

新疆萨尔布拉克金矿床控矿断裂 特征与控矿规律研究

张 科

(福建省地质调查研究院 福州矿产所, 福州 350011)

摘 要: 萨尔布拉克金矿断裂带主断面连通性不强, 多为尖灭侧现, 以脆性破碎为主, 兼具韧性走滑性质; 高渗透性和高扩容性的断层破碎带是导矿、配矿、容矿的控矿构造; 矿体沿主断裂带在走向、倾向和垂向上均具有似等距性分布规律。矿区内的矿体产状直接受断裂的控制, 总体上与主断面的产状一致, 断裂内的特定部位有利于矿质富集; 与矿化关系密切的毒砂-黄铁矿化、硅化、碳酸盐化是直接的找矿标志, 所形成的蚀变岩多为近矿围岩或本身就是矿体。

关键词: 断裂构造; 控矿规律; 萨尔布拉克金矿; 新疆

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)01-0035-08

0 引言

对金矿的控矿构造研究有助于揭示金矿床形成的机理和工业矿体的定位规律研究, 进而为成矿预测提供依据。断裂构造是萨尔布拉克金矿最重要的控矿因素, 直接控制着矿床的形成及其空间分布, 本文对萨尔布拉克金矿断裂构造的控矿规律进行研究, 以便为指导矿区的下一步找矿工作提供依据。

1 矿区地质

萨尔布拉克金矿区位于额尔齐斯深大断裂以南的准格尔—哈萨克斯坦板块东北缘活动带一侧。矿区内主要的赋矿地层为下石炭统南明水组, 主要岩性为凝灰质砂岩、砾岩、凝灰质粉砂岩和含生物碎屑结晶灰岩等。矿区内仅见为数不多的球粒流纹斑岩脉平行于 NE 向和近 EW 向两组断裂出露, 明显受断裂控制, 为成矿期岩脉。区内褶皱、断裂发育, 断裂为金的活化、迁移和富集提供了良好的构造条件。断裂按走向可分为 NW 向、NNE 向和近 EW 向 3 组, 其中 NW 向为主控矿断裂, 近 EW 向断裂错扭

了矿化带及地层, 为成矿后断裂。矿区全长 18 km, 宽几十米到 300 m, 总体走向 $310^{\circ} \sim 325^{\circ}$, 矿体的形态、规模及产状都严格受断裂构造控制。金矿化沿萨尔布拉克金矿化带总体呈 NW 向排列, 具有呈群体聚集、分段矿化的态势。根据金矿化产出的这一特点, 可将萨尔布拉克蚀变矿化断裂带内的金矿化从北西向南东分为西、中、东 3 矿段。其中中矿段(矿区中部 79~300 勘探线之间, 长 5 640 m)为主要赋矿地段, 矿化较好, 规模较大, 东西两矿段则较差(西矿段位于 213~617 勘探线之间, 长 6 060 m, 东矿段位于 350~544 线, 为主矿带东延部分)。矿石类型分为由热液作用形成的原生矿石和表生作用形成的氧化矿石, 金矿石中主要金属矿物为毒砂、黄铁矿、自然金, 非金属矿物主要有石英、钠长石、方解石等, 表生矿物主要有褐铁矿(胶状水针铁矿、针铁矿)等, 其中主要载金矿物为毒砂和黄铁矿, 均具多成因多阶段形成的特点。

2 断裂构造基本特征

萨尔布拉克金矿化蚀变带产于萨尔布拉克—阿克塔斯次级挤压断裂破碎带中, 该挤压断裂破碎带呈 NW 向, 经矿区向两端分别延伸, 断续长达 20 余

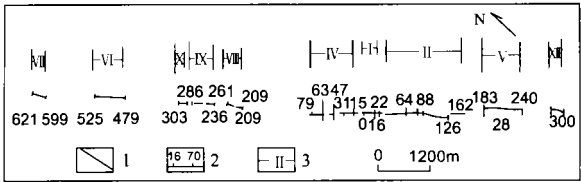


图 1 萨尔布拉克矿区含金矿段示意图
(据陈尚迪等人, 1996)

Fig. 1 Sketch of gold ore domains in Sarblark gold deposit
1. 金矿体 2. 基线勘探线编号 3. 矿体群号

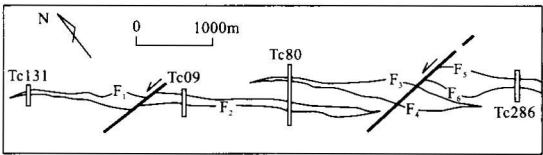


图 2 研究区 F₁—F₆ 主断裂分布示意

Fig. 2 Sketch showing the main fracture F₁—F₆ distribution

km, 金矿化蚀变带总体分东、中、西 3 段, 但主断面连通性不强, 多表现为尖灭再现或尖灭侧现, 呈“藕断丝连”状。目前具有工业意义的矿化主要集中于中段范围内(131~ 320 线之间, 图 1) 出露的 NW 向 F₁, F₂, F₃, F₄, F₅, F₆ 等 6 条尖灭侧现的主断裂中(图 2), 现分述如下。

F₁, F₂ 主断裂在中段范围内出露最长, 规模最大, 平行排列, 起于 Tc 131 以西, 终止于 Tc 160 线附近, 长约 4.5 km, 延伸连续稳定, 控制着 I, II, IV 号等 26 个矿体, 其总体走向在 Tc 131 线以西为 310°, Tc 131 线以东为 320~ 330°, 倾向 NW 为主, 倾角 60°~ 82°。

F₃, F₄ 主断裂侧列于 F₁, F₂ 主断裂北东侧, 产于 Tc 60~ 270 线之间。出露长约 3.2 km, 控制 II, V 号等 9 个矿体, 延伸连续稳定, 其走向总体为 320°~ 330°, 倾向 NE, 倾角 60°~ 80°。西段(Tc 60~ 116 线) F₃, F₄ 两主断裂之间距离十分接近, 由主断裂控制形成的矿体规模一般较小, 矿化弱; 中段(Tc 134~ 204 线) 由主断裂中间夹持的岩块呈撕裂状, 具张性特征, 出露宽度达 160 m, 矿化蚀变弱, 很难形成工业矿体; 东段(Tc 204~ 232 线) 在 Tc 208 线附近, 主断裂开始相互收敛, 矿体规模增大, 富集程度明显增强, 成为矿区的主要控矿断裂构造之一。

F₅, F₆ 侧列于 F₃, F₄ 主断裂北东侧, 西起于 Tc 212 线, 止于 Tc 306 线以东。出露长约 1.6 km, 控制 V, XII 号等 7 个矿体, 延伸连续稳定, 其走向为

310°~ 330°, 总体倾向 NE, 倾角 70°~ 80°。F₅, F₆ 主断面中间夹持的岩块, 北西段(Tc 206~ 260 线) 呈撕裂的喇叭状, 断裂破碎带出露较宽, 达 180 m, 矿化较弱、矿体规模小; 但延至 260 线附近, 主断面收敛变窄处(20 m) 断裂强度明显增强, 矿体规模增大, 成为矿区的主要控矿断裂构造之一。

除上述主断裂外, 分别夹持在主断裂破碎带中的次级断裂构造, 均产于 F₂, F₄, F₆ 主断裂的下盘或 F₁, F₃, F₅ 主断裂的上盘, 其走向均与主断裂总体走向相近, 即 310° 左右, 总体倾向 NE, 倾角 70°, 延长不等, 呈锯齿状, 长者可达 2 000 余 m, 短者 100 余 m。次级断裂在其组合上均由一对共轭剪切断层追踪张裂形成菱形结环, 在右行走滑剪切构造挤压下, 形成构造拉张的菱形块体组合(图 3)。表明其具走滑- 剪切性质。因此, 次级断裂无论在延长还是在断裂破碎带宽度上均小于主断裂。其产状时而 NE 倾, 时而 S 倾。另外, 沿次级断裂有时可见到透镜状石英脉发育。多数情况下, 在断裂面两侧有较密集的节理带发育, 在围岩凝灰质砂岩中也可见黄铁矿- 毒砂矿细脉充填, 并沿次级断裂构造破碎带发育金矿化和围岩蚀变, 形成菱形网格结环控矿构造。

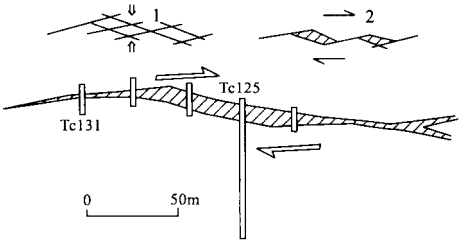


图 3 次级断裂沿早期形成的共轭剪切断层, 经后期走滑- 拉伸形成的菱形结环构造

Fig. 3 Rhombus structure formed by sub-fracture movement along early conjugate faults through late strike-slip and extension
1. 先挤压形成一对共轭剪切断层
2. 经后期走滑- 拉伸形成具张性的菱形结环构造

3 断裂构造控矿规律

由上可知, 萨尔布拉克断裂带中段矿区的 F₁—F₆ 主断裂以及次级断裂共同构成了本区的控矿断裂系统。主断裂、次级断裂在研究区内构成了 3 个尖灭侧现、具右行斜列的菱形构造结环, 其中第一个菱形构造结环(由 F₁, F₂ 组合所围限的菱形结环) 已

探明的矿体有 26 个。第二个菱形构造结环(由 F_3 , F_4 组合所围限的菱形结环)已探明的矿体有 9 个。第三个菱形构造结环(由 F_5 , F_6 组合所围限的菱形结环)已探明的矿体有大小矿体 7 个。表明这些矿体的形成均与本区的控矿断裂系统关系十分密切,矿体的空间分布、矿化的局部富集以及围岩蚀变、矿化分带和成矿演化等均受主断裂制约和影响。

3.1 断裂构造对成矿元素分布的控制

成矿元素的分布与断裂构造密切相关。对中段矿区 72 线地质地球化学剖面(图 4)的研究表明,从断裂带的上盘到下盘,地化元素的含量变化随元素种类的不同而表现出一定的差异性。

主成矿元素 Au 与微量元素 Hg, Sb, W, Bi, Pb, Ag, Mo, Sn 的含量在紧靠主断面下盘的破碎程度较高的氧化矿中含量最高,在原生矿石中稍次之,而在主断面两侧的围岩(晶屑岩屑凝灰岩)中其含量均较低,特别是在远离主构造带的下盘凝灰岩中。

微量元素 Co, Mn, B, Cu, Ni, Zn 的含量在主断裂带中的含量偏低,特别是在紧靠主断面下盘的破碎程度较高的氧化矿中含量迅速下降,在主断面两侧的围岩(晶屑岩屑凝灰岩)中含量反而偏高。造成 Co, Ni, Mn 含量降低的原因可能是氧化矿带的破碎程度较高,大气降水的淋滤作用进行得较为彻底的缘故,而 Cu, Zn 在断裂带中含量较低则充分说明其在成矿过程中未发生活富集。

微量元素 Ti, V, As, Cr 在断裂带中的含量没有明显的变化。其中 Ti, V, Cr 同为亲石元素,化学性质相对较为稳定,故其在断裂带中含量未有明显变化;而 As 由于含量较高,故在图中变化幅度难以体现。

由上可知,元素含量高的地段均为构造变形强烈、岩石破碎强度大并且交代蚀变强烈的部位,其峰值与矿化富集中心一致,这种元素含量的差异反映出成矿元素及相关的微量元素是由成矿流体带入的,同时也表明断裂构造是成矿流体运移的通道和汇聚的场所,且构造变形强度与矿化强度有密切的关系,这是由断裂破碎带的高渗透性和扩容性所决定的。

3.2 断裂构造对矿体空间分布的控制

(1) 由 F_1 , F_2 主断裂组合所围限的第一个菱形结环构造对矿体空间分布的控制。中矿段由 F_1 , F_2 主断裂所围限的第一个菱形构造结环(131~160 线),全长出露约 4 500 m。该菱形结环构造目前已发现 I, II, IV₃ 矿体群共 26 个矿体。其中 I₁, II₁, II₂, IV₈ 号矿体规模最大,为矿区的主要矿体。它们

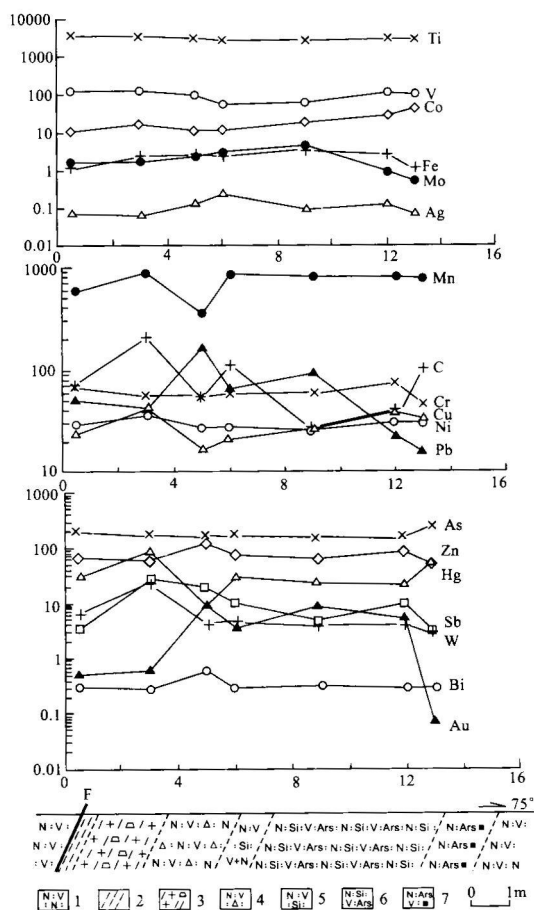


图 4 萨尔布拉克金矿 72 线地质地球化学剖面图

Fig. 4 Geological and geochemical profile at 72 line, Sarbulak gold deposit

1. 安山质岩屑凝灰岩
2. 主断面(构造片岩)
3. 强氧化粘土化片理岩
4. 碎裂状凝灰岩
5. 弱氧化硅化凝灰岩
6. 硅化毒砂化凝灰岩
7. 黄铁矿化毒砂化凝灰岩

的空间分布均受主断裂的控制,除 I₁ 号矿体地表向 SW 陡倾外,其他矿体均向 NE 倾斜,并产于 F_1 主断裂面的上盘或 F_2 主断裂面的下盘,其中 I₁, II₂, II₃₋₂, II₄₋₃ 号矿体是紧靠 F_1 主断裂面下盘产出,其他矿体中有 70% 与主断面的距离不超过 30 m,余下的矿体一般不超过 60 m(表 1)。

(2) 由 F_3 , F_4 主断裂组合所围限的菱形结环构造对矿体空间分布的控制。中矿段由 F_3 , F_4 主断裂所围限的第二个菱形构造结环(60~270 线)全长出露约 3 200 m,其中已发现有 II, V₂ 个矿体群共 9 个矿体。其中 V 号矿体(经地表揭露 V₁₋₁, V₁₋₂, V₁₋₃, V₁₋₄ 已连成一体)规模较大,为矿区的主要矿体。它们的空间分布均受主断裂控制,矿体都向 SW 倾,并产于 F_3 主断裂面的上盘或 F_4 主断裂面

的下盘,大多数矿体是紧靠 F₃ 主断裂面下盘产出,距 F₃ 主断裂面不超过 20m,距 F₄ 主断裂面不超过 35 m(表 2)。

(3)由 F₅,F₆ 主断裂组合所围限的菱形结环构造对矿体空间分布的控制。中矿段由 F₅,F₆ 主断裂所围限的第三个菱形构造结环(240~ 306 线)全长出露约 1 600 m,其中已发现 VI₁₋₁,VI₁₋₂,VI₂,VII₁,VII₂,XIII₁₋₁,XIII₂₋₁ 等 7 个矿体,以 VII₁,XIII₁₋₁ 号矿体规模较大,为矿区的主要矿体。它们的空间分

布均受主断裂的控制,矿体均向 NE 倾斜,产于 F₅ 主断裂面的下盘或 F₆ 主断裂面的上盘。经统计大多数矿体紧靠 F₅ 主断裂面上盘产出,距 F₅ 主断裂面不超 27m,距 F₆ 主断裂面不超 67m(表 3)。

此外,在上述 3 个菱形结环构造内,沿次级断裂及密集节理带均发育有矿化,但矿化较弱,仅在局部地段形成小规模矿体,而在其他次级断裂中虽均有矿化蚀变,但矿化强度低,很难构成工业矿体。

表 1 由 F₁,F₂ 主断裂组合所围限的菱形结环对矿体空间分布的控制

Table 1 Space control of ore body distribution by rhombuses that are limited by the main fault F₁, F₂

矿体	F ₁	F ₂	出露规模		产出位置		矿体位置 (勘探线)	矿体平面 形态	矿体剖面 形态	控制矿体产出的 次级断裂产状
	(距离/ m)	(距离/ m)	长(m)	宽(m)	F ₁	F ₂				
IV ₉₋₂	2	22	60	1.7	上盘	下盘	111~ 109	平行脉状	菱形块状	235° ∠70°, 53° ∠58°
IV ₉₋₁	6	31	162	3	上盘	下盘	131~ 125	平行脉状	Y 形	
IV ₂	41	6	122	3.6	上盘	下盘	75~ 69	S 形	X 形	270° ∠62°, 37° ∠42°
IV ₁₋₁	20	44	220	2.5	上盘	下盘	79~ 65	S 形	网格状	
IV ₁₋₂	10	60	240	2.7	上盘	下盘	75~ 63	左分支	网格状	225° ∠45°, 15° ∠40°
IV ₃₋₁	70	0	62	3	上盘	下盘	67~ 65	左分支	网格状	220° ∠51°, 215° ∠55°
IV ₃₋₂	60	16	58	2	上盘	下盘	69~ 67	平行脉状	倒八形	234° ∠30°, 45° ∠62°
IV ₄₋₁	38	22	56	1.8	上盘	下盘	59~ 57	S 形		
IV ₄₋₂	50	20	58	1.1	上盘	下盘	53~ 51	平行脉状		
IV ₆	40	44	86	2.4	上盘	下盘	53~ 49	平行脉状		
IV ₇	18	58	124	2.7	上盘	下盘	53~ 45	平行网脉		
IV ₅	60	6	270	3.62	上盘	下盘	51~ 35	S 形	八字形	230° ∠77°, 225° ∠60°
IV ₈	2	10	180	5.44	上盘	下盘	33~ 21	S 形	结核状	213° ∠54°
I ₄₋₁	2	18	240	3.76	上盘	下盘	21~ 13	平行细脉	网格状	245° ∠36°, 68° ∠70°
I ₄₋₂	12	40	118	1.8	上盘	下盘	13~ 07	平行细脉	弧形	222° ∠51°, 200° ∠73°
I ₃	14	20	116	3.5	上盘	下盘	05~ 01	反 S 形	共轭菱形	43° ∠76°, 200° ∠69°
I ₁	14	0	320	6.8	上盘	下盘	02~ 24	分支+ S 形	共轭菱形	245° ∠66°, 45° ∠88°
II ₁	24	2	120	7.9	上盘	下盘	34~ 56	S 形	多字形	220° ∠85°, 40° ∠60°
II ₂	16	4	180	2.28	上盘	下盘	56~ 76	S 形	香肠状	200° ∠62°, 30° ∠71°
II ₃₋₁	6	8	120	3.1	上盘	下盘	90~ 98	S 形	X 形	230° ∠64°, 34° ∠67°
II ₃₋₂	24	14	180	3.3	上盘	下盘	108~ 122	左侧分支	X 形	40° ∠55°, 220° ∠75°
II ₄₋₁	50	16	150	3.53	上盘	下盘	130~ 138	右侧分支		232° ∠71°, 43° ∠68°
II ₄₋₂	44	26	120	2.1	上盘	下盘	10~ 138	右侧分支		230° ∠50°, 45° ∠60°
II ₄₋₃	69	4	160	2.1	上盘	下盘	154~ 140	右侧分支		42° ∠61°, 227° ∠62°
II ₄₋₄	40	12	156	2.5	上盘	下盘	144~ 154	分支脉体	香肠状	226° ∠45°, 42° ∠71°
II ₄₋₅	2	60	57	4	上盘	下盘	134~ 138	S 形脉体		

上述表明,矿体的空间分布展现出如下趋势:赋存高品位矿化的矿体群大致按 90~ 450 m 的间距依次产出;而矿体群内矿体的间距沿走向(或纵向)具有似等距性分布规律,按 30 m 的整数倍(即 30 m,或 60 m,或 90 m ……)不等距分布;矿体沿走向上呈

雁列式展布,雁列间距离(横向)按 5 m 的整数倍(即 5 m,或 10 m,或 15 m ……)不等距分布。矿体垂向上(垂深)根据菱形共轭控矿断层面产状 60° 上计算为 10 m 的整数倍(即 20 m,或 30 m,或 40 m ……)不等距向深部延伸。以“镜像对称”或“多”层式分布

为特征。因此, 矿体的空间分布总体上具有似等距分布的特点, 这主要与控矿断裂系统由于受早期 NE-SW 向近水平挤压形成一对共轭剪切断裂有关, 其形成的菱形块的边长一般为 15 m 或 30 m 不等, 加之晚期沿一组共轭剪切断裂进行右行走滑- 拉伸, 使早期共轭剪切断裂面经构造复合而转换成拉伸的“S”形张裂面, 并使这些有利成矿的“S”形张裂部位出现似等距的特点, 从而控制着矿体的似等距分布规律, 而矿体间距与早期共轭剪切断裂形成的菱形块大小、晚期右行走滑- 拉伸的距离有关。因此, 经统计研究, 右行走滑- 拉伸的距离大约为 30 m, 因而控制矿体的规模大小其长度也是 30 m 或 60

m 的整数倍。

3.3 断裂构造对矿化富集的控制

由于构造的叠加改造作用, 矿区内断裂构造岩发育, 并派生有次级断裂及密集节理带。因此各种高孔隙的断裂破碎带成为区内的高渗透带和扩容带, 也是成矿流体运移、汇聚和矿质沉淀的主要通道和场所。这也是区内乃至整个萨尔布拉克金矿带中矿体均赋存于断裂破碎带的根本原因。但矿体在断裂破碎带中并非均匀连续分布, 而是断续产于特定的部位。这些部位与断裂构造的破碎强度、主断面的产状、形状变化以及密集节理带等相关, 并控制了矿化的富集和工业矿体的定位。

表 2 由 F₃、F₄ 主断裂组合所围限的菱形结环对矿体空间分布的控制

Table 2 Space control of ore body distribution by rhombuses that are limited by the main fault F₃, F₄

矿体	F ₃ (距离/m)	F ₂ (距离/m)	出露规模		产出位置		矿体位置 (勘探线)	矿体平面 形态	矿体剖面 形态	控制矿体产出的 次级断裂产状
			长	宽	F ₃	F ₄				
II O ₅	0~ 2	0	120	4.18	上盘	下盘	82~ 68	S 形	X 菱形	220° ∠60°, 10° ∠45°
II ₆	0	2~ 6	150	3.53	上盘	下盘	74~ 78	平行细脉	X 菱结环	220° ∠62°, 40° ∠62°
II ₇	0	2~ 4	210	1.8	上盘	下盘	104~ 114	S 形		
V ₁₋₁	20	100	360	4.0	上盘	下盘	188~ 212	S 形		218° ∠45°, 41° ∠67°
V ₁₋₃	4	85	360	4.0	上盘	下盘	188~ 212	S 形		32° ∠60°, 234° ∠65°
V ₁₋₂	2	44	420	3.8	上盘	下盘	208~ 234	分支		230° ∠49°
V ₁₋₄	4	10	420	3.8	上盘	下盘	208~ 234	分支		
V ₂₋₁	56	10	240	4.2	上盘	下盘	208~ 224	分支		238° ∠70°, 51° ∠67°
V ₂₋₁	76	50	58	6	上盘	下盘	196~ 198	S 形		

表 3 由 F₅、F₆ 主断裂组合所围限的菱形结环对矿体空间分布控制的统计表

Table 3 Space control of ore body distribution by rhombuses that are limited by the main fault F₅, F₆

矿体	F ₃ (距离/m)	F ₂ (距离/m)	出露规模		产出位置		矿体位置 (勘探线)	矿体平面 形态	矿体剖面 形态	控制矿体产出的 次级断裂产状
			长	宽	F ₅	F ₆				
V ₂₋₁	0~ 2	160	210	2.2	上盘	下盘	234~ 246	分支	网格状	61° ∠45°, 235° ∠5°
V ₂₋₁	2	140	60	1.2	上盘	下盘	244~ 250	分支		
XII ₁₋₁	16	80	60	3.4	上盘	下盘	252~ 254	S 形		232° ∠57°, 236° ∠64°
XII ₁₋₂	90	10	120	2.1	上盘	下盘	252~ 258	分支		244° ∠62°, 47° ∠67°
XII ₁₋₃	44	24	360	4	上盘	下盘	260~ 284	S 形	平行脉状	267° ∠59°, 260° ∠65°
XII ₂₋₁	2	40	152	3.8	上盘	下盘	286~ 302	S 形	平行脉状	250° ∠52°
XII ₂₋₂	32	16	87	2.1	上盘	下盘	286~ 290	平行		

(1) 断裂带破碎强度与矿化局部富集的关系。中矿段的主体矿化属破碎带蚀变岩型, 蚀类的类型和强弱是矿化的重要标志, 二者关系一般表现为蚀变类型多、强度大, 矿化好, 反之则弱。而蚀变作用

的发育程度又与岩石的孔隙度有关, 表现为孔隙度愈高蚀变愈发育。实验证明孔隙度的大小很大程度上取决于岩石的破碎强度。

本区的碎裂岩类由于受到后期糜棱岩类的叠加

改造而形成复构造岩。沿主断面分布的早期碎裂岩膨大尖缩现象明显,宽度一般为 2~ 20 m;后期形成的糜棱岩类叠加在碎裂岩之上产生右行走滑,构成糜棱岩带,总体上可划分为超糜棱岩化碎粉岩、糜棱岩化碎粒(斑)岩、初糜棱岩化碎裂岩等。其孔隙度是逐渐降低的,中心部位的孔隙度最大,蚀变也最为发育,从而形成毒砂黄铁矿化、绢云母化,矿化最强。在发育毒砂黄铁矿化、绢云母化的地段除见到半固结的灰色断层泥以及松软断层泥外,均可见到灰黑色固结的断层泥(如 Tc69 线),反映出断裂带破碎强度大是由于先脆性剪切破裂,后右行走滑拉伸等多次继承性活动造成的。此外,在 Tc56~ 76 线,断裂构造岩类型发育齐全,矿体宽度亦大(图 5)。由此不难看出,断裂带破碎强度与矿化强度具明显的正相关关系。即破碎强度大有利于矿化的局部富集。

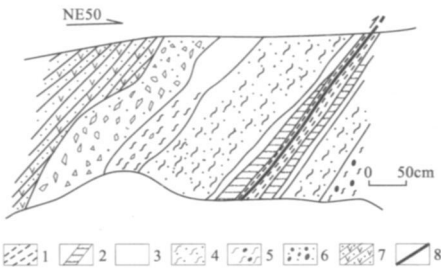


图 5 Tc69 断裂构造分带示意图

Fig. 5 Sketch showing zoning of fracture at line Tc69

1. 松软断层泥 2. 半固结断层泥 3. 固结的断层泥
4. 超糜棱岩化碎粉岩 5. 糜棱岩化碎斑岩 6. 初糜棱岩化碎裂岩
7. 凝灰质砂岩 8. 主断面

(2) 断裂带的产状变化与矿化富集的关系。断裂带不仅控制着矿体的空间分布,断裂带的产状变化还制约着矿化的富集和矿体的形态产状,尤其在其垂向延伸上,主断裂的产状变化与矿化的富集、矿体的形态产状变化更为明显。如“共轭断裂”产状由缓变陡部位,往往有利于矿化的富集(图 6),断裂面产状呈对冲式(图 7)或“八”字型也有利于矿化的富集。同时矿体的产状亦直接受断裂构造的控制,矿体的走向、倾向及倾角除局部地段与主断面有小的交角或差异外,总体上与主断面的产状是一致的。

区内矿体产出的构造部位是成矿前和成矿期构造变形最强的部位,继承性活动越强烈,越有利于矿化的局部富集。其中成矿早期的共轭剪切脆性变形强度对矿化富集的影响最大,为后期的成矿期主断裂右行走滑-拉伸形成的矿化富集地段、规模、似等

距性奠定了基础。

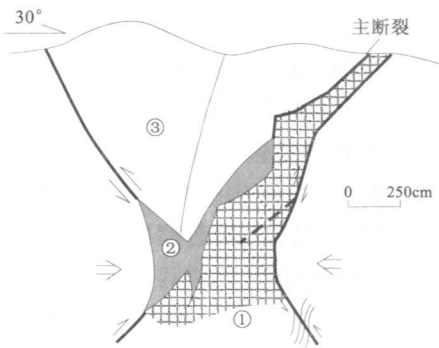


图 6 Tc83 线主断面产状由缓变陡部位有利于成矿

Fig. 6 Favorable ore position where the dip of the fractural plane changes from gentle to deep at line Tc83

1. 矿体 2. 矿化体 3. 凝灰质砂岩

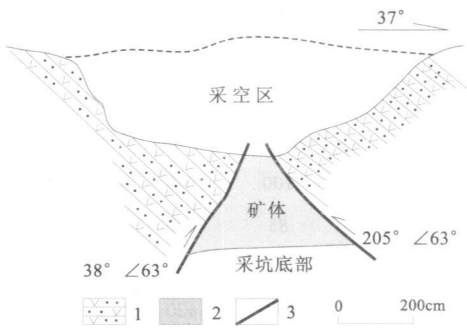


图 7 Tc20 线主矿体两侧控矿断裂呈对冲式

Fig. 7 Ramps in the either side of the main ore body at line Tc20

1. 凝灰质砂岩 2. 矿体 3. 断裂

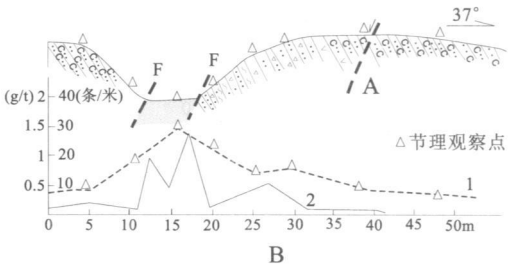


图 8 Tc95 线节理密度与矿石品位关系图

Fig. 8 Relation of joint density and ore grade at line Tc95

- A. Tc95 线信手地质剖面图 B. 节理密度与矿石品位关系图
1. 节理密度曲线 2. 矿石品位曲线

(3) 密集片理带与矿化富集的关系。密集片理带的发育有两种情况,一种是与主断裂伴生,另一种是与主断裂斜交的近EW向的密集片理带。前者沿断裂构造带发育,距主断面有一定的距离,当构造岩不发育时,距主断裂较近,仅有1~2 m,该组片理带延伸稳定,规模也较大,宽可达4~5 m,对矿化富集有重要的影响,沿片理常有石英脉、毒砂、黄铁矿充填形成细脉或网脉状矿化。据统计,片理密度与矿化富集程度有关,二者呈正相关关系(图8),当片理密度达到17条/m左右时即可构成矿体。而后者则斜交主断裂及层理走向,为密集破碎理性质,局部可置换层理,走向近EW向,宽4~12 cm,延伸不稳定,断续出现,沿片理走向很少见有矿化蚀变,但总的来讲,由于节理的密度较低,密集节理带一般很难单独构成工业矿体。

3.4 断裂构造对围岩蚀变的控制

萨尔布拉克金矿床的围岩蚀变极为发育,蚀变的类型主要有毒砂化、黄铁矿化、硅化、钠长石化、电气石化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化及绿帘石化。研究表明,围岩蚀变与断裂构造关系密切。首先蚀变带总体上沿断裂构造尤其是主断裂呈带状展布,其发育范围严格受断裂破碎带的控制,局部的膨大狭缩亦受破碎带宽度变化的制约,二者具有正相关关系。其次蚀变类型与构造岩有一定的对应关系:黄铁矿化、硅化主要发育在超糜棱岩化碎粉岩带和糜棱岩化碎斑岩带;毒砂-黄铁矿化则主要在糜棱岩化碎斑岩及初糜棱岩化碎斑岩带发育;碳酸盐化在各种构造岩中均可见及,早期的细-微粒状方解石、含铁白云石呈星散状均匀分布在赋矿构造岩中,晚期碳酸盐化多呈石英-碳酸盐脉的形式出现,通常为白云石-石英细脉、方解石-石英细脉、铁白云石-石英细脉等;绿泥石化、绿帘石化沿成矿晚期的各种裂隙发育,多与碳酸盐化、绢云母化相伴生,绿泥石常与石英形成细脉产于矿体中部,并常穿插石英-钠长石细脉,在绿泥石中常有绿帘石相伴;绢云母化较均匀地分布在近矿围岩中,并与早期硅化、碳酸盐化、绿泥石化伴生;电气石化产于矿体中部或(安山质)晶屑岩屑凝灰岩中,多呈针状,集合体成脉状、网脉状,颜色为蓝绿色和绿黄色,常与硅化相伴。钠长石化蚀变作用不太广泛,其蚀变产物钠长石主要产于矿体中部硅化形成的石英脉中。在上述各种蚀变中以毒砂、黄铁矿化(红化)的分布范围最广,是成矿流体早期活动的重要标志,一般呈面型分布,在蚀变较弱的地段可见到成矿流体沿节理裂隙充填而

发生线型红化,线型蚀变带宽3~4 cm,蚀变岩与原岩为渐变过渡关系。而与矿化关系最密切的是毒砂-黄铁矿化、硅化、碳酸盐化,它们是直接的找矿标志,所形成的蚀变岩多为近矿围岩或本身就是矿体。

3.5 断裂构造对成矿演化的控制

由于成矿期断裂活动是成矿流体运移的重要驱动力,所以断裂构造对成矿演化有重要的控制作用,表现为断裂构造的活动与成矿演化的阶段性密切相关。根据野外观察和室内镜下研究,萨尔布拉克金矿可划分为4个成矿阶段:即第I阶段(少量毒砂、黄铁矿-石英脉阶段)、第II阶段(含铁白云石-毒砂、黄铁矿阶段)、第III阶段(石英-多金属硫化物阶段)、第IV阶段(含钠长石石英脉阶段)^[2,3]。而成矿期发生过3次构造活动,其活动的强度及范围直接决定着各矿化阶段的发育程度及其空间分布。在成矿早期阶段,第一次构造活动是在NE近水平构造挤压作用下最先形成向SW倾斜和向NE倾斜的一对共轭脆性剪切断裂,并沿共轭断裂形成第I阶段矿化(断裂上盘的毒砂、黄铁矿石英脉);石英脉形成后经构造破碎呈角砾者较多,后又被重新胶结;石英具明显的应变现象,X裂纹发育,常见互相平行的带状消光和波状消光,但该阶段矿化弱、规模小,不能构成矿体。第二次是主断裂的右行走滑韧性剪切-拉伸活动,并导致第II阶段矿化(含铁白云石-毒砂、黄铁矿矿化阶段)和第III阶段(石英-多金属硫化物阶段)的发生,以平行区域挤压片理的水平滑动为特征,在滑动面上有薄膜状黄铁矿化并可见石墨化绿泥石化现象,这两次矿化阶段在区内广泛发育,是本区的主成矿阶段。所以,在矿体产出的部分地段可见到毒砂、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿、锡石等均为第II-III矿化阶段特有的矿化产物。第三次构造活动发生在右行走滑韧性剪切拉伸的晚期,走滑应力场进行应力调整均衡时,伴随斜交主断裂带出现了近EW走向(280°)的水平左行剪切活动,并沿EW走向断层出现第IV弱矿化阶段(含钠长石、方解石石英脉阶段),并对前期矿化阶段形成的矿体进行改造和叠加,在矿体分布的局部地段可见到一些无色透明石英、钠长石方解石细脉以及方解石胶结断层泥等。

4 结论

通过对上述区内控矿断裂特征及控矿规律的

研究,我们可以得出以下结论:

(1) 萨尔布拉克金矿断裂带主断面连通性不强,多表现为尖灭侧现,呈藕断丝连状,断裂带以脆性破碎为主,兼具韧性走滑性质,高渗透性和高扩容性的破碎带是成矿流体大规模迁移、汇聚的主要通道和场所,是导矿、配矿、容矿的控矿断裂构造。

(2) 矿体沿主断裂带在走向、倾向、垂向上均具有似等距性分布规律。矿体沿走向(纵向)按 30 m 的整数倍产出,呈不等距分布;沿倾向(横向)按 5 m 的整数倍产出,呈不等距分布;垂向上(垂深)的菱形矿体或透镜状矿体则根据菱形共轭控矿断面的产状(60°)计算,按 10 m 的整数倍产出,亦呈不等距分布。

(3) 矿区内的矿体产状直接受断裂的控制,矿体的走向、倾向、倾角除局部地段与主断面有小的夹角或差异外,总体上与主断面的产状是一致的。断裂内有利于矿质富集的构造部位包括:①应变强度大、岩石强烈破碎部位;②多次继承性活动叠加以及近

EW 向次级断裂与 NW 向主断裂叠加部位;③菱形构造结环的交汇收敛部位;④断裂面的凹凸转换部位;⑤次级断裂及节理密集带有利于矿化一定程度的富集,但难以单独构成工业矿体。

(4) 与矿化关系密切的毒砂-黄铁矿化、硅化、碳酸盐化是直接的找矿标志,所形成的蚀变岩多为近矿围岩或本身就是矿体。

参考文献:

[1] 陈尚迪,赵昌龙,曹殿春,等. 新疆萨尔布拉克金矿与找矿[M]. 成都:成都科技大学出版社,1996. 101-218.
[2] 新疆地矿局第四地质大队. 新疆富蕴县萨尔布拉克金矿区 I, II 2 号矿体普查报告[R]. 乌鲁木齐:新疆地质矿产局,1991.
[3] 新疆地矿局第四地质大队. 新疆富蕴县萨尔布拉克金矿区普查报告[R]. 乌鲁木齐:新疆地质矿产局,1996.
[4] 曹新志,张旺生,张科,等. 新疆萨尔布拉克金矿区矿体定位规律及成矿预测研究[R]. 武汉:中国地质大学(武汉),2004.

THE CHARACTERISTICS OF ORE-CONTROLLING STRUCTURE AND ORE-CONTROLLING REGULARITIES IN SARBULAK GOLD DEPOSIT, XINJIANG
ZHANG Ke

(Geological Survey Institute of Fujian Province, Fuzhou 350011, China)

Abstract: The main fault plane of the fractural zone in Sarbulak gold deposit is not so continuously that it pinches out and reappears laterally and is characterized mainly by brittle then ductile and strike-slip deformation. It is a highly permeable and dilatant structure thus a ore-fluid leading and accumulation and ore-host fracture zone. Ore bodies are equally spaced in strike, dip and vertically and their occurrence is generally coincided with that of the fractural zone and is directly controlled by the fracture. Ore materials are concentrated in the proper position. Arsenopyrite, pyrite, silicification and carbonation are closely related to ore thus the ore-searching marks. The arsenopyrite-pyrite rock, silicified and carbonized rock are generally the ore-host rock or they are themselves ores.

Key Words: fracture; ore-controlling regularities; Sarbulak gold deposit; Xinjiang