

# 宝丰县清凉寺铁矿床地质特征及成因分析

姬清海, 王春松, 王宏, 刘传权, 程兴国

(河南省地质调查院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 河南省宝丰县清凉寺铁矿, 为一首次发现的中型山西式富铁矿床。该铁矿位于华北陆块南部, 滎池-确山陷褶断束中段, 属华北地层区, 豫西地层分区, 滎池-确山山地层小区。该矿床含矿岩系为上石炭统本溪组。铁矿体呈较为稳定的层状-似层状产于本溪组下部, 矿体内部结构简单, 没有夹石和无矿天窗, 属简单矿层。矿石自然类型为赤铁矿, 矿石品位  $w(\text{TFe})$  普遍较高,  $w(\text{TFe})$  介于 27.50%~59.75%, 平均 50.55%,  $w(\text{TFe}) > 50\%$  的样品占 53%, 有害元素 S、P 微量。矿石工业类型: 以炼铁用铁矿石(高炉富矿)为主, 占总资源量的 66%; 次为需选铁矿石, 占总资源量的 34%。矿床规模为一中型富铁矿床。该矿床成因为碎屑型浅海相环境下化学沉积的山西式铁矿。该矿区准平原化程度相对较高、岩溶漏斗不发育的地区, 有利于山西式富铁矿床的形成。而在准平原化程度相对较低、岩溶漏斗发育的地区, 则利于“漏斗状”铝土矿的形成。

**关键词:** 矿床特征; 控矿因素; 山西式铁矿; 成因分析; 宝丰县

**中图分类号:** P618.31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-6248(2013)03-0109-07

## Geological Characteristics and Genesis of Iron Deposit in Qingliangsi, Baofeng

Ji Qing-hai, Wang Chun-song, Wang Hong, Liu Chuan-quan, Cheng Xing-guo

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Shanxi-typed medium-sized high-grade iron deposit is first discovered in Qingliangsi, Baofeng county, Henan province. The deposit is situated in the midpiece of the Mianchi-Queshan collapsed fold fault bundle, southern part of the North China Block. It belongs to the Mianchi-Queshan stratum minor region in the western Henan stratigraphic subregion of north China stratigraphic area. The ore serials are generated from Benxi formation of late Carboniferous. The iron deposit is relatively stable layered or stratum-like, which is from the lower part of Benxi formation. Without mix stone and the non-ore skylight, the deposit is simple in internal structure and thus belongs to a simple orebed type. The ores are naturally hematite, and the ore grade of  $w(\text{TFe})$  is generally high between 27.50%-59.75%, with an average of 50.55%, while the samples with  $w(\text{TFe})$  value higher than 50% take up 53% in total. The harmful elements containing in the mineral such as S, P are tiny. The major ore for industrial purpose are ironmaking iron ore, accounting for 66% of the resources; Taking up 34% of the whole, the minor iron ore are to be chosen upon necessity. Genesis of the deposit is a Shanxi-typed iron ore in detrital neritic facies chemical sediment. The high peneplanation degree and non-developed karst funnel in this region is beneficial to Shanxi-typed high-grade iron ore bed formation. In contrast, an area with lower peneplanation degree plus a developed karst funnel is in favour of forming the funnel-shaped bauxite deposit.

**收稿日期:** 2013-03-18; **修回日期:** 2013-04-26

**基金项目:** 2005、2007 年度河南省地质勘查基金项目 (05036)

**作者简介:** 姬清海 (1963-), 男, 河南新安人, 地质高级工程师, 主要从事地质矿产勘查、规划及综合研究。E-mail: jqh630927@163.com

**Key words:** deposit characteristics; ore-controlling factors; Shanxi-typed iron deposit; genesis analysis; Baofeng county

山西式铁矿是指产于石炭系本溪组底部的滨海-浅海沉积型铁矿, 因矿体规模小, 多呈窝状, 又被称为山西式“鸡窝状”铁矿。山西式铁矿品位一般, 河南 39 个山西式铁矿床(点), 矿石品位  $w(\text{TFe})$  介于 25%~47%,  $w(\text{TFe}) < 40\%$  的矿床(点) 36 个, 占 92% (河南省地质矿产局, 1988)。同时, 山西式铁矿矿石矿物以赤铁矿为主, 矿石工业类型以需选铁矿石为主, 选矿成本较高, 工业意义一般。2006~2009 年, 河南省地质调查院在宝丰县清凉寺矿区汝瓷胎料用陶瓷粘土矿普查时, 对铝土矿、铁矿等进行了综合评价, 勘查结果表明: 本矿区山西式铁矿具有含矿层位稳定、矿体规模大、内部结构简单、没有夹石和无矿天窗、矿石品位高、有害组分低等特点, 大部分地段铁矿达到了炼铁用铁矿石(高炉富矿)的质量要求(邵厥年等, 1989)。加之矿区所处地理条件优越、开采技术条件简单等有利因素, 使其具有重要工业意义。为此, 笔者对宝丰县清凉寺铁矿床地质特征及其成因进行分析研究, 以期发现更多具有重要工业意义的山西式铁矿。

## 1 区域成矿地质背景

矿区位于华北陆块南部, 华熊台缘凹陷带中部, 滎池-确山陷褶断束中段。属华北地层区, 豫西地层分区, 滎池-确山地层小区。区域地层为太古宇太华岩群、中元古界汝阳群、震旦系、寒武系、石炭系、二叠系、白垩系和第四系(图 1)。区域上近东西向、北西向和北东向断裂发育。在早白垩世时期, 矿区和东北部外围有中基性火山喷发活动, 形成了一定规模的火山熔岩和火山碎屑岩, K-Ar 法全岩同位素年龄为 122.5 Ma, 时代归早白垩世(河南省地质矿产局, 1989)。

区域矿产主要有: 产于太华岩群铁山岭岩组火山沉积变质建造中的鞍山式铁矿, 产于石炭系本溪组铁铝泥岩沉积建造中的山西式铁矿, G 层铝土矿和陶瓷粘土矿, 产于石炭二叠系海陆交替沉积-三角洲相沉积建造中的煤矿等。其中, 山西式铁矿规模较小, 均为矿点, 矿体形态受古地形溶蚀漏斗控

制, 呈“鸡窝状”。

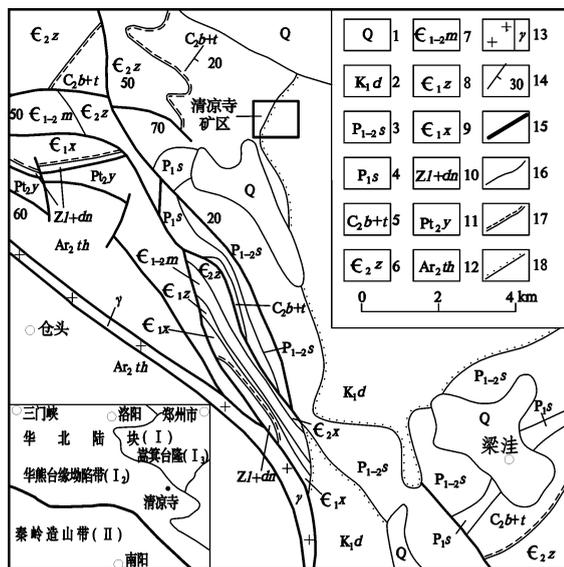


图 1 宝丰县清凉寺铁矿区域地质图

Fig. 1 Regional Geological map of iron deposit in Qingliangsi, Baofeng county

1. 第四系; 2. 白垩系大营组; 3. 二叠系石盒子组; 4. 二叠系山西组; 5. 石炭系本溪组+太原组; 6. 寒武系张夏组; 7. 寒武系馒头组; 8. 寒武系朱砂洞组; 9. 寒武系辛集组; 10. 震旦系罗圈组+东坡组; 11. 中元古界汝阳群云梦山组; 12. 太古宇太华岩群; 13. 花岗岩脉; 14. 地层产状; 15. 断层; 16. 地质界线; 17. 平行不整合地质界线; 18. 角度不整合地质界线

## 2 矿床地质

### 2.1 矿区地质

矿区地层较为简单, 为寒武系(隐伏)、石炭系本溪组(隐伏)和太原组, 白垩系大营组及第四系(图 2)。矿区地层整体为一简单平缓的单斜构造层, 受区域构造影响, 局部地层弯曲。地层总体产状为  $95^{\circ} \sim 135^{\circ} \angle 4^{\circ} \sim 16^{\circ}$ 。矿区没有发现断裂。矿区除大面积出露白垩系大营组火山熔岩和火山碎屑岩之外, 没有发现其他侵入岩和脉岩。

### 2.2 矿床地质

#### 2.2.1 含矿岩系

铁矿含矿岩系为石炭系上统本溪组(席文祥, 1997)。本溪组( $C_2b$ )平行不整合于中寒武统张夏

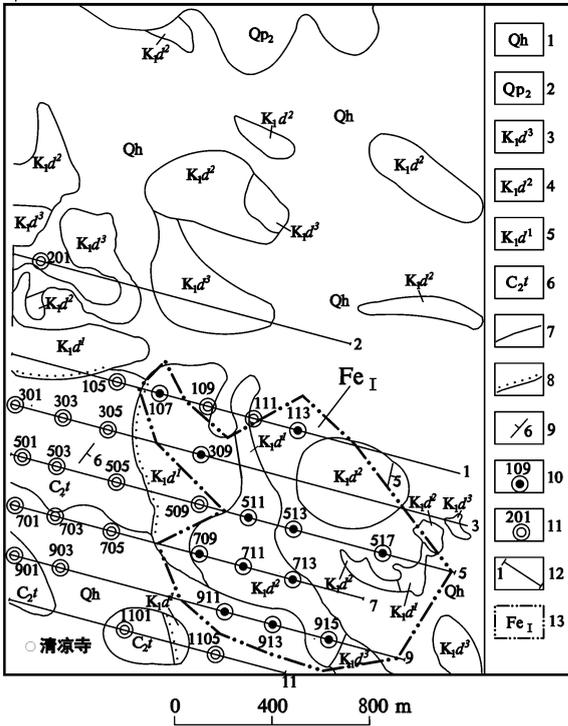


图2 宝丰县清凉寺矿区地质图

Fig. 2 Geological map of iron deposit in Qingliangsi, Baofeng county

1. 第四系全新统；2. 第四系中更新统；3. 白垩系大营组三段；4. 白垩系大营组二段；5. 白垩系大营组一段；
6. 石炭系太原组；7. 地质界线 8. 角度不整合地质界线；
9. 地层产状；10. 见铁矿钻孔及编号；11. 未见铁矿钻孔及编号；12. 勘探线及编号；13. Fe<sub>I</sub>。铁矿体分布范围

组 (C<sub>2</sub>t) 之上，与上覆地层太原组 (C<sub>2</sub>t) 整合接触。厚 0.89~16.05 m，一般厚 5~10 m。自下而上可分为 5 层 (图 3)。

(1) 浅红色含砾泥岩。仅在矿区局部地段 (ZK111) 见及，厚 0~3.43 m。

(2) 红色铁质泥岩，局部为黄褐色泥岩。在矿区局部地段发育，在走向和倾向上，均不稳定。厚 0~4.48 m。

(3) 赤铁岩和赤铁矿层。绝大分地段发育较好，厚 0~5.04 m，一般厚 1~3 m。该层在矿区西部为赤铁岩，在东部为赤铁矿层。该层在走向上含铁量变化不大，在倾向上，由浅入深，w(TFe) 含量从 18% 增加到 59.75%。该层为铁矿的赋矿层位。

(4) 铝土岩和铝土矿。在矿区较为发育，厚 0~2.40 m，一般厚 1~2 m。该层在走向和倾向上均不稳定。该层为铝土矿的赋矿层位。

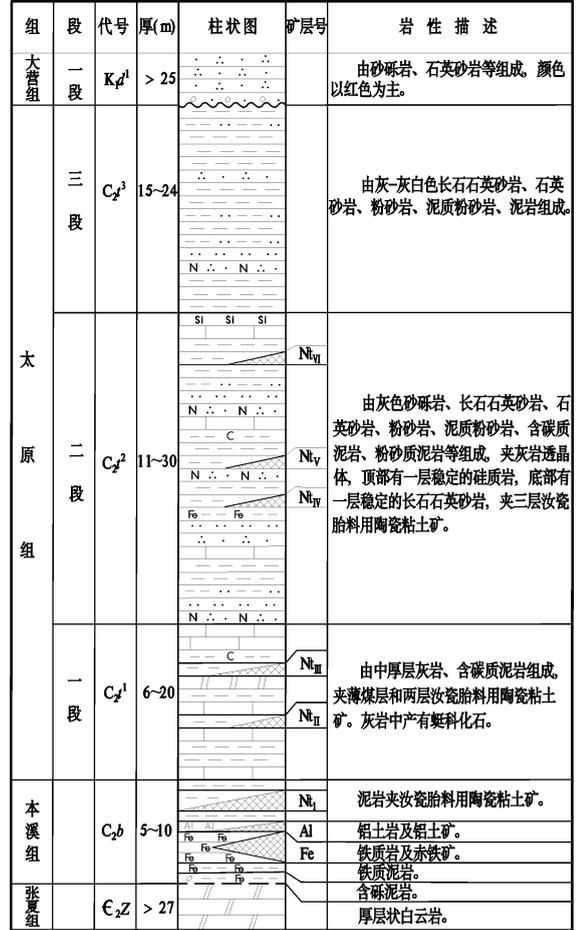


图3 清凉寺矿区含矿地层综合柱状图

Fig. 3 Comprehensive histogram of ore-bearing strata in Qingliangsi orefield

(5) 灰白色-黄褐色泥岩，局部为白色泥岩，可见夹有粉砂质泥岩条纹 (带)。绝大部分地段发育较好，厚 0~12.91 m，一般厚 4~6 m。该层在走向和倾向上较为稳定。该层为汝瓷胎料用陶瓷粘土矿 (N<sub>1</sub>T) 的赋矿层位。

从以上岩性组合特征来看，本溪组属碎屑型浅海相沉积 (罗增智, 2007)。

### 2.2.2 矿体特征

本溪组含铁矿一层，圈定矿体 1 个，编号为 Fe<sub>I</sub>，由 12 个钻孔控制 (图 2)。矿体呈层状、似层状赋存于石炭系本溪组第三岩层之中，平面形态为“凸”字型。标高为 +180.26~+82.70 m，控制埋深为 85.51~153.64 m。控制走向长 > 920 m，控制倾向延深 > 840 m，控制面积 0.77 km<sup>2</sup>。矿体厚 2.33~4.94 m，一般厚 2~3 m，平均厚 3.00 m，

厚度变化系数为 27%。在倾向上,矿体厚度略具增大的趋势,单工程矿体厚度如表 1 所示。矿体总体产状:  $82^{\circ}\sim 137^{\circ}\angle 3^{\circ}\sim 12^{\circ}$ ,最大倾角  $17^{\circ}$ ,与围岩产

状一致(图 4)。目前矿体东部和北部边界尚未控制。就目前勘查资料而言,矿体内部结构简单,没有夹石(层)和无矿天窗,属简单矿层。

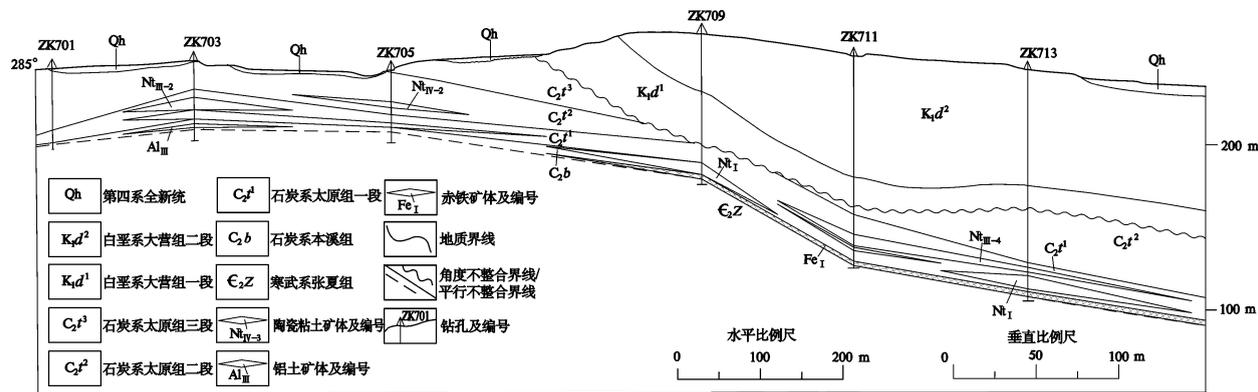


图 4 宝丰县清凉寺铁矿区 7 号勘探线剖面图

Fig. 4 Profile map of No. 7 prospecting line in Qingliangsi iron deposit, Baofeng county

### 2.2.3 矿石特征

矿石自然类型较为简单,为单一的赤铁矿。新鲜面呈樱红色,具泥晶-微晶结构、胶状结构,块状构造、土状构造,局部具蜂窝状构造。矿石矿物主要为赤铁矿(45%~80%),可见微量的褐铁矿。脉石矿物主要为泥质(20%~55%),一水铝石、方解石等少量,偶见(ZK711孔)自形晶立方体黄铁矿晶粒(未氧化),粒径为 1~2 mm。赤铁矿呈隐晶质-胶状,与泥质矿物一起呈较均匀分布。一水铝石和方解石均呈泥晶-微晶,不均匀分布。泥质矿物以高岭石为主,伊利石和蒙脱石少量。

需要说明的是:本矿区铁矿经认真的肉眼和镜下观察,未发现有赤铁矿和褐铁矿呈黄铁矿的假象(南京地质学校,1979)。紧邻本矿区西部的边庄矿区同层位的铁矿,原生铁矿石为菱铁矿。因此,认为本矿区赤铁矿系菱铁矿氧化而来。矿石中所见黄铁矿晶粒应为后期火山热液成因。

矿石品位:  $w(TFe)$  介于 27.50%~59.75%,平均 50.55%,变化系数为 20%。总体来看,矿石品位较高,  $w(TFe) > 50\%$  的样品占 53% (图 5)。单工程矿体品位如表 1 所示。

据 12 个铁矿组合样分析结果(表 2),有害元素为 S 和 P,含量甚微,  $w(S)$  平均为 0.056%,  $w(P)$  平均为 0.091%。

据 4 个铁矿石硅酸盐样分析,由矿石的平均硅酸盐化学成分(表 3)可以看出:酸性氧化物(包

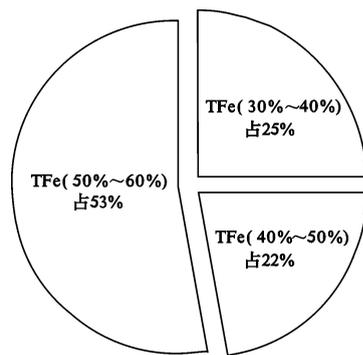


图 5 铁矿石品位 (TFe) 分布图

Fig. 5 Distribution chart of iron grade (TFe)

括  $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $P_2O_5$ ) 为 13.32%,碱性氧化物(包括  $CaO$ 、 $MgO$ 、 $MnO$ 、 $FeO$ 、 $Na_2O$ 、 $K_2O$ ) 为 3.01%,两性氧化物(包括  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ ) 为 74.42%。酸碱度  $[(CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3)]$  为 0.13,属酸性矿石。

根据矿石品位、有害元素含量、矿石的化学成分等确定矿石的工业类型主要为炼铁用铁矿石(高炉富矿),其次为需选铁矿石。

### 2.2.4 矿床规模

核准本矿区(332)+(333)+(334)?铁矿资源量为  $814.49 \times 10^4$  t。其中,炼铁用铁矿石(高炉富矿)资源量为  $539.84 \times 10^4$  t,占 66%。需选铁矿石资源量为  $274.65 \times 10^4$  t,占 34%。规模为中型富铁矿。

表 1 单工程矿体厚度、品位特征表

Tab. 1 Grade and thickness of ore body identified by single engineering

工程 编号	厚度 (m)	TFe (10 <sup>-2</sup> )			工程 编号	厚度 (m)	TFe (10 <sup>-2</sup> )		
		最小值	最大值	平均值			最小值	最大值	平均值
ZK107	2.51	43.53	44.94	44.22	ZK709	2.54	34.50	35.48	35.02
ZK113	2.94	42.43	45.23	43.48	ZK711	2.62	53.16	58.86	55.68
ZK309	2.45	35.05	36.15	35.32	ZK713	2.96	56.15	58.10	57.40
ZK511	4.25	36.92	59.75	52.16	ZK911	2.33	41.98	44.83	42.97
ZK513	4.94	41.02	58.63	51.71	ZK913	2.81	36.15	43.65	39.62
ZK517	2.41	56.95	57.73	57.30	ZK915	3.18	53.67	56.89	55.03

表 2 铁矿石有害元素分析结果表 (×10<sup>-2</sup>)

Tab. 2 The constituents of harmful elements in the iron ore (×10<sup>-2</sup>)

孔号	107	113	309	511	513	517	709	711	713	911	913	915	平均
样号	ZH15	ZH16	ZH5	ZH17	ZH18	ZH19	ZH12	ZH20	ZH21	ZH22	ZH23	ZH24	
S	0.053	0.032	0.048	0.110	0.057	0.054	0.062	0.059	0.054	0.046	0.053	0.043	0.056
P	0.083	0.070		0.079	0.096	0.100		0.096	0.110	0.096	0.087	0.096	0.091

表 3 铁矿石化学成分表 (×10<sup>-2</sup>)

Tab. 3 The chemical constituents of the iron ore (×10<sup>-2</sup>)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Loss
13.15	3.69	70.73	0.15	0.26	0.10	2.01	0.19	0.36	0.04	0.073	6.55

### 3 控矿因素及成矿规律

#### 3.1 控矿因素

##### 3.1.1 古风化壳

清凉寺铁矿床赋存于下古生界碳酸盐岩不整合面之上，严格受沉积间断面及其上古风化壳的控制，这是形成山西式铁矿和铝土矿的必备条件（陈全树，2009）。在温暖潮湿的古气候中形成的红土化古风化壳是铁质和铝质的主要来源。较为彻底的红土化古风化壳对铁矿的形成更为有利。

##### 3.1.2 古地形地貌

古地形地貌对山西式铁矿和铝土矿的形成，具有明显的控制作用。准平原化程度相对较低，岩溶较为发育的地区，凹凸不平的古地形，在海侵时，形成古高地-潮坪相-泻湖相相对较为闭塞沉积环境，有利于“鸡窝状”铁矿（原生为黄铁矿）、漏斗状铝土矿的形成，例如，新安张窑院、贾沟铝土矿、新安狂口铁矿等。准平原化程度相对较高，地形相对平缓、古岩溶漏斗不发育的局部地区，在海

侵蚀时，处于浅海相对开放的沉积环境，则更有利于大规模铁矿体（原生为菱铁矿）的形成，清凉寺矿区古地形准平原化程度相对较高，没有岩溶漏斗发育，因此，就形成了中型规模的山西式富铁矿。

#### 3.2 成矿规律

##### 3.2.1 较稳定的含矿层位

铁矿体产于下古生界碳酸盐岩不整合面之上的石炭系本溪组下部第三岩层之中，铝土矿（岩）层之下，层位较为稳定。

##### 3.2.2 铁矿与铝土矿为负相关

矿区共有 29 个钻孔穿过了本溪组。其中 8 个钻孔见铁矿未见铝土矿，6 个钻孔见铝土矿未见铁矿，仅 5 个钻孔既见铁矿又见铝土矿。在 5 个既见铁矿又见铝土矿钻孔中，铁矿体与铝土矿体厚度表现出负相关（图 6）。该规律与区域规律一致，如紧邻矿区西部的边庄铝土矿规模为大型，所共生的铁矿资源量为 77×10<sup>4</sup>t，仅属矿点。

##### 3.2.3 铁矿厚度与品位为正相关

从图 7 可以看出，铁矿石品位与矿体厚度关系密切，矿体厚度大的地方，矿石品位往往较高，表

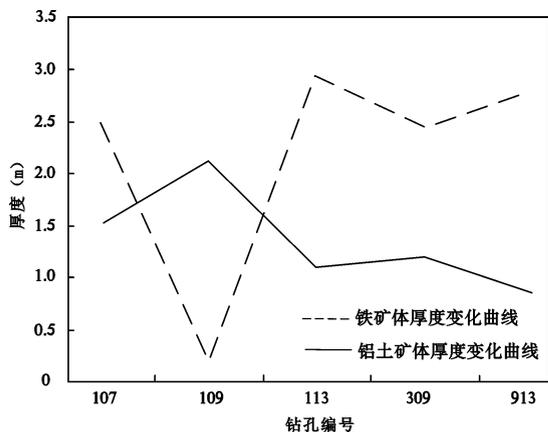


图6 铁矿与铝土矿厚度变化关系图

Fig. 6 Thickness changing between iron and bauxite deposit

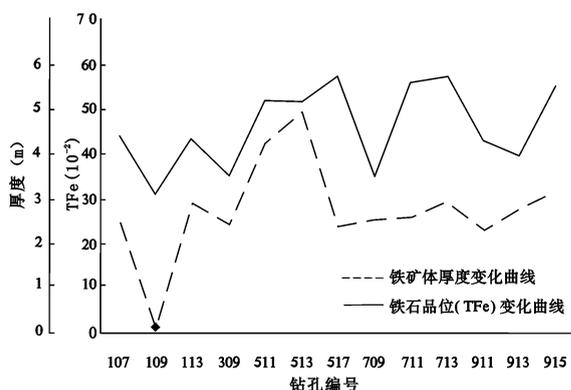


图7 铁矿体厚度与品位变化关系图

Fig. 7 The changing relationship between the thickness and grade of iron ore body

现出较为明显的正相关性。

## 4 成因分析

目前,关于山西式铁矿和G层铝土矿的成因学说,有红土(风化)和沉积两种学说和观点。笔者认为本矿区属碎屑型浅海相沉积成因类型,物质来源为红土化的古风化壳,对其形成过程分析如下。

据1:50万河南省地质图分析:在宜阳县—汝州—郟县一线以南地区,广泛发育中寒武统,缺失上寒武统和中奥陶统沉积,本矿区处于该地区;以北地区开始有上寒武统、中奥陶统发育。据此,大体自晚寒武世以来,本矿区就长期处于隆起状态,并遭受缓慢风化剥蚀。到晚石炭世早期,地形变得

比较平坦,形成了准平原,而且较邻近地区准平原化程度高,地形相对更为平坦。地势较为平坦的准平原地区,更有利于岩石比较彻底的风化,加之地表水流速缓慢,冲刷力弱,有利于铁、铝氧化物等残留组分持续平稳的沉积(袁见齐等,1985),形成具有一定厚度并彻底红土化的古风化壳(李中明,2009)。在中奥陶世时,海水由东北方向西南方侵入,在宜阳县—汝州—郟县一线以北地区,开始接受浅海相碳酸盐岩沉积。以南地区,仍为古陆,继续进行风化剥蚀。中奥陶世后,整个华北地区开始抬升,形成华北古陆,遭受风化剥蚀,形成古风化壳。到中石炭世时,海水又一次从东北方向西南方侵入,海侵较中奥陶世时期范围扩大,使矿区处于华北古陆块边缘的陆缘浅海盆地之中。当时气候温暖潮湿(王丽芳,2008),有利于植物的生长,死亡的植物腐败变质,使海水中含有一定的有机质和腐植酸(王银川,2001),更有利于对寒武系碳酸盐岩和古风化壳进行溶蚀作用。溶蚀作用的结果是:一方面寒武系碳酸盐岩被溶蚀形成 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 或 $\text{HCO}_3^-$ 进入海水,这时海水富含 $\text{CO}_3^{2-}$ 或 $\text{HCO}_3^-$ ,海水酸度增加;另一方面,风化壳在海水的溶蚀过程中,使 $\text{Fe}^{3+}$ 转化为 $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{2+}$ 络合物,进入海水并进行迁移。富含 $\text{CO}_3^{2-}$ 或 $\text{HCO}_3^-$ 的海水,加剧了风化壳的溶蚀,同时有利于 $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{2+}$ 络合物与 $\text{HCO}_3^-$ 结合形成重碳酸盐岩 $\text{Fe}(\text{HCO}_3^-)_2$ 进入海水并进行短距离迁移。当富含 $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{2+}$ 络合物、 $\text{Fe}(\text{HCO}_3^-)_2$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 或 $\text{HCO}_3^-$ 的海水被迁移到相对较深的海水区时,由于物理化学条件的改变,海水的含氧量相对较低,Eh值相对较低和pH值相对较高的弱还原弱碱性环境时(姚凤良,2006), $\text{Fe}^{2+}$ 或 $\text{Fe}^{2+}$ 络合物与 $\text{CO}_3^{2-}$ 结合形成菱铁矿 $\text{FeCO}_3$ , $\text{Fe}(\text{HCO}_3^-)_2$ 也分解形成菱铁矿 $\text{FeCO}_3$ 而沉淀成矿。在菱铁矿形成之后,菱铁矿层之上相继有铝土矿(岩)、高岭土泥岩(陶瓷粘土矿)等沉积,高岭土泥岩的形成,有利于铁矿层和铝土矿层的保存(陈全树,2012)。之后又被石炭系太原组灰岩、泥岩夹煤层(线)沉积覆盖。太原组之上,直接被白垩系大营组覆盖,缺失了二叠系、三叠系等。早期形成的菱铁矿由于上覆地层厚度不大,处于强氧化环境之下,菱铁矿被氧化成赤铁矿而成矿,铁矿品位升高,形成富铁矿。在新安、偃师、伊川、登封、禹州等地区,古

陆的准平原化程度不高,地形凹凸不平,溶蚀漏斗较为发育,形成古高地-潮坪相-泻湖相还原弱碱性沉积环境,在此环境下  $\text{Fe}^{2+}$  或  $\text{Fe}^{3+}$  络合物,与海水中的  $\text{S}^{2-}$  或  $\text{HS}^-$  结合,形成黄铁矿沉淀成矿(后氧化为赤铁矿、褐铁矿)。由于该环境下,地形凹凸不平,海水动能较强,冲刷力较强,只能形成“鸡窝状”黄铁矿,氧化后形成“鸡窝状”赤铁矿,其上被“漏斗状”铝土矿覆盖,这些地区铝土矿资源丰富。

## 5 结论与建议

(1) 本矿床具规模大、埋藏浅、矿石自然类型单一、品位高、内部结构简单和以炼铁用铁矿石为主要工业矿石类型等特点,而具有重要工业意义。

(2) 本矿床属碎屑型浅海相化学沉积的山西式铁矿,含矿层位为石炭系本溪组。矿床的形成受古风化壳、古气候、古地形等多重因素控制。准平原化程度较高、岩溶漏斗不发育的地区,有利于大中型规模山西式铁矿的形成。

(3) 本矿区铁矿体东部和北部边界尚未控制,仍然具有较大的找矿潜力。因此建议进一步开展详查工作,以期扩大矿床规模和早日开发利用。

(4) 本矿床为一中型山西式富铁矿床,在山西式矿区铁矿中尚属首次发现,其工业意义和经济价值不言而喻,应引起勘查界对山西式铁矿的重新认识和高度重视,以期发现更多的同类矿床。

## 参考文献 (References):

河南省地质矿产局. 河南省矿产资源概况[R]. 1988.  
Henan provincial Bureau of Geology and Mineral. General situation of mineral resources in Henan province [R]. 1988.  
邵厥年, 陶维屏. 矿产资源工业要求手册[S]. 北京: 地质出版社, 1989.  
Shao Juenian, Tao Weiping. Manual of Industrial Requirements for Mineral Resources [S]. Geological Publishing Housing, Beijing, 1989.  
河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.  
Henan provincial Bureau of Geology and Mineral. Regional Geology Map of Henan Province [M]. Geological

Publishing Housing, Beijing, 1989.  
席文祥. 河南省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.  
Xi Wenxiang. Lithostratigraphy of Henan Province [M]. Chinese University of Geosciences Press, Wuhan, 1997.  
罗增智, 肖松, 王立新. 古生物地史学[M]. 北京: 地质出版社, 2007.  
Luo Zengzhi, Xiao Song, Wang Lixin. Paleontology and Historical geology [M]. Geological Publishing Housing, Beijing, 2007.  
南京地质学校. 矿物学[M]. 北京: 地质出版社, 1979.  
Nanjing geological school. Mineralogy [M]. Geological Publishing Housing, Beijing, 1979.  
陈全树. 河南陕县瓦渣坡铝土矿床地质特征及成因探[J]. 西北地质, 2009, 42 (4): 53-59.  
Chen Quanshu. Geological Characteristics and Genesis of Wachapo Bauxite Deposit, Henan Province [J]. Northwestern Geology, 2009, 42 (4): 53-59.  
袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1985.  
Yuan Jianqi, Zhu Shangqing, Zhai Yusheng. Mineral Deposit Geology [M]. Geological Publishing Housing, Beijing, 1985.  
李中明, 赵建敏, 王庆飞, 等. 豫西郁山铝土矿床沉积环境分析[J]. 现代地质, 2009, 23 (3): 481-489.  
Li Zhongming, Zhao Jianming, Wang Qingfei et al. Sedimentary Environment Research of the Yushan Bauxite Ore Deposit in Western Henan Province, China [J]. Modern Geology, 2009, 23 (3): 481-489.  
王丽芳. 则村铝土矿沉积特征分析[J]. 矿产与地质, 2008, 22 (5): 433-436.  
Wang Lifang. Analysis on the sedimentary characters of the bauxite deposit in Yanze Village [J]. Mineral Resources And Geology, 2008, 22 (5): 433-436.  
王银川, 李昭坤, 翟自峰, 等. 山西本溪组铝土矿成矿条件及成矿规律探讨[J]. 西北地质, 2001, 44 (4): 82-87.  
Wang Yinchuan, Li Zhaokun, Zhai Zifeng, et al. Benxi Formation Bauxite Condition and Rule in Shanxi province [J]. Northwestern Geology, 2001, 44 (4): 82-87.  
姚凤良, 孙丰月. 矿床学教程[M]. 北京: 地质出版社, 2006.  
Yao Fengliang, Sun Fengyue. Tutorials for Mineral Deposit Geology [M]. Geological Publishing Housing, Beijing, 2006.  
陈全树. 河南陕县柿树沟铝土矿床控矿地质特征[J]. 西北地质, 2012, 45 (2): 73-81.  
Chen Quanshu. Geological Characteristics of Shishugou Bauxite Deposit, Henan Province [J]. Northwestern Geology, 2012, 45 (2): 73-81.