

焦作市粘土矿的地质特征及综合利用^{*}

王兴民, 刘富有, 张涛, 孙越英

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质队, 河南焦作 454002)

摘要 焦作市粘土矿储量极为丰富, 要把资源优势转变为经济优势, 就要搞好综合开发利用, 生产出科技含量高、具有市场竞争能力的新产品。探讨了粘土矿资源综合利用的新途径, 为焦作矿业经济可持续发展提供科学依据。

关键词 焦作市; 粘土矿资源; 地质特征; 综合利用

中图分类号: TD873⁺.1 P619.23⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2006)05-0022-05

The Geological Characteristic of Clay Resources in Jiaozhuo and its Comprehensive Utilization

WANG Xing-min, LIU Fu-you, ZHANG Tao, et al.

(The No.2 Geological Prospecting Team, the Geology Survey Bureau of Henan Province, Jiaozuo, Henan Province 454002, China)

Abstract: The clay reserve in Jiaozhuo is extremely abundant. In order to change the resource advantage into the economic advantage, developing and utilizing synthetically should be adopted to produce the new products with advanced scientific and technological level and market competitiveness. This paper introduces the new way of resource multipurpose utilization of clay resources, and makes a contribution to the economic sustainable development in clay mining industry of Jiaozhuo.

Key words: Jiaozhuo city; clay resources; geological characteristics; multipurpose utilization

粘土矿作为矿产资源的一个大类, 广泛用于钢铁、化工、建筑、造纸、油漆、陶瓷、橡胶等行业, 在国民经济和社会发展过程中起着重要的作用。

焦作地区粘土矿资源丰富, 品种多, 质量好, 矿体埋藏浅, 水文地质条件简单, 开采技术条件好, 耐火粘土、陶瓷土、高岭土、铁矾土等均有分布, 是我国重要的耐火材料基地之一, 也是焦作市优势矿产之一。粘土矿产品开发对焦作市的经济和社会发展起着重要作用。

近年来, 随着市场经济体制的逐步完善, 矿产品市场竞争日趋激烈, 由于河南省内外粘土矿资源大量流入, 导致焦作市属国有矿山纷纷停产或转产, 仅剩部分乡镇与个体企业零星开采, 生产规模小, 产品

品种单一, 产品多以原矿或粗加工产品销售, 科技附加值低, 产品竞争力不强, 经济效益差。2004年全市共开采粘土矿石 13.550 万吨, 实现产值 227.77 万元, 这与作为矿业大市的形象是极不相符的, 未能发挥出其应有的经济效益和社会效益。

为了拓宽粘土矿利用领域, 依靠科技进步开发高新产品, 延长产品加工链条, 提高矿产品的加工深度与精度, 充分发挥其优势矿产的作用, 变资源优势为经济优势, 本文通过对焦作地区粘土矿床地质特征的研究, 探讨了粘土矿资源综合利用的新途径, 旨在为焦作粘土矿业经济可持续发展做出新贡献, 并为今后焦作市矿产资源规划提供科学依据。

^{*} 收稿日期: 2006-7-30; 修回日期: 2006-09-12

作者简介: 王兴民(1960-), 男, 河南省荥阳市人, 工程师, 研究方向为地质调查及地质管理工作。

1 焦作地区粘土资源概况

粘土矿主要分布于焦作市北部,西起沁阳,东到修武方庄,东西长 60 km,南北宽 5 ~ 15 km,面积约 400 km²^[1]。

自 20 世纪 60 年代起到 80 年代末,先后有冶金、建材、地质等部门对本区 22 个矿区进行了勘查工作。其中完成勘探矿区 10 个,详查矿区 9 个,普查矿区 3 个,探明大型矿床 3 个,中型 11 个,小型 4 个。截止到 2000 年底,发现矿点 26 处,累计探明耐火粘土资源储量 7 636.200 万吨,其中高铝粘土矿 1 468.300 万吨,硬质粘土矿 4 882.300 万吨,软质粘土矿 1 285.600 万吨,探明陶瓷土主要中 g 九府坟矿区,资源储量 39.000 万吨,高岭土主要是王窑、虎村—张老湾矿区,资源储量 2 037.070 万吨^[2]。按储量类别分:粘土矿基础储量(经济的) 1 798.200 万吨,主要分布于常平、磨石坡、大洼 II 区段、上白作、西张庄 II 区段、寺岭和上刘庄 II、III、IV 区段等矿区,资源量 5 838.000 万吨,陶瓷土、高岭土皆为资源量。

2 焦作粘土矿地质特征

2.1 矿床地质特征

粘土矿在区内主要赋存在石炭系中统本溪组,自下而上大体分三个岩性段:

(1)下部:直接位于奥陶系侵蚀面之上,以其显著的沉积建造与下伏地层相区别。岩性特征富铁质,由铁质粘土岩、粉砂岩、粉砂质粘土岩、粘土岩组成,含赤、褐铁矿及菱铁矿、硫铁矿。

(2)中部:以其显著的颜色及其岩性与上下粘土岩相区别。在地貌上形成陡壁,层位较稳定,但厚度变化较大。由铝土矿及高铝、硬质粘土矿组成。耐火粘土矿一般位于铝土矿的上下部位,构成铝土矿的直接顶底板。

铝土矿呈灰、深灰色,中厚层状,以豆鲕状为主,次见致密块状及碎屑状。豆鲕状铝土矿,含一水硬铝石 90% 以上,次为水云母及泥质含量约 8%,微量矿物有帘石、金红石等。一水硬铝石组成大小不同的豆或鲕粒,略呈扁平状,平行层面分布^[3]。

高铝粘土矿灰、深灰色,豆鲕状或致密块状结构,层状构造。与铝土矿相伴,由于 SiO₂ 含量较高,致使铝硅比降低,所以主要靠化学成分与铝土矿相

区别,肉眼较难分开,二者呈渐变关系^[4]。以一水硬铝石为主,另有部分高岭石、水云母等,微量矿物有电气石、楣石及锆石等。

(3)上部:以富炭质及陆源碎屑为特征,一般由炭质粘土岩、铁质粘土岩、粉砂质粘土岩、高岭土矿及少量的石英砂岩组成,顶部多见煤层。

本溪组在区域内岩性变化不大,但由于受古地形影响厚度在小范围内有较大的差异,薄者 1 ~ 2 m,厚者 30 ~ 40 m。区域内稳定层位厚度也有变化,向东至沁阳、博爱为 10 ~ 12 m。

2.2 矿体地质特征

本区域内粘土矿均为一水硬铝石型沉积矿床。粘土矿赋存在本溪组中部,层位单一,常呈似层状、透镜状、漏斗状产出^[5],粘土矿床集中分布沁阳—焦作—修武一带。在东段因受断层破坏,矿层呈长条状分布,西段受沟谷切割,矿层在山顶成为孤立的残留体。

大部分矿区具有 2 ~ 3 层矿,称之为“上、中、下”矿层,个别矿区只有一层矿。上层与中层矿层间距一般为 2 ~ 4 m,最大 10 ~ 12 m(上刘庄矿区)。中层矿与下层矿为 2 ~ 4 m,最大 6 ~ 12 m。有些矿区只有上下两层矿,其间距一般为 3 ~ 5 m,最大 14 m(上白作矿区)。同一矿层由 1 ~ 2 种矿石类型所组成,其间有较明显的界线。在垂直方向上矿石类型的分布有一定规律;在纵横方向上矿石类型变化较大。在常平一带矿层上下为硬质粘土矿,中间为铝土矿。矿体内夹石很少,一般厚度小于 1 m,多为含铁粘土岩、粘土岩及铁质粘土岩。

上矿层和下矿层多为透镜状矿体,厚度一般 1 ~ 2 m,变化较大。中矿层是主矿层,呈层状及似层状,厚度变化中等,连续性好,局部有分叉现象,矿层最厚 15.72 m(窑头矿区),最薄 1 m,平均厚度多为 1.5 ~ 3 m。

3 粘土矿的综合开发及应用

3.1 高铝粘土用作铝土矿

根据 2004 年沁阳市国土资源局委托河南省地矿局第二地质队对沁阳市域的常平、窑头、前后和湾等高铝粘土矿区的铝土矿资源按铝硅比大于 4 进行的重新圈定计算,共获得资源储量 687.8 万吨。铝土矿的选矿技术已经成熟,使用常规浮选工艺即可

获得 Al/Si 大于 10 的精矿,最近中州铝厂拟建选矿厂。利用这一契机,可以充分开发利用此类高铝粘土矿。其方案见图 1。

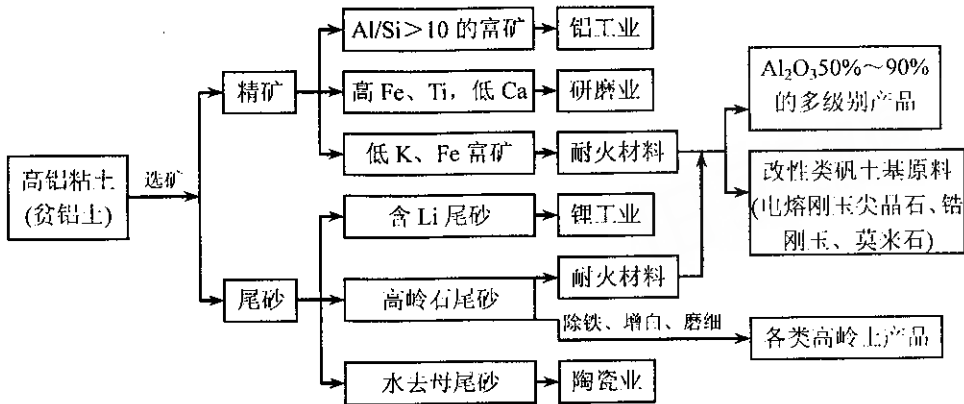


图 1 高铝粘土矿开发利用方案示意图

Fig. 1 High aluminium clay ore develop and utilize the sketch map of the scheme

3.2 高等级耐火材料生产

因硅高达不到铝土矿要求的高铝粘土和达到高铝矾土标准要求的硬质粘土矿,主要用于生产耐火材料。目前,普通耐火材料供大于求,而高等级耐火材料如钢铁工业中炉外精炼、板坯连铸等过程用高质量耐火材料,尚需进口。高等级耐火材料以矾土基合成原料为主,共有三种类型(1)均质类,以天然原料为基础,通过均化工艺达到结构性能和质量稳定均匀后,可开发 Al_2O_3 含量 50%~90% 的多级别均质矾土熟料系列产品, Al_2O_3 50%~90% 的均质矾土熟料售价 200 美元/吨。(2)改性类,通过选矿或电熔减少杂质或加入适量有益氧化物,改善高温性能,如矾土基电熔刚玉、矾土基尖晶石、锆刚玉莫来石等。这类产品在国外还没有,该项成果属国际首创,这些成果有的已初步形成生产能力,但规模不大,质量不稳定(如矾土基电熔刚玉、矾土基尖晶石);有的尚未转化为生产力(如锆刚玉莫来石)。目前高温技术需要的高档制品国内外多采用昂贵的人工合成材料,如板状刚玉和电熔刚玉(5 000~6 000 元/吨),电熔锆莫来石和高纯尖晶石(8 000 元/吨以上)等。改性合成原料可全部或部分代替上述高价的原料,而价格要低得多,如矾土基电熔刚玉 2 500~3 000 元/吨,矾土基尖晶石 4 000~5 000 元/吨,将大大降低高档制品的成本,从而相应降低高温工业耐火材料消耗费用。(3)转型类,用高铝矾土原料通过高温还原和氮化的工艺处理,使其转

化为 Sialon、Alon 等非氧化物及其与氧化物的复合材料。在组织这三类原料生产的基础上,进一步生产各种耐火制品,把我国资源优势转为技术优势,大大提高耐火原料质量的稳定性和可靠性,尽快形成有我国特色的优质合成原料品种系列,用以取代昂贵的人工合成原料,制造性能优良、价格适宜的高档耐火制品,用于高温工业的重要部位,在获得优良使用效果的同时,显著降低耐火材料消耗费用,取得显著的经济效益,为高温工业发展作出新的贡献,还可巩固、提高我国耐火原料及制品在国际市场的重要地位,不仅在数量上继续保持相当高的市场占有率,而且在质量、品种上跃居世界领先地位,在国际上赢得信誉,大幅度增加出口创汇收入。

3.3 精密铸造型砂生产

硬质粘土矿经粉碎后,按粒度分级,通过不同比例粒级配比,用作精密铸造型砂,高温不变型,可使喷涂面光滑,广泛用于航空航天工业部门。

3.4 高岭土系列产品

20 世纪 70 年代以前,软质粘土矿只作耐火材料用,其实软质粘土矿矿物成分主要是高岭石,软质 I 级粘土化学成分和性能均可作高岭土使用。高岭土经除铁、增白、磨细,可生产造纸填料和涂料等各类高岭土产品。

高岭土产品应用广泛,造纸工业是国外高岭土利用的主要领域,用量达 1 000 万吨以上。高岭土主

要用作造纸填料和涂料,它可以提高纸张的密度、白度和纸面的平滑度,降低透明度,保证更好地吸收印色。在陶瓷业上,高岭土主要用于各种陶瓷的配料;在油漆涂料业,以高岭土和煅烧高岭土作填料,用于醇酸涂料的内涂层以及水基涂料的增充剂;在塑料业,高岭土主要用于电缆聚氯乙烯外层填料,不仅可以降低成本,还能增加塑料外层电阻;在橡胶业,高岭土填料是一种补强剂,能够提高橡胶的机械强度和耐酸性能,降低制品的成本。

上世纪80年代,原地矿部郑州矿产综合利用研究所对上刘庄软质粘土矿的综合利用进行过研究。经选矿中间试验研究,获三种产品:(1)涂料级高岭土,用于造纸刮刀涂料,二级品,产率37.44%。(2)填料级高岭土,用于橡胶、塑料、油漆填料,产率29.17%。(3)耐火粘土,产率33.2%。其后又对王窑高岭土进行过研究,其中造纸用涂布级高岭土研究,白度、细度均已解决,只是流变性稍差。

目前,高岭土用于造纸涂料,解决流变性是关键。对造纸用涂布级高岭土流变性进行试验研究,可以考虑从以下几个方面入手:(1)提高煅烧高岭土的细度,在同等条件下,颗粒越细越易于流动,流变性越大,其白度亦相应提高,既满足了白度要求,又增加了流变性。(2)用配矿方式开发专用造纸涂布级高岭土,在原有高岭土的基础上,适量增加可提高流变性的其它矿物,如膨润土。同时选用天然白度较高的高岭土加入,提高其白度,这样既提高了白度,又提高了流变性。(3)从南方购进高白度的天然高岭土调整专用高岭土的白度和流变性。(4)用树脂调节流变性,所谓流变性,是指涂布时料浆的流变性,它是由树脂和高岭土共同决定的,而树脂的流变性更具主导地位,树脂的流变性易于调节。在流变性未解决之前,高岭土的发展方向应是超细粉碎,工艺流程简单,矿石经烘干、粉碎、化学漂白、改性、粉碎即得成品。粉碎后的高岭土,可广泛用于橡胶、油漆、涂料、造纸、塑料等行业,市场前景好,价格较高,有一定的经济效益。

“十一五”期间焦作将建成20万吨林纸一体化的大型纸业公司,重塑焦作纸业形象。若流变性问题解决,高岭土将大有用武之地,价值也将数十倍增长。

3.5 聚合铝生产

高岭土还可生产聚合铝,它是一种无机高分子

化合物,是优良的高效净水剂,成本低,生产工艺简单,磨矿→焙烧→酸浸→净化→中和→聚合→干燥即可制成固体聚合铝。与常规净化剂硫酸铝相比,它具有用量少、矾花大、絮凝快等优点,可有效净化高浓度的污水,对水中微生物、细菌、藻类的去除率达90%,放射性物质去除率达80%,能使造纸工业废水色度降低80%,其净化效率是硫酸铝的4倍以上,可降低净水费用4%。对环境污染治理有重要的社会效益和经济效益。

3.6 综合利用粘土矿中伴生元素锂

焦作地区粘土矿和粘土岩中普遍含锂, Li_2O 含量一般0.024%~0.47%,最高 Li_2O 含达1.815%,平均0.139%,按边界品位0.05%、块段平均品位0.08%计算储量,仅西张庄、大洼、寺岭、上刘庄、四个矿区共获 Li_2O 储量10.4万吨,潜在储量非常巨大。

锂主要以锂绿泥石形式存在,其次分散在高岭石、伊利石、叶蜡石等矿物中,特别是以高岭石最多。锂绿泥石颗粒细少,结晶程度一般较差,常与高岭石、伊利石、叶蜡石相伴生^[6]。由于它的化学性质较稳定,湿法分选很困难,这给锂的利用带来了很大困难。那么能否考虑综合利用呢?经多年试验研究,综合利用锂铝已获成功,目前已完成实验室试验工作。

3.6.1 锂冰晶石

以焦作地区的含锂粘土为原料,采用锂铝并用的办法,河南省地矿局第二地质队研究成功了生产含锂冰晶石的技术。因为锂与冰晶石已结成一个体系,故其节电效果比冰晶石中加氟化锂更好,而成本与生产普通冰晶石相等,郑州轻金属研究院已将其作为铝工业生产的先进技术写入推广计划中。

3.6.2 锂铝合金

含锂粘土可用来生产锂铝合金。锂铝合金是最轻的合金,是理想的飞行器材料,用盐酸从粘土中溶出氯化锂铝,电解锂铝的氯化物即可直接生成锂铝合金。当矿石含 Li_2O 0.7%时,每500t矿石可生产锂铝合金90t,含锂冰晶石77t。若建成50万吨规模的锂铝合金厂,建设投资与50万吨铝厂相近,而产值可达300亿元,其经济效益是非常可观的。

3.6.3 锂电池

从生产锂冰晶石和锂铝合金的中间产物中,容

易分离出氯化锂,而氯化锂是生产锂电池的原料,锂电池价格昂贵,但销路很好,很有发展前途。

4 几点建议

4.1 加强粘土矿产资源的综合开发和合理利用,防止资源浪费

在矿产资源勘查和开采中,对具有开发利用价值的共生、伴生矿必须统一规划,综合勘探、评价、开采、利用。地质勘查部门在地质勘探报告中应有资源综合利用章节,矿山设计部门在确定主采矿种开采方案的同时,应提出可行的共生、伴生矿回收利用方案。

建设项目中的综合利用工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。凡具备综合利用条件的项目,其项目建议书、可行性研究报告和初步设计均应有资源综合利用内容,无资源综合利用的,有关部门不予审批。

4.2 依靠科技进步,提高粘土矿综合利用技术水平

重大的综合利用科研与技术开发课题要纳入国家或地方的科技攻关计划,认真组织实施,如造纸用涂布级高岭土选矿试验,粘土矿中伴生锂的利用等。对有广泛应用前景的成熟技术,应积极安排示范工程,逐步实现产业化,如 Al_2O_3 含量 50% ~ 90% 的多级别均质矾土熟料系列产品研制等。培育和发展技术市场,开展技术咨询和信息服务,促进科技成果的转让和推广应用。

4.3 加快立法步伐,建立健全管理制度,推动资源综合利用工作

各地区、各部门要根据国家有关法规,结合当地实际情况,积极制定一些地方性的法规,促进粘土矿资源综合利用的规范化、法制化。

企业开展资源综合利用应严格按照国家标准、行业标准或地方标准组织生产,对没有上述标准的产品,必须制定企业标准。

逐步建立资源综合利用基本资料统计制度。企

业应定期向有关主管部门报送有关资源综合利用方面的统计资料。

加强资源综合利用项目申报审核工作,有关部门要加强项目申报管理,落实国家优惠政策,防止骗取税收优惠。

4.4 对粘土矿要合理开发与综合利用

由于历史的原因,过去对粘土矿主要作耐火粘土勘探,其实耐火粘土中的高铝粘土,一部分可以作铝土矿用,软质粘土和部分硬质粘土可以作为高岭土用,而陶瓷土主要是高岭土,因此,高岭土、陶瓷土并不短缺,在开采过程中,要分类开采,合理利用。

4.5 确立开发利用方向,促进研究成果产业化转化

首先,要确立开发利用方向。耐火粘土要向高等级耐火材料,高岭土除铁、增白、磨细,特别是超细粉碎,生产系列高岭土产品,供给橡胶、陶瓷、油漆、造纸、塑料、涂料、化工等行业,陶瓷产品要向高档陶瓷、特种陶瓷方向发展。特别值得重视的是,要投入科研经费,完成造纸刮刀涂布级高岭土选矿试验、粘土矿(岩)中伴生锂综合利用的工业试验。这两项试验一旦完成,粘土矿的利用将会有一个新的飞跃,将会给焦作的经济腾飞插上翅膀。

参考文献:

- [1] 孙越英,刘富有,等.焦作市粘土矿产资源评价及开发利用[J].矿产保护与利用,2004(4):5-6.
- [2] 孙越英,刘富有,等.焦作市矿产资源开发利用现状及发展方向[J].矿产保护与利用,2005(3):8-11.
- [3] 陈延臻.河南省铝土矿矿物组成及矿石工业类型[J].河南地质,1985(2).
- [4] 卢书炜,等.河南省区域地质调查报告(1:5万洛宁幅)[R].2003.
- [5] 温同想,等.夹沟铝土矿地质特征及成因探讨[J].河南地质,1984(2).
- [6] 胡安国,张天乐,等.中国河南粘土~铝土矿床和江西高岭土、瓷石矿床及应用研究[M].北京:地质出版社,1993.27-31.