

西藏甲岗钨钼（铋）矿床的元素地球化学特征及成矿过程探讨*

张 林¹, 肖渊甫¹, 郝秋勇², 胡 涛²

(1 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2 西藏地勘局, 西藏 拉萨 851400)

甲岗钨钼（铋）矿床位于青藏高原的中南部, 本文通过研究该矿床的区域地质特征、矿区地质特征、矿床地质特征及元素地球化学特征, 认为该矿床为高温岩浆热液型。

1 区域地质背景

研究区位于拉达克-冈底斯弧盆系, 措勤-申扎岛弧 (III 级)。区域地层自前震旦系至第四系均有零星分布, 尤以古生界地层较为发育。区域上以燕山 (晚) 期和喜山期为主的中酸性岩浆活动极为强烈, 构成一条近 EW 展布的岩带, 与成矿关系密切 (葛良胜等, 2005)。

矿区出露下—上石炭统永珠组 ($C_{1-2}y$)、上石炭—下二叠统拉嘎组 (C_2-P_1l); 永珠组岩性主要为砂岩, 钨钼（铋）矿床产于该组砂岩地层中; 拉嘎组为砂页岩夹长石石英砂岩。容矿构造为节理构造, 局部可见呈“X”形的共轭节理, 在节理膨大、弯曲处, 形成矿化富集地段。容矿节理多发育充填于节理中的细脉, 向下逐渐密集归并, 最终在蚀变二长花岗岩 ($\eta\gamma^3N_1$) 体中形成具有重要工业意义的大脉型钨钼（铋）矿体。矿区内岩浆活动强烈, 形成于白垩纪—新近纪, 具多期侵入特点。岩体多以岩株形式产出, 以花岗闪长岩、白云母二长花岗岩、黑云母花岗岩、花岗斑岩等为主。

2 矿床特征

钨钼（铋）矿脉主要赋存于白云母化、硅化、云英岩化蚀变的二长花岗岩 ($\eta\gamma^3N_1$) 体及其与下石炭统永珠组砂岩的内外接触带中, 以内接触带为主, 规模较大。矿脉呈薄板状产出, 受节理构造控制明显, 产状变化小, 走向总体上呈北北东向, 倾角 $70\sim 85^\circ$ 。目前共发现钨钼（铋）矿（化）脉 22 条, 依次编为 18~39 号脉, 其中 18、19、22、23 号脉钨钼矿化较好, 规模较大。矿石矿物为黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铜矿、黄铁矿等, 脉石矿物以石英为主。矿石结构主要为中粗粒自形粒状结构、中粗粒半自形粒状结构、中粗粒他形粒状结构、交代结构、残余结构等。矿石构造主要为脉状构造、块状构造、条带状构造、稀疏浸染状构造、稠密浸染状构造、网脉状构造等。围岩蚀变主要有云英岩化、硅化、白云母化, 其次为碳酸盐化、绿泥石化、褐铁矿化、铜兰矿化、绢云母化、泥化、萤石化、高岭土化等。硅化、云英岩化、白云母化发育部位矿化强度增强。

3 元素地球化学特征

3.1 稳定同位素特征

(1) 氢、氧同位素特征

*西藏自治区矿产资源潜力评价 (编号: 1212010881631) 资助。

第一作者简介 张 林, 女, 1984 年生, 硕士研究生, “第四纪地质学”专业

通讯作者 肖渊甫, Email: xyf@cdut.edu.cn

对矿区部分含矿蚀变岩和含石英脉中石英矿物 H、O 同位素进行测试 (表 1)。将数据投入不同成因水的 $\delta D - \delta^{18}O$ 关系图中, 其特点表现为大部分点位于岩浆水附近, 其中含石英脉的点更接近于岩浆水, 反映出岩浆水在成矿中的重要性。由此可知, 该矿床成矿阶段的成矿流体主要来源于岩浆岩。

(2) 硫同位素特征

辉钼矿、方铅矿、黄铁矿是主要的矿石矿物, 对其硫同位素组成进行了测定 (表 2), 从分析结果看硫同位素组成变化范围不大, S 变化于 3.9‰~5.0‰之间, 均为正值, 平均为 4.45‰。其中含石英英脉与围岩二长花岗岩、蚀变砂岩的 $\delta^{34}S$ 值都非常接近, 说明整个成矿过程中主要硫源是一致的, 来自岩浆源。

3.2 稀土元素特征

样品包括含石英英脉、岩体及围岩, 图 1 是七种岩石、矿石的稀土元素配分模式, 可以看出, 该七种岩石、矿石得稀土分布模式相似, 皆为左高右低, 轻稀土富集、重稀土相对减少的右倾形式, Eu 亏损明显。中粗粒二长花岗岩、似斑状二长花岗岩配分模式非常相近, 表明了岩浆演化具有连续性。Eu 异常可以作为氧化还原条件的指示剂, 花岗岩、矿石的 Eu 负异常表明其形成于相对较还原的环境, 原因可能为: ① 长石结晶分离, ② 云英岩化蚀变作用, 说明富挥发分流体 (F、Cl) 与熔体间的相互作用强烈。

4 成矿过程讨论

据上述分析, 结合矿床地质特征及同国内外相关类型矿床的对比, 认为甲岗钨钼 (铋) 矿床属高温岩浆热液型矿床。甲岗矿区的赋矿岩体是二长花岗岩体, 是中新世中酸性岩浆侵入的产物, 形成于陆内伸展构造环境, 为后碰撞花岗岩。钨、钼、铋多金属矿脉主要赋存于岩体及其与下石炭统永珠组砂岩的内外接触带中, 矿床和赋矿岩体有紧密的内在联系。岩体的 U-Pb 同位素年龄 22.22Ma (王治华等, 2006) 与矿床成矿时代 Re-Os 同位素年龄 21.37 Ma (王治华等, 2006) 极为接近, 揭示出多金属矿化与岩体形成在时代上具有一致性, 矿床形成于碰撞造山后陆内伸展构造环境。钨、钼、铋矿化主要形成于中新世中酸性岩浆活动阶段, 在深部高温高压下, 由于岩浆的演化, 导致超临界流体的分离, 当冷却至临界点以下就变成热液。当内压力超过外压力时, 它们就可从岩浆房分出。在岩浆气液作用的早期, 由于 F、Cl 阴离子大量存在, 溶液 pH 值低, 多呈酸性、弱酸性, 这与稀土元素分析结论花岗岩形成于较还原的环境相符。当溶液分出后, 未经长距离的搬运, 即在酸性花岗岩的顶部或其上覆围岩中沉淀成矿。由于处在较深的环境下, 降温缓慢, 其它物理化学条件的变化也不显著, 酸性溶液不易被中和, 因而有利高温矿物如黑钨矿等的沉淀, 同时在二长花岗岩体顶部及其与围岩的接触带部位发育云英岩化。成矿流体主要源于岩浆源区, 但当其上升至地壳浅部时受到地下水的混染, 而矿质主要源自岩浆。

表 1 甲岗雪山钨钼 (铋) 矿床石英矿物的 H、O 同位素特征 (王治华等, 2007)

样号	测定矿物	矿石类型	$\delta^{18}O_{\text{矿物}}/\text{‰}$	$\delta D/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{\text{水}}/\text{‰}$
03JB24	石英	蚀变岩型矿石	8.9	-95	3.16
03JB28	石英	含石英英脉	9.9	-75	4.16
03JB30	石英	含石英英脉	9.7	-88	3.96
03JB31	石英	蚀变岩型矿石	9.3	-98	3.56
03JB38	石英	含石英英脉	10.1	-96	4.36

注: 样品由王治华2003年在中国地质科学院测试研究所测试 (下同)

表 2 甲岗雪山钨钼 (铋) 矿床硫同位素特征 (王治华等, 2007)

样号	测定矿物	矿石类型	$\delta^{34}S/\text{‰}$
03JB27	辉钼矿	含石英英脉	5.0
03JB28	辉钼矿	含石英英脉	4.2
03JB33	辉钼矿	含石英英脉	4.7
03JB34	辉钼矿	云英岩	3.9
GBX-4	方铅矿	蚀变砂岩	4.2
SR-7	黄铁矿	二长花岗岩	5.4

注: GBX-4和SR-7由葛良胜2002年在中国地质科学院测试研究所测试。

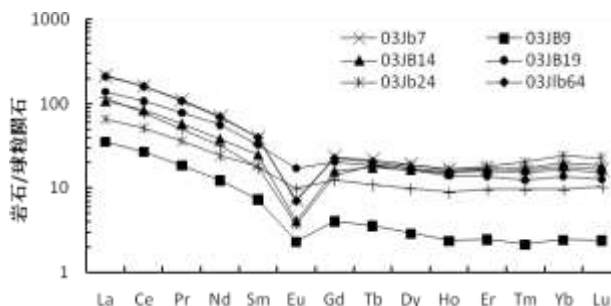


图 1 稀土元素配分模式图

03JB7-中粗粒二长花岗岩; 03JB9-石英脉; 03JB14-砂岩; 03JB19-砂岩; 03JB24-含矿云英岩; 03JB64-似斑状二长花岗岩; 03JB65-蚀变二长花岗岩