

## 湖南桃江泗里河铋金矿床流体包裹体特征研究

于春胜<sup>1</sup>, 胡 斌<sup>2</sup>, 蒋振华<sup>2</sup>

(1. 桃江久通资源投资有限责任公司, 湖南 桃江县 413400; 2. 中南大学地质系, 湖南 长沙 410083)

**摘 要:**从湖南桃江泗里河铋(金)矿床的成矿地质背景、地质特征分析入手, 通过对该矿床流体包裹体的分析测试研究, 得出如下结果: 泗里河铋金矿区存在较好的成矿背景条件, 成矿流体的类型主要为深源中低温低盐度的  $\text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{F}^- - \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$  型岩浆热水混合溶液, 矿区内找到金矿体的前景大于找铋矿体, 但矿区深部-300 m 以下可能存在较大的富铋矿体。

**关键词:**流体包裹体; 成矿地质; 铋(金)矿床; 桃江

泗里河铋(金)矿行政区划隶属湖南省桃江县, 位于县城西南方向, 直线距离 36 km, 矿区面积为 2.83 km<sup>2</sup>。该矿为一开采近 100 年的老矿山, 迄今为止-30 m 以上的资源已基本采完<sup>[1,2]</sup>。本文重点研究矿床中石英的包裹体, 希望能对生产区深部找矿预测和远景评价提供有益的参考。

### 1 成矿地质背景<sup>[3,4]</sup>

泗里河铋金矿区位于扬子准地台, 江南台隆雪峰台拱边缘, 为华南褶皱系雪峰山边缘的加里东褶皱带, 出露地层主要为中元古界冷家溪群、上元古界板溪群。矿区在加里东期形成了一系列较为宽缓的 EW 向复式褶皱和与之配套的断裂构造, 尤其是 EW-NEE 向压扭性断裂较发育。加里东褶皱带由晚元古界(震旦系)、早古生界(寒武系、奥陶系、志留系)、晚古生界(泥盆系)等沉积岩系组成, 方向自西向东由 EW 向逐渐偏转为 NEE 向。燕山晚期以断裂为主, 呈 NNE 向切穿早期 EW 向构造, 其中长塘断裂绵延数十公里, 通过两个不同的构造单元。NNE 向与 EW 向构造的交汇复合, 控制了矿区铋金矿化及岩脉的展布。泗里河铋金矿区内岩浆岩南部有芙蓉岩体及伪山岩体, 呈岩基、岩株产出, 北东有桃江岩体, 岩脉较发育者为石英斑岩、花岗斑岩和煌斑岩脉, 少量石英闪长岩脉, 顺 EW 向或 NE 向断裂带成群断续分布的辉绿岩脉常与铋金矿化伴生。

### 2 泗里河铋金矿区地质特征<sup>[3,4]</sup>

泗里河铋金矿区内大面积出露地层为元古界板溪群五强溪组。铋金矿化产于其中段底部一、二亚

段青灰色板岩、砂质板岩中。上元古界震旦系及古生代寒武系、奥陶系分布在泗里河铋金矿区东南, 出露面积较小, 新生界第四系零星分布在溪流两侧。

泗里河铋金矿区地质构造以 EW 向褶皱为主, 并以 NNE 向长塘大断裂交汇复合控矿为特点。较发育的压扭性横断层后期切穿 EW 向构造, 使地层、岩脉、矿脉产生位移。铋金矿脉和花岗斑岩主要充填在 EW 向断层中, 这些断层实际上在加里东期就伴随褶皱构造开始形成, 构造活动是长期多次的, 主要活动和定型期为燕山期, 总的来讲断裂构造是矿区的主要控矿条件之一。

区内岩浆岩为花岗斑岩, 主要呈脉状分布在西部岩屋冲, 东部渣田冲至银升坪一带, 易于风化, 地表往往呈负地形, 东部有 rΠ-1、rΠ-2、rΠ-3 三条, 其中 rΠ-1 规模最大, 长约 2100 m, 宽 3~8.5 m, 走向近乎 EW, 倾向南, 倾角 70°~80°。西部有 rΠ-4、rΠ-5、rΠ-6 三条, 规模较小, 长 200~280 m, 宽 1~2 m, 走向近乎 EW, 倾向南, 倾角 70°。

泗里河铋金矿区花岗斑岩被矿脉所切割, 或矿脉在花岗斑岩与围岩的接触面通过。后一种情况下, 矿化总是在围岩一侧, 在空间上, 花岗斑岩与矿脉则是相伴而生。

泗里河铋金矿区近矿围岩主要为板岩类岩石, 花岗斑岩次之, 在成矿过程中产生硅化、铁白云石化、毒砂化、黄铁矿化及绢云母化等蚀变, 形成宽约 40~60 m 的矿化蚀变带。

### 3 流体包裹体特征

矿物包裹体是矿物形成过程中由于晶格缺陷导

致流体被包裹于矿物中形成的包裹物。矿物流体包裹体一般包括岩浆包裹体(固态)和气液包裹体两类。流体包裹体保留了流体的原始特征,因此被广泛用于成岩、成矿的研究<sup>[5,6]</sup>。

本文对泗里河锑(金)矿床流体包裹体显微岩相学、均一温度、盐度和成分等方面作了较详细的分析研究,分析测试结果见表1、表2和表3。

**3.1 均一温度**

石英包裹体均一温度为 97.4 ~ 260℃,多数在 150℃以上,平均 179℃(见表1),明显比湖南省地质矿产勘查开发局 418 队早期测得的石英包裹体均一温度 125 ~ 138℃,平均 133.2℃高,这与仪器测试的灵敏度和精度有关,最新的测试结果应更接近实际,据此可判定矿区矿体相当于中低温成矿<sup>[4]</sup>。

表1 泗里河锑(金)矿区矿石及蚀变板岩中石英包裹体特征

样号	类型	序号	大小 ( $\mu\text{m}$ )	气液比 (%)	Tf ( $^{\circ}\text{C}$ )	Tm - ice ( $^{\circ}\text{C}$ )	Th ( $^{\circ}\text{C}$ )	盐度 (wt%)	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
K-3-2(石英)	NaCl-H <sub>2</sub> O 两相	1	4.5	20	-31.8	-3.4	129.7	5.472	0.975
		2	3	20	-44.7	-3	257	4.857	0.834
		3	8.5	28	-43.8	-4.2	251.4	6.669	0.861
		4	4	30	-42.8	-3.2	260.1	5.166	0.832
		5	5.5	20	-38.5	-4.7	225.7	7.393	0.899
		6	8	22	-44.7	-3.6	245.8	5.775	0.859
		7	20	25	-41.5	-2.7	284.1	4.389	0.783
		8	6	21	-40.7	-2.8	253	4.546	0.836
K3-1(石英)	NaCl-H <sub>2</sub> O 两相	1	9.5	15	-36.4	-3.5	188.1	5.624	0.922
		2	6	13	-35.7	-3.1	175.2	5.012	0.931
		3	10	20	-44.5	-3	179.8	4.857	0.925
		4	12	8	-43.2	-4	152.8	6.374	0.962
		5	7	10	-41.7	-3.2	168.4	5.166	0.939
		6	12	10	-39.2	-2	166.5	3.278	0.928
		7	10	11	-41.6	-3.7	177.1	5.926	0.935
		8	8	18	-44.7	-2.8	173.9	4.546	0.929
		9	18	15	-44.2	-3.6	161.9	5.775	0.949
		10	6	18	-45.6	-4.1	148.7	6.522	0.966
		11	6	17	-44	-3	150.7	4.857	0.953
C3-3(石英)	NaCl-H <sub>2</sub> O 两相	1	4.5	18	-37.9	-1.3	97.4	2.143	0.977
		2	6	10	-38.9	-1.8	152	2.956	0.925
		3	10	5	-44.1	-4.7	127.1	7.393	0.99
		4	6.5	12	-40.2	-4.5	160.1	7.015	0.96
		5	3	10	-39.2	-2.7	123.5	4.389	0.97
		6	6	12	-38.7	-1	146.7	1.651	0.937
		7	4.5	12	-44.1	-1.8	138.2	2.956	0.952
		8	5	20	-45.3	-2.3	138.9	3.757	0.956
平均			7.8	16	-41.4	-3.1	179.0	4.980	0.922
418 队资料 <sup>[2]</sup>			8~14	10~13			133.2		

分析单位:中南大学地学与环境工程学院包体测试室,仪器类型:Linkam THMSG600 型地质用冷热台

表2 离子色谱测试结果

原样号	含量(μg/g)									
	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
Cl-3	0.526	2.163	0.915	痕	18.251	痕	4.549	1.294	5.134	痕
Cl-16	0.259	1.839	0.452	痕	14.993	痕	3.844	1.109	4.739	痕
K5-1	1.293	3.414	痕	痕	9.547	痕	2.256	痕	3.114	痕
K6-4	1.578	2.935	痕	痕	10.251	痕	2.917	0.247	3.527	痕

分析单位:中南大学地学与环境工程学院实验中心,仪器类型:DX-120 Ion Chromatograph (美国)

根据测试所得的冰点温度(Tm - ice 为 -1 ~ -4.7℃),通过查表计算得出泗里河锑金矿区成矿流体的盐度在 1.65% ~ 7.39% 之间,平均 4.98%,说明成矿热液是一种低盐度流体。

表3 气相色谱测试结果

原样号	矿物名称	含量(μg/g)								
		H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	H <sub>2</sub> O
C1-3	石英	12.480	无	痕	18.413	无	1.612	677.010	8.789	1417
C1-16	石英	10.958	无	痕	16.911	无	0.514	592.321	5.289	1529
K5-1	石英	18.652	无	痕	0.095	无	1.711	441.068	1.904	1428
K6-4	石英	20.963	无	痕	0.198	无	1.257	412.931	1.324	1571

分析单位:中南大学地学与环境工程学院地质所测试研究室,仪器类型:Varian-3400型气相色谱仪(美国)

### 3.2 包裹体形态特征

泗里河铋金矿区包裹体不很发育,且普遍较小,大小为3~20 μm不等,平均7.8 μm;气液比为5%~30%,平均16%,对包裹体类型的研究分析表明,泗里河铋金矿区石英包裹体成矿类型主要为NaCl-H<sub>2</sub>O两相包裹体(见表1)。

### 3.3 包裹体化学特征

由表2、表3可知,泗里河铋金矿区矿物包裹体气液相成分具有以下特点:

(1) 包裹体气相成分以H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>为主,其中占据绝对优势的为H<sub>2</sub>O,说明当时成矿流体中富含水,成矿流体为热水溶液,成矿以热液充填为主导。气相组分中富含CO<sub>2</sub>,不含O<sub>2</sub>,且有较多H<sub>2</sub>和少量CH<sub>4</sub>,说明成矿环境为还原环境。

(2) 包裹体液相成分中阳离子以Ca<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>为主,少量NH<sub>4</sub><sup>+</sup>,微量Mg<sup>2+</sup>,且具有K<sup>+</sup>含量明显大于Na<sup>+</sup>的特征;阴离子以SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>为主,SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>离子含量最高,这可能与硫化物含量有关,另外含有微量NO<sub>3</sub><sup>-</sup>。

(3) 成矿流体中Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>的比值可作为判别成矿流体来源的标志,包裹体液相成分中K<sup>+</sup>含量明显大于Na<sup>+</sup>,Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>小于1,说明泗里河铋金矿区流体来源具岩浆热液的特点。而Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>的比值大于1表明有地层流体的加入,反映地层流体或天然雨水的特点。由此推论,成矿流体是岩浆热液和地层流体或天然雨水的混合流体。

(4) CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O的比值是反映成矿构造环境的重要参数,经计算,CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O的比值为0.26~0.48,表明成矿构造的环境比较稳定,变化较小,差异性不大,这与泗里河铋金矿区矿体均受含矿构造带控制相一致。

(5) 从矿脉中大量产出的石英可判断成矿流体中富含SiO<sub>2</sub>;结合泗里河铋金矿石矿物组合特征,成矿流体中还应存在H<sub>2</sub>S等气体。成矿流体中金主要以[AuCl<sub>2</sub>]<sup>-</sup>形式存在,部分以[Au(HS)<sub>2</sub>]<sup>-</sup>形式存在。

## 4 结 论

综上所述,泗里河铋金矿区存在成矿有利的大地构造,矿区褶皱隆起带的元古界冷家溪群和板溪群浅变质岩层是矿区金、铋等矿床或矿点的矿源层。

根据包裹体的气、液相成分分析,结合包裹体测温资料,认为泗里河铋金矿区成矿流体的类型主要为深源中低温低盐度的Ca<sup>2+</sup>-Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-F<sup>-</sup>-Cl<sup>-</sup>-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>型岩浆热水混合溶液,矿区内找到金矿体的前景大于找铋矿体,但泗里河铋金矿区深部-300 m以下可能存在较大的富铋矿体。

### 参考文献:

- [1] 中南大学. 湖南省桃江县泗里河铋矿成矿规律及深边部找矿预测研究[R]. 长沙:中南大学,2009.
- [2] 湖南省地质矿产勘查开发局418队. 湖南省桃江县王家冲铋矿详查地质报告[R]. 娄底:湖南省地质矿产勘查开发局418队,1991.
- [3] 于春胜. 板溪铋矿矿床地质特征及今后的找矿方向[J]. 采矿技术,2006,6(3).
- [4] 夏 天. 湖南省桃江泗里河铋(金)矿床地质特征与控矿因素研究[D]. 长沙:中南大学,2000.
- [5] 毛景文,李荫清. 河北省东坪碓化物金矿床流体包裹体研究:地幔流体与成矿关系[J]. 矿床地质,2001,20(1): 23~36.
- [6] 卢焕章,范宏瑞,等. 流体包裹体[M]. 北京:科学出版社,2004.

(收稿日期:2010-03-31)

作者简介:于春胜(1961-),男,山东海阳人,工程师,研究生学历,主要从事矿产普查勘探、矿物学及应用地球化学研究,Email:ycsbs@126.com。