

# 脉石英含金性评价的矿物学标志

武汉地质学院矿物教研室 邵洁涟

石英是金矿石中最重要的造矿脉石矿物。它在各种主要类型金矿床中都广泛产出,因之对其含金性的标型特征研究,具有非常重要的实际意义和理论意义。事实证明,金矿石中的石英几乎和黄铁矿一样储藏有很大的成因信息量。只是由于它的许多标型特征需经近代先进测试方法才能显示出来;还有矿物学家们未能充分重视对石英含金性的矿物学基础理论研究;所以目前脉石英含金性评价的矿物学标志尚很贫乏。今初步引介一部分材料以期引起广大金矿地质找矿工作者的重视。

含金石英脉通常由几个不同世代的石英组成。早世代石英往往与金矿物成伴生关系,常经受多次构造应力作用而发生形变,显示各种变形形迹(如多组条带状消光影、蠕动塑性变形、包裹体被压扁支离、波状消光、微裂隙等),特别是构造微裂隙可为晚期成矿物质提供良好的沉淀场所。晚世代石英则常与金矿物(包括含金硫化物)成共生关系。它一般只显波状消光和塑性变形纹而不显脆性变形裂隙、角砾。它的出现与否及数量多少直接与是否能够形成独立金矿床有关。这种石英为金矿的直接找矿标志。

据近年国外文献报道,由脉石英的组构特点可以区分含金的和不含金的石英脉。含金石英脉与不含金石英脉相比较以缺乏条带状构造为特征。含金石英脉在绝大多数情况下为致密块状构造,不存在原生环带(混浊

化环带与非混浊化环带相间)和极少发育“水透明般的微脉”。

评价脉石英的含金性,石英颗粒中结构铝存在与否及其含量多少具有重要的意义。由结晶矿物学基础理论得知,石英中结构铝含量的多少主要决定于石英形成温度和形成介质的酸碱度。例如岩浆形成物的聚集重结晶作用和交代改造作用可导致岩浆成因石英中结构铝含量降低,伟晶岩脉、热液矿脉和含金石英脉中石英的结构铝含量相对较高。含金石英脉中的石英含三氧化二铝高达0.014~0.11%。大家知道,石英中类质同象混入物代替作用,结构铝代替硅需钠、钾、锂、氢等加入才能平衡: $Si^{4+} \rightarrow Al^{3+} + (Na^+, K^+, Li^+, H^+)$ 。因此,金矿床中的脉石英在含结构铝较多的同时还含有较多的 $Na_2O$ 、 $K_2O$ 、 $Li_2O$ ,即具有较高的碱质浓度。且这些碱质含量随石英产出深度加大而相应减少( $Na_2O$ )或增加( $K_2O$ 、 $Li_2O$ )(表1)。

由于自然金经常与含砷黄铁矿、毒砂、黝铜矿族、银硫盐矿物、碲铋化物、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等共生,故与金矿化密切相关的脉石英中杂质元素的含量也远较无矿石英脉(或弱矿化石英脉)的含量为高(表2)。

美国加利福尼亚州Alleghany石英脉型金矿床中自然金含量可高达0.16~0.65%,其脉石英含汞也高(60~80克/吨)。

金矿床中脉石英的碱质浓度 表1

| 样品产出高程<br>(米) | 样品数 | 碱质浓度平均值(重量%) |        |         | 平均比值         |               |
|---------------|-----|--------------|--------|---------|--------------|---------------|
|               |     | $Na_2O$      | $K_2O$ | $Li_2O$ | $K_2O/Na_2O$ | $Li_2O/Na_2O$ |
| 1020          | 5   | 0.140        | 0.062  | 0.0012  | 0.44         | 0.0086        |
| 975           | 6   | 0.130        | 0.067  | 0.0025  | 0.52         | 0.0192        |
| 725~750       | 10  | 0.069        | 0.082  | 0.0020  | 1.19         | 0.0290        |
| 794           | 32  | 0.055        | 0.085  | 0.0020  | 1.55         | 0.0364        |
| 550           | 12  | 0.042        | 0.124  | 0.0030  | 2.95         | 0.0714        |

金矿床中脉石英的杂质元素含量 表2

| 石英世代             | 样品数 | 杂质元素含量平均值(克/吨) |    |     |     |     |     |     |     |
|------------------|-----|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                  |     | Ag             | Au | Bi  | Sb  | As  | Pb  | Zn  | Cu  |
| 自然金—石英阶段中的石英     | 31  | 9              | 28 | 60  | 50  | 100 | 4   | 30  | 40  |
| 自然金、硫化物—石英阶段中的石英 | 6   | 5              | 5  | 110 | 500 | 100 | 300 | 300 | 400 |

石英的热发光性对于评价脉石的含金性具有较重要的意义。用专门装置测量粒度为0.15~0.25毫米的石英颗粒在每分钟升温35℃时的热发光强度。以温度为横坐标、热发光强度为纵坐标,实验表明金矿床中石英的这种温度—强度曲线具有两个高峰(低温220~240℃时一峰值相对强度稍低,高温290~340℃时一峰值相对强度稍高)。高温峰值随样品产出深度加深而线性上升,这与石英样品中K<sub>2</sub>O、Li<sub>2</sub>O含量随深度增加而加大有关。低温峰值在不深处(表1高程1020~750米)随样品产出深度加深而线性下降,与石英样品中在这段深度内的Na<sub>2</sub>O含量随深度增加而减小有关。在750米以下(750~550米)低温峰值随样品产出深度加深又线性上升,与石英样品K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O和Li<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O比值升高有关。

脉石英的压电性也可作为评价石英脉含金性的一个方面。金矿床中石英的压电系数d值(单位面积内产生的电荷除以应力的数值),随样品产出深度增加而线性上升(表3)。

金矿床中脉石英的压电系数 表3

| 样品产出高程(米) | 样品数 | d(平均值) | 测量次数 |
|-----------|-----|--------|------|
| 1020~975  | 6   | 40     | 72   |
| 750~725   | 15  | 65     | 80   |
| 706~702   | 16  | 80     | 190  |
| 686~672   | 8   | 140    | 36   |
| 550       | 8   | 235    | 96   |
| 470       | 1   | 390    | 6    |

脉石英的比导电性也可作为评价石英脉含金性的一个参考数据。如金矿床中石英比导电率当加热至20℃时为0.01132~0.2766·10<sup>-10</sup>OM<sup>-1</sup>cm<sup>3</sup>,700℃时增至28.3~53.21·10<sup>-10</sup>OM<sup>-1</sup>cm<sup>3</sup>。加热至400℃、600℃时石英的比导电率随标本产出深度改

变而剧烈变化(表4)。这些都与混入石英中的水和碱金属逸失以及石英由α相转变为β相有关。

金矿床中脉石英的比导电率 表4

| 样品产出高程(米) | 样品数 | 平均比导电率<br>n·10 <sup>-12</sup> OM <sup>-1</sup> cm <sup>3</sup> |      |
|-----------|-----|----------------------------------------------------------------|------|
|           |     | 400℃                                                           | 600℃ |
| 750~725   | 2   | 47                                                             | 1900 |
| 704       | 5   | 18                                                             | 861  |
| 550       | 4   | 4                                                              | 107  |
| 470       | 2   | 18                                                             | 715  |

苏联塔吉克斯坦中央金矿床中石英的比导电率较帕米尔水晶矿床中石英的比导电率低一些。

脉石英的介电常数ε,可随形成温度压力降低而减小。在评价石英脉含金性方面,石英的介电常数ε具有较重要的实际意义。据文献报道,贫金的石英之介电常数ε值随高频振荡器的频率由十万赫兹到一百万、一千万、一亿赫兹而依次略微升高(变化不算太大),而富金的石英则ε变化较大,依次为低、最高(一百万赫兹出现峰值)、次低到较高(为一有峰有谷的曲线)。

此外,在黑色页岩中变质热液型金矿脉中石英随着温度降低,晚世代石英单位晶胞棱长a<sub>0</sub>值减小,C<sub>0</sub>值增大。

还有文献报道,在老变质岩中的金矿脉内石英具有较多的气液包裹体,并包括有一定数量含CO<sub>2</sub>的包裹体和活动型包裹体。另有资料指出含金脉石英抽出的液体为碱性重碳酸盐液体,Na/K为3,HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>显著多于Cl<sup>-</sup>、主要温度为130~200℃。

总起来看,含金石英脉比不含金石英脉中的石英具有包裹体的数量较大(单位体积中的个体数多),含CO<sub>2</sub>较多,盐度较低(有的矿床为0.4~4.6NaCl重量%),常出现沸腾现象的特点。同样,石英包裹体中气体成分,某些稳定同位素的研究等对石英的含金性评价以及成因分析都具有十分重要的意义。

最后,对石英光轴定向测量结果表明,含金性差的石英光轴定向图解属于压力构造“线性定向生长”(m·3:m)型,而含金性好的为线性定向生长(m·3:m)与面性生长(∞·m)的“混合型”。这也有利于区分含金的石英脉和不含金的石英脉。

(参考文献略)