

文章编号:1000-0550(2004)04-0597-06

不同温度、羧酸溶液中长石溶解模拟实验

向廷生^{1,2} 蔡春芳³ 付华娥^{1,2}

1(长江大学地球化学系 湖北荆州 434023)2(教育部油气资源与勘探技术重点实验室 湖北荆州 434023)

3(中国科学院地质与地球物理所 北京 100029)

摘要 报道了在 100、140 下微斜长石在不同羧酸溶液中的溶解实验数据。通过实验表明:1) 反应温度增高,可增强溶液中阳离子的活性和迁移性,加快长石溶解的反应速率,促进长石的溶解。2) 在强酸性条件下,pH 值的变化可影响长石的溶解。但在中等酸性条件下,pH 值对长石的溶解影响很小。3) 羧酸(乙二酸)可不同程度地促进长石溶解,可通过形成乙二酸络合物的形式,增加离子在溶液中的溶解度。但乙酸络合物的作用不明显。长石溶蚀导致岩石孔隙度变大,并且改善孔喉性质。同时,由于乙二酸络合物的存在,增加了 Si 在溶液中的溶解度,阻止了石英加大和其它成因 SiO₂ 的生成,有利于次生孔隙和原生孔隙的保存。4) 长石溶解使溶液中 Al 的浓度较高,但由于铝-羧酸络合物的亲油性比亲水性强,故有一部分 Al 被分配到油相中,这也是目前大多数油田水中 Al 浓度偏低的主要原因。

关键词 微斜长石 羧酸 溶解作用 羧酸络合物

第一作者简介 向廷生 男 1963 年出生 硕士 副教授 生物地球化学

中图分类号 P59 P588.2 **文献标识码** A

20 世纪 70 年代以来,砂岩储层中次生孔隙的重要性已得到了充分的证明。在目前已知的砂岩孔隙中有 1/3 以上是次生孔隙,还可能多于原生孔隙。它们是世界上很多油气田储层的主要储、渗孔隙^[1]。储层砂岩中次生孔隙的形成机理与长石等骨架颗粒在埋藏成岩过程中的溶蚀作用密切相关^[2]。为此,人们作了大量的工作以探讨控制长石溶蚀的因素,包括有机酸及其离子的类型、pH 值以及温度、压力条件等。但是,由于类似工作起步较晚,目前的研究成果还不够成熟。在油气储层油田水中有有机酸阴离子能影响矿物的成岩作用,已受到广泛的关注。塔里木盆地有机酸高浓度平面分布与储层物性好相对应^[3],这很好地说明了有机酸在成岩过程中的作用。羧酸可与金属阳离子形成稳定的络合物^[4]。在成岩作用中,羧酸的存在可提高 Al 和其它阳离子的活性,增强硅酸盐矿物的溶解,增大砂岩的孔隙度。实验研究表明,有机酸能增大 Al 的溶解度,在乙二酸缓冲液(约含 1000 ×10⁻⁶ 乙二酸根离子)中,Al 在稳态下其浓度可达 80 ×10⁻⁶,在乙酸缓冲液(约含 4000 ×10⁻⁶ 乙酸根离子)中,Al 的浓度也达 14 ×10⁻⁶^[5]。但目前实测油田水中 Al 的浓度多低于 5 ×10⁻⁶。MacGowan 和 Surdam 报道了部分沉积盆地的总浓度,其变化范围从未检测出

(检测下限为 0.4 ×10⁻⁶)至 4.5 ×10⁻⁶^[6]。

基于上述原因,我们设计了微斜长石在饱和蒸汽压、水岩质量比为 100 条件下的溶解实验。其主要目的是研究长石在 100 和 140 条件下,含羧酸与不含羧酸溶液中溶解作用差异,分析溶解后 Al 在油相和水相中的分配,以解释油田地层水中相对贫 Al 的现象。

1 过程和方法

1.1 实验样品

实验的原始固相物质是黑云二长花岗岩(其中微斜长石 45%,黑云母 12%,石英 20%,斜长石 25%),机械粉碎后,筛选 0.45~1.00mm 的颗粒后手选微斜长石颗粒,之后用蒸馏水清洗三次,再浸泡十小时,以溶解其中可能的污染物。样品的化学成分见表 1。

实验所选用的流体:a、20 mL 2 mol/L NaCl 溶液;b、20 mL 含 0.05 mol/L 乙酸的 2 mol/L NaCl 溶液(pH = 3.03);c、a) 中加入 5 mL 原油;d、b) 中加入 5 mL 原油;e、20 mL 塔里木盆地地层水样;f、20 mL 含 0.05 mol/L 乙酸的 2 mol/L NaCl 溶液;g、20 mL 含 0.05 mol/L 乙酸的 2 mol/L NaCl 溶液(pH 值用氨水调至

表1 实验所用微斜长石的化学组成(重量百分比)

Table 1 Chemical composition of microcline used the experiment(wt %)

元素	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	总数
含量	66.52	17.29	9.58	3.76	0.74	0.11	1.22	99.22

注:化学分析由武汉岩矿综合测试中心完成(下同)

表2 实验所用的塔里木盆地地层水的来源及化学组成(mg/L)

Table 2 Chemical composition of formation water used for the experiment from Tarim basin (mg/L)

井号	深度/m	层位	Si	Al	K	Na	Ca	Mg	Ni	V	Fe
TZ43	3732~3737	C ₃	12.11	5.38	1452	33991	5132	781	0.78	3.37	0.17

4.02);h、20 mL的2 mol/L NaCl溶液(pH值用HCl调至3.97);i、20 mL含0.05 mol/L乙二酸的2mol/LNaCl溶液(pH值用氨水调至4.05,稀释后体积增加到25 mL);j、20 mL含0.05 mol/L乙酸的2 mol/L NaCl溶液(pH值用氨水调至6.16,稀释后体积增加到24 mL)。

1.2 实验方法

实验是在聚四氟乙烯内套不锈钢瓶中进行。分别用0.2g的微斜长石与10种不同溶液在饱和蒸汽压,100和140两种温度条件下进行反应,时间为100小时。选择这个温度范围,主要是塔里木盆地多数有机酸进入储层的温度接近于100,而且目前储层温度多低于140。该温度条件基本上代表了有机酸参与埋藏成岩作用。选用2mol/L的NaCl溶液主要是模拟塔里木盆地地层水的矿化度,以尽可能地接近地层条件。实验完毕后,从溶液中分离出固体颗粒,清洗后凉干称重。并分别对溶液中的水相和油相用电耦合等离子体原子发射光谱法(ICP—AES)进行离子分析。

2 结果与讨论

为了讨论在不同温度下长石溶解的动力学特征,进行了不同温度下微斜长石的溶解实验。实验分别在100和140下进行。其结果见表3。

2.1 NaCl溶液

在NaCl溶液中,温度对长石的溶解影响极大(见表3)。溶蚀量从100的0.31 mg增加到140的5.92 mg。除K元素外,其它元素的浓度都不同程度地增加,Al的浓度由2.81 mg/L升到4.30 mg/L, Ca的浓度由3.12 mg/L增加到5.34 mg/L。而K的浓度由18.83 mg/L降到6.29 mg/L。

2.1.1 含乙酸的NaCl溶液

在含乙酸的NaCl溶液中,温度促进了长石的溶解(见表3)。其溶蚀量从100的1.40 mg/L增加到140的4.00 mg/L。除K、Mg外,各种元素的浓度都不同程度地增加,Al的浓度由4.59 mg/L增加到5.96 mg/L, Ca的浓度由5.57 mg/L增加到7.87 mg/L。而K的浓度由13.37 mg/L降到5.40 mg/L。溶液中Mg只发生了轻微的变化。溶液中阳离子浓度的变化可能与金属乙酸盐的稳定性有关。Kharaka等认为, MgCH₃COO⁺的稳定性随温度的增加而略有减小,而CaCH₃COO⁺的稳定性随温度的增加而增加^[7]。

2.1.2 含乙二酸的NaCl溶液

在含乙二酸的NaCl溶液中,温度对长石溶解的影响不大(见表3)。其溶蚀量在100和140时分别为4.10 mg/L和4.82 mg/L。溶液中除Fe、V、Mg外,其它元素的浓度都不同程度地增加, Si的浓度由7.96 mg/L增加到25.3mg/L。Al的浓度由16.95 mg/L增加到18.34 mg/L, Ca的浓度由10.88 mg/L升到13.41 mg/L。而Fe的浓度却由15.30mg/L降到10.10 mg/L。

综上所述,由于反应温度升高,增强了溶液中阳离子的活性,从而加快长石溶解的反应速率,促进长石的溶解,使溶液中大多数阳离子的浓度都不同程度地增加。其主要是因为温度增加。

2.1.3 不同温度下原油中离子的浓度

在不含乙酸的NaCl溶液中,原油中离子浓度随温度增加而减小。K、Ca比较明显, K的浓度由在100下为11.35 μg/g,而140下为5.10 μg/g, Ca则由48.70 μg/g降到31.40 μg/g。在含乙酸的NaCl溶液中,原油中的大部分离子浓度随温度增加而增加。以Al最为明显, Al由在100下的7.78 μg/g

表 3 不同温度下微斜长石在 NaCl 溶液中的实验数据

Table 3 Experimental data of microcline in NaCl solution at different temperatures

实验 编号	温度 /	溶 液	pH 值	长石溶 蚀量 /mg	阳离子化学浓度 (水相:mg/L,油相:μg/g)									
					相态	Si	Al	K	Ca	Mg	Ni	V	Fe	Na
NO.1	100	NaCl	6.20	0.31	水相	<2	2.81	18.83	3.12	0.2	0.48	2.97	<0.1	
NO.2	100	NaCl + 乙酸	3.03	1.40	水相	<2	4.59	13.37	5.57	0.63	0.32	1.92	0.4	
NO.3	100	NaCl + Oil	6.20	0.0	水相	<2	5.41	1.15	6.05	0.52	0.49	2.8	0.11	
					油相	4.76	3.95	11.35	48.7	4.73	0.8	4.12	8.49	226
NO.4	100	NaCl + 乙酸 + Oil	3.03	4.19	水相	<2	7.69	7.6	7.03	0.7	0.56	3.08	2.15	
					油相	8.54	7.78	14.73	67.7	8.02	0.69	3.85	12.6	805
NO.5	140	NaCl	6.20	5.92	水相	<2	4.3	6.29	5.34	0.44	0.28	2.26	0.24	
NO.6	140	NaCl + 乙酸	3.03	4.00	水相	<2	5.96	5.4	7.87	0.61	0.51	3.17	0.45	
NO.7	140	NaCl + Oil	6.20	5.80	水相	<2	4.7	9.04	7.31	0.47	0.49	2.3	1.21	
					油相	4.66	2.87	5.1	31.4	2.44	0.66	3.92	5	79.9
NO.8	140	NaCl + 乙酸 + Oil	3.03	4.60	水相	<2	8.21	21.37	5.71	0.54	0.75	3.1	3.41	
					油相	5.1	18.02	21.49	83.6	8.19	2.18	6.84	23.7	983
NO.9	100	油田水样	5.97	0.60	水相	8.17	5.46	1436	5282	780	0.67	4.14	0.28	
NO.10	100	NaCl + 乙二酸	1.30	4.10	水相	7.96	16.95	13.57	10.88	1.1	0.49	2.97	15.3	
NO.11	140	油田水样	5.97	0.60	水相	9.1	4.49	1474	5235	761	0.64	3.69	0.12	
NO.12	140	NaCl + 乙二酸	1.30	4.82	水相	25.29	18.34	17.21	13.41	1.1	0.61	2.73	10.1	
NO.13	100	NaCl + 乙酸	4.02		水相	<1	4.10	7.8	4.8	0.1	0.3	<0.3	<0.3	
NO.14	100	NaCl	3.97		水相	<1	3.8	8.0	3.6	<0.1	0.4	<0.3	<0.3	
NO.15	100	NaCl + 乙二酸	4.05		水相	4.3	10.3	1.8	2.6	0.4	0.6	0.3	8.0	
NO.16	100	NaCl + 乙酸	6.16		水相	<1	4.4	13.0	2.8	<0.1	0.7	0.4	<0.3	

注:离子浓度分析由武汉岩矿综合测试中心测试

到 140 下的 18.02 μg/g。Si 则相反,由 8.54 μg/g 降到 5.10 μg/g。

2.2 不同溶液中微斜长石的溶解现象

为了研究不同羧酸溶液对长石的影响,我们特选用 NaCl 溶液,含乙酸的 NaCl 溶液和含乙二酸的 NaCl 溶液在不同酸性条件下分别与长石进行反应。

2.2.1 pH 值的影响

於崇文等认为,当溶液为强酸性时钾长石的溶解度明显受 pH 值的控制。在中性或偏碱性条件下 pH 值控制不明显^[8]。

在中等酸性或中性 NaCl 溶液中,pH 值变化对溶液中大部分离子的浓度影响不大。当 pH 值从 6.20 降至 3.97 时,溶液中 Al 的浓度升高,从 2.81 mg/L 增加到 3.80 mg/L;而 K 的浓度反而降低,从 18.83 mg/L 降至 8.0 mg/L。

(1) 含乙酸的 NaCl 溶液

在中等酸性的含乙酸 NaCl 溶液中,pH 值对溶液中离子的浓度影响不大。为了讨论在 100 条件下含乙酸的 NaCl 溶液中,pH 值对长石溶解的影响,特用氨水将溶液中的 pH 值分别调至 3.03、4.02 和 6.14。当 pH 值从 3.03 增加到 6.14 时,溶液中离子

的浓度基本上维持不变,仅 K 从 13.37 mg/L 降到 7.8 mg/L 又升到 13.0 mg/L。而 Ca 从 5.57 mg/L 降至 4.8 mg/L 又降至 2.80 mg/L。

(2) 含乙二酸的 NaCl 溶液

在含乙二酸的 NaCl 溶液中,pH 值对长石的溶解影响很大。在强酸性条件下,长石的溶解速率急剧加快,溶液中阳离子的浓度普遍增大。溶液中 Si 离子的浓度由 pH = 4.05 时的 4.30 mg/L 升至 pH = 1.30 时的 7.96 mg/L;Al 离子的浓度由 10.30 mg/L 升至 16.95 mg/L。

从以上数据可以看出,pH 值可影响长石的溶解性能,从而改变溶液中离子的浓度。但在中等酸性的 NaCl 溶液或含乙酸的 NaCl 溶液中,pH 的变化对长石的溶解影响不大。在含乙二酸的 NaCl 溶液中,低 pH 值可大大提高反应速率,促进长石的溶解,从而使溶液中阳离子的浓度增加。

2.2.2 羧酸络合物对长石溶解的影响

(1) 当 pH 值接近 4 时,羧酸络合物对长石溶解的影响

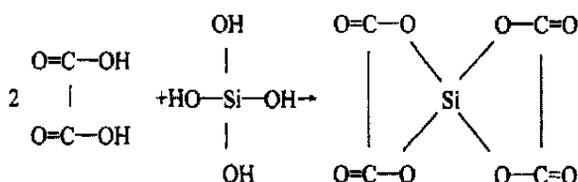
当 pH 值接近于 4 时,在含乙酸的 NaCl 溶液中,其阳离子浓度与在 NaCl 溶液中的浓度相接近;而在

含乙二酸的 NaCl 溶液其阳离子浓度普遍高于在其它溶液中的浓度,其中以 Si 和 Al 最为明显。在 NaCl 溶液或在含乙酸的 NaCl 溶液中, Si 的浓度均小于 1 mg/L,而在含乙二酸的 NaCl 溶液中, Si 的浓度却达到 4.3 mg/L,这可能与水溶液硅酸胶结速度有关; Al 的浓度也由在 NaCl 溶液的 3.8 mg/L 和在含乙酸的 NaCl 溶液的 4.1 mg/L 升至 10.3 mg/L。

在 NaCl 溶液和含乙酸的 NaCl 溶液中, Si 的含量均低于 1 mg/L,可能是由于钾长石的溶蚀同时,转化为高岭石,释放出多余的 Si,并生成 SiO₂自生胶结沉淀。

而在含乙二酸的 NaCl 溶液中, Si 的含量相对较高,可能与形成乙二酸络合物有关。梅博文等^[9]通过实验认为,当 pH = 7 时,水溶液硅酸的胶结速度有随 pH 值降低而减缓的趋势,但无机酸并不能阻止硅酸的最终胶结,这种作用被认为是有机酸根离子与硅酸形成了有机酸络合物。硅酸的胶结沉淀,通常是由一分子硅酸的 —OH 对另一分子硅酸的硅原子的亲核进攻,从而形成 Si—O—Si 键,而引起的反应可以连续不断进行,由两分子的聚合到三分子,最后到多分子,直至形成多分子的难以流动的硅酸胶结物^[10]。由于水溶液中 SiO₂大部分以 Si(OH)₄存在,所以这种分子间的聚合是很容易发生的。然而,当硅酸与其它有机酸阴离子形成络合物后。由于 —OH 数目的减少和 Si 原子的被“保护”,这种亲核反应便可受到抑制。Marley 等^[11]用激光拉曼光谱仪和红外光谱仪对硅酸和乙二酸 1:1 溶液的检测,证实有 Si—O—C 键的生成,从而表明乙二酸硅络合物的存在。

按照半经验分子轨道理论的计算,生成 Si—O—C 酯键的有机酸硅络合物,以形成五元环为最稳定,以硅为中心的键角接近 90 度,整个环几乎无张力,六元环的稳定性其次,而当环上的原子数目 > 7 时,环的稳定性大大降低^[12]。



乙二酸与硅酸能形成五员环状络合物,生成的产物分子中, Si 原子上已经失去了作为亲核基团的一 OH, Si 原子也被两个五员环所包围,难以提供亲核试剂的空间,所以是比较稳定的。

Si 是碎屑岩中碎屑加大石英和其它成因 SiO₂的

主要来源。同时也是埋藏成岩过程中最重要的孔隙封堵物之一。因此,钾长石溶蚀的过程,一方面,由于长石溶解,体积减小,加大储集岩的次生孔隙度,改善孔喉性质;另一方面,可能存在 SiO₂自生沉淀,发生石英加大等现象,将导致原生孔隙度变小。因此,研究 Si 释放的条件及分布,对预测次生孔隙带有着积极的地质意义。

在含乙二酸的 NaCl 溶液中,溶液中 Al 的浓度均高于在其它溶液中的浓度,可能也与生成乙二酸铝络合物有关。

在中等酸性条件下,乙二酸的存在,可与阳离子形成乙二酸络合物,从而大大增强溶液中阳离子的浓度,促进长石的溶解。而乙酸的作用是不明显的,乙酸仅可与 Al、Ca 等离子形成乙酸络合物,但其稳定性不高,无法大量存在。

(2) 当 pH 值接近 6 时,羧酸络合物对长石溶解的影响

当 pH 值接近于 6 时,在含乙酸的 NaCl 溶液中,其阳离子浓度与在 NaCl 溶液中的浓度相接近,但有所不同。在含乙酸的 NaCl 溶液中, Al、Ca 的浓度均高于在 NaCl 溶液中的浓度,而 K 的浓度则相反。在含乙酸的 NaCl 溶液中, Al、Ca 的浓度分别为 4.10 mg/L 和 4.80 mg/L,而在 NaCl 溶液中, Al、Ca 的浓度分别为 2.81 mg/L 和 3.12 mg/L。K 在 NaCl 溶液中的浓度为 18.83 mg/L,而在含乙酸的 NaCl 溶液中的浓度为 7.80 mg/L。

在近中性条件下,乙酸可与溶液中 Al、Ca 等离子形成乙酸络合物,增加了溶液中阳离子的浓度,促进了长石的溶解,但其影响相对于乙二酸的影响是微不足道的。

2.3 Al 在油、水相中的分配

为了研究油田水中 Al 浓度低的主要原因,我们选用了含乙酸或不含乙酸的 NaCl 溶液与原油共热,以讨论长石溶解后 Al 在油水相中的相对丰度。

在不含乙酸的 NaCl 溶液中, Al 在水相中的浓度高于在油相中的浓度(注:将油相中浓度单位化为 mg/L 后,再进行比较)。反应温度为 100 时,水相中 Al 的浓度为 5.41 mg/L,而在油相中的浓度为 3.95 mg/L;反应温度为 140 时,水相中 Al 的浓度为 4.70 mg/L,而在油相中的浓度为 2.87 mg/L。

在含乙酸的 NaCl 溶液中, Al 在原油中的浓度均高于在水相中的浓度,反应温度为 140 时尤其明显, Al 在水相中的浓度为 8.21 mg/L,而在油相中为

18.02 mg/L。

这些事实表明,在含有机酸的 NaCl 溶液中,长石溶解形成有机酸—铝络合物。由于有机酸—铝络合物的疏水性比亲水性强,如果溶液中存在原油,它们就会被分配到油相中。因此,在那些斜长石发生过明显溶解过程的储层中,虽然地层水中羧酸阴离子浓度很高,其 Al 浓度却只比普通含铝相无机溶解度高一个多数量级。这也是目前大多数油田水铝浓度低的主要原因。

2.4 塔里木油田水与长石反应的溶解现象

实验所取的油田水来源于塔中 43 井的 3732 ~ 3737 m 井段。从表 3 可知,在反应前后的油田水样中除 Si 的浓度有所降低外,其它离子无明显的变化。Si 的降低可能与生成 SiO₂ 自生沉淀作用有关。很显然,该油田水已经很难促使长石进一步溶解。其主要原因可能是由于实验所选用的地层水在参加反应之前,已经把有机酸消耗掉,或地层水在保存过程中没有采取适当的保护措施,以致于被氧化掉或以其它形式散失掉。

数据显示,塔里木盆地地层水属酸性或至少为弱酸性地层水,其中含有丰富有机酸,这种类型的地层水对矿物的溶蚀和硅酸的迁移是有利的。

3 结论

(1) 羧酸与长石的溶解实验中,反应温度增高,可加强长石溶解的反应动力学,提高水相中金属阳离子的浓度,促进长石的溶解。在不含羧酸的 NaCl 溶液中,油相中金属阳离子的浓度并不随温度的增高而增加,而且有降低的趋势。

(2) 在强酸性条件下,pH 值的变化可影响长石的溶解。但在中等酸性条件下,pH 值对长石的溶解影响很小。

(3) 羧酸可通过形成羧酸络合物的形式,不同程度地增加长石在溶液中的溶解度。长石溶蚀导致岩石孔隙度变大,改善孔喉性质,提高储集性能。同时,由于羧酸络合物的存在,增加了 Si 在溶液中的溶解度,阻止了石英加大和其它成因的 SiO₂ 的生成,有利

于次生孔隙和原生孔隙的保存。

(4) 在含有机酸的储层中,由于长石溶解,溶液中 Al 的浓度较高,但由于铝—羧酸络合物的亲油性比亲水性强,故 Al 在到油相中相对富集,这也是目前大多数油田水中 Al 浓度偏低的主要原因。

参考文献(References)

- 1 刘宝2,张锦泉. 沉积成岩作用. 北京:科学出版社,1992. [Liu Baojun, Zhang Jinquan. Sedimentation and diagenesis. Beijing: Science Press, 1992]
- 2 黄思静,杨俊杰,等. 不同温度条件下乙酸对长石溶蚀过程的实验研究. 沉积学报,1995,13(1):7-17 [Huang Sijin, Yang Junjie, et al. Experimental study on erosion process of acetic acid upon feldspar under different temperatures. Acta Sedimentologica Sinica, 1995, 13(1):7-17]
- 3 蔡春芳,梅博文,马亭,等. 塔里木盆地流体—岩石相互作用研究. 北京:地质出版社,1997 [Cai Chunfang, Mei Bowen and Ma Ting, et al. Study on fluid-rock interaction in Tarim basin. Beijing: Geological Publishing House 1997.]
- 4 Lind C J, Hom J D. Effect of organic solutes on chemical reaction of aluminum: USGS Water-Supply Paper 1827-G, 1975. 1~83
- 5 Reed C L, Hajash Jr A. Dissolution of granitic sand by pH buffered carboxylic acids: A flow-through experimental study at 100 and 345bars. AAPG Bulletin, 1992, 76: 1402~1416
- 6 MacGowan D B, Surdam R C. Difunctional carboxylic acid anions in oil-field waters. Organic Geochemistry, 1988, 12: 245~259
- 7 Kharaka Y K, Law L M, Carothers W W, et al. Roles of Organic matter in sediment diagenesis, SEPM Special Publication, 1986, 38: 111~122
- 8 於崇文,等. 热液成矿作用动力学. 武汉:中国地质大学出版社,1993 [Yu Congwen, et al. Dynamics of thermal fluid ore genesis. Wuhan: China University of Geology Press, 1993]
- 9 梅博文主译. 储层地球化学译文集. 西安:西北大学出版社,1992 [Translated by Mei Bowen. Collection of papers on reservoir geochemistry. Xi'an: Northwest University Press, 1992]
- 10 甘兰若. 无机化学. 南京:江苏科技出版社,1987 [Gan Ruolan. Inorganic chemistry. Nanjing: Jiangsu Science & Technology Press, 1987]
- 11 Marley N A, Bennett P, Janecky D R, et al. Spectroscopic evidence for organic acid complexation with dissolved silicic acid in aqueous system I, Oxalic Acid. Organic Geochemistry, 1989, 14(5): 525-528
- 12 Bennett P, Siegel D I. Increased solubility of quartz in water due to complexing by organic compounds. Nature, 1987, 326: 684-686
- 13 Boese W, Crossey L J. The chemistry of secondary porosity. In: McDonald D A and Surdam. R C, eds. Clastic diagenesis. AAPG Memoir 37, 1984. 317~345

Dissolution of Microcline by Carboxylic Acids at Different Temperatures and Complexing Reaction of Al Anion with Carboxylic Acid in Aqueous Solution

XIANG Ting-sheng¹ CAI Chun-fang³ FU Hua-e^{1,2}

1(Department of Geochemistry, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023)

2 (Key Lab of Oil & gas Resources and Exploration Technique, Ministry of Education, Jingzhou, Hubei 434023)

3(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract Experiments were performed to investigate the effects of mono-functional and bi-functional carboxylic acids on microcline at different temperatures. The experimental results are as follows:

As temperatures arises, the concentrations and mobility of Al, SiO₂ and other components are enhanced to allow rapid dissolution of microclines.

At low pH, dissolution of microclines control with pH. However, pH is probably not significant under moderately acidic conditions.

Date from these experiments indicate that oxalic and acetic acids reacting with microclines at different temperatures can enhance the solubility of Al and other cat ions and create secondary porosity, although oxalate has a much greater effect than acetate.

Although organic acids can enhance substantially the solubility of Al, organic anion-aluminum complexes prefer oil to water. So the concentrations of Al in the oilfield waters are low.

Key words microcline, carboxylic acid, dissolution, organic anion complex