

非金属矿深加工 与应用新技术

第二部 无机非金属材料

（一）陶瓷

非金属矿深加工与应用新技术

程耀信 黄永泉 编

江西省地质矿产信息中心

一九九五年八月

非金属矿深加工与应用新技术

江西省地质矿产信息中心

程耀信 黄永泉 编

地矿部江西地质矿产勘查开发局

测绘队印刷厂

一九九五年八月

南 昌

内 容 简 介

《非金属矿深加工与应用新技术》,是通过对近十多年来,国内外高岭土、膨润土、石墨、滑石、石棉、重晶石、萤石、滑石、叶腊石、蓝晶石族(包括矽线石、红柱石、蓝晶石)、硅藻土、沸石、硅灰石、长石、云母、石灰岩、白云岩、霞石正长岩、粉石英、海泡石等 20 种矿产深加工技术与应用新技术系统调查研究的基础上,筛选出使用性强、价值高的新技术、新方法、新工艺、新产品等方面的信息,经编辑加工而成。

报告约 70 万字的篇幅,附各种工艺流程图 136 幅,表格 379 份,其中包括国内外 200 多个专利资料,是当前国内非金属矿深加工与应用技术方面信息最新、内容丰富、可操作性较强的一份重要参考文献。可供从事非金属工作的各类人员参考。

目 录

前 言	(1)
第一章 高岭土	(2)
第二章 膨润土	(31)
第三章 石 墨	(63)
第四章 石 膏	(113)
第五章 石 棉	(134)
第六章 重晶石	(161)
第七章 萤 石	(179)
第八章 滑 石	(210)
第九章 叶腊石	(234)
第十章 蓝晶石、矽线石、红柱石	(264)
第十一章 硅藻土	(296)
第十二章 沸 石	(319)
第十三章 硅灰石	(359)
第十四章 长 石	(380)
第十五章 云 母	(403)
第十六章 石灰岩	(428)
第十七章 白云岩	(439)
第十八章 霞石正长岩	(460)
第十九章 粉石英	(475)
第二十章 海泡石	(485)
主要资料来源	(500)

前 言

80年代以来,随着我国对外开放和经济体制改革的深入,非金属工业有了飞速发展,非金属矿产在国民经济建设中的地位日益重要。加大非金属矿产开发力度,选矿工艺、超细粉碎、精细提纯、改型、改性等技术成了关键。

为适应经济建设的需要和地勘行业运行机制调整,1993年江西省地质矿产局将《非金属矿深加工与应用新技术》列入了软科学研究计划,要求江西省地质矿产信息中心开展情报调研。经过二年的深入调查、资料搜集、检索查新、分析研究,对高岭土、膨润土、石墨、石膏、石棉、重晶石、萤石、滑石、叶腊石、蓝晶石族(蓝晶石、矽线石、红柱石)、硅藻土、沸石、硅灰石、长石、云母、石灰岩、白云岩、霞石正长岩、粉石英、海泡石等20种矿产的深加工技术与应用新技术进行了系统总结。

《非金属矿深加工与应用新技术》报告,主要录用了80年代和90年代初期的成果资料,分矿种以章节的形式编写。每一矿种独立成章。每一章分概述、选矿加工与实例、深加工与应用新技术、展望四节。第一节分工艺性能、应用现状和产品质量标准;第二节为选矿方法、工艺、加工技术和实例;第三节是以专利资料为主要内容的深加工与应用新技术;第四节对未来前景的展望。其中重点突出了加工与应用部分。

由于非金属矿深加工与应用新技术,涉及的面广、部门多、资料极其分散、加之产权保护等种种原因,调研过程中虽经多种努力,仍有资料占有受限之感。国内资料多从公开或内部报道的文献中采集,国外资料则通过联机检索和兄弟单位的信息部门提供。报告中漏辑新的技术成果在所难逸,错误之处望批评指正。

《非金属矿深加工与应用新技术》中,录用兄弟单位和个人的一些资料未一一加脚注,统一列入主要资料来源一栏,请谅解。

最后,对本报告给予支持的领导和部门,以及提供资料的单位和个人表示衷心的感谢!

第一章 高岭土(Kao lin)

第一节 概述

高岭土,它既是非金属矿石又是粘土岩,其矿物成分由粘土矿物和非粘土矿物组成。粘土矿物主要包括高岭石、地开石、珍珠陶土(这三者为 $\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ 的多形变体、10 埃和 7 埃埃洛石及水云母和蒙脱石。非粘土矿物主要是石英、长石、云母等碎屑矿物,少量重矿物及一些自生和次生矿物。具有可塑性、高的耐火度、好的绝缘性和化学稳定性。

一. 工艺性能

1. 白度和亮度:白度是高岭土工艺性能的主要参数之一,纯度高的为白色。高岭土的白度分自然白度和煅烧白度。对陶瓷原料来说,煅烧后的白度更为重要,煅烧白度越高则质量越好。亮度是白度类似的工艺性质,相当于 $4570\text{\AA}$ 波长光照射下的白度。高岭土的颜色主要与其含的金属氧化物或有机质有关。钛、铁矿物影响煅烧白度。

2. 粒度分布:天然高岭土中的颗粒在不同粒级中的比例特征,对矿石的可选性及工艺应用有重要意义。颗粒的大小,直接影响它的可塑性、泥浆粘度、离子交换量、成型性能、干燥性能、烧成性能。高岭土矿是否易于加工到工艺要求的细度,是评价矿石质量的标准之一。

3. 可塑性:可塑性是高岭土在陶瓷坯体中成型工艺的基础和主要工艺指标。可塑性指标代表高岭土泥料的成型性能,可塑性指标越高,成型性能越好。

4. 结合性:指高岭土与非塑性原料相结合形成可塑性泥团并具有一定干燥强度的性能。可塑性强的的高岭土结合能力也强。

5. 粘性与触变性:粘性是指流体内部摩擦作用而阻碍其相对流动的一种特征,在生产工艺中具有重要意义。触变性指已稠化成凝胶状不再流动的泥浆受力后变为流体,静止后又逐渐稠化成原状的特性。粘性和触变性与泥浆中矿物成分、粒度及阳离子类型有关。工艺上经常用添加可塑性强的粘土提高细度等法提高粘性和触变性,以增加稀释电解质和水降低之。

6. 干燥性能:指高岭土泥料干燥收缩、干燥强度和干燥灵敏度的性能。高岭土的粒度细、比表面积大、可塑性好,其干燥收缩越大。干燥强度是指泥料干燥至恒重后的抗折强度。干燥灵敏度指坯体干燥时,产生变形和开裂倾向的程度。

7. 耐火性:指高岭土抵抗高温不致熔化的能力。耐火性与高岭土的化学组分有关。

8. 烧结性:指将成型的固体粉状高岭土坯体加热到接近熔点时,物质自发充填粒间空隙而致密化的性能。孔隙率低、密度值大,当密度达到最大值的状态,称之烧结状态,相应的温度称烧结温度。继续加热,试样中的液相不断增加,试样开始变形,这一温度称转化温度。烧结温度与转化温度的间隔称烧结范围。烧结温度范围在陶瓷工业中决定着坯料配方、选择窑炉类型的重要参数。

9. 烧成收缩:干燥的高岭土坯料在烧成过程中,发生脱水、分解、生成莫来石,易熔杂质

熔化生成玻璃相充填于质点间的空隙等,导致制品收缩的性能。

10. 悬浮性和分散性:指高岭土分散于水中难于沉淀的性能。矿物颗粒越细小,悬浮性越好。

11. 可选性:指高岭土矿石经过处理,除去杂质,达到工业要求的性能。

12. 离子吸附性及交换性:指高岭土具有从周围介质中吸附各种离子及杂质的性能,和在溶液中具较弱的离子交换性质。

13. 化学稳定性:高岭土有强耐酸性,耐碱性差。

14. 电绝缘性:优质高岭土具有良好的电绝缘性,利用这一性质可制作高频瓷,无线电瓷。

二. 利用现状

由于高岭土的用途广泛,工业发达的国家对高岭土的需求量剧增,高岭土工业已发展成为独立的工业体系。随着生产技术的迅速提高,高岭土主要用作陶瓷原料的传统用途已经改变,而在造纸、耐火材料、橡胶、油漆和搪瓷等工业中作涂料和填料的用途却大幅度拓展。高岭土的应用见表(1-1):

1. 在造纸工业中的用量跃居首位

自七十年代以来,在造纸涂料、填料生产中,高岭土的用量约占世界总产量的一半以上。美国和西欧在造纸质量、产量和高岭土的消耗方面均居世界前列。美、英产优质高岭土和涂布纸张系列产品垄断了大部分国际市场。巴西的优质高岭土涂料近年亦大量出口。苏、捷等国大量生产高岭土,但主要用于国内造纸业。德国和日本为了本国的造纸业,年年进口优质高岭土。

2. 耐火材料用高岭土数量居高不下

美、英、日、俄是使用煅烧高岭土充当耐火材料原料的生产大国。美国煅烧高岭土广泛用于制造热冲击体、降压耐火材料、窑内充填料、热绝缘体、高温铸模、精密铸模等。苏联在冶金工业中用高岭土作各种耐火制品的原料,年用量达100万吨。

3. 赋予橡胶制品优良性能

橡塑工业用高岭土主要有水洗级、煅烧级和表面改性级产品。用高岭土作填料可改变制品性能降低成本。八十年代初,美国橡塑工业中使用高岭土的数量已分别达20万吨。用有机化合物对高岭土作表面改性处理,已成为近年来的发展潮流。有机表面改性土用于尼龙、电绝缘体、聚丙烯纤维、白色不透光聚丙烯和其它聚合体以及汽车、风扇等的部件。改性高岭土与碳酸钙等矿物混合使用,效果更佳。

4. 油漆工业是高岭土的较大用户

水洗、剥片和煅烧高岭土广泛用于墙漆、绝缘抗热油漆、无光泽乳胶漆、乙烯基油漆等制品中,用量50—70%不等。美、英、日和西欧油漆工业中使用高岭土数量较多,如美国有100多家公司为油漆工业提供原料。西欧油漆工业高岭土消耗量为橡、塑工业高岭土用量之和。

5. 陶瓷业用高岭土量少质量要求高

在工业发达国家中陶瓷业已非高岭土最大用户,但对质量要求甚高,用量仍有不同程度的递增,尤以建筑卫生行业用量最多。搪瓷业瓷釉基体剂的主要成分之一亦是高岭土,在搪

瓷制品中掺入高岭土可提高制品性能。

表 1-1 高岭土的应用

应用范围	主 要 用 途
陶瓷工业	主要用于日用陶瓷工业、建筑卫生陶瓷、电瓷(高压电瓷瓷瓶、瓷串子、低压电瓷接触开关、绝缘子等)、无线电瓷(各种无线电电子元件,如高频电瓷、各种电容器件、电阻器件、高频振荡元件等)、工业陶瓷(制作耐腐蚀容器、切削刀具、钻头)、特种工业陶瓷及工艺美术瓷等,是陶瓷工业的主要原料。
造纸工业	用作造纸的填料和涂料
橡胶工业	用作橡胶制品的填充或补强剂
搪瓷工业	白度高、粒度细、悬浮性能好的高岭土
耐火材料工业	主要用于生产多熟料耐火材料、半酸性耐火材料及特种耐火材料(如熔炼光学玻璃、拉制玻璃纤维用的高岭土坩埚,可代替铂坩埚)
环保、化学工业	利用煤矸石生产聚合铝,处理工业与生活用水,制取钪(硫酸铝)、氧化铝和其它化学药剂
石油工业	用于制造各种类型的分子筛以代替人工合成分子筛
洗涤剂	人工合成分子筛、代替三聚磷酸钠制作洗衣粉
粘合剂	制作砂轮,用于油灰、嵌缝料密封料方面
油料涂料	用作填充剂,具有良好的遮盖能力
化妆品工业	与香精配制成各类化妆用品,白而光滑
塑料工业	与高分子化合物组成有机粘性复合体,耐磨、耐酸碱、抗老化
人造革工业	填充补强剂
玻璃纤维工业	作为增强材料与树脂复合成玻璃钢
水泥工业	一般用于制白水泥
纺织工业	作纺织品的涂料、吸水剂、漂白剂
汽车工业	汽车装燃料的陶瓷容器,用于控制燃料,制造轿车陶瓷部件
农业	用作化肥、农药(杀虫剂)的载体
建材	利用高岭土尾砂制造蒸压灰砂砖、人造大理石、墙地砖、沥青油毡等
其它	颜料、文具(铅笔、粉笔、蜡笔)、墨水、油墨、胶料、食物添加剂、动物饲料、吸附剂、过滤剂、铸造等

6. 与其它工业用途有关的高岭土

国外常把煅烧高岭土掺入化妆品配方中,以改善滑石粉性能。英、美、日、苏等国使用各

种牌号的高岭土生产爽身粉、香脂、面膜等。

7. 高岭土作石油催化裂化剂,得到了广泛的应用。其催化活性、抗腐性和选择性均优于其它催化剂。

8. 日本、西欧等国还普遍使用高岭土作白水泥原料,其中日本用量最多,白水泥产量也最高。加入高岭土可满足原料白度的要求。

9. 高岭土作家禽饲料稀释剂,已大量应用,具有提高成活率、瘦肉率、产蛋量,降低发病率等优点。

10. 高岭土在化工、农药、地毯、粉笔、石棉粉等生产中均有利用,且应用范围不断扩大。

我国高岭土的应用结构不同于国外,陶瓷工业部门高岭土应用仍占首位,主要生产日用陶瓷、建筑卫生陶瓷、电瓷等。并已形成我国独有的焦宝石质和蛇纹石质瓷器配方工艺。坯料中高岭土用量 5—60%,釉料中 1—10%。

纸张用高岭土供不应求,目前,优质土多靠进口,且用量不大。国产纸张用高岭土不能完全满足高速刮刀涂布要求。近年来,随着一批大中型涂布级高岭土矿的发现和国外加工技术的引进,国内纸张用高岭土的数量和质量有所提高。

耐火材料的高岭土用量仅次于陶瓷业。80年代初全国耐火材料用高岭土占全国总产量的四分之一。主要用于冶金、机械工业,其次是建材、化工工业。高岭土类耐火材料适宜做工业炉衬、高炉耐火制品、耐火砖、坩埚、砂轮粘结剂等。

橡胶、塑料工业应用高岭土发展缓慢。橡胶工业使用高岭土填料,生产浅色制品,1987年全国橡胶用高岭土填料为 4.5 万吨。在天然橡胶制品中,高岭土加填量 50—125 份/100;在合成橡胶制品中,高岭土加填量 50—100 份/100(均为重量)。塑料工业仅在电线电缆生产中少量使用高岭土。聚氯乙烯中硬质高岭土加填量 80 份/100;聚乙烯电缆料中的煅烧高岭土用量 20—40 份/100。

油漆、搪瓷、化妆品等工业高岭土应用范围不广。油漆工业使用高岭土量极少,目前生产的 18 大类油漆 941 个产品中,几乎不使用高岭土。在少数几种聚氨脂油漆配方中,高岭土填料含量从 12.2—19.7%。搪瓷厂家配方用高岭土数量一般为 6—15%,主要生产一些日用搪瓷和工业用搪瓷部件等。化妆品工业高岭土的用量仅次于滑石粉,主要用于生产各类粉类、胭脂类爽身粉等充当粉质原料。在石油化工、水泥、农药、饲料等工业部门也使用一定量的高岭土,总的看用量少,范围有限。

三. 产品质量标准

1. 陶瓷制品用高岭土(10CT 21286—82)

用于生产艺术瓷、家用瓷、电工瓷、卫生—建筑及日用陶瓷、烧钵和耐火器具的高岭土精矿,其物理—化学指标必须符合表(1—2)所列各项定额。

2. 纸张和纸板用高岭土(10CT 19285—73)

这一应用领域高岭土分为涂料和填料两类,作为涂料的有以下牌号:

KH—87:生产铜板纸用;KH—84:生产铜板纸和硬纸板用。其物化的指标如表(1—3):

表 1-2 陶瓷制品用高岭土

指 标 名 称	各牌号定额						
	K $\otimes$ -1	K $\otimes$ -2	K $\otimes$ -3	KC-1	K $\bowtie$ -1	K $\bowtie$ -2	K $\bowtie$ -3
氧化铝重量比(%)不小于	—	—	—	35	36	36	36
氧化铁重量比(%)不大于	0.6	0.8	0.8	1.0	0.7	1.0	1.2
二氧化钛重量比(%)不大于	0.4	0.5	0.8	1.2	0.6	0.8	0.8
氧化铁和二氧化钛总重量比(%)不大于	0.8	1.0	1.4	2.0	无	无	无
氧化钙重量比(%)不大于	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
水解出物氢离子浓度(PH)不大于	9.5	9.5	9.5	9.5	无	无	无
N $^{\circ}$ 0063 筛筛余物不大于	0.5	0.5	0.6	0.6	1.0	1.0	1.0
干燥状态下抗弯力学强度(MPa)不小于	—	—	—	—	1.0	1.2	2.5
水解出物中溶解钙和镁的重量比率(毫克·当量/100克)	—	—	—	0.3%	无	无	无
1350℃熔烧的样品吸水率不小于	—	6	6	无	无	无	无
水份重量比(5)不大于	22	22	22	22	22	22	22

注:K $\otimes$ -1→生产高级艺术瓷; K $\otimes$ -2→生产艺术瓷、日用瓷和陶瓷;

K $\otimes$ -3→生产日用瓷器; KC-1→生产卫生建筑陶瓷制品;

K $\bowtie$ -1→生产电工制品; K $\bowtie$ -2→生产电工制品; K $\bowtie$ -3→生产电工制品;

表 1-3 纸张和纸板用高岭土

指 标 名 称	名 规 格 标 准	
	KH-87	KH-84
白度(反射率)不小于%	87	84
过 02 号筛孔,剩余物不大于%	缺	缺
过 009 号筛孔,剩余物不大于%	0.01	0.02
当量直径大于 10 微米的颗粒%不大于	0.2	0.2
当量直径 5—10 微米的颗粒%不大于	0.3	19.8
当量直径 5—2 微米的颗粒%不大于	7.5	19.8
当量直径小于 2 微米的颗粒%不小于	92	80
水中氢离子浓度值(PH)	5.5—7.0	5.5—7.0
水分总量%水大于	12	12

作为填料的有以下牌号:

KH 84、KH 82:用于经漂白的纤维和纸浆生产印刷和书写用纸。

KH 80、KH 78:用于纸浆生产的印刷和书写用纸。

KH 77、KH 73:用于纸浆和不经漂白的纤维素生产印刷和书写彩色纸。

上列牌号物化指标如表(1-4):

表 1—4

指 标	KH-84	KH-82	KH-80	KH-78	KH-77		KH-73	
					84·1.1 以前	84·1.1 开始	84·1.1 以前	84·1.1 开始
白度(反射率)%不小于	84	82	80	78	77	77	73	73
通过 02 号筛孔剩余物%, 不大于	0.02	0.02	0.05	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05
通过 09 号筛孔剩余物%, 不大于	0.3	0.3	0.4	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4
水分总量,% 水大于	22	22	22	22	22	22	22	22

3. 橡胶制品、塑料制品、人造革及织物用精选高岭土(ГОСТ 19608—84)

用作橡胶工业制品、塑料制品、胶鞋、人造革及织物填料的精选高岭土,其理化指标如表(1—5):

表 1—5

指 标 名 称	各 牌 号 定 额					
	KP _r	KP _т ШП		KP		KK _к T
		1 类	2 类	1 类	2 类	
Fe ₂ O ₃ % 不大于	0.5	0.8	0.8	1.2	1.2	2
SO ₃ % 不大于	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
水溶性盐% 不大于	0.1	0.2	0.2	无	无	无
№014 筛筛余量% 不大于	缺	0.02	0.04	0.02	0.04	0.04
№0056 筛筛余量% 不大于	0.2	无	无	无	无	无
水分% 不大于:干选高岭土	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
湿选高岭土	—	—	—	—	—	—

注:K—高岭土;P_r—橡胶工业的;П—轮胎的;П—塑料的;P—橡胶的;K_к—人造革;T—织物。

4. 橡胶工业用高岭土(NF T15—008—86)

用于橡胶填料的高岭土分 A、B 两级,指标要求见表(1—6):

表 1—6

产 品 等 级	筛余量		细度 ≤2μm %	烧失量 %	酸溶物 % 不大于	PPm(mg/kg)		Fe ₂ O ₃ % 不大于
	5μm	80μm				可溶铜 不大于	可溶锰 不大于	
	不大于							
A 级	0.2	0.02	≥65	10—14	3	50	200	2
B 级	0.5	0.1	20—65	6—14	3	50	200	2

5. 化妆品用高岭土(ГОСТ 21285—75)

用于化妆品工业的高岭土其物理—力学指标必须符合表(1—7)内各项定额,不允许存

在肉眼可见外来杂质。

表 1-7

指 标 名 称	名 牌 号 定 额		
	П-1	П-2	П-3
白度(反射率)%不低于	80	75	70
筛余量%不超过: №02 筛	0.005	0.01	0.02
№009 筛	0.15	0.25	0.50
水分含量%不超过	1	1	1

6. 化学工业用精选高岭土(ГОСТ 19607-74)

化学工业用高岭土精矿以及生产氯化铝的高岭土精矿,其物理-化学指标见表(1-8):

表 1-8

指 标 名 称	名 牌 号 定 额	
	KAX-1	KAX-2
Al_2O_3 不小于	36	35
Fe_2O_3 不大于	1.2	2
TiO_2 % 不大于	0.8	1.0
№0056 筛筛余量%不大于	1.0	2
水分%不大于	20	20

7. 耐火粘土制品用高岭土。

耐火粘土制品用高岭土精矿的物理-化学指标必须符合表(1-9)中各项定额,不允许高岭土内有肉眼可见的外来杂质。

表 1-9

指 标 名 称	品 级 定 额	
	1 级	II 级
氧化铝%不小于	38	35
氧化铁%不大于	1.5	2.5
耐火度 C 不小于	1730	1690
水分%不大于	22	22

8. 油漆用高岭土(IS 68-79)

用作油漆增充剂的高岭土分为: I 级普通粉($63\mu m$) II 级微细粉($40\mu m$)。其由水化铝硅酸盐组成的天然产品中对碳酸盐含量的要求是 CO_2 含量不高于 1%; 当要求无铅高岭土时,按金属量计算的铅含量不高于 0.03%。高岭土应满足下表(1-10)要求:

9. 涂料工业填料用高岭土

表 1-10

特性	指 标	
挥发物最大重量百分率	1 级 2.0	2 级 2.0
最大重量百分率筛余量	63 μ 印度标准筛余 0.5	40 μ 印度标准筛余 0.5
吸油量	25 40	25-40
颜色	与提供的样品非常接近	
水可溶物最大重量百分率	1.0	1.0
5%水浸膏的 PH 值	6.0-8.5	6.0-8.5
烧量%	10-14	10-14
流化点和刚性点	供需双方协商	

涂料工业用填料高岭土分 1 级和 2 级,其指标如表(1-11):

表 1-11

产品等级	筛余量		细度 ≤2μm %	105℃挥发 物含量% 不大于	烧火量 %	酸溶物 % 不大于	水溶物 % 不大于
	50μm	80μm					
	不大于						
1 级	0.2	0.2	≥65	3	10—14	3	0.5
2 级	0.5	0.1	20—65	3	6—14	3	0.5

第二节 选矿加工与实例

一. 选矿方法

高岭土选矿是对高岭石进行机械加工,化学处理和手工挑选的过程。这种过程,其目的是从高岭土矿石中除去各种杂质和选出各工业用户所需要的高岭土成品,并对高岭土的共生矿物进行尽可能的综合回收。

高岭土选矿是使采出后的矿石通过手工挑选和机械加工等方法来满足各工业用户对高岭土的化学成分和物理技术性能的要求。例如高岭土的化学成分对矿石质量及工艺性能有很大影响。若矿石中构成高岭石和水云母的主要组份 Al_2O_3 含量高,高岭土的耐火度就高,成品固结性也就大。高岭土中含有少量的铁及钛的氧化物,能使制品颜色或产品产生有斑点,同时降低耐火度,白度及电绝缘性,它是陶瓷制造工艺中最有害的杂质。碱金属氧化物 (Na_2O 和 K_2O) 含量多时能降低高岭土的耐火度,使制品表面生成光滑的斑点而不能附着釉料,当其含量少时,又成为有害成分,能降低烧结温度。在制高级细瓷时,还能促进坯料的烧结。高岭土中所含硫化物能分结成硫酐(SO_2),也是一种有害杂质,在烧时排出 SO_2 ,使制品膨胀,因此在橡胶和其它一些行业中往往要控制其含量。高岭土中的 SiO_2 呈游离状态,当其数量不多时对高岭土质量有好的影响,它是一种吹化剂,能降低高岭土干燥和焙烧后的收缩

率,避免制品产生裂隙。当大量的石英杂质存在(颗粒大于1毫米时)会降低坯料的可塑性(成型性能)和耐火度,使产品产生裂纹或裂开。

高岭土选矿除了人工挑选外,绝大部分用机械选矿。机械选矿又可分为干式和湿式两种。干式选矿简单,其程序包括:破碎→干燥→磨细(碎解)→空气浮选(气力分级)→包装。其产品用于生产质量较差的产品或处理易选的矿石。生产优质产品时,如用作纸张涂布粘土和用作填料粘土的高岭土都采用湿式选矿。它的基本程序:备料→破碎→分散除砂→分级→漂白(除Fe、Ti)→浓缩→过滤→干燥→粉化→包装。

矿石的备料、配矿、碎矿和洗矿制浆过程也称准备作业。洗矿制浆的目的是使高岭土原矿的碎散,为选矿作业制备成适当的悬浮液。

根据产品(精矿)不同的要求,采用分级、浮选、磁选、化学处理等手段清除杂质,提高产品和纯度满足各种用户要求的过程,称选矿作业。矿石级,可除去大量的石英、长石等杂质,提高产品的纯度。细粒浮选可除去矿石中锰钛铁矿,提高产品白度。矿石磁选可分离出铁磁性杂质。用亚硫酸锌或亚硫酸钠将高岭土中的三价铁化合物还原为二价铁化合物的化学处理,达到漂白目的。

湿法选矿得到的精矿,含水量大、运输困难,要进行脱水和干燥,这就是产品的处理工序的任务。

国内外的高岭土选矿(精矿),大多采用湿法。其主要选矿主法有:

1. 除砂分级:高岭土除砂分级是根据高岭土和脉石(如长石、石英、云母、铁、钛、硫等)在比重和粒度上的差异进行的。分级的过程,排除了粗砂,起到了高岭土的富集作用,因此分级实质上是高岭土分选方法之一。采用的设备主要有水力旋流器、刮板分级机和螺旋分级机等。

2. 浮选:高岭土浮选通常采用反浮选。高岭土药剂有:捕收剂是一种能与矿物表面发生作用的有机药剂,它能增强矿物表面的疏水性,有利于矿粒与气泡的附着。根据药剂与矿物表面作用的极性基不同,捕收剂又可分为硫代化合物捕收剂、羟基酸类捕收剂、胺类捕收剂、油类捕收剂等;起泡剂作用是产生大量细小而均匀的气泡,防止其互相兼并,提高泡沫的稳定性起泡剂多为异极性的表面活性物质,微溶于水,成分比较稳定。常用的起泡剂有二号油、樟脑油、甲酚酸、高级醇类和合成起泡剂;调整剂在浮选过程中能改变矿物表面性质和改善浮选矿浆条件。根据药剂的作用性质分为抑制剂、活化剂和介质调整剂三类。

国外超细粒浮选新技术,能处理小于 $3\mu\text{m}$ (其中小于 $0.5\mu\text{m}$ 占50%)的矿物,如锐钛矿、极细石英、电气石和锐钛矿混杂的氧化铁等。这种方法是用矿物载体来捕集要分选的微细矿物杂质。常用载体有石灰石、方解石、萤石、硅石、重晶石及硫等,需过325目筛。在浮选高岭土时,先使载体矿物吸附捕收锐钛矿的捕集剂,再利用这种药剂化的载体矿物吸附极细的钛矿物杂质。由于载体矿物较粗而被吸附在气泡上,这时由载体载着杂质矿物上升到泡沫层。杂质作为泡沫溢流排走,高岭土则作为底流而提纯。

又如,国外采用的双液层分选技术,这是一种不用载体来除去钛杂质的方法。它可适用于更细高岭土(小于 $2\mu\text{m}$ 颗粒大于80%)的乳选提纯。这种方法用一种有机液体代替常规泡沫,用机械剪切搅拌动作在双液层(油和水相)间造成大量交界面,从而将高岭土杂质分离开来。

再如,国外干法浮选,该工艺处理是在离心脱水机和旋流收尘器中,使原料脱水过程与

连续的粉碎和分级同时进行。它可以大大缩短工艺流程并节省设备占地面积和投资费用。

3. 磁选:磁选是矿石通过磁选机磁场时,由于各种矿物组分磁性不同,在磁场作用下,它们运动的轨迹不同,从而实现矿物按磁性分离。

磁选机按磁场强度的强弱可分为:强磁场磁选机,中磁性磁选机,弱磁性磁选机。

国外应用高梯度强磁选方法,其基本原理是将高岭土中的含铁矿物在磁场中进行磁化、分离,予以清除。它不仅可除去弱磁性物质,而且也能除去许多金属氧化物的顺磁物质,甚至可将不带磁性的有机物分离出来。主要用于除去高岭土中的含铁矿物,效果良好。

4. 用臭氧处理高岭土去除铁:用臭氧处理高岭土,可去除有机呈色杂质,并将主要无机呈色物质如顺磁性铁化合物转变为铁磁性物质。让高岭土浆通过磁性过滤器,除去铁磁物质。不使用化学添加剂就可去除杂质,使高岭土脱色,效果好且处理方法价廉。

5. 电化学法净化高岭土:欲提纯原料制成含 H_2SO_4 的酸性悬浮液;悬浮液中含除铁剂。在一定温度下,搅拌悬浮液,并电若干小时,这时形成新的还原产物。这一方法适用于高岭土提纯、除铁杂质。

6. 化学漂白除铁:用二亚硫酸钠($Na_2S_2O_4$)等强还原剂,可将高岭土中不溶性三价铁化合物还原成可溶性二价铁化合物,通过过滤洗涤除去。

7. 选择絮凝法:利用水溶性多聚磷酸盐、硅酸盐作分散剂。 $PH=8.5\sim 10.0$ 加入絮凝剂,使高岭土或杂质絮凝分离。

8. 高剪切力剥离法:用这种方法将大块高岭土分成几块大直径薄板片,这些大直径薄板片对粗糙的底纸具有极高的覆盖能力,它们可以用来生产优质轻质涂布料。剥离加工使用研磨机,机内除了粗高岭土块外,还放入细研磨介质。例如玻璃珠或尼龙丸,并高速搅动。细介质冲击高岭土块,将它们分成薄板片。剥离高岭土的白度和亮度都十分好。洁净的新分离层面很白,因为它们不受地下水和铁质污染。剥离工艺使高岭土工业能把低价的粗粒粘土变成高价的涂布和填料粘土。

9. 表面处理:高岭土呈亲水性,容易分散在水中。由于高岭土的表面特性,它可以进行化学改性,产生具有疏水性和亲有机物的特性。一般说,离子型或极性非离子型表面活性剂用作表面处理剂。这些表面改性的高岭土可用于造纸、涂料、塑料和橡胶。

10. 高压挤出法:在高压挤出装置中利用高剪切力,加空穴效应原理制成的高压均浆器,将高压料浆从窄缝中磨擦挤出,以强大的冲击力,结合空穴效应与摩擦力将高岭石挤出,使其晶面沿结合力较弱的氢键间层层剥开。提高细度和亮度,降低粘度。

11. 烧结:是用来生产特殊品级高岭土的又一特殊处理方法。一种品级产品是将其加热到温度刚好高出结构羟基以水蒸汽分离出来时的温度,即 $650\sim 700^\circ C$ 。这种疏松型产品用于纸张涂布的添加剂,增加低克重纸张的弹性和不透明性。另一种品级产品是将其加热到 $1000\sim 1050^\circ C$,适当选择用料的高岭土,仔细控制烧结和最后的加工,烧结制品的磨耗可降低到认可的范围。这种完全烧结的细粒高岭土的亮度,视加入的料而异,为 $92\sim 95\%$ 。在纸涂布和填料、涂料和塑料配方中,它常用作钛白粉的增量剂。

二. 选矿加工实例

1. 美国佐治亚高岭土生产填料、涂布级粘土的湿法加工工艺(见图 1-1)

高岭土用铲土机、挖土机、机动挖掘机或前端采土机开采。然后运到加工厂,或送入固定

的或可移动的搅拌器。搅拌器把高岭土分成小颗粒,然后再加入水和分散剂混合,制成泥—水浆料。分散剂为多聚磷酸钠、硅酸钠或聚丙烯酸钠,它们分别均可与纯碱混合,以降低成本。

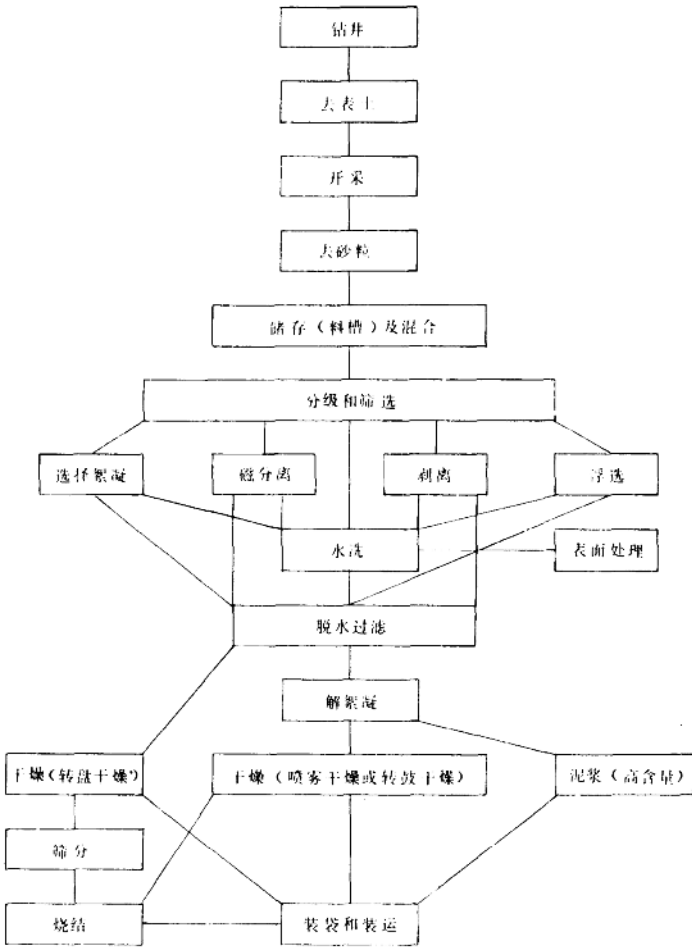


图 1-1 湿法加工高岭土的总流程图

泥浆的固含量一般为 30—40%，在特殊情况下，可超过 60—70%。

这种泥、水浆料用泵从搅拌器抽入耙式分选器或旋液分离器及滤筛，除去砂粒。砂粒从高岭土分出后排入废液池或外圈区。除去砂粒后的泥浆聚集到带有搅拌机的大储槽内，然后用泵运到也许几哩之外的加工厂。

高岭土泥浆先聚集在加工厂的大槽内，然后再加工处理。尽管各个高岭土加工厂的处理方法略有区别，加工程序基本如图(1-1)所示。第一经连续离心，将粗细粒级组分的高岭土分开。有些工厂将脱砂粒的泥浆在离心处理之前，先经过一个高梯度磁分离器除去铁、钛矿物，以提高原土的质量。