

北京市怀柔区北干沟金矿床与韧性剪切带的关系

沈光银

(天津华北地质勘查总院 核工业地质勘查院, 天津 宝坻 301800)

摘 要: 北干沟金矿床是韧性剪切带含金石英脉型金矿床。韧性剪切带以发育糜棱岩和片理化带为特征, 应变强度和退化变质作用从边缘到中心逐渐增强, 并形成鞘褶皱; 韧性构造岩具有分带性; 产于韧性剪切带中心部位的石英脉是主要的含金脉体; 韧性剪切带的形态、活动阶段及韧性剪切变质岩的分带性对金矿具有明显的控制作用。

关键词: 韧性剪切带; 糜棱岩; 含金石英脉; 北干沟金矿; 北京市

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)03-0206-04

0 引言

北干沟金矿床是赋存于上太古界老变质岩系中的韧性剪切带含金石英脉型金矿床, 于上世纪 90 年代发现, 是北京地区首例与韧性剪切带有关的金矿床。根据近几年的地质资料和研究成果, 探讨金矿床与韧性剪切带的关系, 对进一步扩大找矿成果会有所帮助。

1 金矿地质概述

1.1 成矿地质背景

北干沟金矿床位于华北地台北缘燕山沉降带与内蒙地轴的衔接部位。区域上广泛分布着上太古界单塔子群红旗营组片麻岩、变粒岩和浅粒岩等, 区域上有 80% 的金矿床(点)受其控制。断裂构造主要是近 EW 向的赤城—平泉深断裂及与其平行的次级断裂, 还发育 NNE 向和 NW 向断裂。北干沟金矿床产于 EW 向赤城—平泉深断裂和 NNE 向黄崖山—窄岭深断裂交汇形成的“入”字型锐角区内的韧性剪切带中。本区岩浆岩受断裂构造控制明显, 从太古代到中生代均有规模不等的岩浆活动, 形成小岩体或脉岩, 岩性主要有变闪长玢岩、正长岩、次安

山岩等。

1.2 北干沟金矿床地质特征

北干沟金矿床产于韧性剪切带西段(图 1), 由 3 个工业矿体组成。矿体总体走向为 75°~110°, 倾向为 NNE 向或 NW 向, 倾角 56°~85°。矿体形态为脉状、透镜状, 与含金石英脉在空间上具有一致性。含金石英脉的产出严格受韧性剪切带控制, 主要分布在韧性剪切带的中心部位。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、褐铁矿、赤铁矿、自然金、银金矿; 脉石矿物主要为石英。矿石中金以自然金为主, 分布于褐铁

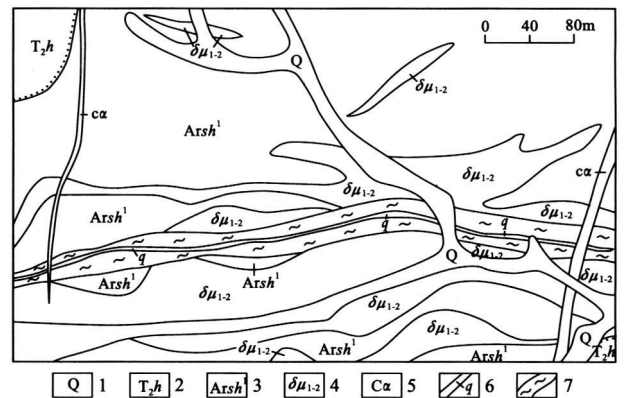


图 1 北干沟金矿 号韧性剪切带西段地质图

Fig. 1 Geological sketch of the west ductile shear zone

1. 第四系 2. 侏罗系 3. 上太古界 4. 变闪长玢岩

5. 次安山岩 6. 石英脉带 7. 韧性剪切带

收稿日期: 2006-07-26; 改回日期: 2006-11-20

作者简介: 沈光银(1962-), 男, 河北固安人, 工程师, 1985年毕业于核工业地质学校, 1990年毕业于长春地质学院, 从事地质找矿生产、科研工作。

矿、赤铁矿和石英的微裂隙及空洞中,或呈被包裹状;裂隙金和粒间金含量达93%,仅有7%的金以包裹体形式存在。

2 含金韧性剪切带基本特征

2.1 韧性剪切带的空间分布

韧性剪切带产于上太古界单塔子群红旗营组黑云角闪斜长片麻岩中,矿区北部的韧性剪切带被闪长玢岩侵入。韧性剪切带走向250~280°,倾向N,倾角50~70°,已控制长度2700m,宽度10~60m。韧性剪切带以发育糜棱岩和片理化带为特征,与围岩无明显界线,应变强度由边缘到中心逐渐增强。宏观上表现为韧性剪切带中心形成致密的糜棱叶理并出现鞘褶皱,岩石变形构造发育,有强丝绢光泽,退化变质作用强烈,石英细脉密集分布;向两侧叶理和岩石变形程度减弱,岩石色调灰暗,退化变质作用减弱,石英细脉稀疏分布。

2.2 韧性剪切变质岩类型和分带特征

(1) 糜棱岩化角闪斜长辉石岩和眼球状混合岩:主要分布在韧性剪切带的边部,以原岩成分为主。碎斑成分为辉石、角闪石、斜长石和石英,形态为次圆状,具定向性。基质由石英、长石、绿帘石、纤闪石和绿泥石集合体组成。镜下观察石英碎斑有波状消光,斜长石双晶纹弯曲和错动。

(2) 粗糜棱岩:产在糜棱岩化岩石的内侧。碎斑粒度5mm,成分为斜长石、石英和少量辉石,形态为眼球状、透镜状,呈定向排列。基质由石英、绿泥石和绢云母构成带状构造。显微镜下观察碎斑韧性变形增强,常见有石英变形纹和变形条带,斜长石聚片双晶纹弯曲,内部裂纹发育。

(3) 糜棱岩:产在粗糜棱岩或糜棱岩化岩石的内侧,构成韧性剪切带的主体。糜棱结构,眼球纹理构造或带状构造。碎斑粒度0.5~0.2mm,成分为角闪石、斜长石和石英,形态为眼球状,呈定向排列。基质由石英、绿泥石和绢云母集合体定向排列构成糜棱叶理。镜下观察岩石重结晶明显,碎斑韧性变形强烈,出现压力影结构;基质部分形成绢云母和绿泥石。

(4) 石英质超糜棱岩:呈透镜状产在干糜岩和糜棱片岩中,与围岩无明显界线,糜棱物质经重结晶形成石英质超糜棱岩。石英残斑粒度<0.02mm。镜下观察石英出现亚颗粒、缝合线构造,重结晶石英集

合体构成条带。

(5) 绿泥绢云千糜岩和白云绿泥糜棱片岩:产在韧性剪切带变形最强、重结晶明显的中心部位,二者无明显界线。鳞片变晶结构、聚绕结构,干糜状构造或片状构造。碎斑为斜长石,呈小扁豆状沿糜棱叶理断续产出。基质大部分重结晶形成绿泥石、绢云母、白云母和带状石英,构成致密的糜棱叶理,发育鞘褶皱及不对称褶皱,是含金石英脉带的围岩。

2.3 韧性剪切带退化变质作用特征

在韧性剪切作用过程中伴随着退化变质作用,宏观上沿韧性剪切带形成绿片岩相动力退化变质带。由高温矿物组合退变为低温含水片状矿物,即辉石、角闪石、斜长石被纤闪石、绿泥石、绢云母、阳起石所替代,并见有退变边结构。

3 韧性剪切带与金矿化的关系

燕山地区多数金矿床赋存于太古界单塔子群,变质岩中金的丰度高于地壳克拉克值,是金矿化的主要矿源层,为金成矿作用提供了矿质来源。

北干沟金矿产于单塔子群红旗营组变质岩中的低温韧-脆性剪切带中,韧性剪切带直接控制金矿化的空间分布,金矿化体主要为含金石英脉带,沿EW向韧性剪切带片理产于韧性剪切带的中部;金矿化的强度与韧性剪切带的构造变形强度、交代程度呈良好的正相关关系,钾长石化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化、黄铜矿化发育地段多为金矿化发育地段。韧性剪切作用促使金质发生富集,为金矿化提供了物质条件,剪切带中部的糜棱片岩中形成低品位(3×10^{-6})的金矿石,构成矿区第一期金矿化。矿石构造最明显的特点是含金石英脉与围岩同时卷入了褶皱变形,形成揉曲状石英脉或鞘褶皱,它反映了剪切带韧性变形的演化历史。在韧性剪切带中见闪长玢岩脉侵入,为金成矿提供热能。研究表明,金矿化可能经历了多个成矿阶段。

3.1 韧性剪切带的形态对金矿的控制作用

北干沟金矿床在空间上严格受韧性剪切带控制,金矿体产在韧性剪切带应力相对较强的石英脉带和糜棱片岩中。金矿体的产状、规模、形态与含金石英脉带基本一致;石英脉带由窄变宽的膨大部位,尤其在膨大部位张裂隙集中的地段蚀变发育,常形成富厚的金矿体。

3.2 韧性剪切带对含金石英脉带的控制作用

含金石英脉沿韧性剪切带分布,剪切带中心部位的千糜岩或糜棱片岩中含金石英脉发育,其产状和韧性剪切带一致,在地表形成一条醒目的石英脉带,含金石英脉带的形成与韧性剪切带的发展演化是分不开的,构造演化的阶段性对金成矿的阶段性存在明显的制约作用。根据石英脉的规模、变形特征及其与韧性剪切带演化过程的关系,叙述如下:

(1) 韧性剪切活动早期阶段形成的粗石英脉: 地表共见 5 条粗石英脉透镜体,长 20~ 26 m,厚 0.5~ 2 m,乳白色,致密块状,颗粒较粗大。根据石英脉特征断定是在韧性剪切活动早期压扭过程中形成的。主要依据是:粗石英脉在倾向上厚度突变,形态呈树枝状;在粗石英脉中见有早期的千糜岩角砾;粗石英脉在韧性剪切活动中期因强烈变形而形成石英质超糜棱岩;在韧性剪切活动晚期,石英质超糜棱岩因拉张作用在局部形成较密集的张裂隙。

(2) 韧性剪切活动中期阶段形成的中细石英脉带: 中细石英脉密集分布在粗石英脉的上盘、下盘或

顶部,构成石英脉带的主体。中石英脉厚 10~ 50 cm,长几米至十几米,尖灭再现特征明显,多条单脉呈平行排列的脉带。细石英脉呈细脉或小透镜体,长< 1 m,厚< 10 cm,沿糜棱叶理断续分布,形成断续相连的石英脉群。中细含金石英脉带的宏观标志是:颜色呈烟灰色,脉状黄铁矿和黄铜矿充填张裂隙;在氧化带分别形成褐铁矿、赤铁矿和赤铜矿、铜蓝,具有蜂窝状构造,是氧化带的富矿石。中细石英脉有强烈塑性变形特征,总体平行糜棱叶理,并随之产生弯曲,局部形成鞘褶皱。根据上述特征认为中细石英脉是在韧性剪切活动中期阶段形成的,并随韧性剪切作用产生变形。

(3) 韧性剪切活动晚期阶段形成的微粒石英脉和微晶石英脉: 镜下观察见微晶石英脉充填石英质超糜棱岩的张裂隙,与金矿化无直接联系。

3.3 含金石英脉的矿化特征

在韧性剪切带西段,查明石英脉为主要的含金脉体(表 2)。

表 1 韧性剪切带西段金矿化特征表
Table 1 Gold mineralization characteristics of the west ductile shear zone

含矿围岩	矿化部位	矿化情况	统计结果	
			矿化样品数	占样品总数(%)
粗石英脉	粗石英脉的顶板、底板	金矿体、金矿化	8	9.6
	粗石英脉的上盘	金矿体、金矿化	19	22.9
	粗石英脉的下盘	金矿体、金矿化	36	43.4
	粗石英脉顶部	金矿体、金矿化	15	18.1
糜棱片岩	靠近粗石英脉	金矿化	5	6

粗石英脉地表未见金矿化,在深部粗石英脉顶板和底板张裂隙发育,局部见角砾构造,含金硫化物呈脉状或胶结物,并且粗石英脉由薄变厚的部位见富厚的金矿体。烟灰色、褐黄色的中细石英脉是主要含金脉体,矿化样数占样品数的 84.3%,其中位于粗石英脉的上盘和下盘的中细石英脉含金样数占样品数的 66.3%;地表有含金中细石英脉,其深部也有粗石英脉。综上所述:粗石英脉对含金中细石英脉在空间分布上有明显的控制作用。

3.4 韧性构造岩的分带性对金矿的控制作用

通过分析两条地质化探综合剖面得知,韧性剪切构造岩在横向上有明显的分带性。金矿体两侧分别发育糜棱片岩或千糜岩、石英质超糜棱岩、糜棱岩、粗糜棱岩和糜棱岩化岩石,并略具对称性。高应变带的宽度与金矿体厚度呈正比(图 2)。

3.5 韧—脆性应变转化对金矿化的控制作用

根据野外观察,结合室内镜下鉴定和电子探针分析得知:韧性剪切带对金矿化的控制有明显的阶段性。黄铁矿和黄铜矿分 2 个世代:早世代的黄铁矿和黄铜矿产于密集叶理或石英脉的张裂隙中,见超显微金存在,以形成银金矿为主,属早阶段金矿化;在韧性剪切活动晚期阶段形成晚世代的黄铁矿、黄铜矿与自然金共生,其破碎程度与金含量密切相关。上述特征表明,含金热液与韧性剪切带晚期的脆性变形同时或稍晚产生,并有大量自然金结晶,是本矿床的主要成矿阶段。特别是已经形成的石英脉张裂隙被黄铁矿、黄铜矿脉充填后,经脆性变形使其产生碎裂作用,增加了赋矿岩石的孔隙度,为金沉淀提供了空间。所以,韧性变形向脆性变形的转化阶段有利于含金热液的富集沉淀。

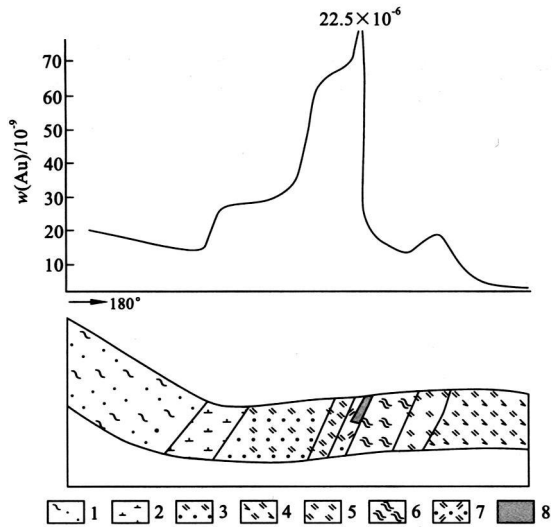


图 2 北干沟金矿 号韧性剪切带地质化探综合剖面图

Fig. 2 The synthetic geological and geochemical profile of ductile shear zone in Bei Gangou gold deposit

1. 混合质浅粒岩 2. 粗糜棱岩 3. 糜棱岩 4. 石英质超糜棱岩
5. 变闪长玢岩 6. 糜棱岩化岩石 7. 千糜岩 8. 金矿体

4 找矿标志

(1) 构造标志。在本区 EW 向深断裂与 NNE 向深断裂交汇部位注意寻找呈带状展布的狭长高应变带, 应变带中是否存在糜棱岩类岩石是寻找剪切带型金矿化的重要前提。在宏观上注意对韧性剪切带构造变形的研究与识别。在剪切带中心部位多发育具线理构造及流动特征的糜棱岩带; 在剪切带边部牵引、拉伸现象明显; 研究韧性构造岩及其分带规律以确定金矿化的有利部位。

(2) 露头标志。剪切带中的石英脉与金属硫化物共生, 地表氧化带出现蜂窝状氧化石英脉, 呈黄褐

色、烟灰色, 石英脉的破碎程度与金矿化强度有密切关系, 并且具钾长石化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等围岩蚀变。

(3) 地球化学标志。韧性剪切带西段有金的原生晕异常 5 处, 经验证有 3 处异常与金矿体相吻合, 证明金的岩石地球化学测量在本区是行之有效的找矿方法。

5 结论

(1) 韧性剪切变质岩具有明显的分带性, 并且岩石的韧性变形程度、退化变质作用从带的边缘向中心逐渐增强, 矿物重结晶明显, 并出现鞘褶皱。

(2) 韧性剪切带的形态、分带性及韧性剪切活动的阶段性对含金石英脉具有明显的控制作用。

(3) 韧性剪切带的找矿标志: 断裂中发育有糜棱岩带; 黄褐色、烟灰色石英脉存在; 韧性构造岩带中具钾化、绢云母化、绿泥石化等蚀变; 岩石原生晕异常的出现。

致谢: 本文在编写过程中得到天津华北地质勘查院总工程师肖成东博士的大力支持, 并对本文提出了宝贵意见, 对此表示深切感谢!

参考文献:

- [1] 李树勋, 刘喜山. 韧性剪切带特征及与金矿化的关系[J]. 中国地质, 1988, (5): 21-23.
- [2] 戴立军. 韧性剪切带构造对含金韧性剪切带型金矿床的控制[J]. 黑龙江地质情报, 1991, (1): 36-39.
- [3] 刘喜山, 李树勋. 内蒙古东五分子地区韧性剪切变质作用的特征[J]. 岩石矿物学杂志, 1987, 6(4): 306-315.

RELATION OF BEI GANGOU GOLD DEPOSIT TO DUCTILE SHEAR ZONE IN HUAIRU DISTRICT, BEIJING

SHEN Guang-yin

(The Sub-institute of Nuclear Industrial Exploration of the North China Institute
of Geology and Exploration, Baodi 301800, China)

(下转第 223 页)

CHARACTER OF NON-CARBONATE RESERVOIR OF THE BURIED HILL
A CASE OF THE MESOZOIC ERATHEM IN JIYANG DEPRESSION

ZHANG Qing-lin¹, REN Jian-ye²

(1. School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on statistical analysis of oil-wells in buried hills and anatomic research of typical reservoirs in Mesozoic Erathem of Jiyang depression, the Mesozoic reservoirs are divided into two types (structural reservoir and stratigraphic reservoir) and nine subtypes. Furtherly, according to structural positions and related reservoir types, hydrocarbon accumulation models can be divided into five types, including the main uplift body, the uplift steep slope, the uplift gentle slope, the inter(intro)-sag highland and thrust-fold belt type.

Key Words: Jiyang depression; Mesozoic Erathem; buried hill; reservoir type; hydrocarbon accumulation model

(上接第 205 页)

REE COMPOSITION AND TRACE ELEMENT FEATURES OF
ZHAISHANG GOLD DEPOSIT, WEST QINLING

L Xi-wang¹, LIU Xin-hui², YU Lan³, LIU Jian-chung²

(1. The 2nd brigade of forced police army, Langfang 065000, China;

2. The No. 5 Gold Geological Party of CAPF, Xi'an 710100, China;

3. Department of geology, Northwest University, Xi'an 710069 China)

Abstract: REE characteristics of gold ore of Zhaishang gold deposit are similar to the sedimentary host rock, but differ from the intrusive rock (granite) nearby indicating that the ore is genetically related to the sedimentary stratum. Au, Hg, As, Sb, Pb, Zn concentrated in the mineralization zones and the average Co/Ni ratio 0.27-1.5 of pyrite and Co/Ni ratio 0.33-0.40 of orebody imply low metallogenic temperature and rising trend of the ratio from the host rock to the ore imply enrichment of the ore elements and trace elements from diagenesis to the ore formation.

Key Words: REE; trace element; Zhaishang gold deposit; Gansu province

(上接第 209 页)

Abstract: Bei Gangou gold deposit is a quartz vein type gold deposit in ductile shear zone. The ductile shear zone is characterized by the development of mylonite and schistosity zones. Strain and retrograde metamorphism are gradually strengthened from the borders of the ductile shear zone to the center and sheath fold is developed. The ductile shearing tectonite is zoned. Quartz vein is the main gold-bearing vein occurring in the center of the ductile shear zoning. Morphology, stages of the tectonic activities and zoning of the ductile shearing tectonite control strongly the gold ore.

Key Words: ductile shear zone; mylonite; gold-bearing quartz vein; Bei Gangou gold deposit; Beijing