

155-163

遵义仙人岩

p618, 450.2

高铁型铝土矿的地质特征及工业利用评述

殷 科 华

(贵州省地质矿产局106地质大队)

关键词: 地质特征 工业利用 高铁型铝土矿 仙人岩

铝矿床

〔内容提要〕 仙人岩高铁型铝土矿为遵义铝土矿中规模较大的矿床之一。文中以实际资料论述了高铁型铝土矿的地质特征和矿石质量。根据矿石加工技术性能试验, 阐述了高铁型铝土矿在工业上的利用价值。

一、地质概况

仙人岩铝土矿矿区是遵义铝土矿的一个大型高铁型铝土矿床的产地, 北东向的仙人岩向斜纵贯全区, 构成矿区的一级构造骨架。仙人岩矿段(以下简称矿段)位于仙人岩向斜的中段, 为仙人岩矿区的一个主矿段。

矿段内, 向斜轴作北东40—50°方向延伸(图1), 形态完整简单, 两翼地层倾角平缓且基本对称。岩层倾角一般9—19°, 惟向斜南东翼近向斜轴部的局部地段地层倾角变陡, 倾角可达40—50°。矿段内, 断裂构造不甚发育, 且规模较小。唯一两条较大的呈北东向展布的逆断层(F₁和F₂), 也几乎出露于无矿地段, 对铝土矿体影响甚微。矿段内出露的地层由新至老主要有: 下二叠统栖霞组、下石炭统九架炉组、下奥陶统桐梓组和中上寒武统娄山关群。

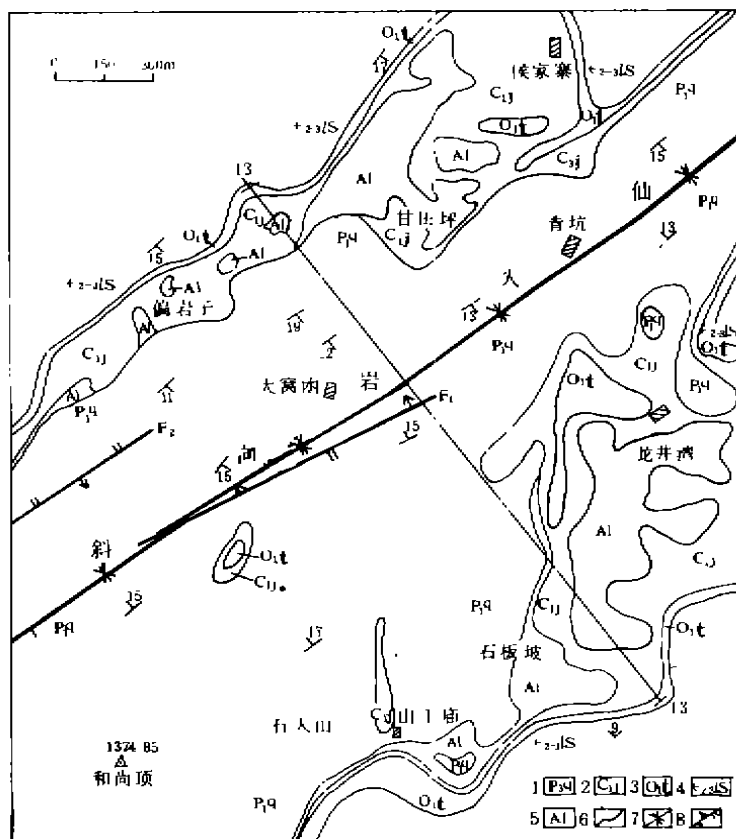
赋存铝土矿的下石炭统九架炉组(或称含矿岩系), 在矿段内发育较完整, 厚度变化较大, 0.37—41.26m。其顶、底分别与下二叠统栖霞组石灰岩和下奥陶统桐梓组白云岩均呈假整合接触。根据岩性组合特征, 自上而下可分为两个岩性段。即中上部为铝质岩段, 下部为粘土岩段。现以ZK1410钻孔剖面为例, 简述于下:

上覆地层 下二叠统栖霞组石灰岩。

-----假 整 合-----

铝质岩段	厚 11.27m
11. 青灰色夹紫红色豆鲕状高铁低硫型铝土矿。	1.26m
10. 紫红色砾屑状高铁低硫型铝土矿。	0.79m
9. 黄灰、灰色半土状低铁低硫型铝土矿。	0.53m
8. 青灰色致密状高铁低硫型铝土矿	0.58m
7. 紫红色及青灰色豆鲕状高铁低硫型铝土矿	4.36m

* 文中资料来源为106队四分队地质组集体劳动成果。在成文的过程中, 得到高级工程师朱成林的大力支持和审阅, 在此一并致谢。



1—下二叠统栖霞组石灰岩; 2—下石炭统九架炉组(含矿岩系);
3—下奥陶统桐梓组白云岩; 4—中上寒武统娄山关群白云岩;
5—铝土矿体露头; 6—地质界线; 7—向斜轴; 8—逆断层

图1 仙人岩矿段地质略图

Fig.1 Geological sketch in Xianrenyan ore-member

6. 浅灰色砾屑状高铁低硫型铝土矿。	2.02m
5. 紫红色豆鲕状高铁低硫型铝土矿。	0.67m
4. 青灰色薄层致密状铝铁岩。	1.06m
粘土岩段	厚 14.86m
3. 紫红、灰绿色碎屑状铁质粘土岩。	5.93m
2. 灰绿色粘土页岩, 含少许粉晶状黄铁矿。	1.61m
1. 紫红色粘土页岩, 底部为灰绿色粘土页岩, 含粉晶状黄铁矿。	7.32m
----- 假 整 合 -----	
下伏地层 下奥陶统桐梓组白云岩。	

二、矿体特征

全矿段是由大小不等的十几个矿体所组成, 其中以8号和25号矿体规模为大。前者分布在向斜北西翼偏岩子至侯家寨一带; 后者赋存于向斜南东翼石板坡至山王庙一带。两矿

体为矿段的主矿体, 亦为高级储量分布区, 是矿段的主要勘探对象。

铝土矿的成矿时代归属早石炭世大塘期^{〔1〕}。矿床类型为产于碳酸盐岩古岩溶侵蚀面之上的沉积型硬水铝石铝土矿矿床。矿体呈似层状、透镜状赋存于含矿岩系的中上部, 矿体厚度不稳定, 0.80—29.14m, 厚度变化系数为85%^{*}。矿体的产出位置和特征主要受古岩溶洼地控制^{〔2〕}。即在岩溶低洼处, 矿体厚度大, 矿石质量好; 在相对凸起区, 含矿岩系和矿体均变薄, 矿石品位低, 甚至无矿。矿体在平面上总体呈北东向展布, 单个小矿体呈短透镜状。矿体产状与上、下围岩近于一致, 具有与地层同步倾斜或褶皱的特点(图2)。矿体

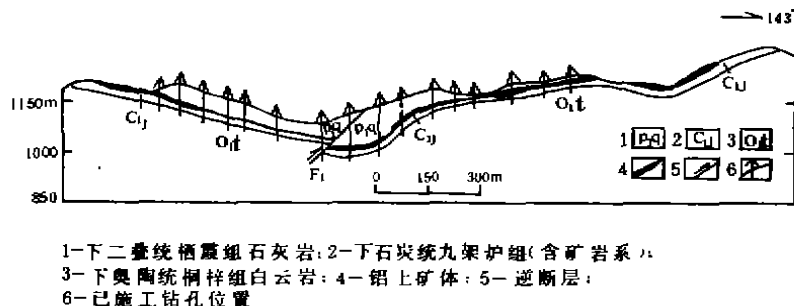


图2 13勘探线剖面图

Fig.2 No.13 exploration line section

倾角平缓, 一般 17° 左右。向斜北西翼矿体倾角 5° — 42° , 平均 19° ; 南东翼矿体倾角 6° — 40° , 平均 16° , 靠近向斜轴部的南东翼局部地段矿体倾角变陡(40° — 50°)。矿体内部结构简单, 一般为单层矿, 偶夹0.80—4.78m的不稳定夹石, 工程夹石率为19.6%。矿段内少许表外工程呈插花分布, 偶见无矿天窗。矿体顶板围岩为石灰岩、铝铁岩或粘土岩; 底板围岩有铝铁岩、粘土岩或粘土页岩。当矿体围岩为石灰岩或粘土页岩时, 标志明显, 界线清楚, 肉眼易于区分; 当矿体围岩为铝铁岩或粘土岩时, 标志不明显, 界线不清, 接触面微有波状起伏, 围岩与矿石呈渐变过渡关系, 肉眼难于识别, 一般靠取样圈边确定。

矿段内, 向斜轴部大窝凼至和尚顶、石人山一带存在着一个较大的无矿带。

三、矿石质量

组成矿体的矿石有高铁型铝土矿和高铁型铝土矿, 两者多呈穿插状展布。在水平方向上, 高铁型铝土矿和高铁型铝土矿多为渐变过渡关系, 少数呈突变关系为其特征; 在垂直方向上, 一般高铁型铝土矿产于高铁型铝土矿之上, 具有一定的规律性。矿石品位沿矿体走向和倾向均有一定的线性变化(图3、4)。

(一) 矿石矿物组份

矿石矿物组份主要为硬水铝石, 占65—90%, 伴生矿物组份主要有水云母、高岭石、赤铁矿、褐铁矿、铁绿泥石以及少量的水针铁矿、黄铁矿、磁铁矿、方解石、白云石、锆石、金红石及电气石等, 总含量约占10—35%。

(二) 矿石化学成份

• 文中各组分的变化系数和相关系数由武队朱永红同志据330个见矿工程电算求得。

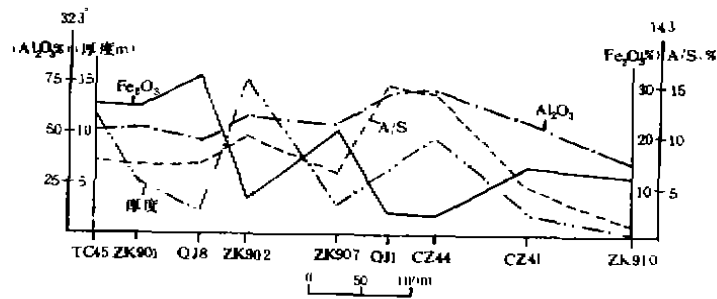


图3 向斜北西翼矿体厚度、品位沿倾向变化曲线图

Fig. 3 Ore-body thickness in NW side of syncline and its grade change curve along trend

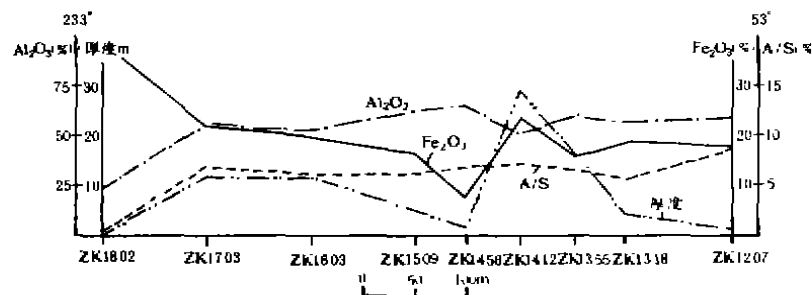


图4 向斜北西翼矿体厚度、品位沿走向变化曲线图

Fig. 4 Ore-body thickness in NW side of syncline and its grade change curve along strike

矿石化学成份详见表1、表2和表3。兹将矿石主要化学成份特征分述如下:

Al_2O_3 : 是铝土矿中的主要有用组份, 主要赋存于硬水铝石中, 水云母及高岭石中亦有分布。矿石中 Al_2O_3 分布较均匀, 变化不大(图5), 变化系数为12%。

SiO_2 : 是铝土矿中主要有害组份, 主要赋存于水云母及高岭石粘土矿物中。 SiO_2 变化系数为35%, 与 Al_2O_3 呈负相关, 相关系数为-0.27。

表1 铝土矿主要化学成份表(%)

Table 1 main chemical compositions(%) of bauxite

化学成份	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	TS	烧失量	A/S
含量											
区间值	45.02~79.59	0.60~22.06	0.50~37.87	1.75~7.11	0.03~4.55	0.02~0.07	0.04~0.25	0.06~1.47	0.014~4.23	9.41~18.02	2.60~103.80
平均值	59.71	7.76	15.24	2.61	1.34	0.05	0.09	0.46	0.096	12.62	7.69

表2 铝土矿矿石中稀有元素分析结果表(ppm)

Table 2 Rare element analysis in bauxite orestone

元素	Ga	Ge	Sc	Zr	Nb	Ta	TRE ₂ O ₃	B	Sr	Be	Li
含量											
区间值	78~389	0~8	0~30	327~1315	27~131	0~9	100~1360	4~227	1~120	0~5	0~300
平均值	158	4	80	623	75	2	529	75	73	3	85

表 3 铝土矿矿石中微量元素光谱分析结果表(ppm)
Table 3 Trace element spectrum analysis in bauxite orestone

元 素	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Mo	Cr	Ni	V	Ba	Mn
含 量	10~30	0~30	0~100	0~3000	0~20	0~10	100~500	10~30	30~200	100~700	30~200

注：表 1 化学成份为我队化验室分析。

表 2 和表 3 分析结果据陈有能等，1986 年，贵州省遵义一息烽铝土矿沉积区含铝岩系划分对比及物质组成初步研究。

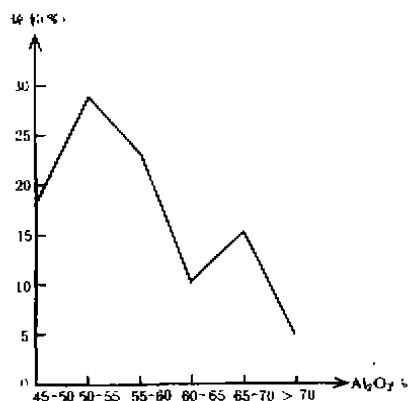


图 5 Al_2O_3 频率曲线图

(据 158 个见矿工程统计)

Fig.5 Al_2O_3 frequency curve

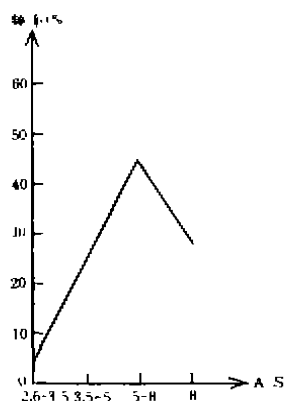


图 6 A/S 频率曲线图

(据 158 个见矿工程统计)

Fig.6 A/S frequency curve

A/S*：是矿石质量特征的重要指标。矿石中 A/S 变化较小(图 6)，变化系数为 41%，与 Al_2O_3 呈正相关，相关系数为 0.61。

Fe_2O_3 ：在铝土矿中主要赋存于水针铁矿及赤铁矿中，少量赋存于菱铁矿、绿泥石、磁铁矿和黄铁矿中。 Fe_2O_3 变化系数为 48%，与 Al_2O_3 呈负相关，相关系数为 -0.89。根据铝土矿中铁的物相分析(表 4)表明，高铁型铝土矿中的铁主要为氧化铁和氧化亚铁，次为硅酸铁，并有少量的碳酸铁和硫化铁。

表 4 铝土矿中铁物相分析结果表
Table 4 Analysis data of Fe physics facies in bauxite

矿石类型	项 目	铁的总含量 (%)	三氧化二铁 (%)	氧化亚铁 (%)	硅酸铁 (%)	碳酸铁 (%)	硫化铁 (%)
低铁铝土矿	区 间 值	8.68~14.87	0.26~8.93	0.63~7.89	0.78~7.64	0.14~0.31	0.002~0.05
	平 均 值	13.13	3.53	4.16	5.21	0.22	0.01
	百分比(%)	100	26.88	31.68	39.68	1.68	0.08
高铁铝土矿	区 间 值	15.04~21.95	3.71~18.23	0.38~10.21	2.22~9.79	0.09~0.48	0.00~0.02
	平 均 值	20.30	7.54	6.36	6.10	0.29	0.01
	百分比(%)	100	37.14	31.33	30.05	1.43	0.05

注：由贵州省地质矿产局中心实验室分析。

* 系铝硅比值的简写，即 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 之比值。

TiO_2 ：是铝土矿中有益伴生组份，主要赋存于锐钛矿及金红石中，其次呈类质同像分布于硬水铝石中，是矿石中分布较均匀的化学成份。 TiO_2 与 Al_2O_3 呈正相关(图7)。

TS：是矿石中的有害组份，主要赋存于黄铁矿中。矿石中TS变化大而不稳定，变化系数为361%。

烧失量：矿石中的烧失量包括 H_2O^+ 、 H_2O^- 、有机质及炭质等。烧失量在矿石中变化较小，分布较稳定，并随 Al_2O_3 含量升高而相应增高。

Ga：是矿石中伴生有益组份，分布较均匀，主要赋存于硬水铝石中。含量较高，达到了综合利用的价值。Ga与 Al_2O_3 呈正相关(图8)。

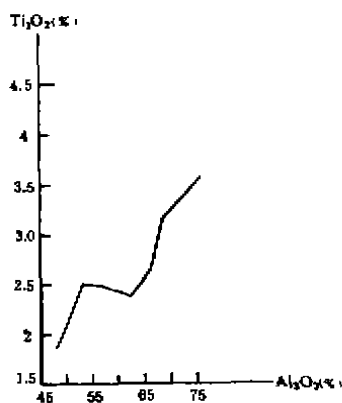


图7 Al_2O_3 与 TiO_2 关系曲线图

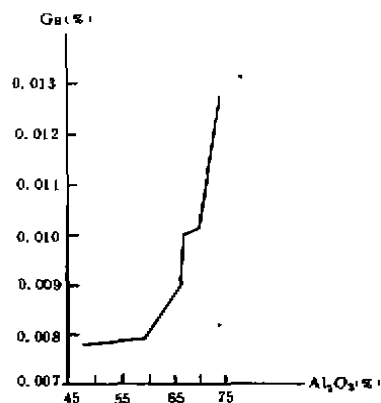


图8 Al_2O_3 与Ga关系曲线图

Fig.7 Relationship curve between Al_2O_3 and TiO_2

Fig.8 Relationship curve between Al_2O_3 and Ga

(三) 矿石结构构造*

矿石的结构主要为碎屑结构、豆鲕结构、碎屑—豆鲕复合结构，次为粉晶结构、微晶结构和凝胶结构。矿石构造主要为致密块状和半土状，次为条带状，偶见叠层石构造。

(四) 矿石类型

1. 矿石自然类型

根据矿石结构构造特征，将矿石类型分为半土状、豆鲕状、致密状和条带状四种。

2. 矿石工业类型

矿石的工业类型，按《铝土矿地质勘探规范》中的划分原则，可分为高铁低硫型、高铁低硫型和高铁高硫型三种。其化学成份见表5。现分述如下：

高铁低硫型铝土矿：矿石以富铝、高铁、低硫和高铝硅比为其特征。矿石颜色以浅灰白色为主，相应的矿石自然类型主要为半土状，次为豆鲕状及少许致密状。这类矿石分布较少，占矿段矿石的25—30%。

高铁低硫型铝土矿：矿石以中低铝、高铁、低硫和中铝硅比为其特点。矿石颜色主要为褐红、紫红色。相应的矿石自然类型主要为豆鲕状，次为致密状，偶见条带状。该类矿石分布较广，占矿段矿石的65—70%。

* 为106队岩矿组鉴定。

低铁高硫型铝土矿: 矿石以高铝、低铁、高硫和高铝硅比为特征。矿石颜色以浅灰色为主, 相应的矿石自然类型主要为豆鲕状。此类矿石分布局限, 仅在深部见及, 占矿段矿石的5%左右。

表5 铝土矿不同工业类型主要化学成份表

Table 5 Main chemical components of different industrial types in bauxite.

矿 石 类 型		低铁低硫型铝土矿	高铁低硫型铝土矿	低铁高硫型铝土矿
化 学 成 份	Al ₂ O ₃	66.48	54.87	66.41
	SiO ₂	7.30	8.10	7.30
	Fe ₂ O ₃	7.71	20.83	5.72
	TiO ₂	3.07	2.28	2.49
	TS	0.081	0.107	3.79
	烧失量	12.87	12.50	14.09
比 值	A/S	9.11	6.75	9.10

四、矿石的加工技术性能

就仙人岩铝土矿地质特征而言, 唯一影响其工业利用价值的是矿石中含Fe₂O₃较高。为了解决此问题, 于普查勘探期间先后作了两次矿石样品的可溶性试验。

1985年采送了XCK—1高铁型铝土矿试样, 由贵州铝厂轻金属研究所作初步可溶性试验, 研究矿石中Al₂O₃的可溶性及赤泥沉降性能。其试验结果表明: 矿石溶出性能及赤泥沉降性能良好。在相同条件下进行的溶出试验, 结果是Al₂O₃为47.47%、A/S为4.70、Fe₂O₃为26.23%的仙人岩高铁型铝土矿样的溶出性能和赤泥沉降性能均略优于Al₂O₃为70.60%、A/S为8.36的贵铝低铁型铝土矿样(表6、7)。

表6 仙人岩XCK—1矿样和贵铝矿石溶出率对比表

Table 6 Contrast between Xianrenyan XCK—1 ore samples and orestone melting rate in Guizhou Al—factory

矿 样	溶 出 条 件				溶 出 率 (%)	
	碱 液 浓 度 (g/L)	加 钙 量 (%)	时 间 (分)	温 度 (°C)	η 相 对	η 实 际
XCK—1	220	8	90	245	97.93	77.09
贵铝矿石					96.08	84.60
XCK—1	250	8	120	255	98.02	77.16
贵铝矿石					99.39	87.51

表7 仙人岩XCK-1矿样和贵铝矿石赤泥沉降性能对比表
Table 7 Contrast between Xianrenyan XCK-1 ore samples and orestone
red mud sinking performance in Guizhou Al-factory

沉 降 速 度 项 目 溶 出 赤 泥	2* 试验条件		8* 试验条件	
	5 分钟平均	10分钟平均	5 分钟平均	10分钟平均
XCK-1	0.963	0.585	1.146	0.684
贵铝矿石	1.320	0.714	1.638	0.874

注1、2* 试验条件是在 Na_2O_4 220g/L及245℃下溶出，浆液稀释至 Al_2O_3 125g/L；8* 试验条件是在 Na_2O_4 250g/L及255℃下溶出，浆液稀释至 Al_2O_3 125g/L。

2. 表6、表7 据贵州铝厂轻金属研究所，1985年、黔北铝土矿初步可溶性试验报告。

1988年又相继采送了XCK-4高铁型铝土矿试样(Al_2O_3 为51.71%、A/S为7.16、 Fe_2O_3 为24.89%)和XCK-5高铁型和高铁型混合试样(Al_2O_3 为53.61%、A/S为7.63、 Fe_2O_3 为21.96%)，委托贵阳铝镁设计研究院进行详细可溶性试验，以进一步试验矿石的溶出性能和赤泥沉降性能，同时查明伴生有益组份综合回收利用的可能性。两件矿样的试验结果是：在常规及较高温条件下的溶出试验，XCK-4矿样溶出性能良好*，不加石灰，氧化铝的相对溶出率为91.06%，添加2%石灰，溶出率则接近于理论数值，在石灰添加量为4%的优化条件下，溶出率高达97.5%。XCK-5在石灰添加量为8—10%时，相对溶出率为95.5—96.5%，溶出性能亦良好。在常规优化条件下，XCK-4和XCK-5两件矿样的溶出赤泥在低浓度和高浓度稀释液中的沉降压缩性能均良好，可满足高浓度种分制取砂状氧化铝的要求。同时，在优化条件下，赤泥中绝大部分铁进入溶液中，均可综合回收利用。试验单位还指出：仙人岩高铁型铝土矿的主要特征之一是不加石灰， Al_2O_3 溶出也较高。究其原因，笔者初步认为，仙人岩高铁型铝土矿矿石中铁的赋存形式主要是以氧化铁和氧化亚铁为主有关。

五、结 语

综上所述，仙人岩高铁型铝土矿的溶出率高，赤泥沉降性能良好，从而肯定了高铁型铝土矿完全具有工业利用的价值。根据这一结论，为矿段由普查转入勘探提供了地质依据。笔者建议，在黔北地区寻找高铁型铝土矿的同时，一是要加强对高铁型铝土矿的应用研究，二是应重视高铁型铝土矿的普查找矿工作，为满足省政府拟定在黔北遵义建立“贵州省第二铝工业基地”的需要而寻找更多的铝土矿资源。

主 要 参 考 文 献

- (1) 刘平 1987 初论贵州之铝土矿 贵州地质 第4卷 第1期
- (2) 汪生杰 杨文会 1987 贵州省遵义县川主庙铝土矿矿床特征 贵州地质 第4卷 第1期

* 贵阳铝镁设计研究院 1989 贵州省遵义县团溪铝土矿仙人岩矿段三种矿样的详细可溶性试验报告

Geological Features and Industrial Utilization of High-Fe Type Bauxite in Xianrenyan in Zunyi

Yin Kehua

(No.106 Geological Team, Guizhou Bureau of Geology and Minerals)

Abstract

The high-Fe type bauxite in Xianrenyan is one of the larger deposits of the bauxites in Zunyi. Based on practical data, this paper deals with geological features and ore-stone quality of the high-Fe type bauxite. Through processing technique experiments on ore-stone, the author expounds the utilization value of high-Fe bauxite in industry.

新 书 信 息

《包裹体地球化学》是由国内包裹体地球化学专家李秉伦、卢焕章等编著,详细描述了不同类型包裹体的特征,全面论述了包裹体地球化学的理论依据、研究方法和应用实例。通过该书读者可了解包裹体地球化学的产生、发展及其现状,了解包裹体测温、测压及成分测定等方法。此外,书中还汇集了国内外包裹体研究的新资料及作者的研究成果,介绍了包裹体研究在不同岩类(火成岩、沉积岩、变质岩)不同成矿环境中的应用,包裹体数据的处理以及在包裹体研究中所用到的有关仪器等,对实际工作者具有一定的指导意义。

全书21.2万字,由地质出版社1990年7月出版,可供包裹体地球化学工作者、地质院校师生、找矿勘探地质工作者使用。估价5.30元。

《中国的石炭系》(中国地层8)本书是《中国地层》专著之八。石炭系在中国分布广泛,沉积类型多样,特别在华南区、西北区发育完好,化石丰富,是研究石炭系的重要地区。中国石炭系蕴藏着丰富的煤、铁、锰、铝、石膏、耐火粘土等具有工业价值的矿产。本书是对30多年来中国石炭系研究的系统总结。它通过大量实际资料,详细论述了中国石炭系的分布、区划、沉积类型、区域地层特征、年代地层界线、各门类生物化石组合以及古地理概况、矿产。全书约60万字,内容丰富,论点明确、论据充分,结构严谨,对今后石炭系的研究具有重要的指导意义。

《中国的石炭系》一书由王增吉等编著,预计1990年8月由地质出版社出版,估价14元(平装)。

《一九八九年全球地层表》本表为中、英文对照之全球最新地层表。于1989年7月经28届世界地质大会通过,为地质行业科研、生产教学工作必备工具。表中附王鸿祯教授撰写之序言及说明。帮助国内地学工作者参考比较。中文表内前寒武部分采用国内最新权威分类方案,该方案刚刚在1990年初在北京的一次高层次地层研讨会上通过。

本地层表由J·W·Cowie等编著,王西川、毕立君译。为四开张一张,预计1990年7月由地质出版社出版,估价0.60元。

《贵州地质》编辑部