

表 1 矿石的矿物组分及结构特征

Table 1 Ore mineral components and structure characteristics

矿区	金属矿物		非金属矿物		结构	构造	矿石类型
	主要	次要	主要	次要			
一矿区	磁铁矿 (占 34.85%)	赤铁矿 黄铁矿 褐铁矿	透辉石、阳起石、 石英、斜长石	黑云母、方解石、 绿泥石、石榴石	半自形、他形粒状、 稠密相间条带状、 粒经< 0.05mm	层状、带状、浸染状、 团块状、角砾状	透闪阳起石英岩型 磁铁矿矿石
二矿区	磁铁矿 (占 30%~43%)	褐铁矿 赤铁矿	透闪石、石英、 阳起石、黑云母	碳酸盐、绿帘石、 斜长石	他形粒状结构	条带状构造 条带-稠密浸 染状构造	黑云透闪岩型磁铁矿 矿石和黑云石英 岩型微细磁铁矿矿石
四矿区	磁铁矿 (占 28%~35%)	偶见 黄铜矿	石英、黑云母 方解石	绢云母 绿泥石	半自形-他形粒状 结构,磁铁矿粒经为 0.02~0.2mm	块状构造	黑云母角岩型磁铁矿 石泥钙质硅质板岩型磁 铁矿矿石及含铜方解 石英岩型磁铁矿矿石
五矿区	磁铁矿 (含赤铁矿) (占 32%)		方解石、石英 透闪石	白云母	角砾状结构	形成条纹状构造、 块状构造	石英方解石磁铁矿矿石 透闪石型磁铁矿矿石

2 含矿层位、围岩蚀变与沉积环境分析

2.1 含矿层位

青白口系是本区重要的赋矿地层,出露比较广泛。大豁落山群可分为 4 个岩组,主体以碳酸盐岩为主。

第四岩组为红山铁矿的重要含矿岩系,各矿区

铁矿体均产于该层位之中。其顶部为绢云绿泥千枚岩夹石英砂岩;上部为磁铁矿石岩、磁铁矿层,局部地段磁铁矿呈角砾状,并含少量镜铁矿、赤铁矿,有时蚀变为阳起石、透闪石、透辉石化磁铁矿石岩;中部为数米厚石英白云石大理岩、石英砂岩,局部地段出现含砾砂质灰岩;下部为黑云绿泥绢云千枚岩。

2.2 含铁岩系岩石组合

红山铁矿各矿区含铁岩系及顶底板岩石组合如表 2。

表 2 各矿区含铁岩系及顶底板岩石组合

Table 2 Ore layer and wall rock types in various ore field

位置	一矿区	二矿区	四矿区	五矿区
矿层顶板	黑云千枚岩, 绿泥、阳起石英岩	石榴云母角岩, 石榴黑云石英片岩	泥钙质板岩, 绿泥石英岩	绢云绿泥千枚岩
含铁岩系	透闪、阳起石型磁铁矿	绿泥石英岩型微细磁铁矿, 黑云透闪岩型磁铁矿	黑云角岩型磁铁矿, 方解石英岩型磁铁矿	阳起、透闪、透辉石化磁铁矿, 石英岩型磁铁矿(条纹状磁铁矿)
矿层底板	含透辉石、方解 纤闪石夕卡岩	阳起透闪石岩, 绢云石英千枚岩	黑云绢云绿泥板岩, 绢云绿泥板状千枚岩, 绢云绿泥硅质板岩	绿帘石英岩,阳起黑云角岩, 磁铁矿化、方解长英角岩, 含磁铁矿黑云绢云千枚岩, 绢云母角岩

2.3 沉积环境分析

该区青白口系出露较全,就沉积型相而言,属稳定类型。岩石组分简单,由富燧石条带的镁质碳酸盐岩及少量碎屑岩组成,与下伏蓟县系为平行不整合接触。

2.3.1 五矿区沉积环境

红山铁矿五矿区位于矿区东部,从北到南由 4 条铁矿带组成:1 号矿带为最北缘铁矿带,其铁矿层

较薄,一般厚 1~2 m;铁矿体中除磁铁矿,还有部分赤铁矿。矿层底板出现由泥灰岩为基质的砾岩层,砾石成分为硅泥质岩石,砾石外形呈扁平棒状,长轴长为 3 cm,短轴直径为 1~2 cm,呈 NNE 定向排列,初步分析为潮间带到潮上带沉积环境。向南为 2 号矿带,该带东段见有铁矿层构成一小的向斜构造,其北翼铁矿层较厚,矿石呈致密块状,而南翼迅速相变为含铁砂岩;在铁矿层底板钙泥质碎屑物中出现水

动力较强的含细砾波纹状层理,显示潮间带沉积环境。3号矿带为矿区中延长最大的铁矿层,由北西向南东延伸可达7 km。在西北段矿体中出现较特殊的再沉积砾状铁矿层,砾石成分以磁铁矿为主,并有大理岩砾石,砾石大小不一,分选差。上述砾状铁矿层是在铁矿层形成之后,由于该地段地壳局部发生了抬升,致使铁矿层上升抵达浪击带,受海浪反复冲刷所造成的;在矿带中段出现含铁碧玉条带的铁矿层;矿带东南段,铁矿层的顶板和底板皆出现含细角砾的波纹层理石英砾岩层,显示潮间到潮下带沉积环境。4号矿带为断裂、褶皱发育的铁矿带,也是五矿区铁矿层最宽的铁矿带。矿带中段铁矿层内部有石英岩和硅质岩夹层;矿带东段经探槽揭露,发现阳起石透闪石化铁矿石中有隐爆角砾,角砾直径25~30 cm,角砾为铁矿体底板的石英岩,同时在钻孔岩心的铁矿体中有喷流作用下落的坠石砾岩。从五矿区全区铁矿赋存层位分析,自西南到东北,显示出由硅质岩-含铁碧玉岩-具有波纹层理的含铁砂岩-以泥灰岩为基质的砾岩,上述岩相变化特征暗示东北的平头山以东一带为青白口纪晚期的古隆起剥蚀区。

2.3.2 | 、二、三矿区沉积环境

红山铁矿一、二、三矿区,在铁矿层及其顶底板岩层中未发现潮间带所形成波纹状层理,而铁矿层中硅质条带矿石较多。在一矿区还发现有硅质条带构成的斜层理铁矿石。通过综合分析,推断它是海底喷流作用侧向流动到铁质胶体沉积物中形成的。鉴于该区铁矿石多含铁碧玉,推断当时沉积盆地海水较五矿区深些,为浅海深水环境。

2.3.3 四矿区沉积环境分析

红山铁矿四矿区的特点是有中基性火山活动,在火山岩周边的铁矿层底板岩系中发现有火山灰沉积物,未见粗碎屑物夹层,皆为极细的钙泥质沉积物;在矿区西侧的铁矿体中见有隐爆角砾铁矿层,反映当时喷流作用在该区有明显表现。由此推断四矿区在铁矿形成时处于有火山活动的半深海环境。

从宏观分析,全矿区成铁时期的岩相古地理应该是,在东侧平头山及南侧五峰山地区存在古陆剥蚀区,五矿区处于两古陆交汇区西北缘滨浅海带,由1矿带向4矿带方向海水逐渐加深,由滨浅海进入浅海区。一、二、三矿区应处于浅海区,四矿区处于半深海区,当时整个海域呈一向西开口的海湾环境。根据铁碧玉及隐爆角砾出露情况,在五矿区至少有2个喷流通道,一、二、三矿区有3个,四矿区有1

个。距离四矿区西120 km的东疆天湖铁矿属于本海盆西延部位(图1)。因此,青白口纪晚期含铁岩系的沉积海盆为长>200 km,宽>50 km的狭长裂陷海槽,海槽中心区有火山活动,边缘的同生断带上发育有喷流通道孔,为铁矿层生成提供了铁质来源。

1981年,甘治地质五队在四矿区西部发现含矿层附近具杏仁状构造和气孔安山熔岩,厚20 m左右,证实了火山岩的存在,同时在铁矿层中见有凝灰质板岩。而向东到五矿区未见熔岩,仅见微含火山灰的硅泥质沉积,而在一、三矿区的青白口系下部第一岩组中出露大理岩夹片岩、石英岩及斜长角闪片岩。这反映了红山地区青白口纪火山活动的时空分布特点,并进一步证明火山活动与铁矿的生成有着密切的关系。

3 红山铁矿床成矿机制

通过对红山铁矿5个矿区矿石矿物组分及组构特征、矿层及围岩蚀变与沉积环境的分析,各矿区的铁矿体均呈层状产出,铁矿体均赋存于青白口系第四岩组上部,不同矿区的铁矿层无上下层位之分,铁矿的产出受背斜构造的控制。铁矿床属海相沉积变质成因。

根据岩相分析,青白口纪时红山铁矿一带为相对稳定的平坦浅海-滨海碳酸盐台地潮坪环境。早期在局限海盆里的还原环境下,沉积了含钙硅的细碎屑岩,晚期海盆进一步拗陷下沉,同生断裂活动频繁引起地幔热流上升,出现局部海底火山喷溢活动以及多处含铁的热卤水喷柱上涌。此时热卤水的水温可达350~400℃,含铁热卤水带来了丰富的铁源,喷溢出的铁离子和铁的络合物在碱性条件下絮结沉淀,由于陆源碎屑物掺和作用,形成条纹状石英岩型磁铁矿层,陆源碎屑的多寡决定了铁矿层品位的贫富。铁矿层及围岩蚀变的研究表明,蚀变矿物形成仍是热卤水中高温气液岩-水双向交代反应的结果。

(1) 一、二、三矿区:成矿前期含铁高温热卤水沿裂隙通道喷流出,在海底弱碱性水介质的条件下先开始铁质沉淀,后接受钙泥质沉积。成矿后期残余高温气液沿原喷流通道上升,在围岩和矿层扩散,在沸腾气液作用下,发生夕卡岩化,形成透闪石、阳起石型磁铁矿。

(2) 四矿区:成矿前期海底沿断裂有安山质熔岩

喷溢,同时海水中漂浮有火山灰,在远火山地区有含少量火山灰的钙泥质沉积,成矿期海底火山喷溢活动停止,然后含铁高温热卤水沿火山通道喷溢,在弱碱性水介质的条件下开始铁质沉淀,形成黑云角岩型磁铁矿、方解石英岩型磁铁矿。

(3) 五矿区: 早期地壳强烈震荡, 含铁高温热卤水沿断裂通道喷溢, 形成沉积铁矿, 晚期高温气液促使矿体局部蚀变, 形成阳起透闪透辉石化磁铁矿、石英岩型磁铁矿。成矿期后地壳不均匀抬升, 矿体边缘隆起带遭受海浪冲刷形成再沉积砾状铁矿。

4 结语

该区为青白口纪晚期含铁岩系沉积海盆的东

部, 往西延长约 200 km, 宽> 50 km, 为狭长裂隙海槽, 海槽中心区有火山活动, 边缘的同生断带上发育有喷溢通道, 为铁矿层生成提供了铁质来源。因此该区成矿条件有利, 铁矿资源潜力较大, 是今后铁矿找矿远景区。

参考文献:

[1] 左国朝, 李邵雄. 甘肃省肃北县红山铁矿综合研究报告[R]. 兰州: 中国冶金地质总局西北地勘院, 2005.
[2] 裴耀真. 甘肃省肃北县红山铁矿二、四、五矿区详查地质报告[R]. 兰州: 中国冶金地质总局西北地勘院, 2005.

THE DISCUSSION ABOUT ORIGIN AND MINERALIZATION
MECHANISM OF HONGSHAN IRON ORE DEPOSIT

PEI Yao-zhen¹, XIE Cheng-lian²

(1. WestNorthwest Geo-exploration institute of CEEB, Xi'an 710060, China;
2. Shandong Zhengyuan Geo-exploration institute of CEEB, Jinan 250014, China)

Abstract: Aanalysis of mineralogy and ore fabric of 5 mining districts, ore layers, wall rock alteration and sedimentary environment of Hongshan iron deposit shows that ore bodies in each mining district are all layered occurring at top of the 4th formation of Qingbaikou group without any division of the upper and lower ore layers in all mining districts and the Fe-bearing rock system is controlled by anticline. Therefore, it is a marine sedimentary-metamorphic iron ore deposit.

Key Words: Hongshan iron ore deposit; origin; mineralization mechanism; Gansu province