

北京怀柔崎峰茶 得田沟 金矿田断裂构造及其控矿作用

李中坚 陈柏林 董法先 王平安

(中国地质科学院地质力学研究所)

王世发 李怀永

(北京市地质调查所)

(北京市地矿局 101 队)

摘要 N-S 向断裂带与 E-W 向断裂带是崎峰茶 得田沟金矿田内主要赋矿构造带,具有韧-脆性变形特征;金的矿化富集与断裂带中糜棱岩及石英脉的发育密切相关;矿体定位于断裂带形变相变相对强烈的部位或区段。

关键词 金矿田 断裂构造 控矿作用

1 地质背景

北京怀柔崎峰茶 得田沟金矿田位于华北地块北部密怀隆起西北缘,属华北地块北缘金与多金属成矿带中段之一部分。区域出露地层为下太古界密云群、上太古界四合堂群变质岩系、中、上元古界长城系、蓟县系、青白口系至下古生界寒武系的海相碎屑岩、碳酸盐岩系和中生界侏罗系陆相火山、沉积岩系。其中,四合堂群由一套中深度变质的角闪岩相岩石组成,主要岩性为斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云变粒岩、浅粒岩夹磁铁矿石英岩;局部因混合岩化而形成混合花岗岩。区内金矿大多出现于该套岩系中。

区内岩浆活动强烈,侵入岩类型比较复杂,既有太古宙的辉长闪长岩、闪长岩、英云闪长岩、奥长花岗岩,又有中生代闪长岩、花岗岩、正长岩等,总体呈 NE 向展布。太古宙侵入岩由于受到与围岩一致或稍弱的区域变质作用而变为黑云角闪片岩、斜长角闪片岩、黑云角闪斜长片麻岩、长英质片麻岩等。此外,中生代脉岩贯入频繁,常见者如正长斑岩、二长斑岩、花岗岩、细晶岩、闪长玢岩等。据对石英二长斑岩所作的全岩 K-Ar 测年,结果为 $134.93 \pm 1.58 \text{Ma}$ 。一些脉岩与金矿(化)脉相伴,反映出金的成矿作用与此期岩浆侵入活动之间的密切关系。

区域构造线以 EW 向与 NE、NNE 向为主。前者如汤河口-古北口断裂带与八大岭-墙子路断裂带,成生较早,主要是印支运动时,由 SN 向挤压为主的构造应力场作用所致;后者如崎峰茶断裂、青石岭断裂、山神庙断裂、大地-石窑倾伏背斜、四海复向斜、云蒙山背形等,均为燕山期产物。这主要是因为晚三叠世末期起,西太平洋动力机制开始起主导作用,原来的 EW 向构造格局由 NE 向与 NNE 向构造格局所取代的结果(图 1)。

上述区域地质背景为金矿形成提供了有利的岩石、构造条件,使本区成为北京市具有良好找金前景的地区之一。

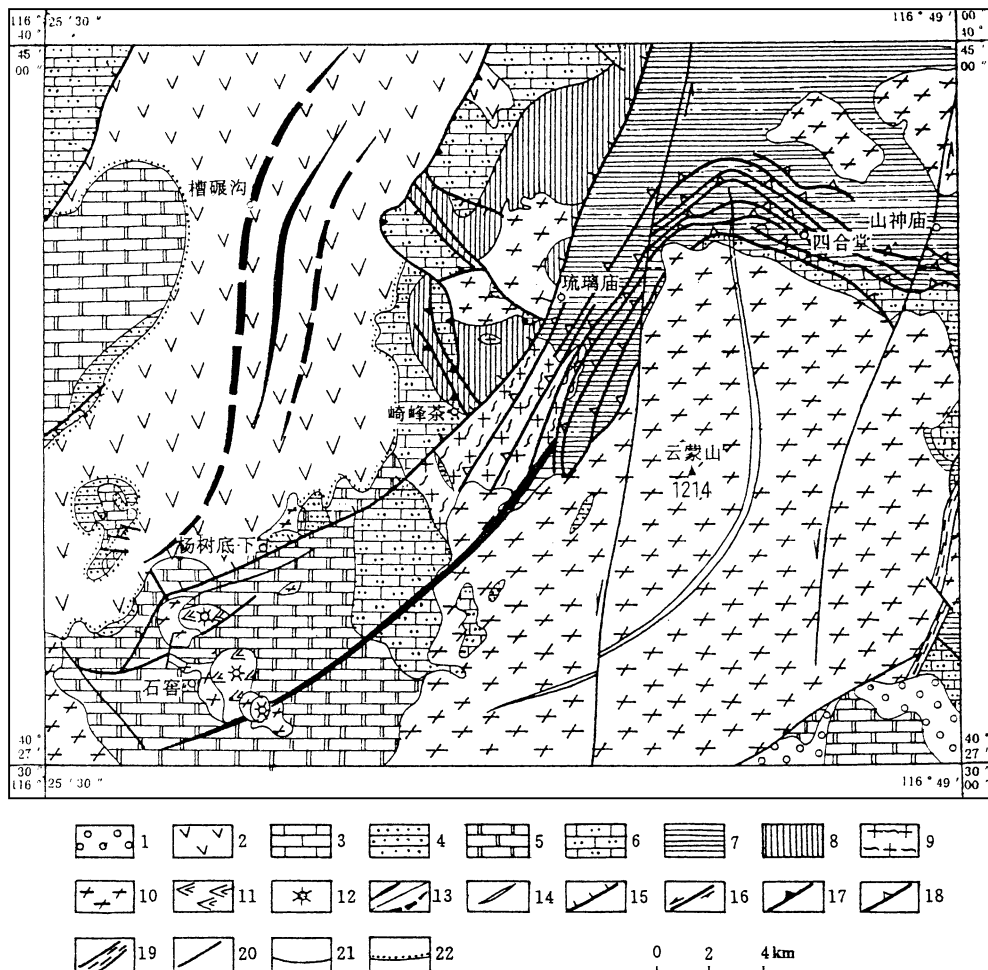


图 1 北京怀柔崎峰茶琉璃庙一带区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of the Qifengcha-Liulimiao area

1. 第四系; 2. 侏罗系髫髻山组(火山岩); 3. 寒武系(灰岩、白云质灰岩); 4. 青白口系(砂、页岩、泥质条带灰岩); 5. 蓟县系(白云岩、白云质石英砂岩、页岩); 6. 长城系(石英砂岩、白云岩、页岩); 7. 四合堂群(黑云变粒岩、角闪斜长片麻岩); 8. 密云群(麻粒岩、片麻岩); 9. 晚太古代 TTG片麻岩; 10. 中生代侵入岩体; 11. 潜火山岩; 12. 古火山口; 13. 背向斜; 14. 背形; 15. 正断层; 16. 平移断层; 17. 逆冲、推覆断层; 18. 韧性断层; 19. 糜棱岩带; 20. 性质不明断层; 21. 地质界线; 22. 角度不整合界线

2 构造特征

2.1 宏观展布及变形特征

断裂为本矿田主要的构造形式,依其空间展布,可分为 NE NS EW 与 NW 向四组(图 2),

2.1.1 NE向断裂带 以崎峰茶断裂(F1)最为醒目。它斜贯本区西部,走向 30°-50°,局部

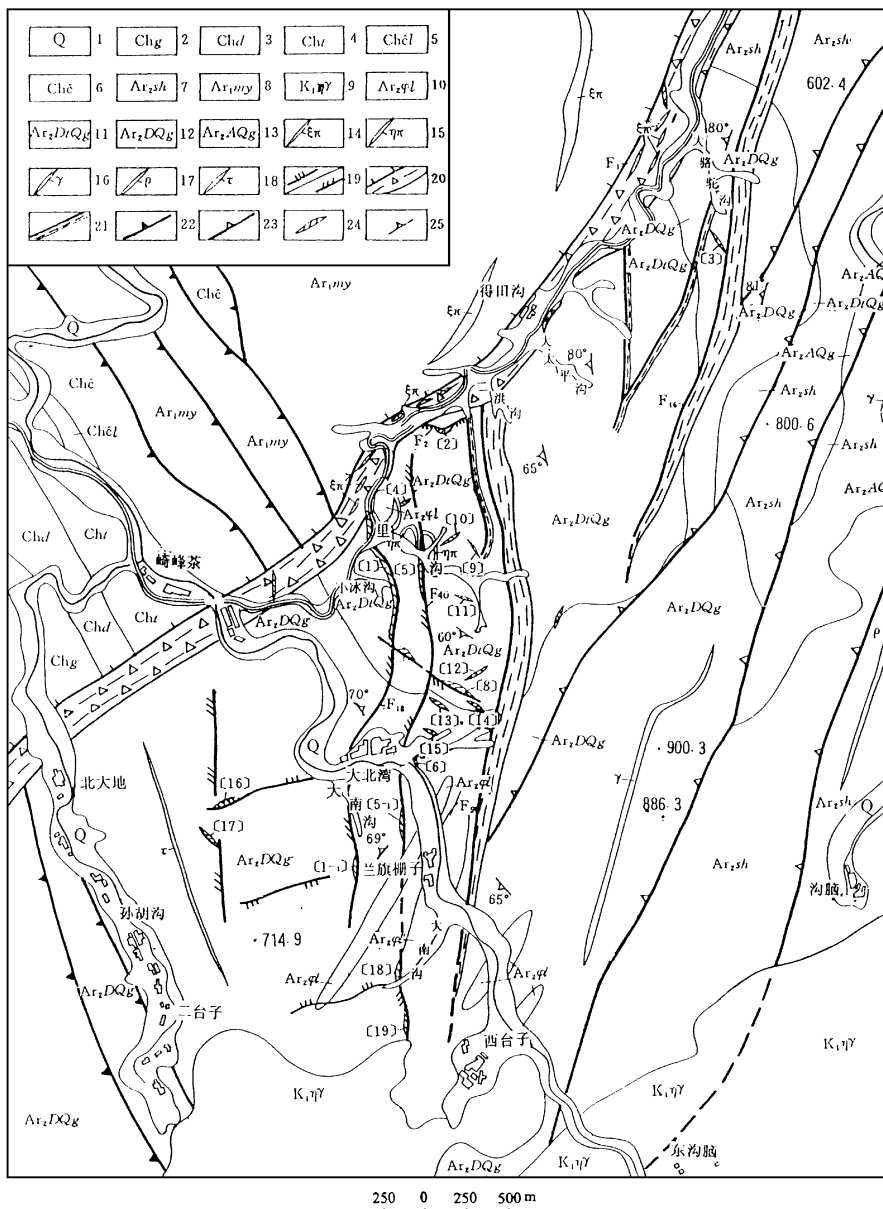


图 2 北京市怀柔县崎峰茶 得田沟金矿田地质构造图

Fig. 2 Geological structural map of the Qifengcha-Detianguo gold orefield

1. 第四系; 2. 长城系高于庄组; 3. 长城系大红峪组; 4. 长城系团山子组; 5. 长城系南岭沟组; 6. 长城系常州沟组; 7. 上太古界四合堂群; 8. 下太古界密云群; 9. 早白垩世二长花岗岩; 10. 晚太古代辉长辉绿岩; 11. 晚太古代得田沟奥长花岗岩 (长英质片麻岩); 12. 晚太古代大北湾英云闪长岩 (黑云角闪斜长片麻岩); 13. 晚太古代安州坝闪长岩 (斜长角闪岩); 14. 正长斑岩脉; 15. 二长斑岩脉; 16. 花岗岩脉; 17. 伟晶岩脉; 18. 细晶岩脉; 19. 压扭性断裂; 20. 断裂破碎带; 21. 韧性剪切带; 22. 逆冲推覆断裂; 23. 剥离断裂; 24. 矿(化)体; 25. 片麻理产状

F₁. 崎峰茶断裂; F₂. 大北沟断裂; F₁₈. 里沟 大北湾断裂; F₄₀. 小里沟 兰旗栅子断裂; F₅. 二洪沟 西台子断裂; F₁₆. 骆驼沟 里沟东断裂; [1] [2]……矿体编号

60°,倾向 NW,倾角 60°左右,影响宽度 100- 200m 断裂脆性变形特征明显,带内发育碎裂岩、碎斑岩、断层角砾岩、挤压透镜体,并有燕山期正长斑岩、闪长玢岩和霏细岩脉充填;有些脉岩因受后期构造活动影响发生破碎,呈大团块状、透镜状,有的甚至发生褶曲。断裂的某些地段可见石英脉的贯入,围岩具有较强的硅化、绿泥石化、绢云母化、黄铁矿化等蚀变。不同方向的擦痕常常出现在带内的一些次级断面上。断裂性质比较复杂,早期左行斜冲,中期右行平移,晚期正断,后期挤压等多期活动,造成下太古界密云群逆冲于上太古界四合堂群之上,使两侧相应的长城系发生右行错移达 3km。该断裂为本区主干构造,区域上属沿河城-南口-琉璃庙断裂之北东段部分,因此对区内构造格局、地质发展以及矿产分布等具有重要意义。目前发现的杨树底下和得田沟金矿床、孙胡沟、崎峰茶、小梁等金矿点沿该断裂带下盘呈 NE向分布,充分显示其对区内金矿形成与分布的控制作用。

2.1.2 N-S向断裂带 广布于崎峰茶断裂的东南侧,其中规模较大者四条,自西向东依次为里沟-大北湾断裂(F₁₈)、小里沟-兰旗栅子断裂(F₄₀)、二洪沟-西台子断裂(F₈)和骆驼沟-里沟东断裂(F₁₆)。彼此近于平行延伸数公里,倾向西,倾角 50°- 60°,局部 80°以上。各断裂影响宽度一般 5- 30m,某些地带达 130- 150m。断裂带内岩石破碎,碎裂带、压碎岩、糜棱岩、断层泥普遍存在,构造片理、透镜体发育。片理多呈 NNE走向,与主断面有一小的夹角,显示该断裂带曾经历过左行扭动。石英脉、含金硫化物石英脉沿断裂带发育,并伴以强烈的硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化等蚀变。有的矿化石英脉已构成工业矿体。凡此种种,表明该断裂带具有压扭应力作用下的韧脆性变形特征,且是矿田内的重要赋矿断裂。

2.1.3 E-W向断裂带 分布分散,规模较小,带宽 0.8- 8.0m,延伸 170- 550m不等。倾向或南或北,以南倾为主;倾角陡缓不一,缓者不足 15°,陡者可达 80°。带内普遍发育糜棱岩,并有石英脉及较强的硅化、绿泥石化、碳酸盐化、绢云母化、黄铁矿化等。其中大冰沟断裂(F₂)为矿田最主要的赋矿构造,东西长 450m,宽 0.8- 5m,向 SSW缓倾,倾角 13°- 35°。因它处在 F₁主干断裂转弯部位,且紧贴其下盘发育,应力相对集中,于是形成一套碎裂岩、碎斑岩、糜棱岩、千糜岩等构造动力变质岩,显示出韧性、韧脆性变形特征。含金石英脉产于脆性破裂内,单独或与其两侧的蚀变糜棱岩构成工业矿体。有的石英脉受后期构造作用,往往形成塑性流动构造,如平卧褶曲、蛇形褶曲等(图 3)。据此可判别断裂两盘的相对运动方向。

2.1.4 NW向断裂带 规模不大,出露有限,主要见于大北湾以北地带。走向 290°- 310°,倾向 SW,倾角 45°- 70°,也有 20°以下缓倾斜的。带内有石英脉产出,并伴随黄铁矿化、黄铜矿化、方铅矿化等矿化蚀变,岩石具韧脆性变形特征。另于矿田外围崎峰茶以北的密云群中,出现一些规模较大的 NW向断裂,只是尚未发现其成矿控矿之意义。

2.2 变形岩石显微组构特征

2.2.1 显微构造 本区赋矿断裂带内的变形岩石既有碎裂岩、碎斑岩,又有糜棱岩、千糜岩。前者位于断裂带边部,岩石强烈压碎,出现波光消光,岩屑、晶屑分布在被搓碎的细粒基质中,构成碎裂结构与碎斑结构;后者位于断裂带中心部位,岩石强烈搓碎、研磨,由残碎斑晶与韧性基质两部分组成,具明显的定向构造——糜棱状构造、片状构造。石英残斑粒内应变效应显著,通常出现动态重结晶、亚颗粒、变形纹与波状消光等。因矿物成分不同,糜棱岩又可分为石英质糜棱岩、长英质糜棱岩、绢英质糜棱岩、斜长角闪质(绿泥石)糜棱岩等。千糜岩的主要特征是残斑甚少,韧性基质多为绢云母、绿泥石、黑云母等片状矿物,形成典型的千糜结构和片状构造。

2.2.2 岩石组构 经对 8件变形岩石样品中 X光岩组测试,并将结果用施密特等积网投影成图,从中可见较明显的优选组构。区内断裂带变形岩石组构特征见表 1。

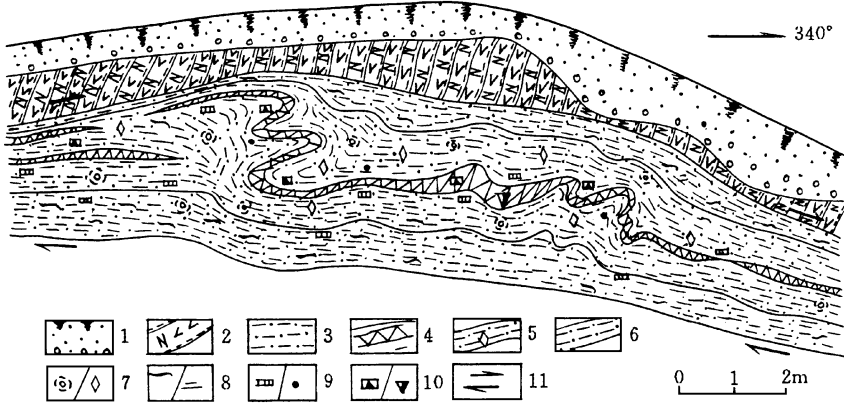


图 3 2号矿体西采场剖面素描图 (据北京市地矿局 101队资料)

Fig. 3 Sketch map of No. 2 gold orebody, western stope

1. 第四系; 2. 斜长角闪岩; 3. 糜棱岩; 4. 硅化 硫化物带; 5. 硅化 碳酸盐带; 6. 绿泥石、绢云母带; 7. 硅化 碳酸盐化; 8. 绿泥石化 绢云母化; 9. 黄铁矿化 / 黄铜矿化; 10. 方铅矿化 / 闪锌矿化; 11. 剪切运动方向

表 1 崎峰茶 得田沟金矿田变形岩石 X光岩组图特征及解释结果

Table 1 X-ray fabric features and its interpretation

序号	标本号	岩性	样品位置	切片性质	切面产状		所测矿物及面网	X光衍射图特征	恢复石英光轴点极密产状	组结构与宏观构造的关系	显微组构解释
					面产状	线产状					
1	Q009-1	石英质糜棱岩	西台子之西 (NNE向构造带)	ac	60°/60°	0°/45°	石英 (11 $\bar{2}$ 0)	ac大圆环带	点极密与 b轴一致	点极密与运动学 b轴一致	中高温韧性变形
2							石英 (10 11)	以 b为对称轴的小圆环	点极密与 b轴一致	点极密与运动学 b轴一致	
3	Q12-7	绿泥云母长英质糜棱岩	里沟口公路边 (N-S向构造带)	\perp S	100°/48°	190°/0°	绿泥石 (004)	垂直面理 S 的主极密	点极密与面理垂直	点极密与面理垂直	绿泥石鳞片平行面理,定向排列
4	Q12-9	绢英质千糜岩	里沟口公路边 (N-S向构造带)	ac	140°/50°	27°/27°	石英 (11 $\bar{2}$ 0)	ab,大圆环带	点极密与 c轴一致		中低温韧性变形
5	Q024-2	绿泥石化蚀变岩	2号矿体边部 (E-W向构造带)	\perp S	15°/64°	105°/0°	绿泥石 (004)	垂直面理 S 的主极密		点极密与宏观面理垂直	绿泥石鳞片平行面理,定向排列
6	Q45-2	石英岩	小里沟	\perp S	180°/5°	270°/0°	石英 (11 $\bar{2}$ 0)	三个在同一大圆环上,相距 60°的高极点极密			为一较大的石英单晶衍射图
7	Q47-1	绿泥石构造片岩	里沟 (N-S向构造带)	\perp S	295°/30°	205°/0°	绿泥石 (004)	主极密,垂直于 S面理		点极密与宏观面理垂直	绿泥石鳞片平行面理,定向排列
8	Q54-3	绿泥石构造片岩	里沟 (N-S向构造带)	ac	182°/56°	215°/54°	绿泥石 (004)	主极点极密,近于平行 c轴		点极密近与宏观面理,垂直	绿泥石鳞片平行面理,定向排列
9	Q114-1	黑云母片岩	小骆驼沟 (N-S向构造带)	\perp S	50°/80°	320°/0°	石英 (11 $\bar{2}$ 0)	ab,大圆环带	与 c轴接近	点极密垂直宏观面理	中低温脆性变形,近底面滑移
10	Q114-1	黑云母片岩	小骆驼沟	\perp S	50°/80°	320°/0°	绢云母 (110)	不完整 ac 圆环带	与 b轴接近	点极密近于平行 b轴	可能部分中高温变形,残留组构
10	Q114-1	黑云母片岩	小骆驼沟	\perp S	50°/80°	320°/0°	绢云母 (110)	平行 S大圆环带		绢云母平行宏观面理分布	绢云母平行构造面理,定向排列

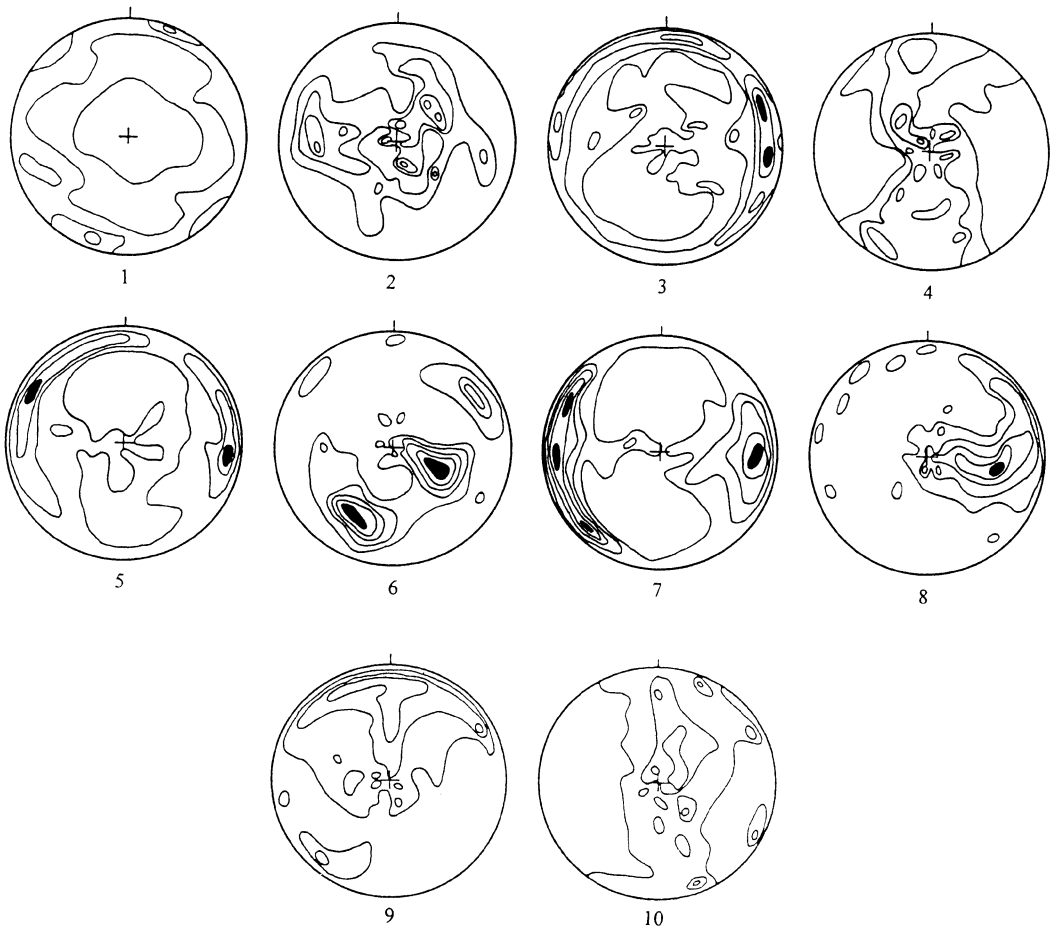


图 4 崎峰茶得田沟金矿田变形岩石 X光岩组图

Fig. 4 X-ray fabric diagram of deformed rocks in the Qifengcha-Detianguo gold orefield
(序号同表, 1, 上半球投影, 等密线, 1- 1.25- 1.5- 2- 2.5- 3%)

Q009-1 石英 ($11\bar{2}0$)极图为 ac 大圆环带, 石英 ($10\bar{1}0$)极图是以 b 轴为对称轴的小圆环带。依据石英结晶学特征, 石英光轴与 ($11\bar{2}0$)极点相互垂直, 与 ($10\bar{1}1$)极点呈 52° 夹角, 恢复两个极图的石英光轴点极密均与 b 轴一致 (图 4-1 2)。

Q012-7 绿泥石 (004)极图, 为垂直宏观面理的点极密和平行切片面的次级大圆环带 (图 4-3)。

Q012-9 石英 ($11\bar{2}0$)极图, 为沿 ab 大圆环带, 恢复石英光轴点极密与 c 轴一致或接近 (图 4-4)。

Q24-2 绿泥石 (004)极图, 为垂直宏观面理的主极密和弱的平行切片面的圆环带 (图 4-5)。

Q045-2 石英 (1120)极图为 3个在同一大圆弧上相距 60° 的高值点极密, 依据石英结晶学特征, 系单个较大晶体的衍射极图, 无统计意义 (图 4-6)。

Q047-1 绿泥石 (004)极图为垂直 S 面理的主极密和弱的平行片面的大圆环带 (图 4-7)。

Q054-3 绿泥石 (004)极图表现为主极密接近于平行 c 轴 (图 4-8)。

Q114-t 石英 ($11\bar{2}0$)极图为沿 ab 面主圆环带及不完整的沿 ac 面的次级圆环带。恢复石英光轴点极密分别与 c 轴和 b 轴接近 (图 4-9)。绢云母 (110)极图为沿 S 面理的大圆环带 (图 4-10)。

上述 X 光岩组分析结果获知:① 石英光轴点极密为与 c 轴和 b 轴接近的组构类型,即 Z 型和 B 型。这说明在岩石变形过程中石英表现为底面 (或近底面)滑移与柱面滑移,同时反映本区构造变形以中低温、中高压条件下的韧 韧脆性变形为主。② 绿泥石 (004)极图表现为垂直 S 面理或接近 c 轴的点极密,以及弱的平行切片面的圆环带;绢云母 (110)极图表现为平行于 ab 面 (S 面理)的圆环带。二者组构特征相似,明显地反映出受到韧 韧脆性构造变形的影响,在断裂带中呈定向排列,且鳞片平行构造面理。③ 在相同的变形层次中,岩石中的石英、绿泥石、绢云母三种矿物组构强弱的顺序是石英较弱,绿泥石较强,绢云母最强。这主要是由于矿物结晶及其物理性质不同所致。也就是说,相同的变形条件对不同性质的矿物改造程度是不同的。

3 断裂构造对金矿的控制作用

3.1 断裂对矿体产出状态与空间分布的控制

矿田内金矿床属内生热液型金矿,矿化类型主要为多金属硫化物石英脉型,其次为构造蚀变岩型。目前发现的二十余条矿体,无不明显受到断裂构造的严格控制。其中,规模较大的 1 号、5 号与 2 号矿体即分别发育在 N-S 向的 F_{18} 、 F_{40} 和 E-W 向的 F_2 等断裂带内,矿体展布与其所处断裂带完全一致 (图 2)。因这些赋矿断裂同具压、扭性特征,故矿体形态一般都比较简单,呈脉状或似层状;而在断裂某些局部启张部位矿体有所变厚,或出现膨缩,呈透镜体状;或间断,产生尖灭再现甚至分支复合现象。由于 N-S 向断裂带产状陡,且扭性特征较 E-W 向断裂带显著。E-W 向断裂带产状缓,压性特征较 N-S 向断裂带显著。因此,1 号、5 号矿体产状陡,体壁较平直;2 号矿体产状缓,体壁舒缓波状,显示出两组断裂控矿作用的某种差异。

3.2 断裂对金矿化富集的控制

研究发现,金的矿化富集与断裂构造的形变相变极为密切,即最佳矿化往往出现于形变相变强烈的断裂带的中心部位。如控制得田沟矿床 2 号矿体的 F_2 断裂带,从两侧到中心依次出现碎裂岩-碎斑岩-糜棱岩-千糜岩,呈现构造动力变质岩的分带现象。伴随这一序列,矿物相发生相应的变化:距断裂带中心部位越近,角闪石被黑云母、绿泥石、方解石取代越完全,同样,长石被绢云母、石英取代也越彻底。这种形变相变序列对金的矿化富集具有重要意义。这表现在断裂带边部的碎裂岩、碎斑岩仅偶见零星的黄铁矿化,而在中心部位发育的糜棱岩、千糜岩中,黄铁矿化明显增强,出现少量或微量的黄铜矿化及方铅矿化;与此同时,金品位在剖面上也呈现规律性变化,说明构造形变相变强烈的中心部位有利于成矿。

金的矿化富集除与糜棱岩的发育有关外,与石英脉的关系则更为密切。据宏观观察,金矿化及其相关的黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等金属硫化物,主要集中发育在石英脉中及其边部糜棱岩内。含矿石英脉一般都居断裂带的中心部位,与构造形变相变强烈区段相一致。它是韧性剪切演化到脆性破裂阶段的产物。大量光薄片镜下观察发现,石英脉形成之初,伴随的主要是黄铁矿化,之后由于构造动力的继续作用,石英粒化、糜棱岩化,发育微裂隙,出现亚颗粒、变形纹、变形带、波状消光等现象;伴随石英脉的这一改造过程,黄铁矿大量出现,同时还产生了方铅矿、黄铜矿、闪锌矿与金、银矿物等,从而形成一次矿化高峰。由此可以说,石英脉形成之后所经历的构造变形过程,是一次更为重要的成金阶段,构造演化与成矿作用具有一定的同

步性

另据钻孔资料,含金石英脉脉幅越宽,金的品位越高;脉幅窄,则品位低(表 2)。在不含金石英脉仅有糜棱岩发育的区段,金矿化很少达到工业品位。这说明含金石英脉的发育不仅对矿化富集产生重要影响,在一定程度上还影响着矿体的厚度。即石英脉发育的地段,矿体也相应增厚。赋矿断裂带沿走向不同区段的形变相变差异对金的富集成矿也有重要影响。如 N-S 向的 F_{18} 、 F_{40} 断裂带的北段,韧性变形特征显著;南段主要表现为密集节理形式的脆性变形。因此,1号、5号主要矿体发育在北段,而南段中的 1-1、5-1、18、19号等矿体规模要小得多(表 3)。

表 2 含金石英脉脉幅与金品位变化的对应关系

Table 2 Correlation of gold tenor to thickness of Au-bearing quartz veins

钻孔编号	ZK305	ZK902	ZK903	ZK304	ZK502	ZK305	ZK503
石英脉幅 (cm)	45	35	28	7	5	2	0.5
最高金品位 ($\times 10^{-6}$)	22.44	18.54	15.05	7.03	5.10	4.54	1.21

表 3 N-S向赋矿断裂带北、南段矿体规模比较

Table 3 Contrast between orebody size of northern segment and that of southern segment in the N-S-trending fault zones

矿体编号	1	1-1	5	5-1	18	19
构造位置	F_{18} 北段	F_{18} 南段	F_{40} 北段	F_{40} 南段		
矿体长度 (m)	800	30	450	20	20	100
矿体平均厚度 (m)	0.46	0.03	0.60	0.40	0.08	0.20

4 结 论

崎峰茶得田沟金矿田内发育 NE、E-W、N-S、NW 等四组断裂带。其中 NE 向崎峰茶断裂带为主干断裂带,控制本矿田及外围金矿床和矿点的展布; E-W 向大冰沟断裂带、N-S 向里沟-大北湾断裂带与小里沟-兰旗栅子断裂带为主干断裂带下盘低级别、低序次的分支构造,具有典型的韧性变形特征,是主要赋矿构造,直接控制金矿体的产出与分布。金的矿化富集与断裂带内糜棱岩、石英脉的发育密切相关。有的石英脉本身即构成矿体,有的矿体则由石英脉与其两侧的蚀变糜棱岩组成,仅有糜棱岩,而无石英脉发育的断裂带内,虽有时也有矿化,但绝少形成矿体。石英脉形成之后经历的构造变形阶段为主要成矿阶段。

矿体定位于岩石形变相变相对强烈的断裂带中心部位或区段。崎峰茶至得田沟一带是崎峰茶断裂产状发生变化,即走向转弯部位,应力相对集中,韧性分支断裂发育,因此成为得田沟金矿 2 号矿体与崎峰茶 1、5 号矿体定位之有利场所,而 N-S 向断裂带构造活动的形变相变具有北强南弱特征,故南段成矿条件较差,矿体规模比北段要小得多。

参 考 文 献

- 1 北京市地质矿产局.北京市区域地质志.北京:地质出版社,1991
- 2 姜光熹,等.测量岩组的 X 射线方法.地质力学论丛(6),北京:科学出版社,1982
- 3 Zheng Y, Wang Y, Liu R and Shao J. Sliding-thrusting tectonics caused by thermal uplift in the Yunmeng Mountains. 1988, 10, (2): 135- 144

FAULT SYSTEMS IN THE QIFENGCHAN–DETIANGOU GOLD FIELD OF HUIROU, BEIJING, AND ITS CONTROL OF GOLD MINERALIZATION

Li Zhongjian Chen Bailin Dong Faxian Wang Ping'an
(*Institute of Geomechanics, CAGS*)

Wang Shifa Li Huaiyong
(*Beijing Geological Survey*) (No. 1 Prospecting Party, BGMR, Beijing)

Abstract In the Qifengcha–Detiangou gold field, the N–S-trending and E–W-trending fault zones are the major ore-bearing structural zones, which are characterized by ductile–brittle deformation. Mineralization of gold is closely related to mylonites and quartz veins. Gold bodies are confined to part of fault zones where occur stronger deformation and facies changes of rock and minerals.

Key words gold field, fault system, control of gold mineralization

第一作者简介

李中坚,男,1940年生,副研究员。1965年毕业于兰州大学地质学系,主要从事矿田构造地质力学研究。通讯地址:北京市海淀区民族学院南路11号地质力学研究所。邮政编码:100081