

五台山区康家沟金矿床地质特征 及找矿方向探讨

张文亮, 李朝辉, 王亚丽

(冶金部第三地质勘查局 地勘院, 山西 忻州 034000)

摘 要: 康家沟金矿属绿岩带型金矿。矿床(体)产于韧性剪切带中。NEE 向构造为储矿(导矿)构造。矿床(体)由含金石英脉与其间蚀变岩组成, 品位高低决定于含金石英脉的数量。含铁石英岩及其周围糜棱岩化带为近矿围岩。

关键词: 绿岩带; 韧性剪切带; 含金石英脉; 地质特征; 找矿方向; 五台山区

中图分类号: P618.51; P612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2002)02-0116-05

五台山区属绿岩带区, 富含铁、铜、金、铅、锌、锰、锑、钨、钼、铬、铀、金刚石、刚玉、重晶石等矿产, 这已被多年来民采久经不衰所证实。铁矿由于大多已被揭露, 寻找的潜力已不大。金与其他金属矿产近年由于工作力度加大, 正被陆续发现。以前那种“只见星星, 不见月亮”的局面正在改变。康家沟金矿床(体)的探明, 对指导五台山区寻找规模矿体具有积极的意义。

1 矿区地质特征

矿区位于华北地台山西断隆五台山断拱五台凸起的中部伯强—康家沟—令狐韧性剪切带上。区域断裂、褶皱发育。断裂以 NEE 向和 NW 向两组为主, 并发育 NEE 向韧性剪切带。褶皱构造形迹多呈 NEE 向展布, 由北向南为: 大南坪—娘娘会复向斜; 智存沟复背斜; 瓦厂梁工台怀复向斜(图 1)。矿床外围地层为上太古界五台超群与下元古界滹沱超群。矿区位于大南坪—娘娘会复向斜之南东翼。仅出露上太古界超群台怀群的柏枝岩组。其主要岩性由下至上为: 灰—灰绿色泥片岩; 灰黄色绢云母绿泥片岩; 青灰—红色含铁石英岩; 灰白色绢云石英片岩; 地层总厚度约 1 200 m, 含铁石英岩是主要的赋矿层位, 此外, 糜棱岩也有部分地段赋矿。以上地层在矿区呈单斜产出, 产状 $320 \sim 350^\circ \wedge 30 \sim 60^\circ$ 。矿区构

造以韧性剪切带为主, 其次发育大南坪—娘娘会复向斜之次级小褶皱。韧性剪切带是矿区构造的突出特征。它是区域伯强—康家沟—令狐韧性剪切带中部的一段, 在矿区宽度达百余米, 走向 NEE。主要表现为各种糜棱岩和强变形的片理化带, 并在其中发生强烈的面理置换, 强弱变形带交替出现。弱变形带中刚性岩层形成构造透镜体, 强变形带可见雁行排列的裂隙被石英脉充填。韧性剪切带从边部向中心应变逐渐加强, 形成对称的糜棱岩化岩石—初糜棱岩—糜棱岩分带序列, 相应地由于热液作用和退变质, 形成弱绢云母化—强绢云母化+弱硅化—碳酸盐岩化+石英硫化物的分带序列。该韧性剪切带属顺层剪切带, 整个带内普遍存在金的高值异常(图 2)。另外, 还发育 NNE 向断层(裂隙), 它与韧性剪切带斜交, 交角 $40^\circ(\pm)$, 常成群成带产出, 多被石英脉充填交代。是本区储(导)矿构造。该方向石英脉多为含金石英脉, 其特点是沿走向和倾向分布不稳定, 颗粒无定向细粒化, 杂质成分丰富, 透明度差。在其两侧常常有对称的蚀变分带现象。而无矿石英脉多呈近 EW 向、沿构造面理分布, 且多已强烈糜棱岩化。矿区广泛发育吕梁期岩浆侵入岩, 主要以酸性和基性岩为主, 其中酸性岩分布于照山、智存沟、峨口等地; 基性岩分布于绿青、羊角沟一带。还发育有燕山期花岗岩、花岗斑岩, 以滩上岩体规模最大, 其他地方仅零星分布。另外, 在矿区东部和中部共见 3 条辉绿岩脉, 但规模都较小。岩石化学全分析结果见表 1。

收稿日期: 2001-12-17; 修订日期: 2002-04-01;

作者简介: 张文亮(1963-), 男, 山西省繁峙县人, 1989 年毕业于东北工学院秦皇岛分院地矿系, 现在冶金部第三地质局地勘院工作, 主要从事地质找矿工作。

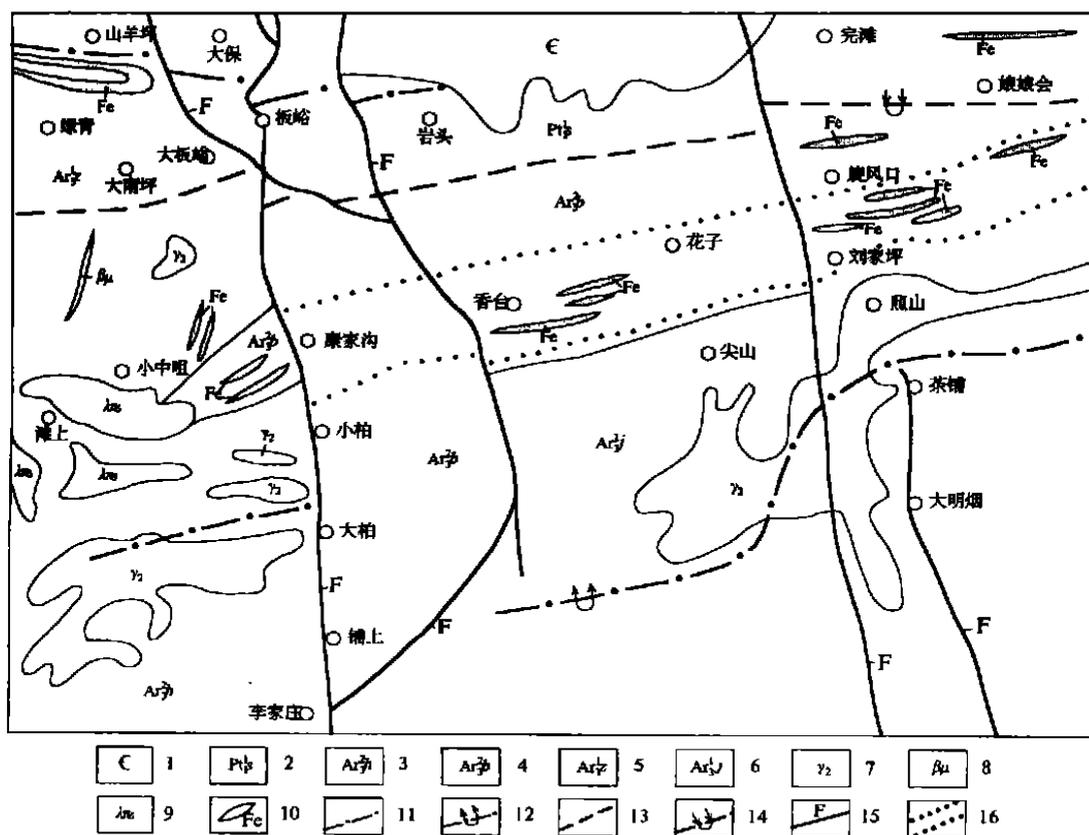


图 1 康家沟金矿区区域地质略图

Fig. 1 Regional geology sketch of Kangjiagou Au mine

- 1. 寒武系 2. 台怀群四集庄组 3. 台怀群鸿门岩组 4. 台怀群柏枝岩组 5. 台怀群庄旺组 6. 台怀群金岗库组
- 7. 早元古代花岗岩 8. 辉绿岩 9. 燕山期石英斑岩 10. 赤(磁)铁石英岩 11. 背斜 12. 倒转背斜
- 13. 向斜 14. 倒转向斜 15. 断(裂)层 16. 韧性剪切带界线

表 1 岩石化学全分析结果表

Table 1 Chemical analysis of rocks in Kangjiagou Au mine

编号	岩石名称	化 学 成 分 (w p/%)											
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂
1	绿泥片岩	44.00	0.69	9.24	0.79	8.93	0.16	12.9	5.64	1.20	0.88	0.084	0.008
2	绢云片岩	50.59	0.67	10.40	8.66	3.75	0.22	1.41	9.18	1.10	1.30	0.100	0.039
3	绢云石英片岩	59.70	0.97	13.70	1.77	3.25	0.17	2.33	3.31	1.13	0.27	0.040	0.113
4	绢云石英片岩 2	62.64	1.43	15.89	2.15	4.04	0.04	5.35	0.42	1.05	1.32	0.030	0.415
5	绢云绿泥片岩	43.29	1.05	12.01	17.60	0.84	0.20	0.95	8.60	0.40	0.88	0.067	0.039
6	角闪绿泥片岩	48.10	1.31	14.51	3.94	10.07	0.16	5.35	8.49	1.20	0.16	0.106	0.104
7	金云石英片岩	61.84	0.63	15.05	4.87	2.07	0.10	0.79	3.31	1.95	2.60	0.125	1.100
8	石英岩(杂)	49.58	1.98	14.79	3.38	8.03	0.18	7.30	10.4	2.37	0.43	0.24	/

2.1 矿体特征

目前矿区共圈出 9 个金矿体, 均赋存在石英脉及其两侧蚀变围岩中, 既受控于走向 20°~40° 倾向 SE, 倾角 67°(±) 的一组裂隙, 又受控于与裂隙斜交

2 矿床(体)地质特征

(交角 40°±) 的 NEE 向韧性剪切带。在平面上总体呈近于平行的斜列式分布, 剖面上呈脉状平行排列。

除 I、号出露地表外, 其余均为盲矿体。主要矿体地质特征见表 2。

表 2 主要矿体地质特征
Table 2 Characteristics of main ore bodies

编号	延长 (m)	延深 (m)	产状	形态		厚度 (m)	品位 (w (Au) / 10 ⁻⁶)	矿石	围岩
				平面	剖面				
200	110	110°	67°	条带状	脉状	$\frac{0.92 \sim 1.84}{1.14}$	$\frac{1.14 \sim 130}{12.49}$	石英脉以及部分围岩	含铁石英岩、硅化碳酸盐岩及绿泥片岩
87	100	125°	67°	条带状	脉状	2.01	9.74	石英脉	赤(磁)铁石英岩
200	109	110°	65°	条带状	脉状	1.37	4.88	硅化碳酸岩	含铁石英岩与绿泥片岩
168	100	125°	67°	条带状	脉状	$\frac{0.89 \sim 5.22}{3.31}$	$\frac{1.2 \sim 17.63}{5.27}$	细小石英脉	赤(磁)铁石英岩
122	100	125°	67°	条带状	脉状	$\frac{0.89 \sim 1.36}{1.13}$	19.83	石英脉	硅化碳酸盐岩与磁铁石英岩
124.5	100	125°	67°	条带状	脉状	0.89~3.22	12.27	石英脉	糜棱岩化带

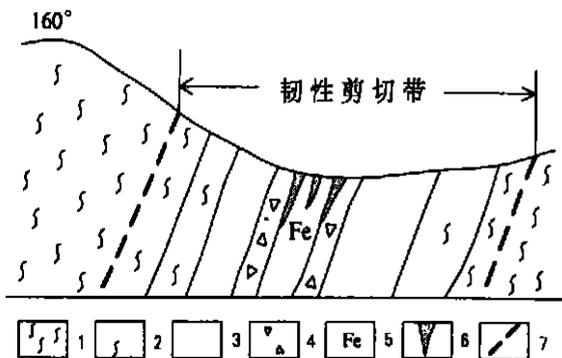


图 2 康家沟金矿区示意地质剖面图

Fig. 2 Sketch section of Kangjiagou Au mine

- 1. 绿泥片岩 2. 绢云母绿泥片岩(局部糜棱岩化) 3. 绢云母片岩(糜棱岩+ 硅化带) 4. 糜棱岩(碳酸盐化+ 石英脉硫化物) 5. 赤(磁)铁石英岩 6. 金矿体 7. 剪切带边界

2.2 矿石类型

总体为石英脉型, 工业类型为单一金矿石, 氧化程度为氧化一半氧化。根据肉眼观察和岩矿鉴定, 按照矿石的主要矿物成分, 矿石自然类型可划分为: 赤铁矿-石英型; 黄铁矿-黄铜矿-铁白云石-石英型; 辉铜矿-褐铁矿-方解石石英型。

2.3 矿石结构、构造

矿石结构复杂多样, 以胶状结构、包含变晶结构、固熔体分离结构为主, 其次为他形粒状结构, 交代结构、糜棱结构和压碎结构等。构造有浸染状、脉状、网脉状、角砾状等。

2.4 矿石矿物成分

矿石矿物组成主要是赤铁矿、黄铁矿、黄铜矿, 其次为磁黄铁矿、磁铁矿、斑铜矿、辉铜矿、孔雀石、褐铁矿、镜铁矿、菱铁矿、自然金和银金矿。脉石矿物有石英、方解石、铁白云石、绢云母、绿泥石等。矿石化学成分中, $w(\text{Au}) = 7.35 \times 10^{-6}$; $w(\text{Ag}) = 10 \times 10^{-6}$; $w(\text{Cu}) = 1.01\%$; $w(\text{Mn}) = 0.03\%$; $w(\text{Pb}, \text{Zn})$ 为 0。可以看出, 主要有益组分为金。

2.5 矿化及围岩蚀变

矿区岩石经历了成岩阶段火山喷气作用, 区域变质作用和成矿的变质热液作用, 各种作用都在原岩的基础上产生了新生矿物。由此根据各阶段地质作用的特征, 可将电气石, 一部分硫化物归咎于成岩阶段的火山喷气矿物; 绿泥石, 一部分绢云母、钠长石、磁铁矿, 一部分硅化归咎于区域变质作用矿物; 而碳酸盐化、部分绢云母化、硅化、黄铁矿化、镜铁矿化、赤铁矿化归咎于韧性剪切-变质热液以及成矿作用的产物。现大体将与韧性剪切作用和成矿作用有关的蚀变分为两期, 早期蚀变与矿化关系不密切, 包括广泛的赤铁矿化, 部分硅化、重结晶性质的碳酸盐化和早期黄铁矿化, 这些蚀变与韧性剪切作用有关; 晚期蚀变与金矿化关系密切, 包括脉状碳酸盐化、硅化、绢云母化。分述如下:

(1) 碳酸盐化: 具有自边部向中心, 由深至浅逐渐加深的趋势。分两种表现形式。一是碳酸盐岩中铁白云石、方解石普遍重结晶, 粒度变粗; 二是与黄铁矿、石英共同构成硫化物-铁白云石或方解石脉。前

者与矿化关系不大,后者与矿化密切相关。

(2) 硅化:较多地发育于糜棱岩、岩石裂隙部位,对于破碎岩石与碳酸盐发育地段,表现为硅质增加,岩石变硬,在强硅化带形成石英脉,常与硫化物相伴

生。

(3) 绢云母化:常与强硅化、强碳酸盐化相伴生,形成光亮的鳞片状集合体,广泛分布于矿体周围,与金矿化关系密切。

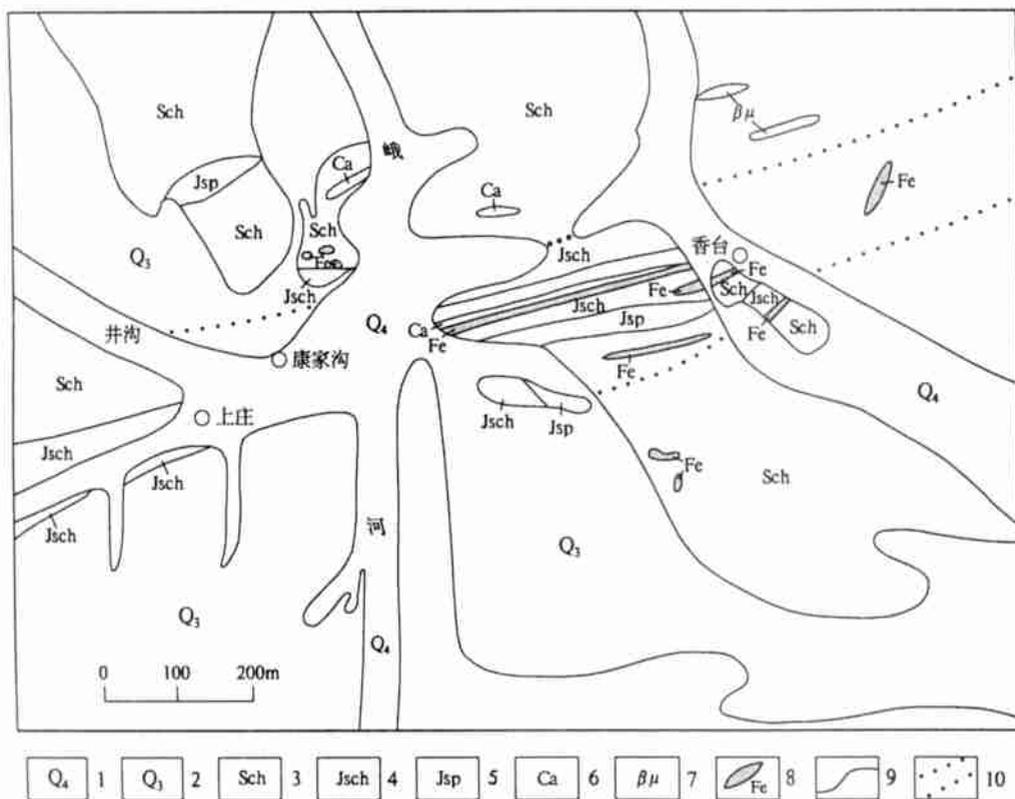


图 3 康家沟金矿区地质略图

Fig. 3 Geological sketch of Kangjiagou Au mine

1. 冲积层 2. 黄土 3. 绿泥片岩 4. 绢云母绿泥片岩 5. 绢云母石英片岩 6. 碳酸盐岩 7. 辉绿岩
8. 赤(磁)铁石英岩 9. 地质界线 10. 韧性剪切带

3 成矿地球化学条件

3.1 成矿温度

经测定,矿脉中石英包裹体的均一温度有三组:一组 $165 \sim 235$; 一组 $205 \sim 345$; 一组 $370 \sim 380$ 。其中高、中、低温均一温度区的样品为脉状、浸染状矿化的硅化碳酸盐岩;在中—低温均一温度区间的样品以脉状为主,并且这些包裹体分布多受裂隙控制,并沿裂隙方向定向、半定向排布,代表了成矿作用时的温度环境。

3.2 成矿压力

通过测定液态 CO_2 包体,用 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 体系相图计算出成矿溶液压力为 $480 \sim 570$ Pa,相当于地下

1.4 ~ 1.7 km 深度,属中、浅成矿化。

3.3 盐度

利用冷冻法测得含液态 CO_2 包体中 CO_2 水合物分解温度为 $+5.1 \sim 7.3$ °C,参照 Q_2C 曲线确定包体的盐度 $w(\text{NaCl}) = 5.2\% \sim 9.2\%$ 。

3.4 石英包裹体成分

脉状矿石流体石英包裹成分如表 3 所示,热液主要成分是 H_2O ,其中包裹体液相成分中阳离子以 Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ 为主, $\text{Na}^+/\text{K}^+ = 4.89 \sim 7.2$, $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 0.3 \sim 2.61$; 阳离子总量为 $7.124 \times 10^{-6} \sim 12.554 \times 10^{-6}$ 。矿化度为 $26.79 \sim 37.81$ g/l。还含有大量 CO_2 及少量 CH_4 , CO , H_2 等挥发性气体成分。 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O} = 0.02$ 。流体中包裹成分表明金矿床的形成与富含 Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , F^- 和 SO_4^{2-} 离子,并含大量 CO_2 及少量 CH_4 ,

CO₂, H₂ 等挥发组分的中等盐度的热水溶液有关。

表3 石英气液包裹体成分

Table 3 Inclusion composition

样号	矿物	气相						液相									
		CO ₂	CH ₄	CO	H ₂	O ₂	N ₂	H ₂ O(mg)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Cl ⁻	阴离子	阳离子
Y15	石英	37824	182	2703	95	0	0	1.48	1784	7561	473	2736	2331	500	15594	20598	18425
Y16		45079	89.9	0	50	0	0	1.78	438	1270	2646	2770	888	534	7163	7124	8585
Y17		25898	65.3	816	57	0	0	2.45	384	420	318	4241	429	310	6290	9143	7029

测试单位: 冶金部第三地勘局地研所测试

3.5 成矿的 pH 和 Eh 条件

据冶勘三局地研所提供数据表明, 矿床中热液的 pH 值在 5.74 ~ 5.94 之间, 属弱酸性, 并且酸度随温度的降低而降低; 成矿溶液的 Eh 值为 -0.54 ~ -0.56, fO_2 为 $10^{-26} \sim 10^{-28} Pa_0$ 。

4 找矿方向

4.1 找矿标志

(1) NEE 向韧性剪切带及其两侧附近; (2) 与韧性剪切带斜交呈 NNE 向的裂隙, 特别是该方向的石英脉产出部位; (3) 硅化、碳酸盐化、赤铁矿化、绢云母化发育地段。

4.2 区域找矿方向

通过对矿区成矿地质特征的分析, 初步认为矿床属中低温变质热液石英脉型金矿床。它虽然不能代表整个五台山区绿岩带成矿规律, 但至少可以说

明发育在绿岩带中的韧性剪切带具备金矿成矿条件。由于韧性剪切带中存在由于推覆构造、褶皱改造形成的五台山区“之”字型构造带, 围绕此构造带, 既有山羊坪铁矿、板峪铁矿、大明烟铁矿, 又有小中咀金矿点、滩上金矿点等等, 而近期在铁矿中陆续发现了金矿化, 局部已达工业品位, 其特征为磁铁矿石岩(局部为磁铁矿)坚硬, 岩石完整性好, 磁铁矿品位高的富铁矿段无金矿化; 而磁铁矿品位较低、岩石破碎与其他岩石接触部位金矿化发育明显。因此, 加大对铁矿的地质工作, 加强对韧性剪切带的综合研究, 将是区域的找矿方向, 它将丰富绿岩带的找矿内容。

参考文献:

- [1] 徐朝雷, 徐有华, 张忻. 山西省五台系[M]. 太原: 山西出版社, 1983.
- [2] 袁见齐. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1985.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF KANGJIAGOU GOLD DEPOSIT AND ORE PROSPECT

ZHANG Wen-liang, LI Zhao-hui, WANG Ya-li

(Institute of the 3rd Geological and Exploration Bureau, Xinzhou, 034000, China)

Abstract: Kangjiagou Au deposit is a greenstone belt type deposit, controlled by shearing zone. NEN-trending structures are ore-locating structures. Ore bodies consists of Au-bearing quartz veins and the alteration rocks between them and ore grade depends on number of the quartz vein. The Au deposit is hosted in banded iron formation and in the surrounding mylonitized rock zone.

Key words: greenstone belt; ductile shear zone; Au-bearing quartz vein; geological characteristics; ore-searching direction; Wutaishan area