

# 高岭土的综合利用与发展前景

亓春英, 刘星, 周跃飞

(昆明理工大学 国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

**摘要:** 高岭土是一种重要的非金属矿产资源, 可广泛用于造纸、橡胶、塑料等方面. 本文主要介绍了高岭土的几种深加工利用方法、应用现状及工业发展动态, 并对我国高岭土工业产品的市场及开发利用前景作了分析与预测.

**关键词:** 高岭土; 综合利用; 应用现状; 发展前景

**中图分类号:** TD98 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2003)02-0004-03

## Kaolin's Comprehensive Utilization and Developing Prospect

QI Chun-ying, LIU Xing, ZHOU Yue-fei

(Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** Kaolin is an important non-metallic mineral resources and it can be used in papermaking, rubber, plastics and so on. Several utilization methods of kaolin's deep process, application conditions and the trend in industry development are mainly presented, and the market and exploitation prospect of kaolin's industrial products are analyzed and predicted.

**Key words:** kaolin; comprehensive utilization; application condition; development prospect

### 0 引言

高岭土是一种白色的或具有各种色调的粘土类岩石, 主要由小于 $2\mu\text{m}$ 的微小片状或管状高岭石族矿物晶体组成. 高岭石族矿物主要是高岭石( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 此外还有地开石、珍珠岩、 $7\text{\AA}$ 埃洛石和 $10\text{\AA}$ 埃洛石等. 根据其质量、可塑性和砂质含量, 高岭土划分为硬质高岭土、软质高岭土和砂质高岭土三种类型. 我国高岭土矿床可分五种: 热液蚀变型、风化残余型、风化淋积型、河湖海湾沉积型和含煤建造沉积型.

目前, 我国高岭土矿点 700 多处, 对 200 多处矿点探明储量为 30 亿 t (其中含煤建造高岭土约 16.7 亿 t), 名列世界高岭土资源前茅.

### 1 高岭土的综合利用

在高岭土的综合利用中, 主要有四种产品: 干式空气浮选分级产品; 剥片型及超细粉碎产品; 煨烧高岭土产品; 化学表面改性型产品.

#### 1.1 干式空气浮选分级高岭土

将高岭土原矿干式破碎、空气浮选分级, 除去粗杂质后所得的高岭土产品. 若将纯度较高的高岭土经机械超细粉碎, 可以得到干式超细粉碎型高岭土产品. 目前通过气流超细粉碎生产作塑料、橡胶填料用的高岭土, 是将高岭土连续给入高速气流中, 使其颗粒互相碰撞, 达到粉碎, 经分级后大于 $2\mu\text{m}$ 的颗粒再进行粉碎,  $-2\mu\text{m}$ 的粒级即为产品, 可供应用.

#### 1.2 剥片型高岭土

剥片是高岭土深加工工艺中的一道重要工序, 有机械剥片和化学试剂剥片两种方法. 生产高档产品, 如造纸涂布、化妆品、医药品等, 都要求高岭土有较高的亮度和白度. 由于造纸涂布用的高岭土需要极细的

收稿日期: 2002-05-22.

第一作者简介: 亓春英(1978.12.~), 女, 硕士; 主要研究方向: 矿物材料与矿物加工.

薄片,所以需要将其分离出所需控制的粒级.一般而言,需要经剥片工艺将高岭土加工成 $-2\mu\text{m}$ 占80%以上的细薄片产品.经剥片产出的细片高岭土,还需经过磁选除铁和漂白,使产品白度提高到83~85%以上.漂白的方法多为化学法,如用二亚硫酸盐的还原漂白;过氧化氢、次氯酸钠的氧化漂白;先氧化后还原的漂白;螯合剂(EDTA、草酸、聚磷酸盐等)络合生成金属的螯合处理漂白等.经剥片和漂白后的细片高岭土可以达到低磨耗和高白度的要求,广泛用于造纸涂布颜料.

### 1.3 煅烧高岭土

煅烧高岭土是由高岭土煅烧脱水和除去挥发性物质而获得.这种高岭土一般是在 $500^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 煅烧产出,产品性质稳定,具有高亮度、低磨耗度和不透明性.由于它具有一系列普通高岭土所不具有的物化性能,如白度高、比重小、比表面积大、油吸收性良好、光性特殊、绝缘性和热稳定性较高等,所以应用广泛.

### 1.4 表面化学改性高岭土

经表面化学改性的高岭土作填料应用时,可以改善在塑料、橡胶和某些油漆溶剂中的应用性能,如可以提高塑料和橡胶制品的机械、化学和电气性能.原生高岭土由于表面呈酸性,因此和乙烯树脂及环氧树脂的混溶性较差.对高岭土进行表面改性的化学试剂有硅烷偶联剂、硅酮、铝酸酯偶联剂等.一般而言,高岭土的应用不同,所用的表面改性试剂也不同.如用于充填橡胶的高岭土,要根据橡胶的硫化机理选择偶联剂,当采用过氧化物催化时,宜采用胺或硫醇类硅烷;如以硅烷偶联剂处理加热到 $550^{\circ}\text{C}$ 脱羟后的高岭土,然后加到聚丙烯中,可以使聚丙烯的抗拉强度大大提高,形状不规则的细粒级高岭土用硅烷偶联剂表面改性后可替代碳黑添加到橡胶中,补强性能良好.氨基硅烷表面改性的高岭土广泛用来降低聚乙烯和乙烯-丙烯合成橡胶的渗水程度,使这种橡胶制品具有良好的高温抗应力和防水性,广泛用于制造电子元件和高压绝缘电缆.随着研究的深入和工艺的改进,化学表面改性高岭土的种类将会更多,性能会更好,应用会更广泛.

此外,由于煤系高岭土 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量较高(35%~38%),可用作生产铝盐的原料,进一步深加工可生产氧化铝、纳米级 $\alpha$ -氧化铝等高附加值产品.生产铝盐后的残渣主要成分为 $\text{SiO}_2$ ,可用来生产硅酸钠、白炭黑等,高岭土还可直接加碱合成4A氟石,并在此基础上合成3A、5A氟石等.

## 2 高岭土的应用现状及前景预测

随着经济和科学技术的发展,高岭土的应用范围也日益扩大,市场覆盖面从单一日用、建筑、陶瓷、电瓷、耐火材料,发展到造纸、石油化工、橡胶、塑料、涂料等几十个行业.

高岭土是造纸业最通用和消耗量最大的白色颜料,全世界精制高岭土的75%以上用于造纸,年消耗量约在1200~1500万t.世界高岭土的生产,在20世纪80年代的年均增长率为3%左右,20世纪90年代由于世界经济衰退与造纸领域造纸方式(由酸式到碱式)的改变,造纸用矿物中 $\text{CaCO}_3$ 的比重增大,高岭土的消耗量由1986~1987年的约2600万t降到1990~1993年的2300万t.随着造纸工艺的改进, $\text{CaCO}_3$ 对高岭土在造纸上的应用是一大挑战.重钙(天然磨细 $\text{CaCO}_3$ )流变性好,轻钙(合成 $\text{CaCO}_3$ )不透明度和白度高,大量用于造纸添、涂料.在造纸涂料颜料中 $\text{CaCO}_3$ 用量约30%,欧洲和北美的纸厂纷纷改进工艺,采用 $\text{CaCO}_3$ 作颜料.据预测,1990年在造纸颜料中, $\text{CaCO}_3$ 和高岭土所占份额各为45%,但到2010年高岭土将下降至30%~35%,而 $\text{CaCO}_3$ 将上升至60%.由于高光泽等特性,因而 $\text{CaCO}_3$ 无法全部代替高岭土,后者仍将是造纸的主要颜料之一.另外,随着亚洲许多新纸厂的兴建,尤其是我国,涂布纸在以较快地速度发展,对精制高岭土的需求仍较大.

目前,我国造纸工业每年所用添、涂料(含高岭土、碳酸钙、滑石等)的总量为150万t左右.到2010年,国内纸和纸板的消费量若能达到预测的6000~7000万t的话,相应的填料用量将达到300~400万t;在涂料、颜料方面,已实施和正在实施的年产120万t的轻量涂布纸,就需用添、涂料20万t左右;近5年内,预计铜版纸产量将达到100万t,年耗添、涂料将为30万t;再加之正在稳定发展的白纸板,到2005年为150万t,添、涂料的年需求量将达到70~80万t.预计造纸级高岭土的年需求量仍在35~40万t.但值得一提的是,随着造纸企业规模的大型化,添、涂料的后加工也将逐步趋于和纸厂一体化.在涂料工业中,过去认为以高岭土为基础的添加剂,不过是钛白粉的延展剂,这种观点显然已过时.现在,用高岭土作为涂

料工业中的添加剂,其作用不断地显现,其贡献是:改善涂料体系储存稳定性,改善涂料的涂刷性,改善涂层的抗吸潮性及抗冲击性等机械性能,改善颜料的抗浮色和发花性.采用高岭土作添加剂,有助于满足对涂料提出的日益严格的性能和耐久性方面的许多要求.当要求制备低VOC、高固体涂料、更薄和无疵平滑、光亮的涂膜时,尤其如此.高岭土添加剂的规格品种,随着开发品种的增加也将不断增加,它可以适应任何类型的涂料体系,从底漆到面漆,任何固体、任何光泽和任何涂膜厚度.因此,高岭土添加剂是今天的功能涂料和多功能添加剂.

在塑料、橡胶、胶粘剂、高压电缆、电线等现代高分子材料中添加高岭土、碳酸钙、滑石等非金属矿填料,不仅可以降低塑料等高分子材料的成本,更重要的是能够提高材料的刚性、尺寸稳定性,并赋予材料某些特殊的物化性能,如抗压、抗冲击、耐腐蚀、阻燃、绝缘等.1996年,我国塑料制品(塑料编制袋、编制布、打包带、塑料地板、地板革、人造革、管材、聚乙烯薄膜、汽车、家用电器配套件、电线电缆、绝缘材料等)产量为716.9万t,需要使用各种非金属矿填料80万t左右,消费量最大的是细磨重质碳酸钙、轻质碳酸钙约70万t,高岭土0.5~0.6万t.建筑业作为国家的支柱产业,涂料、建筑陶瓷行业就更显重要.在我国涂料产品结构中,聚氨酯树脂漆发展最快.随着人们对环境的日益关注,该行业对粉末涂料、水性涂料、高固体涂料和光辐射固化涂料的开发业已形成气候.尤其是建筑涂料和墙体涂料中,几乎全部采用了水性涂料.建筑涂料的发展方向是:无毒安全、节约资源、有利环境保护的水性涂料和无公害低污染涂料.目前,全国建筑涂料生产厂家约有4000家,年产量已达120~130万t,但人均消费量只有世界发达国家的十几分之一,仍处于低消费水平.预计到2005年,需求量将超过180万t,其中高岭土的用量约占5%~10%.

高岭土在陶瓷行业的消耗量一直比较稳定,建筑陶瓷在我国20世纪80年代末,又有大幅度的增长.墙地砖的产量1997年猛增到18.4亿 $m^2$ ,并且也有少量出口,出口量为0.22亿 $m^2$ ,因此陶瓷级的高岭土的生产也较稳定.

在石油化工方面,随着世界原油的重质化和劣质化,在催化裂化过程中,掺炼重油、渣油已成为炼油厂普遍采用的加工方式.由于重油中含较多的胶质、沥青质和重金属,这就要求催化剂具有较高的基质活性、较强的抗重金属污染能力、较好的催化活性和选择性.高岭土原位晶化法特殊制备工艺制备的催化剂,可同时满足上述三方面的要求.预计到2005年,此方面对高岭土的年需求量约为4.5~5.0万t.

### 3 我国高岭土的工业发展动态

近几年我国高岭土产量发展迅速,从1990年的92.1万t发展到1995年的188万t.1990~2000年,每年按16.5%的速度发展,市场覆盖面从单一的陶瓷、造纸,发展到几十个行业,尤其是近年来高新技术行业的需求,对高岭土产品提出了新的课题,超细、磁选、改性、漂白、煅烧土相应诞生.

我国高岭土的对外出口也日益增加,从1991年的3.5万t发展到1996年的88.2万t,每年约按22%的速度递增.自20世纪80年代后期,我国高岭土主要出口到香港(70.75%)、马来西亚(10%左右)、台湾(5.8%)和日本(5.7%)等国家和地区,出口以原矿为主,价格较低.然而长期以来,我国铜版纸用优质涂料级高岭土供不应求,仍需要进口,说明我国高岭土产品结构不尽合理,高档品紧缺.煅烧高岭土由于白度、遮盖力等较水洗高岭土高,近两年来发展迅速.目前在建和拟建的厂家有数十家,年设计能力为20万t.

从国际市场看,近几年高岭土销售量的总趋势是上涨的.世界上约有50多个国家生产高岭土,总产量约4000万t,包括各种高岭土,既有高档的煅烧土和水洗土,也有未加工的原矿,而煅烧高岭土需求最为旺盛.煅烧高岭土的生产,在国际上已有40多年的历史,美国最初从20世纪60年代开发,70年代大规模生产.现在,美国煅烧高岭土年产量为200万t,占美国高岭土总产量的20%,占世界煅烧高岭土产量的80%,年平均增长率高达44%.全球的煅烧高岭土每年约有100万t的销售量,分布于三个主要领域:造纸、特殊颜料、催化剂.煤系优质高岭岩是制取煅烧高岭土的理想原料,随着煅烧工艺和设备的进一步改进,这类产品具有广阔的市场需求和开发利用前景.

### 4 结语

最近10年,世界高岭土工业遭遇着其它矿物替代品的激烈竞争和来自巴西的强烈冲击,巴西对美国

的出口量从1997年的零增长到1998年的7.6万t.此外,随着高岭土价值的降低,巴西的生产商有可能向美国和英国生产商主宰的市场渗透.总的来说,预计世界高岭土消耗量在未来5年将以每年增长2%的速度发展,其发展速率主要取决于终端用户:造纸、陶瓷、水泥、耐火材料和玻璃纤维.

世界高岭土总产量约为4000万t,但精制高岭土不到50%.随着社会的进步和科技的发展,需要的高岭土(尤其是优质高岭土)会越来越多.今后若干年,国内外高岭土市场将保持稳定发展,贸易量呈不断增长的趋势,尤其是优质高岭土.因而我国高岭土工业应着眼于国内外两大市场,重点发展深加工,开发新产品,尽快改变目前产品结构不合理的状况,从传统的应用领域转向高科技、高效益的领域.当前,应重点研制生产涂料级高岭土、煅烧高岭土、超细以及其它高精尖产品,把高岭土工业办成既能满足国内需求,又力争出口创汇的产业.

#### 参考文献:

- [1] 马兰芳,胡纯.近十年国外高岭土工业生产概况[J].非金属矿,2001,(24):10~12.
- [2] 吴铁轮.我国高岭土行业现状及发展前景[J].非金属矿,2000,(23):5~7.
- [3] 杜玉成,郑水林等.煤系高岭土的综合利用[J].矿产保护与利用,1998,(2):18~20.
- [4] 汪镜亮.国内外高岭土最新生产统计及今后预测[J].矿产保护与利用,1992,(2):41~44.
- [5] 毕仲平等.我国煅烧高岭土行业现状及发展前景[J].非金属矿,2001,(9):15~20.
- [6] 茹为玉.高岭土的剥片技术[J].非金属矿,1997,(6):42~46.
- [7] 宋宝祥.高岭土在造纸工业中的开发应用及前景[J].非金属矿,1997,(1):13~16.
- [8] 田汝第,洪丽慧.高岭土在涂料工业中的应用[J].非金属矿,1992,(5):33~35.
- [9] 孙宝歧,吴一善等.非金属矿深加工[M].北京:冶金工业出版社,1997.142~168.
- [10] 李晓弟.民用住宅建筑环保治污节能功能研究[J].昆明理工大学学报(理工版),2002,27(6):99~103.

(上接第3页)

(1) 在数字化过程中要养成经常保存数据的习惯,这样才能防止自己的数字化成果丢失.

(2) 要学会开发一些常用的软件.如许多地物在图库里没有图例,因此必须设计一定的图例,然后再输入图库.这样才能满足数字化的要求.

(3) 随着社会的进步和科学技术的发展,出现了许多新的事物.因此从国标图例来讲不能及时印制.但是,国家应该以一定的文件来规范各种图例的使用.只有这样,才不会使一套软件的图例和另外一套软件的图例不能相通.

(4) 如何用全站仪来做控制.虽然在地形比较好的地区,控制点要求不高时可以象一般观测那样去做,但高级控制、地形复杂时如何做控制还要进行更深一步的探讨.

(5) 由于全站仪的使用,使原来用平板仪进行测图的规范需要修改,因为原来的规范是按照经纬仪来读塔尺测距离,因此距离大了就不能保证精度,但现在的全站仪的测距精度比塔尺测距精度高了很多.所以原来的每一幅图要多少个图根点的规范就有必要修改.另外,在控制测量中 $v$ 的确定是由于度盘板上刻度分化不均匀所造成的,但是在全站仪上电子度盘的误差很小,所以 $v$ 在规范里所规定值要进行修改.

## 6 结束语

用全站仪进行数字化成图的各种技术已越来越成熟,但是在实践操作中还需要我们不断地发现问题和解决问题.如数据的实时传输、掌上电脑如何在镜站上实现数据采集和数字化同步进行、如何用全站仪做控制测量等需要我们更进一步去研究和解决.

#### 参考文献:

- [1] 蒋利龙.一种新的大气折光改正模式[J].测绘通报,2001,(8):19~20.
- [2] 王征强.大比例尺数字测图精度与测距长度之关系浅析[J].测绘通报,2000,(4):32~33.
- [3] 邓钢.非量测影像数字化近景摄影测量的部分问题探讨[J].昆明理工大学学报(理工版),2002,27(4):6~8.