

辽宁省岫岩县石庙子金矿床地质特征及控矿因素

徐庆华, 陆海, 董德仁

(辽宁省冶金地质勘查局 402 队, 辽宁鞍山 114001)

摘要: 岫岩石庙子金矿床产于似斑状黑云二长花岗岩体中, 受“S”形展布的追踪断裂构造带控制; 具有典型岩浆热液金矿床成因特点。在 NE 向“S”形展布的断裂构造中, 构造复合部位对成矿有利; 构造的转弯处储矿条件较好, 金的品位相对较高。

关键词: 石庙子金矿; 地质特征; 岩浆热液; “S”形展布构造; 找矿标志; 辽宁省

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2013)02-0244-05

1 矿床地质特征

1.1 矿区概况^①

石庙子金矿床位于辽宁省岫岩县石庙子镇王家东沟村东侧(图 1)。

矿区出露的地质体主要为第四系洪积层(Q_4^{pl})和坡积层(Q_4^{dl})、印支期二长花岗岩(γ_5^{1-2})、花岗斑岩脉、闪长玢岩脉、煌斑岩脉。含金矿带(矿体)赋存于似斑状黑云二长花岗岩体中, 受“S”形展布的断裂构造带控制。

似斑状黑云二长花岗岩的岩石化学分析表明, 属铝过饱和系列, 与世界、中国、辽宁花岗岩的岩石化学成分对比, SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 的质量分数低, FeO , MgO 及 $(Na_2O + K_2O)$ 的质量分数高; 微量元素中 Mo , Pb , Zn 的质量分数高于克拉克值; Cr , Ni , Co , V 的质量分数低于克拉克值。其所含的副矿物成分主要有磷灰石、屑石、锆石、黄铁矿, 有时尚见磁铁矿。

矿区内发育不同方向的断裂构造, 有着明显的多期性、继承性, 多方向构造的复合控制了石庙子金矿区主要含金脉带的分布。主要的控矿构造为追踪断裂, 表现为同一含矿脉带呈曲线状或“S”形展布。如: I、II 号脉带, 中部为 N-NE 向, 两端为 NNW

向, 追踪成“S”形; IV 号脉带追踪成总的近 SN 向的多曲“S”形; V 号脉带中部 NEE 向, 东、西两部分分别为 NW 向、NNW 向, 呈右列的“S”形追踪展布。在断裂构造带内, 含硫化物石英脉呈薄脉状、不连续出现, 从而使矿化带中形成金富集矿体断续出现。

追踪断裂控制的含矿脉带为区内规模最大的金矿化体, 故本文主要围绕 II 号矿带进行叙述。

1.2 矿床地质特征

1.2.1 围岩蚀变及矿化特征

围岩蚀变特征。本区 II 号矿带围岩蚀变与石英脉及围岩的性质有关, 主要有黄铁矿化、绿泥石化、钾长石化、黄铁绢英岩化等; 蚀变强度一般顶板较底板强烈, 破碎地段较不破碎地段强烈。钾化、硅化、黄铁矿化与金的成矿关系密切。

金的矿化具有如下特点: ①金、银矿化多赋存于构造蚀变带的含硫化物石英细脉中, 硫化物的含量与金、银的品位呈正消长关系; ②构造蚀变带中若无石英细脉, 金矿化亦可产于蚀变岩中, 蚀变岩中硫化物含量与金品位呈正消长关系; ③构造蚀变带中钾化、黄铁矿化强烈的部位, 金的品位较高($1.5 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$); ④金、银矿化均表现出局部富集、尖灭再现的特征, 金矿化多集中在构造蚀变带延展方向发生改变的部位和不同方向构造的复合部位。

1.2.2 矿体特征

石庙子金矿床 II 号矿带呈 NE 向的“S”形展布,

收稿日期: 2013-01-22; 责任编辑: 王传泰

作者简介: 徐庆华(1965-), 男, 高级工程师, 长期从事矿产地质勘查及研究工作。通信地址: 辽宁省鞍山市铁东区五一路 60 号, 辽宁省冶金地质勘查局 402 队; 邮政编码: 114001; E-mail: xuqinghua0218@163.com

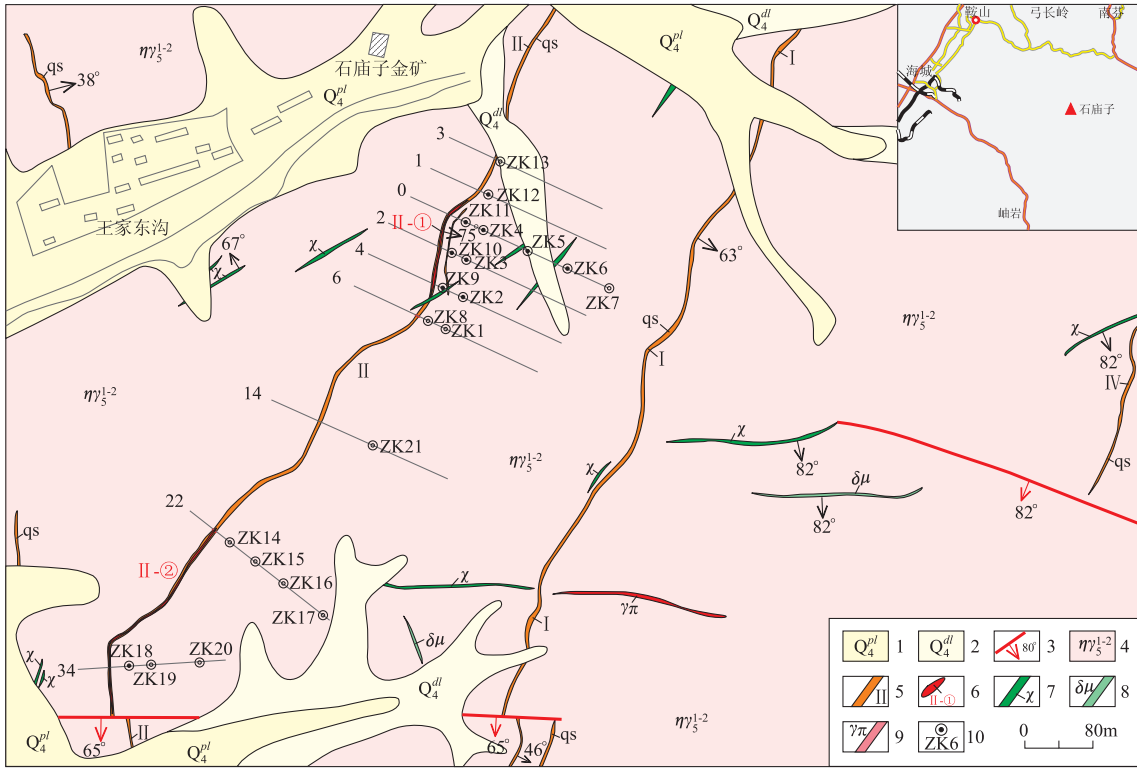


图 1 辽宁省岫岩县石庙子金矿床地质图

Fig. 1 Geological sketch of Shimiaozi gold deposit in Xiuyuan county, Liaoning province

1. 第四系洪积层; 2. 第四系坡积层; 3. 断裂及产状; 4. 印支期二长花岗岩; 5. 含金硅化蚀变;
6. 金矿体及编号; 7. 煌斑岩脉; 8. 闪长玢岩脉; 9. 花岗斑岩脉; 10. 钻孔及编号

长 1 200 m, 宽 0.5~1.5 m, 总体走向 30°~35°, 局部走向 355°, 总体倾向 SE, 倾角 50°~84°, 局部倾向 NE; 剖面上陡下缓。目前经工程控制圈定了 3 个矿体。

Ⅱ-1 号矿体。在Ⅱ号矿化带北部, 在 3 线—6 线之间, 由 5 个探槽、3 个中段巷道、13 个钻孔控制。矿体长 150 m, 厚度 0.6~1.05 m, 平均厚度 0.79 m, 厚度变化系数为 17.7%, 延深 220 m; 矿石的金平均品位 $w(\text{Au})=4.37 \times 10^{-6}$, 银平均品位 $w(\text{Ag})=7.83 \times 10^{-6}$, 铅、锌、铜微量。Ⅱ-1 矿体 Au 品位变化系数为 31.6%。

Ⅱ-2 号矿体。在Ⅱ号矿化带南部, 20 线—36 线之间, 由 7 个槽探、3 个中段巷道、2 个钻孔控制, 矿体长 240 m, 厚度 0.64~1.05 m, 平均厚度 0.86 m, 厚度变化系数为 13.4%, 延深 95 m; 矿石的金平均品位 $w(\text{Au})=3.36 \times 10^{-6}$, 银平均品位 $w(\text{Ag})=4.07 \times 10^{-6}$ 。Ⅱ-2 矿体 Au 品位变化系数为 24.4%。

Ⅱ-3 号矿体。在Ⅱ-2 号矿体深部, 为盲矿体, 埋深 250 m, 由 ZK16 钻孔单工程控制。矿体走向

30°, 倾向 120°, 倾角 60°~75°, 厚度 0.66 m; 矿石的金平均品位为 $w(\text{Au})=3.51 \times 10^{-6}$, 银平均品位 $w(\text{Ag})=18.00 \times 10^{-6}$ 。

从矿体的金品位变化系数看, 其变化率均小于 40%, 因此本区金矿品位为均匀变化。从地表槽探工程揭露情况看, 矿体沿走向连续程度较差(含矿率 $K_p=0.39$), 但由于Ⅱ号矿化带深部工程控制不足, 其矿化连续程度尚难定论。

1.2.2 矿石结构构造

矿石结构主要有压碎结构, 其次为包含结构、固熔体分离结构、溶蚀交代结构、自形-半自形结构、网状结构、填间结构、共边结构、骸晶结构、他形结构、文象结构等。

矿石构造主要有致密块状构造、条纹-条带状构造、浸染状构造、斑杂状构造、胶状构造、网状构造、流失孔构造等。

1.2.3 矿石矿物成分

矿石中矿石矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、自然金、银金矿、自然银等; 脉石矿物有石英、绿泥石、钾长石绢云母等。

表 1 自然金粒度及形态分类表

Table 1 Grain size and form distribution of native gold

粒级	粒径/mm	延展率	频率/%	形态
>0.295	1~1.5		浑圆粒状	
粗粒	0.295~0.074	1.5~3	2.0	角粒状、粒状
中粒	0.074~0.037	3~4	20.2	骨骼状、粒状
细粒	0.037~0.01	>5	61.8	板状、条状
微细粒	≤0.01	>5	16.0	

表 2 矿石的有益元素表

Table 2 Favorable element content of altered rock and quartz vein

元素	$w(\text{Au})/10^{-6}$		$w(\text{Ag})/10^{-6}$		$w(\text{Cu})/\%$		$w(\text{Pb})/\%$		$w(\text{Zn})/\%$	
	蚀变岩	石英脉	蚀变岩	石英脉	蚀变岩	石英脉	蚀变岩	石英脉	蚀变岩	石英脉
一般	2.25~0.03	2.50~0.20	2.0~5.0	T~0.005	T~0.003	0.00~0.01	0.05~0.03	0.04~0.003	0.003~0.03	T~0.005
最高	3.45	7.20	4.99	22.50	0.01	0.02	0.01	2.79	0.03	3.12

注:T表示超微量。

黄铁矿:①中-细粒黄铁矿,分布于薄层石英脉两侧;颜色浅黄-灰白色,多数为立方体,粒径3~0.15 mm,致密块状,多数破碎,裂隙发育,沿裂隙充填有微量黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、银金矿等;②细粒黄铁矿,浅黄色,晶体为立方体,粒径0.1~0.01 mm,在闪锌矿中呈乳滴状,在石英脉中与方铅矿、闪锌矿组成条带状构造; $w(\text{Au})=1\times 10^{-6}\sim 4\times 10^{-6}$ 。

方铅矿和闪锌矿:灰黑色,微细粒他形,只在局部地段产出,往往聚集在黄铁矿的边部,其中含少量辉银矿,含金微量。

黄铜矿:粒度较小,从放大镜中偶见,微量。

自然金。主要分布于石英裂隙中,偶见于黄铁矿或石英中。有时单独出现,有时与斜方辉铅铋矿组成连晶,有时银金矿组成环带状包裹自然金。自然金反射色金黄,多数呈粒状或浑圆状,少量呈骨骼状、棒状、枝叉状、不规则粒状,粒径0.015~0.074 mm,一般0.037~0.015 mm(表1)。

银金矿。多见于黄铁矿晶隙中,其突出特点是经常与方铅矿组成连晶,个别与黄铜矿连生。银金矿反射色呈乳黄-乳白色,多数呈粒状、不规则状,少量呈树枝状、板状、条状、骨骼状,粒度最大面积为0.295 mm×0.074 mm,最小面积0.037 mm×0.01 mm,多数在(0.074 mm×0.015 mm)~(0.037 mm×0.010 mm)范围内。

自然银。呈固熔体分离体分布在方铅矿中,反射色乳黄-乳白色,多呈粒状、滴状、叶片状、薄板状,少呈不规则状、似条形文字状,粒径0.002~0.045 mm。

1.2.4 矿石化学成分

矿石的有益元素主要有 Au, Ag, Cu, Zn, Pb, S, 但 Cu, Zn, Pb 微量(表2)。

矿石的有害成分 As, $w(\text{As})=0\sim 0.003\%$,以硫化物形式赋存于石英脉中;石英脉中的硫化物均含微量 As。

1.2.5 矿石类型

金矿石按氧化程度、成因、矿物组合、矿石结构等特征可分为:半氧化-氧化矿石和原生矿石2种自然类型。

(1)半氧化-氧化矿石。此矿石类型有2种:含金黄铁矿石英脉型、含金黄铁矿蚀变岩型。含金黄铁矿石英脉型矿石遭受局部氧化,形成半氧化矿石,氧化深度1 m±,氧化部位为蜂窝状褐铁矿,假象黄铁矿。含金黄铁矿蚀变岩型矿石为氧化矿石,氧化深度1~1.5 m±。由于矿体出露宽度0.5~1.5 m,且氧化带、半氧化带随着出露地形起伏的变化,无法界定半氧化、氧化带的赋存标高,且该类型矿量有限,可忽略不计。

(2)原生矿石。此矿石类型有2种:含金石英脉型矿石、含金蚀变岩型矿石。含金石英脉型矿石呈灰白色、灰黑色,包含结构、块状构造,金属硫化物含量小于5%。主要由黄铁矿、褐铁矿、石英组成,含金量将随着硫化物含量呈正比变化。该类型矿石占原生矿石比例30%~40%。含金蚀变岩型矿石呈灰黑、灰白色、灰绿色,由构造破碎带角砾、片理、透镜体形成破碎结构、变晶结构,角砾构造、片状构造,一般由近矿构造带蚀变花岗岩形成。矿石较疏松,多以钾化、硅化、黄铁矿化、褐铁矿化出现。该类型

矿石占 60%~70%。

1.2.6 成矿矿物共生组合与成矿阶段

(1)成矿矿物共生组合。银金矿-黄铁矿-方铅矿-黄铜矿-闪锌矿,自然金-黄铁矿-黄铜矿。

(2)成矿生成阶段。根据矿物共生组合和生成顺序,可划分 3 个成矿阶段。①早期:石英-黄铁矿阶段;②中期:石英-金-多金属硫化物阶段;③晚期:石英-黄铁矿阶段。

石英-硫化物阶段。石英、黄铁矿晶体粗大,大部分半自形-他形,晶体直径 0.5~3 mm,形成团块状、斑杂状矿石,在这些矿物形成之后,遭受了动力作用,使石英、黄铁矿出现碎裂现象。

石英-金-多金属硫化物阶段。金属硫化物形成阶段,也是亲硫元素的富集阶段,故形成黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿、斜方辉铅锌矿、金、银矿等。此阶段的矿物溶蚀交代现象明显,多形成条带状、团块状、斑杂状矿石,矿物晶形以他形为主。

石英-黄铁矿阶段。仅见于个别构造叠加地段,黄铁矿呈细粒他形浸染状,与其共生的石英大部为梳状,并有少量绢云母、白云母共生。

2 控矿因素及矿床成因

2.1 成矿控制因素及矿化规律

(1)从矿区及其外围地质体的含金丰度值看(表

3),工作区外围地层金丰度值低,且工作区距外围地层较远,金矿成矿与地层金丰度无关。

(2)从表 3 可知,矿体围岩(似斑状二长花岗岩)的金丰度值较高,说明含矿热液在围岩蚀的过程中使用围岩中的 Au,Ag 元素发生变化。

(3)矿体或矿化严格受 NE 向“S”形展布断裂、裂隙构造控制。工作区内矿体、矿化全部赋存在 NE 向“S”形展布构造中。

(4)含金石英脉和含金蚀变岩在同一构造带内,含金石英脉往往构成矿体核部,是成矿热液沿裂隙充填、沉淀形成,含金蚀变围岩分布于构造带两侧,系热液充填时交代围岩所致,矿化、蚀变强度由核部向两侧减弱。蚀变岩及含矿石英脉具相似微量元素组成,表明二者成矿热液的同源性,并显示出矿物物质来源和演化过程基本一致。

(5)本区载金矿物主要为黄铁矿。含金矿物的形成与黄铁矿相伴生,在时间、空间和物质来源上具一致性。

(6)经矿物对的硫同位素测温(表 4),温度为 346~377℃,说明黄铁矿生成的温度为中、高温。

(7)单矿物微量元素分析反映(表 5),黄铁矿是载金矿物;黄铁矿中 Cu,Zn,Pb 较低。说明 Au,Ag 的沉淀与 Cu,Zn,Pb 的硫化物沉淀是同时的,Cu,Zn,Pb 含量虽低,可作为指示金矿化的标志。

2.2 矿床成因^[1]

石庙子金矿金矿化多见于金属硫化物中。其Ⅱ

表 3 矿区外围地层及区内岩体、岩脉含金丰度值

Table 3 Au abundance of rock bodies and dykes in surrounding of the Au deposit

地质体			岩性	$w(\text{Au})/10^{-6}$	备注
辽河群	盖县组		黑云石岩、变粒岩	0.0025	地质五队资料
				0.0020	
	大石桥组	三段	白云石大理岩	0.0025	
		二段	黑云变粒岩	0.0020	
	高家峪组		黑云变粒岩	0.0008	
岩体		似斑状黑云二长花岗岩	0.0080		
岩脉		煌斑岩	0.0025		
蚀变围岩			0.0085		

表 4 石庙子金矿Ⅱ号矿带硫同位素测试结果

Table 4 Determination results of S-isotopes of ore zone II in Shimiaozi gold deposit

编号	取样位置	产状特征	矿物 $\delta(^{34}\text{S})/10^{-3}$	矿物对 $\delta(^{34}\text{S})/10^{-3}$	同位素测温/℃
1	1 号矿体三中段	细脉浸染状	黄铁矿+5.1 闪锌矿+4.5	黄铁矿-闪锌矿 0.6	346
2	2 号矿体二坑口	浸染状	黄铁矿+5.9 方铅矿+3.7	黄铁矿-方铅矿 2.2	377

表 5 黄铁矿微量元素分析表
Table 5 Micro-element analysis of pyrite

矿体	$w(\text{Pb})/\%$	$w(\text{Zn})/\%$	$w(\text{Cu})/\%$	$w(\text{Au})/10^{-6}$	$w(\text{Ag})/10^{-6}$
1 号矿体	0.031	0.041	0.001	4.58	6.89
2 号矿体	0.0185	0.021	0.010	3.65	2.55
3 号矿体	0.013	0.025		3.51	18.00

号矿带硫同位素测试结果(表 4)表明, $\delta(^{34}\text{S})$ 均为正小值,变化区间小,为陨硫硫的特点,即硫来源于地壳深部;硫同位素测温表明,硫化物的形成温度为 $346\sim 377^\circ\text{C}$,证明此矿床属中-高温岩浆热液型金矿床。

岩浆期后,发生了多期构造及小规模岩浆活动,由于含矿热液充填、渗透、交代产生强烈的硅化、钾化、绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化,使金、银等元素活化、迁移,在成矿有利地段富集。

3 找矿标志

石庙子村金矿为岩浆热液沿构造裂隙充填石英脉,矿体严格受似斑状黑云二长花岗岩体内的 NE 向“S”形展布构造控制。

(1)似斑状黑云二长花岗岩内的断裂构造复合部位对成矿有利,含金的可能性大。

(2)NE 向“S”形断裂中,构造的转弯处储矿条件较好,金的品位相对较高。

(3)构造带中蚀变岩、黄铁矿化强烈者含金较高。即金的品位与硫化物含量成正比。

(4)石英脉中含金多少与其金属硫化物含量成正比。

(5)矿体沿走向、倾向有尖灭再现特点,一个矿体尖灭后,注意另一个矿体的再现。

(6)煌斑岩的附近,金的品位较高。

注释:

① 王嘉志,汪冲. 辽宁省岫岩县石庙子金矿详查报告. 辽宁省岫岩县华玉源地质勘查有限公司, 2008.

参考文献:

[1] 王安建,许虹. 脉状金矿成因模式研究: 回顾与展望[J]. 地质地球化学, 1995(3): 10-13.

Geological characteristics and ore-controlling factors of Shimiaozi Gold deposit in Xiuyuan county, Liaoning Province

XU Qinghua, LU Hai, DONG Deren

(Team 402 of Metallurgical Geological Exploration Bureau of Liaoning Province, Anshan 114001, Liaoning province, China)

Abstract: Shimiaozi Gold deposit in Xiuyuan county, Liaoning Province occurs in porphyric biotite monzonitic granite body and is controlled by a traceable “S” fracture. It is characteristic of magmatic hydrothermal gold deposit. The “S” fracture is in NE direction consisting of several fractures. Overprinting localities of the fractures are the conductive fracture of ore fluid and bends of the “S” fracture favorable for the ore fluid accumulation where higher grade ore generally occur.

Key Words: Shimiaozi Gold deposit; geological characteristics; magmatic hydrothermal fluid; “S” fracture; prospecting mark; Liaoning Province