



豫西南泥湖地区辉长岩地球化学特征及其与成矿关系

刘辉

(山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:豫西南泥湖钼矿集区是以花岗斑岩体为中心的钼多金属矿床系列,区内出露大面积加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩。通过分析区内辉长岩的岩石学、年代学、地球化学和成矿元素等方面特征,研究其在成岩成矿过程中的作用。区内加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩成矿元素总稀土含量低,稀土元素球粒陨石标准化曲线右倾平缓,具有明显的Eu、Tm元素的异常;同比世界基性岩,自晚元古代上地幔主要成矿元素(除钨元素以外)基本没有明显的富集,主成矿元素钼含量呈明显的亏损,预示燕山期成矿花岗岩浆没有从上地幔获得主要成矿物质。初步认为大规模的钼多金属成矿带的形成与基性岩浆的底垫作用相关,基性岩浆的底垫作用为下地壳部分熔融形成岩浆房提供了热源。

关键词:南泥湖矿集区;辉长岩;元素地球化学;豫西

中图分类号:P618.4 **文献标识码:**A

引文格式:刘辉.豫西南泥湖地区辉长岩地球化学特征及其与成矿关系[J].山东国土资源,2018,34(3):27-32.LIU Hui.Geochemical Characteristics and Its Relationship with Mineralization of Gabbro in Nannihu Area[J].Shandong Land and Resources, 2018,34(3):27-32.

0 引言

豫西南泥湖钼多金属矿集区是我国最大的钼多金属矿集中区之一,豫西南作为一个钼矿集中产区^[1],其控矿的关键因素一定是宏观的巨型构造背景^[2]。成矿直接母岩是中生代的花岗斑岩,成岩物质与成矿物质是否是同源,如果花岗斑岩是来自地壳,则钼元素的来源是否全部来自地壳;如果中生代确实存在辉长岩—辉绿岩,其与花岗斑岩形成时代相近,是否暗示了地壳重熔的原因之一是来自更深处基性岩浆的作用(底垫作用)^[3-5]。

区内大面积出露加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩,基性侵入体是了解下地壳、上地幔以及壳-幔相互作用的一个重要窗口^[6]。区内辉长岩主要有加里东期和燕山期2个时期。对于区内辉长岩的年龄,罗铭玖^[7]在1991年对区内的辉长岩全岩进行K-Ar法测年,结果为743 Ma;李惠民^[8]于2006年在

豫陕交界处的洋淇沟取变辉长岩样品,进行锆石U-Pb测年,年龄为(501.4±1.2)Ma;包志伟^[9]于2009年测得的栾川赤土店西沟矿区的辉长岩的SHRIMP锆石U-Pb年龄为(147.5±1.7)Ma,证实区内至少有过两期基性岩浆活动,其中赤土店一带的细粒—中细粒辉长岩是燕山期侵入的。该文在收集前人有关区内加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩的地球化学数据的基础上,通过对南泥湖矿集区内上房沟钼多金属矿区周边的加里东期粗粒变辉长岩进行取样测试分析,总结区内辉长岩地球化学特征并研究其与成矿的关系。

1 区域地质特征

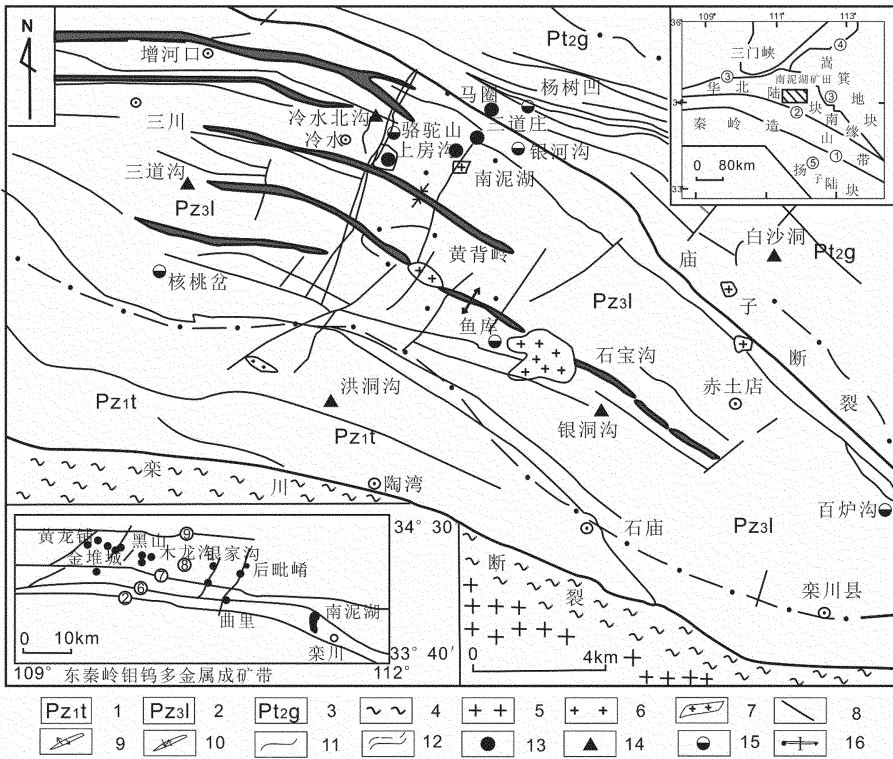
研究区位于华北板块与扬子板块结合部位秦岭褶皱系的东端,构造由NWW向NW弧形转折的部位^[10],隶属于东秦岭—大别山钼成矿带^[11]。基底为太古宇太华群,盖层岩系主要有中元古代长城系熊

收稿日期:2017-09-18;修订日期:2017-11-02;编辑:曹丽丽

作者简介:刘辉(1987—),女,辽宁阜新人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:983808545@qq.com

耳群火山沉积建造、蓟县系高河群、官道口群碎屑-碳酸盐岩沉积建造、新元古代栾川群陆源碎屑、碳酸盐岩、碱性火山岩沉积建造、古生代陶湾群浅海相泥质碳酸盐岩及钙泥质岩沉积建造以及上覆的第三系和第四系,地层主要成 NWW 向条带状展布^[12]。区内的构造、变质带及岩浆岩总体呈 NWW, NW 向展

布(图 1)。区内岩浆岩活动频繁,主要有加里东期的变辉长岩、燕山期的花岗岩和辉长岩。加里东期的变辉长岩沿着深断裂带分布,构成了侵入岩带。花岗岩主要有合峪、老君山和伏牛山等大型岩基,和众多的小花岗斑岩体、岩墙以及岩脉。



1—古生代陶湾群碳酸盐岩、碎屑岩;2—新元古代栾川群碎屑岩、碳酸盐岩及粗面岩;3—中元古代官道口群含燧石条带大理岩;4—中元古代宽坪群大理岩及基性火山岩;5—早白垩世花岗岩;6—晚侏罗世花岗岩斑岩脉;7—晚侏罗世花岗岩斑岩;8—断层;9—背斜轴;10—向斜轴;11—地质界线;12—平行不整合界线;13—斑岩—砂卡岩型钨钼矿床;14—砂卡岩型多金属硫铁矿床;15—热液脉型铅锌银矿床;16—矿化分带及编号;①—商丹断裂;②—栾川断裂;③—三门峡断裂;④—太行山断裂;⑤—南漳断裂;⑥—庙子断裂;⑦—毛超营断裂;⑧—银家沟断裂;⑨—尖山断裂

图 1 南泥湖矿田地质略图^[13]

2 岩石地球化学特征

对南泥湖矿田上房沟矿区内加里东期粗粒变辉长岩(样品 SFG1, SFG2)、上房沟矿区外围逐渐远离矿区的加里东期粗粒变辉长岩(样品 913-2, 913-3, 913-4, 913-7)和包志伟^[9]2009 年进行的锆石 U-Pb 年龄测试,对燕山期的西沟矿区的辉长岩(中粒样品 123702、细粒样品 123703)以及外围的前加里东期粗粒辉长岩(样品 123704)的地球化学特征进行了系统的对比和研究。

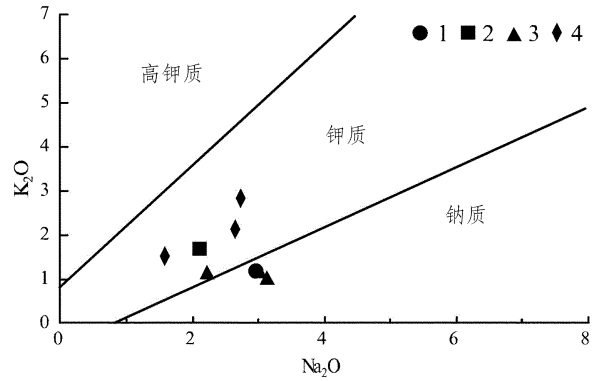
上房沟矿区内出露的变辉长岩为冷水-三川-火

神庙变辉长岩体的一部分,呈 NWW-NW 向侵入于南泥湖组、煤窑组和三川组地层中^[13]。平面形态长条状,向 N 倾,宽 50~100 m,长度大于 5 km,出露面积约 4 km²。根据矿区内的钻孔资料,表明岩体向下变小,底部为漏斗状。变辉长岩墨绿色,分为细粒和粗粒,有显微鳞片粒状变晶结构和粒状变余辉长结构,块状构造。矿物成分主要为斜长石和角闪石,其次为黑云母、石英和钾长石等。近接触带变辉长岩的矿物颗粒较细。

2.1 主量元素地球化学特征

变辉长岩 SiO₂ 含量集中在 43%~46%,低于

中国辉长岩, 硅质含量低, TAS 图解中落于玄武岩类内辉长岩区域(图 2), TiO_2 和 CaO 含量高, 变辉长岩 Alk 含量为 3.14%~4.81%, 与中国辉长岩一致; K_2O/Na_2O 比值 0.33~1.1 不等, 外围的变辉长岩 K_2O/Na_2O 与中国辉长岩一致, 矿区内的 K_2O/Na_2O 大于外围的 K_2O/Na_2O , 推测可能受到钾化影响(图 2); TAS 图解中变辉长岩为碱性系列, 矿区內为钾质辉长岩, 外围为钠质辉长岩; 固结指数 $SI = 27.9 \sim 26.04$, 分异程度高。矿区外围的变辉长岩 TiO_2 、 CaO 含量较高, MgO 、 Al_2O_3 偏低。矿区內的变辉长岩较外围变辉长岩 MgO 、 MnO 含量高, P_2O_5 低, 无富铁的特征(表 1)。



1—中国辉长岩; 2—南泥湖辉长岩; 3—矿区外围辉长岩; 4—上房沟矿区內辉长岩

图 2 上房沟矿区变辉长岩 K_2O/Na_2O 图解

表 1 上房沟矿区变辉长岩主量元素(%)含量

样号	岩性	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SrO	BaO	Cr_2O_3	LOI	Total	Alk
NNH	变辉长岩	46.44	2.2	12	4.01	9.85	0.26	9.96	9.55	2.12	1.68	0.47				1.8	100.34	3.8
* SFG1	变辉长岩	43.84	3.72	13.45	16.32		0.32	7.06	9.76	1.58	1.56	0.358	0.04	0.17	0.01	1.46	99.64	3.14
* SFG2	变辉长岩	46.35	3.06	13.48	13.97		0.31	6.27	8.88	2.65	2.16	0.611	0.05	0.13	0.01	0.72	98.65	4.81
SFG3	变辉长岩	47.91	2.81	13.79	13.9		0.14	5.04	8.13	2.73	2.88							5.61
LTS1	变辉长岩	48.9	1.5	13.37	2.57	8.08	0.236	6.68	10.25	2.14	2.37	0.139				1.53	97.77	4.51
LTS2	变辉长岩	44.8	3.2	11.24	4.06	11.06	0.25	8.79	12.7	1.85	0.79	0.283				0.89	99.91	2.64
* 913-2	变辉长岩	45.39	4	14.18	14.54		0.22	4.77	9.37	3.03	1.18	0.529	0.05	0.12	0.01	1.18	98.57	4.21
* 913-3	变辉长岩	49.65	2.76	13.64	13.27		0.19	4.47	8.4	2.99	1.2	0.388	0.05	0.11	0.01	1.39	98.52	4.19
* 913-4	变辉长岩	46	3.03	15.74	13.52		0.19	5.08	9.81	3.13	1.02	0.51	0.06	0.11	0.01	1.41	99.62	4.15
* 913-7	变辉长岩	45.54	2.95	12.9	15.35		0.22	7.77	10.54	2.24	1.1	0.35	0.05	0.09	0.02	0.36	99.48	3.34
	黎彤中国 辉长岩	47.62	1.67	14.52	4.09	9.37	0.22	6.47	8.75	2.97	1.18	0.46				1.18	98.57	4.15

注: * 样品引自文献[14], 其余样品引自文献[15]。

2.2 稀土元素地球化学

上房沟矿区內加里东期粗粒变辉长岩的稀土元素 ΣREE 范围为 $(117.17 \sim 178.07) \times 10^{-6}$ (图 3、表 2), 未受蚀变矿化影响的远离矿区的加里东期粗粒变辉长岩 ΣREE 范围 $(130.11 \sim 134.88) \times 10^{-6}$, 与玄武岩类相当; 其中西沟矿区采取的燕山期辉长岩样品 (12302, 12303) 的 ΣREE 范围为 $(113 \sim 132.38) \times 10^{-6}$, 平均 123×10^{-6} , 同比玄武岩类, 稀土总量显示亏损; 加里东期粗粒变辉长岩的 $LREE/HREE$ 范围为 7.15~7.68, 高于玄武岩类的 5.89, $(La/Yb)_N$ 的值 8.61~9.59, 高于玄武岩类的 5.12, 轻重稀土分馏明显, 燕山期中细粒辉长岩的 $LREE/HREE$ 范围为 1.36~3.42, 低于玄武岩类的 5.89, $(La/Yb)_N$ 的值 2.49~3.04, 低于玄武岩类的 5.12, 显示为轻稀土亏损, 轻重稀土分馏不明显。上房沟矿区及外围加里东期粗粒变辉长岩的 δEu 的值 1.09~1.44, 显示为正异常, 表示形成于较还原环境; 西沟矿区燕山期辉长岩 δEu 的值 0.2~0.28 具

明显的 Eu 亏损, 说明岩浆上升过程中存在还原环境向氧化环境的转变。

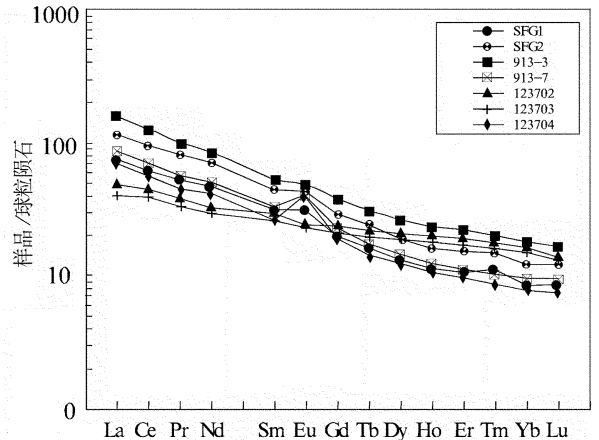


图 3 南泥湖地区辉长岩稀土元素 Boynton(1984) 球粒陨石标准化分布形势图

总的来说: ①燕山期辉长岩样品稀土元素球粒陨石标准化分布曲线光滑, 没有特征元素的异常现象, REE 含量大约是球粒陨石的 20 倍左右, 可能来源于未分异原始地幔或平均地幔的部分熔融。②早

期的变辉长岩 REE 分馏较燕山期的更强烈一些,并且 Eu 明显呈现正异常。③南泥湖地区轻重稀土分

馏弱。④区内的辉长岩与世界基性岩相比具有 Eu 和 Tm 的明显异常。

表 2 南泥湖地区辉长岩以及玄武岩类岩体稀土元素(10^{-6})含量

样号	SFG1	SFG2	913-3	913-7	123702 *	123703 *	123704 *	玄武岩类 (K 图尔基安)
岩性	加里东期 辉长岩	加里东期 辉长岩	加里东期 辉长岩	加里东期 辉长岩	燕山期 辉长岩	燕山期 辉长岩	加里东期 辉长岩	
La	17.4	27.4	37.4	20.5	11.7	9.7	16.1	15
Ce	37.7	59	77.5	43.9	28	23.8	34	48
Pr	4.94	7.72	9.37	5.38	3.65	3.14	4.25	4.6
Nd	22	33.2	39.7	23.9	15.3	13.6	19.3	20
Sm	4.77	6.71	8.06	5.06	4.45	3.98	4.01	5.3
Eu	1.83	2.56	2.84	2.31	1.42	1.34	2.36	0.8
Gd	3.98	5.96	7.69	4.6	4.84	4.31	3.83	5.3
Tb	0.61	0.91	1.15	0.65	0.82	0.73	0.54	0.8
Dy	3.3	4.77	6.68	3.68	5.3	4.7	3.15	3.8
Ho	0.65	0.9	1.32	0.7	1.13	1.01	0.6	1.1
Er	1.74	2.5	3.67	1.87	3.22	2.79	1.59	2.1
Tm	0.28	0.38	0.51	0.26	0.46	0.41	0.22	0.2
Yb	1.45	2.05	3.03	1.63	2.76	2.52	1.33	2.1
Lu	0.22	0.31	0.42	0.24	0.35	0.33	0.19	0.5
Y	16.3	23.7	36.4	20.2	29.6	26.4	15.8	21
ΣREE	117.17	178.07	235.74	134.88	113	132.38	130.11	131
LREE	88.64	136.59	174.87	101.05	64.52	61.04	82.75	109.60
HREE	12.23	17.78	24.47	13.63	18.88	44.94	31.56	15.90
LREE/HREE	7.25	7.68	7.15	7.41	3.42	1.36	2.62	5.89
La _N /Yb _N	8.61	9.59	8.85	9.02	3.04	2.49	7.26	5.12
δEu	1.25	1.21	1.09	1.44	0.93	0.20	0.28	0.46
δCe	0.98	0.98	0.99	1.00	1.04	1.05	0.99	1.40

注: * 样品引自文献[9],其余样品来自河南省栾川县南部区域地质调查报告,1978 年。

2.3 微量元素地球化学

原始地幔标准化蛛网图显示区内辉长岩微量元素分布曲线轻度右倾斜(图 4),多数元素含量高于原始地幔的 10 倍含量值(表 3),其中 Cs, Ba, K 产生富集峰; V 值高,重稀土元素和高场强元素相对亏损,具有微弱的 Nb - Ta 槽,具有 Zr 亏损。区内辉长岩中的大离子亲石元素(Ba, Rb, Sr)和 Ta, Nb 的变化范围比较大。与原始地幔标准化相比, N - MORB 标准化的图解上,无 Nb, Ta, P 弱亏损。同比之下上房沟矿区的加里东期变辉长岩较西沟的燕山期辉长岩 Ta, Nb 的亏损,可能由于岩浆源区曾遭受地壳物质的混染或者地幔源区富有 Ta, Nb 的残留体所致^[16]。

大陆的拉张带(或裂谷初期)环境玄武岩,岩浆源区较浅,大陆裂谷的拉斑玄武岩比碱性的玄武岩 Ta/Hf 的比值低,前者通常为 0.1~0.3,后者通常大于 0.3, Th/Ta 的比值大,前者通常大于 4,后者通常在 1.6~4 之间, Th/Ta 比值具有较典型的裂谷环境的玄武岩的特征^[16-17]。区内的辉长岩 Ta/Hf > 0.3, Th/Ta > 1.6, 与大陆裂谷的碱性玄武岩一致,应为减压熔融的产物。

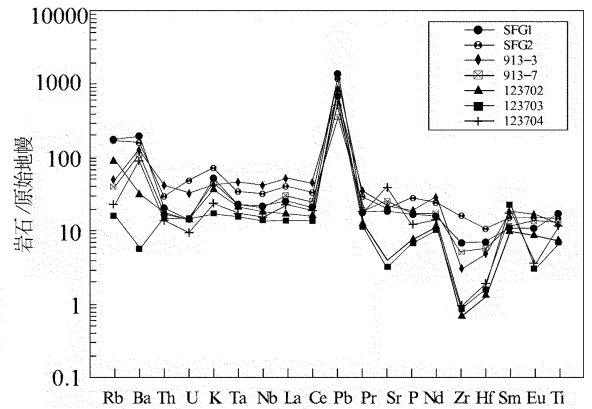


图 4 变辉长岩微量元素原始地幔标准化蛛网图

2.4 成矿元素特征

区内的辉长岩的钼元素含量高于地幔和世界超基性岩的含量(表 4),个别成矿元素含量异常高值应是受矿化影响,总体钼含量在 0.6×10^{-6} 左右,钨含量集中在 $(60 \sim 70) \times 10^{-6}$,铅含量集中在 $(4 \sim 8) \times 10^{-6}$,锌含量集中在 $(90 \sim 130) \times 10^{-6}$,银元素集中在 $(0.05 \sim 0.08) \times 10^{-6}$,由加里东期到燕山期,辉长岩成矿元素变化不明显,总体富集钨元素,其他成矿元素显示亏损特征。华北克拉通南缘寄主玄武岩含矿元素含量大多低于基性岩平均值,区内辉长岩对

成矿物质来源方面没有明显供给。

表 3 南泥湖地区变辉长岩微量元素 (10^{-6}) 含量

样号	SFG1	SFG2		913-3	913-7	123702 *	123703 *	123704 *
岩性	辉长岩	辉长岩	维氏值	辉长岩	辉长岩	辉长岩	辉长岩	辉长岩
Rb	111.5	104.5		30.8	24.9	58.5	10.7	14.3
Ba	1355	1110	300	940	780	230	40	660
Th	1.72	2.5		3.5	1.5	1.5	1.3	1.2
U	0.29	1.03		0.7	0.3	0.3	0.3	0.2
Nb	15.5	23.2	1	29.3	14.3	13.2	9.6	10.8
Ta	1	1.4		1.89	0.96	0.86	0.64	0.72
Sr	390	428	400	457	557	84.8	62	843
Zr	77	177	100	34.1	59.9	7.7	10.3	8.5
Hf	2.2	3.3		1.5	1.8	0.4	0.5	0.6
V	685	354	200	366	574	325	341	481
Cr	70	70	200	61	80	113	58	77
Co	53.6	45.3	45	40.8	64.4	48.7	55.2	52.5
Ni	77	58	160	41.1	84.3	88.2	55.4	78.4
Mo	<2	654	1.4	0.65	0.64	0.54	0.64	0.42
W	2	3	1	71.3	135	61.4	75.9	59.9
Pb	11	9	8	4.7	2.9	7.4	7.1	4.9
Zn	179	330	130	118	108	99	99	91
Ag	<1	<1	0.1	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06
Rb/Sr	0.286	0.244		0.067	0.045	0.690	0.173	0.017
Ta/Hf	0.45	0.42		1.26	0.53	2.15	1.28	1.2
Th/Ta	1.72	1.78		1.85	1.56	1.74	2.03	1.66

注: * 样品引自文献[9],其余样品引自文献[14]。

表 4 南泥湖地区辉长岩成矿元素 (10^{-6}) 含量

岩性(样号)	Mo	W	Pb	Zn	Ag
变辉长岩(913-3)	0.65	71.3	4.7	118	0.08
变辉长岩(913-7)	0.64	135	2.9	108	0.06
燕山期辉长岩(123702) *	0.54	61.4	7.4	99	0.07
燕山期辉长岩(123703) *	0.64	75.9	7.1	99	0.05
变辉长岩(123704) *	0.42	59.9	4.9	91	0.06
维氏值	1.4	1	8	130	0.1
基性岩(涂和魏,1962)	1.5	0.7	6	105	0.11

注: * 样品引自文献[9],其余样品引自文献[14]。

3 成岩成矿作用

东秦岭地区的斑岩体以及岩脉岩株主要为燕山期形成,集中在 134~157 Ma。李永峰等^[18]2005 年对上房沟花岗斑岩岩体进行年代学测试,结果表明其 SHRIMP 锆石微区 U-Pb 年龄为 158 Ma 左右,辉钼矿 Re-Os 同位素模式年龄 145 Ma 左右。南泥湖花岗斑岩的 SHRIMP 锆石微区 U-Pb 年龄 157 Ma 左右,辉钼矿 Re-Os 同位素模式年龄 142 Ma 左右,两个岩体时间相近,为燕山期岩浆作用的产物,成矿岩体固结到成矿作用的主要阶段一般会有几个百万年的延续,与整个东秦岭钼矿带主要成岩年龄区间一致。区内加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩成矿元素同比世界基性岩,W 元素相对富集,Mo,Fe,Pb,Zn,Ag 等成矿元素大多表现较世界

基性岩亏损,区内基性岩底侵作用过程中提供成矿来源的可能性较小,推断主要为岩浆部分熔融形成岩浆房提供了热源^[14]。

4 结论

(1) 豫西南泥湖钼矿集区内辉长岩分异程度高,稀土总量显示亏损。加里东期粗粒变辉长岩轻重稀土分馏明显;燕山期中细粒辉长岩轻稀土亏损,轻重稀土分馏不明显。加里东期变辉长岩显示为 Eu 正异常,形成于较还原环境;燕山期辉长岩具明显的 Eu 亏损,说明岩浆上升过程中存在还原环境向氧化环境的转变。

(2) 区内加里东期变辉长岩微量元素分布曲线轻度右倾斜,多数元素含量高于原始地幔的 10 倍含量值,其中 Cs,Ba,K 产生富集峰;重稀土元素和高场强元素相对亏损,具有微弱的 Nb-Ta 槽,具有 Zr 亏损。与原始地幔标准化相比,无 Nb,Ta,P 弱亏损。区内的辉长岩 Ta/Hf>0.3, Th/Ta>1.6,与大陆裂谷的碱性玄武岩一致,应为减压熔融的产物。

(3) 加里东期变辉长岩和燕山期辉长岩成矿元素总稀土含量低,稀土元素球粒陨石标准化曲线右倾平缓,具有明显的 Eu,Tm 元素的异常;同比世界基性岩,自晚元古代以后本区上地幔主要成矿元素

除钨元素基本无明显的富集,主成矿元素钼呈明显的亏损,认为燕山期成矿花岗质岩浆并没有直接从上地幔获得主要成矿物质。

(4)区内辉长岩多期次活动证明地幔活动频繁,在燕山期存在地幔活动,推测区内之所以形成区域上大型的钼多金属成矿带与地幔的岩浆底垫作用相关。底垫作用提供了充足的热源,导致上覆地壳硅铝质岩层部分熔融形成酸性岩浆,上侵成岩成矿。

参考文献:

- [1] 黄凡,陈毓川,王登红,等.中国钼矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J].中国地质,2011,38(5):1111-1134.
- [2] 李保亭.南泥湖钼矿床地质控矿条件与成因浅析[J].甘肃科技,2008(10):51-52.
- [3] 于林松,邹安德.四川丹巴石锅棚子与杨柳坪 Cu-Ni-PGE 矿区基性——超基性岩 PGE 地球化学特征对比及其意义[J].山东国土资源,2017,33(8):9-14.
- [4] 孙雨沁,马晓东,程伟,等.玲珑金矿西山幔源脉岩地球化学特征[J].山东国土资源,2016,32(2):14-20.
- [5] 宋英昕,孙伟清,马晓东,等.胶东焦家金矿床基性脉岩地球化学特征及其与金矿化的关系[J].山东国土资源,2017,33(2):1-7.
- [6] 王凯怡,阎月华,陈翼飞,冀东迁安英云闪长岩-花岗闪长岩质片麻岩的地球化学[J].地质科学,1983,24(4):363-370.
- [7] 罗铭玖,林潜龙,卢欣祥,等.东秦岭含钼花岗岩的地质特征[J].河南地质,1993(1):2-8.

- [8] 李惠民,陈志宏,相振群,等.秦岭造山带商南-西峡地区富水杂岩的变辉长岩中斜锆石与锆石 U-Pb 同位素年龄的差异[J].地质通报,2006,25(6):653-659.
- [9] 包志伟,李创举,祁进平,等.东秦岭栾川铅锌银矿田辉长岩锆石 SHRIMP U-Pb 年龄及成矿时代[J].岩石学报,2009,25(11):259-264.
- [10] 吕文德,赵春和,孙卫志,等.河南栾川地区矽卡岩型铅锌矿地质特征——南泥湖钼矿外围找矿问题[J].地质调查与研究,2005,28(1):25-31.
- [11] 游振东,邱家骧,周旬若,等.岩浆岩石学[M].北京:地质出版社,1980:140-151.
- [12] 王长明,邓军,张寿庭,等.河南省华北陆块南缘铅金成矿系统[J].地质找矿论丛,2005(3):170-175.
- [13] 叶会寿,毛景文,李永峰,等.豫西南泥湖矿田钼钨及铅锌银矿床地质特征及其成矿机理探讨[J].现代地质,2006,20(1):165-174.
- [14] 刘辉.河南南泥湖矿集区钼多金属矿床系列成矿模式[D].武汉:中国地质大学(武汉),2012:1-20.
- [15] 王玉松,牛漫兰,李秀财,等.柴达木盆地北缘果可山石英闪长岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其成因[J].地质学报,2017,91(1):94-110.
- [16] 汪云亮,张成江,修淑芝.玄武岩类形成的大地构造环境的 Th/Hf-Ta/Hf 图解判别[J].岩石学报,2001,17(3):413-421.
- [17] 孙书勤,张成江,赵松江.大陆板内构造环境的微量元素判别[J].大地构造与成矿学,2007(1):104-109.
- [18] 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.

Geochemical Characteristics and Its Relationship with Mineralization of Gabbro in Nannihu Area

LIU Hui

(Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Nannihu molybdenum ore area is a series of molybdenum polymetallic deposits centering on the granite porphyry. A large area of Caledonian metagabbros and Yanshanian gabbros distributed in this area. Through analyzing petrology, chronology, geochemistry and ore forming elements of gabbros, mechanism and mineralization of the magmatism have been studied. The total rare earth content of ore-forming element in metagabbros and Yanshanian gabbros of Caledonian period is low. The chondrite-normalized REE patterns incline to the right gently, and showing obvious Eu and Tm abnormal. Comparing with basic rocks from all over the world, main ore-forming elements of upper mantle have no obvious enrichment except for W since late proterozoic period in this area. Main mineralizing elements, such as Mo, seems to have significant losses. It is showed that granitic magma of Yanshanian gabbros do not get metallogenic substances from the upper mantle. It is inferred that the formation of the scale of the molybdenum polymetallic metallogenic belt is related to basic magmatic underplateing. It will provide heat source for partial melting in the lower crust.

Key words: Nannihu ore field; gabbros; geochemical characteristics; relation with mineralization