

文章编号: 1009-3850(2012)01-0106-07

## 南川铝土矿沉积相特征

陈阳<sup>1,2</sup>, 尹福光<sup>2</sup>, 李军敏<sup>2</sup>, 李再会<sup>2</sup>, 贾德龙<sup>3</sup>, 廖朝贵<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院, 北京 100037; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 3. 中国地质大学(北京), 北京 100083)

摘要: 通过野外观察, 在南川地区铝土矿含矿岩系中识别出一层底砾岩和一层分流河道沉积, 结合岩性特征和 B、Sr、Ba、Ga、Rb、MnO、TiO<sub>2</sub> 等的地球化学特征, 对南川地区铝土矿含矿岩系的沉积相进行了划分。认为南川地区铝土矿形成于中二叠世海侵过程中的陆缘近海湖环境, 为沉积型铝土矿床。

关键词: 南川; 铝土矿; 沉积相; 陆缘近海湖

中图分类号: P618.45

文献标识码: A

铝土矿分为红土型铝土矿、沉积型铝土矿和喀斯特型铝土矿<sup>[1]</sup>。重庆市铝土矿资源丰富, 目前已探明储量数亿吨<sup>[2]</sup>。从上世纪六十年代开始, 重庆市地勘单位对南川铝土矿进行了长期的勘查, 形成了大量勘查成果报告。2007~2010年, 重庆地质矿产研究院通过全国矿产资源潜力评价项目对该区进行研究, 提出残坡积相区有铝土矿产出, 而浅湖相区未发现铝土矿的观点<sup>[3]</sup>; 对同属于黔北-渝南铝土矿成矿带的务川-正安-道真地区, 贵州省地勘单位从上世纪四十年代开始进行铝土矿勘查工作<sup>[4]</sup>; 1993年贵州省地质局106地质大队编制了《贵州正安、道真、务川铝土矿成矿远景区划报告》, 认为铝土矿产出于滨湖、三角洲和浅湖环境<sup>[5]</sup>。本文针对不同观点, 在前人研究成果基础上, 通过野外地质观察及室内研究, 对南川铝土矿含矿岩系沉积相进行综合研究。

### 1 矿床地质特征

南川铝土矿位于黔北-渝南铝土矿成矿带北段, 该成矿带呈北北东向从贵州务正道地区向北东延伸至重庆南川、武隆等地。南川铝土矿位于四川盆地东南边界, 扬子陆块南部, 该地区发育一系列燕山运动形成的北北东向大型格挡式褶皱及大断

裂, 铝土矿受这些大型褶皱控制。该区铝土矿主要发育于九井向斜、大佛岩、柏梓山等地区(图1)。

区内地层除缺失志留上统、泥盆系中统、下统、石炭系下统、二叠系下统、白垩系上统、中统及第三系之外, 从新元古界青白口系到第四系均有出露。

研究区位于黔北-渝南铝土矿成矿带, 通过对区内大量探槽及钻孔编录资料的研究, 结合前人资料, 确定含矿岩系底板主要为中志留统韩家店组(*S<sub>2</sub>h*)粉砂质泥岩、页岩, 局部地区底板为中石炭统黄龙组(*C<sub>2</sub>h*)透镜状残留灰岩; 含矿岩系为中二叠统梁山组(*P<sub>2</sub>l*)铝土岩(矿)、粘土岩、铁质粘土岩、炭质页岩或泥质页岩; 顶板为中二叠统栖霞组含燧石结核灰岩。

### 2 含矿岩系特征

#### 2.1 岩性特征

以探槽 TC044 为例, 含矿岩系特征如下:

上覆地层: 中二叠统栖霞组(*P<sub>2</sub>q*)。>1.0m

灰色生物微晶夹燧石条带灰岩。微晶结构, 中厚层状构造; 灰岩中有大量生物碎片, 有机质含量高; 燧石颜色为黑色, 呈椭球状、透镜状断续分布于灰岩夹层之中。

整合

中二叠统梁山组(P<sub>2</sub>l) 厚 3.9m

10. 灰黑色炭质页岩。发育水平层理; 岩石中含有植物碎片及双壳化石, 局部有星点状黄铁矿分布, 岩石页理发育, 风化色为褐红色。该层与下伏泥岩界限不明显, 下伏地层砾石向上逐渐减少, 逐渐过渡为该层的黑色炭质页岩。0.4m

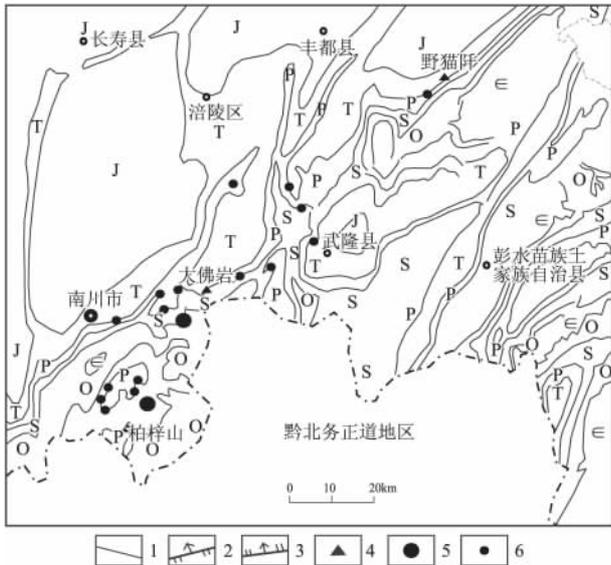


图 1 南川及邻区铝土矿地质略图(据重庆市地矿局, 1:50 万地质图修编, 图片版, 2002)

J. 侏罗系; T. 三叠系; P. 二叠系; S. 志留系; O. 奥陶系; ε. 寒武系; 1. 地层界线; 2. 正断层; 3. 逆断层; 4. 采样点位置; 5. 铝土矿中型矿床; 6. 铝土矿小型矿床或矿点

Fig. 1 Simplified geological map of the bauxite deposits in Nanchuan and its adjacent areas

J = Jurassic; T = Triassic; P = Permian; S = Silurian; O = Ordovician; ε = Cambrian; 1 = stratigraphic boundary; 2 = normal fault; 3 = reverse fault; 4 = sampling site; 5 = medium-sized bauxite deposit; 6 = small-sized bauxite deposit

9. 红褐色砾岩。砾石成分为铝土质, 粒径 1~3cm, 分选较好, 次圆状, 含量 60%~70%, 颗粒支撑。砾石成分与下伏豆鲕状铝土岩相似, 泥质胶结, 胶结松散。该层在横向上厚度变化大, 厚度在 0.05m~0.2m 之间, 层系底面波状起伏, 底部具有底冲刷面(图版 1、2)。0.1m

8. 灰色豆鲕状铝土矿(图版 3)。豆鲕状结构, 豆粒粒径 2~8mm, 呈圆球状和椭圆状, 少数呈棱角状, 含量约 20%; 豆粒中夹有少量鲕粒, 鲕粒核心为不规则铝土矿碎屑, 粒径 2~5mm, 含量约 5%, 鲕粒大部分仅有一层同心纹层, 少数有 3~5 层; 豆粒及鲕粒颗粒为基质支撑, 颜色较基质深, 孔隙式胶结; 基质为浅灰色泥质铝土岩, 泥质结构。豆鲕状铝土矿为高能环境产物<sup>[6]</sup>。0.5m

7. 灰色砾屑状铝土岩。砾屑结构, 砾屑成分为深灰色铝土质, 粒径 0.5~5mm, 分选差, 磨圆差, 次棱角状, 含量 10%~15%, 基底式胶结; 胶结物为浅灰色铝土岩, 泥质结构。

0.6m

6. 粉红色铝土矿。均匀层理, 无明显细层区分, 泥质结构。0.4m

5. 黑灰色铝土矿。均匀层理, 无明显细层区分, 泥质结构。0.8m

4. 黑灰色含内碎屑粘土岩。内碎屑泥晶结构, 内碎屑成分为浅黄色粘土岩, 大小 3~5mm, 呈撕裂状, 某些含有条带状拖尾, 分布杂乱, 无明显定向性, 含量约 20%, 基底式胶结; 基质为黑色粘土岩, 泥质结构。内碎屑粘土岩是同成因的粘土质碎屑经再沉积并被粘土物质胶结而成<sup>[7]</sup>。0.4m

3. 浅黄灰色铝土岩。泥质结构。该层与上覆岩层界线起伏不平。0.3m

2. 浅灰色粉砂质粘土岩。粉砂泥质结构。0.2m

1. 黄灰色粘土质砾岩。砾石为黄灰色, 粒径 1~5cm, 分选差, 磨圆差, 为次棱角状, 含量约 40%, 基质支撑, 与基质界限明显; 基质为深灰色粘土岩。砾石结构、构造、成分与下覆地层极为相似(图版 4、5), 该区铝土矿成矿物质来源为下伏韩家店组地层<sup>[8][9]</sup>, 因此判断该层砾石为中志留韩家店组(S<sub>2</sub>h) 地层风化剥蚀产物。0.2m

该层底部发育一层稳定砖红色褐铁矿化古风化壳(图版 6)。约 3cm

———平行不整合———

下伏地层: 中志留统韩家店组(S<sub>2</sub>h)。>1m

黄灰色粉砂质泥岩。粉砂泥质结构, 发育水平层理, 薄层状构造。含王冠虫、角石、腹足和双壳类化石(图版 1)。与上覆地层假整合。

2.2 地球化学特征

粘土矿物的碱性吸附离子在成岩、后生作用过程中保持稳定, 可以用来反映原始沉积环境<sup>[10]</sup>。本文采用指相元素 B、Sr、Ba、Ga、Rb 及 MnO、TiO<sub>2</sub>(表 1) 对区内含矿岩系沉积环境进行研究。

海相粘土地层中硼的含量一般超过 100ppm, 而陆相粘土地质一般低于 70ppm<sup>[11]</sup>。通过对南川及周边地区铝土矿含矿岩系中岩石样品的 B、Sr、Ba、Ga、Rb、MnO、TiO<sub>2</sub> 含量的测试分析(表 1), 可以看到有 4 个样品硼含量低于 70 ppm, 两个样品介于 70~100ppm 之间, 3 个样品大于 100 ppm; Sr/Ba 比值是判别海陆相的指标之一<sup>[12]</sup>, 对表 1 中的数据作离散图, 可以看到 1 个点在海水区, 其余 8 个点均在淡水区(图 2)。B/Ga 比值也是判断海陆相的有效指标<sup>[6]</sup>, 对表 1 中数据作离散图, 可见 2 个点在海水区, 其余 7 个点在淡水区(图 3)。

利用 B、Ga、Rb 相对丰度三角图解法作图<sup>[12]</sup>, 渝南铝土矿三元素交点落在淡水区的有 8 个, 未定区的有 1 个(图 4)。

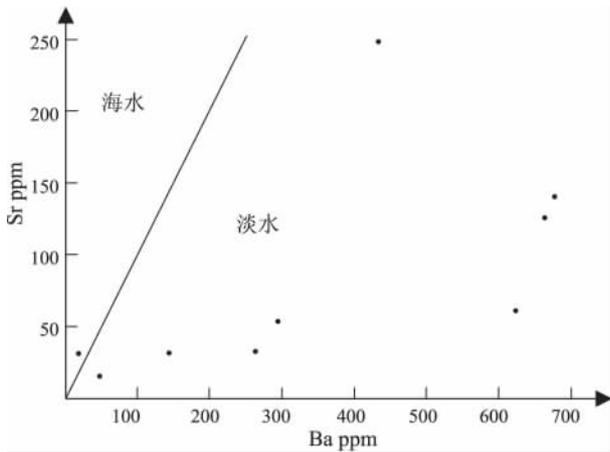


图2 Sr-Ba 含量离散图

Fig. 2 Scatter plot for Sr vs. Ba contents in the bauxite-bearing rock series in Nanchuan and its adjacent areas

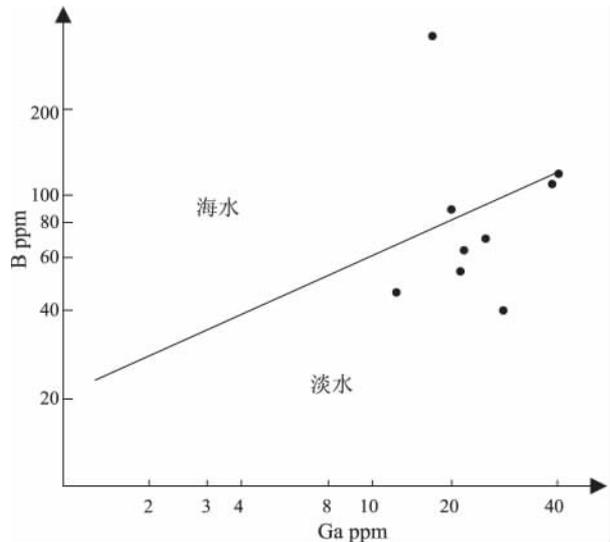


图3 B-Ga 含量离散图

Fig. 3 Scatter plot for B vs. Ga contents in the bauxite-bearing rock series in Nanchuan and its adjacent areas

Ryuichi Sugisaki 等指出,  $MnO / TiO_2$  比值是判别海洋沉积物沉积环境的一种有效指标<sup>[13]</sup>。 $MnO / TiO_2$  比值随着海水的加深而升高, 靠近陆地,  $MnO / TiO_2$  比值可以非常低。通过对样品的  $MnO / TiO_2$  比值测定, 可以看到 9 个样品的  $MnO / TiO_2$  比值都非常小, 反映研究区水深极浅或为非海洋环境(图 5)。综合上述地球化学数据特征, 南川地区铝土矿含矿岩系的沉积环境为总体以淡水为主, 在海平面升降过程中, 有海水的混入, 符合陆缘近海湖环境沉积的特点。

### 3 沉积相划分

基于上述资料综合分析, 以探槽 TC044w 为例,

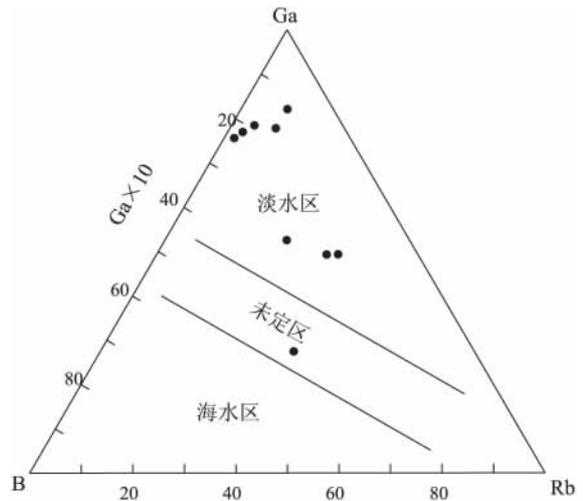


图4 B、Ga、Rb 相对丰度三角图

Fig. 4 Triangular diagram for B, Ga and Rb relative abundances in the bauxite-bearing rock series in Nanchuan and its adjacent areas

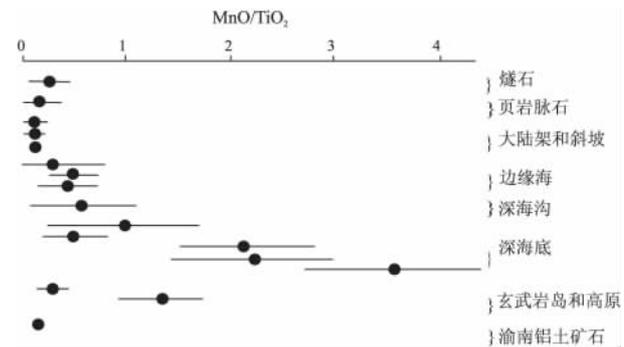


图5 不同环境中的泥质沉积物与三叠系燧石和页岩脉石的  $MnO / TiO_2$  比值对比(据 Ryuichi Sugisaki 等改编, 1982)

Fig. 5 Correlation of  $MnO / TiO_2$  ratios in the muddy sediments and Triassic chert and shale gangues from different environments (modified from Ryuichi Sugisaki et al., 1982)

对南川铝土矿赋存的梁山组地层进行沉积相的划分(图 6)。

#### 3.1 河流相

河流相位于含矿岩系的底部及顶部, 其中底部为黄灰色粘土质砾岩; 砾石来源为下伏中志留统韩家店组( $S_2h$ ) 粉砂质粘土岩风化剥蚀产物, 分选差, 磨圆差, 基质支撑, 与基质界限明显; 基质为深灰色粘土岩。据研究, 当时的地形高差可达数 10 ~ 100m<sup>[9]</sup> 这种地形有利于沉积物的冲刷和搬运, 为河流相发育创造有利地形条件。顶部为红褐色砾岩; 砾石成分为下伏豆鲕状铝土岩, 分选较好, 次圆状, 颗粒支撑, 泥质胶结; 层系底面波状起伏, 该层呈透镜状, 横向尖灭, 具有分支河道特点, 底部具有

表 1 南川及周边地区铝土矿含铝岩系 B、Sr、Ba、Ga、Rb、MnO、TiO<sub>2</sub> 含量测试数据(1 × 10<sup>-6</sup>)

Table 1 Determinations of the contents of the elements B , Sr , Ba , Ga , Rb , MnO and TiO<sub>2</sub> from the bauxite-bearing rock series in Nanchuan and its adjacent areas

样品编号	B	Sr	Ba	Ga	Rb	MnO	TiO <sub>2</sub>
PM1-HF1	73.4	38.3	142	30.7	16.2	0.002	1.88
PM1-HF3	63.3	18.9	40.2	23.9	9.7	0.002	1.75
PM1-HF3	49.3	28.1	15.1	16.4	2.24	0.002	1.85
Pm <sup>2</sup> -HF1	40	55.3	293	34.5	41.2	0.002	1.3
Pm <sup>2</sup> -HF2	96.2	250	443	20	88.8	0.0021	1.08
Pm <sup>2</sup> -HF4	56.7	36.6	267	33.1	40.3	0.002	1.69
PM3-HF2	242	63.3	613	18.9	255	<0.0015	0.74
PM3-HF3	158	141	687	40.3	279	0.028	1.17
PM3-HF4	130	126	676	37.5	283	0.036	1.08

注: 样品 PM1-HF1、PM1-HF3、PM1-HF5 采自丰都野猫坪; Pm<sup>2</sup>-HF1、Pm<sup>2</sup>-HF2、Pm<sup>2</sup>-HF4 采自南川大佛岩; PM3-HF2、PM3-HF3、PM3-HF4 采自南川柏梓山(图 1)

明显冲刷界面。

### 3.2 陆缘近海湖相

南川铝土矿含矿岩系中部主体沉积环境为陆缘近海湖。进一步可以识别出以下两个亚相。

#### 1. 滨湖亚相

滨湖亚相位于含矿岩系第 2、4、7、8 层,岩性为灰色粉砂质泥岩、灰黑色内碎屑状粘土岩、灰色砾屑状铝土岩及灰色豆鲕状铝土矿;具有粉砂质、内碎屑、豆鲕状及砾屑结构,基底式胶结(豆鲕状铝土矿为孔隙式胶结),颗粒分选中等,基质为泥质。具有水动力较高的特点。

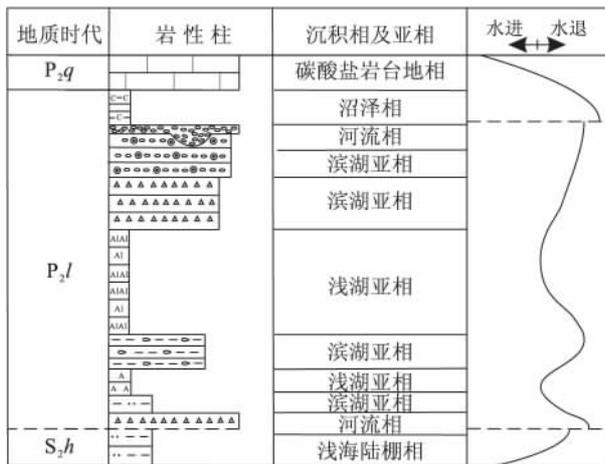


图 6 南川洪官渡探槽 TC044 沉积相划分方案

Fig. 6 Classification of the sedimentary facies in the TC044 prospecting trench in Hongguandu , Nanchuan

#### 2. 浅湖亚相

位于含矿岩系第 3、5、6 层,岩性为浅黄色铝土岩、黑灰色铝土矿及粉红色铝土矿;具有泥质结构,无明显层区分。反应水动力较弱的特点。

### 3. 沼泽相

该层位于含矿岩系顶部,为灰黑色炭质页岩,发育水平层理,含有植物碎片及双壳化石,有星点状黄铁矿分布。

## 4 岩相古地理

通过南川及邻区地层对比(图 7) 得出研究区中二叠世梁山组沉积时的岩相古地理概貌(图 8),由滨湖相区( I 区)、浅湖相区( II 区)和深湖相区( III 区)组成。

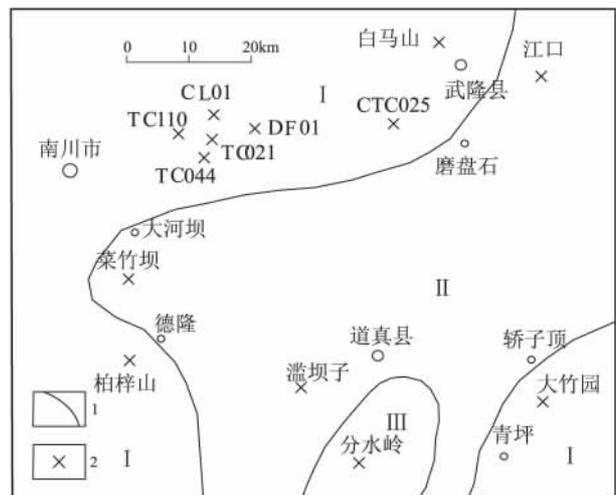


图 8 南川及邻区中二叠世梁山期岩相古地理略图

1-岩相界限;2-剖面点. I-滨湖;II-浅湖;III-深湖

Fig. 8 Schematic Liangshanian ( Middle Permian) sedimentary facies and palaeogeographic map of Nanchuan and its adjacent areas

1 = sedimentary facies boundary; 2 = sampling section. I = littoral lake; II = shallow lake; III = abyssal lake

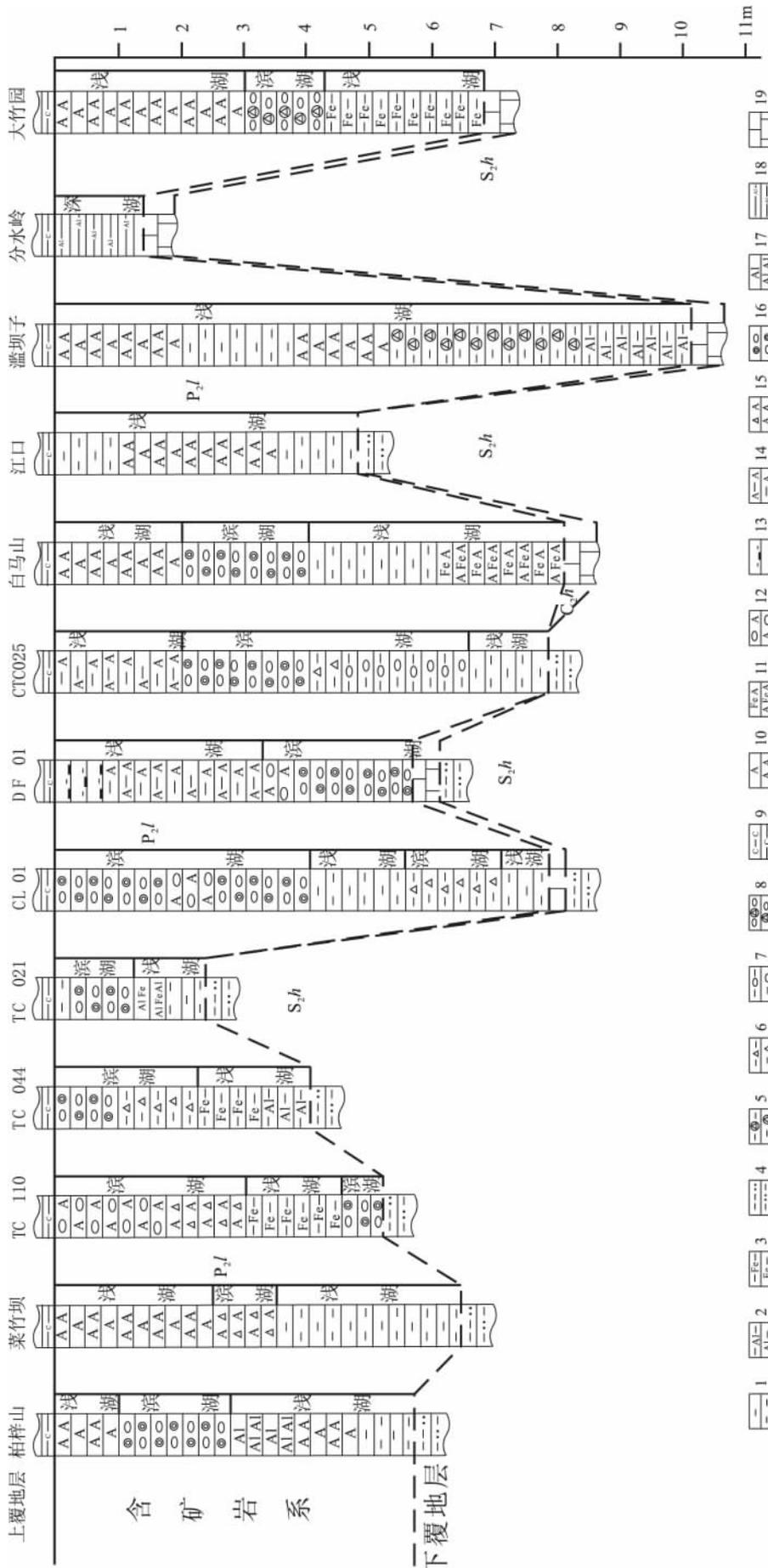


图7 南川及邻区中二叠统梁山组沉积相柱状对比图 (资料来源: 实测及文献14、15)

1.粘土岩; 2.铝质粘土岩; 3.铁质粘土岩; 4.粉砂质粘土岩; 5.含鲕绿泥石粘土岩; 6.砾屑状粘土岩; 7.豆状粘土岩; 8.含鲕绿泥石砾岩; 9.炭质页岩; 10.铝土岩; 11.铁质铝土岩; 12.豆状铝土岩; 13.炭质粘土岩; 14.粘土质铝土岩; 15.砾屑状铝土岩; 16.铝土矿; 17.铝土矿; 18.铝质页岩; 19.灰岩

Fig. 7 Columnar correlation of the sedimentary facies in the Liangshan Formation (Middle Permian) in Nanchuan and its adjacent areas

1=claystone; 2=aluminous claystone; 3=ferruginous claystone; 4=silty mudstone; 5=ooide-bearing chlorite claystone; 6=gravelly claystone; 7=pisolitic claystone; 8=ooide-bearing chlorite conglomerate; 9=carbonaceous shale; 10=allite; 11=ferruginous allite; 12=pisolitic allite; 13=carbonaceous claystone; 14=clayey allite; 15=gravelly allite; 16=pisolitic oolitic allite; 17=bauxite; 18=aluminous shale; 19=limestone

滨湖相区分布于德隆-大河坝-磨盘石一线以西、轿子桥-青坪一线以东,区内含矿岩系厚度变化较大(4~10m),总体为西部薄,东部厚,岩系底部或顶部普遍发育内碎屑状、砾屑状、豆鲕状粘土岩,分选磨圆中等。

浅湖相区呈北北东向从武隆江口镇向道真县延伸,含矿岩系以泥质结构的铝土岩和粘土岩为主,无明显细层构造,常含鲕绿泥石。

深湖相区位于道真县南部浣溪公社分水岭一带,主要发育铝质页岩,夹燧石层,含黄铁矿结核,区内含铝岩系厚度较薄<sup>[14]</sup>。

## 5 结论

根据研究区铝土矿的岩性及地球化学特征,可以确定含矿岩系沉积时为以淡水为主的海陆交互环境,是陆缘近海湖沉积。广西运动(加里东构造阶段的重要一幕)导致滥坝-贵阳-三穗深大断裂带以北广大地区海水退却,并长期隆起为陆<sup>[16]</sup>,导致泥盆纪-石炭纪时期长达 60Ma 的红土风化剥蚀<sup>[17]</sup>;随后水平面上升,当时该区处于北纬 8.2°<sup>[3]</sup>,属低纬度的海洋热带气候,有利于铝土矿的形成<sup>[18]</sup>。韩家店组成为物源,铝土矿发育于其上,并在含矿岩系底部形成底砾岩;之后,水面继续上升,河流相发育,流水将含三水铝石的红土风化壳物质冲刷、搬运至陆缘近海湖环境沉积下来,发育滨湖、浅湖等亚相;铝土矿含矿岩系沉积晚期的一次海退作用使顶部已固结成岩的铝土矿再次冲刷、剥蚀,并在含矿岩系之上形成河道滞留砾石沉积;伴随着新一轮的海进作用,于冲刷河道之上发育沼泽相炭质页岩。南川铝土矿属碎屑岩系侵蚀基准面之上的沉积型铝土矿床。

## 参考文献:

- [1] BOGATYREV B A, ZHUKOV V V, TSEKHOVSKY Y G. Formation conditions and regularities of the distribution of large and superlarge bauxite deposits [J]. *Lithology and Mineral Resources*, 2009, 44: 135 - 151.
- [2] 赵晓东, 王涛. 重庆武隆-南川地区铝土矿地质特征及找矿方向浅析[J]. *沉积与特提斯地质* 2008, 28(1): 110 - 112.
- [3] 重庆地质矿产研究院. 重庆市矿产资源潜力评价铝土矿资源潜力评价成果报告[R]. 全国矿产资源潜力评价成果 2010, 10-11, 82 - 82, 119.
- [4] 刘平. 初论贵州之铝土矿[J]. *贵州地质*, 1987, 4(1): 1 - 6.
- [5] 贵州省地质调查院. 贵州省铝土矿资源潜力评价报告[R]. 全国资源潜力评价成果 2009, 47 - 48.
- [6] 刘宝瑞. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1980. 239 - 288.
- [7] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003. 137 - 138.
- [8] 刘平. 贵州北部铝土矿成矿时代、物质来源及成矿模式[J]. *贵州地质*, 1993, 10(2): 108 - 111.
- [9] 刘平. 黔中-渝南铝土矿成矿背景及成因探讨[J]. *贵州地质*, 2001, 18(4): 241 - 247.
- [10] 殷科华, 叶德书, 沈大兴等. 息烽-遵义早石炭世大塘期岩相古地理特征[J]. *沉积学报* 2009, 27(4): 606 - 613.
- [11] 刘宝瑞, 曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法[M]. 北京: 地质出版社, 1985. 314 - 315.
- [12] 刘岫峰. 沉积岩实验室研究方法[M]. 北京: 地质出版社, 1990. 206 - 207.
- [13] 王子玉. 用 MnO/TiO<sub>2</sub> 指标探讨安徽巢湖二叠系海陆相的变化[J]. *石油实验地质*, 1992, 14(2): 195 - 199.
- [14] 四川省地质局. 1: 20 万南川幅[R]. 区域地质调查报告, 2010, 1977: 36 - 37.
- [15] 刘平. 黔中-川南成矿带铝土矿含矿岩系[J]. *贵州地质*, 1995, 12(3): 185 - 203.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 武国辉, 金中国, 鲍森, 毛佐林. 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.

## Sedimentary characteristics of the Nanchuan bauxite deposit, Chongqing

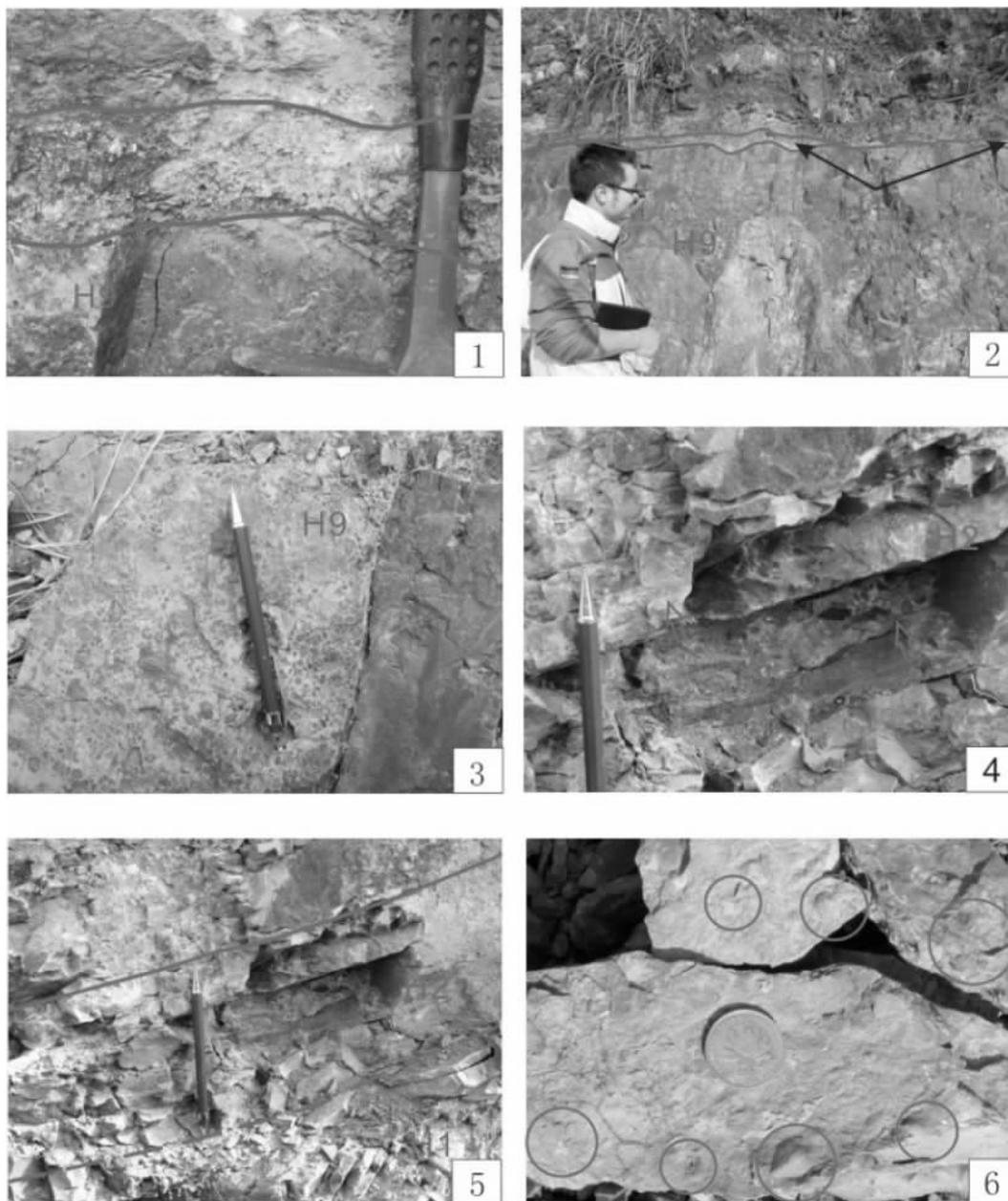
CHEN Yang<sup>1,2</sup>, YIN Fu-guang<sup>2</sup>, LI Jun-min<sup>2</sup>, LI Zai-hui<sup>2</sup>, JIA De-long<sup>3</sup>, LIAO Chao-gui<sup>2</sup>

(1. Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** A succession of basal conglomerates at the base and distributary channel deposits at the uppermost part of the bauxite-bearing rock series in the Nanchuan region have been recognized on the basis of the investigation of abundant field outcrops in Nanchuan, Chongqing. Sedimentary facies analysis on the basis of lithology and contents

of the elements such as B ,Sr ,Ba ,Ga ,Rb ,MnO and  $TiO_2$  shows that the Nanchuan bauxite deposit is assigned to the sedimentary bauxite deposit rested in the epicontinental offshore lacustrine environments during the Middle Permian transgressions.

**Key words:** Nanchuan; bauxite deposit; sedimentary facies; epicontinental offshore lacustrine environment



图版说明

- 1 含矿岩系第 10 层红褐色砾岩横向尖灭
- 2 含矿岩系第 10 层红褐色砾岩 底部具有底冲刷特征 向上过渡为炭质页岩
- 3 豆鲕状铝土矿
- 4 含矿岩系底部粘土质角砾岩 箭头指示角砾
- 5 含矿岩系与底板平行不整合及底砾岩
- 6 含矿岩系底板  $S_2h$  地层海相化石 圈内为化石