

# 河北丰宁隐爆角砾岩型银多金属矿床地质特征

梁俊红, 巩恩普, 姚玉增, 杨洪英, 崔显德

(东北大学 资源与土木工程学院, 沈阳 110004)

**摘要:** 河北丰宁银多金属矿床赋存于隐爆角砾岩体中, 发育一组典型低温热液矿物组合的围岩蚀变, 矿化为典型低温热液成因的黄铁矿-闪锌矿-方铅矿-黄铜矿硫化物组合; 控矿隐爆角砾岩划分为震裂花岗岩相、震碎花岗岩相、熔浆角砾岩相和气爆角砾岩相 4 类; 宏观、微观研究认为其中的硅质角砾由 4 次喷发作用形成; 气爆形成的萤石化可确定赋矿空间的分布规律。

**关键词:** 隐爆角砾岩相; 硅质角砾; 丰宁银多金属矿床; 河北省

**中图分类号:** P613; P618.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)01-0048-04

## 1 矿区地质概况

河北丰宁银多金属矿床位于华北地台北缘中段<sup>[1,2]</sup>, 矿区地层分布简单, 早元古代单塔子群变质岩出露于矿区的南部。区内出露最广的岩石为海西期花岗岩( $\gamma_4^3$ )和海西期斑状花岗岩( $\gamma_4^4$ ), 同位素年龄为 152.6~222.9 Ma。花岗岩多属于铝过饱和系列,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.72021$ , 具有壳源特征, LREE 高度富集和 Tm, Lu 轻亏损。岩石中  $w(\text{Ag}) = 0.27 \times 10^{-6}$ ,  $w(\text{Au}) = 4.0 \times 10^{-9}$ ,  $w(\text{Pb}) = 57.9 \times 10^{-6}$ ,  $w(\text{Zn}) = 27.4 \times 10^{-6}$ ,  $w(\text{Cu}) = 12.5 \times 10^{-6}$ , 金、铅的丰度高于地壳丰度( $0.08 \times 10^{-6}$ ,  $12.0 \times 10^{-6}$ ; 黎彤, 1976)。其次为太古界变质岩、斑状混合岩、燕山期细粒花岗岩。细粒花岗岩常呈不规则枝状、脉状穿插于粗粒花岗岩中, 或包裹于其中, 细粒花岗岩的  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 = 0.62$ , 据 CIPW 法计算岩石标准式, 在 Q-Ab-Or 三角图上投影点多集中于低温槽区, 反映岩石形成深度较浅。上侏罗系张家口组出露在矿区的西部和北部, 下白垩系白旗组南部局部出露(图 1)。

1 50 000 航片解译, 在 45 km<sup>2</sup> 范围内线形、环形构造极其发育, NNE 向、NE 向、NW 向都有显示。丰宁银多金属矿床处于环形和线形构造的交汇部位, NNE 向上黄旗 乌龙沟深大断裂的组成部分

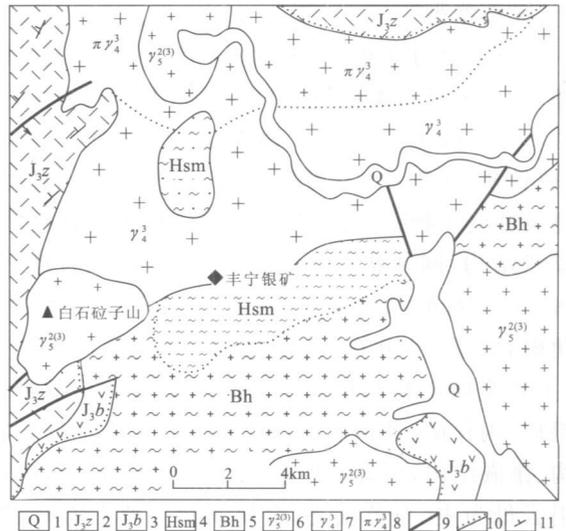


图 1 河北丰宁银多金属矿床地质简图  
(据牛树银等, 1996)

Fig. 1 The geological sketch of Fengning silver-polymetal deposit in Hebei

- 1. 第四系 2. 侏罗系张家口组 3. 侏罗系白旗组 4. 太古宇单塔子群 5. 斑状混合岩 6. 燕山期花岗岩 7. 海西期花岗岩 8. 海西期斑状花岗岩 9. 断层 10. 不整合界线 11. 产状 12. 金、银多金属矿区

南台 哈拉海湾断裂从矿区东部穿过, 牛圈 老虎坝断裂纵贯全区, 走向 10°, 倾向 SE, 倾角 60~75°, 该断裂具有多期活动性、形成于侏罗纪晚期, 表现为压扭性, 相伴出现大量的糜棱岩化和糜棱岩<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2006-02-27

作者简介: 梁俊红(1972-), 男, 山西阳泉人, 讲师, 博士, 从事矿床地球化学及成矿预测研究。

## 2 矿体地质特征

### 2.1 矿体形态

丰宁银多金属矿床可分成两个矿区,南部的营房矿区,北部的牛圈矿区。牛圈矿区共圈出 26 个矿体,其中银矿体 10 个,金矿体 16 个,26 个矿体中地表出露 2 个,其余均为埋藏矿体。号矿体储量最大,约占总储量的 98%,矿体走向 10,倾向 SE,呈 S 形延伸,延深 410 m。矿体在北部地表出露长约 240 m,厚度变化范围为 1~18 m,平均厚度约 8.02 m,  $w(\text{Ag}) = 159.06 \times 10^{-6} \sim 746.98 \times 10^{-6}$ , 平均品位  $517.00 \times 10^{-6}$ 。号矿体在南部营房矿区地表延伸 165 m,地表厚度 2~5.9 m,平均厚度 3.3 m,  $w(\text{Ag}) = 125.34 \times 10^{-6} \sim 810.44 \times 10^{-6}$ , 平均品位  $608.00 \times 10^{-6}$ 。号矿体在地表下 40~50 m 处连成一体。矿体空间上呈由缓变陡变薄、由陡变缓变厚的规律,银品位在南北两区表现为南贫北富、下贫上富,厚度变化呈北厚南薄的规律。

### 2.2 围岩蚀变

该矿床主要赋存于玉髓化角砾岩中,围岩主要为粗粒花岗岩,矿体的围岩蚀变为典型的低温热液矿物组合。上盘主要发育硅化、黄铁矿化、褐铁矿化,其次为绿泥石化、碳酸盐化。下盘为高岭土化(俗称白土子化)、绿泥石化、伊利石化等。隐爆成矿作用使得成矿热液沿裂隙上移,由于成矿作用的多期性、长期性,成矿热液同时具有下渗作用,使得下盘蚀变较为发育。

由于时间、空间上不同类型和期次蚀变的相互叠加穿插,反映了热液活动的多期性、复杂性。以蚀变矿物组合特征发育程度可划分 3 个蚀变带:高岭土-绿泥石-伊利石化带、硅化-水云母-蒙脱石化带、石英-黄铁矿-绿泥石-碳酸盐化带。

### 2.3 矿石特征

矿石由脉石矿物和矿石矿物组成,脉石矿物包括石英、萤石、碳酸盐矿物、粘土质矿物等。矿石矿物为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等典型低温热液成因的硫化物组合<sup>[3]</sup>。矿石矿物的组构研究表明,金属矿物常呈半自形、他形结构,黄铁矿的自形-半自形较为发育,偶见黄铁矿的骸晶结构。金属硫化物的主要构造类型有交代、包含、定向条带构造等。由于受隐爆作用的影响使得先期形成的黄铁矿常出现震裂、震碎结构。

### 2.4 银、金成矿元素品位

通过地表到 1 190 m 和 1 150 m 两个中段系统采取的 92 个样品中成矿元素银、金、铜、铅、锌分析认为,  $w(\text{Ag}) = 0.6 \times 10^{-6} \sim 6310.0 \times 10^{-6}$ , 平均  $529.19 \times 10^{-6}$ 。如果按照圈定矿体的边界品位和判定富矿体的标准:  $40 \times 10^{-6}$ ,  $60 \times 10^{-6}$ ,  $600 \times 10^{-6}$  分析,小于  $40 \times 10^{-6}$  的的样品有 45 个(占 48.91%),  $40 \times 10^{-6} \sim 60 \times 10^{-6}$  的样品有 3 个(占 0.03%),  $60 \times 10^{-6} \sim 600 \times 10^{-6}$  的样品有 23 个(占 0.25%), 大于  $600 \times 10^{-6}$  的样品有 21 个(占 22.83%)。  $w(\text{Au})$  极不均匀,小于  $2.00 \times 10^{-6}$  的占总数的 80%。成矿元素  $w(\text{Cu}, \text{Pb}, \text{Zn})$  分别为  $4.4 \times 10^{-6} \sim 2 400 \times 10^{-6}$ ,  $39.6 \times 10^{-6} \sim 42 200 \times 10^{-6}$ ,  $23 \times 10^{-6} \sim 76470 \times 10^{-6}$ , 平均品位分别为  $142.91 \times 10^{-6}$ ,  $3 523.27 \times 10^{-6}$ ,  $7 198.53 \times 10^{-6}$ 。

## 3 隐爆作用控矿因素分析

河北丰宁银多金属矿床属于隐爆角砾岩型矿床,具有独特的成矿作用方式,因而加强对控矿的隐爆岩岩相和角砾岩体的分析,对于搞清楚成矿过程、成矿预测具有十分重要的意义<sup>[4]</sup>。

### 3.1 火山隐爆岩岩相特征

依据角砾成分、角砾大小、胶结物成分以及角砾与胶结物的关系,可以对隐爆角砾岩划分出不同的类型<sup>[5,6]</sup>。通过野外观察和显微镜鉴定,将丰宁银多金属矿床的隐爆角砾岩岩相划分为震裂花岗岩相、震碎花岗岩相、熔浆角砾岩相和气爆角砾岩相 4 类。划分的依据为:震裂角砾岩相中,熔浆成分含量低于 20%,角砾成分主要为花岗质,角砾砾径一般大于 10 cm,角砾常出现于隐爆角砾岩体的最外侧(图 2);震碎角砾岩相是指熔浆成分 20%~50%,角砾成分主要为花岗质,一般小于 10 cm,偶见硅质角砾,其位于震碎相和熔浆相之间;熔浆角砾岩相常位于隐爆中心部位,熔浆的成分大于 50%,角砾成分复杂,出现大量的复式角砾,角砾的砾径较小,一般小于 5 cm;气爆角砾岩相是指胶结物成分主要为隐爆气成产物(如萤石),角砾成分一般以花岗质围岩居多,角砾大小不一;气爆角砾岩相形成于隐爆作用初期骤然降压时,由于气相与熔体相发生分离,迅速向四周裂隙扩散,从而胶结围岩角砾,形成气爆角砾岩相,该岩相一般位于隐爆岩相的最外侧。由于隐爆作用的多期性,上述 4 种岩相的准确划分趋于困难。

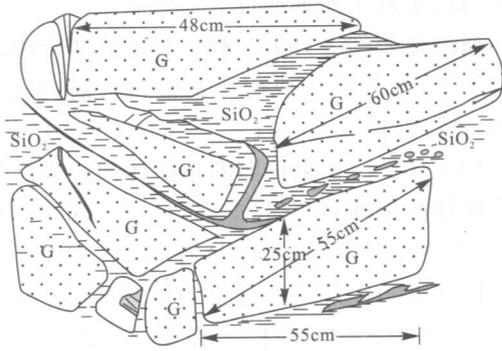


图2 震裂花岗岩素描图  
(1190 m 中段 CM23 东掌子面)

Fig. 2 The sketch of cracking granite facies  
G. 花岗岩 SiO<sub>2</sub>. 硅质胶结物

对隐爆角砾岩相的划分有助于矿化的强弱与隐爆岩相关性的研究。在 1190 m 中段震碎花岗岩较发育,而震碎角砾岩相则不太发育。1150 m 中段穿脉 16(CM16)以北,熔浆角砾岩相较为发育,厚度稳定,含大量的金属硫化物,矿化的程度较高,也是本矿床银的主要赋存部位,形成熔浆角砾岩型矿体,两侧发育有震碎角砾岩相及震裂花岗岩相。在 CM16—CM21,熔浆角砾岩体有明显的分叉,中间部位发育有震碎花岗岩相,而两侧发育有熔浆角砾岩相,震碎角砾岩相的部位可能为一次隐爆作用的两个分支的交汇处,曾有大量的成矿热液的汇聚过程。中间部位的震碎角砾岩相中矿化较强,从而形成花岗岩中含矿的工业矿体:花岗岩型银矿体。

矿床的隐爆岩相和工业矿化具有十分密切的关系。多数情况下矿化富集在熔浆角砾岩相,即隐爆中心部位,而不是赋存于震碎花岗岩体中。另外在两种隐爆岩相的过渡区(熔浆岩相和震裂岩相)之间的花岗岩相矿化极其强烈,形成花岗岩型银矿体,该区花岗岩相常常破碎严重,裂隙发育成为矿液的上侵通道,同时也是物理化学性质剧变的区域,因而有利于成矿元素的沉淀。

### 3.2 多期隐爆硅质角砾特征分析

隐爆角砾岩体中的角砾成分复杂,主要有花岗质角砾、早期隐爆形成的玉髓质角砾、凝灰质角砾、石英及长石等晶屑角砾等。隐爆成矿作用并不是一次形成的,先期隐爆作用形成的角砾经胶结形成隐爆角砾岩,在后期隐爆作用过程中被破碎再次胶结,在岩体内形成的复式角砾,又称砾中砾。

本矿床的宏观、微观的研究认为其中的硅质角砾由 4 次喷发作用形成。第 1 期呈乳白色,坚硬致

密,在硅化作用弱、叠加改造弱的部位,特别是隐爆角砾岩体的边部时常可清晰识别出来,该期喷发几乎不含金属硫化物,无成矿的迹象;第 2 期硅质角砾呈灰黑色,坚硬致密,棱角分明,由熔态到固态之后被隐爆,为后期的熔浆胶结成岩,本期隐爆相分布较广泛,多作为复式角砾出现,其中仅含少量的硫化物,呈现弱的矿化;第 3 期硅质为熔浆胶结物,为主成矿期硅质胶结,伴随黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉铜矿等较强的矿化,岩石呈黑色,坚硬致密;第 4 期硅质为乳白色,半透明,仅在小区域出现,且在细粒花岗岩中产出较多。

在上述的 4 期硅质熔浆中,只有第 3 期才是主成矿期的产物,同时伴随有大量的硫化物产出。该期隐爆作用的规模较大,释放能量巨大,所波及的区域广,从而使得原来形成的花岗质角砾进一步破碎,形成大量的长石、石英晶屑角砾。隐爆中心部位的角砾岩体疏松多孔,有利于成矿热液的迁移,也是矿液沉淀的良好场所。1190 m 中段 CM7—CM10,1150 m 中段 CM10—CM13 复式角砾特别发育,也是银富集矿段,矿体的厚度较大,从而证实了上述的理论推判。因此复式角砾发育程度可以指示隐爆作用的强弱和隐爆中心的空间定位,同时也可作为矿化强弱的指示剂。

### 3.3 萤石化与成矿的关系

国内外一些地质学家研究过萤石化与银矿化的关系,但其认识不一<sup>[7,8]</sup>。对本矿床也有人尝试性地依据萤石的颜色为判据,进行其与矿化关系的研究,但收效甚微。本文经过对采集样品的薄片观察认为,气爆角砾岩一般含大量的萤石,胶结的角砾成分主要为花岗质,角砾呈棱角状。

1190 m 中段几乎所有的薄片均含有萤石化现象,但大多数与黄铁矿共生,特别是在 CM8—CM10 主要赋存于硅化体中。在 1150 m 中段,萤石化主要集中于 CM19—CM21,硅化体中萤石量很高,且在硅化体边部,萤石呈面状充填。在 1190 m 和 1150 m 两个中段的两侧,花岗质角砾较大,且萤石化强烈,常呈面状充填,矿体中间部位萤石化相对较弱。

根据上述地质现象推测,受隐爆作用产生的减压、扩容及其流体压力增高等因素的影响,富含 HF, H<sub>2</sub>O(g), CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S 等挥发分的成矿流体产生隐爆作用时,其中的挥发组分优先达到矿体的上部及两侧发生降温蚀变作用,形成萤石化<sup>[9,10]</sup>。因此,矿体边部常呈面状或脉状的萤石化,这一地质现象

可以作为当初发生隐爆作用的最外围界限,因而我们可以借助萤石化来确定赋矿空间及容矿空间的分布规律。

## 4 结论

河北丰宁银多金属矿床产于该近 SN 走向的牛圈 老虎坝断裂北段的隐爆角砾岩体中。矿体赋存于玉髓化角砾岩中,围岩蚀变为一组典型的低温热液矿物组合。矿体发育有黄铁矿-闪锌矿-方铅矿-黄铜矿等典型低温热液硫化物矿化。成矿元素银的品位为  $0.6 \times 10^{-6} \sim 6310.0 \times 10^{-6}$ , 平均  $529.19 \times 10^{-6}$ , 呈现极其不均一的分布规律。

(1) 河北丰宁银多金属矿床为隐爆角砾岩型矿床, 具有独特的成矿作用方式。依据熔浆含量、隐爆角砾砾径大小可将隐爆角砾岩划分为震裂花岗岩相、震碎花岗岩相、熔浆角砾岩相和气爆角砾岩相 4 类。

(2) 在 1 190 m 中段的震碎花岗岩极其发育。1 150 m 中段 CM16 以北, 熔浆角砾岩相较为发育, 矿化的程度较高, 也是本矿床的银赋存部位, 形成熔浆角砾岩型银矿体。在熔浆岩相和震裂岩相的过渡区之间形成花岗岩型银矿体。

(3) 宏观、微观的研究将硅质角砾可划分为 4 次喷发作用形成。第 3 期硅质岩石呈黑色, 坚硬致密, 为主成矿期硅质胶结, 伴随黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉铜矿等较强的矿化; 第 1、2 期硅化程度较弱, 且第 2 期硅质角砾分布最广, 第 4 期乳白色, 半

透明硅质几乎不含矿化。

(4) 矿体边部常呈面状或脉状的萤石化, 这一地质现象可以作为当初发生隐爆作用的最外围界限, 从而作为确定赋矿空间的标型矿物和成矿预测的地质标志。

## 参考文献:

- [1] 刘凤山, 张国辉. 河北丰宁牛圈热泉型银(金)矿床成因[J]. 贵金属地质, 1996, 5(1): 48-58.
- [2] 魏晓英. 河北丰宁营房 牛圈银矿床构造控矿特征和成因探讨[J]. 地质找矿论丛, 2000, 15(3): 261-261.
- [3] 姚惠玲, 苏凤营. 河北丰宁银矿矿石及矿物特征[J]. 黄金, 2003, 24(1): 14-17.
- [4] 王照波. 隐爆岩及其形成模式探讨[J]. 地质找矿论丛, 2001, 16(3): 201-205.
- [5] 翟裕生. 矿田构造学概论[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1984. 58-87.
- [6] 胡承琦, 冯佐海, 王林江, 等. 中酸性隐爆角砾岩、次火山(超浅成)岩与成矿的关系——以广西贵港新民 吉塘铜银矿区为例[J]. 地质与勘探, 1997, 33(4): 1-6.
- [7] 占新志, 张乾, 董振生, 等. 几个独立银矿床矿物学研究[J]. 矿物学报, 1999, 19(4): 465-469.
- [8] 刘铁庚, 叶霖. 银矿与萤石[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19(4): 300-302.
- [9] 刘铁庚, 叶霖, 李王雨, 等. 卤素在银矿成矿中的作用——以额仁套勒盖大型银矿床为例[J]. 中国地质, 2002, 29(1): 76-81.
- [10] Lavery N G. The use of fluorine as pathfinder for volcanic-hosted massive sulfide ore deposits[J]. Journal of geochemical Exploration, 1985, 23: 35-60.

# THE GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FENGNING CRYPTOEXPLOSIVE BRECCIA SILVER-POLYMETAL DEPOSITS IN HEBEI

LIANG Jun-hong, GONG En-pu, YAO Yu-zeng, CUI Xian-de

(the School of Resources and Civil Engineering, Shenyang 110004, China)

**Abstract:** The Fengning silver-polymetal deposit occurs in cryptoexplosive breccia body with a set of epithermal minerals in altered host rock. Mineralization exhibits epithermal sulfide assemblage of pyrite-sphalerite-galenite-chalcopyrite. The cryptoexplosive breccia could be divided into cracking granite, broken granite, magmatic melt and gas explosive facies. The macro- and micro researches demonstrate that four eruptions lead to the silicon talus debris in the cryptoexplosive breccia. The gas explosive fluoritization can determinate the spatial regulation of ore-body occurrence.

**Key Words:** cryptoexplosive breccia facies; silicon talus debris; Fengning silver-polymetal deposit; Hebei province