

文章编号: 1001-6112(1999)04-0336-04

# 塔里木盆地西南坳陷生油岩综合评价

丁 勇, 宫继萍, 王 辉

(中国新星石油公司西北石油局规划设计研究院, 新疆乌鲁木齐 830011)

**摘要:** 塔里木盆地西南坳陷主要沉积上第三系、上白垩统-下第三系、中下侏罗统、石炭-二叠系和寒武-奥陶系 5 套生油岩。寒武-奥陶系沉积中心在阿瓦提凹陷和塘古巴斯凹陷, 有机质丰度高、类型好、成熟度高, 是该区主要油气源岩。石炭系-下二叠统烃源岩分布广、丰度及类型多样、成熟度中到高, 是该区次要油气源岩。侏罗系及下第三系生油岩是喀什凹陷、西南缘区主要生油岩。上第三系烃源岩主要分布于叶城凹陷山前区。

**关键词:** 生油岩; 综合评价; 西南坳陷; 塔里木盆地

**中图分类号:** TE121.1

**文献标识码:** A

## 1 烃源岩空间展布

塔里木盆地西南坳陷主要有 5 套生油岩, 即上第三系、上白垩统-下第三系、中下侏罗统、石炭-二叠系和寒武-奥陶系。

根据沉积相和地震资料及露头区和一些钻井资料, 塔西南寒武-奥陶系沉积中心分布在阿瓦提凹陷和塘古巴斯凹陷, 地震解释表明在阿瓦提南-巴楚也存在一个寒武-奥陶系沉积中心。该套生油岩往莎车古隆起及山 1 井和玛参 1 井的西南部有减薄的趋势, 向巴楚-阿瓦提凹陷增厚。主要发育有局限台地相和浅海盆地相的碳酸盐岩, 中间夹泥质岩层。

石炭系-下二叠统烃源岩在塔西南地区分布极为广泛, 在叶城凹陷, 这套烃源岩厚度较大, 主要发育有开阔台地相和局限台地相, 其次为三角洲相。其中, 下石炭统主要发育局限台地相沉积, 最大厚度的暗色泥岩主要分布于叶城至柯深 1 井和玉参 1 井附近, 最大厚度的暗色碳酸盐岩在叶城凹陷以西并沿叶城以及玛参 1 井、和 2 井以东北方向分布, 并且从塔西南缘往巴楚及其东南部(民参 1 井)方向, 下石炭统的暗色泥岩和暗色灰岩均有减薄的趋势; 上石炭统下部发育一套浅海陆棚相、滨岸沼泽和三角相沉积, 最大厚度暗色泥岩主要分布于叶城以西的盆

地边缘, 其次在和 2 井的东北部; 上石炭统上部主要发育一套开阔台地和局限台地相沉积, 暗色泥岩总体上厚度较薄, 其最大厚度分布于叶城凹陷的西南部, 而暗色碳酸盐岩厚度较大, 最大厚度分布于棋盘和桑株一带。

二叠系生油岩主要发育有三角相和滨浅湖相的暗色泥岩, 主要分布于叶城凹陷和和 2 井附近的两个沉积中心, 暗色碳酸盐岩厚度较薄, 主要为早二叠世早期的开阔台地相和台地边缘相沉积。

侏罗系在塔西南坳陷主要呈串珠状分布于昆仑山前, 暗色泥岩主要分布于喀什凹陷、叶城凹陷山前的孤立断陷中, 其厚度由凹陷中心向周围减薄。凹陷中心部位以湖泊相沉积为主, 向外以湖泊相和河流相为主。该套烃源岩是喀什凹陷、叶城凹陷的主力烃源岩之一, 桑株以东该套生油岩变差。

下第三系烃源岩在塔西南主要沿昆仑山前展布, 主要分布于喀什-皮山一线的西南地区。最厚暗色泥岩分布在叶城凹陷及其西南缘区。

上第三系烃源岩主分布于叶城凹陷山前区。

## 2 烃源岩有机质丰度

不同类型烃源岩有机质丰度评价标准不同<sup>[1]</sup>, 本文采用的标准见表 1。

收稿日期: 1998-12-17; 修订日期: 1999-07-23.

作者简介: 丁 勇(1968-), 男(汉族), 新疆和硕人, 硕士、工程师, 主要从事塔里木盆地油气源有机地球化学综合研究工作。

表1 塔里木盆地泥质岩、碳酸盐岩类有机质丰度评价标准表

Table 1 Evaluation criterion table of the abundance of organic matter in argillite and carbonate rocks of the Tarim Basin

岩性	地层	指标	非生油岩	较差生油岩	较好生油岩	好生油岩
泥岩	古生界	有机碳/ $\%$	$< 0.4$	$0.4 \sim 0.8$	$0.8 \sim 1.2$	$> 1.2$
		氯仿沥青“A”/ $10^{-6}$	$< 100$	$100 \sim 300$	$300 \sim 500$	$> 500$
		总烃/ $10^{-6}$	$< 50$	$50 \sim 100$	$100 \sim 300$	$> 300$
灰岩	寒武系-奥陶系	有机碳/ $\%$	$< 0.1$	$0.1 \sim 0.15$	$0.15 \sim 0.2$	$> 0.2$
		氯仿沥青“A”/ $10^{-6}$	$< 50$	$50 \sim 100$	$100 \sim 300$	$> 300$
		总烃/ $10^{-6}$	$< 20$	$20 \sim 50$	$50 \sim 100$	$> 100$
	石炭系	有机碳/ $\%$	$< 0.12$	$0.12 \sim 0.20$	$0.2 \sim 0.3$	$> 0.30$
		氯仿沥青“A”/ $10^{-6}$	$< 50$	$50 \sim 100$	$100 \sim 300$	$> 300$
		总烃/ $10^{-6}$	$< 20$	$20 \sim 50$	$50 \sim 100$	$> 100$

塔西南地区寒武系烃源岩,在巴楚地区、肖尔布拉克剖面的碳酸盐岩、泥岩为较差-非生油岩;柯坪地区碳酸盐岩达到好-中等烃源岩标准,泥岩达到好烃源岩标准。奥陶系在巴楚地区、一间房剖面、伽1、玛参1、康1井地区均为非-差生油岩,在巴楚隆起东北部有机质丰度较高,达到较好-好烃源岩标准;在柯坪地区奥陶系烃源岩有机质丰度较高,达到好烃源岩标准。

沉积相控制了生油岩的有机质丰度。喀什凹陷二叠系暗色泥质生油岩有机碳和生烃潜力均达到较好生油岩标准,在巴楚隆起为较差-较好生油岩,在叶城凹陷石炭-二叠系暗色泥质生油岩总体评价为较差-较好生油岩。石炭系碳酸盐岩生油岩统计分析表明,巴楚隆起生油岩有机质丰度较高,达到较好-好生油岩,叶城凹陷有机质丰度偏低,为较好生油岩,而喀什凹陷石炭-二叠系碳酸盐岩为差生油岩。

喀什凹陷、西南缘区的中、下侏罗统有机质丰度高,具有一定的生烃潜力,为较好、好生油岩。

上白垩统-下第三系生油岩在喀什凹陷泥岩为非生油岩,下第三系碳酸盐岩为较好生油岩;在叶城凹陷下第三系泥岩为较差-较好生油岩,而碳酸盐岩为较好生油岩,上白垩统的泥岩和碳酸盐岩均为非生油岩。

### 3 烃源岩有机质类型

寒武-奥陶系烃源岩是发育于开阔台地、局限台地、蒸发台地及台地边缘相的碳酸盐岩。从地质发展史上看,这个时期原始有机质由无脊椎动物的残

骸、藻类、细菌等低等生物组成。由于成熟度高、有机质碳同位素及有机显微组分受成熟度影响不大且可反映生存环境<sup>[2]</sup>,因此可利用干酪根碳同位素及镜下鉴定判断有机质类型。奥陶系干酪根碳同位素统计分析结果表明,其有机质类型为I型或II<sub>1</sub>型。根据干酪根镜下鉴定结果,可以看出生油岩以腐泥型为主,反映出为I型干酪根特征。

石炭-二叠系烃源岩干酪根镜下鉴定结果表明,塔西南地区石炭-二叠系有机质类型变化较大,从I型至III型均有分布,反映出生油岩有机质以水生生物为主,也有陆源高等植物的输入。统计表明,碳酸盐岩生油岩有机质类型以II<sub>2</sub>型为主,其次为III型、II<sub>1</sub>型和I型。西南缘区石炭-二叠系暗色泥岩有机质类型以III型为主。

从石炭-二叠系干酪根碳同位素组成可以看出,巴楚隆起有机质类型以II<sub>1</sub>型为主,其次为I型、II<sub>2</sub>型和III型。西南缘区石炭系总体上以II型为主,而二叠系有机质以III型为主,其次为II<sub>2</sub>型和II<sub>1</sub>型。

侏罗系烃源岩干酪根镜下鉴定表明,总体上以III型干酪根为主;康苏组以II型干酪根为主,其次为III型;乌依塔克剖面干酪根镜下鉴定为III型干酪根。

上白垩统碳酸盐岩 $\delta^{13}\text{C}$ 为 $-29.88\%$ ,镜下鉴定以腐泥组为主,反映出I型干酪根特征。下第三系泥岩 $\delta^{13}\text{C}$ 为 $-22.6\%$ ,镜下鉴定结果为腐泥组,平均含量为40%,镜质组平均含量为55%,惰质组平均含量为5%,不含壳质组,反映出II<sub>2</sub>-III型干酪根特征。总体而言,上白垩统-下第三系有机质类型以II<sub>2</sub>型为主,其次为II<sub>1</sub>和III型。

## 4 烃源岩有机质成熟度

寒武系烃源岩, 据和 4 井烃源岩分析其镜质体反射率  $R_o$  为 1.65%, 方 1 井镜质体反射率  $R_o$  为 1.65%~3.6%。巴楚-柯坪地区 5 个寒武系样品实测沥青质反射率  $R_B$  为 1.31%~1.88%, 平均为 1.49%, 折算成镜质体反射率  $R_o$  为 1.32% ( $R_o = 0.618R_B + 0.40$ )。

奥陶系烃源岩测得其沥青反射率为 1.08%~1.86%, 平均为 1.48%, 折算成  $R_o$  为 1.31%。和 2、和 3 井中上奥陶统测得其  $T_{max}$  为 435~450°C。

从上述资料可以看出, 塔西南地区寒武-奥陶系演化程度高且不均匀。据此推断, 在西南缘和喀什凹陷寒武-奥陶系生油岩已达过成熟, 巴楚-柯坪地区生油岩也达高成熟阶段。

石炭-二叠系生油岩成熟度统计结果见表 2。这些成熟度参数表明, 巴楚隆起区由于埋藏浅, 石炭-二叠系生油岩主要处于低熟-成熟阶段, 其中下二叠统处于未熟-低熟阶段。沿麦盖提斜坡向西南

方向, 石炭-二叠系源岩成熟度增高。从库斯拉普、普沙、杜瓦及炮江沟剖面的成熟度指标综合分析来看, 已达成熟-高成熟。在西南缘区石炭系生油岩达高成熟阶段, 二叠系则处于成熟和高成熟阶段。

侏罗系烃源岩, 据依格孜牙剖面岩样分析, 杨叶组  $R_o$  平均为 1.15%, 侏罗系中、下统  $T_{max}$  平均分别为 448°C 和 453°C, OEP 值分别为 1.03 和 1.01,  $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/S+R$  值分别为 0.37 和 0.39。  $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/S+R$  值 > 0.4 为成熟, 介于 0.25~0.4 之间为低成熟<sup>[2]</sup>。康苏地区侏罗系生油岩  $R_o$  值平均为 0.67%,  $T_{max}$  平均为 436°C,  $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/S+R$  为 > 0.4。乌依塔克剖面侏罗系生油岩  $R_o$  值平均为 0.67%,  $T_{max}$  平均为 440°C,  $C_{29}\alpha\alpha\alpha S/S+R$  为 > 0.34。

从上述资料可以看出, 侏罗系生油岩在喀什凹陷和叶城凹陷的中心分别已达高成熟和过成熟阶段, 在凹陷边部的露头区有机质成熟度相对较低, 其中在依格孜牙剖面、康苏地区、乌依塔克剖面生油岩有机质已达成熟且处于生烃高峰期, 而在普沙、和什拉普地区中下侏罗统烃源岩有机质处于成熟阶段。

表 2 塔里木盆地塔西南地区石炭-二叠系生油岩成熟度参数表

Table 2 Parameter table for the maturity evaluation of organic matter in Permo-Carboniferous rocks in southwestward of the Tarim Basin

采样点	岩性	层位	$R_o/\%$	$T_{max}/^\circ\text{C}$	$C_{29}\alpha\alpha\alpha S/S+R$	$C_{31}\alpha\beta 2S/22R$
普沙	灰岩	C <sub>2+3</sub>	0.73	440		
阿其克	灰岩	C <sub>2+3</sub>	0.58	444	0.4	1.38
杜瓦	灰岩	C <sub>2k</sub>	0.77		0.39	1.34
炮江沟	灰岩	C <sub>2k</sub>	1.06	446	0.4	1.36
康 1	灰岩	C <sub>2-3x</sub>	0.46	442	0.38	1.45
康 1	灰岩	C <sub>2-3x</sub>	0.5	442	0.41	1.29
琼 001	泥岩	C <sub>2-3x</sub>	0.68	431		
库斯拉普	灰岩	C <sub>1h</sub>		442	0.39	1.18
康 1	灰岩	C <sub>1-2k</sub>		453	0.4	1.43
伽 1	灰岩	C <sub>1-2k</sub>	0.55	450	0.41	1.4
曲 2	灰岩	C <sub>1-2k</sub>			0.4	1.32
小海子	粉砂泥	C <sub>1b</sub>		411	0.41	1.32
巴 4	灰岩	C <sub>1b</sub>	0.61	436	0.49	1.26
巴 5	灰岩	C <sub>1b</sub>	0.66	453	0.43	1.44
曲 3	灰岩	C <sub>1b</sub>		439	0.32	1.23
琼 001	灰岩	C <sub>1b</sub>	0.69	418	0.42	1.4
琼 003	灰岩	C <sub>1b</sub>	0.68	452	0.45	1.01
库斯拉普	灰岩	P <sub>1q</sub>	1.83	461	0.41	1.37
普沙煤矿	灰岩	P <sub>1q</sub>			0.38	1.35

上白垩统-下第三系烃源岩,根据分析资料,依格孜牙剖面上白垩统烃源岩  $R_o$  为 1.15%,  $C_{29}^{xxx}/S+R$  值为 0.29~0.39, 平均为 0.34。下第三系烃源岩  $R_o$  为 0.81%~0.86%, 平均为 0.84%,  $T_{max}$  平均为 453℃,  $C_{29}^{xxx}/S+R$  值为 0.33~0.62, 平均为 0.43。柯深 1 井下第三系干酪根  $R_o$  为 0.71%, 英科 1 井下第三系  $R_o$  为 0.79%。根据上述资料可知,在喀什凹陷的中心,上白垩统-下第三系生油岩有机质已达高成熟阶段,在叶城凹陷达低熟-成熟阶段。

## 5 结论

塔里木盆地西南坳陷主要发育 5 套生油岩,其中寒武-奥陶系沉积中心分布在阿瓦提凹陷、塘古巴斯凹陷及阿瓦提南-巴楚,有机质丰度高、类型好、成熟度高,是该区最主要油气源岩。石炭系-下

二叠统烃源岩在塔西南地区分布极为广泛,主要分布于叶城至柯深 1 井和玉参 1 井附近,丰度及类型多样、成熟度中到高,是该区次要油气源岩。侏罗系主要呈串珠状分布于喀什凹陷、叶城凹陷山前的孤立断陷中,以湖泊相和河流相为主,中、下侏罗统有机质丰度高,低熟-成熟,具有一定的生烃潜力,为较好、好生油岩,是喀什凹陷、叶城凹陷的主力烃源岩之一。下第三系生油岩母质类型差,是喀什凹陷、西南缘区主要生油岩。上第三系烃源岩主要分布于叶城凹陷山前区,是叶城凹陷山前区的烃源岩。

### 参考文献:

- [1] 陈荣书. 石油及天然气地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994.
- [2] 王启军, 陈建渝. 油气地球化学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988.

## SYNTHETIC EVALUATION OF SOURCE ROCKS IN SOUTHWEST DEPRESSION OF THE TARIM BASIN

DING Yong, GONG Ji-ping, WANG Hui

(Northwest Bureau of Petroleum Geology, CNSPC, Urumqi 830011, China)

**Abstract:** There mainly are 5 series of source rocks, including horizons in Upper Tertiary, Upper Cretaceous-Lower Tertiary, Middle-Lower Jurassic, Permo-Carboniferous and Cambrian-Ordovician, in Southwest Depression of the Tarim Basin. The depocenter of Cambrian-Ordovician lay in Awati sag and Tanggubasi sag, in which source rocks with high abundance of organic matter, good types and high maturity were developed. They formed the main source rocks in the depression. Source rocks in Permo-Carboniferous are characterized by wide distribution, varying in abundance and type of organic matter, middle to high maturity. The Jurassic and Lower Tertiary source rocks were mainly distributed in Kasi sag and the southwest margin of the depression, and the Upper Tertiary ones in the mountain front of Yecheng sag.

**Key words:** source rocks; synthetic evaluation; southwest depression; the Tarim Basin