

铝土矿床地质特征及成矿规律研究

胡涛 王松*

贵州地质矿产勘查开发局一〇六地质大队

摘要: 为分析铝土矿床地质特征以及成矿规律, 本文结合地区铝土矿床的概况进行分析。基于此, 对区域的矿体特征、矿体规模、矿体形态以及结构等进行分析。基于此, 文中结合铝土矿床的地质特征, 对其成矿规律进行分析, 以期为铝土矿床的开采效力和质量提升提供参考。

关键词: 铝土矿床; 地质特征; 成矿规律

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.05.083

贵州省是我国铝土矿生产的重点省份之一, 根据现有诸多数据研究统计结果, 该地区目前已经被探测到的铝资源总量已经超过4亿t, 在全国总占比当中的占比可以达到1/6左右。由此可以看出, 贵州地区的铝土矿资源具有非常重要的影响和作用, 其中很多地区的矿床都已经成为大型矿床, 部分中小型的矿床历史相对比较悠久。所以必须要结合实际情况, 对各区域范围内的铝土矿地质特征、矿床的成矿规律等进行分析, 这样才能够提高矿床的开采利用率。

一、项目概况

矿区属滨海沼泽相或湖沼相沉积型一水硬铝石铝土矿床, 含矿层位为上石炭统大竹园组(C₂d), 矿床勘查类型系数和为2.6(矿体规模0.6, 矿体形态0.6, 厚度稳定程度0.6, 矿体内部结构复杂程度0.6, 构造影响程度0.2), 因此将勘查类型定为I类(简单型)。矿体分布于呈北东—南西向展布的栗园向斜北段, 出露于向斜两翼及北部转折端, 由西往北向东呈“∩”形展布, 走向长12.5km, 宽400~3800m, 展布面积10.13km²。矿石自然类型以半土状、碎屑状铝土矿为主, 致密状和豆觔状次之; 工业类型主要为低硫型, 少数为高硫型, 后者主要分布在矿体深部。

经本次勘探, 矿区矿体厚1.21~4.18m, 平均厚2.06m, 含Al₂O₃ 57.04~73.07%, 平均63.99%; SiO₂ 4.48~14.71%, 平均10.21%; A/S 4.21~15.83, 平均6.27; Fe₂O₃ 1.31~12.61%, 平均4.60%。TS 0.022~3.450%, 平均1.128%; 矿区共求获铝土矿331+332+333矿石资源量6335.16万吨, 成为现今黔北第一、贵州第二的大型铝土矿床。其中: 331资源量587.02万吨, 占矿区资源总量的9.27%, 332资源量1278.10万吨, 占矿区资源总量的20.17%; 333资源量

4470.04万吨, 占矿区资源总量的70.56%; 另估算了镓(Ga)金属量5448.25吨, 其中, 331类504.84吨, 332类1099.18吨, 333类3844.23吨; 估算333类锂(Li₂O)金属量62337.97吨。

矿石中的伴生有用矿产为稀散元素镓(Ga)和稀有金属锂, Ga含量0.0050~0.0135%, 平均0.0086%; Li₂O含量0.020~0.180%, 平均0.0984%, 均达综合利用要求。矿石采用焙烧—湿法预脱硅—碱浸工艺(拜尔法)进行了详细可溶性试验。矿石经焙烧—湿法预脱硅处理, 硅脱除率平均可达75.52%, Al₂O₃回收率为98.77%, 镓回收率91.28%, 预脱硅浸出液经再生后可循环使用; 预脱硅矿石采用拜尔法进行溶出, Al₂O₃相对溶出率为95.52%, 溶出性能良好; 伴生元素镓的溶出率为91.63%, 利于回收; 前5分钟的赤泥沉降速度达0.84m/h, 赤泥沉降性能较好。溶出液经深度脱硅—晶种分解—煅烧后获得了Al₂O₃>99%, 杂质含量优于YS/T274-1998A0-1标准要求的氧化铝产品, 为矿区铝土矿开发利用提供了技术依据。

二、铝土矿床地质特征

整个区域的铝土矿矿体特征相对比较明显, 从整体角度着手对其分析时, 发现大多数的矿体都已经明显的呈现出层状或者是接近于层状的状态, 整个产状相对比较平缓^[1]。但是由于受到基底岩溶地貌带来的一系列影响, 导致鸭绒地貌附近位置或者是漏斗位置处的矿体厚度有明显的变化趋势, 整个区域范围内的抗体厚度也会逐渐朝着透镜的形状状态和发展, 或者还会呈现出漏斗的形状。

铝土矿的整个组成部分相对比较简单, 主要是以铝矿物为主, 其中还会涉及部分含有硅的矿物质, 其他微量矿物质的含量占比比较小^[2]。结合目前整个区域铝土矿发展现状进行分析, 部分地区的高岭石当中含有一定量的硅物质, 部分地区还发现有石英灯等物质。

(一) 矿体规模

矿体分布于呈北东—南西向展布的栗园向斜北段, 出露于向斜两翼及北部转折端, 由西往北向东呈“∩”形展布, 走向长12.5km, 宽400~3800m, 展布面积10.94km², 331+332+333铝土矿矿石量6335.16万吨。

(二) 矿体形态、结构、产状

矿体沿栗园向斜北段转折端和两翼呈层状、似层状

产出,矿体除在西翼中南部ZK7404、西翼北部ZK5001、东翼北部ZK804和ZK808、东翼南部ZK3804见无矿天窗和东翼中部ZK1704、东翼中南部ZK3006见厚度不可采工程外,总体形态简单完整,连续稳定^[3]。矿体主要以单层矿产出为其特征,在参与资源量估算的152个钻孔和73个山地工程中,仅在21个钻孔和3个山地工程中见0.14(ZK1209)~1.95m(ZK2102)的不稳定夹石(铝土岩或铝土质黏土岩)产出,工程见夹石率为10.53%。夹石在矿体中呈插花状分布,走向上、倾向上、厚度变化上均无明显的变化规律。矿体产状与围岩一致,向斜西翼由南向北倾向由南东逐渐过渡为向南,平均162°(据399个产状统计),矿体倾角6°~51°,平均17°(据399个产状统计);向斜东翼由北向南倾向由南向西逐渐过渡向西,平均263°(据307个产状统计),矿体倾角由5°~28°,平均13°(据307个产状统计)。

(三) 矿体厚度

矿体厚度在平面上总体由地表向深部、从北往南逐渐变薄的趋势。在栗园向斜东翼10线斜深400m到13线斜深300m、15线斜深200m到19线斜深200m、22线地表到23线斜深300m、24线斜深100m到30线斜深400m和栗园向斜西翼56线斜深100m到60线斜深400m存在五个厚度较大的铝土矿“囊”;在西翼中南部ZK7404、西翼北部ZK5001、东翼北部ZK804和ZK808、东翼南部ZK3804见无矿天窗和东翼中部ZK1704、东翼中南部ZK3006见厚度不可采工程。从地表矿体厚度沿走向变化和斜深400m矿体厚度沿走向变化得出,矿体厚度沿走向虽无明显的变化规律,但总体上还是呈现出向南逐渐变薄的趋势^[4]。在东翼10线到30线和西翼52线到62线存在两个厚度较大的区域。在西翼ZK7004、ZK5001和东翼ZK804、ZK3804见无矿天窗,在东翼ZK1704处厚度不可采,此特征与矿体在平面上的变化完全吻合。

以矿区54线-10线和62线-18线所作的矿体厚度沿倾向变化为基础展开深入分析,从中可以得出矿体厚度在倾斜方向上呈不规则的峰状起伏,总体上呈现出两翼厚,轴部薄的趋势。在东翼ZK1004和西翼ZK6204、ZK6208存在两个厚度较大的“矿峰”,此特征与矿体在平面上的变化完全吻合。

(四) 矿石质量特征

矿区铝土矿的矿石矿物以一水硬铝石为主,其次为少量或极少量高岭石、水云母和绿泥石等黏土矿物。此外,还有极少量的赤铁矿、黄铁矿、锆石、锐钛矿、金红石、板钛矿和极少量的电气石等。在铝土矿中,一水硬铝石占整个矿石矿物组合的75%以上,最大达98%。

该矿物显灰白、浅灰及黄褐色,呈粒径小于0.005mm的他形泥晶,0.005~0.015mm的半自形粒状泥晶及0.015~0.060mm的自形片状、板柱状粉晶产出。泥晶大都表面浑浊,镜下颗粒边界不明显;粉晶则透明度较好,界线清楚。高岭石、伊利石等黏土矿物的粒径亦小于0.005mm,呈片状及鳞片状产出。部分黏土矿物在镜下与一水硬铝石泥晶难以区分。

对矿石质量特征进行分析时,需要结合不同的矿石结构来进行详细的研究,这样才能够根据不同的结构特征,总结铝土矿床的成矿规律。目前经过仔细的勘察和分析,在整个区域范围内主要由四种结构类型组合而成,包括碎屑结构、豆鲕结构、粉晶结构和泥晶结构,具体分析如下:

首先,在碎屑结构方面,其主要是区域范围内不可或缺的重要矿石结构类型之一,碎屑呈现出不规则的粒状、棱角状以及次棱角状,少数则会呈现出圆状或者次圆状。需要注意的是,该结构的粒径大小具有一定差异性,一般0.04~5mm之间,最大达15mm。其中,粒径在0.04~2mm之间的称砂屑结构,大于2mm的为砾屑结构。碎屑及胶结物均由具泥晶或粉晶结构的一水硬铝石及少量片状、鳞片状黏土矿物组成。

其次,豆鲕结构中,对应的豆、鲕粒呈圆状及椭圆状,豆粒粒径2~7mm,鲕粒粒径0.05~2mm。需要注意的是豆、鲕一般具有明显的不规则核心和同心层纹,同心圈一般3~5圈,核心及同心层纹及胶结物均由粒径小于0.005mm的一水硬铝石泥晶及少量黏土矿物或铁质组成。

除此之外,针对粉晶结构进行分析时,发现在整个区域范围内有少量的矿石是由粒径为0.015至0.060mm的半自形粒状、自形片状及板柱状一水硬铝石粉晶和少量粒径<0.005mm的片状及鳞片状黏土矿物组成。

另外,对泥晶结构展开讨论和分析时,该类型结构痛陈是由粒径小于0.005mm的他形一水硬铝石泥晶及少量粒径小于0.005mm的黏土矿物组成。需要注意的是是一水硬铝石泥晶的分布相对比较均匀,但是边界并不是很明显。

由此可以看出,不同的矿石结构类型,所呈现出状态具有明显的差异性,对矿床形成也会带来不同程度的影响。

三、铝土矿床的成矿规律

铝土成矿规律通常情况下都会受到矿床控矿因素带来的影响,经过长期的调研和分析可以总结出,铝土矿的矿床形成难度普遍比较大,同时还需要经过相对较长的时间以及历程才能够实现。从整体角度着手对其进

行分析,一般可以划分为不同的阶段,不同阶段的铝土物质会不断形成,同时还会不断的沉积,在经过长时间的影响之后势必进入到物质的保留环节,最后才会经过一系列操作后进入到成矿阶段。不同阶段带来的影响要素具有明显的差异性,由于铝土矿本身具有次生富集的特征,所以势必会导致土矿体自身的厚度有所增加,但是矿石自身呈现出相对比较疏松的状态。从整体角度对其进行分析,铝硅的整个比例相对较高,质量也比较良好^[5]。结合矿体的整个勘察结果,深度的不断增加,矿层的整个变化形势相对比较大,深部地段的矿体厚度也在不断减小,矿体的致密性有所增加,但是铝硅的比例也会越来越低,所以质量也会有所下降。

(一) Al₂O₃的含量及其变化规律

Al₂O₃是矿区铝土矿矿石中主要有用成分,主要赋存于一水硬铝石中,其次是呈铝硅酸盐的形式赋存于黏土矿物中。单件样品含量为40.26~81.20%,平均65.34%。其中40~45%者占1.83%,45~50%者占3.10%,50~55%者8.73%,55~60%者占19.15%,60~65%者占16.06%,65~70%者占12.11%,70~75%者占19.58%,75~80%者占18.03%,大于80%者占1.41%。Al₂O₃含量主要分布在55~80%,占样品总数的84.93%。Al₂O₃在矿体中含量各异,沿走向和倾向无明显变化规律,只是表层矿体经后期淋滤而脱硅去硫富铝后含量有所升高,但总体变化不大,变化系数14.37%。

(二) SiO₂的含量及其变化规律

SiO₂是矿区铝土矿矿石中主要有害成分,主要呈铝硅酸盐赋存于黏土矿物中。单件样品含量为0.46~24.90%,平均10.78%。其中小于5%者占31.97%,5~10%者占19.72%,10~15%者占14.51%,15~20%者占18.45%,20~25%者占15.35%。SiO₂的分布规律在矿石中含量不稳定,在走向和倾向上含量变化均较大,变化系数68.95%。

(三) 铝硅比值的变化规律

铝硅比值是铝土矿质量的重要指标。矿区内单件样品矿石铝硅比值变化幅度为2.21~166.17。其中2.2~3者占19.72%,3~4者占15.07%,4~5者占7.46%,5~7者占8.17%,7~9者占7.46%,9~12者占7.46%,大于12者占34.65%。铝硅比值大于3者占样品总数的80.28%。一般情况下,地表矿石的铝硅比值高于深部矿石。

(四) Fe₂O₃的含量及其变化规律

铝土矿矿石中Fe₂O₃是以含铁的矿物出现,主要矿物有赤铁矿、绿泥石、黄铁矿及褐铁矿等。铝土矿单件样品含量为0.46~32.69%,平均4.91%,变化系数

68.95%。其中小于3%者占57.75%,3~6%者占22.11%,6~15%者占14.37%,大于15%者占5.77%。Fe₂O₃含量小于15%者占样品总数的94.23%。一般情况下,地表矿石的Fe₂O₃含量高于深部矿石。

(五) TiO₂的含量及其变化规律

TiO₂是铝土矿矿石中比较稳定的组分,主要赋存于锐钛矿等钛矿物中。单件样品含量为0.36~5.02%,平均2.46%,变化系数68.95%。其含量与Al₂O₃常常成正相关关系,即铝高钛也高。

(六) 有害组分TS的含量及变化

硫是铝土矿中的有害物质,主要赋存于黄铁矿中。铝土矿单件样品中TS含量为0.004~16.640%,平均0.649%。其中小于0.3%者占71.41%,0.3~0.8%者占12.39%,大于0.8%者占16.20%。小于0.8%者占83.80%。黄铁矿在铝土矿矿石中呈团块状、结核状、星点状、细脉状分布,局部地段形成高硫铝土矿,变化较大,变化系数265.60%。一般情况下,地表矿石的TS含量低于深部矿石。

四、结语

铝土矿资源是推动我国经济发展的重要金属资源之一,具有不可替代的影响和作用。所以对于各区域来说,必须要加强对铝土矿开采的重视程度,加强日常的勘查力度,结合区域范围内的实际情况,结合地质特征以及成矿规律。同时还要对过去的经验进行及时的总结和调研分析,这样不仅有利于为铝土矿资源开采打下良好基础,而且还可以为后续各环节工作的实施提供保证。

参考文献

- [1]雷显权,刘福春,唐华东,熊有为,刘恩彦.豫西陕澠新铝土矿成矿带构造特征及其控矿作用[J].金属矿山,2021(11):142-150.
- [2]唐波,付勇,龙克树,龙珍,王天顺,刘阳,杨颖.中国铝土矿含铝岩系伴生稀土资源分布特征及富集机制[J].地质学报,2021,95(08):2284-2305.
- [3]黄国有,林最近,陆进,梁文龙.桂西沉积型铝土矿床成矿规律及成矿模式[J].矿产勘查,2021,12(03):630-639.
- [4]姬果,李宁,杨晓,裴中朝,张宇,李中明,钟江文,姬清海.河南省铝土矿床地质特征及成矿规律[J].金属矿山,2021(05):140-148.
- [5]康桂川,何政伟,汤建,伍晓艺.黔北德江地区中二叠世早期梁山组铝土矿含矿岩系特征及成矿规律[J].矿床地质,2020,39(05):893-904.