

我国非金属矿业形势及加工技术进展(二)*

冯安生^{1 2}, 刘新海^{1 2}, 郭珍旭^{1 2}

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 郑州 450006 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 郑州 450006)

摘要:介绍了我国非金属矿业的形势,指出了从资源的禀赋特征出发进行加工、越来越高的技术指标、研发非金属选矿和加工专用装备、集约化经营、提高地质勘查程度、加强尾矿中非金属矿的回收利用、完善标准化技术和测试装备等非金属矿产业和加工技术今后发展的趋势。

关键词:非金属矿业;形势;加工技术;发展趋势

中图分类号:TD87 文献标识码:A 文章编号:1001-0076(2006)01-0048-07

State and Processing Technology Progress of Non-metallic Industry in China

FENG An-sheng, LIU Xin-hai, GUO Zhen-xu

(Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou 450006, China)

Abstract: In this paper, the authors introduced the state of non-metallic industry in China, and pointed out the trends of non-metallic industry and its processing technology, which included processing according to resource natural characteristics, developing special processing installation, intensive management, increasing geological prospecting degree, reinforcing recovery non-metallic minerals from metallic tailing, improving standardization techniques and test equipments and so on.

Key words: non-metallic industry; state; processing technology; development trend

目前,我国发现的168种矿产中,非金属矿产占93种;在我国已有探明储量的155种矿产中,非金属矿产占90种。我国45种(类)主要矿产中包括菱镁矿、萤石、耐火粘土、硫铁矿、磷矿、钾盐、硼矿、钠盐、芒硝、重晶石、水泥石灰岩、玻璃硅质原料、石膏、高岭土、膨润土、硅藻土、装饰石材、金刚石、石墨、滑石、石棉、硅灰石、天青石等23种非金属矿。我国相当一批非金属矿种的查明储量居世界前列,菱镁矿、石膏、膨润土、重晶石、萤石、石墨、石灰石、高铝矾土居世界第一位,硫、滑石、硅灰石、芒硝居世界第二位,硅藻土、沸石、珍珠岩居世界第三位,石棉

居世界第五位,金刚石居世界第六位,高岭土、钾盐居世界第九位,磷居世界第十位。不少非金属矿产品长期支配世界非金属矿市场,以其广阔的市场和市场潜力、不断提高的产品质量和新性能新用途、日益增加的产品附加值引起了越来越多的关注。

1 我国非金属矿业形势

我国非金属矿产业在过去的20年中取得了显著的发展,对国民经济和社会就业的贡献和影响不断提高。非金属矿产品已基本能满足我国非金属矿发展的需要和相关领域(如化工、冶金、建材、机械、

* 收稿日期 2005-09-30

根据作者在2005年10月22日“全国矿产资源保护与利用研讨会”上的报告整理。

作者简介:冯安生(1964-),男,河南民权人,研究员,博士,所长,工程中心主任,现从事矿业科研及管理工作。

微电子、复合材料、造纸、涂料、无机非金属材料等)对非金属矿物原料的质量要求。表 1 为 2003 年国有及规模以上非国有矿山企业基本情况。非金属矿采选业的从业人数、缴纳税金、工业产值和资产总额都达到或超过了黑色金属矿采选业的相应指标。但

是非金属矿产业的流动资产周转次数(次/年)、全员劳动生产率、工业成本费用利润率指标比黑色金属采选业、有色金属采选业的相应指标明显偏低,而大致与煤炭行业相当,见表 2。这说明了非金属矿企业规模小、市场竞争相对激烈的客观实际。

表 1 2003 年国有及规模以上非国有矿山企业基本情况(亿元)

项目	企业单位(个)	工业总产值	资产合计	产品销售收入	产品销售税金及附加	利润总额	本年应交增值税	年平均从业人数(万人)
煤炭开采洗选业	3139	2459.38	5433.01	2474.70	36.05	140.07	186.00	376.6
石油天然气开采业	112	3479.02	4944.97	3372.07	84.45	1221.46	306.52	72.68
黑色金属矿采选业	913	350.93	472.65	353.93	6.98	26.20	17.73	27.39
有色金属矿采选业	1276	573.28	614.19	550.33	5.13	52.58	16.07	41.37
非金属矿采选业	1827	486.75	712.43	458.87	9.43	23.56	21.16	45.61
其它采矿业	13	7.46	44.76	12.97	0.08	1.04	0.56	1.74

表 2 国有及规模以上非国有工业企业主要经济效益指标(2003 年)

项目	工业增加值率(%)	总资产贡献率(%)	资产负债率(%)	流动资产周转次数(次/年)	工业成本费用利润率(%)	全员劳动生产率(元/人·年)	产品销售率(%)
煤炭开采洗选业	46.84	7.67	55.89	1.33	6.04	30590	98.14
石油天然气开采业	68.65	33.08	35.64	3.38	64.13	328613	100.12
黑色金属矿采选业	41.66	11.79	51.86	2.04	8.20	53383	98.27
有色金属矿采选业	30.99	13.47	61.09	2.53	10.55	42938	98.52
非金属矿采选业	33.46	8.53	56.79	1.87	5.51	35710	98.20

2001 年中期以后,基本建设拉动等多种原因导致矿物原料的需求大幅度增加,能源矿产、黑色金属和有色金属矿产、非金属矿产普遍出现价格上涨、供应紧张,矿产资源的探矿权和采矿权引起全社会的高度重视。黑色金属矿采选业工业总产值从 1998 年的 150.89 亿元猛增到 2003 年的 350.93 亿元,5 年翻了一番多,如图 1。与此同时,有色金属和非金属采选业也呈现一片繁荣,盈利水平大幅度增加。矿产品的空前巨量和高价的需求使得各地矿山纷纷上马,有些地方连全铁含量 10% 左右的磁铁矿资源都开始采选,不仅给矿山企业清理整顿、企业产业结构调整、产品升级换代带来影响,对资源的有效保障程度实际上是更大的挑战。所幸的是这一快速涨升周期从去年底开始到达顶峰区间,并于今年第二季度出现转折,其标志为矿山企业的景气指数在今年第二季度出现拐点向下,如图 2 所示。虽然说采掘业整体的企业景气指数仍然维持高位,但是必须警惕有色金属、黑色金属和非金属采选业快速回落的行业景气水平。有必要认识到,目前矿业近几个月来

的高景气水平是石油天然气和煤炭行业的高景气度所维持的。一旦能源矿产的需求和价格下滑,则采选业整个行业的景气度将再度处于低位区。很有必要呼吁和维持矿业良性的增长,采取各种措施防止行业的大起大落。

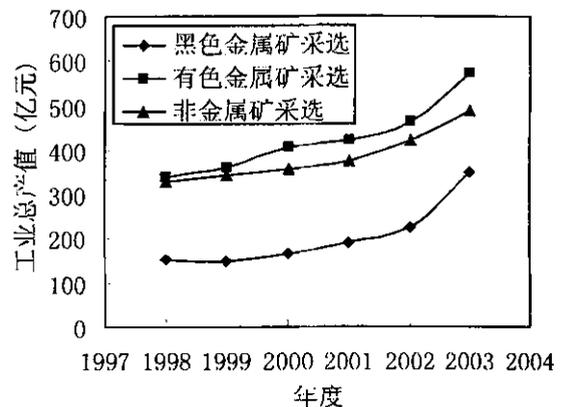


图 1 近年来采选业工业总产值增长

从近年来矿业采选业工业生产总产值增长和不同类型矿业企业景气指数分析可以看出,黑色金属、有

色金属和非金属矿产同为原料型资源,在供求趋势上具协调性。

菱铁矿:延续 2004 年的快速增长势头。今年 1~5 月份开采镁石 481 万吨,同比增长 2.8%,生产各种镁砂 447 万吨;出口镁石及其制品 105 万吨,创汇 1.9 亿美元;工业总产值 44.4 亿元,同比增长 8.6%,销售收入 47.3 亿元,同比增长 28.9%,实现利税 7.0 亿元,实现利润 4.4 亿元。下半年价格已经从高位滑落 10%~20%。

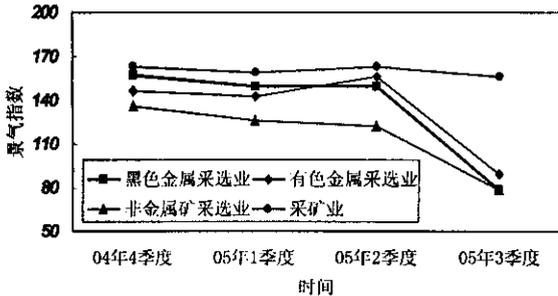


图 2 不同类型矿业企业景气指数

石墨:1990 年以来的长期低迷状态在去年底似乎达到谷底。2004 年不同规格石墨精矿最低价格大致相当于 1990 年同类产品价格的 70% 左右。2005 年 1~5 月份产量同比增加 15%,价格上涨 5%~30%。是我国最大的创汇非金属矿产品之一。

滑石:2005 年 1~5 月份产量 100 万吨,同比减少 10%,预计全年产量 200 万吨。滑石块矿价格有所上升,而滑石粉价格基本持平。

萤石:我国萤石出口实行许可证制度后,出口量从最高时的 130 万吨下降至目前的 75 万吨左右。国内冶金工业需求萤石 70 万吨,氟化工消耗萤石 80 万吨,建材工业消耗萤石 35 万吨。

硅灰石:2005 年 1~5 月份产量 17.5 万吨,同比增长 10%,产品销售收入同比增加 11.2%。

高岭土:采选总量逐年增加,从 1995 年的 148 万吨到 1996 年的 236 万吨,1997 年 245 万吨,1998 年 280 万吨,1999 年 300 万吨,2000 年 325 万吨,2001 年 320 万吨,2002 年 300 万吨,2003 年 325 万吨。2002 年产品出口综合平均单价 31.58 美元/吨,而产品进口综合平均单价 218.50 美元/吨。

膨润土:采选总量逐年增加,从 1995 年的 160 万吨到 2002 年 200 万吨。同期出口量年均增长 13.2%,进口量年均增长 22%。2002 年产品出口综合平均单价 9.9 美元/吨,而产品进口综合平均单

价 406.2 美元/吨。

碳酸钙:生产企业超过 400 家,最大企业生产能力不到 30 万 t/a,多数 1 万 t/a。总产能超过 500 万吨,产品 50% 为双飞或三飞粉,细粉占 35%,超细粉 15.5%,改型产品约占 12%。

2 非金属矿产业和加工技术发展趋势

非金属矿产业和非金属矿加工技术发展趋势体现在以下几方面。

2.1 从资源的禀赋特征出发进行加工

首先,必须大大加强非金属矿的基础研究,特别是工艺矿物学的认识和探讨。20 世纪 80 年代矿物学家们提出了矿物材料的概念,如今已经成为事实。我国非金属矿产业长期不能形成系列产品结构的原因很多,缺乏对非金属矿系统深入的研究是其中的重要原因。我们曾经组织大量的人力物力财力对金川、攀枝花、白云鄂博等金属矿进行工艺矿物学研究,并直接促进或者说指导了这些大型矿山的合理利用,我们却从来没有对任何一个非金属矿组织类似的研究。长期以来,非金属矿的基础研究停留在科学家个人的努力上。多数情况下非金属矿是依其性质而被利用的。同一种矿物不同产地具有不同的性能性质非常常见。如不同矿床的膨润土,哪怕相距很近都可能不同颜色、不同性质,从矿体上部到下部膨润土的性质发生变化是必然的。因此,美国等国家能够做到优矿优用、合理配矿满足不同需求,一个膨润土矿山生产 100 多个规格牌号的产品,价格从 6 美元/磅到几十美元/吨,年销售收入最高达到 2.7 亿美元。通过对矿石基础性质的研究,或通过配矿、磨矿、加碱挤压改型、陈化的工艺,产品的性能又得到了优化。我国由于非金属矿的利用长期没有得到应有的重视,这方面的工作成为制约我们开发非金属矿新产品、开展非金属矿集约经营的瓶颈。

其次,资源的合理利用绝不意味着简单的深加工。非金属矿的合理利用尤其要注意矿产资源的禀赋特征及其与当地当时其它资源的禀赋特征相适应。某地地处经济发达地区,有高岭土资源。该矿长期试图走精提深选之路,但是由于技术及资源特点的制约始终经济状况不好,后来改变产品方向一举成功。有一长石石英资源,长期进行长石石英分选研究,效果不佳,后来改为用作陶瓷原料而不进行

长石英分选获得成功。这些例子说明,根据资源的需要特征出发进行加工利用是非常必要的。

2.2 产品技术指标要求越来越高

2.2.1 更高的纯度

当我们说到非金属矿的深加工的时候,更高的纯度通常是我们工作的基础。显像管用石墨乳和锂电池用石墨电极材料、辐照光源用石英粉体、药物分散剂用蒙脱石和药用滑石等非金属矿物粉体纯度总是越高越好。石英、石墨产品目前已经能够达到 99.999% 甚至更纯的指标。纳米蒙脱石是国际上最早出现的商业化纳米矿物产品。这是因为蒙脱石的单晶片厚度只有 1 nm,片径 100 ~ 1 000 nm。美国 Nanocor Inc. 的 Tie Lan 指出,制备纳米粘土必须使用高纯度的膨润土,膨润土中微米级的杂质颗粒对单晶的蒙脱石而言,无疑于巨石。Southern Clay Products Inc. 生产的 Mineral Colloid MO 是高纯度、强触变性的精制蒙脱石胶体,用于流变学添加剂,其中的结晶硅含量 < 0.3%; 用于耐火材料原料的铝矾土 Al_2O_3 含量为 40% ~ 90%,一般来说 Al_2O_3 含量越高,价格越高,对其中的杂质含量也有严格的要求,耐火材料工业对高铝矾土的杂质要求为 $\text{TiO}_2 < 2.0\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 1.5\%$, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} < 0.3\%$ 。目前对铝土矿的选矿国内外方兴未艾,但铝矾土选矿的目的只在于提高矿石中的铝硅比,以满足炼铝的需要,对于通过选矿方法降低铝矾土中杂质的研究同样具有重要意义。

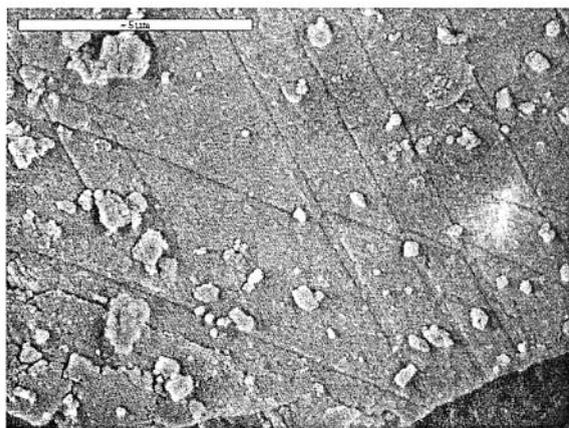
2.2.2 更细的粒度及更加严格的粒度分布

非金属矿用作填充材料从降低基体成本向提高性能的转变是新的动向,这是非金属矿粉体工业在过去 20 年最主要的进展。非金属矿粉体工业的进步大幅度改善了非金属矿在造纸、塑料、化妆品、橡胶、陶瓷、水泥、涂料等领域的应用效果,扩大了非金属矿的市场范围,提高了非金属矿的价值空间。目前,以 2 μm 以下的碳化硅为原料,进一步加工到平均粒径 0.6 μm ,纯度 99.5% 以上,产品价格可从 4 000 元/吨提高到 4 万元/吨左右。在这个方面,进一步的节能降耗和优化粒度分布不仅是非金属矿业发展的要求,也是非金属矿用户需要。另外,当非金属矿粉体作为填充材料时,矿物的细度会影响其成型加工的流动性。

万方数据



A 颗粒的棱角



B 平坦的晶体解理面

图 3 有棱角和平坦晶体解理面的重铕(方解石)颗粒

2.2.3 更好的颗粒的形状形貌

为了降低成本,使以聚合物为基体的复合材料具有更多的功能性,必须设法增加非金属矿物粉体的填充量和填充的种类。在超细粉碎过程中形成的矿物颗粒,微观上类似碎玻璃渣(见图 3),具有很多锐利棱角(2 ~ 3 个晶体解理面相交构成)和平滑表面(颗粒沿着晶体解理面破裂)。复合材料微观断裂力学的研究表明,这些锐利的棱角往往都是材料内部应力集中点,破坏都是从这里开始。而且在塑料的挤出过程中,对塑料挤出机螺杆的磨损较大,一些硅质矿物填料因其微观棱角对螺杆磨损严重而不能使用;平滑表面难以与高分子材料的大分子形成结合和紧密的缠绕。传统表面吸附偶联剂高速混合的改性方法无法解决颗粒本身在超细粉碎过程中形成的上述缺陷,满足不了塑料、橡胶等行业对填料的要求。日本细川公司的 Mechanofusion 粉体表面压缩摩擦改性机可以对矿物颗粒表面进行非晶化和棱角的钝化,清华大学通过引入能够与矿物颗粒进行

化学反应的物质,利用颗粒的棱角部分晶格缺陷多、化学活性强的特点,控制反应温度等条件将颗粒的棱角侵蚀钝化。化学反应改性的重钙与同样细度用硬脂酸改性的重钙相比,其填充制品的抗冲击性能大大改善,随着填充量的增加,抗冲击性能还有所增加,直接表明矿物填料与树脂间的界面大大改善。

2.2.4 更高的白度

随着白色制品包括纸张、陶瓷、塑料、橡胶、涂料等等需求的扩大,对性能指标的要求越来越高。碳酸钙行业标准要求产品白度 90% 以上,而用户要求 94% 甚至更高。高岭土双 90 指标中在粒度相近的时候,白度愈高越好。提高白度不仅要求技术和装备上过硬,原料的控制也很重要。

2.2.5 特殊的功能化

我国每年生产 300 万吨 PE 塑料袋添加用重钙,可节约石油生产的降乙烯树脂 75 万吨,并有利于聚乙烯薄膜的降解。水镁石经过超细粉碎表面改性后可以加入橡胶里起到阻燃剂和补强剂的作用,提高氧指数。我们以沸石原粉和粘结剂为主要原料,通过对传统的分子筛生产工艺进行改革和创新,开发成功的 IG—3A 型吸附剂,具有强度较高、容量小、在运输和使用过程中不易脱皮或破损。对水和气体硫化物的吸附量大而对 N₂ 和 O₂ 的吸附量很小、产品表面坚硬光滑、在装填过程中粉尘低、流动性性能好等许多特殊性能。见表 3。特殊的功能化实

际上就是开发更多更好的非金属矿深加工产品,并且赋予其材料的性能。

加入 WTO 以后,我国高岭土产业受到美国进口高岭土的严重冲击,每年进口 23 ~ 30 万吨。原因是在造纸领域我国茂名高岭土粘度偏高,粘浓度 65% ~ 68%,高岭土结晶度差,漂白产品白度不足 90%,产品中游离硅偏高,对刮刀的磨耗值偏高,产品指标只能达到美国 2 号土指标。我们是世界上煤系高岭土大国,煅烧煤系高岭土双 90 产品主要用于涂料市场,在造纸工艺中因磨耗值高而难以推广。因此,有必要对水洗高岭土开发类似美国细 No1 级的高光泽高岭土以及低粘度、流变性好、低成本的底涂级高岭土(即类似于美国 No2 和 No3 级高岭土)以及专用于轻涂纸的高岭土(此类高岭土要求覆盖性和遮盖性好,流变性适宜),例如剥片高岭土、煅烧高岭土、低絮凝窄粒级分布的高岭土等,这个领域国产煤系煅烧高岭土的综合性能比国外煅烧水洗高岭土更好。碳酸钙、滑石、重晶石、白云石、高岭土、珍珠岩等填料类矿产的市场竞争归根到底是哪个产品更能优化制品的性能。因此,不仅仅是对矿物加工提出更高的要求,同时对改型改性药剂及其工艺都需要更多的产品规格,更针对性的功能团设计。非金属矿节能材料及轻质建材、研究非金属矿环境材料和农用非金属矿功能性材料都是非金属矿领域值得重视的方面。

表 3 不同颗粒直径的中空玻璃分子筛性能指标

颗粒直径(mm)	0.6 ~ 0.85	1.0 ~ 1.6	1.6 ~ 2.0	2.0 ~ 2.5
水吸附量(50% RH/25℃, % Wt) ≥	20	20	20	20
氮气吸附量(1atm/25℃, % Wt) ≤	0.2	0.2	0.2	0.2
堆积密度(松装) kg/L	0.75 ~ 0.85	0.70 ~ 0.80	0.70 ~ 0.80	0.70 ~ 0.80
抗压强度(N/颗) ≥	5	15	20	30
磨耗率(% Wt) ≤	0.2	0.2	0.2	0.2
粉尘(Ppm) ≤	60	60	60	60
筛分(% Wt) ≥	95	95	95	95
温升(°C) ≥	40	40	40	40
烧失量(575℃/3h, % Wt) ≤	1.5	1.5	1.5	1.5

2.3 研发非金属矿选矿和加工专用装备

必须发展:大型低能耗非金属矿超细粉碎技术与装备;非金属矿物晶形保护及改善技术(球状、片状、纤维状);非金属矿精细分级设备;膨胀性粘

土高效固液分离设备;石材异型和精细加工设备及配套金刚石工具。研究解决非金属矿专用分选加工关键技术装备是非金属矿产业亟待解决的问题。在非金属矿行业中,除超细粉碎和石棉加工等少量设备为专门开发使用之外,从破碎、磨矿到分选作业中

的重选、浮选、磁选、电选设备等所有分选装备整体借用金属矿选矿装备。忽视金属矿和非金属矿分选过程、特点和要求的非一致性,从而不可避免地造成非金属矿分选效率下降、产品质量档次难以提高的现象,这已经成为优化我国非金属矿产业结构、提高资源利用效率必须解决的瓶颈。金属矿和非金属矿在选别中存在以下差别:(1)非金属矿产品要求将金属矿物杂质尽可能脱除干净;金属矿产品要求保证金属矿物品位。例如,磁选作业时,对铁矿选矿,希望铁品位高,而且回收率高。非金属矿产品,如钾长石、高岭土、硅线石、蓝晶石、红柱石、云母、石英、金红石等要求含铁量低,因此除铁是非金属矿利用的一个关键技术。(2)金属矿与非金属矿在分选过程上也存在客观差异,非金属矿选矿特别强调抛除金属矿杂质,金属矿选矿则相反。这样客观上就要求对非金属矿和金属矿选矿时使用不同的磁选机。借用金属矿选矿设备不能适应非金属矿现实需求,选别效果差,这在实践中的例子很多:如石榴子石与非磁性脉石的分离、金红石与磁性脉石的分离、石英砂的精制,现有磁选机不能充分适应其选别特点。因此,为提高非金属矿的产品质量和品级,加强磁选设备的研究是必要的。(3)同样的情况在浮选作业时也存在。非金属矿选别要求浮选机搅拌力适中,充气量可以控制,气泡的大小和稳定性要好,气泡之间的兼并性要适中、矿浆液面平稳(典型地体现在如硅酸盐与碳酸盐的分离,长石与石英的分离,蓝晶石、硅线石、红柱石与云母、石英的分离,磷灰石的选别等)。而现有用于金属矿选矿的浮选机搅拌力强,充气量大,此外,金属矿物通常具有良好的被捕收性能和附着能力,而非金属矿物对不同的 pH 值和不同的调整剂更敏感。这些差别决定了非金属矿浮选有其特有的规律。目前的浮选设备不能很好满足非金属矿物分选的要求。(4)大多数非金属矿选矿单独应用重选的可能性较小,这是因为非金属矿选矿时虽然抛除金属矿物杂质很重要,但非金属矿选矿在很大程度上仍然是使非金属矿物与非金属矿物分离,重选分离因矿物间密度差小而存在困难。为解决非磁性物粘有少量的磁性连生体时,磁选夹杂严重,而利用摇床等重选设备的低投资和运行成本的优势,将重选与磁选结合起来就很有价值。

表面化学改性是一种利用偶联处理、螯合反应、化学吸附等过程,对无机非金属矿物填料表面进行

包覆提高其表面亲油疏水能力的方法。常用的表面处理改性剂主要有:硅烷、钛酸酯、铝酸酯、铝钛复合等各种偶联剂,硬脂酸等各种表面活性剂,聚乙烯蜡、聚乙二醇等有机低聚物,聚甲基硅氧烷有机硅,丙烯酸、丁烯酸、醋酸乙烯等不饱和有机酸。采用的表面改性设备主要是高速加热搅拌捏合机、三筒连续表面改性机、连续导热混合机等。改型则是对层状非金属矿层间域内的阳离子交换过程。改型和改性专用装备都是非金属矿深加工的必要条件。

宝玉石矿物的改色处理、珠光云母粉的制备技术、云母的剥片技术、金刚石以及软石棉等专用处理装备又是非金属矿加工利用的另一重要领域,不同形状、结构、杂质元素等对非金属矿处理的影响,都有待进一步的加强。

层状、纤维状、粒状非金属矿的磨剥过程机理不完全一样,增加了非金属矿破碎磨矿作业装备的特殊要求;而石棉、云母、石墨、高岭土、膨润土、长石、石英分选特性的和装备的显著差异,又提供给我们广阔的工作空间。随着人们生活水平不断提高,非金属矿事业也必然有更大的发展。

2.4 集约化经营

目前我国非金属矿的利用程度较低,停留在简单的粗加工阶段。这是与非金属矿企业长期“自然发展”,缺乏应有的扶持分不开的。非金属矿山多数为中小型,国有企业负担重又得不到重视,发展起来困难重重。民营企业起步低,参与时间晚。但是集约化规模化经营是我们必须要走的路。需要鼓励企业兼并重组,从粗放经营走向集约化经营、从单一产品结构的原矿和原材料重复竞争走向系列化、多品种、适用性强和品质稳定的现代产业结构的技术竞争。

加拿大的威斯特罗克工业公司经营的三个石膏矿山生产能力 150 万 t/a,石膏板年生产能力 9 500 万 m²;英国的 ECC 公司高岭土年生产能力 300 万 t,占英国总产量的 80% 以上,并在开发完善高效专用选矿设备和工艺、解决选矿技术难点、提高资源回收率、提高产品质量、解决环境保护和资源综合利用等方面都有了稳步发展。法国的依麦列斯 Imerys 公司建于 1970 年,最初从事镍矿开采和冶炼,1980 年进入非金属矿业,1990 年收购了大量公司,其中最大的一次收购是在 1999 年,用 12.4 亿美元收购了

ECC。集约化经营不仅需要资本市场的支持,同时离不开技术层面的集成。系列化的产品结构,不仅是集约化经营的必然,也是其客观要求。典型的国产膨润土产品结构主要有涂料用膨润土、醇基涂料用膨润土、化肥用膨润土、宠物圈料、冶金球团用钠基膨润土、钻井用钙基膨润土、钻井用钠基膨润土,与之对比国外膨润土公司已形成了絮凝剂、悬浮剂、乳化剂、凝胶、粘结剂、啤酒和果汁澄清剂、增稠剂、化妆品和药品填料、化学载体或填、润滑剂、稳定剂、沥青乳化剂等系列产品,如美国 Rennecker Limited 公司就有不同系列、不同规格、价格从 94.29 美元/t 到 4.35 美元/磅 40 余种产品。没有系列化的产品结构,难以支撑规模化的经营和应对市场变化的风险。反过来,规模化的经营给新产品的研发提供了新的课题和空间。因此,集约化经营是个系统工程,需要在政策、资金、技术、人才等方面的全面推进,在我们国家必须得到政府的扶持才可能做好。

2.5 提高地质勘查程度

随着矿产资源的大力开发,我国不少非金属矿产的资源保证程度降低,一些老矿山由于资源用尽而关闭,如浙江东风萤石矿曾经是我国最大的萤石矿,现在已经闭坑。长期以来,非金属矿的勘查投入大致相当于金属矿勘查投入的 13% 以下。因此,非金属矿的勘查程度远不如金属矿的勘查程度高。相当多的非金属矿地质资料不清,加强非金属矿的勘查与加强金属矿的勘查一样,不仅必要而且具有重要意义。如北方磷矿、优质石材、金刚石、优质高铝粘土、优质膨润土和高岭土、萤石和石墨以及宝玉石资源的勘查和综合评价都是十分必要的。

2.6 加强尾矿中非金属矿的回收利用

循环经济是 21 世纪经济发展的主题之一。节约利用资源实现资源消耗的减量化是循环经济发展的重要起点,金属矿尾矿的成分主要是各种非金属矿物,它的排放不仅影响环境,也浪费了其中的非金属矿资源。加强金属矿尾矿中非金属矿的利用已经取得了显著的成效,并将会得到更快的发展。如柿竹园多金属矿和桃林铅锌矿从尾矿中回收萤石、宜春钽铌矿从尾矿中回收白云母和绢云母等。但是这方面的潜力很大。我国大量的磁铁矿山尾矿基本上是石英,很多钨锡矿的尾矿是制作玻璃的好原料,许

万方数据

多黄金矿山的尾矿可以制作建材,大量的煤矸石实际上是煤系高岭岩,很多钽铌矿的尾矿是长石、石英、云母。利用金属矿山尾矿中的非金属矿不仅提高了资源利用率,而且可改善矿山效益,减少土地占用。因此,国家要强化资源综合利用政策管理,扶持和鼓励综合利用尾矿中的非金属矿,支持技术创新,实现循环利用。

2.7 完善标准化技术和测试装备

不少非金属矿标准制定于上世纪 80 年代。随着非金属矿加工技术及检测手段的不断提高与完善,下游用户要求的不断严格,原有标准与现实要求之间的矛盾日益突出,如高岭土产品。另一方面,一些新开发利用的非金属矿物材料没有及时地制定标准,如膨润土、绢云母、硅灰石、水镁石、重质碳酸钙等产品;一些非金属矿产品性能表征和检测方法没有统一,如纤维状矿物、层状矿物的粒度等。完善非金属矿产品质量保证体系,发展在线控制技术,保证产品质量的可靠性、稳定性等方面,仍有很多的工作要做。外商对我国非金属矿产品抱怨最多的是产品的质量稳定性。质量稳定性不仅需要最终控制更需要过程监控。

随着对非金属矿认识的不断深入,非金属矿产品用途不断被开发。不同用途要求的工艺性能常采用不同的指标进行评价,这就要求研究更具针对性的、规范性的测试规程和装备。如膨润土用途不同,要求测定的指标可能有:蒙脱石含量、化学组成及物质组成、吸蓝量、造浆率、视粘度、塑性粘度、动切力、水分、粒度及粒度分布、湿压强度、干压强度、热湿拉强度、膨胀倍数、胶质价、阳离子交换容量、白度、动力粘度、微针入度、活性度、脱色力、游离酸、屈服值、失水量、游离 Cl^- 或 Na^+ 含量、滴点、触变率、pH 值、动塑比、静切力、密度、烧失、加热极限温度、碱性系数、 $\alpha(001)$ 值、比表面积、过滤速度、带油率、凝胶强度、磨耗值、吸附性等,这些指标中很多没有统一的方法,甚至没有大家共同认可的方法。再如表面改性的评价方法,纤维状和层状矿物在非金属矿中占有重要地位,但其粒度的测试标准和设备没有统一。这些基础工作的解决常常是我们真正实现非金属矿高效利用的基础。

参考文献略