

冀北牛圈银金矿及营房银铅锌矿 深部成矿预测

沈利霞¹, 李文圣², 王自力¹, 丁俊德¹, 马家鑫³, 李学源²

(1. 天津华北地质勘查局, 天津 300170; 2. 内蒙古矿业开发有限责任公司, 呼和浩特 010020;

3. 内蒙古自治区地质矿产勘查开发局, 呼和浩特 010020)

摘要: 对冀北牛圈银金矿和营房银铅锌矿矿床特征和相互关系的研究认为, 营房矿体西部的硅化体及硅化花岗岩质角砾岩系成矿前断裂 F_1 形成的, 由于成矿后断裂 F_2 大幅度的右行推覆作用, 使原处于同一水平上的银金矿, 在营房矿区被掩埋在深部, 而深部的银铅锌矿却被推移到了浅部目前的位置; 牛圈银金矿深部的铅锌矿未受到后期 F_2 断裂的波及, 可能完整地保留在深部原位。根据地质、地球化学研究, 提出了“在牛圈矿体深部找营房矿体, 到营房矿体深部找牛圈矿体”的深部找矿方向。

关键词: 牛圈银金矿; 营房银铅锌矿; 控矿断裂; 成矿后断裂; 区域成矿模式; 原生晕; 冀北地区

中图分类号: P612; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2012)04-0450-08

测工作, 是我们研究工作的主导思想。

0 引言

冀北牛圈银(金)矿和营房银铅锌矿是上世纪 80 年代发现, 由华北有色地勘局 514 队和地质研究所分别进行了地质勘查和研究工作。许晓峰^[1-3]、芮宗瑶^[4]、魏晓瑛^[5]、刘凤山等^[6]、李永刚等^[7]、姚慧玲等^[8]、任耀武^[9-10]、姚玉增等^[11]、李久明^[12]先后对丰宁银(金)矿的控矿因素、矿床成因进行了研究, 2004 年, 丰宁银矿和东北大学合作开展了矿床成矿规律和成矿预测研究。对于牛圈矿体南部的营房铅锌矿, 虽有人提出该矿床应为深部之矿段, 但两者却基本处于同一高程范围, 营房铅锌矿的矿体均为松散的角砾状岩石, 开采条件非常复杂, 与牛圈矿区形成显著差异。为此, 要开展本区的深部找矿, 首先需要查清两个矿床的构造控矿特征及相互的关系。充分利用现有的研究成果、大量的测试数据, 从区域矿产的分布规律中提取深部找矿的思路, 总结成矿模式, 指导深部预

1 区域地质

牛圈银(金)矿和营房银铅锌矿所在区域位于华北陆块北缘内蒙地轴的围场拱断束中上黄旗构造一岩浆带的西侧^[13](图 1)。

1.1 地层

区域为长期隆起的地质单元, 出露地层比较简单, 基底为古元古界红旗营子群, 呈 EW 向零星分布于岩浆岩及火山岩之间; 中生界上侏罗统和下白垩统中酸性火山熔岩及火山碎屑岩堆积于矿区外围广大地区, 覆盖于红旗营子群及部分岩浆岩之上。

红旗营子群可分 3 个岩性段: 上段为黑云斜长片麻岩, 原岩为中—基性火山熔岩及碎屑岩; 中段为含石墨磷灰石石榴石片麻岩、石英片岩夹大理岩, 原岩以沉积岩为主, 夹中基性火山岩—火山碎屑岩, Pb, Zn, Ag, Cu 等元素的丰度较高; 下段为细粒—中

收稿日期: 2012-01-04; 改回日期: 2012-10-09; 责任编辑: 余和勇

作者简介: 沈利霞(1976-), 女, 工程师, 硕士, 2008 年毕业于中国地质大学(北京), 从事地质勘查工作。通信地址: 天津市河东区广瑞西路 67 号, 天津华北地质勘查局; 邮政编码: 300171; E-mail: bjslx136@163.com

通信作者: 丁俊德(1932-), 男, 教授级高级工程师, 长期从事金属矿产地质找矿及地质勘查管理工作。E-mail: ding_junde@163.com

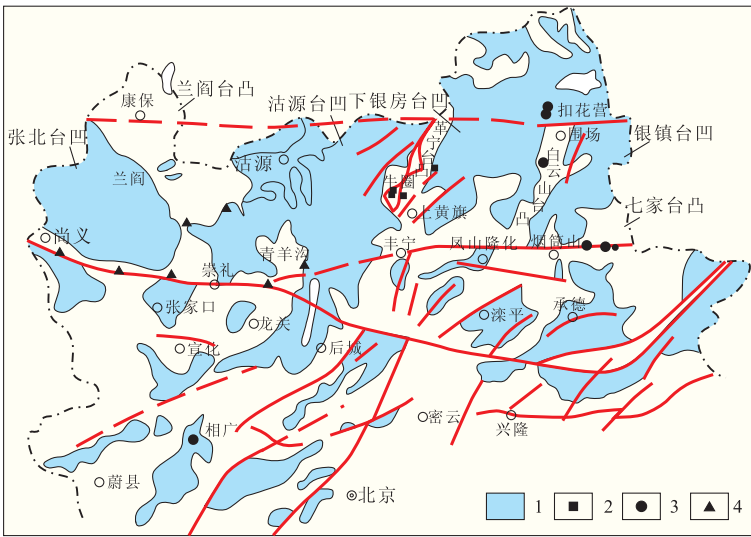


图 1 内蒙台背斜银矿分布图

Fig. 1 Distribution of silver deposits in inner Mongolia axis

1. 火山岩盆地;2. 浅成低温热液型;
3. 陆相次火山岩型;4. 层控热液叠加改造型

细粒黑云变粒岩、黑云斜长片麻岩、浅粒岩等。变质岩系局部混合岩化强烈,可形成带状混合片麻岩。

中生界为一套火山沉积岩系,以上侏罗统及下白垩统最为发育,堆积于 NE 向的火山断陷盆地内。

1.2 岩浆岩

区内火山—岩浆活动分为 4 个旋回。①五台旋回:呈 EW 向,沿丰宁—隆化深断裂两侧出露;②晋宁旋回:呈 EW 向,主要沿大庙—娘娘庙深断裂分布,以斜长岩、苏长岩为主,与大庙式钒钛磁铁矿有关;③海西旋回:受西伯利亚板块的俯冲影响,沿 EW 向压扭性构造及 SN 向张性构造分布;④燕山旋回:主要受乌龙沟—上黄旗深断裂控制,呈 NNE 向分布,与本区铅锌、铀、钼、银、铜矿关系极为密切。

1.3 地质构造

区域构造以断裂为主,褶皱次之。经过长期的构造演化,区域展布着一系列 EW 向压性断裂、SN

向张性断裂、NE 向和 NW 向压扭性断裂,构成近 SN 向的丰宁—上黄旗—森吉图海西期构造—岩浆带。在燕山运动过程中,乌龙沟—上黄旗 NNE 向深断裂斜切 SN 向的构造—岩浆带(图 2),并在上黄旗附近受到 NW 向断裂的切割,分为 2 支,继续向北东方向延伸。赤城—隆化深断裂与大庙—娘娘庙深断裂于丰宁东部交汇。从莫霍面等深线图可以看出,丰宁地区恰好处于莫霍面凹陷最低处向莫霍面斜坡带变化的拐点部位,硅铝壳的厚度具有明显的变化。

丰宁地区在海西期和燕山期构造作用下,构成不同方向大型断裂的叠加—交汇区,同时造成深部岩浆岩的强烈的上侵,在遥感影像图中出现直径超过 100 km 的环形构造。本区基底由红旗营子群变质岩组成,长期处于隆起剥蚀状态,

在其南部可以见到弧形断裂产出,由 NW 向逐渐转为 EW 向,继而又开始折向 NE,清晰地勾勒出环形构造的南部边缘,北部地区由于岩浆岩及火山岩的覆盖,地表显示不够明显;该环形构造推测是岩浆杂岩的反映,燕山期的火山机构发育,现今为多处的热泉分布。据此认为,丰宁岩浆岩隆起实际上是一个幔枝构造区——丰宁幔枝区。

1.4 区域成矿条件

丰宁幔枝区由于长期处于上升剥蚀状态,前长城系基底广泛分布,受断裂构造、海西—燕山期侵入杂岩和中生代断陷盆地的控制,形成一批铅锌、铀、钼、银、铜矿。在丰宁县城附近产有大型斑岩型钼矿床(撒岱沟门),其外围分布有一系列热液型铅、锌、银、铀、钼多金属矿床(如青羊沟、千佛寺、北岔和北岔沟门等)和隐爆角砾岩型中低温热液银、铅、锌矿床(如牛圈—营房、茶棚、460 等)^[14]。

表 1 区域岩石成矿元素浓集克拉克值和浓集系数

Table 1 The regional concentration Clarke and concentration coefficient of ore element

岩石类型	Ag	Mo	As	Pb	Zn	Sb
红旗营子群 浓集克拉克值	7.05	6.10	5.01	3.71	3.25	0.87
变质岩 浓集系数	1.14~35	1.91~8.06	0.38~16.59	1.29~14.84	0.27~18.97	0.58~1.20
张家口组 浓集克拉克值	5.06	8.44	4.89	2.09	0.88	1.02
火山岩 浓集系数	0.57~29.43	2.84~18.59	0.38~22.76	1.34~3.13	0.52~1.52	0.46~2.58
花岗岩类 浓集克拉克值	4.64	4.40	5.10	3.08	1.00	2.33
花岗岩类 浓集系数	0.71~7.86	2.69~6.54	0.38~23.82	1.36~8.86	0.72~1.94	0.66~4.05

注:浓集克拉克值是指岩石中元素含量平均值与该元素克拉克值的比值;浓集系数是指岩石中元素含量与克拉克值的比值。

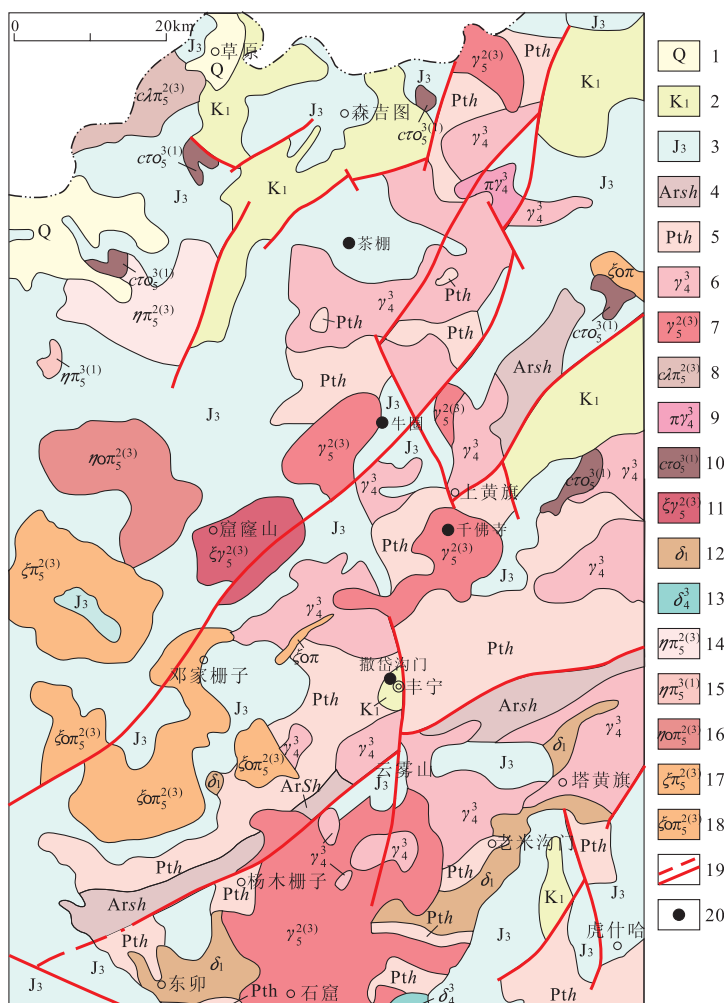


图2 河北省丰宁地区地质构造及岩浆岩分布图

Fig. 2 Map showing distribution of geological structure and magmatic rock in Fengning, Hebei province

1. 第四系; 2. 白垩系; 3. 侏罗系; 4. 太古界双山子群; 5. 太古界单塔子群; 6~7. 花岗岩; 8. 次石英斑岩; 9. 斑状花岗岩; 10. 次石英粗面岩; 11. 钾长花岗岩; 12~13. 闪长岩; 14~15. 二长斑岩; 16. 石英二长斑岩; 17. 正长斑岩; 18. 石英正长斑岩; 19. 实测及推测深断裂; 20. 矿床

古元古界红旗营子群中的 Ag, Mo, Pb, Zn 等成矿元素丰度较高, 被认为是区域成矿的初始矿源层。Ag 的丰度在红旗营子变质岩中为 0.49×10^{-6} , 其浓集系数为 1.14~35, 浓集克拉克值为 7.05; Mo 的浓集系数为 1.91~8.06, 浓集克拉克值为 6.10; Pb 的浓集系数 1.29~14.84, 浓集克拉克值为 3.71 (表 1)。红旗营子群变质岩中 Ag, Pb, Zn 的浓集克拉克值均高于区内中生代火山岩、海西期—燕山期花岗岩, 暗示着区域变质岩系可能是本区铅锌、银矿成矿的主要物质来源, 冀北地区的一些铅锌矿床就直接产于红旗营子群变质岩系中。

由硅铝质地壳重熔形成的 S 型花岗岩使分散于

基底变质岩中的金属元素活化并产生相对富集, 当有合适的构造通道产生时, 这些金属元素就会集中在岩浆期后的残余热流体中并向上迁移, 一旦含矿流体的物理化学条件发生改变, 金属元素就会在有利的构造空间沉淀富集成矿。牛圈矿区矿石铅的同位素模式年龄为 535~1 093 Ma, 营房矿区矿石铅的模式年龄为 1 065~1 116 Ma, 对比冀北地区蔡家营铅锌矿矿石铅的模式年龄 (907~1 173 Ma), 两地区非常相似, 说明本区铅锌矿的成矿物质主要来自基底的变质岩系。

对比冀北地区不同矿床石英包裹体测温结果, 牛圈矿区为 150~280 °C, 平均为 250 °C; 蔡家营铅锌矿为 180~320 °C; 撒岱沟门钼矿为 401~461 °C; 可见矿床的成矿深度与成矿温度密切相关。位于隆起区中部剥蚀较深的地区出现了深成的钼矿床, 位于隆起的边缘红旗营子群中产出脉状铅锌矿床, 而在火山岩盆地边缘的断裂及隐爆角砾岩中, 则生成中低温隐爆角砾岩型 Ag-Pb-Zn 矿床。

2 牛圈和营房矿区矿床地质特征

牛圈银金矿及营房银铅锌矿产于 NNE 向的断裂中, 矿体均受断裂构造控制, 二者一北一南 (图 3) 隔沟相望, 但两个矿床的矿石类型、矿石的结构构造有明显的差异。现简述如下:

2.1 牛圈银金矿床

矿体产于 F_1 断裂带中, 控矿断裂走向 $5^\circ \sim 11^\circ$, 倾向 SE, 倾角 $40^\circ \sim 67^\circ$, 是本区 NNE 向大断裂的次级构造, 其表现特征是破碎强烈, 具有多期次活动的迹象, 早期为压扭性, 后期为张性, 断裂带宽 2~15m, 断裂带中有挤压片理化残留体和角砾岩 (矿体) 的硅质胶结体。可见到大角砾中包括小角砾, 小角砾中又包括更小的角砾。断裂沿走向呈舒缓波状, 沿倾向显示陡缓规律性变化 (图 4)。

围岩蚀变广泛发育于角砾岩体内外, 范围大、类型多, 蚀变带长度 >1 km, 宽达 100~300 m, 为典型的低温热液蚀变组合, 有硅化、水云母化、高岭土化、

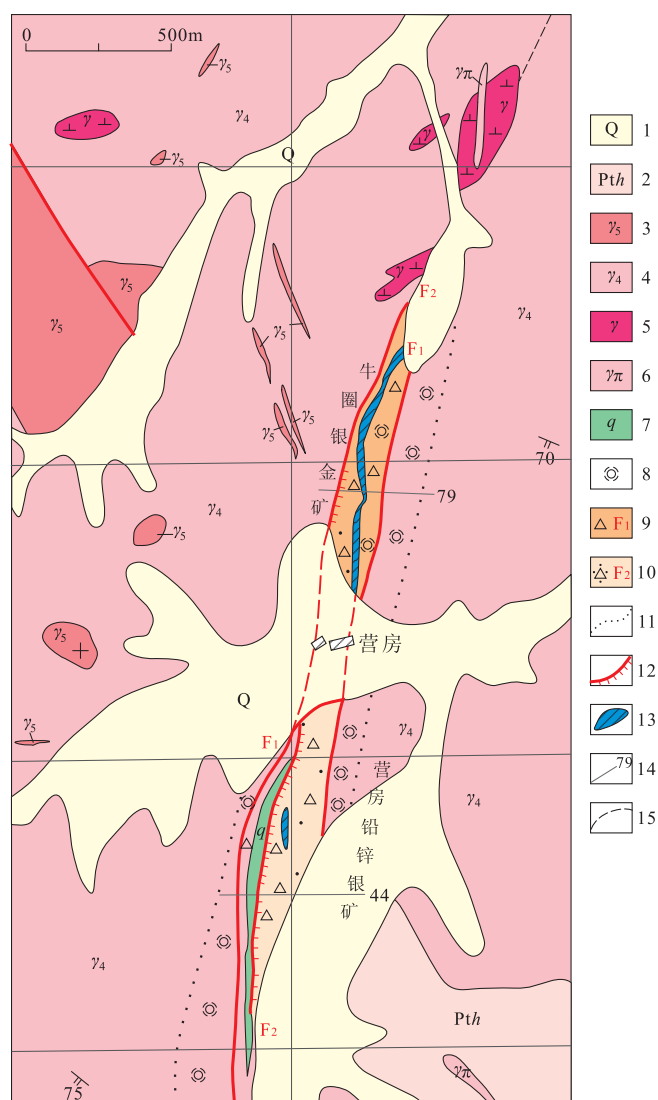


图 3 营房—牛圈矿区地质简图

Fig. 3 Geological sketch of Yingfang-Niuquan mining area

1. 第四系; 2. 古元古界红旗营子群; 3. 燕山期花岗岩; 4. 海西期粗粒花岗岩; 5. 花岗岩脉; 6. 花岗斑岩; 7. 硅化体; 8. 硅化绿泥石带; 9. 早期角砾岩带及断裂编号; 10. 成矿后角砾岩带及断裂编号; 11. 蚀变带界线; 12. 断裂带; 13. 矿体; 14. 勘探线及编号; 15. 推断成矿后角砾岩带界线

绿泥石化、碳酸盐化、蒙脱石化、铁白云石化及重晶石化等; 蚀变出现侧向分带特点: 矿体底板为高岭土—绿泥石—伊利石化带, 矿体中为硅化—水云母—蒙脱石—萤石化带, 角砾岩体外侧为石英—黄铁矿—绿泥石—碳酸盐化带。

矿床共圈定 26 个工业矿体 (10 个银矿体, 16 个金矿体), 其中 I 号矿体为主矿体, 银金属量占 92%, 矿体长 750 m, 厚 8 m, 垂深 80~370 m。

矿体厚度、品位随产状变化: 沿走向拐弯处及沿倾斜变缓处矿体厚度增大, 银金品位变富; 而走向平

直及倾斜变陡处厚度变薄, 品位降低。如 79 线剖面 (图 4), 矿体倾角 70° 时, 厚度 6~8 m; 倾角为 30° 时, 矿体厚度 11~18 m, 银品位较富。银品位 $50 \times 10^{-6} \sim 980 \times 10^{-6}$, 平均 517×10^{-6} ; 金品位 $0.89 \times 10^{-6} \sim 10.63 \times 10^{-6}$, 平均 1.94×10^{-6} 。

有用组分除银金外, 伴生有铅锌, 但品位较低。银金矿物有辉银矿、自然银、银金矿、金银矿、富银硫砷铜银矿、富银硫锑铜银矿、自然金和螺状硫银矿等。

2.2 营房银铅锌矿

营房银铅锌矿赋存于中粗粒花岗岩与古元古界石榴石二长片麻岩接触带之间的断裂破碎带中。矿体围岩为破碎带和蚀变碎裂粗粒花岗岩, 共圈出 4 个矿体。矿体呈囊状或透镜状产出, 矿体走向长度不大, 最大矿体长 350 m, 一般只有 50 m。延深仅 40~150 m (图 5)。

3 成矿预测

3.1 地球化学预测依据

根据牛圈银金矿体 79 线原生晕剖面的研究 (图 6), Au, Ag 原生晕与矿体相似, 尾部晕趋于尖灭^①; As 原生晕在矿体前部和尾部较中部发育; Sb 原生晕在矿体前缘和尾部均低于中部; Pb, Zn 原生晕与矿体规模一致, 向深部仍有延伸; Cu 原生晕主要出现在深部; Mo 原生晕主要分布在矿体的中下部; Mn 只在矿体前部和尾部出现。

综合 79 线剖面各元素原生晕发育情况, 归纳出各元素的垂直分带特征: 矿体上部: As, Sb, Ag, Au, Pb, Zn, Mn 等元素, 矿体中部: Ag, Au, Sb, Pb, Zn, Mo 等元素, 矿体下部: As, Cu, Mo, Mn 等元素。

根据李惠等 (2007) 研究成果, 对金矿体预测盲矿体的准则, As, Mo, Mn 在前晕及尾晕有共存准则, 指示深部还有寻找盲孔体之可能。

3.2 地质预测依据

在 1990 年底提交的牛圈银金矿勘探报告中, 对矿体下盘存在的数十米宽的构造破碎带未能详细研究, 一并归为成矿前断裂的组成部分; 1991 年提交的营房详查报告时, 已发现“主要控矿构造和破坏矿体的构造没有完全搞清楚”, 将其视为另外一个断裂。

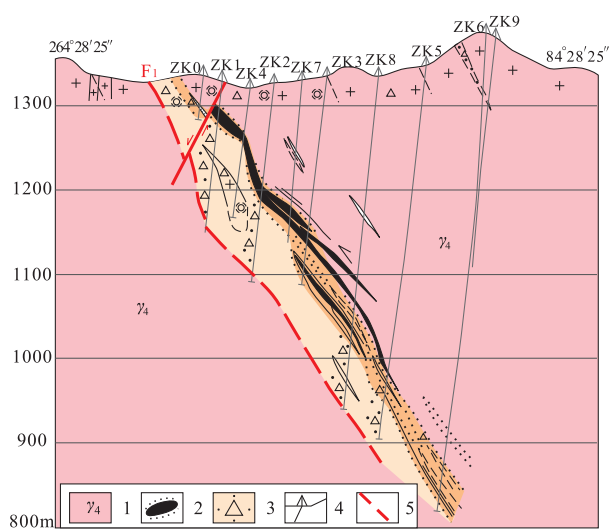


图4 牛圈银金矿79勘探线剖面图

Fig. 4 Cross section along prospecting line

79 of Niujuan silver-gold deposit

1. 海西期花岗岩; 2. 成矿前断裂带及矿体;
3. 成矿后断裂带; 4. 钻孔; 5. 断层

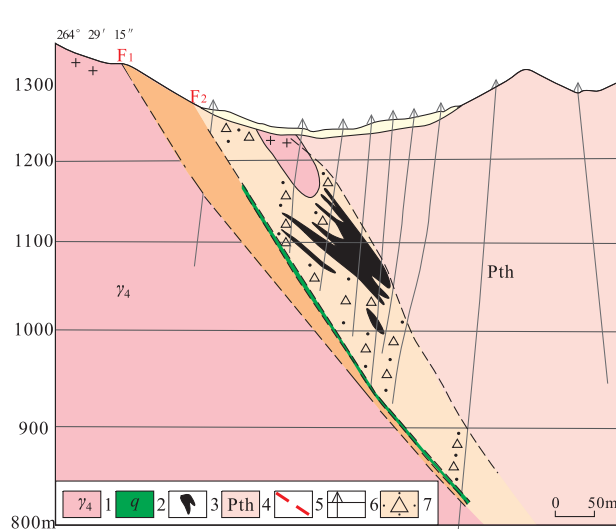


图5 营房银铅锌矿床44勘探线剖面图

Fig. 5 Cross section along prospecting line

44 of Yingfang silver-lead-zinc deposit

1. 海西期花岗岩; 2. 硅化脉; 3. 铅锌矿体; 4. 元古界;
5. 断层; 6. 钻孔; 7. 成矿后断裂带

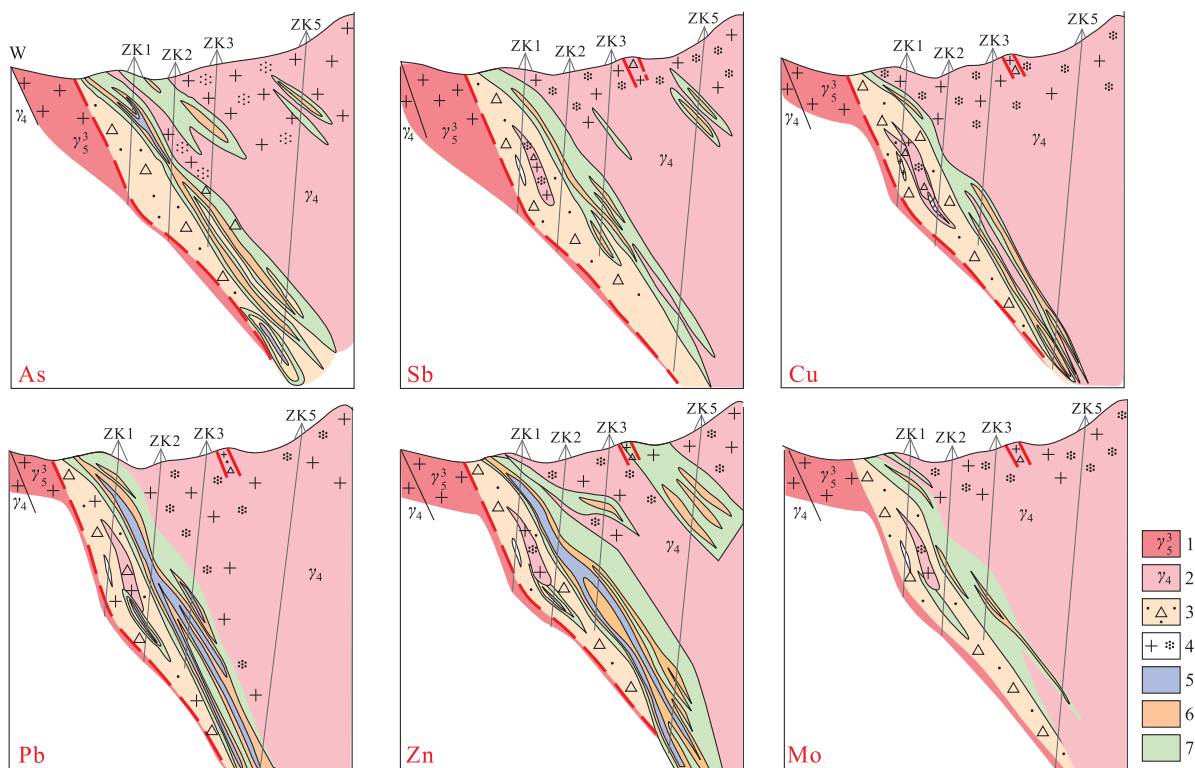


图6 牛圈银金矿79线原生晕地球化学剖面图

Fig. 6 Section along line 79 of Niujuan Au-Ag deposit showing primary halo

1. 燕山期细粒花岗岩; 2. 海西期粗粒花岗岩; 3. 蚀变破碎花岗岩; 4. 蚀变粗粒花岗岩;
5. 原生晕内带; 6. 原生晕中带; 7. 原生晕外带

经研究,本区的断裂活动分为 2 期:即成矿前的控矿断裂(F_1)和成矿后破坏矿体的断裂(F_2)。成矿热液沿成矿前形成的 NNE 向断裂贯入,并在断裂浅部形成硅帽或硅质脉,见于营房矿体的西部和勘探剖面之下部(图 5),个别钻孔中见到可达工业品位的薄层银矿。在硅质脉的深部即为牛圈矿体。根据牛圈矿体的勘探成果及模式分析,银金矿体深部无矿段下部即应是银铅锌矿的赋存部位,营房铅锌矿的存在即是有利的佐证。

在营房详查报告中已指出“两矿体的关系不清”,作为报告中存在的主要问题提出。根据研究认为,两矿体实为同一矿床系列不同深度空间的产物。营房银铅锌矿系受成矿后断裂 F_2 推覆而从深部向上移至现在的部位。

根据对牛圈矿区的地质观察,矿体底板的角砾岩带是具有强绿泥石化、高岭土化的粗粒花岗岩破碎角砾岩,岩石未经胶结,具有非常明显的鱼鳞状弧形光面、长石棒状拉长等应力现象,经历过韧性剪切变形作用。这个剪切带并非是成矿前断裂,而是成矿后破坏矿体的构造。在南部营房村附近斜切成矿前的断裂,在牛圈矿区南端的探槽中,只见土状绿泥石和高岭土等断层泥,未见银金矿化,但在钻孔深部见到了具有工业品位及一定厚度的银矿体。

向南到营房矿区,矿体位于宽缓的低洼地带。营房银铅锌矿实为一未经胶结的角砾岩带,矿石呈角砾状混杂于粗粒花岗岩角砾中,是成矿后断裂将矿体破坏形成的断层角砾岩带。该断裂带是牛圈矿体底部 F_2 韧性剪切带向南的延伸部分。

关于断裂的性质,如前所述,控制成矿作用的 F_1 断裂构造具有先挤压后拉张性质,在牛圈矿体剖面图上(图 4)显示有由缓到陡的膨缩变化及多期活动的特征,矿体上盘向西推覆。牛圈银金矿体赋存于 817~1 320 m 标高,由于成矿后断裂的推覆作用,使原位于深部的营房银铅锌矿向上推移至 968~1 220 m 标高,使不同深度空间形成的矿体共存于相似的标高范围内。

根据以上的分析可以推论:营房矿区矿体西部的硅化体(石英脉)及胶结的硅化绿泥石化粗粒花岗岩角砾岩带,系成矿前断裂 F_1 形成的角砾岩带和矿化前缘之硅质岩带,银金矿体的原生位置应在营房矿区的深部,经后期断裂的推覆作用,位于断裂 F_2 上盘的银铅锌矿体被推覆到现在的标高位置。

3.3 找矿预测及验证效果

综合以上依据认为,由于成矿后大幅度的右行推覆作用,使原处于同一水平上的银金矿,在营房矿区被掩埋在深部,而深部的银铅锌矿却被推移到了

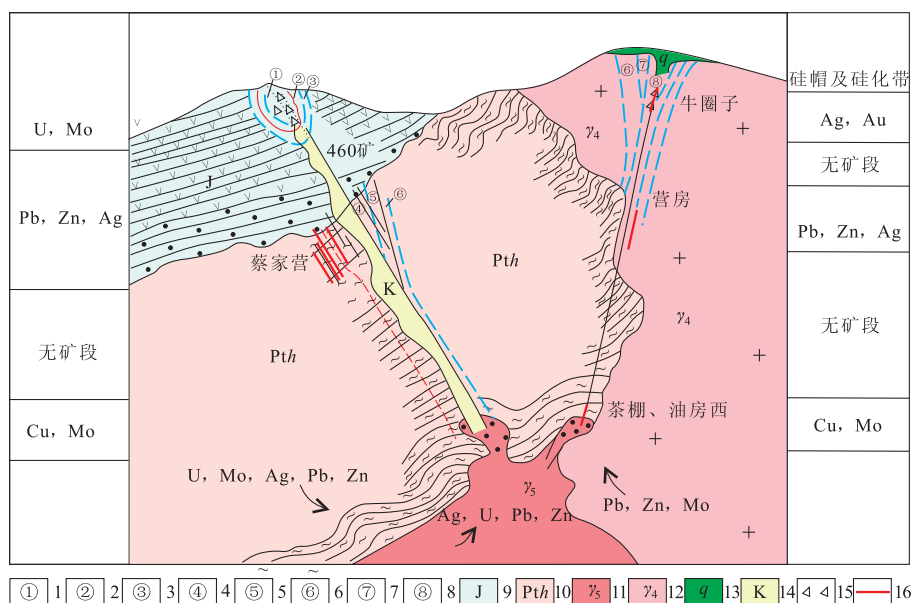


图 7 华北地台北缘浅成中低温热液铀钼矿多金属矿床成矿模式图

Fig. 7 Mineralization model of epithermal

uranium-molybdenum and polymetallic deposits at north margin of North China platform

1. 硅化-褐铁矿化带; 2. 蒙脱石化带; 3. 赤铁矿化带; 4. 线型绢云母化带; 5. 面型绢云母化带; 6. 青
磐岩化带; 7. 硅化带; 8. 黏土化带; 9. 侏罗系; 10. 元古宇; 11. 燕山期花岗岩; 12. 海西期花岗岩; 13.
硅化体; 14. 钾长流纹岩; 15. 隐爆角砾岩; 16. 矿化带

浅部;牛圈银金矿深部的铅锌矿未受到后期 F_2 断裂的波及,可能完整地保留在深部原位。换言之,本区的找矿预测可以概括为一句话:“在牛圈深部找营房,到营房深部找牛圈”。

根据这一预测思路和找矿方向,在 ZK74-4 号孔中见到效果;距浅部钻孔约 150 m,钻孔于 335.04~436.41 m 处见到碎裂状花岗岩,在 599.6~599.9 m 处见到银、金矿化,厚 0.3 m。银品位 $w(\text{Ag}) = 312.3 \times 10^{-6}$,金品位 $w(\text{Au}) = 3.85 \times 10^{-6}$ 。牛圈矿区深部的成矿空间已向下延深了 200 多 m。由于施工钻孔深度还不够深,尚未打到铅、锌矿段,还有待下一步的探矿工程证实。

4 区域成矿模式

华北地台北缘及内蒙地槽的南部属于 Ag, Au, Pb, Zn, Mo 等成矿元素高丰度地球化学背景场,分布着大量的铅、锌、银矿床,并有一系列铀钼矿及异常分布。海西—燕山运动以来,区内岩浆岩侵入及火山喷发活动十分强烈,在 EW 向及 NNE 向断裂的作用下,形成一系列的岩浆隆起带和火山断陷盆地。在火山断陷盆地的边缘与深断裂接合部位有利于岩浆及含矿溶液的入侵和上涌,有利于在浅部形成中低温银金矿床及铀钼矿床^[15-17]。根据本区已知矿床成矿规律的研究,结合浅成中低温矿床成矿特征,现将其成矿模式综合为图 7。

根据大量的勘查成果,浅部的银金矿多与深部的铅锌银矿密切相关,铅锌矿深部多见到与斑岩体有关的钼矿床,如本区北部的茶棚及北部翁牛特旗的二把火等矿区。铀钼矿多与铅锌矿关系密切,如大官厂铀钼矿深部发现铅锌矿,460 铀钼矿附近有蔡家营铅锌银金矿出现,该矿体有些铅锌矿脉已贯入到侏罗系白旗组地层中^[18]。事实证明,在上述地质环境下,燕山期岩浆岩在深断裂的诱导下,在上侵的过程中携带和萃取围岩中的 U, Mo, Pb, Zn, Ag, Au 等成矿元素,在不同的温度、压力等条件下,自下而上形成斑岩型钼矿、脉状铅锌矿、隐爆角岩型银金矿和隐爆角砾岩型铀钼矿,构成一套完整的矿床成矿系列^[19-21]。各类矿床之间多有一段无矿间隔,并于地表浅部多有硅质脉体出现。

注释:

①华北有色地质局地质研究所。河北丰宁牛圈银金矿成矿地质条件矿床地质特征找矿标志及找矿方向研究报告。天津:天津华北地质

质勘查局,1990。

②华北有色地质局 514 队。河北省丰宁满族自治县营房铅锌银矿地质详查总结报告。天津:天津华北地质勘查局,1991。

③华北有色地质局 514 队。河北省丰宁满族自治县牛圈子银(金)矿地质勘查总结报告。天津:天津华北地质勘查局,1990。

④东北大学。丰宁银矿成矿规律研究及找矿靶区预测报告。沈阳:东北大学,2004。

参考文献:

- [1] 许晓峰. 河北丰宁牛圈浅成低湿热液型银金矿床成矿模式[J]. 华北有色金属地质, 1991(1): 1-10.
- [2] 许晓峰. 冀北地区燕山晚期陆相火山—潜火山热液型银矿床[J]. 华北有色金属地质, 1992(1): 19-23.
- [3] 许晓峰. 河北省丰宁县牛圈浅成低湿热液型银矿床研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1992(2): 79-81.
- [4] 芮宗瑶, 施林道, 方如恒. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 231-467.
- [5] 魏晓琰. 河北省丰宁营房—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): 261-266.
- [6] 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.
- [7] 李永刚, 王丽霞. 河北牛圈银(金)矿床围岩蚀变研究[J]. 地质找矿论丛, 2002, 17(4): 234-239.
- [8] 姚慧玲, 苏凤营. 河北省丰宁银矿床矿石及矿物特征[J]. 黄金, 2003, 24(1): 14.
- [9] 任耀武, 曹倩雯. 河北省丰宁营房铅锌银矿床成矿特征[J]. 河北地质情报, 1994(3): 48-52.
- [10] 任耀武, 曹倩雯. 河北丰宁营房铅锌银矿床银的赋存状态及富集规律[J]. 华北地质矿产杂志, 1995, 10(1): 77-85.
- [11] 姚玉增, 巩恩普, 梁俊红, 等. 河北丰宁牛圈银矿床原生晕特征及深部预测[J]. 地质找矿论丛, 2005, 20(2): 142-145.
- [12] 李久明, 巩恩普. 河北省丰宁银(金)矿床地质、地球化学特征及成因[J]. 地质找矿论丛, 2006, 24(1): 241-242.
- [13] 河北省地质矿产局. 河北省、北京市、天津市区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989: 322-490.
- [14] 宋瑞先. 河北金矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994: 194-200.
- [15] 祁进平, 陈衍景, 李强之. 华北克拉通北缘浅成低温热液矿床: 时空分布和构造环境[J]. 矿物岩石, 2004(3): 48-52.
- [16] 夏毓亮, 林锦荣, 朱杰辰, 等. 沽源—多伦盆地火山岩类和花岗岩类同位素地质年代学及成矿条件研究[J]. 铀矿地质, 1998, 14(5): 274-281.
- [17] 聂凤军, 张万益. 论河北省丰宁牛圈银(金)矿床的成矿时限问题[J]. 地学前缘, 2007, 14(5): 75.
- [18] 罗毅. 460 火山岩型铀—钼矿床构造—矿化分带及成矿模式研究[J]. 铀矿地质, 1993, 9(1): 23-28.
- [19] 翟裕生. 论成矿系统[J]. 地学前缘, 1999, 6(1): 13-27.
- [20] 朱创业. 成矿系统研究现状及发展趋势[J]. 成都理工学院学报, 2000(1): 61-64.
- [21] 翟裕生, 彭润民, 王建平, 等. 成矿系列的结构模型研究[J]. 高校地质学报, 2003, 9(4): 510-519.

Forecast for the deep mineralization of Niujuan silver-gold deposit and Yingfang silver-lead-zinc deposit in northern Hebei province

SHEN Li-xia¹, LI Wen-sheng², Wang Zi-li¹

Ding Jun-de¹, MA Jia-xin³, LI Cue-yuan²

(1. *Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China;*

2. Inner Mongolia Mining Exploitation Co. LTD, Huhehot 010020, China;

3. Inner Mongkolia Autonomous Region geological mineral Exploration and development Centers, Huhehot 010020, China)

Abstract: According to characteristics of Niujuan Ag-Au deposit and Yingfang Ag-Pb-Zn deposit in the north Hebei province and relation between them it is considered that the Ag-Au and Pb-Zn mineralization occur at the same horizon originally; the silicified body and the silicified granitic breccia in west of Yingfang Pb-Zn deposit are formed by the pre-mineralization fault F1; the right hand overlapping of post-mineralization fault F2 buried Ag-Au mineralization to depth and overthrusted the Pb-Zn mineralization to shallow and the two type mineralization under truncation of F2 may remain at depth. Therefore, prospecting of Pb-Zn ore bodies to depth of Niujuan Ag-Au deposit and prospecting of Ag-Au ore bodies to depth of Yingfang Pb-Zn deposit are put forward in this paper.

Key Words: Niujuan Ag-Au deposit; Yingfang Ag-Pb-Zn deposit; ore-control fault; post-mineralization fault; regional metallogenic model; primary halo; the north Hebei province