

# 河南省陕县支建矿区铝土矿沉积特征研究

瓮纪昌<sup>1,2</sup> 李文智<sup>1</sup> 黄超勇<sup>1</sup> 张云政<sup>1</sup> 崔蓓蕾<sup>1</sup>

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院, 河南 许昌 461000; 2. 河南省地质调查院, 河南 郑州 450007)

**摘要:** 支建铝土矿位于三门峡—新安铝土矿成矿带。通过对支建铝土矿的结构要素及成因、构造特征、沉积层序、主要组分变化与埋深、沉积环境、迁移和沉积方式的研究, 初步建立了该区铝土矿的沉积模式, 指出进一步的找矿方向, 即在古陆周围深部煤系地层之下, 仍能形成具工业意义的铝土矿体, 这对河南省铝土矿找矿工作和煤矿的资源转型有一定的借鉴意义。

**关键词:** 铝土矿; 结构要素; 沉积层序; 沉积模式; 河南支建

**中图分类号:** P618.45 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)01-0174-09

在华北地台南缘的三门峡—焦作—郑州—平顶山之间约 3 万 km<sup>2</sup> 的三角地带中, 广泛分布着上石炭统滨海—潟湖—沼泽相含铝岩系<sup>[1,2]</sup>。支建铝土矿即位于该区的三门峡—新安铝土矿成矿带上。李凯奇等<sup>[3]</sup>、杜大年<sup>[4]</sup>、温同想<sup>[5]</sup>、水兰素等<sup>[6]</sup>、褚丙武等<sup>[7]</sup>、陈全树等<sup>[8]</sup>、杨振军等<sup>[9]</sup>、罗锐等<sup>[10]</sup>、陈旺<sup>[11]</sup>先后对该区地质特征及成矿规律进行过研究。矿区为一开采了 30 多年的老煤矿区, 煤炭资源已基本枯竭, 面临即将闭坑的困境, 大批职工急需安置。根据民采矿坑道揭露情况和以往煤矿钻探资料证明, 该区煤系地层之下的铝土矿具有较好的勘查前景, 露头区和深部均有质量较好的铝土矿体, 为此在该区进行了地质勘查工作, 获资源储量 917.07 万 t, 平均 A/S 5.7<sup>①</sup>。区内出露地层为古生代和新生代地层, 断裂构造发育, 东部见少量闪长玢岩岩脉分布(图 1)。笔者通过在该区的勘查工作, 对其沉积特征进行了初步研究。

## 1 铝土矿的结构要素及成因

### 1.1 铝土矿的主要结构要素

支建铝土矿的结构要素主要包括基质、颗粒两大类, 此外还有胶状结构要素及后期改造所形成的

结构要素。

**基质:** 含量一般大于 40%, 优质矿石可超过 90%, 按矿物粒度分为泥晶、微晶、细晶、中晶和粗晶, 常见多种粒级的复合基质。泥微晶硬铝石是基质的主要矿物, 其次为高岭石和水云母等, 主要是与碎屑同时迁移、沉积的泥微级杂基经脱水重结晶而成。

**颗粒:** 含量一般小于 60%, 局部高达 75%, 主要为陆源碎屑(豆石、团粒等继承颗粒和内碎屑), 成分以铝土矿、粘土质铝土矿为主, 杂有铝质粘土和粘土岩。内碎屑呈不规则状、肠状、撕裂状, 常因挤压产生揉皱、压扁, 显示出半固结状态下的塑性变形特征; 或呈复合碎屑, 分布不均, 粒度变化大, 但以 2~5 mm 为主, 多呈单向延长。

外碎屑的粒级悬殊, 从泥微晶至巨砾或岩块, 但多为砂砾级, 碎屑形态多样, 次圆至棱角状, 与内碎屑相比, 更多的显示刚性和磨蚀特点。

豆石团粒是铝土矿中具特殊成因的一类结构要素, 常呈各种浑圆体、椭球体, 组成铝土矿中结核的主体, 粒度变化大, 共同特点为结构均一, 没有同心层, 形态不规则, 大多为风化过程中 Fe、Al 分异所致, 因此豆石、团粒主要形成于风化壳中, 是经过改

收稿日期: 2009-04-23; 改回日期: 2009-06-26

基金项目: 中国铝业股份有限公司勘查项目(2003001)资助。

作者简介: 瓮纪昌, 男, 1968 年生, 硕士, 高级工程师, 从事地质矿产勘查工作; E-mail: wengjichang@sina.com。

①李文智, 吴邦友, 王靖东, 等. 河南省陕县支建煤矿铝土矿区一期生产勘探报告. 河南省地矿局, 2005.

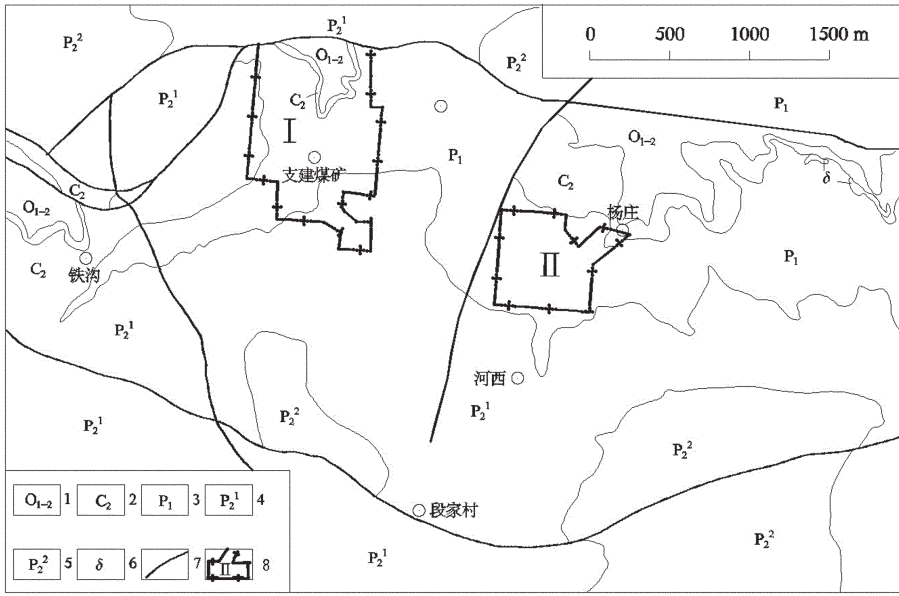


图 1 支建铝土矿区域地质图

1—奥陶系;2—石炭系;3—二叠系下统;4—二叠系上统下石盒子组; 5—二叠系上统马头山组; 6—闪长玢岩脉;7—断层;8—矿体位置及编号

Fig.1 Regional geological map of the Zhijian bauxite ore district

1—Ordovician; 2—Carboniferous; 3—Lower Permian; 4—Upper Permian Xiashihhezhi Formation;

5—Upper Permian upper series Matoushan Formation; 6—Diorite porphyrite; 7—Fault;8—Ore body position and its serial number

造的继承性颗粒。

铝土矿的胶状结构要素: 胶体化学成矿作用在于它不但参与了红土铝土矿及各种结核的形成, 而且在硬铝石的形成中起了一定的辅助作用。沉积过程中主要形成胶状碎屑和鲕粒, 有分异较好的同心层, 呈规则、清晰的圆形、椭圆形, 颜色深浅不一, 各层以铝土矿为主, 或以粘土矿为主, 两者相间分布, 这些同心层有可能是在动荡水体中加积而成。

### 1.2 铝土矿的主要结构成因

泥微晶结构: 主要为泥微晶基质组成, 颗粒支撑, 从矿物成因上看, 除部分硬铝石为陆屑外, 多数为陆源铝矿物脱水重结晶而来, 次要矿物主要有水云母、高岭石等。常见极少量砂砾屑漂浮其中, 多见于沉积盆地中心或较深水区, 属碎屑流的晚期产物。

碎屑泥微晶结构: 由陆源或内源碎屑组成, 分选差, 多种粒度混杂, 但以砂砾屑为主, 充填物与碎屑矿物成分相似, 以泥微晶硬铝石为主, 次为高岭石、水云母等(10%~40%), 碎屑之间极少接触, 杂基支撑。为碎屑流的中期沉积物。

碎屑结构: 以砂砾级为主, 杂有其他粒度, 磨蚀显著, 分选性差, 偶见略有分选的粒序层, 多杂基支

撑, 反映了高密度流碎屑流快速沉积特点。

豆鲕结构: 由豆石、团粒、鲕粒混合组成; 分选差, 杂基支撑。

次生海绵状结构: 铝土矿经淋滤作用, Si、Fe 等杂质进一步流失, 孔隙加大, 形成优质的土状、砂状铝土矿石。

### 1.3 铝土矿的构造特征

均一块状构造: 矿石结构要素均匀, 无方向性和分选性, 块状无层理。

平行定向构造: 由豆鲕、碎屑的长轴趋向性排列而成, 宏观上可构成块状铝土矿层的一部分, 或构成块状铝矿层之下的韵律层。

蜂窝状构造: 由风化淋滤所致的多种形态、大小的孔洞, 可溶矿物的流失或豆鲕、碎屑的脱落而成。

综上所述, 铝土矿中的内碎屑呈不规则状、肠状、撕裂状, 常因挤压产生揉皱、压扁, 显示出半固结状态下的塑性变形特征; 外碎屑的粒度悬殊, 从泥微晶至巨砾或岩块, 以砂砾级为主; 碎屑形态多样, 磨蚀显著; 构造无方向性和分选性, 略具粒序层, 多杂基支撑。铝土矿的这些结构构造特征反映了成因上的特殊性, 说明铝土矿铝的沉积是一种高密度流形

式的碎屑流沉积。铝土矿中的豆鲕大部分应为红土时期的产物,是一种继承性颗粒,而非沉积成因。

### 2 铝土矿的沉积层序特征

支建铝土矿含铝岩系上覆地层为石炭系中统太原组石英砂岩、炭质泥岩、生物碎屑灰岩等,下伏地层为奥陶系马家沟组灰岩、角砾状灰岩、白云质灰岩等。

经分析,含铝岩系的沉积由不少于3个沉积旋回的岩性组合而成(图2),其沉积层序由下至上为:

a: 铁质粘土岩,灰色、褐红色,含透镜状菱铁矿层,并含有黄铁矿,菱铁矿呈褐红色,细密块状、坚硬,为胶体沉积物。

b: 铝土岩,灰色,岩石细密,地表露头具页理构造,水平层理发育,与铝土矿层界面清晰,矿区内呈

透镜状分布。为水体较深的静水沉积。

c: 铝土矿:具豆鲕状、碎屑状、致密块状,地表见有多孔状和蜂窝状,层面上见有冲刷现象。铝土矿纵横向层面上见有冲刷现象。铝土矿纵横向变化迅速,泥砂砾混杂,显示碎屑流的沉积特点<sup>[12,13]</sup>。

粘土岩中含有铝土矿砾石,铝土矿顶部见有冲刷、铁质风化壳、泥裂和沼泽化现象,说明铝土矿沉积后,海水有短暂的退缩,铝土矿曾经暴露于地表。

豫西本溪组下部铁铝质粘土岩、中部的铝土矿及粘土岩均为海相沉积,上部沼泽相的粘土岩为淡水沉积。表明本溪组沉积水体主要是海水,层序下部a层主要以潟湖相沉积为主,铁质主要为菱铁矿,应为还原环境下的胶体沉积,b层铝土矿为泥、砂、砾混合形成的碎屑流沉积,形成于海退期。

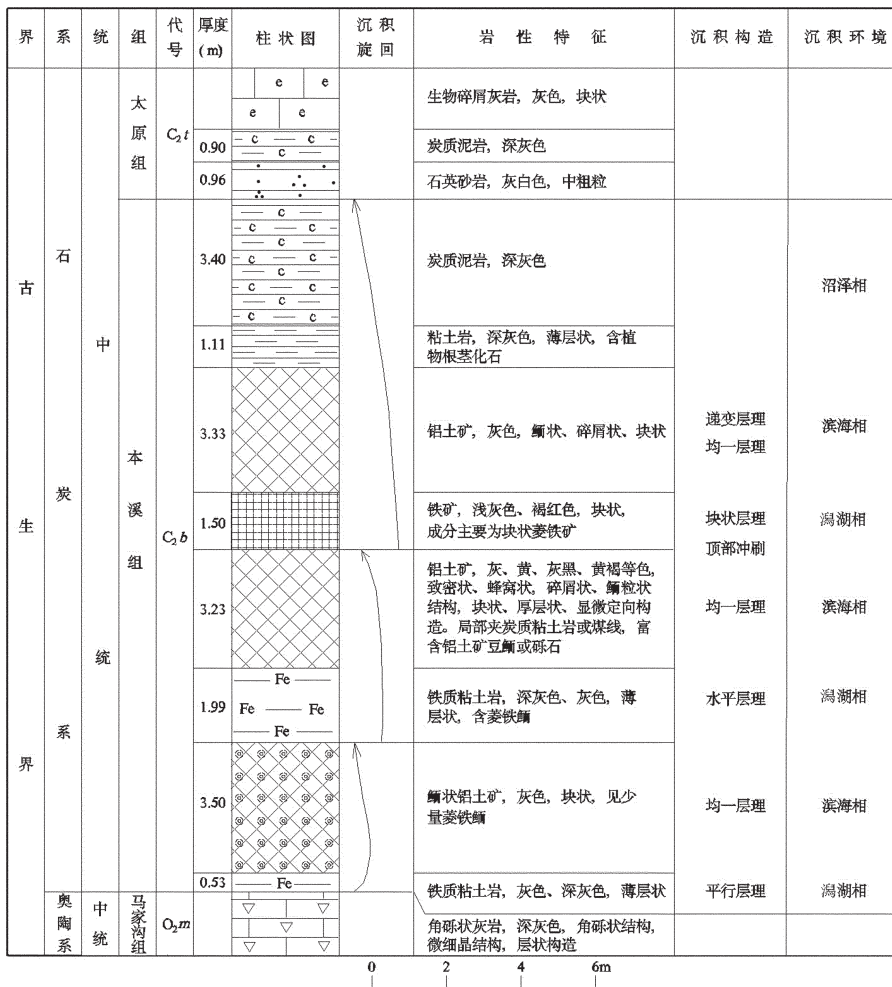


图2 支建铝土矿区地层柱状及沉积特征图

Fig.2 Stratigraphic column and sedimentary characteristics of the Zhijian bauxite ore district

含铝岩系的层序特征是一种向上粒度变粗的逆粒序,形成一种进积式沉积,反映出海水退缩的现象<sup>[4]</sup>。

### 3 铝土矿主要组分变化与埋深

深部有没有铝土矿?铝土矿质量如何?一直是河南铝土矿研究争论的焦点。

通过对矿区内见矿工程中不同的矿体埋藏深以 20 m 间距分组,对矿厚用算术平均法进行计算(表 1),可知埋深 80~100 m、120~140 m、180~200 m、

220~260 m 段铝土矿厚度均明显变薄,显示铝土矿厚度是一种跳跃性变化。

剖面上(图 3),埋深 100 m 以浅,古喀斯特地貌复杂,多形成溶斗,铝土矿多沉积于溶斗之中,铝土矿岩相变化迅速,厚度变化大,100 m 以后形成明显的似层状沉积,铝土矿的厚度明显受古地形地貌的控制。

矿区 I 号矿体北东部由于断层的作用,有石炭纪地层出露地表,但断层北东侧(近古陆侧)为 400

表 1 支建铝土矿区主要组分与矿体埋深统计  
Table 1 Statistics of major components and ore body buried depth in the Zhijian bauxite ore district

埋深(m)	含铝岩系厚度(m)	矿厚(m)	矿床主要组分平均值(%)			A/S
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
0~20	3.50	2.92	66.42	10.77	4.26	6.2
20~40	12.68	5.66	64.78	11.91	3.97	5.4
40~60	9.35	3.96	63.76	11.70	4.92	5.4
60~80	9.66	5.81	64.46	10.45	5.46	6.2
80~100	10.80	1.93	57.05	18.36	5.06	3.1
100~120	11.90	5.38	70.51	8.63	1.80	8.2
120~140	7.84	1.57	53.47	17.20	9.24	3.1
140~160	10.44	7.77	53.55	9.11	14.67	5.9
160~180	7.50	4.63	55.50	18.28	6.83	3.0
180~200	5.45	0.77	54.42	25.62	0.90	2.1
200~220	15.92	3.59	53.99	10.52	8.24	5.1
220~260	5.53	1.45	51.2	21.29	6.64	2.4
260~300	7.44	2.32	52.3	17.72	9.75	3.0
386	7.00	5.60	65.49	11.07	2.12	5.9

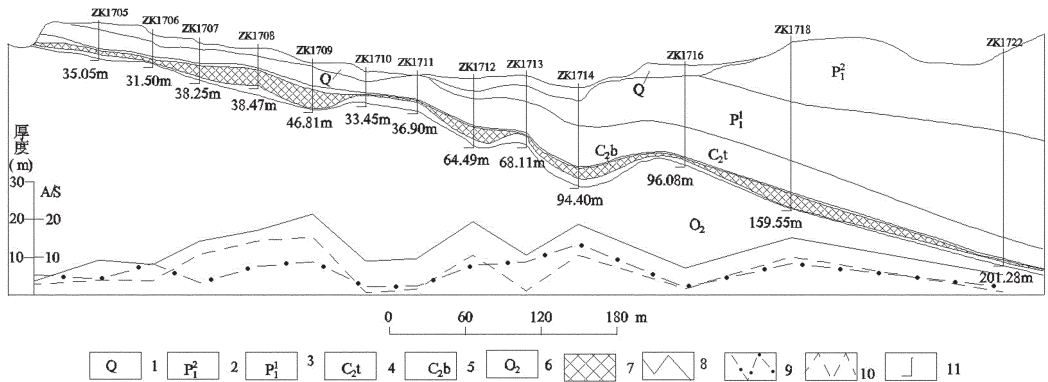


图 3 支建铝土矿区横 17 线剖面图  
1—第四系;2—二叠系下石盒子组;3—二叠系山西组;4—石炭系太原组;5—石炭系本溪组;6—奥陶系马家沟组;7—铝土矿体;8—含铝岩系厚度;9—A/S;10—矿厚;11—钻孔

Fig.3 Geological section along No. 17 transverse line in the Zhijian bauxite ore district  
1—Quaternary;2—Permian Xiashihezhi Formation;3—Permian Shanxi Formation;4—Carboniferous Taiyuan Formation;5—Carboniferous Benxi Formation;6— Ordovician Majiagou Formation;7—Bauxite ore body; 8— Thickness of aluminiferous rock series;9—A/S;10—Orebody thickness;11—Drill hole

余 m 厚的煤系地层,说明该区铝土矿体未抬升前埋深应在 400 m 以下。矿区埋深 386 m 支建煤矿坑道支井 1 处发现有 5.6 m 厚的铝土矿,进一步说明铝土矿的厚度只与古地形有关,深部只要条件有利,仍可形成厚大的铝土矿体。

由表 1 可知,铝土矿的主要组分随着埋深的增加,没有明显表现出降低的趋势,而是呈上下跳动,与厚度呈正相关。图 4 可以看出,随着埋深的增加,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、A/S 从 0~250 m,逐渐降低,但 250 m 之后,又有逐渐升高的趋势。而 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub> 却有逐渐降低的趋势。在支建煤矿区铝土矿 I 号矿体等值线图(图 5)上,矿石品位高值区分布与矿厚关系密切,而与埋深相关性较弱,在浅部、中部和深部均有高品位分布。

支井 1 处的铝土矿体 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量为 65.49%,SiO<sub>2</sub> 为 11.07%,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 2.12%,A/S 比值为 5.9,与浅部的原生铝土矿相比 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 没有明显的降低, SiO<sub>2</sub> 也没有明显的增高,从曲线图(图 6)上看,从底到顶 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、A/S 比值逐渐升高,而 SiO<sub>2</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 逐渐降低,与浅部原生矿层特征相似。说明铝土矿体没有因为在浅水面下,显示后期变贫的迹象。

由矿体 A/S 分布特点和深部铝土矿成分特征判断,铝土矿体的规模和质量主要决定于铝土矿形成期,在深部潜水面以下,没有明显表现出 SiO<sub>2</sub> 重新带入,而使铝土矿贫化的现象。以前研究认为铝土矿向深部的贫化变薄现象,实际上只是单矿床或矿体向深部的一种相变,是任何铝土矿都存在的矿

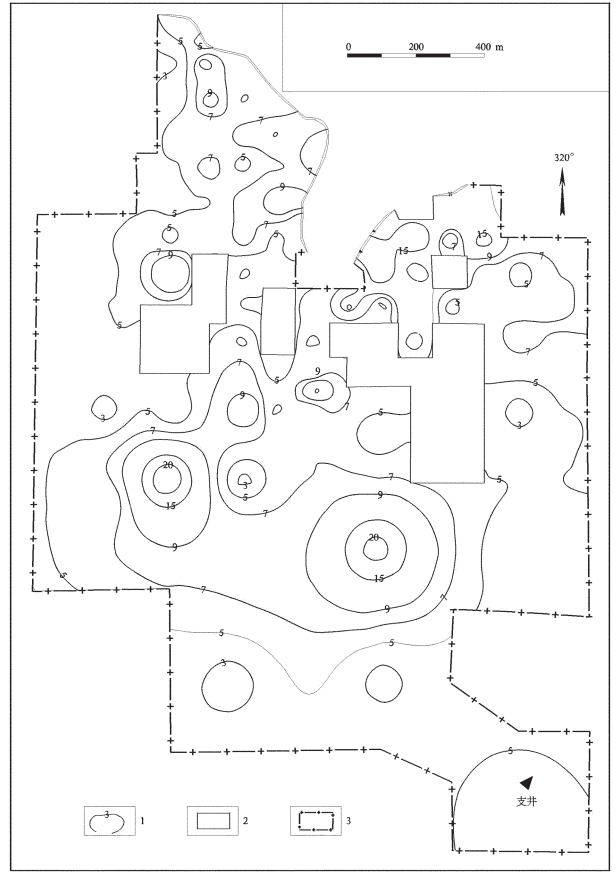


图 5 支建铝土矿区 I 号矿体 A/S 等值线图

1-A/S 比值;2-无矿天窗;3-矿区边界线

Fig. 5 A/S contour map of No. 1 ore body in the Zhijian bauxite ore district

1-A/S ratio; 2-Dead louver; 3-Boundary of ore district

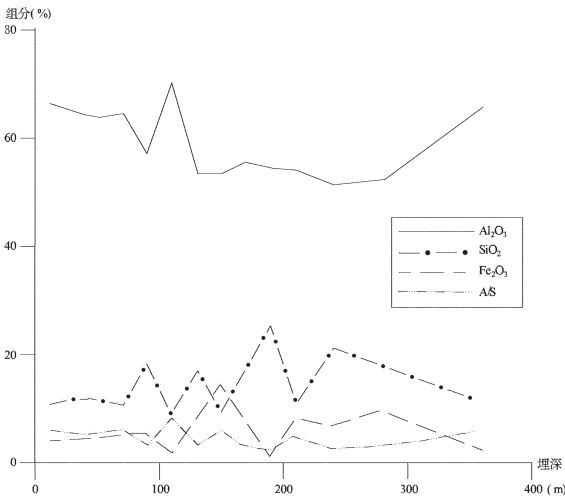


图 4 支建铝土矿主要组分与埋深曲线图

Fig.4 Curve of major components and buried depth in the Zhijian bauxite ore district

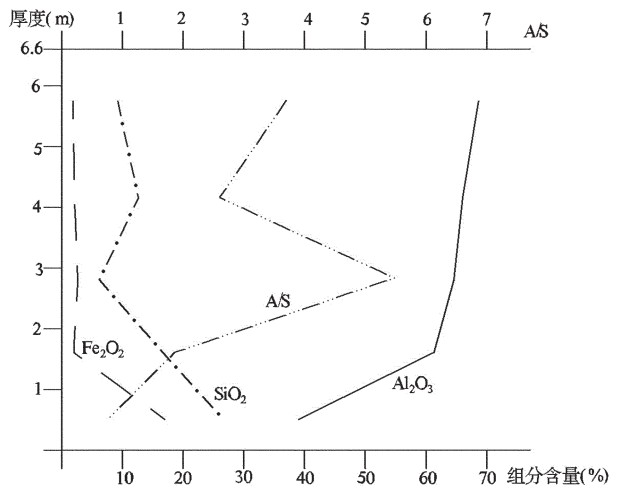


图 6 支建铝土矿区支井 1 主要化学组分含量曲线图

Fig.6 Curve of major chemical components of No. 1 branch well in the Zhijian bauxite district



石质量在纵横向上的变化现象,这种现象是铝土矿在成岩阶段就形成的,次生富集只能相对提高了地表、近地表铝土矿中  $Al_2O_3$  的含量。

因此,铝土矿的质量是铝土矿沉积成岩阶段就形成的,含铝岩系沉积时,当时的条件只要适合铝土矿的形成,该区域就会形成铝土矿,并且会一直保存下来,后期埋深对铝土矿质量影响不大<sup>[15]</sup>。

#### 4 含铝岩系沉积环境

据王绍龙等<sup>①</sup>研究认为,河南省晚石炭世含铝岩系沉积环境由北向南,可划分为 3 个相区:(1) 瀉湖-砂坝-海湾相;(2) 海湾-瀉湖-沼泽相;(3) 滨海-瀉湖-沼泽相。

支建铝土矿床即位于滨海-瀉湖-沼泽相区内。该相区分布范围广,沉积厚度变化大,为铝土矿的主要富集区。

其沉积层序为:下部为铁质粘土岩、粘土岩,局部形成山西式铁矿,一般具水平层理;中部主要为铝土矿、高岭石粘土岩,夹有透镜状薄煤层或含植物化石碎片粘土岩,粘土岩中多具平行层理及微波状层理,铝土矿中具均匀层理、冲刷面、正粒序(图 7);上部为水云母粘土岩含植物化石碎片,具平行层理及小型波状层理,顶部见有煤线。该相区沉积物以海相沉积物为主。

本相区为河南省铝土矿的主要沉积相区,王绍龙等经过较详细的研究又划分出了 3 个沉积亚相:岛前水下高地亚相、近岛水下扇亚相、和滨海-沼泽亚相。

① 岛前水下高地亚相:主要分布于嵩山古岛的东部和岱崮寨古岛的前缘,位于古岛前缘或周边,低于古岛而高于外围倾斜坡度很小的高地,随着海平面的变化时而露出海面,进而被水淹没。其沉积特征为:下部为铁质高岭石-水云母粘土岩,中部为铝土矿层,其间夹有粘土岩和煤线,上部为粘土岩。

② 近岛水下扇亚相:分布于嵩箕群岛和岱崮寨古岛的外围,位于水下高地与沉积盆地之间。沉积层序为:下部铁质水云母粘土岩,中部为灰色厚层状铝土矿,上部为铝土岩,沉积序列表现为多个进积序列水下扇的组合。

③ 滨海-沼泽亚相,主要分布于豫西南部,洛固古陆北缘。下部为铁质粘土岩,局部地区被煤层和炭

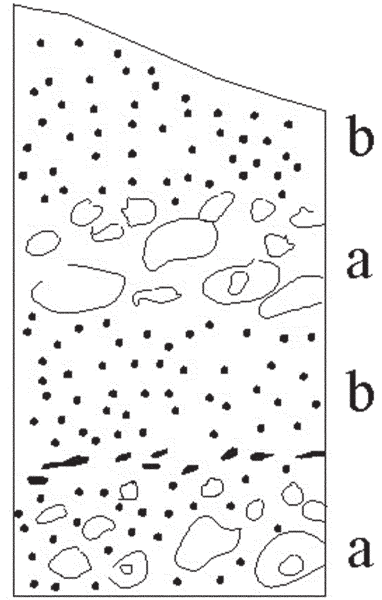


图 7 铝土矿镜下粒序层  
a—含鲕砾屑层;b—砂屑层

Fig.7 Graded bedding of bauxite under microscope  
a—Oolitic rudaceous layer; b—Psammitic layer

质泥岩代替,中部为砂屑铝土矿,上部为灰色、灰黄色粘土岩。

#### 5 铝土矿的迁移和沉积方式

铝土矿的结构构造成因可归纳为:①泥砂砾一起沉积,大多无分选性;②多为杂基支撑;③水平层理、均一构造发育,一般无交错层理;④磨蚀的陆屑和继承颗粒;⑤棱角状碎屑和破碎的鲕粒;⑥纵向上相变迅速;⑦冲刷面、侵蚀沟槽的发育,均说明铝土矿是一种高密度流沉积。

铝土矿在纵向上相变迅速,且与粘土岩之间界线清晰,表明铝土矿体为一种突发性的沉积体,与粘土岩之间非连续性的过渡沉积。

铝土矿顶部见有冲刷侵蚀现象、铁质风化壳、泥裂,局部有沼泽化现象,表明铝土矿体沉积之后有海水退却、沉积物暴露的现象,并且说明铁质粘土岩→铝土矿的沉积层序为一种进积式的沉积。

铝土矿石镜下结构中,具有细粒物质绕过砂屑的现象(图 8),说明海退时,海水回流对铝土矿的迁移沉积起到了重要作用。

①王绍龙,等.河南省富铝土矿成矿地质条件及找矿方法研究.河南省地矿厅,1990.

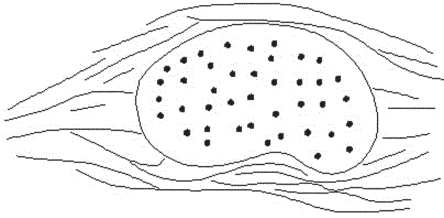


图8 铝土矿镜下基质绕砂粒而过

Fig. 8 Matrix of bauxite wound around sand grains under microscope

铝土矿层中的逆变层理(图9)和沉积相的叠加关系,显示了石炭纪总体海进的特点。

因此,铝土矿主要为海相沉积,形成于石炭纪大规模海侵期海水短期的振荡退缩阶段,为海水回流引起的牵引流和斜坡引起的重力流共同作用下,形成的一种以碎屑流形式迁移的沉积物。

## 6 铝土矿的沉积模式

支建铝土矿主要呈灰色,含绿泥石和黄铁矿、菱铁矿等,为一种海相沉积铝土矿,铝土矿主要分布于古岛周围和古陆靠海一侧,说明铝土矿不但受古地貌的控制,而且与晚石炭世海侵密切相关。

晚石炭世早期以后,虽总体表现为大规模的海侵,但海侵应为间歇式的,海侵期,仍然存在小规模海水的振荡退缩。

当海水入侵到古岛和古陆时,由于古岛和古陆周围存在着具有一定坡度的斜坡和古岩溶洼地,由于长时间的风化剥蚀,古岛和古陆周围的斜坡上存在着大量半固结型的红土型铝土矿<sup>[6]</sup>。

第一次海侵时,水快速漫过红土型风化壳,到高水位时,水面出现静止(海侵较快,海侵期几乎没有形成沉积物)。在高水位期,由于水流振荡,上部铁质和中部铝土矿中的铁质与部分硅质一起溶解于海水中,与海水中悬浮的大量细粒粘土物质,一起向海方向运移,当到达岩溶洼地时,水域较深,水动力条件减弱,物质沉积下来,形成了底部分布较广的铁质粘土岩,局部形成了铁矿(铁矿应为胶体形式沉积);当海水开始退却时,下部铝土矿中部分的铁质、硅质和粘土物质已经被溶解迁移到了斜坡下部的较深半封闭水域,残留铝土矿的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量增加, $\text{SiO}_2$ 降低,形成了高品位铝土矿石。这时的红土型铝土矿由于属半固结岩石,且铁质、粘土物质、硅质的析出,空隙度增加,充满了海水,这样铝土矿体与基底摩擦系数

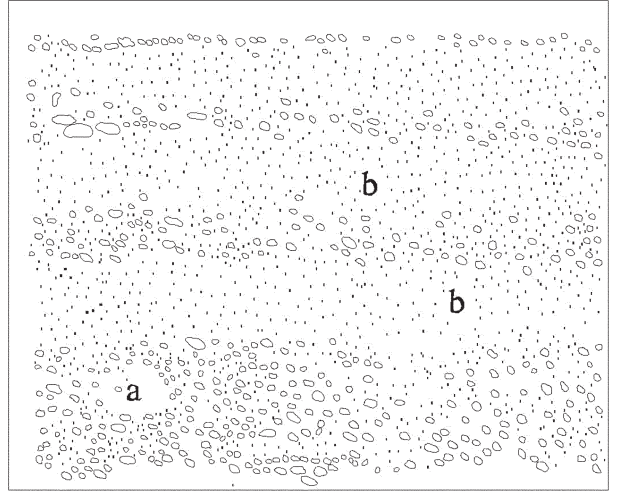


图9 铝土矿层中的逆变层理

a—砾屑铝土矿;b—含砂屑致密块状铝土矿

Fig.9 Inverse grading bedding of bauxite

a—Rudaceous bauxite; b—Dense massive psammitic bauxite

减小,当海水开始退却时,由重力流的作用与海水回流引起的牵引流的共同作用下,铝土矿物质开始沿斜坡滑动,形成高密度的碎屑流,小碎屑流逐渐汇聚到较大的沟谷中,形成大型碎屑流向下滑动,当到达大型的洼地和溶斗时,由于阻挡和水动力条件的减弱等作用,在洼地中沉积下来,海水继续退却,沉积的铝土矿暴露于地表,形成铁质风化壳、泥裂等暴露的沉积构造现象,一些洼地由于障壁作用,海退后仍残留有浅水,形成较细的铝粘土沉积,后期沼泽化形成了炭质泥岩或煤层。

第二次海侵时,海侵面积更大,水位更高(晚石炭世早期以后,总体属海进期),漫过第一次海侵的地方,把更高处的铁质硅质铝土矿带下来,又一次形成铁质粘土岩→铝土矿沉积层序。这样一次次海侵海退,水面不断上涨,在古岛、古陆山坡的岩溶洼地和溶斗中形成了一层层阶梯状的铝土矿体(图10)。越向古陆高处,形成的铝土矿时间越晚。但由于古地形、物源、海侵水位等影响,可能缺失下部的铁质粘土岩和粘土岩层,而是铝土矿层直接接触,形成特厚状的铝土矿层(铝土矿之间的透镜状粘土岩或炭质泥岩的夹层,预示着之间的沉积间断)。

## 7 结论

支建铝土矿形成于海进期内短期的海水退缩阶

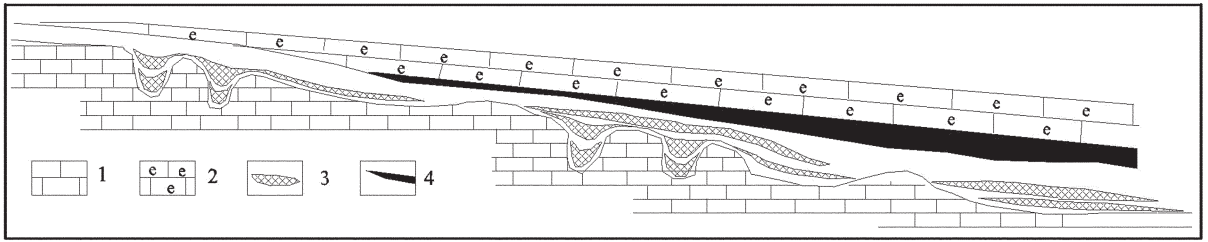


图 10 铝土矿形态分布理想示意图

1—灰岩;2—生物屑灰岩;3—铝土矿体;4—煤层或炭质泥岩

Fig.10 Ideal sketch map showing morphological distribution of bauxite

1-Limestone;2-Bioclastic limestone;3- Bauxite ore body;4-Coal seam or carbargillite

段,形成了铁质粘土岩→铝土矿向海的进积层序。支建铝土矿的沉积主要是一种高密度的碎屑流沉积体<sup>[7]</sup>。

铝土矿的质量主要形成于铝土矿沉积阶段<sup>[18]</sup>,现在认为的深部铝土矿的贫化现象,可能是铝土矿体的矿石质量在纵横向上的变化现象,这种现象是铝土矿在沉积成岩阶段就形成的。次生富集只能相对提高地表、近地表铝土矿中  $Al_2O_3$  的含量,因此在古陆周围深部煤系地层之下,仍应形成具工业意义的铝土矿体。

### 参考文献 (References):

- [1] 潘毅昌. 平稳的凹地型铝土矿的勘探方法 [J]. 中国地质, 1958, (12):31-34.  
Pan Yichang. Smooth concave land-bauxite exploration methods[J]. Geology in China, 1958, (12):31-34(in Chinese).
- [2] 别涅斯拉夫斯基 C И, 韦刚. 河南某地铝土矿矿床的矿物成分[J]. 中国地质, 1958, (12):36-40.  
Beneslavski C И, Wei Gang. The mineral composition of a bauxite deposit in Henan Province[J]. Geology in China, 1958, (12):36-40 (in Chinese).
- [3] 李凯奇, 葛宝勋, 陈书龙. 豫西 G 层铝土矿分布于古陆边缘的控制因素[J]. 焦作矿业学院学报, 1994, 13(2):1-6.  
Li Kaiqi, Ge Baoxun, Chen Shulong. The controlling factors of the bauxite in G Horizon of Western Henan[J]. Department of Geology Jiaozuo Mining Institute, 1994, 13(2):1-6.
- [4] 杜大年. 河南铝土矿的生成[J]. 河南冶金, 1995, 17(4):5.  
Du Danian. Henan bauxite formation [J]. Henan Metallurgy, 1995, 17(4):5.
- [5] 温同想. 河南省石炭纪铝土矿地质特征 [J]. 华北地质矿产, 1996, 11(4):492-510.  
Wen Tongxiang. Geological characteristics of Carboniferous bauxite in Henan Province [J]. Journal of Geology and Mineral Resources of North China, 1996, 11(4):492-510.
- [6] 水兰素, 常全明. 华北地台 G 层铝土矿赋存规律 [J]. 中国矿业,

1999, 8(5):65-68.

Shui Lansu, Chang Quanming. Concentration of bauxite in Glayer of North China platform [J]. China Mining Magazine, 1999, 8(5): 65-68(in Chinese with English abstract).

- [7] 褚丙武, 赵春芳. 河南支建铝土矿的矿物学特征研究 [J]. 矿产与地质, 2000, 14(4):251-254.  
Chu Bingwu, Zhao Chunfang. Study on mineralogy features of Zhijian bauxite Henan[J]. Mineral Resources and Geology, 2000, 14 (4):251-254(in Chinese with English abstract).
- [8] 陈全树, 何文平, 周迪. 河南省洛阳—三门峡铝土矿地质特征及勘查开发前景[J]. 华北地质矿产, 2002, 17(4):252-256.  
Chen quanshu, He wenping, Zhou Di. Geological characteristics and the exploration and development prospect of bauxite ore in Luoyang-Sanmenxia area, Henan Province [J]. Journal of Geology and Mineral Resources Research of North China, 2002, 17 (4): 252-256(in Chinese with English abstract).
- [9] 杨振军, 刘国范, 马庚杰, 等. 豫西铝土矿成矿地质条件及找矿前景[J]. 矿产与地质, 2005, 19(3):280-285.  
Yang Zhenjun, Liu Guofan, Ma Gengjie, et al. Ore -forming geological conditions and ore prospects of bauxite in Western Henan[J]. Mineral Resources and Geology, 2005, 19(3):280-285(in Chinese with English abstract).
- [10] 罗锐, 刘传喜, 许军, 等. 豫西陕塬煤田东部石炭二叠纪含煤岩系岩相古地理分析[J]. 中州煤炭, 2007, (1):27-29.  
Luo Zhui, Liu Chuanxi, Xu Jun, et al. Analysis on lithofacies and paleogeography coal accumulation for coal measures of the Carboniferous-Permian period in the east of Shanmian coalfield, Henan [J]. Zhongzhou Coal, 2007, (1):27-29 (in Chinese with English abstract).
- [11] 陈旺. 豫西石炭系铝土矿出露位置的控制因素[J]. 大地构造与成矿学, 2007, 31(4):452-456.  
Cheng Wang. Control factors on distribution of Carboniferous bauxite deposits in western Henan province [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2007, 31(4):452-456(in Chinese with English abstract).
- [12] 覃志安. 我国古生代沉积型铝土矿含矿岩系的特征、形成条件及找金的可能性[J]. 地质找矿论丛, 1997, 12(2):67-74.



- Tan Zhian. Ore-bearing strata feature, formation and prospect for Au ore in Palaeozoic sedimentary bauxite in China [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 1997, 12(2):67-74.
- [13] 廖士范, 梁同荣. 中国铝土矿地质学[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1991:136-140.
- Liao Shifan, Liang Tongrong. Bauxite Geology of China [M]. Guiyang: Guizhou Science & Technology Press, 1991:136-140(in Chinese with English abstract).
- [14] 陈建强, 周洪瑞, 王训练, 等. 沉积学及古地理学教程[M]. 北京: 地质出版社, 2004:158-162.
- Cheng Jianqiang, Zou Hongrui, Wang Xunlian, et al. Sedimentology and Palaeogeography Guide[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2004:158-162(in Chinese).
- [15] 李景阳, 朱立军. 论碳酸盐岩现代风化壳和古风化壳[J]. 中国岩溶, 2004(1):56-62.
- Li Jingyang, Zhu Lijun. On modern weathering crust and palaeo-weathering crust of carbonate rock[J]. Carsologica Sinica, 2004(1):56-62(in Chinese with English abstract).
- [16] 翟东兴, 刘国明, 陈德杰, 等. 河南省陕—新铝土矿带矿床地质特征及其成矿规律[J]. 地质与勘探, 2002, (4):202-207.
- Zhai Dongxing, Liu Guoming, Chen Dejie, et al. Deposit geology and metallogenic regularization of Shan-xin bauxite belt, Henan Province [J]. Geology and Prospecting, 2002, (4):202-207 (in Chinese with English abstract).
- [17] 廖士范. 论铝土矿床的成因及矿床类型[J]. 华北地质矿产, 1994, 9(2):153-160.
- Liao Shifan. The origin and type of bauxite deposits [J]. Journal of Geology and Mineral Resources of North China, 1994, 9(2):153-160 (in Chinese with English abstract).
- [18] 吴国炎. 华北铝土矿物质来源及成矿模式探讨 [J]. 河南地质, 1997, 15(3):161-166.
- Wu Guoyan. North China bauxite ore-forming material source and mode research [J]. Henan Geology, 1997, 15 (3):161-166(in Chinese with English abstract).

## Sedimentary characteristics of the Zhijian bauxite ore district in Shanxian County, Henan Province

WENG Ji-chang<sup>1,2</sup>, LI Wen-zhi<sup>1</sup>, HUANG Chao-yong<sup>1</sup>, ZHANG Yun-zheng<sup>1</sup>, CUI Bei-lei<sup>1</sup>

(1. No. 2 Geoexploration Party of Henan Bureau of Geoexploration and Mineral Development, Xuchang 461000, China;  
2. Henan Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** The Zhijian bauxite ore district is located in the Shanmenxia-Xin'an bauxite ore belt. Based on a study of this ore district in such aspects as the textural elements and origin, structural features, sedimentary sequence, variation of the major components with the buried depth, sedimentary environment, transition and sedimentary mode, the authors have established a sedimentary model for this ore district and pointed out the orientation of further prospecting. It is thought that under the coal measure strata around the old landmass there still probably exist bauxite ore bodies of economic value, and the results obtained by the authors are of some reference value in further prospecting of bauxite ore deposits and resource transition of coal mines.

**Key words:** bauxite; textural elements; sedimentary sequence; sedimentary model; Zhijian in Henan

**About the first author:** WENG Ji-chang, male, born in 1968, senior engineer, engages in exploration of geology and mineral resources; E-mail: wengjichang@sina.com.