

辽宁岫岩牧牛钨矿岩石地球化学特征与成矿作用探讨

李雪松 白永俊

(辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院, 辽宁 鞍山 114002)

摘要: 牧牛钨矿为新发现的大型钨矿, 在北方较为罕见。该矿位于印支期韩家岭花岗岩体东侧, 早元古界辽河群里尔峪组广泛分布, 断裂构造和北西向韧性剪切带较发育。印支期韩家岭花岗岩为 SiO_2 和 Al_2O_3 过饱和的酸性岩浆岩, 由吕梁期花岗岩重熔而成, 属壳源成因。牧牛钨矿与石英脉关系密切, 其形成与印支期韩家岭花岗岩有关, 且成矿作用具有多阶段性, 钨矿的成矿温度在 $275\sim 400^\circ\text{C}$ 之间, 属中-高温热液矿床。

关键词: 牧牛钨矿; 岩石化学; 成矿作用

1 地质特征概述

矿区出露早元古界辽河群里尔峪组, 岩石由斜长角闪岩、黑云片麻岩、变粒岩夹浅粒岩、透辉岩组成。里尔峪组内常见有早元古代吕梁期花岗岩(片麻状)侵入。在矿区西部有中生代印支期似斑状花岗岩大规模侵入(韩家岭岩体)。在牧牛矿段出露中生代燕山期浅成石英斑岩岩株。本区断裂构造和北西向韧性剪切带较为发育。西部韩家岭岩体与里尔峪组内外接触带附近含矿带呈北西走向, 由近千米宽的石英细脉带组成; 中部小木古峪和黄家沟一带表现为宽度几十米的韧性剪切带控矿; 东部牧牛一带以延长上千米的脆性断裂赋矿。空间上自西向东, 含矿构造逐步收敛, 具有“帚”状特征。

牧牛矿区先后发现 5 条含矿石英脉。

I、II 号脉分布于小木古峪矿段, 赋存于里尔峪组地层中, 受韧性剪切带的控制, 延长 $700\text{m}\times 200\text{m}$, 走向 310°E , 倾向南西, 倾角 $65\sim 85^\circ$, 钨矿体厚 $1.4\text{m}\sim 4.7\text{m}$, WO_3 品位 $0.18\%\sim 0.234\%$ 。III 号和 IV 号脉分布于黄家沟矿段, 赋存于里尔峪组地层中, 受韧性剪切带的控制, 向北西方向张开, 向南东方向收敛并复合。矿化带延长 1350m , 走向 305° , 倾向南西。钨矿体厚度一般在 $0.2\text{m}\sim 2\text{m}$, WO_3 品位 $1.54\%\sim 9.92\%$ 。V 号脉分布于牧牛矿段, 赋存于吕梁期花岗岩体中, 含钨石英脉断续延长 3500m , 宽 $1\text{m}\sim 5\text{m}$, 走向 330° , 倾向南西, 倾角 $75\sim 85^\circ$ 。 WO_3 品位 0.191% 。除上述 5 条矿化带外, 在矿区外围东大岭、南马峪、牧牛三道沟北部、平香沟、小木古峪南部大青沟一带发现了多条含钨矿化带, 扩大了本区钨矿成矿远景。全区累计钨矿资源量 5 万吨以上, 资源量规模达到大型。

2 岩石化学特征

为研究岩石化学特征, 在区内采取 18 件样品做岩石化学全分析。

2.1 变质岩岩石化学特征

通过变质岩的 P·尼格里值(表 1)计算, 并利用相关图解进行综合分析, 可知本区里尔峪组为一套火山-陆源碎屑沉积建造。

2.2 岩浆岩岩石化学特征

通过对矿区岩浆岩里特曼指数(δ)的计算(表 2), 酸性侵入岩 δ 值在 $0.58\sim 2.6$ 之间, 基性侵入岩 δ 值为 0.57 , 同属拉森峰岩系, 为强太平洋型钙性系列(图 2), 其中印支期侵入的角闪二长花岗岩和似斑状黑云母花岗岩 δ 平均值为 1.84 , 略低于印支期韩家岭岩体 δ 平均值 2.43 , 反映韩家岭岩体在本区局部的特殊性。

从固结指数、长英质指数、铁镁质指数(表 3)中看出, 黑云母花岗岩、花岗伟晶岩、角闪二长花岗岩、石英斑岩、似斑状黑云母花岗岩

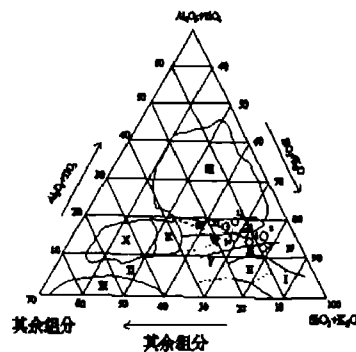


图 1

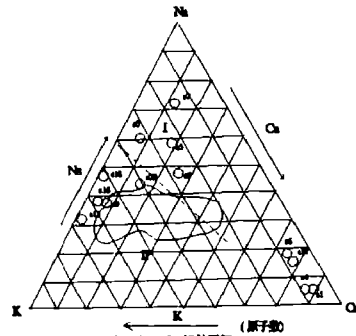


图 3

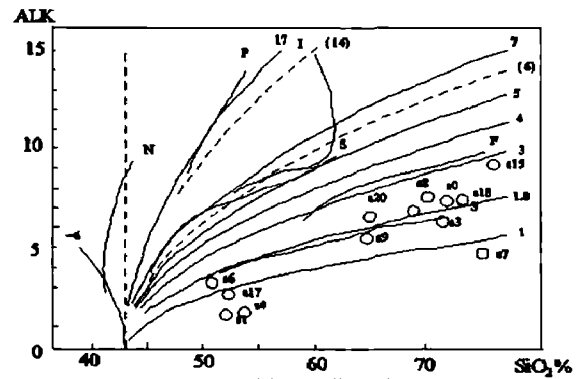


图 2

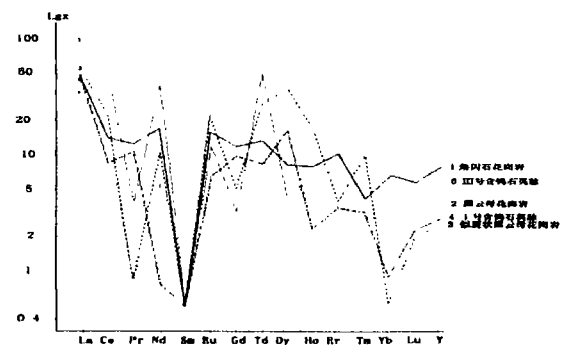


图 4 球粒陨石标准化稀土模式图

岩固结指数 SI 在 $0.5\sim 17.3$ 之间, 小于 40, 均属壳源成因。斜长角闪岩和透辉岩固结指数 SI 在 $46.1\sim 64.9$ 之间, 大于 40, 为幔源成因。表 3 中的长英质指数和铁镁质指数反映了本区岩浆岩的演化过程, 石英斑岩演化程度最高, 为浅成侵入, 是岩浆作用晚期的产物, 黑云母花岗岩、花岗伟晶岩、角闪二长花岗岩和似斑状黑云母花岗岩演化程度中等, 为中深-中浅成侵入。斜长角闪岩和透辉岩同属幔源岩浆, 岩浆演化程度也最低, 为中深成侵入, 是岩浆作用早期的产物。

从 Ca—Na—K 相关三角图解(图 3)可以看出, 本区花岗岩质岩石均投于 I 区或 II 区, 均为交代成因的花岗岩。燕山期石英斑岩为富钾质岩石, 印支期花岗岩为钾钠质岩石, 吕梁期花岗岩为富钠质岩石, 用杨连生判别式属酸性岩。而斜长角闪岩和透辉岩为富钙质岩石, 杨连生判别式属基性岩。

3 稀土元素特征

从本区花岗岩和矿体的稀土元素含量特征(表 4)及球粒陨石标准化稀土模式图(图 4)可以看出:

(1) 本区的花岗岩与矿体具有相似的稀土元素丰度, 表明成矿热液的同源性。

(2) 从稀土总量上看, I 号含钨石英脉和 II 号含钨石英脉的总量大致相等, 属同一期成矿。

(3) 黑云母花岗岩稀土总量最高, 似斑状花岗岩和角闪花岗岩大致相同, 说明黑云母花岗岩是吕梁期侵入的, 似斑状花岗岩和角闪花岗岩是印支期侵入的。

表 1 变质岩 P.尼格里系数表

样号	岩性	qz	al	fm	c	alk	si	Ti	CO ₂	h	k	Mg	O	c/fm
S12	黑云长英片麻岩	121.59	44.99	42.16	0.51	12.34	270.95	2.06	0.77	40.62	0.69	0.37	0.21	0.012
S13	黑云长英片麻岩	84.06	45.82	33.67	0.25	20.25	265.06	2.03	3.80	23.04	0.68	0.41	0.26	0.007
S14	黑云长英片麻岩	54.18	38.42	36.28	0.24	25.06	254.42	1.67	3.10	17.42	0.47	0.38	0.21	0.007
S21	黑云长英片麻岩	111.23	42.01	43.00	1.72	13.27	264.37	1.97	3.69	10.81	0.61	0.33	0.16	0.040
S2	浅粒岩	240.92	41.61	39.60	1.01	17.79	412.08	1.34	2.68	23.83	0.72	0.44	0.15	0.026
S5	浅粒岩	198.26	51.93	12.28	2.11	33.68	432.98	0.35	2.81	15.09	0.22	0.31	0.40	0.172
S1	斜长角闪岩	-19.10	11.86	64.72	21.61	1.81	88.14	0.20	0.20	5.23	0.44	0.53	0.03	0.334
S6	斜长角闪岩	-26.93	14.48	60.13	20.16	5.23	93.99	1.22	0.33	4.57	0.19	0.36	0.07	0.335
S17	斜长角闪岩	-19.15	16.49	59.75	19.03	4.73	99.77	0.92	0.92	5.88	0.22	0.42	0.05	0.318
S4	透闪岩	-17.06	9.92	69.12	19.02	1.94	90.70	0.31	1.02	2.97	0.53	0.58	0.02	0.275

表 2 岩浆岩里特曼指数表

样号	岩性	侵入期	δ	平均	ALK	SiO ₂
so	黑云花岗岩	吕梁期	2.00	1.33	7.66	72.34
s3	黑云花岗岩		1.30		6.16	71.46
s7	花岗岩伟晶岩		0.70		4.84	74.68
s8	角闪二长花岗岩	印支期	2.10	1.84	7.44	69.4
s9	角闪二长花岗岩		1.60		5.84	64.5
s16	角闪二长花岗岩		1.80		6.86	68.9
s18	似斑状黑云花岗岩		1.80		7.4	73.2
s20	似斑状黑云花岗岩		1.90		6.38	64.7
s15	石英闪岩	燕山期	2.60	2.60	9.16	75.46
s4	透辉岩	吕梁期	0.20	0.57	1.54	53.28
s1	斜长角闪岩		0.20		1.4	52.7
s6	斜长角闪岩		1.30		3.22	50.74
s17	斜长角闪岩		0.90		2.8	52

表 3 固结指数、长英质指数、铁镁质指数表

固结指数		长英质指数		铁镁质指数	
岩性	SI	岩性	FL	岩性	MF
石英闪岩	0.5	石英闪岩	99.50	石英闪岩	93.2
角闪二长花岗岩	8.0	似斑状黑云花岗岩	91.50	角闪二长花岗岩	85.0
似斑状黑云花岗岩	10.9	花岗岩伟晶岩	87.40	似斑状黑云花岗岩	73.7
黑云花岗岩	16.4	角闪二长花岗岩	87.40	花岗岩伟晶岩	51.5
花岗岩伟晶岩	17.3	黑云花岗岩	86.60	斜长角闪岩	48.5
斜长角闪岩	46.1	斜长角闪岩	19.20	黑云花岗岩	46.3
透辉岩	64.9	透辉岩	12.80	透辉岩	31.7
SI: 40 时为幔源		FL、MF 演化过程由高到低			

表 4 牧牛各地质体稀土元素总量表

元素	角闪石花岗岩	黑云母花岗岩	似斑状花岗岩	I 号含钨石英脉	II 号含钨石英脉
Σ REE	55.6323	96.4531	56.6628	42.501	43.2072
Σ LREE	33.3702	84.9045	38.0277	29.5064	24.397
Σ HREE	22.2621	11.5486	18.6351	12.9946	18.8102
Σ LREE/ Σ HREE	1.4990	7.3519	2.0406	2.2707	1.297

(4)轻重稀土比值上,角闪二长花岗岩、似斑状花岗岩和 I、II 号含钨石英脉变化不大,说明成矿与其有关,即与印支期花岗岩有关。

(5)稀土模式曲线,形状相似,内部结构是跳跃式变化,说明成矿热液的分异、演化及成矿作用具有阶段性。

(6)本区的花岗岩和矿体均有富铈和贫钐的特点。这点恰好与韩家岭岩体的稀土模式相反,也反映韩家岭岩体在本区局部的特殊性。

4 成矿作用探讨

本区成矿严格受断裂构造控制,含钨石英脉型矿石和含钨蚀变岩型矿石共存在同一个构造带中,含钨蚀变岩型矿石分布于含钨石英脉型矿石的两侧,矿化、蚀变强度由核部向外逐渐减弱。说明矿体与石英脉及其蚀变为同一期的产物。本区钨矿空间产出形式具有一定规律性,在印支期岩体内部以石英细脉或网脉为主,当含矿构造延伸到外接触带时,石英细脉或网脉逐渐变成石英大脉。当含矿构造远离接触带时,石英大脉又恢复成石英细脉或网脉。韩家岭岩体里

特曼 δ 平均指数为 2.43,而本区 δ 为 1.84,反映同一期岩浆不同阶段的变化,其成矿作用也不同,这也可能是造成本区稀土元素变化的因素之一。钨矿成矿与酸性岩浆岩有关,通过包体测温,成矿温度在 275~400℃ 之间,说明成矿热液为中~高温热液,接近地表时温度偏低,愈向深部温度愈高。同时 CO₂ 气相包体愈向深部愈少,这说明了地表水或地下水参与了成矿作用,成矿热液由封闭系统高温-高压条件变成中压的开放系统,热液沸腾,有用矿物黑钨矿沉淀在偏酸性的石英脉内。同时也说明了高温矿物黑钨矿在深部有富集的可能性。这与南方钨矿特点相同。

5 结论

牧牛钨矿形成与印支期韩家岭花岗岩有关,与石英脉关系密切,成矿作用具有多阶段性,钨矿的成矿温度在 275~400℃ 之间,属中-高温热液矿床。