

文章编号:1673-5005(2009)03-0027-07

内蒙古东北拉布达林盆地上库力组烃源岩 生物标志物特征

高红梅^{1,2}, 鲍志东^{1,2}, 高福红³

(1. 中国石油大学 资源与信息学院, 北京 102249; 2. 中国石油大学 油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249;
3. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061)

摘要:利用 GC, GC-MS 等地球化学分析技术, 探讨了拉布达林盆地上库力组烃源岩沉积环境、母源特征及成熟度等特征。结果表明: 研究区烃源岩有机质丰度较高, 达到了中-好的烃源岩级别, 有机质类型以 II₁ 型为主; 各个地区的烃源岩沉积环境、有机质来源及成熟度都有所不同, 上乌尔根附近为强还原超咸化的深水环境, 母质来源以水生藻类和浮游生物为主, 有机质热演化处于大量生烃的成熟阶段; 上库力附近烃源岩形成于弱氧化-弱还原的淡水-微咸水环境, 具有混合母质来源的特征, 有机质热演化处于低成熟阶段。

关键词:拉布达林盆地; 上库力组; 烃源岩; 生物标志物

中图分类号:TE 121.1 **文献标识码:**A

Biomarker characteristics of source rocks in Shangkuli formation of Labudalin Basin, northeastern Inner Mongolia

GAO Hong-mei^{1,2}, BAO Zhi-dong^{1,2}, GAO Fu-hong³

(1. School of Resource and Information Technology in China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting in China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
3. College of Earth Sciences in Jilin University, Changchun 130061, China)

Abstract: The depositional environment, biogenetic derivation and maturity of source rocks in Shangkuli formation in Labudalin Basin were discussed by using the geochemical analysis technique of GC and GC-MS. The results show that the abundance of organic matter of source rock in the research area is rather high, and the major type of organic matter is type II₁. The depositional environment, maturity and biogenetic derivation of organic matter for source rocks are different in different area of the basin. The organic matter of source rocks near Shangwuergen formed in strong reduction environment with salt deep water, the source inputs mainly came from mixed-source of plankton and hydrobiontic algae, and the thermal evolution reached maturation stage. The organic matter of source rocks near Shangkuli formed in weak reduction to reduction environment with freshwater-light salt water, its hydrocarbon came from mixed-source of organics, and the thermal evolution reached low maturation stage.

Key words: Labudalin Basin; Shangkuli formation; source rocks; biomarkers

拉布达林盆地在区域构造上属内蒙-大兴安岭地槽褶皱系喜桂图旗地槽褶皱带根河复向斜西部, 地形为东北高、西南低。勘探程度很低, 以往研究多是针对大磨拐河组含煤层系^[1-3]。该盆地下白垩统上库力组一段发育厚 40 m 左右的泥灰岩、油页岩等

深湖-半深湖相烃源岩, 该套烃源岩曾有过油气的生成运移过程^[4]。在该套烃源岩中同期火成岩十分发育。垂向上火成岩与烃源岩互层分布, 直接接触, 而且这种接触关系在该盆地内广泛分布。另外在松辽、渤海湾、苏北-南黄海、南襄-江汉、三水-珠江口

收稿日期: 2009-01-23

基金项目: 国家“973”重点基础研究发展计划项目(2006CB202300); 国家油气专项课题(XQ-2004-07)

作者简介: 高红梅(1981-), 女(汉族), 河南杞县人, 博士, 主要从事储层地质学与沉积盆地流体矿产方面的研究。

和东海、南海等裂谷型断陷盆地的主力生油岩中均发现火成岩与烃源岩共生现象,并引起了地质学家的重视^[4],因此对该套烃源的研究具有十分重要的意义。

1 样品及试验条件

样品采自拉布达林盆地北部下白垩统上库力组一段的2个露头剖面:491剖面(P I,上库力附近,根河-拉布达林S301公路491 km处)和上乌尔根剖面(P II,上乌尔根附近,即上乌尔根尖子山剖面)。在1:20万区域地质图(三河镇幅,M-51-X III)和2006年烃源岩填图中,发现上乌尔根尖子山本身即是火山通道,因此推测该区烃源岩受火山或火山热液影响相对较大,491剖面距离火山通道较远,受火山或热液活动影响较小。491剖面为一天然露头,风化比较严重,下部为暗色泥岩,向上过渡为油页岩和泥灰岩,中间发育有火山凝灰岩及流纹岩夹层,对该剖面的19块烃源岩样品进行了地球化学分析,并对其中的7块样品进行了气相色谱-质谱分析。上乌尔根剖面为近几年开挖的人工探槽,露头风化较轻,剖面下部为暗色泥岩,向上过渡为油页岩和泥灰岩,泥灰岩中沥青脉发育,对该剖面进行了17块样品的地球化学测试,并对其中的9块样品进行了气相色谱-质谱分析。相关分析在北京石油勘探开发研究院实验中心完成^[5]。

2 烃源岩地球化学特征

该套烃源岩的岩性组合主要为深湖相的暗色泥岩-油页岩-泥灰岩,其水平层理发育。中间夹有火山凝灰岩及流纹岩,下部为塔木兰沟组的玄武岩,上部为中基性火山岩。上乌尔根剖面中的沥青脉是该套油页岩生成油气并运移导致^[4]。

对盆地内2个烃源岩剖面进行的地球化学测试结果显示:有机碳(TOC)含量上乌尔根剖面(0.28%~3.15%,平均值为1.35%)略高于491剖面(0.17%~1.71%,平均值为0.94%);产烃潜量 $w(S_1 + S_2)$ 上乌尔根(0.19%~18.74%,平均值为0.602%)明显高于491剖面(0.03%~0.09%,平均值为0.45%);氢指数(I_H)上乌尔根(0.054~0.597,平均值为0.336)也明显高于491剖面(0.001~0.006,平均值为0.002);元素分析氢碳比($w(H)/w(C)$)上乌尔根(0.99~1.47,平均值为1.3)高于491剖面(0.35~0.44,平均值为0.39),氧碳比($w(O)/w(C)$)上乌尔根(0.06~1.14,平均

值为0.09)低于491剖面(0.1~0.14,平均值为0.11)。

由于491剖面风化作用比较严重,其可溶烃含量明显低于上乌尔根剖面,因此对拉布达林盆地上库力一段的烃源岩评价应该以上乌尔根剖面为准,其有机质丰度较高,达到了中-好的级别,有机质类型为II型。

2个剖面的显微组分组成相同,壳质组中的腐殖无定型体(94%~97%,平均值为96.1%)均十分发育,类型系数分布在43~44之间,为II₁型。需要说明的是,一般显微组分中的壳质组来源于高等植物,但此处壳质组中的腐殖无定型体的原始母质来源为水生生物,由于成岩过程中生物降解作用使其类型系数降低,等同于“腐殖无定型”。

上乌尔根剖面样品的氯仿沥青“A”^[6]含量分布在0.0602%~0.1161%,而491剖面则均小于0.004%。导致这2个剖面之间这种显著差别的原因可能为491剖面为野外露头,长期暴露使风化比较严重,从而导致可溶烃大量散失。

2个地区氯仿沥青“A”的族组成特征(图1)也有明显不同。

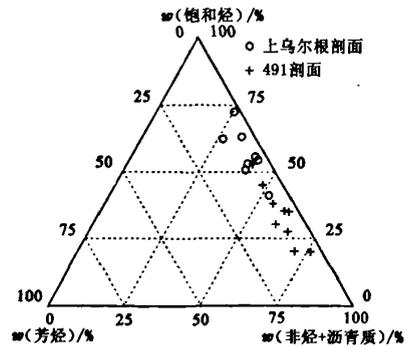


图1 族组分组成三角图

Fig.1 Triangular diagram of organic composition

上乌尔根剖面总烃含量为48.63%~74.42%,平均62.63%;491剖面总烃含量为29.49%~60.29%,平均43.96%,前者总烃含量明显比后者高;上乌尔根剖面非烃和沥青质的平均含量分别为34.3%和3.1%,491剖面非烃和沥青质的平均含量分别为43.7%和12.3%,前者低于后者。2个剖面的饱/芳值均大于2,大部分大于5。从图1中可以看出,上乌尔根和491剖面样品点明显分布在2个区域。氯仿沥青“A”的族组成特征与烃源岩母质类型及有机质的演化程度有关^[7]。反映出其腐泥型有机质的生烃贡献远大于腐殖型有机质,有机质类

型好。

3 生物标志物特征

3.1 正构烷烃

正构烷烃分布为单峰型(图2,表1),个别样品略显奇偶优势。样品主峰碳除P I-48为C₁₇,P II-01和P II-23为C₂₁外,其余样品主峰碳均为C₂₃。碳优势指数CPI和奇偶优势OEP上乌尔根剖面分布在1.04~1.24和1.04~1.13,基本小于1.2,而491剖面则分布在1.13~1.5和1.1~1.3,多数大于1.2,反映前者有机质热演化程度略高于后者。491剖面尚处于低成熟-成熟阶段,上乌尔根剖面基本进入大量生烃的成熟阶段,这和在上乌尔根剖面

泥灰岩中沥青脉十分发育相对应。轻重比 $w(C_{21-})/w(C_{22+})$ 上乌尔根剖面(0.23~0.85,平均值0.46)明显低于491剖面(0.39~1.13,平均值0.68),轻重比主要受母质来源、热演化程度和生物降解程度等多种因素的影响^[8-9]。从分析可知上乌尔根样品的热演化程度略高于491剖面,因此上乌尔根剖面轻重比值偏低,原因可能是2个剖面的沉积环境和母质来源存在一定差别,或上乌尔根剖面存在较强的生物降解作用。491剖面样品P I-19和P I-48的 $w(C_{21+22})/w(C_{28+29})$ 较大,分别为14.89和6.55,其他491剖面样品(0.97~2.81)和上乌尔根剖面(1.15~2.84)差别不大。

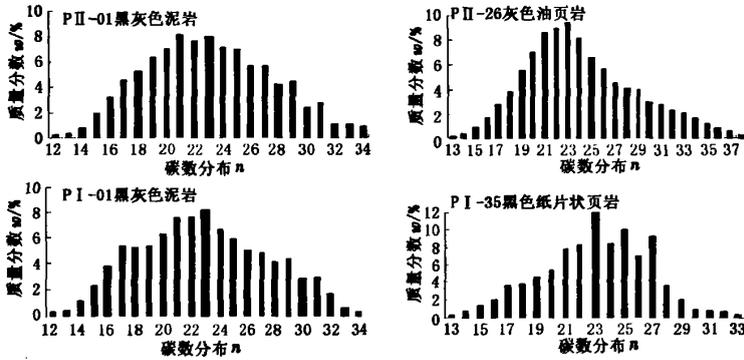


图2 烃源岩中正构烷烃分布图

Fig.2 Distribution of *n*-pentane of source rocks

表1 正构烷烃与类异戊二烯烷烃数据

Table 1 Data of saturated hydrocarbon and isoprenoid hydrocarbon

样号	岩样	正构烷烃				类异戊二烯烷烃			碳优势指数 CPI	奇偶优势 OEP	
		峰型	主峰	碳数	$w(C_{21-})/w(C_{22+})$	$w(C_{21+22})/w(C_{28+29})$	$w(Pr)/w(Ph)$	$w(Pr)/w(nC_{17})$			$w(Ph)/w(nC_{18})$
P II-01	黑灰色泥岩	单峰	21	12-34	0.65	1.81	0.84	0.34	0.35	1.24	1.08
P II-05	黑灰色泥岩	单峰	23	11-37	0.35	1.52	0.65	0.44	0.53	1.20	1.13
P II-11	灰紫色泥岩	单峰	23	12-38	0.28	1.31	0.52	0.68	0.82	1.14	1.11
P II-14	灰褐色油页岩	单峰	23	13-39	0.23	1.15	0.59	0.6	0.65	1.09	1.09
P II-18	灰褐色油页岩	单峰	23	13-38	0.34	1.79	0.68	0.45	0.38	1.09	1.09
P II-23	灰黑色油页岩	单峰	21	11-37	0.85	2.84	0.79	0.33	0.34	1.12	1.04
P II-26	灰色油页岩	单峰	23	13-38	0.47	2.19	0.62	0.36	0.40	1.04	1.04
P II-31	油页岩	单峰	23	11-39	0.51	1.55	0.59	0.57	0.75	1.17	1.13
P I-01	黑灰色泥岩	单峰	23	12-34	0.69	1.79	1.01	0.66	0.66	1.13	1.10
P I-19	灰黑色泥岩	单峰	23	13-29	1.13	14.89	0.97	0.09	0.12	1.12	1.22
P I-23	灰色粉砂质泥岩	单峰	23	12-35	0.39	0.98	0.51	1.01	1.89	1.38	1.27
P I-29	黑色泥岩	单峰	23	13-32	0.63	2.24	0.66	0.85	1.34	1.21	1.21
P I-31	灰黑色凝灰质粉砂	单峰	23	13-33	0.42	0.97	0.53	0.94	1.68	1.50	1.24
P I-35	黑色纸片状页岩	单峰	23	11-37	0.47	2.81	0.82	0.88	0.98	1.45	1.35
P I-48	黑色页岩	单峰	17	13-30	1.03	6.55	1.03	0.80	0.84	1.40	1.14

3.2 类异戊二烯烷烃

样品中检测出了丰富的类异戊二烯烷烃,最主要的是姥鲨烷(Pr)和植烷(Ph)。一般认为低 $w(Pr)/w(Ph)$ 指示一种还原环境,高 $w(Pr)/w(Ph)$ 与陆相氧化环境有关^[10-13]。随着对 $w(Pr)/w(Ph)$ 与沉积环境关系的深入认识,高盐度环境中,沉积有机质中的嗜盐菌在成岩过程中被降解,也可释放出大量植烷^[14-16]。拉布达林盆地2个地区的样品 $w(Pr)/w(Ph)$ 均较低(表1),显示植烷优势,说明样品沉积于还原性较强、含盐度较高的水体环境。从表1还可以看出,上乌尔根剖面沉积水体的还原性和含盐度略高于491剖面。在纵向上,491剖面 $w(Pr)/w(Ph)$ 具有一定的波动性,反映该剖面沉积时的水体环境具有波动性,沉积环境的还原性和含盐度具有先增加后降低的趋势。

生物降解油模拟试验证明^[8],微生物对原油正构烷烃的降解要优先于类异戊二烯烷烃,因此 $w(Pr)/w(nC_{17})$ 和 $w(Ph)/w(nC_{18})$ 能较好地反映有机质的降解程度,491剖面个别样品的 $w(Pr)/w(nC_{17})$ 和 $w(Ph)/w(nC_{18})$ 较高,反应491剖面个别样品生物降解程度较高。

3.3 萜烷、藿烷类化合物

三环萜烷受生物降解和热成熟作用能力较强,其和藿烷系列化合物的相对丰度和分布特征主要受沉积环境和母质类型控制,丰富的三环萜烷反映了较咸化沉积环境及菌藻类等低等生物的输入^[15,17]。491剖面和上乌尔根剖面样品均检测出了三环萜烷(图3)。 $w(\text{三环} + \text{四环萜烷})/w(C_{30}H)$ 上乌尔根剖面分布在0.4~1.0,平均为0.67;491剖面为0.12~0.89,平均为0.38,明显低于上乌尔根剖面(表2),反映上乌尔根剖面形成于较咸化、较还原的古环境。

$w(Ts)/w(Tm)$ 通常可以作为成熟度指标,Tm的相对浓度受成熟度的影响,而Ts是一个来源指标,并不受成熟度的影响。因此,当有机质母质相同或者含有类似有机质类型时, $w(Ts)/w(Tm)$ 可以作为有机质成熟度指标^[18-19]。在表2中,上乌尔根剖面 $w(Ts)/w(Tm)$ 略大于491剖面,反映有机质热演化程度上乌尔根剖面高于491剖面。

高 γ -蜡烷(G)常指示有机质沉积时强还原超盐度环境,富含 γ -蜡烷的沉积物,主要是盐湖沉积物

和半咸水沉积物^[11-12,19],但并非所有盐度和蒸盐岩层中都含 γ -蜡烷,还与水体密度分层有关^[17,20]。拉布达林2个剖面均检测到一定的 γ -蜡烷。从表2中可以看出,上乌尔根剖面 γ -蜡烷指数明显高于491剖面的,因此可以推出,上乌尔根剖面沉积时的古水体环境咸化程度更高、还原性更强,水体分层更明显。在纵向上,上乌尔根剖面 γ -蜡烷指数具有波动性,说明其沉积时水体咸化程度和还原性具有波动性。水体环境变化较快,这可能是有外来物质的输入导致的,分析当时的环境,可能是火山活动带来的热液物质导致了水体环境的变化。

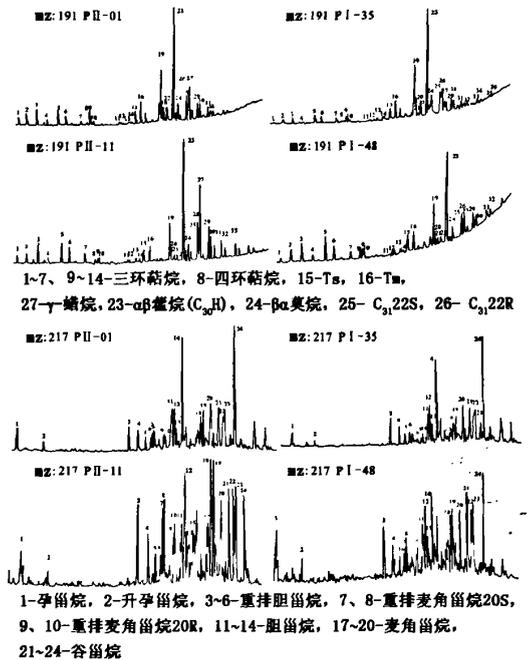


图3 Mz:191/217 类色谱-质谱图

Fig.3 Sterane (m/z:191/217) chromatogram and mass-spectrum

另外, C_{31} 的 $w(22S)/w(22(S+R))$ 随有机质成熟度升高而增加,处于成熟阶段的有机质该比值基本分布在0.57~0.6^[15],上乌尔根剖面该值分布在0.64附近,491剖面该值分布在0.62附近; $w(\beta\alpha\text{莫烷})/w(\alpha\beta\text{藿烷})$ 随成熟度的增加而减小,该值在未熟的沥青质中为0.8,在成熟生油岩中小于0.15^[18],上乌尔根剖面该值基本小于0.15,491剖面的相对较大,基本大于0.15(表2),反映上乌尔根剖面的成熟度略大于491剖面。

表2 生物标志物参数
Table 2 Geochemical parameters of biomarkers

样号	191类				217类							
	$w(\text{三+四环萜烷})/w(\text{C}_{30}\text{H})$	$w(\text{Ta})/w(\text{Tm})$	$w(\text{G})/w(\text{C}_{30}\text{H})$	$C_{31}w(22\text{S})/w(22(\text{S}+\text{R}))$	$w(\beta\alpha\text{萜烷})/w(\alpha\beta\text{萜烷})$	$w(\text{孕}+\text{升孕})/w(\text{C}_{27}\text{甾烷})$	$w(\text{C}_{27}\text{重排})/w(\text{C}_{27}\text{甾烷})$	$C_{29}w(\alpha\alpha\text{S})/w(\text{S}+\text{R})$	$C_{29}w(\beta\beta)/w(\alpha\alpha+\beta\beta)$	$\alpha\alpha\text{R}w(\text{C}_{27})/w(\text{C}_{29})$	$\alpha\alpha\text{-R}w(\text{C}_{28})/w(\text{C}_{29})$	
P I -01	0.59	0.55	0.29	0.62	0.15	0.12	0.24	0.42	0.37	0.48	0.72	
P I -19	0.32	0.32	0.13	0.57	0.20	0.02	0.15	0.31	0.24	0.65	0.52	
P I -23	0.12	0.29	0.04	0.59	0.23	0.04	0.20	0.31	0.22	0.37	0.38	
P I -29	0.30	0.31	0.27	0.62	0.19	0.02	0.16	0.35	0.27	0.84	0.61	
P I -31	0.22	0.31	0.08	0.95	0.21	0.04	0.18	0.29	0.23	0.51	0.52	
P I -35	0.21	0.48	0.08	0.45	0.22	0.07	0.20	0.26	0.31	0.58	0.43	
P I -48	0.89	0.78	0.17	0.63	0.18	0.26	0.10	0.49	0.4	0.54	0.83	
P II -01	0.40	0.46	0.23	0.53	0.16	0.09	0.15	0.26	0.33	0.72	0.48	
P II -05	0.72	0.72	0.42	0.64	0.13	0.27	0.40	0.50	0.43	0.43	0.98	
P II -11	0.55	0.67	0.55	0.65	0.13	0.17	0.34	0.50	0.46	0.33	1.07	
P II -14	0.62	0.6	0.66	0.64	0.13	0.20	0.30	0.50	0.45	0.36	1.06	
P II -18	0.82	0.61	0.69	0.64	0.13	0.20	0.31	0.50	0.46	0.36	1.28	
P II -23	1.00	0.51	0.69	0.64	0.14	0.31	0.29	0.50	0.46	0.41	1.49	
P II -26	0.56	0.72	0.71	0.65	0.14	0.14	0.44	0.50	0.82	0.28	0.87	
P II -31	0.66	0.57	0.75	0.64	0.14	0.21	0.44	0.50	0.82	0.39	1.08	

3.4 甾烷类化合物

样品抽提物中的甾烷化合物以规则甾烷为主,含有一定量的重排甾烷,孕甾烷和升孕甾烷(图3)。规则甾烷 C_{27} , C_{28} 和 C_{29} 甾烷的相对含量可以确定不同生源贡献的比例^[11],上乌尔根剖面规则甾烷除了 P II -01 样品呈“V”字型外,其余样品均呈不对称的倒“V”字型,491 剖面表现为 $w(C_{29}) > w(C_{27}) > w(C_{28})$ 的分布特征。在 C_{27} - C_{28} - C_{29} $\alpha\alpha\alpha$ (R) 甾烷分布三角图(图4)中,可以直观地看出上乌尔根剖面母源以藻类输入为主,491 剖面母源具有混合源特征。一般来说浮游生物 C_{27} 甾烷占优势,陆源高等植物中 C_{29} 甾烷占优势,但是也有研究证实富含 C_{29} 甾烷的有机质,其母源中没有或很少有高等植物的输入,而是和藻类和细菌的输入有关^[15,17]。因此,491 剖面的有机质来源也可能是以水生生物为主,这和其显微组分分析可以很好的吻合。

不同甾烷构型的比值一般用来判断烃源岩的成熟度,其中 $C_{29}w(\alpha\alpha\text{S})/w(\text{S}+\text{R})$ 和 $C_{29}w(\beta\beta)/w(\alpha\alpha+\beta\beta)$ 是最有效的参数^[15]。根据陈建渝等划分的烃源岩成熟度的甾烷参数评价指标^[11],上乌尔根剖面有机质热演化程度略高于 491 剖面(表2),前者有机质热演化正处于成熟阶段,后者则处于低成熟阶段。

孕甾烷和升孕甾烷的高低代表着沉积水体的咸化程度、有机质成熟度、生物降解作用的强度及藻类生源特征。上乌尔根剖面和 491 剖面均检测出了孕甾烷和升孕甾烷(图3)。上乌尔根剖面 $w(\text{孕甾烷})$

+ 升孕甾烷)/ $w(C_{27}\text{甾烷})$ 分布在 0.09 ~ 0.31, 平均为 0.20; 491 剖面 $w(\text{孕甾烷} + \text{升孕甾烷})/w(C_{27}\text{甾烷})$ 分布在 0.01 ~ 0.26, 平均为 0.08。

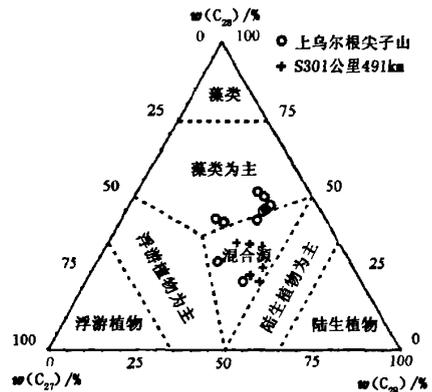


图4 C_{27} - C_{28} - C_{29} $\alpha\alpha\alpha$ (R) 甾烷分布三角图
Fig. 4 Triangular diagram of C_{27} - C_{28} - C_{29} $\alpha\alpha\alpha$ (R) sterane distribution

另外,烃源岩的 $m/e = 217$ 离子碎片图谱还可以反映有机质的热演化程度:未成熟烃原岩以生物构型为主,随着成熟度增加,生物构型($\alpha\alpha\alpha$)向地质构型($\alpha\beta\beta$)转化,过成熟烃源岩以重排甾烷为主^[11,15]。从图3中可以看出,2个剖面重排甾烷均不发育,但上乌尔根剖面中略高于491剖面,说明前者有机质热演化程度高于后者。

3.5 讨论

上乌尔根剖面和 491 剖面虽然发育在同一盆地的同一个层位,且具有相似的烃源岩组合特征,但其

有机地球化学特征却存在明显的不同。显微组分分析显示2个剖面具有相同的来自水生生物的显微组分组成特征,但491剖面可溶烃含量明显低于上乌尔根剖面的,这可能是491剖面受风化作用较强导致的,但受风化作用影响较小的有机碳含量,491剖面的也低于上乌尔根剖面。

γ -蜡烷和 $w(\text{Pr})/w(\text{Ph})$ 等反应有机质沉积环境的指标,指示上乌尔根剖面沉积环境的还原性、水体含盐度及由此而导致的水体分层均明显高于491剖面,即上乌尔根剖面的沉积环境更有利于有机质的保存,更有利于形成好的烃源岩。这可能是导致上乌尔根剖面烃源岩有机质地化指标优于491剖面的主要原因。

拉布达林盆地2个剖面沉积环境相差很大,通过分析松辽盆地外围盆地的资料发现,松辽东部和西部盆地群上库力组时期也存在差别。西部盆地群中火成岩与烃源岩互层分布,且主要发育泥灰岩、油页岩、暗色泥岩等半深湖-深湖相岩类,东部盆地群却发育煤系地层烃源岩^[5,21]。分析西部各盆地的沉积环境,烃源岩与火成岩大量互层分布且直接整合接触的关系,显示烃源岩中的火成岩为同期火山活动导致的。金强^[22]、翟庆龙^[23]、宋占东^[24]等人关于同期火成岩对烃源岩影响的研究认为,火成岩热液可以为烃源岩提供大量的矿物质和养料,同时这些盐类矿物质可以导致水体含盐度增加,导致水体分层,这些为烃源岩的形成提供了丰富的有机质来源和有利的保存条件,有利于形成优质烃源岩。因此,松辽外围盆地中这种东西盆地之间的差异,以及拉布达林盆地2个剖面之间的明显差别可能是火山活动导致的,针对这个问题需要做更深一步的研究工作。

4 结 论

(1) 烃源岩有机质丰度较高,达到中—好的级别,元素分析、氯仿沥青“A”族组成及显微组分组成显示有机质类型较好,为Ⅱ₁型,显微组分中的腐殖无定型体主要来源于水生生物,反映腐泥型有机质对生烃的贡献较大。

(2) 上乌尔根剖面烃源岩有机质热演化程度高于491剖面,前者处于大量生烃的成熟阶段,而后者处于有机质热演化的低成熟阶段,火山作用对烃源岩的烘烤作用不明显。

(3) 上乌尔根剖面烃源岩有机质母质来源以浮游生物和藻类输入为主,491剖面母质来源则以混

源生物输入为主。

(4) 拉布达林盆地上库力组烃源岩沉积时的水体环境为还原咸化的深水环境,且盆地中不同地点的咸化和还原性并不完全相同。上乌尔根剖面沉积时的环境为强还原超咸化的深盐湖环境,而491剖面沉积环境偏向于弱氧化-弱还原的淡水-微咸水环境。在纵向上,上乌尔根剖面沉积时水体的咸化程度和还原性具有波动性,反应其沉积时水体环境变化较快。2个剖面沉积水体环境的差别可能是火山活动导致的,离火山活动较近的上乌尔根剖面受热液活动影响较大,其有机质生物来源更丰富,沉积环境更有利于优质烃源岩的形成。

参考文献:

- [1] 杜凤玲. 浅析拉布达林煤田大磨拐河组沉积环境与聚煤特征[J]. 内蒙古地质, 2002(6): 31-33.
DU Feng-ling. Depositional environments and coal-forming features of Damoguaihe Formation in Labudalin in coal field, Inner Mongolia [J]. Geology of Inner Mongolia, 2002(6): 31-33.
- [2] 王世辉, 王立民, 唐金生. 兴安岭盆地群成盆机制及含油气远景评价[J]. 大庆石油地质与开发, 2001, 20(5): 5-7.
WANG Shi-hui, WANG Li-min, TANG Jin-sheng. Basin formation mechanics and hydrocarbon potential evaluation of Xianganling basin group [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development In Daqing, 2001, 20(5): 5-7.
- [3] 冯宇. 上黑龙江凹陷晚中生代含煤地层对比[J]. 中国煤田地质, 1997, 9(2): 34-36.
FENG Yu. Coal-bearing strata correlation of lower Mesozoic stratum in the upper Heilongjiang sag [J]. Coal Geology of China, 1997, 9(2): 34-36.
- [4] 曲希玉, 刘立. 内蒙古东北部拉布达林盆地上乌尔根软沥青的发现及意义[J]. 地质通报, 2007, 26(5): 567-573.
QU Xi-yu, LIU Li. Discovery of soft asphalt at Shangwuergen of the Labudalin basin, northeastern Inner Mongolia, China, and its geological significance [J]. Geological Bulletin of China, 2007, 26(5): 567-573.
- [5] 高红梅, 高福红, 樊馥, 等. 鸡西盆地早白垩世烃源岩可溶有机质地球化学特征[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2007, 37(1): 86-90.
GAO Hong-mei, GAO Fu-hong, FAN Fu, et al. Geochemical characteristics of solvable organic matter extracted from source rocks during the early Cretaceous in Jixi Basin [J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 2007, 37(1): 86-90.

- [6] 康立明,任战利,崔军平,等. 松辽盆地北部宾参1井白垩系烃源岩的认识和评价及其意义[J]. 地学前缘, 2007,14(6):257-266.
KANG Li-ming, REN Zhan-li, CUI Jun-ping, et al. Recognition and evaluation of Cretaceous source rocks of Bin-can 1 well in the north of Songliao Basin and its implications[J]. Earth Science Frontiers, 2007, 14(6): 257-266.
- [7] 王玉华,侯启军,孙德君,等. 柴达木盆地北缘地区中新世地层油气生成与资源评价[M]. 北京:科学出版社,2004:257-267.
- [8] 窦启龙,陈践发. 实验室条件下微生物降解原油的地球化学特征研究[J]. 沉积学报,2005,23(1):542-547.
DOU Qi-long, CHEN Jian-fa. Comparative study of the geochemical characters of crude oil after microbe degradation in laboratory [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2005,23(1):542-547.
- [9] 孟仟祥,房嫄,徐永昌,等. 柴达木盆地石炭系烃源岩和煤岩生物标志物特征及其地球化学意义[J]. 沉积学报, 2004, 22(4):729-736.
MENG Qian-xiang, FANG Xuan, XU Yong-chang, et al. Biomarkers and geochemical significance of carboniferous source rocks and coals from Qidam Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica,2004,22(4):729-736.
- [10] 苗建宇,周立发,邓昆,等. 新疆北部中二叠统烃源岩有机质与沉积环境的关系[J]. 地球化学,2004,33(6):551-660.
MIAO Jian-yu, ZHOU Li-fa, DENG Kun, et al. Organic matters from Middle Permian source rocks of northern Xinjiang and their relationships with sedimentary environments[J]. Geochimica, 2004,33(6):551-660.
- [11] 彭兴芳,李周波. 生物标志化合物在石油地质中的应用[J]. 资源环境与工程,2006,20(3):279-283.
PENG Xing-fang, LI Zhou-bo. The application of biomarker in the research of petroleum geology [J]. Resources Environment & Engineering, 2006,20(3):279-283.
- [12] 沈忠民,周光甲,洪志华. 低成熟石油生成环境的生物标志化合物特征[J]. 成都理工学院学报,1999,26(4):396-401.
SHEN Zhong-min, ZHOU Guang-jia, HONG Zhi-hua. Biomarker characteristics of indication environments of low-mature oil generation[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1999,26(4):396-401.
- [13] DIDYK B M, SIMONEIT B R T, BRASSELL S C, et al. Organic geochemical indicators of palaeoenvironmental conditions of sedimentation[J]. Nature, 1978,272(5650):216-222.
- [14] POWELL T G, TEN H H L, RULLBOETTER J, et al. Pristane/phytane ratio as environmental indicator: discussion and reply[J]. Nature, 1988,333(6174):604.
- [15] 彼得斯 K E,莫尔多万 J M. 生物标记化合物指南——古代沉积物和石油中分子化石的解释[M]. 姜乃煌,张永昌,林永汉,等,译. 北京:石油工业出版社,1995:79-148.
- [16] 傅家谟,盛国英,许家友,等. 应用生物标志化合物参数判识古沉积环境[J]. 地球化学,1991,20(1):1-12.
FU Jia-mo, SHENG Guo-ying, XU Jia-you, et al. Application of biomarker compounds in assessment of palaeoenvironments of Chinese terrestrial sediments [J]. Geochimica,1991,20(1):1-12.
- [17] 付修根,王剑,汪正江,等. 藏北羌塘盆地晚侏罗世海相油页岩生物标志物特征、沉积环境分析及意义[J]. 地球化学,2007,36(5):486-496.
FU Xiu-gen, WANG Jian, WANG Zheng-jiang, et al. Biomarkers and sedimentary environment of Late Jurassic marine oil shale in Qiangtang basin, northern Xizang and its geological significance [J]. Geochimica,2007, 36(5):486-496.
- [18] 任军虎,王万春,康晏. 有机地球化学指标的分析[J]. 矿物岩石地球化学通报,2006,25(3):266-271.
REN Jun-hu, WANG Wan-chun, KANG Yan. The analysis of organic geochemistry indexes[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2006,25(3): 266-271.
- [19] 胡瑛,张枝焕,李伟,等. 黄骅坳陷滩海三马地区烃源岩分子标志及其沉积相指示意义[J]. 沉积学报, 2006,24(3):419-425.
HU Ying, ZHANG Zhi-huan, LI Wei, et al. Molecular biomarkers characteristics of source rocks from Tanhai Sanma area in the Huanghua Depression and its significance for sedimentary facies [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2006,24(3):419-425.
- [20] 陈文彬,廖忠礼,付修根,等. 北羌塘盆地布曲组烃源岩生物标志物特征及意义[J]. 矿物岩石地球化学通报,2007,25(5):808-814.
CHEN Wen-bin, LIAO Zhong-li, FU Xiu-gen, et al. Biomarker characteristics and significance of hydrocarbon source rocks in Buqu formation of the north Qiangtang Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007,25(5):808-814.

(下转第38页)

的通道作用为下盘圈闭聚集深层运移来的油气创造了有利条件。

(3) 研究区共有南八仙-冷湖五号型、冷湖七号-葫芦山型、鄂博梁-鸭湖型和可能存在型4种滑脱断裂下盘圈闭聚油成藏模式。有油源断裂沟通的滑脱断裂下盘圈闭是柴北缘下一步勘探的重要目标,而滑脱断裂上盘则存在较大的勘探风险。

参考文献:

[1] 黄龙威,罗群. 柴达木盆地北缘西段断裂发育特征与油气聚集[J]. 大庆石油学院学报,2006,30(2):13-16. HUANG Long-wei, LUO qun. The fault characteristics and petroleum accumulating of the north margin west zone in Qiadam Basin[J]. Journal of Daqing Petroleum Institute,2006,30(2):13-16.

[2] 罗群,白新华. 断裂控烃理论与实践-断裂活动与油气聚集研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1998:6-33.

[3] 黄汉纯,黄庆华,马寅生. 柴达木盆地地质与油气预测[M]. 北京:地质出版社,1996:57-60.

[4] 张之一. 石油构造分析理论基础[M]. 北京:地质出版社,1994:49-56.

[5] 黄杏珍. 柴达木盆地的油气形成与寻找油气田方向[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1993:14-29.

[6] HOOPER E. Fluid migration along growth fault in compacting sediments[J]. Journal of Petroleum Geology, 1991,14(2):160-190.

[7] 孙义梅. 断层对油气运移作用研究的新进展[J]. 地学前缘,2001,8(4):14-16. SUN Yi-mei. The new progresses of fault fact on petroleum migration[J]. Earth Science Frontiers,2001,8(4):14-16.

[8] 赵密福,刘泽容,信荃麟,等. 控制油气沿断裂纵向运

移的地质因素[J]. 石油大学学报:自然科学版,2001,25(6):21-24. ZHAO Mi-fu, LIU Ze-rong, XIN Quan-lin, et al. The controlling factors on petroleum migration along fault[J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science),2001,25(6):21-24.

[9] 罗群,姜振学,庞雄奇. 断裂控藏机理与模式[M]. 北京:石油工业出版社,2007:152-180.

[10] DAVID A, ALAN P, JOHN A. Crossing conjugate normal fault[J]. AAPG Bullent, 2000, 84(10):1543-1547.

[11] 罗群,庞雄奇. 柴达木盆地断裂特征与油气区带成藏规律[J]. 西南石油学院学报,2003,25(1):1-5. LUO Qun, PANG Xiong-qi. The fault characteristics and petroleum belts forming law in Qiadam Basin[J]. Journal of Southwest Petroleum Institute,2003,25(1):1-5.

[12] 曾联波,金之钧,汤良杰,等. 柴达木盆地北缘油气分布的构造控制作用[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2001,26(1):54-58. ZENG Lian-bo, JIN Zhi-jun, TANG Liang-jie, et al. Structural controls of petroleum and gas distribution on northern margin of Qaidam Basin, China[J]. Earth Science-Journal of China University of Geosciences,2001,26(1):54-58.

[13] 姜振学,庞雄奇,罗群. 柴北缘西部油气成藏的主控因素[J]. 石油与天然气地质,2004,25(6):692-695. JIANG Zhen-xue, PANG Xiong-qi, LUO Qun. The major controlling factor on petroleum accumulation forming in the west region of the north margin of Qiadam Basin[J]. Oil and Gas Geology,2004,25(6):692-695.

(编辑 徐会永)

(上接第33页)

[21] GAO Hong-mei, GAO Fu-hong, FAN Fu, et al. Geochemical characteristics of Early Cretaceous source rocks in Boli Basin[J]. Global Geology,2006,9(1):49-53.

[22] 金强,翟庆龙. 裂谷盆地的火山热液活动和油气生成[J]. 地质科学,2003,38(3):342-349. JIN Qiang, ZHAI Qing-long. Volcanic and thermal-water activities and hydrocarbon generation in the rift Basins[J]. Chinese Journal of Geology,2003,38(3):342-349.

[23] 翟庆龙,金强,曾怡,等. 渤海湾盆地东营凹陷滨南地区玄武岩-烃源岩共生体的油气地质特征[J]. 石油实验地质,2004,26(5):448-451.

ZHAI Qing-long, JIN Qiang, ZENG Yi, et al. Petroleum geology of basalt-source rock paragenetic association in Binnan area, the Dongying Depression of the Bohaiwan Basin[J]. Petroleum Geology & Experiment,2004,26(5):448-451.

[24] 宋占东,查明,曲江秀,等. 阳信洼陷火成岩对烃源岩形成及演化的作用[J]. 石油学报,2007,28(7):39-43. SONG Zhan-dong, ZHA Ming, QU Jiang-xiu, et al. Effect of igneous rocks on formation and evolution of source rocks in Yangxin sag[J]. Acta Petrolei Sinica, 2007,28(7):39-43.

(编辑 刘为清)