

河北牛圈银(金)矿床围岩蚀变研究

李永刚, 王丽霞

(华北地质勘查局 五| 四地质大队, 河北承德 067000)

摘 要: 河北省牛圈银(金)矿床受控于 NNE 向的牛圈—老虎坝(F1)断裂, 隐爆贯入角砾岩是矿床的主要含矿岩石; 矿床围岩蚀变发育, 主要有钾化、硅化、绢云母—水白云母化、高岭土化、蒙脱石化、绿泥石化和碳酸盐化; 围岩蚀变以矿体为中心, 可分为 4 个带(硅化带、绢云母化带、绿泥石—碳酸盐化带和钾化带), 构成一个完整的蚀变晕; 文章还对蚀变岩中的矿物转化和蚀变岩形成机理进行了探讨。

关键词: 围岩蚀变; 牛圈银(金)矿床; 河北省

中图分类号: P614; P618.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2002)04-0234-06

1 矿区地质背景

牛圈银(金)矿床是 20 世纪 90 年代初期探明的中—大型浅成低温热液矿床。矿区位于华北地台内蒙地轴东段北缘的围场拱断束(Ⅰ级)上黄旗岩浆岩亚带(Ⅱ级), 按板块构造观点划归为华北板块北缘, 位于环太平洋成矿带之外带, 处在白音沟—老虎沟门构造岩浆带上。

1.1 地层

区内出露地层仅有太古界单塔子群(Arden)石墨黑云斜长片麻岩、石榴石黑云斜长片麻岩、角闪斜长变粒岩夹大理岩透镜体, 且分布零星。

1.2 火成岩

1.2.1 华力西期石英闪长岩

残留在华力西期粗粒花岗岩中, 中细粒闪长结构, 主要有中—更长石(占 50%~60%, $A_n=26\sim43$)和角闪石(15%~20%), 其次有黑云母(<10%)和石英(10%~15%), 另有少量榍石、磷灰石和磁铁矿。

1.2.2 华力西期粗粒钾长花岗岩(γ_4^3)

呈岩基状产出, 出露面积 285 km²。锆石 U-Pb 等时年龄为 241(±0.08) Ma。岩石中粗粒(0.1~10 mm)花岗结构, 局部似斑状结构。矿物成分: 钾长石(微斜条纹长石和微斜长石, 三斜度=0.4, 有序度=

0.39, 占 40%~50%)、更长石($A_n=11\sim15$, 占 25%~30%)、石英(25%)、黑云母(5%)和少量榍石、锆石、磷灰石、磁铁矿等。岩石 $OX=0.67$, $AR=2.66$, $w(K_2O+Na_2O)/w(Al_2O_3)=0.57$, $DI=88$, $SI=6.13$, $(w(^{87}Sr)/w(^{86}Sr))_i=0.72021$, 属于太平洋型硅铝过饱和的钙碱性岩石系列, 为壳源重熔岩浆型花岗岩。

1.2.3 燕山期细粒钾长花岗岩($\gamma_5^{2(3)}$)

呈岩枝和岩脉状侵入于粗粒花岗岩中(γ_4^3)中。细粒(粒径为 0.1~3 mm)花岗结构。矿物成分: 钾长石(微斜长石和微斜条纹长石, 占 38%)、钠—更长石($A_n=4\sim15$; 以更长石为主, 占 35%)、石英(占 25%)、黑云母(<2%), 少量榍石、锆石、磷灰石、磁铁矿。K-Ar 年龄 166 Ma。岩石 $OX=0.67$, $w(K_2O+Na_2O)/w(Al_2O_3)=0.62$, $AR=3.04$, 较粗粒钾长花岗岩(γ_4^3)富碱且更酸性些, 亦属于硅铝过饱和的太平洋型钙碱性岩石系列, 壳源重熔岩浆型花岗岩。

1.2.4 隐爆贯入角砾岩

总体呈南倾的蘑菇状, 走向 356°~28°, 长约 750 m, 厚约 20 m, 深达 600 m, 单体呈平行脉状和透镜状, 产于粗粒钾长花岗岩体内。角砾均小于 30 cm, 一般为 1~3 cm, 角砾棱角清楚, 一些被熔蚀成近浑圆状, 由岩屑(花岗岩、英安岩和硅质岩)、晶屑(石英、长石、黑云母)和浆屑(英安质)组成, 但分布不够均匀。胶结物以玉髓为主, 其次有萤石和硫化物, 具流动构造, 呈基底胶结。具明显硅化和水白云母化。当

属潜火山多次爆破而成。

1.3 矿区构造

区内断裂 20 余条, 环形构造 10 余处, 断裂包括 NNE, NEE 和 NW 向 3 组, 构成网状交织的构造格局。比较大的断裂带为:

1.3.1 上黄旗—乌龙沟切壳断裂

全长 450 km, 宽数十米至 2 km, 总体走向 25°; 倾向 SE 或 NW, 与重力梯度带互为表里, 是太行山慢坎的北延部分。形成于晚太古代, 强烈活动于燕山期, 是岩石中的应变软化带。以浅部脆性、深部韧性剪切为特征, 并以深层次的左旋走滑为主要活动方式。矿区东部老厂沟—邓龙沟门段, 长 40 km, 走向 20°~30°; 向 NW 陡倾斜, 糜棱岩化带宽 10~20 m, 显示左行压扭特点, 岩石强烈破碎蚀变, 并有中、酸性脉岩贯入, 是区内重要的含银多金属流体的形成和运移活动带。

1.3.2 南台子—哈拉海湾断裂(F₀)

走向 25°; 宽达 200 m。形成时代较早, 早期为韧性剪切阶段, 广泛生成碎斑糜棱岩、眼球糜棱岩和糜棱岩。之后为脆变叠加阶段, 韧性构造岩被改造成脆性断层角砾岩。

1.3.3 牛圈—老虎坝断裂(F₁)

与上—乌剪切带平行产出, 长 8 km, 走向 25°~35°; 倾向 SE, 倾角 52°~65°; 宽 10~34 m, 由角砾岩、糜棱岩和断层泥等构成。具先压扭后张扭多期活动特点, 严格控制着银矿体的规模、产状和形态。蚀变矿化幅度均不超出其范围。F₁ 对银金矿化的控制, 首先表现为对矿区最主要、也最直接容矿的隐爆贯入角砾岩的控制。隐爆贯入角砾岩呈岩墙状沿 F₁ 剪切破碎带产出, 与粗粒花岗质角砾岩、糜棱岩呈侵入接触, 界线分明, 状如熔岩。

2 银金矿床

区内矿体露头总长 470 m, 分 3 段: 北段 85~80 线, 长 274 m; 中段 78~76 线, 长 90 m; 南段 75~74 线, 长 43 m (图 1), 在深部 1 300~1 250 m 标高连为一体。共圈出银(金)矿体 10 个, 金矿体 16 个(规模较小), 呈脉状, 产在牛圈—老虎坝(F₁) 断裂内的隐爆贯入角砾岩和碎裂粗粒钾长花岗岩中, 走向 NNE, 倾向 SE, 倾角 31°~65°; 矿体长度 40~750 m, 厚度 0.73~8.1 m, 倾斜延深一般 350 m, 最大 410 m, 其中银(金)矿体规模较大, 一般北部厚而富, 南

部薄而贫, 金矿体规模小, 多在银(金)主矿体上下盘。

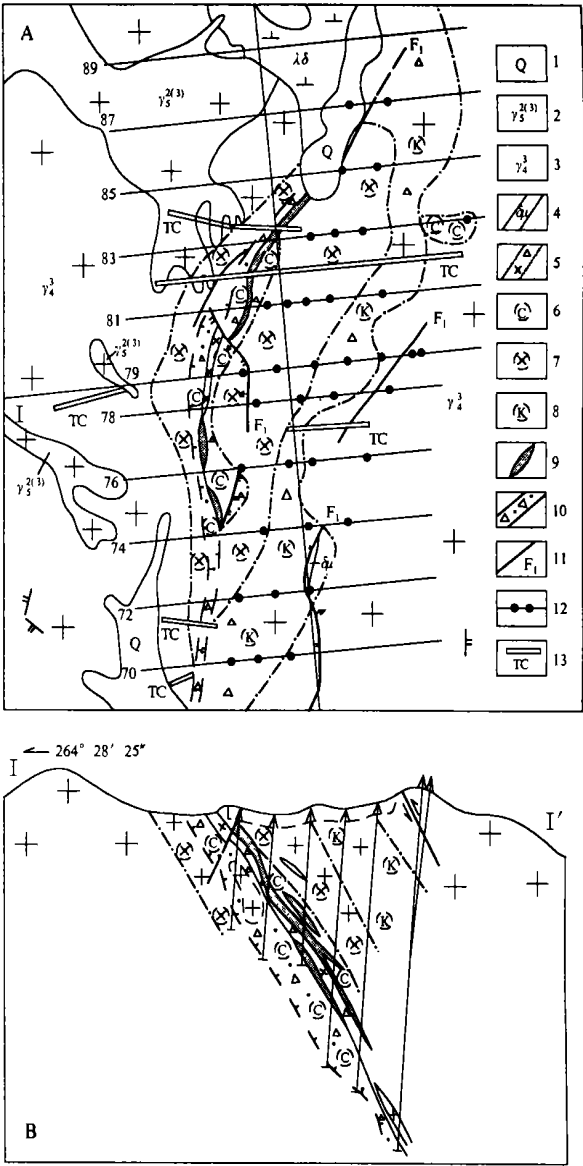


图 1 牛圈银(金)矿地质图

Fig. 1 The geologic map of Niujuan silver (gold) deposit

- 1. 第四系 2. 细粒花岗岩 3. 粗粒花岗岩 4. 闪长玢岩
- 5. 隐爆角砾岩(硅化带) 6. 绢云母化带 7. 绿泥石化带
- 8. 钾化带 9. 矿体 10. 破碎带 11. 断层
- 12. 竣工钻孔位置 13. 探槽位置

矿石构造主要有填充网脉状(在角砾间隙内)、细脉状、浸染状、环带状(在角砾外围的黄铁矿和铅锌矿依次间互而成)和块状(富矿石)。

矿石结构: ①交代溶蚀结构, 早晶黄铁矿、毒砂被晚晶闪锌矿、方铅矿、辉银矿等选择交代, 呈不规

则状。②交代残余结构。③包含结构,金银矿物多被铅锌硫化物包含。④固溶体分离结构,乳滴状黄铜矿客于闪锌矿中。⑤共生边界结构,金银矿物与铜铅锌硫化物之间的规则共生关系。⑥压碎结构,黄铁矿晶体压碎,往往被铅锌硫化物和金银矿物充填。

金属矿物:主要有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿,其次为黄铜矿、白铁矿、毒砂、辉铜矿、磁铁矿、赤铁矿,少量辉银矿、自然银、金银矿、自然金、硫锑铜银矿、硫砷铜银矿、螺状硫银矿、硫铜银矿、角银矿、氯溴银矿和脆硫锑铅矿。次生矿物有针铁矿、水针铁矿、硬锰矿、软锰矿、白铅矿、铜兰、黄钾铁钒、铅矾等。金银的赋存状态主要呈独立金银矿物产出,且与铅锌硫化物紧密共生,少量以类质同像赋存在黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和毒砂中。

3 含矿岩石及蚀变围岩特征

3.1 隐爆贯入角砾岩

隐爆贯入角砾岩是本矿床最主要的含矿岩体。分布于矿区中部 F₁ 断裂带(压碎角砾岩)上盘,与碎裂粗粒花岗岩及压碎角砾岩呈侵入接触,界线清楚,产状:走向 356°~28°,倾向 SE,倾角 50°~70°,呈脉状或透镜状产出,主脉体平面呈“S”型,剖面上呈反“S”型。按结构和成分可分为 3 类。

(1)凝灰质熔浆晶屑角砾岩。角砾状构造,凝灰质胶结结构、重结晶结构、溶蚀结构及碎裂结构。主要由凝灰质熔浆、粗粒花岗岩晶屑及萤石组成。含较多的黄铁矿、闪锌矿及方铅矿,这类角砾岩中的金、银含矿性最好,另有少量磷灰石、榍石和锆石,花岗岩晶屑占 5%~10%,粒径 0.05~7 mm,棱角状、炸裂状,并被熔浆溶蚀,见有次火山岩(英安质)角砾、浆屑类角砾,常见的是火焰石及熔浆角砾。凝灰质熔浆呈胶结物出现,因强烈硅化已重结晶为梳状、粒状、纤维状玉髓。粗(0.02~0.05 mm)、细(0.004~0.005 mm)两种玉髓呈条带状、环状排列。岩石蚀变主要为硅化,轻度水云母化及少量蒙脱石化、铁白云石化,后期有碳酸盐化。

(2)硅质气爆岩(晶)屑角砾岩。角砾状构造,重结晶结构、碎裂结构及溶蚀交代结构等。主要由凝灰物质及粗粒花岗岩岩屑和晶屑组成。其与凝灰质晶屑角砾岩不同之处在于:矿化强度稍差,含花岗岩岩屑较多(8%~10%)、较粗(8~20 mm),火焰石、熔浆角砾及英安质熔浆少见,而熔浆撕裂现象较显著。

粒大且有炸裂纹的萤石多见。常见有因炸裂呈尖棱状、骨针状的长英质晶屑。凝灰质胶结物因硅化而重结晶为粗细不等的玉髓,呈条带状或环带状出现,有的具亚流动构造贯入晶屑裂隙内;有的胶结并溶蚀晶屑。角砾成分和结构特征说明岩石形成于强烈爆炸环境,岩石化学成分中 $w(F) = 9.6\%$, $w(S) = 0.3\%$, $w(CO_2) = 0.24\%$, $w(H_2O^+) = 1.66\%$,亦证明角砾岩体形成时有较高的挥发性组分,具备气爆的物质基础。

(3)花岗质凝灰胶结熔浆晶屑角砾岩:角砾状构造。凝灰胶结、溶蚀、重结晶及交代结构。角砾主要分为粗粒花岗岩,一般占 60%。钾长石具高岭土化,更长石具水云母化,石英呈淡紫色。凝灰熔浆物质既呈角砾又呈胶结物出现。熔浆的流动使花岗岩晶屑定向排列或贯入花岗岩裂隙中。粗粒花岗岩晶屑粒度 0.1~4.5 mm,呈不规则棱角状,具破碎及溶蚀现象,亦见锆石炸裂纹。凝灰物质已重结晶为玉髓,粒度 0.01~0.2 mm,呈拉长状。呈角砾出现的矿物还有黄铁矿、闪锌矿、萤石、磷灰石、榍石和白钛石等。该岩石银金矿化一般不强。

以上几类角砾岩不易区分,蚀变以硅化为主,熔浆物质普遍再结晶为柱状玉髓。其产状、形态、结构构造和物质成分都与围岩差别明显,显现出深源形成侵入隐爆的特征。其主要依据为:

①岩体呈脉状产出,与围岩呈明显的侵入关系。

②角砾状构造,角砾中含有典型的熔浆碎屑(火焰石、英安质熔浆角砾和次石英安山岩角砾)。

③熔浆既形成角砾又作为胶结物,既胶结花岗岩的岩(晶)屑,又胶结稍早形成、后又破碎的熔浆角砾(碎屑),形成成分混杂的复式角砾。

④大量凝灰质熔浆因硅化重结晶为玉髓,但其表面“变余”的火山灰仍留下了熔浆的痕迹。

⑤因粗粒花岗岩解体而分离出来的长英质晶屑及锆石常发育炸裂结构。

⑥普遍含有气成矿物萤石。

以上特点反映了角砾岩的形成经历了两次以上的隐爆环境。

3.2 强蚀变角砾岩化糜棱岩化粗粒花岗岩

碎裂花岗结构、蚀变交代结构,角砾状构造,主要出现在矿体的顶板,破碎、蚀变明显。该类岩石主要由条纹长石、石英、微斜长石和少量更长石、黑云母组成。矿物颗粒一般 0.1~8 mm。石英呈棱角状,有炸裂纹,且具糜棱岩化。局部破碎后被碳酸盐胶结,部分石英与钾长石构成粗粒文象结构,长石及黑

云母普遍绿泥石化、水云母化、高岭土化, 部分次生(交代) 条纹长石、黑云母因受力呈扭曲状。岩石裂隙中普遍发育方解石及水云母细脉和两组穿插的石英脉, 并有熔浆贯入的细脉。

3.3 蚀变粗粒花岗岩

碎裂花岗结构、次生网格结构、交代残留结构, 主要矿物为条纹长石、石英、微斜长石, 少量更长石、黑云母所组成, 矿物颗粒一般> 2 mm。钾长石具高岭土化、水(绢) 云母化, 更长石具水(绢) 云母化、碳酸盐化。更长石被水云母及钾长石交代后, 中间残留有更长石, 构成交代残留结构。黑云母被水(绢) 云母、绿泥石等所交代, 并见铁质析出, 因受力呈扭曲状。岩石破碎处被后期方解石和少量绿泥石、水云母等细脉充填, 形成次生网格结构。粗粒石英脉侵入后又受力呈弓形弯曲状。

4 围岩蚀变的基本特征

4.1 围岩蚀变种类

围岩蚀变的涵义: 蚀者乃原岩矿物在新的物化条件下, 发生分解; 变者乃是通过交代方式将原岩矿物转化成另一种矿物态。至于在自由空间内从热流体内直接晶出的矿物不属此列。按此定义, 该区所见的蚀变共 7 种, 最主要的是硅化和钾化, 其次是绢云母-水白云母化、高岭土化、蒙脱石化、绿泥石化和碳酸盐化。

(1) 钾化。隐爆贯入角砾岩侵入及成矿期, 流体中钾离子活度增强, 广泛交代斜长石(更长石) , 钾长石(微斜长石和微斜条纹长石) 一般沿更长石(001) 解理侧向扩充交代, 最后使更长石形成一些平行条纹状残余, 残余条纹一般不规则, 有时相互连接或呈结状残余, 更长石的(100) 聚片双晶纹垂直残余条纹的延长方向, 各条纹之间仍保持同消光位, 据此可以恢复更长石单晶的原始轮廓, 暂称其为: 交代微斜条纹长石。有时钾长石可以全部取代更长石而成假像。钾长石沿更长石边缘向心交代或局部选择交代形成环状或不规则状交代体。钾化一般发生在构造活动和热流体循环所能涉及到的较大范围内, 形成面形蚀变。钾化岩石往往又被近矿蚀变叠加改造, 甚至消失, 所剩者构成矿体的远外晕。

(2) 硅化。是区内蚀变最强的一种近矿蚀变, 矿体周围的碎裂花岗岩、隐爆贯入角砾岩和构造岩均遭到不同程度的硅化。蚀变轻者仍有原岩矿物的残

留, 重者原始矿物几乎全部消失, 生成单一的由玉髓、石英组成的硅化岩, 有时尚保留原岩的构造痕迹。硅化角砾岩是该区主要含矿岩石。

(3) 绢云母-水白云母化。主要是更长石, 其次有钾长石经蚀变生成的绢云母和水白云母, 除在硅化岩中伴有一定的绢云母生成外, 在硅化岩外侧更广泛的范围内发生绢云母化, 这种蚀变可以分为 3 个阶段: 初级蚀变仅有更长石开始蚀变, 生成 10% 以下的鳞片状、云雾状绢云母, 所成的岩石称为绢云化岩。中级阶段不仅更长石的大部分乃至全部转化成绢云母, 同时析出较多的微粒石英, 但更长石的残余和晶体轮廓仍完好保留。此时, 钾长石也开始局部被绢云母交代, 此阶段形成的蚀变岩称为绢英岩。高级阶段, 更长石和钾长石几乎全部被绢云母取代, 在碱质介质中石英全部消失, 发生明显的去硅作用(迁出) , 原岩结构改造无遗, 绢云母甚至发生一定的位移, 所成的岩石被称为绢云岩。区内绢云母化作用以初级、中级阶段为主, 高级阶段产物仅在局部可见。

(4) 高岭土、蒙脱石化。分布广, 程度低, 分内生与表生两种。地表和裂隙中以表生为主, 深部内生居多。主要是交代钾长石, 少量由更长石转化而成。呈云雾状和尘埃状, 部分经过迁移, 沿裂隙充填成细脉状。

(5) 绿泥石化。主要交代黑云母和凝灰质岩石而成, 偶尔交代更长石和钾长石, 以叶绿泥石和斜绿泥石为主, 分布较广。

(6) 碳酸盐化。局部交代黑云母、更长石生成方解石和铁白云石, 呈云雾状和细粒集晶, 有的迁移到粒间或隙间呈填充状。

4.2 围岩蚀变的一般特征

矿区围岩蚀变发育, 其范围大、类型多。主要发育于近矿的碎裂粗粒花岗岩内, 并严格受主断裂 F₁ 及隐爆贯入角砾岩的控制。蚀变岩石沿主断裂构造呈近 SN 向延展, 长约 1 000 m, 宽 100 ~ 300 m。矿体顶板岩石蚀变强度和幅度远远大于底板岩石, 其中又以 78 ~ 83 线间蚀变最为发育。蚀变矿物是一组典型的低温热液矿物组合。所见蚀变类型有硅化、钾化、绢云母-水白云母化、高岭土化、蒙脱石化、绿泥石化和碳酸盐化。各蚀变类型有明显的分期和分带, 但不同类型和期次的蚀变在时间上、空间上相互叠加, 相互过渡, 反映出热液活动的多期性, 使蚀变分带复杂化。

4.3 围岩蚀变的分带

根据蚀变矿物组合, 特征矿物含量和蚀变强度,

以矿体为中心,由内向外交代强度逐步减弱,形成一个完整的蚀变晕,可分为4个带(图1),在矿体两侧呈不对称产出,尤以上盘发育,平行延展,相互过渡,但厚度变化较大,局部缺失或不连续。

(1) 硅化带(内带)。蚀变原岩是隐爆贯入角砾岩和粗粒花岗岩,主要蚀变矿物是玉髓和石英,也有少量绢云母、水白云母和蒙脱石等。主要分布于83~74线间,以矿体上盘相对发育,宽度一般<15 m。矿体主要赋存于此带中。

(2) 绢云母化带(中带)。原岩为隐爆贯入角砾岩和粗粒花岗岩,矿体下盘相对发育。蚀变矿物以绢云母为主,其次有水白云母和石英、玉髓等。发育在85~69线间,宽20~100 m。

(3) 绿泥石-碳酸盐化带(中外带)。宽度达百余米,以绿泥石、铁白云石和方解石普遍出现为特征,同时亦有弱硅化、弱绢云母化,特别是钾化岩被改造残余较多。

(4) 钾化带(外带)。分布较广,宽度较大,一直过渡和消失于花岗岩体内。

5 蚀变岩形成机理初探

5.1 蚀变转化形式

通过蚀变岩宏观分析,结合显微镜下蚀变矿物的观察。区内围岩蚀变以硅化最强,与银、金成矿的关系最为密切,其次是钾化和绢云母-水白云母化,其他蚀变较弱。概括起来这些蚀变岩中的矿物转化主要有8种形式:

①长石→微斜长石+ 条纹长石+ 石英;②斜长石→绢云母+ 石英;③斜长石→高岭石+ 方解石;④钾长石→高岭石+ 蒙脱石;⑤钾长石→绢云母+ 石英;⑥黑云母→绿泥石;⑦黑云母→白云母;⑧黑云母→方解石。

5.2 蚀变岩形成机理初探

根据蚀变岩的岩石化学特征,以粗粒钾长花岗岩为代表性原岩,与相关的蚀变岩对比计算(表1),探讨在蚀变过程中岩石成分的演变。

表 1 蚀变岩化学组分加入(+)带出(-)计算结果

Table 1 The calculation on the input and output of the chemical composition of alteration rocks

岩石化学($w_B/\%$)				离 子 数						10 ⁻²³ 克岩石中离子数									
氧化物				E		F		G		E		F		G		F		G	
	E	F	G																
				阳	阴	阳	阴	阳	阴	阳	阴	阳	阴	阳	阴	绝对差	占原岩 (%)	绝对差	占原岩 (%)
SiO ₂	71.42	80.44	76.48	1189	2378	1339	2678	1273	2546	7134	14268	8084	16168	7638	15276	+ 950	+ 13.3	+ 504	+ 7.1
TiO ₂	0.21	0.22	0.11	3	6	2	5	1	2	18	36	12	24	6	12	- 6	- 33.3	- 12	- 66.6
Al ₂ O ₃	15.18	10.70	4.98	298	447	210	315	98	147	1788	2682	1260	1890	588	882	- 528	- 29.5	- 1200	- 67.1
Fe ₂ O ₃	1.86	0.49	0.41	23	35	6	9	5	8	138	207	36	54	30	45	- 102	- 73.9	- 108	- 78.3
P ₂ O ₅	0.09	0.05	0.07	1	3	0.7	2	0.9	3	6	15	4.2	10.5	5.4	13.5	- 1.8	- 30	- 0.6	- 10
FeO	0.82	0.68	0.68	11	11	9	9	9	9	66	66	54	54	54	54	- 12	- 18.2	- 12	- 18.2
MnO	0.04	0.03	0.03	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	3.6	3.6	2.4	2.4	2.4	2.4	- 1.2	- 33.3	- 1.2	- 33.3
MgO	0.70	0.10	0.10	17	17	3	3	3	3	102	102	18	18	18	18	- 84	- 82.4	- 84	- 82.4
CaO	0.81	0.10	12.39	14	14	2	2	221	221	84	84	12	12	1326	1326	- 72	- 85.7	+ 1242	+ 1479
Na ₂ O	3.62	0.28	0.16	116	58	9	5	5	3	696	363	54	27	30	15	- 242	- 92.2	- 666	- 95.7
K ₂ O	5.02	5.20	2.81	106	53	110	55	60	30	636	318	660	330	360	180	+ 24	+ 3.8	- 276	- 43.4
H ₂ O	0.24	1.62	1.74	29	14	180	90	193	97	174	87	1080	540	1158	579	+ 906	+ 52.1	+ 984	+ 566
合计	100.01	99.91	99.96	1808	3037	1871	3173	1869	3069	10846	18232	11276	19130	11216	18403				

表中: E 为粗粒花岗岩(原岩); F 为硅化碎裂粗粒花岗岩; G 为硅化碳酸盐化花岗岩质隐爆角砾岩。
其化学式: (E) Si₇₁₃₄Ti₁₈Al₁₇₈₈Fe₁₃₃₈Fe₂₆₇₈Mn₃₃Mg₁₀₂Ca₈₄Na₆₉₆K₆₃₆H₁₇₄O₁₈₂₃₂
(F) Si₈₀₈₄Ti₁₂Al₁₂₆₀Fe₃₅₄Fe₃₅₄Mn₂₄Mg₁₈Ca₁₂Na₅₄K₆₆₀H₁₀₈₀O₁₉₁₃₀
(G) Si₇₆₃₈Ti₆Al₁₈₈Fe₃₀Fe₃₀Mn₂₄Mg₁₈Ca₁₃₂₆Na₃₀K₃₆₀H₁₁₅₈O₁₈₄₀₃

(1) 花岗岩等矿体围岩在热流体的作用下,发生不同程度的蚀变改造。首先是长石、黑云母分解转化成相应的蚀变矿物。按照等体积交换定律,既有外来加入组分,也有原有组分的带出,经硅化可带入 w

(SiO₂) = 7.1% ~ 13.3%, 甚至更高,由于热流体中 H⁺ 活度的增强,使蚀变岩中的 H₂O 大量增加,一般增达原岩的 52.1% ~ 566%,尤其在孔隙度较大的花岗岩质隐爆角砾岩中 H₂O 的增加更为明显。而其他组

分的质量分数如 Al(29. 5% ~ 67. 1%), Fe^{3+} (73. 9% ~ 78. 3%), Fe^{2+} (18. 2%), Mn (33. 3%), Mg (82. 4%), Ca(85. 7% ~ 1479%), Na(92. 2% ~ 95. 7%) 等借助热流体迁移出去, 其中 Al, Fe^{3+} , Mg, Ca 的带出最为明显。经过碳酸盐化可带入 $w(\text{Ca})$ 达 1479% 以上。

(2) 岩石中不仅更长石、黑云母普遍发生蚀变, 一般在热液作用过程中相对稳定的钾长石也发生强烈的蚀变, 甚至趋于消失, 相对稳定的 Al, Mn, Ti 等也发生溶离, 而且这种作用随着距离矿体的接近而增强。原岩石英的明显溶蚀, H^+ 活度的增强和 SiO_2 的广泛活动表明, 岩石蚀变是含矿流体所引起; 蚀变强度达到中—强程度; 蚀变作用发生在 Eh 值较高的富碱的介质环境中。

(3) 化学元素的交换主要靠热液运载循环, 当然也可在热力和浓度差、内压差作用下发生一定距离的渗滤和扩散运移。带入组分的来源有二: 其一, 伴随含矿热液循环, 从异地迁入, 参与围岩蚀变作用, 诸如 Si, K, Na, 尤其 K, Na 往往与金属元素构成络合物赋存热液中, 随着成矿作用络合物的分解, 所余

的 K, Na 等参与到围岩蚀变作用中, 但由于热液溶解度有限, 所以由此提供的物质是相当次要的。其二, 更主要的来源是就地取材, 相互交换, 例如花岗岩绢云母化(中级阶段以后) 有明显的去硅作用, 根据蚀变矿物含量的测算, 迁出 $w(\text{SiO}_2)$ 可达 5% ~ 28%, 这些游离硅很明显地迁入邻近的围岩发生硅化或形成晚期石英脉。硅化的花岗岩可以带出 Mg, Fe, Ca, Al, Na 等, 同样可以导致附近岩石发生绿泥石化、绢云母化、铁白云石化或方解石化等。

参考文献:

[1] 曾恒荣. 河北省丰宁县四岔口乡牛圈银(金)矿床勘探地质报告 [R]. 天津: 华北有色地质勘查局, 1990.
[2] 许晓峰. 河北丰宁牛圈浅成低温热液型银金矿床成矿模式[J]. 华北有色金属地质, 1991, 5(1): 1-10.
[3] 刘凤山, 张国辉. 河北丰宁牛圈热泉型银金矿床成因及找矿标志[J]. 华北地质矿产杂志, 1997, 12(2): 137-145.
[4] 魏晓英. 河北丰宁营房—牛圈银矿床构造控矿特征和成因探讨 [J]. 地质找矿论丛, 2000. 15(3): 261-266.

THE STUDY ON WALL ROCK ALTERATION OF NIUJUAN SILVER (GOLD) DEPOSIT, HEBEI PROVINCE, CHINA

LI Yong-gang, WANG Li-xia

(No. 514 Geological Party of North China Bureau of Geology for Mineral Resources Exploration, Chengde, 067000, China)

Abstract: Niujuan silver (gold) deposit is controlled by NNE-trending Niujuan-Laohuba fault and hosted by the injected crypto-explosive breccia. The wall rock alteration consists of potassium alteration, silicification, sericitization-hydromica ateration, kaolinitization, smectitization, chloritization and carbonatization and is divided into 4 zones, i. e. silicification, sericitization, chlorite-carbonate and potassium alteration from the center (ore body) towards the outside.

Key words: wall rock alteration; Niujuan silver (gold) deposit; Hebei province