

铍厂沟金矿床地质特征及控矿因素分析*

魏刚锋 姜修道 刘永华 杜佩轩

(西安工程学院, 西安)

提 要: 铍厂沟金矿床位于勉-略-宁三角地带成矿有利部位。矿区出露中下泥盆统三河口群和中上元古界碧口群。矿床内发育的韧性剪切带经历了右行(韧性)—左行(韧脆性)—右行(脆性)多期(次)活动。矿化受透镜状细碧岩控制, 分布于韧性剪切带之中。矿体蚀变强烈, 新生矿物定向排列, 脉体中矿物具亚颗粒、变形纹、变形条带等粒内变形特征。同位素地球化学及稀土分析结果表明, 基性火山岩是金的矿源层。金矿的形成富集与韧性剪切带多期(次)活动密切相关, 尤其是韧脆性变形期。因此, 该矿床可称之为剪切带蚀变岩型金矿床, 具有一定的找矿潜力。除了蚀变细碧岩型等矿石类型之外, 还应在韧-脆性控矿剪切带内注意寻找蚀变钙质糜棱岩型和硅化石英粗糜棱岩型金矿石。

关键词: 金矿床 细碧岩 韧性剪切带 控矿因素 陕西铍厂沟

中图法分类号: P618.5

1 区域地质背景

铍厂沟金矿床地处陕西省略阳县郭镇铍厂沟, 西与甘肃省康县毗邻。该矿床位于勉(县)-略(阳)-宁(强)三角地带的西北侧, 北距康(县)-略(阳)-勉(县)深大断裂带约 4 km。传统观点将其归属秦岭褶皱系南部, 跨及两个二级构造单元: 矿区南部隶属摩天岭加里东褶皱带(Ⅱ₆), 主要出露中上元古界碧口群火山岩系(P_{t2-3}bk); 矿区北部为康县-略阳华力西褶皱带(Ⅱ₅), 中下泥盆统三河口群和石炭系略阳群(D—C)展布其中(图1)^[1]。张伯声等将其划归为祁连山-秦岭-大别山构造活动带(T_{t4})与燕山-太行山-龙门山构造活动带(C_{t4})相互编织的秦岭构造结(T_{t4}、C_{t4})之南部^[2,3]。

2 矿区地质

2.1 地层

矿区南部出露的中上元古界碧口群和北部出露的中下泥盆统三河口群以断层为界(图2)。碧口群以酸性凝灰岩为主夹基性火山岩透镜体。三河口群出露两个岩段: 第一岩段分3个岩层; 第二岩段有两个岩层出露(表1)。1a、2a的原岩为碎屑岩; 1b、2b以碳酸盐为主; 1c主要出露凝灰质火山岩夹细碧岩。

* 本文为陕西省黄金管理局科研项目(98-01)部分成果

第一作者简介: 魏刚锋, 男, 1949年生, 副教授, 主要从事构造控矿教学和科研工作。邮政编码: 710054
1999-01-27收稿, 1999-06-22修改回

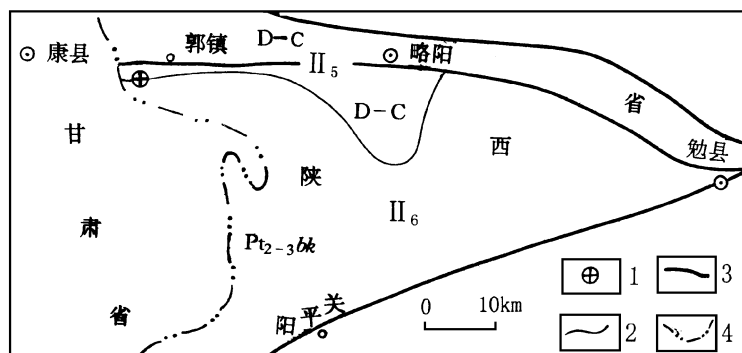


图1 铔厂沟金矿床区域构造略图

(据陕西省地质构造图编制)

D-C—泥盆系—石炭系; $Pt_{2-3}bk$ —中上元古界碧口群; II₅—康县-略阳华力西褶皱带; II₆—摩天岭加里东褶皱带;
1—铔厂沟金矿床; 2—二级构造单元分界; 3—断裂; 4—省界

Fig. 1. Diagrammatic geological-structural map of the Huachanggou gold deposit.

D-C—Devonian—Carboniferous; $Pt_{2-3}bk$ —Upper Mesoproterozoic Bikou Group; II₅—Kangxian-Luoyang Variscan fold zone; II₆—Motianling Caledonian fold zone; 1—Huachanggou gold deposit; 2—Boundary of second order tectonic unit; 3—Fault; 4—Provincial boundary.

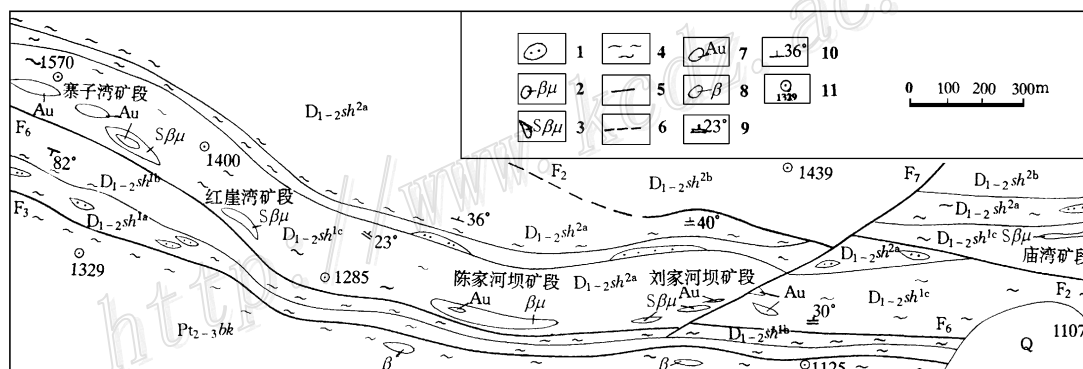


图2 铔厂沟金矿床地质构造略图

Q—第四系; $D_{1-2}sh^{2b}$ —中下泥盆统三河口群第二岩段第二岩层; $D_{1-2}sh^{2a}$ —中下泥盆统三河口群第二岩段第一岩层;
 $D_{1-2}sh^{1c}$ —中下泥盆统第一岩段第三岩层; $D_{1-2}sh^{1b}$ —中下泥盆统第一岩段第二岩层; $D_{1-2}sh^{1a}$ —中下泥盆统第一岩段第一岩层; $Pt_{2-3}bk$ —中上元古界碧口群; 1—石英砂岩构造透镜体; 2—细碧岩构造透镜体; 3—蚀变细碧岩构造透镜体; 4—韧性剪切带; 5—脆性断裂; 6—推测脆性断裂; 7—金矿体; 8—基性熔岩构造透镜体; 9—片理产状; 10—地层产状; 11—海拔高度

Fig. 2. Geological-structural sketch map of the Huacharggou gold deposit.

Q—Quaternary; $D_{1-2}sh^{2b}$ —2nd Layer of 2nd Member of Middle-Lower Devonian Sanhekou Group; $D_{1-2}sh^{2a}$ —1st Layer of 2nd Member of Middle-Lower Sanhekou Group; $D_{1-2}sh^{1b}$ —2nd Layer of 1st Member of Middle-Lower Devonian Sanhekou Group; $D_{1-2}sh^{1c}$ —2nd Layer of 1st Member of Middle-Lower Sanhekou Group; $D_{1-2}sh^{1a}$ —1st Layer of 1st Member of Middle-Lower Sanhekou Group; $Pt_{2-3}bk$ —Middle-Upper Proterozoic Bikou Group; 1—Tectonic lens of quartz sandstone; 2—Tectonic lens of spilite; 3—Tectonic lens of altered spilite; 4—Ductile shear zone; 5—Brittle fault; 6—Inferred brittle fault; 7—Gold orebody; 8—Tectonic lens of basic lava; 9—Attitude of schistosity; 10—Attitude of strata; 11—Altitude above sea-level.

表 1 铈厂沟金矿床地层简表

Table 1. Stratigraphic scale of the Huachanggou gold deposit

地层时代	符 号	简称	原 岩	动力变质岩
中下泥盆统 三河口群	D ₁₋₂ sh ^{2b}	2b	中厚层状结晶灰岩、微晶灰岩	钙质糜棱岩
	D ₁₋₂ sh ^{2a}	2a	石英砂岩、泥质粉砂岩	粉砂质绢云千糜岩、石英砂岩构造透镜体
	D ₁₋₂ sh ^{1c}	1c	凝灰质火山岩夹细碧岩	绢云钠长片糜岩、凝灰质绢云千糜岩夹蚀变细碧岩透镜体
	D ₁₋₂ sh ^{1b}	1b	中厚层状结晶灰岩及生物碎屑灰岩	钙质糜棱岩及含生物碎屑钙质糜棱岩
	D ₁₋₂ sh ^{1a}	1a	长石石英砂岩、含碳泥质粉砂岩	硅化长石石英粗糜棱岩及含碳粉砂质绢云千糜岩
断 层 中上元古 界碧口群	Pt ₂₋₃ bk	碧口群	酸性凝灰岩夹基性熔岩及基性凝灰岩	云母石英片糜岩夹基性熔岩构造透镜体

2.2 容矿岩石

容矿岩石主要出露于1c中, 分别为蚀变细碧岩和凝灰质绢云千(枚状)糜(棱)岩。

(1) 蚀变细碧岩

蚀变细碧岩均呈透镜状雁行排列, 长40~200 m 不等, 最长达500余米, 宽5~30 m, 其中钠长石-石英细脉、石英细脉、碳酸盐细脉以及绿帘-绿泥石细脉发育, 矿物均具定向排列。岩石发育细碧结构、变余交织结构和块状构造、斑杂状构造及定向构造。其中斑晶含量约1%, 主要为钠更长石, 常含绿泥石、方解石和被石英充填的杏仁体; 基质成分以板条状、糖粒状钠长石为主, 次为绢云母、白云石、绿泥石及少量绿帘石、方解石、含铁碳酸盐、白钛石等。蚀变细碧岩化学分析如表2所示。近矿围岩强烈钠长石化、绢英岩化、白云石化及微弱青磐岩化, 变质矿物增多, 变斑白云石达40%~50%, 糖粒状钠长石达30%, 定向排列明显, 旋转碎斑系发育。

表 2 铈厂沟金矿床蚀变细碧岩化学分析 (%)

Table 2. Chemical composition of altered spilite from the Huachanggou gold deposit

成 分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO	MgO
变化范围	47.12~ 50.35	13.44~ 14.92	3.00~ 8.68	4.64~ 10.05	0.98~ 1.55	4.79~ 6.98	4.79~ 7.75
4个样品平均	48.48	14.44	4.92	6.91	1.18	5.96	6.54

成 分	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	S
变化范围	0.08~ 0.55	2.12~ 3.76	0.03~ 0.49	0.22~ 0.40	3.44~ 5.67	0.06~ 0.17	1.19~ 3.11	0.10~ 0.15
4个样品平均	0.23	2.93	0.24	0.30	4.52	0.12	2.02	0.12

(2) 凝灰质绢云千糜岩

该类岩石常展布于蚀变细碧岩两侧, 显微粒状鳞片变晶结构, 千糜状构造或片状构造, 主要成分绢云母(50%~70%)均具定向排列, 少量碎斑以石英、钠长石为主, 发育“σ”型旋转碎斑系, 有少量石英细脉分布。

2.3 韧性剪切带

矿床内发育两条韧性剪切带: 北部韧性剪切带从1c下部(F_3)到2b厚层灰岩下部, 宽200~250 m; 南部韧性剪切带大致以铎厂沟河为界, 止1b厚层灰岩, 宽100~150 m。二者以1b厚层灰岩相隔; 长度相近, 大于8 km; 产状相似, 总体走向NW W, 无论沿走向还是顺倾向, 均呈舒缓波状, 倾向此段北倾, 彼段南倾, 倾角也呈现出规律变化。在剪切带内, 碧口群中的基性熔岩透镜体, 1a和2a中的石英砂岩透镜体以及1c中的细碧岩透镜体均呈雁行状排列。其中发育的“ σ ”型旋转碎斑系、多米诺骨牌构造、云母鱼、S—C面理、云母单斜左倾肯克带(Kink bands)以及矿体沿近东西向被错断的方向等综合分析, 两条韧性剪切带均经历了右行(韧性)—左行(韧脆性)—右行(脆性)多期(次)活动。

在韧性变形期的强变形域内, 碧口群中的酸性凝灰岩生成云母石英片糜岩, 主要矿物为白云母+石英+钠长石; 1c中的火山凝灰岩生成绢云钠长片糜岩以及绢云千糜岩, 变质矿物为绢云母+钠长石+石英; 细碧岩经动力变质生成绿泥石+绿帘石+钠长石; 2b、1b中的灰岩形成钙质糜棱岩。部分动力变质岩中的石英具动态重结晶, $D \approx 0.015 \text{ mm}$ (200个颗粒测量平均)。根据M S Weathers等^[10]的公式:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = AD^c$$

式中A、c均为常数, $A = 3.81$, $c = -0.71$, D 为重结晶颗粒大小, $\sigma_1 - \sigma_3$ 为古应力, 估算出古应力值约0.075 GPa。结合变质矿物共生组合以及石英光轴岩组图c+g(极密部加小圆环带)型式^[11](图3a), 韧性剪切带早期形成温度约500℃, 以右行剪切为主, 古应力值大于0.075 GPa。

韧脆性变形期的典型特征是在韧性剪切带内发育的裂隙中有钠长石-石英脉和碳酸盐脉等脉体的充填。钠长石-石英脉大多数垂直片理或与S—C面理呈大角度相交; 碳酸盐脉沿共轭x节理充填。其中的钠长石具亚颗粒构造; 石英发育镶嵌消光或亚颗粒, 常见波状消光、扇状消光、变形条带、变形纹等粒内变形特征。亚颗粒大小 $d \approx 0.25 \text{ mm}$ (200个颗粒测量平均)。细粒重结晶石英仅在高应变区集中分布。根据R J Twiss^[12]的公式:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = 180 d^{-1}$$

式中 d 为亚颗粒大小, 估算出古应力值约0.072 GPa。方解石应力双晶非常发育, 岩组图为c+g型式(图3b)。结合石英、方解石粒内变形特征及岩组图型式等综合分析, 韧性剪切带在韧脆性变形期的温度在200~500℃之间, 以左行剪切为主, 古应力值变化不大。

2.4 脆性断裂

依据走向, 脆性断裂可分北西西向和北东向。早期北西西向断裂面具波状特征, 走向270°~300°, 总体向北倾斜, 局部向南陡倾, 倾角变化于50°~85°之间, 主要出露两条(见图2): ①三河口群与碧口群的分界断裂(F_3); ②1b与1c的分界断裂(F_6)。断裂两侧的拖褶、构造透镜体、联菱构造、劈理以及动力变质岩中的二次碎斑均显示, 此类断裂以右行压扭性特征为主。晚期北西西向断裂面向南倾斜, 产状170°~190°, 倾角45°~70°, 以压性特征为主。

北东向断裂在刘家河坝矿段出露(F_7), 使地层产生平移错位, 断裂面西盘向南西、东盘向北东左行平移20~60 m。与其平行产出的NE向小断层较为发育, 产状120°~150° $\angle$ 60°~80°, 并将矿体或地层左行平移20~60 cm。

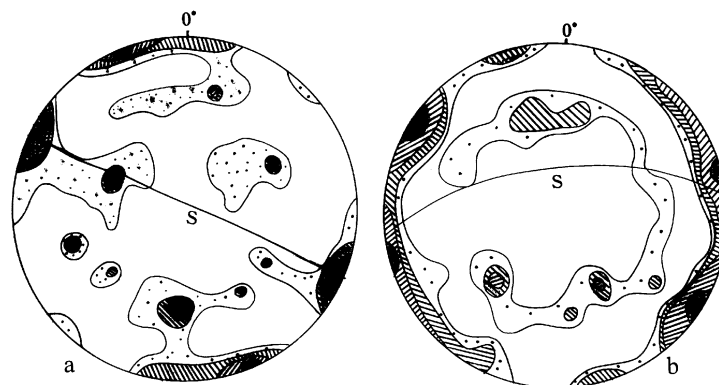


图3 铔厂沟金矿床岩组图(下半球)

a—PD₂ 内动态重结晶石英光轴岩组图, S—片理, 石英光轴200个, 4.50%~3.50%~3.00%~2.50%~1.50%;

b—PD₂内矿化带中方解石光轴岩组图, S—片理, 方解石光轴200个, 7.00%~6.00%~3.50%~2.50%~1.50%

Fig. 3. Petrofabric diagrams of the Huachanggou gold deposit (Lower hemisphere projection).

a—Syntectonic crystallized quartz c-axis fabric diagram in PD₂, s—Schistosity, 200 quartz c-axes,

4.50%~3.50%~3.00%~2.50%~1.50%; b—Calcite c-axis fabric diagram of ore band in PD₂, s—Schistosity, 200 Calcite c-axes, 7.00%~6.00%~3.50%~2.50%~1.50%

3 矿床地质特征

3.1 矿化带和矿体

矿化带西起窑上湾,东止庙湾,长达3600 m,宽20~60 m,分布于F₆脆性断裂北侧韧性剪切带内1c地层中。矿化严格受雁行状排列的透镜状蚀变细碧岩及其两侧凝灰质绢云千糜岩的控制(图2)。矿化带产状与韧性剪切带内C面理基本一致,15个蚀变细碧岩透镜体是矿床内赋存工业矿体的主要含金体。

分布于蚀变细碧岩之中的21个金矿体在平面、剖面上呈雁行状排列,透镜状产出,延深(沿倾向)大于延长(沿走向),最长265 m,最短20 m,一般33~210 m,最厚16 m,最薄1 m,一般2~10 m。矿体沿走向、倾向均呈舒缓波状,总体北倾,倾角50°~70°,局部南倾,倾角70°~88°。各矿体厚度一般比较稳定,连续性较好,局部有加大变厚现象。矿体品位最高 5.96×10^{-6} ,最低 3.10×10^{-6} ,一般 $3.14 \times 10^{-6} \sim 5.41 \times 10^{-6}$ 。

3.2 成矿阶段

矿体蚀变强烈,有白云石化、含铁白云石化、钠长石化、黄铁矿化、绢云母化、硅化、绿泥石化、绿帘石化和方解石化等,其中以白云石化、黄铁矿化、硅化和绢云母化为主。上述蚀变有3个重要特征:①部分蚀变矿物以单矿物或复矿物细脉充填于矿石之中,如钠长石细脉、绢云母细脉、石英细脉、方解石细脉、碳酸盐-石英细脉及石英-钠长石细脉等等;②新生矿物均具定向排列,如绢云母、绿泥石等;③脉体中的矿物具波状消光、应力双晶、变形条带、

变形纹、亚颗粒等塑性变形特征。上述事实说明, 蚀变与韧性剪切活动密切相关。

根据主要矿物的生成顺序及相互关系和共生组合特征分析, 金矿主要在韧性变形期形成, 可分为四个成矿阶段: ① 碳酸盐-钠长石化阶段; ② 绢云母-碳酸盐化阶段; ③ 绢英岩化阶段; ④ 钠长石-石英脉阶段。白云石化、黄铁矿化、硅化和绢云母化与成矿关系极为密切。

3.3 矿石

矿石有3种自然类型: ① 蚀变细碧岩型金矿石是主要矿石类型, 常发生强烈的钠长石化、绢云母化、碳酸盐化。矿石中自然金多为小于0.07 mm 的显微金, 以裂隙金为主, 次为包体金和晶隙金, 金品位一般 $3 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$; ② 凝灰质绢云千糜岩型金矿石紧邻蚀变细碧岩型金矿石, 无法单独圈出矿体, 金品位一般 $1 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6}$; ③ 石英脉型金矿石分布于蚀变细碧岩金矿体之中, 脉宽1~30 cm, 长2~5 m, 走向与蚀变细碧岩近于垂直或大角度斜交, 自然金和硫化物直接赋存于石英脉之中, 可分为含金石英脉、含金黄铁矿石英脉和含金黄铁矿-钠长石石英脉, 金品位一般 $2 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$ 。石英脉中可见大于0.2 mm 的明金。

黄铁矿多期(次)生成。韧性剪切变形期生成的黄铁矿较均匀地分布于矿石及围岩中, 变晶内包有定向排列的金红石, 粒度较粗, 一般大于1 mm, 最大者可达5 mm, 主要为立方体的黄铁矿均具塑性变形特征, 其内未见自然金。韧性剪切变形期生成的黄铁矿是矿石中主要载金矿物, 在蚀变较强的细碧岩和含金黄铁矿-石英脉中较多(最高达50%)。早期黄铁矿颗粒较细, 一般小于0.5 mm, 电子探针分析结果表明 Fe、S 含量 (Fe= 49.96%, S= 53.08%) 与标准数值 (Fe= 46.55%, S= 53.45%) 相比为铁高硫低。晚期黄铁矿粒度较粗, 多大于1 mm, Fe、S 含量 (Fe= 45.08%、47.49%, S= 53.14%、52.91%) 较标准值均低。韧性变形期黄铁矿多为立方体和五角十二面体, 发育单斜对称压力影及分离结构, 多分布于镶嵌消光、亚颗粒构造非常发育的石英脉两侧的蚀变细碧岩之中, 其裂隙、晶隙或包体内充填自然金。

除了黄铁矿之外, 矿石内可见少量黄铜矿、闪锌矿和方铅矿等金属硫化物。它们一般粒度小于0.05 mm。极少量黄铜矿形成早于韧性变形晚期生成的黄铁矿和闪锌矿, 一般呈星点状或填隙状充填在早期黄铁矿裂隙、晶隙中。方铅矿主要在石英脉型矿石中出现, 常交代黄铁矿、黄铜矿, 并被自然金交代。

白云石是主要的脉石矿物之一, 应力双晶较为发育。绢云母呈定向排列, 常与变晶钠长石分别集结, 呈条带状集合体出现。钠长石碎斑发育, 并具亚颗粒。石英碎斑发育镶嵌消光、扇状消光、变形纹和变形条带; 碎基在强应变部位出现, 具花边结构, 呈烟灰色。塑性变形发育的石英脉含金性较好。

根据主要载金矿物黄铁矿特征和其它矿物颗粒之间的组合关系, 矿石结构以自形、半自形粒状结构、填隙结构、包含结构及交代结构为主。据应力矿物的变形特征可分为糜棱结构、粗糜棱结构、碎斑结构和碎裂结构。

平行细脉浸染状构造以同围岩或含矿岩石的 C 面理方向一致为特征; 细脉浸染状构造常斜交或横切 C 面理; 其次, 常见条带状构造和角砾状构造以及显微网脉状构造等等。

4 控矿因素分析

4.1 基性火山岩系

本区基性火山岩发育, 主要岩石类型有细碧岩、基性熔岩及基性凝灰岩等呈透镜状广泛分布于碧口群和三河口群1c之中。

蚀变细碧岩型金矿石是该矿床内重要矿石类型之一; 凝灰质绢云千糜岩型金矿石紧贴或靠近蚀变细碧岩; 石英脉型金矿石有规律地分布在蚀变细碧岩型金矿体之中, 并受细碧岩的控制。矿体内所采12个黄铁矿样品测定的硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $-2.7\text{‰} \sim +4.6\text{‰}$, 变化范围很窄, 平均值为 $+1.24\text{‰}$, 具典型幔源硫特征^[4]。矿化细碧岩及矿石中黄铁矿铅同位素组成的投影点分布于地幔演化线和造山带之间, 说明成矿物质来自地壳深部。通过稀土元素分析, 细碧岩与部分矿石有相似的稀土分布型式, 并与幔源物质有极为密切的关系 (图4、表3)。矿石中石英包裹体成分测定表明, 成矿期为富含钠的碱性氯化物-碳酸盐溶液, 其中含有大量 CO_2 (表4)。包裹体成分中 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O} = 0.002 \sim 0.005$ 。说明成矿物质主要来自基性火山岩系。

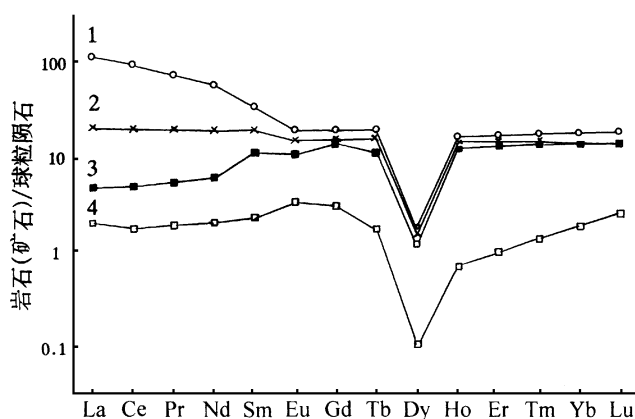


图4 铔厂沟金矿床细碧岩和矿石球粒陨石标准化REE分布型式

1、2—细碧岩; 3、4—蚀变细碧岩型金矿石

Fig. 4. Chondrite-normalized REE patterns of spilite and ores from the Huachanggou gold deposit.

1、2—Spilite; 3、4—Gold ore of altered spilite type.

表3 铔厂沟金矿床细碧岩和矿石REE分析数据 (10^{-6})

Table 3. REE analyses of spilite and ore from the Huachanggou gold deposit

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
1	35.00	75.20	8.87	33.90	6.42	1.38	4.91	0.90	0.56	1.15	3.47	0.55	3.63	0.57	37.11
2	6.30	15.90	2.35	11.30	3.72	1.09	3.99	0.74	0.49	1.05	2.99	0.45	2.82	0.42	25.94
3	1.43	3.90	0.65	3.50	2.12	0.77	3.53	0.53	0.38	0.88	2.65	0.42	2.78	0.44	28.87
4	0.62	1.40	0.23	1.20	0.44	0.24	0.77	0.08	0.04	0.05	0.21	0.04	0.38	0.08	6.81

注: 据陕西第二地质队资料; 分析方法为等离子光谱; 样品1、2—细碧岩; 3、4—蚀变细碧岩型金矿石

表4 铔厂沟金矿床矿石中石英包裹体成分 (10^{-6})

Table 4. Analyses of Quartz inclusions in ores from the Huachanggou gold deposit

分析项目	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F^-	Cl^-	HCO_3^-
变化范围	3.07~4.37	7.78~12.38	6.57~11.06	0.61~1.15	4.50~5.03	9.13~21.46	202.39~279.88
4个样品平均	3.83	9.80	8.74	0.82	4.82	13.84	232.93
分析项目	SO_4^{2-}	H_2O	CO_2	CO	CH_4	N_2	O_2
变化范围	3.82~7.31	1461~4904	4.49~9.22	0.40~0.88	1.52~2.99	0.51~1.21	0.19~2.96
4个样品平均	5.77	2416.25	6.56	0.64	2.01	0.75	1.09

注: 据陕西第二地质队资料

4.2 韧性剪切带

韧性剪切带对金矿的控制作用已引起国内外学者的广泛重视^[5,6]。本区金矿体(带)均分布于韧性剪切带之中, 含金蚀变细碧岩及金矿体呈雁行状排列, 蚀变作用中新生矿物呈x型排列, 伴随脆性变形生成的细脉呈雁行状、x型等都与韧性剪切作用密切相关。韧性剪切带经历了退化变质作用的演化过程。当温度大于500℃时的韧性变形期不仅使基性火山岩系中的金活化迁移, 而且为含金流体的上升运移提供了良好的通道, 并为含金流体与围岩相互作用(流体与固体反应)提供了良好场所。温度降至200~500℃时, 韧性剪切带演化成为脆性剪切带, 伴随碳酸盐-钠长石化、绢云母-碳酸盐化和绢英岩化, 金在剪切带局部张扭性空间生成的五角十二面体黄铁矿和粗粒黄铁矿裂隙中沉淀、富集。当石英脉及石英-钠长石脉垂直C面理或大角度斜交C面理生成(与 σ_1 方位近于平行)时, 金随 SiO_2 和多金属硫化物在此类扩容空间沉淀。总之, 本区发育的韧性剪切带是金矿形成、富集的最重要控矿因素之一, 尤其在脆性变形期更为突出。

4.3 区域构造

勉-略-宁三角地带是中国有名的成矿有利部位之一, 各类矿产极为丰富^[7]。矿区位于加里东褶皱带和华力西褶皱带的结合部位, 构造活动强烈, 尤其是中、新元古代和华力西期地壳拉张, 火山喷发, 以及稍后的韧性剪切活动对本区矿化富集有一定作用。北侧的康-略-勉深大断裂作为一级导矿构造提供部分矿质来源的可能性不容忽视。因此, 区域构造经加里东期、华力西-印支期、燕山期及喜山期的长期演化是该矿床形成不可忽视的控矿因素。

5 结 论

(1) 铼厂沟金矿床位于勉-略-宁三角地带西北侧加里东褶皱带和华力西褶皱带结合部以及康-略-勉深大断裂南侧的成矿有利部位。

(2) 基性火山岩系是金的矿源层。

(3) 矿区发育的韧性剪切带经历了韧性—脆性—脆性多期(次)活动, 剪切方位也多次变化, 以右行—左行—右行为主, 古应力值变化不大, 约0.07 GPa。

(4) 金矿的形成富集与韧性剪切带密切相关, 主要在脆性变形期。该矿床可称为剪切带蚀变岩型金矿床^[8,9], 具有一定的找矿潜力。除了蚀变细碧岩型等金矿石类型之外, 在本区控矿韧性剪切带内应注意寻找蚀变钙质糜棱岩型金矿石和硅化石英粗糜棱岩型金矿石。

参 考 文 献

- 1 陕西省地质矿产局. 陕西省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1989, 531~534.
- 2 张伯声, 王战, 谢广成等. 中国波浪状镶嵌构造图(1:5000000). 北京: 地质出版社, 1995.
- 3 王战, 吴文奎, 谢广成等. 中国地壳的镶嵌构造与波浪运动. 北京: 地质出版社, 1996, 87~88.
- 4 沈渭州, 丁悌平, 张宗清等. 稳定同位素地质. 北京: 原子能出版社, 1987, 214~243.
- 5 毛景文, 杨建民, 张招崇等. 甘肃寒山剪切带型金矿床地质、地球化学和成因. 矿床地质, 1998, 17(1): 1~11.
- 6 王鹤年, 张守韵, 俞受璠等. 华夏地块韧性剪切带型金矿地质. 北京: 科学出版社, 1992, 1~24.
- 7 田孟礼. 略阳县志. 西安: 陕西人民出版社, 1992, 181~187.
- 8 曾章仁、张连昌、韩照信. 新疆康古尔糜棱岩带蚀变岩型金矿床地质特征及成因. 矿床地质, 1994, 13

- (2): 97~105.
- 9 曾章仁, 张连昌, 韩照信等. 晚古生代火山岩区剪切带蚀变岩型金矿床. 西安: 陕西科学技术出版社, 1996, 127~134.
- 10 Weathers M S. et al. Differential stress determined from deformation induced microstructure of the Moine Thrust. J. Geophys Res., 1979, 84: 7494.
- 11 Tullis J, Yund R A. Experimental deformation of Westerly Granite. J. Geophys Res., 1977: 82.
- 12 Twiss R J. Theory and applicability of a recrystallized grain size paleopiezometer. Pageoph, 1977, 115: 227~244.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORE-CONTROLLING FACTORS OF THE HUACHANGGOU GOLD DEPOSIT

Wei Gangfeng, Jiang Xiudao, Liu Yonghua and Du Peixuan

(Xian Engineering College, Xian 710054)

Key words: gold deposit, spilite, ductile shear zone, ore-controlling factors, Huachang-gou

Abstract

The Huachanggou gold deposit is located in the favorable ore-forming sectors of the Mian-Lue-Ning triangular area. There are Middle-Lower Devonian Sanhuokou Group and Middle-Upper Proterozoic Bikou Group in the ore district. The ductile shear zones which underwent multiple activities from right-handed (ductile) to left-handed (ductile-brittle) and right-handed (brittle) movement are developed in the gold deposit. The mineralized zone is controlled by some spilite lens distributed in the ductile shear zone. Orebodies have been intensely altered, and new minerals are orientationally arranged. Characteristics of plastic deformation of stress minerals in veins, such as subgrain tectonics, deformation, lamellae and deformation bands, can be found. Isotopic analyses and REE patterns indicate that the basic volcanic rock is the gold source bed. The altered calcic mylonitic and silicified quartz coarse mylonitic gold ores can be found in addition to the altered spilite gold ores in the ductile-brittle ore-controlling shear zones of this deposit.