

李靖辉. 河南嵩县大石门沟钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及地质意义[J]. 中国地质, 2014, 41(4): 1364-1374.

Li Jinghui. Re-Os isotopic dating of molybdenites from the Dashimengou molybdenum deposit in Songxian County, Henan Province, and its geological significance [J]. Geology in China, 2014, 41(4): 1364-1374(in Chinese with English abstract).

# 河南嵩县大石门沟钼矿床 辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及地质意义

李靖辉

(河南省核工业地质局, 河南 信阳 464000)

**摘要:**河南省嵩县大石门沟钼矿床是近年来在豫西地区新发现的大型钼矿床,采用辉钼矿 Re-Os 精细测年技术,对与成矿相关的5个含辉钼矿角砾岩样品、3个含辉钼矿的破碎石英样品进行同位素年代学测定,获得了模式年龄:模式年龄变化范围(156.1±3.4)~(228.0±4.1)Ma,模式年龄明显分为2组:一组为(208.4±3.1)~(228.0±4.1)Ma,平均年龄(218.07±4.3)Ma,加权平均年龄(217.1±8.5)Ma,另一组为(156.1±3.4)~(160.9±3.3)Ma,平均年龄(158.6±3.35)Ma,加权平均年龄(158.6±4.7)Ma。结果表明,大石门沟钼矿成矿时代为印支期、燕山晚期。2个期次的成矿作用又与该区隐爆角砾岩的两次隐爆有关。印支期的成岩成矿发生在东秦岭钼矿带碰撞造山后的构造体制从挤压到伸展的转折期,上地幔、下地壳的部分熔融产物上涌在地壳薄弱的NW向与NE向构造交叉部位隐爆产生。燕山晚期成矿作用继承、改造和叠加印支期成矿作用,两者一起构成东秦岭钼矿带中生代成矿作用大爆发的完整旋回。

**关键词:**辉钼矿 Re-Os 年龄;大石门沟隐爆角砾岩型钼矿;地球动力学背景;东秦岭

**中图分类号:**P618.65;P597.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2014)04-1364-11

东秦岭地区是中国著名的钼矿成矿区,区内分布有著名的金堆城钼矿田<sup>[1-3]</sup>、南泥湖钼矿田<sup>[4-6]</sup>、雷门沟钼矿床<sup>[7]</sup>以及东沟钼矿床<sup>[8]</sup>、千鹤冲钼矿床<sup>[9]</sup>、汤家坪钼矿床<sup>[10]</sup>等。这些钼矿床均形成于中生代,以斑岩矽卡岩型为特色,围岩主要为元古代地层。20世纪80年代,在豫西嵩县西北黄水庵地段,原河南地调一队曾以黄水庵提交中型钼矿床报告,因勘查控制程度不够,而未被评审备案。本世纪初至今,随着勘查工作的不断深入,河南省核工业地质局在大石门沟地区,包括黄水庵地段的太古宙太华岩群变质岩中发现大石门沟大型钼矿床。但该矿床研究程度较低,尤其是其成矿时代不清、动力学背景不明<sup>[11-13]</sup>。为此,笔者对该钼矿床进行了初步研究,

测定了该矿床中辉钼矿的年龄,并对其地质意义进行了探讨。

## 1 区域地质背景

秦岭构造带地处中国中部(图1),呈东西向展布,是华北板块与扬子板块之间的汇聚带<sup>[14-15]</sup>。东秦岭区内洛南—栾川—方城断裂和商南—丹凤深大断裂把东秦岭由南到北分为南秦岭褶皱带、北秦岭褶皱带和华北克拉通南缘3个构造单元。东秦岭钼矿主要分布于华北克拉通南缘。华北克拉通南缘具有与华北克拉通基本相同的基底和盖层,其结晶基底主要由太古宙太华群和登封群组成,盖层主要为中元古代熊耳群火山岩及其上的中—新元古

收稿日期:2014-01-26;改回日期:2014-04-12

基金项目:河南省国土资源厅地质矿产科技公关项目(2011-622-8)资助。

作者简介:李靖辉,男,1972年生,高级工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:good-wood@163.com。

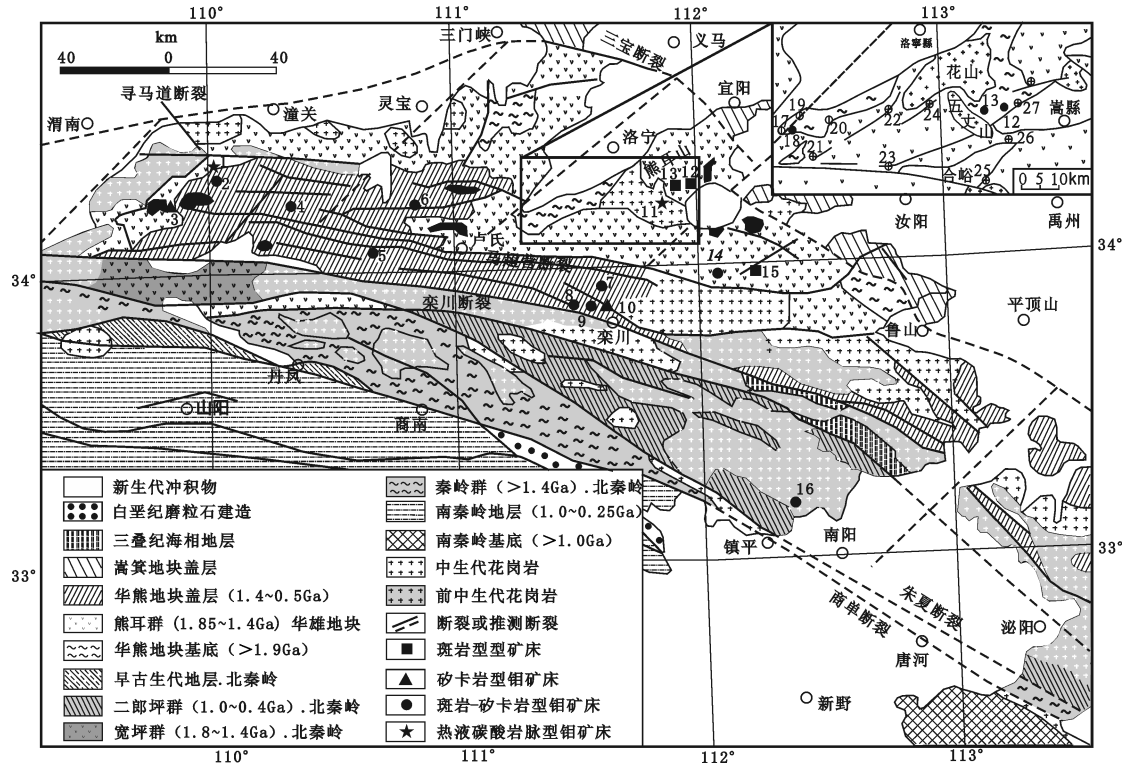


图1 东秦岭钼矿带钼矿床空间分布略图(据参考文献[22])

矿床名称: 1—黄龙铺; 2—石家湾; 3—金堆城; 4—木龙沟; 5—夜长坪; 6—银家沟; 7—上房沟; 8—马圈; 9—南泥湖; 10—三道庄; 11—石宝沟; 12—雷门沟; 13—大石门沟; 14—鱼池岭; 15—东沟; 16—秋树湾 17—沙沟; 18—寨凹; 19—嵩坪沟; 20—铁炉坪; 21—康山; 22—上宫; 23—红庄; 24—青岗坪; 25—前河; 26—瑶沟; 27—祁雨沟

Fig.1 Schematic map showing tectonics and distribution of molybdenum deposits in East Qinling (modified after Reference [22])

Deposit name: 1—Huanglongpu; 2—Shijiawan; 3—Jinduicheng; 4—Mulongguo; 5—Yechangping; 6—Yinjiagou; 7—Shangfanggou; 8—Maquan; 9—Nannihu; 10—Sandaozhuang; 11—Shibaogou; 12—Leimengou; 13—Dashimengou; 14—Yuchiling; 15—Donggou; 16—Qiushuwan; 17—Shagou; 18—Zhaiao; 19—Haopingou; 20—Tieluping; 21—Kangshan; 22—Shanggong; 23—Hongzhuang; 24—Qinggangping; 25—Qianhe; 26—Yaogou; 27—Qiyugou

代碎屑岩-碳酸盐岩沉积地层。东秦岭造山带以东向西向构造为主, 叠加北北东向构造。以马超营断裂为界, 将东秦岭钼矿带分为南、北2个成矿亚带: 北亚带赋矿层位较低, 以斑岩、热液碳酸盐脉型矿床为主, 南亚带赋矿层位略高, 矿床类型为斑岩、砂卡岩型<sup>[16-17]</sup>。

## 2 矿床地质特征

嵩县大石门沟钼矿床位于嵩县西北部、洛宁县东南部(图2), 为一隐爆角砾岩型钼矿床<sup>[11]</sup>, 隐爆角砾岩体位于五丈山岩体东部、花山岩体南部的夹持部位, 产于太古宇太华群片麻岩系地层。黄水庵背形, 出露在安沟—黄水庵一带, 向SE倾伏, 轴向320°左右, NE翼倾角稍陡30°~35°, 南西翼倾角略缓, 为20°~36°, 核部岩性混合岩化强烈。区内断裂构造,

按其走向大致分为NE向, NNE向、NW向、NNW向及近EW向5组。以NE向规模最大, 且最发育, NW向次之, 在不同程度上控制着钼、金矿的分布, 其余3组规模较小。

其西部的五丈山花岗岩( $\gamma_s^2$ ), 呈NW-SE向舌状展布, 侵入于太古代太华群片麻岩和中元古代熊耳群安山岩地层中, 为一晚侏罗世花岗岩基, 面积约61 km<sup>2</sup>。五丈山岩体 $\delta$ 值为3.22, 属富碱(尤其富钾质)、SiO<sub>2</sub>过饱和以及铝过饱和的钙碱性系列二长花岗岩<sup>[18]</sup>, 属岩浆成因的I型花岗岩, 同位素年龄(156.8±1.2)Ma<sup>[19]</sup>。其北部的花山花岗岩基, 位于洛宁、嵩县和宜阳3县交界处, 为一早白垩世花岗岩基<sup>[20]</sup>, 岩体在平面上呈NE-SW向肾状分布, 面积约280 km<sup>2</sup>, 为多次岩浆活动所形成的复式岩体。花山花岗岩里特曼组合指数( $\sigma$ )2.3~3.2, 均小于3.3,  $\delta$

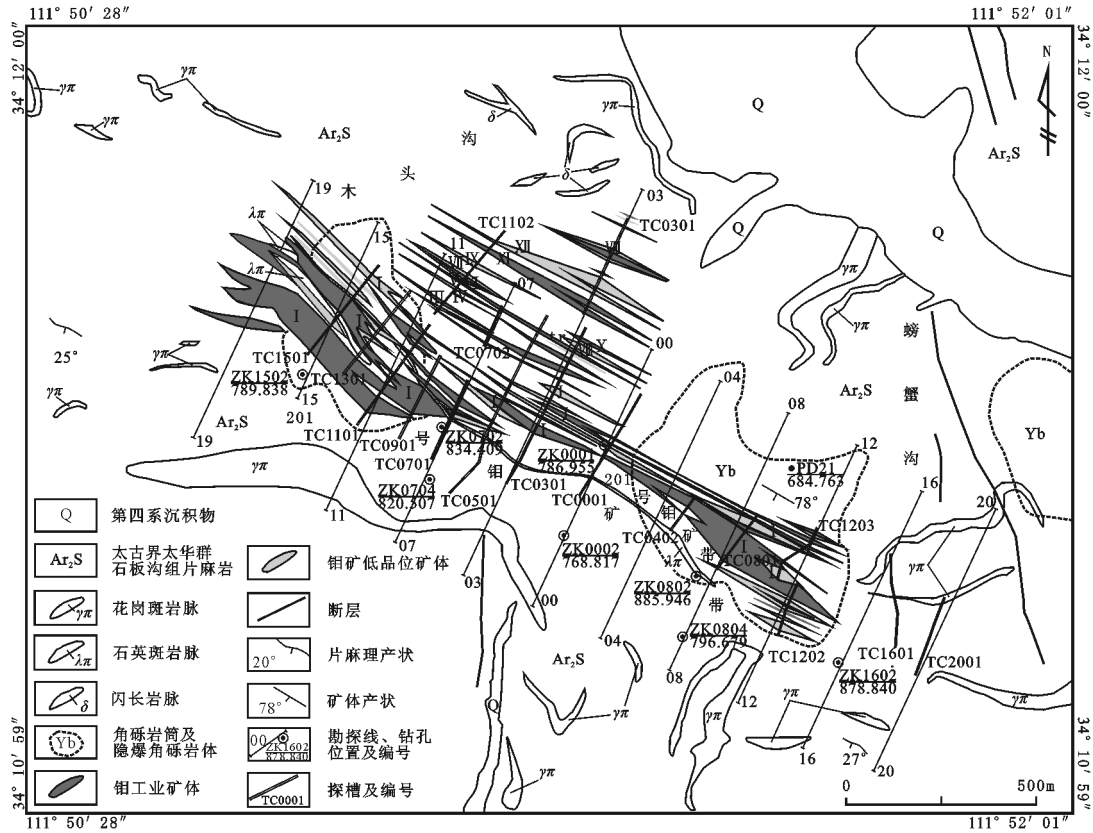


图2 大石门沟钼矿床地质简图  
Fig.2 Simplified geological map of the Dashimengou Mo deposit

值为4.11,属富碱(富钾质)、SiO<sub>2</sub>过饱和、铝过饱和的钙碱性二长花岗岩属I型花岗岩,同位素年龄为(130.7±1.4)Ma<sup>[21]</sup>。

钼矿体产于太华群片麻岩内的呈NWW 280°~310°走向隐爆角砾岩带中,倾向SW,倾角78°~82°,矿体长约1600 m,平均水平厚度187 m,钼矿化赋存在角砾岩的胶结物中,多呈浸染状,局部见细脉状分布,钼矿床平均品位0.062%,形似脉状矿体,控制标高+860~-110 m,矿体最大垂深1080 m,最大倾斜延伸880 m。普查、详查累计探明资源/储量已达40余万t。

主要金属矿物有辉钼矿、黄铁矿、方铅矿、闪锌矿;主要脉石矿物有石英、方解石、萤石、钾长石、斜长石、黑云母、绢云母、绿泥石、重晶石、硅灰石、石榴子石;主要氧化矿物有铅钒、褐铁矿、彩钼铅矿、钼华。

围岩热液蚀变以面型为主要特征,主要为硅化、钾长石化、黄铁矿化、黑云母化、碳酸盐化、矽卡

岩化、萤石化、重晶石化、绢云母化、绿泥石化、绿帘石化,钼矿化与硅化、钾长石化、黄铁矿化、碳酸盐化、矽卡岩化关系密切,是重要围岩蚀变标志。在蚀变强烈地段,常出现对称分带现象,中心主要是硅化、黄铁矿化及碳酸盐化,两侧则过渡为钾化,绢云母化及绿泥石化。

### 3 辉钼矿 Re-Os 测年

#### 3.1 样品的采集与分析方法

样品采集考虑了不同空间、不同深度,以保证所取样品的代表性和可靠性。8件新鲜辉钼矿样品,均取自于坑道平硐和钻孔中,其中PD21坑道(坑口坐标: E111.5121°, N34.1130°, H684.76 m)2件,样号DB004、DB004-2,为含辉钼矿化黄铁矿化硅化钾化蚀变角砾岩,PD51坑道(坑口坐标: E111.5042°, N34.1119°, H691.09 m)4件,样号为DB029-4、DB008、DB008-1和DB011,前3件为含辉钼矿破碎石英和1件含辉钼矿化、黄铁矿化、硅

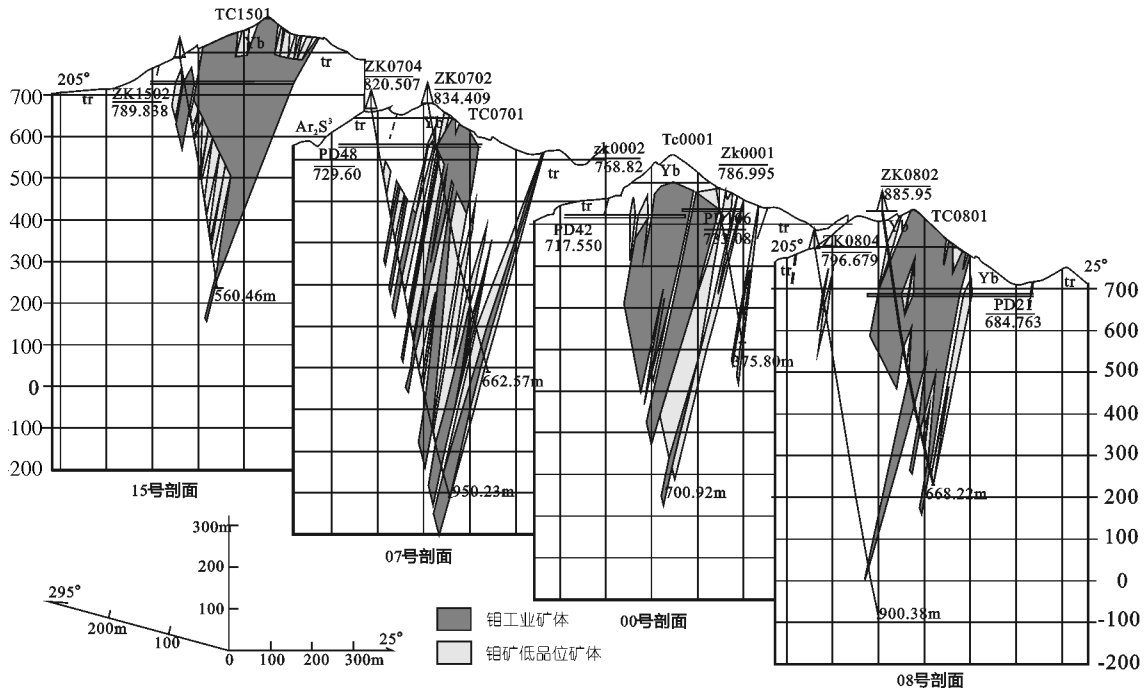


图3 大石门沟钼矿床联合剖面图

Fig.3 Combined profile of the Dashimengou molybdenum deposit

化、钾化蚀变角砾岩, ZK0903 (钻孔坐标: E111.5042°, N34.1136°, H840 m)孔深1196.4 m处样2件, 样号 ZK0903-35、ZK0903-33, 为含辉钼矿化复成分角砾岩。样品经粉碎处理并在双目镜下挑选, 得到纯度大于98%的辉钼矿粉末。

辉钼矿样品 Re-Os 含量的测定是在国家地质实验测试中心 Re-Os 同位素实验室进行。采用 Carius 管封闭溶样分解样品, 采用电感耦合等离子体质谱仪 TJA X-series ICP-MS 测试 Re-Os 比值。

具体操作步骤见相关文献<sup>[23-27]</sup>。样品熔样过程中的平均 Re、Os 空白分别小于 30 pg 和 0.5 pg, 普 Os 被检测到, 因此 Re、Os 同位素含量的测定没有受到影响。实验标准物质 GBW04436(JDC)和 BGW04435(HLP)被用于监测分析数据, 可证明分析数据的可靠性。

### 3.2 测试结果

8 件辉钼矿样品 Re-Os 同位素测试结果见表 1, 表 1 中的 Os 是根据原子量表<sup>[25]</sup>和同位素丰度表<sup>[26]</sup>,

表 1 大石门沟钼矿辉钼矿 Re-Os 同位素年龄  
Table 1 Molybdenite Re-Os isotope ages of the Dashimengou molybdenum deposit

样品编号	样重/g	Re/( $\mu$ g/g)		普 Os/(ng/g)		$^{187}\text{Re}/(\mu\text{g/g})$		$^{187}\text{Os}/(\text{ng/g})$		模式年龄/Ma		数据来源
		测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	测定值	不确定度	
DB004	0.05076	231.1	3.2	0.0079	0.0355	145.2	2	544.8	4.9	224.8	$\pm 4.2$	本文
DB029-4	0.05029	320.5	5.7	0.0053	0.0239	201.4	3.6	524.5	4.9	156.1	$\pm 3.4$	
DB008	0.05112	71.59	1.18	0.0052	0.0116	44.99	0.74	120.8	1	160.9	$\pm 3.3$	
DB008-1	0.05011	135.8	1.3	0.0053	0.0179	85.36	0.82	296.8	2.4	208.4	$\pm 3.1$	
DB004-2	0.05106	202	3.1	0.0052	0.0588	127	1.9	457.1	3.8	215.7	$\pm 4.1$	
DB011	0.05066	191.6	4.1	0.0053	0.0178	120.5	2.5	427.5	4.1	212.6	$\pm 5.2$	
ZK0903-35	0.05005	425.3	8.5	0.1137	0.0301	267.3	5.4	976.5	8.8	218.9	$\pm 5.1$	[28]
ZK0903-33	0.05171	431.4	6.1	1.5957	0.0213	271.1	3.8	1032	8	228	$\pm 4.1$	
HS08-21	0.051	88.14	0.86	0.034	0.0138	55.40	0.54	196.71	1.58	212.8	$\pm 3.2$	
HS08-21	0.051	88.31	0.75	0.035	0.1191	55.50	0.47	194.82	1.73	210.3	$\pm 3.1$	
HS08-18	0.498	112.1	0.9	0.036	0.0408	70.43	0.55	245.95	1.95	209.2	$\pm 2.9$	
HS08-30	0.023	154.5	1.2	0.073	0.1925	97.11	0.74	334.33	2.80	206.3	$\pm 2.9$	

通过 $^{192}\text{Os}/^{190}\text{Os}$ 测量比计算得出。模式年龄 $t$ 按下式计算: $t=1/\lambda [\ln(1+^{187}\text{Os}/^{187}\text{Re})]$ ,其中 $\lambda$ ( $^{187}\text{Re}$ 衰变常数) $=1.666\times 10^{-11}\text{a}^{-1}$ 。

其模式年龄变化范围(156.1±3.4)~(228.0±4.1) Ma,模式年龄明显分为2组:一组为(208.4±3.1)~(228.0±4.1) Ma,平均年龄(218.07±4.3) Ma,加权平均年龄(217.1±8.5) Ma;另一组为(156.1±3.4)~(160.9±3.3) Ma,平均年龄(158.6±3.35) Ma,加权平均年龄(158.6±4.7) Ma。其总平均年龄(203.18±4.06) Ma与黄典豪2009年测得的模式年龄的加权平均值为(209.5±4.2) Ma非常近似<sup>[28]</sup>。

Re主要富集于地幔中,且Re的地球化学行为与Mo相似,在辉钼矿中能达到最大的富集程度,因此辉钼矿中Re元素的含量可以在一定程度上反映相关矿床的物质来源。

毛景文等在综合分析、对比了中国各种类型钼矿床中辉钼矿的铼含量后,总结认为从地幔到壳幔混源再到地壳,矿石中的含铼量呈10倍地下降,从幔源→I型→S型花岗岩有关的矿床,Re含量从 $10^{-4}\mu\text{g/g}$ → $10^{-5}\mu\text{g/g}$ → $10^{-6}\mu\text{g/g}$ 发生变化。因此,辉钼矿的Re含量可以指示成矿物质的来源<sup>[29]</sup>。大石门沟钼矿床8个样品分析结果中,Re含量各有1个样小于 $100\mu\text{g/g}$ ,余者均在 $135.8\sim 431.4\mu\text{g/g}$ ,平均值分别为(251.16±4.15) $\mu\text{g/g}$ ,表明大石门沟钼矿Re含量,既显示地幔来源特征,又混有壳幔来源特征。

黄典豪认为通过对该区C、O、Sr、Nd、Pb同位素组成、REE含量及辉钼矿Re-Os测定结果认为,东秦岭钼矿带区域的陆壳之下很可能存在有EM I,含矿的碳酸盐脉是源于EM I的碱性硅酸盐-碳酸盐熔体-溶液结晶分异的产物,源于EM I的钼(铅)富集成矿是热液阶段含矿流体充填-交代的结果<sup>[28]</sup>。

## 4 成矿时代与动力学背景

### 4.1 秦岭钼矿带的成矿时代

根据秦岭钼成矿带不同地区、不同矿床的成矿时代研究:大致可以分为晋宁成矿期、加里东成矿期、印支成矿期和燕山成矿期<sup>[30-31]</sup>。而卢欣祥等认为印支成矿作用在秦岭是十分明显的,并将东秦岭地区中生代主要金属矿床划分为一个成矿系列,与中生代构造-岩浆活动有关Mo(Re)、W、Nb、U、Fe(V、Ti)、Au、Pb、Zn、Ag多金属矿床系列,5个成矿亚系列<sup>[32]</sup>,秦岭造山带的印支期矿床仅在河南就有上宫、前河、庙岭、大湖等大型金矿,和大石门沟钼矿、大湖钼矿、秋树湾铜-钼矿、大河锑矿以及陕西黄龙钼矿、甘肃温泉钼矿。

大石门沟钼矿主要产于隐爆角砾岩体中,虽在数十个钻探工程(最深钻孔1300 m)中没有发现印支期的斑岩体,但钼矿(化)体主要赋存在隐爆角砾岩体中,钼成矿作用、成矿时代、矿化类型与隐爆角砾岩体之间有密切相关性,因此,钼成矿活动期次与岩浆气液隐爆活动进而与隐爆角砾岩体形成的期次性具有等效性。

根据大石门沟钼矿Re-Os测年,可以大致判断该钼矿床的成矿时代。通过辉钼矿Re-Os同位素数据测量结果的平均模式年龄值,显示本矿区钼矿的形成具有多期次性。

根据表1钼成矿年龄的分期性特征,大石门沟钼矿床成矿岩浆气液隐爆活动的期次为2期(表2),2个隐爆期次的间隔时间约为58 Ma。由此表明,本矿区发生岩浆气液隐爆以及隐爆角砾岩的形成时间在印支运动早期的晚三叠世(228~208.4 Ma)和燕山晚期(160.98~156.2 Ma)。印支期气液隐爆深度

表2 大石门沟钼矿床岩浆气液隐爆期次的划分、时间及隐爆特征

Table 2 Division of cryptoexplosive periods, time spans and characteristics of cryptoexplosion of magmatic gas-liquid in the Dashimengou molybdenum deposit

气液隐爆期次	隐爆特征	隐爆阶段对应测样及年龄	
		测样编号	Re-Os 同位素年龄/Ma
第一期隐爆 (205.2~228.5Ma)	早期隐爆、蚀变大角砾	ZK0903-33	228±4.1
		DB004	224.8±4.2
	复成分角砾、强浸染状矿化	DB011	212.6±5.2
		DB004-2	215.7±4.1
		ZK0903-35	218.9±5.1
第二期隐爆 (152.7~162.4Ma)	脉状矿化	DB008-1	208.4±3.1
	多金属矿化	DB008	160.9±3.3
	脉状钼矿化,伴有绿帘石化	DB029-4	156.1±3.4

相对较浅、范围较大,燕山晚期气液隐爆平面上套合于印支期隐爆角砾岩体内,范围相对较小,但深度相对较深。在PD21为印支期复成分(片麻岩和石英)角砾岩中胶结物呈浸染状的辉钼矿化,在PD51为燕山晚期石英角砾岩中呈细脉状和浸染状的辉钼矿化(图4),并在本矿区隐爆角砾岩体震碎的碎裂岩中,燕山晚期石英脉沿不同方向的裂隙和破碎带的贯入、充填,可能是其西部的五丈山岩体、

东部雷门沟斑岩 132 Ma 和祁雨沟金矿角砾岩体 119 Ma(表3)活动在燕山晚期在大石门沟钼矿床的一种响应(图5)。因此,燕山晚期成矿作用对印支期成矿作用的继承、改造与叠加十分明显<sup>[32]</sup>。

#### 4.2 成矿的动力学背景

随着该区钼矿勘查的深入进行,研究程度和控制程度逐步提高,对其成因认识也逐步明朗。对嵩县大石门沟钼矿床成因,存在着3种认识:一种认为

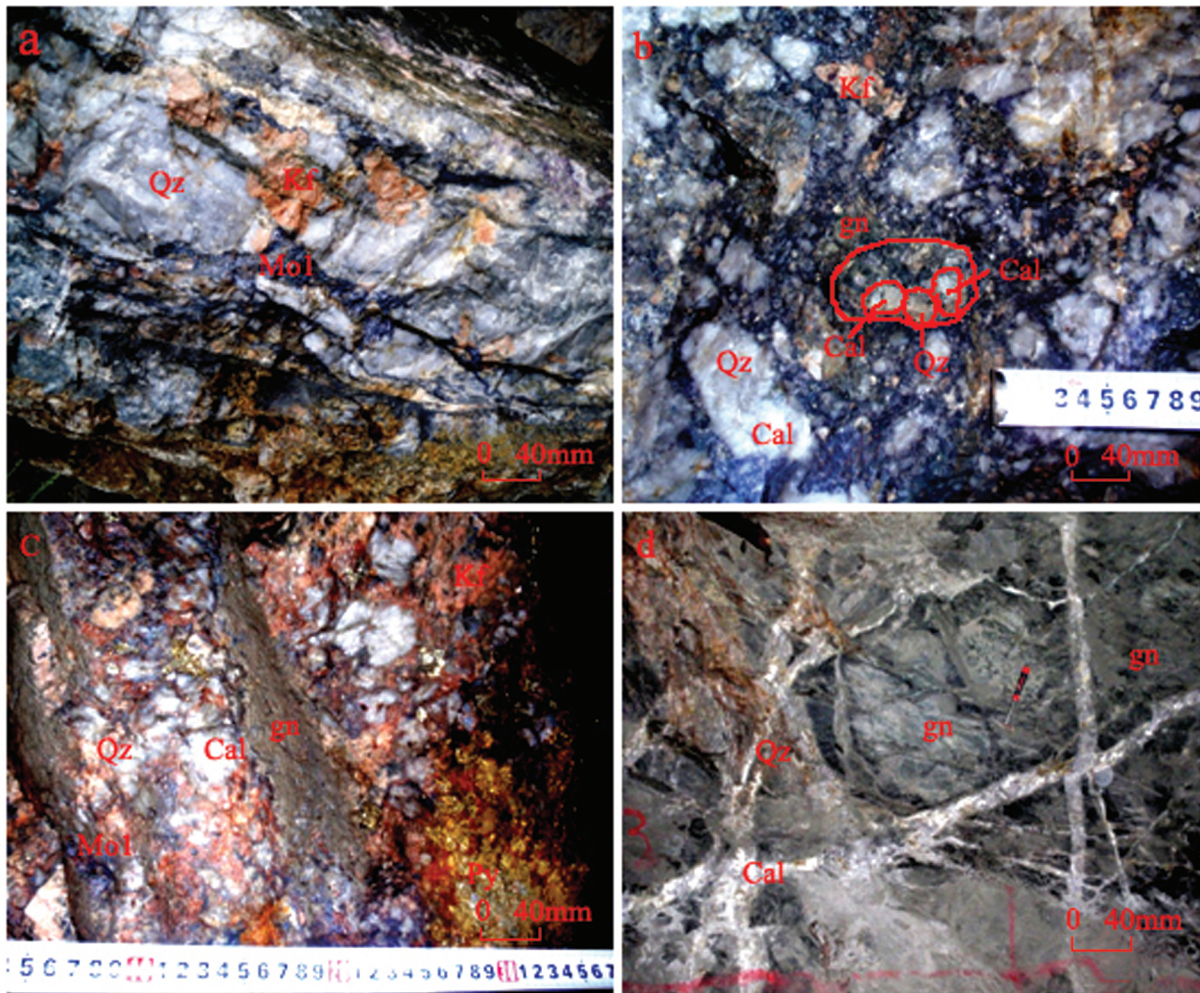


图4 大石门沟角砾岩及方解石石英脉

a—PD49坑道内的辉钼矿呈细脉、小囊状产于石英、方解石、钾长石角砾岩间;b—PD51坑道内6 cm“大”的角砾包含2~3 cm“小”的长石、石英角砾;c—PD49坑道内的浸染状辉钼、黄铁矿呈团块状赋存于方解石、石英、钾长石及片麻岩角砾胶结物中;d—PD51坑道内的强硅化片麻岩中网脉状方解石-石英脉;

Qz—石英;Cal—方解石;Kf—钾长石;Py—黄铁矿

Fig.4 Breccia and calcite quartz veins in Dashimengou

a—Stringer and utricles molybdenite occurring in breccias of quartz, calcite and K-feldspar in PD49 adit; b—6 cm breccia containing small breccia of feldspar and quartz between 2 cm and 3 cm in size in PD51 adit; c—Crumb disseminated molybdenum and pyrite among the cement of quartz, K-feldspar and gneiss breccia in PD49 adit; d—Stockwork calcite-quartz vein in strongly silicified gneiss in PD51 adit; Qz—Quartz;

Cal—Calcite; Kf—K-feldspar; Py—Pyrite

表3 几个典型矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄  
Table 3 Molybdenite Re-Os isotopic dating results of some typical deposits

矿床	测试矿物	样品数	测试方法	年龄/Ma	资料来源
雷门沟钼矿床	辉钼矿	2	Re-Os	132.4±2.0	[33]
	锆石	11	SHRIMP	136.2±1.5	[19]
祁雨沟金矿	锆石		U-Pb	119.6±7.5	[34]
大湖金-钼矿床	辉钼矿		Re-Os	223.0~232.9	[35]

与燕山晚期花岗斑岩有关的方解石-石英脉型 Mo-Pb-U 矿床<sup>[13]</sup>;第2种认为热液碳酸盐脉 Mo-Pb 矿床<sup>[19]</sup>;第3种是认为与黄龙铺 Mo(Pb)矿一样同属碳酸岩脉型钼矿床<sup>[28]</sup>。在该区及其西北安沟地区进行了多批次的数十个孔的钻探工作,钻孔最深控制达 1300 m,仍然没在钻孔中见到隐伏的印支期或燕山期斑岩体,这与推测在其中、深部存在燕山期斑岩不一致。

张国伟等把秦岭造山带分成前造山、主造山、后造山3个大的构造演化时期,不同的演化时期具有不同的构造体制,并形成不同的构造岩和单元。秦岭造山带的印支构造运动,发生了一系列沉积记录、印支同碰撞花岗岩、印支末期环斑花岗岩、碱性岩、碱性花岗岩、A型花岗岩和煌斑岩等地质事件<sup>[36]</sup>。

毛景文等提出华北克拉通及其邻区的中生代金属矿床大规模成矿作用出现在 200~160 Ma、140 Ma 左右和 130~110 Ma 3个时期<sup>[37]</sup>。通过对中生代地球动力学演化的分析研究,认为这三大成矿期所对应的地球动力学背景分别为华北板块与扬子板块的碰撞造山后陆内造山和伸展过程、南北主应力场向东西主应力场构造体制大转折和东西向岩石圈大规模减薄作用。

自加里东运动开始,直到三叠纪早期,华北克拉通一直处于稳定发展阶段,同位素测年及其他资料表明:扬子克拉通与华北克拉通在 238~218 Ma 之间实现碰撞对接<sup>[38-39]</sup>,之后开始碰撞造山作用,导致一系列东西向大断裂向北的陆内俯冲活动,区内俯冲深度达地幔的栾川-固始深断裂及台缘区的马超营壳层大断裂也加入了这组 A 型俯冲带的活动。在 A 型俯冲过程中,深切上地幔的深大断裂带,将岩石圈中的地幔薄弱带连接成树枝状网络,为新生软流体上升提供了良好的通道,打破了岩石圈原有的“平衡”,出现强烈的热、化学、流体及应力不平衡,其内有大规模流体渗入,并通过壳-幔相互作用而发生强烈深熔作用,形成以重熔太华群为主

体的大规模剪切深熔花岗岩体。碰撞造山作用结束于侏罗纪,约 160 Ma,受特提斯构造域和太平洋构造域构造动力的此弱彼强的影响,整个中国大陆中东部的区域构造体制发生转换<sup>[40-42]</sup>,从印支期以近 EW 向构造为主, NNE-近 NS 向构造为次进入以 NNE-近 NS 向构造为主,近 EW 向构造为次的构造-动力体制大转换的时期<sup>[36]</sup>。包括东秦岭在内的华北地台南缘转入 EW 向伸展构造环境。熊耳山地区印支-燕山期的岩浆活动规律上也可以反映出这一时期构造活动的特点:印支期时,在嵩县南部出现了磨沟小岩体(4 km<sup>2</sup>的正长岩株)及一系列 EW 走向为主的正长岩脉侵入,以及与此有关的区域性钾交代活动,它们属于挤压间歇期地壳局部伸展时的深源产物;侏罗纪时,嵩县中西部五丈山正长花岗岩体开始侵位;白垩纪早期熊耳山核部嵩坪花岗岩基侵入,稍后又有花山、合峪花岗岩体与众多的花岗斑岩岩株、岩脉广泛侵位。此外,白垩纪早期沿三鲁断裂还出现过中-酸性岩浆广泛的喷出活动。岩浆活动由早而晚逐渐增强,岩浆成分由碱性-偏碱性-钙碱性依次演化,表明了这一时期板块间作用形式的转化,挤压造山活动渐趋缓和,伸展活动逐渐加强,成岩物质的物源逐步由深部转向较浅部<sup>[43]</sup>。区内盆地的发育,则是这一构造转换的又一佐证,三叠纪-侏罗纪,豫西地区基本没有盆地发育,早白垩世突然有大量小型断陷盆地出现,从白垩纪经古近纪至新近纪,小盆地逐渐合并,最终演化为规模较大的南阳山前断陷盆地,表明该区总体上处于伸展拉张状态。

大石门沟隐爆角砾岩型钼矿床就是在印支主造山期后,在 228~208.4 Ma 的三叠世,当造山作用由挤压向伸展转折阶段,熊耳山地区处于减压增温的特殊构造体制下,地幔软流圈物质在区域栾川、马超营深大断裂 A 型俯冲下上涌,并底侵于下至上地幔、下地壳而诱发以上地幔为主带有下地壳物质的部分熔融,由于软流圈的减压和对地壳的加热效

应和岩浆的出熔作用,形成高温含矿临界-超临界气液,在太华群片麻岩中沿构造薄弱带-NW向的张性断裂上升到地壳浅部发生第一次隐爆,岩浆冷凝结晶分异出成矿流体充填和交代因隐爆产生由隐爆中心、向周围产生的角砾岩、碎裂岩基碎块岩,使成矿元素富集在以隐爆中心为主、隐爆周围为辅的成矿格局。

在燕山运动的晚期(160 Ma的晚侏罗世),受特提斯构造域和太平洋构造域构造动力此弱彼强的影响,整个中国大陆中东部的区域构造体制发生转换,从印支期以近EW向构造为主、NNE-近NS向构造为次进入以NNE-近NS向构造为主、近NW向构造为次的构造-动力体制大转换的时期:①构造体制上经历了从古生代EW向构造格局转变到中生代早期的NNE向构造格局,由挤压为主到伸展为主的构造体制转变。②动力学体制经历了由古生代一中生代早期由同陆块的拼合转变为陆内构造为主。大洋板块的俯冲作用和深切至地幔的郯庐断裂的左行走滑运动使地幔对流平衡和岩石圈状态平衡遭到破坏,幔源岩浆与地壳重熔的岩浆混合形成花岗质岩浆,形成比较典型的同熔型或I型花岗岩。这些成矿的花岗质岩浆不仅经历了强烈的分异演化,而且高侵位且未发生喷发作用,使挥发组分和成矿元素得以保存,形成东秦岭地区的钼矿床。尽管成矿带宏观上表现为EW向,但控矿主断裂为NNE向,如八卦庙金矿,印支期矿体呈NW-SE向,燕山期矿体为NE向。这一期大规模成矿作用的控矿构造、相关的深源花岗岩体和盆地演化一致表明它们形成于构造转折的晚期,受伸展构造应力场的制约。在此阶段,大石门沟地区,发生了第2次隐爆,但本区NE向钼矿化不明显,表现出成矿的改造和叠加。

大石门沟隐爆角砾岩型钼矿床形成明显早于五丈山岩体和花山岩体。本区东部的雷门沟斑岩钼矿岩体形成于(136.2±1.5) Ma,钼矿床形成于(132.4±1.9) Ma<sup>[21]</sup>,东南的祁雨沟金矿角砾岩体119 Ma,钼矿床形成于(126±11) Ma<sup>[41]</sup>。由于五丈山岩体、花山岩体、雷门沟斑岩和祁雨沟角砾岩体,均产在大石门沟钼矿5~10 km范围内,燕山晚期岩体的侵入必定会对钼矿化的再次改造和叠加,成矿作用对印支期成矿作用的改造与叠加十分明显。

## 5 结 论

(1)通过对大石门沟钼矿床 Re-Os 同位素系统研究,测出 Re-Os 同位素总平均年龄为(203.18±4.06) Ma,与黄典豪2009年测得的模式年龄的加权平均值(209.5±4.2) Ma非常近似。成矿作用发生在印支期和燕山期,燕山期成矿作用对印支期成矿起到继承、改造和叠加作用。成矿作用与该区隐爆角砾岩二次隐爆密切相关,指明该区的找矿工作应该围绕隐爆角砾岩开展。

(2)成矿动力学地质背景表明,印支期成矿作用是中国大陆构造转折期的一种地质效应,是中生代大规模成矿作用的开始和先导。大石门沟钼矿床形成印支期碰撞造山后构造体制由挤压缩短向区域性拉张伸展的转化时期,成矿作用与岩石圈的不稳定,发生拆沉减薄,软流圈物质上涌到地壳浅部,导致大规模成矿。燕山期成矿作用是对印支期成矿作用的继承、改造和叠加。

(3)大石门沟钼矿床的发现具有重要意义:作为印支期成矿的重要一员,引导我们在聚焦燕山期成矿作用的同时,更加关注东秦岭的印支期成矿作用,东秦岭钼矿带印支期矿床找矿潜力较大。

**致谢:**审稿专家及编辑部杨艳老师对文章提出了宝贵修改意见,在此一并致以诚挚的谢意!

### 参考文献(References):

- [1] 严芳玲. 金堆城钼矿床中辉钼矿的产出特征[J]. 中国钼业, 1998, 2: 18-20.  
Yan Fangling. Characteristics of molybdenite in Jinduicheng molybdenum mineral deposits[J]. China Molybdenum Industry, 1998, 2: 18-20(in Chinese with English abstract).
- [2] 李厚民, 陈毓川, 叶会寿, 等. 东秦岭一大别地区中生代与岩浆活动有关 Mo(W)-Au-Ag-Pb-Zn 矿床成矿系列[J]. 地球学报, 2008, 82(11): 1468-1477.  
Li Houmin, CHEN Yuchuan, YE Huishou, et al. Mo(W), Au, Ag, Pb, Zn minerogenetic series related to Mesozoic magmatic activities in the East Qinling-Dabie mountains[J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(11): 1468-1477(in Chinese with English abstract).
- [3] 朱赖民, 张国伟, 李森, 等. 与秦岭造山带有关的几个关键成矿事件及其矿床实例[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2009, 39(3): 381-391.  
Zhu Laimin, Zhang Guowei, Li Ben, et al. Some key metallogenetic events of Qinling orogenic belt and their deposit examples[J]. Journal of Northwest University (Natural Science



- Editon), 2009, 39(3): 381-391(in Chinese with English abstract).
- [4] 杨永飞, 李诺, 杨艳. 河南省栾川南泥湖斑岩型钨钼矿床流体包裹体研究[J]. 岩石学报, 2009, 25(10): 2550-2562.  
Yang Yongfei, Li Nuo, Yang Yan. Fluid inclusion study of the Nannihu porphyry Mo-W deposit, Luanchuan county, Henan Province[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(10): 2550-2562(in Chinese with English abstract).
- [5] 石英霞, 李诺, 杨艳. 河南省栾川县三道庄钨钼矿床地质和流体包裹体研究[J]. 岩石学报, 2009, 25(10): 2575-2587.  
Shi Yingxia, Li Nuo, Yang yan. Ore geology and fluid inclusion geochemistry of the Sandaozhuang Mo-W deposit in Luanchuan county, Henan Province[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(10): 2575-2587(in Chinese with English abstract).
- [6] 杨艳, 张静, 杨永飞, 等. 栾川上房沟钨钼矿床流体包裹体特征及其地质意义[J]. 岩石学报, 2009, 25(10): 2563-2574.  
Yang Yan, Zhang Jing, Yang Yongfei. et al. Characteristics of fluid inclusions and its geological implication of the Shangfanggou Mo deposit in Luanchuan county, Henan Province[J]. Acta Petrologica Sinica, 2009, 25(10): 2563-2574(in Chinese with English abstract).
- [7] 陈小丹, 叶会寿, 汪欢. 豫西雷门沟斑岩钨钼矿床钾长石化蚀变特征及其成矿意义[J]. 中国钨业, 2012, 26(3): 478-489.  
Chen Xiaodan, Ye Huishou, Wang Huan. Alteration characteristics of K-feldspar in Leimengou porphyry Mo deposit in western Henan Province and its insight into metallogenetic process, China[J]. Molybdenum Industry, 2012, 26(3): 478-489(in Chinese with English abstract).
- [8] 付治国, 宋要武, 鲁玉红. 河南汝阳东沟钨钼矿床控矿地质条件及综合找矿信息[J]. 地质与勘探, 2006, 42(2): 33-38.  
Fu Zhiguo, Song Yaowu, Lu Yuhong. Ore-controlling geology condition and prospecting information of Donggou Mo deposit in Ruyang, Henan Province[J]. Geology and Exploration, 2006, 42(2): 33-38(in Chinese with English abstract).
- [9] 杨艳, 张静, 刘家军, 等. 河南汤家坪钨钼矿床流体成矿作用研究[J]. 中国地质, 2008, 35(6): 1239-1249.  
Yang Yan, Zhang Jing, Liu Jiajun, et al. Hydrothermal metallogeny of the Tangjiaping molybdenum deposit, Henan Province[J]. Geological Science and Technology Information[J]. Geology in China, 2008, 35(6): 1239-1249(in Chinese with English abstract).
- [10] 杨梅珍, 曾键年, 覃永军, 等. 大别山北缘千鹅冲斑岩型钨钼矿床锆石 U-Pb 和辉钨矿 Re-Os 年代学及其地质意义[J]. 地质科技情报, 2010, 29(5): 35-45.  
Yang Meizhen, Zeng Jiannian, Qin Yongjun, et al. LA-ICP-MS zircon U-Pb and molybdenite Re-Os dating for Qian'echong porphyry-type Mo deposit in northern Dabie, China, and its geological significance[J]. Geological Science and Technology Information, 2010, 29(5): 35-45(in Chinese with English abstract).
- [11] 李法岭. 河南大别山北麓千鹅冲特大隐伏斑岩型钨钼矿床地质特征及成矿时代[J]. 矿床地质, 2011, 30(3): 457-468.  
Li Faling. Geological characteristics and metallogenetic epoch of Qian'echong large-size porphyry Mo deposit at the northern foot of Dabie Mountains, Henan Province[J]. Mineral Deposits, 2011, 30(3): 457-468(in Chinese with English abstract).
- [12] 李靖辉, 殷建武, 陈化凯, 等. 嵩县螃蟹沟沟隐爆角砾岩体与钨金矿成因的探讨[J]. 铀矿地质, 2008, 24(2): 85-89.  
Li Jinghui, Yin Jianwu, Chen Huakai, et al. Discussion on the genesis of cryptoexplosion breccia and Mo-Au metallization in Pangxiagou of Song County[J]. Uranium Geology, 2008, 24(2): 85-89 (in Chinese with English abstract).
- [13] 罗铭玖, 黎世美, 卢欣祥. 河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M]. 北京: 地质出版社, 2000: 81-100.  
Luo Mingjiu, Lishimei, Lu Xinxiang. Metallogenesis and Deposit Series of Main Resources of Henan Province[J]. Beijing: Geological Publishing House, 2000: 81-100(in Chinese with English abstract).
- [14] 张同林, 周晓玉. 嵩县大石门沟钨钼矿床地质特征及找矿前景分析[C]. 河南地球科学报, 2011: 27-31.  
Zhang Tonglin, Zhou Xiaoyu. Geological characteristics and ore-prospecting potential in Dashimengou molybdenum deposit, Songxian, Henan[C]. Geological Sinica of Henan, 2011: 27-31(in Chinese with English abstract).
- [15] 张国伟, 张宗清, 董云鹏. 秦岭造山带主要构造岩石地层单元的构造性质及其大地构造意义[J]. 岩石学报, 1995, 11(2): 101-114.  
Zhang Guowei, Zhang Zongqing, Dong Yunpeng. Nature of main tectono-lithostratigraphic limits of the Qinling orogen: Implications for the tectonic evolution[J]. Acta Petrologica Sinica, 1995, 11(2): 101-114(in Chinese with English abstract).
- [16] 张国伟, 董云鹏, 姚安平. 秦岭造山带基本组成与结构及其构造演化[J]. 陕西地质, 1997, 15(2): 1-14.  
Zhang Guowei, Dong Yunpeng, Yao Anping. The crustal compositions, structures and tectonic evolution of the Qinling orogen belt[J]. Geology in Shaanxi, 1997, 15(2): 1-14 (in Chinese with English abstract).
- [17] 胡受奚, 林潜龙, 陈泽铭. 华北与华南古板块拼合带地质和成矿[M]. 南京: 南京大学出版社, 1988: 442-489.  
Hu Shouxi, Lin Qianlong, Chen Zeming. Geological Conditions and Metallogenetic Mechanism of the Junction North and South China Plates[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 1988: 442-489 (in Chinese with English abstract).
- [18] 张邻素. 熊耳山南麓金成矿特征及找矿方向[M]. 核工业北京地质研究院科研报告, 1991: 50-112.  
Zhang Linsu. The Characteristics and Prospecting Direction of Gold Mineralization in Southeast of Xiong'er Foothill[M]. The Report of Beijing Research Institute of Uranium Geology, 1991: 50-112 (in Chinese with English abstract).
- [19] 李永峰, 毛景文, 胡华斌, 等. 东秦岭钨矿类型、特征、成矿时代及其地球动力学背景[J]. 矿床地质, 2005, 24(3): 292-304.  
Li Yongfeng, Mao Jingwen, Hu Huabin, et al. Geology, distribution, types and tectonic settings of Mesozoic molybdenum deposits in East Qinling area[J]. Mineral Deposits, 2005, 24(3): 292-304 (in Chinese with English abstract).
- [20] 王卫星, 邓军, 龚庆杰, 等. 豫西熊耳山五丈山、花山、合峪花岗岩体与金成矿关系[J]. 黄金, 2010, 31(4): 12-304.  
Wang Weixing, Deng Jun, Gong Qinjie, et al. Relationship of Wuzhangshan, Huashan and Heyu granite rockmass with gold mineralization, in Xiongershan area, western Henan Province [J].

- Gold, 2010, 31(4): 12–304 (in Chinese with English abstract).
- [21] 李永峰, 毛景文, 刘敦一, 等. 豫西雷门沟斑岩钨矿 SHRIMP 锆石 U-Pb 和辉钨矿 Re-Os 测年及其地质意义[J]. 地质论评, 2006, 52(1): 122–131.
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Liu Dunyi, et al. SHRIMP zircon U-Pb and molybdenite Re-Os datings for the Leimengou Porphyry Molybdenum Deposit, Western Henan and its geological implication[J]. Geological Review, 2006, 52(1): 122–131(in Chinese with English abstract).
- [22] 李诺, 陈衍景, 张辉, 等. 东秦岭斑岩钨矿带的地质特征和成矿构造背景[J]. 地学前缘, 2007, 14(5): 186–199.
- Li Nuo, Chen Yanjing, Zhang Hui, et al. The geological characteristics and tectonic setting of porphyry molybdenum deposit belt in East Qinling Mountains [J]. Earth Science Frontiers, 2007, 14(5): 186–199.
- [23] 杜安道, 何红蓼, 殷宁万, 等. 辉钨矿的铼-钨同位素地质年龄测定方法研究[J]. 地质学报, 1994, 68(4): 339–347.
- Du Andao, He Hongliao, Yin Ningwan, et al. A study on the rhenium-osmium geochronometry of molybdenites[J]. Acta Geologica Sinica, 1994, 68(4): 339–347 (in Chinese with English abstract).
- [24] Smoliar M I, Walker R.J and Morgan J W. Re-Os ages of group IIA, IIIA, IVA and VIB iron meteorites[J]. Science, 1996, 271: 1099–1102.
- [25] Luck J M. Allegre C J. The study of molybdenites through the  $^{187}\text{Re}-^{187}\text{Os}$  chronometer[J]. Earth Planet Sc. Letters, 1982, 61: 291–296.
- [26] Wieser M E. Atomic weights of the Elements 2005(Iupac Technical Report) [J]. Pure Appl. Chem., 2006, 78(11): 2051–2066.
- [27] Bohlkea J K, de Laeter J R, Bievre P D, et al. Isotopic compositions of the elements[J]. J. Phys. Chem. Ref. Data, 2001, 34(1): 57–67.
- [28] 黄典豪, 侯增谦, 杨志民, 等. 东秦岭钨矿带内碳酸岩脉型钨(钼)矿床地质-地球化学特征、成矿机制及成矿构造背景[J]. 地质学报, 2009, 83(12): 1968–1984.
- Huan Dianhao, Hou Zengqian, Yang Zhiming, et al. Geological and geochemical characteristics, metallogenetic mechanism and tectonic setting of carbonatite vein-type Mo (Pb) deposits in the East Qinling molybdenum ore belt[J]. Acta Geologica Sinica, 2009, 83(12): 1968–1984(in Chinese with English abstract).
- [29] 毛景文, 华仁民, 李晓波. 浅议大规模成矿作用与大型矿集区[J]. 矿床地质, 1999, 18(4): 291–299.
- Mao Jingwen, Hua Renmin, Li Xiaobo. A preliminary study of large-scale metallogenesis and large clusters of mineral deposits[J]. Mineral Deposits, 1999, 18(4): 291–299(in Chinese with English abstract).
- [30] 魏庆国, 原振雷, 姚军明, 等. 东秦岭钨矿带成矿特征及其与美国克莱马克斯-亨德森钨矿带的对比[J]. 大地构造与成矿, 2009, 33(2): 259–269.
- Wei Qingguo, Yuan Zhenlei, Yao Junming, et al. Characteristics of Mo deposits in the eastern Qinling and comparison with those in Climax-Henderson[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2009, 33(2): 259–269(in Chinese with English abstract).
- [31] 武广, 陈毓川, 李宗彦, 等. 东秦岭地区中生代主要矿床金属成矿系列及构造背景[J]. 矿床地质, 2012, 31(增刊): 49–50.
- Wu Guang, Chen Yuchuan, Li Zongyan, et al. The Mesozoic main deposit metal metallogenic series and tectonic setting of East Qinling area[J]. Mineral Deposits, 2012, 31(supp.): 49–50 (in Chinese with English abstract).
- [32] 卢欣详, 李明立, 王卫, 等. 秦岭造山带的印支运动及印支期成矿作用[J]. 矿床地质, 2008, 27(6): 763–773.
- Lu Xinxiang, Li Mingli, Wang Wei, et al. Indosinian movement and metallogenesis in Qinling orogenic belt[J]. Mineral Deposits, 2008, 27(6): 763–773(in Chinese with English abstract).
- [33] 李永峰, 毛景文, 白凤军, 等. Re-Os 同位素体系及其地质应用[J]. 地质与勘探, 2004, 40(1): 64–68.
- Li Yongfeng, Mao Jingwen, Bai Fengjun, et al. Re-Os isotopic system and its application in geology[J]. Geology and Prospecting, 2004, 40(1): 64–68(in Chinese with English abstract).
- [34] 任富根, 殷艳杰, 李双宝, 等. 熊耳裂陷印支期同位素地质年龄耦合性[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2001, 20: 286–288
- Ren Fugen, Yin Yanjie, Li Shuangbao, et al. The coupling character between isotopic geochronology of Indosinian Epoch in Xiong'er fault basin[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2001, 20(4): 286–288(in Chinese with English abstract).
- [35] 李厚民, 叶会寿, 毛景文, 等. 小秦岭金(钼)矿床辉钨矿铼-钨定年及其地质意义[J]. 矿床地质, 2007, 26(4): 417–424.
- Li Houmin, Ye Huishou, Mao Jingwen, et al. Re-Os dating of molybdenites from Au(-Mo) deposits in Xiaoqinling gold ore district and its geological significance[J]. Mineral Deposits, 2007, 26(4): 417–424(in Chinese with English abstract).
- [36] 张国伟, 张本仁, 袁学诚. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 1–261.
- Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng. Qinling Orogenic Belt and Continental Dynamics[M]. Beijing: Science Press, 2001: 1–261(in Chinese with English abstract).
- [37] 毛景文, 张作衡, 余金杰, 等. 华北及邻区中生代大规模成矿的地球动力学背景[J]. 中国科学, 2003, 33(4): 289–299.
- Mao Jingwen, Zhang Zuoheng, Yu Jinjie, et al. The Mesozoic metallogenic systems in north China and its neighboring area geodynamics background[J]. Science of China, 2003, 33(4): 289–299(in Chinese with English abstract).
- [38] 李曙光, Hart S R, 郑双根. 中国华北、华南陆块碰撞时代的 Sm-Nd 同位素年龄证据[J]. 中国科学(D辑), 1989, 19(3): 312–319.
- Li Shuguang, Hart S R, Zhen Shuanggen. The north China, south China continental collision of the era of Sm-Nd isotopic age

- evidence[J]. *Science of China(D)*, 1989, 19(3): 312–319(in Chinese with English abstract).
- [39] 李锦轶. 中朝地块与扬子地块碰撞的时限与方式——长江中下游地区震旦纪—侏罗纪沉积环境的演变[J]. *地质学报*, 2001, 75(1): 25–34.
- Li Jinyi. Pattern and time of the collision between the Sino-Korean and Yangtze blocks[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2001, 75(1): 25–34(in Chinese with English abstract).
- [40] 任纪舜. 论中国大陆岩石圈构造的基本特征[J]. *中国区域地质*, 1991, (2): 289–293.
- Ren Jishun. The basic characteristics of the tectonic evolution of the continental lithosphere in China[J]. *Regional Geology of China*, 1991, (2): 289–293(in Chinese with English abstract).
- [41] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京: 地质出版社, 2000: 1–38.
- Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei. The Tectonic Map Brief Explanation Looked from the Global Tectonic–China and Its Adjacent Area[J]. Beijing: Geological Publishing House, 2000: 1–38(in Chinese with English abstract).
- [42] 牛宝贵, 和政军, 宋彪, 等. 张家口组火山岩 SHRIMP 定年及其重大意义[J]. *地质通报*, 2003, 22(2): 140–141.
- Niu Baogui, He Zhengjun, Song Biao, et al. SHRIMP dating of the Zhangjiakou volcanic series and its significance[J]. *Geological Bulletin of China*, 2003, 22(2): 140–141(in Chinese with English abstract).
- [43] 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律[M]. 北京: 地震出版社, 1992: 1–46.
- Chen Yanjing, Fu Shigu. The Gold mine Metallogenic Regularity in Western Henan[M]. Beijing: Seismological Press, 1992: 1–46 (in Chinese with English abstract).
- [44] 韩以贵, 李向辉, 张世红, 等. 豫西祁雨沟金矿单颗粒和碎裂状黄铁矿 Rb–Sr 等时线定年[J]. *科学通报*, 2007, 52(11): 1307–1311.
- Han Yigui, Li Xianghui, Zhang Shihong, et al. The single particle and cataclastic pyrite Rb–Sr isochron dating of Qiyugou gold deposit[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2007, 52(11): 1307–1311(in Chinese).

## Re–Os isotopic dating of molybdenites from the Dashimengou molybdenum deposit in Songxian County, Henan Province, and its geological significance

LI Jing–hui

(Henan Bureau of Geology for Nuclear Industry, Xinyang 464000, Henan, China)

**Abstract:** The Dashimengou molybdenum deposit in Songxian County of Henan Province is a newly discovered large molybdenum deposit in western Henan. Five samples of molybdenite-bearing breccia and three samples of molybdenite-bearing broken quartz related to mineralization were selected for precise molybdenite Re–Os dating, and the model ages obtained are from  $(156.1 \pm 3.4)$  Ma to  $(228.0 \pm 4.1)$  Ma. The model ages can be obviously divided into two groups: the Re–Os model ages of the first group range from  $(208.4 \pm 3.1)$  Ma to  $(228.0 \pm 4.1)$  Ma, with an average model age of  $(218.07 \pm 4.3)$  Ma and a weighted average model age of  $(217.1 \pm 8.5)$  Ma; the second group range from  $(156.1 \pm 3.4)$  Ma to  $(160.9 \pm 3.3)$  Ma, with an average model age of  $(158.6 \pm 3.35)$  Ma and a weighted average model age of  $(158.6 \pm 4.7)$  Ma. The results show that the Dashimengou molybdenum deposit was formed in the Indosinian and Late Yanshanian periods. The ore-forming processes of the two phases were related to two cryptoexplosion events of the hydrothermal breccia. The rock-forming and ore-forming activity of Indosinian period occurred in the transition period of the tectonic regime from compression to extension after collision orogenic movement of the East Qinling molybdenum ore belt. The upwelling of partially melted upper mantle and lower crust produced cryptoexplosion at the intersections of NW- and NE-trending structures. Late Yanshanian mineralization seems to have been the inheritance, transformation and superposition of the Indosinian mineralization, and the ore-forming processes of these two periods constituted the full cycle of the Mesozoic metallogenic explosion of the East Qinling molybdenum ore belt.

**Key words:** molybdenite Re–Os isotope age; Dashimengou cryptoexplosive breccia molybdenum deposit; geodynamic background; East Qinling

**About the first author:** LI Jing–hui, male, born in 1972, senior engineer, mainly engages in geological and mineral exploration; E-mail: good-wood@163.com.