

浏阳七宝山铜多金属矿床成矿流体 演化与成矿的关系

胡祥昭, 杨中宝

(中南大学资源环境与建筑工程学院, 长沙 410083)

[摘要]从不同标高、不同矿化带的流体包裹体研究入手,系统地论述了七宝山铜多金属矿床成矿流体的性质、演化过程及其与成矿的关系。黄铁矿爆裂测温表明:成矿流体温度变化在平面上以岩体为中心向四周依次为 $291^{\circ}\text{C} \sim 287^{\circ}\text{C} \sim 279^{\circ}\text{C}$,在剖面上由下往上依次为 $312^{\circ}\text{C} \sim 286^{\circ}\text{C} \sim 228^{\circ}\text{C}$ 。成矿流体成分主要为 H_2O ,其次为 CO_2, H^+ ,浓度由早期到后期呈递减趋势,表明成矿热液为酸性—弱碱性的演化过程。

[关键词]成矿流体 包裹体 盐度 矿化度 七宝山

[中图分类号]P618.41 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)05-0022-04

1 矿区地质概况

七宝山铜多金属矿床是湘东北地区首次发现的大型硫铜矿床。位于江南古陆南缘,岩石圈厚度达200 km,属湘东幔隆区。

矿区出露地层主要有前震旦系冷家溪群、震旦系莲沱组、下石炭统大唐阶、中上石炭统壶天群及第四系。

矿区构造复杂,东西向永和—横山向斜和横贯矿区的横山—古港大断裂为矿区的构造主线。向斜北翼正常,倾角 30° 左右,南翼倒转,倾角 60° 左右,轴向近东西,核部地层为中上石炭统壶天群灰岩,两翼分别为前震旦系地层。横山—古港断裂从矿区中南部通过,走向东西,倾向西南,是一多期活动的区域性大断裂。此外,由后期构造运动产生的北东向及北西向断裂均较发育。

矿区出露的岩浆岩为花岗斑岩,主要出露于矿区中部,岩体出露面积约 0.3 km^2 ,呈岩株产出,磷灰石U—Pb年龄为 $227 \text{ Ma}^{[1]}$,铅同位素Holmes—Houtermans模式年龄为 $250 \text{ Ma}^{[2]}$ 。

岩体在地表略呈椭圆形,剖面上为一蘑菇状,形态复杂,与围岩为明显的侵入接触关系。七宝山铜多金属矿床由200多个矿体组成,其中大部分为隐伏矿体。矿体均以岩体为中心在平面上呈椭圆展布,

主要分布在大七宝山矿段、小七宝山矿段、老虎口矿段、鸡公湾矿段和江家湾矿段(图1)。其成因类型可分为热液充填型、接触交代夕卡岩型和风化残余型。

矿石成分复杂,有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、磁铁矿、自然金、自然银等金属矿物和石英、绢云母、透辉石、石榴子石等脉石矿物。

2 成矿流体特征

2.1 流体来源

流体包裹体氢氧同位素测定结果为:

岩体中 $\delta\text{D} = -79.6\text{‰} \sim -76.3\text{‰}$, $9.45\text{‰} \sim 11.3\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}} = 10.38\text{‰}$ 。

矿体中 $\delta^{18}\text{O} = 11.1\text{‰} \sim 11.3\text{‰}$,平均为 11.2‰ 。岩浆热水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值与携带金属成矿物质的热液的 $\delta^{18}\text{O}$ 值基本一致,说明其成矿流体源于岩浆热液^[3,4]。

2.2 流体均一温度

流体包裹体均一温度测试结果见表1。不同矿化带的流体包裹体均一温度相差不大,但能反映成矿流体由高温到中温的变化过程。在岩体上部最高温度 291°C ,最低温度为 228°C ,在岩体下部最高温度为 314°C ,最低温度为 252°C 。具有典型的高中温热液的特点。流体包裹体均一温度反映了成矿流体温度在空间的变化规律:

[收稿日期]2002-04-11; **[修订日期]**2002-07-01; **[责任编辑]**曲丽莉。

[基金项目]国家自然科学基金项目(编号:49772152)资助。

[第一作者简介]胡祥昭(1950年—),男,1976年毕业于中南矿冶学院,教授,现主要从事矿产普查与勘探的教学科研工作。

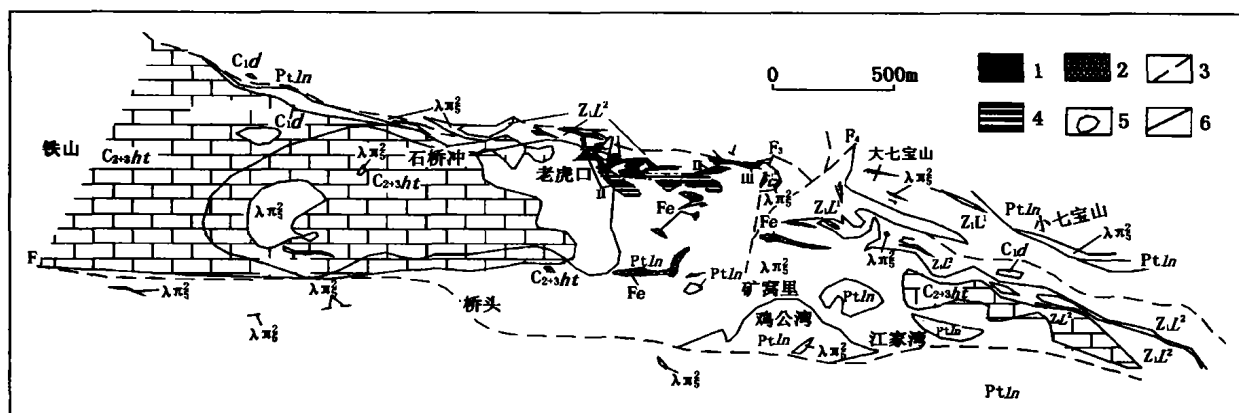


图1 七宝山矿区地质图

$\lambda\pi_3$ —燕山期花岗岩斑岩;PtLn—前旦系板溪群千枚岩; Z_1L^1 —震旦系莲沱组板岩; C_1d —下石炭统大塘阶组石英砂砾岩; $C_{2+3}ht$ —中上石炭统碳酸盐岩;1—矿体;2—铁帽;3—断层;4—深部矿体投影;5—地层边界线;6—铁锰土金银矿范围

表1 七宝山矿床包裹体测温结果表

样品编号	样品名称	采样位置	样品粒径/mm	样品质量/g	起爆温度/℃	平均温度/℃
k-691	黄铁矿	69线70m标高	0.25~0.45	0.5	279	279
D1		64线53m标高	0.25~0.45	0.5	287	287
D3-1		棉花冲采石场	0.25~0.45	0.5	291	291
D30		老虎口64m中段	0.25~0.45	0.5	228	228
D31		老虎口54m中段	0.25~0.45	0.5	314	286
D32		老虎口54m中段	0.25~0.45	0.2	293	
D33		老虎口54m中段	0.25~0.45	0.2	252	
D34		老虎口40m中段	0.25~0.45	0.5	310	312
D35		老虎口40m中段	0.25~0.45	0.5	279	

分析单位:中南大学包体测温室;分析者:万方,2000。

1)在平面上,成矿流体温度以七宝山酸性侵入岩体为中心向四周逐渐递减,温度由291℃~287℃~279℃变化。

2)在剖面上,成矿流体温度从深部往上的变化充分反映其由高温到中温的演变过程。据老虎口矿段不同标高处矿物包裹体测温资料,在40m标高处平均温度为312℃,上升到54m标高时平均温度变为286℃,而在64m中段下降到228℃。

3)块状硫化物矿体与中温等温线重合较好。说明大多数硫化物是在中温热液阶段析出成矿。

2.3 流体成分

流体包裹体的离子光谱测定结果如表2。

1)流体主要成分为 H_2O ,基本组分为 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等,流体气相成分主要为 CO_2 、 CO 、 CH_4 ,属NaCl-KCl- H_2O 型,流体中 K^+ 、 Na^+ 浓度比大于1,以致流体中同时出现了NaCl、KCl的子矿物。其成份变化大致如下:

(1) H_2O 的含量总体上从早期往后期是逐渐降低的,但在夕卡岩期急剧上升。(2)成矿流体中阳

离子的含量分为两种情况,其中碱性组分 K^+ 、 Na^+ 浓度随着流体的演化而降低,而 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的浓度随演化进行而逐渐增加,并在夕卡岩阶段达到其含量的最大值。(3)阴离子 F^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 的变化同样分两种情况,其中 F^- 、 Cl^- 随着流体运移而呈现下降的趋势,反之, SO_4^{2-} 却上升。(4) CO_2 的含量随流体的演化由早期往晚期过渡而递减,但在夕卡岩化阶段急剧上升,这与 SO_4^{2-} 的变化趋势刚好相反。(5) H^+ 浓度由早期至晚期呈递减变化。

2)矿床包裹体中, Na^+/Mg 比值平均为5.01, CO_2/H_2O 比值为0.20,据前人研究岩浆热液矿床中 $Na^+/Mg > 4$, $CO_2/H_2O < 0.50$,对比本矿床分析结果,成矿热液应为岩浆热液,这与氢氧同位数是一致的^[4,5]。

2.4 流体盐度和矿化度

流体包裹体的盐度和矿化度计算见表2。不同标高和不同矿化带中,其成矿流体的盐度和矿化度是不同的,在114m标高热液充填型矿床中,其成矿流体盐度为13.52,在地表的岩浆岩细脉黄铁矿中,成矿流体盐度为28.32,而在夕卡岩型矿床中,其成

表 2 七宝山矿床流体包裹体气液相成分分析结果表

 $\omega_B/10^{-6}$

样品编号	采样位置	矿物	液 相							气 相						
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₆	H ₂ O
(4-001)	棉花冲采石场	黄铁矿	7.95	12.33	8.73	0.96	10.28	1204.27		痕	痕	0.28	1.87	21.16	. 无	279
(4-002)	棉花冲采石场		7.03		19.16	4.34	15.65	801.4	1.74	痕	痕	痕	痕	24.97	. 无	213
(夕卡岩型)			6.47		120.63	1.03	3.99	472.15	233.81	1.27	无	痕	痕	180.14	. 无	1128
(114Pb-Fe)	114 m 中段		12.41	9.04	6.58	6.4	52.06	788.42	0.34	0.05	痕	痕	痕	168.36	. 无	558
质量摩尔浓度(mol/kg·H ₂ O)及矿化度、盐度																
样品编号	采样位置	矿物	液 相							气 相						
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₆	H ₂ O
(4-001)	棉花冲采石场	黄铁矿	1.24	1.13	0.78	0.18	1.04	44.04				0.04	0.42	1.72	4460.63	17.82
(4-002)	棉花冲采石场		1.44	.	2.24	1.07	2.07	38.39	0.34					2.66	3987.38	28.32
(夕卡岩型)			0.25	.	2.67	0.05	0.1	4.27	8.53	0.56				3.63	743.65	0.52
(114Pb-Fe)	114 m 中段		0.97	0.41	0.29	0.6	2.63	14.42	0.03	0.04				6.86	1568.54	13.52

分析单位:中南大学包体测温室;分析者:万方,2000。

矿流体盐度为 0.52。同时,矿化度的变化也具有相同的规律,从 114 m 标高至地表、夕卡岩型矿床分别为 1568.54,3987.38,743.65,越到流体演化后期,其盐度和矿化度就越高,而在夕卡岩化阶段却急剧降低。进一步分析,本矿区流体盐度的演化趋势,主要是由于后期 H₂O 含量的减少而引起的,Na⁺、K⁺ 的离子的降低速度远小于 H₂O 含量的降低速度,因而后期碱质交代作用虽然消耗了流体中一部分 Na⁺、K⁺,但对流体盐度的降低并没有大的影响。矿化度的变化趋势主要源于两个因素,其一是由于 SO₄²⁻ 的增加,其二,是由于 H₂O 含量的降低而引起的。另外,块状硫化物矿体均形成于低盐度、低矿化度的演化阶段。

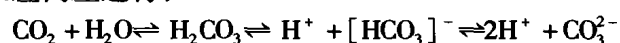
2.5 成矿流体的演化

根据流体成份变化规律,成矿流体中 Na⁺、K⁺、CO₂、H⁺ 等的含量从深部往上呈递减的变化趋势,相反,Ca²⁺、Mg²⁺、SO₄²⁻ 的含量由深部往上却递增,但在夕卡岩化带,Na⁺、K⁺、SO₄²⁻ 等的含量达到其相对含量的最低值,H⁺、CO₂、Ca²⁺、Mg²⁺ 却达到其相对含量的最高值。流体成份的变化过程就是成矿流体演化的过程。

热液演化初期富含 SO₄²⁻、H⁺、F⁻、CO₂、H₂S、H₂O 等酸性成份,由于所处位置相对较深,温压较大,CO₂、H₂S 呈中性分子存在,对金属元素的迁移和化学反应的影响较小。热液呈酸性。

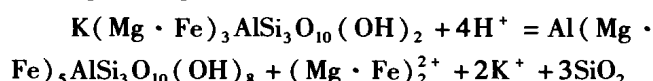
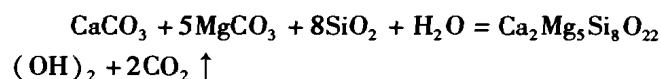
随着热液不断上升演化,整个体系逐渐向开放体系转化,温压开始减小,H₂S 的溶解度开始增加,分解形成大量的 H⁺、S⁻,使溶液中 H⁺、S⁻ 的浓度增加,S⁻ 浓度的增加和温度压力的降低会引起大量硫化物的晶出,同时,H⁺ 浓度的增加,将会导致下列

反应向左进行:



产生大量的 CO₂,其中 CO₂ 成气态逃逸,从而消耗了流体中的 H⁺、S⁻,并且由于受温度压力降低的影响,H⁺、S⁻ 浓度的增加速率低于其消耗速度,因此热液的性质将会向弱碱性转化。

当流体流经碳酸盐岩时,由于与围岩的离子交换作用,使围岩中大量的 Ca²⁺、Mg²⁺ 等碱性成份的加入,中和了成矿流体中 H₂S 等酸性成份,并发生夕卡岩化和绿泥石化:



同时,温度、压力的降低能使挥发组份从流体中析出,从而使流体中 HF、HCl、H₂S、CO₂ 等酸性组份减少,使剩下的流体相对碱性成份增加,促使流体的性质进一步向弱碱性转化。

3 结 论

1)七宝山铜多金属矿床成矿流体总体具高中温性质,但其成矿流体盐度在不同阶段表现出明显的差别,这种差别是成矿流体运移演化的结果。早期形成的酸性流体在深部地质营力的驱动下,沿裂隙不断渗透运移,加上不断的热液—围岩作用,使流体特征不断变化,并在空间上形成不同成因类型的矿体。矿体中的 $\delta^{18}\text{O}$ 平均为 11.2‰,说明其成矿流体源于岩浆热液。

2)矿区成矿流体运移以裂隙渗透为主,主要依据有:包体气液相成分中 H⁺、CO₂、Ca²⁺、Mg²⁺ 的百分比随围岩不同而变化;围岩蚀变从矿体到围岩强

度递减;成矿流体盐度变化较大,且主要受 H_2O 含量变化的影响。

3) 不同类型矿体中 $\delta^{18}O$ 变化基本一致,说明七宝山铜多金属矿床中不同类型矿体的成矿流体具同源性,成矿流体包体气液相成分随演化阶段的发展在不同矿体中变化较大,这说明各类矿体又有不同的成矿物化条件,因此可以认为七宝山铜多金属矿床为同源伴生型矿床。

[参考文献]

[1] 沈瑞锦. 湖南七宝山多金属矿床成因模式[M]. 湖南地学新进展, 1996, 29 ~ 36.

- [2] 胡祥昭. 湘东北七宝山铜多金属矿床地质特征及成因探讨[J]. 大地构造与成矿学, 2000(4): 365 ~ 370.
- [3] Hiroshi Ohomo, Robert O Rye. Hydrogen and oxygen isotopic compositions of fluid inclusions in the Kuroko deposits, Japan [J]. Econ Geol, 1974(69): 947 ~ 953.
- [4] 林文通. 热液的温度、压力和化学组份对矿床成矿作用的影响[A]. 金银矿产选集[C]. 1996(16): 18 ~ 34.
- [5] 王国政. 宝盖沟锡矿—黑英岩钠长岩型高温热液矿床[J]. 地质与勘探, 2002(2): 42 ~ 45.

ORE - FORMING FLUID CHARACTERISTICS AND EVOLUTION PROCESS OF THE QIBAOSHAN CU - POLYMETALLIC DEPOSIT IN LIUYANG, HUNAN

HU Xiang - zhao, YANG Zhong - bao

(School of Resources Environment and Civil Engineering, Central South University, Changsha 410083)

Abstract: Based on measures of fluid inclusions in different levels and mineralized belts, the characteristics and evolution process of ore - forming fluids in the Qibaoshan Cu - polymetallic deposit are discussed systematically. Decrepitating thermometry of pyrite shows temperature of the ore - forming fluids dropped slowly from 291°C to 279°C around the rock body in horizontal, and varied from 312°C to 228°C from the lower level to upward in profile. The main composition of the fluids was H_2O and CO_2 , the concentrations of H^+ decrease progressively during evolution of the ore - forming fluids, showing tendency of the fluids from acidity to alkalescence.

Key words: ore - forming fluid, fluid inclusion, salinity, degree of mineralization, Qibaoshan

欢迎订阅《地质找矿论丛》

《地质找矿论丛》为国家科技部和新闻出版署批准,由天津地质研究院主办的地学科技期刊,于1986年创刊,国内外公开发行人。中国标准刊号:ISSN 1001 - 1412, CN 12 - 1131/P。

《地质找矿论丛》是中国科技论文统计源期刊和《中国科学引文数据库》来源期刊,并已成为美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》收录期刊。期刊同时全文入编《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》、《万方数据系统科技期刊群》和《中文科技期刊数据库》等电子出版物,以多种形式向读者提供服务。

《地质找矿论丛》主要报道矿产成矿理论与成矿预测、物质成分及综合利用、矿产地质勘查新技术新方法及其应用、地学信息技术、水文地质与工程地质、环境地质调查与治理、资源勘查工程、矿产品深加工技术、地质矿产技术经济等方面的科研成果、进展评介、研究简报,并不断开拓报道领域与深度。

《地质找矿论丛》面向从事地质科研、矿产勘查、矿山企业、矿产品开发的科技人员和地学院校师生。热忱欢迎地矿行业、地学院校、文献信息部

门的单位和个人踊跃订阅。

《地质找矿论丛》为季刊;每期72页, A4国际开本,每季度末月出版;每期定价5.00元,全年共计20.00元。

订阅办法:

1) 订户可向《地质找矿论丛》编辑部函索订单订阅,订购款通过邮局汇款,订单的二、三联填写(或电子邮件)邮回编辑部。

编辑部地址:天津市河西区友谊路42号,天津地质研究院《地质找矿论丛》编辑部

邮政编码:300061 **联系人:**王书辉

联系电话:022 - 28367243

E - mail: luncong@yeah.net

2) 通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅。

地址:天津市大寺泉集北里别墅17号(300385)

电话:022 - 23973378; 23962479

传真:022 - 23973378

E - mail: LHZD@public.tpt.tj.cn

网址: www.LHZD.com