

河南商城县汤家坪钼矿床地球化学特征与成矿模式

杨泽强^{1,2)}, 万守全^{1,2)}, 马宏卫^{1,2)}, 唐中刚¹⁾

1) 河南省地质矿产局第三地质调查队, 河南信阳, 464000; 2) 河南省地质调查院, 郑州, 450007

内容提要:在研究商城县汤家坪大型钼矿床的赋矿岩体特征、成矿物质来源、成矿流体性质和成矿地球动力学背景的基础上,建立了矿床成岩成矿模式。研究发现汤家坪钼矿主成矿期石英包裹体,以CO₂包裹体和含子矿物的多相包裹体为主,少量二相气-液包裹体,主成矿期的成矿温度在260~419℃之间;包裹体盐度具有典型的双配分模式特征,其中含盐度介于32.6%~48.54%(NaCl)之间的含子矿物的多相包裹体基本代表含水的“岩浆”。成矿物质来源于元古宙大别片麻杂岩部分熔融而形成的富钼花岗岩浆。成矿流体为高温高盐度的初始岩浆水,中后期有大气降水加入。由此建立汤家坪钼矿床的成岩成矿模式为:大别片麻杂岩重熔形成岩浆源—伸展体制下岩浆侵入冷凝阶段—钾化及初始岩浆热液成矿阶段—大气降水加入的中后期成矿阶段。

关键词:氢氧同位素;成矿物质来源;成矿模式;汤家坪钼矿

汤家坪钼矿位于河南省商城县,为大别山钼(铜)成矿带中惟一达大型规模的钼矿床。1982年,河南省区域地质调查队开展1:5万达权店幅区域地质调查时,发现并初步确定为小型钼矿(河南省地质矿产厅区域地质调查队,1994)。2003年,随着我国经济的高速发展,对钼矿资源的需求促使钼矿勘查又一次成为热点。地调三队在前人工作的基础上,经综合分析研究,施钻验证,认为汤家坪岩体为具明显蚀变分带的独立花岗斑岩体,同时引资勘查,探明了钼资源量20多万吨。本文初步探讨汤家坪钼矿的矿床地球化学特征,总结其成岩成矿模式,为大别山区钼矿勘查提供借鉴的资料。

1 矿区地质特征

大别造山带为秦岭造山带的东延部分,带内以北西向定远-八里畈深大断裂(F5)为界,其北侧为北淮阳构造带,南侧为桐柏-大别变质核杂岩隆起带。汤家坪钼矿位于桐柏-大别变质核杂岩隆起带北部。造山带内岩浆活动十分频繁,尤以燕山期后碰撞钙碱性花岗岩最为强烈,其中燕山期中酸性小岩体密布,岩性多为酸性富碱的花岗斑岩、似斑状花岗岩、石英斑岩及花岗闪长斑岩等,岩体明显受网格状断裂体系控制,具有成群成带等间距分布特点。

汤家坪钼矿的成矿母岩为早白垩世汤家坪单元的花岗斑岩,出露面积0.34 km²(见图1),整体向南北方向倾伏。斑岩中常见次棱角状角闪安山岩包体。围岩主要为元古宙大别片麻杂岩,由二长花岗岩片麻岩、黑云斜长片麻岩等深成变质岩系组成。花岗斑岩化学成分具超酸(76.33%)、富碱(K₂O+Na₂O为9.11%),高钾(K₂O/Na₂O为1.81)等特点,属超酸性铝不饱和系列岩浆岩。岩体围岩蚀变分带性明显,从中心到两侧可划分为钾长石化-硅化带和硅化-绢英岩化带,网脉状硅化和钾长石化与钼成矿关系密切。

I号钼矿体规模大,赋存于汤家坪花岗斑岩体内及外接触带中,地表出露面积0.33 km²,矿体呈似层状,总体走势向南北方向倾伏,且厚度巨大,向东北部翘起分枝尖灭,倾伏角在20°左右。主要矿石矿物为辉钼矿、黄铁矿和钼华。钼矿石具鳞片状结构,细脉—网脉状、稀疏浸染状构造。辉钼矿有3种产出方式,其一呈大叶片状集合体沿石英或钾长石粒间空隙或微裂隙展布;其二呈自形—半自形鳞片稀疏浸染状分布于花岗斑岩中;其三与石英、黄铁矿、钾长石、萤石等组成细脉充填节理裂隙,辉钼矿多呈细鳞片状沿脉两壁生长,或与石英呈相间条带分布。

注:本文为河南金达矿业有限公司“河南省商城县汤家坪矿区钼矿勘探”项目资助成果。

收稿日期:2007-06-17;改回日期:2007-11-29;责任编辑:周健。

作者简介:杨泽强,男,1967年生。高级工程师,1990年毕业于西安地质学院地质矿产勘查专业,主要从事矿产资源评价工作。电话:0376-6796535;Email:yzq816@126.com。

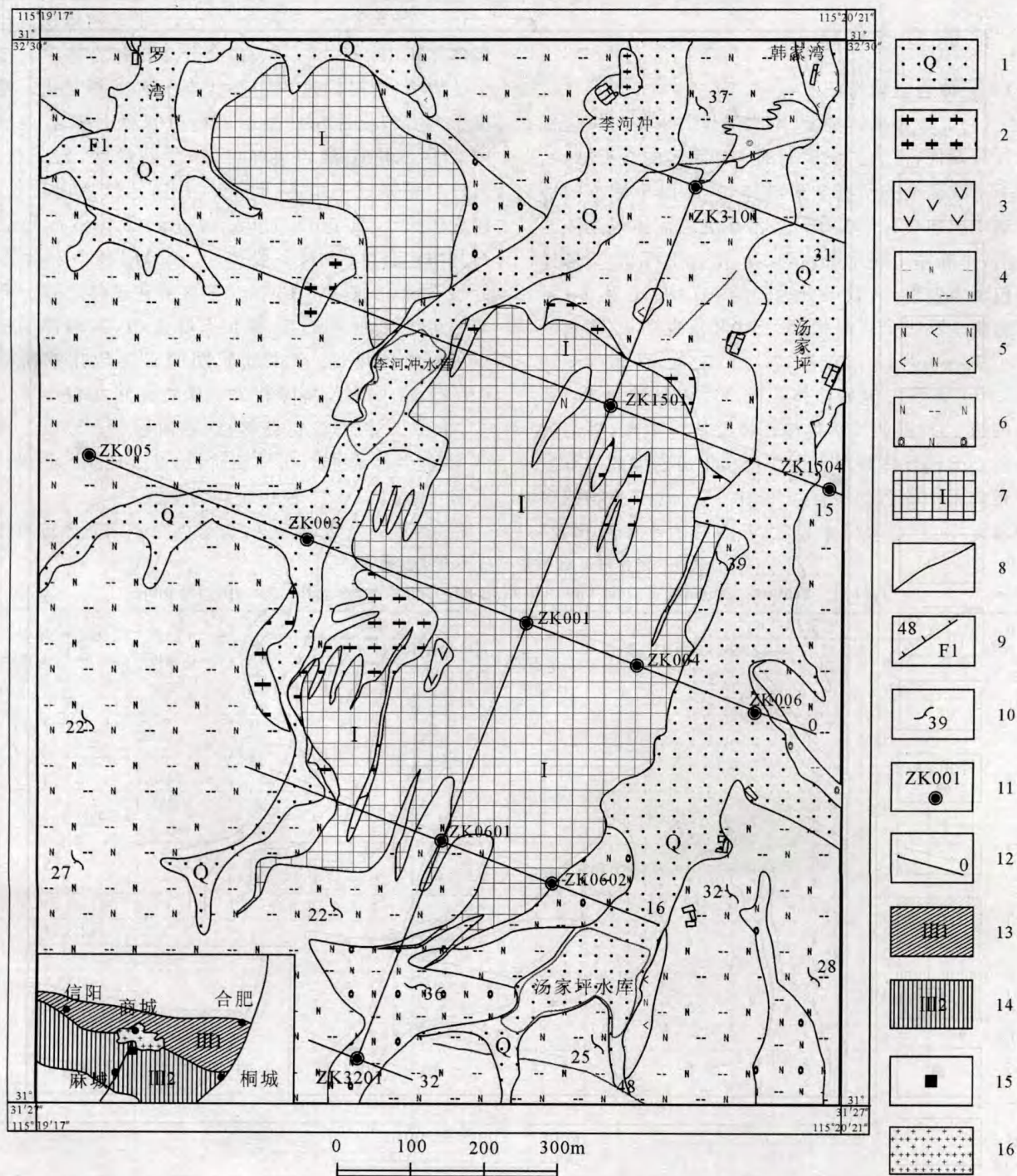


图 1 河南省商城县汤家坪钼矿区地质图

Fig.1 Geological map of the Tangjiaping Mo deposit in Shangcheng county, Henan province

1—第四系;2—早白垩世汤家坪单元花岗斑岩;3—安山岩;4—黑云斜长片麻岩;5—斜长角闪片麻岩;6—硅化黑云斜长片麻岩;7—钼矿体及编号;8—实测地质界线;9—断层及编号;10—片麻理产状;11—钻孔位置及编号;12—勘探线位置及编号;13—北淮阳构造带;14—桐柏-大别变质核杂岩隆起带;15—矿区位置;16—花岗岩

1—Quaternary; 2—Early Cretaceous Tangjiaping-unit granite porphyry; 3—andesite; 4—biotite plagioclase gneiss; 5—amphibolites gneiss; 6—silicified biotite plagioclase gneiss; 7—molybdenum orebody and numbers; 8—measured geological boundary 9—faults and numbers; 10—gneissic schistosity occurrence; 11—drilling location and numbers; 12—location of exploring lines and numbers; 13—North Huaiyang structural zone; 14—Tongbai-Dabie metamorphic core complex uplift; 15—mine location; 16—granite

2 矿床地球化学

2.1 流体包裹体特征

(1) 流体包裹体类型: 本次工作共采集流体包裹体样品 6 件, 皆为主成矿期的含辉钼矿的石英脉, 涵盖了主成矿期的所有含矿脉体, 样品以手标本的形式送中国地质科学院矿产资源研究所流体包裹体测试室, 由陈伟十同志磨片测试。由表 1 可知, 所采样品包裹体发育, 大致可分为 3 类: ① CO_2 包裹体: 形态主要呈不完全负晶状、米粒状和不规则状, 包裹体大小 $33\ \mu\text{m} \times 18\ \mu\text{m} \sim 7 \times 6\ \mu\text{m}$ 之间, 一般 $5 \sim 10\ \mu\text{m}$, CO_2 体积占包裹体体积的 $30\% \sim 60\%$ 不等, 部分可达 95% 以上。该类包裹体常成群出现, 多与含子矿物的包裹体共存。主要分布于斑岩型或片麻岩型钼矿石中的辉钼矿-石英脉中。② 含子矿物的多相包裹体: 形态多呈米粒状, 包裹体大小 $15\ \mu\text{m} \times 8$

$\mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$, 一般 $3 \sim 5\ \mu\text{m}$ 。子矿物体积占包裹体体积 $10\% \sim 25\%$ 左右, 部分多相包裹体中含多个子矿物, 升温的过程中非盐类子矿物不变化。常见于斑岩型或片麻岩型钼矿石中的辉钼矿-石英脉中。③ 二相气-液包裹体: 形态呈圆粒状、长条状, 部分包裹体延一个方向分布, 并向延长方向拉长。包裹体大小 $21\ \mu\text{m} \times 9\ \mu\text{m} \sim 4\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$, 石英-萤石脉中包裹体大小(一般 $2 \sim 4\ \mu\text{m}$)明显小于石英-钾长石脉(一般 $8 \sim 13\ \mu\text{m}$)。该类包裹体主要分布于石英-萤石脉和石英-钾长石脉之中, 其他样品中少见。由此可见, 在主成矿期的石英硫化物阶段(II-2), 以 CO_2 包裹体和含子矿物的多相包裹体为主, 少量二相气-液包裹体; 晚期阶段(II-3)以二相气-液包裹体为主。在早期阶段(II-1)的石英-钾长石脉中也以二相气-液包裹体为主。

(2) 流体包裹体温度: 汤家坪钼矿床流体包裹体

表 1 汤家坪矿区钼矿石石英流体包裹体特征

Table 1 Features summary of fluid inclusion in quartz from Mo ore within Tangjiaping mine

样品 编号	矿物	包裹体			盐度 (%NaCl)	CO_2 包裹体				子晶溶 化温度 ($^{\circ}\text{C}$)	完全均 一温度 ($^{\circ}\text{C}$)	爆裂 温度 ($^{\circ}\text{C}$)
		类型 (数量)	最小 最大 (μm)	固液气相 所占的 比率(%)		初熔温度 ($^{\circ}\text{C}$)	笼形水合 物熔化温 度($^{\circ}\text{C}$)	部分相 均一温度 ($^{\circ}\text{C}$)	密度 (g/cm^3)			
BT-1	石英	CO_2 (16)	7×2 19×11	30~95	1.82~12.10	56.6~58.1	2.9~9.3	$\rightarrow \text{LCO}_2$ 18.1~31.3	0.481 ~0.842		$\rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 309	\uparrow 314 ~321
		V-L (1)	9×6	10	6.74					133		
		V-L+S (3)	8×2 6×5	S-25 V-15	45.54~40.19				S-325 ~382	V-265 ~343	\uparrow 364	
BT-2	石英	CO_2 (8)	7×4 25×12	50~90	7.64~12.10	56.8~ 57.7	1.9~3.8	$\rightarrow \text{LCO}_2$ 28.5~31.3	0.481~ 0.653			
		V-L (1)	16×5	10	6.30	57.0					144	
		V-L+S (13)	5×4 15×8	S-5~25 V-7~25	26.31~ 46.06					S-226 ~387	V-142 ~346	\uparrow 286 ~395
BT-3	石英	CO_2 (5)	4×3 9×6	55~95		57.4		$\rightarrow \text{LCO}_2$ 3.4~29.9	0.600 ~0.898			
		V-L (1)	9×4	15							150	
		V-L+S (13)	4×3 12×7	S-8~25 V-5~20	32.60 ~48.54					S-214 ~410	V-101 ~249	\uparrow 380 ~427
BT-4	石英	CO_2 (2)	9×4	80~90	11.42	58.9	3.4	$\rightarrow \text{LCO}_2$ 26.0	0.688			
		V-L (1)	6×5		0.18						136	
		V-L+S (4)	5×2 21×21	S-15~20 V-10~15	36.61 ~49.57					S-279 ~419	V-153 ~162	\uparrow 350
BT-5	石英	CO_2 (1)	10×5	60	4.32	57.2	7.8	$\rightarrow \text{LCO}_2$ 29.9	0.600			
		V-L (15)	1×4 15×6	10~30	6.30 ~22.17						147 ~310	
BT-6	石英	CO_2 (7)	8×6 33×18	15~70	11.15 ~12.19	57.7	3.2 ~3.6	$\rightarrow \text{LCO}_2$ 24.1~30.5	0.574 ~0.716		$\rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 260	
		V-L (14)	6×5 21×9	8~15	12.51 ~15.67						136 ~227	

注: V—包裹体气相; L—包裹体液相; S—包裹体固相; V-L—二相气液包裹体; V-L+S—多相包裹体; CO_2 —二氧化碳包裹体; \uparrow —升温; $\rightarrow \text{LCO}_2$ — CO_2 包裹体部分相均一为液态二氧化碳; $\rightarrow \text{H}_2\text{O}$ —完全均一为 H_2O 。

均一温度分布在 131~387℃ 之间,其中 CO₂ 包裹体的均一温度在 260~387℃ 之间,爆裂温度在 314~321℃ 之间;含子矿物的多相包裹体升温后,首先部分均一为气相,其部分均一温度在 131~346℃ 之间,继续升温子晶融化,子晶融化温度在 214~419℃ 之间,多数集中于 279~387℃ 之间,其爆裂温度在 340~427℃ 之间;在主成矿期的 CO₂ 包裹体和含子矿物的多相包裹体共生,均一温度相近,盐度相差较大,指示成矿流体在被捕获时处于沸腾状态(卢焕章等,2004)。二相气-液包裹体的均一温度在 133~310℃ 之间,多数集中于 140~270℃ 之间。由此可见,汤家坪钼矿床主成矿期的成矿温度在 260~419℃ 之间,为中高温流体,后期成矿温度有所降低,指示有大气降水的加入。

(3) 流体包裹体含盐度:汤家坪斑岩钼矿床流体包裹体含盐度介于 1.41%~48.54% (NaCl) 之间,具有典型的双配分模式特征(图 2);其一含盐度介于 1.41%~15.67% (NaCl) 之间,主要为 CO₂ 包裹体和二相气-液包裹体;其二含盐度介于 32.6%~48.54% (NaCl) 之间,为含子矿物的多相包裹体,这种高盐度的流体包裹体基本代表含水的“岩浆”。因此,该钼矿床的成矿流体为高温高盐度的岩浆热液,后期由于大气降水的加入,盐度有所降低。在早期阶段(Ⅱ-1)的石英-钾长石脉中以二相气-液包裹体为主,出现中温中等盐度的成矿流体,是否意味着成岩后成矿前有外来流体的加入。

2.2 稳定同位素地球化学

(1) 氢、氧同位素样品的采集与测试:据矿床地质特征和含矿脉体的分布规律,选择岩浆期后热液成矿期(Ⅱ)的 3 个成矿阶段的石英脉作为研究对象,从钻孔原生矿石中分别采集手标本,采样情况见表 1,送中国地质科学院矿产资源研究所,挑取石英单矿物进行测试。所采手标本岩石新鲜,未经任何蚀变和风化,保证了分析结果的准确性。

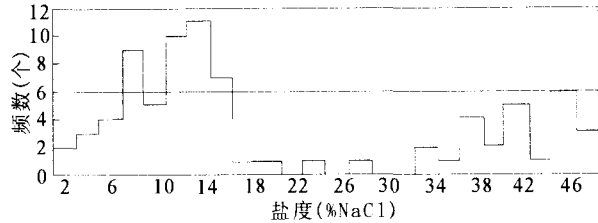


图 2 流体包裹体含盐度频数直方图
Fig. 2 Frequency histogram of salinity from fluid inclusions

(2) 氢氧同位素特征:斑岩钼矿早期与钾长石化伴生的辉钼矿-石英脉的 $\delta^{18}\text{O}$ 值与母岩中石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值基本相同,其石英 $\delta^{18}\text{O}$ 值一般在 +10‰~+12‰ 之间(张理刚,1985)。矿区石英氢氧同位素样品测试结果见表 2,由表中可知:成矿期的石英 $\delta^{18}\text{O}$ 值在 8.6‰~11.1‰ 之间,平均 9.47‰,而汤家坪单元花岗斑岩全岩 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 7.79‰(河南省地矿厅区调队,1994),明显低于一般含钼花岗斑岩,最终引起了其成矿期石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 值略低于典型的斑岩型钼矿床。石英的 δD 值分布在 -58‰~-84‰ 之间,基本与岩浆水的 δD 值范围一致。但随成矿作用的进行,石英的 δD 值由 -58‰降低到 -84‰,说明成矿晚期有大气降水参与热液蚀变成矿。利用张理刚(1995)给出的石英-水氧同位素平衡交换的经验分馏方程: $1000\ln\alpha_{\text{石英-水}} = 3.42 \times 10^6 T^{-2} - 2.86$, 换算知: $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为 -0.11‰~4.44‰,将该组数据投到 δD - $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ ‰ 同位素组成图(图 3)中,大多数落于 Taylor 提出的正常岩浆水附近(Taylor, 1974),只有晚期中一低温热液阶段(Ⅱ-3)的石英-萤石脉的氢氧同位素组成偏离较远,与国内其他大型钼矿床相比,汤家坪主成矿期的流体氢氧同位素组成中大气降水的含量高于上房钼矿床(徐兆文等, 2000),而低于金堆城钼矿床(徐兆文等,1998),由此可见汤家坪钼矿成矿流体为高温高盐度的初始岩浆水,中后期逐步有大气降水加入。

表 2 汤家坪矿区钼矿石氢氧同位素分析结果一览表

Table 2 Summary of O and H isotopes in Mo ore within Tangjiaping mine

样品号	原样号	成矿阶段	岩石组合	$\delta\text{D}(\text{‰}, \text{SMOW})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰}, \text{SMOW})$	测试对象
KQ20061487	TW-6	Ⅱ-1	石英-钾长石脉	-58	8.6	石英
KQ20061482	TW-1	Ⅱ-2	辉钼矿-石英脉	-76	9.2	石英
KQ20061483	TW-2	Ⅱ-2	辉钼矿-石英脉	-79	9.3	石英
KQ20061484	TW-3	Ⅱ-2	辉钼矿-石英脉	-79	9.6	石英
KQ20061485	TW-4	Ⅱ-2	辉钼矿-石英脉	-80	9.0	石英
KQ20061486	TW-5	Ⅱ-3	石英-萤石脉	-84	11.1	石英

测试单位:中国地质科学院矿产资源研究所,测试者:罗续荣、万德芳。

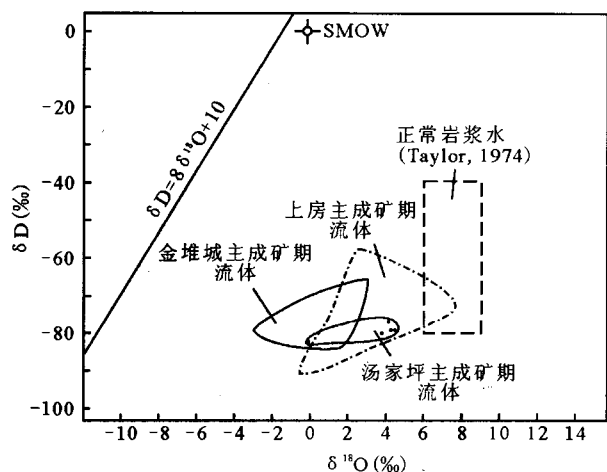


图 3 汤家坪钼矿床矿石 δD 和 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 同位素组成

Fig. 3 δD and $\delta^{18}O_{H_2O}$ isotopic compositions of the Tangjiaping Mo deposit

(3) 硫同位素特征: 本区花岗斑岩型钼矿石中黄铁矿 $\delta^{34}S$ 值为 3.9‰, 辉钼矿的 $\delta^{34}S$ 值为 3.0‰ (表 3), 成矿期硫化物 $\delta^{34}S$ 值变化范围小, 表明硫的来源单一, 硫化物沉淀过程中环境是稳定的; 其变化范围在 3.0‰~3.9‰ 之间, 具深源硫的特点, 故认为硫来源于花岗斑岩源区。

表 3 汤家坪矿区钼矿石硫同位素分析结果

Table 3 Summary of sulfur isotope in Mo ore within Tangjiaping mine

序号	矿物组合	$\delta^{34}S(‰)$	测试对象	备注
1	石英-黄铁矿脉	3.9	黄铁矿	本文
2	辉钼矿-石英脉	3.0	辉钼矿	河南省区调队, 1994

测试单位: 中国地质科学院矿产资源研究所, 测试者: 罗续荣、万德芳。

3 矿床成因与成矿模式

3.1 成矿物质来源

据河南省 1:20 万水系沉积物测量资料, 商城地

区钼元素背景值为 0.7×10^{-6} , 区域内各地层中, 元古宇桐柏-大别片麻杂岩的钼含量最高, 为 1.07×10^{-6} , 富集系数为 1.53, 可见碰撞造山过程中, 加厚地壳(大别片麻杂岩)的部分熔融形成了该区富钼岩浆源。汤家坪花岗斑岩体以明显富集 Mo、Bi、Sn、Ag 为特征, Mo 平均含量为地壳 Mo 元素丰度的 354.59 倍, 为矿区 Mo 元素背景值的 8.08 倍。由此可见, 钼元素主要来源于形成花岗斑岩的深源岩浆。

不同源区的花岗质岩浆, 其稀土元素分布特征明显受源区物质成分含量的影响, 具明显的继承性。汤家坪花岗斑岩与围岩的稀土元素含量见表 4, 其稀土配分曲线见图 4。大别片麻杂岩稀土元素含量为 $226.97 \times 10^{-6} \sim 292.39 \times 10^{-6}$, 其轻稀土元素富集, 重稀土亏损, 铈异常系数(δEu)在 0.87~0.96 之间, $(La/Yb)_N$ 平均 12.47, 与汤家坪花岗斑岩的稀土元素组成相似, 其岩石的稀土元素配分曲线与花岗斑岩的配分曲线走势极为相似, 这种相似性指示其成因上的必然联系。综上所述, 汤家坪富钼花岗岩浆可能来源于基性岩浆底侵, 加厚下地壳部分熔融而成, 其成矿物质的深源性与氧、硫同位素特征相印证。

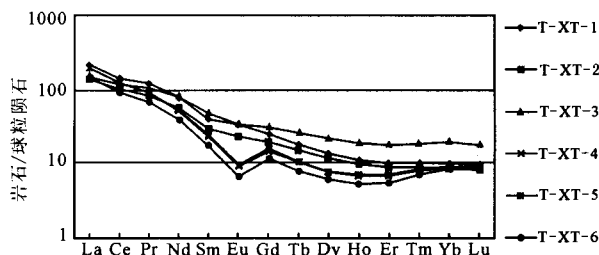


图 4 汤家坪单元花岗斑岩体稀土元素配分曲线图

Fig. 4 REE distribution plot of granite porphyry in Tangjiaping unit

3.2 矿床成因

汤家坪钼矿属典型的斑岩型钼矿床, 它的形成

表 4 汤家坪单元花岗斑岩及围岩稀土元素含量($\times 10^{-6}$)

Table 4 REE contents ($\times 10^{-6}$) of Tangjiaping-unit granite porphyry and its wall rocks

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	ΣREE	LREE/HREE	δEu	$(La/Yb)_N$
T-XT-1	83.40	142.0	16.80	58.1	9.08	3.02	7.79	1.04	5.30	0.98	2.85	0.41	2.50	0.36	333.63	14.72	1.11	22.49
T-XT-2	53.70	94.4	11.50	40.9	6.94	2.02	6.05	0.87	4.64	0.86	2.26	0.36	2.16	0.31	226.97	11.96	0.96	16.76
T-XT-3	58.60	114.0	15.10	58.3	11.20	2.95	9.74	1.50	8.60	1.66	4.48	0.75	4.83	0.68	292.39	8.07	0.87	8.18
T-XT-4	77.80	122.0	12.50	36.8	5.16	0.83	4.63	0.57	2.84	0.54	1.66	0.32	2.23	0.35	268.23	19.41	0.52	23.52
T-XT-5	77.70	126.0	12.80	38.2	5.50	0.85	4.87	0.60	3.09	0.60	1.78	0.34	2.35	0.36	275.04	18.66	0.51	22.29
T-XT-6	55.60	92.1	9.51	28.4	3.98	0.57	3.61	0.45	2.39	0.46	1.42	0.28	2.07	0.32	201.16	17.29	0.46	18.11

注: T-XT-1 岩性为太古宙大别岩群的黑云斜长片麻岩; T-XT-2 和 T-XT-3 岩性分别为元古宙大别片麻杂岩的黑云斜长片麻岩和斜长角闪片麻岩; T-XT-4~6 岩性为汤家坪单元花岗斑岩。

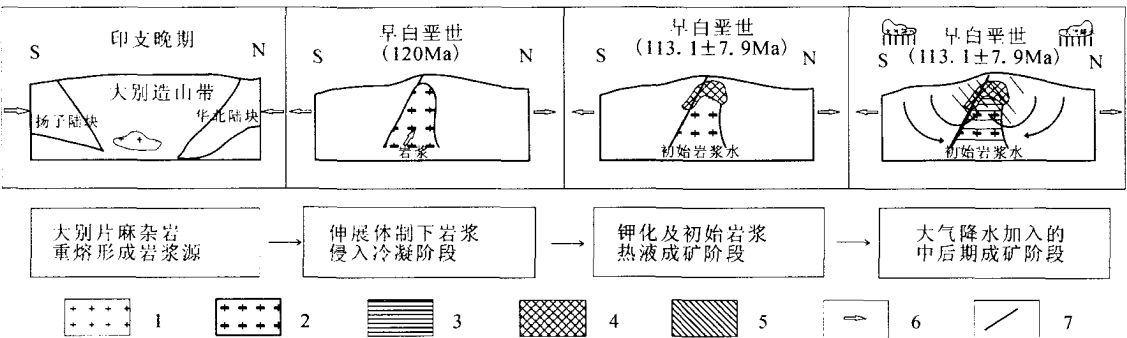


图 5 汤家坪钼矿成岩成矿模式

Fig. 5 Diagenetic and metallogenic model

1—花岗岩质岩浆;2—花岗斑岩;3—钾化;4—钼矿体;5—泥化;6—应力方向;7—深大断裂
1—Granitic magma; 2—granite porphyry; 2—potassic alternation; 4—Mo orebody; 5—argillite;
6—stress pressure direction; 7—great deep fault

与富钼的岩浆热液体系密切相关。花岗岩浆在侵入固结成岩中,晚期岩浆热液继续上移,致使顶部已固结的壳体碎裂,岩浆热液减压沸腾而转变成富钼的高盐度成矿流体。在封闭体系下,富钼的成矿流体沿裂隙向上运移,随着流体温度和压力的降低以及大气降水的加入,导致流体温度和盐度的降低,大量成矿流体沿裂隙充填形成网脉状钼矿石。

3.3 成岩成矿模式

3.3.1 成矿的地球动力学背景

汤家坪花岗斑岩锆石 U-Pb 和谐线年龄为 120 Ma,钼矿辉钼矿铼—钼同位素等时线年龄为 113.1 ± 7.9 Ma(杨泽强,2007),钼成矿作用与燕山晚期大别造山带在伸展机制下岩石圈减薄,深部岩浆底劈侵位密切相关(毛景文等,2004)。

印支期末,华北陆块和扬子陆块相向俯冲挤压碰撞造山(钟增球等,2001),秦岭中央造山带逐步形成。碰撞造山作用使两大陆块沿北西向栾川-明港-固始和襄樊-广济深大断裂俯冲,深切上地幔的深大断裂带打破了岩石圈原有的“平衡”,通过壳幔相互作用,发生物质和能量的交换,区域性的岩石圈拆沉作用和地幔物质上侵,导致大别地区加厚陆壳重熔,俯冲大陆板片的断离引起加厚下地壳大别片麻杂岩的部分熔融形成了中生代岩浆活动的岩浆源。

早白垩世受太平洋构造域的影响,整个区域应力场处于伸展环境。造山带伸展垮塌,导致地壳增温,激发了主造山期后的深源岩浆活动;大量近南北向断裂形成,且与早期北西向深大断裂构成大别山区格子状构造系统。于是就形成了在空间上矿床多沿格子状断裂体系的构造交叉点展布,在时间上表

现为成矿与陆内构造—岩浆活动近于同时或略滞后,成矿流体以岩浆热液为主,中后期逐步有大气降水加入的钼多金属成矿系统。

3.3.2 成岩成矿模式

根据对岩浆热液成矿系统主要结构要素的分析,可将成矿过程归纳为:大别片麻杂岩重熔形成岩浆源—伸展体制下岩浆侵入冷凝阶段—钾化及初始岩浆热液成矿阶段—大气降水加入的中后期成矿阶段(图 5)。

4 结论

(1)汤家坪钼矿主成矿期石英包裹体,以 CO₂包裹体和含子矿物的多相包裹体为主,少量二相气—液包裹体,主成矿期的成矿温度在 260~419℃之间;包裹体盐度具有典型的双配分模式特征,其中含盐度介于 32.6%~48.54%(NaCl)之间的含子矿物的多相包裹体基本代表含水的“岩浆”。

(2)汤家坪花岗岩浆可能来源于基性岩浆底侵,引起加厚下地壳(大别片麻杂岩)部分熔融;成矿流体为高温高盐度的初始岩浆热液,中后期有大气降水加入。

(3)初步总结汤家坪钼矿床的成矿成岩模式为:大别片麻杂岩重熔形成岩浆源—伸展体制下岩浆侵入冷凝阶段—钾化及初始岩浆热液成矿阶段—大气降水加入的中后期成矿阶段。

致谢:成文过程中,承蒙毛景文教授和李胜荣教授的热情帮助和指导,匿名阅稿人提出了中肯的修改意见,在此表示衷心的感谢!

参 考 文 献

卢焕章,范宏瑞,倪培,等. 2004. 流体包裹体. 北京:科学出版社,1~

- 532.
- 毛景文, Lolly Stein, 杜安道, 等. 2004. 长江中下游地区铜金(钼)矿铼-钨年龄测定及对成矿作用的指示. 地质学报, 78(1): 121~131.
- 徐兆文, 杨荣勇, 陆现彩, 等. 1998. 金堆城斑岩钼矿床地质地球化学特征及成因. 地质找矿论丛, 13(4): 18~27.
- 徐兆文, 杨荣勇, 陆现彩, 等. 2000. 河南省栾川县上房斑岩钼矿床地质地球化学特征及成因. 地质与勘探, 36(1): 14~16.
- 杨泽强. 2007. 河南商城县汤家坪钼矿辉钼矿铼-钨同位素年龄及地质意义. 矿床地质, 26(3): 289~295.
- 张理刚. 1985. 稳定同位素在地质科学中的应用. 西安: 陕西科学技术出版社, 1~452.
- 钟增球, 索书田. 2001. 桐柏—大别碰撞造山带的基本组成与结构. 地球科学, (06): 560~567.
- 左力艳, 张德会, 李健康, 张文准. 2007. 江西德兴铜厂斑岩铜矿成矿物质来源的再认识——来自流体包裹体的证据. 地质学报, 81(5): 684~695.

Geochemistry and Mineralization Model of Tangjiaping Mo Deposit in Shangcheng County, Henan Province

YANG Zeqiang^{1,2)}, WAN Shouquan^{1,2)}, MA Hongwei^{1,2)}, TANG Zhonggang¹⁾

1) The third geological survey team of Henan Coal Mine Bureau, Xinyang, 464000;

2) the Geological Survey of Henan Province, Zhengzhou, 450007

Abstract

Base on the study of ore-hosted dyke, mineralizing material sources, nature of mineralizing fluid and its geodynamic background, the diagenetic and mineralization model of deposit is constructed. This study found that quartz fluid inclusions of the Tangjiaping Mo deposit in major mineralization stage present the characters as following: predominately the CO₂ inclusions and the mineral-bearing multi-phase inclusions, and a small amount of two-phase gas-liquid inclusions, the temperature of the main mineralization stage is between 260~419℃, the salinity of fluid inclusion presents typical bimodal-distribution pattern, mineral-bearing multi-phase inclusions with the salinity between 32.6%~48.54% (NaCl) is generally on behalf of water-bearing "Magma". The mineralizing material was origin from the Mo-rich granite magma which partial melted from Proterozoic Dabie gneissic complex. Mineralizing fluid is high temperature and high salinity of the initial magma water, and meteoric water added into the system during the middle and latter stages. In summary, the diagenetic and metallogenic model of the Tangjiaping Mo deposit presents: magma source original from remelting of the Dabie gneissic complex-magma intrusion and condensation stage under the extension system-potassic alternation and initial magmatic hydrothermal mineralization stage-meteoric water adding into the middle and latter mineralizing stages.

Key words: hydrogen and oxygen isotopes; mineralizing material source; metallogenic model; Tangjiaping molybdenum deposit