

河南省商城县汤家坪钼矿围岩蚀变与成矿

杨泽强^{1,2}

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队, 信阳 464000; 2. 河南省地质调查院, 郑州 450007)

[摘要] 文章从矿床地质特征、蚀变岩石的元素含量特征及蚀变分带研究入手, 认为硅化和钾长石化岩石的钼含量最强, 硅化和钾长石化与钼成矿关系密切。研究表明, 围岩蚀变始终伴随着钼成矿作用的每个阶段, 且不同的成矿期和成矿阶段、不同的围岩, 其蚀变类型不同; 矿床蚀变分带明显, 由岩体中心向外侧依次为钾长石化—硅化带(强蚀变带)、硅化—绢英岩化带(弱蚀变带)、硅化—青磐岩化带, 强度由中心向外围逐渐减弱, 其蚀变作用的强弱与钼矿体的品位高低相对应, 确定硅化和钾长石化是该区最有效的找矿标志之一。

[关键词] 斑岩钼矿 围岩蚀变 汤家坪

[中图分类号] P618.65 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2007)05-0017-06

河南省商城县汤家坪钼矿位于商城县达权店乡, 地理坐标: 东经 $115^{\circ}19' \sim 115^{\circ}20'$; 北纬 $31^{\circ}31' \sim 31^{\circ}32'$, 是河南省地勘局地调三队新近探明的一处斑岩型钼矿床, 钼资源储量 13.41 万 t, 达大型规模, 由此结束了豫南大别山区没有大型金属矿床的历史。1982 年, 河南省区调队进行矿点检查时, 认为汤家坪岩体为两次侵入的复式岩体, 仅内部钾长花岗斑岩含矿, 初步确定为小型钼矿点^[1]; 2003 年地调三队经钻探工程施工, 认为汤家坪岩体为具明显蚀变分带的独立花岗斑岩, 该矿成矿元素单一, 矿石易选, 矿区围岩蚀变分带清晰, 且与钼成矿关系密切, 围岩蚀变特征对该矿床规模的扩大和指导深部勘查起到关键作用。文章旨在总结矿区围岩蚀变特征与钼成矿的关系, 为大别山地区钼矿勘查提供依据。

1 地质概况

1.1 区域地质背景

矿区位于秦岭—大别造山带东段, 桐柏—大别变质核杂岩隆起带北部。大别造山带是由多个形成于不同构造环境, 有着各自独立建造特征和构造演化序列的构造地层地体经多次聚合拼贴而成的复杂构造带。早古生代—三叠纪, 华北陆块和扬子陆块相向俯冲挤压碰撞造山^[5], 陆块俯冲楔断离重熔, Mo 元素随之富集而形成含钼花岗岩浆; 燕山期, 秦

岭造山带褶皱回返, 在伸展机制下, 富钼花岗岩浆沿北西西向断裂带与近南北向断裂交汇处侵入, 形成了一系列深源浅成型花岗斑岩体^[2]。含钼斑岩体多沿区域性桐(柏)—商(城)深大断裂带及其两侧分布, 构成东秦岭—大别钼成矿带东段。

1.2 含矿岩体特征

该区位于桐柏—大别变质核杂岩隆起带, 区内岩浆岩主要为早白垩世香子岗序列汤家坪单元的花岗斑岩, 出露面积约 0.34 km^2 (图 1), 剖面上呈向南西方向倾伏的不规则小岩株。岩石中常见安山岩包体, 为汤家坪钼矿的成矿母岩。岩石化学成分具超酸(76.33%)、富碱($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为 9.11%), 高钾($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 1.81)^[1]等特点, 属超酸性铝过饱和系列岩浆岩。围岩主要为元古宇大别片麻杂岩(Pt-Dog), 由二长花岗质片麻岩、黑云斜长片麻岩等深成变质岩系组成。

1.3 矿床地质特征

汤家坪钼矿体赋存于早白垩世汤家坪单元花岗斑岩体内及外接触带中, 属典型的斑岩型钼矿床。I 号钼矿体长 1120m, 宽 960m, 矿体水平投影面积 0.40 km^2 。矿体呈似层状, 南西部厚度巨大, 总体走势向南西方向倾伏, 向东北翘起尖灭, 倾伏角在 20° 左右, 钼品位 0.06% ~ 0.30%, 无伴生有益组分, 钼矿储量达大型规模。主要矿石矿物为辉钼矿、黄铁矿、钼华, 矿石网脉状构造发育。初步将成矿作用分

[收稿日期] 2006-07-17; [修订日期] 2006-10-23。

[第一作者简介] 杨泽强(1967年—), 男, 1990年毕业于西安地质学院, 获硕士学位, 地质工程师, 现主要从事矿产资源评价工作。

为3个成矿期5个成矿阶段,即岩浆气液成矿期、岩浆期后热液成矿期和表生成矿期,其中热液成矿期

的中期中温石英硫化物阶段为主成矿阶段。

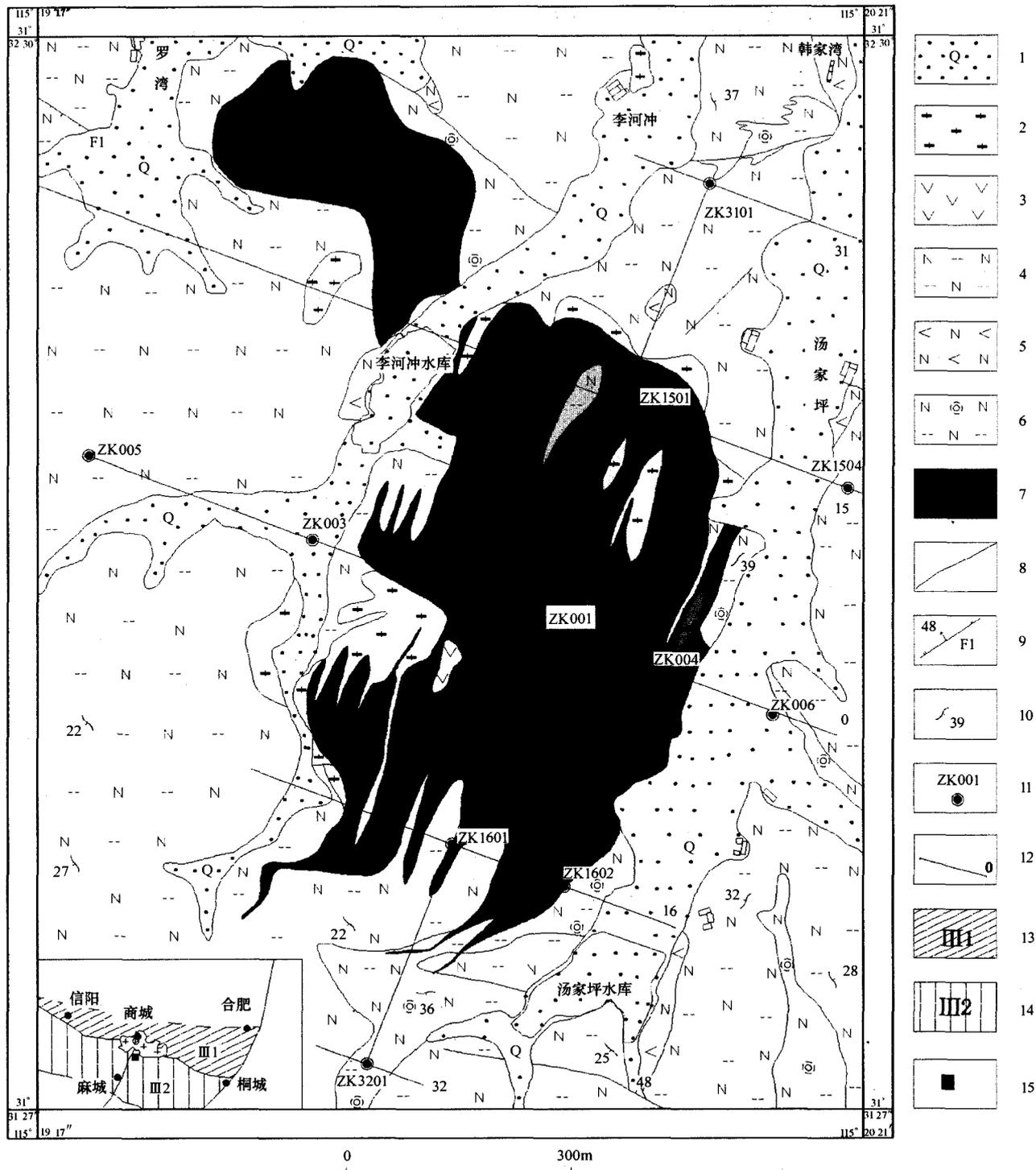


图1 河南省商城县汤家坪铅矿区地质图

1—第四系;2—早白垩世汤家坪单元花岗岩;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—铅矿体和编号;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

2 矿床的围岩蚀变特征

2.1 蚀变类型及分布

汤家坪钼矿明显受斑岩体控制,岩浆热液活动使斑岩体及其围岩发生不同程度的蚀变,由于岩体与接触围岩距离不同、围岩性质不同,使蚀变现象种类繁多,且呈明显带状分布。

主要蚀变类型有硅化、钾长石化、绢云母化及黄铁绢英岩化、绿泥石化等:

1) 硅化:广泛分布于花岗斑岩及其外接触带围岩中,是与钼成矿关系最密切的蚀变类型。早期硅化多呈细粒或团块状分布,由于斑岩和长英质围岩富含 SiO_2 ,故多以粒间交代为主。岩浆期后热液期,硅化多呈细脉—网脉状充填节理裂隙,由于多期次活动,成矿脉体相互截切、穿插交代,主要细脉有钾长石—石英脉、石英—黄铁矿—辉钼矿脉、石英—辉钼矿细脉、石英—黄铁矿—萤石细脉等;

2) 钾长石化:呈面型广泛分布。早期钾长石化在斑岩体中以粒间交代为主,表现为肉红色微斜长石沿斜长石边缘、内部双晶解理缝交代,斜长石呈残晶或交代连晶出现,常见钾长石包裹斜长石残晶,以致在斑岩体中心形成钾长花岗斑岩带;岩浆期后热液成矿期,钾长石化多呈细脉状,与石英共生并充填节理裂隙;围岩中早期钾长石化多呈细脉状沿片麻理和节理裂隙分布,基本不含辉钼矿,后期钾长石细脉中常伴生金属硫化物;

3) 绢云母化及黄铁绢英岩化:主要分布于斑岩体边部和南侧围岩的蚀变带中。早期绢云母化呈面状分布,绢云母以微鳞片—细片状集合体形式交代斜长石和钾长石;其后沿裂隙充填交代,局部形成条带状绢英岩,当伴有黄铁矿时,形成黄铁绢英岩化,绢英岩中辉钼矿细脉发育;

4) 绿泥石化:主要分布于外接触带围岩中,以绿泥石交代黑云母、角闪石为主,绿泥石多呈条带状沿裂隙分布,或完全交代黑云母、角闪石,呈交代假象结构。该类蚀变总体与成矿关系不密切。

2.2 蚀变分带特征

2.2.1 斑岩体蚀变分带特征

岩体内主要蚀变为硅化、钾长石化、绢云母化、黄铁矿化,水平方向从中心到两侧大致可划分为硅化—钾长石化带(强蚀变带)、硅化—绢云母化带(弱蚀变带)如图 2。

1) 硅化—钾长石化带(强蚀变带):分布于成矿岩体中心,主要蚀变类型有钾长石化、硅化,绢云母化次之,呈面状分布;由于强烈钾长石化,斑岩中斜长石多被交代,石英呈滚园粒状。硅化多呈网脉状,脉中伴生有辉钼矿、黄铁矿,由于硅化多期次叠加而形成较富的钼工业矿体;

2) 硅化—绢云母化带(弱蚀变带):分布于成矿岩体的边部,主要蚀变类型有硅化、绢云母,钾长石化次之,硅化多呈细粒状,局部见网脉状分布;绢云母多沿粒间及解理面交代,局部形成黄铁绢英岩。该带石英细脉密度低,局部发育不完整的高岭土化带。

2.2.2 围岩蚀变分带特征

围岩中蚀变带较窄,宽 50 ~ 100m,分带不太明显,通称硅化—青磐岩化带,呈由岩体接触带向外逐渐变弱的趋势,主要蚀变为硅化、绿泥石化、绢云母化,钾长石化次之,表现为纵横交错的含辉钼矿、黄铁矿等硫化物的石英细脉充填裂隙,钾长石交代斜长石而形成硅化黑云二长片麻岩,其蚀变强弱与钼矿化呈正相关。

3 蚀变围岩的地球化学特征

3.1 蚀变岩石的常量元素特征

蚀变岩石的岩石化学成分如表 1 所示。从表中可以看出,花岗斑岩型矿石 SiO_2 含量在 73.8% ~ 77.90%, K_2O 含量 5.22% ~ 5.66%, $\text{CaO} > \text{MgO}$, $\text{K}_2\text{O}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) > 0.6$,矿石富硅、高钾;片麻岩型矿石 K_2O 含量在 3% 左右,总碱量 5.4% ~ 8.7% 之间,经薄片鉴定初步认为 SiO_2 含量增高与硅化有关, K_2O 含量较高多由强烈钾长石化和绢云母化所致。

表 1 汤家坪钼矿矿石化学分析结果表

样品编号	矿石类型	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO	P_2O_5	K_2O	Na_2O	FeO	烧失量
QF1	花岗斑岩型	77.90	10.26	0.70	0.44	0.063	0.15	0.060	0.14	5.22	2.68	1.08	1.01
QF2	花岗斑岩型	74.40	12.38	1.26	0.29	0.13	0.20	0.020	0.096	5.32	3.00	1.30	1.70
QF4	花岗斑岩型	73.80	12.78	0.82	0.44	0.063	0.22	0.025	0.080	5.66	4.00	1.15	0.78
QF5	角闪质片麻岩型	58.86	14.40	6.50	2.78	1.52	1.05	0.065	0.41	2.90	2.50	3.42	5.70
QF3	长英质片麻岩型	61.60	15.53	3.37	2.34	2.02	1.05	0.085	0.25	3.00	5.70	3.18	1.47

注:表中数据为地调三队实验室测试。

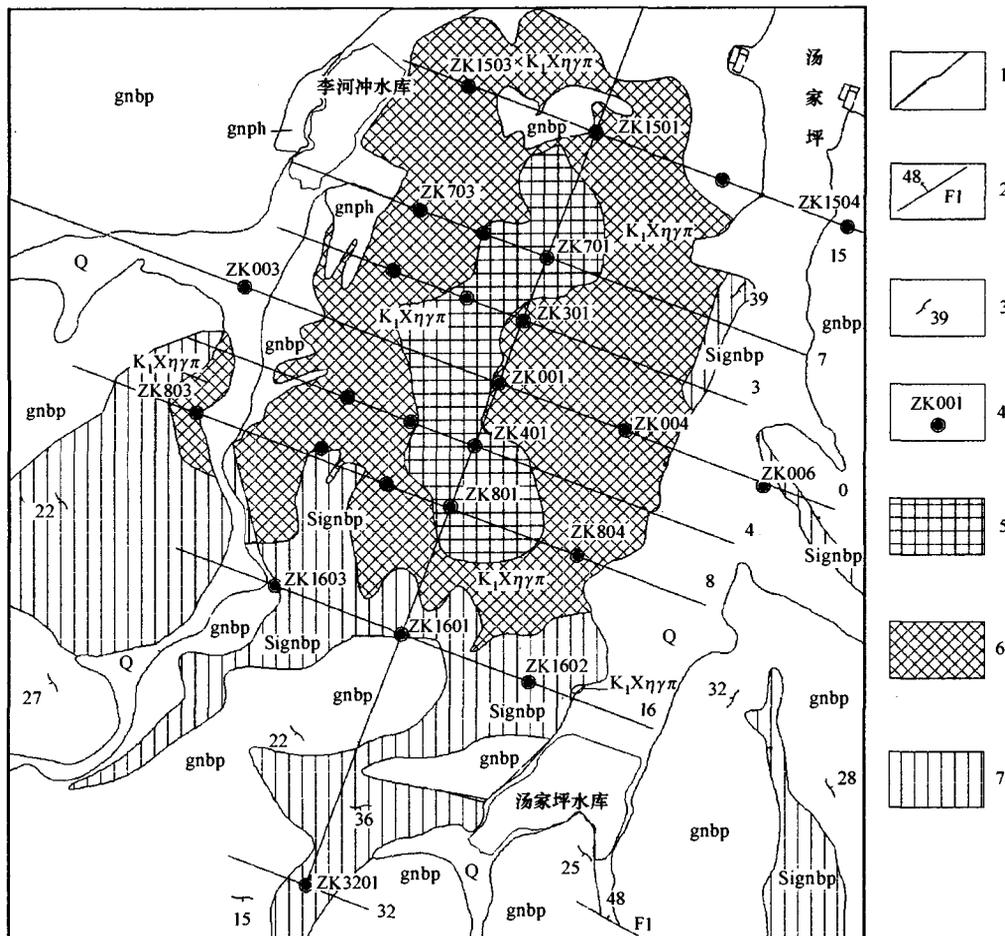


图2 汤家坪铅矿区围岩蚀变分带示意图

Q—第四系;K₁Xηγπ—早白垩世汤家坪单元花岗斑岩;gnbp—黑云斜长片麻岩;gnph—斜长角闪片麻岩;1—实测地质界线;2—断层及编号;3—片麻理产状;4—钻孔位置及编号;5—硅化—钾长石化带;6—硅化—绢云母化带;7—硅化—青磐岩化带

3.2 岩石微量元素特征

利用矿区岩石测量结果,统计各类岩石中微量元素含量特征见表2。由此可以看出:

1) 各类岩石中成矿元素 Mo 平均含量均明显高于矿区 Mo 背景值,硅化花岗斑岩、钾长石化花岗斑岩和硅化黑云斜长片麻岩 Mo 平均含量最高,分别为 598.67×10^{-6} 、 115.25×10^{-6} 、 262.88×10^{-6} ,富集系数分别为 13.64、2.63 和 5.99。由于各种岩石均富集 Mo,故形成较大范围的 Mo 异常;

2) Bi、Sn、W、Cu 为一组高温元素组合,斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩中 Bi 平均含量最高而硅化黑云斜长片麻岩和硅化花岗斑岩中最低。Sn 在未蚀变花岗斑岩和黑云斜长片麻岩中有较高含量,钾长石化和硅化岩石中最低。W 与 Cu 的分布特征相似,二者在黑云斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩中有一定程度富集(富集系数在 1.14 ~ 3.49 之间),在硅

化、钾长石化花岗斑岩、花岗斑岩中较低,呈贫乏状态。上述元素分布特征表明,Bi、Sn、W、Cu 主要在围岩中富集,矿化造成元素带出或亏损;中温元素 Zn 在矿化蚀变岩中带出贫化;Ag、Pb 在硅化、钾长石化、绿泥石化岩石中有少量带入。

3.3 微量元素在蚀变过程中的变化特征

蚀变岩石微量元素平均含量与未蚀变岩石平均含量的比值如表3。由表3可以看出,主要的蚀变过程在同一种岩石中微量元素带入带出有如下特点:

在硅化过程中,黑云斜长片麻岩带入的元素仅有 Mo,带出的元素有 Sn、W、Cu、Ag、Pb、Zn,大量带出的元素有 Bi;花岗斑岩带入的元素有 Mo、Cu,带出的元素 W、Ag、Pb、Zn,大量带出的元素有 Sn、Bi。在钾长石化过程中,黑云斜长片麻岩带入的元素主要有 Mo,大量带出的元素有 Bi、Ag、W、Cu,少量的

带出 Sn、Pb、Zn。绿泥石化过程中,黑云斜长片麻岩 量带出 Mo、Cu、Ag。少量带人 Pb、Zn,大量带出的元素有 Bi、W、Sn,少

表 2 主要岩石类型中微量元素含量特征

		$\omega_B/10^{-6}$									
地质单元	岩石类型	参数	Mo	W	Sn	Bi	Cu	Ag	Pb	Zn	
元古代大别片麻杂岩	黑云斜长片麻岩 (n=167)	X	99.33	27.88	16.20	4.79	24.72	0.095	20.12	37.90	
		q	2.26	1.66	3.12	17.11	1.59	1.67	1.09	1.12	
	硅化黑云斜长片麻岩 (n=16)	X	262.88	10.51	2.93	0.13	22.41	0.06	13.59	35.63	
		q	5.99	0.62	0.56	0.46	1.44	1.05	0.74	1.05	
	钾长石化黑云斜长片麻岩 (n=45)	X	104.66	16.14	13.95	1.03	15.21	0.05	16.19	28.36	
		q	2.38	0.96	2.68	3.68	0.98	0.88	0.88	0.84	
	绿泥石化黑云斜长片麻岩 (n=6)	X	64.25	9.85	6.15	0.48	22.92	0.07	20.42	40.00	
		q	1.46	0.59	1.18	1.71	1.48	1.23	1.11	1.18	
	斜长角闪岩 (n=11)	X	68.96	26.66	9.71	1.40	17.70	0.06	15.68	57.68	
		q	1.57	1.58	1.87	5.00	1.14	1.05	0.85	1.70	
	斜长角闪片麻岩 (n=52)	X	93.98	58.7	6.31	0.52	33.21	0.08	18.61	50.12	
		q	2.14	3.49	1.21	1.86	2.14	1.40	1.01	1.48	
	早白垩世汤家坪单元花岗岩斑岩体	未蚀变花岗斑岩 (n=46)	X	71.66	11.7	22.03	0.33	10.14	0.08	20.54	29.57
			q	1.63	0.70	4.24	1.18	0.65	1.40	1.11	0.87
硅化花岗斑岩 (n=123)		X	598.67	6.00	3.66	0.15	13.01	0.06	19.25	20.76	
		q	13.64	0.36	0.70	0.54	0.84	1.05	1.04	0.61	
钾长石化花岗斑岩 (n=57)		X	115.25	9.16	4.52	0.16	9.82	0.07	19.34	22.11	
		q	2.63	0.54	0.87	0.57	0.63	1.23	1.05	0.65	
矿区背景值 (n=275)		X ₀	43.89	16.83	5.2	0.28	15.53	0.057	18.47	33.84	
		Kk	30.69	14.89	1.79	1.47	0.28	0.76	1.32	0.44	
地壳元素丰度(黎彤 1992)			1.43	1.13	2.9	0.19	56.00	0.075	14.00	76.6	

注: X - 算术平均含量; q - 富集系数(某类岩石某元素平均含量/该元素矿区背景值); Kk 为浓集克拉克值(某地区某地质单元某元素平均含量/该元素地壳丰度)。表中数据为地调三队实验室测试。

表 3 主要蚀变类型中微量元素特征值表

岩石类型	矿化蚀变类型	比 值							
		Mo	W	Sn	Bi	Cu	Ag	Pb	Zn
黑云斜长片麻岩	硅化	2.65	0.38	0.18	0.03	0.91	0.63	0.68	0.94
	钾长石化	1.05	0.58	0.86	0.22	0.62	0.53	0.8	0.75
	绿泥石化	0.65	0.35	0.38	0.1	0.93	0.74	1.01	1.06
花岗斑岩	硅化	8.35	0.51	0.17	0.45	1.28	0.75	0.94	0.7
	钾长石化	1.61	0.78	0.21	0.48	0.97	0.88	0.94	0.75

注: 比值: 蚀变岩石中某元素平均含量/未蚀变岩石中某元素平均含量。

综上所述,与成矿有关的花岗斑岩和黑云斜长片麻岩在蚀变过程中,硅化的含矿性相对最强,钾长石化的含矿性次之,硅化和钾长石化与成矿关系密切,绿泥石化的强弱与钼成矿呈负相关。

4 围岩蚀变与钼成矿的关系

汤家坪钼矿围岩蚀变伴随着钼成矿的各个阶

段,在岩浆气液成矿期,花岗斑岩体残余气液中有部分金属矿物如自形粒状黄铁矿、大片花瓣状辉钼矿、磁铁矿等随成岩沉淀下来,同时岩浆热液导致花岗斑岩体自变质,以面型钾长石化为主、绢云母化次之,但钼矿化较弱。在岩浆期后热液成矿期早期成矿阶段,热水溶液上侵,对造岩矿物进行交代,形成面型钾长石化、硅化、绢云母化、绿泥石化,同时形成

斑岩中广泛分布的低品位稀疏浸染状矿石,辉钼矿呈细小鳞片状均匀分布,该类矿石钼品位在 0.02×10^{-6} 左右;到中期石英硫化物阶段,随硅酸溶液的浓度增大,硅化作用加强,在大量石英沉淀的过程中,伴生有大量黄铁矿和辉钼矿沉淀,形成一系列石英—硫化物细脉充填裂隙。由于受区域构造多期次活动的影响,不同时期的细脉相互穿插、截切、改造,形成网脉状构造。该期蚀变矿化多位于斑岩体中心,并叠加在早期浸染状矿石之上,构成斑岩体的硅化—钾长石化带,该带基本与钼工业矿体范围相一致;其外侧网脉状构造不发育部分构成斑岩体的硅化—绢云母化带。至晚期低温热液阶段主要形成石英—萤石—黄铁矿细脉或黄铁矿细脉(在围岩中),岩石多晶洞构造,局部见方解石细脉,该阶段钼矿化较弱。

综上所述,汤家坪钼矿围岩蚀变发育,并始终伴随着成矿作用的每个阶段,其中硅化、钾长石化、绢云母化与钼成矿关系密切,绿泥石化与钼成矿呈负相关。矿区围岩蚀变分带性明显,由岩体中心向外侧依次为钾长石化—硅化带(强蚀变带)、硅化—绢云母化带(弱蚀变带)、硅化—青磐岩化带,其蚀变作用的强弱与钼矿体的品位高低相对应,网脉状硅化和钾长石化为主要的找矿标志之一。

致谢 在文章编写过程中,承蒙韩承强高级工程师提出宝贵修改意见及审稿专家对本文提出许多

中肯而细致的意见,笔者在此深表谢意。

[参考文献]

- [1] 河南省地矿厅区调队. 1994. 中华人民共和国区域地质调查报告[R], 1:50000, 商城幅, 达权店幅.
- [2] 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.
- [3] 卢焕章, 范宏瑞, 倪培, 等. 流体包裹体[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [4] 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985.
- [5] 钟增球, 索书田, 等. 桐柏—大别碰撞造山带的基本组成与结构[J]. 地球科学, 2001, (06): 560—567.
- [6] 徐兆文, 杨荣勇, 陆现彩, 等. 金堆城斑岩钼矿床地质地球化学特征及成因[J]. 地质找矿论丛, 1998, 13(4): 18—27.
- [7] 周永章, 涂光炽, 等. 热液围岩蚀变过程中数学不变量的寻找及元素迁移的定量估计[J]. 科学通报, 1998, 39(11): 1026—1028.
- [8] 徐兆文, 杨荣勇, 陆现彩, 等. 河南省栾川县上房斑岩钼矿床地质地球化学特征及成因[J]. 地质与勘探, 2000, 36(1): 14—16.
- [9] 张正伟, 朱炳泉, 常向阳, 等. 东秦岭钼矿带成岩成矿背景及时空统一性[J]. 高校地质学报, 2001, 7(3): 307—315.
- [10] 侯增谦. 斑岩 Cu—Mo—Au 矿床新认识与新进展[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 131—143.
- [11] 徐梦罗, 李红超, 王志光, 等. 豫西金银多金属矿床成矿系列及其共生组合规律[J]. 矿产与地质, 1997, 58(11): 73—78.
- [12] 梅友松. 成矿规律若干问题研究[J]. 地质与勘探, 2005, 41(6): 3—14.

WALLROCK ALTERATION AND MINERALIZATION IN THE TANGJIAPING Mo DEPOSIT OF SHANGCHENG COUNTY, HENAN PROVINCE

YANG Zeqiang^{1,2}

- (1. No. 3 Geological Investigation Team, Henan Bureau of Geology and Mineral Prospecting & Exploration, Xinyang 464000;
2. Henan Institute of Geological Investigation, Zhengzhou 450007)

Abstract: Based on geology, element content of alteration rocks and alteration zonation, it is suggested that silicification and potassium feldspar alteration rocks have highest Mo content, and are related with Mo mineralization. It is shown that wallrock alteration is accompanied with each stage of Mo mineralization, and alteration types are different with different mineralization epoch, mineralization stage, and wallrocks. There exists an obvious alteration zonation. From center to outside, wallrock alteration types change from potassium feldspar alteration to silicification zone in the strong alteration belt or silicification to phyllic alteration in the weak alteration belt plus silicification to advance argillic. Alteration intensity also changes from strong to weak, and is corresponding to Mo content of in the ores. Identification of silicification and potassium feldspar alteration is one of effective ore-finding sign.

Key words: Porphyry Mo deposit, wallrock alteration, Tangjiaping