

文章编号:1673-9469(2011)04-0065-04

## 青海天峻坳陷三叠系大加连组烃源岩特征

许睿<sup>1</sup>, 谭富荣<sup>2</sup>

(1. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069; 2. 中煤航测遥感局, 陕西 西安 710069)

**摘要:**天峻凹陷隶属于青海地区南祁连盆地, 盆地三叠系广泛发育碳酸盐岩, 且厚度较大。本文对天峻凹陷中三叠统大加连组烃源岩, 进行采集样品, 并对其地球化学特征进行分析。文章从有机质丰度、有机质类型和有机质成熟度等参数对天峻坳陷三叠系大加连组的海相烃源岩进行了评价。最后发现, 烃源岩属于海相碳酸盐岩类已达到了烃源岩评价标准, 其有机质丰度高, 有机质类型普遍为Ⅱ2, 有机质成熟度进入油气生成的成熟-高成熟期。但鉴于样品采集来自地表, 考虑到演化作用和风化作用, 天峻坳陷的中三叠统大加连组碳酸盐岩判定为中等烃源岩。

**关键词:**生烃岩; 大加连组; 天峻坳陷; 南祁连

**中图分类号:** TE122.1+15

**文献标识码:** A

## The hydrocarbon source evaluation in Tianjun Triassic Depression of the South of Qilian Basin

XU Rui<sup>1</sup>, TAN Fu-rong<sup>2</sup>

(1. Department of Geology, Northwestern University, Shannxi Xi'an 710069, China;

2. Aerial Photogrammetry and Remote Sensing, CNACG, Shannxi Xi'an 710069, China)

**Abstract:** In the Tianjun region of the south Qilian basin, Marine carbonate has widely developed Middle Triassic calc-alkalic, which has a bigger thickness. According to the experiment and collect hydrocarbon source rocks data, we do some research in organic matter abundance, organic matter types and maturity of organic matter. In our opinion, the marine oil belongs to effective source beds. Organic matter abundance is high. And organic type belongs to Ⅱ2. Organic matter maturities of oil and gas have entered into the mature-high maturity period. Finally, we can conclude that the hydrocarbon source rocks of Tianjun region belongs to a middle grading considering of the effect of evolution function and weathering because the sample was collected from the ground surface.

**Key words:** hydrocarbon rocks; Dajialian formation; Tianjun depression; the south Qilian basin.

青海省南祁连盆地烃源岩包括碳酸盐岩型和暗色泥岩、页岩型。其碳酸盐岩生烃岩主要见于石炭系、下二叠统和中三叠统, 厚度为中厚-厚层状。生烃岩, 这里理解为所有已生烃的岩石, 包括了烃源岩和只能生烃而不能使得生成烃类发生运移和聚集的非烃源岩两类。烃源岩是指能够生烃或是有可能生烃, 并可以保证烃类发生运移和聚集的岩石, 是油气生成的物质基础。烃源岩的分布规模、有机质丰度、类型和成熟度, 决定着含油气盆地生成潜力的大小, 进而影响油气勘探目标

的选取。

### 1 区域地质概况

天峻坳陷, 位于南祁连盆地最南部, 南与宗务隆山相邻, 北与阳康-天棚隆起、拜兴哈达隆起相连。呈北西-南东向展布, 形状呈狭长带状, 面积较小, 约为4 500 km<sup>2</sup>。沉积盖层主要为二叠系、下中三叠统。大部分地区被第四系所覆盖。其构造形态为北西西-南东东向延伸的大型复向斜构造, 并伴生有断裂构造。其构造样式以线形构造

表1 大加连组生烃岩有机质丰度特征  
Tab.1 The Organic abundance characteristics of source rock in Dajialian formation

	有机碳/%		氯仿沥青“A”/ppm		生烃潜量/mg·g <sup>-1</sup>	
	平均值	样品数	平均值	样品数	平均值	样品数
天峻拗陷	0.05	5	39	3	0.04	5
	0.08	9	40	4	0.10	9

为主体,多形成一些延伸较远的背斜和向斜构造。地层倾角较缓,大多在 20° - 30°之间。

2 烃源岩评价

2.1 有机质丰度

考虑到南祁连盆地主要研究层段目前已进入高成熟—过成熟阶段及其受上述各项丰度指标的影响,我们选择以有机碳为主要指标,结合热解生烃潜量( $S_1 + S_2$ ),并参考其它参数对盆地各层组岩石的有机质丰度进行评价。

目前,碳酸盐岩烃源岩有机丰度的下限值尚无统一标准,不同单位及学者根据自己的情况对此有多种看法。据此我们结合刘宝泉等(1984)对于华北地区下古生界—中新元古界的高成熟的烃源岩提出的有机丰度下限值为 0.05%,程克明(1996)提出的生烃岩类随着演化度的增高,其有机碳数是下降的,并在一定阶段,它将趋于一个定值,0.03%左右。

从表1中的有机碳、氯仿沥青“A”及生烃潜量( $S_1 + S_2$ )来看,天峻拗陷大加连组碳酸盐岩生烃岩的有机碳丰度值为 0.05% - 0.08%,平均值为 0.069%,达到中等烃源岩的有机碳丰度标准,氯仿沥青“A”为 39 - 40 PPm,平均值为 39.57 PPm,生烃潜量  $S_1 + S_2$  为 0.04 mg/g - 0.1 mg/g,平均值为 0.079 mg/g,生烃潜量值已达中等烃源岩要求指标。

2.2 有机质类型

不同成烃母质形成不同干酪根类型,而不同类型的干酪根具有不同的油气生成潜力。针对南祁连盆地三叠系烃源岩中有机质类型大部分具过渡型,加上沉积成岩后期热演化程度高的特点,我们认为重点将混合型有机质细分是较恰当的。对于有机质类型采用三类四分法,即将有机质(干酪根)类型划分为腐泥型(I)、腐殖腐泥型( $II_1$ )、腐泥腐殖型( $II_2$ )及腐殖型(III)三类四种。

1)干酪根有机元素组成特征。有机元素是沉

积岩中有机质的基本组成,不同来源的有机质其元素组成有较大差异。一般认为来自水生生物的腐泥型干酪根富氢贫氧,H/C 原子比高,类型好,生烃潜力大,而以陆生高等植物为主的腐植型干酪根富氧贫氢,H/C 原子比低。应引起注意的是干酪根的元素组成不仅取决于原始母质的品质,而且也与热演化程度有关。

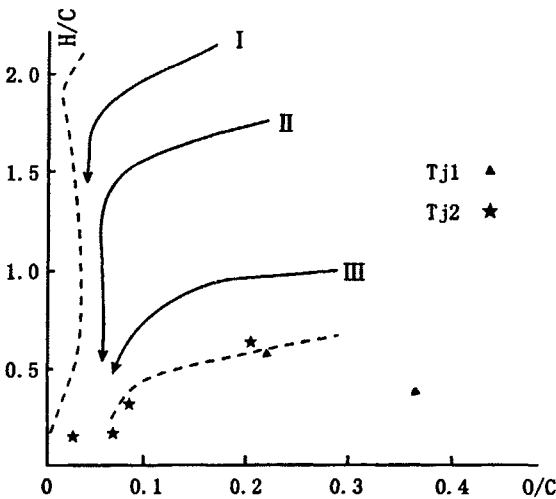


图1 大加连组烃源岩干酪根有机元素组成范氏图  
Fig.1 The source rock of kerogen organic elements in Dajialian foamtion

图1是天峻拗陷挑选的部分样品中三叠统大加连组地表剖面样品干酪根有机元素组成的范氏图,从图中可看出样品落在图的左下方高成熟—过成熟范围内。I型、II型区内无一样品落入。另有少量样品呈离散状落在了II型干酪根下面的虚线附近。

经过分析研究认为造成上述情况的原因,一方面是研究区内三叠系已处于高成熟和过成熟阶段,随着热演化程度的加深,干酪根的元素组成向富碳方向敛合,而 H、O 含量不断降低,掩盖了元素组成的真正面貌,使得大部分样品点落在了图的左下方范围内;另一方面是碳酸盐岩在沉积和成岩过程中大量原始有机质丢失,加上地表风化等原因,导致有机质氢组分的大量流失,造成了一些样品落在了范氏图左下角及虚线附近。

表 2 天峻坳陷大加连组干酪根镜鉴结果统计表  
Tab.2 The result of inspect kerogen in DaJialian formation of TianJun depression

坳陷	样品号	显微组份含量/%				类型指数	干酪根类型
		腐泥组	类脂组	镜质组	惰质组		
天峻坳陷	Tj1 - 01	0	89	7	4	35	Ⅱ <sub>2</sub>
	Tj1 - 02	0	91	5	4	38	Ⅱ <sub>2</sub>
	Tj2 - 01	0	68	5	27	3	Ⅱ <sub>2</sub>
	Tj2 - 02	0	82	7	11	25	Ⅱ <sub>2</sub>
	Tj2 - 03	0	81	6	13	23	Ⅱ <sub>2</sub>

尽管受上述多种因素影响,给划分干酪根类型带来了一定难度,但根据其演化趋势分析,认为其主要还是由腐泥腐殖型干酪根(Ⅱ<sub>2</sub>型)组成。

2)干酪根镜检特征。干酪根的镜下鉴定是划分干酪根最常用的方法之一。用这种方法确定干酪根类型的优点是指标不受热演化程度的影响。不足之处是由于镜下统计采用的是目估法,类型划分常不尽一致。

通过镜下对干酪根碎屑的鉴定和统计,显示天峻坳陷三叠统大加连组碳酸盐岩中干酪根显微组份主要为类脂组,大加连组平均含量为 76%,多数样品集中分布在 60% - 80% 之间(表 2)。类脂组成分中以生物降解的水生生物为主。其次含有数量不等的植物孢子、花粉及壳屑。

镜质组也是碳酸盐岩干酪根主要的显微组份。从镜下鉴定统计的结果来看,含量相对较小,大加连组平均为 8%,样品主要集中在 5% - 8% 范围内。来源于高等植物的木质部分,无荧光显示,镜下可见到轮廓清晰的外形。

南祁连盆地烃源岩干酪根中惰质组相对镜质组来说含量要高,大加连组惰质组平均含量为 15% 左右,多数样品集中在 10% - 20% 之间,镜下多为不透明的黑色丝质体,部分呈块状。

典型腐泥组含量很少,只在个别样品中发现,含量低,仅占 5% - 7%,这可能是坳陷内碳酸盐岩烃源岩干酪根类型较差的主要原因之一。

3)可溶有机质特征。由于不同类型、不同来源的有机质在其热演化过程中形成产物不尽相同。因此通过分析岩石中的氯仿沥青“A”族组份特征,也可帮助判断有机质类型。

从天峻坳陷中三叠大加连组碳酸盐岩的氯仿沥青“A”的族组份分析来看,其饱和烃及芳烃平均值相差不大,但具体到各个样品之间比较,含量却有差异。

总体以饱和烃含量较高,芳烃较低,非烃加沥青质占有一定比例为主要特征。饱和烃含量一般在 25% - 55% 左右,芳烃含量一般在 10% - 29%,而非烃加沥青质的含量多数在 40% - 70% 之间。所以在族组份三角图中(图 2),样品比较集中地分布在图右侧偏向非烃加沥青质一侧。

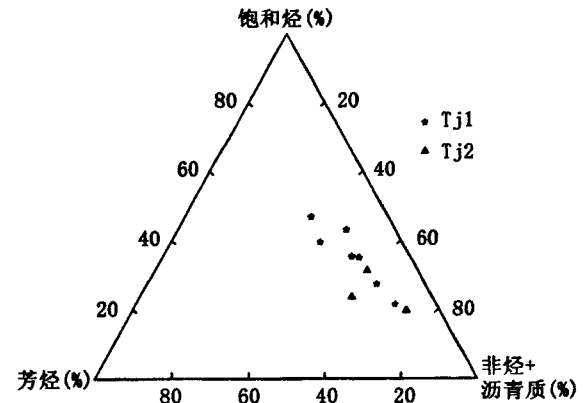


图2 烃源岩氯仿沥青A组分三角图  
Fig.2 The triangular plot of A of chloroform bitumen of hydrocarbon source rocks

从饱和烃、芳烃比值分析,现有样品的饱/芳比值都大于 1,多数样品饱/芳比值介于 1 - 3 之间,少数样品超过 3 或达到更高。一般认为腐泥型(I)生油岩,饱/芳比值大于 3,腐植型(Ⅲ)生油岩该比值为 0.5 - 0.08,混合型(Ⅱ)生油岩介于两者之间,因此本区烃源岩有机质类型应属混合型(Ⅱ)。

2.3 有机质成熟度特征

沉积岩中的有机质在地质体中的受热程度及所处的热演化阶段,决定了有机质能否转化成烃类、油气生成的时期及生成数量的多少和产出程度。对此,得从以下几个方面讨论南祁连盆地有机质的成熟度。

1)镜质体反射率( $R_o$ )。镜质体反射率直接反

映有机质的受热历史,这是因为随着有机质热演化程度增加,镜质体热演化作用增强,其反射率有规律增加。这种特征具有不可逆性,被认为是确定有机质热演化的良好指标。

由于中三叠统大加连组样品少,我们这里是通过为天峻坳陷下二叠统草地沟组灰岩进行分析来判断大加连组情况。草地沟组的  $R_o$  为 1.30% 左右,表明草地沟已进入高成熟期凝析油-湿气阶段。据此,我们推测大加连组  $R_o$  值在 0.8% - 0.85% 左右。

2) 岩石热解峰温 ( $T_{max}$   $^{\circ}C$ ) 特征。烃源岩最大热解峰温 ( $T_{max}$   $^{\circ}C$ ) 值具有随热演化程度的增加而升高的特点,考虑到盆地内碳酸盐岩烃源岩总体有机质丰度偏低,且热演化程度较高,我们采用了徐伟民 (1993) 的变化范围来分析比较。425  $^{\circ}C$  - 475  $^{\circ}C$  为成熟,475  $^{\circ}C$  - 520  $^{\circ}C$  为高成熟。

由盆地烃源岩岩石热解分析测定的数据统计结果可以看出:天峻坳陷中三叠统大加连组还基本处于成熟阶段上限界线内(表 3)。

上述结果与镜煤反射率 ( $R_o$ ) 所反映的热演化面貌具有较好的一致性。

表 3 烃源岩热解峰温 ( $T_{max}$   $^{\circ}C$ ) 数据统计表  
Tab. 3 The source rock of tamx data statistical table

坳陷	样品号	$T_{max}/^{\circ}C$
天峻坳陷	Tj2-08	451
	Tj2-10	456
	Tj2-11	550
	Tj2-12	573
	Tj2-14	453
	Tj2-21	453

3) 包体测温特征。通过岩石中胶结物和裂缝充填物中包裹体的温度测定可以确定烃源岩的成熟度和向油气的演化程度,并由此推断油气生成的深度及时代等。

从部分岩石的流体包裹体测温得出的数据可初步确定:南祁连盆地烃源岩在成岩演化过程中经受的古地温在 148  $^{\circ}C$  - 250  $^{\circ}C$  范围内,其下限接近液态烃开始裂解的界限,其上限已超出液态窗口的温度范围,进入到高成熟阶段-过成熟阶段(表 4)。

表 4 大加连组部分样品岩石流体包裹体测温数据统计表  
Tab. 4 The part of rock result of the data of test temperature of fluid inclusion

层位	样号	岩性	包体 产出特征	包体 成因类型	均一温度 / $^{\circ}C$	形成温度 / $^{\circ}C$
T2d	Tj1-13	灰岩	鲕粒内重结晶方解石中	原生	19-20	150-165
T2d	Tj1-15	灰岩	溶蚀孔隙充填方解石中	原生	62-65	165-175

3 结论

天峻坳陷大加连组烃源岩主要由中-厚层浅灰色-深灰色生物灰岩、微晶灰岩等组成。烃源岩具有厚度大、分布广的特点。有机质类型普遍为 II<sub>2</sub> 型,有机质成熟度全部进入油气生成的成熟-高成熟期。综合评价认为天峻坳陷为中等(II)-较差(III)类型烃源岩分布地区。

参考文献:

[1] 秦建中,金聚畅,刘宝泉.海相不同类型烃源岩有机质丰度热演化规律[J].石油天然气地质,2005(02): 177-184.

[2] 汪巍,沈忠民,陈义才,等.滩北凹陷孔店组烃源岩生物标志物特征及地球化学意义[J].成都理工大学学报:自然科学版,2006(01): 42-47.

[3] 倪春华,周小进,王果寿,等.鄂尔多斯盆地南缘平凉组烃源岩沉积环境与地球化学特征[J].石油与天然

气地质,2011,32(01): 38-45.

[4] 范明,秦建中,张渠.松潘阿坝地区烃源岩有机质热演化特征[J].沉积学报,2006,24(03): 440-445.

[5] 秦建中,郑伦举,腾格尔.海相高演化烃源岩总有机碳恢复系数研究[J].地球科学(中国地质大学学报),2007,32(06): 440-445.

[6] 任拥军,纪友亮,李瑞雪.南祁连盆地石炭系可能烃源岩的甾萜烷地球化学特征及意义[J].石油实验地质,2000,22(04): 341-345.

[7] 曾凡刚,程克明.华北地区下古生界海相烃源岩饱和烃生物标志物地球化学特征[J].地质地球化学,1998,26(03): 25-32.

[8] 许化政,王传刚.海相烃源岩发育环境与岩石的沉积序列-以鄂尔多斯盆地为例[J].石油学报,2010(01): 25-30.

[9] 李天义,何生,杨智.海相优质烃源岩形成环境及其控制因素分析[J].地质科技情报,2008,27(06): 63-70.

(责任编辑 刘存英)