河南前河蚀变岩型金矿石英热释光与金矿化研究

要梅娟[1,2],刘家军[1,2]

(1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室,北京 100083;
2. 中国地质大学 岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室,北京 100083)

石英是金矿床中最重要的脉石矿物,其化学组成和晶体结构高度稳定,用低灵敏度的研究方法很难得出提供地质成因信息的晶体结构参数的微小变化,但热释发光分析在某些情况下却能取得较好的效果。在利用石英热释光特征所提供的的微观矿物学信息辅助解决矿脉含金性评价、矿床成因类型鉴别及成矿阶段划分等方面均取得了一定成效(陈光远等,1984,1989;李胜荣等,1993)。本文对河南前河构造蚀变岩型金矿床各类型蚀变岩中石英热释光特征进行了研究,总结了各类型蚀变岩特别是黄铁矿绢英岩化安山岩和矿石石英的热释光特征与早期、晚期蚀变岩中的石英的特征差异。

1 矿区地质概况

嵩县前河金矿区位于华北地台南缘,华熊台隆熊耳山隆断区。区内有 NW 向马超营大断裂和若干条 NE 向及近 EW 向次级断裂分布。金矿体分布于近 EW 向的次级断裂带中(图 1)。区内地层主要为中元古界,赋存地层为熊耳群鸡蛋坪组流纹斑岩、英安岩及安山岩和马家河组安山岩、杏仁状安山岩夹凝灰岩。热液蚀变类型有强烈钾化、硅化、绿帘石化、绢云母化、黄铁绢英岩化等。

金矿体严格受近东西向断裂控制。含金构造蚀变带长 3800 m。宽 5 ~ 30 m。分东、中、西三个矿段。东段位于甚沟口 - 沟脑分水岭,矿带长 1100 m,宽 5 ~ 30 m,平均 20 m。东矿段共圈定金矿体三个,以 IV 号矿体规模最大,矿体长度 830 m,厚度最大 14.97 m,平均 3.05 m,呈不规则状、豆荚状,沿走向及倾向具膨缩、分支现象,具浅部缓深部变陡之特点。金品位最高为 238.0 g/t,平均 7.87 g/t,预计金总储量约 10 t。

通过宏观的野外观察并综合各类蚀变矿物组合之间的交代及脉体穿切关系表明:矿床蚀变作用应是多期次相继发生,但又不是连续的过程,可将前河金矿床划分为黄铁矿 - 石英阶段、石英 - 黄铁矿阶段和石英 - 碳酸盐阶段。

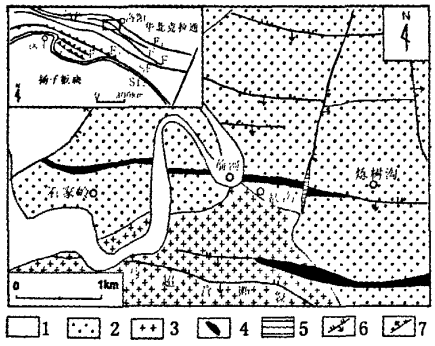

图 1 河南前河金矿矿区地质简图
(据李莉等,1999;张元厚等,2006)

2 研究方法及结果

2.1 测试设备及方法

将样品破碎,筛出 40 ~ 60 目之间的部分,在双目镜下进行石英的挑选,然后将挑出的石英用 1∶1 的盐酸浸泡去除其中的碳酸盐及石英表面的杂质。用精度为 0.001 g 的电子天平称取约 0.02 g 样品,将其装入横截面直径约 2 mm 的试管,均匀地平铺在样品试管内,测试所用仪器为北京核仪器厂生产的 FJ - 429A1 型微机热释光剂量仪,设定初始温度为 25℃,最高加热温度 400℃,升温速率 1℃/s,预热时间为零,测量时间 360s,退火时间 5 s。

2.2 热释光曲线特征

对三个成矿阶段的石英，进行了16件石英热释光测试(表1)，热发光峰相对强度用该区石英的热释光曲线表示，按其形态可分为如下几个类型(图2)：

Ⅰ型曲线为无峰型曲线，在整个加热过程中，发光强度呈缓慢上升趋势；

Ⅱ型曲线为双峰型曲线，该类型的峰在180℃附近出现一个低矮峰，中温峰在280℃附近；

Ⅲ型曲线为多峰型曲线，具有明显的低温峰(170℃)、中温峰(260℃)和高温峰(320℃)，其发光强度依次升高；

Ⅳ型曲线为单峰型曲线，为尖锐的单峰，发光温度在250℃附近。

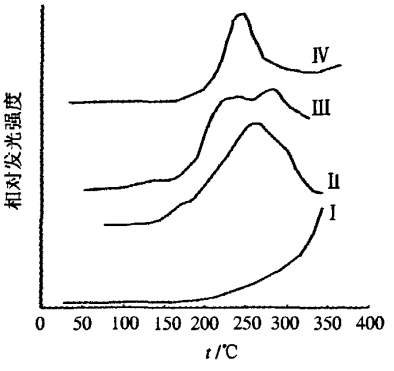

图2 石英热释光曲线类型

表1 石英热释光数据

样号	产状	峰型	热释光峰(℃)			发光强度(R)
			低温	中温	高温	
20078	钾长石化安山岩	Ⅰ				
20080	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ		220	300	5000
20081	矿石	Ⅲ	170	250	310	2000000
20082	方解石化安山岩	Ⅳ			300	3100
20084	钾长石化安山岩	Ⅰ				
24075	钾长石化安山岩	Ⅰ				
24076	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ	180	270		12000
24081	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ	180	250		35000
28076	方解石化安山岩	Ⅳ		230		2000
28078	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ		220	300	2500
32081	钾长石化安山岩	Ⅰ				
36082	钾长石化安山岩	Ⅰ				
40081	方解石化安山岩	Ⅳ		240		3200
48080	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ		230	300	1000
48085	矿石	Ⅲ	140	230	300	1700
52092	黄铁绢英岩化安山岩	Ⅱ		220	310	4500

2.3 石英的热释光曲线成因分析

热释光曲线的每一个峰都与一定的发光中心能级相对应，低温峰位多由 $O^- - Al - M^+$ 空穴心形成；高温峰位多由 Ge、Ti、Cr 等电子心形成。据研究，所有的天然石英中都显示 $O^- - Al$ 心，都有杂质 Al 和补偿碱金属(Li^+、Na^+、K^+)存在，所以石英释光曲线都有低温峰。但导致石英发光的激活素 Ti、Ge、Cr 等杂质元素含量和抑制石英发光的猝灭素 Fe、Ni 等杂质元素含量，都影响着热释光峰位和强度。因而金矿床(点)Fe 等含量高，Ti、Cr 等含量低的石英热释光曲线低温峰位表现不明显，成隐峰；石英含 Ti、Cr 等激活素含量较高，出现高温峰位，使曲线成双峰型(刘成东，1997)。

本区金矿蚀变岩在时间上的演化顺序为，钾长石化→青磐岩化→黄铁矿绢英岩化→方解石化。钾长石化安山岩中的石英的热释光曲线为无峰型，可能是因为较老的石英俘获的电子陷入较深的能级陷阱而不具有中低温峰甚至在高温下也不发光(吴尚全等，1984)；黄铁矿绢英岩化和矿石中的石英为双峰和多峰型皆因其中含有大量的杂质元素所致，晚期热液蚀变形成的方解石化安山岩中的石英由于存在 $O - Al/M^+$ (M^+代表 Li^+、Na^+、K^+、H^+等)和 Ti^{3+} 电子心两类捕获电子中心，在加热过程中同时处于不稳定状态，造成曲线以尖锐的单峰为主(王可勇等，1996)

由图 3 可以看出，Ⅱ型曲线得石英主要采自于 200 m 中段的 80 勘探线、240 m 中段的 76 和 81 勘探线等，Ⅲ型曲线主要分布在 200 m 中段的 81 勘探线和 480 m 中段的 85 勘探线，图 3 中颜色较深的部分为金品位高的地区，由此图可以看出，Ⅱ、Ⅲ型曲线主要对应金品位的高值区，由此可以得出，金品位高的地区石英的热释光曲线相对复杂，发光强度变化比较大，反映出热历史与金的复杂成矿过程相适应。而含矿性差或不含矿地区的石英的热释光曲线简单，总的发光强度小，说明形成环境简单。

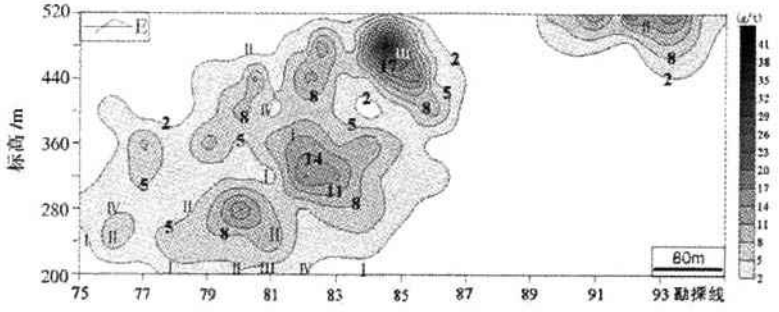

图 3 河南前河金矿金品位等值线及石英热释光曲线分布图

3 结 论

石英热释光特征不仅可评价石英脉含金性，也可作为判断蚀变岩型金矿蚀变岩含金性的重要标志。本文所研究的前河金矿蚀变岩中石英热释光曲线类型与金品位高低形成较好的对应，双峰型和多峰型的石英热释光曲线可以作为一种很好的找矿标志。

参 考 文 献：

陈光远，孙岱生，殷辉安. 成因矿物学找矿矿物学. 重庆：重庆出版社，1984，11－32.

陈光远，邵伟，孙岱生. 胶东金矿成因矿物学与找矿. 重庆出版社，1989.

李莉，卿敏，陈祥. 河南前河金矿床地球化学特征. 黄金地质，1999，5(3)：75－80.

李胜荣，陈光远，邵伟. 胶东乳山金矿田成因矿物学. 北京：地质出版社，1993.

刘东成. 赣中地区若干金矿床(点)石英热发光特征及地质意义. 华东地质学院学报，1997，20(3)：218－223.

王可勇，王德辉，范永香. 文峪金矿床石英热发挂钩特征及其在预测找矿中的意义. 贵金属地质，1996，5(4)：255－265.

吴尚全. 夹皮沟变质热液金矿中石英的天然热释光发光研究. 矿物岩石，1984，3(1)：29－32.

张元厚，张世红，韩以贵，张慧军. 华熊地块马超营断裂走滑特征及演化. 吉林大学学报(地球科学版)，2006，36(2)：169－176.