

山东栖霞金矿石英的成因矿物学研究

王 健 陈光远

(武汉地质学院北京研究生部)

含金石英脉型的栖霞金矿位于沂沭断裂东侧的胶东金矿带，产于胶东群黑云斜长片麻岩及斜长角闪岩中，矿脉走向北北西，倾向北东东，倾角 50° ，在地表出露长970m，平均厚度0.8m。除石英外还含有菱铁矿、黄铁矿、黑钨矿、白钨矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、银金矿、铁方解石、方解石等。

1. 石英的分布及产状：石英是矿脉中含量最多、分布最广的脉石矿物，从早到晚可分为三个阶段，与矿床的三个成矿阶段一致，其中银金矿主要沉淀于第二、三阶段。

I阶段石英为乳白色，与菱铁矿、黑钨矿、白钨矿、粗粒黄铁矿等共生，破碎变形十分强烈；II阶段石英在矿脉中含量最多，分布最广，构成石英脉的主体，当有硫化物时，石英颜色为灰白色，烟灰色，否则为乳白色；III阶段石英为灰白色，与细粒黄铁矿一起呈细脉状穿切早期矿物。

2. 石英的化学成分特征：本区石英成分较纯净， SiO_2 为99.78—99.94%，其含量有从早到晚降低的趋势。反映了晚期阶段降温迅速，有杂质元素进入石英晶格。石英Al含量很低，说明 $\text{Si}^{4+}-\text{Al}^{3+}$ 替换弱，这可能与其围岩胶东群变质岩环境有关。此外，Li、Na、K等含量均偏低，而产在花岗岩中的石英脉型金矿床的石英一般含Al、Li、Na、K元素较高。Cu、Pb、Zn在石英中一般以微细硫化物包裹体存在，含量与石英结晶时的环境有关，多金属硫化物在II阶

段大量沉淀，石英中的Cu、Pb、Zn含量比其它阶段也高得多，三者之和可达0.0037%。金矿物在硫化物结晶时或稍后沉淀。因此，石英中Cu、Pb、Zn含量的多少可作为指示金矿化的成分标型。

Rb、Sr、Ba在岩浆及热液作用中均易于在晚期或浅部富集。本区石英的Rb、Sr、Ba含量较低，并且从玲珑东山、西山到栖霞金矿石英的Rb、Sr、Ba的含量逐渐降低，反映了与成矿深度的关系（表1）。栖霞金矿可能代表了胶东金矿带中深部脉型金矿的特点。

表1 石英的Rb、Sr、Ba平均含量(ppm)

金矿床	玲珑东山 ⁽¹⁾	玲珑西山 ⁽²⁾	栖霞金矿
Rb	9.27	8.63	0.00
Sr	13.30	2.05	1.60
Ba	30.50	15.88	2.40

成矿深度 浅→深

(1) 刘星, 1985;

(2) 张立, 1984

3. 石英的晶胞参数：由于类质同象铝及补偿碱离子以类质同象方式进入石英晶格，可引起石英晶胞参数的变化，不同的地质环境中这些离子的含量、替换方式与程度均有差异。因此，晶胞参数是反映石英地质成因的重要信息。石英结构中存在平行于c轴的孔洞，Li、Na、K、Ca等大阳离子进入这些结构孔洞中时可引起 a_0 增大而 c_0 变化不明显。由此选择 a_0 、 c_0/a_0 作为石英的结构标

型。例如产于花岗斑岩中的团结沟金矿石英 a_0 明显大于产于变质岩中的金矿石英 a_0 值,这是地质环境、成因差别所致,一般来说该规律具有普遍性。

4. 石英的包裹体: (1) 爆裂法研究优点是能从宏观上准确地反映热液活动的期次及强度。系统采集矿脉中数量多、分布广的Ⅰ阶段石英进行测定, 结果发现爆裂曲线均为二峰型或三峰型, 无单峰曲线, 记录了2—3次的热液活动。具低温峰的三峰型均出现于矿脉北段15—27线之间。它的爆裂脉冲数最高, 说明该地段经历了多次热液活动, 是矿液上升的主要通道。从15线向南, 石英爆裂脉冲数逐渐变小, 而矿脉北端30线附近脉冲数迅速变小, 出现无低温峰的二峰型。从290℃的脉冲的脉冲数值等值线图可见: 矿脉北段15—27线石英爆裂脉冲数值高, 与富矿柱位置一致, 最高品位为51.2—176.06克/吨。从15线向南, 脉冲数较小并且逐渐降低, 金品位也较低, 最高品位为10—60.3克/吨。因此, 石英的爆裂曲线及脉冲数可以用于区分富矿与贫矿石英。从可能的矿液上升主要通道向下开拓, 有可能出现富矿体。矿山生产已证实了这一预测。矿区开拓情况表明, 矿脉在北端31线附近尖灭, 由此向南已开拓了700多米。其品位、厚度都较稳定, 仍无尖灭迹象。矿脉尖灭处与非尖灭地段石英爆裂脉冲数的差异, 在北端尖灭处脉冲数向北迅速减小, 在15—40m范围内脉冲数由800减小到100, 变化率为17.5/m—47/m, 而在延伸很长的南段, 脉冲数向南缓慢降低, 在359—293m范围内, 脉冲数由

800减小到50, 变化率只有2—3/m, 预计矿脉向南有较大的延长, 应继续向南开拓。总之, 当石英爆裂脉冲数在短距离内迅速降低时, 标志着石英脉将要尖灭, 而当爆裂脉冲数稳定或很缓慢降低时, 则说明石英脉有较大延伸, 在短距离内不会尖灭。

(2) 包裹体气相成分特征 栖霞金矿Ⅰ阶段石英包裹体气相成分以 H_2O 为主, 其次为 CO_2 , $H_2O > CO_2 > N_2 > H_2$, 不含 CH_4 , 矿脉不同部位 CO_2 和 N_2 含量不同, 富矿石英的 CO_2 含量大于100ppm, 而贫矿石英 CO_2 含量较低, 如矿脉南段随Au品位降低, CO_2 含量也逐渐减低, 最少为17ppm。 N_2 含量变化与 CO_2 相似, 也显示出富矿部位含量高, 贫矿部位含量低的特点。另外, N_2 含量在垂向上也具规律变化, 从浅部到深部 N_2 含量降低。由此可见, 石英的 CO_2 、 N_2 含量也可作为划分贫矿与富矿及判断矿脉深度的标型特征。

通过对栖霞金矿石英的研究, 得出如下认识: (1) 本区石英 SiO_2 含量高, 杂质少, 这也是变质岩中脉型金矿脉石英的普遍特点; 成矿阶段Cu、Pb、Zn含量高, 可作为指示矿化的成分标型; Rb、Sr、Ba含量与成矿深度有关; (2) 石英中Al、Li、Na、K等的含量可影响石英晶胞参数 a_0 。花岗岩中脉型金矿的脉石英与变质岩中的脉型金矿脉石英比较, a_0 值明显不同, 一般前者大于后者; (3) 石英的爆裂曲线及脉冲数等值线图可用于揭示矿化富集和热液活动规律, 判断矿脉的尖灭或延伸。 CO_2 和 N_2 含量可作为区分贫矿与富矿的标型特征。

(上接155页)

重曲线都有明显的热失重现象, 172℃附近的吸热效应为脱失吸附水和结晶水所致, 868℃处的吸热效应是失去 CO_3^{2-} 所引起。在973℃附近的吸热谷为脱去 SO_4^{2-} 所造成。

7. 成因讨论: 从该矿物的产状、共生矿物与围岩蚀变看, 它的形成温度较高, 其形成时的氧逸度比水磷钙钼石低, 因而可确定为热液成因。