

## 游离烃技术在沙漠覆盖区构造含油气评价中的应用

李志明<sup>1,2</sup>, 宋喜林<sup>2</sup>, 张长江<sup>2</sup>

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 2. 石油地球物理勘探局 第五地质调查处, 河北 固城 072656)

**摘要:** 简述游离烃技术的方法及其特点, 并介绍其在沙漠覆盖区构造含油气性评价中的应用实例。**关键词:** 游离烃; 含油气评价; 构造; 沙漠覆盖区**中图分类号:** P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2002)05-0344-03

油气化探的理论基础是油气藏中的烃类物质在各种动力作用下, 沿着裂隙网络垂向运移至近地表引起的地球化学效应、物理效应和生物效应, 借助于精密的分析仪器和先进的测试技术, 从土壤、岩石、气体、水体及植物等介质中检测烃及其伴生物和蚀变物<sup>[1]</sup>。游离烃技术是直接检测游离于土壤颗粒间的烃类的油气化探新方法。近年来在沙漠覆盖区的应用实践表明, 游离烃技术的应用效果明显好于其它油气化探技术。笔者以游离烃技术在塔里木盆地某构造区的应用为例, 说明该技术在沙漠覆盖区应用的可行性及有效性。

## 1 游离烃技术的方法及特点

### 1.1 游离烃技术的方法

烃在地表有3种存在形式<sup>①</sup>: ①呈气态存在于土壤颗粒间者, 称游离烃; ②吸附于细粒物质表面或矿物晶格中者, 称吸附烃; ③溶解于地下水中者, 称溶解烃。游离烃技术是直接检测游离于土壤颗粒间的烃类, 其现场技术如图1所示。



图1 游离烃技术野外现场示意

用特制钻具钻至地表一定深度, 用一次性无菌注射器从钻杆底部抽取气体, 并及时送到仪器车直接注入气相色谱仪进行分析测试  $C_1 \sim C_5$  组分, 精度为  $10^{-6}$ 。分析结果录入计算机中即可处理解释。分析中发现问题可以及时返工, 发现新的异常可直

接根据需要调整勘探思路。现场可收集螺旋钻返出的底层土样, 用于酸解烃等项目的分析。

### 1.2 游离烃技术的特点

与其它油气化探方法对比, 游离烃技术具以下特点。

1. 解决了传统取样方法中的密封问题, 使之不通过浓缩即可直接检测到近地表烃气的含量, 并具有较强的异常分辨能力。
2. 分析精度高, 而且能够直接进样, 无需任何前处理就可现场检测  $C_1 \sim C_5$  的含量。
3. 游离烃受地表条件及取样点岩性变化的影响很小(酸解烃等与取样介质有密切关系); 由于气态物质的活动性, 使之更能反映出油气藏的现状, 而不具历史继承性。因此, 游离烃异常更真实、可靠。
4. 游离烃分析数据离散度大、异常衬度大, 从而使异常规律性增强, 有利于异常识别, 找油气效果明显。
5. 游离烃组分与下伏油气藏有一定对应关系, 通过特征组分分析, 可预测油气藏的性质, 推断油气藏的保存条件及埋藏深度。
6. 实现了采集、分析与解释的现场化, 及时指导野外生产以充分发挥油气化探经济、快速的特点。

## 2 实例分析

### 2.1 工区概况

测区地表全部为沙漠覆盖, 其中西部为蜂窝状沙丘, 东部为北北东向的沙垄, 相对高差较大, 但景观单一且无污染, 这是进行油气化探的有利条件。

①宋喜林. 游离烃技术在地球化学勘探中的应用. 见: 赵化昆. 非地震物化探技术交流会议论文集. 1997.

同时沙漠的流动性较大,从而使常规油气化探技术的实用性及有效性受到限制,而游离烃技术是抽取近地表的壤中气,其反映的是烃气现在的活动状态,不具历史继承性,从而极大地避免了因取样介质的流动带来的影响。

地质构造上测区位于塔里木盆地中央隆起带的塔东低隆起,是加里东—海西早期长期发展起来的台隆,在海西中晚期—印支期继续隆起遭受了长期的风化剥蚀,直到燕山期才逐渐下降接受沉积。区内发育的沉积地层有震旦系、寒武系、奥陶系、白垩系及新生界。其中震旦—奥陶系厚 2 500 ~ 5 000 m,白垩系厚 200 ~ 600 m,新生界厚 1 800 ~ 2 400 m。主要生油岩位于震旦系一下奥陶统。

### 2.2 游离烃组份特征及异常特征

由表 1、表 2 可知,尽管游离烃各组份的含量很低,但与土壤酸解烃组份相比,游离烃各组份的含量范围变化很宽,离散度大,标准离差和变异系数也很大,非常有利于对异常的识别,所以游离烃异常比土壤酸解烃异常更真实、可靠。

表 1 游离烃组份含量特征  $\varphi/10^{-6}$

指 标	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
最小值	1.28	0	0	0	0
最大值	113.20	7.45	1.18	1.05	2.56
平均值	6.90	0.11	0.03	0.005	0.002
标准离差	7.74	0.49	0.13	0.19	1.02
变异系数	1.12	4.29	4.35	37.40	51.15

表 2 酸解烃组份含量特征  $v/(\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1})$

指 标	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
最小值	46.94	1.40	0.95	0	0
最大值	1395.40	71.40	20.46	8.62	5.38
平均值	546.29	25.23	7.07	3.39	1.26
标准离差	168.35	9.07	2.61	1.43	0.73
变异系数	0.31	0.36	0.37	0.42	0.58

在数理统计分析及数据处理的基础上,对测区的游离烃异常进行了提取,图 2、3、4 分别为游离烃甲烷异常、重烃异常和游离烃 MAV 异常与地震 T<sub>g8</sub> 构造叠合图。其中重烃含量是将 C<sub>2</sub> ~ C<sub>5</sub> 组份含量相加得到的。MAV 方法是谢学锦院士针对化探多参数的特征,提出的一种指标综合处理技术,它是把有一定相关关系的一组指标按公式  $C_{\text{MAV}} = \sqrt{(X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2)/n}$  处理得到的多参数综合异常值,这种处理方法避免了过去简单地将指标叠加造成的异常紊乱现象,在增强异常规律性方面有良好的应用效果。公式中, X<sub>i</sub> 为参与综合的各指标标准化因子, n 为参与综合的指标个数, C<sub>MAV</sub> 即为多参数综合异常值。

从图 2、3 可知,重烃异常与甲烷异常非常相似,主要异常位置相互吻合,在甲烷主要异常显示的位置,重烃也同样有异常显示。单个主要异常呈团块状,近东西、北东方向展布,这些主体异常与一些弱异常组合成环状及半环状异常。这种特征在图 4 上表现得更加清晰,并且由图 4 可知,游离烃 MAV 异常的异常模式具典型油气化探异常模式特征,即在局部构造周围形成断续的环状、半环状异常,同时在某些断裂附近具线型串珠状异常,且异常强度相对要强,这与断裂附近烃的微渗逸作用相对要强有关。

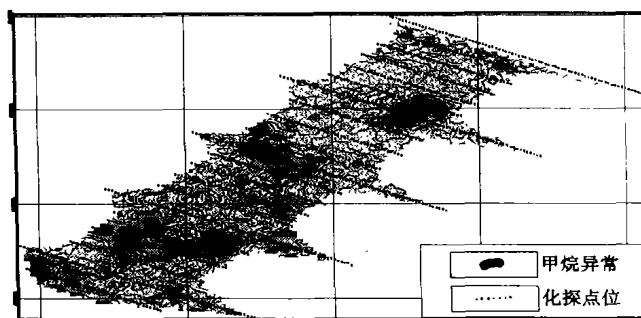


图 2 测区游离烃甲烷异常

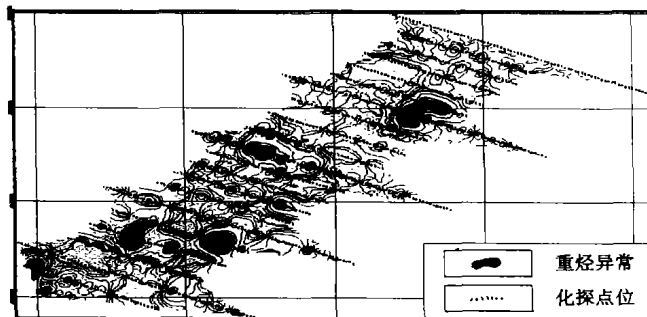


图 3 测区游离烃重烃 (C<sub>2</sub> ~ C<sub>5</sub>) 异常

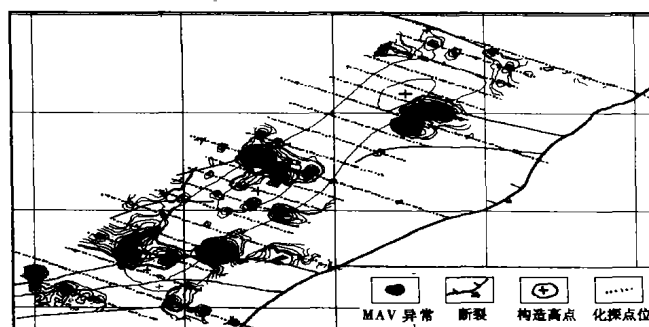


图 4 测区游离烃 C<sub>MAV</sub> 异常与构造叠合示意

### 2.3 构造含油气性评价

据实践经验,深部热成因迁移至地表的烃气,其组份之间呈  $\varphi_{C_1} > \varphi_{C_2} > \varphi_{C_3} > \varphi_{C_4} > \varphi_{C_5}$  的变化规律,而污染或生油岩出露地表等情况下烃组份之间不存

在上述特征。分析测试结果和表 1 的统计结果表明测区内游离烃具有这种明显的变化规律。中科院兰州地质研究所的试验研究成果指出： $\varphi_{C_1}/(\varphi_{C_2} + \varphi_{C_3})$  在 0 ~ 50 之间为深部成因气，该比值大于 1 000 则完全反映地表生物成因特征。测区内该比值为 27.55，表明近地表检测的游离烃与热演化成因的油气有关。另外，由表 3 的统计结果可知，测区内土壤中游离烃特征比值与干气的特征比值类似。

表 3 壤中游离烃特征比值与油气关系

类型	湿度系数	$\varphi_{C_3}/\varphi_{C_1}$	$\varphi_{C_1}/\varphi_{C_2}$	$\varphi_{C_1}/\varphi_{C_4}$
油	25 ~ 60	0.52 ~ 0.06	4 ~ 10	< 90
气-油	5 ~ 25	0.02 ~ 0.06	10 ~ 20	90 ~ 250
干气	< 5	0.002 ~ 0.02	20 ~ 200	> 250
测区比值	3.4	0.011	39	449

据上述特征，结合地表景观和地质因素综合分析，可以认为测区地表游离烃异常应属深部油气藏中的干气经微渗逸至地表的结果，其具有重要的找气指示意义。

另外，据许卫平等<sup>[3]</sup>的研究，在垂向运移过程中，地层对参与运移的烃类组份中的重质组份有明显的选择性吸附作用。由此提出以甲烷/丙烷作为地球化学动力学指标，来定性地判断油气藏的保存条件和埋藏深度。当在近地表采集的烃类样品中的地球化学动力学指标呈低值态势时，说明油气藏的保存条件差或埋藏深度较浅；反之则说明油气藏的保存条件良好并且埋藏深度较深。区内近地表游离烃的地球化学动力学指标高达 85 ~ 220，一般在 90 左右，说明区内油气藏保存良好，同时也说明油气藏埋藏深度较深，这与区内下古生界之上覆盖有 2 500 m 的中新生界相吻合。

由游离烃综合异常 (MAV 异常) 与地震构造 ( $Tg_8$ ) 的对比分析看，主要异常与地震构造有良好的对应关系，在断裂和局部构造上有与之相匹配的油气化探异常模式；而且，在局部构造附近的断裂上方有明显的异常显示，说明存在有油气源；从区内油气地质角度分析，在中奥陶统沉积前，该构造持续抬升，当下奥陶统至震旦系生油岩进入排烃高峰期时，其正处于油气运移的指向区，有利于油气聚集。白垩系沉积前，区内虽然处于动荡期，但该构造抬升更高，幅度更大，早期油气聚集未遭到破坏。当该区外围下奥陶统至震旦系生油岩二次热演化进入高成熟阶段时，此构造进一步捕获干气。

综上所述，可以推断该构造为含油气构造，具有良好的找油气前景。

### 3 结束语

沙漠覆盖区由于受沙漠流动性的影响，常规的油气化探技术的实用性及有效性会不同程度地受到限制，而游离烃技术可有效地避免该类因素的影响，加上其具有一系列其它特点，故可有效地应用于沙漠覆盖区构造圈闭的含油气性评价，为钻探工程提供地球化学依据，从而提高勘探成功率。

### 参考文献：

- [1] 程同锦, 刘崇禧. 化探在找油气中的作用[J]. 物探与化探, 1998, 22(1): 21 - 26.
- [2] 许卫平, 郭旭升, 孙剑, 等. 利用近地表化探资料研究油气藏的保存条件及埋藏深度[J]. 物探与化探, 1996, 20(2): 99 - 103.

## THE APPLICATION OF THE FREE HYDROCARBON TECHNIQUE TO THE EVALUATION OF OIL AND GAS POTENTIAL OF STRUCTURES IN DESERT AREAS

LI Zhi-ming<sup>1,2</sup>, SONG Xi-lin<sup>2</sup>, ZHANG Chang-jiang<sup>2</sup>

(1 Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2 Research Institute of No. 5 Geological Survey, Bureau of Petroleum Geophysical Exploration, Gucheng 072656, China)

**Abstract:** This paper describes in brief characteristics of the free hydrocarbon technique and, with some practical examples, deals with its application to the evaluation of oil and gas potential of structures in desert areas.

**Key words:** free hydrocarbon; evaluation of oil and gas potential; structure; dese

**作者简介:** 李志明(1968 - ),男,工程师。主要从事非地震资料处理与综合地质解释工作,现为中国科学院地球化学研究所在读博士研究生。