

· 区域地质与成矿作用 ·

文章编号: 1002-4182(2000) 01-0020-07

中国南天山萨恨托亥 - 大山口 成矿带韧性剪切带与金成矿作用

孟祥金¹, 叶锦华¹, 王立本²

(1. 中国地质调查局宜昌中心, 湖北 宜昌 443003; 2. 中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

摘 要: 以南天山中段萨恨托亥 - 大山口成矿带内控矿韧性剪切带为例, 对韧性剪切带的金成矿作用进行了初步探讨. 通过对地质体的构造变形特点、变形演化过程的分析表明, 韧性剪切带的构造属性控制了金矿的产状及规模, 金矿化阶段与韧性剪切带的变形演化过程密切相关. 矿化类型、矿化强度及矿化方式受韧性剪切带发展阶段制约, 剪切带内物质组分迁移变化揭示出韧性剪切带与金在剪切带内的迁移富集、沉淀成矿的内在联系. 韧性剪切带成矿作用是南天山成矿带中段重要的金矿成矿作用.

关键词: 金矿; 成矿作用; 韧性剪切带; 中国南天山

文献标识码: A

中图分类号: P612 P618.51

中国南天山成矿带内最具远景的金矿类型为与浅变质碎屑岩有关的浊积岩型金矿^[1,2]. 浊积岩型金矿是指其赋矿岩石为浊积岩, 成矿物质主要来自浊积岩的一类金矿床. 对发育于浊积岩内的大多数金矿的研究表明, 金成矿属同造山期成矿, 其成矿作用具多样性, 造山期间的区域构造作用、区域变质作用、岩浆作用等都可成矿^[3]. 作者在对我国南天山中段萨恨托亥 - 大山口成矿带内金矿成矿特征的研究中发现, 该带内赋存于浊积岩系中的金矿的成矿作用为韧性剪切作用成矿. 本文以该成矿带内的萨恨托亥和大山口两含金韧性剪切带为例对其成矿作用作初步探讨.

1 地质概况

萨恨托亥 - 大山口成矿带位于南天山中段, 属新疆和静县管辖. 大地构造位置处于哈萨克斯坦板块与塔里木板块北部边缘活动汇聚部位, 从属南天山晚古生代陆缘盆地. 区域构造演化过程为寒武 - 奥陶纪哈萨克斯坦 - 塔里木联合古陆裂解、南天山洋的形成, 泥盆纪末 - 石炭纪初南天山洋关闭, 其后两板块对接碰撞进入陆内造山阶段^[4]. 受造山作用控制, 区域构造线呈北西向, 发育大量同造山期以推覆、走滑为主的区域性大断裂和韧性剪切构造带. 岩浆岩多为造山期花岗岩类. 晚志留世 - 早泥盆世在南天山洋内缺氧局限

盆地中沉积大山口组浊流相细碎屑岩, 在后来的区域动力变质作用下发生低绿片岩相浅变质. 上志留至下泥盆统大山口组浅变质细碎屑岩系为区内重要的含金地层.

成矿带内金矿多赋存在大山口组浊积岩系内. 主要金矿有大山口、萨恨托亥 (图 1). 矿化围岩为千枚状粉砂岩、细砂岩、含碳泥质粉砂岩、变砂岩. 矿化发生在韧性剪切带内, 矿体呈脉状、透镜状、似层状, 产状与剪切带一致. 主要矿石类型为糜棱岩型和石英脉型. 糜棱岩型金矿体产状较为稳定, 矿化均匀但矿化强度不大, 金品位一般 $2 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6}$. 石英脉型矿体产在剪切裂隙和脆性断层中, 矿化不均匀, 矿化强度稍大, 含金一般 $2 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6}$. 硫化物主要为黄铁矿、黄铜矿, 多呈极细小的粒状分布, 少数以细脉状充填于细小裂隙中. 围岩蚀变以硅化、绢云母化和铁白云石化 (碳酸盐化) 为主. 成矿阶段可分为金 - 糜棱岩阶段、金 - 细 (网) 脉石英阶段和金 - 石英大脉阶段.

2 韧性剪切带宏观特征与矿体空间产状

萨恨托亥 - 大山口成矿带内两条含金韧性剪切带呈北西向线状分布, 规模不同, 长几十公里, 宽几百米至 2 km. 宏观上表现为强片理化带、糜棱岩带. 韧性剪切带内发育的宏观构造主要有面理和褶皱构造.

① 面理 韧性剪切带为强片理化带, 发育多种面理, 以 S-C 面理为主. S 面理表现为成分层劈理, 剪切透镜体、旋转斑的扁平面等. C 面理即糜棱面理, 大

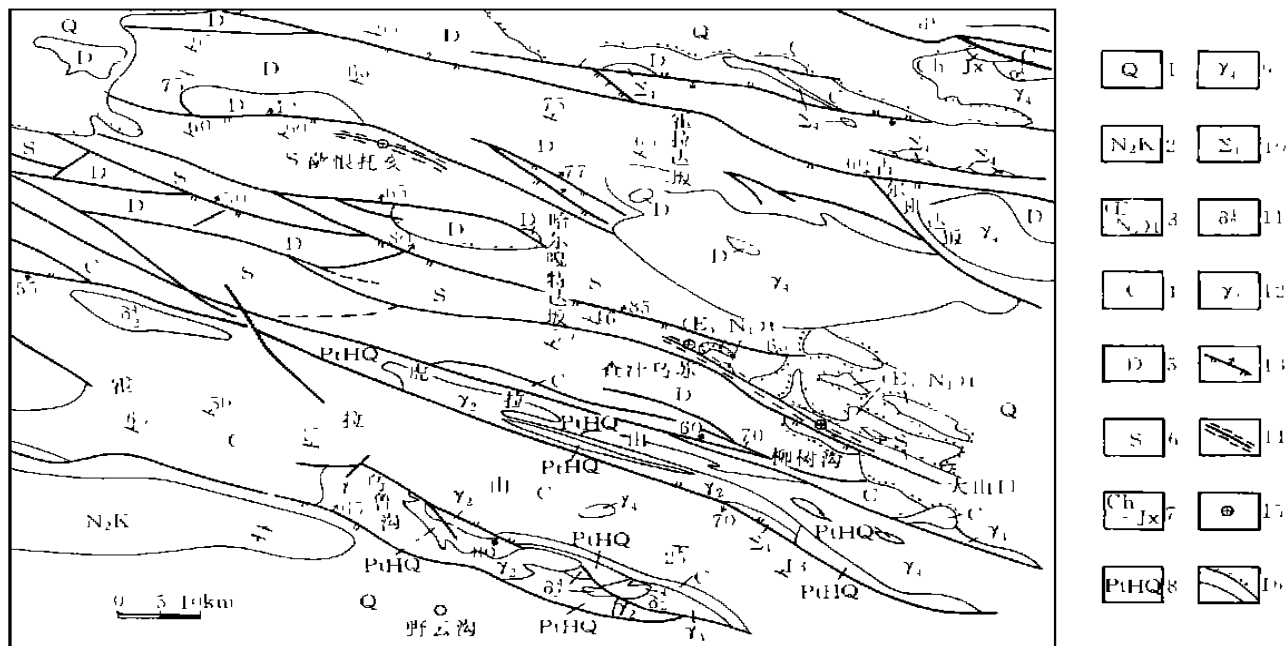


图 1 萨恨托亥 - 大山口成矿带地质简图

Fig. 1 The geological sketch of Sahentouhai-Dashankuo belt

1- 第四系 (Quaternary); 2- 库车组 (Kuche fm.); 3- 桃园组 (Taoyuan fm.); 4- 石炭系 (Carboniferous); 5- 泥盆系 (Devonian); 6- 志留系 (Silurian); 7- 长城 - 蓟县系 (Changcheng-Jixian system); 8- 霍拉山群 (Huolashan group); 9- 华力西期花岗岩 (Variscan granite); 10- 华力西期超基性岩 (Variscan ultrabasic rock); 11- 元古宙第四期闪长岩 (diorite of the fourth stage of Proterozoic); 12- 元古宙花岗岩 (Proterozoic granite); 13- 断层 (fault); 14- 韧性剪切带 (ductile shear zone); 15- 金矿床 (点) (gold deposit); 16- 地层、岩性界线 (boundary of strata or lithology)

致平行于剪切带边界, 表现为成分层劈理、不对称构造的尾端指向、不对称透镜体、不对称眼球状构造与结晶尾, 以及 S 面理的拖尾、S 面理的边界等。C 面理产状比较稳定, 它的变化反映了剪切带界面的起伏。② 旋转碎斑系 带内有两种分布型式: W 型和 e 型, 系长英质碎斑和岩屑残斑在韧性剪切挤压过程中扭动旋转而成。③ 旋转石香肠和剪切透镜体 长英质脉体或碳酸盐石英脉被剪切拉断, 并产生旋转形成旋转石香肠构造, 同时发育规模不等的透镜体及斜列分布的长英质脉体条带。④ 褶皱构造 以揉流褶皱为主, 多为 b 型褶皱, a 型少见。其内的石英脉因塑性变形而呈拉断的蛇曲状。⑤ 膝折构造 韧性剪切带中较为发育的另一种褶皱类型, 系剪切变形发展晚期的一种构造, 在大山口韧性剪切带内常见, 可分为对称和不对称两种型式, 反映了不同的应力作用方式。⑥ 剪切裂隙和脆性断裂 剪切裂隙为石英或碳酸盐石英脉充填, 规模不大, 多斜列平行排布。密集裂隙带往往为细、网脉 (复脉) 石英带。脆性断裂为韧性剪切后期产物, 带内充填构造片岩、碎裂岩、糜棱岩透镜体及石英脉。

剪切带内的宏观构造为金成矿提供了空间。剪切裂隙、剪切褶皱虚脱部位与脆性断裂构造均成为金矿

体的就位空间。韧性剪切带内岩石强烈的片理化和大量的剪切裂隙及揉皱有利于成矿流体的运移。糜棱岩的易渗透性使得流体与其流经的围岩发生各种化学反应, 引起物理化学环境的改变, 导致金的深沉。糜棱岩本身也因含金流体的渗透交代而成为金矿体。韧性剪切带内金矿体形态产状因其赋矿的构造形态、空间展布特征不同而呈脉状、透镜状、似层状、鞍状等, 空间上表现为平行、斜列、尖灭再现、尖灭侧现等特点。韧性剪切带的构造几何特征决定了金矿的产状。

3 剪切带发展演化与矿化阶段

萨恨托亥 - 大山口成矿带内的含金韧性剪切带从岩石变形和构造组合特点看, 其发展大致可分三阶段: 早期韧性变形阶段, 形成糜棱岩系列岩石, 构造变形呈韧性特点, 如形成 S - C 面理, 旋转碎斑系和剪切褶皱等; 中期韧 - 脆性变形阶段, 形成一系列的斜列或雁列剪切裂隙, 膝折、剪切透镜体等; 晚期为脆性变形阶段, 形成脆性断裂, 多迭加于剪切裂隙之上。在剪切带发展的各阶段具有相应的矿化作用: 早期形成含金糜棱岩, 呈似层状、脉状分布于糜棱岩带之中, 矿石为浸染状; 中期形成石英网 (细) 脉矿石, 沿细小

的剪切裂隙产出, 矿石以细、网脉状为主; 晚期出现含金的石英大脉, 充填于脆性断裂之中, 矿石具脉状构造。

对大山口韧性剪切带内矿石石英流体包裹体的均一温度测定, 其分布见图 2 从中可以看出: 含金糜棱岩石英形成温度较高且变化范围较大, 具有阶段性. 与含金石英脉形成温度具有一定的重叠性和连续性, 表明成矿过程从糜棱岩阶段到石英脉阶段为一统一整体. 成矿在韧性变形期就已开始, 随着剪切变形的发展和构造形式的变化, 矿化对象随之而变化, 即早期糜棱岩, 中期细(网)脉状石英, 晚期粗脉状石英. 成矿作用早期以渗透交代为主, 晚期以充填为主。

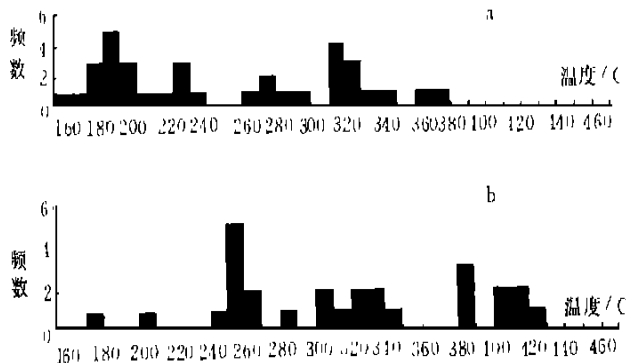


图 2 大山口金矿石石英流体包裹体均一温度分布直方图

Fig. 2 The histogram of homogenization temperature of quartz fluid inclusions in Dashankou gold deposit

a- 金-石英脉 (Au-quartz vein); b- 金-糜棱岩 (Au-mylonite)

樊文苓、王声远等^[5-7]研究表明, 金在富硅流体中主要以金硅络合物 $\{H_2AuSiO_4\}$ 形式存在, 在含有 Cl^- 、 HS^- 等阴离子时金少量以金氯络合物、金硫络合物存在. 其中金氯络合物、金硫络合物存在的物理化学条件要求较严, 而金硅络合物 $\{H_2AuSiO_4\}$ 存在的物化区间较大. 在韧性剪切带早期形成糜棱岩, SiO_2 部分沉淀时伴随少量金的析出, 形成含金糜棱岩. 中晚期随着物化条件的变化, 大量 SiO_2 沉淀, 金硅络合物 $\{H_2AuSiO_4\}$ 失稳, 金被释放, 赋存在石英(细)脉中, 相应形成石英细脉、石英粗脉状矿石. 晚期因 SiO_2 沉淀量大, 金的稳定性也大大降低, 因此晚期矿化强度增强。

4 物质成分的变化迁移与成矿

韧性剪切变形过程中伴随有物质成分的重新调整和再分配, 宏观表现为矿物组合的变化, 微观体现为矿物组分和微量元素的迁移、富集或离散. 对大山口

和萨恨托亥两剪切带内变形岩石进行微量元素和岩石组分分析, 结果见(表 1 2). 从韧性剪切带围岩到强变形的糜棱岩, 物质组分变化明显且复杂(图 3). 利用质量平衡法^[8]对剪切带岩石主要组分迁移情况进行判别, 结果如图 4 图 5 所示. 从围岩到糜棱岩总体上有 FeO 、 MgO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 SO_3 及 Cu 、 As 、 Sb 、 Au 、 Bi 、 Ag 等迁入, CaO 迁出的特点, 含金糜棱岩 SiO_2 、 Fe_2O_3 等为强迁入组分。

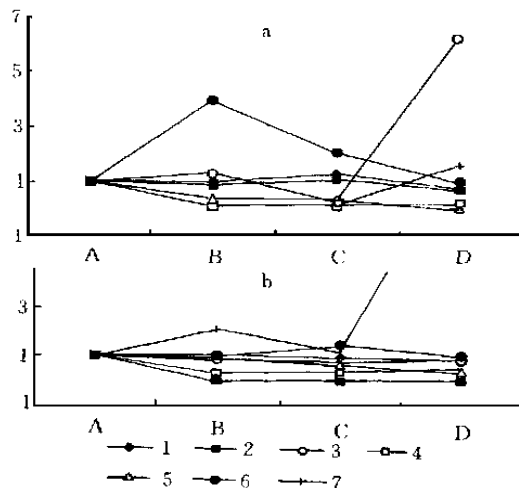


图 3 韧性剪切带岩石主要组分变化曲线

Fig. 3 The variation curves of major compositions in rocks from ductile shear zones

A- 围岩 (country rock); B- 糜棱岩化砂岩 (mylonitized sandstone); C- 糜棱岩 (mylonite); D- 矿石 (ore); a- 大山口韧性剪切带 (Dashankou ductile shear zone); b- 萨恨托亥韧性剪切带 (Sahentuohai ductile shear zone); 1- SiO_2 ; 2- Fe_2O_3 ; 3- FeO ; 4- CaO ; 5- Na_2O ; 6- K_2O ; 7- SO_3

韧性剪切变形过程中产生大量的流体并发生了流体的运移, 使得强变形地段矿物组合简单化, 形成石英-绢云母-铁白云石-方解石组合. 同时产生铁白云石化、硅化和绢云母化蚀变. FeO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 SO_3 等的迁入得以形成富石英含黄铁矿的糜棱岩或强硅化岩石乃至形成石英细脉. CaO 迁出导致碳酸盐化(铁白云石化、方解石化)发育, 并在适当条件下沉淀为碳酸盐石英脉. 这些富硅流体吸纳大量的成矿元素如 Cu 、 As 、 Sb 、 Au 、 Bi 、 Ag 等而成为成矿流体的一部分, 在其成岩过程中与其他来源的含矿物质一起沉淀成矿. 含 SiO_2 等组分的流体成为 Au 的良好载体, 随流体中 SiO_2 含量的减少金逐渐析出沉淀. 矿化部位多在糜棱岩带、剪切裂隙带和脆性构造中, 形成相应的糜棱岩矿石、石英脉矿石。

表 1 大山口及萨恨托亥韧性剪切带岩石微量元素含量

Table 1 The contents of trace elements in rocks from Dashankou and Sahentuohai ductile shear zones														
样号	岩性	Au	Ag	Mo	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Se	Te	Hg	Se/Te
IDB6	糜棱岩	0.0225	0.14	0.8	185	< 13	38	44.4	5.39	0.43	0.10	0.04	< 5	2.5
IDB11	含金糜棱岩	0.0207	0.54	0.8	147	276	44	97.2	2.12	0.68	0.67	0.10	260	6.7
IDB13	糜棱岩化砂岩	0.0028	0.07	< 0.5	39	< 13	70	6.29	1.44	0.19	0.05	0.01	< 5	5
DK7	含金石英脉	0.0069	0.17	2.6	8.7	< 13	14	138	2.21	0.3	0.05	0.11	< 5	0.45
背景值	细碎屑岩	0.004	0.1	0.62	18.9	9.42	66.9	8.25	2.32	0.16			0.01	
STC0- K1	含金糜棱岩	0.0084	0.10	< 0.5	37	< 13	88	444	5.62	0.45	0.12	0.26	< 5	0.46
STC0- Q3	含金石英脉	1.42	0.64	7.3	29	24	88	2402	7.48	0.63	0.40	0.34	25	1.1
STC16K1	含金糜棱岩	0.0547	0.90	1.6	23	15	50	74.6	7.48	0.57	0.19	0.10	< 5	1.9
STC16K2	含金糜棱岩	0.0780	0.21	0.9	19	17	82	22.6	3.26	0.32	0.12	0.07	< 5	1.7
SB3	糜棱岩	0.0022	0.33	< 0.5	34	< 13	75	1.29	1.60	0.20	0.04	0.01	< 5	4
SDB1	糜棱岩化砂岩	0.0062	0.15	< 0.5	40	19	58	1.82	259	0.46	0.05	0.02	< 5	2.5
背景值	细碎屑岩	0.001	0.17	0.28	15.4	13.2	90.1	12.8	1.23	0.16			0.01	

背景值据新疆地质三队资料整理，其余本文资料，国土资源部国家实验测试中心分析，单位 10⁻⁶。

表 2 大山口和萨恨托亥韧性剪切带岩石化学成分表

Table 2 The chemical composition of rocks in Dashankou and Sahentuohai ductile shear zones																
样号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	SO ₃	T.C
围岩	细碎屑岩	59.79	0.91	14.67	20.77	3.93	3.27	0.115	3.84	2.02	2.78	0.265	0.07		0.06	
SB1	糜棱岩化砂岩	65.94	0.73	14.52	2.25	3.50	3.18	0.08	1.41	1.91	2.98	0.20	0.41	0.92	0.13	0.33
SB2- 1	初糜棱岩	51.38	0.64	12.66	1.66	3.95	3.88	0.15	8.01	2.38	2.60	0.17	0.11	11.40	0.08	3.14
SB3	糜棱岩	60.48	0.80	16.16	2.2	3.29	2.58	0.07	1.97	1.48	4.27	0.19	0.03	3.83	0.08	1.42
STC0- K1	含矿糜棱岩	60.95	0.73	15.49	1.82	4.08	2.67	0.05	2.25	0.96	3.14	0.19	0.06	3.13	0.59	0.93
围岩	细碎屑岩	55.19	0.57	15.53	2.45	4.00	3.93	0.32	4.12	5.08	1.14	0.31	0.03	1.53	0.78	0.58
IDB10	初糜棱岩	73.16	0.65	12.28	2.72	1.20	1.30	0.06	0.78	1.68	2.34	0.18	0.05	18.85	0.15	4.47
IDB11	含矿糜棱岩	41.78	0.19	3.50	1.67	24.63	4.84	1.01	0.69	0.11	1.09	0.06	0.09	7.81	1.31	2.18
IDB12	糜棱岩	57.39	0.47	13.81	2.12	2.05	2.71	0.10	5.33	4.31	1.99	0.14	0.12	0.12	0.11	0.03
IDB14	糜棱岩化砂岩	55.58	1.01	20.91	2.11	5.19	3.17	0.05	0.44	1.97	4.51	0.23	0.12	0.12	0.09	0.03

由国土资源部国家地质实验测试中心分析。S开头样品为萨恨托亥剪切带，I开头为大山口剪切带。围岩据新疆地质三队 1994 年资料。单位：%

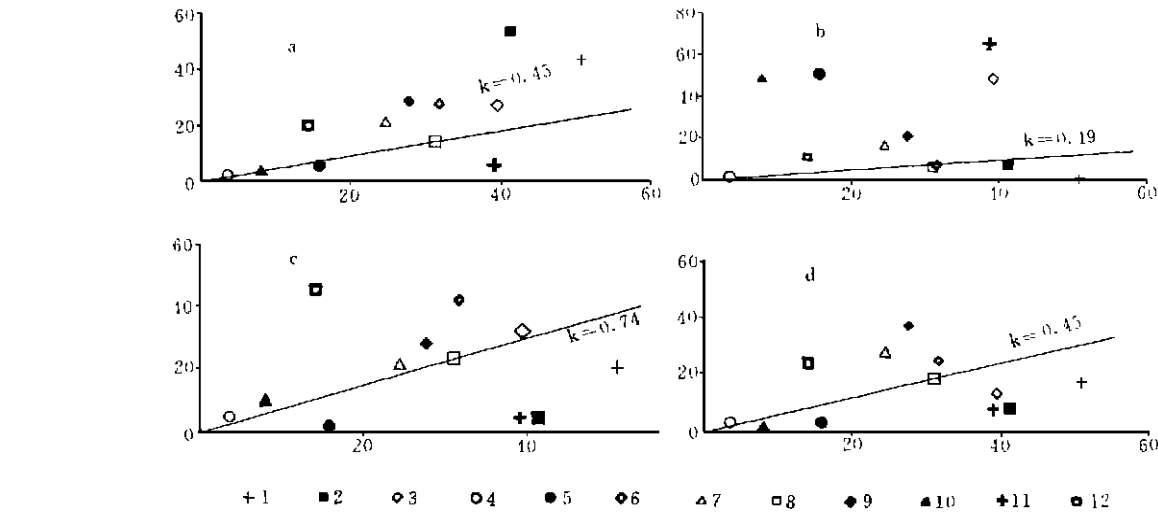


图 4 大山口韧性剪切带岩石组分迁移判别图解

Fig. 4 The diagram showing the composition migration in rocks of Dashankou ductile shear zone

a- 糜棱岩 (mylonite); b- 含矿糜棱岩 (ore-bearing mylonite); c, d- 糜棱岩化砂岩 (mylonitized sandstone); 1- Na₂O× 10; 2- CaO× 10; 3- MgO× 10; 4- TiO₂× 5; 5- MnO× 50; 6- Al₂O₃× 2; 7- Fe₂O₃× 10; 8- P₂O₅× 100; 9- SiO₂× 0.5; 10- FeO× 2; 11- SO₃× 50; 12- K₂O× 10

5 讨 论

萨恨托亥 - 大山口成矿带内金矿赋存于韧性剪切

带之中，金矿体与糜棱岩的关系密切，硅化糜棱岩往往就是金矿体。剪切带内金矿的形成与剪切带的变形机制、糜棱岩的特性以及伴随的退变质作用、热液作

用相关。

5.1 剪切带的变形机制与金的迁移富集

已有的研究表明^[9-11], 韧性剪切带的变形机制主要有破裂作用、晶内滑移、动态恢复、重结晶作用、压溶作用、塑性变形及碎裂流动等, 其中压溶作用、塑性变形和碎裂作用对金的活化、迁移、富集非常重要。压溶作用使部分矿物如石英、长石在高应力部位溶解,

形成富硅流体。这种流体能作为金的载体, 使矿源层中易活化的金发生迁移, 并在低应力部位沉淀, 富集成矿。塑性变形使糜棱岩发生揉皱, 为成矿溶液富集沉淀提供有利扩容空间。破裂作用在岩石和矿物中产生微裂隙, 并在剪切带演化后期破裂程度加强, 往往形成断裂。

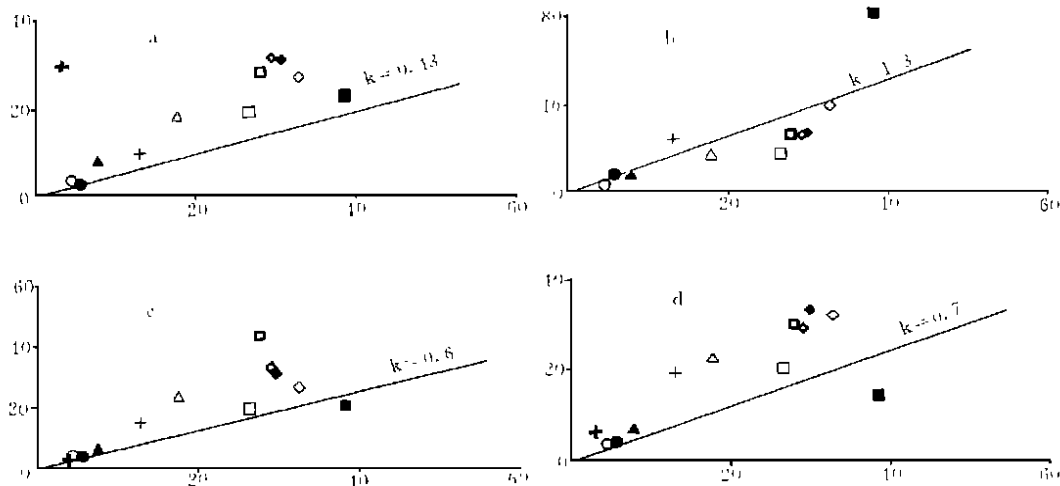


图 5 萨恨托亥韧性剪切带岩石组分迁移判别图解

Fig. 5 The diagram showing the composition migration in rocks of Sahentuohai ductile shear zone

(The symbols mean the same as those in Fig. 4)

a- 含矿糜棱岩 (ore-bearing mylonite); b- 粗糜棱岩 (coarse mylonite); c- 糜棱岩 (mylonite);

d- 糜棱岩化粉砂岩 (mylonitized siltstone); 图例同图 4

5.2 糜棱岩的特性与金的迁移富集

剪切带内糜棱岩的主要变形特征是细粒化。细粒化作用使岩石表面积增大, 从而增大了岩石的参透性。糜棱岩带是热液的良好通道和卸载空间。含金热液多为富含 Cl^- 、 F^- 、 HS^- 和 Au^{3+} 等成矿元素的多源混合热液, 当其聚集到糜棱岩带, 特别是塑性变形强、化学成分变化大的糜棱岩带时, 糜棱岩化过程中析出但未能进入矿物的一些元素, 如 Fe 、 Cu 、 Pb 等组分与 HS^- 、 Cl^- 等结合, 促进了金络合物分解, 致使金沉淀。糜棱岩具有“透入性”的面状构造, 糜棱岩带相对于围岩是流体较易通行的地带。在糜棱岩带内流体流经范围较大, 流速相对较慢, 有利于从原始含金建造中吸取金, 然后在扩容带 (糜棱岩带) 中沉淀成矿。

5.3 退变质作用与金的迁移富集

与其围岩所经受的变质作用相比较, 大山口和萨恨托亥韧性剪切带内的变质作用在空间上构成一个线性退变质带。这种剪切变形过程中的退变质作用对剪切带成矿有利。首先是流体的作用, 在韧性剪切变形变质过程中, 由于 H_2O 、 CO_2 等组成的流体的加入使得部分矿物发生蚀变, 形成含水矿物和碳酸盐矿物, 如绿泥石、白 (绢) 云母、绿帘石及方解石、铁白云石

等; 同时这种流体的加入可使岩石的变形方式及边界条件发生变化, 加速应变体系中物质成分的交换及迁移, 以及出现含 SiO_2 和 (或) 碳酸盐的流体, 经重结晶形成“石英脉”、“碳酸盐脉”或“石英+碳酸盐脉”的互层。由于含 SiO_2 和碳酸盐组分的流体是金的良好载体, 所以在“石英+碳酸盐”脉发育的地段常常是金矿化最发育的地方。这种现象在萨恨托亥金矿普遍可见。其次流体中钾交代作用, 表现为岩石出现较多的含钾矿物如白云母 (绢云母) 等, 其间有碱和 SiO_2 的带出并进入流体, 同时消耗流体中的 H^+ , 使溶液的酸性降低, 碱性增高。在大山口金矿和萨恨托亥金矿区, 由韧性剪切变形形成的石英脉、碳酸盐+石英脉脉体的边部和内部分布有含金的细粒黄铁矿, 这类脉体分布的密度与剪切强度呈正相关关系, 说明了韧性剪切过程中金元素伴随碱质流体活动发生了富集。大山口和萨恨托亥韧性剪切带内的岩石内 Au 、 Ag 、 Pb 、 As 、 Sb 、 Bi 等元素发生较强富集, 明显高于剪切带外的岩石, 韧性剪切带在金矿形成方面起到一种“聚矿”作用。

5.4 韧性剪切变形与含矿流体的形成

剪切变形过程中伴有变质作用及物质组分的再调

整, 其中产生大量的流体, 使岩石中部分成矿物质发生活化而进入流体中. 剪切带范围内岩石中的矿质集中于韧性变形形成的流体中, 成为成矿流体的一部分. 然而仅限于剪切带本身范围内岩石中的矿质, 即使全部活化成矿, 也不一定形成具有规模的矿床. 韧性剪切变形的另一重要作用在于其变形过程中产生大量的热及构造应力, 打破周围环境的平衡状态, 直接结果是加速周围岩层中溶液 (地下水等) 的流动. 这些溶液在流动中与其经过的岩石发生反应, 从中萃取部分成矿物质, 从而形成一种重要的含矿流体. 由于剪切带的高渗透性, 这些流体最终进入剪切带, 与其他流体一起成矿. 同时剪切带的深切作用可达地壳深部, 使之成为连结浅部与深部的通道, 无疑深部物质会沿剪切带上移, 其中的成矿物质也一并进入剪切带内, 与浅部的流体一起构成一个多源的、复杂的含矿流体体系, 在一定的条件下于剪切带内淀积成矿.

南天山中段大山口和萨恨托亥两韧性剪切带内的金矿在时间上、空间上、成因上与韧性剪切带的构造演化和物质成分迁移变化存在密切关系. 韧性剪切变形变质作用直接控制其内的金矿成矿. 韧性剪切带应是找金的重要标志.

6 参考文献

- 1 叶锦华, 叶庆同, 等. 中国西南天山地区穆龙套型金矿成矿地质条件及找矿远景 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 41~ 42.
- 2 叶庆同. 我国南天山造山带矿床成矿系列和成矿规律 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (增刊): 37~ 40.
- 3 高岚. 浊积岩金矿床及找矿远景 [A]. 见: 陈毓川, 编. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法 [C]. 北京: 地震出版社, 1999, 192~ 198.
- 4 刘德权, 唐延龄, 等. 天山古生代造山带的演化与成矿 [A]. 见: 陈毓川, 编. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法 [C]. 北京: 地震出版社, 1999, 549~ 560.
- 5 樊文玲, 王声远, 等. 金在碱性富硅热液中溶解和迁移的实验研究 [J]. 矿物学报, 1995, 15 (2): 176~ 184.
- 6 樊文玲, 等. 金 - 硅配合作用的实验研究及其地球化学意义 [J]. 矿物岩石地球化学通报, 1994 (1): 18~ 20.
- 7 王声远. Au 在 SiO_2 - HCl - H_2O 体系中 200°C 溶解度测定——硅化对金矿化的意义初探 [J]. 矿物学报, 1994, 14 (1): 46~ 55.
- 8 刘景波, 游振东. 韧性剪切带糜棱岩类质量平衡分析 [J]. 地球化学, 1993, 18 (6): 757~ 765.
- 9 何绍勋, 段嘉瑞, 等. 韧性剪切带与成矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- 10 李德威. 含金剪切带的类型划分及成矿机理 [J]. 矿床地质, 1993, 12 (2): 148~ 155.
- 11 李德威. 剪切带型金矿床的动力成矿机理 [J]. 黄金, 1993, 14 (10): 54~ 59.

DUCTILE SHEAR ZONE AND GOLD METALLIZATION IN THE SAHENTUOHAI-DASHANKOU METALLOGENIC BELT, SOUTHERN TIANSHAN, CHINA

MEN G Xiang-jin¹, YE Jin-hua¹, WANG Li-ben²

(1. *Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, China;*

2. *Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China*)

Abstract The Dashankou and Sahentuohai ductile shear zones, in which gold deposits occur, present the characteristic of ductile and brittle deformation. The ductile shear zones are strongly schistosed belts with several kinds of foliation well developed. The grain size of rocks and minerals reduces, and the fabrics change in the ductile shear zones. There are many kinds of mesoscopic structures in the shear zones such as rotated boudinage, kink band, asymmetric fold, fractures, tectonic lens and shear-crack, which provide space for auriferous fluid precipitation. The geometric characters of the structure in the shear zone decide the shape and orientation of orebodies within it. Auriferous mylonite with disseminated ore is formed at high temperatures in the stage of plastic deformation. Gold-bearing quartz network is formed during the transformation from ductile to brittle deformation. In the brittle deformation stage, gold orebodies are mainly in quartz veins. The homogenization temperatures of quartz fluid inclusions in all kinds of ores in the shear zones show that the temperatures at which auriferous mylonite and quartz vein formed are continuous and that the gold metallogenesis is a continuum from the stage of mylonite to that of quartz vein. The mineralization is infiltration-metasomatism in the earlier stage and infilling in latter. There are obvious changes in compositions of the rocks from the wallrock to the strongly deformed rock in the shear zones. The contents of FeO, MgO, SiO₂, Fe₂O₃, SO₃, Au, As, Cu, Sb, Bi and Ag increase but that of CaO decreases from the margin to the core of the shear zones. The components that increase strongly in auriferous mylonite are MgO, SO₃, SiO₂, FeO and Fe₂O₃. The changes of compositions in the rocks within the shear zones indicate that the shear deformation results in a deal of moving fluid. The mineral assemblage becomes simple in strong deformation belt as quartz-sericite-ferrodolomite (calcite). The main mineral alteration in the rocks are silicification, sericitization and ferrodolomitization (calcitization). The occurrence of quartz-pyrite-bearing mylonite is due to the moving in of FeO, SiO₂, Fe₂O₃ and SO₃ to strong deformation belt. The silicon-rich solution containing amount of metallogenic elements such as Cu, As, Au, Sb, Bi and Ag becomes mineralization fluid. The SiO₂ precipitation is accompanied by the separating out of gold from the fluid during the shear zone developing. The shear-crack, fracture and other brittle structures become ore-controlling structure. Mylonite and shear deformation in splitting, pressolution and plastic deforming play an important role in the activation, movement and enrichment of gold. The ductile shear deformation and demetamorphism is an important mechanism for the formation of auriferous fluid. The gold deposits in Dashankou-Sahentuohai metallogenic province have a close relation to the ductile-brittle shear zones spatially, temporally and genetically.

Key words gold deposit; metallogenesis; ductile shear zone; Southern Tianshan

作者简介: 孟祥金 (1966-), 男, 工程师. 1988年6月毕业于中国地质大学 (武汉), 1999年7月毕业于中国地质科学院研究生部, 从事矿床研究. 通讯地址: 湖北省宜昌市港窑路 37号 中国地质调查局宜昌中心; 邮政编码 443003