

47-50

## 非金属矿产深加工的途径

徐邦梁

南京地质学校, 南京, 210008

TD 985

New avenues of deep processing of the nonmetallic minerals

by Xu Bangliang

**Abstract:** According to his many-year experimental researches the author puts forward some distinctive views for the deep processing of nonmetallic minerals such as attapulgite, diatomaceous earth, serpentinite, kaolin, wollastonite and montmorillonite and points out the following avenues to deeply process nonmetallic minerals:

1. to develop their potential functions on the basis of special physical and chemical properties of nonmetallic minerals.
2. to change the compositions, structures and properties of nonmetallic minerals to obtain new products and extend their range of application.
3. to utilize the available components of nonmetallic minerals to manufacture different products with high value.

The products of deep processing developed by the author available for chemical, metallurgical, rubber, light industries and agriculture, provide proofs of such a significance that increase the value of nonmetallic minerals and fully develop their internal properties through the above-mentioned avenues. The deep processing of nonmetallic minerals involves many branches of knowledge and requires various kinds of methods and measures. Additionally, it is also important to take note of comprehensive development and utilization in carrying out deep processing of nonmetallic minerals. In doing so, more favourable products and perfect economic benefits are obtainable.

我国是世界上非金属矿产品种较多、储量丰富的为数不多的国家之一。目前已探明非金属矿产有 137 种。近十年来在非金属材料勘查、开发利用和深加工方面,做了大量的工作,取得了可喜的成果。但是总的看来,开

发利用的水平还不高,能被利用的非金属矿产仅有 50 多种,特别在深加工方面,尚存在大片空白。笔者根据十多年来的试验研究,探讨非金属矿产深加工的途径,将一些认识和做法分述如下。

**揭示非金属矿产内在的特殊理化性质,开发其潜在功能**

天然凹凸棒石粘土,具有吸附和脱色性

本文 1991 年 10 月 20 日收到,詹庚申编辑。

**关键词:** 非金属矿产,深加工,化工产品。

能,经几种深加工方法处理后,其吸附和脱色性能可以大大提高:

**超细磨粉。**凹凸棒石晶体长约  $1\mu\text{m}$ ,宽约  $0.01\mu\text{m}$ ,呈棒状、针状、纤维状。其内部孔道的孔径为  $3.7 \times 6.0(10^{-4}\mu\text{m})$ 。将凹凸棒石粘土磨成超细颗粒,使其颗粒  $\leq 1\mu\text{m}$  时,凹凸棒石的晶体聚合体松散解离,使它们重新沉淀排列后,再烘干,这些针状晶体之间就产生了许多次生孔隙,因此增大了凹凸棒石的比表面积,可使原来的比表面积  $200\text{m}^2/\text{g}$  增至  $900\text{m}^2/\text{g}$ ,提高了吸附和脱色能力。同时也由于次生孔隙较大(达  $0.02\mu\text{m}$ ),使凹凸棒石粘土能吸附较大的有机分子,因而增强了其对有机分子的吸附和脱色能力。

**热活化。**热活化可使凹凸棒石孔道及表面性能得到改善。例如在  $400^\circ\text{C}$  以上热活化后,可以增强凹凸棒石表面的氧化能力,提高它的吸附和脱色能力。笔者用盱眙凹凸棒石粘土在  $500^\circ\text{C}$  活化 1hr 后,与未活化前对比,活化土对 10 号机油的脱色率提高了 25%。

**酸活化。**凹凸棒石粘土经酸活化后,可以除去一些结合力较弱的阳离子,使凹凸棒石的表面和孔道内的电荷失去平衡,加强了其内部对外部的电性,因而产生了电吸附作用。笔者用盱眙凹凸棒石粘土,以 4% 的酸进行活化后,脱色力提高了 30%。

**压力活化。**凹凸棒石粘土在含一定量水分的粘稠状态下,经过定向压力活化后,可改变其针状晶体聚合体的排列,有利于形成次生孔隙,可提高其吸附和脱色能力。笔者用盱眙凹凸棒石粘土,以  $7\text{Kg}/\text{cm}^2$  的挤压力活化后,脱色力提高了 15~25%。

### 改变非金属矿产的成分、结构和性质,获得新产品,扩大应用领域

以酸处理凹凸棒石,改变其结构和成分。凹凸棒石的晶体是由沿长轴方向平行延伸的硅氧四面体( $\text{Si}_4\text{O}_{11}$ )双链组成,每条双链的上端与下端靠一层六角形排列的镁原子连接起来<sup>[1]</sup>。笔者以酸处理凹凸棒石,破坏了部分镁

原子的连接及硅氧四面体双链结构,形成了许多游离的非晶质二氧化硅(图 1),因此提高了凹凸棒石对植物油中有机杂质的吸附与脱色能力,与未处理前对比,脱色力提高了 40% 左右。

**制造带正电荷的硅藻土。**硅藻土一般都是带负电性的,因此它们不能用做酒类、油类以及饮料等的除杂质助滤剂。这是因为许多有机液体的杂质微粒,往往也带负电荷的缘故。如果在硅藻土的颗粒表面聚合带正电荷的阳离子: $[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{+3} \cdot [\text{Si}_3(\text{OH})_8]^{+4}$  等胶态阳离子,使硅藻土的颗粒表面带上正电荷。那么,许多带负电荷的杂质颗粒就能被带正电荷的硅藻土颗粒吸附。这种硅藻土就可以做为许多有机质液体的助滤剂。

### 利用非金属矿产中的有用成分制造高附加值产品

利用非金属矿产所含的有用成分,可以制造出许多高附加值的化工产品。由于某些非金属矿产资源丰富,价格低廉,能降低化工产品的生产成本,增强其市场的竞争能力。因此,许多非金属矿产在这个领域中有很好的开发前景。

利用黄铁矿中的硫和铁制造化工产品。燃烧黄铁矿,制取二氧化硫以生产硫酸。黄铁矿是制造硫酸的基本原料。笔者利用黄铁矿

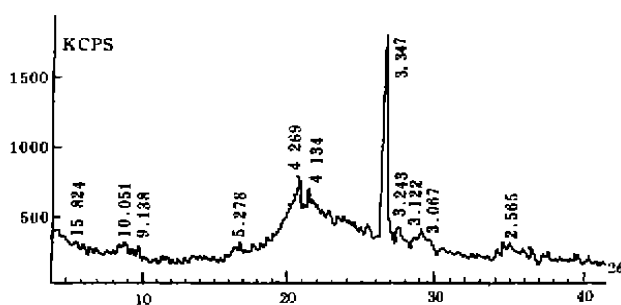
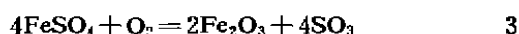


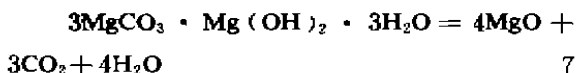
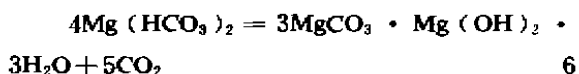
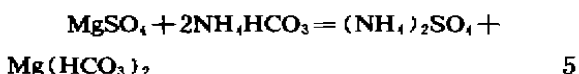
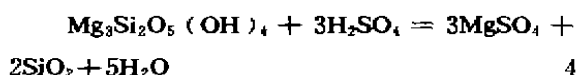
图 1 凹凸棒石 X-射线衍射图

凹凸棒石经酸处理后形成 40% 以上的非晶质二氧化硅,据江苏省岩矿测试中心

贫矿以及煤系地层中含黄铁矿的煤矸石和黄铁矿结核以焙烧方法制取硫磺,并用焙烧后的残渣( $\text{FeS}$ ),使其氧化制造硫酸亚铁( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ),再以硫酸亚铁为原料,经焙烧制成高级磨料用铁红( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ),其化学反应式如下:



以蛇纹石为原料,制造硫酸镁、氯化镁、轻质碳酸镁、氧化镁以及白炭黑。笔者用江苏东海的蛇纹石尾矿以及粉碎机飞扬出来的蛇纹石粉尘,经过酸解、碳化、热解、焙烧等流程,制成硫酸镁、氯化镁、轻质碳酸镁以及轻质氧化镁等一系列化工产品。经分析,质量均达到并超过化工部部颁标准的特级品指标:硫酸镁含量在99.3%以上(表1);氧化镁含量为96.06%,氧化钙0.5%,其制造原理及化学反应式如下:



蛇纹石除可以提取其中的镁制造各种镁盐外,还可以开发其中的硅,以制造白炭黑( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )。如4式所列,在其反应产物中

表1 硫酸镁含量分析(%)

测定项目	样品1	样品2
硫酸镁	99.33	99.46
氯化物	0.035	0.055
铁	0.0005	0.0005
砷	未检出	未检出
重金属(以Pb计)	0.0005	0.0005

据江苏省化工研究所

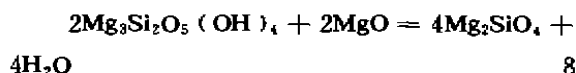
表2 橡胶用白炭黑分析报告(%)

测定项目	国标值	实测值
水分	$\leq 6$	$\leq 3.64$
灼减	$\leq 10$	$\leq 6.81$
pH值	6-8	8
二氧化硅	$\geq 86$	$\geq 90.51$
320目细度	$\leq 0$	痕迹

据广州胶管厂研究所

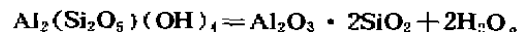
的 $\text{SiO}_2$ ,再通过一系列的深加工,可以制成水合二氧化硅,即白炭黑。笔者从蛇纹石中制取的白炭黑经广州胶管厂鉴定,完全达到部颁标准(表2)。白炭黑是橡胶的补强剂,它广泛用于橡胶、塑料工业。现在一般工业生产都是用硅酸钠为原料,因此生产成本较高。利用蛇纹石在其深加工过程中的副产品,再开发出白炭黑,不但为白炭黑的制造原料开辟了新的来源,同时还大大的降低了生产成本,为蛇纹石的综合开发、综合利用开辟了广阔的前景。能制造白炭黑的非金属矿产很多,例如凹凸棒石粘土、海泡石粘土以及高岭土、膨润土等,笔者都进行过试验,并获得了良好的成果。

此外,蛇纹石还可与氧化镁作用,制造人造镁橄榄石,其化学反应式如下:



镁橄榄石是高级耐火材料,可用做高温耐火砖以及高温陶瓷。

以高岭土为原料制造化工产品。高岭土的深加工,人们往往从提纯和超细磨粉方面着手,因此在纯度和粒度上要求很高。如果从开发高岭土中的有用成分 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2$ 的思路出发,在提取 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{SiO}_2$ 的深加工过程中,可以分离高岭土中所含的铁等杂质,那么许多含铁量超标的劣质高岭土,也可以得到广泛的应用。笔者利用苏州青山含细晶黄铁矿的劣质高岭土和祖堂山的含铁量高的高岭土,先将它们制成偏高岭石,其反应式为:



偏高岭石( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ )中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  具有较大的活性,将它们与碱作用,制成了人工合成沸石(A型钠沸石和八面沸石)(图2);将它们与酸作用制成了硫酸铝以及聚合氯化铝,用做污水的净化剂。

用某些硅酸盐矿物为原料制造硅肥。硅是植物生长的必要元素,特别对水稻、小麦和大麦尤其重要。它不仅是植株的组成成分之一,同时它被植物吸收后,积累在表皮细胞内,使细胞壁硅质化,因而可增强对真菌病的抵抗能力和抗倒伏的能力<sup>[2]</sup>。此外,硅有利于作物的生长,特别是籽粒作物,可以提高其产量。植物能吸收的硅主要从可溶性的硅酸中获取。然而在自然界中,硅酸盐矿物中的硅都是不能溶解于水的,植物不能够直接从硅酸盐矿物中汲取其所需的硅,只能通过植物的根系以及土壤和微生物的复杂分解作用,使不溶的硅酸盐矿物分解成可溶性的硅酸,从中汲取。但这一分解作用过程是缓慢的。为了提高农作物的抗病害能力而获得籽粒的高产,就必须施以硅肥。

制造硅肥主要就是制造硅酸,而制造硅酸的主要原料是非晶质二氧化硅。可以制造非晶质二氧化硅的非金属矿产很多,例如高岭土、硅灰石、叶腊石、蛇纹石、凹凸棒石、海泡石、蒙脱石以及和煤同时开采出来的煤矸石矿产等。笔者用蛇纹石和硅灰石经加工处理后,获得了大量的非晶质二氧化硅(图3、4)。

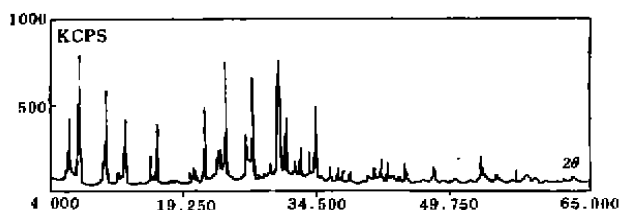


图2 A型钠沸石和八面沸石的X-射线衍射图  
A型沸石为主,八面沸石次要,据江苏省岩矿测试中心

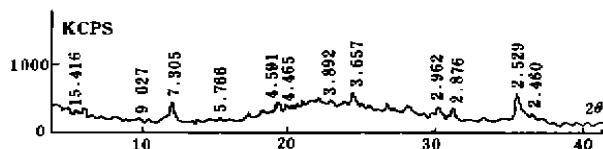


图3 蛇纹石X-射线衍射图

经加工后蛇纹石形成含量约70%的非晶质二氧化硅,据江苏省岩矿测试中心

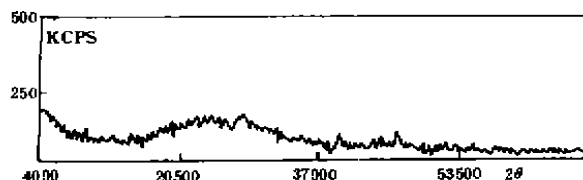


图4 硅灰石X-射线衍射图

经加工后硅灰石形成非晶质二氧化硅,据江苏省岩矿测试中心

揭示非金属矿产的内在理化性质,开发它们的潜在功能;改变非金属矿产的成分、结构以及利用其有用成分,制造高附加值产品等是非金属矿产深加工的必经之路。对非金属矿产进行深加工,涉及到晶体化学、矿物化学、分析化学、岩石学、矿物学、冶金学、选矿学、物理学、化学和化工等多学科的理论及知识。它的研究与开发往往要采取多种手段配合进行,例如,化学分析、物质成分分析、差热分析、极谱分析以及高温高压实验等。因此,多学科、多专业人员的密切配合,才能取得显著的成果。

在对非金属矿产进行深加工、深开发时,还应具有综合利用、综合开发的指导思想。例如,以往对富钾岩石或钾长石的开发,只以提取其中单一成分—碳酸钾或氯化钾为目的,由于钾长石的分解需要高温焙烧,能耗大,成本高,没有实际的经济意义。但是如果考虑到综合开发、综合利用的可能,在开发钾的同时也开发  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ ,用一种钾长石矿产,同时生产出三种化工产品,就能获得较大的经济效益和社会效益。