

赵家堡子金矿 I 号脉成矿特征及找矿标志

李忠满, 洪学宽, 夏建军

(辽宁省冶金地质勘查局地质勘查研究院, 辽宁 鞍山 114002)

摘 要: 赵家堡子金矿 I 号脉为受王家崴子韧-脆性剪切带控制的金矿床, 位于王家崴子金矿北西, 是王家崴子金矿向北西的延伸。文章介绍了控矿韧-脆性剪切带控矿特征, 阐述了金矿床的地质特征, 总结出成矿规律, 指出了找矿标志。

关键词: 赵家堡子金矿; 韧-脆性剪切带; 韧性变形变质作用; 脆性断裂; 岩浆热液; 辽宁省

中图分类号: P613; P618. 51 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2003) 04-0249-04

1 区域地质背景

矿区位于营口- 丹东多金属成矿带内, 具有良好的成矿地质条件。区内出露地层为下元古界辽河群盖县组, 原岩建造为陆源碎屑沉积建造。地层经过区域变质作用改造, 变质相属低角闪岩相- 绿片岩相。其岩石类型为含十字石、石榴石二云石英片岩夹黑云斜长变粒岩、浅粒岩; 绿泥绢云石英片岩夹变粒岩等。盖县组地层金的丰度值较高, 是金成矿的主要物质来源^[1](表 1)。矿区及外围岩浆活动较强, 主要有印支期卧龙泉似斑状二长花岗岩岩体和倪家堡子花岗闪长岩岩体; 燕山期四张滚子二长花岗岩岩体和梁屯角闪正长岩岩体。其中卧龙泉似斑状二长花岗岩岩体与本区成矿关系密切。位于卧龙泉岩体舌状突出部位与盖县组地层接触带附近有 NW 向王家崴子韧-脆性剪切带通过, 该剪切带对本区金成矿具有明显的控制作用(图 1)。

表 1 辽河群地层金的质量分数

Table 1 Gold Contents in Some Formations of Liaohu Geoup

地层	盖县组	大石桥组	高家峪组	里尔峪组
$w(\text{Au 平均}) / 10^{-9}$	6.05	1.00	1.75	1.18

2 韧-脆性剪切带特征

韧-脆性剪切带走向 295°~310°, 宽约 1 km。剪切带两侧为较正常的二云石英片岩, 带内岩石韧性变形变质特征明显, 在韧性变形变质作用强烈部位岩石较破碎, 碎裂岩、构造角砾岩及断层泥等脆性产物发育。说明该剪切带既有早期韧性变形变质特征, 又有晚期脆性断裂叠加, 分述如下。

2.1 韧-脆性剪切带早期韧性变形变质特征

主要表现为岩石中脆性矿物发生塑性变形产生各种显微构造, 形成糜棱岩。镜下可见石英的拉长、压扁、波状消光, 出现亚颗粒结构, 晶核-晶幔结构, 变形纹及变形条带等; 云母的膝折、弯曲及拉长; 鞘褶皱和石香肠构造; 变形残斑常见, 残斑形态多呈椭圆形、‘S’形, 长轴方向与叶理方向有一定夹角, 具旋转及拖尾现象。石英的变形机制^[2]是位错蠕变和扩散蠕变结果, 拉长沿一定方向延伸, 云母等矿物也沿同一方向排列, 形成岩石清晰的叶理(或线理)。岩石的动力退变质作用明显, 如黑云母、十字石和红柱石的绢云母化, 石榴石的绿泥石化。经变形变质作用改造, 原岩矿物成分被改造或消失, 生成新的含石墨绿泥绢云石英千糜岩。岩石粒度明显具有细粒化现象, 出现大量含水矿物, 如绿泥石、云母类和碳酸盐矿物等; 钾质交代现象比较发育, 出现大量的含钾矿物, 如黑云母、多硅白云母及微斜长石等。这说明在此过程中有 H₂O 及 CO₂ 的作用, 即有以水为主要组分的

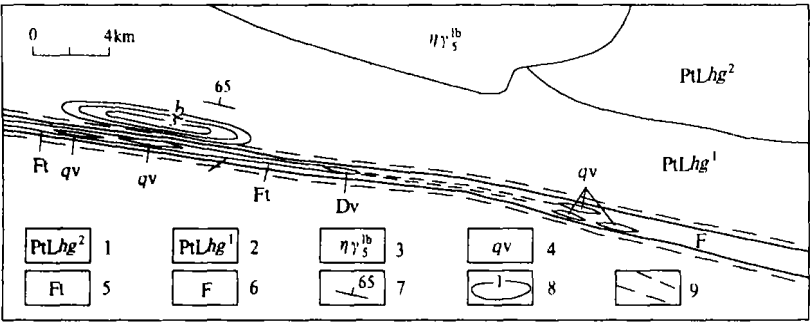


图 1 赵家堡子一带地质简图

Fig. 1 Synthetic geologic map of Zhaojiapuzi area

1. 盖县组二段 2. 盖县组一段 3. 似斑状二长花岗岩 4. 含金石英脉
5. 含金蚀变岩带 6. 脆性断裂带 7. 地层产状 8. 次生晕异常 9. 韧性剪切带

流体相参入^[4]。

2.2 韧-脆性剪切带晚期脆性变形特征

随着韧性剪切带被抬升至浅部, 温度、压力降低, 在变形的强烈部位叠加了脆性变形, 对早期韧性变形变质带进行改造, 形成以平行剪切方向为主的脆性断裂带^[3]。带宽 1.85~3.94 m, 带内碎裂岩、构造角砾岩及断层泥等脆性断裂产物发育, 碎裂岩块和角砾尚保存韧性变形特征, 胶结物为细碎的糜棱物质、硅质及碳酸盐矿物等。金矿体产于该脆性断裂破碎带内, 和地表化探金元素异常相吻合。

3 金矿床地质特征

3.1 金矿体产出特征

含金矿体由含金石英脉和含金蚀变岩组成, 直接赋矿围岩为含金石墨绿泥绢云石英片岩。矿体呈脉状产出, 沿走向延伸稳定, 局部常有膨胀、收缩、分支、复合等现象, 与围岩界线清楚。在空间上受区域性韧-脆性剪切带控制, 矿体产于脆性断裂叠加部位。矿体已控制长 480 m, 深 233 m, 矿体厚 0.5~2.4 m。矿体走向 295~310°, 倾向

NE, 倾角 62~75°, 金平均品位 $w(Au) = 4.56 \times 10^{-6} \sim 15.68 \times 10^{-6}$, 控矿工程有探槽、坑道和钻孔。

3.2 金矿石矿物成分及特征

组成矿石的主要矿物有石英、绢云母和黄铁矿; 次要矿物有磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、绿泥石、碳酸盐矿物和石墨等; 微量矿物有自然金、银金矿、黄铜矿、黝铜矿等; 表生矿物有褐铁矿、针铁矿、水赤铁矿、白铅矿、铅矾、铜蓝等。

黄铁矿: 矿床中分布最广、数量最多的金属矿物, 为金的主要载体矿物(表 2)。

表 2 黄铁矿在各成矿阶段主要特征对比

Table 2 Comparisons in characteristics of pyrite formed in all the metallogenic stages

成矿阶段	黄铁矿-石英-绢云母阶段	石英-黄铁矿阶段	石英-多金属硫化物阶段	黄铁矿-碳酸盐类矿物-石英阶段
黄铁矿世代	I	II	III	IV
黄铁矿晶形	全自形立方体	自形-半自形立方体	半自形-他形晶立方体及五角十二面体	半自形立方体
粒径(mm)	1~3, 个别> 5	2~5, 个别> 5	1~3, 个别< 0.5	< 1~3
颜色	浅黄色	绿黄色	绿黄色	绿黄色
共生矿物	与烟灰色致密块状石英、绢云母共生	与灰白-白色石英及少量闪锌矿、方铅矿、自然金共生	与乳白色石英及方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、自然金共生	与石英、碳酸盐类矿物、绿泥石、萤石等共生
产出特征	呈浸染状产于两盘围岩中	呈致密块状、细脉状产于石英脉及蚀变岩中	呈致密块状、条带状产于石英脉中或脉体边部。	呈浸染状、细脉状及网脉状产于石英裂隙及两盘蚀变岩中

磁黄铁矿: 在显微镜下见有压力聚片双晶, 粒度大小不一, 裂隙发育, 内有平行排列无数条方铅矿细脉充填, 个别磁黄铁矿被包裹在方铅矿细脉中。

方铅矿: 与金矿物密切共生, 为金的主要载体矿物。方铅矿呈他形晶产出, 可见到立方体晶形。集合体呈团块状分布在晚期黄铁矿边缘或呈细脉状沿早期黄铁矿裂隙充填结晶; 沿磁黄铁矿裂隙以充填注

入方式结晶。

黄铜矿: 含量较少, 常交代早期黄铁矿; 多数呈蠕虫状、水滴状分布在闪锌矿晶体中; 个别受表生作用, 被斑铜矿及铜蓝交代。

3.3 金矿石类型的划分及结构、构造

根据金矿中矿石的成因特点, 可划分为原生矿石及次生矿石两大类。其中原生矿石可分为蚀变岩

型金矿石(含金蚀变岩)和多金属硫化物型金矿石(含金石英脉)。次生矿石为表生阶段形成的氧化金矿石。

含金蚀变岩:灰黑色,由石英、绢云母、绿泥石、碳酸盐矿物、石墨、金属硫化物组成。矿石具硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化。厚度 0.4~2 m,沿走向、倾向延伸较稳定。

含金石英脉:白色,主要由石英组成,石英含量大于 90%。金属硫化物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿及少量黄铜矿等。厚度 0.1~0.5 m,沿走向、倾向延伸不稳定,有波状弯曲、膨胀收缩、分支复合、尖灭再现现象。

矿石结构可分 4 种:结晶结构、交代结构、固溶体分离结构和动力结构。其中结晶结构和交代结构是最常见结构类型。

矿石构造可分 4 种:浸染状构造、脉状构造、团块状构造、块状构造。浸染状和块状是最常见构造。

矿石质量:蚀变岩型矿石品位 $w(\text{Au}) = 2.11 \times 10^{-6} \sim 7.86 \times 10^{-6}$,矿石量占总矿石量 60%。由多金属硫化物组成石英脉型矿石品位 $w(\text{Au}) = 4.76 \times 10^{-6} \sim 80.23 \times 10^{-6}$,占总矿石量 40%。

3.4 金矿物特征及赋存状态

自然金:与各种硫化物相伴生。形态可分为等轴状和延伸状。金的粒径一般在 0.004~0.04 mm 之间。

银金矿:与金属硫化物磁黄铁矿、方铅矿、黄铁矿等相伴。形态呈不规则粒状和浑圆状。粒度一般在 0.001~0.01 mm 之间。金的赋存状态有 3 种:包体金、晶隙金、裂隙金。

3.5 围岩蚀变

硅化:本区最发育的一种蚀变,硅化作用在脆性断裂带中心部位最强,向两侧逐渐减弱,其规模大小受脆性断裂构造控制。硅化主要有两期,早期为韧-脆剪切变形变质期,形成拉长断续的细脉状石英及石香肠状石英,其中常有自形立方体黄铁矿相伴。晚期为硅质热液以充填、注入方式形成脉状、透镜状或网脉状石英,常有黄铁矿、方铅矿等金属硫化物相伴,与金矿化关系密切。晚期硅化常叠加在早期硅化之上。

黄铁绢英岩化:是本区主要的一种蚀变,主要由黄铁矿、绢云母和石英组成,为热液交代作用形成,与金矿化关系密切,矿化愈强烈的部位,金品位越高。

碳酸盐化:岩浆热液后期蚀变产物,碳酸盐类矿

物呈细脉状、网脉状充填于岩石裂隙中,常和硅化相伴,与金矿化关系较密切。

绢云母化:动力退变作用形成者呈面状分布,与金矿化关系不密切。热液交代作用形成者常与石英共生,与金矿化关系密切。

绿泥石化:由暗色矿物(主要是黑云母、石榴石等)蚀变形成。与金矿化关系不密切。

区内的围岩蚀变有如下规律:水平分带,由矿体向两侧蚀变类型分别是硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化。垂向分带,由地表向深部矿体依次为绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、硅化、黄铁绢英岩化(图 2)。无论水平分带还是垂直分带都不是截然分开的,而是根据镜下矿物蚀变强度观察和蚀变特征确定的。矿脉产于上述蚀变叠加增强部位。

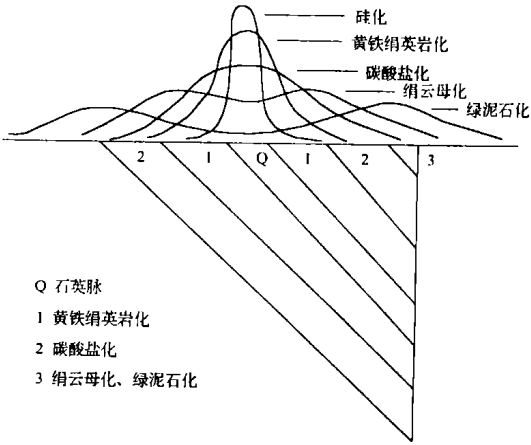


图 2 围岩蚀变分带示意图
Fig. 2 Map of wall-rock alteration zoning

4 金矿床成矿规律

(1) 成矿物质、热液来源及成矿时代:本区盖层组变质岩中金的丰度值较高,为金的成矿提供了物质来源。印支期二长花岗斑岩侵入为成矿提供了流体和热动力。一方面,远矿围岩→近矿围岩→矿带,金属元素含量呈“V”字型变化,显示成矿物质主要来源于围岩;另一方面,矿石中黄铁矿硫同位素 (^{34}S) $= 9.18 \times 10^{-3} \sim 11.56 \times 10^{-3}$,变质岩中黄铁矿的 (^{34}S) 平均值为 13.25×10^{-3} ,两者较接近,也说明成矿物质来源于地层。矿体中石英 (^{18}O) 介于 $6.6 \times 10^{-3} \sim 9.4 \times 10^{-3}$, (D) 介于 $-81 \times 10^{-3} \sim -91 \times 10^{-3}$,具有岩浆流体特点,说明与成矿有关的热液主要是岩浆热液。同位素数据显示其成矿时代比卧龙

泉岩体的侵位稍晚,为中生代印支-燕山早期。

(2) 韧-脆性剪切带控制矿体的空间分布: 剪切带具有韧-脆性变形变质特点, 具良好的渗透性, 它不仅为含金流体运移提供通道, 而且为金的沉淀提供空间, 说明它既是导矿构造, 同时又是容矿构造。它严格控制金矿体空间分布。叠加其上的脆性断裂控制矿体产出位置。

(3) 韧-脆性剪切带的含矿性: 剪切带含矿与韧-脆性断裂变形变质作用、岩浆热液作用、金属硫化物发育程度呈正相关性。韧-脆性断裂越发育, 岩浆热液作用越强, 金属硫化物越发育矿化越好。

(4) 矿体产出特征: 蚀变岩型矿体一般呈脉状分布, 沿走向、倾向延伸较稳定。石英脉型矿体一般呈扁豆状、透镜状不连续分布, 沿走向、倾向都有尖灭再现、膨胀收缩现象。且石英脉型矿体品位明显高于蚀变岩型矿体。

(5) 矿区内与成矿有关的围岩蚀变: 以硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化为主, 矿体产出部位为蚀变叠加、增强部位。

5 找矿标志

(1) 韧-脆性剪切带的识别: 矿体产于韧-脆性剪切带内, 所以寻找韧-脆性剪切带非常重要。通常它是狭长线状强烈应变带, 带内岩石一般片理、劈理发育, 岩石各种塑性变形明显, 如拉伸线理、石香肠及

鞘褶皱等。韧性剪切带在宏观上的直接表现为岩石的退色现象。

(2) 构造叠加部位: 在韧-脆性剪切带中金的富集多集中在退变质带部位、脆性断裂叠加部位、后期岩浆热液活动叠加部位、韧-脆性剪切带规模和产状发生显著变化部位。在上述部位如果有地表化探异常(Au, Ag, As, Hg, Bi) 是直接的找矿标志。

(3) 矿物学标志: 本区地层中黄铁矿随处可见, 常是成矿前黄铁矿(I 世代), 立方体晶形完好, 与烟灰色石英共生, 一般与金矿化关系不密切。成矿期黄铁矿(II, III, IV 世代), 晶形不好, 常与方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿等金属硫化物共生, 与金矿化关系密切, 因此本区多金属硫化物共存的矿物组合是找矿标志。只有黄铁矿存在时, 要注意它的晶形特征和世代。

(4) 围岩蚀变特征: 硅化、黄铁绢英岩化、碳酸盐化叠加的蚀变是找金矿的重要标志。

参考文献:

- [1] 吕贻峰, 魏俊浩. 辽南金矿集中区成矿地质异常分析及成矿预测[J]. 地质与勘探, 1998, (4): 20-24.
- [2] 何永年. 剪切带岩石显微构造演化初探[J]. 矿物岩石, 1987, 7(4): 88-92.
- [3] 吴茂炳, 毛景文, 杨建民, 等. 北祁连西段寒山剪切带的变形作用及其与金矿化的关系[J]. 地质与勘探, 1999, (4): 12-14.

METALLOGENIC CHARACTERISTICS AND ORE GUIDES OF VEIN I OF ZHAOJIAPUZI GOLD DEPOSIT

LI Zhong-man, HONG Xie-kuan, XIA Jian-jun

(Institute of Geological Exploration and Suvvey, Land and Resources Department of Liaoning Province, China)

Abstract: Situated to the north of Wangjiaweizi gold deposit, Vein I of Zhaojiapuzi gold deposit is the northwestern extension of Wangjiaweizi gold deposit and controlled by Wangjiaweizi ductile-brittle shear zone. The author expounds and summarizes the metallogenic characteristics and stages according to the characteristics of the vein, the wall-rock alterations and the fact that the deposit is controlled by the ductile-brittle shear zone in which both deformation and metamorphism are observed. Also some ore guides of prospecting are described in this paper.

Key words: Zhaojiapuzi gold deposit; ductile-brittle shear zone; ductile deformation and metamorphism; brittle fracture; magmatic thermal fluid