

# 隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化趋势曲线特征

王照波<sup>1</sup>, 司荣军<sup>2</sup>, 仲卫国<sup>1</sup>, 杨学生<sup>1</sup>

(1. 山东第七地质矿产勘查院, 山东 临沂 276006; 2. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**阐述了隐爆角砾岩筒型矿床及其成矿过程中的隐爆流体演化趋势曲线的一般特征, 在此基础上, 讨论了凹山铁矿床、祁雨沟金矿床、七宝山铜金矿床等典型矿床的矿体产出特征与隐爆流体演化趋势曲线之间存在的耦合关系, 结合隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化的一般特征和特殊情况, 对轻微剥蚀岩筒、中等剥蚀岩筒和深度剥蚀岩筒的成矿性进行了分析。

**关键词:**隐爆角砾岩筒型矿床; 流体演化趋势曲线; 成矿性

**中图分类号:**P611 **文献标识码:**A

隐爆角砾岩筒型矿床是一种极具经济价值的矿床类型, 相应的矿产种类也丰富多样, 如金、铜、铅锌、铁、钨钼等, 对隐爆角砾岩筒型矿床进行广泛而深入的研究, 有着非常重要的意义。对隐爆角砾岩筒型矿床进行研究的前提则是隐爆角砾岩与隐爆角砾岩筒的研究, 在这一领域的研究, 国外比国内早, 如: 美国地质学者洛克(1926)提出矿化崩落假说; Y. X. 艾孟斯、B. C. 别尔巴克等提出爆发假说; 前苏联地质学者 П. Ф. 伊万京(1965)提出了爆发-热液假说<sup>[1]</sup>。后来, A. E. 莱特和 D. R. 鲍斯(1968)的研究成果是最具有指导意义的, 其基本结论主要有三点: (1)许多爆发角砾岩筒是深处形成的, 有的从来就没有到达过地表; (2)引起角砾岩化的气体本质上是岩浆成因的, 它们主要是由 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 和其他少量挥发分组成; (3)爆发活动是由于气体压力的增加引起的, 角砾岩化作用通常是许多次连续的爆发造成的结果<sup>[2]</sup>。国内的研究者如刘家远<sup>[3]</sup>等对我国的隐爆角砾岩进行了较深入的研究。笔者<sup>[4]</sup>在对鲁西广泛发育的隐爆角砾岩进行研究的基础上, 结合国内外众多研究者的成果, 提出并建立了一个关于隐爆角砾岩筒形成过程的模式, 即: “自下而上—顺次推进—序次叠加”的隐爆成筒模式, 其详细过程如图 1

所示<sup>[4]</sup>。该模式则是进一步建立隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化趋势曲线的前提和基础。

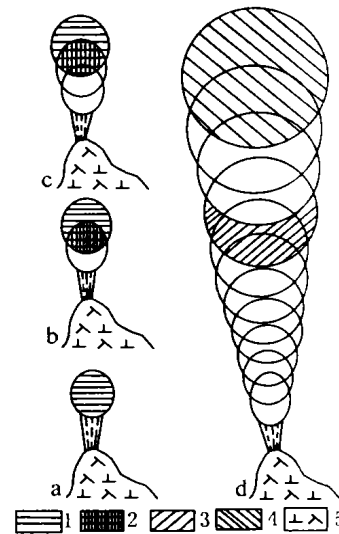


图 1 隐爆角砾岩筒的形成过程模式图

Fig. 1. The model of formation of crypto-explosive breccia pipes.

1. 每次隐爆开拓的空间; 2. 隐爆叠加的部分; 3. 隐爆推进后的剩余部分; 4. 最后一次隐爆; 5. 浅成、超浅成侵入体;
- a. 第一次隐爆; b. 第二次隐爆; c. 第三次隐爆; d. 隐爆全过程

隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化特征, 是该类矿床研究所需探索的方向, 因为掌握了其流体演化特征, 就可以对相应矿床进行成因分析, 并可以依此对隐爆角砾岩筒的成矿性进行评价, 在找矿中起到指导作用。谢奕汉<sup>[5]</sup>、王宝德<sup>[6]</sup>、冯

收稿日期: 2003-01-24; 修回日期: 2003-05-16

第一作者简介: 王照波(1971—), 男, 工程师, 主要从事区域地质调查与矿产勘查, 近几年对隐爆作用和岩筒进行了较多的探索。  
E-Mail: zhaobowang @ yahoo.com.cn

建忠<sup>[7]</sup>等在该领域进行了一些突破性的研究,虽取得了一些有意义的认识,但多具片段性,未能形成对隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化特征的全面完整认识。笔者在隐爆成筒模式的基础上,对鲁西归来庄隐爆角砾岩筒型金矿床进行成因研究的过程中,建立了隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化趋势曲线(简称隐爆流体演化趋势曲线)<sup>[8]</sup>,后来在对典型隐爆角砾岩筒型矿床进行成因分析的过程中,发现了隐爆流体演化趋势曲线与典型矿床矿体产出特征之间存在的耦合关系,本文即是对此进行的进一步的探索与尝试。

隐爆作用:是指在地下隐蔽状态下发生的爆破作用<sup>[3]</sup>。“隐爆角砾岩筒型矿床”这一名称虽然常有应用<sup>[9-11]</sup>,但尚没有一个明确的定义,故本文将其定义如下:隐爆作用在通过隐蔽爆破形成隐爆角砾岩筒(体)的同时于其中形成的矿床,称隐爆角砾岩筒型矿床。

## 1 隐爆角砾岩筒型矿床的一般特征

隐爆角砾岩筒型矿床多产在古老地块活化区的中生代断陷盆地边缘,或滨太平洋岛弧火山岩带内<sup>[10]</sup>,赋存于浅成、超浅成侵入岩体及其周围岩中的隐爆角砾岩筒之中,与浅成、超浅成侵入体(尤其中生代浅成超浅成侵入体)存在密切的同源联系。其产出受构造控制的特征明显,尤其是岩体边部两条或多条断裂的交叉部位。可单独产出,也可成群、成带产出,如鲁西卓家庄岩筒群呈串珠状产出<sup>[11]</sup>,车往峪岩筒群呈网格状产出<sup>[12]</sup>,岩筒间显示出很强的等间距性,据此可进行隐伏岩筒的预测和寻找。同一岩筒群中的各个岩筒间的含矿性存在较大的差异,有的可形成矿体,有的仅具有矿化。容矿围岩没有特别的选择,可产在任何岩石当中,如各种类型的岩浆岩、沉积岩、变质岩中。其与火山活动不存在必然的联系,许多矿床就产在没有任何火山活动的地区。

矿体多局限分布于隐爆角砾岩筒中,常具全筒式矿化特征,矿体的产出形态多种多样,产在岩筒顶部的矿体多为椭球状,产在岩筒中部的单个矿体为透镜状、“碗状”,多个矿体为“叠碗状”,这一特征是由隐爆作用的序次叠加造成的<sup>[4]</sup>。矿石主要为角砾状构造、浸染状构造和网脉状构造,矿质主要分布在角砾岩的胶结物中。矿石中广泛发育溶蚀结构,如交代残余结构、交代环边结构、交代穿孔结构等,且常见发育一种“反向溶蚀”现象,

形成交代环边结构<sup>[8]</sup>。

该类矿床的众多研究中<sup>[13-17]</sup>,测温结果显示,其流体温度多为420~100℃之间,其成矿温度虽表现为中低温,而高温为岩筒形成时的爆破温度。从矿体的同位素( $S^{34}$ )研究结果表明,其矿质最主要的来源为岩浆。

## 2 隐爆流体演化趋势曲线的一般特征

隐爆流体演化趋势曲线(如图2),是在对鲁西归来庄金矿床进行成因研究中建立起来的<sup>[8]</sup>,其中较重要的依据如下<sup>[8,18]</sup>:

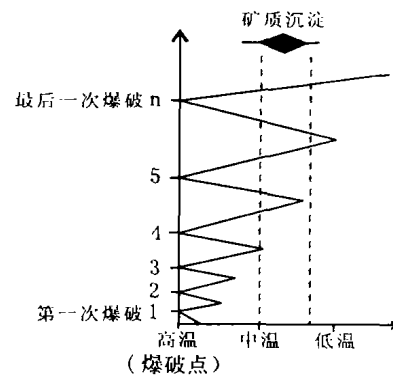


图2 隐爆流体演化趋势曲线的一般特征

Fig.2. General characteristics of the crypto-explosive fluid evolution trend curves.

(1)矿体中呈碎裂结构的矿石,常常具发生数次破碎的特征,早期破碎后被热液蚀变矿物组合胶结形成的隐爆角砾岩,在后来的再次破碎后又被热液蚀变矿物组合胶结。这反映出爆破与成矿之间的密切关系:爆破-胶结-再爆破-再胶结。其胶结物并非是某种单一矿物,而是一个矿物系列组合,这表明每次爆破发生后,存在着一个能够形成一个系列矿物组合的过程,其后才发生下次隐爆。

(2)溶蚀结构是本矿区矿石结构中最常见的一种结构类型,其中包括浸蚀结构、交代残余结构、交代还边结构、交代穿孔结构等。其中存在方铅矿交代闪锌矿,闪锌矿在方铅矿中形成残留,构成交代残余结构。碲汞矿沿碲铅矿的边缘进行交代,形成交代还边结构。在ZK27钻孔432.1m处取的光片中,可见银金矿沿碲银矿的边缘进行交代,也形成交代还边结构。这显示,银金矿要晚于碲银矿析出,但银金矿的成矿温度要高于碲银矿。

同时,碲汞矿与碲铅矿、方铅矿与闪锌矿都存在这种“反向溶蚀”特征。这表明,成矿流体存在降温后的升温现象,降温过程中析出的矿物,在流体由降温转变为升温过程中被重新活化,从而产生溶蚀特征,并在其后的再次降温过程中,在残余矿物的周边形成较高温度的新矿物。

(3)流体包裹体的研究表明,在归来庄金矿床中,存在高温流体包裹体,从而表明成矿流体并非单纯的中低温热液。

(4)从矿化蚀变在金矿床中分布特征来看,低温蚀变矿物仅分布在矿体的上(浅)部,中温蚀变矿物分布在矿体的中上部,高温蚀变矿物分布在自下而上的整个岩筒中,这表明矿床自下而上存在温度降低趋势,但并非单纯的由高温向低温直线型的降低,而是具有循环往复的逐渐降温趋势。这与谢奕汉等<sup>[5]</sup>在对河南祁雨沟Ⅱ号隐爆角砾岩筒研究中所测出的热爆曲线是相一致的(如图3)。

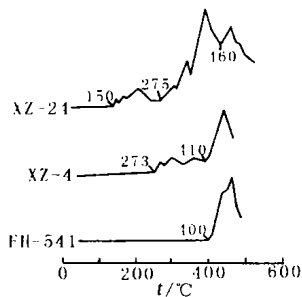


图3 祁雨沟Ⅱ号隐爆角砾岩筒热爆曲线(据谢奕汉<sup>[5]</sup>)

Fig. 3. Thermal explosion curves of the No. II crypto-explosive breccia pipe at Qiyugou.  
XZ-24. 岩筒中(上)部石英; XZ-4. 岩筒中部黄铁矿;  
FH-541. 岩筒下部黄铁矿

此外,现代包裹体技术在矿床成因研究中的应用,为隐爆流体演化趋势曲线的建立,提供了较为直接和有利的证据。该曲线得到了一些隐爆角砾岩筒包裹体研究资料的进一步验证,如谢奕汉等<sup>[5]</sup>建立的热爆曲线;王宝德等<sup>[6]</sup>在研究了祁雨沟隐爆角砾岩筒的成矿流体温度后也指出:从成矿的早期阶段到晚期阶段,成矿温度逐渐降低,但由于多次余爆-脉动(笔者认为正常爆破推进)作用,故温度都有短期的回返,而每次回返都是从超临界温度向下降温,矿质就是在这期间大量析出的。冯建忠等<sup>[7]</sup>对河南毛堂、蒲塘的隐爆角砾岩筒型矿床进行成矿流体

演化研究时指出:岩筒中的多次隐爆作用具有序次叠加的特点。范宏瑞等<sup>[19]</sup>对祁雨沟Ⅳ号隐爆角砾岩筒的流体研究后指出:包裹体非常复杂,显示有多期流体的叠加。

### 3 典型矿床隐爆流体演化趋势曲线特征

由隐爆角砾岩筒的形成机制及爆破过程中的流体演化机制可以知道,隐爆作用在以“自下而上-顺次推进-序次叠加”的模式爆破推进的同时<sup>[4]</sup>,其流体也经历了“升温-(爆破)沸腾-降温-升温-(爆破)沸腾-降温”的循环往复的演化过程<sup>[8]</sup>,其沸腾-降温阶段,即为矿质沉淀阶段。结合隐爆角砾岩筒型矿床的矿体特征及其在岩体中的赋存状态,对国内著名的隐爆角砾岩筒型矿床如:凹山铁矿床、祁雨沟金矿床及七宝山铜金矿床进行成因分析,并揭示其与隐爆流体演化趋势曲线之间存在的耦合关系。

#### 3.1 凹山隐爆角砾岩筒型铁矿床及其隐爆流体演化趋势曲线特征

该矿床位于安徽宁芜断陷盆地中段,岩筒呈漏斗状,矿化主要发育在角砾岩筒中,富矿体产于隐爆角砾岩筒顶部的顶爆角砾岩中,为大型不规则透镜状矿体(如图4)<sup>[20]</sup>。

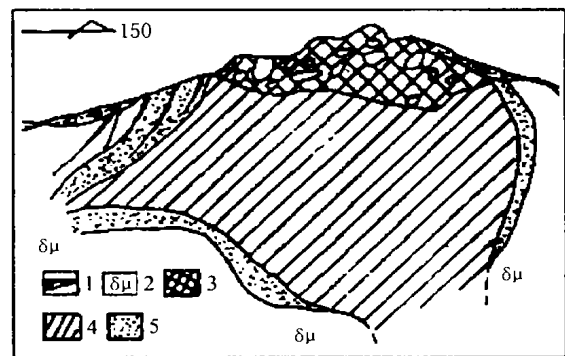


图4 凹山铁矿床剖面图

Fig. 4. The cross section of the Aoshan Fe deposit.

1. 第四系残坡积物; 2. 辉石闪长岩; 3. 富铁矿石(顶爆角砾岩带); 4. 中品位铁矿石; 5. 贫铁矿石

隐爆流体演化趋势曲线特征分析:

顶爆角砾岩是隐爆角砾岩筒形成过程中最后一次爆破的产物(图1),顶爆角砾岩的出现,显示着隐爆作用的结束。该岩筒中,富矿体仅分布在顶爆角砾岩中,从而显示,在该隐爆角砾岩筒的形

成过程中,爆破(沸腾)后的流体在温、压下降幅度上都未达到矿质沉淀的最佳条件,而仅仅是在最后一次爆破发生后,热液冷却,矿质才不得不析出、沉淀,胶结顶爆角砾岩,形成富矿体。其成矿流体演化趋势曲线如图 5。

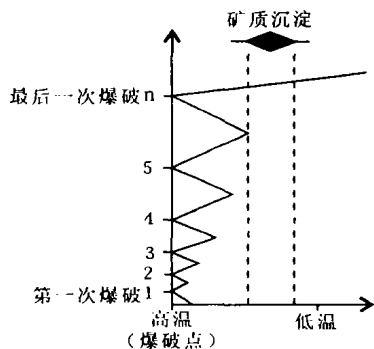


图 5 凹山铁矿床隐爆流体演化趋势曲线  
Fig. 5. The crypto-explosive fluid evolution trend curve of the Aoshan Fe deposit.

### 3.2 祁雨沟IV号隐爆角砾岩筒型金矿床及其隐爆流体演化趋势曲线特征

该矿床位于河南省嵩县城北西 19 km 处,产于陶村-王庄隐爆角砾岩筒带的东南部,含矿岩筒呈陡立筒状、漏斗状,矿体位于岩筒的中部,其立体形态为“叠碗状”(如图 6)<sup>[21]</sup>。由于全筒矿化,因此矿体与围岩间没有明显的边界,需要通过分析结果来圈定矿体。

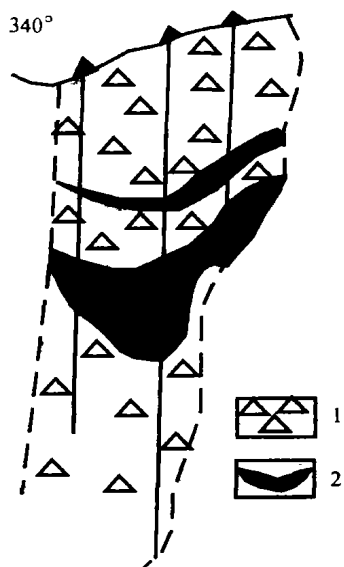


图 6 祁雨沟IV号隐爆角砾岩筒与金矿体简图  
Fig. 6. Sketch of the No. IV crypto-explosive breccia pipe and gold orebody at Qiyugou.  
1. 隐爆角砾岩; 2. 金矿体

### 隐爆流体演化趋势曲线特征分析:

在该岩筒中,矿体赋存于岩筒的中部,且矿体间存在“沉淀间断”,显示该隐爆角砾岩筒在形成过程中,由于热液供给质或量的不稳定,或者由于地下水混入质或量的不稳定等原因,使爆破(沸腾)后的流体间断性的达到温度、压力等可以使矿质析出、沉淀的条件,形成矿体。矿体形成后,由于受到其后爆破作用的叠加(图 1)与活化,最终只剩下一个“碗状”的残存矿体。其成矿流体演化趋势曲线如图 7。

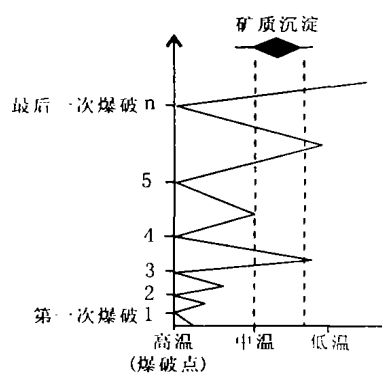


图 7 祁雨沟IV号隐爆角砾岩筒流体演化趋势曲线  
Fig. 7. The fluid evolution trend curve of the No. VI crypto-explosive breccia pipe at Qiyugou.

### 3.3 七宝山隐爆角砾岩筒型铜金矿床及其隐爆流体演化趋势曲线特征

该矿床位于山东五莲县七宝山,沂沭断裂带的东侧,矿体在隐爆角砾岩筒中具“上金下铜”垂直分带特征,上部(+100 m 以上)以金矿化为主,中部(+50 ~ +100 m)为金铜矿体,下部(+50 m 以下)为铜矿体,金矿体与铜矿体之间为渐变过渡关系,铜、金矿体严格受隐爆角砾岩筒控制<sup>[22]</sup>。据其成矿温度研究表明,其温度区间为 120 ~ 340 °C<sup>[23,24]</sup>。其高温应接近于爆破临界温度,中温为铜矿主要成矿温度,低温为金矿的主要成矿温度。

### 隐爆流体演化趋势曲线特征分析:

该隐爆角砾岩筒在自下而上的形成过程中,其爆破(沸腾)后的温、压等条件,首先达到了铜的析出、沉淀条件,形成铜矿体,随着爆破的向上推移,在铜矿形成后,才逐渐达到金的析出、沉淀条件,形成金矿体,在其间形成过渡性矿体。其成矿流体演化趋势曲线特征如图 8。

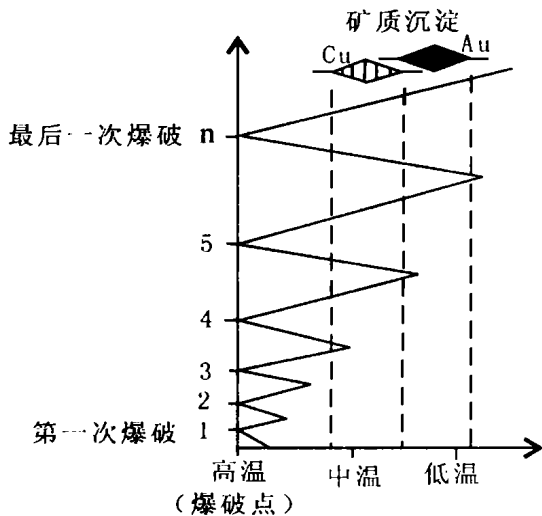


图8 七宝山铜金矿床隐爆流体演化趋势曲线

Fig. 8. The crypto-explosive fluid evolution trend curve of the Qibaoshan Cu-Au deposit.

## 4 结论

隐爆角砾岩筒型矿床中所产出的特征各异的矿体及其相对应的流体演化趋势曲线,反映了不同的成矿过程。只有既掌握了该类矿床成矿流体演化的一般规律,又明确其所存在的特殊情况,才能为找矿工作起到有益的、准确的指导作用。通过对隐爆角砾岩筒型矿床成矿流体演化趋势曲线的一般特征和典型矿例的典型特征的

综合分析,得出与岩筒的成矿性相关的几点认识如下:

### (1) 轻微剥蚀岩筒的成矿性

隐爆角砾岩筒的顶爆角砾岩带,是隐爆角砾岩筒中成矿条件最佳地段,是隐爆流体中所携带成矿物质的“终点站”。因此对于一个尚存在顶爆角砾岩带的岩筒,如果顶爆角砾岩带中存在矿体或具较好的矿化,岩筒的下部有可能象凹山铁矿床,矿化自上而下会逐渐贫化,也有可能如同祁雨沟IV号岩筒,找到隐伏矿体;如果顶爆角砾岩带中不含矿或仅具微弱的矿化,那么该岩筒为不成矿岩筒,这样的岩筒将没有进一步进行工作的必要。

### (2) 中等剥蚀岩筒成矿性

在隐爆角砾岩筒中,成矿条件自上而下越来越差。对于顶爆角砾岩带已经被剥蚀殆尽的岩筒,地表如无矿化,该岩筒为不成矿岩筒;地表如有矿化,该岩筒下部有可能仅具矿化或者存在祁雨沟IV号岩筒式的隐伏矿体。

### (3) 深度剥蚀岩筒的成矿性

隐爆角砾岩筒的底部,是成矿条件最差的地段,因此对于剥蚀到底部角砾岩带的岩筒,则没有进行任何工作的必要。

致谢:本文承蒙桂林工学院刘家远研究员给予的帮助并赠送珍贵资料,另外得到李守才高级工程师、夏立献工程师的大力帮助,在此谨表谢意。

## 参 考 文 献

- [1] П И 伊万京. 论浅成侵入体伴生的隐蔽爆发岩及其在金属矿床形成中的作用[A]. 华东地质科学研究所. 火山岩与火山喷发作用(国外地质科技资料选集之五)[C]. 南京:出版社, 1973. 87~92.
- [2] A E 莱特, D R 鲍斯. 爆发角砾岩的形成[A]. 地质科学院情报所. 国外火山岩地区地质构造(国外地质资料选编二十四)[C]. 北京, 1976, 31~38.
- [3] 刘家远. 江西燕山期隐蔽爆发相岩石及其与成矿关系的初步研究[R]. 南昌: 江西地质科学研究所, 1979.
- [4] 王照波. 隐爆岩及其形成模式探讨[J]. 地质找矿论丛, 2001, (3): 201~204.
- [5] 谢奕汉, 范宏瑞. 祁雨沟爆发角砾岩型金矿床包裹体特征及其在金矿评价中的应用[J]. 黄金, 1991, 12(11): 1~4.
- [6] 王宝德, 李胜荣. 河南祁雨沟爆发角砾岩型金矿床地质地球化学特征初步研究[J]. 地质地球化学, 1996, 24(6): 37.
- [7] 冯建忠, 王书来, 艾霞, 等. 河南毛堂及蒲塘金矿成矿物理化学条件和流体演化[J]. 黄金地质, 1997, 3(1): 17~22.
- [8] 王照波, 高传波. 鲁西归来庄金矿成因[J]. 地质找矿论丛, 2001, (4): 247~251.
- [9] 冯建忠, 李信, 杨福田. 吉林金厂沟金矿成矿地质特征及成因[J]. 地质地球化学, 2000, 28(4): 7~8.
- [10] 翟裕生, 姚书振, 崔彬, 等. 成矿系列研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996. 82~97.
- [11] 曾庆栋, 沈远超, 刘铁兵, 等. 山东平邑卓家庄金矿构造控矿因素及其意义[J]. 地质与勘探, 2001, (1): 52~53.
- [12] 王照波, 高传波. 鲁西车往峪隐爆角砾岩群特征及其找矿意义[J]. 山东地质, 2000, 16(4): 22~24.
- [13] 廖兰德. 沂源金矿床的火成岩源控制特征[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1988, 8(1): 23~32.

- [14] 李生元. 山西耿庄金银多金属矿床的成矿条件与成矿模式[J]. 贵金属地质, 1988, (1): 267 ~ 278.
- [15] 刘家远, 沈纪利. 阳储岭斑岩钨(钼)矿床的成矿杂岩体——一个过渡型花岗岩成生演化的模式[A]. 徐克勤, 涂光炽. 花岗岩地质与成矿的关系[C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1984. 215 ~ 218.
- [16] 封益诚. 浙江大岭口银铅锌矿床共(伴)生银金矿的成矿与富集规律[J]. 贵金属地质, 1988, (1): 261 ~ 263.
- [17] 张江. 紫金山铜金矿床地质地球化学特征[J]. 地质与勘探, 2001, 37(2): 17 ~ 22.
- [18] 林景仟, 谭东娟, 于学峰, 等. 鲁西归来庄金矿成因[M]. 济南: 山东科学技术出版, 1997. 53 ~ 55.
- [19] 范宏瑞, 谢奕汉, 郑学正, 等. 河南祁雨沟热液角砾岩体型金矿床成矿流体研究[J]. 岩石学报, 2000, 16(4): 561 ~ 563.
- [20] 谢自谷. 矿床学实习指导书[M]. 北京: 地质出版社, 1991, 49 ~ 51.
- [21] 罗镇宽, 苗来成, 关康. 角砾岩型金矿床——一种值得重视的金矿类型[J]. 地质找矿论丛, 1999, 14(4): 18 ~ 19.
- [22] 周炳煌. 山东七宝山隐爆角砾岩筒特征与成矿[J]. 地质与勘探, 1990, 26(5): 26 ~ 30.
- [23] 王郁. 山东七宝山金矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质论评, 1991, 37(4): 333 ~ 335.
- [24] 张连营, 程敏清. 山东五莲七宝山金铜矿成地球化学特征及成因分析[J]. 地质找矿论丛, 1996, 11(1): 20.

## FEATURES OF ORE-FORMING FLUID EVOLUTION TREND CURVES OF CRYPTO-EXPLOSIVE BRECCIA PIPE-TYPE DEPOSITS

WANG Zhao-bo<sup>1</sup>, SI Rong-jun<sup>2</sup>, ZHONG Wei-guo<sup>1</sup>, YANG Xue-sheng<sup>1</sup>

(1. Shandong No.7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Linyi 276006, China;

2. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

### Abstract

The paper describes the basic features of ore-forming fluid evolution trend curves of the crypto-explosive breccia pipe-type deposits. Based upon this, it also discusses the coupling relations between crypto-explosive ore-forming fluid evolution trend curves of typical deposits at Aoshan, Qiyugou and Qibaoshan and the characters of currence of the deposits. In combination with the general and special feathers of fluid evolution in the crypto-explosive breccia pipe-type deposits, the paper also analyzes the rules of metallogenesis in slightly, moderately seriously denudated pipes.

**Key words:** crypto-explosive breccia pipe-type deposits; fluid evolution trend curve; mineralization