

文章编号: 1009-6248(2010)03-0093-06

陕西省渭北铝土矿地质特征及找矿前景分析

陈连红¹, 王瑞廷², 刘维东¹

(1. 中国铝业公司, 北京 100082; 2. 西北有色地质勘查局地质勘查院, 陕西 西安 710054)

摘要: 渭北铝土矿带是陕西省两大铝土矿带之一。矿床产于下古生界碳酸盐岩不整合面上, 为岩溶型铝土矿。矿体形态有似层状、透镜状和漏斗状, 空间展布严格受基底古岩溶地形的控制。矿石类型属于一水硬铝石型铝矿, 主要呈碎屑状、豆鲕状和泥状结构, 致密块状和层状构造。矿石主要化学成分有: Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 , Al_2O_3 平均含量为 55.05% ~ 64.97%, SiO_2 平均含量为 12.44% ~ 15.16%, A/S 平均为 3.63 ~ 5.22。矿床受沉积间断、古气候、古纬度和古地形等因素控制。与我国主要铝土矿成矿区——河南、山西相类比, 渭北地区具有相似的成矿地质和古气候条件, 找矿前景较好, 但以低品位矿石为主。

关键词: 铝土矿; 渭北地区; 控矿因素; 找矿前景

中图分类号: P618.45 **文献标识码:** A

渭北铝土矿分布在东起陕西省韩城市, 西到铜川市黄堡镇的东起西长 150 km、南北宽 10 ~ 30 km、面积约 3 000 km² 的地区, 包括韩城市、合阳县、澄城县、蒲城县、白水縣和铜川等县市。地理坐标为: 东经 109°00' ~ 110°35', 北纬 34°55' ~ 35°40'。已发现铜川陈炉、蒲城县东党、澄城县曹村等铝土矿床 8 处, 估算铝土矿资源量达数千万吨。另外, 还发现铝(黏)土矿点数十处, 全区潜在资源量为 $4\ 000 \times 10^4 \sim 5\ 000 \times 10^4$ t (韩俊民等, 2007)。

1 区域地质概况

1.1 区域地层特征

区域地层属华北地层区, 沉积有震旦—奥陶系、石炭系、二叠—第四系, 沉积厚度累计 10 000 多米, 为地台型沉积。包括震旦系的陆相碎屑岩, 寒武—奥陶系的海相碳酸盐岩, 中、上石炭统的滨岸铁铝

质岩系、碳酸盐岩、含煤泥质岩和碎屑岩, 二叠—白垩系的内陆盆地相碎屑岩, 显示出两次较大的沉积旋回(赵一鸣等, 2006)。

1.2 区域构造特征

渭北铝土矿分布于华北地台鄂尔多斯台向斜南缘之次级构造单元渭北褶断束中, 南与汾渭断陷相接, 构造形态简单, 总体为向北西缓倾的单斜层, 地层倾角一般为 5°~15°。中生代末期受燕山运动影响, 形成了一些小褶皱及断裂构造, 多为北东向正断层近等间距排列, 构成了地垒、地堑格局(杨克明, 1992)。

1.3 区域地质演化

寒武纪—中奥陶世华北地台大面积海侵, 形成广阔的陆表海, 沉积了厚达 500 m 以上的海相碳酸盐建造。加里东运动使整个华北地台隆升成陆地, 本区缺失了晚奥陶世—早石炭世的沉积, 在长期的沉积间断过程中, 经受风化剥蚀并准平原化。直至石

收稿日期: 2009-09-15; 修回日期: 2010-01-15

基金项目: 中国铝业公司铝土矿资源勘查项目(chalco2005-1)

作者简介: 陈连红(1966-), 男, 河南西平人, 高级工程师, 1989年毕业于原西安地质学院地质勘查专业, 从事矿产地质勘查与管理。E-mail: lh_chen@chalco.com.cn

炭纪早期,因受华力西运动的影响,华北地台下沉,又一次经历局部海侵。在本区海水由东向西侵入,形成一个广阔陆棚上的陆表海沉积环境,形成以黏土矿为主的铁铝碎屑岩建造,而在次级坡地和岩溶洼地沉积了铝土矿细碎屑岩。晚石炭世海侵范围扩大,沉积了一套海陆交互相含煤建造。二叠纪初,华北地台又逐渐隆起,海水退出,从而转变为陆相盆地沉积环境,为华北地台的主要成煤期(吴国炎等,1966)。

中生代的燕山运动,华北地台区仍以上升作用为主。本区形成内陆断陷盆地,沉积了一套油砂、页岩,并发生了近期的断裂构造。本区喜马拉雅运动表现为升降运动和断裂活动,在山间凹地和断陷盆地形成古近—新近系红层和第四系黄土。

2 矿床综合地质特征

2.1 含矿岩系

渭北铝土矿赋存于中石炭统本溪组中,含矿岩

系(石炭系本溪组)一般厚5~18m,最厚31.6m,由东向西逐渐变薄,变化幅度较大。按建造类型自下而上可划分为3段:下段为铁质黏土岩建造,含有一层不稳定的山西式铁矿。中段为黏土岩、铝土矿和硬质黏土矿建造,为主要含矿层位。上段为含碳泥质粉砂岩、泥质灰岩建造夹煤层(10号煤),上部产状稳定,倾向北到北西,倾角为5~15°。

含矿岩系顶部标志层为石英砂岩、泥质灰岩及10号煤层组合体或其中之一。在含矿岩系中,铝、铁有各自特定的富集部位,碳质以煤或有机质富集,无一定的部位。含矿岩系与下伏中奥陶统呈假整合关系,与上覆石炭统呈整合接触关系。

2.2 矿体

矿体形态严格受基底古岩溶地形的控制,一般呈似层状、透镜状和漏斗状。古地形较平坦时,矿体呈似层状(图1);古地形低洼时,矿体呈透镜状;古地形为溶洞、溶斗时,矿体呈漏斗状(图2)。矿体厚度沿走向和倾向均显示膨大窄缩的变化,总体

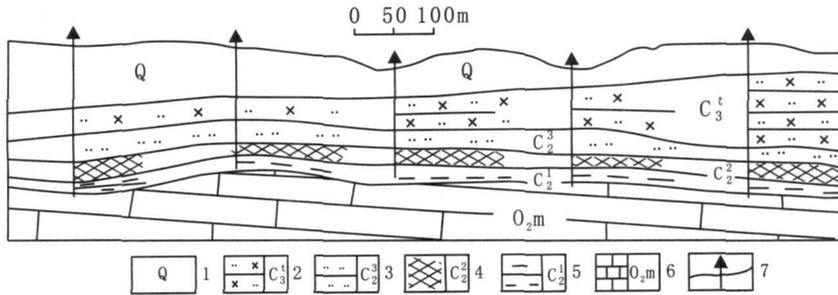


图1 曹村铝土矿床104勘探线剖面图

Fig. 1 Profile exploration line No. 104 of bauxite deposit in Caochun

- 1. 黄土; 2. 石英砂岩、页岩; 3. 含碳泥质粉砂岩; 4. 铝土矿体; 5. (铁质)黏土岩; 6. 石灰岩; 7. 钻孔

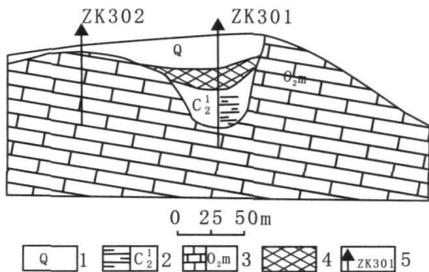


图2 东党铝土矿床3线剖面图

Fig. 2 Profile exploration line No. 3 of bauxite deposit in Dongdang

- 1. 黄土; 2. 铁质黏土岩; 3. 石灰岩; 4. 铝土矿体; 5. 钻孔

自东向西逐渐变薄。矿体顶板围岩为黏土岩、黄土或煤层,少量为硬质耐火黏土矿。底板主要为硬质耐火黏土矿、黏土岩和铁质黏土岩。夹层有黏土矿、黏土页岩。矿体与围岩及夹层一般呈渐变关系。矿体产状与围岩一致,倾向北到北西,倾角为5~15°。矿体多为单层状,偶见透镜状夹层。矿体一般长40~1300m,宽20~610m,厚0.8~17.2m,矿石中Al₂O₃平均品位为55.05%~64.97%,A/S为3.63~5.20(表1)。

2.3 矿石特征

2.3.1 矿石的矿物成分

本区铝土矿主要矿物为一水硬铝石(56%~

表 1 渭北铝土矿化学成分统计表

Tab. 1 Chemical components statistics of Weibei bauxite

矿床	矿体编号	品位变化范围及平均值/ %				A/S		A/S 变化系数 / %
		Al ₂ O ₃		SiO ₂		变化范围	平均	
		变化范围	平均	变化范围	平均			
曹村	号	47.9 ~ 66.30	62.43	3.59 ~ 27.98	15.08	1.83 ~ 21.50	4.14	65.32
蔡邓	-1 号	48.40 ~ 74.80	55.05	4.34 ~ 27.98	15.16	1.87 ~ 17.24	3.63	56.45
东党	号	56.44 ~ 67.50	64.97	9.72 ~ 22.95	15.13	2.81 ~ 4.73	4.29	18.96
张家山	号	50.70 ~ 77.85	62.11	3.93 ~ 23.20	14.65	2.52 ~ 18.79	4.24	33.73
陈炉	号	51.40 ~ 76.00	64.70	4.25 ~ 26.86	12.44	1.91 ~ 17.88	5.20	36.20

注: 数据来源于陕西省韩(城)一铜(川)铝土矿带 2005~2007 年地质勘查报告(路永安, 廖俊红等)。

88%), 次要矿物为高岭石(4%~17%)、伊利石(10%~35%)和石英(1%~2%)。微量矿物为长石、锐钛矿、白云石、绿泥石和黄铁矿, 偶见菱铁矿、钠长石、胶磷矿和电气石等, 总含量少于 2%。

一水硬铝石主要呈微晶集合体, 其表面常有少量的有机质或铁质不均匀染色, 呈黄色、黄褐色和灰褐色。颗粒细小, 一般粒径为 0.15~0.6 mm, 个别达 1~2 mm。部分经重结晶作用, 晶形较好, 呈片状、板状和柱状。

高岭石呈显微鳞片状、隐晶泥状和蠕虫状分布在部分碎屑及填隙物中。

2.3.2 矿石结构构造及自然、工业类型

矿石结构有: 碎屑状、粉砂状、泥状及豆鲕状。构造主要为致密块状、层状, 次为蜂窝状。

矿石自然类型属于一水硬铝石型铝矿, 根据矿石的结构构造可划分为碎屑状、豆鲕状、泥状及少量的蜂窝状、半粗糙状矿石五种矿石类型, 矿石工业类型属高铁中硫型铝土矿。

2.3.3 矿石的化学成分

矿石化学成分主要有: Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂, 次为 CaO、MgO、Na₂O、K₂O、P 和 S 等。主要组分在各主要矿体中的含量变化幅度较大, Al₂O₃ 变化为: 47.90%~77.85%, SiO₂ 变化为: 3.59%~27.98%, A/S 变化为: 1.83~21.50(表 1)。

3 控矿因素及成矿规律

3.1 主要控矿因素

3.1.1 沉积间断面对铝土矿的控制作用

渭北铝土矿同华北各地的铝土矿一样, 赋存于下古生界碳酸盐岩的不整合面上, 严格受沉积间断

面的控制。本区自中奥陶世末上升为陆, 历经晚奥陶世、志留纪、泥盆纪及早石炭世长期风化剥蚀, 至中石炭世重新接收沉积, 沉积间断时间约一亿四千万年, 基底已经准平原化, 其中包括大小不等、形状不同的古岩溶坑洼(朱永红等, 2007), 在空间时间上创造了良好的成矿条件。长期隆起的基底碳酸盐岩在适宜的气候条例下, 经过长期的物理和化学风化作用, 为铝土矿的形成提供了丰富的成矿物质来源。长期沉积间断所形成的准平原化地貌, 为铝土矿积聚创造了有利场所(廖士范等, 1991)。

3.1.2 古气候、古纬度的控制作用

根据前人对华北地台古地磁研究结果, 以太原西山为参考点(112.5 E, 37.8 N), 计算出寒武纪时阿拉善陆块的纬度为: 22.1 S, 奥陶纪时为 3.4° S(赵运发等, 2002)。之后, 华北地台向北漂移, 至中石炭纪时, 太原西山纬度为 9.8 N(林万智等, 1984), 陕西韩城地区为 9.6 N(吴汉宇, 1990), 内蒙古阿左旗地区为 19.6 N(杨振宇等, 1997)。可见, 中石炭纪渭北地区位于赤道附近, 表明与“近代全球红土型铝土矿概分布于南北纬 0~30°, 以 0°~10° 为主(占 90%)”的认识是一致的。受古纬度控制, 成矿古气候属热带气候, 这种多雨湿热的古气候对基底碳酸盐岩的钙红土化和铝土化进程起着重要的作用。

3.1.3 古地形对铝土矿的控制作用

渭北铝土矿分布区经中奥陶世末—早石炭世的风化剥蚀, 区内古地形比较开阔, 总的趋势是东高西低, 略有起伏(汤中立等, 2005), 为中石炭统含矿岩系的沉积提供了较好的场所。中石炭统含矿岩系在古地形上起到填平补齐作用, 其对含矿岩系厚度及铝土矿的控制作用十分明显, 突出表现在古岩

溶负地形对铝土矿厚度及品质的控制: 深十到几十米的溶斗, 由于深度较大, 接受沉积物多, 含矿岩系的沉积厚度大, 是优质厚大铝土矿的主要控矿古岩溶负地形。典型矿体为蔡邓-2号矿体, 长90 m, 宽80 m, 最大厚度为17.2 m, 呈漏斗状, 在矿体北西部厚度大, 品质好; 在边缘及南东部厚度小, 品质较差。

规模较大的平坦洼地上形成的铝土矿厚度十分稳定, 但通常很薄, 一般仅为1~3 m。矿体连续性好, 单个矿体长达1 km以上, 矿石品位变化不大,

多为贫矿, 典型矿体有曹村、号矿体。

3.1.4 成矿后风化淋滤的富集作用

由于渭北铝土矿大部分赋存于潜水面以上的氧化淋滤带中, 在地表或浅部经受长期的风化作用和地表水、地下水的淋滤作用, 首先使含矿岩系中的CaO大部分被淋失, 其次SiO₂、Fe也较易溶蚀, Al则不易活动而保留下来得到富集(刘平, 2007)。对各种不同结构的铝土矿品位(A/S)进行统计, 结果显示, 蜂窝状矿石的A/S普遍比其他矿石高(表2)。

表2 渭北铝土矿各种结构类型化学成分对比表

Tab.2 Comprison in chemical composition of ores with different textures of Weibei bauxite

矿石类型	组分品位/%				A/S	
	Al ₂ O ₃		SiO ₂			
	变化范围	平均	变化范围	平均	变化范围	平均
碎屑状矿石	51.74~72.78	63.79	8.88~22.68	12.74	2.28~8.08	5.56
半粗糙状矿石	65.8~68.68	67.17	3.13~11.31	8.36	5.94~21.66	10.51
鲕状矿石	52.01~67.53	59.77	7.25~21.65	14.45	2.4~9.31	5.86
蜂窝状矿石	67.49~77.11	72.64	5.23~7.44	6.49	9.07~14.74	11.54

注: 数据来源于陕西省韩(城)一铜(川)铝土矿带2005~2007年地质勘查报告(路永安, 廖俊红等)。

3.2 成矿规律

(1) 铝土矿严格赋存于经长期风化剥蚀的中奥陶统马家沟组碳酸盐岩顶界面钙红土化风化壳之上的中石炭统本溪组铁、铝岩系的中上部。

(2) 铝土矿在古地理位置上, 分布于洼地的斜坡地带及小型岩溶洼地的中心, 受基底地形控制明显, 即古基底负地形是铝土矿富集场所。

(3) 含铝岩系表现出自下而上的Fe、Al、Si、碳质富集规律, 其厚度与铝土矿层厚度、品位一般呈正相关关系, 即含矿岩系厚度大, 铝土矿层就厚而富。

(4) 大的拗陷盆地控制着铝土矿带的分布范围和展布方向, 是铝土矿成矿的一级控矿单元。小的凹陷、洼地等控制着铝土矿体的形态、产状、规模和品级等, 是铝土矿的二级控矿单元。

(5) 铝土矿具有明显的表生富集规律。即铝土矿形成后, 由于后期构造变动, 将铝土矿抬升地表, 经长期风化、冲刷和淋滤等作用, Si和Fe等杂质大量流失, 使Al相对富集, 形成优质铝土矿石。

4 找矿前景分析

古生界碳酸盐岩的不整合面之上的中石炭统本溪组铁、铝岩系的中上部, 均为一水铝石沉积型铝土矿。矿体厚度、形态受古岩溶地形控制, 呈层状、似层状、透镜状和溶斗状。由于成矿条件的差异, 豫西铝土矿以中低品位矿石为主, 晋北铝土矿以中高品位矿石为主, 渭北铝土矿总体上以低品位矿石为主, 且矿体规模相对较小(表3)。

渭北地区经历了晚奥陶—早石炭世长达一亿四千万年的沉积间断, 在湿热的气候条件下, 长期隆起的基底碳酸盐岩遭受强烈的物理和化学风化作用, 形成大量的残、坡积钙红土层。至中石炭世, 渭北地区重新被海水淹没, 钙红土层经短距离搬运, 在泻湖和海湾中沉积下来, 形成铝土矿层。成岩阶段, 在上覆沉积物和水体压力下氧化铝矿物重结晶, 使三水铝石变成一水硬铝石(廖士范, 1991)。由于后期构造作用, 使部分铝土矿层抬升地表, 遭受不同程度的风化, 形成多孔状、蜂窝状优质富矿石。可见, 渭北地区具备了铝土矿的沉积环境和成矿条件。通过近几年的勘查, 发现了8个具有一定规模的铝土矿矿床和数十个矿点。与河南、山西铝土矿分布区相类比, 渭北地区具有较好铝土矿找矿前景。但

渭北铝土矿与豫西、晋北铝土矿一样均赋存于

表 3 渭北铝土矿与豫西、晋北铝土矿矿床特征对比

Tab. 3 Contrast on the characteristics of bauxite of Weibei with that of Yuxi and Jinbei

地 区	矿体规模/m			矿 石 组 构		矿石化学成分/%		A/S
	长度	宽度	厚度	结 构	构 造	Al ₂ O ₃	SiO ₂	
豫西	50~	70~	1.3~	碎屑状、豆鲕状、海绵状、交代残余	致密块状、角砾状、层状、砂状、蜂窝状	60.55~	6.04~	4.1~
	2 650	1 800	36.20			74.41	15.77	12.30
晋北	380~	120~	1.18~	碎屑状、粗糙状、致密状	块状、层状	65.23~	6.25~	8.67~
	2 950	1 200	6.79			73.86	7.75	15.75
渭北	40~	20~	0.80~	碎屑状、粉砂状及泥状、豆鲕状	致密块状、(似)层状、蜂窝状	55.05~	12.44~	3.63~
	1 300	610	17.20			64.97	15.16	5.20

注: 资料来源于翟东兴等 (2002) 及付治国等 (2009)。

由于渭北地区在沉积期古地形比较平坦、开阔, 沉积分异作用不明显, 较细的黏土物质与铝土矿物质不能分别沉积, 致使渭北铝土矿以低品位矿石为主。

5 结论

渭北铝土矿带是陕西省两大铝土矿带之一, 与我国著名的河南、山西铝土矿有相似的成矿条件和沉积环境。长期的沉积间断和湿热的气候为铝土矿的形成提供了充足的物质来源, 同时形成的古岩溶地形也是较理想的沉积场所, 沉积期后的风化、淋滤作用使矿体进一步富集。渭北地区具备了较好的铝土矿成矿地质条件, 通过近几年的勘查, 已初步发现了一定规模的矿体。可见, 渭北地区具有较好的铝土矿找矿前景。与河南、山西铝土矿相比, 虽然品质相对较差, 但随着我国铝工业的发展, 铝土矿资源越来越紧缺, 加上“选矿-拜尔”法生产氧化铝工艺的日益成熟, 渭北铝土矿将在一定程度上缓解我国铝土矿紧缺的形势, 并产生可观的经济效益和社会效益。

参考文献 (References):

韩俊民, 王瑞廷, 欧亚玲. 陕西省铜川—韩城铝土矿带矿床地质特征及成矿规律 [J]. 西北地质, 2007, 40 (增刊): 99-103.

Han Junmin, Wang Ruiting, Ou Yaling. The geological characteristics and metallogenic regulation of Hancheng-Tongchuan Bauxite Belt in Shaanxi Province, China [J]. Northwestern Geology, 2007, 40 (suppl.): 99-103.

赵一鸣, 吴良士. 中国主要金属矿床成矿规律 [M]. 北京:

地质出版社, 2006.

Zhao Yiming, Wu Liangshi. Metallogeny of the major metallic ore deposits in China [M]. Geological Publishing House, Beijing, 2006.

吴国炎, 姚公一, 吕夏, 等. 河南铝土矿床 [M]. 北京: 工业出版社, 1996.

Wu Guoyan, Yao Gongyi, Lü Xia, et al. Bauxite deposits in Henan province [M]. Metallurgy Publishing Company, Beijing, 1996.

赵运发, 柴东浩. 山西铝土矿成矿因素探讨 [J]. 有色矿山, 2002, 31 (6): 1-5.

Zhao Yunfa, Chai Donghao. Discussion on ore-forming factors of Shanxi bauxite [J]. Nonferrous Mines, 2002, 3 (6): 1-5.

杨振宇, 马醒华, 孙知明, 等. 豫北地区早古生代古地磁研究的初步结果 [J]. 科学通报, 1997, 42 (4): 401-405.

Yang Zhenyu, Ma Xinghua, Sun Zhiming, et al. Preliminary result of Early Palaeozoic paleomagnetism in north of Henan province [J]. Chinese Science Bulletin, 1997, 42 (4): 401-405.

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.

Liao Shifan, Liang Tongrong. Bauxite Geology of China [M]. Science and Technology Publishing House of Guizhou, Guiyang, 1991.

杨克明. 西北地区主要盆地的形成与演化 [J]. 西北地质, 1992, 13 (1): 1-6.

Yang Keming. Formation and evolution of primary basin in northwest area [J]. Northwestern Geology, 1992, 13 (1): 1-6.

翟东兴, 刘国明. 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, 38 (4): 46-50.

Zhai Dongxing, Liu Guoming. Deposit geology and metallogenic regulation of Shaanxin bauxite belt, Henan province [J]. Geology and Prospecting, 2002, 38 (4):

46-50.

付治国, 王军强. 河南嵩箕地区铝土矿的次生富集规律 [J]. 地质找矿论丛, 2009, 24 (1): 28-33.

Fu Zhiguo, Wang Junqiang. Secondary Enrichment Pattern of Bauxite Ore in Songqi Area, Henan Province [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2009, 24 (1): 28-33.

朱永红, 朱成林. 遵义铝土矿(带)找矿模式及远景预测 [J]. 地质与勘探, 2007, 43 (5): 23-28.

Zhu Yonghong, Zhu Chenglin. Prospecting mode and forecast in the Zunyi bauxite ore belt [J]. Geology and

Prospecting, 2007, 43 (5): 23-28.

刘平. 黔北务-正-道地区铝土矿地质概要 [J]. 地质与勘探, 2007, 43 (5): 29-33.

Liu Ping. Bauxite geology in Wuchuan-Zhengan-Daozhen area northern Guizhou [J]. Geology and Prospecting, 2007, 43 (5): 29-33.

汤中立, 钱壮志, 任秉琛, 等. 中国古生代成矿作用 [M]. 北京: 地质出版社, 2005.

Tang Zhongli, Qian Zhuangzhi, Ren Bingchen, et al. Paleozoic mineralization in China [M]. Geological Publishing House, Beijing, 2005.

Geological Characteristics and Prospecting Perspective of Weibei Bauxite Deposits, Shaanxi Province

CHEN Lian-hong¹, WANG Rui-ting², LIU Wei-dong¹

(1. Aluminum Cooperation of China, Beijing 100082, China; 2. Northwest Mining and Geological Exploration Bureau for Nonferrous Metals, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Weibei bauxite belt is one of the two biggest bauxite belts in Shaanxi province. These deposits lying on the top of unconformity surface of Lower Paleozoic carbonate rocks are karst type bauxite deposits. Strictly controlled by basal ancient karst landform, the ore bodies generally show a stratiform-like, lenticular, and funnel-shaped pattern. The ore type is diasporic bauxite, mainly showing the clast, oolite, mud textures, and having a compact mass and stratiform structure. The main chemical compositions include Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 and TiO_2 , with the average content of Al_2O_3 being 55.05%–64.97%, SiO_2 12.44%–15.16%, and a A/S ratio of 3.63–5.22. The ore bodies are mainly controlled by hiatus, paleoclimate, paleolatitude, ancient landform, and so forth. Compared with the bauxite deposits in Henan and Shanxi provinces in which the bauxite ore bodies are mainly deposited, Weibei area has similar metallogenic geology and climate conditions, so it has a great prospecting perspective in Weibei area for exploring bauxite deposits, although the grade is somewhat low.

Key words: bauxite; Weibei area; ore-controlling factor; prospecting perspective