

文章编号: 1000-0550(2000)01-0132-07

# 柴达木盆地东部地区侏罗系 烃源岩地球化学特征及生烃潜力评价

于会娟<sup>1</sup> 妥进才<sup>2</sup> 刘洛夫<sup>1</sup> 陈践发<sup>2</sup> 赵 磊<sup>3</sup>

1(石油大学 北京昌平 102200)

2(中国科学院兰州地质研究所气体地球化学国家重点实验室 兰州 730000)

3(青海石油管理局 甘肃敦煌 736200)

**摘 要** 借助于 Rock-Eval 生油岩评价仪、色谱—质谱、稳定同位素质谱仪、显微镜等分析测试手段,对柴达木盆地东部地区侏罗系烃源岩进行了地球化学特征分析。从有机碳含量、可溶有机质含量及其转化率、热解参数、饱和烃的生物标志化合物特征、有机岩石学特征和饱和烃单体烃碳同位素分布特征几个方面综合分析了侏罗系烃源岩的有机质丰度、类型和成熟度,并对其生烃潜力进行了评价。结果表明:(1)侏罗系烃源岩有机碳含量高,多数样品属中等~好的生油岩范畴。(2)有机质类型多为 III 型,少数为 I 型和 II 型。(3)有机质处于低熟—成熟阶段。(4)烃源岩多为来源于高等植物的滨浅湖相和沼泽相沉积,具有煤系烃源岩的特点。(5)部分地区的生烃潜力较大。

**关键词** 柴达木盆地 侏罗系 烃源岩评价 生物标志化合物 单体烃碳同位素 石油地球化学

**第一作者简介** 于会娟 女 1970 年出生 硕士 有机地球化学

**中图分类号** P593 **文献标识码** A

## 1 引言

柴达木盆地侏罗系烃源岩主要分布于盆地北部的拗陷内,其中的冷湖断陷和鱼卡断陷在生油研究方面进行得较详细<sup>[1,2]</sup>。东部其它地区,尤其是东北缘的花石沟、埃南等地区均出露有较厚的侏罗纪地层,且多以炭质泥岩和煤层为主。花石沟剖面出露的暗色泥岩厚度为 154.0 m,塔托煤矿出露的暗色泥岩厚度分别为 695.5 m 和 750 m。上述地区侏罗系地层目前尚没有探井岩心样品,仅进行过为数很少的露头样品常规地化分析。本文对盆地东部东北缘的大煤沟剖面、德令哈北剖面、全吉—花石沟剖面及盆地东部南缘的秋吉剖面、塔托煤矿进行了较详细的地球化学研究,以填补该区生油研究的空白,为青海油田寻求新的勘探领域提供科学依据。

## 2 样品

由于上述地区没有探井,所有的样品都为露头样品,在五条地质剖面上(图 1)共采集新鲜岩样 13 块,样品分布及岩性、时代见表 1。

## 3 实验

分析条件如下:(1)抽提:70℃恒温下,以氯仿为溶剂,在索氏抽提器中连续抽提 72 小时。(2)有机碳分析:LECWR-112 型仪器。(3)热解:Rock-Eval II 型生油岩分析仪。(4)GC-MS 分析:仪器为美国 HP 公司的 HP-Chemistation-色谱连用仪。型号:色谱为 HP-5890 II 型,质谱为 HP-5890A 型,色谱柱为 HP-5,柱长 30m,内径 0.25mm。起始温度 70℃,升温速率 4.0℃/min,温度终点 300℃,终点时间 25.00 min,柱箱温度 300℃,离子源温度 250℃,电子能量 70eV。(5)饱和烃单体烃碳同位素分析:美国 Finnigan 公司生产的 GC-C-MS-MAT 252 型稳定同位素质谱仪。色谱条件:气化温度,250℃;色谱柱,Q-54-S;柱长 50m,内径 0.2 mm;载气为高纯氮;程序升温,26℃到 175℃为 2℃/min,175℃到 185℃为 0.5℃/min,185℃到 280℃为 3℃/min;氧化炉温度为 800℃;分析误差 0.5‰。(6)有机岩石学分析:在 MPV-SP 显微镜光度计上进行显微组分观察定量,镜质体反射率和壳质组荧光光度学测试。

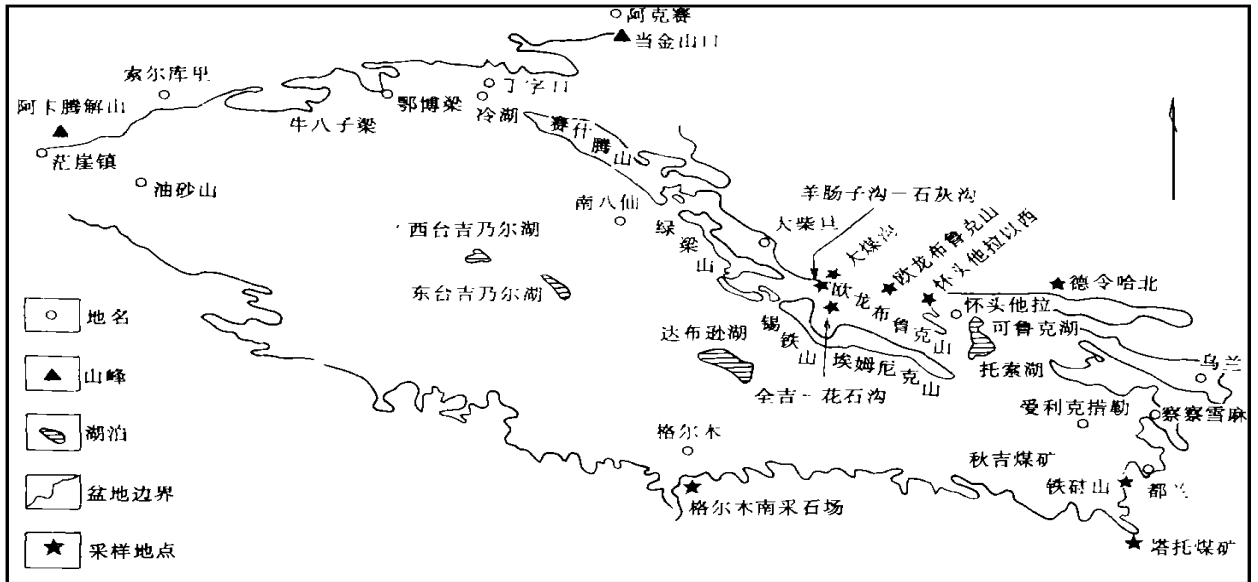


图 1 样品采集地点示意图

Fig.1 Map showing sampling Sites

表 1 侏罗系烃源岩基本地球化学数据

Table 1 The basic geochemical data of the for Jurassic source rocks

采样地点	样号	岩性	C/%	"A" /%	HC /%	归一化族组成/%			饱/芳	转化率/%		$T_{max}$ / $^{\circ}C$	IH /mg·g <sup>-1</sup> TOC/mg·g <sup>-1</sup> TOC	IO
						饱和烃	芳烃	非+沥		"A"/C	HC/C			
大煤沟	S0201	炭质页岩	5.31	0.007	0.003	34.2	11.8	54.0	2.90	0.13	0.058	423	25	87
	RO209	煤	28.13	0.924	0.113	12.9	10.5	76.7	1.23	3.29	0.403	413	203	114
德令哈	S0303	泥岩	1.18	0.012	0.005	22.8	22.8	54.4	1.00	1.00	0.436	411	147	95
	S0304	炭质泥岩	8.50	0.106	0.059	9.5	46.2	44.3	0.21	1.25	0.696	451	29	21
花石沟	S1101	页岩	3.01	0.051	0.004	3.9	4.3	91.8	0.91	1.70	0.137	518	217	64
	S1102	页岩	0.54	0.023	0.003	7.5	9.2	83.3	0.82	4.20	0.501	517	950	69
	S1103	页岩	0.78	0.005	0.002	25.0	13.8	61.2	1.81	0.69	0.264	512	763	88
	S1104	页岩	0.20	0.005	0.001	22.3	9.2	68.5	2.42	2.35	0.606	473	1700	1350
	S1105	页岩	2.55	0.048	0.005	7.2	7.4	85.4	0.97	1.90	0.200	432	42	60
秋吉塔托煤矿	S0902	泥页岩	0.83	0.005	0.002	40.2	4.5	55.4	8.93	0.54	0.192	434	175	80
塔托煤矿	S0705	泥页岩	1.28	0.005	0.002	34.9	18.6	45.5	1.88	0.38	0.192	481	153	89
	S0706	页岩	9.86	0.132	0.043	22.0	32.4	45.6	0.68	1.34	0.532	429	129	65
	S0707	煤	42.41	1.033	0.544	22.3	40.0	37.7	0.56	2.43	1.286	430	172	4

## 4 结果和讨论

### 4.1 侏罗系烃源岩基本特征

烃源岩的有机碳、热解、可溶有机质含量及族组成数据见表 1。

#### 4.1.1 有机质丰度

柴达木盆地侏罗系与吐一哈盆地侏罗系同属西

北地区煤系地层, 两者在岩性、沉积环境方面具有相似性, 因此有机质丰度评价参考吐一哈盆地的评价标准(表 2)<sup>[3]</sup>。

从表 1 可以看出, 烃源岩有机碳含量变化范围很大, 在 0.20%~42.41% 之间, 其中煤样的有机碳含量远远高于炭质页岩和泥岩, 分析的 13 个样品中, 只有 4 个样品的有机碳含量低于 1.0%, 占

31%。按吐—哈盆地煤系泥岩有机质丰度评价标准(表2),仍有二个样品属非生油岩,占分析样品数的

表2 吐—哈盆地煤系泥岩有机质丰度评价标准(据黄第藩,1995)

Table 2 Evaluation standard on the organic matter's Abundance coal—measure shale in Tu—Ha basin (from Huang Difan, 1995)

生油岩级别	好	中	差	非
C/%	> 3.0	3.0~1.5	1.5~0.75	< 0.75
A/%	> 0.06	0.06~0.03	0.03~0.015	< 0.015
HC/×10 <sup>6</sup>	> 300	300~120	120~50	< 50
S1+S2/mg·g <sup>-1</sup>	> 6.0	6.0~2.0	2.0~0.5	< 0.5

15.4%,其余的11个样品大多属于中等—好的生油岩。从可溶有机质含量和总烃(HC)看,其变化范围很大,分别在0.0045%~1.0326%和0.0012%~0.5443%之间,同样是煤样的值很高。但从总体看,这两个参数值普遍偏低,只有53.8%的样品可溶有机质含量超过0.015%,46.2%的样品总烃含量超过0.005%,其中炭质泥岩比炭质页岩相对要好一些。以上特征说明侏罗系既有生烃潜力比较高的烃源岩,也有生烃潜力比较差的烃源岩。在可溶有机质和烃转化率方面侏罗系烃源岩也表现为低值,所有样品的“A”/TOC都小于5.0%(最高的为4.2%),而烃转化率(HC/C)基本都在1.0%以下,仅有一个样品的烃转化率大于1.0%。同时可以看到,煤样的有机碳含量虽然很高,但转化率指标并不高,而炭质页岩正相反,有机碳含量虽然很低,但转化率却相对较高。

#### 4.1.2 有机质类型

根据热解分析结果(表1),侏罗系烃源岩IH、IO变化范围分别在25~1700mg/gTOC之间和4~1350mg/gTOC之间,根据此参数,大多属II型干酪根,少数为I、II型干酪根。源岩的有机显微组成见表3,从表3可以看出,侏罗系样品的有机显微组成以镜质组为主,但变化范围较大,在17%~80%之间,平均为65%,其次为惰质组,在16%~81%之间变化,多数在20%~40%之间,平均为27%,壳质组含量较低,在2%~21%之间变化,平均为8%。与其它含煤盆地(如吐—哈盆地,辽河盆地东部凹陷)相比<sup>①②③</sup>柴达木盆地东部地区煤系烃源岩镜质组含量平均偏低10%左右,而惰质组含量则偏高

表3 柴达木盆地侏罗系烃源岩有机岩石学分析结果

Table 3 The Organic Petrological analysis results of Jurassic source rocks in Qaidam Basin

采样地点	样号	岩性	有机显微组成/%				R <sub>o</sub> /%
			镜质组	壳质组	腐泥组	惰质组	
大煤沟	S0201	炭质页岩	79	5		16	0.853
	RO209	煤	52	9		39	0.720
德令哈	S0303	泥岩	74	5		21	0.710
	S0304	炭质泥岩	76	7		17	0.694
花石沟	S1101	页岩	71	8		21	0.838
	S1102	页岩	68	7		25	0.820
秋吉煤矿	S1103	页岩	66	14	2	18	0.814
	S1104	页岩	72	9		19	0.769
	S1105	页岩	71	6	1	22	0.850
塔托煤矿	S0902	泥页岩	80	4		16	0.865
	S0705	泥页岩	59	4		37	0.830
	S0706	页岩	59	21		20	0.788
	S0707	煤	17	2		81	0.852

15%左右,壳质组含量基本相当。一般认为惰质组是不利生烃的贫氢组分。但据陈中凯等<sup>[4]</sup>的研究结果认为惰质组比镜质组具有较低的吸附性和较大的孔隙直径,从而为煤成烃类的富集和运移起促进作用。至于柴达木盆地侏罗系样品中较高含量的惰质组对烃类的富集和运移究竟起多大作用有待进一步研究。

#### 4.1.3 有机质成熟度

据侏罗系烃源岩的最高热解温度 $T_{max}$ (表1),侏罗系有机质除全吉—花石沟剖面的三个样品成熟度较高, $T_{max}$ 值在512℃以上,达到了高成熟阶段以外,其余样品的 $T_{max}$ 值都在411℃~481℃之间,处于未成熟—成熟阶段。从有机岩石学分析的镜质体反射率 $R_o$ (表3)看,侏罗系烃源岩的 $R_o$ 值在0.694%~0.865%之间,处于未成熟—成熟阶段,多数正处于生烃的高峰期内。

- ① 胡伯良,钱吉盛等.吐鲁番哈密盆地煤成烃演化规律研究.中国科学院兰州地质所.吐哈油田勘探事业部.1997.
- ② 陈践发等.吐哈盆地台北凹陷生油层评价报告.吐哈石油勘探开发会战指挥部.中科院兰州地质所.1993.
- ③ 王小彬等.辽河盆地东部凹陷煤系地层生气潜力及勘探前景评价.1997.

### 4.2 侏罗系烃源岩饱和烃生物标志化合物特征

#### 4.2.1 正构烷烃和类异戊二烯烷烃

在侏罗系烃源岩抽提物饱和烃总离子流图上(图 2),正构烷烃多以高碳数化合物为主峰群(即后高峰形为主),并具有一定的奇数碳优势,主峰碳多以 C<sub>25</sub>、C<sub>27</sub>和 C<sub>29</sub>为主,在分析的 13 个样品中,有

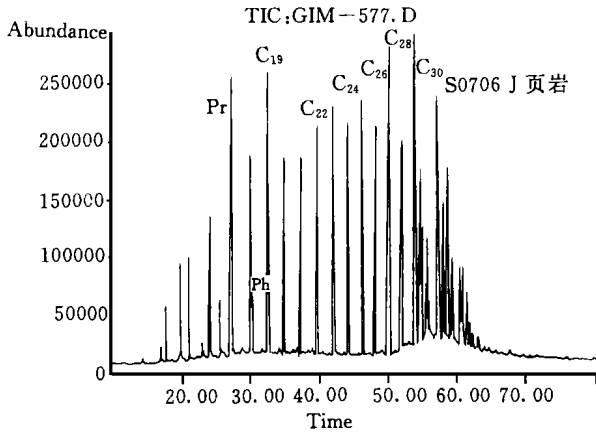


图 2 侏罗系烃源岩抽提物饱和烃总离子流图

Fig. 2 TIC of saturated hydrocarbon of the Jurassic source rocks

7 个表现为双峰群分布,说明侏罗系烃源岩的母源除主要以高等植物输入为主外,也有相当量的低等水生生物输入。部分具有前主峰形正构烷烃分布

特征的样品可能受到了细菌等微生物较强烈的改造作用,有机显微组成中惰质组含量较高可能也与此有关。

类异戊二烯型链烷烃多以姥鲛烷的含量高于植烷为特征。但仍有 46% 的样品 Pr/Ph 比值 < 1.0,说明柴达木盆地侏罗系烃源岩并非都形成于典型的沼泽成煤环境,而与滨浅湖相的泥质烃源岩的异构烷烃分布特征更为接近。侏罗系烃源岩的正构烷烃 CPI 和 OEP 值都大于 1.0,但变化比较大,其中 CPI 值最大可达 2.62,最低为 1.19, OEP 值最高达 2.40,最低为 1.05(表 4),说明侏罗系烃源岩的成熟度随样品不同有一定的变化,成熟度较低的样品尚处在低成熟至未成熟阶段,成熟度较高的样品则正处在生烃高峰期,但还未到高成熟热演化阶段。烷烃轻/重比参数值普遍偏低,这一方面说明样品多以陆源高等植物为主,另一方面也说明其成熟度不高。

#### 4.2.2 三环二萜烷和藿烷

侏罗系烃源岩中以 m/z191 为基峰的长链三环二萜烷的含量比较低,五环三萜烷分布系列中,一般以 C<sub>29</sub>或 C<sub>30</sub>藿烷为主峰, C<sub>27</sub>降藿烷(Ts 或 Tm)为次主峰, C<sub>32</sub>以上的升藿烷含量较低,伽玛蜡烷含量较低,基本上检测不到(图 3),这说明以高等植物为主要母源的淡水湖相和沼泽相沉积环境中缺乏伽

表 4 侏罗系烃源岩的生物标志物参数

Table 4 Biomarker parameters of Jurassic source rocks in Qaidam basin

采样地点	样号	岩性	Pr/nC <sub>17</sub>	Ph/nC <sub>18</sub>	Pr/Ph	CPI	OEP	甾烷/%			C <sub>29</sub> ST/β (α+β)	C <sub>29</sub> ST/20S 20(S+R)	
								C <sub>31</sub> <sup>H</sup> /22S 22(S+R)	C <sub>27</sub>	C <sub>28</sub> C <sub>29</sub>			
大煤沟	S0201	炭质页岩	1.09	0.69	1.00	1.38	1.20	0.50	35.0	23.4	41.6	0.44	0.25
	RO209	煤	1.68	0.37	6.73	1.42	1.19	0.44	11.7	13.1	75.2	0.33	0.10
德令哈	S0303	泥岩	0.97	0.45	1.93	1.51	1.05	0.60	16.8	21.6	61.7	0.26	0.29
哈	S0304	炭质泥岩	1.48	0.76	1.59	1.27	1.16	0.42	31.8	16.2	52	0.42	0.32
花石沟	S1101	页岩	1.23	0.64	1.55	2.30	1.32	0.22	34.1	23.0	42.9	0.45	0.31
	S1102	页岩	0.53	0.71	0.62	1.52	1.16	0.39	24.4	19.0	56.6	0.44	0.26
	S1103	页岩	0.72	1.38	0.98	1.65	1.06	0.21	42.4	12.4	45.2	0.45	0.16
	S1104	页岩	0.63	1.04	0.69	1.30	1.18	0.59	39.4	26.9	33.6	0.50	0.46
	S1105	页岩	0.95	0.60	1.40	2.62	2.40	0.40	17.9	15.9	66.2	0.40	0.09
秋吉塔托煤矿	S0902	泥页岩	0.63	0.76	0.56	1.19	1.11	0.56	45.1	26.7	28.2	0.51	0.43
塔托煤矿	S0705	泥页岩	1.94	0.67	1.82	1.52	1.20	0.56	33.9	14.4	51.7	0.53	0.32
	S0706	页岩	1.20	0.25	3.93	1.34	1.06	0.50	9.5	15.3	75.2	0.41	0.11
	S0707	煤	1.67	0.26	10.56	1.36	1.15	0.54	18.1	20.0	61.9	0.41	0.45

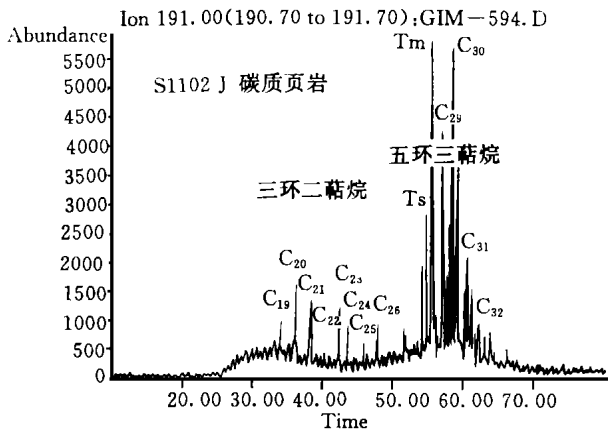


图3 侏罗系烃源岩中检出的三环二萜烷和藿烷质量色谱图

Fig.3 Mass chromatogram of tricyclic thranes and hopanes of the Jurassic source rocks (m/z 191)

玛蜡烷的生源物质。藿烷成熟度参数与甾烷类似,尚未达到演化的平衡值(见表4)。

#### 4.2.3 甾烷

在正规甾烷的组成中,侏罗系烃源岩均是以 $C_{29}$ 甾烷占优势,很少见到 $C_{27}$ 甾烷占优势的样品(表4),这进一步证实了柴达木盆地侏罗系烃源岩的母质组成是以高等植物的输入为主。同时也说明其沉积环境以淡水湖相和湖沼相为主(图4)。甾烷成熟度参数(表4) $C_{29}-ST-\alpha\alpha\alpha/20S/20S+20R$ 比值和 $C_{29}-ST(S+R)-\alpha\beta\beta/\alpha\beta\beta+\alpha\alpha\alpha$ 比值基本上均在0.25以上,但尚未到演化的平衡值,这再一次说明侏罗系烃源岩已进入成熟阶段,但还未进入高成熟热演化阶段。

#### 4.3 正构烷烃单体系列碳同位素分布特征

侏罗系烃源岩正构烷烃单体系列碳同位素分布特征总体上看是:(1) $\delta^{13}C$ 值普遍较高,其中煤样的

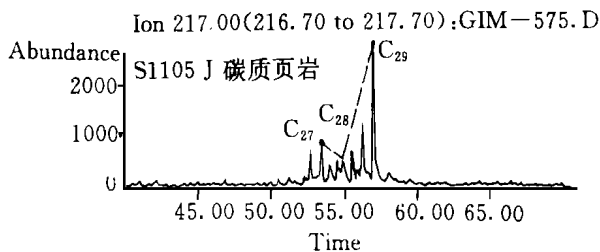


图4 侏罗系烃源岩中检出的甾烷质量色谱图

Fig.4 Mass chromatogram of steranes of the Jurassic source rocks

$\delta^{13}C$ 值尤其高,SO707煤样的 $\delta^{13}C$ 变化范围大,在 $-23.2\text{‰}$ ~ $-33\text{‰}$ 之间,多集中在 $-24\text{‰}$ ~ $-27\text{‰}$ 之间。这是典型的煤系烃源岩特征。(2)泥岩和页岩的该 $\delta^{13}C$ 值比煤岩要小的多,但与其它地区相比该值又偏重,多数在 $-20\text{‰}$ ~ $-27\text{‰}$ 之间,这可能与侏罗系的含煤沼泽相、湖相沉积有关,生烃母质多为陆生高等植物。(3)总体看来,同位素曲线变化比较剧烈,呈明显的“锯齿状”分布,这说明样品不成熟。(4)据Bjorly<sup>[5]</sup>等人研究认为:湖相和湖沼相原油,随碳数增加 $\delta^{13}C$ 有下降趋势。总体看,侏罗系烃源岩正构烷烃单体系列碳同位素分布曲线有随碳数增加 $\delta^{13}C$ 降低趋势,按前述,这是陆相湖沼沉积环境的特征。(5)页岩的分布曲线位于泥岩之下,泥岩又位于煤岩之下,这可能是母质来源和沉积环境不同的结果。(6)不同的样品之间碳同位素值存在很大差异,这种差异显然不是由于成熟度的不同引起的,而是由于母质输入的不同造成的。因为据Bjorly<sup>[5]</sup>等人研究认为成熟度的不同只能引起同碳数正构烷烃同位素值2‰的变化,而柴达木盆地侏罗系烃源岩正构烷烃碳同位素值的变化量要比2‰大的多。因此,侏罗系样品之间在母质输入上可能存在比较大的差异(图5)。

## 5 结论

通过研究,可以对侏罗系烃源岩的地球化学特征得出如下结论:(1)多属于中等一好的生油岩。

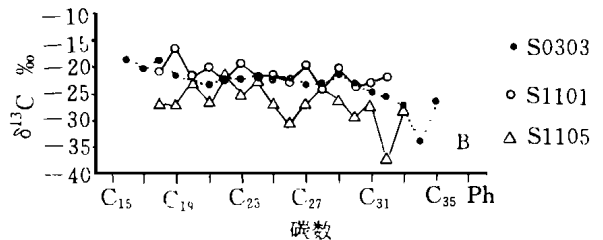
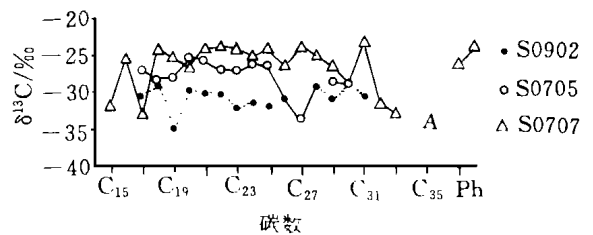


图5 柴达木盆地侏罗系烃源岩饱和烃单体烃碳同位素组成

Fig.5 Carbon isotope composition of individual hydrocarbon with saturated hydrocarbon fractions of Jurassic source rocks in Qaidam basin

(2)有机质类型多为 II 型,少数为 I、II 型。(3)有机质处于低熟—成熟阶段,大多处于生烃高峰期內。(4)烃源岩多为来源于高等植物的滨浅湖相和沼泽相沉积。(5)部分地区的生烃潜力较大。

致谢:青海石油管理局研究院在样品采集过程中提供了协助,中科院兰州地质所气体、地球化学国家重点开放实验室的许多同志在本实验的分析、测试中提供帮助和建议,在此一并表示衷心的感谢。

### 参 考 文 献

1 中国石油地质志(卷十四)—青藏油气区[M].北京:石油工业出

版社,1990.105~152

- 2 黄杏珍,邵宏瞬等,柴达木盆地的油气形成与寻找油气田的方向[M].兰州:甘肃科学出版社,1995
- 3 程克明.烃源岩地球化学[M].北京:科学出版社,1995.167~187
- 4 陈中凯,胡社荣,煤中的惰性组分与煤成油[J].石油勘探与开发,1996,23(4):25~27
- 5 Bjorly M, Hall K, Gillyon P, Jumeau J. Carbon isotope variations in *n*-alkanes and isoprenoids of whole oils[J]. Chem. Geol. 1991, 93: 13~20

## Geochemical Characteristics and Evaluation on Hydrocarbon Generation Potentials of Source Rocks in Jurassic Eastern Qaidam Basin

YU Hui-juan<sup>1</sup> TUO Jin-cai<sup>2</sup> LIU Luo-fu<sup>1</sup> CHENG Jian-fa<sup>2</sup> ZHAO Lei<sup>3</sup>

1 (University of Petroleum Changping Beijing 102200)

2 (State Key Laboratory of Gas-Geochemistry Lanzhou Institute of Geology Chinese Academy of Science Lanzhou 730000)

3 (Qinghai Research Institute of Petroleum Exploration and Development Dunhuang Gansu 736200)

### Abstract

The geochemical characters of 13 Jurassic source rock samples in the eastern Qaidam basin are studied by means of Rock-Eval, GC-MS, GC-MS-MAT and so on Based on the comprehensive analyses of the organic carbon content, the content and conversion ratio of organic matter, parameters of pyrolysis, organic petrology parameters, biomarker characters of saturated hydrocarbon and stable carbon isotope composition of individual hydrocarbon, the organic matter's abundance, type and maturity are studied, and the potential of generation hydrocarbon are evaluated.

**1. Abundance of the organic matter** The variety range of the organic carbon content is wide, which is 0.20%~42.41%. Of which, the coal samples' organic carbon content is bigger than shale samples'. And only 31% samples' organic carbon content is less than 1.0%. The variation range of the soluble organic matter's content and total hydrocarbon is 0.0045%~1.0326% and  $12.1 \times 10^6 \sim 5443.9 \times 10^6$  respectively, only 53.8% samples' soluble organic matter content exceeds 0.015%, 46.2% samples' total hydrocarbon exceeds  $50 \times 10^6$ , and have commonly low values. The conversion ratio of organic matter ( $^*A^*/TOC\%$  and  $HC/TOC\%$ ) have also low values. Of which, the largest  $^*A^*/TOC\%$  value is 4.20%, and only one sample's  $HC/TOC\%$  is larger than 1.00%.

**2. Type of the organic matter** According to the result of pyrolysis analysis, the variety range of IH、IO and S2/S3 is 25~1700mg/gTOC、4~1350mg/gTOC and 0.29~42.96 respectively. According to the organic petrology analysis of the maceral the major part is vitrinite, ranging from 17% to 80%, averaging being 65%. The second part is inertinite, ranging from 16% to 81%, averaging being 27%. The smallest part is exinite, ranging from 25% to 21%, averaging being 8%.

**3. Maturity of the organic matter** Except three samples whose  $T_{max}$  is above 512 °C, all other samples'  $T_{max}$

is 411 ~ 481 °C, being the stage of lower-maturity to maturity. According to the vitrinite reflectance  $R_o$ , which is from 0.694 to 0.865, the organic matter is also lower-maturity to maturity stage, most of the source rocks being the highest stage of generating hydrocarbon.

**4. Biomarker characteristics of saturated hydrocarbon** The characteristic of normal alkane are, from the TIC, the saturated hydrocarbon's dominant form is latter single peak, part of them is double peak or front single peak, having common features with other coal-bearing sedimentary basin. The isoprene's characteristics are that, the Pr/Ph of 54% samples is more than 1.0, which show that the Jurassic source rocks are not completely from the typical marsh environment, but much like the lake-beach and shallow lake depositional environment. CPI and OEP of the source rocks are more than 1.0, of which, CPI from 1.19 to 2.62, OEP from 1.05 to 2.40.  $\sum C_{21}^+ / \sum C_{21}^-$  of the samples are lower. All these, on the one hand, show that the source rocks come from continental higher plants, on the other hand, show that the maturity of the source rocks is not high. The existence of bicyclic sesquiterpanes and diterpenoids show the source rocks have the characteristics of coal-measure formation. The characteristics of tricyclic terpanes and hopanes of Jurassic samples are the amount of the tricyclic terpanes is less than hopanes, in which, commonly  $C_{29}$  and  $C_{30}$  is major part,  $C_{27}$  (Tm or Ts) is second part, the  $C_{32}+$  homohopanes' amount is low, and gammacerane can't be checked. The characteristics of steranes are that  $C_{29}$ -steranes is major part,  $C_{27}$ -steranes is second part,  $C_{27}$ -steranes is lowest, which forming non-symmetrical V shape. The maturity parameters of steranes and hopanes doesn't reach the equilibrium point of evolution.

**5. Stable carbon isotope of individual hydrocarbon:** This feature is that  $\delta^{13}C$  of the coal samples is high, ranging from -23.2‰ to -33‰, mostly in -24‰ ~ -27‰. The  $\delta^{13}C$  of shale and mudstone is less than coal samples, however, the  $\delta^{13}C$  of shale and mudstone is bigger than other areas, mostly in -20‰ ~ -27‰. The variation of individual hydrocarbon isotope is obvious and the curve has a jaggy shape. With the increase of carbon numbers,  $\delta^{13}C$  has a decreasing tendency. The distribution curve of shale is below that of mudstone, and that of mudstone is below the curve of coal-measure rocks. The  $\delta^{13}C$  of different samples have bigger difference. Above features show that the depositional environment of the source rocks with their different bio-input being continental higher plants are marsh lake-beach and shallow lake, and the maturity of the source rocks is low.

Summing up above all the characteristics the following results are obtained: (1) The Jurassic source rocks have relatively high content of organic carbon, and most of the samples belong to medium-good source rock. (2) Most of the organic matters are of type III few of them are of type I or type II. (3) The organic matter is at low-maturity to maturity stage. (4) The sedimentary environment of the source rocks with their bio-inputs being continental higher plants were marsh, lake-beach and shallow lake, and the source rocks possess the characters of coal-measure rocks. (5) There is a hydrocarbon generation potentials with the Jurassic source rocks in some areas in the basin.

**Key words** Qaidam basin Jurassic source rocks petroleum geochemistry biomarker features individual hydrocarbon isotope evaluation of source rocks