文章编号: 1001-1412(2000) 03-0261-06

河北丰宁营房-牛圈银矿床构造 控矿特征和成因探讨

魏晓英

(华北有色地质勘查局, 天津 300181)

摘 要: 研究了营房-牛圈矿床成矿物质基础、来源,分析构造控矿特征;认为深大断裂控制岩浆成矿带,线环交织构造控制热流体,剪切带控制矿体空间位置;提出银矿床属深源热流体隐爆-交代型矿床。

关键词: 控矿构造特征;成因;银矿床;河北

中图分类号: P613; P618.52 文献标识码: A

营房—牛圈银矿床过去常被作为两个矿床来研究,它实为一矿床的两矿段,营房矿段以银铅锌矿为主,牛圈矿段以银金矿为主,同赋于一个剪切带(F1)中,二者相距仅 0.5 km。它的发现填补了河北省无独立银矿床的空白,因此研究它的成因和特征,具有理论和现实意义。自1984 年华北有色地勘局五一四队发现以来,就有"浅成低温热液型银金矿"(许晓峰,1990),"陆相次火山隐爆热液矿床"(有色 514 队,1991),"陆相次火山热液矿床"(芮宗瑶,1994),"热泉型银(金)矿床"(刘凤山,1997)等报道。笔者从构造控矿特征入手,提出深源热流体隐爆-交代型银矿床的认识。

1 高丰度矿源岩是成矿的物质基础

1.1 下元古界红旗营子群变质岩是重要的矿源层

矿床产于华北地台北缘上黄旗岩浆岩亚带(级)中,西距大滩中断凹(级)四岔口火山盆地仅6km。出露地层有下元古界红旗营子群变质岩系,岩性为黑云变粒岩、含榴黑云镁橄斜长变粒岩夹大理岩及含石墨片岩等,其原岩为富铝的泥质-钙泥质-有机质的泥沙质岩夹中基性火山岩。作为盖层出现的是上侏罗统张家口组流纹岩、凝灰质砾岩、英安岩等。

变质岩系含 A_g , M_o , P_b , Z_n 等成矿元素丰度值分别比维氏克拉克值高 7. 05 倍、6. 01 倍、3. 71 倍和 3. 25 倍,其中石墨角闪斜长变粒岩 A_g 的丰度是维氏值的 35 倍。因此 EW 向分布的

收稿日期: 1999-02-01; 修订日期: 2000-06-03

元古界变质岩系是区内诸如蔡家营、青羊沟、万全寺等银多金属矿床的初始矿源层,控制着多金属矿带的区域分布。

1.2 深源花岗岩是重要的矿源岩

区域上 80% 的面积为侵入岩, 矿区 254 km² 范围内共有 50 个侵入体, 划分为 10 个单元, 归并为三个序列, 属三个地质时期。 最早的侵入体是产于下元古界变质岩中的粗粒二长花岗岩, 其中韩家窝铺花岗岩 Pb, Zn, Zr, Ba, Sr, La, Ce 等元素的丰度均比维氏值高, 浓集系数依次为 3.36, 2.29, 2.53, 3.89, 2.0, 1.92, 2.74。特别是 La, Ce 丰度之高为区内仅有。重、副矿物 w (Pb) = 4.83×10^{-6} ,是重要的含矿地质体。

矿床直接围岩是早三叠世干沟门—白音沟中粗粒花岗岩、二长花岗岩(213.6 Ma),岩石受力变形强烈,呈似片麻状构造,但成矿元素丰度不高。

与矿化时空关系密切的侵入岩是白垩纪老虎沟门序列细粒花岗岩(125.2~99.6 Ma), A_g , A_u , P_b 等元素丰度依次比维氏值高 13.6 倍、3.6 倍和 4.3 倍, 达强富集状态。普遍含电气石、萤石、钍石及铅、钼、铜等矿物。钻孔中可见细粒花岗岩有黄铁绢英岩化和金矿化。细粒花岗岩在 QAP 三角图中的投影点落入 A 型花岗岩区, 按 J. P. Pupm 的分类原则本区三个序列花岗岩的成因类型均属深源系列。老虎沟门花岗岩为碱性, 无水富 F, 分异彻底, 对成矿十分有利。在其形成和侵位过程中不但带来热源,同时也带来成矿物质和流体。

2 构造控矿特征

2.1 上黄旗—乌龙沟深断裂控制岩浆成矿带

上黄旗—乌龙沟切壳断裂全长 $450~\rm km$,宽数十米至 $2~\rm km$,总体走向 $25~\rm cm$ SE 或 NW 倾,与重力梯度带互为表里,是太行山幔坎的北延部分。形成于晚太古代,强烈活动于燕山期,是岩石中的应变软化带。以浅部脆性、深部韧性剪切为特征,并以深层次的左旋走滑为主要活动方式。该断裂在矿区东部老厂沟—邓龙沟门一带通过,长 $40~\rm km$,走向 $20~\rm cm$ $30~\rm cm$ NW 陡倾斜,糜棱岩化带宽 $10~\rm cm$ $20~\rm cm$,显左行压扭,岩石强烈破碎蚀变,并有中、酸性脉岩贯入。石英位错密度测试结果计算,古构造应力值为 $98.9~\rm cm$ $107.8~\rm m$ $100~\rm m$ 的应力值 $100~\rm m$ 3.9~86.6 MPa 还大。反映了本断裂以强大的应力场长期控制着区内的构造—岩浆—成矿作用。Krutch(1986) 和 Parrish(1987) 指出:'在金矿区走向长度 $100~\rm km$ 的线形构造对地壳深部或上地幔长英质岩浆及幔源煌斑岩有明显的控制作用,并与深部含金热液有着密切的时空关系"。'剪切带中一般都渗透着大量的流体'(钟增球,1996)。 因此上黄旗—乌龙沟大型脆韧性剪切带是区内重要的含银多金属流体的形成和运移活动带,是地质作用最活跃的地带,控制着一系列花岗岩基(株) 和大中型内生金属矿床的形成和分布。

2.2 F1剪切带控制矿体空间位置

与上黄旗—乌龙沟剪切带平行产出的 F1 断裂, 长 8 km, 走向 25 \sim 35 °, SE 倾, 倾角 52 \sim 65 $°, 宽 <math>10 \sim 34$ m, 由角砾岩、糜棱岩和断层泥等构成。 具先压扭后张扭多期活动特点, 严格控制着银矿体的规模、产状和形态。相距仅数百米的营房和牛圈两矿段均赋存于 F1 剪切破碎带

内(图 1)。蚀变矿化幅度均不超出其范围。F1 断裂即是导矿构造也是容矿构造,尤其是营房矿段,作为矿源层的变质岩系,在韧性剪切糜棱岩化过程中,成矿物质借助侵入岩或剪切能提供的热源活化、迁移、富集成矿(任耀武, 1995),剪切活动与矿化作用同时发生,含矿岩石主要是由变质岩经韧性剪切改造成的一种高硅质超糜棱岩——绢英岩,脉石以 $0.01 \sim 0.2$ mm 的石英、玉髓、水云母等为主。矿化与硅化强度正相关。银铅锌矿体赋存在 F1 剪切带上盘与粗粒花岗岩外接触带复合的碎裂变质岩内。主矿体呈倒人参状,S 倾,倾角中等。赋矿标高 $960 \sim 1$ 105 m。银矿体上薄下厚,上贫下富,总体以 25 角度向 NE 侧伏。

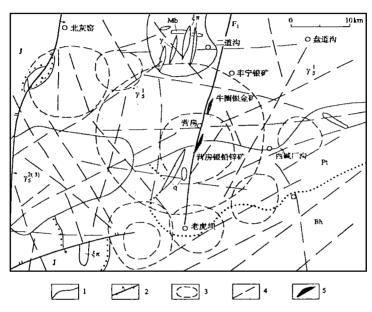


图 1 营房—牛圈矿区遥感地质解译图

Fig. 1 Geological and remote sensing interpretive map of Yingfang-Niujuan mine area

J. 陆相火山岩 Pt. 变质岩 Mb. 大理岩 Bh. 混合岩 χ²(3). 细粒花岗岩 χ¾. 粗粒花岗岩 ξπ. 正长斑岩脉 q. 石英脉

1. 地质界线 2. 实测断层 3. 解译环形构造 4. 解译线形构造 5. 矿体

F1 断裂对牛圈银金矿化的控制, 首先表现为对矿区直接容矿的硅质角砾岩的控制。硅质角砾岩呈岩墙状沿 F1 剪切破碎带产出, 与粗粒花岗质角砾岩、糜棱岩呈侵入接触, 界线分明, 状如熔岩, 走向 $356 \, ^{\circ}28\, ^{\circ}SE$ 倾, 倾角 $50 \, ^{\circ}70\, ^{\circ}$ 长 $2\, 100\, \mathrm{m}$, 一般厚 $20\, \mathrm{m}$, 最厚 $40\, \mathrm{m}$ 。垂直延伸 $400\, \mathrm{m}$ 以上, 并过渡为次英安岩。总体以 $42\,$ 角度向 $50\, \mathrm{m}$ 侧伏。说明角砾岩的根部在 $72\, \mathrm{s}$ 线附近,该处也是成矿流体运移活动通道。硅质角砾岩按成分、结构可分 $3\, \mathrm{s}$ 类, 其产状、形态、结构、构造和物质成分都与围岩大相径庭,处处显示异地(深部)形成贯入此地的岩墙特征。赋存在硅质角砾岩的主矿体呈人参状,赋矿标高 $1\, 100\, ^{\circ}1\, 300\, \mathrm{m}$,矿化强度与厚度相依,富集于 $F1\, \mathrm{p}$ 切带转折部内侧和角砾岩体的侵入前峰。因此形成'南贫北富、下贫上富'的规律。

银金主矿体内可圈出富银矿体,呈突变关系,脉状,集中分布于中上部。富矿体矿石量仅占9.5%,但银、金金属量却占42%和34%。"贫富"如此悬殊,表明矿化不是连续、渐变地积累,而是突变性质,含矿流体的进入使先期的贫矿骤富,如此强烈的矿化堆积,远非交代作用所及,反

映成矿作用具有充填、贯入和多次叠加的特点。而隐爆成矿作用则提供了可能。

2.3 复式线环交织构造控制着矿源体

据彩红外遥感图像解译,区内线环构造影像纵横交错,成群成带呈现蛛网式构造图景(图1)。矿区有环形构造 16 个,沿 NE 向带状展布,集中于矿区周围者 2 个,以营房为中心的复环形构造,影像清晰,规模不大,并有 N NE, NW 向等多组线形构造与之交织,形成一典型的复式线环交织构造。营房矿段处于穿越内环中心的 F1 剪切带中,牛圈矿段在 F1 剪切带与内环交叉处。此种现象绝非偶然,它是深部岩浆房或次火山岩通道的显示,但最大的可能是与矿床有成因联系的深部似卤水高温矿源体的显示。这种矿源体是在长期地质演化过程中,由不同成因的热液混合而成的一种高温、高矿化度的水-岩饱和层。可称之为"似卤水"含银金矿源体。它是储藏在特定地质条件下由含成矿元素的热流体饱和了的"特定岩石范围",比如深部岩浆房顶部、基底变质岩穹状隆起部或韧性剪切滑脱拆离交叉部位等。这些地方应力集中,岩石破碎,裂隙发育,渗透性好,容易成为多成因、多来源含矿流体运移聚集的场所。宏观上为穹隆状、似层状,又因封存其中的深源流体温度高,其红外影像则呈环状、复环状。

营房矿体以 25 角向 N 侧伏, 矿化延伸最大部位在 42 线 950 m 标高处, 而牛圈矿段的容矿硅质角砾岩则以 42 的角度向 S 侧伏, 在 72 线 900 m 处尚未见底, 此处正是热流体运移活动中心。赋存在 F1 剪切带上的两个银矿段, 以倒 "八"字形向中心靠拢, 这个中心就是复式线环交织构造的中心。F1 韧脆性剪切带为营房、牛圈两矿段导矿、容矿, 提供成矿流体(图 2)。或者以渐进地交代而成矿(营房矿),或者是突发地贯入充填而富集(牛圈矿)。只不过营房矿更近矿源, 成矿环境偏于还原而已, 如有玉龙矿、杂铜矿、钴镍矿等金属硫化物矿物, 闪锌矿中 w(Ca) 高达 2425×10^{-6} 。两矿段地质特征虽有不同, 但在成矿元素与组合、矿石物质成分及蚀变类型等方面则是共性多于个性。因此它们应是同 '根 '生——由复式线环交织构造显示出的下伏似卤水高温矿源体为二者提供了成矿素材. 均属同一构造-流体成矿系统的产物。

3 矿床成因探讨

3.1 成矿物质来源

成矿物质主要来自地壳深部,依据如下:

- (1) 矿床形成于燕山中晚期。与成矿作用时、空关系最密切的侵入体是三叠纪 A 型碱性细粒花岗岩(108 Ma) 和隐爆贯入角砾岩(120.66 Ma; 刘凤山,1997)。
- (2) 隐爆贯入角砾岩化学成分在 CaO- Na_2O - K_2O 三角图上投影点落入幔源区, 在 SiO_2 - Na_2O - K_2O 变异图上投影落入拉斑系列。
- (3) 成矿元素丰度最高的地层是红旗营子群变质岩系和深源的中粗粒二长花岗岩、细粒花岗岩。
- (4)与银金矿体稀土元素含量和陨石标准化配分曲线最接近的侵入体是三叠纪细粒花岗岩和隐爆角砾岩。
 - (5) 据矿石铅同位素测定结果,表明铅来源于经过两期(1 093~1 087 Ma 及 552~535

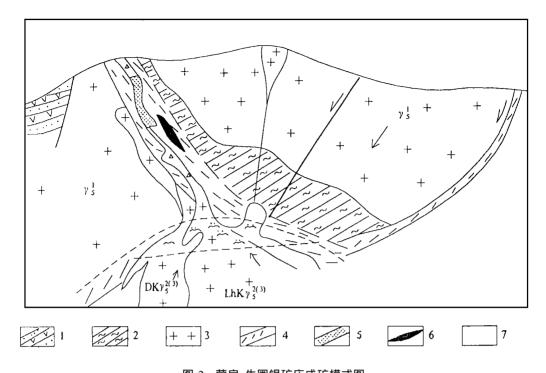


图 2 营房-牛圈银矿床成矿模式图

Fig. 2 The metallogenic model of Yingfang-Niujuan silver deposit LhK Y₃⁽³⁾. 老虎沟门序列细粒花岗岩 DK Y₃⁽³⁾. 东台序列中粗粒花岗岩 Y₃. 甘沟门序列粗粒花岗岩 1. 侏罗纪陆相火山岩 2. 红旗营子变质岩 3. 花岗岩 4. 剪切带 5. 银金矿体 6. 银铅锌矿体

- Ma) 变质的老地层。在铅同位素构造图上投影点处于造山带附近, 说明铅来自壳幔之间, 这是同熔岩浆的主要生成部位。
- (6) 据 21 件硫同位素分析结果, δ^4 S= $3.3 \times 10^{-3} \sim 5.23 \times 10^{-3}$, 平均 4.57×10^{-3} , 具塔式分布特点, 说明硫源单一, 来自深源。
- (7) 据 7 件石英氢氧同位素测定结果, δ^8 $O=1.31\times 10^{-3}\sim 4.15\times 10^{-3}$, 平均 2.74×10^{-3} , δ $D=-98.7\times 10^{-3}\sim -116.9\times 10^{-3}$, 平均 -106.35×10^{-3} 。在氧同位素组成分区图上投影点落入雨水热液区, 因所测样品为蚀变矿物玉髓, 所以偏离了岩浆水。说明成矿热液中混入了循环到深部而被加热的雨水。
- (8) 据 6 件石英包体爆裂法测温结果, 成矿温度 $250 \sim 280$ 。 另据 24 件均一法测温结果 为 $220 \sim 350$ (刘凤山, 1997)。 与据共生矿物对同位素计算结果($256 \sim 381$)相当, 说明成矿温度为中温热液。
- (9) 据 3 件包体成分测定结果(刘凤山 1997), 流体总成分与深源 HACONS 流体成分一致。热液中的 CO_2 系幔源物质(戈尔丁等 1987)。流体中富碱富挥发份是深源流体突出的地化特征(杜乐天 1996)。

3.2 成矿流体的控制作用

流体是成矿作用中最活跃的因素, 它是联结矿源岩、成矿地质背景和矿体定位场所之间的

纽带,是贯穿成矿全过程的主要控制因素。区内红旗营子变质岩和深源花岗岩是主要的矿源岩。燕山期地幔上涌,构造岩浆活动强烈,地热梯度高,为多成因流体的产生提供了有利的条件。这种多源、多因混合流体在热能和构造能的驱动下,通过水岩反应,岩石交代和岩浆萃取等方式,不断从矿源岩中捕获 Ag, Au, Pb, Zn 等元素成为含矿热流体。并沿贯通裂隙系统向扩容带运移,尤其是上黄旗—乌龙沟深断裂和区域性随深度加大而变缓的大型剪切带,很容易从大范围捕获深部流体,并沿剪切带聚集在接近矿质沉淀的场所,比如 F1 剪切带,以及其他张裂隙带、角砾岩、接触带或高渗透性岩石都成为含矿流体迁移、沉淀的空间。当其遇到不透水层阻截或被封闭时,便隐藏在岩石微裂隙、孔隙、晶隙间,成为达到水岩饱和及同位素平衡的似卤水含银金矿源层(体、储等),如果局部聚集于穹状隆起顶部,或岩浆通道上部,或圈闭构造中,便会形成"高压含矿热流体"。

3.3 隐爆贯入成矿作用

因断裂的新生或复活,使封存的含矿热流体与沿断裂下渗的天水不期而遇,由于温压骤减而猛烈沸腾爆炸,并携带构造角砾岩沿软弱带或岩浆通道上侵贯入,形成硅角砾岩,与此同时,由于物化条件的迅猛改变,含矿流体产生强烈的化学反应,使有用元素快速沉淀成矿。由于蚀变成矿作用会使流体上升通道堵塞而处于新的封闭状态,断裂的多次活动可产生多次隐爆-封闭作用和矿化叠加,富集成为牛圈式深源热流体隐爆银金矿床。

3.4 蚀变交代成矿作用

如果断裂贯通的不是封闭构造中的含矿热流体而是低压矿源储层,则成矿流体将以平静地渗透交代剪切糜棱岩的方式进行,从而成为营房式的深源热流体交代银铅锌矿床。

参考文献:

- [1] 曾恒荣、等. 河北丰宁牛圈银(金) 矿床勘探地质报告[R]. 天津: 华北有色地质勘查局, 1990.
- [2] 张兴权, 等. 河北丰宁营房银铅锌矿床勘探地质报告[R]. 天津: 华北有色地质勘查局, 1993.
- [3] 任耀武, 曹倩雯. 河北丰宁营房银铅锌矿床银的赋集及富集规律[J]. 华北地质矿产杂志, 1995, 10(1): 77-85.
- [4] 刘凤山, 张国辉. 河北丰宁牛圈热泉型银金矿床成因及找矿标志[J] . 华北地质矿产杂志, 1997, 12(2) : 137-145.
- [5] 杜乐天. 地壳流体与地幔流体间的关系[J]. 地学前缘, 1996, 3(4): 172-180.
- [6] 贾跃明. 流体成矿系统与成矿作用研究[J]. 地学前缘, 1996, 3(4): 253-257.

DISCUSSION ON STRUCTURAL CONTROL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF YINGFANG-NIUJUAN SILVER DEPOSIT. HEBEI

WEI Xiao-ying

(North China Geological Bureau for Non-ferrous Metal Resources, Tianjin 300181, China)

(下转第281页)

报, 1995, 15(2): 144-149.

- [33] Stuart F M, Turner G, Duckworth R C, et al. Helium isotopes as tracers of trapped hydrothernal fluids in oceanfloor sulfides [J]. Geology, 1994, 22: 823-826.
- [34] 孙晓明, Norman D I, 孙凯, 等. 粤中长坑金银矿成矿流体 N2-Ar-He 示踪体系及来源[J]. 中国科学(D 辑), 1999, 29 (3): 240-246.
- [35] Kelley S, Turner G, Butterfield A W, et al. The source and significance of argon isotopes in fluid inclusions from areas of mineralization [J]. Earth planet Sci Lett, 1986, 79: 303-318.
- [36] 王秀璋, 单强, 梁华英, 等. 金山金矿床成矿时代及矿床成因[J]. 地球化学, 1999, 28(1): 10-12.
- [37] 韦星林. 金山金矿田地质特征及成矿地质作用[J]. 矿产与地质, 1995, 9(6): 471-480.
- [38] 朱恺军, 范宏瑞. 金山金矿的地质特征和形成条件[J]. 南京大学学报(地球科学), 1991(2): 177-185.
- [39] 黄宏立, 杨文思. 赣东北金山金矿床的地质特征及矿床成因[1]. 地质找矿论丛, 1990, 5(2): 29-39.
- [40] 陈好寿, 等. 同位素地球化学研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1994. 1-27.
- [41] 张连昌, 姬金生, 曾章仁. 东天山康古尔金矿床成矿流体地球化学特征及其来源[J]. 地球化学, 1999, 28(1): 18-25.
- [42] Watanabe M, Hoshino K, Kagami H, et al. Sugiyama M, Rb-Sr, Sm-Nd and K-Ar systematics of metamorphosed pillowed basalts and associated Besshi-type deposits in the Sanbagawa Belt, Japan[J]. MINERALIU M DE POSITA, 1998, 34(1):113-120.
- [43] Marschik R, Singer BS, Munizaga F, Age of Cu(-Fe) -A u mineralization and thermal evolution of the Punta del Cobre district, Chile [J]. MINERALIUM DE POSITA, 1997, 32(6): 531-546.

FLUID INCLUSION ISOTOPES AS TRACERS OF ORE FLUIDS

FAN Jian-guo, NI Pei, TIAN Jing-hui

(Department of Earth Sciences, Narjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Fluid inclusion isotopes are useful to the origins of ore fluids and dating mineralization. Considering the multiple genesis and generations of fluid inclusions, we should select the fluid inclusions for isotopes study which form at the same time with mineralization. This paper make a review with particularly emphasis on Rb-Sr isotopes.

Key words: Fluid Inclusion Isotopes; Origins of Ore Fluids; Dating Mineralization

(上接第266页)

Abstract: Based on the studies of ore source of Yingfang-Niujuan silver deposit, the orecontrol characters, such as deep seated fault control on magmatic mineral zone, line-eircle anastomosing structure control on hydrothermal fluid, shear belt control on ore distribution, are analysed. The ore-genesis belonging to deep resource hydrothermal fluid cryptoex plosion metasomatism was put forward.

Key words: ore-control structure feature; genesis; silver deposit; Hebei province-