

文章编号:!" 789# 6(!"# )!" 95 57\$

# 东秦岭秋树湾铜钼矿流体包裹体和稳定同位素特征及其地质意义<sup>1</sup>

秦 臻<sup>#1</sup> 戴雪灵<sup>#" "</sup> 邓湘伟<sup>#</sup>

(# 中南大学地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 \$#" 85;! 河南省有色地质矿产局第三地质大队, 河南 郑州 \$7"#6)

**摘 要** 秋树湾铜钼矿是东秦岭钼矿带上典型的受斑岩体控制的砂卡岩-斑岩角砾岩筒复合型矿床, 矿体赋存于成矿母岩花岗岩及砂卡岩和角砾岩筒中。根据矿物共生组合、矿石结构、围岩蚀变及脉体的穿插关系, 可划分为早( I )、中( II )、晚( III ) 5个矿化期, 再将I期细分为干砂卡岩-钾长石化-石英阶段( I<sub>#</sub> )、爆破角砾岩阶段( I<sub>1</sub> )、湿砂卡岩阶段( I<sub>5</sub> )、磁铁矿阶段( I<sub>\$</sub> ); II期分为斑岩型铜(钼)矿阶段( II<sub>1</sub> )和石英硫化物阶段( II<sub>2</sub> ); III期为方解石、重晶石、石英阶段( III<sub>1</sub> )。流体包裹体可划分为3型含子矿物多相包裹体、/型纯液相包裹体、=型含=2三相包裹体、>型气液两相包裹体、?型纯气相包裹体7种类型。按时间先后顺序, 成矿流体的温度、盐度、氧化还原环境具有规律性的演化特征。均一温度范围: I期为!!! ~\$'6@, II期为#7 ~5#7@, III期为##A~#8A@; 盐度 $\omega(, B)_{\text{D}}$ : I期介于\$B F ~56E7F, II期为5E5F ~5IE8F, III期为\$B F ~##EAF。激光拉曼光谱及群体包裹体成分分析结果表明, 第I期流体以G<sub>2</sub>=2、=G<sub>5</sub>、G<sub>3</sub>为主, 表现为还原环境; 第II期流体以G<sub>2</sub>=2、, 1、2、3<sub>5</sub><sup>H</sup>、 $\Rightarrow$ <sup>H</sup>、I<sup>H</sup>为主, 为氧化环境, 暗示流体源于岩浆。流体包裹体岩相学及包裹体测温表明, 流体由早期的高温、高盐度、含=2的G<sub>2</sub>, B)J=2体系的岩浆流体在成矿I期发生沸腾作用和相分离, 伴随着流体沸腾、=2逸失、温度下降、大启



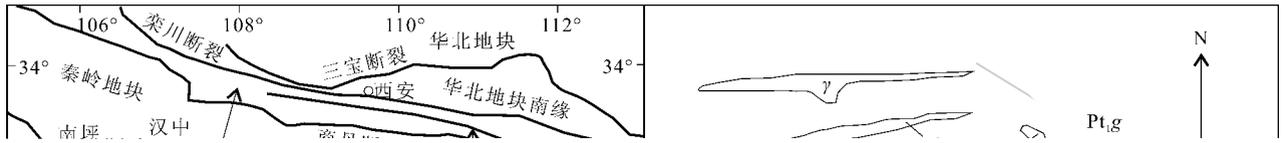


图 1 秋树湾地质略图(据裴先治等, 1998; 秦臻等, 2004)

!—第四系; "—雁岭沟组上段; \$—雁岭沟组下段; %—郭庄组; &—砂卡岩; (—花岗岩; (—花岗斑岩; )—石英斑岩; \*—断裂;  
!#—向斜; !!—研究区位置

+- ! /01-32567849; 9-4-404

!-870-4@;"-A66-B42--19+1>541=;\$-C1<0-B42--19+1>541=;%-/9D9#-+1>541=;&-E4=;'-/4;70;  
(-/4;06>6@@)-894D6>6@@;\*-+42;!#-E@3-0!!-E9@404

后受印支晚期—燕山期伸展构造背景的影响(朱华平等, 2002), 表现为张性特征, 倾向南西, 倾角 30°~40°, 为该区主体构造, 与成矿关系密切; 后者为成矿期后断裂, 倾向 JK, 倾角 40°~50°, 为逆冲推覆构造, 将南山钼矿段逆冲推覆于北山铜矿之上(图 1)。本区中部产出一轴向 JKK 的长轴状向斜构造, 秋树湾岩体沿本构造侵位。秋树湾岩体东西长约 5 km, 南北宽约 2 km, 出露面积约 10 km<sup>2</sup>, 其主岩体出露于矿区中部, 与矿化关系密切的花岗斑岩为高 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 花岗岩(秦臻等, 2004) M<sub>1</sub>N 年龄为 1.8 Ga。

04 郭保健等, 2004)

## 2 矿床地质

### 2.1 矿体及矿石特征

秋树湾铜钼矿产于秋树湾斑岩体与太古界郭庄组和雁岭沟组接触带的内外侧。按矿化类型可分为 2 类, 一种为斑岩型和砂卡岩型钼(铜)矿体, 另一种为角砾岩型铜(钼)矿体。按空间分布, 钼矿体主要产于南山钼矿段, 位于靠近秋树湾岩体与雁岭沟组

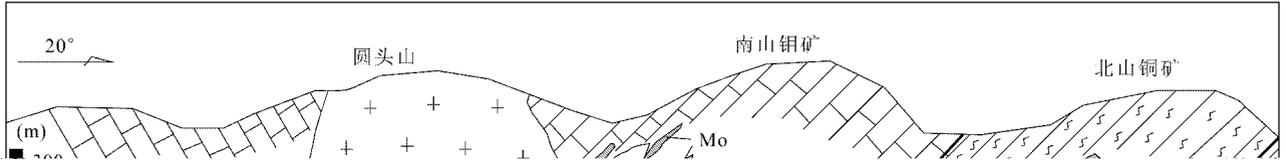


图1 秋树湾铜钼矿南山钼矿段至北山铜矿段剖面图(据张智慧等, 1984)

§—太古界郭庄组片岩 ;!—太古界雁岭沟组大理岩 ;%—秋树湾岩体 ;&—震碎角砾岩 ;'—钼矿体 ;(—铜矿体 ;) —砂卡岩与震碎角砾岩界线 ;#—断层

\*+ - ! . / 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ? @ A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [ \ ] ^ \_ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿ À Á Â Ã Ä Å Æ Ç È É Ê Ë Ì Í Î Ï Ñ Ò Ó Ô Õ Ö × Ø Ù Ú Û Ü Ý Þ ß à á â ã ä å æ ç è é ê ë ì í î ï ð ñ ò ó ô õ ö ÷ ø ù ú û ü ý þ ÿ

南山钼矿段主要为硫化矿石 ;北山铜矿段的主要矿石类型为角砾岩型铜矿石、铜( 锌 )矿石及钼( 铜 )矿石。主要的金属矿物为辉钼矿、黄铜矿 ,其次为黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿及方铅矿等 ;非金属矿物主要为透辉石、石榴子石、石英、黑云母 ,其次为长石、绿帘石、方解石、角闪石、绢云母等。矿石一般具他形鳞片结构、自形片状结构 ,块状、浸染状、细脉浸染状、角砾状构造。

## 2.2 矿化蚀变和成矿阶段划分

平面上 ,以岩体为中心 ,矿化和蚀变呈同心环状的水平分带式分布( 伏雄 1" "# )。根据矿石矿物组合 ,自内向外矿化依次为 :\$% & )矿化带—& ( \$%)矿化带—& 矿化带—()、\*+、- 矿化带。岩体及其外接触带为钼矿化 ,形成钼核 ,钼矿化带之外为钼和铜的过渡带 ,角砾岩筒则为铜矿化带 ,()、\*+、- 矿化在外围的钻孔中见到 ,但连续性较差。剖面上铜矿体多产于角砾岩筒上部北侧 ,在角砾岩筒下部偏南侧出现钼矿体 ,表明在受后期逆冲推覆作用前矿体在垂向上有上铜下钼的分带特征( 图! )。矿区的热液蚀变强烈 ,总 V

<http://www.kcdz.ac.cn/>

(!) 含子矿物多相包裹体( " 型 ), 呈椭圆形或不规则形, 大小一般  $\# \sim \$ \mu\%$ , 子矿物主要为石盐( 图 & ) 及其他未知子矿物( 图 & )。主要产于高温蚀变) 矽卡岩期( I ) 和硫化物沉淀期( II ) 的石英中。

(\* ) 纯液相包裹体( + 型 ), 包裹体呈透明状, 数量少, 呈椭圆形和圆形, 大小一般,  $\sim ! - \mu\%$

<http://www.kcdz.ac.cn/>



(1) 硫化物沉淀期(1)的石英中存在"型包裹体和#型包裹体。斑岩型铜钼矿化阶段(1\$)的石英中发育大量的"型包裹体和少量#型包裹体。"型包裹体中气相所占比例集中于%&"(!' , 获得冰点温度为)(\*!" ) +\*&, 对应盐度  $w(-. a_{23})$  为(\*(' " !\*4' ;激光拉曼光谱显示气相成分主要为05<sub>6</sub>和07<sub>+</sub>。加热过程中包裹体主要均一至液相,见少量均一至气相,均一温度为%b+" (% , , 集中于 +! &, 左右,获得流体密度为 &8%" &9 : \*; <)( #型包裹体呈孤立状分布,气相所占比例一般为%&" (& ,子矿物主要为石盐,石盐消失温度为 +&+" +! + , 计算盐度  $w(-. a_{23})$  为(+\*& " (6\*=' 。石英硫化物阶段(1>)的包裹体为"型包裹体,气相分数%a' " !& ,冰点温度为) %&%" ) (\*9, 对应盐度  $w(-. a_{23})$  为4\*+' " %6\*% 激光拉曼光谱显示其气相成分主要为5<sub>+</sub>7和07<sub>+</sub>,加热时均一为液相或有向液相均一的趋势,均一温度为%b=" +9, 。

(4) 方解石?重晶石?石英期( # )的"型包裹体气相分数为4' " +4' ,包裹体全部均一至液相,均一温度为%89' %69, 冰点温度为)!\*6" ) +\*4, , 对应盐度  $w(-. a_{23})$  为6\*+' " =\*6' ,密度为 &9 " &9: \*; <)( @型包裹体的冻结温度为) 6 , " )!8, 冰点温度为) =\*+, " ) %8+, 换算成盐度  $w(-. a_{23})$  为 +\*& " %89 。激光拉曼光谱显

示包裹体的气相成分主要为5<sub>+</sub>7,还有极少量07<sub>+</sub>。

### !"# 群体流体包裹体成分分析

为确定本区成矿流体的初始成分,笔者对本矿床湿砂卡岩期(\$<)斑岩型矿化阶段(1\$)石英硫化物阶段(1>)的群体包裹体进行了成分分析。气相成分结果(表+)表明,秋树湾铜钼矿成矿流体为

# ！ 氢、氧、硫同位素组成

本矿床的氢、氧、硫同位素测定在中国地质科学院矿产资源研究所同位素地质开放研究实验室完成。包体中 "

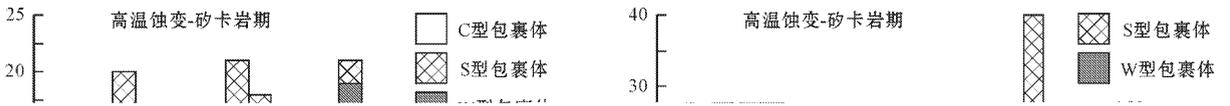


图1 秋树湾铜钼矿流体包裹体均一温度及盐度直方图

“#%& #0\$+, ' )- . . )\$G1+(#)O(/, 2\*(3/ +04' -5G(6)\* -5#4#053#)0 #0(. / 83. 3910)\* / 42' #&

∴; % < , 中期  $w(=+>5_?)$  为 : % < ~: @A< , 平均  $BC\% <$  , 晚期  $w(=+>5_?)$  为 @B< ~; ; %D< , 平均  $PA<$  。早期发育 F 型、G 型、H 型和 > 型包裹体 , 中期发育 F 型、G 型和 > 型包裹体 , 晚期仅发育 G 型包裹体 , 说明从早到晚 , 盐度及  $>I_B$  含量逐渐降低。早期流体中富含  $&_F$  和  $>_E$  , 晚期流体中富含  $I_B$  , 说明本区成矿环境从早到晚表现为还原环境向氧化环境转变。矿石中普遍发育后期形成的网脉状、细脉状构造穿插早期形成的浸染状矿化(见图: J) , 说明含矿热液成矿方式由渗滤交代转变为沿岩浆冷凝结晶收缩而派生的张性裂隙贯入充填 , 指示早期的含矿热液来源于岩浆。

部分学者认为 , 源自大陆地壳的部分熔融斑岩型成矿系统的流体会贫  $&_B$  、  $=+>5$  而高  $K_2O$  ; 由富碳酸盐地层的陆壳熔融所产生的流体会贫  $&_B$  、  $>5=+$  , 富  $CaO$  、  $K_2O$  、  $>I_B$  ( 陈衍景等 BLD) 。岩浆弧区斑

岩矿床成矿流体富  $&_B$  和  $=+>5$  卢焕章等 BLD) 。鱼翅岭、金堆城、南泥湖等与秋树湾铜钼矿同期产出的斑岩矿床的成矿流体亦含大量的  $=+>5I_B$  组分 , 但同时也富  $&_B$  。陆缘弧环境下产出的矿床如 : 内蒙古白乃庙铜金钼矿、黑龙江铜山铜钼矿、多宝山铜钼矿等也为富  $=+>5I_B$  体系( 杨永飞等 , BLD; BLDN; 李诺等 , BLD; 李文博等 , BLE) 。因此笔者认为 , 富碳酸盐地层的陆壳熔融并不是流体包裹体中富含  $>I_B$  的唯一解释。近年来由于探测技术的迅速发展 , 对各类地质体的  $>I_B$

!、"、# 同位素表明,成矿流体来源较深,黑云母!、" 同位素指示有地幔流体参与。秋树湾高~~98#~~花岗岩的存在加之成矿流体和!、"、# 同位素所具有的幔源特征,暗示该区在晚侏罗世—早白垩世发生过壳幔物质的混合作用,这与毛景文等( ) ; \*++ ) 的研究结果一致。

## 5.2 矿体定位及矿质沉淀机制

虽然侵位深度对斑岩体的矿床定位有一定影响(+, 左右定位于斑岩体中(-, ~\*./ 定位于围岩中),但由于秋树湾铜钼矿属斑岩成矿系统中的矽卡岩斑岩角砾岩筒复合型矿床类型,所以笔者认为,秋树湾岩体的侵位深度可能并不是决定矿体空间定位的唯一因素。杨永飞等(\*+( ) 认为,1"/1" 比值在成矿流体中越高,矿化在斑岩中所占的比例越高,同时,围岩性质对斑岩成矿系统的矿体定位也有一定影响,当围岩为碳酸盐岩时,成矿热液可与地层发生强烈的物质交换,矿质大量卸载,发生矽卡岩型矿化。秋树湾岩体定位于浅成环境,1"/1" 比值变化较大,在围岩为碳酸盐岩时主要发生矽卡岩化,在围岩为黑云母片岩时,则主要发生斑岩型矿化。

前人认为,斑岩型矿床中伴有的角砾状地质体和角砾岩筒对原生矿的富集起着重要作用,是一种特殊的斑岩型矿化类型,尤其是浅成并浅成角砾岩筒构造对斑岩型矿床具有明显的控制作用(陈雪等,\*+( )。刘家远(\*+( ) 总结出岩浆的隐蔽爆破作用是在特定的构造-岩浆条件下,发生在近地表的一种特殊的岩浆作用,也可称作地下火山作用,其直接产物是与爆破角砾岩伴生的一整套隐爆碎屑岩类爆破角砾岩及震碎角砾岩。目前对含矿角砾岩筒的热液矿床成矿元素沉淀富集机制的解释有以下几种:流体沸腾和混合、岩浆热液沸腾爆破和潜水岩浆爆发火山作用(23456789% ) ; 陆三明等 \*++ ) 显然本区可排除最后一种机制。

1" 的存在不仅可以增加氯和水在岩浆流体中的溶解度,有利于金属元素的运移(芮宗瑶等 ) < ; =282 29% ) < )。铜、钼等金属离子的迁移主要以络合物形式,高温、高压、临界超临界状态流体条件,络合物相对稳定,有利于矿质富集和迁移;降温及减压沸腾可致络合物体系失稳,硫化物沉淀。

秋树湾铜钼矿的初始矿液为深源岩浆分异出的高温、高盐度、富 1" 流体,这种热液在封闭(还原)环境中不断积聚,产生不混溶或沸腾现象,并使热液压力大于上覆岩层的静压力,发生爆破作用,而爆破

后的减压使流体再次沸腾,形成一个较为开放的环境,成矿环境因此也由原来的还原环境转变为氧化环境,加之中后期不断的混入地下水或者其他温度和盐度均较低的热液,导致成矿流体的温度、盐度不断下降,矿质大量沉淀。因此,流体的多次沸腾、岩浆热液的爆破沸腾是秋树湾铜钼矿床矿质沉淀的重要机制。

## ? 结 论

( ) 秋树湾铜钼矿的初始成矿流体为深源岩浆分异出的高温、高盐、富 1" 的!"@&:01" 流体,中后期由于爆破作用以及其他流体的加入,使温度、压力逐渐降低,而致沸腾,矿质沉淀。

(\*) 岩浆侵位深度、围岩岩性及爆破作用对本区矿体的定位均起到了至关重要的作用。

(A) 初始成矿流体包裹体成分和氢、氧、硫同位素组成暗示秋树湾铜钼矿的成矿流体中有地幔流体参与。

## 参考文献/References

陈雪,

毛景文,谢桂青,张作衡,李晓峰,王义天,张长青,李永峰! "##9 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景[%] 岩石学报 ;&&):&()&\*!

裴先治,王涛,丁仁平,李勇,胡波+"##+ 东秦岭商丹带北侧新元古代埃达克质花岗岩及其地质意义[%],+中国地质 , #(-): . . ), \*&+

秦臻,戴雪灵,邓湘伟! "#88 东秦岭秋树湾雁来岭两种不同类型的花岗岩及其构造意义[%] 矿物岩石 , & , ) :-\*)\$!

仁二峰! "##! 豫西南秋树湾斑岩铜(钼)矿地质特征及西侧外围找矿前景探讨(硕士学位论文I/II 桂林工学院! -9\$)!

芮宗瑶,黄崇轲,齐国明,徐珏,张洪涛! &(\*-! 中国斑岩铜(钼)矿床O北京:地质出版社, \$, \$!

杨永飞,李诺,杨艳! "#(1 陕西华县金堆城斑岩型钼矿床流体包裹体研究[%] 岩石学报 ;\$&&):"(\*)"((,!

杨永飞,李诺,杨艳! "#(2 河南省栾川南泥湖斑岩型钼钨矿床流体包裹体研究[%] 岩石学报 ;\$&#):"\$\$\$"\$!"!

杨永飞,李诺,五莉娟! "#88 河南省东沟超大型钼矿床流体包裹体研究[%] 岩石学报 ;.(\$):&\$)&'!'!

张智慧,秦明,方荣! "##! 河南镇平秋树湾矿区铜、钼矿床地质特征及深部找矿潜力分析[%] 矿产与地质 ;"("):&#)&&#!

赵一鸣,沈文彬+&(#+ 中国矽卡岩矿床[O],+北京:地质出版社+, \$ 页+

朱华平,祁思敬,李英,曾章仁! &(\*! 河南秋树湾角砾岩型铜矿特征及成矿作用[%] 西安工程学院学报 ;#&