

# 西藏工布江达县沙让斑岩钼矿床辉钼矿铼-钨同位素年龄及其地质意义

唐菊兴<sup>1)</sup>, 陈毓川<sup>1)</sup>, 王登红<sup>1)</sup>, 王成辉<sup>1)</sup>, 许远平<sup>2)</sup>, 屈文俊<sup>3)</sup>, 黄卫<sup>4)</sup>, 黄勇<sup>5)</sup>

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037; 2) 西南冶金地质勘查局 606 地质队, 四川彭州, 611937; 3) 国家地质实验测试中心, 北京, 100037; 4) 西藏自治区地质矿产勘探开发局, 拉萨, 850000; 5) 成都理工大学, 成都, 610059

**内容提要:**沙让钼矿是念青唐古拉地区扎雪—亚贵拉成矿带的重要矿床, 是西藏第一个达详查程度的独立钼矿, 初步的勘查成果表明, 钼资源量已经达到大型规模。为了查明念青唐古拉成矿带是否存在主碰撞期的大规模成矿作用, 对沙让-亚贵拉-洞中拉矿集区沙让斑岩钼矿的 7 件辉钼矿样品进行了 Re-Os 同位素分析, 辉钼矿<sup>187</sup>Re 的含量 22.75~46.66( $\mu\text{g/g}$ ), <sup>187</sup>Os 的含量为 19.98~40.32( $\text{ng/g}$ ), 辉钼矿的模式年龄分布在 51.57~52.69Ma 的范围内, 模式年龄较为一致, 所获 Re-Os 等时线年龄为  $51 \pm 1.0\text{Ma}$  (MSWD=0.55)。该成矿年龄对应于冈底斯带主碰撞期岩浆岩底侵作用事件(介于 47.0~52.5Ma 之间(大约 50Ma 的始新世)), 也与形成林子宗群帕那组 43.93~53.52 Ma 的火山事件一致, 由此表明, 冈底斯构造岩浆带存在主碰撞期的大规模成矿, 沙让花岗斑岩型钼矿形成于始新世早期, 而分布于沙让花岗斑岩外 4km 范围内的矽卡岩型-热液脉型铅锌铜银(Mo)多金属矿可能也属该时期成矿的产物。

**关键词:** 铼-钨同位素年龄; 辉钼矿; 斑岩钼矿; 念青唐古拉; 主碰撞期成矿; 西藏

## 1 地质概况及矿化特征

近年来新发现的西藏嘉黎县绒多乡—墨竹工卡县门巴乡—工布江达县金达镇的铜铅锌钼银金多金属矿集区, 位于扎雪—金达铅锌多金属成矿带内。通过地质大调查及由此带动的商业性勘查已经发现蒙亚啊铅锌铜多金属矿、洞中拉铅锌铜多金属矿、亚贵拉铅锌铜银钼多金属矿、沙让钼矿、洞中松多铅锌铜银多金属矿, 其规模均达中大型以上。

矿集区地处念青唐古拉山脉南侧支脉北坡, 大地构造位于冈底斯—念青唐古拉板片之念青唐古拉中生代岛链隆起带及朱拉—门巴陆内裂谷带上, 处于扎雪—金达铅锌多金属成矿带中部, 门巴—多其木断裂北侧。随着商业性勘查和地质大调查工作的不断深入, 在扎雪—金达异常内业已发现 4 个大型矿床。区内出露前奥陶系松多岩群(AnO)的一套石英岩、硅质岩、变石英砂岩夹绢云石英片岩, 上石

炭-下二叠统来姑组一套灰色细碎屑岩(凝灰岩质)夹碳酸盐岩沉积建造, 中二叠统洛巴堆组碳酸盐岩夹中基性火山岩及凝灰质砂岩。矿带上的含矿岩系是来姑组第二岩性段凝灰质砂岩夹灰岩(图 1)。

矿带内侵入岩极为发育, 有多期活动, 据区调资料, 大多数侵入时代定为晚白垩世, 岩石类型由角闪(石英)闪长岩、花岗岩、花岗斑岩、黑云母钾长花岗斑岩、钾长花岗细晶岩等组成, 精确测年正在进行, 但根据本文沙让和亚贵拉矿区辉钼矿钢琴烤铼-钨同位素测年结果, 其侵入时间为古新世-早始新世。沙让钼矿的矿化岩体为花岗斑岩, 亚贵拉的钼矿化呈细脉浸染状赋存于石英斑岩岩脉及其两侧的硅化、角岩化石英砂岩中。

沙让花岗斑岩侵位于角闪闪长岩中, 呈岩株状, 宽 500~600m, 长约 1500m, 面积约 0.85km<sup>2</sup>, 北东东—南西西向展布。岩体硅化强烈, 在强硅化体中, 辉钼矿充填其中形成细脉浸染状、网脉状, 局部可形成脉宽达 0.5~8cm 厚的辉钼矿脉, 形成钼含量高

注: 本文为国家科技支撑项目(编号 2006BAB01A01)、青藏专项(编号 1212010818089)、国家基础研究计划“印度-亚洲大陆主碰撞带成矿作用”973 项目(编号 2002CB412607)资助的成果。

收稿日期: 2008-03-25; 改回日期: 2008-10-12; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 唐菊兴, 男, 1964 年生。教授, 主要从事矿床学和矿产普查与勘探研究工作。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街 26 号; 电话: 010-68999525; Email: tangjuxing@126.com。

达 0.5%~2% 的富矿体。

经过初步的钻探表明,整个花岗斑岩体有不同程度的矿化,从开孔至 350m 进尺,钼含量多在 0.01% 以上,局部有富矿存在(钼含量在 0.5% 以上)。

围岩蚀变发育,常见有硅化、钾长石化、黑云母化、硬石膏化、绢云母化、高岭土化及绿帘石化等。

硅化、黄铁矿化与钼矿化关系密切。主要金属矿物为辉钼矿、黄铁矿,含少量钛铁矿,微量黄铜矿、斑铜矿等,其中辉钼矿呈片状、片粒状、脉状产出。脉石矿物主要为钾长石、斜长石、石英及黑云母。勘查表明沙让钼矿为斑岩型钼矿床,主要由细脉浸染状辉钼矿矿石组成,局部富集区可见细脉—中脉状辉钼矿矿石。分布在沙让斑岩钼矿外围的亚贵拉铅锌铜

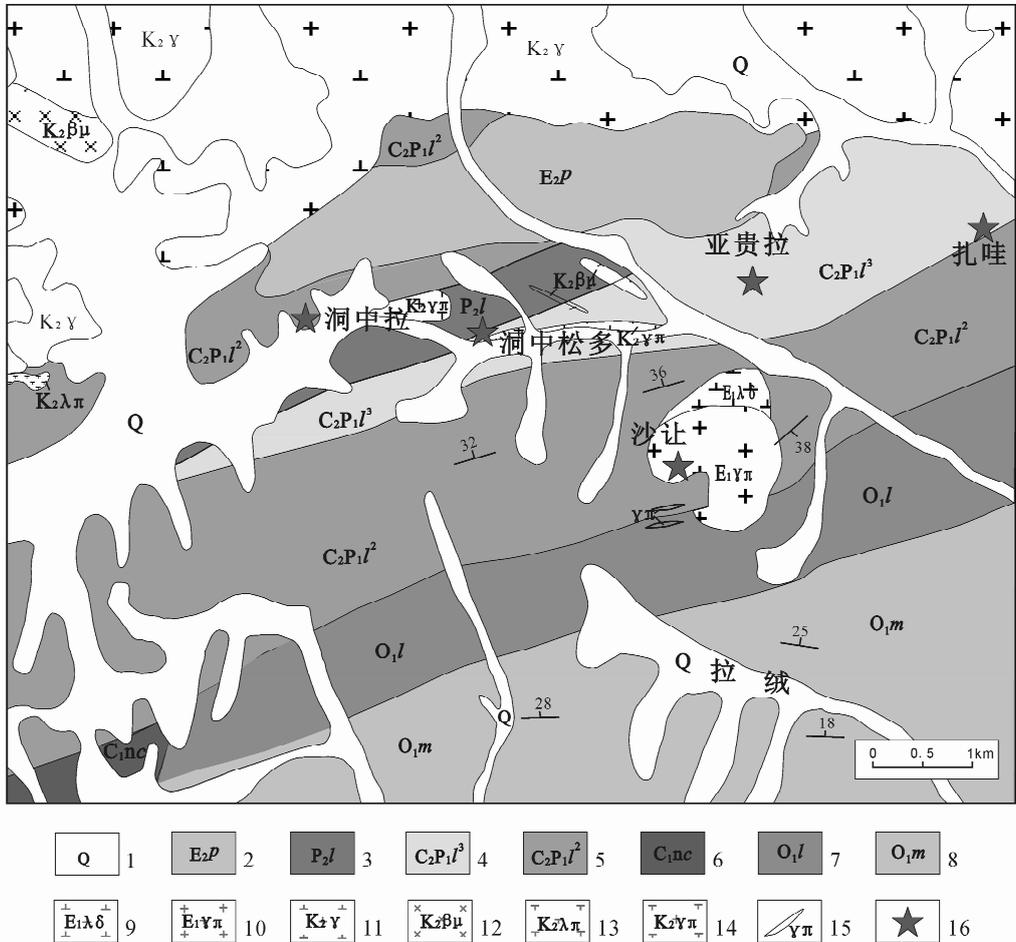


图 1 洞中拉-亚贵拉-沙让矿集区地质简图(据河南地调院修编)

Fig. 1 Simplified geological map of the Sharang-Yaguila-Dongzhongla centralized mingeralization district (after the Henan Geological Survey institution)

1—第四系冲洪积等;2—古新系帕那组中酸性火山岩;3—中二叠统洛巴堆组碳酸盐岩夹中基性火山岩及凝灰质砂岩;4—上石炭-下二叠统来姑组第三段灰色砂质板岩、变石英砂岩;5—上石炭-下二叠统来姑组第二段灰色细碎屑岩(凝灰质)及碳酸盐岩;6—下石炭统诺措组;7—下奥陶统松多岩群雷库龙组石英岩夹石英片岩;8—下奥陶统松多岩群马布库岩组石英片岩、阳起石片岩夹石英岩;9—古新世石英闪长岩;10—古新世花岗斑岩;11—晚白垩世花岗岩;12—晚白垩世辉绿岩;13—晚白垩世石英闪长斑岩;14—晚白垩世花岗斑岩;15—花岗斑岩脉;16—矿床点位置

1—Alluvial flood plain of Quaternary;2—Eocene Pana FM. intermediate-acid volcanic rock;3—Middle Permian Luobadui FM. carbonate imbedded mafic-intermediate volcanic rocks and tuffaceous sandstone ;4—Upper Carboniferous-Lower Permian Laigu FM. gray sandy slate, metamorphic quartzite sandstone;5—Upper Carboniferous-Lower permian Laigu FM. gray fine clastic rock(tuffaceous) and carbonate;6—Lower Carboniferous Ruocuo FM. ;7—Lower Ordovician Leikulong FM. quartzite imbedded quartzose schist;8—Lower Ordovician Mabuku FM. quartzose schist, tremolite schist imbedded quartzite;9—Paleocene quartz diorite;10—Paleocene granitoid porphyry; 11—Late Cretaceous granitoid;12—Late Cretaceous diabase;13—Late Cretaceous quartz diorite porphyry;14—Late Cretaceous granitoid porphyry; 15—Granitoid porphyry vein;16—Location of the deposits

钼多金属矿、洞中拉铅锌铜多金属矿、洞中松多金属矿,距沙让钼矿 2~4km 左右。

亚贵拉铅锌钼多金属矿分布于扎雪—金达铅锌多金属成矿带东部,沙让矿化岩体的北东侧约 2km,在空间上分布在沙让斑岩型钼矿的北东侧(图 1)。亚贵拉已经发现铅锌银(铜)矿体 6 个,矿体主要赋矿层位为上石炭-下二叠统来姑组第二岩性段细碎屑岩夹碳酸盐岩建造,呈近东西向带状展布,主要见 3 种矿石类型:矽卡岩型铅锌银(铜)多金属矿,分布在燕山—喜山期侵入岩体的外接触带 0~1km 范围内的近东西向的变凝灰质石英砂岩与大理岩的层间破碎带;热液脉型铅锌多金属矿体主要分布于北东向和北西向断裂破碎带内;亚贵拉多金属矿的钼矿体( $M_6-1$ ),矿石呈细脉浸染状产于近东西向展布的石英斑岩及其接触带两侧的硅化碎裂石英砂岩(角岩化强烈)中,辉钼矿脉密集。亚贵拉铅锌多金属矿资源量已达大型规模以上。

洞中拉铅锌铜银多金属矿 I 号矿体是沙让-亚贵拉-洞中拉矿集区地质勘查程度最高的矿体。工程控制的矿体长度 212m,控制矿体最大垂深 229m。矿体水平厚度一般在 20m 左右,最厚处在 ZK001 钻孔附近,水平厚度达 40.63m,真厚度为 35.5m。矿石品位高,Pb、Zn 为共生元素。据 I 号矿体的 437 个化学分析结果,矿床 Pb 含量为 0.0—33.63 $\times 10^{-2}$ ,平均品位为 9.28 $\times 10^{-2}$ ;锌含量在 0.0—30.07 $\times 10^{-2}$ 之间,平均品位为 8.62 $\times 10^{-2}$ ;铜含量为 0.0—5.20 $\times 10^{-2}$ ,平均品位为 1.07 $\times 10^{-2}$ ,银平均含量达 129.75 $\times 10^{-6}$ ,最高达 1126 $\times 10^{-6}$ 。其资源量已达大型规模。

## 2 Re-Os 同位素年龄

### 2.1 样品采取与分析方法

在沙让钼矿的地表探矿坑不同部位分别采集 7 件样品 SR-1~SR-4,2007SR05-1、2007SR05-2、2007SR06,均为细脉状辉钼矿。在室内无污染环境下,挑选达到测试标准的辉钼矿粉,由中国地质科学院国家地质测试中心 Re-Os 同位素实验室进行同位素测定。样品的化学处理流程和质谱测定技术简述如下(Du et al.,2004;杜安道等,1994;2001)。

#### 2.1.1 分解样品

准确称取待分析样品,通过长细颈漏斗加入到 Carius 管(一种高硼厚壁大玻璃安瓿瓶)底部。缓慢加液氮到有半杯乙醇的保温杯中,调节温度到摄氏-50~-80℃。放装好样的 Carius 管到该保温杯中,通过

长细颈漏斗把准确称取的<sup>185</sup>Re 和<sup>190</sup>Os 混合稀释剂加入到 Carius 管底部,再加入 2mL 10 mol/L HCl,4mL 16 mol/L HNO<sub>3</sub>,1mL30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>。当管底溶液冰冻后,用丙烷氧气火焰加热封好 Carius 管的细颈部分。放入不锈钢套管内。轻轻放套管入鼓风机烘箱内,待回到室温后,逐渐升温到 230℃,保温 24h。在底部冷冻的情况下,打开 Carius tube,并用 40 mL 水将管中溶液转入蒸馏瓶中。

#### 2.1.2 蒸馏分离钼

于 105~110℃蒸馏 50 min,用 10 mL 水吸收蒸出的 OsO<sub>4</sub>。用于 ICPMS(等离子体质谱测定仪)测定 Os 同位素比值。将蒸馏残液倒入 150 mL Teflon 烧杯中待分离铼。

#### 2.1.3 萃取分离 Re

将第一次蒸馏残液置于电热板上,加热近干。加少量水,加热近干。重复两次以降低酸度。加入 10 ml 5 mol/L NaOH,稍微加热,转为碱性介质。转入 50mL 聚丙烯离心管中,离心,取上清液转入 120 mL Teflon 分液漏斗中。加入 10 mL 丙酮,振荡 5min 萃取 Re。静止分相,弃去水相。加 2 mL 5 mol/L NaOH 溶液到分液漏斗中,振荡 2 min,洗去丙酮相中的杂质。弃去水相,排丙酮到 150 mL 已加有 2mL 水的 Teflon 烧杯中。在电热板上 50℃加热以蒸发丙酮。加热溶液至干。加数滴浓硝酸和 30%过氧化氢,加热蒸干以除去残存的铼。用数毫升稀 HNO<sub>3</sub>溶解残渣,稀释到硝酸浓度为 2%。备 ICPMS 测定 Re 同位素比值。如含铼溶液中盐量超过 1 mg/mL,需采用阳离子交换柱除去钠。

质谱测定。采用美国 TJA 公司生产的 TJA X-series ICPMS 测定同位素比值。对于 Re;选择质量数 185、187,用 190 监测 Os。对于 Os;选择质量数为 186、187、188、189、190、192。用 185 监测 Re。

### 2.2 分析结果

沙让钼矿 7 件辉钼矿样品的 Re-Os 同位素测定结果见表 1,辉钼矿<sup>187</sup>Re 的含量 22.75~46.66( $\mu\text{g/g}$ ),<sup>187</sup>Os 的含量为 19.98~40.32( $\text{ng/g}$ )。辉钼矿的模式年龄分布在 51.57~52.69Ma 的范围内,模式年龄较为一致。7 个样品所获得的等时线年龄为 51.0 $\pm$ 1.0Ma(MSWD=0.55)(图 2),成矿年龄属始新世早期。

## 3 讨论

按照板块俯冲、碰撞所对应的成矿系列,西藏冈底斯成矿带应该具有一个比较完整的矿床系列,包

表1 沙让钼矿—亚贵拉铅锌钼矿辉钼矿 Re-Os 同位素含量及模式年龄

Table 1 Re-Os isotopic contents and model age of molybdenite separates from the Sharang porphyry Mo deposit and Yaguila Pb-Zn deposit

原样名	样重(g)	Re( $\mu\text{g/g}$ )		C 普 Os( $\text{ng/g}$ )		$^{187}\text{Re}$ ( $\mu\text{g/g}$ )		$^{187}\text{Os}$ ( $\text{ng/g}$ )		模式年龄(Ma)	
		测定值	不确定值	测定值	不确定值	测定值	不确定值	测定值	不确定值	测定值	不确定值
SR-1	0.01097	74.23	0.63	0.03	0.01	46.66	0.39	40.32	0.34	51.85	0.74
SR-2	0.01026	67.95	0.70	0.02	0.02	42.71	0.44	36.71	0.32	51.57	0.81
SR-3	0.01042	56.81	0.50	0.04	0.02	35.71	0.32	31.12	0.33	52.29	0.84
SR-4	0.01053	56.52	0.51	0.03	0.02	35.52	0.32	30.67	0.26	51.79	0.77
2007SR-5	0.0221	42.38	0.69	0.03	0.04	26.64	0.43	23.18	0.17	52.22	1.02
2007SR-5	0.00675	44.76	0.55	0.06	0.03	28.13	0.34	24.33	0.23	51.90	0.91
2007SR-6	0.00606	36.19	0.32	0.05	0.03	22.75	0.20	19.98	0.17	52.69	0.77

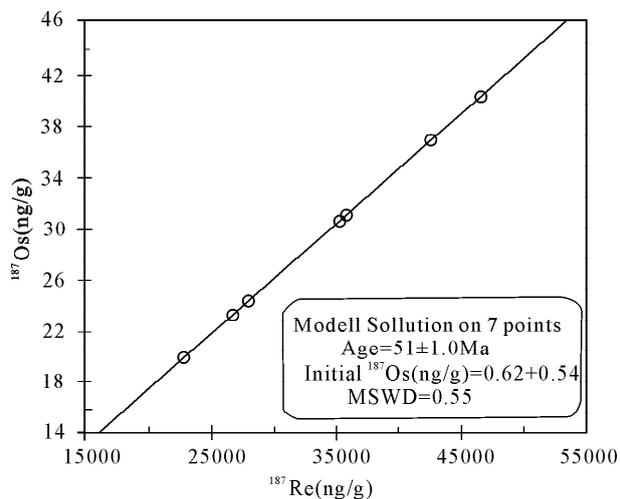


图2 沙让钼矿—亚贵拉铅锌钼矿辉钼矿 Re-Os 等时线  
Fig. 2 Re-Os isotopic isochron diagram of molybdenite in the Sharang porphyry Mo deposit and Yaguila Pb-Zn deposit

括印-亚大陆碰撞前的俯冲阶段(180~65Ma),主碰撞期(65~40Ma),碰撞后的伸展阶段(21~12Ma)(侯增谦等,2006a~2006e)等重要成矿期。

首先,俯冲阶段的岛弧型斑岩铜钼成矿作用是否存在还有待作深入的研究,唐菊兴等(2004,2006)<sup>①②</sup>,张丽等(2007),唐菊兴等(2009)通过对雄村铜金矿的含矿斑岩及非含矿岩体、脉岩的锆石 U-Pb 年龄和黑云母、白云母的 Ar-Ar 同位素年龄、辉钼矿的 Re-Os 同位素模式年龄  $173.2 \pm 4.7$  (MSWD=5.6)(唐菊兴,2008,未刊资料),及各类脉岩、谢通门大岩基(花岗闪长岩)穿切铜金矿体的基本地质事实,给出了雄村铜金矿形成于 160~175Ma 之间的新认识,矿床类型属于岛弧型斑岩-浅成低温热液矿床。该结果对重新认识冈底斯南缘的产于浅成岩或火山岩系中的铜金矿的找矿潜力意义重大。

其次,尽管拉萨地块南缘的陆缘岩浆弧在 55~

45Ma 和 30~24Ma 时形成两个活动高峰(芮宗瑶等,2003),但大多数学者认为主要的斑岩铜(钼)矿形成在 13~17Ma,冈底斯成矿带内主要斑岩铜(钼)矿辉钼矿的 Re-Os 等时线年龄,驱龙  $15.99 \pm 0.3$ Ma,冲江  $14.58 \pm 0.69$ Ma、 $14.04 \pm 0.16$ Ma,南木  $14.67 \pm 0.2$ Ma,拉抗俄 13.5~13.6Ma(曲晓明等,2001;2003;2006;芮宗瑶等,2003a;侯增谦等,2003a;2003b;孟祥金等,2003;张洪涛等,2004;李光明等,2004;2005)。这些斑岩铜(钼)矿是后碰撞阶段的产物(侯增谦等,2006e)。

对于主碰撞期的成矿作用,李光明等(2006)对冈底斯南缘作了较详细地阐述,认为冈底斯南缘克鲁-冲木达铜金矿成矿亚带的砂卡岩型矿床,以克鲁铜金矿、冲木达铜矿( $40.3 \pm 5.6$ )Ma 为典型代表,具有中型以上的资源潜力。但这尚不能很好地解释冈底斯主碰撞带强烈的岩浆活动及其成矿响应。

其它关于冈底斯成矿带主碰撞期成矿作用的论述较少,侯增谦等(2006b)初步识别出主碰撞期 4 个重要的成矿事件:①与壳源花岗岩有关的 Sn、稀有金属成矿事件(藏东滇西);②与壳/幔花岗岩有关的 Cu-Au-Mo 成矿事件,在冈底斯南缘(克鲁-冲木达带);③与碰撞造山有关的剪切带型 Au 成矿事件(雅鲁藏布江缝合带分布);④与挤压抬升有关的 Cu-Au 成矿事件(雄村等)。而把冈底斯北缘,包括念青唐古拉成矿带的一系列砂卡岩型-热液脉型铅锌铜银多金属矿(这些矿床主要应该在 40Ma 以前形成)归入 14~25Ma 的后碰撞阶段(侯增谦等,2006e)。一些研究者甚至认为冈底斯成矿带板块碰撞阶段岩浆作用的成矿记录可能因后期青藏高原强烈隆升而被剥蚀殆尽。

实际上,鉴于研究程度,主碰撞期的成矿作用和成矿潜力,至少在 2006 年以前是不清楚的。本文得

到的沙让钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄为  $51 \pm 1.0$  Ma (MSWD=0.55), 这个年龄正好对应于冈底斯带主碰撞带岩浆岩底侵作用事件(介于 47.0~52.5Ma 之间(大约 50Ma 的始新世))(莫宣学等, 2003; 董国臣等, 2005), 也对应于形成林子宗群帕那组 43.93~53.52 Ma 的火山事件(莫宣学, 2003)。而同一矿集区的亚贵拉的  $M_6-1$  钼矿体位于亚贵拉 II 号矿化带内, 由  $M_6$ 、 $M_7$ 、ZM2 铅锌矿体和  $M_6-1$  钼矿体组成长 6700m、宽 120~300m 北东向带状展布的矿化带内, 钼矿体赋存于近东西向展布的石英斑岩及其外接触带的硅化碎裂石英砂岩中, 呈细脉浸染状, 脉宽 0.1~3cm 不等,  $M_6-1$  矿体的 4 件辉钼矿 Re-Os 同位素平均模式年龄  $58.7 \pm 8.5$  Ma (MSWD=100)(模式年龄从 53.69~65.53 Ma), 等时线年龄  $66 \pm 10$  Ma (MSWD=195)(唐菊兴, 2008, 未刊资料), 尽管有一定的误差, 但也可窥其一斑, 表明念青唐古拉成矿带的矽卡岩型-热液脉型铅锌铜银多金属矿、斑岩型钼矿与燕山晚期或始新世早期岩浆活动有关。

念青唐古拉成矿带, 大量燕山晚期、喜山早期的黑云母花岗岩(花岗斑岩、石英斑岩)岩浆活动对铅锌铜多金属矿形成的影响很大, 大部分矿床在岩体的 0~4km 范围内, 形成岩体中  $Mo$  矿化, 外围灰岩与黑色岩系的层间构造中的 Cu-Zn-Pb-Ag-Au 矿化分带。这类矿床显然不是前人所谓的海底喷流成矿作用形成的。

## 4 结论

总之, 在念青唐古拉成矿带、冈底斯成矿带中东段, 乃至班公-怒江成矿带, 65~40Ma 主碰撞期的大规模成矿作用不容忽视, 矿床类型有矽卡岩型-热液脉型铅锌铜银多金属矿(以念青唐古拉地区成矿强度最大), 如洞中拉、洞中松多、蒙亚啊、拉屋、新嘎果、日乌多、昂张、尤卡朗等; 斑岩型钼矿、斑岩型-矽卡岩型-热液脉型多金属矿, 如沙让钼矿、亚贵拉钼-铅锌铜银多金属矿; 矽卡岩型铁-多金属矿, 具有上铁下锌铜的垂向分带, 如甲拉浦。

尽管存在大规模的隆升事件, 但主碰撞阶段形成矿床也没有被剥蚀, 相反, 该类矿床产出在海拔 4600~5400m 的高海拔处, 矿体向下延伸一般超过 300m。鉴于该类矿床规模大, 矿石品位富, 成矿元素组合复杂, 在青藏高原地区更具工业意义。

念青唐古拉地区主碰撞期存在大规模成矿作用, 相信通过深入的研究, 将不断地完善青藏高原碰

撞成矿理论, 丰富青藏高原自新特提斯洋向北俯冲以来的成矿系列理论, 指导和促进该地区的矿产勘查工作。

## 注释

- ① 唐菊兴, 钟康惠, 李志军, 丁枫, 张廷斌, 黄卫, 栗登述, 2004. 谢通门县洞嘎金矿区东段(雄村矿段)成矿规律和找矿方向研究. 拉萨西藏第六地质大队资料室.
- ② 唐菊兴, 李志军, 钟康惠, 等. 2006. 西藏自治区谢通门县雄村铜(金)矿勘探报告. 成都: 成都理工大学档案馆.

## 参考文献

- 杜安道, 何红菱, 殷宁万, 等. 1994. 辉钼矿的铼-钨同位素地质年龄测定方法研究. 地质学报, 68(4): 339~347.
- 杜安道, 赵敏敏, 王淑贤, 等. 2001. Carius 管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-钨同位素地质年龄. 岩矿测试, 20(4): 247~252.
- 董国臣, 莫宣学, 赵志丹, 等. 2005. 印度-欧亚大陆碰撞过程中冈底斯带岩浆底侵作用的年代学限定: SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄证据. 地质学报, 5(3): 756~765.
- 侯增谦, 吕庆田, 王安建, 等. 2003b. 初论陆-陆碰撞与成矿作用——以青藏高原造山带为例. 矿床地质, 22(4): 319~334.
- 侯增谦, 曲晓明, 王淑贤, 高永丰, 杜安道, 黄卫. 2003c. 青藏高原冈底斯斑岩铜矿带辉钼矿 Re-Os 年龄: 成矿作用时限与动力学背景应用. 中国科学, 33: 509~618.
- 侯增谦, 莫宣学, 杨志明, 等. 2006a. 青藏高原碰撞造山带成矿作用: 构造背景、时空分布和主要类型. 中国地质, 33(2): 348~359.
- 侯增谦, 杨竹森, 徐文艺, 等. 2006b. 青藏高原碰撞造山: I. 主碰撞造山成矿作用. 矿床地质, 25(4): 337~358.
- 侯增谦, 潘桂棠, 王安建, 等. 2006c. 青藏高原碰撞造山带: II. 晚碰撞转换成矿作用. 矿床地质, 25(5): 521~543.
- 侯增谦, 赵志丹, 高永丰, 等. 2006d. 印度大陆板片前缘撕裂与分段俯冲: 来自冈底斯新生代火山-岩浆作用证据. 岩石学报, 22: 761~774.
- 侯增谦, 曲晓明, 杨竹森, 等. 2006e. 青藏高原碰撞造山带: III. 后碰撞伸展成矿作用. 矿床地质, 25(6): 629~651.
- 李光明, 芮宗瑶. 2004. 西藏冈底斯成矿带斑岩铜矿的成岩成矿年龄. 大地构造与成矿学, 28(2): 165~170.
- 李光明, 芮宗瑶, 王高明, 等. 2005. 西藏冈底斯成矿带甲马和知不拉铜多金属矿床的 Re-Os 同位素年龄及意义. 矿床地质, 24(5): 482~489.
- 李光明, 刘波, 余安全, 等. 2006. 西藏冈底斯成矿带南缘喜马拉雅早期成矿作用——来自冲木达铜金矿床的 Re-Os 同位素年龄证据. 地质通报, 25(12): 1482~1486.
- 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 等. 2003. 印度-亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应. 地学前缘, 10(3): 135~148.
- 孟祥金, 侯增谦, 高永丰, 等. 2003. 西藏冈底斯成矿带驱龙铜矿 Re-Os 年龄及成矿学意义. 地质论评, 49(6): 660~666.
- 曲晓明, 侯增谦, 黄卫. 2001. 冈底斯斑岩铜矿(化)带: 西藏的第二条玉龙铜矿带?. 矿床地质, 20(4): 355~366.

- 曲晓明,侯增谦,李振清. 2003. 冈底斯铜矿带含矿斑岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及地质意义. *地质学报*, 77(2):246~252.
- 曲晓明,侯增谦,莫宣学,等. 2006. 冈底斯斑岩铜矿于南部青藏高原隆升之关系——来自含矿斑岩众多阶段锆石的证据. *矿床地质*, 25(4):388~400.
- 曲晓明,辛洪波,徐文艺. 2007. 西藏雄村特大型铜金矿容矿火山的成因及其对成矿的贡献. *地质学报*, 81(7):964~971.
- 芮宗瑶,侯增谦,曲晓明,等. 2003a. 冈底斯斑岩铜矿成矿时代及青藏高原隆升. *矿床地质*, 22(3):217~225.
- 唐菊兴,黄勇,李志军,邓起,郎兴海,陈渊,张丽. 2009. 西藏谢通门县雄村铜金矿床元素地球化学特征. *矿床地质*, 28(1):15~28.
- 张洪涛,陈仁义,韩芳林. 2004. 重新认识中国斑岩铜矿的成矿地质条件. *矿床地质*, 23(2):150~163.
- 张丽,唐菊兴,邓起,等. 2007. 西藏谢通门县雄村铜(金)矿岩石物质成分研究及其意义. *成都理工大学学报(自然科学版)*, 34(3):318~326.
- Du A D, Wu S Q, Sun D Z, et al. 2004. Preparation and certification of Re-Os dating reference materials: Molybdenite HLP and JDC. *Geostandard and Geoanalytical Research*, 28(1):41~52.
- Du Andao, He Hongliao, Yin Ningwan, et al. 1994. A study on the rhenium-Osmium geochronometry of molybdenites. *Acta Geologica Sinica*, 68(4):339~347 (in Chinese with English abstract).
- Du Andao, Zhao Dunmin, Wang Shuxian, et al. 2001. Precise Re-Os dating for molybdenite by ID-NTIMS with carius tube sample preparation. *Rock and Mineral Analysis*, 20(4):247~252 (in Chinese with English abstract).
- Dong Guochen, Mo Xuanxue, Zhao Zhidan, et al. 2005. Geochronologic constraints on the magmatic underplating of the Gangdisê Belt in the India-Eurasia Collision: Evidence of SHRIMP II zircon U-Pb dating. *Acta Geologica Sinica*, 5(3):756~765 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Lu Qingtian, Wang Anjian, et al. 2003a. Continental collision and related metallogeny: A case study of mineralization in Tibetan orogen. *Mineral Deposits*, 22(4):319~334 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Qu Xiaoming, Wang Shuxian, Gao Yongfeng, Du Andao, Huang Wei. 2003b. Re-Os Dating for Molybdenite from Porphyry Copper deposit in Gangdese Metallogenic Belt, Xizang: Ore forming time-limit and application of kinetics. *Science in China*, 33: 509~618 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Mo Xuanxue, Yang Zhiming, et al. 2006a. Metallogenesis in the collisional orogen of the Qinghai-Tibet Plateau: Tectonic setting, tempo-spatial distribution and ore deposit types. *Geology In China*, 33(2):348~359 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Yang Zhusen, Xun Wenyi, et al. 2006b. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: I. Mineralization in main collisional orogenic setting. *Mineral Deposits*, 25(4):337~358 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Pan Guitang, Wang Anjian, et al. 2006c. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: II. Mineralization in late-collisional transformation setting. *Mineral Deposits*, 25(5):521~543 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Zhao Zhidan, Gao Yongfeng, et al. 2006d. Tearing and dischronal subduction of the Indian continental slab: Evidence from Cenozoic Gangdese volcano-magmatic rocks in south Tibet. *Acta Petrologica Sinica*, 22(4):761~774 (in Chinese with English abstract).
- Hou Zengqian, Qu Xiaoming, Yang Zhusen, et al. 2006e. Metallogenesis in Tibetan collisional orogenic belt: III. Mineralization in post-collisional extension setting. *Mineral Deposits*, 25(6):629~651 (in Chinese with English abstract).
- Li Guangming, Rui Zongyao. 2004. Diagenetic and mineralization ages for the porphyry copper deposits in the gangdise metallogenic belt, southern Xizang. *Geotectonica et Metallogenia*, 28(2):165~170 (in Chinese with English abstract).
- Li Guangming, Rui Zongyao, Wang Gaoming, et al. 2005. Molybdenite Re-Os dating of Jiama and Zhibula polymetallic copper deposits in Gangdese metallogenic belt of Tibet and its significance. *Mineral Deposits*, 24(5):482~489 (in Chinese with English abstract).
- Li Guangming, Liu Bo, She Hongquan, et al. 2006. Early Himalayan mineralization on the southern margin of the Gangdise metallogenic belt, Tibet, China: Evidence from Re-Os ages of the Chongmuda skarn-type Cu-Au deposit. *Geological Bulletin of China*, 25(12):1482~1486 (in Chinese with English abstract).
- Mo Xuanxue, Zhao Zhidan, Deng Jingfu, et al. 2003. Response of volcanism to The India-Asia collision. *Earth Science Frontiers*, 10(3):135~148 (in Chinese with English abstract).
- Meng Xiangjin, Hou Zengqian, Gao Yongfen, et al. 2003. Re-Os Dating for molybdenite from Qulong porphyry copper deposit in Gangdese Metallogenic Belt, Xizang and its metallogenic significance. *Geological Review*, 49(6):660~666 (in Chinese with English abstract).
- Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Huang Wei. 2001. Is Gangdese porphyry copper belt the second "Yulong" copper belt?. *Mineral Deposits*, 20(4):355~366 (in Chinese with English abstract).
- Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Li Zhenqing. 2003.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of the ore-bearing porphyries of the Gangdese porphyry copper belt and their geological significances. *Acta Geologica Sinica*, 77(2):246~252 (in Chinese with English abstract).
- Qu Xiaoming, Hou Zengqian, Mo Xuanxue, et al. 2006. Relationship between Gangdese porphyry copper deposits and uplifting of southern Tibet plateau: Evidence from multistage zircon of ore-bearing porphyries. *Mineral Deposits*, 25(4):388~400 (in Chinese with English abstract).
- Qu Xiaoming, Xin Hongbo, Xu Wenyi. 2007. Petrogenesis of the ore-hosting volcanic rocks and their contribution to mineralization in Xiongcu superlarge Cu-Au deposit, Tibet.

- Mineral Deposits, 81(7), 964~971 (in Chinese with English abstract).
- Rui Zongyao, Hou Zengqian, Qu Xiaoming, et al. 2003a. Metallogenic epoch of Gangdese porphyry copper belt and uplift of Qinghai-Tibet plateau. *Mineral Deposits*, 22(3):217~225 (in Chinese with English abstract).
- Tang J X, Huang Y, Li Z J, Deng Q, Lang X H, Chen Y, Zhang L. 2009. Element geochemical characteristic of Xiongcu Cu-Au deposit in the Xaitongmoin County, Tibet. *Mineral Deposits*, 28(1):15~28 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Hongtao, Chen Renyi, Han Fanglin. 2004. Reunderstanding of metallogenic geological conditions of porphyry copper deposits in China. *Mineral Deposits*, 23(2):150~163 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Li, Tang Juxing, Deng Qi, et al. 2007. Study on mineral compositions of the ore from the Xiongcu Cu(Au) deposit in Xaitongmoin County, Tibet, China. *Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition)*, 34(3):318~326 (in Chinese with English abstract).

## Re-Os Dating of Molybdenite from the Sharang Porphyry Molybdenum Deposit in Gongbo'gyamda County, Tibet and Its Geological Significance

TANG Juxing<sup>1)</sup>, CHEN Yuchuan<sup>1)</sup>, WANG Denghong<sup>1)</sup>, WANG Chenghui<sup>1)</sup>,  
XU Yuanping<sup>2)</sup>, QU Wenjun<sup>3)</sup>, HUANG Wei<sup>4)</sup>, HUANG Yong<sup>5)</sup>

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*; 2) *No. 606 Team of Metallurgical Bureau of Geological Exploration in the Southwest of China Pengzhou, Sichuan, 611937*; 3) *National Research Center of Geoanalysis, Beijing, 100037*; 4) *Geological and Mineral Resources Exploration Bureau of Tibet, Lasa, 850000*; 5) *College of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu, 610059*

### Abstract

Located in the Zhaxue-Yaguila mining area, Nyainqentanglha Range, Tibet, the Sharang deposit is the first porphyry type molybdenum deposit, which has been detailed investigated. It is shown by preliminary survey that the reserves of molybdenum is very large. For the purpose of finding out whether there are mineralization movements during main Indian-Asian collision period (41~65Ma) in the Nyainqentanglha mineralization belt, seven molybdenite samples of Yaguila-Dongzhongla-Sharang mining area were selected to do the Re-Os dating. The <sup>187</sup>Re and <sup>187</sup>Os content are 22.75~46.66(μg/g) and 19.98~40.32(ng/g) respectively, and the <sup>187</sup>Re content of the molybdenite is high. The Re-Os dating yield a weighted average model age of 51.57 Ma to 52.69 Ma, which is in a narrow range, and an isochrone age of 51±1.0Ma(MSWD=0.55). The results indicate that there are large scale mineralization movements which is related to the underplating of magma (from 47.0Ma to 52.5Ma(Eocene(about 50Ma)) and the volcanic event(from 43.93Ma to 53.52 Ma) (leads to the forming of the linzizong group pana formation) during the main Indo-Asian collision period in the Gangdese belt. It is also proved that the porphyry type molybdenum deposit in the Sharang mining area formed during early Eocene, and the skarn-hydrothermal vein type Pb-Zn-Cu-Ag(Mo) deposit which is located about four kilometers away from the granite porphyry of Sharang deposit may also form at the same time.

**Key words:** Re-Os dating; molybdenite; Sharang porphyry type molybdenum deposit; Nyainqentanglha; mineralization movements during main Indian-Asian collision period; Tibet