

冀北银矿成矿规律及成矿模式探讨

辛建伟, 李永刚

(天津华北地质勘查总院, 天津 300181)

摘 要: 冀北地区银(多金属)矿床成因类型可划分为火山-次火山热液型和岩浆热液型, 以火山-次火山热液型为主。银多金属矿床的空间分布受火山断陷盆地或凹陷带内断裂构造的控制, 时间上则与燕山期强烈的构造-岩浆活动相配套, 矿床由南向北呈铜钼矿→金银铅锌多金属矿→银多金属矿→银矿→萤石矿的空间组合规律。文章总结了典型矿床成矿模式, 提出了冀北地区银矿找矿方向。

关键词: 成矿模式; 成矿规律; 银矿; 冀北

中图分类号: P162; P618.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)04-0259-05

0 引言

冀北地区银矿资源丰富, 开采历史悠久。据记载, 清代在丰宁营房、冀北烟筒山、平泉毛家沟等地采矿较盛, 采矿遗址较多。自上世纪 80 年代以来, 冀北地区银矿地质勘查工作有了很大的突破, 相继发现、评价了一批具开发价值的大中型银、银多金属矿床(如丰宁牛圈(营房)大型银金多金属矿床、围场小扣花营-满汉土中型锰银矿、冀北姑子沟中型银矿床), 以及具有找矿远景的银矿点数十处, 远景储量可达数千吨。银矿已成为冀北地区继金矿、铁矿之后的又一重要矿产资源, 具有广阔的找矿开发前景。冀北地区主要银矿床均为热液矿床, 陆相(次)火山岩型是最主要的银矿类型。本文通过对该区银成矿规律及典型矿床成矿模式的初步研究, 以对于今后的找矿工作有所借鉴。

1 区域地质背景

冀北地区位于华北地台北缘中段。受多期构造活动的强烈作用, 区内断裂构造发育, 康保-围场、上黄旗-乌龙沟深大断裂, 丰宁-隆化、赤城-平泉、密云-青龙等深断裂构成了本区主要的构造格局。

区内出露地层主要为太古宇和下元古界变质岩系、中上元古界、下古生界海相碳酸盐岩、上古生界陆相碎屑岩系、中生界陆相火山-沉积岩系。银矿(点)赋矿层位主要有: 太古宇单塔子群陈家营子组和白庙子组变质岩、下元古界红旗营子群大同营组变质岩、中上元古界长城系常州沟组砂岩、大红峪组砂质白云岩、高于庄组燧石条带白云岩、蓟县系雾迷山组燧石条带白云岩、中生界侏罗系白旗组安山岩-粗安岩、张家口组酸性火山岩-火山碎屑岩、白垩系大北沟组火山岩等。

区内岩浆活动强烈而频繁, 主要的岩浆活动期有太古代、海西期和燕山期。燕山期侵入体主要受 NNE-NE 向构造控制, 形成了规模宏大的构造岩浆岩带, 侵入体多为中深成相的岩株、岩基, 并伴有多次侵入组成的杂岩体, 部分为浅成-超浅成相的小岩株。晚侏罗世是燕山旋回规模最大的一次岩浆活动期, 早白垩世岩浆活动减弱, 侵入岩多为浅成-超浅成相的小斑岩体, 多在火山盆地边缘或内部深断裂切割部位产出。燕山晚期大规模的岩浆活动使地幔、地壳中的成矿元素活化迁移, 并在有利构造部位富集成矿。晚侏罗世-早白垩世是冀北地区最重要的银、银多金属成矿期。

2 银矿床主要成因类型

冀北地区银(多金属)矿床成因类型可划分为火

山-次火山热液型和岩浆热液型,其中以火山-次火山热液型银矿床为主,大部分银矿储量来源于此类型,故而具有举足轻重的地位。

本区火山-次火山热液银矿床主要分布于构造岩浆带的接合部位、断陷盆地构造接壤部、火山-次火山岩体内或周边部。本区火山-次火山热液银矿床的特点为矿体受构造控制明显,特别是低序次的 NE 向、NW 向小型断裂构造往往是最有利的容矿空间;矿床往往由多条大致平行的矿脉组成矿脉带,偶尔也有单脉型矿床,矿床均陡倾斜,具有尖灭再现的现象,容矿断裂构造多为比较平直的压扭性断裂。矿石结构构造常显示出低温的特点,如晶洞、角砾状构造,半自形粒状、乳滴状结构;矿石矿物主要有自然银、辉银矿、硫锑银矿、银黝铜矿、软锰矿、硬锰矿等,偶尔出现黄铜矿、辉铜矿及黝铜矿;脉石矿物有角闪石、斜长石、钾长石、石英、绿泥石、绢云母、方解石等。围岩蚀变以低温蚀变组合为主,主要有硅化、绢云母化、高岭土化、水云母化、叶蜡石化、碳酸盐化、青磐岩化等。银矿化常与锰矿化相伴产出,地表锰矿化一般较强,深部锰矿化减弱并渐变为含银金属硫化物。矿石物质组分主要为 Pb, Zn, Ag, Cd, Mn, S, As 等,少数伴生 Au。火山-次火山热液银矿床在冀北地区分布较多,具有代表性的有牛圈、姑子沟、双井子、满汉土一小扣花营等矿床。

岩浆热液型银矿在冀北地区以小型矿床及矿点为主。主要成因亚类有:接触交代型、低温热液蚀变岩型、中高温热液充填含金、银硫化物蚀变岩型、含金银蚀变岩型、韧性剪切带(糜棱岩)型。多数矿床与其附近的燕山期花岗岩类有成因联系。矿床围岩蚀变类型较复杂,主要有夕卡岩化、蛇纹石化、绿泥石化、绿帘石化、大理岩化、黄铁矿化、高岭土化、硅化、碳酸盐化等。矿石矿物成分复杂,主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、斑铜矿、软锰矿、银黝铜矿、自然银、辉银矿、银金矿等。岩浆热液型银矿床很少为单独的银矿床,多为银、铅锌等多金属矿床。

3 成矿规律

冀北地区跨越内蒙地轴与燕山台褶带两个大地构造单元,燕山期强烈的构造-岩浆活动、地幔物质大规模上涌、壳幔物质相互作用,为金、银多金属成矿的物质富集系统;丰宁-隆化、大庙-娘娘庙、密云-青龙、赤城-平泉、康保-围场、乌龙沟-上黄旗等断裂构造带为矿质运移与传输的空间通道系统;某些特殊浅成

构造、岩浆、热流体作用及演化为矿田-矿床-矿体定位系统;三者构成冀北地区银、银多金属矿化集中区的成矿体系。冀北地区以轴向 EW 的燕山幔阶为主体,发育几个次级构造岩浆活动带(或活动中心),从而形成相对应的几个银、金多金属矿化集中区(包括铜钼矿化集中区)。特别是 NE 向、NW 向脆性断裂或深断裂与 NNE 向区域深大断裂交叉复合部位、燕山期浅成-超浅成中酸性、酸偏碱性次火山岩体密集分布区、广泛而强烈的石英绢云母化蚀变与铁锰矿化及有利的地层与围岩,是冀北地区寻找大型银、银多金属矿床的最佳地带。

3.1 矿床的空间分布规律

冀北地区银多金属矿床的分布受区域构造的综合控制,主要受以韧性剪切带为控盆构造的火山断陷盆地的控制,或受凹陷带内断裂构造控制。如冀西北的构造格局是以 NE 向和 NW 向联合控制的隆凹格局,银多金属矿床也表现出受 NE 向和 NW 向构造联合控制的特征,如蔡家营-彭家沟-万全寺 NW 向银、银多金属成矿带和火石沟-相广 NE 向银多金属成矿带;而冀东北则为受 EW 向和 NE 向构造联合控制的隆凹格局,矿床(点)主要分布在 EW 向康保-围场、丰宁-隆化、赤城-平泉、密云-喜峰口断裂带和 NE 向上黄旗-乌龙沟等构造带控制的构造盆地边缘。冀北银矿主要围绕含银地体内燕山晚期浅成侵入体产出,具有 NW 向展布的特征,主要有蔡家营-万全寺-银冶岭(洞子沟)、茶棚-牛圈子-寿王坟-磨菇峪、扣花营-烟筒山-黄土梁子、相广-小井沟等矿化带。矿体定位空间从剪切带到脆性断层中都有。成矿流体主要定位场所是具张性、剪性特征的断裂构造带,如变质核杂岩周围的拆离断层带、盆地边缘的滑脱构造带以及张应力的断裂带等。

3.2 成矿时间分布规律

冀北银矿的成矿与燕山期强烈的构造-岩浆活动相配套。无论是赤城-隆化深大断裂带北部的内蒙地轴还是南部的燕山台褶带,主要银多金属矿床均属于燕山期产物。冀北地区银矿床的主成矿期要比相关的岩浆岩略晚,如张家口地区的相广、彭家沟、万全寺、涿鹿上井沟、崇礼三道沟等矿床产于侏罗系中,蔡家营矿床一部分赋存在侏罗系中,其余部分则与燕山期(141 Ma, 119.1 Ma)浅成-超浅成偏碱性次火山岩有关,青羊沟、涿鹿水关口、史家沟、穆家沟、赤城孙家庄、火石沟等银多金属矿床(点)也形成于燕山期岩浆活动之后,成矿时代晚于晚侏罗世。

承德地区的丰宁牛圈(138~99.5 Ma)、围场满汉土一小扣花营银矿床(121.30 Ma)、承德县姑子沟银铅锌矿床(118.20 Ma)、轿顶山银多金属矿床均产在燕山期浅成—超浅成酸性、偏碱性次火山岩之中,形成时代主为早白垩世末。银多金属矿床主要形成于晚侏罗世—早白垩世(黄典豪,1992;牛树银,1996;杨仕道,1999;杨敏之,2000)。就矿种而言,金矿床(包括 Mo—Cu—Au 矿床)的形成时代相对集中于海西末—燕山早期,而银矿床则多形成于燕山中、晚期,二者存在着明显的时间上的演化关系。

3.3 矿床的共生组合规律

冀北地区内生矿床宏观上具有明显的金矿床、银铅锌多金属矿床共生组合规律。从区域上来看,冀北地区金、银多金属矿床具有由南向北的铜钼矿床—金银铅锌多金属矿床—银多金属矿床—银矿床—萤石矿空间组合规律。但在不同的构造—岩浆活动带上,又形成了相对独立、比较复杂的次级矿床空间共生组合。例如,寿王坟—小寺沟构造岩浆带的钼矿床—铜矿床—铅锌银矿床及铅锌矿床组合,上黄旗—乌龙沟构造岩浆岩带的银矿床—银铅锌矿床—铅锌矿床—多金属矿床组合,丰宁—隆化韧性剪切变形变质构造岩浆岩带(东)段的金矿床—银铅锌矿床—银矿床组合;丰宁—隆化韧性剪切变形变质构造岩浆岩带(西段)和大庙—娘娘庙韧性剪切变形变质构造岩浆岩带的银铅锌矿床—银金矿床—金矿床组合;康保—围场韧性剪切变形变质构造岩浆岩带两侧的萤石矿床—银铅锌矿床—银金矿床组合等。

4 典型矿床成矿模式

4.1 牛圈—营房银矿床成矿模式

牛圈—营房银矿床位于上黄旗—乌龙沟中生代构造岩浆岩带上,矿体主要赋存于 NE 向构造挤压破碎带之中。近矿围岩为燕山期超浅成花岗斑岩。围岩蚀变十分发育,主要为钾化、石英绢云母化、高岭土化、萤石化、青磐岩化。矿化具有明显的垂直分带性,上部富银、下部富含铅锌。

矿区表壳岩具有较高的 Ag, Au, Pb, Zn 丰度值。中生代,伴随地壳下部重熔岩浆作用,形成了干沟门单元粗粒花岗岩 Ag, Au, Pb, Zn 更高的背景区。早白垩世,岩浆活动达到高潮,酸性岩浆沿 NE 向上黄旗—乌龙沟上升侵位,形成老虎沟门 A 型花岗岩体及超浅成

的花岗斑岩脉;同时深部成矿物质大规模富集,并形成环绕岩浆活动中心分布的热流体循环体系,促使围岩中的 Ag, Au, Pb, Zn 等成矿物质活化、迁移,最终在有利构造部位沉淀富集成矿。

牛圈—营房银矿床与燕山期浅成—超浅成次火山岩侵入活动具有成因联系, Ag, Au, Pb, Zn 等成矿物质具有典型的壳幔混合来源。在时空分布上, NE 向韧性断裂、燕山期浅成—超浅成酸性—偏碱性次火山岩、银及铅锌多金属矿床组成典型的构造—岩浆—矿床“三位一体”模式。

4.2 满汉土—小扣花营银矿床成矿模式

矿床位于华北地台北缘康保—围场韧性剪切带北侧与内蒙—大兴安岭褶皱系衔接部位。矿区位于中生代 NE 向棋盘山构造火山盆地东部边缘地带,火山活动与浅成—超浅成中酸性次火山侵入活动频繁。

满汉土—小扣花营银矿床主要赋矿地层为侏罗系张家口组第三段及白垩系大北沟组一段火山碎屑岩、火山岩。矿区中酸性次火山岩发育,先后形成正长闪长玢岩、多斑闪长玢岩和花岗斑岩。其中多斑闪长玢岩在满汉土矿区多构成矿体的顶底板,自身蚀变矿化强烈,局部构成工业矿体。银矿体严格受 NW 向和 NNW 向断裂控制,已知银矿体均分布在这两组断裂的构造破碎带中,且这两组断裂还控制着多斑闪长玢岩、花岗斑岩等次火山岩体的空间展布,也具有构造—岩浆—银矿床“三位一体”的成矿模式。矿体的围岩蚀变具有明显的垂直分带性,自上而下依次为紫色萤石—玉髓带、水云母(或叶蜡石)—硅化带、石英绢云母化带。金属矿化也具有明显的垂直分带性,自上而下银、铅矿化逐渐减弱,锌矿化逐渐增强。

满汉土—小扣花营银矿为深源含矿流体环绕构造—岩浆活动中心上升与聚集,沿 NW 向断裂及其浅成—超浅成次火山岩体富集沉淀成矿。

4.3 姑子沟银铅锌矿床成矿模式

姑子沟银铅锌矿床位于丰宁—隆化近 EW 向韧性变形变质带东段,赋矿围岩主要为中元古界高于庄组白云岩和白垩系大北沟组火山碎屑岩。银铅锌矿体赋存于丰宁—隆化挤压推覆构造破碎带之中,与燕山晚期闪长玢岩、石英斑岩等次火山岩具有成因联系。

燕山晚期(早白垩世),强烈的构造运动产生近 EW 向的逆冲推覆构造,长城系白云岩逆冲推覆到白垩系火山碎屑岩之上;大规模的火山作用伴随着以石英斑岩、闪长玢岩、花岗斑岩、次安山岩为代表

的次火山岩侵位, 集中分布在逆冲推覆构造带之中或其附近, 推覆构造中岩石强烈挤压破碎, 闪长玢岩、石英斑岩普遍发生蚀变与矿化。

壳幔混合来源的流体沿丰宁—隆化韧性变形变质带大量上涌, 并与地下水混合构成热液循环体系。推覆构造上盘的高于庄组白云岩中的 Ag, Pb, Zn 等元素产生活化、迁移, 进入成矿热流体之中, 在有利的构造挤压破碎带、次火山岩以及白云岩之中富集成矿。

矿床的围岩蚀变主要为黄铁绢英岩化、硅化、青磐岩化、碳酸盐化等; 矿化具有明显的垂直分带性, 上部富含 Ag, Pb, 下部富含 Zn。

5 找矿方向

5.1 找矿标志

根据冀北地区银多金属的成矿规律及典型矿床成矿模式, 中生代燕山期韧性—脆脆性断裂构造、次火山岩、强烈的热液蚀变与矿化, 以及线性物、化探组合异常, 为重要的找矿标志信息。

(1) NW 向及 NE 向韧性断裂构造。据统计, 冀北地区绝大多数银多金属矿床以 NW 向、NE 向断裂为控矿、容矿构造。在中生代断陷火山盆地边缘、火山岩系与次火山岩组合分布区, NW 向、NE 向断裂挤压破碎带广泛发育铁锰矿化与硅化的部位是银矿最为重要和直接的找矿标志。

(2) 燕山期浅成—超浅成中酸性侵入岩体。冀北地区银多金属矿床多为次火山—火山热液型矿床, 银矿床的时空分布和形成与燕山期次火山岩、火山岩密切相关。因此, 沿 NE 向、NW 向韧性断裂分布的和燕山期断陷火山盆地边缘的次火山岩体群(带) 是重要的找矿标志信息和银多金属成矿有利地段。

(3) 热液蚀变。冀北银多金属矿床广泛发育硅化(特别是低温玉髓)、石英绢云母化、青磐岩化、萤石化及碳酸盐化等蚀变, 并多具有水平对称分带和垂直分带。一般来讲, 上部为低温萤石、玉髓与青磐岩化, 下部为中低温石英绢云母化以及钾化。大中型银多金属矿床的蚀变岩石既是含矿围岩(低品位矿石), 也可构成工业矿体, 且往往构成重要的银矿石类型。因此, 沿 NW 向、NE 向断裂带及次火山岩体分布的线性热液蚀变是直接的找矿标志。

(4) 锰帽(锰矿化)。在一些银矿区, 锰帽本身就

是矿体。冀北绝大多数次火山热液型银矿均发育不同程度的锰矿化。因此, 在燕山期断陷火山盆地内及周边部, 沿 NW 向及 NE 向构造破碎带、次火山岩体内发育的锰矿化是重要的直接找矿标志。

(5) 古代采矿、冶炼遗迹。

(6) 线性物化探异常。区域的巨大重力梯级带、正负重磁场区分界线及附近、重力梯级带及航磁异常的规则扭曲、错断及交汇、局部重磁异常、化探的银多金属异常带(区) 指示银多金属成矿带(区)、矿田、特大型矿床的空间分布。矿区大比例尺物化探异常, 如地面磁测线状负异常、线状高阻高极化率电法异常、线状次生晕(原生晕) 多元素组合(分带) 异常是寻找大型、特大型隐伏银多金属矿床十分有效的找矿标志。

5.2 找矿方向

冀北地区处于海西期构造和燕山期构造的强烈活动地带, 壳幔物质的交换程度较高, 热流体活动频繁。特别是隆起与凹陷的交接部位(如断陷盆地边部或轴部出现的深大断裂和韧性剪切带) 往往具备成矿所需的各种地质条件, 也是我们找矿预测的优选部位: ①以拆离构造系统(上部脆性陡倾断裂带和下部缓倾韧性剪切带相配套的断裂体系) 为主的隆陷转换带; ②具多期隆陷和热活动的裂陷(断陷) 盆地; ③以变质核杂岩为热隆中心的构造活动带; ④显示地质异常场的地区, 特别是断裂构造异常的地区。

结合本区银成矿系统的地质特点和区域的矿床配套规律, 可在金矿集中区的外围作找银的探索; 在银矿集中区的深断裂带、拆离构造系统或变质核杂岩内注意找金; 在铜矿区附近的深断裂带中寻找金, 或在其外围找银铅锌, 都可能有所突破。据此思路, 在都山变质核杂岩的拆离断层中找金银、在小寺沟铜钼矿外围找金银、在牛圈银矿外围找金矿, 都已获得重大发现。如尖宝山金矿、大黄土坡金矿、小石门金银矿、老虎沟门金矿就是例证。

参考文献:

- [1] 牛树银. 幔枝构造及其成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1996.
- [2] 杨仕道, 胡祥昭. 冀北银多金属矿成矿规律研究[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(4): 26-30.
- [3] 杨敏之. 冀北银矿床类型、矿床地质地球化学、地史—演化模式及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 2000, 15(3): 4-14.

DISCUSSION ON THE METALLOGENIC PATTERN AND MODEL OF Ag DEPOSITS IN THE NORTH HEBEI PROVINCE

IN Jian-wei, LI Yong-gang

(Tianjin North China Geoexploration General Institute, Tianjin 300181, China)

Abstract: Ag (polymetal) deposits in the north Hebei province are genetically divided into volcano-subvolcano hydrothermal type and magmatic hydrothermal type and dominated by the former. Spatial distribution of the Ag (polymetal) deposits is controlled by volcano-faulted basin or faults in the depression zone and they are matched with the strong Yanshanian tectonic magmatic activity in time scale. From south to north ore deposits occur in spatial distribution pattern of Cu, Mo deposit \rightarrow Au, Ag, Pb, Zn polymetal deposits \rightarrow Ag-polymetal deposits \rightarrow Ag deposits \rightarrow fluorite deposits. Metallogenic model of typical deposit is summarized and ore-searching direction of Ag deposits in the north Hebei province is put forward.

Key Words: metallogenic pattern; metallogenic model; Ag deposit; the north Hebei province

(上接第 247 页)

A NEW APPROACH TO Mn MOBILIZATION AND METALLOGENIC MECHANISM

ZHENG Da-zhong, ZHENG Ru-feng

(The Synthetic Testing Center of Rock and Ore, Chendu 610081, China)

Abstract: Based on the study of physiochemical property and forming condition of Mn hydroxide, Mn carbonyl, hydroxide of Mn carbonyl, chemical composition of gas from modern volcano and fluid from modern submarine vent, chemical composition of gas of fluid inclusion of mineral from submarine ore deposit, chemical composition of the representative Mn mineral and fabrics of Fe-Mn concretion, the $\delta^{18}\text{O}$ -isotopic composition of rhodochrosite and paragenetic minerals of Mn mineral we consider that Mn hydroxide and Mn carbonyl are the two main forms for Mn mobilization of the primary Mn ore. They are moved up with magma and hydrothermal fluid from the CO_2 -rich and strong reductive hydrogen environment through faults and cracks to the shallow crust. With abrupt reduction of pressure and temperature and abrupt rise of O -fugacity at the upper level hydrogen and carbon dioxide are released and oxidized and Mn hydroxide and carbonyl compound and Mn carbonyl hydroxide are broken, oxidized and sulfidized to form the primary Mn ore which in turn is oxidized and leached to form high valance Mn oxide.

Key Words: Mn oxide; Mn carbonyl; hydroxide of carbonyl; form of mobilization; metallogenic mechanism

• 来函照登 •

撤 稿 声 明

发表于《地质找矿论丛》2003 年第 18 卷第 3 期的《MVT 铅锌矿床定年方法评述》(作者:李发源等)一文,由于第一作者本人的错误而造成了一稿两投的不良后果。本人已充分认识到这种行为的严重性,特呈请贵刊撤销该文的发表权。由此给贵刊及各位读者带来的不良影响我深表歉意!希望大家能以此为戒,杜绝此类现象的再次发生,共同创造一个良好的学术环境。

李发源

2007 年 9 月 19 日