

辽西地区金银矿成矿模式探讨

李体刚

(黄金第四支队 辽宁辽阳 111900)

摘要 通过对金(银)矿的成矿时代、温度及物质来源的分析研究,认为辽西地区金(银)矿床均属广义的岩浆热液矿床。论述金(银)矿成矿作用及其演化过程,研究和建立金(银)矿床区域成矿模式。

关键词 金银矿 成矿模式 岩浆热液 辽西

近年来,辽西地区金银矿的找矿工作获得了一些突破,成矿前景自然引起了人们的关注。作者在前人工作的基础上,近几年通过对辽西地区金(银)矿床(点)的研究,建立了区内金(银)矿床(点)成矿模式,以期对辽西地区的金银找矿工作有所裨益。

1 区域地质背景

研究区位于中朝准地台燕山台褶带东段,燕辽金矿成矿带的东部。区内太古宙变质岩系、中上元古界陆源碎屑—碳酸盐沉积及中生界火山岩广泛发育。赋矿层位主要为建平群变质岩系、蓟县系雾迷山组、青白口系景儿峪组及侏罗纪火山岩、次火山岩。区内构造发育,以断裂为主,近东西向断裂带(凌源—北票—沙河、要路沟—锦西、明水及东青堡等断裂)与北东向断裂带(张家营子—叨尔登、朝阳—药王庙、哈尔套—锦州、西坪坡—锦西等断裂)构成了主体构造格架,并控制了区内金(银)矿床(点)的分布。金(银)矿床(点)总体上呈东西向展布,且大

都位于东西向断裂带与北东向断裂带交汇部位的钝角区。受构造活动影响,区内岩浆活动频繁,尤以中生代岩浆活动最剧烈,形成了多期次、多旋回的中酸性花岗岩、火山岩及次火山岩,它们为金银等元素成矿提供了充足的热液。

2 金(银)矿成因类型

笔者通过对辽西地区40余个金(银)矿床(点)及多金属矿床(图1)的系统分析研究,依据其成因特点,划分出4种成因类型:1)岩浆热液型,如夹山金银矿、柏杖子金矿等;2)火山—次火山热液型,如水泉金银矿、三道盘、红石金矿,东青堡银锌矿等;3) (隐)爆破角砾岩型,如小盘岭、小孤山等金银矿;4)夕卡岩型,如八家子银多金属矿。其中夕卡岩型极为少见。

2.1 岩浆热液型

该类型矿床的热液主要来自深成—浅成酸性、中酸性侵入岩,矿床大都赋存在中生代台隆区内,不受容矿岩石时代限制。但

作者简介:李体刚,男,36岁,学士,工程师,矿产勘查。

1997-01-13收稿,李杰美编辑。

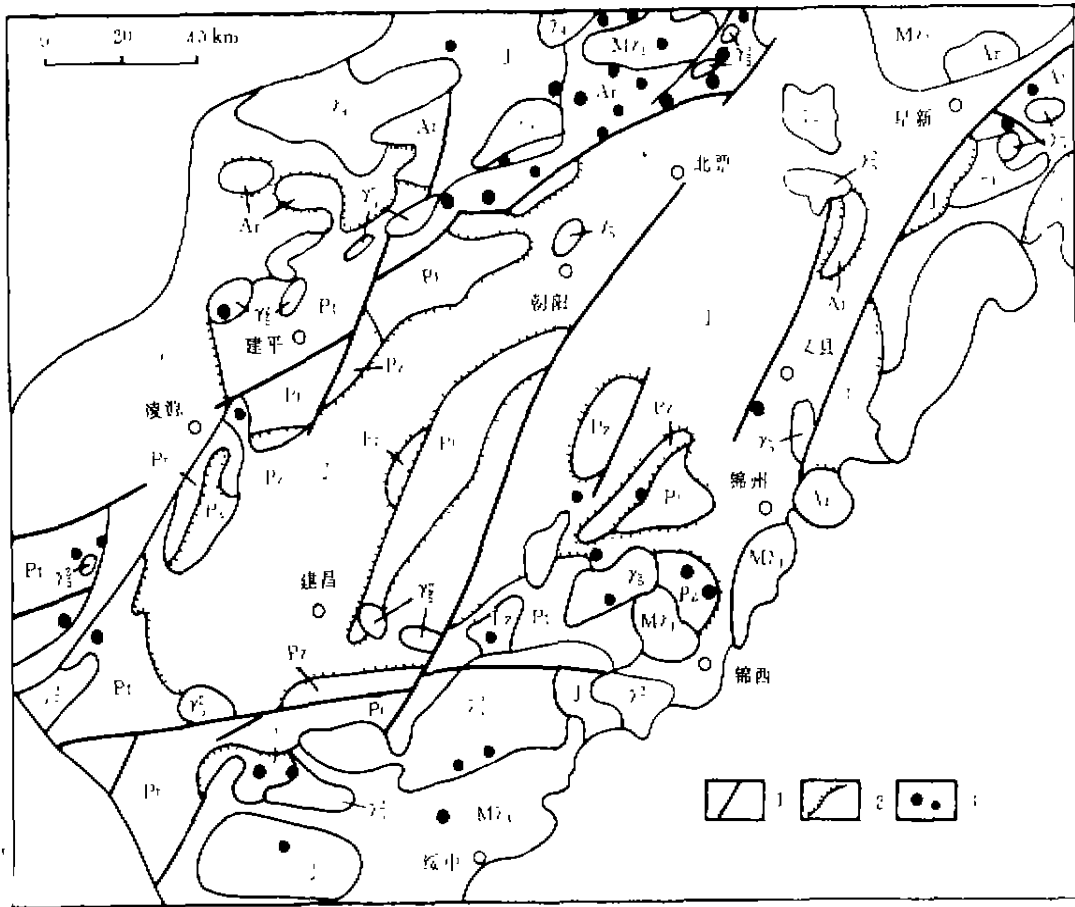


图1 辽西金(银)矿地质略图

J—侏罗纪火山沉积岩系; Pz—古生代沉积岩系; Pt—元古宙变质岩系; Ar—太古宙变质岩系; Mz₁—太古宙混合花岗岩;
Y₁—燕山期花岗岩; Y₂—华力西期花岗岩; 1—断裂; 2—角度不整合接触界线; J—金、银矿床(点)

容矿岩石以酸性、中酸性侵入岩为主, 其次是太古宙混合(花岗岩)。含矿热液长时间的热循环作用是形成此类矿床的重要因素。矿体严格受断裂构造控制, 呈脉状、扁豆状平行或斜列式不均匀分布, 常具明显的分支复台、尖灭再现、膨胀收缩现象。

围岩蚀变有钾化、硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化等。其中硅化、绢云母化、黄铁矿化等与成矿关系密切。矿石矿物以黄铁矿为主, 其次有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、金银矿、银金矿、自然金等。脉石矿物以石英为主, 其次为方解石、绢云母。上述特点在夹山、柏杖子等金(银)矿床中尤为突出。

2.2 火山-次火山热液型

这种类型矿床多分布在中生代火山盆地边缘, 附近有较大规模断裂带通过, 成矿作用与中生代火山-次火山岩的侵入及断裂构造关系密切。如水泉金银矿、东青堡银锌矿位于三象沟-老虎洞断裂带北侧; 三道盘金矿位于土门子-明水塘断裂带北侧; 红石金矿则位于阜新一锦州断裂带西侧。它们的容矿岩石皆为火山岩或次火山岩。因此, 断裂带附近火山岩、次火山岩发育地段是形成此类矿床的有利部位。

此类矿床矿体大都呈脉状、透镜状、豆荚状出现, 个别呈囊状。围岩蚀变具有相同的特点, 以硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化为主。另外, 重晶石化、萤石化、青磐岩

化也较发育。硅化、黄铁矿化等与金银矿化关系密切。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、金银矿、银金矿、辉银矿、自然银等。脉石矿物以石英为主，其次有绿泥石、方解石、萤石、重晶石等。

2.3 (隐) 爆破角砾岩型

该类型目前发现的仅有小盘岭和小孤山两处小型金银矿床和几处矿点。容矿岩石为管道相次火山岩或附近的其他岩石。次火山岩大都分布在2~3组断裂交汇处，岩体或附近围岩中发育爆破角砾和隐爆角砾，矿(化)体赋存于角砾岩相带中，以细脉浸染型为主。近矿围岩蚀变有硅化、绢云母化、钾化、黄铁矿化、青磐岩化等。其中硅化、钾化、黄铁矿化等与金银矿化关系密切。矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、针铁矿、金银矿、银金矿等。脉石矿物以石英为主，其次有绿泥石、方解石、斜长石等。

2.4 夕卡岩型

这种类型矿床在区内极少见，八家子银多金属矿属于该类型。矿床大都赋存于深成侵入岩体与钙镁质岩石的接触带两侧。是由于深成侵入岩体在侵位过程中提供的气成热液与钙镁质岩石发生接触交代作用所致。夕卡岩化是该类矿床最典型的蚀变特征，其次是硅化、绢云母化、黄铁矿化、钾化等。矿

(化)体多成群出现，形态为脉状、透镜状、不规则状，少数为似层状。矿石矿物组合为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、金银矿、自然银、辉钼矿等。脉石矿物有石英、透辉石、透闪石、蛇纹石、方解石等。

综上所述，4种类型金(银)矿床都严格受断裂构造控制，虽然赋矿层位不同，但围岩蚀变、矿物组合等却具有近似的特点，说明它们在成因上仍具有一定的内在联系。

3 成矿作用

3.1 成矿时代

辽西地区中生代燕山期成矿作用已被越来越多的人所认同，近十余年找矿实践和大量的研究表明，无论是老变质岩中的还是中生代火山-沉积岩中的金(银)矿，几乎均属燕山期成矿作用的产物^[1]。依据有以下几点。

1) 区内大多数金银矿床(点)，如红石、水泉、夹山、小盘岭、小孤山等都直接与中生代的中酸性侵入岩、火山-次火山岩及其脉岩在空间上密切伴生，其成矿热液均来自中生代火山活动或侵入岩浆。

2) 花岗岩体年龄直方图(图2)显示，成矿花岗岩体的年龄为100~193 Ma，属早侏罗世—早白垩世，并以早侏罗世、晚侏罗世

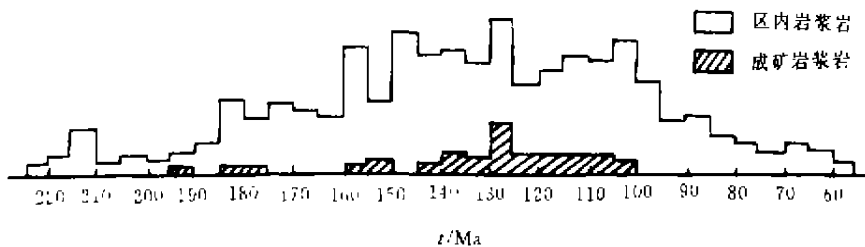


图2 中生代岩体 K-Ar 年龄直方图

到早白垩世为主，成矿期为中生代。

3) 一些金矿虽与燕山期岩体在空间上无直接关系(长皋金矿)，但其矿脉近矿围岩蚀变绢云母的 K-Ar 年龄为189 Ma(曾信忠，

1990)，属于燕山期矿化作用的产物。

4) 据魏有惠等(1994)研究，区内40余个金银矿床(点)异常铅混合模式年龄的上交点为103~126 Ma，属于燕山期成矿。

3.2 成矿物质来源

3.2.1 硫同位素特征 据区内12个金银矿床67件矿石硫同位素资料统计, $\delta^{34}\text{S}$ 值范围为 $-12\text{‰} \sim -14\text{‰}$, 多数集中在 $0 \sim 6\text{‰}$ 之间, 说明硫源基本上是均一的, $\delta^{34}\text{S}$ 峰值在 $2\text{‰} \sim 4\text{‰}$ 之间(图3), 是0值附近的正值, 总体接近陨硫硫 $\delta^{34}\text{S}$ 值($-5.6\text{‰} \sim +2.5\text{‰}$), 与深源岩浆有关。另外, $\delta^{34}\text{S}$ 的变化范围特征(少量 $\delta^{34}\text{S}$ 值大于 10‰)说明少量硫可能来自容矿围岩。

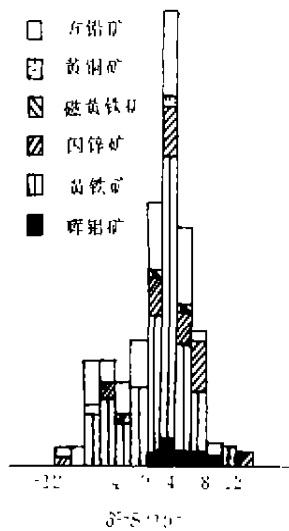


图3 矿石中硫化物硫同位素特征图

3.2.2 铅同位素特征 金银矿床矿石铅同位素特征(表1)表明, 矿石铅同位素组成介于地幔与下地壳之间, 属混合铅, 往往具有二阶段或多阶段演化特征。另从图4中看出矿石铅均在重熔岩浆热液型金矿床区。以上特点说明金(银)矿床不仅受原始矿源层(太古宙变质岩系)控制, 而且中生代地台活化, 燕山期重熔岩浆作用对金(银)最终成矿具有更直接、更重要的控制作用。

3.2.3 氢氧同位素特征 辽西部分金银矿床矿石氧同位素值(表2)表明, $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 变化范围为 $-73.84\text{‰} \sim -115.5\text{‰}$, 众值为 $-80\text{‰} \sim -90\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 的变化范围为 $-0.20\text{‰} \sim -9.3\text{‰}$, 众值为 $2.88\text{‰} \sim 5.3\text{‰}$ 。对照 Taylor 计算的典型岩浆水 $\delta\text{D} = -40\text{‰} \sim -80\text{‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -5.5\text{‰} \sim +8.5\text{‰}$, 说明辽西地区金银矿床的成矿流体最接近岩浆水。而氢氧同位素组成与单纯岩浆水稍有偏离, 可能是混有大气降水的结果。

3.2.4 包裹体成分 部分金银矿床矿石中的气液包裹体的测试结果(表3)表明, 成矿热液 pH 值为 $4.60 \sim 6.20$, 显示弱酸性特点, 盐度为 $1.53\% \sim 8.87\%$, 与岩浆热液矿床含盐度($1\% \sim 5\%$)接近, 气相组分富 CO_2 , 少

表1 辽西金银矿矿石铅同位素组成

矿床名称	样品数	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	资料来源
柏杖子	4	17.14	15.35	37.08	魏有惠, 1994
毛家店	1	16.50	15.25	36.37	
金厂沟梁	12	17.17	15.45	37.14	伊文祥, 1991
马户沟	3	16.84	15.36	36.82	
弥力营子	4	16.81	15.21	36.26	
二道沟	5	17.42	15.65	38.01	裴士俊, 1991
红石	2	16.08	15.37	37.53	
大石沟	1	16.19	15.24	36.23	
地幔		18.01	15.42	37.70	Barnes, 1979
下地壳		17.27	15.29	35.57	
上地壳		19.33	15.73	39.08	

CH_4 , 也表现出岩浆热液的特点。液相组分 K^+/Na^+ 值为 $0.07 \sim 1.61$, 而 $\text{Cl}^- \gg \text{F}^-$, 显示

出岩浆水 ($\text{K}^+/\text{Na}^+ + \text{F}^- > \text{Cl}^-$) 与热卤水 ($\text{Na}^+ \gg \text{K}^+$, $\text{Cl}^- \gg \text{F}^-$) 的双重特点。上述特

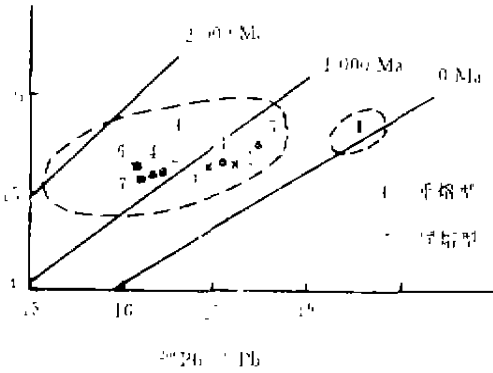


图4 金银矿矿石铅同位素组成图

1—柏杖子；2—毛家店；3—金厂沟梁；4—费力杖子；
5—三道沟；6—红石；7—大石沟

总的趋势显示成矿流体主要来自岩浆水，其中可能混有少量热卤水。

表2 金矿石氢氧同位素组成

矿床名称	样号	δD_{H_2O} ‰	$\delta^{18}O_{H_2O}$ ‰	资料来源
大白沟	1	-91.2		裴士俊等, 1991
红石	2	-115.5	1.10	
三道沟	7	-89.7	4.86	
三道沟	8	-90.0	3.02	
三道沟	7	-104.7	4.50	
三道沟	10	-91.9	2.88	
金厂沟梁	11	-85.1	-0.50	
金厂沟梁	12	-98.3	1.70	魏有忠, 1993
柏杖子	B17		2.99	
柏杖子	B13		6.62	
柏杖子	B14		6.31	
八家子	LR0-2	-84.30	5.55	曹信忠, 1993
长泉	LR0-3	-75.84	9.33	
水泉	LJ-1	-83.06	16.4	

表3 石英气液包裹体分析结果

矿床名称	液相							K ⁺ /Na	资料来源	
	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺	Ca ⁺	F	Cl	NO ₂			
八家子银矿	0.289	0.830	0.070	0.075	1	1.534	3.07			
毛家沟银矿	0.332	1	0.062	0.140	1	0.413			曹信忠,1993	
水泉金矿	0.244	0.017	0.017	0.027	1	0.536		0.07		
红石金矿	0.360	0.380	0.20	0.0	0.02	0.15	0.23	0.03	1.16	银剑利,1994
金厂沟梁金矿	0.589	0.798	0.161	0.418	0.107	0.835	0.172	0.115	1.20	孙丽娜,1992
三道岔金矿	0.73	0.57	0.54	1.12	1.62	3.27	7.10	5.21	1.04	王丹丽等,1995
红花沟金矿	5.61	2.58	0.82	1.3	3.12	14.25	11.14	14.77	9.46	王建同等,1992
柏杖子金矿	0.359	0.174	0.017	0.050	0.042	0.507		0.51		陈纪明,1985

矿床名称	气相					盐度/10 ⁻²	pH	温度/℃	压力/MPa	资料来源	
	CO ₂	H ₂ O	H ₂	N ₂	CH ₄						
八家子银矿	3.38	89.11	1.80	0.75	1.29	2.77	6.52	5.70	360	19.0	
毛家沟银矿	1.26	89.73	1.11	0.34	1.18	3.37	1.90	6.06	378	24.0	曹信忠,1993
水泉金矿	2.01	96.98	0.55	0.25	0.38	0.68	1.73	5.70	342	16.5	
红石金矿											银剑利,1994
金厂沟梁金矿	8.71	24.05	1.64	5.57	2.12	2.21	8.87	5.13	260	10.995	孙丽娜,1992
三道岔金矿	7.44	1282	0.25	0.40	0.45	1.07		6.20	238		王丹丽等,1995
红花沟金矿	11.15	1.7	0.03	0.70	0.64	1.08	5.05	4.00	225	11.0	王建同等,1992
柏杖子金矿	19.5	600				2.63					陈纪明,1985

3.3 成矿温度

通过对江西20余个金(银)矿床(点)的统计,成矿温度范围为110~410℃,几个主要金(银)矿床的成矿温度(表4)显示,岩浆热液型金(银)矿床的成矿温度从低温到高温(170~280℃),火山-次火山热液型金(银)矿

床为中低温热液成矿(110~320℃)、夕卡岩型矿床的成矿温度(278~409℃)属于中高温岩浆热液成矿。虽然这只是一个统计结果,但仍具有一定的代表性。因此,可以认为辽西地区金银矿床的成矿温度从低温到高温,以中温为主,均属广义的岩浆热液矿床。

3.4 成矿作用探讨

虽然各种类型金(银)矿床(点)所处地质构造环境不同,成矿作用较为复杂。但上述研究结果已表明,各类型金(银)矿床(点)在成因上仍存在一定的内在联系,因此,笔者认为研究区成矿作用可统一用“构造-岩浆热液”成矿的观点来解释,现对其成矿作用概述如下。太古宙早期,全区沉降,海侵广泛,海底火山活动强烈,形成基性-中酸性火山沉积建造。太古宙末期,受鞍山运动影响,发生区域变质作用,形成太古宙变质岩系,岩石中金平均丰度为 3.98×10^{-4} ,变化系数1.48^[2],说明在区域变质作用过程中,金元素发生了迁移、富集。同时,东西向基底构造开始形成之后,发生广泛的混合岩化及花岗岩化作用,形成区内广布的混合岩、混合花岗岩。岩石中金元素平均丰度 2.49×10^{-4} ,变化系数3.26^[2],与其原岩太古宙变质岩系相比,金发生了明显的相对富集和流失,银具备同样的特征。这种局部富集金银元素的太古宙变质岩系、混合(花岗)岩所组成的古老结晶基底是金银的一种原始矿源层。

造带。从中元古代开始,构造运动相对较弱,接受盖层沉积,形成了中新元古代至古生代的陆相-海相沉积建造。

晚古生代,构造活动再次加剧,至中生代,受太平洋板块北东-北北东向对中朝板块的挤压、俯冲作用的影响,华北地台发生活化,地热梯度剧增,区域应力不断聚集与释放,使得区内构造-岩浆活动异常强烈,形成了北东向、北北东向断裂构造带。同时,早期形成的东西向基底断裂构造带继续活动,并且使富含成矿物质的结晶基底局部重熔或使下地壳及上地幔发生深熔,形成富含金银等元素的重熔型岩浆。岩浆在侵位过程中,提供富含成矿物质的岩浆热液,这种成矿流体在沿构造裂隙运移过程中,接受部分大气降水,与围岩发生交代溶蚀作用,并从中淋滤、萃取成矿物质,在适宜的物化条件下,于有利的构造空间富集成矿。由于含矿热液迁移通道、围岩岩性、迁移距离等地质环境及成矿主导因素——含矿岩浆的差异,形成了不同类型的金银矿床。

4 成矿模式

依据金(银)矿床成矿时代、成矿物质及成矿热液来源等矿床成因特征,结合金(银)矿床容矿岩系及成矿作用演化规律建立了区域成矿模式(图5)。虽然成矿模式是在“岩浆热液”成矿观点基础上建立的,但地层对金银元素成矿仍具有一定的控制作用,应予以注意。象太古宙变质岩系、混合(花岗)岩,元古宙蓟县雾迷山组、青白口系景儿峪组以及侏罗纪火山岩、次火山岩等,这些岩系在区内广泛分布,赋矿层位规模大,在三度空间连续性好,且岩石中金银元素丰度值相对较高、变化系数大,在金银元素成矿作用过程中提供了部分物源,是区内的主要容矿岩系。

表4 金银矿床成矿温度

矿床名称	成因类型	成矿温度/℃	资料来源
夹山金银矿	岩浆热液	205~360	辽宁四队,1987
柏杖子金矿	岩浆热液	170~360	陈纪明等,1985
二道沟金矿	火山热液	300~305	辽宁三队,1988
水泉金银矿	火山热液	170~310	辽宁四队,1989
三道盘金矿	火山热液	169~238	王丹丽等,1995
小盘岭金矿	隐爆角砾岩	210~320	卫万卿等,1992
红石金矿	火山热液	110~300	孔庆璇,1987
东青堡银锌矿	火山热液	145~304	雷时斌,1994
八家子银矿	夕卡岩	278~409	林彦春,1989

古元古代,本区经受风化剥蚀,处于稳定地台发展阶段。古元古代末期(1.82 Ga),受吕梁运动影响,形成了区域性东西向基底构

