西藏色布塔铜钼矿床中辉钼矿 Re-Os 定年及其成矿意义

黄瀚雪¹⁾,李光明¹⁾,陈华安¹⁾,石洪召¹⁾,刘波¹⁾,

祝向平1),曾庆高2),李志3)

1)成都地质矿产研究所,成都,610081; 2)西藏自治区区域地质调查大队,拉萨,850000;3)西藏地质勘查局第五地质大队,青海格尔木,816000

内容提要:色布塔铜钼矿床位于冈底斯成矿带北部,具有细脉浸染状矿化,围岩蚀变发育等斑岩型铜钼矿床特征。本文使用电感耦合等离子体质谱仪 TJA X-series ICP-MS 对色布塔铜钼矿床的花岗斑岩中的辉钼矿进行 Re-Os 同位素定年研究,获得了6件样品的模式年龄为87.52±1.35~88.8±1.26Ma,等时线年龄为88.8±1.5 Ma。本文研究成果表明,色布塔铜钼矿成矿时代为晚白垩世早期,属燕山期构造-岩浆活动的产物。

关键词:辉钼矿;花岗斑岩;Re-Os同位素定年;成矿时代;色布塔铜钼矿床;冈底斯

西藏冈底斯成矿带矿产资源丰富,是一条资源 潜力巨大的铜多金属成矿带(曲晓明等,2001;李光 明等,2002;芮宗瑶等,2003a;郑有业等,2007)。近 年来冈底斯地区斑岩铜矿的找矿评价工作取得了许 多重要的新进展,发现了雄村、驱龙、甲玛、冲江、厅 宫等一系列大、中型以上规模的斑岩铜矿床,但这些 矿床主要集中在冈底斯成矿带的南部,在冈底斯成 矿带的其他部位寻找斑岩型矿床引起国内外众多学 者的关注。色布塔铜钼矿床地处冈底斯北部的尼玛 县中仓乡,由西藏地勘局区调大队发现并评价,该矿 床属于矽卡岩型-斑岩型铜钼矿床,地表矽卡岩矿化 与黑云母花岗岩关系密切,深部的钼矿化与花岗岩 斑岩有关,斑岩体侵入于中细粒角闪黑云母花岗岩 中,具有细脉浸染状矿化,围岩蚀变发育等斑岩型铜 钼矿床特征。因此,本文试图通过花岗斑岩中辉钼 矿 Re-Os 同位素定年,以确定色布塔铜钼矿的成矿 时代,为在冈底斯成矿带北部寻找斑岩型矿床的研 究及找矿工作提供直接的年代学证据。

1 成矿地质环境和矿床特征

色布塔铜钼矿位于冈底斯成矿带北缘,大地构 造单元上属它日错一当雄晚白垩世岩浆弧分区,班 公湖-怒江结合带主带从工作区北侧穿过。矿区内 出露地层有中上侏罗统接奴群(J₂₋₃jn)、下白垩统 郎山组(K₁l)、下白垩统曲松波群(K₁qs)(图 1)。其 中郎山组(K₁l)分布于工作区东部、南部,整体产状 向东倾,岩性主要为灰岩、杂色泥岩夹少量砂岩、硅 质岩。矿区构造极为发育,以断裂为主,褶皱次之。 矿区断裂构造以东西向断裂为主,北东向、北西向次 之,少量为南北向断裂(图 1)。东西向断裂属基底 断裂,对本区构造格架起着控制作用。研究区内岩 浆活动强烈,主要表现为晚白垩世的酸性岩浆侵入 和喷溢活动,侵入岩主要有花岗斑岩、黑云母花岗岩 等。铜钼矿化与黑云母花岗岩、花岗斑岩关系密切, 矿体主要产于黑云母花岗岩内外接触带上以及花岗 斑岩体中,矿化类型主要有砂卡岩型和斑岩型。

该矿床属于砂卡岩型-斑岩型铜钼矿床。铜(钼) 矿体主要呈似层状、透镜状赋存于郎山组底部条带状 砂卡岩中,受黑云母花岗岩与灰岩控制,铜平均品位 0.58%~0.90%,最高品位3.20%;钼矿体则产于花 岗斑岩体内,呈网脉状、脉状,以及浸染状分布,品位 变化大致在0.10%~0.80%之间,最高品位可达 2.31%。矿石类型主要为含铜钼砂卡岩、及含钼花岗 斑岩等。矿石矿物成分比较复杂,主要为辉钼矿、黄

注:本文为国家重点基础研究发展计划(编号 2011CB403100)和中国地质调查局地质矿产调查评价专项(编号 1212011121239、 1212011086073 和 1212011221074)共同资助的成果。

收稿日期:2011-12-29;改回日期:2012-04-22;责任编辑:郝梓国,黄敏。

作者简介:黄瀚霄,男,1982年生。硕士,工程师,矿物学、岩石学、矿床学专业。通讯地址:610081,成都地质矿产研究所;Email: huanghanxiao1111@163.com。



图 1 西藏色布塔铜钼矿地质简图(据西藏自治区区域地质调查大队[•];西藏地质勘查局第五地质大队[•]修改) Fig. 1 Geological map of Sebuta copper molybdenum deposit in Tibet(modified after The Regional Geological Survey Party of Tibet[•]; No. 5 Geological Party, Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development[•]) 1-第四系; 2-下白垩统郎山组灰岩; 3-下白垩统曲松波群; 4-中上侏罗统接奴群; 5-黑云母花岗岩; 6-矿体及编号; 7-断层及编号; 8-地层产状

1—Quaternary;2—Lower Cretaceous Langshan Formation;3—Lower Cretaceous Qusongbo Formation;4—Middle Upper Jurassic Jienu Group;5—biotite granite;6—orebody and number;7—fault and number;8—the attitude of strata

铜矿、磁铁矿、黄铁矿、钾长石、石英、透辉石、绿泥石、 方解石等。矿石的组构类型多种多样,有稀疏浸染 状、脉状一网脉状、块状构造,矿石结构主要为粒状结 构、交代结构、交代残余结构、假象结构、包含结构、填 隙结构等,反映了多期多阶段成矿特征。

色布塔铜钼矿床与断裂-岩浆-热液体系关系密 切,主要成矿期为多期不同性质岩浆活动所引起的 砂卡岩期和热液成矿期。早期成矿与黑云母花岗岩 有关,主要分为砂卡岩化-磁铁矿阶段和铜硫化物阶 段,形成磁铁矿、黄铜矿、石榴子石、透辉石、硅灰石、 绿泥石、绿帘石及少量绢云母等。晚期热液成矿期 与花岗斑岩有关,主要矿化阶段为砂卡岩化阶段、铜 (钼)硫化物阶段,其明显特征是后形成的砂卡岩矿 物交代早期的砂卡岩矿物,主要蚀变矿物为石榴子 石、绿泥石、透辉石等。其中花岗斑岩岩浆活动是形 成铜钼矿的主要期次,表现为铜钼硫化物与石英伴 生,呈网脉状、细脉状,沿岩石裂隙展布,或呈浸染 状、星散状分布于造岩矿物颗粒之间,叠加在早期矿 化蚀变岩之上。

色布塔铜钼矿床的蚀变带发育于花岗斑岩体以 及围岩中。蚀变主要为钾硅化、砂卡岩化、粘土化和 绢云母化,各种蚀变无截然界线,呈交叉、重叠现象。 2 样品采集、测试流程和分析结果

2.1 采样位置与样品特征

本次用于 Re-Os 同位素年龄测定的 6 件辉钼 矿样品均采自花岗斑岩边部,该处钼矿体厚度最大, 钼品位较高,经化学分析,品位变化大致在 0.10% ~0.80%之间。辉钼矿为铅灰色,自形一半自形板 状,辉钼矿叶片有时在矿脉中呈放射状排列,粒径一 般为 0.20~3mm,分布较为广泛,大部分呈细脉状、 脉状,沿岩石的微裂缝充填,少量与黄铜矿和黄铁矿 等共生,呈浸染状或斑点状分布于脉石矿物中。辉 钼矿样品是经手标本观察、破碎、水淘洗、电磁选、酒 精淘洗、重液分离后获取的,每件辉钼矿样品的纯度 (体积分数)均大于 98%。

2.2 实验条件及测试方法

挑选出达到测试标准的辉钼矿,在国家地质实 验测试中心 Re-Os 同位素年代学实验室,采用美国 TJA 公司生产的 TJA X-series ICP-MS 仪完成测 试。样品的化学处理流程和质谱测定技术见参考文 献(杜安道等,1994,2001;屈文俊等,2004)。

2.3 分析结果

6件辉钼矿样品 Re-Os 同位素分析数据及其特 征值列于表 1,获得模式年龄为 87.52±1.35~88.8 ±1.26Ma,而且 6个数据都十分接近。最后,所获 Re-Os 同位素分析数据采用 ISOPLOT 软件对所获 得的数据进行等时线和模式年龄加权平均值计算, 得到等时线年龄为 88.8±1.5Ma(图 2)和模式年龄 加权平均值 88.11±0.52 Ma(图 3)。

3 讨论

西藏斑岩型铜矿床分布广泛,目前,已经发现了 玉龙斑岩型铜金矿化带、冈底斯斑岩型铜钼矿化带 以及多龙斑岩型矿铜金矿化带3个巨大的斑岩型铜 矿化带,但3个矿化带成因却不尽相同,玉龙斑岩型



图 2 西藏色布塔铜钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素等时线 Fig. 2 Re-Os isotopic isochron diagram of molybdenite separates from the Sebuta copper molybdenum deposit in Tibet



13 四澱巴巾培铆钼0 甲酉钼0 Re-Os 模式 年龄加权平均值

Fig. 3 Re-Os weighted average of model age of molybdenite separates from the Sebuta copper molybdenum deposit in Tibet

铜金矿化带形成于古近纪,受印一亚大陆碰撞所形成的走滑俯冲构造控制,与所形成的岩浆活动关系密切(姜耀辉等,2006)。冈底斯南部的斑岩型铜钼矿化带成矿年龄集中在16~12Ma,形成于印度与亚洲板块的后碰撞阶段挤压向伸展的转换期(曲晓明等,2001,2003;侯增谦等,2003,2006a,2006b,

表 1 西藏那曲地区尼玛县色布塔铜钼矿中辉钼矿 Re-Os 同位素测年数据 Table 1 Results of Re-Os isotopic dating of molybdenite from the Sebuta copper molybdenum

deposit in	Nima	County,	Nag	Qu	Area,	Tibet
------------	------	---------	-----	----	-------	-------

样晶号	${ m Re}(imes 10^{-6})$	普 Os(×10 ⁻⁹)	187 Re($\times 10^{-6}$)	$^{187}\mathrm{Os}(imes10^{-9})$	模式年龄(Ma)
BLZ19-1	287.1(2.6)	0.0481 (0.2695)	180.5(1.6)	265.0(2.1)	88.07±1.28
BLZ19-2	348.5(3.5)	0.1775 (0.2456)	219.1(2.2)	319.6(2.7)	87.52 ± 1.35
BLZ19-3	513.6(4.7)	0.6432 (0.1625)	322.8(3.0)	472.6(4.1)	87.82±1.32
BLZ19-4	222.7(1.9)	0.0527 (0.1772)	140.0(1.2)	204.8(1.6)	87.76 ± 1.25
BLZ19-5	342.5(3.2)	0.0438 (0.1473)	215.3(2.0)	318.2(2.7)	88.66 \pm 1.34
BLZ19-6	502.9(4.1)	0.1582 (0.1641)	316.1(2.6)	468.0(3.9)	88.80±1.26

2008;芮宗瑶等,2003b;李光明等,2005;王亮亮等, 2006;郑有业等,2007)。多龙斑岩型铜金矿化带与 班公湖-怒江洋向北俯冲有关,形成于早白垩世(李 金祥等,2008;祝向平等,2011)。

色布塔铜钼矿位于冈底斯成矿带北缘,其形成 与班公湖-怒江缝合带的演化关系密切。班公湖-怒 江缝合带是青藏高原中部一条重要的缝合带(任纪 舜等,2004),从古生代开始,经历了复杂的地质构造 演化,对于班公湖-怒江洋扩张、俯冲以及拉萨地块、 羌塘地块碰撞的具体时间仍存在较大的争议,但大 多数学者都认为班公湖-怒江洋于早白垩世末闭合 (潘桂堂等,2001,2006;莫宣学等,2003;朱弟成等, 2004,2008),拉萨地块与羌塘地块碰撞拼合。由于 班公湖-怒江洋的向南俯冲以及陆陆碰撞对接作用, 在冈底斯北部发育一套陆缘岛弧火山成矿系统和后 碰撞期板块内的伸展型与中酸性岩浆的成矿系统。

色布塔辉钼矿成矿岩体为一套晚白垩世的酸性 岩石组合,地球化学特征表现为类埃达克、酸性钙碱 性系列花岗岩,可能与下地壳拆沉作用,或者是班公 湖-怒江洋壳发生断离并诱发地壳幔源物质发生的 部分熔融有关,形成于碰撞构造环境,是羌塘地块与 拉萨地块碰撞的结果(余红霞等,2011);由于 Re 主 要富集于地幔中,因此根据 Re 的含量对推断其成 矿物质来源有一定的指示作用(毛景文等,1999;周 珂等,2009),西藏斑岩型矿床成矿物质以壳源为主 的辉钼矿中 Re 的含量至少应小于 100×10⁻⁶ g, 而 与幔源有关的则应大于 200×10⁻⁶g。若 Re 的含量 在这两个数据之间则成矿物质可能由两者混合所致 (赵元艺等,2009)。色布塔铜钼矿的 Re 含量均大 于 200×10⁻⁶ g,因此对色布塔铜钼矿仅从 Re 含量 可以判断,其成矿物质可能与幔源关系更为密切,其 形成更有可能与班公湖-怒江洋壳发生断离并诱发 地壳幔源物质发生的部分熔融有关。

辉钼矿中的¹⁸⁷ Os 是¹⁸⁷ Re 的 β 衰变产物,所测 定 的 Re-Os 年 龄 代 表 辉 钼 矿 的 形 成 年 龄 (McCandless et al.,1993)。色布塔钼矿化主要产 在边缘相和过渡相内,呈网脉状及浸染状矿化,表明 矿化主要与岩浆演化到晚期的热液作用相关。含矿 花岗斑岩体内锆石 LA-ICP-MS U-Pb 加权平均年 龄为 89.4±0.7Ma,而黑云母花岗岩形成时代略早 于花岗斑岩形成时代,锆石 LA-ICP-MS U-Pb 加权 平均年龄为 89.7±1.8Ma(待发表)。6 件辉钼矿样 品 Re-Os 同位素模式年龄值变化范围较小(87.52 ±1.35~88.8±1.26 Ma),其辉钼矿的等时线年龄 为88.8±1.5Ma,与矿区成矿花岗斑岩体内锆石的 LA-ICP-MS U-Pb年龄相吻合,显示花岗斑岩体的 侵位和铜钼矿化是同一时期发生的,含矿斑岩与金 属矿化时间可能不到1Ma。所得到的辉钼矿等时 线年龄与模式年龄平均值几乎完全吻合,辉钼矿的 形成年龄能够代表色布塔铜钼矿的成矿年龄,为 88.8±1.5 Ma,表明色布塔铜钼矿是晚白垩世中酸 性岩浆成矿作用的产物。

同处于冈底斯北带中的尕尔穷铜金矿辉钼矿 Re-Os模式年龄平均值为 89.7Ma(曲晓明等, 2006),与晚白垩世中酸性岩浆活动有关。由此可 见,冈底斯北部的斑岩型铜钼矿化不是孤立存在的, 而是成群发育的。本区的铜钼矿成矿作用发生在晚 白垩世早期。因此,在冈底斯北带具有寻找晚白垩 世早期与拉萨地块-羌塘地块碰撞作用有关的斑岩 型铜钼矿床的潜力。

4 结论

色布塔铜钼矿床中辉钼矿等时线年龄为88.8 ±1.5Ma,MSWD值为0.93,代表其成矿年龄。铜 钼成矿作用的时间为晚白垩世早期,属拉萨地块-羌 塘地块碰撞所诱发的岩浆活动的产物。色布塔铜钼 矿床中辉钼矿的 Re含量较高,表明其成矿物质可 能与幔源关系更为密切,极有可能与班公湖-怒江洋 壳发生断离并诱发地壳幔源物质发生的部分熔融有 关。色布塔铜钼矿床和尕尔穷铜金矿床的发现,暗 示在冈底斯北带具有寻找晚白垩世早期斑岩型铜钼 矿床的潜力。

致谢:本研究的野外地质调查与采样工作得到 了西藏自治区地质矿产勘查开发局刘宝良工程师的 大力支持和帮助,在文章撰写过程中还得到成都地 质矿产研究所雍永源研究员、马国桃工程师和张斌 辉工程师的指导和帮助,在此一并致谢。

注 释

- 西藏自治区区域地质调查大队.2008.西藏那曲尼玛县拔拉扎矿 区铜(钼)矿普查 2007 年度阶段性工作总结.
- 西藏地质勘查局第五地质大队. 2009. 西藏自治区尼玛县色布塔 矿区多金属矿普查总结.

参考文献

- 杜安道,何红廖,殷宁万,邹晓秋,孙亚利,孙德忠,陈少珍,屈文俊. 1994.辉钼矿的铼-锇同位素地质年龄测定方法研究.地质学报, 68(4):339~347.
- 杜安道,赵敦敏,王淑贤,孙德忠,刘敦一.2001. Carius 管溶样-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. 岩矿 测试,20(4):247~252.
- 侯增谦,曲晓明,王淑贤,高永丰,杜安道,黄卫.2003.西藏高原冈底

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(D辑),33(7):609~618.

- 侯增谦,莫宣学,杨志明,王安建,潘桂堂,曲晓明,聂风军.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,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.2006b.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.
- 侯增谦,王二七.2008.印度一亚洲大陆碰撞成矿作用主要研究进展. 地球学报,29(3):275~292.
- 姜耀辉,蒋少涌,凌洪飞,戴宝章.2006. 陆一陆碰撞造山环境下含铜 斑岩岩石成因——以藏东玉龙斑岩铜矿带为例. 岩石学报,22 (3):0697~0706.
- 李光明,王高明,高大发,姚鹏.2002. 西藏冈底斯铜矿资源前景与找 矿方向. 矿床地质,21(增刊):144~147.
- 李光明,芮宗瑶,王高明,林方成,刘波,佘宏全,丰成友,屈文俊. 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):481~489.
- 李金祥,李光明,秦克章,肖波.2008. 班公湖带多不杂富金斑岩铜矿 床斑岩-火山岩的地球化学特征与时代:对成矿构造背景的制 约. 岩石学报,24(3):531~543.
- 毛景文,张作衡,张招崇,杨建民,王志良,杜安道.1999.北祁连山小 柳沟钨矿床中辉相矿 Re-Os 年龄测定及其意义.地质论评,45 (4):412~417.
- 莫宣学,赵志丹,邓晋福,董国臣,周肃,郭铁鹰,张双全,王亮亮. 2003.印度一亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应.地学前缘, 10(3):135~148.
- 潘桂棠,王立全,李兴振,王洁民,徐强.2001.青藏高原区域构造格局 及其多岛弧盆系的空间配置.沉积与特提斯地质,21(3):1~26.
- 潘桂棠,莫宣学,侯增谦,朱弟成,王立全,李光明,赵志丹,耿全如,廖 忠礼.2006. 冈底斯造山带的时空结构及演化. 岩石学报,22(3): 521~533.
- 曲晓明,侯增谦,黄卫.2001.冈底斯斑岩铜矿(化)带:西藏第二个/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 Ar-³⁹ Ar 年龄及地质意义. 地质学报,77(2):246~252.

- 曲晓明,辛洪波.2006.藏西班公湖斑岩铜矿带的形成时代与成矿构造环境.地质通报,25(7):792~799.
- 屈文俊,杜安道.2004.电感耦合等离子体质谱测定辉钼矿中 Re、Os 含量时的质量分馏效应的校正.质谱学报,25(增刊):181~182.
- 任纪舜,肖黎薇.2004.1:25万地质填图进一步揭开了青藏高原大 地构造的神秘面纱.地质通报,23(1):1~11.
- 芮宗瑶,陆彦,李光明,王龙生,王义天,2003a.西藏斑岩铜矿的前景 展望.中国地质,30(3):302~308.
- 芮宗瑶,侯增谦,曲晓明,张立生,王龙生,刘玉琳. 2003b. 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.
- 王亮亮,莫宣学,李冰,董国臣,赵志丹.2006.西藏驱龙斑岩铜矿含矿 斑岩的年代学与地球化学.岩石学报,22(4):1001~1008.
- 余红霞,陈建林,许继峰,王保弟,邬建斌,梁华英.2011.拉萨地块中 北部晚白垩世(约90Ma)拔拉扎含矿斑岩地球化学特征及其成 因.岩石学报,27(7):2011~2022.
- 朱弟成,潘桂棠,莫宣学,段丽萍,廖忠礼.2004.印度大陆和欧亚大陆 的碰撞时代.地球科学进展,19(4):564~571.
- 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.2008.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.地质通报,27(9):1535~1550.
- 祝向平,陈华安,马东方,黄瀚霄,李光明,李玉彬,李玉昌.2011. 西藏 波龙斑岩铜金矿床的 Re-Os 同位素年龄及其地质意义. 岩石学 报,27(7):2159~2164.
- 郑有业,多吉,王瑞江,程顺波,张刚阳,樊子珲,高顺宝,代芳华. 2007.西藏冈底斯巨型斑岩铜矿带勘查研究最新进展.中国地质,34(2):324~334.
- 赵元艺,宋亮,樊兴涛,石登华,张天平,陈红旗,屈文俊.2009.西藏申 扎县舍索铜多金属矿床辉钼矿 Re-Os 年代学及地质意义.地质 学报,83(8):1150~1158.
- 周珂,叶会寿,毛景文,屈文俊,周树峰,孟芳,高亚龙.2009. 豫西鱼池 岭斑岩型钼矿床地质特征及其辉钼矿铼-锇同位素年龄.矿床地 质,28(2):170~184.
- McCandless T E, Ruiz J, Campbell A R. 1993. Rhenium behavior in molybdenite in hypogene and near-surface environments: Implications for Re-Os geochronometry. Geochimica et Cosmochimica Acta, 57:889~905.

Molybdenite Re-Os Isotope Age and Metallogenic Significance of Sebuta Copper Molybdenum Deposit in Tibet

HUANG Hanxiao¹⁾, LI Guangming¹⁾, CHEN Huaan¹⁾, SHI Hongzhao¹⁾, LIU Bo¹⁾,

ZHU Xiangping¹⁾, Zeng Qinggao²⁾, LI Zhi³⁾

 Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu, 610081;
 The Regional Geological Survey Party of Tibet, Lhasa, 850000;
 No. 5 Geological Party, Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Golmud, Qinghai, 816000

Abstract

Sebuta Cu-Mo deposit is located in the north of Gangdese metallogenic belt. It has the characteristics of porphyry copper-molybdenum deposit such as veinlets disseminated mineralization, wall-rock alteration and development etal. This article uses inductively coupled plasma mass spectrometry TJA X-series ICP-MS for the molybdenite Re-Os isotopic dating of granite porphyry in Sebuta, obtained six samples model age is 87. 52 ± 1 . $35 \sim 88$. 8 ± 1 . 26Ma, and isochron age is 88. 8 ± 1 . 5 Ma. It shows that the mineralization age of sebuta copper-molybdenum is early Late Cretaceous, and it is the tectonic-magmatic product of Yanshan stage.

Key words: molybdenite; granite-porphyry; Re-Os isotopic dating; metallogenic epoch; Sebuta copper molybdenum deposit; Gangdese