

乌奴格吐山斑岩铜钼矿床流体包裹体与成矿作用研究

叶欣 王莉娟

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所)

本文通过研究内蒙乌奴格吐山斑岩铜钼矿床及部分外围岩体矿化点包裹体研究, 推测其成矿流体的演变及其与蚀变和矿化的关系, 并初步探讨了外围部分矿点的含矿性。

关键词: 乌奴格吐山; 斑岩铜钼矿床; 包裹体成分; 成矿流体

本文通过对内蒙乌奴格吐山大型斑岩铜—钼矿床及其外围岩体矿化点包裹体的研究, 讨论了成矿流体的演变和蚀变与矿化的关系, 并初步探讨了外围部分矿点的含矿性。

矿床的各蚀变带中存在着大量石英, 其中包裹体数量多, 个体大, 便于研究成矿流体的演化特征。

矿床地质概况

矿床位于满洲里—西旗地区, 属外贝加尔地槽褶皱系与大兴安岭地槽褶皱系的交接部位。中生代北东向的额尔古纳—呼伦深大断裂在矿区通过, 并向北西俯冲, 其上盘形成一套北东向展布的钙碱系列的中酸性火山岩紫岩带和北东、北西向两组次级断裂构造体系(图1)。

乌山矿床位于中生代陆相火山岩带的相对隆起部位, 受火山机构控制。主要成矿围岩为黑云母花岗岩。主成矿期岩体为超浅成的钙碱系列中酸性次火山岩侵入岩——二长花岗斑岩。区内发育一套典型的 Si^{4+} 、 K^+ 、 $(OH)^-$ 面状环形交代蚀变矿化带, 由内向外为石英—钾长石化带(Q—Kf)、石英—绢云母化带(Q—Ser)、伊利石—水白云母化带(I—H)。矿化分带明显, 自成矿岩体向外依次为 $Mo(Cu)$ — $Cu(Mo)$ — Pb, Zn 、

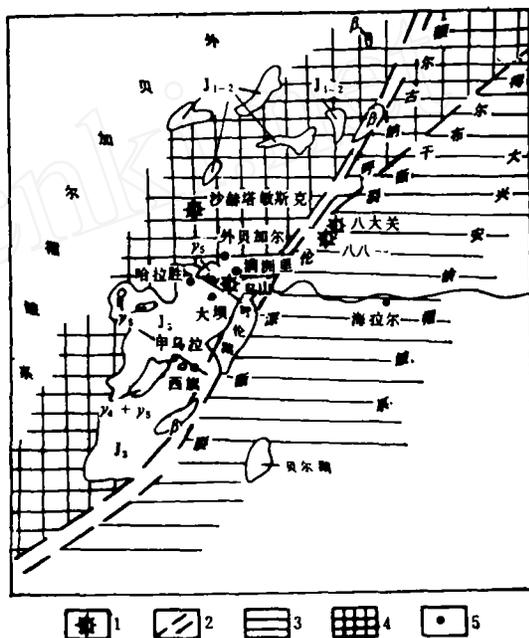


图1 额尔古纳—呼伦深大断裂地质构造简图

(据黑龙江702队改编)

β —玄武岩; γ —燕山期花岗岩; γ_1 —海西期花岗岩; J_1 —侏罗纪火山岩; J_2 —侏罗纪海相地层; 1—斑岩矿床; 2—断裂; 3—海拉尔盆地沉降区; 4—相对隆起区; 5—斑岩系列矿点

Ag。Q—Kf化带还可以划分出一个无矿的早期钾化—硅化核心, 系超临界产物(图2)。

近年来, 区内相继发现了斑岩型、热液

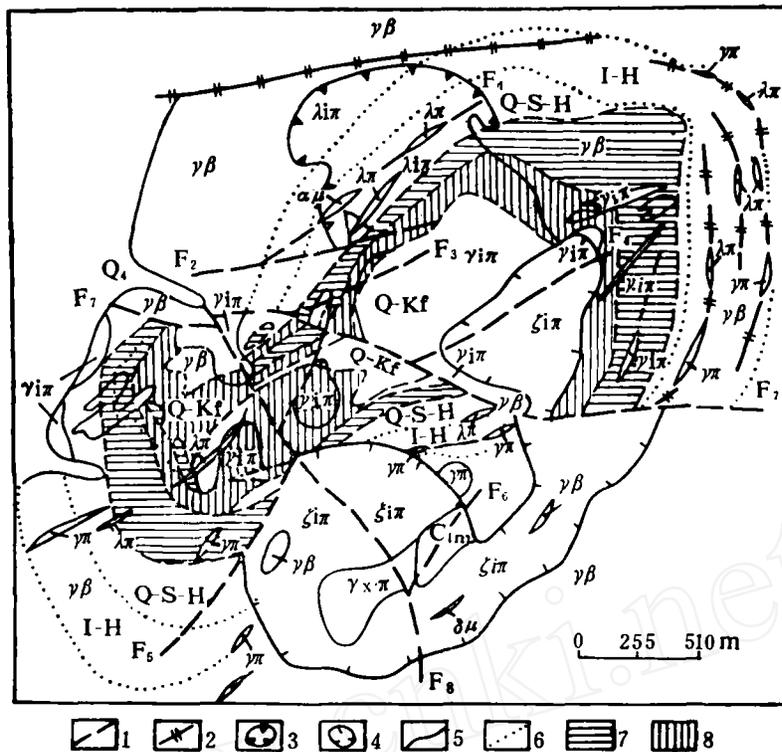


图 2 乌山斑岩铜钼矿床地质特征

Q₄—第四系；C_{1m}—古生代安山岩、结晶灰岩； $\xi_{1\pi}$ —次英安质角砾熔岩； $\gamma_{x\pi}$ —花岗斑岩； $\gamma_{1\pi}$ —二长花岗岩； $\lambda_{1\pi}$ —一次流纹质晶屑凝灰熔岩； γ_{β} —黑云母花岗岩； λ_{π} —流纹斑岩； γ_{π} —花岗斑岩；I-H—伊利石—水白云母化带；Q-S-H—石英—绢云母—水白云母化带；Q-Kf—石英—钾长石化带；1—断层；2—环状断裂系统；3—火山管道构造；4—爆发角砾岩筒；5—地质界线；6—蚀变带界线；7—铜矿化带；8—钼矿化带

型、夕卡岩型Cu、Mo、Pb、Zn、Ag等矿化点。

流体包裹体的特征

1. 流体包裹体的分类及其分布特点

乌山流体包裹体按气相百分数、相态、均一途径和成分，可划分为4类5型(图3)。

I型：液体包裹体，按气相百分数可分两类：

I-1型：气相百分数为5~10%，其在I-H化带中的含量为50~80%而在，Q-Kf化带中含量<10%。

I-2型：气相百分数为10~40%，在3个蚀变带中均广泛分布，而以Q-Ser带含

量最多。Q-Kf带和Q-Ser带内的石英斑晶中有均一温度高达700~900℃的此类包裹体，可能是岩浆期水溶液留下的痕迹。

II型：气体包裹体，气相百分数>50%。

早期Q-Kf带的硅化核心为超临界液体阶段的产物，其中的主要包裹体为II型。晚期Q-Kf带常与含盐类矿物多相包裹体共存，而I-H带II型包裹体极少。在640线剖面上，从浅部到深部II型包裹体有相对增多的趋势(表1)。

III型：含盐类矿物多相包裹体。子矿物种类较多，最常见的是NaCl，其溶化温度为100~500℃。其次是赤铁矿，在Q-Kf带最多，Q-Ser带内亦常见。黄铁矿在Q-Ser带较多，Q-Kf带亦可见。KCl和

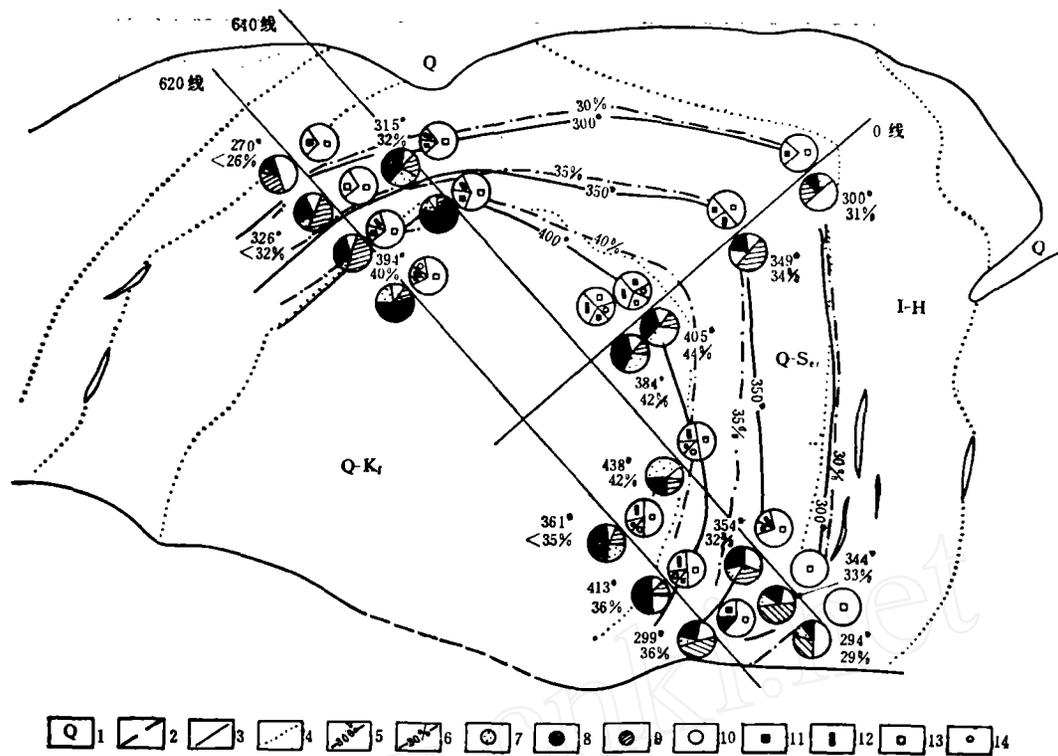


图3 乌山斑岩铜(钼)矿床北段包裹体类型、温度、盐度等值线图

1—第四纪沉积层; 2—断层; 3—勘探线; 4—蚀变带界线; 5—等温线; 6—等盐度线; 7—Ⅲ类包裹体; 8—Ⅱ类包裹体; 9—I—2类包裹体; 10—I—1类包裹体; 11—黄铁矿子矿物类型; 12—赤铁矿子矿物类型; 13—NaCl子矿物类型; 14—KCl子矿物类型

乌山640线剖面钻孔中石英包裹体的主要参数

表 1

钻孔号	孔深(m)	蚀变带	矿体	包裹体百分含量			均一温度(°C)		最高盐度(wt%)
				I	II	III	最高	平均	
21	50	Q-Ser	Cu	40~60	30~50	20~40	490	322	39
	230	Q-Ser	Mo	60~70	30~50	1~5	480	387	42
	385	Q-Kf	Mo	20~30	60~80	1~5	480	417	47
30	88	Q-Kf	Mo	20~30	20~30	50~60	610	403	57
	112	Q-Kf	非矿体	10~30	20~30	60~70	670	448	75
	180	Q-Kf	非矿体	30~40	20~40	50~70	—	—	—
	245	Q-Kf	非矿体	20~40	30~50	30~50	—	—	—
	335	Q-K1	非矿体	20~30	50~70	10~30	630	437	53
32	93	Q-Kf	Mo	20~30	20~40	50~70	650	407	47
	198	Q-Kf	Mo	30~50	30~50	24~40	—	442	50
	267	Q-Kf	Mo	50~60	30~40	1~5	—	—	—
	340	Q-Kf	Mo	50~60	20~40	10~20	—	—	—
	545	Q-Kf	Mo	10~30	70~80	1~5	744	448	68
43	114	Q-Ser	Cu	20~40	30~40	20~40	722	394	50
	197	Q-Ser	Cu	<50	>50	<10	650	364	43
	564	Q-Ser	非矿体	>50	20~40	1±	510	349	32

硬石膏在Q—Kf带中出现机率最大，Q—Ser带中少见。

此类包裹体在Q—Kf带含量最高，子矿物种类也最多：Q—Ser带明显减少；I—H带则极少，且只有NaCl，其熔化温度也低。该类包裹体在浅部含量高，向深部明显减

少。

N型：含液态CO₂包裹体，为次要类型。

2. 均一温度

测温在显微加热台上进行。由图4可以看出：

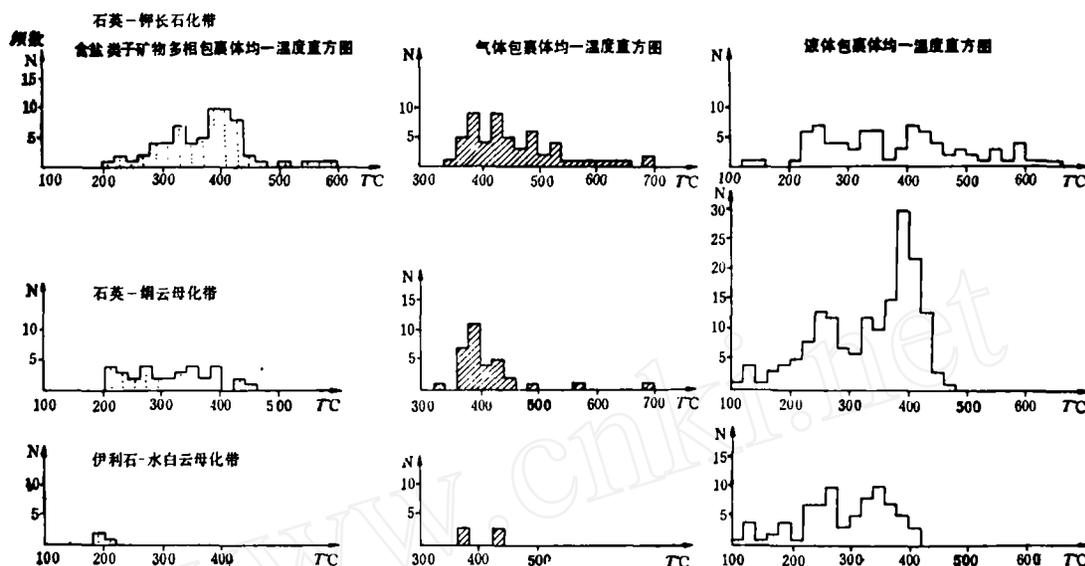


图4 乌山斑岩铜钼矿床主要蚀变带包裹体均一温度直方图

(1) 石英—钾长石化带：Ⅲ型和Ⅱ型包裹体含量高。Ⅲ型包裹体的均一化温度变化范围为200~600℃，而以280~430℃较集中；Ⅱ型为350~700℃，以360~540℃较多。由于后期蚀变叠加，Ⅰ型包裹体均一温度变化范围最广，为130~850℃，少数可达800℃。从浅部到深部，均一温度略有增高趋势。

综合上述，此带主要成矿温度范围为380~650℃，由于叠加了后期蚀变，还有在280~430℃和130~310℃两组温度的包裹体。根据含矿脉石英测得的均一温度，此带辉钼矿的成矿温度为340~410℃。

(2) 石英—蛭云母化带：主要均一温度范围为280~430℃，个别达500℃。由于I—H化蚀变的叠加，故存在一组130~310℃低温包裹体。铜钼矿主要在此带沉积，

其成矿温度为240~340℃。

(3) 伊利石—水白云母化带：均一温度范围为110~410℃，代表此期的主要温度范围为180~310℃。

综合上述，本区包裹体的均一温度值从内带(Q—Kf)到外带明显降低，其递减率为15~35℃/50m。

3. 盐度

本区从Q—Kf带—Q—Ser带—I—H带，含盐类子矿物多相包裹体所反映的盐度明显降低，其递减率为1.5~3.5wt%/50m(图3)，Q—Kf带的总盐度高达60wt%，其中KCl的含量达13~17wt%。铜钼矿体主要赋存于高盐度区内。以640线43号孔为例，从浅部到深部，Q—Ser带的盐度降低；下部无矿地段的最高盐度<26~30wt%。

区内存在一种以I—1型包裹体为代表的

中一低盐度流体,其盐度一般为3~7wt%。后者可能是高盐度与低盐度两种流体混合引起的。

4. 密度

密度是根据均一温度和盐度,从相图上求得的。乌山矿区的Q-Kf带中,存在着两种密度差异很大的流体,反映在大量高密度含子矿物的多相包裹体(密度1.12g/cm³以上),与大量低密度的气体包裹体(密度小于0.4g/cm³)共存,这是成矿流体沸腾的重要证据。

Q-Ser带成矿流体的密度多为0.6~0.9g/cm³,少数可达1.1g/cm³,有时也与低密度的气体包裹体共存。

I-H带主要为中一低密度流体(0.6~0.75g/cm³),可能反映无水的密度值。

5. 成矿压力

Q-Kf带的成矿压力值为200~1000bar,其早期阶段体系处于封闭状态,压力高达1000bar。随着时间的推移,挥发组份大量聚集,岩体顶部爆破,体系突然接近于开放状态,成矿流体发生减压沸腾。此时的成矿压力仅200~300bar。Q-Ser带成矿压力通常小于200bar;I-H带成矿压力仅50~180bar。

6. 包裹体的气、液相成分

(1) 气相成分 系用SP2307型气相色谱仪测定,结果见表2。

由表2可知,乌山3个蚀变带包裹体的气相总量(以H₂O为主)均较高,最高可达1030ppm。无矿化的兰孢子样品包裹体的气相成分总量最低,为559ppm。据此推测包裹体气相成分总量与成矿有一定关系。它与矿物中所含包裹体的多少和大小有关,故可间接地反映成矿条件。

根据李秉伦的方法,计算了本区气相成分的还原参数。其结果大致反映了从Q-Kf带—Q-Ser带—I-H带氧化性减弱、还原性增强的趋势。剖面上,从浅部向深部氧化性渐强(见表1)。无矿化的兰孢子样品还原参数最高,达5.4。

(2) 液相成分

采用ZIC型离子色谱仪测定包裹体液相中的K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻离子;用催化极谱法测定了Mo²⁺。原子吸收法测定了Cu²⁺(表3)。

由表3可见,包裹体液相中的K⁺和Na⁺含量高,Ca²⁺和Mg²⁺含量低。在K—Na—Ca离子浓度图解(图5)上,三个蚀变带的投影均落在低Ca区内。兰孢子则落在Na—Ca线上。

石英包裹体气相成分分析结果

表 2

蚀变带	矿体	爆裂温度 (°C)	分 析 结 果 (ppm)							总 量 (ppm)	H ₂ + CH ₄ + CO CO ₂
			H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂ O		
Q-Kf	Mo	450	0.12	0	0.5	0.14	4	13	690	708	0.72
Q-Kf	Mo	450	0.06	0	1	0.07	4	19	900	924	0.459
Q-Ser	Cu	450	0.15	0	0.5	0.14	4	7	560	572	1.428
Q-Ser	Cu	450	0.18	0	1	0.14	6	17	740	764	0.699
Q-Ser	非矿体	450	0.08	0	0.5	0	6	23	1000	1030	0.486
I-H	非矿体	400	0.13	0	2.3	0.04	8	12	700	722	1.297
I-H	非矿体	400	0.08	0	2.3	0	6	7	570	585	1.597
无蚀变	非矿体	500	0.04	0	0.5	0.14	6	2	550	559	5.4
硅酸盐蚀变	非矿体	400	0.49	0	0	0.02	4	12	440	457	1.425
Q-Kf	非矿体	450	0.10	0	1.5	0.35	4	16	310	332	0.51
Q-Ser	非矿体	450	0.55	0	1	0.15	4	19	625	649	0.988
I-H	非矿体	450	0.07	0	0.14						

包裹体液相成分分析结果

表 3

样号	蚀变带	矿体	μg数/mg水									K ⁺ /Na ⁺
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Mo ²⁺	Cu ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
WB32-1	Q-Kf	Mo	5.15/ 22%	18.20/ 78%	—	—	0.23	0.94	—	35.0	0.90	0.28
WB32-2	Q-Kf	Mo	13.76/ 42%	17.27/ 52%	1.91/ 6%	—	—	—	—	41.47	1.73	0.80
WB43-1	Q-Ser	Cu	17/ 55%	13.46/ 43%	0.50/ 2%	—	0.03	12.21	1.75	30.68	4.14	1.26
WB43-2	Q-Ser	Cu	18.65/ 78%	4.78/ 20%	0.38/ 2%	—	—	—	—	11.22	1.05	3.9
WB43-4	Q-Ser	矿化	3.80/ 43%	4.46/ 51%	0.56/ 6%	—	—	—	—	8.58	0.16	0.85
WZ-2	I-H	矿化	9.14/ 60%	3.63/ 30%	1.23/ 10%	—	—	—	1.40	8.26	1.11	1.97
WYZ-4	I-H	矿化	11.09/ 65%	5.04/ 29%	1.00/ 6%	—	<0.01	1.01	—	9.50	1.39	2.20
兰孢子	未蚀变	未矿化	—	4.21/ 62%	2.54/ 38%	—	—	—	0.36	11.11	—	0.24
HCZK2-1 黄花菜沟	H化 碳酸盐化	矿化	48.41/ 79%	11.18/ 18%	1.65/ 3%	0.29	—	—	2.0	18.06	—	4.33
C-1-2 长岭1*	Q-Kf	矿化	11.12/ 56%	6.81/ 35%	1.95/ 9%	—	—	—	—	12.94	—	1.63
C-2-1 长岭2*	Q-Ser	矿化	28.45/ 57%	21.81/ 43%	—	—	—	—	1.81	11.61	32.25	1.3
T _B TC ₇₅ / 10头道井1*	I-H	矿化	20.25/ 66%	10.45/ 34%	—	—	—	—	1.70	31.10	1.95	1.84

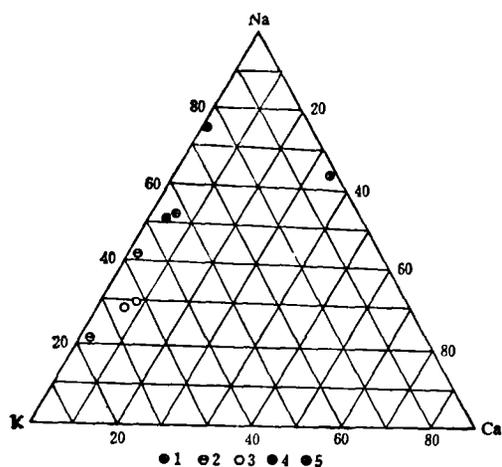


图 5 不同蚀变带包裹体K-Na-Ca的浓度三角图解

1—Q-Kf化带; 2—Q-Ser化带Cu矿床; 3—I-H化带(Mo矿体); 4—Q-Ser化带(无矿); 5—无矿无蚀变兰孢子

对包裹体中Mo²⁺和Cu²⁺的分析结果表明, Q-Kf带钼矿体的成矿流体富Mo²⁺; Q-Ser带铜矿体内相对富Cu²⁺, 而I-H带的Cu²⁺、Mo²⁺含量降低, 并以后者的降低幅度更大。

阴离子成分以Cl⁻为主, SO₄²⁻和F⁻含量较低。这说明Cl⁻对斑岩铜矿床的形成有重要意义, 它与Cu²⁺能形成稳定的络合物迁移。

7. 成矿流体的pH值和f_{O₂}值估算

(1) 利用包裹体的气相成分, 根据H₂CO₃-HCO₃⁻平衡法估算成矿流体的pH值, 结果见表4。

根据Olafsson等人的资料, 水的中性线数值为T(°C)为100、150、200、250、300、350时, pH值分别为6.135、5.82、5.65、

pH值与 f_{O_2} 估算值 表 4

编 号	蚀变带	矿体	T (°C)*	P (bar)*	pH	f_{O_2}
WB32-1	Q-Kf	Mo	取300	取300	5.47	10^{-12}
WB43-1	Q-Ser	Cu	取300	取200	5.3	10^{-22}
WYZ-4	I-H	非矿体	取150	取100	5.69	10^{-30}
兰孢子	无	无矿化	取120	取100	6.04	10^{-40}

* 取近似值。

5.6、5.65、5.85。本区pH的估算值与水的中性线比较，其成矿流体pH值的演化可大致归结为：Q-Kf化带钼矿体为弱酸—中性；Q-Ser化带铜矿体的酸性稍强；I-H化带向中—弱碱性演化；无矿化的兰孢子样品流体碱性较弱。

(2) 根据李秉伦的图解法，利用包裹体气相成分估算的 f_{O_2} 值见表4。表中数据表明，乌山矿床成矿流体的氧逸度值，从Q-Ser带铜矿体—I-H带是逐渐降低的，表明成矿流体从相对氧化向相对还原性质演化。无矿化的兰孢子样品还原性较强。这与还原参数的计算结果相一致。

8. 氢氧同位素组成

测定了3个蚀变带包裹体氢同位素和石英中氧同位素组成，并将石英中氧同位素值换算成水氧同位素值，结果如表5。

表 5

蚀 变 带	Q-Kf带	Q-Ser带	I-H带
δD (‰)	-119.56	-113.27	-120.89
$\delta w^{18}O$ (‰)	+6.27	+3.23	+1.31

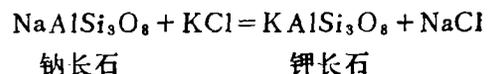
在 $\delta D-\delta w^{18}O$ 关系图上，大致可看出成矿流体为岩浆水与天水的混合物，从Q-Kf带Q-Ser带→I-H带，其同位素组成偏离岩浆水，并向雨水线靠拢，反映了天水在成矿中的重要作用。

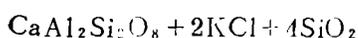
成矿流体的演变及其与蚀变和矿化的关系

综合分析包裹体资料并结合前人对斑岩

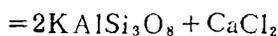
铜钼矿床的研究成果，推测从斑岩体岩浆房中分馏出来的成矿流体，其初始温度高达800~900℃，富含 Cl^- 、 SO_2 、 F^- 、 CO_2 等挥发性组份（以 Cl^- 、 SO_2 为主），携带着一定量的有用金属组份，呈临界—超临界状态上升运移，在高压和气态氯化物的作用下，与通道中凝固和正在凝固的富 K^+ 、 Na^+ 硅酸盐矿物发生置换反应，萃取大量的 K^+ 、 Na^+ 等碱金属及有用金属组份并转入流体相。据包裹体子矿物类型及成分等资料推测，这种成矿流体的氧化性可能很强，它进一步与斑岩发生交代反应，析出大量石英、钾长石、黑云母和磁铁矿等矿物。同时钠质转入流体相，使斑岩发生早期Q-Kf化蚀变。在此过程中，超临界状态的成矿流体逐渐冷凝为高盐度的液态流体，但仍以超临界状态为主。镜下观察到的一些大的气相含子矿物包裹体，均一温度很高，有的似均一到气相，可认为是两种流体共存的证据。此时，体系相对封闭，仅少量地下水渗入，出现少量的辉钼矿等硫化物早期矿化，成矿流体富氧和硫，温度大约500~800℃，压力可高达1000bar以上。

随着成矿流体不断向外运移，温度逐渐降低。640线剖面上包裹体类型的变化表明，高盐度、高密度流体已越来越多地取代超临界低密度流体，而在成矿作用中占主导地位。高盐度流体的形成有利于金属的活化和向斑岩顶部和围岩进一步集中。随着温度降低，从岩浆熔融体中分离出来的 SO_2 大量水解，产生 H_2S 和 SO_4^{2-} ，促进金属络合物的分解（温度稍高时， SO_4^{2-} 则生成硬石膏），同时，由于流体上升，岩体内外压差增大，造成顶部围岩破裂，使体系相对开放，大量地下水渗入，并与岩浆水混合，在岩浆热动力作用下发生对流循环。斑岩及围岩中Q-Kf化蚀变作用广泛进行，主要反应有：





钙长石



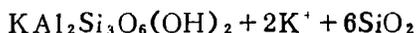
钾长石

此为晚期钾蚀变，大量 Na^+ 质及 Ca^{2+} 质进入流体相（以 Na^+ 为主）， K^+ 质则进入铝硅酸盐中，流体相对贫 K^+ 而富 Na^+ 。在蚀变过程中，由于体系开放，地下水的强烈影响以及 CO_2 释放， SO_2 水解等，流体的氧化性相对减弱。成矿流体在斑岩体内外的温度、盐度、压力，以及有用金属组份浓度梯度变化相当大，物理化学条件骤变，进一步促进了金属络合物的分解，导致金属硫化物的沉淀。大量以 $[\text{Mo}_2\text{O}_7]^{2-}$ 、 $[\text{MoO}_2\text{S}_2]^{2-}$ 等形式迁移的Mo的络合物，在此条件下分解生成辉钼矿沉淀，形成主要的钼矿体。大部分发生在二长花岗斑岩体的边部，部分含Cu矿物也开始逐渐沉淀。这一阶段的主要成矿温度约 $340\sim 430^\circ\text{C}$ ，压力约 $200\sim 300\text{bar}$ ，盐度可达 $42\sim 68\%$ (wt)，密度可达 $1.12\text{g}/\text{cm}^3$ 。由于对流循环地下水的加入，引起部分钾长石分解，产生Q-Ser化蚀变，部分叠加在Q-Kf化蚀变上。

随着体系的进一步开放，对流循环地下水对成矿作用的影响越来越显著。这种对流循环地下水能促使围岩中大量有用金属元素进一步活化、富集，成为重要的矿物质来源。由于温度进一步降低， SO_2 主要以 H_2S 的形式水解，流体更趋于酸性和向还原性转化。钾长石大量水解，斜长石、黑云母等都可能被水解产生氢交代作用，形成一系列含(OH)的层状硅酸盐矿物，如绢云母、水白云母等。岩体和围岩发生强烈的Q-Ser化蚀变，如：



钾长石



绢云母

成矿流体中相对富 K^+ ，以 $[\text{CuCl}_3]^-$ 、

$\text{Cu}[\text{S}_2\text{O}_3]^{3-}$ 、 CuS_2O_3 等形成迁移的Cu的络合物和化合物变得更加不稳定，大量黄铜矿及部分辉钼矿等硫化物在此阶段沉淀，形成主要的铜矿体。主要成矿温度范围为 $240\sim 340^\circ\text{C}$ ，压力一般 $< 200\text{bar}$ ，成矿流体最高盐度可达 $32\sim 50\%$ (wt)。

成矿流体继续向外运移，并进一步被稀释，逐渐演变为对流循环地下水，温度、盐度变低，碱性和还原性增强，绢云母进一步水解，围岩发生I-H化蚀变，其主要温度范围为 $180\sim 310^\circ\text{C}$ ，压力约 $50\sim 180\text{bar}$ 。由于本矿床成矿流体和围岩中的 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 含量低，因而低温蚀变表现为I-H化，而缺失青盘岩化带。

本次工作还对哈拉胜、甲乌拉、头道井、黄花菜沟和长岭等岩体矿化点采集了少量样品，并进行了包裹体研究。包裹体成分分析结果表明，这些矿化点的成矿流体均富 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- ，而贫 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 和 F^- ，与无矿化的兰孢子样品截然不同，推测它们均属于乌山成矿流体系列，具有成矿的可能性，只是矿化程度不同。现分述如下：

(1) 头道井2号岩体：矿点的均一温度可分为 $130\sim 230^\circ\text{C}$ 和 $270\sim 390^\circ\text{C}$ 两组。以液态包裹体为主，含有部分子矿物多相包裹体和少量气态包裹体，盐度最高可达 38% (wt)，压力约 130bar ，与乌山本区的I-H化带颇相似。

(2) 长岭2号岩体：包裹体的均一温度可分为 $120\sim 160^\circ\text{C}$ 、 $290\sim 410^\circ\text{C}$ 和 $450\sim 550^\circ\text{C}$ (很少)三组。气体包裹体较多，子矿物较少，盐度最高达 40% (wt)，压力最高达 700bar ，与乌山本区Q-Ser化带相似。

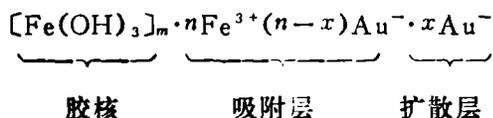
(3) 甲乌拉矿点：包裹体均一温度有 $150\sim 250^\circ\text{C}$ 和 $250\sim 390^\circ\text{C}$ 两组。以液态包裹体为主，子矿物多相包裹体极少，盐度 $2.3\sim 6\%$ (wt)。属中低温、低盐度、低密度流体。这些特征仅代表Pb、Zn矿带的特征。考虑

(下转第8页)

重力迁移, 而离子态金, 倾向于形成络离子迁移。

金发生沉淀的原因同样是复杂的, 那些导致金活化迁移的因素也是导致金沉淀的因素, 即当诸因素组合中使金沉淀的倾向为主时, 金即发生沉淀, 例如, pH值变化, 胶体凝聚作用, 吸附作用, 等等。

按照A.И.佩雷尔曼(1965)的意见, 发生金次生富集的地段是金的地球化学垒。笔者认为, 对于氧化带的金, 吸附垒的存在是极为重要的。本区大量发育的褐铁矿, 是金的良好吸附剂。研究证明(温世达、张振儒等, 1982)褐铁矿胶体对金有较强的吸附力, 吸附机理是:



铁锰氧化物、氢氧化物胶体, 均是带电胶体, 能吸附带异性电荷的金络离子, 胶体发生沉淀时, 金就随之固定下来。在胶体脱胶老化过程中, 金还原并以自然金形式离析出来。本区普遍发育的胶体现象以及金的赋存部位, 都表明了吸附作用可能是金沉淀的最主要的方式。

本文得到黄佑文教授的指导, 以及00533部队和生产矿山有关同志们的大力帮助, 并引用了他们的资料, 谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] Росляков, Н.А., 国外地质, 1978, 第5期。
- [2] Плюсин, А. М. 等, 地质地球化学, 1982, 第4期。
- [3] 佩雷尔曼, А. И., 《后生地球化学》, 科学出版社, 1965年。

Ore-bearing Property Study of Oxidation Zone of the Beiya Lead Deposit, Yunnan

Zhao Xiao-ou

The Beiya lead deposit is located in the Bai Autonomous Prefecture of Dali, Yunnan Province. The oxidation zone of the deposit is well developed and in which native gold was discovered. The gold content in the oxidation zone, reaching a few tens grams per ton, is higher enough to form a commercial gold deposit of 'oxidation zone type'. The mode of occurrence of the gold in the oxidation zone, mineralization features and the secondary enrichment mechanism of the gold are systematically dealt with in this paper.

(上接第21页)

到斑岩型矿床的分带性 (Mo-Cu-Pb、Zn), 其深部有可能存在斑岩型铜钼矿体。

(4) 黄花菜沟和哈拉胜岩体: 包裹体特征与乌山本区有相以之处, 具有成矿的可

能性, 应进一步划分蚀变带, 深入进行工作。

(5) 头道井1号和长岭1号岩体: 与乌山本区相比, 缺少某些必要的条件, 故推测其成矿可能性较小。

A Study on Fluid Inclusion and Metallogenesis of a Porphyry Cu-Mo Deposit, Urugetu Hill, Inner Mongolia, China

Ye Xin Wang Lijuan

In the light of fluid inclusion studies of the Cu-Mo deposit in Urugetu Hill, Internal Mongolia and intrusives and mineralization occurrences in its peripheral areas, the evolution of mineralizing solution and its relation with the alteration and mineralization have been inferred. A preliminary discussion on the ore potentiality of some ore occurrences in outer areas is also given.