

② 267-270

吐鲁番拗陷二叠系—三叠系烃源岩研究

苗建宇

(西北大学地质学系, 710069, 西安; 41岁, 男, 讲师)

P 618.130.1

A 摘要 以地表剖面暗色泥岩的有机地球化学分析资料为主, 结合部分井下烃源岩样品分析数据, 研究了吐鲁番拗陷二叠系—三叠系暗色泥岩的有机质丰度、有机质类型及有机质成熟度特征, 并分析了控制烃源岩生烃条件的影响因素。

关键词 暗色泥岩; 烃源岩; 二叠系; 三叠系; 吐鲁番拗陷

分类号 P618.13

二叠纪, 有机质
三叠纪

油气生成

吐鲁番拗陷是吐鲁番—哈密盆地的一级构造单元, 位于吐鲁番—哈密盆地的西部, 北依博格达山, 东以了墩隆起与哈密拗陷相隔, 南邻觉罗塔克山, 西端为喀拉乌成山所封闭。该拗陷主要包括台北及托克逊两大生烃凹陷, 面积约 $2.1 \times 10^4 \text{ km}^2$, 二叠系—第四系沉积发育厚度超过 8 000 m (图 1)。油气勘探结果证实, 吐鲁番拗陷具有较好的含油气远景, 已在中—上三叠统及中—下侏罗统等多套含油气层系中获得工业性油气流。

油气源对比研究认为, 除中—下侏罗统煤系地层为主要烃源岩^[1]外, 二叠系—三叠系暗色泥岩亦是拗陷内油气生成的重要烃源岩类型^[2]。

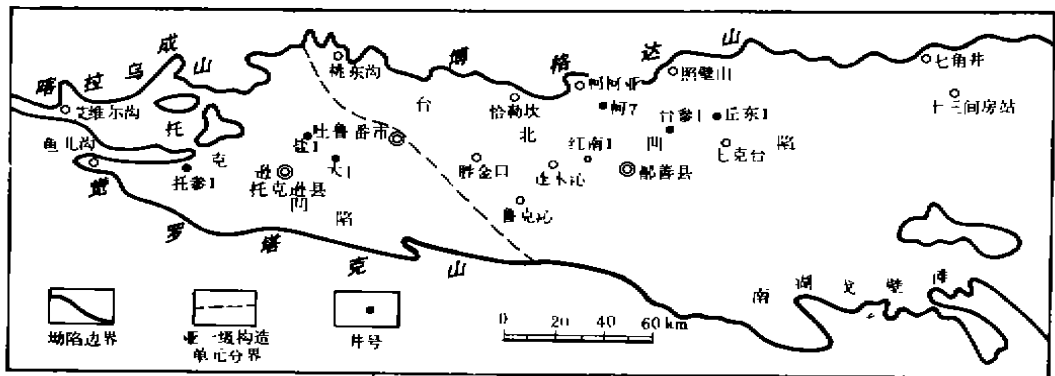


图 1 吐鲁番拗陷构造位置图

Fig. 1 The Location of Structures in Turfan Depression

1 有机质丰度特征

通过野外观察、样品分析和部分井下资料(附表)对比分析, 可看出有机质丰度指标中有机碳显示较好。考虑到地表样品分化程度较高, 可将有机碳、氯仿沥青“A”、总烃及生油潜量等指标综合考虑。

总的来看, 吐鲁番拗陷二叠系暗色泥岩有机质丰度在纵向上梧桐沟组好于芦苇沟组, 横向上托克逊凹陷优于台北凹陷, 且具有由西向东暗色泥岩有机质丰度逐渐变低的特点, 而三叠系暗色泥岩的有机质

丰度,则是台北凹陷好于托克逊凹陷。

附表 吐鲁番拗陷部分地表剖面二叠系—三叠系有机质丰度统计表

Tab. Abundance of Organic Matter in Permian-Triassic Surface Sections in Tulfan Depression

凹陷	层位	剖面地点	有机碳(%)		氯仿沥青“A”(%)		总烃($\times 10^{-6}$)		生烃潜量(mg/g)	
			平均值	样品数	平均值	样品数	平均值	样品数	平均值	样品数
托克逊凹陷	T ₂₊₃	托参1井	1.25	21	0.015 0	3	59.5	3	1.34	21
	T ₂₊₃	大墩1井	0.55	4	0.021 6	4	169	3	0.46	25
	T ₂₊₃	艾维尔沟	0.99	2	0.002 3	2			0.14	2
	P _{2w}	托参1井	1.71	8	0.050 0	3	233	3	2.95	8
	P _{2l}	艾维尔沟	2.15	16	0.048 1	16	211	16	0.91	16
台北凹陷	T ₂₊₃	桃东沟	3.20	2	0.065 7	2	292	2	6.79	2
	P _{2w}	桃树园子	2.76	3	0.226 0	3	734	3	7.34	3
	P _{2w}	桃东沟	2.75	2	0.070 9	2	321.5	2	4.01	2
	P _{2w}	塔尔郎	3.79	1	0.140 4	1	698	1	11.37	1
	P _{2w}	照壁山	1.02	2	0.007 2	2	14.5	2	0.13	2
	P _{2w}	七角井	1.13	1	0.005 6	1	19	1	0.10	1
	P _{2l}	恰勒坎	2.07	2	0.008 1	2	305	2	0.26	2
	P _{2l}	照壁山	0.84	2	0.004 5	2	10	2	0.14	2

2 有机质类型特征

2.1 酞酞根有机元素组成

图2是用吐鲁番拗陷二叠系芦草沟组、梧桐沟组及三叠系部分地表剖面暗色泥岩样品的酞酞根有机元素(H/C, O/C)绘制的有机质类型的酞酞根类型图。从图中可看出绝大部分样品落在Ⅲ型酞酞根区间,只有少量的样品出现在Ⅰ型酞酞根区间,Ⅰ型酞酞根区域中基本无样品落入。说明拗陷内二叠系—三叠系有机质类型以Ⅲ型酞酞根为主。

2.2 可溶有机质氯仿沥青“A”族组分

氯仿沥青“A”族组分分析表明,吐鲁番拗陷二叠系—三叠系暗色泥岩中以饱和烃及芳烃含量较低,非烃和沥青质丰富为其主要特征。饱和烃含量一般在20%~30%左右,芳烃在10%~15%之间,而非烃和沥青质的含量多在50%~75%范围内。所以在族组分三角图解(图3)中,样品点比较集中地分布在靠近非烃+沥青质一角。说明拗陷内二叠系—三叠系有机质类型较一致,主要为Ⅲ型酞酞根。少数样品点靠近饱和烃一侧,说明有少数有机质类型较好。

从以上分析可得出,拗陷内二叠系—三叠系纵向上暗色泥岩有机质类型以Ⅲ型酞酞根为主,部分地区部分层段有机质类型较好,属Ⅱ型酞酞根,少数层段为Ⅰ型,Ⅱ型。

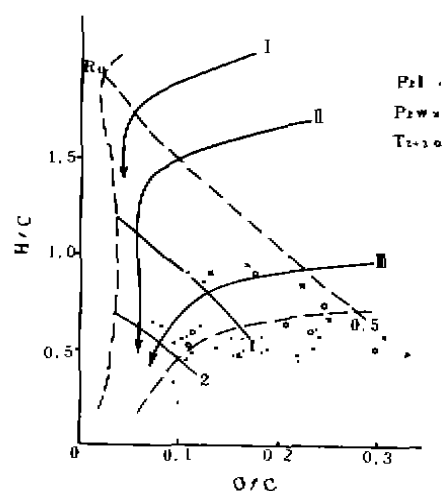


图2 吐鲁番拗陷二叠系—三叠系酞酞根类型图
Fig. 2 A Section Showing the Types of Kerogens in Permian-Triassic in Tulfan Depression

3 有机质成熟度特征

3.1 镜质体反射率(R_0)

据地表剖面暗色泥岩样品的 R_0 值统计:吐鲁番拗陷二叠系芦草沟组 R_0 值平均为 1.48%;梧桐沟组 R_0 值平均为 1.20%;三叠系样品较少, R_0 值平均为 0.65%。说明二叠系—三叠系均已进入有机质成熟阶段。

从井下分析测定结果看,托参 1 井 R_0 值为 0.5% 时,其对应生油门限深度处于三叠系与侏罗系八道湾组分界附近,大墩 1 井 R_0 值为 0.5% 时,其对应生油门限深度在八道湾组下部。由此推断托克逊凹陷八道湾组基本处于生油门限阶段附近,三叠系处于低成熟阶段,二叠系正进入生油高峰期的成熟阶段。

台参 1 井 R_0 值为 0.5% 时,深度在 2 830 m 左右,其相应的层位属于中侏罗统七克台组下部。以 R_0 值 0.5% 作为确定生油门限深度指标来比较,丘东 1 井在 2 408 m,柯 7 井在 1 200 m,红南 1 井在 2 458 m。尽管各地区埋藏深度相差较大,但中侏罗统七克台组基本处于生油门限深度范围内。推测三叠系—二叠系已不同程度到达成熟—过成熟阶段。

3.2 饱和烃气相色谱

井下分析数据显示,托克逊凹陷一般在下侏罗统八道湾组下部开始,OEP 值和 CPI 值基本保持在 0.9~1.3 之间;台北凹陷井下剖面中,从中侏罗统七克台组开始,OEP 值基本在 0.9~1.2,CPI 值在 1.1~1.3 范围内变化。地表剖面二叠系—三叠系 OEP 值变化幅度很小,基本稳定在 0.93~1.12 范围内,CPI 值多在 1.3 左右。因此可推测三叠系及二叠系已不同程度到达成熟—过成熟阶段。

从上述井下、地表剖面各热演化参数分析结果可看出,拗陷内二叠系—三叠系总体成熟度台北凹陷比托克逊凹陷高,且成熟程度具有由西向东逐渐增高的演化特征。

4 控制烃源岩发育条件的地质因素分析

4.1 沉积环境对暗色泥岩有机质丰度和有机质类型的控制作用

岩相、岩性研究表明,二叠系芦草沟组沉积时,由于博格达山及其南缘吐鲁番拗陷周边大量水系流水的注入,导致湖水向南北两侧大规模扩展,是拗陷中一套较好烃源岩沉积的有利时期。但具体到盆地的各个局部地带,沉积条件又有所差别。托克逊凹陷西缘艾维尔沟一带当时水体较深,有机质类型较差,基本上全部为 III 型酞酐根。这与当时其靠近盆地边缘,构成生油母质的生物发育较差,大量植物加入有关。台北凹陷恰勒坎—照壁山及其以东地带,暗色泥岩分布具有由西向东,从北至南厚度逐渐减薄的特点,表明当时湖水由西至东,由北至南逐渐变浅,从浅湖相逐渐过渡为滨湖相环境,而且具有暗色泥岩中有机质丰度逐渐降低,有机质类型变差的特征。到二叠系梧桐沟组沉积时,吐鲁番拗陷主要为浅湖—滨湖相沉积环境。由托克逊凹陷井下烃源岩分布范围分析,盐 1 井、大墩 1 井一带水体较深,局部地带可达半深湖相沉积,且向托参 1 井方向延伸,水体逐渐变浅,靠近湖盆边缘。因此托参 1 井烃源岩有机质丰度只达到中等标准,有机质类型以 III 型酞酐根为主。由此推测盐 1 井一带水体较深,有机质丰度相对要高,有机质类型可能要好。台北凹陷桃东沟地带,当时湖面稳定,湖水较深,生物繁茂,所以暗色泥岩中有机质丰度较高,有机质类型较好。照壁山一带及其以东直到七角井附近,湖水逐渐变浅,由浅湖相过渡到滨湖相沉积,相应的是暗色泥岩的有机质丰度低,有机质类型全部为 III 型酞酐根。

到中—晚三叠世后,吐鲁番拗陷进入了亚热带—温带气候条件下的滨浅湖—三角洲沉积环境中。其中桃东沟一带地层发育较全,具有代表性。由于当时陆源有机质供应充分,水生的低等藻类生物发育,故

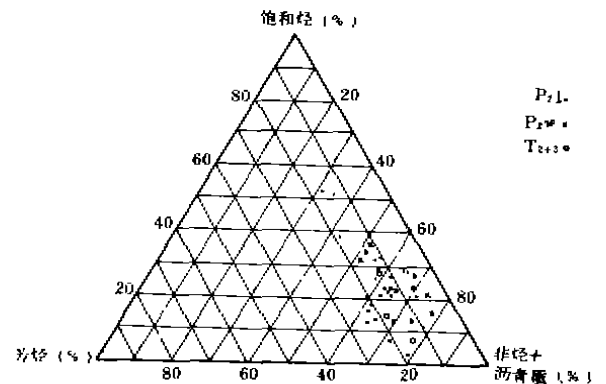


图3 吐鲁番拗陷二叠系—三叠系氯仿沥青质“A”族组分三角图

Fig. 3 The Triangle Diagram Showing Component of Chloroform Bitumen "A" in Permian-Trissic in Tulfan Depression

暗色泥岩中有机质丰度高,有机质类型好。托克逊凹陷当时湖水浅,属滨浅湖—沼泽相环境。经测定,这一环境下沉积的暗色泥岩具有有机质丰度低,有机质类型差的特点。托参 1 井、大墩 1 井暗色泥岩层段属此种类型的烃源岩系。

从以上分析可知,有机质分布范围、丰度高低及类型好差明显受控于沉积环境的制约。达到较好生油岩级别的区段,基本都形成于各凹陷具有一定水体深度的沉积相带。所以,烃源岩的有机质丰度、有机质类型都与其沉积时的环境有着密切的依存关系。

4.2 构造条件对暗色泥岩有机质成熟度演化的控制作用

构造发展史研究认为,二叠纪时博格达山及其南缘吐鲁番拗陷在继承裂谷早期拉张阶段的基础上,进入了裂谷晚期沉降阶段,沉积了一套以黑色泥岩、页岩和油页岩为主的芦草沟组。这一稳定下沉的构造条件,有利于有机质的保存及向油气转化。

梧桐沟组及三叠系沉积时,吐鲁番拗陷处于稳定下沉、且沉降与沉积补偿基本平衡的构造环境中。这一稳定的构造条件有利于生物的繁衍、有机质的堆积保存及有机质向油气的转化,形成了梧桐沟组及克拉玛依、黄山街—郝家沟组两大套以暗色泥岩为主的沉积组合。

晚三叠世的印支运动使吐鲁番拗陷进入了地形坡度较平缓的早—中侏罗世广盆形成期的构造演化阶段。受此构造活动的控制,拗陷内普遍发育了一套巨厚的潮湿气候条件下的滨浅湖—河沼相煤系地层沉积组合。其间形成的有机质巨厚堆集、及时的埋藏和较高的地温梯度,均有利于加快下伏烃源岩层热演化作用的进程。随埋深和古地温梯度的差异,各地带二叠系烃源岩系在进入中—晚侏罗世后,先后不同程度地进入生油门限深度开始排烃。三叠系烃源岩受地壳抬升影响,主要的生油期次有两次,一次在早白垩纪,另一次在晚第三纪以来。

本工作得到李文厚、周立发、符俊辉及林晋炎同志的大力协助,在此表示衷心的感谢。

参 考 文 献

- 1 程克明,张乾富. 吐鲁番—哈密盆地煤成油研究. 中国科学(B 辑), 1994, 24(11): 1 216~1 222
- 2 邹才能,赵文智,龙道江. 吐鲁番盆地侏罗系煤系原油的基本性质及油源对比. 石油学报, 1993, 14(1): 25~33

责任编辑 张银玲

Research on Permian-Triassic Hydrocarbon Source Rocks in Tulfan Depression

Miao Jianyu

(Department of Geology, Northwest University, 710069, Xi'an)

Abstract Based on the analysis of geochemical data of the dark mudstones on outcrop sections and bore specimen in Tulfan Depression, the abundance, the types and the maturity features of the organic matters included in Permian-Triassic dark mudstone are mainly researched. Moreover, the factors of influence on controlling hydrocarbon-generating of hydrocarbon source rocks are analysed.

Key words dark mudstone; hydrocarbon source rock; Permian System; Triassic System; Tulfan Depression