

准噶尔盆地西北缘稠油 特性及蚀变作用类型

王屿涛

(新疆石油勘探开发研究院, 克拉玛依 834000)

本文研究了准噶尔盆地西北缘稠油的物理性质和地球化学性质。通过与国内外稠油类比,发现该区稠油有其殊异的特性,这些特性反映了烃类经长距离运移的地质色层效应作用。同时,根据稠油这些特征,提出该区稠油的蚀变作用可分为生物降解作用、氧化作用、水洗作用和扩散作用等。

关键词 稠油 物理性质 地化特征 蚀变作用 准噶尔盆地

作者简介 王屿涛 男 36岁 工程师 油气地球化学

准噶尔盆地西北缘蕴藏着丰富的稠油资源。油源研究表明,该区原油均属一类同源原油(杨斌,1989)。随着早期油藏遭受破坏,油气发生多次运移,经各种蚀变作用,最终形成边缘氧化型稠油油藏。从发现的稠油油藏和山麓露头区大面积油砂、沥青脉的分布表明,逆掩断裂带推覆体主部及其上覆地层超覆尖灭带是次生稠油的富集带,且具有分布面积广、油藏埋藏浅和含油层位多等特点。

1 稠油主要物理特性

1.1 密变与粘度特征

准噶尔盆地西北缘稠油密度和粘度的变化范围很大,但两者之间具有良好的相关性。通过与理深的对比发现,稠油密度的分布不受深度的控制,而与储的保存或封闭条件有关;另外,稠油的粘温反应很敏感,即随温度升高,粘度迅速下降,据试验,温度由20℃升至50℃,粘度可下降9~44倍(杨瑞麒等,1989);此外,地层条件下稠油粘度还与溶解气量有关,据九区侏罗系齐古组(J₃)PVT取样分析,油层原始溶解气量为5m³/m³①。

与国内外稠油相比,西北缘稠油密度与粘度具有明显的特殊性。从图1可以看到,西北缘九区重油与加拿大阿萨巴斯卡及劳依米歇特重油相比,相同密度下,粘度高出一个数量级。表1列出了准噶尔盆地西北缘稠油与我国东部诸油田稠油的密度与粘度值,对比结果反映了与图1相同的特征。

西北缘稠油粘度较高这一特征,可能是由于油层埋藏相对较浅、油层温度偏低及溶气量较小所致。

1.2 凝点与含蜡特征

准噶尔盆地西北缘稠油含蜡量一般在2.0%左右,而稀油含蜡量均大于6.0%,前者主要为3号低凝油,后者一般为0号油,显然,凝点与含蜡具有相关性。众所周知,低凝油的产

① 孙菊,1989,准噶尔盆地西北缘油区蒸汽吞吐热采筛选标准及油层分类。

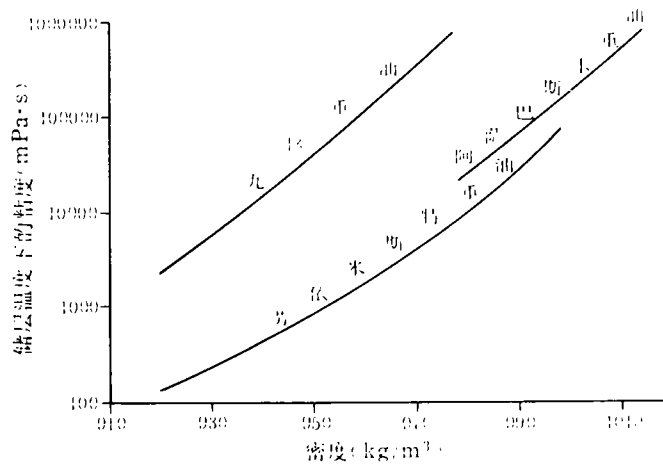


图 1 西北缘九区稠油和加拿大稠油密度与粘度关系

生机制是由于细菌类对原油中正构石蜡烃的选择性摄取而使凝固点降低。因为正构烷烃是原油的主要组份之一，含量一般占原油的 15~20% (中国科学院地球化学研究所, 1982)，它是原油的结晶组份，正构烷烃损失后结晶作用降低，烃类流动性增加；此外，正构烷烃减少后，富含低凝点的类异戊二烯烃相对富集，这类化合物立体空间大，凝点均小于 -80℃ (B. A. 普罗斯库列维科夫等, 1985)。因此导致了原油凝点的降低。

图2为西北缘原油200~300℃馏份凝固点与含蜡量的关系，稠油具低凝特点，稀油具

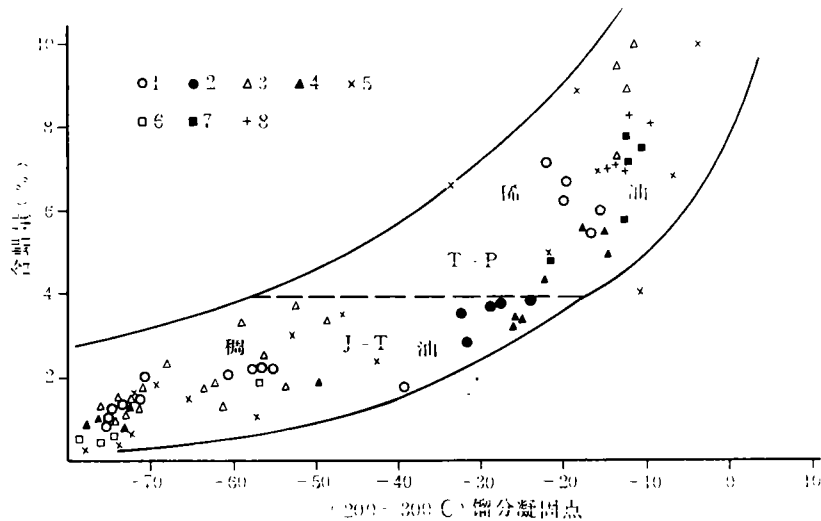


图 2 西北缘原油 200~300℃馏份凝固点与含蜡量关系

1. 风城; 2. 六区; 3. 九区; 4. 四区; 5. 红山嘴; 6. 黑油山; 7. 五区; 8. 百口泉

表 1 准噶尔盆地西北缘稠油与国内外稠油物性参数表

国 家	地 区	油 田	井 号	密 度 (kg/m³)	粘 度 20℃ (mPa·s)	族 组 成 (%)			
						饱和烃	芳 烃	非 烃	沥青质
中 国	新 疆	风城	/	964.9	162753	40.13	14.78	34.72	10.37
		六区	/	934.1	9661	54.55	21.24	19.90	4.31
		九区	/	935.8	15105	63.06	17.80	16.83	2.31
		红 1 井	/	932.3	2460	70.37	16.93	11.90	0.80
	大 港	羊三木	羊 14-14	963.4	1197	44.09	25.07	26.80	4.90
		枣园	枣 1219	900.6	262	52.86	18.27	25.95	2.88
		高商堡	高 31	941.2	139	49.03	25.32	20.72	4.94
	辽 河	高升	高 753	931.1	/	36.36	19.39	33.64	10.61
		曙光 T	曙 1-36-333	/	18088	27.27	26.30	39.28	7.14
		欢 喜 岭	锦 7-32-30	987.0	92(100℃)	27.16	20.58	41.15	11.11
			锦 8-13-43	968.6	1000(50℃)	20.72	16.33	56.97	5.98
			欢 2-14-16	855.9	4.31(50℃)	52.31	13.89	30.10	3.70
	胜利	单家寺	单 2-1	969.2	15000	32.07	28.17	26.06	13.73
	江 汉	王 场	王 30	963.5	252	16.57	33.44	35.43	15.56
			王 7-2	870.1	1736(50℃)	42.60	29.08	31.89	2.88
加 拿 大	Athabasca		/	1015.0	/	/	/	23.39	18.0
	Cold Lake		/	994.0	/	/	/	28.32	15.0
	Peace River		/	1026.0	/	/	/	30.50	19.5
委 内 瑞 拉	Jobe		/	1020.0	/	/	/	25.4	8.6
	Laguna		/	989.0	/	/	/	/	7.3
美 国	Tar Sand Triangle		/	992.0	/	/	/	/	26.0
	P. R.		/	998.0	/	/	/	/	16.0
	Remo Langa		/	990.0	/	/	/	33.0	16.0

高蜡高凝特点。

1.3 稠油的族组成

稠油族组成的一般特征表现在极性化合物上,它是各种蚀变作用对原油综合的结果。由表 1 看到,除风城稠油具有较高的胶质(34.72%)和沥青质(10.37%)含量外,其它各区稠油胶质、沥青质含量均比较低,且与原油密度相关。

与国内外稠油族组成对比发现,西北缘稠油除风城外,其它稠油饱和烃含量明显偏高,而胶质、沥青质含量偏低。相同密度下,无论是大港、辽河、胜利等稠油,还是和加拿大等国外稠油相互类比均反映了烃组成上的这一特殊性。图 3 为西北缘稠油和国内稠油族组成三角图,明显可见,前者相对富含饱和烃,后者相对富含极性组份。

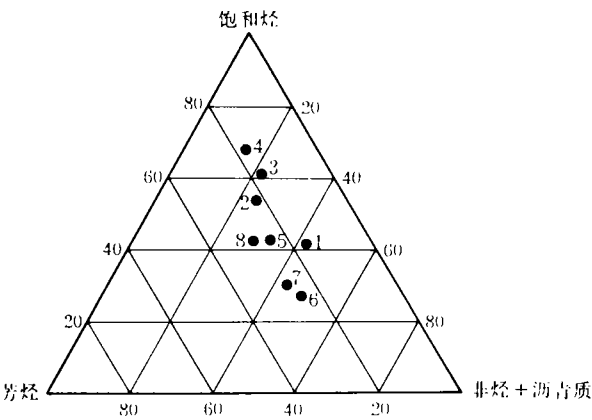


图 3 西北缘稠油与国内其它稠油族组成三角图

1. 风城;2. 六区;3. 九区;4. 红浅 1 井区;5. 大港(羊三木);6. 辽河(曙光);7. 山东(单家寺);8. 江汉(王场)

1.4 稠油的金属含量

西北缘稠油中检测出一系列碱金属、碱土金属和稀有金属。从与原油密度的对来看，两者之间具有相关性。以主要金属元素钒、镍来看(表2)，其含量分别为0.17~0.82mg/L、

表 2 准噶尔盆地西北缘稠油与国内外稠油金属含量对比表

地 区	井 号	密 度 (kg/m³)	微量金属(mg/L)	
			V	Ni
新 疆	93126 井	930.4	0.18	4.67
	94254 井	946.4	0.33	5.45
	96265 井	948.2	0.82	5.88
	红浅 15 井	932.3	0.17	2.80
	红 1017 井	940.5	0.46	5.47
	J248 井	955.6	0.42	6.24
辽 河	高 753 井	931.1	3.0	108
	曙 1-36-333 井	920~1003	1.6	88
胜 利	单 2-1 井	969.2	1.7	36
大 港	14-14 井	934.9	0.76	27
河 南	泌 109 井	/	0.94	19
江 汉	王 30 井	963.5	2.38	>16
委内瑞拉 Lagomedio		/	133	13
科威特		/	31	9.6
前苏联罗马升金		/	53.7	21.5

2.80~6.24mg/L,与国内外稠油金属对比不难发现,西北缘稠油金属含量特别低。例如镍含量一般在5mg/L左右,而辽河、胜利和大港油田稠油中镍含量一般大于25mg/L以上,尤以辽河油田稠油最高,达100mg/L左右。

西北缘稠油金属含量这一特性与稠油组成密切相关。因为原油中的金属含量主要富集于重质组份(即极性馏份之中)^①,而西北缘稠油中胶质、沥青质含量很低,其金属含量的相对贫乏就不足为奇了。

以上讨论的几个方面构成了准噶尔盆地西北缘稠油特殊的物理性质。而这些特殊的物理性质又是在西北缘特定的地质背景和环境下产生的。其中主要的因素是该区原油经历了长距离的运移,地质色层效应非常强烈(杨斌等,1984),极性化合物被滞留在运移通道中,而运移前方不断富集轻质组份,造成稠化前的原油中饱和烃含量已大大富集,使得稠化后的稠油中轻质组份依然相对富集。

2 稠油的地球化学特征

2.1 红外光谱特征

图4给出了西北缘各区稠油典型样品的红外光谱图,结合表3中特征吸收峰比值,可看出以下特征。

(1)稠油与稀油甲基化程度一致,由 $1380\text{cm}^{-1}/1460\text{cm}^{-1}$ 比值来看,均分布在0.50~0.60之间;芳烃内部单芳与多核芳烃比值如 $880\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 也基本一致,分布在0.30~0.40之间,表明稠油与稀油在热演化程度及成因关系上是基本一致的。

(2)芳构化程度明显高于稀油。由表3看到,稠油的芳构化比值 $1600\text{cm}^{-1}/1460\text{cm}^{-1}$ 一般分布在0.07以上,其中蚀变作用较轻的四₂区三叠系稠油该比值相对较小;而稀油该比值一般分布在0.05以下。芳构特征并非是成熟度差异的反映,而是微生物的作用使烷烃逐渐消耗,芳烃相对富集,另从 $720\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值来看,芳烃含量的差异愈加明显,其中 720cm^{-1} 为开链饱和烃 $(\text{CH}_2)_n, n \geq 4$ 的脂肪族吸收峰,该比值反映了饱/芳比,稠油比值一般在1.0以下,而稀油比值大多数达3.0左右。

(3)稠油中含氧基团丰富。由图4明显看出,稠油中含氧基团十分丰富, 1700cm^{-1} 具强吸收。其中四₂区(J45井)稠油的 1700cm^{-1} 吸收峰很弱,从 $1700\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值来看,与稀油较一致。由此说明, 1700cm^{-1} 吸收峰反映了储层开启条件下烃类的氧化作用,四₂区三叠系储层由于上覆有稳定的区域盖层(T_3),封闭性能好,氧化作用微弱,烃类的蚀变可能主

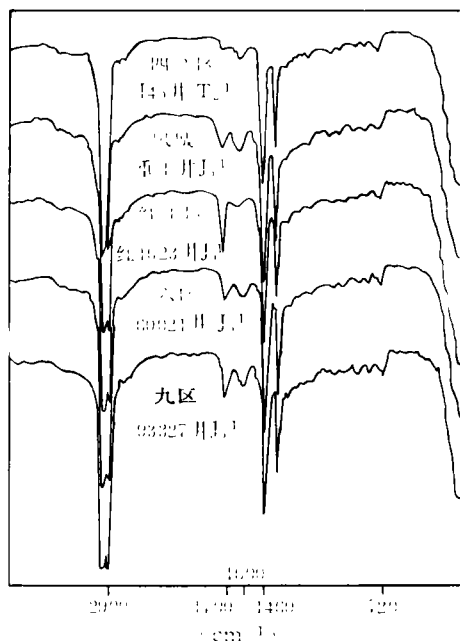


图4 西北缘稠油红外光谱图

① 国家地质总局石油地质中心实验室编,石油地质实验基础,1978。

要为细菌作用。

表 3 准噶尔盆地西北缘稠油红外特征吸收峰比值参数表

样 品 类 别	地 区	井 号	层 位	井 深 (m)	特征吸收峰比值($\text{cm}^{-1}/\text{cm}^{-1}$)				
					$\frac{1380}{1460}$	$\frac{880}{1600}$	$\frac{1600}{1460}$	$\frac{720}{1600}$	$\frac{1700}{1600}$
稠 油	九 区	93324	J ₁	212~198	0.55	0.40	0.096	1.02	1.04
		94247	J ₁	200.5~185	0.54	0.35	0.085	0.88	1.39
	六 区	60021	J ₁	255~224	0.57	0.38	0.080	0.86	1.37
		60014	J ₁	258~216	0.59	0.32	0.10	0.74	1.04
	红 1 区	红 1023	J ₁	568~595	0.57	0.31	0.065	0.96	4.54
		红 1018	T ₁	616~636.5	0.54	0.39	0.077	1.28	1.16
	四 ₂ 区	J45	T ₁	203~212.3	0.63	0.37	0.077	0.94	0.71
		522	T ₁	472.5~512	0.57	0.38	0.073	1.19	0.66
	风城	重 32	J ₁	202~189	0.57	0.30	0.12	0.52	1.26
		重 1	J ₁	264.5~275	0.57	0.33	0.11	0.64	1.07
稀 油	九 区	437 井	T ₁	1852~1805	0.52	0.43	0.050	2.56	0.53
	风 城	乌 5 井	T ₁	1409~1415	0.50	0.31	0.046	2.99	0.49

2.2 饱和烃色谱特征

(1)正构和异构烷烃:图 5 为准噶尔盆地西北缘典型稠油样品饱和烃重建离子流图。反映了所有样品的正构烷烃已不复存在,类异戊二稀烷烃如姥鲨烷和植烷在 522 井和黑油山稠油中有较高的丰度;60014 井、94247 井、重 1 井稠油及沥青脉则严重缺失类异戊二稀烷烃。从总离子流图基线隆起幅度和 Pr、Ph 的相对丰度来看,522 井至重 1 井稠油,生物降解作用逐渐增强,表明微生物首先对正构石蜡烃吞噬后,接着对类异戊二稀烷烃进行选择性地摄取。

(2)胡萝卜烷:准噶尔盆地西北缘原油普遍存在胡萝卜烷类化合物(蒋助生,1983)。由图 5 看到, γ -胡萝卜烷和 β -胡萝卜烷具有较类异戊二稀烷烃更大的稳定性。522 井、黑油山和 60014 井稠油及风城沥青脉中,该烃类化合物保存完整,但在 94247 井稠油中, β -胡萝卜烷强度明显衰减, γ -胡萝卜烷遭到了破坏,这可能是因为 γ -胡萝卜烷只有一个紫罗兰酮环,故比 β -胡萝卜烷(两端都是环)较易受到微生物的侵蚀(蒋助生,1983)。重 1 井稠油中 γ 、 β -胡萝卜烷消耗殆尽,表现了较强的生物降解特征。

2.3 饱和烃 GC-MS 特征

(1)甾烷:表 4 为准噶尔盆地西北缘各区典型稠油样品的甾烷、萜烷参数,从中可看出下列特征。

妊甾烷:西北缘正常原油中妊甾烷含量一般在 6%左右;稠油中含量变化较大,高含量者均为蚀变严重的九区和风城稠油,而四₂区、黑油山稠油和风城沥青脉妊甾烷含量较低。

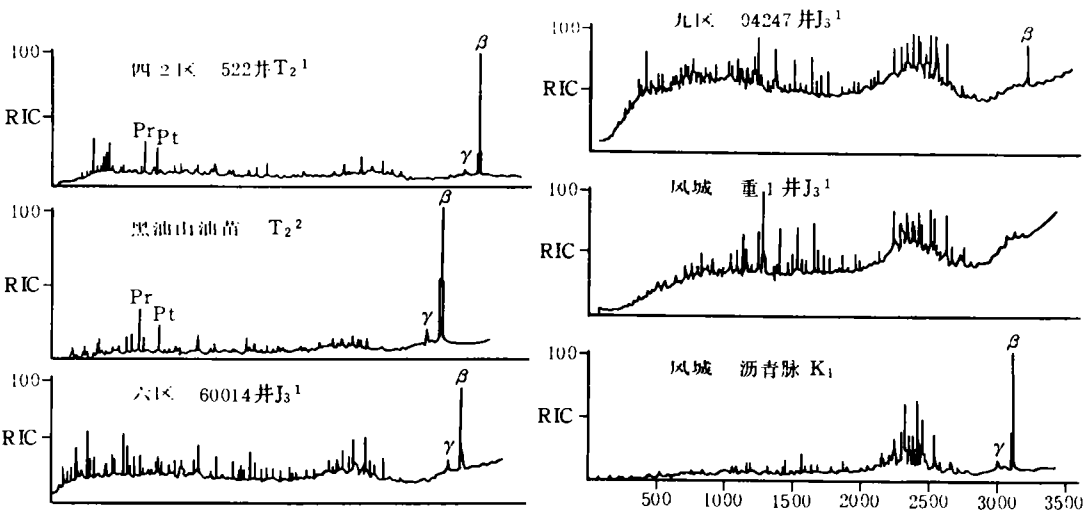


图5 西北缘稠油饱和烃重建离子流图
γ为γ-胡萝卜素;β为β-胡萝卜素

表4 准噶尔盆地西北缘稠油馏烷、萜烷参数表

地 区	井 号	层 位	深 度 (m)	馏 烷 (%)			规则馏烷(%)			萜 烷 (%)		
				妊 馏 烷	重 排 馏 烷	规 则 馏 烷	C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉	三 环 萜 烷	藿 烷	伽 马 蜡 烷
四 ₂ 区	522	T ₁	472.5~512	6.39	11.83	81.78	10.19	41.56	48.25	62.60	33.44	3.96
	45	T ₁	203~212.3	7.15	6.19	86.66	8.24	40.74	51.02	54.64	42.28	3.08
	146	T ₁	412.8~456.8	6.79	12.86	80.36	10.35	40.05	49.60	58.39	38.65	3.56
黑油山	黑油山	T ₁	井 口	7.21	13.98	78.81	8.21	41.70	50.09	62.86	33.52	3.61
	黑油山	T ₁	井 口	6.44	15.21	78.39	8.72	40.11	51.17	51.60	43.38	5.02
六区	60021	J ₁	255~224	19.03	12.70	68.27	9.74	40.87	49.40	61.84	34.85	3.31
	60014	J ₁	258~216	18.73	13.80	67.47	10.81	41.18	48.01	64.67	31.71	3.62
	J-226	J ₁	185.42~191.42	18.94	16.85	64.21	13.65	40.17	46.18	59.02	37.56	3.42
九区	94247	J ₁	200.5~185	18.16	19.27	62.57	16.09	40.38	43.53	56.22	40.85	2.93
	93327	J ₁	279.5~246.5	42.58	17.27	40.15	27.76	43.20	29.04	53.73	43.18	3.09
	96298	J ₁	181.22~185.72	43.36	18.60	38.04	20.76	44.32	34.97	57.78	38.84	3.38
风城	重1井	J ₁	264.5~275	34.71	24.67	40.62	30.74	41.30	27.96	56.93	38.03	5.04
	重1井	J ₁	251.4~257.6	37.64	33.01	29.35	16.67	58.85	24.48	48.11	45.18	6.17
	沥青脉	K ₁	地 面	4.50	9.17	86.33	4.62	42.62	52.76	36.44	58.21	5.35

含量变化的这一特征与饱和色谱中所讨论的生物降解程度是完全吻合的。从归一化的三类
馏 烷分布三角图(图6)来看,随蚀度作用的加强,妊馏烷类含量逐渐增加,它与规则馏烷

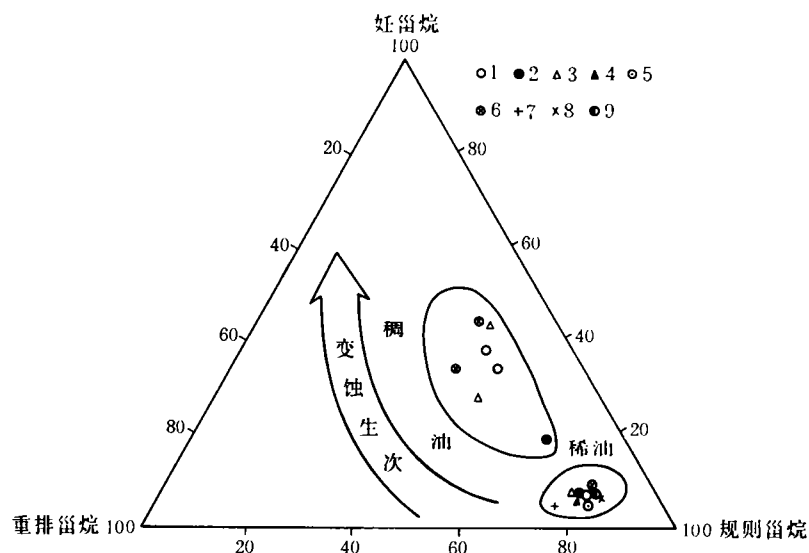


图6 西北缘原油姥烷类百分含三角图

1. 风城; 2. 六区; 3. 九区; 4. 八区; 5. 三区; 6. 红山嘴; 7. 沥青脉; 8. 四区; 9. 黑油山

相互消长,说明这是一类抗降解能力较强的化合物。四₂区等低含量姥烷的稠油和沥青脉在图中落入稀油范围,表明微生物作用未波及到规则姥烷类。为了进一步反映姥烷类化合物对原油蚀变的敏感性,绘制了与原油密度的相关图(图7),不难看出,两者具有良好的相关性。

规则姥烷:西北缘稠油 $C_{27} \sim C_{29}$ 规则姥烷的相对含量反映了与姥烷类一致的特性,四₂区、黑油山稠油及风城沥青脉均具有稳定的低含量的 C_{27} 姥烷和高含量的 C_{29} 姥烷,反映了与稀油一致的组成特征;但在九区稠油,随蚀变作用增强, C_{27} 姥烷含量骤然上升 20% 以上, C_{29} 姥烷下降 30% 左右。两者亦呈相互消长关系;风城重 1 井的蚀变作用最强烈,因而 C_{29} 姥烷含量下降 20% 左右。研究中还发现,最先降解的是 C_{29} - $\alpha\alpha\alpha$ (20R),之后是 C_{29} - $\alpha\alpha\alpha$ (20S),而 $\alpha\beta$ 异胆姥烷则相对稳定。

西北缘稠油中规则姥表现的另一特征

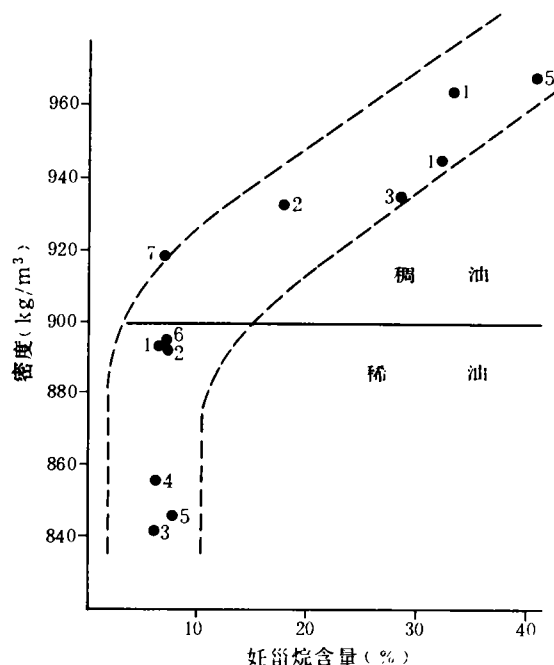


图7 西北缘原油密度与姥烷含量关系

1. 风城; 2. 六区; 3. 九区; 4. 五区;
5. 红山嘴; 6. 四区; 7. 黑油山

是具有较强的地质色层效应, C_{29} 甾烷的两项经典成熟度指标表明, $\alpha\beta\beta$ 异胆甾烷十分富集, 由图 8 看出, 样品点均远离热动力学反应轨迹, 而落入地质色层包络线中。这一认识无疑为该区稠油物理特性研究中所作的成因推断提供了佐证。

(2) 萜烷: 西北缘稠油中萜烷类的保存比较好, 无论轻微降解的原油中还严重降解的原油, 其三萜烷类、藿烷类和伽马蜡烷均有完整的分布, 说明这是一类抗降解能力很强的化合物, 其抗降解能力强于甾烷。

3 稠油的蚀变作用类型

目前许多学者都强调在研究原油生物降解的同时, 必须考虑其它的蚀变作用, 只有这样, 才能对稠油的形成机制提出合理的解释。从原油稠化的过程来看, 在特定的地质环境下, 不同的蚀变作用将使烃类发生一系列复杂的物理化学变化。综合分析准噶尔盆地西北缘稠油各种物理化学特性, 可以认为其蚀变作用类型是十分丰富的, 归纳起来有如下几种。

3.1 生物降解作用

在原油稠化的诸多因素中, 生物降解可能是最主要的因素。其机理即为油储中的各类细菌在适宜的温度和环境下, 对原油这样复杂的烃类进行选择性的摄取。目前已知这些细菌类有 100 多种。这些细菌又可分为喜氧菌和厌氧菌, 两者都能对烃类进行降解, 但各自所处的环境或系统截然不同。Williams (1976) 曾提出, 生物降解中起最主要作用的是喜氧菌; Tissot (1984) 亦提出, 生物降解作用不管在哪里都要求油藏接近地表或容易接受地表水的地方。

从西北缘(T~J)稠油中各类化合物的保存及损失情况分析, 生物降解作用无疑是蚀变的主要因素。另外, 在稠油区内曾采集了土壤样品并培植出食蜡的脱蜡球拟酵母菌, 经试验该菌具有较强的食蜡能力, 在 $30 \pm 1^\circ\text{C}$ 下, 振荡培养三天可使凝固点 $+13^\circ\text{C}$ 原油下降到 -50°C 左右(杨瑞麒, 1989), 这为该区的生物降解作用提供了直接依据。

3.2 氧化作用

石油的氧化作用是热催化作用的逆过程。它是由于储层上抬、圈闭开启、地下水活跃引起的(王启军等, 1988)。其中游离氧主要在浅部地层与烃进行反应; 而结合氧可在地表水携带下进入油储将烃类直接氧化成 CO_2 和 H_2O 。

西北缘稠油红外光谱中含氧官能团的相对丰度充分说明氧化作用的存在。前已述及, 四₂区稠油由于处于相对封闭的环境, 1700cm^{-1} 吸收峰强度极小, 这一特点在该区具稳定 T₃ 盖层的三叠系稠油中普遍发现, 说明经历的氧化作用是极微弱的, 其稠化可能主要以细菌作用为主。相反, 侏罗系数稠油由于储层严重开启, 1700cm^{-1} 吸收峰呈显著的强吸收。由此说

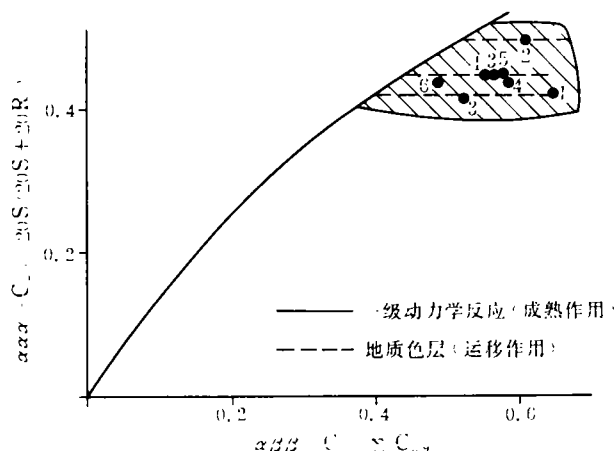


图 8 西北缘稠油成熟度与运移效应关系

1. 风城; 2. 六区; 3. 红山嘴;
4. 四₂区; 5. 黑油山; 6. 沥青脉

明,除主要的细菌作用以外,氧化作用也是使侏罗系稠油稠化的因素之一。

3.3 水洗作用

到目前为止水洗作用一般来说只是在做生物降解研究中引证。涉及到水洗的研究有些只认为水洗是原油异散作用(Farrington,1980)。对于原油受水洗作用而发生的变化也只是间接地进行过试验室研究(Eric,1988)。从原油降解的过程来理解,细菌所需的氧气和养料由流水携入油水界面处,同时,水也可以从石油中带走易溶的组份,所以有人认为水洗作用总是伴随着生物降解作用。

严格地讲,水洗作用是可以单独产生的,但有效的识别则要在细菌活动受到抑制时,才能显露出来。Munnnerke(1983)曾指出,地层温度高于66℃,原油性质的改变可以排除是细菌降解的结果;水的矿化度高于100~150g/L时,细菌不能生长。因此,在这些条件下原油密度增加可以认为是水洗作用的结果。

西北缘稠油的水洗作用从地质环境来分析无疑是存在的,但由于与细菌活动同处相同的深度或温度带,故其特征可能已被细菌作用掩盖,从烃类的分布特征上难以识别。不过,从原油性质的分布上可看出水洗作用的影响,如风城侏罗系稠油的分布明显与地层水的分布有关,原油密度最大的地带恰是地层水富集带(陈新等,1989),这一偶合说明,地层水对原油进行了冲刷、溶解,进而加剧了蚀变作用的强度。另外,Eric(1988)根据实验室水洗作用实验,提出在新鲜水(低矿化度)条件下,水洗作用最有效。据此参照该区稠油层水分析资料,可以认为侏罗系齐出组(J₃)稠油可能是遭水洗作用较强烈的层系。

3.4 扩散作用

扩散作用即分子挥发和逸散的物理作用。这种作用主要发生在较浅部地层或地表,特别是沥青脉或沥青矿床往往标志着这种作用过程。

西北缘稠油形成过程中,扩散作用起主导因素的是风城沥青脉。在地化特征的研究中已经阐明,该沥青脉遭受的生物降解作用并不强烈,因此,它的形成与微生物作用无关。由沥青脉形成的地质过程来看,它是由下伏烃类在构造活动下沿断裂快速挤入上覆地层,这样一个过程必然会发生低分子烃的大量逸散,而残留部分很快固结成矿,地表水不易渗入其中,故细菌作用不强烈。其次侏罗系稠油由于稠变发生在上覆盖层下白垩统沉积之前(范成龙,1984),因此,也必然会产生一定程度的轻质组份的扩散。

参 考 文 献

- 1 杨斌,李建新. 准噶尔盆地油气生成与运移. 中国含油气盆地烃源岩评价,北京:石油工业出版社,1989
- 2 杨瑞麒,过洪波. 准噶尔盆地西北缘稠油油藏地质特征及成因分析. 新疆石油地质,1989,(1)
- 3 中国科学院地球化学研究所编. 有机地球化学,北京:科学出版社,1982
- 4 杨斌,支家声. 克拉玛依油区原油运移方向研究及油源推测. 新疆石油地质,1984,(1)
- 5 蒋助生. 克拉玛依原油中的类胡萝卜烷及其地球化学特征. 石油与天然气地质,1983,4(2)
- 6 王启军,陈建渝. 油气地球化学,武汉:中国地质大学出版社,1988
- 7 Eric Lafargue et al. Effect of Water Washing On Crude Oil Compositions. AAPG. 1988,72(3)
- 8 范成龙. 克拉玛依基岩油藏. 新疆石油地质,1984,(3)

PROPERTIES AND ALTERATION OF VISCOUS OIL IN THE NORTHWEST MARGIN OF THE JUNGGAR BASIN

Wang Yutao

(Xinjiang Research Institute of Petroleum Exploration and Development)

Abstract

The physical and geochemical properties of viscous oil in the northwest margin of Junggar Basin were studied in the paper. By correlating it with viscous oils home and abroad, it is found that the viscous oil in this region is characterized by geochromatographic effects resulted from the long distance migration of hydrocarbons. Additionally, the alteration of viscous oil would be divided into biodegradation, oxygenation, water washing and diffusion respectively.