

吐孜托依拉断裂带的构造 特征及找油前景

赵文智

买光荣 杨朝世

(北京石油勘探开发科学研究院地质所)

(新疆石油管理局勘探开发研究院)

吐孜托依拉断裂发育于准噶尔盆地东北缘,长达 180 km。本文依据近几年勘探获得的资料,探讨了断裂带的构造特征与发育简史。从生油及储、聚条件分析,认为找油前景较好。

吐孜托依拉断裂带位于准噶尔盆地东北缘,呈北西西向延伸长达180 km。西起德伦山前,在那里与西北缘的克拉玛依断裂带交切。向东经黄花沟、伦2井断阶区延至东准噶尔的克拉美丽地区(图1)。50年代以来,已有不少的研究者根据物探与地质等资料初步探讨过它的存在与发育面貌。近几年的勘探工作进一步证实了断裂带的存在,并在其中见到了油气显示。因此断裂带的含油性越来越为人所重视。本文依据几年勘探获得的新资料,浅析断裂带的形成、发展及其成油地质条件,进而对在该断裂带找油前景提出初步看法。

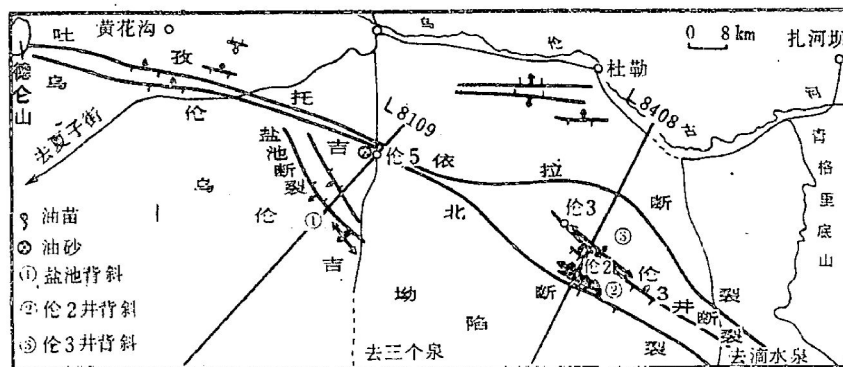


图1 吐孜托依拉断裂带构造纲要图

一、断裂带的基本构造特征

1. 断裂带的存在依据

从50年代所做的重磁力异常图上,明显可见乌伦古坳陷为重力低值区(布格重力为 -80 mGal , 磁场强度一般 $-400\text{—}500\text{ nT}$,甚至更低)。而北侧的吐孜托依拉断裂带布格重力值为 -40 mGal , 磁场强度值为 $100\text{—}200\text{ nT}$ 以上),这种重磁力异常面貌反映有断裂存在(图2)。

本文1988年5月20日收到, 1988年9月1日改回。

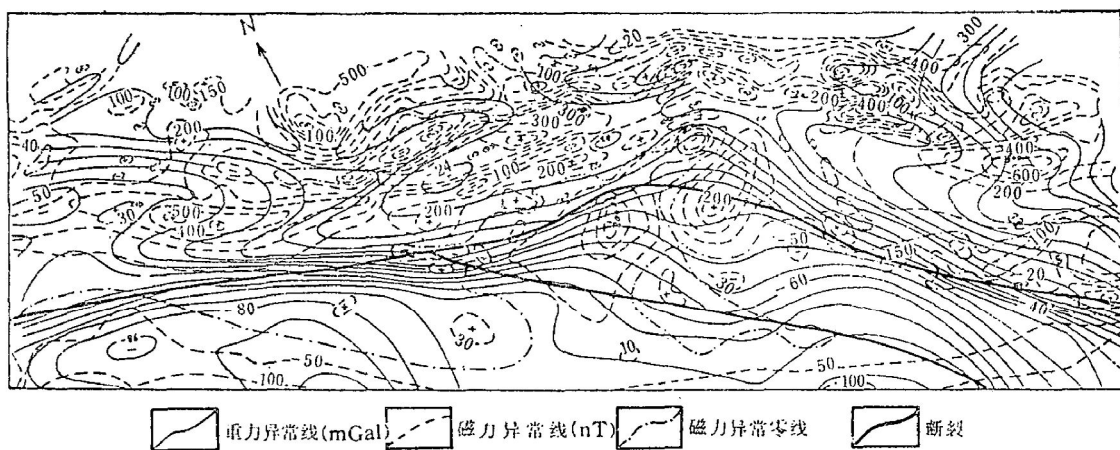


图2 吐孜托依拉断裂带重磁力异常综合图

(据张跃荣, 1984)

在地震剖面上, 乌伦古坳陷内为大套连续性较好的反射波组。向断裂带方向出现反射波组中断。上盘新生界反射波组少且深度浅, 或表现为基岩无反射。在断裂带部位可见清晰断点或呈三角形的空白带或杂乱反射 (图3)。位于断裂带上的伦5井钻探结果表明, 上盘缺失地层较多, 且厚度小, 下盘地层发育较全且厚度大。电测解释有断层造成的地层重复现象。钻井取心也可见断裂附近地层的强烈揉褶现象。

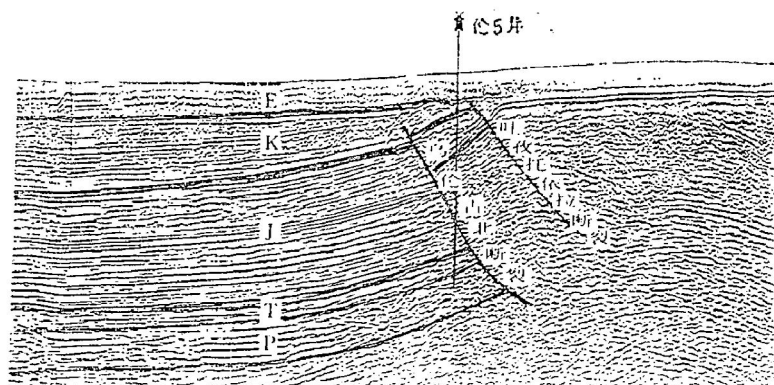


图3 吐孜托依拉断阶带地震剖面 (L8109)

2. 断裂带的基本构造特征

吐孜托依拉断裂带在平面上呈舒缓的弧形, 构成乌伦古坳陷东北侧陡翼。主要由吐孜托依拉断层、乌伦古北断层及伦2井和伦3井断层等组成。断裂带的总体走向呈北西—北西西向, 断面倾向北—北东, 倾角40—55°。根据断裂带走向与特征, 大致可将其分成东西两部分。

大致以伦3井为界 (见图1), 西段走向呈北西西向, 断面较东段平缓, 主断裂之间的距离较窄。其中伦5井南侧还发育有顶山盐池断层及伴生背斜。它们与主断层呈“入”字型交切, 交角38°, 是主断层在扭压过程中产生的次级构造。断裂带东段的走向较西段明显转向, 总体呈299—267°。主断层之间的距离较宽。在主断层南侧有无旁侧构造的发育尚待查实, 但在主断裂之间的伦2井地区可见断层与褶皱共生, 褶皱轴走向与主

断层平行，表明它们的产生与主断裂同出一因。

剖面上，各主断层均显示逆冲面貌。断开地层较多，下至石炭系上至第三系均有一定断距。一般表现下部地层断距大，上部地层断距小。以石炭系计，断裂带西段的水平断距为1000 m左右，垂直断距800余米。断层倾角 38° — 51° ；断裂带中东段的水平断距大于1750 m，垂直断距大于2000 m（详见表1）。

表1 吐孜托依拉断裂带要素表

断 裂 名 称	性 质	断 开 层 位	断 裂 要 素											
			长 度 (km)	走 向	倾 向	倾 角	石炭系断距(m)		二叠系断距(m)		三叠系断距(m)		侏罗系断距(m)	
							垂 直	水 平	垂 直	水 平	垂 直	水 平	垂 直	水 平
吐孜托依拉断裂	逆	C.T.J.K	180	275°转305°	5°转35°	40-55°	1000-1800	1100-2000						
乌伦古北断裂	逆	C.P.T. J.K	160	275°转300°	5°转30°	53°	>1244	1075					1145	250
伦2井断裂	逆	C.T.J	21	299°	29°	38°					227	400	120	350
伦3井断裂	逆	C.T.J	40	309°	39°	46°					570	750	424	125
盐池断裂	逆	C.P.T	35	320°	230°	48°			267	300	183	175		
盐池北断裂	逆	C.P.T	20	327°	237°	58°			297	350	173	100		

断裂带西段主要由吐孜托依拉与乌伦古北两条断层组成。两断层间有2—5 km的断裂复杂带，构成地下的陡坡形态（图4）。在重力图上，这一复杂带明显为密集的梯度陡带。地震剖面上依稀可见有侏罗系与白垩系直接覆盖在石炭系之上。而在断裂带的上盘则主要为第三系所超覆。

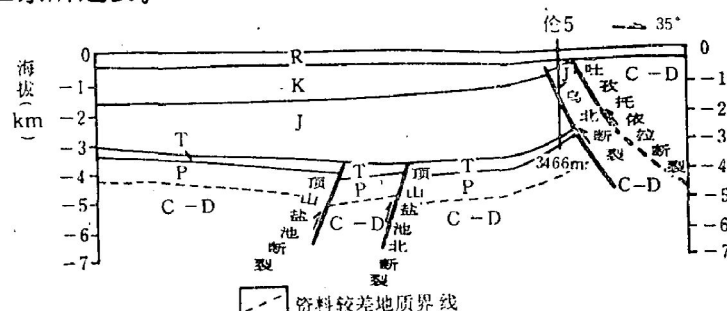


图4 L8109测线地质地震综合构造横剖面图

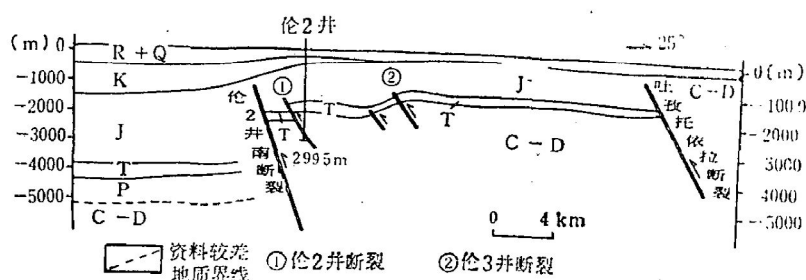


图5 L8408测线地质地震综合构造横剖面图

东段主要由吐孜托依拉断裂与伦2井南断裂（乌北断裂的东延部分）控制。主断层之间的距离较西段明显加宽。最宽处近30 km（图5）。主断层之间发育的次级断裂及背斜的走向和轴向均与主断层平行，背斜短轴，幅度不高，多以断背斜形式出现。在主断

层之间的断阶上广泛发育不厚的三叠—白垩系。这已为伦2井和伦3井的钻探所证实。而在吐孜托依拉断阶上盘则普遍缺失三叠系，多数地区是第三系与石炭系基岩相接触。

位于断裂带南侧并受其控制发育起来的乌伦古坳陷是一个断拗叠合的冲断前陆坳陷，面积约8000 km²。坳陷的南翼逐渐向南翘起，地层在此超覆减薄，然后以基岩深断裂为界与南邻的陆梁隆起相接（图6）。如前述，坳陷的北翼为吐孜托依拉断阶所切。从地震剖面上看，为主断层所切割的断块向北逐渐抬起，构成节节上升的断阶。断阶以北是超覆带。因此乌伦古坳陷是一个北陡南缓的不对称坳陷。坳陷内的沉积以层系发育全、厚度大、靠近断裂带前缘普遍发育洪积扇体为特征。按沉积厚度与构造面貌，又可进一步划分为东西两个次级凹陷（图7）。西边的称顶山盐池凹陷，最深处靠近北翼断裂带前缘。侏罗白垩系的最大厚度3000—4000 m，三叠系300—500 m。其内部的顶山盐池构造是受顶山盐池南、北两条次级断层控制发育起来的短轴背斜。背斜轴向347°。以三叠系底计，长轴7 km，短轴4 km，圈闭面积22 km²，埋深4000 m。东边的称乌伦古凹陷，三叠系的厚度500—600 m，侏罗白垩系的厚度与西部凹陷大致相当，凹陷内构造面貌尚待查实。

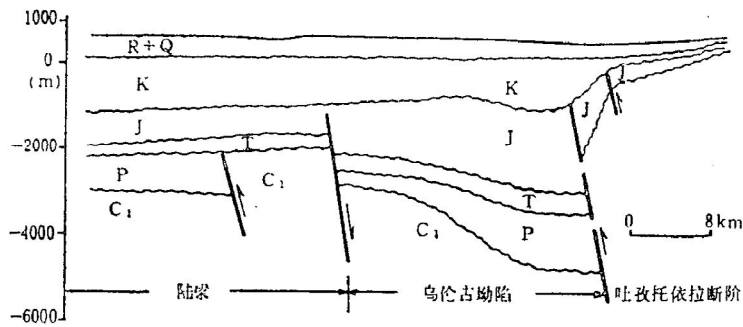


图6 乌伦古坳陷构造横剖面示意图
(据姚永耘等, 1986, 修改)

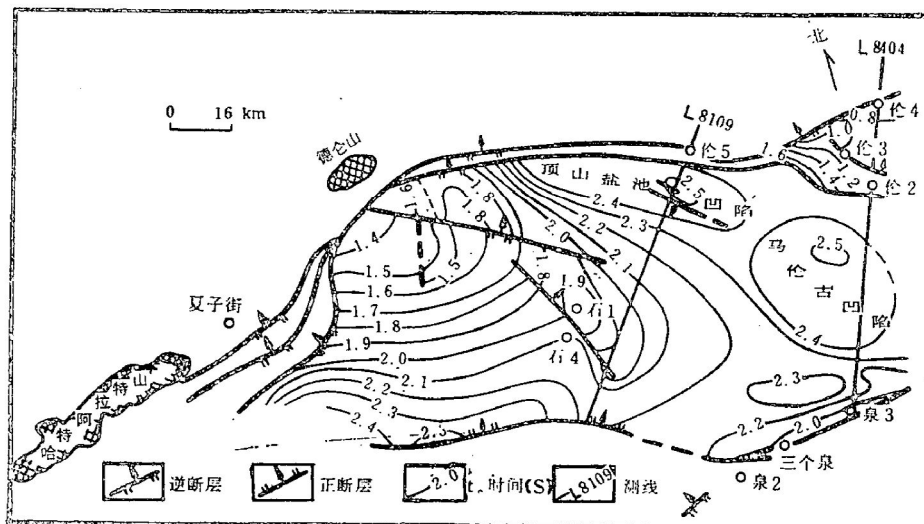


图7 准噶尔盆地乌伦古地区三叠系等T₀图
(据王峙涛, 1986, 简化)

综上所述,吐孜托依拉断裂带有与西北缘克拉玛依断裂带颇为相似的构造面貌。从上盘经断裂带至前缘坳陷区可划分出超覆带、前缘断块带、褶皱带与单斜带四部分(图8)。超覆带是断裂带上盘为白垩与第三系所超覆的基岩隆起区,在断裂带产生和大规模发育期基本上都是高出剥蚀面以上的物源区,直到断裂带大大减弱活动并趋于终止阶段才为部分白垩系或新生界的冲淤沉积所覆盖。因缺少生油与保存条件,含油远景最差。前缘断块带是断裂带的主体,是在主挤压期,由主断层推举基岩与三叠侏罗系而产生的断阶带。它的前缘是深坳陷,发育最全最厚的沉积,有生油条件,其本身具备基岩、断块等多种圈闭,是生、储、圈盖条件匹配最好的地区之一。断褶带是主断层下盘由次级断裂错动产生的褶皱与断裂构造组合,在断裂带西段发育,东段尚待进一步落实。褶皱带由于位于前缘坳陷之内,生油条件最有利,唯储集条件是最为担心的问题。单斜带是乌伦古坳陷的南侧缓翼,中新世发育齐全,但主要目的层均在此减薄。可望有岩性尖灭与超覆不整合等圈闭,因这里是油气排泄的有利指向带之一,含油远景不容忽视。

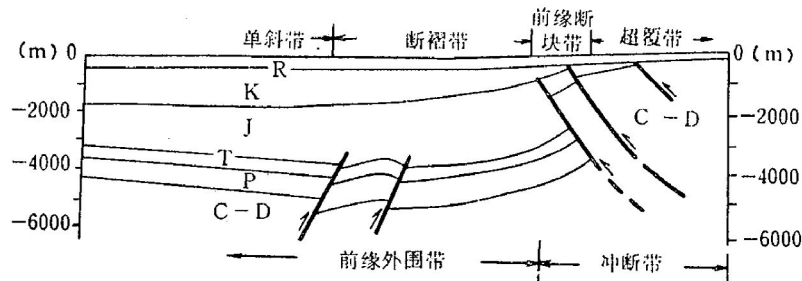


图8 吐孜托依拉断裂带构造模式略图

二、断裂带的发育简史

吐孜托依拉断裂带的发生发展经历了一个漫长的历史过程。从地震与区调资料看,该区共有五个大的不整合($R/K, K/J, J/T, T/P, P_2/P_1-C$),代表了从晚古生代至新生代的多期构造运动。其中石炭系一下二叠统与上二叠统,二叠系与三叠系之间的不整合代表了海西末期强烈的构造变动,对断裂带的产生有重要作用。侏罗系与白垩系之间的构造运动是使断裂带由大规模的冲断活动逐步转向定型的重要变革运动。白垩系与第三系之间的不整合则为断裂带余动的记录。

1. 断裂的形成与初期发展阶段(D—P₁)

吐孜托依拉断裂带靠近准噶尔稳定区与阿尔泰-东准噶尔活动区的接合部位。其东北侧的阿尔泰-东准噶尔褶皱带曾是古生代大洋活动区。从出露的地层来看,至少在泥盆-石炭纪,包括准噶尔盆地北部乌伦古坳陷在内的广大地区曾经是一片海洋^[1,2]。海洋板块不断向北消减于西伯利亚板块之下,并以岛弧-俯冲带由北向南退缩的形式,逐渐收敛大洋范围¹⁾(图9)。大致于石炭纪末至早二叠世前后,完成关闭。变形的大洋-岛弧沉积物受推挤仰冲到准噶尔地块之上,从而诱发了吐孜托依拉断裂带的形成。与此同时,大量的火山岩沿大断裂喷发。目前沿断裂带所钻的伦5、伦2及伦3井均已见到这

1) 参见冯益民等, 1982, 新疆北部板块构造轮廓。

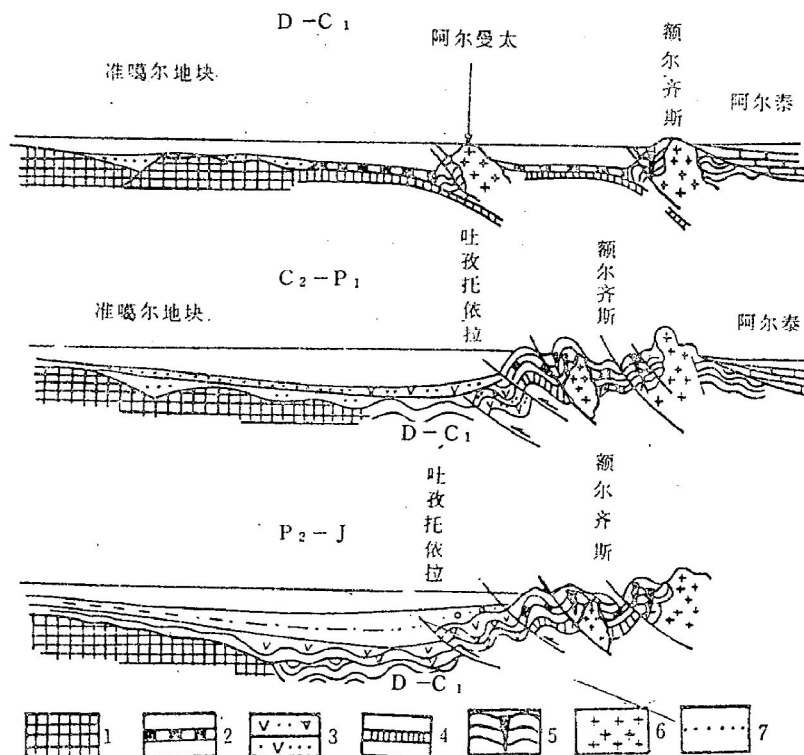


图9 准噶尔盆地东北缘及邻区板块演化示意图

1—稳定地块, 2—大洋沉积, 3—火山—沉积组合, 4—洋壳, 5—超基性岩及与之相关的蛇绿岩套, 6—花岗岩, 7—稳定沉积(盆地充填)

一期的火山岩。

吐孜托依拉断裂带发生后, 在续行的推挤力作用下不断向盆地方向逆冲, 于断裂带前缘产生前渊盆地 (foredeep basin)。标志着前渊充填的二叠系 (主要为将军庙组和平地泉组), 在乌伦古坳陷最大沉积厚度达1500—2000 m, 并由南往北向断裂带前缘加厚 (见图6)。与此同时, 火山喷发活动仍在进行, 形成一系列喷发及侵入岩沿断裂带呈线状分布, 以中基性喷发及酸性侵入为主。

2. 断裂同生活动—定型阶段 (T—J)

印支—燕山期是乌伦古坳陷沉积发育的极盛时期。从穿越坳陷的地震剖面可以看到, 乌伦古坳陷最深部位紧靠吐孜托依拉断裂带, 填充的主要地层是三叠侏罗系, 说明印支期后断裂的逆冲活动增强。

与此同时, 断裂表现出明显的同生性。断层上、下盘的沉积厚度有显著差异, 上盘小, 下盘大。这种沉积厚度的差异在伦2井以南地区的三叠系和侏罗系表现最清楚, 其生长指数可达1.4—2.1。

另外, 这一时期断裂带还表现出一定程度的剪切滑动, 产生了一些侧旁构造, 如顶山盐池断裂、背斜及向斜等。

综合上述, 吐孜托依拉断裂带是长期继承发展的大型冲断带, 起初是由于变形的洋区沉积物向盆地方向的仰冲而诱发。其大规模发育阶段在中生代, 表现为边断边沉积的同生性质。

3. 断裂带抬升及余动阶段 (K-E)

侏罗系沉积后, 吐孜托依拉断裂带显示了以抬升为主的活动。表现为在断裂带上盘有些地方侏罗系遭到了不同程度的剥蚀。白垩系与侏罗系及老地层之间的不整合是明显的。白垩纪时, 该断裂带的活动已很微弱, 断裂上盘白垩系表现超覆面貌, 仅局部被轻度错断。与此同时, 乌伦古坳陷沉积中心明显由北向南迁移, 造成白垩系—第三系南厚北薄, 因而白垩系以上构造层与侏罗系构造层明显反向。

喜山运动在本区的表现多见第三系形成的北西向平缓褶皱。这些构造向深部消失于白垩系中, 属表层褶皱, 对找油意义不大。

综上所述, 我们认为:

(1) 吐孜托依拉断裂带有与克拉玛依断裂带相似的构造面貌。它们基本上都表现逆冲性质, 在剖面上大致可以分出一、二、三级由边缘向盆地下降的台阶。白垩系以上地层呈超覆不整合盖在断裂带之上;

(2) 它们的主要活动期大都在古生代末期—侏罗纪, 随后活动减弱, 趋于终止;

(3) 它们在中生代的活动都表现出同生逆断性质;

(4) 它们都在前缘与生油坳陷紧邻, 有接受油源的有利条件;

(5) 从演化发展来说, 二者的差异主要表现在: 克拉玛依断裂带前缘的玛湖坳陷以二叠系沉积为主, 生油潜力大; 而吐孜托依拉断裂带前缘的乌伦古坳陷以侏罗系为主, 但仍有一定厚度的二叠系, 生油潜力较差。这表明它们的主要活动期有先后之别。

三、断裂带的成油地质条件与找油前景

1. 油气显示

本区油气显示主要有三处: (1) 1985年在伦5井钻遇上三叠—下侏罗统时见有良好的荧光显示, 并在井深3117—3119 m的三叠—二叠系中取出含油砂岩, 经分析属成熟原油; (2) 在距断裂带北东70 km的扎河坝地区, 新疆地矿局1979年在寻找膨润土矿时, 在三个井孔的四个井段发现了液体原油, 产于中石炭—下二叠统的安山岩气孔中, 目前较为一致的看法是这些原油来自二叠系; (3) 在断裂带东端的滴水泉地区曾在滴13井的侏罗系中见油砂。这些显示说明吐孜托依拉断裂带区不仅有油源条件, 而且曾经有过油气运移过程。

2. 成油地质条件

(1) 生油条件

从准噶尔盆地西北缘与东部勘探获得的认识来看, 二叠系应是吐孜托依拉断裂带的一个重要油源。该区东南方向克拉美丽山前坳陷中分布的平地泉组(P_2^p)是准噶尔盆地东部的的主要油源, 目前已在其中获得工业油流。构造分析认为克拉美丽山前坳陷与乌伦古坳陷在成因上有关^[3], 因此乌伦古坳陷中应存在层位与之相当的生油层。在地震剖面上, 乌伦古坳陷内可以划分出1500余米的二叠系, 对其生油当寄希望。其次是三叠和侏罗系。三叠系的最大厚度逾600 m, 其中上三叠统白碱滩组经钻探证实是一套浅—半深湖相暗色泥岩; 伦2井钻遇泥岩厚度为27 m, 伦3井为22 m, 伦5井为134 m, 向坳陷中

部生油岩厚度肯定会增加。侏罗系是一套煤系,其中有利的生油层位应以三工河组(J_{1s})的湖相段为好;在乌伦古及其以南的三个泉地区,这套地层分布广泛、沉积厚度大、暗色泥岩占比例较高;从三个泉地区的分析资料看,有机碳0.5—0.91%,氯仿沥青“A”为408—745ppm,总烃平均值473ppm。指标均较好,是一个不容忽视的油、气源岩层。此外,侏罗系本身的煤成气在坳陷与断裂带区都是很有潜力的。

二叠系在乌伦古坳陷还没有分析化验数据。从克拉美丽山前坳陷情况看,平地泉组有机碳含量达2.20%,氯仿沥青“A”为1071ppm,镜煤反射率(R_o)为0.92%,母质以混合型为主,是一套已经成熟的较好生油岩。三叠系在伦2、3及伦5井中均已钻遇。经分析,暗色泥岩有机碳为0.61—6.93%,平均值为2.43%,中位值1.5%(图10)。氯仿沥青“A”为284—943ppm,均值578ppm,中值540ppm(图11)。母质经镜检、热解及元素分析确定为含腐泥的腐殖型—腐殖型干酪根。镜煤反射率值在0.45—0.54%范围。最高热峰温(T_{max})为435℃。从指标看是一套低熟生油岩。不过目前钻井都分布在断裂带上,估计向坳陷内部,丰度会变好,成熟度亦因埋深加大而增高。

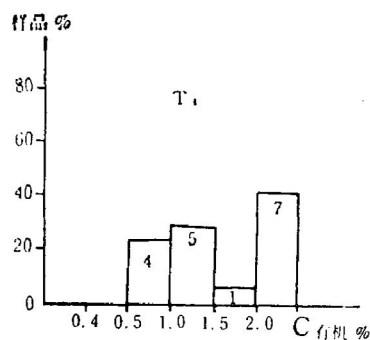


图10 伦2、伦3井有机碳频率图
(据王屿涛, 1985)

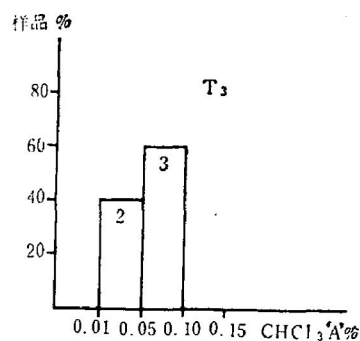


图11 伦2、伦3井氯仿沥青“A”频率图
(据王屿涛, 1985)

(2) 储盖及聚集条件

从钻探获得的资料看,沿断裂带侏罗系与三叠系都有比较发育的砂层。侏罗系砂岩厚几米至十几米不等,孔隙度为15.57—19.06%;三叠系砂岩占总层厚的大约20—60%,孔隙度更高,可达38.7%。二叠系与石炭系孔渗条件虽不好,但在断裂带内,裂隙发育,对改善物性应起促进作用。

吐孜托依拉断裂带内发育有与克拉玛依断裂带相似的圈闭条件与类型。在断裂的下盘,一些洪积扇体和三角洲砂体与断层结合,具备产生断层—岩性圈闭的有利条件;在主断层所夹部位存在断块、背斜与基岩圈闭。其中三叠侏罗系内部的泥岩夹层与白垩系的泥岩均可在断裂带范围内作盖层。如前述,这种储、盖、圈条件与断裂带前缘的生油凹陷配合,可构成比较好的生储盖匹配。唯油源条件尚需进一步落实。

3. 对找油前景的初步看法

(1) 吐孜托依拉断裂带具备形成油气聚集的条件,找油前景是有利的,但较盆地西北缘要差。表现在断裂带前缘的坳陷规模、沉积地层与构造位置等均不如西北缘好。今后应着力落实坳陷的生油条件与侦察断裂带含油的有利地区,以尽早查清断裂带的含油性。

(2) 该断裂带具备形成复式油气聚集带的条件。如上述, 除上盘超覆带含油远景不好外, 前缘断块带具备形成基岩油藏、断块与背斜油藏的条件; 下盘断褶带区存在形成背斜与断层-岩性油藏的可能性; 而在单斜带区发育岩性尖灭与超覆不整合油气藏的可能性最大。从而形成以断裂带为中心多类型油气藏的组。

(3) 可能的油气藏多属次生。有利的含油部位应以断裂带下盘的断褶带与前缘断块带最好^[4]。

参 考 文 献

- [1] 李春昱等, 1982, 亚洲大地构造图说明书, 地质出版社。
- [2] 亚洲地质编写组, 1982, 亚洲地质, 地质出版社。
- [3] 张 恺, 1984, 新疆石油地质, 第16卷, 第4期。
- [4] Boyer, S.E., 1985, Proceedings of Seventeen Annual Offshore Technology Conference Vol.1.

THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF TUZITUOYILA FAULT BELT AND ITS OIL POTENTIAL

Zhao Wenzhi

(Scientific Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Beijing)

Mai Guangrong Yang Chaoshi

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang)

Abstract

Tuzituoyila fault belt, situated in the northeast margin of the Junggar Basin, is primarily made up of northeast dipping thrusts. Its structural characteristics is very similar to Karamay fault belt, and possesses of 3 terraces descending step by step from edge to the centre of the basin. This fault belt was mainly moved in the end of the Paleozoic to the Jurassic. So the foreland depression connecting with the belt is primarily filled with Triassic-Jurassic and Upper Permian sediments. Upper Permian is considered as a major source rock, Upper Triassic and Sangonghe Formation of the Lower Jurassic may be secondary. Tuzituoyila fault belt may be provided with conditions for forming a complex oil and gas accumulation zone which may contain various kinds of oil pools such as fault block, fault-lithological and basement rock pools, etc;