

# 晋东北金矿床石英流体包裹体与找矿<sup>①</sup>

孙中诚 马美玲

(山西矿业学院地质系, 太原 030024)

**摘要** 晋东北各种类型金矿中都广泛发育热液型石英脉, 与矿化有关的石英流体包裹体的特征反映了不同的矿床类型。对该区石英脉型、蚀变岩型及磁铁石英岩型金矿床的研究表明, 石英中流体包裹体的成分、温度和红外吸收光谱等特征可以作为划分矿床类型和作为金矿找矿评价的标志。

**关键词** 流体包裹体 金矿床 找矿标志 晋东北

晋东北地区金矿床主要分布于五台群变质岩系地区。金矿化主要受矿源层、中生代岩浆活动和构造控制。本区金矿床类型繁多, 具工业价值的主要有石英脉型金矿床、破碎带蚀变岩型金矿床, 而含铁石英岩建造金矿化具有远景意义。本区各种金矿床类型都与石英脉的形成有密切关系, 因而我们选择了义兴寨金矿(石英脉型)、高凡金矿(蚀变岩型)、柏枝岩(含铁石英岩建造金矿化点)等三个矿区, 较系统地进行了金与石英的流体包裹体和红外吸收光谱等类型特征的研究。

繁峙义兴寨金矿产于恒山杂岩中的石英闪长质片麻岩内, 为一大型金矿床, 含金石英脉沿南北向脆性剪切带充填, 矿体以单脉为主, 复脉和网脉少见, 矿石类型为黄铁矿型、多金属型和氧化物型; 代县高凡金(银)矿床产于五台群高凡亚群的变质砂岩、泥岩、千枚岩内, 矿体赋存于北西-南东向三条主干断裂及次级裂隙中, 矿化以破碎蚀变岩为主, 矿物组合为黄铁矿、褐铁矿、自然金、角银矿及磁铁矿、赤铁矿等; 五台柏枝岩金矿化点产于五台群柏枝岩组磁铁石英岩和含铁绿泥片岩中, 沿片理分布的矿化石英脉主要由脉石英、磁黄铁矿、黄铁矿组成, 金以自然金状态存在, 有的为磁铁矿、石英中的包体金, 也有裂隙金和晶隙金(图1)。

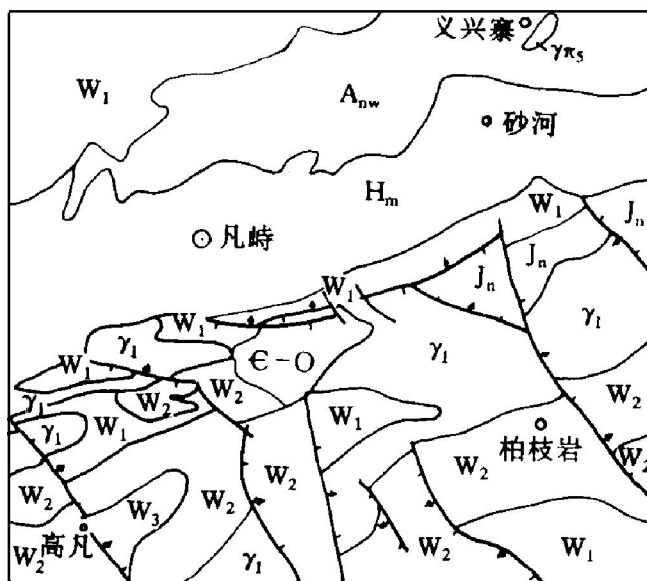


图1 晋东北地区地质简图

- 1—Anw 阜平群; 2—W<sub>1</sub> 石嘴亚群;  
3—W<sub>2</sub> 台环亚群; 4—W<sub>3</sub> 高凡亚群;  
5—Jn 长城-震旦系; 6—Є-O 寒武-奥陶系;  
7—Hm 第三-第四系; 8—γ<sub>1</sub> 花岗岩; 9—γπ<sub>5</sub> 花岗斑岩

## 1 石英中流体包裹体的产状

本区金矿床的形成主要与热液活动有关。在热液期形成的石英中的流体包裹体的形状多为伸长状、椭圆状、多边形(负晶), 及不规则

<sup>①</sup> 收稿日期: 1995-11-20; 修回日期: 1996-05-10 孙中诚, 男, 56岁, 副教授

状, 粒径 5~ 60mm, 主要是气液二相, 常见气、液、固三相、偶见气、CO<sub>2</sub> 气、液三相包裹体。不同期次石英包裹体的粒度不同(表 1)。

对 41 个义兴寨金矿不同期次石英中的流体包裹体样品采用热台均一法测出其均一温度, 用冷凝法测出其盐度。将所测数据(表 1)分别作出均一温度(图 2)和盐度的直方图(图 3)。

| 表 1 义兴寨金矿石英中流体包裹体特征                |           |             |                        |        |
|------------------------------------|-----------|-------------|------------------------|--------|
| 包体样品特征                             | 包体大小 / μm | 均一温度 / °C   | 盐度 / %                 | 测数 / 个 |
| 灰白色石英(Ⅰ)<br>(水、气)                  | 5~ 10     | 310~ 348    | 12. 7~ 25<br>主要 16~ 18 | 9      |
| 乳白色石英(Ⅱ)<br>(水、气、CO <sub>2</sub> ) | 25        | 199~ 284    | 4. 7~ 5. 2             | 2      |
| 晶簇状石英(Ⅱ)<br>(水、气)                  | 5~ 60     | 210~ 270    | 10~ 12                 | 28     |
| 烟灰状石英(Ⅲ)<br>(水、气、固)                | 8~ 25     | 184~ 184. 5 | 28~ 29                 | 2      |

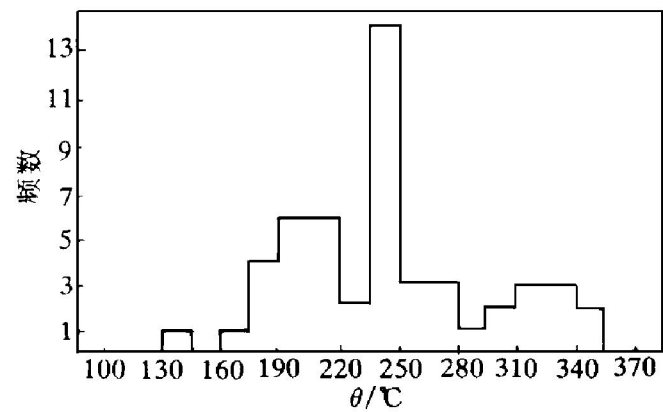


图 2 石英包体的均一温度直方图

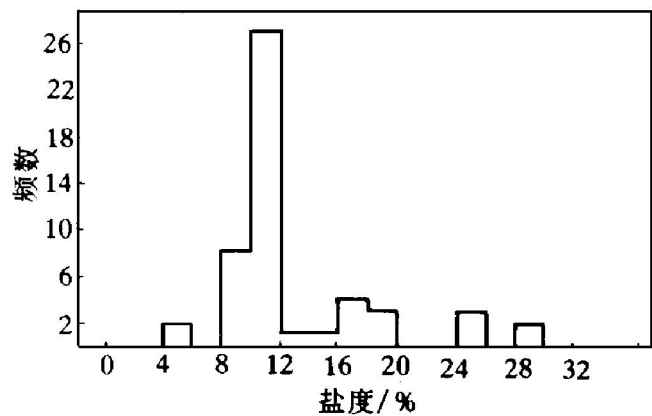


图 3 石英包体的盐度直方图

从图中可以看出其均一温度明显出现三峰式, 代表了三个主要成矿阶段。而盐度主要为

单峰, 位于 10% 附近。本区金的成矿温度主要在 200~ 300 °C, 此时成矿溶液的盐度较低(5% ~ 12%), 而早期和晚期盐度均较高, 特别是在晚期由于溶液耗损, 溶液中 NaCl 增高, 其盐度增高。因而可以认为溶液盐度是成金的一个重要控制因素, 可以用石英包体中盐度(10% 左右)作为判定有矿的一个重要标志。

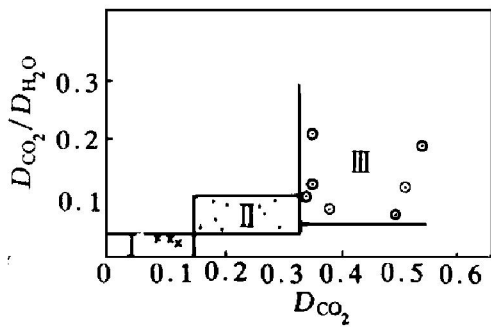
2 石英的红外光谱特征

目前利用石英的红外吸收光谱特征, 进行热液型石英脉的含金性分析是一种效果好、效率高的好方法, 它可以帮助我们判别“无矿”和“含金”的石英脉<sup>[1]</sup>。石英光薄片的 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的红外吸收光密度, 实际代表了石英中流体包裹体含 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的浓度。而其浓度变化与温度、压力有一定关系<sup>[2]</sup>。

我们测试了 28 个义兴寨金矿石英薄片样品的 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O 的相对光密度(  $D_{H_2O}$ 、 $D_{CO_2}$  ) 及  $D_{CO_2}/D_{H_2O}$  。

对所得数据的分析结果表明本区石英中二氧化碳的相对光密度(  $D_{CO_2}$  ) 在 0. 1~ 0. 45 之间, 水的相对光密度(  $D_{H_2O}$  ) 在 1. 64~ 7. 65 范围内。含水量大是本区含金石英脉型金矿的特点,  $D_{CO_2}/D_{H_2O}$  值一般在 0. 04 至 0. 20 之间。

根据所得数据在  $D_{CO_2}/D_{H_2O}$  与  $D_{CO_2}$  相关图上的投影(图 4), 结合勘探和开采金矿的品位资料, 可以得出三个区域: I 区  $D_{CO_2} < 0. 15$ ,  $D_{CO_2}/D_{H_2O} < 0. 04$ , 为早期石英与含立方体黄铁矿的石英及被氧化了的石英, 一般不含金或微含金; II 区  $0. 15 < D_{CO_2} < 0. 33$ ,  $0. 04 < D_{CO_2}/D_{H_2O} < 0. 1$ , 为本区大多数的第 II 阶段及第 III 阶段与黄铁矿及多金属硫化物相共生的石英, 一般为达到工业开采品位的金矿的区段; III 区  $D_{CO_2} > 0. 33$ ,  $D_{CO_2}/D_{H_2O} > 0. 04$ , 为与多金属矿石共生的石英及与黄铁矿共生的破碎氧化带的石英, 是富含金的矿段, 开采品位可达到 150 g/t 及 111. 5 g/t。

图4 石英  $D_{\text{CO}_2}$  对  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  与含金性

通过上述分析, 本区可将热液型金矿石英中的  $D_{\text{CO}_2}$  和  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  的值作为判定石英脉含金性的标准。石英中  $D_{\text{CO}_2} < 0.15$  和  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}} < 0.04$  的一般不含金, 而石英中的  $D_{\text{CO}_2} > 0.33$  和  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}} > 0.04$  的多为富金脉体, 介于二者之间的为含金脉体。

石英中的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的红外吸收光密度可以用来判定矿石类型和矿床类型。图5为义兴寨金矿五号含金石英脉中石英  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  对  $D_{\text{CO}_2}$  相关图。I 区为  $D_{\text{CO}_2} < 0.4$ ,  $D_{\text{H}_2\text{O}} < 3.5$ , 矿石类型为黄铁矿型; II 区  $D_{\text{CO}_2} > 0.24$ ,  $D_{\text{H}_2\text{O}} > 2.9$ , 矿石为多金属硫化物型。不同矿床类型中石英的  $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{CO}_2$  的相对光密度特征有明显的差异。

在我们测得的高凡破碎带蚀变岩型金矿石英包裹体的  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  和  $D_{\text{CO}_2}$  数据中, 其  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  和  $D_{\text{CO}_2}$  变化范围大, 但同一样品中,  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  和  $D_{\text{CO}_2}$  有同时增减的趋势, 因此其比值较稳定。

将柏枝岩磁铁石英岩金矿化点的各种石英的  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  及  $D_{\text{CO}_2}$  数据投在  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  对  $D_{\text{CO}_2}$  图上时(图6), 可将投影点划分为微含金(II)及不含金(I)两个区域。前者  $D_{\text{CO}_2} > 0.10$ ,  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}} > 0.1$ ; 后者  $D_{\text{CO}_2} < 0.10$ ,  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}} < 0.16$ , 只有一个例外。

现将以上不同类型金矿(点)中石英的水和二氧化碳的相对光密度特征做一对比, 可以看出它们之间有明显差别并各具特征(表2)。它们在  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  对  $D_{\text{CO}_2}$  图上(图7)的投影点

除个别的以外, 基本是比较集中的, 并且可以各自划分在基本不重叠的区域内。I 区为含金石英脉, 其特征是含水特别高, 二氧化碳中等; II 区为破碎带蚀变岩型, 其投影点比较分散, 其特点是二氧化碳较高; III 区为磁铁石英岩型, 特点是二氧化碳低, 水也少。

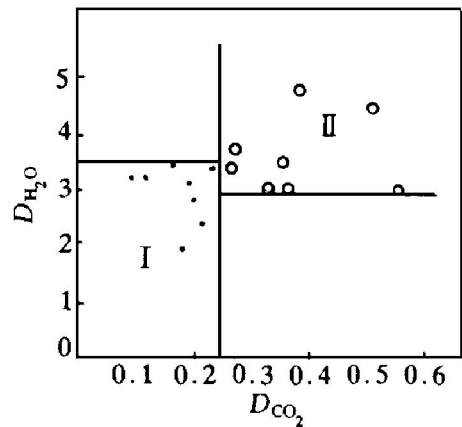
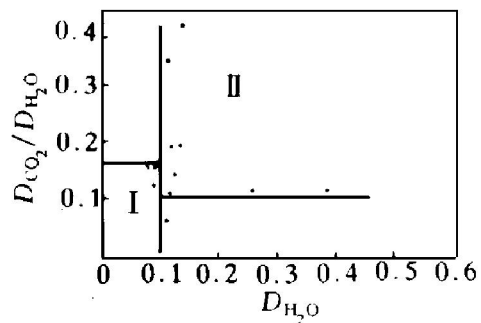
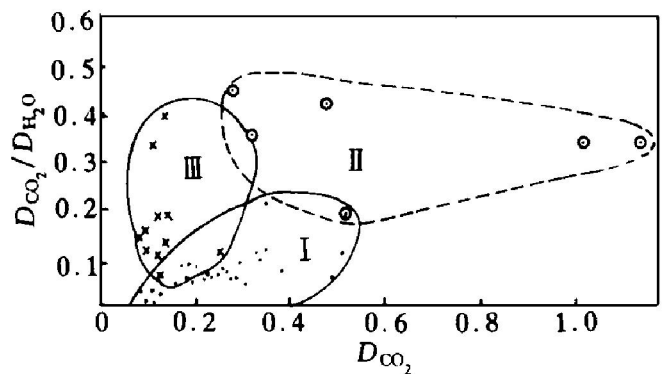
图5 石英  $D_{\text{H}_2\text{O}}$  对  $D_{\text{CO}_2}$  与矿石类型图6 石英  $D_{\text{CO}_2}$  对  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  与含金性图7 石英  $D_{\text{CO}_2}$  对  $D_{\text{CO}_2}/D_{\text{H}_2\text{O}}$  与含金性

表 2 不同类型金矿石英的  $D_{H_2O}$  及  $D_{CO_2}$  特征

| 产 地 | 金 矿 类 型   | $D_{H_2O}$ |       | $D_{CO_2}$  |       | $D_{CO_2}/D_{H_2O}$ |      | 样品数 |
|-----|-----------|------------|-------|-------------|-------|---------------------|------|-----|
|     |           | 范 围        | 平 均   | 范 围         | 平 均   | 范 围                 | 平 均  |     |
| 义兴寨 | 含金石英脉型    | 1.6~ 7.95  | 3.69  | 0.11 ~ 0.54 | 0.26  | 0.025~ 0.21         | 0.07 | 28  |
| 高 凡 | 破碎带蚀变岩型   | 0.65~ 4.4  | 2.49  | 0.12~ 1.56  | 0.826 | 0.14~ 0.45          | 0.33 | 5   |
| 柏枝岩 | 含铁石英建造金矿化 | 0.32~ 2.36 | 0.714 | 0.08~ 0.33  | 0.143 | 0.11~ 0.4           | 0.20 | 12  |

3 讨论和结论

综上所述, 可以认为对石英流体包裹体的研究可以提供很多成因和找矿信息, 诸如找矿的物理化学条件、含金性, 区分形成阶段、矿石类型和矿床类型等。虽然不能在所有地区间, 所有矿床类型间建立同一的标准, 但在一定的范围内作为找矿的判识指标还是有意义的。在晋东北地区研究及寻找金矿床时, 以下几点可供参考:

(1) 不同期次形成的石英包裹体的粒度不同。

(2) 石英脉型金矿形成时溶液的含盐度在 NaCl 为 10% 左右, 可将其作为石英脉含金性的一种判识指标。

(3) 石英包裹体的  $D_{CO_2}$  和  $D_{CO_2}/D_{H_2O}$  值是石英脉含金性的重要判识指标。

(4) 不同矿床类型和矿石类型中的石英, 具有不同的  $D_{CO_2}$  和  $D_{H_2O}$  值, 它们可以作为矿床类型划分的一种重要依据。

参考文献

1 吴尚全等. 地质与勘探, 1987, (1): 10- 14.  
2 Roedder E 著. 流体包裹体. 长沙: 中南工业大学出版社, 1987: 18- 45.

FLUID INCLUSIONS AND EXPLORATION OF GOLD  
DEPOSITS IN THE NORTHEAST OF SHANXI PROVINCE

Sun Zhongcheng, Ma Meiling  
*Department of Geology, Shanxi Mining College, Taiyuan 030024*

**ABSTRACT** The thermal fluid type quartz veins are extensively developed in various gold deposits in the northeast of Shanxi province. The different characteristics of quartz fluid inclusions relating to ore-forming can be used to divide different types of deposits. According to the study on quartz vein type, alteration rock type and magnetite quartzite type gold deposits in this region, the composition, temperature and infrared absorption spectrum of fluid inclusion in quartz can be taken for the exploration accessment criterion of gold deposits.

**Key words** fluid inclusion gold deposit exploration accessment criterion northeast Shanxi

(编辑 何学锋)