

额吉诺尔坳陷的石油化探

毛道善

(地质矿产部石油地质综合大队101队)

额吉诺尔坳陷位于内蒙锡林郭勒盟中部，它是在古生代褶皱基底上发育起来的中新生代坳陷，面积约16000平方公里。中新生界累积厚度可达8000米以上。据露头 and 钻井资料推测，坳陷的生油岩系主要为上侏罗统巴拉胡组中段 (J_3bd) 和下白垩统巴彦花组中段 (K_1b)。

石油化探是在坳陷的东部进行的，探测面积约2300平方公里，共计取了308个化探样品。测区范围内的第四系沉积物较薄，平均厚约1.82米，化探采样深度平均4.8米，样品大部分为上白垩统二连达布苏组 (K_2l) 沉积岩或其风化物，基本上无植物根系。

1. 影响石油化探指标的因素

国内外都采用气态烃作为石油化探的指标，以指示化探异常与油气藏的关系。在额吉诺尔坳陷发现气态烃（吸附烃气）与碳酸盐之间有较明显的统计相关性（表1）。

相 关 矩 阵 表 表 1

	相 关 矩 阵				偏 相 关 矩 阵			
	重 烃	三价铁	二价铁	碳酸盐	重 烃	三 价 铁	二 价 铁	碳 酸 盐
重 烃	1	0.16	0.012	0.306	1	0.072	0.017	0.213
三价铁		1	-0.215	0.285		1	-0.273	0.297
二价铁			1	0.157			1	0.109
碳酸盐				1				1

当以甲烷为因变量，以乙烷、丙烷、重烃 ($C_2 + C_3 + C_4$)、总烃、有机碳、二价铁、三价铁、碳酸盐、甲烷/重烃等为自变量，进行多元逐步回归后，建立了如下回归方程：

甲烷 = $0.362 + 0.245$ 乙烷⁽³⁾ + 0.021 碳酸盐⁽⁴⁾ + 0.72 总烃⁽¹⁾ + 0.014 甲烷/重烃⁽²⁾
式中指标右上角括号内的数字为引入方程的先后顺序。

上述回归式表明碳酸盐对气态烃的形成有干扰影响，甲烷与乙烷等重烃之间有统计上的联系，而与有机碳的关系不大，说明甲烷在这个地区的生物化学现代成因的可能性较小。

2. 石油化探异常的确定

由于这个地区的碳酸盐对气态烃的形成有干扰作用，在确定化探异常下限时，必须设法消除这种干扰。这里采用了统计方法，当进行了气态烃和碳酸盐的回归分析后，用各样品点气态烃的回归值加上气态烃的二倍标准偏差作为化探异常的下限，因而异常点是在消除了百分之九十五与碳酸盐相关的测点之后而确定的。

3. 石油化探异常及其与油气的联系

根据上述确定异常的原则，在测区范围内圈定了三个石油化探异常区(见图1)。这三个异常的特征及其与油气的关系分述如下：

(1) I号异常：位于坳陷次一级构造——阿拉坦合力凹陷东部，异常范围内有上侏罗统巴达拉胡组生油岩和油砂出露。

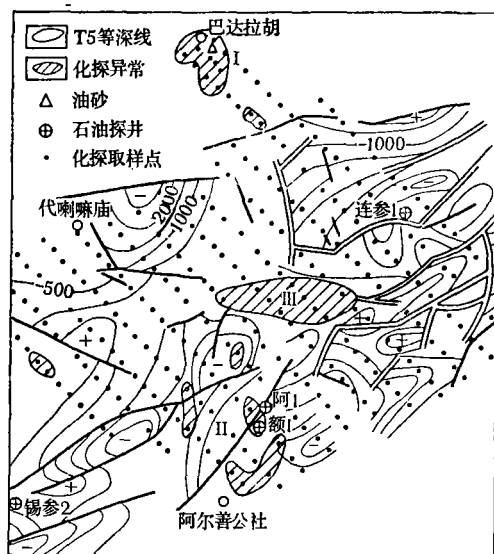


图1 石油化探异常图

生油岩露头的有机组份见表2。

生油岩露头的有机组份表

表 2

样号	有机碳 (%)	氯仿沥青 ppm	烷 烃		芳 烃		沥 青 质		非 烃	
			ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
1	2.05	3010	1355	45.01	313	10.14	213	7.07	1129	37.51
2	1.24	2240	1063	47.47	190	8.49	80	3.58	906	40.76
3	1.61	3080	1719	55.81	264	8.57	41	1.34	1056	34.28
4	1.95	2210	821	37.14	177	8.01	107	4.88	1105	50.02
5	3.57	1800	405	22.51	139	7.72	88	4.88	1168	64.89
6	2.85	1740	465	26.75	92	5.27	27	1.58	1155	66.40

化探取样点布署在露头周围地区，样品多为上白垩统二连达布苏沉积岩。为了比较化探样品与生油岩露头有机组份的异同，以及对 I 号化探异常进行评价。这里采用了费歇 (Fisher) 准则下的判别分析，用生油岩露头样品及其有机组份 (表2) 作为已知生油总体，用测区内某些化探样品及其有机组份作为已知非生油总体，对 I 号异常范围内外的样品点进行判别 (图2)。判别函数与判别临界值分别为：

$$R = 4.36 \text{有机碳} + 0.06 \text{烷烃} - 0.09 \text{芳烃} + 0.31 \text{沥青质} - 0.08 \text{非烃}$$

$$R_0 = 3.16$$

从图2可知,经判别分析后归属于含油总体的E1、E2、E4、3-28四个待判点,均为I号异常范围内的化探样点,而其它待判点不属此范围。因此,判别分析表明I号异常的形成与巴达拉胡组生油岩及其油砂有关。I号化探异常的有机组份较全,异常幅度较大,如总气态烃的平均含量为1187.74 μ l/kg,重气态烃平均含量为216.08 μ l/kg,乙烷、丙烷、丁烷均可检出,并有C₅和C₆峰出现。氯仿沥青含量达631ppm,族组份特征为烷烃占29.3% (185ppm)、芳烃占10.5% (66ppm)、

沥青质占0.4% (2ppm)、非烃占59.9% (378ppm)。这反映了石油化探异常的有机组份与上侏罗统生油岩露头的有机组份相近似,这种一致性证实了因油气运移而导致石油化探的高值异常的出现;同时还表明石油化探的气测方法在该地区可以较敏感的反映油气的运移和聚集。有机碳、氯仿沥青和族组份资料对区分生油岩与非生油岩仍具有一定的统计意义,从而为在额吉诺尔坳陷进行石油化探奠定了理论依据。

(2) II号异常:位于坳陷的达赖音苏本次凹陷的南部,石油化探异常呈环状分布(图1)。其气态烃组成为:总气态烃平均含量为72.99 μ l/kg,甲烷为71.64 μ l/kg,占总烃的98.15%;重烃为1.35 μ l/kg,占总烃的1.85%;几乎每个异常点都有C₁—C₄峰出现,少数点出现C₅峰,同时还含有微量的烯烃。

为了对II号异常进行评价,本文在255 \times 10的原始数据矩阵基础上进行了对应因子分析,其结果见表3和图3(经简化)。

从对应分析的结果(图3,表3)可知,II号异常范围内的化探样点的气态烃组成与碳酸盐的关系是不密切的,证实在确定化探异常时,已基本消除了碳酸盐因素的干扰。II号异常不仅是甲烷异常,而且还具有乙、丙、丁烷等重烃组份,与I号异常的气态烃组成非常相近。II号与I号两个异常的差异表现在后者与有机碳的关系十分密切,气态的绝对含量较高,这反映两个异常的化探样品取自不同的地质母体,其原始有机质丰度相差悬殊,同时还与后期有机质的演变有关。

据II号异常与I号异常的一致性推测,II号异常是因油气运移造成的。此外,据II号异常内的额1井资料(图1),坳陷的生油岩系(巴彦花组和巴达拉胡组)从坳陷边缘的河流湖沼交互相,到II号异常范围内,变成半深湖—深湖相,岩性变细,颜色变深,成为灰黑色泥岩,沉积厚度达620.79米(未穿)。生油地化指标显示为:有机碳的含量为1.68%,二价硫为0.35%,氯仿沥青为925ppm,烷烃+芳烃为370ppm,OEP值为1.5,正构烷烃的碳数分布范围为C₁₅—C₂₇,主峰为C₂₁,植烷为1.34,姥鲛烷为2.17,植烷/姥鲛烷为0.8,这表明生油岩系的地化指标显示良好,对石油化探异常的形成,奠定了较雄厚的物质基础。同时,II号异常处于北东向断裂破碎带的上方,其构造位置有利于油气运移。据物探资料,这里存在一些背斜和构造鼻等形式的局部构造,形成油捕的可

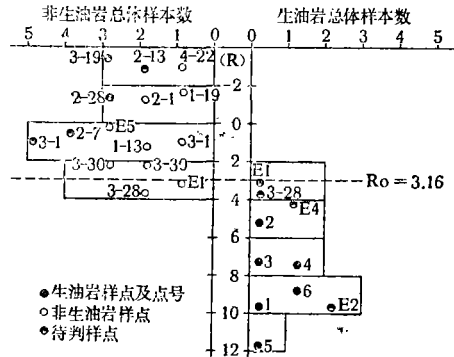


图 2 两组判别R值直方图

对应分析结果表(简化)

表 3

指 标	因 子		注	样 号	因 子		注
	I	II			I	II	
有 机 碳	1.011	4.319	I号异常	2-29	-0.08	2.03	I号异常
				3-27	-0.02	2.82	
甲 烷	-0.006	-0.372	II号异常	3-28	-0.23	1.98	II号异常
乙 烷	-0.617	-0.212		3-30	1.45	2.90	
丙 烷	-0.754	-0.117		9-10	-0.41	-0.55	
重 烃	-0.623	-0.161		10-3	-0.50	-0.12	
总 烃	0.021	-0.409		10-5	0.94	-0.83	
三价铁	0.743	1.120		10-6	-0.37	-0.68	
二价铁	0.691	1.754		11-2	-0.39	-0.33	
碳酸盐	0.287	0.521		11-9	-0.59	-0.79	
甲烷/重烃	3.615	-1.517		12-2	-0.14	-0.60	
方差贡献	0.132	0.047		12-7	-0.45	-0.87	
累 计%	44.52	60.42		0.132	0.047		
				44.52	60.42		

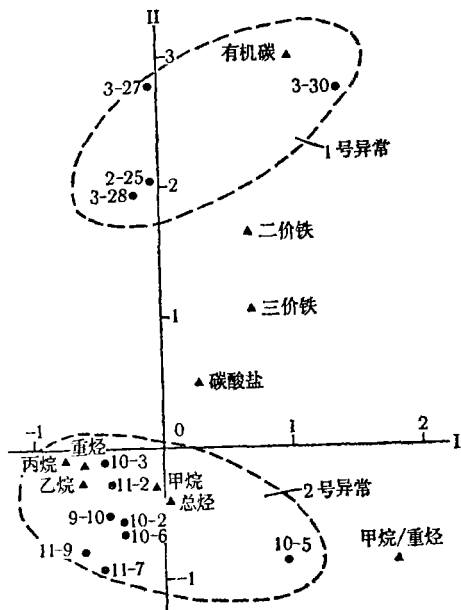


图3 对应分析因子轴平面聚点图(经简化)

能性较大。从上述各种资料分析，II号石油化探异常区是一个很有希望的地区。

(3) III号异常位于达赖音苏木次凹陷的北部(图1)，异常显示主要为甲烷，其他气态烃显示很微弱，成大片状分布。从区域地质分析，拗陷内生油岩系的埋藏深度和厚度具北浅南深、北薄南厚的特点，因此推测，III号异常内的生油岩含油气性能比II号异常内的生油岩要差，其下部可能存在煤系地层或在有利的构造部位储有煤成气，仍为一较有希望的地区。

4. 几点认识

(1) 根据石油化探的气测指标和其他指标的组合情况，利用数理统计方法，在额吉诺尔拗陷东部确定了三个石油化探异常区。其中II号异常区无论从化探指标的显示，异常范围内的生油岩的含油气性

能和异常所处的地质构造位置等方面分析,都有利于油气的生成和聚集,是最有希望的地区。

(2) I号异常区的化探指标虽然都有良好的显示,但因该区内的生油岩已出露地表,遭受到剥蚀和氧化,从而使化探异常丧失了找油意义。但是该区的化探资料反映了气态烃指标能够较敏锐地揭示生油岩系的存在和有利的构造部位;氯仿沥青及有机碳资料对区分和判别生油岩系具有较好的统计意义;在该区建立的地化剖面资料能提供油气运移现象的存在等等,这对于石油化探的机理研究和化探异常的地质解释,都是十分重要的。

(3) 石油化探虽研究多年,但仍不是十分成熟的勘探方法,尤其在用化探方法独立评价一个地区时,仍存在诸多的困难。但是,在普查阶段石油化探与地球物理勘探、区域地质、钻井地质相配合,仍可提供有关油气聚集的资料,发挥自己经济、快速、直接的特点。

(4) 石油化探需要加强找油指标的探索,从额吉诺尔坳陷的工作来看,除气测方法效果较显著之外,其他指标均具有多解性。虽然国外在找油指标的探索上未出现重大的突破,但由于种种原因,我们在某些方面仍落后于外国,我们应尽快地研究出油气指示意义强、干扰因素少的化探指标来。

(5) 利用数理统计方法确定石油化探异常和判别区分生油岩系等方面是可行的,它能对样品和描述样品特征的生油地化指标进行归纳、分类、组合,提供它们之间的内在联系及其差异性的信息,以便对化探异常的含油气指示意义进行推断解释。

5. 结束语

在额吉诺尔坳陷的化探工作结束了一年多之后,得知石油勘探部门在Ⅱ号石油化探异常区内的阿1井中(见图1)探出了工业性油流,试油深度为1470~1476米,相当于上侏罗统巴达拉胡组或下白垩统巴彦花组层位。因此,石油化探在额吉诺尔坳陷的油气预测工作已得到钻井勘探的证实,可算是一个成功的例证。由此可见,在新的一轮普查勘探的形势面前,石油化探与其他勘探技术相配合,必能发挥它应有的作用。

(收稿日期:1982年10月12日)

参 考 文 献

- [1] 本岛公司,石油和天然气藏的地球化学勘探,地质新闻,第245—246期,1975年。