

牧牛钨矿岩石地球化学特征与成矿作用

张永友, 李 康, 林 鹤

(辽宁省冶金地质勘查局 地质勘查研究院, 辽宁 鞍山 114002)

摘 要: 牧牛钨矿主要受断裂和 NW 向韧性剪切带的控制, 空间上含矿构造自西向东逐步收敛, 具有“帚”状特征。牧牛矿区先后发现 5 条含矿石英脉。通过岩石化学研究, 里尔峪组为火山陆源碎屑沉积建造; 矿区花岗岩属壳源成因, 为中浅成侵入深度; 斜长角闪岩和透辉岩属幔源成因。钨成矿与印支期岩浆岩有关, 成矿作用具有多阶段性。钨矿的成矿温度 $275 \sim 400^{\circ}\text{C}$, 为中 高温热液矿床。

关键词: 牧牛钨矿; 岩石化学; 成矿作用; 辽宁省

中图分类号: P613; P618.67 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2005)S0-0091-04

牧牛钨矿是辽宁省首例钨矿床, 矿床位于岫岩县牧牛乡。辽宁省冶金地质勘查局地勘院 1998 ~ 2001 年针对牧牛钨矿小木古峪矿段进行了地质找矿工作, 同时发现了黄家沟矿段和牧北矿段两个重要钨矿化远景区, 资源前景可观, 已构成重要的钨矿化集中区。本文结合野外地质工作, 对牧牛钨矿的岩石地球化学特征进行讨论, 并分析了本区成矿作用。

1 矿床地质特征概述

矿区位于五磊山背斜南翼, 地层以大的捕虏体形式产出, 主要为古元古宙辽河群里尔峪组, 岩石类型有斜长角闪岩类、变粒岩夹浅粒岩类。区内岩浆岩发育: 吕梁期黑云母花岗岩侵入于辽河群中; 印支期韩家岭岩体, 岩性为似斑状花岗岩和角闪二长花岗岩; 在牧北矿段还见有岩株状石英斑岩及脉岩。矿区构造以断裂和 NW 向韧性剪切带为主。总体上含矿构造自西向东具有明显规律性, 西部韩家岭岩体与里尔峪组内外接触带复合矿带呈 NW 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; 东部牧北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。

牧牛矿区发现有 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, 受韧性剪切带控制。延长 $700 \sim 1\,200\text{ m}$, 总体走向 $310^{\circ} \sim 320^{\circ}$, 倾向 SW, 倾角 $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。钨矿体厚 $1.4 \sim 2.47\text{ m}$, $w(\text{WO}_3) = 0.18\% \sim 0.234\%$ 。

III 号和 IV 号脉产于黄家沟矿段, 赋存于里尔峪组地层中, 受韧性剪切带控制。矿脉具有分支复合的特点。矿化带总体延长 $1\,350\text{ m}$, 总体走向 305° , 倾向 SW。钨矿体厚度一般在 $0.2 \sim 1.2\text{ m}$, $w(\text{WO}_3) = 1.54\% \sim 9.92\%$ 。

V 号含矿带在牧北矿段, 赋存于元古宙花岗岩体中。含矿石英脉断续延长 $3\,500\text{ m}$, 宽 $1 \sim 5\text{ m}$ 。走向 330° , 倾向 SW, 倾角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。 $w(\text{WO}_3) = 0.191\%$ 。

除上述 5 条矿化带外, 在矿区外围东大岭、南马峪、牧北三道沟、平香沟、小木古峪南大清沟等地, 发现了多条含钨矿化带和石英脉。

2 岩石化学特征

为研究岩石化学特征, 采取 18 件样品做岩石化学全分析(表 1)。

2.1 变质岩岩石化学特征

通过本地区变质岩石的 P·尼格里值计算, 并利用相关图解进行综合分析获得如下结果。

浅粒岩、黑云长英片麻岩投于残余沉积岩区, 用西蒙南、威尔逊图解, 原岩为砂岩、粘土岩。在 B·Я

表 1 岩石化学分析成果表
Table 1 Petrochemical analysis

样号	岩性	w _B /%													
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂
S12	黑云长英片麻岩	63.34	0.61	17.82	2.70	4.90	0.03	2.40	0.10	0.90	3.12	2.84	0.09	0.04	0.15
S13	黑云长英片麻岩	62.88	0.61	18.50	2.76	2.85	0.22	2.20	0.05	1.60	5.12	1.64	0.08	0.23	0.66
S14	黑云长英片麻岩	64.06	0.55	16.45	2.48	4.45	0.03	2.30	0.05	3.48	4.60	1.32	0.10	0.07	0.59
S21	黑云长英片麻岩	64.64	0.61	17.45	2.16	5.90	0.04	2.30	0.40	1.28	3.14	0.80	0.10	0.07	0.66
S16	黑云长英片麻岩	68.90	0.68	13.65	4.25	1.65	0.03	1.20	0.20	2.92	3.94	1.16	0.11	0.16	0.29
S2	浅粒岩	73.80	0.30	12.60	1.39	3.25	0.02	2.10	0.15	0.92	3.60	1.28	0.08	0.48	0.37
S5	浅粒岩	74.14	0.04	15.10	1.10	0.30	0.01	0.45	0.35	4.64	2.00	0.78	0.04	0.06	0.37
S1	斜长角闪岩	52.70	0.14	12.08	1.53	4.80	0.01	13.80	12.05	0.64	0.76	0.94	0.05	0.01	0.07
S6	斜长角闪岩	50.74	0.90	13.25	3.02	9.00	0.02	7.90	10.15	2.36	0.86	0.74	0.13	0.11	0.15
S17	斜长角闪岩	52.00	0.64	14.55	2.28	7.85	0.02	8.70	9.25	1.96	0.84	0.92	0.11	0.01	0.37
S4	透辉岩	53.28	0.22	9.90	1.16	5.90	0.02	15.90	10.45	0.58	0.96	0.52	0.07	0.07	0.44
S3	黑云花岗岩	71.46	0.01	16.70	0.67	0.55	0.00	1.00	1.45	4.48	1.68	0.76	0.06	0.01	0.07
S7	花岗伟晶岩	74.68	0.10	15.25	0.93	0.45	0.00	1.30	0.70	4.00	0.84	0.70	0.09	0.20	0.15
S8	角闪二长花岗岩	69.40	0.40	13.35	2.56	3.30	0.04	1.10	0.50	3.20	4.24	0.42	0.11	0.12	0.07
S9	角闪二长花岗岩	64.50	0.81	14.60	4.80	3.65	0.05	1.20	2.35	3.84	2.00	0.72	0.16	0.33	0.37
S15	石英斑岩	75.46	0.25	13.30	0.44	0.25	0.00	0.05	0.05	3.12	6.04	0.44	0.11	0.01	0.29
S18	似斑状黑云花岗岩	73.20	0.12	14.98	1.47	0.60	0.01	0.70	0.05	3.76	3.64	0.70	0.07	0.02	0.29
S20	似斑状黑云花岗岩	64.70	0.38	16.45	4.60	1.00	0.04	2.10	1.25	3.48	2.90	2.08	0.29	0.04	0.29

希尔托娃图解中变粒岩、浅粒岩和片麻岩投于砂岩区,其沉积环境为陆相碎屑沉积。据杨连生判别式均为副变质岩,从 qz, al 和 k 值看这些岩石为富钾的铝硅酸盐岩石。斜长角闪岩 P·尼格里值均投于火成区,威尔逊图解原岩为玄武岩,杨连生判别式为正变质基性岩。从 fm, c 和 k 值看为富钠质硅不饱和的镁铁硅酸盐岩,是基性火山岩。由此得出本区里尔峪组变质岩为火山 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=0.70~2.6,属拉森峰岩系,为强太平洋型钙性系列(图 1),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。

表 2 岩浆岩里特曼指数表

Table 2 Leet Mann index of magmatic rocks

样 号	岩 性	侵入期	δ	δ(平均)	ALK	w(SiO ₂) /%
S ₀	黑云花岗岩	吕梁期	2.00	1.33	7.66	72.34
S ₃	黑云花岗岩		1.30		6.16	71.46
S ₇	花岗伟晶岩		0.70		4.84	74.68
S ₈	角闪二长花岗岩		2.10		7.44	69.4
S ₉	角闪二长花岗岩		1.60		5.84	64.5
S ₁₆	角闪二长花岗岩	印支期	1.80	1.84	6.86	68.9
S ₁₈	似斑状黑云花岗岩		1.80		7.4	73.2
S ₂₀	似斑状黑云花岗岩		1.90		6.38	64.7
S ₁₅	石英斑岩	燕山期	2.60	2.60	9.16	75.46

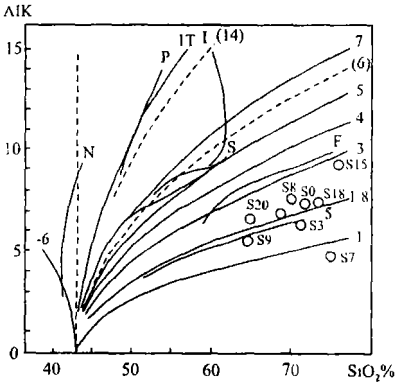


图 1 里特曼岩系指数图

Fig. 1 Leet Mann rock index

L. 钙性岩系: 美国拉森峰, δ=1.65 F. 钙碱性岩系: 美国旧金山, δ=3.14 S. 碱钙性岩系: 苏格兰, δ=6.11 I. 碱钙性(钾)岩系: 意大利伊斯基亚岛, δ=8.67 P. 碱性(钾)岩系: 意大利蒙特松姆-维苏威, δ=17.1 N. 碱性(钠)岩系: 乌干达纳帕克, δ=122.0

表 3 固结指数、长英质指数、铁镁质指数表
Table 3 Consolidation, felsic and mafic indexes

固结指数		长英质指数		铁镁质指数	
岩性	SI	岩性	FL	岩性	MF
石英斑岩	0.5	石英斑岩	99.50	石英斑岩	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	花岗伟晶岩	51.5
花岗伟晶岩	17.3	黑云花岗岩	86.60	黑云花岗岩	46.3

SI>40 时为幔源; FL 和 MF 演化过程由高到低

从表 3 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固结指数 SI=0.5~17.3, 小于 40, 均属壳源成因。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, 是岩浆作用晚期浅成侵入的产物, 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。

Ca Na K 三角图解(图 2)可以看出, 本区花岗质岩石均投于 I 区或 II 区, 均属交代成因。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。

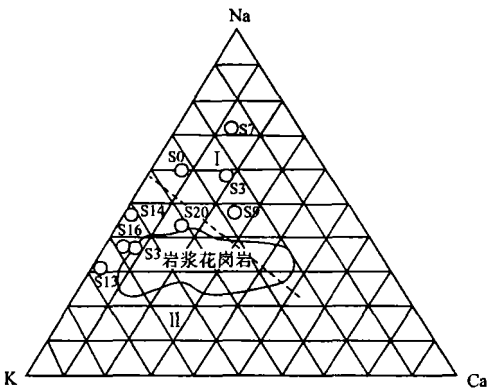


图 2 Ca Na K 图解
Fig. 2 Ca Na K plot
I. 钠质花岗岩区 II. 钾质花岗岩区
(I, II 均为交代成因的花岗岩类岩石)

3 稀土元素特征

从本区花岗岩和矿体的稀土元素组成特征(表 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吕梁期黑云母花岗岩稀土总量最高, 而印支期侵入的似斑状花岗岩和角

闪花岗岩的稀土总量大致相同, 明显低于吕梁期花岗岩。④轻重稀土比值上, 角闪二长花岗岩、似斑状花岗岩和 I, II 号含钨石英脉数值接近, 说明成矿与印支期花岗岩有关。⑤本区的花岗岩和矿体均有富钨和贫钐的特点。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。

表 4 牧牛各地质体的稀土元素组成
Table 4 REE composition for each geological bodies

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
ΣREE	55.6323	96.4531	56.6628	42.501	43.2072
ΣLREE	33.3702	84.9045	38.0277	29.5064	24.397
ΣHREE	22.2621	11.5486	18.6351	12.9946	18.8102
ΣLREE/ΣHREE	1.4990	7.3519	2.0406	2.2707	1.297

4 成矿作用探讨

本区成矿与印支期花岗岩有关, 岩浆源属壳源。矿化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, 含钨石英脉型矿石往往构成矿体的核部, 是成矿溶液沿裂隙充填、沉淀所形成的。含钨蚀变岩型矿石分布于含钨石英脉型矿石的两侧, 为含矿热液充填时交代围岩的产物, 矿化、蚀变强度由核部向外逐渐减弱。说明石英脉型矿石和蚀变岩型矿石为同一矿化过程的产物。

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。

韩家岭岩体里特曼指数 δ 平均为 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, 这与南方钨

矿的特点相同。

通过包体测温, 成矿温度为 275 ~ 400 °C, 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, 也说明高温矿物黑钨矿有在深部富集的可能性。

5 结论

(1) 本区变质岩中的黑云长英片麻岩、浅粒岩为陆相碎屑沉积作用形成的变质岩, 斜长角闪岩原岩为玄武岩。因此, 本区里尔峪组为一套火山 陆源碎屑沉积建造。

(2) 本区的黑云母花岗岩、似斑状黑云花岗岩和角闪二长花岗岩均属壳源成因, 中 浅成侵入深度。石英斑岩为壳源成因, 浅层侵入深度。

(3) 本区成矿与印支期岩浆岩有关。

(4) 钨矿的成矿温度为 275 ~ 400 °C, 属中 高温热液矿床。

DISCUSSION ON THE GEOCHEMICAL CHARACTERS AND THE METALLOGENESIS OF MUNIU TUNGSTEN DEPOSIT

ZHANG Yong you, LI Kang LIN He

(Liaoning Metallurgical Geology and Exploration Academy, Anshan 114002 China)

Abstract: Muniu tungsten deposit lies in the southern limb of Wuleishan anticline. The fault and north westward ductile shear zone are the important structure in this area. The ore bearing structure is in broom shape converging from west to east. Five ore bearing quartz veins have been ascertained in the area. The geochemical analysis shows that the stratum of Lieryu formation is continental volcanic clastic sedimentary formation. The granite in the area is crustal origin, and the amphibolite and koswite are mantle origin. The metallogenesis is related to Indosinian granites and shows the character of multi phase. It is a medium-high hydrothermal deposit with the temperature between 275 and 400 °C.

Key words: Muniu tungsten deposit; petrochemistry; metallogenesis; Liaoning province