

河北武安玉泉岭铁矿床流体包裹体地球化学特征

夏浩东¹, 杜高峰², 戴塔根², 邓会娟¹

(1. 国土资源部实物地质资料中心, 河北三河 065201;

2. 中南大学 地球科学与信息物理学院, 湖南长沙 410083)

[摘要]本文在系统总结前人关于玉泉岭铁矿床地质特征及矿床特征的基础上,开展了石榴石和方解石流体包裹体均一法测温,并对磁铁矿、黄铁矿和方解石样品进行了气液相成分测试。结果表明,流体包裹体气相的主要成分为 H_2O 和 CO_2 ,液相成分以 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 F^- 、 SO_4^{2-} 为主。流体包裹体均一温度变化于 $100\sim 560^\circ C$,主要集中于 $140\sim 540^\circ C$,盐度变化于 $1.91\%\sim 21.19\%$,主要集中于 $4.50\%\sim 18.00\%$ 。综合以上流体包裹体特征,表明成矿流体可能主要来源于岩浆水,部分来自大气降水。

[关键词]流体包裹体 地球化学 玉泉岭铁矿 河北武安

[中图分类号]P618.41

[文献标识码]A

[文章编号]0495-5331(2013)05-0855-6

Xia Hao-dong, Du Gao-feng, Dai Ta-gen, Deng Hui-juan. Geochemical characteristics of fluid inclusions from the Yuquanling iron deposit in Wuan, Hebei Province [J]. *Geology and Exploration*, 2013, 49(5): 0855-0860.

玉泉岭铁矿是20世纪70年代勘查开发的一个中型矽卡岩型铁矿,位于河北省南部邯邢地区。邯邢地区位于山西台背斜与河淮台向斜的过渡地带,东接黄淮大平原,西傍太行山脉,属太行背斜之东翼。邯邢地区是我国重要的矽卡岩型铁矿矿集区。前人对该区进行较系统的研究(郑建民,2007;郑建民等,2007a,2007b;孟祥贵等,2009)。随着矿山开发,玉泉岭铁矿资源已面临危机,为解矿山燃眉之急,特对矿区进行成矿预测研究。本文总结了玉泉岭铁矿的矿床特征,通过对成矿阶段矿物流体包裹体岩相学、气液相成分和均一测温学研究,分析成矿流体来源,探讨矿床成因,对今后在玉泉岭铁矿区的深边部找矿工作具有重要意义。

1 区域地质概况

1.1 地层

本矿区地层出露简单,从新到老分别为第四系黄土层,中奥陶系灰岩(图1)。离矿区稍远可以看到石炭纪耐火粘土和砂页岩层。第四系黄土在矿区范围内分布很广,位于砾石层上部,厚度 $20\sim 30m$,

砾石多为石英岩质,空隙被黄土充填;中奥陶系石灰岩呈东西向出露于矿区中部,倾角 $40^\circ\sim 50^\circ$,倾向南,局部有小的褶皱。上窄下宽,呈狭长带状分布,向西与外围大面积灰岩相连通,为矿区的主要含水层。溶洞裂隙发育,水力联系较好,由于受火成岩侵入的影响,有相变现象,即矿体→大理岩→结晶灰岩→灰岩,颜色呈灰色、灰白色、黄白色等,岩性较破碎,构成矿体的底板;大理岩为变晶质结构,组成成分主要是方解石。

1.2 构造

本区构造简单,在岩浆岩和灰岩接触处产生破碎带。构造有断裂和褶曲,断裂为主,褶曲次之。矿区西部小型褶曲呈帚状展布。矿区中部北东向断裂亦较发育,但在开采地段所见不多。在矿体的东端,有一个断层,但对矿体开采影响不大。矿区未发现任何岩脉,岩石中的节理以北北东、南北向最为发育,倾角很陡,约 $80^\circ\sim 90^\circ$,这种节理属于成矿后。岩脉少这一特点也说明自岩浆侵入后,构造运动幅度小。

[收稿日期]2011-08-10; **[修订日期]**2013-02-18; **[责任编辑]**郝情情。

[基金项目]国家科技攻关项目(编号2004BA615-02)和湖南省自然科学基金(编号07JJ6071)联合资助。

[第一作者]夏浩东(1968年-),男,高级工程师,从事地质矿产勘查及实物地质资料管理工作。E-mail:csudgf@126.com。

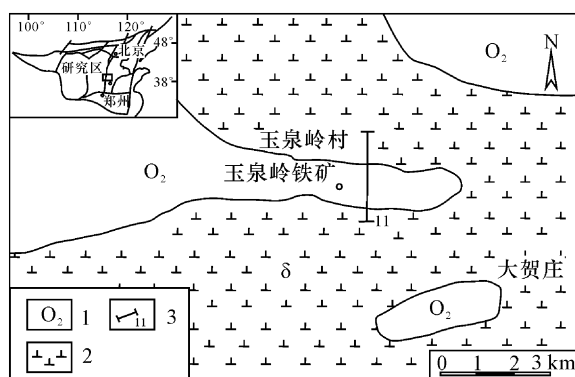


图1 玉泉岭铁矿地质简图

Fig.1 Geological sketch of the Yuquanling iron deposit in Hebei Province

1 - 中奥陶系; 2 - 燕山期闪长岩; 3 - 勘探线

1 - Middle Ordovician; 2 - Yanshanian diorite; 3 - prospecting line

1.3 岩浆岩

本区岩浆岩属中生代, 为中酸性闪长岩类, 沿构造脆弱带侵入。由于接触变质和岩浆分异作用, 出现分相现象, 即由矿体→透辉石矽卡岩(或石榴子石矽卡岩)→蚀变闪长岩→角闪闪长岩→黑云母角闪闪长岩。构成矿体顶板的均为蚀变闪长岩, 颜色呈灰白或灰绿色, 以中粒结构为主, 主要由斜长石和角闪石组成。节理发育, 结构较松散, 顶板不太稳固。矽卡岩不太发育, 厚度不大, 多为1~3m, 零星分布在矿体顶板, 以透辉石矽卡岩为主, 质地较软。矿区未发现任何岩脉存在。黑云母角闪闪长岩在本区分布普遍, 易风化呈球状。肉眼观察岩石为灰黑色, 矿物可见黑云母、角闪石、长石等。岩石具斑状结构, 角闪石、长石呈粗晶出现。角闪闪长岩与黑云母角闪闪长岩呈渐变关系, 一般出现在接触带附近, 岩石结构属全晶质, 中粒, 半自形, 其矿物成分与前者相比只是黑云母略少。蚀变闪长岩为全晶质, 半自形, 不等粒状, 由略呈斑状到斑状结构。主要矿物有中性长石、角闪石、透辉石、绿帘石、绿泥石、绢云母等。矿区以透辉石矽卡岩为主, 矽卡岩矿物主要有透辉石、石榴石、绿帘石, 次生矿物有绿帘石、绿泥石、绢云母等。次要矿物为磷灰石、榍石。矽卡岩紧邻矿体呈透镜状, 矿体直接与灰岩接触。

2 矿床地质

2.1 矿体特征

玉泉岭矿区包括三个矿体: 南矿体、北矿体及东矿体。其中以南矿体最大。南矿体在地表分为不连续的东西两端, 深部合二为一, 沿岩浆岩与中奥陶灰岩接触带东西向分布, 延长约500m。北矿体延长约

300m, 东矿体约65m。矿体位于适于侵入岩体的灰岩的顶部, 因灰岩顶部接触面向南倾斜, 所以北矿体顶板为灰岩, 底板为岩体, 南矿体则相反。

矿体沿岩体与结晶灰岩的接触带分布, 其空间位置主要是在透辉石矽卡岩与结晶灰岩之间, 呈不规则的透镜状和链式的不规则透镜体(如南矿体的东段和西段), 局部有伸入结晶灰岩中。

北矿体和南矿体的西段是处于接触带相对应的部分, 北矿体陡, 延伸的最大标高达109.5m, 南矿体倾斜较小, 延伸较大, 绝对标高10m。

矿体逐渐向8号勘探线倾伏, 其东西两部分矿体上部多被侵蚀出露。北矿体与南矿体于11号勘探线合二为一, 呈一不对称的鞍状矿体(图2)。认为可能二者原来是同一矿体, 后受某种因素而分开。

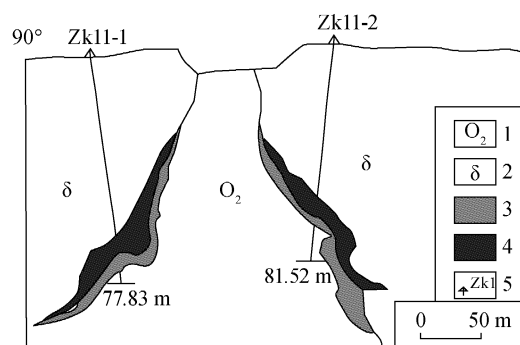


图2 玉泉岭铁矿11线剖面图

Fig.2 Geological profile along the prospecting line No. 11 in the Yuquanling iron deposit

1 - 中奥陶系; 2 - 燕山期闪长岩; 3 - 矽卡岩; 4 - 矿体;

5 - 钻孔及编号

1 - middle Ordovician; 2 - Yanshanian diorite; 3 - skarn;

4 - ore body; 5 - drill hole and number

2.2 矿石特征

玉泉岭矿体中的主要矿体成分有磁铁矿、假象赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿等。脉石矿物有透辉石、透闪石、绿泥石、阳起石、方解石、石榴子石及石英、玉髓、蛇纹石等。磁铁矿为铁黑色, 金属光泽, 强磁性, 结晶完好的呈八面体, 主要为他形晶, 分布于矿体下部。赤铁矿为由磁铁矿氧化后形成, 褐红色, 主要分布在矿体上部。黄铁矿为铜黄色, 金属光泽, 多呈六面体及块状体。矿石多为浸染状构造, 块状构造, 条带状构造。结构主要为自形半自形晶粒状结构, 他形晶粒状结构, 交代残余结构等。矿石化学成分主要有铁、镁、钙、铝等, 有害成分有磷、硫等。铜、镍、钴在本区含量少。矿石工业类型主要有平炉矿, 高炉低硫矿, 高炉高硫矿, 贫矿等, 共4个工业类型。平炉矿, 高炉低硫矿, 高炉高硫矿主要分布在 +

210m 水平标高以上,下部主要为贫矿。

石榴石-辉石阶段:形成石榴石、辉石等矽卡岩矿物,虽然没有矿石矿物相伴沉淀,但蚀变作用改变了岩石的物理性质,使其脆性和渗透性增强,为矿化提供了场所。

石英-铁氧化物阶段:发生在石榴石-辉石阶段之后,石榴石和辉石被绿帘石和石英等矿物交代,并伴随磁铁矿、赤铁矿沉淀,形成有价值的铁矿体。

3 取样及测试

研究样品均采自玉泉岭铁石榴石和方解石单矿物,取样来自于南矿体围岩与矿石中,将其磨制成厚度约为 0.2mm 双面剖光的光薄片作岩相学与流体包裹体观察。流体包裹体测温在中南大学地质研究所流体包裹体测温实验室进行。本次测试使用仪器为英国产的 Linkam THMS600 型冷热台,均一温度重现误差小于 2℃,冰点温度重现误差小于 0.2℃。

包裹体成分测定对象为磁铁矿、方解石及黄铁矿,由中南大学地质研究所流体包裹体气液相成分测定实验室完成。流体包裹体的气相成分分析采用加热爆裂法提取气体。分析仪器为 Varian-3400 型气相色谱仪(美国),分析误差 <5%。流体包裹体的液相成分分析仪器为美国戴安公司生产的 DX-120Ion Chromatograph 离子色谱仪。重复测定精密度 <5%。

4 流体包裹体

4.1 岩相学

矿物中流体包裹体比较发育(图 3),但包裹体个体较小,长轴多在 5~15μm 左右,少数大于 15μm。包裹体多为长条状、不等轴状、三角状及不规则状。从相态特征来看,矿物中流体包裹体多为气液两相包裹体,以 10%~20% 的气液比最为常见,纯气体包裹体和纯液相包裹体少见。

4.2 气液相成分

玉泉岭铁矿 6 件样品气液相成分结果及相关参数列于表 1、表 2,由表 1、表 2 可知,

(1) 磁铁矿、黄铁矿和方解石流体包裹体气相成分主要为 H₂O、CO₂、CH₄、H₂,其中 H₂O 含量最高,其次为 CO₂、CH₄、H₂;

(2) 液相成分阴离子主要成分为 Cl⁻、SO₄²⁻、F⁻,其中磁铁矿、方解石含量大小顺序为 Cl⁻ > SO₄²⁻ > F⁻,黄铁矿大小顺序为 SO₄²⁻ > F⁻ > Cl⁻;

(3) 液相成分阳离子主要成分为 Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺,其中磁铁矿液相阳离子成分含量大小顺序为 K⁺ > Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺,方解石液相阳离子成分含量大小顺序为 Ca²⁺ > Na⁺ > K⁺,黄铁矿液相阳离子成分含量大小顺序为 Ca²⁺ > K⁺ > Na⁺。

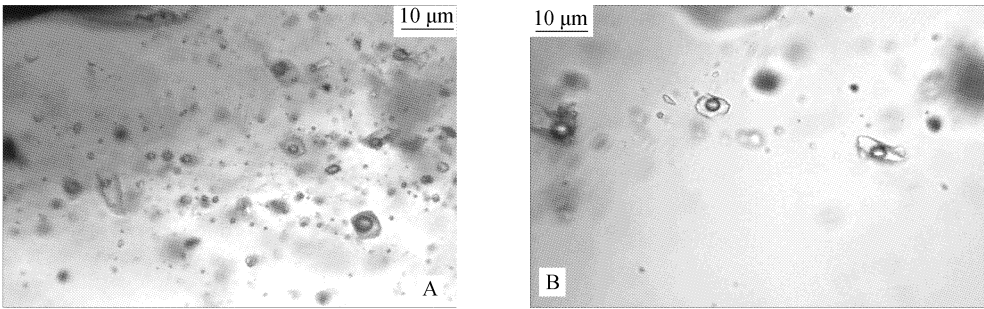


图 3 玉泉岭铁矿包裹体类型

Fig. 3 Photos showing fluid inclusion types in the Yuquanling iron deposit

表 1 玉泉岭铁矿包裹体气相成分及相关参数

Table 1 Gas composition and related parameters of fluid inclusions in the Yuquanling iron deposit

样品号	矿物名称	H ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₂	C ₂ H ₆	H ₂ O	(H ₂ + CH ₄)/CO ₂
YQL-3	方解石	0.854	痕量	13.906	64.913	痕量	痕量	1152	0.23
YQL-5	方解石	0.754	痕量	13.415	38.143	痕量	痕量	1141	0.37
YQL-7	黄铁矿	0.156	痕量	14.710	55.634	痕量	痕量	679	0.27
YQL-9	黄铁矿	0.105	痕量	5.155	50.619	痕量	痕量	524	0.10
YQL-11	磁铁矿	0.461	痕量	9.424	53.260	痕量	痕量	749	0.19
YQL-13	磁铁矿	0.628	痕量	12.834	72.535	痕量	痕量	1020	0.19

测试单位:中南大学地质研究所流体包裹体气液相成分测定实验室,2011 年。

表 2 玉泉岭铁矿包裹体液相成分及相关参数

Table 2 Liquid composition and related parameters of fluid inclusions in the Yuquanling iron deposit

样品号	矿物名称	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻ /F ⁻	K ⁺ /Na ⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺	(K ⁺ + Na ⁺)/ (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)
YQL-3	方解石	1.338	3.702	痕量	2.182	3.905	0.574	0.261	36.786	2.77	0.15	140.94	0.12
YQL-5	方解石	0.095	42.073	痕量	11.483	18.889	1.004	1.624	45.255	442.87	0.05	27.87	0.42
YQL-7	黄铁矿	1.436	1.234	痕量	121.285	2.880	3.495	4.032	10.469	0.86	1.21	2.60	0.44
YQL-9	黄铁矿	2.084	0.805	痕量	29.889	3.064	3.664	1.034	4.083	0.39	1.20	3.95	1.31
YQL-11	磁铁矿	0.135	10.835	痕量	6.616	4.371	7.639	0.091	0.442	80.26	1.75	4.86	22.53
YQL-13	磁铁矿	0.249	14.550	痕量	8.884	5.870	10.258	0.123	0.594	58.43	1.75	4.83	22.49

测试单位:中南大学地质研究所流体包裹体气液相成分测定实验室,2011 年。

表 3 玉泉岭铁矿流体包裹体参数

Table 3 Parameters of the fluid inclusions in the Yuquanling iron deposit

样品号	寄主矿物	类型(数量)	大小/μm	气液比/%	均一温度/℃	冰点/℃	盐度/%
YQL-17	石榴石	V-L(13)	5~25	10~20	420~560	-14.1~-18.3	17.87~21.19
YQL-19	石榴石	V-L(15)	10~20	15~20	410~500	-11.2~-14.6	15.17~18.30
YQL-21	石榴石	V-L(17)	5~15	10~30	480~550	-13.4~-15.2	17.26~18.80
YQL-23	方解石	V-L(18)	5~20	15~25	120~180	-1.1~-5.5	1.91~8.55
YQL-25	方解石	V-L(20)	8~15	15~30	100~260	-1.2~-4.6	2.07~7.31
YQL-27	方解石	V-L(18)	10~15	10~20	150~240	-6.0~-8.9	9.21~12.73

测试单位:中南大学地质研究所流体包裹体测温实验室,2011 年。

4.3 均一温度

玉泉岭铁矿 6 件样品石榴石和方解石的均一法测温、冰点和盐度等结果列于表 3,频数直方图见图 4。石榴石和方解石流体包裹体均一温度范围分别为 410~560℃、100~260℃;冰点温度范围分别为 -18.3~11.2℃;通过冰点温度查表得知流体包裹体盐度(刘斌等,1999),石榴石和方解石盐度范围分别为 15.17%~21.19%、1.91%~12.73%。

由图 4 可知,方解石均一温度出现两个峰值,范围分别为 140~180℃和 220~260℃;石榴石均一温度峰值范围为 460~540℃。方解石冰点温度峰值范围为 -16.3~12.3℃;石榴石冰点温度峰值范围为 -8.3~-6.3℃和 -4.3~-2.3℃。方解石盐度峰值范围为 4.5%~6.0%和 9.0%~10.5%;石榴石盐度峰值范围为 15.0%~18.0%。

5 讨论

据均一法测温及频数直方图可知,矿物主成矿温度为 140~540℃,盐度为 4.5%~18.0%。表明玉泉岭铁矿成矿流体应属于中-高温、中-高盐度流体。

玉泉岭铁矿流体包裹体气相成分富含 H₂O、CO₂,含有 CH₄、H₂ 等挥发份,表明成矿环境为还原环境(杨金中等,2000)。液相成分阳离子(K⁺ + Na⁺)/(Ca²⁺ + Mg²⁺)变化范围为 0.12~22.53(表 2),其中磁铁矿最高,均大于 1,表明阳离子中 K⁺ + Na⁺ 大于 Ca²⁺ + Mg²⁺,黄铁矿、方解石(K⁺ + Na⁺)/(Ca²⁺ + Mg²⁺)小于或接近 1,表明阳离子中 K⁺ + Na⁺ 小于或接近 Ca²⁺ + Mg²⁺,阴离子成分以 Cl⁻、SO₄²⁻、F⁻ 为主。分析认为,玉泉岭铁矿成矿流体应为 K⁺ - Na⁺ - Ca²⁺ - Mg²⁺ - Cl⁻ - SO₄²⁻ - F⁻ 体系。

成矿流体的 Na⁺/K⁺ 和 F⁻/Cl⁻ 可用来作为判别流体来源的一个标志(卢焕章等,1990),一般情况下,岩浆热液 K⁺/Na⁺ 大于 1,经计算(表 2),本区磁铁矿、方解石和黄铁矿流体包裹体 K⁺/Na⁺ 值为 0.05~1.75,方解石中 K⁺/Na⁺ 小于 1,磁铁矿、黄铁矿具岩浆热液特征。

另当 Cl⁻/F⁻ 比大于 1 时反映属大气降水(或地层流体)的特征,由表 2 可知,方解石、磁铁矿 Cl⁻/F⁻ 比均大于 1(2.77~442.87),表明有大气降水的加入。

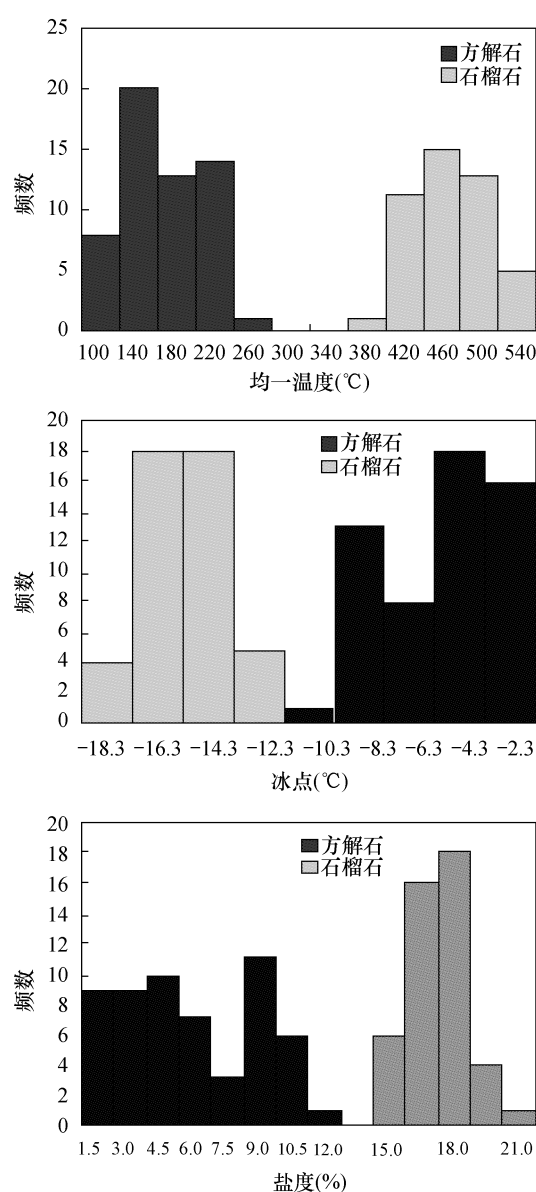


图4 玉泉岭铁矿成矿流体包裹体均一温度、冰点温度和盐度频数直方图

Fig.4 Histogram of homogenization temperature, freezing point and salinity of fluid inclusions in the Yuquanling iron deposit

总而言之,玉泉岭铁矿成矿流体以岩浆热液为主,夹有部分大气降水。

据赵一鸣等(1983)研究认为,矽卡岩型铁矿的铁质的主要搬运形式可能是卤化物和络合物。而据前面叙述,玉泉岭铁矿成矿流体的性质为低-中-高温、中-高盐度流体,富含 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 F^- 。因此可以推断,铁在成矿流体中主要以硫氢络合物、氯氟络合物的形式迁移。

另据郑建民等(2007)研究认为,邯邢地区矽卡

岩铁矿密切相关的岩体具有多期次脉动侵位的特点,由于多次脉动上侵带来新的热量,而碳酸盐围岩封闭环境使得碱质和挥发份富集,由于热水的作用降低岩石的温度,随着温度的降低,析出铁质络合物和卤化物,沉淀成矿。

6 结论

(1) 玉泉岭铁矿流体包裹体主要为气液两相包裹体。

(2) 玉泉岭铁矿是由中-高温、中-高盐度成矿流体成矿作用形成的,成矿流体应为 $\text{K}^+ - \text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} - \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{F}^-$ 体系。总体而言,本区成矿物质的迁移以硫氢络合物和氯氟络合物为主。

(3) 玉泉岭铁矿在成矿过程中由于与之关系密切的岩体多期次侵位活动,带入新的热源,由于部分大气降水的加入,导致铁质沉淀成矿。

[References]

- Liu Bin, Shen Kun. 1999. Thermodynamics of fluid inclusions [M]. Beijing: Geological Publishing House: 23-277 (in Chinese)
- Lu Huan-zhang, Li Bing-lun, Shen Kun. 1990. Geochemistry of fluid inclusions [M]. Beijing: Geological Publishing House: 1-246 (in Chinese)
- Yang Jin-zhong, Shen Yuan-chao, Liu Tie-bin, Zeng Qing-dong, Zou Wei-lei. 2000. Geochemical characteristics of ore-forming fluids in the Pengjiakuang gold deposit, Shandong Province [J]. Mineral deposits, 19(3): 235-244 (in Chinese with English abstract)
- Zhao Yi-ming, Bi Cheng-si, Li Da-xin. 1983. The characteristics of volatile components and alkaline metasomatism in main skarn-type iron deposits of China and their role in ore deposit formation [J]. Geological Review, 29(1): 66-74 (in Chinese with English abstract)
- Zheng Jian-min. 2007. The ore-forming fluid and mineralization of skarn Fe deposits in Handan-Xingtai area, south Hebei [D]. Beijing: China University of Geosciences: 1-10 (in Chinese with English abstract)
- Zheng Jian-min, Mao Jing-wen, Chen Mao-hong, Li Guang-dong, Ban Chang-yong. 2007a. Geological characteristics and metallogenic model of skarn iron deposits in the Handan-Xingtai area, southern Hebei, China [J]. Geological bulletin of China, 26(2): 150-154 (in Chinese with English abstract)
- Zheng Jian-min, Xie, Gui-qing, Chen Mao-hong, Wang San-min, Ban Chang-yong, Du Jin-li. 2007b. Pluton emplacement mechanism constraint on skarn deposit: A case study of skarn Fe deposits in Handan-Xingtai area [J]. Mineral deposits, 26(4): 481-486 (in Chinese with English abstract)
- Zhou Guo-fa, Lv Gu-xian, Deng Jun, Shen Yu-ke, Guo Tao. 2008. Study on the fluid inclusions characteristics of the Sanshandao gold deposit, Shandong Province, China and its geological significance [J]. Geoscience, 22(1): 24-33 (in Chinese with English abstract)

[附中文参考文献]

- 刘 斌, 沈 昆. 1999. 流体包裹体热力学[M]. 北京: 地质出版社: 23 - 277
- 卢焕章, 李秉伦, 沈 昆. 1990. 包裹体地球化学[M]. 北京: 地质出版社: 1 - 246
- 杨金中, 沈远超, 刘铁兵, 曾庆栋, 邹为雷. 2000. 山东蓬家乔金矿床成矿流体地球化学特征[J]. 矿床地质, 19(3): 235 - 244
- 赵一鸣, 毕承思, 李大新. 1983. 中国主要矽卡岩铁矿床的挥发组分和碱质交代特征及其在成矿中的作用[J]. 地质论评, 29(1): 66 - 74
- 郑建民. 2007. 冀南邯邢地区矽卡岩铁矿成矿流体及成矿机制[D]. 北京: 中国地质大学: 1 - 10
- 郑建民, 毛景文, 陈懋弘, 李广栋, 班长勇. 2007a. 冀南邯郸 - 邢台地区夕卡岩铁矿的地质特征及成矿模型[J]. 地质通报, 26(2): 150 - 154
- 郑建民, 谢桂清, 陈懋弘, 王三民, 班长勇, 杜金利. 2007b. 岩体侵位机制对矽卡岩型矿床的制约 - 以邯邢地区矽卡岩型铁矿为例[J]. 矿床地质, 26(4): 481 - 486
- 周国发, 吕古贤, 邓 军, 申玉科, 郭 涛. 2008. 山东三山岛金矿床流体包裹体特征及其地质意义[J]. 现代地质, 22(1): 24 - 33

Geochemical Characteristics of Fluid Inclusions from the Yuquanling Iron Deposit in Wu'an, Hebei Province

XIA Hao-dong¹, DU Gao-feng², DAI Ta-gen², DENG Hui-juan¹

(1. Geological Information Centre, Ministry of Land and Resource, Sanhe, Hebei 065201;

2. School of geosciences and environmental engineering, Central South University, Hunan Province, Changsha, Hunan 410083)

Abstract: This study carries out measurements of homogenization temperature for fluid inclusions in garnet and calcite from the Yuquanling iron deposit in Hebei Province, and makes an analysis on gas and liquid compositions of magnetite, pyrite and calcite. The results show that the gas components of fluid inclusions are mainly H₂O and CO₂, and the liquid components of fluid inclusions are dominated by K⁺, Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, Cl⁻, F⁻ and SO₄²⁻. The homogenization temperature of the fluid inclusions varies from 100 to 560°C, mostly ranging from 140 to 540°C. The salinity of fluids varies from 1.91% to 21.19%, mostly from 4.50% to 18.00%. It is suggested that the ore-forming fluid was mainly derived from magma water, and part stemmed from atmospheric precipitation.

Key words: fluid inclusion, geochemistry, Yuquanling iron deposit, Wuan in Hebei Province

