

江西金溪熊家山钼矿床特征及其 Re-Os 年龄

孟祥金¹⁾, 侯增谦²⁾, 董光裕³⁾, 刘建光³⁾, 屈文俊⁴⁾, 杨竹森¹⁾, 左力艳¹⁾, 万禄进³⁾, 肖茂章³⁾

1) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京, 100037; 2) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037;
3) 江西地勘局 912 地质大队, 鹰潭, 335000; 4) 中国地质科学院国家地质试验测试中心, 北京, 100037

内容提要:位于武夷隆起带西坡的江西熊家山钼矿床具有独特的矿化特点。本文概要地介绍了该钼矿的矿床地质特征, 通过对辉钼矿的 Re-Os 同位素组成的测试分析, 获得模式年龄 151.7~161.6 Ma, 并计算出等时线年龄为 152±20 Ma, 钼矿成矿作用发生于燕山早期。通过与我国大量的与岩浆作用有关的铜铅锌银多金属矿床辉钼矿 Re 含量的对比分析, 揭示出熊家山钼矿成矿物质来源于上地壳, 成矿构造背景归属于武夷隆起成矿带而不是赣东北构造成矿带。

关键词: Re-Os 年龄, 钼矿床, 成矿背景, 熊家山, 江西

赣东北地区及武夷隆起带是我国东部重要的成矿集中区, 区内发育众多的大型铜、铅、锌、金、银等矿床。近年来, 江西地勘局 912 队在该地区发现了具有大型矿床规模远景、具有独特矿化特点的熊家山钼矿, 但该矿床研究程度较低, 有关成矿时间、成矿背景等尚不明了, 而研究的不足对准确把握该地区的成矿特点、总结该区的成矿规律、评估该区的成矿潜力以及指导找矿均具有重要的影响。本文在初步总结熊家山钼矿床矿化特征的基础上, 开展了矿床 Re-Os 同位素测试和成矿年龄分析, 对其成矿物质来源及其成矿背景进行了初步探讨。

1 地质概况

江西熊家山钼矿床位于扬子板块与华南板块拼接带萍乡—广丰深大断裂南侧, 武夷隆起带西坡, 鹰潭—安远大断裂西侧, 东乡南部中生代陆相火山喷发区的南东边缘。区域内大面积出露震旦系变质地层, 少量的侏罗系火山岩。变质地层褶皱变形强烈, 构成区域褶皱结晶基底。侏罗系火山岩为一套陆相火山喷发的中酸性火山熔岩、火山碎屑岩。区域岩浆侵入作用强烈, 活动频繁, 侵入岩分布广泛, 主要为加里东期和燕山期花岗岩。

区域上断裂构造和火山构造发育。主要断裂有北东向、近南北向、北北西向和北西西向几组。火山

构造则以澳塘—尖尖岭—熊家山近东西向线状火山机构为代表, 长约 20km, 宽 0.2~4.0km, 受北西西向基底断裂控制, 由一系列中心式次级火山机构呈串珠状串接而成。中心式火山机构主要有: 澳塘火山口、金山破火山口、尖尖岭火山颈群、崇岭火山口、尖岗墩火山颈、熊家山爆发角砾岩筒、马瑶火山颈、足米峰爆发角砾岩筒等。区域上中生代火山一次火山活动时间在 152~43.9 Ma 之间, 相对集中于 152~131Ma, 128~114 Ma 和 104~63 Ma 3 个时间段, 其中以 152~131Ma, 128~114 Ma 为高峰时期(李中兰等, 2000)。

矿区出露震旦系下统上施组石英黑云片岩夹黑云斜长片麻岩、石榴石变粒岩等变质岩(图 1), 岩石普遍具有混和岩化。矿区大面积分布加里东期侵入岩(金溪岩体), 与震旦系变质岩呈交代—侵入接触, 接触面不规则, 呈半岛、港湾状, 二者呈渐变过渡关系, 接触带见有十几米至上千米的均质—阴影状混合岩。在加里东花岗岩体内出露燕山晚期的浅成侵入岩, 主要由花岗斑岩、爆发角砾岩组成, 分布在熊家山—足米峰一带。岩石具有不同程度的硅化、绢云母化蚀变, 部分岩体可见绿泥石化、黄铁矿化、萤石化、碳酸盐化、黄铜矿化蚀变。

2 矿化特征

熊家山钼矿化主要分布在加里东期黑云母斜长

注: 本文受自然科学基金项目(编号 40573024)和江西地勘局科技基金资助的成果。

收稿日期: 2007-01-06; 改回日期: 2007-04-28; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 孟祥金, 男, 1966 年出生。博士, 副研究员。从事金属矿床成矿作用研究。通讯地址: 100037, 北京西城区百万庄大街 26 号, 中国地质科学院矿产资源研究所; Email: xjmeng2000@sina.com。

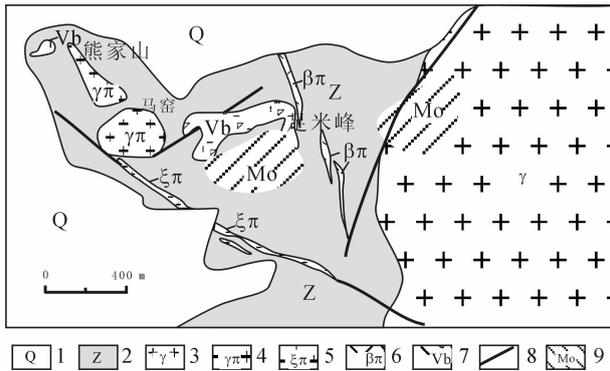


图 1 江西熊家山钼矿床地质略图(据江西 912 队修改)
Fig. 1 Geological sketch of Xiongjiashan Molybdenum deposit, Jiangxi province

1—第四系; 2—震旦系变质岩; 3—加里东花岗岩; 4—燕山期花岗岩斑岩; 5—燕山期石英正长斑岩; 6—辉绿玢岩; 7—爆破角砾岩; 8—断裂; 9—钼矿化分布
1—Quaternary; 2—Metamorphic rocks of Sinian system; 3—Caledonia granite; 4—granite porphyry in Yanshan period; 5—quartz syenite porphyry in Yanshan period; 6—dolerite; 7—breccia; 8—fault; 9—area of Mo mineralization

花岗岩和震旦系变质地层中。钼矿化呈细脉状,细脉浸染状,含钼细脉产于构造裂隙中。从地表工程及已经施工的 10 余个钻孔揭露的情况看,钼矿体的分布较为集中且矿化面积大,在已有钻探工程内圈定的矿体面积达到 0.4 km^2 以上,外推矿体面积远大于 1.0 km^2 。钼的品位一般为 $0.06\% \sim 1.08\%$ 之间,最高品位可达 1.60% 。矿层厚度一般为 $0.60 \sim 2.00 \text{ m}$,最厚达 5.60 m 。

根据矿物组合,可分为以下几种类型的含钼细脉:辉钼矿石英细脉,辉钼矿黄铜矿石英细脉,辉钼矿萤石石英细脉,辉钼矿长石石英细脉和纯辉钼矿细、微脉,其中辉钼矿石英细脉为矿区主要的矿化类型。辉钼矿石英脉、辉钼矿黄铜矿石英脉、薄膜状辉钼矿较常见,石英脉两侧常有数厘米宽的云英岩带,并伴有粒状萤石,带中常有辉钼矿出现。矿区含钼细脉脉幅多数为 $0.1 \sim 1.0 \text{ cm}$,少量为 $1 \sim 3 \text{ cm}$, $> 3 \text{ cm}$ 和 $< 0.1 \text{ cm}$ 者较少,而 $< 0.1 \text{ cm}$ 者多为纯辉钼矿微细脉。

钼矿化以细(网)脉浸染型为主,控制矿区含钼细脉的裂隙具有多种产状,以岩石节理裂隙为主,构成网脉状。同时,区域性构造如北北西向、北西西向两组断裂带旁侧的羽状裂隙也是成矿的储矿空间。

3 Re-Os 同位素年龄

3.1 样品采取与分析方法

在矿区地表及钻探岩心的不同部位分别采取了

5 件样品,其中除 XJS-22 样品为辉钼矿细脉外,其余四个样品均为辉钼矿石英脉。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。由于辉钼矿中 $^{187}\text{Os}/^{187}\text{Re}$ 的比值随着成矿时代的不同而发生变化,因此,利用矿物中 $^{187}\text{Os}/^{187}\text{Re}$ 比值可比较精确的确定矿化年龄。

铼钼化学分离步骤和质谱测定参照文献(杜安道等,1994;2001;屈文俊等,2003),现简述如下:

准确称取待分析样品,通过长细颈漏斗加入到 Carius 管底部。缓慢加液氮到有半杯乙醇的保温杯中,调节温度到摄氏 $-50 \sim -80^\circ\text{C}$ 。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 ^{185}Re 和 ^{190}Os 混合稀释剂加入到 Carius 管底部,再加入 2 mL 的 10 mol/L HCl , 6 mL 的 16 mol/L HNO_3 。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°C ,保温 12 h 。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。于 $105 \sim 110^\circ\text{C}$ 蒸馏 50 分钟,用 10 mL 水吸收蒸出的 OsO_4 。用于 ICPMS 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。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 50 mL 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 5 分钟,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 分钟,洗去丙酮相中的杂质。弃去水相,排丙酮到 150 mL 已加有 2 mL 水的 Teflon 烧杯中。在电热板上加热至 50°C 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_3 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。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。用 TJA X-series ICPMS 测得的 Re、Os 和 ^{187}Os 的空白值分别为 $(0.035 \pm 0.0005) \times 10^{-9}$ 、 $(0.0000 \pm 0.0000) \times 10^{-9}$ 和 $(0.00001 \pm 0.00001) \times 10^{-9}$,远小于所测

表1 熊家山钼矿 Re-Os 同位素含量及模式年龄

Table 1 Re-Os isotopic data of molybdenite and model ages of the Xiongjiashan Molybdenum deposit

样号	样重(g)	Re (ng/g)	普 Os(ng/g)	¹⁸⁷ Re (ng/g)	¹⁸⁷ Os(ng/g)	模式年龄/Ma
XJS-4	0.30102	171.3(1.6)	0.0003(0.0003)	107.6(1.0)	0.2731(0.0025)	152.1(2.1)
XJS-16	0.30090	444.5(3.7)	0.0080(0.0002)	279.4(2.3)	0.7529(0.0062)	161.6(2.0)
XJS-20	0.24800	446.3(4.2)	0.0005(0.0004)	280.5(2.7)	0.7389(0.0059)	157.9(2.1)
XJS-21	0.30022	573.5(5.3)	0.0017(0.0008)	360.5(3.3)	0.9211(0.0073)	153.2(2.0)
XJS-22	0.30062	614.5(4.9)	0.0002(0.0004)	386.2(3.1)	0.9774(0.0072)	151.7(1.8)

注: 普 Os 是指普通 Os 的浓度,它是根据 Nier 值的 Os 同位素丰度,通过 ¹⁹²Os/¹⁹⁰Os 测量比计算得出。Re、Os 含量的不确定度包括样品和稀释剂的称量误差、稀释剂的标定误差、质谱测量的分馏校正误差、待分析样品同位素比值测量误差,置信水平 95%; 模式年龄的不确定度还包括衰变常数的不确定度(1.02%),置信水平 95%。Re-Os 模式年龄按下列公式计算: $t = \ln(1 + ^{187}\text{Os}/^{187}\text{Re})/\lambda, \lambda(^{187}\text{Re} \text{ 衰变常数}) = 1.666 \times 10^{-11}/\text{a}$ (Smoliar al., 1996)。

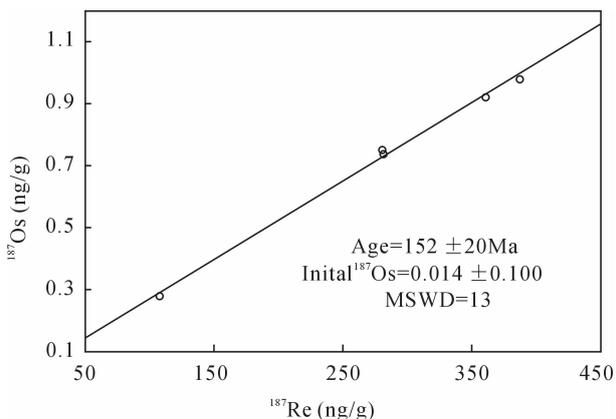


图2 熊家山矿床辉钼矿 Re-Os 等时线

Fig. 2 Re-Os isochrone for molybdenites from Xiongjiashan deposit

样品中铈、钕含量,不会影响实验中铈、钕含量的准确测定。

3.2 分析结果

熊家山矿床 5 件辉钼矿样品的 Re-Os 同位素测试结果列于表 1, 辉钼矿 ¹⁸⁷Re 的含量为 107.6~386.2(ng/g), ¹⁸⁷Os 含量较低,为 0.2731~0.9774 ng/g。辉钼矿 Re-Os 模式年龄分布在 151.7~161.6Ma 范围内。由于 XJS-16 样品含有比其他样品多一点的少量普 Os,其模式年龄略微偏高。总体上模式年龄较为一致。由 5 个样品所获得的等时线年龄为 152±20Ma(图 2),应属于燕山早期成矿。

4 成矿物质来源与成矿环境探讨

从熊家山矿床矿化特点看,钼矿化多产于加里东花岗岩以及震旦系变质地层细小裂隙内,形成网脉状微细浸染状矿化。此次工作得到的辉钼矿 Re-Os 年龄明显晚于赋矿岩石形成的时代。同时,钼矿化面积大,具有面状分布特点,这些都暗示,熊家山

钼矿不具有典型的构造成矿(脉型)特点,而似乎更具有岩浆(或斑岩)成矿特点。矿区有大量的浅成一超浅成侵入体如花岗斑岩、爆破角砾岩体出露,他们均侵位于加里东花岗岩及震旦系变质地层中。这些浅成一超浅成侵入体属于武夷山西坡中生代火山一斑岩带的一部分。区域资料表明,与熊家山处于同一火山构造带的尖尖岭花岗斑岩,全岩 K-Ar 同位素年龄为 58.9~66.9Ma(董光裕,1997),由此推测熊家山一带的浅成一超浅成侵入体形成时间应与此相当。虽然熊家山矿区这些浅成侵入岩形成的时间晚于钼矿化时间,但根据熊家山钼矿床所处的武夷山西坡区域上中生代火山一斑岩活动具有的浅成侵入→火山→次火山活动的规律性(李中兰等,2000),推测在熊家山钼矿的深部即含矿加里东花岗岩与震旦系变质地层下存在早于熊家山爆破角砾岩的成矿斑岩。同时,从矿化元素组合看,在矿床的部分地段,有与辉钼矿相伴的黄铜矿出现。熊家山钼矿化可能与深部隐伏岩体(斑岩)作用有关。

研究表明,Re-Os 同位素体系不仅可以精确的确定硫化物矿床形成的时间,同时可以示踪成矿物质来源以及指示成矿过程中不同来源物质混入的程度(Foster et al., 1996)。一般可通过金属硫化物矿床辉钼矿的 Re 含量来示踪其来源。我国近年来积累了大量的与中酸性岩浆岩(斑岩)作用有关的钼(铜)矿床辉钼矿 Re-Os 同位素测试数据,对其综合分析得到物源示踪的启示:成矿物质来源于地幔或以地幔物质为主的矿床,其辉钼矿 Re 含量多在 $100 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$ 范围内,如冈底斯带斑岩铜矿床辉钼矿 Re $87.72 \times 10^{-6} \sim 1218.2 \times 10^{-6}$ (侯增谦等,2003;孟祥金等,2003a,2003b;芮宗瑶等,2003),玉龙斑岩铜矿辉钼矿 Re $290.5 \times 10^{-6} \sim 664.5 \times 10^{-6}$ (曾普胜等,2006),陕西黄龙铺碳酸盐脉钼矿床

辉钼矿的 Re 含量为 $283.5 \times 10^{-6} \sim 633.1 \times 10^{-6}$ (黄典豪等, 1994)。长江中下游成矿带内与壳幔作用成矿有关的夕卡岩-斑岩矿床, 其辉钼矿 Re 含量也具有此特征(王立本等, 1997; 梅燕雄等, 2005; 谢桂青等, 2006)。成矿物质具有壳幔混合源的矿床, 在每克辉钼矿中 Re 含量多在十几~几十个微克, 如河南南泥湖-三道庄斑岩-夕卡岩型钼钨矿床辉钼矿 Re $13.1 \times 10^{-6} \sim 53.7 \times 10^{-6}$, 陕西金堆城斑岩钼矿 $12.9 \times 10^{-6} \sim 19.7 \times 10^{-6}$, 辽宁杨家杖子夕卡岩型钼矿 $33.4 \times 10^{-6} \sim 53.1 \times 10^{-6}$ (黄典豪等, 1994; 1996)。而成矿物质完全来自壳源(上地壳)的矿床, 其辉钼矿 Re 含量明显偏低, 在 $1 \times 10^{-6} \sim n \times 10^{-6}$ 或更低, 如湖南柿竹园钨锡钼铋矿床辉钼矿 Re 含量仅 $1.04 \times 10^{-6} \sim 1.34 \times 10^{-6}$ (李红艳等, 1996), 东秦岭东沟钼矿 Re $4.04 \times 10^{-6} \sim 4.19 \times 10^{-6}$, 甘肃小柳沟钨矿床辉钼矿 Re $0.8 \times 10^{-6} \sim 8.7 \times 10^{-6}$ (毛景文等, 1999)。

从表 1 看, 熊家山辉钼矿 Re 含量为 (171.3~614.5) ng/g, 远远低于幔源和壳幔混合源岩浆矿床辉钼矿 Re 含量, 而与上地壳源岩浆矿床的相近, 说明熊家山钼矿床物质来源完全以上地壳为主。

大量的资料显示, 赣东北地区与岩浆作用有关的铜铅锌银多金属矿床大多数形成于燕山早-中期, 如德兴斑岩铜矿形成于 170~157 Ma 左右, 银山铜铅锌银矿形成于 145~143 Ma (杨明桂等, 2002), 冷水坑斑岩银铅锌矿床形成时间为 130~125 Ma 左右 (孟祥金, 未刊资料), 葛源铌钽(锡钨)矿形成于 137~100 Ma (杨桂明等, 2002)。熊家山钼矿同样形成于赣东北大规模成矿时期内。然而, 从成矿物质来源看, 熊家山钼矿与赣东北地区燕山期与岩浆作用有关的铜多金属矿床具有较大的差异。德兴等矿床岩浆起源于地幔底侵下地壳部分物质熔融形成, 成矿物质具有壳幔混源特征 (杨桂明等, 2002)。银山矿床岩浆来源于地壳深部 (黄定堂, 2001), 冷水坑矿田的成矿斑岩系地壳岩石熔融而成, 仅伴有少量深源物质 (孟祥金, 未刊资料)。而熊家山钼矿的成矿物质主要来源于上地壳, 与冷水坑斑岩铅锌矿床相近。

上述矿床所处地域相同而成矿物源的差异, 反应了他们成矿背景的不同。区域资料显示, 赣东北地区燕山运动造山岩浆活动始于中侏罗世 (172~159 Ma), 陆内造山与成岩成矿高峰期为晚侏罗世 (157~142 Ma), 由造山过渡到伸展的转型期为早白垩世早期 (142~100 Ma), 早白垩世末期即 100~

95 Ma 地壳进入造山后的伸展阶段 (杨明桂等, 2002)。不难看出, 赣东北的德兴铜矿与银山矿床形成于造山阶段, 冷水坑矿床形成于碰撞向拉张转换阶段。同时, 成矿物源与成矿所处的构造阶段具有一定的对应关系, 即陆内俯冲碰撞阶段形成的矿床以深部物源为主, 碰撞到伸展阶段形成的矿床以壳源物质为主。从矿化时间与成矿物源关系看, 熊家山矿床不符合这一特点, 说明其形成的背景完全不同于赣东北成矿区, 表明熊家山钼矿不属于赣东北构造成矿区, 而应归属于武夷隆起成矿带。

5 结论

(1) 熊家山钼矿具有面型矿化特点, 钼矿化形式主要为细(网)脉浸染型, 成矿推测与深部(隐伏)岩体(斑岩)有关。

(2) 通过 Re-Os 同位素测年方法, 获得熊家山钼矿矿化的精确时间。辉钼矿模式年龄为 151.7~161.6 Ma, 计算等时线年龄 (152±20) Ma, 成矿发生在燕山早期。

(3) 通过与我国大量的与岩浆作用有关的铜铅锌银多金属矿床辉钼矿 Re 含量对比, 揭示出熊家山钼矿成矿物质来源于上地壳。通过区域上中生代岩浆矿床成矿演化特征分析, 提出熊家山钼矿成矿构造背景为武夷隆起成矿带而不是赣东北构造成矿带。

参 考 文 献

- 杜安道, 何红蓼, 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, 赵敦敏, 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.
- 董光裕. 1997. 金溪地区尖尖岭花岗斑岩脉群地质特征及其找矿远景. 江西地质科技, 24(2): 51~56.
- 侯增谦, 曲晓明, 王淑贤, 等. 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: 609~618.
- 李红艳, 毛景文, 孙亚莉, 等. 1996. 柿竹园钨多金属矿床的 Re-Os 同位素等时线年龄研究. 地质论评, 42(3): 261~267.
- 李中兰, 赵赣. 2000. 江西武夷山西坡中生代火山-斑岩及其成矿作用. 江西冶金, 20(2): 27~32.
- 黄典豪. 1994. 东秦岭地区钼矿床的铼-钨同位素年龄及其意义. 矿床地质, 13: 221~230.
- 黄典豪, 杜安道, 吴澄宇, 等. 1996. 华北地台钼(铜)矿床成矿学研究——辉钼矿的铼-钨年龄及其地质意义. 矿床地质, 15: 289~297.
- 黄定堂. 2001. 江西银山铜多金属矿床地质特征及其成因分析. 江

- 西地质, 15(2):102~107.
- 毛景文, 张作横, 张招崇, 等. 1999. 北祁连山小柳沟钨钼矿床 Re-Os 同位素测年及其意义. 地质论评, 45(4):412~417.
- 梅燕雄, 毛景文, 李进文, 等. 2005. 安徽铜陵大团山铜矿床层状夕卡岩矿体中辉钼矿 Re-Os 年龄测定及其地质意义. 地球学报, 26(4):327~331.
- 孟祥金, 侯增谦, 高永丰, 等. 2003a. 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.
- 孟祥金, 侯增谦, 高永丰, 等. 2003b. 西藏冈底斯东段斑岩铜钼铅锌成矿系统的发育时限:来自帮浦铜多金属矿床辉钼矿 Re-Os 年龄证据. 矿床地质, 22:246~252.
- 屈文俊, 杜安道. 2003. 高温密闭溶样电感耦合等离子体质谱准确测定辉钼矿铼-钨地质年龄, 岩矿测试, 22(4):254~257.
- 芮宗瑶, 侯增谦, 曲晓明, 等. 2003. 冈底斯斑岩铜矿成矿时代与青藏高原隆升. 矿床地质, 22:217~225.
- 王立本, 季克俭, 陈东. 1997. 安基山和铜山铜(钼)矿床中辉钼矿的铼-钨同位素年龄及其意义. 岩石矿物杂志, 16(2):154~159.
- 谢桂青, 毛景文, 李瑞玲, 等. 2006. 鄂东南地区 Cu-Au-Mo-(W) 矿床的成矿时代及其成矿地球动力学背景探讨:辉钼矿 Re-Os 同位素年龄. 矿床地质, 25(1):43~52.
- 杨明桂, 王发宁, 曾勇. 2002. 赣东北地区的成矿环境与成矿作用. 资源调查与环境, 23(2):122~129.
- 曾普胜, 侯增谦, 高永峰, 杜安道. 2006. 印度-亚洲碰撞带东段喜马拉雅期铜-钼-金矿床 Re-Os 年龄及成矿作用. 地质论评, 52(1):72~84.
- Dong G Y. 1997. Geological characteristics of granite porphyry dike swarm in Jianjianling, Jinxi area and its ore potential. Geological Science and Technology of Jiangxi, 24(2):51~56 (in Chinese).
- Du A D, He H L, Yin N W, 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 A D, Zhao D M, Wang S X, et al. 2001. Precise Re-Os dating for molybdenite by ID-NTIMS with tube sample preparation. Rock & Mineral Analysis, 20(4):247~252 (in Chinese with English abstract).
- Foster G, Lambert D D, Frick L R, et al. 1996. Re-Os isotopic evidence for genesis of Archaean nickel ores from uncontaminated komatiites. Nature, 382:703~706.
- Hou Z Q, Wang S X, Qu X M, et al. 2003b. Re-Os Age for molybdenites from the Gangdese porphyry copper belt on Tibetan plateau: Implication for geodynamic setting and duration of the Cu mineralization. Science in China, 33:509~516 (in Chinese).
- Huang D H, Wu C Y, Du A D, et al. 1994. Re-Os isotope age of molybdenum deposits in East Qinling and their significance. Mineral Deposits, 13(3):221~230 (in Chinese with English abstract).
- Huang D H, Du A D, Wu C Y, et al. 1996. Metallochrology of Mo (Cu) deposits in the North China platform: Re-Os age of molybdenite and its geological significance. Mineral Deposits, 15(4):365~373 (in Chinese with English abstract).
- Huang D T. 2001. Geological characteristics and genesis of the Yinshan copper-polymetal deposit of Jiangxi. Jiangxi Geology, 15(20):102~107 (in Chinese and English abstract).
- Li H Y, Mao J W, Sun Y L, et al. 1996. Re-Os isotopic chronology of molybdenites in the Shizhuyuan polymetallic tungsten deposit, southern Hunan. Geological Review, 42(3):261~267 (in Chinese with English abstract).
- Li Z L, Zhao G. 2000. The volcanic porphyry of mesozoic era at Jiangxi Wuyi Mountain west slope and its' mineralization. Jiangxi Metallurgy, 20(2):27~32 (in Chinese and English abstract).
- Mao J W, Zhang Z H, Zhang Z C, et al. 1999. Re-Os age dating of molybdenites in the Xiaoliugou tungsten deposit in the northern Qiliang Mountains and its significances. Geological Review, 45(4):412~417 (in Chinese with English abstract).
- Mei Y X, Mao J W, Li J W, et al. 2005. Re-Os dating of molybdenite from stratiform skarn orebodies in the datuanshan copper deposit, Tongling, Anhui province, and its geological significance. Acta Geoscientica Sinica, 26(4):327~331 (in Chinese with English abstract).
- Meng X J, Hou Z Q, Gao Y F, et al. 2003a. 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).
- Meng X J, Hou Z Q, Gao Y F, et al. 2003b. Development of porphyry copper-molybdenum-lead-zinc ore-forming system in east Gangdese belt, Tibet: evidence from Re-Os age of molybdenite in Bangpu copper polymetallic deposit. Mineral Deposits, 22:246~252 (in Chinese with English abstract).
- Qu W J, Du A D. 2003. The electrochemical behavior of dopamine on Poly (cinchomeronic acid) modified glassy carbon electrode and its detection. Rock & Mineral Analysis, 22(4):254~257 (in Chinese and English abstract).
- Rui Z Y, Hou Z Q, Qu X M, et al. 2003. Metallogenic epoch of gangdese porphyry copper belt and uplift of Qinghai-Tibetan Plateau. Mineral Deposit, 22:224~232 (in Chinese with English abstract).
- Smoliar M I, Walker R J, Morgan J W. 1996. Re-Os ages of group IIA, IIIA, IVA and VIB iron meteorites. Science, 271:1099~1102.
- Wang L b, Ji K J, Chen D. 1997. Re-Os isotope ages of molybdenite from the Anjishan copper deposit and the Tongshan copper-Molybdenum deposit and their implications. Acta Petrologica et Mineralogica, 16(2):154~159 (in Chinese with English abstract).
- Xie G Q, Mao J W, Li R L, et al. 2006. Metallogenic epoch and geodynamic framework of Cu-Au-Mo-(W) deposits in Southeastern Hubei province: constraints from Re-Os molybdenite ages. Mineral deposits, 25(1):43~52 (in Chinese with English abstract).

Yang M G, Wang F N, Zeng Y. 2002. The ore-forming environment and its process in northeast Jiangxi. *Resources Survey & Environment*, 23 (2): 122 ~ 129 (in Chinese and English abstract).

Zeng P S, Hou Z Q, Gao Y F, et al. 2006. The Himalayan Cu—Mo—Au mineralization in the eastern Indo-Asian collision zone: constraints from Re-Os dating of molybdenite. *Geological Review*, 52(1): 72~84 (in Chinese with English abstract).

The Geological Characteristics and Re-Os Isotope Age of Molybdenite of the Xiongjiashan Molybdenum Deposit, Jiangxi Province

MENG Xiangjin¹⁾, HOU Zengqian²⁾, DONG Guangyu³⁾, LIU Jianguang³⁾, QU Wenjun⁴⁾
YANG Zhuseng¹⁾, ZOU Liyan¹⁾, WAN Lujin³⁾, XIAO Maozhang³⁾

1) *Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing, 100037*; 2) *Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037*;
3) *912 Geological Party, Jiangxi Bureau of Exploration and Development for Geology and Mineral Resources, Yintan, 335000*; 4) *National Research Center of Geoanalysis, CAGS, Beijing, 100037*

Abstract

Xiongjiashan molybdenum deposit in the western slope of the Wuyi mountain has shown particular feature of molybdenum mineralization. The molybdenum mineralization occurred in Caledonia granite and metamorphic rocks of Sinian system and the ores comprise molybdenite-quartz vein, molybdenite-chalcopyrite-quartz vein, molybdenite-fluorite-quartz vein and molybdenite vein types. Those veins all occurred in structure cranny. Re-Os dating of molybdenites yields model ages between 151.7~161.6 Ma and an isochron age of 152 ± 20 Ma, which shows that the deposit formed in the Early Yanshanian. By comparison with the published data of the rhenium content of molybdenites in the Mo-bearing copper lead zinc silver polymetallic deposits related to granite in China, it is proposed that the ore materials of the Xiongjiashan molybdenum deposit originated from the pure crust source and indicates that the metallogenic setting of the deposit was belong to Wuyi metallogenic belt, but not northeastern Jiangxi metallogenic belt.

Key words: Re-Os age; molybdenum deposit; metallogenic setting; Xiongjiashan; Jiangxi province

