

地表油气化探的影响因素及消除方法

贾 国 相

(桂林矿产地质研究院,广西 桂林 541004)

摘 要: 初步总结了油气化探中存在的 4 方面干扰因素:①地表特殊景观的干扰;②土壤性质引起的干扰,包括土壤粘土矿物、化学成分、土壤酸碱度;③地下非油气矿源的干扰,如断层、高碳质及煤层、岩体和地层等的干扰;④其它,如污染河流的影响。并指出形成干扰异常特征和消除方法。

关键词: 油气化探;干扰因素;干扰异常特征;异常识别;消除方法

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2004)03-0218-04

油气化探是运用现代科学技术直接探测烃类指标和间接探测烃类迁移和次生变化过程中所派生的指标信息,并评判出由油气藏和油气运移所引起的地球化学异常信息的一种地球化学勘探方法。在地表油气化探技术的应用开发中,常遇到一些干扰因素形成的异常。因此,要判别哪些是由地下深部油气藏引起的异常,哪些是由某种干扰因素引起的异常是油气化探中一项非常重要的工作。现就在地表油气化探工作中所发现的一些干扰因素所形成的化探异常特征、存在方式和消除方法,加以介绍。

1 地表景观条件的影响与消除

1.1 地表特殊景观的影响

沉积盆地存在着地形、地貌差异,人文景观变化,以及景观区的土壤层、土壤结构、干湿度、酸碱度等差异,导致土壤烃类、非烃类含量的变化。如四川盆地白马庙探区北部第四系沉积平原,土壤层 3~5 m,以水稻田为主;西南部第四系冰碛沉积丘陵区,土壤层 1 m 左右;东南部的高山区,相对高差达 400~600 m,多为基岩出露,土壤层 0~0.8 m。不同景观区土壤烃类含量差异可达 100 余倍,非烃吸附相态 Hg 含量也有 3 倍多(表 1)。

表 1 白马庙不同景观区烃、非烃指标含量

景观区	v_{C_1}	v_{C_2}	v_{C_3}	w_{Hg}	σ	$w_{\Delta C}$	$w_{Fe^{2+}}$
	$\mu L \cdot kg^{-1}$			10^{-9}	$\mu s \cdot cm^{-1}$	%	%
北部平原	3.3	0.175	0.074	13.8	12.8	0.068	0.22
西南丘陵	2.9	0.015	0.012	13.8	7.6	0.062	0.066
东南高山	330	31	13	4.3	37.0	0.30	0.27

土壤中出现的高含量,经检查不是地下深处油

气活动在地表的反映,而是地形地貌差异悬殊形成的干扰异常。这种情况在我国众多沉积盆地都有出现,特别是中生代以前的古老盆地尤为突出。

1.2 干扰异常的消除

根据测区内不同地貌景观条件划分区块,分别统计背景值和确定异常下限值,将有效背景值统一在相对均等的背景环境条件下,达到从土壤样品中获取到与地下深处油气活动有直接关连的地球化学信息。具体做法是:①按 3 种不同地貌景观,即平原区、丘陵区、高山区统计背景值,确定异常下限值;②高山区出露侏罗系和白垩系,基岩区的残坡积土壤层中 Hg、 Fe^{2+} 含量偏高,在圈定异常时可适当提高背景值和异常下限值,消除岩层因素的影响。

2 土壤性质的影响与消除

2.1 土壤粘土矿物、化学成分的影响

土壤按粘土矿物组成多少分为砂土、亚砂土、亚粘土和粘土 4 种介质。由于土壤介质在结构颗粒粗细、孔隙度大小、干湿度以及矿物、化学组成等不同,导致其对烃类和非烃类组份吸附能力上的差异。一般土壤粘土矿物多少对烃类吸附量影响变化幅度不大,大约为 30%。南方湿热区大多数盆地土壤介质由砂土→亚砂土→亚粘土→粘土,烃类和非烃类 Hg、 σ 指标由高变低,变化规律明显,变化幅度在 10%~20%。北方半干旱区胜利油田各坳陷区为厚层土壤,介质由砂土→亚砂土→亚粘土→粘土,吸附烃含量由高变低,其变化幅度多在 20% 以内,而非烃指标,如 Hg 一般为 30%~50% 间(表 2)。

表 2 沉积盆地土壤介质变化幅度 $\mu\text{L}/\text{kg}$

地区	组分	砂土→亚砂土→亚粘土→粘土	变化幅度/%
百色盆地	C ₁	3.98→3.73→4.69→4.80	17
	Hg	1.90→2.61→2.14→2.90	34
三水盆地	C ₁	1.40→1.39→1.47→1.24	11
	Hg	3.66→3.37→3.91→3.96	8
四川盆地 (双流区)	C ₁	5.22→5.68→4.96→4.69	10
	Hg	0.839→0.881→0.828→0.785	6
济阳凹陷 (阳信)	C ₁	380.30→369.20→342.00→325.40	14
	Hg	5.30→8.60→8.40→11.70	54
临清凹陷 (德州)	C ₁	319.39→325.73→362.67→279.54	12
	Hg	6.92→5.14→4.97→5.10	26
滋镇洼陷 (德平)	C ₁	317.25→312.40→303.10→270.50	15
	Hg	3.73→4.75→5.53→5.64	34
胜利油田 (温店)	C ₁	245.64→242.15→216.79→201.57	18
	Hg	3.43→5.58→5.80→6.35	46

从统计结果来看,土壤中粘土成分的多少对烃类影响幅度一般小于 30%,但 Hg 一般在粘土中含量高,砂土中含量低。说明不同盆地或同盆地不同探区烃类、非烃类指标的富集量不同,但它们之间的差异并

表 3 西昌盆地岩石土壤化学成分与烃、非烃组分含量对比

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ²⁺	CaO	K ₂ O 和 Na ₂ O	有机质	C ₁	C ₂	C ₃	ΔC	Hg	σ
岩样 1	75.20	5.25	2.52	6.01	6.48		10879	1800	1038	0.706	7.50	50
岩样 2	71.93	7.03	2.65	4.01	6.26		13436	2059	1113	1.068	6.00	66
岩样 3	82.18	8.01	3.11	2.90	0.22		1321	211	157	0.045	3.00	14
岩样 4	82.72	7.39	3.594	2.25	0.062		5947	984	632	0.03	7.50	7.80
土样 1	72.60	9.89	3.64	3.34	0.348	0.84	25.40	1.12	0.25	0.372	6.00	4.20
土样 2	61.44	12.21	4.66	3.66	0.126	1.42	2.50	0.31	0.28	0.57	45	4.00
土样 3	65.09	15.31	5.20	4.52	0.099	0.23	1.88	0.14	0.08	0.11	6	2.50
土样 4	73.83	9.04	5.16	1.24	0.071	1.64	1.00	0.08	0.07	0.244	36	2.40
土样 5	67.59	11.35	5.01	2.13	0.059	0.05	2.34	0.29	0.15	0.04	90	3.20

注: $v(\text{C}_1, \text{C}_2, \text{C}_3)/(\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1})$; $w(\text{Hg})/10^{-9}$; $\sigma/(\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1})$; $w(\text{其它})/\%$

常下限值,可以达到消除干扰异常。

2.2 土壤酸碱度对吸附烃含量的影响

烃类测量提取的主要对象是次生碳酸盐矿物中的包裹烃、吸留烃和附着烃。由于酸性土壤氢离子与碳酸盐反应形成可溶性重碳酸盐,破坏了烃类的保存条件,导致烃气的贫化与散失,因此土壤对烃类组份的富集作用主要随酸度增高而降低、碱度增强而提高,表 4 为南方湿热区土壤酸碱度与烃、非烃组分富集的测试结果。从偏酸性→酸性→中性,土壤中 C₁、C₂、C₃、nC₄ 的含量是成倍增加;而从中性→偏碱性→碱性,上述指标则可增加 1、2 个数量级,这说明土壤中的酸碱变化对烃类含量影响

表 4 土壤中的酸碱度变化与烃含量对比 $\mu\text{L}/\text{kg}$

	pH	C ₁	C ₂	C ₃	nC ₄	nC ₅
合浦盆地	4~5	1.59	0.39	0.15	0.00	0.00
	5~6	2.30	0.20	0.03	0.00	0.00
	5~6	2.30	0.62	0.55	0.00	0.00
百色盆地	6~7	4.44	0.97	0.54	0.02	0.00
	7~8	7.08	1.17	0.77	0.04	0.01
	8~9	17.48	1.74	1.20	0.09	0.03
	9~10	380.48	86.06	40.50	3.00	1.78

不影响地表油气综合化探工作。就烃来说,粘土成分的多少不会产生严重的干扰异常,只要在评价异常时适当增减各评价指标的权值即可消除。而对吸附汞,应注意砂土与其它介质相比吸附量差异较大,要根据实际测量结果按比例进行权重调整。

为进一步研究不同土壤介质造成烃与非烃指标含量差异的原因,开展了西昌盆地土壤与岩石化学成分与烃、非烃含量关系的研究(表 3)。岩石样中 CaO 含量高时,吸附烃 C₁、C₂、C₃ 和非烃 ΔC、K 含量高;土壤样中 CaO 含量高时,吸附烃 C₁、C₂、C₃ 含量亦高,而 ΔC、Hg、Fe²⁺、σ 与土壤主要化学成分关系的变化规律不明显。因此,CaO 含量越高,对烃类保存越有利,含量也相应地越高。由于 CaO 含量差异导致烃类含量的差异,进而形成干扰异常。根据不同基岩背景区,通过分区分片独立统计背景值及异

非常大。酸性土壤本身已酸化,而石油、天然气也是酸性化合物,当地下油气藏中的烃类扩散、迁移到地表时,加剧了土壤的酸化,导致迁移到地表的吸附烃一部分被雨水溶解带走,另一部分挥发到大气中,能在土壤中保存下来的仅仅是极少部分。

土壤酸碱度值的变化往往是区域性的,它可使某区域内的烃气含量整体降低或提高,对局域异常只起均一化作用,降低异常的衬度值,一般不会导致异常全部消失。因此,如果评价区域较小,可不考虑 pH 值的影响,但如果评价区域较大,土壤酸碱性变化较大时,就需考虑 pH 值的影响,进行校正。校正办法是对 pH 值较小的区段适当地加大其权值。

3 地下非油气矿源的影响及消除

3.1 断层形成的干扰异常

油气化探异常分布规律受地质构造的影响,构造引起的干扰异常与地质构造线走向基本一致。在剖面上表现为范围窄、峰值高的独立单峰异常,异常峰多数分布在断层附近;平面上异常多呈长条状或

串珠状沿断层走向分布。地球化学习性相近或相关联的组分能形成组合异常。如图 1 中地表烃类异常高值区成线状分布,与断层走向一致。断层干扰异常判别的依据是异常分布形态,即用独立单峰异常呈长条状或串珠状沿断层走向分布的特征来区分。

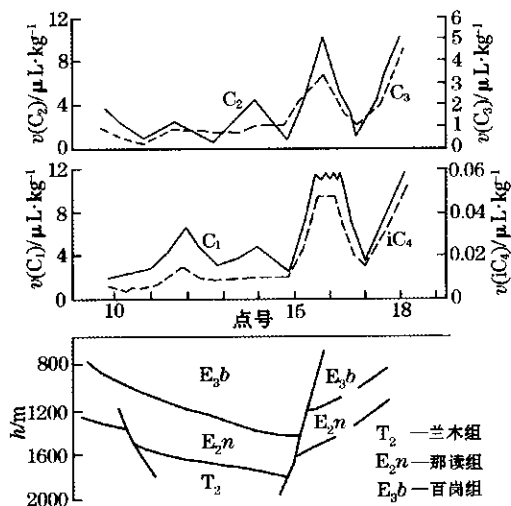


图 1 百色盆地 41 线断层与化探异常关系

3.2 煤层和高碳质地层引起的干扰异常及消除

沉积盆地的煤层和成煤过程中,也常伴随产生大量的烃、汞气体,也形成干扰异常(图 2)。在浅煤层的正上方,烃类 C_2 、 C_{2+} 常出现干扰异常,其强度大、浓度亦高。在异常剖面上的高值区正好与煤层分布吻合。非烃 ΔC 、Hg 异常分布在煤层尖灭端,反映了煤层与盆地边界的叠加异常。

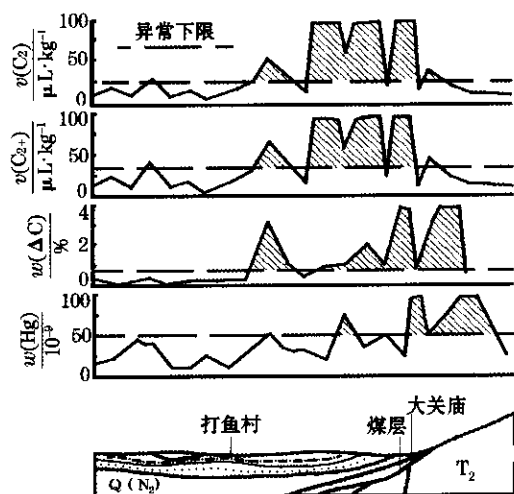


图 2 南方某盆地化探异常综合剖面

据陶代康,核工业部 209 队,1993

在油气化探中排除煤层因素形成的干扰异常,必须充分认识油气化探异常发育特征及分布规律。天然油气藏反映的烃组分,在正常情况下具有甲烷 > 乙烷 > 丙烷 > 丁烷的含量排序,各组分具有明显

的线性相关关系,当有煤层气加入时,就会扰乱这种线性相关关系。因此,采用相关分析来判别是否有煤层气干扰因素。同时,利用相关散点图法确定干扰点,进一步利用滤波法与线性回归法消除其干扰。

3.3 沉积盆地基岩对烃类含量的影响

在沉积盆地油气化探工作中,沉积盆地不同时代基岩地层的烃类含量差异影响对异常的评价。如在南方 BS 盆地查明油气活动富集有利区段,发现了 2 个异常区成大片块状分布,在异常强度上东北部异常明显强于西南部异常, C_{2+} 异常分布特征与轻烃 C_1 完全吻合,异常形态特征相同,不同之点是测区东北部 ΣC_{2+} 异常强度弱于 C_1 异常(图 3)。

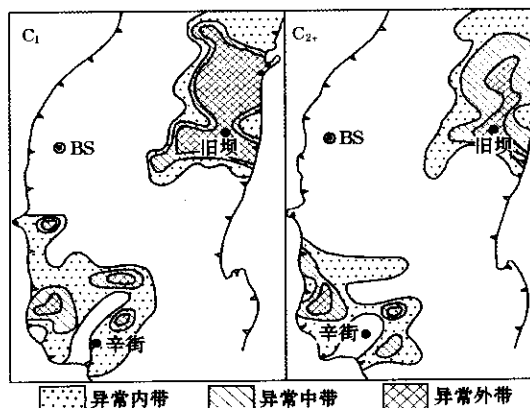


图 3 南方某 BS 盆地轻烃 C_1 和 C_{2+} 异常平面

根据 C_1 和 C_{2+} 异常特征,对比南方中小型盆地寻找油气田的综合化探异常模式,发现无法与油气藏联系起来。对此,采取了对盆地周边出露地层岩石进行按时代和岩性采集原生晕样品分析,结果发现:测区西南部边缘泥盆系烃类含量高奥陶系、石炭系、三叠系烃类含量的 1 个数量级,甚至高出几十倍。如泥盆系泥岩、泥质灰岩的 C_1 和 C_{2+} 平均含量分别为 20 123.62 $\mu\text{L}/\text{kg}$ 和 7 142.28 $\mu\text{L}/\text{kg}$,而奥陶系泥板岩的 C_1 和 C_{2+} 平均含量为 503.75 $\mu\text{L}/\text{kg}$ 和 325.16 $\mu\text{L}/\text{kg}$;石炭系泥岩、玄武岩 C_1 和 C_{2+} 分别为 1 310.20 $\mu\text{L}/\text{kg}$ 和 208.96 $\mu\text{L}/\text{kg}$;三叠系泥岩 C_1 和 C_{2+} 分别为 1 520.37 $\mu\text{L}/\text{kg}$ 和 180.74 $\mu\text{L}/\text{kg}$ 。因此,认为西南部烃类异常区是泥盆系高烃含量引起的干扰异常;东北部异常区是由石炭系、三叠系地层和深处煤层联合引起的干扰异常。

4 其它污染源的影响

污染源主要是工厂排放的大量有机质和营养质的污水,密集居民生活区排出的废水废气、烟雾。这些污染物在各种化学作用与生物化学作用下常分解成大量的烃类气体,形成干扰异常。污染河流形成

的干扰异常特点:主要是沿河流两岸出现狭长的高值含量带,比远离河流区含量高若干倍;污染流域样品中各组分相关性与无污染区各组分相关性差异性大,即污染河流区样品各组分间相关系数小。R型聚类分析出现明显的离群现象,组分相关散点图上受污染样品明显偏离样品主体轴线。

消除污染河流引起的干扰异常的方法,一是做相关散点图以确定受污染样品点区,二是将污染区样品通过线性回归或框架滤波方法加以校正。

5 结语

经常期的研究和生产实践证明,深入研究地表油气化探可能存在的各种干扰因素,并探索出消除的最佳方法,对排除干扰异常,圈出与油气有关的真异常,是提高化探异常可靠性的基本保证,同时也是提高化探成功率的关键。上述研究的最终结果,把50%的干扰异常消除后,地表油气化探异常经钻探验证,其成功率均大于60%。

FACTORS AFFECTING SURFACE GEOCHEMICAL OIL-GAS EXPLORATION AND METHODS FOR THEIR ELIMINATION

JIA Guo-xiang

(Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resources, Guilin 541004, China)

Abstract: It is of great importance to study and identify geochemical anomalies caused by some interfering factors and find out the eliminating methods in developing and applying comprehensive oil and gas geochemical exploration techniques so as to recognize the real anomaly information associated with oil and gas activities. Four interfering factors have been preliminarily summarized as follows: ①interference of surface special landscape; ②interference caused by soil characteristics such as clay minerals in soil, chemical compositions and soil acidity; ③underground non-oil and gas sources like faults, high carbon matter or coal layer and rocks; ④other factors, such as pollution, river flow or atmospheric influence. Characteristics of interfering anomalies and their eliminating method are also discussed.

Key words: comprehensive oil and gas exploration; interfering factor; characteristic of interfering anomaly; anomaly identification; elimination method

作者简介: 贾国相(1956-),男,四川梓潼人,教授级高工,主管业务副院长。长期从事油气化探研究工作。

上接 223 页

THE MODIFIED BCR SEQUENTIAL EXTRACTION METHOD FOR LEAD SPACIATION IN SEDIMENTS

REN Ping, WANG Ming-qi

(Institute of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: An ultrasound bath extraction technique was applied in the modified BCR sequential extraction method for lead speciation in sediments. The extraction time of the modified BCR was optimized and the time consumed for all three stages was dramatically shortened compared with the conventional BCR. Contents of extractable metals obtained by both the conventional and the modified methods were measured by hydride-generation Atomic Fluorescence Spectrometry. The results of each fraction obtained by both methods were statistically compared. With a much shorter operating time, the proposed modified BCR sequential extraction method could serve as a valid alternative to the conventional shaking.

Key words: sequential extraction; speciation; lead; sediment; ultrasound bath; HG-AFS

作者简介: 任萍(1966-),女,高级工程师。1997年获国土资源部地球物理地球化学勘查研究所硕士学位,现在中国地质大学(北京)攻读环境地球化学专业博士学位。主要研究方向为重金属环境污染分析与评价,发表论文数十篇。