

柿竹园-野鸡尾钨锡钼铋 多金属矿床流体包裹体初步研究

宋学信 张景凯

(中国地质科学院矿床地质研究所)

内容提要: 该矿床石英中流体包裹体的均一温度频率直方图具明显的塔式结构。柿竹园和野鸡尾矿段主要成矿阶段的温度下限分别为230—300℃和220—240℃(经压力校正)。这两个矿段流体包裹体、盐度频率直方图亦非常相似,并均具较低的数值,说明两地段成矿溶液特征相似并且均不咸。计算结果表明,矿床成矿流体密度和压力均较低。流体低压力值与矿床就位深度较浅(小于1—2km)的地质证据相一致。成矿流体密度等值线图上的密度高均分布于花岗岩和花岗斑岩或石英斑岩和花岗岩与矽卡岩和大理岩具复杂接触关系的地段。而这种复杂接触地段的矿化强度通常较高。

主题词: 柿竹园 野鸡尾 流体包裹体 均一温度 成矿流体压力 成矿流体密度等值线

一、矿床地质概况

柿竹园-野鸡尾矿区位于我国著名的有色金属之乡——湘南地区郴县东南之东坡矿田。从大地构造上看,处于湘东南加里东褶皱带与耒阳-宜章南北向印支褶皱带两构造单元交接处。区内构造运动强烈,岩浆活动频繁,碳酸盐地层发育,钨、锡、钼、铋、铅、锌等金属矿产十分丰富。

以前人们习惯上把该矿区分分为两个矿床,即柿竹园矽卡岩-云英岩型钨锡钼铋矿床和野鸡尾云英岩-脉型锡铜铅锌矿床。实际上,二者在时间上、空间上和成因上均有密切联系,它们的成矿特征有许多相似性,甚至彼此之间有过渡现象。我们认为它们分属于同一矿床的不同的矿物-地球化学带,合称为一个矿床较为妥当。二者可分称为柿竹园矿段和野鸡尾矿段。

柿竹园矿段位于千里山花岗岩体东南缘与上泥盆统佘田桥泥质条带灰岩接触带上。矿体形态简单,呈巨大透镜状,大致呈水平产出。矿化连续、集中,矽卡岩型矿化和云英岩型矿化共生,成矿作用复杂,由云英岩化花岗岩钨锡钼铋矿石、云英岩网脉-矽卡岩钨锡钼铋矿石、矽卡岩钨铋矿石和网脉状大理岩锡矿石组成,这四种矿石的储量比例为1:21:37:19。

野鸡尾矿段位于柿竹园矿段之南东东,产于千里山花岗岩体东南边缘顶部隆起及石英斑岩岩枝中,以及接触带矽卡岩和大理岩中。矿体呈不规则状,可分为云英岩锡钨铋矿体、矽卡岩锡钨铋铜矿体、网脉-大理岩锡铜矿体和大理岩中锡铅锌矿体。由于矿化与石英斑岩关系密切,所以有人认为野鸡尾矿段属斑岩型矿床。

综合考虑两个矿段即全矿区的主要成因特征,该矿床的成因类型应属云英岩-矽卡岩型。就矿床规模和工业价值而言,柿竹园-野鸡尾矿床堪称特大型以钨锡为主的有色金属矿床。

二、流体包裹体研究

(一) 概况 流体包裹体广泛地发育于矿区云英岩、矽卡岩、含矿云母长英质脉、无矿石英脉^①、花岗岩、细晶岩和花岗斑岩中。主矿物为石英、萤石、黄玉、石榴石、绿帘石、符山石、方解石等,其中以石英最为常见,它广布于上述各种地质体内,并与各种矿石矿物共生关系密切,因而最具地质科学意义和研究价值。

石英中流体包裹体大小一般为5—10 μm ,大于10 μm 者不到20%。包裹体形态多种多样,以不规则状、石英负晶形状、长圆形等形状居多。一般来说,规则状包裹体体积较小,而不规则状包裹体体积较大。

根据流体包裹体所含相的类型和比例,可将本矿区石英中原生流体包裹体分为以下四个类型:

1. 气液包裹体: 只含气相和液相两种相态,并以液相为主,其气体所占体积一般小于30%,该类包裹体约占包裹体总数的80—90%。
2. 含CO₂包裹体: 由CO₂(在较低的室温条件下分成气相和液相两部分)和水溶液相组成,该类包裹体比较少见,仅占包裹体总数的2—3%。
3. 多相型包裹体: 由气相、液相和固相矿物(为石膏等矿物),在石英中该类包裹体非常少见,仅占包裹体总数的1%。
4. 单一液相包裹体: 仅由液相组成,该类包裹体约占包裹体总数的5—6%。

(二) 温度、密度和压力测量或计算方法 本矿床流体包裹体的显微热测量是在法国造Chaixmeca冷热台上进行的。均一温度系直接测得;盐度系根据测得的冷冻温度和有关图表计算出来的。由于矿床内石英中含CO₂流体包裹体很少,所以与CO₂有关的测压法均受到限制。成矿流体的密度和压力系根据气液包裹体的均一温度和盐度数据,并用刘斌等(1987)的NaCl-H₂O溶液包裹体的密度式和等容式计算而得出的。

(三) 均一温度与盐度 图1和图2分别为柿竹园矿段和野鸡尾矿段各类矿石石英中气液包裹体的均一温度的频率直方图。图1是根据385个气液包裹体的均一温度测量资料编制的。由图1不难看出,频率直方图形呈典型的塔式,并且说明柿竹园矿段的矿化作用主要是在230—300℃(已用W. Potter的方法对温度进行了压力校正,以下同)时发生的,而矿化开始阶段的温度为400℃左右,矿化结束阶段的温度为160—190℃。图2是根据245个气液包裹体的均一温度测量资料编制的,图2频率直方图形基本上也呈塔式,但似存在几个高峰,即说明野鸡尾矿段的矿化作用虽然主要发生在220—240℃,但在310—350℃和180℃左右亦有矿化作用小高潮,其矿化开始阶段的温度为370—380℃,略低于柿竹园矿段矿化开始的温度;其矿化结束阶段的温度为150—160℃,也略低于柿竹园矿段。

① 属成矿末期或成矿后的产物

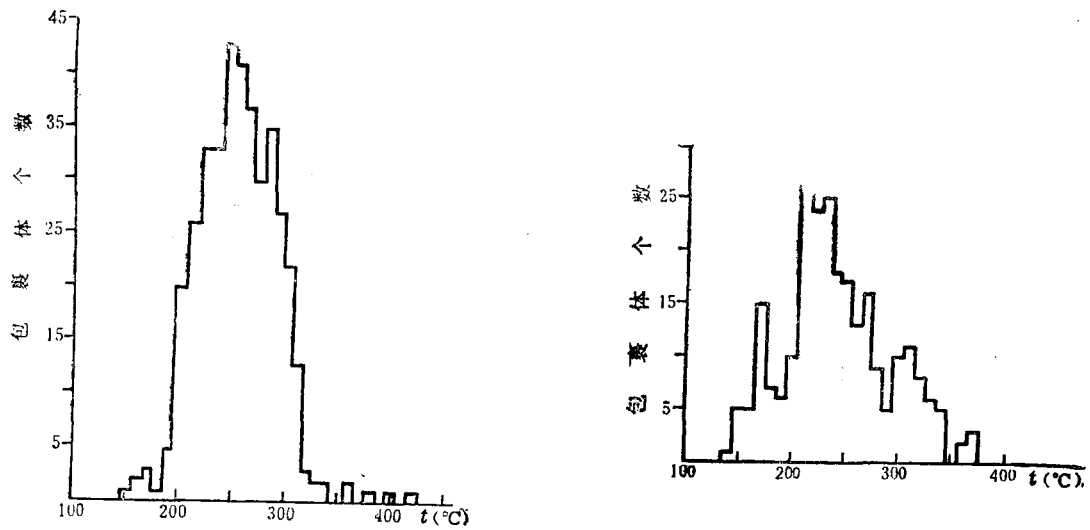


图 1 柿竹园矿段490和514中段石英中流体包裹体均一温度频率直方图 (左图)

Fig.1. Histogram showing homogenization temperature of fluid inclusions in quartz from 490 and 514 levels of the Shizhuyuan ore section (left).

图 2 野鸡尾矿段660、710和755中段石英中流体包裹体均一温度频率直方图 (右图)

Fig.2. Histogram showing homogenization temperature of fluid inclusions in quartz from 660, 710 and 755 levels of the Yejiwei ore section (right).

总的来看,不论是柿竹园矿段还是野鸡尾矿段,它们的主成矿期只有一个,而且主成矿期的温度均是较低的,温度变化范围为220—300℃。这与我们的硫同位素计温研究(210—350℃)也基本上是吻合。此外柿竹园—野鸡尾矿床成矿温度较低,亦可从与石英共生的锡石的穆斯堡尔谱研究中得到佐证,根据匡耀求的研究(1987),该矿床的锡石的穆斯堡尔谱具有较低的四极分裂值(0.53—0.63),而一般说来较低温条件下形成的锡石具有较低的四极分裂值。

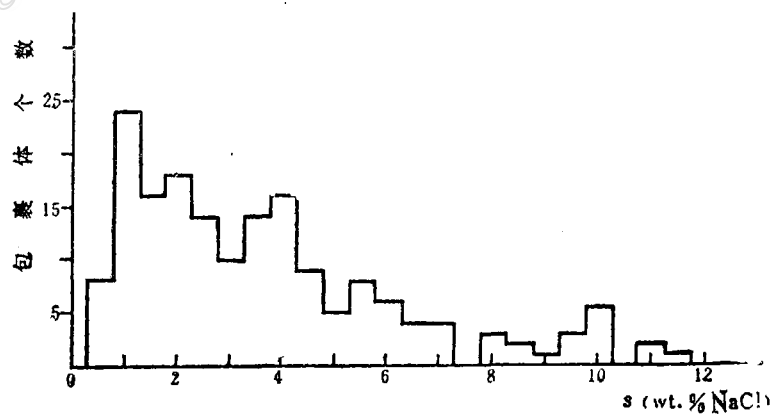


图 3 柿竹园矿段490和514中段,石英中流体包裹体盐度频率直方图

Fig.3. Histogram showing salinity of fluid inclusions in quartz from 490 and 514 levels of the Shizhuyuan ore section.

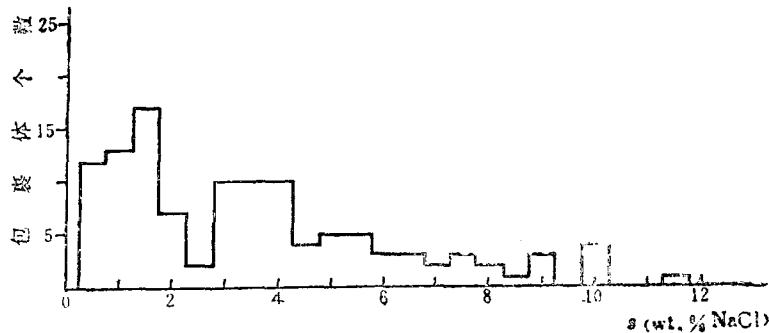


图4 野鸡尾矿段660、710和755中段石英中流体包裹体盐度频率直方图

Fig.4. Histogram showing salinity of fluid inclusions in quartz from 660, 710 and 755 levels of the Yejiwei ore section.

图3和图4分别为柿竹园矿段和野鸡尾矿段各类矿石石英中气液包裹体的含盐度频率直方图。从图3和图4可看出：

1. 柿竹园矿床和野鸡尾矿床流体包裹体含盐度的频率曲线是非常相似的，这种相似性不仅表现在含盐度数值本身相似，而且表现在数值变化情况亦是相似的，这是两矿段矿石成因相似的佐证。

2. 两矿段成矿溶液的含盐度有一定的变化范围，为0.5—11.5wt.%NaCl，但主要是在1—4wt.%NaCl之间波动，说明成矿溶液含盐度较低。

3. 某些流体包裹体的含盐度大于10wt.%NaCl，说明成矿过程中，在某些时限内成矿溶液含盐度还是偏高的。

(四) 成矿流体密度和压力 表1列出了柿竹园—野鸡尾矿床各类样品内石英中流体包裹体的流体密度和压力，由该表可知：

1. 总的看来，矿床成矿流体的密度较低，变化范围为0.70—0.95g/cm³，多数数据集中在0.80—0.90g/cm³，平均值为0.83g/cm³。

表1 柿竹园—野鸡尾矿床各类样品内石英流体包裹体特征

Table 1. Characteristics of fluid inclusions in quartz of various samples from the Shizhuyuan—Yejiwei ore deposit

样品种类	均一温度(°C)	盐度(wt.%NaCl)		流体密度(g/cm ³)		流体压力(bar)		
		变化范围	平均值	变化范围	平均值	变化范围	平均值	
砂卡岩 (5)	224—274	252	1.2—8.0	3.2	0.77—0.85	0.83	92—403	195
砂卡岩中云母长英质脉 (11)	186—301	244	0.8—5.2	2.9	0.75—0.90	0.84	88—251	152
砂卡岩中石英脉 (3)	219—277	240	0.3—9.6	4.3	0.78—0.95	0.86	59—301	181
细晶岩及花岗伟晶岩 (6)	208—300	246	1.5—5.6	3.9	0.80—0.90	0.85	191—394	230
花岗岩 (5)	224—315	269	1.1—4.6	3.1	0.70—0.85	0.80	11—488	158
云英岩及云英岩化石英斑岩 (14)	212—310	259	1.2—10	4.9	0.70—0.90	0.82	23—321	122
花岗斑岩 (4)	225—352	270	0.6—5.8	2.9	0.70—0.85	0.79	24—152	121

注：括号内数字表示样品数，砂卡岩中的石英呈浸染状和囊团状分布，其生成时间明显晚于主要砂卡岩矿物，但与主要矿石矿物为同一阶段产物

2. 各类样品的成矿流体密度差别不大, 但一般说来矽卡岩及矽卡岩中脉体内石英中流体密度偏高, 平均为 $0.84\text{g}/\text{cm}^3$, 而花岗岩、花岗斑岩、细晶岩及云英岩内石英中流体密度略低, 平均为 $0.82\text{g}/\text{cm}^3$ 。

3. 成矿流体的压力亦偏低^①, 一般低于200bar, 并有低于50bar的几个数据, 最高的两个压力值分别为403bar和488bar, 分别出现在矽卡岩和花岗岩中。流体包裹体低的流体压力值说明岩体和矿床就位深度较浅, 大约1—2km, 这与岩体和矿体顶板地层厚度的观察和估算是一致的。

4. 受到矿化的云英岩化石英斑岩内石英中流体包裹体的压力值偏低, 平均为122bar, 说明岩体和矿体就位很浅, 深度大约0.5km, 这与岩体的岩石结构证据亦是吻合的。

为了揭示成矿流体密度值的空间变化, 我们根据计算的各地质点的密度值标绘了成矿流体密度等值线图(图5和图6)。

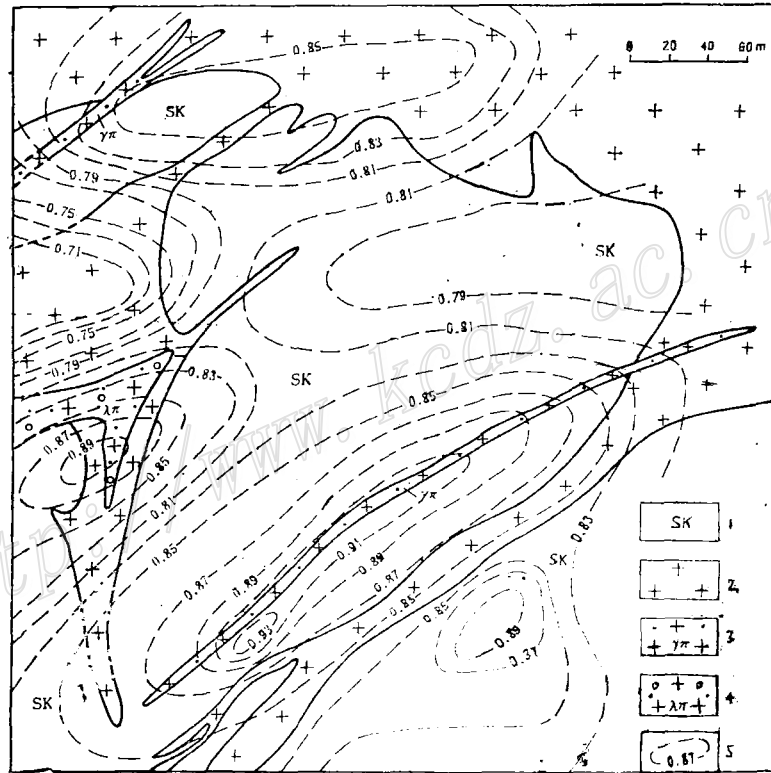


图5 柿竹园490m中段成矿流体密度等值线图

1—矽卡岩; 2—花岗岩; 3—花岗斑岩; 4—石英斑岩; 5—密度等值线

Fig.5. Isodensity contour map of ore-forming fluids at 490 level of the Shizhuyuan ore section.

1—Skarn; 2—Granite; 3—Granite porphyry; 4—Quartz porphyry; 5—Density contour.

从图5可以看出, 在柿竹园矿床490m中段, 有4个密度高, 密度极大值为0.90—0.95

① 系根据均一温度和含盐度计算得出, 相当最小捕获压

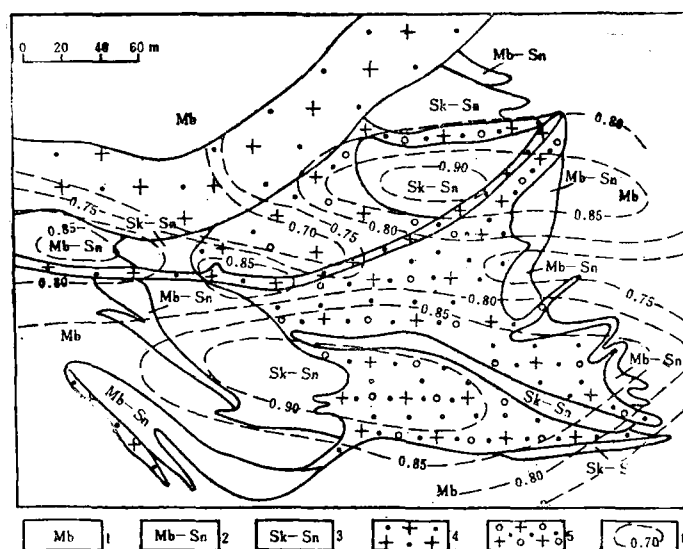


图6 野鸡尾矿段710m中段成矿流体密度等值线图

1—大理岩；2—大理岩型锡矿石；3—矽卡岩型锡矿石；4—花岗斑岩；5—石英斑岩型锡矿石；6—密度等值线

Fig.6. Isodensity contour map of ore-forming fluids at 710 level of the Yejiwei ore section.

1—Marble; 2—Marble-type tin ore; 3—Skarn-type tin ore; 4—Granite porphyry; 5—Quartz porphyry-type tin ore; 6—Density contour.

g/cm^3 。在其中的3个密度高之间有2个密度低存在，密度极小值为 $0.68\text{--}0.78\text{g}/\text{cm}^3$ 。在野鸡尾的710m中段（图6），亦可见3个密度高和与之伴随的2个密度低。这2个矿床成矿流体密度高均分布于花岗岩和花岗斑岩或石英斑岩和花岗斑岩与大理岩或矽卡岩具有较复杂接触关系的地段，亦是矿化较为富集和强烈的地段。

三、结 论

1. 柿竹园-野鸡尾钨锡钼铋多金属矿床主要成矿阶段的成矿温度较低，为 $220\text{--}300^\circ\text{C}$ （已经压力校正），因此确切地说该矿床主要应是一个中温热液矿床。

2. 该矿床成矿溶液在主成矿期时含盐度较低，大约为 $1\text{--}4\text{wt.}\% \text{NaCl}$ ，只是在某些时限或地段内成矿溶液含盐度大于 $10\text{wt.}\% \text{NaCl}$ 。

3. 柿竹园和野鸡尾两矿段石英中流体包裹体均一温度和含盐度的频率直方图非常相似，这说明它们成因相似，并且也是二者为同一矿床的佐证。

4. 矿床成矿流体的密度和压力均较低，其主要数据变化范围分别为 $0.8\text{--}0.9\text{g}/\text{cm}^3$ 和 $120\text{--}230\text{bar}$ 。成矿压力低说明成矿深度浅，所以柿竹园-野鸡尾矿床严格地说是一个浅成矿床。而成矿流体的低密度和低盐度，可能说明成矿流体中除岩浆水外混入了相当多的天水，这一点也为成矿溶液的 $\delta^{18}\text{O}$ （根据石英 $\delta^{18}\text{O}$ 值、均一温度值和有关公式计算而得）数值较低（ $+4.26\text{--}-7.53\text{‰}$ ）所证明（据宋学信等未刊资料）。

5. 矿床成矿流体密度高主要分布在花岗岩和花岗斑岩或石英斑岩和花岗斑岩与大理岩或砂卡岩具有复杂接触关系的地段, 说明这里是矿液的最初入口或矿化活动中心。

在野外工作期间承蒙湘南地质队曹仲儒、徐文光、兰晓明等同志和东坡矿地测科同志们的大力支持和帮助, 谨表深切的谢意。

参 考 文 献

- 〔1〕 宋学信 1989 中国原生锡矿床的时空分布、分类及主要特征 中国地质科学探索 第208—219页 北京大学出版社
- 〔2〕 王昌烈等 1987 《柿竹园钨多金属矿床地质》地质出版社
- 〔3〕 刘斌、段光贤 1987 NaCl-H₂O溶液包裹体的密度式和等容式及其应用 矿物学报 第4期 第345—352页
- 〔4〕 匡耀求 1987 郴县东坡野鸡尾锡多金属矿床锡石标型特征研究 湖南地质 第6卷 第3期 第74—80页
- 〔5〕 夏林圻 1988 流体包裹体相平衡 中国地质科学院西安地质矿产研究所所刊 第21期 第75—106页

STUDY OF FLUID INCLUSIONS OF THE SHIZHUYUAN -YEJIWEI W-Sn-Mo-Bi-POLYMETALLIC DEPOSIT IN SOUTHERN HUNAN

Song Xuexin and Zhang Jingkai

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

Histograms for homogenization temperature of fluid inclusions in this deposit show an apparent lower structure. The lower limits of temperature of the major metallogenic stage in the Shizhuyuan and the Yejiwei ore sections are 230—300°C and 220—240°C (corrected for pressure) respectively.

The two ore sections have similar histograms for salinity of fluid inclusions, both characterized by fairly lower salinity values. This suggests that their ore-forming solutions share similar characteristics.

Calculation indicates that the ore-forming fluids of the deposit have lower density and pressure values. Such lower pressure values coincide with the geological evidence that the emplacement depth of the deposit does not exceed 1—2 km.

Isodensity contour map of fluid inclusions in quartz shows that the density heads are situated in complicated contacts of granite and granitic porphyry or quartz porphyry and granitic porphyry with marble and skarn. Along these complicated contacts the intensity of mineralization is usually high.