

综合评述

我国铝土矿资源及开发利用现状、问题及对策^{*}

王秋霞^{1,2}, 张克仁^{1,2}, 赵军伟^{1,2}, 马化龙^{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. 国家非金属矿产资源工程技术研究中心, 郑州, 450006)

摘要: 详细论述了我国主要省份铝土矿资源现状及开发利用现状、暂难利用的铝资源情况及研究现状、存在的问题, 并提出了相应的对策。

关键词: 铝土矿; 资源; 开发利用; 对策; 中国

中图分类号: F205; TD862.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2008)05-0046-05

Status, Problems and Countermeasures of Development and Utilization of Bauxite Resources in China

WANG Qiu-xia, ZHANG Ke-ren, ZHAO Jun-wei, et al.

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

Abstract: This paper briefly introduced bauxite resources in China major provinces, including its status of development and utilization, the resources actuality difficult to utilize on temporary, research situation and problems existing. And some countermeasures were put forward.

Key words: bauxite; resources; development and utilization; countermeasure; China

我国铝土矿主要集中在山西、河南、广西、贵州、重庆, 上述5省(区)的铝土矿储量占全国铝土矿总储量的92%以上。2006年, 我国铝土矿约占全球总储量的3%左右, 而氧化铝产量达到1 370万t, 占到全球总量的23.5%; 2008年, 国内氧化铝产量预计将突破2 100万t, 铝土矿供应紧张的局面愈加严重。此外, 国内铝土矿床类型以沉积型和堆积型一水硬铝石为主, 其特点主要为: 高铝、高硅、低硫、低铁, 含硅矿物形态复杂, 造成矿石加工工序多、能耗高, 较国外的拜耳法生产氧化铝成本高。各主要铝土矿产出省的资源中, 尚存在部分铝土矿资源难利用的问题, 寻找新的优质铝土矿资源、解决暂难利用铝土矿资源的利用问题和有计划地利用境外铝土矿

资源是当前解决我国铝土矿供应紧张局面的当务之急。

1 山西省铝土矿资源及开发利用现状

1.1 铝土矿资源概况

山西省铝土矿资源储量在全国排第一位; 铝土矿在全省各行政区都有出露, 以吕梁地区铝土矿资源储量最为丰富, 相对集中。铝土矿主要分布在河东成矿盆地、宁武—静乐成矿盆地、五台天和成矿盆地、霍西成矿盆地、沁源成矿盆地、阳泉成矿盆地、晋城成矿盆地、豫西成矿盆地, 共计115个矿床。矿石工业类型主要为粗糙状铝土矿和半粗糙状铝土矿,

* 收稿日期: 2008-04-20; 修回日期: 2008-05-07

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(1212010661201)

作者简介: 王秋霞(1956-), 女, 河南孟津人, 研究员, 硕士, 主要从事冶金化工工艺研究和科技管理工作。

次为碎屑状铝土矿,少量的致密状铝土矿。铝土矿以中等品位(A/S 4~6)矿石为主,A/S大于7的富矿只占资源总储量的12.89%,矿石类型以一水硬铝石铝土矿为主。铝土矿中伴生有稀有金属、稀土元素及分散元素镓,而且常与耐火粘土、硫铁矿及山西式铁矿共生,可以综合开采和综合利用。

1.2 开发利用现状

目前开采的铝土矿主要是中铝公司山西分公司孝义克俄、西河底、交口县后务城;阳泉开采的有太湖石、白家庄矿区;鲁能集团开采的有宽草坪、天和矿区。另部分为高铝矾土的开采和民采的铝土矿资源。主要消耗铝土矿的企业是中铝山西分公司和晋北铝业两个氧化铝厂,目前共有矿山63座,铝土矿山生产能力612.5万t/a。

目前,山西铝土矿矿山企业均为露天开采,平均回采率在65%左右。山西铝土矿大多为中低品位矿石,铝土矿中的共生矿产有硬质耐火粘土、铁矾土、硫铁矿和山西式铁矿等,除对铁矿部分进行利用外,其它矿产的利用程度较低;铝土矿中伴生有丰富的稀有金属、稀土元素及分散元素,目前只有中铝山西分公司能对镓进行回收。

1.3 难利用铝土矿概况

山西铝土矿具有资源丰富、分布广泛而又相对集中,较好的开采、运输条件,氧化铝在生产中溶出性能好等优点。但也存在着勘察程度低、富矿量少、矿石以中低品位为主的不足。部分铝土矿资源存在含铁较高、较难利用的问题。含铁较高的铝土矿主要存在于山西省保德县腰庄乡、桥头镇、孙家沟乡、南河沟乡等乡镇,保德铝土矿的一水硬铝石含量60%~80%,其次为粘土质矿物(含量一般15%~30%),还含10%左右的绿泥石和少量锆石、重晶石、电气石、角闪石、黄铁矿、方铅矿、锐钛矿、金红石等矿物。铝土矿主要化学成分含量 Al_2O_3 为47%~65%、 SiO_2 为2%~15%、 Fe_2O_3 为10%~15%,矿石性质为高铁型铝土矿,目前尚未得到有效利用。

2 河南省铝土矿资源及开发利用现状

2.1 铝土矿资源概况

河南省铝土矿资源储量在全国排第2位。主要分布在三门峡—焦作—郑州—平顶山之间的不规则四边形地带之内,常共生耐火粘土矿和铁矾土,含矿

岩系之上常覆盖有可作熔剂灰岩用的上石炭统灰岩,从而形成多矿种共生的矿区。河南省铝土矿属一水铝石型铝土矿,其化学成分以高铝、高硅、低铁为特征。矿石平均铝硅比为5~6,其中铝硅比大于7的富铝矿床仅有7个,经过前几年的掠夺式民采,虽满足了中铝在河南、山西、山东的4个氧化铝厂对高品位矿的需求,储量估计已下降到5000万t以下,仅占资源储量表中储量的10%左右。镓元素是河南铝土矿中具有综合利用价值的元素,其含量一般为0.005%~0.010%。

2.2 开发利用现状

河南省铝土矿处于京广、陇海、焦枝三条铁路干线附近,交通十分便利,地形、水文条件比较简单,矿体埋藏较浅,易于开采,又处于大型煤田分布区,常伴生有大型熔剂灰岩,外部建设条件优越。因此,河南省早已是我国重要的铝生产基地之一,铝工业企业比较发达。重要企业有中国铝业股份有限公司河南分公司、中州分公司两个大型企业,除中铝公司外河南省境内已建成和在建的地方大小氧化铝、氢氧化铝企业共16家。国内氧化铝产量最大的河南省目前可开采铝土矿不足2亿t,且富矿已开采殆尽。前几年氧化铝厂主要用的是铝硅比大于8的矿石,随着氧化铝价格的持续走高和高品位铝资源的耗竭及中等品位矿石选矿工艺的成熟,中等品位(A/S 5~7)的铝土矿在“十一五”期间已经大量投入使用,同时还到邻省山西组织矿石供应本省企业。

2.3 难利用铝资源情况和综合利用现状

从20世纪80年代起,国内就相继有中南大学、中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所、中铝公司等单位对中低品位铝土矿开展了选矿脱硅试验,并取得了很大的进展。其主要选矿工艺有化学选矿脱硅工艺、物理选矿脱硅工艺、联合流程脱硅工艺及生物选矿脱硅工艺等。中铝中州分公司两条30万t选矿—拜耳法新工艺产业化示范生产线已顺利投产,为河南省中等品位铝土矿的利用提供了有益的借鉴。此外,中低品位铝土矿的选矿正浮选技术、磨矿分级技术和生物工程脱硅技术方面的研究也取得了可喜进展。

随着高品位铝土矿的减少和中低品位铝土矿选矿技术的进步,中铝公司河南分公司和中州分公司的供矿品位已从A/S为8以上下降到目前的5.7,

品位更低的铝土矿由于开发利用经济效益不佳仍然未能利用。研究低品位铝土矿的低成本选矿技术仍是铝工业重大科技需求。中铝公司河南分公司对铝土矿中伴生的镓的综合回收进行了长期的研究,从氧化铝生产的母液中提取了金属镓,金属镓的总回收率大于75%,实现了资源综合利用,并成为亚洲最大的镓系列产品研发和生产基地。

3 广西铝土矿资源及利用现状

3.1 铝土矿资源情况

广西拥有丰富的铝土矿资源,储量位居全国第3位。主要产地为平果、田阳、德保、田东、靖西等,成因类型主要为原生沉积型和堆积型铝土矿,其中沉积型铝土矿仅占16.5%,而堆积型则占到83.5%。矿石铝硅比高和含铁量高是广西铝土矿的特点。广西岩溶堆积型铝土矿床赋存于岩溶洼地、谷地中的红土层中,可供露采,储量丰富,矿石具有中铝、高铁、高铝硅比、低硫等特点。矿石的绝大部分由一水硬铝石、针铁矿、赤铁矿和高岭石组成,含量约占85%,其它矿物含量甚少,是国内少数能运用拜耳法生产氧化铝的优质铝土矿资源。矿石的主要成分: Al_2O_3 一般为50%~60%, Fe_2O_3 一般为10%~35%, SiO_2 为2%~8%, TiO_2 一般为3%~5%, H_2O^+ 一般为12%~14%。有害组分S一般为0.02%~0.1%, P_2O_5 一般为0.05%~0.2%, $\text{MgO} + \text{CaO}$ 一般为0.04%~0.5%,均低于工业指标的允许含量,伴生有益组分镓达到工业利用要求。

3.2 开发利用现状

广西铝土矿平均铝硅比高,适合用先进的拜耳法工艺生产氧化铝。广西现已发展成我国氧化铝和电解铝的三大重要生产基地之一,中铝公司广西分公司是广西境内所建的第一座氧化铝厂,一、二期设计产能85万t/a,与之配套的一、二期铝土矿采矿设计供矿能力179万t/a,三期工程建成后,广西分公司的氧化铝产量将达到180万t/a。广西分公司所消耗的铝土矿全部由本公司矿山部负责供矿,不收民采矿;当地磨料、耐火材料坩等工业非冶金级氧化铝用铝土矿也由广西分公司统一供应。这样就有力遏制了铝土矿的滥采乱挖、采富弃贫和劣质劣用,铝土矿开发秩序井然,采后复耕工作也较好。2007年位于广西百色市德保县境内的广西华银铝业公司总

投资为85亿元的氧化铝一期工程投产,计划年产氧化铝160万t。据了解靖西县也在建设160万t/a的氧化铝厂。

3.3 暂难利用铝土矿情况

广西高铁铝土矿(又称广西三水铝土矿)广泛分布于桂中地区的贵港、横县、宾阳、武鸣—来宾和南宁—凭祥一带十余个县市。据地质概查及局部地段普(详)查,仅南宁市范围内资源量就达3亿t以上,贵港市资源量在1.6亿t以上,是我国已知的最大的三水铝土矿矿床。这种矿石由于铝硅比低和含铁高,在氧化铝生产中属于难处理矿石。贵港、横县、宾阳一带矿区相对集中,规模大,矿体埋藏浅。矿石中矿物主要为三水铝石、针铁矿、赤铁矿和高岭石等。矿石主要化学成分 Al_2O_3 25%~32%、 Fe_2O_3 35%~50%、 SiO_2 5%~15%、灼失量13.79%~16.50%;此外还有少量 TiO_2 、 MnO ,伴生有益组分有Ga和V, Ga含量0.0044%~0.0055%、 V_2O_5 0.148%~0.178%。自1987年发现该矿以来,国内诸多科研单位和高等院校对桂中地区三水型铝土矿进行过探索性试验研究,工艺方法主要有两种,一种是“先铝后铁”方案,即先用拜耳法提取氧化铝,产生的赤泥用回转窑在还原气氛下进行处理,提炼海绵铁;另一种是“先铁后铝”方案即先用高炉生产生铁,所得的高炉渣在常温下生产氧化铝。高铁铝土矿的利用必须考虑铁甚至粘土矿物的综合利用。由于工艺不成熟、成本高、综合利用产品不过关等因素的制约,两种工艺均尚未能使广西的高铁铝土矿获得有效利用。

4 贵州省铝土矿资源及开发利用现状

4.1 铝土矿资源状况

贵州是我国铝土矿资源丰富的省份之一。铝土矿资源储量居全国第4位。全省共有矿产地72处,主要集中分布在清镇—修文(占全省产地总数的60%);次为遵义县南部(占20%);再次为务川—正安—道真及黄平—凯里—瓮安地区(分别占8%和12%)。就资源储量而言,清镇修文片区和遵义县片区占全省的95%，“务正道”及“黄凯瓮”片区共5%。贵州省铝土矿矿石主要为沉积型一水硬铝石矿,A/S为7~24, Al_2O_3 一般60%~70%,多数为Ⅱ级品,质量尚好。与之共生的有赤铁矿、耐火粘土和

镓。在全省保有资源储量的铝土矿产地,裸露地表易于开采的矿量约占8.3%,埋藏地下的矿量约占91.7%。

4.2 资源开发利用现状

随着贵州铝工业与相关的磨料、磨具及耐火材料等工业的快速发展,铝土矿的开发利用越来越多,产量不断上升。省内铝土矿除清镇猫场特大型矿床为国家规划矿区以及“务正道”片区和个别地区外,几乎都有不同程度开采。已开发利用的矿产地占全省铝土矿产地总数的43%。贵州省铝土矿矿山规模小,全省除仅有的3个中型矿山、9个产能10~20万t/a的小型矿山外,都是年产几千吨至几万吨的小矿山,其中1~2万t/a的有86个,其它均为设计生产能力0.3~1万t/a的小矿山。所产矿石主要用于省内,还部分供应河南等地的非中铝氧化铝企业。资源禀赋条件、开发及铝、电资源配套的地域优势,使贵州成为我国铝土矿资源的主要产区 and 铝工业的重要基地。至2006年全省铝工业已具氧化铝80万t/a、氢氧化铝4.6万t/a和电解铝55.6万t/a的生产能力,还建成了镓金属14t/a的生产线。全省保有的资源储量中,除遵义县片区尚有2000万t可供露采外,贵阳片区的露采储量仅余300~400万t,只能采3年左右。其它接替资源全为地下矿,开采成本高、难度大。

4.3 暂难利用铝土矿资源情况

贵州省暂难利用铝土矿一是高硫铝土矿,二是高铁铝土矿,三是埋藏太深或处于风景区地下的铝土矿。高硫铝土矿主要存在于清镇猫场矿区,该矿区包括6个矿段,是贵州也是全国最大的铝土矿区,资源储量高达1.56亿t,铝土矿埋藏于地下55~350m之间,一般埋深在180~210m,造成水文地质等开采技术条件复杂、开采成本高等不利因素。高硫铝土矿中高品位铝土矿占60%以上。高铁铝土矿特征为灰褐~红褐色致密块状隐晶~微晶结构或凝胶结构。

在猫场矿区高铁铝土矿中的铁主要是菱铁矿;而在北部ⅢA矿带中的铁主要是赤铁矿。猫场矿区的铝土矿平均铝硅比大于7,属于高品位铝土矿,平均含硫约1%。贵州高硫高铁铝土矿的开发利用研究工作已进行多年,对矿石脱硫进行了很多的研究,多数偏重于浮选法脱除高硫铝土矿中的硫,用铝酸

钡对铝硅比大于7、平均硫质量分数为1%的高硫型高品位铝土矿拜耳溶液净化除硫也取得了成功,但两者均尚未在工业上应用。

5 重庆铝土矿资源及开发利用现状

5.1 铝土矿资源概况

重庆铝土矿资源主要分布于南川、武隆彭水、黔江、涪陵、丰都、石柱亦有零星分布,构成了渝南铝土矿成矿带,该带属全国成矿区带划分的黔北铝土矿成矿带的北延部分,资源储量在全国排名第5位。在现有矿产地外围及成矿有利地段,还有较大的铝土矿找矿潜力。重庆市已发现铝土矿产地28处,该市铝土矿床规模的特点是大、中型矿床少、小型矿床及矿(化)点多;中高硫中低品位矿石为主,富矿较少(矿石品位一般 Al_2O_3 含量45%~70%,铝硅比4~7);矿石中伴生有益元素多(镓、锂、钪)。

北京矿冶研究总院对重庆高硫铝土矿进行了工艺矿物学研究,发现矿石中的中硫主要是黄铁矿。南川铝土矿除硫含量高外,还有大量一水软铝石的致密状低A/S矿石混入,造成选矿精矿A/S难以提高,精矿 Al_2O_3 回收率偏低。要想得到高A/S精矿,只能尽可能回收矿石中的一水硬铝石中的铝,其 Al_2O_3 理论回收率只有61.95%。选矿半工业试验的成果表明:原矿铝硅比4.88、含硫1.24%时,获得铝精矿产率96.82%,铝精矿铝硅比4.89,铝精矿含硫0.3%, Al_2O_3 回收率98.90%;同时获得一个硫精矿,其产率2.41%,硫含量36.99%,硫回收率71.64%。

浮选脱硫设计采用一次粗选、三次精选、一次扫选和一次精扫选的脱硫工艺流程,获得合格的铝精矿及硫精矿两种产品。扫选尾矿即为最终尾矿。

5.2 开发利用现状

为将重庆建成“铝业之都”,规划在全市建设“一大两小”氧化铝生产企业。经过矿业整顿,重庆市铝土矿资源开发已形成了“一大二小”的格局。现有6个合法生产矿山,其中南川区境内有4个,分别为中国铝业股份有限公司重庆分公司的南川川洞湾、大土、灰河和重庆市南川区金泉铝矿开采有限公司;武隆县境内有2个,分别为重庆鼎泰拓源氧化铝开发有限公司转给中铝公司的大佛岩铝土矿和重庆鼎泰拓源氧化铝开发有限公司的武隆县子母岩铝土

- [1] 郭鉴竟. 谁来保证国内铝土矿供应[J]. 中国金属通报, 2006, 42: 2-4.
- [2] 李永锋. 河南省铝土矿资源消耗现状和对策研究[J]. 中国矿业, 2004, 12(13): 37-400.
- [3] 王春秋. 河南省铝工业资源形势及保障对策[J]. 矿产综合利用, 2004, 10(5): 32-35.
- [4] 赵运发, 卞小卫, 师树英. 山西铝土矿开发利用前景浅析[J]. 世界有色金属, 2003, (3): 14-16.
- [5] 伍磊. 广西平果堆积型铝土矿矿石特征及工艺研究[J]. 矿产与地质, 2003, 8(4): 560-562.
- [6] 梅贤功. 广西高铁三水型铝土矿开发利用工艺概述[J]. 轻金属, 1993, 4(2): 12-17.
- [7] 何润德, 黎志英, 等. 贵州高硫铝土矿溶出性能研究[J]. 贵州工业大学学报, 2005, 6(3): 4-7.
- [8] 王秋霞, 张克仁, 陈国铭, 等. 我国铝土矿资源开发与保护对策[J]. 矿产保护与利用, 2001, (3): 49-54.