

226-239

黔中铝土矿的矿物组成*

孙建宏

陈其英

(中国科学院计划局) (中国科学院地质研究所)

p618.450.4

关键词: 铝土矿 硬水铝石 晶体形态 贵州省 矿物

提 要: 组成黔中铝土矿的矿石矿物主要是硬水铝石, 它具有胶状、它形至自形鳞片状、板片状及柱状等形态特征; 其形成除少量为继承碎屑成因外, 主要为胶体的晶化和粘土矿物的脱硅转化而成; 划分了陆源碎屑、早期成岩、晚期成岩及表生成岩等四个阶段下矿物的共生组合, 并讨论了矿物的生成及转化关系和铝土矿的形成阶段与过程。

黔中铝土矿, 主要位于修文、清镇地区, 矿层产于下石炭统的大塘组地层中, 属硬水铝石型。大塘组的岩性为一套铁铝岩系, 该组厚 0—36m, 一般为 5—20m。大塘组的岩性特征及序列综合如下:

上覆地层: 下石炭统摆佐组 (C_1b) 灰岩和白云岩

————— 整 合 —————

下石炭统大塘组 (C_1d):

5. 粘土 (页) 岩

4. 铝 (粘) 土岩

3. 铝土矿

2. 粘土岩

1. 铁质粘土 (页) 岩, 其中夹赤铁矿结核或透镜体, 部分地区底部含白云岩砾石

————— 平行不整合 —————

下伏地层: 中寒武统高台组 (ϵ_{2g}) 或中上寒武统娄山关群 (ϵ_{2-3ls}) 白云岩

根据颜色、岩性及结构构造等特征的差异, 将大塘组分为下列两个岩段: 第 1 层为含铁岩段; 第 2 层至第 5 层为含铝岩段。该组由北向南依次与下伏的寒武纪不同地层呈平行不整合接触。铝土矿呈层状或透镜状产于含铝岩段中上部, 其规模和厚度明显受其下古岩溶地貌的控制。

本文着重研究铝土矿的矿物组成, 主要是矿石矿物硬水铝石和重要伴生矿物的特点, 并讨论其形成阶段和过程。

* 本文为国家自然科学基金资助项目。

一、铝土矿主要组成矿物及其特征

组成黔中铝土矿的矿石矿物主要是硬水铝石。此外, 还有少量的勃姆石。伴生的自生矿物主要有高岭石、伊利石和锐钛矿, 次要有鲕绿泥石、黄铁矿、菱铁矿、赤铁矿、针铁矿、重晶石和石膏。伴生的陆源碎屑矿物主要有高岭石、蒙脱石、伊利石、白云母、长石及锆石、电气石、磷灰石等重矿物。

1. 矿石矿物

组成铝土矿的矿石矿物有硬水铝石和勃姆石, 但以前者含量最多且分布普遍。以下着重讨论硬水铝石的若干特征。

(1) **形态特征**: 在偏光和扫描镜下, 硬水铝石的颜色常见为无色、浅棕色或黄褐色。晶体形态有下列五种。

①**胶状晶体** 晶粒小于 $0.5\mu\text{m}$, 在偏光镜下呈凝胶状态 (图版 I - 3) 电镜下少数为胶状, 多数呈微粒状 (图版 I - 1、2), 它组成了矿石的内碎屑、鲕粒、豆粒和基质, 为原始沉积物。

②**它形一半自形鳞片状、板片状和短柱状晶体** 晶粒多为 $1-3\mu\text{m}$, 粒度均匀, 属泥晶范围 (图版 I - 2)。浅棕色或黄褐色。这是硬水铝石最主要的晶体形态。它组成了矿石的内碎屑、鲕豆粒和基质。主要为非晶质胶体晶化而来, 少量是由粘土矿物转化而成, 均发生于早期成岩阶段。

③**半自形—自形鳞片状和板柱状晶体** 晶粒为 $3-30\mu\text{m}$, 属泥晶—微晶 (图版 I - 3)。常为无色透明, 和泥晶一样, 相当常见, 同样组成了矿石的内碎屑、鲕豆粒和基质。它主要是由泥晶硬水铝石经成岩晚期重结晶作用和粘土矿物脱硅转变而成。

④**自形长柱状及板状晶体** 硬水铝石的自形晶体依 (010) 面发育成板状, 晶面具有纵纹; 或沿 C 轴生长成柱状 (图版 I - 4)。晶粒粗大, 达 $10-200\mu\text{m}$, 无色透明, 常出现在矿石的裂隙和孔洞中, 为表生阶段铝凝胶沿裂隙和孔洞生长而成。

⑤**碎屑晶体** 硬水铝石晶体呈板状, 与完好晶体相比较, 晶体显然受到磨蚀破坏 (图版 I - 5), 这种外形表明少量硬水铝石是经过一定距离的搬运后沉积下来的。

(2) **红外吸收光谱特征**: 对黔中铝土矿中十几个硬水铝石样品的红外吸收光谱分析, 其红外光谱波数特征如下: (OH) 键伸缩振动波数为 $2920-2940$, $2105-2110$, $1975-1980\text{cm}^{-1}$; (OH) 键面内弯曲振动波数为 1060cm^{-1} ; (OH) 键面外弯曲振动波数为 $960-965\text{cm}^{-1}$; (Al-O) 键伸缩振动波数为 $745-750$, 570cm^{-1} (图 1)。

由于铝土矿物颗粒细, 一般样品中常混有少量粘土矿物, 这样使得硬水铝石的红外光谱曲线某些峰态发生变化 (吕夏, 1988)。但 $2105-2110\text{cm}^{-1}$ 和 $1975-1980\text{cm}^{-1}$ 这两个波数为硬水铝石所特有, 它们不受其它矿物的干扰。另外, 这两吸收峰的形态与样品中硬水铝石的含量和结晶程度有关。当样品中硬水铝石含量高、结晶程度较高时, 两峰形态呈长而尖锐 (图 1, B63、C66、C5), 反之则短而宽缓 (图 1, B62)。所以在铝土矿红外光谱分析中要注竟 2110cm^{-1} 和 1980cm^{-1} 两波数及其吸收峰的形态。利用它们不仅可以直接

确定样品中有无硬水铝石的存在,而且还可以判断样品中硬水铝石的相对含量及结晶程度。

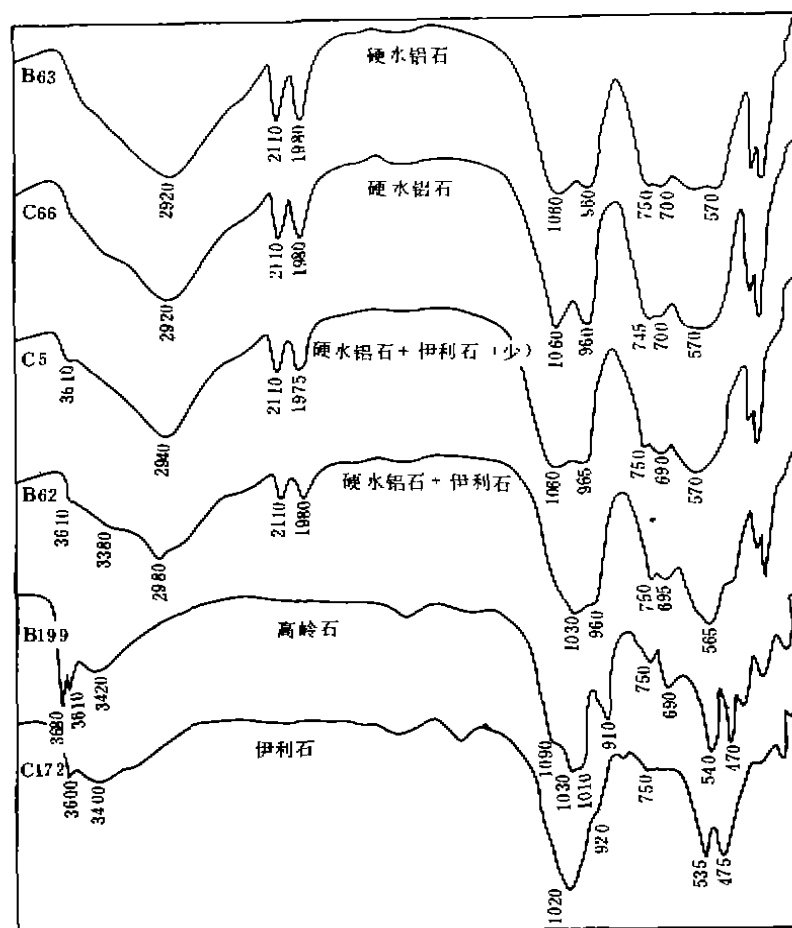


图 1 黔中铝土矿中主要矿物红外吸收光谱曲线

Fig.1 Infrared absorption spectra of major minerals of bauxite in Central Guizhou Province

(3) X-射线衍射特征: 对本区采集的铝土矿样品做了 X-射线衍射分析。其特征峰值如下: $d_{020}=4.716-4.736\text{Å}$; $d_{110}=3.90-4.004\text{Å}$; $d_{130}=2.557-2.563\text{Å}$; $d_{111}=2.316-2.321\text{Å}$; $d_{121}=2.132-2.135\text{Å}$; $d_{140}=2.077-2.081\text{Å}$; $d_{221}=1.633-1.634\text{Å}$ (图 2), 与标准的硬水铝石特征峰值相比, 极为一致。

根据硬水铝石衍射特征值计算的晶胞参数, 表明不同结构类型的矿石中硬水铝石的晶胞参数和标准晶胞参数相比; 参数 a 略小于标准值, b 略大于标准值, c 基本一致 (表 1)。

(4) 化学成分特征: 硬水铝石的分子式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 标准化学成分为 Al_2O_3 85%, H_2O 15%。黔中铝土矿中的硬水铝石经电子探针测试, 结果比较接近理论

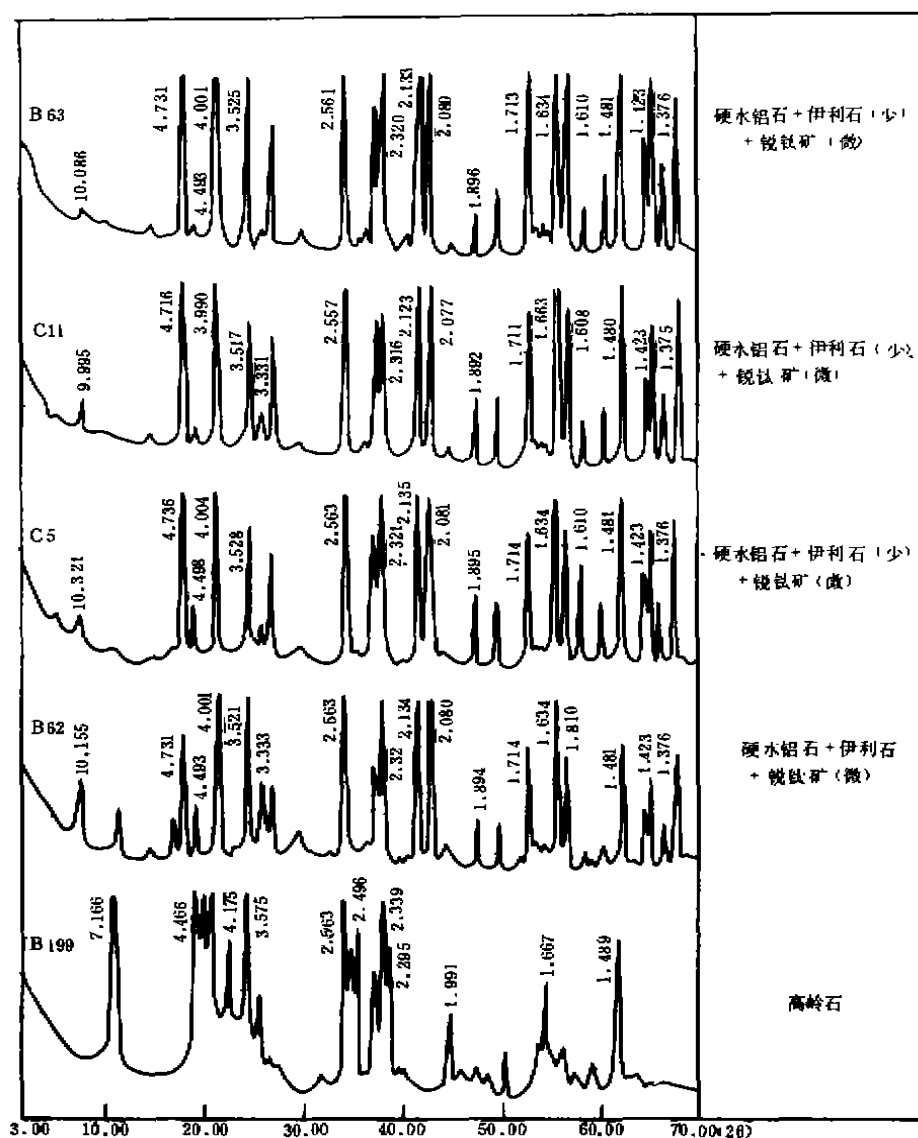


图2 黔中铝土矿中主要矿物的X-射线衍射曲线

Fig.2 X-ray diffraction of major minerals of bauxite in Central Guizhou Province

值 (表 2)。硬水铝石中除 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 主要成分外, 且常含有 Si、Ti、Fe、Cr 等类质同像元素。早期成岩阶段生成的泥晶硬水铝石富含 Ti、Fe 等元素, 而表生阶段形成的胶状和自形柱状硬水铝石却相对贫乏, 所以又可称“贫钛铁硬水铝石”, 其附近常见自生双锥状锐钛矿。表明硬水铝石的晶体形态、粒度和化学组份都与其形成阶段密切相关。

表 1 不同结构类型矿石中硬水铝石的晶胞参数

Table 1 Crystal constants of diaspore in bauxite of different texture types

地区	矿石类型		矿物名称	晶 胞 参 数 (Å)		
				a	b	c
黔中地区	泥晶铝土矿	致密	硬水铝石	4.405±0.002	9.438±0.003	2.847±0.001
		粗糙	硬水铝石	4.402±0.001	9.432±0.002	2.846±0.0009
	砂屑铝土矿		硬水铝石	4.405±0.002	9.435±0.003	2.847±0.001
	标 准		硬水铝石	4.41	9.40	2.84

* 王 濮等, 1982。 测试单位: 中国地质大学(北京)研究生院测试中心。

表 2 硬水铝石的电子探针分析结果

Table 2 Chemical composition of diaspore by electron-probing analysis

样号	矿石类型	晶体形态		氧化物含量(%)							形成阶段
				Al_2O_3	SiO_2	FeO	TiO_2	K_2O	Cr_2O_3	H_2O	
B65	砂屑铝土矿	它形—半自形鳞片状、板状	砂屑	80.05	1.59	0.89	0.16	0.20	0.63	15.67	早期成岩阶段
			基质	78.89	1.16	0.81	1.01	0.16	1.01	16.46	成岩阶段
		胶状		84.20	0.62	0.46	1.46	0.07	0.12	12.69	表生阶段
C5	砂屑铝土矿	自形柱状		80.50	2.42	0.12	0.49	0.14	0.67	15.42	成岩阶段

测试单位: 中国地质大学(北京)测试中心。

2. 重要伴生矿物的主要特征

(1) 粘土矿物: 这是铝土矿及含矿岩系中最常见的伴生矿物, 主要有高岭石和伊利石, 少量的鲕绿泥石、埃洛石。该类矿物以自生成因为主, 碎屑成因的含量较少。

高岭石多呈泥晶鳞片状, 晶粒小于 $3\mu\text{m}$ (图版 I-6)。较粗大者在偏光镜下呈蠕虫状集合体, 而在扫描镜下呈书本状或叠片状集合体。此为成岩晚期重结晶作用之产物它或组成铝土矿的围岩——铝土岩和粘土岩; 或与铝土矿物等共同构成铝矿石。

伊利石多呈弯曲鳞片状 (图版 I-7), 部分因成岩晚期重结晶作用而呈蠕虫状。它除和硬水铝石等矿物构成铝土矿石外, 在含矿岩系下部分布较多。

高岭石和伊利石的红外吸收光谱和 X-射线衍射特征如图 1、图 2。

(2) 钛矿物: 主要为锐钛矿, 形态呈胶状和泥晶, 和硬水铝石等矿物密切共生, 在偏光镜下难以分辨。少数发育成自形双锥体, 它是原生硬水铝石中类质同像 Ti 元素在表生阶段析出所形成的。锐钛矿在铝土矿中含量虽微, 但皆有之 (图 2), 只要通过 X-射线衍

射分析就可判断矿石中是否有锐钛矿的存在。

二、铝土矿组成矿物的阶段分析

在矿物学研究基础上把矿石矿物及其伴生矿物的生成顺序和沉积期后各种变化综合成图3。此图反映了黔中铝土矿中矿物的生成阶段、共生组合及转化规律,现分述如下。

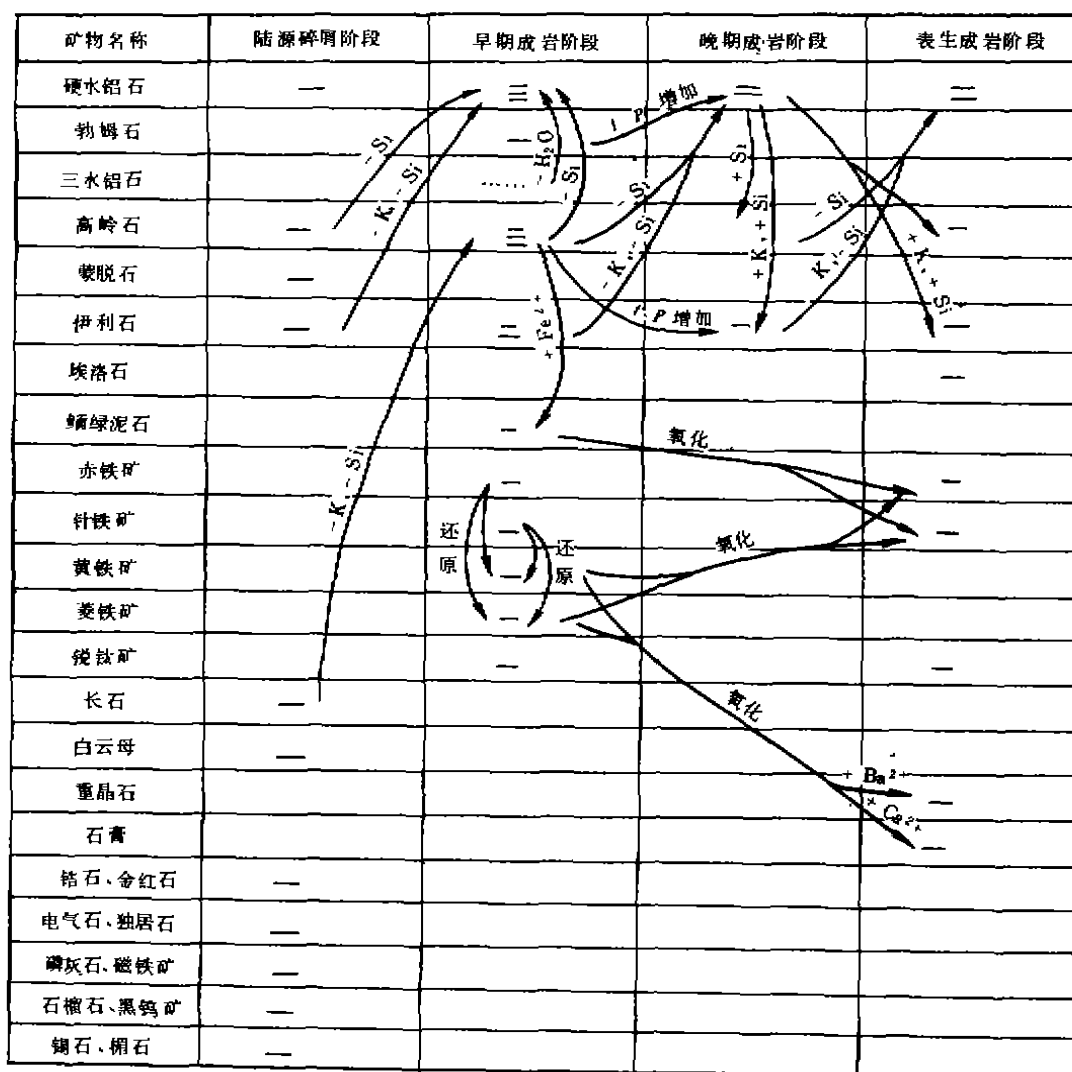


图3 黔中铝土矿中组成矿物的阶段分析

图中曲线表示矿物间的转化关系;短划线表示矿物含量,如: $\equiv > 25\%$, $= 25-5\%$, $- < 5\%$;虚线表示推测矿物间存在的转化关系

Fig. 3 Analysis on stages of mineral formation of bauxite in Central Guizhou Province

1. 陆源碎屑阶段

该阶段矿物的共生组合是白云母、长石、高岭石、蒙脱石、伊利石、硬水铝石及锆石、电气石、金红石、独居石、磷灰石、磁铁矿、黑钨矿、榍石等重矿物。这些矿物是从钙红土风化壳产物经搬运、堆积的结果,其标志特征是:

(1) 矿物的外形特征。陆源碎屑矿物是指进入沉积盆地之前已形成的矿物,由于该类矿物经过了一定距离的搬运,晶体常受到破坏,外形不完整,棱角常有些磨蚀。在图版 I-5 中,板状硬水铝石晶体显然受到搬运磨蚀。另外,在铝土矿石中可见到板状的长石和片状的高岭石等碎屑矿物(图版 I-8; I-1、2)。

(2) 由于重矿物具有相当高的抗机械性和化学稳定性,所以一般情况下,呈碎屑形态存在,如锆石,形态呈椭圆状,显然是搬运磨蚀所成。

2. 早期成岩阶段

该阶段的共生组合矿物包括硬水铝石、勃姆石、高岭石、伊利石、鲕绿泥石、赤铁矿、针铁矿、黄铁矿、菱铁矿和锐钛矿。这些矿物是在沉积盆地中生成的,其形成作用包括非晶质胶体的晶化作用和碎屑矿物的分解转化作用,其中前者是本阶段矿物生成的最主要形式。

本阶段形成的硬水铝石、勃姆石、高岭石、伊利石、赤铁矿、针铁矿和锐钛矿等矿物均匀共生,结构呈胶状和泥晶(图版 I-3、4),这说明了原生沉积胶体晶化作用的存在,并占有主导地位。在上述作用中,三水铝石可能产生,但因稳定性差,常在成岩阶段脱水转化为硬水铝石和勃姆石等矿物。

在铝土矿石中,可以见到硬水铝石具长石假象,其外形呈板状,且有疏密均匀的沟纹(图版 I-8);在图版 I-1 中,高岭石呈叠片状集合体,外形仍保持长石的晶体形态;而在图版 I-2 中,高岭石碎屑矿物已转化为硬水铝石,但片状外形仍保持不变,由此我们可以得出长石→高岭石→硬水铝石的转变顺序。这说明在黔中地区碎屑矿物的分解转化作用是存在的,但和胶体晶化作用相比,规模要小。此现象在牙买加、匈牙利和希腊等国家同类型铝土矿中均可见到(Valeton, 1972; Bardossy, 1982)。

另外,在矿层中可见到球粒状黄铁矿的存在(图版 I-4),而鲕绿泥石、菱铁矿等矿物则常见于含矿岩系的下段,这些矿物组合显示该阶段为弱还原到还原的介质条件。在此物化条件下铁质呈 Fe^{2+} 形式从原始铝土矿层中淋滤出来,导致铝、铁两元素的分异。

矿石矿物硬水铝石主要形成于本阶段,因此早期成岩阶段是铝土矿形成的最主要时期。

3. 晚期成岩阶段

本阶段的特征是压力作用的增强,导致大量裂隙的出现,有助于水溶液的流动,促进了成岩作用的进程。矿物的形成作用主要表现为重结晶作用和转化作用,二者紧密相连。本阶段的矿物组合是硬水铝石、高岭石和伊利石。

上述二种作用的联合,导致了铝土矿石的纯化和硬水铝石的粗晶化。具体表现为随着有机质、铁质和硅质的析出,硬水铝石晶体的颜色变浅,同时晶粒结构由泥晶变为微晶。此现象在矿石的基质和颗粒中相当常见。在基质中,形成色浅且不规则状外形的硬水铝石集合体,所以矿石是由泥晶-微晶鳞片状或板片状的硬水铝石晶体所构成(图版Ⅱ-4)。在颗粒中,砂屑、砾屑、鲕豆粒等发生铁质和硅质的排出,引起颗粒的部分或全部褪色和硬水铝石的粗晶化(图版Ⅱ-5)。上述现象在燕垅、林歹矿区尤为明显,这与两矿区存在强烈的构造活动有关。

在本阶段,高岭石的晶粒明显增大,即从泥晶细鳞片状变为叠片状集合体(图版Ⅰ-6),这显然是矿物的重结晶作用所造成的。当然这里也包含着部分硬水铝石吸收外来硅组分的转化。

总之,本阶段对铝土矿的富化起了重大作用,原始物质的去硅、去铁和硬水铝石的粗晶化都发生于此阶段,所以该作用过程进行的彻底程度如何直接影响到铝土矿石品位的贫富。

4. 表生成岩阶段

本阶段的变化是在地表及其下不太深的范围内,在渗透水和浅部地下水的影响下铝土矿层所发生的变化。因增加了饱含 O_2 和 CO_2 的渗透水,所以矿物的形成作用主要表现为氧化作用、硅化作用、溶蚀、交代与重结晶作用。构成该共生组合的矿物有硬水铝石、高岭石、伊利石、埃洛石、赤铁矿、针铁矿、重晶石及石膏。

溶蚀、交代与重结晶作用在该阶段表现得相高强烈。在酸性地表水的作用下,铝土矿中粘土矿物溶失,形成多孔构造,部分裂隙或孔洞又为次生的硬水铝石所充填。在图版Ⅰ-6中,自形柱状的硬水铝石呈晶簇状或梳状集合体,垂直于孔洞的边缘生长,中间为凝胶状硬水铝石集合体。在许多情形下,整个裂隙或孔洞全部结晶化,但从边缘至中心,硬水铝石不仅晶粒增大,即以微晶至细晶,而且结晶程度提高,即从半自形至自形柱状及板状。因此,通过溶蚀、交代和重结晶作用的改造,铝土矿石转化为灰白色优质矿石(俗称“土状铝土矿”)。

本阶段另一重要变化就是硅化作用,表现为高岭石、伊利石等粘土矿物或充填裂隙与孔洞,或交代基质和颗粒(图版Ⅰ-7)。此硅化作用主要由于渗滤的地下水中溶解有相高多的硅组分,和铝土矿物结合形成了高岭石等粘土矿物。所以硅化作用在矿层中形成新生矿物造成品位降低,甚至转变为非矿,这种现象在国外同类型铝土矿中也是如此(Bardossy, 1982)。

黄铁矿和菱铁矿的氧化也是本阶段的一个重要作用。因它们的氧化淋失,一方面,为表生矿物的形成提供了空间条件;另一方面,因黄铁矿、菱铁矿的分解,形成富含硫酸、硫酸铁的溶液,由此生成的针铁矿或赤铁矿充填于次生的裂隙或孔洞中。同时,溶液遇到 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 等离子,便沉淀出自形的石膏和重晶石晶体。

由上可知,表生成岩阶段是铝土矿进一步富化的重要时期。

三、讨 论

关于硬水铝石的成因问题,论者多认为是由三水铝石在高温高压下脱水转变而成。但随着研究工作的深入,业已证实,硬水铝石并非都由三水铝石转变而来,它可能有多种形成途径(李启津等,1983;刘克云,1986)。根据笔者的研究,本区硬水铝石的形成有以下三种途径。

1. 胶体的晶化

在泥晶和颗粒结构的铝土矿中,均可见胶状或微粒状硬水铝石晶体,晶粒小于 $0.5\mu\text{m}$ (图版 I-1、2),且有带状构造(图版 I-3),表明胶体是一种最原始的沉积物。当进入早期成岩阶段,胶体沉积物已晶化为它形一半自形鳞片状、板片状硬水铝石晶体(图版 I-2),晶粒为 $1-3\mu\text{m}$,属泥晶结构,成为硬水铝石最主要的晶体形态,组成了矿石的基质和颗粒(图版 I-3、4、5)。当发展到晚期成岩阶段,泥晶硬水铝石又经重结晶作用生成自形程度较高的板柱状晶体(图版 I-3),晶粒为 $3-30\mu\text{m}$,此现象在铝土矿石的基质和颗粒中相当常见(图版 I-4、5)。由上可知随着成岩作用的逐步发展,硬水铝石的晶粒不断增大,而且结晶程度也越来越高,体现出胶体晶化的一个连续演变过程。

另外,铝土矿石的裂隙或孔洞中,常见自形柱状的硬水铝石呈晶簇状集合体垂直于边缘生长,中间仍为凝胶状硬水铝石集合体(图版 I-5),其化学组分见表2,这种现象是表生阶段形成的铝凝胶沉淀经晶化而成,进一步证实了本区确实存在有胶体成因的硬水铝石。

2. 高岭石等粘土矿物的脱硅转化

在本区,常可见到硬水铝石具有长石、高岭石的假象(图版 I-8, II-2),表明长石、高岭石等矿物在成岩阶段脱硅形成硬水铝石,其形成过程是长石 \rightarrow 高岭石 \rightarrow 硬水铝石。因为,在良好的排水条件下,因地下水的渗滤,高岭石等粘土矿物可以脱硅直接分解成硬水铝石(Keller et al., 1954)。

3. 继承碎屑成因

铝土矿石中,可以见到呈碎屑状的硬水铝石晶体(图版 I-5)。因搬运磨蚀,晶体明显受到破坏,此现象说明了少量硬水铝石在进入沉积盆地之前已形成,属于钙红土化的产物。

总之,硬水铝石的生成除少量继承碎屑成因外,主要来自原始胶体沉积物的晶化;其次为高岭石等粘土矿物的脱硅转化。当然,不排除少量的是由三水铝石转化而来。由此可见黔中地区硬水铝石成因的多样性和复杂性。

根据前面对铝土矿组成矿物的形态特征和阶段分析,对黔中铝土矿的形成阶段和过程讨论如下:

首先,古陆上因风化作用而形成的钙红土物质,呈“陆屑”形式和 Al-Si-Fe 复合胶体形式进入沉积盆地,矿体具很好的成层性层理可以证实这一点(图版 I-8)。随着早期成

岩阶段的开始,沉积的非晶质胶体开始晶化,形成原始的铝土矿层,矿层中因含较多的粘土矿物,故矿石的品位较低。在晚期成岩阶段,矿层中发生了去硅、去铁和硬水铝石的粗晶化作用,导致了铝土矿的进一步富化。进入表生成岩阶段,由于酸性地表水的作用,矿石中的粘土矿物溶失及黄铁矿、菱铁矿等氧化分解,形成多孔构造,部分裂隙或孔洞又为次生的硬水铝石所充填,如此强烈的改造作用,形成了灰白色优质铝土矿石。当然,若硅化作用强烈,则铝土矿的品位就会降低。

结 语

对黔中铝土矿组成矿物的全面深入研究后,得到以下认识:

1. 组成铝土矿的矿石矿物主要是硬水铝石,它具有胶状、它形至自形鳞片状,板片状和柱状等形态特征,体现了成岩过程中原始胶体沉积物晶化的一个连续变迁过程。硬水铝石的形成主要来自胶体的晶化,其次为高岭石等粘土矿物的脱硅转化,还有少量为继承碎屑成因的。

2. 对铝土矿组成矿物的成因作了系统、深入的阶段分析,划分出四个阶段下矿物的共生组合,详细讨论了矿物的生成顺序和相互间的转化关系,提出了铝土矿的组成矿物的形成过程的认识。

3. 黔中铝土矿是沉积形成的,经晚期成岩作用的脱硅、去铁和富铝,再经表生成岩作用的风化淋滤及重结晶等一系列成岩(矿)期后改造,形成了品位较优的铝土矿石。

研究工作始终得到叶连俊先生的指导,作者深表谢意,在野外工作期间,曾得到贵州铝厂所属一矿、二矿的热情支持;扫描电镜和红外光谱分析由中国科学院地质所十室承担;X-射线衍射和电子探针分析是由中国地质大学(北京)研究生院测试中心完成,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 吕 夏, 1988, 河南省中西部石炭系铝土矿中硬水铝石的矿物学特征研究, 地质论评, (4)。
 刘克云, 1986, 黔中铝土矿中主要矿物的超显微特征, 贵州地质, (3)。
 李启津、姚正洪、吴成柳, 1983, 我国一水硬铝石型铝土矿——一水硬铝石成因矿物学的研究, 矿物岩石, 3(2)。
 Bardossy, G., 1982, *Karst Bauxites: bauxite deposits on carbonate rocks*, Elsevier, Amsterdam, 441p.
 Keller, W. D., Westcott, J. F., and Bledso, A. O., 1954, The origin of Missouri fire clays: *Proc. 2nd Nat. Conf. on Clays and Clay Miner.*, p7—46.
 Valetton, L., 1972, *Bauxites*, New York, Elsevier, 226p.

MINERAL COMPOSITION OF BAUXITE IN CENTRAL GUIZHOU PROVINCE

Sun Jianhong

(*Petrology Bureau, Academia Sinica, Beijing 100863*)

Chen Qiying

(*Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing 100029*)

Abstract

Bauxite of Lower Carboniferous Datang formation occurred unconformably on the karst erosion surface of Cambrian carbonate rocks in Central Guizhou Province. Ore minerals composing the bauxite are mainly diaspore and small amount of boehmite. Accessory autigenic minerals of bauxite are kaolinite, illite, and anatase, less chamosite, pyrite, hematite, and geothite. In addition, a few terrigenous clastic minerals can be found in the bauxite.

Diaspore is the main ore mineral in Central Guizhou Province. Based on analyses of SEM, infrared absorption spectra, X-ray diffraction and electron probe, in the paper a special emphasis is given on characteristics of diaspore. The morphologic features of diaspore are colloidal, Xenomorphic-idiomorphic scaly, tabular and prismatic crystals, which reflect a continuous process of sedimentary colloform crystallization in the diagenetic stage. Formation of diaspore was mainly an amorphous gel crystallization, secondly transformation of clay minerals such as kaolinite, and thirdly to less extent clastic genesis.

According to mineral composition of bauxite, four stages for mineral associations, including terrigenous clastic, early diagenetic, late diagenetic and epidiagenetic stages are distinguished. Furthermore, formation of minerals and their transformation relations are discussed. Finally, the authors suggest that the bauxite in Central Guizhou Province was formed by sedimentation and then became a higher-grade bauxite after a series of post-diagenetic reworkings, such as desilification, deferrification and aluminum enrichment, and weathering, leaching and recrystallization during epidiagenesis.

Key words Bauxite, Diaspore, Crystal morphology, Central Guizhou Province.

图 版 说 明

图版 I

1. 微粒状硬水铝石晶体, 扫描电镜, $\times 7400$; 2. 半自形板柱状硬水铝石晶体, 由胶状硬水铝石晶体进一步晶化而成, 扫描电镜, $\times 4440$; 3. 半自形—自形柱状硬水铝石晶体, 扫描电镜, $\times 2300$; 4. 晶簇状自形六方柱状硬水铝石集合体, 垂直于边缘向裂隙中间生长, 扫描电镜, $\times 2410$; 5. 板状硬水铝石碎屑晶体, 扫描电镜, $\times 7200$; 6. 它形鳞片状高岭石晶体, 部分高岭石因重结晶作用形成书本状或叠片状集合体, 扫描电镜, $\times 9150$; 7. 弯曲鳞片状伊利石晶体, 扫描电镜, $\times 6150$; 8. 硬水铝石保持长石板状形态, 具有疏密均匀的沟纹, 扫描电镜, $\times 5250$ 。

图版 II

1. 长石转化为叠片状高岭石集合体, 扫描电镜, $\times 1730$; 2. 片状高岭石碎屑矿物已转化为硬水铝石, 扫描电镜, $\times 6050$; 3. 泥晶铝土矿, 具带状构造特征, (-) $\times 33$; 4. 泥晶铝土矿, 局部经重结晶作用而呈斑点状(浅), 其中分布着球粒状黄铁矿, 部分已氧化为针铁矿, (-) $\times 33$; 5. 砂屑铝土矿, 重结晶作用不仅使砂屑褪色, 而且引起硬水铝石的粗晶化, (-) $\times 13$; 6. 自形柱状的硬水铝石呈晶簇状或梳状集合体垂直于孔洞的边缘生长, 中间为凝胶状硬水铝石集合体, (+) $\times 66$; 7. 砂屑铝土矿, 砂屑、颗粒和基质均为高岭石等粘土矿物所交代, 为表生成岩阶段硅化作用所致, (-) $\times 13$; 8. 砂屑铝土矿层(深)和泥晶铝土矿层(浅)相间形成条带状层理构造, 清镇燕垭。

