

油气化探指标与土壤介质中矿物成分相互关系的研究

蒋涛, 夏响华, 任春

(中国石油化工集团 石油勘探开发研究院 石油化探研究所, 安徽 合肥 230022)

摘要:在油气藏上方化探指标与土壤介质中的矿物成分的对比分析中,不同地区两者间在相关分析、聚类谱系图等方面存在着差异性。不同开发阶段的油气藏上方,化探指标与矿物成分间相关性存在着很大差异性。在油气藏上方的土壤菱铁矿分析中发现,油气藏(开采晚期的油田除外)边缘与油气藏范围内、外的土壤菱铁矿平均含量存在着差异性,油气藏上方及其外围的土壤菱铁矿与热释烃含量存在着不同的特征。

关键词: 油气藏; 化探指标; 矿物成分; 菱铁矿; 聚类分析

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2004)0-0523-05

为了探索油气藏上方化探指标、近地表土壤介质中矿物成分间的相互关系,先后在安徽天长潘庄油田(开采晚期)区、鄂尔多斯盆地安塞油田开发区、川西孝泉气田区和松南十屋断陷油气开发区共采集2509个化探样品进行烃类指标和微磁分析,部分地区样品(同点365个)进行粘土矿物总量和常见非粘土矿物X射线衍射定量分析,通过相关分析和聚类谱系的研究,部分揭示出化探指标、矿物成分间的特殊相互作用关系。

1 油气化探指标与土壤介质中矿物成分分析

微渗漏烃类气体与土壤矿物间的相互作用表现为两方面。一方面,部分微渗漏烃类气体以7种不同赋存形式保存于近地表土壤中^[1];另一方面,微渗漏烃迁移至近地表土壤中,在油气藏上方形成一系列异常的矿物学效应(磁性矿物异常、土壤蚀变碳酸盐异常等)^[2]。

2 油气化探指标与土壤矿物成分的关系

2.1 油气化探指标与土壤矿物成分的相关分析

酸解烃指标在鄂尔多斯实际勘探应用的有效性^[3,4],热释烃在勘探应用研究^[5]等,均揭示出化探指标可真实地反映深部油气微渗漏信息。人们同时意识到,不同类型的土壤介质(矿物成分)对烃类气体具有不同的作用^[2,3],因而,探讨土壤介质中矿物成分(粘土矿物、碳酸盐等)与化探指标的关系,对油气化探的基础性研究工作(样品的采集、指标选

取、异常评价解释)有重大意义。

安塞地区同类烃类指标间表现出高的相关性(表1), RC_1 与 RC_{2+} 相关系数为0.8752, SC_1 与 SC_{2+} 的相关系数更高达0.9849,显示同一烃类指标间的同源特性。

酸解烃指标与碳酸盐的较高相关性,与碳酸盐类为中等相关性,其原因:微渗漏烃部分包裹于次生矿物(碳酸盐等)及其胶结物中;微渗漏烃的蚀变作用可导致次生碳酸盐的生成;碳酸盐成份可对酸解烃指标构成影响。

酸解烃指标与其它化探指标负相关或不相关,显示出酸解烃指标不同于其它烃类指标的特殊赋存特性和成因性;与硫酸盐呈负相关性(-0.4454~-0.4377),因硫酸盐、碳酸盐两指标共同使用可间接反映土壤的氧化还原环境,由此认为土壤的氧化还原环境可影响酸解烃指标浓度;与其它土壤矿物的不相关性(-0.0397~0.057)显示出粘土矿物、硅铝酸盐、硫化物等土壤矿物对酸解烃指标无影响,可视为背景环境指标。

热释烃与其它化探指标(热释Hg、 ΔC 、微磁)均呈较好的相关性(0.3212~0.6608),揭示出非烃类化探指标的成因仍与烃类指标具有一定的联系,并可视为烃类指标的辅助指标;热释烃指标与其它土壤矿物间较差的相关性(-0.1664~0.2703)揭示出硅铝酸盐、碳酸盐类矿物、硫酸盐、硫化物等土壤矿物对热释烃指标无影响,可视为背景环境指标。

碳酸盐与 ΔC 间较好的相关性(0.321)显示出

表1 安塞地区土壤介质中矿物成分与化探指标间的相关系数

指标	硅铝酸盐	碳酸盐类矿物	硫酸盐	硫化物	SC ₁	SC ₂₊	RC ₁	RC ₂₊	热释 Hg	ΔC	微磁	粘土矿物	碳酸盐
硅铝酸盐	1												
碳酸盐类矿物	-0.2595	1											
硫酸盐	-0.6704	-0.5326	1										
硫化物	-0.5206	0.0374	0.3181	1									
SC ₁	0.057	0.518	-0.4454	-0.0605	1								
SC ₂₊	0.0229	0.5457	-0.4377	-0.0397	0.9849	1							
RC ₁	-0.1664	-0.0257	0.1773	0.0005	-0.4222	-0.3452	1						
RC ₂₊	-0.1476	-0.1577	0.2703	-0.06	-0.4763	-0.4173	0.8572	1					
热释 Hg	-0.1785	-0.0795	0.2207	0.0671	-0.3774	-0.3216	0.3212	0.3694	1				
ΔC	-0.3922	0.0303	0.3322	0.1071	-0.1734	-0.1281	0.5261	0.6052	0.5333	1			
微磁	-0.2365	-0.1929	0.3515	0.1473	-0.4818	-0.4664	0.6072	0.6608	0.2945	0.506	1		
粘土矿物	-0.1743	-0.0919	0.2297	0.043	-0.1357	-0.11	0.3892	0.4686	0.3311	0.424	0.5167	1	
碳酸盐	-0.1874	0.4183	-0.1547	0.0603	0.7197	0.7387	-0.1701	-0.2086	-0.0406	0.321	-0.2273	0.088	1

注:硅铝酸盐=浊沸石+绿泥石等+伊利石等+方沸石+钾长石+斜长石;碳酸盐类矿物=方解石+铁白云石+白云石+菱铁矿;

硫酸盐=石膏+钙芒硝+硬石膏+重晶石+石膏+无水芒硝;硫化物=黄铁矿 n=98

微渗漏烃的氧化蚀变是使碳酸盐、ΔC 在成因上具有联系的物质基础。

粘土矿物与热释烃指标、热释 Hg、ΔC、微磁等较好的相关性(0.331 1~0.516 7),显示出它们在成因上具有一定的相似性,原因是粘土矿物对烃类气体具有一定的吸附性,微生物对微渗漏烃加以改造形成的有利于长石发生风化生成粘土矿物的轻度酸性、弱还原性环境条件,微渗漏烃的氧化蚀变产生矿物蚀变效应(ΔC、微磁等)。

综上所述,粘土矿物与部分化探指标(酸解烃指标)无成因关系,对这些指标不构成影响,是该类指标稳定的地球化学环境背景因素,粘土矿物与部

分烃类指标发生相互作用:①粘土具有特殊的网格状层间结构,可对烃类气体具有一定的吸附性;②据 Segal 等报道^[2],在油气藏上方易形成粘土矿物和烃类气体的共生异常。

碳酸盐对部分化探指标(热释烃)不构成影响,是该类指标稳定的地球化学环境背景因素,碳酸盐(RCO₃)与酸解烃甲烷(SC₁)含量呈现明显相关关系时,利用回归方程的方法,对大于碳酸盐平均值的化探点的甲烷含量进行定量校正(图 1A);对于两者相关不明显时,采用图示法对酸解烃甲烷含量进行校正(图 1B),其中 a、b、c 区不进行校正,只有 d 区各点在用甲烷确定异常时,需进行成因鉴别^[2]。

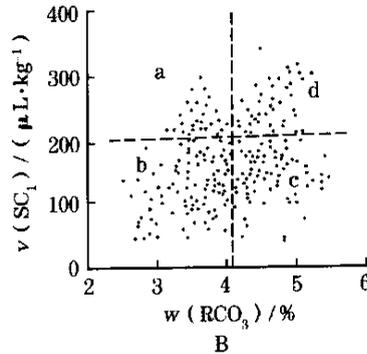
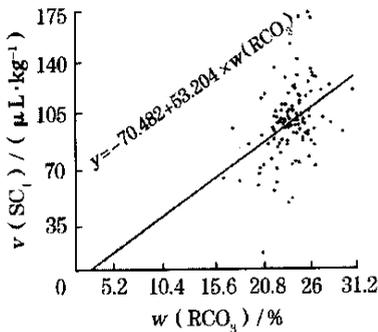


图1 酸解烃甲烷与碳酸盐的相关图解

2.2 油气化探指标与土壤介质矿物组分聚类分析

从安塞地区变量聚类谱系(图 2a)中得到的认识与表 1 得出的结论相同,化探指标和矿物组分共分为两大类,同一烃类化探方法因同一成因特性而具有较好的相关性(SC₁与SC₂₊、RC₁与RC₂₊),烃类指标不同,它们与土壤矿物间的联系也不同,土壤矿物属性对不同化探指标构成的影响不同,部分烃类指标与部分蚀变类化探指标(蚀变类矿物)有很

好的相关性,显示出它们在成因上有联系,如热释烃指标与微磁、ΔC 等,烃类指标与非成因性矿物间具较差的相关性,如酸解烃与硅铝酸盐、硫酸盐、硫化物等,烃类指标与粘土矿物的关系较为复杂,假定该区粘土矿物是热释烃指标的赋存矿物,则热释烃指标与粘土矿物的紧密程度应大于热释烃指标与其它烃类蚀变矿物的相关性,而粘土矿物若是烃类蚀变矿物的一种,则热释烃指标与粘土矿物的相关程度

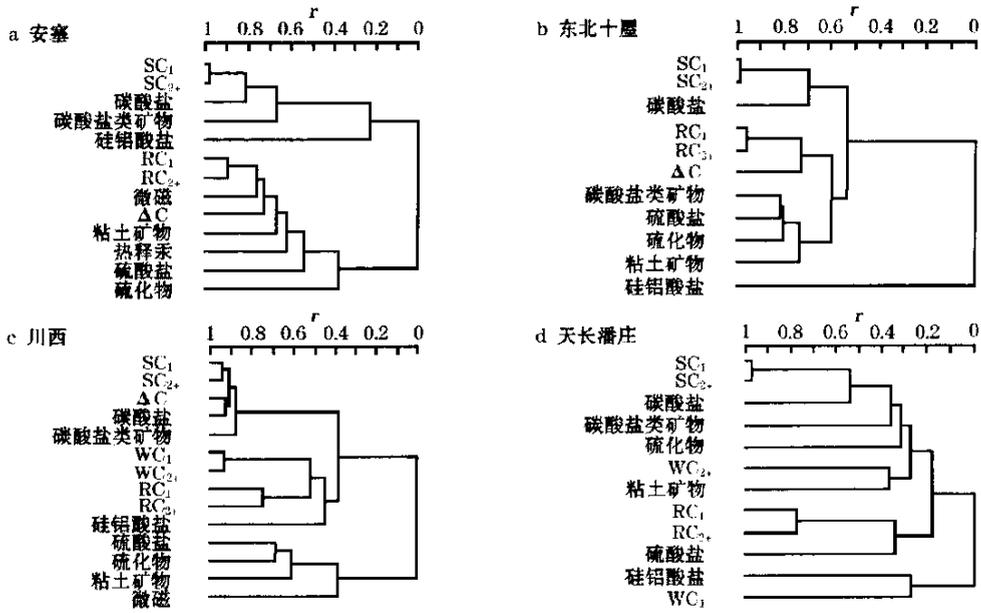


图2 不同地区化探指标与矿物间的聚类谱系

不要求那么紧密,由此认为,安塞地区的粘土矿物被认为是烃类蚀变矿物的一种形式的可能性大一些。

东北十屋断陷地区变量聚类谱系(图2b)的化探指标和矿物成分共分为三大类:同一烃类化探方法因同一成因特性而具有较好的相关性(SC₁与SC₂₊、RC₁与RC₂₊);烃类指标不同,它们与土壤矿物间的关系也不同,酸解烃指标与碳酸盐仍存在着较好相关性,其它土壤矿物聚为一类,热释烃指标与粘土矿物的关系不同于安塞地区,因而,土壤矿物属性的不同,它们在不同地区对烃类指标的影响效果也不一样,热释烃指标与ΔC有很好的成因联系,这与安塞地区变量聚类谱系图分析结果相同,化探指标(酸解烃、热释烃、ΔC)与非成因矿物的相关性差;粘土矿物与化探指标间的关系不似安塞地区那样有特殊的地球化学意义。

川西孝泉地区变量聚类谱系(图2c)中化探指标和矿物成分共分为三大类:同一烃类化探方法因同一成因特性而具有较好的相关性(SC₁与SC₂₊、WC₁与WC₂₊、RC₁与RC₂₊);化探指标不同,它们与土壤矿物存在的联系也不同,酸解烃指标、ΔC、碳酸盐及碳酸盐类矿物聚为一类,顶空气指标、热释烃指标与硅铝酸盐聚为一类,这有别于安塞地区、东北

十屋断陷地区,微磁与其它土壤矿物聚为一类,说明该地区微磁与烃类指标在成因上有差异,酸解烃指标与ΔC存在着很好的成因联系,这一点不同于安塞、东北十屋断陷地区,粘土矿物与化探指标的关系不似安塞地区,而更似东北十屋断陷地区。

安徽天长潘庄油田(开采晚期)聚类谱系图(图2d)中,不同油气化探方法间的化探指标相关性表现不一,酸解烃指标(SC₁与SC₂₊)间、热释烃指标(RC₁与RC₂₊)间仍表现出较好的相关性,而顶空气指标(WC₁与WC₂₊)间则大相径庭,WC₁与硅铝酸盐聚为一类,WC₂₊与粘土矿物聚为一类;弱吸附态烃类指标(顶空气指标)与粘土矿物等关系上显现出与其它地区两者间的巨大差异性;化探指标(酸解烃指标、热释烃指)与蚀变矿物的密切程度也不似其它地区那样呈现出较为紧密的联系,显示出潘庄油田上方微渗漏烃与近地表土壤矿物的相互作用上也较其它地区微弱。

2.3 油气化探指标与土壤介质中菱铁矿分析

对上述地区油气藏内、边缘、外围的近地表土壤矿物成分中菱铁矿(FeCO₃)的分析数据进行统计,除天长油气田区外,其余地区油气藏边缘土壤中的FeCO₃数据(均值)均为最高值(表2),在东北后五

表2 不同地区油气藏范围内、边缘、外围的近地表土壤中菱铁矿(FeCO₃)分析值

地 区	菱铁矿分析值(样本数)			油气属性	油气藏类型	开发阶段
	油气藏内	油气藏边缘	油气藏外围			
东北十屋断陷区	1 145.54(27)	1 155.77(18)	1 117.75(106)	以气为主	背斜型	开发期
安塞地区	921.6(5)	1 055.25(4)	1 027.69(89)	油	岩性	开发期
川西孝泉区	1 152.09(41)	1 204.09(12)	1 185.75(56)	气	岩性	开发期
安徽天长油田区	1 231.2(15)	1 199.09(23)	1 142.94(18)	油	断块	开发晚期

注:表中为利用X射线衍射方法分析测试数据,测试单位为中石化石油勘探开发研究院无锡实验地质研究所

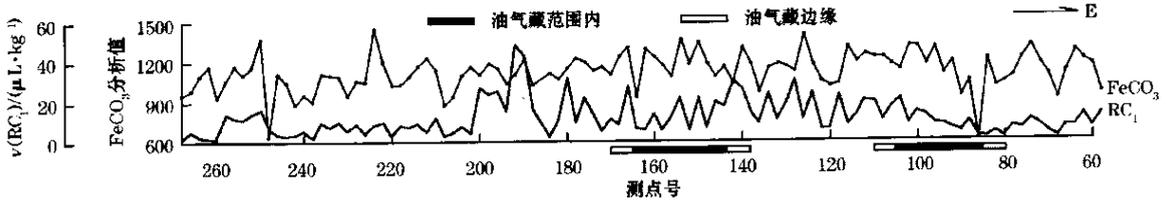


图3 东北十层断陷区 A 剖面中油气藏内、边缘、外围菱铁矿(FeCO₃)与 RC₁ 分析值曲线

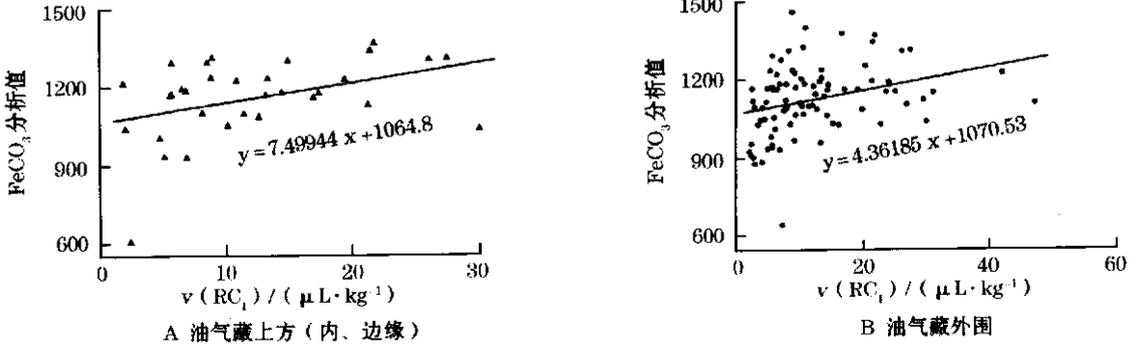


图4 油气藏不同范围菱铁矿(FeCO₃)与 RC₁ 分析数据分布

家户、四五家子油气藏区,油气藏外围土壤的 FeCO₃ 分析值小于油气藏内,在安塞、川西孝泉油气藏区,油气藏外围土壤的 FeCO₃ 分析值大于油气藏内。

东北十层断陷 A 剖面(图3)中,油气藏上方(油气藏内、边缘)FeCO₃ 与 RC₁ 曲线可呈现出一定的对应关系,而在油气藏外围则没有这种曲线。在图4中油气藏上方(内、边缘)(图4A)和油气藏外围(图4B),更清楚地显示出菱铁矿与 RC₁ 分析数据分布的不同。

3 结论与认识

(1)微渗漏烃类气体以7种赋存状态存在于土壤介质中,微渗漏烃直接或间接作用于油气藏上方土壤介质,可在油气藏上方形成一系列蚀变矿物异常(ΔC、次生碳酸盐等)。

(2)一般情况下,同一烃类化探方法因同一成因特性而具有较好的相关性;不同化探指标,因其赋存状态的不同而呈现出不同特征;酸解烃指标与碳酸盐在4个地区均表现出较好的相关性;热释烃指标、顶空气指标及其它蚀变类化探指标(ΔC、微磁)在4个地区呈现出不同的相互关系;与微渗漏烃无关的部分土壤矿物对化探指标不构成影响;烃类的赋存矿物(如粘土矿物)也可能在一些地区以烃类蚀变矿物的形式更多地表现出来。

(3)部分样品的碳酸盐含量可能会给酸解烃指标数据

带来差异并最终影响到化探指标异常评价时,可对酸解烃指标进行成因分析和校正;

(4)指标选取、异常评价解释时应采用多指标配置关系,避免单一指标因土壤介质不同而带来的“假”异常,应从不同赋存状态的烃类气体的综合异常特征追索深部油气藏信息。

(5)在潘庄油气田区,弱吸附态的烃类指标(顶空气指标)与矿物间呈现出特殊的相互关系,矿物组分与指标间的相互作用上也较其它地区微弱。

(6)菱铁矿分析值(均值)在油气藏上方不同区域上存在着差异性;FeCO₃ 与 RC₁ 的曲线在油气藏上方(油气藏内、边缘)有较好的对应关系;FeCO₃ 与 RC₁ 散点图中,可清楚地显示出两者在油气藏上方(内、边缘)与外围的差异性。

参考文献:

- [1] 蒋涛,任春,夏响华. 近地表土壤中油气微渗漏烃的赋存特征及化探指标的实验性研究[J]. 物探与化探, 2003, 27(4).
- [2] 程同锦,王者顺,吴学明,等. 烃类运移的近地表显示与地球化学勘探[M]. 北京:石油工业出版社, 1999.
- [3] 刘崇禧,赵克斌,余刘应,等. 中国油气化探40年[M]. 北京:地质出版社, 2001.
- [4] 王锡福,陈安福. 鄂尔多斯盆地非震油气勘探[M]. 北京:地质出版社, 1992.
- [5] 冯晓双,李贵友. 热释烃技术在油气化探中应用[J]. 石油实验地质, 1999, 21(1).

THE CORRELATION BETWEEN OIL-GAS GEOCHEMICAL INDICES AND MINERAL COMPOSITIONS OF SOIL MEDIA

JIANG Tao ,XIA Xiang-hua ,REN Chun

(Institute of Geochemical Exploration for Petroleum ,Academy of Petroleum Exploration and Development ,SINOPEC ,Hefei 230022 ,China)

Abstract : In the comparison between geochemical indices and mineral compositions in soil media over the oil-gas reservoir , the results of correlation analysis and cluster dendritic diagram analysis show remarkable differences in different areas. The correlations between geochemical indices and mineral compositions are considerably different over oil-gas reservoirs of different exploitation stages. It is found through the analysis of soil siderite over the oil-gas reservoirs that there exist differences in the average siderite contents in the margin of the oil-gas reservoir(except for the oil field of the late exploitation stage) , within the oil-gas reservoir and outside the oil-gas reservoir , and that soil siderite and heat - release hydrocarbon show different characteristics over the oil-gas reservoir and on the outskirts of the oil-gas reservoir.

Key words : oil-gas reservoir ; geochemical index ; mineral composition ; siderite ; cluster analysis

作者简介 : 蒋涛(1970 -) ,男 ,重庆人 ,高级工程师 ,1992 年毕业于中国地质大学(武汉)地球化学专业 ,主要从事油气化探与科研工作 ,发表论文 8 篇。

兰州地震研究所特别推荐——

LGB 系列型固体不极化电极

LGB 系列型固体不极化电极是中国地震局兰州地震研究所研制成功的高新科技产品 ,于 1997 年 11 月 21 日在北京通过了专家鉴定。主要结论是 固体不极化电极具有电极差小、稳定性能好、噪声低、频带宽、轻便耐用、易于保存、携带和使用方便等特点 ,在载体选择、配方研究、技术性能等方面都具有创新性 ,与国内外同类产品相比达到了国际先进水平。

登载刊物 :《中国石油石化工程技术和物装手册》第 2 分册 ,技术卷 C51(2003 年 8 月中国财政经济出版社)。

网络发布 : www.sunbidding.com ;

www.cppei.org.cn (物资装备企业专区)。

性能特点 : 电解质为固体 ,一次装配 ,长期使用 ,勿需更换 ,电极外壳为全 PVC 材料 ,在使用过程中即使跌落也不易破碎 ,壳体颜色明显 ,便于识别。目前已研制出使用期为 1、3、5 年 ,直径为 20 ~ 200 mm 既适用于野外流

动测量 ,又能埋入地下长期观测 ,还可用于深井、钻孔、海洋、水上等电法探测的系列型不极化电极。

技术指标 : 在室温条件下的 5% NaCl 溶液中满足 : 1 对电极的极差电位 ≤ 1 mV , 24 h 内极差漂移 ≤ 0.1 mV ; 10 s 内短周期噪声 ≤ 0.01 mV ; 频率响应范围 0 ~ 10 kHz ; 电极重量约 0.5 kg($\phi 50$) ; 使用温度范围 - 20°C ~ 40°C。

该电极目前已在各个领域得到了广泛的应用 ,并取得了明显的社会效益。实践证明 : 与国内外电极相比 ,我们产品的突出优点是性能稳定 ,使用可靠 ,质优价廉。

联系人 : 陆阳泉

联系地址 : 兰州市东岗西路 410 号

邮政编码 : 730000

联系电话 : (0931) 8269948 ; 13679430968