

文章编号: 0254-5357(2012)01-0113-07

西藏哈海岗钨钼多金属矿床地质特征及辉钼矿铼-锇同位素定年

王立强¹, 唐菊兴^{1*}, 王 焕², 李 超³, 罗炳学⁴

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 数岩科技有限公司, 北京 100026;
3. 国家地质实验测试中心, 北京 100037; 4. 江汉油田勘探开发研究院, 湖北 潜江 433124)

摘要: 西藏墨竹工卡县哈海岗钨钼多金属矿床是近年来新发现的以钨钼为主的多金属矿床, 也是念青唐古拉成矿带发现的第一个钨钼多金属矿床。文章简要地介绍了该矿床基本地质特征, 利用 Re-Os 同位素定年方法对采自哈海岗矽卡岩型钨钼矿体中的 2 件辉钼矿进行了成矿年代的测定, 获得的辉钼矿 Re-Os 同位素模式年龄分别为 (140.1 ± 2.8) Ma 和 (143.3 ± 5.2) Ma, 平均值为 (141.7 ± 4) Ma。测年数据表明, 矿床成矿时代属于早白垩世, 可能系班公湖—怒江洋向南俯冲碰撞阶段成矿作用的产物, 早于其东侧亚贵拉、洞中拉石英斑岩的成岩年龄(126 Ma 左右)。矿床成矿时代的厘定丰富了冈底斯—念青唐古拉成矿带矿床成矿系列, 指示冈底斯成矿带存在早白垩世的成矿作用, 该带至少存在四期独立的钼成矿事件; 同时对于研究区域岩浆演化与成矿作用以及区域找矿预测也具有十分重要的意义。

关键词: 铼-锇定年; 早白垩世; 俯冲阶段; 成矿系列; 哈海岗; 西藏

中图分类号: P597.3 文献标识码: A

Geological Characteristics and Re-Os Dating of the Hahaigang W-Mo Polymetallic Deposit, Tibet

WANG Li-qiang¹, TANG Ju-xing^{1*}, WANG Huan², LI Chao³, LUO Bing-xue⁴

(1. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;
2. iRock Technologies, Beijing 100026, China;
3. National Research Center for Geoanalysis, Beijing 100037, China;
4. Exploration and Development Research Institute, Sinopec Jianghan Oilfield, Qianjiang 433124, China)

Abstract: The Hahaigang W-Mo polymetallic deposit in Maizhokunggar County, Tibet, is a tungsten and molybdenum polymetallic deposit, which is the first one to be explored in the Nyainqntanglha metallogenic belt. The basic geological characteristics of this deposit have been briefly presented in this paper. The mineralization age of this deposit has been obtained by using Re-Os isotopic dating methods. The Re-Os model ages of the two molybdenite samples from the Hahaigang skarn-type W-Mo orebody are (140.1 ± 2.8) Ma and (143.3 ± 5.2) Ma, with an average age of (141.7 ± 4) Ma. Dating results showed that the ore-forming age of this deposit is Early Cretaceous, and was probably the product of mineralization during the southward subduction and collision stage of

收稿日期: 2011-08-22; 接受日期: 2011-11-17

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2011CB403103); 国土资源地质大调查项目(1212010012005)

作者简介: 王立强, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业, 主要从事矿床学和区域成矿规律研究。

E-mail: wlq060301@163.com

通讯作者: 唐菊兴, 研究员, 从事矿产勘查学研究。E-mail: tangjuxing@126.com

the Bangong—Nujiang oceanic crust. The model age is earlier than the diagenetic age (about 126 Ma) of quartz porphyries from the Yaguila deposit and Dongzhongla deposit on its eastern side. The definition of this deposit's mineralization age has enriched the metallogenetic series of the Gangdise—Nyainqntanglha metallogenetic belt, indicating the fact of Early Cretaceous mineralization and at least four stages of molybdenum mineralization existing in the Gangdise metallogenetic belt. Meanwhile, it has great significance on the study of regional magmatic evolution and mineralization, as well as on the regional prospecting prognosis.

Key words: Re-Os dating; early Cretaceous; subduction stage; metallogenetic series; Hahaigang; Tibet

冈底斯—念青唐古拉成矿带以其巨量的铜矿产资源不仅成为了我国最重要的铜矿产资源战略基地之一,且因已发现多个大型铅锌钼金银矿床,日益受到国际矿床学界的广泛关注。冈底斯成矿带东段分布着雄村、驱龙、甲玛、邦铺等一系列超大型—大型斑岩铜、金、钼矿^[1-5]。近几年的勘查结果显示该带还潜在巨大的钼矿成矿前景,带上现已发现勘查评价的钼(铜)矿床主要有邦铺斑岩型钼(铜)矿床、汤不拉斑岩型钼(铜)矿、沙让斑岩型钼矿、程巴斑岩型钼矿、努日矽卡岩型铜钼钨多金属矿床等(图1)。哈海岗矿床是2007年发现的具中型以上规模的钨钼多金属矿床,该矿床与驱龙、甲玛、邦铺3个超大型矿床同位于西藏墨竹工卡县境内,目前矿区工作程度较低。本文拟通过对矿床地质特征的分析,结合辉钼矿Re—Os同位素年龄测试探讨矿床成矿时

代,为区域进一步找矿工作提供参考。

1 矿区地质概况

矿区出露地层主要为上二叠统旁那组(P_2p)及沿沟谷分布的少量第四系。旁那组地层主要由杂色的砂岩、粉砂岩及砂板岩组成,以砂板岩出露面积最大。此外,在矿区中部IV号矿体周围形成了矽卡岩体(图2),以石榴子石矽卡岩为主,少量石榴子石—辉石矽卡岩及石榴子石—角闪石—绿帘石—绿泥石矽卡岩。旁那组整体倾向北西,倾角为 $50^\circ \sim 75^\circ$ 。矿区内地质构造发育,主要有北东向和北西向2组,以达龙断裂规模最大,贯穿于整个矿区。达龙断裂地表宽 $20 \sim 100$ m,倾向北西,倾角变化于 $55^\circ \sim 65^\circ$,沿走向呈舒缓波状展布,矿体基本沿该断裂走向呈线性分布,是哈海岗矿床最主要的控矿构造。

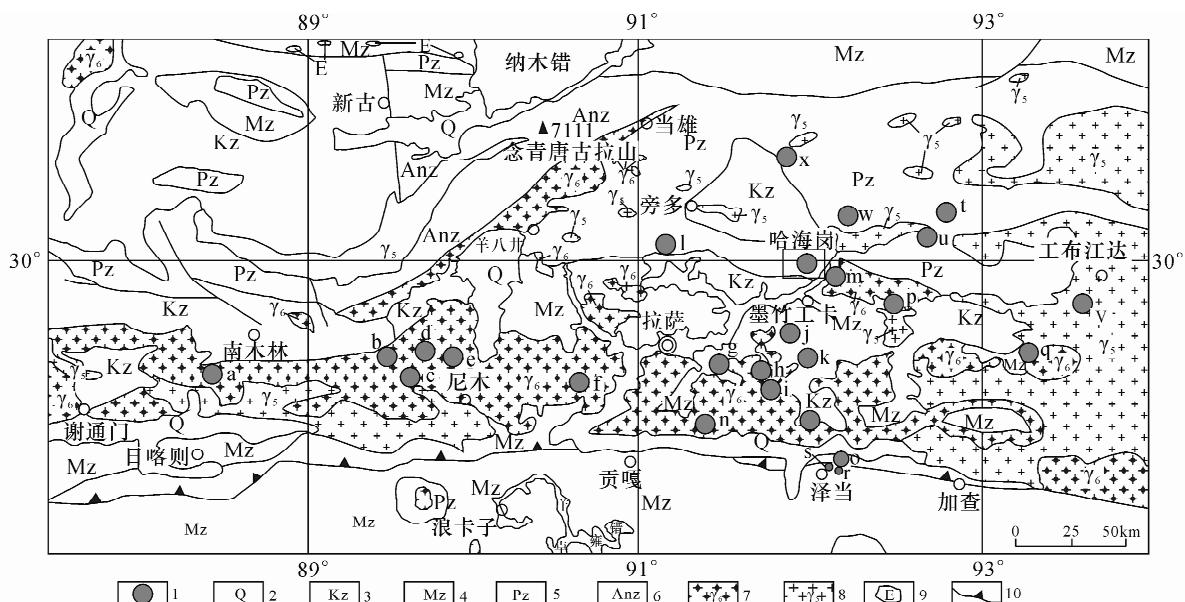


图1 西藏冈底斯成矿带东段部分金属矿床分布图^[6]

Fig. 1 Distribution of parts of deposits in the east section of Gangdese metallogenic belt, Tibet^[6]

1—矿床(点);2—第四系;3—新生代;4—中生代;5—古生代;6—前震旦系;7—喜山期花岗岩;8—燕山期花岗岩;9—超基性岩;10—结合带。
a—吉如铜矿;b—白容铜矿;c—总训铜矿;d—冲江铜矿;e—厅宫铜矿;f—达布铜矿;g—拉抗俄铜矿;h—驱龙铜(钼)矿;i—知不拉铜多金属矿;j—甲玛铜多金属矿;k—向背山铜矿;l—勒青拉铅锌矿;m—邦铺钼(铜)矿;n—克鲁铜矿;o—冲木达铜矿;p—夏马日铜矿;q—吹败子铜矿;r—明则铜钼钨矿;s—努日铜钼钨矿;t—亚贵拉铅锌多金属矿;u—沙让钼矿;v—汤不拉钼(铜)矿;w—蒙亚啊铅锌矿;x—拉屋铅锌铜矿。

岩浆岩体主要为矿区中东部不规则状的黑云母二长花岗岩及西南部呈岩株状产出的石英斑岩体(图2)。黑云母二长花岗岩呈灰色,中细粒花岗结构,块状构造,主要矿物为斜长石(40%),石英(30%),微斜长石(25%),黑云母(5%)。

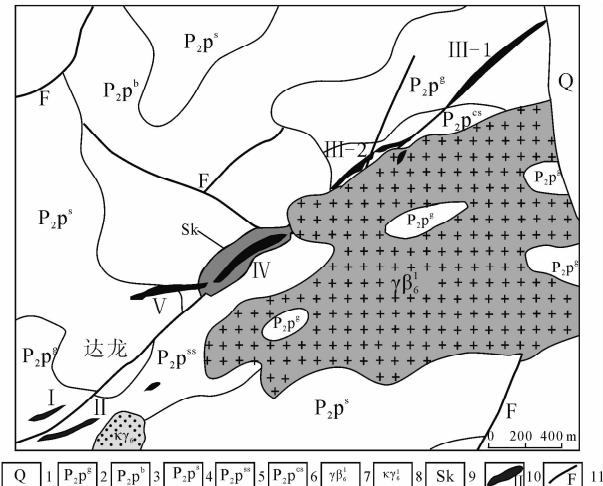


图2 西藏哈海岗钨钼多金属矿床地质简图(据桂林矿产地质研究院)

Fig. 2 Geological sketch map of the Hahaigang W-Mo polymetallic deposit, Tibet

1—第四系;2—上二叠统旁那组硅化砂岩;3—旁那组砂板岩;4—旁那组泥质粉砂岩;5—旁那组石英砂岩;6—旁那组长英质砂岩;7—黑云母二长花岗岩;8—石英斑岩;9—矽卡岩;10—矿体及编号;11—断层。

2 矿床地质特征

2.1 赋矿围岩

矿体主要产于上二叠统旁那组的一套弱变质浅海相碎屑岩中,主要是强硅化的砂板岩、砂岩、粉砂岩及矽卡岩中。根据地表及工程揭露,现已发现5个矿(化)体,如图2所示。其中,I号矿体为铜铅矿体、II号矿体为铜锌钨矿体,III、IV、V号矿体均为

钨钼矿体。5个矿(化)体中以III号矿体规模最大,可分为东西两段分别标示为III-1和III-2(图2)。

2.2 矿体特征

I号与II号矿(化)体分布于矿区南西部强硅化砂岩中,二者近平行产出。III号矿体东段为钼钨矿体,产于矿区北东部,赋矿围岩仍为旁那组强硅化砂岩;西段为钨钼矿体,产于矿区中北部,赋矿岩石主要为旁那组强硅化长英质砂岩。IV号矿体呈透镜状产于矿区中部黑云母二长花岗岩与硅化砂板岩接触部位的矽卡岩中。V号矿体位于IV号矿体南西侧硅化砂岩和泥质粉砂岩中。矿体产状、厚度、品位等相关特征见表1。

2.3 矿石类型及组构

矿石的自然类型主要为原生硫化物矿石,以及地表和破碎带中产出的氧化矿石。按矿石组分不同,可分为钨矿石、钨钼矿石、钼矿石、钨铜锌矿石和铜铅矿石等。按照赋矿围岩不同可划分为产于矽卡岩中的钨钼矿石及产于强硅化砂板岩中的钨钼和铜铅锌矿石等。矿石矿物主要由白钨矿、辉钼矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等组成,少量次生氧化矿物孔雀石、铜蓝等,金属矿物黄铁矿、磁黄铁矿和磁铁矿亦大量发育;脉石矿物主要发育石英、石榴子石、辉石、角闪石、绿帘石、绿泥石、萤石、方解石等。矿床中黄铜矿、方铅矿和闪锌矿矿石构造以稀疏浸染状构造为主,次为稠密浸染状、团斑状,少量呈块状构造;钨钼矿石主要呈稀疏浸染状、细脉状或者网脉状直接产于矽卡岩体中或石英脉体中。其中,辉钼矿多产于石英脉体的脉壁上呈细小粒状,少数团斑状或者鳞片状产于硅化石英脉体内部。矿石结构以半自形-它形结晶结构为主,此外,还发育自形晶结构、交代结构、固溶体分离结构等。

2.4 围岩蚀变

矿床发育明显的围岩蚀变现象,主要蚀变类型为硅化、矽卡岩化、绢云母化等,次为绿泥石化、绿帘

表1 哈海岗钨钼多金属矿床主要矿体特征^①

Table 1 Characteristics of the main ore bodies in the Hahaigang W-Mo polymetallic deposit

矿体 编号	矿体规模			矿体产状			矿体 形态	平均品位 $w_B/\%$			
	长度/m	厚度/m	均厚/m	走向	倾向/(°)	倾角/(°)		Pb	Zn	Cu	WO_3
I号	200		0.4	NE-SW	295~325	70~85	脉状	2.79		1.62	
II号	176	2.76~5.79	3.62	NE-SW	290~325	70~85	脉状		3.92	0.845	0.093
III-1	590	1.13~20.65	7.26	NE-SW	310~335	55~75	脉状				0.219 0.091
III-2	480	1.01~26.72	5.91	NE-SW	310~325	55~75	脉状				
IV号	560	11.2~68.3	26.12	NE-SW	310~345	55~70	透镜			0.232	0.112
V号	400	2.94~15.53	7.05	NEE-SWW	310~325	70~85	脉状			0.123	0.082

① 平均品位等相关数据,来源于桂林矿产地质研究院。

石化、碳酸盐岩化等。其中,硅化、矽卡岩化与成矿关系最为密切,矿区中硅化现象普遍,但近矿体部位强度显著大于矿区其他部位。绢云母化主要发育于近矿体砂板岩之中;矽卡岩化主要是石榴子石和辉石化,角闪石、绿帘石和绿泥石主要表现为矽卡岩退化蚀变作用阶段;碳酸盐岩化基本属于热液最晚期阶段的蚀变作用产物。整个矿床的蚀变分带现象不够明显,仅在Ⅳ号矿体附近发育规模较小、较弱的分带现象,由矿体中心向外表现为矽卡岩化带→强硅化带→黄铁绢云岩化带→绿泥石化带,但分带现象并非十分截然。

3 锌-锇同位素年龄测定

3.1 样品采集及分析方法

本次测试工作所用的2件辉钼矿样品均采自哈海岗矿区矽卡岩型钨钼矿体坑道PD4520中。样品主要产于矽卡岩体的硅化石英脉中(图3a、3b),辉钼矿沿石英脉体内部或脉壁发育,主要呈中-细粒

的颗粒状(图3c)或者细小鳞片状(图3d)。辉钼矿样品经机械破碎、分离、挑纯、清洗后纯度可达99%。样品分析测试由国家地质实验测试中心Re-Os同位素实验室完成。Re-Os化学分离步骤和质谱测定等方法参见相关文献^[7-9]。本次实验全流程空白水平远低于所测试样品中的Re、Os含量,因此不会影响实验中Re和Os含量的准确测定。

3.2 样品测试结果

2件辉钼矿Re-Os模式年龄t按如下公式^[10]计算:

$$t = \frac{1}{\lambda} \left[\ln \left(1 + \frac{^{187}\text{Os}}{^{187}\text{Re}} \right) \right]$$

式中,λ(¹⁸⁷Re衰变常数)=1.666×10⁻¹¹a⁻¹。哈海岗矿区2件辉钼矿Re、Os同位素测试结果及计算得到的模式年龄列于表2。获得的模式年龄分别为(140.1±2.8)Ma和(143.3±5.2)Ma,平均值为(141.7±4)Ma,代表辉钼矿矿物的形成年龄。

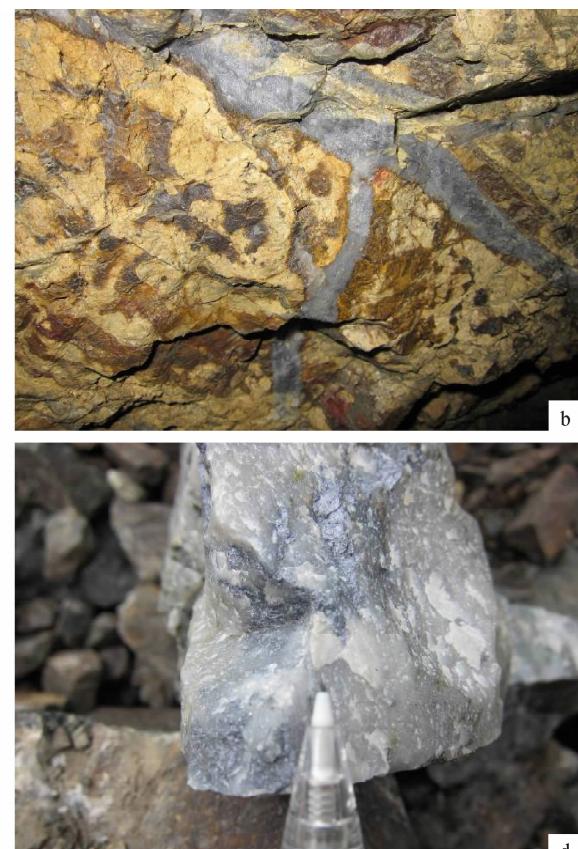


图3 辉钼矿矿石照片

Fig. 3 Photos of molybdenite-bearing rock samples for Re-Os dating

a—矽卡岩中含辉钼矿的石英网脉,辉钼矿产于石英脉体内部;b—矽卡岩石英脉体中的辉钼矿,辉钼矿产于石英脉壁上;c—石英脉体中辉钼矿呈小颗粒状产出;d—辉钼矿呈鳞片状或叶片状产于石英脉体内部。

表3 西藏哈海岗辉钼矿 Re-Os 同位素组成及模式年龄

Table 3 ^{187}Re and ^{187}Os contents and Re-Os model age of the Hahaigang W-Mo polymetallic deposit, Tibet

样品编号	样品质量 <i>m/g</i>	$w(\text{Re})/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$		$w(\text{普 Os})/(\text{ng} \cdot \text{g}^{-1})$		$w(^{187}\text{Re})/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$		$w(^{187}\text{Os})/(\text{ng} \cdot \text{g}^{-1})$		模式年龄/Ma	
		测定值	2σ	测定值	2σ	测定值	2σ	测定值	2σ	测定值	2σ
HHGPD4520-4	0.00637	9.08	0.13	0.110	0.069	5.71	0.08	13.3	0.2	140.1	2.8
HHGPD4520-6	0.00306	1.99	0.07	0.141	0.041	1.25	0.04	2.99	0.03	143.3	5.2

4 区域钼成矿年代和地质背景

4.1 哈海岗钨钼多金属矿成矿时代

大多数热液成因矿床中辉钼矿是 Re 元素最为富集的金属硫化物矿物^[11]。辉钼矿中普 Os 的含量极少, 测试所得到的 ^{187}Os 几乎全部为 ^{187}Re 的衰变产物, 因此测定的 Re - Os 年龄代表辉钼矿单矿物的形成年龄, 这正是辉钼矿 Re - Os 同位素年龄广泛用于矿床成矿时代厘定的重要依据^[7,12]。哈海岗是以钨钼为主的多金属矿床, 钨、钼基本属于同一成矿事件的产物, 且用于分析测试的辉钼矿样品采自钨钼主矿体。因此, 辉钼矿形成的模式年龄基本代表了哈海岗矿床的成矿年龄, 为 (141.7 ± 4) Ma, 属于早白垩世成矿事件。

4.2 冈底斯东段主要钼成矿事件

随着青藏专项项目及青藏高原地质大调查项目的不断深入, 配合公益性勘查、商业性勘查项目的全面实施, 一批斑岩 - 矽卡岩型铜铅锌矿床被发现, 同时新发现勘查评价了一批中 - 大型甚至超大型的斑岩 - 矽卡岩型钼矿床。其中主要包括工布江达县沙让大型斑岩钼矿床, 汤不拉大型斑岩钼铜矿床, 墨竹工卡县邦铺超大型斑岩钼(铜)矿床, 甲玛大型斑岩 - 矽卡岩 - 角岩钼矿床、驱龙斑岩型铜(钼)矿床等, 曲水县达布斑岩钼(铜)矿床, 山南地区桑日县程巴中 - 大型斑岩钼矿床, 乃东县努日大型矽卡岩 - 角岩钼钨矿床等(图 1, 深部有发现含矿斑岩体的潜力), 加之哈海岗中型钨钼多金属矿床以及墨竹工卡县玛雄朗钨钼多金属矿床的发现, 表明冈底斯东段钼矿成矿潜力和找矿前景非常可观。除玛雄朗外, 上述主要钼矿床成矿时代基本上得到了较为精确的厘定, 前人测定的辉钼矿 Re - Os 等时线年龄如下: 沙让(51 ± 1) Ma^[13]、汤不拉(20.9 ± 1.3) Ma^[14]、邦铺(14.09 ± 0.49) Ma(王立强等, 待刊)、甲玛(15.22 ± 0.49) Ma^[15-16]、驱龙($15.36 \sim 16.85$) Ma^[2,17-19]、达布(14.62 ± 0.33) Ma(高一鸣等, 未刊资料)、程巴(30.26 ± 0.69) Ma^[20]、努日(23.62 ± 0.97) Ma^[20], 本文得到的哈海岗辉钼矿 Re - Os 同位素模式年龄为 (141.7 ± 4) Ma。

以上年龄数据揭示出冈底斯东段可能存在 4 期不同的钼矿成矿事件, 分别是: 早白垩世, 即文中哈海岗钼矿床成矿事件; 古新世 - 始新世, 主要发育于冈底斯弧背断隆带, 包括沙让和亚贵拉钼矿成矿事件^[21]; 渐新世, 以冈底斯成矿带南亚带钼、铜成矿事件为代表; 中新世, 这与冈底斯斑岩铜矿大规模成矿事件爆发时代基本一致。

4.3 钼成矿构造背景及意义

哈海岗矿区位于冈底斯弧背断隆带南部, 形成于早白垩世。朱弟成等研究表明^[22-23], 冈底斯弧背断隆带早白垩世早期受到俯冲作用影响, 而早白垩世晚期处于一种碰撞构造背景下, 发育有大量碰撞型花岗岩。朱弟成等通过对冈底斯带中生代岩浆岩时空分布特征研究发现, 冈底斯中北部地区(包括弧背断隆带)早白垩世岩浆岩及晚侏罗 - 早白垩世的火山岩空间上存在由北向南的极性分布特征, 而该特征主要是由早白垩世班公湖 - 怒江洋壳向南俯冲的动力学过程引起的^[22-23]。因此, 基于哈海岗矿区的大地构造位置和成矿时代特征, 作者初步分析该矿床的形成可能与班公湖 - 怒江洋壳的向南俯冲 - 碰撞动力学过程有关。

冈底斯东段可识别出的 4 期钼成矿事件主要为早白垩世、古新世 - 始新世、渐新世及中新世, 前者可能对应早白垩世班公湖 - 怒江洋壳向南俯冲 - 碰撞阶段; 其后 3 者分别对应印 - 亚大陆主碰撞阶段、晚碰撞阶段和碰撞后伸展阶段。对于晚碰撞阶段和碰撞后伸展阶段的成矿作用前人已有了较为深入的研究, 而主碰撞期的成矿事件也逐渐得到认可^[13,21]。至于哈海岗早白垩世钼成矿作用究竟与雅鲁藏布江新特提斯洋向拉萨地体俯冲阶段成矿有关, 还是班公湖 - 怒江洋壳向南俯冲 - 碰撞阶段的产物, 需要对矿区岩浆岩成岩时代、地球化学、构造背景等方面作进一步研究。尽管如此, 该矿床成矿时代的厘定对于指导区域找矿仍具有十分重要的意义。

前人大量的研究工作已初步勾勒出了冈底斯成矿带的矿床成矿系列, 主要包括: 印度 - 亚洲大陆碰撞前俯冲阶段与燕山早期岛弧岩浆作用有关的 Cu

- Au - Pb - Zn - Ag 多金属矿床成矿亚系列^[24];与燕山晚期碰撞型花岗质岩石有关的 Cu - Pb - Sn - Zn - Ag 矿床成矿亚系列;主碰撞期与喜马拉雅早期花岗质岩石有关的 Cu - Mo - Fe - Pb - Zn - Au 矿床成矿亚系列^[13];后碰撞期与喜马拉雅晚期花岗质岩石有关的 Cu - Mo - Zn - Au - W 矿床成矿亚系列^[25-29]。虽然目前关于哈海岗钼矿床的成矿大地构造背景和动力学尚需开展更为深入的研究,但是该矿床的发现丰富、完善了冈底斯—念青唐古拉成矿带矿床成矿系列,早白垩世成矿作用不容忽视,这也许是冈底斯—念青唐古拉成矿带发现大规模钨钼多金属成矿作用的前奏。

5 结语

哈海岗钨钼多金属矿床 2 件辉钼矿模式年龄平均值为 (141.7 ± 4) Ma, 代表了冈底斯东段早白垩世的一次重要成矿事件。该矿床的发现及成矿时代的厘定,完善和丰富了冈底斯成矿带矿床成矿系列,对于区域上寻找同时代同类型的矿床具有重要的指示意义。冈底斯—念青唐古拉成矿带北缘可能存在与班怒洋向南俯冲—碰撞期的钨钼多金属成矿作用,不容忽视。因此,关于哈海岗矿床形成的成矿背景和成矿机制仍需要作进一步深入研究。

致谢:本文野外地质考察过程中得到桂林矿产地质研究院、霞钰矿业公司相关工作人员以及成都理工大学郑文宝博士的热情帮助,在此表示谢意;审稿专家提出了宝贵的意见和建议,在此一并致谢。

6 参考文献

- [1] 唐菊兴,李志军,多吉,郎兴海,黄勇,张金树,刘鸿飞,张丽,陈渊.西藏雄村铜金矿集区扭通门铜金矿床找矿勘查取得突破[J].矿床地质,2010,29(4):727-729.
- [2] 郑有业,薛迎喜,程力军,樊子珲,高顺宝.西藏驱龙超大型斑岩铜(钼)矿床:发现、特征及意义[J].地球科学,2004,29(1):103-108.
- [3] 唐菊兴,邓世林,郑文宝,应立娟,汪雄武,钟康惠,秦志鹏,丁枫,黎枫信,唐晓倩,钟裕峰,彭慧娟.西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿床勘查模型[J].矿床地质,2011,30(2):179-194.
- [4] 王登红,唐菊兴,应立娟,芮宗瑶,郑文宝.甲玛与世界级铜矿的初步对比及下一步找矿工作建议[J].矿床地质,2011,30(2):197-205.
- [5] 王立强,唐菊兴,陈毓川,罗茂澄,冷秋锋,陈伟,王焕.

西藏邦铺钼(铜)矿床含矿二长花岗斑岩 LA - ICP - MS 锆石 U - Pb 定年及地质意义[J].矿床地质,2011,30(2):349-358.

- [6] 李光明,刘波,屈文俊,林方成,余宏全,丰成友.西藏冈底斯成矿带的斑岩-矽卡岩成矿系统:来自斑岩矿床和矽卡岩型铜多金属矿床的 Re - Os 同位素年龄证据[J].大地构造与成矿学,2005,29(4):482-490.
- [7] 杜安道,何红蓼,殷宁万,邹晓秋,孙亚莉,孙德忠,陈少珍,屈文俊.辉钼矿的铼-锇同位素地质年龄测定方法研究[J].地质学报,1994,68(4):339-347.
- [8] 杜安道,赵敦敏,王淑贤,孙德忠,刘敦一. Carius 管溶样和负离子热表面电离质谱准确测定辉钼矿铼-锇同位素地质年龄[J].岩矿测试,2001,20(4):247-252.
- [9] Du A D, Wu S Q, Sun D Z, Wang S X, Qu W J, Richard M H S, John M, Dmitry M. Preparation and certification of Re-Os dating reference materials: Molybdenite HLP and JDC [J]. Geostandard and Geoanalytical Research, 2004, 28(1): 41-52.
- [10] 杜安道,屈文俊,李超,杨刚.铼锇同位素定年方法及分析测试技术的进展[J].岩矿测试,2009,28(3):288-304.
- [11] McCandless T E, Ruiz J R, Campbell A R. Rhenium behavior in molybdenite in hypogene and near-surface environments: Implications for Re-Os geochronometry[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1993, 57:889-905.
- [12] 祝向平,陈华安,马东方,黄瀚宵,李光明,李玉彬,李玉昌.西藏波龙斑岩铜金矿床的 Re - Os 同位素年龄及其地质意义[J].岩石学报,2011,27(7):2159-2163.
- [13] 唐菊兴,陈毓川,王登红,王成辉,许远平,屈文俊,黄卫,黄勇.西藏工布江达县沙让斑岩钼矿床辉钼矿铼-锇同位素年龄及其地质意义[J].地质学报,2009,83(5):698-702.
- [14] 王保弟,许继峰,陈建林,张兴国,王立全,夏抱本.冈底斯东段汤不拉斑岩 Mo - Cu 矿床成岩成矿时代与成因研究[J].岩石学报,2010,26(6):1820-1830.
- [15] 应立娟,王登红,唐菊兴,畅哲生,屈文俊,郑文宝,王焕.西藏甲玛铜多金属矿辉钼矿 Re - Os 定年及其成矿意义[J].地质学报,2010,84(8):1165-1173.
- [16] 应立娟,唐菊兴,王登红,畅哲生,屈文俊,郑文宝.西藏甲玛铜多金属矿床矽卡岩中辉钼矿铼-锇同位素定年及其成矿意义[J].岩矿测试,2009,28(3):265-268.
- [17] 李光明,杨家瑞,丁俊.西藏雅鲁藏布江成矿区矿产资源评价新进展[J].地质通报,2003,22(9):699-703.

- [18] 孟祥金,侯增谦,高永丰,黄卫,曲晓明,屈文俊. 西藏冈底斯成矿带驱龙斑岩铜矿 Re-Os 年龄及其成矿意义 [J]. 地质论评, 2003, 49(6): 660-664.
- [19] 王亮亮,莫宣学,李冰,董国臣,赵志丹. 西藏驱龙斑岩铜矿含矿斑岩的年代学与地球化学 [J]. 岩石学报, 2006, 22(4): 1001-1008.
- [20] 闫学义,黄树峰,杜安道. 冈底斯泽当大型钨铜钼矿 Re-Os 年龄及陆缘走滑转换成矿作用 [J]. 地质学报, 2010, 84(3): 398-405.
- [21] 高一鸣,陈毓川,唐菊兴,李超,李新法,高明,蔡志超. 西藏工布江达地区亚贵拉铅锌钼矿床辉钼矿 Re-Os 测年及其地质意义 [J]. 地质通报, 2011, 30(7): 1027-1035.
- [22] 朱弟成,潘桂棠,王立全,莫宣学,赵志丹,周长勇,廖忠礼,董国臣,袁四化. 西藏冈底斯带中生代岩浆岩的时空分布和相关问题的讨论 [J]. 地质通报, 2008, 27(9): 1535-1547.
- [23] Zhu D C, Zhao Z D, Niu Y L, Mo X X, Chung S L, Hou Z Q, Wang, L Q, Wu F Y. The Lhasa Terrane: Record of a microcontinent and its histories of drift and growth [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2011, 301: 241-255.
- [24] 唐菊兴,黄勇,李志军,邓起,郎兴海,陈渊,张丽. 西藏谢通门县雄村铜金矿床元素地球化学特征 [J]. 矿床地质, 2009, 28(1): 15-26.
- [25] 侯增谦,莫宣学,杨志明,王安建,潘桂棠,曲晓明,聂凤军. 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 [J]. 中国地质, 2006, 33(2): 340-347.
- [26] 侯增谦,杨竹森,徐文艺,莫宣学,丁林,高永丰,董方浏,李光明,曲晓明,李光明,赵志丹,江思宏,孟祥金,李振清,秦克章,杨志明. 青藏高原碰撞造山带: I. 主碰撞造山成矿作用 [J]. 矿床地质, 2006, 25(4): 337-358.
- [27] 侯增谦,潘桂棠,王安建,莫宣学,田世洪,孙晓明,丁林,王二七,高永丰,谢玉玲,曾普胜,秦克章,许继峰,曲晓明,杨志明,杨竹森,费红彩,孟祥金,李振清. 青藏高原碰撞造山带: II. 晚碰撞转换成矿作用 [J]. 矿床地质, 2006, 25(5): 521-543.
- [28] 侯增谦,赵志丹,高永丰,杨志明,江万. 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 [J]. 岩石学报, 2006, 22(4): 761-774.
- [29] 侯增谦,曲晓明,杨竹森,孟祥金,李振清,杨志明,郑绵平,郑有业,聂凤军,高永丰,江思宏,李光明. 青藏高原碰撞造山带: III. 后碰撞伸展成矿作用 [J]. 矿床地质, 2006, 25(6): 629-651.

中国化学会第十一届全国分析化学年会(第一轮通知)

中国化学会决定于 2012 年 10 月 26 日~29 日在美丽的海滨城市——青岛召开“第十一届全国分析化学年会”,并委托青岛科技大学负责筹办。会议将就我国自上届学术会议以来分析化学学科的新成就、新进展及我国分析化学学科的发展进行学术交流和研讨,会议将组织分析化学前沿的专题报告、分组报告和讨论,并邀请部分国外学者和海外华裔学者与会。热忱欢迎大家踊跃投稿和参加会议。现将有关事项通知如下。

一、征文内容

(1)原子光谱分析法;(2)分子光谱分析法;(3)色谱法与分离科学;(4)电分析化学法;(5)波谱法(包括顺磁、核磁共振);(6)质谱分析;(7)过程分析;(8)联用方法与自动化分析;(9)痕量分析;(10)形态、表面及结构分析;(11)生物分析化学;(12)临床与药物分析;(13)环境分析化学;(14)食品分析;(15)芯片分析;(16)纳米分析化学;(17)分析仪器及装置;(18)质量控制;(19)化学与生物信息学;(20)有关分析化学的其他研究。凡已在刊物上发表或在全国会议上报告过的论文不在应征之列。

二、征文要求

应征论文须用 Word 软件编辑,包括题目、作者、单位、必要的图表、结果和讨论、主要参考文献(2~5 篇),用 A4 纸,版心尺寸为 15 cm×24 cm,标题用小三号黑体,正文用小四号宋体,全文(包括图表)一般为一页,请勿超过两页。文末须附英文题目、作者姓名和单位。论文截稿日期: 2012 年 7 月 30 日。

三、收稿地址

请登录会议网站投稿:fenxi_qingdao@126.com,并在邮件中注明“会议征文”和论文第一作者及通讯联系人的详细地址、邮编、联系电话及 E-mail。同时,为便于分类,请在邮件中注明稿件类别(A 原子光谱分析;B 分子光谱和波谱分析;C 纳米分析;D 色谱分析;E 电化学;F 生物分析)。有关稿件的处理意见、会议具体日期、地点及注册费用等项事宜请见第二轮通知。

会议筹备组联系人:

张书圣(电话 0532-84022750),丁彩凤(电话 0532-84022946) 传真: 0532-84022750

会议网站: <http://ac.qust.edu.cn>

本会欢迎国内外分析仪器公司、厂商到会介绍和展出产品,有关具体事宜请与筹备组联系。