

内蒙古乌拉山脆韧性剪切带与金矿关系

李 杰 美

(武警黄金地质研究所)

内蒙古乌拉山石英脉、石英—钾长石脉型金矿位于内蒙古包头市西郊，西起梅力更沟，东至哈达门沟一带。该区所处大地构造位置为华北地台内蒙地轴中段南缘，区域构造属乌拉山——大青山隆褶带中部。金矿赋存在太古介乌拉山群地层中，区内岩石混合岩化程度偏低，岩浆岩以脉岩为主。前人认为该区金矿受韧性剪切带控制，金的形成是由弱变质变形带向强变质变形带迁移，在强变质变形带中形成^{1,2}。

本文着重论述乌拉山含金剪切带的性质、产状、运动方向和形成时间；脆—韧性剪切带中的金矿特征；脆—韧性剪切带与金矿的关系。

1 含金剪切带特征

1.1 性质

乌拉山含金剪切带的性质属脆—韧性变形，而不是先韧性变形，后叠加脆性变形。其依

据如下：(1) 韧性剪切带的标志性构造之一是鞘褶皱³，在乌拉山金矿只偶尔见到，且不够标准，出现的剪切褶皱普遍为不对称歪斜褶皱；(2) 可见许多雁行排列的张性脉，反映岩石变形时处于一种韧性变形与脆性破裂的过渡状态；(3) 韧性剪切带中平行糜₂岩面理的带状石英条带长宽比可达100:1或更大³，而该区通常发育在混合岩化岩石中的拉伸线理长/宽比是20:1—30:1，例如在脆—韧性剪切带范围内的东柏树沟连续观察可见石英长/宽比从10:0.5mm—15:0.5mm(20:1—30:1)；西柏树沟7:1.5—30:2—25:1mm(3.5:1—25:1)，应变强度由脆—韧性剪切带边缘向中心增强，中心部位也不超过30:1；(4) 线理及片理走向的“S”形弯曲不甚明显；(5) 广泛发育韧性到脆性断层；(6) 在脆—韧性剪切带分布范围的岩石中常可见眼球状构造，且眼球发生旋转，长英质脉体呈剪切斜列分布及硅质体的旋转；(7) 用氢氧同位素结果(表1)根据沙泼德(sheppard 1979)的不同成因水的同位素组成变化略图投出成矿溶液的 $\delta^{18}\text{O}$ 水及 δD 值明显靠近雨水线。因此可推断，成矿作用中有大量大气降水加入成矿热液。构造是处于脆—韧性剪切带交替部位，造成了向上开放，向下屏蔽这样一个有利的成矿系统。

表1 13号脉氢氧同位素组成

样号	样品名称	成矿期次	成矿温度(均一法 $^{\circ}\text{C}$)	$\delta\text{D}\%$	$\delta\text{O}^{18}\text{水}\%$
To8901	石英钾长石脉	I	231	-74.347	-1.946
To8902	烟灰色石英脉	II	280	-76.371	1.837
Th 9001	乳白色石英脉	III	247	-53.490	0.1059

1.2 产状及运动方向

1.2.1 产状

控制乌拉山金矿展布的比较典型的脆—韧性剪切带有2条(分别为编I、II号)，长 $>20\text{km}$ ，宽100—200m，间距500m左右，二者基本平行展布，走向近EW，倾向S，倾角 50° — 60° 为主，比较稳定。

1.2.2 运动方向

以I号脆—韧性剪切带为例，岩组分析结果表明脆—韧性剪切带的运动方向为：北盘的剪切方向为左形，表明由东向西运动，南盘的剪切方向为右形，表明由西向东运动，同时广泛发育的小型韧性剪切带的运动方向均显示出北盘由东向西；南盘由西向东运动。另外许多硅质体的旋转及岩石中的长英质眼球均为左旋。应特别指出的是，该剪切带的运动方向不是简单的水平运动，而是平移与推覆作用的结果，这可以从脆—韧性剪切带的混合岩化黑云角闪斜长片麻岩中非常发育的向南西侧伏的线理(25° 左右)得到证实；对岩石中石榴子石的三维有限应变测量结果普遍可见岩石不仅在XZ面上拉长，而且在YZ面上也拉长，以及金矿脉的矿体均向南西侧伏、金矿脉蚀变的不对称分布等现象亦可以证明该剪切带是平移与推覆作用的结果。综上所述，该剪切带是以13号脉为中心，上盘相对下盘向北东斜冲运动的结果，属平移—推覆过渡型剪切带。

1.2.3 形成时间

野外观测可见,脆—韧性剪切带穿过了呈南北向展布的闪长岩脉,通过之处,闪长岩呈片理化,地表经风化呈破碎状,坑道中可见赋存在脆—韧性剪切带中的矿脉穿插于闪长岩中,钾—氩法测得闪长岩年龄为310.75Ma,剪切带中矿脉穿过的闪长岩的年龄是45207Ma,矿脉的同位素地质年龄是139—239Ma。据此可以推断该剪切带形成于印支—燕山期。

2 脆—韧性剪切带中的金矿特征

金矿成群成带展布于脆—韧性剪切带中,以含金石英脉、含金石英—钾长石脉型为主,亦有细网脉型、细脉浸染型、浸染型及蚀变岩型,各种类型往往呈相互渐变过渡关系。一般矿体以脉型为主体,蚀变岩型分布于脉两侧或其中。矿石结构主要有斑状花岗变晶结构、粒状镶嵌变晶结构,他形中粗粒状结构、交代残留结构、交代残蚀结构、交代假象结构等。矿石构造以块状为主,亦有角砾状、网脉状、浸染状。

矿与围岩多呈渐变过渡关系,矿体多呈脉状(复脉)、扁豆状、透镜状等,可见斜列式组合,矿体常常侧伏。矿脉与剪切带面理走向基本一致,倾向上二者有时相交。

赋存在脆—韧性剪切带中金矿化强度与围岩岩性种类关系不大,无论围岩岩性如何变化都不影响矿化强度。一般主构造带含金量高,围岩含金量也相应增高。无论是常见的近矿围岩黑云二长片麻岩、混合岩化黑云二长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩、混合岩化含榴辉黑云角闪斜长片麻岩、含榴黑云斜长片麻岩,还是黑云斜长角闪岩、角闪二长片麻岩都无太大差异,甚至伟晶岩、闪长岩都能接受矿化。例如,在该区见到产于闪长岩之中的石英—钾长石脉含金量4.97g/t,上下盘的闪长岩含金量达0.3—2.12g/t。

主要载金矿物为黄铁矿(他形粒状)、石英(粗粒、细粒他形)、钾长石(角砾被石英胶结交代)。该区金矿的品位特征很突出的一点是全区均属低品位矿体,特高品位少见,地表至深部变化幅度不大。主矿脉下盘含金量高于上盘,自然金成色920—980,不受其赋存状态影响,无论是包体金,还是裂隙金、晶隙金都没有太大差异。根据矿区矿石内矿物组合、结构、构造及相互穿插关系,将该区金矿分为三个矿化阶段:(1)钾长石硫化物阶段—长石中具黄铁矿化,一般为星点状、浸染状,碎裂处黄铁矿化强烈且钾长石发生粘土化、绢云母化;(2)早期石英硫化物阶段—烟灰色呈细脉状将钾长石割成孤岛状,亦有沿钾长石裂隙贯入者,黄铁矿化常呈稠密浸染状;(3)晚期石英硫化物阶段—乳白色、块状、脉状穿插钾长石,使矿脉形成红白分明的角砾状构造、网脉状构造,石英粗粒、他形,黄铁矿呈浸染状、稠密浸染状。

3 脆—韧性剪切带与金矿关系

该区矿带沿脆—韧性剪切带展布,矿床和主要矿脉限制于脆—韧性剪切带中,金矿的赋存空间、矿体形态、矿石结构构造类型等特点均反映出金矿的形成受脆—韧性剪切带控制。脆—韧性剪切作用产生的摩擦力为含金流体的生成提供了热动力,又提高了使其迁移的压力梯度,从而驱动着含金流体能在具化学活动性的岩石内流动⁴。脆—韧性剪切作用使岩石产

生了极高的位错密度和较高的差异应力，根据公式： $\sigma_1 - \sigma_3 = 6.6 \times 10^{-2} \rho \frac{1}{2}$ (Cooper et al 1978) 计算(表2)，增强了岩石的渗透力，促使含金流体沿着渗透性极强的糜棱面理方向由深部向上迁移至脆韧性交替部位，使流体既能吸收围岩中有益组分，又使大气降水有一个充分活动的场所，对围岩进行水合或脱水作用、溶解作用、水解作用及阳离子交换作用和对矿物的氧化作用⁵。这样在脆—韧性剪切转换的部位，构成成矿最有利的场所，沉淀富集形成有工业价值的矿体。

表2 13号脉超微构造特征

样号	岩性	位置	差异应力均值(巴)	超微构造特征
Td8904	条带状混合岩	上盘	1807	密集位错的变形带，具包体和位错环，少量位错双象。
Td8901	石英—钾长石脉	脉内	1974	液态包体普遍，发育位错壁和位错环，少量位错双象和亚颗粒。
Td8903	石英—钾长石脉	脉内	1516	沿晶界分布椭圆状包体，具位错双象，位错塞积，沿晶界位错堆积，具亚颗粒。
Td8902	混合岩化黑云母角闪二长片麻岩	下盘	1833	具歪扭位错和位错双象，位错环发育，局部见位错壁及塞积，少量液态包体和亚颗粒。

以上种种特征表明，脆—韧性剪切带不仅仅是矿脉赋存的空间，而且是矿脉的形成机制之一。该区脆—韧性剪切带与金矿脉的关系还可以从矿区内广泛发育的小型韧性剪切带特征得到揭示，在小型韧性剪切带中可见长英质脉体沿着呈相对运移的中间部位展布，这个部位就是前面提到的渗透性最强的糜棱面理方向，也是构造活动造成的应力薄弱带。

参考文献

- (1) 徐学纯 内蒙古乌拉山地区韧性剪切退变质作用与金矿的关系 矿产与地质 1991. (2)
- (2) 徐学纯 内蒙古乌拉山区韧性剪切带型金矿地质特征及形成机理——以乌兰布浪沟金矿为例 地质与勘探 1991. (7)
- (3) 郑亚东等 岩石有限应变测量及韧性剪切带 地质出版社 1985.
- (4) 王宇朋 丹东韧性剪切带内岩石的有限应变测量及地质找矿意义 地质找矿论丛 1991. (3)
- (5) 栾世伟等 金矿床地质及找矿方法 四川科学技术出版社 1987.