



漫谈工业矿物的开发与应用

陈文森

(冶金部第二地质勘查局·福州市)

实践表明：一个地勘单位，如果能开发、生产一、两种适销对路的工业矿物产品，那就不仅能创造出可观的经济效益，而且还可以安置一部分职工。我局研究所投资 20 余万元，生产陶瓷级叶蜡石粉，每年可获纯利十几万元。

在我国国民经济建设中，原材料工业滞后是长期存在的一个问题。在“八五”乃至“九五”期间，作为重要原材料之一的工业矿物的开发与应用，无疑将得到发展。

地勘单位对工业矿物的资源情况比较熟悉，又具备矿物学、岩石学等方面的知识，从事工业矿物开发，比开发其他产业相对要容易些。同时，地勘单位一般都具备化学分析、岩矿鉴定等基本测试手段，有的还有差热分析、X 射线粉晶分析甚至扫描电镜、电子探针等设备，具备开展研究的条件。

本文拟就工业矿物的开发与应用谈谈个人的意见。

工业矿物应用现状及其前景

本文所称工业矿物（含工业岩石），是指经过加工，其物理或化学性质适于工业应用的矿物（或岩石）。与从矿物中提取有用元素的矿石（如金属矿石）不同，工业矿物的矿石主要是利用矿物（或岩石）本身。工业矿物主要是非金属矿物，也包括部分金属矿物，例如作为颜料、填料的赤铁矿；作干电池用的天然放电氧化锰；作润滑材料的辉

钼矿等。

截止 1991 年底，我国已探明上储量平衡表的非金属矿物有 86 种，产地 5500 多处。其中，石墨、滑石、石膏、菱镁矿、重晶石、膨润土、硅灰石等 20 多种非金属矿产的探明储量均居世界前列，还有一批新近开发利用但未列入储量平衡表的工业矿物和岩石，如水镁石、碎云母等也十分丰富。

本世纪初可利用的工业矿物只有 60 余种，到 80 年代已增加到 200 余种。随着技术的进步和矿物、岩石测试技术的提高，不少过去认为“无用”的矿物、岩石，已变成有用，甚至因其特殊的性质而被专用。例如粘土陶粒、石膏轻板、浮石、珍珠岩、蛭石等新型材料，正在替代传统的砖瓦，用于超高层建筑的高强度轻质新型建材；冶金工业中，利用“三石”高温下转化为莫来石的性能，制作优质耐火材料，替代传统的耐火砖；高纯石英用于生产光导纤维或单晶，替代稀缺的压电石英；“白膨润土”制作的特种陶瓷用于航天工业；某些云母粉作为发光油漆填料，广泛用于高速公路建设；用途广泛的沸石，近年来在人工合成、改性、应用方面的专利已达 2000 多项，有一种进口的除臭剂，经检测原来是沸石粉；用膨润土作医疗外伤敷料的辅形剂，具有无毒、无刺激性、吸湿消炎等效果。在环保、改良土壤等各方面，工业矿物也有着十分广阔的应用前景。

我国是世界上应用工业矿物最早的国家之一，出土的史前彩陶就是证明。改革开放

以来,工业矿物产值以每年 10%~15% 的速度递增。但是与工业发达国家相比,仍有很大差距。当今发达国家非金属矿物与金属矿物的工业产值比例达到 3:1,而我国约为 1:3。工业矿物的开发利用程度,已成为衡量一个国家或地区科学技术、国民经济和人民生活水平的综合指标之一。显然,我们应该把工业矿物开发利用,当作一项重要工作来抓。

工业矿物的加工

工业矿物通常均需经过加工才能满足工业要求,其加工方法大致可分以下几类:

1. 粉碎 是指分割固体物质,而不改变其化学成分,仅增大其表面积的过程。不同用途的矿物要求不同的粒度。作为填料,一般情况下粒度越细,性能越好,因为比表面积增大,活性增强。当前我国的粉碎技术水平一般可达到 -320 目(约 0.04mm)。近年来,国外大力发展超细粉碎工艺,国内也相继引进了振动磨、气流粉碎磨、塔式磨、胶体磨等技术,粉碎粒度可达 -10μ 、 -5μ 甚至 -2μ 。上海化工机械二厂生产的气流粉碎机,粉碎粒度达数微米。南京油脂化工厂生产的超微气流粉碎机可达 $0.15\sim 3\mu$ 。它是利用高速气流,使矿物自身碰撞达到粉碎的目的,已用于粉碎碳酸钙、重晶石、云母、高岭土等。超细矿物粉的价值大大提高,以云母为例,一般纯碎云母每吨价值 96~137 美元,而超细云母(-325~-2500 目),如颜料级珠光云母每吨价值人民币 10~12 万元,且供不应求。

2. 提纯 利用矿物的化学、物理性质差别,富集矿石中矿物的一种工艺。矿石中一般均含有杂质,而纯净且成分稳定的矿物原料,是工业上稳定连续生产的基本要求,所以一般矿石大都需要提纯。

工业矿物提纯的基本方法不外乎重选、磁选、浮选和化学萃取等几种。一些高纯度

的工业矿物,则需要特种提纯工艺。主要是精矿的化学提纯,包括湿式酸碱处理和干式煅烧,或二者配合使用,必要时辅之以化学萃取和高梯度磁选。高纯工业矿物的价值远高于一般工业矿物,例如普通石墨每吨仅 340~440 元人民币,而固定炭含量 97%~99% 的石墨粉(-200 目),每吨 1000~1500 美元。用于原子反应堆作减速剂,显像管用的石墨乳,以及代替铂坩埚的石墨坩埚等使用的高炭石墨,价格更高。离子吸附型稀土,由于提取工艺简单,每公斤混合稀土价格 9.5~10 美元,而提纯的单一稀土产品可增价 6~10 倍,例如氧化钇每公斤高达 70~80 美元。

3. 改性 是指利用物理或化学的方法改变工业矿物的性能,使之适应于工业需要。包括:

(1) 用化学药剂处理进行表面改性:主要是活化表面分子,使之产生更优越的性能,例如酸处理过的膨润土(称酸性白土),用作各种油的脱色剂;用碱处理膨润土,变钙基为钠基,用于配制钻探泥浆等。值得注意的是,近年来用有机物处理工业矿物,使二者相溶或渗合,成为研究的新领域,例如用钛酸酯偶联剂处理过的高岭土作聚丙烯填充料,显著提高了制品的抗冲击强度;用硅烷偶联剂对叶蜡石进行表面处理,使之具有很小的表面张力、高度的疏水性和较高的表面活性,与橡胶塑料具有很强的亲和力,从而产生增容、补强和防止老化的效果。

(2) 焙烧:是经过加温使工业矿物脱水、脱气或产生相变的工艺。最常见的是用石灰岩烧制石灰,石膏焙烧成无水石膏之类的脱水、脱气工艺。许多铝硅酸盐矿物经过焙烧产生相变,改变其结构或生成新矿物,从而具有新的性能,例如,蓝晶石在常压下焙烧至 1400°C ,变为在常压下稳定、高温下抗冲击、膨胀系数小的优质耐火材料莫来

石。

(3) 熔融: 最常见的例子是石英等熔融制作玻璃, Al_2O_3 熔融制人造红宝石, 磷灰石加蛇纹石熔融后制钙镁磷肥等。在玻璃中加入碱性岩浆岩, 例如霞石正长岩、白榴石(或霞石)响岩等低铁、富碱岩石, 例如, 每吨玻璃中加 7% 的霞石正长岩可节约 1kg 碱。捷克制玻璃用响岩为配料, 节约用碱 50%。去铁的霞石正长岩(-350 目) 每吨价格 96~128 美元(陶瓷级为 113~166 美元/吨)。

(4) 烧结: 这是介于焙烧与熔融之间的一种热处理。矿物经焙烧收缩, 减少气孔率, 成为致密块体, 但未达到熔融。最常见的如制陶瓷、砖瓦。

此外尚有胶结(如制混凝土)、萃取等处理方法。

4. 合成 是指两种或多种矿物通过物理或化学作用生成新物质(矿物)的工艺, 常见的例子是用石灰石、粘土、铁矿等合成水泥。具有 3~10 Å 特定孔径孔穴或通道的沸石, 能选择吸附离子或分子, 是一种优良的分子筛或其他吸附分离剂。用珍珠岩、流纹岩、粘土岩、高岭石、叶蜡石等铝硅酸岩合成 4A 沸石(美国每吨价格 380 美元), 国内已获成功, 用以代替三聚磷酸钠作新型洗涤剂, 可降低成本, 防止污染。

建 议

1. 创办科工贸一体化的实体 在当前队伍结构调整中, 可以把一部分地质技术人员组织起来, 创办实体, 给予一定的资金支持, 限期推向市场。实体中的机构建议包括:

(1) 信息机构: 工业矿物开发的领域几乎涉及各个工业部门, 甚至一种矿物就是一门学科(例如粘土学); 一种产业也是一门学科(例如陶瓷工艺)。我们只能根据本地资源、市场需要和自身优势选择主攻方向,

这就需要有专门的机构, 整理和研究市场信息。

工业矿物应用研究方面已经发表了许多论文和专利, 但是有相当一部分尚未用于工业生产, 重要原因之一是缺少中介人推销成果。中介人的资本就是信息。如果我们了解市场, 就可以靠推销别人的成果获取佣金或技术转让费。例如, 福建 1986 年就已研究成功用膨润土进行食油脱色去毒, 每 50kg 花生油中加入 4%~8% 的酸性活化白土, 搅拌过滤后能脱色 90%~98%; 加入 1%~1.3% 活化白土可除去 98%~99% 的黄曲霉素。这项简便易行的成果至今仍未推广。

(2) 研究机构: 挑选一些岩石、矿物、物理、化学基础知识较好的技术人员, 成立专门的研究机构。还可以以课题为单位, 以优惠条件聘请客座研究人员, 必要时引进一些专家为骨干。研究课题应精心选择, 瞄准国际水平和商品标准, 确定合理的技术途径, 进行高起点、高水平的研究。

工业矿物研究领域包括两个方面: 一是对工业矿物性质的基础研究, 如红外、远红外光谱、核磁共振、拉曼光谱等, 从微观方面研究矿物表层及晶体结构、原子排列对理化性能的影响。基础研究推动应用研究。事实上, 国外不少工业矿物之所以畅销, 并非因为质量比我国好, 而是对其特性的研究比我国详尽。二是应用研究, 这是研究的主题, 应当结合基础研究开展应用研究。例如我局正在研制人造金刚石用的叶蜡石模块, 受测试手段等条件限制, 至今还未真正了解叶蜡石何以具有优良的传压性能, 所以只能从实用中摸索。

(3) 生产机构: 起步阶段, 可以经销工业矿物, 也可以进行粗加工, 以积累资金。有些矿石只需要简单的粉碎就能创造可观的效益, 如我局生产的陶瓷级叶蜡石粉, 矿石到厂价每吨约 35 元, 破碎到-200 目后每吨售价约 115 元, 扣除加工成本约 40 元, 每

吨可获利税 40 元。沸石粉掺入水泥可提高水泥标号。近年来,铁铝榴石用作飞机外壳的磨料,硬度要求 7.5~8,粒度-80~-250 目,每吨离岸价达 195~255 美元。颜料用镜铁矿离岸价 115~220 美元/吨。硅灰石粉(-200~-325 目)离岸价 125~235 美元/吨。近来,福建填料用白色石灰岩粉加工业十分兴盛。

当前国内工业矿物市场普遍存在两个问题:一是低质量的粗加工品供过于求,竞争激烈,销售不畅;二是运输紧张,低价值的矿产品只能就近销售。所以不可盲目上马。

当前工业矿物深加工的趋势之一是向超细粉碎和高纯方向发展,从长远来看,我们也必须向深加工发展,生产技术含量高的产品,为“入关”后投向国际市场作准备。例如我国资源丰富而至今仍大量依赖进口的高炭石墨乳、涂布级高岭土、超细云母粉等深加工技术就值得注意。

(4) 销售机构:需要说明的是,一个精明的企业家应十分重视推销员的培养。推销员应是本行的专家,以往只注重推销员的公关能力的作法应当纠正。

在实体内要逐步形成良性循环,以科研开发产品,以产品销售利润支持科研,使产品不断更新换代,这样的企业就能兴旺发达,在市场竞争中取胜。

2. 建议在总局系统内设立一个中试基地 从实验室研究成果到工业化生产之间的中间试验是不可少的。许多成果之所以难以推广,许多项目没有谈成,其主要原因就是缺乏中试今后预计许多地勘单位都面临中试的困难。为此,建议集中总局系统的力量,设立一个中试基地,购置一批通用设备和基本的测试仪器,有偿提供中试,经过中试的技术可以出售或入股,中试产品可以直接出售。

3. 开展系统内部协作或横向联合 工业矿物开发应用对我们是一个新课题,加强

内部协作,发挥全系统的信息、技术、设备和资源优势对大家都有好处。建议成立一个松散的联合机构或协会,及时交流各种信息,通报研究成果,互相协助联系业务,取长补短,共同受益。我局已同福建省五金矿产品进出口公司沟通渠道,由我们组织货源,委托他们出口。出口产品要求提供:(1) 样品;(2) 质量指标数据;(3) 可供货物的批量;(4) 出口口岸及离岸价;(5) 包装及重量规格。

4. 工业矿物资源的调查和研究 以往有关非金属矿产的地质资料,从工业利用角度来看,多半不能满足需要。几乎所有地质报告只侧重于矿床地质的描述,对矿物的研究多限于其化学成分。而实际上同样的化学成分可以是完全不同的工业矿物;同种矿物用于不同工业领域有不同的指标要求,远非化学成分所能反映;不同矿物又往往可以互相代替使用。以粘土矿物为例,它们同属土状铝硅酸盐,一般笼统称为粘土或高岭土,并未进一步研究是以高岭石、迪开石、伊利石、蒙脱石,还是以凹凸棒石、累托石为主;其粒度、白度、耐火度、可塑性等测定数据则更少。一些工业矿物我们根本不认识,还有一些由于缺乏经验和工艺知识而被当做废石。内蒙开发绢云母石榴子石石英片岩的实例对我们很有启发。这种一直被认为无用的片岩,由于可选性良好,绢云母、石榴子石和石英均可回收,矿山年产 9 万吨,产值达 1100 万元,年利润 377 万元。我局今年专门成立了资源调查组,着重研究先前被忽视的工业矿物(岩石)资源。尾矿的调查和利用研究也很重要。我国大量夕卡岩矿床尾矿中的石榴子石、硅灰石、透辉石都是工业矿物。煤矸石和围岩中的硬质粘土(包括国内急需的球粘土)、金矿尾矿的绢英岩等等,均应予重视。在工业矿物资源调查中,对前人地质资料的二次开发也不可忽视。