

辽北沙河韧性剪切构造带及其找矿意义

邵会文¹, 李俊杰², 刘洪光¹, 李东风¹, 张林¹

(1. 辽宁省矿产勘查院, 辽宁 沈阳 110032; 2. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033)

摘要: 沙河韧性剪切带内金矿化矿质主要来源于新太古代变质深成侵入岩, 发育于地块边缘的韧性变形构造为金质富集提供了有利的物理、化学条件和赋存空间, 金矿化程度主要受地块边缘韧性变形强弱制约。

关键词: 沙河断裂, 韧性剪切带, 金矿化, 辽宁北部

沙河断裂带由基本平行的2~3条压扭性断裂构成, 呈近东西向展布于辽宁北部开原地区, 其西部被第四系掩盖, 向东延入吉林境内。20世纪90年代通过1:5万聂家沟幅区调发现, 该断裂带北侧古生界开原岩群和南侧太古宇沙河岩群的变质地体均经历了多期变形作用。前人曾将沙河断裂作为槽台构造拼接带的南侧边界^①或称其为汎河微地块北部边缘断裂, 并以此断裂界定其北侧属天山-赤峰陆缘活动带, 其南侧属华北陆块^[1]。由此可见沙河断裂带是一条具有重要地质意义的断裂构造带。

笔者于2004~2005年在辽北开原地区对开原市南部四合顺基性-超基性杂岩体进行铂钯及铜钴镍普查工作时, 有机会对该断裂带做了实地调查并在沙河断裂带的南侧发现一条具韧性剪切性质的含金构造蚀变岩带, 带长约8 km, 宽400~500 m, 呈近东向延伸, 倾向南。2000年前后, 在此带范围内淘出一定量的砂金。我们在此次调查中发现了4条达到工业品位的金矿体, 金含量在 5.12×10^{-6} ~ 28.08×10^{-6} 之间, 通过观察研究, 认为金矿化成因与韧性剪切构造活动有着密切的内在联系。

因此, 对该剪切带的进一步研究以了解本区金的成矿作用, 对今后的勘查工作有着十分重要的意义。

1 地质背景

沙河断裂带位于天山-赤峰陆缘活动带东端与华北陆块衔接部位。沙河断裂带以北为陆缘活动带, 以南为华北陆块, 沙河断裂带仅是两大构造单元构造接

触的局部表现形式(图1)。在调查区内出露地层主要为太古宇鞍山群、沙河岩群, 其次为中元古界长城系、蓟县系及中生界侏罗系和白垩系地层。

太古宇鞍山群: 出露在研究区的西南, 以残留体的形式产出, 岩性为角闪斜长片麻岩及斜长角闪岩。

太古宇沙河岩群(包括板石沟岩组和韩家沟岩组): 由黑云(角闪)变粒岩、斜长角闪岩、透闪(辉)石英岩、二云变粒岩夹磁铁石英岩组成。该岩群出露不完整, 呈规模不等的残留体形式赋存于太古宙花岗质片麻岩中。

中元古界长城系、蓟县系: 区内中元古界出露层序不全, 其中长城系仅出露高于庄组, 由各种白云岩组成, 蓟县系仅出露杨庄组和雾迷山组, 其中杨庄组层序完整, 由一套粉-紫色白云岩组成, 雾迷山组由于断层发育仅见白云岩、砂岩等部分层位。地层多呈断块状赋存于沙河断裂带内。

中生界侏罗系中统: 前湾岭组由一套安山质火山岩夹砂岩、砾岩组成, 分布受沙河断裂控制, 与其他地层多呈构造接触。

区内岩浆岩主要为太古宙变质深成侵入岩体, 经区域变质形成古砬沟片麻岩, 其原岩为花岗闪长岩-奥长花岗岩, 据同位素测定为2624 Ma(锆石U-Pb法)^②属新太古代岩浆侵入活动产物。其次为沿沙河断裂带北侧分布的华力西期基性-超基性杂岩体(四合顺岩体侵入时代为晚古生代二叠纪)和中生代安山岩呈脉状侵入各时代地层中, 侵入时代较晚, 应属燕山期岩浆活动产物。研究区东部, 花岗闪长岩以岩株的形

收稿日期: 2006-06-21; 修回日期: 2006-08-17。张哲编辑。

①赵光慧. 辽宁省区域矿产总结. 1995.

②辽宁省地质矿产局第九地质大队. 1:5万貂皮屯幅、聂家沟幅区域地质调查报告. 1993.

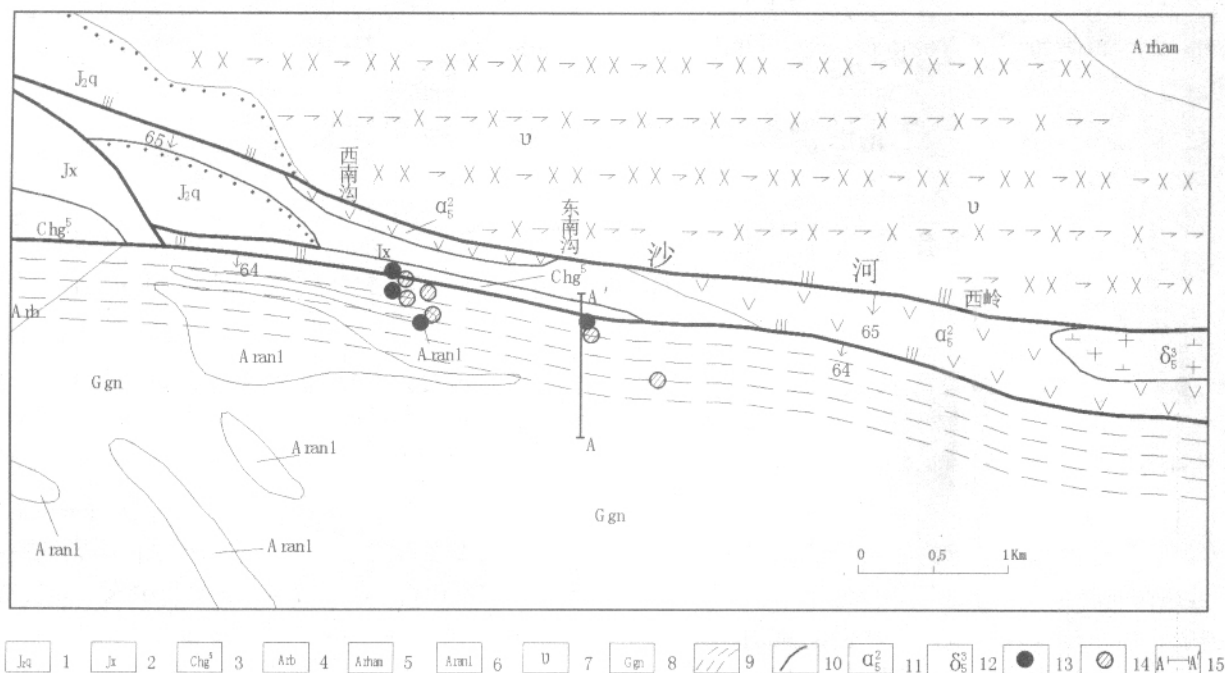


图1 辽北沙河地区区域地质图

Fig. 1 Regional geologic map of Shahe area, Northern Liaoning Province

1—侏罗系前湾岭组 (Jurassic Qianwanling fm.); 2—元古宙蓟县系 (Proterozoic Jixian system); 3—元古宙长城系 (Proterozoic Changcheng system); 4—太古宇沙河岩群板石岩组 (Archean Banshigou rock fm.); 5—太古宇沙河岩群韩家沟岩组 (Archean Hanjiagou rock fm.); 6—太古宇鞍山群下部 (lower part of Archean Anshan group); 7—基性杂岩 (basic complex); 8—古砬沟片麻岩 (Gulagou gneiss); 9—韧性剪切带 (ductile shear zone); 10—断层 (fault); 11—安山岩 (andesite); 12—花岗闪长岩 (granodiorite); 13—矿点 (ore spot); 14—矿化点 (mineralizing occurrence); 15—剖面位置 (profile location)

式侵入燕山期安山岩中, 侵入时代应为燕山晚期。

构造主要以沙河断裂带最为发育, 断裂带由2~3条基本平行的压性逆冲断层构成, 大致呈近东西向沿沙河分布, 倾角30~65°, 倾向南。该断裂带既控制了中、新元古界地层及中生界地层的展布, 同时也控制了基性岩体的侵入。沙河断裂带南北两侧的太古宙变质表壳岩及变质深成侵入岩均遭受了不同程度的韧性变形作用, 断裂带以北韧性变形范围较大, 呈面形分布, 迄今尚未发现金的矿化现象。沙河断裂带以南沿沙河断裂韧性剪切带呈宽度不等的带状展布, 在带内已发现一些物化探异常及金矿点。本文将重点对沙河断裂带南侧韧性剪切带及其与金的成矿作用做一探讨。

2 韧性剪切带特征、形成机制及地质找矿意义

沙河韧性剪切带是指分布于沙河断裂带以南的呈带状发育于太古宙古砬沟片麻岩中的韧性变形构造带。该带在区内出露于英城子—四合顺一带, 呈近东西向沿沙河断裂分布, 长约8 km, 宽度0.5 km左右, 由绿泥石化糜棱岩和糜棱岩化花岗片麻岩构成。岩石新

鲜面呈浅灰白色, 粒状变晶结构, 局部为糜棱结构, 片麻状构造。石英具拉长现象, 部分石英具波状消光。细粒化部分占5%~10%, 以长英质为主。斜长石聚片双晶发育。变余花岗结构明显。主要矿物斜长石占65%~70%, 石英15%~20%, 碱性长石10%, 黑云母小于5%。韧性剪切带产状基本与片麻理一致, 走向290°, 倾向SW, 倾角变化较大。

从板块构造分析, 沙河断裂带处于汎河微地块的北部边缘部位, 具缓倾推覆断裂特征。从运动方向和动力学特征分析, 沙河断裂带是在南北向收缩运动环境下产生的。据中元古界地层在断裂带呈断块状出露推测其形成时期应晚于元古宙。该断裂带北侧(下盘)控制了晚古生代二叠纪基性—超基性岩浆侵入且断裂带内有中生代中性岩浆岩的侵入, 显示了该断裂带的形成时间应早于晚古生代。据此分析断裂带的形成时间应为早古生代, 且在晚古生代和中生代时期多次发生继承性活动。

辽宁省地质局第九地质大队在该地区进行区域地质调查时认为^①, 发育在沙河断裂带两侧的新太古代变

① 辽宁省地质矿产局第九地质大队, 1:5万貂皮屯幅、聂家沟幅区域地质调查报告, 1993。

质表壳岩和变质深成侵入岩中韧性变形构造是早于沙河断裂带形成的。其依据是各类表壳岩均遭受了强韧性变形作用,普遍具糜棱结构,糜棱叶理与区域构造运动方向基本一致,构成了规模巨大的韧性变形带呈 80° 方向展布。另据同位素年龄测定数据为 $2524 \sim 2553$ Ma(锆石单颗粒 Pb-Pb 法)^①的新太古代变质深成侵入岩体中表壳岩捕虏体的糜棱叶理、构造片麻理与变质深成侵入岩中的构造片麻理斜交,推测两者不是同一构造变形期的产物。并据区内中元古界地层未遭受中深构造相变形作用,判别新太古代变质深成侵入岩的韧性变形作用应发生于新太古代末—古元古代。该期韧性变形作用多发生在新太古代变质深成侵入岩体的边部,由花岗质糜棱岩组成,一般宽 $2 \sim 20$ m 或更宽,呈东西向带状产出。

综上所述,区内韧性变形构造形成有2期,一是形成于新太古代—古元古代,该期韧性变形构造在沙河断裂的两侧均有分布;另一期形成于晚古生代,该期变形构造仅分布在沙河断裂的北侧,沙河断裂南侧迄今尚未发现该期韧性变形构造行迹。从与金的成矿关系分析,主要与新太古代—古元古代韧性变形相关。

据《辽宁省基岩地球化学研究报告》(1988),辽宁省内太古宇地层及花岗质岩石的地球化学特征之一,即是金的丰度值较高,其平均丰度为 0.0021×10^{-6} ,其中花岗质糜棱片岩金的丰度值平均可达 0.0042×10^{-6} 。本次在沙河断裂带附近做的土壤地球化学测量显示,Au 的丰度值为 0.0045×10^{-6} ,说明此处 Au 丰度值本身就比全省平均值高。由此可见经受了韧性剪切构造变形的岩石金的丰度具有增高富集现象,即在由区域韧性剪切构造所产生的动热环境中,不仅使原变质表壳岩和变质花岗质岩石发生退变质作用,且使原岩中的金被激发活化,随着变生热液沿韧性剪切构造带迁移富集于有利的构造部位。因此太古宙变质岩石在一定程度上起到了区内金成矿的矿源层作用。这一特点在本地区是很明显的(见表1、图2)。

3 韧性剪切带内的矿体、矿化特征及物化探异常特征

区内具金成矿远景的构造带是位于沙河断裂带南侧(断裂上盘)新太古代古砬沟片麻状花岗岩中的韧性剪切带。该剪切带主要由花岗质糜棱岩构成。剪切带呈近东西向延伸,与沙河断裂带走向呈小角度斜交。

表1 A-A'土壤剖面 Au 元素含量表

Table 1 Au content of samples from Section A-A'

样品编号	分析值	样品编号	分析值	样品编号	分析值
1233'	2.80	1247'	5.00	1261'	1.50
1234'	19.25	1248'	11.50	1262'	1.50
1235'	35.00	1249'	3.90	1263'	4.70
1236'	81.00	1250'	37.50	1264'	1.60
1237'	140.00	1251'	5.40	1265'	1.50
1238'	26.75	1252'	51.50	1266'	2.55
1239'	12.45	1253'	3.60	1267'	1.50
1240'	8.70	1254'	1.80	1268'	1.50
1241'	19.00	1255'	1.50	1269'	2.20
1242'	25.00	1256'	3.60	1270'	3.70
1243'	14.75	1257'	7.00	1271'	4.60
1244'	43.50	1258'	4.10	1272'	4.50
1245'	2.75	1259'	1.50	1273'	2.85
1246'	9.90	1260'	5.85		

样品由辽宁省地质矿产局第九实验室测定。含量单位: 10^{-9} 。

前人曾在沙河断裂带内发现2个金的重砂异常,经异常查证,发现了2个金矿化点,分别为古砬沟金矿化点和半岭沟金矿化点(分别位于剪切带的东、西外延处),成因类型分别为蚀变岩型和裂隙充填型^①,在沙河断裂带南部发现一东西向长约12 km的金重砂异常带,并有人采到砂金。可惜未进行深入的查证工作。

笔者于2004年在本区工作时,对沙河断裂带南侧的金重砂异常带^①进行了调研并发现金重砂异常带基本上是位于韧性剪切带上。另外貂皮屯幅、聂家沟幅1:5万金地球化学测量显示的异常与重砂异常范围基本吻合。本次对本区1:1万土壤地球化学测量表明,多数样品的金含量达到了 $0.01 \times 10^{-6} \sim 0.08 \times 10^{-6}$,个别样品甚至达到 $0.17 \times 10^{-6} \sim 0.20 \times 10^{-6}$ 。在长达10余 km,宽约100 m 的范围内共圈出9个金异常区(图3、表2),呈东西向断续的带状分布。在此基础上经槽探揭露,于带中发现了4条规模较小的含金为 $4.84 \times 10^{-6} \sim 28.08 \times 10^{-6}$ (表3)达到工业品位的金矿体及7条未达边界品位的金矿化体。

3.1 金矿体特征

Au-1矿脉:脉宽0.20 m,矿石类型为褐铁矿化硅质脉,含金 9.48×10^{-6} 。

Au-2矿脉:脉宽1.10 m,矿石类型为褐铁矿化石英脉和硅质蚀变岩。由2个样品组成,样长分别为0.25 m 和 0.85 m,含金 28.08×10^{-6} 和 5.12×10^{-6} ,

① 辽宁省地质矿产局第九地质大队:1:5万貂皮屯幅、聂家沟幅区域地质调查报告,1993。

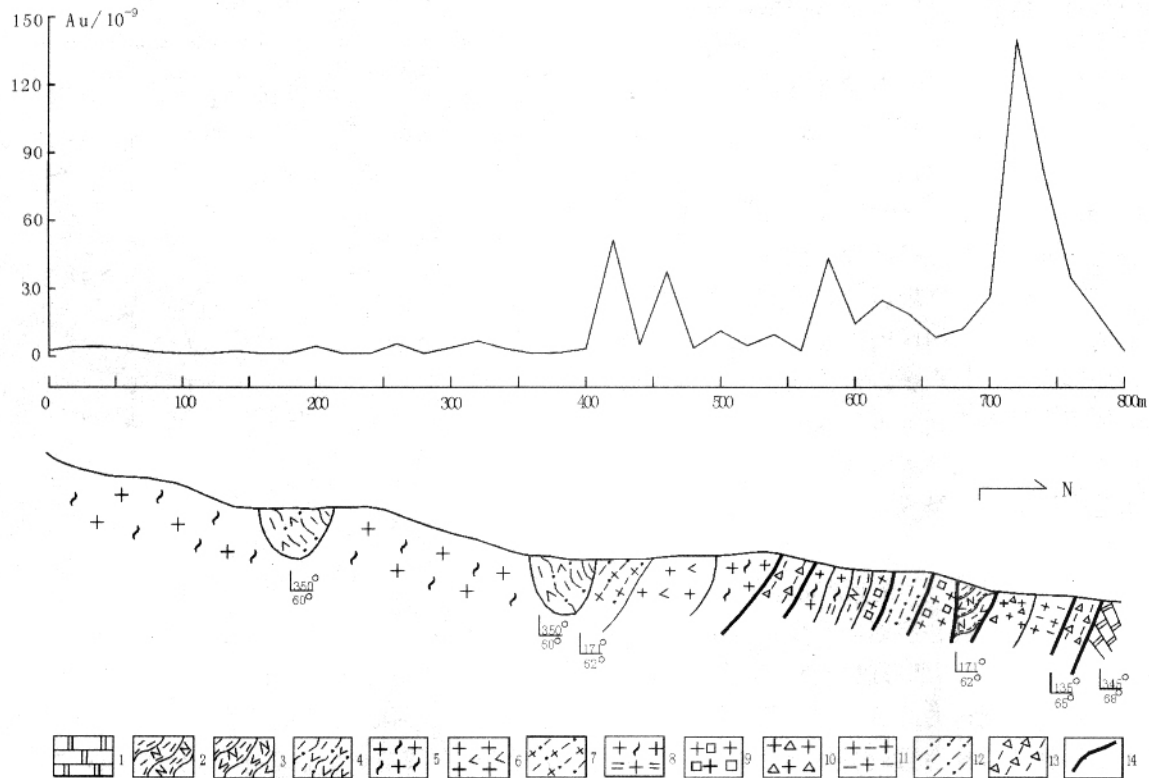


图 2 沙河韧性剪切带剖面及金元素含量变化图

Fig. 2 Profile of Shahe ductile shear zone and Au contents

1—白云岩 (dolemite); 2—黑云母斜长片麻岩 (biotite plagioclase gneiss); 3—黑云角闪斜长片麻岩 (biotite hornblende plagioclase gneiss); 4—黑云角闪变粒岩 (biotite hornblende granulite); 5—片麻状花岗岩 (gneissic granite); 6—角闪石化花岗岩 (hornblende granite); 7—糜棱岩化花岗岩 (mylonitic granite); 8—蚀变白云母花岗岩 (altered muscovite granite); 9—蚀变花岗岩 (altered granite); 10—碎裂状花岗岩 (cataclastic granite); 11—黑云母花岗岩 (biotite granite); 12—糜棱岩 (mylonite); 13—构造破碎蚀变带 (alteration shatter belt); 14—断层 (fault). 由地矿部沈阳综合岩矿测试中心鉴定; 剖面位置见图 1.

表 2 辽北沙河地区金异常特征一览表

Table 2 Characteristics of Au anomaly in Shahe area

异常编号	异常位置	异常点数量/个	异常平均值/ 10^{-9}	异常最高值/ 10^{-9}	异常形状	异常面积/ km^2
As1	东南沟南西	7	25.90	38.50	不规则状	0.02
As2	东南沟	47	23.20	140.00	不规则状	0.13
As3	东南沟东	7	36.20	163.00	条带状	0.02
As4	东南沟东南	10	29.61	140.00	不规则状	0.03
As5	东南沟东南	22	12.94	41.50	不规则状	0.04
As6	东南沟东南	20	11.74	27.75	条带状	0.04
As7	西岭南西	6	50.17	175.00	不规则状	0.02
As8	西岭南西	4	59.35	200.00	不规则状	0.01
As9	西岭南西	1	105.00	105.00	椭圆状	0.01

样品由辽宁省地质矿产局第九实验室测定. 异常下限为 5.62×10^{-9} .

加权平均品位 10.34×10^{-6} .

Au-3 矿脉: 脉宽 1.45 m, 矿石类型为硅化蚀变

岩, 由 3 个样品控制, 样长分别为 0.35 m、0.60 m、0.50 m, 含金 1.27×10^{-6} 、 9.12×10^{-6} 和 2.34×10^{-6} , 加权平均品位 4.89×10^{-6} .

Au-4 矿脉: 脉宽 0.40 m, 矿石类型为含金石英脉, 含金 4.84×10^{-6} .

除此之外, 在破碎蚀变带南侧花岗质片麻岩中发现了 7 个金矿化体.

3.2 金矿化特征

金矿化带位于沙河断裂带南侧, 长度 1500 m, 宽度 29 m, 倾向南, 倾角 $30 \sim 60^\circ$, 赋存于构造破碎蚀变带中, 破碎带南盘 (上盘) 为鞍山群混合岩和角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩. 北盘 (下盘) 为沙河断裂带中的元古宇高于庄组和杨庄组白云岩、板岩以及中基性安山岩杂岩体.

含金构造破碎蚀变带位于沙河断裂上盘鞍山群混合花岗岩和片麻岩中, 宽 29 m. 其中有安山岩脉和碳酸盐化、黝帘石化花岗闪长岩脉侵入, 脉宽 2.5 ~ 3.2 m.

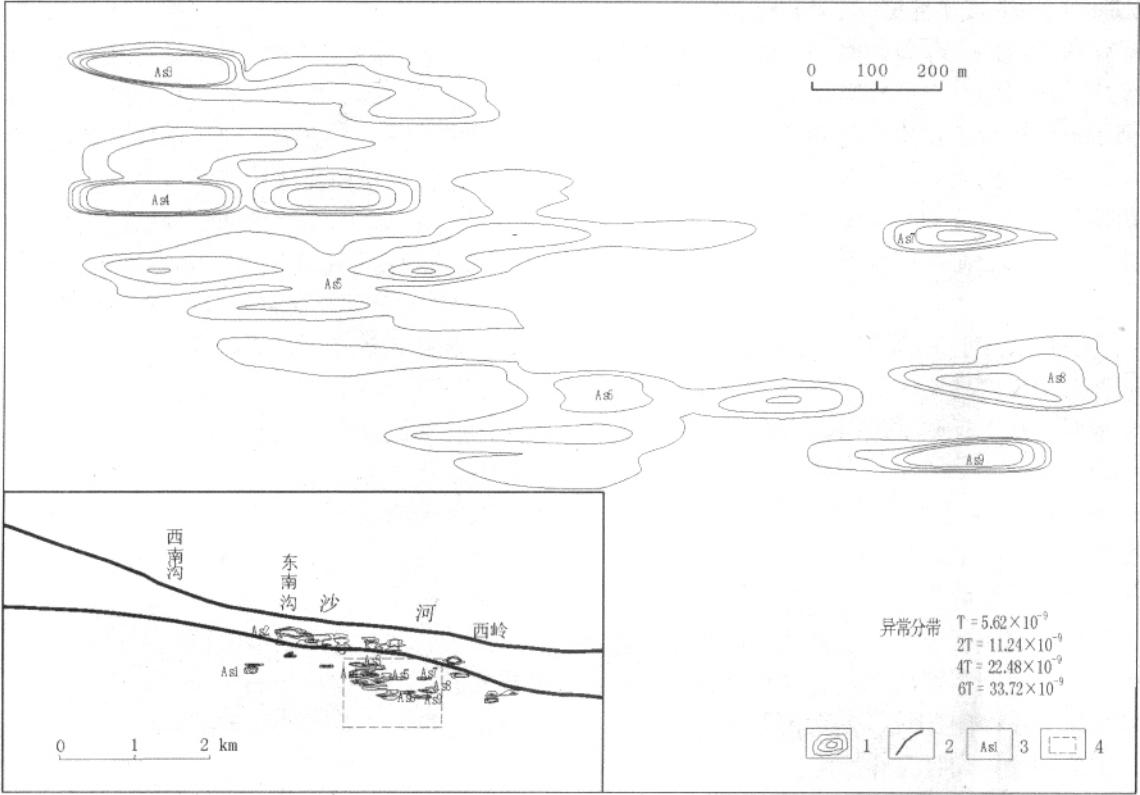


图 3 辽北沙河地区金土壤地球化学异常图

Fig. 3 Geochemical anomaly of Au in soil in Shahe, Northern Liaoning

1—化探异常 (geochemical anomaly); 2—断层 (fault); 3—异常位置及编号 (anomaly and number); 4—放大表示范围 (enlarged area)

表 3 金矿脉特征一览表
Table 3 Features of the gold veins

矿脉编号	样品编号	矿脉产状	水平样 长/m	分析结果	
				Au/ 10^{-6}	加权平均
Au-1	TCJH ₂₁ 、H ₂₂	334°∠75°	0.25	28.08	10.34
			0.85	5.12	
Au-2	TCJH ₂₀	350°∠80°	0.25	9.48	
Au-3	DNTC ₂₋₇ H ₂₁	343°∠80°	0.35	9.12	
Au-4	NTC ₁ H ₈	135°∠38°	0.40	4.84	

矿脉 Au-1、2 样品由地质矿产部沈阳岩矿测试中心测定; Au-3、4 样品由辽宁省地质矿产局第九实验室测定。

破碎带蚀变类型主要为硅化、碳酸盐化、黝帘石化,矿化蚀变主要为黄铁矿化、褐铁矿化。矿化体赋存在硅化、黄铁矿化、褐铁矿化构造破碎带中。

1974 年,辽宁省第九地质大队对沙河断裂构造曾进行过电法激发极化中梯测量(图 4),可以看出沿沙河断裂有明显带状电法异常。

以上所述物化探异常在空间位置上与沙河断裂带和沙河韧性剪切带十分吻合(图 4),说明此构造带内

不但金属硫化物成矿存在,而且极有可能找到规模大、品位高的金矿床。

4 潜在成矿远景及找矿方向

沙河断裂带和沙河韧性剪切带位于 2 个地体(天山-赤峰陆缘活动带东端与辽东地块北缘)的构造聚合部位。该构造带具有如下特征:

(1)从构造动力体制分析,沙河韧性剪切带反映了在古元古代之前曾经发生了多期中深构造相断裂活动,形成了大型韧性剪切带;而沙河断裂带是发生在早古生代而后又在中生代发生继承性活动的逆冲推覆构造。两者共同构成一条具有多期活动特点的构造带。

(2)从岩浆侵入活动看,沙河断裂带下盘控制了晚古生代基性-超基性杂岩体的侵入,断裂带控制华力西期闪长岩和燕山期安山玢岩的侵入活动。

(3)区内金矿化的成因类型表现为既有与韧性剪切带相关的变生热液型金矿化,又具有与岩浆期后热液相关的构造蚀变岩型和中低温热液型金矿化或矿点。

(4)金是区内主要成矿元素,其来源也即矿源问题是决定成矿作用强弱的主要条件之一。区内太古宙变质岩体和变质深成岩的金丰度较高,在变生热液成矿过程中起到了提供矿源的作用。此外区内晚古生代含金属硫化物的超基性杂岩、闪长岩和中生代安山岩等岩浆侵入活动的期后热液均有可能为热液成矿作用提供矿质。故区内金的成矿作用具有多期次和矿质多来源的特点。

(5)通过对区内沙河韧性剪切带地球化学测量,反映出本区韧性剪切带内具长达 10 余千米,宽数十米的金地球化学异常,从而反映了区内具有形成变生热液型金矿的可能。

综上所述,区内具有多期构造动力体制,多期次的构造、岩浆活动,为金的成矿提供了良好的构造空间;多元化的矿质来源为金的成矿提供了物质基础;已知金矿点和化探异常为该区成矿远景提供了直接或间接线索。因此,沿沙河断裂两侧具有良好的金成矿地质条件。尤其是断裂带南侧(上盘)发育在太古宙变质深成侵入岩体中的韧性剪切带是今后寻找变生热液型金矿的重点地带。

5 结论

按《区域成矿学》的分类,辽宁北部沙河地区韧性剪切带中金的成矿作用应属于改造成矿系统类,动力改造成矿系统^[2]。其成矿地质条件及矿化地质特征与辽西阜新排山楼韧性剪切带中构造变生-热液型低品位大型金矿成矿特征相类似。故在沙河韧性剪切带中,有望找到具一定规模的排山楼式金矿床。

此外,在沙河断裂带及其北侧(断裂带下盘)尚发育有热液成矿系统类岩浆期后热液成矿系统的金矿点和金矿化点,与上述动力改造成矿系统形成了成矿作用的叠加或复合,从而构成了金矿化集中区。该区内具有较优越的金成矿地质条件和较丰富的金资源潜力,因此,笔者认为该地区应作为辽宁省金矿普查找矿重点地区,加强地质勘查和科研工作,以期找到大型或特大型金矿床。

参考文献:

- [1] 赵光慧,邵会文. 从板块理论看辽宁大地构造[J]. 东北地震研究, 1999, 15(1): 31—34.
- [2] 翟裕生,等. 区域成矿学[M]. 北京:地质出版社,1999. 3, 28.

SHAHE DUCTILE SHEAR ZONE IN NORTHERN LIAONING PROVINCE AND ITS ORE-SEARCHING IMPORTANCE

SHAO Hui-wen¹, LI Jun-jie², LIU Hong-guang¹, LI Dong-feng¹, ZHANG Lin¹

(1. Liaoning Institute of Mineral Resources Exploration, Shenyang 110032, China;

2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

Abstract: The E-W-trending Shahe fault belt, composed of 2 or 3 compression and shearing faults, is distributed in Kaiyuan area, Northern Liaoning Province. The authors recognized a ductile shear zone on the south and parallel to the Shahe fault belt, in which gold ore bodies were found. Study shows that the ore material is derived from mainly the Neoproterozoic metamorphosed plutonic intrusive rock. The ductile shearing structure developed in the massif margin provides favorable physical and chemical conditions and spaces for gold deposition. The strength of the ductile deformation controls the degree of gold mineralization.

Key words: Shahe fault; ductile shear zone; gold mineralization; Northern Liaoning Province

作者简介:邵会文(1964—),男,高级工程师,1986年毕业于长春地质学院,现主要从事矿产普查及矿床地质研究工作,通讯地址:沈阳市北陵大街29号辽宁省矿产勘查院,邮政编码110032。