

西藏申扎县甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿床稳定同位素地球化学特征及矿床成因探讨

王治华¹, 吴兴泉², 王科强¹, 喻万强¹, 黄辉¹, 马德锡¹

(1. 武警黄金地质研究所, 廊坊 065000; 2. 武警黄金第十二支队, 成都 610059)

[摘要] 冈底斯成矿带是西藏重要的多金属成矿区之一, 在该成矿带北部申扎县首次发现的甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿床是不同于其南部斑岩型铜多金属矿床的成矿新类型, 该矿床的发现是藏北地区内生金属矿找矿的重要突破。文章对该矿床矿石稳定同位素地球化学特征进行研究表明: 成矿流体主要来源于岩浆岩, 围岩(地层)可能只提供了少量成矿物质; 该矿床硫的来源单一, 属于岩浆硫范畴, 矿石与围岩中的硫具有相同的来源; 铅的来源以地壳铅为主, 并混有少量地幔铅。根据上述研究, 结合矿床地质特征及同国内外同类型矿床的对比, 认为甲岗雪山多金属矿床是在大陆碰撞后陆内伸展构造背景下, 形成于喜马拉雅中期酸性岩浆活动阶段, 矿质主要源自岩浆的石英大脉型钨、钼、铋多金属矿床。

[关键词] 钨、钼、铋多金属矿床 同位素 二长花岗岩 申扎 西藏

[中图分类号] P618.6; P632 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)03-0006-05

西藏冈底斯成矿带, 指雅鲁藏布江以北至冈底斯山脉主峰之间的冈底斯地块南部部分, 是西藏重要的多金属成矿区之一^[1]。通过近年来国土资源大调查项目的相继实施, 带内(主要是南部)相继发现了厅宫、冲江、驱龙等斑岩型铜多金属矿产地^[2-4]。到目前为止, 成矿带的北部与南部相比, 由于工作条件极为恶劣, 基础地质和地质找矿工作均相当落后。前人虽有少量工作, 但一直未获重大进展。2002年通过国土资源大调查项目, 在冈底斯成矿带北部昂孜错—崩纳藏布—甲岗雪山—色日荣成矿亚带(基本是找矿工作的空白区), 首次发现甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿床, 2003—2004年对其进行了普查评价工作, 矿床钨+钼+铋(333+334)金属量11 507.23t, 规模中型^①。但是由于该矿床发现较晚, 研究程度较低, 矿床成因存在一些问题急需解决。最近笔者对矿床矿石稳定同位素地球化学特征进行研究, 为确定甲岗雪山多金属矿床的成因及其与围岩的关系提供了重要依据。

1 矿区地质特征

甲岗雪山矿区位于西藏自治区申扎县县城南部约40km, 地理坐标为东经88°36'00"~88°41'00", 北纬30°44'00"~30°46'30"。在大地构造位置上处于冈底斯地块之北缘, 冈底斯—念青唐古拉地块中央隆起带, 属于冈底斯成矿带昂孜错—崩纳藏布—甲岗雪山—色日荣成矿亚带西段^②。区内地层以石炭纪灰岩、砂板岩和火山岩为主, 均具有轻微的变质作用, 其次尚有二叠纪灰岩以及第三纪火山岩系(图1)。受区域多期板块活动的影响, 矿区内断裂构造发育, 可分为NE向、NW向或近EW向以及NW向和SN向等多组。其中近SN向(NNE向断裂)是甲岗雪山多金属矿床的主要控矿构造。矿区内岩浆活动强烈, 形成于燕山晚期至喜马拉雅中期, 岩石类型较多, 具多阶段侵入特点。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。

矿区内多金属矿化主要以钨、钼、铋多金属矿化为矿化中心, 向北东主要是以铜、铅、锌、金、银

[收稿日期] 2006-04-10; [修订日期] 2006-06-29; [责任编辑] 韩进国。

[基金项目] 国土资源大调查项目(编号: 200310200013)资助。

① 王科强, 王治华, 喻万强, 等.《西藏申扎县甲岗雪山一带铜多金属矿普查评价》成果报告, 2005。

② 葛良胜, 邹依林, 张学军, 等.《西藏冈底斯D念青唐古拉褶皱带中段以金为主的矿产资源综合评价》项目报告, 2003。

[第一作者简介] 王治华(1978年—), 男, 2000年毕业于成都理工学院, 获学士学位, 工程师, 现主要从事矿床地质研究工作。

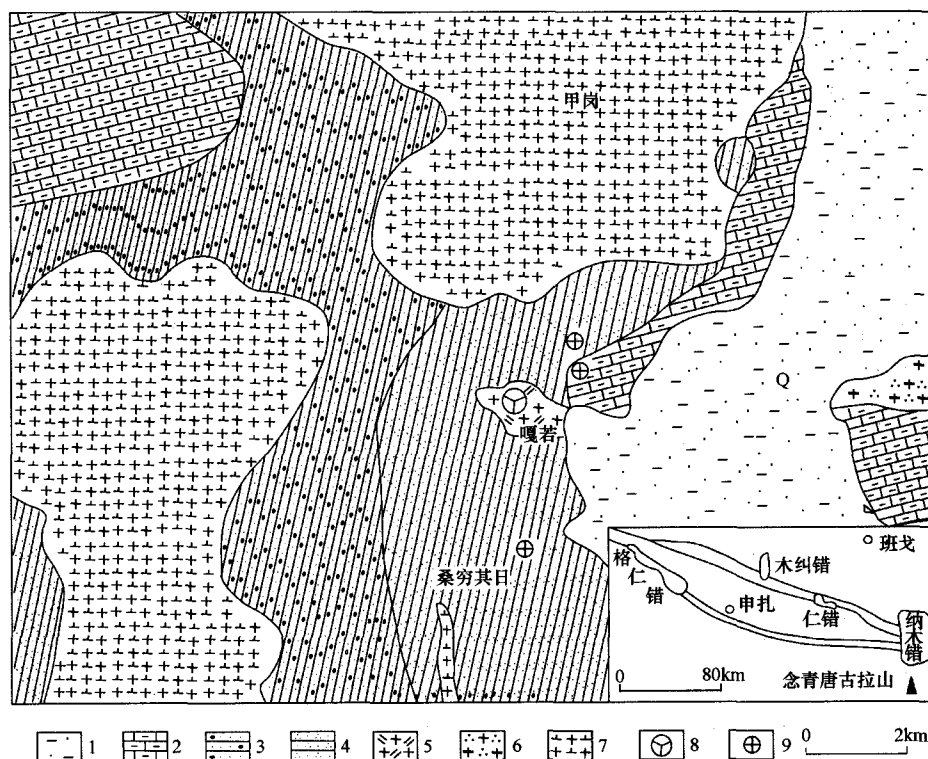


图1 甲岗雪山钨钼(铋)矿区区域地质图

1—第四系;2—石炭纪下拉组泥质灰岩;3—石炭纪昂杰组含砾砂岩;4—石炭纪永珠组石英砂岩;
5—中新世二长花岗岩;6—始新世石英斑岩;7—白垩纪花岗岩闪长岩;8—钨、钼、铋多金属矿床;9—
铜、金、铅多金属矿点(矿化点)

等为主的多金属矿化,向南又转为金、银多金属矿化(图1)。初步显示出以中部钨、钼、铋矿化为中心向外渐变为铜、金、银、铅、锌矿化的分带特征。两种不同类型的矿化由于控制条件不同而具有不同特点。铜、金、银、铅、锌矿化规模小于钨、钼、铋矿化,且矿石品位变化较大。

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

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5400~5744m之间(图1)。矿脉主要赋存于白云母化、硅化二长花岗岩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。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。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 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$,较陡。主次矿体在同一地段平行重叠分布,间隔较小。主矿体长360~580m,延深50~140m,厚2.08~4.45m。其他矿体延长一

般在120~220m之间,延深较小。

2.2 矿石类型和矿石矿物

矿体氧化带不发育。矿石自然类型为含黑钨矿、辉钼矿的原生矿石,矿物颗粒较大。矿石工业类型以石英大脉型为主,其次有极少量的云英岩型。

矿石矿物主要为黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铜矿、黄铁矿、钨华、钼华、铋华、铜蓝等,它们在石英脉型矿石中含量为5%~50%,在云英岩中含量为1%~10%。脉石矿物主要为石英,其次为少量的云母、长石、方解石。

2.3 矿石结构、矿物共生组合以及成矿阶段划分

矿石结构主要有粗粒自形粒状结构、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,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、网脉状构造,其次为残余构造、斑点状构造、角砾状构造等。

矿石矿物组合有3种类型:黑钨矿—辉钼矿—辉铋矿—黄铜矿—黄铁石英脉型、黑钨矿—辉钼矿—辉铋矿—黄铜矿—黄铁矿云英岩型以及钨华—

钼华—铋华—褐铁矿—铜蓝等氧化矿型。

根据矿物组合特征,成矿期可分为热液期和表生期,热液期又可分为石英—黑钨矿—辉钼矿—辉铋矿、石英—方解石—黄铜矿—黄铁矿两个阶段,其中第一阶段为主成矿阶段。

3 矿床 H、O、S、Pb 同位素特征

3.1 氢、氧同位素特征

对甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿区部分含矿蚀变岩和含矿石英脉中石英包裹体氢、氧同位素进行测试(表 1)。其中云英岩取于 18 号脉边部的蚀变岩中,具浸染状辉钼矿化;石英脉型矿石取样于 18 号脉,具浸染状、团块状辉钼、黑钨矿化。由表 1 可以看出,矿石石英包裹体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{矿物}}$ 值从 8.9‰~10.1‰, δD 值从 -75‰~-98‰,变化范围较小。含矿石英脉及蚀变岩型矿石的 $\delta^{18}\text{O}$ 、 δD 值比较接近,反映二者具有相近的流体来源。

表 1 甲岗雪山钨(钼)矿床石英矿物的 H、O 同位素特征

样品号	样品名称	矿石类型	$\delta^{18}\text{O}_{\text{矿物}}$	δD	$\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}$
03JB24	石英	蚀变岩型矿石	8.9	-95	3.16
03JB28	石英	含矿石英脉	9.9	-75	4.16
03JB30	石英	含矿石英脉	9.7	-88	3.96
03JB31	石英	蚀变岩型矿石	9.3	-98	3.56
03JB38	石英	含矿石英脉	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;表中 δ 值单位为‰。

为了探讨该矿床的成矿流体来源问题,文章采用石英—水的氧同位素分馏方程 $10^3\alpha = 3.38 \times 10^6 T^{-2} - 3.40$, 式中 T 为石英包裹体均一温度 335℃, 计算出石英包裹体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}}$ 值为 3.16‰~4.36‰,变化不大。在氢—氧同位素图解(图 2)上,矿石水位于岩浆水范围的边缘,其中含矿石英脉中的流体包裹体水更接近于岩浆水同位素组成特征,而蚀变岩型矿石中的水稍偏离于岩浆水范围。由此可知,该矿床成矿阶段的成矿流体主要来源于岩浆岩,围岩(地层)可能只提供了少量成矿物质。

3.2 硫同位素特征

硫同位素在矿床成矿流体研究中运用比较普遍, ^{34}S 的天然丰度高(4.2‰),常用来研究地质作用中硫的来源。通过对硫同位素的分析判断成矿物质的来源,可以为解决矿床的成因问题提供重要依据。对矿区含矿蚀变岩、含矿石英脉与围岩二长花岗岩、蚀变砂岩中硫同位素进行测试,结果见表 2。可以看出,所有这些样品都集中在 3.9~5.4 之间,

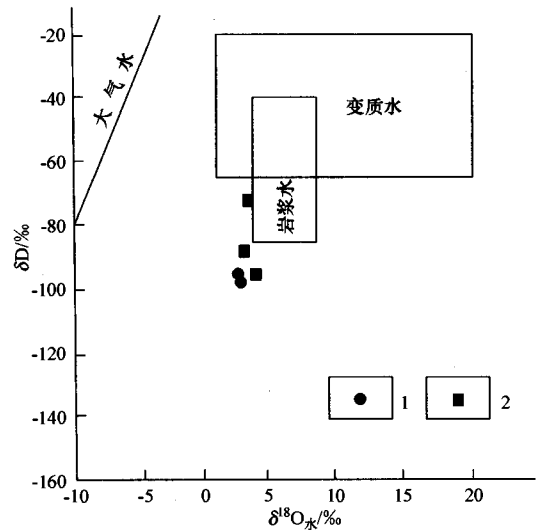


图 2 甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿区 $\delta^{18}\text{O}_{\text{水}} - \delta\text{D}$ 图解
1—蚀变岩型矿石;2—含矿石英脉

均为正值,变化范围小,平均为 4.57。其中含矿石英脉与围岩二长花岗岩、蚀变砂岩的 $\delta^{34}\text{S}$ 值都非常接近,表明含矿石英脉与围岩中的硫具有相近的来源,硫的来源单一,应属于岩浆硫同位素范畴。

表 2 甲岗雪山钨(钼)矿床硫同位素特征 ‰

样品号	样品名称	矿石类型	$\delta^{34}\text{S}$
03JB27	辉钼矿	含矿石英脉	5.0
03JB28	辉钼矿	含矿石英脉	4.2
03JB33	辉钼矿	含矿石英脉	4.7
03JB34	辉钼矿	蚀变岩型矿石	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。

3.3 铅同位素特征

铅同位素组成是探讨成矿物质来自地幔或地壳的重要依据。对矿区含矿石英脉、矿化蚀变岩中的方铅矿和黄铁矿作铅同位素测试,结果(表 3)表明:含矿石英脉、矿化蚀变岩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,反映含矿石英脉、矿化蚀变岩具有相同成矿物质来源。 μ 值为 9.68~9.82,与地壳铅同位素特征较接近。在铅同位素构造模式图(图 3)上,所有样品均落于上地壳靠近造山带区域。研究表明,在使用铅同位素构造模式示踪时,投影点落在造山带增长线上方的矿石铅必然含有上地壳成分;而投影点位于造山带增长线下方的矿石铅则必定源于地幔或下地壳;投影点

位于造山带增长线附近,则表明为各铅储库的混合来源^[5]。甲岗雪山矿床铅构造模式表明,其铅的来源应该是以地壳铅为主,并混有少量地幔铅。这一点同该区形成于板块俯冲、洋壳闭合后的陆内伸展阶段的中酸性岩浆岩反映的特征十分相似^①。

表 3 甲岗雪山矿区不同类型矿石中铅同位素组成

样品编号	矿物名称	岩石类型	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	μ
GD-2	方铅矿	矿化蚀变岩	18.7659 ± 27	15.7703 ± 25	38.3060 ± 60	9.76
SR-7	黄铁矿	含矿石英脉	18.6855 ± 16	15.7702 ± 15	39.0912 ± 47	9.77
GBX-2	方铅矿	含矿石英脉	18.8326 ± 43	15.8049 ± 24	39.5500 ± 7	9.82
GBX-3	黄铁矿	含矿石英脉	18.7203 ± 16	15.7266 ± 12	39.2277 ± 33	9.68

注:表中测试数据由葛良胜 2002 年在中国地质科学院测试研究所测试。

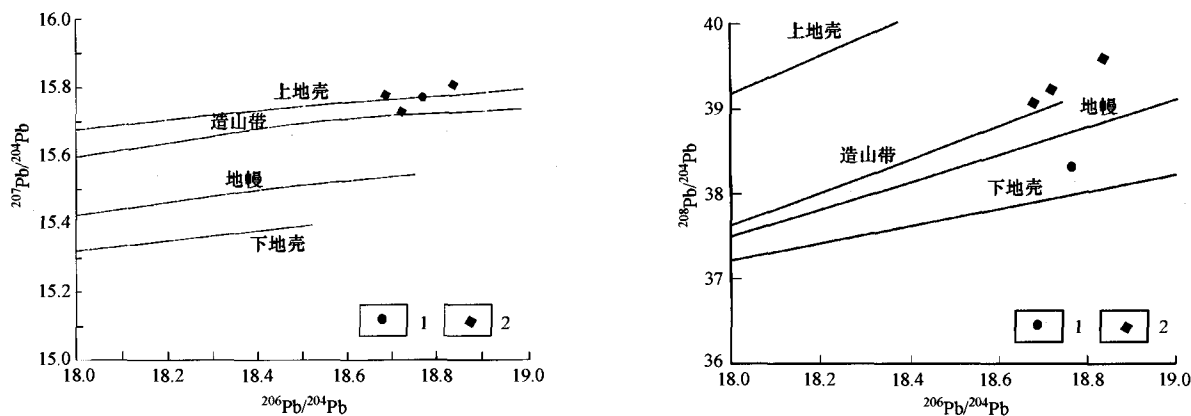


图 3 甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿区矿石铅同位素构造模式图
1—矿化蚀变岩;2—含矿石英脉

4 矿床成因探讨

甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿床是在冈底斯成矿带北部昂孜错—崩纳藏布—甲岗雪山—色日荣成矿亚带上发现的第一个具有一定规模的内生金属矿床。但是由于甲岗雪山地区工作条件极为恶劣,地质工作落后,再加上该矿床发现较晚,对其研究程度较低,矿床成因存在一些问题急需解决。通过对矿床 H、O、S、Pb 稳定同位素特征分析表明:成矿流体主要源于岩浆岩,岩浆岩是甲岗雪山钨、钼、铋多金属矿成矿物质的主要来源。

从冈底斯成矿带的区域构造演化上看,在侏罗纪—白垩纪时期冈底斯成矿带的岛弧岩浆活动受控于班公湖—怒江洋壳和雅鲁藏布江洋壳向冈底斯陆块的俯冲作用。随着欧亚大陆与印度大陆在白垩纪末期沿雅鲁藏布江结合带的碰撞,雅鲁藏布江洋盆关闭,冈底斯成矿带在燕山晚期—喜马拉雅早期的环境变化过程随之转入陆内汇聚和高原隆升阶段。在喜马拉雅中晚期,成矿带全面转入挤压造山作用以后的陆内伸展阶段,中酸性花岗岩广泛出露于整个冈底斯地块上,反映了碰撞造山后发生的陆内伸

展的构造过程^[6-13]。甲岗雪山矿区赋矿二长花岗岩体,是喜马拉雅中期中酸性岩浆侵入的产物,形成于陆内伸展构造环境下,为后碰撞花岗岩^①。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^[14]与矿床成矿时代 Re - Os 同位素年龄 21.37Ma 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。

根据上述分析,结合矿床地质特征及同国内外相关类型矿床的对比和甲岗地区岩浆岩和火山岩地质地球化学特征,认为甲岗雪山地区是一个以钨、钼、铋、铜、金等元素为主的多金属成矿集中区。其中钨、钼、铋矿化主要形成于喜山中期中酸性岩浆活动阶段,是在碰撞后陆内伸展构造背景下,由地壳下部或上地幔局部熔融的花岗质岩浆沿近 NS 或近 NS 向的断裂通道上侵形成。在形成钨、钼、铋矿床的同时,自岩浆活动中心向外迁移的含矿气液,在岩体外接触带或围岩地层中与围岩发生交代,形成与同期岩浆活动有关的中低温铜、金、银、铅、锌矿化。平面

上呈现出一个从中心向外,由中高温成矿元素到中低温成矿元素组成的分带现象,并由此构成了一个相对完整的与碰撞后陆内伸展构造作用相关的从中高温到中低温多金属成矿系列。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。碰撞后,在伸展背景下形成以钨、钼、铋、铜、金等元素为主的多金属矿是冈底斯成矿带北部昂孜错—崩纳藏布—甲岗雪山—色日荣成矿亚带最重要的一次成矿事件。在钨、钼、铋矿床的外围注意寻找与同期岩浆—热液系统有关的浅成低温热液型铜、金、银、铅、锌矿床将是今后评价和研究工作的重点。

5 结 论

1) 稳定同位素进行研究表明:成矿流体矿源主要是岩浆岩,围岩(地层)可能只提供了少量成矿物质;该矿区硫的来源单一,属于岩浆硫范畴,矿石与围岩中的硫具有相同的来源;铅的来源以地壳铅为主,并混有少量地幔铅。

2) 甲岗雪山地区是一个以钨、钼、铋、铜、金等元素为主的多金属成矿集中区。其中钨、钼、铋矿化是在碰撞后陆内伸展构造背景下,形成于喜山中期中酸性岩浆活动阶段,为中高温岩浆含矿热液充填交代的产物。

3) 甲岗雪山多金属矿是冈底斯成矿带北部昂孜错—崩纳藏布—甲岗雪山—色日荣成矿亚带最重要的一次成矿事件,在钨、钼、铋矿床的外围注意寻找与同期岩浆—热液系统有关的浅成低温热液型铜、金、银、铅、锌矿床将是今后评价和研究工作的重点。

室内工作中得到了武警黄金地质研究所高级工

程师葛良胜同志的帮助和指导,在此致以谢忱!

[参考文献]

- [1] 葛良胜,邹依林,邢俊兵,等. 西藏冈底斯地块北部甲岗雪山钨钼铜金多金属矿产地的发现及意义[J]. 地质通报, 2004, 23(9/10): 1033 - 1039.
- [2] 杨志明,谢玉玲,李光明,等. 西藏冈底斯斑岩铜矿带驱龙铜矿成矿流体特征及其演化[J]. 地质与勘探, 2005, 41(2): 21 - 25.
- [3] 任云生,张金树,范文玉,等. 西藏马甲铜多金属矿床远景预测[J]. 地质与勘探, 2002, 38(5): 30 - 32.
- [4] 曲晓明,候增谦,黄卫. 冈底斯斑岩铜矿(化)带:西藏“第二条”玉龙铜矿带[J]. 矿床, 2001(4): 355 - 366.
- [5] 吴开兴,胡瑞忠,毕献武,等. 矿石铅同位素示踪成矿物质来源综述[J]. 地质地球化学, 2002, 30(3): 73 - 78.
- [6] 王小青,晏子贵,周维德,等. 初论西藏冈底斯带中移民木西北部斑岩铜矿地质特征[J]. 地质与勘探, 2002, 38(1): 5 - 8.
- [7] 王全海,王保生,李金高,等. 西藏冈底斯岛弧及其铜多金属矿带的基本特征与远景评估[J]. 地质通报, 2002, 21(1): 35 - 40.
- [8] 郑有业,王保生,樊子琿,等. 西藏冈底斯东段构造演化及铜金多金属成矿潜力分析[J]. 地质科技情报, 2002, 21(2): 55 - 60.
- [9] 程力军,李志,刘鸿飞,等. 冈底斯东段铜多金属成矿带的基本特征[J]. 西藏地质, 2001, 19(1): 43 - 53.
- [10] 裴荣富,吴良士. 金属成矿省演化与成矿[J]. 地学前缘, 1994, 1(3/4): 95 - 99.
- [11] 潘桂棠,陈智梁,李兴振,等. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京:地质出版社, 1997.
- [12] 李光明,冯孝良,黄志英,等. 西藏冈底斯构造带中段多岛弧—盆系及其演化[J]. 沉积与特提斯地质, 2000, 20(4): 38 - 46.
- [13] 郑有业,王保生,樊子琿,等. 西藏冈底斯东段构造演化与铜多金属成矿潜力分析[J]. 地质科技情报, 2002, 21(2): 55 - 60.
- [14] 程立人,王天武,徐锋,等. 中华人民共和国申扎县幅 1:250 000 地质图. 吉林大学地质调查院, 2002.

STABLE ISOTOPE AND ORE GENESIS OF JIANGANGXUESHAN W - Mo - Bi POLYMETALLIC DEPOSIT, SHENZHA COUNTY, TIBET

WANG Zhi - hua¹, WU Xing - quan², WANG Ke - qiang¹, YU Wan - qiang¹, HUANG Hui¹, MA De - xi¹

(1. Institute of Gold Geology, Chinese Armed Police Force, Langfang 065000;

2. No. 12 Detachment, Chinese Armed Police Force, Chengdu 610059)

Abstract: Gangdisi belt is one of important polymetallic ore belts in Tibet. First found Jiangangxueshan W - Mo - Bi polymetallic deposit in the north Gangdisi belt is a new mineralizing type and different from porphyry Cu - dominant polymetallic deposits in the south belt. It is a breakthrough for ore - finding in the northern Tibet. Stable isotope analysis results of the deposit show that ore - forming fluids came from magma, and wallrocks might provide less metallogenic materials. Sulfur of both ores and wallrocks derived from magma. Lead was mainly from the Crust, and mixed with little mantle lead. Based on above results, geological characters and comparison with the same deposits abroad, it is concluded that the deposit was formed in the middle Himalaya medium - acid magmatic period, and on the background of intercontinental extensional structural regime after continental collision. It is a large quartz vein type W - Mo - Bi polymetallic deposit.

Key words: W - Mo - Bi polymetallic deposit, isotope, adamellite, Shenzha, Tibet