

辽宁牧牛钨矿矿床成因分析

夏洪宝¹ 尚 旋¹ 杨洪艳² 杨德全²

(1. 辽宁省冶金地质勘查局四〇四队, 辽阳 111000;
2. 辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院, 鞍山 114002)

摘 要 牧牛钨矿的形成受断裂构造和北西向韧性剪切带控制, 空间上表现为北西张开南东收敛。在牧牛钨矿区内先后发现了5条含矿石英脉, 对其中的Ⅰ号和Ⅱ号含矿石英脉进行地质特征研究, 发现Ⅰ号与Ⅱ号含矿石英脉都赋存于里尔峪组地层中, 同受北西断裂构造控制, 围岩蚀变与矿石类型具有一致性, 认为Ⅰ号与Ⅱ号含矿石英脉形成于同一成矿期。对区内的花岗岩和矿体进行稀土元素分析, 发现角闪花岗岩、似斑状花岗岩与Ⅰ号和Ⅱ号矿体的形成有关。通过对含钨石英脉包体测温, 其成矿温度为275~425℃, 得出该矿床为中—高温热液矿床。

关键词 矿床成因 牧牛钨矿 断裂构造 辽宁

中图分类号: P618.67 文献标识码: A 文章编号: 1674-7801(2014)05-0744-07

牧牛钨矿是在我国东北地区发现的少数钨矿之一, 是辽宁省首例钨矿, 矿床位于岫岩县牧牛乡黄家沟—小木古峪—牧北一带。1998—2001年, 辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院对小木古峪矿段进行详查工作, 对黄家沟矿段进行普查工作, 对牧北矿段进行预查工作, 对东大岭、南马峪、牧北、三道沟、大青沟、平香沟等矿区进行地质调查工作。2005年, 重点对小木古峪矿段及牧北钨矿进行勘查工作。

1 矿床地质背景

矿床位于中朝准地台、胶辽台隆、营口—宽甸台拱、凤城凸起、虎皮峪背斜南翼之牧牛穹隆背斜, 古元古代辽东裂谷的中部, 牧牛—东胜乡金属矿化集中区^[1](图1)。

区内出露的地层为古元古界辽河群变质岩系, 分为3个组, 自下而上为里尔峪组、高家峪组、大石桥组, 其主要特征如下^[2]。

里尔峪组: 主要为黑云二长变粒岩、角闪二长变粒岩、斜长角闪岩、黑云(斜长)片麻岩, 为一套海相火山—沉积建造。高家峪组: 为黑云变粒岩、石墨透闪变粒岩等, 为一套滨海—浅海陆源碎屑沉积建造。

大石桥组: 主要为白云大理岩、方解大理岩夹二云片岩等, 为一套碳酸盐岩夹碎屑岩建造。

区内构造以断裂构造为主, 构造线走向305°~330°, 倾向南西, 倾角65°~90°, 区域岩浆岩活动和分布与断裂构造关系密切。构造形式总体上表现为: 西部韩家岭一带的韩家岭花岗岩与里尔峪组地层的内外接触带呈西北走向的剪切劈理带, 中部和韩家岭沟一带表现为宽度几十米的韧、脆性剪切断裂带, 东部牧北一带为延长上千米的脆性断裂带。空间上自西向东呈逐步收敛的“帚”状分布。韧、脆性断裂构造以北西向断裂构造带为主, 主要发育在小木古峪矿段和黄家沟矿段^[3-5]。

区内岩浆岩发育, 主要为花岗岩及各类脉岩。按侵入时代分为吕梁期花岗岩、印支期花岗岩和燕山期花岗岩。吕梁期以黑云母花岗岩、二长花岗岩及片麻状花岗岩为主, 呈近东西向展布, 侵入并超覆了里尔峪组和高家峪组地层, 其同位素年龄20.60亿年^[2]。印支期花岗岩分为韩家岭花岗岩和南马路花岗岩, 以韩家岭似斑状花岗岩为主, 其同位素年龄1.86亿~2.03亿年^[2]。

[收稿日期]2013-05-22

[第一作者简介]夏洪宝, 男, 1964年生, 高级工程师, 从事地质找矿工作。

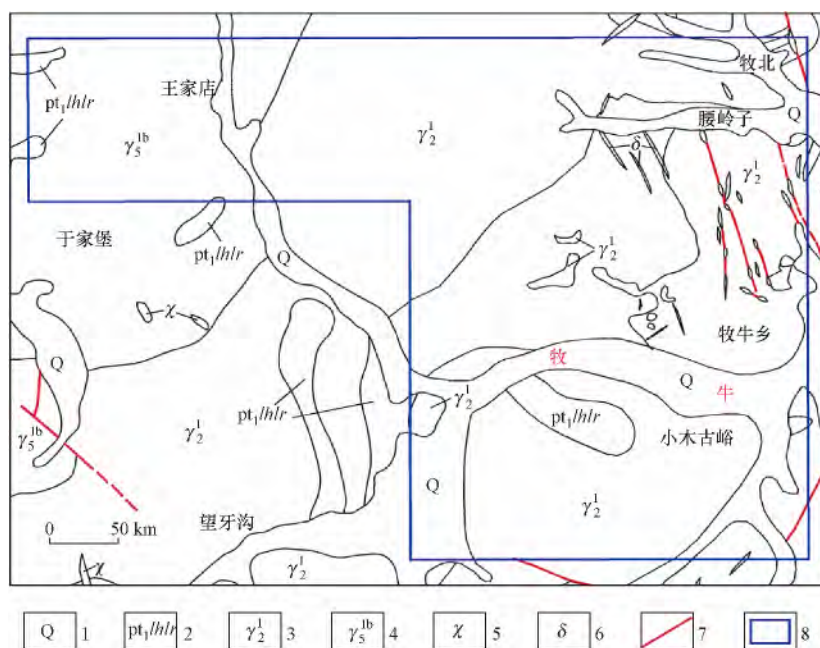


图1 牧牛钨矿区域地质简图(据文献[6]修改)

1—第四系黏土 砂砾石;2—古元古界里尔峪组黑云片麻岩;3—古元古代片麻状花岗岩;4—三叠纪似斑状黑云母花岗岩;5—煌斑岩脉;6—闪长岩脉;7—断层;8—矿权勘查范围

2 矿床地质特征

牧牛钨矿由小木古峪矿段、黄家沟矿段和牧北矿段构成(图2)。

2.1 矿化带及矿体规模

(1) 小木古峪矿段

小木古峪矿段包括 I、II 号矿化带, 该矿化带赋存于里尔峪组地层中, 受北西向断裂构造带控制。

I 号矿化带: 断裂构造带延长 1200 m, 平均宽 2.2 m, 总体走向 320°, 倾向南西, 倾角 65° ~ 75°。含钨石英脉矿体呈脉状、透镜状, 赋存于矿化带中。I 号矿化带控制有 5 条矿体, 延长 550 ~ 26 m, 真厚度为 1.09 ~ 4.70 m^[6]。

Ⅱ号矿化带: 断裂构造带延长超过 700 m, 宽 1.4~2.1 m。总体走向 320°, 倾向近于直立。含钨石英脉断续延长 640 m。有Ⅱ-1、Ⅱ-2、Ⅱ-3 共 3 个矿体, 矿体延长 270 m, 平均真厚度为 2.10 m^[6]。

(2) 黄家沟矿段

Ⅲ、Ⅳ号矿化带赋存于里尔峪组地层中,受断裂带控制,具分支复合的特点,北西向张开,向南东向收敛并复合。矿化带总体延长 1350 m。Ⅲ号矿化

带延长 900 m, 总体走向 305°, 近地表南西倾, 深部北东倾。Ⅳ号矿化带与Ⅲ号矿化带在 15 线分支, 延长 820 m, 走向 295°, 倾向北东。含钨石英脉在地表呈细脉和网脉状分布于矿化带中, 延深至 150 m^[6]。

(3) 牧北矿段

V号矿化带赋存于花岗岩体中,发现含钨石英脉十余条,平行分布。单条含矿石英脉长100~500 m,断续延长3500 m,宽1~5 m,走向330°,倾向南西,倾角75°~85°。 WO_3 平均品位0.219%^[6](图3)。

除上述 5 条矿化带, 在东大岭、南马峪、牧北三道沟北部、平香沟、小木古岭南部大青沟等地发现多条含钨矿化带和石英脉。

2.2 矿石类型

区内主要为含钨石英脉型矿石。可见少量含钨蚀变岩型矿石,但未构成工业矿体。

含钨石英脉型矿石根据矿石构造和矿物晶体粒径大小嵌布情况分为中细粒浸染嵌布型钨矿石和中粗粒浸染嵌布型矿石。

含钨石英脉型矿石主要矿物为黑钨矿、极少量白钨矿。蚀变岩型矿石中白钨矿含量较前者高^[7]。

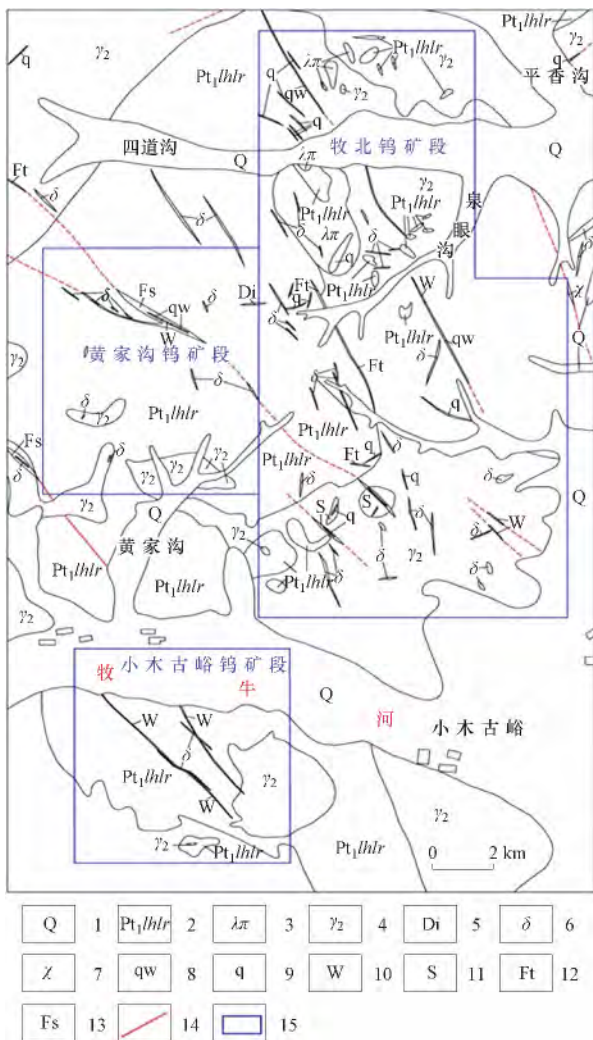


图2 牧牛钨多金属矿地质简图

(据文献[6]修改)

1—第四系黏土、砂砾岩; 2—元古界里尔峪组黑云片麻岩;
3—三叠纪石英岩; 4—元古宙黑云母花岗岩; 5—透辉岩脉;
6—闪长岩脉; 7—煌斑岩脉; 8—含钨石英脉; 9—石英岩; 10—
钨矿体; 11—蚀变岩; 12—构造角砾岩; 13—糜棱岩; 14—实测
及推断断层; 15—矿段范围

2.3 矿物成分

矿石中金属矿物一般为 1% ~ 5% ,最高可达 10% 。与黑钨矿相伴生的金属矿物有白钨矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄锡矿、黝铜矿、自然铋、硫锑铅矿、胶状黄铁矿、白铁矿等。矿石中脉石矿物约占 95% ~ 99% 。以石英为主,其次为白云母、绢云母、萤石、锰铝石榴石、蔷薇辉石、白云石菱锰矿、石墨等^[7]。

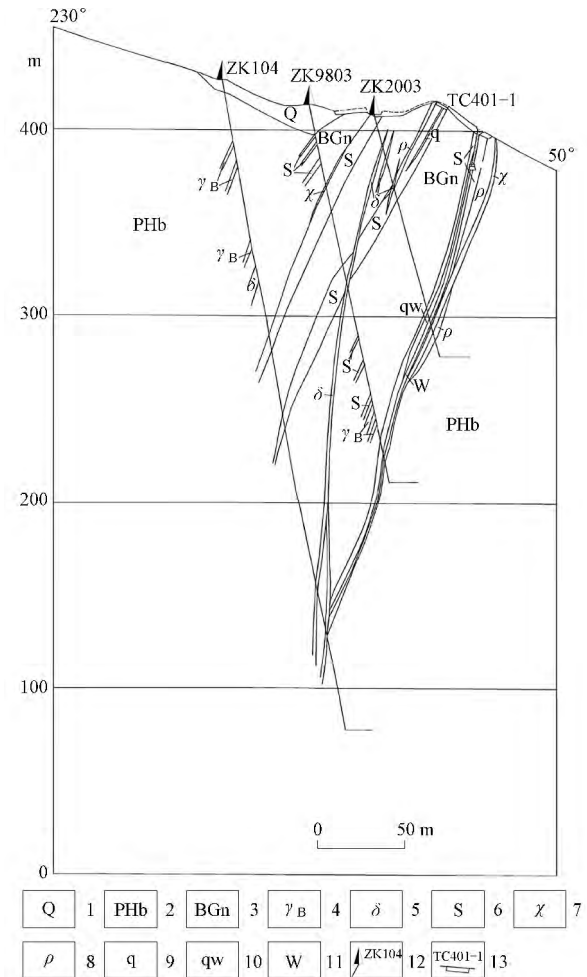


图3 牧牛钨矿 4 线地质剖面图

1—第四系黏土、砂砾岩; 2—斜长角闪岩; 3—黑云长英质片麻岩;
4—黑云花岗岩; 5—闪长岩脉; 6—蚀变岩; 7—煌斑岩脉; 8—
伟晶岩; 9—石英脉; 10—含钨石英脉; 11—钨矿体; 12—钻孔位
置及编号; 13—探槽位置及编号

2.4 围岩蚀变

(1) 围岩蚀变类型

该区围岩蚀变类型有云英岩化、钾长石化、绢英岩化。其中云英岩化较发育,且与钨矿密切相关。主要围岩蚀变类型特点如下^[7]:

云英岩化为气化—高温热液交代蚀变的产物,产出在含钨石英脉的两侧,并与钨矿脉紧密相伴,是钨矿的主要近矿围岩蚀变类型,是寻找钨矿脉的重要标志。

钾长石化在矿区发育程度不一,其一,在含钨石英脉两侧围岩中最发育;其二,钾长石化主要分布在花岗岩体边缘相内,岩石强烈蚀变形成钾长石化岩。

在矿化岩体上部或接触带附近具强碱质交代及气液作用产物。与含钨石英脉有成因上的联系, 钾长石化是一种重要的或特征性的蚀变岩。

绢英岩化在含钨石英脉的两侧或地表常见, 是一种重要的中温热液交代蚀变, 表现为原岩中的铝硅酸盐矿物被绢云母和石英交代, 形成由绢云母和石英组成的岩石, 有黄铁矿时, 则形成黄铁绢英岩。

(2) 蚀变分带特征

含钨石英脉的两侧出现水平蚀变分带, 并且具有由深部向浅部的垂直分带特征^[7]。

在钨矿脉两侧由深部向浅部变化有钾长石化、云英岩化、绢云母化或碳酸盐化等垂直分带特征。各蚀变类型并不连续, 沿水平或垂直方向有缺失(图4)。

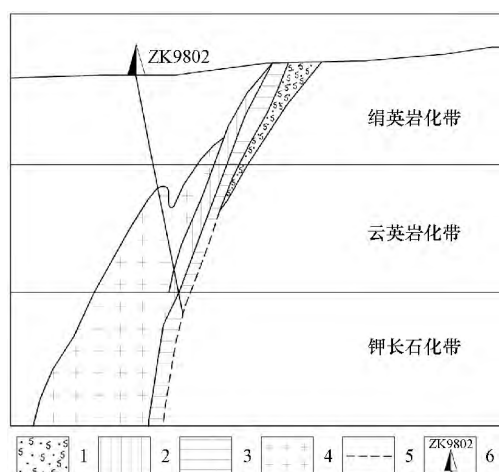


图4 牧牛钨矿Ⅱ号矿体X剖面蚀变垂直分带示意图
1—绢英岩; 2—云英岩; 3—岩矿脉; 4—钾长石化; 5—韧性带;
6—钻孔及编号

2.5 成矿阶段的划分和矿物生成顺序

根据成矿条件、赋存状态、空间分布、控矿围岩蚀变, 以及矿石中矿物共生组合、结构、构造等的分析研究, 区内含钨石英脉形成可分为: 气成—热液成矿期和表生氧化期。气成—热液成矿期又可划分为硅酸盐—钨酸盐—氧化物阶段、硫化物阶段和碳酸盐阶段; 表生期又为氧化作用阶段。成矿阶段及矿物生成顺序列表加以说明^[3](表1)。

3 矿床成因

3.1 成矿物质来源

(1) 牧牛钨矿含钨石英脉受花岗岩体内外构造

带控制, 在围岩和花岗岩体中均有含钨石英脉, 该黑钨矿与南方黑钨矿具有一致性, 成矿均与酸性花岗岩相关, 含钨石英脉的矿源来自于花岗岩。

(2) 稀土元素测量结果(表2)显示, 角闪石花岗岩和似斑状黑云母花岗岩中稀土元素值与含钨石英脉中的丰度值相近, 认为含钨石英脉的形成与花岗岩岩浆有一定的成矿关系(图5)。

(3) 从轻重稀土元素值(表2)来看, 角闪石花岗岩和似斑状黑云母花岗岩与Ⅰ、Ⅱ号含钨石英脉相近, 表明成矿热液与印支期花岗岩有关。

(4) 含钨石英脉与韩家岭似斑状花岗岩的稀土元素分配情况相似, 均具有富Eu(铕)贫Sm(钐)的特点, 证明韩家岭似斑状花岗岩为成矿母岩, 据测试得知, 韩家岭花岗岩中W、Pb、As、Mo等元素的含量远远高于克拉克值, 亦证明它与成矿关系十分相关。

综上所述认为, 成矿物质来源于花岗岩(即韩家岭似斑状黑云母花岗岩)与印支期岩浆活动关系密切。

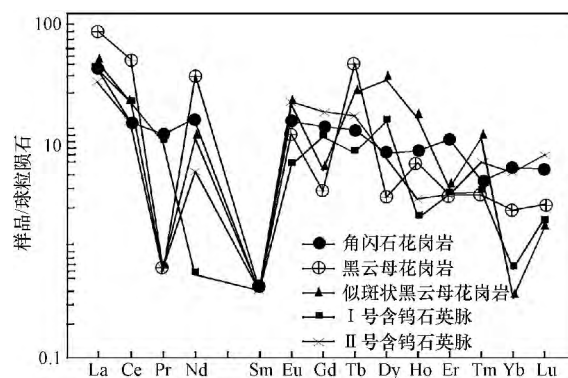


图5 牧牛钨矿稀土元素球粒陨石标准化分布模式图

3.2 控矿构造

矿区主要控矿构造为断裂构造。在区域上表现为北东向的卧龙泉—抚顺花岗岩带为主要成、控矿构造带, 而发育在辽南以至该区的北西向断裂为它的次级构造, 其中赋存着众多金属矿床。如区域上王家崴子金矿、新甸子金矿、牧牛乡牛角沟金矿均赋存于305°~330°北西向韧性剪切带中^[4-5], 而该区间小木古峪矿段、黄家沟矿段、牧北矿段及其外围、东大岭、南马峪、平香沟、大青沟等地含钨石英脉均赋存于北西向韧性剪切断裂带中。

成矿热液在北西向韧性剪切断裂带中经过运移、渗透、富集, 在有利的成矿部位、容矿空间中富集成矿, 形成含钨石英脉型钨矿。北西向韧性剪切断

表 1 牧牛钨矿成矿期、成矿阶段与矿物生成顺序

矿物成分	气成—热液成矿期			表生期
	硅酸盐—钨酸盐—氧化物阶段	硫化物阶段	碳酸盐阶段	氧化作用阶段
石英	— — —	— —	—	
钾长石	— — —			
钠长石	— —			
白云母	— —	—		
黑钨矿	— — —	—		
萤石	— — —			
电气石	—			
锰铝榴石	—			
毒砂	—			
黄铁矿		— —		
闪锌矿		— —		
绿泥石	—			
绢云母	— —			
磁黄铁矿		—		
方铅矿		—		
黄铜矿		—		
白钨矿	—			
菱锰矿			—	
胶状黄铁矿		—		
白铁矿		—		
白云石			—	
钨华				—
褐铁矿				—
高岭石				—

注: : 大量; : 中等; — 少量。

裂构造带为矿液的富集成矿提供了通道和空间,即为导矿构造,亦为容矿构造^[4-5]。

北西向断裂发育于早期形成的韧—脆性剪切带中,其宽度一般小于 2.5 m,具有代表性的小木古峪矿段Ⅰ、Ⅱ号含矿韧—脆性剪切断裂带与黄家沟矿段Ⅲ、Ⅳ号含矿韧—脆性剪切断裂带中,分别赋存有Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ号含钨石英脉。矿脉与断裂带的产状一致,随着断裂构造带的膨胀、狭缩、波状弯曲、反倾等一起波动,并具有分支复合、尖灭再现的特点。明显地反映出矿脉在断裂构造中充填,并受断裂构造控制的特征(图 6)。

断裂带发生于古元古界辽河群中,亦可以发生

在早期形成的花岗岩中,即断裂构造对岩性无选择。含钨石英脉因充填于断裂构造带中,因此同样对其围岩无选择。

蚀变岩型矿石与石英脉型矿石赋存于同一成矿构造带中,且多分布于含钨石英脉的两侧,为矿液充填时产生的围岩矿化蚀变,少量石英细脉和网脉为充填于围岩裂隙中的产物。矿化与蚀变由构造带中心含钨石英脉向两侧逐渐减弱,两种类型矿石属同期成矿。

3.3 成矿多阶段性、长期性

钨矿脉的形成分为气成—热液成矿期和表生期,

表 2 牧牛钨矿不同岩性中稀土元素含量(标准化数据)

$\omega_B/10^{-6}$

元素	角闪石花岗岩	黑云母花岗岩	似斑状黑云母花岗岩	I 号含钨石英脉	II 号含钨石英脉
La	11.8523	24.8130	14.0692	11.7670	8.9531
Ce	10.6646	39.1577	17.0145	15.7933	10.9088
Pr	1.2333	0.0933	0.0828	1.0595	0.0828
Nd	8.5493	19.9970	5.4537	0.3945	2.9584
Sm	0.0862	0.0862	0.0862	0.0862	0.0862
Eu	0.9845	0.7513	1.3213	0.4059	1.4077
Gd	3.1147	0.8849	1.3968	2.6288	4.3466
Tb	0.5526	2.0490	1.1648	0.3571	0.7057
Dy	2.2480	1.0020	9.8633	4.4176	2.1347
Ho	0.5150	0.4190	1.0214	0.1484	0.2008
Er	1.9065	0.6646	0.7433	0.6471	0.6646
Tm	0.1226	0.0875	0.2890	0.0963	0.1839
Yb	1.1241	0.4567	0.0878	0.1493	0.9748
Lu	0.1583	0.0791	0.0528	0.0616	0.2286
Y	12.5203	5.9058	4.0159	4.4884	9.3705
Σ REE	55.6323	96.4531	56.6628	42.5010	43.2072
Σ LREE	33.3702	84.9045	38.0277	29.5064	24.3970
Σ HREE	22.2621	11.5486	18.6351	12.9946	18.8102
Σ LREE/ Σ HREE	1.4990	7.3519	2.0406	2.2707	1.2970

据文献[4-5]。

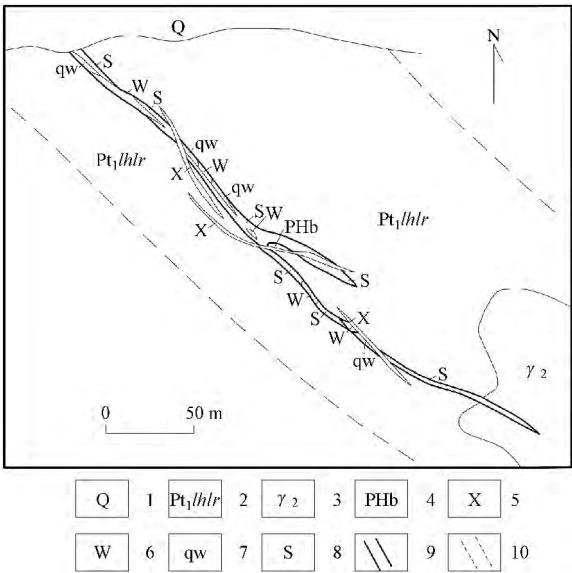


图 6 矿体(矿化) 与构造关系图

1—第四系黏土、砂砾石; 2—古元古界辽河群里尔峪组黑云片麻岩; 3—吕梁期花岗岩; 4—斜长角闪岩; 5—成矿期后脉岩; 6—钨矿脉; 7—含钨石英脉; 8—蚀变岩(里尔峪组地层发生云英岩化等、含钨、局部出现含钨蚀变岩型矿石); 9—北西向断裂边界; 10—北西向韧性带边界

包括硅酸盐—钨酸盐—氧化物阶段、硫化物阶段、碳酸盐阶段、氧化作用阶段,在漫长的矿化作用中,成矿热液由韩家岭花岗岩体经过不断地迁移、渗透,在北西向韧—脆性剪切带的有利部位富集成矿。

在小木古峪矿段 I、II 号含钨矿化带,黄家沟 III、IV 号含钨矿化带和牧北 V 号含钨矿化带中分别富集成矿。它们成矿的矿石类型、矿石结构、构造、矿石中的金属矿物和脉石矿物具有一致性,为同一矿源成矿的产物。含钨石英脉矿化带在该区分布较为广泛,具有普遍性。上述含钨矿化带均受北西向韧—脆性剪切断裂构造带的控制,矿化热液来源于韩家岭似斑状黑云母花岗岩体。其成矿具有长期性和多阶段性^[8]。

3.4 包体测温

含钨石英脉中气液包体的岩相学表明: 其内存在着气相、气—液相、含 CO₂ 三相及富含 CO₂ 相等多种类型原生包体。其中 CO₂ 三相包体及液体相包体最多,气—液相及气相包体次之,而富 CO₂ 相包体数量较少。各类包体形态一般较规则,多为椭圆形、长条形及菱形等,大小一般为 5~20 mm。

根据包裹体的气液比值、均一法、热台测定的湿度数值结果及 CO₂ 三相包体物理状态测定资料, 将该区气液包体划分为气体包裹体、气—液包裹体、含 CO₂ 包裹体和液体包裹体 4 类, 其测定结果详见表 3^[7]。

通过对包体温度的研究认为, 成矿温度为 275 ~ 425℃, 说明成矿热液属于中—高温。矿床应属中—高温热液矿床。

表 3 牧牛钨矿包体测温结果

包体类型	温度范围/℃	包体数量/个
气体包体	375 ~ 425	111
气—液体包体	275 ~ 425	345
液体包体	125 ~ 275	435
含 CO ₂ 包体	最高 350	448

3.5 主要找矿标志

(1) 北西向韧性剪切构造带为矿液的运移、淋滤、渗透、交代、富集提供了通道和空间, 在有利地段富集成矿。

(2) 地表石英细脉或网脉状石英脉发育地段, 深部可能有大脉矿。

(3) 中—高温的气成热液活动, 使成矿热液在北西向韧性剪切断裂带中的有利成矿地段渗

透、富集成矿。

(4) 含钨石英脉充填于北西向韧性脆性断裂带, 含矿热液在运移、渗透、富集成矿的同时对围岩进行蚀变, 在含钨石英脉两侧形成蚀变岩分带, 产生了蚀变岩型含钨矿化带。

(5) 伴随着热液活动, 含矿热液不断沿北西向韧性剪切带通道迁移、渗透, 在有利容矿地段成矿, 矿床的形成具有长期性和多阶段性。

该矿床为具长期性、多阶段的中—高温热液矿床。

参考文献

- [1] 袁见齐. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [2] 辽宁省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [3] 庄培仁, 常志忠. 断裂构造学[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [4] 卢新金. 大明山钨矿床成矿地质特征[C]. 成都地质干部学院结业论文选编, 1984.
- [5] 张永友, 李康, 林鹤. 牧牛钨矿岩石化学特征与成矿作用[J]. 地质找矿论丛, 2005, 8(20): 91-94.
- [6] 夏洪宝. 辽宁省岫岩县牧牛钨多金属矿详查阶段报告[R]. 鞍山: 辽宁省冶金地质勘查研究院, 2006. 2.
- [7] 李康, 厉学凯, 夏洪宝, 等. 辽宁省岫岩县牧牛钨矿小木古峪矿段详查报告[R]. 鞍山: 辽宁省冶金地质勘查研究院, 2001. 4-2002. 3.
- [8] 夏洪宝. 辽宁省岫岩县牧牛钨矿第一期勘查(阶段)报告[R]. 鞍山: 辽宁省冶金地质勘查研究院, 2001. 4-2003. 3.

Genesis analysis of the Muniu tungsten deposit, Liaoning

XIA Hong-bao¹, SHANG Xuan¹, YANG Hong-yan², YANG De-quan²

(1. No. 404 Geological Team under Liaoning Bureau of Metallurgical Geological Exploration, Liaoyang 111000;

2. Research Institute of Geological Exploration under Liaoning Bureau of Metallurgical Geological Exploration, Anshan 114002)

Abstract: The formation of Muniu tungsten deposit is controlled by fracture structures and NW – trending ductile shear zone; In space, the fractures open in the northwestern end and converge in the southeastern end. In the deposit area, five quartz veins containing tungsten mineralization were found. The paper carried out the geological study on No. I and No. II tungsten – bearing quartz veins, the result indicates that both of them occur in the Lieryu Group stratum and are controlled by fracture structures, the wall rock alteration is consistent with ore types. They were formed in the same geological period. Based on analysis of rare earth elements in the granite and orebody, it is concluded that the tungsten mineralization of No. I and No. II orebodies are associated with hornblende granite and porphyritic granite intrusions. By the measurement of fluid inclusion temperature in the quartz veins, it shows that the metallogenic temperature of the deposit is between 275℃ and 400℃. The conclusion is that the Muniu tungsten deposit is a mesothermal – hypothermal deposit.

Key words: deposit genesis; Muniu tungsten deposit; fracture structure; Liaoning