

河南省禹州方山矿区高钾铝土矿的地质特征

马红义

(河南省地质矿产勘查开发局第二地质环境调查院, 郑州 450053)

摘要: 禹州方山铝土矿是河南省已知铝土矿勘查区中含钾量最高的一个矿区。方山高钾铝土矿赋存于石炭系上统本溪组中, 硬质黏土是构成高钾铝土矿的主体, 高钾铝土矿层最厚 79.47 m, 最薄 1.98 m, 平均 18.78 m; 主要含铝矿物为一水硬铝石, 高钾铝土矿的化学成分与铝土矿基本相同, 全矿区 $w(K_2O)$ 的平均值为 3.75%, 最高 10.16%, 最低 0.04%。矿区很少有云母等含钾矿物的存在, 高钾铝土矿中的 K_2O 不完全来源于含钾矿物, 也非矿区内仅存交换吸附阳离子能力最低的高岭石所致, 况且方山铝土矿周边的寒武系张夏组水泥灰岩中 $w(K_2O) < 2\%$, 在方山地段含铝岩系中能形成 $w(K_2O)$ 超过 10% 的地层实属罕见, 方山铝土矿中 K_2O 的来源尚需进一步研究。

关键词: 高钾铝土矿; 地质特征; 禹州矿区; 河南省

中图分类号: P613; P618.45 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)01-0095-06

1 区域地质背景

河南省禹州铝土矿带位于华北地层区豫西—豫东南分区嵩箕小区二级构造单元嵩箕台隆^[1]东南缘的白沙—许昌复向斜西段。区域构造期次多, 褶皱及断裂均发育, 较明显的构造运动有嵩阳运动、中岳运动和燕山运动。该区基底强烈褶皱变质, 盖层具开阔的复式背斜、向斜及相应的断裂。白沙复向斜贯穿整个禹州地区, 轴向 NW-SE, 在向斜两翼形成中低山区。NE 翼受 NE 向、NW 向和近 EW 向断裂的影响, 区内的元古界、古生界、中生界被切割成为菱形、三角形断块; 石炭系含铝岩系也被切分为一个个长方形断块, 倾向 NW, 倾角 $10^\circ \sim 45^\circ$ 。SW 翼受 NE 向断裂的影响, 地层被切割为菱形、三角形断块, 在向斜扬起部位分布有三叠系、二叠系、石炭系和寒武系, 地层倾向 E, NE, N, 倾角 $10^\circ \sim 25^\circ$ 。区内有 3 条铝土矿带: 北部的玩花台—扒村铝土矿带^[2] (包括登封的告成、王村、岳窑等矿区, 禹州的茱庄、马沟、扒村等矿区)、西部的方山—鸠山铝土矿带 (包括登封的费庄、掘沟等矿区, 禹州的方山、赵庄、楚黄

庄等矿区)、南部的磨街—朱屯铝土矿带 (包括禹州的西黄沟、磨街、鸿畅等矿区)。

2 高钾铝土矿的分布与厚度

2.1 高钾铝土矿的分布

河南省禹州铝土矿带方山矿区高钾铝土矿^[3]赋存于石炭系上统本溪组中, 呈层状、似层状及透镜状产出 (图 1)。本溪组下段 (C_2b^1) 的硬质黏土、黏土页岩、铁质黏土及本溪组中段 (C_2b^2) 的铝土矿主要呈层状、似层状; 本溪组中段铝土矿中的夹石及本溪组上段 (C_2b^3) 的硬质黏土、黏土质页岩主要呈透镜状。在区域含铝岩系或矿区内, 本溪组下段主要为硬质黏土, 次为铁质页岩; 硬质黏土、黏土页岩或铁质页岩有时呈互层产出; 硬质黏土位于该段的中上部, 黏土页岩居中, 铁质页岩多见于下部。本溪组中段铝土矿层中的夹石除两段页岩外多为硬质黏土。本溪组上段主要为硬质黏土。据统计, 方山矿区硬质黏土和黏土页岩采样总长 1 050.47 m, 其中硬质黏土为 786.25 m, 占总样长的 74.85%, 可见硬质黏土是构成高钾铝土矿的主体。

收稿日期: 2012-01-07; **改回日期:** 2013-01-09; **责任编辑:** 赵庆

基金项目: 河南省地质勘查基金项目 (编号: 豫财建[2010]506 号) 的河南省禹州煤田煤下铝 (黏) 土矿预查子项资助。

作者简介: 马红义 (1968-), 男, 高级工程师, 学士, 长期从事地质勘查及研究工作。通信地址: 河南省许昌市建设路 12 号, 河南省地勘二院; 邮政编码: 450053; E-mail: xcmahongyi@163.com

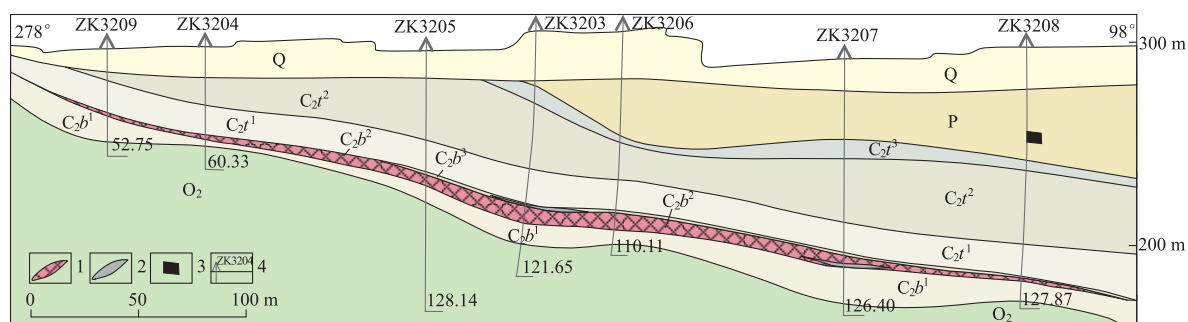


图1 禹州铝土矿带方山矿区 32 线剖面图

Fig. 1 Section along line 32 in Fangshan bauxite ore area

Q. 第四系; P. 二叠系; C_2t^3 . 上石炭统太原组上段; C_2t^2 . 上石炭统太原组中段; C_2t^1 . 上石炭统太原组下段;

C_2b^3 . 上石炭统本溪组上段; C_2b^2 . 上石炭统本溪组中段; C_2b^1 . 上石炭统本溪组下段; O. 奥陶系马家河组;

1. 铝土矿体; 2. 黏土矿体; 3. 煤层; 4. 钻孔

2.2 高钾铝土矿的厚度

方山矿区石炭系上统的高钾铝土矿, 最厚 79.47 m, 最薄 1.98 m, 平均 18.78 m。主层位本溪组下段最厚 48.22 m (ZK201 孔), 最薄 1.58 m (ZK2702 孔), 平均 11.27 m, 水平方向在矿区东北部最薄; 在 11 线—27 线, 最厚 8.5 m, 最薄 1.58 m, 平均 5.45 m; 在铝土矿较好的地段 ZK404 孔、ZK4 孔等厚度最大。本溪组中段最厚 57.95 m, 其中夹石最厚 5.40 m, 最薄 0.28 m, 平均 1.36 m。本溪组上段一般出露零星, 较连续地段在 28 线—32 线间, 最厚 3.00 m (ZK6002 孔), 一般 0.50~1.5 m。

3 高钾铝土矿的矿物成分和化学成分

高钾铝土矿样品的差热分析、X 光验证由前湖南冶金地质研究所以及武钢耐火材料厂完成; 薄片鉴定由武钢耐火材料厂完成。

3.1 矿物成分

(1) 铝土矿的矿物成分: 主要为一水硬铝石, 其次为三水铝石、高岭石、铁质矿物、金红石、锐钛矿、榍石、绢云母、水云母、白云母等。①一水硬铝石: 在高钾铝土矿中占矿物总量的 70%~98%, 颗粒极细, 一般为 0.01~0.1 mm; 其原生和后生共生, 后生的一水硬铝石呈脉状和不规则粒状集合体分布, 局部生长在由菱铁矿形成的褐铁矿流失孔中; ②高岭石: 在铝土矿中含量不高, 最高约占 20%, 分布也不均匀, 呈胶结物出现, 部分充填于蜂窝孔中; 镜下常见高岭石被水铝氧石交代, 而水铝氧石又被一水硬铝石交代; ③绢云母、白云母、水白云母: 在铝土

矿中含量极微, 但在硬质黏土和黏土页岩中含量很高, 在铝土矿中分布不均匀, 局部呈团块鳞片状集合体, 多见于胶结物中; ④含铁矿物: 以褐铁矿、黄铁矿、菱铁矿等形式出现, 分布不均, 呈结核状、团块状、薄膜状、不规则细脉状沿裂隙充填, 集中见于矿层下部; 有的褐铁矿空洞呈菱形, 为菱铁矿的氧化矿物; ⑤金红石、榍石、斜长石、石英、玉髓: 含量极微, 颗粒极细。

(2) 硬质黏土、黏土页岩、铁质页岩的矿物成分: 主要为高岭石、云母, 次有水铝石、菱铁矿、黄铁矿、金红石、锐钛矿、石英、斜长石等。①高岭石: 为组成硬质黏土的主要成分, 在铝土矿和页岩中是次要成分, 在铝土矿中呈隐晶质或显微鳞片状, 见有条柱状水铝氧石和粒状、板柱状水铝石交代高岭石的现象; ②绢云母、白云母、水白云母: 在铝土矿中量少, 但在硬质黏土中为主要成分, 一般呈鳞片状或集合体; ③锐钛矿和金红石: 呈柱状, 多具磨圆, 有的构成鲕粒核心。

3.2 化学成分

高钾铝土矿的化学成分与铝土矿基本相同。全矿区 1 945 个样品平均 $w(K_2O) = 3.75\%$ (包括铝土矿在内), 最高 10.16%, 最低 0.04%。除铝土矿、硬质黏土外, $w(Al_2O_3)$ 平均为 40.42%, $w(K_2O)$ 平均为 6.59%。页岩中, $w(Al_2O_3)$ 平均 24.96%, $w(K_2O)$ 平均 5.98%。在水平方向上矿层越厚, $w(K_2O)$ 越高, 反之亦然。

$w(K_2O)$ 在矿层、矿石中的变化及与其他成分的关系如下:

(1) $w(K_2O)$ 与 $w(Al_2O_3)$ 的关系。对 1 945 个样品的分析结果, 按 $w(Al_2O_3)$ 不同区间内的 w

(K₂O)进行统计(表 1)可知, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 各区间所对应的 $w(\text{K}_2\text{O})$ 平均值随 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 的降低而增高, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 30\% \sim 40\%$ 时达到顶峰, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) < 30\%$ 时又相对降低, $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 呈明显的反比关系。如果将 Fe₂O₃ 和 CaO 的干扰全部排除, 表的右上角和左下角都会出现空白区, 将 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 不同区间内 $w(\text{K}_2\text{O})$ 的最高值和丰度值联结起来, 就可形成一条近自然的直线。

(2) $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 $w(\text{SiO}_2)$ 的关系。据 1 981 个样品分析结果统计, $w(\text{K}_2\text{O})$ 随 $w(\text{SiO}_2)$ 的增高而增高, 两者呈正比关系(表 2)。在表 2 的右下角为空白区, 将 $w(\text{SiO}_2)$ 各区间中 $w(\text{K}_2\text{O})$ 区间最多的样品数连线恰好成一条规则斜线。

(3) $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 Fe₂O₃/SiO₂ 的关系。为了解钾特别高时与 Fe₂O₃/SiO₂ 是否存在某种联系, 选择 $w(\text{K}_2\text{O}) > 4\%$ 的样品分析结果进行统计(表 3)。表 3 的右上角有一大空白区, 左上角有一小空白区, 说明

不同 $w(\text{K}_2\text{O})$ 区间对应一定的 Fe₂O₃/SiO₂ 区间。如 $w(\text{K}_2\text{O}) > 10\%$ 时集中在 Fe₂O₃/SiO₂ < 0. 9% 之区间; $w(\text{K}_2\text{O}) > 8\%$ 以上样品的丰度值集中较明显: $w(\text{K}_2\text{O}) > 10\%$ 的 6 个样品全部在 Fe₂O₃/SiO₂ < 0. 9% 的区间内, 而 $w(\text{K}_2\text{O}) > 9\%$ 和 $> 8\%$ 的样品数在 Fe₂O₃/SiO₂ < 0. 9 区间内分别占 41. 5% 和 41. 2%。

(4) $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 的关系。据统计, $w(\text{K}_2\text{O})$ 与 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 的关系不是很明显。 $w(\text{K}_2\text{O}) > 10\%$ 的 6 个样只出现在 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1\% \sim 6\%$ 的区间, 其中 3 个样集中在 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1\% \sim 2\%$ 的区间, 表明 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 与 $w(\text{K}_2\text{O})$ 呈不太明显的反比关系。特别是 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 较高时对 $w(\text{K}_2\text{O})$ 有直接的影响。

(5) $w(\text{K}_2\text{O})$ 与矿物成分的关系。差热分析表明: 硬质黏土热谱曲线特征从 340 °C 缓慢脱水失重, 一直到 800 °C 时才渐渐终止, 没有急剧失重的现象, 认为是绢云母、少量一水硬铝石及三水铝石的特征。

表 1 高钾铝土矿中 K₂O 与 Al₂O₃ 的关系

Table 1 Relationship of K₂O to Al₂O₃ in high potassium bauxite ore

Al ₂ O ₃	K ₂ O												最高 /%	最低 /%	平均 /%	占比 /%
	<1%		1%~2%		3%~5%		6%		7%~8%		9%~10%					
	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%				
>70	253	44.94	310	55.06									2.58	0.04	1.12	28.95
>60	37	8.77	307	72.75	78	18.48							4.83	0.05	1.76	21.70
>50	6	3.24	34	18.38	78	42.16	67	36.22					6.40	0.65	4.15	9.51
>40	7	3.21	13	5.96	48	22.02	129	59.17	21	9.63			9.15	0.20	5.66	11.21
>30	6	1.60	16	4.28	23	6.15	151	40.37	172	45.99	6	1.60	10.16	0.29	7.46	19.23
<30	1	0.55	8	4.37	35	19.13	120	65.57	19	10.38			9.25	0.50	6.11	9.41
合计	310	15.94	688	35.37	262	13.47	467	24.01	162	8.33	6	0.31	10.16	0.04	3.75	1945

测试单位: 河南省冶金地质三队, 1981; 量的单位: $w_B/\%$; 样数: 个。

表 2 高钾铝土矿中 K₂O 与 SiO₂ 的关系

Table 2 Relationship of K₂O to SiO₂ in high potassium bauxite ore

SiO ₂	K ₂ O												最高 /%	最低 /%	平均 /%	占比 /%
	<1%		1%~2%		3%~5%		6%		7%~8%		9%~10%					
	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%				
>40	5	2.48	5	2.48	22	10.89	13	6.44	85	42.08	72	35.64	10.16	0.29	7.85	10.2
>35	8	3.24	12	4.86	31	12.55	34	13.77	148	59.92	14	5.67	9.42	0.2	6.9	12.47
>30	3	1.66	5	2.76	52	28.73	74	40.88	47	25.97			8.25	0.46	6.1	9.14
>25	7	3.21	7	4.73	95	64.19	36	24.32	3	2.03			8.44	1.44	5.35	7.12
>20	1	0.80	11	8.80	111	88.80	2	1.60					6.18	0.87	4.41	6.31
>15	1	0.60	32	19.16	134	80.24							4.83	0.91	2.47	8.43
>10	5	2.35	172	80.75	36	16.90							3.76	0.6	2.41	10.75
<10	328	46.52	377	53.48									2.37	0.05	1.09	35.59
合计	351	12.67	621	31.35	481	24.28	159	8.03	283	14.29	86	4.34	10.16	0.05		

测试单位: 河南省冶金地质三队, 1981; 量的单位: $w_B/\%$; 样数: 个。

表 3 高钾铝土矿中 K_2O 与 Fe_2O_3/SiO_2 的关系Table 3 Relationship of K_2O to Fe_2O_3/SiO_2 in high potassium bauxite ore

K ₂ O	Fe ₂ O ₃ /SiO ₂															
	0.6~0.8		0.9		<1		<1.5		<2		<2.5		<3		>3	
	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%	样数	%
>10			6	100												
>9	30	36.6	34	41.5	13	15.9	5	6.1								
>8	34	25.0	56	41.2	23	16.9	23	16.9								
>7	48	30.6	34	21.7	20	12.7	53	33.8	2	1.3						
>6	35	21.9	22	13.8	17	10.6	58	36.3	25	15.6	3	1.9				
>5	24	14.5	14	8.4	6	3.6	38	22.9	43	25.9	35	21.1	6	3.6		
>4	12	8.4	9	6.3	3	2.1	19	13.3	30	21.0	27	18.9	21	14.7	22	15.4
合计	183	21.5	175	20.6	82	9.6	196	23.1	100	11.7	65	7.7	27	3.2	22	2.6

测试单位:河南省冶金地质三队,1981。量的单位: $w(K_2O)/\%$;样数:个。

岩矿鉴定和化学分析表明:样品 K5 中黏土占 5%,水云母微量, $w(K_2O)=4.25\%$;样品 K15 中高岭石占 10%,水白云母微量,黏土占 1%, $w(K_2O)=4.06\%$;样品 K1 和 K2 中黏土占 8%~17%,高岭石、水云母、白云母均未见, $w(K_2O)=1.61\% \sim 1.83\%$ 。可见, $w(K_2O)$ 的高低与云母类矿物有密切关系。再有,样品 K11 中高岭石占 35%~40%,含有白云母,而 $w(K_2O)=6.35\%$;样品 K10 中高岭石占 20%~25%,白云母少量, $w(K_2O)=4.84\%$;样品 K9 中高岭石占 20%,黏土、白云母、水云母等均未见, $w(K_2O)=2.59\%$ 。3 个样品说明,高岭石等黏土矿物对 $w(K_2O)$ 的高低有一定影响。

4 高钾铝土矿中 K_2O 的来源

普遍认为 K_2O 来源于云母类矿物,但在矿区发

现很少有云母类矿物的存在。如果按此推论,矿区矿石中有较高的 $w(K_2O)$,其中的含钾矿物应是不难发现的。从表 4 可知^[4],若 K_2O 完全来源于含钾矿物,那么矿区平均 $w(K_2O)=3.75\%$,其含钾矿物的实际占有率就应为 31.78%~93.75%。矿区高钾岩石以硬质黏土、黏土页岩为主,若这类岩石以绢云母、水白云母为主要矿物,则区内 $w(K_2O)$ 最高为 10%,其含钾矿物的实际占有率应为 90.91%~142.86%,但这与矿区的实际情况不相符合,由此证明矿石中的含钾矿物并非 K_2O 的主要来源。

黏土矿物对阳离子钾等有交换吸附作用。已知矿区内能交换吸附阳离子的黏土矿物为高岭石,而高岭石是黏土矿物中交换吸附能力最低的,通常每 100 g 干样仅能交换 10 mg 当量的阳离子。吸附能力较强的蒙脱石(每 100 g 干样可交换 80~150 mg 当量的阳离子)等尚未发现。因此仅就高岭石的交换吸附作用对矿石 K_2O 的影响也是不够的。

表 4 高钾铝土矿中含钾矿物占有率

Table 4 Occupancy of K-bearing minerals in high potassium bauxite ore

含钾矿物名称	理论占有率/%	实际占有率/%			
		$w(K_2O)=0.04\%$	$w(K_2O)=3.75\%$	$w(K_2O)=5.00\%$	$w(K_2O)=10.00\%$
白云母	11.8	0.34	31.78	42.37	84.75
绢云母	11	0.36	34.09	45.45	90.91
	8	0.50	46.88	62.50	125.00
水白云母	10	0.40	37.50	50.00	100.00
	7	0.57	53.57	71.43	142.86
伊利石	7	0.57	53.57	71.43	142.86
	4	1.00	93.75	125.00	250.00

资料来源:河南省禹县方山矿区铝土矿勘探报告,1983。

表 5 河南省主要铝土矿区的 $w(K_2O)^{[5]}$
Table 5 $w(K_2O)$ content in main bauxite district of Henan province

矿区	陕县杨庄、 杜家沟	渑池焦地、 贾家洼	偃师焦村、 夹沟	巩义涉村、 钟岭、水头	新密岳村、 赵沟、刘楼沟	登封大冶、 王村	宝丰边庄	鲁山梁洼	禹州苌庄	禹州方山
$w(K_2O)/\%$	0.02~ 2.60	0.045~ 3.55	0.005~ 5.26	0.01~ 2.14	0.02~ 2.61	0.21~ 2.54	0.10~ 4.41	0.18~ 4.09	0.12~ 0.69	0.04~ 10.16
平均值/ $\%$	0.73	0.73	0.63	0.97	1.19	0.66	1.65	2.24	0.34	3.75

河南省是我国重要的铝土矿资源基地之一,铝土矿主要分布在豫北的济源—焦作一线、三门峡—洛阳—郑州与三门峡—平顶山一线的狭长三角地带^[4]。已知的成矿带和铝土矿勘查区中,禹州方山铝土矿中含钾最高(表 5)。众所周知,铝土矿的形成与寒武系、奥陶系的灰岩长期风化密切相关。对方山铝土矿周边寒武系张夏组水泥灰岩中 $w(K_2O + Na_2O)$ 的化学分析可知,矿区北部的禹州大鸡山为 0.35%~0.77%,禹州杨砦沟为 0.36%~1.54%;矿区南部的禹州角子山为 0.336%~0.564%;矿区西部的登封鞍子岭为 0.273%~0.326%,可见区域铝土矿中 $w(K_2O)$ 均超过 2%,而方山地段含铝岩系中 $w(K_2O)$ 超过 10% 的现象属于个例。禹州方山铝土矿中的 K_2O 究竟源于何处,值得进一步研究。

5 结语

(1)河南省禹州铝土矿带方山矿区高钾铝土矿赋存于石炭系上统本溪组中,呈层状、似层状和透镜状产出。硬质黏土是构成高钾铝土矿的主体。矿区内上石炭统的高钾铝土矿最厚 79.47 m,最薄 1.98 m,平均 18.78 m。

(2)高钾铝土矿的矿物成分主要为一水硬铝石,其次为三水铝石、高岭石、铁质矿物、金红石、锐钛

矿、榍石、绢云母、水云母、白云母等。高钾铝土矿的化学成分与铝土矿基本相同。全矿区平均 $w(K_2O) = 3.75\%$ (包括铝土矿在内),最高 10.16%,最低 0.04%。

(3)禹州方山铝土矿是河南省已知的成矿带和铝土矿勘查区中含钾量最高的。但在矿区很少有云母类等含钾矿物的存在,说明高钾铝土矿中 K_2O 不完全来源于含钾矿物;并且在矿区内仅存交换吸附阳离子能力最低的黏土矿物高岭石。对方山铝土矿周边寒武系张夏组水泥灰岩中 $w(K_2O + Na_2O)$ 分析结果表明, $w(K_2O)$ 均超过 2%,因而在方山地段含铝岩系中 $w(K_2O)$ 超过 10% 的现象属于个例。方山铝土矿中的 K_2O 究竟源于何处,值得进一步研究。

参考文献:

[1] 罗铭玖,黎世美,卢欣祥,等. 河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M]. 北京:地质出版社,2000:246-248.
[2] 马红义. 许昌市铝土矿资源调查评价报告[R]. 郑州:河南省地质矿产勘查开发局第二地质勘查院,2004:15-25.
[3] 李开盛. 河南省禹县方山矿区铝土矿勘探报告[R]. 郑州:河南省冶金地质三队,1981:62-66.
[4] 吴国炎,姚公一,吕夏,等. 河南铝土矿床[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.
[5] 河南省地矿厅地调二队. 河南省铝土矿资料汇编[R]. 郑州:河南省地矿厅地调二队,1998:4.

Geological characteristics of high-potassium bauxite in Fangshan mining area, Yuzhou county, Henan province

MA Hongyi

(No. 2 Institute of Geology and Environment survey, Department of Geology and Mineral Resources of Henan Province, Zhengzhou 450053, China)

Abstract: Fangshan bauxite ore deposit is the highest in potassium content in the known bauxite ore prospecting areas in Henan province. The high-potassium bauxite ore occurs in Benxi formation of Upper Series of Carboniferous System and is dominated by hard clay. The ore layer is maximum 79.47 m thick, minimum 1.98 m and averagely 18.78 m. Diaspore is the main ore mineral. composition of the high potassium bauxite ore is similar to the normal bauxite ore $w(K_2O)$ 3.75% average, 10.16% maximum, 0.04%. In the area high potassium minerals, such as mica are rare so K_2O of the high potassium bauxite ore is not absolutely from the K-bearing mineral nor from kaolinite that is lowest in exchange of absorbed cation in the area. And $w(K_2O)$ of Cambrian cement-making limestone of Zhangxia formation is $<2\%$. Therefore further study should be carried out on the source of K_2O of the high potassium bauxite ore.

Key Words: high-potassium bauxite ore; geological characteristics; Yuzhou mining area; Henan province