

# 胶东三山岛、大开头、马家窑等 金矿床石英—黄铁矿的矿物 标型特征及找矿评价意义

程敏清 王存昌

**提 要** 本文通过对胶东部分金矿床中的主成分矿物—石英和黄铁矿标型特征的研究,为不同矿带金矿的成因和未知矿床的找矿评价提供了一些标定的依据,对胶东地区广泛出露蚀变岩和石英脉含矿性的评价有一定的实际意义。

**关键词** 石英和黄铁矿 标型特征 找矿评价

众所周知,黄铁矿和石英是金矿床中最常见的主成分矿物,与金矿床的关系非常密切,因此,对其标型特征进行系统的研究,具有重要的现实意义。这些研究资料,对于进一步开展金矿的找矿评价,确定矿体的规模和产出部位提供了必要的依据。

## 一、控矿因素及样品选择

胶东地区的典型金矿床主要受地层、侵入岩和断裂三种因素的控制,即:胶东群地层为金的矿源层;玲珑花岗岩和郭家岭斑状花岗岩为成矿围岩;早新华夏断裂构造是矿床形成的直接定位因素。金矿主要分布在区域断裂的下盘,受次一级裂隙及局部构造裂隙控制,近围岩蚀变作用主要有钾化、硅化、黄铁绢英岩化。该区断裂在较长的时间内均在不断地发生活动,随着断裂带内几期构造裂隙的交叉、重迭、张开、闭合,形成溶液的性质也在发生变化,因此空间上形成了不同的矿物组合的分布格局。我们参考前人资料,根据野外和室内镜下观察中不同矿物集合体之间的脉状穿插关系和角砾被胶结的情况,将该区典型金矿划分为四个成矿阶段(图1):

1. 乳白色石英—粗粒黄铁矿阶段:主要为乳白色石英,含量约占95%,多为他形,极少为自形和半自形,石英集合体中包含有绢英岩化岩石碎块。黄铁矿晶体粗大,普遍被压碎,裂纹发育,沿裂纹见有少量银金矿分布。

2. 烟灰色石英—细粒含金黄铁矿阶段:主要是烟灰色石英和细粒粉末状黄铁矿以及银金矿组成,可常见该阶段的矿物集合体切穿,包含或胶结第一阶段白色石英的脉体或角砾。

3. 灰色石英—多金属硫化物阶段:主要矿物有灰色石英、半自形黄铁矿、多金属硫化物(黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、斜方辉铅铋矿等)。其次是绢云母并见有金银矿物。该阶段多呈细脉,网脉状产出,在罗峰金矿可清楚见到切穿第二阶段烟灰色石英—细粒黄铁矿细

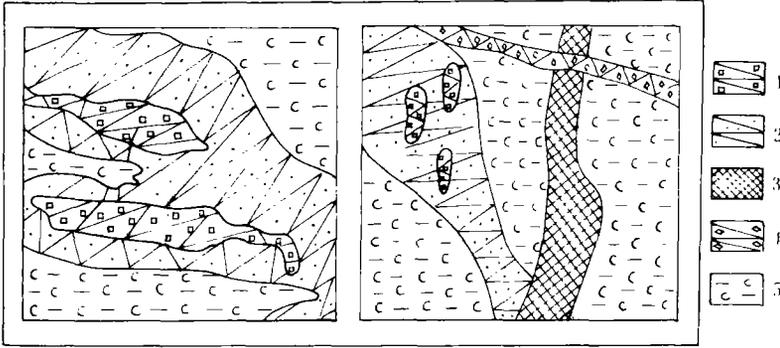


图1 罗峰金矿成矿阶段素描图

- 1. 乳白色石英—粗粒黄铁矿角砾脉
- 2. 石英—细粒黄铁矿脉
- 3. 石英—多金属硫化物脉
- 4. 石英—碳酸盐脉
- 5. 黄铁绢英岩

Fig. 1. Schematic diagram showing ore-forming stage of Luo Feng gold mine

在矿体空间上分布比较广泛，而第三、四阶段的矿化分布范围较窄。必须指出，与银金矿关系极为密切的第二成矿阶段不但空间上分布广而且主要组成矿物烟灰色石英和墨绿色粉末状黄铁矿极为特征。黄铁矿粒径一般 0.2mm—2mm，弥散到石英中导致石英呈烟灰色，黄铁矿集合体中有时夹有第一阶段黄铁矿（粒径 5—30mm）的破碎角砾。该阶段金的矿化强烈而且分布广泛，因此我们取第二阶段石英、黄铁矿为研究的主要对象。

脉。

1. 石英—碳酸盐阶段：本阶段主要矿物有方解石、石英及少量黄铁矿和自然金，并有时见有明金产于方解石脉中。

综上可清楚看到黄铁矿和石英不但是贯穿各阶段的矿物，而且是矿石的主成分矿物，并且与银金矿富集有密集关系。这四个阶段在矿物组合和主要矿物的粒度和颜色特征方面都各有明显的特征。第一、二阶段形成的矿物组合

## 二、石英—黄铁矿的标型特征

### 1. 石英

#### ①石英的微量元素

该区金矿带石英中微量元素含量较少，杂质元素钾、钠和铝含量随矿区而有变化。西部蚀变岩型矿带（三山岛）石英中钾、钠、铝含量相对较高， $K+Na+Al > 1\%$ ，矿床规模为大型；中部蚀变岩兼石英脉型矿带（九曲大开头）石英中  $K+Na+Al < 1\%$ ，一般在  $0.5\% \pm$ ；东部变质热液充填型金矿（马家窑矿区）石英中  $K+Na+Al < 0.5\%$ 。虽然石英中 Au、Ag 含量比黄铁矿中要低得多，但各样品中石英和黄铁矿 Au、Ag 含量呈正消长关系，这对矿脉的评价提供了一定的指示。

第二阶段石英中随着  $Si^{4+}$  被  $Al^{3+}$  置换，同时  $K^+、Na^+$  离子进行补偿，随之晶胞参数增大，比重减小，这在三山岛和大开头矿区虽有显示，但最特征的是马家窑矿区，随着产出深度的增加，石英中  $K+Na+Al$  的百分含量逐渐减少，导致晶胞体积减小和比重增大（表 1），矿体上部

石英含碱铝相对较高,晶胞较大,比重较小。而产在矿体下部的石英含碱铝相对较低,晶胞体积较小,比重较大。这与矿山开采中从浅到深矿体趋于尖灭,矿石品位趋于贫化的特征一致。

马家窑矿区石英的碱铝元素、晶胞参数、比重

表 1

Table 1. Cell parameter and gravity of quartz and impurities of alkli-Al elements in it, Majiayao mining district

特 征 样 号	(Al+K+Na) %	晶胞参数 V (Å)	比重
马 220-2	0.316	113.367	2.649
193-2	0.357	112.929	2.648
143-2	0.263	113.317	2.650
80-2	0.190	113.270	2.667

总之,由于不同矿区地质环境(以至矿体的不同部位)的差异,矿体石英中类质同象铝和补偿碱离子进入石英晶格的含量,替换程度均有差异。由于石英结构中存在平行 C 轴的孔洞,  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  等大阳离子进入结构孔洞而补偿时引起  $a_0$  增大, V 也增大,因此比重减小。从前面叙述得知西部蚀变岩型三山岛矿区石英中  $\text{K}+\text{Na}+\text{Al}$  含量较高,而比重较小(2.622);东部热液充填石英脉型马家窑矿区石英中  $\text{K}+\text{Na}+\text{Al}$  含量较低,比重则较大(2.653);而处于中间部位的玲珑大开头矿段的石英则介于二者之间,比重为 2.652。

### ②石英的热发光特征

近年来,在一些矿区将石英热发光数据用于有望矿区含金性的评价,阐明成因,获得找矿评价信息,正引起人们的注意。矿物的热发光性质与晶体中杂质元素导致的晶格缺陷有关。石英中晶格缺陷主要是  $\text{Si}^{4+}$  被  $\text{Al}^{3+}$  代替时  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$  等离子进入晶格进行补偿是引起石英热发光的主要因素。当石英中  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$  等杂质元素含量愈高,石英的热发光强度愈大。其热发光温度则与俘获电子陷入晶格陷并能级深度有关。俘获电子陷入晶格的陷并能级越深,其发光峰温度越高。我们取典型矿床第 II 阶段石英进行热发光研究(图 2)。

三山岛一苍上成矿带石英中含较高碱铝元素导致了石英热发光的总发光强度较大,在固定的温度( $50^{\circ}\sim 350^{\circ}\text{C}$ )积分区间内光通量一般是  $\text{xxxNC}\times 10^{-10}$  发光单位,为中低温峰强度较高的尖锐单峰型(图 2),如在 -70 米中段 II 号矿体水平范围从 NE  $\rightarrow$  SW 从分枝复合到矿体厚大部位,随石英中  $\text{K}+\text{Na}+\text{Al}$  含量的降低,发光强度相对减弱,热发光曲线形态更趋平缓。

玲珑大开头矿段的石英因  $\text{K}+\text{Na}+\text{Al}$  含量略低影响了热发光曲线的特征,使其在固定的温度积分区间内总发光强度为  $\text{xNC}\times 10^{-10}$  发光单位,该区石英的热发光曲线也属中温峰强度较高的尖锐单峰型。该区矿体多为透镜状,分枝复合出现,尖灭再现比较复杂,在 95 线 50 号脉中沿矿体倾向从浅到深石英热发光曲线的形态趋于简单平缓,并且发光峰变得较为开阔,峰温略有降低的趋势。

以上两个矿区第 II 阶段石英中以含较高铝和补偿钾、钠离子为特征 ( $\text{Al}+\text{K}+\text{Na} > 0.5\%$ ) 热发光曲线仅在中—低温区出现尖锐单峰,发光强度大,这说明捕获电子的数量较多,

而电子陷阱的能级深度不大,因此,加热到不高的温度即放热显峰,再继续加热即便有辅助次峰也未见出现明显的放热高峰.这是生成时代相对较晚的岩浆热液石英的特征。

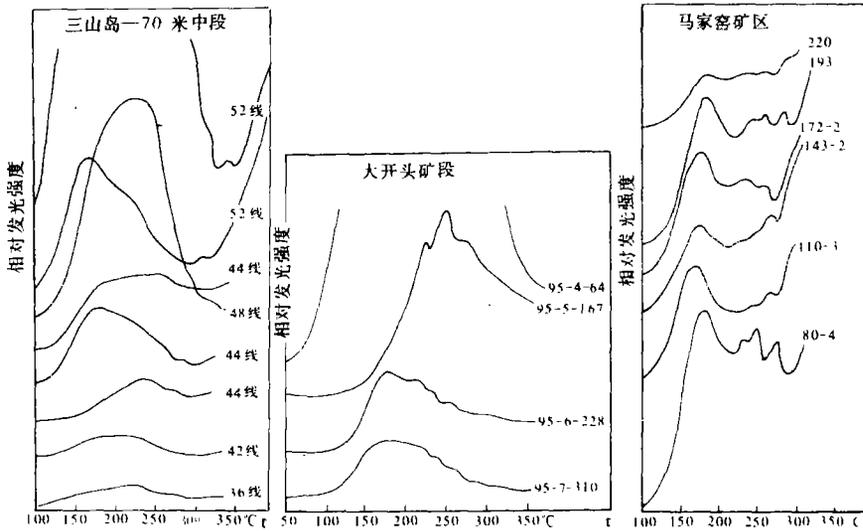


图2 胶东地区典型矿床石英热发光曲线形态图

Fig. 2. Thermoluminescence patterns of quartz within the gold deposits in Jiaodong area.

变质热液成因充填石英脉型马家窑矿区石英中更低的铝碱含量导致了热发光曲线峰值强度和总发光强度也低,在固定的温度积分区间内一般是  $0. xxxNC \times 10^{-10}$  发光单位. 该区石英的热发光曲线虽较平缓,但含矿石英的热发光曲线形态较复杂,以多个峰值为特征,呈波浪形. 峰温在  $180 \sim 280^\circ C$  范围内,  $180^\circ C \pm$  有一个较强的低温峰,  $220^\circ C \pm$  出现二个中温峰,  $280^\circ C$  出现高温峰,这说明该类石英在不同晶格陷阱能级深度都有电子陷入,但其陷入数量越来越少,因此呈现出多峰值,总发光强度较小的特征. 这与广西某地及吉林夹皮沟变质热液型金矿深成石英的特征是一致的。

另外,在大开头和马家窑矿区随矿体深度的加大,石英的热发光峰温略有降低的现象,这可能说明了矿体下部石英生成较晚。

### ③石英的红外光谱学研究

从矿体不同部位采集岩块加工成双面磨光的薄片,厚  $0.2 \sim 0.4$  毫米,面积  $20 \times 20mm^2$ , 然后拍摄  $4000 \sim 2000 [厘米]^{-1}$  区的红外光谱,石英自身的特征波数取  $2230 [厘米]^{-1}$ , 该地区  $3610 [厘米]^{-1}$  的吸收峰是石英含金的标志,而  $3400 [厘米]^{-1}$  的吸收带为水的吸收区,  $2350 [厘米]^{-1}$  吸收带为二氧化碳的吸收区. 用基线法计算石英包体中水和二氧化碳的相对

光密度列于表后(表2),在大开头矿段95线50#脉从浅到深石英的相对光密度计算平均值 $\bar{D}_{H_2O}$ 从3.10、5.01、4.72至5.85, $\bar{D}_{CO_2}$ 从1.13、1.98、0.72至1.49表现出虽略有波动,但基本是稳定中略有增高的趋势,而且石英中含金量与 $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 成正消长关系。在 $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 降低时矿脉金的品位下降(9.5—6), $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 升高时矿脉金的品位上升,因此主矿物石英的 $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 为矿脉的评价提供了较好的依据。

石英中H<sub>2</sub>O和CO<sub>2</sub>相对光密度

表2

Table 2. Relative density of H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> facies in quartz

矿区 及脉号	采 样 位 置	相 对 光 密 度 平 均 值		共 生 黄铁矿晶形
		$\bar{D}_{H_2O}$	$\bar{D}_{CO_2}$	
大开头 50#脉	95-4	3.10	1.13	
	-5	5.01	1.98	o-a
	-6	4.72	0.72	o-a
	-7	5.85	1.49	e-a
马家窑 矿区	马220-1	14.37	5.80	
	172-4	6.26	0.90	
	143-5	8.42	3.37	
	110-4	5.34	3.01	
	80-4	3.65	2.39	

分析者:娄元生

马家窑变质热液成因的充填石英脉型金矿石英中 $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 比大开头矿为低,而且从标高220m到80m的垂向范围内有降低之趋势, $\bar{D}_{H_2O}$ 从14.37降至3.63, $\bar{D}_{CO_2}$ 从5.80降到2.39,该区金的品位较低,从矿山开采情况看,深部 $\bar{D}_{H_2O}$ 和 $\bar{D}_{CO_2}$ 的下降与其品位的降低是一致的。因此,反映出矿区深部的前景不容乐观。

#### ④石英的包体特征

包体特征:一般讲蚀变岩型矿石中石英包体成分较复杂,液态、气态、子矿物包体均有,而石英脉型矿石中石英包体较单一,为液态包体及少量含二氧化碳包体。从三山岛、玲珑大开头到马家窑石英中包体含量有所减少。

成矿温度和压力:用均一法测温,用CO<sub>2</sub>密度法计算该区成矿压力,连同测得的盐度列于表后(表3),并见图3,从而向东蚀变岩型→蚀变岩兼石英脉型→热液充填石英脉型其成矿温度为270℃—370℃、240℃—340℃、200℃—300℃、压力从300—1200巴、600—1000巴,盐度6.9—10wt%、6.5—9wt%,均显示降低之趋势。

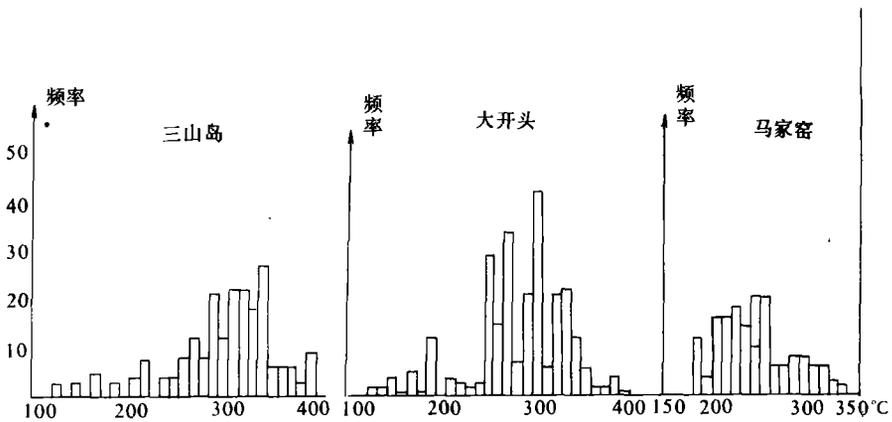
三个矿区成矿条件对比表

表 3

Table 3. Showing comparison of metallogenetic conditions of San Shan dao, Da Kaitou and Ma Jiayao gold deposits.

矿区名称 成矿条件	三山岛	大开头	马家窑
温度	270°~370°C	240°~340°C	200°~300°C
压力	300~1200 巴	600~1000 巴	—
盐度	6.9—10wt%	6.5~9wt%	—

测试者:夏桂兰



胶东地区典型矿床均一温度直方图

Fig. 3. Histogram of homogeneous temperature of quartz in the three gold deposits of San shandao, Da kaitou and Ma Jiayao

成矿溶液的成分:我们选取大开头矿段 13 个石英样品进行了成分分析(表 4),K/Na 比值变化于 0.31—1.22 范围内,而且随着蚀变作用的加强石英中 K<sup>+</sup> 含量增高,黄铁绢英岩之石英中 K<sup>+</sup> 含量高于花岗岩中 K<sup>+</sup> 含量,这与钾化利于成矿是一致的。从钾化花岗岩之石英到黄铁绢英岩阴离子含量也是有变化的,蚀变花岗岩和黄铁石英脉中石英包体成矿溶液的成分 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > SO<sub>4</sub><sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > F<sup>-</sup>, 而黄铁绢英岩中则是 SO<sub>4</sub><sup>-</sup> ≥ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> > Cl<sup>-</sup> > F<sup>-</sup>, 溶液性质基本是酸性的,而且随着黄铁绢英岩化的加强酸度略有加强。成矿溶液中的微量气体成分 H<sub>2</sub>O > CO<sub>2</sub> > CH<sub>4</sub>, 随着蚀变作用的强弱, H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 含量也发生相应的变化。黄铁绢英岩石英中 H<sub>2</sub>O 含量一般较大,为 621—791ppm, 而蚀变花岗岩石英中则一般较小,为 525—669ppm; 黄铁绢英岩石英中 CH<sub>4</sub> 含量一般较小在 0.57—1.24ml/100g, 蚀变花岗岩石英中 CH<sub>4</sub> 含量略高为 1.71—3.29ml/100g; 黄铁绢英岩石英中所含 CO<sub>2</sub> 为 8.48—16.5ml/100g, 除个别

表 4

大开头矿段石英包裹体成分测定结果表  
Table 4. Quartz-inclusion analysis of Dakaitou gold deposit

项 目 结 果 号	电 导 率	测 定 矿 物	岩 性	PH	K <sup>+</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	Ca <sup>+</sup> ppm	Mg <sup>+</sup> ppm	Fe <sup>+</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>+</sup> ppm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ppm	F <sup>-</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	H <sub>2</sub> O ppm	CO <sub>2</sub> ml/100g	CH <sub>4</sub> ml/100g	$\frac{K+Na}{Ca+Mg}$	$\frac{F}{Cl}$	$\frac{Cl}{HCO_3}$	$\frac{SO_4}{HCO_3}$	$\frac{Cl}{NO_3}$
95-4-64	0.10	石英	黄铁绢英岩	6.07	2.21	1.81	0.04	0.06	0.02	4.17	4.20	0.11	0.19	621.0	8.48	0.83	1.22	0.58	0.05	0.99	0.05
95-5-167	0.70	石英	破碎带矿石	230.19	3.80	1.63	0.42	0.48	0.02	9.17	—	0.12	0.26	687.8	16.50	0.81	0.38	0.46	—	—	0.03
—6-156	0.29	石英	钾化花岗岩	76.37	6.39	1.16	1.37	3.24	0.78	0.08	2.83	0.24	1.00	669.5	12.31	3.29	0.85	0.24	0.18	0.56	0.35
—6-231	0.10	石英	黄铁绢英岩	86.43	6.23	0.84	1.71	0.12	0.06	4.19	4.63	0.13	0.20	638.6	16.67	1.12	0.19	0.65	0.04	0.90	0.05
—7-310	0.78	石英	黄铁绢英岩	68.69	6.53	2.33	4.55	0.11	1.20	0.10	8.50	0.18	0.20	588.9	11.17	1.30	0.51	0.62	0.05	1.57	0.03
83-1-328	未测	石英	黄铁石英脉	—	—	—	—	—	—	3.80	12.15	1.28	2.15	815.2	39.9*	0.02*	—	0.13	0.24	0.31	0.78
—2-442	未测	石英	黄铁石英脉	—	3.83	359	0.54	0.97	5.12	8.28	0.16	3.41	792.6	58.4*	0.05*	1.07	1.07	0.05	0.11	0.62	0.67
—6-528	未测	石英	蚀变花岗岩	6.19	0.65	1.31	0.02	0.02	0.04	4.33	4.63	0.14	0.21	525.5	9.51	0.37	0.50	0.67	0.05	0.94	0.05
L04	1.25	石英	黄铁绢英岩	252.67	3.42	1.71	1.12	0.06	0.30	11.67	—	0.10	0.36	664.1	12.72	9.78	0.33	0.28	—	—	0.93
L16	0.11	石英	黄铁绢英岩	102.41	5.96	0.78	1.13	0.29	0.10	1.15	4.67	3.98	0.11	33.559.9	3.66	0.85	0.69	0.33	0.08	1.17	0.07
L24	1.00	石英	黄铁绢英岩	230.19	3.80	6.31	5.41	0.22	0.8	0.50	13.33	0.14	0.57	692.6	9.86	1.71	1.71	0.25	—	—	0.01
L07	0.65	石英	黄铁绢英岩	220.70	3.96	3.32	4.84	0.03	0.35	0.15	8.33	0.11	0.29	793.8	11.91	1.24	0.69	0.38	—	—	0.03
L13	0.10	石英	黄铁绢英岩	118.97	5.67	1.07	1.32	0.06	0.06	4.00	3.27	0.085	0.36	710.0	14.16	0.90	0.81	0.24	0.11	1.22	0.09
71-2-324	未测	石英	黄铁石英脉	—	9.10	2.05	—	0.76	6.95	15.93	0.29	2.00	532.2	36.3*	0.03*	4.44	4.44	0.15	0.13	0.14	0.29
71-3-422	未测	石英	黄铁石英脉	—	2.74	2.39	1.40	1.11	4.38	25.48	3.71	2.22	679.4	58.4*	0.02*	1.15	1.67	0.09	0.17	0.17	0.51
71-7-488	未测	石英	黄铁石英脉	—	3.82	1.12	3.60	0.01	0.50	0.16	7.50	0.10	0.26	624.1	11.81	0.73	0.31	0.38	—	—	0.03

\* 为二机部三所测定,单位 ppm

测试者: 南京大学

赵梅芳

蒋浩泳

样品外,变化较大,蚀变花岗岩石英中含 CO<sub>2</sub> 为 9.51—12.31ml/100g。

结合矿床不同部位石英包体中阳离子、阴离子及微量气体成分反映出大开头 50<sup>#</sup> 脉, 52<sup>#</sup> 脉规模较大, 50<sup>#</sup> 脉到 95—7—310 米处仍为黄铁绢英岩, 而 52<sup>#</sup> 脉到 83—6—528 米的蚀变花岗岩石英中 K<sup>+</sup> 和 H<sub>2</sub>O 含量则出现下降苗头, 在规模较小矿体石英中包体成分变化较凌乱。

### 2. 黄铁矿

黄铁矿是本区最重要的矿石矿物和金的载体, 在成矿期的各阶段均有大量出现, 特别 II 阶段黄铁矿为本区最重要的赋金矿物。为了更好地进行黄铁矿标型特征的研究, 确定它对矿体部位的标定意义, 我们首先在已知矿体中采用人工重砂和结构浸蚀的方法揭示黄铁矿的真实形貌和其他标型特征分析, 并建立起黄铁矿在矿体中的分布模式(规律), 以此对未知矿体进行评估和标定。根据该区 300 个人工重砂小样中

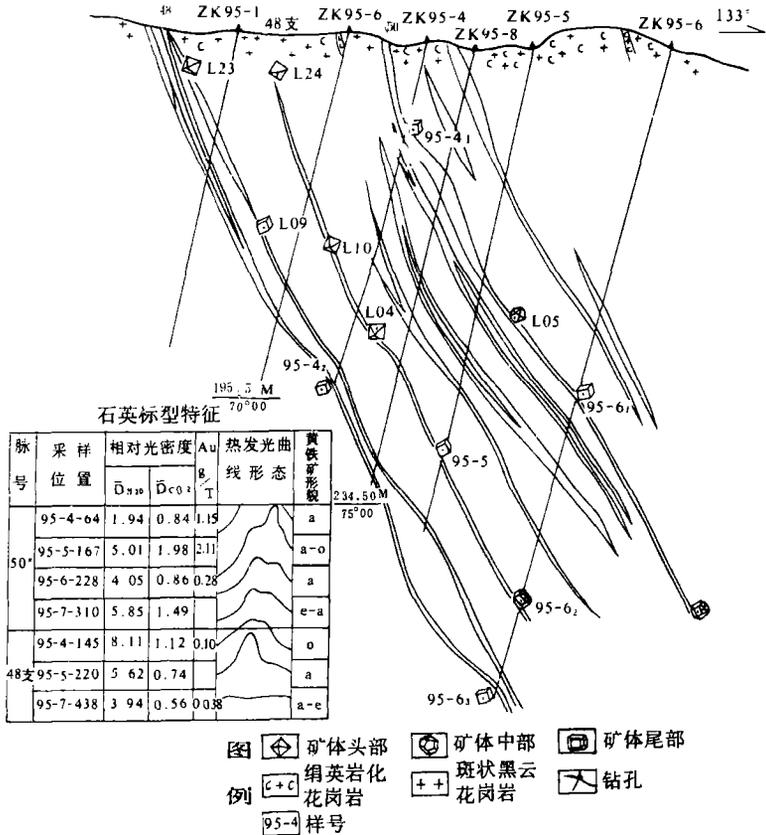


图 4 大开头矿段 95 线地质矿物剖面图

Fig. 4. Geological profile of 95 line in Da kaitou gold mining area

对粉末状黄铁矿存在单形的分析和定量统计, 存在单形有八面体 O {111}, 五角十二面体 e {210}, 立方体 a {100} (其中包括单纯 a<sub>1</sub> {100}, a<sub>2</sub> : O {111} 向 a {100} 演化和 e {210} 向 a {100} 演化、a<sub>1</sub> : a {100} 内包有 e {210} 和 o {111} 晶体残块) 以及单形占不同比例的聚形, 制做矿床的矿物地质剖面图(图 4) 并与工程实际揭露的矿头、矿中、矿尾的大量统计资料进行对比, 可以看出第 II 阶段黄铁矿在矿体垂直空间上晶形变化具有以下规律: 头部八面体 o {111} 往下为 o {111} + a {100} 聚形及 o {111} + e {210} 聚形; 中部以五角十二面体 e {210} 型为主的晶形并伴有 a {100} + o {111} 聚形及 a {100} + e {210} 聚形; 尾部为以 a {100} + e {210} 为主的聚形而且愈往深部 a {100} 在 a-e 聚形中所占比例越大。一般来说随矿体规模不同, 晶形变化梯度有异。矿体规

模大,黄铁矿晶形变化梯度小,矿头、矿中、矿尾发育均较完整,如新城金矿、玲珑西山的108#和55#以及大开头50#矿脉即是。对于小矿体,与石英的标型特征一致,黄铁矿晶形基本不具分带特征。

除此,对不同晶体形貌黄铁矿做了微量元素分析(表5),热电系数及硬度测定,这些数据均为标定矿体部位提供了资料。

可以看出黄铁矿中Co/Ni比值从矿头到矿尾逐渐减小,Mn+V+Ti含量增加,唯有As+Sb+Bi在矿中部位增高。

黄铁矿中微量元素  
Table 5. trace-elements in pyrite

表5

元 素 产出部位	CO/Ni	As+Sb+Bi (ppm)	Mn+V+Ti (ppm)
矿头	4.40 (11)	405.00 (11)	143.6 (11)
矿中	2.77 (8)	719.14 (8)	266.85 (8)
矿尾	0.76 (6)	561.53 (6)	2784.83 (6)

\* (11) 样品个数

黄铁矿的热电系数是另一标型特征,连同比重一起受其内部结构引起的晶体形貌的制约,矿头部位的八面体 $o\{111\}$ 及 $o\{111\}$ 与 $a\{100\}$ 的聚形的热电系数 $a$ 值为负值,为空穴电子型,其硬度较大为6.60—6.97;矿中部位的五角十二面体 $e\{210\}$ 、八面体 $o\{111\}$ 或带 $e\{210\}$ 、 $o\{111\}$ 包晶的 $a\{100\}$ ,其中 $a$ 值为负值或小的正值(-10—+65),空穴占有率为35—50%,属电子空穴型,硬度中等6.39;矿尾部位的纯 $a\{100\}$ 的热电系数 $a$ 值为正值(+140—+180)空穴占有率100%,属空穴型,硬度最小,为6.05—6.35。

因此,利用黄铁矿和石英的标型特征不仅能评估未知矿脉是否含金,而且可以标定矿化露头在矿体空间上所处的位置,以此判断矿体的剥蚀程度。特别是某些含金石英脉的地表露头,金属硫化物因风化作用而流失,含金量相对降低,此时利用石英的标型特征就显得十分重要。若脉体石英中K+Na+Al含量高,热发光强度大,石英包体成分中富含 $H_2O$ ,石英的相对光密度 $D_{H_2O} > 1$ 、 $D_{CO_2}$ 值愈大,脉体前景愈好。用石英和黄铁矿的标型特征分析,若是头部标型,则找矿前景乐观;若是尾部标型就意味着矿体大部分已经剥蚀掉。因此,研究胶东地区典型矿床主成分矿物的标型特征,对未知脉体的评估与标定则具有非常实际的意义。

文中测试工作由化验室和地质实验室夏桂兰高级工程师及兄弟单位娄元生、裴静娴同志完成,工作中承蒙高级工程师任英忱的合作和指导,在此一并致谢。

### 参考文献

(1)马启波:山东招掖地区重熔型岩浆期各热液金矿床的近矿围岩蚀变与成矿条件,《沈阳地矿所所刊》,第

九号, 1984

[2] B · E · Hobbs; The hydrolytic weakening effect in quartz Geophysical Monograph 31 Mineral physics 1 P151—P160

## THE TYPOMOPHIC MINERAL FEATURES OF THE QUARTZ PYRITE AND THIR SIGNIFICENCE IN PROSPECTING AND EVALUATION AT SAN SHAN DAO, DAKAI TOU AND MA JIAO YAO OF JIAODONG REGION

*Cheng Mingqing*

*Wang chunchang*

### Abstract

The following discovery was made through study of typemorphic minerals of quartz and pyrite.

1. Quartz within altered-fractured-rock type Au-deposits is characterized by  $K + Na + Al > 1\%$  influx of  $x \times 10^{-10}$  light unit in the intigration range of  $50 \sim 350^\circ\text{C}$  and a single-acute peak thermoluminescence curve; quartz within metamorphic hgdothermal gold deposits by  $K + Na + Al < 0.5\%$  influx of  $0. x \times 10^{-10}$  light unit and a gentle-multip peaked thermoluminescence curve in which low temperature peaks become promiuaut but meso-temperature peaks are reduced with the ore bodies extending fo depths and pinching out; quartz withiu the complex deposits of alferred-fractured-rock type and quartzvein-type gold ore by  $K + Na + Al$  value from  $0.5\% - 1\%$ , influx of  $x \times 10^{-10}$  light wnit a basically-single-peaked-thermoluminescence curve with sub-poeaks which goes gentle with depths.

2. light density-  $\bar{D}_{H_2O}$  and  $\bar{D}_{CO_2}$  of quartz formed in the 2th ore-forming stage is proportional to gold grade. Enclussion-tempera fure meassurements of quartz show a reduced tendency with the developing of pyrite-beresite alfered rock.

3. crystal form of pyrite changes vertically in the pattern as followed;

In the upper part of ore dodies octahedron o {111} Pyrite occur vertically in turn as o {111} + a {100} and o {111} + e {210} combinate form. In middlke part pentagoual dodecahedron pyrite is dominated by e {210} and a {100} + o {111} combinate form, In the lower part it is dominates by a {100} + e {210} combinate form and a {100} is more promiuant in a-e combiuate form to depths.