

泌阳凹陷油源对比及油气运移初探

谢晓军 盛 湘

(中国地质大学 湖北 武汉 430074)

摘 要 通过对泌阳凹陷中心成熟区与西北部和南部的重油,正常原油的分别对比和重油与凹陷内原油亲缘关系的追踪,探讨了该研究区重油的源岩问题。

关键词 泌阳凹陷 油源对比 亲源关系 油气运移

1 研究区有机质丰度、类型和成熟度

油气的生成最终取决于三大要素:有机质丰度、有机质类型和有机质成熟度。泌阳凹陷核三段是凹陷的主要生油层系,生油岩厚度达1 034 m,沉积有机质很丰富,有机碳含量平均为1.27%~1.77%,氯仿沥青A含量平均为0.1782%~0.2514%,总烃含量平均为 $(742 \sim 1\,218) \times 10^{-6}$ 。核三上段有机质较核三下段丰富,类型较好,核三下段以Ⅰ_A和Ⅱ_B干酪根为主,Ⅰ型次之,有少量Ⅲ型;核三上段则以Ⅰ_A型为主,Ⅰ型次之,有部分Ⅱ_B型,没有Ⅲ型干酪根,其生油条件最好。泌阳凹陷和平均地温梯度是4.1℃/100 m,生油岩成熟门限深度较低。当埋深较小时,有机质未成熟;随着埋深增至1 700 m时,有机质开始成熟并转化为石油,这时的地温为75℃;当深度达到2 100 m(地温95℃)时,生成的石油数量达到最高峰;当深度达到2 400 m时生油量开始递减,到2 800 m时基本消失。

2 生物标志化合物及油源对比

本次研究主要以烃类、甾烷类和萜烷类有机化合物进行油源对比,同时,将位于中心凹陷带白云岩相区的油气性质与西北斜坡带和南部陡坡带的油气进行比较,研究油气运移。

2.1 西部斜坡带

泌阳凹陷的重油(比重 >0.934 的原油)主要分布在西北部和凹陷中心的白云岩相区。从该区物性资料可以看出,正常原油粘度、胶质和沥青质含量均较小,而在同一地区,重油中的含量却随比重的增加而增大。但是,泌阳原油以高蜡著称,而重油中含蜡量较低。中心凹陷带的重油却较低;两种重油含硫量相差很大,这就可能属于不同的来源,中心白云岩相区产出的重油属典型的自生自储型,含硫量极高。而西北部重油与正常原油基本相同,这暗示了两种油之间应该存在某种联系。

(1) 甾烷 样品显示,该区重油均以胆甾烷为主,其次是4-甲基甾烷和重排甾烷,除此之外,只有很少量的妊甾烷、胆甾烷由 C_{27} 、 C_{28} 及 C_{29} 系列和各种异构体组成,其 $\alpha\alpha\alpha-20R$ 的含量在三个同系物中呈 $C_{29} > C_{28} = C_{27}$,在生物降解作用下, $\beta\beta$ 构型虽发生了一定的变化,但三个 $\alpha\alpha\alpha-20R$ 同系物仍保持着 $C_{29} > C_{28} \sim C_{27}$ 的分布特征。说明这三个样品的原始母质都是以高等植物输入为主。

(2) 萜烷 五环三萜烷是陆相原油中分布普遍而用途甚广的一类生物标志化合物。本区重油中的五环三萜烷除了通常所见的 C_{27} 、 C_{29} - C_{30} 藿烷系列外,还有高含量的 γ -蜡烷和含量不等但可以检测出的奥利烷,特别应该指出的是还发现高含量的 $\gamma\beta$ -25-降藿烷、 17β -28 降羽扇烷和 17β -23、28 双降羽扇烷,这都是典型的生物降解到一定程度的产物,进一步证明了本区重油是经生物降解生成的见解。

(3) 有机物特征 西北斜坡带重油的环烷烃中萜烷/甾烷比值为 2.07~2.68,这对陆相原油来说,甾烷是比较高的;萜烷中虽然由倍半萜到五环三萜均有分布,但以五环三萜和三环萜为主,其它萜类含量较少;在非藿烷系列的五环三萜烷中,最有特征的是 γ -蜡烷,其含量与同一样品 C_{30} 藿烷含量之比值有随重油比重增大而增大的趋势, β -胡萝卜素普遍存在,其与 C_{30} 藿烷比值亦随重油比重增加而增大。具体分布特征见表 1。

表 1 泌阳凹陷西北部重油中环烷烃分布特征

采样井位	饱和烃中环烷烃含量(%)	环烷烃中萜/甾比值	萜烷的主要特征	其它五环三萜烷分布	β -胡萝卜素
B124-1	15.89	2.68	五环三萜烷与三环萜为主	γ -蜡烷/ C_{30} 藿烷的比值为 0.42	β -胡萝卜素/ C_{30} 藿烷的比值为 0.72
B125	14.53	2.07	五环三萜烷与三环萜为主	γ -蜡烷/ C_{30} 藿烷的比值为 0.88	β -胡萝卜素/ C_{30} 藿烷的比值为 1.32
BQ10	9.16	2.45	五环三萜烷与三环萜为主	γ -蜡烷/ C_{30} 藿烷的比值为 1.04	β -胡萝卜素/ C_{30} 藿烷的比值为 5.60

表 2 泌 86、泌 90 剖面生油岩样品和泌阳凹陷正常原油中主要烷烃含量对照(%)

样品产地及编号	正烷烃		环烷烃含量				总量	平均(%)	
	含量	平均	萜烷含量	平均	甾烷含量	平均			
泌 86	B48	9.32	9.88	4.76	7.63	0.49	0.95	5.25	8.59
	B46	9.28		6.14		1.00		7.14	
	B42	10.54		2.44		0.38		2.81	
	B32	10.32		15.3		1.21		16.5	
泌 90	B58	9.92	10.42	3.09	2.71	0.36	0.46	3.45	3.17
	B54	13.02		3.41		0.37		3.78	
	B50	9.27		3.07		0.78		3.85	
S4209*	9.40			4.70		0.64		5.34	
S4062*	9.96			2.45		0.30		2.75	
B86*	9.67			4.72		0.45		5.17	
W4*	11.29			2.89		0.31		3.20	

注: * 为原油样品

中心凹陷带白云岩相区重油的有机分子化合物的特征为:总烃含量少,重杂分子化合物占 73% 以上,饱和烃以重组分为主,正烷烃具明显的奇偶优势, C_{29} 、 C_{30} 莫烷/藿烷比值为 0.35。 C_{29} 甾烷的 $20S/20(S+R)$ 为 10%, $\beta\beta/(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 为 11%,显示出明显的未成熟性; γ -蜡烷和 β -胡萝卜素与 C_{30} 藿烷的比值,以及高藿烷同系物与胆甾烷同系物的分布特征都分别

与白云岩生油岩相似,所有这些特点都反映出该重油是白云岩生油岩中自生自储的未成熟油。

从以上的油源对比可以知道:泌阳凹陷西北斜坡带古城油田形成重油的原油已经进入成熟阶段。但这些重油与凹中心白云岩中的重油有着性质上的不同,凹陷中心的白云岩相区核桃园组是自生自储未成熟重质油,而西北斜坡带的重油却是经过生物降解的稠油。

2.2 南部陡坡带

(1) 有机物特征 从表 2 看出,样品中正烷烃的含量都与本区核三上段原油近似;环烷烃中无论是萘烷或是甾烷,在含量上变化都很大,而且这种变化不仅出现在两个剖面的生油岩样品之间,而且也出现在本区各原油样品之间,这一现象可能与不同排烃期重组分的排烃分异效应有关。我们还分别测量了 B86 井、B90 井剖面生油样品的烷烃色谱,按其 Pb 峰高归一化作出指纹分布图 1、图 2,为了对比将本区常原油的指纹分布曲线也绘入该图中。

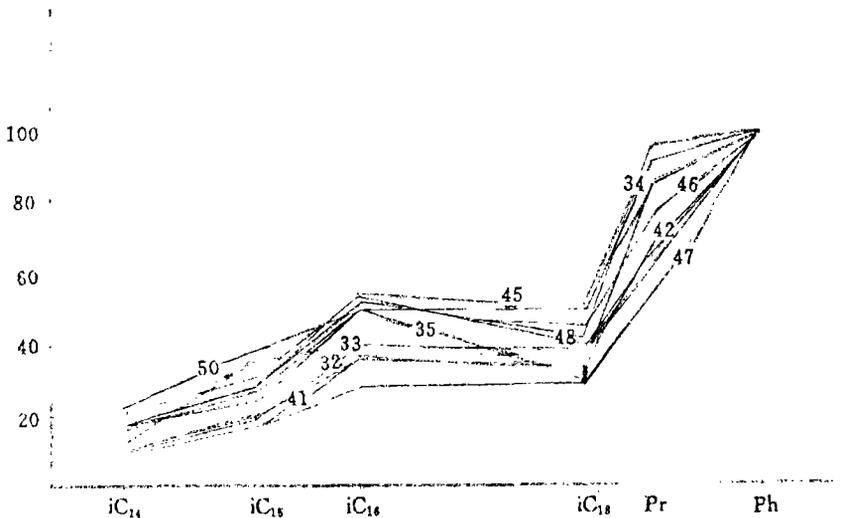


图 1 泌 86 剖面异戊二烯烷烃分布图

从图中可以看出:泌 86 剖面的指纹曲线重叠较好,有机质比较单一,而泌 90 剖面的指纹曲线则明显地分为二种类型,其中一种基本上与泌 86 剖面相似,呈现出 $Ph > Pr > iC_{16} > iC_{18} > iC_{15} > iC_{14}$ 的分布特征,而另一种则明显地表现为 $Pr > Ph$ 的分布。四个正常原油的指纹曲线本身呈非常相似的分布形式,其特征与泌 86 生油岩和泌 90 井中 $Ph > Pr > iC_{16} > iC_{18} > iC_{15} > iC_{14}$ 类型相同;从这一指标对比,有理由认为它们之间有较密切的亲缘关系。

(2) 甾萜化合物特征 区内所有样品中甾烷含量都较低,萘/甾比值 3.79 至 12.62,一般都在 6 以上,与我国东部其它第三纪盆地相比,有很高的 γ -蜡烷与 β -胡萝卜烷含量,考虑到胆甾烷系列中以 C_{29} 占优势,高藿烷系列一般都可达到 C_{34} 上等特点,其原始物源是陆生高等植物和盆地内自繁殖的藻类。

综上所述,可以认为南部陡坡带生油岩有机质丰度较高,该生油岩已进入主要生油窗的范围,应具有一定的生油和排油能力,从生油岩的各种地化指标(包括正烷烃组成、分布、类异戊二烯烷烃指纹特征和反映物源类型和成熟演化程度的甾、萘参数等)与凹陷正常原油对比存在近似的特点,从而可以推断该生油层与原油具有一定的亲缘关系。

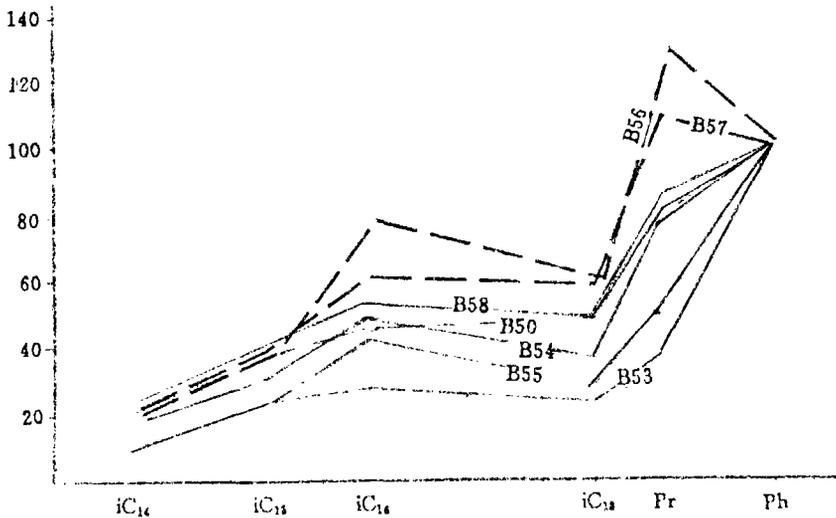


图2 泌90剖面异戊二烯烷烃分布图

4 油气运移初探

从以上的油源对比可以知道:泌阳凹陷西北斜坡带古城油田的重油与凹陷中心白云岩区中的重油有着不同的油源,凹陷中心的重油属于自生自储的未成熟原油,而西北斜坡带的古城油田的重油却受到显著的生物降解,很难进行直接的油源对比,我们只能根据前面讨论的重油与凹陷中心原油的亲缘关系追踪后者源岩的办法来探讨古城油田重油的源岩问题。

从B86、B90井的分析结果可以看出泌86井及泌90井生油岩萘/甾比值变化很大,这可能与泌阳凹陷多物源、多种类型的有机质输入有关,但凹陷中心原油不可能是某一小层的产物,其萘/甾比应是生油岩的综合反映。利用平均值进行油源对比的结果发现泌86井生油岩的萘/甾比平均值为8.586,泌90井平均至为6.415。而凹陷中心原油平均值为0.061。此外,泌86、泌90井生油岩与凹陷中心原油在高藿烷 $C_{31}-22S/2(S+R)$ 、甾烷 $C_{29}-20S/20(R+S)$ 与 $C_{29}\beta\beta(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 等指标的平均值也非常相似。西北部的重油是来自凹陷中心部分较深湖核三上段的泥岩生油层,而B86和B90井生油层是核三上段具有代表性的凹陷中心原油油源层。因此可以推断出,西北部重油应该是泌86井、泌90井核三上段的油源排出的原油经侧向运移和生物降解而形成的。

主要参考文献

- 1 黄第藩,李晋超等著.陆相有机质演化和成烃机理.北京:石油工业出版社,1984.
- 2 石油勘探开发科学研究院地质研究所主编.中国陆相油气生成.北京:石油工业出版社,1982.
- 3 王启军,陈建渝编.石油地球化学.武汉:武汉地质学院出版社,1984.