

晋豫(西)本溪期铝土矿 成矿富集规律及其沉积环境探讨

甄秉钱 柴东浩

(山西省地质矿产局216地质队)

晋豫(西)石炭纪本溪期铝土矿分布广泛,储量丰富,是晋豫两省的优势矿产资源之一。

近两年来,笔者在编制晋豫(西)铝土矿成矿区跨省区划过程中,通过系统收集整理已有资料和野外实地考察,初步研究了本区铝土矿及其共生矿产的成矿地质特征和富集规律,并对铝土矿的沉积环境作了初步探讨。

一、铝土矿的区域分布和产出层位

据晋豫两省有关资料统计,区内已知本溪组铝土矿床(点)达200余处。集中分布在中、新生代向斜盆地边缘或背斜隆起的周边,呈半环状、环状、片状或裙边状分布。共八个地区:Ⅰ.大同西山向斜东翼;Ⅱ.宁武向斜周边;Ⅲ.河东台陷东侧;Ⅳ.霍西向斜;Ⅴ.沁水向斜四周;Ⅵ.岱崮寨背斜(包括滏池向斜)周边;Ⅶ.嵩(山)箕(山)台拱边侧及内部;Ⅷ.临汝向斜西翼(图1)。

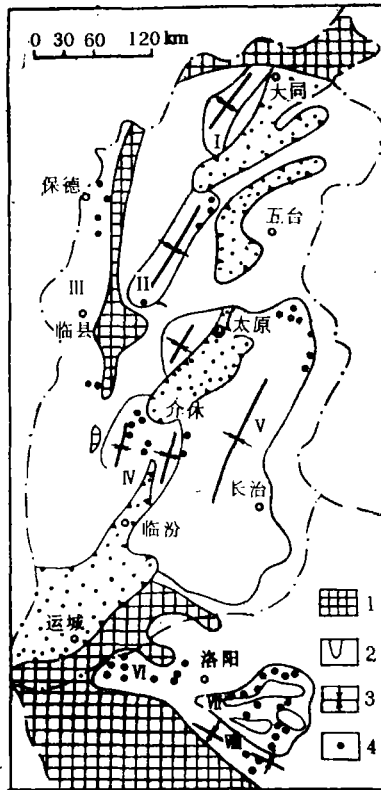
太行山复背斜南端,即豫北焦作一带,无工业铝土矿,为区内耐火粘土矿的集中产区之一。

区内铝土矿的产出,严格受石炭系本溪组的层位控制。本溪组依沉积组合可分为下、上两个岩段。下段(铁铝岩段)即含矿岩系,以富铁铝质为特征。底部从奥陶系或寒武系碳酸盐岩侵蚀面开始,依次沉积铁质岩、铝质岩、泥质岩,顶部往往出现碳质页岩,薄煤或煤线。该铁铝泥质岩沉积序列,区内普遍发育,且变化大致相同。上段(半沟段)由灰岩、砂岩、砂质页岩、页岩、铝土页岩、黑色页岩等组成,为典型的海陆交互沉积。铝土矿成矿,主要与本溪组下段含矿岩系有关。

二、成矿富集规律

(一)成矿沉积格架

晋豫(西)石炭系本溪组铝土矿分布于华北地台中西部。在其形成过程中,总体受



1.古陆古岛2.新生代断陷盆地3.向斜轴4.工业铝土矿

图1 晋豫(西)本溪组铝土矿床分布图

Fig. 1 Distribution of bauxite deposits of Benxi Formation in Shanxi and Western Henan

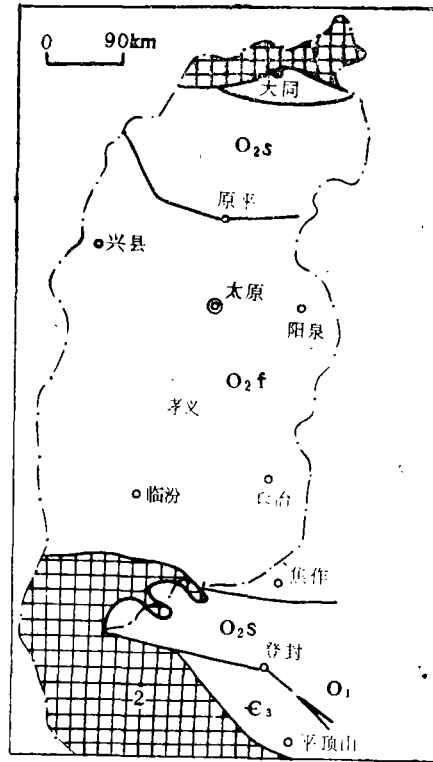


图2 晋豫(西)本溪组沉积基底地层分布图

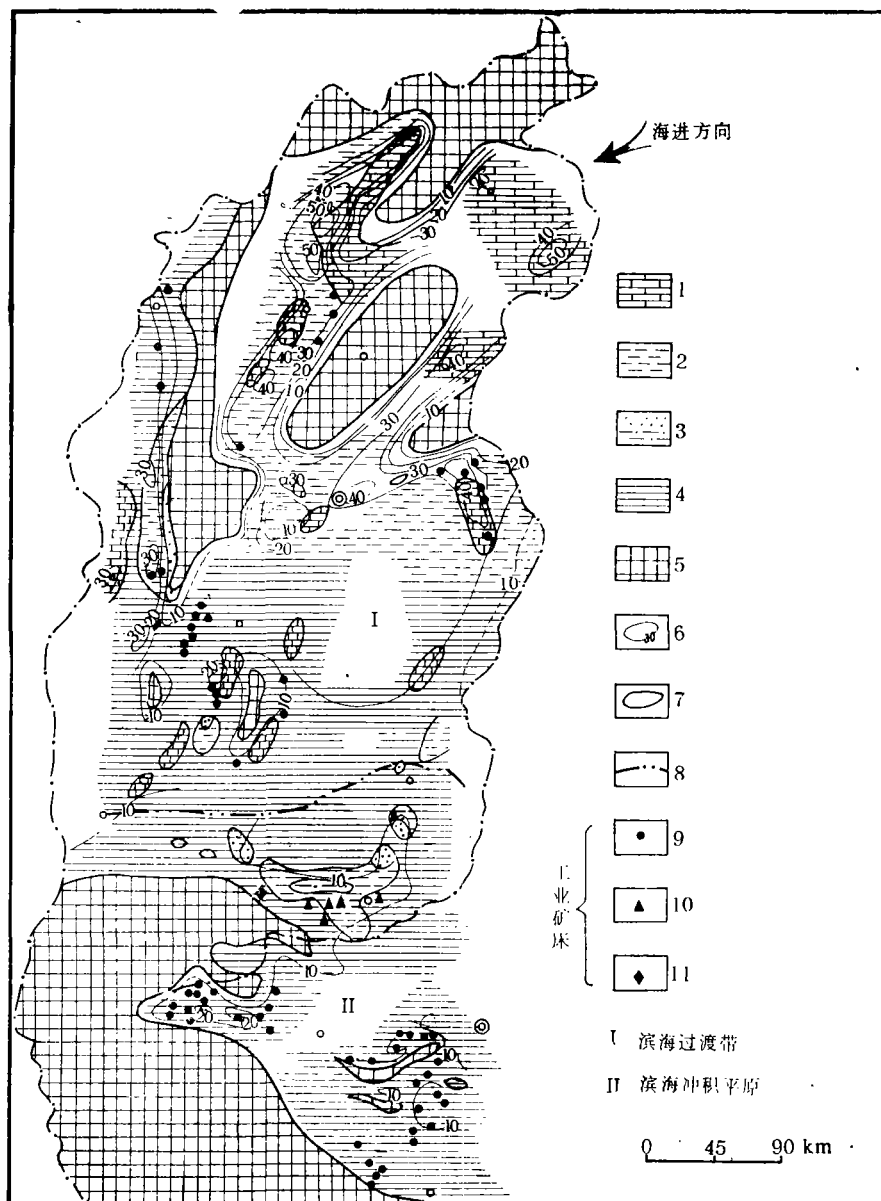
Fig. 2 Distribution of depositional basement strata of Benxi Formation in Shanxi and Western Henan

到阴山及秦岭两个东西向构造带之间一级巨型拗陷——华北拗陷的控制^[1]。根据有关钻孔剖面，处于该巨型拗陷中西部的晋豫(西)本溪组铝土矿的沉积北界约在大同云岗—左云一线，南界约在三门峡—鲁山一线以南。成矿沉积总体表现为一南北高中间低的“盆地”式沉积(图2)。盆地内部，依据沉积等厚图、沉积相图，可勾划出阳曲—孟县和阳城—晋城两条隐伏的区域性东西向构造带，还可划出呈南北向或北东向展布的吕梁、原平、阜平、中条山、嵩山、箕山等古岛、古半岛或水上一水下古高地(图3)。这些古构造隆起及其旁侧相对低凹的负地形，控制着本溪组的分布、厚度及沉积相的变化，并对铝土矿及其共生矿产的形成和富集有重要意义。

(二) 主要富集规律

1. 铝土矿产于奥陶系或寒武系碳酸盐岩侵蚀面之上，本溪组下段含矿岩系之中上部。矿层下界距侵蚀面2—7米，局部直接覆盖于侵蚀面上，富矿一般出现在矿层中部。

2. 含矿岩系自下而上具有铁—铝—硅的沉积序列。垂向上铁质递减、铝质递增，及至矿层中部之粗糙状(砂状)铝土矿，Al₂O₃含量高。呈优质铝土矿或优质高铝粘土



1.生物屑灰岩—泥岩相, 2.砂岩—泥岩相, 3.砂岩相泥岩—砂岩相, 4.铁铝泥岩相
 5.古陆古岛, 6.厚度等值线, 7.岩相分界线, 8.古地理分区线, 9.铝土矿
 10.黄铁矿, 11.菱铁矿 注: 国内地名同图1

图3 晋豫（西）本溪期岩相古地理略图

Fig. 3 Lithofacies-Paleographic sketch of the Benxi age in Shanxi and Western Henan

矿。再向上铝质减少, 硅质增高, 经豆觚状或碎屑状铝土矿, 过渡到稀疏觚状、致密状硬质耐火粘土矿。水平方向上, 无论从区域或局部地区来看, 铝土矿常成富集中心。自中心向外, 富矿变为贫矿, 乃至耐火粘土矿或铝土质岩石。

3. 铝土矿与黄铁矿异地而生。同一矿区罕见铝土矿与黄铁矿同时形成工业矿体。普遍规律是，在含矿岩系底部形成有工业意义的黄铁矿矿床时，中上部一般形不成铝土矿床，反之亦然。如阳泉—平定地区的铝土矿床，即与黄铁矿床相间分布。而山西式铁矿（与黄铁矿层位相当）却往往成为铝土矿区重要的共生矿产。

山西式铁矿-铝土矿-耐火粘土矿沉积序列，构成含铝岩系；黄铁矿-铝土岩-粉砂质粘土岩沉积序列，则构成含硫岩系。铝土矿（床）仅与含铝岩系有关（图4）。

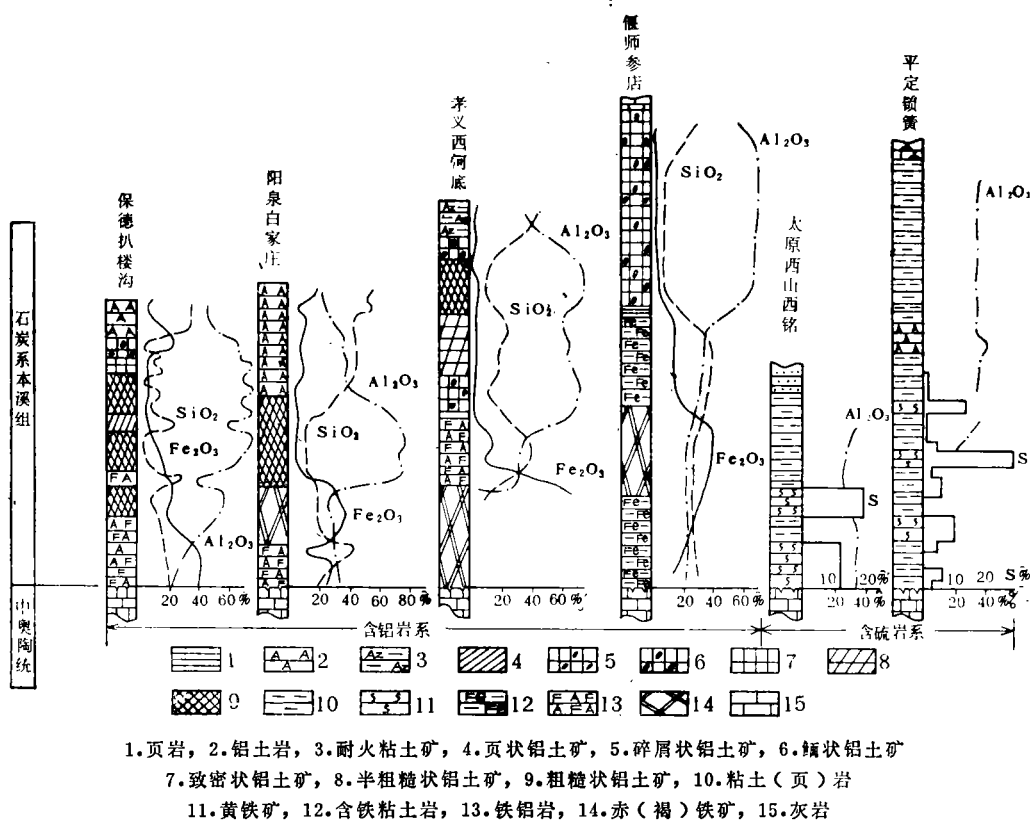


图4 含矿岩系化学组分变化图
 Fig. 4 Variations in chemical compositions of the ore-bearing rock series

4. 对铝土矿成矿有利的含铝岩系厚度为8—15米（溶斗状矿体例外）。当含矿岩系厚度 < 5米时，很少形成有工业意义的铝土矿床。

通常，矿层厚度与品位成正相关关系，厚度越大，品位也越高，在矿层中部形成优质铝土矿的可能性也越大。

5. 铝土矿成矿与含矿岩系岩性及岩相有密切关系。对含矿岩系中泥质岩（粘土矿、粘土岩、页岩）、铝质岩（铝土矿、铝质岩）、铁质岩（铁矿、铁铝岩、含铁粘土岩），三种岩石类型采用三角岩比法研究结果表明，铝土岩主要与泥质岩-铝质岩及铝质岩-泥质岩相有关。

6. 含矿岩系岩矿组合及铝土矿物质组分, 自北(西)向南(东)区域上具分带富集规律。

(1) 宁武—兴县以北, 即山西西北部地区为高铁铝土矿带。该区已知保德天桥、扒楼沟及兴县贺家圪台等矿区, 铝硅比值平均在6.63—8.16, 三氧化二铁平均含量达8.85—14.78%。

(2) 宁武—兴县以南至长冶—临汾以北, 包括孝义、阳泉等重要铝土矿区在内的山西中北部地区, 为高铝—高硅—低铁铝土矿带。该带为山西目前铝土矿床的重要分布区。

(3) 山西东南部阳城—晋城—高平—陵川一带, 为一黄铁矿成矿带, 很少发现有较大工业意义的铝土矿床。

(4) 豫北焦作地区, 铝土矿不发育, 以形成硬质耐火粘土矿和软质耐火粘土矿为主, 高铝粘土矿次之的耐火粘土矿带。

(5) 晋南平陆—豫西三门峡—新安及嵩箕地区, 又复为一高铝低铁铝土矿带。此带与山西中北部地区具有某些类似的特征, 唯二氧化硅含量较低, 因而铝硅比值较高, 矿石较富。

7. 古陆、古岛或古高地附近的低凹部位是铝土矿成矿的有利场所。而汇水盆地边坡上的次级凹陷, 是铝土矿富集的主要地带。

区内已知近200处矿床(点), 大部围绕古陆、古岛或古高地分布。如保德—中阳的铝土矿, 分布于吕梁古岛西侧, 孝义地区的铝土矿分布于吕梁古岛的南端, 原平地区的铝土矿, 分布于原平古岛西侧, 而晋南平陆—豫西地区的铝土矿则为秦岭大别古陆和中条古半岛所环抱。

大量普查勘探资料证明, 基底低凹部位, 矿体厚度大、品位高, 凸起处变薄乃至尖灭。赋存于岩溶漏斗中的矿体, 一般为富矿。

8. 沉积基底的准平原化程度及岩溶地形发育程度, 直接影响着铝土矿的形态产状及品位变化。资料表明, 本区准平原化程度及岩溶地形发育程度的总趋势是自晋北—晋中—晋南—嵩箕地区逐渐增高。反映在铝土矿的形态产状及品位上, 也有相应的变化。北、中部矿体形态较简单, 品位相对较低; 南部矿体形态较复杂, 品位相对较高。

三、沉积环境探讨

本溪组上段, 属海陆交替相沉积, 相标志比较清楚。对本溪组下段含矿岩系特别是铝土矿的沉积环境, 目前尚有争议, 因此本文着重讨论下段含矿岩系的沉积相标志, 以便进而探讨铝土矿的沉积环境。

(一) 沉积相标志

1. 古生物标志 根据多年来积累的“G层铝土矿”和“山西式铁矿”的普查勘探资料和见诸刊物的文章、有关专题研究及笔者等野外和室内镜下观察, 在铝土矿层中尚未发现动物化石。但据煤炭科学院地质勘探分院资料, 在太原西山本溪组底部相当山西

式铁矿层位上,采到了有孔虫化石¹⁾,在黄铁矿中采到了海相叠层藻及红藻化石,经对黄铁矿硫同位素测定, $\delta^{34}\text{S} = +16.83\%$,表明是海洋硫酸盐硫²⁾。

含矿岩系顶部泥质岩中,局部发现有动物化石。如山西阳泉白家庄,见有 *Chonetes* sp., *Strophomena* sp. 等腕足类化石,中阳大石碛见有珊瑚幼体;河南博爱柏山见有 *Dictyoclostus* sp. 及瓣鳃、腹足类化石。

含矿岩系中的植物化石,相对比较丰富。但主要出现在铝土矿层之上的粘土岩,页岩中。保存比较好的有 *Neuropteris gigantea*, *Linopteris neuropteroides*, *Sphenopteris emerginatum*, *Calamites* sp., *Lepidostrobophyllum* sp., *Cardaites* sp., *Lepidodendron* sp. 以及 *conchfphyllum richthogenii* 等。

值得注意的是,在山西保德张家沟铝土矿层之上黑色页岩中采到昆虫(翅膀),河南新安张窑院、博爱柏山、沁阳常平等矿区粘土岩中有脐根座化石;阳泉白家庄、孝义克俄及禹县方山铝土矿中见有粗大的植物枝杆化石和植物印痕。

2. 微量元素标志 目前国内外利用泥质岩中某些微量元素及元素对比值,判断沉积环境。本区含矿岩系中粘土岩微量元素含量同国内外有关资料对比见表1。

(1) 硼(B)和镓(Ga) 一般认为海相沉积物中硼含量高于100ppm,陆相沉积物中低于100ppm。镓在海相沉积物中的含量也高于陆相沉积物。

本区铝土矿层间夹层及其顶板粘土岩中硼含量均小于100ppm。据同济大学资料,淡水中硼 $<44\text{ppm}$,半咸水中为44—92ppm,正常海水中 $>92\text{ppm}$,则本区上述粘土岩相当淡水—半咸水沉积物。

孝义地区铁铝岩之下粘土岩提纯后分析结果,硼含量高达1040ppm。这与太原西山大致相同层位找到动物化石是相吻合的。

粘土岩中镓的含量较高,相当海相沉积物,但从B/Ga比值看,除本溪组底部粘土岩相当海相沉积物外,其余均相当陆相沉积。

(2) 锶和钡 据研究Sr/Ba比值大于1者为海相沉积,小于1者为大陆沉积,本区粘土岩Sr/Ba比值均大于1。

(3) 铷和钾 Rb/K比值随盐度变化。其比值可作为沉积时水中含盐度的标志。本区粘土岩中Rb/K比值相当淡水—微咸水沉积物。

此外,从镍、铬、钒等元素含量看,本区铝土矿顶板粘土岩与大陆沉积物相近,其余大都相当海相沉积物。

3. 硫、氧同位素特征 含矿岩系底部粘土岩中,常见星散状黄铁矿。据孝义西河底,平定谷头硫同位素测定结果, $\delta^{34}\text{S}$ 分别为29.5‰和29.2‰,表明为局限、半局限盆地,属海洋硫酸盐硫。

铝土矿层及其上部粘土岩中矿物氧的稳定同位素测定结果见表2。

一般认为,淡水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值较海水低,石炭纪海水中 $\delta^{18}\text{O}$ 值(SMOW)为20—24‰。

1)煤炭科学院地质勘探分院,山西省煤田地质勘探公司,1984,太原西山煤田含煤地层及沉积环境,地质导游指南。

2)庄军,1982,原生黄铁矿对研究含煤地层沉积环境的意义,武汉地院资料馆情报室,地质科技情报(增刊)。

表1 含矿岩系中粘土岩微量元素分析结果
Table 1 Analysing results of microelements in clay rocks in the ore-bearing rock series

环境或沉积物	样品数	含量 (ppm)											备注	
		B	Ga	Sr	Ba	Rb	K	Ni	Cr	V	B/Ga	Sr/Ba		Rb/K
古代海水*	20	123.6	25.3	7000-8000	6000-1000			41.8	91.9	118.2	4.9	>1	0.006	Sr、Ba为现代海底样, 样品数13
古代淡水*	13	39.7	16.2	260-250	1600-460		23.2	41.3	72.2	2.4	<1	0.0026	Rb/K比值为现代河底沉积, Sr、Ba样品数不详	
铝土矿顶板粘土岩	8	90	35.6	30.8		0	236.7			2.53		0	Ba含量低于化学分析灵敏度	
铝土矿顶板粘土岩	56		10.5	132	<100		23	55.4	59.6		>1			
铝土矿顶板粘土岩	32		41.61	33.08	11.61	4	34.43	142.4	95.82	0.77	2.85	0.002	四件样品自下而上代表不同层位。由地矿部矿床研究所提纯后分析	
粘土岩	82		36.47	139.90	29.41	9	65.90	134.1	136.9	2.25	4.76	0.0045		
铝土矿夹层粘土岩	66		28.36	298.10	25.59	3	49.48	147.7	159.0	2.33	11.3	0.0015		
铁铝岩之下粘土岩	1040		31.50	720.4	187.70	89	16.52	106.1	161.1	33.02	3.84	0.0046		

* 引自刘宝顺主编《沉积岩石学》

表2 矿物稳定氧同位素分析结果

Tale 2 Analysing results of stable oxygen isotopes of minerals

样号	采样地点	层位及岩	测定矿物	$\delta^{18}\text{O}\%$ (SMOW)	国外有关资料
		石名称	名称		
83孝 08	克俄铝土矿	矿层之上高岭 石粘土矿	高岭石	+18.1	美CuRo海湾滨海地区海水中自生粘土矿物 $\delta^{18}\text{O}$ (SMOW) 18—20%, 密西西比河自生粘土矿物为16—18% (S.M.Savin, 1977)
83孝 03	"	矿层	地开石	+16.1	
83孝 06	"	矿层	水硬铝石	+7.9	

本区含矿系中高岭石、地开石 $\delta^{18}\text{O}$ 值低于石炭纪海水,但差值不大,显示沉积物受淡水影响,而一水硬铝石的 $\delta^{18}\text{O}$ 值则远低于石炭纪海水,可能是风化作用形成,呈机械碎屑悬浮物搬运沉积。

4. 沉积构造及结构标志 铝土矿及其上部的粘土岩(矿),呈厚层块状,不显层理,偶见水平纹层,局部具页片状。镜下可见显微纹层结构,碎屑长轴呈定向排列。结构较均匀的粗糙状铝土矿,有软泥流形变现象。

铝土矿结构有致密状、粗糙状、碎屑状、豆鲕状等几种,各类型间呈渐变过渡关系。对铝土矿中的碎屑和鲕粒的成因及其是否具有能量和环境意义,目前尚无一致认识。根据野外和镜下观察及大量剖面统计,粗糙状矿石一般位于矿层中部,而碎屑状和豆鲕状矿石多出现于矿层上、下部。分选好、磨圆度高的碎屑,常同鲕粒共生;分选差的碎屑,则多呈浑圆状或次棱角状。

上述特征表明,在铝土矿沉积过程中,水体处于宁静-间歇动荡的状态,导致铝土矿层中不同结构类型的矿石在纵向上呈规律性分布及其独特的沉积构造。

(二) 沉积相分析

含矿岩系包括泻湖-海湾、滨海湖泊的铁铝质岩相及沼泽-泥炭沼泽的粘土岩、碳质岩相。不同地区,其剖面结构大致相同(图5、6、7)。

1. 泻湖-海湾、滨海湖泊铁铝质岩相 含矿岩系底部侵蚀面之上相当山西式铁矿层位,浅部一般为铁质粘土岩夹赤、褐铁矿,深部往往相变为泥质岩含黄铁矿。前者形成于滨湖至浅湖区氧化环境,后者是深湖区还原环境的产物。本层含海相动物化石,黄铁矿硫同位素测定结果表明为海洋硫酸盐硫。

铝土矿层中迄今未找到动物化石,植物化石多为碎片,少见完整的枝干,从其生态看,属异地埋藏。这些植物枝叶碎片,是被缓慢流动的水体带到湖盆中沉积下来的。

铝土矿呈块状构造,层理不清。其中结构均匀的粗糙状矿石和致密状铝土岩,是在平静水体中单一物质垂向加积形成。在水体动荡的条件下,形成鲕状及碎屑状矿石。某些地区铝土矿层中夹有煤线,表明铝土矿沉积过程中,短期出现沼泽。

氧同位素及微量元素含量表明,含矿岩系自下而上,沉积物有由海水向半咸水—淡水

岩性	岩相	主要相标志	解释
		铝土页岩,具水平纹层,含大量植物化石碎片	沼泽相
		铝土岩,水平层理	
		铝土页岩,水平层理	
		黑色页岩,具水平纹层,含大量植物化石并含昆虫(瓣鳃)化石	
		含铁粘土岩及粘土页岩,块状及水平层理 少见波状纹层,含鳞木等植物化石	滨海湖沼相
		豆瓣状、碎屑状铝土矿,块状层理	
		半粗粒状铝土矿,水平层理	
		含铁质铝土页岩,水平层理	
		粗粒状铝土矿,下部含铁质团块,块状层理 上部显水平纹层	
		高铁铝土矿,铁质铝土矿相间呈条带	
		含铁粘土岩,有铝土质角砾层分布 角砾状灰岩;白云质灰岩(O ₂ F)	

图5 保德张家沟含矿岩系剖面结构图

Fig. 5 Sectional sequence of the ore-bearing rock series at Zhangjiagou in Baode County, Shanxi Province

岩性	岩相	主要相标志	解释
		沙质页岩,具细薄的水平层理,含多层同生菱铁矿结核	沼泽相
		泥质粉砂岩,水平层理,层厚3-6厘米,上部含带孔虫等植物化石,顶部20厘米钙质结核	
		紫色页岩,水平层理	
		耐火粘土岩,块状层理	淡化与湖相
		鲕状铝土矿	
		粗粒状铝土矿,块状层理	
		鲕状铝土矿,具层纹不规则的水平层理	
		铝土页岩,水平层理	
		褐铁矿,底部结核状,上部薄层状,含植物石灰岩(O ₂ F)	

图6 孝义石公村含矿岩系剖面结构图

Fig. 6 Sectional sequence of the ore-bearing rock series at Shigongcun in Xiaoyi County, Shanxi Province

岩性	岩相	主要相标志	解释
		含粉砂质粘土岩,块状层理,上部夹煤线	沼泽相
		页岩,夹3-20厘米的煤线多层	
		耐火粘土岩夹致密状铝土矿,块状层理 顶部含脐根化石	滨海湖沼相
		粗粒状铝土矿,含豆粒,块状层理	
		铝土岩,稀碗豆瓣粒结构,块状层理	
		铝土页岩,含铝铁质结核,水平层理	
		铝土岩,含黄铁矿,上部黄铁矿呈瘤状结核状 下部呈星点状及致密块状之扁豆体	
		铝土岩夹赤铁矿条带及褐铁矿结核	
		铁质粘土岩 铝土岩夹结核状团块状赤(褐)铁矿	
		石灰岩(O ₂ S)	

图7 新安张窑院含矿岩系剖面结构图

Fig. 7 Sectional sequence of the ore-bearing rock series at Zhangyaoyuan in Xinan County, Henan Province

转变的趋势。

2. 沼泽-泥炭沼泽粘土岩、碳质岩相 铝土矿沉积以后,由于水体变浅,向沼泽过渡。因植物繁盛,介质条件由中偏碱性转化到酸性或弱酸性,有利于二氧化硅的沉淀,故在铝土矿之上,普遍沉积了一层粘土岩(矿)。

随着水体进一步变浅,沼泽或泥炭沼泽遍及全区,在粘土矿之上,沉积了铝土页岩、泥岩、砂质页岩、黑色页岩等。其岩性变化较大,富含植物化石,局部见昆虫化石。在含矿岩系顶部,普遍出现煤线或碳质页岩。

从以上分析可以看出,含矿岩系在纵向上普遍具有从湖泊向沼泽演化的相序规律。

(三) 古地理概述

本区处于内蒙古陆与秦岭大别古陆之间的拗陷带上。中奥陶世晚期,受加里东运动影响上升为陆,在大约一亿五千万年的漫长地质历史时期,经受风化剥蚀夷平以致准平原化。到石炭纪本溪期,在海西运动影响下,逐渐下降接受沉积。

当时,本区处于滨海平原——晋豫(西)滨海平原环境。区内古地理景观的基本特征是在准平原化及岩溶地形不同程度发育的背景上,高地与凹地相交错,地形呈现大小不平的态势。

本溪早期,来自东部古太平洋的海水,首先侵及辽宁、鲁南、苏北一带。晚期,海侵活动加剧,海水从东北方向侵入本区,以太原西山半沟灰岩为代表,揭开了区内海侵活动的序幕,接受了以*Fusulina—Fusulinella—Beedeina*为代表¹⁾的海相碳酸盐岩沉积。

本区含矿岩系位于上述海相层之下,铝土矿的沉积,当在大规模海侵活动之前,但因处于滨海平原环境,在大规模海侵活动前,曾不断受到短期海水内泛(海泛)影响。在温暖潮湿多雨的气候条件作用下,造成了铝土矿成矿时区内泻湖—海湾、滨海湖泊及沼泽等过渡环境十分发育。

由于所处古地理位置及距海远近不同,古地理景观及气候也有所差别,故晋豫(西)滨海平原还可分为两个亚型。其分界大致在山西南部长治—乡宁一线。该线以北属滨海过渡带,以南属滨海冲积平原(图3)。前者主要发育泻湖—海湾及滨岸沼泽,后者则以滨海湖泊及沼泽为主。

还应当指出,在含矿岩系沉积过程中,区内大小湖泊周围,沼泽广布,而这些沼泽不仅有流动和闭塞之分,且水体咸淡有别。但总的来看,沼泽中以形成粘土岩为主,对铝土矿成矿不利。

本文是在编制晋豫(西)本溪期铝土矿成矿远景区划的基础上写成的,实际上是集体劳动的成果。成文前承蒙贵州省地矿局廖士范总工程师的启发和鼓励,成文后又经廖总审阅和指导,笔者深表感谢。文中插图系我队骆兰欣,李秀茹、边建一、范巧莲等同志代为清绘,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 韩德馨、杨起主编,1980,中国煤田地质学(下册),煤炭工业出版社。
- [2] 武汉地质学院煤田教研室,1981,煤田地质学(上册),地质出版社。

1)王柏林等,1979,山西石炭纪地层古生物特征及其有关问题的讨论。山西区测,第2期。

A PRELIMINARY STUDY ON THE SEDIMENTARY ENVIRONMENT AND THE RULE OF MINEROGENETIC ENRICHMENT OF THE BENXI AGE BAUXITES IN SHANXI AND WESTERN HENAN

Zhen Bingqian Chai Donghao

(The 216th Geological Brigade, Shanxi Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Located in Shanxi and Western Henan, the Benxi age bauxites are an important minerogenetic region in China. By drawing division maps of minerogenetic prospect in the above region, the authors have made an initial approach to its geological features, the rule of enrichment and its sedimentary environment.

1. The bauxites are distributed in the depression belt between Inner Mogolia and Qingling-Dabei paleoland. It is strictly controlled by the horizons of Carboniferous Benxi Formation. The lower boundary of ore beds is two to seven meters away from the Ordovician or Cambrian paleoerosional surface. The rich lodes occur in the middle part of the ore beds. Its grade is in direct correlation to the thickness. The thickness of ore-bearing rock series is favourable to the formation of the bauxites. It is eight to fifteen meters thick, and the lithofacies are muddy rock-aluminous rock phase and aluminous rock-muddy rock phase.

2. The ore-bearing rock series can be divided into two kinds; the aluminum-bearing rock series and sulfur-bearing rock series. The bauxite deposits are related only to the aluminium-bearing rock series. In the light of association of rock and mineral and material compositions of the ore-bearing rock series, the ore deposits possess the following zonal characteristics from NW to SE; a) High iron bauxite zone; b) High aluminium-silicon and low iron bauxite zone; c) pyrite zone; d) Fire clay ore zone; and e) High aluminium and low silicon-iron bauxite zone.

3. According to sedimentary environmental indexes of the ore-bearing rock series, such as paleontological assemblage, sedimentary structures and textures, microelements, sulfur and oxygen isotope composition (See Table 3), and the analysis of sectional sequences, we can see that the ore-bearing rock series in this region follow a common law of evolution from lake facies to marsh facies, whereas the bauxites formed before swampiness.

4. It has been proved that the ore-bearing rock series are all located under the

marine beds which contain Brachiopoda, Fusulina, Coral, etc., Therefore, the bauxite formed and accumulated before the large-scale transgression of the Benxi age. Because the region was in the littoral plain environment, momentary floods of sea-water (seaflood) had played a certain role in the mineralization of the bauxites before the biggest sea transgression occurred.

Therefore, the sedimentary environment of the bauxites of Carboniferous Benxi Formation in Shanxi and western Henan is neither shallowsea nor continental deposit. They formed in the coastal transitional environment (the northern and middle parts of Shanxi) and in the baylagoon or littoral lake of the alluvial plain (Southeastern Shanxi and Western Henan).