

冀北辽西地区中生代火山热液

成矿系列及其找矿意义

祝新友

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所)

冀北辽西地区矿产资源丰富,其中铜、金、银等矿床的形成、分布和演化多受中生代火山活动控制。由铜矿→金矿→银矿→萤石矿(镜铁矿),矿床产出的构造位置、与花岗岩的关系、矿物特征、蚀变特征、成矿温度等,都具有系统的变化,构成较完整的火山热液成矿系列。位于该成矿系列低温端员的萤石(镜铁矿)与银矿的成矿作用关系密切,应作为寻找银矿床的重要标志。将成矿系列的观点应用于找矿,我们在丰宁北部发现森吉图银矿点。

关键词 冀北辽西 成矿系列 银矿 火山热液

区域地质特征

本区地处华北地台北缘与大兴安岭—太行山北北东向构造隆起带的交截部位(图1)。基底地层在燕辽沉降带为太古代深变质

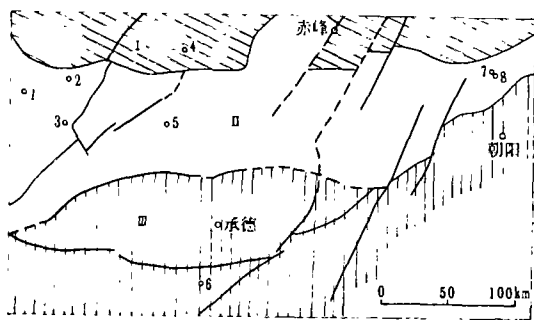


图1 冀北辽西地区矿产分布位置及区域构造略图

I—内蒙兴安褶皱带; II—内蒙地轴; III—燕辽沉降带; 1—十八台镜铁矿; 2—森吉图银矿点; 3—牛圈银矿; 4—扣花营银铅锌矿; 5—步古沟镜铁矿脉、萤石脉; 6—寿王坟铜矿; 7—金厂沟梁金矿; 8—二道沟金矿

岩、元古代厚层碳酸盐岩、碎屑岩;北部地槽区为古生代海相碎屑沉积岩;内蒙地轴的基底地层为元古代红旗营子群变质岩,主要岩性有含石墨片麻岩、变粒岩和斜长角闪岩。该层位被认为是冀北地区银矿床的主要矿源层。上覆地层为中生代陆相火山沉积岩。矿化作用大多发生在上侏罗统张家口组地层(J_3^2)中,岩性为流纹岩、石英斑岩、粗面岩、角砾岩和英安岩。

区域构造以东西向基底构造和北北东向新华夏构造为格架,构成断块。断块之间为构造—岩浆隆起,北北东向的构造岩浆隆起带形成于燕山期,边缘部分是金银矿化的有利地带。东西向基底断裂活动历史漫长,控制了太古界老地层分布,并控制了大部分金矿的分布。

火山活动在中生代最为强烈,形成广泛分布的陆相火山岩盖层。同时有大量的中酸性岩浆岩侵入,主要沿北北东向的构造—岩浆隆起带分布。本区大部分矿床均与火山活

本文 1993 年 3 月收到,张启芳编辑。

动有关, 直接受控于各种火山机构。如寿王坟铜矿的花岗闪长岩岩株, 二道沟金矿的对面沟花岗闪长岩等岩体, 都是侵入于火山穹隆中心的侵入岩^[1]。这类岩体规模较小, 呈复式岩体, 多侵入于断裂交汇部位, 在本区分布较为普遍。岩性以中酸性—酸性为主, ($^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$)₀ 值 0.706, $A/NKC < 1$, $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ (表 1), 与铜 (钼) 矿、金矿有关岩体具有同熔型花岗岩特征。而与银矿、镜铁矿有关的岩体具有较高的($^{87}\text{Sr}/$

^{88}Sr)₀ 值, $A/NKC > 1$, $\text{Na}_2\text{O} < \text{K}_2\text{O}$ 。如牛圈银矿中与成矿关系密切的细粒花岗岩($^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$)₀ 为 0.7474, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 1.95$ ^[3], 这类岩体应属于陆壳改造型。从铜→金→银→镜铁矿, 与之有关的花岗岩岩浆的来源越来越浅, 具连续演化的特点, SiO_2 含量和 A/NKC 增高, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值降低。在遥感照片上, 这些岩体常表现为环形构造, 并在其外侧出现环状断裂和放射状断裂。矿床多产在这些断裂中。

表 1 与成矿有关的次火山岩特征

	寿王坟	对面沟①	扣花营②	十八台③
岩 性	花岗闪长岩	花岗闪长斑岩	次花岗斑岩	次流纹岩
SiO_2	67.45	68.16	75.33	72.32
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	8.62	8.51	7.85	8.79
$\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$	1.10	1.06	0.74	0.42
$A / NK C$	0.96	0.99	1.47	1.27
δ	3.04	2.87	1.91	2.63
REE	194.37	118.21		
LREE / HREE	22.42	5.88		
La / Sm	8.449	6.01		
($^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$) ₀	0.706	0.7062 ^[2]		
年龄(Ma)	133.5	121.5	121	129.1

①李福元、李香亭、张树春、尤桂芹, 辽宁省北票市二道沟金矿典型矿床研究报告, 1988。

②李中兴等, 河北省围场县满汉土一小扣花营银矿床地质研究报告, 1988。

③河北省区域地质调查队, 1/20 万区域地质调查报告, 上黄旗幅, 1974。

矿床地质地球化学

本区矿床种类繁多, 成因复杂。与中生代火山作用有关的矿床有铜 (钼)、金、铅 (锌)、银等矿种, 不同矿种典型矿床的成矿特征简述如下:

1. Cu(Mo) 本区有代表性的矿床为寿王坟铜矿, 产于中生代花岗闪长岩岩株与元古代雾迷山组碳酸岩接触带上。主要矿石矿物为黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿等。脉石矿物为辉石、石榴子石、绿帘石、石英等。围岩蚀变为夕卡岩化。成矿物质主要来自岩体, 部分来自雾迷山组地层, 热液高盐度 (48%), 属岩浆期后热液。通过岩体与周围中生代火山岩的对比、岩体周边发

现隐爆角砾岩, 以及遥感地质等研究成果, 认为寿王坟岩体为一中生代破火山口, 寿王坟铜矿产于破火山口中。与此类似的有小寺沟斑岩型铜钼矿床^[4]。

2. Au 金的成矿时代漫长, 初次富集成矿在变质作用过程中, 如半壁山金矿脉年龄为 1813Ma^[5]。大部分金矿床形成于中生代, 或矿体主要就位于中生代, 常与燕山期就位于火山穹隆的侵入体或次火山岩体有紧密的联系。矿体大多产于花岗岩外围的变质岩或中生代火山岩中, 如金厂沟梁、二道沟、牛心山等矿床; 部分产于小型花岗岩中, 如峪耳崖金矿。其中, 金厂沟梁和二道沟金矿较典型。产于对面沟复式花岗闪长岩岩株外围的放射状断裂中, 对面沟岩体就位

于火山穹隆的中心(图2)。金厂沟梁产于太古界建平群变质岩中,二道沟金矿产于侏罗系流纹岩。主要矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿和银金矿等,与对面沟斑状花岗闪长岩岩体主要副矿物相似^[6]。脉石矿物主要是石英。围岩蚀变为绢云母化、硅化、绿泥石化等,表现为中—低温蚀变类型。同时,矿床硫同位素、稀土元素等的分布特点与对面沟花岗闪长岩岩株相似,而与太古代变质岩有明显差异^[7]。这些都反映出成矿作用与岩浆作用的紧密关系,即对面沟岩体为成矿提供热源,也提供成矿物质和成矿热液^[8]。

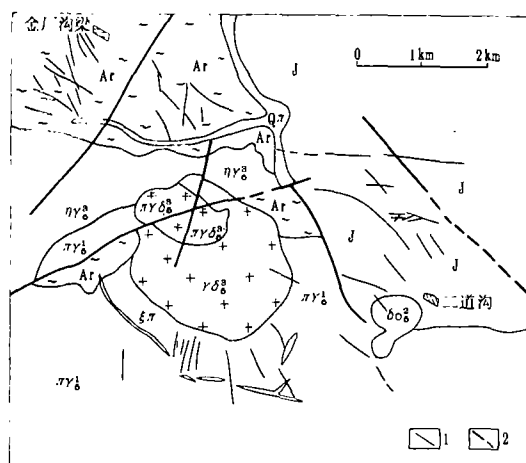


图2 二道沟—金厂沟梁地区地质略图

J—侏罗纪火山岩; Ar—太古界斜长角闪片麻岩; Qn—石英斑岩; $\xi\pi$ —正长斑岩; $\pi\gamma\delta_3^1$ —斑状花岗闪长岩; $\gamma\delta_3^1$ —花岗闪长岩; $\eta\gamma_3^1$ —片麻状二长花岗岩; $\delta\sigma_3^1$ —石英闪长岩; $\pi\gamma_3^1$ —斑状花岗岩; 1—矿脉蚀变带; 2—断裂

3.Ag 本区与火山作用有关的银矿以牛圈银矿床和扣花营银矿床为典型。矿床位于丰宁北北东向构造岩浆隆起带上。矿床产于海西期粗粒花岗岩与元古代红旗营子变质岩接触带岩体一侧,走向北北东,向南侧伏为营房铅锌银矿。矿石为贫硫含银铅锌的玉燧脉,大量发育多期玉燧角砾岩。主要矿石矿物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉银矿、螺状辉银矿、淡红银矿和银金矿等。脉石为萤

石、方解石及大量玉燧。围岩蚀变以硅化、泥化为主。该矿虽不直接产于火山岩中,但仍属于与火山热液有关的矿床,形成温度150~200℃,为一典型的浅成低温热液矿床。扣花营银铅锌矿产于张家口组(J_3)凝灰岩中,矿体位于次花岗岩体外围,成矿与次火山热液有关。矿体具较明显的垂向分带,铅锌矿体在下,银矿体在上。主要矿石矿物为方铅矿、闪锌矿、辉银矿、银黝铜矿、硫铜银矿和自然银。脉石矿物为菱锰矿、石英、重晶石,其中石英颗粒粒径<0.1mm。

4.萤石 广泛分布于隆化、围场、丰宁、赤峰等地。呈石英萤石脉或方解石萤石脉出现。多见于侏罗纪火山岩中,尤其是张家口组流纹岩、凝灰岩中,与侵入体无直接关系。萤石呈紫色、白色,自形晶。脉中一般不含或少含硫化物。围岩蚀变为泥化。在围场县扣花营地区有很多紫色萤石脉体,上部为萤石,下部含较多锰质,测定发现富银,如45号萤石矿。其成矿特点类似于扣花营浅成低温热液型锰银矿晚阶段特点。这类萤石脉在隆化县步古沟乡潘家窝铺也有发现,石英萤石脉中银含量在15~35g/t,最高58.5g/t;当萤石呈紫色、石英含量高时,银含量也高。含银萤石脉的形成与牛圈银矿晚期出现的紫色萤石的形成相似,是在比银矿形成温度低的环境下形成的。

本区低温端员的另一种矿化作用还有镜铁矿化,在扣花营、牛圈均可见到。产于张家口组次火山岩与凝灰岩交界处外接触带的十八台铁矿,矿体呈脉状,走向北北西,厚1.5~4.8m。主要矿石矿物为镜铁矿,细—微粒。矿石中有石英晶簇、萤石、重晶石脉充填。矿石构造主要有块状、角砾状和胶状。拣块样品含银18.5g/t。矿床成因为火山热液型。隆化县步古沟乡镜铁矿点中,银矿化普遍,矿化范围宽于镜铁矿脉,银含量20~40g/t,最高56.3g/t。

成矿系列及找矿意义

本区 Cu(Mo)、Au、Pb、Ag 及萤石、镜铁矿等的成矿作用直接与火山作用有关，构成较完整的火山热液成矿系列。这些矿床的成矿作用具有以下共同特征：①为燕山晚期火山活动演化的产物，成矿时代为 120~130Ma，矿床与火山岩紧密伴生；②成矿热

液来源复杂，高温端员矿床成矿热液主要来自岩浆岩，如寿王坟铜矿；低温端员矿床成矿热液主要来自地下水，中间矿种的成矿热液则为二者之混合；③成矿物质主要来自火山岩，也可有部分矿质来自其他时代的岩石，由火山岩浆的热能驱动水体交代围岩而析出；④成矿以充填方式为主，其次是交代方式。

表 2 冀北辽西地区矿床的流体包裹体均一温度（℃）和盐度

样号	矿床	矿种	测点	温度范围	平均值	最佳值	盐度(wt%)
W-1	寿王坟	Cu	15	①307~332	324	330	48.4
				②518~540	525	529	
JC-2	金厂峪	Au	15	①327~360	348	340	
JC-3	金厂峪	Au	15	②450~503	492	487	
				①201~241	218	223	
				②253~294	284	287	
				③380~425	416	418	
JC-4	金厂峪	Au	15	256~291	272	276	
YE-1	峪耳崖	Au	15	①205~240	219	216	
				②303~345	326	322	
	二道沟	Au	8	213~294	255.7	265	
YF-2	牛圈	Ag	10	170~190	180	182	7.4~7.99
KH-1	扣花营	Ag	15	①203~225	216.2	219	13.7
				②150~170	152.5	157	

测定单位：中国地质大学（武汉）

从火山口向外，依次出现铜、金、铅（锌）、银、萤石及镜铁矿等，成矿温度逐渐降低（表 2）。铜矿床流体包裹体为含子矿物的多相气液包体，具沸腾现象；金矿床以富含 CO₂ 三相包体为特点；银矿床为气液包体；而萤石矿脉中所见的流体包裹体均为纯液相包体，成矿温度低。矿体金含量无显著变化，银含量迅速增高，Ag/Au 比值也随之增高（表 3），矿物组合、围岩蚀变组

合均反映矿床形成的温度从高温向低温演化的趋势（表 4），其中石英颗粒在铜（钼）矿、金矿中较粗，而在银矿、银铅锌矿中细。

表 3 冀北辽西地区矿床的 Au / Ag 比值

	寿王坟	二道沟	扣花营	牛圈
Au / 10 ⁻⁸	0.105	9.4~10.62	0.54	1.64
Ag / 10 ⁻⁸	3.81	19.9~418	178.7	310.54
Ag / Au	36.3	1.3~3.8	331	198

表 4 冀北辽西地区矿床的矿物组合及围岩蚀变组合

		寿王坟	二道沟	扣花营	牛圈
矿物组合	矿石矿物	黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿	黄铁矿、黄铜矿、银金矿	方铅矿、闪锌矿、银矿物	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、银矿物
	脉石矿物	透辉石、石榴子石、石英	石英	菱铁矿、石英、重晶石、萤石	玉髓、萤石
围岩蚀变		夕卡岩化（透辉石、石榴子石）	硅化、绢云母化、绿泥石化	硅化、粘土化、碳酸盐化	硅化、粘土化

成矿系列模式图如图3所示。铜铅矿床成矿温度最高，直接产于次火山岩体中，成矿热液和成矿物质主要来自侵入岩体，类型有夕长岩型（寿王坟）、斑岩型（小寺沟）；金矿产于侵入体周边古地层或与侵入岩同时代的火山岩中，成矿条件范围较宽，含金石英脉之延深常达数百米至千米；铅锌矿段位于金的上部、银的下部，以营房银铅锌矿为典型；银矿床产于火山岩中，远离侵入体存在，而萤石、镜铁矿脉产于火山凝灰岩中，与火山机构无直接联系，成矿物质来自围岩，而成矿热液为加热的地下水。

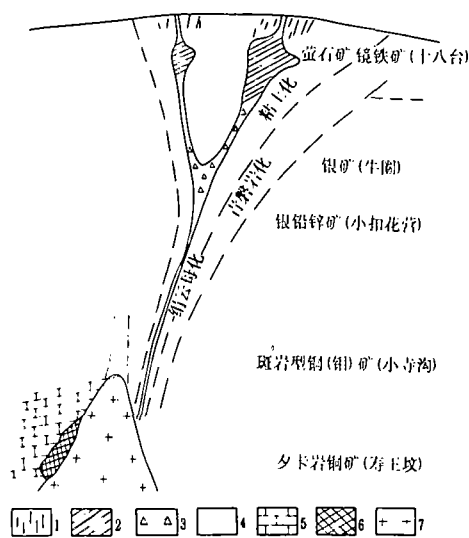


图3 冀北辽西地区火山热液成矿系列及成矿模式

1—萤石脉、镜铁矿脉；2—硅帽；3—角砾岩；4—斑岩铜矿化及蚀变；5—碳酸盐岩；6—夕卡岩铜矿及蚀变；7—花岗岩

火山热液成矿系列的建立对火山岩区的找矿具有十分重要的意义，尤其是找银。在本区以往的地质找矿工作中，就矿论矿的现象十分普遍，如银矿找矿只注意一些与银矿有关的蚀变标志、氧化铁锰帽等，而对与银无直接关系的热液现象则重视不够。在成矿系列中，银与萤石、镜铁矿均位于低温端员，二者紧靠在一起，反映它们的成因具有

紧密的关系，即萤石、镜铁矿脉是银矿重要的找矿标志。在冀北辽西和内蒙赤峰南部地区，存在大量热液萤石脉及很多镜铁矿脉，其中很多已被民采揭露。从成矿系列的角度看，这些都是良好找银标志。有些萤石脉本身就已银矿化。应将这些矿化标志与火山活动、火山机构相联系，深入解剖火山机构，在萤石脉、镜铁矿脉之深部或周围，注意寻找银矿床。根据这种观点，我们在冀北丰宁地区的张家口组流纹岩中寻找一含银硅化体——森吉图银矿点，其矿化范围、围岩蚀变范围均很大，成矿地质特点类似于成矿系列顶部的硅帽，其中含萤石和镜铁矿细脉，在其深部有很好的找银前景。

同样，利用一些已知的银矿点、银铅锌矿点，也应注意寻找火山热液型金矿床；在铜矿床的外围寻找金矿床，如寿王坟铜矿外围发现的三岔沟金矿床。

另外，从与成矿有关侵入体的研究成果，与不同矿种有关侵入体具有完全不同的特征。这就是说，尽管在同一侵入体（次火山岩）周边可形成完整的 Cu(Mo)-Au-Pb(Zn)-Ag-F 等的元素分带，但不大可能形成多个矿种共（伴）生。因此应在特定地区寻找特定的矿种。

本文承蒙马力教授审阅，在此致谢。

参考文献

- [1] 河北省地质矿产局，《河北省北京市天津市区域地质志》，地质出版社，1989年。
- [2] 郭洪中、刘本立，地质与勘探，1991，第3期，第24~28页。
- [3] 许晓峰，有色金属矿产与勘查，1990，第4期，第216~224页。
- [4] 余昌涛等，《中国金矿主要类型区域成矿条件文集（冀东部分）》，地质出版社，1989年。
- [5] 丁义侠，辽宁地质，1988，第4期，第289~295页。
- [6] 宋昌锦，辽宁地质，1990，第3期，第193~198页。
- [7] 孙丽娜，沈阳黄金学院学报，1990，第4期，第66~72页。