

研究简讯

湖南上堡黄铁矿区矿物中包裹体的初步研究

涂 登 峰

(连云港化学矿业专科学校)

一、地 质 概 况

上堡黄铁矿区, 位于华南褶皱系之中部。出露地层主要为上古生界。燕山早期的黑云母花岗岩, 呈岩株侵入于轴向近南北之背斜轴部附近。矿体主要分布在两个部位:

1. 呈似层状产于花岗岩与中上石炭统壶天群白云大理岩之接触带中, 亦即无矽卡岩或仅有矽卡岩化之大理岩一侧;

2. 呈脉状产于近花岗岩之大理岩内之裂隙中。矿脉走向 $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 倾向 $270^{\circ}\sim 290^{\circ}$, 倾角陡, 一般在 60° 以上。矿体沿走向长 $200\sim 400$ 米, 倾向延深 $65\sim 85$ 米, 厚 $0.8\sim 9.5$ 米不等。硫平均品位在 $23\%\pm 1\%$ 。

矿体中主要共生矿物有: 黄铁矿、石英、白云石、方解石、萤石以及辉铋矿等。在接触带(I_1 、 I_4 矿体)还伴生有金云母、透辉石、磁黄铁矿、硼镁铁矿、氟硼镁石等; 在脉状矿体(I_2 、 I_3 矿体)中, 还伴生有滑石、绿泥石等。在伴生矿物中, 多含有Mg、F、B, 表明系挥发分F、B与白云大理岩交代之产物。

构成矿体的主要矿物黄铁矿、石英及其细脉, 在接触带普遍地切割、切穿金云母、透辉石的集合体或分布于其周围; 但又被后生成之白云石、方解石及晚期生成之萤石等所交代、所穿切、所围生^[1]。依序可归纳为:

(1) 矽卡岩(金云母、透辉石)生成阶段;

(2) 热液期矿物生成阶段:

a. 高温的氧化物(磁铁矿)生成阶段;

b. 中温的以硫化物为主和有少量氧化物(黄铁矿、磁黄铁矿、辉铋矿、石英)生成阶段;

c. 中低温的碳酸盐(白云石、方解石)生成阶段;

d. 中低温-低温的卤化物(萤石)生成阶段。

二、矿物中包裹体研究

1. 包裹体测温。主要对不同成矿阶段的常见矿物进行测试; 另外对矿物同种但产状、部位、特征不同的矿物也作了一些工作。采用方法是爆裂法和均一法两种, 并作了适当的对比^[2,3]。

(1) 爆裂法。将单矿物进行挑纯, 粒径碎至 $0.25\sim 0.5$ 毫米。结果见表1。

表1中金云母样品中包裹体的爆裂温度一般在 $400^{\circ}\text{C}\sim 560^{\circ}\text{C}$ 之间; 黄铁矿中的多在 $260^{\circ}\text{C}\sim$

1) 系参照湖南省地质局408队1964年《湖南耒阳上堡黄铁矿区详细勘探》未刊资料。

表 1 单矿物中包裹体爆裂法测温一览表

样 号	单 矿 物 样 品 名 称	产 出 位 置	爆裂温度 (℃)
N-40-1	金云母 (矽卡岩中)	坑道160米水平 (接触带)	360—510
N-40-2	金云母 (矽卡岩中)	坑道160米水平 (接触带)	450—560
N-40-3	金云母 (矽卡岩中)	坑道160米水平 (接触带)	410—560
N-40-4	金云母 (矽卡岩中)	坑道160米水平 (接触带)	400—535
N-40-5	金云母 (矽卡岩中)	坑道160米水平 (接触带)	410—520
N-1	脉状黄铁矿	坑道130米水平	260—280
N-2	脉状黄铁矿	坑道130米水平	260—270
N-4	脉状黄铁矿	坑道160米水平CK180Z钻孔位置	290—310
N-5	脉状黄铁矿	坑道160米水平CK160Z钻孔位置	270—290
N-6	I ₂ 号矿体黄铁矿	坑道120米水平	280—290
N-7	I ₂ 号矿体黄铁矿	坑道140米水平	280—300
N-20	黄铁矿 (接触带中矿体)	坑道160米水平 (接触带)	240—300
N-37	黄铁矿 (接触带中矿体)	坑道160米水平 (接触带)	280—300
N-38	I ₂ 号矿体中黄铁矿	坑道160米水平 (接触带)	285—300
N-22	I ₂ 号矿体中黄铁矿晶洞	坑道120米水平	200—240
N-31	I ₂ 号矿体晶洞中水晶	坑道120米水平	180—200
N-32	I ₂ 号矿体晶洞中水晶	坑道120米水平	200—220
N-33	I ₂ 号矿体晶洞中水晶	坑道120米水平	160—200
N-41	I ₂ 号矿体晶洞中白云石	坑道120米水平	180—200
N-36	I ₂ 号矿体晶洞中紫色萤石	坑道120米水平	195—200
N-35	I ₂ 号矿体晶洞中无色萤石	坑道120米水平	180—190
N-34	I ₂ 号矿体晶洞中淡绿色萤石	坑道120米水平	180—200

说明：由笔者及南京大学吴启志测试。(表列温度未经压力-温度校正)。

300℃之间；石英、白云石、萤石中的均在160℃~200℃之间。

(2) 均一法。将透明矿物制成两面抛光的薄片，在加热台上直接进行观测。结果见表2。

金云母的包裹体，个体一般 $\leq 8\mu$ ；气相占25%~30%，部分为全气相；均匀化温度为455℃~540℃，与爆裂法测得之成矿温度基本吻合。

与黄铁矿密切共生的石英的包裹体，个体一般稍大，多在 $25 \times 10\mu$ 以上；气相占10%~20%；形状不规则；均匀化温度为200℃±，与爆裂法测得结果基本一致。晶洞中呈菊花状及晶簇产出者，其成矿温度明显降低，为80℃~160℃。

白云石中包裹体，个体为 $20 \times 10\mu$ ；气相占10%~30%不等；近菱形；均匀化温度均在150℃左右。

萤石中包裹体大小不等，形状各异，但均匀化温度均低于110℃，比爆裂法测得结果低100℃±；萤石紫色者均匀化温度相对为高，淡紫色、淡绿色者中等，绿色者最低，为60℃±；气相一般占5%±。

2. 包裹体中微量气体成分、pH值及冷冻温度的测定。气体成分系用cx1-101型色谱仪测定；pH值是用pHs-29A型酸度计测定，蒸馏水pH=6.70；冷冻法是用冷冻台，冷冻剂为液氮。测定结果见表3。

从表3中可以看出：

(1) 金云母包裹体中微量气体CO、CH₄的含量，高于石英、萤石包裹体的5~8倍；H₂的含量亦高至数倍(已测，由于某种原因尚未标定，但自动记录的线条长度等于石英、萤石的8~10

表 2 矿物中气液包裹体均一法测温结果一览表

矿物名称及产出	样品号	气相 (%)	液相 (%)	形态	大小 (μ)	由气体 变为液体 温度 (℃)	重新出 现气相 温度 (℃)	平均温度 (℃)	描述		
金云母 (接触带砂卡岩, 坑道160米水平)	N-40-2	25	75	近菱形	8	455	450	498	无色透明, 部分为气相, 分布不均匀		
	-3	30	70	长条形	6—8	540	420				
石英 (与I ₂ 号矿体脉状黄铁矿共生, 坑道130米水平)	N-3-1	20	80	椭圆形	10±	210	210	215	无色透明, 分布不均匀		
	-2	10	90	长条形	50×10	220	220				
	N-9-1	15—20	80—85	不规则状	5—15	207	205	197			
	-2					194	203				
	-3					192	201				
	-4					195	203				
石英 (菊花状, 产于黄铁矿矿体晶洞中)	N-23-1	10	90	弯钩状	25×10	160	170	155	无色透明体, 均匀化温度相近		
	-2	7	93		10×15	150	156				
	-3					160	150				
	-4					150	150				
	-5*	10	90	纺锤形	40×20	110	100	110	周围有许多细小包裹体分布, 呈带状,		
	-6*					110	115				
石英 (I ₂ 、I ₃ 号矿体中晶洞, 呈晶簇产出)	N-8-1	10	90	水滴状	100×20	80	82	79	无色透明, 气泡圆而大		
	-2					78	80				
	-3	25	75	不规则状	100×80	110	105	110	无色透明, 气泡居包裹体中部边缘, 圆形,		
	-4	15—25	75—85		50×25	80	80	81			
	-5					81	80				
	-6					82	80				
	-7	15—20	80—85		60×10	82	80	101	无色透明, 气泡圆形, 干净		
	-8	15	85		15×20	120	115				
	N-24-1	10	90	不规则一向延长	40×20	108	120	112	无色透明, 气泡圆形		
	-2					120	120				
	-3				12	88	130×25			110	110
	-4									110	110
白云石 (I ₂ 号黄铁矿矿体中)	N-12-1	25	75	近菱形	20×10	140		150	无色透明, 不规则分布,		
	-2					150					
	-3					30	70			160	
	N-41	10	90		60	150	160				
紫色萤石 (矿体晶洞)	N-13	8—10	90—92	不规则状	30×10	110	108	110	密集分布		

续表

矿物名称及产出	样 品 号	气 相 (%)	液 相 (%)	形 态	大 小 (μ)	气体变为液体 温度 (°C)	重新出现 气体温度 (°C)	平均温度 (°C)	描 述
淡紫色萤石 (I ₂ 号矿体中晶洞, 坑道120米水平)	N-14-1	5—20	80—95	不规则状	<10	80—105		95	带淡紫色, 气泡可以移动;
	-2	5	95			100			
	-3	15	85			105			
	-4	20	80			80			
淡绿色萤石 (I ₂ 号矿体晶洞)	N-15-1	5	95	长方形	20×10	80—100		93	气泡小, 不移动, 一部分为液相;
	-2				少数60×30	90—100			
绿色萤石 (I ₂ 号矿体中晶洞, 坑道140米水平)	N-21-1	3	97	不规则状	7—17	58	40	60	无色透明, 呈线状分布;
	-2	5	95			62	45		
	-3	7	93			58	40		
	-4	3	97	卵形	7	60	37		呈带状分布
	-5	5	95	棱角状	23	62	42		

说明：由南京大学吴启志、笔者及姚承祐测试。表列温度未经压力-温度校正。* 为次生包裹体，其余均为原生包裹体。

表 3 矿物中包裹体微量气体成分、pH值及成矿溶液冰点测定结果

样 号	产 出	单矿物 (纯) 样 品 名 称	气体成分分析 (μl/100g)		pH值	成矿溶液冰点 (°C)
			CO	CH ₄		
N-40	坑道160米水平接触带	金云母	7675.95	11177.88	5.30	- 17 — - 20
N-33	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	乳白色石英	1034.68	1563.49	6.30	
N-31	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	透明石英	965.68	1549.69	6.14	
N-32	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	乳白色石英	1034.68	1402.54	6.02	
N-36	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	紫色萤石	873.73	1678.45	6.49	
N-35	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	无色萤石	1080.65	1586.48	6.02	
N-34	I ₂ 号矿体晶洞中 (石英)	淡绿色萤石	1448.53	1586.48	5.90	
N-37	坑道160米水平接触带	黄铁矿			4.47	- 26.5 — - 29
N-38	I ₂ 号矿体中	黄铁矿			4.28	
N-41	I ₂ 号矿体中晶洞	白云石			9.45	

说明：微量气体成分由笔者及南京大学谢少卿、蒋浩深、赵梅芳测试和标定；pH 值由笔者及连云港化学矿业专科学校姚承祐测试；成矿溶液冰点由南京大学李兆麟、谢少卿以及姚承祐和笔者测试。

倍)。说明金云母是在富含 CO、CH₄、H₂ 的还原环境中生成的。

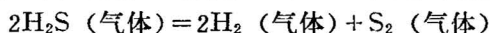
(2) 不同颜色的萤石，随着成矿温度的相对降低，其CO的含量有明显的升高；相反，CH₄的含量有所下降。

(3) pH值的大小与 CH₄的含量有着密切的联系，同种矿物 pH 值的降低 (酸度的升高)，CH₄的含量亦随之降低；相反，在萤石的包裹体中的 CO 含量则随之升高。pH 值的测定结果，还可帮助我们推断：除白云石的生成条件为碱性介质外，其它矿物均为偏酸性-酸性介质条件生成^[4]。其中值得商榷的是黄铁矿的 pH 值为 4.47~4.28，这与一般教科书的结论有抵触，但我们反复数十次实验结果均如此，原因尚有待进一步研究。

(4) 从少数矿物的气液包裹体的冷冻温度来看, 一般在 $-17^{\circ}\text{C} \sim -29^{\circ}\text{C}$ 之间, 说明其含盐浓度较高, 至少可以说, 热液后期生成的白云石、石英阶段是如此。

根据以上资料, 可以得出以下推论:

1. 矽卡岩阶段生成之金云母, 其成矿温度均高于 400°C , 其与热液阶段生成之黄铁矿, 均处于酸性介质条件下 ($\text{pH}=5.30 \sim 4.28$) 和还原环境中生成的, 这可由 CO 、 CH_4 、 H_2 的相对高含量存在的本身来说明。大量 H_2 的出现, 可能是 H_2S 在 400°C 以上高温条件下分解所致。即:



这样, 就有可能为其后热液阶段生成黄铁矿, 提供了有利条件。随后在热液阶段中, 由于 S^{2-} 具有较强的还原能力, 故当 S 离子浓度大时, 可使 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} [5]。

2. 占矿床中矿物总重量 70% 以上的黄铁矿和石英之成矿温度为 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$, 即中温热液期产物; 鉴此, 该矿床成因亦应为中温热液型。

此文承南京大学李兆麟副教授的指导和审阅, 吴启志、蒋浩深、赵梅芳、谢少卿以及连云港化学矿业专科学校姚承祐等同志多方帮助, 在此一并致以恳切谢忱!

参 考 文 献

- [1] 南京大学地质学系岩矿教研室, 1978, 结晶学与矿物学, 地质出版社。
- [2] 何知礼, 1982, 包体矿物学, 地质出版社。
- [3] Roedder, E., 1970, Application of improposcope stage to studies of the gases in fluid inclusion. Schweiz. mineral. petrograph. Mitteil., 50, 41—48.
- [4] 李兆麟, 1981, 矿物中包裹体研究及其在地球化学中的意义, 全国矿物中包裹体和成岩成矿实验学术会议论文选集之一 (矿物中包裹体研究), 科学出版社。
- [5] 南京大学地质系, 1961, 地球化学, 科学出版社。

INCLUSIONS IN MINERALS IN THE SHANGBAO PYRITE DISTRICT, HUNAN

Tu Dengfeng

(Lianyungang College for Professional Training of
Chemical Mining Industry)

Abstract

Ore bodies in the Shangbao pyrite district occur in a contact zone between granites and dolomitic marbles and in cracks of marbles. A preliminary study has been made on the formation temperatures, composition of trace gases, pH values and salinities of the inclusions in phlogopite, pyrite, quartz, dolomite, fluorite, etc.

- The formation temperatures of phlogopite were measured to be $455^{\circ} \sim 540^{\circ}\text{C}$. The contents of CO , CH_4 and H_2 in phlogopite are 5—8 times higher than those in quartz and fluorite. The formation temperatures of the essential minerals pyrite and quartz in this area range from $200^{\circ} \sim 300^{\circ}\text{C}$. It is clear that the former was formed in the stage of skarns, while the latter in the intermediate-temperature hydrothermal stage. According to their pH values (5.30—4.28) and composition of trace gases, phlogopite and pyrite must be formed under the conditions of acidic medium and in reducing environments. The salinities of quartz and dolomite are also relatively high.