

贵州省务正道铝土矿床矿物学特征

代龙省¹, 金中国²

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093; 2. 贵州省有色金属和核工业地质勘查局, 贵阳 550005)

摘要: 贵州省务正道铝土矿床是黔北—渝南铝土矿成矿带上的重要矿床, 属于典型的沉积型铝土矿床。通过对铝土矿矿石的电子探针、扫描电镜、X-射线衍射等分析, 发现组成铝土矿的主要矿物为一水硬铝石。铝土岩常具有撕裂状构造, 反映出铝土岩系属滑塌沉积, 没有经过长距离搬运, 表明区内含矿岩系沉积环境属陆相的河湖盆沉积。成矿母岩主要是中下志留统韩家店页岩、泥岩。

关键词: 铝土矿床; 矿物学特征; 务正道地区; 贵州省

中图分类号: P575; P618.45 **文献标识码:** A

0 引言

贵州省务正道铝土矿系指分布在务川、正安、道真、黄平及凯里一带的铝土矿。务正道地区资源潜力大, 按照成矿构造单元分为10个向斜勘查区块, 氧化铝矿资源量远景可观, 是贵州省新的铝土矿资源勘查基地。

前人在区内已开展过许多研究工作, 叶霖等^[1]和汪小妹等^[2]对铝土矿稀有稀土元素的地球化学特征作有阐述, 董家龙^[3]和武国辉等^[4]对铝土矿床地质特征作有研究, 黄兴等^[5]对铝土矿含矿岩系时代归属进行了研究, 刘巽锋^[6]和武国辉等^[7]对铝土矿成矿规律及成矿机制进行了探讨等。本次工作选取务川瓦厂坪、正安晏溪、道真新民和三清庙4个矿区的铝土矿矿石为研究对象, 通过详细的岩石学、矿物学特征研究, 阐述务正道地区铝土矿的矿物组成及沉积环境。

1 区域地质背景

务正道铝土矿区位于扬子准地台(一级构造单元)的上扬子地台(二级构造单元)被动边缘褶皱带

的风冈 NNE 向褶皱区内^[8]。区内未见前震旦系基底出露, 沉积盖层除缺失泥盆系以外, 自寒武系至侏罗系均有出露。出露地层为寒武系、奥陶系、志留系、石炭系、二叠系、三叠系、第四系, 沉积厚度最大达8 951 m, 其中以下古生界出露最广(图1)。主构造线方向呈 NE 向和 NNE 向, 区内褶皱发育, 常以复式背向斜形式出现。背斜较开阔, 规模大, 延伸长, 后期地质作用破坏强烈, 但岩层倾角平缓, 一般 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$; 向斜较狭窄, 保存较完整, 岩层倾角较陡, 一般 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$, 个别达 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$, 形成“隔槽式”褶皱。区内 NE 向、NNE 向断裂较发育, 多沿背斜轴部及两翼在寒武系—志留系等地层中发育、分布; 其次, 发育相对晚期的 NW 向断层, 使断层总体呈多字格状分布。断层长数千米至数十千米, 以冲断层为主。

铝土矿矿体产于中下志留统韩家店组页岩、泥岩、砂岩、砂质页岩侵蚀间断面之上的中二叠世地层中, 铝土矿矿石质量好, 伴生多种矿产。铝土矿矿石主要为沉积型水硬铝石, Al/Si 值介于4~24之间, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 一般为60%~70%, 多数为Ⅱ—Ⅲ级品。

务正道地区铝土矿含矿岩系一般厚4~8 m, 大致可分为2个含矿岩性段: 下段为黏土岩—铁质岩段, 厚1~5 m, 主要为绿泥石黏土岩、绿泥石岩、铁质黏

收稿日期: 2013-05-31; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 代龙省(1987-), 男, 在读研究生, 主要从事矿产勘查工作。通信地址: 昆明理工大学莲华校区6栋202室; 邮政编码: 650093; E-mail: 461602807@qq.com

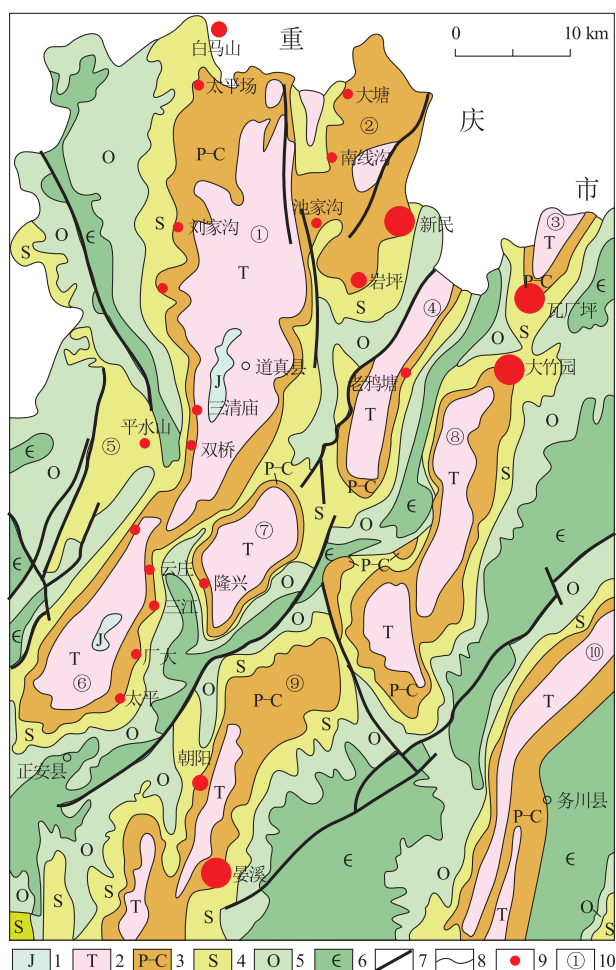


图1 黔北务正道地区地质图

Fig.1 Geological map of the Wuchuan-Zheng'an-Daozhen area in the north Guizhou Province

1. 侏罗系; 2. 三叠系; 3. 石炭-二叠系; 4. 志留系; 5. 奥陶系; 6. 寒武系; 7. 断层; 8. 地层界线; 9. 铝土矿; 10. 向斜编号; ①道真向斜; ②龙桥向斜; ③鹿池向斜; ④桃园向斜; ⑤平木山向斜; ⑥安场向斜; ⑦皖溪向斜; ⑧青坪向斜; ⑨旦坪向斜; ⑩务川向斜

土岩、伊利石黏土岩等; 上段为铝质岩段, 厚 2~6 m, 主要为铝土矿、铝土质黏土岩, 有时夹碳质黏土岩和煤层, 有时含黄铁矿^[9]。含矿岩系上覆地层为中二叠统梁山组碳质页岩或栖霞组灰岩; 下伏地层为中下志留统韩家店组泥质岩或上石炭统黄龙组灰岩。含矿岩系与上覆、下伏地层均呈假整合接触^[10]。

2 样品测试分析

在本次研究的矿石样品采集中, 为兼顾 4 个矿区铝土矿矿体分布和矿石类型, 使矿石样品具有典型性和代表性, 选取了 4 个不同矿区的钻孔作为样

品采集点。分别对所取样品进行了电子探针分析、结合 X-射线衍射分析, 显微镜下鉴定、电镜分析、能谱等手段, 确定铝土矿石矿物组成(表 1)。X-射线粉晶衍射分析由中国科学院地球化学研究所龚国洪分析完成, 电子探针分析在中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室电子探针室分析完成。

矿石中的一水铝石电子探针波谱分析结果(表 2)表明, Al_2O_3 质量分数介于 71.70%~90.61% 之间, 含少量的 SiO_2 (在测点 ZKg7-6-6-04 为 $w(\text{SiO}_2) = 7.45\%$, 其余测点为 0.08%~2.94%)、 FeO (测点 ZKg7-6-6-04 为 $w(\text{FeO}) = 4.05\%$, 其余测点为 0.07%~1.90%) 和 TiO_2 ($w(\text{TiO}_2) = 0.06\% \sim 3.01\%$), 同时检测出少量的 Cr_2O_3 , Ga_2O_3 , ZrO 。新民铝土矿区的一水铝石的 Al_2O_3 含量相对高于瓦厂坪铝土矿的一水铝石的 Al_2O_3 含量, 而 SiO_2 , FeO 和 TiO_2 含量相对低。

从图 2 能谱分析成果看, 一水铝石中 Al_2O_3 与 SiO_2 , FeO , Ga_2O_3 之间均呈较明显的负相关关系, 暗示铝矿物的形成过程中存在明显的脱硅、脱铁过程, 至于 Al_2O_3 与 Ga_2O_3 之间存在负相关关系, 推测为 Ga 在一水铝石中与 Al 发生类质同象的结果。

图 3 反映, Cr_2O_3 与 FeO , TiO_2 之间呈正相关关系明显, 与 Al_2O_3 , SiO_2 呈弱负相关关系或无相关性, 即在铝土矿成矿过程中, Cr_2O_3 与 FeO , TiO_2 同迁移同富集。

3 铝土矿矿物学特征

(1) 铝矿物。铝土矿物主要为一水铝石, 偶见三水铝石和胶铝石。铝矿物粒径小于 $2\ \mu\text{m}$, 为短柱状、半自形-自形晶体。铝矿物多呈集合体分布, 少数在黏土中杂乱分布, 集合体边缘和内部常有形态不规则的残留黏土矿物集合体及金红石、锆石、长石、石英、黄铁矿等矿物。

(2) 黏土矿物。黏土矿物主要有高岭石(含量 50%~91.22%)、蒙脱石(含量 1.84%~3.88%)和伊利石(含量 1.84%~33.95%)。粒径小于 $2\ \mu\text{m}$, 多为鳞片状集合体, 与一水铝石集合体共生, 少数为重结晶针状产出。黏土矿物主要呈不规则状或椭圆形集合体分布在一水铝石集合体周围和内部, 部分呈蠕虫状和细网脉状、残留孤岛状沿一水铝石集合体边缘产出。

表 1 黔北务正道地区铝土矿矿物组成

Table 1 Mineralogy of the bauxite deposit in norther Guizhou Province

矿物	铝矿物	黏土矿物	铁矿物	重矿物	碳酸盐矿物	其他矿物
主要	一水硬铝石、 一水软铝石	高岭石、蒙脱石、 伊利石	黄铁矿、纤铁矿、 褐铁矿	锐钛矿		
次要	胶铝石 三水铝石	绿泥石、叶腊石	铁绿泥石	锆石、电气石、 金红石	白云石、 方解石	石英、长石、 角闪石、石膏

表 2 一水铝石电子探针分析结果

Table 2 Electron microprobe analysis of diaspore

测点号	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO	Ga ₂ O ₃	ZrO	总量
D7-01	90.39	0.08	0.06	0.046	0.005	0.07	0.035	0.000	90.69
D7-02	87.36	0.51	1.74	0.100	0.000	0.40	0.009	0.000	90.11
D7-03	88.21	0.47	0.88	0.147	0.000	0.92	0.015	0.043	90.69
D7-04	86.92	0.84	0.10	0.120	0.000	0.36	0.039	0.062	88.44
D7-05	90.61	0.42	0.97	0.197	0.003	0.30	0.000	0.035	92.52
ZK7-1-4-01	84.32	0.53	0.14	0.221	0.005	1.25	0.052	0.082	86.60
ZK7-1-4-02	88.95	0.51	0.52	0.098	0.001	1.42	0.002	0.075	91.58
ZK7-1-4-03	85.46	0.35	0.12	0.194	0.001	1.16	0.012	0.005	87.29
ZK7-1-4-04	83.41	0.42	0.13	0.232	0.000	0.92	0.015	0.000	85.12
ZK15-2-2-01	82.87	0.32	1.98	0.035	0.016	0.65	0.010	0.000	85.89
ZK15-2-2-02	78.14	0.36	1.65	0.062	0.009	0.69	0.045	0.075	81.03
ZK15-2-2-03	73.37	1.25	3.01	0.065	0.000	1.39	0.000	0.082	79.17
ZK15-2-2-04	71.70	2.98	1.49	0.074	0.000	1.41	0.016	0.067	77.74
ZKg7-6-6-01	86.75	0.58	0.12	0.201	0.000	1.51	0.000	0.000	89.16
ZKg7-6-6-02	78.93	2.81	2.11	0.254	0.000	1.90	0.027	0.026	86.06
ZKg7-6-6-03	78.33	1.63	2.62	0.163	0.000	1.81	0.003	0.123	84.67
ZKg7-6-6-04	74.33	7.45	1.60	0.243	0.009	4.05	0.044	0.013	87.74

量的单位: $w_B/\%$; 测试单位: 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室电子探针室分析。

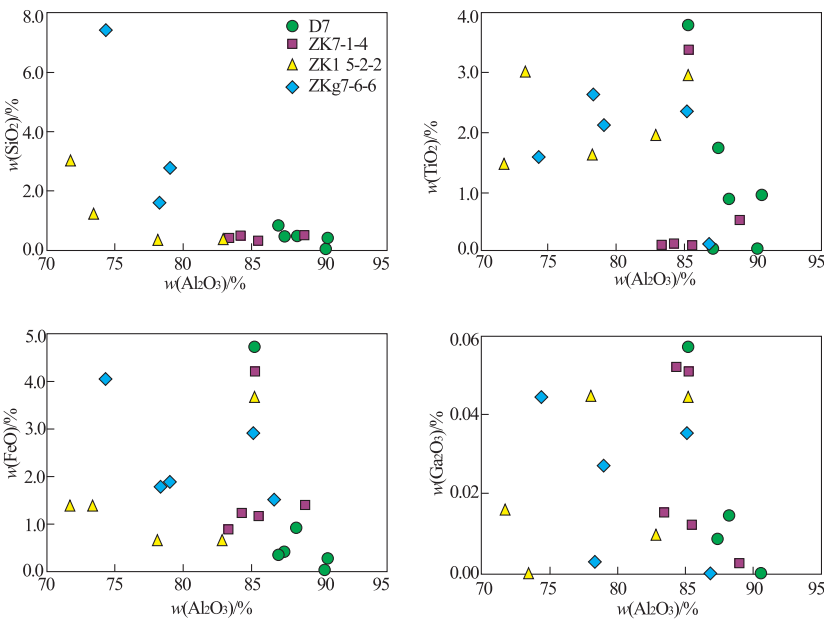
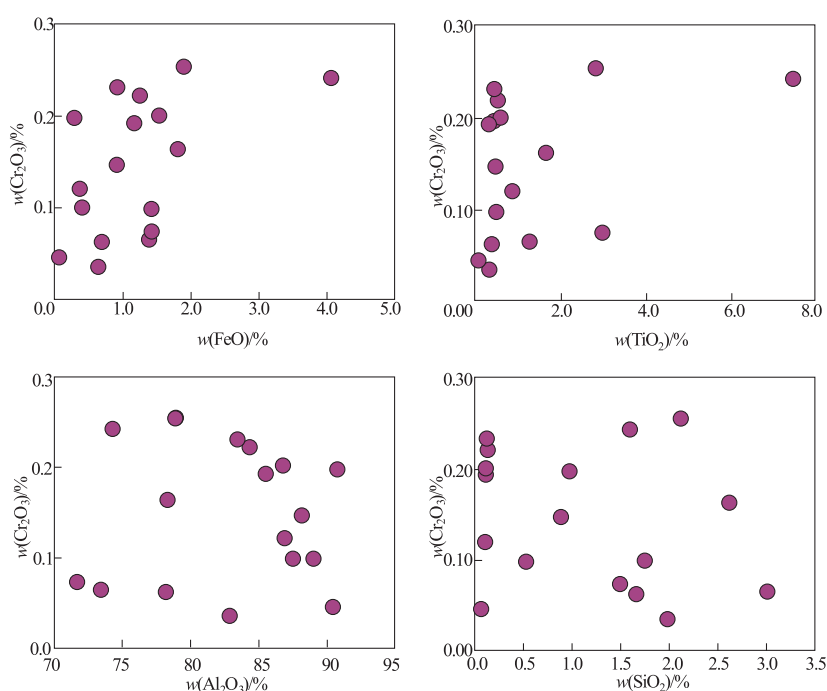


图 2 一水铝石中 Al_2O_3 与 SiO_2 , FeO , TiO_2 及 Ga_2O_3 相关图
Fig. 2 Correlation diagrams of Al_2O_3 to SiO_2 , FeO , TiO_2
and Ga_2O_3 in diaspore

图3 一水铝石中 Cr_2O_3 与 SiO_2 、 FeO 、 TiO_2 及 Al_2O_3 相关图fig. 3 Correlation diagrams of Cr_2O_3 to SiO_2 , FeO , TiO_2 and Al_2O_3 in diaspore

(3)铁矿物。本区铝土矿中的黄铁矿可能有多种成因:①呈脉状产出的黄铁矿分布在一水铝石集合体和黏土矿物集合体的裂隙中,呈细粒、半自形-他形晶;②粒状产出的黄铁矿呈分散状分布在一水铝石集合体和黏土矿物集合体的裂隙中,粒径大于 $5\ \mu\text{m}$,自形程度较高;③交代残余黄铁矿多呈不规则状分布在其他矿物中,偶见别的矿物已大部分被黄铁矿替代。此外,可见磁铁矿与一水铝石共生,常呈块状、浸染状和网脉状分布在一水铝石的边缘。

(4)金红石。金红石多为半自形-自形晶粒状(图 4b),粒径差别很大,在 $2\sim 10\ \mu\text{m}$ 之间,少部分

为他形产出。在一水铝石集合体内部和边缘、黏土矿物集合体内部和边缘以及块状磁铁矿内部都有产出。在一水铝石和黏土矿物集合体内部产出的金红石多为星点分布,在边缘产出的金红石相对集中;在相对较纯的一水铝石集合体中金红石分布较少,在一水铝石和黏土矿物共存的集合体中金红石分布明显增多。

(5)锆石。粒径差别很大,在 $2\sim 20\ \mu\text{m}$ 之间,最大超过 $50\ \mu\text{m}$ 。大颗粒锆石常具有很好的磨圆度,显示来源于古风化物,并经搬运、分选作用;少量为不规则状。小颗粒锆石多为半自形-自形粒状体。

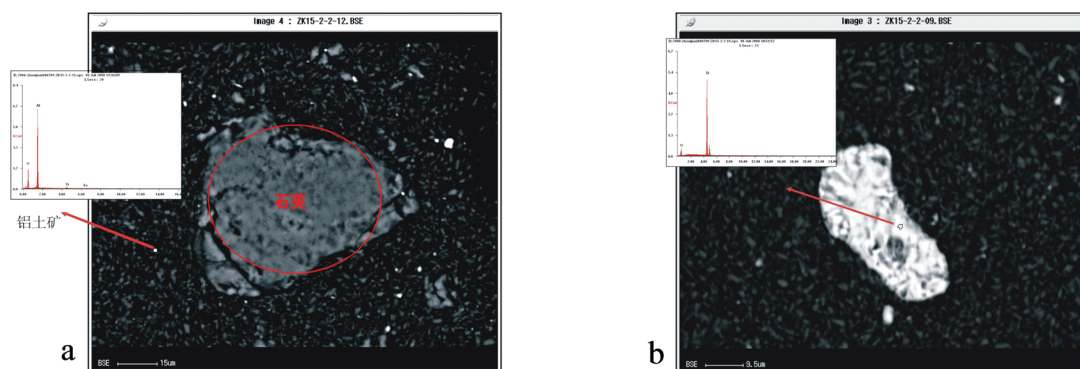


图4 石英、金红石形态

Fig. 4 Morphology of quartz and reutile

a. 图中近圆形矿物为石英,基质为铝土矿;b. “脚”型矿物为金红石,基质为铝土矿矿

矿石中锆石分布无规律性,在一水铝石集合体内部和边缘、黏土矿物集合体内部和边缘以及块状磁铁矿内部都有产出,但没有发现锆石分布相对集中区。

(6)石英长石。石英含量较少,一般小于2%;电子探针观察其亮度界于一水铝石和黏土矿物之间,形态不规则,主要分布于一水铝石和黏土矿物集合体内部和边缘;能谱分析石英中均含有少量 Al_2O_3 , FeO , K_2O 等杂质元素,应为铝矿物形成过程中的硅质产物。长石在本区铝土矿中少见,以捕虏晶形式产出,颗粒具有较好磨圆度,能谱分析已部分高岭石化。

4 结论

(1)贵州务正道铝土矿矿石成分以一水硬铝石为主,其次为高岭石、蒙脱石、伊利石,水云母较少。其中,随矿层深度的加深 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 成直线升高。高岭石的矿物特征反映,其易形成于温暖潮湿或炎热的大陆环境,而蒙脱石、水云母易形成于碱性的海洋条件,故本区的铝土矿形成于温暖潮湿或炎热陆相环境。

(2)通过找矿实践、矿物学特征、岩矿鉴定表明,在北部的瓦厂坪、新民矿区,铝土矿矿石自然类型为土状、半土状及碎屑状,结构主要为粒屑泥晶,碎屑成分主要由铝土质、黏土岩屑及硬水铝石、高岭石矿物砂屑、砾屑所组成,粒屑形态大多数以次棱角、次圆状为主,有一定分选性。在土状、半土状铝土矿中,碎屑主要由硬水铝石及高岭石碎屑及其聚集块所组成,但晶体棱角有磨损现象。从这些特征推测,

属于机械搬运碎屑成因,且迁移距离大。南部的新木—晏溪矿区,矿石构造主要为豆鲕状、粗碎屑状,矿石中碎屑颗粒粒度相对大,棱角明显,分选性差。由此推测,研究区北部含矿岩系沉积期为相对低洼的汇水盆地,沉积物搬运距离相对远。

参考文献:

- [1] 叶霖,潘自平,程增涛. 贵州修文小山坝铝土矿中镓等伴生元素分布规律研究[J]. 矿物学报, 2008, 28(2): 105-111.
- [2] 汪小妹,焦养泉,杜远生,等. 黔北务正道地区铝土矿稀土稀有元素地球化学特征[J]. 地质科技情报, 2013, 32(1): 28-32.
- [3] 董家龙. 贵州铝土矿基本地质特征及勘查开发的思考——以凯里—黄平铝土矿为例[J]. 矿产与地质, 2004, 18(6): 555-558.
- [4] 武国辉,刘幼平,张应文. 黔北务-正-道地区铝土矿地质特征及资源潜力分析[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 39-43.
- [5] 黄兴,张雄华,杜远生,等. 黔北地区铝土矿形成的地质时代[J]. 地质科技情报, 2012, 31(3): 49-54.
- [6] 刘翼锋. 论黔北铝土矿的古喀斯特-红土型成因[J]. 地质学报, 1990, 66(3): 238-247.
- [7] 武国辉,金中国,鲍森,等. 黔北务正道铝土矿成矿规律探讨[J]. 地质与勘探, 2008, 44(6): 31-35.
- [8] 李宗发,王砚耕. 贵州地壳发展及其演化特征[J]. 贵州科学, 2011, 29(4): 52-56.
- [9] 刘平. 黔北务-正-道地区铝土矿地质概要[J]. 地质与勘探, 2007, 43(5): 29-33.
- [10] 殷科华. 黔北务正道铝土矿的成矿作用及成矿模式[J]. 沉积学报, 2009, 27(3): 452-457.

Mineralogical characteristics of Wuchuan-Zhengan-Daozhen bauxite deposit in Guizhou province

DAI Longsheng¹, JIN Zhongguo²

(1. School of land resource engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China; 2. Guizhou Nonferrous Metal & Nuclear Industry Geological Exploration Bureau, Guiyang 550005, China)

Abstract: The Wuchuan-Zhengan-Daozhen bauxite deposit southern Chongqing-northern Guizhou bauxite belt in northern Guizhou Province are ascribed to the bauxite deposit. Electron probe microanalysis, X-ray power diffraction patterns, and SEM-EDS show that diaspore is the main mineral of the bauxite. Bauxite rock is often ripped up reflecting sedimentary slumping without long distance transportation. The sedimentary environment is terrestrial river-lake basin. Mother rock is mainly shale and mudstone of the Lower-middle Silurian Series.

Key Words: bauxite deposit; mineralogical characteristics; Wuchuan-Zheng'an-Daozhen area; Guizhou province