

围山城层控金银矿特征和成矿作用

陈殿凯 周旦生

(河南省地质局第三地质调查队)

围山城金银矿带包括银洞坡金矿床和破山银矿床。由于金、银矿床明显受地层、岩性控制,而矿化又具有热液成因的特点,因而引起人们的重视。本文主要研究了该矿带的层控特征和成矿作用^①。

一、矿带地质特征

围山城金银矿带位于秦岭东西复杂构造带东段南支。区内分布的上元古界为一套地槽型变质火山-沉积岩系。歪头山组(Pt₃w)为含矿岩系,构成北西向河前庄背斜。上覆大栗树组(Pt₃d)为变质火山岩——细碧角斑岩系。两组间可能为构造不整合,被黑云斜长片麻岩(Gn)所隔(图1)。

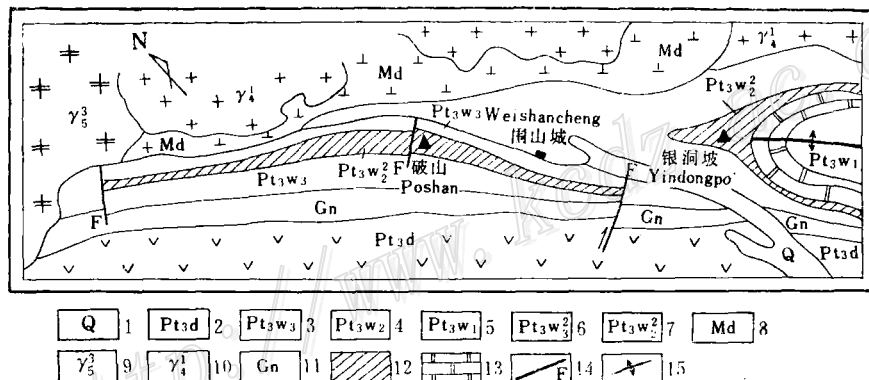


图1 围山城金银矿带地质略图

(据1:1万地质图编制)

- 1—第四系; 2—大栗树组; 3—歪头山组上部; 4—歪头山组中部; 5—歪头山组下部; 6—上矿源层; 7—下矿源层; 8—闪长岩; 9—燕山期梁湾花岗岩体; 10—海西期桃园花岗岩体; 11—片麻岩; 12—矿源层; 13—大理岩; 14—断层; 15—河前庄背斜轴

Fig. 1. Diagrammatic geological map of the Weishancheng Au-Ag ore belt.

1. Quarternary sediments; 2. Dalishu zu; 3. upper Waitoushan zu; 4. middle Waitoushan zu; 5. lower Waitoushan zu; 6. upper source bed; 7. lower source bed; 8. diorite; 9. Yenshanian Liangwan granite body; 10. Hercynian Taoyuan granite body; 11. gneiss; 12. source bed; 13. marble; 14. fault; 15. Heqianzhuang anticlinal axis.

矿带东侧和西北端出露大片的海西期(370百万年)桃园黑云斜长花岗岩(γ_4^4)与燕山期(117百万年)梁湾似斑状花岗岩(γ_3^3)。它们吞噬了部分歪头山组及大栗树组。此外,桃园岩体与歪头山组之间有一闪长岩混染带(Md),其时代早于海西期侵入体。

(一) 含矿岩系及其地球化学特征

歪头山组分上、中、下三部分, 17个岩性段^①(图2)。下部(Pt₃w₁)以变粒岩为主, 夹大理岩、云母石

^① 甘幼鸣、冯广中、王泽众、刘明臣、王克贤同志参加了此项研究。

英片岩, 顶部为斜长角闪片岩; 上部 (Pt_3w_3) 为变粒岩夹云母石英片岩, 顶部夹斜长角闪片岩及大理岩透镜体。

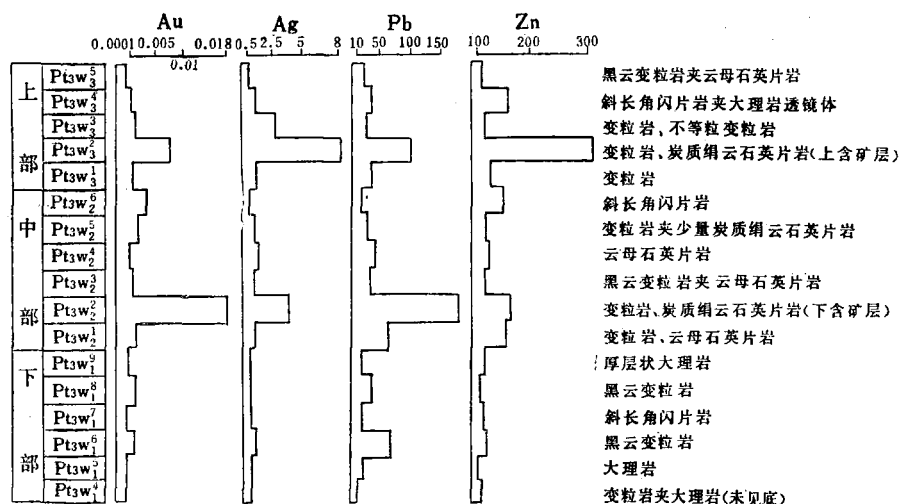


图 2 歪头山组各段岩性和Au、Ag、Pb、Zn元素平均含量 (ppm)

Fig. 2. Variation in contents of average Au, Ag, Pb and Zn in various segments of Waitoushan zu.

区内变质岩经原岩恢复, 云母石英片岩类属正常沉积的粉砂岩; 变粒岩较复杂, 下部层位大部分为泥质粉砂岩, 中上部为中性沉凝灰岩——凝灰质粘土质岩石; 中部地层之顶部 (Pt_3w_2) 的斜长角闪片岩属基性沉凝灰岩。

各地层及各侵入岩类成矿元素平均含量 表 1

岩石及地层	样品数		分析结果 (ppm)					
	1	2	Au	Ag	Pb	Zn	Cu	
大栗树组 (Pt_3d)	422	15	0.00054	0.28	17.39	81.03	59.81	
歪头山组 (Pt_3w)	2742	578	0.0048	1.325	47.25	129.17	42.52	
混染带 (闪长岩)	210	14	0.00065	0.35	19.92	91.99	63.86	
黑云斜长片麻岩	233	13	0.00107	0.43	16.25	125.62	73.20	
桃园花岗岩 (γ_1)	38	38	0.0015	0.334	28.26	62.26	13.96	
梁湾花岗岩 (γ_2)	13	13	0.0016	0.14	28.77	41.74	19.15	

注: 样品1为Ag、Pb、Zn、Cu样品数; 2为Au样品数。
矿床赋存于上部第二岩性段 (Pt_3w_3), 称为“上含矿层”。有趣的是 Pt_3w_2 金高 (0.019ppm), 银较低 (3.52ppm), Pt_3w_3 银高 (8.09ppm), 金较低 (0.0079ppm)。这和 Pt_3w_2 形成金矿, Pt_3w_3 形成银矿相吻合。

(3) 歪头山组主要岩石类型之间成矿元素有明显的差异 (表 2)。碳质绢云石英片岩的金、银含量最高, 分别为0.021ppm与6.48ppm, 是金、银矿体的直接赋矿围岩。值得指出的是原岩为沉凝灰岩的变粒岩

据系统样品分析 (表 1①), 区内各地质体成矿元素特征如下:

(1) 歪头山组金②、银、铅、锌元素含量均高于地壳克拉克值③, 为其他地质体的几倍到十几倍, 因此歪头山组是本区的唯一含矿岩系。

(2) 图 2 表明: 歪头山组下部地层成矿元素含量相对偏低, 且无明显变化; 中部与上部地层出现了两个含金、银、铅、锌的富集部位, 银洞坡金矿床产于中部第二岩性段 (Pt_3w_2), 称“下含矿层”, 破山银

① 为排除矿化干扰, 对 $Au > 0.2$ 、 $Ag > 30$ 、 $Pb > 500$ 、 $Zn > 1000$ ppm 的样品在计算时已剔除。

② 微量金由河南省地质局实验室用化学光谱法测定。

③ 金、银克拉克值采用黎彤 1976 年“金的地球化学特征”一文资料。

各主要岩石类型成矿元素平均含量 表 2

岩石名称	样品数		分析结果 (ppm)			
	1	2	Au	Ag	Pb	Zn
碳质绢云石英片岩	30	52	0.021	6.48	151.67	256.67
云母石英片岩	68	68	0.003	1.92	50.75	179.25
变粒岩(1)	154	138	0.0059	3.07	56.34	258.49
变粒岩(2)	44	44	0.0017	0.36	34.66	155.10
斜长角闪片岩	81	80	0.0016	0.53	14.85	195.93
大理岩	71	15	0.0011	0.40	17.63	105.46

注：变粒岩(1)原岩为沉凝灰岩；变粒岩(2)原岩为泥质粉砂岩或凝灰质粉砂岩

在上、下两个含矿层中成矿元素含量较高，与碳质绢云石英片岩共同组成了矿源层。

(4) 歪头山组铜含量低于克拉克值(表1)，因此矿带内无铜矿化。

以上资料表明，本区在地球化学特征上为金、银、铅、锌，特别是以银为主的矿化集中区。歪头山组为含矿岩系， $Pt_3w_2^2$ 和 $Pt_3w_2^3$ 为金银矿床的矿源层，对本区矿化起着主导控制作用。

(二) 矿床地质简介

1. 赋矿围岩及矿体形态产状

金、银工业矿体均产于碳质绢云石英片岩内，变粒岩局部有矿化，但构不成矿

体。

矿体多呈似层状(图3)、透镜状、鞍状(图4)，比较连续、稳定，常呈多层状，与含矿地层(碳质绢云石英片岩)在变粒岩中呈多层状产出一致。矿体产状随含矿层的产状变化而变化。

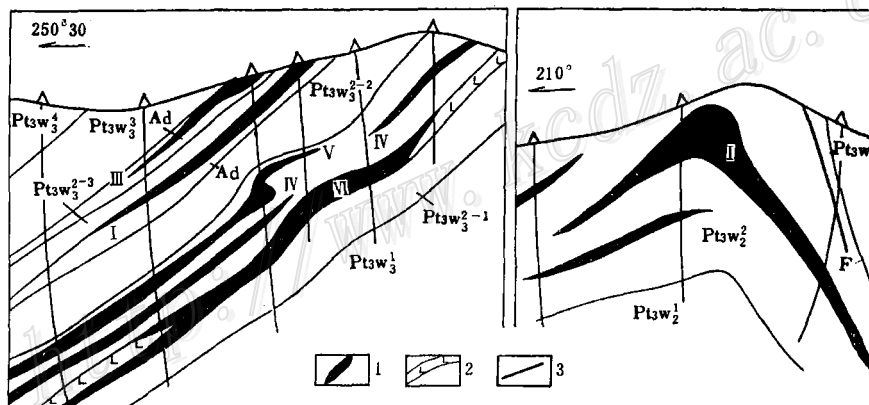


图3 破山银矿区E6勘探线剖面图

图4 银洞坡金矿区E6勘探线剖面图

$Pt_3w_4^1$ —黑云斜长片麻岩； $Pt_3w_3^3$ —榴云变粒岩； $Pt_3w_3^{2-3}$ —不等粒黑云变粒岩夹碳质绢云石英片岩； $Pt_3w_3^{2-2}$ —黑云变粒岩与碳质绢云石英片岩互层； $Pt_3w_3^{2-1}$ —绢云石英片岩与碳质绢云石英片岩互层； $Pt_3w_3^1$ —黑云斜长片岩夹绢云石英片岩； $Pt_3w_2^1$ —变粒岩夹少量碳质绢云石英片岩； $Pt_3w_2^2$ —碳质绢云石英片岩夹少量变粒岩； $Pt_3w_2^3$ —变粒岩、云母片岩；Ad—碳质绢云石英片岩；1—矿体及编号，2—云煌岩，3—断层

Fig. 3. Geological section along Exploration Line E6 of the Poshan silver ore deposit.

Fig. 4. Geological section along Exploration Line E6 of the Yindongpo gold ore deposit.

$Pt_3w_4^1$ —biotite-plagioclase gneiss; $Pt_3w_3^3$ —garnet-mica granulite; $Pt_3w_3^{2-3}$ —unevenly-grained biotite granulite with intercalated carbonaceous sericite-quartz schist; $Pt_3w_3^{2-2}$ —biotite granulite interbedded with carbonaceous sericite-quartz schist; $Pt_3w_3^{2-1}$ —sericite-quartz schist interbedded with carbonaceous sericite-quartz schist; $Pt_3w_3^1$ —biotite plagioclase schist with intercalated sericite-quartz schist; $Pt_3w_2^1$ —granulite with minor amounts of carbonaceous sericite-quartz schist intercalations; $Pt_3w_2^2$ —carbonaceous sericite-quartz schist with minor amounts of granulite intercalations; $Pt_3w_2^3$ —granulite and mica schist; Ad—carbonaceous sericite-quartz schist; 1. ore body and its serial number; 2. minette; 3. fault.

围山城金、银矿石矿物组成表

表 3

矿物种类	矿物含量			主要金、银矿物成色及粒度
	主要	次要	少量	
金矿物	自然金	银金矿	银金齐、碲金矿、 β -汞金矿	经电子探针分析，自然金含Au98.6%，含Ag0.33%，自然银含Ag100% 自然金粒径0.01—0.075毫米，最大0.84毫米 自然银粒径0.04—0.6毫米，个别大者为1—2厘米，呈发丝状
银矿物	自然银	辉银矿	金银矿、深红银矿、淡红银矿、针碲金银矿、硫铜银矿、辉锑银矿、辉铜银矿、角银矿	
金属硫化物及铜、铅的氧化物	黄铁矿、方铅矿、闪锌矿	黄铜矿、磁黄铁矿	黝铜矿、自然铜、斑铜矿、蓝铜矿、孔雀石、铁闪锌矿、铅铁矾、白铅矿、磷氯铅矿、磷硫铅铁矿、自然铅、毒砂等	
铁、锰、钛等矿物	褐铁矿、铅铁矾、硬锰矿	赤铁矿、磁铁矿、磷硫铅矿	磁黄铁矿、黑锌锰矿、软锰矿、白铅矿、钛铁矿、金红石、锆石、白钛矿、锐钛矿、黄钾铁矾等	
脉石矿物	石英	绢云母	白云母、黑云母、长石、绿泥石、方解石、萤石、石榴石、角闪石、电气石、菱铁矿、石墨等	

2. 矿石组分及矿石结构、构造

矿石系指含金、银矿物及其他金属硫化物的碳质绢云石英片岩，多具硅化及碳酸盐化。

两矿区矿物种类基本一致，唯含量不同。银洞坡以金矿物为主，破山以银矿物为主（表3）。

金矿石含金几—几十克/吨，伴生银；银矿石含银几百克/吨，伴生金。两矿区铅锌含量已达工业品位，还含镉、铍、锗等有益组分。

矿石结构常见的有自形一半自形粒状结构、他形粒状结构、固熔体分离结构、交代溶蚀结构及压碎结构。

矿石构造主要有脉状及网脉状构造、浸染状构造及角砾状构造。还有变余层状构造及块状构造。

3. 金、银矿物的赋存状态①

金呈独立矿物。可见金（占66.33%）、不可见金（ <0.001 毫米）或次显微金（占33.67%）嵌布在金属硫化物及石英颗粒之间或其裂隙中，次显微状金主要赋存在方铅矿中。

银矿物赋存形式有：自然银（占57.04%）或其他银矿物（占9.80%）与一种或几种金属硫化物连生或呈包体，或在边部交代金属矿物。金属硫化物中含银（占12.88%）。碳质、碳质-石英连生体以及碳酸盐等脉石也含银（占20.28%）。

二、与成矿作用有关的几个问题

（一）硫、铅同位素组成特征

1. 硫同位素组成①特征（表4）

（1）工业矿体与围岩中 δS^{34} 值变化于 $-1.8—+6.8\%$ ，绝大多数为 $2—4\%$ ，变化范围狭窄，靠近零值。两矿区硫同位素组成无明显差异，银洞坡金矿 δS^{34} 值略大于破山银矿。硫同位素组成特征与某些火山岩型铜、铅矿床相似（图5）。

（2）破山含矿云煌岩（燕山期产物）中 δS^{34} 值为 $+2.7—+3.9\%$ ，与矿体围岩的硫同位素组成一致。

（3）歪头山组下部（ $Pt_3w_1^?$ ）大理岩中硫化物 δS^{34} 值变化范围大，从 $+1.0—-25.4\%$ ，与两矿区差别显著，可能不是一个硫源。

（4）10个硫对所获得的同位素平衡温度为 $174—445.8^\circ\text{C}$ ，平均为 299.5°C ，稍高于包裹体均一温度

① 参考地质矿产部矿产综合利用研究所对两矿区选矿试验资料。

围山城金银矿硫同位素测试结果表①

表 4

矿 区	矿 体 及 岩 石	样 品 数	$\delta S^{34}\%$			
			平 均	黄 铁 矿	闪 锌 矿	方 铅 矿
破山银矿	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	18	+1.48	-1.60—+5.2	+2.1—+3.4	-1.8—+1.6
	次要矿体(斜长角闪片岩)	2	+1.7	+3.2		+0.2
	近矿围岩	6	+3.1	+6.8	+2.4—+4.1	0.0—+2.7
	含矿云煌岩	4	+3.03		+2.1—+3.7	
银洞坡金矿	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	16	+3.31	+1.8—+5.2	+2.5—+4.3	+0.6—+3.4
	次要矿体(同上)	6	+1.93	+4.2—+4.8		-0.3—+2.6
	近矿围岩	4	+3.02	+3.3—+3.6	+3.4	
	远矿大理岩	5	-5.62	-25.4—+3.3	+2.9	+1.0

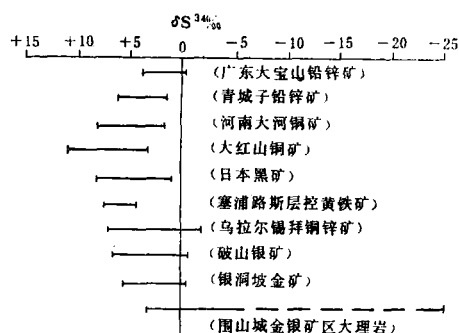


图 5 硫同位素分布对比图

Fig. 5. A comparison of sulphur isotope distribution in different ore deposits.

围山城金银矿铅同位素组成②

表 5

矿 区	样 号	矿 体 及 岩 石	矿 体 号	铅同位素组成			模式年龄 (m. y.)		
				$\frac{Pb^{206}}{Pb^{204}}$	$\frac{Pb^{207}}{Pb^{204}}$	$\frac{Pb^{208}}{Pb^{204}}$	H. H.	R. F. C.	R. S. F.
破山银矿	DF11	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	1	16.54	14.97	37.37	828.5	1008	905
	H5—1	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	1	16.886	15.184	37.858	811	1042	837
	BZ807	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	4	16.70	15.11	37.57	872	937.5	900
	MS09	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	4	16.747	15.127	37.85	853	1112	867
	BZ 806	小矿体(斜长角闪片岩)	10	16.57	15.085	37.765	914.5	927.5	971
	MS07	小矿体(碳质绢云石英片岩)	10	17.208	15.496	39.184	926	878	828
	BZ 822	含矿云煌岩脉	6	16.23	14.74	36.475	875	1300	949
	MS012	含矿云煌岩脉	6	17.084	15.505	39.200	1026	941	945
银洞坡金矿	DF34	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	21	16.89	15.26	38.17	904	747.5	870
	DF39	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	21	17.18	15.54	38.74	997	546.5	859
	H 3—4	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	21	17.043	15.350	38.04	885	962	836
	MS08	工业矿体(碳质绢云石英片岩)	21	16.942	15.367	38.626	987	1014	922
	DF44	小矿体(碳质绢云石英片岩)		16.54	15.14	37.336	1031	1029	971
	MS011	远矿大理岩($Pt_3W_1^9$)		16.653	14.875	37.014	686	1202	810

① 硫同位素组成由冶金部地质研究所、中国地质科学院地质力学研究所、中国科学院地球化学研究所采用国际标准测定。

② 由中国科学院地球化学研究所和中国地质科学院地质力学研究所测定。

(180~374℃, 平均250℃±)①, 达到硫化物分馏平衡的共生效应。大本曾指出^[1], 在温度为250℃左右, pH值为4—6的范围内②, 绢云母、方解石、石墨等共生, 黄铁矿等显示单一的 δS^{34} 值。从本区的脉石矿物及硫化物组合并结合变质作用等地质特征, 可推测本区 δS^{34} 值与矿体及围岩的 δS^{34} 值(-2—+5‰)是接近的。

2. 铅同位素组成特征

(1) 14个铅同位素样品测定结果(表5), 基本上落入单阶段铅同位素增长曲线附近(图6), 也全部投入卡农(R. S. Canyon)铅同位素演化图中的小三角区内^[2]。

(2) 矿床中铅同位素模式年龄(R. S. F)与围岩基本一致, 但矿床后期所遭受的改造也在一定程度

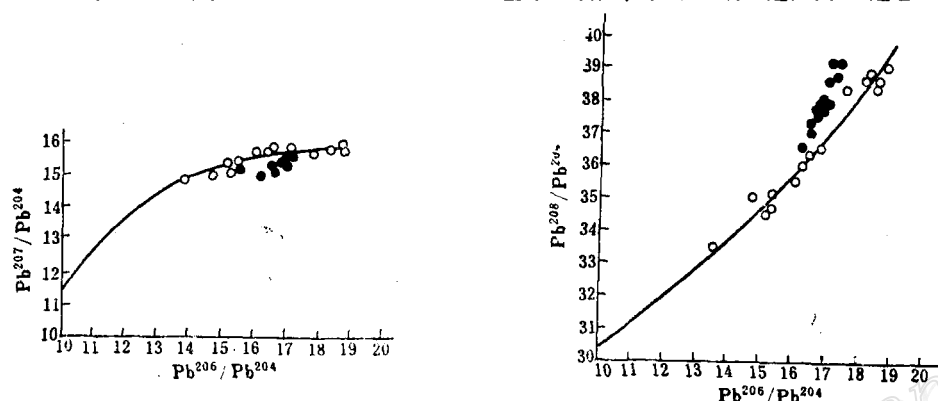


图6 近似单阶段演化矿床的铅同位素组成坐标图

● 围山城金银矿床; ○ 世界各地层状硫化物矿床

Fig. 6. Diagram showing isotopic compositions of lead in deposits with approximately single stage of evolution.

● samples from the Weishancheng deposit; ○ samples from various bedded sulfide deposits in the world.

上反映出来, 如某些样品数据偏离正常铅演化曲线。

(3) 铅同位素组成相对稳定(表5)。在成矿过程中, 外界U-Th-Pb体系的干扰不明显。

综上所述, 本区硫接近陨石硫, 铅属低放射性成因的正常铅, 表明硫、铅来自地壳深部或上地幔。结

合矿床地质特征, 推断硫、铅以及金、银等成矿物质来源于海底火山喷发。

(二) 花岗岩与成矿关系问题

对花岗岩的初步研究表明:

1. 各期花岗岩本身含矿性很差(表1), 桃园岩体及梁湾岩体的含金量低于克拉克值, 也低于歪头山组3.2倍。银含量虽略高于克拉克值, 但仍低于歪头山组4—9.5倍, 更低于含矿层。花岗岩的石英脉中的金、银含量低于含矿岩系中石英脉(表6)。

2. 花岗岩与矿石中微量元素也存在着明显的差异。后者含钒、砷、钼比花岗岩

高, 其中砷高出100—800倍。花岗岩含锆、镓、钨比矿石高几—十几倍; 花岗岩含铌、钽, 而矿石中无显示。

① 硫同位素矿物对平衡温度计算公式采用陈先沛等1980年资料。

② 本区矿石中包裹体pH值为6.5左右。

各类岩石中石英脉的含矿性

表6

石英脉围岩	样品数	分析结果 (ppm)			
		Au	Ag	Pb	Zn
碳质绢云石英片岩	6	0.0210	17.50	148.3	300
云母石英片岩	7	0.0011	3.79	25.00	133
变粒岩(1)	44	0.0214	2.77	30.8	148
变粒岩(2)	8	0.0015	0.59	18.13	100
斜长角闪片岩	8	0.0010	0.74	21.00	100
梁湾花岗岩(γ_2^2)	8	0.0095	0.40	43.60	27.1
桃园花岗岩(γ_1^1)	10	0.0014	0.11	11.10	8.7

3. 成矿物质若来源于花岗岩, 首先在接触带应有显示, 然而从未发现矿化; 而与花岗岩相隔2—3个层位中的长达数百米到千米以上的似层状、透镜状矿体却受地层岩性控制。另外, 矿床铅同位素模式年龄与地层年代一致, 远比花岗岩形成时代早。

(三) 成矿温度

据50个均一法和33个金属硫化物爆裂法测温样品资料^①, 矿物形成温度为450—118℃, 即从高温一直延续到低温, 反映成矿具有多阶段特点。主要成矿期——变质热液阶段生成的含石英脉均一温度: 银洞坡金矿为374—219℃, 破山银矿为314—130℃, 破山含银及硫化物的碳酸盐脉形成温度为220—118℃, 说明主要成矿温度为中—低温, 并与含矿岩系区域变质温度东高西低相吻合。

(四) 某些微量元素地球化学特征

戈尔德斯密特(1954)指出, 硒可以进入硫化物结晶格架, 一般存在于火山成因的天然硫中。沉积岩的硫不含硒或含少量硒^[4]。徐国风(1980)报导沉积型的黄铁矿大多含硒0.5—2ppm, S/Se比值多在25万—50万^[3]。本区黄铁矿分析数据(见表7)表明硫多数属火山硫, 少数为沉积型硫。此外黄铁矿均不含钼, 砷

黄铁矿Co/Ni、S/Se比值

表 7

矿 区	样品数	Co/Ni		S/Se		V ₂ O ₅ (ppm)	As (ppm)
		区 间	平均	区 间	平 均		
破 山 银 矿	9	0.34—6.80	1.70	5863—52580	142760	0.000	1700
银洞坡金矿	9	0.74—5.65	2.67	29722—483545	144950	0.000	1720
全 区	18	0.34—6.80	2.18	5863—483545	143855	0.000	1710

注: 黄铁矿单矿物分析由省地质局实验室用化学定量法测定
含量很高, Co/Ni比值一般>1, 均显示非正常沉积特征。

三、成矿作用及矿床成因

(一) 火山-沉积阶段

含矿岩系中、上部(Pt₃w₂¹—Pt₃w₃²)为火山碎屑、凝灰质和陆源砂质碎屑、碳质的多层交替沉积。由于较远源的海底火山多次喷发, 成矿物质随着火山碎屑、火山灰及喷出的气体进入海水中, 与陆源物质掺杂在一起, 并于海水动力作用下, 在海底凹地沉淀下来。火山活动的相对宁静阶段, 水化学条件改变, 多次出现还原环境(矿源层氧化还原系数>0.6), 沉积了富Fe²⁺的黑色碳质粉砂岩。碳质及胶体物质在沉积过程中吸附了大量的由火山喷出游离在海水中的金、银、铅、锌等元素及硫化物离子团(可能有一些陆源搬运来的成矿元素), 造成了成矿元素的富集。破山银矿的三个选矿样中, 碳质含银量高达8300—1400克/吨; 黑色石英(含碳)比白色石英含银高27倍。电子探针和X光粉晶分析碳质中银呈微细粒辉银矿存在。说明碳质对金属元素的强烈吸附作用。

本区矿源层有如下特点: ①特定的岩石组合(或称为特征层), 即浅色沉积-火山碎屑岩与黑色碳质层的交替沉积。②成矿有利的古地形是海底凹地, 如破山银矿区多数工业矿体赋存地段矿源层厚度最大(图7)。在封闭、半封闭海湾的海底滞流盆地中, 这种小型凹地是成矿的有利地带。③除碳质绢云石英片岩外, Pt₃w₂²中的变粒岩含金高(0.022ppm), 于该层位中形成金矿床; Pt₂w₃²的变粒岩含银高(8.11ppm), 该层位中形成银矿床。

(二) 区域变质阶段

在火山-沉积阶段金、银、铅、锌等初步富集, 形成了矿源层。加里东运动本区地槽隆起, 含矿岩系经

① 包裹体测温资料由冶金部地质研究所及地质矿产部宜昌地矿所测试。

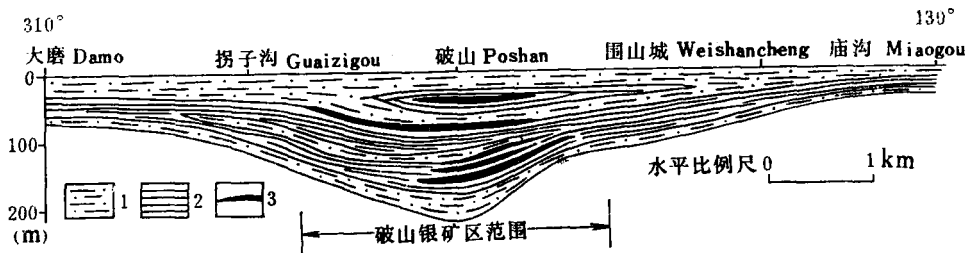


图7 上矿源层沉积剖面图

(根据实测剖面图编制)

1—黑云变粒岩; 2—含矿岩石; 3—银矿体

Fig. 7. Sedimentary section of the upper source bed.

1. biotite granulite; 2. ore-bearing rocks; 3. silver ore body.

受中温、中压区域变质作用, 形成绿片岩相、角闪岩相变质岩。变质温度介于350—600℃, 压力约5—7 kbar, 地热梯度为15—20℃/km。区域变质作用持续的时间很长, 地层变质年龄为410—391百万年(钾-氩法), 一直延续到局部混合岩化。变质过程对矿源层是一个极重要的改造过程, 是主要成矿期。

1. 区域变质对金属元素的富集作用

变质作用初期, 重结晶作用和变质分异作用使沿层理分布的细粒浸染状或条纹状的硫化物(黄铁矿、方铅矿、闪锌矿等)颗粒增大, 条纹变宽, 形成变质分异脉体。

随着变质作用的深化, 温度、压力进一步升高和加大, 岩层中的粒间水、矿物中的结晶水、吸附水、渗透下的地表水等, 加上围岩中的 SiO_2 、 CO_2 等形成具有流动性的含矿溶液, 携带Au、Ag等成矿元素的络合物沿低压带(裂隙、片理带、破碎带)迁移, 形成脉状、网脉状矿石。因此矿床的沉积特征大部分消失, 显示出热液矿床的特点。

在变质热液作用下, 矿源层遭受了不同程度的蚀变, 主要有硅化、碳酸盐化、绢云母化和绿泥石化等。与矿床关系密切的主要是前两种, 硅化特征见表8。需要指出, 变质期形成的石英脉的含矿性, 从表1、2、6相互对照可明显看出, 是随着围岩含矿性变化而变化, 呈正消长关系, 说明形成石英脉的硅质来源于围岩。碳酸盐常与石英伴生, 构成含矿的网脉状石英-碳酸盐脉。在破山矿区这种脉中见有成色很高的自然银。

上述蚀变作用可延续到热变质期。

2. 构造对矿体的控制作用

构造对围山城金银矿床的控制作用是明显的, 主要表现在: 背斜转折端, 含矿层由于挤压、褶皱及层间滑动产生塑性流动, 使地层厚度加大, 同时金银及硫化物从背斜两翼转移到轴部使矿体变厚变富, 如银洞坡金矿(图4)。挤压破碎带及层间褶皱同样为破山银矿的成矿溶液运移和沉淀提供了良好的构造空间(图3)。

(三) 热变质阶段

银洞坡金矿见有次生包裹体沿裂隙分布, 反映了热变质阶段局部仍有热液活动; 在破山则表现为燕山期云煌岩脉(系梁湾岩体派生物)中局部出现矿化。这种矿化的突出特征是: 只有在 Pt_3w_3 地层中产出的云煌岩才有矿化、蚀变, 其他层位中的云煌岩无矿化显示。据硫、铅同位素组成及模式年龄均与矿床一致来看, 显然是矿源层或矿体中的成矿物质重新活化、迁移到晚期脉岩中的结果。

(四) 淋滤阶段

金、银多金属矿床形成以后, 经长期风化淋滤作用, 由于黄铁矿及其他硫化物的氧化分解, 生成了很强的氧化剂 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$, 使银形成溶解度大、很不稳定、具有一定迁移能力的银的硫酸盐 $[\text{Ag}_2\text{SO}_4]$, 并向下淋滤交代原生硫化物, 形成次生辉银矿沉淀, 造成银的次生富集。铅、锌次生富集现象比银更为明显。

各期石英脉特征表

表 8

形成顺序	颜色	产状	含矿性	形成温度
变质早期石英脉	白色、半透明	透镜状、团块状、顺层、单脉	差,一般见不到金属矿物	450—300℃
变质热液期石英脉	灰白色 烟灰色	平行或斜切片理、复脉、细网脉,有时与围岩界线不清,弯曲隐现	好,含金、银及其他金属矿物	250—200℃
晚期石英脉	多为白色	沿定向构造(北西或北东)分布,平直延伸远	无,不含金属矿物	210—118℃

结 语

围山城金银矿床是在多种地质作用下,金、银等元素在一定范围内经多次富集和积累,而最终达到工业富集的,属多期多成因的层控矿床。其成因类型则属火山-沉积-变质热液矿床。

本文承蒙中国科学院地球化学研究所、冶金地质研究所、成都地质学院、地质矿产部地质力学研究所、宜昌地质矿产研究所、矿产综合利用研究所及省地质局中心实验室等单位承担各种样品测试及分析工作,成文后由徐国风副教授审阅,罗铭玖、张崇淦等工程师提出宝贵意见,我队绘图室陈兆奎同志清绘插图,笔者在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 大本 1972 热液矿床中硫和碳同位素系统 《稳定同位素地质论文集》 201—237页 地质出版社
- [2] 宜昌地质矿产研究所同位素地质研究室 1979 《铅同位素研究的基本问题》 地质出版社
- [3] 徐国风、邵洁涟 1980 黄铁矿的标型特征及其实际意义 地质论评 第26卷 第6期
- [4] Anderson, C. A., 1969, Massive sulfide deposits and Volcanism, Econ. Geol., Vol. 64, No. 2, pp. 129—146.

STRATABOUND FEATURES AND MINERALIZATION PROCESS OF THE WEISHANCHENG GOLD-SILVER DEPOSIT

Chen Diankai and Zhou Danshen

(The Third Geological Survey Team, Geological Bureau of Henan Province)

Abstract

Lying in Upper Proterozoic metamorphic volcanic-sedimentary sequence, the Weishancheng gold-silver deposit is both controlled by lithological characters of the strata and characterized by evident hydrothermal mineralization.

Considerable geochemical and stable isotopic data reveal that this area has concentrated ore-forming elements, predominantly silver. Waitoushan Pt_3W seems to be an ore-bearing stratum and Pt_3W_2 and Pt_3W_3 are likely the source bed of gold and silver. Gold, silver and their asso-

ciated sulfur and lead all came from the same source, i.e., from the mantle or the depth of the crust. No obvious connection has been observed between geochemical setting of Hercynian and Yenshanian granitoids surrounding the deposit and amounts of metallogenic elements such as gold and silver in the source bed, suggesting that granitoids were not the source of ore materials. The model ages of lead from the ore are 810-970m. y., quite in agreement with the age of the surrounding strata.

Four phases of mineralization could be recognized: 1) Volcanic-sedimentation phase, ore materials were derived from volcanic debris and ore source bed was formed through the adsorption of gold and silver by carbonaceous materials; 2) Regional metamorphism phase, the ore-bearing materials carried by metamorphic fluids precipitated at low-pressure zone, forming ore at middle and low temperatures; 3) Thermometamorphism phase, the temperature-pressure conditions caused by activity of late acid magma further concentrated ore-forming materials in part of ore source bed; 4) Leaching phase, the secondary enrichment after the formation of ore deposit has augmented the ore grade at shallower depths.

In short, the author holds the opinion that the commercial accumulation of the Weishanchang gold-silver deposit has been reached through repeated concentration of such metallogenic elements as gold and silver in certain areas under the action of multiple geologic processes. This deposit, therefore, is of polyphase and polygenetic type.

全国矿物包裹体均一法、冷冻法学术讨论会在南昌召开

A NATIONWIDE SYMPOSIUM ON HOMOGENIZATION AND FREEZING METHODS FOR MINERAL INCLUSIONS WAS HELD IN NANCHANG, JIANGXI IN NOVEMBER 1983.

由中国地质学会矿床专业委员会包裹体专业组、中国矿物岩石地球化学学会矿物包裹体委员会及中国金属学会地质学术委员会包裹体矿物专业组联合召开的, 由地质矿产部矿床地质研究所和江西省地质矿产局共同主办的“全国矿物包裹体均一法、冷冻法学术讨论会”于1983年11月4日至11日在南昌召开。有107个单位的194名代表出席了会议。大会收到学术论文102篇, 其中30篇在大会上作了交流。

自1977年第一届矿物包体会议以来, 我国矿物包体研究取得了较大的发展。从事包体研究的单位已由当时的40余个增加到了120余个; 建立了一批方法齐备、设备完善的实验室; 研究领域已从初期的单纯温度研究扩展到了成岩成矿的物理化学条件的研究和包体同位素的研究, 从热液矿床扩展到了沉积、变质作用乃至宇宙和地幔物质的研究。

会议中代表们交流了工作成果, 讨论了存在的问题, 并对今后工作提出了建议。

会议决定出版会议论文选集。