

凡口矿床闪锌矿和方铅矿的微量元素 及其比值——一个对比性研究

宋 学 信

(中国地质科学院矿床地质研究所)

矿床的一般特征

凡口矿床位于华南准地槽粤中海西拗陷带北段。

该矿床主要赋存于中、晚泥盆世碳酸盐建造中,其次,赋存于早石炭世细碎屑岩-碳酸岩建造中。中、晚泥盆世碳酸盐建造以岩石中普遍含陆源碎屑石英、夹有黄铁矿页(板)岩或粉砂质页岩夹层、化石丰富、炭质和泥质含量较高为特征。

矿体多为似层状和透镜状,其次为脉状和囊状。

矿石的矿物组成比较简单,主要矿石矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿和菱铁矿,并可见少量毒砂,脉石矿物主要为石英、方解石、白云石、绢云母或水白云母等。黄铁矿常与闪锌矿和方铅矿伴生,但是也有黄铁矿呈单一的黄铁矿石(层纹状或块状)产出者。菱铁矿往往单独产出,有时伴有黄铁矿。

矿区内蚀变作用很弱,仅在块状黄铁矿矿体和铅锌矿体附近见到较弱而不规则的白云岩化。在铅锌矿石中有时可见黄铁矿交代残余,说明至少有部分铅锌矿石是沉积黄铁矿石经后期改造而成。

矿区内未见较大的火成岩体,偶见辉绿岩脉和闪长岩脉,规模很小。

矿区断裂构造发育,某些铅-锌矿体与断裂构造有密切的空间关系,黄铁矿体和菱铁矿体多沿层产出,与断裂构造关系不明显。

总的看来,凡口铅锌矿床的大部分地质特征是与密西西比河谷型矿床相似的,但是二者之间也有许多显著的区别。这些区别是:(1)凡口矿床的主岩主要为含白云质很低的灰岩和泥质灰岩,而不是

白云岩;(2)凡口矿石中缺乏萤石和少见重晶石;(3)矿石中有时黄铁矿占绝对优势并构成单独的黄铁矿体;(4)有单独的菱铁矿体,严格地讲,凡口矿床应称为凡口菱铁矿黄铁矿铅锌矿床;(5)矿物中流体包裹体不发育。

闪锌矿中的微量元素

我们对凡口矿床有代表性的闪锌矿单矿物和精矿进行了微量元素测定。测定的微量元素为: Cd、Ag、Se、Te、In、Tl、Ga和Ge。它们在闪锌矿中主要呈类质同象形式出现。测定方法为原子吸收光谱、催化极谱和比色法。同时还测定了这些样品的Zn、Fe和S。测定的元素的平均含量见表1。

由表1可以看出,深色闪锌矿的Cd、Ag、Ge和Fe的平均含量(分别为2000ppm、230ppm、110ppm和6.22%)比浅色闪锌矿的Cd、Ag、Ge和Fe的平均含量(分别为1700ppm、160ppm、80ppm和3.79%)为高,而深色闪锌矿的Ga平均含量(260ppm)比浅色闪锌矿(430ppm)低。二者的In、Tl、Se含量均很低,并且近乎相等。由于深色闪锌矿往往为早期世代,浅色闪锌矿为晚期世代,所以微量元素含量的差异也反映了闪锌矿世代的不同。

为了与凡口铅锌矿床进行对比,我们从有关文献和资料中收集了中国及其他国家各种成因类型铅-锌或多金属矿床闪锌矿的Fe和某些微量元素分析结果(表2)。由表2可以看出:

(1)凡口闪锌矿铁含量(平均为5.49%)比所有其他矿床都高;

(2)Cd含量(平均为1900ppm)与密西西比河谷上游矿区相似,与水口山、Corn和高板河相

凡口闪锌矿单矿物的化学成分 (ppm)

表 1

化学元素	Zn (%)	Cd	Se	Te	Ga	Ge	Ag	In	Tl	Fe (%)	S (%)
深色闪锌矿(7)	58.13	2000	3	<1	260	110	230	<6	5	6.22	31.87
浅色闪锌矿(3)	61.59	1700	4	<1	430	80	160	<7	4	3.79	32.60
总平均值	59.17	1900	3	<1	310	100	210	<6	5	5.49	32.09

注：括号内数字为样品数。分析者：中国地质科学院岩矿测试技术研究所张金叶

闪锌矿的微量元素 (ppm)

表 2

矿床成因类型	碳酸岩为主岩的层控和层状铅-锌矿床				同生闪锌矿		火山-热液多金属矿床	砂卡岩-热液铅-锌或铁-铜矿床	热液铅-银矿床	
	密西西比河谷型		阿尔卑斯型		5	6	7	8	9	10
矿床编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cd	1900	2390	1678	1440	3489	3944	3110	2090	2770	5000
Se	3						23		29	
Te	<1						5		22	
In	<6	2	b1d				36	46	88	
Tl	5	65					9		2	
Ga	310	48	95	222		96	20	8	78	
Ge	100	184	102	109		5	<1	b1d	29	
Ag	210		21	29	2	30	202	86	97	454
Fe(%)	5.49		1.41	0.35	0.54		4.11			2.33
Mn			49	123	19	67				62
Cu			76		6		9500			790
Co			15		6	11			1070	<4
Ni			42		4				753	
资料来源	本文 (平均值)	河北地质五队, 未公开出版资料	Hall 和 Heyl, 1968	Sangster 和 Liberty, 1971	El Shazly 等, 1956—1957	Fruth 和 Maucher, 1966	西北冶金地质六队, 未公开出版资料	湖南冶金地质二一七队, 未公开出版资料	江苏冶金地质研究室, 未公开出版资料	Hall 和 Czamanske, 1972

1—凡口；2—高板河；3—密西西比河上游，美国；4—Gorno，意大利；5—闪锌矿结核，Bruce 半岛，加拿大；6—同生闪锌矿，不列颠群岛；7—小铁山；8—水口山；9—长江中下游；10—Wood River，爱达荷州，美国。b1d—低于检出限。

差不多，但比其它矿区低得多；

(3) Ga 含量 (平均为 310ppm) 比其它任何矿区都高，Ag 含量 (平均为 210ppm) 仅比属于铅-银矿床的 Wood River 矿床低，比其它所有矿区，特别是比同生闪锌矿和密西西比河谷上游的闪锌矿高得多；

(4) Ge 含量 (100ppm) 与密西西比河谷上游、Gorno 矿床相似，比高板河矿床低，比其它矿床高得多；

(5) In (<6ppm) 和 Te (近于 0) 含量与其它碳酸岩为主岩的同生矿床一样很低，Se 含量亦很低；

(6) Tl 含量 (平均为 5ppm) 比碳酸岩为主岩的层状矿床——高板河矿床低得多。

I. R. Jonasson 和 D. F. Sangster (1978) 曾研究了加拿大某些硫化物矿石中闪锌矿的 Zn/Cd 比值，并且指出闪锌矿的 Cd 含量和 Zn/Cd 比值因矿床成因类型和成矿时代不同而异。

我们计算了凡口及其它矿区闪锌矿的 Zn/Cd 比值和它们的平均值 (表 3)*。由表 3 可见，火山沉积型和与火山沉积型相似的部分阿尔卑斯型矿床 (如

* 有些矿床缺乏 Zn 分析数据，系据 Fe、Cd、Mn 分析数据代入公式： $100\% = \text{FeS} + \text{MnS} + \text{CdS} + \text{ZnS}$ 求得 ZnS 百分数，再换算出 Zn 的百分数

凡口及其它矿床闪锌矿的 Zn: Cd 比值

表 3

矿床成因 类 型	碳酸岩为主岩的层控和层状铅-锌矿床						火山-沉 积 铅-锌 矿 床	火山-热 液多金属 矿 床	沉积变 质 铅- 锌矿床	砂卡岩-热液铁-铜 或(锡)-多金属矿床		
	密西西比河谷型			阿尔卑斯型						7	8	9
矿床编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zn %	59.17		64.00	61.1	61.95		58.4	58.25	55.16	59.33	53.56	61.40
Cd %	0.19	0.18—0.24	0.239	0.1535	0.1965	0.144	0.11	0.311	0.2189	0.277	0.441	0.59
Zn: Cd	311	333—250*	268	398	315	417*	531	187	252	214	121	104

1—凡口, 本文; 2—禾青, 唐松芳等未公开出版资料; 3—高板河, 河北地质五队未公开出版资料; 4—Pine Point, 加拿大, Jonasson 和 Sangster, 1978; 5—Accesa I 巷道南, 意大利, Dill, 1979; 6—Gorno, 意大利, Fruth 和 Maucher, 1966; 7—Bleikvassil, 挪威, Vokes, 1976; 8—小铁山, 西北冶金地质六队未公开出版资料; 9—Broken Hill, 澳大利亚, Both, 1973; 10—长江中下游, 江苏冶金地质研究室未公开出版资料; 11—大厂(铁闪锌矿), 李锡林等未公开出版资料; 12—东坡(深色闪锌矿), 叶庆同未公开出版资料。* 无 Zn 含量资料, 按 Zn=60% 计算得出

Gorno 铅-锌矿床, 其矿体夹于凝灰岩中) 闪锌矿的 Cd 含量最低, 因此, 其 Zn/Cd 比值最高, 为 417—531; 热液矿床(包括火山热液矿床)和砂卡岩-热液矿床闪锌矿 Cd 含量最高, 其 Zn/Cd 比值最低, 为 104—214; 沉积变质型和碳酸岩为主岩的层控和层状铅-锌矿床(Pine Point 例外)闪锌矿 Cd 含量中等, Zn/Cd 比值也为中等, 为 252—330。凡口闪

锌矿的 Zn/Cd 比值(平均值为 311), 与碳酸岩为主岩的层状高板河矿床和层控禾青矿床、阿尔卑斯型 Accesa 矿床以及著名的沉积变质型 Broken Hill 矿床闪锌矿的 Zn/Cd 比值相近, 而与属于阿尔卑斯型的 Gorno 矿床、火山沉积型 Bleikvassli 矿床、火山热液型小铁山矿床、热液型东坡矿床和长江中下游地区砂卡岩-热液型铁铜矿床相比差别很大。

特别值得注意的是凡口铅锌矿床闪锌矿的 Zn/Cd 比值比同属于碳酸盐岩为主岩的层控矿床的 Pine Point 铅锌矿床为低。

凡口及其它矿区闪锌矿的 Ga-Ge-Ag 比值标绘于图 1 内。该图表明凡口闪锌矿, 特别是浅色闪锌矿的 Ga-Ge-Ag 原子百分比与大不列颠诸岛的闪锌矿相似, 与 Gorno、密西西比河上游和长江中下游矿床相比差别不大, 而与小铁山和水口山相比差别甚大。此外, 凡口闪锌矿(特别是深色闪锌矿)的投影点明显地集中在图 1 的中心区, 说明它们的 Ga、Ge、Ag 三元素原子百分比相近, 这或许就是凡口铅锌矿石中 Ga、Ge、Ag 同时富集的原因所在。

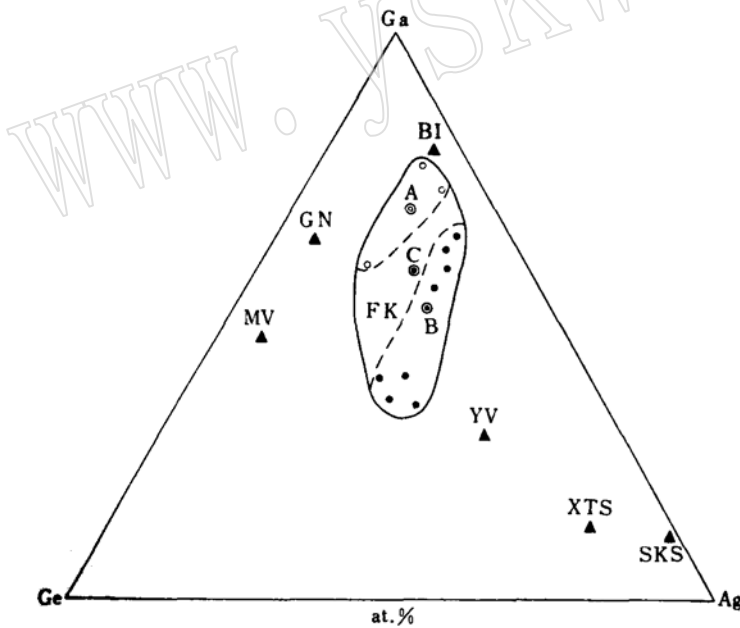


图 1 凡口及其它矿区闪锌矿的 Ga-Ge-Ag 原子百分比

FK—凡口铅锌矿床; A—凡口浅色闪锌矿的平均值; B—凡口深色闪锌矿(包括 1 个锌精矿)的平均值; C—凡口闪锌矿(包括深色和浅色)平均值; BI—不列颠诸岛同生闪锌矿; GN—意大利的 Gorno 铅锌矿区; MV—美国密西西比河上游铅-锌矿区; YV—长江中下游铁-铜矿床; XTS—中国小铁山多金属矿床; SKS—水口山铅锌矿床; at. %—原子百分比

方铅矿中的微量元素

我们测定了凡口方铅矿单矿物的下列 9 种微量元素: Cd、Ag、

Sb、Bi、Hg、Tl、Se、Te 和 As。它们在方铅矿中主要呈类质同象形式出现。分析结果列于表 4。该表说明凡口方铅矿的 Ag、Sb、Hg 含量较高, 并且变化不大, 分别为 1380—2170ppm (平均为 1640 ppm)、860—1420ppm (平均为 1210ppm)、200—500ppm (平均为 320ppm)。As 含量一般很高, 但是变化很大 (<25—7500ppm)。Se、Te、Tl 含量很低, 分别为 <5ppm、0.1—0.8ppm、<0.1—0.3

ppm。Cd 含量不高, 而且变化不大 (30—70ppm)。Bi 含量范围为 0—200ppm。其中晚期世代的方铅矿几乎不含 Bi。此外, 从表 4 还可明显地看出, 晚期世代的方铅矿比早期世代的方铅矿 Sb 含量高, 但 Cd 和 As 含量较低。

凡口方铅矿与中国和世界其它矿区方铅矿微量元素对比资料, 详见表 5。由该表可见, 凡口方铅矿的 Ag、Sb、Cd、Bi 含量较密西西比河谷型和同

凡口矿床方铅矿单矿物的微量元素 (ppm)

表 4

样品编号	Shba-200	Sh175-3-0	Sh6-200	F-X*	Sh140-18*	平均
Cd	70	50	60	30	30	50
Ag	1380	1570	2170	1600	1470	1640
Sb	1240	1040	860	1480	1420	1210
Bi	200	200	200	b1d	b1d	120
Hg	200	300	500	300	300	320
Tl	0.3	0.2	<0.1	0.3	<0.1	0.2
Se	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Te	0.3	0.5	0.2	0.8	0.1	0.4
As	360	7500**	1170	<25	470	500

* 为晚期世代方铅矿。

** 未参加平均值计算。

b1d—低于检出限。

分析者: 中国地质科学院岩矿测试技术研究所梁汉文

方铅矿的微量元素 (ppm)

表 5

矿床编号	1	2	3	4	5	6	7	8
Cd	50	8		90		150	89	19
In				1			11	
Tl	0.2			64		b1d	6	
Ga				1			1	
Ge				<1			20	
Ag	1640	3	10	577	618	1076	860	3683
Hg	320							
Sb	1210	b1d	8		1010	1580		3783
Bi	120		b1d		135	860	7500	21
Se	<5			484	60	60	16	37
Te	0.4			3		129	6	
As	500					272		
Sn			3		51	21		50
资料来源	本文 (平均值)	Hall 和 Heyl 1968	El Shazley 等, 1956— 1957	西北冶金地 质六队未公 开出版资料	Both, 1973	湖南冶金地 质二一七队 未公开出版 资料	江苏冶金地 质研究所未 公开出版资料	Hall 和 Czaman- ske, 1972

1—凡口; 2—密西西比河上游, 美国; 1和2为碳酸岩为主岩的层控铅-锌矿床; 3—同生方铅矿, 不列颠群岛; 4—小铁山, 火山热液多金属矿床; 5—Broken Hill, 澳大利亚, 沉积变质矿床; 6—水口山 (铅-锌); 7—长江中下游 (铁-铜); 6和7为砂卡岩-热液矿床; 8—Wood River (铅-银), 爱达荷州, 美国, 热液矿床; b1d—低于检出限。

生的方铅矿高。其中特别是银含量除仅比热液型的 Wood River 铅-银矿床低以外, 比其它矿床都高。Se、Te、Tl 含量低于或大大低于火山热液和矽卡岩-热液矿床。由于缺乏其它矿床方铅矿的 Hg 和 As 含量资料, 所以无法进行对比。但看来, 凡口方铅矿的 Hg 和 As 含量是相当高的, 分别为 320ppm 和 500 ppm。

为了进一步对比, 我们计算了凡口和其它矿床的 Sb/Ag 比值和 Sb/Bi 比值, 详见表 6。由表 6 可见, 凡口方铅矿 Sb/Ag 比值很低, 为 0.74, 与大不列颠同生方铅矿 Sb/Ag 比值 (0.8) 相近。属于 MV 型矿床的 Hamp 矿山的方铅矿 Sb/Ag 比值为 6, 比凡口方铅矿高得多。属于沉积变质型的 Broken Hill, 火山热液型的小铁山, 矽卡岩-热液型的水口山和 Wood River 矿床的方铅矿的 Sb/Ag 比值也明显地高于凡口方铅矿。凡口方铅矿的 Sb/Bi 比值为 12.1, 与 Broken Hill 矿床的方铅矿 (7.48) 相差

不大, 而与 Wood River 和水口山矿床的方铅矿差别很大。

表 7 列出了凡口及其它矿床方铅矿和闪锌矿的 Se/S × 10⁻⁴ 比值。由于凡口方铅矿和闪锌矿的 Se 含量很低, 所以, Se/S × 10⁻⁴ 比值也很低。而属于火山热液型的小铁山矿床方铅矿和闪锌矿的 Se 含量较高, 分别为 484ppm 和 23ppm, 因此, 它们的 Se/S × 10⁻⁴ 比值也较高, 分别为 34.3 和 0.72。这一点与 Loftus-Hills 和 Solomon (1967) 关于硫化物中的 Se 含量高可能与火山作用有关的结论是一致的。至于属于密西西比河谷型的 Pine Point 矿床方铅矿和闪锌矿 Se 的异常高含量 (分别为 1080ppm 和 172 ppm), 很可能是该成矿省富 Se 造成的。

图 2 标绘了方铅矿的 Sb-Bi-Ag 原子百分比。由图可见, 凡口方铅矿的点子分布比较集中, 并且靠近 Sb-Ag 边, 这是因为它们的 Bi 原子百分比低的缘故。凡口方铅矿平均值 (A 点) 落于原子百分比

方铅矿的 Sb:Ag 和 Sb:Bi 比值

表 6

矿床编号	1	2	3	4	5	6
Sb %	0.121	0.0008	0.1010	0.3783	0.158	0.3000
Ag %	0.1640	0.0010	0.0618	0.3683	0.1076	0.0500
Bi %	0.0100	0.0000	0.0135	0.0021	0.086	
Sb:Ag	0.74	0.8	1.63	1.03	1.47	6
Sb:Bi	12.1	非常大	7.48	180.1	1.84	
资料来源	本文	El Shazley 等, 1956—1957	Both 1973	Hall 等, 1972	湖南冶地二一七队未公开出版资料	Hall 等, 1968

1—凡口, 2—不列颠群岛同生方铅矿; 3—Broken Hill, 澳大利亚; 4—Wood River, 爱达荷州, 美国; 5—水口山; 6—Hamp 矿山, 伊利诺斯州, 美国

方铅矿和闪锌矿的 Se/S × 10⁻⁴ 比值

表 7

矿物	方 铅 矿				闪 锌 矿			
	1	2	3	4	1	2	3	5
Se %	0.000	0.1080	0.0484	0.006	0.0003	0.0172	0.0023	0.0008
S %	17.52	14.48	14.13	13.26	32.09	34.19	31.80	33.55
Se/S × 10 ⁻⁴	≅0	74.6	34.3	4.52	0.09	5.03	0.72	0.24
资料来源	本文	Evans 等, 1968	西北冶地六队未公开出版资料	湖南冶地二一七队未公开出版资料	本文	Evans 等, 1968	西北冶地六队未公开出版资料	李锡林等未公开出版资料

1—凡口; 2—Pine Point, 加拿大; 3—小铁山; 4—水口山; 5—大厂

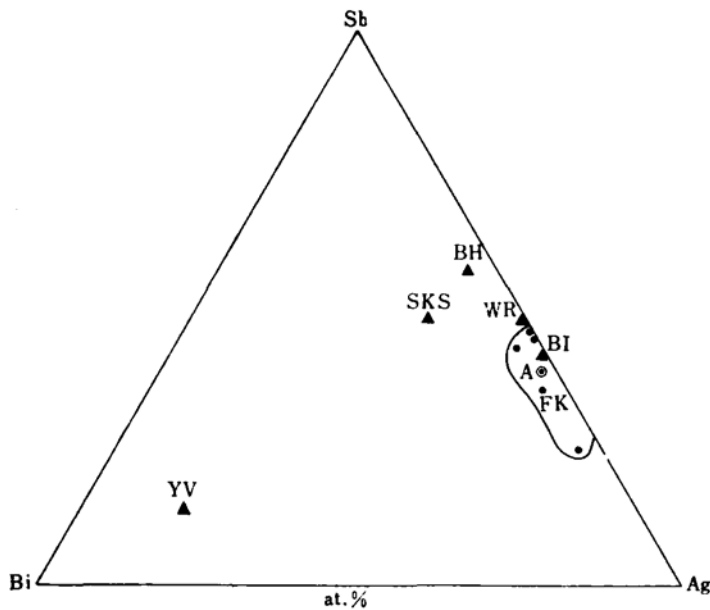


图 2 凡口及其它矿区方铅矿的 Sb-Bi-Ag 原子百分比

FK—凡口铅锌矿床；A—凡口方铅矿平均值；SKS—水口山铅锌矿床；WR—美国爱达荷州 Wood River 铅-银矿床；BI—不列颠群岛同生方铅矿；YV—长江中下游铁-铜矿床；at. %—原子百分比

Ag60%、Sb40% 点的附近，这反映了方铅矿中 Sb 和 Ag 原子数近乎相等的特点。此外，不列颠同生方铅矿投影点落于凡口方铅矿的投影区内，说明两者成因有相似之处。Wood River 方铅矿的 Sn-Bi-Ag 原子百分比特征与凡口方铅矿也很相似，所以其投影点落于凡口方铅矿投影区的附近。至于水口山和长江中下游方铅矿的投影点远离凡口方铅矿投影区，这可能是由于它们与凡口矿床成因显然不同所致。Broken Hill 方铅矿 Bi 含量较低，投影点也落于 Sb-Ag 边附近，但因其 Sb 原子百分数大于 Ag 原子百分数，所以，其位置离凡口铅锌矿投影区也有一定距离。

结 论

综上所述，可以得出以下初步结论：

1. 凡口闪锌矿的 Zn/Cd 比值与无可争议的属于碳酸岩为主岩的层控或层状铅锌矿床——高板河、禾青、Accessa 等矿床的闪锌矿相当接近，说明凡口矿床与这些矿床成因相似；
2. 凡口闪锌矿的 Ga-Ge-Ag 原子百分比、方铅矿的 Sb/Ag 比值和 Sb-Bi-Ag 原子百分比与不列颠诸

岛同生闪锌矿和方铅矿的这些比值非常相近，说明凡口矿床具有同生成因的特点；

3. 凡口闪锌矿的 Ga、Ag 含量和方铅矿的 Cd、Sb、Ag 含量比密西西比河上游矿区闪锌矿和方铅矿明显偏高，可能说明凡口地区与密西西比河谷地区区域地球化学背景、主岩和成矿条件有明显差异；

4. 凡口闪锌矿的 Zn/Cd 比值较密西西比河谷 (MV) 型的 Pine Point 和阿尔卑斯型的 Gorno 矿床闪锌矿的 Zn/Cd 比值低，以及凡口方铅矿的 Sb/Ag 和 $Se/S \times 10^{-4}$ 比值比 MV 型 (Hamp 矿山和 Pine Point) 矿床低得多，这也说明凡口与这些矿床差别很大；

5. 凡口闪锌矿的 Zn/Cd 比值和方铅矿的 Sb/Ag 和 Sb/Bi 比值与沉积变质型的著名的 Broken Hill 矿床相比差别较小，可能也说明两者成因差别不大；

6. 凡口闪锌矿和方铅矿几乎不含 Se，所以其 $Se/S \times 10^{-4}$ 比值很低，甚至等于 0，这说明成矿或矿质来源区与火山作用无关。

7. 凡口闪锌矿的 Zn/Cd 和 Ga-Ge-Ag 原子百分比，方铅矿的 Sb/Ag 和 Sb/Bi 比值与火山沉积、火山热液及热液矿床 (Gorno、小铁山、水口山、东坡、Wood River) 相比差别很大，说明凡口矿床与这些矿床的成因是迥然不同的。

8. 凡口闪锌矿的 Zn/Cd 比值 (311) 比没有改造迹象的层状高板河矿床 (Zn/Cd 比值 268) 高，而接近于经受改造的 Accessa 矿床的 Zn/Cd 比值，这也可以佐证凡口矿床是一个沉积-改造型矿床。

当然，凡口矿床的成因是一个非常复杂的问题，要彻底查明它还需要有广泛的证据。但是，已经进行的矿石矿物微量元素及其比值的研究，显然有助于揭示凡口矿床的成因。

在野外研究期间承蒙凡口矿和冶金地质九三二队同行们的热情帮助，中国地质科学院岩矿测试技术研究所张金叶和梁汉文工程师分别完成了闪锌矿和方铅矿的微量元素测试，在矿物分离工作中得到伊燕荣同志的大力协助。宋叔和教授审阅了本文原

稿并提出了宝贵意见。文中引用了许多单位和个人的未公开出版资料。谨在此一并表示深切的谢意。

参 考 文 献

1. Both, R. A., Minor element geochemistry of sulphide minerals in the Broken Hill lode (NSW) in relation to the origin of ore: *Miner. Deposita*, v. 8, p. 349—369. 1973
2. Dill, H., Lagerstättenkundliche Untersuchungen zur Entstehung der Pyritführenden Blei-Kupfer-Zink-Lagerstätte Accesa (SW-Toskana): *Miner. Deposita*, v. 14, no. 1, 57—80. 1979
3. El Shazly, E. M., Webb, J. S., and Williams, D., Trace elements in sphalerite, galena and associated minerals from the British Isles: *Trans. Institution of Mining and Metallurgy*, v. 66, p. 241—271. 1956—57
4. Evans, T. L., Campbell, F. A., and Krous, H. R., A reconnaissance study of some Western Canadian Lead-Zinc deposits: *Econ. Geol.*, v. 63, p. 349—359. 1968
5. Fruth, I., und Maucher, A., Spurenelemente und Schwefel-Isotope in Zinkbleden der Blei-Zink-Lagerstätte von Gorno: *Miner. Deposita*, v. 1, no. 3., p. 238—250. 1966
6. Hall, W. E., and Heyl, A. V., Distribution of minor elements in ore and host rock, Illinois-Kentucky fluorite district and Upper Mississippi Valley zinc-lead district: *Econ. Geol.*, v. 63, p. 655—670. 1968
7. Hall, W. E., and Czamanske, G. K., Mineralogy and trace element content of the Wood River lead-silver deposits, Blaine County, Idaho: *Econ. Geol.*, v. 67, p. 350—361. 1972
8. Jonasson, I. R., and Sangster, D. F., Zn:Cd ratios for sphalerites separated from some Canadian sulphide ore samples: *Paper Geol. Surv. Canada*, 78—1B, p. 195—201. 1978
9. Sangster, D. F., and Liberty, B. A., Sphalerite concretions from Bruce Peninsula Southern Ontario, Canada: *Econ. Geol.*, v. 66, p. 1145—1152. 1971
10. Vokes, F. M., Caledonian massive sulphide deposits in Scandinavia: A comparative review. In: *Handbook of Strata-bound and Stratiform Ore Deposits*, v. 6, ed. by K. H. Wolf, p. 79—128. 1976
11. 涂光焱, 铅锌矿床的成因分类. 中国科学院地球化学研究所年报 (1978—1979), 3—4页, 贵州人民出版社, 1981

Minor Elements in Sphalerites and Galena from Fankou Pb-Zn Deposit and Their Ratios—A Comparative Study

Song Xuexin

Abstract

The representative sphalerite separates, galena separates and zinc concentrates from Fankou Pb-Zn deposit have been analysed. The analyses show that the Fankou sphalerites is rich in Ga, Ge and Ag, but poor in Se and Te; the Fankou galena are rich in Ag, Hg, Sb and As, but poor in Se, Te and Tl.

The average of Zn/Cd ratios for sphalerites from Fankou is 311. This average is similar to those from Gaobanhe deposit and Heqing deposit, which may be classified as the Mississippi Valley type (i. e. MV type) deposits, Accesa deposit (Alpine type) and Broken Hill deposit (sedimentary-metamorphic type), and is lower than those from Bleikvassil deposit (volcano-sedimentary type), Gorno deposit (Alpine type with some volcano-sedimentary features) and Pine Point deposit (MV type), but higher than those from all of the discussed skarn-

hydrothermal and hydrothermal deposits. The Ga-Ge-Ag atomic ratios for sphalerites (especially light sphalerites) from Fankou are similar to those for the syngenetic sphalerites from the British Isles and for sphalerites from Gorno deposit.

The average of Sb/Ag ratios (0.74) in galena from Fankou is closed to that (0.8) in the syngenetic galena from the British Isles, but much lower than those from other deposits. The Sb-Bi-Ag atomic ratios in Fankou galena are closed to that in the syngenetic galena of the British Isles and not very different from that in Broken Hill galena.

On the basis of the comparison of the minor elements and their ratios in Fankou and other deposits, the following conclusions can be reached: (1) Fankou deposit possesses some syngenetic features; (2) It is similar to MV type deposits, Alpine type deposits and sedimentary-metamorphic deposits, as well as different from them in minor element aspect; (3) It evidently differs from skarn type, and volcano-hydrothermal type deposits in the characteristics of minor elements.