

文章编号: 1000-0550(2012)02-0392-07

# 酒西坳陷与酒东坳陷下白垩统生烃条件对比研究

马立元<sup>1</sup> 程克明<sup>2</sup>

(1. 中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院 北京 100083; 2. 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院 北京 100083)

**摘要** 论文通过对酒泉盆地下白垩统各层组烃源岩有机地球化学特征的研究,分凹陷分层组对酒泉盆地下白垩统的生烃条件进行了系统的评价,在此基础上对酒西坳陷和酒东坳陷下白垩统的生烃条件进行了横向对比。研究结果表明,酒西坳陷下白垩统烃源岩的生烃条件从中沟组一下沟组—赤金堡组逐渐变好,而酒东坳陷下白垩统的生烃条件具有从中沟组一下沟组—赤金堡组逐渐变差的趋势,也反映出“好的不熟,熟的不好”的生烃特点。酒西坳陷的下沟组和赤金堡组烃源岩是酒泉盆地下白垩统烃源岩中生烃较大贡献者。研究结果对于本区油气勘探具有重要指导意义。

**关键词** 生烃条件 下白垩统 烃源岩 酒西坳陷 酒东坳陷

**第一作者简介** 马立元 男 1972年出生 博士 高级工程师 油气地球化学 E-mail: maly.syky@sinopec.com

**中图分类号** TE122.1<sup>+</sup>15 **文献标识码** A

关于酒泉盆地下白垩统的油气生成,前人已做了大量工作,并取得了丰硕的研究成果<sup>[1-5]</sup>。近年来,随着勘探形势的发展和油气研究的不断深入,反映出在油气生成方面还存在一些理论问题有待解决,如青西凹陷赤金堡组的生烃条件及其分布、酒东坳陷主要源岩及其热演化等。更值得人们关注的是,对于同样处于酒泉盆地中的酒西坳陷和酒东坳陷来说,为什么会出现酒西“富油”而酒东相对“贫油”的局面?尽管前人已从石油地质条件(构造变形、主要油源层、油气运聚条件)方面探讨了酒西坳陷和酒东坳陷的异同<sup>[6]</sup>,但是缺乏二者生烃条件的系统比较。

论文通过对酒泉盆地下白垩统各层组烃源岩有机地球化学特征的研究,分凹陷分层组对酒泉盆地下白垩统的生烃条件进行了系统的评价,在此基础上对酒西坳陷和酒东坳陷下白垩统的生烃条件进行了横向对比,从生烃的角度回答了长期以来困扰人们的为什么酒西“富油”而酒东相对“贫油”的问题。

## 1 地质背景

酒泉盆地是一个受到后期构造运动强烈改造的中新生代叠合盆地,由3个坳陷和1个隆起区组成,即酒西坳陷、酒东坳陷、花海—金塔坳陷和嘉峪关隆起<sup>[7]</sup>(图1)。其中酒西坳陷又可分为青西凹陷、石大凹陷、赤金凹陷和鸭北凸起,而酒东坳陷由营尔凹陷、

清水凸起、马营凹陷和天泉寺凸起组成,有的凹陷又可划分出若干更次一级的构造(图1)。

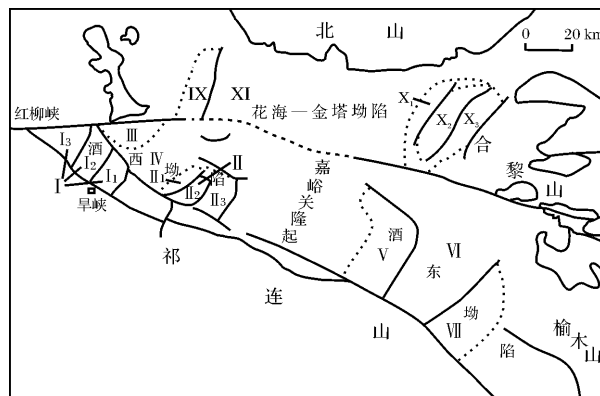


图1 酒泉盆地白垩纪构造单元划分图(据文献[7]改编)

I - 青西凹陷; I<sub>1</sub> - 青南次凹; I<sub>2</sub> - 青西低凸起; I<sub>3</sub> - 红南次凹; II - 石大凹陷; II<sub>1</sub> - 石北次凹; II<sub>2</sub> - 石北低凸起; II<sub>3</sub> - 大红圈次凹; III - 赤金凹陷; IV - 鸭北凸起; V - 营尔凹陷; VI - 清水凸起; VII - 马营凹陷; VIII - 天泉寺凸起; IX - 花海凹陷; X - 双古城凹陷; X<sub>1</sub> - 旧寺墩低凸起; X<sub>2</sub> - 双树子次凹; X<sub>3</sub> - 双古城次凹; XI - 花东凸起

Fig. 1 Cretaceous tectonic units in the Jiuquan basin (modified from reference [7])

本区的工业性储油地层主要有志留系中统泉脑沟组、下白垩统下沟组、古近系火烧沟组和白杨河组。源岩主要分布于下白垩统,自下而上由赤金堡组、下沟组和中沟组组成。

表1 酒泉盆地地下白垩统烃源岩有机质丰度

Table 1 Organic abundance of the Lower Cretaceous source rocks from the Jiuquan basin

坳陷	凹陷	层位	TOC/%	$S_1 + S_2 / (mg/g)$	"A" /%	HC/ $\mu g/g$	级别
酒西坳陷	青西凹陷	$K_{1z}$	0.41 ~ 2.35 0.83(150)	0.06 ~ 19.42 1.92(137)	0.002 ~ 0.203 0.046(21)	8 ~ 797 195(21)	差
		$K_{1g}$	0.40 ~ 3.54 1.41(350)	0.06 ~ 23.32 5.87(331)	0.005 ~ 0.620 0.167(71)	8 ~ 3794 782(71)	好
		$K_{1c}$	0.40 ~ 5.49 1.24(24)	0.12 ~ 11.42 1.51(24)	0.012 ~ 0.136 0.043(7)	43 ~ 664 193(7)	差
酒东坳陷	营尔凹陷	$K_{1z}$	平均 > 2	平均 > 6, 最大平均值 > 10	平均 > 0.1	平均值为 883	好
		$K_{1g}^2$	平均值 1.02	平均 4.92, 中部 > 7	平均达到 0.08	平均值为 470	中等
		$K_{1g}^1$	中部可达 1%	中部可达 1 ~ 3	平均达到 0.06	平均值为 353	差—中等
		$K_{1c}$	平均约 0.6%	一般 < 2	平均达到 0.038	平均值为 260	差

## 2 下白垩统生烃条件评价

### 2.1 有机质丰度

首先需要说明的是,酒西坳陷内以青西凹陷为主要生烃凹陷,而酒东坳陷内以营尔凹陷为主要生烃凹陷,且前人所做的研究工作也主要集中在这两个凹陷内,因此,论文主要就这两个凹陷下白垩统的生烃条件进行评价。

通过对酒泉盆地地下白垩统烃源岩有机质丰度的系统评价可以看出,酒西和酒东坳陷下白垩统各层组有机质丰度存在着很大差异(表1)。酒西坳陷的青西凹陷中沟组( $K_{1z}$ )有机碳含量平均为0.83%,生烃潜量平均1.92 mg/g,氯仿沥青“A”平均0.046%,总烃(HC)平均值只有195  $\mu g/g$ ,总体属于较差源岩。而酒东坳陷的营尔凹陷中沟组有机质丰度最高,其总面貌是有机碳含量平均 > 2%,生烃潜量平均 > 6 mg/g,最大平均值可达10 mg/g(长101井和长2井),氯仿沥青“A”平均 > 0.1%,总烃(HC)平均值为883  $\mu g/g$ ,各项指标均显示出中沟组属于好烃源岩。

青西凹陷的下沟组有机碳含量平均为1.41%,生烃潜量平均5.87 mg/g,氯仿沥青“A”平均0.167%,总烃(HC)平均值高达782  $\mu g/g$ ,属于好源岩范畴。营尔凹陷下沟组有机质丰度以凹陷中部最高,南北较低。其中下沟组上部( $K_{1g}^2$ )要好于下部( $K_{1g}^1$ ),属于中等源岩,而下部则属于较差—中等源岩。

青西凹陷赤金堡组尽管有机碳含量较高,但其生烃性能较差,总体属于差源岩。营尔凹陷赤金堡组源岩有机碳平均含量约0.6%,生烃潜量一般 < 2 mg/g,氯仿沥青“A”平均为0.038%,总烃(HC)平均含量为260  $\mu g/g$ ,总体属于较差源岩(表1)。

总体来看,青西凹陷内下沟组的有机质丰度最高,赤金堡组和中沟组较低,可能赤金堡组要好于中沟组,而营尔凹陷下白垩统各层组以中沟组的有机质丰度最高,下沟组次之,赤金堡组最低。

### 2.2 有机质类型

有机质类型是反映烃源岩质量好坏的重要指标,是决定有机质生烃能力和生烃属性的重要因素。

从青西凹陷烃源岩氢指数( $I_H$ )与氧指数( $I_O$ )关系图中(图2a)可见,中沟组源岩成烃母质以 $II_2$ 型和III型为主,少部分为 $II_1$ 型。下沟组源岩的成烃母质以 $II_1$ 型及 $II_2$ 型为主,且二者所占比例相当,成烃母质要优于中沟组。赤金堡组源岩样品的成烃母质几乎均为典型的III型,这与该区的赤金堡组样品采自青西凹陷的边缘相(鸭北地区)相一致。

营尔凹陷中沟组源岩成烃母质以I型和 $II_1$ 型为主,母质类型整体较好(图2b)。下沟组上段( $K_{1g}^2$ )源岩的成烃母质类型主要为III型和 $II_2$ 型,少量 $II_1$ 型。下沟组下段( $K_{1g}^1$ )样品集中分布在 $II_2$ 型区域内,也有少量属 $II_1$ 型,相对于中沟组成烃母质类型明显变差。赤金堡组大部分样品的成烃母质类型均为 $II_2$ 型,也有少部分 $II_1$ 型和III型,相对于下沟组下部母质类型更差一些。

可见,酒泉盆地地下白垩统源岩生烃母质类型以过渡型为主,间有部分I型和III型母质,反映其母质来源以低等浮游生物和高等植物输入兼有的特征,具体类型之间的差异反映了沉积环境微相和母源前身物输入的某些细微变化。在酒西坳陷,生烃母质类型以青西凹陷的下沟组为最优,在过渡型为主的前提下, $II_1$ 型母质的比例略高于 $II_2$ 型母质。其余各层组均以 $II_2$ 型和III型为主。据程克明等的研究,酒西坳陷

石大凹陷赤金堡组源岩中存在 10% 左右的腐泥型母质,预示该区赤金堡组可能也存在着优质源岩<sup>[4]</sup>。由于酒西坳陷各凹陷具有着相似的沉积与演化史<sup>[8-10]</sup>,推测青西凹陷的赤金堡组也应具有相当比例的较好成烃母质类型。而在酒东坳陷营尔凹陷中,下白垩统各层组的生烃母质类型以中沟组下段为最好,主要为 II<sub>1</sub> 型,也有部分 I 型,其次是中沟组上段

和下沟组,主要为 II<sub>2</sub> 型,也有部分 II<sub>1</sub> 型有机质。赤金堡组最差,但赤金堡组的局部层段也存在相对较好的生烃母质类型。

### 2.3 有机质成熟度

#### 2.3.1 青西凹陷

##### ① 可溶有机质的演化特征

从青西凹陷青南次凹下白垩统烃源岩样品的可

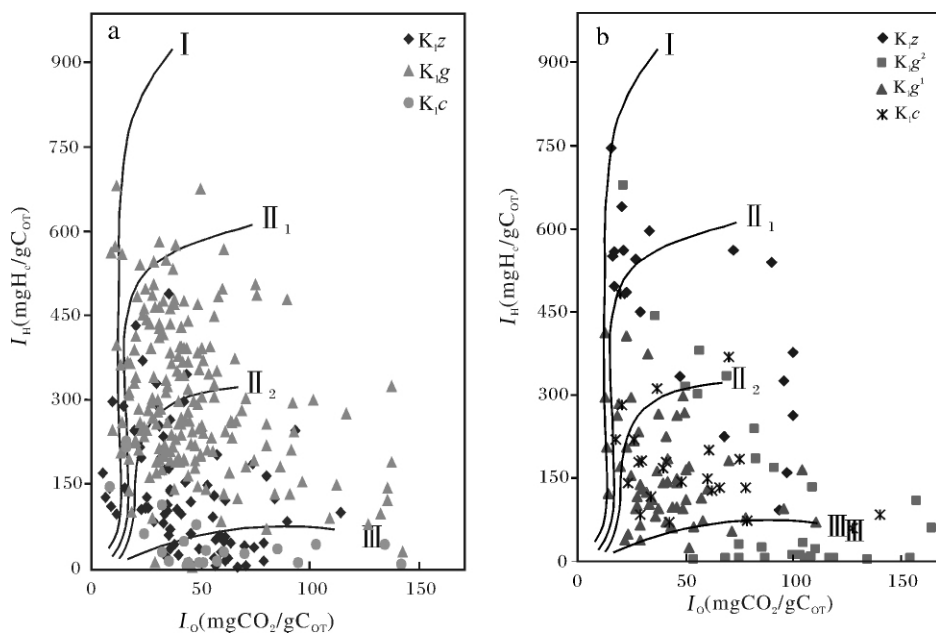


图2 青西凹陷(a)和营尔凹陷(b)下白垩统源岩 I<sub>H</sub> ~ I<sub>O</sub> 关系图

Fig. 2 Relation of hydrogen index with oxygen index of the Lower Cretaceous source rocks from Qingxi and Yinger Sag (A/TOC) %

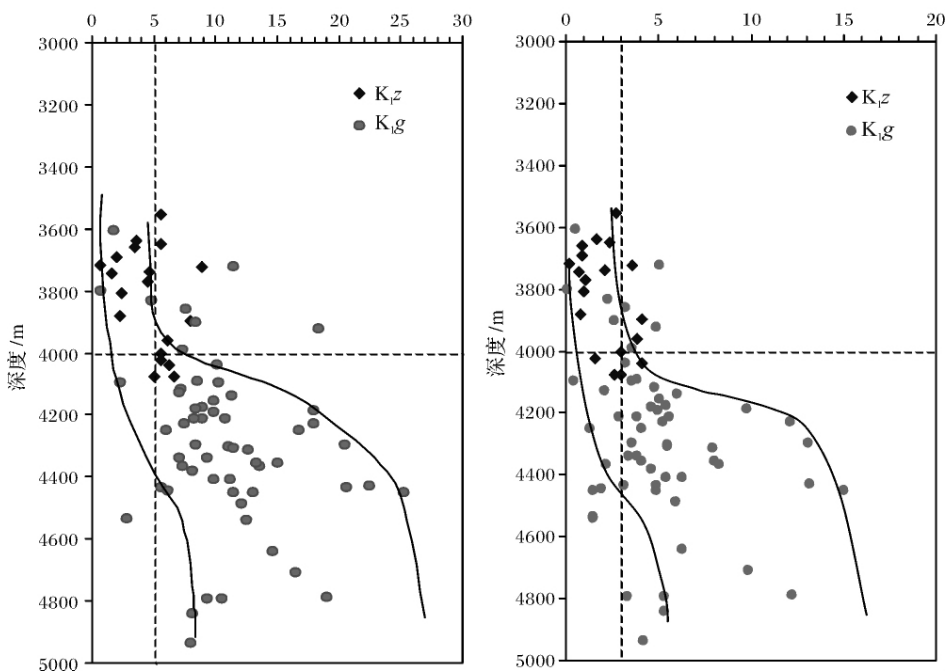


图3 青南次凹下白垩统源岩可溶有机质转化率随深度的变化

Fig. 3 Conversion rate of soluble organic matter in the Lower Cretaceous source rocks along with depth from the Qingnan Sub-sag

溶有机质和烃类转化率与深度的关系(图3)可以看出,在4 000 m以上,除个别样品因受原油浸染的缘故而表现反常外,大多数样品的可溶有机质转化率和烃类转化率均较低,分别小于5%和3%;而在4 000 m以下,绝大多数样品可溶有机质的转化率大于5%,且烃类的转化率大于3%。因此,可以将青南次凹的生油门限定为4 000 m。

从图3还可以看出,青南次凹中沟组的绝大多数烃源岩目前尚未进入生烃门限,只有个别钻井中中沟组底部的少量样品进入了低成熟演化阶段并且开始生油。下沟组除部分样品(深度小于4 000 m)外,基本上都已进入了生油门限。说明下沟组上部的烃源岩目前基本上处于低成熟阶段,而下部烃源岩可能正处于大量生油的成熟阶段,甚至生烃高峰阶段。

### ② 镜质体反射率

研究表明,烃源岩中有机质的镜质体反射率与其埋藏深度之间呈现良好的对数关系<sup>[11]</sup>。图4a为位于青南次凹中心的柳2井和窿105井镜质体反射率随深度变化的关系图,当镜质体反射率 $R_o = 0.5\%$ 时所对应的埋深分别为3 520 m和3 340 m,而由图3可以看出,在深度小于4 000 m时,下白垩统源岩的可溶有机质和烃类转化率都较低,3 340~3 520 m的深度远未达到转化率的门限值,因此将 $R_o = 0.5\%$ 定为该区有机质的成熟门限显然是不妥当的,而根据

可溶有机质的大量出现将该区的生油门限定为4 000 m深度比较合适。当深度为4 000 m时,镜质体反射率约为0.65%~0.70%。

为了真实反映青南次凹下白垩统源岩的热演化程度,确定其统一的生油门限,实测了青南次凹9口探井近30个样品的镜质体反射率,并且对其与埋藏深度进行了回归分析(图4b)。结果表明,当 $R_o$ 为0.65%~0.70%时,其相应的埋藏深度为3 930~4 080 m。显然4 000 m左右的埋藏深度是青南次凹有机质真正开始生油的门限深度。

### 2.3.2 营尔凹陷

#### ① 可溶有机质的演化特征

据陈建平等的研究,营尔凹陷下白垩统烃源岩中可溶有机质的组成具有从低成熟至高成熟非烃和沥青质含量减少,而饱和烃含量逐渐增高的规律<sup>[12]</sup>。从酒参1井岩石中可溶有机质随深度的变化(图5)可知,该井区的生油门限应在3 200 m附近。在3 700 m之上尽管氯仿沥青“A”转化率已大于5%,烃转化率也已大于3%,且有一个小的峰包,但总的来说还是维持在较低值,表明在这段地层中有机质仍处于低成熟阶段,生成的油为低熟油。下沟组下段和赤金堡组4 600 m以上烃源岩有机质处于成熟生油高峰,4 600 m以深(赤金堡组下部)基本上已处于高成熟的湿气—凝析油阶段了。

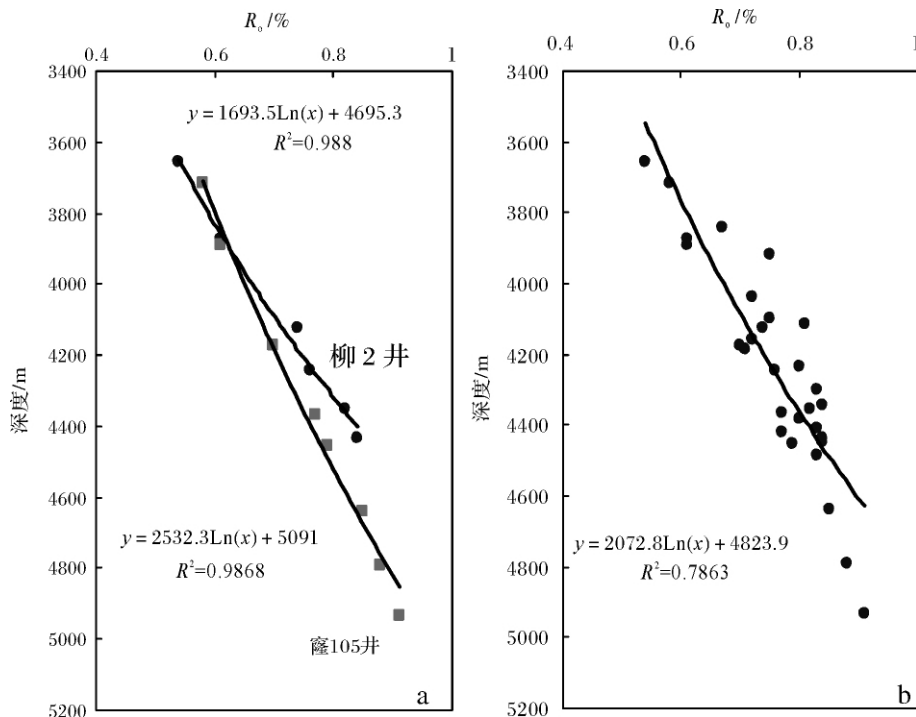


图4 青南次凹烃源岩镜质体反射率与深度关系图

Fig. 4 Relation between vitrinite reflectance and depth of source-rocks from the Qingnan Subbasin

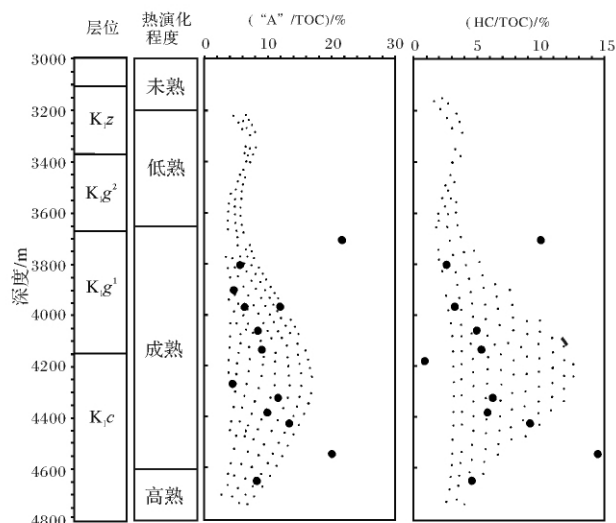


图5 酒参1井岩石中可溶有机质转化率随深度的变化  
(据文献[12])

Fig. 5 Conversion rate of soluble organic matter along with depth in Well Jiucan 1 (from ref. [12])

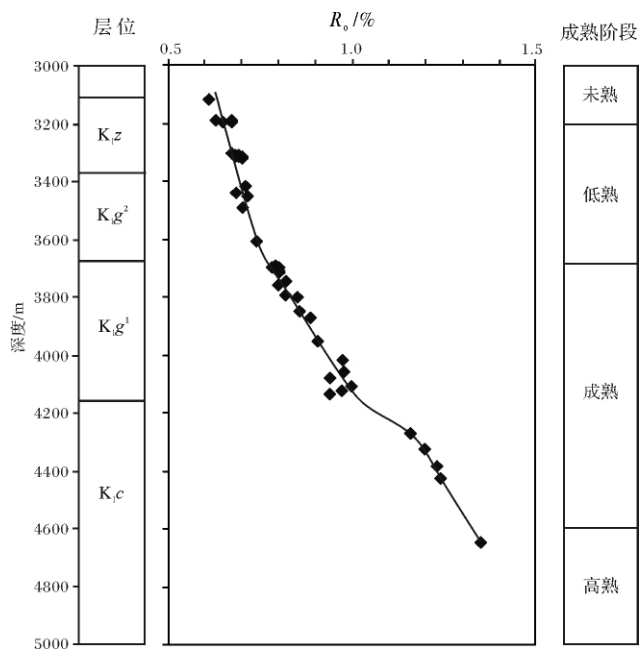


图6 酒参1井镜质体反射率随深度的变化

Fig. 6 Change of vitrinite reflectance along with depth in Well Jiucan 1

## ② 镜质体反射率

由酒参1井中镜质体反射率随深度的变化(图6)可见,下白垩统顶部的镜质体反射率已达0.6%左右,深度在3000~3200m之间,这表明下白垩统已进入生油门限。当 $R_0=1.0\%$ 的生油高峰时,深度为

4100m左右; $R_0$ 达1.3%时的深度约为4550m。也就是说现今酒参1井中下白垩统中沟组和下沟组上段烃源岩有机质仍处于低熟阶段;下沟组下段和赤金堡组上段烃源岩有机质目前正处在生油高峰阶段;赤金堡组中部已处于生油窗的下半部分,4600m以下地层烃源岩有机质已进入高成熟的湿气—凝析油阶段。

## 3 生烃条件对比

由前面的论述可知,酒东坳陷与酒西坳陷下白垩统各层组的生烃条件存在着明显的差异,现对比如下。

在酒西坳陷青西凹陷下白垩统烃源岩中,下沟组烃源岩的有机质丰度较高,母质类型较好,属II型,且腐殖—腐泥型母质的比例高于腐泥—腐殖型,生烃条件应属最好,加之下沟组烃源岩正处于低成熟—成熟阶段,已进入生烃门限而开始大量生烃,因此下沟组对本区生烃应有较大贡献;而中沟组烃源岩的生烃能力较差,有机质丰度较低,生烃母质类型以腐泥—腐殖型和腐殖型为主,总体属于差的烃源岩,且源岩大部分处于未成熟阶段,成烃意义不大。推测青南次凹赤金堡组烃源岩应有较好的生烃条件(前述)。可见,青西凹陷下白垩统烃源岩的生烃条件从中沟组—下沟组—赤金堡组逐渐变好。

对于酒东坳陷营尔凹陷来说,下白垩统生烃条件以中沟组下段( $K_{1z}^1$ )最好,其中的有机质丰度最高,生烃母质类型也最好,主要为腐殖—腐泥型和腐泥型;中沟组上段( $K_{1z}^2$ )和下沟组( $K_{1g}$ )次之,有机质丰度相对较低,母质类型以腐泥—腐殖型为主;而赤金堡组( $K_{1c}$ )在全区属差源岩,有机质丰度很低,生烃母质类型以腐泥—腐殖型和腐殖型为主,但其局部层段也存在相对较好的生烃母质类型。因此,营尔凹陷下白垩统的生烃条件具有从中沟组—下沟组—赤金堡组逐渐变差的趋势。

值得注意的是,据对营尔凹陷烃源岩热演化程度的研究(前述),酒参1井生烃门限在3200m左右,这一深度已达中沟组的中下部,其镜质体反射率值( $R_0$ )仅为0.5%~0.7%,成熟度较低。另外,本区源岩基本上属泥质白云岩或白云质泥岩,一般碳酸盐含量较高,其对有机质生烃异构化的抑制作用十分明显,这也是本区的生烃特点之一<sup>[12]</sup>。因此,结合本区下白垩统生烃条件的纵向变化,即从中沟组—下沟组—赤金堡组生烃条件逐渐变差的事实,再结合碳酸

表2 酒泉盆地与其它盆地地下白垩统烃源岩比较表

Table 2 Comparison of the Lower Cretaceous source rocks from the Jiuquan Basin with those from other basins

地区	凹陷	层位	TOC/%	"A" /%	HC/( $\mu\text{g/g}$ )	$S_1 + S_2$ /( $\text{mg/g}$ )	$R_o$ /%	备注
酒西坳陷	青西凹陷	青南次凹	K1z	0.83	0.046	195	1.92	>0.5
			K1g	1.41	0.167	782	5.87	0.6~1.0
	石大凹陷	石北次凹	K1z	1.51	0.014	25	8.75	<0.5
			K1g	1.78	0.148	469	10.34	0.5~0.7
			K1c	2.08	0.160	851	10.00	0.7~1.1
		大红圈	K1g	1.69	0.147	375	9.64	0.6~0.8
		次凹	K1c	1.99	0.215	845	9.66	0.8~0.9
酒东坳陷	营尔凹陷	K1z	1.97	0.134	593	7.71	0.4~0.7	
		K1g	0.82	0.052	355	2.22	0.7~1.2	
		K1c	1.20	0.069	376	2.92	1.0~>1.3	
松辽盆地		K1n <sup>2</sup>	3.33	0.030	100	4.50		次要生油层
		K1n <sup>1</sup>	2.40	0.210	1467	26.49		主要生油层
		K1q <sup>2+3</sup>	0.71	0.051	285	5.27		次要生油层
		K1q <sup>1</sup>	2.21	0.533	1612	13.23		主要生油层
二连盆地	额合宝力格	K1	2.14	0.093	474	4.45		
		赛汉塔拉	K1	1.36	0.073	359	2.06	

注: 松辽盆地和二连盆地资料引自文献[12]。

盐岩对生烃的抑制作用和源岩热成熟度较低等特点, 认为营尔凹陷中沟组源岩实际上对成烃贡献不大。即使在特定条件下(有生烃条件较好的未熟源岩、好的储集条件和具备早期构造圈闭等)能形成中沟组未成熟—低成熟油藏(如营参1井),但其产能及规模仍比较有限;而成熟度较高的下沟组下段和赤金堡组的源岩无论其有机质丰度和生烃潜量均属差源岩范畴(前述),反映出营尔凹陷下白垩统烃源岩具有“好的不熟,熟的不好”的生烃特点。相比较而言,营尔凹陷中对生烃有一定贡献的层段可能是下沟组上部(K1g<sup>2</sup>),但是该层段仅在凹陷中部(酒参1井和长2井区)比较发育,而在凹陷南部(祁1井区)和凹陷北部(营参1井区)并不发育。综合上述分析结果,作者认为该区的油源并不充足。目前,营尔凹陷探井中只见少量油流的事实也从另一个侧面反映了这一油源不足的问题。

相比之下,酒东坳陷营尔凹陷中沟组烃源岩的有机质丰度要高于酒西坳陷青西凹陷和石大凹陷相同层位的有机质丰度,但其未熟,对成烃贡献不大。根据下沟组和赤金堡组源岩的比较结果,尽管营尔凹陷的成熟度相对于青西和石大凹陷较高,但平均有机质丰度较低(表2),属差源岩范畴;而酒西坳陷下沟组和赤金堡组源岩的有机质丰度较高,与我国以下白垩统为主要烃源岩的其它含油气盆地相比,下沟组和赤金堡组源岩的有机质丰度虽然低于松辽盆地的主要生油层—下白垩统青一段(K1q<sup>1</sup>)和嫩一段(K1n<sup>1</sup>),

但明显高于其次要生油层—青二、三段(K1q<sup>2+3</sup>)和嫩二段(K1n<sup>2</sup>)以及二连盆地的白垩系,个别层段的烃源岩有机质丰度甚至与松辽盆地主要烃源岩层相当(表2)。因此,酒西坳陷的下沟组和赤金堡组烃源岩是酒泉盆地地下白垩统烃源岩中生烃较大贡献者。

## 4 结论

综合研究结果,酒西坳陷青西凹陷下白垩统烃源岩的生烃条件从中沟组—下沟组—赤金堡组逐渐变好,而酒东坳陷营尔凹陷下白垩统的生烃条件具有从中沟组—下沟组—赤金堡组逐渐变差的趋势,也反映出“好的不熟,熟的不好”的生烃特点。酒西坳陷的下沟组和赤金堡组烃源岩是酒泉盆地地下白垩统烃源岩中生烃较大贡献者。

## 参考文献(References)

- 1 罗斌杰,林禾杰,等. 酒西盆地油源及油气运移研究[R]. 兰州: 中国科学院兰州地质研究所,1985 [Luo Binjie, Lin Hejie, et al. Research of oil source and migration in the Jiuxi Basin[R]. Lanzhou: Lanzhou Institute of Geology, CAS, 1985]
- 2 黄第藩,程克明,等. 酒东盆地石油地质地球化学综合研究和远景评价[R]. 北京: 中国石油勘探开发研究院,1990 [Huang Difan, Cheng Keming, et al. Comprehensive research of petroleum geology and geochemistry in the Jiudong Basin and evaluation on its resource prospect[R]. Beijing: Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, 1990]
- 3 陈建平,等. 酒东盆地营尔凹陷油气生成运移和评价[R]. 北京: 中国石油勘探开发研究院,1995 [Chen Jianping, et al. Research of

- the oil gas generation and migration and evaluation on the resource of Yinger Sag in the Jiudong Basin [R]. Beijing: Research Institute of Petroleum Exploration and Development ,CNPC ,1995 ]
- 4 程克明,陈建军,张大江,等. 酒西坳陷下白垩统油气生成与运移研究[R]. 北京: 中国石油勘探开发研究院,2002 [Cheng Keming , Chen Jianjun ,Zhang Dajiang , *et al.* Research of the oil gas generation and migration of Lower Cretaceous in the Jiuxi Depression ,NW China [R]. Beijing: Research Institute of Petroleum Exploration and Development ,CNPC ,2002 ]
  - 5 陈建平,陈建军,张立平,等. 酒西盆地油气形成与勘探方向新认识(一): 基本石油地质条件及生油潜力[J]. 石油勘探与开发 ,2001 ,28( 1) : 19-22 [Chen Jianping ,Chen Jianjun ,Zhang Liping , *et al.* New opinions on oil and gas generation and exploration in Jiuxi basin ( I) : Basic petroleum and geological condition and oil-generating potential [J]. Petroleum Exploration and Development ,2001 ,28( 1) : 19-22 ]
  - 6 陈建平,赵文智,黄第藩,等. 酒东、酒西盆地的异同与油气勘探[J]. 石油勘探与开发 ,1997 ,24( 6) : 12-16 [Chen Jianping ,Zhao Wenzhi ,Huang Difan , *et al.* Similarity and difference in geology between Jiudong and Jiuxi Basins of Northwest China and Petroleum Exploration [J]. Petroleum Exploration and Development ,1997 ,24( 6) : 12-16 ]
  - 7 王洪潜. 酒泉盆地构造特征及找油方向[J]. 石油勘探与开发 ,1993 ,20( 增刊) : 15-19 [Wang Hongqian. A discussion of the tectonic and petroleum exploration of Jiuquan Basin [J]. Petroleum Exploration and Development ,1993 ,20( Suppl. ) : 15-19 ]
  - 8 霍永录,谭试典. 酒泉盆地陆相石油地质特征及勘探实践[M]. 北京: 石油工业出版社,1995 [Huo Yonglu ,Tan Shidian. Exploration case History and Petroleum Geology in Jiuquan Continental Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press ,1995 ]
  - 9 王崇孝,马国福,周在华. 酒泉盆地中、新生代构造演化及沉积充填特征[J]. 石油勘探与开发 ,2005 ,32( 1) : 33-36 [Wang Chongxiao ,Ma Guofu ,Zhou Zaihua. Structure evolution and sedimentary filling of Jiuquan Basin in Mesozoic-Cenozoic period ,NW China [J]. Petroleum Exploration and Development ,2005 ,32( 1) : 33-36 ]
  - 10 熊英,程克明,马立元. 酒西坳陷下白垩统湖相碳酸盐岩生烃研究[J]. 石油勘探与开发 ,2006 ,33( 6) : 687-691 [Xiong Ying ,Cheng Keming ,Ma Liyuan. Hydrocarbon generation of Lower Cretaceous lacustrine carbonate in Jiuxi Depression [J]. Petroleum Exploration and Development ,2006 ,33( 6) : 687-691 ]
  - 11 Dow W G. Kerogen studies and geological interpretations [J]. Journal of Geochemical Exploration ,1977 ,7: 79-99
  - 12 陈建平,黄第藩,陈建军,等. 酒东盆地油气生成和运移[M]. 北京: 石油工业出版社,1996: 14-238 [Chen Jianping ,Huang Difan ,Chen Jianjun , *et al.* Oil and Gas Generation and Migration in Jiudong Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press ,1996: 14-238 ]

## Comparison of the Hydrocarbon-Generating Conditions of the Lower Cretaceous from the Jiuxi and Jiudong Depression

MA Li-yuan<sup>1</sup> CHENG Ke-ming<sup>2</sup>

( 1. Exploration & Production Research Institute ,SINOPEC ,Beijing 100083;

2. Research Institute of Petroleum Exploration & Development ,PetroChina ,Beijing 100083)

**Abstract:** Based on the research of the organic geochemistry characteristics of source rocks , the hydrocarbon-generating conditions of the Lower Cretaceous source rocks in Jiuquan Basin are evaluated systematically by means of being classified by sag and formation. Moreover , the hydrocarbon-generating conditions of the Lower Cretaceous source rocks from the Jiuxi Depression and those of Jiudong Depression are compared. The research results show that the hydrocarbon-generating conditions of the Lower Cretaceous source rocks from the Jiuxi Depression have a tendency of growing better from the Zhonggou Formation to the Xiagou Formation and to the Chijinbu Formation , however , in the Jiudong Depression , there have an opposite tendency showing that the hydrocarbon-generating conditions grow worse gradually from up to down , which reflects the characteristics that the better source rock is immature but the mature source rock is not good. The Xiagou Formation and the Chijinbu formation from the Jiuxi Depression are the main contributors to the hydrocarbon-generation of the Lower Cretaceous source rocks from the Jiuquan Basin. The research results will be of great significance on the exploration of oil and gas in Jiuquan Basin.

**Key words:** hydrocarbon-generating conditions; the Lower Cretaceous; source rock; Jiuxi Depression; Jiudong Depression