

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

铅、锌流-熔分配实验结果及其在 矿床成因研究中的应用

彭 省 临

(中南工业大学地质系,长沙)

本文用铅、锌在花岗质硅酸盐熔体与流体间的分配实验确立了铅、锌的流-熔分配系数 ($D^{V/L}$) 与氯化钠摩尔浓度 $[m_{NaCl}]$ (0—6 mol/L) 间的 3 个线性关系式以及 $D^{V/L}$ 与 F/Cl 、 K/Na 摩尔比值间的变化关系。这些结果被用来定量探讨花岗质岩浆-热液体系中铅、锌成矿的可能性和可能规模,以及碱质、挥发分相对含量对铅、锌成矿的不同影响等矿床成因方面的基本问题,得出了一些与前人不同的新认识。

与花岗质岩浆热液系统密切有关的铅-锌矿在湘南地区广为分布。然而,花岗质岩浆分离成矿流体的过程中,铅、锌究竟能以多大潜力进入流体参与成矿?流-熔体系的性质如何影响铅、锌的分配?这类矿床成因方面的基本问题目前尚无确切答案。本文将用笔者最近的实验研究成果来探讨这方面问题。

H. D. Holland (1972)、H. И. Хитаров 等 (1982) 和 T. Urabe (1985) 先后通过实验确定了铅、锌在花岗质硅酸盐熔体和不同浓度 $NaCl$ 溶液间的分配系数 (700—900°C, $2 \times 10^8 Pa$)。但他们的结果相差甚远;对花岗质岩浆-热液体系中铅、锌成矿能力的估计也有差异^[1-3]。在充分分析前人资料的基础上,我们进行了一系列探索性条件实验,设计并采用了固-液制样术、黄金管处理术等实验技术和测试程序,使实验结果更稳定可靠。

一、实验及结果

实验用湘南黄沙坪花岗斑岩(富集铅、锌各达 0.25% 左右)制得的玻璃作初始试料,用以下三个系列的卤化物溶液作介质: I. 0—6 mol/L 不同浓度的 $NaCl$ 水溶液; II. 1 mol/L 具不同 F/Cl 摩尔比值的 ($NaCl + NaF$) 水溶液; III. 1 mol/L 具不同摩尔比值的 ($NaCl + KCl$) 水溶液。

实验于 850°C 和 $2.0 \times 10^8 Pa$ 条件下,在外加压冷封式高压釜系统上完成。每次实验将 100mg 初始试料和 160 μL 溶液密封于预先处理过的黄金管(长 40mm, 直径 5mm)中,然后一起置于高压釜内恒温 17 小时到 3 天。原子吸收光谱测定淬火后玻璃和溶液中的铅、锌含量。电子探针检查表明玻璃中铅、锌分布均匀;重复实验结果,多在 20% 范围内稳定,说明实验已达到或接近平衡。

每次实验淬火液相产物的铅、锌含量分别除以淬火玻璃相产物的铅、锌含量来确定

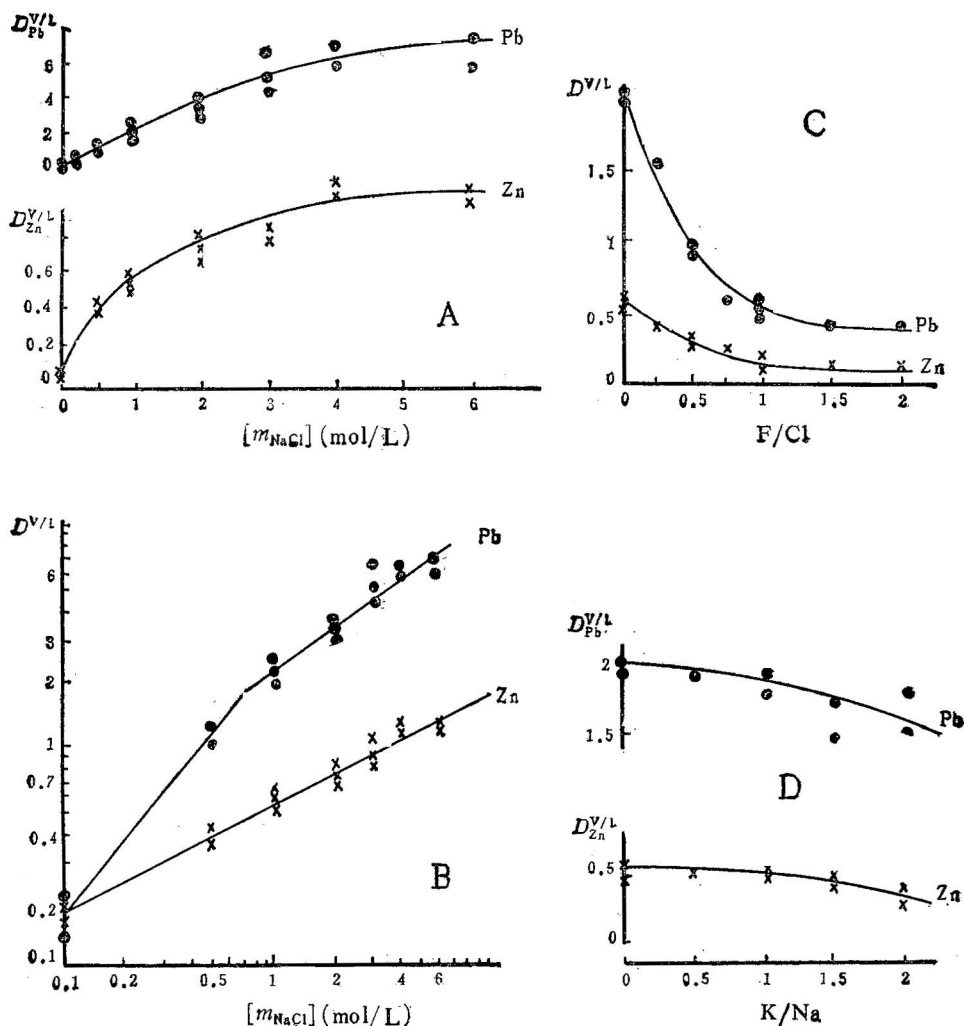
铅、锌的流-熔分配系数 $D_{Me}^{V/L}$ [定义为金属元素 (Me) 在流体相 (V) 和熔体相 (L) 中的浓度比值]。三个系列的实验结果综合于表 1 和图 1。

表 1 I, II, III 系列实验结果一览表

Table 1 Results of experimental series I, II, III

实验 编号	实验介质的性质及浓度	液相 pH		实验产物分析结果 (r)		回收率(%)	分配系数	
		反应 前	反应 后	Pb 液相/玻璃	Zn 液相/玻璃		Pb/Zn	$D_{Pb}^{V/L}$ $D_{Zn}^{V/L}$
81	纯 H ₂ O	5.0	1.5	0.0/259.1	0.0/282.6	102.0/97.3	~0.0	~0.0
85	纯 H ₂ O	5.0	1.5	0.8/251.4	2.1/287.3	85.2/86.1	0.01	0.01
80	0.1mol/L NaCl	5.0	1.5	56.3/200.4	58.2/240.6	101.0/103.0	0.21	0.18
88	0.1mol/L NaCl	5.0	1.5	43.3/208.0	62.8/224.0	83.3/86.1	0.14	0.19
82	0.5mol/L NaCl	5.0	1.5	141.5/86.9	81.3/153.0	90.1/80.9	1.19	0.39
91	0.5mol/L NaCl	5.0	1.5	122.4/93.3	82.8/163.4	85.0/85.0	0.95	0.37
112	1mol/L NaCl	1.0	1.5	168.9/59.5	117.6/148.6	90.0/91.9	1.99	0.55
113	1mol/L NaCl	3.0	1.5	174.8/61.6	123.8/152.2	93.1/95.3	1.99	0.57
117	1mol/L NaCl	5.0	1.5	176.1/62.3	121.5/168.6	93.9/100.1	1.98	0.50
111	1mol/L NaCl	9.0	1.5	175.3/62.2	120.3/152.4	93.6/94.1	1.97	0.55
114	1mol/L NaCl	11.0	1.5	168.5/59.9	112.7/159.6	90.1/94.0	1.97	0.49
83	2mol/L NaCl	5.0	1.5	225.8/43.7	157.3/137.8	106.2/101.9	3.46	0.76
103	2mol/L NaCl	5.0	1.5	251.3/42.1	133.5/142.1	99.1/95.1	3.99	0.63
180	2mol/L NaCl	5.0	1.3	191.0/40.1	142.9/138.2	93.6/98.9	3.19	0.69
84	3mol/L NaCl	5.0	1.5	208.6/32.5	148.1/129.9	95.6/96.0	4.21	0.75
90	3mol/L NaCl	5.0	1.5	204.5/19.2	189.9/116.4	92.2/105.7	6.80	1.07
181	3mol/L NaCl	5.0	1.0	231.0/31.4	150.6/123.2	106.1/90.3	4.82	0.80
86	4mol/L NaCl	5.0	1.5	217.3/25.1	181.2/107.6	95.5/99.7	5.61	1.09
89	4mol/L NaCl	5.0	1.5	214.3/21.5	172.2/109.0	92.9/97.1	6.46	1.02
87	6mol/L NaCl	5.0	1.5	226.1/26.9	181.6/122.6	99.7/105.0	5.27	0.93
92	6mol/L NaCl	5.0	1.5	238.5/20.9	180.4/110.7	102.0/100.5	7.16	1.02
188	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 0.25	5.0	1.3	145.0/68.9	97.7/172.4	86.6/93.5	1.54	0.41
115	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 0.5	7.0	1.5	133.2/103.3	68.3/192.7	93.2/90.1	0.90	0.25
135	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 0.5	7.0	1.5	140.8/110.2	77.5/216.1	99.9/101.3	0.89	0.25
136	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 0.75	7.0	1.5	90.9/107.4	64.9/173.2	78.0/82.2	0.59	0.26
116	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 1	7.0	1.5	112.5/131.3	58.5/228.9	96.1/99.2	0.60	0.18
139	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 1	7.0	1.5	89.7/136.1	47.7/229.2	89.0/95.6	0.46	0.15
190	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 1	7.0	1.5	93.2/141.8	56.8/207.5	94.8/91.5	0.46	0.19
185	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 1.5	7.0	1.7	77.5/143.9	40.8/243.5	89.6/98.4	0.38	0.12
119	1mol/L (NaF + NaCl) F/Cl = 2	7.0	1.5	79.1/149.3	36.3/240.4	90.3/95.3	0.37	0.11
99	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 0.5	5.0	1.5	167.2/61.2	125.0/158.2	89.9/97.8	1.91	0.55
101	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 1	5.0	1.5	156.3/56.9	128.1/155.6	84.2/97.9	1.92	0.57
183	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 1	5.0	1.5	182.5/72.4	129.3/158.3	103.2/99.5	1.77	0.57
102	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 1.5	5.0	1.5	154.8/73.9	116.1/169.0	90.4/99.3	1.46	0.48
192	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 1.5	5.0	1.5	147.2/60.0	125.1/159.9	83.9/98.6	1.72	0.55
104	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 2	5.0	1.5	150.1/68.5	79.1/166.4	86.4/84.7	1.51	0.33
194	1mol/L (KCl + NaCl) K/Na = 2	5.0	1.3	174.0/64.3	122.8/170.9	97.2/102.0	1.83	0.50

注: F/Cl 和 K/Na 为摩尔比值。

图 1 I, II, III 系列实验结果的 $D^{V/L}$ -介质特征关系图Fig. 1 Diagram of $D^{V/L}$ versus medium properties showing the results in experimental series I, II, III

F/Cl, K/Na 均为摩尔比值

二、讨论及应用

以上结果表明: 1. 铅、锌分配系数 ($D^{V/L}$) 与 $NaCl$ 的摩尔浓度 $[m_{NaCl}]$ 成正比(图 1A)。对数坐标上, 两者呈明显线性相关(或分段线性相关)(图 1B), 其间的线性方程有:

$$\ln D_{Pb}^{V/L} = 1.15 \ln [m_{NaCl}] + 0.85 \quad (0.1 \text{ mol/L} \leq [m_{NaCl}] \leq 0.7 \text{ mol/L}) \quad (1)$$

$$\ln D_{Pb}^{V/L} = 0.7153 \ln [m_{NaCl}] + 0.68 \quad (0.7 \text{ mol/L} < [m_{NaCl}] \leq 6 \text{ mol/L}) \quad (2)$$

和 $\ln D_{Zn}^{V/L} = 0.46 \ln [m_{NaCl}] - 0.675 \quad (0.1 \text{ mol/L} \leq [m_{NaCl}] \leq 6 \text{ mol/L}) \quad (3)$

可见, 含氯流体萃取铅、锌的能力随 $NaCl$ 摩尔浓度的增大而增大; 纯水对铅、锌几乎

无萃取能力。2. 铅、锌分配系数 ($D_{\text{Pb}}^{L/L}$) 随 $1\text{mol}(\text{NaCl} + \text{NaF})$ 溶液中氟含量增大而迅速减小(图 1C), 即氟含量的增加会降低流体从熔体中萃取铅、锌的能力。3. 铅、锌分配系数($D_{\text{Pb}}^{L/L}$) 随 $1\text{mol/L}(\text{KCl} + \text{NaCl})$ 溶液中钾含量的增大而略有减小的趋势, 但 $D_{\text{Pb}}^{L/L}$ 的变化不如 $D_{\text{Pb}}^{L/L}$ 明显(图 1D)。

下面, 我们用本实验确定的线性方程(1)、(2)和(3)来估计铅、锌的成矿潜力。

H. D. Holland (1972) 设计了两种岩浆流体分离模型, 据此可推导出描述流-熔分离时, 流体中氯化物浓度变化方程^[1]。

第一种模型假定在流-熔分离时, 硅酸盐熔体的质量基本上保持不变。这代表了结晶作用开始前, 挥发组分的释放过程。此时, 流体中氯化物的浓度(v_{mCl})可由下式表达:

$$v_{\text{mCl}} = {}^0_{\text{LmCl}} D_{\text{Cl}}^{L/L} \exp \frac{D_{\text{Cl}}^{L/L}}{55.5 {}^0_{\text{LW}}} ({}_L M_{\text{H}_2\text{O}} - {}^0_{\text{LmH}_2\text{O}}) \quad (4)$$

式中:

${}_L \text{mCl}$ = 熔体中氯化物浓度, mol/kg 熔体;

${}_L M_{\text{H}_2\text{O}}$ = 熔体中水的总摩尔数;

${}_L W$ = 熔体总重量, kg;

$D_{\text{Cl}}^{L/L}$ = 氯的流-熔分配系数;

上角标“0”表示该项初始值。

第二种模型假定随温度下降, 流体随结晶作用不断释放时, 溶于残余熔浆中的水含量保持不变。大体代表岩浆结晶分异时流体的释放过程。所释放的流体中氯的浓度可由下式表达:

$$v_{\text{mCl}} = {}^0_{\text{LmCl}} D_{\text{Cl}}^{L/L} \left[\frac{{}_L M_{\text{H}_2\text{O}} - {}^0_{\text{LmH}_2\text{O}}}{{}_L M_{\text{H}_2\text{O}}} \right] \left(\frac{D_{\text{Cl}}^{L/L}}{55.5} {}^0_{\text{LmH}_2\text{O}} \right) \quad (5)$$

式中:

${}^0_{\text{LmH}_2\text{O}}$ = 熔体中水的初始摩尔浓度, mol/kg 熔体; 其它符号意义同式(4)。

这样, 我们可通过以下途径来估计从湘南花岗质熔体分离出的流体中铅、锌的浓度和数量:

(1) 设花岗质熔浆中铅、锌、氯和水的原始含量为: 铅 95ppm, 锌 113ppm (湖南花岗岩铅、锌的平均含量)¹⁾; 氯 1000ppm (据[4]); $D_{\text{Cl}}^{L/L}$ 50 (据[5—7]实验结果设定); 原始含水量分别取 2mol/kg 熔体和 4mol/kg 熔体 (据一般花岗岩浆含水量为 2.6—6.0wt%^[8] 设定);

(2) 利用所设初始值和方程(4)与(5), 计算流体分离过程中流体的氯化物浓度 v_{mCl} ;

(3) 据求得的 v_{mCl} 和方程(1)或(2)和(3), 计算流体分离过程中铅、锌的流-熔分配系数 $D_{\text{Pb}}^{L/L}$ 和 $D_{\text{Zn}}^{L/L}$;

(4) 利用求得的 $D_{\text{Pb}}^{L/L}$ 与 $D_{\text{Zn}}^{L/L}$ 及每一分离阶段铅、锌的浓度 (${}_L \text{m}_{\text{Pb}}$) [确定按下第

1) 王育民, 1984, 湖南铅锌矿。湖南省地质矿产局。

(5)步],逐级计算各分离阶段流体的铅、锌浓度 ($v_{m_{Me}}$);

(5) 据从熔浆(设为 4km^3) 转入流体的水的质量和上面求得的 $v_{m_{Me}}$, 计算转入流体的金属量 ($\Delta_L W_{Me}$); 将其从熔体中剔除后,算出剩余熔体的金属浓度,并令其作为下一分离阶段的金属初始浓度 ($l_{m_{Me}}$)。

如此反复计算,直到所有的水全部分离进入流体相为止。计算结果综合于表 2 和图 2。

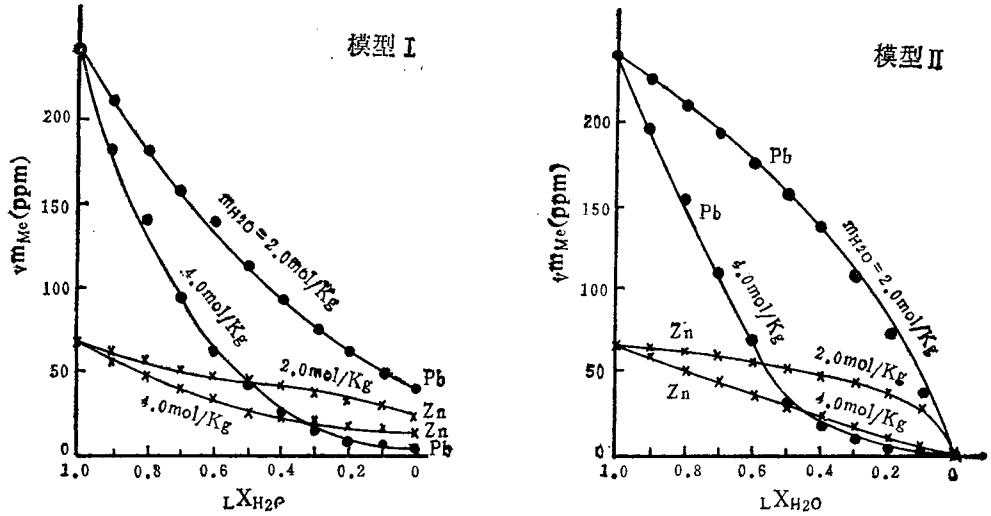


图 2 流-熔分离过程中流体含铅锌浓度变化图

Fig. 2 Diagram showing the variation of Pb and Zn concentrations in the fluids during the partitioning of volatiles from the melts

表 2 和图 2 表明: 1. 两种分离模型中,在流体分离的全部或绝大多数阶段,从熔浆中分出的流体均具有重要的成矿意义。例如,当 $l_{m_{H_2O}}=2\text{mol/kg}$ 熔体,即 $3.6\text{wt}\%$ 时,流-熔分离全部过程中,流体含铅、锌的浓度都大于热液成矿的下限浓度值 $10\text{ppm}^{[9]}$ 。当 $l_{m_{H_2O}}=7.2\text{wt}\%$ 时,流-熔分离的绝大多数阶段,流体中铅、锌浓度大于 10ppm 。2. 早阶段分出的流体对铅、锌的成矿意义最大,可形成富矿体。即使有地下水成倍(甚至十几倍)地混入稀释,混合热液仍具有成矿意义。3. 4km^3 含铅、锌为平均含量的花岗质岩浆中可分离出 0.1 百万吨的铅、锌进入流体参与成矿,这是形成湘南多因复成铅-锌矿床的十分有利的潜在力量。

三、结 论

花岗质岩浆-流体系统中,氯、氟、水、钾、钠等含量均会影响铅、锌的分配。其中氯、(钠)浓度相对增加,有利于铅、锌从熔体向流体分配。而氟、(钾)分量的增加,则程度不一地阻碍这种分配,从而不利于岩浆-热液成矿。熔浆中水含量适度时,才能相对提高流体中铅、锌的浓度和数量。

花岗质岩浆结晶分异前因减压沸腾或岩浆结晶分异时所释放的流体均具有铅、锌成矿的可能;早一中阶段分离出的流体成矿可能性更大;具有 4km^3 的花岗质岩浆源可能提

表 2 流体从 4km³ 花岗质熔浆中

Table 2 Estimation of the possible scales of Pb and Zn

初始条件	$LX_{H_2O}^a$		1.0	0.9	0.8	0.7	0.6
$\bar{m}_{Pb} = 95ppm$ $\bar{m}_{Zn} = 113ppm$ $\bar{m}_{Cl} = 1000ppm$ $(D_{Cl}^{V/L} = 50)$ $\bar{m}_{H_2O} = 2.0M$	模型 I	$v_{m_{Cl}}^c$	1.41	1.18	0.98	0.82	0.69
		$D_{Pb}^{V/L}$	2.52	2.22	1.95	1.71	1.51
		$v_{m_{Pb}}^c$	240	211	183	161	141
		$\Delta_L W_{Pb}^d$	0	7596	13198	17334	20333
		$D_{Zn}^{V/L}$	0.60	0.55	0.50	0.46	0.43
		$v_{m_{Zn}}^c$	67	62	57	52	48
		$\Delta_L W_{Zn}^d$	0	2236	4097	5648	6941
	模型 II	$v_{m_{Cl}}$	1.41	1.30	1.18	1.06	0.94
		$D_{Pb}^{V/L}$	2.52	2.38	2.22	2.06	1.89
		$v_{m_{Pb}}$	240	226	209	192	175
		$\Delta_L W_{Pb}$	0	8143	15070	20779	25258
		$D_{Zn}^{V/L}$	0.60	0.57	0.55	0.52	0.49
		$v_{m_{Zn}}$	67	65	62	59	56
		$\Delta_L W_{Zn}$	0	2336	4464	6361	8006
$\bar{m}_{Pb} = 95ppm$ $\bar{m}_{Zn} = 113ppm$ $\bar{m}_{Cl} = 1000ppm$ $(D_{Cl}^{V/L} = 50)$ $\bar{m}_{H_2O} = 4.0M$	模型 I	$v_{m_{Cl}}$	1.41	0.98	0.69	0.48	0.33
		$D_{Pb}^{V/L}$	2.52	1.95	1.51	1.01	0.65
		$v_{m_{Pb}}$	239	185	142	94	60
		$\Delta_L W_{Pb}$	0	13342	20376	20282	17410
		$D_{Zn}^{V/L}$	0.60	0.50	0.43	0.36	0.31
		$v_{m_{Zn}}$	67	57	48	40	35
		$\Delta_L W_{Zn}$	0	4068	6970	8726	10022
	模型 II	$v_{m_{Cl}}$	1.41	1.07	0.79	0.56	0.37
		$D_{Pb}^{V/L}$	2.52	2.07	1.67	1.20	0.75
		$v_{m_{Pb}}$	240	197	156	111	70
		$\Delta_L W_{Pb}$	0	14126	22507	24041	20016
		$D_{Zn}^{V/L}$	0.60	0.53	0.46	0.39	0.32
		$v_{m_{Zn}}$	67	60	51	44	36
		$\Delta_L W_{Zn}$	0	4313	7402	9461	10397

a. 残留于熔体中水的份数 (fraction of water remaining in magma)。

b. 流体从熔体中萃取的金属总量, 吨 (total amount of metal elements extracted with volatiles, int)。

c. 流体中元素的浓度, ppm (concentration of elements in fluid, in ppm)。

d. 不同阶段流体从熔体中萃取的金属量, 吨 (amount of metal elements extracted with volatiles, int)。

供相当于中型铅-锌矿床的金属矿质进入流体参与成矿。如果岩浆源更大, 或有其它来源 (如地层) 的矿质加入时, 可能形成更大规模的矿床。所以, 对湘南而言, 在有地洼阶段的相对富氟、(钠) 的浅成钙碱性花岗质小岩体和晚古生代地台构造层中的碳酸盐岩地层同时发育地段, 是寻找大型铅-锌矿床的最可能地段。

本文是笔者博士研究生论文的一部分。系在导师陈国达教授和副导师吴延之教授全面精心指导下完成。实验中得到曾骥良高级工程师指导。全文得到国家教委高校博士点基金资助。在此谨表衷心感谢!

萃取铅、锌的可能规模估计表

extraction with volatiles from a magma of volume 4km³

0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	ΔW_{Me}^b
0.57	0.48	0.40	0.33	0.28	0.23	1.7×10^4
1.23	1.01	0.82	0.65	0.54	0.43	
114	94	76	61	50	40	
20520	20196	19127	17539	16330	14508	
0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	
44	41	37	34	32	29	
7956	8813	9425	9878	10303	1044	7.6×10^4
0.81	0.68	0.54	0.39	0.22	0	1.9×10^5
1.70	1.50	1.15	0.79	0.41	0	
157	138	106	73	38	0	
28260	29894	26712	21053	12344	0	
0.46	0.43	0.38	0.33	0.25	0	
52	48	43	37	28	0	
9324	10325	10836	10627	9201	0	7.1×10^4
0.23	0.16	0.11	0.08	0.06	0.04	1.2×10^5
0.43	0.28	0.18	0.13	0.09	0.06	
40	26	17	12	8.5	5.7	
14436	11318	8518	7027	5508	4104	
0.26	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	
29	25	21	18	16	13	
10483	10584	10382	10253	10174	936	9.1×10^4
0.23	0.13	0.06	0.02	0.004	0	1.1×10^5
0.43	0.22	0.09	0.03	0.004	0	
40	21	8.7	2.5	0.4	0	
14400	9072	4365	1417	253	0	
0.26	0.20	0.14	0.08	0.04	0	
29	23	16	9.4	4.5	0	
10440	10066	7862	5414	2916	0	6.8×10^4

参 考 文 献

- [1] Holland, H. D., 1972, Granites, solutions, and base metal deposits. *Econ. Geol.*, Vol. 67, pp. 281—301.
- [2] Хитаров, Н. И., Малинин, С. Д., Лебедев, Е. Б., Шибаева, Н. П., 1982, Распределения Zn, Cu, Pb и Mo между флюидной фазой и силикатным расплавом при высоких температурах и давлениях. *Геохимия*, №. 8, ст. 1094—1107.
- [3] Urabe, T., 1985, Aluminous granite as a source magma of hydrothermal ore deposits: An experimental study. *Econ. Geol.*, Vol. 80, pp. 148—157.
- [4] Carmichael, I. S. E., Turner, F. T. and Verhoogen, J., 1974, *Igneous petrology*, McGraw Hill Inc., New York, pp. 289—333.
- [5] Рябчиков, В. Д., Уолл, В. Д., Бернэм, К. У., 1974, Равновесия рудоносных флюидов с кисл-

- ыми изверженными породами. Геол. Рудн. Месторожд., № 3, ст. 15—26.
- [6] Kilink, I. A. and Burnham, C. W., 1972, Partitioning of chloride between a silicate melt and coexisting aqueous phase from 2 to 8 kilobars. *Econ. Geol.*, Vol. 67, pp. 231—235.
- [7] Shinohara, H., Iiyama, J. T. and Matsuo, S., 1984, Comportement du chlore dans le système magma granitique-eau. *C. R. Acad. Sc, Paris*, t. 298, Série II, No. 17, pp. 741—743.
- [8] Burnham, C. W., 1979, Magma and hydrothermal fluids, in Barnes, H. L., ed., *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, John Wiley, New York, pp. 71—136.
- [9] Barnes, H. L., 1979, Solubilities of ore minerals, in Barnes, H. L., ed., *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, John Wiley, New York, pp. 404—406.

THE EXPERIMENTAL RESULTS OF Pb AND Zn PARTITIONING BETWEEN FLUID AND MELT, AND THEIR APPLICATION TO THE RESEARCH ON MINERALIZATION

Peng Shenglin

(*Department of Geology, South-Central University of Technology, Changsha*)

Abstract

Three linear equations between $D_{Mc}^{V/L}$ and $[m_{NaCl}]$, i. e. $\ln D_{Pb}^{V/L} = 1.15 \ln [m_{NaCl}] + 0.85$ ($0.1M \leq [m_{NaCl}] \leq 0.7M$), $\ln D_{Pb}^{V/L} = 0.7153 \ln [m_{NaCl}] + 0.68$ ($0.7M < [m_{NaCl}] \leq 6M$) and $\ln D_{Zn}^{V/L} = 0.46[m_{NaCl}] - 0.675$ ($0.1M \leq [m_{NaCl}] \leq 6M$), and the relationship of $D_{Mc}^{V/L}$ versus F/Cl or K/Na mole ratios have been established by the experiments of the partitioning of Pb and Zn between granitic silicate melt and aqueous fluid. These results have been used to quantitatively study some essential problems, such as the Pb-Zn mineralization possibility and scale in the system of granitic magma and hydrothermal fluid, and the influence of the relative contents of alkali and volatiles on the Pb-Zn mineralization in the same system.

The calculation and analysis show that in the system of granitic melt and hydrothermal fluid, the relative contents of Cl, F, H₂O, K and Na may all affect the partitioning of Pb and Zn between the melt and fluid. The increase of Cl (Na) fractions in the fluid is favourable for the fluid extraction of Pb and Zn from the granitic melt, but the increase of F (K) may more or less hinder this extraction. An appropriate content of water in the melt may contribute to the increase of concentrations and contents of Pb and Zn in the fluid.

Fluids released during granitic magmatic crystallization or magma-boiling due to pressure reduction possess a mineralization potentiality, and those released during the early-middle stage have a greater potentiality. 4 km³ of granitic magma can provide the fluid with such an amount of metal material as capable of forming a medium-sized Pb-Zn deposit. If a larger volume of magma exists or the participation of metal material from other sources (such as strata) occurs, a larger Pb-Zn deposit may be formed.

The most potential region for searching for large Pb-Zn deposits in Hunan is the area containing small hypabyssal, relatively Cl(Na)-rich calc-alkaline rock bodies of Diwa (geodepression) stage and late Palaeozoic platform carbonate strata.