

有机质在层控铅锌矿床中作用的实验研究^①

卢家烂¹ 庄汉平¹ 刘文均²

¹(中国科学院广州地球化学研究所,广州五山 510640) ²(成都理工学院,成都 610059)

提 要 有机质在层控铅锌矿床中的作用已受到普遍重视。本文的实验研究内容和主要研究成果包括如下三个方面:

1. Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} 在共存的水相和油相中分配系数与温度和溶液成分关系的实验研究,证明在酸性条件下 Cu , Pb , Zn 元素 95% 以上趋向于在水溶液中,而在弱碱性条件下这些元素有强烈的在油相中富集的趋向,表现出典型的卟啉化合物的特征;

2. 矿物在油田卤水和相同盐度的 $\text{CaCl}_2\text{-NaCl}$ 溶液中溶解度的对比实验研究,讨论了金属元素在油田卤水中的无机络合作用和有机络合作用之间的竞争能力;

3. 在人工组合双源层和温度压力同时作用的压力机条件下,进行了油气生成和运移过程对 Pb , Zn 元素活化迁移的实验研究,实验证明,新生成原油(氯仿沥青 A)中获得了 Zn 的 $52\sim 769\mu\text{g/g}$ 的高丰度,其中经过初次运移的原油往往含有更高含量的金属元素。

因此,有理由认为在一定的成熟度范围内原油相可能是 Pb , Zn 等多金属元素迁移富集的重要载体和成矿流体的重要组成部分。

关键词 分配系数 有机络合作用 双源层 成矿流体

分类号 P 618.42.43

第一作者简介 卢家烂 男 56岁 研究员 实验地球化学

有机质是沉积改造和沉积浅变质铅锌矿床中的重要组份。野外观测和实验研究结果说明,生物有机质及其演化产物在层控铅锌矿床形成过程中曾起到积极作用。

尾原良道^[1]在解释黑矿成因时曾提出过 PUMOS假说,认为黑矿的源层是原始未分异的富含金属的有机沉积物;涂光炽^[2]从 14 个方面总结了油气矿床与活泼金属元素的沉积改造矿床之间的相似性,如两类矿床具有类似的源层和储集岩特征,黑色岩系对两者都是重要的源层等。傅家谟等^[3]的研究结果证明,与层控多金属矿床有关的有机质类型以腐泥型为主。据报道,密西西比河谷型铅锌矿床中含有丰富的沥青和液体石油^[4,5];云南金顶超大型铅锌矿床中富含不同成熟度的沥青细脉,其中笔崖山矿体的环带状方铅矿矿石氯仿抽提物达到 $2300\mu\text{g/g}$ ^[6]。产于突尼斯晚白垩世 Bahloul 地层的 Bou Grine 铅锌矿床中,铅锌含量为 0.5%~2%,有机碳丰度为 4%~5%,有机质 OPI 值达 30%,HI 为 600 mg/g C_{org} , T_{max} 为 423°C ,是低成熟腐泥型有机质;矿体中原油可能来自相邻的地层^[7]。由于两类矿床要求的构造和地层圈闭条件不同,或者对体系开放程度要求不同,至今还未发现油藏与金属矿床直接共存的实例,然而某些金属矿床中,如黔西南汞矿床和汞金矿床与古油藏共生的例子已有许多报道^[8]。

某些金属矿床与油气藏可能有相似或相同源层,由于成藏和成矿过程的条件各异而最终会有不同的归宿^[9]。

有机质在某些金属矿床成因中的作用,以往较强调对成矿元素沉淀过程的控制作用,如还原作用,吸附作用和其它的沉淀作用。近年来人们还强调水溶有机质成分和石油对金属元素的迁移和富集^[10,11]。本文通过模拟实验,研究了铅锌元素在共存的油相和水溶液中的分配特征,矿物在油田卤水中溶解能力,以及石油的生成和初次运移过程对铅锌元素活化和迁移的作用。

1 实验方法和结果

1.1 Pb^{2+} , Zn^{2+} 在共存的水相和油相中的分配系数与溶液 pH 值关系的实验

实验方法:在八个烧杯中分别加入 $500\mu\text{g}$ Pb^{2+} 或 Zn^{2+} (硝酸盐),蒸馏水稀释至 50 ml,用 HNO_3 和 NaOH 稀溶液调节 pH 值,分别为 2.00, 4.00, 6.00 和 8.00 (pHS-2c 精密酸度计),在每个烧杯中加入低熟原油 100 mg (原油先稀释在苯中,离心分离苯不溶物),电磁搅拌,静置过夜后,苯已挥发,将原油与水溶液分开,并用相应 pH 值溶液清洗原油两次,合并于水溶液中,水溶液和原油分别加入适量硝酸-高氯

^① 本文系国家自然科学基金资助项目,编号:49572121和 49673190
收稿日期:1996-6-12

酸 (5: 1), 低温蒸至近干, 高温至白烟冒尽, 用 4% HCl 溶解 配系数与 pH 值, 溶液成分以及元素本身特性有关
和定容, 原子吸收光谱分析铅锌含量, 实验结果如图 1 所示。

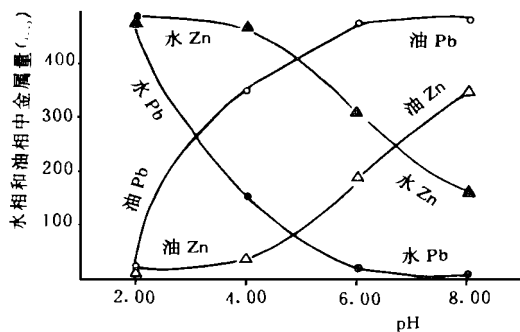


图 1 Pb²⁺, Zn²⁺ 在水相和油相中的分配趋势与溶液 pH 值关系

Fig. 1 Partition of Pb²⁺ and Zn²⁺ between aqueous and oil phases

1.2 Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ 在共存的油相和油田卤水中分配系数的测定

选用江汉油田原油和油田卤水进行实验, Cu²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺ (硝酸盐) 加入到油田卤水中, 并将溶液 pH 值分别调至 2.00 和 5.00 为便于对比, 其中编号为 94-E-19 和 94-E-20 的实验的水溶液相中仅分别含有 NaAc-HAc 和 EDTA 实验的其余步骤与图 1 的实验相同。实验结果 (表 1) 表明, 分

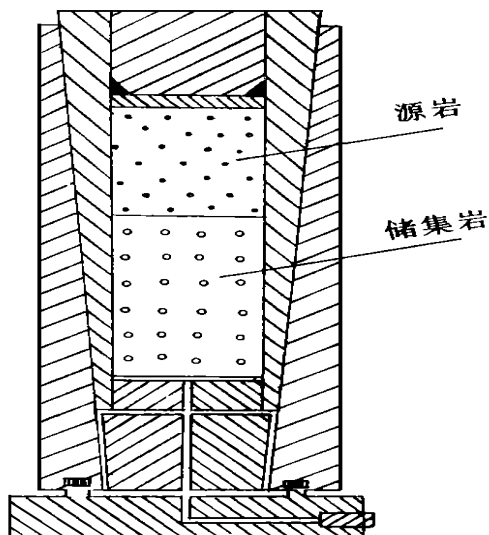


图 2 源岩和储集岩在模具中的分布

Fig. 2 Diagram showing the position of source and reservoir rocks within the experimental unit

1.3 方铅矿, 闪锌矿在油田卤水和 NaCl-CaCl₂ 溶液中溶解能力的实验

表 1 Cu, Pb, Zn 在共存的原油和水相中的分配特征*

Table. 1 Concentrations of Cu, Pb, Zn in coexisting of oils and aqueous solution

原油 (mg)	实验前水相中金属量 (t ^g)					实验后油相中金属量 (t ^g)			分配系数 (Oil/aq)		
	Cu	Pb	Zn	pH		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
94-E-15	200	200	200	2.00		5.5	0	9.0	0.028	0	0.047
94-E-16	200	500	500	2.00		8.8	0	20	0.018	0	0.042
94-E-17	200	200	200	5.00		143	56	63	2.509	0.389	0.460
94-E-18	200	500	500	5.00		350	135	148	2.333	0.370	0.420
94-E-19	200	400	400	5.00			10	10		0.025	0.025
94-E-20	200	400	400	5.00			6	40		0.015	0.111

* 实验 94-E-15 至 94-E-18 中溶液为江汉油田卤水, 盐度 217g/L; 94-E-19 为 0.100 mole NaAc-HAc; 94-E-20 为 1% EDTA; 原油系采自江汉油田谭 32 井低硫高硫原油

表 2 矿物在油田卤水和 NaCl-CaCl₂ 溶液中的溶解能力

Table. 2 Solubilities of minerals in oilfield brine and NaCl-CaCl₂ solution

编号	矿物 (过量)	溶液相			溶解度 (10 ⁻⁶)		
		成分	盐度 (g/l)	pH	体积 (ml)	Zn	Pb
94-W-1	方铅矿, 闪锌矿	油田卤水	219	7.31	10	81.3	67.5
94-W-2	方铅矿, 闪锌矿	油田卤水	219	7.31	10	81.3	62.5
94-W-3	方铅矿, 闪锌矿	NaCl-CaCl ₂	219	7.31	10	53.1	45.0
94-W-4	方铅矿, 闪锌矿	NaCl-CaCl ₂	219	7.31	10	53.8	45.0
94-W-5	方铅矿, 石膏, 闪锌矿	油田卤水	219	7.31	10	60.9	53.7
94-W-6	方铅矿, 石膏, 闪锌矿	NaCl-CaCl ₂	219	7.31	10	55.4	202
94-W-7	方铅矿, 闪锌矿	NaAc-HAc	0.1 mole	7.31	10	1.62	12.5

油田卤水取自江汉油田,总盐度 217 g/L, pH 值为 7.30, NaCl-CaCl₂ 以 5:1 (NaCl: CaCl₂) 的比例配置成与油田卤水相同盐度和 pH 值的混合溶液,闪锌矿和方铅矿(过 60 目筛)以及实验溶液在抽气条件下焊封在玻璃容器中,并在相同的实验温度和时间区间内,测定矿物的溶解度。实验结果(表 2)表明,在油田卤水和 NaCl-CaCl₂ 这两种溶液中都可获得较高的溶解度,但是在油田卤水中的溶解度比 NaCl-CaCl₂ 混合溶液要高一些,而在 NaAc-HAc 溶液(94-W-7)中的矿物溶解度较低,证明油田卤水中非 NaAc 有机成分可能起到重要作用。

1.4 石油生成和初次运移与铅锌元素活化迁移的实验

用表 3 所给出的生油岩分别与铅锌矿源岩按一定比例混合,研磨均匀制成“双源岩”。双源岩和作为储集层的细粒石英砂填在如图 2 所示的不锈钢模具中,承样模具再置于压

力机上,在相同温度和上覆压力(内部孔隙压力未测)条件下,进行生烃和排烃实验^[12]。选择实验温度 340~350°C,压力为 80 MPa,相当于实验的生烃高峰温度和油藏埋深 3 km 的压力。在恒温压 100 h 后,冷却,先后推出模具内的残留源岩和储集层。残留源岩和储集层分别进行氯仿索氏抽提,已排出到模具外储液管中的原油烃与水相分离后与储集层抽提物合并。这一部分原油产物就定义为经过初次运移的原油。抽提物和排出的水溶液(可称为油层水)称重后分别加入硝酸-高氯酸(5:1),低温蒸至近干,高温冒尽白烟,然后 4% HCl 溶解和定容,原子吸收光谱测定铅锌含量。93-P-1 和 93-C-1 编号的实验为封闭体系,即有机质热演化产物油、气、水只能在模具内的不同岩层中扩散和运移;94-C-3 和 94-C-4 实验为半封闭体系,部分气体产物和液体产物可以通过细粒石英砂储集层排出到模具外的油水储集管中。实

表 3 实验中各种烃源岩的热解分析参数

Table 3 Pyrolysis parameters of rocks used in the experiments

名称	产地	时代	oil	S ₂	T _{max}	OPI	TPL	TOC	HI
下马岭组页岩	下花园	上元古	1.55	20.11	430	0.07	0.07	7.10	507
荣 22 井 S1	辽河	第三纪	0.00	44.14	423	0.02	0.00	12.54	351
茨 19 井 S3	辽河	第三纪	0.09	12.83	437	0.00	0.00	4.40	291
泥炭藓煤*	云南	第三纪	109.68	248.83	418	0.21	0.21	49.51	496

* Ro=0.24%, 抽提率 310 mg/g。Corg, 属 II 型干酪根

表 4 石油的生成和初次运移与铅锌的活化迁移

Table 4 Experimental results indicating the relationship between primary migration of oil and mobilization and transport of lead and zinc

编号 ^a	实验前		实验后(350°C 和 80 MPa)					
	源岩组成(上部) ^{b,c}	储集层组成(模具下部)	源岩残留 A(mg) ^d	储集层 A(mg)	排出水溶液(mg)	源岩 A 金属量(μg/g)	储层 A 金属量(μg/g)	水溶液金属量(μg/g)
93-P-1	荣 22 井 S ₁ 段源岩和人工吸附 Pb ²⁺ , Zn ²⁺ 各 5mg(硝酸盐)	细粒石英砂 40g 掺少量粘土及黄铁矿	127.4	51.4		Zn 90.3	Zn 165.4	
93-C-1	下花园页岩 30g 均匀与 5g 铅锌源岩研磨均匀	细粒石英砂 40g 混入粘土 5g	46.5	86.9		Zn 161.3	Zn 94.9	
93-C-2	茨 19 井 S ₃ 段油源岩 30g 和 5g 铅锌源岩研磨均匀	细粒石英砂 40g 混入粘土 5g	3.6	51.3	2212	Zn 180.5	Zn 429.7	Zn 19.8
95-C-3	下花园源岩 30g 与铅锌源岩 5g 研磨均匀	细粒石英砂 40g 混入粘土 5g	11.7	46.4	1542	Zn 769.2	Zn 587.5 Pb 70.6	Zn 44.3
95-C-4	云南藓煤 3.5g 与铅锌源岩 5g 研磨均匀	细粒石英砂 40g 混入粘土 5g	17.2	224.6	1753	Zn 52.3	Zn 70.3	Zn 22.5 Pb 173

a. 实验 93-P-1 和 93-C-1 为封闭体系, 93-C-3 和 93-C-4 为半封闭体系; b. 铅锌源岩采自凡口铅锌矿选场下游河道沉积物, 其中 Fe 3.14%, Zn 1.04%, Pb 0.54%, 人工重砂分析主要矿物为闪锌矿, 白铅矿, 方铅矿以及赤铁矿和磁铁矿; c. 油源岩热解分析数据见表 3; d. “A”指源岩和储集层砂岩的氯仿抽提物。

验结果(表 4)表明,残留源岩提取物,已运移原油以及油层水中均检出较高的 Pb, Zn元素浓度,其中源岩氯仿抽提物中 Zn浓度达到 52~ 769($\mu\text{g/g}$),每克运移原油含 Zn 70~ 587 μg ,每克水溶液中含 Zn 20~ 44 μg

2 讨论

有机质热演化不同阶段的产物,如沥青和干酪根、原油和气态烃,以及水溶有机成分,对成矿流体的物理化学性质和铅锌元素在成矿流体中的存在形式(Speciation)的影响是十分重要的。本文仅根据实验结果和文献资料着重讨论有机质在铅锌元素迁移和富集中的作用。

2.1 原油中金属元素丰度

表 5是沙特阿拉伯,加拿大西部盆地和委内瑞拉等地区某些原油样品中铜、铅、锌多金属元素含量的平均值和最大值。表 6是新疆塔里木盆地不同时代地层岩石和原油中多金属元素平均含量,原油中 Pb, Zn元素丰度高出各时代岩石的 1.5~ 14倍。作者用硝酸-高氯酸(5:1)破坏原油,然后用原子吸收光谱法测定了第三系江汉油田两个原油和一个沥青样品中金属元素的含量,其中 Ag为 4.6~ 8.0 $\times 10^{-6}$, Pb为 8.0~ 13.1 $\times 10^{-6}$, Zn为 18.8~ 11 $\times 10^{-6}$ 。胜利油田某些原油含金达 103~ 130 $\times 10^{-9}$,其它元素也达到较高的含量。最近的研究表明,胶东地区层控金矿床与第三系烃源岩存在一定的成因联系。事实上,不同地区和不同时代地层的原油中,金属元素含量有很大差别。原油中金属元素丰度可能与其来源有关,概括起来可能包括:生物有机质自身继承来的,原油-卤水相互作用以及岩(矿)-卤水-原油反应(图 1,表 1

和表 4)

2.2 油田卤水与成矿溶液

Sverjensky^[13]将油田卤水与矿物包裹体溶液中的无机成分进行对比后发现,除 K/Na比值外,其余各项指标都比较相似。如果有充分的对比资料可以证明,沉积改造或沉积浅变质铅锌矿床的成矿流体成分与油田卤水具有相似性或一致性,那么层控 Cu, Pb, Zn, Hg, Au矿床形成过程与有机质热演化,石油生成和运移之间的联系就比较容易理解。

目前报导的油田卤水和孔隙流体中短链脂肪酸类的最高浓度,其中醋酸达到 0.17 mol/L。据 Girodano and Drummond^[14]的计算结果,流体中 0.100 mole 以上的醋酸(盐)浓度,对 Pb^{2+} , Zn^{2+} 络合作用和迁移富集将具有实际意义。

从已有的文献中,很少见到同一油田卤水同时报道其中的有机和无机成分的浓度,这样使得难于正确估价油田卤水中有机络合作用和无机络合作用,及其之间的竞争能力^[10]。实验结果(表 2)在一定程度上表明油田卤水中有有机成分在矿物热解过程中起到作用,因为表 2中的 NaCl-CaCl₂混合溶液的盐度, pH值以及实验条件与油田卤水介质的实验完全相同,而闪锌矿在油田卤水中溶解度却高于 NaCl-CaCl₂溶液;同时,在表 2的 94-W-7项实验结果,闪锌矿在 NaAc-HAc(0.1 mole, pH= 7.31)介质中的溶解度远低于油田卤水,可以认为是油田卤水中的非 NaAc-HAc成分起到重要作用。

2.3 Cu, Pb, Zn在共存的油相和水溶液相中分配特征

也许由于技术上的困难,原油和油田卤水难以同时从共

表 5 不同地区原油中金属元素含量($\times 10^{-6}$)

Table 5 Concentrations of metal elements in various oils over the world

金属	加拿大西部盆地		沙特阿拉伯		摩拉斯盆地		意大利		委内瑞拉		Jones
	平均	最大值	平均	最大值	平均	最大值	平均	最大值	平均	最大值	
Cu			0.32	0.89		2.50		5.5	0.105	0.170	11.7
Hg	0.05	0.40				0.5					29.6
Ni	9.38	74.1	7.96	18.3	13.5	55.0	46.6	155	40.2	105	105
Pb			0.89	1.57							2.1
V	13.6	177	25.5	54.6	1.01	11.3	64.5	248	147	433	1580
Zn	0.46	5.92	0.81	2.55	1.54	21.0		0.90			160

摘自 Manning and Gize, 1993^[10]

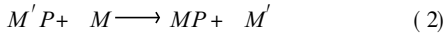
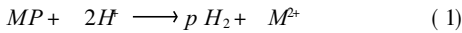
表 6 塔里木盆地不同时代地层岩石和原油中元素平均值($\times 10^{-6}$)

Table 6 Average concentrations of metal elements in crude oils of different strata and time in the Tarim Basin

时代	样品数	Cr	Ba	V	Pb	Zn
T	4	51.02	46.52	3.12	32.67	43.32
C	15	77.75	44.64	36.20	32.65	138.86
S	2	129.0	71.80	32.05	51.15	425.20
O	6	117.1	49.19	32.83	39.05	243.66
原油平均	30	369.48	465.43	108.07	238.97	640.00

据华阿实, 1992, 塔里木盆地微量元素在油/岩对比中的尝试。塔指地质研究大队石油勘探开发科学研究院地质所 1992年度阶段成果报告。

存的油-水界面附近或相同地层层位中取得,而是从此油田取得原油样品,彼盆地获得油田卤水,根据这些原油和油田卤水中金属元素的组成和含量的数据来正确估算 Cu, Pb, Zn等金属元素在油-卤相之间的分配系数就比较困难了。表1中的分配系数是江汉油田的原油和油田卤水经充分作用后的实测值,可以认为具有一定的代表性。实验结果表明分配系数与水溶液的性质, pH值以及金属元素本身性质有关,在 pH= 5.00时,分配系数分别为: Cu 2.330, Pb 0.370, Zn 0.420,按大小顺序为 Cu > Zn > Pb,在中性和弱酸性条件下,70% Cu处于油相中。假设, Cu, Pb, Zn在原油中主要以卟啉化合物形式存在,分配系数与 pH值的关系可表示为:



石油 水溶液 石油 水溶液

(1)式表示 H 替代金属元素的能力;(2)式表示金属 M 比 M'在原油中具有更高的稳定性^[10]。一般来说,矿物沉淀发生在水溶液中,而不是从原油相中直接沉淀的。根据分配系数,弱酸性至弱碱性条件下 H 可将 Pb²⁺, Zn²⁺从油相中替代到水溶液相中(图1和表1)。有些产于碳酸盐岩中的层控铅锌矿床(如密西西比河谷型铅锌矿床)中未发现铜矿化,其中一个原因可能是体系缺乏铜源,另一个原因是未达到可将 Cu²⁺从原油中替代出来的 H 浓度,铜矿化往往发生在以酸性蚀变为标志的砂岩型铜矿床中。由于地质条件下缺乏更低的足以使 V, Ni从原油中替代出来的 pH值,因此,即使石油演化到高成熟阶段,仍然有相当一部分 V, Ni保留在沥青中^[15]。

2.4 石油的生成和初次运移与铅锌多金属元素活化迁移的关系

在油-卤共存条件下, Cu, Pb, Zn在两相中的分配系数与溶液成分, pH值及阳离子本身性质密切相关(图1,表3)。一般性的结论是:在中-弱碱性条件下,原油对多金属元素具有更强烈的富集趋向。

在温度和压力共同作用的压力机条件下,人工双源岩的生烃和排烃模拟实验结果(表3和表4)表明,在 350°C和 80 MPa压力条件下 (R⁰= 0.900%~ 0.920%),残留源岩的氯仿抽提物,已发生运移的石油以及有机质热演化产生的水溶液中均含有高浓度的 Zn, Pb,其中残留源岩氯仿抽提物(即未被运移的石油)含 Zn 52~ 769 μg/g,已运移原油中 Zn 达 70~ 587 μg/g, Pb 达 70.6 μg/g,排出的水溶液中 Zn 达 19~ 22 μg/g, Pb 为 178 μg/g。石油的生成和初次运移对分散的多金属元素具有强烈的活化和富集能力,可以认为,在一定的成熟度阶段液体石油和油田卤水都可能成为铅锌多金属元素迁移的主要载体和成矿流体的重要组成部分。

3 结 论

(1)高硫低熟原油对水溶液中 Cu, Pb, Zn多金属元素具有强烈的萃取能力,分配系数与溶液成分, pH值和金属元素

本身性质密切相关;

(2)石油的生成和初次运移对分散的 Pb, Zn具有强烈的活化和富集能力;

(3)在低成熟阶段,石油和油田卤水能成为成矿流体的重要组成部分。

参 考 文 献

- [1] 尾原良道. PUMOS假说天然矿床类型的多样性. 矿山地质(日本), 1984, 34(1): 33~ 43.
- [2] 涂光炽等著. 中国层控矿床地球化学(第三卷). 北京: 科学出版社, 1988, 27~ 36.
- [3] 傅家谟, 彭平安, 林清等. 层控矿床有机地球化学研究的几个问题. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放实验室年报(1988). 北京: 科学出版社, 1990, 174~ 185.
- [4] Marikos M A, Landon R C and Leventhal J S. Solid insoluble bitumen in the Magmont West orebody, southeast Missouri. Econ Geol, 1986, 81: 1933~ 1998.
- [5] Gize P G and Barnes H L. The organic geochemistry of two Mississippi Valley-type lead-zinc deposits. Econ Geol, 1987, 82: 457~ 470.
- [6] 尹汉辉等著. 滇西地洼构造与成矿. 长沙: 中南工业大学出版社, 1993, 86~ 91.
- [7] Montacer M, Disnar J R, Orgeval J J, and Trichet J. Relationship between Zn-Pb ore and oil accumulation processes. Example of the Bou Grine deposit (Tunisia). Advances in Organic Geochemistry 1987, Org. Geochem, 13(1-3): 423~ 431.
- [8] 陈庆年, 贾蓉芬, 刘德汉. 丹寨汞-金矿床有机质与金属的某些特征. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放实验室年报(1986). 贵阳: 贵州人民出版社, 1986, 145~ 158.
- [9] Lu Jialan, Fu Jiamo, Liu Jizhong and Zhang Huizhi. The relationship between oil generation/primary migration and metal mineralization. Poster Sessions from the 16th International Meeting on Organic Geochemistry, Stavanger, 1993, 615~ 617.
- [10] Manning D A C and Gize P G. The role of organic matter in ore transport processes. in Organic Geochemistry(ed. by M H Engel and S A Macko). Plenum Press, New York, 1993, 547~ 563.
- [11] 卢家烂. 金属成矿理论的新认识. 全国第四届矿物岩石地球化学学术讨论会论文摘要汇编. 北京: 地震出版社, 1991, 76.
- [12] 卢家烂. 煤成烃的模拟实验. 傅家谟等主编《煤成烃地球化学》. 北京: 科学出版社, 1990, 37~ 48.
- [13] Sverjensky D A. Oil field brines as ore-forming solutions. Econ Geol, 1984, 79: 23~ 37.
- [14] Girodano T H and Drummond S E. The potentiometric determination of stability constants for zinc acetate complexes in aqueous solutions to 295°C. Geochim. Cosmochim. Acta, 1991, 55: 2401~ 2415.
- [15] 刘德汉, 林茂福. 碳沥青中几种钒、镍矿物的发现和成因讨论. 中国科学(B辑), 1983, (10): 935~ 939.

The Experimental Studies on the Role of Organic Matter in Formation of Strata-bound Pb-Zn Deposit

*Lu Jialan*¹ *Zhuang Hanping*¹ and *Liu Wenjun*²

¹(Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, China Guangzhou 5106400)

²(Chengdu Institute of Technology, China Chengdu 610059)

Abstract

The role of organic matter in the formation of strata-bound Pb-Zn deposits was discussed widely. The experimental studies in this paper included three aspects as follows

1. The partition coefficients of Pb^{2+} and Zn^{2+} between coexisting liquid oil and aqueous phase were determined in aqueous solutions with various pH and composition. The results suggested that Cu, Pb, and Zn show a strong tendency to enrich liquid oil in alkaline aqueous solution, and that in acid condition these elements were still enriched in aqueous solution phase.

2. The solubilities of sphalerite and galena in oilfield brine and CaCl₂-NaCl solution, which had the same salinities as the brine, were determined, respectively. Furthermore, the competitive abilities of metal elements between organic and inorganic compositions in oilfield brine were discussed.

3. Based on the hypothesis of double source rocks, the relationship between formation and primary migration of oil and mobilization of lead and zinc were studied experimentally. The results showed that the concentration of Zn in chloroform extracts was up to 52-769 $\mu\text{g/g}$ and that higher concentrations of metal elements were obtained in migrated oil.

Therefore, it was reasonably suggested that liquid oil is an important carrier of metal elements and important composition of ore-forming fluid at appropriate maturity limit of oil evolution.

Key Words Partition coefficient organic complexing double source ore-forming fluid