

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2014.03.006

河南夜长坪钼矿床地质-地球化学 特征及成因分析

肖光富¹, 丁高明², 晏国龙², 张鹏程², 任继刚², 肖 淳², 王全乐²

(1. 中国黄金集团中原矿业有限公司, 河南 三门峡 472000;

2. 中国黄金集团地质有限公司, 北京 100011)

摘要: 河南省夜长坪钼矿床是东秦岭钼成矿带中的大型斑岩-夕卡岩型高-中温热液隐伏钼矿床。钼矿床赋存于官道口群龙家园组中, 受燕山期中酸性浅成-超浅成花岗斑岩体的控制, 产于夕卡岩接触带中, 矿层呈叠层透镜状, 中部上凸, 向四周及深部倾斜、延伸。作者利用 Micromine 软件建立了矿体的三维立体模型, 分析了矿体以及矿石类型三维空间分布规律。利用矿区地质勘查成果, 通过常量元素、微量元素、稀土元素、流体包裹体、同位素测年资料的研究, 确定矿床成岩、成矿时代, 分析矿床成因。

关键词: 夜长坪钼矿床; 地球化学特征; 成因; 河南省

中图分类号: P613; P618.65 **文献标识码:** A

0 引言

夜长坪钼矿床地处河南省卢氏县, 大地构造位置位于华北陆块与秦岭褶皱带结合部、洛南-栾川断裂带与北侧潘河-马超营断裂带之间。矿床属于东秦岭(钼)成矿带, 该带是我国钼矿资源最丰富的地区之一, 迄今已发现金钼城、南泥湖、三道庄、上房沟、东沟、鱼池岭、雷门沟、夜长坪等大型-超大型钼矿床(图1)。许多学者对该成矿带开展了较为深入的研究^[1-8], 获得了丰富的研究成果。

夜长坪钼矿床是东秦岭钼成矿带中的大型斑岩-夕卡岩型高-中温热液隐伏钼矿床, 是豫西地区进行隐伏矿预测并取得成功的典型案例。由于矿床的研究程度相对较低, 中国黄金集团地质有限公司近年在夜长坪钼矿区开展了地质勘查工作, 扩大了矿区的地质储量, 获得显著的勘查成果, 并对矿床进行了矿床地球化学研究。本文旨在研究工作基础上,

总结矿床地质-地球化学特征, 建立矿床成矿模式, 以期丰富东秦岭钼成矿带的成矿理论, 为矿山建设和外围的资源整合提供依据。

1 矿床地质

1.1 矿体特征

矿体主要赋存于蓟县系官道口群龙家园组(JxI)与燕山期侵入的浅成-超浅成隐伏中酸性花岗斑岩的接触带中。目前发现了5层隐伏矿体, 矿体一般呈透镜状、似层状, 且具有分支复合现象。矿体一般长589~943 m, 长短轴比约9:8, 厚1~483 m, 平均93.4 m, 矿体在空间上呈叠层状分布(图2)。

根据夜长坪钼矿的成矿规律及蚀变带分布特征, 结合矿区最新的钻孔编录成果, 在Micromine软件平台上建立了夜长坪钼矿主要矿体三维实体模型(图3)。矿体自上而下可分为I(图3a)、II-1(图

收稿日期: 2013-06-18; 改回日期: 2014-04-18; 责任编辑: 赵庆

作者简介: 肖光富(1967-), 男, 高级工程师, 现从事矿山企业管理、矿产资源开发工作。

通信作者: 丁高明(1987-), 男, 工程师, 学士, 2010年毕业于中南大学地质与环境工程学院, 现从事地质矿产勘查和资源开发工作。通信地址: 北京市朝阳区红军营南路15号瑞普大厦C座10层1003室, 中国黄金集团地质有限公司; 邮编 100107; E-mail: dinggaoming@126.com

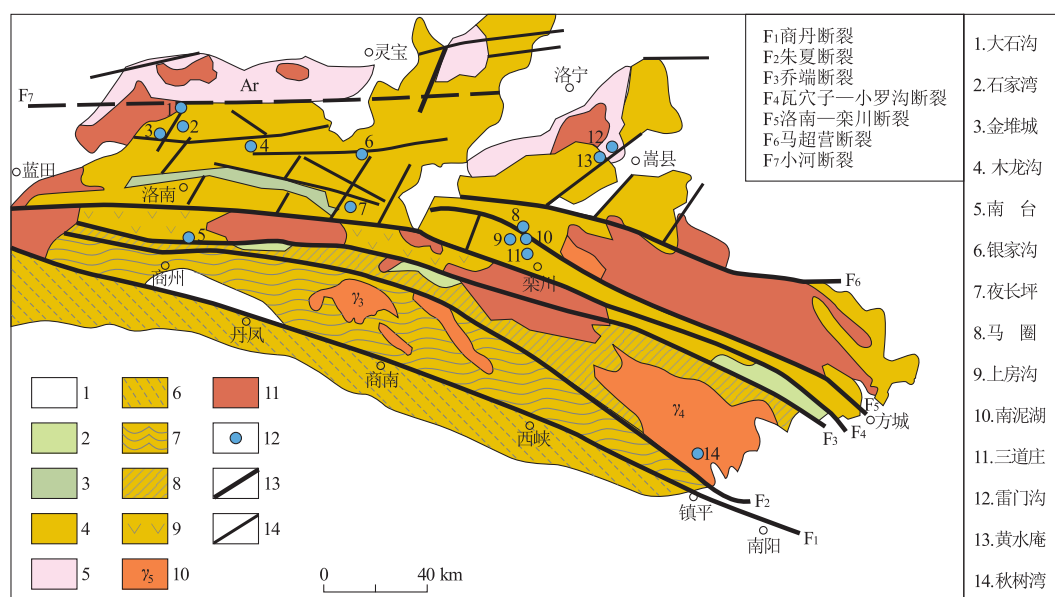


图 1 东秦岭区域地质及主要钼矿床分布图

Fig. 1 Map showing regional geology and distribution of the main molybdenum deposits in East Qinling

- 1 新生界; 2. 中生界; 3. 古生界; 4. 元古宇; 5. 新太古界太华群; 6. 南秦岭刘家群; 7. 秦岭群; 8. 二郎坪群; 9. 宽坪群; 10. 中生代花岗岩; 11. 古生代花岗岩; 12. 钼矿体; 13. 深断裂; 14. 断裂
1. 大石沟; 2. 石家湾; 3. 金堆城; 4. 木龙沟; 5. 南台; 6. 银家沟; 7. 夜长坪; 8. 马圈; 9. 上房沟; 10. 南泥湖; 11. 三道庄; 12. 雷门沟; 13. 黄水庵; 14. 秋树湾; 15. 东沟

3b)、Ⅲ-1(图 3e)隐伏透镜状夕卡岩型钼矿层, Ⅱ-2(图 3c)和Ⅲ-2(图 3d)斑岩型钼矿层。

I 号夕卡岩型矿层直接围岩为龙家园组白云岩中段下部(Jxl²), 呈厚层的透镜状; Ⅱ-2 号斑岩型钼矿层覆盖于 I 号钼矿层下方, 呈马鞍状产出; Ⅱ-1 号夕卡岩型钼矿层位于 Ⅱ-2 号钼矿层下部, Ⅱ-1 号矿层与其下部的 Ⅲ-1 号夕卡岩型钼矿层均产于含矿斑岩体周围的夕卡岩中; Ⅲ-1 矿层与 Ⅲ-2 钼矿层互层、穿插。

1.2 矿石特征

矿石类型依据主要矿物成分可以分为夕卡岩型矿石、斑岩型钼矿石; 按矿石结构构造可分为他形-自形-半自形粒状、斑状、片状、团状、交代、包含、固溶体分离结构矿石, 星点状、星散状、细脉-浸染状、条带状、集合体状、皱纹状矿石; 按矿石氧化程度可分为氧化矿石、原生矿石和混合矿石。

辉钼矿在矿石中主要以单晶片存在, 多呈星散-星点状分布, 其次呈稀疏浸染状、脉状、带状分布, 辉钼矿分布在后期热液形成的或构造破碎带中的石英、玉髓、萤石、方解石粒间和裂隙间、以片状呈断续带状分布于黑云母、白云母、绿泥石中, 呈星散状或微粒状分布在少量的磁铁矿粒间、被包裹于白钨矿颗粒中,

或星散状与白钨矿、钨钼矿呈不规则连生关系。

2 矿床地球化学特征

2.1 常量元素地球化学特征

夜长坪钼矿含矿花岗斑岩 $w(\text{SiO}_2) = 72\% \sim 75\%$, 里特曼指数 $\sigma = 1.94 \sim 3.03$, 属钙碱性岩系列; $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > 1.1$, 属强过铝岩石; $\text{K}_2\text{O} \geq \text{Na}_2\text{O}$, 属钾质岩石系列; 夜长坪钼矿含矿花岗斑岩具有高硅、高钾、高铝、钙碱性的特点(表 1)。

2.2 稀土元素地球化学特征

矿化蚀变花岗斑岩稀土总量 $w(\text{REE}) = 70.92 \times 10^{-6} \sim 106.65 \times 10^{-6}$, 平均 91.50×10^{-6} ; $\text{LREE}/\text{HREE} = 5.37 \sim 8.18$, 平均 6.66; $(\text{La}/\text{Yb})_N = 2.69 \sim 4.91$ (表 2), 稀土配分模式呈“V”字形(图 4)。 $\delta(\text{Eu})$ 为弱异常(0.34~0.4), 指示还原的成矿环境、岩体分异程度较强。根据分配系数原理作出的 La-La/Sm 的图解对岩石的成因进行判别(图 5), 本矿区矿化蚀变花岗斑岩样品大都落在部分熔融线附近, 指示本区花岗斑岩的形成受到地壳物质部分熔融^[9]。

表 1 夜长坪钼矿矿化蚀变花岗斑岩岩石化学成分

Table 1 Chemical compositions of mineralized and altered granite porphyry from the Yechangping molybdenum deposit

项目	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5	项目	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5
SiO ₂	73.01	72.11	73.7	74.46	73.83	K ₂ O	6.12	6.59	7.26	7.14	6.49
Al ₂ O ₃	13.5	13.92	12.94	12.53	13.33	MnO	0.039	0.1	0.051	0.038	0.032
FeO	0.85	1.2	0.7	0.7	0.7	TiO ₂	0.074	0.079	0.089	0.082	0.075
Fe ₂ O ₃	1.08	1.52	1.31	1.05	0.91	P ₂ O ₅	0.022	0.023	0.026	0.023	0.02
MgO	0.34	0.59	0.34	0.32	0.34	K ₂ O/Na ₂ O	1.79	7.16	3.76	3.53	2.18
CaO	0.83	0.92	0.91	0.97	0.85	Al ₂ O ₃ /(CaO+Na ₂ O+K ₂ O)	0.98	1.35	1.02	0.98	0.99
Na ₂ O	3.42	0.92	1.93	2.02	2.98	σ	3.03	1.94	2.75	2.67	2.91

测试单位:核工业北京地质研究院分析测试研究中心。量的单位:wt/%。

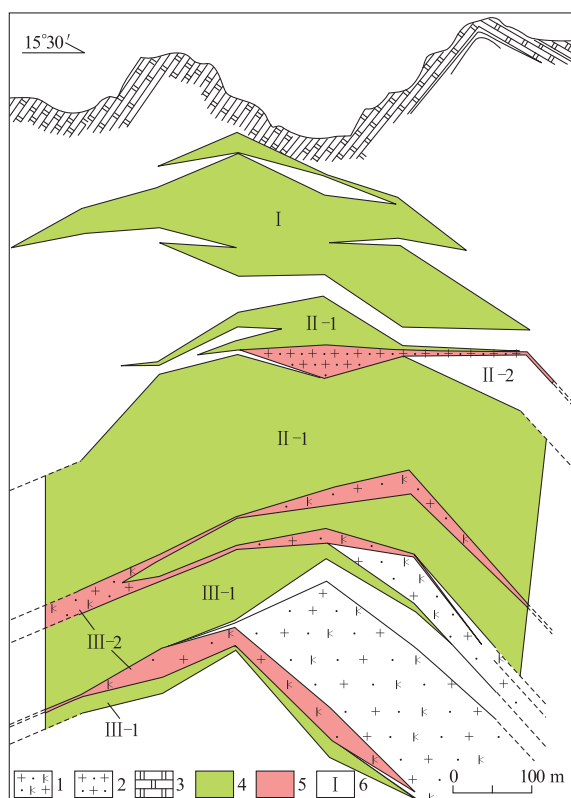


图 2 夜长坪钼矿床矿体剖面简图

Fig. 2 Section diagram of stromatolitic molybdenum orebody in Yechangping

1. 钾长花岗斑岩; 2. 花岗斑岩; 3. 蓟县系白云岩;
4. 夕卡岩型钼矿体; 5. 斑岩型钼矿体; 6. 矿体及编号

2.3 微量元素特征

从微量元素分析结果(表 3)和微量元素原始地幔标准化曲线(图 6)可以看出,该区矿化蚀变花岗斑岩的 Mo, Cu, Th, U 等微量元素明显高于花岗岩克拉克值,高 Ga 和 Rb,低 Ti 和 Sr。花岗斑岩中 Ti 的亏损可能说明了源区有金红石矿物相的残留,高 Ga 和 Rb,低 Sr,指示岩浆经历了较高分异演化,本区花岗斑岩具有高的 Rb/Sr(13.7~27.6)比

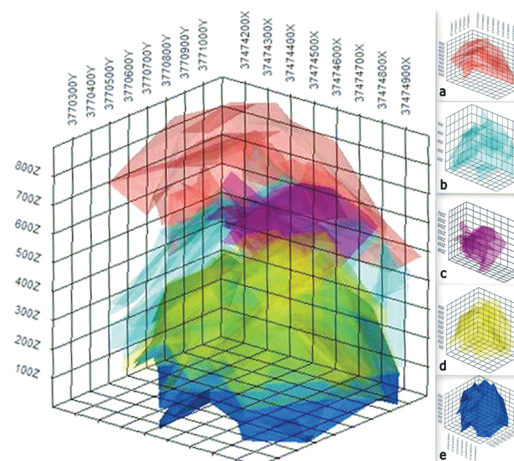


图 3 夜长坪钼矿矿体三维模型图

Fig. 3 The three dimensional stereomodel of the ore body in Yechangping Mo deposit

- a. I 号夕卡岩型钼矿层; b. II-1 号夕卡岩型钼矿层;
c. II-2 号斑岩型钼矿层; d. III-2 号斑岩型钼矿层;
e. III-1 号夕卡岩型钼矿层

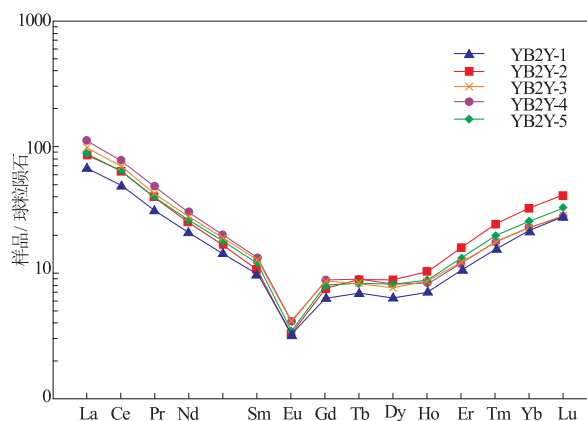


图 4 夜长坪钼矿矿化蚀变花岗斑岩稀土元素球粒陨石标准化曲线

Fig. 4 Chondrite-normalized REE diagrams for the mineralized and altered granite porphyries from the Yechangping molybdenum deposit

表 2 夜长坪钼矿矿化蚀变花岗斑岩稀土元素分析结果及主要参数

Table 2 Calculated parameter and analyses results of REE of mineralized and altered granite porphyry from the Yechangping molybdenum deposit

项目	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5	项目	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5
La	16.10	20.40	23.30	26.40	21.30	Er	1.76	2.60	2.02	1.97	2.17
Ce	30.30	39.50	42.60	47.60	39.30	Tm	0.40	0.62	0.45	0.45	0.51
Pr	2.99	3.73	4.06	4.58	3.86	Yb	3.62	5.44	3.91	3.86	4.43
Nd	9.80	11.80	13.20	14.30	12.30	Lu	0.71	1.05	0.72	0.71	0.84
Sm	1.49	1.62	1.93	2.00	1.83	Y	17.10	23.10	20.80	19.50	21.90
Eu	0.19	0.19	0.24	0.24	0.20	REE	70.92	91.63	96.93	106.75	91.26
Gd	1.31	1.55	1.77	1.80	1.64	L/H	6.05	5.37	7.36	8.18	6.32
Tb	0.26	0.33	0.31	0.33	0.31	(La/Yb) _N	3.19	2.69	4.27	4.91	3.45
Dy	1.60	2.23	1.94	2.05	2.08	δ(Eu)	0.40	0.37	0.38	0.37	0.34
Ho	0.40	0.57	0.49	0.47	0.50						

测试单位:核工业北京地质研究院分析测试研究中心。量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。

表 3 夜长坪钼矿矿化蚀变花岗斑岩微量元素特征

Table 3 Composition of trace element mineralized and altered granite porphyryfrom the Yechangping molybdenum deposit

元素	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5	元素	YB2Y-1	YB2Y-2	YB2Y-3	YB2Y-4	YB2Y-5
Li	11.4	16.7	16.4	14.9	13.2	In	0.038	0.109	0.169	0.157	0.052
Be	9.62	10.7	7.42	5.57	6.65	Sb	0.118	0.283	0.072	0.069	0.094
Sc	4.28	10.2	5.23	5.27	5.15	Cs	6.15	17.4	9.52	3.45	2.99
V	9.91	24.3	27.8	15	10.1	Ba	119	86.7	186	148	102
Cr	345	508	229	288	365	Ta	8.74	8.5	7.88	7.98	8.48
Co	7.5	6.05	3.74	3.87	3.84	W	34.3	75.4	74.3	53.9	37.5
Ni	7.56	8.01	3.51	4.13	5.6	Re	0.012	0.027	0.024	0.019	0.017
Cu	7.77	9.24	12.4	10.5	7.27	Tl	2.99	4.51	3.8	3.61	2.81
Zn	29.4	48.8	108	84.1	43.5	Pb	65.4	72.5	81	87.8	51.6
Ga	26	26.4	21.8	22	24.6	Bi	0.568	0.766	1.45	0.989	1.07
Rb	444	566	469	479	439	Th	24	40.2	37.8	36.2	37.9
Sr	20.8	20.5	34.3	31.4	28.7	U	14.7	27.9	26.3	12.6	25.9
Nb	87.5	97.2	88.1	82.3	87	Zr	135	144	123	125	131
Mo	26.6	398	282	256	118	Hf	7.16	7.56	6.56	6.51	6.75
Cd	0.17	0.709	1.01	1.09	0.406						

测试单位:核工业北京地质研究院分析测试研究中心。量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。

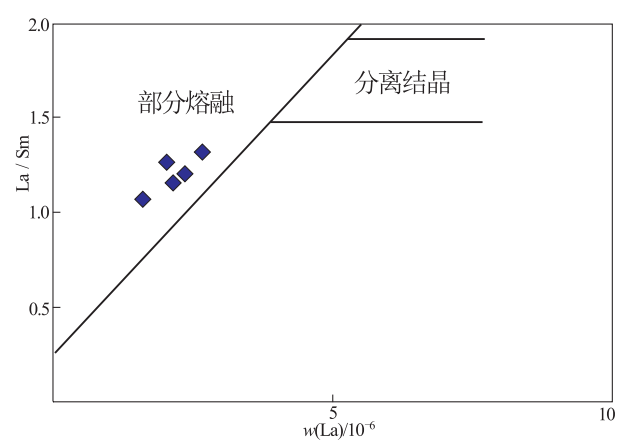


图 5 夜长坪钼矿的矿化蚀变花岗斑岩 La—La/Sm
(底图据曾华杰,1983)

Fig. 5 Diagram of La—La/Sm of the mineralized and altered granite porphyry

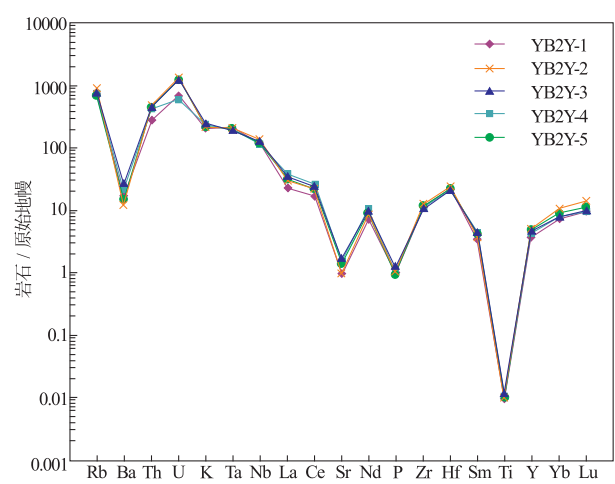


图 6 微量元素原始地幔标准化曲线
(球粒陨石值据 Sun and McDonough,1989)

Fig. 6 Primitive mantle-normalized trace-element spider diagrams for the mineralized and altered granite porphyries

值和低的 Ba/Rb 比值(0.15~0.4)(图 7),其源区残留相主要为金云母^[10]。

2.4 稳定同位素地球化学

(1)硫同位素。硫同位素分析结果(表 4)显示,夕卡岩钼矿层的 $\delta(^{34}\text{S}) = -1.4 \times 10^{-3} \sim 4.8 \times 10^{-3}$, 平均 1.8×10^{-3} , 斑岩型钼矿层为 $0.4 \times 10^{-3} \sim 8.0 \times 10^{-3}$, 平均 4.2×10^{-3} , 变化范围窄且整体上为小正值,与基性-超基性岩、陨石的 $\delta(^{34}\text{S})$ 值相近,反映出该矿区矿体的硫源主要来自上地幔或下地壳,样品中 $\delta(^{34}\text{S})$ 稍低值和稍高值的存在可能说明了原生岩浆成因的硫受到了围岩中硫化物的局部混染^[2]。

(2)东秦岭钼矿带的主要钼矿床流体包裹体的氢氧同位素测定结果(表 5)表明,石英的 $\delta(\text{D}) = -58.0 \times 10^{-3} \sim 100.2 \times 10^{-3}$, $\delta(^{18}\text{O}) = 4.25 \times 10^{-3} \sim 11.1 \times 10^{-3}$, 平均值为 9.06×10^{-3} ;成矿晚期石英的 $\delta(\text{D})$ 值由 -58×10^{-3} 降低到 -84×10^{-3} 。秦岭地区中生代大气水 $\delta(^{18}\text{O}) = -11 \times 10^{-3} \sim -12 \times 10^{-3}$ ^[11], 略低于近代平均值(-9×10^{-3}),说明表 4 中钼矿床的成矿流体均来源于混有部分天水的岩浆

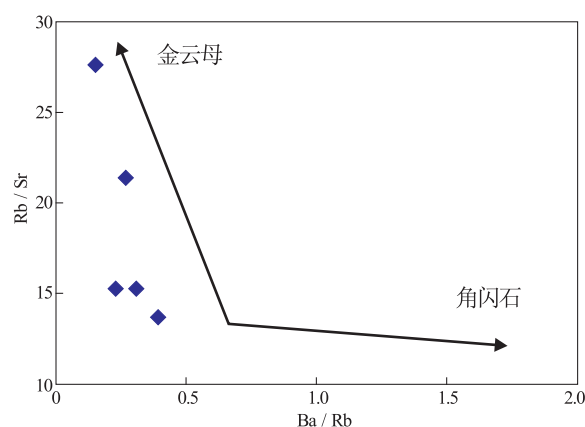


图 7 夜长坪钼矿的矿化蚀变花岗斑岩

Ba/Rb—Rb/Sr 图解

(底图据陈建平,2009)

Fig. 7 Diagram of Ba/Rb—Rb/Sr of the mineralized and altered granite porphyry

水,含矿热液在上升侵位途中受到了地壳物质的混染。夜长坪钼矿为东秦岭成矿带上重要的钼矿床,成矿流体也有可能混入部分天水。

表 4 夜长坪钼矿硫同位素组成

Table 4 Calculated parameters and the compositions of sulfur isotope from Yechangping molybdenum deposit

矿体	岩石类型	测试矿物	样品数	$\delta(^{34}\text{S})/10^{-3}$			
				范围		平均值	
Ⅱ-2,Ⅲ-2	钼矿化花岗斑岩	辉钼矿	5	3.4~8.0	0.4~8.1	6.3	4.2
		黄铁矿	5	0.4~5.1		2.1	
Ⅰ	钼矿化夕卡岩	辉钼矿	4	0.7~3.5	0.3~4.8	2.1	1.8
		黄铁矿	5	1.2~4.8		2.3	
		方铅矿	3	0.3~0.6		0.5	
Ⅱ-1,Ⅲ-1	钼矿化夕卡岩	辉钼矿	5	2.6~7.0	-1.4~7.0	4.0	2.4
		黄铁矿	5	-1.4~2.5		0.9	

测试单位:核工业北京地质研究院分析测试研究中心。

表 5 东秦岭相关钼矿床氢氧同位素组成

Table 5 Composition of hydrogen and oxygen isotope of the east Qinling molybdenum deposits

矿床	成矿阶段	测定矿物	$\delta(^{18}\text{O}_{\text{SNOW}})/10^{-3}$	$\delta(\text{D}_{\text{SNOW}})/10^{-3}$	$\delta(^{18}\text{O}_{\text{水}})/10^{-3}$	数据来源
金堆城	成矿前	石英	9.59	-79.16	7.29	文献[15]
	成矿主阶段		9.22	-76.11	0.04	
	成矿晚期		9.12	-100.20	-4.14	
南泥湖	钾长石石英阶段	石英	11.2		6.4	文献[16]
	硫化物石英阶段		10		4.4	
	沸石碳酸盐阶段		10.3		1.4	
鱼池岭		石英	8.9	-98	1.29	文献[17]
汤家坪	钾长石石英阶段	石英	8.6	-58		文献[18]
	硫化物石英阶段		9.3	-79		
	沸石碳酸盐阶段		11.1	-84		

2.5 流体包裹体地球化学

结合前人的研究成果,夜长坪钼矿床主成矿阶段流体属于 $\text{Ca}^{2+}(\text{Mg}^{2+})-\text{Na}^{+}-\text{SO}_4^{2-}$ 型水溶液,流体包裹体均一温度为 $280\sim 420\text{ }^{\circ}\text{C}$,盐度 $w(\text{NaCl})=0.35\%\sim 22.85\%$,密度为 $0.61\sim 0.89\text{ g/cm}^3$,为中高温、高盐度、低密度的岩浆热液型流体^[19]。在成矿过程中,流体的温度、盐度和密度逐渐降低,并且有沸腾现象,成矿流体体系由 $\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 变为 $\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}$,主成矿期及成矿后期有大气降水的参与,流体沸腾和 CO_2 的逃逸是 MoS_2 沉淀的关键^[12-13]。

2.6 成矿时代

对夜长坪钼矿的夕卡岩型和斑岩型辉钼矿进行 Re-Os 同位素年代测定,夕卡岩型辉钼矿的成矿年龄为 $(144.2\pm 2.0)\sim (145.3\pm 2.1)\text{Ma}$,花岗斑岩的侵位年龄为 $(145.5\pm 2.20)\sim (147.2\pm 2.5)\text{Ma}$ ^[14]。由此可知,夜长坪钼矿的成矿作用发生于晚侏罗世-早白垩世,为中国东部晚中生代地球动力学体制大转换、岩石圈拆沉及伸展时期的产物^[3-4]。

3 矿床成因

夜长坪钼矿三维可视化实体模型(图3)显示,矿体呈穹窿状,即中间凸起、向四周及深部延伸后分支复合;Ⅱ-2号斑岩型钼矿层侵蚀、占据Ⅰ号夕卡岩型钼矿层,呈瓦状波状起伏;Ⅲ-1号矿层与Ⅲ-2号斑岩型钼矿层互层、穿插。

岩石主量元素、稀土元素、微量元素和稳定同位素综合分析表明,夜长坪钼矿床的成矿岩体是幔源岩浆与地壳重熔的岩浆混合形成;硫源主要来自上地幔或下地壳,并有壳源硫的混入。成矿流体来源于混有部分天水的岩浆流体,含矿流体在向上迁移途中受到了地壳物质的混染。

夜长坪钼矿的成矿时间与成矿岩体的年龄基本吻合。流体包裹体特征表明,夜长坪钼矿为中高温热液矿床,初始岩浆流体经历了沸腾、与大气降水热液混合-沸腾、 CO_2 气化逃逸和流体体系从 $\text{NaCl}-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 向 $\text{NaCl}-\text{CO}_2$ 体系过渡等过程。成矿早期在接触带中发生干夕卡岩化;成矿中期出现湿夕卡岩化、岩体的钾长石化、硅化等,以及磁铁矿和少量黄铁矿、辉钼矿的沉淀;成矿主期产生大量辉钼矿的沉淀;成矿晚期则有碳酸盐等低温蚀变。

致谢:成文及发稿过程中得到了河南理工大学司荣军老师的精心指导与帮助,致以诚挚的谢意。

参考文献:

- [1] 罗铭玖,张辅民,董群英,等. 中国钼矿床[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1991:279-445.
- [2] 芮宗瑶,黄崇轲,齐国明,等. 中国斑岩铜(钼)矿床[M]. 北京:地质出版社,1984:22-25,67-77,120-130.
- [3] 毛景文,谢桂青,张作衡,等. 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景[J]. 岩石学报,2005,21(1):169-188.
- [4] 李永峰,王春秋,白凤军,等. 东秦岭钼矿 Re-Os 同位素年龄及其成矿动力学背景[J]. 矿产与地质,2004,18(6):571-578.
- [5] 李永峰,毛景文,胡华斌,等. 东秦岭钼矿类型、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.
- [6] 卢欣祥,于在平,冯有利,等. 东秦岭深源浅成型花岗岩的成矿作用及地质构造背景[J]. 矿床地质,2002,21(2):168-178.
- [7] 李诺,陈衍景,张辉,等. 东秦岭斑岩钼矿带的地质特征和成矿构造背景[J]. 地学前缘,2007,14(5):186-198.
- [8] 黄典豪,聂凤军,王义昌,等. 东秦岭地区钼矿床铅同位素组成特征及成矿物质来源初探[J]. 矿床地质,1984,3(4):20-28.
- [9] 曾华杰,张太华,张炳欣,等. 南泥湖钼矿田同熔型花岗岩类的成因研究[J]. 河南地质,1983(1):56-66.
- [10] 陈建平,唐菊兴,丛源,等. 藏东玉龙斑岩铜矿地质特征及成矿模型[J]. 地质学报,2009,83(12):1887-1900.
- [11] 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用——金属活化热液成矿作用及找矿[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1985:23-151.
- [12] 卢焕章,范宏瑞,倪培,等. 流体包裹体[M]. 北京:科学出版社,2004:154-304.
- [13] 陈衍景,倪培,范宏瑞,等. 不同类型热液金矿系统的流体包裹体特征[J]. 岩石学报,2007,23(9):2085-2108.
- [14] 晏国龙,王佐满,李永全,等. 河南夜长坪钼矿辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及地质意义[J]. 矿产勘查,2012,3(2):184-193.
- [15] 孙晓明,任启江,杨荣勇,等. 金堆城超大型钼矿床水-岩 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 同位素交换体系理论模型及成矿流体来源[J]. 地质地球化学,1998,26(2):16-21.
- [16] 刘孝善,吴澄宇,黄标. 河南栾川南泥湖—三道庄钼(钨)矿床热液系统的成因与演化[J]. 地球化学,1987(3):199-207.
- [17] 周珂. 豫西鱼池岭斑岩型钼矿床的地质地球化学特征与成因研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2008.
- [18] 徐公权. 河南省商城县汤家坪斑岩型钼矿床成因探讨[J]. 资源环境与工程,2011(2):95-98.
- [19] 晏国龙,任继刚,肖光富,等. 豫西夜长坪钼矿区岩体地球化学特征及其与成矿关系的探讨[J]. 矿产勘查,2013,4(2):154-166.

Geological characteristics and metallogenic model of Yechangping molybdenum deposit, Henan province

XIAO Guangfu¹, DING Gaoming², YAN Guolong², ZHANG Pengcheng²,
REN Jigang², XIAO Chun², WANG Quanle²

(1. Zhongyuan Mining Co. Ltd., China Gold Group, Sanmenxia 472000, Henan, China;

2. Geological Corporation of China Gold Group, Beijing 100011, China)

Abstract: Yechangping molybdenum deposit is porphyry-skarn type mesothermal molybdenum deposit in East Qinling molybdenum metallogenic belt. The Mo deposit is controlled by Longjiayuan Fm. dolomite of Guandaokou Group and hided acid hypabyssal granitic-porphyry intruding into Yechangping anticline in Yanshan period. Ore bed was in the contact zone of skarn, stacked lenticular, central convex and tilted extending to the surrounding. Taking use of Micromine software, the writer set up 3-D model of the ore-bodies and then analysed the spatial distribution rules of orebodies and ore types. Based on the analysis of major elements, trace elements and REE, and geochemical characteristics of fluid inclusion, metallogenic model of the Yechangping Mo deposit was established in combination with isotopic dating to determine era of rock-form and ore-form.

Key Words: Yechangping Mo deposit; geochemical characteristics; genesis; Henan province