

# 坡缕石资源的深加工技术和开发应用\*

朱景和<sup>1</sup>, 李承元<sup>2</sup>, 李勤<sup>2</sup>

(1. 北京科技大学资源学院, 北京, 100083; 2. 赣州有色冶金研究所, 江西赣州, 341000)

**摘 要** : 简要介绍了国内外坡缕石资源概况、矿物和矿石特征, 综述了其加工工艺技术和在塑料、橡胶、玻陶、保温材料、印染、烯炔聚合、酒类过滤、稀土产品除杂、放射性废物处理、石油钻井泥浆、农药等领域的开发应用及其发展前景。

**关 键 词** : 坡缕石 ; 微孔特征 ; 酸活化 ; 热膨胀性 ; 深加工技术 ; 应用领域

中图分类号 : TD985 文献标识码 : A 文章编号 : 1001-0076(2002)03-0013-07

## Paligorskite Resources : Further Processing Technology and Development Application

ZHU Jing-he, LI Cheng-yuan, LI Qin

(School of Resources Beijing University of Science & Technology, Beijing 100083, China)

**Abstract** : This paper gives a brief introduction to paligorskite resources survey and the features of mineral, and summarizes the processing technologies for this mineral and the present situation of its applications in the fields of plastics, rubbers, glass and ceramic, heat insulator, printing and dyeing, olefin polymerization, alcohol filtration, impurity removal for rare earth products, disposal of radioactive wastes, mud for oil drilling, pesticides and so on and its development prospect.

**Key words** : paligorskite ; micropore structure ; activation by acid ; heat expansion ; further processing technology ; application field

坡缕石粘土是以坡缕石为主要矿物成分的粘土。坡缕石是一种具有层—链状过渡型特殊结构的含水铝镁硅酸盐矿物。坡缕石在矿物分类上隶属于海泡石族。1862 年俄科夫最早于乌拉尔矿区的热液蚀变产物中发现并命名为坡缕石。法国学者拉普林特(J. D. Laprent)于 1935 年又在美国佐治亚州凹凸堡(Attapulgite)和法国莫摩隆(Mormoriron)沉积岩层中发现了该种矿物,并命名为凹凸

棒石(Attapulgite)。1982 年世界矿物命名委员会认为坡缕石和凹凸棒石两者的晶体结构和晶体化学成分相同,属同一矿种,并规定统一称坡缕石。近七八年来国内外地质文献中,坡缕石和凹凸棒石仍为同义词互用,并且在我国有人根据其晶体形貌的差异,把沉积成因的呈土状者称为凹凸棒石,而把热液成因的呈绒状、纤维状的称作坡缕石。近几年有关其晶体化学、微细晶体结构、物化性能等

\* 收稿日期: 2001-06-04; 修回日期: 2002-02-16

作者简介: 朱景和(1969-)男, 2000 级博士研究生。

方面的研究表明,两者间存在显著的差异。尽管土状坡缕石和纤维状坡缕石中均广泛存在 Al、Fe 对 Mg 的异价类质同像置换,且 Fe 为唯一呈八面体配位  $\text{Fe}^{3+}$ ,但于  $\text{Mg}^{2+}-\text{Al}^{3+}-\text{Fe}^{3+}$  三组分构成的三角图解中,以  $\text{Fe}^{3+} \approx 0.25 \sim 0.3$  为分界线,它们自然归为两个群体,前者富铁石者低钛富铝,在晶体结构方面,前者结晶程度低,单个晶体横断面呈多种不规则的异形,晶体生长缺陷和晶格缺陷发育,后者相对结晶程度高,晶形完整,结合它们各自形态特点,称沉积成因的宏观上呈土状的为土状坡缕石,称热液成因的宏观上呈纤维状的为纤维状坡缕石较妥。土状坡缕石是组成坡缕石粘土的主要矿物组分。坡缕石矿物一般在高碱度(pH 值 8 左右),适当盐度、一定湿度和介质  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  三组分比例适当的环境下才能生成。目前世界上仅有极少数国家或地区产出该类矿床,为世界性稀缺资源<sup>[1,2]</sup>。

坡缕石粘土具有巨大的比表面积( $195 \sim 315 \text{m}^2/\text{g}$ )和优良的吸附性、胶体性和催化性等多种特殊性能,因而在塑料、橡胶、建材、保温材料、食用油脱色、高新技术等领域获得越来越广泛的应用<sup>[1,3]</sup>。

## 1 坡缕石粘土的矿床类型和矿物特征及性质

### 1.1 矿床类型

我国坡缕石粘土矿床概分为沉积风化型坡缕石粘土矿床和热液交代、充填型坡缕石矿床两大类,并且进一步划分为(1)火山岩区沉积型(2)火山风化型(3)火山蚀变交代型(4)陆源碎屑沉积型(5)河湖化学沉积型(6)接触交代蚀变型(7)灰岩裂隙及溶洞充填型七种。世界上坡缕石粘土按产出环境划分有蒸发岩建造中的坡缕石粘土、碳酸盐建造中的坡缕石粘土、陆源碎屑沉积物岩建造中的坡缕石粘土、深海沉积物中的坡缕石

粘土、表生土壤中坡缕石粘土及碳酸盐裂隙或溶洞中的坡缕粘土<sup>[1,7]</sup>。

### 1.2 矿物特征及物化性质

土状坡缕石的集合体呈土状,单体呈针状或棒状或毛刷状,其针状晶体或多或少地以杂乱方式紧密地堆集在一起,矿物化学成分以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量较高、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO} < 1$  为特征,矿物晶体化学式为  $(\text{Mg}_{1.687}^{2+} \text{Fe}_{0.683}^{3+} \text{Al}_{1.36}^{3+})_{3.729} (\text{Si}_{7.896}^{4+} \text{Al}_{0.104}^{3+})_8 (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  和  $(\text{Mg}_{2.407}^{2+} \text{Fe}_{0.413}^{3+} \text{Al}_{1.218}^{3+})_{4.04} (\text{Si}_{7.688}^{4+} \text{Al}_{0.312}^{3+})_8 (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。纤维状坡缕石集合体呈毡状、皮纸状,单体纤维长,矿物化学成分以  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量较低、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{MgO} > 1$  为特征,矿物晶体化学式为  $(\text{Mg}_{2.013}^{2+} \text{Fe}_{0.07}^{3+} \text{Al}_{1.927}^{3+})_{4.01} (\text{Si}_{7.944}^{4+} \text{Fe}_{0.117}^{3+} \text{Al}_{0.056}^{3+})_8 (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$  和  $(\text{Mg}_{2.051}^{2+} \text{Fe}_{0.117}^{3+} \text{Al}_{1.856}^{3+})_{4.024} (\text{Si}_{7.979}^{4+} \text{Al}_{0.021}^{3+})_8 (\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,含有白云石、方解石和石英。安徽省嘉山县官山坡缕石(灰白色,致密块状,坡缕石含量  $> 70\%$ )的晶体化学式为  $\text{K}_{0.13} \text{Na}_{0.13} \text{Ca}_{0.13} (\text{Al}_{1.22}^{3+} \text{Fe}_{0.41}^{3+} \text{Ti}_{0.04}^{4+} \text{Mg}_{2.41}^{2+})_1 (\text{Al}_{0.13} \text{Si}_{7.69})_{20} (\text{OH})_2 (\text{OH}_2)_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

## 2 国内外坡缕石资源概况

坡缕石粘土在世界上分布较广,但具有工业开采利用价值的坡缕石粘土矿床并不多,仅在美国、前苏联、西班牙等国家有工业矿床开采和利用<sup>[1]</sup>。

我国于 20 世纪 70 年代末在江苏六合小盘山第三纪碱性橄榄玄武岩系的粘土质沉积物夹层中发现土状坡缕石之后,沿苏北—皖东一带第三系玄武质火山岩分布区相继发现安徽官山、全椒铜井、江苏溧阳、黄泥山、龙王山等 20 多个坡缕石粘土矿床(点),构成我国苏皖坡缕石成矿带,并在河北涿鹿、内蒙察右、山西天镇、青海湟中等类似地质条件下发现同种矿床(点)。我国甘肃天水盆地和青海西宁盆地第三系陆源碎屑沉积物中也先后

发现了多个坡缕石矿床(点);另在四川奉节、贵州大方等地也先后发现了具有一定工业价值的产于接触交代蚀变带、碳酸盐裂隙或溶洞中纤维状坡缕石矿床(点),使我国成为世界上少有的坡缕石粘土产出国<sup>[2]</sup>。

### 3 坡缕石的加工工艺与技术

坡缕石具有许多优良的物化性能。经过有关的物理化学处理后,这些性能或其中部分性能可以得到很大改进。由于坡缕石具有独特的层链状结构和许多优良的物理化学性能,其应用范围广泛。作为改进其物理化学性能的实用有效加工工艺与技术——酸活化、硅烷偶联剂表面改性、加热、加压、脱水等已在实际生产中越来越多地采用<sup>[3~7]</sup>。

#### 3.1 酸活化工艺

作为坡缕石物理化学性能改进的实用有效工艺之一的酸活化工艺技术,早已引起众多学者的重视和试验研究。利用已配制好的1~5mol/L浓度的盐酸分别在100℃的水浴中进行活化处理,在活化过程中不断加入蒸馏水,使液面高度保持不变,处理时间为1h,然后取出过滤、清洗、烘干即得酸化坡缕石产品。其比表面积孔隙率、吸附性能、脱色能力等均有较大的改善和提高<sup>[2,5]</sup>。

#### 3.2 热膨胀加工工艺

物质的热膨胀基于构成物质的质点间的平均距离随温度的升高而变化,物质的此种性质与物质的结构、键型、键力的大小、热熔、熔点等密切相关。坡缕石的热膨胀过程中,热膨胀与热收缩交替发生,且以热收缩作用为主。坡缕石在加热作用下共有四次这样的膨胀—收缩过程。同其他粘土矿物(如高岭土)的热膨胀一样,坡缕石于加热状态下的热膨胀效应较为复杂,结合差热分析结果可以推测第一热膨胀—收缩过程为粒间水和沸石水脱失作用的结果。当粒间水和沸石水气化逸出开始时,坡缕石发生轻微膨胀,逸出完成

后,坡缕石又恢复到原来状态。第二膨胀—收缩过程对应于结晶水脱失作用,并可发生晶体结构折叠,以致整个过程的净变化量为微收缩结果;第三膨胀—收缩过程对应于剩余结晶水及结构水气化脱失作用,随着坡缕石中“水”的全部脱失,晶体结构全部塌陷,导致全过程收缩过程变化量 $\Delta a = -1.01\%$ 。由此推测坡缕石可作为陶瓷坯料的热膨胀补偿性材料。

#### 3.3 加压工艺技术

坡缕石经加压后,外观物性特征表现较大的变化。贵州大方坡缕石由原白色纤维状转变为灰色致密状,纤维消失,性质变脆,且随压力增大脆性增强。江苏盱眙土状坡缕石粉末经加压作用后变为致密片,且其色调变深暗。四川奉节粉红色胶状坡缕石加压后,主要表现出脆性增加。测试结果表明(400)及(251)面网衍射峰强度显著加强及原分裂峰的合并,说明了加压后晶体的结晶程度增加,对于土坡缕石(400)及(251)面网反射变化尤为明显,可以推测其除结晶度增加外,同时晶体发生了取向性的新排列,由原来的杂乱多维方向排列趋向于垂直于压力方向的二维定向排列,相应的(hoo)(oko)反射面网数增多,而且这种新的排列方式一经调整后即保持稳定,在各种压力下,以致于在2492MPa压力状态下都保持不变。

#### 3.4 硅烷偶联剂表面改性工艺

坡缕石粘土经偶联剂(如硅烷偶联剂KH-550和胺基偶联剂等)在不同条件下处理后,偶联剂分子可与坡缕石发生覆盖、吸附和化学键合作用。其覆盖、吸附在坡缕石表面,对坡缕石结构中各种基团的振动能级基本上不产生影响,如果发生化学键合,则会产生新的能级,并导致坡缕石红外吸收光谱变化或生成新的吸收化学键,才能产生较好的改性效果。表面改性工艺过程为:坡缕石原矿用自来水浸泡20h,让其充分水化后,用三

辊磨机加工成薄片状,在 105℃ 温度下干燥后,用气流粉碎机加工成超细粉,此超细粉的白度为 75%。再以硅烷偶联剂 KH-550 [ $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ ] 或 KH-560 偶联剂 [ $\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ], 用 pH3.5 的醋酸水溶液将上述两种偶联剂分别制成一定浓度的溶液,让其水解后再加入到上述预加工好的坡缕石粘土中,加入量为粘土重量的 1%,然后充分研磨 30min 后,再在 100℃ 温度下恒温 1h,然后作红外吸收光谱分析。经 KH-550 偶联剂处理的坡缕石粘土在常温下晾干后,分别在 60℃、80℃、100℃、120℃ 恒温 30min 取出,待冷却后分别加入一定量的浓度为 0.1% 的水杨醛—乙醇溶液并搅拌均匀约 10~20min,晾干即为表面改性坡缕石粘土产品。此法称水解直混法,还有溶剂共回流法和水解偶联剂法等。

## 4 开发应用现状

19 世纪初,人们就已对坡缕石粘土先后进行应用,但当时被认为是蒙脱石粘土,用作脱色漂白。20 世纪 30 年代以来,由于坡缕石粘土的结构和多种特殊性能被逐渐揭示,而获得越来越广泛的应用。以大范围来划分,应用范围分为在胶体方面的应用和非胶体方面的应用两大类,而详细划分则有数十种应用。主要开发应用状况分述如下。

### 4.1 在胶体方面的应用

坡缕石广泛用作粘胶、增稠剂、防护性胶体、悬浮剂、吸附剂、粘合剂等。包括油基和水基铸造砂的粘合剂、控制粘土的胶粘剂、石油钻井中泥浆、乳胶涂料增稠剂和胶化剂、药物增稠剂和吸附剂、胶体悬浮肥料、擦光剂—磨料的悬浮剂、石蜡乳胶稳定剂、金属拉长润滑剂—悬浮剂、粉末粒化粘合剂等。

#### 4.1.1 在颜料和乳胶涂料中的应用

坡缕石可取代有机增稠剂,形成更加防水的薄膜。坡缕石的非溶解性可提高涂料和

洗涤剂对颜色的滞留性;加入坡缕石的涂料在涂刷后,涂层自然均匀,形成厚度均匀的干膜。坡缕石还可作乳胶稳定剂,用来保护胶体。坡缕石对颜料具有悬浮性能,以及使纸面平整和易于印刷的触变性能等<sup>[10]</sup>。

#### 4.1.2 在铸造工业中的应用

在型砂与硅酸盐物料中加入少量坡缕石,既能提高型砂在模型加工中的强度,不影响其透气性;又能适当地减少铸件造型后的最终强度,便于铸件取出,一举两得。用于含油铸造型砂,它能减少有机粘合剂(如亚麻油等)的用量。

#### 4.1.3 在胶粘剂中的应用

生产瓦楞纸板时在剪切力下淀粉胶粘剂会降低粘度,而坡缕石在剪切力下可提高粘度,因此,在瓦楞纸板生产中加入适量的坡缕石是抵消淀粉粘度损失的一个有效办法。

#### 4.1.4 在油井钻井中的应用

坡缕石用作油井循环钻井的泥浆,其主要作用是除去孔内钻头上的岩屑,防止井底凝胶,并可润滑钻头,防止孔内塌陷;还可形成不透水层,使孔壁固结,从而可阻止多孔地层中液体的流失。对钻井泥浆而言,坡缕石最重要的性能是能在较低的固相粘度中保持粘土的稳定性,并维持钻进过程中的理想粘度。再者,坡缕石并不依赖其膨胀性来产生粘度,在有些污物存在时其仍然十分稳定,在某些地区的深孔钻进中会遇到高温的条件下,坡缕石呈现出优良的热稳定性和抗盐性,因此其可作为深海石油钻井、内陆含盐地层的石油深井和地热钻井的优质泥浆原料,是一种特殊的钻井泥浆。

用煅烧过的页岩水泥与 0.5% 的坡缕石粘土和海水(盐分来源)组成的封井泥浆,可确保油井无气体逸出。坡缕石还可作密封剂,是极好的汽车无凹陷密封剂。在玻璃密封件中,可有效地防止泛油。

### 4.1.5 在颗粒农药中的应用

用坡缕石制成的颗粒农药,是一种不溶于水的杀螨剂、杀虫剂、除莠剂、除霉剂、杀鼠剂、植物生长控制剂或是植物的一种化学稀疏剂。农药中加入一定量的坡缕石,还能提高硝苯硫磷酯农药的稳定性。

### 4.1.6 在其他方面的应用

陶瓷工业中,用坡缕石制成的珐琅不但具有很高的白度,而且坚固耐酸,使用寿命长。水、坡缕石粘土、硼砂和芒硝的混合物料可贮存太阳能;1%~2%的坡缕石可使悬浮液稳定,并防止非溶解成分的沉淀,这是由于坡缕石在高盐度下具有很高的稳定性。坡缕石可以作硝酸钠、硝酸铵、尿素等化肥的调节剂,以防止结块,提高这些化肥的利用率;还可用来制灰泥板和水下混凝土等以及用于吸附剂、胶化剂、洗涤剂。

## 4.2 在非胶体方面的应用

坡缕石广泛用作吸附剂、吸收剂、催化剂、分离剂、软磨料等。包括石油的精炼、脱色、中和、脱硫、硝酸铵等的抗胶凝剂、粒状和粉末状农用化学试剂(杀虫剂、除草剂等)的载体、涂料平整剂、药物内部的吸收剂、地面油污的吸附剂、动物坐卧的衬垫、软磨料的擦光剂配料、干粉灭火机粉的流动性添加剂、催化剂的载体、烯烃聚合的催化剂、套色印刷的吸附剂、油类干燥剂等。

### 4.2.1 在吸附剂中的应用

前人曾先后进行过有关坡缕石对水、极性分子、非极性分子、金属阳离子和有机分子的吸附作用及其机理研究,并注意到吸附能力与被吸附物的大小、性质或极性强弱、亲水性等有关。且坡缕石对于亲水性好、半径小的 $\text{NH}_3$ 、吡啶、丙酮有较大吸附能力。坡缕石粘土原矿在工业上常称为漂白土,经化学处理后可除去石油烃中的金属、硫和沥青烯等杂质。坡缕石粘土可作废气中的 $\text{H}_2\text{S}$ 、

$\text{CH}_3\text{CH}$ 和 $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ 等有害气体的吸附剂,也可用作处理粪便污水和工业废水的净化剂,从废水中消除聚乙烯醇和油类物质等,有利于保护环境,化害为利。坡缕石晶体结构中的大空隙可因其强吸附作用而除去高分子化合物,如石油中的磺酸盐、树脂和沥青;在石油脱色和中和作用中,能得到无色的产品。其过程是先将坡缕石粘土(如粒度 $0.295 \sim 0.56\text{mm}$ )加热至 $260 \sim 427^\circ\text{C}$ 活化,通过粘土层过滤石油,直到吸附能力降到排出的石油达到所定的质量要求为止。滤干后用挥发油洗涤、蒸干,送入干燥机再生,尚可重复使用。被吸附的有机质在 $538 \sim 594^\circ\text{C}$ 时被燃烧。大多数石油精炼后在丢弃坡缕石前要反复使用10~20次。

### 4.2.2 在放射性废物处理中的应用

当用于放射性废物和污染物处理时,蒙脱石、高岭土和坡缕石粘土都是放射性废料(镓、钷和镭等)及污染物的良好载体。不过前两者为层状或片状结构的晶体,吸附快,但不到15min即达到吸附平衡后,吸附能力几乎为零,而后者为针状结构,需9d才能达到吸附平衡。即使被镓<sup>253</sup>破坏了坡缕石晶格后,也并不形成可溶性物料。因而坡缕石粘土适于作铜系元素的吸附剂。试验表明:地下水当中 $\text{pH}=3 \sim 5$ 时,坡缕石粘土吸附镭。在防毒研究中,发现以漂白土为基础的复合材料,具有吸附有机磷和硫醚毒气的性能,表明其在军事应用方面有广阔的前景。

### 4.2.3 在地面油污吸收剂中的应用

坡缕石的高孔隙度使其以粒状形态广泛应用于处理汽车修理厂和工厂的地面油脂和污水。足够大的坡缕石空隙允许迅速饱和,相当小的空隙通过毛细管作用也不断吸附油污,坡缕石干粉还可作地毯、家具的清洁剂。洗衣粉中加入一定量的坡缕石(经化学处理)还可提高洗衣粉的去污漂白能力。

#### 4.2.4 在饮用酒生产中的应用

采用经加工处理后的坡缕石粘土装填在玻璃、塑料、陶瓷或铝材制成的容器中,酒通过该容器即得以澄清。此坡缕石粘土在使用一段时间饱和后可再生使用。经澄清处理后的酒液可放置数月至一年后或冷至零下 10℃ 以下也不浑浊。此工艺技术适用于各种香型的白酒、低度酒和黄酒等的生产。所用的坡缕石粘土需先用水浸湿后,经人工或机械粉碎,再烘干制得。而从矿山采来的块状坡缕石,不宜直接用于此工艺<sup>[10]</sup>。

#### 4.2.5 在烯烃聚合催化剂中的应用

坡缕石具有催化苯乙烯聚合反应的能力,反应在苯或四氯化碳液相中进行,每百克苯乙烯用催化剂 2 克。另外,异丁二烯常与酸聚合成固态二聚体和三聚体。解聚可在坡缕石、悬浮磷酸或其他催化剂中进行。

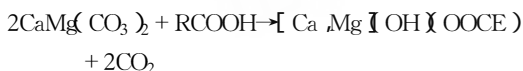
#### 4.2.6 在复合硅酸盐保温材料中的应用

前已述及坡缕石晶体具有多种微孔结构。其主要有微细孔或板状粒子构成层状毛细孔,其余孔隙大概来自晶格缺陷或晶体生长缺陷与晶面间显微空隙以及粒间的微孔,呈棒状—纤维状坡缕石的小晶体在截留溶液中形成一种具粘性杂乱的纤维网络,其干燥后形成以 50~5nm 中孔为主,并有相当数量 5nm 以下的微细孔、孔体积为 0.48mm<sup>3</sup>/g 的多种结构分散体,因而它在复合硅酸盐保温材料中起着特殊粘结剂、高强分散剂和低热导固体材料的三重作用。

#### 4.2.7 在塑料、橡胶中的应用

安徽嘉山、全椒和江苏盱眙、六合等地产出的坡缕石粘土中,广泛分布有大量的土状白云岩。其颜色为白色、灰白色,泥质细粒结构,其主要矿物组成为:坡缕石 2%~20%,蒙脱石 5%~23%,硅质 0~26%,白云石 50%~65%。这种土状白云岩质地疏松易碎,强度较低,极易破碎和粉碎。经多方研究,坡缕石粘土或白云石型坡缕石粘土作塑

料、橡胶的填料和作涂料用,除需进行超细粉磨外,还需用硬脂酸或硬脂酸盐对其进行表面改性加工。在一定条件下表面改性后,其表面形成硬脂酸的碱式盐,使其更耐酸,并提高其在聚合物中的湿润性和分散性。其改性的化学反应式为:



即白云石表面每个  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  联结一个硬脂酸离子。在不同条件下处理时,硬脂酸与白云石可以以吸附、覆盖、化学键合成或结合,只有当化学键合成时,改性效果最好。用其作塑料、橡胶的填料和生产涂料的原料,产品质量也最佳。

#### 4.2.8 在烧制陶瓷釉面砖的应用

以白云石型坡缕石粘土为主要原料,将其磨至 -0.045mm 筛余量 < 1%,将膨润土磨至 -0.074mm 筛余量 < 1%、石英砂(纯度 91% 以上)磨至 0.045mm 筛余量 < 1%,然后按一定配方配好原料,并混合均匀,放入模具内在液压机上成型,压力为 19.6MPa,再将成型品放入烘箱内,按 3.5℃/min 升温速度升至 150℃,干燥至含水率小于 1%,然后将其放入箱式电阻炉内,按 360℃/h 的升温速度升至 1100℃ 后保温 30min,再按 100℃/h 的降温速度降至 150℃ 时取出,待冷却至室温则成为陶瓷釉面砖产品。经测试,其质量达到了国标对灰质釉面砖素坯的要求。

#### 4.2.9 在印染行业中的应用

印染行业印花工艺中,常用的活性染料印花色浆,以往最理想的糊料是海藻酸钠,因其不仅具有良好的成糊性能,即良好的水溶性、成糊率、得色率、粘度、pH 值等,并且没有和活性染料发生化学反应的官能团。根据坡缕石粘土具有独特的层链状结构和微孔结构以及热稳定性、化学稳定性和抗盐性好等一系列优良特性,以安徽嘉山地区的坡缕石粘土为原料,印染浆料精制工艺流程为坡缕石

粘土原矿→破碎→选矿→浓缩→改性制浆→坡缕石粘土印染浆料。制得的浆料具有较高的热稳定性,在较高的温度下无絮凝、变稀、发霉、变质、发酵现象,同时具有一定的粘度和触变性,抗高温,抗电解质,易洗性好,用此坡缕石粘土精制而成的印花浆料代替原用的海藻酸钠浆料用于印染行业,先后在安徽印染厂、安庆印染厂、芜湖印染厂、合肥手帕厂、合肥被单厂等厂家,利用辊筒、圆网平板印花机进行不同印花机械的印花试验,在纯棉和涤棉等不同品种织物上,用活性直接印花工艺、拉活工艺和分活同浆印花工艺,并进行了18次大样试验,共印刷8万多米布,印制顺利,产品质量指标全部达到国家标准,产品色光艳亮,优于海藻酸钠浆印制品,且节约成本50%以上,印染废水中的化学耗氧量降低,使废水易于净化处理。这一试验的成功,为我国印染浆料开拓了一条经济实用的新途径<sup>[9]</sup>。

## 5 产销现状

20世纪80年代初,西方发达国家坡缕石年产量达10万t,其中美国占93.35%。当时美国塞尼加尔公司准备将生产能力大幅度提高至30万t/a,随后几年,美国另外几个公司也先后提高了年产量和销售量,主要在使用油脂吸附剂、杀虫剂载体、畜禽与动物饲料、盐水钻井泥浆作悬浮剂和催化剂等方面的销量有不同程度的增长。在国际坡缕石市场日趋兴旺、价格上升的刺激下,国内外均先后出现改造、扩建老厂、纷纷兴建新厂的热潮,至上世纪80年代末国内市场供大于求,产品过剩和滞销,盲目发展的结果导致了厂家亏损、生产难以为继的窘境。直到近几年国内外坡缕石产品才渐有起色,估计年产销在150~180万t之间。

## 6 发展前景预测

由于坡缕石粘土矿物具有含水的层链状

结构、微孔结构和比表面积大等独特结构,因而具有较强的吸附作用、催化作用、脱色作用、胶体性能分散性、抗压性、抗酸碱性、热稳定性等,因而获得越来越广泛的应用,随着人们对其结构和优良性能的认识和了解的日趋深入以及开发应用的日益拓展,消费量和贸易量将逐年增长,市场价格虽将有波动,但总的趋向是稳中有升,消费量和贸易量的年增长率将达4%~6%,甚至更高。尤其是在石油钻探和深海钻探、保温隔热复合材料、吸附剂、催化剂和高新技术等领域开发应用量将增长更快、更大,发展前景看好。

### 参考文献:

- [1] 郭守国,何斌.非金属矿产开发应用[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [2] 田煦,郑自立,易发成.中国坡缕石矿石特征及物化性能研究[J].矿产综合利用,1996(6):1-4.
- [3] 冯其明,周玉林,郑自立.坡缕石粘土的硅烷偶联剂表面改性研究[J].矿产综合利用,1996, (6):38-41.
- [4] 郑自立,鞠党辰,罗淑湘,等.坡缕石中微孔特征及其吸附机理讨论[J].矿产综合利用,1996, (6):9-12.
- [5] 王彦华,雷家珩,袁启华.烷基铵盐改性坡缕石的结构和表面改性[J].非金属矿,1999(2):8-9.
- [6] 易发成,刘谏,冯其明.坡缕石粘土的酸活化研究[J].矿产综合利用,1996(6):19-26.
- [7] 冯启明,易发成.青海省湟中县白云质坡缕石粘土酸活化条件及其方法研究[J].非金属矿,1999(4):11-13.
- [8] 郑自立,罗淑湘,李虎杰,等.坡缕石的热膨胀性研究[J].矿产综合利用,1996(6):27-29.
- [9] 郑自立,唐家中,李虎杰,等.坡缕石耐压性及相变特征研究[J].矿产综合利用,1996(6):29-31.
- [10] 沈志海,朱三光.凹凸棒石的性能及其用途概述[M].
- [11] 张修华,宫伟力.凹凸棒石在印染行业的应用研究[J].非金属矿,1989(6):38-41.