

爆裂法测温在矿床地质上的应用

王莉娟^{1,2}, 朱和平², 王 敏³

(1. 北京矿产地质研究院, 北京 100012; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源研究重点实验室, 北京 100037;
3. 辽宁省物测勘查院, 沈阳 1100121)

[摘要]爆裂法是一种快速、经济的获取包裹体有关信息的方法。文章采用爆裂法测温提供的信息,并结合其它研究,综合分析认为新疆北部哈图金矿石英脉型矿体与蚀变岩型矿体成矿流体是不同来源流体叠加成矿,石英脉型与蚀变岩型矿体可以单独成矿;阔尔真阔腊金矿、哈图金矿、康古尔及红石金矿石英爆裂曲线出现强烈的 $\alpha-\beta$ 转变峰,其成矿与深部侵入岩浆热液有关,深部可能存在铜金盲矿体;石英滩、野马泉、科克萨依、布尔克斯岱金矿深部成矿可能性不大。实践已经证明上述成矿预测与实际地质找矿勘探结果基本是符合的,证实了爆裂法测温的确能反映重要的成矿信息,在矿床地质及成矿预测研究中可起重要作用。虽然爆裂法测温本身存在的缺陷和诸多不确定因素在一定程度上限制了该方法的进一步发展,但我们的研究实践表明,如果充分利用它的优势,扬长避短,爆裂法具有均一法无法替代的优势。

[关键词]爆裂法 金矿床 成矿流体 成矿预测 新疆

[中图分类号]P575.9 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2007)05-0088-04

爆裂法又称热爆法,是一种快速、经济的获取包裹体有关信息的方法,可以用于各种矿物及岩石的温度测定等。1948年加拿大的 Scott 和 Smith 首先设计和组装了爆裂仪^[1],解决了均一法不能解决的不透明矿物的测温问题。它在苏联应用的很广泛,苏联文献有许多爆裂法的报道^[2],但由于爆裂法测温本身的缺陷和它存在的诸多不确定因素的影响,西方国家一般不承认爆裂法的测温数据,这在一定程度上限制了该方法的进一步发展。国内一些地质专家曾应用爆裂法在地质研究中取得一定成果^[3,4]。笔者近年在成矿流体研究中应用爆裂法解决了一些成矿流体的来源、深部成矿远景等重要问题。

1 爆裂法的基本原理

流体包裹体是被主矿物圈闭在晶格缺陷中的封闭的流体体系。当温度升高包裹体达到均一后,若再继续升温,包裹体的内压急剧上升,当内压大于包裹体腔壁所能承受的压力时,包裹体发生破裂,同时发生噼啪的响声。将大量发生声响的温度记录下来,即为爆裂温度^[5],以积分时间内爆裂强度对温

度的曲线来表示的图,叫爆裂曲线图。

2 爆裂法的影响因素

影响爆裂法测温的因素很多,主要归纳有以下几方面:主矿物的解理、粒度,成矿流体的成分、浓度、压力,包裹体的大小,包裹体的数量以及外部的干扰因素等^[5]。尽量避免这些干扰的最有效的方法是采用同一矿床的相同粒度的同一种矿物进行爆裂温度的测定,可以得到相对准确的温度,但与真正的成矿温度仍有一定的误差,应用这种温度进行矿床的溶液流动方向的分析可以取得较好的效果。

尽管爆裂法测温存在诸多的缺陷,但同一期的流体包裹体爆裂后产生的爆裂峰是相近的,因此,应用爆裂曲线上出现的几个峰值,可以快速、准确的得到是几期流体叠加成矿的信息,这对于研究矿床成矿机理与成矿作用是非常重要的^[9]。此外,当对高温形成的石英单矿物加热到 573℃ 时(α 石英向 β 石英转变的温度),会发出大量爆裂声,应用其在爆裂曲线上形成的 $\alpha-\beta$ 转变峰,可以准确的判断石英的形成温度范围及成矿流体的来源,对深部成矿预测可以提供非常重要的信息。

[收稿日期]2007-05-10; **[修订日期]**2007-07-20。

[基金项目]国家重点基础研究发展规划(编号:2007CB411304;2001cb409806)及国家自然科学基金(编号:40273021)资助。

[第一作者简介]王莉娟(1948年—),女,1982年毕业于中南大学,获学士学位,研究员,主要从事流体地球化学研究。

综上所述,爆裂法测定的温度数据存在不可避免的不确定因素,但如果我们注重爆裂法测温提供的确定的数据和信息,扬长避短,爆裂法将能非常经济、简便的提供重要的流体成矿信息,有效地反映成矿流体在空间上的变化规律。在矿床地质研究中起到其它测试方法不可替代的重要作用。

3 仪器设备和方法

使用的仪器是中科院地质与地球物理研究所谢奕汉研究员改进的DT-5型爆裂仪。这种改进的仪器使总体噪音及总的放大倍数基本达到临界状态。仪器的检测话筒不仅能接收到包裹体的热爆声而且能收到热裂声,从而使样品用量大大减少,使测温结果更接近准确。

总之,该仪器灵敏度高,样品用量极少,使用的样品量仅仅20mg,干扰排除好,基线平直,性能稳定可靠。

本研究样品的测试工作由谢奕汉研究员完成。

4 爆裂法在地质上的应用实例

笔者利用爆裂法的优势,仅注意爆裂温度和爆

裂曲线的相对变化、爆裂峰的期次及是否出现 $\alpha-\beta$ 转变峰等准确信息,在矿床地质研究及成矿预测中取得了较好的效果。

4.1 新疆北部哈图金矿成矿作用和深部成矿预测

哈图金矿是位于准噶尔盆地西缘的大型石英脉型金矿床。矿区出露的地层比较简单,主要为下石炭世太勒古拉组(C_1t)和包谷图组(C_1b)以浊流沉积为主的岩石。矿脉的直接赋矿围岩是一套海底喷发的玄武岩和火山碎屑岩。区内岩浆活动频繁,主要表现为海西晚期的中酸性岩浆侵入。区域内断裂发育,主要有北北东向平行展布的安齐断裂和哈图断裂控制着本区的基本构造格局^[6-8]。

哈图金矿的工业矿体可分为两类:石英脉型和蚀变岩型。前者多沿断裂延伸,并有分支复合现象,主要分布于矿区的东北部和上部;后者主要分布于矿区的西南部和下部石英脉的两侧,也可成独立脉状产出。

本研究对哈图金矿石英脉型矿体及蚀变岩型矿体从深部到浅部,从富矿到贫矿的石英及黄铁矿的爆裂温度的系统测试,测试结果列于表1。

表1 哈图金矿石英、黄铁矿包裹体爆裂温度及爆裂曲线特征

矿体标高	测定矿物	样品号	矿石类型	矿体主要特征	起爆温度/℃	爆裂峰特征	$\alpha-\beta$ 转变峰
1041m	石英	701-8	石英脉		335	峰较强	极弱峰
		701-15	石英脉	见明金,脉体近歼灭处	340	峰弱	极弱峰
		701-17	石英脉	见明金,脉体近歼灭处	343	峰弱	极弱峰
		701-23	混合型		355	峰强	极弱峰
		701-16	石英脉	见明金	358	峰强	极弱峰
974m	石英	702-1A	蚀变岩型		210; 358	峰弱	无峰
		702-3	石英脉		330	中强峰	强峰
		702-5	混合型		210; 330	中弱峰	强峰
934m	石英	702-24	石英脉		324	弱峰	中强峰
		702-26	混合型	弱矿化	315	峰弱	弱峰
		702-27	石英脉	无矿	313	峰弱	中强峰
1041m	黄铁矿	701-10	蚀变岩型		195; 385	峰强	
		701-15	石英脉	见明金,脉体近歼灭处	224; 358	峰弱	
		701-17	石英脉	见明金,脉体近歼灭处	287; 351	峰弱	
		701-19A	蚀变岩型		350	弱峰	
		701-23	混合型		215; 342	峰强	
974m	黄铁矿	702-1A	混合型		250; 355	峰强	
		702-4	蚀变岩型		234; 355	峰强	
		702-5	混合型		179; 358	峰强	
934m	黄铁矿	702-22	蚀变岩型		234; 343	峰强	
		702-23	混合型		252; 371	峰强	
		702-24	石英脉		275; 392	峰强	
		702-27	石英脉	无矿	272	峰极弱	
		702-31	蚀变岩型	弱矿化	282	峰弱	
地表	石英	702-9	碱性花岗岩		171-318	峰弱	
		171-318	峰弱		318-518	极强峰	
		318-518	极强峰		518-556	峰弱	
		518-556	峰弱		573		极强峰

表 1 显示哈图金矿石英脉型矿体石英的爆裂温度为 $320^{\circ}\text{C} \sim 360^{\circ}\text{C}$ 一期, 低于 320°C 即为弱矿化或无矿, 爆裂峰从矿体上部→下部减弱, 反映了石英脉型矿体成矿流体的活动从上→下减弱。而产于蚀变岩型矿体中黄铁矿的爆裂曲线峰从矿体上部→下部增强, 反映了黄铁矿成矿流体的活动有从上→下增强的趋势。这与哈图金矿上部富集石英脉型矿体, 下部以蚀变岩型矿体为主是一致的, 显示了两种类型矿体的成矿流体来源的不同; 石英脉型矿体黄铁矿的爆裂温度与蚀变岩型矿体黄铁矿大致可分为 $340^{\circ}\text{C} \sim 390^{\circ}\text{C}$, $179^{\circ}\text{C} \sim 287^{\circ}\text{C}$ 两期, 与石英脉型矿体中黄铁矿与蚀变岩型矿体中黄铁矿是一致的, 主要由蚀变形成。无矿化黄铁矿的爆裂温度仅 $270^{\circ}\text{C} \sim 280^{\circ}\text{C}$ 低温一期。蚀变岩和混合岩型矿体(两种类型矿体的交错部位)中石英的爆裂峰是两期, 与黄铁矿的爆裂峰相似。反映了蚀变岩中的石英也是蚀变形成; 上述脉石英和黄铁矿的爆裂温度及爆裂曲线峰的变化规律大致表明石英脉型与蚀变岩型矿化可能是两种流体的叠加成矿, 而不是一种流体的连续演化成矿; 富石英脉矿体歼灭处的石英和黄铁矿的爆裂曲线峰弱, 即向矿体边部流体活动减弱。无矿或矿化弱的石英和黄铁矿的爆裂曲线峰极弱, 且均为低温, 表明哈图金矿的成矿的爆裂温度应为 320°C 以上, 爆裂温度低于 $280^{\circ}\text{C} \sim 320^{\circ}\text{C}$ 不利于金的矿化。哈图金矿石英脉型矿体石英中出现 $\alpha - \beta$ 转变峰, 深部 $\alpha - \beta$ 转变峰强, 向浅部变极弱。这样的 $\alpha - \beta$ 转变峰特征反映了哈图金矿石英脉型矿体成矿与侵入岩浆热液有关, 蚀变岩型矿体中石英爆裂曲线均未出现 $\alpha - \beta$ 转变峰, 体现了蚀变岩型矿体与石英脉型矿体成矿流体的来源不同^[9]。

4.2 新疆北部准噶尔盆地周边及东天山地区典型金矿床深部成矿预测

新疆北部区域地质及典型金矿床的矿床地质特征及流体包裹体特征详见文献 10。

笔者进行了该区不同类型的典型金矿床成矿流体研究, 其中包括了爆裂法测温及对其深部成矿预测的分析。

部分典型金矿床的爆裂曲线如图 1。

结合典型矿床爆裂曲线反映的成矿流体信息, 并综合研究矿床地质及成矿流体的其它特征, 为我们提供了以下成矿信息:

1) 阔尔真阔腊金矿的深部可能存在隐伏金铜矿体, 石英滩金矿深部无远景。

主要依据: 阔尔真阔腊金矿含丰富的硫化物, 成

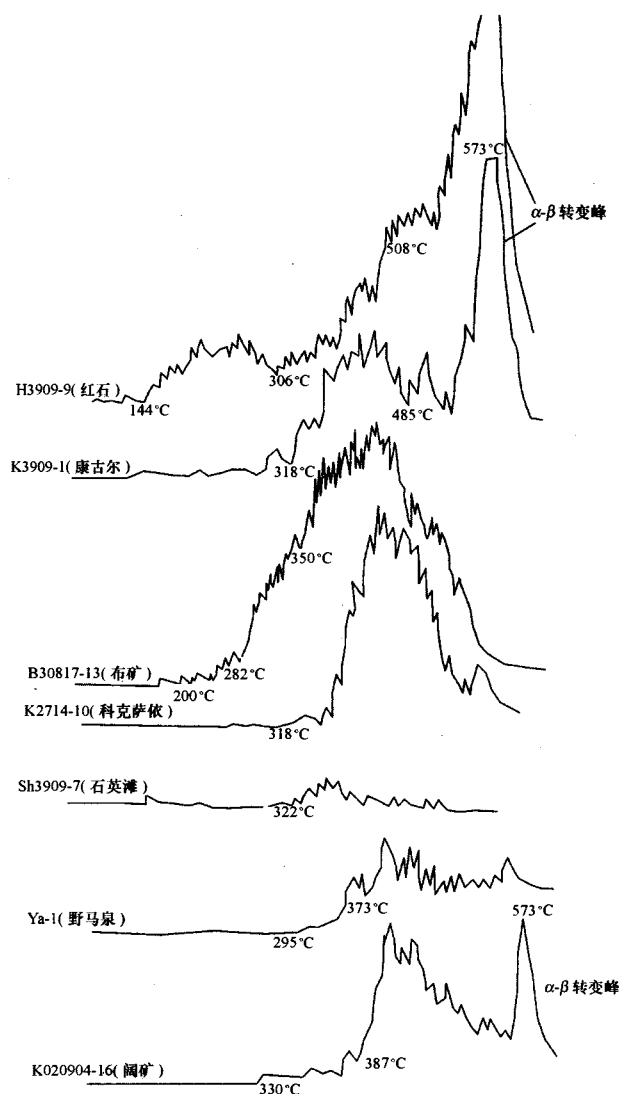


图 1 部分典型金矿床石英爆裂曲线图

矿流体主要是岩浆热液, 成矿温度为中 - 中低温, 石英的爆裂曲线出现较强的 $\alpha - \beta$ 转变峰, 表明其成矿与深部侵入岩浆热液有关, 金矿体向下有一定延伸, 深部可能出现隐伏岩体及铜金盲矿体; 石英滩金矿为贫硫型金矿, 石英包裹体均一温度较高, 已达约 340°C 的中 - 中高温, 石英爆裂曲线不出现 $\alpha - \beta$ 转变峰, 表明其成矿与侵入岩浆热液无密切关系, 温度高已不利于金的成矿, 反映了目前的金矿体已近尖灭, 深部不太可能出现新的矿体。

2) 布尔克斯岱、野马泉金矿深部成矿的可能性不大。

主要依据: 该两个矿床均为贫硫型(出现的硫化物均主要为毒砂), 成矿流体主要是岩浆热液, 矿体与中酸性浅成脉岩相伴产出, 成矿温度主要为中 - 中高温, 成矿流体在中高温阶段出现沸腾, 石英的

爆裂曲线不出现 $\alpha-\beta$ 转变峰,反映了成矿与其相伴的浅成脉岩密切,而与深成侵入岩浆活动无关,其成矿仅在浅部。因此,仅据目前的成矿流体研究推测深部成矿的潜力小。

3) 康古尔、红石金矿深部成矿潜力较大。

主要依据:康古尔、红石金矿产于韧性剪切带内,矿区内有中酸性或碱性侵入岩出露,矿体中硫化物丰富,包裹体均一温度主要为中-低温,成矿流体水主要是岩浆水或混合有变质水,石英爆裂曲线出现强烈的 $\alpha-\beta$ 转变峰,表明成矿与深部可能的侵入岩浆热液有密切关系,因此,推测其深部有可能存在铜金盲矿体。与红石金矿同样产于韧性剪切带型中的科克萨依金矿基本不具备上述条件,深部成矿的可能性不大。

5 主要结论

1) 哈图金矿石英脉型及蚀变岩型矿体的成矿流体是不同来源的流体叠加成矿,因此,它们也可以单独形成矿体,结合哈图金矿目前的成矿特征,应向金矿的北东方向寻找石英脉型金矿体,南西方向深部寻找蚀变岩型金矿体。

2) 哈图金矿成矿与侵入的花岗岩浆有关,与深成流体有关,成矿为多种不同来源流体的多期次叠加,部分石英形成的温度高于573℃。这种成矿流体可能与大岩浆房相通,因此,应注意在该金矿的周边及深部寻找铜金等多金属矿体。

3) 阔尔真阔腊、哈图、康古尔、红石金矿的成矿可能与深部侵入岩浆热液有关,深部可能存在铜金

盲矿体;石英滩金矿、野马泉金矿、科克萨依金矿、布尔克斯岱金矿深部成矿可能性不大。

4) 实践已经证明上述成矿预测与实际地质找矿勘探结果基本是符合的。证实了爆裂法测温能反映一点的成矿信息,在矿床地质及成矿预测研究中可起重要作用。如果充分利用它的优势,扬长避短,爆裂法具有均一法无法替代的优势。

[参考文献]

- [1] 卢焕章,王卿铎,等. 流体包裹体(上)[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1985, -214.
- [2] Roerrer E. Fluid inclusions as tools in mineral exploration[J]. Econ Geol, 1977, 72:503-525.
- [3] 李秉伦,谢奔汉. 宁芜地区宁芜型铁矿的成因、分类和成矿模式[J]. 中国科学(B辑),1984,1:80-86.
- [4] 谢奕汉,范宏瑞. 矿物包裹体的成因学标型意义[M]. 现代地质, 2001,15(2):202-204.
- [5] 卢焕章,范宏瑞,倪培,等. 流体包裹体[M]. 北京:科学出版社, 2004,p186-195.
- [6] 沈远超,金成伟,等. 西准戈尔地区岩浆活动与金矿化作用[M]. 北京:科学出版社,1993. 113-171.
- [7] 沈远超,刘铁兵,曾庆栋,等. 中国金矿床成矿预测的理论与方法[M]. 北京:科学出版社, 2001. 66-99.
- [8] 范宏瑞,金成伟,沈远超. 哈图金矿成矿流体地球化学[J]. 矿床地质, 1998, 17(2):136-148.
- [9] WANG Lijuan, WANG Jingbin, WANG Yuwang, et al. Fluid Geochemistry and Metallogenesis of Hatu Gold deposit in Juggar Basin, Xinjiang[M], ACTA DEOLOGICA SINICA, 2004,78(2): 387-391.
- [10] 王莉娟,王京彬,王玉往,等. 新疆北部准噶尔-东天山地区金矿床的硫铅碳同位素地球化学及对金成矿作用的指示[J]. 岩石学报,2006,22(5):1437-1447.

APPLICATION OF DECREPITATION METHOD IN ORE DEPOSITS

WANG Li - juan^{1,2}, ZHU He - ping², WANG Min³

(1. Beijing Institute of Geology and Mineral Resources, Beijing 100012;

2. Key Laboratory of Mineral Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

3. Liaoning Institute of Measuring Reconnaissance, Shenyang 110121)

Abstract:Decrepitation method is a fast and economic method to collect information of fluid inclusions. Based on decrepitation data and other results, it is suggested that ore-forming fluids of quartz vein and altered rock type ores in the Hatu gold deposits, north Xinjiang, are different. Gold mineralization of quartz vein and altered rock types occur separately. There is a strong $\alpha-\beta$ changed apex of quartz in the decrepitation curve in the Kuozhenkuola, Hatu, Kuangguer and Hongshi gold deposits. Those ore-forming fluids are related with deep hot intrusions, and there might exist blind Cu and Au orebodies in the depths. By contrast, there is fear of blind Cu and Au orebodies in depths of Shiyintan, Yemaquan, Kekesayi and Buerkesidai gold deposits. This is approximately in agreement with the results of ore prediction in the deposits, and decrepitation method can reflect important information for mineralization. Although limitation and incertitude factor of decrepitation method restrict its application to a certain degree, the shown results indicate that decrepitation method possesses dominance that homogenization temperature cannot replaced, if we make best use of the advantages and bypass the disadvantage.

Key words:decrepitation method, gold deposit, ore-forming fluid, ore prediction, Xinjiang