

黄骅拗陷前第三系砂岩矿物成分 泥岩化学成分与地层划分

李江涛 李玲

(地矿部华北石油地质局, 郑州 450006)

黄骅拗陷前第三系砂岩骨架矿物成分, 泥岩化学成分的分析测试结果说明, 砂岩类型及泥岩微量元素、常量组份因地层时代不同而存在显著差异, 统计量聚类分析表现为同一时代样品相聚成群, 不同时代样品则相关性很差。在表征本区中生代、晚古生代地层岩石矿物学、化学特征的同时, 利用这一规律对本区地层划分, 特别是对缺少化石及其它标志的不同时代红层迭置剖面的划分, 可以获得独特的效果。

关键词 骨架矿物成分 微量元素 组合类型 聚类分析 地层划分

第一作者简介 李江涛 男 32岁 工程师 石油地质

黄骅拗陷位于华北平原东部, 为现今渤海湾盆地内的一个次级拗陷。本文前第三系系指中生界和上古生界, 属华北陆台上多期沉积迭合产物的一部分。近年来, 随着油气工业的发展, 油田地区深层地质研究越来越显得重要, 为此, 笔者根据本区前第三系钻井岩芯, 对中生界、上古生界砂岩矿物成分, 泥岩微量元素及常量组份进行了分析和研究, 并在此基础上对前第三系地层, 特别是不同时代红层迭置剖面的划分提出了岩石微观分析方面的标志。为了便于比较, 文中对下第三系孔店组及奥陶系个别样品也进行了讨论。

1 岩石矿物学及化学特征与时代属性

1.1 砂岩骨架矿物成分

根据区内 16 口钻井 148 块岩芯砂岩薄片矿物成分的镜下鉴定及统计分析, 区内地层自下而上按骨架矿物成分百分含量的组合特征可划分为三种类型: 类型 I 以长石砂岩 (I₁类)、长石石英砂岩或纯石英砂岩 (I₂类) 为代表, 长石或石英含量占绝对优势, 岩屑含量低且火山岩屑占岩屑总量的百分比低于 20%; 类型 II 以长石岩屑砂岩 (II₁类) 或岩屑长石砂岩 (II₂类) 为代表, 石英、长石、岩屑含量总体呈均等分配, 其中部分样品岩屑含量超过 50%, 且火山岩屑占岩屑总量的百分比均大于 50%, 平均 70%, 最高可达 90% 以上; 类型 III 以长石石英砂岩为代表, 石英含量一般大于 60%, 岩屑含量低, 一般小于 15%, 火山岩屑占岩屑总量的百分比在 25%~50% 范围内。

就层位确定的样品而言, 其砂岩骨架矿物成分的组合类型与井身剖面所具有的古生物、岩性、电性等特征具有一致性对应的层位意义, 对于未知层位的样品, 砂岩矿物成分组合特征均表现为剖面上纵向可分, 横向可比, 各井样品的追踪对比表明, 砂岩类型及其特征具有地层的时代属性, 与本套地层的多期构造旋回有很强的对应关系 (如表 1)。综合分析归纳如下: 类型 I 代表中下三迭纪至二迭纪地层, 其中 I₁ 类是中下三迭世的主要特征, I₂ 类是二

迭系主要类型;类型 I 为早中侏罗世至晚侏罗—早白垩世产物,且 I₁ 类岩屑砂岩以后者居多, I₂ 类岩屑长石砂岩为前者略占优势;类型 II 反映的是下第三纪孔店组部分样品的特征。表 2 是各时代砂岩进一步鉴别的主要指标(纯石英砂岩除外)。

表 1 砂岩骨架矿物统计表

井号	样号	井深(m)	Q F L	Q _m F L _t	Q _p Ly L _s	Q _m P K	层位	砂岩类型
灯 参 1 井	1	3218.3	66 19 15	61 19 19	21 67 12	75 19 8	E _k	II
	2	3219.6	54 33 13	50 33 17	11 41 48	61 30 9		
	3	3219.3	66 25 9	59 25 16	61 17 22	70 20 10		
	4	3305	61 30 9	58 30 12	9 38 53	72 21 7		
	5	3308.4	65 27 18	59 24 18	61 23 15	67 15 13		
	6	3417.25	70 26 4	67 28 7	40 28 32	70 22 8		
	7*	3512.9	41 48 11	37 48 15	27 41 32	48 44 8	J ₃ -K ₁	I ₂
	8*	3515.5	37 45 18	35 45 20	10 40 50	40 38 22		
	9*	3654.9	38 52 10	33 52 15	20 40 40	39 57 14		
	10*	3657.6	29 61 10	27 61 12	21 33 46	29 49 22		
	11	3662.7	29 17 54	24 17 59	9 90 1	59 29 12	J ₂₋₁	I ₁
	12	3762.8	32 13 55	29 13 58	5 93 2	69 21 10		
	13	3763.5	35 21 44	28 21 51	13 81 6	57 30 13		
	14	3854.2	21 16 63	18 16 66	4 94 2	52 33 15		
	15	3899.3	30 26 44	28 26 46	4 92 4	50 33 17		
	16	3974.05	21 18 61	18 18 64	5 88 7	50 37 12		
女 15 井	17	2728.5	35 36 29	33 36 31	7 68 25	47 50 3	J ₃ -K ₁	I ₂
	18	2875.5	46 34 20	41 34 25	20 61 19	54 31 11		
	19	3126.5	39 15 46	31 15 54	16 82 2	69 21 9		
	20	3128.5	23 22 55	20 22 58	5 92 3	48 43 9	J ₁₋₂	I ₁
	21	3131	19 11 70	14 11 75	6 86 8	59 37 4		
	22	3135	24 21 55	23 21 56	2 92 6	51 28 21		
	23	3273	38 18 44	29 18 53	17 80 3	61 24 13		
	24	3274	30 36 34	27 36 37	8 70 22	42 50 8		
	25	3395	59 28 13	57 28 15	13 61 26	67 11 22		

* 为粉砂岩;Q:总石英,包括单晶石英 Q_m 和多晶石英 Q_p;F:总长石,包括斜长石 P 和钾长石 K;L:总不稳定岩屑,包括火山岩屑 L_v 和沉积及变质岩屑 L_s;L_t:总岩屑,包括不稳定岩屑 L 和多晶石英 Q_p;V:火山岩屑;P:斜长石;C:多晶石英。

表 2 黄骀拗陷 C₂-E_k 各层位砂岩矿物成分特征表

参 数	下第三系 孔店组	上侏罗—下白垩统			下—中侏罗统			石炭—二叠系(含下三叠统)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均
Q	64	50	21	32	43	30	35	57	27	37
F	2	44	6	23	45	30	37	59	29	46
L	11	63	31	46	40	17	28	21	14	17
C/Q	高(0.85)	低			低—中			中—低		
P/F	<0.36	高			中			>0.5		
V/L	<0.41	≈1			<0.8			低,<0.2		
特征矿物	燧石、云母	辉闪石、云母			燧石、云母、辉闪石			燧石		

1.2 泥岩化学成分

由于元素的迁移,富集和再分配受多种因素的控制,因此,大范围内不同沉积环境、相带和时代上的元素资料的综合分析是一项难度较大的工作。这既存在纵向上地史变迁的影响,又存在横向上同期地层因沉积相带的不同而产生的差异。然而,不同时代的沉积—构造背景所控制的岩相古地理及其物理、化学条件必然要或多或少地体现出地层纵向上元素在迁移、分异富集过程中的客观差异。

针对本区 10 口钻井岩芯共采集 27 块泥岩样品,由于受取芯层位的限制,其中石炭系和奥陶系仅各采一个样,这作为统计量分析显然数量不足,但这两套地层沉积比较稳定,作为比较分析有一定的参考价值。根据泥岩样品的测试结果,可将区内地层剖面纵向上按微量元素的组合特点分成两大类四小类如表 3 所示。与其它标志所确定地层对比,各组合类型也具有层位上的时代意义。常量组份分析也具有因层位不同而显著差异的特点(表 4、5)。

表 3 元素平均含量及组合类型表

样品数	V	Co	Ni	Ba	Mn (%)	B	Sr	Cr	Zr	Ti	组合类型		层位归属
	(×10 ⁻⁶)					(×10 ⁻⁶)					(%)	大 类	
5	92	24.6	49.6	409.4	0.05	60.1	216.2	66.6	213	0.53	低 V、Co、	低 Mn、Sr、高 V、Co、Cr、B、Zr	Ek
9	84.9	20.4	50.9	439.3	0.056	49.2	244.9	53.8	191	0.30	Ni 高 Ba、Mn 组合	高 Mn、Sr、低 V、Co、Cr、B、Zr 组合	J ₃ -K ₁ J ₁₋₂
8	70.9	20.0	41.8	404.6	0.09	38.1	225	42	183.4	0.34			
3	102	24.7	51	435.2	0.051	64.6	370.5	54.3	183	0.43	低 Mn、Ba、	低 Ti、V、Co、Ni、Cr、B、Zr、	P-T ₁₋₂
1*	141	28	92	160.4	0.071	31.6	92.6	66	192	0.47	高 V、Co、	高 Mn、Ba 组合	C
1*	182	31	106	110	0.085	129.6	207.8	109	343	0.71	Ni 组合	低 Mn、Ba、高 Ti、V、Co、Ni、Cr、B、Zr 组合	O

* 样品少,供参考

表 4 灯参 1 井常量组份统计表

井 深(m)	常 量 组 份 (%)								位 属
	SiO ₂		Al ₂ O ₃		MgO		CaO		
2923.10	65.22		13.16		1.78		2.83		Ek
3223.10	60.76	平均	15.00	平均	2.90	平均	2.44	平均	
3302.90	59.67	60.85	14.69	14.44	2.75	2.60	3.45	3.14	
3415.10	57.73		14.85		2.95		3.88		
3516.20	54.20	平均	15.19	平均	2.94	平均	4.34	平均	J ₃ -K ₁
3662	60.63	57.42	15.31	15.61	2.71	2.83	1.67	3.0	
3763.85	62.84		16.13		1.86		2.57		J ₁₋₂
3854.90	63.62	平均	15.95	平均	1.81	平均	1.59	平均	
3897.95	60.53	60.9	15.91	14.87	1.44	1.8	3.64	3.92	
3971.90	56.64		11.49		2.01		0.73		

表5 女15井碳酸盐系数及铝质系数

井深(m)	层位	(Ca+Mg)/SiO ₂	Al ₂ O ₃ /SiO ₂
2724.6	J ₃ -K ₁	0.072	0.24
2869.9		0.062	0.19
2956.3		0.083	0.20
3126.5	J ₁₋₂	0.06	0.241
3395.25		0.036	0.255

元素的活性序列及其分异富集规律说明,自古生代以来,随着构造活动的逐渐增强,沉积范围、规模、盆地的分割性发生了明显的变化,易于搬运而难于沉积的活泼元素由多变少,而不活泼元素则由少变多,反映了纵向上地史变迁中元素活性的变异,因此,元素的活性及其分异富集规律本身也反映了时代属性(表6)。利用元素的比值可以消除单个元素值本身引起的误差,本区活泼元素与不活泼元素的比值也充分说明了这一特点(表7)。

表6 元素的活性及其分异富集规律的变化

时代	样数	活泼—易迁移元素				次活泼—较易迁移元素	不活泼—难迁移元素
		Zr	B	Ni	V	Co	Ba
Ek	5	203	60.1	49.6	92	24.6	409.4
J ₃ -K ₁	9	191	49.2	50.9	84.9	20.4	439.3
J ₁₋₂	8	183	38.1	41.8	70.9	20.8	404.6
P _{2s} -T ₁₋₂	3	186	64.6	51	102	24.7	401.2
C-P _{2x}	1	192	66.1	92	141	28	168.4
O	1	343	129.6	106	182	31	110

表7 元素比值的比较

时代	Sr/Ba	B/Ba	Ni/Ba	V/Ba
Ek	0.53	0.15	0.12	0.225
J ₃ -K ₁	0.56	0.11	0.116	0.19
J ₁₋₂	0.56	0.09	0.10	0.18
P _{2s} -T ₁₋₂	0.87	0.15	0.12	0.23
C-P _{2x}	0.60	0.19	0.55	0.84
O	1.89	1.18	0.96	1.66

2 统计量 Q 型聚类分析

多元统计聚类分析方法可以更科学地揭示地质数据所反映的客观规律。表 8 及图 1 分别是 37 个砂岩薄片矿物成分百分含量数据 Q 型聚类分析所得的相关系数和谱系图(限于篇幅及便于分析,148 个样品按采样层位加权平均后共处理成 37 个样品数据点)。可以看出在相似系数 0.87 的水平上 37 个样品分属 5 个群,其中第一群为前述 I₁ 类砂岩,13 个样品

表 8 相关系数(夹角余弦)

聚类序号	样品序号		
1	26	29	0.9972855448722839
2	23	25	0.9958109855651855
3	26	28	0.9936038851737976
4	30	31	0.9923363924026489
5	12	13	0.9906775951385498
6	1	2	0.9902918934822083
7	16	26	0.9881240725517273
8	19	20	0.9875310063362122
9	32	33	0.9872447848320007
10	23	30	0.9861098527908325
11	17	22	0.9849300384521484
12	5	6	0.983610212802887
13	14	18	0.9829119443893433
14	7	9	0.9806949496269226
15	1	3	0.9801210165023804
16	23	27	0.978575587272644
17	16	17	0.9746726751327515
18	1	4	0.974169135093689
19	16	23	0.9709112048149109
20	12	19	0.9669315814971924
21	5	10	0.9582797288894653
22	16	21	0.9546986818313599
23	16	24	0.9489007592201233
24	12	14	0.9322715401649475
25	12	15	0.9227835536003113
26	5	7	0.9162833690643311
27	5	8	0.9162833690643311
28	1	16	0.9089416265487671
29	1	5	0.8729314208030701
30	1	12	0.8729314208030701
31	1	11	0.8565047979364858
32	1	36	0.8214408755302429
33	1	32	0.7946261167526245
34	34	35	0.7486953139305115
35	34	37	0.7486953139305115
36	1	34	0.6924038529396057

中占 10 个,聚类成群符合率达 77%,群内样品相关系数在 0.949 范围内,时代归属早中侏罗世。第二群均为前述的 II 类砂岩,成群符合为 100%,群内样品相关系数在 0.95 范围内,时代归属下第三系孔店组。第三群为 I 类砂岩,是 I₁ 和 I₂ 类样品的混合,相关系数在 0.923 范围内,时代归属早侏罗—早白垩世,第四群 8 个样品中有 7 个为 I₁ 类砂岩,成群符

合率为 88%，相关系数在 0.92 范围内，时代归属晚侏罗—早白垩世。第五群相对分散，样品间相关性差，属前述的类型 I 砂岩，时代为二迭世至早中三迭世，由于该套地层取样少，且层位分散，时代相隔较远，故相关性差，作为内部进一步划分，样品数显然不足，但作为纵向上与其它时代层位相区分则很能说明问题。

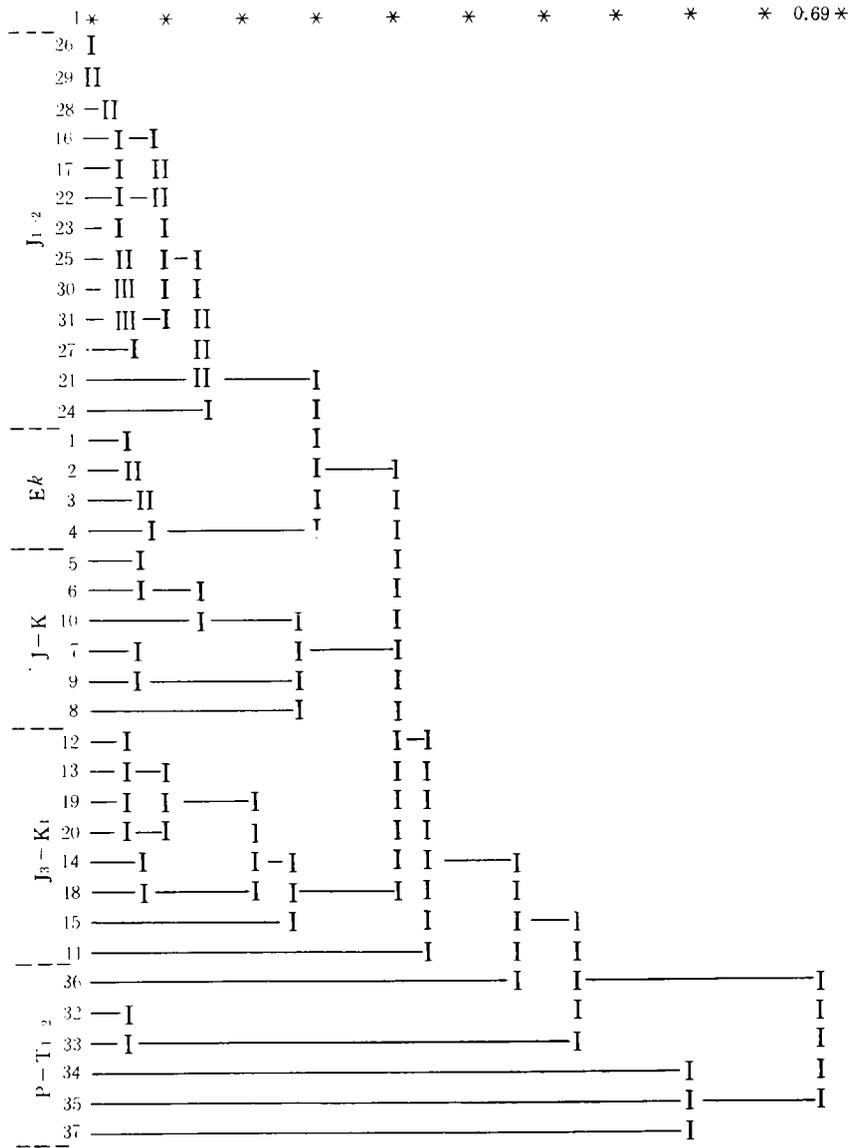


图 1 砂岩矿物成份 Q 型聚类谱系图(夹角余弦)

样品数:37; 变量数:12

表 9 及图 2 是 27 个泥岩样品微量元素聚类分析的相似系数及谱系图，可以看出，在 0.93 水平上成负相关构成两群，第一群主要为早侏罗—早白垩世样品，相似系数在 0.124 范围内；第二群为复合群，进一步又可分为三个亚群分别为下第三系孔店组、早中侏罗世及晚古生代样品。常量组份聚类分析也反应出层位上的差异，此处不再赘述。

表 9 泥岩微量元素 Q 型聚类相似系数表

聚类序号	样品序号		
1	9	10	0.9041895270347595
2	21	22	0.8817518949508667
3	1	13	0.8255684375762939
4	4	6	0.809325635433197
5	4	5	0.809325635433197
6	1	7	0.7782561779022217
7	9	23	0.7704775333404541
8	4	18	0.7548924684524536
9	1	14	0.7309222221374512
10	1	8	0.7105000019073486
11	4	19	0.7080675363540649
12	15	17	0.7067176103591919
13	21	26	0.6813556551933289
14	9	16	0.66851806640625
15	1	11	0.6419149041175842
16	12	15	0.5822679996490479
17	25	27	0.5511889457702637
18	2	4	0.5374802350997925
19	1	12	0.534892737865448
20	2	21	0.4745023250579834
21	2	25	0.4745023250579834
22	2	3	0.4094929695129395
23	1	9	0.3842674195766449
24	1	20	0.124038390815258
25	2	24	-3.794316900894046E-003
26	1	2	-0.9337674379348755

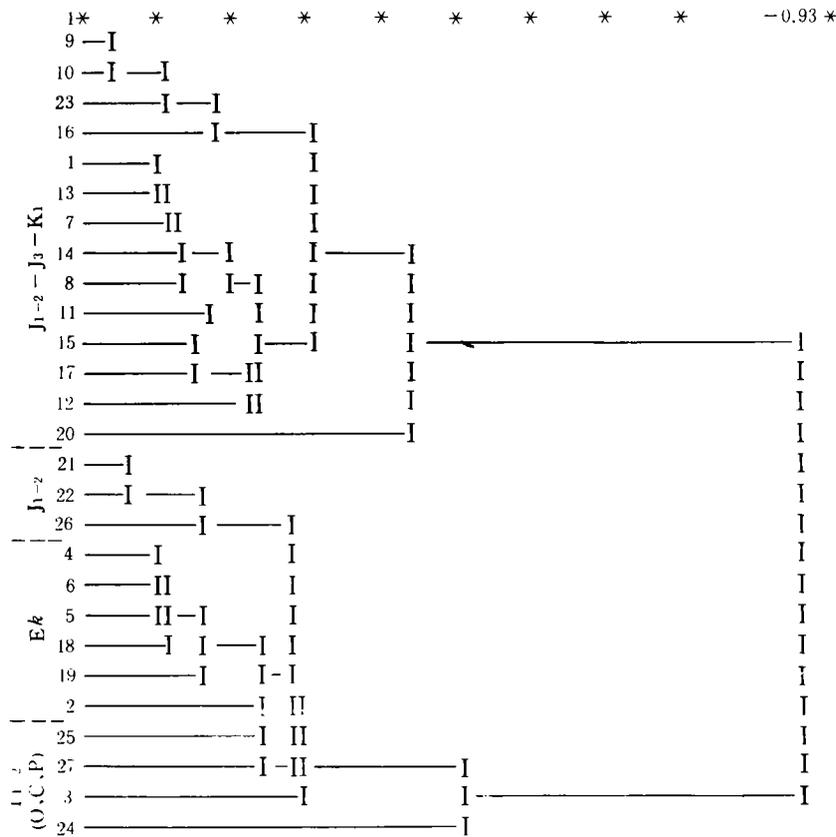


图 2 泥岩微量元素 Q 型聚类谱系图(相似系数)

样品数:27, 变量数:10

聚类分析的结果说明,不同时代样品之间的相关性较差,同一时代内样品有其可聚成群的特点,说明了地层矿物成分、化学成分的量在纵向取样上具有因时代不同而显著差异的客观特征。

3 对地层划分的评述

陆相地层的划分对比有较大的复杂性和特殊性,而火山喷发频繁,构造活动强烈的地区尤为突出,往往由于沉积盆地分隔、岩性、岩相多变,古生物化石地区性色彩浓厚在运用时夹带人为的认识上的不一致性等,均给地层划分对比增加了难度。但是,对不同沉积期地层及相互关系,由于原始构造、古地理环境及地球动力学条件的不同,在它的沉积发展过程中总是要留下它自身沉积演化先后关系的种种地质、古生物标志。因此,在地层划分对比中,亦必然应从不同侧面的地质特征去综合分析它们之间的相互关系,所以将宏观与微观结合起来采用综合分析方法应是首要原则。在此原则下,对不同地区,不同级别的地层单位所考虑的条件应有所侧重。

对本区已知层位所建立的岩石矿物学和化学特征可以认为是本区地层划分的辅助标志,对于部分地区不同时代红层迭置剖面的划分由于其它标志的缺乏,因此,岩石的矿物学和化学特征就是其主要标志。从上述的讨论中不难看出,砂岩矿物成分、泥岩微量元素、常量组份的组合类型具有地层时代上的差异,因此,地层岩石学所暗示的时代属性对地层划分有着重要的现实意义。在此将具体步骤归结为:首先在对单个钻井剖面逐个分析研究的基础上选取层位可靠或部分层位确定的井身剖面,建立其岩石矿物成分、化学成分纵向可分和横向可比性标志,然后结合未知剖面或井段采用对比,相关聚类分析等,由已知而得到未知,达到地层划分的目的。该方法在本区地层划分特别是不同时代红层迭置剖面的划分中起到了其它方法难以获得的效果。

4 结论及建议

(1)本区前第三系砂岩矿物成分的组合纵向上存在三种类型,泥岩微量元素纵向上可分两大类、四小类,分别反映了不同时代地层的微观特征。

(2)砂岩矿物成分、泥岩微量元素的组合类型及其特征所表现的剖面上可分性可以划分地层,统计量聚类分析更客观地达到了地层划分对比的目的,这对于缺少其它标志的红层迭置剖面划分问题,无疑有着重要的现实意义。

(3)地层中岩石矿物成分、化学成分的量分析基于样品的数量,本文有所不足,建议扩大样品的数量,加强这方面的研究,以便获得更详细和更客观的结果。

(收稿日期 1993年5月7日)

参 考 文 献

- 1 刘承祚等,数学地质基本方法及应用.北京:地质出版社,1981

DETRITAL MODES OF SANDSTONE, CHEMICAL COMPOSITIONS OF MUDSTONE AND STRATIGRAPHIC DIVISION OF THE PRE-TERTIARY SYSTEM IN THE HUANGHUA DEPRESSION

Li Jiangtao Li Ling

(North China Bureau of Petroleum Geology, MGMR)

Abstract

Based on the analysis of detrital modes of sandstone and chemical compositions of mudstone in Pre-Tertiary system in Huanghua Depression, it is suggested that there are some important differences in the types of sandstone or in the trace elements and chemical compositions of mudstones because of different geological time. The cluster analysis indicates that the samples in same sequence are clustered into one group while the samples in different sequences show poor interrelation. In this paper, the characteristics of detrital modes and chemical compositions of sandstone and mudstones of the Upper Paleozoic and Mesozoic are presented. In the same time, the strata in this area can be divided into several sequences, especially for the overlain red beds occurred during the different geological time. This method can contribute the unique effect in stratigraphic division.

~~~~~  
(上接 80 页)

# ANALYSIS ON SHORT-CHAIN CARBOXYLIC ACIDS FROM OIL-FIELD WATER

Cheng Zhongdi    Ying Fengxiang

(Beijing Research Institute of Petroleum Exploration and Development)

## Abstract

In this paper, high pressure liquid chromatography (HPLC), ion chromatography (IC) and capillary electrophoresis (CE) are applied to analyze the anion ( $\text{RCOO}^-$ ) content and distribution of short-chain carboxylic acids ( $\text{C}_1 \sim \text{C}_5$  monoatomic acid,  $\text{C}_2 \sim \text{C}_6$  biatomic acid) from oil-field water and the hydrothermal degraded solution of kerogens. HPLC method (ODS- $\text{C}_{18}$  column) is suitable for oil-field water, IC method (AS-1 Dionex column) for the degraded solution of kerogens while CE method (hollow capillary column) for the both kinds of samples with conventional concentration. The liquid samples only need to be through a filter film, being analyzed by direct injection of samples. Therefore, this method is simple and convenient with fair repeatability.