

文章编号: 1001- 6112(2003)06- 0765- 04

# 油气化探方法稳定性和异常重现性分析

——以松辽盆地东南隆起区十屋断陷为例

姚俊梅, 夏响华, 任 春

(中国石化股份公司 石油勘探开发研究院 化探研究所, 合肥 230022)

摘要: 根据松辽盆地东南隆起区十屋断陷已知油气田上方的重复实验结果, 对酸解烃、热释烃、物上气、 $\Delta C$  等方法的稳定性和异常重现性问题进行研究和探讨。研究结果表明, 各项化探指标两次测量结果在含量上具有一定的稳定性, 在空间分布上区域变化的相似性说明了化探指标异常区域具有可重现性特征。油气田上方各指标的中高值异常重现性高, 背景区为较低的浓度值。

关键词: 油气化探; 方法; 稳定性; 重现性

中图分类号: P632

文献标识码: A

油气化探方法作为油气勘探的重要辅助手段之一, 在国内外得到了广泛应用<sup>[1- 14]</sup>。然而在我国油气勘探领域, 也有相当一部分人认为, 油气化探方法在应用中存在异常稳定性及重现性差、异常区与油气藏(田)符合率低等问题, 这种认识制约了该方法的合理应用。正视油气化探方法在应用中存在的问题, 提高油气化探方法的勘探效率和精度是非常必要的; 在勘探成本日益增高的状况下, 正确认识油气化探方法的作用, 发挥其廉价有效的勘探优势也同样重要<sup>[15- 21]</sup>。本文根据松辽盆地东南隆起区十屋断陷已知油气田上方的重复实验结果, 对酸解烃、热释烃、物上气、 $\Delta C$  等方法的稳定性及异常重现性问题进行研究和探讨。

油气化探方法的稳定性和异常重现性关系到油气化探异常的可靠性和异常的解释评价精度。合肥石油化探研究所分别于 1998 年 5 月和 2001 年 10 月在松辽盆地东南隆起区十屋断陷开展了化探方法的稳定性和重现性研究, 第一次在剖面上以 500m 点距采集土壤样品和土壤物上气样品各 135 个, 第二次沿同一剖面以 250m 点距采集土壤样品和土壤物上气样品各 267 个, 分析测试了热释烃、酸解烃、物上气和  $\Delta C$ 。

## 1 指标的相关特征

在两次测量中, 重复采样点 135 个, 由合肥石油化探研究所“全国勘查地球化学实验室”进行热释烃、酸解烃、物上气和  $\Delta C$  等方法测试, 分析中严格执行化探样品测试规程并将分析结果进行相关分析, 结果见表 1。

由表 1 中可以看出: a) 同一次测量结果显示, 不同烃类方法之间不相关或弱相关, 同一烃类方法不同组分之间高度相关。蚀变碳酸盐( $\Delta C$ )与酸解烃相关性强(相关系数 0.297~ 0.57), 而与热释烃和物上气相关性弱(相关系数 0.032~ 0.252)。b) 不同时间测量结果, 酸解烃表现为弱相关, 相关系数为 0.14~ 0.22。物上气不相关(相关系数 - 0.073~ - 0.0543), 热释烃表现出相对较高的相关性(相关系数 0.39~ 0.43), 重组分间的相关性稍强。c)  $\Delta C$  不同年度测量结果表现出相关特征(相关系数 0.37)。

## 2 指标的统计特征

表 2 的统计数据给出: 蚀变碳酸盐不同年度各项指标基本一致, 保持稳定, 酸解烃不同年度的极值

收稿日期: 2003- 06- 16; 修订日期: 2003- 17- 07.

基金项目: 中国石化重点科研项目(P00012)。

作者简介: 姚俊梅(1963-), 女(汉族), 河南孟县人, 高级工程师, 主要从事油气地球化学勘探研究工作。

表 1 十屋断陷 1999 年度与 2001 年度相同点位化探指标相关系数表(样本数 136)

Table 1 Correlation coefficient of the geochemical indicators at the same sampling site in Shiwu fault depression in 1999 and 2001( amount of sample:136)

指标	S 甲烷 (2)	W 甲烷 (2)	R 甲烷 (2)	Y 甲烷 (2)	S 重烃 (2)	W 重烃 (2)	R 重烃 (2)	Y 重烃 (2)	ΔC (2)	S 甲烷 (1)	W 甲烷 (1)	R 甲烷 (1)	S 重烃 (1)	W 重烃 (1)	R 重烃 (1)	ΔC (1)	
S 甲烷(2)	1																
W 甲烷(2)	0.014	1															
R 甲烷(2)	0.037	0.004	1														
Y 甲烷(2)	-0.104	0.058	0.051	1													
S 重烃(2)	0.802	0.258	-0.075	-0.213	1												
W 重烃(2)	0.042	0.76	-0.143	-0.081	0.387	1											
R 重烃(2)	0.055	-0.06	0.828	0.018	-0.052	-0.147	1										
Y 重烃(2)	-0.014	0.098	0.018	0.899	-0.135	-0.03	0.02	1									
ΔC(2)	0.57	0.032	0.204	0.016	0.415	-0.086	0.152	0.05	1								
S 甲烷(1)	0.226	0.108	-0.103	0.016	0.197	0.143	-0.061	0.116	0.158	1							
W 甲烷(1)	-0.033	-0.054	-0.04	0.024	0.048	-0.073	-0.071	0.012	0.146	0.029	1						
R 甲烷(1)	-0.082	-0.116	0.39	0.227	-0.208	-0.189	0.426	0.188	0.098	-0.116	-0.009	1					
S 重烃(1)	0.175	0.035	-0.155	-0.072	0.201	0.094	-0.117	0.003	0.092	0.877	0.106	-0.198	1				
W 重烃(1)	-0.056	-0.063	-0.077	0.001	0.021	-0.07	-0.094	-0.026	-0.021	0.196	0.376	-0.11	0.497	1			
R 重烃(1)	0.058	-0.05	0.417	0.132	-0.036	-0.146	0.406	0.128	0.251	-0.05	0.132	0.732	-0.145	-0.109	1		
ΔC(1)	0.313	0.252	0.062	0.071	0.297	0.235	0.001	0.136	0.366	0.545	0.267	0.044	0.368	-0.093	0.188	1	

注: S 为酸解烃; W 为物上气; R 为热释烃; Y 为游离烃; (1) 为 1999 年测量值; (2) 为 2001 年测量值。

表 2 十屋断陷不同年度化探剖面 A 各指标统计特征表(样本数 136)

Table 2 Statistic features of the geochemical indicators in profile A in Shiwu fault depression in different years( amount of sample: 136)

指标	2001 年					1999 年				
	最大值	最小值	均值	均方差	变异系数	最大值	最小值	均值	均方差	变异系数
R 甲烷	17.72	0.72	4.12	3.44	0.84	33.19	0.20	5.78	4.42	0.76
R 重烃	31.65	0.08	3.17	4.64	1.46	26.70	0.10	3.52	5.11	1.45
W 甲烷	19.20	1.86	3.79	2.99	0.79	2.197	2.09	22.04	187.38	8.50
W 重烃	8.53	0.01	0.86	1.40	1.63	36.00	0.18	1.85	4.12	2.23
ΔC	0.98	0.06	0.18	0.13	0.72	0.67	0.04	0.14	0.12	0.83
S 甲烷	39.80	0.01	6.53	5.87	0.90	44.10	1.10	4.45	6.49	1.46
S 重烃	4.00	0.01	0.70	0.85	1.22	7.60	0.02	0.91	1.29	1.41

注: S 为酸解烃/(μl/kg); W 为物上气(φ(B)/10<sup>-6</sup>); R 为热释烃/(μl/kg), ΔC/(φ(CO<sub>2</sub>)/10<sup>-2</sup>)。

区间、均值区间相近,亦具有较高的稳定性;热释烃不同年度各项统计指标均较接近,尤其是重组分稳定性更高;物上气的极值区间和均值变化较大,稳定性较差。

### 3 指标的空间分布特征

图 1 至图 4 是两次化探样品各种化探方法测试结果对比图,从图中可以看出,蚀变碳酸盐、热释烃、酸解烃空间分布形态基本一致,不同年度的空间对比表明,这 3 个不同系列的指标,具有较高的空间分布重现性。尤其是碳酸盐和热释烃,无论在油气田区还是桑树台等断裂发育区,空间分布特征都保持不变。物上气指标从空间分布形态看,不同时间测量结果变化较大,空间分布重现性差,但在局部区域

(如后五家户气田、四五家子油气田等)稳定性较好。

在土壤未解冻季节采样,物上气指标在油气田上方显示中等强度异常,异常形态为双峰特征,桑树台断裂区域具高浓度特征,双龙构造(盖层条件较差)上方为低浓度分布区域;在土壤解冻后采样,物上气指标在油气田上方仍显示中等强度异常,异常形态为双峰特征,但断裂区域和盖层条件较差的地方为高浓度分布区。在背景区 267-245 段,物上气各项指标均为极低值。

酸解烃、蚀变碳酸盐在五家户气田上为低值,在四五家子油气田上为较高值,在桑树台大断裂上方、双龙构造(盖层条件较差)上方表现为较高值。

热释烃所表现的主要特征为自桑树台到四五家子油气田间为相对高值,在背景区为相对低值,但在气田上方的值域变化要大于油气田上方。

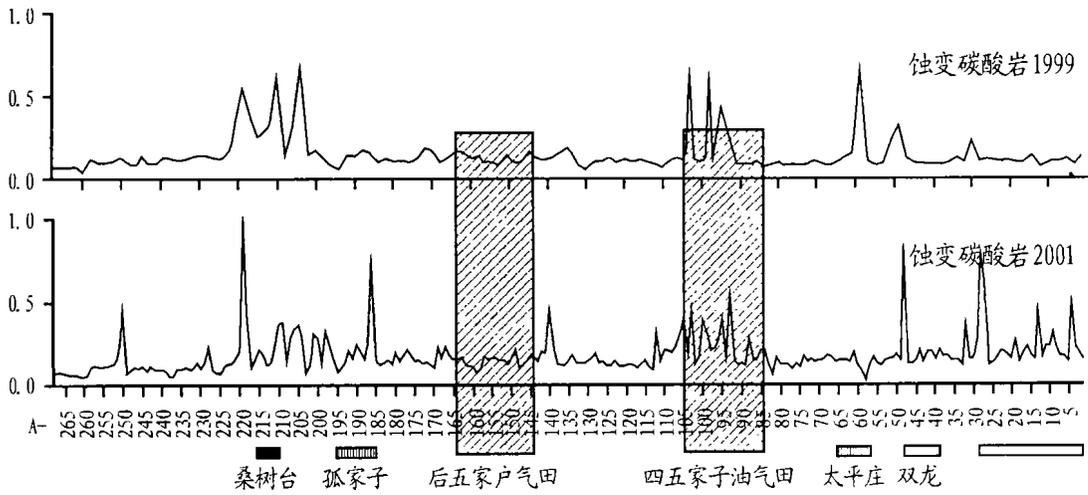


图1 不同年度蚀变碳酸盐对比曲线剖面图

Fig. 1 Contrast diagram of alternated carbonate concentrations in different years

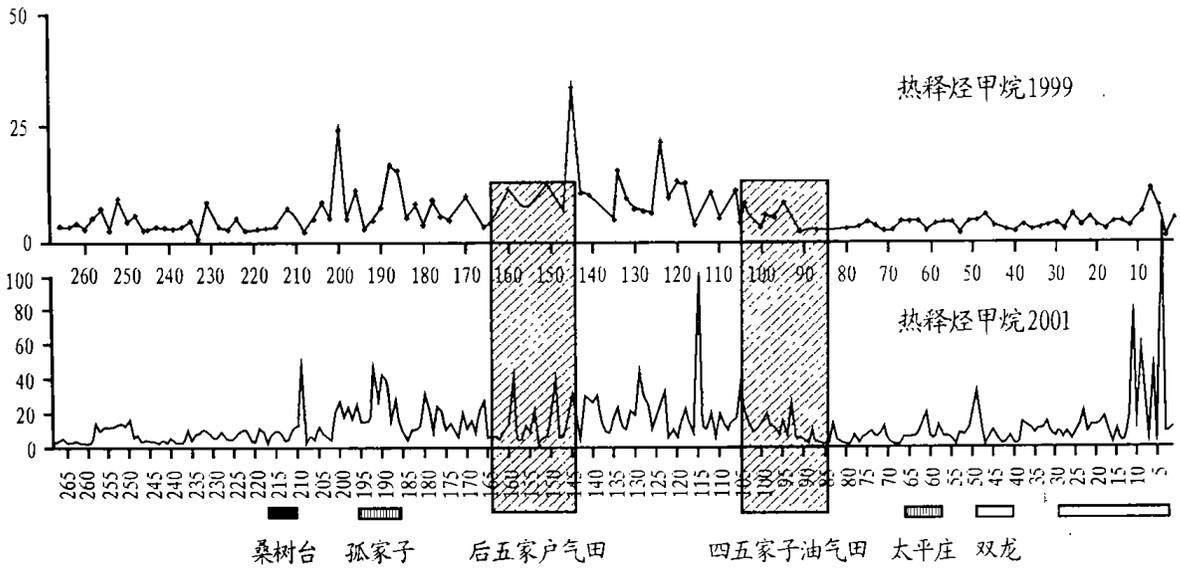


图2 同一温度不同年度热释烃甲烷对比曲线剖面图

Fig. 2 Contrast diagram of heat-release methane concentrations at the same temperature in different years

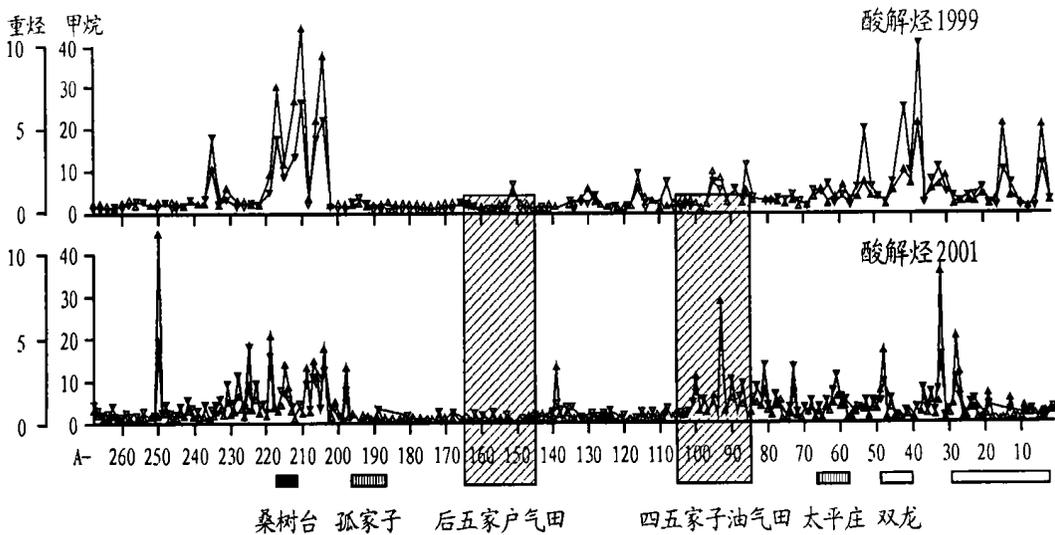


图3 不同年度酸解烃对比曲线剖面图

Fig. 3 Contrast diagram of acid-digestion hydrocarbon concentrations in different years

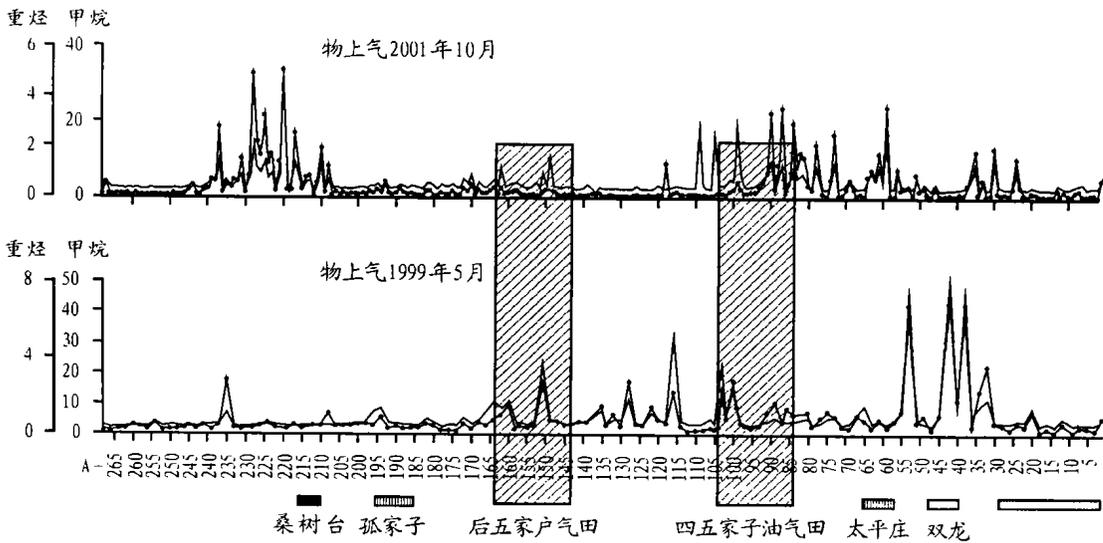


图 4 不同年度物上气对比曲线剖面图

Fig. 4 Contrast diagram of headspace gas concentrations in different years.

## 4 结论

a) 相关分析结果表明, 不同化探方法具有不同的指示意义, 由于采样时间不同、采样点位的差别、采样深度的差别、分析测试条件的差别等多种因素的影响, 测量结果具有一定的稳定性, 但重现性差; 各项指标含量统计结果显示, 蚀变碳酸盐(ΔC)、酸解烃、热释烃, 这三类指标稳定性好, 不同年度测试结果具有可对比性。

b) 空间分布上区域变化的相似性说明了化探指标异常区域具有可重现性特征。

c) 在油气田上方各指标的中高值异常重现性高, 背景区为较低的浓度值。在断裂带和盖层条件较差的地区, 部分指标的浓度出现了较高值异常, 说明化探指标异常对含油气区具有明显的指示作用, 但在断裂和渗漏区也出现异常, 在勘探应用中需加以甄别。

### 参考文献:

[1] 丁雅秋. 内蒙额吉诺尔盆地白音都兰凹陷浅层沉积物、油砂的地化特征及石油化探意义[J]. 石油实验地质, 1981, 3(2): 109-116.

[2] 刘崇禧. 地下水中有有机物质的石油化探效果[J]. 石油实验地质, 1985, 7(3): 179-186.

[3] 敖巧庆. 土壤 ΔC 碳酸盐的分析方法及石油化探初试[J]. 石油实验地质, 1986, 8(4): 386-396.

[4] 张金来. 双河油田的综合油气化探异常及其找油意义[J]. 石油实验地质, 1987, 9(1): 1-7.

[5] 刘崇禧, 等. 油气化探方法最佳组合初探[J]. 石油实验地质, 1989, 11(1): 41-49.

[6] 岳福林. 油气碳在油气化探中的贡献及其测定方法[J]. 石油实验地质, 1992, 14(3): 318-320.

[7] 陈 炜. 油气化探中的轻烃指纹法[J]. 石油实验地质, 1992, 14(4): 410-418.

[8] 伍思杭, 等. 油气化探游离烃类富集技术与应用[J]. 石油实验地质, 1993, 15(2): 213-219.

[9] 张百灵. 近地表油气化探干扰因素的讨论及校正[J]. 石油实验地质, 1993, 15(3): 290-295.

[10] 赵克斌, 等. 我国油气化探近年来的成果与问题[J]. 石油实验地质, 1997, 19(2): 153-157.

[11] 汤玉平, 丁相玉, 等. 油气藏上置化探异常形态类型及其成因讨论[J]. 石油实验地质, 1998, 20(1): 75-79.

[12] 刘崇禧, 程 军, 等. 油气化探存在的主要问题和对其应用发展的建议[J]. 石油实验地质, 1998, 20(2): 200-204.

[13] 冯晓双, 李贵友. 热释烃技术在油气化探中的应用[J]. 石油实验地质, 1999, 21(1): 91-96.

[14] 程 军, 赵克斌, 刘崇禧, 等. 化探在油气勘查中的作用与意义[J]. 石油实验地质, 2002, 24(2): 158-163.

[15] 吴传璧, 邱郁文, 陈玉明, 施俊法. 油气化探的理论与方法[M]. 北京: 地质出版社, 1989. 1-216.

[16] 童晓光, 何登发, 等. 油气勘探原理和方法[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 195-196.

[17] 张玉明, 夏响华, 卢兵力, 等. 松辽盆地南部低渗透油气田勘探技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 142-143.

[18] 姜洪训. 非常规油气物化探在油气勘查中的重要意义、存在问题与应用前景[A]. 第四届全国油气化探学术会议论文集[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 14-18.

[19] 程同锦. 油气化探技术的现状与发展、问题与对策[A]. 第四届全国油气化探学术会议论文集[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 7-13. [20] 程同锦, 王者顺, 吴学明, 等. 烃类迁移的近地表面显示与地球化学勘探[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999. 1-3.

[21] 刘崇禧, 徐世荣. 油气化探方法与应用[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1992. 1-178

烃源岩已经达到过成熟阶段, 经过恢复后的有机质含量比较高, 为 0.38% ~ 1.09%。由于该套地层沉积了巨厚的泥质烃源岩, 所以侏罗系应该是良好的目的层。

## 参考文献:

- [1] 程克明, 王兆云, 钟宁宁, 等. 碳酸盐油气成藏理论与实践[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 29- 90.
- [2] 郝石生, 高 岗, 刚文哲, 等. 高过成熟海相碳酸盐岩[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 101- 108.
- [3] 蒋国豪, 胡瑞忠, 方维萱. 镜质体反射率( $R_o$ )推算古地温研究进展[J]. 地质地球化学, 2001, 29(4): 40- 45.

## CHARACTERISTICS OF HYDROCARBON SOURCE ROCKS IN THE JURASSIC SHEMSHAK FORMATION OF KASHAN AREA, IRAN

WANG Shi-hu<sup>1,2</sup>, LI Zheng<sup>2</sup>, XIA Bin<sup>1</sup>, CHEN Gen-wen<sup>1</sup>, YAN Yi<sup>1</sup>, YU Jun-feng<sup>1</sup>, CHEN Zhi-yong<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China;  
2. Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257001, China)

**Abstract:** By analyses on the organic matter abundance of hydrocarbon source rocks, the vitrinite composition and carbon isotopic features of kerogen and the features of biomarkers in the Jurassic Shemshak Formation of Kashan area, Iran, it was suggested that the kerogen types of the Shemshak source rocks be mainly sapropelic humic (Ⅲ) and humic (Ⅳ). Most samples have evolved to overmature stages. Except for a few good source rocks, most source rocks of the Shemshak Formation are middle grade.

**Key words:** hydrocarbon source rock; kerogen; Kashan area; Iran

(continued from page 768)

## METHOD STABILITY AND ANOMALY REPRODUCIBILITY ANALYSIS IN SURFACE GEOCHEMICAL EXPLORATION FOR OIL AND GAS —A CASE STUDY OF THE SHIWU FAULT DEPRESSION IN SONGLIAO BASIN

YAO Jun-mei, XIA Xiang-hua, REN Chun

(Research Institute of Petroleum Geochemical Exploration, RIPEP, SINOPEC, Hefei, Anhui 230022, China)

**Abstract:** Based on the results of repetitive tests above the existing oil and gas fields in Shiwu fault depression in southeastern uplifted area in Songliao Basin, the method stability of acid digestion hydrocarbon, heat release hydrocarbon, headspace gas and  $\Delta C$  and reproducibility of the anomalies determined by these indicators are discussed. The results showed that the concentrations of the geochemical indicators in repetitive tests had stability to a certain extent. And in special distribution, the anomalous zones defined by the geochemical indicators in repetitive tests had reproducible features. The medium-value and high-value anomalies of the indicators had better reproducibility above oil and gas fields. The concentrations of the indicators in background areas were lower.

**Key words:** oil and gas geochemical exploration; methods; stability; reproducibility