



河南省巩义铝土矿地球化学特征分析

杨 武, 梁小山, 胡 盛, 杨持恒

河南省资源环境调查四院有限公司, 河南 郑州 450000

摘 要: 龙门-巩义地区是河南省铝土矿成矿带之一。通过对巩义铝土矿主要成分化学测试, 研究分析铝土矿床化学元素变化规律。结果表明: 铝土矿矿石主要矿物成分为一水硬铝石(含量 45%~95%), 其次为高岭石、伊利石等(含量 4%~25%), 含少量菱铁矿、黄铁矿、方解石、白云石等, 微量矿物有锆石、磷灰石等。矿石的主要化学成分为 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、S, 共占总成分的 83.42%。其中, Al_2O_3 含量 40.46%~77.59%, 平均 60.68%; SiO_2 1.00%~29.54%, 平均 14.07%; 铝硅比值(A/S) 1.8~65.1, 平均 4.3。在不同埋深条件下, 相对深度越大, Al_2O_3 的含量值及 A/S 值相对越大。该区域的化学风化指数(CIA)值可达到 91.16, 指示本区含铝岩系遭受了强烈的化学风化作用。

关键词: 铝土矿; 化学风化指数; 一水硬铝石; 铝硅比值; 河南省

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE GONGYI BAUXITE DEPOSIT IN HENAN PROVINCE

YANG Wu, LIANG Xiao-shan, HU Sheng, YANG Chi-heng

The Fourth Institute of Resources and Environment Investigation of Henan Province Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China

Abstract: Longmen-Gongyi area is one of the bauxite metallogenic belts in Henan Province. Based on chemical test of the main compositions of Gongyi bauxite deposit, the paper analyzes the change rule of elements in the bauxite deposit. The results show that the major mineral compositions of bauxite ore is diaspore (45%–95%), followed by kaolinite and illite (4%–25%), with a small amount of siderite, pyrite, calcite and dolomite, and trace minerals such as zircon and apatite. The main chemical compositions of bauxite ore are Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 and S, accounting for 83.42% of the total, among which the Al_2O_3 content is 40.46%–77.59%, averagely 60.68%, SiO_2 1.00%–29.54%, averagely 14.07%, with the aluminum-silicon ratio (A/S) of 1.8–65.1, averagely 4.3. Under different burial depth conditions, the larger the relative depth is, the larger the Al_2O_3 content and A/S ratio are. The chemical index of alteration (CIA) of the area is up to 91.16, indicating that the aluminum-bearing rock series in the area has undergone intense chemical weathering.

Key words: bauxite; chemical weathering index; diaspore; A/S ratio; Henan Province

1 研究背景

中国铝土矿资源比较丰富, 但储量分布相对集中。

其中华北陆块和扬子陆块是铝土矿成矿地质条件最好的, 也是铝土矿资源最丰富的地区。山西、广西、贵州

收稿日期: 2022-04-06; 修回日期: 2022-05-17. 编辑: 李兰英.

基金项目: 河南省财政地质勘查续作项目“河南省巩义市涉村铝(黏)土矿中深部普查”(豫国土资发[2018]22号-2).

作者简介: 杨武(1985—), 男, 高级工程师, 主要从事固体矿产勘查管理与研究, 通信地址 河南省平顶山市新华区祥云路6号 平顶山市自然资源和规划局, E-mail: 370827377@qq.com

和河南 4 省区铝土矿资源量和矿区数均位居全国前列, 4 省区铝土矿保有资源量合计超过全国保有资源量的 90%。其中, 山西约占 37%, 是中国第一铝土矿资源大省, 广西、贵州和河南分别以 20%、18% 和 17% 位居第二、第三和第四位^[1]。

华北陆块是我国铝土矿产出的重要构造单元, 含矿岩系层序组成严格受喀斯特地形控制^[2-6], 以古风化壳沉积型矿床为主, 矿石以一水硬铝石为主, 中低铝硅比, 探明资源储量约占全国铝土矿资源储量的 78%^[7-8]。豫西是我国铝土矿资源的重要基地, 其中巩义地区是河南省铝土矿发现最早的地区, 也是豫西铝土矿成矿带的重要组成部分^[9]。

由于铝土矿是化学风化作用的终极产物, 其形成主要受化学风化作用控制, 与强烈的化学风化作用密切相关^[10-11]。铝土矿的形成过程是化学风化造成碱土与碱金属元素如 K、Na、Ca、Mg 等大量流失, 稳定的元素如 Al、Ti 等残留的过程^[12]。

本文依托“河南省巩义市涉村铝(黏)土矿中深部普查”项目(河南省国土资源厅在全省范围内布署实施的煤下铝(黏)土矿的整装勘查项目之一), 在河南巩义地区铝土矿调查工作基础上, 分析铝土矿的地球化学特征, 研究该区域的成矿背景和地球化学组成之间的关系, 以期为该区域铝土矿勘查及开采提供有用的信息。

2 地质背景

2.1 矿区地质特征

河南省铝土矿成矿区, 大地构造上位于中朝准地台的西南缘, 二级构造单元为嵩箕中台隆和滎池-确山陷褶断束, 地层区划属华北沉积区豫西分区的嵩箕小区和新滎小区。

研究区所属龙门-巩义矿带, 划属华北地层区豫西地层分区嵩箕地层小区, 出露的主要地层有下古生界奥陶系, 上古生界石炭系、二叠系和第四系。构造以断裂为主, 主要构造有五指岭正断层(F_1)、嵩山断裂(F_3)(图 1)。

2.2 矿床地质特征

研究区矿体赋存于上古生界石炭系上统本溪组(C_2b)。本溪组具 3 层结构: 上部为灰、灰黑色黏土质页岩, 局部含黏土矿; 中部为灰黑色、灰及深灰色一水硬

铝土矿, 矿石结构主要有豆鲕状、碎屑状、致密状、致密状及它们之间的过度混合型结构, 矿石构造有致密块状、层纹状及蜂窝状构造; 下部为灰黑色硫铁矿, 致密结构, 块状构造, 常有黄铁矿富集。研究区铝土矿主要赋存于本溪组中部, 矿体形态大体可分为似层状、漏斗状以及两者的复合形态。从空间上看, 矿体的总体形态应是在厚度一至数米的似层状矿体背景上, 不等距地嵌布着大厚度的漏斗状矿体的复合形态。依据施工的 120 个钻孔统计, 本溪组厚 2.98~92.36 m, 平均厚度 13.36 m。研究共发现 23 个铝土矿矿体, 其中主矿体 3 个, 分别为 K1、K2、K3 矿体, 为一超大型铝土矿矿床。

2.3 铝土矿的矿石特征

依据形成环境和表生富集作用, 研究区铝土矿的矿石类型主要可分为致密状铝土矿、豆鲕状铝土矿、碎屑状铝土矿和蜂窝状铝土矿, 以及其过度类型。

矿石矿物成分主要为一水硬铝石(含量 45%~95%), 其次为高岭石、伊利石等(含量 4%~25%), 含少量菱铁矿、黄铁矿、方解石、白云石等, 微量矿物有锆石、磷灰石等。

矿石结构主要为豆鲕状结构、碎屑结构、致密状结构及它们之间的过渡型结构, 矿石构造主要为致密块状构造、层纹状构造、蜂窝状构造。

3 地球化学特征

3.1 矿石的化学成分

河南省巩义市涉村铝(黏)土矿中深部普查项目共计施工 120 个钻孔, 其中 71 个钻孔见矿。采集基本分析样品 1 385 件, 分析项目包含: Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、烧失量和 S 共 6 项。取组合样 21 件, 分析项目包含 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、 Al_2O_3 等。

1) 主要成分: 通过对研究区 71 个见矿钻孔基本分析样的统计和分析, 铝土矿矿石的主要化学成分为 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、S, 共占总成分的 83.42%。矿石主要化学成分中, Al_2O_3 40.46%~77.59%, 平均 60.68%; SiO_2 1.00%~29.54%, 平均 14.07%; Fe_2O_3 0.39%~21.75%, 平均 3.66%; TiO_2 0.96%~5.34%, 平均 3.06%; S 0.02%~15.53%, 平均 1.95%; 铝硅比值(A/S) 1.8~65.1, 平均 4.3。

2) 次要成分: 通过对 21 个组合分析样的统计和分

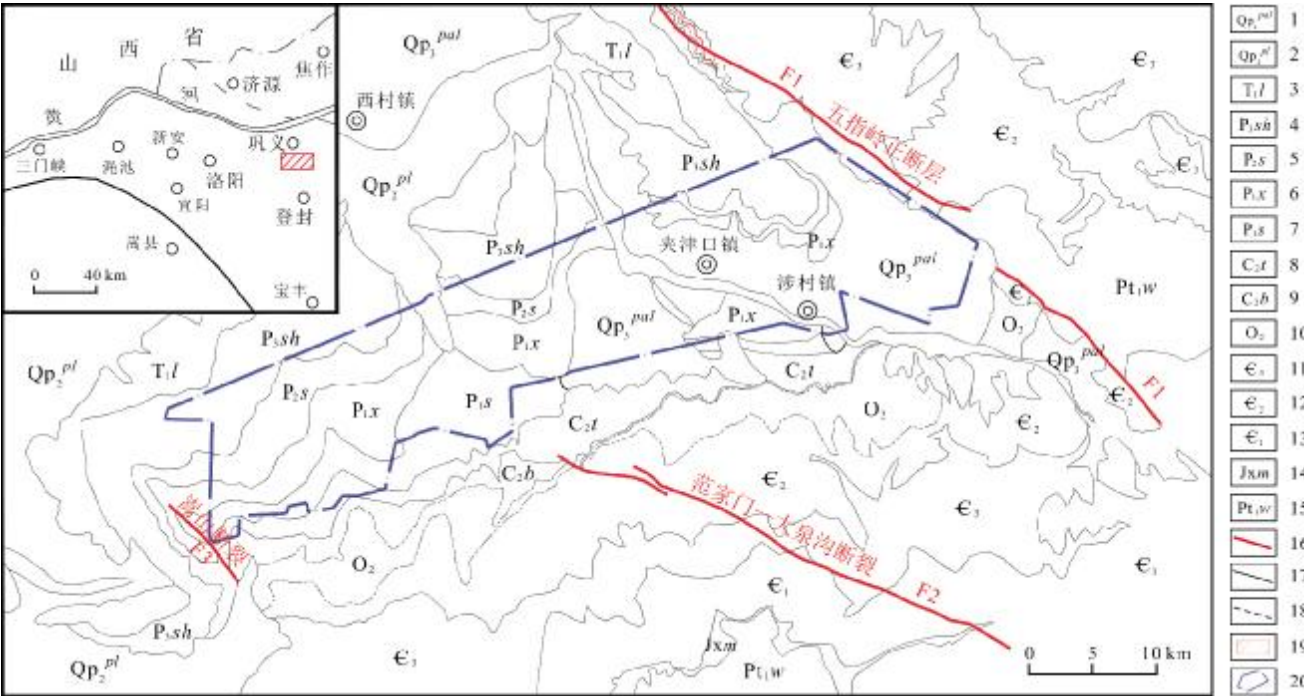


图 1 河南省涉村铝土矿区域地质简图

Fig. 1 Regional geological sketch map of Shecun bauxite deposit in Henan Province

1—第四系上更新统 (Quaternary Upper Pleistocene); 2—第四系中更新统 (Quaternary Middle Pleistocene); 3—三叠系下统刘家沟组 (Lower Triassic Liujiagou fm.); 4—二叠系上统石千峰组(Upper Permian Shiqianfeng fm.); 5—二叠系中统上石盒子组(Middle Permian Shangshihezi fm.); 6—二叠系下统下石盒子组 (Lower Permian Xiashihezi fm.); 7—二叠系下统山西组 (Lower Permian Shanxi fm.); 8—石炭系上统太原组 (Upper Carboniferous Taiyuan fm.); 9—石炭系上统本溪组(Upper Carboniferous Benxi fm.); 10—奥陶系中统(Middle Ordovician); 11—寒武系上统(Upper Cambrian); 12—寒武系中统(Middle Cambrian); 13—寒武系下统(Lower Cambrian); 14—五佛山群马鞍山组 (Maanshan fm. of Wufoshan gr.); 15—嵩山群五指岭组 (Wuzhiling fm. of Songshan gr.); 16—断层(fault); 17—地质界线(geological boundary); 18—平行不整合地质界线(parallel unconformity); 19—研究区 (study area); 20—铝土矿区(bauxite mining area)

析, 铝土矿矿石的次要化学成分为 CaO 0.17%~10.27%, 平均 1.41%; MgO 0.10%~1.05%, 平均0.51%; K₂O 0.41%~5.07%, 平均 2.18%; Na₂O 0.03%~0.20%, 平均 0.11%(表 1).

3.2 矿石化学特征及地质意义

铝土矿的主要化学成分由 Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂、

S 等组成, 含量占铝土矿总含量的 83.42%. 其中 Al₂O₃ 反映了一水硬铝石的赋存状态, SiO₂ 反映了高岭石、伊利石的赋存状态, Fe₂O₃ 与 S 反映了菱铁矿、黄铁矿的赋存状态. 研究区铝土矿主要化学成分 Al₂O₃、SiO₂、TiO₂ 分布相对稳定, 有害组分 Fe₂O₃ 和 S 分布不均匀.

表 1 铝土矿化学成分含量统计表
Table 1 Statistics of chemical composition contents of bauxite

成分	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	S	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Loss	A/S
最高	77.59	29.54	21.75	5.34	15.53	10.27	1.05	5.07	0.20	27.87	65.1
最低	40.46	1.00	0.39	0.96	0.02	0.17	0.10	0.41	0.03	9.09	1.8
平均	60.68	14.07	3.66	3.06	1.95	1.41	0.51	2.18	0.11	13.66	4.3

含量单位:%.

从表 1 可以看出, Al_2O_3 含量较高, SiO_2 含量较低, 且铝硅比值(A/S)变化较大, 表明铝土矿是风化作用的最终产物, 风化淋滤过程中碱金属和碱土金属几乎被彻底流失, SiO_2 也被部分淋滤流失. 这些特征反映该铝土矿是比较典型的胶体化学沉积矿床, 在滨海-潟湖环境下, 由于 pH、 E_h 值变化, 风化物中的铝质沉积于奥陶系或寒武系的风化剥蚀岩溶凹地面上, 形成铝土矿沉积矿床^[13-15].

4 矿体矿化特征

4.1 矿体的厚度、品位与含矿岩系厚度的关系

通过对研究区 71 个见矿钻孔的数据分析, 单工程矿体铅直厚度 0.32~57.8 m, 单工程矿体 Al_2O_3 含量最低 42.58%, 最高 71.89%; 单工程矿体铝硅比值(A/S)最低 1.8, 最高 20.7. 矿体厚度是衡量铝土矿矿床规模的一个重要参数. 该铝土矿矿体厚度与含矿岩系厚度、 Al_2O_3 含量、A/S 值均呈较明显正相关, 相关系数分别为 0.69、0.47、0.63, 相关性中度; 与 SiO_2 含量呈负相关, 相关系数为-0.53, 相关性中度. 说明矿体厚度越厚, Al_2O_3 含量、A/S 值越大, SiO_2 含量越小.

Al_2O_3 含量是铝土矿矿石质量最重要的参数之一. 该铝土矿 Al_2O_3 含量与含矿岩系厚度、A/S 值呈正相关性, 相关系数分别为 0.32、0.70, 与含矿岩系厚度相关性较弱, 与 A/S 值呈高度相关; 与 SiO_2 、 Fe_2O_3 、S 呈明显负相关性, 相关系数分别为-0.77、-0.60、-0.54, 相关性中度至高度.

4.2 化学成分在单工程空间变化上的变化

根据 68 线剖面上的 4 个单体工程的见矿情况(表 2, 扫描首页 OSID 二维码可见), 分别从单体工程的垂向与整条剖面的纵向进行对比分析, 从矿体埋深、矿厚与 Al_2O_3 含量和 A/S 的相关性确定铝土矿在垂向与纵向上的变化规律.

以见矿较好的 ZK6824 钻孔为例, 该钻孔见铝土矿 3 层, 3 层矿体中间均被铝质黏土岩隔开, 最底部见硫铁矿. 该钻孔很好地反映了本溪组的 3 层结构特征及铝土矿的沉积变化(图 2).

从铝土矿矿体的不同埋深(标高)进行对比分析矿体埋深对 Al_2O_3 含量及 A/S 值的影响, 从图 3、4 可以看出, 在不同埋深下, 相对深度越大, Al_2O_3 的含量值及 A/S 值相对越大.



图 2 ZK6824 井本溪组岩性柱状图

Fig. 2 Lithological column of Benxi Formation in well ZK6824

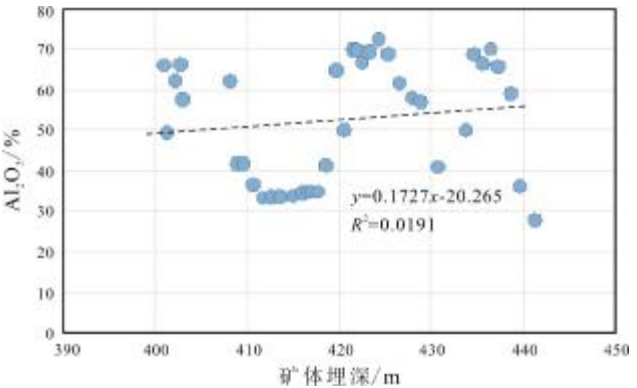


图 3 ZK6824 井不同埋深下 Al_2O_3 含量变化趋势

Fig. 3 Variation trend of Al_2O_3 content by buried depth in well ZK6824

从图 5 可以看出, 铝土矿 Al_2O_3 含量与 TiO_2 含量有较强正相关性, 相关系数为 0.64, TiO_2 主要来源为金红石. 金红石是各种岩石特别是地壳组成岩石中重要的副矿物, 它在成岩、风化和各种不同程度的变质过程中均能保持极大的稳定性^[16-17], 这从侧面反映了本区遭受了强烈的风化剥蚀作用.

从图 6 可以看出, SiO_2 含量与矿体厚度及含矿岩系厚度呈明显的负相关, 但与含矿岩系厚度相关性较

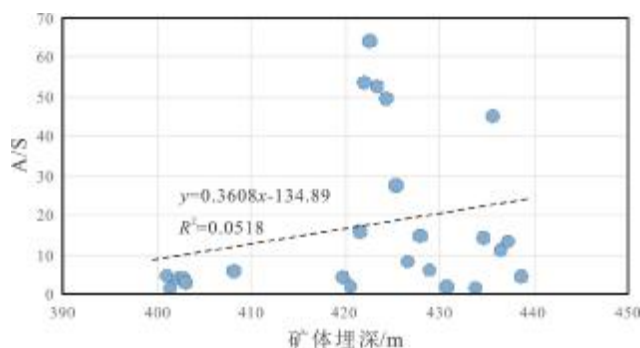
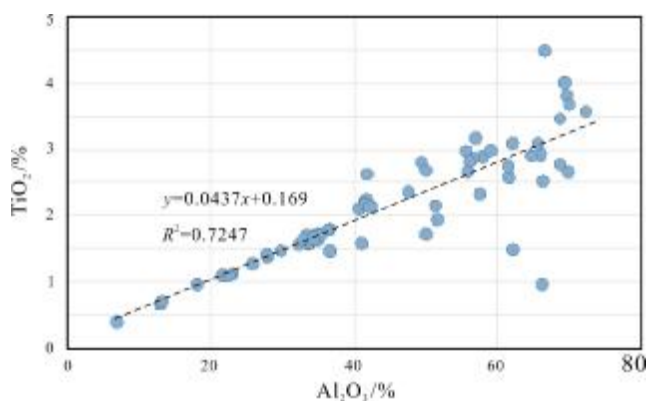
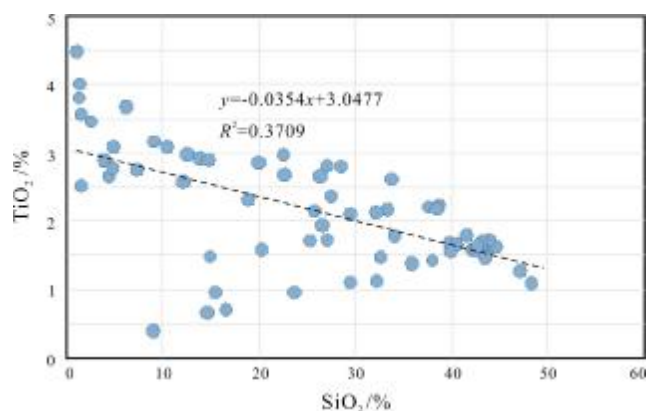


图4 ZK6824井不同埋深下A/S值变化趋势

Fig. 4 Variation trend of A/S ratio by burial depth in well ZK6824

图5 TiO₂与Al₂O₃含量相关性趋势图Fig. 5 Correlation trend between TiO₂ and Al₂O₃ contents图6 TiO₂与SiO₂含量相关性趋势图Fig. 6 Correlation trend between TiO₂ and SiO₂ contents

低,与TiO₂有较强的负相关,相关系数为-0.50。这也说明了风化剥蚀程度越高,SiO₂含量越低,越容易形成较富的铝土矿体。

5 讨论

风化作用对铝土矿地球化学特征有一定的影响,

化学风化指数(CIA)通常用来衡量沉积物和岩石的风化程度^[18-19],其表达式为: $CIA = [(Al_2O_3)/(Al_2O_3 + CaO + K_2O + Na_2O)] \times 100$ 。本研究区的CIA值可达到91.16,表明区内含铝岩系遭受了强烈的化学风化作用。

铝土矿是风化作用最终阶段的产物,当风化作用进行到最后阶段——铝铁土阶段,铝硅酸盐矿物被彻底分解,全部可迁移的成分都被带走,主要剩下Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂等成分,为铝土矿的主要成分^[20]。

本区TiO₂含量与Al₂O₃含量有较强正相关性,与SiO₂含量呈明显的负相关性,从而说明该区经历了强烈的风化剥蚀作用。含铝的基岩经过强烈的风化作用,形成黏土矿物,形成的粘土矿物经脱硅富铝作用最终形成铝土矿。

6 结论

通过对河南省巩义地区铝土矿主要成分及次要成分测试,研究了分析该铝土矿床的地球化学特征,得到以下认识。

1) 铝土矿矿石主要化学成分为Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂、S,共占总成分的83.42%。Al₂O₃含量为40.46%~77.59%,平均60.68%;SiO₂1.00%~29.54%,平均14.07%;铝硅比值(A/S)1.8~65.1,平均4.3。

2) Al₂O₃含量与含矿岩系厚度、A/S值呈正相关性;与SiO₂、Fe₂O₃、S呈明显负相关性。在不同埋深下,相对深度越大,Al₂O₃的含量值及A/S值相对越大。

3) 铝土矿的化学成分总体受埋深及岩溶漏斗影响,相同埋深情况下,岩溶漏斗地区其Al₂O₃含量值较高,铝硅比值(A/S)较高。

4) 铝土矿TiO₂含量与Al₂O₃含量有较强正相关性,与SiO₂含量呈明显的负相关性,CIA值可达到91.16,说明含矿岩系经历了强烈的风化剥蚀作用。

参考文献(References):

- [1] 高兰,王登红,熊晓云,等.中国铝土矿资源特征及潜力分析[J].中国地质,2015,42(4):853-863.
- Gao L, Wang D H, Xiong X Y, et al. Minerogenetic characteristics and resource potential analysis of bauxite in China [J]. Geology in China, 2015, 42(4): 853-863.
- [2] 廖士范,梁同荣.中国铝土矿地质学[M].贵阳:贵州科技出版社,1991:1-126.
- Liao S F, Liang T R. Bauxite geology of China [M]. Guiyang: Guizhou

- Science and Technology Publishing House, 1991: 1–126.
- [3] 王庆飞, 邓军, 刘学飞, 等. 铝土矿地质与成因研究进展[J]. 地质与勘探, 2012, 48(3): 430–448.
- Wang Q F, Deng J, Liu X F, et al. Review on research of bauxite geology and genesis in China[J]. *Geology and Exploration*, 2012, 48(3): 430–448.
- [4] 刘学飞, 王庆飞, 李中明, 等. 河南铝土矿矿物成因及其演化序列[J]. 地质与勘探, 2012, 48(3): 449–459.
- Liu X F, Wang Q F, Li Z M, et al. Mineral genesis and evolutionary sequence of the bauxite deposits in Henan Province[J]. *Geology and Exploration*, 2012, 48(3): 449–459.
- [5] 吴煜, 夏炎, 王振强, 等. 河南伊川石佛寺铝土矿地质特征及控矿因素[J]. 地质与资源, 2022, 31(1): 38–46.
- Wu Y, Xia Y, Wang Z Q, et al. Geological characteristics and ore-controlling factors of Shifosi bauxite deposit in Yichuan County, Henan Province[J]. *Geology and Resources*, 2022, 31(1): 38–46.
- [6] 席善峰, 欧阳兆灼, 李建全, 等. 河南省三门峡铝土矿地质特征及控矿条件研究[J]. 地质与资源, 2019, 28(4): 339–344.
- Xi S F, Ouyang Z Z, Li J Q, et al. Study on the geology and ore-controlling conditions of the bauxite deposits in Sanmenxia area, Henan Province[J]. *Geology and Resources*, 2019, 28(4): 339–344.
- [7] 高兰, 王登红, 熊晓云, 等. 中国铝矿成矿规律概要[J]. 地质学报, 2014, 88(12): 2284–2295.
- Gao L, Wang D H, Xiong X Y, et al. Summary on aluminum ore deposits minerogenetic regulation in China[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2014, 88(12): 2284–2295.
- [8] 张海坤, 胡鹏, 姜军胜, 等. 铝土矿分布特点、主要类型与勘查开发现状[J]. 中国地质, 2021, 48(1): 68–81.
- Zhang H K, Hu P, Jiang J S, et al. Distribution, genetic types and current situation of exploration and development of bauxite resources[J]. *Geology in China*, 2021, 48(1): 68–81.
- [9] 曹高社, 刘凌之, 邢舟, 等. 河南省巩义地区本溪组铝土矿成矿物质来源——来自碎屑锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄的证据[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2018, 37(6): 55–65.
- Cao G S, Liu L Z, Xing Z, et al. Material sources analysis of karstic bauxite of Benxi Formation in Gongyi area, Henan Province: Evidences from LA-ICP-MS U-Pb dating of detrital zircons[J]. *Journal of Henan Polytechnic University (Natural Science)*, 2018, 37(6): 55–65.
- [10] Bárdossy G. Karst bauxites: Bauxite deposits on carbonate rocks[M]. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982: 1–441.
- [11] D'Argenio B, Mindszenty A. Bauxites and related paleokarst: Tectonic and climatic event markers at regional unconformities[J]. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 1995, 88(3): 453–499.
- [12] 杜远生, 余文超. 沉积型铝土矿的陆表淋滤成矿作用: 兼论铝土矿床的成因分类[J]. 古地理学报, 2020, 22(5): 812–826.
- Du Y S, Yu W C. Subaerial leaching process of sedimentary bauxite and the discussion on classifications of bauxite deposits[J]. *Journal of Palaeogeography (Chinese Edition)*, 2020, 22(5): 812–826.
- [13] 谢小芳. 巩义市涉村铝土矿地质特征及矿床成因[J]. 内蒙古科技与经济, 2015(12): 62–63.
- Xie X F. Geological characteristics and genesis of Shacun bauxite deposit in Gongyi City[J]. *Inner Mongolia Science Technology & Economy*, 2015(12): 62–63. (in? Chinese)
- [14] 周云荣, 李建全. 河南省偃龙铝土矿床晚石炭世古地理特征及其对铝土矿的控矿意义[J]. 地质与资源, 2019, 28(3): 254–259.
- Zhou Y R, Li J Q. Late carboniferous paleogeography of the Yanlong bauxite deposit in Henan Province: Ore-controlling significance[J]. *Geology and Resources*, 2019, 28(3): 254–259.
- [15] 胡盛, 李科花, 杨持恒, 等. 河南省“煤下铝”矿床成因及找矿方法研究[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(10): 85–88.
- Hu S, Li K H, Yang C H, et al. Study on genesis and prospecting method of aluminum deposit under coal in Henan Province[J]. *Coal Geology of China*, 2021, 33(10): 85–88.
- [16] 肖益林, 黄建, 刘磊, 等. 金红石: 重要的地球化学“信息库”[J]. 岩石学报, 2011, 27(2): 398–416.
- Xiao Y L, Huang J, Liu L, et al. Rutile: An important “reservoir” for geochemical information[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2011, 27(2): 398–416.
- [17] 王天顺, 付勇, 何伟, 等. 中国铝土矿碎屑锆石记录与物质来源分析[J]. 矿物学报, 2021, 41(4/5): 558–569.
- Wang T S, Fu Y, He W, et al. Detrital zircon records and material source analysis of bauxite deposits in China: A review[J]. *Acta Mineralogica Sinica*, 2021, 41(4/5): 558–569.
- [18] Nesbitt H W, Young G W. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites[J]. *Nature*, 1982, 299(5885): 715–717.
- [19] Nesbitt H W, Markovics G. Weathering of granodioritic crust, long-term storage of elements in weathering profiles, and petrogenesis of siliciclastic sediments[J]. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1997, 61(8): 1653–1670.
- [20] 陈旺. 豫西济源西部铝土矿成矿地质环境[J]. 地质与勘探, 2007, 43(1): 26–31.
- Chen W. Ore-forming conditions of bauxite deposits in western Jiyuan, Henan[J]. *Geology and Prospecting*, 2007, 43(1): 26–31.