产工艺。

## 1 原矿物理化学性质分析

安徽滁州绢云母矿产资源极其丰富,原矿质量变化大,考虑到合理利用矿产资源及生产成本等因素,采用位于大柳镇质量指标具有代表性的绢云母矿作为试验用样。

### 1.1 原矿化学成分及白度

原矿化学成分见表1,白度65%~70%。

表1 原矿化学元素全分析(%)

元素	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
含量	75.98	14.19	4.30	0.40	0.89
元素	MgO	TiO <sub>2</sub>	CaO	烧失	合计
含量	0.09	0.17	0.24	2.89	99.15

### 1.2 原矿粒度

考虑到原矿为块矿难以捣浆,故试验用样须先进行破碎至130目通过率95%以上。破碎后原矿样的粒度组成如表2所示。

表2 原矿样的粒度组成(%)

粒级(μm)	+45	45~20	20~10	10~2	-2
含量(%)	31.25	22.50	16.25	25.00	5.00
累计(%)	31.25	53.75	70.00	95.00	100.00

### 1.3 X-射线衍射分析

原矿主要组成矿物为绢云母和石英,含量分别为55%~60%和35%~42%,另含少量的伊利石等粘土。

### 1.4 绢云母矿物特性

绢云母即细粒白云母,属云母类,是一种富含钾的铝硅酸盐。其外观呈鳞片状,有丝绸光泽,比重2.6~2.7g/cm<sup>3</sup>,莫氏硬度2~3,001解理完全,可劈成极薄的薄片,绢云母片富有弹性,可弯曲,弹性系数为15050~21340kg/cm<sup>3</sup>,因其具片状结构,绢云母具有极佳的抗拉抗剪和耐磨性;另外绢云母耐酸碱,耐高温可达600℃以上。此外,绢云母的

化学组成、结构与高岭土相近,所以绢云母又具有某些粘土矿物的特性,如色白粒细,在水和有机介质中悬浮性好等。

## 2 选矿试验研究

### 2.1 除砂提纯

该原矿矿物组成较简单,主要组成矿物为绢云母和石英,另外从原矿粒度组成可以看出粗粒级45μm以上主要以石英砂为主;20μm以下绢云母为主,可以通过重选方法达到使石英与绢云母分离的目的。

实验室小试采用湿筛和沉降法来进行分级。影响沉降分级效果的因素主要是捣浆时间、捣浆叶轮转速(线速度)、捣浆浓度及分散剂。一般捣浆时间、叶轮转速、浓度高低、分散剂量大小与分级效果成一定比例关系。考虑到原矿经破碎后石英砂与绢云母已基本解离,以及绢云母极性低,水分子中易分散等因素,小试仅做了叶轮速、捣浆浓度、分散剂量等条件试验,通过条件试验确定捣浆5min,捣浆浓度20%,叶轮转速500r/min,分散剂为干矿量的1%,可以取得较佳的捣浆效果。

分级分两步,第一次用湿筛(325目)法除去大部分细石英砂,筛下浆料再采用沉降法进行第二次分级。而分级各产品主要化学元素分析结果见表3。

表3 各粒级产品主要化学元素分析结果(%)

粒级(μm)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	产率	白度
+45	95.37	2.59	1.00		32.10	82
45~20	84.38	7.90	2.50	0.6	24.60	80
20~10	59.72	25.34	7.80	1.0	14.20	73
-10	53.53	30.31	8.20	1.08	29.10	70

从上表可以看出:+45μm产品中主要矿物为石英砂以及少量绢云母,SiO<sub>2</sub>含量95%,这部分产品经水洗可使SiO<sub>2</sub>含量提高到97%,可以直接应用或进一步深加工后应用于硅酸盐工业、橡胶工业、玻纤制品等行业;也可经酸洗碱熔后使SiO<sub>2</sub>提高99%以

上,作高档原料生产硅微粉,该产品附加值高,但存在环境污染问题。 $45 \sim 20\mu\text{m}$  粒级产品为绢云母与石英砂的混合物,白度 80%。经漂白后可提高到 85% 以上,在橡塑工业中可代替部分白炭黑、钛白粉,提高橡塑制品的机械强度及耐磨性,在耐火材料、焊条、油漆中作功能填料。 $< 20\mu\text{m}$  以下粒级主要以绢云母为主,品位在 90% 以上,还有少量粘土和石英细砂。这部分产品可以根据用户要求分级成 800 目、1000 目、1250 目和 2500 目产品,分别应用于建筑涂料、油漆、工程塑料、橡胶、化妆品、耐火材料、陶瓷等行业。

## 2.2 浮选

通过分级可以除去大部分粗粒级石英砂, $20\mu\text{m}$  以下粒级以绢云母为主,但仍含少量其他矿物,如伊利石、细石英砂,绢云母品位在 90% 左右。如要进一步提纯,重选已难以进一步提高产品品位,于是考虑浮选法使产品的品位进一步提高。浮选方法的关键在于药剂制度,本试验采用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作 pH 调整剂,水玻璃作抑制剂,2#油作起泡剂,试验结果表明:胺类对绢云母的捕收作用是明显的,控制浮选用药,可以使精矿中绢云母品位提高到 96% 以上,浮选精矿产率在 80% ~ 85%。浮选精矿产品的主要化学指标如下: $\text{SiO}_2 48\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 35\%$ 、 $\text{K}_2\text{O} 10.5\%$ 。

## 2.3 漂白除铁

分级试验发现: $20\mu\text{m}$  以下粒级含铁量较高,白度较低,影响绢云母产品今后的应用,需要除铁以提高白度。除铁有磁选、化学漂白、络合等方法。综合考虑投资、生产工艺控制及成本等因素,选择比较经济实用的化学漂白法。该方法具有投资小、增白效果好等优点。本试验采用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作 pH 调整剂,将 pH 调至 2~3,保险粉作漂白剂,用量在  $2.72 \sim 3\text{kg/t}$ 。绢云母产品白度可提高到 86%,符合作体膜颜料的要求。

## 2.4 磨剥试验

试验是为了确定一种能使绢云母超细化的方法,生产出造纸用填料和涂料产品。传统的云母细磨方法有球磨、搅拌磨等。有报道说,目前有一种高压均浆法适合于云母的超细磨。考虑到绢云母产品粒度较细(600~800 目),呈片状,本试验采用高转速、高剪切的剥片机,既能使层状绢云母矿剥离磨细,又能保护绢云母的片状结构、晶片面的完整性。剥片机叶轮线速度  $600\text{m/min}$ ;添加少量助磨剂,磨剥介质直径 1mm。

固定磨剥时间 4h,当磨剥浓度分别为 40%、50%、60% 时,产品  $< 2\mu\text{m}$  含量分别为 68.8%、73.4%、76.0%。固定磨剥浓度 60%,当磨剥时间分别为 2h、3h、4h、5h、6h、7h 时,产品  $< 2\mu\text{m}$  含量分别为 60.90%、69.40%、78.0%、84.2%、89.5%、91.0%。

从结果来看,磨剥浓度和时间是影响磨剥效果的主要原因。磨剥浓度越高,效果越好,磨剥时间越长,产品中  $< 2\mu\text{m}$  含量逐渐增加。但达到一定时间后,增加幅度逐渐降低,趋于平缓。对磨剥产品进行显微镜下观察,发现绢云母基本上呈近似透明的规则片状,说明湿法磨剥对绢云母的超细化是有效的。在高浓度下(60%~70%),磨剥一定时间(5h 以上)可以生产出造纸用填料和涂料级原料产品。但考虑到磨剥次数较多,生产成本较大,以及与其它造纸用原料如高岭土、碳酸钙、滑石相比,白度和粒度指标勉强达到要求,竞争力不强,从而影响实际生产经济效益。故不推荐生产该种产品。

## 3 产品应用试验

根据试验结果及市场的调查分析,确定了一个经济实用的工艺流程。本试验有三种产品:石英砂 120 目, $\text{SiO}_2 \geq 95\%$ ;绢英粉 325 目,白度 81%;绢云母粉 800~1250 目,白度 86%。其中,绢英粉的混合物适用于橡

塑中作补强功能填料、作焊条填料(该应用已较成熟)。绢云母粉绢云母品位在90%以上,可以在建筑涂料、油漆、橡胶、化妆品中作填料,也可以在炼钢工业中用作耐火材料。根据试验产品的特性,进行了应用试验。

### 3.1 绢英粉在橡胶中应用试验

橡胶中常用功能填料有碳黑、白碳黑、碳酸钙、滑石、高岭土等,绢云母作为一种具有片状结构的非金属矿物,在国外应用于橡胶轮胎、胶鞋等橡胶制品,添加绢英粉能改善橡胶的加工性能、机械性能、耐磨和耐老化性能,可以部分或全部代替碳黑或白碳黑,而价格要低一倍以上,大幅度降低了生产成本,又不影响橡胶制品的性能。我们与南京某橡胶厂合作研究绢英粉在橡胶中的应用。试验结果表明:在橡胶中添加30%的绢英粉作为白色增强填料,可以改善橡胶的加工性能,提高抗拉、弯曲强度、耐磨性,耐撕裂性也有所提高,可以完全代替白碳黑。

### 3.2 超细绢云母在建筑涂料中应用试验

根据对绢云母矿物性质分析,绢云母具有丝绸光泽,片状结构,具有优良的耐热、耐酸碱、抗菌性、防紫外和穿透性以及染料分子进入晶格层间,能使涂料久不褪色等特点。目前我国外墙涂料用量逐渐增大,对产品的质量要求如耐老化、抗紫外、耐酸雨、不褪色方面要求越来越高,传统的涂料用钛白粉能解决以上问题,但价格昂贵,用绢云母代替钛白粉在外墙涂料中应用,将大大降低生产成本。本试验与上海泰欧亚涂料公司合作进行。试验结果表明,在外墙涂料中添加合适比例的绢云母粉可以明显改善外墙涂料的耐老化性能、抗紫外线性能,人工耐老化指标可达750h,最好的在1000h以上,最佳添加量5%~8%。

### 3.3 绢云母粉在工程塑料中应用研究

工业矿物填料在塑料中的应用很广泛,既能降低生产成本,又能改进塑料制品的某

些性能。绢云母具有片状结构,径厚比80以上,在塑料中应用可以显著提高塑料制品的机械性能、耐高温、耐老化等性能,云母粉在工程塑料中已广泛应用。国外在汽车用工程塑料中应用已很普遍,国内对片状矿物在塑料中的应用研究已有一定发展,如应用于PVC管材、工程塑料中,但还不全面。本应用试验着重研究绢云母粉在聚烯烃塑料中的应用,试验结果见表4。

表4 绢云母在聚丙烯(PP)中应用结果

性能	测试方法	聚丙烯
填充量(%)	灼烧残余	30
拉伸强度(MPa)	GB-1040	39.1
断裂伸长率(%)	GB-1040	2
弯曲强度(MPa)	GB-1042	49.0
弯曲模量(MPa)	GB-1042	4027
悬臂梁冲击强度(无缺口, kJ/m)	GB-1043	43
维卡软化点(°C)	ASTMD 1525	164

纯聚丙烯拉伸强度为33.99MPa,填充30%绢云母后其拉伸强度为39.1MPa,而其他填料填充的聚丙烯拉伸强度分别为30%碳酸钙19.20MPa、30%滑石29.64MPa、30%玻纤为43.70MPa。

## 4 结语

绢云母作为一种极具经济价值和应用价值的非金属矿物,对其开发研究(包括选矿提纯深加工)应用研究目前尚处于起步阶段。我国的绢云母矿产资源较为丰富,主要分布于安徽、江西、四川、山西、浙江、山东等地,大多矿藏品位较低,其中以安徽滁州的绢云母资源较佳,当地绢云母的生产为原矿磨粉等粗加工,产品以325~600目为主,利用价值较低,应用范围窄。本试验对安徽滁州绢云母矿的选矿提纯、细磨、漂白等技术的研究,找到了一种能合理开发利用资源、经济实用的生产工艺流程和产品结构,对产品进行相应的应用试验研究,在保证生产技术的合理完整性上,为其开发打下良好的基础。