

河北银矿床的成因类型及富集规律

杨兆才

(华北有色地质勘查局地质研究所)

提 要 近几年来河北省尤其是冀北地区银矿找矿与研究取得了丰硕成果。本文将银矿床类型初步划分为两类十一型,其中浅成低温热液型—变质岩浆热液叠加改造型与陆相(次)火山岩型最重要。通过对矿床成矿地质特征、时空分布特点及银的赋存状态的讨论阐述了河北银的一般富集规律。

关键词 华北地台北缘 银矿床 浅成低温 变质改造 富集规律

河北银矿资源比较丰富,民采历史悠久,近年来银矿找矿取得了重大进展,目前拥有以蔡家营、牛圈、姑子沟、相广、扣花营、青羊沟、营房等为代表的大中型矿床十多处,并有广阔的找矿前景。

一、区域地质概况

河北跨越以康保—围场深大断裂为界的华北地台和内蒙—大兴安岭褶皱系两大构造单元。在地台区太古界结晶基底出露广泛,主要为中—下太古界迁西群、桑干群各种麻粒岩、片麻岩、斜长角闪岩或变粒岩;上太古界阜平群、单塔子群和红旗营子群各种片麻岩、浅粒岩、变粒岩。元古界沉积盖层主要分布在燕山及太行山地区。古生界沉积岩分布于沉积盆地及隆起边缘地带。中生界陆相火山—沉积岩多出露于冀北地区,并以侏罗系张家口组流纹岩及同成分的各种火山碎屑岩最发育。

基本构造格架是在前中生代近EW向展布的隆起、凹陷带及深断裂带基础上叠加了以NNE—NE向为主的构造行迹。深大断裂均具长期活动和多次复合活动的特征,其中EW向深大断裂具有自北而南的压性逆冲特征,NNE向断裂则显示出从SE向NW的压性或压扭性特征。

岩浆活动强烈而频繁,并以燕山期为主,其次为海西期和太古代的岩浆活动。太古代和海西期侵入岩均受EW向断裂带控制,其中海西期花岗质岩类沿内蒙地轴成东西带状广泛分布。燕山期侵入岩多受NNE—NE向构造控制,主要是花岗质岩石,多为中—深成相的岩株或岩基,并常有多次侵入组成的杂岩体,部分(尤其是早白垩世侵入岩)为浅成—超浅成相小岩株和脉岩,且多在火山盆地边缘或内部断裂切割部位产出。

二、矿床成因类型及其成矿特征

银矿床类型的划分反映了人们对银矿地质的认识状况,王振鹏^①把河北银矿分为热液充填型与矽卡岩型。前者又分为石英脉型和热液脉状充填交代型两种。田玉林^②将省内银矿划分为火山热液型、岩浆热液型和混合岩化热液型三类,并根据元素组合又将前两类各分为三个亚类。根据成矿地质环境与矿床地质特征,本文将河北银矿床的成因类型划分为两类十一型(表1)。与我国已知银矿床的成因类型相比,虽有许多共性,但个性亦较明显。(1)国内已知

表1 河北银矿床成因类型划分简表
Table 1 Ag-deposit classification of Hebei Province

类别	类型		成矿元素组合	规模	代表矿床(点)
独立 银 矿 床	浅成低温热液型		Ag, Au	大型	牛圈
	陆相(次) 火山岩型	断裂(裂隙)充填型	Ag, Mn	大、中型	相广、史家沟
			Ag, Mn, Pb, Zn	中型	扣花营、满汉图
			Ag, Pb, Zn, Au	大、中、小型	姑子沟、烟筒山
		爆破角砾岩型	Ag 多金属	小型	白石台
伴 (共) 生 银 矿 床	变质-岩浆热液叠加改造型		Pb, Zn, Ag, Au	大、中型	蔡家营、兰同、青羊沟
	热液充填(交代)型		Pb, Zn, Ag	中型	营房、镰巴岭
	矽卡岩型		Cu, Ag	中、小型	浮图峪
	斑岩型		Cu, Fe, Mo, Au, Ag	中、小型	寿王坟、白石口
			Pb, Zn, Ag	小型	南赵庄、水关口
	石英脉型		Pb, Zn, Ag	小型	轿顶山
			Cu, Mo, Ag, Au	中、小型	小寺沟
	蚀变岩型		Cu, Au, Ag	小型	柳树洼
			Au, Ag	中、小型	金家庄、小营盘、大石峪
	古氧化淋滤型 ^③		Au, Ag	中、小型	石湖、茅山
	沉积-改造型		Pb, Zn, Ag	小型	梁家沟
沉积型		S, Fe, Pb, Zn, Ag	小型	高板河	

银矿床中热液矿床类占56%,矽卡岩矿床类占28%,其他铜型矿床类(主要是些特殊成因铜矿床)占16%,而且最重要的矿床类型是热液铅锌型和矽卡岩铅锌型,其次是矽卡岩铜型、热液

①河北银矿地质特征简况

②河北省的主要银矿类型及找矿方向,河北地质情报,1989.3

③地质科技参考,冶勘一公司,1989.3

金型、热液铜型和火山岩铜型;河北银矿床中热液矿床类占有很大优势,矽卡岩矿床类所占比例很小,其他铜型矿床类的比例更小,其中又以变质—岩浆热液叠加改造铅锌型、陆相(次)火山岩银型与铅锌型和浅成低温热液银型最重要^①其次为热液充填(交代)铅锌型。河北所有大、中型银矿床几乎均属此例,而矽卡岩铜(铁)型与铅锌型以及其他成因类型的银矿床均较次要。(2)变质—岩浆热液叠加改造型,浅成低温热液型银矿床与国内乃至国外相同(似)类型银矿床相比均具比较独特的地质特征,省内主要银矿床(点)分布见图1。

(一)浅成低温热液型银矿床

以近几年发现的牛圈银(金)矿床^②为代表的这类矿床(点)分布于大海坨—上黄旗 NNE 向构造岩浆岩带北段。容矿围岩主要是海西—燕山期复合成因的干沟门—白音沟粗粒花岗岩,局部为燕山晚期细粒花岗岩,受老虎坝—二道沟 NNE 向断裂破碎带中段控制。硅化角砾岩为银矿载体,矿体多为较规整的脉状,厚度变化较大,但连续性较好。 $\Delta g/Au > 200$, 贱金属含量甚低。主要金属矿物为黄铁矿,银矿物有辉银矿、自然银、富银硫锑铜银矿—硫砷铜银矿、金银矿、银金矿、自然金及螺状硫银矿、并主要载于黄铁矿,方铅矿、闪锌矿、毒砂及脉石中。热液蚀变有较明显的分带特征(图2)。自矿体向外(上)依次为硅化(主要为玉髓),水云母化、蒙脱石化带→绢(水)云母化、高岭土化带→高岭土化、绿泥石化、碳酸盐化带。

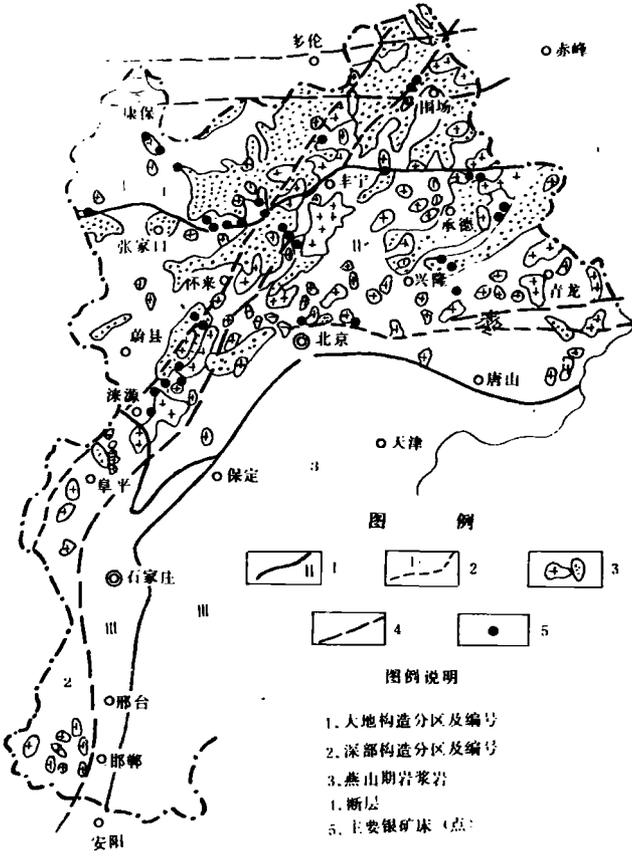


图1 河北省主要银矿床分布图

Fig. 1 Distribution map of silver ore deposits in Hebei Province.

无论是蚀变强度或分带特征,还是 As、Sb、Tl 的含量,矿体下盘远不及矿体上盘发育^③。

① 许晓峰 冀北银矿不同成因类型成矿地质特征及其成矿机制研究,《华北有色金属地质》1989, 1

② 刘华 河北丰宁牛圈银金矿床地质评价报告(初稿) 1988 年

③ 杨兆才等,河北丰宁营房铅锌银金成矿带围岩蚀变与物质组分的研究, 1988

(二)变质—岩浆热液叠加改造型银矿床

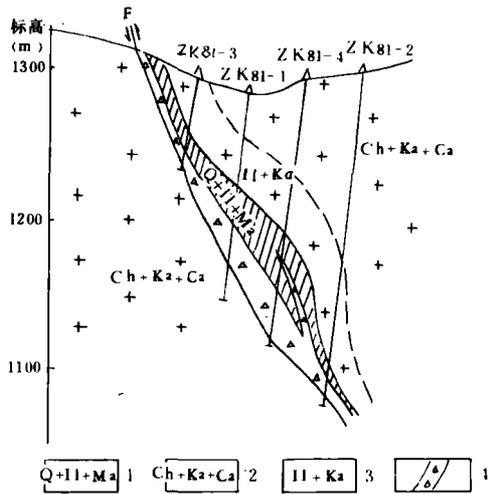
这类矿床(点)集中分布在本省西北部,均赋存于太古界红旗营子群大同营组地层中,并构成 NW 向兰闫—青羊沟和 EW 向银沙背—孙家庄两个成矿带(图 3),而且成矿带、矿床乃至矿体的空间展布均与地层走向大体相同。另外,岩浆热液的叠加与改造对矿床的富化与成矿亦有重要作用。

1、蔡家营多金属矿床 NEE 向区域性断裂与 NW 向断裂交汇处形成何包沟火山口,喷出相的流纹岩与侵入到火山口北部的浅成—超浅成相石英斑岩(脉)和花岗斑岩属同源岩浆的产物。矿体呈脉状成群充填于较低级序的 NWW 向、NNE 向裂隙中,含矿围岩为大同营组变粒岩,局部为侏罗系白旗组火山碎屑岩和早白垩世石英斑岩。围岩蚀变主要为泥石化、绢云母化、硅化、碳酸盐化与重晶石化。矿石中金属矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿与毒砂,银矿物为硫锑银矿、辉银矿、自然银、银金矿及自然金,铅锌含量较高但变化较大,银含量多在 100—213g/t,并伴生一定品位的金,偶可构成独立金矿体。成矿温度 251℃。

2、青羊沟银-铅-锌矿床 容矿围岩主要为大同营组黑云斜长片麻岩、混合片麻岩及变粒岩,但在空间上无论是矿体中还是矿体的顶底板,往往可见石英斑岩、正长斑岩等酸性或碱性脉岩。控矿构造为 NW 向断裂破碎带,矿体多呈脉状成群产出,并以 1 号矿脉规模最大,金属矿物主要为方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿与黄铁矿,次为黄铜矿,银矿物有自然银、辉银矿、银黝铜矿、含银砷黝铜矿、硫锑铜银矿及含银硫铋铅矿、螺状硫银矿。矿石品位与矿体厚度一般变化不大,除银、铅、锌外尚伴有铜、金。围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绢云母化和黄铁矿化。成矿温度 300℃ 左右。

(三)陆相(次)火山岩型银矿床

这类矿床(点)主要产于中生代陆相火山岩分布区及其边缘,受区域性断裂和火山断陷盆地构造控制,并以分布较广、成群(带)出现为特征(图 4)。矿体多呈脉状产于次火山岩体内部及其附近的断裂、裂隙中,有的赋存在爆破角砾岩筒中。成矿元素组合比较复杂,但银品位相



图例说明: 1、硅化+水云母化+蒙脱石化(矿化) 2、绿泥石化+高岭土化+碳酸盐化 3、绢(水)云母化+高岭土化 4、破碎带

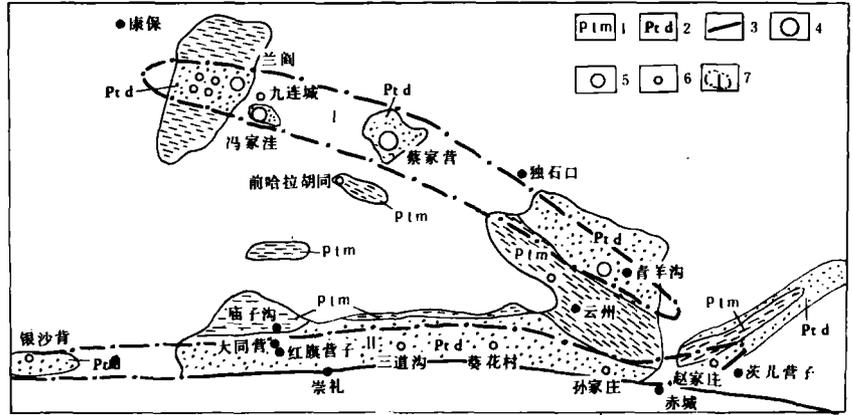
图 2 81 线地质剖面图

Fig. 2 Geological profile of the 81th line

控矿构造为 NW 向断裂破碎带,矿体多呈脉状成群产出,并以 1 号矿脉规模最大,金属矿物主要为方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿与黄铁矿,次为黄铜矿,银矿物有自然银、辉银矿、银黝铜矿、含银砷黝铜矿、硫锑铜银矿及含银硫铋铅矿、螺状硫银矿。矿石品位与矿体厚度一般变化不大,除银、铅、锌外尚伴有铜、金。围岩蚀变有硅化、绿泥石化、绢云母化和黄铁矿化。成矿温度 300℃ 左右。

对较稳定,多在 200g/t 左右。

1、**姑子沟银-铅-锌矿床** 沿温泉沟—东山 EW 向主干断裂及其两侧与之平行的次级断裂分布有姑子沟,烟筒山和前营等十几处银矿床(点),其产出部位多受主干断裂以及主干断裂与 NE 向、NW 向等斜向断裂交汇部位的控制,并以姑子沟矿床规模最大。



图例说明: 1、庙子沟组 2、大同营组 3、尚义—赤城断裂 4、大型矿床 5、中型矿床 6、小型矿床矿点、7、成矿带及编号

图 3 红旗营子群大型倒转向斜示意图

Fig. 3. Schematic map of the overturned syncline within Hongqi Yingzi Group

矿床赋存在温

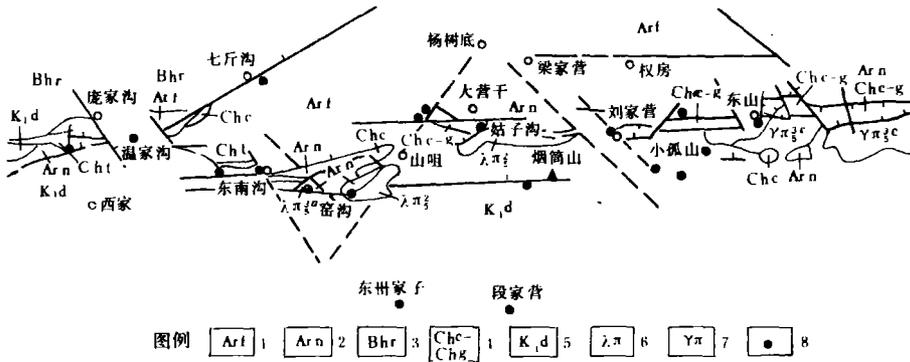
家沟—东山 EW 向深大断裂与 SN 向断裂交切所形成的中生代大北沟期裂隙式火山通道的东段。矿体呈脉状并受 EW 向断裂(破碎带)控制,侵入到火山通道中的石英斑岩以及附近的太古界单塔子群南店子组角闪斜长片麻岩,长城系白云岩、泥质白云岩、硅质页岩、石英岩,中生界白垩系大北沟组晶屑凝灰岩等,均可成为含矿围岩。矿石中主要金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿以及黄铜矿、毒砂,银矿物为自然银、银黝铜矿、辉银砂、深红银矿、银金矿、辉铜银矿与自然金。伴(共)生元素除 Pb、Zn 外还有 Au,且一般 < 1g/t,围岩蚀变有硅化、碳酸盐化,绿泥石化,绢云母化和高岭土化。

2、**(锰)银矿床** 目前已发现该类矿床(点)十多处,集中分布在大海坨—上黄旗构造岩浆岩带的南、北两段,主要代表性矿床有相广、扣花营和满汉图,控矿构造为 NW 向断裂破碎带,矿体多呈较规则的脉状并成群出现。含矿围岩主要是石英斑岩和花岗斑岩等次火山岩体附近的侏罗系张家口组各种酸性火山碎屑岩,在相广矿床中花岗斑岩亦为局部容矿围岩。矿石矿物有软锰矿、硬锰矿、褐铁矿、菱锰矿以及方铅矿、闪锌矿、黄铁矿,银矿物有辉银矿、自然银、银金矿、银黝铜矿、深红银矿、砷硫锑铜银矿、锑硫砷铜银矿、硫铜银矿、辉铜银矿、螺状硫银矿及银的卤化物,其中后者仅出现在相广矿床中,主要与角银矿、氯溴银矿、溴银矿、碘银矿。扣花营矿床铜锌矿化较强,部分地段形成含银铅锌矿体。围岩蚀变有硅化(时为玉髓)、高岭土化、碳酸盐化及绢云母化、重晶石化。成矿温度(爆裂法)为 110℃~240℃①②

①张大可 对相广锰矿银的分布与富集的一点认识,《河北地质情报》,1989, 1

②徐胜江 河北围场小扣花营银矿床银赋存状态的初步研究《河北地质情报》1984, 3

3、白石台银多金属矿床 产于神仙山火山岩盆地南缘,在钠长斑岩中有隐爆角砾熔岩和爆破角砾岩,矿体主要受NNW向角砾岩带控制,主要金属矿物有黄铁矿,方铅矿、闪锌矿、黄铜矿与自然金、辉银矿,伴生元素有Au,Pb,Zn,Cu。围岩蚀变为硅化,绢云母化。



图例: 1 凤凰组 2. 南店子组 3. 斑状混合花岗岩 4. 中元古界碎屑岩、碳酸岩
5、大北沟组中酸性火山岩 6、石英斑岩 7、花岗斑岩 8、矿床(点)

图4 烟筒山一带地质图

Fig. 4 Geological map of Yantongshan Mountain area

(四)热液充填(交代)型银矿床

这类矿床(点)分布亦较广,多赋存在岩体及围岩内,已知矿床多为小—中型。

营房银-铅-锌矿床与前述牛圈银(金)矿床以EW向冲沟为界,同受老虎坝—二道沟NNE向断裂破碎带中段控制。容矿围岩为干沟门—白音沟粗粒花岗岩与太古界红旗营子群大同营组黑云斜长片麻岩和斑状混合岩。热液蚀变有高岭土化,绢云母化,硅化、绿泥石化、碳酸盐化。银-铅-锌矿体及与之平行的银矿体呈透镜状与脉状,矿石矿物以方铅矿、闪锌矿、黄铁矿为主,并有黄铜矿和毒砂,银矿物为银黝铜矿和自然银,主要伴(共)生组分有Pb、Zn、Au、Cu。

浮图峪含镜铁矿的铜—硫化物多金属矿床,充填在闪长玢岩与中上元古界白云岩接触带上早期形成的钙矽卡岩内。矿体严格受NNE向断层及其分支断裂控制,呈透镜状或似层状。矿石矿物以黄铜矿、黄铁矿为主,含有较多的镜铁矿,还有硫钴矿、辉银矿、含铅银复硫酸盐、自然金等,绿泥石化,绿帘石化为主的热液蚀变较发育①。

镰巴岭多金属矿床矿脉产于涑源杂岩体与蓟县系雾迷山组白云岩的外接触带附近,受NNE向断裂裂隙控制,空间上与中—酸性脉岩关系较密切。围岩蚀变以硅化、绢云母化,重晶石化为主。主要金属矿物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、磁黄铁矿与毒砂,银主要赋存在

①王季亮 试论大海坨—王安镇多金属成矿带

方铅矿中,在部分矿脉中银品位达 140g/t,并伴生 Au。

(五)其他类型银矿床

例如寿王坟矽卡岩型铜(铁)矿床中,矿体以透镜状赋存于寿王坟杂岩体的花岗闪长岩与蓟县系雾迷山组白云岩接触带中,矿石组分以 Cu (Fe)为主,伴(共)生元素有 Mo、Au、Ag、Pb、Zn,在空间分布上 Ag 与 Cu (Au)基本一致,银品位多在 10—30g/t 左右。木吉村斑岩铜钼矿床位于区域性 NNE 向深断裂带与 EW 向构造的复合部位,成矿母岩为王安镇杂岩体晚期侵入的次火山岩相闪长玢岩,Cu—Mo 矿体分布在钾化带中,金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿以及白钨矿、硫钴矿、辉银矿、闪锌矿、磁铁矿、自然金、银金矿等。再如土岭—石湖石英脉型金(银)矿床^①位于大海坨—王安镇构造岩浆岩带南端,容矿围岩为太古界阜平群团泊口组黑云斜长片麻岩、浅粒岩及斜长角闪岩,受 NS 向、NNE 向断裂破碎带控制,并与石英闪长玢岩脉紧密伴随。金属矿物有黄铁矿,方铅矿、闪锌矿,黄铜矿及银金矿、辉银矿、自然银和自然金等,Au 一般为 1—10g/t,Ag 一般为 0.5—50g/t,Pb,Zn 含量很低。围岩蚀变有硅化、黄铁绢云岩化、绿泥石化及碳酸盐化,成矿温度一般为 190~290℃,高板河沉积型铅锌—黄铁矿矿床矿体呈层状、似层状赋存于长城系高于庄组合锰白云岩中,严格受层位控制。矿石矿物以黄铁矿、闪锌矿及碳酸盐化,成矿温度一般为 190~290℃,高板河沉积型铅锌—黄铁矿矿床矿体呈层状、似层状赋存于长城系高于庄组含锰白云岩中,严格受层位控制。矿石矿物以黄铁矿、闪锌矿为主,次为方铅矿,矿石具皮壳状、变胶状、层纹状及肾状等构造,银品位甚低,一般仅 3g/t (黄铁矿石)。

三、银的富集规律

(一) 银矿化在地质历史中的演化

表 2 表明中生代是河北银矿最重要的成矿期,尤其是晚侏罗世—早白垩世的火山碎屑岩与次火山岩不仅是容矿空间而且是矿质的重要来源(表 3)。中元古代目前虽不是本省银矿的重要成矿期,但从密云—兴隆—建昌成矿带东西段分析,亦有中型银矿床产出如八家子、银冶岭等矿床^②,说明该期也是银的比较重要的矿化期。另外,尽管变质—岩浆热液叠加改造型矿床最终形成于中生代,但作为原始矿源层^③的太古界红旗营子群大同营组(表 4)变质岩系,在较大范围内与该类矿床密切的空间关系,说明二者有一定的成因联系,既是容矿场所又是矿质的主要来源,并是后期内生成矿作用银矿质的提供者之一。

①肖成东,冀西土岭—石湖金银矿床地质地球化学特征及找矿方向

②杨敏之等,《第二届全国铅锌矿学术讨论会论文》,1983年

③王金锁,冀北张家口地区铅锌银矿成矿控制规律,1989年

表 2 河北银矿化在地质历史中的演化

Table 2 Geological evolution of Ag—mineralization in Hebei Province

时代	太古代至早元古代			中元古代至 早古生代	晚古生代	中生代	新生代
	早期	中期	晚期				
地质背景	大规模的以基性为主的中基性、中酸性火山—沉积作用	大规模的中酸性, 中基性火山—沉积作用	局部地区发育碎屑岩—碳酸盐岩建造	稳定的地台型沉积, 无强烈构造—岩浆活动	发生强烈程度仅次于燕山期的构造岩浆活动	强烈的构造变动和猛烈的岩浆喷发与侵入活动, 塑造了本区的基本地质构造轮廓	现代地质作用
银的成矿作用	未造成银的大量富集与矿化	形成银的原始矿源层, 并经区域变质—混合岩化作用形成矿化体	未造成银的大量富集与矿化	外生成矿作用, 但未造成强烈富集与矿化	未造成银的大量富集与矿化	最重要的银成矿期, 形成了除沉积型和部分石英脉型以外的几乎所有类型的银矿床	未形成银的富集与矿化

表 3 火山—次火山岩成矿元素丰度(ppm)

Table 3 Ore element abundance of volcanic and sub—volcanic rocks.

岩石	Ag	Pb	Zn
石英斑岩、花岗斑岩	0.35	21.8	63.1
流纹质火山碎屑岩	0.11~0.48	19.3~29.3	63~82.0

表 4 大同营组成矿元素丰度(ppm)

Table 4 Ore element abundance of Datongying Formation

岩石	Ag	Pb	Zn
浅粒岩 斜长变粒岩	0.284	29.29	41.44
黑云斜长变粒岩	0.097	28.23	99.13
角闪斜长变粒岩	1.062	104.92	624.09
地壳克拉克值	0.07	16	83

(二) 银矿床的空间分布特点

1、大地构造分区 内蒙台背斜范围内银矿床(点)众多, 其中大中型银矿床约占河北省的2/3, 成因类型以变质—岩浆热液叠加改造型、浅成低温热液和陆相(次)火山岩型为主, 次为热液充填(交代)型。燕山沉降带内银矿床(点)亦较多, 规模不等, 成因类型主要有陆相(次)火山岩型, 矽卡岩型, 斑岩型、热液充填(交代)型。石类脉型及沉积型, 内蒙华力西晚期褶皱带和太行台背斜内银矿床(点)较少, 已知矿床主要为陆相(次)火山岩型与石英脉型。

2、**深部构造分区** 地幔拗陷区构造、岩浆活动(尤其是侵入活动)较弱,主要为变质—岩浆热液叠加改造型和石英脉型银矿床。太行山—燕山地壳构造变异带往往表现为深断裂和大规模的岩浆活动,多形成 NNE 向、EW 向及 NE 向构造岩浆岩成矿带,本省除变质—岩浆热液叠加改造型以外的其他类型的银矿床(点)几乎都产于其中。

3、**银矿成矿带** 主要受区域性深大断裂及其相关的岩浆活动的控制,其次受大型褶皱构造以及一定层位的控制。如烟筒山一带沿 EW 向大断裂在长 30km 宽 10km 范围内,分布有几十处银矿床(点),而且自火山活动中心向外依次有窑沟式火山中心相从高温至中低温 W、Mo、Ag、Pb、Zn、矿床。烟筒山式火山颈相中(低)温 Ag、Pb、Zn 矿床。姑子沟式近火山口相主断裂带中(低)温 Ag、Pb、Zn 矿床。东山式近火山口相主断裂旁侧中低温 Ag (Pb)矿床。前营式远火山口相支断裂旁侧中低温 Ag、Pb 矿床。它们均属同一成矿系列(成因),只是出现在岩浆演化的不同阶段和不同的构造部位^④。

表 5 三种成因类型银矿床单矿物含银表

Table 5 Ag content of monominerals of three genetic Ag—ore types.

含量 (g/t) / 矿床类型 \ 矿物	方铅矿	黄铁矿	闪锌矿	黄铜矿	毒砂	磁黄铁矿	硬锰矿 软锰矿	褐铁矿	白铁矿	石英长石 高岭土
浅成低温热液型	2250~ 3250	150~ 7000	1250~ 3025	2400 *	0~ 3100 *	0~ 13400 *		4450	500~ 1900 *	
变质—岩浆热液 叠加 改造型	510~ 6270	0~ 850	53.75~ 700	375	0~93	0~15				
陆相(次)火山岩型	188~ 4875	2313	63				623~ 9735			13.8~ 48.5

* 电子探针定量分析,其它为化学分析

(三)矿床中银的富集特征

1、**赋存特点** 主要呈独立矿物状态以显微和次显微包体形式存在,次为呈吸附状态及类质同象状态赋存。不同矿床类型或矿物组合的矿床中,银的赋存形式亦有较大差异,牛圈矿床中类质同象银仅占 2.98%,其他几乎都呈独立矿物存在;而青羊沟,营房及姑子沟等矿床中类质同象银所占比例较高。扣花营和相广矿床中锰银矿石内银主要呈吸附状态,而原生(或蚀变岩型)矿石内又主要呈独立矿物存在。银的载体矿物种类较多,其银含量亦有很大差别(表 5),金属硫化物中银聚集能力的大小顺序依次为方铅矿—黄铁矿—闪锌矿—黄铜矿—毒砂—磁黄铁矿。其中,黄铁矿是浅成低温热液型和石英脉型矿床银的主要载体矿物;方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿及毒砂通常是以发育一套中(低)温亲硫元素组合和矿物组合的矿床中银的主要载体矿物;在锰—银矿床中,锰银矿石的载体矿物主要为锰矿物;原生或蚀变岩型矿石则主要是长英和粘土矿物(表 6)。

④张景清,烟筒山一带构造与成矿,《河北地质情报》,1989,1

表 6 某些银矿床矿石中银在主要矿物中的分配

Table 6 Ag—distribution in major ore minerals

矿床	分配率 (%) 矿物	方铅矿	闪锌矿	黄铜矿	铁* 矿物	锰矿物	长英质矿物 粘土矿物
		青羊沟	63.13	5.22	0.41	24.97	
扣花营	锰银矿石					81.39~85.75	14.25~18.30
	原生矿石	1.67	1.44			0.25	96.38
相广	锰银矿石	0.45			12.63	80.17	4.96
	蚀变岩型矿石	0.00			61.25	5.48	32.04

* 在青羊沟矿床中为黄铁矿、磁黄铁矿、在相广矿床中为褐铁矿

表 7 河北主要银矿床矿石中银的电子探针定量分析 (%)

Table 7 Probe analysis of ores for major Ag—mines in Hebei Province

元素 银矿物	Ag	Au	S	Sb	As	Bi	Fe	Cu	Pb
辉银矿	84.05~ 88.64	0.00~ 0.26	10.6~ 14.15	0.00 0.99			0.00~ 0.64	0.21~ 0.71	
	自然银	84.42~ 100.24	0.00~ 15.15	0.00~ 0.39	0.00~ 0.45	0.00~ 0.29	0.00~ 0.90	0.00~ 2.15	
硫锑—硫砷 铜银矿	38.53~ 76.35	0.00~ 0.24	13.12~ 23.96	0.34~ 14.26	0.00~6.22		0.00~ 6.54	1.85~ 27.37	
	金银矿	70.76~ 92.10	7.40~ 27.64				0.28~ 0.29	0.00~ 0.70	
银金矿	28.71~ 45.83	52.34~ 70.69		0.00~ 0.10	0.00~ 0.09		0.17~ 1.84	0.00~ 0.03	
	银黝铜矿	3.27~ 26.18	0.00~ 0.38	21.10~ 26.96	15.38~ 27.18	0.00~ 8.65	1.53~ 5.41	19.35~ 40.90	
自然金	0.16~ 14.66	84.00~ 100.64					0.00~ 0.04	0.00~ 0.24	
	含银的 硫砷铅矿	13.02		19.24			38.81	0.46	28.45

分析单位:中国地质大学(北京)、地科院矿床所

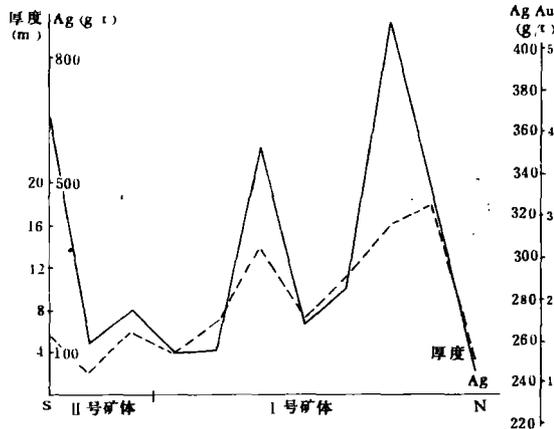


图5 牛圈矿区矿体地表品位厚度变化曲线及相依关系

Fig. 5 Plot showing relation between the thickness of ore body and grade

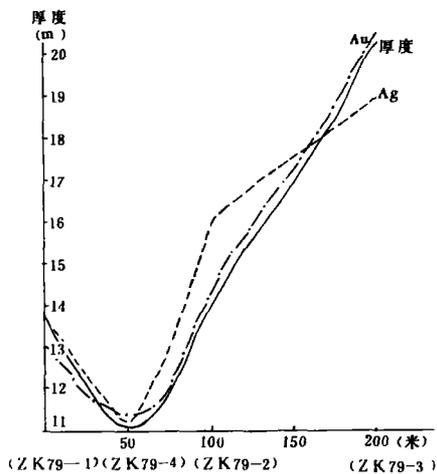


图6 牛圈矿床沿倾向矿体厚度与品位曲线图(79线)

Fig. 6 Plot showing relation between the thickness and grade along the dip of ore body



图7 扣花营矿区(III号矿脉)沿水平走向 Ag、Pb、Zn 品位变化曲线

Fig. 7 Plot showing grade variation of Pb, Zn and Ag along the horizontal strike of III vein in the Kouhuaying mining district

银矿物种类繁多,主要是辉银矿、自然银、硫锑—硫砷铜银矿、金银系列矿物,银黝铜矿及银的卤化物矿物,其化学成份表明 Ag—Cu 之间类质同象替换广泛存在(表7)。银矿物多呈不规则粒状,蠕虫状,串珠状、树枝状及细条状,蚕状和海绵状集合体,嵌布粒度细小,仅辉银矿粒度略大。不同类型银矿物中银矿物粒度变化较大,一般从浅成低温热液型经变质—岩浆热液叠加改造型至陆相

(次)火山岩型银砂物粒度渐小。如辉银矿依次为 0.05~0.10—0.02 → 0.01~0.04mm, Au—Ag 系列矿物为 0.026~0.04 → 0.01~0.04 → 0.005~0.008mm。

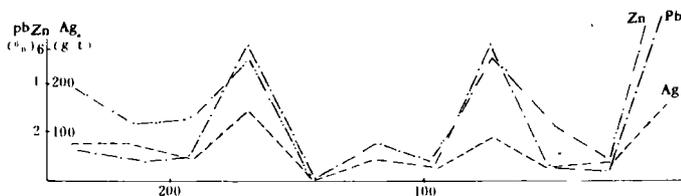


图8 1670中段(青羊沟矿区)沿水平走向Ag、Pb、Zn品位变化曲线

Fig. 8 Plot showing variation of Ag, Pb and Zn grade variation along the horizontal strike of 1670 level of Qingyanggou mining district.

2、富集规律

(1) 高品位的银矿床多属浅成低温热液型和陆相(次)火山岩型, 后者一般为150~250g/t, 前者往往是它的2~3倍。变质—岩浆热液叠加改造型、热液充填(交代)型及砂卡岩型矿床银品位一般亦较高, 往往大于100g/t, 其他类型的矿床银品位多在数g/t至数十g/t。而且, 总体上银型和铅锌型矿床比铜型与金型矿床银品位为高。

品位为高。

(2) 据银品位变化程度, 河北银矿床可分为两类, 一是变化大的矿床如牛圈等矿床, 无论是沿矿体水平走向还是沿矿体倾向方向银品位均呈跳跃式分布(图5图6), 矿化变化系数155.03%。二是变化较小的矿床如青羊沟、扣花营等矿床(图7图8)。扣花营矿区表内银矿体(三号矿体)品位变化系数为48.58%, 沿矿体走向和倾向, 品位变化系数分别为46.19%与43.70%。

(3) 不同矿床乃至同一矿床中银品位与矿体厚度的关系均比较复杂, 通常(尤其是)脉状矿床矿体厚度小时银品位变高, 也有矿床如牛圈矿床两者呈正相关关系(图5图6)。

(4) 银主要是中低温热液成矿作用的产物, 通常与硫化物矿化期中晚阶段关系密切。据光片研究河北银矿床硫化物矿化作用可分为两个基本矿物共生组合。在早(中)阶段的黄铁矿-毒砂(磁黄铁矿、黄铜矿)组合中很难见到银的独立矿物, 经电子探针分析它仍基本上不含银, 如牛圈矿床早期黄铁矿大多数测点不含银, 仅个别测点含银(0.17%); 在(中)晚阶段的黄铁矿、方铅矿、闪锌矿(黄铜矿)组合中几乎所有金属硫化物均有银矿物赋存。银在不同阶段, 不同世代的不同或同种金属矿物中含量的不稳定既反映出银分布的不均匀性, 又表明了银主要富集在硫化物期的(中)晚阶段。这可能是由于在硫化物成矿早期银在热液中含量低, 活动性大, 很难形成独立矿物, 仅有少量银呈类质同象进入矿石矿物中, 如在黄铜矿中 $Ag^+ \rightarrow Cu^+$; 在硫化物成矿晚期是以方铅矿(闪锌矿)为主或在一些矿床中以黄铁矿(方铅矿、闪锌矿)为主的成矿阶段, 溶液中 Ag^+ 、 S^{2-} 、 Sb^{3+} 浓度大为增加, 除少量 $Ag^+ (+Sb^{3+} \text{ 或 } Bi^{3+}) \rightarrow$ 方铅矿或闪锌矿中的 Pb^{2+} 或 Zn^{2+} 外, 并置换黝铜矿中的 Cu^+ 形成银黝铜矿类矿物; 随后伴随大量辉银矿和Au-Ag系列矿物的沉淀, $(SbS_3)^{3-}$ 、 $(BiS_3)^{3-}$ 分别与 Cu^+ 、 Ag^+ 或 Pb^{2+} 、 Ag^+ 结合形成较广泛的Ag-Cu(及Ag-Pb)之间置换系列矿物。

(5) 银的富集在很大程度上取决于银的赋存状态这一总特征。因此, 它与其他成矿元素间既有相互依存又有相互制约, 而且在不同类型或不同元素组合的矿床(体)中亦有较大变化, 铅锌型或伴(共)生铅锌的矿床中总体上银品位随铅和锌总和的升降而升降(图8)。其中铅与银的相关关系尤为密切, 一般是铅高银也高其相关系数多大于0.8, 即银在总体上受控于铅的富

集条件。金型或伴(共)生金的矿床中由于黄铁矿是金和银的主要或较主要载体矿物及存在 Au-Ag 系列矿物,金与银的相关性密切(图 6)。铜型或伴共生铜的矿床中黄铜矿是银(金)载体矿物以及存在 Ag-Cu、Au-Ag 类质同象替代系列,银与铜(金)亦为正相关。在锰银矿床中银与锰相关性较复杂,锰镍矿石中两者可呈较好的线性相关关系,在蚀变岩型银矿石中,银锰之间几乎不存在任何相关性。

(6)对于变质—岩浆热液叠加改造型矿床来说,矿源层的原岩建造及后期叠加特征与强度对银的富集有重大影响(表 8)。

表 8 矿床规模与原岩建造 成矿元素丰度(ppm)叠加改造相依关系

Table 8 Original rock formation and the associated ore depo it size and the reworked degree and the ore-forming element abundance of the host rock.

矿床	规模	品位	原岩建造	赋矿围岩			叠加改造作用与强度
				Ag	Pb	Zn	
蔡家营	大型	> 100g/t	变中基性火山岩为主	0.35~ 2.45	33.5~ 237.5	117.6~ 1754.8	石英斑岩脉发育,并有较高的银丰度值,在石英斑岩脉富集分布区的各种变粒岩中 Pb、Zn、Ag 的含量比石英斑岩脉不发育区的同类岩石高 3—10 倍。岩浆热液引起的围岩蚀变与成矿关系密切,叠加改造作用强烈。
青羊沟	中型	< 100g/t	碎屑沉积岩,中酸性—中基性火山岩	0.08~ 0.10	22.7~ 29.9	104.5~ 123.6	石英斑岩、长石斑岩等脉岩不很发育,含矿性亦差,虽其顶底板处矿石品位有所增高但叠加改造程度不高。
兰闫	中型	< 100g/t	碎屑沉积岩	0.12~ 0.31	17.7~ 30.8	13.0~ 43.0	距侵入体较远,浅成超浅成侵入体不发育,叠加改造作用较弱

(7)河北银矿床除典型沉积矿床外,围岩蚀变一般均较发育。蚀变类型以中低温热液蚀变为主,与银矿成矿关系密切,其中硅化(或玉髓化),高岭土化,绢云母化,碳酸盐化与绿泥石化等最为主要。如牛圈矿床矿体的空间展布与硅化(水云母化、蒙脱石化)带基本一致。蔡家营矿床矿化则与线型绢云母化、绿泥石化和硅化关系密切。相广矿床在高岭土化强烈部分出现较多的银含量特高值,并构成蚀变岩型银矿石。至于热液蚀变与矿化的内在联系目前并不十分清楚,但对于绢云母化和高岭土化来说,可能是在蚀变过程中有大量 SiO_2 和 Na_2O 、 K_2O 的带出,其中 SiO_2 形成石英或非晶质 SiO_2 (如玉髓)并成为银的重要载体, K^+ 和 Na^+ 主要进入热液中并使含矿热液由弱酸性向弱碱性转化,促使热液中以络合物形式迁移的银以多种形式沉淀。

(8)河北银矿床表生作用发育程度不一,其中相广和扣花营矿床氧化带可深达数百米,而大多数矿床仅在地表形成一些零散分布的铁(锰)质污染或(锰)铁帽,但它们均以银高、锌低为特征,且铅、金有时亦较高(表 9)。扣花营矿床的氧化带实为锰的氧化带(碳酸锰仅占

7.56%)，铅锌为混合带(硫化物分别占 87.32%与 65.52%)，而银仍为原生带(银占

表 9 某些矿床(点)铁(锰)帽或污染及氧化带化学组成(%)

Table 9 Chemical composition of the surfacial oxidized zone contaminated by Fe and Mn.

矿床	矿物组成	TFe	Mn	Pb	Zn	Ag (g/t)	Au (g/t)
蔡家营	褐铁矿为主, 锰及贱金属氧化物少	15.76	0.115	3.84	0.48	190	1.53
牛圈	褐铁矿为主, 锰及贱金属氧化物少	3.91	0.33	0.37	0.08	470	1.22
坡西沟	硬锰矿、软锰矿、褐铁矿为主	12.85	13.31	0.11	0.096	240	0.36
满汉图	硬锰矿、软锰矿、褐铁矿为主	5.48	18.50	3.96	0.68	240	2.44
扣花营	硬锰矿、软锰矿、褐铁矿为主	4.45	9.40~ 16.66	0.64~ 1.00	0.49~ 0.62	262~ 430	0.17~ 1.91
相广	硬锰矿、软锰矿、褐铁矿为主		12.87			339.5	

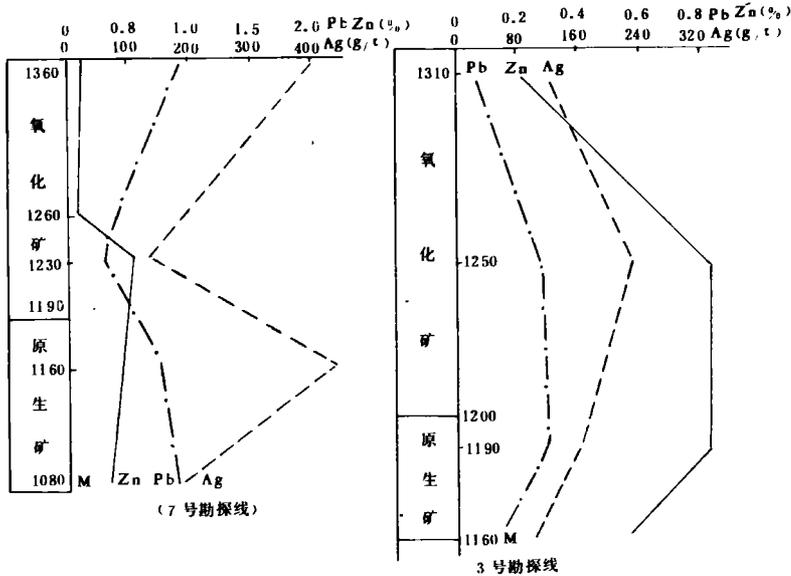


图 9 扣花营三号矿体 Ag、Pb、Zn 随深度变化曲线

Fig. 9 Ag、Pb、Zn variation with depth in the III ore body of Kouhuaying area

99.61%)，浅部蜂窝状、胶状、带状锰氧化物发育，并有较多的粘土矿物和土状褐铁矿，表明曾有较强烈的风化淋滤作用，但在氧化过程中银的分散与富集并存的趋势并不太明显，虽然其与原生带接合部附近银主要呈富集趋势，但富集程度亦不很高(图 9)。相广矿区目前工作范围

(控制深度 300 米)可能仅是矿床的氧化带,在氧化条件下银的硫化物易形成易溶的硫酸银经淋滤并与地下水中的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 等结合形成银的卤化物。

参考文献

- (1) 蒋志、孙书山,我国银矿床的主要成矿特征,《贵金属地质》,(1)~(2) 1988
(2) 王金锁等,河北省张家口地区铅锌银钼矿床成矿规律,《张家口地质》,(8) 1987

Ag—CONCENTRATION PATTERNS OF SILVER ORE DEPOSITS AND THEIR GENETIC CLASSIFICATION IN HEBEI PROVINCE

Yang Zhaochai

(*Geological Institute, North China Prospecting Co*)

Abstract

There are many types of silver ore deposit in Hebei province, but metamorphic — magmatic hydrothermal — reworked silver deposits, epithermal silver deposits and continental volcanic silver deposits are dominated. To the less extent is hydrothermal filling vein — typed silver deposit. Chemically they are divided into silver — dominant deposits and Pb — Zn — dominant deposit. Metamorphic, magmatic hydrothermal reworked silver deposits are controlled by Datongying Formation of Hongqi Yingzi Group of archaean strata but also characterized by marks of magmatic overprints and reworks. Epithermal silver ore deposits occur in the fractural zones developed in granite bodies. Compared to the same type silver deposits in China they are unique in their geological features.

Mesozoic, especially the end period of it is the main ore — forming period. To the less extent is the early period of the late Archean. Metallogenic belts are controlled by deep fractural zone and the related magmatism or by large — scaled folds. Silver occur mainly as micro — submicroinclusions of native silver, sulfides, double sulphursalt, minerals of Au — Ag series and haloids in base metal sulfides and iron sulfides. Pb, Zn, Au, Cu and Mn are the main associated elements. Silver ore is related to the silicification — dominated intermediate — low hydrothermal alteration. In the oxidation zone — developed — Ag — deposits Ag is concentrated about contact between the primary and the oxidation zones but the concentration is not strong.