

西藏申扎县甲岗雪山钨钼铋多金属矿床地球化学特征^{*}

Geochemical characteristics of the W-Mo-Bi polymetallic deposit in the snow-capped Jaggang mountain, Xainza County, Tibet

葛良胜, 李汉光, 王科强, 邹依林, 王治华, 张学军, 袁士松, 邢俊兵

(武警黄金地质研究所, 河北 廊坊 065000)

GE LiangSheng, LI HanGuang, WANG KeQiang, ZOU YiLin, WANG ZhiHua, ZHANG XueJun, YUAN ShiSong and XING JunBing

(Institute of Gold Geology, People's Armed Police Force, Langfang 065000, Hebei, China)

摘 要 西藏申扎县甲岗雪山钨钼铋多金属矿床是藏北地区首个发现的内生钨钼铋多金属矿床。矿区共发现钨钼(铋)矿(化)脉 22 条, 主要赋存于白云母化、硅化、云英岩化蚀变的二长花岗岩体及其与石炭系下统永珠组砂岩的内外接触带中。对甲岗雪山钨钼(铋)矿区矿石 H、O、S、Pb 和稀土元素等分析表明, 成矿物质(包括流体和矿质)均主要源自岩浆, 成矿温度变化为 183-420℃, 平均为 335℃, 具中高温成矿特点。矿化流体应是一种富碱质弱酸性流体, 其中成矿物质主要以氟和氯络合物形式迁移。矿石辉钼矿 Re-Os 同位素模式年龄平均值为 21.37Ma, 表明矿化形成于喜马拉雅中期, 与矿区内的二长花岗岩(U-Pb 年龄 22.22 Ma)接近并略晚于岩体形成时间。揭示出钨钼铋成矿作用与喜马拉雅早-中期二长花岗岩浆活动具有密切的成因联系, 为一典型的与中酸性岩浆活动有关的岩浆期后热液石英大脉型钨钼铋多金属共生矿床。

关键词 地质地球化学特征; 钨钼铋多金属; 甲岗雪山; 西藏

在冈底斯成矿带北部(冈底斯地块北缘)找矿工作的空白区, 首次发现了甲岗雪山具有巨大找矿潜力的钨钼铋铜金多金属矿产地, 经初步评价, 其中 W+Mo 334t 资源量矿床已接近大型规模。该矿产地的发现实现了藏北地区内生金属矿床找矿的重要突破, 对于进一步认识冈底斯地块的成矿作用、成矿规律和找矿工作的全面部署以及西藏地区矿产的配套具有重要意义(葛良胜等, 2005), 同时通过对矿床本身及与之相关的地质要素等进行研究, 将为深入讨论高原腹地基础地质, 乃至高原形成、演化等诸多问题提供一个良好的平台。

1 区域地质背景及矿区地质特征

甲岗雪山地区在大地构造位置上处于冈底斯地块之北缘, 属于冈底斯一念青唐古拉地块中央隆起带, 在区域成矿带上属于冈底斯成矿带内昂孜错一崩纳藏布一甲岗雪山一色日荣成矿亚带[●]西段。区内地层以石炭系的灰岩、砂板岩和火山岩为主, 均具有轻微的变质作用, 其次尚有二叠系的灰岩以及第三系的火山岩系。受区域多期板块活动的影响, 区内构造发育, 不同方向、规模和性质的构造广布全区, 以北(北)东和(近)东西向构造为主体。其中崩纳藏布一嘎日阿统的一日那近东西向断裂在本区中部通过, 是成矿亚带的主要控矿构造。区域上以燕山(晚)期和喜马拉雅期为主的中酸性岩浆活动极为强烈, 岩体多以岩

^{*}本文由中国地质调查局国土资源大调查项目《西藏冈底斯一念青唐古拉褶皱带中段以金为主的矿产资源综合评价》(编码: 200010200158)资助
第一作者简介 葛良胜, 男, 1966 年生, 博士研究生, 高级工程师。现主要从事区域构造与矿床地质研究。E-mail: geliangsheng@yahoo.com.cn

[●]葛良胜, 等. 2003. 国土资源大调查《西藏冈底斯-念青唐古拉褶皱带中段以金为主的矿产资源综合调查评价》项目报告。

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,对本区岩浆岩取样所做的年龄测试成果表明(葛良胜等,2003),本区至少存在燕山晚期(全岩 K-Ar 法,114~90 Ma)、喜马拉雅早期(全岩 K-Ar 法,65~50 Ma)、喜马拉雅中期(22.2 Ma)等多期岩浆活动,它们与冈底斯块北部班公湖-怒江和南部雅鲁藏布两个特提斯构造演化有密切的成因联系,形成于特提斯封闭后的同碰撞-造山阶段,与钨钼铜多金属成矿的关系极为密切。

2 矿床地质特征

甲岗雪山钨钼(铋)矿脉主要集中见于甲岗雪山南部格布洛玛沟和嘎穷沟之间的嘎若山上,矿脉出露标高在 5 400~5 744 m 之间,以嘎若山北坡见矿最好。矿区共发现钨钼(铋)矿(化)脉 22 条,其中 18、19、22、23 号脉钨钼矿化较好,规模较大。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体及其与石炭系下统永珠组砂岩的内外接触带中,以内接触带为主,规模较大。单脉呈薄板状产出,受节理构造控制明显,形态简单。产状变化小,总体走向北北东,倾角 70~85°。当矿脉延至砂岩中时,则急剧变窄、规模变小,但矿脉数量变多,矿化不均匀,形成一个长 900 m,宽 500 m 的南北向矿脉带。二长花岗岩体侵入于永珠组砂岩、拉嘎组砂页岩地层中,岩体上部仍保留有砂岩顶盖。同华南地区钨钼矿脉典型的五层楼产出模式相比,甲岗雪山钨钼(铋)矿区缺少位于顶部的细裂隙带,细脉带发育不完整,细脉薄脉带、薄脉带、大脉带皆有发现,反映矿区矿体剥蚀深度不大。

矿体有 3 种类型,即石英脉型、浸染状花岗(斑)岩型矿化体和伟晶状云英岩脉型矿化体。自岩浆岩体内部向围岩,矿化具有明显的规律性,即以岩体内的浸染状辉钼矿化经接触带附近的石英脉钨钼矿化,向外过渡到地层内的伟晶状云英岩脉型黑钨矿化。矿石中金属矿物主要为黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿,其次为黄铜矿、黄铁矿、钨华、钼华、铋华、铜蓝等,少量方铅矿、闪锌矿;脉石矿物主要为石英,其次为少量的云母、长石、方解石等。其中黑钨矿单个矿物晶形粗大,自形晶,黑色、性脆。辉钼矿呈亮灰色,具一组极完全解理,呈六方板状、片状、短柱状晶形,集合体在石英脉中呈片状、鳞片状、菊花瓣状、针状、放射状等形状,颗粒粗大。

矿石的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,其次为斑状结构、包含结构、变晶结构等。矿石构造主要有脉状构造、块状构造、条带状构造、稀疏浸染状构造、稠密浸染状构造和网脉状构造。其次为残余构造、斑点状构造、角砾状构造等。

矿床围岩蚀变比较发育,且与矿化有着密切的关系。主要围岩蚀变类型有云英岩化、硅化、白云母化,其次为碳酸盐化、绿泥石化、褐铁矿化、铜蓝矿化、绢云母化、泥化、萤石化、高岭石化等。硅化、云英岩化、白云母化发育部位矿化强度增强。

3 矿床地球化学特征

3.1 氢、氧同位素组成特征

对甲岗雪山钨钼(铋)矿区部分含矿蚀变岩和含矿石英脉中石英矿物 H、O 同位素进行测试(表 1)表明,矿石石英包体水 $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}$ 值从 2.51‰~5.71‰, δD 值除围岩弱矿化石英脉中一个样品的 δD

值较低外,其他变化范围较小,从 -75‰~-98‰,在 $\delta^{18}\text{O}$ - δD 图解(图略)上投点均位于岩浆水的范围内或紧靠其下方,充分反映了成矿热液为源自岩浆的岩浆水。

表 1 甲岗雪山钨钼(铋)矿床石英矿物的氢、氧同位素特征

样号	样品名称	矿石类型	$\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}_{\text{‰}}$	$\delta\text{D}_{\text{‰}}$
03JB24	石英	伟晶状云英岩脉	8.9	2.51	-95
03JB28	石英	黑钨矿-石英脉	9.9	3.51	-75
03JB30	石英	黑钨矿-石英脉	9.7	3.31	-88
03JB31	石英	黑钨矿-石英脉	9.3	2.91	-98
03JB38	石英	黑钨矿-石英脉	10.1	3.71	-96
GD-2[2]	石英	黑钨矿-石英脉	9.8	3.41	-76
SR-7[3]	石英	构造破碎蚀变岩	12.1	5.71	-84

注: $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 值按分馏方程 $1000\ln\alpha_{\text{石英-水}}=3.42\times 10^6\text{T}^{-2}-2.86$ 计算。样品由中国地质科学院测试研究所(2002)测试,下同。

3.2 硫同位素特征

对矿区不同类型矿石硫同位素测试(表 2)可以看出,除围岩中的弱矿化石英脉内黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 9.0‰,较高外,其他样品的 $\delta^{34}\text{S}$ 值集中在 2.9‰~5.4‰的范围内,以不大的正值为特征,变化范围小,平均为 4.45‰;表明本区硫的来源单一,位于陨硫石附近,具有岩浆硫特征。表明矿床中成矿元素主要为岩浆提供,围岩中弱矿化石英脉内可能混入了其他来源的硫,造成其值偏高,可能同火山岩地层相关。

表 2 甲岗雪山钨钼(铋)矿床硫同位素特征

样号	样品名称	矿石类型	$\delta^{34}\text{S}\text{‰}$
GD-2	方铅矿	构造蚀变岩	3.9
SR-7	黄铁矿	构造蚀变岩	5.4
GBX-3	方铅矿	钨钼铋矿化石英脉	2.9
GBX-3	黄铁矿	钨钼铋矿化石英脉	4.7
GBX-2	黄铁矿	围岩中弱矿化石英脉	9.0
GBX-4	方铅矿	构造蚀变岩	4.2
03JB27	辉钼矿	钨钼铋矿化石英脉	5.0
03JB28	辉钼矿	钨钼铋矿化石英脉	4.2
03JB33	辉钼矿	钨钼铋矿化石英脉	4.7
03JB34	辉钼矿	钨矿化云英岩脉	3.9

3.3 铅同位素特征

对矿区上述样品中方铅矿和黄铁矿的铅同位素测试结果(表 3)表明,不同类型矿化蚀变体的铅同位素组成大致相近,其中 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值更为相似,石英脉 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 值略高于其他样品,在 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 构造模式图(图略)上所有样品均落于上地壳靠近造山带区域,这同本区形成于板块俯冲、洋壳闭合后的陆内汇聚造山阶段的岩浆岩^①反映的特征十分相似。

表 3 甲岗雪山矿区不同类型矿石中铅同位素组成

样品[投点]编号	矿物名称	岩石类型	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
GD-2[1]	方铅矿	构造蚀变岩	18.7659±27	15.7703±25	38.3060±60
SR-7[2]	黄铁矿	金铜石英脉	18.6855±16	15.7702±15	39.0912±47
GBX-2[3]	方铅矿	金铜石英脉	18.8326±43	15.8049±24	39.5500±7
GBX-3[4]	黄铁矿	钨钼石英脉	18.7203±16	15.7266±12	39.2277±33

3.4 稀土元素特征

研究区不同类型岩浆及相关矿石的稀土元素含量见表 4。总体看,中粗粒二长花岗岩、似斑状二长花岗岩、蚀变二长花岗岩与含矿石英脉、含矿云英岩稀土分布模式相似,皆为左高右低,轻稀土富集,重稀土含量相对减少的右倾形式,铈亏损明显。负铈异常的出现,一是可能由于长石结晶分离造成的;一是可能由于云英岩化蚀变作用造成的,说明富挥发分流体(F、Cl)与熔体间的相互作用强烈。中粗粒二长花岗岩、似斑状二长花岗岩稀土元素模式非常相近,表明了岩浆演化具有连续性。而砂岩和蚀变砂岩的模式一致,与花岗岩和矿脉相比,铈异常较低,具有一定差异。花岗岩与矿石具有相似的稀土元素分布模式,以及它们同砂岩之间稀土配分的差别,表明矿质并非源自围岩之中,而与花岗岩在成因及成矿物质来源上有着密切联系。

表 4 甲岗雪山钨钼(铋)矿床稀土元素含量表($\text{w}_B/10^{-6}$)

元素	03JB7 中粗粒花岗岩	03JB9 矿化石英脉	03JB14 蚀变砂岩	03JB19 砂岩	03JB24 含矿云英岩	03JB64 似斑状花岗岩	03JB65 蚀变二长花岗岩
La	67	11	33.5	42.7	20.5	66.1	36.3
Ce	131	22	67.9	85.9	41.8	131	63.1
Pr	13.5	2.28	7.1	9.46	4.47	13.3	6.14
Nd	42.5	7.43	23.1	33.4	14.5	42.2	19.2
Sm	7.71	1.43	4.87	6.32	3.57	7.79	3.43
Eu	0.53	0.17	0.3	1.25	0.27	0.52	0.72
Gd	6.02	1.05	4.11	5.22	3.67	5.86	3.19
Tb	1.03	0.17	0.83	0.87	0.87	0.98	0.52
Dy	6.16	0.93	5.31	5.17	6.08	5.63	3.16
Ho	1.18	0.17	1.09	1	1.2	1.12	0.64
Er	3.59	0.52	3.54	2.88	3.84	3.4	2.01
Tm	0.53	0.07	0.56	0.4	0.67	0.5	0.31
Yb	3.76	0.51	4.13	2.83	5.14	3.52	1.99
Lu	0.55	0.08	0.61	0.42	0.76	0.51	0.34
Y	37.6	5.22	37.6	27.8	43.2	34.9	19.6

①葛良胜,等. 2003.《西藏冈底斯-念青唐古拉褶皱带中段以金为主的矿产资源综合调查评价》项目报告.

3.5 成矿物理化学条件

甲岗雪山钨钼石英脉流体包裹体中数量众多, 种类复杂, 原生包体数量占主要地位。含 CO_2 包裹体有三相结构 ($\text{L}_{\text{CO}_2} + \text{L}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{V}_{\text{CO}_2}$), 并可见少量 NaCl 和 KCl 子矿物, 成群成带或密集状分布, 形态多为规则的方形或长方形, 其次为六边形及不规则形状等。部分包体长轴沿一定方向分布, 一些气泡里壁较厚。包体内常见有含二氧化碳三相包体, 也反映出流体中氯离子含量较高的特点。总体上, 包体气液比 15%~30%, 主要为 20% 左右。一般包体大小为 8~40 μm , 少量可达到 60 μm 。包裹体均一温度变化为 183~420 $^{\circ}\text{C}$, 平均为 335 $^{\circ}\text{C}$, 显示出中高温成矿的特点。

包裹体成分测试成果如表 5 所示。由表可见, 包体中液态成分阳离子主要有 Na^+ 、 K^+ , 特别是 K^+ 含量较高, 而 Mg^{2+} 和 Ca^{2+} 含量很少; 阴离子 F^- 和 Cl^- 含量较高, 而 SO_4^{2-} 含量低, 并含有一定量的 N_2 和 Ar , 反映了流体的深部源特征。包体成分测定的结果表明, 矿化流体应是一种富碱质弱酸性流体。其中成矿物质主要以氟和氯络合物形式迁移。

表 5 甲岗雪山矿区石英包裹体气、液相成分特征

样品编号	矿物名称	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}
GD-2	石英	5.953	2.908	痕量	0.037	0.141	17.179	2.161
SR-7	石英	6.788	20.365	痕量	0.090	0.243	6.905	0.951
GBX-2	石英	2.018	43.762	痕量	0.031	4.132	6.650	0.413
样品编号	矿物名称	H_2O	CO_2	CH_4	C_2H_6	H_2S	N_2	Ar
GD-2	石英	96.239	2.983	0	0.11	0.003	0.622	0.042
SR-7	石英	93.786	4.066	0.328	0.469	0.008	1.127	0.215
GBX-2	石英	95.964	1.819	0	0.33	0.006	1.604	0.277

4 成因探讨

对矿石中辉钼矿样品用 Re-Os 法获得得辉钼矿的 Re-Os 同位素模式年龄 (表 6) 平均值为 21.37Ma, 显示区内钨钼 (钼) 等金属矿化形成于喜马拉雅中期, 与矿区内的二长花岗岩 (U-Pb 年龄 22.22 Ma) 接近并略晚于岩体形成时间, 反映二者具有密切的时间关系。

表 6 甲岗雪山钨钼 (钼) 矿床辉钼矿样品铼、钨含量及模式年龄

样号	m/g	$\text{Re}/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	$^{187}\text{Re}/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	$^{187}\text{Os}/(\text{ng}\cdot\text{g}^{-1})$	模式年龄/Ma
03JB27	0.23030	3.92 (0.04)	2.47 (0.03)	0.85 (0.01)	20.60 (0.35)
03JB28	0.25186	3.49 (0.03)	2.20 (0.02)	0.77 (0.01)	21.00 (0.33)
03JB33	0.17552	5.16 (0.05)	3.24 (0.03)	1.22 (0.01)	22.62 (0.37)
03JB33	0.17657	5.18 (0.05)	3.26 (0.03)	1.24 (0.01)	22.82 (0.39)
03JB34	0.33495	3.52 (0.04)	2.21 (0.02)	0.73 (0.01)	19.82 (0.32)

根据上述研究, 认为本区钨钼矿化主要形成于喜马拉雅早-中期中酸性岩浆活动阶段, 是中高温岩浆含矿热液充填交代产物, 以钨钼矿化为中心, 向外过渡到铜、金、银、铅、锌矿化, 平面上呈现出由中高温成矿元素到中低温成矿元素矿化分带现象, 并由此构成了一个相对完整的与陆内板块汇聚碰撞作用相关的从中高温到中低温多金属成矿系列。成矿流体及矿质均主要源于略早于成矿的二长花岗岩岩浆。本文是该矿区一期工作的部分成果, 目前矿区的进一步地质勘探工作正在进行, 相信随着地质工作的不断深入, 对矿床地质特征和成因的研究将更加完善。

参 考 文 献

- 葛良胜, 邹依林, 等. 2005. 西藏申扎县甲岗雪山钨钼多金属矿产地的发现及意义[J]. 地质通报, 23(9-10): 1033~1039.
 葛良胜, 等. 2005. 西藏崩纳藏布-甲岗雪山地区花岗岩地球化学特征及成因初探[J]. 矿物岩石, 23(2): 55~61.