

【综合评述】

我国铝土矿的综合利用研究^{*}

鹿爱莉^{1,2}, 贾雅慧²

(1. 中国国土资源经济研究院, 北京, 101149; 2. 北京科技大学, 北京, 100083)

摘要:我国古风化壳型铝土矿常共生和伴生有多种矿产。用拜耳法或烧结法生产氧化铝时,多数伴生元素进入赤泥中,而部分钒、镓等转入铝酸盐溶液,在后续工序得到回收。目前,由于我国铝土矿共伴生的有益组分尚未得到充分的综合回收利用,造成了矿产资源极大的浪费和巨大的环境影响。应重视铝土矿资源的综合回收利用技术的研究和发展;建立铝土矿资源配置与综合开发利用水平相挂钩的机制;促进煤系地层铝土矿的勘查和开发。

关键词:中国;铝土矿;综合利用

中图分类号:TD982 文献标识码:A 文章编号:1001-0076(2010)01-0049-03

Research on Comprehensive Utilization of Bauxite in China

LU Ai-li, JIA Ya-hui

(Chinese Academy of Land and Resources Economics, Beijing 101149, China)

Abstract: Ancient crust of weathering bauxite often has many paragenesis and associated minerals in China. Using Bayer method or sintering process to produce aluminum oxide, the most associated minerals enter into the red mud, and a partial vanadium, gallium and so on enter into the aluminate solution, they are recovered in the next several working procedures. At present, the beneficial paragenesis and associated components of bauxite are not yet fully utilized in China, the mineral resources are wasted enormously and the environment was affected. Great attention should be paid to the research and development of the comprehensive recovery and utilization technology of bauxite resources. The mechanism of bauxite resources disposition which links up the level of the comprehensive development and utilization should be established. And the investigation and development of bauxite in coal formation can be promoted.

Key words: China; bauxite; comprehensive utilization

1 我国铝土矿的共伴生矿产情况

我国铝土矿常共生和伴生有多种矿产,在铝土矿分布区上覆岩层常产有工业煤层和优质石灰岩。在含矿岩系中共生有半软质粘土、硬质粘土、铁矿和硫铁矿。矿石中伴生有Ga、V、Li、RE、Nb、Ta、Ti、Sc等多种有用元素。在有些地区,上述共生矿产往往和铝土矿在一起构成具有工业价值的矿床。铝土矿

中的Ga、V、Sc等都具有回收价值。

加强铝土矿资源的综合利用,既可以防止或降低低价资源的浪费,又可以显著提高企业的经济效益,使矿石资源利用的经济效果实现最佳化。

截至2008年底,我国铝土矿查明资源储量303 136.42万吨,其中,山西、河南、广西、贵州四省区分别占全国铝土矿总查明资源储量的33%、23%、17%、17%。

* 收稿日期:2009-10-13;修回日期:2009-10-26

作者简介:鹿爱莉(1964-),女,研究员,博士,主要从事矿业经济研究。

1.1 广西铝土矿资源共伴生成分

广西的铝土矿床类型为堆积型,共伴生组分较多,有 Fe、Ga、Sc、Ti、Zr、Nb、Ta、稀土等。广西镓资源量在全国排名第一,资源量达 2.9 万吨。钒从 1995 年至今,推算丢弃在赤泥及矿泥中氧化钒约 1 247 t。钒及其它共伴生组分的综合回收利用均未提到日程安排。

1.2 贵州铝土矿资源共伴生成分

贵州省铝土矿矿石中普遍伴生有丰富的可供综合回收利用的稀有分散元素镓,资源量达 2.8 万吨,占全省 99%,镓资源量在全国排名第二。镓在铝土矿中含量一般为 0.003%~0.0087%,多数矿床平均品位 Ga 0.005%。镓随 Al_2O_3 含量的高低而变化。此外,与铝土矿矿石共生的有赤铁矿、耐火材料(粘土)。铁矿产出于铝土矿层之下,为铝土矿的共生矿产。矿石以赤铁矿为主,含少量绿泥石、菱铁矿,多呈透镜体、结核状产出。矿体规模变化较大,长近百米至数百米,宽数十米至数百米,厚 0.5~3 m。矿石品位 TFe 37%~53%,加权平均品位 43%,为需经选矿的铁矿石,一般不宜独立开采,可在开采铝土矿时,一并开采回收。硫铁矿产于含铝铁岩层中上部,亦为铝土矿的共生矿产。一般为似层状透镜体产出。耐火粘土为铝土矿的共生矿产,耐火粘土多为铝土矿的顶底板围岩,或为达不到铝土矿工业品位的岩体。

1.3 河南铝土矿资源共伴生成分

河南省铝土矿床类型为沉积型—水硬铝石矿,属于高铝高硅低铁型矿石,伴生矿有 Ga、Li。镓资源量在全国排名第三,资源量约达 2.7 万吨。

1.4 山西铝土矿资源共伴生成分

山西铝土矿资源共、伴生矿产亦较多。铝土矿常常与煤炭资源、耐火粘土、铁矾土、硫铁矿、山西式铁矿、灰岩等相共生,在含矿段并伴生有大量的稀有、稀土及稀散元素(Ga、Sc、Nb、Li、V、Rb、Ti),除 V 和 Rb 外,其它金属含量已达国家综合利用和工业回收的指标要求。镓资源量在全国排名第四,资源量约达 2.7 万吨。

2 铝土矿的综合利用特点

用拜耳法或烧结法生产氧化铝时,多数伴生元

素进入不溶残渣——赤泥中,而部分 V(80%)、Ga(65%~70%)和 Cr 则转入铝酸盐溶液,它们在下几道工序得到回收。

赤泥含有 38%~45% 的 Fe_2O_3 , 15%~20% 的 Al_2O_3 , 10%~15% SiO_2 和 8%~12% 的 Na_2O 。从赤泥中回收其它伴生组分的工作,目前只是在实验室规模进行,正在加强赤泥的多种加工流程的研究,主要是为了进一步回收铝,并利用铁和其它组分。

用拜耳法加工铝土矿并顺便回收钒和镓、利用赤泥的流程中,钒和镓逐步富集于铝酸盐溶液中,当达到一定浓度时,铝酸盐溶液便脱离生产氧化铝的基本工序,从中回收伴生组分后,即返回原工序提取铝。

从铝酸盐溶液回收钒,可采用结晶出钒的盐类的方法。当钒的浓度为 0.5~0.7 g/L 时,从铝酸盐中沉淀出黑盐,又称钒泥。与钒一起呈盐的形式沉淀的还有 As、P 和 F。为了除掉钒的杂质,钒盐需要采用结晶、萃取、离子交换和电解等方法处理。

从铝酸盐溶液中获得富镓的沉淀物,一般要经过两个阶段的碳酸盐化,溶液返回基本工序。沉淀物含镓 0.3%~1%。从沉淀物或直接从铝酸盐溶液中,采用萃取、电解或电化学法,都能得到金属镓。

进入氧化铝中的镓,在电解过程中与铝一起在阴极上析出,而在用三层电解法精炼时,镓便残留在阳极合金中,其中,镓与其它杂质元素的含量为 0.2%~0.3%。阳极合金中的镓,采用各种酸、碱法并辅之以萃取和沉淀法,就可以分离出来。

烧结法处理的铝土矿的综合利用,除了用拜耳法能够回收的 V、Na、F 和 Ga 以外,还能利用其碳酸盐成分生产高级水泥。

3 我国铝土矿的综合利用现状及存在的主要问题

3.1 综合回收利用的现状

我国铝土矿共伴生的有益矿产尚未得到充分的综合利用。铝土矿的共生矿产中除对铁矿部分进行利用外,其它矿产的利用程度较低;铝土矿中伴生的丰富的稀有、稀土及稀散元素中,目前只对镓进行回收。目前,世界上 90% 以上的金属镓是在氧化铝生产的过程中提取的。中国铝业公司成功开发了从铝酸钠溶液中经济地回收镓的关键技术,并成为全球最大的原生镓生产商。此外,铝土矿中伴生的最有

潜力的金属是钪,钪的含量一般为0.001%~0.01%。在氧化铝生产中,绝大部分金属钪进入赤泥中。中国铝业公司在研究氧化铝生产的新方法中,成功实现了钪的富集,其在赤泥中的含量达到0.1%,为提取金属钪创造了条件。

3.2 综合回收利用存在的主要问题

由于我国铝土矿共伴生的有益矿产尚未得到充分的综合回收利用,造成了矿产资源的浪费和巨大的环境影响。矿泥、赤泥的排放,不仅占用大量的土地资源,而且堆坝的构筑与维护消耗大量资金;赤泥中大量的碱液会渗透到地下,不仅污染地下水系,恶化周围农田的土质,而且对周边人群的生存条件造成严重威胁。

如,山西铝土矿中共伴生的多种稀有、稀土元素,有一部分达到国内同类矿床现行工业指标,有一部分达到国家综合利用指标,无指标要求的Rb和V等可在溶出精液中累积富集并回收,从经济价值上来看,铝土矿中所含的稀有、稀土元素比铝土矿本身的经济价值要高得多。然而这些高价值的稀有、稀土元素(矿产)在高铝矾土熟料出口中。目前除Ga各铝厂已能成功回收外,其它稀有元素和稀土氧化物的物质赋存状态尚未完全查清,回收提取方法目前还仅限于企业小规模探索性试验当中。

又如,广西铝土矿共伴生组分中,目前只回收了镓,其它都未提到日程上来。在洗矿的矿泥以及生产氧化铝过程中的赤泥中,被丢弃的有 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Sc_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 V_2O_5 等有用组分。

4 铝土资源综合利用的政策建议

4.1 重视综合回收利用技术的研究和发展

对铝土矿资源具有工业价值的共生和伴生矿产要综合开采、综合利用,对暂时不能综合开采、综合利用的矿产以及含有用组分的尾矿应采取有效保护措施。通过科技攻关,对赤泥中的稀有、稀土和分散元素进行综合回收利用。应争取到国家科技发展基金资助,以国家行为进行重大技术攻关。此外,鼓励矿山企业开展对综合利用的科技攻关和利用技术研究,变废为宝,减轻对环境的污染破坏。逐步建立以企业为主体,产学研相结合的科技创新体系。引进和研究采选新技术应用于矿产资源的综合利用。鼓励开展以共、伴生矿产的综合开发利用为主要目的的研究。

4.2 建立资源配置与综合开发利用水平挂钩的机制

氧化铝企业必须采用科学的采矿方法和先进的加工工艺,提高资源利用水平。对采富弃贫、开采回采率达不到设计要求、资源利用水平低等浪费资源的企业,要限期整改;对拒不整改或经整改仍达不到要求的,依法收回探矿权、采矿权或停止配置新的铝土矿资源。

4.3 促进煤系地层铝土矿的勘查和开发

加强煤炭探矿权范围内的铝土矿资源勘查。鼓励联合勘查开发煤矿范围内的铝土矿资源。一方面,政府应出台相关政策,引导省内国有地勘单位和氧化铝重点企业,与煤矿签署合作协议,采用多元投入的形式,对已闭坑和正在生产的煤矿,依法申请“煤下铝”探矿权或进行合作勘查开发,了解铝土矿的深部找矿远景,或煤系地层铝土矿属国家出资探明的,探明后增加开采矿种,进行铝土矿开发。另一方面,对正在实施的各类煤矿勘查项目,煤炭探矿权人应对煤炭和铝土矿资源进行综合勘查,为今后在深部开展铝土矿勘查工作提供资料积累和技术支持,经勘探探明可供开采的资源,探矿权人与氧化铝重点企业签署合作开发协议后,经批准,可综合开发煤炭和铝土矿资源。

总之,铝土矿资源具有多种矿产共伴生的特点,加强铝土矿中共伴生组分的综合利用研究,提高资源的综合利用率,是节约资源、最大限度利用资源,增加效益的最佳捷径,同时又变废为宝,有利于改善矿山生态环境和防止污染,从而使资源、社会、经济、环保效益达到统一,促进铝业不断持续发展。

参考文献:

- [1] 李赋屏,朱国才,周明芳.广西矿业循环经济[M].北京:地质出版社,2008.7.
- [2] R. H. 维诺格拉多夫.综合性矿物原料的经济评价[M].北京:冶金工业出版社,1984.9.
- [3] Г. Н. 布申斯基.铝土矿地质学[M].北京:地质出版社,1984.8.
- [4] 张锦瑞,等.金属矿山尾矿综合利用与资源化[M].北京:冶金工业出版社,2002.9.
- [5] A. M. 谢切维察.综合矿床中伴生矿产的地质-工业评价[M].全国地质资料局金属处,1988.10.