

河南洛宁铁炉坪银铅矿床中方铅矿 标型特征及其地质意义

李忠烈

(河南有色矿产地质研究所)

本文研究铁炉坪银铅矿床方铅矿的化学成分、同位素组成和方铅矿热电性等矿物学特征,提取了有一定参考价值的成因信息和找矿标志。认为铁炉坪银铅矿床系产于太古宇绿岩带背景上与岩浆活动有关的岩浆热液—变质热液矿床,其矿质主要来源于太古宇太华群结晶基底,指出方铅矿以含少量 Sb,几乎不含 Bi,含极少量 Ag 和富含 Cu 的标型特征,提出在矿区 800—850m 标高以下银铅矿体赋存的可能性很小。

关键词: 银铅矿床 方铅矿标型 河南铁炉坪

据 Ramdohr P. (1980) 研究,方铅矿的成因产状各有差异,主要有由同生沉积(密西西比河谷式铅锌矿床、砂岩型铅矿床)、沉积变质或火山沉积变质(页岩或火山岩中的块状硫化物矿床)、各种热液(岩浆热液、火山热液、变质热液、卤水热液等)作用以及由复式成矿作用(如某些沉积或火山沉积—热液叠加改造“层控型”矿床)形成。因此研究方铅矿在银矿床中的产出地质特征具有较为重要的意义。

1 矿床地质概况

铁炉坪银铅矿床位于华北地台南缘(河南境内)熊耳山台穹西段。区域出露地层主要为太古宇太华群和中元古界熊耳群,两者分别构成轴向北东东的龙脖—花山复背斜的核部及两翼,其北翼被北东东向洛宁山前断裂所切截,矿床则处于复背斜南翼近轴部,矿体赋存在区内南北向断裂带与北北东向断裂的复合部位,矿区内以断裂构造为主,自西向东发育有北东—北北东向相互平行、间距大致相等的五条长近千米的断裂蚀变破碎带,构成矿区构造的基本骨架,控制了银铅矿体的空间展布和形态特征。

矿区内赋矿地层为太华群石板沟组,岩性由角闪斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩夹黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩组成,岩石蚀变强烈,混合岩化较为普遍,并含有超镁铁岩小岩体,原岩为基性—中基性—中酸性火山沉积岩夹硅铁建造。

在熊耳山台穹范围内燕山晚期岩浆活动剧烈,酸性—中酸性侵入岩体分布广泛,而在铁炉坪银铅矿床范围内主要见及花岗斑岩,呈小岩脉产出,未出露大岩体。但据遥感影像解译

结果,矿区被包络在区内环形构造中,中酸性大岩体隐伏于地下,矿床处于大岩体的南东延伸部位。

矿区内已发现的银铅矿体、矿化体均受到南北向与北北东向复合断裂蚀变破碎带的严格控制。矿体形态以脉状、透境状、分支复合脉状为主;已知矿体长200—600m,平均厚度为2.22—6.35m,最厚可达16.4m,倾向延伸约500m,矿体具有上下薄中间厚,向北东侧伏特征(侧伏角在25—35°之间)。银矿体多位于构造蚀变带的两旁(尤其是近下盘处)而铅矿体主要位于构造蚀变带的中上部。

经初步鉴定,矿床中金属矿物有方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、黝铜矿、斑铜矿、纤锌矿、磁铁矿、镜铁矿等,地表可见到孔雀石、铅矾、蓝铜矿、白铅矿、褐铁矿;已查定的银矿物有自然银、银黝铜矿、硫锑铜银矿、辉银矿、硫银矿;非金属矿物有石英、长石、方铅石、黑云母和绢云母等。最常见的矿石自然类型为方铅矿—闪锌矿—黄铜矿—石英、方铅矿—黄铁矿—黄铜矿—石英—铁白云石。围岩蚀变早期以硅化、绢云母化、钾长石化为主,晚期主要为绿泥石化、硅化、碳酸盐化等。

矿石具半自形—它形晶粒状结构、固熔体分离结构、交代结构、交代残余结构等;矿石构造有细脉状构造、网脉状构造、浸染状构造和角砾状构造等,反映了热液成因的特征,同时在脉石矿物石英中见有环带结构,金属矿物也具有多个世代,这说明了热液多期活动、具有多期多阶段矿化的特点。

2 方铅矿微量元素标型特征

方铅矿的定量化学分析结果表明,本矿床方铅矿在化学成分上具有含少量锑几乎不含铋,含极少量银和富含铜的特点。

表1 铁炉坪银铅矿床方铅矿的化学成分特点(%)

Table 1 The Chemical compositions of galena in
Tieluping Ag—Pb deposit (%)

样号	Pb	S	As	Sb	Bi	Fe	Cu	Ag	Au
D9019	82.37	13.06	0.0048	0.064	0.0005	0.07	0.327	0.0477	0.0003
D9020	85.78	12.80	0.0012	0.026	0.001	0.03	0.043	0.0230	0.0003
平均值	84.08	12.93	0.003	0.045	0.0008	0.05	0.185	0.0354	0.0003

测试单位:西北有色金属地质研究所中心实验室,1990

根据本矿床方铅矿在化学成分上的标型特点与国内外不同成因类型矿床中的方铅矿微量元素进行比较(见表2),从中可以提供矿床成因方面的地质信息。

从表2中可以看出,本矿床中的方铅矿成因意义较为清楚。原生沉积成因的方铅矿(表2中的5、6)只含少量的Ag和大量的Sb,Sb/Ag值也较大(为6.0—6.7),而Cu含量偏低,本矿床与之不完全相符;沉积变质成因和沉积—热液迭加改造成因的方铅矿因后期的热液作用,使Ag、Cu、Bi的含量增加,Sb含量减少,这些数值与本矿床中的方铅矿也不一致(表2中的7、8);在Sb、Ag含量方面,铁炉坪银铅矿床中的方铅矿与我国河北平原某次火山热液型金矿床、广西某岩浆热液型金矿床和河南某斑岩型多金属硫铁矿矿床中的方铅矿相近

(表 2 中的 2、3、9), Sb/Ag 比值也差别不大 (在 1.03—1.51 之间), 这可能暗示本矿床的方铅矿与岩浆热液—次火山热液有成因联系; 与岩浆活动有关的接触交代成因和热液成因的方铅矿, 以含 Ag 和 Cu 较高为特征 (表 2 中的 4、10), 含 Bi 也相对较高, 与本矿床中方铅矿的微量元素尚不完全一致, 但 Cu 含量与湖南接触交代—热液型铅锌矿床中的方铅矿却较为相近, 也就是说在成因上本矿床与岩浆活动也有着某种联系。通过上述对比, 本矿床中方铅矿的微量元素更接近于岩浆热液矿床微量元素的成因特征, 且形成温度以中温为主。

表 2 铁炉坪银铅矿床与国内外铅锌矿床、金矿床中方铅矿微量元素标型特征对比表 (%)

Table 2 Comparison on typomorphic characteristic of microelements for galena among Tieluping Ag—Pb deposit and Pb—Zn deposit and gold deposit both in domestic and abroad

产地编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sb	0.045	0.056	0.0417	0.1850	0.3000	0.3000	0.1500	0.1010	>0.025	0.3783
Ag	0.0354	0.037	0.0300	0.1080	0.0500	0.0448	0.0620	0.0620	--	0.3683
Cu	0.185	0.069	0.0062	0.1750	--	0.0310	0.0530	--	--	--
Bi	0.0008	0.000	0.0900	0.0860	--	0.0085	0.0357	0.0140	0.0015	0.0021
Sb/Ag	1.27	1.51	1.39	1.46	6.00	6.70	2.42	1.63	--	1.03

产地编号: 1—本文方铅矿; 2—河北平泉某次火山热液型金矿床中的方铅矿; 3—广西某岩浆热液型金矿床中的方铅矿; 4—湖南接触交代—热液型铅锌矿床中的方铅矿; 5—美国伊利斯州 Hamp 矿山 (密西西比河谷型铅锌矿床) 方铅矿; 6—伊拉克北部 Serguza 铅锌矿沉积成因的方铅矿; 7—伊拉克北部 Serguza 铅锌矿后生迭加的热液型方铅矿; 8—澳大利亚 Brokon Hill 沉积变质铅锌矿床中的方铅矿; 9—河南某斑岩型多金属硫化铁矿床中的方铅矿; 10—美国爱达荷州 Wood Kiver 热液型铅银矿床中的方铅矿

资料来源: 2—10 (样号) 引自周佩玲, 1987. 中国金矿床成因矿物学 and 找矿矿物学论文选集

3 方铅矿的同位素组成特征及其地质意义

3.1 铅同位素组成特征及成矿意义

铁炉坪银铅矿床中方铅矿的铅同位素测定结果见表 3。从表 3 中可以看出, 铅同位素中的 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值在 17.444—17.8243 之间, 平均值为 17.6760; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值在 15.368—15.5463 之间, 平均值为 15.4604; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 比值在 37.711—38.2735 之间, 平均值为 38.0246。由此可见, 本矿床矿石铅样品均具放射成因铅低的特征, 其 μ 、 W 、 K 值分别为 9.27、37.62、4.06, 在铀铅图解上, 除 1 个样品投影点落在地幔铅平均演化曲线以下之外, 其余样品均落在地幔铅平均演化曲线之上、造山带铅平均演化曲线之下; 在钍铅图解上, 所有样品都处于造山带铅平均演化曲线之上。7 件样品投影点在图上大致沿 530Ma 等时线呈线性排列。这些特点暗示铁炉坪矿石铅为混合铅, 主要来自下部地壳, 即来自太华群结晶基底。

3.2 硫同位素组成特征及成矿意义

本矿床方铅矿的硫同位素样品的测试结果见表 4, 从表中可以看出, $\delta^{34}\text{S}$ 值的变化范围为 -1.4—6.4‰, 平均值为 -4.3‰, 最大离差为 5.0‰, 变化范围有一定的区间, 且均为负值。同时, 硫同位素组成富轻硫同位素 ^{32}S , 可能是由于在成矿过程中含硫气体在构造裂隙减压带中不等量地丢失了部分富 ^{34}S 的 CO_2 和因一些内生硫酸盐的作用, 使部分硫化物富集 ^{32}S

同位素,有较多的地壳硫参与成矿过程。因此,成矿热液中的硫源除主要来自岩浆热液外,还有部分硫来自变质热液。

表3 铁炉坪银铅矿床同位素组成特征

Table 3 Feature of Pb— isotopic constitution of Tieluping Ag—Pb deposit

样号	测定矿物	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	单阶段演化模式 (Doc)		
					t (Ma)	μ	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$
1	方铅矿	17.697	15.440	37.995	488	9.22	4.03
2	方铅矿	17.728	15.464	38.028	494	9.27	4.03
3	方铅矿	17.444	15.368	37.711	588	9.12	4.03
4	方铅矿	17.8243	15.5463	38.2735	521	9.42	4.10
5	方铅矿	17.7799	15.5147	38.2268	516	9.37	4.10
6	方铅矿	17.5412	15.4219	37.8760	580	9.21	4.06
7	方铅矿	17.7175	15.4681	38.0622	507	9.28	4.05
平均值	方铅矿	17.6760	15.4604	38.0246	528	9.27	4.06

测试单位:中国有色金属工业总公司矿产地质研究院同位素地质室

表4 铁炉坪银铅矿床硫同位素组成特征

Table 4 Feature of S— isotopic Constitution of Tieluping Ag—Pb deposit

序号	采样位置	测定矿物	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	测定单位
1	LD ₁₀	方铅矿	-4.8	中国有色金属工业总公司矿产地质研究院同位素地质室
2	PD4	方铅矿	-4.5	
3	LD9	方铅矿	-6.4	
4	LD9	方铅矿	-1.4	

4 方铅矿包体成分和测温及揭示的成矿意义

据中南工业大学地质矿产研究所构造研究室(1991)对本矿床的研究资料(表5)可以看出,铁炉坪银铅矿床中方铅矿形成温度平均值为206℃,且多数样品小于200℃或者在200℃以内,与其共生的石英形成温度均大于200℃,小于300℃。由于爆裂温度是矿物热声特征参数,严格说是不能代表矿物的形成温度,但可以表示由同一成矿作用形成同种矿物的相对形成温度。因此,本矿床方铅矿一般晚于石英形成,这种温度的差异与镜下观察结果也相吻合。

铁炉坪银铅矿床中方铅矿、石英包体的气液相成分见表6。在气相组分中, H_2O 含量高,缺氧,揭示成矿溶液中岩浆水和变质水丰富,成矿过程是在还原—弱还原条件下进行的。

在液相成分中, $\text{K}^+ < \text{Na}^+$,两个方铅矿 Na^+/K^+ 比值分别为1.057和2.749, Na^+/K^+ 与方铅矿共生阶段的石英 Na^+/K^+ 比值为0.737,与湖南水口山康家湾岩浆热液矿床对比(其 Na^+/K^+ 比值为0.6—2),其值有的接近,也有的差异大。两个方铅矿的 $\text{K}^+/\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ 比值

分别为 0.02 和 0.046, 其值小于水口山康家湾岩浆热液矿床之比值 (0.2—4.9), 与方铅矿共生的石英 $K^+/Mg^{2+}+Ca^{2+}$ 比值为 0.84, 大于水口山康家湾矿床中方铅矿共生同阶段方解石比值 (0.2—0.3)。此外, 液相组分中, $K^+/Na^+ < 1$, $F^-/Cl^- < 1$, $Ca^{2+}/Mg^{2+} \geq 1$ 。分析对比得知, 本矿床成矿热为 $Na^+-Ca^{2+}-Cl$ 型的岩浆—变质混合热液。

表 5 铁炉坪银铅矿床单矿物爆裂温度表 (°C)

Table 5 Explosion temperature of individual mineral in Tieluping Ag—Pb deposit (°C)

测量矿物	测量个数	温度范围	平均温度
方铅矿	12	166—242	206
石英	8	219—295	256

引自中南工业大学地质矿产研究所构造研究室 (1991)

表 6 铁炉坪银铅矿床中方铅矿、石英的气液包体成分表 ($\mu\text{mg/g}$)Table 6 chemical composition of inclusions in Tieluping Ag—Pb deposit ($\mu\text{mg/g}$)

矿物名称	气 相 成 分								CO_2/H_2O
	H_2	O_2	N_2	CH_4	C	C_2H_2	CO_2	H_2O	
石英	1.005	无	2.667	痕	2.119	无	98.695	2665	0.038
方铅矿	0.145	无	无	痕	痕	无	10625.79	421	25.24
方铅矿	22.851	无	0.383	0.383	497.836	无	8445.175	231	36.6
矿物名称	液 相 成 分								$K^+/Mg^{2+}+Ca^{2+}$
	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	F	Cl	Na^+/K^+		
石英	0.63	0.76	0.49	0.04	2.52	1.24	0.737	0.84	
方铅矿	0.48	1.19	23.34	0.26	2.52	3.38	2.749	0.02	
方铅矿	1.73	1.83	9.62	27.37	0.48	2.56	1.057	0.046	

资料来源: 中南工业大学地质矿产研究所构造研究室 (1991)

5 方铅矿热电性标型特征及其地质意义

鉴于铁炉坪银铅矿床目前正处于详查阶段, 就现今勘探资料所圈定的银铅矿体下界是否较为准确是非常重要的, 这必然涉及今后勘探阶段能否扩大深部远景的问题。据有关研究文献报道 (徐国风, 1987), 在较低温条件下, 含低温元素较多的较晚期形成“亏铁” (硫过剩) 黄铁矿显示空穴导型 (P 型) 热电动势; 反之, 较高温条件下, 含高温元素较多的较早期形成“亏硫” (铁过剩) 黄铁矿显示电子导型 (N 型) 热电动势。这就决定了在金银矿床的垂直分带中, 矿体“上部”及“矿上晕”的黄铁矿为空穴导型热电动势, 矿体中部 (富矿柱) 为混合导型热电动势。矿体“下部”及“矿下晕”为电子导型热电动势。基于方铅矿与黄铁矿在热电性标型方面具有相似性, 结合本矿床的实际情况, 现从方铅矿的热电性标型特征入手, 来探索矿体的剥蚀程度及矿体下延的情况, 以求提供出矿体产出的某些地质信息。

5.1 本矿床方铅矿热电性的一般特征

矿石中方铅矿热电性测试结果见表 7。从表中可以看出, 方铅矿热电系数具有应用标志意

义的一般特征主要表现在: (1) 方铅矿热电系数的离散范围相当大, 为 $-407.8 \sim +281.0 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$; (2) 方铅矿热电系数常见值的范围比较大, 极差为 $39 \sim 56$; (3) 方铅矿的导型组合为混合导型, 且 $N > P$ 。

表7 方铅矿热电系数 (α) 特征Table 7 pyroelectric coefficient (α) of galena

	导 型	热电系数 ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)
N 型	$-\alpha$ 范围	$-210.2 \sim -407.8$
	$-\alpha$ 常见值范围	$-296.2 \sim -335.6$
	N 型样品出现率 (%)	62
P 型	$+\alpha$ 范围	$+125.2 \sim +281.0$
	$+\alpha$ 常见值范围	$+202.0 \sim +258.0$
	P 型样品出现率 (%)	38

测试者: 中国地质大学 (北京) 成因矿物室, 罗飞, 1990

5.2 方铅矿热电性在判断矿体剥蚀程度及矿体延深方面的应用

矿物的热电性可反映矿物从成矿热液中析出的先后顺序。一般早析出的矿物为电子导型, 随后析出的为混合导型, 最后为空穴导型。据此可以判断矿床的剥蚀程度及推测矿体的下延情况, 即矿床深部为电子导型, 中部为混合导型, 浅部为空穴导型。

结合本矿床几个主要矿体, 我们分别采集方铅矿样品进行矿物热电性测试, 其结果分别列于表8和表9中。

表8 铁炉坪银铅矿床Ⅱ号矿体方铅矿热电系数与导型垂向分带

Table 8 Pyroelectric coefficient and vertical Zoning of electron Conduct type of galena in No. Ⅱ ore body of Tieluping Ag-Pb deposit

标高 (m)	$+\alpha$ 平均值 ($-\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	$-\alpha$ 平均值 ($-\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	$\pm\alpha$ 总平均值 ($\pm\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	$N/(N+P)$ (%)
1130	+281.0	-407.8	-63.4	3.22
1073	+233.3	-271.2	-19.0	7.16
1070		-305.8	-305.8	1.0
874		-391.8	-391.8	1.0

测试者: 中国地质大学 (北京) 成因矿物室, 罗飞, 1990

从表8中可以看出, 本矿床Ⅱ号矿体方铅矿电子导型热电系数 ($-\alpha$) 值总趋势是浅部大, 中部变小, 到深部又变大, 且深部电子导型的出现率为100%, 说明在矿体上部 (标高约1150m) 方铅矿显示混合导型, 矿体剥蚀程度中等, 可能为矿体的富集地段, 到中下部过渡为电子导型, 自标高870m向下, 推测矿体的延深规模不会太大, 已接近矿体尾部, 也就是说, 银铅矿体的赋存标高在1130—870m, 矿体倾斜延深大约为300—400m, 深部扩大银铅矿体的

找矿前景不十分乐观。当然,也不能否认会出现盲矿体或其他矿种的矿体。

表 9 铁炉坪银铅矿床Ⅲ号和Ⅴ号矿体方铅矿热电系数测试结果

Table 9 Testing result of pyroelectric coefficient of galena in No. Ⅲ and No. Ⅴ ore bodies of Tieluping Ag—Pb deposit

矿体号	Ⅲ	Ⅴ	备 注
采样号	RD006	RD007	RD008—009
标高 (m)	1080	1056	1046
+α 平均值 ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	125.2 (32%)	215.8 (76%)	206.9 (33%)
—α 平均值 ($-\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	—327.8 (68%)	—335.6 (24%)	—281.0 (67%)
±α 总平均值 ($\pm\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	—101.3	—59.9	—37.1

测试者: 同表 7

从表 9 中可以看出, 本矿床Ⅲ号和Ⅴ号矿体方铅矿电子导型热电系数变化范围不大, 在 -281.0 — $-335.6\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 之间, 由于样品多在矿体浅部平硐中 (标高 1046—1080m) 采集, 矿物的热电性导型显示混合导型, 表明银铅矿体被剥蚀到中部或中部偏下, 推测矿体向下仍有一定程度的延伸, 与相邻的Ⅰ号矿体相比, 推测矿体下延深度在标高 800—850m。

6 结论与商榷

通过对洛宁铁炉坪银铅矿床中方铅矿的化学成分特征、同位素组成特征、包体成分特征以及方铅矿的热电性标型特征的分析探讨, 对我们深化对本矿床的成矿理论的认识, 有可能提出有参考价值的地质信息。

a. 根据对本矿床中方铅矿化学成分特点的讨论与对比, 得出在化学成分上具有含少量铋, 几乎不含铊, 含极少量银和富含铜的标型特征, 本矿床方铅矿的成因应属与中温岩浆热液有关的成因类型。

b. 同位素组成特征揭示, 本矿床矿石铅具放射性成因铅低的特征, 为混合铅, 主要来自下部地壳, 即太古宇太华群结晶基底。成矿溶液中的硫源主要来自岩浆热液, 还有部分硫来自变质热液。

c. 包体测温结果表明, 矿石中方铅矿的形成温度应为中温区间; 包体中的气相成分表明成矿过程是在还原—弱还原条件下进行的; 液相成分表明, 成矿溶液为 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$ 型岩浆—变质混合热液。

d. 方铅矿的热电性标型揭示, 矿体在地表剥蚀程度中等, 在标高 800—850m 已接近银铅矿体的尾端, 再向下扩大找银矿的前景可能性不大。

综上所述, 方铅矿的成因类型应为产于太古宇绿岩带背景上与岩浆活动 (主要是燕山晚期酸性岩浆活动) 有关的岩浆热液—变质热液矿床。

7 参考文献

- 1 陈光远等. 成因矿物学与找矿矿物学. 重庆出版社, 1987.

- 2 徐国凤等. 1989, 皇城山银矿床矿物找矿标型性研究. 现代地质, 1989, 3 (4) .
- 3 崔毫. 华北地台南缘(河南)有色、贵金属矿床铅同位素组成特征及成矿意义. 矿产与勘查, 1991, (2) .

THE TYPOMORPHIC CHARACTERISTIC AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCE FOR GALENA IN TIELUPING SILVERLEAD DEPOSIT AT LUONING, HENAN PROVINCE

Li zhonglie

(*Institute of geology and nonferrous metal resources, Hebei*)

Abstract

This paper Studies the feature of mineralogy for galena in Tieluping Ag—Pb deposit, including chemical comporsition isotopic constitution and thermalelectricity of galena etc. , and extracts some genetic information and ore guide with consulting value. The author considers that Tieluping Ag—Pb deposit which occured in Archean greenstone belt belongs to magmatic thermal—metamophil thermal type of deposit and had something to do with magma activity. The ore — forming material mainly came from crystalline basement of Archean Taihua Group. Galena with small content of Sb, nearly barren of Bi, a very few of Ag and abundant of Cu shows its typomorphic characteristics. The author proposes that in mining area the possibility for Ag—Pb ore body occuring under the 800—850 meters cevel is very few.

Key words Ag—Pb deposit galena typomorphic feature Tieluping of Henan

作者简介 李忠烈 男, 1959年9月30日生, 1987年7月毕业于昆明工学院地质系矿山地质专业, 主要从事河南西部银矿的矿床地质研究工作, 现任河南省有色地质勘探公司助理工程师。通讯地址: 河南省郑州市中原东路107号, 邮政编码: 450052。