

# 阳储岭斑岩钨钼矿床蚀变分带特征 及与成矿作用关系的初步研究

莫名滇

(江西省地质矿产局九一六大队)

**内容提要:** 阳储岭斑岩钨钼矿床热液蚀变具有明显分带特征,为一不同时间(阶段)的热液作用于同一空间的叠加中心式蚀变矿化模式。由斑岩体中心向外依次发育钾硅化→石英绢云母化→绿泥石碳酸盐化等蚀变带,与之相对应的矿化带为 $W(Mo) \rightarrow Mo(W) \rightarrow FeS_2$ 。蚀变矿化温度由斑岩体中心向外依次降低(310~230℃→260~200℃→170℃),氧同位素分馏亦呈现出由强→弱→没有分馏的变化规律。说明本区热液蚀变矿化作用在斑岩体的中心部位最为活跃,强度最大。矿液是由斑岩体中心向外逐渐扩散,至围岩由于变质岩系的屏蔽作用而中止在接触带处。

**关键词:** 斑岩型钨钼矿床 叠加中心式蚀变矿化分带 蚀变与成矿关系 江西阳储岭

阳储岭斑岩钨钼矿床乃70年代末期才发现的一种新的钨矿类型。由于具有规模大、埋藏浅、类型新和易采易选之特点,而受到地学界同仁们的重视。鉴于该类型矿床发现较晚,许多地质问题的研究程度还较低,有关蚀变分带特征较为全面的研究资料以往报道亦较少。笔者根据在矿区参加普查评价工作所积累的宏观和微观资料,整理成文供交流,不当或偏颇之处,敬请读者赐教。

## 一、矿床地质概况

阳储岭位于赣北九岭隆起带与下扬子凹陷带的交接部位,偏靠隆起带一侧。东西向与北北东向、北东向复合构造控制成矿岩体的定位。

成矿岩体侵位于中元古界双桥山群下亚群第一岩组浅变质的类复理石火山-陆源碎屑沉积岩系中。主要岩石有绢云母板岩、粉砂质板岩、凝灰质板岩、炭质板岩、变沉凝灰岩、变晶屑凝灰岩、变火山角砾岩等,近岩体处发生角岩化。据微古植物鉴定资料,其时代与我国北方震旦亚界长城系申岭沟组相当。

成矿岩体形成于晚侏罗世(Rb-Sr等时线年龄为141Ma<sup>①</sup>),系同源同期不同次(主要由两次)形成的复合岩体。侵入顺序为花岗闪长斑岩→二长花岗斑岩(习称小岩体或斑岩体)→花岗闪长岩(习称大岩体)→爆破角砾岩。复合岩体为浅成—超浅成相,呈岩瘤或岩株状产出,出露面积0.3—2.7km<sup>2</sup>,伴有隐蔽爆破作用,同化混染现象普遍。岩石具斑状、似斑状结构,岩性为中性—酸性,属扎氏化学分类二类四—五科。造岩矿物黑云母属含镁系数

① 据李秉伦、满发胜等

与含铁系数相近的铁镁系列典型黑云母,斜长石属过渡型—有序型结构,有序度为0.55—0.9;环带构造发育,  $A_m$ 为35—42之间;钾长石的有序度变化于0.19—0.5间,属过渡型结构,  $Or$ 含量50—80%。岩体副矿物种类简单,组合类型为磷灰石-钛铁矿-锆石和磁铁矿-褐帘石-锆石。岩体微量元素以富含W、Mo、Bi为特征, Nb、Ta、Rb、Pb、Sn等中酸性岩的特征元素含量偏低, Cu、Cr、V、Co等中基性岩的特征元素含量偏高。岩体稀土元素总量低,轻稀土富集,没有Ce和Eu的亏损,配分曲线为一右倾型式。岩体的  $\delta^{18}O_{\text{全岩}}$  值为7.8—12‰,多数>10‰<sup>①</sup>;  $\delta^{34}S$  值为-0.1—+7.5‰,绝大多数为正值,平均为+2.96‰<sup>②</sup>;  $^{87}Sr/^{86}Sr$  初始比值为0.70253—0.7120;矿物包裹体研究表明,岩浆为熔体向溶液过渡类型。

钨钼矿体主要赋存于斑岩体的中上部及顶部,大都直接裸露地表,在-200m标高之下,矿化微弱。矿体与岩体没有明显界线,靠化学分析资料及工业指标圈定。矿体呈似层状或不规则状,总体走向北西,向东倾斜,倾角平缓,约10°左右。主矿体由多层矿组成,长200—500m,宽100—300m,单层厚2.2—43.29m,最厚达139m。钨、钼品位中贫,  $WO_3$  一般为0.15—0.54%,最高2.77%; Mo一般0.05—0.09%,最高0.42%。钨、钼品位较均匀,与矿体厚度及矿石类型没有显著的相关性。在空间分布上,钨矿体和钼矿体多交叉重叠,但钼更靠近接触带,钨更靠近岩体中心,具有上钨下钼的分布特点。矿区原生晕水平分带较明显,由岩体→接触带→围岩呈现(Sn)、Bi→W、Mo→Cu、As、Ag→Pb、Zn、Ni、Co、Mn的分布规律。矿石呈细脉浸染状,而以细脉状为主,脉幅以1—10mm多见。细脉以走向北西、北西西、北东东三组最为发育,各组脉常交织成网状。已知矿石中矿物达七十余种,仅白钨矿及辉钼矿具工业意义。白钨矿多呈不规则粒状,粒径0.01—1mm者占97.8%;辉钼矿呈片状,片径0.2—4mm者占98%,属2H+3R结构型<sup>③</sup>, Mo/Re比值为3790<sup>④</sup>。据矿石矿物流体包裹体(液相为主)研究,主要成矿阶段温度为151—340℃(均一法)<sup>⑤</sup>,表明矿床属(高)中温热液矿床。据氢氧同位素研究,成矿早阶段含矿热液基本属岩浆水范畴,大气水渗入不明显,至成矿晚阶段,  $\delta D$  值明显升高,表明有大气水的加入,初步估算晚期阶段的大气水占30%左右(张大椿,1984)。

## 二、矿床热液蚀变分带特征

### (一) 热液蚀变作用特点

阳储岭斑岩钨钼矿床热液蚀变的特点是:①蚀变程度弱(原岩结构仍清晰可辨),种类多,空间重叠;②多次成岩伴随多次蚀变(矿化)作用;③与矿化有关的蚀变均为中(高)温热液蚀变;④蚀变阶段清晰,从早到晚大致可以划分为钾硅化、石英绢(白)云母化及绿泥石碳酸盐化等三个阶段;⑤由于各阶段蚀变的互相叠加,使蚀变分带变得复杂化;⑥蚀变模式为不同阶段蚀变叠加的中心式分带模式。

- ① 北京大学地质系测试
- ② 中国科学院地球化学研究所测试
- ③ 据江西省地质矿产局中心实验室
- ④ 据南京大学地质系地化专业实习队
- ⑤ 南京大学地质系地化专业测试

与钨钼矿化作用有关的热液蚀变主要有钾长石化、硅化、绢(白)云母化、黑云母化、绿泥石化、碳酸盐化, 次为绿帘石化、阳起石化及楣石化。钨矿化与钾硅化, 钼矿化与石英绢云母化关系最密切。

## (二) 热液蚀变的多期多阶段性(蚀变的时空结构)

多次成岩多次成矿是本区之突出特点。矿区成矿杂岩体主要为两次岩浆侵入形成的斑岩体及大岩体, 相应伴有两期大的矿化蚀变作用——斑岩体的热液蚀变作用及大岩体的热液蚀变作用。据研究, 两个岩体中的热液蚀变, 大体都经历了岩浆晚期的交代作用及岩浆期后的热液蚀变作用的发展过程。

### 1. 岩浆晚期的交代作用

主要表现为钾交代作用——钾长石交代斜长石, 斜长石表面具细小绢云母鳞片, 黑云母具不同程度之绿泥石化。其特点是蚀变范围广, 强度弱, 伴随有弱的浸染状白钨矿、黄铁矿、辉钼矿、钛铁矿、针状金红石等矿化。

斑岩体内普遍出现交代生成的钾长石晶体, 大小为0.5—2cm, 呈分散状态产布, 构成“面型”钾长石化, 并伴有黑云母化、绢云母化、绿泥石化等“面型”蚀变。而大岩体既具“面型”钾交代又具“线型”钾交代。所谓“线型”交代, 是钾长石与石英呈脉产出。钾长石为肉红色, 经X光衍射测定, 其有序度为0.69, 三斜度为0.76, *Or*分子含量为88%; 而红外吸收光谱测定, 其有序度为0.85<sup>①</sup>; 单矿物化学分析结果*Or*分子含量为84%, *Ab*分子为16%<sup>②</sup>, 属微斜长石。

### 2. 岩浆期后的热液蚀变作用

岩浆期后的热液蚀变是本区与钨钼工业矿化密切相关的蚀变作用。含矿热液来源与粒间溶液作用有密切关系<sup>③</sup>。在外应力作用下, 粒间溶液沿斑岩体中的原生冷凝裂隙及构造次生裂隙等薄弱地带上升, 并向四周扩散充填交代。随着构造活动的脉动性产生了多阶段蚀变作用(大致可划为三个阶段)。现以小岩体为例叙述如下:

(1) 钾硅化阶段: 是岩浆期后最早一次以线型为主, 以硅化为主导的硅化钾长石化为标志的蚀变过程。产出形式为微细脉状、网脉状, 叠加在“面型”钾长石化带上, 具强烈的白钨矿化及少量大鳞片状的辉钼矿化。本阶段蚀变的特点是: ①分布于钾长石石英脉边部的钾长石交代、包裹或穿插脉体外侧的原生斜长石, 有时见斜长石呈交代残留体出现。②在脉侧见次生钾长石呈窄带状聚集。③该阶段生成的钾长石经X光衍射法测定, 有序度为0.66, 三斜度为0.76, *Or*分子含量为95%; 红外吸收光谱测定有序度为0.70, *Or*分子含量>80%<sup>④</sup>; 属低温有序型的微斜长石。用爆裂法求得钾长石中气液包裹体的温度为358—380℃。

(2) 石英绢(白)云母化阶段: 继线型钾硅化后, 发生了以硅化为主导, 硅化、绢云母化、白云母化、碳酸盐化为标志的热液蚀变。这次蚀变空间分布广泛, 遍及整个岩体, 向外已进入围岩。但主要发育在岩体的中上部, 叠加在早期钾硅化带上, 使钾硅化带蚀变增强。蚀变表现形式有: ①绢(白)云母大量出现(有时出现次生石英), 交代斜长石斑晶, 使之成

① 由长春地质学院测试

② 由中国科学院地球化学研究所测试

③ 据李兆麟、储同庆等1984年资料

④ X光衍射及红外光谱为长春地质学院测试

淡绿色及鸭蛋青色；②黑云母为白云母交代，并伴随有碳酸盐化；③石英斑晶被交代溶蚀而呈浑圆状；④钾硅化阶段生成的次生钾长石被白云母或绢云母交代；⑤在硫化物石英脉外侧呈线型蚀变对称分布，白云母、绢云母和次生石英交代围岩造岩矿物。本阶段蚀变过程伴有浸染状黄铁矿、辉钨矿和少量闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、白钨矿以及黑钨矿等矿化作用。

### (3) 绿泥石碳酸盐化阶段

为斑岩体最晚的一次蚀变作用。空间上分布广而零散，叠加于先期各蚀变带之上。在构造裂隙发育部位，本阶段的蚀变更为常见。主要表现为：①绿泥石、碳酸盐矿物交代黑云母、斜长石、白云母及次生钾长石；②碳酸盐呈不规则状、细脉状穿插交代斜长石、黑云母、钾长石、石英及次生石英、钾长石。主要蚀变矿物组合为绿泥石、碳酸盐矿物及微量硫酸盐矿物、白钨矿、黄铁矿。

大岩体中的岩浆期后热液蚀变作用与小岩体大体相似，但强度不及小岩体，表现不明显。故大岩体的钨钼矿化作用亦较微弱。

## (三) 热液蚀变分带的划分及其特征

### 1. 分带的地质依据

矿床的蚀变分带性，由于多期多阶段热液蚀变的叠加，而变得复杂而模糊。因而不能套用 J·D·Lewell 等人 (1970) 在美洲研究斑岩铜矿时所得出的那种单阶段矿化蚀变的分带模式。蚀变叠加现象在矿区内屡见不鲜，在同一地段乃至同一块手标本或同一薄片上均可见到，这给蚀变带划分带来很大困难，尤其是在野外想通过肉眼来划分蚀变带困难更大。为了探索蚀变带的划分及其与矿化的关系，进而指导找矿，我们选择几条主要剖面 (14 线、22 线、516 线) 上所有钻孔岩心的 450 块系统薄片进行了详细镜下观察，并结合岩心观察资料及石英网脉密集带 (大于 12 条/米者) 的统计资料综合制图，发现每次成岩之后伴有一次蚀变 (矿化) 活动，而每期热液蚀变 (矿化) 活动又表现出明显的阶段性。所以，本区热液蚀变尽管在空间上相互叠置，然时间上的先后表现仍十分明显，这就为划分本矿床热液蚀变带提供了充分的地质依据。

### 2. “面型”蚀变分带的划分及其特征

钾硅化带：分布于斑岩体的中上部一前岩锋部位 (-100m 标高以上)，是钨 (钼) 矿体的主要分布范围。

石英绢 (白) 云母化带：叠加在钾硅化带之上，然范围较钾硅化带广，并扩展至围岩。出露标高主要在 -250m 以上，是钼 (钨) 矿体主要分布部位。

绿泥石碳酸盐化带：分布广泛、零散，除叠加在前两带之上外，在斑岩体下部 (-250m 标高以下) 亦有分布。

上述蚀变带的划分见图 1，各蚀变带特征综合在表 1。

## (四) 各蚀变带岩石地球化学特征

### 1. 常量元素含量特征

各蚀变带岩石常量元素含量列于表 2。从表 2 可以看出如下变化规律：

(1) 总趋势是随着蚀变的加强 (即由绿泥石碳酸盐化带 → 石英绢云母化带 → 钾硅化带)， $\text{SiO}_2$ 、F、S、 $\text{CO}_2$  升高， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$  及  $\text{TiO}_2$  降低。但在蚀变过程中围岩的  $\text{SiO}_2$  总量增加并不多 (由 0.4% → 2.87%)，说明除了成矿热液带入一部分  $\text{SiO}_2$  形成次生石英外，

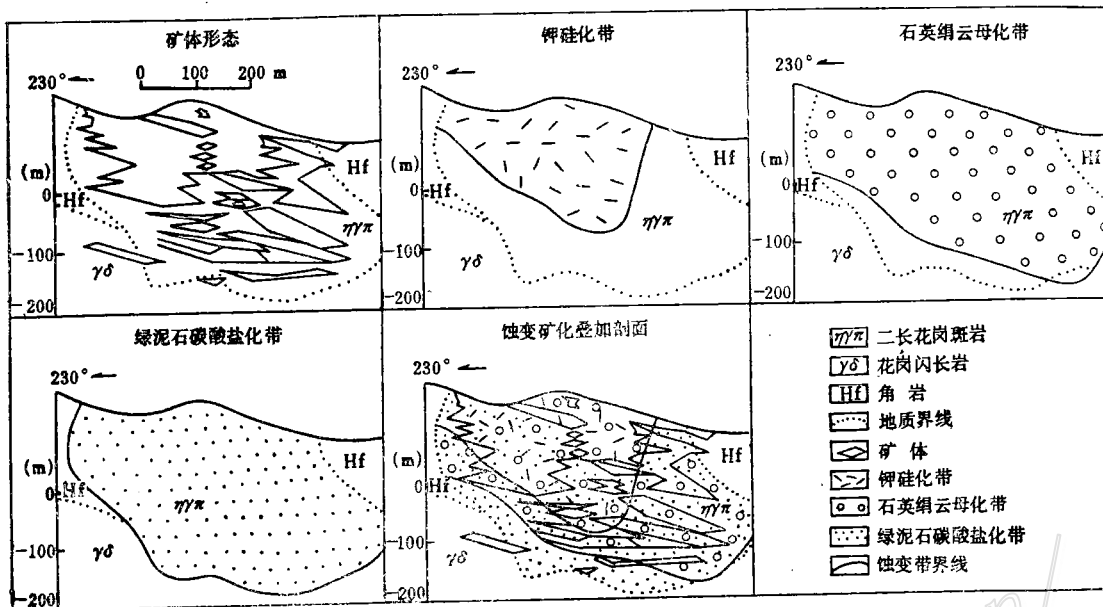


图 1 阳储岭斑岩钨钼矿床热液蚀变分带剖面 (14线)

Fig. 1. Profiles along No. 14 exploration line showing zonation of hydrothermal alterations in the Yangchuling porphyry tungsten-molybdenum deposit.

Legends in downward succession: monzonitic granite porphyry; granodiorite; hornfels; geologic boundary; orebody; potassic silicification zone; quartz sericitization zone; chlorite carbonatization zone; boundary of alteration zone.

尚有一部分次生石英是由于长石、黑云母遭受蚀变过程中, 多余的 $\text{SiO}_2$ 游离出来而形成的。

(2)  $\text{K}_2\text{O}$  在钾硅化带、石英绢云母化带蚀变岩中升高, 在绿泥石碳酸盐化带蚀变岩中降低。

(3)  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$  在钾硅化带、石英绢云母化带蚀变岩中降低, 在绿泥石碳酸盐化带蚀变岩中略有升高。

试用巴尔特氧法计算岩石分子式 (以单位晶胞中元素原子数表示), 对比元素在迁移中带入带出的概略情况, 结果如表 3。从表 3 可以看出:

$\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  在钾硅化带、石英绢云母化带蚀变岩中减少, 尤其是 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$  更为显著, 表明蚀变时斑岩中长石类矿物分解, 使这些离子被溶液迁移。

$\text{Fe}^{3+}$  是演变过程中氧化电位高低的指示性离子。在晚期绿泥石碳酸盐化带蚀变岩中 $\text{Fe}^{3+}$  显著增高, 但早期蚀变岩中则没有明显变化, 表明晚期蚀变溶液氧化电位有较明显增高。

$\text{K}^+$  的带入主要在早期早阶段, 其次是中阶段, 到晚阶段成为带出元素。 $\text{K}^+$  的带入是钨钼成矿过程中的重要因素之一。

$\text{Si}^{4+}$  是各蚀变阶段各蚀变 (带) 岩中最主要的带入元素, 说明蚀变 (矿化) 的气液富含 $\text{Si}^{4+}$ , 它在钨钼成矿作用过程中也起着重要作用。

$\text{S}^{2-}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{C}^{4+}$  的活动和作用贯穿整个蚀变过程, 各阶段各带的蚀变岩中都有明显增高,

表1 阳储岭斑岩钨钼矿床热液蚀变分带特征  
Table 1. Characteristics of hydrothermal alteration zonation in the Yangchuling porphyry tungsten-molybdenum ore deposit

蚀变带	发育部位	蚀变带岩石 宏观特征	蚀变带岩石微观特征			矿化特征	形成温度 (°C)	$\delta^{18}O_{\text{石英}}$ (‰)
			标型蚀变矿物 及含量	主要蚀变矿物镜下特征	结构构造			
钾 硅 化 带	岩体中上部	灰白色、浅绿色，具交代残余结构，裂隙发育(8—12条/米以上)，脉侧蚀变不明显，钾长石石英脉密集处呈网脉状	钾长石 2—10%，黑云母少量，绢云母5—30%，绿泥石5—8%，石英<5%	钾长石斑晶大多具绢云母化，裂隙发育处片径增大，钾化硅化亦增强。斜长石为钾长石交代，边缘呈港湾状，局部呈镶嵌边。含少量交代生成的钾长石斑晶	交代残余结构，块状构造	矿石以细脉状为主，少量浸染状，钨钼矿体主要赋存于此带	230—310	12.5
石英绢云母化带	岩体中下部	灰白色、浅绿色，具交代残余结构，裂隙发育，以辉钼矿石英脉为主	石英5%，绢(白)云母5—40%，绿泥石5—8%，绿帘石2%，碳酸盐矿物<5%	斜长石斑晶大多具绢云母化，蚀变稍强处片径增大，约为0.05—0.1mm。黑云母为绿泥石、白云母、绿帘石、碳酸盐矿物交代，析出针状金红石	交代残余结构，块状构造	以细脉状为主，少量浸染状；钨钼矿体主要赋存于此带	200—260	12.0
绿泥石碳酸盐化带	整个岩体	灰白色、浅绿色，具交代残余结构	绿泥石约5%，绢云母5—20%，碳酸盐矿物<5%，绿帘石少量	斜长石斑晶部分具绢云母化，片径0.05mm左右，黑云母部分为绿泥石、绿帘石交代，具弱碳酸盐化	交代残余结构，块状构造	矿化微弱，白钨矿体和辉钼矿体零星分布	170±	11.4

表2 各蚀变带化学成分(%)  
Table 2. Chemical composition of various alteration zones (in percentage)

成 蚀 变 带	成 分								
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	
斑 岩 带	68.53	0.43	15.25	0.54	2.38	0.05	1.10	2.62	
钾硅化带(28)	71.09	0.41	12.79	0.53	2.74	0.04	0.93	2.28	
石英绢云母化带(29)	71.40	0.33	12.48	0.62	2.19	0.04	0.95	2.30	
绿泥石碳酸盐化带(6)	68.93	0.38	15.08	1.08	2.52	0.09	1.15	2.90	

成 蚀 变 带	成 分								
	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	F	Cl	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> O
斑 岩 带	3.48	3.87	0.18	0.14	0.068	0.012	0.09	1.13	0.016
钾硅化带(28)	2.69	4.04	0.30	0.61	0.097	0.005	0.34		0.011
石英绢云母化带(29)	2.78	3.93	0.13		0.090		1.17		0.011
绿泥石碳酸盐化带(6)	3.28	3.61	0.16		0.093		0.51		0.013

括号内数据为样品数，样品由赣西北队实验室分析

表 3 各蚀变带元素带人带出情况对比  
Table 3. Comparison of inward or outward migration of elements between various alteration zones

蚀变带	单位晶胞中元素原子数											带入元素	带出元素
	K	Na	Ca	Mg	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al	Si	Ti	P	CO <sub>2</sub>		
斑岩体	42	58	24	14	17	4	155	591	3	2	1		
钾硅化带	46	47	22	12	20	4	135	636	3	2	4	K, Fe <sup>2+</sup> , Si, C	Na, Ca, Mg, Al
石英绢云母化带	45	47	22	13	16	4	130	633	2	1	14	K, Si, C	Na, Ca, Mg, Al, Ti, P, Fe <sup>2+</sup>
绿泥石碳酸盐化带	40	56	28	15	19	7	158	611	2	1	6	Si, Ca, Mg, Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Al, C	K, Na, P

尤其是中阶段的蚀变岩中更为明显,表明蚀变(矿化)的气液中富含这些挥发分,无疑对钨钼成矿极为有利。

Cl<sup>-</sup>在早阶段的钾硅化带蚀变岩中有显著的降低,为带出元素,表明蚀变(矿化)的气液中贫Cl<sup>-</sup>。这与斑岩铜矿床的蚀变(矿化)作用是有区别的。

## 2. 微量元素含量特征

各蚀变(带)岩微量元素含量列于表4。从表4可见,各蚀变(带)岩中W、Mo、Bi、As等含量均较高。与原岩相比,W为1.07—4.85倍,Mo为2.88—4.04倍,Bi为3.39—6.27倍,As为1.41—1.67倍,其它如Cu、Pb、Zn等元素亦略高于原岩,表明蚀变(矿化)的气液中富含W、Mo、Bi、As等元素。

表 4 各蚀变带微量元素含量(ppm)对比表  
Table 4. Minor element contents of various alteration zones (in ppm)

元素 蚀变带	W	Mo	Sn	Bi	Cu	Pb	Zn	Ag	As	Ni	Co
钾硅化带 (670)	321.6	70.7	2.8	36.1	62.4	14.4	28.2	0.1	24.7	5.9	8.6
石英绢云母化带 (428)	118.3	99.1	3.9	19.5	61.2	13.0	26.7	0.1	22.9	8.0	10.0
绿泥石碳酸盐化带 (162)	70.9	74.5	4.3	21.4	70.4	12.9	26.3	0.1	20.9	7.6	6.5
斑岩(311)	62.75	23.1	3.27	5.61	56.73	12.79	20.35		14.79	6.43	10.08

括号内数据为样品数,由赣西北队实验室分析

## 三、蚀变分带与成矿作用关系

热液蚀变与矿化关系密切,两者不仅表现在时空上紧密相伴,而且还表现在一定种类的蚀变与一定种类的矿化有特定的关系。兹从蚀变矿物组合与金属矿物组合的关系、蚀变阶段

与成矿阶段的时间关系、蚀变带与金属矿化带的空间关系、蚀变强度与矿化强度的关系等四个方面简述于下。

#### (一) 蚀变矿物组合与金属矿物组合的关系

钨矿化与钾硅化密切相关, 蚀变矿物组合为石英、钾长石(黑云母)、白云母(绢云母)、绿泥石; 金属矿物组合为白钨矿(辉钼矿)、少量黄铁矿及磁黄铁矿。钼与石英绢云母化关系密切, 蚀变矿物组合为石英、绢云母(白云母)、绿泥石; 金属矿物组合为黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿、白钨矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、(黑钨矿)。

#### (二) 蚀变阶段与成矿阶段的时间关系

蚀变早期钾硅化阶段主要伴生有白钨矿, 而辉钼矿极少; 蚀变中期石英绢云母化阶段, 主要伴生有辉钼矿, 白钨矿化很弱; 蚀变晚期绿泥石碳酸盐化阶段, 虽偶尔有白钨矿的生成, 但总体来看, 矿化已十分微弱。

#### (三) 蚀变带与金属矿化带的空间关系

矿床的蚀变岩(带)在空间上呈现分带规律性, 矿化亦表现出空间上的分带性。这种分带性在垂直方向上尤为清晰, 从上到下金属矿化大致为白钨矿(辉钼矿)化带→辉钼矿(白钨矿)化带, 与之相对应的蚀变分带为钾硅化带→石英绢云母化带。

#### (四) 蚀变强度、蚀变矿物组合与矿化强度的关系

矿床内的钨钼矿化作用均发生在已经遭受热液蚀变的岩体内, 具有工业意义的钨钼矿化均产在强蚀变带内。众多的资料表明, 一定类型的蚀变作用制约着一定类型的矿化, 这种依存关系, 在矿床内表现异常明显。

岩石的钾硅化过程, 主要形成石英、钾长石(黑云母)、绢云母、白云母等蚀变矿物组合。钾长石交代斜长石, 使斜长石中的Ca析出, 进入热液。由于岩石中斜长石的含量一般大于45%, 且主要为中长石, 含Ca较高, 蚀变过程中就会有大量的Ca被置换出来进入溶液, 为白钨矿的生成提供充足的物质来源。Ca的析出量随着蚀变的增强而增加(见表2), 故形成的白钨矿化亦相应较强。

石英绢云母化过程, 随着温度的不断下降, 热液中 $H_2S$ 溶解度增加,  $S^{2-}$ 活度增高, 与 $Mo^{4+}$ 、 $Fe^{2+}$ 结合, 形成辉钼矿、黄铁矿、磁黄铁矿。辉钼矿化的强度与绢云母化蚀变强度呈正相关关系。

钾硅化主要出现在斑岩体的中上部, -100m 标高以上, 主要钨矿体也产在这一区段; 而石英绢云母化主要分布在斑岩体的中下部, 所以钼矿体亦产在斑岩体的中下部, 构成上钨下钼的逆向分带。

## 结 语

综上所述, 阳储岭斑岩钨钼矿床不同阶段热液叠加的中心式蚀变矿化分带, 为该类矿床热液蚀变之基本模式, 是一个岩体中心式的正岩浆模式。它不同于介于“正岩浆模式”和“对流模式”之间的德兴铜厂斑岩岩体中心式叠加接触带中心式的复合型蚀变模式, 亦不同于J. D. Lewell等(1970)所总结的南北美洲斑岩铜矿岩体中心式单阶段矿化蚀变分带模式。但与加拿大新不伦瑞克省普莱普特山斑岩钨矿的蚀变分带模式相似。广东莲花山斑岩钨矿围岩蚀



变具有多阶段蚀变叠加之特征,亦可与之类比。所以,多期多阶段蚀变叠加而形成的复杂蚀变分带模式,是斑岩钨矿热液蚀变之共同特征。

承蒙裴荣富、李崇佑、陈实、洪大卫等在百忙中审阅了文稿,谨表谢忱。

### 主要参考文献

- [1] 朱训等 1983 《德兴斑岩铜矿》地质出版社  
[2] 谭运金 1983 广东莲花山斑岩钨矿床地质地球化学特征及矿床成因 地球化学 第2期  
[3] I. S. Parrish 1981 加拿大普莱蒙特山斑岩钨矿床 《钨矿地质讨论会论文集》地质出版社

## A PRELIMINARY STUDY ON ALTERATION ZONING OF THE YANGCHULING PORPHYRY W-MO DEPOSIT AND ITS RELATIONSHIP TO MINERALIZATION

Mo Mingzhen

(No. 916 Geological Party, Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province, Duchang County, Jiangxi)

### Abstract

The Yangchuling porphyry W-Mo deposit lies at the connection of Jiuling upwarping zone in Northern Jiangxi and Lower Yangtze downwarping zone. The ore-related magmatic rocks were formed in Late Jurassic and emplaced in epimetamorphic series of Middle Proterozoic Shuangqiaoshan Group. The ore-forming intrusive body is a complex rock body formed through intrusion of cognate magma in identical period but different stages, accompanied by concealed decrepitation. The rocks are intermediate-acid-acid in nature, belonging to family 4-5, class 2 of Zavaritski's chemical classification. Multi-stage petrogenic activities are associated with several times of alteration and mineralization. The W-Mo orebody occurs in middle and upper part as well as the top of the porphyry body, has no distinct boundary with the rock body, takes stratoid or irregular forms, strikes northwestward and eastward with gentle dip angle. Ores are veinlet-disseminated in shape. The orebody is characterized by large size, small buried depth, low grade and easy mining and dressing.

Hydrothermal alteration of the ore deposit shows obvious zoned characteristics, belonging to a superimposed central type alteration mineralization model resulting from the action of hydrothermal fluids of different periods (stages) on the same space. From the center of the porphyry body outward, there exist alteration zones in order of potash silicification → quartz sericitization → chlorite carbonatization, with the corresponding mineralization zones being

W(Mo)—Mo(W)—FeS<sub>2</sub>, the alteration mineralization temperature gradually decreases (310—230℃→260—200℃→170℃), and the oxygen isotope fractionation varies from strong through weak to no fractionation.

The porphyry tungsten deposit in Mt. Pleasant, New Brunswick, Canada has similar alteration zoning model, and the wall rock alteration of the Lianhuashan porphyry tungsten deposit in Guangdong province is also characterized by superimposition of multi-stage alteration. It is therefore concluded that the complex alteration zoning model formed as a result of superposition of poly-phase and multi-stage alterations is a common character for hydrothermal alteration of porphyry tungsten deposits.

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